

318005-4

보안 과제( ), 일반 과제( O ) / 공개( O ), 비공개( )발간등록번호( O )  
첨단생산기술개발사업 2021년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-003989-01

# 낙농데이터 융복합을 위한 데이터 수집장치 및 서비스 모델 개발 연구

2022. 4. 9.

주관연구기관 / 낙농진흥회  
협동연구기관 / (주)에그리로보텍  
충남대학교  
중앙대학교

낙농데이터 융복합을 위한 데이터 수집장치 및 서비스 모델 개발 연구

2021

농림식품기술기획평가원  
농림축산식품부

농림축산식품부  
(전문기관)농림식품기술기획평가원

제출문

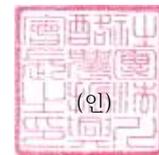
## 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “낙농데이터 융복합을 위한 데이터 수집장치 및 서비스모델 개발 연구”  
(개발기간 : 2018.04.26 ~ 2021.12.31)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2022. 4. 9.

주관연구기관명 : 낙농진흥회      회장



협동연구기관명 : 애그리로보텍      대표



충남대학교      산학협력단장



중앙대학교      산학협력단장



주관연구책임자 : 조재준

협동연구책임자 : 함영화, 서성원, 박재화

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

## < 요약 문 >

|                        |                |  |         |                          |         |                          |     |
|------------------------|----------------|--|---------|--------------------------|---------|--------------------------|-----|
| 사업명                    |                | 첨단생산기술개발사업   |         | 총괄연구개발 식별번호<br>(해당 시 작성) |         |                          |     |
| 내역사업명<br>(해당 시 작성)     |                |  |         | 연구개발과제번호                 |         | 318005-4                 |     |
| 기술<br>분류               | 국가과학기술<br>표준분류 | System Integration   | 50<br>% | 농림수산식품 정보                | 30<br>% | 농림수산식품 경영/경제             | 20% |
|                        | 농림식품<br>과학기술분류 | 농림식품 기계·시스템  | %       | 축산업 기계·시스템               | %       | 축산업 기계·시스템               | %   |
| 총괄연구개발명<br>(해당 시 작성)   |                |  |         |                          |         |                          |     |
| 연구개발과제명                |                | 낙농데이터 융복합을 위한 데이터 수집장치 및 서비스모델 개발 연구   |         |                          |         |                          |     |
| 전체 연구개발기간              |                | 2018. 04. 26 - 2021. 12. 31(3년 9개월)  |         |                          |         |                          |     |
| 총 연구개발비                |                | 총 2,250,000천원<br>(정부지원연구개발비: 1,125,000천원, 기관부담연구개발비 : 1,125,000천원)   |         |                          |         |                          |     |
| 연구개발단계                 |                | 기초[ ] 응용[ ] 개발[√]<br>기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[ ]  |         | 기술성숙도<br>(해당 시 기재)       |         | 착수시점 기준( )<br>종료시점 목표( ) |     |
| 연구개발과제 유형<br>(해당 시 작성) |                |  |         |                          |         |                          |     |
| 연구개발과제 특성<br>(해당 시 작성) |                |  |         |                          |         |                          |     |
| 연구개발<br>목표 및 내용        | 최종 목표          | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 낙농현장의 ICT정보 및 경영정보를 융복합한 빅데이터 구축을 위한 낙농 분야 데이터 표준화 및 표준코드를 관리하는 시스템 개발</li> <li>○ 이기종 ICT기기를 연결하는 통합 게이트웨이 개발 및 ICT기기 통합관리 솔루션 개발</li> <li>○ 낙농부문 빅데이터 및 통합관리 시스템 기반의 온라인 서비스 플랫폼 구축</li> <li>○ 생산성 향상을 위한 ICT융복합 데이터를 활용한 사양관리 과학화 서비스 모델 개발</li> <li>○ 효율적인 수급관리를 위한 융복합 빅데이터를 활용한 지능형 생산예측 모델 개발</li> </ul>  |         |                          |         |                          |     |
|                        | 전체 내용          | <p>&lt;제1세부: 데이터 융복합을 위한 데이터 표준화 및 코드변환 시스템 개발&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 낙농 데이터 표준화 및 표준코드 관리시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 낙농관련 데이터 종류 및 발생 현황 조사</li> <li>• 낙농 데이터 수집 대상 및 범위 선정</li> </ul> </li> <li>○ 낙농 데이터 관리 시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 표준 데이터 형식 및 관련 관측 데이터 상호 변환/교환 시스템 연구</li> <li>• 낙농관련 공공 데이터 연계 모듈 개발 및 통합 데이터베이스 구축</li> <li>• 낙농 데이터 활용을 위한 서비스 시스템 구축</li> </ul> </li> <li>○ 원유 생산량 예측 모델 시험 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 수집된 데이터를 바탕으로 각 개체/농장 단위의 생산량 관리/예측 통합 시스템 개발</li> <li>• 예측 단위는 일, 월, 분기 등 생산량 예측이 필요한 시점을 기준으로 다양화</li> <li>• 농가별 생산량 예측 시스템을 기반으로 전국 시도별 생산량 예측 시스템 시험</li> </ul> </li> </ul> |         |                          |         |                          |     |

연구개발  
목표 및 내용

전체 내용

<제1협동: ICT 장비 통합 게이트웨이 개발 및 클라우드 송수신 시스템 개발>

- 이기종 ICT장비 통신용 통합 게이트웨이 개발
  - 주요 낙농 ICT기기 보급현황 및 통신기능 조사
  - 통신기능 기반 통합 게이트웨이 시제품 개발
  - 통신불능 ICT기기 연동을 위한 통신모듈 개발
- 클라우드 시스템 기반 ICT기기 통합관리 프로그램 개발
  - ICT데이터 수집 및 클라우드 전송용 데이터 송수신 모듈 개발
  - 데이터 활용을 위한 온라인 프로그램 개발 및 사용자 매뉴얼 구축
- 통합 게이트웨이 기반 ICT기기 인증시스템 도입 및 운영방안
  - 신규 ICT기기와 통합 게이트웨이 간 데이터 송수신 표준 가이드 개발

<제2협동: ICT정보 빅데이터를 이용한 사양관리 과학화 모델 개발>

- 융복합 빅데이터를 이용하여 환경정보, 생산량, 개체상태 등 상관관계 분석 모델 개발
  - 국내 ICT 장비를 통해 수집 가능한 생체 데이터의 종류 및 현황 조사
  - 사양 관리 모델에 낙농 빅데이터를 융합할 수 있는 알고리즘 개발
  - ICT 데이터간의 상관관계 분석, 기계론적 네트워크 분석 및 관계 예측 모델 개발
- ICT 생체센서 진단결과와 사양정보(산유량, 사료섭취량 등)의 상관관계 분석모델 개발
  - 생체 센서별 민감도, 정확성, 정밀성, 특이성 조사 및 문헌 데이터베이스 구축
  - 국내외 발표된 ICT 생체센서를 활용한 연구 결과에 대한 메타분석
  - 생체 센서 정보와 사양정보와의 상관관계 분석 및 민감도 평가
- 생체센서 진단정보 고도화를 위한 빅데이터 분석 알고리즘 및 진단 모델 개발
  - 본 과제에서 고도화할 목표 질병(예, 유방염) 설정
  - 목표 질병의 진단을 위한 알고리즘 및 예측 모델 개발

<제3협동: 머신러닝 기법을 활용한 지능형 생산예측 모델 개발>

- 통계 기반 원유 생산량 예측 모델 개발
  - 개체별 생육 정보, 이력 정보, 원유 생산 정보의 데이터 통합 형식 연구
  - 통계적 정보를 바탕으로 개체 단위 생육, 원유 생산 모델 연구 및 개발
  - 수집된 데이터의 통계적 특성을 활용한 모델 파라미터 추정 방법 연구
- 데이터 기반 지능형 원유 생산 예측 모델 개발
  - ICT 데이터 기반 개체별 생육 특성, 원유 생산량 예측 알고리즘 개발
  - 개체별 생육, 생산, 환경 데이터를 활용하는 데이터 기반 융복합 생산 예측 모델 개발
  - 빅데이터 머신러닝 기법을 활용한 원유 생산 예측 모델의 정확도 향상 연구

|                       |  |          |                      |          |                  |        |  |          |                             |           |     |    |
|-----------------------|--|----------|----------------------|----------|------------------|--------|--|----------|-----------------------------|-----------|-----|----|
| 연구개발성과                | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 이기종 ICT기기를 융복합하기 위하여 데이터를 전송하는 통합 게이트웨이 및 ICT 기기 통합관리 솔루션 개발</li> <li>○ 빅데이터를 활용하여 사양관리 과학화 및 원유생산량 예측 등 고부가가치 정보를 생산할 수 있는 알고리즘과 모델 개발</li> <li>○ 상기 정보화 구현을 위해 필수적인 데이터 표준화 및 코드변환 시스템, 온라인 서비스 플랫폼 등 시스템 구축</li> </ul>   |          |                      |          |                  |        |  |          |                             |           |     |    |
| 연구개발성과 활용계획 및 기대 효과   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 본 사업의 성과물은 낙농 사양기술 향상 및 다양한 기술 진보의 밑거름이 될 것으로 기대되며, 데이터 표준화 및 ICT기기 데이터 수집장치 개발로 낙농관련 빅데이터 구축을 하였으며, 수집된 빅데이터를 기반으로 융복합하여 다양한 낙농가 사양관리 컨설팅 모델 보급이 기대됨 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 다양한 정보 분석을 통한 사양관리 과학화로 낙농생산성 향상</li> <li>• 실시간으로 낙농현장에서 생산되는 융복합 데이터 분석을 통해 원유수급조절 기술 향상</li> <li>• 통합 게이트웨이 개발·보급으로 이기종 ICT기기의 정보수집 확대 및 정보 활용도 증대</li> <li>• 낙농 관련 생산성 및 경영 지표의 진보 및 다양화</li> </ul> </li> </ul> |          |                      |          |                  |        |  |          |                             |           |     |    |
| 연구개발성과의 비공개여부 및 사유    |  |          |                      |          |                  |        |  |          |                             |           |     |    |
| 연구개발성과의 등록·기탁 건수      | 논문   | 특허       | 보고서 원문               | 연구 시설·장비 | 기술 요약 정보         | 소프트웨어  | 표준                                     | 생명자원     |                             | 화합물       | 신품종 |    |
|                       | 5  | 3        |                      |          |                  |        |  | 생명 정보    | 생물 자원                       |           | 정보  | 실물 |
| 연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황 | 구입 기관  | 연구시설·장비명 |                      | 규격 (모델명) | 수량               | 구입 연월일 | 구입가격 (천원)                              | 구입처 (전화) | 비고 (설치장소)                   | ZEUS 등록번호 |     |    |
| 국문핵심어 (5개 이내)         | 낙농   |          | 데이터 표준화              |          | 데이터 수집           |        | 사양관리 과학화                               |          | 생산예측모델                      |           |     |    |
| 영문핵심어 (5개 이내)         | dairy  |          | data standardization |          | data acquisition |        | feeding and management scientification |          | production prediction model |           |     |    |

| 최종보고서          |  |                         |  |               |             |              |          |                |         | 보안등급         |    |
|----------------|--|-------------------------|--|---------------|-------------|--------------|----------|----------------|---------|--------------|----|
|                |  |                         |  |               |             |              |          |                |         | 일반[√], 보안[ ] |    |
| 중앙행정기관명        |  | 농림축산식품부                 |  |               | 사업명         | 사업명          |          | 첨단생산기술개발사업     |         |              |    |
| 전문기관명          |  | 농림식품기술기획평가원             |  |               |             | 내역사업명        |          |                |         |              |    |
| 공고번호           |  | 농림축산식품부 공고 제 농축2018-58호 |  |               | 총괄연구개발 식별번호 |              |          |                |         |              |    |
|                |  |                         |  |               | 연구개발과제번호    |              | 318005-4 |                |         |              |    |
| 기술분류           | 국가과학기술표준분류                             | System Integration      | 50%  | 농림수산식품 정보     | 30%         | 농림수산식품 경영/경제 | 20%      |                |         |              |    |
|                | 농림식품과학기술분류                             | 농림식품 기계·시스템             | %  | 축산업 기계·시스템    | %           | 축산업 기계·시스템   | % %      |                |         |              |    |
| 총괄연구개발명        |  | 국문                      |  |               |             |              |          |                |         |              |    |
|                |  | 영문                      |  |               |             |              |          |                |         |              |    |
| 연구개발과제명        |  | 국문                      | 낙농데이터 융복합을 위한 데이터 수집장치 및 서비스모델 개발 연구   |               |             |              |          |                |         |              |    |
|                |  | 영문                      | A study to develop data acquisition systems & service models that tap into convergent dairy big data |               |             |              |          |                |         |              |    |
| 주관연구개발기관       |  | 기관명                     | 낙농진흥회  |               |             | 사업자등록번호      |          | 229-82-01659   |         |              |    |
|                |  | 주소                      | (우)30121 세종시 기림로 232, B동 301호  |               |             | 법인등록번호       |          | 110221-0004176 |         |              |    |
| 연구책임자          |  | 성명                      | 조재준  |               |             | 직위           |          | 본부장            |         |              |    |
|                |  | 연락처                     | 직장전화   |               |             | 휴대전화         |          |                |         |              |    |
|                |  |                         | 전자우편   |               |             | 국가연구자번호      |          |                |         |              |    |
| 연구개발기간         | 전체 2018. 04. 26 - 2021. 12. 31(3년 9개월) |                         |  |               |             |              |          |                |         |              |    |
| 연구개발비 (단위: 천원) | 정부지원 연구개발비                             | 기관부담 연구개발비              |  | 그 외 기관 등의 지원금 |             |              |          | 합계             |         | 연구개발비 외 지원금  |    |
|                | 현금                                     | 현금                      | 현물   | 현금            | 현물          | 현금           | 현물       | 현금             | 현물      |              | 합계 |
| 총계             | 1,125,000                              | 168,750                 | 956,250  |               |             |              |          | 1,293,750      | 956,250 | 2,250,000    |    |
| 1단계            | 1년차                                    | 225,000                 | 33,750   | 191,250       |             |              |          | 258,750        | 191,250 | 450,000      |    |
|                | 2년차                                    | 300,000                 | 45,000   | 255,000       |             |              |          | 345,000        | 255,000 | 600,000      |    |
|                | 3년차                                    | 300,000                 | 45,000   | 255,000       |             |              |          | 345,000        | 255,000 | 600,000      |    |
|                | 4년차                                    | 300,000                 | 45,000   | 255,000       |             |              |          | 345,000        | 255,000 | 600,000      |    |
| 공동연구개발기관 등     | 기관명                                    | 책임자                     | 직위   | 휴대전화          | 전자우편        | 비고           |          |                |         |              |    |
| 공동연구개발기관       | 애그리로보텍                                 | 함영화                     | 대표이사   |               |             | 공동           | 기업       |                |         |              |    |
|                | 충남대학교                                  | 서성원                     | 교수   |               |             | 공동           | 대학       |                |         |              |    |
|                | 중앙대학교                                  | 박재화                     | 교수   |               |             | 공동           | 대학       |                |         |              |    |
| 위탁연구개발기관       | 당진낙농축산업협동조합                            | 이경용                     | 조합장  |               |             | 위탁           | 기업       |                |         |              |    |
| 연구개발담당자 실무담당자  | 성명                                     | 천승환                     |  | 직위            |             | 팀장           |          |                |         |              |    |
|                | 연락처                                    | 직장전화                    |  | 휴대전화          |             |              |          |                |         |              |    |
|                |  | 전자우편                    |  | 국가연구자번호       |             |              |          |                |         |              |    |

이 최종보고서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 관련 법령 및 규정에 따라 제재처분 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2022년 4월 9일

연구책임자 : 낙농진흥회 조재준

주관연구개발기관의 장 : 낙농진흥회 회장

공동연구개발기관의 장 : 애그리로보텍 대표

공동연구개발기관의 장 : 충남대학교 산학협력단장

공동연구개발기관의 장 : 중앙대학교 산학협력단장

위탁연구개발기관의 장 : 당진낙농축산업협동조합장



## < 목 차 >

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| 1장 연구개발과제의 개요 .....               | 1   |
| 2장 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용 .....     | 10  |
| 3장 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도 ..... | 232 |
| 4장 목표 미달 시 원인분석 .....             | 237 |
| 5장 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여 정도 ..... | 238 |
| 6장 연구개발성과의 관리 및 활용 계획 .....       | 238 |

별첨 자료 (자체평가의견서, 연구성과 활용계획서)

# 1장 연구개발과제의 개요

## 1. 연구개발의 개요

### 가. 연구개발 필요성

#### ○ ICT기기 융복합 데이터를 활용한 호당 사육규모 확대 및 생산성 향상 촉진

- 고령화 및 후계자 부족, 환경규제 강화, 높은 진입장벽 등으로 인한 낙농생산기반 약화로 향후 원유생산량의 지속적인 감소가 전망되므로 낙농생산기반 유지를 위해서는 ICT기기를 활용한 호당 사육규모 확대 및 생산성 향상 촉진 필요
- 낙농진흥회 전망에 따르면 앞으로 약 10년 후인 2026년에는 낙농가수가 2016년보다 26.7% 감소, 사육두수는 13.4% 감소가 예상되며, 이에 따라 원유생산량도 12.4%가 줄어든 것으로 예상됨. 원유생산기반 유지를 위해서는 사육규모 확대에 따른 경영능력 함양 및 첨단기술을 활용한 낙농산업으로의 전환이 필요하며, 로봇착유기, 생체정보센서 등 첨단장비 도입(하드웨어)과 젖소이력, 질병정보 등을 융복합한 빅데이터 활용을 촉진할 필요가 있음
- 이에 따라 농림축산식품부는 2014년부터 2018년까지 5년 동안 축산농가를 대상으로 'ICT융복합축산사업'에 총 1,116억원을 투입하여 축산농가의 ICT화를 통한 생산성 향상을 지원하고 있으며, 향후 2019년부터 2022년까지 4년 동안 4400농가를 대상으로 3,652억원을 지원할 계획임. 따라서 축산농가 ICT 확산에 맞춰 ICT데이터가 증가할 것으로 예상되므로 ICT데이터 활용도를 높일 수 있는 데이터 융복합 및 빅데이터 구축이 필요

\* 정부 축산부문 ICT 지원실적 : ('14년) 60억원 → ('15)89 → ('16)200 → ('17)269 → ('18)498

\* 향후 축산부문 ICT 지원계획 : ('19년) 664억원 → ('20)830 → ('21)996 → ('22)1,162  
(800호) (1000호) (1200호) (1400호)

#### ○ ICT정보 빅데이터 구축을 통한 정보활용 확대 촉진

- 낙농현장에는 사육규모 확대와 노동력 부족을 해소하기 위해 로봇착유기, 생체정보센서 등 ICT기기 보급이 증가하고 있지만, 낮은 기술 숙련도와 활용방안에 대한 정부 및 산업계 차원의 제시가 불분명하여 ICT기기 도입 농가의 현장 활용도 및 체감도는 낮은 실정임
- 또한 ICT기기 간 데이터 융복합 부재로 인해 낙농현장에서 발생하는 ICT기기 정보량에 비해 정보 활용도는 낮은 수준이며, 낙농현장에서 생산되는 ICT정보 표준화를 통한 통합관리 부재로 소중한 ICT정보가 개별 농가단위의 활용에 그쳐, 정책자료 수립에는 활용되지 못해 정부의 ICT 투자효과가 감소되고 있음
- 따라서 향후 낙농 ICT화의 발달 속도는 ICT 도입농가의 만족도와 ICT 데이터 활용도에 영향을 받게 되므로 ICT정보와 낙농가 경영정보 융복합을 통해 원유수급관리, 낙농 생산현황 파악 등 낙농정책자료 활용 확대 및 ICT정보 이용 확대에 의한 낙농생산성 향상을 촉진할 필요가 있음

○ ‘4차 산업혁명’에 대응한 ‘ICT융복합 낙농모델’ 완성

- ICT정보 빅데이터 구축·활용을 통해 ‘4차 산업혁명’에 대응한 ‘ICT융복합 낙농모델’을 완성함으로써 낙농산업을 ‘노동형산업 ➡ 지능형산업’으로 육성·발전시켜 낙농산업의 경쟁력 향상 및 지속가능성 확대에 기여
- 축산 ICT 융복합 확대에 따라 축산분야에서 생성되는 데이터의 양(Volume), 생성속도(Velocity), 형태(Variety)가 지속적으로 증가함에 따라 빅데이터 형성이 가능한 상황임. 하지만 데이터 수집, 분석, 관리의 기술적 한계로 인해 시장에서의 만족도를 나타내는 빅데이터 활용 가치(Value)는 낮은 수준임. 따라서 낙농 빅데이터 생성, 분석, 활용 단계에서 가교 역할의 핵심기술을 개발함으로써 빅데이터 품질의 제고도 필요함



[그림1] ICT융복합 낙농모델 추진 개요도

나. 연구개발 개요

제1세부 | 데이터 융복합을 위한 데이터 표준화 및 코드변환 시스템 개발

- 농가경영정보, 개체정보, ICT 데이터 등 낙농현장에서 발생하는 데이터를 조사하여 빅데이터 구축에 필요한 융복합 데이터를 선정하고, 선정된 데이터를 표준화하여 데이터 융복합 및 낙농관련 기관의 데이터 공유 촉진을 위한 데이터 표준화 서비스 개발

[표1] 축산 관련 유관기관 데이터

| 기관               | 구분<br>데이터            | 농자재 | 생산자 | 도축  |    | 가공   | 유통  |     | 소비자 | 기타 |
|------------------|----------------------|-----|-----|-----|----|------|-----|-----|-----|----|
|                  |                      | 사료  | 개체  | 도축장 | 검역 | 육가공장 | 공판장 | 판매점 | 급식  |    |
| 축산물<br>품질평가원     | 축산물 이력제 DB           |     | ○   | ○   | ○  | ○    | ○   | ○   |     |    |
|                  | 등급판정 정보              |     |     | ○   |    |      |     |     |     |    |
|                  | 축산물 경락가격정보           |     | ○   | ○   |    |      |     | ○   |     |    |
|                  | 급식현황정보               |     |     |     |    |      |     |     | ○   |    |
| 농림수산물<br>교육문화정보원 | 축산물 산지 및<br>도소매 조사가격 |     | ○   | ○   |    |      |     | ○   |     |    |
|                  | 수입육 검역정보             |     |     |     | ○  | ○    |     | ○   |     |    |
| 농림축산<br>검역본부     | 질병발생정보               |     | ○   |     |    |      |     |     |     |    |
|                  | 수입육 유통<br>이력제 DB     |     |     |     | ○  | ○    |     | ○   |     |    |
|                  | 질병발생정보               |     | ○   |     |    |      |     |     |     |    |
| 농림축산식품부          | 사료생산실적               | ○   |     |     |    |      |     |     |     |    |
|                  | 종축 개량정보              |     | ○   |     |    |      |     |     |     |    |
| 융합정보             | 기상정보                 |     |     |     |    |      |     |     |     | ○  |
|                  | 소셜 SNS 및<br>뉴스 키워드   |     |     |     |    |      |     |     |     | ○  |

- 낙농현장에서 생산되는 ICT 데이터와 경영정보를 활용한 빅데이터 구축 및 분석을 위한 전국 단위 빅데이터 통합관리 시스템 구축과 이를 활용한 서비스 플랫폼 개발
- 낙농데이터 표준화는 낙농현장에서 활용되고 있는 ICT 기기장치에서 생산되는 데이터 정보 요소의 명칭, 정의, 형식, 규칙에 대한 원칙을 수립하여 코드 기반의 표준화 데이터 맵핑을 위해 필요로 하는 영역을 범위로 함. 논리 데이터에서는 단어(용어), 센서 데이터 값, 농산물 표준 코드 등 물리 데이터에 대해서는 명명규칙과 데이터형식, 데이터 길이 등을 표준화 대상으로 함



[그림2] 데이터 융복합을 위한 데이터 표준화 개요

- 실질적으로 다른 기관에서 생산된 데이터와 다양한 ICT기기에서 생산되는 데이터를 통합하여 저장할 수 있는 통합 스키마 테이블 생성은 어려우며, 데이터 필드의 효용성이나 새로운 기기와 수집 물리량이 추가되거나 생성될 때 마다 데이터의 형식을 바꾸는 것 또한 현실적으로 불가능함
- 따라서 특정 기관 또는 기기마다 서로 다른 식별자를 부여하고 이 식별자로부터 생산되는 데이터의 메타데이터의 기술 방법을 표준화하여 데이터의 수집과 활용이 가능하도록 함. 빅데이터에서 가장 중요한 부분은 각 데이터 필드의 상호 연관성에 대한 자료이므로 수집되는 데이터는 시간대 별로 상호 작용 (예를 들어 특정 개체가 특정 기기에서 사료를 특정량 섭취한 행위)의 기록을 콘텐츠 형식으로 기록하고 저장. 코드 체계의 표준화는 각 기관/생산자/기기 등에 대해 식별자를 부여하고 데이터는 일정 기간 동안 수집 단위에서 식별자들 사이에서 상호 작용으로 일어나는 데이터의 연관성을 기록한 콘텐츠의 메타데이터 형식으로 정의함.



[그림3] 메타데이터의 기술 방법을 이용한 데이터 표준화

**제1세부  
1위탁**

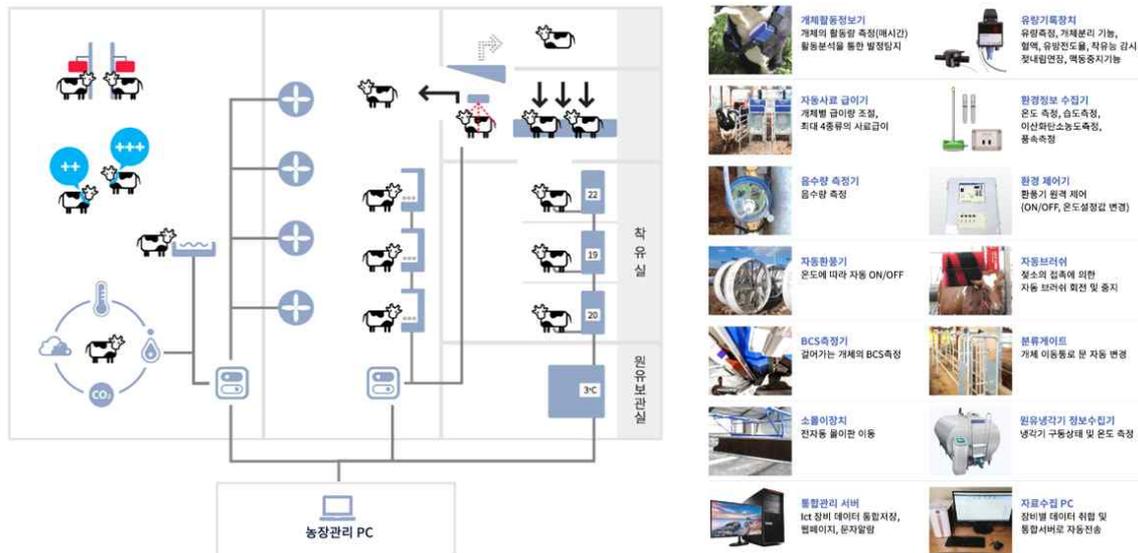
**ICT장비 통합 게이트웨이 시범운영 및 사양관리 과학화 모델 실증**

- 제1협동에서 개발한 ICT장비 통합 게이트웨이의 낙농현장 시범운영을 위한 시범사업 농가선정 및 교육, 통합 게이트웨이 현장 설치 등의 시범운영을 통해 통합 게이트웨이 현장활용도 제고 및 성능개선
- 제2협동에서 개발한 사양관리 과학화 모델의 낙농현장 실증시험을 위한 낙농가 교육 및 의견수렴을 통해 알고리즘 정확도 향상과 낙농가 사용편의성 확대
- ICT 장비 활용도가 높고 국내 평균 사육환경을 대표할 수 있는 중규모 이상의 목장을 연구목장으로 선정하여 본 연구의 성과물을 활용하여 데이터 수집기반을 조성하고, 단계적 성과물에 대한 검증을 수행

[표2] ICT 통합 게이트웨이 현장 적용을 통한 실증화 계획

| 구분   | 내용   |   |
|------|--|---|
| 대상목장 | · 착유우 50~100두 규모 12호   |   |
| 축사시설 | · 개방형 우사<br>· 바닥형태: 깔집, 프리스틀   |   |
| 운영기간 | · 데이터 수집기반 조성: 1~2차년도<br>· 데이터 분석 및 모델 검증: 3~4차년도  |   |
| 장비구성 | <ul style="list-style-type: none"> <li>필수사양                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전산관리프로그램</li> <li>- 개체 활동정보기(발정탐지기)</li> <li>- 유량기록장치</li> <li>- 환경정보수집기</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>추가사양                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 자동사료 급이기</li> <li>- 음수량 측정기</li> <li>- 기타 개체 활동정보기(BCS측정기, 반추위pH센서 등)</li> </ul> </li> </ul> |

- 제2협동에서 개발한 사양관리 과학화 모델의 낙농현장 실증시험을 위한 낙농가 교육 및 의견 수렴을 통해 알고리즘 정확도 향상과 낙농가 사용편의성 확대



[그림4] 시험목장 ICT 장비 기본 구성안

**제1협동 | ICT 장비 통합 게이트웨이 및 클라우드 송수신 시스템 개발**

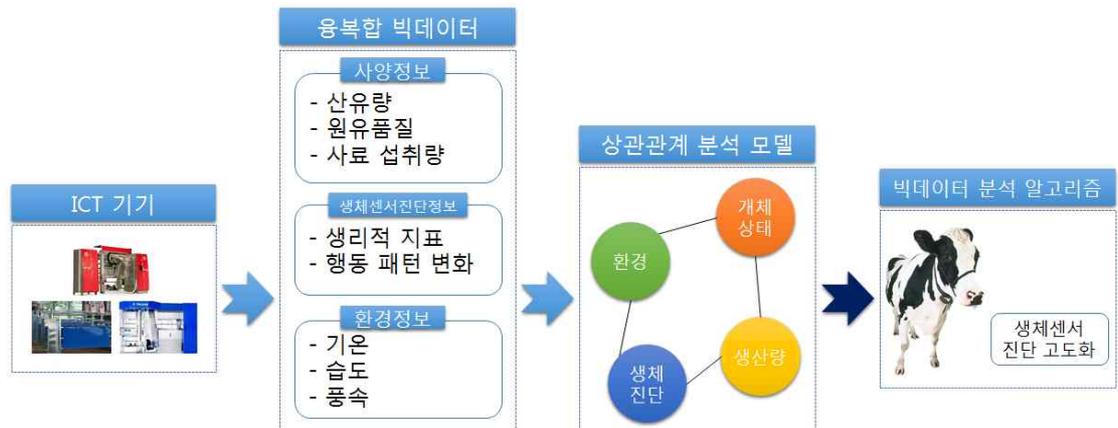
- 낙농 현장에서 활용되는 ICT 장비의 통신기능 여부, 통신방식, 통신프로토콜 등 통신사양 등의 조사 및 이를 바탕으로 각 ICT기기를 연결하여 데이터를 수집·전송하는 통합 게이트웨이 개발. 또한 ICT데이터 수집이 필요한 낙농 ICT기기 중 통신기능이 탑재되지 않은 경우를 보완하기 위해, 단순 센서기반의 데이터 수집 모듈(또는 통신기능 보완 모듈)을 개발
- 통합 게이트웨이를 통해 수집된 ICT데이터를 중앙에서 통합 관리할 수 있도록 국내 클라우드 서비스를 활용하여 데이터를 송수신하는 통신모듈 개발하며, 수집된 데이터를 분석하여 서비스를 제공할 수 있도록 데이터 표준화 코드변환 시스템을 반영한 온라인 플랫폼을 개발하고, 수집된 데이터를 PC와 스마트 디바이스(스마트폰, 태블릿PC 등)에서 동일한 수준으로 활용할 수 있는 서비스 환경을 구축



[그림5] ICT기기 통합 게이트웨이 및 클라우드 송수신 시스템 개요

**제2협동 | 융복합 ICT정보를 이용한 사양관리 과학화 모델 개발**

- 국내 낙농 현장에서 활용되는 ICT 장비를 통해 수집 가능한 환경 정보, 생산량, 개체의 상태를 알 수 있는 생체 데이터의 종류 및 현황을 분석하여, 젖소 사양표준 등 축우 영양 관리 시스템과 ICT 낙농 빅데이터를 융합하여 목장 단위 사양관리에 활용할 수 있는 알고리즘 개발
- 목표 질병의 진단을 위한 다변량 모델의 모형 선정 및 여러 지표(변수)들의 모델 민감도, 불확실성 및 견고성을 평가하고, 클라우드 시스템 기반에 축적된 ICT 데이터를 활용한 목표 질병의 진단 모델 개발

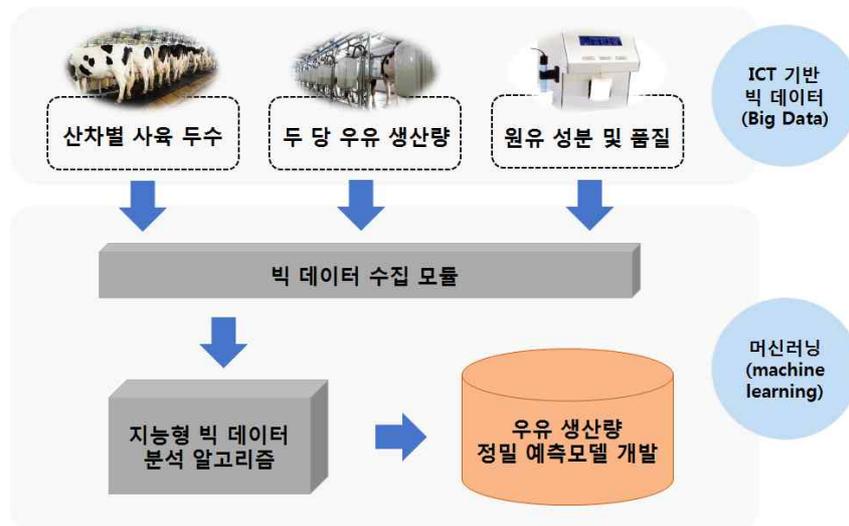


[그림6] ICT 빅데이터의 융복합을 통한 사양관리 과학화 모델 개발

### 제3협동

### 머신러닝 기법을 활용한 지능형 원유생산예측 모델 개발

- ICT정보와 농가 경영정보를 융복합한 빅데이터를 활용하여 사육두수, 착유두수, 두당산유량 변화를 머신러닝 기법으로 반영하는 지능형 생산예측모델 개발하여, 산차별 사육두수, 두당산유량 변화, 원유품질 변화 등 조건변화 요인을 종합적으로 반영한 지능형 원유생산예측 모델 개발
- 축산물품질평가원의 개체정보, 농협젓소개량사업소의 검정성적, 납유주체별 납유성적, 기상청의 기상정보를 통합한 지역 및 낙농데이터 통합 플랫폼을 구축하여 시간에 따른 변화와 지연(delay)을 시스템 사고 기법의 인과지도(causal loop diagram)로 활용하여 생리 단계에 따른 젓소 사육두수 변화 및 생산량을 예측하는 시스템 다이내믹스(system dynamics) 모델 개발



[그림기] 지능형 원유생산량 예측 모델 개발의 개요

## 2. 연구개발의 목표 및 내용

### 가. 최종 목표

- 낙농현장의 ICT정보 및 경영정보를 융복합한 빅데이터 구축을 위한 낙농분야 데이터 표준화 및 표준코드를 관리하는 시스템 개발
- 이기종 ICT기기를 연결하는 통합 게이트웨이 개발 및 ICT기기 통합관리 솔루션 개발
- 낙농부문 빅데이터 및 통합관리 시스템 기반의 서비스 플랫폼 구축
- 생산성 향상을 위한 ICT융복합 데이터를 활용한 사양관리 과학화 서비스 모델 개발
- 효율적인 수급관리를 위한 융복합 빅데이터를 활용한 지능형 생산예측 모델 개발

### 나. 세부 목표

#### 제1세부 데이터 융복합을 위한 데이터 표준화 및 코드변환 시스템 개발

- 낙농데이터 표준화 및 표준 코드 관리시스템 개발
  - 낙농 관련 데이터 종류 및 발생 현황 조사
  - 낙농 데이터 수집 대상 및 범위 선정
  - 낙농 데이터의 표준 코드 도입 방안 연구

○ **낙농 데이터 관리 시스템 개발**

- 표준 데이터 형식 및 관련 관측 데이터 상호 변환/교환 시스템 연구
- 낙농 관련 공공 데이터 연계 모듈 개발 및 통합 데이터베이스 구축
- 낙농 데이터 활용을 위한 클라우드 서비스 시스템 구축

○ **원유 생산량 예측 모델 시험**

- 수집된 데이터를 바탕으로 각 개체/농장 단위의 생산량 관리/예측 통합 시스템 개발
- 예측 단위는 일, 주, 월, 분기 등 생산량 예측이 필요한 시점을 기준으로 다양화
- 농가별 생산량 예측 시스템을 기반으로 시험대상 지역의 생산량 예측 시스템 시험

**< 정량적 목표 >**

- 목장관리코드 표준화(농가코드,개체코드,ICT기기코드 등) 3종 이상
- ICT기기 데이터 표준화(착유정보,사료급여정보,생체정보) 3종 이상
- 코드변환 서비스 시스템 1식 이상 개발
- \* 평가방법 : 코드변환 서비스 시스템에서 처리하는 데이터 종류로 표준화 성과물 평가

**제1세부 1위탁 ICT 장비 통합 게이트웨이 시범운영 및 사양관리 과학화 모델 실증**

○ **시범운영 농가 선정 및 교육**

○ **낙농현장 실증시험**

- 통합 게이트웨이 현장 설치 및 실증시험
- 사양관리 과학화 모델의 낙농현장 실증시험

**< 정량적 목표 >**

- 시범사업 낙농가 12호 이상 선정
- 시범농가 대상 낙농현장 실증시험 결과 데이터 전송(24개월 이상)

**제1협동 ICT 장비 통합 게이트웨이 개발 및 클라우드 송수신 시스템 개발**

○ **이기종 ICT장비 통신용 통합 게이트웨이 개발**

- 주요 낙농 ICT기기 보급현황 및 통신기능 조사
- 통신기능 기반 통합 게이트웨이 시제품 개발
- 통신불능 ICT기기 연동을 위한 통신모듈 개발

○ **클라우드 시스템 기반 ICT기기 통합관리 프로그램 개발**

- ICT데이터 수집 및 클라우드 전송용 데이터 송수신 모듈 개발
- 데이터 활용을 위한 온라인 프로그램 개발 및 사용자 매뉴얼 구축

○ **통합 게이트웨이 기반 ICT기기 인증시스템 도입 및 운영방안**

- 신규 ICT기기와 통합 게이트웨이 간 데이터 송수신 표준가이드 개발

**< 정량적 목표 >**

- 유선 통신규격 5종 이상 포트를 확보한 게이트웨이 설계(데이터 손실률 5% 미만)
- 무선 통신규격 2개 이상을 활용한 송수신 모듈(데이터 손실률 5% 미만)
- ICT 장비 7종 이상을 수집할 수 있는 이기종 클러스트 프로그램 개발
- \* 평가방법 : '방송통신기자재 적합성 평가제도'에 준하여 정합성 평가

## 제2협동 ICT정보 빅데이터를 이용한 사양관리 과학화 모델 개발

- **융복합 빅데이터를 이용하여 환경정보, 생산량, 개체상태 등의 상관관계 분석 모델 개발**
  - 국내 ICT 장비를 통해 수집 가능한 생체 데이터의 종류 및 현황 조사
  - 사양 관리 모델에 낙농 빅데이터를 융합할 수 있는 알고리즘 개발
  - ICT 데이터간의 상관 관계 분석, 기계론적 네트워크 분석 및 관계 예측 모델 개발
- **ICT 생체센서 진단결과와 사양정보(산유량, 사료섭취량 등)의 상관관계 분석모델 개발**
  - 생체 센서별 민감도, 정확성, 정밀성, 특이성 조사 및 문헌 데이터베이스 구축
  - 국내외 발표된 ICT 생체센서를 활용한 연구 결과에 대한 메타분석(meta-analysis)
  - 생체 센서 정보와 사양정보(섭취량, 산유량 등)와의 상관관계 분석 및 민감도 평가
- **생체센서 진단정보 고도화를 위한 빅데이터 분석 알고리즘 및 진단 모델 개발**
  - 본 과제에서 고도화할 목표 질병(예 : 유방염) 설정
  - 목표 질병의 진단을 위한 알고리즘 및 예측 모델 개발
  - 시범 목장에서 수집하는 독립된 데이터를 활용한 모델의 예측력 검증

### < 정량적 목표 >

- 착유우의 목표 질병(예 : 유방염) 발생여부를 진단하는 모델 1종 이상 개발
- 융복합 데이터를 활용하여 상용 진단 센서시스템 대비 진단의 민감도, 특이성 및 정확성을 5% 증대하는 모델 개발
- \* 평가방법 : 연구결과를 수록한 SCI급 논문을 통해 목표치 달성 평가

## 제3협동 머신러닝 기법을 활용한 지능형 생산예측 모델 개발

- **통계 기반 원유 생산량 예측 모델 개발**
  - 개체별 생육 정보, 이력 정보, 원유 생산 정보의 데이터 통합 형식 연구
  - 통계적 정보를 바탕으로 개체 단위 생육, 원유 생산 모델 연구 및 개발
  - 수집된 데이터의 통계적 특성을 활용한 모델 파라미터 추정 방법 연구
- **빅데이터 기반 지능형 원유 생산 예측 모델 개발**
  - ICT 빅데이터를 기반으로 한 개체별 생육 특성, 원유 생산량 예측 알고리즘 개발
  - 개체별 생육, 생산, 환경 데이터를 활용하는 데이터 기반 융복합 생산 예측 모델 개발
  - 빅데이터 머신 러닝 기법을 활용한 개체 원유 생산 예측 모델의 정확도 향상 연구

### < 정량적 목표 >

- ICT정보, 농가경영정보, 사육두수 정보를 융복합한 원유생산 예측모델 1종 이상 개발
- \* 평가방법 : 생산예측 결과를 정례 '원유수급점검회의'에 상정하여 오차율 평가

## 2장 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

### <추진일정>

| 연구기관             | 연구내용                                | 추진일정 |     |      |     |      |     |      |  |
|------------------|-------------------------------------|------|-----|------|-----|------|-----|------|--|
|                  |                                     | '18년 |     | '19년 |     | '20년 |     | '21년 |  |
|                  |                                     | 하반기  | 상반기 | 하반기  | 상반기 | 하반기  | 상반기 | 하반기  |  |
| 제1세부<br>(낙농진흥회)  | 낙농가 ICT기기 보유현황 조사                   | ■    |     |      |     |      |     |      |  |
|                  | 테이블 정의 및 데이터베이스 설계                  |      | ■   | ■    |     |      |     |      |  |
|                  | 기관 데이터 수집체계 구축                      |      | ■   | ■    |     |      |     |      |  |
|                  | 코드변환시스템 구축                          |      |     |      | ■   | ■    | ■   | ■    |  |
|                  | 낙농데이터 온라인 서비스 플랫폼 개발 및 고도화(제1협동 협업) |      |     |      | ■   | ■    | ■   | ■    |  |
|                  | 원유생산예측모델 실증                         |      |     |      |     |      |     | ■    |  |
| 위탁<br>(당진낙협)     | 연구목장 선정                             | ■    | ■   |      |     |      |     |      |  |
|                  | 연구목장 수의기록 수집                        |      |     | ■    | ■   | ■    | ■   | ■    |  |
|                  | 통합게이트웨이 실증                          |      |     |      | ■   | ■    | ■   | ■    |  |
| 제1협동<br>(애그리로보텍) | ICT기기 현황조사                          | ■    |     |      |     |      |     |      |  |
|                  | 통합 게이트웨이 설계                         | ■    | ■   |      |     |      |     |      |  |
|                  | 통합 게이트웨이 시제품 개발 및 고도화               |      | ■   | ■    | ■   |      |     |      |  |
|                  | 통신모듈 개발                             |      | ■   | ■    |     |      |     |      |  |
|                  | 연구목장 통합게이트웨이 현장 실증                  |      |     |      | ■   | ■    | ■   | ■    |  |
|                  | (과제추가)유방염 모니터링 장비 개발                |      |     |      | ■   | ■    | ■   |      |  |
|                  | 낙농데이터 온라인 서비스 플랫폼 개발(제1세부 협업)       |      |     |      | ■   | ■    | ■   |      |  |

| 연구기관          | 연구내용                              | 추진일정 |     |      |     |      |     |      |  |
|---------------|-----------------------------------|------|-----|------|-----|------|-----|------|--|
|               |                                   | '18년 |     | '19년 |     | '20년 |     | '21년 |  |
|               |                                   | 하반기  | 상반기 | 하반기  | 상반기 | 하반기  | 상반기 | 하반기  |  |
| 제2협동<br>(충남대) | 생체센서를 활용한 연구결과 데이터베이스 구축          | ■    |     |      |     |      |     |      |  |
|               | 이종 ICT기기 생성정보 분석 및 융복합 알고리즘 개발    |      | ■   |      |     |      |     |      |  |
|               | ICT 진단정보 고도화 목표 선정 및 황금표준 수집계획 설정 |      |     | ■    |     |      |     |      |  |
|               | 유방염 진단 모델 개발 및 고도화                |      |     |      | ■   | ■    | ■   | ■    |  |
|               | 이종 ICT 생체센서 데이터 수집 및 수치 표준화 모델 개발 |      |     |      |     | ■    | ■   | ■    |  |
| 제3협동<br>(중앙대) | 선행 생산예측 모델 연구결과 조사                | ■    |     |      |     |      |     |      |  |
|               | 통합게이트웨이 데이터 정제 및 분석               |      | ■   | ■    | ■   | ■    | ■   | ■    |  |
|               | 융복합 낙농데이터 이용 원유생산예측모델 연구          |      | ■   | ■    |     |      |     |      |  |
|               | 빅데이터 분석 알고리즘 개발                   |      |     |      | ■   | ■    |     |      |  |
|               | 지능형 생산예측 알고리즘 개발 및 검증             |      |     |      |     |      | ■   | ■    |  |

# 1. 주관연구기관(낙농진흥회)

## 1.1 낙농데이터 및 표준코드 관리시스템 개발

### 1.1.1 데이터 표준화 범위선정

#### 가. 낙농가 ICT기기 보유현황 조사

##### ① 조사개요

- 전국 낙농가의 보유 ICT기기 현황조사를 통해 수집 가능한 ICT기기 대상 선정 및 산출 데이터 조사의 기초자료로 활용코자 실태조사 실시
- 조사기간 : '18.9.4~10.19 (45일간)
- 조사대상 : 2,996농가 (전국 낙농가의 62.4%)

| 지역    | 인천/경기 | 강원  | 충북  | 세종/충남 | 전북  | 전남  | 대구/경북 | 부산/경남 |
|-------|-------|-----|-----|-------|-----|-----|-------|-------|
| 농가수   | 1,223 | 132 | 225 | 467   | 258 | 121 | 321   | 249   |
| 비율(%) | 40.8  | 4.4 | 7.5 | 15.6  | 8.6 | 4.0 | 10.7  | 8.3   |

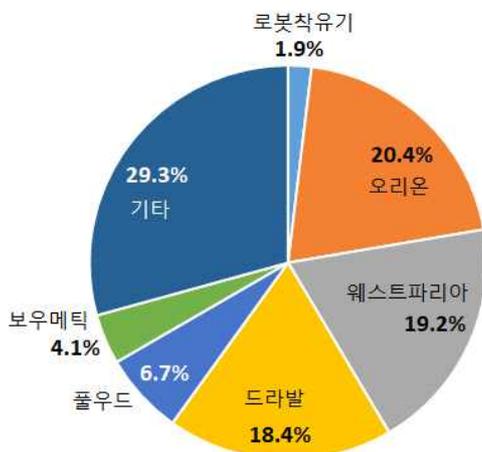
##### ② 착유기 보유현황

- 착유기 보유현황은 일반착유기가 98.1%, 로봇착유기가 1.9% 수준으로 아직은 로봇착유기 보급률이 낮은 실정임
- 로봇착유기는 드라발과 렐리 2개 업체가 시장을 양분하고 있으며, 일반착유기는 오리온, 웨스트팔리아, 드라발 3개사가 전체의 58.9%를 차지하고 있음
- 일반착유기 종류는 텐덤이 43.8%, 헤링본이 38.3%로 전체의 82.1%를 차지하고 있으며, 아직도 전체 착유기의 7.5%가 파이프라인을 사용하고 있는 것으로 조사되었음

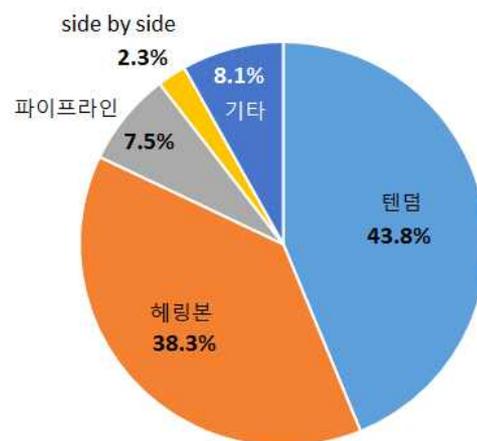
[표1-1] 착유기 제조사별 보유현황

(n=2996)

| 구분   | 로봇착유기 |       |       | 일반착유기 |       |        |       |      |      |       |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|------|------|-------|
|      | 계     | 드라발   | 렐리    | 계     | 오리온   | 웨스트팔리아 | 드라발   | 풀우드  | 보우메틱 | 기타    |
| 농가수  | 55    | 29    | 26    | 2,941 | 610   | 574    | 550   | 200  | 123  | 974   |
| 구성비  | 100%  | 52.7% | 47.3% | 100%  | 20.7% | 19.5%  | 18.7% | 6.8% | 4.2% | 30.1% |
| 전체비율 | 1.9%  | 1.0%  | 0.9%  | 98.1% | 20.4% | 19.2%  | 18.4% | 6.7% | 4.1% | 29.3% |



[그림1-1] 착유기 제조사별 보유현황



[그림1-2] 일반착유기 유형별 보유현황

[표1-2] 일반착유기 유형별 보유현황

(n=2941)

| 구분  | 계     | 텐덤    | 헤링본   | 파이프라인 | side by side | 기타   |
|-----|-------|-------|-------|-------|--------------|------|
| 농가수 | 2,941 | 1,289 | 1,126 | 222   | 69           | 235  |
| 구성비 | 100%  | 43.8% | 38.3% | 7.5%  | 2.3%         | 8.1% |

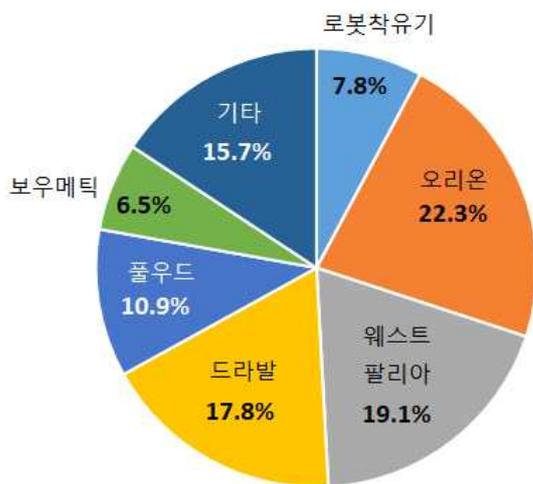
③ 유량계 및 원유분석기 설치현황

- 착유기에 유량계를 부착하여 개체별 산유량 데이터를 활용하는 농가의 비율은 전체의 23.6%이며, 이중 로봇착유기가 1.8%, 일반착유기가 21.8%를 차지하고 있음
- 로봇착유기는 기기특성상 유량계 및 원유분석기가 100% 설치되어 있는 반면, 일반착유기를 사용하는 농가는 22.2%만 유량계를 설치하고 있는 것으로 조사됨
- 원유분석기는 전체 농가의 4.5%만 설치하고 있어 아직 농가 보급이 부진한 것으로 나타났으며, 로봇착유기를 제외할 경우 설치율은 2.7%에 불과한 실정임

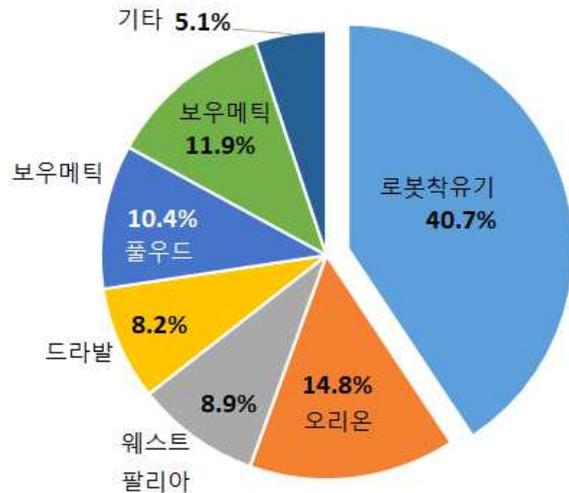
[표1-3] 개체별 유량계 및 원유분석기 보유현황

(n=2996)

| 구분      | 합계   | 로봇 착유기 | 일반착유기 |       |         |       |       |       |       |       |
|---------|------|--------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         |      |        | 소계    | 오리온   | 웨스트 팔리아 | 드라발   | 풀우드   | 보우 메틱 | 기타    |       |
| 개체별 유량계 | 농가수  | 708    | 55    | 653   | 158     | 135   | 126   | 77    | 46    | 111   |
|         | 구성비  | 100%   | 7.8%  | 92.2% | 22.3%   | 19.1% | 17.8% | 10.9% | 6.5%  | 15.7% |
|         | 전체비율 | 23.6%  | 1.8%  | 21.8% | 5.3%    | 4.5%  | 4.2%  | 2.6%  | 1.5%  | 3.7%  |
| 원유 분석기  | 농가수  | 135    | 55    | 80    | 20      | 12    | 11    | 14    | 16    | 7     |
|         | 구성비  | 100%   | 40.7% | 59.3% | 14.8%   | 8.9%  | 8.2%  | 10.4% | 11.9% | 5.1%  |
|         | 전체비율 | 4.5%   | 1.8%  | 2.7%  | 0.7%    | 0.4%  | 0.4%  | 0.5%  | 0.5%  | 0.2%  |



[그림1-3] 개체별 유량계 보유현황



[그림1-4] 원유분석기 보유현황

4 생체정보센서 보유현황

- 착유기에 유량계를 부착하여 개체별 산유량 데이터를 활용하는 농가의 비율은 전체의 23.6%이며, 이중 로봇착유기가 1.8%, 일반착유기가 21.8%를 차지하고 있음
- 생체정보센서를 이용하고 있는 농가(780호)의 센서유형은 목걸이형이 74.2%로 가장 많았고, 이어서 발목부착형 13.1%, 귀부착형 8.7%, 위내 삽입형 4.0% 순으로 조사됨

[표1-4] 생체정보센서 종류별 이용현황

(n=2996)

| 구분   | 계     | 목걸이형  | 발목부착형 | 귀부착형 | 위내삽입형 |
|------|-------|-------|-------|------|-------|
| 농가수  | 780   | 579   | 102   | 68   | 31    |
| 구성비  | 100%  | 74.2% | 13.1% | 8.7% | 4.0%  |
| 전체비율 | 26.0% | 19.3% | 3.4%  | 2.3% | 1.0%  |

- 가장 많이 사용하고 있는 목걸이형 센서의 제조회사별 비율은 SCR과 드라발이 각각 39.2%, 21.6%를 차지해 이들 두 회사가 시장을 주도하고 있는 것으로 조사됨
- 귀부착형 센서는 카우매니저가 전체의 80.9%를 차지하고, 발목부착형 센서는 아피밀크가 전체의 70.6%를 차지하며 각각 거의 독점적인 시장을 형성하고 있음
- 위내삽입형 센서는 국산제품인 라이브케어가 48.4%의 점유율을 차지하고 있지만 사용농가가 15호에 불과해 아직은 낙농부문에 활용도가 저조한 것으로 확인됨

[표1-5] 생체정보센서 제조사별 이용현황

(n=2996)

| 구분    |     | 계    | SCR   | 드라발   | 다운    | 네답   | 아피밀크  | 카우매니저 | 라이브케어 | 시맥텍   | 기타    |
|-------|-----|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 목걸이형  | 농가수 | 579  | 227   | 125   | 81    | 19   | 12    |       |       |       | 115   |
|       | 구성비 | 100% | 39.2% | 21.6% | 14.0% | 3.3% | 2.1%  |       |       |       | 19.8% |
| 귀부착형  | 농가수 | 68   | 8     |       |       |      |       | 55    |       |       | 5     |
|       | 구성비 | 100% | 11.8% |       |       |      |       | 80.9% |       |       | 7.4%  |
| 발목부착형 | 농가수 | 102  |       |       |       |      | 72    |       |       |       | 30    |
|       | 구성비 | 100% |       |       |       |      | 70.6% |       |       |       | 29.4% |
| 위내삽입형 | 농가수 | 31   |       |       |       |      |       |       | 15    | 9     | 7     |
|       | 구성비 | 100% |       |       |       |      |       |       | 48.4% | 29.0% | 22.6% |



[그림1-5] 센서 유형별 사용현황



[그림1-6] 센서 유형별 제조사 현황

⑤ 냉각기 및 사료자동급이기 보유현황

- 냉각기 제조회사별 비율은 KM이 41.7%로 가장 높았고, 이어서 삼호가 23.2%, 유경이 6.6%, 드라발 5.8%, 미다스 5.7% 순으로 조사되어 낙농기자재 중 국산화 비율이 가장 높은 것으로 확인됨

[표1-6] 냉각기 제조사별 이용현황

(n=2996)

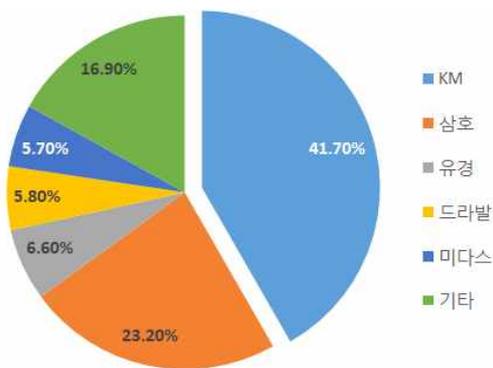
| 구분  | 계     | KM    | 삼호    | 유경   | 드라발  | 미다스  | 기타    |
|-----|-------|-------|-------|------|------|------|-------|
| 농가수 | 2,996 | 1,251 | 695   | 198  | 174  | 171  | 507   |
| 구성비 | 100%  | 41.7% | 23.2% | 6.6% | 5.8% | 5.7% | 16.9% |

- 사료자동급이기를 이용하는 농가는 전체의 40.1%이며, 자동급이기 제조회사별 비율은 다운전자가 31.6%로 가장 높았고, 이어서 오리온 21.3%, 드라발 14.4%, 삼우 9.4%, GM 4.0% 순으로 조사되었음

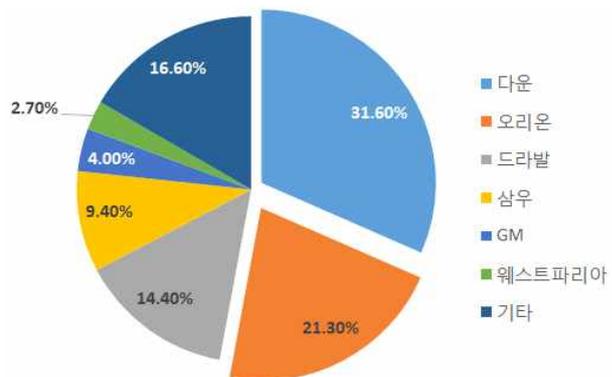
[표1-7] 사료자동급이기 제조사별 이용현황

(n=2996)

| 구분   | 계     | 다운    | 오리온   | 드라발   | 삼우   | GM   | 웨스트파리아 | 기타    |
|------|-------|-------|-------|-------|------|------|--------|-------|
| 농가수  | 1,202 | 380   | 256   | 173   | 113  | 48   | 32     | 200   |
| 구성비  | 100   | 31.6% | 21.3% | 14.4% | 9.4% | 4.0% | 2.7%   | 16.6% |
| 전체비율 | 40.1% | 12.7% | 8.5%  | 5.8%  | 3.8% | 1.6% | 1.1%   | 6.7%  |



[그림1-7] 냉각기 제조사별 비율



[그림1-8] 사료자동급이기 제조사별 비율

⑥ TMR 배합기 보유현황

- TMR배합기를 이용하는 농가는 전체의 35.4%이며, 제조사별 비율은 실티가 23.1%로 가장 높았고, 이어서 린도 16.2%, 드라발 9.9%, 대도 8.0%, GM 4.0% 순이었음

[표1-8] TMR배합기 제조사별 이용현황

(n=2996)

| 구분   | 계     | 실티    | 린도    | 이삭   | 대도   | 대성   | 대동테크 | 기타    |
|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------|
| 농가수  | 1,061 | 245   | 172   | 105  | 85   | 56   | 55   | 1,724 |
| 구성비  | 100%  | 23.1% | 16.2% | 9.9% | 8.0% | 5.3% | 5.2% | 32.3% |
| 전체비율 | 35.4% | 8.2%  | 5.7%  | 3.5% | 2.8% | 1.9% | 1.8% | 57.5% |

7 환경정보수집기 보유현황

- 환경정보수집기를 이용하는 농가는 전체의 10.7%에 불과했으며, 이중 온도 정보를 수집하는 농가가 전체의 8.9%로 가장 많았고, 이어 습도가 5.0%를 차지했음
- 환경정보수집기를 보유한 농가의 정보수집 대상은 온도와 습도가 각각 83.8%, 46.9%로 높은 비율을 차지했으며, 이어서 풍속(14.1%), 풍향(16.9%), 이산화탄소(1.9%), 암모니아(2.2%) 순으로 조사되었음

[표1-9] 환경정보수집기 수집정보 항목

(n=2996, 중복선택 가능)

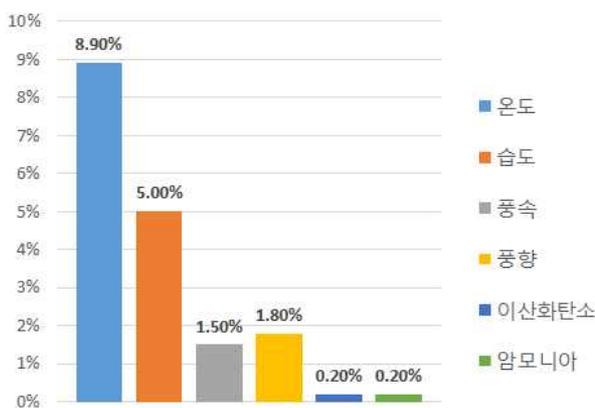
| 구분   | 계     | 온도    | 습도    | 풍속    | 풍향    | 이산화탄소 | 암모니아 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| 농가수  | 320   | 268   | 150   | 45    | 54    | 6     | 7    |
| 구성비  | 100%  | 83.8% | 46.9% | 14.1% | 16.9% | 1.9%  | 2.2% |
| 전체비율 | 10.7% | 8.9%  | 5.0%  | 1.5%  | 1.8%  | 0.2%  | 0.2% |

- 환경정보수집기를 이용하는 농가중 1~2개 항목에 대한 정보를 활용하는 농가가 전체의 91.0%로 대부분을 차지하고 있음
- 환경정보수집기를 이용하여 1개 항목만 수집하는 농가는 '온도'가 33.8%로 가장 많았으며, 2개 항목을 수집하는 농가는 '온도+습도'가 36.9%로 가장 많은 것으로 조사되었음

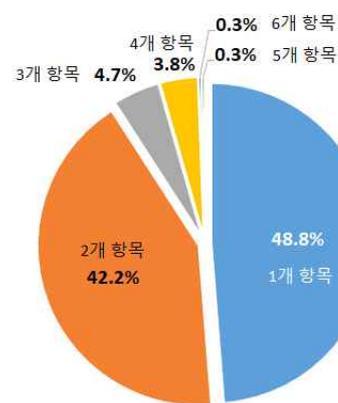
[표1-10] 환경정보수집기 수집정보 항목수

(n=2996)

| 구분   | 계     | 1개 항목 | 2개 항목 | 3개 항목 | 4개 항목 | 5개 항목 | 6개 항목 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 농가수  | 320   | 156   | 135   | 15    | 12    | 1     | 1     |
| 구성비  | 100%  | 48.8% | 42.2% | 4.7%  | 3.8%  | 0.3%  | 0.3%  |
| 전체비율 | 10.7% | 5.2%  | 4.5%  | 0.5%  | 0.4%  | 0.0%  | 0.0%  |



[그림1-9] 환경정보 종류별 수집 현황



[그림1-10] 환경정보 수집 항목수

[표1-11] 환경정보수집기에서 1개 항목만 수집하는 농가 현황

(n=2996)

| 구분    | 계    | 온도    | 습도   | 풍속   | 풍향   | 암모니아 | 이산화탄소 |
|-------|------|-------|------|------|------|------|-------|
| 농가수   | 156  | 108   | 6    | 17   | 23   | 2    | 0     |
| 구성비   | 100% | 33.8% | 1.9% | 5.3% | 7.2% | 0.6% | -     |
| 전체 비율 | 5.2% | 3.6%  | 0.2% | 0.6% | 0.8% | 0.1% | 0.0%  |

(표1-12) 환경정보수집기에서 2개 항목만 수집하는 농가 현황

(n=2996)

| 구분    | 계    | 온도+ 습도 | 온도+ 풍속 | 온도+ 풍향 | 온도+ 이산화탄소 | 온도+ 암모니아 | 풍속+ 풍향 |
|-------|------|--------|--------|--------|-----------|----------|--------|
| 농가수   | 135  | 118    | 6      | 6      | 1         | 1        | 3      |
| 구성비   | 100% | 87.4%  | 4.4%   | 4.4%   | 0.7%      | 0.7%     | 2.2%   |
| 전체 비율 | 4.5% | 3.9%   | 0.2%   | 0.2%   | 0.0%      | 0.0%     | 0.1%   |

⑧ ICT기기 유형별 보유현황

- 가장 많이 사용하고 있는 기기유형은 생체정보센서로 비율은 26%, 이어서 개체별유량계 23.6%, 환경정보수집기 10.7%, 원유분석기 4.5%로 조사되었음

[표1-13] ICT기기 유형별 이용현황

(n=2996)

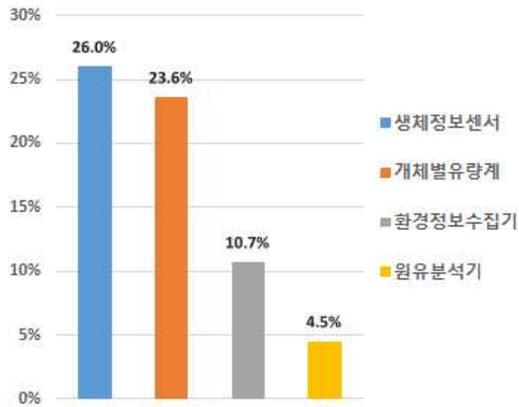
| 구분    | 생체정보센서 | 개체별유량계 | 환경정보수집기 | 원유분석기 |
|-------|--------|--------|---------|-------|
| 농가수   | 780    | 708    | 320     | 135   |
| 전체 비율 | 26.0%  | 23.6%  | 10.7%   | 4.5%  |

- 낙농산업의 ICT화는 개체단위별 유량측정부터가 시작단계로 개체별 유량계를 기준으로 생체정보센서, 원유분석기, 환경정보수집기 등 농가에서 사용하고 있는 ICT기기를 그룹별로 나눠 보유현황을 조사한 결과는 다음과 같음
- 개체별유량계를 사용하면서 생체정보센서도 같이 사용하는 농가는 전체의 8.6%, 더불어 원유분석기까지 같이 사용하고 있는 농가는 전체의 2.5%, 개체별유량계, 생체정보센서, 원유분석기, 환경정보수집기를 모두 사용하고 있는 농가는 0.6%로 조사되었음

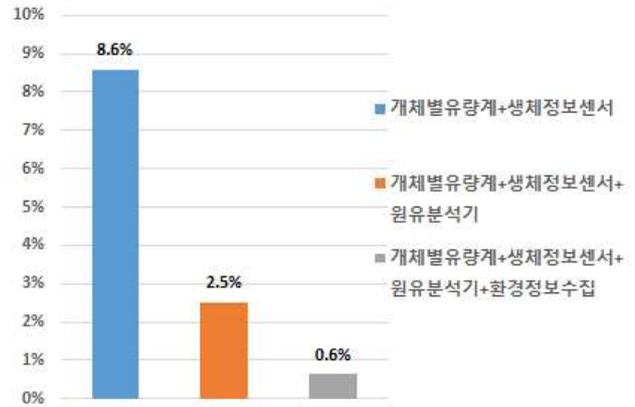
[표1-14] ICT기기 그룹별 보유현황

(n=2996)

| 구분    | 개체별유량계 + 생체정보센서 | 개체별유량계 + 생체정보센서 + 원유분석기 | 개체별유량계 + 생체정보센서 + 원유분석기 + 환경정보수집기 |
|-------|-----------------|-------------------------|-----------------------------------|
| 농가수   | 257             | 75                      | 19                                |
| 전체 비율 | 8.6%            | 2.5%                    | 0.6%                              |



[그림1-11] ICT기기 유형별 보유현황



[그림1-12] ICT기기 그룹별 보유현황

## 나. ICT기기 분류체계 및 코드체계 정의

### ① 표준 ICT기기코드 정의

- (현황조사) ICT데이터 융복합 및 데이터 표준화를 위해 국내에서 이용중인 제조사별 낙농관련 ICT기기 현황을 조사하고, 이를 토대로 표준 ICT기기코드 규칙 정의

[표1-15] 국내 보급중인 ICT기기 및 제조사 현황

| 제조사명    | 모델명                               | 유형    | 데이터 연동 | 운영 S/W        |
|---------|-----------------------------------|-------|--------|---------------|
| Lely    | Astronaut 4, 5                    | 로봇착유기 | 유      | T4C           |
|         | COSTMIX-P                         | 사료급이기 | 유      | T4C           |
| LIC     | Saber (유성분 분석기)                   | 일반착유기 | 유      | 낙농통합관리 S/W    |
|         | SCC (체세포 측정기)                     | 일반착유기 | 유      | 낙농통합관리 S/W    |
| PMC     | PMC-303 (환기팬제어)                   | 환경센서  | 유      | df.lems.co.kr |
| SCR     | DF2100                            | 사료급이기 | 유      | Heatime Pro   |
|         | Heatime HR                        | 생체센서  | 유      | 클라우드 기반       |
|         | SenseHub                          | 생체센서  | 유      | 클라우드 기반       |
|         | ED200                             | 일반착유기 | 유      | DataFlow2     |
| smaXtec | BB-100(온도,활동량 측정센서)               | 생체센서  | 유      | 낙농통합관리 S/W    |
|         | PB-100(pH,온도,활동량 측정센서)            | 생체센서  | 유      | 낙농통합관리 S/W    |
| 네답      | Velos Feeding Station             | 사료급이기 |        | 웹기반 프로그램      |
|         | Lactivator                        | 생체센서  |        | 웹기반 프로그램      |
| 다운      | DW-AF050                          | 사료급이기 | 유      |               |
|         | DW-FIM(사료섭취량조사기/물섭취량조사기)          | 사료급이기 | 유      |               |
|         | DW-TMR(TMR급이로봇)                   | 사료급이기 | 유      |               |
|         | 발정탐지시스템 및 발정식별기                   | 생체센서  | 유      |               |
|         | DW_MK_RFID_SYS01 (유량측정및개체자동인식시스템) | 일반착유기 | 유      |               |
|         | 전자유량계                             | 일반착유기 | 유      |               |

| 제조사명               | 모델명                 | 유형             | 데이터 연동 | 운영 S/W                 |
|--------------------|---------------------|----------------|--------|------------------------|
| 드라발                | DXCK 2000           | 냉각기            | 무      |                        |
|                    | DXCK 3000           | 냉각기            | 무      |                        |
|                    | DXCK 5000           | 냉각기            | 무      |                        |
|                    | DXCK 8000           | 냉각기            | 무      |                        |
|                    | VMS                 | 로봇착유기          | 유      | DelPro                 |
|                    | VMS V300            | 로봇착유기          | 유      | DelPro                 |
|                    | CF1000              | 사료급이기          | 유      | DelPro / AIPro         |
|                    | CF500               | 사료급이기          | 유      | DelPro / AIPro         |
|                    | TMR 배합기             | 사료급이기          | 무      |                        |
|                    | TMR 분배기             | 사료급이기          | 유      | DelPro / AIPro         |
|                    | 드라발 자동 사료급이기        | 사료급이기          | 유      | DelPro / AIPro         |
|                    | 활동감지기               | 생체센서           | 유      | DelPro / AIPro         |
|                    | MP400               | 일반착유기          | 무      |                        |
|                    | MP580               | 일반착유기          | 유      | DelPro / AIPro         |
|                    | MP680               | 일반착유기          | 유      | DelPro / AIPro         |
|                    | MP680               | 일반착유기          | 유      | DelPro / AIPro         |
|                    | MU450               | 일반착유기          | 무      |                        |
|                    | 리얼팜                 | DH-100 (환경관리기) | 환경센서   | 유                      |
| DH-200 (통합 펜 컨트롤러) |                     | 환경센서           | 유      | 낙농통합관리 S/W             |
| 물러                 | RMS                 | 냉각기            | 유      | Miii Readout           |
| 보우메틱               | 스마트데어리컨트롤러          | 일반착유기          | 유      | 메인컨트롤러(발정탐지기, 사료급이기포함) |
| 아피밀크               | afifeed             | 사료급이기          | 유      | AfiFarm                |
|                    | afitag II           | 생체센서           | 유      | AfiFarm                |
|                    | afimilk MPC         | 일반착유기          | 유      | AfiFarm                |
| 애그리글로비즈            | TB-100(목걸이형 발정 탐지기) | 생체센서           | 유      | 낙농통합관리 S/W             |
| 애그리로보텍             | LEMS 2 컨트롤러         | 환경센서           | 유      | df.lems.co.kr          |
| 오리온코리아             | 오리온급이기시스템           | 사료급이기          | 유      | 오아시스                   |
|                    | 트랜스폰다               | 생체센서           | 유      | 오아시스                   |
| 카우매니저              | 카우매니저               | 생체센서           | 유      |                        |

- (기기유형코드) 제조사별 조사결과를 토대로 일반착유기, 로봇착유기, 생체센서, 사료급이기, 환경센서, 냉각기 등에 대해서 기기유형 코드(2자리) 부여

[표1-16] ICT기기 유형코드

| 기기유형   | 기기 유형코드   |
|--------|---|
| 착유기    | 일반착유기(M1), 로봇착유기(M2)                                |
| 생체정보센서 | 목걸이형(B1), 귀부착형(B2), 발목부착형(B3), 꼬리부착형(B4), 위내삽입형(B5) |
| 사료급이기  | 독립형(F1), 로봇형(F2)                                    |
| 환경센서   | 환경센서(E1)  |
| 냉각기    | 일반형(C1), 스마트형(C2)                                   |

- (제조사코드) 드라발, 랠리, SCR, 보우메틱 등 제조사 영문명을 참고하여 3자리 제조사 코드 정의

[표1-17] ICT기기 제조사 코드

| 제조사    |                                  | 제조사 코드 |
|--------|----------------------------------|--------|
| 드라발    | DeLaval                          | DLV    |
| 에그리로보텍 | AGRI ROBOTECH                    | AGR    |
| 리얼팜    | Real Farm                        | REF    |
| SCR    | SCR                              | SCR    |
| 다운     | DAWOON                           | DAW    |
| 랄리     | LELY                             | LEL    |
| 보우메틱   | BouMatic                         | BOM    |
| 풀우드    | Fullwood                         | FUW    |
| 웨스트파리아 | Westfalia                        | WEF    |
| 아피밀크   | Afimilk                          | AFI    |
| 네답     | Nedap                            | NED    |
| 스멕텍    | smaXtec                          | SMX    |
| 카우매니저  | CowManager                       | COM    |
| LIC    | Livestock Investment Corporation | LIC    |
| 오리온코리아 | ORION KOREA                      | ORI    |
| 물러     | Mueller                          | MUL    |

- (표준 ICT기기코드) ICT기기 유형코드, 제조사코드, 모델명 3가지 항목을 조합하여 표준 ICT 기기코드 규칙 생성 및 코드 부여

| 1       | 2 | 3     | 4 | 5 | 6   | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------|---|-------|---|---|-----|---|---|---|----|
| 기기 유형코드 |   | 제조사코드 |   |   | 모델명 |   |   |   |    |

[표1-18] ICT기기 표준코드 생성현황

| 구분                                | 제조사  | 모델명             | 데이터 연동 | 운영 S/W                   | 표준코드       |
|-----------------------------------|------|-----------------|--------|--------------------------|------------|
| 일반<br>착유기<br>(M1)                 | 드라발  | MP580           | 유      | DelPro / AIPro           | M1DLVMP580 |
|                                   |      | MP680           | 유      | DelPro / AIPro           | M1DLVMP680 |
|                                   |      | MP780           | 유      | DelPro / AIPro           | M1DLVMP780 |
|                                   |      | MP400           | 무      |                          | M1DLVMP400 |
|                                   |      | MU450           | 무      |                          | M1DLVMU450 |
|                                   | 아피밀크 | afimilk MPC     | 유      | AfiFarm                  | M1AFIAFMPC |
|                                   | SCR  | ED200           | 유      | DataFlow2                | M1SCRED200 |
|                                   | LIC  | Saber (유성분 분석기) | 유      | 낙농통합관리 S/W               | M1LICSABER |
|                                   |      | SCC (체세포 측정기)   | 유      | 낙농통합관리 S/W               | M1LICSCC00 |
|                                   | 보우메틱 | 스마트데어리컨트롤러      | 유      | 메인컨트롤러<br>(발정탐지기, 급이기포함) | M1BOMSDCON |
|                                   | 다운전자 | 전자유량계           | 유      |                          |            |
| DW_MK_RFID_SYS01<br>(유량측정및개체자동인식) |      | 유               |        | M1DAWDWMKS               |            |

| 구분              | 제조사             | 모델명                      | 데이터 연동   | 운영 S/W         | 표준코드       |
|-----------------|-----------------|--------------------------|----------|----------------|------------|
| 로봇 착유기 (M2)     | 드라발             | VMS                      | 유        | DelPro         | M2DLVMS00  |
|                 |                 | VMS V300                 | 유        | DelPro         | M2DLVMS30  |
|                 | Lely            | Astronaut 4              | 유        | T4C            | M2LELASTR4 |
|                 |                 | Astronaut 5              | 유        | T4C            | M2LELASTR5 |
| 생체 센서 (B1~5)    | 드라발             | 활동감지기                    | 유        | DelPro / AIPro |            |
|                 | 아피밀크            | afitag II                | 유        | AfiFarm        | B3AFIATAG2 |
|                 | 오리온             | 트랜스폰다                    | 유        | 오아시스           | B1ORITRAPO |
|                 | 카우매니저           | 카우매니저                    | 유        |                | B2COMCOMGR |
|                 | SCR             | Heatime HR               | 유        | 클라우드 기반        | B1SCRHEAHR |
|                 |                 | SenseHub                 | 유        | 클라우드 기반        | B1SCRSENHB |
|                 | smaXtec         | BB-100(온도, 활동량 측정센서)     | 유        | 낙농통합관리 S/W     | B5SMXBB100 |
|                 |                 | PB-100(pH, 온도, 활동량 측정센서) | 유        | 낙농통합관리 S/W     | B5SMXPB100 |
|                 | 애그리글로비즈         | TB-100(목걸이형 발정 탐지기)      | 유        | 낙농통합관리 S/W     | B1AGGPB100 |
| 네답              | Lactivator      |                          | 웹기반 프로그램 | B3NEDLACTI     |            |
| 다운              | 발정탐지시스템 및 발정식별기 | 유                        |          |                |            |
| 사료 급이기 (F1)     | 드라발             | 드라발 자동 사료급이기             | 유        | DelPro / AIPro |            |
|                 |                 | TMR 배합기                  | 무        |                | F1DLVTMRMX |
|                 |                 | TMR 분배기                  | 유        | DelPro / AIPro | F1DLVTMRDI |
|                 |                 | CF500                    | 유        | DelPro / AIPro | F1DLVCF500 |
|                 |                 | CF1000                   | 유        | DelPro / AIPro | F1DLVCF100 |
|                 | Lely            | COSTMIX-P                | 유        | T4C            | F1LELCOSTP |
|                 | 아피밀크            | afifeed                  | 유        | AfiFarm        | F1AFIAFIFE |
|                 | 오리온코리아          | 오리온급이기시스템                | 유        | 오아시스           | F1ORIOASIS |
|                 | SCR             | DF2100                   | 유        | Heatime Pro    | F1SCRDF210 |
|                 | 네답              | Velos Feeding Station    |          | 웹기반 프로그램       | F1NEDVELFS |
|                 | 다운              | DW-AF050                 | 유        |                | F1DAWAF050 |
|                 |                 | DW-FIM(사료/물섭취량조사)        | 유        |                | F1DAWDWFIM |
| DW-TMR(TMR급이로봇) |                 | 유                        |          | F1DAWDWTR      |            |
| 환경 센서 (E1)      | 애그리로보텍          | LEMS 2 컨트롤러              | 유        | df.lems.co.kr  | E1AGRLEMS2 |
|                 | 리얼팜             | DH-100 (환경관리기)           | 유        | 낙농통합관리 S/W     | E1REFDH100 |
|                 | PMC             | PMC-303 (환기팬 제어)         | 유        | df.lems.co.kr  | E1PMCPM303 |
|                 | 리얼팜             | DH-200 (통합 팬 컨트롤러)       | 유        | 낙농통합관리 S/W     | E1REFDH200 |
| 냉각기 (C1~2)      | 드라발             | DXCK 2000                | 무        |                | C1DLVDX200 |
|                 |                 | DXCK 3000                | 무        |                | C1DLVDX300 |
|                 |                 | DXCK 5000                | 무        |                | C1DLVDX500 |
|                 |                 | DXCK 8000                | 무        |                | C1DLVDX800 |
|                 | 물러              | RMS                      | 유        | Miii Readout   | C1MULRMS00 |

**② 표준 개체코드 정의**

- **(현황조사)** 유관기관에서 생성되는 검정성적, 이력정보 등의 데이터 융복합을 위한 표준 개체코드 정의를 위해 현재 축산관련 기관에서 사용중인 개체코드 현황 및 작성규칙 조사
  - 축산물품질평가원, 젓소개량부, 한국종축개량협회 등 일부 기관에서만 개체코드를 사용하고 있으며, 각 기관별로 별도 개체코드를 사용하지만 기본은 축산물품질평가원의 이력제 코드와 연계하고 있는 것으로 조사되었음

[표1-19] 낙농기관별 개체코드 작성규칙 현황

| 기관명      | 개체코드 작성규칙                   |
|----------|-----------------------------|
| 축산물품질평가원 | 확장(2)+구분(1)+일련번호(8)+체크번호(1) |
| 농협 젓소개량부 | 조합코드(4)+농가코드(4)+순번(4)       |
| 한국종축개량협회 | 순번(12)                      |

- **(표준 개체코드)** 본 과제를 위한 표준코드는 신규코드 작성보다는 대표성을 갖고 있는 축산물품질평가원의 이력제 개체코드를 표준코드로 사용
  - 다만, 농가의 경우 ICT기기에서 사용중인 개체코드는 주로 일련번호성 개체코드를 사용하고 있는 것으로 조사되었으며, 착유기·사료급이기·생체정보센서 등의 개체관리용 ICT기기 운용S/W에 이력제코드 필드가 있지만, 대부분 사용하지 않는 것으로 조사됨
  - 따라서 개체별 이력제코드와 농가에서 사용코드 간편코드와의 변환시스템 구축이 필요한 것으로 파악됨

< 표준 개체코드(이력제 개체코드) >

| 1    | 2 | 3        | 4            | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12       |
|------|---|----------|--------------|---|---|---|---|---|----|----|----------|
| 0    | 0 | 0        | 8자리(종전 식별코드) |   |   |   |   |   |    |    | ck       |
| 0    | 0 | 1        | 8자리(등록번호)    |   |   |   |   |   |    |    | ck       |
| 0    | 0 | 2        | 8자리(신규 식별코드) |   |   |   |   |   |    |    | ck       |
| 확장코드 |   | 코드<br>구분 | 일련번호         |   |   |   |   |   |    |    | 체크<br>번호 |

**③ 표준 농가코드 정의**

- **(현황조사)** 낙농조합·유업체 등 집유주체에서 생성되는 농가경영정보(납유량, 원유검사성적, 원유대금) 등의 데이터 융복합을 위한 표준 농가코드 정의를 위해 낙농조합, 유업체, 축산관련기관에서 사용중인 농가코드 현황 및 작성규칙 조사
  - 축산물품질평가원의 농가코드의 경우에는 축산물 이력제신고가 의무사항이므로 농가 및 집유조합에서 해당 코드를 관리하고 있어 농가코드 보유율이 높으나, 젓소개량사업소 및 한국종축개량협회의 코드의 경우에는 검정농가 대상으로 관리하는 코드이므로 관리대상이 저조한 것으로 조사됨.
  - 하지만 전국단위로 낙농가에 대한 농가코드를 부여하는 기관은 축산물품질평가원과 가축위생방역본부인 것으로 조사되었음. 축산물품질평가원은 목장을 이전할 경우 신규코드를 다시 부여하고 있고, 가축위생방역본부의 경우 축사단위로 농가코드를 부여하고 있어 낙농조합·유업체에서 사용중인 농가코드 단위와 '1 : 1' 매칭이 어려운 것으로 조사되었음

[표1-20] 낙농기관별 농가코드 작성규칙 현황

| 기관명      | 농가코드 작성규칙           | 기관명      | 농가코드 작성규칙         |
|----------|---------------------|----------|-------------------|
| 낙농진흥회    | 권역(1)+집유조합(1)+순번(5) | 부산유유협동조합 | 년도(3)+순번(3)       |
| 축산물품질평가원 | 지역(1)+순번(5)         | 제주축협     | 지역(1)+순번(3)       |
| 가축방역본부   | 순번(8)               | 남양유업(주)  | 공장(1)+지역(2)+순번(3) |
| 젖소개량부    | 순번(4)               | 매일유업(주)  | 구분(1)+순번(5)       |
| 한국종축개량협회 | 순번(9)               | 동원에프앤비   | 지역(1)+순번(2)       |
| 서울유유협동조합 | 조합원(1)+순번(4)        | 빙그레      | 공장(1)+순번(3)       |
| 평택축협     | 순번(2)               | 비락       | 순번(5)             |
| 천안공주낙협   | 순번(4)               | 연세우유     | 지역(2)+순번(2)       |
| 아산축협     | 순번(4)               | 롯데푸드     | 순번(6)             |
| 서산축협     | 순번(2)               | 푸르밀      | 공장(2)+순번(3)       |
| 예산축협     | 순번(3)               | 영남우유     | 순번(2)             |
| 백제낙협     | 지역(3)+순번(3)         | 건국유업     | 특수유구분(1)+순번(4)    |
| 경북대구칠곡   | 순번(3)               | 제주우유     | 조합구분(2)+순번(3)     |

주) 1. 축산물품질평가원의 농가코드 관리범위는 축산업허가제에 등록된 농가가 대상이며, 1가구 2농가 또는 다가구 1농가코드를 구분하여 관리

- (표준 농가코드) 현황조사 결과 기관별로 사용중인 농가코드가 기관의 업무특성에 따라 이전, 축사 신축 등의 경우 농가코드가 분리 또는 변경되는 경우가 발생함에 따라 표준 농가코드를 신규로 부여키로 결정
- 농가경영정보(유업체, 집유조합)와 개체정보(축산물품질평가원, 젖소개량부) 데이터 융복합을 위해 낙농진흥회 소속농가를 대상으로 현황조사를 실시하여 코드변환 테이블 작성,

< 표준 농가코드 >

| 자릿수 | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8   |
|-----|------|---|---|---|---|---|---|-----|
| 구분  | 일련번호 |   |   |   |   |   |   | chk |

- (농가코드 조사) 농가에서 사용중인 유관기관 농가코드를 조사하여 농가코드 변환시스템 작성을 위한 매핑테이블 구성, 추후 구축될 메타데이터 시스템 기초자료로 활용코자 함.
- 조사기간 : '19.8.28~9.30 (33일간)
- 조사대상 : 1,055농가 (낙농진흥회 소속농가 1,252농가의 84.3%)

< 표준 농가코드 변환테이블 예시 >

| 목장명 | 집유조합 농가코드 | 축산물품질평가원 |        | 젖소개량사업소<br>검정회원번호 | 표준 농가코드  |
|-----|-----------|----------|--------|-------------------|----------|
|     |           | 농장번호     | 농장식별번호 |                   |          |
| A목장 | 100       | 410001   | 420001 | 50001             | 20023411 |
| B목장 | 101       | 410002   | 420002 | 50002             | 20023425 |
| C목장 | 102       | 410003   | 420003 | 50003             | 20023437 |

### 1.1.2 데이터 융복합 방안 수립

#### 가. 테이블 정의 및 데이터베이스 설계

##### ① 현황 조사

- 낙농관련 ICT기기 제조사별로 기기특성에 따라 생성되는 데이터 항목에 매우 큰 차이가 있었으며, 특히 로봇착유기와 일반착유기 간에는 생성되는 ICT데이터 항목과 데이터 건수에 상당한 격차가 있는 것으로 확인
- 착유기를 중심으로 각 제조사에서 사용중인 운영S/W와 로컬DB를 조사하여 제조사별로 생성되는 데이터 항목을 조사하여 테이블 구조도를 작성하여 테이블 기초자료 확보

[표1-21] 착유기 제조사별 운영S/W 및 데이터베이스 현황조사

| 구 분            | LELY            | 드라발           | 아피밀크    | 보우메틱           | 웨스트파리아         | 풀우드     |
|----------------|-----------------|---------------|---------|----------------|----------------|---------|
| 프로그램명          | T4C             | AlPro, DelPro | Afifarm | HerdMetrix     | Dairy Plan C21 | Crystal |
| 데이터베이스         | MS SQL          | MS SQL        | MS SQL  | PostgreSQL     |                |         |
| 제공형태 (WEB,C/S) | C/S, WEB        | C/S           | C/S     | C/S            | C/S            |         |
| 데이터 저장위치       | 농가/본사           | 농가            | 농가      | 농가             | 농가             | 농가      |
| 스케줄링 여부        | 가능              | 가능            | 가능      | 불가능            | 가능             |         |
| S/W 설치         | 기기구매 또는 라이선스 구입 | 라이선스 구입       | 라이선스 구입 | 컨트롤러 및 라이선스 구입 | 라이선스 필요        |         |
| 제조국            | 네덜란드            | 스웨덴           | 이스라엘    | 미국             | 독일             | 영국      |
| 데이터 저장기간       | 1년              | 기본 1년 (조정 가능) |         |                |                |         |

[표1-22] 생체정보센서 제조사별 운영형태 조사

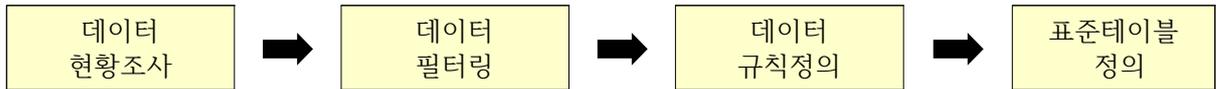
| 구 분            | SCR               | 스맥텍                   | 카우매니저                 |
|----------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|
| 제공형태 (WEB,C/S) | WEB               | WEB                   | WEB                   |
| 데이터 저장위치       | 본사                | 해외본사 / 국내총판           | 본사                    |
| 스케줄링 여부        | 불가능               | 가능                    | 불가능                   |
| WEB주소          | hc24.scrdairy.com | messenger.smaxtec.com | sensor.cowmanager.com |
| 제조국            | 이스라엘              | 오스트리아                 | 네덜란드                  |

##### ② 테이블 정의

- 제조사별 ICT기기별 운영 S/W 분석을 통해 데이터 특성에 따라 필수항목·선택항목으로 구분하여 표준화할 데이터 필드 발취하고, 이를 토대로 기본정보 5종, 착유정보 4종, 생체정보 2종,

사양정보 4종, 환경정보 1종, 변환정보 1종 등 총 17종의 테이블을 작성

[그림1-13] 표준테이블 작성 프로세서

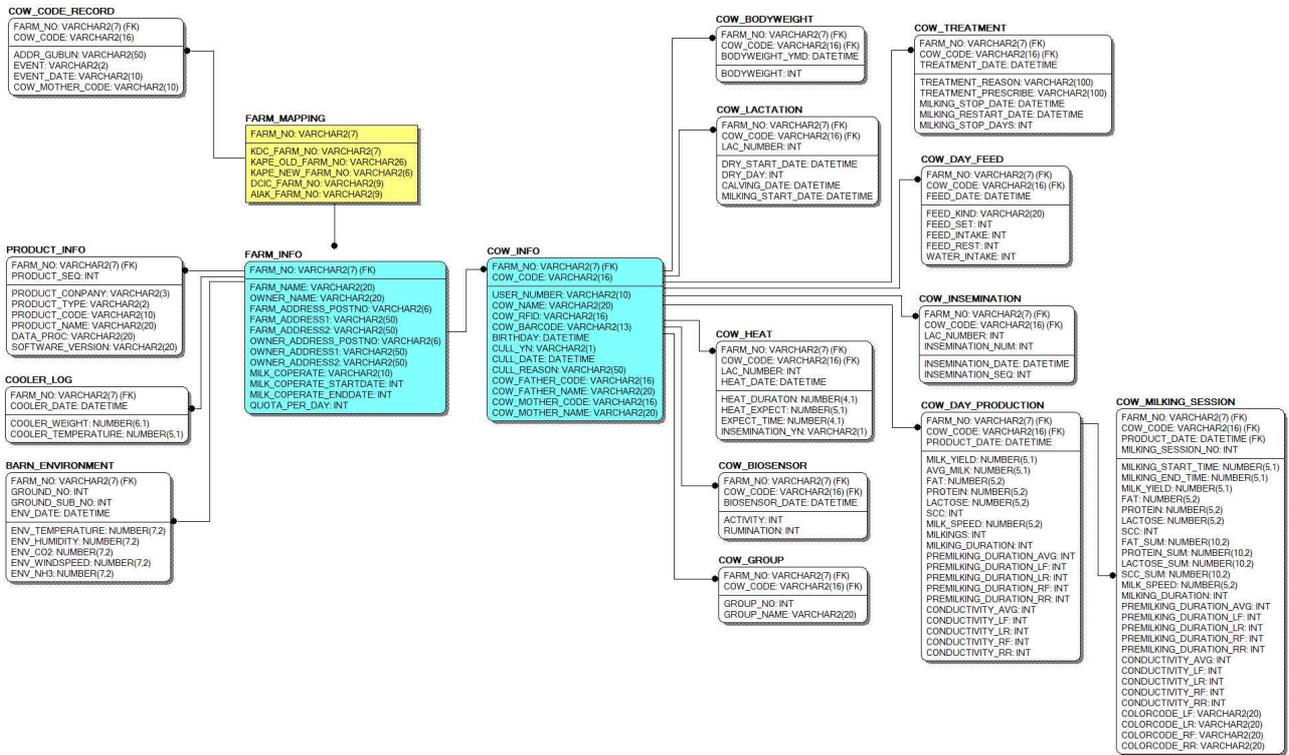


- ICT기기별 표준 데이터형식은 제1협동(애그리로보텍)에서 개발중인 게이트웨이에 적용시켜 제조사가 상이한 이기종 ICT기기에서 생성되는 데이터를 표준화하여 서버의 데이터베이스로 전송
- 연구목장에 설치된 게이트웨이를 통해 표준화되어 전송되는 ICT데이터는 협동연구기관에 제공하여 생산예측 및 진단정보 향상 알고리즘 개발에 활용

[표1-23] 테이블 리스트 현황

| NO | 구분   | 테이블명                | 테이블기능  | 테이블설명              |
|----|------|---------------------|--------|--------------------|
| 1  | 기본정보 | farm_info           | 목장정보   | 목장 상세 정보           |
| 2  |      | cow_info            | 개체정보   | 개체 기초정보, 생일, 도태    |
| 3  |      | cow_code_record     | 개체이력   | 사건별 개체이력 정보        |
| 4  |      | cow_last_status     | 개체현재상태 | 개체 최종상태            |
| 5  |      | product_info        | 기자재정보  | 목장별 장비설치 목록        |
| 6  | 착유정보 | cow_day_production  | 개체일일생산 | 개체 일일 착유횟수, 유량, 유질 |
| 7  |      | cow_milking_session | 개체착유회차 | 개체 착유 회차별 유량, 유질   |
| 8  |      | cooler_log          | 냉각기상태  | 냉각기 무게, 온도         |
| 9  | 생체정보 | cow_heat            | 개체발정   | 개체 발정일시, 확률        |
| 10 |      | cow_biosensor       | 개체생체센서 | 개체 일일 활동량, 반추시간    |
| 11 |      | cow_bodyweight      | 개체체중   | 개체 시간별 체중          |
| 12 | 사양정보 | cow_insemination    | 개체수정   | 개체 수정일             |
| 13 |      | cow_lactation       | 개체산차   | 개체 산차 분만일, 건유일     |
| 14 |      | cow_treatment       | 개체치료   | 개체 질병, 치료, 착유중단일   |
| 15 |      | cow_day_feed        | 개체일일사료 | 개체 일일 사료별 급이량, 물량  |
| 16 | 환경정보 | barn_environment    | 축사환경   | 축사 온습도, 공기질        |
| 17 | 변환정보 | farm_mapping        | 농가코드매핑 | 기관별 농가코드 매핑 정보     |

[그림1-14] ICT기기 수집 테이블 레이아웃

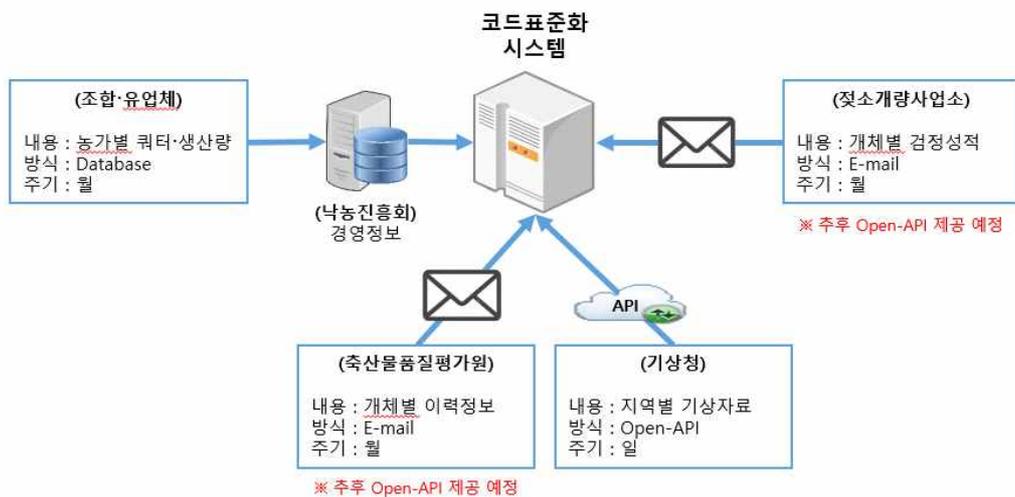


## 나. 기관 데이터 수집체계 구축

### 1 개요

- 경영정보와 개체정보를 융합한 빅데이터 구축에 필요한 경영정보(유대·검사성적), 개체정보(검정성적, 이력정보), 환경정보(기상정보)를 시스템과 연동하여 자동으로 저장하는 기관데이터 수집체계 구축

[그림1-15] 기관데이터 수집체계 개요



[표1-24] 기관별 수집데이터 활용방안

| 기관명      | 데이터 활용 방안   |
|----------|---|
| 축산물품질평가원 | 개체정보 관리, 개체코드 연결, 축산물이력제 코드 조회, 생산예측(개체별, 목장별) 및 사육두수 예측의 기초자료                    |
| 젓소개량사업소  | 개체별 검정성적 조회, 개체별 번식성적 조회, 개별별 경제수명분석, 생산예측(개체별, 목장별)의 기초자료                        |
| 집유·유업체   | 농가정보 관리, 농가코드 연동, 월별 착유량 분석자료, 일별 쿼터대비 생산현황 조회, 전국 및 지역별 대비 목장현황, 생산예측(목장별)의 기초자료 |
| 기상청      | 현황판, 환경정보 분석, 축사온도 변화에 따른 산유량 변화 조회, 생산예측(개체별, 목장별)의 기초자료                         |

㉒ 경영정보 수집

- 낙농진흥회에 소속된 전국 낙농가의 23%인 1,218호의 농가에 대한 경영정보는 자체적으로 수집이 가능하지만, 타유업체에 납유하는 농가의 유대수입, 일납유량, 원유검사성적, 유대 공제내역 등의 경영정보 자동입력을 위해서는 전산시스템간 데이터 연계체계 구축 필요
  - 신규 농가 발생시 경영정보를 선택할 경우 제한적으로 운영 가능하며, 농가 확대시 해당 유업체와 협의를 통해 적용 예정
  - 테이블 레이아웃이 구성되어 있어 데이터 입력시 바로 사용이 가능
- 연구농장으로 참여하는 목장 및 일반농가가 본 연구과제에서 개발한 온라인 서비스 플랫폼 이용을 희망할 경우 해당 납유처(유업체, 낙농조합)의 전산시스템과 연계하여 데이터를 전송 받는 체계 구축
  - 조사결과 유업체, 낙농조합의 경우 Open API 시스템을 운영하고 있는 곳은 없기 때문에 낙농진흥회 전산시스템 내 데이터 송수신용 DB를 오픈하고 낙농조합·유업체에서 주기적으로 데이터 송신

[표1-25] 경영정보 데이터 생성주기

| 구분   | 데이터 종류별 생성주기                            |
|------|---|
| 유대정보 | 유대단가(주1회), 유대금액(월2회), 유대공제내역(월2회)       |
| 검사성적 | 유지방(주1회), 유단백(주1회), 체세포수(주1회), 세균수(월2회) |
| 납유량  | 납유량(매일), 불합격량(매일), 불합격 사유(매일)           |
| 기본정보 | 농가 기본정보(필요시)                            |

[표1-26] 경영정보 수신 데이터

| FACT | TL_JANG | YYMM   | CHASU | UNION_CD | MOKNAME | DENAME | SIDO | GUN | ILSU | DAY_QUOTA | TOT_PROD |
|------|---------|--------|-------|----------|---------|--------|------|-----|------|-----------|----------|
| 0030 | 02      | 201305 | 2     |          |         |        | 경기   | 안성시 | 16   | 200.0     | 1919.7   |
| 0030 | 02      | 201305 | 2     |          |         |        | 경기   | 안성시 | 16   | 276.4     | 4276.8   |
| 0030 | 03      | 201305 | 2     |          |         |        | 경기   | 여주시 | 16   | 200.1     | 3975.9   |
| 0030 | 05      | 201306 | 1     |          |         |        | 경기   | 가평군 | 15   | 415.6     | 1570.5   |
| 0030 | 02      | 201306 | 1     |          |         |        | 경기   | 평택시 | 15   | 1194.1    | 12410.5  |
| 0030 | 01      | 201306 | 1     |          |         |        | 경기   | 파주시 | 15   | 1234.0    | 17919.7  |
| 0030 | 09      | 201306 | 1     |          |         |        | 경기   | 양평군 | 15   | 1175.2    | 17393.2  |
| 0030 | 03      | 201306 | 1     |          |         |        | 경기   | 이천시 | 15   | 2365.8    | 27390.8  |
| 0030 | 03      | 201306 | 1     |          |         |        | 경기   | 이천시 | 15   | 1588.0    | 22023.2  |
| 0030 | 03      | 201306 | 1     |          |         |        | 경기   | 이천시 | 15   | 833.2     | 8514.6   |
| 0030 | 08      | 201306 | 1     |          |         |        | 경기   | 화성시 | 15   | 867.3     | 11124.2  |
| 0030 | 05      | 201306 | 1     |          |         |        | 경기   | 포천시 | 15   | 579.6     | 4575.9   |
| 0030 | 01      | 201306 | 1     |          |         |        | 경기   | 파주시 | 15   | 1005.0    | 17165.8  |
| 0030 | 03      | 201306 | 1     |          |         |        | 경기   | 이천시 | 15   | 1563.3    | 24027.7  |
| 0030 | 04      | 201306 | 1     |          |         |        | 경기   | 김포시 | 15   | 1311.8    | 14500.2  |
| 0030 | 06      | 201306 | 1     |          |         |        | 경기   | 연천군 | 15   | 717.3     | 12665.8  |

㉔ 검정정보 수집(낙농진흥회 ← 젓소개량부)

- 2019년 기준 검정사업 참여 농가는 2,978호로 전체 농가의 63.2%가 참여하고 있으며, 검정 우 마리수는 239,377마리에 달함
- 온라인 서비스 플랫폼 사용농가 중 젓소 능력검정사업에 참여하고 있는 농가에 대해서는 경산우 개체별로 월별 검정성적을 이메일로 수신하여 데이터베이스에 업로드하고 있음,

[표1-27] 검정정보 데이터 종류

| 구분     | 데이터 종류(월 1회 송신)   |
|--------|---|
| 검정우군   | 총두수, 경산우, 건유우, 미경산우                                       |
| 검정일 성적 | 유량, 유지방, 유단백질, 유고형분, 체세포수,                                |
| 사양정보   | 305일 평균 유량, 초산우 두수, 분만두수, 수정두수, 공태일수, 건유일수<br>평균 산차, 분만간격 |
| 산차별 성적 | 산차별 유성분 성적, 산차별 305일 유량, 산차별 산유량 분포도                      |

[표1-28] 검정정보 수신 데이터

| MOKNAME | DENAME | CHAP | UNION_CD | COW_NO | EXAKE_ID | BIRTH    | YYMM   | SAVCHA | MILKING_DAY | PROD | FAT  | PROT | SOLID | PROD_305 | FAT_305 | PROT_305 | SOLID_305 | CELL | CALV_DATE | CALV_CODE | DRY_DATE | CALV_INT | OUT_CODE | OUT_DATE |  |
|---------|--------|------|----------|--------|----------|----------|--------|--------|-------------|------|------|------|-------|----------|---------|----------|-----------|------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|--|
|         |        |      |          | 181    | 00002790 | 00061018 | 201305 | 7      | 205         | 17.6 | 3.98 | 3.3  | 8.86  | 11414    | 442     | 383      | 397       | 1041 | 20141021  | 62        |          |          | 348.3E   | 20151013 |  |
|         |        |      |          | 181    | 00002790 | 00061018 | 201306 | 7      | 232         | 17.3 | 4.22 | 3.42 | 8.71  | 11886    | 455     | 393      | 1017      | 1043 | 20141021  | 62        |          |          | 348.3E   | 20151013 |  |
|         |        |      |          | 181    | 00002790 | 00061018 | 201307 | 7      | 281         | 12.8 | 3.91 | 3.47 | 8.71  | 11774    | 463     | 397      | 1025      | 1043 | 20141021  | 62        |          |          | 348.3E   | 20151013 |  |
|         |        |      |          | 181    | 00002790 | 00061018 | 201308 | 7      | 322         | 18.8 | 4.58 | 3.38 | 8.48  | 11886    | 472     | 401      | 1021      | 1041 | 20141021  | 62        |          |          | 348.3E   | 20151013 |  |
|         |        |      |          | 181    | 00002790 | 00061018 | 201309 | 7      | 344         | 27   | 4.26 | 3.81 | 8.57  | 11851    | 471     | 399      | 1017      | 1188 | 20141021  | 62        |          |          | 348.3E   | 20151013 |  |
|         |        |      |          | 194    | 00004304 | 00081029 | 201305 | 3      | 223         | 42   | 3.85 | 3.25 | 8.64  | 13531    | 456     | 422      | 1158      | 116  | 20141003  | 62        | 20180425 |          |          | 814      |  |
|         |        |      |          | 194    | 00004304 | 00081029 | 201306 | 3      | 250         | 42.1 | 3.95 | 3.34 | 8.61  | 13749    | 469     | 440      | 1176      | 120  | 20141003  | 62        | 20180425 |          |          | 814      |  |
|         |        |      |          | 194    | 00004304 | 00081029 | 201307 | 3      | 279         | 17.6 | 4.37 | 3.21 | 8.38  | 13856    | 482     | 444      | 1185      | 124  | 20141003  | 62        | 20180425 |          |          | 814      |  |
|         |        |      |          | 194    | 00004304 | 00081029 | 201308 | 3      | 330         | 28.7 | 3.06 | 3.51 | 8.45  | 13847    | 493     | 447      | 1177      | 123  | 20141003  | 62        | 20180425 |          |          | 814      |  |
|         |        |      |          | 194    | 00004304 | 00081029 | 201309 | 3      | 362         | 31.6 | 4.41 | 3.53 | 8.48  | 13947    | 493     | 447      | 1177      | 119  | 20141003  | 62        | 20180425 |          |          | 814      |  |
|         |        |      |          | 194    | 00004304 | 00081029 | 201310 | 3      | 390         | 33   | 4    | 4    | 9.06  | 13947    | 493     | 447      | 1177      | 119  | 20141003  | 62        | 20180425 |          |          | 814      |  |
|         |        |      |          | 194    | 00004304 | 00081029 | 201311 | 3      | 418         | 24.7 | 5.18 | 3.79 | 8.93  | 13947    | 493     | 447      | 1177      | 119  | 20141003  | 62        | 20180425 |          |          | 814      |  |
|         |        |      |          | 194    | 00004304 | 00081029 | 201312 | 3      | 451         | 25.8 | 4.64 | 4.18 | 9.19  | 13947    | 493     | 447      | 1177      | 119  | 20141003  | 62        | 20180425 |          |          | 814      |  |
|         |        |      |          | 194    | 00004304 | 00081029 | 201901 | 3      | 481         | 25.4 | 4.8  | 3.47 | 8.71  | 13947    | 493     | 447      | 1177      | 119  | 20141003  | 62        | 20180425 |          |          | 814      |  |
|         |        |      |          | 194    | 00004304 | 00081029 | 201902 | 3      | 508         | 28.2 | 4.37 | 4.24 | 9.79  | 13947    | 493     | 447      | 1177      | 119  | 20141003  | 62        | 20180425 |          |          | 814      |  |
|         |        |      |          | 194    | 00004304 | 00081029 | 201903 | 3      | 544         | 22.5 | 4.31 | 4.21 | 9.32  | 13947    | 493     | 447      | 1177      | 119  | 20141003  | 62        | 20180425 |          |          | 814      |  |
|         |        |      |          | 194    | 00004304 | 00081029 | 201904 | 3      | 570         | 0    | 0    | 0    | 0     | 13947    | 493     | 447      | 1177      | 119  | 20141003  | 62        | 20180425 |          |          | 814      |  |
|         |        |      |          | 194    | 00004304 | 00081029 | 201905 | 3      | 570         | 0    | 0    | 0    | 0     | 13947    | 493     | 447      | 1177      | 119  | 20141003  | 62        | 20180425 |          |          | 814      |  |
|         |        |      |          | 194    | 00004304 | 00081029 | 201906 | 4      | 14          | 47.2 | 4.36 | 3.08 | 8.29  | 0        | 0       | 0        | 0         | 317  | 20160814  | 81        |          |          | 820.3E   | 20190615 |  |
|         |        |      |          | 194    | 00004304 | 00081029 | 201907 | 4      | 44          | 51.2 | 4.58 | 2.73 | 7.79  | 0        | 0       | 0        | 0         | 446  | 20160814  | 81        |          |          | 820.3E   | 20190615 |  |
|         |        |      |          | 194    | 00004304 | 00081029 | 201908 | 4      | 78          | 49.3 | 3.74 | 3.93 | 7.53  | 13382    | 521     | 388      | 1052      | 394  | 20160814  | 81        |          |          | 820.3E   | 20190615 |  |
|         |        |      |          | 194    | 00004304 | 00081029 | 201909 | 4      | 103         | 48.2 | 4.12 | 3.05 | 8.54  | 13215    | 522     | 392      | 1048      | 332  | 20160814  | 81        |          |          | 820.3E   | 20190615 |  |
|         |        |      |          | 194    | 00004304 | 00081029 | 201910 | 4      | 133         | 46   | 4.86 | 3.06 | 8.28  | 13091    | 538     | 395      | 1055      | 396  | 20160814  | 81        |          |          | 820.3E   | 20190615 |  |
|         |        |      |          | 194    | 00004304 | 00081029 | 201911 | 4      | 163         | 42.1 | 5.31 | 3.27 | 8.48  | 12902    | 557     | 394      | 1047      | 323  | 20160814  | 81        |          |          | 820.3E   | 20190615 |  |
|         |        |      |          | 194    | 00004304 | 00081029 | 201912 | 4      | 197         | 34.1 | 3.28 | 3.3  | 8.62  | 12505    | 567     | 387      | 1038      | 308  | 20160814  | 81        |          |          | 820.3E   | 20190615 |  |
|         |        |      |          | 194    | 00004304 | 00081029 | 201701 | 4      | 223         | 33.4 | 3.99 | 3.33 | 8.61  | 12364    | 582     | 382      | 1014      | 344  | 20160814  | 81        |          |          | 820.3E   | 20190615 |  |
|         |        |      |          | 194    | 00004304 | 00081029 | 201702 | 4      | 223         | 0    | 0    | 0    | 0     | 12364    | 582     | 382      | 1014      | 344  | 20160814  | 81        |          |          | 820.3E   | 20190615 |  |
|         |        |      |          | 194    | 00004304 | 00081029 | 201703 | 4      | 288         | 31.2 | 4.53 | 3.53 | 8.53  | 12072    | 542     | 374      | 992       | 88   | 20160814  | 81        |          |          | 820.3E   | 20190615 |  |
|         |        |      |          | 194    | 00004304 | 00081029 | 201704 | 4      | 317         | 29   | 3.85 | 3.7  | 8.77  | 12442    | 545     | 391      | 1030      | 82   | 20160814  | 81        |          |          | 820.3E   | 20190615 |  |
|         |        |      |          | 194    | 00004304 | 00081029 | 201705 | 4      | 350         | 29.7 | 3.7  | 3.68 | 8.45  | 12442    | 545     | 391      | 1030      | 786  | 20160814  | 81        |          |          | 820.3E   | 20190615 |  |

4 이력정보 수집(낙농진흥회 ← 축산물품질평가원)

- 본 과제의 핵심이 되는 개체별 데이터의 Key를 축산물품질평가원의 이력제 개체코드를 사용하므로, 매월 변경된 이력정보를 이메일로 수신하여 데이터베이스에 업로드 하는 것이 매우 중요함
- 축평원의 이력정보 데이터베이스에는 전국 젖소 월령별 사육두수 및 월별 분만, 폐사 두수 정보가 저장되므로 농가의 사육정보와 비교분석이 가능하며
  - 월령별 사육두수를 토대로 검정성적, 지역별 원유생산현황 등의 데이터를 융합하여 지역별 원유생산 예측모델 개발에 활용하고 있음

[표1-29] 이력정보 수신 데이터

| farm_no | cow_code | event | event_date | area    | mo_cow_code | big0 |
|---------|----------|-------|------------|---------|-------------|------|
| 2       | 002 3006 | 출생신고  | 20121117   | 강원도 원주시 | 002 0121    | 동의   |
| 2       | 002 3006 | 출생신고  | 20120921   | 강원도 원주시 | 002 0279    | 동의   |
| 2       | 002 1470 | 출생신고  | 20200301   | 강원도 원주시 | 002 0951    | 동의   |
| 2       | 002 1422 | 출생신고  | 20190908   | 강원도 원주시 | 002 0883    | 동의   |
| 2       | 002 1422 | 출생신고  | 20190815   | 강원도 원주시 | 002 1004    | 동의   |
| 2       | 002 1402 | 출생신고  | 20190609   | 강원도 원주시 | 002 1139    | 동의   |
| 2       | 002 1367 | 출생신고  | 20190202   | 강원도 원주시 | 002 0951    | 동의   |
| 2       | 002 1290 | 출생신고  | 20190209   | 강원도 원주시 | 002 1139    | 동의   |
| 2       | 002 1208 | 출생신고  | 20170712   | 강원도 원주시 | 002 3006    | 동의   |
| 2       | 002 1208 | 출생신고  | 20170807   | 강원도 원주시 | 002 0981    | 동의   |
| 2       | 002 1139 | 출생신고  | 20161221   | 강원도 원주시 | 002 3065    | 동의   |
| 2       | 002 1139 | 출생신고  | 20161221   | 강원도 원주시 | 002 3065    | 동의   |
| 2       | 002 1139 | 출생신고  | 20161229   | 강원도 원주시 | 002 0951    | 동의   |
| 2       | 002 1113 | 출생신고  | 20160816   | 강원도 원주시 | 002 3006    | 동의   |
| 2       | 002 1113 | 출생신고  | 20161017   | 강원도 원주시 | 002 0947    | 동의   |
| 2       | 002 1028 | 출생신고  | 20151114   | 강원도 원주시 | 002 0799    | 동의   |
| 2       | 002 1027 | 출생신고  | 20151008   | 강원도 원주시 | 002 0730    | 동의   |
| 2       | 002 1027 | 출생신고  | 20150927   | 강원도 원주시 | 002 0316    | 동의   |

5 기상정보 수집(낙농진흥회 ← 기상청)

- 온도변화와 원유생산량 변화의 상관관계를 분석하여 원유생산 예측(목장별, 지역별)에 활용하기 위해 기상청에서 제공하는 전국 120여개 시·군 기상관측센터 데이터를 수집하여 해당 목장과 가장 인접한 포인트의 기상데이터를 활용

[표1-30] 기상정보 수신 데이터

| stnld | tm         | avgTa | minTa | minTaHrmt | maxTa | maxTaHrmt | maxWs | maxWsWd | maxWsHrmt | avgWs | minRhm | minRhmHrmt | avgRhm | iscs |
|-------|------------|-------|-------|-----------|-------|-----------|-------|---------|-----------|-------|--------|------------|--------|------|
| 239   | 2020-10-01 | 19.2  | 15.4  | 608       | 24.3  | 1459      | 2.8   | 160     | 1257      | 1.1   | 51     | 1510       | 74.6   |      |
| 239   | 2020-10-02 | 19.5  | 15.3  | 644       | 24.6  | 1346      | 3.4   | 160     | 1207      | 1.1   | 44     | 1537       | 73.3   |      |
| 239   | 2020-10-03 | 18.9  | 17.1  | 629       | 22.7  | 1422      | 1.9   | 320     | 1517      | 0.9   | 69     | 1410       | 89.8   |      |
| 239   | 2020-10-04 | 17.2  | 12.1  | 2400      | 20.8  | 1450      | 5.4   | 320     | 2021      | 1.6   | 55     | 1604       | 75.3   |      |
| 239   | 2020-10-05 | 13.1  | 6.1   | 636       | 19.5  | 1356      | 4.8   | 340     | 1533      | 1.7   | 39     | 1323       | 60.3   |      |
| 239   | 2020-10-06 | 13.3  | 8     | 625       | 19.5  | 1503      | 3.7   | 320     | 1623      | 1.2   | 31     | 1457       | 63.8   |      |
| 239   | 2020-10-07 | 15.8  | 9.8   | 444       | 22.3  | 1515      | 3.2   | 70      | 1235      | 1.3   | 34     | 1501       | 62     |      |
| 239   | 2020-10-08 | 17.2  | 12.4  | 631       | 22.2  | 1452      | 4.7   | 90      | 1206      | 2.2   | 30     | 1939       | 50.4   |      |
| 239   | 2020-10-09 | 17.2  | 10.8  | 535       | 22.7  | 1414      | 5.4   | 90      | 1102      | 2.4   | 37     | 1348       | 52.8   |      |
| 239   | 2020-10-10 | 16.7  | 10.8  | 650       | 22.4  | 1529      | 3.2   | 340     | 1626      | 1.3   | 40     | 1516       | 61.8   |      |
| 239   | 2020-10-11 | 16.2  | 11.9  | 638       | 21    | 1126      | 2.5   | 90      | 909       | 1.1   | 51     | 1110       | 74.3   |      |
| 239   | 2020-10-12 | 16    | 11.8  | 2343      | 22.5  | 1405      | 2.6   | 290     | 1822      | 1.2   | 43     | 1344       | 76.1   |      |
| 239   | 2020-10-13 | 11.7  | 7.4   | 549       | 17.8  | 1441      | 3.8   | 320     | 1522      | 1.1   | 28     | 1303       | 68.1   |      |
| 239   | 2020-10-14 | 11.6  | 7.4   | 405       | 19.4  | 1441      | 4.6   | 340     | 1657      | 1.2   | 31     | 1841       | 66.9   |      |
| 239   | 2020-10-15 | 10.8  | 5.1   | 515       | 18    | 1525      | 3.2   | 320     | 1709      | 1.1   | 23     | 1502       | 55.5   |      |
| 239   | 2020-10-16 | 10.8  | 6.3   | 401       | 15.7  | 1419      | 1.6   | 320     | 1325      | 0.5   | 45     | 1217       | 72.8   |      |
| 239   | 2020-10-17 | 12.1  | 7.4   | 427       | 19.5  | 1430      | 3.3   | 320     | 1649      | 1     | 37     | 1623       | 68.9   |      |
| 239   | 2020-10-18 | 11.4  | 4.7   | 656       | 19.4  | 1432      | 3.5   | 360     | 1345      | 1     | 31     | 1502       | 69.3   |      |
| 239   | 2020-10-19 | 12.7  | 6.9   | 558       | 21.6  | 1410      | 2.7   | 320     | 1446      | 0.8   | 26     | 1359       | 69.1   |      |
| 239   | 2020-10-20 | 12.9  | 7.6   | 515       | 21.1  | 1427      | 2.1   | 320     | 1403      | 0.6   | 34     | 1332       | 74.4   |      |

○ 기상정보 송신 Open-API

- 서비스명 : 지상(종관, ASOS) 일별 데이터 조회서비스(서비스 ID : AsosDalyInfoService)
- 데이터포맷 : XML
- API 서비스 개요

|           |   |
|-----------|---|
| 서비스 설명    | 종관기상관측 장비로 관측한 일 기상자료를 조회하는 서비스   |
| 인터페이스 표준  | REST (GET)  |
| 교환 데이터 표준 | XML   |
| 서비스 URL   | <a href="http://apis.data.go.kr/1360000/AsosDalyInfoService">http://apis.data.go.kr/1360000/AsosDalyInfoService</a> |
| 메시지 교환 유형 | Request-Response  |
| 데이터 갱신주기  | 수시  |

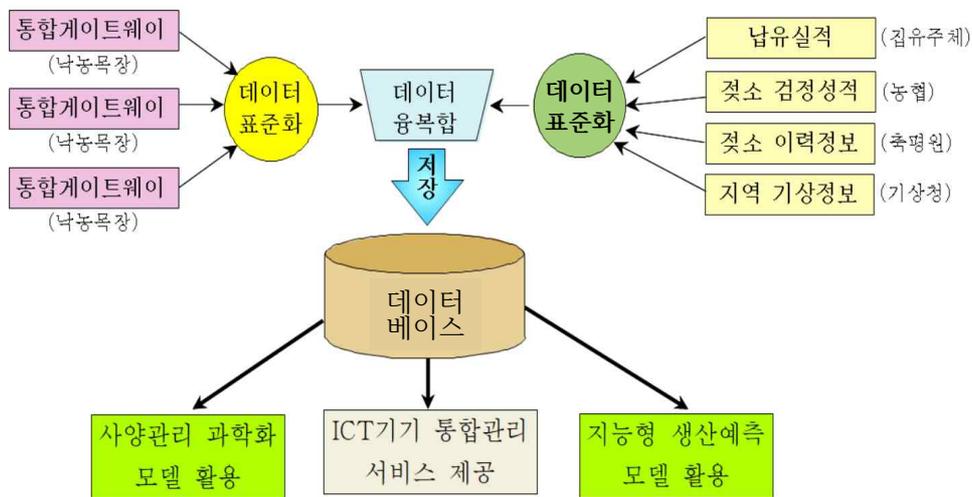
### 1.1.3 코드변환 시스템 및 ICT기기 통합관리 웹서비스 개발

#### 가. 낙농데이터 서비스 플랫폼 개발

##### ① 서비스 플랫폼 개요

- 외부기관과 연계하여 수집되는 경영정보 및 목장에 설치된 게이트웨이를 통해 수집된 ICT데이터를 통합하여 서비스를 제공할 수 있도록 온라인 서비스 플랫폼 개발을 PC용으로 애그리로보텍에서 진행함. 낙농진흥회에서는 연구목장들의 의견과 보완점들을 반영한 모바일 버전으로 개발하여, 목장 현장뿐만 아니라 외부 어디서나 모바일 통해 서비스 플랫폼 활용코자 진행함.
- 모바일 버전에서도 데이터 표준화 코드변환 시스템은 수집된 데이터를 융복합하여 사양관리 과학화 모델 및 지능형 생산예측 모델에 활용 가능토록 설계
- 농가의 활용도를 높이기 위해 진행한만큼 스마트 디바이스(스마트폰, 테블릿PC 등)에서 손쉽고 편리하게 활용할 수 있도록 서비스 환경을 구성하고, 사용자 경험 반영이 용이하도록 사용자 중심의 UI/UX를 설계에 반영함

[그림1-16] 서비스 플랫폼 개요도



##### ② 협동기관과 역할 분담

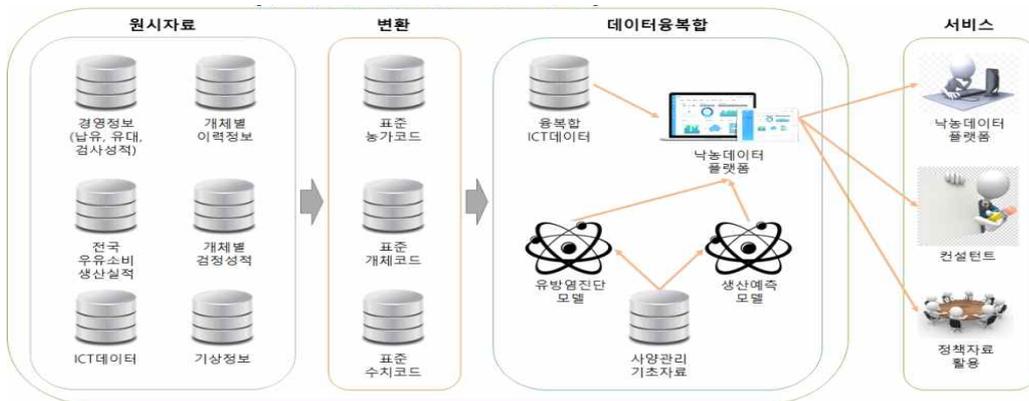
- 낙농 현장 경험이 풍부한 애그리로보텍에서 PC용으로 개발한 농가 제공용 온라인 서비스 플랫폼 화면을 바탕으로 모바일 화면 설계 진행
  - 임시 운영중인 ICT기기 전송자료를 데이터 통합관리를 위해 낙농진흥회 운영서버로 이관작업 진행
- 전국 농가 데이터 및 시스템 운영·관리를 주관하고 있는 낙농진흥회에서 코드변환 시스템 구축, 애그리로보텍과 공동으로 농가가 활용할 수 있는 온라인 서비스 플랫폼 프로그램을 개발
- 연구목장 관리하는 당진낙협에서는 목장에서 실질적으로 사용하고 도움이 되는 플랫폼 개발 위해 목장 대상으로 지속적인 사용 테스트 및 의견 수렴 진행 통해 서비스 플랫폼 화면 구성 설계 지원

| 기관명    | 작업내용   |
|--------|--|
| 낙농진흥회  | - 코드변환 시스템과 애그리로보텍에서 설계한 온라인 서비스 플랫폼 화면설계를 기준으로 프로그램 개발<br>- 운영서버 구축 및 데이터 이관 지원                         |
| 애그리로보텍 | - 농가 제공용 온라인 서비스 플랫폼 화면 설계<br>- 임시 운영중인 ICT기기 전송자료를 낙농진흥회 운영서버로 이관<br>- 통합 게이트웨이 데이터 전송 서버를 진흥회 운영서버로 변경 |
| 당진낙협   | - 낙농데이터 서비스 플랫폼 화면 구성 위한 연구목장 의견 수렴 진행<br>- 개발 완료 후 연구목장 대상 교육 및 테스트 실시                                  |

### ③ 시스템 개발

#### 1) 시스템 구성

##### ○ 개념도



#### 2) 시스템 개발

##### ○ 시스템 개발환경

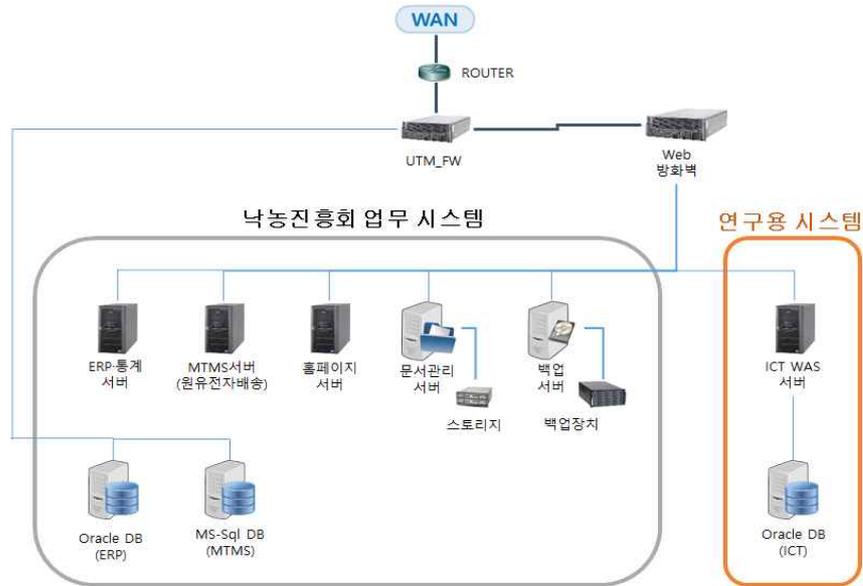
- 개발 프로그램(S/W)

| 구분      | 규격         |
|---------|------------|
| WAS     | Tomcat 9   |
| 데이터베이스  | Oracle 11g |
| 개발 프로그램 | HTML5      |

- 시스템 사양(H/W)

| 구분     |      | 규격                                   |
|--------|------|--------------------------------------|
| DB 서버  | 프로세서 | Intel Xeon Gold 5222 4C 3.80GHz 2EA  |
|        | 메모리  | 64GB (32GB * 2EA)                    |
|        | 디스크  | SSD 960GB (480GB * 2EA)              |
|        | 운영체제 | Windows Server 2019 64bit            |
|        | 스토리지 | 11.7TB (HD SAS 900GB * 13EA)         |
| WAS 서버 | 프로세서 | Intel Xeon E5-4650 8Core 2.70GHz 2EA |
|        | 메모리  | 16GB (8GB * 2EA)                     |
|        | 디스크  | 600GB (300GB * 2EA)                  |
|        | 운영체제 | Windows Server Standard 2012 64bit   |

[그림1-17] 온라인 서비스 플랫폼 시스템 개발환경(낙농진흥회)



### 3) 온라인 서비스 플랫폼(ICT기기 통합관리 웹서비스) 개발 방향

- 게이트웨이를 통해 수집된 ICT데이터를 중앙에서 통합 관리할 수 있도록 데이터베이스를 구축하고, 수집된 데이터를 분석·가공하여 농가에게 제공하는 온라인 서비스 플랫폼(ICT기기 통합관리 웹서비스)을 개발
- 제조사가 상이한 이기종 ICT기기의 데이터를 개체중심으로 통합하여 온라인 서비스 플랫폼에서 조회함으로써 낙농가의 ICT데이터 활용 및 사양관리 과학화 촉진에 기여
- 착유정보(산유량, 유온, 전도도, 유성분)와 생체정보(활동량, 반추활동, PH, 온도, 체중), 급이정보(사료섭취량)의 통합DB 구축으로 ICT데이터와 발정·질병과의 상관관계 연구 진행
  - 기존에는 ICT기기 제조사별로 다른 PC 및 운영S/W를 사용함에 따라 개체를 중심으로 데이터 통합이 불가능하여 ICT데이터 활용도가 낮은 실정임
- 예를 들어, ‘유방염’에 걸릴 경우 산유량이 감소하고 전도도가 올라가는 특성이 있어 착유기 데이터로만 감염 예상우 식별이 가능하지만, ‘유열’에 걸릴 경우 산유량의 증감이 발생하고 활동량이 감소하면서 반추위의 PH도 변화하는 특성이 있으므로 ‘착유기+생체센서’ 데이터를 연계하여 분석할 경우 조기발견이 가능함

[표1-31] ICT데이터와 질병의 상관관계 분석결과(네덜란드 와게닝겐대학)

| 구분      | 산유량 | 유온  | 전도도 | 활동량 | 사료 섭취량 | 반추위 PH | 반추 활동 | 반추위 온도 | 유지방 유단백 | 체중 |
|---------|-----|-----|-----|-----|--------|--------|-------|--------|---------|----|
| 발정      | 0/- | 0/+ | 0   | +/- | 0      | 0      | ?     | 0      | 0       | 0  |
| 유방염     | -   | ?   | +   | ?   | 0      | 0      | 0     | 0      | ?       | 0  |
| 유열      | -/+ |     | ?   | -   | 0      | -/+    |       | 0      | ?       | ?  |
| 발급병     |     | -/+ | 0   |     | -/+    | 0      |       | 0      | 0       |    |
| 과산증     |     | 0   | 0   | -/+ | +      | -      |       | ?      |         |    |
| 케토시스    | 0/- | 0   | 0   |     | +      | 0/-    | 0     | 0      | -/+     |    |
| 제4위 전위증 |     | 0   | ?   |     | 0      | ?      | ?     | ?      | 0       | ?  |
| 자궁염     |     | +   | ?   | ?   | 0      | 0      | 0     | 0      | 0       | ?  |

#### 4) 온라인 서비스 플랫폼 메뉴 구성

- 목장에서 주로 이용하는 ICT기기 중 개체단위로 데이터가 생성되는 착유기, 생체센서, 자동 급이기와 목장단위로 데이터가 생성되는 환정정보기, 냉각기의 데이터를 통합 온라인 서비스 플랫폼에서 제공

[표1-32] ICT기기별 생성 데이터 현황

| 종류       |       | 데이터 종류  |
|----------|-------|---|
| 착유기      | 일반    | 유량, 전도도, 착유횟수, 착유시간, 유속   |
|          | 로봇    | 유량, 착유시간, 착유횟수, 분방별 전도도, 분방별 젖내림시간, 분방별 전착유시간, 유속, 유지방, 유단백, 유당, 체세포수, 체중, 사료급여량, 일평균 활동량, 일평균 반추시간, 분방별 색상, 온도 |
| 생체 정보 센서 | 목걸이형  | 반추시간, 활동량   |
|          | 이표형   | 반추시간, 활동량, 귀 온도   |
|          | 위내삽입형 | 활동량, 반추위, 온도  |
|          | 발목부착형 | 활동량   |
| 냉각기      |       | 온도, 작동상태  |
| 자동사료급이기  |       | 사료종류, 설정량, 급이량, 잔량, 급이율, 물급여량   |
| 환정정보관리기  |       | 온도, 습도, 이산화탄소, 암모니아, 풍속   |

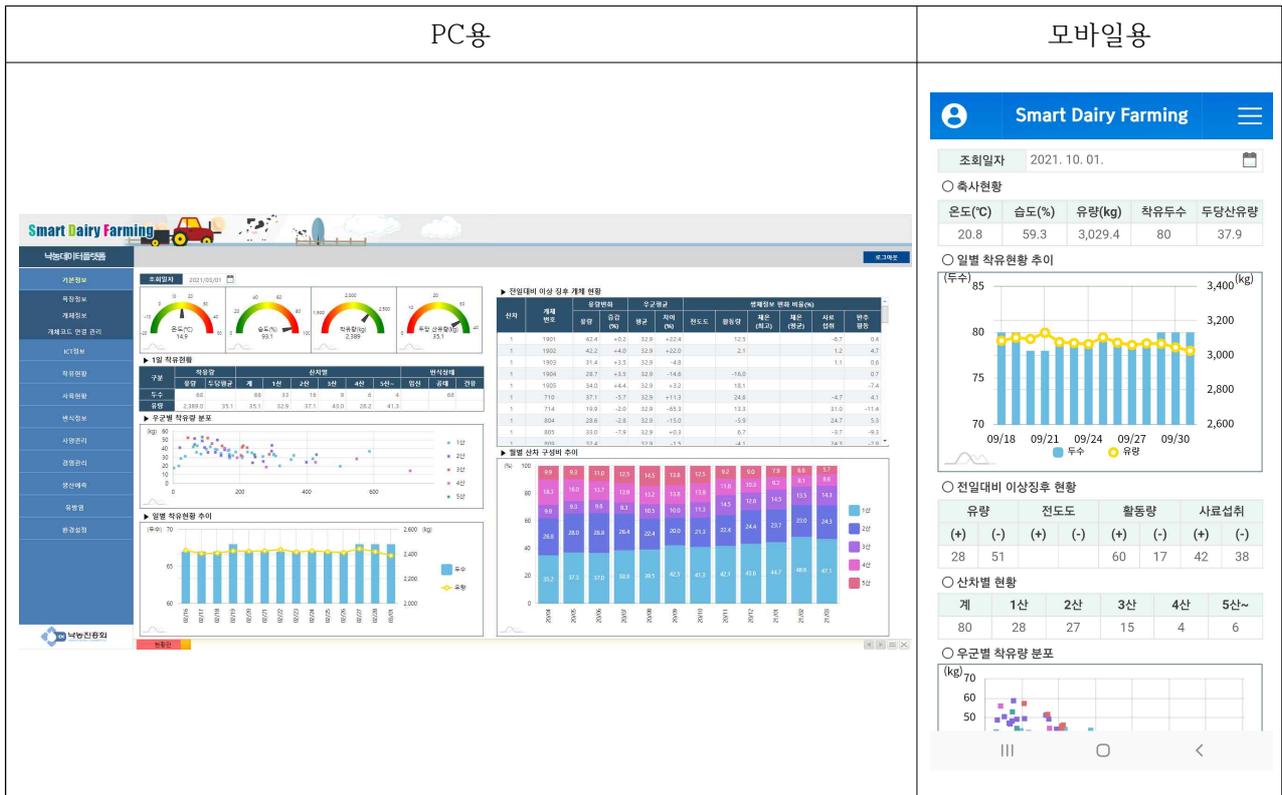
- 3차년도에는 온라인 서비스 플랫폼의 프로그램을 약 45분으로 구성하여 PC용으로 제1세부와 제1협동에서 공동으로 개발하여 연구목장을 대상으로 서비스 제공함. 4차년도에는 농가가 외부에서 일할 경우 PC 사용이 불가하여 '온라인 서비스 플랫폼' 사용의 불편함을 해소하기 위하여 모바일용 버전으로 프로그램 개발(약 25분)하여 농가의 '온라인 서비스 플랫폼' 사용의 효율성을 증대코자 함
- 수의사, 컨설턴트, 사료회사 등에게 Sub-ID 부여 통한 관리로 전문가와 데이터 공유를 통한 원격모니터링으로 가축에게 문제 발생시 신속한 대응이 가능함
- SSL인증서 설치 통한 웹 및 앱의 보안성 강화 예정임
- 온라인 서비스 플랫폼 모바일용은 PC용과 동일하게 초기화면을 대시보드 형태의 '현황판' 중심으로 구성하고, PC용과는 다르게 기본정보 조회 및 입력화면을 제외함. 모바일용에서는 입력이 아닌 데이터 조회 중심으로 화면을 구성함. ICT기기별 데이터와 분석정보를 모바일과 같은 작은 화면에서 농가의 시인성을 높일 수 있도록 그래프, 차트 중심으로 화면을 구성함
  - 현황판 : 낙농가가 시스템에 접속했을 때 전반적인 목장현황을 한 눈에 파악할 수 있도록 축사 온습도, 냉각기 상태, 착유량, 착유 두수, 발정 현황, 사료급여량 등의 정보를 그래픽으로 제공
  - ICT 기기 : 착유기, 생체센서, 자동급이기, 환정정보기, 냉각기 5종의 ICT기기로 부터 수집한 데이터를 일별, 주간, 월간으로 집계하여 그래프와 함께 제공
  - 분석정보 : 2종 이상의 ICT데이터와 검정성적, 이력정보, 경영정보 등과 융합하여 분석한 착유현황, 사육현황, 번식현황, 생산예측 등의 정보를 제공

[표1-33] 온라인 서비스 플랫폼 화면(PC용, 모바일용)

○ 로그인화면



○ 현황판



○ 착유기 정보

### PC용

| 개체코드 | 당일   |      |      |        | 전일   | 차이   | 전년도   |     |     |        |    |
|------|------|------|------|--------|------|------|-------|-----|-----|--------|----|
|      | 1회차  | 2회차  | 3회차  | 4회차 이상 |      |      | 1회차   | 2회차 | 3회차 | 4회차 이상 |    |
| 1901 | 10.7 | 10.9 | 9.8  | 10.2   | 42.4 | 42.3 | 0.1   | 72  | 70  | 69     | 68 |
| 1902 | 11.4 | 12.2 | 9.9  | 10     | 42.2 | 40.5 | 1.7   | 66  | 68  | 66     | 69 |
| 1903 | 17.9 | 15   | 0    | 0      | 31.4 | 30.3 | 1.1   | 72  | 70  | 0      | 0  |
| 1904 | 14.5 | 13.2 | 9    | 0      | 28.7 | 27.7 | 1     | 66  | 66  | 0      | 0  |
| 1905 | 8.1  | 8.6  | 8.2  | 8.1    | 34   | 32.5 | 1.5   | 70  | 71  | 69     | 69 |
| 200  | 14.1 | 5.3  | 0    | 0      | 14.7 | 26.2 | -11.5 | 72  | 72  | 0      | 0  |
| 300  | 19.2 | 8.9  | 10.6 | 0      | 33.1 | 36   | -2.7  | 76  | 74  | 72     | 0  |

### 모바일용

| 개체코드 | 당일   | 전일   | 차이   | 전년도 |
|------|------|------|------|-----|
| 60   | 28.7 | 28.3 | 0.4  | 77  |
| 311  | 41.6 | 41.9 | -0.3 | 71  |
| 401  | 39.5 | 40.0 | -0.5 | 71  |
| 402  | 38.9 | 32.9 | 6.0  | 80  |
| 409  | 53.2 | 53.9 | -0.7 | 73  |
| 410  | 44.7 | 46.2 | -1.5 | 69  |
| 501  | 33.6 | 33.7 | -0.1 | 77  |
| 504  | 28.0 | 28.8 | -0.8 | 68  |

○ 급이기 정보

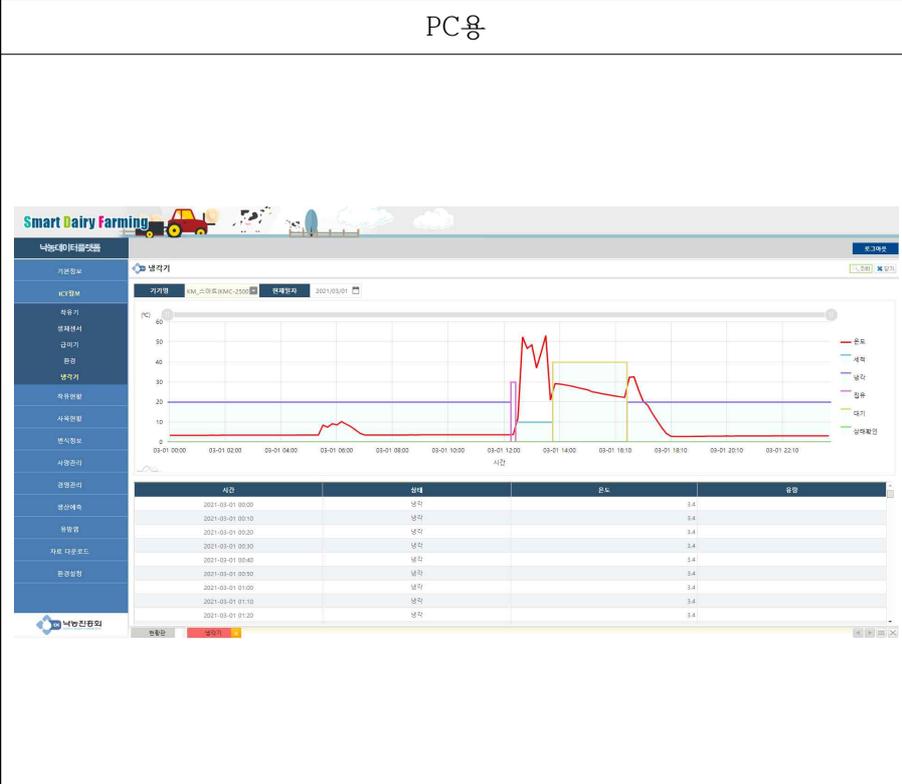
### PC용

| 개체코드 | 사료종류 | 설정량   |       | 실량    |        | 섭취율(%) | 전일대비(%) | 불공급량 |
|------|------|-------|-------|-------|--------|--------|---------|------|
|      |      | 설정량   | 급이량   | 잔량    | 급이율(%) |        |         |      |
| 1901 | 배합사료 | 7,250 | 6,992 | 258   | 96.4   | 93.8   |         |      |
| 1902 | 배합사료 | 7,190 | 7,214 | -24   | 100.3  | 101.1  |         |      |
| 1903 | 배합사료 | 6,200 | 5,432 | 768   | 87.6   | 101.2  |         |      |
| 1904 | 배합사료 | 7,130 | 5,226 | 1,904 | 73.1   | 100.0  |         |      |
| 1905 | 배합사료 | 5,840 | 5,468 | 372   | 93.1   | 99.7   |         |      |
| 200  | 배합사료 | 6,810 | 5,116 | 1,694 | 75.1   | 117.8  |         |      |
| 300  | 배합사료 | 7,500 | 7,302 | 198   | 103.7  | 111.8  |         |      |
| 511  | 배합사료 | 5,410 | 5,018 | 392   | 92.9   | 99.6   |         |      |

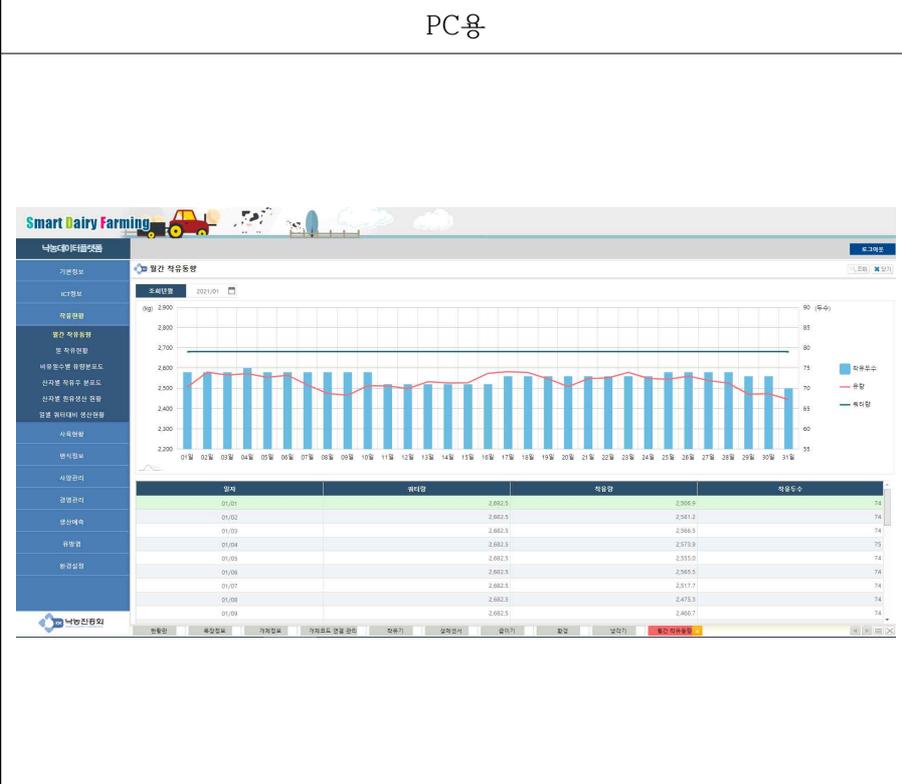
### 모바일용

| 개체 코드 | 사료 종류 | 설정량    | 급이량    | 섭취율 (%) | 전일대비 (%) |
|-------|-------|--------|--------|---------|----------|
| 60    | 배합사료  | 5,830  | 5,346  | 91.7    | 98.7     |
| 311   | 배합사료  | 8,000  | 7,816  | 97.7    | 151.0    |
| 401   | 배합사료  | 7,510  | 7,706  | 102.6   | 105.3    |
| 402   | 배합사료  | 8,030  | 8,165  | 101.7   | 128.5    |
| 409   | 배합사료  | 10,110 | 10,267 | 101.6   | 110.1    |
| 410   | 배합사료  | 9,230  | 7,918  | 85.8    | 100.0    |
| 501   | 배합사료  | 6,740  | 7,184  | 106.6   | 98.2     |

○ 냉각기 정보

| PC용  | 모바일용 |     |    |    |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |   |    |    |    |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |
|--|------|-----|----|----|------------------|----|-----|--|------------------|----|-----|--|------------------|----|-----|--|------------------|----|-----|--|------------------|----|-----|--|------------------|----|-----|--|------------------|----|-----|--|------------------|----|-----|--|------------------|----|-----|--|---|----|----|----|----------------|----|-----|----------------|----|-----|----------------|----|-----|----------------|----|-----|----------------|----|-----|----------------|----|-----|----------------|----|-----|
|  <p>Smart Dairy Farming PC용 냉각기 정보 화면. 그래프와 데이터 테이블이 표시되어 있습니다.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>시간</th> <th>상태</th> <th>온도</th> <th>유량</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2021-10-01 00:00</td><td>냉각</td><td>3.4</td><td></td></tr> <tr><td>2021-10-01 00:10</td><td>냉각</td><td>3.4</td><td></td></tr> <tr><td>2021-10-01 00:20</td><td>냉각</td><td>3.4</td><td></td></tr> <tr><td>2021-10-01 00:30</td><td>냉각</td><td>3.4</td><td></td></tr> <tr><td>2021-10-01 00:40</td><td>냉각</td><td>3.4</td><td></td></tr> <tr><td>2021-10-01 00:50</td><td>냉각</td><td>3.4</td><td></td></tr> <tr><td>2021-10-01 01:00</td><td>냉각</td><td>3.4</td><td></td></tr> <tr><td>2021-10-01 01:10</td><td>냉각</td><td>3.4</td><td></td></tr> <tr><td>2021-10-01 01:20</td><td>냉각</td><td>3.4</td><td></td></tr> </tbody> </table> | 시간   | 상태  | 온도 | 유량 | 2021-10-01 00:00 | 냉각 | 3.4 |  | 2021-10-01 00:10 | 냉각 | 3.4 |  | 2021-10-01 00:20 | 냉각 | 3.4 |  | 2021-10-01 00:30 | 냉각 | 3.4 |  | 2021-10-01 00:40 | 냉각 | 3.4 |  | 2021-10-01 00:50 | 냉각 | 3.4 |  | 2021-10-01 01:00 | 냉각 | 3.4 |  | 2021-10-01 01:10 | 냉각 | 3.4 |  | 2021-10-01 01:20 | 냉각 | 3.4 |  |  <p>Smart Dairy Farming 모바일용 냉각기 정보 화면. 그래프와 데이터 테이블이 표시되어 있습니다.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>시간</th> <th>상태</th> <th>온도</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>21-10-01 00:00</td><td>냉각</td><td>4.3</td></tr> <tr><td>21-10-01 00:10</td><td>냉각</td><td>4.4</td></tr> <tr><td>21-10-01 00:20</td><td>냉각</td><td>4.3</td></tr> <tr><td>21-10-01 00:30</td><td>냉각</td><td>4.4</td></tr> <tr><td>21-10-01 00:40</td><td>냉각</td><td>4.4</td></tr> <tr><td>21-10-01 00:50</td><td>냉각</td><td>4.4</td></tr> <tr><td>21-10-01 01:00</td><td>냉각</td><td>4.5</td></tr> </tbody> </table> | 시간 | 상태 | 온도 | 21-10-01 00:00 | 냉각 | 4.3 | 21-10-01 00:10 | 냉각 | 4.4 | 21-10-01 00:20 | 냉각 | 4.3 | 21-10-01 00:30 | 냉각 | 4.4 | 21-10-01 00:40 | 냉각 | 4.4 | 21-10-01 00:50 | 냉각 | 4.4 | 21-10-01 01:00 | 냉각 | 4.5 |
| 시간   | 상태   | 온도  | 유량 |    |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |   |    |    |    |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |
| 2021-10-01 00:00   | 냉각   | 3.4 |    |    |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |   |    |    |    |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |
| 2021-10-01 00:10   | 냉각   | 3.4 |    |    |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |   |    |    |    |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |
| 2021-10-01 00:20   | 냉각   | 3.4 |    |    |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |   |    |    |    |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |
| 2021-10-01 00:30   | 냉각   | 3.4 |    |    |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |   |    |    |    |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |
| 2021-10-01 00:40   | 냉각   | 3.4 |    |    |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |   |    |    |    |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |
| 2021-10-01 00:50   | 냉각   | 3.4 |    |    |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |   |    |    |    |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |
| 2021-10-01 01:00   | 냉각   | 3.4 |    |    |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |   |    |    |    |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |
| 2021-10-01 01:10   | 냉각   | 3.4 |    |    |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |   |    |    |    |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |
| 2021-10-01 01:20   | 냉각   | 3.4 |    |    |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |   |    |    |    |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |
| 시간   | 상태   | 온도  |    |    |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |   |    |    |    |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |
| 21-10-01 00:00   | 냉각   | 4.3 |    |    |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |   |    |    |    |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |
| 21-10-01 00:10   | 냉각   | 4.4 |    |    |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |   |    |    |    |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |
| 21-10-01 00:20   | 냉각   | 4.3 |    |    |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |   |    |    |    |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |
| 21-10-01 00:30   | 냉각   | 4.4 |    |    |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |   |    |    |    |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |
| 21-10-01 00:40   | 냉각   | 4.4 |    |    |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |   |    |    |    |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |
| 21-10-01 00:50   | 냉각   | 4.4 |    |    |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |   |    |    |    |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |
| 21-10-01 01:00   | 냉각   | 4.5 |    |    |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |                  |    |     |  |   |    |    |    |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |                |    |     |

○ 월간착유동향 정보

| PC용  | 모바일용    |         |      |      |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |   |    |     |     |      |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |
|--|---------|---------|------|------|-------|---------|---------|----|-------|---------|---------|----|-------|---------|---------|----|-------|---------|---------|----|-------|---------|---------|----|-------|---------|---------|----|-------|---------|---------|----|-------|---------|---------|----|-------|---------|---------|----|---|----|-----|-----|------|-------|---------|---------|----|-------|---------|---------|----|-------|---------|---------|----|-------|---------|---------|----|-------|---------|---------|----|-------|---------|---------|----|-------|---------|---------|----|-------|---------|---------|----|
|  <p>Smart Dairy Farming PC용 월간착유동향 정보 화면. 그래프와 데이터 테이블이 표시되어 있습니다.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>일자</th> <th>쿼터량</th> <th>착유량</th> <th>착유두수</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>01/01</td><td>2,682.5</td><td>2,595.9</td><td>74</td></tr> <tr><td>01/02</td><td>2,682.5</td><td>2,581.2</td><td>74</td></tr> <tr><td>01/03</td><td>2,682.5</td><td>2,568.3</td><td>74</td></tr> <tr><td>01/04</td><td>2,682.5</td><td>2,573.9</td><td>75</td></tr> <tr><td>01/05</td><td>2,682.5</td><td>2,555.0</td><td>74</td></tr> <tr><td>01/06</td><td>2,682.5</td><td>2,565.5</td><td>74</td></tr> <tr><td>01/07</td><td>2,682.5</td><td>2,517.7</td><td>74</td></tr> <tr><td>01/08</td><td>2,682.5</td><td>2,475.3</td><td>74</td></tr> <tr><td>01/09</td><td>2,682.5</td><td>2,467.7</td><td>74</td></tr> </tbody> </table> | 일자      | 쿼터량     | 착유량  | 착유두수 | 01/01 | 2,682.5 | 2,595.9 | 74 | 01/02 | 2,682.5 | 2,581.2 | 74 | 01/03 | 2,682.5 | 2,568.3 | 74 | 01/04 | 2,682.5 | 2,573.9 | 75 | 01/05 | 2,682.5 | 2,555.0 | 74 | 01/06 | 2,682.5 | 2,565.5 | 74 | 01/07 | 2,682.5 | 2,517.7 | 74 | 01/08 | 2,682.5 | 2,475.3 | 74 | 01/09 | 2,682.5 | 2,467.7 | 74 |  <p>Smart Dairy Farming 모바일용 월간착유동향 정보 화면. 그래프와 데이터 테이블이 표시되어 있습니다.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>일자</th> <th>쿼터량</th> <th>착유량</th> <th>착유두수</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>10/01</td><td>2,682.5</td><td>2,616.7</td><td>74</td></tr> <tr><td>10/02</td><td>2,682.5</td><td>2,645.7</td><td>73</td></tr> <tr><td>10/03</td><td>2,682.5</td><td>2,683.2</td><td>75</td></tr> <tr><td>10/04</td><td>2,682.5</td><td>2,611.3</td><td>74</td></tr> <tr><td>10/05</td><td>2,682.5</td><td>2,604.9</td><td>73</td></tr> <tr><td>10/06</td><td>2,682.5</td><td>2,560.7</td><td>74</td></tr> <tr><td>10/07</td><td>2,682.5</td><td>2,562.5</td><td>74</td></tr> <tr><td>10/08</td><td>2,682.5</td><td>2,592.9</td><td>74</td></tr> </tbody> </table> | 일자 | 쿼터량 | 착유량 | 착유두수 | 10/01 | 2,682.5 | 2,616.7 | 74 | 10/02 | 2,682.5 | 2,645.7 | 73 | 10/03 | 2,682.5 | 2,683.2 | 75 | 10/04 | 2,682.5 | 2,611.3 | 74 | 10/05 | 2,682.5 | 2,604.9 | 73 | 10/06 | 2,682.5 | 2,560.7 | 74 | 10/07 | 2,682.5 | 2,562.5 | 74 | 10/08 | 2,682.5 | 2,592.9 | 74 |
| 일자   | 쿼터량     | 착유량     | 착유두수 |      |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |   |    |     |     |      |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |
| 01/01  | 2,682.5 | 2,595.9 | 74   |      |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |   |    |     |     |      |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |
| 01/02  | 2,682.5 | 2,581.2 | 74   |      |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |   |    |     |     |      |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |
| 01/03  | 2,682.5 | 2,568.3 | 74   |      |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |   |    |     |     |      |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |
| 01/04  | 2,682.5 | 2,573.9 | 75   |      |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |   |    |     |     |      |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |
| 01/05  | 2,682.5 | 2,555.0 | 74   |      |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |   |    |     |     |      |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |
| 01/06  | 2,682.5 | 2,565.5 | 74   |      |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |   |    |     |     |      |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |
| 01/07  | 2,682.5 | 2,517.7 | 74   |      |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |   |    |     |     |      |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |
| 01/08  | 2,682.5 | 2,475.3 | 74   |      |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |   |    |     |     |      |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |
| 01/09  | 2,682.5 | 2,467.7 | 74   |      |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |   |    |     |     |      |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |
| 일자   | 쿼터량     | 착유량     | 착유두수 |      |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |   |    |     |     |      |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |
| 10/01  | 2,682.5 | 2,616.7 | 74   |      |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |   |    |     |     |      |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |
| 10/02  | 2,682.5 | 2,645.7 | 73   |      |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |   |    |     |     |      |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |
| 10/03  | 2,682.5 | 2,683.2 | 75   |      |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |   |    |     |     |      |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |
| 10/04  | 2,682.5 | 2,611.3 | 74   |      |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |   |    |     |     |      |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |
| 10/05  | 2,682.5 | 2,604.9 | 73   |      |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |   |    |     |     |      |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |
| 10/06  | 2,682.5 | 2,560.7 | 74   |      |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |   |    |     |     |      |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |
| 10/07  | 2,682.5 | 2,562.5 | 74   |      |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |   |    |     |     |      |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |
| 10/08  | 2,682.5 | 2,592.9 | 74   |      |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |   |    |     |     |      |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |       |         |         |    |

○ 착유우 개체별 체중변화 정보

PC용

| 개체코드 | 산차수 | 착유일수 | 분유량 |     |       | 사료급여량 |       |        | 상위비율(%) |       |       |
|------|-----|------|-----|-----|-------|-------|-------|--------|---------|-------|-------|
|      |     |      | 체중  | 평균  | 차이    | 개체    | 산차평균  | 차이     |         |       |       |
| 1901 | 1   | 0    | 530 | 615 | -12.4 | 3,872 | 3,180 | -87    | 81.8    | 144.0 | -62.2 |
| 1902 | 1   | 0    | 570 | 615 | -7.3  | 3,846 | 2,993 | -85    | 77.8    | 144.0 | -66.2 |
| 1903 | 1   | 0    | 490 | 615 | -18.9 | 2,941 | 2,194 | -747   | 74.3    | 144.0 | -69.7 |
| 1904 | 1   | 0    | 491 | 615 | -20.2 | 3,073 | 2,347 | -726   | 59.1    | 144.0 | -84.9 |
| 1905 | 1   | 0    | 620 | 615 | 2.4   | 3,014 | 2,294 | -720   | 76.4    | 144.0 | -67.6 |
| 200  | 4   | 0    | 793 | 747 | 6.2   | 3,396 | 2,335 | -1,061 | 88.8    | 142.3 | -53.5 |
| 300  | 5   | 0    | 615 | 770 | 5.8   | 3,056 | 2,471 | -585   | 71.5    | 132.5 | -61.0 |

모바일용

| 개체코드 | 산차수 | 착유일수 | 체중(kg) | 산차평균 | 차이(%) |
|------|-----|------|--------|------|-------|
| 821  | 1   | 340  | 714    | 642  | 11.2  |
| 824  | 1   | 345  | 695    | 642  | 8.3   |
| 826  | 1   | 381  | 697    | 642  | 8.6   |
| 828  | 1   | 313  | 748    | 642  | 16.5  |
| 833  | 1   | 284  | 718    | 642  | 11.8  |
| 834  | 1   | 286  | 694    | 642  | 8.1   |
| 835  | 1   | 216  | 747    | 642  | 16.4  |

○ 산차별 비유일령별 산유량 정보

PC용

| 일수 | 1산   | 2산   | 3산   | 4산   | 5산~  |
|----|------|------|------|------|------|
| 0  | 5.5  | 7.0  | 8.4  | 8.7  | 8.4  |
| 1  | 12.6 | 16.9 | 18.2 | 18.2 | 17.5 |
| 2  | 16.8 | 21.6 | 22.7 | 23.2 | 21.1 |
| 3  | 19.8 | 23.2 | 27.9 | 27.3 | 24.7 |
| 4  | 21.3 | 28.1 | 29.5 | 28.5 | 26.1 |
| 5  | 22.4 | 29.5 | 31.0 | 31.6 | 28.5 |
| 6  | 23.9 | 31.9 | 30.1 | 30.2 | 31.1 |
| 7  | 24.2 | 33.2 | 32.2 | 32.8 | 33.6 |
| 8  | 25.0 | 34.6 | 35.1 | 37.4 | 33.8 |
| 9  | 26.1 | 35.4 | 36.0 | 36.1 | 35.6 |

모바일용

| 일수 | 1산   | 2산   | 3산   | 4산   | 5산~  |
|----|------|------|------|------|------|
| 0  | 5.2  | 7.2  | 8.1  | 8.6  | 8.2  |
| 1  | 12.6 | 15.9 | 18.0 | 17.0 | 17.2 |
| 2  | 16.8 | 20.5 | 22.9 | 22.2 | 20.9 |
| 3  | 20.0 | 24.2 | 27.8 | 26.3 | 24.6 |
| 4  | 21.9 | 27.4 | 29.6 | 27.8 | 28.8 |
| 5  | 23.0 | 29.2 | 31.5 | 31.0 | 30.0 |
| 6  | 24.4 | 31.4 | 31.3 | 34.5 | 30.4 |
| 7  | 24.8 | 33.0 | 33.8 | 35.6 | 33.1 |
| 8  | 26.5 | 34.4 | 36.1 | 37.0 | 33.1 |

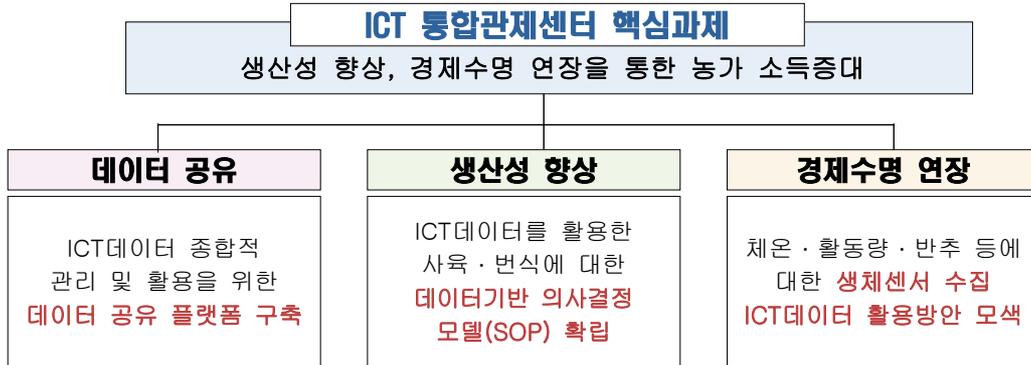
[표1-34] 프로그램 화면 세부 구성내용

| 메뉴                |          | 화면 구성                       | 순번                               |    |
|-------------------|----------|-----------------------------|----------------------------------|----|
| 현황판               |          | 온도, 냉각기, 착유, 발정, 사료량 등      | 1                                |    |
| ICT<br>정보<br>(조회) | 착유기      | 유량, 혈류, 전도도 등               | 2                                |    |
|                   | 생체센서     | 활동량, 체온, 시간, 확률             | 3                                |    |
|                   | 급이기      | 사료량, 섭취율, 급이계획              | 4                                |    |
|                   | 환경       | 온도, 습도, CO2, 풍속, 스트레스지수, 풍향 | 5                                |    |
|                   | 냉각기      | 온도, 세척시간, 집유시간              | 6                                |    |
| 분석<br>정보<br>(조회)  | 착유<br>현황 | 월간 착유동향                     | 월간 쿼터량, 생산량, 착유두수 비교             | 7  |
|                   |          | 일 착유현황                      | 산차별 착유두수 및 착유량 현황                | 8  |
|                   |          | 비유일수별 유량분포도                 | 비유일수별 유량 분포에 따른 개체수              | 9  |
|                   |          | 산차별 착유우 분포도                 | 비유일수별 산차 분포에 따른 개체수              | 10 |
|                   |          | 산차별 원유생산 현황                 | 농가의 산차별 평균(유량, 성적, 분만 등)자료 조회    | 11 |
|                   |          | 일별 쿼터대비 생산현황                | 일별 쿼터량, 생산량, 초과량을 비교 조회          | 12 |
|                   | 사육<br>현황 | 착유우 개체별 체중변화                | 개체별 체중에 따른 사료급이량 조회              | 13 |
|                   |          | 산차별 비유일령별 산유량               | 산차별 비유일령별 평균 산유량 대비 개체별 비교 자료 조회 | 14 |
|                   |          | 측사온도 변화에 따른 산유량 변화          | 일별 측사 온도, 습도와 유량 변화를 조회          | 15 |
|                   | 번식<br>정보 | 번식자료                        | 수정, 임신, 분만, 건유 등 번식자료 조회         | 16 |
|                   | 경영<br>관리 | 원유대 지급내역 현황                 | 차수별 검사성적, 납유실적, 원유대금 조회          | 17 |
|                   |          | 연간 원유대 및 검사성적 현황            | 연간 차수별 납유량, 검사성적, 유대단가, 유대금액 조회  | 18 |
|                   |          | 전국 및 지역별 대비 목장현황            | 지역별, 전국 평균자료와 농가의 평균치 비교         | 19 |
|                   | 생산<br>예측 | 월별 생산예측 결과                  | 월별 착유우, 건유우, 두당산유량, 일평균 생산량 조회   | 20 |
|                   |          | 개체별 생산예측 결과조회               | 개체별 생산예측치, 실적치 비교 조회             | 21 |
|                   |          | 월별 생산예측 대비 실적               | 월별 두당산유량, 생산량, 착유두수 예측 대비 실적 조회  | 22 |
|                   | 유방염      | 유방염 예상 개체 현황                | 일별 유방염 예상 개체에 대한 자료 조회           | 23 |
|                   | 공통       | 로그인                         | 사용자별 로그인 화면                      | 24 |
|                   |          | 메인화면                        | 프로그램 메인화면                        | 25 |

## 나. 상황판 운영

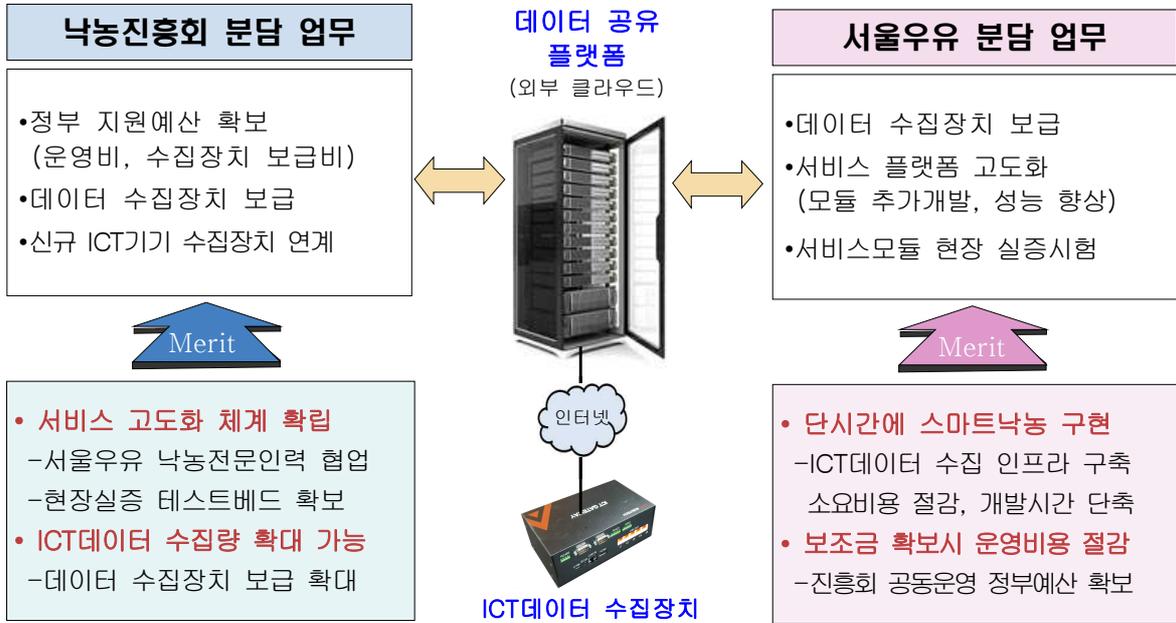
### 1) 낙농ICT 통합 관제센터

- (추진배경) 연구과제를 통해 개발을 완료한 'ICT데이터 수집장치 및 온라인 서비스 플랫폼'을 활용하여 '스마트낙농(SDF)' 구현을 위한 통합 관제센터 운영, 온라인 서비스 플랫폼 고도를 통해 ICT데이터 활용 촉진
- ICT데이터 축적 및 서비스 모듈 개발을 통해 생산성 향상 및 경영개선을 지원하는 데이터기반 '스마트낙농' 인프라 구축
- ※ 데이터가 많이 축적될수록 데이터기반 의사결정 모델 개발이 용이함



- (관제센터 기능) ICT데이터 공유플랫폼 구축으로 낙농ICT 생태계활성화, 빅데이터 활용 서비스 모듈 개발을 통한 생산성 향상 지원
  - 전국 또는 지역단위 유사그룹과 개별 목장의 생산성 비교 서비스(두당산유량, 원유품질, 산차수 등)를 통한 문제점 발굴 및 개선방안 제시
  - 검정성적·이력제정보·ICT데이터(두당산유량) 등을 활용한 시군별 원유생산량 예측모델 개발을 통해 효율적인 수급관리 추진
  - 데이터 축적을 통한 개체중심 데이터 기반 정밀사양관리 및 경영비 분석 모델 개발을 통한 생산성 향상 및 생산비 절감 지원
- (관제센터 운영방안) ICT개발 경험이 있는 '낙농진흥회'와 낙농전문 인력을 보유한 '서울우유'가 공동운영을 통해 서비스 고도화 촉진
  - 정부에서 추진중인 '낙농산업발전위원회'의 제2과제(생산비 절감) 중 'ICT활용 스마트축사 보급 확대'에 관제센터 지원예산 확보 추진
    - ※ 2023년 정부예산에 '데이터 수집장치' 농가보급 예산 반영 추진 예정
  - 공유플랫폼 운영방법, 서비스모델 추가 개발 등에 대한 방향성 설정을 위한 낙농진흥회와 서울우유의 정례회의 개최
  - 공유플랫폼을 제3의 공간(외부 클라우드)에서 운영하여 독립성을 확보, 데이터베이스 논리적 분리를 통한 데이터 보안 확보(상호 접근제한)
    - ※ 서비스 모듈 개발에 필요한 데이터는 농가코드 비식별화 후 공유

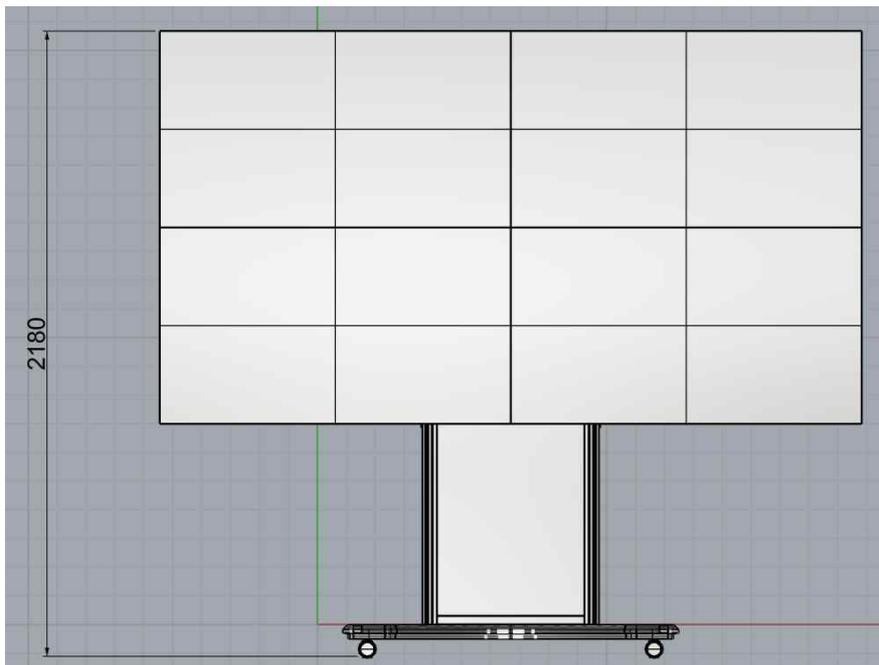
[그림1-18] 관제센터 운영 구성도



② 상황판 제작

- 낙농ICT 통합 관제센터에서 통합 게이트웨이로부터 수집되는 ICT데이터의 실시간 관제 및 ICT기기를 사용중인 농가의 교육을 위하여 상황판 제작 진행
- 상황판 설계
  - 상황판 제작하기 위해 LED 패널 베젤의 크기가 최소(3.5mm)인 55인치 이하의 LED 패널 사용 가능하여, 55인치 LED 패널을 2×2열로 배열하여 스탠드와 브라켓, 연결선을 활용하여 상황판을 설계

[그림 1-19] 상황판 제작 설계(안)



○ 상황판 제작 물품

| 비디오월(LED 패널)  | 이동형 스탠드  |
|---|--|
|  |  |

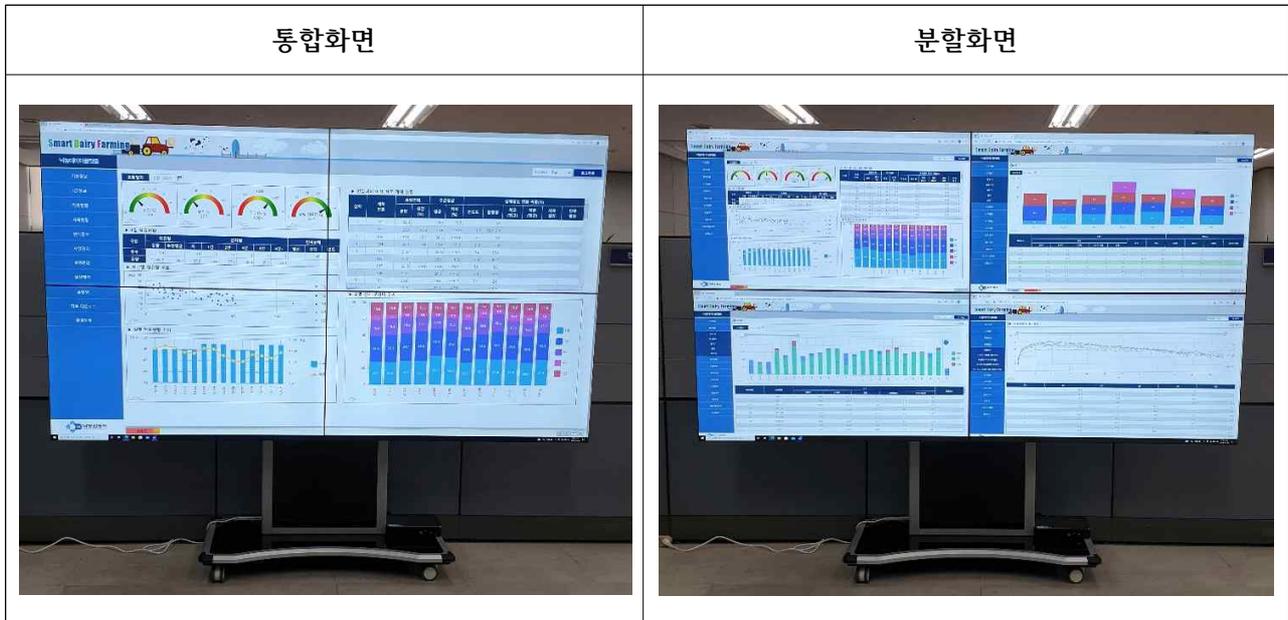
| 브라켓(모니터 거치대)   |   |
|--|---|
|  |  |

| 구 분               | 세부사양  | 수량  |
|-------------------|---|-----|
| 비디오월<br>(LED 패널)  | -크기 : 55인치<br>-해상도 : 1920x1080(FHD)<br>-밝기 : 500cd/m <sup>2</sup><br>-동적명암비 : 5000:1<br>-베젤 : 3.5mm | 4EA |
| 모니터용 거치대<br>(브라켓) | -모니터 2개 거치 가능<br>-지탱무게 80kg   | 2EA |
| 이동형 스탠드           | -충격방지 위한 코너 고무 부착<br>-바퀴 잠금기능   | 1EA |

### ③ 상황판 제작 및 활용 방안

- 55인치 LED 패널, 브라켓, 이동형 스탠드 등 물품 조립 통해 상황판 제작
  - LED 패널 1개의 무게가 약 20kg 정도 되어 그 이상의 무게가 설치가능한 브라켓으로 LED 패널을 거치하고, 스탠드의 경우 필요시 활용도에 맞춰 이동 가능하도록 스탠드를 활용해 상황판의 활용범위 극대화
- 통합 게이트웨이로부터 수집되는 ICT데이터의 실시간 관제 및 농가 데이터 파악을 통해 통합 게이트웨이의 운영 상태 및 데이터 이상여부를 실시간으로 감지하는 낙농관제센터 상황판 운영
- ICT기기를 사용하는 목장을 대상으로 ICT데이터 활용 교육을 진행하여, 효율적인 경영관리와 축적된 데이터 활용을 통해 ICT데이터 기반 정밀사양관리 및 경영비 분석이 가능해져 두당 생산성 향상 및 생산비 절감이 가능
  - 통한 게이트웨이 보급 확대에 따른 신규목장들이 늘어남에 따라 ICT데이터 활용방안에 대한 지속적인 교육 진행 예정

[그림 1-20] '온라인 서비스 플랫폼'을 이용한 ICT데이터 실시간 관제



## 1.2 통합 게이트웨이 실증시험

### 1.2.1 연구목장 선정

- 낙농현장에 보급된 다양한 ICT기기로부터 게이트웨이를 통해 ICT데이터를 수집하기 위해 시장점유율이 높은 착유기, 생체정보센서 등의 종류별로 연구목장 12호를 선정

[표1-35] 연구목장 ICT기기 보유 유형

|               |  |
|---------------|--|
| 일반착유기<br>(8호) | (1호) 헤링본(오리온) + 발목센서(아피밀크) + 위내센서(스멕텍)<br>+ 사료급이기(오리온) + 환경정보수집기<br>(1호) 헤링본(오리온) + 발목센서(아피밀크) + 사료급이기(아피밀크) + 환경정보수집<br>(1호) 헤링본(보우메틱) + 목걸이센서(보우메틱) + 사료급이기(보우메틱)<br>+ 환경정보수집<br>(1호) 헤링본(드라발) + 목걸이센서(드라발) + 사료급이기(드라발) + 환경정보수집<br>(1호) 헤링본(드라발) + 목걸이센서(드라발) + 환경정보수집<br>(1호) 헤링본(드라발) + 목걸이센서(드라발) + 사료급이기(드라발) + 환경정보수집<br>(1호) 헤링본(드라발) + 목걸이센서(드라발) + 목걸이센서(SCR) + 위내센서(스멕텍)<br>+ 사료급이기(드라발) + 환경정보수집<br>(1호) 사이드바이사이드(웨스트파리아) + 발목센서(웨스트파리아) |
| 로봇착유기<br>(4호) | (3호) 로봇(렐리) + 목걸이센서(SCR) + 사료급이기(렐리) + 환경정보수집<br>(1호) 로봇(드라발) + 목걸이센서(SCR) + 사료급이기(드라발) + 환경정보수집   |

- 연구목장 12호를 대상으로 테스트베드를 구축하고, 중간 성과품을 지속 적용·개선하며, 성과품의 완성도 검증 후 데이터 활용 목적의 대상 농가 확대 계획.
- 연구목장 12호에 대해서는 개발 중인 게이트웨이를 설치하여 각 ICT기기 연결 및 데이터 전송 테스트 등 현장 실증시험 진행하며, 연구과제에 필요한 데이터를 수집
- 당진낙협(위탁기관)은 농가교육, 주기적인 연구목장 방문을 통해 게이트웨이 설치, 데이터 수집, 농가의견 수렴 등을 수행
- 유방염 모니터링 장치를 개발 완료 후 1개 목장(A목장)에 설치하여 운영·테스트 진행, 사용자 요구사항 확인 후 수정·보완하여 모니터링 장치 보완

[표1-36] 연구목장 개요 및 ICT기기 보유현황

| 순서 | 목장명 | 지역 | 사육규모<br>(착유두수/<br>총 두수) | 생산량<br>(톤/일) | 기기 구분 |          |             |             |      |            |
|----|-----|----|-------------------------|--------------|-------|----------|-------------|-------------|------|------------|
|    |     |    |                         |              | 구분    | 착유기      | 생체정보<br>인식기 | 사료자동<br>급이기 | 냉각기  | TMR<br>배합기 |
| 1  | A목장 | 천안 | 50/75                   | 1.4          | 종 류   | 헤링본      | 발목무착형       |             | 밀폐형  |            |
|    |     |    |                         |              | 제 조 사 | 오리온      | 아피밀크        | 오리온         | KM   |            |
|    |     |    |                         |              | 구입연도  | 2015     | 2015        | 2015        | 2015 |            |
| 2  | B목장 | 당진 | 60/110                  | 2.0          | 종 류   | 헤링본      | 발목무착형       |             | 밀폐형  |            |
|    |     |    |                         |              | 제 조 사 | 오리온      | 아피밀크        | 아피밀크        | KM   |            |
|    |     |    |                         |              | 구입연도  | 2009     | 2009        | 2004        | 2017 |            |
| 3  | C목장 | 아산 | 50/80                   | 1.7          | 종 류   | 헤링본      | 목걸이형        |             | 밀폐형  |            |
|    |     |    |                         |              | 제 조 사 | 보우메틱     | 보우메틱        | 보우메틱        | 삼호   |            |
|    |     |    |                         |              | 구입연도  | 2015     | 2015        | 2015        |      |            |
| 4  | D목장 | 아산 | 45/                     | 1.6          | 종 류   | 헤링본      | 목걸이형        |             | 밀폐형  |            |
|    |     |    |                         |              | 제 조 사 | 드라발      | 드라발         | 드라발         | KM   |            |
|    |     |    |                         |              | 구입연도  | 2015     |             |             | 2016 |            |
| 5  | E목장 | 원주 | 70/200                  | 2.1          | 종 류   | 로봇       |             |             |      |            |
|    |     |    |                         |              | 제 조 사 | LELY(A4) | LELY        | SEMI        | 물러   | 자이론        |
|    |     |    |                         |              | 구입연도  | 2018     | 2018        |             | 2018 | 2014       |
| 6  | F목장 | 김천 | 52/120                  | 1.9          | 종 류   | 로봇       |             |             |      |            |
|    |     |    |                         |              | 제 조 사 | LELY(A4) | LELY        | LELY        | 물러   | 실티         |
|    |     |    |                         |              | 구입연도  | 2018     | 2018        |             | 2018 |            |
| 7  | G목장 | 천안 | 40/80                   | 1.0          | 종 류   | 로봇       |             |             |      |            |
|    |     |    |                         |              | 제 조 사 | LELY     | LELY        | LELY        | 물러   | 다스막        |
|    |     |    |                         |              | 구입연도  | 2019     | 2019        | 2019        | 2019 | 2011       |
| 8  | H목장 | 보령 | 145/200                 | 7.0          | 종 류   | 헤링본      | 목걸이형        |             |      | 수직형        |
|    |     |    |                         |              | 제 조 사 | 드라발(델프로) | 드라발(델프로)    |             | 삼호   | RMH        |
|    |     |    |                         |              | 구입연도  |          |             |             |      |            |
| 9  | I목장 | 보령 | 80/135                  | 2.5          | 종 류   |          |             |             |      | 수직형        |
|    |     |    |                         |              | 제 조 사 | 드라발(델프로) | 드라발         | 드라발         | KM   | 바이오메달      |
|    |     |    |                         |              | 구입연도  |          |             |             |      |            |
| 10 | J목장 | 용인 | 55/90                   | 1.9          | 종 류   | 로봇       | 목걸이형        |             |      |            |
|    |     |    |                         |              | 제 조 사 | 드라발      | SCR         | 드라발         |      |            |
|    |     |    |                         |              | 구입연도  |          |             |             |      |            |
| 11 | K목장 | 청양 | 16/9                    | 0.3          | 종 류   | 텐덤       | 목걸이형        |             | 밀폐형  |            |
|    |     |    |                         |              | 제 조 사 | 드라발      | 드라발         | 드라발         | 드라발  |            |
|    |     |    |                         |              | 구입연도  | 2009     | 2009        | 2009        | 2009 |            |
| 12 | L목장 | 천안 | 250/150                 | 4.5          | 종 류   | 사이티아사이드  | 발목부착형       |             | 밀폐형  | 수평식        |
|    |     |    |                         |              | 제 조 사 | 웨스트파리아   | 웨스트파리아      |             | 한덴   |            |
|    |     |    |                         |              | 구입연도  | 2002     | 2002        |             | 2002 | 2002       |

### 1.2.2 개체별 수의기록 수집

- 제1협동에서 개발한 유방염 모니터링 장비를 연구목장인 A목장에 설치를 하여 유방염 진단 데이터를 수집하지만, 제2협동에서 유방염 진단 모델 연구를 수행함에 있어 데이터의 수가 현저히 적어 연구목장 협조 통해 ‘질병 수의기록일지’를 배부하여 월 1회 작성일지를 전달 받음.
- 이와 같이 기록일지를 전달받아 수집된 기록을 분석 진행함. 기간은 다르지만 총 8개 목장에서 454건의 수의기록을 전달 받음.

[표1-37] 질병 수의기록 결과

| 구분  | A목장 | B목장 | D목장 | C목장 | H목장 | F목장 | E목장 | J목장 | 합계  |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 유방염 | 94  | 88  | 56  | 48  | 67  | 67  | 18  | 16  | 454 |

- 연구목장에서 제공한 수의기록을 바탕으로 제2협동에서는 유방염 진단 모델 개발용 데이터베이스를 구축하고 제3협동과 협업하여 머신러닝 기법을 이용하여 유방염 진단 모델 개발
- 현재 연구목장 12곳 모든 목장에서 질병 수의기록을 받지 않고 있지만, 목장 현장에서 중요하게 생각하는 것 중 하나인 유방염 발병을 선제적으로 대응을 강조하여, 수의기록 작성가능한 범위내에서 연구목장의 질병 수의기록 수집함

[그림1-21] 수의기록 예시(F목장)

| 개체번호 | 우유분리기한     | 출하제한기한     | 치료예정일자     | 원료여부 | 치료실시일자     | 약품명  | 치치방법            | 약품용량  | 사용량단위 | 휴약기간 | 예상적용날짜  | 유두 | 질병명  |
|------|------------|------------|------------|------|------------|------|-----------------|-------|-------|------|---------|----|--|
| 311  | 2018-12-19 | 2018-12-24 | 2018-12-12 | 0    | NULL       | 포실   | Intra musculair | 50 cc |       | 1    | 32.00.0 |    | Mastitis catarrhalis acuta (acute catarrhal mastitis)      |
| 311  | 2018-12-19 | 2018-12-24 | 2018-12-13 | 0    | NULL       | 포실   | Intra musculair | 50 cc |       | 1    | 32.00.0 |    | Mastitis catarrhalis acuta (acute catarrhal mastitis)      |
| 311  | 2018-12-19 | 2018-12-24 | 2018-12-14 | 0    | NULL       | 포실   | Intra musculair | 50 cc |       | 1    | 32.00.0 |    | Mastitis catarrhalis acuta (acute catarrhal mastitis)      |
| 311  | 2018-12-19 | 2018-12-24 | 2018-12-15 | 0    | NULL       | 포실   | Intra musculair | 50 cc |       | 1    | 32.00.0 |    | Mastitis catarrhalis acuta (acute catarrhal mastitis)      |
| 311  | 2018-12-19 | 2018-12-24 | 2018-12-16 | 0    | NULL       | 포실   | Intra musculair | 50 cc |       | 1    | 32.00.0 |    | Mastitis catarrhalis acuta (acute catarrhal mastitis)      |
| 912  | 2020-02-20 | 2020-02-25 | 2020-02-15 | 0    | NULL       | 포실   | Intra musculair | 50 cc |       | 1    | 57.00.0 |    | Mastitis catarrhalis chronica (chronic catarrhal mastitis) |
| 912  | 2020-02-20 | 2020-02-25 | 2020-02-16 | 0    | NULL       | 포실   | Intra musculair | 50 cc |       | 1    | 57.00.0 |    | Mastitis catarrhalis chronica (chronic catarrhal mastitis) |
| 912  | 2020-02-20 | 2020-02-25 | 2020-02-17 | 0    | NULL       | 포실   | Intra musculair | 50 cc |       | 1    | 57.00.0 |    | Mastitis catarrhalis chronica (chronic catarrhal mastitis) |
| 511  | 2020-02-28 | 2020-03-04 | 2020-02-23 | 0    | NULL       | 포실   | Intra musculair | 50 cc |       | 1    | 57.00.0 |    | Mastitis catarrhalis chronica (chronic catarrhal mastitis) |
| 511  | 2020-02-28 | 2020-03-04 | 2020-02-24 | 0    | NULL       | 포실   | Intra musculair | 50 cc |       | 1    | 57.00.0 |    | Mastitis catarrhalis chronica (chronic catarrhal mastitis) |
| 511  | 2020-02-28 | 2020-03-04 | 2020-02-25 | 0    | NULL       | 포실   | Intra musculair | 50 cc |       | 1    | 57.00.0 |    | Mastitis catarrhalis chronica (chronic catarrhal mastitis) |
| 711  | 2020-06-26 | 2020-06-26 | 2020-05-06 | 1    | 2020-05-06 | 케프라빈 | Intra mammair   | 10 cc |       | 1    | 55.00.0 | LF | Drying-off   |
| 711  | 2020-06-26 | 2020-06-26 | 2020-05-06 | 1    | 2020-05-06 | 케프라빈 | Intra mammair   | 10 cc |       | 1    | 55.00.0 | LR | Drying-off   |
| 711  | 2020-06-26 | 2020-06-26 | 2020-05-06 | 1    | 2020-05-06 | 케프라빈 | Intra mammair   | 10 cc |       | 1    | 55.00.0 | RF | Drying-off   |
| 711  | 2020-06-26 | 2020-06-26 | 2020-05-06 | 1    | 2020-05-06 | 케프라빈 | Intra mammair   | 10 cc |       | 1    | 55.00.0 | RR | Drying-off   |
| 713  | 2020-06-26 | 2020-06-26 | 2020-05-06 | 1    | 2020-05-06 | 케프라빈 | Intra mammair   | 10 cc |       | 1    | 56.00.0 | LF | Drying-off   |
| 713  | 2020-06-26 | 2020-06-26 | 2020-05-06 | 1    | 2020-05-06 | 케프라빈 | Intra mammair   | 10 cc |       | 1    | 56.00.0 | LR | Drying-off   |
| 713  | 2020-06-26 | 2020-06-26 | 2020-05-06 | 1    | 2020-05-06 | 케프라빈 | Intra mammair   | 10 cc |       | 1    | 56.00.0 | RF | Drying-off   |
| 713  | 2020-06-26 | 2020-06-26 | 2020-05-06 | 1    | 2020-05-06 | 케프라빈 | Intra mammair   | 10 cc |       | 1    | 56.00.0 | RR | Drying-off   |
| 404  | 2020-06-26 | 2020-06-26 | 2020-05-06 | 1    | 2020-05-06 | 케프라빈 | Intra mammair   | 10 cc |       | 1    | 56.00.0 | LF | Drying-off   |
| 404  | 2020-06-26 | 2020-06-26 | 2020-05-06 | 1    | 2020-05-06 | 케프라빈 | Intra mammair   | 10 cc |       | 1    | 56.00.0 | LR | Drying-off   |
| 404  | 2020-06-26 | 2020-06-26 | 2020-05-06 | 1    | 2020-05-06 | 케프라빈 | Intra mammair   | 10 cc |       | 1    | 56.00.0 | RF | Drying-off   |
| 404  | 2020-06-26 | 2020-06-26 | 2020-05-06 | 1    | 2020-05-06 | 케프라빈 | Intra mammair   | 10 cc |       | 1    | 56.00.0 | RR | Drying-off   |
| 815  | 2020-05-13 | 2020-05-17 | 2020-05-07 | 1    | 2020-05-07 | 세파렉신 | Intra mammair   | 15 cc |       | 1    | 22.00.0 |    | Mastitis catarrhalis chronica (chronic catarrhal mastitis) |

[그림 1-22] 수의기록 예시(D목장)

| 날 짜        | 개체 번호 | 질 병   | 증 상                        | 치 료                         | 비 고<br>(치료 기간)                     |
|------------|-------|-------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| 2020-04-05 | 131호  | 유방염   | 유방염 필터 응고물, 유방 한쪽이 딱딱하게 굳음 | 먹이는 약 경구 투여, 소염제 근육주사25CC   | 현재 치료중                             |
| 2020-04-05 | 6호    | 유방염   | CMT결과 나쁨                   | 먹이는 약 경구 투여                 | 15일 투여후 정상회복                       |
| 2020-04-05 | 176호  | 유방염   | CMT결과 나쁨, 유방 한쪽이 딱딱하게 굳음   | 먹이는 약 경구 투여, 소염제 근육주사25CC   | 현재 치료중인 분방 마름 치료 안하고 다음 산차 지켜보기로 함 |
| 2020-04-05 | 199호  | 유방염   | 유방염 필터 응고물                 | 먹이는 약 경구 투여, 소염제 근육주사25CC   | 현재 치료중인 분방 마름 치료 안하고 다음 산차 지켜보기로 함 |
| 2020-04-13 | 193호  | 유방염   | 유방염 필터 응고물                 | 먹이는 약 경구 투여                 | 20일 투여후 정상회복                       |
| 2020-04-15 | 152호  | 유방염   | CMT결과 나쁨                   | 먹이는 약 경구 투여                 | 1개월 투여후 정상회복                       |
| 2020-05-13 | 168호  | 유방염   | CMT결과 나쁨                   | 먹이는 약 경구 투여                 | 현재 치료중                             |
| 2020-05-18 | 220호  | 유방염   | 유방염 필터 응고물                 | 조치 안함                       | 자연 회복                              |
| 2020-05-22 | 141호  | 유방염   | CMT결과 나쁨, 유방 한쪽이 딱딱하게 굳음   | 먹이는 약 경구 투여, 소염제 근육주사25CC   | 현재 치료중                             |
| 2020-06-23 | 235호  | 백선염   | 왼쪽 앞발 절음                   | 발굽계거 및 옥시테라마이신제제 가루 도포후 테이핑 | 회복                                 |
| 2020-06-26 | 149호  | 유방염   | CMT결과 나쁨                   | 먹이는 약 경구 투여                 | 10일 투여후 정상회복                       |
| 2020-06-28 | 115호  | 유방염   | CMT결과 나쁨, 유방 두쪽이 딱딱하게 굳음   | 유방염 연고 주입                   | 3개월 회 복                            |
| 2020-07-01 | 204호  | 우상피부염 | 왼쪽 뒷발 절음                   | 옥시테라마이신제제 가루 도포후 테이핑        | 회복                                 |
| 2020-07-03 | 94호   | 설 사   | 설사                         | 복합부스코판 30CC 근육주사            | 익일 회복                              |
| 2020-07-10 | 37호   | 유 방염  | 기립불능, 체온낮음                 | 칼슘 500cc * 3 정맥주사           | 치료 정상회복                            |
| 2020-07-15 | 234호  | 백선염   | 왼쪽 앞발 절음                   | 발굽계거 및 옥시테라마이신제제 가루 도포후 테이핑 | 회복 중                               |
| 2020-07-20 | 160호  | 유방염   | CMT결과 나쁨                   | 먹이는 약 경구 투여                 | 15일 투여후 정상회복                       |
| 2020-07-25 | 190호  | 유방염   | CMT결과 나쁨                   | 먹이는 약 경구 투여                 | 10일 투여후 정상회복                       |
| 2020-07-28 | 4호    | 유 산   | 쌍태 유산                      | 조치 없음                       | 치료 없음                              |
| 2020-08-05 | 53호   | 유방염   | CMT결과 나쁨                   | 먹이는 약 경구 투여                 | 치료중                                |
| 2020-08-09 | 135호  | 미 상   | 식음 전폐                      | 수의 진료                       | 회복                                 |

### 1.2.3 통합게이트웨이 기능 실증

- 제1협동에서 개발한 통합게이트웨이 통해서 각 연구목장에 설치된 일반 착유기, 로봇착유기, 사료급이기, 생체센서 등 이기종 ICT기기로부터 데이터 수집을 진행하고 있음
  - 제조사별 일반착유기, 로봇착유기에서 생성되는 데이터는 게이트웨이를 통해 착유기 관리 PC로 접속하여 착유데이터가 저장되는 데이터베이스에 직접 접근하지 않고, 해당 데이터베이스의 백업 파일을 생성한 후 백업DB에서 데이터를 수집하는 방식을 채택하였음
- 특히 드라발은 일반·로봇착유기 2가지 유형을 국내에서 공급하고 있는데, 일반착유기의 경우에는 통합게이트웨이 통해서 데이터 수집하는데 어려움은 없지만, 로봇착유기의 경우 PC에 로봇제어용 데이터가 저장되는 특성때문에 로봇착유기가 PC에 대한 네트워크 통제권을 전부 가지고 해당 PC로 외부 접근을 허용하지 않아 게이트웨이를 통한 직접 접근은 불가능한 상태임
  - 이에 대해서 드라발 한국지사과 해결점을 모색하였으나, 한국지사에서도 정확한 원인을 파악하지 못해 문제를 해결하지 못했음.
  - 제1협동에서는 목장PC의 네트워크 설정을 변경하여 테스트를 해보려 시도하고 싶었지만, 일반 착유기와 달리 로봇이라는 특성 때문에 로봇 착유기가 동작을 중지하거나, 고장이 날 수 있어 리스크를 감당하기에는 무리가 있어, 다양한 테스트 진행에 어려움이 있었음.
  - 특히 테스트 진행과정에서 로봇착유기에 이상이 발생할 경우, 드라발 한국지사에서는 대응이 어렵고, 일본지사에서 나와서 대응해야 하는 상황임.
- 따라서 드라발 로봇착유기의 경우 해당 PC에 접속하여 PC에서 게이트웨이로 데이터백업본을 송신하는 방법으로 데이터를 수집하는 방식으로 변경하였음. 다른 착유기 데이터와는 달리 일정한 시간마다 자동으로 데이터를 수집하지는 않지만, 제1협동과 협업하여 연구과제 수행기간 내에 정상적으로 데이터 수집이 될 수 있도록 연구를 진행 예정임.

## 1.2.4 통합게이트웨이 데이터 정합성 실증

### ① 데이터 정합성 실증 개요

- 연구목장에 설치된 통합 게이트웨이로 수집되는 데이터 백업본을 제1협동으로부터 전달받아 제1협동·제2협동과 협업하여 데이터 정합성 실증을 진행함
- 총 17개 테이블에 저장된 데이터에 대해서 다음 4가지의 케이스별로 정상여부 확인함
  - 1) 변수에 맞는 데이터이지만 잘못된 데이터
  - 2) 변수에 맞지 않는 데이터
  - 3) 값이 없는 데이터
  - 4) 수치범위를 벗어난 데이터

[표1-38] 테이블 리스트

| NO | 구분                 | 테이블명                | 테이블기능  | NO            | 구분   | 테이블명             | 테이블기능  |
|----|--------------------|---------------------|--------|---------------|------|------------------|--------|
| 1  | 기본정보               | farm_info           | 목장정보   | 10            | 생체정보 | cow_heat         | 개체발정   |
| 2  |                    | cow_info            | 개체정보   | 11            |      | cow_biosensor    | 개체생체센서 |
| 3  |                    | cow_code_record     | 개체이력   | 12            |      | cow_bodyweight   | 개체체중   |
| 4  |                    | cow_last_status     | 개체현재상태 | 13            | 사양정보 | cow_insemination | 개체수정   |
| 5  |                    | product_info        | 기자재정보  | 14            |      | cow_lactation    | 개체산차   |
| 6  | cow_day_production | 개체일일생산              | 15     | cow_treatment |      | 개체치료             |        |
| 7  | 착유정보               | cow_milking_session | 개체착유회차 | 16            | 변환정보 | cow_day_feed     | 개체일일사료 |
| 8  |                    | cooler_log          | 냉각기상태  | 17            |      | farm_mapping     | 농가코드매핑 |
| 9  | 환경정보               | barn_environment    | 축사환경   |               |      |                  |        |

### ② 데이터 오류 유형

#### 1) 변수에 맞는 데이터이나 잘못된 데이터 사례

- 변수에 맞는 데이터로 저장되어 있지만 잘못된 데이터로 저장된 것 같은 경우로서 ‘개체정보’에서 개체이력제코드의 경우 ‘002’로 시작해야 하지만, 그렇지 않은 데이터들이 존재했음
  - 개체 이력제코드의 경우 총 12자리(예 : 002-1234-1234-1)로 이루어져 있는데, ‘002’를 제외한 값 9자리로 저장된 데이터도 존재. 목장 현장에서는 ‘002’가 공통 숫자이므로 ‘002’를 생략하고 입력하는 경우를 확인할 수 있었음. 그래서 데이터의 길이가 9자리인 경우에도 정상적인 이력제코드로 판단키로 함
- 이외에는 각 목장시스템의 해당 칼럼을 가져오는데, 목장마다 실제 사용방식이 달라 활용하기 어려움(목장시스템에 목장주만 알 수 있는 임의데이터인 자체 관리번호, 공란, 개체상태, 임의의 코드값 등을 입력하는 경우가 있음). 그래서 별도의 cow code\_record 테이블에 별도로 관리하는 것으로 함

## 2) 변수에 맞지 않는 데이터 사례

- 변수에 맞지 않는 데이터가 저장되어 있는 경우에 대해서는 게이트웨이 테스트 용도로 샘플 데이터를 넣거나, 값이 나오지 않으면 null값을 넣어야 하는데 '0'이라는 값을 데이터가 있는 것처럼 착각할 수 있는 데이터가 존재함.
  - 해당 케이스에 대해서는 샘플 데이터는 삭제하고, 값이 나오지 않는 데이터는 null값 처리기로 함

## 3) 값이 없는 데이터

- 목장조사 시에는 데이터가 쌓일걸로 예상되어졌지만, 실제로 게이트웨이 통해서는 데이터 수집이 이루어지지 않은 테이블도 있었음. 관련하여 제1협동에서는 해당 목장에 설치된 통합게이트웨이 설정 확인하여 데이터 수집 진행함

## 4) 수치범위를 벗어난 데이터

- 데이터가 일반적으로 생각하는 범주에 있지 않는 데이터에 대해 적합성을 진행함. 젓소가 한번 착유시에 50kg 이상 생산한 데이터가 있어, 실제로 50kg 이상 착유를 했는지 게이트웨이 데이터가 아닌 실제 데이터와 비교 진행함.
  - 한 번에 50kg 이상 착유하는 경우는 통계적으로 보았을 때는 정상적인 데이터가 아니기에 실 데이터와 확인할 필요가 있었음. 제1협동에서는 실제로 그 정도의 양을 생산하는 개체들이 자주는 아니지만 가끔 발생하는 것으로 확인됨.

## ③ 데이터 적합성 실증 결과

- 제1협동·제2협동과 공동으로 실시한 데이터 적합성 실증한 결과, 데이터는 ICT기기로부터 정상적으로 수집은 잘되고 있으며, 일반적으로 생각하는 정상적인 범주에서 벗어난 데이터도 수집되고 있었음
- 그래서 제2협동에서는 데이터 분석 진행시 해당 건에 대해서는 오류가 아닌 정상적인 데이터 이나 정상치를 벗어난 데이터로 이상치를 제거하는 방법으로 모델링 개발 진행하는 방향으로 연구를 진행기로 함

## ④ 연구목장 대상 낙농현장 실증시험 결과 데이터 전송(24개월 이상)

- 연구목장(12호)을 대상으로 제1협동에서 개발한 통합 게이트웨이를 통해 '19년부터 농가에서 생성되는 ICT기기의 데이터를 낙농진흥회 서버로 전송하기 시작함, '21년 말까지 목장에서 수집된 평균 개월수는 28개월로 조사되며, K목장과 L목장을 제외하면 대부분 24개월 이상으로 조사됨. 연구 초기에 선정했던 연구목장 2호를 연구목장에서 제외하면서 '21년 초에 K목장과 L목장으로 변경되어 데이터 전송 기간이 9~10개월로 조사되었음. 현재 모든 통합 게이트웨이를 통해 정상적으로 데이터 전송되고 있음
- 운영중인 통합 게이트웨이가 목장의 전력이 끊기는 현상이 발생되거나, 부주의로 인하여 통합 게이트웨이의 전원이 꺼지는 경우가 빈번하게 발생하여, 데이터 전송이 원활히 이뤄질 수 있도록 전원이 정상적으로 작동되면 전송하지 못했던 데이터를 포함하여 최근 데이터까지 함께 전송되도록 처리함. 통합 게이트웨이의 전원 off 문제로 인한 데이터 수집이 단절되는 현상은 발생하지 않음

[표1-39] 데이터 수집 현황('19년~'21년)

(단위 : 건수)

| 목장명 | 데이터 수집 시작일자 | 착유기     | 생체센서      | 급이기     | 환경      | 냉각기     |
|-----|-------------|---------|-----------|---------|---------|---------|
| A목장 | 2019/01/01  | 71,143  | 65,967    |         | 127,206 | 309,941 |
| B목장 | 2019/01/01  | 59,968  | 59,967    |         | 121,721 | 273,325 |
| D목장 | 2020/01/21  | 54,816  | 644,424   | 406,114 | 121,400 |         |
| C목장 | 2020/01/21  | 50,970  | 287,930   | 28,258  | 127,604 |         |
| H목장 | 2019/01/01  | 461,343 | 221,262   |         | 91,701  |         |
| F목장 | 2019/01/01  | 216,146 | 1,429,492 | 163,430 | 152,531 |         |
| I목장 | 2019/01/01  | 131,280 | 55,252    | 117,132 | 125,031 |         |
| E목장 | 2019/01/01  | 265,166 | 1,067,087 | 168,693 | 157,297 |         |
| G목장 | 2019/01/22  | 83,334  | 461,146   | 80,805  | 95,859  | 30,593  |
| J목장 | 2019/01/01  | 125,177 | 162,021   | 160,835 | 78,255  | 247,936 |
| K목장 | 2021/02/16  | 38,564  | 312,222   | 3,732   | 55,286  |         |
| L목장 | 2021/03/23  | 44,365  | 21,574    |         |         |         |

### 1.2.5 유방염모니터링 장비 실증

#### ① 유방염 모니터링 장비 개발

- 제2협동에서 유방염 진단모델 연구수행 과정에서 통합 게이트웨이 데이터로는 유방염 진단을 추측할 뿐 농가의 유방염 진단정보에 관한 데이터가 없어 유방염 진단모델 연구수행에 대한 어려움이 발생됨에 따라, 연구목장 중 A목장에서 유방염 진단키트를 활용한 유방염 진단데이터 수집을 위해, 제1협동과 협력하여 유방염모니터링 장비 개발에 착수
- 유방염 모니터링 장비는 목장의 착유라인에 설치하여 착유과정에서 유방염 진단키트에 이물질이 침착됨을 확인하고, 침착된 진단키트를 빼서 해당 키트의 이물질 상태를 디지털 데이터로 저장하기 위해 유방염 모니터링 장비에 넣고 개체번호 입력 후 사진을 찍어 전송하는 방식임.

#### ② 유방염 모니터링 장비 업그레이드

- 설치한 유방염 모니터링 장비에 대한 농가의 개선의견과 불편사항을 조사하여 제1협동과 함께 유방염 모니터링 장비 업그레이드 방향을 정하고 2차 개발에 착수(그림1-6)
  - 개선된 유방염 모니터링 장비를 A목장과 K목장 연구목장에도 추가 설치하여 유방염 진단 데이터 수집을 진행하고 있음
- 유방염 진단데이터를 많이 확보 할 경우 유방염 진단모델 연구에 도움이 되지만, 실제 유방염 발생하는 건수가 많지 않아 데이터 추가확보를 위해 유방염 모니터링 장비 설치를 확대할 계획임
  - 농가는 착유작업 중에 유방염 진단키트를 확인하여 판단해서 유방염 모니터링 장비에 넣어 사진을 찍어야 하는 수고가 필요하므로 모니터링 장비 설치확대가 실질적으로 어려움

[표1-40] 유방염 모니터링 장비 개선 요구사항

| NO | 요구사항   | 요구사유   |
|----|--|--|
| 1  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 입력화면의 위치변경</li> <li>- 뒷면 → 앞면</li> </ul>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 작업 동선 줄이기 위해 착유실 중간에 설치 원함</li> <li>• 먼지가 많이 쌓여 시간이 지나면 액정의 사용이 어려워지기 때문</li> </ul> |
| 2  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 입력화면(액정) 크기 변경</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 화면의 크기가 너무 작아 입력이 불편함</li> </ul>  |
| 3  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 개체코드 입력방법 추가</li> <li>① 개체코드 입력</li> <li>② 착유실 개체위치를 선택하여 입력</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 개체코드 입력하는 방법을 다양하게 하여 착유실에서 발생할 수 있는 변수 최소화</li> </ul>                              |
| 4  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 유방염 진단키트 촬영 방법 변경</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 유방염 진단키트 끼워서 촬영하는 방법이 불편함</li> <li>• 패널에 올려놓고 촬영이 원함</li> </ul>                     |
| 5  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 모니터링 장비의 방수기능 추가</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 착유실이기에 개체의 이물질 혹은 착유실세척시 물이 튈수 있음</li> </ul>  |

[그림1-23] 유방염 모니터링 장비 개선 전후 비교



### 1.3 지역별 원유생산예측 모델 실증

#### 1.3.1 생산예측에 활용가능한 데이터

| 낙농진흥회                             | 젖소개량부  | 축산물품질평가원                        | 기상청  |
|-----------------------------------|--|---------------------------------|--|
| (시군별)<br>일별 원유생산량<br>일별 호당 평균 생산량 | (시군별)<br>월별 산유량(305일 유량)<br>월별 검정농가수<br>번식기록(분만간격, 공태)<br>우군변화(초산우, 건유우) | (시군별)<br>월별 월령별 사육두수<br>월별 폐사두수 | (시군별)<br>기온(최고, 최저, 평균)<br>습도(최고, 최저, 평균)<br>강우량(평균) |

#### 1.3.2 생산예측 프로세스 개발 방안

- 제3협동의 지역단위, 전국단위 원유생산 예측모델 개발 지원을 위해 젖소개량사업소의 ‘검정성적’, 축산물품질평가원의 ‘월령별 사육두수’, 낙농진흥회의 ‘지역별 농가수 및 월별 생산량’을 연계하는 생산예측 프로세스 구축
- 통계예측의 정확도 제고(통계분석시 적정 표본수 확보)를 위해 농가수, 사육두수, 집유량을 기반으로 지역별 클러스터링(Cluster Analysis) 기법을 활용하여 예측할 지역(시군 단위)을 구분
  - 예를 들어 충청남도의 경우 14개 시군이 있으나 농가수가 가장 작은 청양군(9호, 7.7톤/일)과 충남에서 원유생산량이 가장 많은 당진군(118호, 174톤/일) 간에는 약 13배의 차이가 있어 시군별 생산규모에 맞춰 1~5개 시군을 5개 그룹으로 클러스터링

[표1-41] 충남지역 시군별 클러스터링 예시

| 충남 1그룹                      | 충남 2그룹                    | 충남 3그룹                    | 충남 4그룹                    | 충남 4그룹                      |
|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| 공주시, 금산군<br>논산시, 부여군<br>청양군 | 당진시                       | 천안시                       | 아산시<br>예산시                | 보령시, 서산시<br>서천군, 태안군<br>홍성군 |
| 162호<br>141톤/일<br>(16.6%)   | 118호<br>174톤/일<br>(18.5%) | 154호<br>169톤/일<br>(17.9%) | 240호<br>247톤/일<br>(26.2%) | 174호<br>195톤/일<br>(20.8%)   |

[표1-42] 충남지역 시군별 일평균 원유생산 현황

| 순위 | 행정구역         | 순위 | 행정구역         |
|----|--------------|----|--------------|
| 1  | 당진시 1,476톤/일 | 8  | 부여군 1,028톤/일 |
| 2  | 금산군 1,405톤/일 | 9  | 서산시 1,009톤/일 |
| 3  | 보령시 1,356톤/일 | 10 | 서천군 941톤/일   |
| 4  | 공주시 1,351톤/일 | 11 | 태안군 905톤/일   |
| 5  | 예산군 1,255톤/일 | 12 | 아산시 876톤/일   |
| 6  | 홍성군 1,232톤/일 | 13 | 청양군 854톤/일   |
| 7  | 천안시 1,096톤/일 | 14 | 논산시 605톤/일   |

- 시군단위로 구분된 해당지역내 검정사업에 참여하고 있는 농가의 검정자료를 기반으로 원유생산량에 영향을 미치는 요인을 발굴, 이를 기반으로 통계적 예측모델을 개발(머신러닝기법 활용)

- 충청남도 5개 그룹 중에서 1그룹의 경우 호당 일평균 생산량이 870kg으로 가장 작은 반면, 2그룹(당진시)은 1,474kg으로 가장 많아 지역별 생산규모에 따른 보정계수 필요성 시사

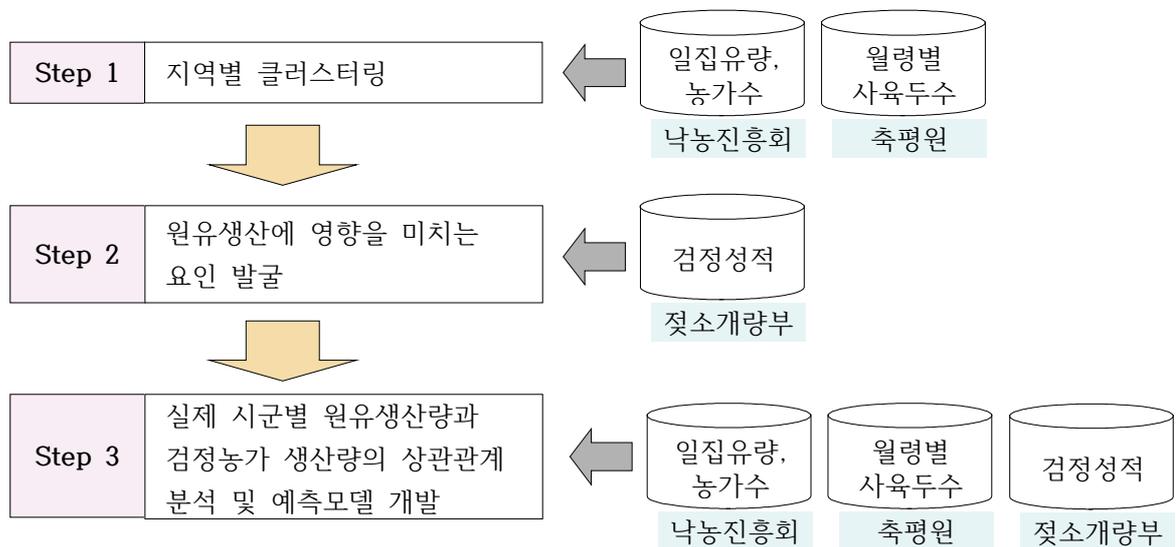
[표1-43] 충청남도 클러스터링 예시

| 구분                            | 충남 1그룹   | 충남 2그룹   | 충남 3그룹   | 충남 4그룹  | 충남 5그룹   |
|-------------------------------|--|--|--|---|--|
| 젖소개량부<br>(지역별<br>검정성적)        | 69호<br>착유우 2,583두<br>(16.1%)<br>평균산차 2.38<br>초산일령 28.6월<br>305유량 9,828kg   | 65호<br>착유우 3,060두<br>(19.0%)<br>평균산차 2.3<br>초산일령 27월<br>305유량 10,351kg   | 66호<br>착유우 2,793두<br>(17.4%)<br>평균산차 2.45<br>초산일령 29.5월<br>305유량 9,604kg   | 96호<br>착유우 3,767두<br>(23.4%)<br>평균산차 2.4<br>초산일령 29월<br>305유량 10,612kg  | 101호<br>착유우 3,880두<br>(24.1%)<br>평균산차 2.42<br>초산일령 29월<br>305유량 10,343kg   |
| 낙농진흥회<br>(지역별<br>생산현황)        | 162호<br>141톤/일<br>(16.6%)<br>호당 870kg/일  | 118호<br>174톤/일<br>(18.5%)<br>호당 1474kg/일   | 154호<br>169톤/일<br>(17.9%)<br>호당 1097kg/일   | 240호<br>247톤/일<br>(26.2%)<br>호당 1029kg/일  | 174호<br>195톤/일<br>(20.8%)<br>호당 1121kg/일   |
| 축산물<br>품질평가원<br>(일령별<br>사육두수) | <b>6,768두(16.8%)</b><br>24~35월 : 1,803두<br>36~47월 : 1,640두<br>48~59월 : 1,216두<br>60~71월 : 895두<br>72~83월 : 583두<br>84월~ : 631두 | <b>6,397두(15.8%)</b><br>24~35월 : 1,181두<br>36~47월 : 1,582두<br>48~59월 : 1,187두<br>60~71월 : 869두<br>72~83월 : 504두<br>84월~ : 444두 | <b>7,838두(19.4%)</b><br>24~35월 : 2,105두<br>36~47월 : 1,836두<br>48~59월 : 1,483두<br>60~71월 : 1,026두<br>72~83월 : 712두<br>84월~ : 676두 | <b>10,412두(25.8%)</b><br>24~35월 : 2,875두<br>36~47월 : 2,322두<br>48~59월 : 1,861두<br>60~71월 : 1,394두<br>72~83월 : 922두<br>84월~ : 1,038두 | <b>8,955두(22.2%)</b><br>24~35월 : 2,581두<br>36~47월 : 2,079두<br>48~59월 : 1,686두<br>60~71월 : 1,130두<br>72~83월 : 772두<br>84월~ : 707두 |

- 개발된 예측모형과 실제 시군단위 내에 속하는 낙농가들의 생산량과의 상관관계를 기반으로 해당지역의 기후조건(고온 스트레스), 정책변화(우유생산과잉에 따른 도태권고, 무허가 축사 단속 등에 의한 농가폐업 영향) 등을 고려한 예측모델을 머신러닝 기법을 활용하여 개발함으로써 향후 예측기간 증가에 따른 예측오차를 최소화

- 예측모형이 완성되면 해당자료의 준비, 처리, 수집체계를 자동화 하여 향후 예측결과 추정 시 신속성 확보 및 오류 발생을 최소화

### 1.3.3 지역별 생산예측 프로세스 개요



### 1.3.4 생산예측 모델 실증

#### ① 시군별 클러스터링 관련 행정구역 군집화

- 대단위 생산예측의 군집화 진행을 위하여 129개 시군별 낙농생산성과 사육규모, 지역의 특성을 조사하고 시군별 원유생산 특성을 파악하여 군집화를 진행함
- 원유생산예측에 영향을 미치는 항목을 모두 조사하여 생산성(5년 평균 호당 생산량, 5년 평균 호당 생산량 증감률, 두당 산유량, 경산우 비율), 사육규모(호당 경산우 사육두수), 사육유사성(위도, 경도)의 6가지 항목을 추출하고 추출된 항목의 영향력을 파악함
- 시군별 군집화를 위한 특성을 생산성(두당산유량), 사육규모(호당생산량), 사육유사성(거리), 발전가능성(5년 생산량 증가) 4가지 항목을 기준으로 전국 시군의 유사성을 검토하여 17개 군집화 진행
  - ※ 생산예측에 영향을 미치는 4가지 항목의 가중치를 조정하여 시군별 유사성 변화 확인 후 17개 시군별 그룹 생성
  - ※ 항목별 적용 가중치 : 생산성(35%), 사육규모(40%), 사육유사성(10%), 발전가능성(15%)
- 17개 시군별 그룹 생성 후 농가수와 생산량이 적은 그룹을 유사 그룹으로 포함시켜 최종14개 군집화 하여 정형화 함

[표1-44] 시군별 클러스터링 결과

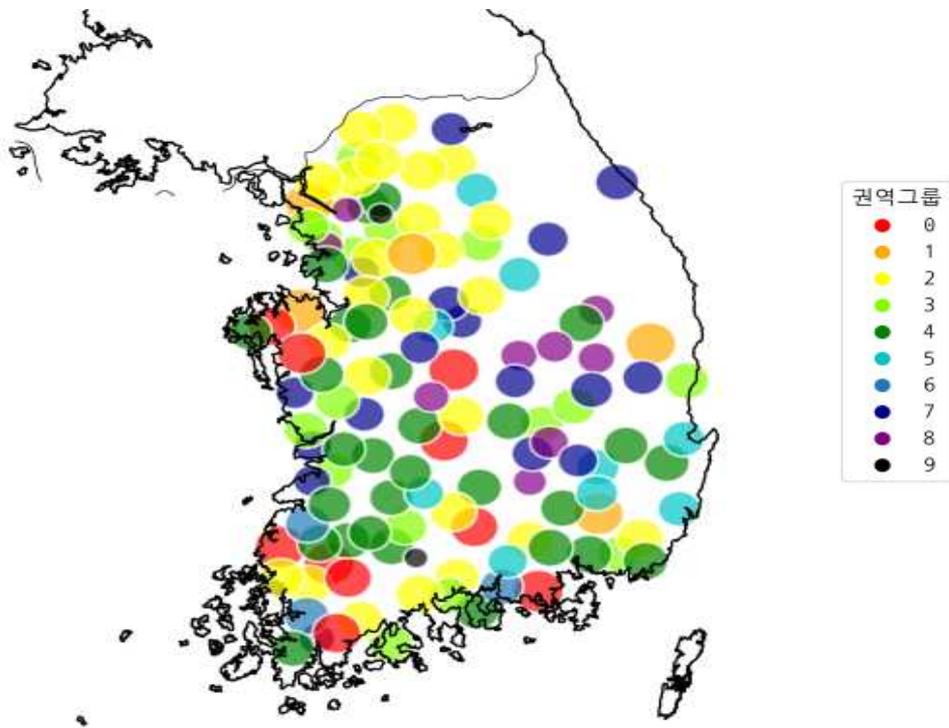
| 군집 | 지역     | 그룹 | 평균농가수 | 두당산유량 | 호당 생산량 | 경산우비율 | 크기   |
|----|--------|----|-------|-------|--------|-------|------|
| A  | 경남 고성군 | 0  | 62    | 29.0  | 798.9  | 57.3% | 0.81 |
| A  | 경남 산청군 | 0  | 20    | 27.7  | 676.8  | 53.9% | 0.74 |
| A  | 광주시    | 0  | 11    | 30.6  | 727.7  | 53.8% | 0.81 |
| A  | 전남 영광군 | 0  | 29    | 29.6  | 864.6  | 57.0% | 0.83 |
| A  | 전남 장흥군 | 0  | 6     | 29.0  | 665.3  | 59.3% | 0.75 |
| A  | 전남 화순군 | 0  | 35    | 27.8  | 664.0  | 59.5% | 0.72 |
| A  | 전북 무주군 | 0  | 10    | 29.0  | 713.1  | 56.2% | 0.79 |
| A  | 충남 서산시 | 0  | 65    | 27.5  | 635.1  | 58.0% | 0.72 |
| A  | 충남 홍성군 | 0  | 83    | 28.5  | 746.4  | 59.0% | 0.78 |
| A  | 충북 보은군 | 0  | 47    | 29.5  | 776.6  | 58.6% | 0.83 |
| B  | 경기 김포시 | 2  | 72    | 27.8  | 838.8  | 59.8% | 0.80 |
| B  | 경기 이천시 | 2  | 356   | 27.2  | 977.7  | 58.0% | 0.83 |
| B  | 경남 밀양시 | 2  | 27    | 27.1  | 881.8  | 59.8% | 0.80 |
| B  | 경북 영양군 | 2  | 2     | 24.9  | 1102.3 | 58.7% | 0.83 |
| B  | 충남 당진시 | 2  | 161   | 28.4  | 1073.4 | 58.7% | 0.88 |
| C  | 강원 홍천군 | 8  | 49    | 24.1  | 405.5  | 59.4% | 0.59 |
| C  | 경남 진주시 | 8  | 50    | 22.9  | 368.6  | 59.4% | 0.52 |
| C  | 경북 경산시 | 8  | 80    | 24.1  | 431.7  | 61.3% | 0.59 |
| C  | 경북 청도군 | 8  | 21    | 24.1  | 394.6  | 59.3% | 0.58 |
| C  | 경북 포항시 | 8  | 50    | 23.3  | 394.8  | 64.1% | 0.57 |
| C  | 울산광역시  | 8  | 31    | 23.4  | 422.2  | 58.8% | 0.57 |
| C  | 전북 장수군 | 8  | 4     | 24.2  | 205.2  | 61.0% | 0.50 |
| C  | 충북 제천시 | 8  | 11    | 24.5  | 368.8  | 65.2% | 0.59 |
| C  | 충북 증평군 | 8  | 14    | 23.8  | 344.4  | 67.6% | 0.55 |
| D  | 경기 광주시 | 1  | 38    | 27.7  | 394.2  | 56.7% | 0.67 |
| D  | 경기 동두천 | 1  | 15    | 28.0  | 385.8  | 60.1% | 0.68 |
| D  | 경기 수원시 | 1  | 10    | 27.1  | 456.3  | 62.2% | 0.66 |

| 군집 | 지역     | 그룹 | 평균농가수 | 두당산유량 | 호당 생산량 | 경산우비율 | 크기   |
|----|--------|----|-------|-------|--------|-------|------|
| D  | 강원 원주시 | 5  | 29    | 24.9  | 466.1  | 57.5% | 0.63 |
| D  | 경기 시흥시 | 5  | 6     | 25.4  | 389.8  | 66.6% | 0.60 |
| D  | 경남 김해시 | 5  | 41    | 25.3  | 426.4  | 61.6% | 0.62 |
| D  | 경북 구미시 | 5  | 50    | 25.4  | 362.9  | 66.1% | 0.60 |
| D  | 경북 군위군 | 5  | 21    | 25.0  | 469.6  | 59.3% | 0.63 |
| D  | 경북 영덕군 | 5  | 2     | 24.6  | 465.5  | 61.0% | 0.63 |
| D  | 인천시    | 5  | 97    | 24.6  | 421.0  | 61.4% | 0.58 |
| D  | 전남 고흥군 | 5  | 42    | 25.8  | 462.0  | 59.9% | 0.61 |
| D  | 전남 광양시 | 5  | 5     | 26.5  | 324.6  | 69.4% | 0.60 |
| D  | 전북 김제시 | 5  | 47    | 24.6  | 366.6  | 59.6% | 0.55 |
| D  | 전북 남원시 | 5  | 99    | 25.3  | 446.8  | 59.5% | 0.60 |
| D  | 충남 부여군 | 5  | 80    | 26.1  | 477.6  | 62.2% | 0.63 |
| D  | 충남 서천군 | 5  | 41    | 26.2  | 438.6  | 64.0% | 0.62 |
| E  | 강원 철원군 | 3  | 161   | 25.6  | 804.9  | 58.7% | 0.74 |
| E  | 경기 가평군 | 3  | 65    | 27.0  | 679.7  | 58.7% | 0.74 |
| E  | 경기 양주시 | 3  | 180   | 26.6  | 697.2  | 58.8% | 0.73 |
| E  | 경기 용인시 | 3  | 50    | 26.3  | 747.4  | 58.5% | 0.73 |
| E  | 경기 파주시 | 3  | 316   | 26.7  | 746.6  | 59.3% | 0.74 |
| E  | 경기 평택시 | 3  | 290   | 26.4  | 708.2  | 59.4% | 0.72 |
| E  | 경기 포천시 | 3  | 316   | 26.4  | 777.6  | 59.3% | 0.75 |
| E  | 전남 나주시 | 3  | 116   | 25.7  | 792.2  | 59.5% | 0.70 |
| E  | 충남 공주시 | 3  | 67    | 26.8  | 702.1  | 58.5% | 0.73 |
| F  | 강원 춘천시 | 4  | 16    | 25.8  | 604.2  | 57.4% | 0.69 |
| F  | 강원 횡성군 | 4  | 55    | 24.6  | 614.6  | 60.8% | 0.67 |
| F  | 경기 고양시 | 4  | 76    | 25.6  | 633.4  | 59.3% | 0.68 |
| F  | 경기 양평군 | 4  | 109   | 25.7  | 628.1  | 59.6% | 0.69 |
| F  | 경기 여주시 | 4  | 227   | 25.2  | 644.8  | 59.7% | 0.68 |
| F  | 경기 연천군 | 4  | 203   | 25.9  | 689.3  | 58.6% | 0.71 |
| F  | 경남 양산시 | 4  | 33    | 26.6  | 609.2  | 59.3% | 0.71 |
| F  | 경남 의령군 | 4  | 33    | 25.6  | 642.6  | 59.3% | 0.68 |
| F  | 경남 하동군 | 4  | 28    | 25.2  | 662.4  | 57.0% | 0.67 |
| F  | 경남 함양군 | 4  | 10    | 26.5  | 694.6  | 57.9% | 0.71 |
| F  | 전남 보성군 | 4  | 36    | 26.6  | 597.4  | 59.5% | 0.67 |
| F  | 전남 순천시 | 4  | 77    | 26.8  | 672.3  | 60.9% | 0.70 |
| F  | 전남 함평군 | 4  | 57    | 26.9  | 598.9  | 58.6% | 0.67 |
| F  | 충남 예산군 | 4  | 191   | 25.0  | 655.6  | 59.8% | 0.66 |
| F  | 충북 영동군 | 4  | 28    | 26.5  | 596.2  | 61.6% | 0.69 |
| F  | 충북 진천군 | 4  | 89    | 25.9  | 677.3  | 59.0% | 0.70 |
| F  | 충북 충주시 | 4  | 32    | 26.1  | 616.4  | 60.5% | 0.70 |
| G  | 경남 사천시 | 10 | 47    | 20.9  | 803.4  | 60.6% | 0.60 |
| G  | 전남 영암군 | 10 | 55    | 22.6  | 938.9  | 61.7% | 0.66 |
| G  | 전북 고창군 | 10 | 134   | 22.8  | 846.7  | 61.4% | 0.65 |
| H  | 경기 남양주 | 6  | 108   | 24.2  | 484.9  | 60.3% | 0.60 |
| H  | 경남 거창군 | 6  | 18    | 25.7  | 545.3  | 61.4% | 0.65 |
| H  | 경남 남해군 | 6  | 9     | 25.6  | 579.4  | 60.0% | 0.65 |
| H  | 경북 김천시 | 6  | 114   | 24.9  | 548.8  | 61.9% | 0.64 |
| H  | 세종자치시  | 6  | 124   | 25.9  | 524.6  | 58.8% | 0.65 |

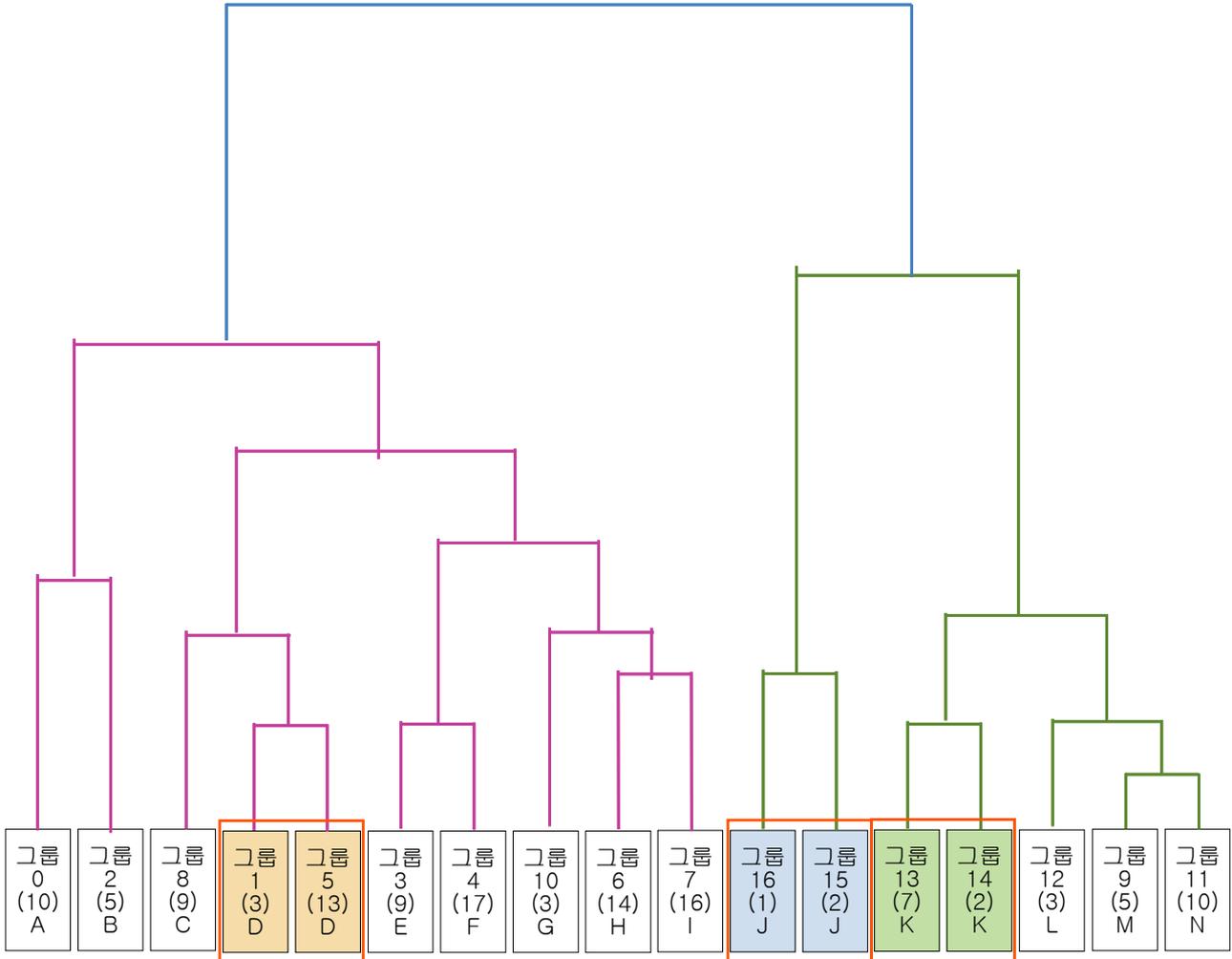
| 군집 | 지역     | 그룹 | 평균농가수 | 두당산유량 | 호당 생산량 | 경산우비율 | 크기   |
|----|--------|----|-------|-------|--------|-------|------|
| H  | 전남 담양군 | 6  | 18    | 25.5  | 531.2  | 60.9% | 0.62 |
| H  | 전남 장성군 | 6  | 18    | 24.9  | 614.1  | 60.6% | 0.63 |
| H  | 전북 순창군 | 6  | 26    | 23.9  | 528.9  | 60.8% | 0.58 |
| H  | 전북 완주군 | 6  | 64    | 24.4  | 575.7  | 61.3% | 0.62 |
| H  | 전북 익산시 | 6  | 48    | 23.7  | 536.2  | 62.4% | 0.58 |
| H  | 전북 임실군 | 6  | 88    | 24.8  | 528.5  | 60.4% | 0.61 |
| H  | 충남 아산시 | 6  | 249   | 23.9  | 511.1  | 60.3% | 0.59 |
| H  | 충남 청양군 | 6  | 17    | 25.8  | 518.8  | 61.1% | 0.64 |
| H  | 충남 태안군 | 6  | 50    | 24.3  | 574.0  | 58.2% | 0.61 |
| I  | 경기 구리시 | 7  | 2     | 22.7  | 721.5  | 57.7% | 0.63 |
| I  | 경기 안성시 | 7  | 313   | 23.3  | 601.1  | 61.3% | 0.61 |
| I  | 경기 화성시 | 7  | 547   | 23.9  | 652.6  | 59.8% | 0.64 |
| I  | 경남 창녕군 | 7  | 32    | 24.3  | 582.1  | 58.5% | 0.63 |
| I  | 경남 창원시 | 7  | 55    | 24.9  | 661.9  | 61.5% | 0.67 |
| I  | 경남 함안군 | 7  | 56    | 24.0  | 697.5  | 59.7% | 0.66 |
| I  | 경북 경주시 | 7  | 260   | 24.6  | 626.7  | 60.4% | 0.67 |
| I  | 경북 영주시 | 7  | 22    | 24.0  | 653.2  | 61.2% | 0.66 |
| I  | 경북 영천시 | 7  | 61    | 23.6  | 640.3  | 62.2% | 0.65 |
| I  | 부산광역시  | 7  | 13    | 24.5  | 636.8  | 67.0% | 0.66 |
| I  | 전남 곡성군 | 7  | 23    | 24.1  | 707.1  | 62.6% | 0.65 |
| I  | 전남 해남군 | 7  | 22    | 23.7  | 662.5  | 60.5% | 0.60 |
| I  | 전북 정읍시 | 7  | 124   | 23.2  | 688.1  | 62.2% | 0.61 |
| I  | 전북 진안군 | 7  | 22    | 23.1  | 603.5  | 61.7% | 0.59 |
| I  | 충남 금산군 | 7  | 30    | 24.0  | 681.1  | 59.6% | 0.65 |
| I  | 충남 천안시 | 7  | 251   | 23.7  | 684.4  | 60.6% | 0.64 |
| J  | 경기 하남시 | 15 | 6     | 13.0  | 152.7  | 70.9% | 0.20 |
| J  | 전남 구례군 | 15 | 5     | 10.9  | 364.6  | 63.3% | 0.19 |
| J  | 전남 무안군 | 16 | 14    | 8.0   | 535.1  | 70.4% | 0.15 |
| K  | 경북 고령군 | 13 | 21    | 18.8  | 196.2  | 66.4% | 0.37 |
| K  | 경북 문경시 | 13 | 44    | 20.6  | 280.3  | 64.6% | 0.45 |
| K  | 경북 봉화군 | 13 | 6     | 19.4  | 276.6  | 64.4% | 0.43 |
| K  | 경북 안동시 | 13 | 14    | 19.1  | 371.8  | 68.0% | 0.45 |
| K  | 경북 예천군 | 13 | 20    | 20.2  | 345.1  | 61.4% | 0.47 |
| K  | 경북 칠곡군 | 13 | 30    | 21.1  | 351.6  | 60.9% | 0.48 |
| K  | 충북 옥천군 | 13 | 26    | 20.1  | 298.7  | 60.8% | 0.43 |
| K  | 경기 안산시 | 14 | 12    | 17.2  | 422.5  | 63.4% | 0.39 |
| K  | 서울특별시  | 14 | 2     | 17.4  | 106.1  | 66.2% | 0.31 |
| L  | 강원 평창군 | 12 | 34    | 20.2  | 634.2  | 57.2% | 0.56 |
| L  | 충남 보령시 | 12 | 82    | 19.3  | 587.5  | 59.4% | 0.48 |
| L  | 충북 청주시 | 12 | 179   | 20.5  | 519.7  | 61.2% | 0.51 |
| M  | 강원 강릉시 | 9  | 18    | 22.5  | 554.0  | 61.4% | 0.61 |
| M  | 경북 성주군 | 9  | 21    | 21.7  | 574.8  | 63.6% | 0.56 |
| M  | 경북 의성군 | 9  | 15    | 23.3  | 490.7  | 57.4% | 0.59 |
| M  | 충남 논산시 | 9  | 80    | 22.3  | 515.5  | 64.1% | 0.55 |
| M  | 충북 음성군 | 9  | 61    | 22.8  | 538.7  | 59.8% | 0.58 |
| N  | 강원 화천군 | 11 | 4     | 22.1  | 370.4  | 62.1% | 0.53 |
| N  | 경기 오산시 | 11 | 5     | 21.7  | 270.0  | 60.0% | 0.46 |

| 군집 | 지역     | 그룹 | 평균농가수 | 두당산유량 | 호당 생산량 | 경산우비율 | 크기   |
|----|--------|----|-------|-------|--------|-------|------|
| N  | 경북 상주시 | 11 | 68    | 21.2  | 458.5  | 61.1% | 0.52 |
| N  | 경북 청송군 | 11 | 9     | 21.7  | 428.4  | 65.5% | 0.54 |
| N  | 대구광역시  | 11 | 37    | 21.4  | 428.1  | 63.9% | 0.52 |
| N  | 전남 강진군 | 11 | 6     | 19.9  | 383.3  | 62.4% | 0.42 |
| N  | 전북 군산시 | 11 | 27    | 21.7  | 393.6  | 64.1% | 0.48 |
| N  | 전북 부안군 | 11 | 30    | 20.6  | 414.1  | 63.2% | 0.46 |
| N  | 제주자치도  | 11 | 91    | 21.1  | 488.7  | 58.2% | 0.47 |
| N  | 충북 괴산군 | 11 | 22    | 21.3  | 455.1  | 62.6% | 0.52 |

[그림1-24] 그룹별 전국 분포현황



[그림1-25] 계층적 군집화 기법을 적용하여 형성된 군집의 정보(Dendrogram)



※ ( ) : 군집화된 그룹의 크기를 의미함

㉒ 대단위 생산예측 자료 활용을 위한 기초자료 생성

- 온·습도 자료 활용을 위해 시군과 기상청 지점과 매칭
  - 129개 시군의 생산량과 연관된 온·습도의 자료를 활용하기 위하여 시군과 기상청 지점과의 매칭 작업을 위하여 시군과 기상청 지점의 위·경도를 전수 조사함
  - 조사한 위·경도 정보를 활용하여 시군과 기상청 지점의 N×N 연결 방식으로 모든 시군과 기상청 지점과의 거리를 모두 산출
  - 시군과 기상청 지점과의 산출된 거리를 기준으로 전국 시군에서 가장 인접한 기상청 지점 매칭 작업을 진행함

[표1-45] 129개 시군과 기상청 지점의 위·경도를 기준으로 거리 산출

| 시도   | 시군   | 위도  | 경도          | 지점번호        | 지점명  | 거리  | 지점번호 |          |          |          |          |          |          |          |          |  |
|------|------|-----|-------------|-------------|------|-----|------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--|
|      |      |     |             |             |      |     | 90   | 93       | 95       | 98       | 99       | 100      | 101      | 102      |          |  |
|      |      |     |             |             |      |     | 지점명  | 속초       | 북춘천      | 철원       | 동두천      | 파주       | 대관령      | 춘천       | 백령도      |  |
|      |      |     |             |             |      |     | 위도   | 38.25085 | 37.94738 | 38.14787 | 37.90188 | 37.88589 | 37.67713 | 37.90262 | 37.97396 |  |
|      |      |     |             |             |      |     | 경도   | 128.5647 | 127.7544 | 127.3042 | 127.0607 | 126.7665 | 128.7183 | 127.7357 | 124.7124 |  |
| 코드   | 시도   | 시군  | 위도          | 경도          | 지점번호 | 지점명 | 거리   |          |          |          |          |          |          |          |          |  |
| 3749 | 경상북도 | 문경시 | 36.58649843 | 128.1867368 | 273  | 문경  | 5.7  | 188.3    | 156.3    | 190.5    | 177.2    | 191.7    | 130.3    | 151.9    | 344.3    |  |
| 3720 | 경상북도 | 경산시 | 35.82521256 | 128.7415327 | 143  | 대구  | 9.9  | 270.5    | 252.1    | 288.4    | 275.4    | 289.1    | 206.2    | 248.0    | 431.1    |  |
| 3732 | 경상북도 | 군위군 | 36.2431097  | 128.5729844 | 278  | 의성  | 16.3 | 223.5    | 203.2    | 240.0    | 228.3    | 243.3    | 160.2    | 199.1    | 393.1    |  |
| 3733 | 경상북도 | 의성군 | 36.35287756 | 128.6971422 | 278  | 의성  | 0.8  | 211.6    | 196.2    | 234.9    | 225.4    | 241.8    | 147.4    | 192.5    | 396.8    |  |
| 3735 | 경상북도 | 정송군 | 36.43648387 | 129.0571658 | 276  | 정송군 | 1.5  | 206.6    | 204.0    | 245.7    | 240.8    | 259.5    | 141.3    | 200.9    | 421.5    |  |
| 3736 | 경상북도 | 영양군 | 36.66685371 | 129.1123367 | 276  | 정송군 | 26.6 | 182.8    | 186.5    | 229.7    | 227.9    | 248.2    | 117.8    | 183.8    | 415.8    |  |
| 3737 | 경상북도 | 영덕군 | 36.41509549 | 129.3660954 | 277  | 영덕  | 13.7 | 216.3    | 222.5    | 265.6    | 263.1    | 282.8    | 151.8    | 219.9    | 447.6    |  |
| 3742 | 경상북도 | 청도군 | 35.6475931  | 128.7343186 | 288  | 밀양  | 17.4 | 290.2    | 270.5    | 306.1    | 292.0    | 304.7    | 225.9    | 266.3    | 442.1    |  |
| 3743 | 경상북도 | 고령군 | 35.72634171 | 128.2629099 | 285  | 합천  | 19.8 | 282.3    | 251.4    | 282.7    | 264.8    | 274.9    | 220.9    | 246.8    | 403.2    |  |
| 3744 | 경상북도 | 성주군 | 35.9191519  | 128.2830381 | 279  | 구미  | 23.8 | 260.8    | 230.6    | 262.9    | 246.1    | 257.2    | 199.5    | 226.1    | 391.4    |  |
| 3745 | 경상북도 | 철곡군 | 35.99570033 | 128.40177   | 279  | 구미  | 16.7 | 251.5    | 224.8    | 258.6    | 243.4    | 255.8    | 189.3    | 220.4    | 395.1    |  |
| 3750 | 경상북도 | 예천군 | 36.646798   | 128.4374435 | 136  | 안동  | 25.5 | 178.9    | 156.9    | 194.8    | 185.4    | 202.3    | 117.4    | 153.0    | 361.4    |  |
| 3752 | 경상북도 | 봉화군 | 36.89323935 | 128.732548  | 271  | 봉화  | 17.1 | 151.9    | 145.8    | 188.2    | 185.6    | 206.0    | 87.3     | 142.8    | 375.1    |  |
| 3753 | 경상북도 | 울진군 | 36.9932551  | 129.4005861 | 130  | 울진  | 1.1  | 158.2    | 180.1    | 225.2    | 230.2    | 253.1    | 97.2     | 178.6    | 428.2    |  |
| 3754 | 경상북도 | 울릉군 | 37.48461368 | 130.9058579 | 115  | 울릉도 | 0.7  | 222.7    | 282.2    | 325.2    | 341.9    | 367.4    | 194.2    | 283.1    | 547.9    |  |
| 3814 | 경상남도 | 창원시 | 35.22792071 | 128.6818341 | 255  | 북창원 | 0.9  | 336.7    | 313.9    | 347.5    | 331.1    | 341.9    | 272.7    | 309.5    | 468.2    |  |
| 3813 | 경상남도 | 진주시 | 35.1800746  | 128.1075831 | 192  | 진주  | 6.4  | 344.3    | 309.7    | 338.1    | 317.1    | 324.2    | 283.3    | 304.9    | 434.5    |  |
| 3816 | 경상남도 | 통영시 | 34.85461195 | 128.433138  | 162  | 통영  | 1.0  | 378.3    | 349.6    | 380.3    | 360.8    | 369.0    | 315.2    | 345.0    | 481.2    |  |
| 3843 | 경상남도 | 사천시 | 35.00383084 | 128.0641838 | 192  | 진주  | 17.9 | 364.2    | 328.8    | 356.5    | 334.9    | 341.2    | 303.3    | 324.0    | 446.4    |  |
| 3818 | 경상남도 | 김해시 | 35.22894886 | 128.8893056 | 253  | 김해시 | 0.4  | 337.6    | 319.2    | 354.4    | 339.5    | 351.4    | 273.0    | 315.0    | 482.3    |  |

- 시군과 연결된 기상청 지점의 거리 산출 자료를 활용하여 최단 거리의 시군과 기상청 지점을 작성하고 코드화 하여 데이터베이스에 저장함

[표1-46] 시군별 기상청 지점 연결 결과

| 시군코드 | 시도      | 시군      | 지점번호 | 지점명 |
|------|---------|---------|------|-----|
| 1100 | 서울특별시   | 서울특별시   | 108  | 서울  |
| 2100 | 부산광역시   | 부산광역시   | 159  | 부산  |
| 2200 | 대구광역시   | 대구광역시   | 143  | 대구  |
| 2300 | 인천광역시   | 인천광역시   | 112  | 인천  |
| 2400 | 광주광역시   | 광주광역시   | 156  | 광주  |
| 2500 | 대전광역시   | 대전광역시   | 133  | 대전  |
| 2600 | 울산광역시   | 울산광역시   | 152  | 울산  |
| 2700 | 세종특별자치시 | 세종특별자치시 | 239  | 세종  |
| 3111 | 경기도     | 수원시     | 119  | 수원  |
| 3112 | 경기도     | 성남시     | 108  | 서울  |
| 3138 | 경기도     | 고양시     | 108  | 서울  |
| 3145 | 경기도     | 용인시     | 119  | 수원  |
| 3115 | 경기도     | 부천시     | 112  | 인천  |
| 3129 | 경기도     | 안산시     | 119  | 수원  |
| 3114 | 경기도     | 안양시     | 119  | 수원  |
| 3132 | 경기도     | 남양주시    | 108  | 서울  |
| 3135 | 경기도     | 화성시     | 119  | 수원  |
| 3120 | 경기도     | 평택시     | 232  | 천안  |
| 3113 | 경기도     | 의정부시    | 98   | 동두천 |
| 3125 | 경기도     | 시흥시     | 112  | 인천  |
| 3137 | 경기도     | 파주시     | 99   | 파주  |
| 3116 | 경기도     | 광명시     | 108  | 서울  |
| 3147 | 경기도     | 김포시     | 112  | 인천  |
| 3126 | 경기도     | 군포시     | 119  | 수원  |
| 3139 | 경기도     | 광주시     | 202  | 양평  |
| 3144 | 경기도     | 이천시     | 203  | 이천  |
| 3131 | 경기도     | 양주시     | 98   | 동두천 |
| 3124 | 경기도     | 오산시     | 119  | 수원  |
| 3119 | 경기도     | 구리시     | 108  | 서울  |
| 3146 | 경기도     | 안성시     | 232  | 천안  |

|      |      |      |     |     |
|------|------|------|-----|-----|
| 3141 | 경기도  | 포천시  | 98  | 동두천 |
| 3127 | 경기도  | 의왕시  | 119 | 수원  |
| 3128 | 경기도  | 하남시  | 108 | 서울  |
| 3133 | 경기도  | 여주시  | 203 | 이천  |
| 3143 | 경기도  | 양평군  | 202 | 양평  |
| 3118 | 경기도  | 동두천시 | 98  | 동두천 |
| 3121 | 경기도  | 과천시  | 108 | 서울  |
| 3142 | 경기도  | 가평군  | 101 | 춘천  |
| 3140 | 경기도  | 연천군  | 95  | 철원  |
| 3211 | 강원도  | 춘천시  | 101 | 춘천  |
| 3212 | 강원도  | 원주시  | 114 | 원주  |
| 3214 | 강원도  | 강릉시  | 105 | 강릉  |
| 3213 | 강원도  | 동해시  | 106 | 동해  |
| 3216 | 강원도  | 태백시  | 216 | 태백  |
| 3215 | 강원도  | 속초시  | 90  | 속초  |
| 3217 | 강원도  | 삼척시  | 106 | 동해  |
| 3232 | 강원도  | 홍천군  | 212 | 홍천  |
| 3233 | 강원도  | 횡성군  | 114 | 원주  |
| 3235 | 강원도  | 영월군  | 121 | 영월  |
| 3236 | 강원도  | 평창군  | 121 | 영월  |
| 3237 | 강원도  | 정선군  | 217 | 정선군 |
| 3238 | 강원도  | 철원군  | 95  | 철원  |
| 3239 | 강원도  | 화천군  | 93  | 북춘천 |
| 3240 | 강원도  | 양구군  | 211 | 인제  |
| 3241 | 강원도  | 인제군  | 211 | 인제  |
| 3242 | 강원도  | 고성군  | 90  | 속초  |
| 3243 | 강원도  | 양양군  | 90  | 속초  |
| 3311 | 충청북도 | 청주시  | 131 | 청주  |
| 3312 | 충청북도 | 충주시  | 127 | 충주  |
| 3313 | 충청북도 | 제천시  | 221 | 제천  |
| 3331 | 충청북도 | 청원군  | 131 | 청주  |
| 3332 | 충청북도 | 보은군  | 226 | 보은  |
| 3333 | 충청북도 | 옥천군  | 133 | 대전  |
| 3334 | 충청북도 | 영동군  | 135 | 주동령 |
| 3335 | 충청북도 | 진천군  | 232 | 천안  |
| 3336 | 충청북도 | 괴산군  | 127 | 충주  |
| 3337 | 충청북도 | 음성군  | 127 | 충주  |
| 3340 | 충청북도 | 단양군  | 272 | 영주  |
| 3338 | 충청북도 | 증평군  | 131 | 청주  |
| 3411 | 충청남도 | 천안시  | 232 | 천안  |
| 3412 | 충청남도 | 공주시  | 238 | 금산  |
| 3438 | 충청남도 | 보령시  | 235 | 보령  |
| 3444 | 충청남도 | 아산시  | 232 | 천안  |
| 3415 | 충청남도 | 서산시  | 129 | 서산  |
| 3435 | 충청남도 | 논산시  | 236 | 부여  |
| 3413 | 충청남도 | 계룡시  | 133 | 대전  |
| 3443 | 충청남도 | 당진시  | 129 | 서산  |
| 3431 | 충청남도 | 금산군  | 238 | 금산  |
| 3436 | 충청남도 | 부여군  | 236 | 부여  |
| 3437 | 충청남도 | 서천군  | 140 | 군산  |
| 3439 | 충청남도 | 청양군  | 236 | 부여  |
| 3440 | 충청남도 | 홍성군  | 177 | 홍성  |
| 3441 | 충청남도 | 예산군  | 177 | 홍성  |
| 3446 | 충청남도 | 태안군  | 129 | 서산  |
| 3511 | 전라북도 | 전주시  | 146 | 전주  |

|      |      |     |     |     |
|------|------|-----|-----|-----|
| 3512 | 전라북도 | 군산시 | 140 | 군산  |
| 3513 | 전라북도 | 익산시 | 140 | 군산  |
| 3538 | 전라북도 | 정읍시 | 245 | 정읍  |
| 3515 | 전라북도 | 남원시 | 247 | 남원  |
| 3516 | 전라북도 | 김제시 | 243 | 부안  |
| 3531 | 전라북도 | 완주군 | 146 | 전주  |
| 3532 | 전라북도 | 진안군 | 248 | 장수  |
| 3533 | 전라북도 | 무주군 | 238 | 금산  |
| 3534 | 전라북도 | 장수군 | 248 | 장수  |
| 3535 | 전라북도 | 임실군 | 244 | 임실  |
| 3537 | 전라북도 | 순창군 | 254 | 순창군 |
| 3539 | 전라북도 | 고창군 | 251 | 고창군 |
| 3540 | 전라북도 | 부안군 | 243 | 부안  |
| 3611 | 전라남도 | 목포시 | 165 | 목포  |
| 3612 | 전라남도 | 여수시 | 168 | 여수  |
| 3613 | 전라남도 | 순천시 | 174 | 순천  |
| 3614 | 전라남도 | 나주시 | 156 | 광주  |
| 3616 | 전라남도 | 광양시 | 266 | 광양시 |
| 3632 | 전라남도 | 담양군 | 254 | 순창군 |
| 3633 | 전라남도 | 곡성군 | 254 | 순창군 |
| 3634 | 전라남도 | 구례군 | 174 | 순천  |
| 3638 | 전라남도 | 고흥군 | 262 | 고흥  |
| 3639 | 전라남도 | 보성군 | 258 | 보성군 |
| 3640 | 전라남도 | 화순군 | 156 | 광주  |
| 3641 | 전라남도 | 장흥군 | 260 | 장흥  |
| 3642 | 전라남도 | 강진군 | 259 | 강진군 |
| 3643 | 전라남도 | 해남군 | 261 | 해남  |
| 3644 | 전라남도 | 영암군 | 259 | 강진군 |
| 3645 | 전라남도 | 무안군 | 165 | 목포  |
| 3647 | 전라남도 | 함평군 | 252 | 영광군 |
| 3648 | 전라남도 | 영광군 | 252 | 영광군 |
| 3649 | 전라남도 | 장성군 | 251 | 고창군 |
| 3650 | 전라남도 | 완도군 | 170 | 완도  |
| 3651 | 전라남도 | 진도군 | 268 | 진도군 |
| 3652 | 전라남도 | 신안군 | 165 | 목포  |
| 3711 | 경상북도 | 포항시 | 138 | 포항  |
| 3712 | 경상북도 | 경주시 | 283 | 경주시 |
| 3713 | 경상북도 | 김천시 | 135 | 추풍령 |
| 3714 | 경상북도 | 안동시 | 136 | 안동  |
| 3715 | 경상북도 | 구미시 | 279 | 구미  |
| 3716 | 경상북도 | 영주시 | 272 | 영주  |
| 3717 | 경상북도 | 영천시 | 281 | 영천  |
| 3718 | 경상북도 | 상주시 | 137 | 상주  |
| 3749 | 경상북도 | 문경시 | 273 | 문경  |
| 3720 | 경상북도 | 경산시 | 143 | 대구  |
| 3732 | 경상북도 | 군위군 | 278 | 의성  |
| 3733 | 경상북도 | 의성군 | 278 | 의성  |
| 3735 | 경상북도 | 청송군 | 276 | 청송군 |
| 3736 | 경상북도 | 영양군 | 276 | 청송군 |
| 3737 | 경상북도 | 영덕군 | 277 | 영덕  |
| 3742 | 경상북도 | 청도군 | 288 | 밀양  |
| 3743 | 경상북도 | 고령군 | 285 | 합천  |
| 3744 | 경상북도 | 성주군 | 279 | 구미  |
| 3745 | 경상북도 | 칠곡군 | 279 | 구미  |
| 3750 | 경상북도 | 예천군 | 136 | 안동  |

|      |         |      |     |     |
|------|---------|------|-----|-----|
| 3752 | 경상북도    | 봉화군  | 271 | 봉화  |
| 3753 | 경상북도    | 울진군  | 130 | 울진  |
| 3754 | 경상북도    | 울릉군  | 115 | 울릉도 |
| 3814 | 경상남도    | 창원시  | 255 | 북창원 |
| 3813 | 경상남도    | 진주시  | 192 | 진주  |
| 3816 | 경상남도    | 통영시  | 162 | 통영  |
| 3843 | 경상남도    | 사천시  | 192 | 진주  |
| 3818 | 경상남도    | 김해시  | 253 | 김해시 |
| 3819 | 경상남도    | 밀양시  | 288 | 밀양  |
| 3841 | 경상남도    | 거제시  | 294 | 거제  |
| 3836 | 경상남도    | 양산시  | 257 | 양산시 |
| 3832 | 경상남도    | 의령군  | 263 | 의령군 |
| 3833 | 경상남도    | 함안군  | 263 | 의령군 |
| 3834 | 경상남도    | 창녕군  | 288 | 밀양  |
| 3842 | 경상남도    | 고성군  | 162 | 통영  |
| 3844 | 경상남도    | 남해군  | 295 | 남해  |
| 3845 | 경상남도    | 하동군  | 266 | 광양시 |
| 3846 | 경상남도    | 산청군  | 288 | 밀양  |
| 3847 | 경상남도    | 함양군  | 264 | 함양군 |
| 3848 | 경상남도    | 거창군  | 284 | 거창  |
| 3849 | 경상남도    | 합천군  | 285 | 합천  |
| 3911 | 제주특별자치도 | 제주시  | 184 | 제주  |
| 3912 | 제주특별자치도 | 서귀포시 | 189 | 서귀포 |

○ 이력제 자료를 이용한 개체별 이력자료 생성

- 축산물품질평가원에서 생성되는 이력제 자료를 활용하기 위하여 개체의 이벤트 건별로 되어 있는 원시자료를 개체별 이력자료(출산, 분만, 도태)를 연결하고, 산차를 개체별 최대 9산차 까지 한정하여 개체별 이력자료를 생성함
- 생성된 개체별 이력자료 활용을 위하여 자료의 오류처리 작업을 산출기준에 따라 정제 작업을 진행함

※ 산출기준 : ① 2011년 구제역 발생 이후 개체별 데이터

② 초산일 경우 23~36개월 이내 송아지를 분만한 개체

③ 2산차 이후일 경우 10~30개월 이내 송아지를 분만한 개체

[표1-47] 이력제 원시 데이터(축산물품질평가원)

| FARM | ID      | EVENT | EVENT_DATE | AREA         | MO_ID    | BIGO |
|------|---------|-------|------------|--------------|----------|------|
|      | 002 146 | 출생신고  | 20200102   | 경기도 파주시      | 002 111! | 동의   |
|      | 002 145 | 출생신고  | 20200102   | 경기도 양평군      | 002 087! | 동의   |
|      | 002 146 | 출생신고  | 20200102   | 경상북도 영천시     | 002 304! | 동의   |
|      | 002 146 | 출생신고  | 20200102   | 경상북도 영천시     | 002 122! | 동의   |
|      | 002 145 | 출생신고  | 20200102   | 강원도 횡성군      | 002 118! | 동의   |
|      | 002 144 | 출생신고  | 20200102   | 전라북도 임실군     | 002 045! | 동의   |
|      | 002 147 | 출생신고  | 20200102   | 충청남도 당진시     | 002 107! | 동의   |
|      | 002 147 | 출생신고  | 20200102   | 경기도 포천시      | 002 113! | 동의   |
|      | 002 146 | 출생신고  | 20200102   | 경기도 여주시      | 002 126! | 동의   |
|      | 002 141 | 출생신고  | 20200102   | 충청남도 홍성군     | 002 068! | 동의   |
|      | 002 146 | 출생신고  | 20200102   | 충청남도 서산시     | 002 057! | 동의   |
|      | 002 146 | 출생신고  | 20200102   | 충청남도 천안시 서북구 | 002 116! | 동의   |
|      | 002 146 | 출생신고  | 20200102   | 경상남도 진주시     | 002 104! | 동의   |
|      | 002 146 | 출생신고  | 20200102   | 경상남도 진주시     | 002 101! | 동의   |
|      | 002 147 | 출생신고  | 20200102   | 충청남도 보령시     | 002 114! | 동의   |
|      | 002 147 | 출생신고  | 20200102   | 충청남도 보령시     | 002 062! | 동의   |
|      | 002 146 | 출생신고  | 20200102   | 경상남도 고성군     | 002 124! | 동의   |
|      | 002 146 | 출생신고  | 20200102   | 경상남도 고성군     | 002 312! | 동의   |
|      | 002 146 | 출생신고  | 20200102   | 경기도 여주시      | 002 123! | 동의   |
|      | 002 147 | 출생신고  | 20200102   | 경기도 연천군      | 002 111! | 동의   |
|      | 002 146 | 출생신고  | 20200102   | 충청남도 천안시 동남구 | 002 125! | 동의   |
|      | 002 146 | 출생신고  | 20200102   | 경기도 파주시      | 002 115! | 동의   |

[표1-48] 개체별 이력제 자료 생성

| 그룹 | 지역명     | 농가코드 | 개체코드 | 모개체코드 | 출생일자     | 도대일자     | 1산       |     |         |      | 2산       |     |         |      | 3산       |     |         |      |  |
|----|---------|------|------|-------|----------|----------|----------|-----|---------|------|----------|-----|---------|------|----------|-----|---------|------|--|
|    |         |      |      |       |          |          | 출생일자     | 개월수 | 사육      | 개체코드 | 출생일자     | 개월수 | 사육      | 개체코드 | 출생일자     | 개월수 | 사육      | 개체코드 |  |
|    | 강원도 강릉시 |      | 21   | 21    | 20201220 |          | 0        |     |         |      |          |     |         |      |          |     |         |      |  |
|    | 강원도 강릉시 |      | 21   | 21    | 20210209 |          | 0        |     |         |      |          |     |         |      |          |     |         |      |  |
|    | 강원도 강릉시 |      | 21   | 21    | 20201204 | 20210108 | 0        |     |         |      |          |     |         |      |          |     |         |      |  |
|    | 강원도 강릉시 |      | 21   | 21    | 20201121 |          | 0        |     |         |      |          |     |         |      |          |     |         |      |  |
|    | 강원도 강릉시 |      | 21   | 21    | 20200902 |          | 0        |     |         |      |          |     |         |      |          |     |         |      |  |
|    | 강원도 강릉시 |      | 21   | 21    | 20181205 | 20200914 | 0        |     |         |      |          |     |         |      |          |     |         |      |  |
|    | 강원도 강릉시 |      | 21   | 21    | 20200829 | 20201207 | 0        |     |         |      |          |     |         |      |          |     |         |      |  |
|    | 강원도 강릉시 |      | 20   | 20    | 20130816 | 20190411 | 20150802 | 23  | 출생신고    | 20   | 20170610 | 22  | 출생신고(육) | 21   |          |     |         |      |  |
|    | 강원도 강릉시 |      | 20   | 20    | 20130820 | 20160420 | 20160309 | 30  | 출생신고(육) | 21   |          |     |         |      |          |     |         |      |  |
|    | 강원도 강릉시 |      | 20   | 20    | 20130825 | 20190121 | 20160311 | 30  | 출생신고(육) | 21   | 20170306 | 11  | 출생신고(육) | 21   |          |     |         |      |  |
|    | 강원도 강릉시 |      | 20   | 20    | 20120930 | 20151107 |          | 0   |         |      |          |     |         |      |          |     |         |      |  |
|    | 강원도 강릉시 |      | 20   | 20    | 20120624 | 20160712 | 20150205 | 31  | 출생신고    | 23   | 20160313 | 13  | 출생신고(육) | 21   |          |     |         |      |  |
|    | 강원도 강릉시 |      | 20   | 20    | 20120624 | 20190417 | 20140730 | 25  | 출생신고    | 23   | 20151203 | 16  | 출생신고(육) | 21   | 20170205 | 14  | 출생신고(육) | 21   |  |
|    | 강원도 강릉시 |      | 20   | 20    | 20120929 | 20173004 | 20141013 | 24  | 출생신고    | 23   | 20150907 | 10  | 출생신고(육) | 23   |          |     |         |      |  |
|    | 강원도 강릉시 |      | 20   | 20    | 20131020 | 20150702 |          | 0   |         |      |          |     |         |      |          |     |         |      |  |
|    | 강원도 강릉시 |      | 20   | 20    | 20131121 | 20190411 | 20160430 | 29  | 출생신고(육) | 21   |          |     |         |      |          |     |         |      |  |
|    | 강원도 강릉시 |      | 20   | 20    | 20140401 | 20190320 | 20160430 | 24  | 출생신고(육) | 21   | 20170928 | 16  | 출생신고(육) | 21   |          |     |         |      |  |
|    | 강원도 강릉시 |      | 20   | 20    | 20140401 | 20190417 | 20160311 | 23  | 출생신고    | 21   |          |     |         |      |          |     |         |      |  |
|    | 강원도 강릉시 |      | 20   | 20    | 20140509 | 20190131 | 20160706 | 25  | 출생신고(육) | 21   |          |     |         |      |          |     |         |      |  |
|    | 강원도 강릉시 |      | 20   | 20    | 20130128 | 20190424 | 20150616 | 28  | 출생신고(육) | 23   | 20161014 | 15  | 출생신고(육) | 23   |          |     |         |      |  |
|    | 강원도 강릉시 |      | 20   | 20    | 20130128 | 20150915 | 20150616 | 28  | 출생신고    | 20   |          |     |         |      |          |     |         |      |  |
|    | 강원도 강릉시 |      | 20   | 20    | 20140521 | 20190411 |          | 0   |         |      |          |     |         |      |          |     |         |      |  |
|    | 강원도 강릉시 |      | 20   | 20    | 20140501 | 20180103 | 20160430 | 23  | 출생신고(육) | 21   | 20170512 | 12  | 출생신고(육) | 21   |          |     |         |      |  |
|    | 강원도 강릉시 |      | 20   | 20    | 20140501 | 20190417 | 20161012 | 29  | 출생신고(육) | 23   |          |     |         |      |          |     |         |      |  |
|    | 강원도 강릉시 |      | 20   | 20    | 20140323 | 20190131 | 20160706 | 27  | 출생신고(육) | 21   |          |     |         |      |          |     |         |      |  |
|    | 강원도 강릉시 |      | 20   | 20    | 20140501 | 20170320 | 20160705 | 26  | 출생신고(육) | 21   |          |     |         |      |          |     |         |      |  |

○ 군집화된 검정자료 생성

- 그룹화된 시군별 검정성적 자료 활용을 위하여 젃소개량사업소와 업무협의를 진행하고, '12년 구제역 발생 이후 발생한 검정성적 자료 활용을 검토함
- 그룹별 산차의 기준은 개체의 특성상 4산차 이상의 경우 유사한 비유곡선을 가지고 있어 1산, 2산, 3산, 4산 이상으로 4가지로 구분하여 자료 생성
- 군집화된 원유생산예측에 검정성적을 사용하기 위하여 그룹별 평균 검정성적 자료를 산차별로 구분하여 원유생산예측에 사용 가능토록 젃소개량사업소에 요청(중앙대 제공)

[표1-49] 연도별 군집화 평균 검정성적 요청양식

| 구분<br>(그룹) | 년도   | 농가수<br>(호) | 평균<br>산차 | 산차 | 경산<br>두수<br>(두) | 착유<br>두수<br>(두) | 월령<br>(월) | 초산<br>월령<br>(월) | 착유<br>일수<br>(일) | 305일 성적    |           | 분만<br>간격<br>(일) | 체세<br>포수<br>(천/Cell) |
|------------|------|------------|----------|----|-----------------|-----------------|-----------|-----------------|-----------------|------------|-----------|-----------------|----------------------|
|            |      |            |          |    |                 |                 |           |                 |                 | 유량<br>(kg) | 유지<br>(%) |                 |                      |
| A          | 2012 | 63         | 2.5      | 1  | 3,612           | 2,944           | 52        | 27              | 192             | 10,329     | 3.95      | 448             | 215                  |
| A          | ...  |            |          | 2  |                 |                 |           |                 |                 |            |           |                 |                      |
| A          | 2021 |            |          | 3  |                 |                 |           |                 |                 |            |           |                 |                      |
| ...        | ...  |            |          | 4↑ |                 |                 |           |                 |                 |            |           |                 |                      |
| N          | 2021 |            |          | 계  |                 |                 |           |                 |                 |            |           |                 |                      |

[표1-50] 연도별 군집화 평균 검정성적 생성자료(젖소개량사업소)

| YEAR | CLUSTER_CODE | FARM_CNT | PARITY_AVG | PARITY | KYUNGSAK_COW | MILKING_COW | MONTH | FIRST_MONTH | MILKING_DAY | PROD_305 | FAT_305 | CALV_INT | CELL |
|------|--------------|----------|------------|--------|--------------|-------------|-------|-------------|-------------|----------|---------|----------|------|
| 2012 | A            | 122      | 2.5        | 3산     | 1079         | 906         | 55.7  | 26.1        | 224         | 10266    | 3.73    | 455      | 328  |
| 2012 | A            | 122      | 2.5        | 4산이상   | 1341         | 1125        | 80.5  | 26          | 214         | 10285    | 3.78    | 447      | 405  |
| 2012 | A            | 122      | 2.5        | 2산     | 1478         | 1242        | 42.2  | 26.9        | 230         | 9815     | 3.72    | 464      | 229  |
| 2012 | A            | 122      | 2.5        | 1산     | 1935         | 1655        | 27.2  | 27.2        | 249         | 8432     | 3.75    | 0        | 185  |
| 2012 | A            | 122      | 2.5        | 계/평균   | 5821         | 4918        | 47.8  | 26.7        | 233         | 9509     | 3.74    | 455      | 271  |
| 2012 | B            | 176      | 2.5        | 1산     | 2442         | 1971        | 28.2  | 28.2        | 253         | 8372     | 3.84    | 0        | 189  |
| 2012 | B            | 176      | 2.5        | 2산     | 1676         | 1340        | 42.9  | 27.4        | 242         | 9523     | 3.83    | 480      | 238  |
| 2012 | B            | 176      | 2.5        | 3산     | 1139         | 876         | 56.7  | 27.1        | 243         | 9873     | 3.83    | 468      | 304  |
| 2012 | B            | 176      | 2.5        | 4산이상   | 1673         | 1327        | 81.1  | 26.7        | 233         | 9859     | 3.86    | 473      | 423  |
| 2012 | B            | 176      | 2.5        | 계/평균   | 6878         | 5470        | 48.6  | 27.5        | 240         | 9253     | 3.84    | 473      | 267  |
| 2012 | C            | 310      | 2.3        | 2산     | 3887         | 3247        | 42.2  | 27.1        | 221         | 10012    | 3.82    | 455      | 210  |
| 2012 | C            | 310      | 2.3        | 1산     | 6186         | 5309        | 27.6  | 27.6        | 237         | 8718     | 3.84    | 0        | 154  |
| 2012 | C            | 310      | 2.3        | 3산     | 2488         | 2048        | 55.9  | 26.6        | 224         | 10546    | 3.85    | 454      | 290  |
| 2012 | C            | 310      | 2.3        | 계/평균   | 15627        | 13089       | 44.9  | 27.2        | 228         | 9604     | 3.85    | 455      | 225  |
| 2012 | C            | 310      | 2.3        | 4산이상   | 3145         | 2592        | 80.9  | 26.4        | 226         | 10481    | 3.87    | 459      | 382  |

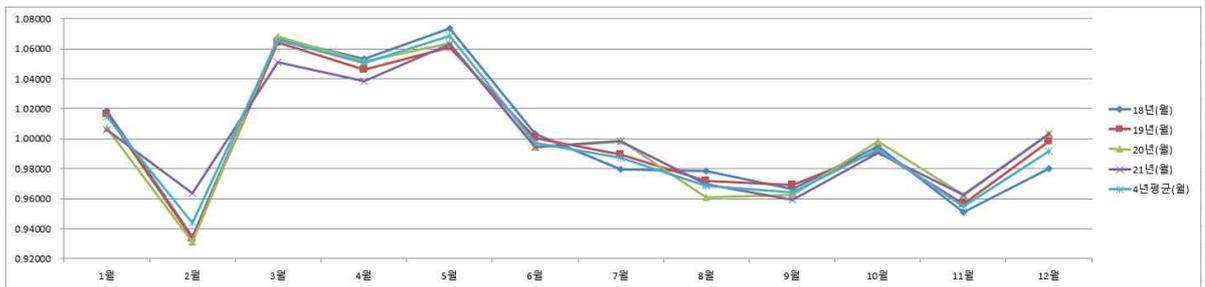
○ 계절지수

- 군집화된 연단위 생산예측 된 데이터를 월별 생산량 산출을 위하여 과거 4년간의 원유생산량을 기준으로 계절지수를 산출

※ 생산량 예측에 영향을 미치는 정책이 시행될 경우 계절지수에 반영하여 산출함

[그림1-26] 연도별 월생산량 및 지수

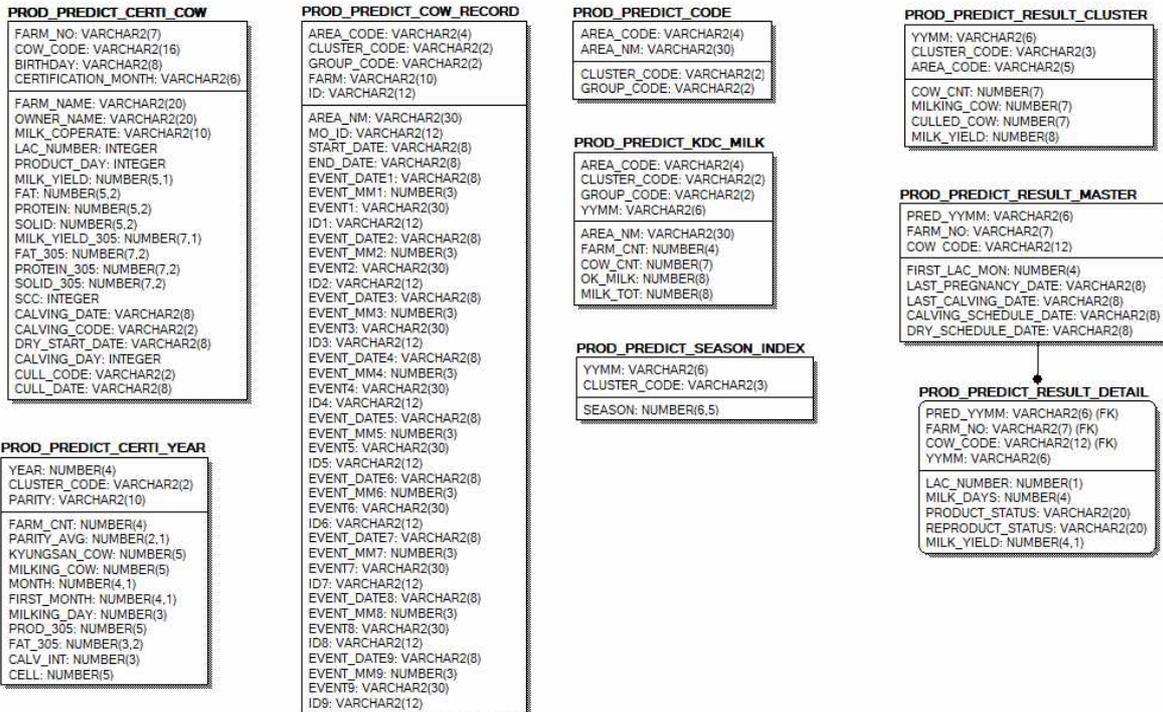
| 구분    | 01월    | 02월    | 03월    | 04월    | 05월    | 06월    | 07월    | 08월    | 09월    | 10월    | 11월    | 12월    | 합계      | 월평균    |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|
| 2018년 | 41,022 | 37,666 | 42,963 | 42,219 | 42,830 | 40,380 | 39,947 | 39,218 | 39,126 | 40,018 | 38,610 | 40,300 | 484,355 | 40,363 |
| 2019년 | 40,870 | 37,789 | 43,335 | 42,681 | 43,171 | 40,344 | 40,539 | 38,995 | 39,057 | 40,511 | 39,069 | 40,722 | 486,983 | 40,582 |
| 2020년 | 41,698 | 39,950 | 43,577 | 43,047 | 44,082 | 41,232 | 41,385 | 40,207 | 39,780 | 41,075 | 39,900 | 41,602 | 497,535 | 41,461 |
| 2021년 | 41,500 | 38,381 | 43,683 | 43,088 | 43,855 | 41,002 | 41,176 | 39,808 | 39,625 | 41,007 | 39,691 | 41,377 | 494,194 | 41,183 |
| 4년평균  | 41,313 | 38,410 | 43,382 | 42,760 | 43,501 | 40,592 | 40,188 | 39,413 | 39,239 | 40,410 | 38,861 | 40,372 | 488,442 | 40,703 |



[표1-51] 연도별 월별 계절지수

| YYMM   | CLUSTER_CODE | SEASON  |
|--------|--------------|---------|
| 202012 | TOT          | 0.97229 |
| 202101 | TOT          | 0.99923 |
| 202102 | TOT          | 1.01552 |
| 202103 | TOT          | 1.03709 |
| 202104 | TOT          | 1.06154 |
| 202105 | TOT          | 1.05928 |
| 202106 | TOT          | 1.01902 |
| 202107 | TOT          | 0.9679  |
| 202108 | TOT          | 0.96627 |
| 202109 | TOT          | 0.96978 |
| 202110 | TOT          | 0.97521 |
| 202111 | TOT          | 0.97761 |
| 202112 | TOT          | 0.98631 |
| 202201 | TOT          | 0.99511 |
| 202202 | TOT          | 1.03315 |
| 202203 | TOT          | 1.03734 |
| 202204 | TOT          | 1.06194 |

[표1-52] 생산예측 테이블 레이아웃



③ 대단위 생산예측 자료 활용을 위한 검증

- '22년 원유생산량 전망은 통계자료를 활용한 생산예측에서 연구과제에서 연구한 대단위 생산예측 모델을 활용하여 예측 진행
- 대단위 생산예측은 지역단위, 전국단위 원유생산예측을 위해 검정성적(젓소개량사업소), 월령별 사육두수(축산물품질평가원), 지역별 농가수 및 월별 생산량(우리회)을 연계하여 원유를 예측하는 모델임

[표1-53] 생산예측에 사용된 자료

| 기관명      | 전국 생산예측 | 대단위 생산예측    |
|----------|---------|-------------|
| 축산물품질평가원 | 월별 사육두수 | 월별 시군별 사육두수 |
|          | 월별 착유두수 | 월별 시군별 착유두수 |
|          | 월별 도태두수 | 월별 시군별 도태두수 |
| 젖소개량사업소  |         | 시군별 검정성적    |
| 기상청      |         | 시군별 온·습도    |
| 우리회      | 농가수     | 시군별 농가수     |
|          | 월별 생산량  | 월별 시군별 생산량  |

- '22년 대단위 생산예측 모델 적용을 위하여 현재 운영중인 전국 생산예측모델과 대단위 예측 모델의 결과 비교를 통해 예측치 분석 진행
- 제3협동에서 대단위 생산예측 모델을 통해 생성된 예측치를 제안하면 낙농진흥회가 검증을 진행하며, 보정이 필요한 경우 제3협동에 피드백을 통해 검증 진행함
  - 1) 예측결과 검증을 위한 기준자료 선택
    - 낙농진흥회 원유생산예측을 담당하는 수급팀과 대단위 생산예측 모델 검증을 위해 통계적 생산예측을 통해 예측된 결과를 기준으로 자료를 검증

[표1-54] '22년 원유생산량 전망(전국) 기준자료

(단위 : 천톤, 톤/일)

| 구분                       | 1월               | 2월               | 3월               | 4월               | 5월               | 6월               | 7월               | 8월               | 9월               | 10월              | 11월              | 12월              | 계                |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| ①                        | 172              | 161              | 179              | 178              | 182              | 170              | 170              | 165              | 161              | 167              | 162              | 169              | 2,036            |
| ②                        | 173              | 162              | 180              | 178              | 183              | 171              | 170              | 165              | 161              | 168              | 163              | 170              | 2,044            |
| ③                        | 174              | 161              | 182              | 180              | 183              | 171              | 171              | 167              | 166              | 170              | 165              | 172              | 2,062            |
| ④                        | 172              | 157              | 178              | 177              | 182              | 171              | 169              | 167              | 164              | 168              | 164              | 169              | 2,038            |
| ㉠22년<br>(①~④평균)<br>(일평균) | 172.8<br>(5,574) | 160.3<br>(5,725) | 179.8<br>(5,800) | 178.3<br>(5,943) | 182.5<br>(5,887) | 170.8<br>(5,693) | 170.0<br>(5,484) | 166.0<br>(5,355) | 163.0<br>(5,433) | 168.3<br>(5,429) | 163.5<br>(5,450) | 170.0<br>(5,484) | 2,045<br>(5,603) |

주) '22년 원유생산량 전망 기준

- ① 쿼터규모별 낙농가 쿼터대비 생산지수 추세 분석
- ② 전국 원유생산지수 추세 분석
- ③ 원유생산 예측모형 전망(9월 실적)결과
- ④ 15개사 원유수급계획 제출자료 취합

2) 예측 기간 변경

- 1년 동안 생성된 자료를 기준으로 향후 1년 동안의 원유생산예측 하는 모델을 개발하였으나, 예측은 진행하는 시점이 11월 이므로 생산예측에 사용되는 자료가 8월까지 생성됨
- 생성된 자료를 기준으로 예측 기간을 9월부터 다음연도 12월까지(15개월) 기간을 변경하여 예측이 가능토록 모델을 수정함

3) 1차 예측결과 비교

- 기준자료와 비교한 결과 원유생산예측 결과의 수치가 6.4% 증가한 것으로 예측됨
- 예측결과 기준 원인을 파악한 결과 개체별 도태전 1~6월 유량 감소 또는 착유를 하지 않는 것으로 조사되어 대단위 생산예측 모델에 조사된 결과를 적용함

[표1-55] '22년 원유생산량 전망(전국) 1차 비교

(단위 : 천톤)

| 구분          | 1월    | 2월    | 3월    | 4월    | 5월    | 6월    | 7월    | 8월    | 9월    | 10월   | 11월   | 12월   | 계       |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| ㉔22년        | 172.8 | 160.3 | 179.8 | 178.3 | 182.5 | 170.8 | 170.0 | 166.0 | 163.0 | 168.3 | 163.5 | 170.0 | 2,045.3 |
| ㉕22년        | 179.0 | 179.4 | 168.0 | 171.3 | 183.0 | 180.7 | 188.8 | 189.5 | 183.1 | 188.0 | 180.1 | 183.4 | 2,174.3 |
| 증감<br>(㉕/㉔) | 3.6%  | 11.9% | -6.6% | -3.9% | 0.3%  | 5.8%  | 11.1% | 14.2% | 12.3% | 11.7% | 10.1% | 7.9%  | 6.3%    |

주) '22년 원유생산량 전망 기준

- ㉔ 기존방식 예측자료
- ㉕ 대단위 원유생산예측 결과

4) 2차 예측결과 비교

- 기준자료와 비교한 결과 월별 원유생산량은 미세한 차이가 발생하지만, 총량 비교시 오차율이 유사한 결과치로 예측됨에 따라 전국·시도별 원유생산예측 전망자료로 활용함
- ※ 월별 오차율 : 최대(2.1%), 최저(-1.7%), 평균(0.0%)

[표1-56] '22년 원유생산량 전망(전국) 2차 비교

(단위 : 천톤)

| 구분          | 1월    | 2월    | 3월    | 4월    | 5월    | 6월    | 7월    | 8월    | 9월    | 10월   | 11월   | 12월   | 계       |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| ㉔22년        | 172.8 | 160.3 | 179.8 | 178.3 | 182.5 | 170.8 | 170.0 | 166.0 | 163.0 | 168.3 | 163.5 | 170.0 | 2,045.3 |
| ㉕22년        | 169.9 | 160.2 | 179.1 | 177.8 | 182.4 | 169.9 | 169.9 | 165.4 | 162.0 | 169.4 | 165.5 | 173.6 | 2,045.1 |
| 증감<br>(㉕/㉔) | -1.7% | -0.1% | -0.4% | -0.3% | -0.1% | -0.5% | -0.1% | -0.4% | -0.6% | 0.7%  | 1.2%  | 2.1%  | 0.0%    |

주) '22년 원유생산량 전망 기준

- ㉔ 기존방식 예측자료
- ㉕ 대단위 원유생산예측 결과

- 시도별 예측량 검증을 위해 '21년 시도별 실적치와 '22년 시도별 예측량의 총량 분포 비율을 비교하여 검증을 실시함
- ※ 시도별 오차율 : 최대(0.5%), 최저(-0.7%)
- '21년 4분기 '원유수급점검회의'에서 '22년 원유생산량 전망 회의를 진행하고 논의를 거쳐 '대단위 생산예측 모델'을 활용한 '22년 원유생산량 예측결과를 사용하기로 결정

5) 최종 예측결과

[표1-57] '22년 원유생산량 전망(전국)

(단위 : 천톤, 톤/일)

| 구분          | 1월      | 2월      | 3월      | 4월      | 5월      | 6월      | 7월      | 8월      | 9월      | 10월     | 11월     | 12월     | 계       |
|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| ㉔21년        | 173     | 158     | 179     | 178     | 183     | 171     | 167     | 167     | 162     | 169     | 164     | 171     | 2,042   |
| (일평균)       | (5,581) | (5,643) | (5,774) | (5,933) | (5,903) | (5,700) | (5,387) | (5,387) | (5,400) | (5,452) | (5,467) | (5,516) | (5,595) |
| ㉔22년        | 169.9   | 160.2   | 179.1   | 177.8   | 182.4   | 169.9   | 169.9   | 165.4   | 162.0   | 169.4   | 165.5   | 173.6   | 2,045   |
| (일평균)       | (5,480) | (5,724) | (5,774) | (5,924) | (5,885) | (5,663) | (5,481) | (5,338) | (5,405) | (5,467) | (5,515) | (5,601) | (5,605) |
| 증감<br>(㉔/㉔) | -0.1%   | 1.4%    | 0.1%    | -0.1%   | -0.3%   | -0.6%   | 1.7%    | -1.0%   | 0.0%    | 0.2%    | 0.9%    | 1.5%    | 0.2%    |

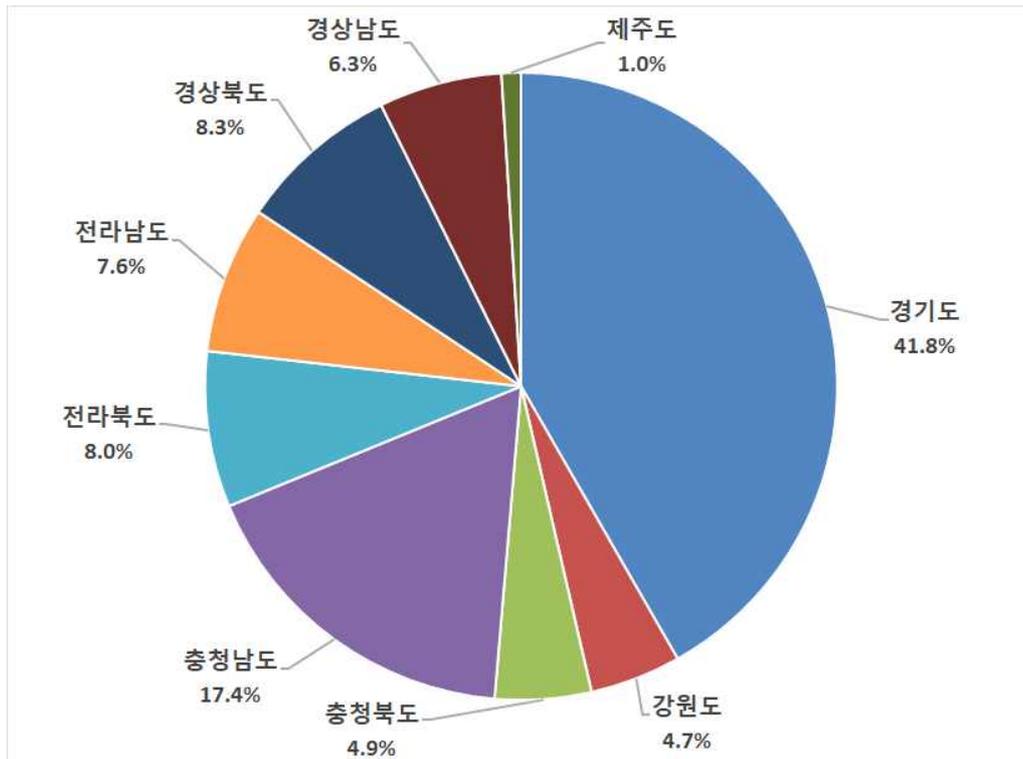
[표1-58] '22년 원유생산량 전망(시도별)

(단위 : 천톤, 톤/일)

| 구분   | 1월    | 2월    | 3월    | 4월    | 5월    | 6월    | 7월    | 8월    | 9월    | 10월   | 11월   | 12월   | 계       |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| 경기도  | 71.2  | 67    | 74.8  | 74.2  | 76.1  | 70.9  | 70.9  | 69    | 67.6  | 70.7  | 69.1  | 72.5  | 854     |
| 강원도  | 7.9   | 7.4   | 8.3   | 8.3   | 8.5   | 7.9   | 7.9   | 7.7   | 7.6   | 8     | 7.8   | 8.1   | 95.4    |
| 충청북도 | 8.4   | 8     | 8.9   | 8.8   | 9     | 8.4   | 8.4   | 8.1   | 7.9   | 8.3   | 8.1   | 8.5   | 100.8   |
| 충청남도 | 29.5  | 27.8  | 31.1  | 30.9  | 31.8  | 29.6  | 29.6  | 28.9  | 28.3  | 29.6  | 28.9  | 30.4  | 356.4   |
| 전라북도 | 13.6  | 12.8  | 14.4  | 14.3  | 14.7  | 13.7  | 13.7  | 13.4  | 13    | 13.6  | 13.3  | 13.9  | 164.4   |
| 전라남도 | 12.8  | 12.1  | 13.5  | 13.5  | 13.8  | 12.9  | 12.9  | 12.6  | 12.4  | 12.9  | 12.6  | 13.2  | 155.2   |
| 경상북도 | 14.1  | 13.4  | 15    | 14.8  | 15.2  | 14.1  | 14.1  | 13.7  | 13.4  | 14    | 13.6  | 14.3  | 169.7   |
| 경상남도 | 10.7  | 10.1  | 11.3  | 11.2  | 11.5  | 10.7  | 10.7  | 10.4  | 10.2  | 10.7  | 10.5  | 11    | 129     |
| 제주도  | 1.7   | 1.6   | 1.8   | 1.8   | 1.8   | 1.7   | 1.7   | 1.6   | 1.6   | 1.6   | 1.6   | 1.7   | 20.2    |
| 합계   | 169.9 | 160.2 | 179.1 | 177.8 | 182.4 | 169.9 | 196.9 | 165.4 | 162.0 | 169.4 | 165.5 | 173.6 | 2,045.1 |

- '22년 시도별 원유생산량 예측을 통해 유업체별 원유 소비에 따른 도간 원유 이송량 예측이 가능하여, 원유 전수배를 통한 운송비 절감이 가능할 것으로 전망

[그림1-26] '22년 원유생산량 시도별 분포 현황



<참고자료>

연구목장 상세 현황

1 A목장

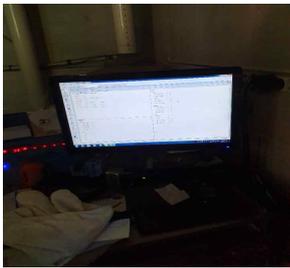
○ 목장 개요

|            |          |      |      |
|------------|----------|------|------|
| 목장명        | A목장      |      |      |
| 사육두수(착유두수) | 75두(50두) | 일생산량 | 1.4톤 |

○ ICT기기 보유현황

| 구분      | 제조회사(종류)    | 구입년도 | 모델명      | 비고           |
|---------|-------------|------|----------|--------------|
| 일반착유기   | 오리온(헤링본)    | 2015 |          |              |
| 생체정보인식기 | 아피밀크(발목부착형) | 2015 |          |              |
| 냉각기     | KM(밀폐형)     | 2015 | KMC-2500 | 용량 : 2,500kg |
| 자동사료급이기 | 오리온         | 2015 |          |              |
| TMR배합기  | -           | -    | -        | 미설치          |
| 환경정보수집기 | 애그리로보텍      | 2019 | 램스       |              |
| 운영S/W   | 아피밀크        | 2015 |          |              |

○ 목장 사진

| 목장전경  | 착유실   | 통합컨트롤러(아피밀크)   | 착유기(오리온)  |
|---|---|--|---|
|  |  |  |  |
| 착유기(컨트롤러)   | 생체정보센서(아피밀크)  | 냉각기(KM)  | 자동급이기(오리온)  |
|  |  |  |  |
| 환경정보수집기<br>(애그리로보텍)   | 운영S/W(아피밀크)   |  |   |
|  |  |  |   |

## 2 B목장

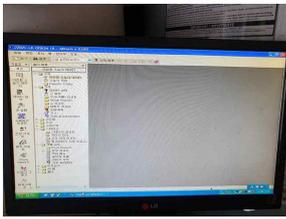
### ○ 목장 개요

|            |           |      |      |
|------------|-----------|------|------|
| 목장명        | B목장       |      |      |
| 사육두수(착유두수) | 110두(60두) | 일생산량 | 2.0톤 |

### ○ ICT기기 보유현황

| 구분      | 제조회사(종류)    | 구입년도 | 모델명      | 비고          |
|---------|-------------|------|----------|-------------|
| 일반착유기   | 오리온(헤링본)    | 2009 |          |             |
| 생체정보인식기 | 아피밀크(발목부착형) | 2009 |          |             |
| 냉각기     | KM(밀폐형)     | 2017 | KMC-2500 | 용량 : 2,500L |
| 자동사료급이기 | 아피밀크        | 2004 |          |             |
| TMR배합기  | -           | -    | -        | 미설치         |
| 환경정보수집기 | 애그리로보텍      | 2019 | 램스       |             |
| 운영S/W   | 아피밀크        | 2009 |          |             |

### ○ 목장 사진

| 목장전경  | 착유실   | 통합컨트롤러(아피밀크)   | 착유기(오리온)  |
|---|---|--|---|
|   |   |   |   |
| 착유기(컨트롤러)   | 생체정보센서(아피밀크)  | 냉각기(KM, 2500SB)  | 사료급이기(아피밀크)   |
|  |  |  |  |
| 환경정보수집기<br>(애그리로보텍)   | 운영S/W(아피밀크)   |  |   |
|  |  |  |   |

### ③ C목장

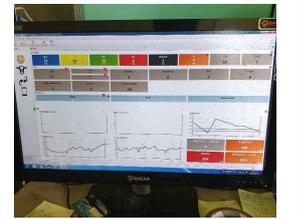
#### ○ 목장 개요

|            |          |      |      |
|------------|----------|------|------|
| 목장명(대표자명)  | C목장      |      |      |
| 사육두수(착유두수) | 65두(50두) | 일생산량 | 1.7톤 |

#### ○ ICT기기 보유현황

| 구분      | 제조회사(종류)   | 구입년도 | 모델명     | 비고             |
|---------|------------|------|---------|----------------|
| 일반착유기   | 보우메텍(헤링본)  | 2015 | 터치포인트   | 2열 10두(유량계 보유) |
| 생체정보인식기 | 보우메텍(목걸이형) | 2015 |         |                |
| 냉각기     | 삼호(밀폐형)    | 2015 | SH-3000 | 용량 : 3,000L    |
| 자동사료급이기 | 보우메텍       | 2015 |         |                |
| TMR배합기  | -          | -    | -       | 미설치            |
| 환경정보수집기 | 애그리로보텍     | 2019 | 램스      |                |
| 운영S/W   | 보우메텍       | 2015 |         |                |

#### ○ 목장 사진

| 목장전경  | 착유실   | 통합컨트롤러(보우메텍)   | 착유기(보우메텍)   |
|---|---|--|---|
|   |   |   |   |
| 착유기(컨트롤러)   | 생체정보센서(보우메텍)  | 냉각기(삼호)  | 사료급이기(보우메텍)   |
|  |  |  |  |
| 환경정보수집기(애그리로보텍)   | 운영S/W(보우메텍)   |  |   |
|  |  |  |   |

#### 4 D목장

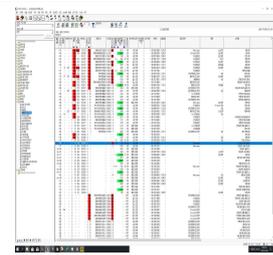
##### ○ 목장 개요

|            |           |      |      |
|------------|-----------|------|------|
| 목장명        | D목장       |      |      |
| 사육두수(착유두수) | 110두(45두) | 일생산량 | 1.6톤 |

##### ○ ICT기기 보유현황

| 구분      | 제조회사(종류)  | 구입년도 | 모델명            | 비고          |
|---------|-----------|------|----------------|-------------|
| 일반착유기   | 드라발(헤링본)  | 2015 |                |             |
| 생체정보인식기 | 드라발(목걸이형) | 20   |                |             |
| 냉각기     | KM(밀폐형)   | 2016 | KMC-3000S<br>S | 용량 : 3,000L |
| 자동사료급이기 | 드라발       |      |                |             |
| TMR배합기  | -         | -    | -              | 미설치         |
| 환경정보수집기 | 애그리로보텍    | 2019 | 램스             |             |
| 운영S/W   | 드라발       |      |                |             |

##### ○ 목장 사진

| 목장전경  | 착유실   | 통합컨트롤러(드라발)  | 착유기(드라발)  |
|---|---|--|---|
|   |   |   |   |
| 착유기(컨트롤러)   | 생체정보센서(드라발)   | 냉각기(KM)  | 자동급이기(드라발)  |
|  |  |  |  |
| 환경정보수집기<br>(애그리로보텍)   | 운영S/W(드라발)  |  |   |
|  |  |  |   |

5 E목장

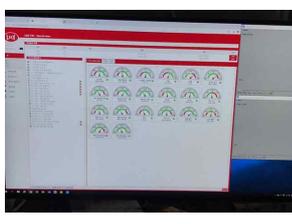
○ 목장 개요

|            |           |      |      |
|------------|-----------|------|------|
| 목장명        | E목장       |      |      |
| 사육두수(착유두수) | 200두(70두) | 일생산량 | 2.1톤 |

○ ICT기기 보유현황

| 구분      | 제조회사(종류)   | 구입년도 | 모델명 | 비고 |
|---------|------------|------|-----|----|
| 로봇착유기   | Lely       | 2018 | A4  |    |
| 생체정보인식기 | Lely       | 2018 |     |    |
| 냉각기     | 물러         | 2018 |     |    |
| TMR배합기  | 자이론        | 2014 |     |    |
| 환경정보수집기 | 애그리로보텍     | 2018 | 램스  |    |
| 운영S/W   | Lely, LEMS | 2018 |     |    |

○ 목장 사진

| 목장전경  | 착유실   | 통합컨트롤러(렐리)   | 착유기(렐리)   |
|---|---|--|---|
|   |   |   |   |
| 자동사료급이기   | 생체정보센서(SCR)   | 냉각기(물러)  | 냉각기 컨트롤러  |
|  |  |  |  |
| 환경정보수집기<br>(애그리로보텍)   | 운영S/W(렐리)   |  |   |
|  |  |  |   |

⑥ F목장

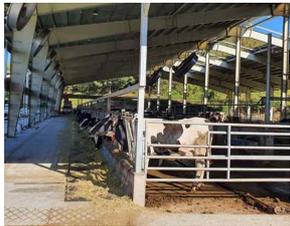
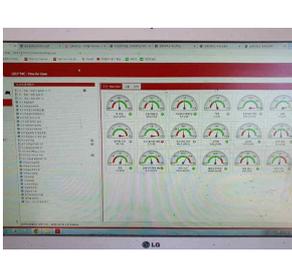
○ 목장 개요

|            |           |      |      |
|------------|-----------|------|------|
| 목장명        | F목장       |      |      |
| 사육두수(착유두수) | 120두(52두) | 일생산량 | 1.9톤 |

○ ICT기기 보유현황

| 구분      | 제조회사(종류)  | 구입년도 | 모델명  | 비고 |
|---------|-----------|------|------|----|
| 로봇착유기   | Lely      | 2018 | A4   |    |
| 생체정보인식기 | Lely      | 2018 |      |    |
| 냉각기     | 물러        | 2018 |      |    |
| 자동사료급이기 | Lely      | 2018 |      |    |
| TMR배합기  | 실티        |      |      |    |
| 환경정보수집기 | 애그리로보텍    | 2019 | LEMS |    |
| 운영S/W   | Lely(T4C) | 2018 |      |    |

○ 목장 사진

| 목장전경  | 착유실   | 통합컨트롤러(갤리)   | 로봇착유기(갤리)   |
|---|---|--|---|
|   |   |   |   |
| 자동급이기(갤리)   | 생체정보센서(SCR)   | 냉각기(물러)  | 냉각기 컨트롤러  |
|  |  |  |  |
| 환경정보수집기(애그리로보텍)   | 운영S/W(T4C)  |  |   |
|  |  |  |   |

7 G목장

○ 목장 개요

|            |           |      |      |
|------------|-----------|------|------|
| 목장명        | G목장       |      |      |
| 사육두수(착유두수) | 150두(60두) | 일생산량 | 2.5톤 |

○ ICT기기 보유현황

| 구분      | 제조회사(종류)  | 구입년도 | 모델명  | 비고 |
|---------|-----------|------|------|----|
| 로봇착유기   | Lely      | 2019 | A4   |    |
| 생체정보인식기 | Lely      | 2019 |      |    |
| 냉각기     | 물러        | 2019 |      |    |
| TMR배합기  | 다스막       | 2011 |      |    |
| 환경정보수집기 | 애그리로보텍    | 2018 | LEMS |    |
| 운영S/W   | Lely(T4C) | 2019 |      |    |

○ 목장 사진

| 목장전경  | 로봇착유기(렐리)   | 통합컨트롤러(렐리)   | 자동급이기(렐리)   |
|---|---|--|---|
|   |   |   |   |
| 냉각기(물러)   | 냉각기 컨트롤러  | TMR배합기(다스막)  | 환경정보수집기<br>(애그리로보텍)   |
|  |  |  |  |
| 운영 S/W(T4C)   |   |  |   |
|  |   |  |   |

## 8 H목장

### ○ 목장 개요

|            |            |      |    |
|------------|------------|------|----|
| 목장명        | H목장        |      |    |
| 사육두수(착유두수) | 300두(190두) | 일생산량 | 7톤 |

### ○ ICT기기 보유현황

| 구분      | 제조회사(종류)  | 구입년도 | 모델명      | 비고 |
|---------|-----------|------|----------|----|
| 로봇착유기   | 드라발(헤링본)  |      |          |    |
| 생체정보인식기 | 드라발(목걸이형) |      |          |    |
| 냉각기     | KM        |      | KMC-5000 |    |
| 자동사료급이기 | 드라발       |      |          |    |
| TMR배합기  | RMH(수직형)  |      | SM14     |    |
| 환경정보수집기 | 애그리로보텍    |      | LEMS     |    |
| 운영S/W   | 드라발(델프로)  |      |          |    |

### ○ 목장 사진

| 목장전경  | 착유실   | 통합컨트롤러(드라발)  | 로봇착유기(드라발)  |
|---|---|--|---|
|   |   |   |   |
| 자동급이기(드라발)  | 생체정보센서(드라발)   | 냉각기(KM)  | TMR배합기(RMH)   |
|  |  |  |  |
| 환경정보수집기<br>(애그리로보텍)   | 운영S/W(델프로)  |  |   |
|  |  |  |   |

9 I목장

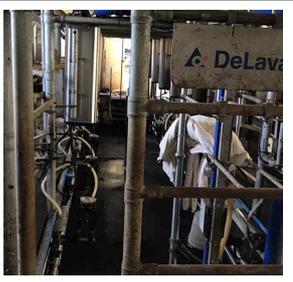
○ 목장 개요

|            |           |      |      |
|------------|-----------|------|------|
| 목장명(대표자명)  | I목장       |      |      |
| 사육두수(착유두수) | 135두(80두) | 일생산량 | 2.5톤 |

○ ICT기기 보유현황

| 구분      | 제조회사(종류)   | 구입년도 | 모델명      | 비고        |
|---------|------------|------|----------|-----------|
| 일반착유기   | 드라발        |      |          |           |
| 생체정보인식기 | 드라발        |      |          |           |
| 냉각기     | KM         |      | KMC-5000 | SMART 냉각기 |
| 자동사료급이기 | 드라발        |      |          |           |
| TMR배합기  | 바이오메탈(수직형) |      | V-MAX430 |           |
| 환경정보수집기 | 애그리로보텍     | 2019 | LEMS     |           |
| 운영S/W   | 델프로        |      |          |           |

○ 목장 사진

| 목장전경  | 착유실   | 통합컨트롤러(드라발)  | 착유기(드라발)  |
|---|---|--|---|
|   |   |   |   |
| 자동급이기(드라발)  | 생체정보센서(드라발)   | 냉각기(KM)  | TMR배합기(바이오메탈)   |
|  |  |  |  |
| 환경정보수집기<br>(애그리로보텍)   |   |  |   |
|  |   |  |   |

## 10 J목장

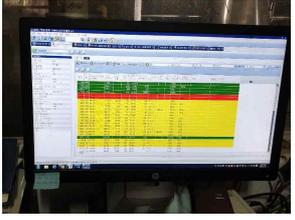
### ○ 목장 개요

|            |          |      |      |
|------------|----------|------|------|
| 목장명        | J목장      |      |      |
| 사육두수(착유두수) | 90두(55두) | 일생산량 | 1.9톤 |

### ○ ICT기기 보유현황

| 구분      | 제조회사(종류) | 구입년도 | 모델명    | 비고 |
|---------|----------|------|--------|----|
| 로봇착유기   | 드라발      |      |        |    |
| 생체정보인식기 | SCR      |      |        |    |
| 냉각기     | 삼호씨티     |      | SH3000 |    |
| 자동사료급이기 | 드라발      |      |        |    |
| 운영S/W   | 드라발(델프로) |      |        |    |

### ○ 목장 사진

| 목장전경  | 착유실   | 통합컨트롤러(드라발)  | 로봇착유기(드라발)  |
|---|---|--|---|
|   |   |   |   |
| 생체정보센서 컨트롤러   | 생체정보센서(SCR)   | 자동급이기(드라발)   | 냉각기(삼호씨티)   |
|  |  |  |  |
| 운영S/W(델프로)  |   |  |   |
|  |   |  |   |

## 11 K목장

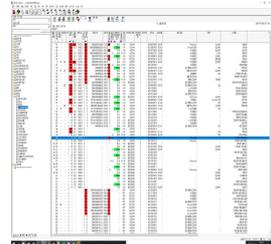
### ○ 목장 개요

|            |                |      |       |
|------------|----------------|------|-------|
| 목장명        | 충남대학교 동물자연연구센터 |      |       |
| 사육두수(착유두수) | 16두(9두)        | 일생산량 | 0.25톤 |

### ○ ICT기기 보유현황

| 구분      | 제조회사(종류)   | 구입년도 | 모델명 | 비고          |
|---------|------------|------|-----|-------------|
| 일반착유기   | 드라발(텐덤)    | 2009 |     | 2열 3두       |
| 생체정보인식기 | 드라발(목걸이형)  | 2009 |     |             |
|         | SCR(목걸이형)  | 2020 |     |             |
|         | 카우매니저(이표형) | 2020 |     |             |
|         | 스맥텍(위내삽입형) | 2020 |     |             |
| 냉각기     | 드라발(밀폐형)   | 2009 |     | 용량 : 2,000L |
| 자동사료급이기 | 드라발        | 2009 |     |             |
| 환경정보수집기 | 애그리로보텍     | 2020 | 램스  |             |
| 운영S/W   | 드라발(알프로)   | 2009 |     |             |

### ○ 목장 사진

| 착유실   | 착유기(드라발)  | 냉각기(드라발)   | 자동사료급이기   |
|---|---|--|---|
|   |   |   |   |
| 생체정보센서(SCR, 드라발)  | 생체정보센서(카우매니저)   | 생체정보센서(스맥텍)  | 환경정보수집기(애그리로보텍)   |
|  |  |  |  |
| 운영S/W(드라발)  |   |  |   |
|  |   |  |   |

## 12 L목장

### ○ 목장 개요

|            |            |      |      |
|------------|------------|------|------|
| 목장명        | L목장        |      |      |
| 사육두수(착유두수) | 250두(150두) | 일생산량 | 4.5톤 |

### ○ ICT기기 보유현황

| 구분      | 제조회사(종류)                   | 구입년도 | 모델명    | 비고          |
|---------|----------------------------|------|--------|-------------|
| 일반착유기   | 웨스트파리아<br>(사이드바이사이드)       | 2002 | 메타트론12 |             |
| 생체정보인식기 | 웨스트파리아<br>(발목무착형)          | 2002 |        |             |
| 냉각기     | 한덴(밀폐형)                    |      |        | 용량 : 6,000L |
| TMR배합기  | 수평식                        | 2002 |        |             |
| 운영S/W   | 웨스트파리아<br>(DairyPlan C-21) | 2002 |        |             |

### ○ 목장 사진

| 착유실   | 착유기(웨스트파리아)   | 착유기(웨스트파리아)  | 생체정보센서(네답)   |
|---|---|--|--|
|   |   |   |  |
| 냉각기(한덴)   | 냉각기(한덴)   | 운영S/W(웨스트파리아)  |  |
|  |  |  |  |

## 2. 제1협동기관(애그리로보텍)

### 2.1 이기종 ICT기기 데이터 수집용 게이트웨이 개발

가. 게이트웨이 연결대상 ICT기기 조사

#### ① 게이트웨이 연결대상 ICT기기 선정

- 주관기관(낙농진흥회)에서 전국 낙농가를 대상으로 실시한 ‘낙농가 ICT기기 보유현황’ 설문조사 결과를 토대로 개발예정인 게이트웨이와 연결할 기기유형별 2~5개 ICT기기 선정
- ICT기기 유형별로 설문조사에서 국내 시장점유율 상위 60% 이상에 포함되는 2~5개 제조사를 대상으로 게이트웨이 연결대상 ICT기기 선정하고 제조사와 협의를 진행하였음

#### ② 연결대상 ICT기기 검토 결과

- **(로봇착유기)** 로봇착유기의 소프트웨어 연동을 위해 로봇착유기에서 구성비가 높은 드라발, 렐리 착유기 연동을 시도
- **(일반착유기)** 하드웨어 연동을 위해 일반착유기 농가의 20% 가까이 차지하고 있는 오리온, 웨스트팔리아, 드라발 착유기를 테스트베드로 선정
- **(생체정보센서)** 생체정보센서를 활용하는 농가는 조사농가의 23.6%를 차지하고 있으며, 목걸이형 생체정보센서 보유현황은 SCR과 드라발이 각각 39.2%와 21.5%로 시장을 주도하고 있음을 확인할 수 있어 SCR, 드라발 생체정보센서를 테스트베드로 선정
- **(냉각기)** 냉각기는 주로 KM이 41.7%로 가장 높은 것을 확인할 수 있으며 다음으로 23.2%로 삼호냉각기가 비율이 높으므로, KM과 삼호 냉각기를 테스트베드로 선정
- **(사료자동급이기)** 사료 자동급이기를 이용하는 농가는 전체의 절반에도 미치지 못하는 것을 확인할 수 있으며, 제조회사별 비율은 다운 31.6%, 오리온 21.3%, 드라발 14.4%로 조사된 것을 확인. 따라서 다운, 오리온, 드라발 사료 자동급이기를 테스트베드 선정
- **(환경정보수집기)** 환경정보수집기를 사용하는 농가는 조사농가의 10.7%에 불과하였으며, 연동 데이터 대상은 농가에서 주로 수집하는 온도, 습도센서를 테스트베드로 선정

[표2-1] 게이트웨이 연결대상 ICT기기 선정

| ICT기기 유형 |       | 시장점유율 상위 60% 제조사                      | 기타                    |
|----------|-------|---------------------------------------|-----------------------|
| 착유기      | 일반착유기 | 오리온(20.7%), 웨스트팔리아(19.5%), 드라발(18.7%) | 풀우드(6.8%), 보우메텍(4.2%) |
|          | 로봇착유기 | 렐리(47.3%), 드라발(52.7%)                 |                       |
| 생체정보센서   | 목걸이형  | SCR(39.2%), 드라발(21.6%)                | 다운, 네답, 아피밀크          |
|          | 귀부착형  | 카우매니저((80.9%)                         |                       |
|          | 발목부착형 | 아피밀크(70.6%)                           |                       |
|          | 위내삽입형 | 스멕텍(29.0%)                            | 라이브케어(48.4%)는 제조사 협의중 |
| 냉각기      |       | KM(41.7%), 삼호(23.2%)                  | 유경, 드라발, 미다스          |
| 사료자동급이기  |       | 다운전자(31.6%), 오리온(21.3%), 드라발(14.4%)   | 삼우, GM, 웨스트팔리아        |
| TMR 배합기  |       | 실티(23.1%), 린도(16.2%)                  | 이삭, 대도, 대성, 대동        |

### ③ 연구목장 ICT기기 현황조사

- 주관기관(낙농진흥회)에서 선정한 12개 연구목장을 대상으로 ICT기기의 통신기능 여부, 통신 방식, 통신프로토콜 등 세부 통신사양, 송수신 방법 및 통신가능 여부를 조사(표2-2)
- 상기의 조사결과(표2-2)를 토대로 데이터 수집이 필요한 ICT기기 중 통신포트는 있지만 데이터 송수신을 위한 통신장치(S/W모듈 포함)가 탑재되지 않은 경우를 보완하기 위해 각 기기의 프로토콜 정보를 통해 RAW DATA를 수집하여 분석하여 필요 정보를 전송하는 통신모듈(H/W 및 S/W)을 개발

[표2-2] 12개 연구목장 보유 ICT기기의 통신사양 조사결과

| 순서 | 목장명 | 지역 | 사육규모<br>(착유두수/<br>총 두수) | 생산량<br>(톤/일) | 기기 구분          |          |             |             |      |            |
|----|-----|----|-------------------------|--------------|----------------|----------|-------------|-------------|------|------------|
|    |     |    |                         |              | 구분             | 착유기      | 생체정보<br>인식기 | 사료자동<br>급이기 | 냉각기  | TMR<br>배합기 |
| 1  | A목장 | 천안 | 50/75                   | 1.4          | 종 류            | 헤링본      | 발목무착형       |             | 밀폐형  |            |
|    |     |    |                         |              | 제 조 사          | 오리온      | 아피밀크        | 오리온         | KM   |            |
|    |     |    |                         |              | 구입연도           | 2015     | 2015        | 2015        | 2015 |            |
|    |     |    |                         |              | 연동가능<br>여부(SW) | 통신모듈(SW) | SW          | SW          |      |            |
| 2  | B목장 | 당진 | 60/110                  | 2.0          | 종 류            | 헤링본      | 발목무착형       |             | 밀폐형  |            |
|    |     |    |                         |              | 제 조 사          | 오리온      | 아피밀크        | 아피밀크        | KM   |            |
|    |     |    |                         |              | 구입연도           | 2009     | 2009        | 2004        | 2017 |            |
|    |     |    |                         |              | 연동가능<br>여부(SW) | SW       | SW          | SW          |      |            |
| 3  | C목장 | 아산 | 50/80                   | 1.7          | 종 류            | 헤링본      | 목걸이형        |             | 밀폐형  |            |
|    |     |    |                         |              | 제 조 사          | 보우메틱     | 보우메틱        | 보우메틱        | 삼호   |            |
|    |     |    |                         |              | 구입연도           | 2015     | 2015        | 2015        |      |            |
|    |     |    |                         |              | 연동가능<br>여부(SW) | SW       | SW          | SW          |      |            |
| 4  | D목장 | 아산 | 45/                     | 1.6          | 종 류            | 헤링본      | 목걸이형        |             | 밀폐형  |            |
|    |     |    |                         |              | 제 조 사          | 드라발      | 드라발         | 드라발         | KM   |            |
|    |     |    |                         |              | 구입연도           | 2015     |             |             | 2016 |            |
|    |     |    |                         |              | 연동가능<br>여부(SW) | SW       | SW          |             |      |            |
| 5  | E목장 | 원주 | 70/200                  | 2.1          | 종 류            | 로봇       |             |             |      |            |
|    |     |    |                         |              | 제 조 사          | LELY(A4) | LELY        | SEMI        | 물리   | 자이론        |
|    |     |    |                         |              | 구입연도           | 2018     | 2018        |             | 2018 | 2014       |
|    |     |    |                         |              | 연동가능<br>여부(SW) | SW       | SW          | SW          |      |            |
| 6  | F목장 | 김천 | 52/120                  | 1.9          | 종 류            | 로봇       |             |             |      |            |
|    |     |    |                         |              | 제 조 사          | LELY(A4) | LELY        | LELY        | 물리   | 실티         |
|    |     |    |                         |              | 구입연도           | 2018     | 2018        |             | 2018 |            |
|    |     |    |                         |              | 연동가능<br>여부(SW) | SW       | SW          | SW          |      |            |
| 7  | G목장 | 천안 | 40/80                   | 1.0          | 종 류            | 로봇       |             |             |      |            |
|    |     |    |                         |              | 제 조 사          | LELY     | LELY        | LELY        | 물리   | 다스막        |
|    |     |    |                         |              | 구입연도           | 2019     | 2019        | 2019        | 2019 | 2011       |
|    |     |    |                         |              | 연동가능<br>여부(SW) | SW       | SW          | SW          |      |            |
| 8  | H목장 | 보령 | 145/200                 | 7.0          | 종 류            | 헤링본      | 목걸이형        |             |      | 수직형        |
|    |     |    |                         |              | 제 조 사          | 드라발(델프로) | 드라발(델프로)    |             | 삼호   | RMH        |

|    |     |    |         |     |             |          |        |      |      |       |      |
|----|-----|----|---------|-----|-------------|----------|--------|------|------|-------|------|
|    |     |    |         |     | 구입연도        |          |        |      |      |       |      |
|    |     |    |         |     | 연동가능 여부(SW) | SW       | SW     |      |      |       |      |
| 9  | I목장 | 보령 | 80/135  | 2.5 | 종 류         |          |        |      |      | 수직형   |      |
|    |     |    |         |     | 제 조 사       | 드라발(델프로) | 드라발    | 드라발  | KM   | 바이오메탈 |      |
|    |     |    |         |     | 구입연도        |          |        |      |      |       |      |
|    |     |    |         |     | 연동가능 여부(SW) | SW       | SW     | SW   | SW   |       |      |
| 10 | J목장 | 용인 | 55/90   | 1.9 | 종 류         | 로봇       | 목걸이형   |      |      |       |      |
|    |     |    |         |     | 제 조 사       | 드라발      | SCR    | 드라발  |      |       |      |
|    |     |    |         |     | 구입연도        |          |        |      |      |       |      |
|    |     |    |         |     | 연동가능 여부(SW) | SW       | SW     | SW   |      |       |      |
| 11 | K목장 | 청양 | 16/9    | 0.3 | 종 류         | 텐덤       | 목걸이형   |      |      | 밀폐형   |      |
|    |     |    |         |     | 제 조 사       | 드라발      | 드라발    | 드라발  | 드라발  |       |      |
|    |     |    |         |     | 구입연도        | 2009     | 2009   | 2009 | 2009 |       |      |
|    |     |    |         |     | 연동가능 여부(SW) | SW       | SW     |      |      |       |      |
| 12 | L목장 | 천안 | 250/150 | 4.5 | 종 류         | 사이드아시아드  | 발목부착형  |      |      | 밀폐형   | 수평식  |
|    |     |    |         |     | 제 조 사       | 웨스트파리아   | 웨스트파리아 |      |      | 한덴    |      |
|    |     |    |         |     | 구입연도        | 2002     | 2002   |      |      | 2002  | 2002 |
|    |     |    |         |     | 연동가능 여부(SW) | SW       | SW     |      |      |       |      |

## 나. 통합 게이트웨이 설계 및 개발

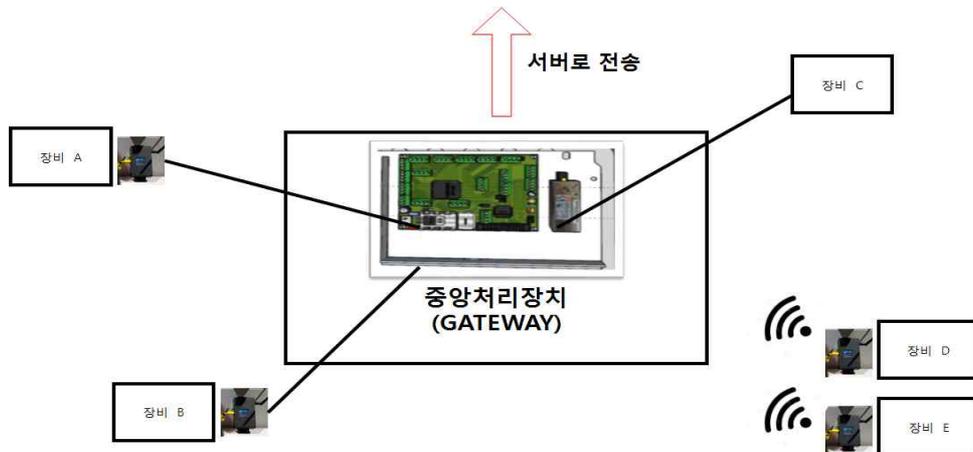
### ① 통합 게이트웨이 개발 필요성

- 국내 낙농현장에서 사용되는 국내·해외 ICT기기는 데이터통신이 표준화되어 있지 않기 때문에 각 제조사의 통신프로토콜에 따라 데이터를 송수신하고 있음
- ICT기기를 통해 수집가능한 정보는 산유량, 원유품질, 사료섭취량, 생체센서를 통한 생리적 지표 및 행동 패턴, 환경정보(기온, 습도, 풍속 등) 등이 있으며, 낙농현장에서 생성되는 제조사가 상이한 이기종 ICT데이터를 통합할 수 있는 통합 게이트웨이 개발이 필요
- 개발된 통합 게이트웨이를 통해 이기종 ICT데이터를 통합 데이터베이스로 구축하면 젖소 사양관리정보와 융합하여 목장단위 사양관리에 활용이 가능한 알고리즘을 개발할 수 있으며 환경, 개체상태, 생체진단, 생산량의 상관관계 분석이 가능하여 낙농가의 생산성 향상에 기여할 수 있음

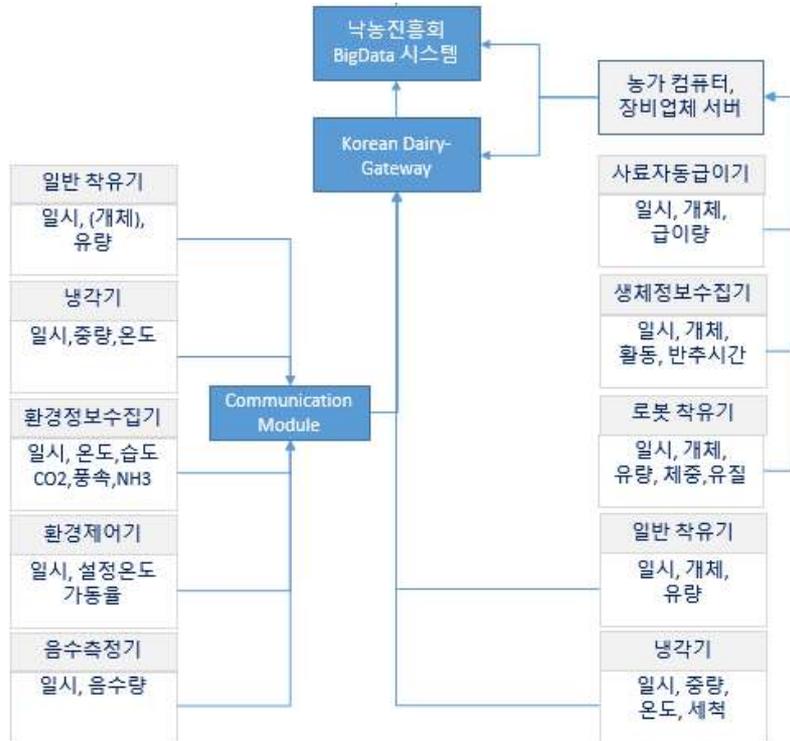
### ② 통합 게이트웨이 기능요구서 작성

- 상기의 통합 게이트웨이 개발 필요성에 맞춰 ICT기기를 통해 정보를 수집하고 통합하기 위해 (그림 2-1)과 같이 장비 A, B, C 등의 이기종장비로부터 각 통신방식에 맞는 유무선 통신 사양을 통해 통합 게이트웨이로 전송되어야 한다. 하지만 통신이 되고 있지 않은 장비는 데이터를 송수신할 수 있는 모듈을 개발하여 데이터를 수집하고 통합 게이트웨이로 전송하여 낙농 진흥회 서버 전송을 목표로 함

[그림2-1] 이기종장비의 연결 및 통신방식



[그림2-2] 이기종장비로부터 서버까지의 데이터 전송 순서도



- 위의 (그림 2-2)에서는 데이터 송수신 모듈(이라 ‘통신모듈’), 농가 컴퓨터, ICT장비 업체 서버로부터 다양한 데이터를 수집하여 통합 게이트웨이로 전송되는 알고리즘을 작성하였으며, 연구목장 대상 ICT기기 통신사양 조사결과를 토대로 개발하고자 하는 데이터 수집용 통합 게이트웨이 및 통신모듈의 상세 기능요구서를 작성하였음(표2-3, 2-4)

[표2-3] 통합 게이트웨이 기능 요구서

| 요구사항 정의서      |                                     | 제품명              | 작성일           |  |
|---------------|-------------------------------------|------------------|---------------|--|
|               |                                     | 데이터 수집용 통합 게이트웨이 | 2019. 03. 11  |  |
| 목록            | 장치 요구사항                             |                  | 비고            |  |
| 기능적           | 데이터 수집 및 저장서버로 전달                   |                  | LattePanda 연결 |  |
|               | RS485 통신을 위한 회로                     |                  | 1EA           |  |
|               | RS485 통신을 위한 입출력단자                  |                  | 1EA           |  |
|               | RS232 통신을 위한 회로                     |                  | 2EA           |  |
|               | RS232 통신을 위한 입출력단자                  |                  | 2EA           |  |
|               | RS422 통신을 위한 회로                     |                  | 1EA           |  |
|               | R422 통신을 위한 입출력단자                   |                  | 1EA           |  |
|               | USB To 통신포트 Converter               |                  | CP2102        |  |
|               | 아날로그 통신을 위한 GPIO 입출력단자              |                  | 3EA           |  |
|               | USB 전원 공급단자                         |                  | 1EA           |  |
|               | 소프트웨어 정보 수집을 위한 LAN포트               |                  | 3EA           |  |
|               | 전원공급                                |                  | NES-15-5      |  |
|               | frame work 라이브러리를 통한 데이터 수집 알고리즘 작성 |                  | QT5           |  |
|               | 비동기소켓을 통한 데이터 손실률 감소                |                  |               |  |
|               | 유무선 통신                              |                  | WiFi module   |  |
|               | 소프트웨어 데이터 수집 알고리즘(복구 및 추출)          |                  | 데이터베이스,       |  |
|               | 인터페이스                               | 유무선 적용을 위한 점퍼    |               |  |
|               |                                     | 전원 스위치           |               |  |
| 방수를 위한 케이스 제작 |                                     |                  |               |  |
| 환경적           | 유지보수를 위한 케이스 제작                     |                  |               |  |
|               | 내부 열 방출을 위한 팬 구성                    |                  | 1EA           |  |
|               | 내부 PCB 열 냉각을 위한 냉각장치                |                  | 2EA           |  |
| 검증            | KC 인증 수행                            |                  |               |  |
|               | 데이터 손실률 5% 미만                       |                  |               |  |

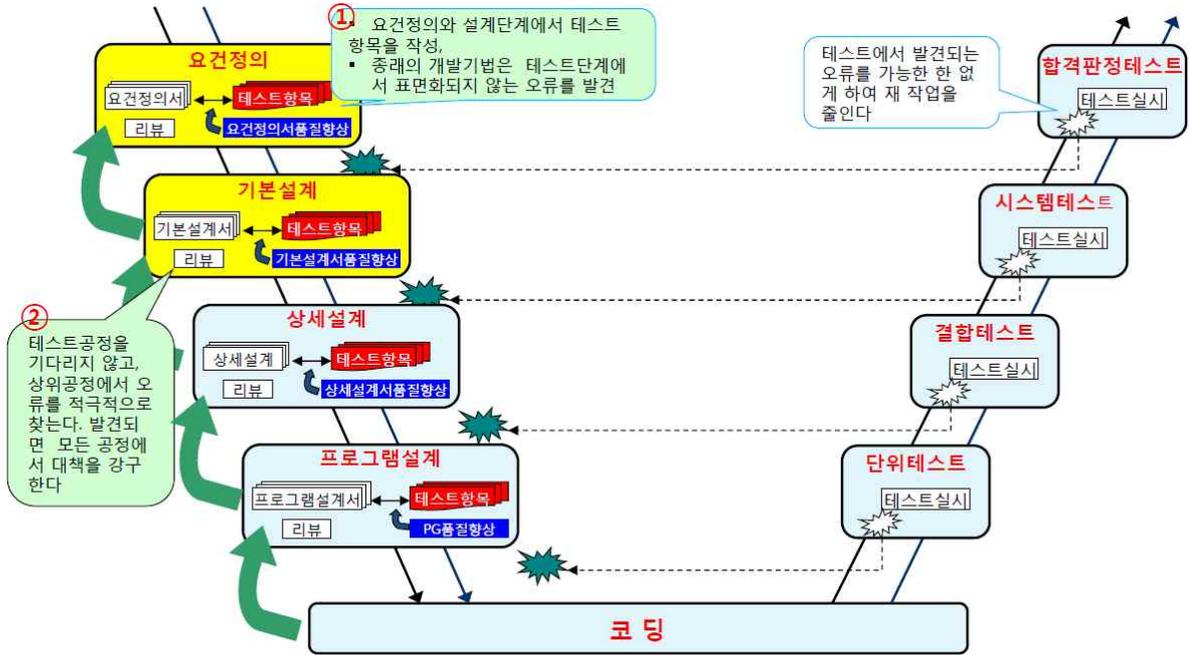
[표2-4] 통신모듈 기능 요구서

| 요구사항 정의서 |                                     | 제품명         | 작성일          |
|----------|-------------------------------------|-------------|--------------|
|          |                                     | 낙농 ICT 통신모듈 | 2019. 03. 11 |
| 목록       | 장치 요구사항                             |             | 비고           |
| 기능적      | RS485,232,422 통신을 위한 회로             |             | 1EA          |
|          | RS485,232,422 통신을 위한 입출력단자          |             | 1EA          |
|          | 통신방식 맞춤형 모듈을 위한 점퍼                  |             | 1EA          |
|          | 이기종 장비 데이터 수집 및 게이트웨이 전송            |             | MCU ESP32    |
|          | 통신 확인용 LCD                          |             |              |
|          | 유선연결을 위한 LAN포트                      |             | HR911105A    |
|          | 무선연결을 위한 모듈                         |             | Wi-Fi        |
|          | firmware switch                     |             | 3EA          |
|          | 전원공급                                |             | jack1        |
|          | 비동기소켓을 통한 데이터 손실률 감소                |             |              |
|          | frame work 라이브러리를 통한 데이터 수집 알고리즘 작성 |             | QT5          |
|          | 전원공급 확인용 LED                        |             |              |
|          | 이기종장비 인식                            |             |              |
|          | 무선통신을 위한 안테나                        |             |              |
| 인터페이스    | 전원 스위치                              |             |              |
|          | 방수를 위한 케이스 제작                       |             |              |
| 환경적      | 유지보수를 위한 케이스 제작                     |             |              |
|          | 내부 PCB 열 냉각을 위한 냉각장치                |             | 1EA          |
| 검증       | KC 인증 수행                            |             |              |
|          | 데이터 손실율 5% 미만                       |             |              |

### ③ 통합 게이트웨이 기능 및 설계

- 작성된 기능요구서에 따라 필요기능이 탑재되어 있는 PCB 회로도를 설계하고 품질을 향상시키기 위해 상위공정에서 오류를 찾아내고, 발견된 오류는 해결책을 강구하여 수정하는 작업을 진행함
- ARTWORK를 통해 PCB 상세설계를 하였으며, 필요한 소자를 확보하여 회로도에 따라 SMT, 수납작업을 진행하였음. 외부케이스도 방수와 열의 내구성을 높이기 위한 품질을 고려하여 설계 및 제작을 완료하여 실증시험 시 한 달간 방식이 잘 되고 있음을 확인

[그림2-3] 통합 게이트웨이 개발과정



- 프로그램 설계는 통신모듈에서 MCU를 통해 이기종 ICT기기의 종류를 인식하고 필요한 데이터를 수집하여 통합 게이트웨이로 전달하는 일련의 알고리즘을 작성하고 테스트 하였음. 통합 게이트웨이는 통신모듈로부터 수집된 데이터를 주관기관(제1세부)에서 설정한 표준화 규칙에 의거 데이터를 표준화한 후 데이터베이스 서버로 전송토록 구성
  - 또한 운영S/W가 있는 ICT기기의 경우 목장의 운영PC 또는 제조사의 서버에서 데이터를 수집하여 데이터 표준화 과정을 거쳐 데이터베이스 서버로 전송
- 통합 게이트웨이에서 데이터를 수집하여 전송하는 방식으로는 ICT기기로부터 통신모듈을 통해 RAW DATA를 확보하여 분석하여 송신하는 하드웨어 방식과 장비가 설치되어 있는 목장의 컴퓨터 프로그램 또는 서버로부터 데이터를 추출하는 소프트웨어 방식으로 구분
- 당초 통합 게이트웨이 개발계획은 (그림2-4)와 같이 다양한 유선통신 규격이 현장에서 활용됨에 따라 통신포트의 확장성을 고려하여 단일 규격의 USB포트와 이를 각종 통신 규격으로 변환할 수 있는 젠더를 구성하는 것이었음
  - 통신 규격별 USB 젠더에는 MCU 설계를 통해 대상 ICT 장비별 맞춤형으로 제작하여 제조사, 기종, 모델명, 연식 등을 반영하여 통합 게이트웨이에서 인식하여 데이터 수집을 목표로 하였음

[그림2-4] 통합 게이트웨이 및 관리시스템의 개요



- 하지만 이를 위해서는 대상 이기종장비의 통신 프로토콜 공유 및 데이터 공공이용 동의가 필수적이지만, ICT기기 제조·판매업체의 기술력 부족 및 외산기기의 경우 제조사가 동의하지 않아 통신프로토콜을 공유 받을 수 없어 CP2102를 활용한 USB TO 통신사양별 회로를 제작하여 컨버터 역할을 회로에 추가하였음
- 2차연도에 작성된 기능요구서에 따라 필요기능이 탑재되어 있는 PCB 회로도를 설계하고 품질을 향상시키기 위해 상위공정에서 오류를 찾아내고, 발견된 오류는 해결책을 강구하여 수정하는 작업을 진행함
- ARTWORK를 통해 PCB 상세설계를 하였으며, 필요한 소자를 확보하여 회로도에 따라 SMT, 수집작업을 진행하였음. 외부케이스도 방수와 열의 내구성을 높이기 위한 품질을 고려하여 설계 및 제작을 완료하여 실증시험 시 한 달간 방습이 잘 되고 있음을 확인함

[그림2-5] 통합 게이트웨이 2D도면 스케치



- 최초 2D 도면 스케치를 통해 부품을 작성하는 데 필요한 물리적 정보를 캡처하고 해당 피쳐 또는 구성요소를 모두 추가 후 세 가지 일반 뷰 도면을 작성하였음

[그림2-6] 통합 게이트웨이 3D모델링 작업



- 2D 도면 스케치를 토대로 SOLIDWORKS를 통해 통합 게이트웨이를 설계 하였으며, 외부 220V 전원을 인가받아 멀티콘센트를 통하여 LATTEPANDA 개발보드와 소프트웨어 송수신을 위한 LAN 허브가 작동된다. 전원이 켜진 LATTEPANDA로부터 LAN포트를 통해 LAN허브로 분할되어 데이터를 송수신하게 되며, 하드웨어를 통한 데이터 송수신을 위해 LATTEPANDA의 USB 허브에서 시리얼통신보드의 USB포트로 5V 전원이 인가되어 각 통신사양에 맞는 정보를 전달받을 수 있도록 구조를 설계함

[그림2-7] 통합 게이트웨이 내부 조립 및 Test



- 통합 게이트웨이 내부구성은 크게 외부 출력단자와 입력단자, CP2102를 통한 USB to TTL을 연결하기 위한 USB 허브회로 그리고 각 통신포트로 연결될 컨버터회로, 5V, GPIO로 구성된 시리얼 통신보드를 제작하고 LATTEPANDA로부터 전원공급을 받아 각 회로로 연결함

[그림2-8] 완성된 통합 게이트웨이 모습



- 완성된 통합 게이트웨이는 현재 12개 연구목장에 설치되어 운영중에 있으며, 통합 게이트웨이를 통해 ICT기기에서 수집되는 정보는 설정한 시간 간격마다 자동으로 수집하여 내장메모리에 저장한 후 표준화된 데이터형식으로 변환하여 전송하는 시스템임

[그림2-9] 연구목장에 설치된 통합 게이트웨이 프로그램

**SJIMS Gateway**

시스템 설정    기본 설정

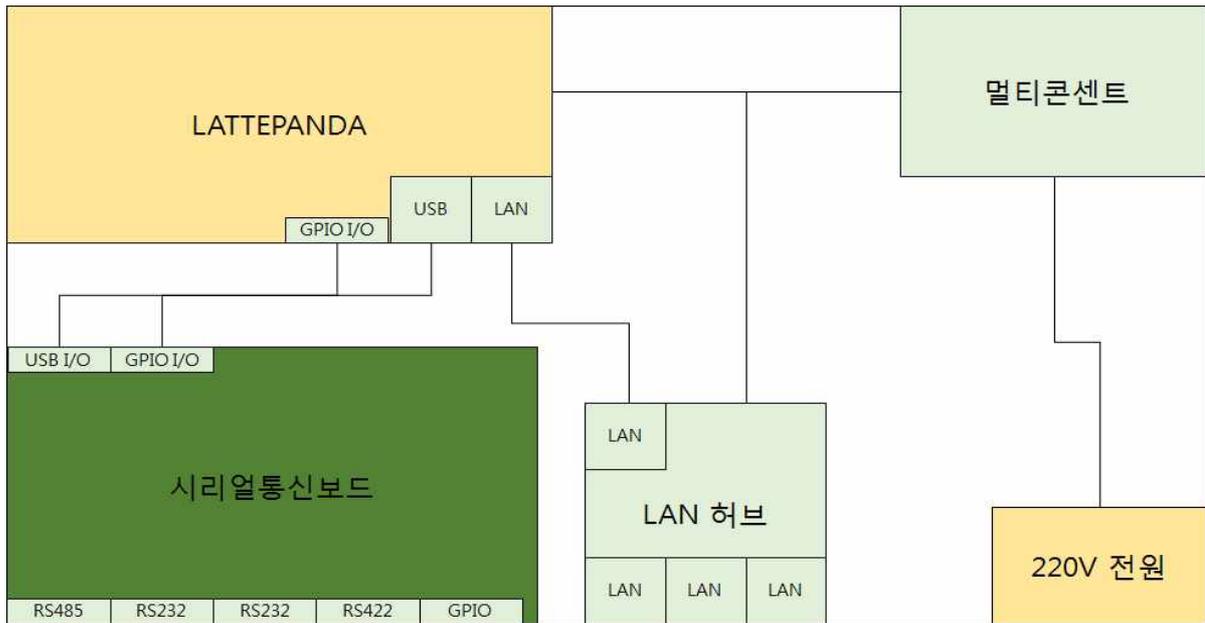
| 선택                                  | 시스템종류    | 접근방식   | 시간설정<br>(24시간기준) |       | 호스트이름<br>(접속대상) |        | 아이디   | 비밀번호 | 데이터베이스             | 파일경로 | 작업선택  |      |
|-------------------------------------|----------|--------|------------------|-------|-----------------|--------|-------|------|--------------------|------|-------|------|
| <input type="checkbox"/>            | Lely T4C | 공유폴더   | HH:mm            | HH:mm |                 |        |       |      |                    |      | 연결테스트 | 가져오기 |
| <input type="checkbox"/>            | 드라발 델프로  | 공유폴더   | HH:mm            | HH:mm |                 |        |       |      |                    |      | 연결테스트 | 가져오기 |
| <input type="checkbox"/>            | 드라발 VMS  | 공유폴더   | HH:mm            | HH:mm |                 |        |       |      |                    |      | 연결테스트 | 가져오기 |
| <input type="checkbox"/>            | 드라발 알프로  | 공유폴더   | HH:mm            | HH:mm |                 |        |       |      |                    |      | 연결테스트 | 가져오기 |
| <input type="checkbox"/>            | 보우메틱     | 원격PC연결 | HH:mm            | HH:mm |                 |        |       |      |                    |      | 연결테스트 | 가져오기 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 오리온 아피캠  | FTP    | 11:10            | 23:10 | samsung         | user01 | ***** |      | SJIMS_G_AFI_DB.MDB |      | 연결테스트 | 가져오기 |
| <input type="checkbox"/>            | 웨스트팔리아   | 공유폴더   | HH:mm            | HH:mm |                 |        |       |      |                    |      | 연결테스트 | 가져오기 |
| <input type="checkbox"/>            | 오리온 아피캠  | 원격PC연결 | HH:mm            | HH:mm |                 |        |       |      |                    |      | 연결테스트 | 가져오기 |
| <input type="checkbox"/>            | 올러 냉각기   | 원격PC연결 | HH:mm            | HH:mm |                 |        |       |      |                    |      | 연결테스트 | 가져오기 |

변경사항 저장 및 종료

#### 4 통합 게이트웨이 구성

- 낙농목장에서 운영되는 각종 ICT기기에서 생성되는 ICT데이터를 수집하여 지정 서버로 전송하는 통합 게이트웨이 개발 구조도는 그림2-10와 같음

[그림2-10] 게이트웨이 구조도



- 외부 220V 전원을 인가받아 멀티콘센트를 통하여 LATTEPANDA 개발보드와 소프트웨어 송수신을 위한 LAN 허브가 작동된다. 전원이 켜진 LATTEPANDA로부터 LAN포트를 통해 LAN허브로 분할되어 데이터를 송수신하게 되며, 하드웨어를 통한 데이터 송수신을 위해 LATTEPANDA의 USB 허브에서 시리얼통신보드의 USB포트로 5V 전원이 인가되어 각 통신 사양에 맞는 정보를 전달받을 수 있도록 구조를 설계함
- 아래 (표2-5)는 게이트웨이를 구성하는 하드웨어와 각 기능을 작동시키기 위한 소프트웨어도구의 세부 기능 및 사양을 요약함

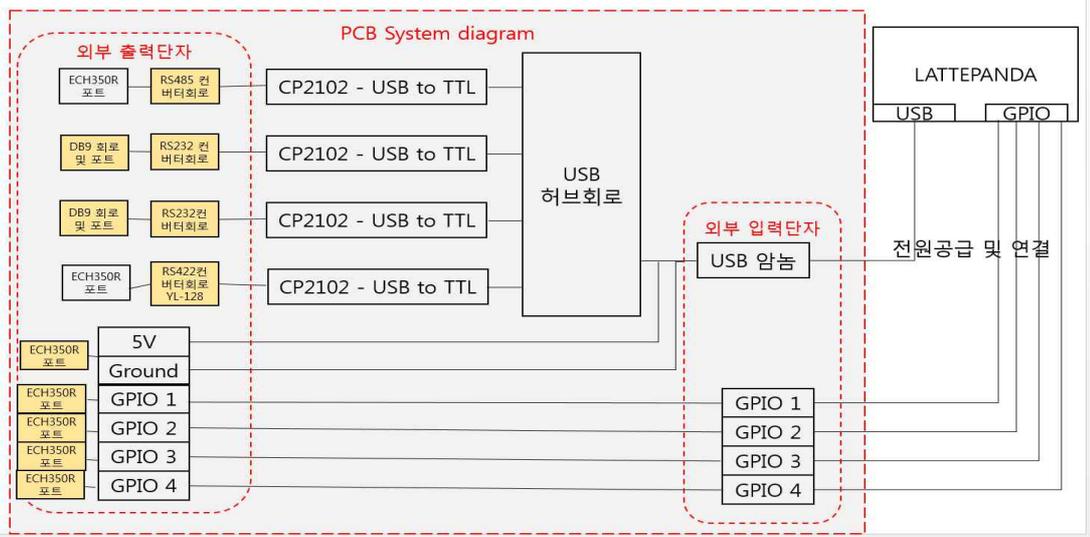
[표2-5] 통합 게이트웨이 구성항목별 세부 기능 및 사양

| 구성 항목                 | 세부 기능 및 사양   |
|-----------------------|--|
| LATTEPANDA<br>알파 개발보드 | 통합 게이트웨이의 개발보드로 사용되며 Windows10, 안드로이드 OS, 리눅스 등 다양한 OS환경에서 동작이 가능함. 본 연구과제에서는 Windows10 환경에서 개발을 진행하며, 내장된 네트워크 카드에서 유무선 이더넷을 지원하므로 목장내 설치된 각종 ICT기기로부터 전송받은 데이터들을 표준화하여 지정 서버로 전송하는 역할을 담당  |
| 시리얼<br>통신보드           | Serial 통신 보드는 Serial 통신 IC, GPIO 및 전력 포트를 내장하며, 라떼판다는 직접적으로 시리얼 통신(RS485, RS232, RS422)에 대한 지원을 하지 않음.<br>RS232 통신의 경우 1:1 통신을 기본으로 하기 때문에 다수의 기기연결을 위해서는 n개를 연결할 수 있는 포트를 구성하고 GPIO포트를 통하여 간단한 데이터 수집(온도, 습도, 이산화탄소)등의 아날로그 데이터 수집하도록 함 |
| NES-15-5              | 입력전압 AC 220V, 출력전압 DC 5V 3A 1ch, 자체 보호회로를 가지고 있으며, LATTEPANDA와 ANDDEAR-QWE2, 시리얼 통신 보드의 전원을 공급하는 역할을 수행함   |
| QT5                   | QT프레임워크는 다양한 OS를 지원하는 C++ GUI(Graphic user interface) 라이브러리 중 하나로 QT는 C++ 이외에도 파이썬 기반의 다양한 언어들을 지원하므로 LATTEPANDA, 라즈베리파이 등 OS가 존재 하는 개발보드를 사용하여 기간 내 개발을 위해서는 다양한 운영체제를 지원하는 QT 프레임워크를 이용함   |
| 비동기 소켓                | TCP/IP의 소켓 프로그래밍 중 하나이며, 비동기 소켓의 특징은 여러 개의 메시지를 R/W 할 수 있는 장점이 있음. 목장에는 여러종류의 ICT기기가 존재하기 때문에 게이트웨이는 동일한 시간에 여러 기기로부터 메시지를 받을 수 있는 기능이 되어야 하지만 비동기 소켓은 메시지 정확성을 보장 하지 못하는 단점이 있기 때문에 Parsing을 위한 프로토콜을 지정 하여 문제를 해결할 예정임                 |
| WI-FI 통신모듈            | 낙농현장에서 활용되는 ICT기기는 설치위치, 작동형태에 따라 유선통신 환경만을 활용하는데 한계가 있으므로 장비와 통신모듈, 통합 게이트웨이간의 데이터 통신에 있어 유선통신은 물론, 무선통신을 활용할 수 있도록 송수신 WI-FI모듈을 개발함. 무선통신은 목장 상황을 고려하여 통신방식을 선정하고, 전원공급은 연계되는 ICT장비의 상시전원을 활용  |

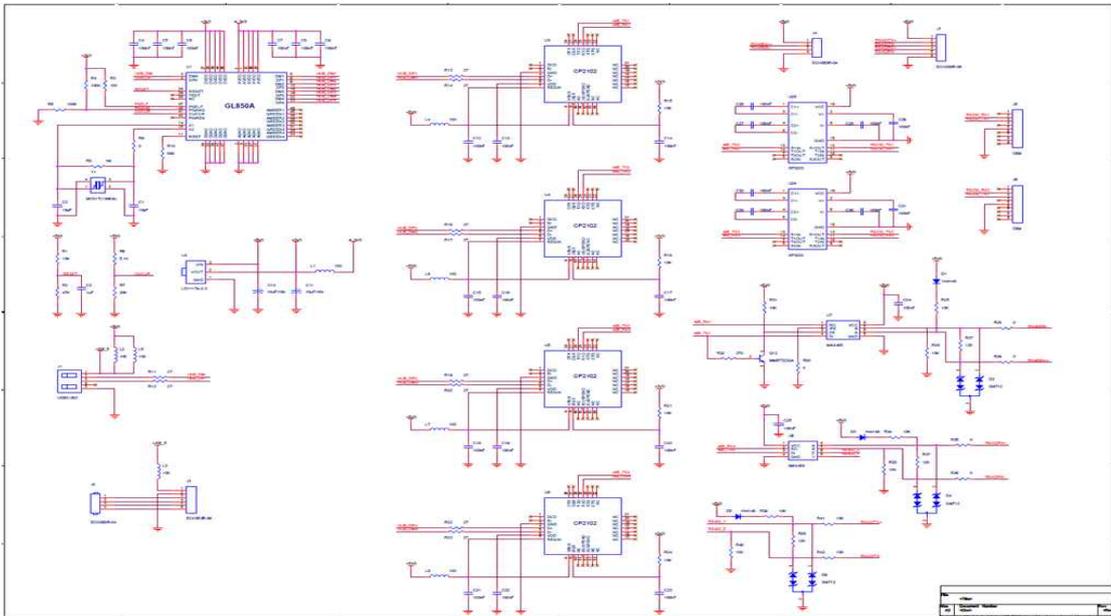
5) 시리얼 통신보드 설계

- 통합 게이트웨이 구성은 크게 외부 출력단자와 입력단자, CP2102를 통한 USB to TTL을 연결하기 위한 USB 허브회로 그리고 각 통신포트로 연결될 컨버터회로, 5V, GPIO로 구성 된 시리얼 통신보드를 제작하고 LATTEPANDA로부터 전원공급을 받아 각 회로로 연결함

[그림2-11] 시리얼 통신보드 구성설계도 및 LATTEPANDA와의 연결



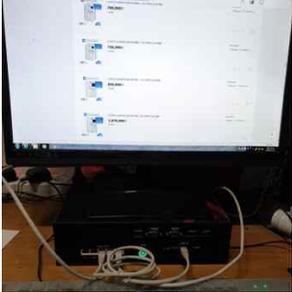
[그림2-12] 시리얼 통신보드 회로설계도



### ⑥ 연구목장 통합 게이트웨이 설치

- 3차년도 12개 연구목장에 통합 게이트웨이를 설치하여 이기종 ICT장비에 대한 각각의 데이터를 수집 후 통합 데이터 서버로 전송
  - 연초 12개 연구목장에 대하여 통합 게이트웨이를 설치하여 데이터를 수집 할 계획이었으나 COVID-19로 인한 목장방문 제한과 목장 네트워크 환경이 미흡하여 이를 보완 후 설치를 진행하였음
- 향후 해당연도 미설치 목장 및 신규 연구목장에 대하여 추가적인 통합 게이트웨이 설치 및 미흡한 부분 보완 예정임 데이터 연동을 위한 착유기 제조사에 통신방식(RS232, RS485등), 통신 속도(9600bps, 115200 bps등) 통신포트 위치 등의 정보 문의하였지만 통신프로토콜 공개거부로 인하여 다양한 경우의 수를 두고 연결을 시도함

[그림2-13] 연구목장 통합 게이트웨이 설치

|  |  |   |  |
|--|--|---|--|
|   |   |   |   |
| A목장  | B목장  | C목장   | D목장  |
|   |   |   |   |
| E목장  | F목장  | G목장   | H목장  |
|  |  |  |  |
| I목장  | J목장  | K목장   | L목장  |

## 2.2 통합 게이트웨이 기반 ICT데이터 수집 및 실시간 전송시스템 개발

### ① 개발 개요

- 연구목장에서 운영S/W를 통해 분석한 데이터 형식, 데이터 분류체계 및 표준화, ICT장비별 표준코드 등을 기준을 수집된 데이터를 표준화하여 서버로 전달
- ICT기기에서 수집되는 정보는 설정한 시간 간격마다 자동으로 수집하여 내장메모리에 저장한 후 표준화된 데이터형식으로 변환하여 전송하는 시스템 개발(연구기간 중 게이트웨이 개발 전에는 동일 기능의 별도 운영시스템에서 개발하여 적용함)
- 주관기관(제1세부)에서 규정한 각 ICT기기 식별을 위한 표준 기기코드 정보를 내장하여 ICT 기기가 연결되면 연결방법, 통신규정 및 데이터 형식을 자동인식 할 수 있도록 업그레이드

### ② 실시간 데이터 전송을 위한 운영체제 LATTEPANDA

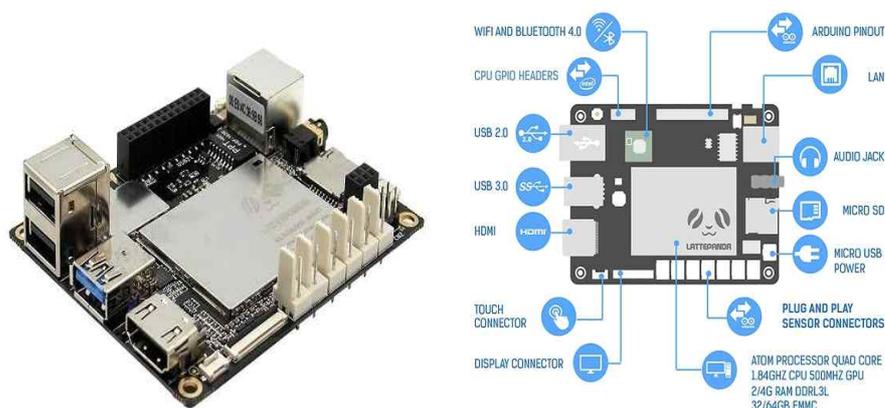
- LATTEPANDA를 이용한 USB TO RS485, 232, 422 통합보드를 제작하여 데이터를 수집
- LATTEPANDA ALPHA의 8세대 코어 M3를 이용한 개발보드로써 ARM기반의 LOW LEVEL의 개발보드의 단점을 해결하며 다양한 OS의 활용으로 출시 초기 많은 관심을 받을 제품으로 LATTEPANDA는 체리 트레일 Z8300~8350의 아톰 프로세스를 채용하였으며 RAM은 2, 4GB로 기존 개발보다 높은 사양과 5V로 작동되는 MINI PC이다. 델타는 N4100 알파는 M3-8100Y로 출시되어 있으며 알파는 총 3가지의 세부모델이 있음

[표2-6] LATTEPANDA 알파 세부모델

| 구분   | DFR0545 | DFR546   | DFR0548  |
|------|---------|----------|----------|
| OS   | X       | WIN10PRO | WIN10PRO |
| eMMC | X       | 64GB     | 64GB     |
| 라이선스 | X       | X        | X        |

- LATTEPANDA의 특징으로는 Windows10 PRO를 탑재하고 있으며 리눅스 호환이 가능하며, INTEL 7세대 M3 CPU를 장착하고 있으며(맥북 12인치 동일 스펙) 싱글보드 컴퓨터로서 8GB RAM의 64GB내장메모리, 인텔 HD 615 그래픽 탑재를 하고 있으며 지금까지 공개된 개발 보드 중에 강력한 성능을 제공하고 블루투스 4.2, WI-FI 802.11n, 기가비트 이더넷, 4k UHD 지원, HDMI, USB-C 연결이 가능하며, M.2 슬롯을 제공함

[그림2-14] LATTEPANDA 알파와 지원기능



### ③ 통합 게이트웨이와 ICT기기간 Software 연동모듈 개발

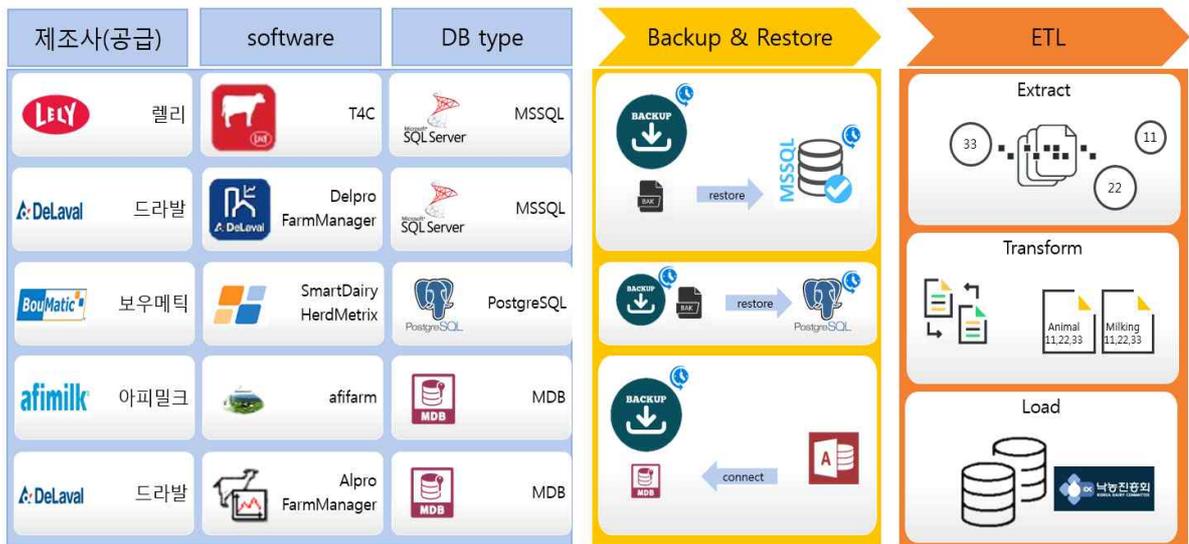
- 통합 게이트웨이(내부적으로 O/S를 갖춘 모듈 장착)에서 (그림2-15)과 같이 ICT기기에서 수집된 데이터를 전송하기 위한 연동 소프트웨어를 개발함

[표2-7] 통합 게이트웨이의 Software 연계 방법

| 통합 게이트웨이 연계 방법            | 데이터 수집 및 전송방식   |
|---------------------------|---|
| 기기 운영S/W DB와 통합 게이트웨이 연계  | 장비운영 프로그램의 데이터베이스로부터 파일을 백업한 뒤 필요한 데이터를 추출하여 송신하는 방법                    |
| 기기 제조사 서버와 통합 게이트웨이 연계    | 장비공급업체의 서버로부터 OPEN API 방식으로 데이터를 수집하여 송신하는 방법                           |
| 기기 운영S/W 리포트와 통합 게이트웨이 연계 | 장비운영 프로그램을 실행하여 자동으로 보고서를 생성하고 보고서의 내용을 TXT형태로 추출하여 수집하고 전송하는 방식 등을 적용함 |

- 통신모듈에 의한 프로토콜방식으로 다양한 포트연결과 LATTEPANDA를 통한 소프트웨어 방식으로 연결하는 기능을 동시에 수행함으로써 다수의 장비연결과 향후 확장성 그리고 연결 제품의 업그레이드, 변경에 대응 할 수 있도록 구성함

[그림2-15] 5가지 착유기의 Software data 수집 예시



- 착유기 중 시장점유율이 높은 렐리, 드라발, 웨스트파리아, 아피밀크, 보우매틱, 풀우드 등은 자체 브랜드의 장비통합관리 시스템을 보유하고 있으며 운영방식은 목장의 자체PC에서 운영되는 시스템 또는 브랜드 통합관리 서버에서 운영되는 시스템 방식으로 운영되고 있음
- (그림2-9)에 표시된 렐리의 S/W는 SQL 데이터베이스 시스템, 아피밀크, 드라발 착유기는 MDB 데이터베이스 사용하고 있어 데이터 수집을 위해 개발 프로그램을 목장의 PC 또는 통합 게이트웨이에 설치하고 데이터를 추출하여 서버로 저장하는 방식을 적용함
- 통합 게이트웨이의 운영소프트웨어는 통신모듈을 통한 프로토콜 방식과 목장PC 또는 업체서버에서의 데이터 표준형식 방식을 모두 수용할 수 있도록 게이트웨이 내장 프로그램을 개발함

4] 통신불능 ICT기기 연동을 위한 통신모듈 개발

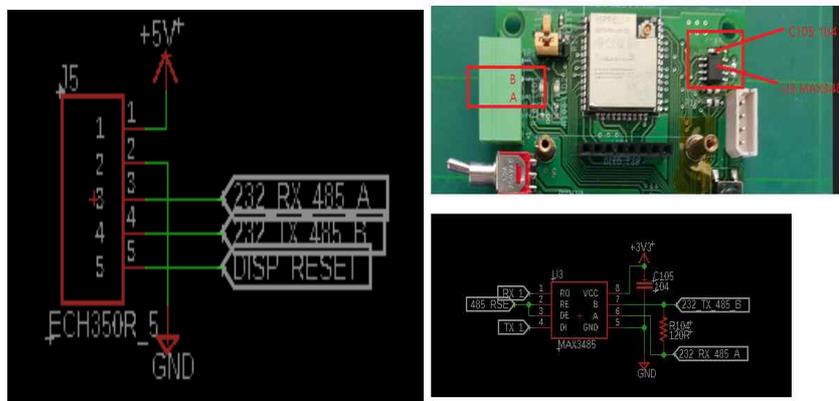
- ICT 장비 중 시리얼통신기능을 보유하나 데이터를 PC나 서버로 전송하여 관리 또는 활용하지 않는 경우가 많으므로, 이를 수집하여 통합 게이트웨이로 전송할 수 있는 통신모듈을 개발하였으며, 통신모듈의 주요 기능은 다음과 같음

[표2-8] 통신모듈의 구성과 기능

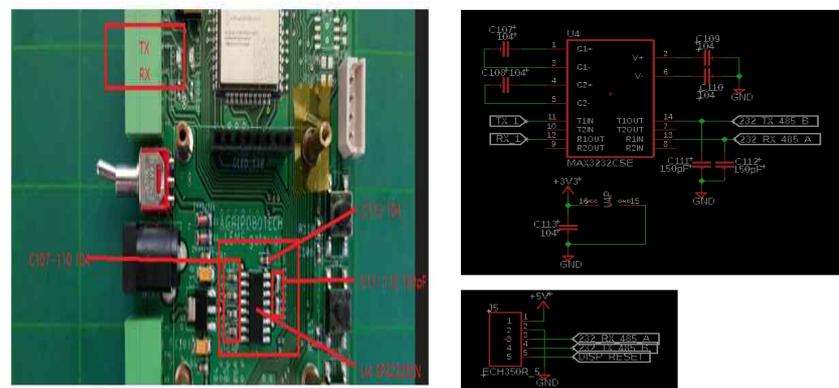
| 구성 항목 | 세부 기능 및 사양  |
|-------|---|
| ESP32 | ESP32는 32bit MCU이며 유무선 이더넷 기능이 있으며 시리얼통신으로 이기종 장비로부터 데이터를 수집 후 TCP/IP 소켓 통신을 이용해 통합 게이트웨이에 메시지 전달을 하고 통신모듈은 RS232, RS485 시리얼통신을 지원하지만 2가지 모두 사용을 할 수 없으므로 ESP32의 개발환경은 Espresso사의 esp-open-rtos 라이브러리를 사용함으로써 실시간 응용 프로그램을 개발환경을 구성할 수 있음 |

| 구성 항목                  | 세부 기능 및 사양  |
|------------------------|---|
| 1.5 inch OLED 디스플레이 모듈 | ESP32의 디바이스 명, IP 할당 유무, 유무선 구분, 현재 연결된 보드의 상태 등을 간단하게 보여주는 역할을 수행함   |
| 전원                     | 통신모듈은 5V 2A 어댑터를 사용해서 전원을 입력할 수 있지만 J5 커넥터 1(5V)pin, 2(GND)pin을 활용해서 전원을 입력 할 수 있다. 이는 전기적 배선을 최소화 하는데 의미가 있음 |

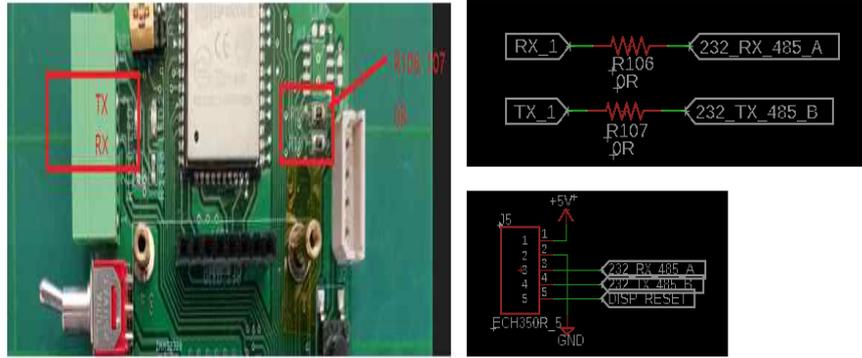
[그림2-16] 통신모듈 RS485 이기종장비 연결포트



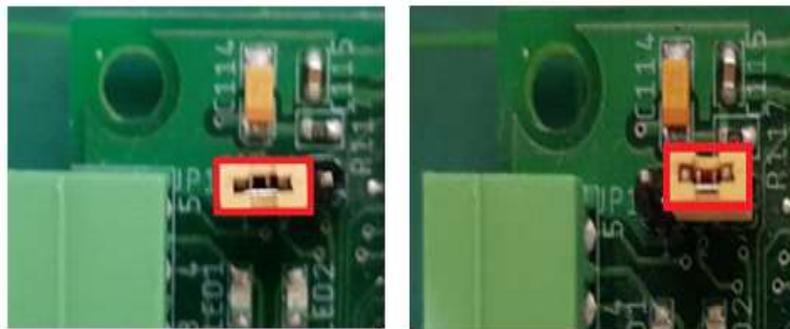
[그림2-17] 통신모듈 RS232 이기종장비 연결포트



[그림2-18] 통신모듈 UART 이기종장비 연결포트



[그림2-19] Wi-fi, Ethernet 연결포트



[그림2-20] JSON 형식의 데이터 전송



- 통신모듈과 ICT 장비와의 연동 시 다양한 통신사양의 연동 효율성을 위하여 통신모듈 PCB에 3가지의 통신(RS485, RS232등)을 선택하여 연동할 수 있도록 점퍼선을 구성함

| 통신규격  | 장비                               |
|-------|----------------------------------|
| RS485 | 팬 컨트롤러, 사료빈 로드셀, 냉각기, 착유기, 배합기 등 |
| RS232 | 착유기, 우형기, 냉각기 등                  |
| UART  | 환경모니터링 컨트롤러, 온도, 습도, 이산화탄소 등     |

[그림2-21] 통신모듈



[그림2-22] 통신모듈과 RMH배합기 컨트롤러의 연결(예시)



- 통합 게이트웨이와 통신모듈의 유무선환경을 구축하기 위해서는 (표2-9)와 같이 우리나라에서 적용되는 유럽의 통신표준규격에 따라야 한다. 통합 게이트웨이와 통신모듈간 데이터 송수신을 위하여 TCP/IP Ethernet UTP cat. 5 결선방식을 준용하고, 다양한 이기종장비의 데이터를 수집하기 위한 232, 485 통신 규격을 준수하여 구성
- 무선통신을 위하여 유럽 표준문서의 IEEE 802.11 Wi-Fi 규격을 준수하여 모듈을 선정하여 통합 게이트웨이와 통신모듈 PCB에 적용

[표2-9] 통합 게이트웨이 주요 통신규격 구성 현황

| 방식 | 규격  | 구성여부 |
|----|---|------|
| 유선 | Ethernet(IEEE802.3); UTP cat.5 결선방식 준용                          | ○    |
|    | RS-232C; 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200bps | ○    |
|    | RS-485ModbusRTU; 9600 bps(기본)                                   | ○    |
| 무선 | LoRa; 917~923.5MHz  | -    |
|    | IEEE802.11x; 902~928MHz, 2.412MHz~2.484GHz, 4.915~5.825GHz      | ○    |
|    | IEEE802.15.4(Zigbee); 2.405~2.480GHz                            | -    |
|    | IEEE802.15.1(Bluetooth); 2.405~2.480GHz                         | -    |
|    | 424Mhz,447Mhz   | -    |

**⑤ 무선 Wi-Fi 적용을 통한 유선한계 대체방안 개발**

- 통합 게이트웨이, 통신모듈 설치 시 유선으로 설치하기 곤란한 지역(거리, 장애물)에 무선 Wi-Fi 를 이용하여 설치하기 위해서 외부 안테나를 연결할 수 있는 공유기(iptime mini3), 지향성 안테나, 연결케이블 사용하는 방안 적용함
- IPTIME MiNi3 허브모드 설정(데이터 송신측)
  - 전원을 연결하고 기존 다른 설정이 되어있는 경우 좌측 리셋 버튼을 통해 기기 초기화
  - PC를 이용하여 연결하여 기기 설정화면으로 이동
  - 고급설정에서 유선 포트 기능 설정을 LAN 포트로 변경 후 재부팅
  - 고급설정의 UNPN 설정을 중단으로 변경
  - 고급설정의 네트워크관리에서 내부 IP주소 변경
  - 고급설정의 DHCP 서버동작을 중지
  - 무선랜 관리의 SSID, 인증 및 암호화, 암호 설정
  - 기기의 유선포트를 기존 허브 혹은 공유기와 유선 연결
- IPTIME MiNi3 브리지모드 설정(데이터 수신측)
  - 송신측 모드와 같이 설정 후 내부 IP 충돌 확인
  - 고급설정에서 무선 확장 방식을 멀티브리지(리피터)로 설정

**⑥ 개발 통신모듈 KC인증 및 시험성적서 확보**

- 본 과제를 통해 개발하는 ICT 통신용 통합 게이트웨이 및 통신기능 보완장치의 성능을 하드웨어(확장성, 내구성) 및 소프트웨어(안정성) 측면으로 지속적으로 피드백하여 개선하며, 개발 성과품의 신뢰도 검증을 위한 하드웨어의 KC 인증을 3차년도에 진행하였음  
(발급번호 :KES-EM-20K0510)

[표2-10] 통신모듈 시험 결과 종합의견

| 구성 항목    | 내 용   |           |
|----------|---|-----------|
| 1. 시험기자재 | 기자재 명칭  | ICT 통신모듈  |
|          | 모 델 명   | SJIMS-T   |
|          | 제 조 자   | (주)애그리로보텍 |
|          | 제 품 구분  | 업무용(A급)   |
| 2. 특기사항  | 본 제품은 KN 32/32와 KN 301 489-1 / -17 이 동시 동작이 가능하고 모니터링이 가능하며 동일한 데이터를 사용하였음. |           |
| 3. 시험기준  | 전자파적합성 기준   |           |
| 4. 시험방법  | KN32(멀티미디어기기 전자파장해방지 시험방법)<br>KN35(멀티미디어기기 전자파내성 시험방법)                      |           |
| 5. 기타사항  | 해당없음.   |           |



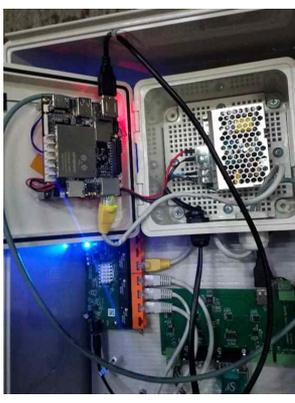
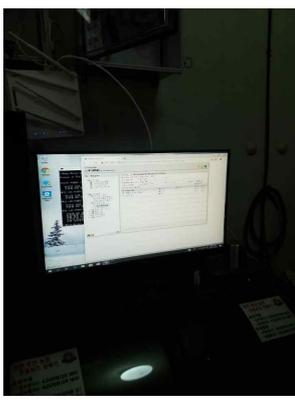
[그림2-23] 전파시험연구소 실험 모습



[그림2-24] KC인증서 및 시험성적서



[그림2-26] 통합 게이트웨이 장비연결 시험

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
|    |    |    |    |
| 냉각기 연결  | 냉각기 통신모듈 연결   | 무선 연결을 위한 확장 셋팅  | 통합 게이트웨이 설치   |
|   |   |   |   |
| 환경모니터링 시스템 연동   | 연동 작업   | 통신모듈 셋팅  | E목장 통합 게이트웨이  |
|  |  |  |  |
| 통합 게이트웨이 통신연결부  | G목장 통합 게이트웨이  | 게이트웨이-환경모니터링 시스템 연동작업  | 무선 확장작업   |

㉒ 통신모듈 ↔ 일반착유기 연동 실증시험(웨스트파리아, 아피밀크)

- 데이터 연동을 위한 착유기 제조사에 통신방식(RS232, RS485등), 통신속도(9600bps, 115200 bps등) 통신포트 위치 등의 정보 문의하였지만 통신프로토콜 공개거부로 인하여 다양한 경우의 수를 두고 연결을 시도함
  - 각 착유기로부터 데이터가 수집되는 전원부의 통신포트를 통한 데이터 수집 시도를 현재 진행 중이며 제조사로부터 제품 메뉴얼을 제공 받았지만 통신의 규격 속도 등은 포함되지 않았음
- USB 컨버터를 통해 시도해본 결과 정확한 통신 속도, 통신포트의 정보를 알 수 없었기 때문에 착유기 장비로부터 정확한 데이터 수집 불가네트워크 미연결 착유기 데이터 수집을 위해서는 업체 정보공개 동의 필요함

- 웨스트파리아 METATRON12 착유기의 경우 RS232통신을 통한 데이터 수집 시도를 하였으나, 장비 노후로 인하여 TURNOFF 현상, 개체인식 불가상황 발생함

[그림2-27] 웨스트파리아 DOS 컴퓨터 후면, 전원 부



- 장비에 표시된 PIN MAP의 안내를 보고 시도를 했지만 putty터미널에 출력된 값들은 문자로 나타내기 힘든 값이 출력되고 RS485 통신케이블을 통해서 데이터의 신호를 받았지만 RX LED의 켜짐만 알 수 있었음

[그림2-28] 오리온 착유기 컨트롤러 전면 부, 커버 속 PIN MAP



### ③ 통신모듈 ↔ 환경모니터링 시스템 연동 실증시험

- 시스템 구성확인

- 기존 장비와의 호환 인터페이스를 지원하는 유/무선 환경모니터링 시스템
- 센서 및 제어 통합장치용 표준화 프로토콜 공유

- 메인 컨트롤러

- 메인 컨트롤러는 유무선 통신이 가능하고 각 센서에 대한 데이터를 수집할 수 있는 시스템으로 유선 및 무선 통신방식별로 특성을 감안하여 장비가 효율적으로 작동할 조건을 파악하여 축사의 형태에 적합한 통신방식을 선정하여 설치 후 통신모듈 연동함.
- 계측 및 제어를 위한 메인 컨트롤러는 연산, 저장, 표시 및 외부 유무선 통신을 위한 메인 PCB와 계측기, 제어기간 유선 통신을 위한 커넥팅보드와 파워 PCB로 구성되어 있으며, 컨트롤러와 계측기 간 무선 통신을 위한 블루투스 모듈 PCB를 부가장치로 설계되어 있음.

[그림2-29] 환경모니터링 컨트롤러 구성



○ 센서

- 축사 내부 환경 및 개체 상태를 파악하기 위한 계측기의 선정 및 설치
- 환경 계측을 위한 센서는 계측 대상의 특성에 따라 환경 및 공기질로 범주를 구분
- 사양관리에 참고할 수 있는 생체정보 센서와 각종 사고에 대비하기 위한 안전정보 센서를 적용함

[표2-11] 센서별 사양

| 구분   | 대상     | 사진  | 측정 원리   | 통신방식 등 사양   |
|------|--------|---|---|---|
| 기후   | 온습도    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>·(온도) 온도에 따라서 물질의 저항 값이 변화하는 소재(반도체 세라믹)를 이용하여 값의 변화 감지</li> <li>·(습도) 습도흡착판이 대기상태의 수분을 흡수하여 양쪽에 붙어 있는 전극으로 전달하여 수분 양에 의한 전극의 전도도 변화 감지</li> </ul>                     | 통신 방식: I <sup>2</sup> C<br>온도<br>측정범위:-40~+123.8℃<br>온도 측정오차:±0.4℃<br>습도 측정범위:0~100%<br>습도 오차:±3% |
|      | 풍속     |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>·두 개의 저항성을 가진 필름 사이를 바람이 통과할 경우 온도를 측정하고 전류를 흐르게 하며, 다른 도선이 가열하여 상대적으로 일정한 온도를 유지하게 하고 온도가 offset이 되어 측정되는 온도와의 상대적인 값을 수치화(바람의 세기가 셀수록 온도가 떨어지는데 그때의 상대 값)</li> </ul> | 통신 방식:4~20mA 전류<br>측정범위:0~20m/s<br>측정오차:±3%   |
| 공기 질 | 이산화탄소  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>·LED 램프의 빛을 쬐서 CO<sub>2</sub>를 거쳐 두 감지기에 도달하는데 수신하는 신호가 약해지는 정도를 계산</li> </ul>   | 통신 방식:UART<br>측정범위:0~10,000ppm<br>측정오차:±3%  |
| 안전   | 팬전원 감지 |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>·전류의 변화 감지</li> </ul>  | 통신 방식:전압<br>측정범위:DC 0~12V   |

○ 환경모니터링 시스템 연구목장 설치

- 개체별 원유생산량, 원유품질, 개체활동량 등과 축사환경(온도, 습도 등)과의 상관관계를 조사하기 위해 12개 연구목장에 환경모니터링 시스템 설치하였으며, 데이터 실험 결과는 데이터 손실율이 거의 발생하지 않는다는 것을 확인

[그림2-30] 연구목장 설치완료 된 환경모니터링 시스템



④ 기타 ICT기기 연동 진행

○ 냉각기

- 물러냉각기, KM 스마트냉각기의 경우 소프트웨어 연동방식을 통해 데이터 수집이 되고 있으며, 게이트웨이 라떼판다에 데이터 추출 프로그램을 적용하여 테스트를 진행
- 우유량(무게), 온도를 측정할 수 있는 로드셀과 인디케이터를 제작 후 통신모듈과 연동하여 실시간 데이터 수집

○ (통신불능 ICT기기 연동을 위한) 통신모듈 ↔ TMR 배합기 연동 실증시험

- TMR 배합기는 통신모듈을 통한 데이터 수집(통신모듈 연동)을 완료하였으며, 통합 게이트웨이를 통해 [제1세부]기관의 연구과제 서버로 송신 작업 진행 완료하였음

[그림2-31] 통신모듈 ↔ TMR 배합기 연동



통신모듈 ↔ TMR 배합기 배선 작업



목장 네트워크 구축



통신모듈 ↔ TMR 배합기 설치(후면)

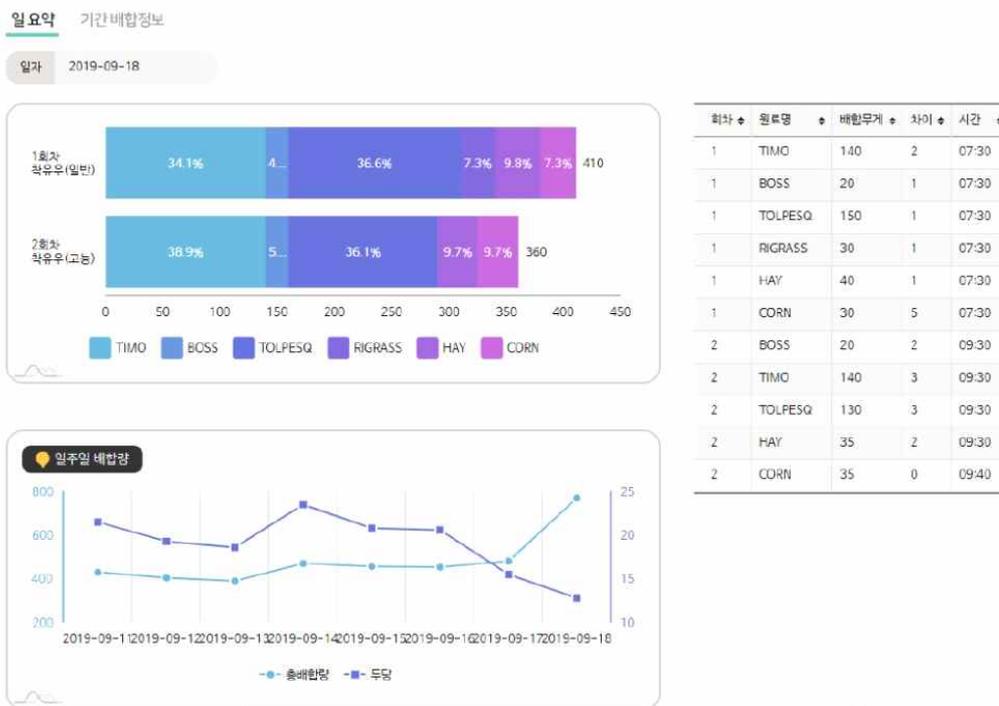


통신모듈 ↔ TMR 배합기 설치(전면)

○ 웹 프로그램 - 배합기 배합 정보

- (상단, 우측) 조회일자 기준으로 회차별 배합량과 원료별 배합량이 표시
- (하단) 최근 일주일간의 일별 총배합량, 두당 배합량 그래프가 표시

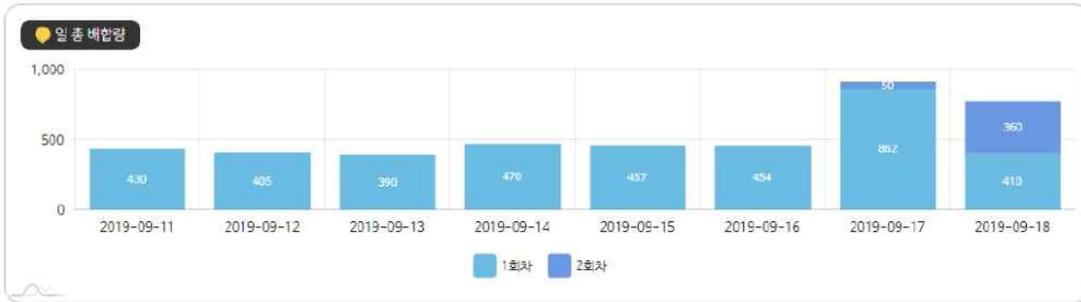
[그림2-32] 배합기 연동 프로그램



- 조회기간 일별 배합량이 표시
- 조회기간 일별 총 배합량, 두당배합량, 두당배출량이 표시(우군 그룹별)

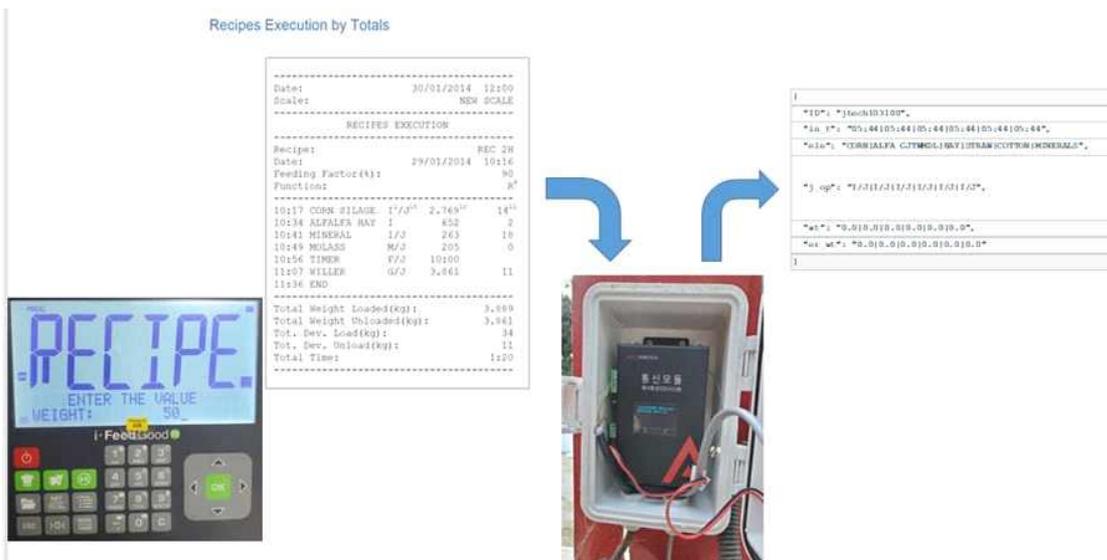
일 요약 기간배합정보

기간 2019-09-11 — 2019-09-18



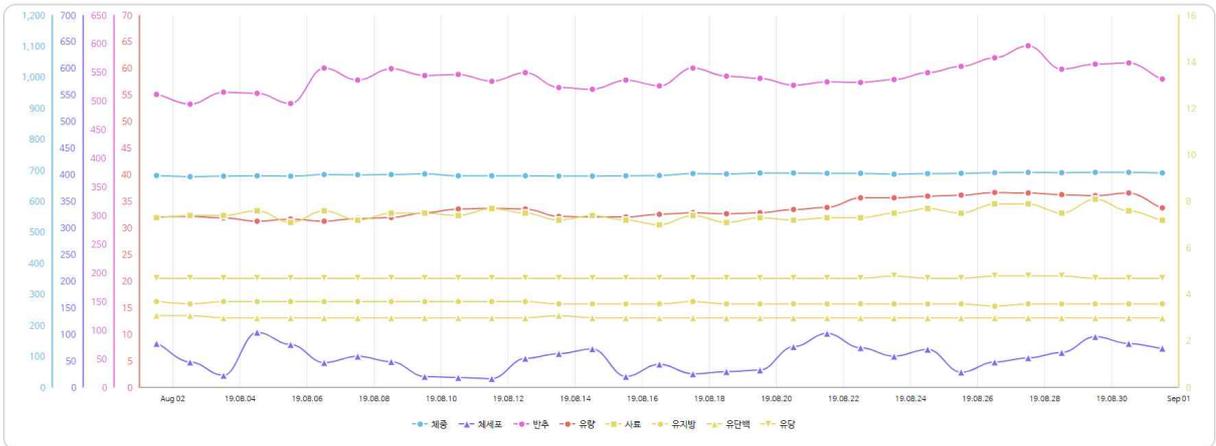
- RMH배합기 컨트롤러에서 들어온 배합 정보를 통신모듈을 통해 배합정보 획득 후 원하는 서버로 데이터를 전송할 수 있음
- 전송하는 메시지 정보
  1. 통신모듈의 장비 번호
  2. 배합사료 투입 시간
  3. 배합사료 원료 명
  4. 배합사료 원료 넘기기 유무
  5. 배합사료 원료 별 무게
  6. 레시피에 따른 배합사료 원료 무게 오차
- 장비번호(변수명:ID)는 각 목장을 식별하기 위해서 존재
- 투입시간(변수명:in\_t)은 레시피 설정에 따른 각 배합 원료 투입 완료 시간을 뜻함
- 배합 원료 이름(변수명:ele)은 원료의 명을 나타내며, 영문만 나옴(컨트롤러 원료 명 저장)
- 배합 원료 넘기기(변수명:j\_op)은 해당 원료 투입 유무를 판단하는데 사용
- 배합사료 원료 무게(변수명:wt)은 각 원료 별 최종 무게를 뜻함
- 배합사료 원료 레시피에 따른 오차(변수명:er\_wt)은 배합기 컨트롤러에 내장된 레시피 원료 무게 값과 실제 투입 원료 무게 값을 비교하여 무게 오차 값을 보여줌

[그림2-33] 통신모듈 ↔ 배합기 연동 Jason메시지



⑤ ICT기기 연동을 통한 수집 데이터(예시)

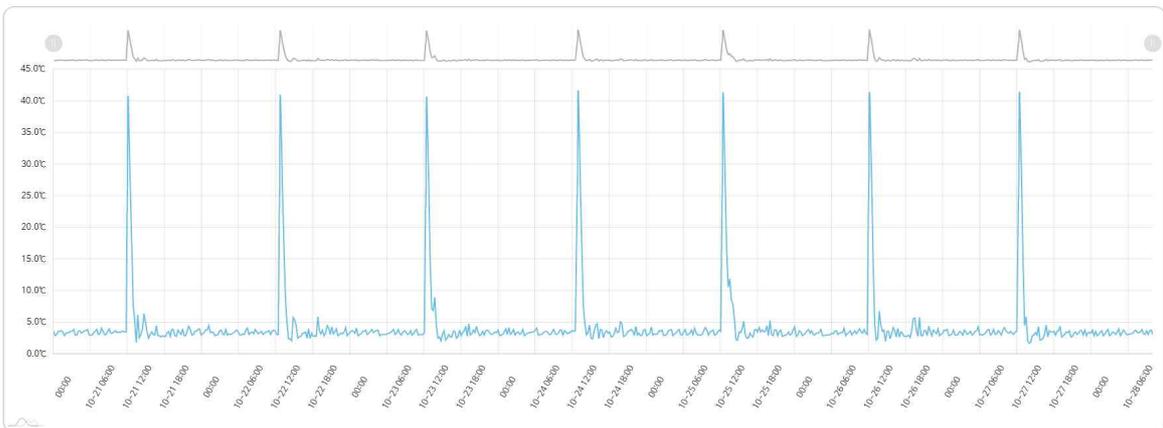
○ 로봇착유기(유량, 유질, 체세포, 사료량)



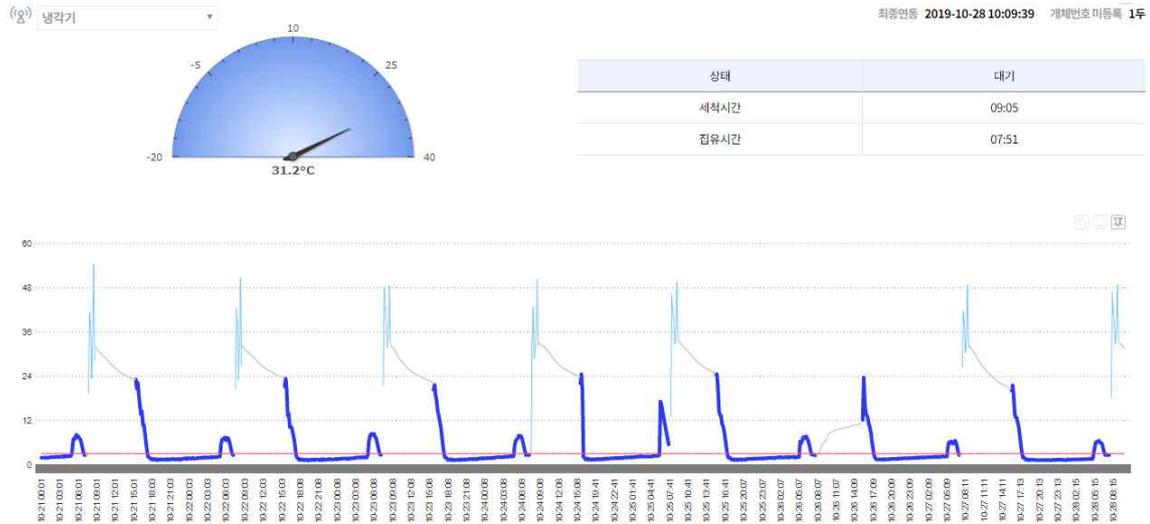
○ 일반 팔라착유기(유량, 전도도, 사료량)

| DELPRO 일자  | 생산성 및 유질         |                   |      |                  |                  |                 |                     | 사료  |                  |                  | 체중 <sup>①</sup> |
|------------|------------------|-------------------|------|------------------|------------------|-----------------|---------------------|-----|------------------|------------------|-----------------|
|            | 총유량 <sup>②</sup> | 투당유량 <sup>③</sup> | 착유두수 | 유지방 <sup>④</sup> | 유단백 <sup>⑤</sup> | 유당 <sup>⑥</sup> | F/P 비율 <sup>⑦</sup> | 전도도 | 급여량 <sup>⑧</sup> | 실경량 <sup>⑨</sup> |                 |
| 2019-09-28 | 1445             | 20.4              | 71   |                  |                  |                 |                     | 56  | 2.57             | 52.38            | 4.91            |
| 2019-09-29 | 1396             | 19.7              | 71   |                  |                  |                 |                     | 60  | 3.33             | 66.96            | 4.98            |
| 2019-09-30 | 776              | 10.9              | 71   |                  |                  |                 |                     | 61  | 1.38             | 27.43            | 5.02            |
| 2019-10-02 | 1396             | 27.9              | 50   |                  |                  |                 |                     | 60  |                  |                  |                 |
| 2019-10-03 | 1814             | 27.5              | 66   |                  |                  |                 |                     | 65  |                  |                  |                 |
| 2019-10-04 | 1356             | 25.1              | 54   |                  |                  |                 |                     | 63  | 3.33             | 66.96            | 4.98            |
| 2019-10-05 | 0                | 0.0               | 68   |                  |                  |                 |                     |     | 4.50             | 90.38            | 4.98            |
| 2019-10-06 | 1415             | 19.9              | 71   |                  |                  |                 |                     | 59  | 2.51             | 50.00            | 5.02            |
| 2019-10-07 | 1432             | 20.2              | 71   |                  |                  |                 |                     | 50  | 2.85             | 57.32            | 4.98            |
| 2019-10-08 | 1382             | 19.5              | 71   |                  |                  |                 |                     | 44  | 3.07             | 62.11            | 4.93            |
| 2019-10-09 | 1406             | 20.1              | 70   |                  |                  |                 |                     | 54  | 3.09             | 62.33            | 4.96            |
| 2019-10-10 | 1291             | 18.4              | 70   |                  |                  |                 |                     | 52  | 3.27             | 66.22            | 4.93            |
| 2019-10-11 | 1431             | 20.4              | 70   |                  |                  |                 |                     | 57  | 3.04             | 61.71            | 4.93            |
| 2019-10-12 | 1378             | 19.7              | 70   |                  |                  |                 |                     | 51  | 3.33             | 67.57            | 4.93            |
| 2019-10-13 | 1364             | 19.5              | 70   |                  |                  |                 |                     | 49  | 3.47             | 70.27            | 4.93            |
| 2019-10-14 | 1465             | 20.9              | 70   |                  |                  |                 |                     | 43  | 3.16             | 63.96            | 4.93            |
| 2019-10-15 | 1356             | 19.4              | 70   |                  |                  |                 |                     | 50  | 3.04             | 61.71            | 4.93            |
| 2019-10-16 | 1383             | 19.8              | 70   |                  |                  |                 |                     | 49  | 2.91             | 59.01            | 4.93            |

○ 물리냉각기(작동상태, 온도)



○ KM 스마트 냉각기(작동상태, 온도)



○ TMR배합기

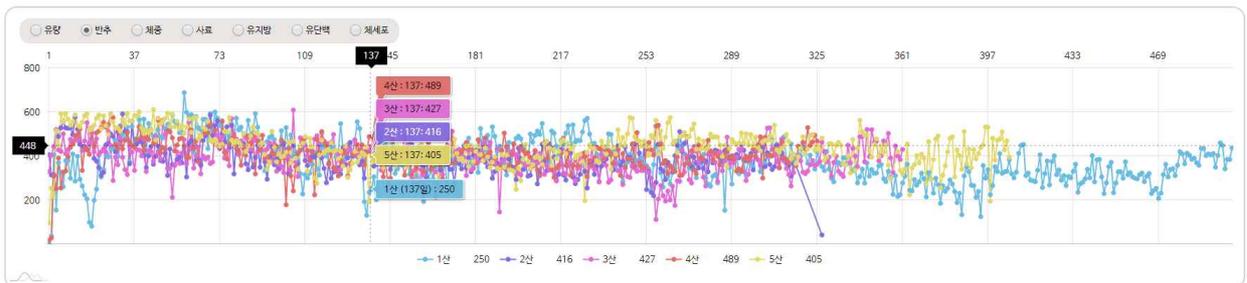
● 그룹, 두수지정

| 배합일        | 차수 | 시간    | 배합량 | 차이량 | 그룹지정     | 두수 |
|------------|----|-------|-----|-----|----------|----|
| 2019-10-28 | 1  | 07:30 | 410 | 11  | 착유우(일반)  | 31 |
| 2019-10-28 | 2  | 09:30 | 360 | 10  | 착유우(일반)  | 25 |
| 2019-10-27 | 1  | 08:00 | 431 | 5   | 착유우(일반)  | 21 |
| 2019-10-27 | 2  | 10:00 | 50  | 0   | 착유우(고능력) | 5  |
| 2019-10-26 | 1  | 10:00 | 454 | 6   | 착유우(일반)  | 20 |
| 2019-10-25 | 1  | 10:00 | 457 | 16  | 착유우(일반)  | 22 |

● 원료 등록

| 회차 | 원료명     | 배합무게 | 차이 | 시간    | 원료지정   | DM%  |
|----|---------|------|----|-------|--------|------|
| 1  | TIMO    | 140  | 2  | 07:30 | 티모시    | 60   |
| 1  | BOSS    | 20   | 1  | 07:30 | 뉴보스착유  | 88.5 |
| 1  | TOLPESQ | 150  | 1  | 07:30 | 톨레스큐   | 70   |
| 1  | RIGRASS | 30   | 1  | 07:30 | 라이그라스1 | 50.1 |
| 1  | HAY     | 40   | 1  | 07:30 | GO1    | 60   |
| 1  | CORN    | 30   | 5  | 07:30 | CORN2  | 68.5 |

○ 생체정보센서(반추시간)



○ 개체정보(산차, 수정일, 분만일)

| 개체번호 | 산차 | 착유일령 | 반식간격 | 수정횟수 | 해당산차 유량 |       | 일평균 착유량 |        | 일평균 사료섭취량 | 최근일령 |    |    |    | 최근분만일      | 최근수정일      | 임신기간 |
|------|----|------|------|------|---------|-------|---------|--------|-----------|------|----|----|----|------------|------------|------|
|      |    |      |      |      | 누적산유량   | 일평균유량 | 착유횟수    | 실래횟수   |           | 최입   | 최퇴 | 유입 | 유퇴 |            |            |      |
| 1    | 2  | 541  | 402  |      | 20389   | 37.7  | 2.0     | 1022.0 | 0.0       | ●    | ●  | ●  | ●  | 2018-05-04 |            |      |
| 10   | 4  | 459  | 449  |      | 11972   | 26.1  | 2.0     | 791.0  | 0.0       | ●    | ●  | ●  | ●  | 2018-07-25 |            |      |
| 11   | 2  | 735  | 486  | 2    | 20055   | 27.4  | 2.0     | 1226.0 | 0.0       | ●    | ●  | ●  | ●  | 2017-10-22 | 2018-04-19 | 557  |
| 12   | 3  | 810  | 343  | 3    | 22159   | 27.6  | 1.9     | 1389.0 | 0.0       | ●    | ●  | ●  | ●  | 2017-08-08 | 2018-02-18 | 617  |
| 15   | 2  | 764  | 1313 | 4    | 23354   | 32.6  | 1.9     | 1384.0 | 0.0       | ●    | ●  | ●  | ●  | 2017-05-23 | 2017-12-18 | 679  |
| 17   | 4  | 426  | 655  |      | 9703    | 22.8  | 1.9     | 589.0  | 0.0       | ●    | ●  | ●  | ●  | 2018-08-27 |            |      |

○ 자동급이기(사료제품명, 설정량, 급이량, 급이률)

| 일자         | 산차 | 착유일령 | 일평균유량 | 농후사료/유량100kg | 재증 |      | 프리쉬 탱 |     | 카우드림 플러스 |     |     | 글리세롤  |     |     | 건유사료  |     |     |
|------------|----|------|-------|--------------|----|------|-------|-----|----------|-----|-----|-------|-----|-----|-------|-----|-----|
|            |    |      |       |              | 재증 | 건일대비 | 설정량   | 급이량 | 급이%      | 설정량 | 급이량 | 급이%   | 설정량 | 급이량 | 급이%   | 설정량 | 급이량 |
| 2019-09-28 | 4  | 397  | 36.4  | 0.20         |    |      | 3.8   | 3.4 | 88.3     | 4.5 | 3.9 | 87.6  | 0.1 | 0.1 | 104.6 |     |     |
| 2019-09-29 | 4  | 398  | 35.5  | 0.25         |    |      | 3.7   | 4.0 | 108.1    | 4.5 | 4.9 | 108.6 | 0.1 | 0.1 | 70.8  |     |     |
| 2019-09-30 | 4  | 399  | 35.1  | 0.19         |    |      | 3.7   | 3.0 | 81.0     | 4.5 | 3.6 | 81.0  | 0.1 | 0.1 | 56.7  |     |     |
| 2019-10-01 | 4  | 400  | 35.2  | 0.26         |    |      | 3.6   | 4.1 | 111.4    | 4.5 | 5.0 | 111.0 | 0.1 | 0.1 | 108.2 |     |     |
| 2019-10-02 | 4  | 401  | 34.4  | 0.00         |    |      | 3.6   |     | 4.5      |     |     |       | 0.1 |     |       |     |     |
| 2019-10-03 | 4  | 402  | 36.0  | 0.26         |    |      | 3.6   | 4.1 | 112.7    | 4.5 | 5.0 | 112.2 | 0.1 | 0.1 | 92.7  |     |     |
| 2019-10-04 | 4  | 403  | 35.3  | 0.20         |    |      | 3.6   | 3.0 | 84.3     | 4.5 | 3.8 | 84.0  | 0.1 | 0.1 | 92.7  |     |     |

○ 환경정보수집기

| 일련번호      | yyyyMMddHHmmss | 돈방코드     | 온도1  | 온도1_보정습도1 | 습도1_보정온도2 | 온도2_보정습도2 | 습도2_보정 | 이산화탄소 | 이산화탄소 |      |      |      |
|-----------|----------------|----------|------|-----------|-----------|-----------|--------|-------|-------|------|------|------|
| 304927603 | 20191016000042 | 296 NULL | 28.4 | 28.4      | 78.8      | 78.8      | 27     | 27    | 76.3  | 76.3 | 2293 | 2293 |
| 304927794 | 20191016000144 | 296 NULL | 28.4 | 28.4      | 78.7      | 78.7      | 27     | 27    | 76.3  | 76.3 | 2296 | 2296 |
| 304927997 | 20191016000244 | 296 NULL | 28.4 | 28.4      | 78.6      | 78.6      | 27     | 27    | 76    | 76   | 2299 | 2299 |
| 304928369 | 20191016000344 | 296 NULL | 28.3 | 28.3      | 78.5      | 78.5      | 27     | 27    | 76.1  | 76.1 | 2288 | 2288 |
| 304928409 | 20191016000444 | 296 NULL | 28.4 | 28.4      | 78.6      | 78.6      | 27     | 27    | 76    | 76   | 2281 | 2281 |
| 304928580 | 20191016000544 | 296 NULL | 28.3 | 28.3      | 78.5      | 78.5      | 27     | 27    | 75.9  | 75.9 | 2283 | 2283 |
| 304928782 | 20191016000644 | 296 NULL | 28.4 | 28.4      | 78.5      | 78.5      | 27     | 27    | 76.1  | 76.1 | 2283 | 2283 |
| 304928972 | 20191016000744 | 296 NULL | 28.3 | 28.3      | 78.4      | 78.4      | 27     | 27    | 75.9  | 75.9 | 2270 | 2270 |
| 304929171 | 20191016000848 | 296 NULL | 28.3 | 28.3      | 78.2      | 78.2      | 27     | 27    | 75.6  | 75.6 | 2264 | 2264 |
| 304929357 | 20191016000944 | 296 NULL | 28.3 | 28.3      | 78.2      | 78.2      | 27     | 27    | 75.7  | 75.7 | 2262 | 2262 |
| 304929559 | 20191016001044 | 296 NULL | 28.3 | 28.3      | 78.3      | 78.3      | 27     | 27    | 75.9  | 75.9 | 2267 | 2267 |
| 304929750 | 20191016001144 | 296 NULL | 28.3 | 28.3      | 78.3      | 78.3      | 27     | 27    | 75.9  | 75.9 | 2259 | 2259 |
| 304929951 | 20191016001244 | 296 NULL | 28.3 | 28.3      | 78.2      | 78.2      | 27     | 27    | 75.9  | 75.9 | 2267 | 2267 |
| 304930139 | 20191016001344 | 296 NULL | 28.3 | 28.3      | 78.7      | 78.7      | 27     | 27    | 76    | 76   | 2269 | 2269 |
| 304930339 | 20191016001444 | 296 NULL | 28.3 | 28.3      | 79        | 79        | 27     | 27    | 76.4  | 76.4 | 2283 | 2283 |
| 304930528 | 20191016001544 | 296 NULL | 28.4 | 28.4      | 79.2      | 79.2      | 27.1   | 27.1  | 76.6  | 76.6 | 2291 | 2291 |
| 304930728 | 20191016001644 | 296 NULL | 28.4 | 28.4      | 79.7      | 79.7      | 27.1   | 27.1  | 76.5  | 76.5 | 2294 | 2294 |
| 304930917 | 20191016001744 | 296 NULL | 28.4 | 28.4      | 79.9      | 79.9      | 27.1   | 27.1  | 76.9  | 76.9 | 2308 | 2308 |
| 304931117 | 20191016001844 | 296 NULL | 28.4 | 28.4      | 80.2      | 80.2      | 27.1   | 27.1  | 77.1  | 77.1 | 2310 | 2310 |
| 304931303 | 20191016001944 | 296 NULL | 28.5 | 28.5      | 80.5      | 80.5      | 27.1   | 27.1  | 77.4  | 77.4 | 2325 | 2325 |

2.4 (과제추가) 유방염 모니터링 장비 개발

㉠ 유방염 모니터링 장비 개발 개요

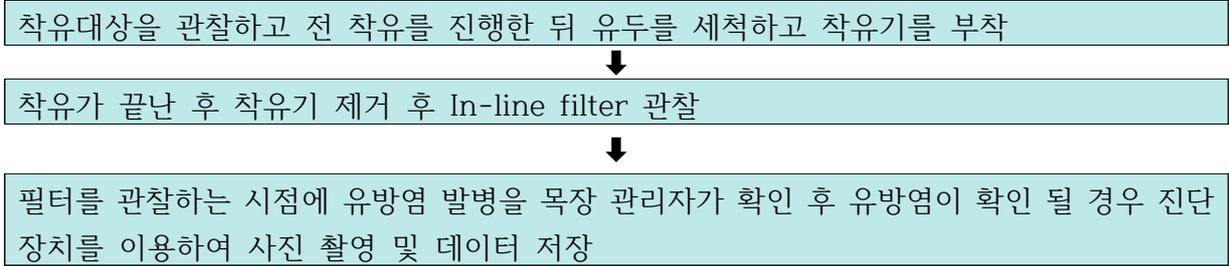
- 충남대학교 세부과제 목표를 달성하기 위해서는 실제 낙농가에서의 유방염 발생 개체의 유량 등의 생체 데이터와 그 개체에서 유방염이 발생했다는 확인 및 기록이 필요함
  - 생체 데이터는 낙농가에 설치된 착유기, 생체정보인식기 등의 ICT 장비로부터 얻을 수 있지만, 유방염이 발생하였다는 확인 기록은 농장 관리자가 매 개체마다 직접 확인이 필요하므로 본 연구에서 모니터링하고자 하는 임상형 유방염은 영국 Ambic사에서 개발한 착유라인에 설치하는 필터 형태의 유방염 검사장치(Vison Mastitis Detector)를 이용하여 필터에 응고물이 걸리는 것을 통해 쉽게 확인이 (그림2-34)와 같이 가능하여 실제 착유 현장에서 누구나 유방염을 기록할 수 있도록 하기 위하여 유방염 모니터링 장비를 개발하였음

[그림2-34] In-line filter와 설치 사진



주) In-line filter는 탈착식으로 재사용에 용이하며, 필터에 응고된 우유가 있는지 육안으로 검사 및 심각도 체크가 가능

○ 유방염 모니터링 장비 제작 전 착유 시나리오 확인



② 유방염 모니터링을 위한 장비 1차 설계 및 개발

○ 유방염 모니터링 장비 개발 기술 요구서

- 유방염을 확인하는 방법에는 체세포수 측정, 캘리포니아 유방염 진단법, 미생물 배양 등의 방법이 있으나, 국내 여건상 실제 농가에서 비교적 쉽게 유방염을 판단해줄 수 있는 방법이 필요하다. 따라서 위 유방염 모니터링 장비 개발을 위한 기술요구서는 (표2-12)와 같음

[표2-12] 유방염 모니터링 장비 기술 요구서

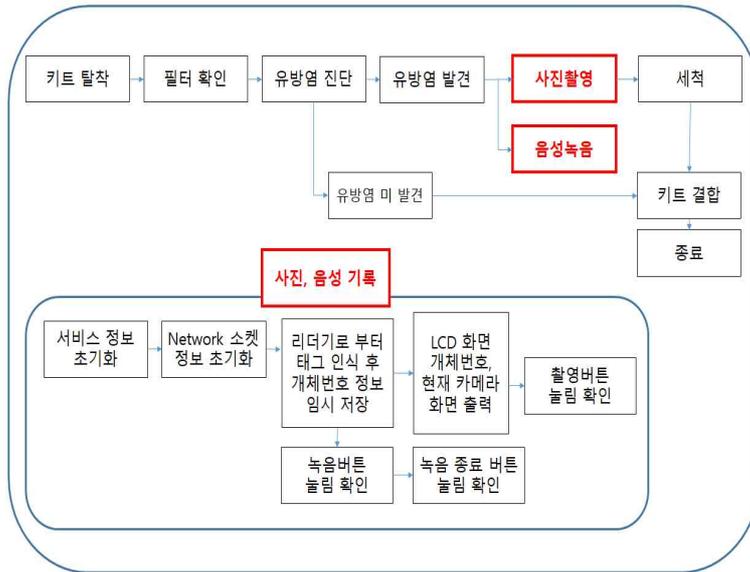
| 요구사항 정의서 |                              | 제품명         | 작성일          |
|----------|------------------------------|-------------|--------------|
|          |                              | 유방염 모니터링 장비 | 2019. 10. 10 |
| 목록       | 장치 요구사항                      | 비고          |              |
| 기능적      | 촬영 카메라                       | 1EA         |              |
|          | 녹음                           | 1EA         |              |
|          | 마이크                          | 1EA         |              |
|          | 필터 고정장치                      | 1EA         |              |
|          | 촬영 확인용 LCD                   | 1EA         |              |
|          | 무선연결을 위한 모듈                  | 1EA         |              |
|          | 전원공급                         | 1EA         |              |
|          | 전원공급 확인용 LED                 | 1EA         |              |
|          | 무선통신을 위한 안테나                 | 1EA         |              |
|          | Tag를 읽기 위한 리더기               | 1EA         |              |
|          | 리눅스 기반 라즈베리파이                | 1EA         |              |
| 인터페이스    | 유방염 발병시 자료화하여 입력할 수 있는 방안 구성 |             |              |
|          | 촬영용 등 다양한 버튼 구성              |             |              |
| 환경적      | 유지보수를 위한 케이스 제작              |             |              |
|          | 방수를 위한 케이스 제작                |             |              |
|          | 내부 PCB 열 냉각을 위한 냉각장치         | 1EA         |              |
| 검증       | 유량 데이터를 제공하는 농가에서 유방염을 체크    |             |              |
|          | 데이터 손실을 5% 미만                |             |              |

○ 유방염 모니터링 장비 구성

- 유방염 모니터링 장비는 하나의 휴대용 장치이며, 유방염 진단키트의 현재 모습을 이미지 데이터, 사용자 음성 데이터로 저장하는 장치를 말한다. 휴대성을 위해 배터리, 무선네트워크 카드, 마이크, 개체정보 리더기가 내장되어있어 무선네트워크가 구성되어 있으면 선에 구애받지 않으면서 착유 중 개체번호, 사용자 음성, 유방염진단키트 이미지를 기록할 수 있는 장점이 있음 단점으로는 착유 중 유방염 진단 시 제품을 항상 소지하여야 하며, 배터리 충전이 필요함

- 유방염 모니터링 장비는 5.0 inch LCD를 내장하고 있으며, LCD에서는 음성녹음시간, 현재 카메라 촬영화면, 개체 태그번호, 장치의 상태 값(에러 및 성공 메시지)을 출력하며, 장비외관 상단에 있는 녹색과 적색 LED는 제품의 네트워크 상태, 전원의 상태를 표시함

[그림2-35]목장 In-line filter 관찰 시나리오 및 유방염 모니터링 장비 동작 블록도



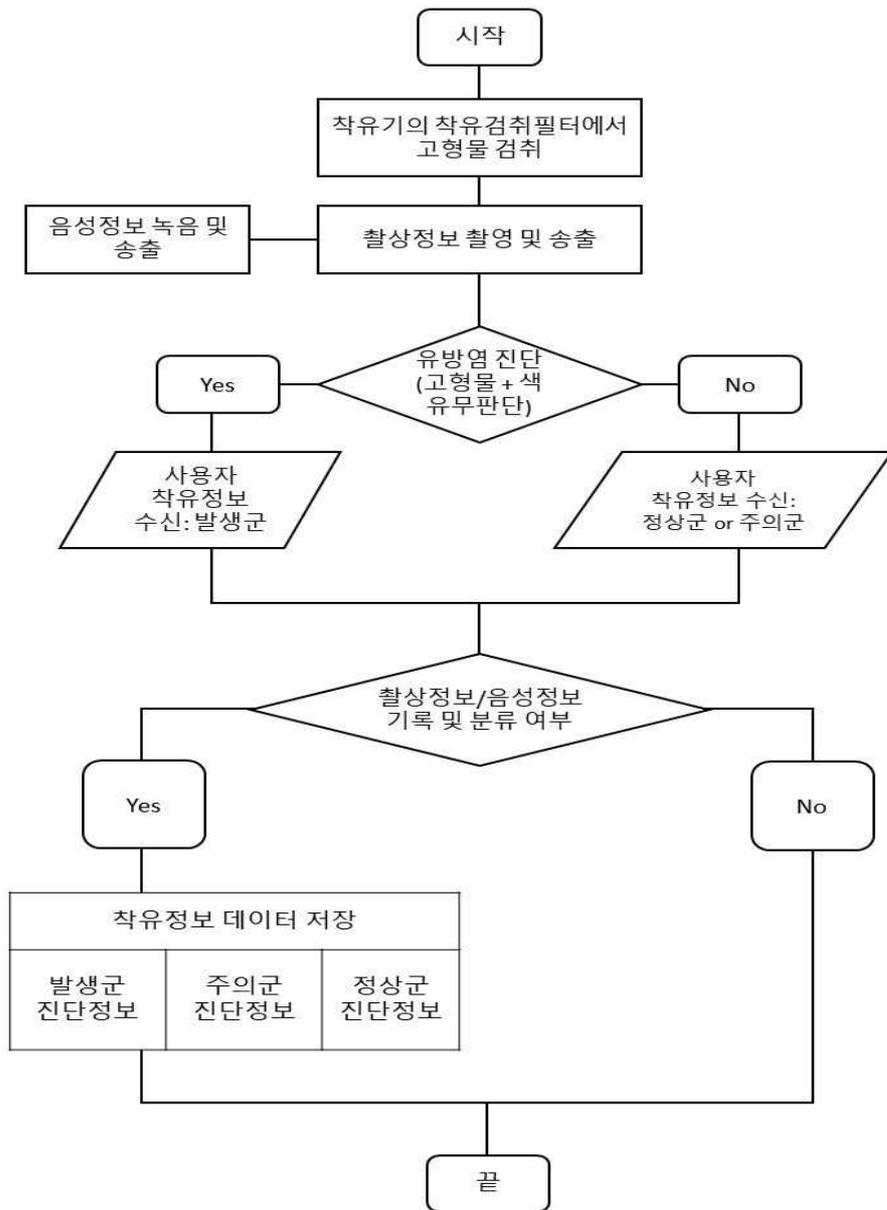
[그림2-36] 유방염 모니터링 장비 구성



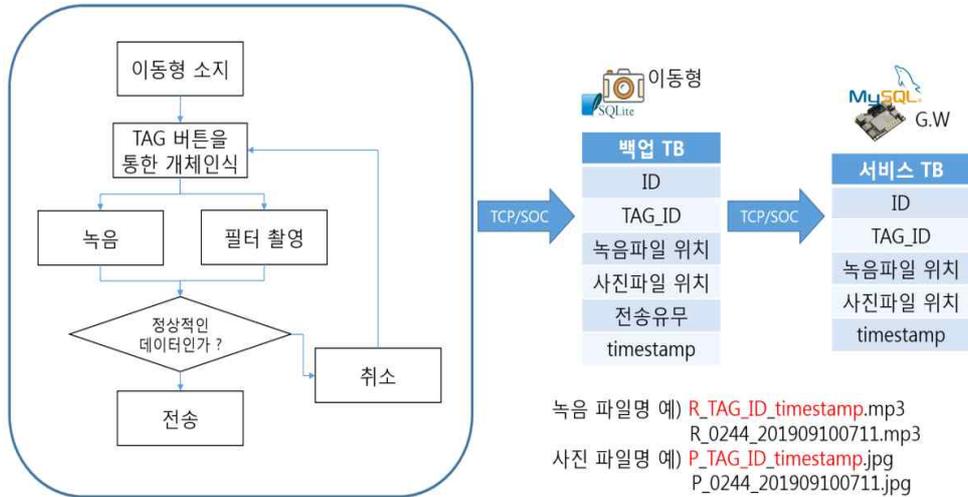
○ 유방염 모니터링 장비 작동 프로세스

- 유방염 모니터링 장비는 아래 (그림2-37)와 같이 사용자가 유방염 진단키트의 상태를 보고 촬영유무가 결정하며, 촬영 시 모니터링 장비는 카메라의 초점을 조절해주며, 데이터들은 정상적인 파일여부를 체크 후 TCP/IP 소켓통신을 통해 통합 게이트웨이로 이미지, 녹음파일, Tag번호가 전송 됨
- 유방염 모니터링 장비는 MariaDB client 라이브러리가 설치되어 있으며, 통합 게이트웨이에 설치된 MariaDB에 접속하여 데이터를 전송하기 때문에 게이트웨이에는 이와 관련한 최소한의 DB 테이블을 가지고 있어야 함.
- DB 테이블은 ID, TAG\_ID, 데이터 파일 서버(게이트웨이) 저장 위치, INSERT TIMESTAMP 등으로 구성되어 있으며, 데이터 파일명의 형식은 ‘기록형태\_태그ID\_시간.파일형식’으로 구성되어 있어 파일을 찾을 때 검색 효율성을 생각해서 지정

[그림2-37] 유방염 모니터링 장비 동작 블록도



[그림2-38] 유방염 모니터링 장비 프로세스



[그림2-39] 1차 유방염 모니터링 장비 개발 사진



③ 유방염 모니터링 장비 2차 설계 및 개발

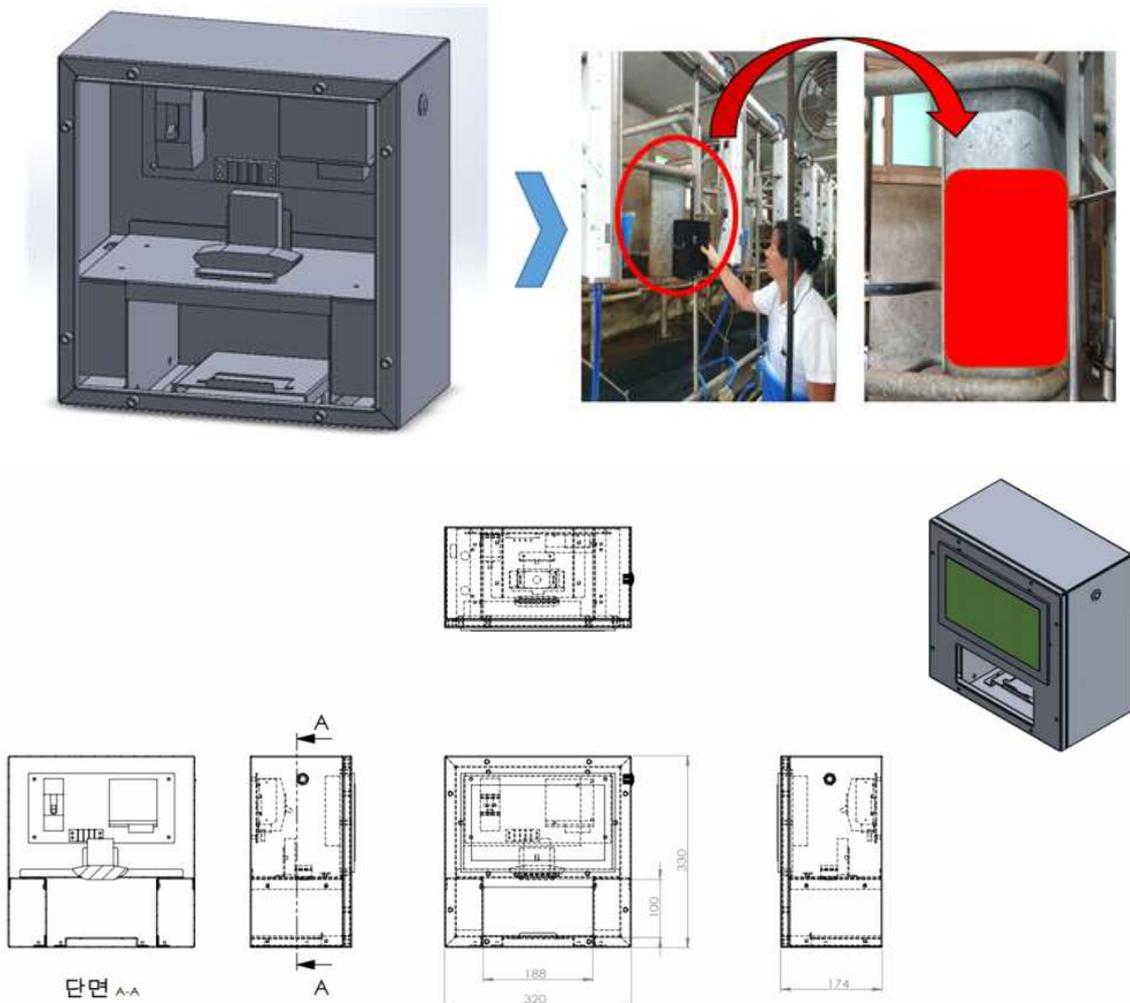
- 1차 개발한 유방염 모니터링 장비를 연구목장인 A목장에 설치하여 운영하였으나, 수정 가능한 문제점들이 발견되어 실제 목장에서 사용하는 사용자의 요구 사항을 반영하여 2차 개발을 진행하였음

[표2-13] 유방염 모니터링 장비 수정 요구 사항

| 항목              | 요구 사항   |
|-----------------|---|
| 입력화면<br>위치변경    | ○ 윗면 -> 앞면<br>- 작업 동선 최소화를 위해 착유실 중간 지점에 직접 설치<br>(기존 착유실 앞/뒤쪽에 세워놓고 사용하였음)<br>○ 액정 크기 변경<br>- 기존 화면이 작아 실제 터치방식으로 입력이 불편 |
| 개체코드<br>입력방법 수정 | ○ 2가지 방법 가능하도록 수정 요청<br>- 개체코드 직접 입력<br>- 착유실 개체 위치 선택  |
| 진단 키트<br>촬영 방법  | ○ 기존 슬라이딩 도어 방식에 진단 키트를 끼워 넣는 방식이 번거롭고 탈부착이 어렵다는 의견 수렴하여 진단 키트를 촬영장치 하단부에 올려놓고 촬영할 수 있도록 변경                               |
| 케이스 디자인<br>변경   | ○ 촬영부분을 오픈형태로 변경하여 세척이 가능하도록 디자인 변경<br>- 방수기능 추가하여 세척시 액정보호 및 카메라 렌즈 보호<br>- 촬영 패널 세척 및 청결함 유지                            |

○ 1차 개발한 유방염 모니터링 장비에 대한 사용자 요구사항을 반영하여 2차 설계를 진행함

[그림2-40] 유방염 모니터링 장비 2차 설계 안



- 2차 설계한 유방염 모니터링 장비를 제작하여 연구목장인 A목장(9/4), K목장(9/10-11)에 설치하여 유방염 진단기록을 이미지 데이터로 저장·분석하여 진단모델 개발 및 평가에 사용할 수 있도록 데이터를 제공

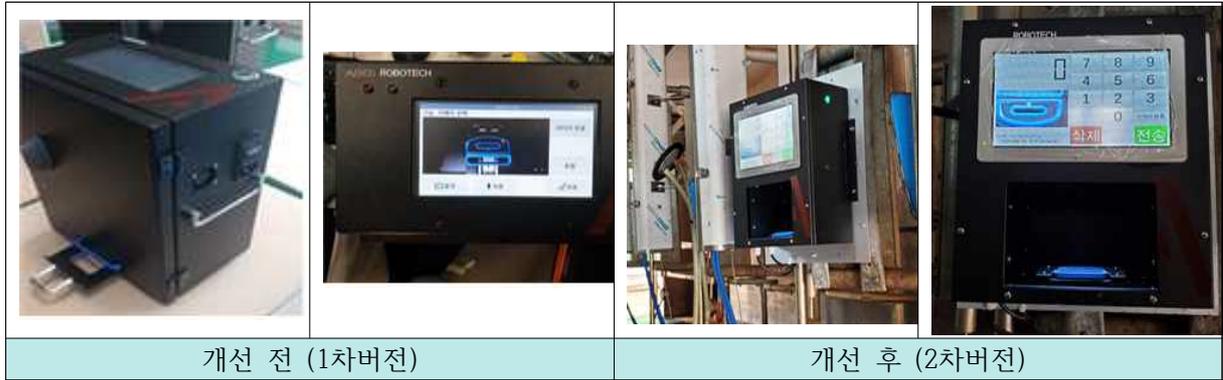


[그림2-41] A목장 유방염 모니터링 장비 설치



[그림2-42] K목장 유방염 모니터링 장비 및 환경모니터링 장비 설치

[그림2-43] 유방염 모니터링 장비 개선 전후 비교



4 유방염 모니터링 장비 특허 출원

- 3차연도에 개발한 유방염 모니터링 장비의 현장 실증시험을 통한 데이터 신뢰성을 기반으로 특허 우선등록 청구서를 작성하여 20.09.23일자 특허 출원을 완료함
- 해당 출원건에 대하여 20.10.23일자 기준 특허청에 우선등록 심사에 들어가 4차연도인 21.06.14일자로 특허 등록 완료

관인생략

## 출원번호통지서

출원일자 2020.09.23  
 특기사항 심사청구(유) 공개신청(무) 참조번호(sp2009003agr)  
 출원번호 10-2020-0122826 (접수번호 1-1-2020-1010989-15)  
 (DAS접근코드59D3)  
 출원인명칭 (주)애그리로보텍(1-2010-032179-7)  
 대리인성명 신명건(9-1999-000561-0)  
 발명자성명 함영화 전필규 이도현  
 발명의명칭 축산동물의 유방염 진단방법 및 진단장치

## 특 허 청 장

[그림2-44] 유방염 모니터링장치 특허출원



[그림2-45] 유방염 모니터링 장비 특허증

## 2.5 (추가인증) ICT 통합 게이트웨이 KC인증 획득

- 본 과제를 통해 개발하는 ICT 통신모듈 장비의 KC인증을 3차년도에 획득하였는데,(발급번호 :KES-EM-20K0510)추가로 ICT 통합 게이트웨이 개선품에 대한 통신기능 보완장치의 성능을 하드웨어(확장성, 내구성) 및 소프트웨어(안정성) 측면으로 지속적으로 피드백하여 개발 성과 품의 신뢰도 검증을 위한 하드웨어의 KC 인증을 4차년도에 진행하였음(발급번호 :KES-EM-21K3167)

[표2-14] ICT 통합 게이트웨이 시험 결과 종합의견

| 구성 항목    | 내 용   |              |
|----------|---|--------------|
| 1. 시험기자재 | 기자재 명칭  | ICT 통합 게이트웨이 |
|          | 모 델 명   | SJIMS-G      |
|          | 제 조 자   | (주)애그리로보텍    |
|          | 제 품 구분  | 업무용(A급)      |
| 2. 특기사항  | 해당없음.   |              |
| 3. 시험기준  | 전자파적합성 기준   |              |
| 4. 시험방법  | KS X 3124:2020(무선기기의 공통 전자파 적합성 시험방법)<br>KS X 3126:2020(무선 데이터 통신 시스템용 특정 소출력 무선기기 전자파적합성 시험방법) |              |
| 5. 기타사항  | 해당없음.   |              |

[표2-15] 시험기준\_기술기준현황

| 구분 | 제 목                    | 고시일자                |
|----|------------------------|---------------------|
| 고시 | 방송통신기자재등의 적합성평가에 관한 고시 | 국립전파연구원고시 제2021-20호 |
| 고시 | 전자파적합성 기준              | 국립전파연구원고시 제2019-32호 |
| 공고 | 전자파적합성 시험방법            | 국립전파연구원고시 제2021-10호 |

[표2-16]시험기준\_시험적용규격

| 고시        | 적용규격                     | 적용여부 | 시험결과 |
|-----------|--------------------------|------|------|
| 전자파적합성 기준 | 제12조 무선설비의 기기류 전자파적합성 기준 | X    | 적합   |

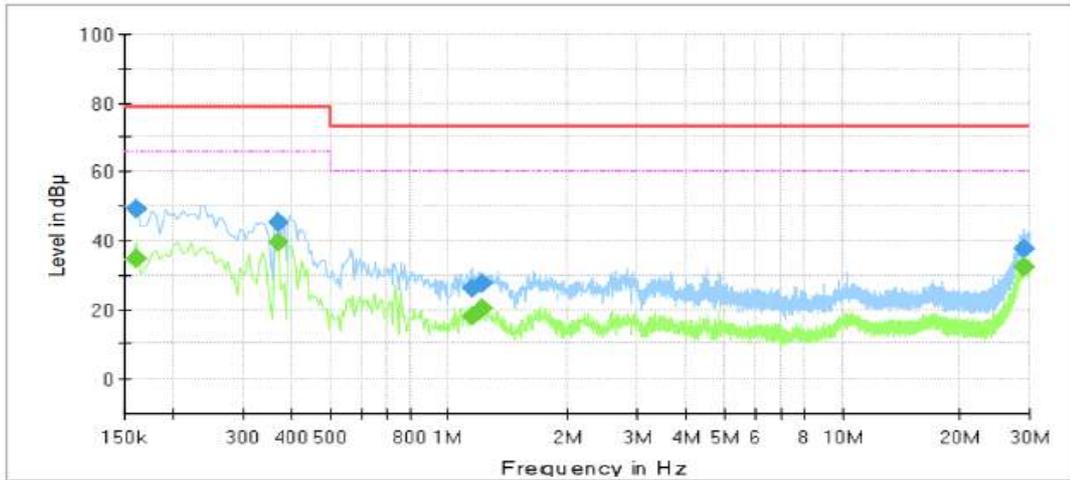
[표2-17]시험기준\_시험적용방법

| 내 용                        | 적용규격                                  | 적용여부 | 시험결과 |
|----------------------------|---------------------------------------|------|------|
| 전도성 방해 시험(주 전원 포트)         | KS X 3124:2020<br>KS X 3126:2020      | X    | 적합   |
| 전도성 방해 시험(비대칭 모드)          |                                       | X    | 적합   |
| 방사성 방해 시험 (1 GHz 이하)       |                                       | X    | 적합   |
| 방사성 방해 시험 (1 GHz 이하)       |                                       | X    | 적합   |
| 정전기방전 내성시험                 | KS C 9610-4-2 :2017                   | X    | 적합   |
| 방사성 RF 전자기장 내성시험           | KS X 3124:2020<br>KS C 9610-4-3 :2017 | X    | 적합   |
| 전기적 빠른 과도현상/버스트 내성시험       | KS X 3124:2020<br>KS C 9610-4-4 :2020 | X    | 적합   |
| 서지 내성시험                    | KS X 3126:2020<br>KS C 9610-4-5 :2020 | X    | 적합   |
| 차량 환경에서의 빠른 과도현상 및 서지 내성시험 | KS R ISO-7637-2                       | -    | -    |
| 전도성 RF 전자기장 내성시험           | KS C 9610-4-6 :2020                   | X    | 적합   |
| 전압 강하 및 순간 정전 내성시험         | KS C 9610-4-11 :2020                  | X    | 적합   |

○ 전도성 방해 시험(주 전원 포트) 시험결과 : 적합

### Common Information

Test Description: Conducted Emission  
 Model No.: SJIMS-G  
 Phase:  
 Mode: L1\_WLAN 2.4 GHz  
 Operator Name: KES



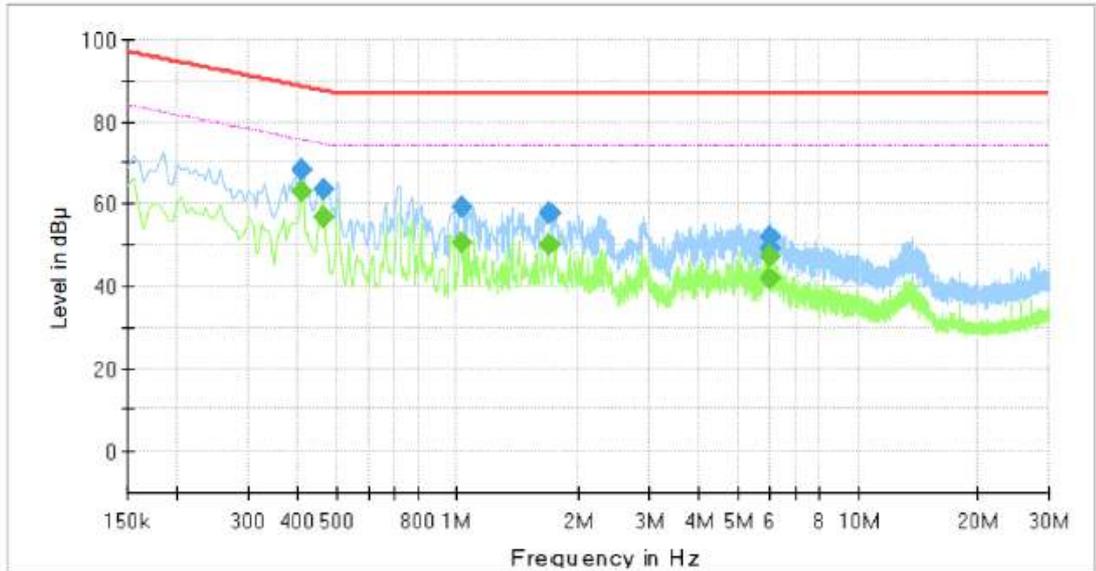
### Final Result

| Frequency (MHz) | QuasiPeak (dBμV) | CAverage (dBμV) | Limit (dBμV) | Margin (dB) | Meas. Time (ms) | Bandwidth (kHz) | Line | Corr. (dB) |
|-----------------|------------------|-----------------|--------------|-------------|-----------------|-----------------|------|------------|
| 0.160000        | ---              | 34.52           | 66.00        | 31.48       | 1000.0          | 9.000           | L1   | 19.5       |
| 0.160000        | 48.91            | ---             | 79.00        | 30.09       | 1000.0          | 9.000           | L1   | 19.5       |
| 0.370000        | ---              | 39.57           | 66.00        | 26.43       | 1000.0          | 9.000           | L1   | 19.6       |
| 0.370000        | 45.31            | ---             | 79.00        | 33.69       | 1000.0          | 9.000           | L1   | 19.6       |
| 1.150000        | ---              | 17.69           | 60.00        | 42.31       | 1000.0          | 9.000           | L1   | 20.1       |
| 1.150000        | 25.80            | ---             | 73.00        | 47.20       | 1000.0          | 9.000           | L1   | 20.1       |
| 1.215000        | ---              | 20.10           | 60.00        | 39.90       | 1000.0          | 9.000           | L1   | 20.2       |
| 1.215000        | 27.54            | ---             | 73.00        | 45.46       | 1000.0          | 9.000           | L1   | 20.2       |
| 28.915000       | ---              | 32.21           | 60.00        | 27.79       | 1000.0          | 9.000           | L1   | 20.4       |
| 28.915000       | 37.67            | ---             | 73.00        | 35.33       | 1000.0          | 9.000           | L1   | 20.4       |
| 28.945000       | ---              | 32.28           | 60.00        | 27.72       | 1000.0          | 9.000           | L1   | 20.4       |
| 28.945000       | 37.69            | ---             | 73.00        | 35.31       | 1000.0          | 9.000           | L1   | 20.4       |

○ 전도성 방해 시험(비대칭 모드) 시험결과 : 적합

### Common Information

Test Description: Telecommunication Emission  
 Model No.: SJIMS-G  
 Mode :  
 Speed : LAN IN\_1 000 Mbps  
 Operator Name: KES

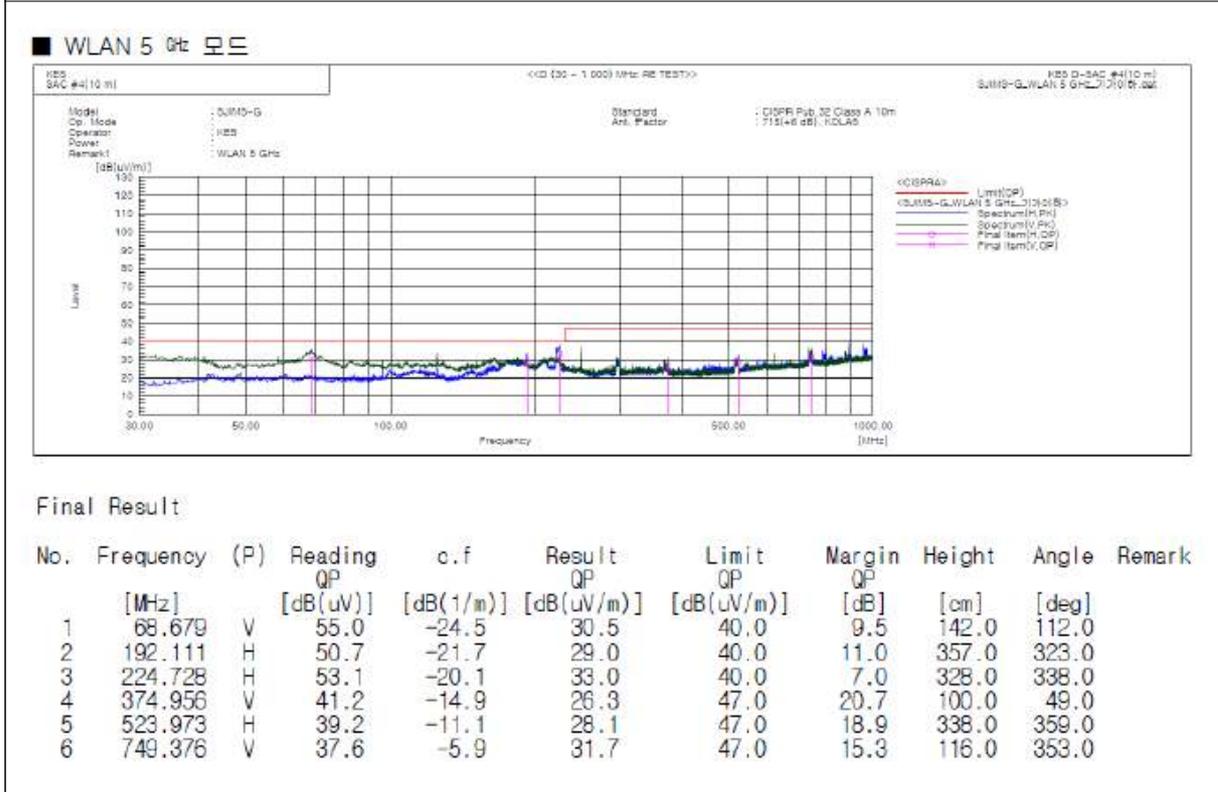
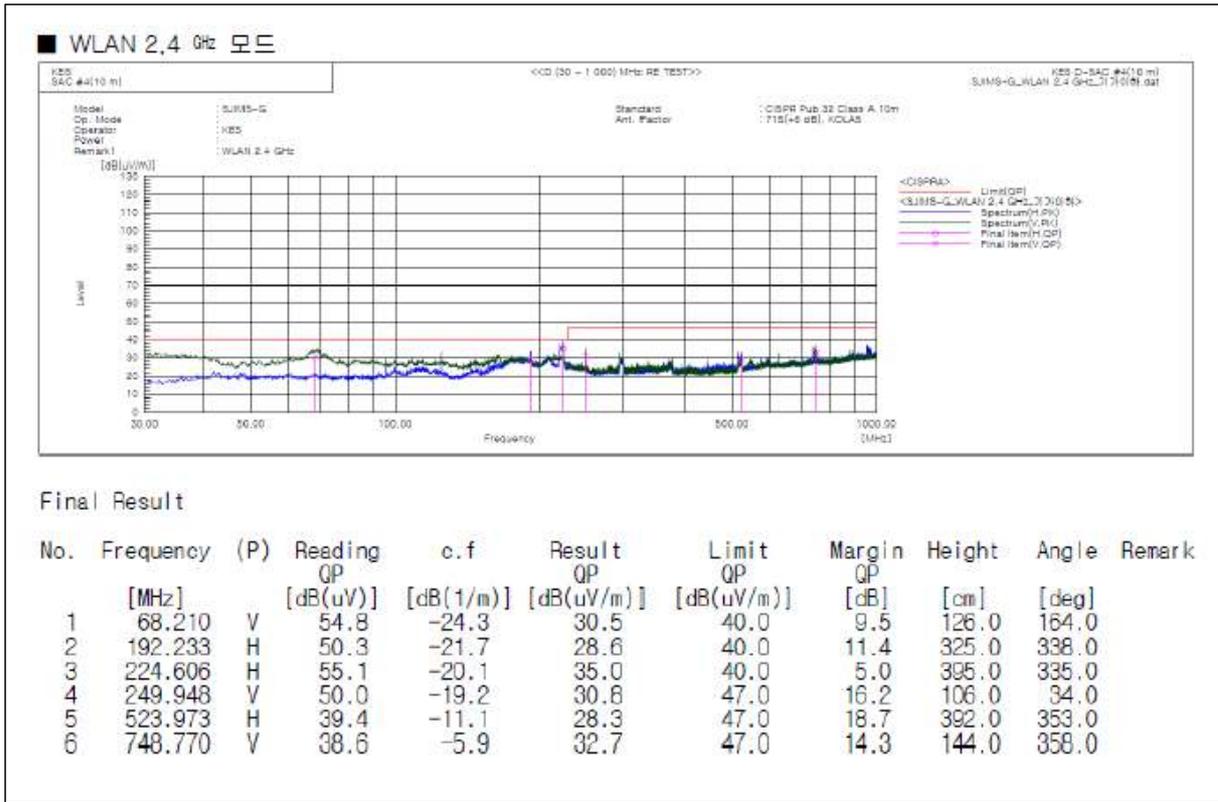


### Final Result

| Frequency (MHz) | QuasiPeak (dB $\mu$ V) | CAverage (dB $\mu$ V) | Limit (dB $\mu$ V) | Margin (dB) | Meas. Time (ms) | Bandwidth (kHz) | Line        | Corr. (dB) |
|-----------------|------------------------|-----------------------|--------------------|-------------|-----------------|-----------------|-------------|------------|
| 0.410000        | ---                    | 63.11                 | 75.65              | 12.54       | 1000.0          | 9.000           | Single Line | 19.8       |
| 0.410000        | 68.23                  | ---                   | 88.65              | 20.42       | 1000.0          | 9.000           | Single Line | 19.8       |
| 0.465000        | ---                    | 56.60                 | 74.60              | 18.00       | 1000.0          | 9.000           | Single Line | 19.8       |
| 0.465000        | 63.68                  | ---                   | 87.60              | 23.92       | 1000.0          | 9.000           | Single Line | 19.8       |
| 1.030000        | ---                    | 50.42                 | 74.00              | 23.58       | 1000.0          | 9.000           | Single Line | 20.0       |
| 1.030000        | 59.05                  | ---                   | 87.00              | 27.95       | 1000.0          | 9.000           | Single Line | 20.0       |
| 1.690000        | ---                    | 49.84                 | 74.00              | 24.16       | 1000.0          | 9.000           | Single Line | 20.2       |
| 1.690000        | 57.50                  | ---                   | 87.00              | 29.50       | 1000.0          | 9.000           | Single Line | 20.2       |
| 6.010000        | ---                    | 47.05                 | 74.00              | 26.95       | 1000.0          | 9.000           | Single Line | 19.3       |
| 6.010000        | 51.83                  | ---                   | 87.00              | 35.17       | 1000.0          | 9.000           | Single Line | 19.3       |
| 6.020000        | ---                    | 41.77                 | 74.00              | 32.23       | 1000.0          | 9.000           | Single Line | 19.3       |
| 6.020000        | 48.90                  | ---                   | 87.00              | 38.10       | 1000.0          | 9.000           | Single Line | 19.3       |

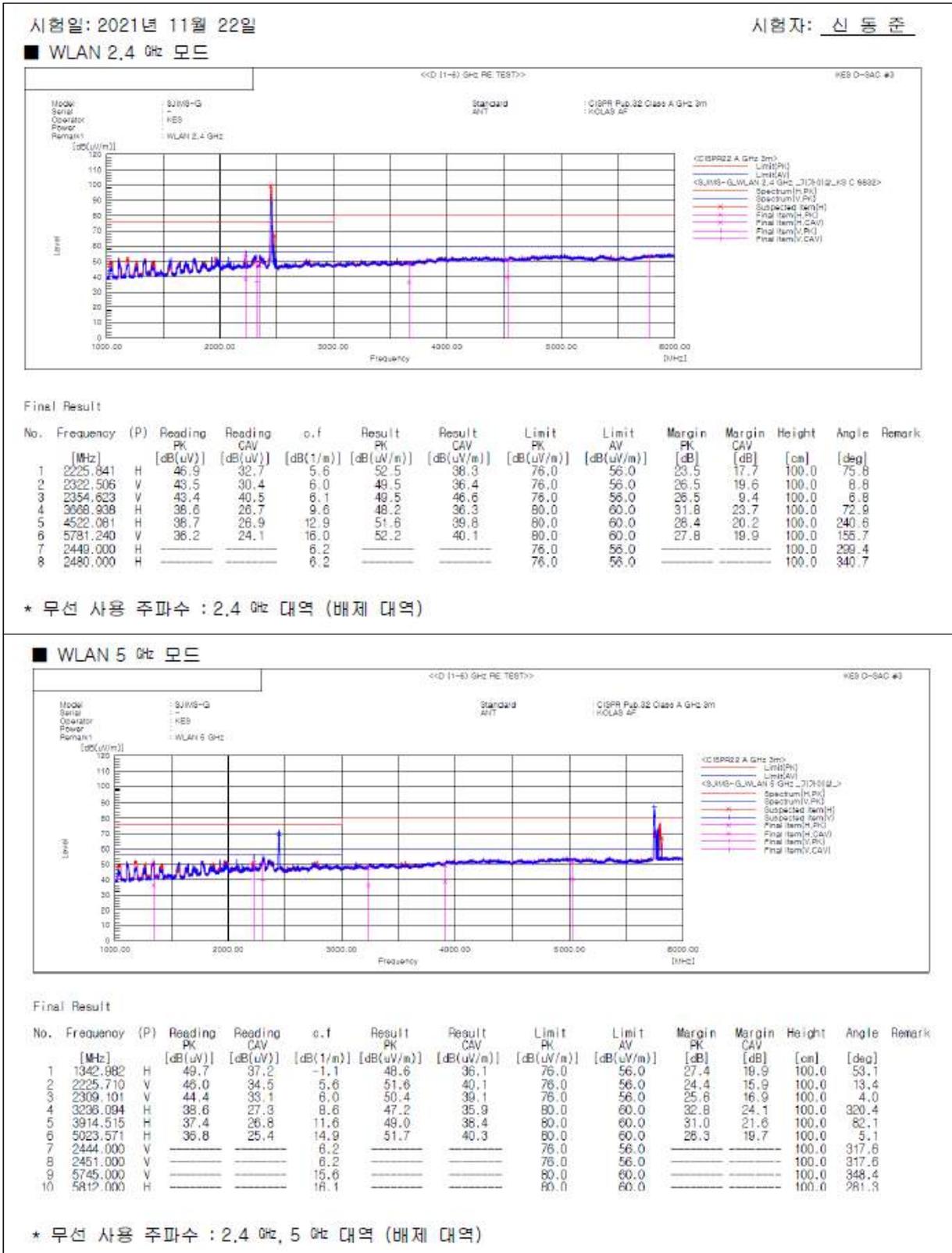
○ 방사성 방해 시험(1 GHz이하)

- 전자파적합성 시험방법에 따라 시험한 결과, 기술기준에 적합함.



○ 방사성 방해 시험(1 GHz이상)

- 전자파적합성 시험방법에 따라 시험한 결과, 기술기준에 적합함.
- 첨부된 데이터는 Peek 그래프에서 각각의 주파수에서 Detector를 PK, CISPR Average를 동시에 선택하여 측정된 결과값임.



○ 정전기 방전 내성시험

- 전자파적합성 시험방법에 따라 시험한 결과, 기술기준에 적합함.





[그림2-46] 전파시험연구소 실험 모습

|   |                     |
|---|---------------------|
| 731D-459A-1869-2621   |                     |
| <b>방송통신기자재등의 적합등록 필증</b><br>Registration of Broadcasting and Communication Equipments   |                     |
| 상호 또는 성명<br>Trade Name or Registrant  | (주)에그리코보텍           |
| 기자재명칭(제품명칭)<br>Equipment Name   | ICT통합게이트웨이          |
| 기기부호/추가기기부호<br>Equipment code<br>/Additional Equipment code   | IM161 / LARN5.LARN8 |
| 기본모델명<br>Basic Model Number   | SJIMS-G             |
| 파생모델명<br>Series Model Number  |                     |
| 등록번호<br>Registration No.  | R-R-ham-SJIMS-G     |
| 제조사/제조국가<br>Manufacturer/Country of Origin  | (주)에그리코보텍 / 한국      |
| 등록연월일<br>Date of Registration   | 2021-12-15          |
| 기타<br>Others  |                     |
| <p>위 기자재는 「전파법」 제58조제2 제3항에 따라 등록되었음을 증명합니다.<br/>It is verified that foregoing equipment has been registered under the Clause 3, Article 58-2 of Radio Waves Act.</p> <p style="text-align: right;">2021년(Year) 12월(Month) 15일(Day)</p> <p style="text-align: center;"><b>국립전파연구원장</b><br/>Director General of National Radio Research Agency</p> <p style="text-align: center;"><small>※ 적합등록 방송통신기자재는 반드시 "적합성평가표시"를 부착하여 유통하여야 합니다.<br/>해당시 파데표 저본 및 등록이 취소될 수 있습니다.</small></p> |                     |
| <b>방송통신기자재등의 적합등록 필증</b>  |                     |

|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| <b>방송통신기자재등(전자파적합성) 시험성적서</b>  |                                 |
| 1. 발급번호  | : KES-EM-21K3167                |
| 2. 접수일   | : 2021년 10월 08일                 |
| 3. 시험기간  | : 2021년 11월 22일 ~ 2021년 11월 24일 |
| 4. 신청인(상호명)  | : (주) 에그리코보텍                    |
| 사업자등록번호  | : 128-86-40279                  |
| 대표자 성명   | : 함영화                           |
| 주 소  | : 경기도 이천시 부발읍 신아로 58            |
| 5. 기자재 명칭 / 모델명  | : ICT통합게이트웨이 / SJIMS-G          |
| 6. 제 조 자 / 제조국가  | : (주) 에그리코보텍 / 한국               |
| 7. 시험 결과   | : 적합                            |
| <p>방송통신기자재등 시험기관의 지정 및 관리에 관한 고시 제13조의 규정에 의하여 시험성적서를 발급합니다.</p> <p style="text-align: right;">2021년 12월 15일</p> <p style="text-align: center;"><b>(주)케이 이 에스 대표이사 (인)</b></p> <p>주소 : 경기도 안양시 동안구 시민대로365번길 40, 370 (관왕동)<br/>전화번호 : 031-425-6200<br/>팩스번호 : 031-424-0450</p> <p style="text-align: center;"><small>※ 인증 받은 방송통신기자재는 반드시 "적합성평가표시"를 부착하여 유통하여야 합니다.<br/>위반 시 과태료 처분 및 인증이 취소될 수 있습니다.</small></p> <p>이 시험성적서의 시험결과는 신청인이 제출한 시료에 한합니다.<br/>KS Q ISO/IEC 17025 및 KOLAS 인증과 관련 없음</p> |                                 |
| <b>방송통신기자재등(전자파적합성) 시험성적서</b>  |                                 |

[그림2-47] KC인증서 및 시험성적서

## 2.6 수집된 데이터를 분석하여 서비스를 제공할 수 있는 온라인 서비스 플랫폼 개발

### ① 개발 개요

- 수집된 데이터를 분석하여 서비스를 제공할 수 있도록 데이터 표준화 코드변환 시스템을 반영한 온라인 서비스 플랫폼을 개발하며, 수집된 데이터를 PC와 스마트 디바이스(스마트폰, 태블릿 PC 등)에서 동일한 수준으로 활용할 수 있는 서비스 환경을 구성하고, 손쉬운 정보 활용 및 사용자 경험 반영이 용이하도록 사용자 중심의 UI/UX를 설계에 반영함

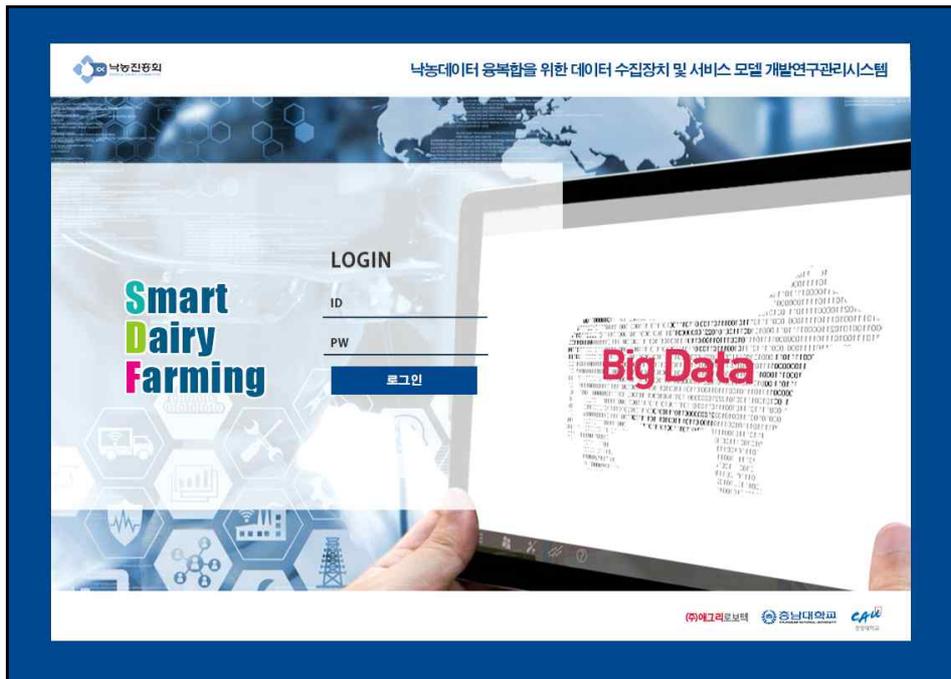
### ② 역할 분담

- 코드변환 시스템과 온라인 서비스 플랫폼이 운영서버에 동시 구축됨에 따라 효율적인 인력 관리와 비용 절감을 위해 제1세부와 업무협의를 통해 역할 분담 진행
- 전국 농가 데이터 및 시스템 운영·관리를 주관하고 있는 낙농진흥회에서 코드변환 시스템 구축과 애그리로보텍에서 온라인 서비스 플랫폼 화면 설계를 기준으로 프로그램 개발

| 기관명              | 작업내용   |
|------------------|--|
| 낙농진흥회<br>(제1세부)  | - 코드변환 시스템과 애그리로보텍에서 설계한 온라인 서비스 플랫폼 화면설계를 기준으로 프로그램 개발<br>- 운영서버 구축 및 데이터 이관 지원                         |
| 애그리로보텍<br>(제1협동) | - 농가 제공용 온라인 서비스 플랫폼 화면 설계<br>- 임시 운영중인 ICT기기 전송자료를 낙농진흥회 운영서버로 이관<br>- 통합 게이트웨이 데이터 전송 서버를 진흥회 운영서버로 변경 |

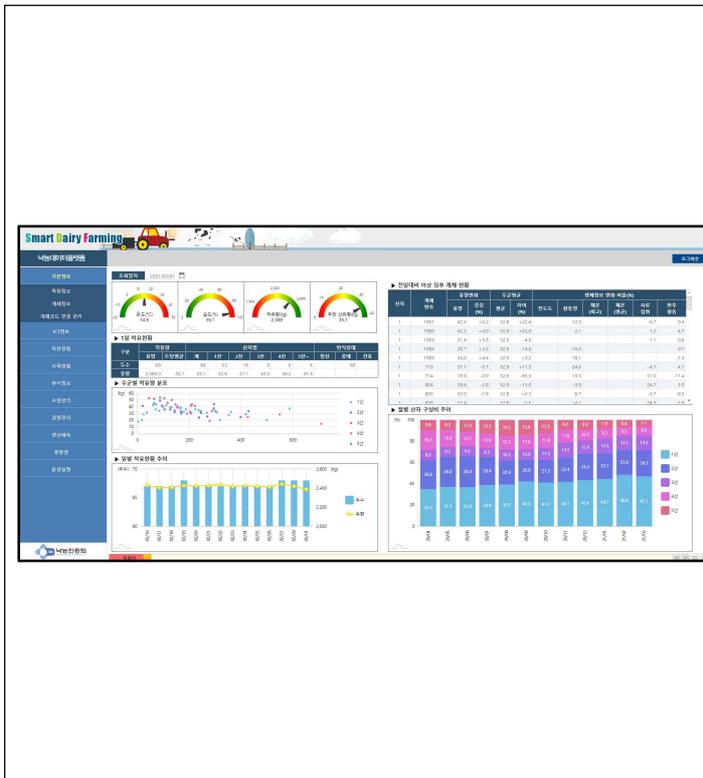
### ③ 온라인 서비스 플랫폼 화면구성 예시

- 로그인 화면



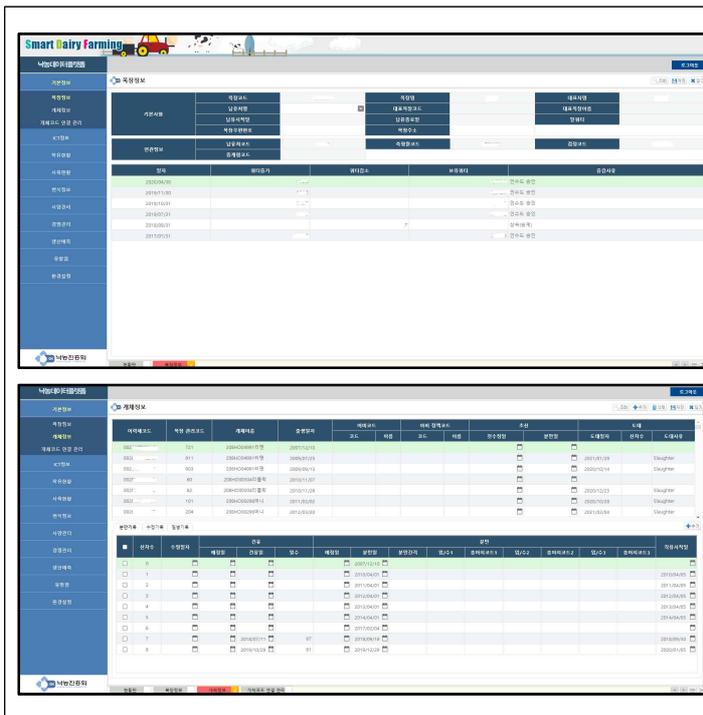
[그림2-48] 온라인 서비스 플랫폼 메인 로그인 화면

○ 현황판(통합 대시보드)



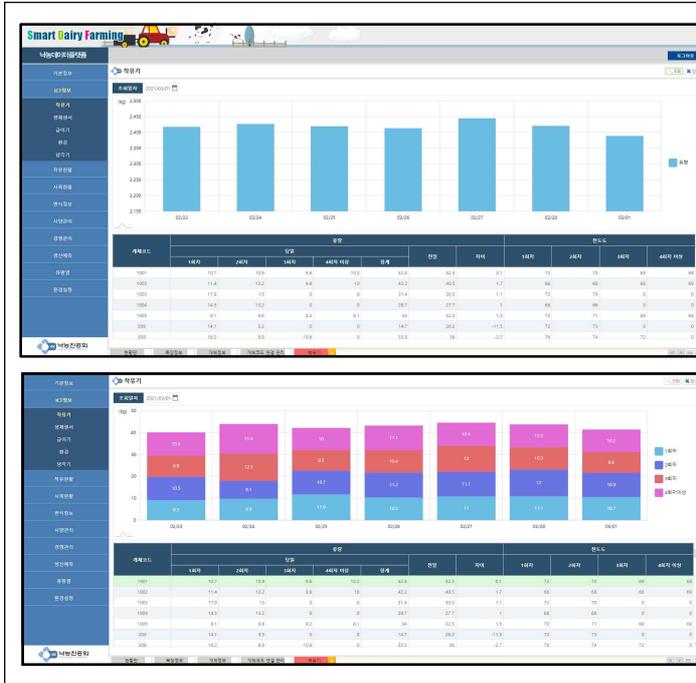
- 목장의 전반적인 현황을 조회
  - 1) 기상정보 / 유량정보 : 해당일자의 온·습도, 착유량, 두당 산유량
  - 2) 1일 착유현황 : 두수, 총 유량, 두당평균, 산차별 유량, 번식상태
  - 3) 우군별 착유량 분포 : 산차별 일수에 따른 착유량 분포도
  - 4) 일별 착유현황 추이 : 2주 동안의 착유두수, 유량 분포도
  - 5) 전일대비 이상 징후 개체현황 : 전일대비 유량변화 / 우군평균 비교 / 생체정보 변화 비율을 나타냄
  - 6) 월별 산차 구성비 추이 : 1년간 월별 산차 구성비 추이

○ 목장 및 개체정보 관리



- 목장의 기본정보 및 개체들의 전반적인 정보와 분만/수정/질병 기록을 관리
  - 1) 기본사항 : 납유처, 주소 등 기본정보가 변경된 경우 해당 정보 수정 및 관리
  - 2) 연관정보 : 납유처 및 유관기관(축산물품질평가원, 젖소개량사업소, 종축개량협회)의 농가코드를 등록하여 기관별 자료 연결
  - 3) 쿼터 이력 : 농가가 보유한 쿼터의 인·수도 이력 조회
  - 4) 분만/수정/질병기록 관리

○ 착유기정보



- 일자별 총 유량 / 개체별 회차별 유량 정보 조회
- 1) 화면 조회시 1주일간 일자별 목장 총 유량에 대한 데이터와 차트로 표현함
- 2) 데이터의 개체 선택시 개체의 1주일간 일자별 회차별 유량의 데이터를 차트로 표현함

○ 생체센서 정보



- 개체별 시간대별 생체센서의 데이터를 기기별로 조회
- 개체별로 시간대에 따른 활동성 / 반추시간 / 체온 데이터 조회

○ 급이기 정보



- 개체별 급이 정보 조회
- 개체별로 사료 설정량, 급이량, 잔량, 섭취율(%) 데이터 조회

○ 환경 정보



- 목장 환경정보 조회
  - 목장 시간대별 온도 / 습도 / CO2 / 풍속 / 스트레스지수 데이터 조회

○ 냉각기 정보



- 냉각기 상태정보 조회
  - 냉각기 시간대별 상태 / 온도 데이터 조회

○ 월간 착유현황

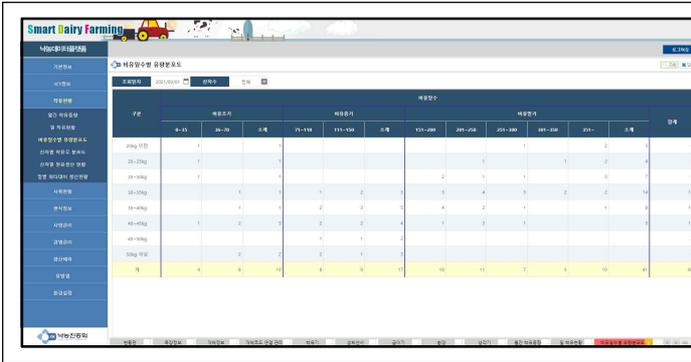


- 일자별 착유두수, 유량 현황 조회
  - 조회년월의 일자별 착유두수, 쿼터량, 착유량 정보 조회

○ 일 착유현황

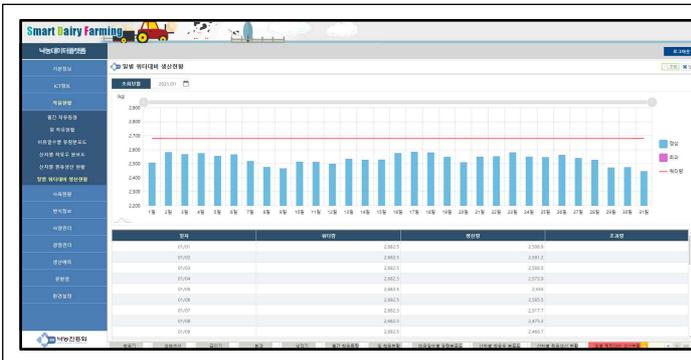
- 산차별, 번식상태별 일 착유현황 조회
  - 1) 산차별, 번식상태별 마리수, 착유량 데이터 조회
  - 2) 개체별 착유량, 우군평균 비교, 전일 대비 개체 상태변화 데이터 조회

○ 비유일수별 유량분포도



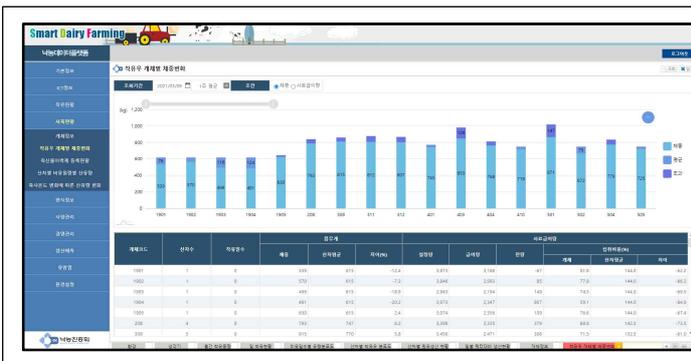
- 비유일수에 따른 유량 분포현황 조회
  - 1) 비유일수별 유량 분포 현황 조회
  - 2) 산차수(초산, 2산, 3산, 4산 5산 이상, 전체)별 유량분포 조회

○ 일별 쿼터대비 생산현황



- 일별 쿼터대비 생산현황 조회
  - 조회년월의 일자별 쿼터대비 정상유량, 초과유량 현황 조회

○ 착유우 개체별 체중변화 현황



- 개체별 체중 및 사료급이 현황 조회
  - 1) 개체별 산차평균 대비 체중 및 사료섭취비율 조회
  - 2) 조회조건에서 1일 / 1주평균 / 1개월평균 등 다양한 조건으로 데이터 비교 가능

○ 산차별 비유일령별 산유량 현황



- 산차별 비유일령별 산유량 추이 조회
  - 산차별 비유일령에 따른 산유량 데이터 조회



## 2.7 기술실시

- 낙농데이터 융복합을 위한 데이터 수집장치 및 서비스모델 개발 연구(ICT 장비 통합 게이트웨이 및 클라우드 송수신 시스템 개발) 과제 관련하여 낙농데이터의 융복합 처리시스템 및 방법이라는 명칭의 기술실시를 실시하였음. 지재권은 특허출원이며 출원일자 2019.10.31 출원번호 10-2019-0137350 실시 기관은 (주)애그리로보텍 기술료는 정부출연금 175,000천원 당초기술료 70,000천원 최종기술료 34,300천원(대기업 연구과제 참여 감면률 30% 및 일시납 30% 추가 감면률 적용). 관련 증빙자료 참조

| 기술실시보고서          |                       |   |                        |                            |                 |          |
|------------------|-----------------------|---|------------------------|----------------------------|-----------------|----------|
| (단위: 원)          |                       |   |                        |                            |                 |          |
| 연구개발과제 현황        | 사업명                   | 필단생산기술개발사업  |                        | 연구과제번호                     | 318005-4        |          |
|                  | 연구과제명                 | 낙농데이터 융복합을 위한 데이터 수집장치 및 서비스모델 개발 연구 (ICT 장비 통합 게이트웨이 및 클라우드 송수신 시스템 개발)                |                        |                            |                 |          |
|                  | 연구기관명                 | 낙농진흥회   | 연구책임자                  | 조재준                        | 참여기업명 (주)애그리로보텍 |          |
|                  | 연구협약일                 | 2018.04.26  | 연구기간                   | 2018.04.26~2021.12.31      |                 |          |
|                  | 연구개발비                 | 정부출연금   | 기업부담금                  | 기타 ( )                     | 계               |          |
|                  | 1,125,000             | 1,125,000   | 0원                     | 2,250,000                  |                 |          |
| 기술실시계약 및 성과활용 현황 | 계약(활용)명               | 낙농 데이터의 융복합 처리시스템 및 방법  |                        |                            |                 |          |
|                  | 계약(활용)일               | 2019.10.31  | 실시(활용)기간               | 2019.10.31~2029.10.31(10년) |                 |          |
|                  | 지재권 종류                | 특허출원  | 실시권 유형                 | 직접 실시                      |                 |          |
|                  | * 지재권이 특허(출원, 등록)인 경우 | 명칭  | 낙농 데이터의 융복합 처리시스템 및 방법 |                            |                 |          |
|                  |                       | 번호  | 10-2019-0137350        | 일자                         | 2019.10.31      |          |
|                  |                       | 기관명   | (주)애그리로보텍              | 기관유형                       | 대기업             |          |
| 기술요산정내역          | 실시(활용)기관              | 주소  | 경기도 이천시 부발읍 신어로 58     |                            | 대표자             | 함영화      |
|                  |                       | 사업자번호   | 128-86-40279           |                            | 전화번호            |          |
|                  |                       | 부서(담당자)   | 함영화                    |                            | e-mail          |          |
|                  |                       | 정부출연금 175,000천원 당초기술료 70,000천원 최종기술료 34,300천원 (대기업 연구과제 참여 감면률 30% 및 일시납 30% 추가 감면률 적용) |                        |                            |                 |          |
| 기술료              | 정액기술료                 |   | 경상기술료                  |                            | 기타 조건           |          |
|                  | 정수(납부)예정일             | 정수(납부)금액  | 차수기분묘                  | 정수(납부)예정일                  |                 | 정수(납부)금액 |
|                  | 2020.01.31            | 34,300,000원   | 매출에 따른 기술료             | 정수(납부)시작일                  | 결산일             |          |
|                  |                       |   |                        | 정수(납부)종료일                  | 정수율             |          |
|                  | 계                     | 34,300,000원   |                        |                            | 매출액의 ( )%       |          |
|                  | 기타특기사항                |   |                        |                            |                 |          |

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제22조 제2항에 따라 위와 같이 기술실시계약이 체결되었음을 보고합니다.

- 붙임 1. 기술실시계약서 사본 1부(타기관으로 기술이전시).  
 2. 지식재산권을 포함하는 기술이전인 경우 해당 증빙자료(특허 등록증, 출원증 등) 1부(타기관으로 기술이전시).  
 3. 연구개발과제협약서 사본 1부(직접실시시).  
 4. 실시기업 의견서 1부(감면신청 때, 미제출시).

2020년 1월 23일

협동연구기관 (주)애그리로보텍 의 대표  직인

농림식품기술기획평가원장 귀하

[그림2-48] 3차년도 기술실시보고서(애그리로보텍)

- 낙농데이터 융복합을 위한 데이터 수집장치 및 서비스모델 개발 연구(ICT 장비 통합 게이트웨이 및 클라우드 송수신 시스템 개발) 과제 관련하여 축산동물의 유방염 진단방법 및 진단장치라는 명칭의 기술실시를 4차연도에 추가 실시하였음. 지적권은 특허등록이며 출원일자 2020.09.23 출원번호 10-2020-0122826 실시 기관은 (주)에그리로보텍이며 특허등록 번호는 제10-2266731 등록일자는 2021.06.14임. 관련 증빙자료 참조

**기술실시 보고(확인)서**  
(단위 : 원)

| 사업명  |                       | 농업생산기술개발사업   |                       | 연구과제번호                |               | 318005-4  |  |
|--|-----------------------|--|-----------------------|-----------------------|---------------|-----------|--|
| 연구개발과제 현황  | 연구과제명                 | 낙농데이터 융복합을 위한 데이터 수집장치 및 서비스모델 개발 연구 (ICT 장비 통합 게이트웨이 및 클라우드 송수신 시스템 개발) |                       |                       |               |           |  |
|  | 연구개발기관명               | 낙농진흥회  | 연구책임자                 | 조재준                   | 참여기업명         | (주)에그리로보텍 |  |
|  | 연구협약일                 | 2018.04.26   | 연구기간                  | 2018.04.26~2021.12.31 |               |           |  |
|  | 연구개발비                 | 정부지원연구개발비  | 기관부담연구개발비             | 기타 ( )                | 계             |           |  |
|  |                       | 1,125,000,000  | 1,125,000,000         | 0원                    | 2,250,000,000 |           |  |
| 기술실시계약 및 성과활용 현황   | 계약(기술)명               | 축산동물의 유방염 진단방법 및 진단장치  |                       |                       |               |           |  |
|  | 계약(확인)일               | 2021년 6월 14일   | 실시(활용)기간              | 매출발생일로부터 5년간          |               |           |  |
|  | 지재권 종류                | 특허등록   |                       | 실시권 유형                | 직접실시          |           |  |
|  | * 지재권이 특허(출원, 등록)인 경우 | 명 칭  | 축산동물의 유방염 진단방법 및 진단장치 |                       |               |           |  |
|  |                       | 번호   | 제 10-266731호          | 일자                    | 2021.06.14    |           |  |
|  | 기관명                   | (주)에그리로보텍  |                       | 기관유형                  | 대기업           |           |  |
|  | 주소                    | 경기도 아산시 부암읍 산아로 58   |                       | 대표자                   | 함영화           |           |  |
| 사업자번호  | 128-86-40279          |  | 전화번호                  |                       |               |           |  |
| 부세(담당자)  | 함영화                   |  | e-mail                |                       |               |           |  |
| 기 술 료  | 징역기술료                 |  | 감상기술료                 |                       | 기타 조건         |           |  |
|  | 징수(예정)일               | 징수(예정)금액   | 착수기분료                 | 징수(예정)일               | 징수(예정)금액      |           |  |
|  |                       |  | 매출에 따른 기술료            | 징수시점(예정)일             | 결산월           |           |  |
|  |                       |  |                       | 2021.11.08            | 12            |           |  |
|  |                       |  | 징수종료(예정)일             | 기여도                   |               |           |  |
| 계  |                       |  | 2026.11.08            | 100%                  |               |           |  |
| 기타특기사항   |                       |  |                       |                       |               |           |  |
| <p>「농림축산식품 연구개발사업 관리기준」 제35조제3항에 따라 위와 같이 기술실시 내용을 보고(확인)합니다.</p> <p>붙임 1. 기술실시계약서 사본 1부(타기관으로 기술이전시),<br/>                 2. 지식재산권을 포함하는 기술이전인 경우 해당 증빙자료(특허 등록증, 출원증 등) 1부 (타기관으로 기술이전시),<br/>                 3. 연구개발과제협약서 사본 1부(직접실시시).</p> <p style="text-align: center;">2021년 11 월 08 일</p> <p style="text-align: center;">협동연구기관 (주)에그리로보텍 의 대표 [ 직인 ]</p> <p style="text-align: center;">농림식품기술기획평가원장 귀하</p> |                       |  |                       |                       |               |           |  |

[그림2-49] 4차년도 기술실시보고서(에그리로보텍)

## 2.8 사업화 및 제품화

- ICT 장비중 통신포트는 보유하나 데이터를 PC나 서버로 전송하여 관리 또는 활용하지 않는 경우에는 이를 수집하여 통합 게이트웨이로 전송할 수 있는 통신모듈(유무선 방식) 하드웨어 장치를 개발함. 통신기능을 사용하지 않는 장비에서 데이터 생성방식을 파악하여 데이터를 분석 통합 게이트웨이로 송신하는 기능의 소프트웨어 개발. 해당 제품은 통신능력 확대를 위한 WiFi를 이용하여 유선망을 대체하여 연결할 수 있는 공유기, 안테나, 연결 케이블 등의 시스템으로 구성되었음. 해당 통신모듈 제품을 사업화 및 제품화하여 2020.4.22자로 제품출시를 진행하였음

<첨부3>

### 농림축산식품 연구개발과제 제품출시 확인서

| 과제명   | 낙농데이터 융복합을 위한 데이터 수집장치 및 서비스모델 개발 연구  |                         |            |                            |
|---|---|-------------------------|------------|----------------------------|
| 주관연구기관  | 낙농진흥회   |                         | 참여기관       | (주)에그리보텍                   |
| 연구책임자   | 낙농진흥회   | 조재준                     | 연구기간       | 2018년 04월~ 2021년 12월(총 4년) |
|   | (주)에그리보텍  | 함영화                     |            |                            |
| 총 정부출연금   | 1,125,000,000 원   |                         |            |                            |
| 해당 기술의 제품출시 유형  |   |                         |            |                            |
| 시제품(제품출시 예정)  | ( )   | 기존 제품 공정개선              | ( )        |                            |
| 신제품(제품출시 완료)  | ( O )   | 기 타                     | ( )        |                            |
| 제품 출시 실적  |   |                         |            |                            |
| 제품명   | 제품사진  | 제품용도                    | 제품 출시일     | 해당 기술의 제품출시 기여율(%)         |
| ICT 통신모듈  |  | 통신불능 ICT기기 연동 및 데이터 송수신 | 2020.04.22 | 100%                       |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>· 해당 제품 KC인증 획득하였음</li> <li>· 첨부 : 당해연도 제품출시 여부를 확인할 수 있는 자료(제조년월일 표기사진, 제품등록번호 등)</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>상기와 같이 R&amp;D 기술을 제품화한 실적을 보고합니다.</b></p> |   |                         |            |                            |

2020년 10월 30일

연구책임자 : 함영화 (서명 또는 인)

\* 첨부



전 면



후 면

### 3. 제2협동기관(충남대학교)

#### 3.1 ICT 생체센서를 활용한 연구결과 데이터베이스(DB) 구축

##### 3.1.1 ICT 생체센서를 통해 수집 가능한 생체 데이터의 종류 및 정확도 조사

###### ① ICT 생체 센서 및 생성 데이터의 종류

- 문헌 및 자료 검색을 통하여 현재 이용 가능한 국내외 ICT 장비의 현황과 이를 통해 수집 가능한 생체 데이터의 종류를 조사하였음(표3-1).

[표3-1] 장착 위치별 이용 가능한 ICT 생체 센서의 종류

| No. | Product name                    | Company                      | Country     | Mounting type               |
|-----|---------------------------------|------------------------------|-------------|-----------------------------|
| 1   | CowManager SensOor              | Agis Automatisering          | Netherlands | Ear                         |
| 2   | Smartbow                        | Smartbow                     | Austria     | Ear                         |
| 3   | IceQube                         | IceRobotics Ltd.             | UK          | Leg                         |
| 4   | CowScout                        | GEA Farm Technologies        | Germany     | Leg                         |
| 5   | IceTag                          | IceRobotics                  | UK          | Leg                         |
| 6   | Track A Cow                     | ENGS Systems                 | Israel      | Leg                         |
| 7   | AfiTag                          | Afimilk                      | Israel      | Leg                         |
| 8   | Crysta-Heat                     | Fullwood Packo               | UK          | Leg                         |
| 9   | Gyuhoo SaaS                     | Fujitsu                      | Japan       | Leg                         |
| 10  | GP1 SENSR                       | Reference LLC                | USA         | Leg                         |
| 11  | Heat-Seeker                     | BouMatic                     | USA         | Leg                         |
| 12  | Smarttag Leg                    | Nedap livestock management   | Netherlands | Leg                         |
| 13  | Hi-tag                          | SCR Engineers Ltd.           | Israel      | Neck                        |
| 14  | HR tag                          | SCR Engineers Ltd.           | Israel      | Neck                        |
| 15  | HR-LDn tag (Heatime)            | SCR Engineers Ltd.           | Israel      | Neck                        |
| 16  | Qwes-HR tag for Lely AMS        | SCR Engineers Ltd.           | Netherlands | Neck                        |
| 17  | DeLaval Activity Meter System   | Delaval International AB     | Sweden      | Neck                        |
| 18  | RumiWatch system                | ITIN+HOCH GmbH               | Switzerland | Neck                        |
| 19  | RumiWatch pedometer             | ITIN+HOCH GmbH               | Switzerland | Leg                         |
| 20  | Silent Herdsman                 | Afimilk                      | Israel      | Neck                        |
| 21  | MooMonitor                      | DairyMaster                  | Ireland     | Neck                        |
| 22  | HeatLive                        | Medria                       | France      | Neck                        |
| 23  | S500 Cluster Geolocation System | Omnisense                    | UK          | Neck                        |
| 24  | Smarttag Neck                   | Nedap livestock management   | Netherlands | Neck                        |
| 25  | Moocall                         | Moocall                      | Ireland     | Tail                        |
| 26  | Accubreed                       | Estroprotect                 | USA         | Tail                        |
| 27  | HeatWath II                     | CowChips                     | USA         | Tail                        |
| 28  | San'Phone                       | Medria                       | France      | Rumen bolus                 |
| 29  | DVM Systems LLC                 | DVM Systems LLC              | USA         | Rumen bolus                 |
| 30  | eBolus                          | eCow Ltd.                    | UK          | Rumen bolus                 |
| 31  | Well Cow                        | Roslin                       | UK          | Rumen bolus                 |
| 32  | SmaXtec pH & Temp Sensor        | SmaXtec Animal Care          | Austria     | Rumen bolus                 |
| 33  | Vel'Phone                       | Medria                       | France      | Vagina                      |
| 34  | iVET birth-monitoring system    | iVET                         | Germany     | Vagina                      |
| 35  | FreeFlow                        | SCR Engineers Ltd.           | Israel      | Milking line (Conventional) |
| 36  | Metatron P21                    | GEA Farm Technologies        | Germany     | Milking line (Conventional) |
| 37  | Metatron 12                     | GEA Farm Technologies        | Germany     | Milking line (Conventional) |
| 38  | Milpro P4C                      | Milkline                     | Italy       | Milking line (Conventional) |
| 39  | Tru-Test milk meters            | Surge                        | Canada      | Milking line (Conventional) |
| 40  | AfiMilk MPC milk meter          | Afimilk                      | Israel      | Milking line (Conventional) |
| 41  | Milk meter MM27BC               | Delaval International AB     | Sweden      | Milking line (Conventional) |
| 42  | MKV Milk Meter                  | Waikato Milking Systems Ltd. | New Zealand | Milking line (Conventional) |
| 43  | CellSense                       | Sensortec Ltd.               | New Zealand | Milking line (AMS)          |
| 44  | Delaval Online Cell Counter     | Delaval International AB     | Sweden      | Milking line (AMS)          |
| 45  | LUCI                            | Mastiline                    | Netherlands | Milking line (AMS)          |
| 46  | AfiLab                          | Afimilk                      | Israel      | Milking line (Conventional) |
| 47  | Herd Navigator                  | Delaval International AB     | Denmark     | Milking line (Both)         |
| 48  | CattleWatch                     | CattleWatch                  | Israel      | Neck                        |
| 49  | Delaval BCS                     | Delaval International AB     | Sweden      | Milking line (AMS)          |
| 50  | StepMetrix                      | BouMatic                     | USA         | Step sensor platform        |

[표3-2] 장착 위치별 ICT 생체 센서의 측정 항목

| No. | Product name                    | Monted sensor   | Measurements  |
|-----|---------------------------------|---|---|
| 1   | CowManager SensOor              | 3-axial accelerometer/Thermometer   | Ear & Head movement/Ambient temperature               |
| 2   | Smartbow                        | 3-axial accelerometer/Thermometer/Radio chip                                      | Ear movement/Ambient temperature/Low frequency signal |
| 3   | IceQube                         | 3-axial accelerometer/Pedometer   | Leg movement/Leg movement/Step count                  |
| 4   | CowScout                        | 3-axial accelerometer/Pedometer   | Leg movement/Step count                               |
| 5   | IceTag                          | 3-axial accelerometer/Pedometer   | Leg movement/Leg movement/Step count                  |
| 6   | Track A Cow                     | 3-axial accelerometer/Pedometer   | Leg movement/Step count                               |
| 7   | AfiTag                          | 3-axial accelerometer/Pedometer   | Leg movement/Step count                               |
| 8   | Crysta-Heat                     | Pedometer   | Step count  |
| 9   | Gyuhoo SaaS                     | Pedometer   | Step count  |
| 10  | GP1 SENSR                       | Pedometer   | Step count  |
| 11  | Heat-Seeker                     | Pedometer   | Step count  |
| 12  | Smarttag Leg                    | 3-axial accelerometer/Pedometer   | Leg movement/Step count                               |
| 13  | Hi-tag                          | Microphone  | Vocal signals   |
| 14  | HR tag                          | 3-axial accelerometer/Microphone  | Neck movement/Vocal signals                           |
| 15  | HR-LDn tag (Heatime)            | 3-axial accelerometer/Microphone  | Neck movement/Vocal signals                           |
| 16  | Qwes-HR tag for Lely AMS        | 3-axial accelerometer   | Neck movement   |
| 17  | DeLaval Activity Meter System   | 3-axial accelerometer   | Neck movement   |
| 18  | RumiWatch system                | 3-axial accelerometer/Pressure sensor   | Jaw movement/Pressure                                 |
| 19  | RumiWatch pedometer             | 3-axial accelerometer/Pedometer   | Leg movement/Step count                               |
| 20  | Silent Herdsman                 | 3-axial accelerometer   | Neck movement   |
| 21  | MooMonitor                      | 3-axial accelerometer   | Neck movement   |
| 22  | HeatLive                        | 3-axial accelerometer   | Neck movement   |
| 23  | S500 Cluster Geolocation System | 3-axial accelerometer/Magnetometer/Gyroscope/Altimeter/3D local positional sensor | Neck movement   |
| 24  | Smarttag Neck                   | 3-axial accelerometer   | Neck movement   |
| 25  | Moocall                         | 3-axial accelerometer   | Tail movement   |
| 26  | Accubreed                       | Pressure sensor   | Pressure  |
| 27  | HeatWath II                     | Pressure sensor   | Pressure  |
| 28  | San'Phone                       | Thermometer   | Ruminal temperature                                   |
| 29  | DVM Systems LLC                 | Thermometer   | Ruminal temperature                                   |
| 30  | eBolus                          | Thermometer/pH electrode  | Ruminal temperature/pH                                |
| 31  | Well Cow                        | Thermometer/pH electrode  | Ruminal temperature/pH                                |
| 32  | SmaXtec pH & Temp Sensor        | Thermometer/pH electrode  | Ruminal temperature/pH                                |
| 33  | Vel'Phone                       | Thermometer   | Vaginal temperature                                   |
| 34  | iVET birth-monitoring system    | Thermometer   | Vaginal temperature                                   |
| 35  | FreeFlow                        | NIR beams   | Transmission of NIR beam                              |
| 36  | Metatron P21                    | Flow sensor   | Flow speed  |
| 37  | Metatron 12                     | Flow sensor   | Flow speed  |
| 38  | Milpro P4C                      | Flow sensor   | Flow speed  |
| 39  | Tru-Test milk meters            | Flow sensor   | Flow speed  |
| 40  | AfiMilk MPC milk meter          | Flow sensor   | Flow speed  |
| 41  | Milk meter MM27BC               | Flow sensor   | Flow speed  |
| 42  | MKV Milk Meter                  | Flow sensor   | Flow speed  |
| 43  | CellSense                       | Viscosity sensor  | Viscosity   |
| 44  | Delaval Online Cell Counter     | Image capture   |   |
| 45  | LUCI                            | Bioluminescence   |   |
| 46  | AfiLab                          | Infrared spectroscopy   |   |
| 47  | Herd Navigator                  | Infrared spectroscopy   |   |
| 48  | CattleWatch                     | GPS   |   |
| 49  | Delaval BCS                     | 3D imaging camera   |   |
| 50  | StepMetrix                      | Pressure sensor   | Pressure  |

[표3-3] 장착 위치별 이용 가능한 ICT 생체 센서의 예측 변수 종류

| No | Product name       | Function                  | Prediction variable  |
|----|--------------------|---------------------------|--|
| 1  | CowManager SensOor | Feeding & Moving behavior | Eating time/Rumination time/Inactive time/Active time            |
| 2  | Smartbow           | Feeding & Moving behavior | Eating time/Rumination time/Location (Indoor)                    |
| 3  | IceQube            | Moving behavior           | Standing time/Lying time/Lying bouts/Number of steps/Active time |
| 4  | CowScout           | Moving behavior           | Standing time/Lying time/Walking time/Number of steps            |
| 5  | IceTag             | Moving behavior           | Standing time/Lying time/Lying bouts/Number of steps/Active time |
| 6  | Track A Cow        | Moving behavior           | Standing time/Lying time/Walking time                            |
| 7  | AfiTag             | Moving behavior           | Lying time/Lying bouts/Number of steps/Active time               |
| 8  | Crysta-Heat        | Moving behavior           | Walking  |
| 9  | Gyuhoo SaaS        | Moving behavior           | Standing time/Lying time/Walking time                            |
| 10 | GP1 SENSR          | Moving behavior           | Standing time/Lying time/Walking time                            |
| 11 | Heat-Seeker        | Moving behavior           | Walking time   |
| 12 | Smarttag Leg       | Moving behavior           | Standing time/Lying time/Walking time                            |
| 13 | Hi-tag             | Feeding behavior          | Ruminating   |

|    |                                 |                               |   |
|----|---------------------------------|-------------------------------|---|
| 14 | HR tag                          | Feeding behavior              | Neck activity/Rumination time   |
| 15 | HR-LDn tag (Heatime)            | Feeding behavior              | Neck activity/Rumination time/Inactive time   |
| 16 | Qwes-HR tag for Lely AMS        | Feeding behavior              | Eating time/Rumination time   |
| 17 | DeLaval Activity Meter System   | Feeding behavior              | Eating  |
| 18 | RumiWatch system                | Feeding behavior              | Eating time/Rumination time/Drinking  |
| 19 | RumiWatch pedometer             | Moving behavior               | Standing time/Standing bouts/Walking time/Walking bouts<br>/Lying time/Lying bouts                                      |
| 20 | Silent Herdsman                 | Feeding behavior              | Eating time/Rumination time   |
| 21 | MooMonitor                      | Feeding behavior              | Eating  |
| 22 | HeatLive                        | Feeding behavior              | Eating  |
| 23 | S500 Cluster Geolocation System | Feeding & Moving behavior     | Eating/Standing/Lying/Walking   |
| 24 | Smarttag Neck                   | Feeding behavior              | Eating/Head movement  |
| 25 | Moocall                         | Moving behavior               | Tail activity   |
| 26 | Accubreed                       | Moving behavior               | Mounting duration   |
| 27 | HeatWath II                     | Moving behavior               | Mounting duration   |
| 28 | San'Phone                       | Feeding behavior/Rumen status | Drinking bouts/Rumen temperature/Drinking   |
| 29 | DVM Systems LLC                 | Rumen status                  | Rumen temperature   |
| 30 | eBolus                          | Feeding behavior/Rumen status | Rumen temperature/Rumen pH/Drinking   |
| 31 | Well Cow                        | Rumen status                  | Rumen temperature/Rumen pH  |
| 32 | SmaXtec pH & Temp Sensor        | Feeding behavior/Rumen status | Rumen temperature/Rumen pH/Drinking   |
| 33 | Vel'Phone                       | Calving behavior              | Vaginal temperature   |
| 34 | iVET birth-monitoring system    | Calving behavior              | Vaginal temperature   |
| 35 | FreeFlow                        | Milk production               | Milk yield  |
| 36 | Metatron P21                    | Milk production               | Milk yield  |
| 37 | Metatron 12                     | Milk production               | Milk yield  |
| 38 | Milpro P4C                      | Milk production               | Milk yield  |
| 39 | Tru-Test milk meters            | Milk production               | Milk yield  |
| 40 | AfiMilk MPC milk meter          | Milk production               | Milk yield  |
| 41 | Milk meter MM27BC               | Milk production               | Milk yield  |
| 42 | MKV Milk Meter                  | Milk production               | Milk yield  |
| 43 | CellSense                       | Milk production               | Milk somatic cell counts  |
| 44 | Delaval Online Cell Counter     | Milk production               | Milk somatic cell counts  |
| 45 | LUCI                            | Milk production               | Milk somatic cell counts  |
| 46 | AfiLab                          | Milk production               | Milk fat/Milk protein/Lactose/Blood in milk   |
| 47 | Herd Navigator                  | Milk production               | Progesterone concentration/Betahydroxybutyrate concentration/<br>Lactate dehydrogenase concentration/Urea concentration |
| 48 | CattleWatch                     | Moving behavior               | Position location tracking  |
| 49 | Delaval BCS                     | Appearance                    | Body condition score  |
| 50 | StepMetrix                      | Moving behavior               | Ground reaction force   |

- 가장 많은 종류가 판매되고 있는 ICT 장비는 활동성 측정 장치(activity meter)로서 미국, 영국, 네덜란드, 이스라엘 등의 국가에서 주로 개발 되었으며, 목이나 다리에 장착하는 형태가 가장 많이 사용됨(표3-1).
  - 활동성 측정 장치에 가장 많이 장착되어있는 센서인 가속도센서(accelerometer)는 소의 움직임에 따라 생성되는 가속도 벡터 값을 측정하는데, 발생하는 특정 벡터값을 분석하여 소의 행동(섭취, 휴식, 서있기, 걷기)을 구분함(표3-2).
  - 여러 센서가 장착되어 방대한 데이터를 생성하는 로봇 착유기를 제외하고, 활동성 측정 장치는 비교적 적은 센서(2~3개)를 통해 많은 종류의 정보를 제공함(표3-3).
- 활동성 측정 장치는 'Feeding behavior'와 'Moving behavior'로 기능을 구분할 수 있음. 귀에 장착하는 장치는 두 가지 기능을 모두 포함하며, 다리에 장착하는 장치는 'Moving behavior', 목에 장착하는 장치는 'Feeding behavior'에 대한 측정 기능을 주로 가지고 있음.
  - 활동성 측정 장치가 센서에서 측정된 값으로 예측하여 생성하는 생체 데이터의 종류는 '섭취(eating)', '누워있기(lying)', '서있기(standing)', '걷기(walking)' 및 이것들에 '소요하는 시

간', '걷는 횟수(step count)', '전반적인 다리 움직임(leg activity)', '목의 움직임(neck activity)', '반추 활동(ruminating)' 및 '반추에 소요하는 시간(rumination time)', '승가 지속 시간(mounting duration)', '승가 횟수(mounting time)' 등이 있음.

- 반추위에 직접 투입하는 bolus 형태의 장치는 주로 온도 센서와 산도 측정 센서가 장착되어 있으며, 이로 측정되는 온도와 pH 값으로 '음수 횟수(drinking bouts)', '반추위 온도(ruminal temperature)', '반추위 산도(ruminal acidity)'를 이용하여 반추위 산성증과 같은 건강 장애(health disorder)나 분만(calving)을 진단함.
- 우유생산 관련 장치는 주로 로봇 착유기(automatic milking system)가 아닌 일반 착유 농가의 착유기에 장착하는 유량계(milk meter)가 가장 많았고, 그 다음은 체세포수 측정 장치(somatic cell counter)였음.
  - 로봇 착유 시스템은 많은 종류가 판매되고 있지 않으나, 여러 센서를 장착 할 수 있으며, 다른 ICT 장비(activity meter 등)와 결합하여 함께 사용할 수 있다는 장점에 따라 다양한 생체 데이터 수집이 가능한 ICT 장치임.
  - 현재 유럽과 북미에 위치한 7곳의 회사에서 제작 및 생산되고 있음(표3-4).

[표3-4] 로봇착유기 종류

| No. | Product name                           | Company                  | Country     |
|-----|--|--------------------------|-------------|
| 1   | DeLaval VMS™                           | Delaval International AB | Sweden      |
| 2   | Lely Astronaut A5 (New) / A4 / A3 / A2 | Lely                     | Netherlands |
| 3   | ASTREA 20.20                           | Hokofarm Group           | Netherlands |
| 4   | GEA Monobox / Mlone                    | GEA Farm Technologies    | Germany     |
| 5   | M²erlin                                | Fullwood Packo           | UK          |
| 6   | Tie Stall AMS                          | Milkomax                 | Canada      |
| 7   | MR-S1 / MR-S2 / MR-D1 / MR-D2          | Boumatic Robotics        | USA         |

☐ 생체 센서 별 감도, 정확성, 정밀성, 특이성 조사 및 문헌 DB 구축

- 본 연구를 통해 수집된 ICT 생체 센서 및 이의 성능 평가(민감도, 특이도, 정확도, 정밀도)와 관련된 유효 문헌은 총 69편(표3-5)
  - 그 중 센서가 장착된 ICT 장비의 생체 변수(섭취시간, 반추시간, 비활동시간, 활동시간 등)에 대한 예측력(민감도, 특이도, 정확도, 정밀도 등)을 평가한 문헌은 구글 학술검색을 통하여 수집하였으며, 그 중 장비(센서)의 생체 변수 예측력에 대한 DB 구축이 가능한 유효 문헌은 총 23편이었음(표3-6)
  - 평가된 장비는 총 13개 장비로 12개의 장비가 섭취 및 반추행동(feeding behavior)이나 이동 행동(moving behavior)을 측정할 수 있는 활동 측정 장치(activity meter)였으며, 나머지 장비는 bolus 형태의 반추위 pH 측정 장치였음

[표3-5] ICT 생체 센서의 성능 평가 관련 유효 문헌 DB

| No. | Author               | Year | Journal               | Information     | Title   | ISSN      |
|-----|----------------------|------|-----------------------|-----------------|---|-----------|
| 1   | De Mol et al.        | 1997 | Livest Prod Sci       | 48(3):219-227   | Results of a multivariate approach to automated oestrus and mastitis detection  | 0301-6226 |
| 2   | Maatje et al.        | 1997 | Comput Electron Agric | 16(3):245-254   | Cow status monitoring (health and oestrus) using detection sensors  | 0168-1699 |
| 3   | Maatje et al.        | 1997 | Comput Electron Agric | 16(3):245-254   | Cow status monitoring (health and oestrus) using detection sensors  | 0168-1699 |
| 4   | De Mol et al.        | 1999 | Comput Electron Agric | 22(2-3):171-185 | Description of a detection model for oestrus and diseases in dairy cattle based on time series analysis combined with a Kalman filter | 0168-1699 |
| 5   | De Mol and Ouweltjes | 2001 | Prev Vet Med          | 49(1-2):71-82   | Detection model for mastitis in cows milked in an automatic milking system  | 0167-5877 |
| 6   | De Mol et al.        | 2001 | Appl Eng Agric        | 17(3):399       | Detection of estrus and mastitis: field performance of a model  | 0883-8542 |
| 7   | Firk et al.          | 2003 | Livest Prod Sci       | 82(1):97-103    | Improving oestrus detection by combination of activity measurements   | 0301-6226 |

|    |                    |       |                          |                     |   |           |
|----|--------------------|-------|--------------------------|---------------------|---|-----------|
| 8  | Norberg wt al.     | 2004  | J Dairy Sci              | 87(4):1099-1107     | with information about previous oestrus cases   |           |
| 9  | Cavero et al.      | 2006  | Livest Sci               | 105(1):207-213      | Electrical conductivity of milk: ability to predict mastitis status   | 0022-0302 |
| 10 | Cavero et al.      | 2007  | Livest Sci               | 110(1):101-110      | Mastitis detection in dairy cows by application of fuzzy logic  | 1871-1413 |
| 11 | Claycomb et al.    | 2009  | N Z Vet J                | 57(4):208-214       | Analysing serial data for mastitis detection by means of local regression   | 1871-1413 |
| 12 | Hassan et al.      | 2009  | J Dairy Sci              | 92(4):1493-1499     | An automated in-line clinical mastitis detection system using measurement of conductivity from foremilk of individual udder quarters                  | 0048-0169 |
| 13 | Kramer et al.      | 2009  | Livest Sci               | 125(1):92-96        | Use of neural networks to detect minor and major pathogens that cause bovine mastitis   | 0022-0302 |
| 14 | Robert et al.      | 2009  | Comput Electron Agric    | 67(1-2):80-84       | Mastitis and lameness detection in dairy cows by application of fuzzy logic   | 1871-1413 |
| 15 | Schirmann et al.   | 2009  | J Dairy Sci              | 92(12):6052-6055    | Evaluation of three-dimensional accelerometers to monitor and classify behavior patterns in cattle  | 0168-1699 |
| 16 | Trénel et al.      | 2009  | J Dairy Sci              | 92(7):3397-3401     | Validation of a system for monitoring rumination in dairy cows  | 0022-0302 |
| 17 | Mollenhorst et al. | 2010  | J Dairy Sci              | 93(7):3358-3364     | Quantifying and characterizing behavior in dairy calves using the IceTag automatic recording device   | 0022-0302 |
| 18 | Sun et al.         | 2010  | J Dairy Res              | 77(2):168-175       | Somatic cell count assessment at the quarter or cow milking level   | 0022-0302 |
| 19 | Poursaberi et al.  | 2010  | Comput Electron Agric    | 74(1):110-119       | Detection of mastitis and its stage of progression by automatic milking systems using artificial neural networks                                      | 1469-7629 |
| 20 | Ito et al.         | 2010  | J Dairy Sci              | 93(8):3553-3560     | Real-time automatic lameness detection based on back posture extraction in dairy cattle: Shape analysis of cow with image processing techniques       | 0168-1699 |
| 21 | Hockey et al.      | 2010  | Reprod Domest Anim       | 45(4):629-636       | Lying behavior as an indicator of lameness in dairy cows  | 0022-0302 |
| 22 | Brunassi et al.    | 2010  | Scientia Agricola        | 67(5):503-509       | Use of vaginal electrical resistance to diagnose oestrus, dioestrus and early pregnancy in synchronized tropically adapted beef heifers               | 0936-6768 |
| 23 | Kamphuis et al.    | 2010a | Comput Electron Agric    | 70(1):60-68         | Improving detection of dairy cow estrus using fuzzy logic   | 0103-9016 |
| 24 | Kamphuis et al.    | 2010b | J Dairy Sci              | 93(8):3616-3627     | Decision-tree induction to detect clinical mastitis with automatic milking  | 0168-1699 |
| 25 | Maertens et al.    | 2011  | Biosyst Eng              | 110(1):29-39        | Detection of clinical mastitis with sensor data from automatic milking systems is improved by using decision-tree induction                           | 0022-0302 |
| 26 | Jónsson et al.     | 2011  | Comput Electron Agric    | 76(1):6-15          | Development of a real time cow gait tracking and analysing tool to assess lameness using a pressure sensitive walkway: the GAITWISE system            | 1537-5110 |
| 27 | Burfeind et al.    | 2011  | J Dairy Sci              | 94(1):426-430       | Oestrus detection in dairy cows from activity and lying data using on-line individual models  | 0168-1699 |
| 28 | Miekley et al.     | 2012  | Livest Sci               | 148(3):227-236      | Evaluation of a system for monitoring rumination in heifers and calves  | 0022-0302 |
| 29 | Alsaad and Büscher | 2012  | J Dairy Sci              | 95(2):735-742       | Detection of mastitis and lameness in dairy cows using wavelet analysis   | 1871-1413 |
| 30 | Ghotoorlar et al.  | 2012  | Veterinary Record        | 170(5):126-126      | Detection of hoof lesions using digital infrared thermography in dairy cows   | 0022-0302 |
| 31 | Stokes et al.      | 2012  | Vet J                    | 193(3):674-678      | Lameness scoring system for dairy cows using force plates and artificial intelligence   | 0042-4900 |
| 32 | Zehner et al.      | 2012  | Thesis                   | -                   | An investigation into the use of infrared thermography (IRT) as a rapid diagnostic tool for foot lesions in dairy cattle                              | 1090-0233 |
| 33 | De Mol et al.      | 2013  | J Dairy Sci              | 96(6):3703-3712     | Validation of a new method (RumiWatch) for combined automatic measurement of rumination, feed intake and locomotion in dairy cows                     | -         |
| 34 | Van Hertem et al.  | 2013  | J Dairy Sci              | 96(7):4286-4298     | Applicability of day-to-day variation in behavior for the automated detection of lameness in dairy cows   | 0022-0302 |
| 35 | Viazzi et al.      | 2013  | J Dairy Sci              | 96(1):257-266       | Lameness detection based on multivariate continuous sensing of milk yield, rumination, and neck activity  | 0022-0302 |
| 36 | Elischer et al.    | 2013  | J Dairy Sci              | 96(10):6412-6422    | Analysis of individual classification of lameness using automatic measurement of back posture in dairy cattle   | 0022-0302 |
| 37 | Goldhawk et al.    | 2013  | J Anim Sci               | 91(6):2858-2862     | Validating the accuracy of activity and rumination monitor data from dairy cows housed in a pasture-based automatic milking system                    | 0022-0302 |
| 38 | Mattachini et al.  | 2013  | J Anim Sci               | 91(10):4899-4907    | Validation of rumination collars for beef cattle  | 0021-8812 |
| 39 | Miekley et al.     | 2013a | J Agric Sci              | 151(6):889-897      | Methodology for quantifying the behavioral activity of dairy cows in freestall barns  | 0021-8812 |
| 40 | Miekley et al.     | 2013b | J Dairy Res              | 80(3):335-343       | Mastitis detection in dairy cows: the application of support vector machines  | 0021-8596 |
| 41 | Garcia et al.      | 2014  | J Dairy Sci              | 97(12):7476-7486    | Principal component analysis for the early detection of mastitis and lameness in dairy cows   | 0022-0299 |
| 42 | Gibbons et al.     | 2014  | J Dairy Sci              | 97(1):350-353       | Lameness detection challenges in automated milking systems addressed with partial least squares discriminant analysis                                 | 0022-0302 |
| 43 | Hoffman et al.     | 2014  | J Dairy Sci              | 97(4):2178-2185     | A comparison of 2 methods of assessing lameness prevalence in tiestall herds  | 0022-0302 |
| 44 | Viazzi et al.      | 2014  | Comput Electron Agric    | 100:139-147         | Association of abnormal hind-limb postures and back arch with gait abnormality in dairy cattle  | 0022-0302 |
| 45 | Talukder et al.    | 2014  | Theriogenology           | 81(7):925-935       | Comparison of a three-dimensional and two-dimensional camera system for automated measurement of back posture in dairy cows                           | 0168-1699 |
| 46 | Bikker et al.      | 2014  | J Dairy Sci              | 97(5):2974-2979     | Infrared technology for estrus detection and as a predictor of time of ovulation in dairy cows in a pasture-based system                              | 0093-691X |
| 47 | Dunthorn et al.    | 2015  | J Dairy Res              | 82(4):391-399       | Evaluation of an ear-attached movement sensor to record cow feeding behavior and activity   | 0022-0302 |
| 48 | Van Nuffel et al.  | 2015  | Animals                  | 5(3):0388           | Predictive models of lameness in dairy cows achieve high sensitivity and specificity with force measurements in three dimensions                      | 0022-0299 |
| 49 | Wolfger et al.     | 2015  | J Anim Sci               | 93(6):3164-3168     | Lameness Detection in Dairy Cows: Part 2. Use of Sensors to Automatically Register Changes in Locomotion or Behavior                                  | 2076-2615 |
| 50 | Alsaad et al.      | 2015  | J Dairy Sci              | 98(9):6236-6242     | Accuracy of an ear tag-attached accelerometer to monitor rumination and feeding behavior in feedlot cattle  | 0021-8812 |
| 51 | Kok et al.         | 2015  | J Dairy Sci              | 98(11):7911-7916    | Development and validation of a novel pedometer algorithm to quantify extended characteristics of the locomotor behavior of dairy cows                | 0022-0302 |
| 52 | Beer et al.        | 2016  | PloS One                 | 11(5):e0155796      | Validation of sensor-recorded lying bouts in lactating dairy cows using a 2-sensor approach   | 0022-0302 |
| 53 | Van Hertem et al.  | 2016  | Animal                   | 10(9):1525-1532     | Use of extended characteristics of locomotion and feeding behavior for automated identification of lame dairy cows                                    | 1932-6203 |
| 54 | Shahriar et al.    | 2016  | Comput Electron Agric    | 128:20-26           | Lameness detection in dairy cattle: single predictor v. multivariate analysis of image-based posture processing and behaviour and performance sensing | 1525-1532 |
| 55 | Borchers et al.    | 2016  | J Dairy Sci              | 99(9):7458-7466     | Detecting heat events in dairy cows using accelerometers and unsupervised learning  | 0168-1699 |
| 56 | Swartz et al.      | 2016  | J Dairy Sci              | 99(11):9109-9113    | A validation of technologies monitoring dairy cow feeding, ruminating, and lying behaviors  | 0022-0302 |
| 57 | Paudyal et al.     | 2017  | Animal                   | 1-9                 | The use of an accelerometer for measuring step activity and lying behaviors in dairy calves   | 0022-0302 |
| 58 | Khatun et al.      | 2017  | Anim Prod Sci            | 57(7):1226-1232     | Rumination time and monitoring of health disorders during early lactation   | 1751-7311 |
| 59 | Nelson et al.      | 2017  | Theriogenology           | 87:205-211          | Early detection of clinical mastitis from electrical conductivity data in an automatic milking system   | 1836-5787 |
| 60 | Hill et al.        | 2017  | PAS                      | 33(6):743-747       | Automated activity monitoring and visual observation of estrus in a herd of loose housed Hereford cattle: Diagnostic accuracy and time to ovulation   | 0093-691X |
| 61 | Molfinio et al.    | 2017  | Anim Prod Sci            | 57(7):1557-1562     | Evaluation of an ear-attached movement sensor to record rumination, eating, and activity behaviors in 1-month-old calves                              | 1080-7446 |
| 62 | Khatun et al.      | 2018  | J Dairy Sci              | 101(10):9385-9395   | Evaluation of an activity and rumination monitor in dairy cattle grazing two types of forages   | 1836-5787 |
| 63 | Pereira et al.     | 2018  | J Dairy Sci              | 101(3):2492-2495    | Development of a new clinical mastitis detection method for automatic milking systems   | 9385-9395 |
| 64 | Roland et al.      | 2018  | J Dairy Sci              | 101(11):10421-10427 | Validation of an ear-tag accelerometer sensor to determine rumination, eating, and activity behaviors of grazing dairy cattle                         | 0022-0302 |
| 65 | Reiter et al.      | 2018  | J Dairy Sci              | 101(4):3398-3411    | Evaluation of a triaxial accelerometer for monitoring selected behaviors in dairy calves  | 0022-0302 |
| 66 | Werner et al.      | 2018  | J Neurosci Methods       | 300:138-146         | Evaluation of an ear-tag-based accelerometer for monitoring rumination in dairy cows  | 0022-0302 |
| 67 | Eslamizad et al.   | 2018  | J Anim Sci               | 96(11):4483-4489    | Evaluation of the RumiWatchSystem for measuring grazing behaviour of cows   | 0165-0270 |
| 68 | Neubauer et al.    | 2018  | J Anim Physiol Anim Nutr | 102(1):343-349      | Development of a pressure sensor-based system for measuring rumination time in pre-weaned dairy calves  | 0021-8812 |
| 69 | Nielsen et al.     | 2018  | J Dairy Sci              | 101(6):5449-5453    | Differences between pH of indwelling sensors and the pH of fluid and solid phase in the rumen of dairy cows fed varying concentrate levels            | 0931-2439 |
|    |                    |       |                          |                     | Validation and comparison of 2 commercially available activity loggers  | 0022-0302 |

- 예측력 평가에 사용된 분석 방법은 민감도, 특이도, 정확도, 정밀도 외에도 Pearson 상관계수, 일치상관계수, Spearman 상관계수, Kappa statistic 분석 등이 이용됨(표3-6)
- 섭식 행동 및 이동 행동 중 장비들이 가장 높은 예측력을 갖는 생체 변수는 '눕기 시간(lying time)'과 '눕기 횟수(lying bouts)'였으며, '반추시간(ruminating time)'이나 '활동 시간(active time)'은 비교적 낮은 민감도 및 상관 계수를 나타냈음(표3-7)

[표3-6] ICT 생체 센서의 성능 평가 결과 DB

| Behavior                | Product            | Paper                 | Algorithm <sup>1</sup> | Performance <sup>2</sup> |       |        |        |                |                             |                             |                             |                |       |  |  |
|-------------------------|--------------------|-----------------------|------------------------|--------------------------|-------|--------|--------|----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------|-------|--|--|
|                         |                    |                       |                        | Se. %                    | Sp. % | Acc. % | Pre. % | R <sup>2</sup> | r <sub>p</sub> <sup>3</sup> | r <sub>c</sub> <sup>4</sup> | r <sub>s</sub> <sup>5</sup> | κ <sup>6</sup> | Agree |  |  |
| Feeding                 |                    |                       |                        |                          |       |        |        |                |                             |                             |                             |                |       |  |  |
| Eating time             | CowManager SensOor | Bikker et al. 2014    | PCC                    |                          |       |        |        |                |                             | 0.88                        |                             |                |       |  |  |
|                         |                    |                       | CCC                    |                          |       |        |        |                |                             |                             | 0.75                        |                |       |  |  |
|                         |                    |                       | Kappa                  |                          |       |        |        |                |                             |                             |                             |                | 0.88  |  |  |
|                         |                    | Wolfger et al. 2015   | Logistic               | 95                       | 76    |        |        |                |                             |                             |                             |                |       |  |  |
|                         |                    |                       | CCC                    |                          |       |        |        |                |                             |                             |                             | 0.79           |       |  |  |
|                         |                    | Borchers et al. 2016  | PCC                    |                          |       |        |        |                |                             |                             | 0.88                        |                |       |  |  |
|                         |                    |                       | CCC                    |                          |       |        |        |                |                             |                             |                             | 0.82           |       |  |  |
|                         |                    | Hill et al., 2017     | Linear                 |                          |       |        |        | 0.74           |                             |                             |                             |                |       |  |  |
|                         |                    | Pereira et al. 2018   | PCC                    |                          |       |        |        |                |                             |                             | 0.88                        |                |       |  |  |
|                         | CCC                |                       |                        |                          |       |        |        |                |                             |                             | 0.88                        |                |       |  |  |
|                         | Smartbow           | Roland et al. 2018    | Cross val              | 73.2                     | 83.7  | 81.2   | 57.9   |                |                             |                             |                             |                |       |  |  |
|                         | Track A Cow        | Borchers et al. 2016  | PCC                    |                          |       |        |        |                |                             | 0.93                        |                             |                |       |  |  |
|                         |                    |                       | CCC                    |                          |       |        |        |                |                             |                             | 0.79                        |                |       |  |  |
|                         | RumiWatch system   | Zehner et al. 2012    | Linear                 |                          |       |        |        | 0.77           |                             |                             |                             |                |       |  |  |
| SCC                     |                    |                       |                        |                          |       |        |        |                |                             |                             | 0.96                        |                |       |  |  |
| Werner et al. 2018      |                    | CCC                   |                        |                          |       |        |        |                |                             | 0.96                        |                             |                |       |  |  |
| Ruminating time         | CowManager SensOor | Bikker et al. 2014    | PCC                    |                          |       |        |        |                |                             | 0.93                        |                             |                |       |  |  |
|                         |                    |                       | CCC                    |                          |       |        |        |                |                             |                             | 0.93                        |                |       |  |  |
|                         |                    |                       | Kappa                  |                          |       |        |        |                |                             |                             |                             |                | 0.99  |  |  |
|                         |                    | Wolfger et al. 2015   | Logistic               | 49                       | 96    |        |        |                |                             |                             |                             |                |       |  |  |
|                         |                    |                       | CCC                    |                          |       |        |        |                |                             |                             |                             | 0.44           |       |  |  |
|                         |                    | Borchers et al. 2016  | PCC                    |                          |       |        |        |                |                             |                             | 0.69                        |                |       |  |  |
|                         |                    |                       | CCC                    |                          |       |        |        |                |                             |                             |                             | 0.59           |       |  |  |
|                         |                    | Hill et al., 2017     | Linear                 |                          |       |        |        | 0.92           |                             |                             |                             |                |       |  |  |
|                         |                    | Pereira et al. 2018   | PCC                    |                          |       |        |        |                |                             |                             | 0.72                        |                |       |  |  |
|                         | CCC                |                       |                        |                          |       |        |        |                |                             |                             | 0.71                        |                |       |  |  |
|                         | Smartbow           | Reiter et al. 2018    | PCC                    |                          |       |        |        |                |                             | 0.99                        |                             |                |       |  |  |
|                         |                    |                       | CCC                    |                          |       |        |        |                |                             | 0.97                        |                             |                |       |  |  |
|                         |                    | Borchers et al. 2016  | CCC                    |                          |       |        |        |                |                             |                             | 0.96                        |                |       |  |  |
|                         | Smartbow           | Roland et al. 2018    | Cross val              | 89.4                     | 94.9  | 93.9   | 78.5   |                |                             |                             |                             |                |       |  |  |
|                         | Hi-tag             | Schirmann et al. 2009 | Linear                 |                          |       |        |        | 0.87           |                             |                             |                             |                |       |  |  |
|                         |                    |                       | PCC                    |                          |       |        |        |                |                             | 0.93                        |                             |                |       |  |  |
|                         |                    | Burfeind et al. 2011  | Linear                 |                          |       |        |        | 0.77           |                             |                             |                             |                |       |  |  |
|                         |                    |                       | PCC                    |                          |       |        |        |                |                             | 0.88                        |                             |                |       |  |  |
|                         |                    | Goldhawk et al. 2013  | PCC                    |                          |       |        |        |                |                             | 0.41                        |                             |                |       |  |  |
|                         |                    |                       | CCC                    |                          |       |        |        |                |                             |                             | 0.30                        |                |       |  |  |
|                         |                    | HR-LDn tag            | Molfino et al. 2017    | PCC                      |       |        |        |                |                             |                             | 0.8                         |                |       |  |  |
|                         | CCC                |                       |                        |                          |       |        |        |                |                             |                             | 0.80                        |                |       |  |  |
|                         | RumiWatch system   | Eslamizad et al. 2018 | Linear                 |                          |       |        |        | 0.93           |                             |                             |                             |                |       |  |  |
| Linear                  |                    |                       |                        |                          |       |        | 0.79   |                |                             |                             |                             |                |       |  |  |
| Werner et al. 2018      |                    | SCC                   |                        |                          |       |        |        |                |                             |                             | 0.98                        |                |       |  |  |
|                         |                    | CCC                   |                        |                          |       |        |        |                |                             |                             | 0.99                        |                |       |  |  |
| Rumination bouts        | Smartbow           | Reiter et al. 2018    | PCC                    |                          |       |        |        |                | 0.99                        |                             |                             |                |       |  |  |
| Chewing cycle per bolus | Smartbow           | Reiter et al. 2018    | PCC                    |                          |       |        |        |                |                             | 0.99                        |                             |                |       |  |  |
|                         |                    |                       | CCC                    |                          |       |        |        |                |                             |                             | 0.97                        |                |       |  |  |
|                         |                    |                       | Kappa                  |                          |       |        |        |                |                             |                             |                             |                | 0.96  |  |  |
|                         |                    | Hill et al., 2017     | Linear                 |                          |       |        |        | 0.98           |                             |                             |                             |                |       |  |  |

|                     |                     |                        |                    |     |     |    |  |      |      |      |      |      |      |  |
|---------------------|---------------------|------------------------|--------------------|-----|-----|----|--|------|------|------|------|------|------|--|
|                     |                     | Pereira et al. 2018    | PCC                |     |     |    |  |      | 0.65 |      |      |      |      |  |
|                     |                     |                        | CCC                |     |     |    |  |      |      | 0.52 |      |      |      |  |
|                     | HR-LDn tag          | Molfino et al. 2017    | PCC                |     |     |    |  |      | 0.97 |      |      |      |      |  |
|                     |                     |                        | CCC                |     |     |    |  |      |      | 0.95 |      |      |      |  |
| <b>Moving</b>       |                     |                        |                    |     |     |    |  |      |      |      |      |      |      |  |
| Active time         | CowManager SensOor  | Bikker et al. 2014     | PCC                |     |     |    |  |      | 0.73 |      |      |      |      |  |
|                     |                     |                        | CCC                |     |     |    |  |      |      | 0.35 |      |      |      |  |
|                     |                     |                        | Kappa              |     |     |    |  |      |      |      |      | 0.77 |      |  |
|                     |                     | Pereira et al. 2018    | PCC                |     |     |    |  |      |      | 0.20 |      |      |      |  |
|                     |                     |                        | CCC                |     |     |    |  |      |      |      | 0.19 |      |      |  |
|                     | IceQube             | Robert et al. 2009     | Logistic           |     |     |    |  |      |      |      |      |      | 67.8 |  |
|                     |                     | Trénel et al. 2009     | Filtering          | 16  | 98  |    |  |      |      |      |      |      |      |  |
|                     |                     | Elischer et al. 2013   | PCC                |     |     |    |  |      | 0.91 |      |      |      |      |  |
|                     | IceTag              | Mattachini et al. 2013 | PCC                | 29  | 98  |    |  |      |      |      |      |      |      |  |
|                     | CowScout            | Nielsen et al. 2018    | CCC                |     |     |    |  |      |      | 0.80 |      |      |      |  |
| AfiTag              | Swartz et al. 2016  | PCC                    |                    |     |     |    |  | 0.99 |      |      |      |      |      |  |
|                     |                     | Werner et al. 2018     | SCC                |     |     |    |  |      |      | 0.91 |      |      |      |  |
|                     |                     |                        | CCC                |     |     |    |  |      |      | 0.90 |      |      |      |  |
| Lying time          | IceQube             | Robert et al. 2009     | Logistic           |     |     |    |  |      |      |      |      |      | 99.2 |  |
|                     |                     | Trénel et al. 2009     | Filtering          | 100 | 98  |    |  |      |      |      |      |      |      |  |
|                     |                     | Elischer et al. 2013   | PCC                |     |     |    |  |      | 0.97 |      |      |      |      |  |
|                     |                     | Borchers et al. 2016   | PCC                |     |     |    |  |      | 0.99 |      |      |      |      |  |
|                     |                     |                        | CCC                |     |     |    |  |      |      | 0.99 |      |      |      |  |
|                     | IceTag              | Mattachini et al. 2013 | PCC                | 100 | 100 |    |  |      |      |      |      |      |      |  |
|                     |                     | Nielsen et al. 2018    | CCC                |     |     |    |  |      |      | 1.00 |      |      |      |  |
|                     | CowScout            | Nielsen et al. 2018    | CCC                |     |     |    |  |      |      | 1.00 |      |      |      |  |
|                     | AfiTag              | Borchers et al. 2016   | PCC                |     |     |    |  |      | 0.99 |      |      |      |      |  |
|                     |                     |                        | CCC                |     |     |    |  |      |      | 0.99 |      |      |      |  |
|                     | AfiTag              | Swartz et al. 2016     | PCC                |     |     |    |  |      | 0.99 |      |      |      |      |  |
|                     | Track A Cow         | Borchers et al. 2016   | PCC                |     |     |    |  |      | 0.99 |      |      |      |      |  |
|                     |                     |                        | CCC                |     |     |    |  |      |      | 0.99 |      |      |      |  |
| RumiWatch pedometer |                     |                        | Alsaad et al. 2015 | SCC |     |    |  |      |      |      | 1.00 |      |      |  |
| Werner et al. 2018  | SCC                 |                        |                    |     |     |    |  |      |      | 0.99 |      |      |      |  |
|                     | CCC                 |                        |                    |     |     |    |  |      | 1.00 |      |      |      |      |  |
| Lying bouts         | IceTag              | Kok et al. 2015        | Unknown            | 99  | 98  | 99 |  |      |      |      |      |      |      |  |
|                     | AfiTag              | Swartz et al. 2016     | PCC                |     |     |    |  | 0.99 |      |      |      |      |      |  |
| Standing time       | IceQube             | Robert et al. 2009     | Logistic           |     |     |    |  |      |      |      |      | 98   |      |  |
|                     |                     | Trénel et al. 2009     | Filtering          | 92  | 98  |    |  |      |      |      |      |      |      |  |
|                     | IceTag              | Mattachini et al. 2013 | PCC                | 98  | 95  |    |  |      |      |      |      |      |      |  |
|                     |                     | Nielsen et al. 2018    | CCC                |     |     |    |  |      | 1.00 |      |      |      |      |  |
|                     | CowScout            | Nielsen et al. 2018    | CCC                |     |     |    |  |      | 1.00 |      |      |      |      |  |
|                     | RumiWatch pedometer | Werner et al. 2018     | Alsaad et al. 2015 | SCC |     |    |  |      |      |      | 0.96 |      |      |  |
| SCC                 |                     |                        |                    |     |     |    |  |      |      | 0.97 |      |      |      |  |
| CCC                 |                     |                        |                    |     |     |    |  |      | 1.00 |      |      |      |      |  |
| No. of steps        | IceTag              | Nielsen et al. 2018    | CCC                |     |     |    |  |      | 0.63 |      |      |      |      |  |
|                     | CowScout            | Nielsen et al. 2018    | CCC                |     |     |    |  |      | 0.68 |      |      |      |      |  |
| Walking time        | RumiWatch pedometer | Alsaad et al. 2015     | SCC                |     |     |    |  |      |      | 0.96 |      |      |      |  |
|                     |                     | Werner et al. 2018     | SCC                |     |     |    |  |      |      | 0.78 |      |      |      |  |
|                     |                     |                        | CCC                |     |     |    |  |      |      | 0.92 |      |      |      |  |
| <b>Rumen status</b> |                     |                        |                    |     |     |    |  |      |      |      |      |      |      |  |
| Rumen pH            | eBolus              | Neubauer et al. 2018   | PCC                |     |     |    |  |      | 0.83 |      |      |      |      |  |
|                     |                     |                        | CCC                |     |     |    |  |      |      | 0.73 |      |      |      |  |

<sup>1</sup>PCC, Pearson correlation coefficient analysis; CCC, concordance correlation coefficient analysis; SCC, Spearman correlation coefficient analysis; Logistic, logistic regression; Linear, linear regression; kappa, kappa statistic; Filtering, 3-step filtering

<sup>2</sup>Se, sensitivity; Sp, specificity; Acc, accuracy; Pre, precision; R<sup>2</sup>, coefficient of determination; r<sub>p</sub>, Pearson correlation coefficient; r<sub>c</sub>, concordance correlation coefficient; r<sub>s</sub>, Spearman correlation coefficient; κ, kappa static value; Agree, agreement

<sup>3,4</sup>Pearson correlation and CCC were judged according to the criteria of Hinkle et al. (2003), namely negligible (0.00-0.30), low (0.31-0.50), moderate (0.51-0.70), high (0.71-0.90), and very high (0.91-1.00).

<sup>5</sup>A correlation coefficient (rs) of rs ≥ 0.9 was rated as very high, rs = 0.68 to 1.0 as strong or high, rs = 0.36 to 0.67 as

moderate, and  $r_s = \leq 0.35$  as weak correlation (Taylor, 1990).

<sup>6</sup>The  $\kappa$  values were judged according to criteria of Landis and Koch (1977), namely poor (<0.00), slight (0.00-0.20), fair (0.21-0.40), moderate (0.41-0.60), substantial (0.61-0.80), and almost perfect (0.81-1.00).

[표3-7] ICT 생체 센서 생성 데이터 별 정확도 평균

| Function     | Prediction variable     | Se, % | Sp, % | Acc, % | Pre, % | R <sup>2</sup> | PCC  | CCC  | SCC  | $\kappa$ | Agree % |
|--------------|-------------------------|-------|-------|--------|--------|----------------|------|------|------|----------|---------|
| Feeding      | Eating time             | 84.1  | 79.9  | 81.2   | 57.9   | 0.76           | 0.89 | 0.83 | 0.96 | 0.88     |         |
|              | Ruminating time         | 69.2  | 95.5  | 93.9   | 78.5   | 0.86           | 0.81 | 0.72 | 0.98 | 0.99     |         |
|              | Rumination bouts        |       |       |        |        |                | 0.99 |      |      |          |         |
|              | Chewing cycle per bolus |       |       |        |        |                | 0.99 |      |      |          |         |
| Moving       | Inactive time           |       |       |        |        | 0.98           | 0.87 | 0.81 |      | 0.96     |         |
|              | Active time             | 22.5  | 98.0  |        |        |                | 0.61 | 0.56 | 0.91 | 0.77     | 67.8    |
|              | Lying time              | 100.0 | 99.0  |        |        |                | 0.99 | 1.00 | 1.00 |          | 99.2    |
|              | Lying bouts             | 99.0  | 98.0  | 99.0   |        |                | 0.99 |      |      |          |         |
|              | Standing time           | 95.0  | 96.5  |        |        |                |      | 1.00 | 0.97 |          | 98.0    |
|              | Number of steps         |       |       |        |        |                |      | 0.66 |      |          |         |
|              | Walking time            |       |       |        |        |                |      | 0.92 | 0.87 |          |         |
| Rumen status | Rumen pH                |       |       |        |        |                | 0.83 | 0.73 |      |          |         |

○ 장치의 예측력을 측정하기 위해 이용된 gold standard는 활동 측정 장치의 경우 숙련된 관찰자에 의한 육안 관찰(visual observation)이 이용되었음.

- Gold standard는 같은 variable이라 할지라도 연구에 따라 그 criteria가 다양함(표3-8).

[표3-8] ICT 생체 센서의 평가를 위한 황금 표준 DB

| Paper                 | Behavior         | Definition (Criteria)   |
|-----------------------|------------------|---|
| Alsaad et al. 2015    | Lying            | The pedometer in a position exceeding an angle of 58° toward the vertical axis lasting >50 s. Interruption of this pedometer position for less than 50 s is identified and calculated as one stand-up and one lying-down event but not as a separate standing bout. The lying bout is rated as not interrupted. |
|                       | Standing         | The cow is in an upright position but not walking; temporary change of the pedometer angle exceeding 58° toward the vertical axis for less than 50 s is neither rated as lying-down and standing-up events nor as an additional lying bout.   |
|                       | Walking          | Sum of the duration of all walking bouts within a given recording period. Period characterized by at least 3 consecutive strides in the same direction (forward or backward). The period between 2 strides must not exceed 4 s. Walking bouts are rated as separate if the time between 2 strides exceeds 10 s. |
| Bikker et al. 2014    | Eating           | The muzzle is located in or above the feed and makes a chewing or licking movement from the feed barn   |
|                       | Lying ruminating | Regurgitation, rumination, salivation, and swallowing of ingesta in lying position  |
|                       | Lying resting    | The entire body rests on the ground without further activity  |
|                       | Standing         | The cow stands on 4 legs; she only moves her head slightly  |
| Borchers et al. 2016  | Eating           | If actively chewing and standing near the feedbunk.   |
|                       | Ruminating       | Where regurgitated boluses reached the esophagus, entered the mouth, and were subsequently followed by the initiation of rhythmic chewing. Rumination events ended when rhythmic chewing ceased and the bolus was swallowed   |
|                       | Lying            | When the flank of the animal came in contact with a surface while transitioning from a standing position  |
| Elischer et al. 2013  | Standing         | Body is upright, supported by at least 3 legs. Standing time officially begins when the leg bearing the pedometer is fully perpendicular (vertical) to the ground.  |
|                       | Lying            | Body is not supported by the legs; body is in contact with the ground. Cow is resting sternally or laterally. Lying time officially begins when the leg bearing the pedometer is parallel (horizontal) to the ground.   |
| Eslamizad et al. 2018 | Ruminating       | When the calves showed regular jaw movements interrupted by regurgitation and swallow cycles with the head remaining in a constant position   |
| Goldhawk et al. 2013  | Ruminating       | The onset of rumination was defined as the time when regurgitation took place, namely when a bolus came up the esophagus and reached the mouth  |
| Hill et al., 2017     | Eating           | Head in feeder with jaw movement  |
|                       | Ruminating       | Chewing away from feeder, possibly preceded by regurgitation or followed by swallowing of a digesta bolus, or some portion of this series of events   |
|                       | Resting          | Lying flat on its side with its head resting on the ground or the calf lying on its sternum with its neck curled and its head resting on its body (with no jaw movements)   |

|                        |                  |  |
|------------------------|------------------|--|
| Mattachini et al. 2013 | Walking          | Walking as moving of at least 3 legs forward in sequence.  |
|                        | Lying            | Lying as body contact with the ground on the left or right side  |
|                        | Standing         | Standing was defined as an upright body with support from at least 3 legs  |
| Molfino et al. 2017    | Ruminating       | The period of time when the cow was actively chewing a regurgitated bolus until swallowed either standing or lying   |
|                        | Resting          | If lying or standing, not ruminating, eating or drinking with eyes open or closed  |
| Neubauer et al. 2018   | Rumen pH         | Portable pH meter (SG2-SevenGo, Mettler Toledo, Vienna, Austria)   |
| Pereira et al. 2018    | Eating           | Eating was when a cow had eating jaw movements and the muzzle was in close contact with the ground (Nielsen, 2013); the cow may have been walking at the same time. Eating minerals or corn and drinking water was considered eating behavior  |
|                        | Lying ruminating | The cow regurgitated a bolus and chewed the cud while moving her head and jaw in a circular motion and then swallowing the masticated cud  |
|                        | Lying resting    | The cow did not consume feed, ruminate, or perform any activity (Elischer et al., 2013; Bikker et al., 2014)   |
|                        | Walking          | A cow stood on all 4 legs and the cow walked or moved her body (Mullens et al., 2006; Bikker et al., 2014)   |
| Reiter et al. 2018     | Ruminating       | Time a cow spends chewing after a bolus reaches the mouth until it is re-swallowed   |
|                        | Chewing          | Complete course of movement of the mandible during a single masticatory stroke   |
| Robert et al. 2009     | Walking          | Walking activity was defined as a minimum of two progressive steps (forward or backward) within the 1 s video period. If the animal took only one step for a 1-s span of time, this activity would be classified as standing, not walking.   |
|                        | Lying            | If an animal was lying down for the entire 1 s video period, the activity would be classified as lying. When an animal transitioned from this position, the lying activity classification ended once the first movement of the transition occurred.  |
|                        | Standing         | Activity classified as standing would include static standing and standing with minor limb movements (shifting) for the entire 1 s video period. Like the lying activity, if a transition occurred, the standing activity classification ended once the first transitional movement began. |
| Roland et al. 2018     | Eating           | Uptake of hay, straw, or concentrate: feed intake or chewing movements visible on video  |
|                        | Ruminating       | Calf is lying down: regular regurgitating and chewing movements (without feed intake) visible on video   |
| Schirmann et al. 2009  | Ruminating       | The time when regurgitation took place, namely when a bolus came up the esophagus and reached the mouth  |
| Trénel et al. 2009     | Walking          | At least 3 legs are moved forward in sequence  |
|                        | Lying            | Lying on sternum or on side  |
|                        | Standing         | Body upright and supported by at least 3 legs  |
| Werner et al. 2018     | Grazing          | Cows' muzzle is located near or above the grass and makes biting motion to ingest grass, or cow's head position up and making chewing motion   |
|                        | Ruminating       | Regurgitation, chewing, salivation and swallowing of ingested grass  |
|                        | Muzzle activity  | Any other movements of the muzzle, which are not associated with grass intake  |
|                        | Lying            | Cow is resting on the ground (not standing)  |
|                        | Standing         | Cow is in an upright position but is not walking   |
|                        | Walking          | Cow takes at least 3 consecutive strides in the same direction (forward or backward)   |
| Zehner et al. 2012     | Eating           | Classification, quantification of eating jaw movements   |
|                        | Ruminating       | Classification, quantification of ruminating jaw movements   |

### 3.1.2 ICT 센서 데이터를 활용한 진단 모델 조사

#### 1 ICT 센서 데이터를 활용한 진단 모델 조사 방법

- 낙농산업의 생산성과 경제성에 큰 영향을 미치는 요인인 유방염(mastitis), 파행(lameness), 발정(estrus)을 진단/평가하는 데 있어 생체센서 및 이를 이용하여 구축한 모델의 성능(performance)을 평가한 문헌 조사
  - 전 세계적으로 가장 영향력 있는 저널 및 학문 분야의 정보를 제공하는 대표적 저널 데이터베이스인 'Web of Science'를 이용하여 키워드 기반 검색을 실시하였음.
  - 사용된 검색 용어는 '낙농(dairy)' 및 '탐지(detection)' 및 ('민감도(sensitivity)' 또는 '특이도(specificity)' 또는 '정확도(accuracy)' 또는 '예측력(predictability)') 및 ('유방염(mastitis)' 또는 '파행(lameness)' 또는 '발정(estrus)')이며, '97 ~ '18년 11월 현재까지 출간된 논문을 검색하였음.
  - 이러한 기준에 따라 검색된 문헌의 개수는 유방염에서 188편, 파행에서 66편, 발정에서 91편이었으며, 그 중에서 진단 모델의 성능(performance) 즉, 민감도(sensitivity)와 특이도(specificity)를 제시하고 있는 유효 문헌 46편을 DB화하였음(표3-9 - 표3-11).

[표3-9] 유방염 진단 모델 개발 관련 유효 문헌 DB

| No. | Paper                      | 최대 민감도 일 때     |                | 최대 특이도 일 때     |                |
|-----|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|     |                            | Sensitivity, % | Specificity, % | Sensitivity, % | Specificity, % |
| 1   | de Mol et al., 1997        | 96.0           | 95.3           | 65.0           | 99.4           |
| 2   | de Mol et al., 1997        | 100.0          | 95.3           | 100.0          | 95.3           |
| 3   | Maatje et al., 1997        | 90.0           | 98.2           | 90.0           | 98.2           |
| 4   | Maatje et al., 1997        | 76.0           | 98.2           | 76.0           | 98.2           |
| 5   | de Mol et al., 1999        | 100.0          | 95.3           | 57.0           | 99.4           |
| 6   | de Mol and Ouweltjes, 2001 | 100.0          | 98.0           | 88.0           | 98.2           |
| 7   | de Mol et al., 2001        | 79.0           | 93.7           | 54.0           | 99.3           |
| 8   | Norberg et al., 2004       | 47.9           | 91.9           | 16.2           | 98.0           |
| 9   | Norberg et al., 2004       | 19.4           | 91.9           | 15.9           | 92.3           |
| 10  | Norberg et al., 2004       | 44.8           | 84.6           | 21.0           | 91.7           |
| 11  | Cavero et al., 2006        | 92.9           | 93.9           | 81.1           | 94.0           |
| 12  | Cavero et al., 2007        | 100.0          | 36.0           | 70.0           | 84.0           |
| 13  | Cavero et al., 2007        | 86.1           | 81.4           | 86.1           | 81.4           |
| 14  | Cavero et al., 2007        | 85.0           | 81.6           | 85.0           | 81.6           |
| 15  | Cavero et al., 2007        | 87.9           | 66.6           | 85.0           | 74.5           |
| 16  | Cavero et al., 2008        | 92.8           | 61.6           | 85.1           | 87.3           |
| 17  | Claycomb et al., 2009      | 89.0           | 98.0           | 83.0           | 97.7           |
| 18  | Hassan et al., 2009        | 89.0           | 98.0           | 80.0           | 99.0           |
| 19  | Kramer et al., 2009        | 82.3           | 84.1           | 75.0           | 92.1           |
| 20  | Mollenhorst et al., 2010   | 50.0           | 98.0           | 47.4           | 99.0           |
| 21  | Sun et al., 2010           | 86.9           | 91.4           | 81.2           | 92.0           |
| 22  | Steenefeld et al., 2010    | 70.0           | 97.8           | 70.0           | 97.8           |
| 23  | Kamphuis et al., 2010a     | 56.7           | 93.1           | 5.2            | 99.8           |
| 24  | Kamphuis et al., 2010b     | 77.8           | 97.9           | 99.0           | 71.4           |
| 25  | Miekley et al., 2012       | 83.6           | 59.2           | 85.5           | 63.5           |
| 26  | Miekley et al., 2013b      | 87.8           | 61.9           | 76.7           | 83.3           |
| 27  | Miekley et al., 2013a      | 78.9           | 80.4           | 81.0           | 74.2           |
| 28  | Paudyal et al., 2017       | 52.9           | 80.3           | 50.0           | 84.6           |
| 29  | Khatun et al., 2017        | 92.0           | 92.0           | 92.0           | 92.0           |
| 30  | Khatun et al., 2018        | 90.0           | 91.0           | 90.0           | 91.0           |

[표3-10] 파행 진단 모델 개발 관련 유효 문헌 DB

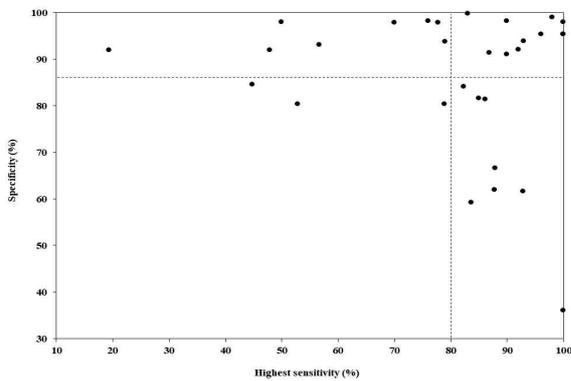
| No. | Paper                    | 최대 민감도 일 때     |                | 최대 특이도 일 때     |                |
|-----|--------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|     |                          | Sensitivity, % | Specificity, % | Sensitivity, % | Specificity, % |
| 1   | Karmer et al., 2009      | 72.7           | 75.9           | 72.7           | 75.9           |
| 2   | Poursaberi et al., 2010  | 100.0          | 97.6           | 100.0          | 97.6           |
| 3   | Ito et al., 2010         | 69.6           | 54.3           | 17.4           | 99.0           |
| 4   | Maertens et al., 2011    | 90.0           | 100.0          | 90.0           | 100.0          |
| 5   | Miekley et al., 2012     | 63.5           | 85.5           | 47.2           | 85.5           |
| 6   | Stokes et al., 2012      | 93.0           | 49.0           | 80.0           | 73.0           |
| 7   | Ghotoorlar et al., 2012  | 100.0          | 95.0           | 94.0           | 100.0          |
| 8   | Alsaad and Büscher, 2012 | 100.0          | 29.4           | 85.7           | 55.9           |
| 9   | Kamphuis et al., 2013    | 56.8           | 80.0           | 90.0           | 41.0           |
| 10  | Van Hertem et al., 2013  | 89.0           | 85.0           | 89.0           | 85.0           |
| 11  | de Mol et al., 2013      | 80.0           | 89.9           | 80.0           | 89.9           |
| 12  | Miekley et al., 2013a    | 74.2           | 57.4           | 74.2           | 81.0           |
| 13  | Miekley et al., 2013b    | 87.8           | 61.9           | 87.8           | 61.9           |
| 14  | Viazzi et al., 2013      | 76.0           | 91.0           | 76.0           | 91.0           |
| 15  | Garcia et al., 2014      | 79.0           | 77.0           | 79.0           | 83.0           |
| 16  | Hoffman et al., 2014     | 78.0           | 40.0           | 5.0            | 98.0           |
| 17  | Viazzi, 2014             | 95.0           | 76.0           | 91.0           | 82.0           |
| 18  | Gibbons, 2014            | 87.0           | 34.0           | 10.0           | 96.0           |
| 19  | Dunthorn et al., 2015    | 90.0           | 93.0           | 90.0           | 93.0           |

|    |                         |       |      |      |       |
|----|-------------------------|-------|------|------|-------|
| 20 | Van Nuffel et al., 2015 | 88.0  | 87.0 | 88.0 | 87.0  |
| 21 | Beer et al., 2016       | 100.0 | 66.7 | 75.6 | 100.0 |
| 22 | Van Hertem et al., 2016 | 52.1  | 83.2 | 7.0  | 96.3  |
| 23 | Paudyal et al., 2017    | 58.8  | 80.3 | 52.9 | 84.6  |

[표3-11] 발정 진단 모델 개발 관련 유효 문헌 DB

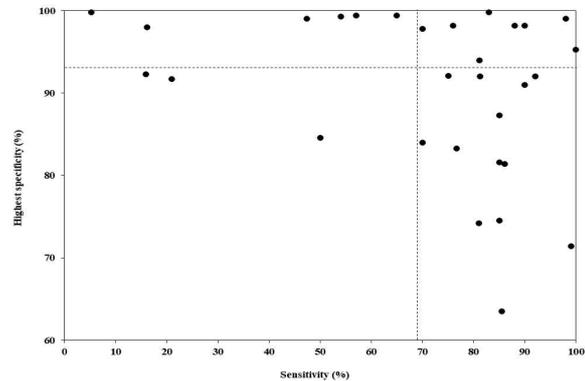
| No. | Paper                   | 최대 민감도 일 때     |                | 최대 특이도 일 때     |                |
|-----|-------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|     |                         | Sensitivity, % | Specificity, % | Sensitivity, % | Specificity, % |
| 1   | de Mol et al., 1997     | 94.2           | 94.5           | 82.5           | 98.1           |
| 2   | Maatje et al., 1997     | 86.5           | 96.9           | 86.5           | 96.9           |
| 3   | de Mol et al., 2001     | 80.0           | 93.6           | 63.0           | 98.1           |
| 4   | Firk et al., 2003       | 91.7           | 98.2           | 87.9           | 99.5           |
| 5   | Alawneh et al., 2006    | 85.0           | 99.6           | 85.0           | 99.6           |
| 6   | Kramer et al., 2009     | 82.3           | 84.1           | 75.0           | 92.1           |
| 7   | Hockey et al., 2010     | 90.8           | 90.0           | 80.9           | 98.1           |
| 8   | Palmer et al., 2010     | 94.1           | 90.4           | 90.4           | 98.2           |
| 9   | Brunassi et al., 2010   | 84.2           | 98.3           | 84.2           | 98.3           |
| 10  | Jónsson et al., 2011    | 88.9           | 99.4           | 99.8           | 99.6           |
| 11  | Kamphuis et al., 2012   | 76.9           | 99.4           | 76.9           | 99.4           |
| 12  | von Leesen et al., 2013 | 100.0          | 98.9           | 98.0           | 99.9           |
| 13  | Talukder et al., 2014   | 92.0           | 29.0           | 75.0           | 57.0           |
| 14  | Shahriar et al., 2016   | 100.0          | 89.1           | 61.0           | 90.3           |
| 15  | Nelson et al., 2017     | 90.0           | 100.0          | 90.0           | 100.0          |

- 구축한 문헌 DB를 이용하여 현재까지 개발된 생체 센서를 이용한 진단 모델의 성능을 파악하기 위해 문헌에서 제시한 모델의 민감도(가로축), 특이도(세로축)를 기준으로 그래프를 작성
  - 유방염에 대한 진단 모델의 성능은 최대 민감도를 기준으로 평균 민감도는 80%, 특이도는 86%였으며, 최대 특이도를 기준으로 평균 민감도는 69%, 특이도는 93%이었음(그림3-1).
  - 유방염의 경우 로봇 착유기의 라인 내 유방염(이상유)검출에 대해 최소 민감도 70%(95% 신뢰구간)를 보장하기 위해 국제표준화기구에 의해 성능 기준(민감도 80%, 특이도 99%; ISO, 2007)이 제시된 바 있는데, 이를 기준으로 했을 때 모두 충족했다고 보고한 논문은 Hanssan et al. (2009)의 단 1편이었음.



최대 민감도 기준

(평균 민감도 80%, 평균 특이도 86%)



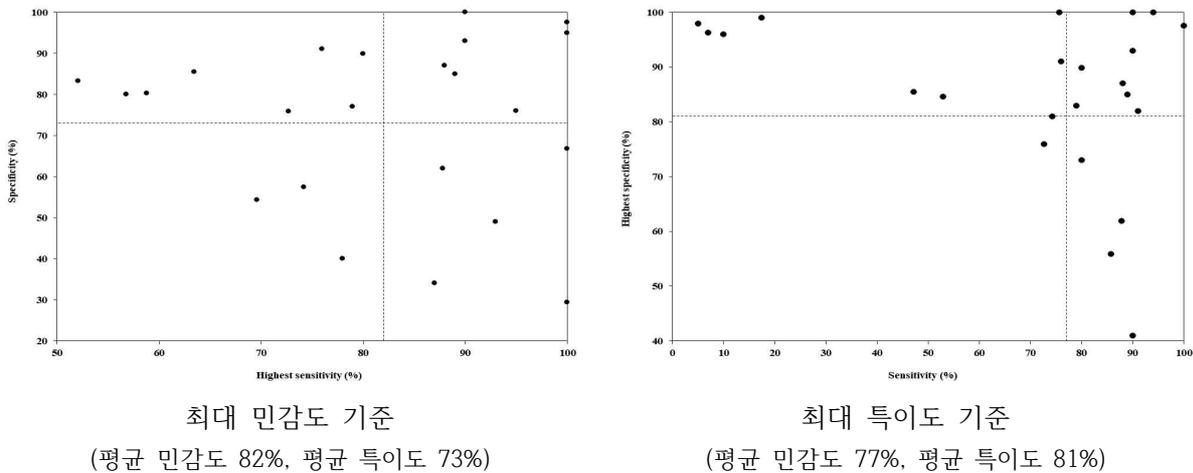
최대 특이도 기준

(평균 민감도 69%, 평균 특이도 93%)

[그림3-1] 유방염 진단 모델의 평균 성능

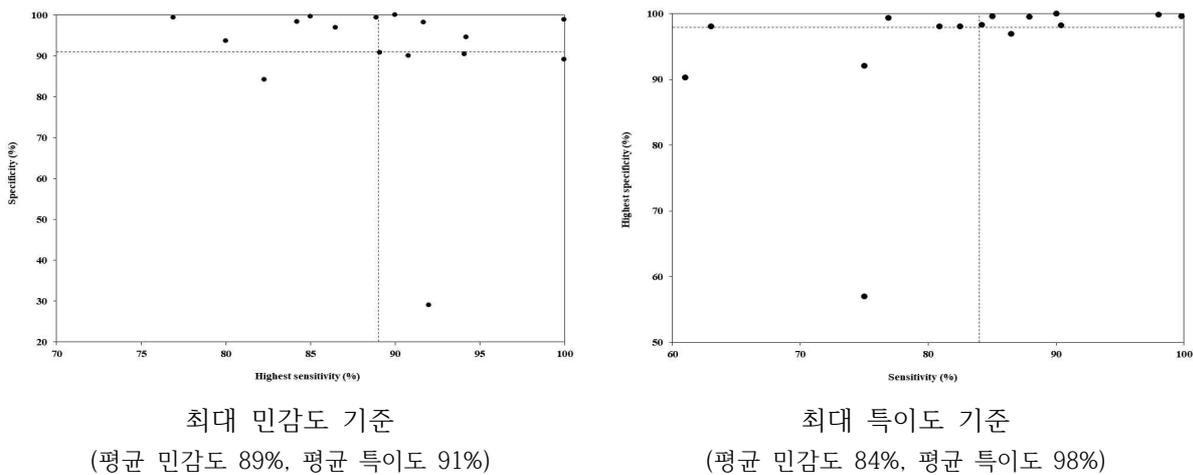
- 파행에 대한 진단 모델의 성능은 최대 민감도를 기준으로 평균 민감도는 82%, 특이도는 73%였으며, 최대 특이도를 기준으로 평균 민감도는 77%, 특이도는 81%이었음(그림3-2).

- 현재까지 가장 좋은 성능 결과를 보고한 논문은 Poursaberi et al. (2010)의 이미지 프로세싱 기술을 이용한 파행 진단 모델이었음(민감도 100%, 특이도 97.6%, 정확도 94.7%, 오류율 5.3%).



[그림3-2] 파행 진단 모델의 평균 성능

- 발정에 대한 진단 모델의 성능은 최대 민감도를 기준으로 평균 민감도는 89%, 특이도는 91%였으며, 최대 특이도를 기준으로 평균 민감도는 84%, 특이도는 98%이었음(그림3-3).
- 현재까지 가장 좋은 성능 결과를 보고한 논문은 von Leesen et al. (2013)의 우유 내 프로그스테론(황제호르몬)농도를 이용하여 지수가중이동평균 관리도(exponentially weighted moving average control chart) 방법과 threshold 방법을 이용하여 구축한 발정 진단 모델이었음(민감도 100%, 특이도 98.9%, 오류율 13.39%).



[그림3-3] 발정 진단 모델의 평균 성능

- 각 문헌에서 모델을 평가하기 위해 사용한 gold standard는 다른 진단 목표에 비해 유방염에서 비교적 다양했는데, 유방염에서는 '우유 내 체세포수(somatic cell counts) 검사', '유방염 병원균의 배양(mastitis pathogen culturing)' 및 '수의사 및 숙련된 낙농업 종사자의 유방 및 우유 성상 관찰(visual observation)' 방법이 이용됨.
- 유방염 진단의 gold standard 중 체세포수는 1주 혹은 2주에 한 번 각 유구(quarter)별로 분석하며, 그 기준이 > 800,000 cells/mL, > 500,000 cells/mL, > 400,000 cells/mL, > 100,000 cells/mL로 다양했음.

- ‘수의사 및 숙련된 낙농업 종사자의 유방 및 우유 정상 관찰’은 우유 내 응고된 덩어리와 유구의 붉어짐, 부풀어 오름 정도, 발열을 관찰하는 방법임.
- ‘유방염 병원균의 배양’은 한 달 혹은 두 달에 1회 정도 우유 샘플을 채취해 유방염 원인균 (*Staphylococcus aureus*, *Streptococcus uberis*, 및 *Streptococcus agalactiae* 등)의 유무를 확인하는 방법임.
- 파행 진단의 gold standard는 ‘수의사 및 숙련된 낙농업 종사자의 보행 관찰(visual observation)을 통한 locomotion scoring system’이 이용됨.
- ‘Locomotion scoring system’은 보행 상태에 따라 1에F목장터 5점까지 부여하여 파행을 진단(1은 정상, 5는 심한 파행; score 1 ~ 2는 non-lame, 3 ~ 5는 lame)하는 Sprecher et al., (1997)과 Flower and Weary, (2006) 방법이 대표적으로 이용되며, 3 point이나 4 point 방법이 이용되기도 함.
- 발정 진단의 gold standard는 ‘우유 내 프로게스테론 농도’의 측정이 주로 이용되며, 임신 (pregnancy)이나 분만(calving)을 통해 발정이 일어났던 사건으로 판단하는 방법이 이용되기도 함.

### 3.2 ICT 생체센서 진단결과와 사양정보의 상관관계 분석모델 개발

#### 3.2.1 이기종 ICT기기 생성 정보 융복합 알고리즘 개발

##### 가. ICT기기 데이터 수집 및 조사

###### ① TMR 섭취량

- 다운전자의 TMR 자동급이장치는 개체가 매일 섭취할 양을 정할 수 있으며, 개체별 식별 장치 (RFID 태그)를 통해 얼마나 섭취하였는지, 언제 섭취하였는지에 대해 개체별 기록 가능
- 이표, 개체 번호, 그룹, 금일 섭취량, 전일 섭취량 정도의 정보를 얻을 수 있고 나머지는 농장주가 직접 기입을 하는 식으로 관리해야하기 때문에 공란인 경우가 대부분임.
- 해당 기기에서는 개체구분 정보와 당일 섭취량 정도의 정보를 확보할 수 있었으며, 연구를 위한 기초데이터는 2017~2018년 2개년 중 일부 데이터를 확보하였음.

| 이표    | 농장개체 | RFID | 그룹 | 금일섭취        | 금일섭취(%) | 전일섭취(%) | 전일섭취        | 체중(Kg) | 번식상태 | 구분 | 산차 | 최근분만일 | 성별 |
|-------|------|------|----|-------------|---------|---------|-------------|--------|------|----|----|-------|----|
| 8139  | 40   | 1    | 2  | 0.00/65.10  | 0.00%   | 0.00%   | 0.00/65.10  | 53.8   |      |    |    |       | 암  |
| 9072  | 14   | 2    | 1  | 42.85/65.10 | 65.82%  | 43.09%  | 28.05/65.10 | 5.9    |      |    |    |       | 암  |
| 10001 | 99   | 3    | 1  | 38.05/65.10 | 58.45%  | 39.94%  | 26.00/65.10 | 2      |      |    |    |       | 암  |
| 10108 | 127  | 4    | 1  | 39.20/65.10 | 60.22%  | 65.05%  | 42.35/65.10 | 32.7   |      |    |    |       | 암  |
| 10121 | 90   | 5    | 1  | 45.65/65.10 | 70.12%  | 47.24%  | 30.75/65.10 | 0.2    |      |    |    |       | 암  |
| 10122 | 163  | 6    | 2  | 0.00/65.10  | 0.00%   | 0.00%   | 0.00/65.10  | 2.8    |      |    |    |       | 암  |
| 11038 | 87   | 7    | 2  | 0.00/65.10  | 0.00%   | 0.00%   | 0.00/65.10  | 2.2    |      |    |    |       | 암  |
| 14074 | 92   | 8    | 1  | 35.90/65.10 | 55.15%  | 56.61%  | 36.85/65.10 | 2.7    |      |    |    |       | 암  |
| 11055 | 120  | 9    | 2  | 0.00/65.10  | 0.00%   | 0.00%   | 0.00/65.10  | 23.0   |      |    |    |       | 암  |
| 11058 | 130  | 10   | 2  | 0.00/65.10  | 0.00%   | 0.00%   | 0.00/65.10  | 2.3    |      |    |    |       | 암  |
| 11060 | 84   | 11   | 2  | 0.00/65.10  | 0.00%   | 0.00%   | 0.00/65.10  | 21.8   |      |    |    |       | 암  |
| 11075 | 61   | 12   | 2  | 0.00/65.10  | 0.00%   | 0.00%   | 0.00/65.10  | 0.6    |      |    |    |       | 암  |
| 12002 | 175  | 13   | 1  | 0.00/65.10  | 0.00%   | 0.00%   | 0.00/65.10  | 43.9   |      |    |    |       | 암  |

[그림3-4) 사료섭취량(다운전자) 자료

###### ② 일반착유기 착유정보

- 본 연구과제의 연구목장 중 일반착유기를 사용하는 농가에서 수집가능한 데이터는 산유량, 전도도, 활동량 데이터 정도(그림3-2)이며, 일반농가에서 얻을 수 있는 데이터 중 가장 많은 종류를 얻을 수 있는 곳으로, 국내 대부분 농가에서는 이 정도의 데이터조차 확보할 수 없는 실정임.
- 본 과제에서 데이터 제공에 동의한 연구목장의 보유 ICT기기는 (그림3-6)과 같음.
- 특히 DeLaval 착유기를 이용하는 보령 지역 1개 농가의 2016~2018년 총 3년치를 확보하였으며, 본 자료에는 287두(산차에 따라 510두)의 103,437개의 유량자료가 포함되어 있음.

| 개체고유번호  | 생년월일       | 착유일        | 산차 | 착유일수 | 착유횟수 | 유량_합계 | 전도도_평균 |
|---------|------------|------------|----|------|------|-------|--------|
| wi_1003 | 2012-02-10 | 2017-02-24 | 3  | 62   | 1    | 21.48 | 7.9    |
| wi_1003 | 2012-02-10 | 2017-02-25 | 3  | 63   | 2    | 39.76 | 7.299  |
| wi_1003 | 2012-02-10 | 2017-02-26 | 3  | 64   | 2    | 42.47 | 7.6    |
| wi_1003 | 2012-02-10 | 2017-02-27 | 3  | 65   | 2    | 42.04 | 7.099  |
| wi_1003 | 2012-02-10 | 2017-02-28 | 3  | 66   | 2    | 42.58 | 7.149  |
| wi_1003 | 2012-02-10 | 2017-03-01 | 3  | 67   | 2    | 40.01 | 7.15   |
| wi_1003 | 2012-02-10 | 2017-03-02 | 3  | 68   | 2    | 41.6  | 7.549  |
| wi_1003 | 2012-02-10 | 2017-03-03 | 3  | 69   | 2    | 42.17 | 7.45   |

[그림3-5) 일반착유기(DeLaval) 농가 착유량 데이터(제1협동 제공)

| 순서 | 목장명 | 위치 | 착유두수        | 생산량(톤/일) | 보유 기기       |           |         |     |         |
|----|-----|----|-------------|----------|-------------|-----------|---------|-----|---------|
| 1  |     |    | 50          | 1.4      | 일반착유기       | 발굽부착형 인식기 | 사료자동급이기 | 냉각기 |         |
| 2  |     |    | 115         | 3.5      | 일반착유기       | 목걸이형 인식기  | 사료자동급이기 | 냉각기 | TMR 배합기 |
| 3  |     |    | 60          | 2.0      | 일반착유기       | 발굽부착형 인식기 | 사료자동급이기 | 냉각기 |         |
| 4  |     |    | 71          | 2.2      | 일반착유기       | 발굽부착형 인식기 | 사료자동급이기 | 냉각기 |         |
| 5  |     |    | 130         | 4.5      | 일반착유기       | 목걸이형 인식기  | 사료자동급이기 | 냉각기 |         |
| 6  |     |    | ?           | ?        | 로봇착유기(LELY) | ?         | ?       | ?   | ?       |
| 7  |     |    | 145         | 5.3      | 일반착유기       | 목걸이형 인식기  | ?       | 냉각기 | TMR 배합기 |
| 8  |     |    | 50          | 1.5      | 일반착유기       | 목걸이형 인식기  | 사료자동급이기 | 냉각기 | ?       |
| 9  |     |    | 56          | 1.1      | 일반착유기       | ?         | ?       | ?   | ?       |
| 10 |     |    | 62          | 2.0      | 일반착유기       | ?         | 사료자동급이기 | 냉각기 | ?       |
|    |     |    | 획득할 수 있는 정보 | 유량/전도도   | 활동량         | 사료섭취량     | ?       | ?   |         |

[그림3-6] 연구과제 연구목장 보유 ICT기기 현황(데이터 제공 동의 농가)

[표3-12] 일반착유기 수집가능 데이터 항목 정의

| 초기 변수명 | 분석 변수명    | 단위    | 변수의미                       | 비고            |
|--------|-----------|-------|----------------------------|---------------|
| 개체고유번호 | Animal_no | -     | Animal number              |               |
| 생년월일   | Birth     | -     | Birth date                 |               |
| 착유일    | Date      | -     | Milking date               | 착유일자          |
| 산차     | Parity    | -     | Calving number             |               |
| 착유일수   | DIM       | -     | Days in milk               | 착유시작 후 경과기간   |
| 착유횟수   | Frequency | -     | Milking frequency per day  | 일일 착유 횟수      |
| 유량_합계  | Yield_sum | kg    | Milk yield                 | 1일 착유량 합계     |
| 전도도_평균 | EC_mean   | mS/cm | Milk electric conductivity | 1일 착유량 전도도 평균 |
| 유량_1차  | Yield_1st | kg    | 1st Milk yield             |               |
| 전도도_1차 | EC_1st    | mS/mm | 1st Electric conductivity  |               |
| 혈유_1차  | Blood_1st | -     | 1st Milk in blood          |               |
| 유량_2차  | Yield_2nd | kg    | 2nd Milk yield             |               |
| 전도도_2차 | EC_2nd    | mS/mm | 2st Electric conductivity  |               |
| 혈유_2차  | Blood_2nd | -     | 2st Milk in blood          |               |
| 유량_3차  | Yield_3rd | kg    | 3rd Milk yield             |               |
| 전도도_3차 | EC_3rd    | mS/mm | 3st Electric conductivity  |               |
| 혈유_3차  | Blood_3rd | -     | 3st Milk in blood          |               |

### ㉓ 로봇착유기 착유정보

- Lely 로봇착유기는 일반착유기와 마찬가지로 RFID 태그를 통해 개체별 산유정보를 저장하며, 개체 정보(개체명, 착유일령, 착유일, 착유횟수), 착유정보(로봇 방문간격, 착유 시작시간, 착유 종료시간, 총 착유시간, 분방별 젖내림시간 · 유량 · 전도도 · 색깔, 유온, 유속, 유단백, 유지방, 유당, 체세포수, 체중, 배합사료 섭취량, 일평균 활동량, 일평균 반추시간) 등의 다양한 데이터가 생성됨(그림3-7)
- 현재 로봇착유기데이터는 Lely 로봇착유기를 이용하는 3개 농가의 2016~2018년 총 3년치를 확보하였으며, 본 자료에는 440두(산차에 따라 838두)의 203,624개의 유량자료가 포함되어 있음

| 개체번호   | 개체명   | 산차 | 착유일령 | 착유일        | 일착유횟수 | 방문간격_초 | 시작시간    | 종료시간    | 착유시간 | 젖내림시간 | 젖내림시간 | 젖내림시간 | 젖내림시간 | 젖내림시간 | 유량   | 유속    | 유지방    | 유단백    | 유당     |
|--------|-------|----|------|------------|-------|--------|---------|---------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|--------|--------|--------|
| 110446 | 12002 | 3  | 112  | 2017-10-13 | 4     | 30643  | 41:24.0 | 48:42.0 | 201  | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    | 11.4 | 3.4   | 4.01   | 3.2929 | 4.4819 |
| 110446 | 12002 | 3  | 112  | 2017-10-13 | 4     | 17473  | 33:29.0 | 39:55.0 | 129  | 10    | 9     | 10    | 11    | 5.8   | 2.7  | 4.705 | 3.329  | 4.5552 |        |
| 110446 | 12002 | 3  | 112  | 2017-10-13 | 4     | 23454  | 05:01.0 | 10:49.0 | 153  | 10    | 10    | 9     | 9     | 8.6   | 3.37 | 4.498 | 3.2932 | 4.5202 |        |
| 110446 | 12002 | 3  | 112  | 2017-10-13 | 4     | 15860  | 24:26.0 | 35:09.0 | 111  | 11    | 11    | 21    | 11    | 5.6   | 3.03 | 4.447 | 3.325  | 4.4913 |        |
| 110446 | 12002 | 3  | 113  | 2017-10-14 | 3     | 30964  | 04:27.0 | 11:13.0 | 182  | 10    | 10    | 11    | 10    | 10.7  | 3.53 | 3.882 | 3.3532 | 4.4877 |        |
| 110446 | 12002 | 3  | 113  | 2017-10-14 | 3     | 19104  | 24:29.0 | 29:37.0 | 101  | 11    | 11    | 11    | 10    | 7.1   | 4.22 | 4.418 | 3.3897 | 4.5545 |        |
| 110446 | 12002 | 3  | 113  | 2017-10-14 | 3     | 31254  | 02:57.0 | 10:31.0 | 219  | 11    | 10    | 9     | 22    | 10.8  | 2.96 | 4.067 | 3.365  | 4.5268 |        |
| 110446 | 12002 | 3  | 114  | 2017-10-15 | 3     | 47079  | 06:23.0 | 15:10.0 | 266  | 13    | 11    | 10    | 10    | 15.1  | 3.41 | 3.637 | 3.4586 | 4.5483 |        |
| 110446 | 12002 | 3  | 114  | 2017-10-15 | 3     | 22709  | 25:47.0 | 33:39.0 | 131  | 14    | 11    | 11    | 10    | 7.2   | 3.3  | 5.105 | 3.3152 | 4.5907 |        |
| 110446 | 12002 | 3  | 114  | 2017-10-15 | 3     | 16204  | 57:20.0 | 03:43.0 | 110  | 13    | 11    | 12    | 11    | 5.6   | 3.05 | 4.785 | 3.3121 | 4.5327 |        |
| 110446 | 12002 | 3  | 115  | 2017-10-16 | 4     | 21192  | 50:30.0 | 56:55.0 | 144  | 10    | 11    | 11    | 11    | 7.4   | 3.08 | 4.259 | 3.3541 | 4.4967 |        |
| 110446 | 12002 | 3  | 115  | 2017-10-16 | 4     | 17264  | 38:19.0 | 44:39.0 | 123  | 10    | 10    | 10    | 11    | 5.9   | 2.88 | 4.227 | 3.4169 | 4.5174 |        |
| 110446 | 12002 | 3  | 115  | 2017-10-16 | 4     | 20131  | 15:39.0 | 20:10.0 | 117  | 11    | 10    | 10    | 11    | 6.8   | 3.49 | 3.977 | 3.4587 | 4.5122 |        |

| 개체번호   | 개체명   | 산차 | 착유일령 | 착유일        | 일_SCC | 전도도 | 전도도 | 전도도 | 전도도 | 체중  | 사료급여량 | 일평균활동량 | 일평균반추분 | 좌측앞  | 좌측뒤  | 우측앞  | 우측뒤  | 우유목적지       | 우유온도 |
|--------|-------|----|------|------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|--------|--------|------|------|------|------|-------------|------|
| 110446 | 12002 | 3  | 112  | 2017-10-13 | 37    | 78  | 74  | 77  | 73  | 682 | 1.65  | 37     | 511    | NULL | NULL | NULL | NULL | Milk Tank 1 | 38.3 |
| 110446 | 12002 | 3  | 112  | 2017-10-13 | 37    | 74  | 72  | 75  | 71  | 699 | 1.25  | 37     | 511    | NULL | NULL | NULL | NULL | Milk Tank 1 | 38.4 |
| 110446 | 12002 | 3  | 112  | 2017-10-13 | 37    | 76  | 73  | 76  | 72  | 697 | 1.39  | 37     | 511    | NULL | NULL | NULL | NULL | Milk Tank 1 | 39   |
| 110446 | 12002 | 3  | 112  | 2017-10-13 | 37    | 77  | 74  | 76  | 74  | 697 | 1.12  | 37     | 511    | NULL | NULL | NULL | NULL | Milk Tank 1 | 38.7 |
| 110446 | 12002 | 3  | 113  | 2017-10-14 | 109   | 77  | 74  | 77  | 73  | 671 | 1.58  | 33     | 503    | NULL | NULL | NULL | NULL | Milk Tank 1 | 38.1 |
| 110446 | 12002 | 3  | 113  | 2017-10-14 | 109   | 74  | 73  | 74  | 71  | 689 | 1.12  | 33     | 503    | NULL | NULL | NULL | NULL | Milk Tank 1 | 39.3 |
| 110446 | 12002 | 3  | 113  | 2017-10-14 | 109   | 75  | 74  | 75  | 72  | 697 | 1.85  | 33     | 503    | NULL | NULL | NULL | NULL | Milk Tank 1 | 39.7 |
| 110446 | 12002 | 3  | 114  | 2017-10-15 | 39    | 75  | 72  | 74  | 72  | 668 | 2.18  | 41     | 550    | NULL | NULL | NULL | NULL | Milk Tank 1 | 39.2 |
| 110446 | 12002 | 3  | 114  | 2017-10-15 | 39    | 73  | 71  | 73  | 70  | 691 | 1.32  | 41     | 550    | NULL | NULL | NULL | NULL | Milk Tank 1 | 39.6 |
| 110446 | 12002 | 3  | 114  | 2017-10-15 | 39    | 76  | 72  | 76  | 71  | 687 | 1.19  | 41     | 550    | NULL | NULL | NULL | NULL | Milk Tank 1 | 39   |
| 110446 | 12002 | 3  | 115  | 2017-10-16 | 7     | 76  | 75  | 76  | 73  | 666 | 1.39  | 37     | 434    | NULL | NULL | NULL | NULL | Milk Tank 1 | 39.1 |
| 110446 | 12002 | 3  | 115  | 2017-10-16 | 7     | 76  | 73  | 76  | 72  | 655 | 1.25  | 37     | 434    | NULL | NULL | NULL | NULL | Milk Tank 1 | 38.7 |
| 110446 | 12002 | 3  | 115  | 2017-10-16 | 7     | 76  | 73  | 76  | 73  | 670 | 1.19  | 37     | 434    | NULL | NULL | NULL | NULL | Milk Tank 1 | 39.6 |
| 110446 | 12002 | 3  | 115  | 2017-10-16 | 7     | 76  | 73  | 76  | 73  | 674 | 1.32  | 37     | 434    | NULL | NULL | NULL | NULL | Milk Tank 1 | 39.6 |
| 110446 | 12002 | 3  | 116  | 2017-10-17 | 29    | 75  | 72  | 76  | 72  | 645 | 1.32  | 35     | 391    | NULL | NULL | NULL | NULL | Milk Tank 1 | 39   |

[그림3-7] 로봇착유기(Lely) 농가 착유량 데이터(제1협동 제공)

[표3-13] 로봇착유기(렐리) 수집가능 데이터 항목 정의

| 초기 변수명    | 분석 변수명         | 단위               | 변수의의미  | 비고                    |
|-----------|----------------|------------------|--|-----------------------|
| 개체번호      | Animal_no      | -                | Animal number  |                       |
| 개체사용자번호   | Animal_user_no | -                | Animal number  |                       |
| 개체명       | Animal_name    | -                | Animal number  |                       |
| 산차        | Parity         | -                | Calving number   |                       |
| 착유일령      | DIM            | day              | Days in milk   | 착유시작 후 경과기간           |
| 착유일       | Date           | -                | Milking date   | 착유일자                  |
| 일착유횟수     | Frequency      | times            | Milking frequency per day  | 1일 착유 횟수              |
| 시작시각      | Enter_time     | -                | Time to enter the milking robot  | 착유기 입장시각              |
| 종료시각      | Leave_time     | -                | Time to leave the milking robot  | 착유기 퇴장시각              |
| 착유시간_초    | Duration       | Second           | Milking duration   | 착유 소요시간 (젖내림시간 미포함)   |
| 젖내림시간_좌측앞 | Letdown_LF     | Second           | Milk let down time   | 유즙이 분비되어 내려오기까지 걸린 시간 |
| 젖내림시간_좌측뒤 | Letdown_LR     | Second           |  |                       |
| 젖내림시간_우측앞 | Letdown_RF     | Second           |  |                       |
| 젖내림시간_우측뒤 | Letdown_RR     | Second           |  |                       |
| 유량        | Yield          | kg               | Milk yield   | 해당 착유횟수 착유량           |
| 유속        | Speed          | kg/min           | Milk flow rate   | 젖내림 속도                |
| 유지방       | Fat            | %                | Milk fat   |                       |
| 유단백       | Protein        | %                | Milk protein   |                       |
| 유당        | Lactose        | %                | Milk lactose   |                       |
| 체세포수      | SCC            | 1000/ml          | Somatic cell count   | 체세포수                  |
| 전도도_좌측앞   | EC_LF          | unitless (mS/cm) | Milk electric conductivity<br>• 우유는 섭씨 25도에서 4.0~5.5mS/cm의 값을 나타냄.<br>• 정상범위는 60~80이며, 90~100, 100이상일 경우 준임상형 혹은 임상형 유방염 가능성 의심<br>• 농가에서 절대 전도율 초기치를 설정하여 특정 분방의 전도도가 설정치 이상일 경우 주의 경고 표시     |                       |
| 전도도_좌측뒤   | EC_LR          | unitless (mS/cm) |  |                       |
| 전도도_우측앞   | EC_RF          | unitless (mS/cm) |  |                       |
| 전도도_우측뒤   | EC_RR          | unitless (mS/cm) |  |                       |
| 체중        | BW             | kg               | Body weight  |                       |
| 사료급여량     | Feed           | kg               | Concentrate feed(in robot)   | 배합사료 급여량              |
| 일평균 활동량   | Activity       | unitless         | Average daily activity   |                       |
| 일평균 반추시간  | Rumination     | minute           | Average daily rumination time  |                       |
| 좌측앞_색상    | Color_LF       | -                | Milk color<br>• [A], [S], [M]에 Abnormal, Mastitis, High CDT, Blood가 함께 표기됨<br>- [A]는 우유 자동분리. 심각한 주의 경고, 원유를 자동으로 분리<br>- [S]는 원유 분리권고. 원유를 분리하도록 권고하는 주의경고 표시<br>- [M]는 원유분리 설정이 로봇에서 수동으로 설정 |                       |
| 좌측뒤_색상    | Color_LR       | -                |  |                       |
| 우측앞_색상    | Color_RF       | -                |  |                       |
| 우측뒤_색상    | Color_RR       | -                |  |                       |
| 우유목적지     | Storage        | -                | Storage  | 저장 위치 (하수, 냉각기 등)     |
| 우유온도      | Temperature    | °C               | Milk temperature   |                       |

#### 4 축사 환경정보

- 농가가 위치한 지역의 날씨데이터(기상청) 및 농가내 설치된 환경정보수집장치(LEMS)를 통해 온도, 습도, 이산화탄소 등의 환경정보를 확보하였음

| 평균기온 | 1월   | 2월   | 3월   | 4월   |
|------|------|------|------|------|
| 1일   | 23   | -6.1 | -2.6 | 12.8 |
| 2일   | 6.7  | -6.1 | 3.4  | 13.2 |
| 3일   | 6.9  | -3.6 | 7.8  | 11.3 |
| 4일   | 3.6  | -0.5 | 11.1 | 12.7 |
| 5일   | -1.1 | -1.4 | 12.8 | 10.7 |
| 6일   | 0    | -2.8 | 8.4  | 11.9 |

(기상청 제공자료)

| 위치명칭 | 일자       | 시간 | 평균온도1 | 평균온도2 | 평균습도1 | 평균습도2 | 평균CO2 |
|------|----------|----|-------|-------|-------|-------|-------|
| 우사1  | 20161226 | 14 | 0     | 0     | 39.7  | 41.8  | 0     |
| 우사1  | 20161226 | 15 | 4.2   | 4.5   | 82.2  | 86.7  | 441   |
| 우사1  | 20161226 | 16 | 4     | 4.2   | 83.2  | 88.4  | 421.9 |
| 우사1  | 20161226 | 17 | 3.8   | 3.9   | 83.4  | 88.8  | 408   |
| 우사1  | 20161226 | 18 | 3.7   | 3.8   | 83.9  | 89.6  | 414.5 |
| 우사1  | 20161226 | 19 | 3.6   | 3.8   | 84.8  | 90.6  | 413.7 |

(환경정보수집장치 데이터)

[그림3-8] 축사 환경정보 수집 데이터

[표3-14] 환경정보수집기(LEMS) 데이터 항목 정의

| 초기 변수명            | 분석 변수명          | 단위   | 변수의의미                | 비고                  |
|-------------------|-----------------|------|----------------------|---------------------|
| 위치명칭              | Set             | -    | -                    | 램스장비 설치위치(우사1, 우사2) |
| 일자                | Date            | -    | -                    | 측정일자                |
| 시간                | Time            | hour | Time                 | 측정시간(24시간으로 표시)     |
| 평균온도1             | Temp1           | °C   | Mean temperature 1   | 온도센서1의 측정치          |
| 평균온도2             | Temp2           | °C   | Mean temperature 2   | 온도센서2의 측정치          |
| 평균습도1             | Hum1            | %    | Mean humidity 1      | 습도센서1의 측정치          |
| 평균습도2             | Hum2            | %    | Mean humidity 2      | 습도센서2의 측정치          |
| 평균CO <sub>2</sub> | CO <sub>2</sub> | ppm  | Mean CO <sub>2</sub> | 평균 이산화탄소 농도         |

#### 3.2.2 데이터 융복합 플랫폼 구축

- 이기종 ICT기기에서 생성되는 데이터를 활용한 알고리즘 및 진단모델 개발을 위해 데이터를 확보하고, 모델링 기법을 이용한 분석이 가능하도록 파이프라인을 구축
  - 개체를 기준으로 확보된 일반착유기, 로봇착유기, 환경 데이터를 동일 일자, 동일 시간에 일어난 이벤트 별로 융합하는 파이프라인 구축
- 융합 파이프라인은 개체를 중심으로 이기종 장비에서 생성된 데이터를 동시에 일어난 데이터 끼리 합치는 방식으로 진행되었으며, 빅데이터 분석에 유리한 Python을 이용하여 구축
  - 파이프라인의 첫 번째 단계에서는 각 장비에서 생성되는 데이터 파일을 불러오고, 각 데이터들을 최종 파일에서 어떤 명칭으로 저장할 것인지 설정
  - 파이프라인의 두 번째 단계에서는 각 장비에서 생성된 데이터를 개체와 데이터 생성일을 기준으로 분류
  - 파이프라인의 세 번째 단계에서는 개체와 생성일을 기준으로 분류한 데이터를 통합 파일에 저장

```

1 # -*- coding: utf-8 -*-
2
3 import os, glob, csv, openpyxl
4 from openpyxl import Workbook
5
6 LEMS_file_list = glob.glob("C:/Users/seoyo/OneDrive/바탕 화면/ICT_data/LEMS_Environment/*.xlsx") # Environmental data from LEMS data file upload
7 NMS_file_list = glob.glob("C:/Users/seoyo/OneDrive/바탕 화면/ICT_data/NMS_2016_2019/*.xlsx") # Environmental data from NMS data file upload
8 TMR_file_list = glob.glob("C:/Users/seoyo/OneDrive/바탕 화면/ICT_data/TMR_intake_2018/*.xlsx") # TMR intake data from Dawson data file upload
9 AMS_file_list = glob.glob("C:/Users/seoyo/OneDrive/바탕 화면/ICT_data/Automatic milking system/*.xlsx") # Automatic milking system data file upload
10 CMS_file_list = glob.glob("C:/Users/seoyo/OneDrive/바탕 화면/ICT_data/Conventional palor/*.xlsx") # Conventional milking system data file upload
11
12 wb = Workbook()
13 ws = wb.active
14 coll_head = ["Animal_no", "City", "Farm", "Ave Temp", "Ave Hum", "Ave CO2", "Milk system", "Birth", "Parity", "BW", "DIM", "Date", \
15 "Frequency", "Enter time", "Leave time", "Duration", "Yield", "Speed", "Letdown LF", "Letdown LR", "Letdown RF", "Letdown RR", \
16 "Temperature", "Fat", "Protein", "Lactose", "SCC", "EC", "EC_LF", "EC_LR", "EC_RF", "EC_RR", "Color_LF", "Color_LR", "Color_RF", \
17 "Color_RR", "Conc_intake", "TMR_intake", "Rumination", "Activity"] # Fusion file header list
18
19 for num in range(0, len(coll_head)):
20     ws.cell(row = 1, column = num+1, value = coll_head[num])
    
```

[그림3-9] 데이터 융합 파이프라인1\_변수명 설정 부분

```

23 LEMS_dict = {}
24
25
26 for LEMS in LEMS_file_list:
27     LEMS_file = openpyxl.load_workbook(LEMS, data_only = True)
28     LEMS_file_name = os.path.basename(LEMS).split(".")[-1]
29     city_idx = LEMS_file_name.split("-").index("farm")
30     city_name = LEMS_file_name.split("-")[city_idx-1]
31     farm_name = LEMS_file_name.split("-")[city_idx-1]
32
33     load_LEMS = LEMS_file['Data']
34     last_col_LEMS = load_LEMS.max_column + 1 # last column such as "AF"
35     last_row_LEMS = load_LEMS.max_row + 1 # last row such as "30100"
36     header_list = []
37
38     LEMS_dict[LEMS_file_name] = {}
39     LEMS_dict[LEMS_file_name][date] = {}
40     LEMS_dict[LEMS_file_name]['Farm'] = farm_name
41     LEMS_dict[LEMS_file_name]['City'] = city_name
42     # LEMS 데이터
43     for x in range(1, last_row_LEMS):
44         data_lit = []
45         for y in range(1, last_col_LEMS):
46             LEMS_val = load_LEMS.cell(row = x, column = y).value
47             data_lit.append(LEMS_val)
48         if "Date" in data_lit:
49             date = str(data_lit[0])
50             time = str(data_lit[1])
51             if date not in LEMS_dict[LEMS_file_name].keys():
52                 LEMS_dict[LEMS_file_name][date] = {}
53                 LEMS_dict[LEMS_file_name][date][time] = {}
54                 LEMS_dict[LEMS_file_name][date][time]['Ave_Temp'] = data_lit[2]
55                 LEMS_dict[LEMS_file_name][date][time]['Ave_Hum'] = data_lit[3]
56                 LEMS_dict[LEMS_file_name][date][time]['Ave_CO2'] = data_lit[4]
57             else:
58                 if time not in LEMS_dict[LEMS_file_name][date].keys():
59                     LEMS_dict[LEMS_file_name][date][time] = {}
60                     LEMS_dict[LEMS_file_name][date][time]['Ave_Temp'] = data_lit[2]
61                     LEMS_dict[LEMS_file_name][date][time]['Ave_Hum'] = data_lit[3]
62                     LEMS_dict[LEMS_file_name][date][time]['Ave_CO2'] = data_lit[4]
63

```

```

56 MMS_dict = {}
57
58
59 for MMS in MMS_file_list:
60     MMS_file = openpyxl.load_workbook(MMS, data_only = True)
61     MMS_file_name = os.path.basename(MMS).split(".")[-1]
62     year = MMS_file_name.split("-")[0]
63     MMS_dict[year] = {}
64     sheet_list = MMS_file.sheetnames
65     for sheet in sheet_list:
66         load_MMS = MMS_file[sheet]
67         MMS_dict[year][sheet] = {}
68
69     last_col_MMS = load_MMS.max_column + 1
70     last_row_MMS = load_MMS.max_row + 1
71     # 기상청 데이터
72     for x in range(2, last_row_MMS):
73         data_lit = []
74         for y in range(2, last_col_MMS):
75             if x > 10:
76                 if y > 10:
77                     MMS_date = year + str(y-1) + str(x-1)
78                 else:
79                     MMS_date = year + '0' + str(y-1) + str(x-1)
80             else:
81                 if y > 10:
82                     MMS_date = year + str(y-1) + '0' + str(x-1)
83                 else:
84                     MMS_date = year + '0' + str(y-1) + '0' + str(x-1)
85             MMS_val = load_MMS.cell(row = x, column = y).value
86             MMS_dict[year][sheet][MMS_date] = MMS_val
87

```

[그림3-10] 데이터 융합 파이프라인2\_환경데이터 분류

```

98
99 TMR_dict = {}
100
101 # TMR 섭취량자료
102 for TMR in TMR_file_list:
103     TMR_file = openpyxl.load_workbook(TMR, data_only = True)
104     TMR_file_name = os.path.basename(TMR).split(".")[-1]
105     load_TMR = TMR_file['급이차표']
106     last_col_TMR = load_TMR.max_column + 1
107     last_row_TMR = load_TMR.max_row + 1
108     header_list = []
109     TMR_dict["20" + TMR_file_name] = {}
110     for y in range(4, last_row_TMR):
111         anim = str(load_TMR.cell(row = y, column = 1).value)
112         TMR_intake = load_TMR.cell(row = y, column = 5).value.split("/")[-1]
113         TMR_dict["20" + TMR_file_name][anim] = TMR_intake
114
115 TMR_date_list = TMR_dict.keys()
116

```

[그림3-11] 데이터 융합 파이프라인3\_TMR 섭취량 분류

```

117 AWS_dict = {}
118 AWS_file_name_list = []
119
120 for AWS in AWS_file_list:
121     AWS_file = openpyxl.load_workbook(AWS, data_only = True)
122     AWS_file_name = os.path.basename(AWS).split(".")[-1]
123     AWS_file_name_list.append(AWS_file_name)
124     city_idx = AWS_file_name.split("-").index("farm")
125     city_name = AWS_file_name.split("-")[city_idx-1]
126     farm_name = AWS_file_name.split("-")[city_idx-1]
127
128     load_AWS = AWS_file['Data']
129     last_col_AWS = load_AWS.max_column + 1 # last column such as "AF"
130     last_row_AWS = load_AWS.max_row + 1 # last row such as "30100"
131     header_list = []
132     milk_system = "Automatic"
133     AWS_dict[AWS_file_name] = {}
134     AWS_dict[AWS_file_name]['City'] = city_name
135     AWS_dict[AWS_file_name]['Farm'] = farm_name
136     AWS_dict[AWS_file_name]['Milk_System'] = milk_system
137
138     # 로봇착유기데이터
139     for x in range(1, last_row_AWS):
140         data_lit = []
141         for y in range(1, last_col_AWS):
142             AWS_val = load_AWS.cell(row = x, column = y).value
143             data_lit.append(AWS_val)
144         if "Animal_no" in data_lit:
145             header_list = data_lit
146         else:
147             anim = str(data_lit[0])
148             if anim not in AWS_dict[AWS_file_name].keys():
149                 AWS_dict[AWS_file_name][anim] = {}
150             else:
151                 for head in header_list:
152                     idx = header_list.index(head)
153                     if head not in AWS_dict[AWS_file_name][anim].keys():
154                         AWS_dict[AWS_file_name][anim][head] = []
155                     else:
156                         AWS_dict[AWS_file_name][anim][head].append(data_lit[idx])
157

```

```

141 OMS_dict = {}
142 OMS_file_name_list = []
143
144 for OMS in OMS_file_list:
145     OMS_file = openpyxl.load_workbook(OMS, data_only = True)
146     OMS_file_name = os.path.basename(OMS).split(".")[-1]
147     OMS_file_name_list.append(OMS_file_name)
148     city_idx = OMS_file_name.split("-").index("farm")
149     city_name = OMS_file_name.split("-")[city_idx-1]
150     farm_name = OMS_file_name.split("-")[city_idx-1]
151
152     load_OMS = OMS_file['Data']
153     last_col_OMS = load_OMS.max_column + 1 # last column such as "AF"
154     last_row_OMS = load_OMS.max_row + 1 # last row such as "30100"
155     header_list = []
156     milk_system = "Conventional"
157     OMS_dict[OMS_file_name] = {}
158     OMS_dict[OMS_file_name]['City'] = city_name
159     OMS_dict[OMS_file_name]['Farm'] = farm_name
160     OMS_dict[OMS_file_name]['Milk_System'] = milk_system
161
162     # 일반착유기데이터
163     for x in range(1, last_row_OMS):
164         data_lit = []
165         for y in range(1, last_col_OMS):
166             OMS_val = load_OMS.cell(row = x, column = y).value
167             data_lit.append(OMS_val)
168         if "Animal_no" in data_lit:
169             header_list = data_lit
170         else:
171             anim = str(data_lit[0])
172             if anim not in OMS_dict[OMS_file_name].keys():
173                 OMS_dict[OMS_file_name][anim] = {}
174             else:
175                 for head in header_list:
176                     idx = header_list.index(head)
177                     if head not in OMS_dict[OMS_file_name][anim].keys():
178                         OMS_dict[OMS_file_name][anim][head] = []
179                     else:
180                         OMS_dict[OMS_file_name][anim][head].append(data_lit[idx])
181

```

[그림3-12] 데이터 융합 파이프라인4\_일반착유기/로봇착유기 데이터 분류



을 실시하였음

- '착유 시간(1회 착유에 소요시간, sec)'과 '배합사료 섭취량(착유 동안 배합사료 섭취량, kg)' 간에는 상관계수가  $r = 0.3$ 으로 낮은 양의 상관관계가 확인됨
- '착유시간'과 '젖내림시간(유두컵 부착 후 젖이 나오기 시작하는데 걸린 시간, 초)'과 '착유량(1회 착유량, kg)' 간에는 각각  $r = 0.48, 0.45$ 로 양의 상관관계가 확인됨
- '착유시간'과 '유속(우유가 나오는 속도, kg/h)' 간에는  $r = -0.53$ 으로 음의 상관관계가 확인되었고, '젖내림시간'과 '유속' 간에도  $r = -0.56$ 으로 음의 상관관계가 확인됨
- '유량'과 '유속'간에는  $r = 0.38$ 로 낮은 양의 상관관계가 확인되었고, '유량'과 '배합사료 섭취량' 간에는  $r = 0.54$ 로 양의 상관관계가 확인됨

② 중요 변수정의

- 이러한 결과는 '젖내림시간'이 증가하거나 '유속'이 느려지면 '착유시간'이 증가하고, '착유시간'이 증가할수록 착유기에 머무는 시간이 늘어나서 '배합사료 섭취량'이 증가하는 상관관계가 존재함을 시사되었음
  - '젖내림시간', '유속', '착유시간', '배합사료 섭취량'은 서로 관계가 존재하며, 이는 개체별 착유 특성을 정의할 수 있는 변수라는 것을 알 수 있음
- 마찬가지로 '유량'은 '배합사료 섭취량'이 많고 '유속'이 빠를수록 많아지는 관계를 가짐
  - '유량'은 진단모델을 개발할 시에 가장 중요한 지표로 사용되는 변수로서, 이와 관련이 있는 '배합사료 섭취량' 변수도 마찬가지로 진단모델 개발 시에 중요한 변수로 사용될 수 있을 것으로 사료됨
- 또한, 환경데이터 변수 간 상관관계 분석에서는 '평균온도(°C)'와 '평균CO<sub>2</sub>(ppm)' 농도 간에 0.74로 높은 상관관계가 있음이 확인되었음. 추후 진단모델 개발 시 기후변화(혹한기, 혹서기)와 관련한 변수를 추가할 때 평균온도뿐만 아니라 이산화탄소 농도 역시 중요한 변수로 사용될 수 있을 것으로 사료됨

[표3-15] 로봇착유기의 변수 간 상관관계 분석결과

| 구분      | 착유 시간  | 젖내림 시간 | 유량     | 유속     | 체중     | 배합사료 섭취량 | 평균 활동량 | 반추 시간  | 우유 온도 |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|--------|--------|-------|
| 착유시간    | 1      |        |        |        |        |          |        |        |       |
| 젖내림시간   | 0.476  | 1      |        |        |        |          |        |        |       |
| 유량      | 0.453  | -0.151 | 1      |        |        |          |        |        |       |
| 유속      | -0.527 | -0.558 | 0.383  | 1      |        |          |        |        |       |
| 체중      | 0.018  | 0.022  | -0.101 | -0.107 | 1      |          |        |        |       |
| 배합사료섭취량 | 0.303  | -0.064 | 0.539  | 0.108  | -0.073 | 1        |        |        |       |
| 평균활동량   | -0.140 | -0.052 | -0.185 | -0.024 | 0.031  | -0.117   | 1      |        |       |
| 평균반추시간  | -0.040 | -0.057 | -0.102 | -0.023 | 0.156  | -0.204   | 0.219  | 1      |       |
| 우유온도    | -0.024 | -0.067 | 0.034  | 0.049  | -0.031 | 0.059    | -0.008 | -0.017 | 1     |

[표3-16] 환경데이터 변수 간 상관관계 분석결과

|                       | 평균온도   | 평균습도  | 평균CO <sub>2</sub> 농도 |
|-----------------------|--------|-------|----------------------|
| 평균 온도                 | 1      |       |                      |
| 평균 습도                 | -0.037 | 1     |                      |
| 평균 CO <sub>2</sub> 농도 | 0.743  | 0.107 | 1                    |

## 나. 국내 낙농현장에서 진단의 정확성을 평가할 수 있는 고도화 목표 선정

### ① 개요

- 국내외 낙농산업에서 가장 관심이 높은 개체정보는 유방염과 같은 질병정보와, 발정 및 수태 등의 번식정보와 같이 낙농가의 수입(원유가격)과 직결되는 정보임. 이에 따라 해외 문헌에서는 유방염, 번식과 관련된 진단모델을 개발하려는 노력이 많이 시도되었음
- 따라서, 본 과제에서도 ICT기기 보급이 제한적인 국내 낙농현장에서 얻어진 데이터를 이용하여 유방염, 발정 중에서 진단모델 개발이 가능한 목표를 선정하고자 하였음
  - 본 과제 1년차에서 정리하였던 국외 문헌에서 진단모델 구축 시 일반적으로 사용되는 정보(변수)들과 국내에서 수집된 변수목록을 비교하였음. 또한 개발된 진단모델의 정확성을 평가하는데 이용될 기준을 정리하고 국내에서 이용가능성을 평가하였음

### ② 유방염 진단모델 분석

- 국외에서 개발된 유방염 진단모델에는 ‘전도도’, ‘유량’, ‘체세포수’, ‘우유 온도’, ‘유성분’, ‘섭식정보(사료섭취량, 섭취시간, 섭취횟수)’, ‘유색’, ‘반추시간’ 등의 변수가 이용되고 있으며, 대부분 우유의 전도도와 유량을 주요 변수로 이용하여 유방염을 진단하고 있음(그림3-8)
- 유량은 여러 데이터 종류 중에서도 가장 얻기 쉬운 데이터이지만 유방염 외에도 다른 질병 및 환경 요인에 의해서도 크게 변화하는 지표이기 때문에, 우유의 전도도 값을 함께 이용하여 유방염을 진단하고 있음
  - 유방염 진단 모델의 정확성을 평가하는데 사용된 기준에는 대부분 유방염 증상의 육안 관찰(유방 발진, 응고물)이 이용되었으며, 이외에도 체세포수를 검사하는 방법이 이용되었음

| No                        | 논문                          | 우유  | 변수       |          |        |        |        |      |    | 분석방법 | 평가기준(gold standard) |              | 모델 성능(performance), % |     |       |     |     |
|---------------------------|-----------------------------|-----|----------|----------|--------|--------|--------|------|----|------|---------------------|--------------|-----------------------|-----|-------|-----|-----|
|                           |                             |     | 1        | 2        | 3      | 4      | 5      | 6    | 7  |      | 1                   | 2            | 최대 민감도                | 특이도 | 최대특이도 | 민감도 |     |
| <b>*임상형(clinical)</b>     |                             |     |          |          |        |        |        |      |    |      |                     |              |                       |     |       |     |     |
| <b>1) 일반착유기</b>           |                             |     |          |          |        |        |        |      |    |      |                     |              |                       |     |       |     |     |
| 1                         | de Mol et al. (1997)        | 96  | 전도도(유방별) | 유량       | 유유 온도  |        |        |      |    |      | 시계성 분석              | 유방염 증상       | 체세포수(>50만)            | 96  | 95    | 99  | 65  |
| 2                         | de Mol et al. (2001)        | 294 | 전도도(유방별) | 유량       | 유유 온도  |        |        |      |    |      | 시계성 분석              | 유방염 증상       | 체세포수(>50만)            | 79  | 94    | 99  | 54  |
| 3                         | Mele et al. (2001)          | 30  | 전도도(전체)  | 유량       |        |        |        |      |    |      | 시계성 분석              | 유방염 증상       | 체세포수(>30만)            | 87  | 88    |     |     |
| 4                         | Norberg et al. (2004)       | 322 | 전도도(유방별) |          |        |        |        |      |    |      | 전자 분석               | 유방염 증상       | 병진균 배양                | 44  | 93    |     |     |
| 5                         | Zecconi et al. (2004)       | 850 | 전도도(전체)  |          |        |        |        |      |    |      | 회귀분석                | 유방염 증상       | 병진균 배양                | 60  | 48    | 50  | 55  |
| 6                         | Claycomb et al. (2009)      | 640 | 전도도(유방별) | 유량       |        |        |        |      |    |      | 전자 분석               | 유방염 증상       | 체세포수(>80만)            | 88  | 0     |     |     |
| 7                         | Karmer et al. (2009)        | 81  | 전도도(유방별) | 유량       | 사료섭취량  | 사료섭취횟수 | 사료섭취시간 | 울수량  |    |      | 회귀 분석               | 유방염 증상       | 체세포수(>40만)            | 82  | 84    |     |     |
| 8                         | Mielkley et al. (2012)      | 237 | 전도도(전체)  |          |        |        |        |      |    |      | 시계성 분석              | 유방염 증상       | 체세포수(>10만)            | 75  | 83    |     |     |
| 9                         | Mielkley et al. (2013a)     | 338 | 전도도(전체)  | 유량       | 사료섭취량  | 사료섭취횟수 | 사료섭취시간 |      |    |      | 시계성 분석              | 유방염 증상       |                       | 79  | 80    |     |     |
| 10                        | Mielkley et al. (2013b)     | 150 | 전도도(전체)  | 유량       | 사료섭취량  | 사료섭취횟수 | 사료섭취시간 |      |    |      | 회귀분석                | 유방염 증상       |                       | 85  | 78    |     |     |
| 11                        | Mielkley et al. (2013c)     | 100 | 전도도(전체)  | 유량       | 사료섭취량  | 사료섭취횟수 | 사료섭취시간 |      |    |      | 회귀분석                | 유방염 증상       |                       | 83  | 77    |     |     |
| 12                        | Jensen et al. (2015)        | 500 | 전도도(전체)  | 유량       | 유지방    | 유단백    | 유당     | 유유내염 | 저장 |      | 중적신경모델              | 유방염 증상       |                       | 80  | 81    |     |     |
| 13                        | Paudyal et al. (2017)       | 210 | 반추시간     |          |        |        |        |      |    |      | 전자 분석               | 유방염 증상       |                       | 53  | 80    | 85  | 50  |
| <b>2) 로벳착유기</b>           |                             |     |          |          |        |        |        |      |    |      |                     |              |                       |     |       |     |     |
| 14                        | de Mol and Oudewijes (2001) | 111 | 전도도(유방별) | 유량       |        |        |        |      |    |      | 시계성 분석              | 유방염 증상       | 체세포수(>50만)            | 100 | 87    | 98  | 100 |
| 15                        | Cavero et al. (2006)        | 319 | 전도도(유방별) | 시간당 유생산량 |        |        |        |      |    |      | 회귀 분석               | 유방염 증상       |                       | 93  | 94    |     |     |
| 16                        | Cavero et al. (2007)        | 160 | 전도도(유방별) |          |        |        |        |      |    |      | 회귀 분석               | 유방염 증상       | 체세포수(>40만)            | 86  | 81    |     |     |
| 17                        | Kamphuis et al. (2008)      | 194 | 전도도(유방별) | 체세포수     |        |        |        |      |    |      | 회귀 분석               | 유방염 증상       |                       | 80  | -     |     |     |
| 18                        | Kamphuis et al. a (2010)    | 838 | 전도도(유방별) | 유량(유방별)  | 유유 색갈  | 착유지연시간 | 분당유생산량 |      |    |      | 회귀분석                | 유방염 증상       |                       | 57  | 93    | 95  | 51  |
| 19                        | Kamphuis et al. b (2010)    | 404 | 유량(유방별)  | 유유 색갈    |        |        |        |      |    |      | 회귀분석                | 유방염 증상       |                       | 57  | 98    | 99  | 40  |
| 20                        | Mollenhorst et al. (2010)   | 191 | 전도도(유방별) | 체세포수     |        |        |        |      |    |      | 전자 분석               | 유방염 증상       | 체세포수(>50만)            | 80  | 100   | 99  | 100 |
| 21                        | Sun et al. (2010)           | 194 | 전도도(유방별) | 유량(유방별)  |        |        |        |      |    |      | 회귀분석                | 유방염 증상       |                       | 87  | 91    |     |     |
| 22                        | Huybrechts et al. (2014)    | 175 | 유량       |          |        |        |        |      |    |      | 시계성 분석              | 유방염 증상       |                       | 63  | -     |     |     |
| <b>*비임상형(subclinical)</b> |                             |     |          |          |        |        |        |      |    |      |                     |              |                       |     |       |     |     |
| <b>1) 일반착유기</b>           |                             |     |          |          |        |        |        |      |    |      |                     |              |                       |     |       |     |     |
| 23                        | Lansbergen et al. (1994)    | 48  | 전도도(전체)  | 유량       | 유유 온도  |        |        |      |    |      | 전자 분석               | 체세포수(>100만)  |                       | 100 |       |     |     |
| 24                        | de Mol et al. (1997)        | 96  | 전도도(전체)  | 유량       | 유유 온도  |        |        |      |    |      | 시계성 분석              | 체세포수(>50만)   |                       | 100 | 95    | 99  | 57  |
| 25                        | Mele et al. (2001)          | 30  | 유량       |          |        |        |        |      |    |      | 시계성 분석              | 체세포수(>30만)   |                       | 83  | 97    |     |     |
| 26                        | Norberg et al. (2004)       | 322 | 전도도(유방별) |          |        |        |        |      |    |      | 전자 분석               | 병진균 배양       |                       | 8   | 93    |     |     |
| 27                        | Mammadova and Keskin (2013) | 170 | 전도도(전체)  | 유량       | 분당착유시간 |        |        |      |    |      | 회귀분석                | 체세포수         |                       | 89  | 92    |     |     |
| 28                        | Mammadova and Keskin (2015) | 170 | 전도도(전체)  | 유량       | 분당착유시간 |        |        |      |    |      | 회귀분석                | 체세포수(>22.5만) |                       | 80  | 91    |     |     |

[그림3-15] 국외 유방염 진단모델개발 관련 문헌 데이터(1차년도)

### ② 발정 진단모델 분석

- 국외 발정 진단모델은 주로 발목에 부착하는 활동량 측정센서(개체정보인식기에 가속도 센서가 부착된 형태)의 개체활동 정보를 이용하여 개발되었음(그림3-16)
  - 사용된 활동관련 변수로는 ‘활동 시간(평균 활동량)’, ‘기립시간’, ‘걸음 수’, ‘반추시간’, ‘누운 횟수’, ‘누운시간’, ‘사료섭취 시간’ 등이 있으며, 이외에도 ‘승가 지속시간’, ‘승가 횟수’, ‘유

량', '전도도' 등의 변수가 있었음

- 발정 진단모델의 정확성을 평가하는데 사용된 기준은 주로 개체별 원유 혹은 혈액을 채취하여 실험실에서 프로그스테론의 농도를 측정하는 방식(ELISA)이 이용됨. 이외에도 초음파, 승가 허용 등의 육안 관찰 방법도 사용되었음

| No                  | 논문 (정비번호)                | 유량  | 변수         |        |        |       | 분석방법 | 평가기준(gold standard) |           | 모델 성능(performance) % |        |     |       |     |     |
|---------------------|--------------------------|-----|------------|--------|--------|-------|------|---------------------|-----------|----------------------|--------|-----|-------|-----|-----|
|                     |                          |     | 1          | 2      | 3      | 4     |      | 5                   | 1         | 2                    | 최대 민감도 | 특이도 | 최대특이도 | 민감도 |     |
| <b>1. 발정량 측정기</b>   |                          |     |            |        |        |       |      |                     |           |                      |        |     |       |     |     |
| 1) 발정무작형            |                          |     |            |        |        |       |      |                     |           |                      |        |     |       |     |     |
| 1                   | Mele et al. (2001)       | 30  | 발정시간       |        |        |       |      | 시계성 분석              | 우유 프로그스테론 |                      |        | 88  | 99    |     |     |
| 2                   | Brunassi et al. (2010)   | 98  | 발정시간       |        |        |       |      | 퍼지 논리               | 우유 프로그스테론 |                      |        | 95  | 96    | 98  | 84  |
| 3                   | Jönsson et al. (2011)    | 18  | 늘기시간       | 서있기시간  | 걸음수    |       |      | 시계성 분석              | 초음파       |                      |        | 89  | 100   |     |     |
| 4                   | Roelofs et al. (2017)    | 56  | 걸음수        |        |        |       |      | 피어슨 카이 제곱 검증        | 우유 프로그스테론 |                      |        | 79  | 100   |     |     |
| 5                   | Chanvallon et al. (2014) | 63  | 발정시간       |        |        |       |      | 제조사 제공 모델           | 우유 프로그스테론 |                      |        | 71  | -     |     |     |
| 2) 목걸이형             |                          |     |            |        |        |       |      |                     |           |                      |        |     |       |     |     |
| 6                   | Hockey et al. (2010)     | 64  | 발정시간       |        |        |       |      | 편차 분석               | 우유 프로그스테론 | 초음파                  |        | 94  | 90    | 98  | 90  |
| 7                   | Kamphuis et al. (2012)   | 635 | 발정시간       | 반추시간   |        |       |      | 제조사 제공 모델           | 우유 프로그스테론 |                      |        | 77  | 99    |     |     |
| 8                   | Michaels et al. (2014)   | 348 | 발정시간       | 반추시간   |        |       |      | 협종 프로그스테론           | 초음파       |                      |        | 36  | -     |     |     |
| 9                   | Shahriar et al. (2016)   | 32  | 발정시간       |        |        |       |      | 편차 분석               | 우유 프로그스테론 | 스크래치 패지              |        | 100 | 89    |     |     |
| 10                  | Roelofs et al. (2017)    | 65  | 발정시간       |        |        |       |      | 피어슨 카이 제곱 검증        | 우유 프로그스테론 |                      |        | 83  | 100   |     |     |
| 11                  | Adnaens et al. (2019)    | 22  | 발정시간       |        |        |       |      | 제조사 제공              | 우유 프로그스테론 | 초음파                  |        | 83  | -     |     |     |
| 2) 발목 + 목걸이         |                          |     |            |        |        |       |      |                     |           |                      |        |     |       |     |     |
| 12                  | Dolecheck et al. (2015)  | 32  | 발정시간       | 반추시간   | 늘기횟수   | 늘기시간  | 섬취시간 | 인공신경망               | 협종 프로그스테론 | 승가허용발정               |        | 100 | 100   | 100 | 100 |
| <b>2. 압력 측정 센서</b>  |                          |     |            |        |        |       |      |                     |           |                      |        |     |       |     |     |
| 13                  | Saumande (2002)          | 30  | 승가지속시간     | 승가횟수   |        |       |      | 제조사 제공 모델           | 협종 프로그스테론 | 초음파                  |        | 35  | -     |     |     |
| 14                  | Palmer et al. (2010)     | 23  | 승가지속시간     | 승가횟수   |        |       |      | 프야송 회귀 모형           | 우유 프로그스테론 | 승가허용발정               |        | 69  | -     |     |     |
| <b>3. 온도 측정 센서</b>  |                          |     |            |        |        |       |      |                     |           |                      |        |     |       |     |     |
| 15                  | Talukder et al. (2014)   | 19  | 외음부 온도     |        |        |       |      | 편차 분석               | 승가허용발정    |                      |        | 88  | -     |     |     |
| 16                  | Talukder et al. (2015)   | 30  | 코 및 주둥이 온도 |        |        |       |      | 로지스틱모형              | 우유 프로그스테론 |                      |        | 80  | 94    | 97  | 65  |
| 17                  | Higaki et al. (2019)     | 17  | 질 온도       | 질 전도도  |        |       |      | 인공신경망               | 승가허용발정    | 초음파                  |        | 94  | -     |     |     |
| <b>4. 유량계 + 발정량</b> |                          |     |            |        |        |       |      |                     |           |                      |        |     |       |     |     |
| 18                  | de Mol et al. (2001)     | -   | 발정시간       | 일일유생산량 | 우유온도   |       |      | 시계성 분석              | 우유 프로그스테론 |                      |        | 80  | 94    | 98  | 63  |
| 19                  | Firk et al. (2003)       | 862 | 발정시간       | 발정유생산량 | 분당유생산량 | 우유전도도 |      | 시계성 분석              | 인공수정여부    |                      |        | 96  | -     |     |     |

[그림3-16] 국외 발정 진단모델 개발관련 문헌 데이터(1차년도)

### ③ 진단모델 선정

- 본 과제를 통해 확인된 국내에서 수집가능한 데이터는 현재 '유량', '전도도', '젖내림 시간', '유속', '유성분', '체세포수', '체중', '배합사료 급이량', '일평균활동량', '일평균 반추시간', '우유 온도'이며, 이 중 '유량' 및 '전도도'를 제외하고 나머지 변수는 모두 로봇 착유기로부터 생성되는 정보임
- 하지만, 본 과제 1년차에 주관기관(낙농진흥회)에서 실시한 '낙농가 ICT기기 보유현황 설문조사'를 통해 확인된 바로는 국내 착유기 보유현황은 일반착유기가 2,996농가(전국 낙농가의 62.4%)중에서 98.1%를 차지하고, 나머지 1.9%만이 로봇착유기를 보유하고 있음은 것으로 조사되었음
  - 이에 따라, 국내에서 많은 양을 확보할 수 있는 변수는 '유량'과 '전도도'이며, 이를 통해 발정 보다는 유방염 모델을 개발하는 것이 국내 실정상 더 적합함을 확인할 수 있음.
- 또한, 정확성을 평가하기 위해서 사용되는 평가기준에서 발정의 경우 우유나 혈액을 개체별로 직접 채취하여 실험실 내에서 특수 제작된 키트를 통해 분석해야하는 어려움이 있음. 이와 달리, 유방염의 경우 농가의 관리자가 직접 육안관찰을 통해 판단할 수 있다는 점에서 국내 실정에서의 모델 개발의 가능성을 확인할 수 있기 때문에 본 연구에서는 유방염을 본 과제에서 진단 모델 개발의 목표로 선정함

### ④ 유방염 진단모델 개발을 위한 후보 알고리즘 선정

- 유방염 진단 모델에 사용된 알고리즘은 시계성 분석방법(time series model), 편차분석 방법 (variation analysis), 퍼지 논리(fuzzy logic) 순으로 가장 많이 사용되었으며, 그 외에도 서포트 벡터머신(support vector machine), 인공신경망(artificial neural network), 의사결정나무(decision tree)방법 등의 기계학습방법을 적용한 방법들도 이용된 바 있음

- 유방염 진단 모델에 가장 많이 활용된 시계성 분석 방법은 편차 분석 방법과 유사하며, 특정 변수를 시간의 흐름에 따라 일정한 간격으로 측정하여 기존의 추세와 다른 경향을 보이는 지점을 찾는 방법으로 질병을 진단함. 시계성 분석 방법을 이용한 문헌의 경우에 전도도, 유량, 우유온도 등의 변수가 주로 이용되었으며, 모델의 평균 민감도(sensitivity)는 84.8%, 특이도 (specificity)는 89%로 비교적 높았음.
- 편차분석은 개체별로 전도도의 상한과 하한 지점을 도출하여 이 범위를 벗어나는 지점에 대해 질병으로 판단하는 방법으로 주로 전도도 변수가 사용되었으며, 개발된 모델의 평균 민감도는 52.4%, 특이도 77.6%였음.
- 퍼지논리는 단순한 수학적 접근 방법이 불가능한 의사 결정, 분류 등의 프로세스에 사용할 수 있는 수학적 기법으로, 발생할 수 있는 상황을 여러 근사값으로 구분하여 추론하는 식임. 주로 전도도, 유량, 체세포수, 섭취량 등의 변수가 이용되었으며 평균 민감도는 85.1%, 특이도는 89%였음.
- 기계학습 알고리즘의 경우 유량, 전도도 등의 변수를 이용한 서포트 벡터 머신 모델에서 민감도 86.8%, 특이도 85.2%를 나타내어 가장 높은 민감도를 보였으며, 인공신경망을 이용하는 경우 각각 83.5%, 91.2%로 높은 특이도를 나타냈음. 의사결정나무를 이용한 모델은 전도도, 유량, 우유 색깔, 착유지연시간, 분당 유생산량 등의 여러 변수를 이용하여 평균 특이도가 95.5로 가장 높았으나, 민감도는 56.9%에 그쳤음.
- 국내에서 활용할 수 있는 변수는 ‘유량’과‘전도도’임을 고려하였을 때, 이 같은 두 가지 변수를 사용하면서도 높은 성능을 나타낸 모델은 시계성분석 방법이었으며, 기계학습 방법에서는 인공신경망 기법에서 높은 성능을 나타냈음. 따라서, 유방염 진단모델 개발을 위하여 변수를 최소한으로 이용하면서도 높은 성능을 나타냈던 해당 기법들을 후보로 선정하고자 함.

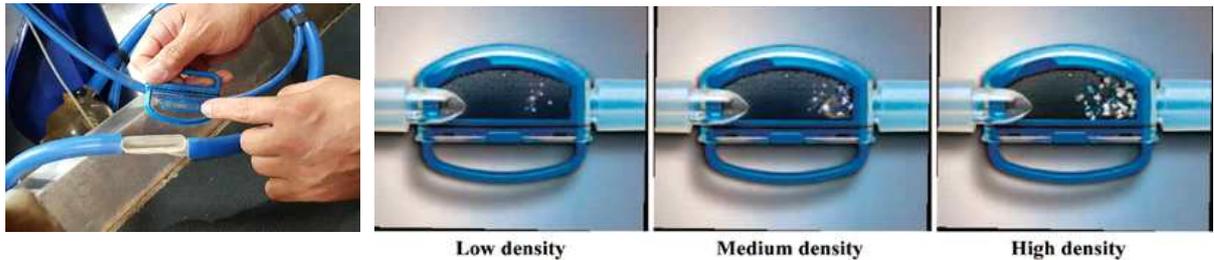
## 다. 진단모델 개발 및 평가를 위한 황금표준(gold standard) 개발

### ㉠ 유방염 발병기록 수집방법 개발

- 진단 모델을 개발하고 평가하기 위해서는 반드시 그 질병이 발생했다는 기록이 필요한데, 이는 발병 기록을 중심으로 질병이 발생했을 때의 변수(유량, 전도도 등)들의 변화 특성을 파악하여 모델을 개발하기 때문이며, 모델에서 해당 질병이 발생했다는 알림을 주었을 때 실제로 발병을 했는지 비교할 수 있는 발병 기록이 존재해야 평가가 가능하기 때문임
- 국외에서 유방염의 발병 기록 자료로 사용되는 것은 유방염의 증상을 농가 관리자 혹은 수의사가 육안으로 판단하여 기록한 자료로서 여기서 유방염의 증상이란 ‘우유 응고물’, ‘유방 발진 및 고름’ 등의 증상임. 이 기록은 농가에서 일반적으로 이루어지는 것은 아니며, 진단모델 개발을 위해 연구기간 동안 목장주 혹은 수의사에게 기록을 요청하여 수집된 자료임
- 국내에서도 본 과제 연구목장을 대상으로 진단기록 유무를 확인한 결과, 유방염 발병기록을 개체별로 자세히 기록한 자료는 없었기 때문에, 진단 모델을 개발하기 위해서는 발병기록을 직접 수집이 불가피한 것으로 판단됨
  - 발병 기록은 농가에서 관리자가 직접 기록해야하는 문제점과, 여러 농가에서 동일한 기준으로 기록하도록 관리가 이루어져야 한다는 점에서 간편하면서도 질병 유무의 판단이 확실한 방법을 사용해야 함
  - 따라서, 본 과제에서 유방염 발병기록을 수집하기 위해 ‘우유 필터’를 사용기로 함

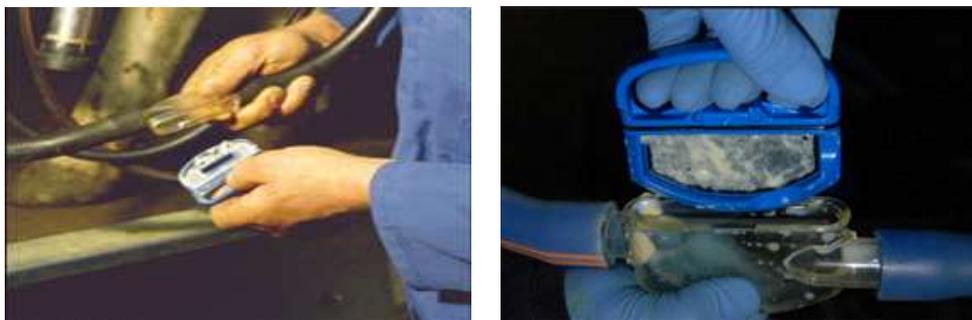
## ② 유방염 필터를 이용한 유방염 발병기록 수집방안

- 본 제품은 플라스틱의 투명한 본체와 테플론으로 코팅된 스테인리스 필터 및 진공 유지를 위한 고무 O링으로 구성되며, 필터 내 구멍의 사이즈는 직경 0.9 mm임. 일반착유기의 호스가 내경 12~13 mm 및 16~19 mm인 경우 사용이 가능(그림 3-17)
- 유방염 필터는 착유기별로 1개씩 장착되며, 기존 착유호스를 잘라 연결하여 사용함. 바디(플라스틱) 및 필터(플라스틱+스테인리스)는 탈착 및 교체가 가능하며, 필터는 세척하여 재사용이 가능함. 필터 교체 시 손잡이가 있어 교차 감염의 위험을 줄일 수 있으며, 필터 내 구멍으로 진공이나 유속의 저하 없이 사용이 가능한 장점이 있음.



[그림3-17] 유방염 필터 (Vision Mastitis Detector, Ambic Co., UK)

- 1980년대부터 현재까지 유방염 진단 모델을 개발한 문헌의 다수가 golden standard로 이 필터를 사용하여 농장주나 고용인이 유방염을 쉽게 체크할 수 있도록 하였음
- Griffin et al. 1980; De Mol and Ouweltjes, 2001; Kamphuis et al. 2008; Mein and Rasmussen, 2008; Claycomb et al. 2009; Kamphuis et al. 2013; Morton et al. 2013; Kamphuis et al. 2016
- 유방염은 무증상 단계에서 임상 단계로 진행됨에 따라 나타나는 우유의 이상(응고 및 부스러기 등)을 시각적으로 파악할 수 있음(그림3-18)
- 조사결과 국내에서 본 필터를 실제 사용하고 있는 농가는 5곳 내외였으며, 이중 연구목장으로 선정된 1곳에서 유방염 필터를 사용하고 있음. 해당 농가를 방문하여 유방염 필터의 실제 사용 모습을 모니터링하고, 진단모델 개발 및 평가에 필요한 매뉴얼을 작성(그림3-19, 3-20)



[그림3-18] 유방염이 발생했을 때 필터의 모습



[그림3-19] 실제 유방염 필터 사용농가 사진(A목장)



## 시범 농가 기록 일지

주관: 농림축산식품부, 농림식품기술기획개발원  
 참여기관: 나눔진흥회, 양진나눔축산사업동조합, ㈜에그리보텍, 중앙대학교, 충남대학교



시범 농가 질병 기록 (작성 예시)

| 날짜         | 개체번호 | 질병        | 증상           | 치료          | 비고         |
|------------|------|-----------|--------------|-------------|------------|
| 2020/01/01 | 3113 | 유방염       | 유방염 결터 응고물   | 항생제 주사      | 유유 14일간 계기 |
| 2020/01/02 | 3217 | 유방염       | 유방 발진, 유유 이상 | 항생제 주사      | 유유 14일간 계기 |
| 2020/01/04 | 3319 | 유방염       | 체세포수 이상      | 항생제 주사      | 유유 14일간 계기 |
| 2020/01/06 | 3252 | 유방염       | 삼핵감소, 비발거됨   | 비타민D, 칼슘 주사 | 수위사 진단     |
| 2020/01/14 | 3126 | 계통증       | 삼핵감소, 아세톤 냄새 | 포도당 주사      | 수위사 진단     |
| 2020/01/17 | 3121 | 고착증, 소파물양 | 삼핵증만, 복부팽만   | 중요 검역       | 해당사로 검역 소달 |
| 2020/01/19 | 3314 | 발굽이상      | 발굽거림, 발굽벗기   | 항생제 주사      | 수위사 진단     |
| 2020/01/20 | 3333 | 기타        | 삼사(출순 번)     | -           | -          |



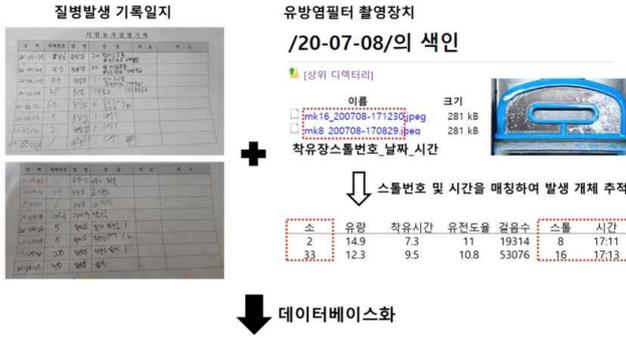
[그림3-21] 연구목장 질병기록일지(좌), 유방염 모니터링 장치(우)

- 모델 개발에 활용할 데이터세트 구축에는 제1협동(에그리로보텍)에서 개발한 ICT 장비 통합 게이트웨이로 축적되는 농가별·장비별·개체별 데이터베이스가 활용되었음.
- 데이터세트의 품질은 모델의 성능에 직결되는 요인이므로, 구축 초기 단계인 ICT 장비 통합 게이트웨이 데이터베이스 내 데이터 이상 여부, 누락률, 결측률 등의 평가를 실시하였음(그림3-22).
- 품질 평가 결과를 이용하여 제1협동과 함께 데이터를 수정 및 교정하고, 모델 구축에 활용할 수 있는 데이터베이스를 구축하였음.

[그림3-22] ICT 장비 통합 게이트웨이 데이터의 품질 평가

### ㉒ 유방염 진단 모델 개발용 데이터세트 구축

- 20년 1월부터 10월까지 질병기록일지의 월1회 회수(제1세부)를 통해, 총 8농가로부터 143건의 유방염 발병 기록(모델개발시점에는 97건)을 확보하여 디지털화(digitization) 하였음.
- 디지털화된 유방염 발병 기록을 기준 진단일로 하여 모델 개발을 위해 수정된 ICT 장비 통합 게이트웨이 데이터베이스 내 해당 개체의 활용 가능 데이터(최소 진단일 이전 1주 이상, 진단일 이후 1주 이상의 데이터)를 찾아 연결하는 작업을 실시하였음(그림3-23).



| 유방염 발생 | 2주 전       | 진단 방법 | 게이트웨이 데이터 |     |     |    |     |      |     |     |    |    |   |   |   |   |   |   |
|--------|------------|-------|-----------|-----|-----|----|-----|------|-----|-----|----|----|---|---|---|---|---|---|
| 사건번호   | 날짜         | 개체번호  | 기록형태      | 질병  | 진단일 | 유량 | 유전도 | 적유시간 | 유전도 | 결핵수 | 스틀 | 시간 |   |   |   |   |   |   |
| 1      | 2020-01-27 | 46    | 활병기록지     | 유방염 | 0   | 0  | X   | X    | 0   | 0   | 0  | X  | X | X | X |   |   |   |
| 2      | 2020-01-27 | 57    | 활병기록지     | 유방염 | 0   | 0  | X   | NA   | 0   | 0   | X  | 0  | 0 | 0 | X | X | X |   |
| 3      | 2020-02-06 | 47    | 활병기록지     | 유방염 | 0   | 0  | X   | NA   | 0   | 0   | X  | 0  | 0 | 0 | 0 | X | X | X |
| 4      | 2020-02-12 | 57    | 활병기록지     | 유방염 | 0   | 0  | 0   | NA   | 0   | 0   | X  | X  | 0 | 0 | 0 | X | X | X |
| 5      | 2020-02-12 | 7     | 활병기록지     | 유방염 | X   | 0  | X   | NA   | X   | X   | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | X | X | X |
| 6      | 2020-02-12 | 7     | 활병기록지     | 유방염 | X   | 0  | X   | NA   | X   | X   | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7      | 2020-02-14 | 1     | 활병기록지     | 유방염 | 0   | 0  | X   | NA   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0 | X | X | X | X | X |
| 8      | 2020-02-20 | 1     | 활병기록지     | 유방염 | 0   | X  | X   | NA   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0 | X | X | 0 | 0 | 0 |
| 9      | 2020-02-20 | 47    | 활병기록지     | 유방염 | X   | 0  | X   | NA   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10     | 2020-02-26 | 57    | 활병기록지     | 유방염 | 0   | X  | 0   | NA   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11     | 2020-03-01 | 50    | 활병기록지     | 유방염 | 0   | X  | 0   | NA   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12     | 2020-03-01 | 34    | 활병기록지     | 유방염 | 0   | X  | X   | NA   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13     | 2020-03-02 | 9     | 활병기록지     | 유방염 | X   | X  | 0   | NA   | X   | X   | 0  | 0  | 0 | X | X | 0 | 0 | 0 |
| 14     | 2020-03-02 | 57    | 활병기록지     | 유방염 | 0   | X  | X   | NA   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15     | 2020-03-12 | 24    | 활병기록지     | 유방염 | 0   | X  | 0   | NA   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16     | 2020-03-15 | 1     | 활병기록지     | 유방염 | 0   | X  | X   | 0    | 0   | 0   | 0  | 0  | X | X | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17     | 2020-03-20 | 24    | 활병기록지     | 유방염 | X   | 0  | X   | 0    | 0   | 0   | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18     | 2020-03-30 | 1     | 활병기록지     | 유방염 | 0   | X  | X   | X    | 0   | 0   | 0  | 0  | X | X | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19     | 2020-04-23 | 5     | 활병기록지     | 유방염 | 0   | X  | 0   | X    | X   | X   | 0  | 0  | 0 | X | X | 0 | 0 | 0 |
| 20     | 2020-05-04 | 5     | 활병기록지     | 유방염 | X   | 0  | 0   | X    | X   | X   | 0  | 0  | X | X | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21     | 2020-05-07 | 39    | 활병기록지     | 유방염 | 0   | X  | 0   | X    | 0   | 0   | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22     | 2020-06-07 | 39    | 활병기록지     | 유방염 | 0   | X  | X   | X    | 0   | 0   | NA | NA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23     | 2020-06-09 | 28    | 활병기록지     | 유방염 | X   | 0  | 0   | X    | 0   | 0   | NA | NA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24     | 2020-06-20 | 47    | 활병기록지     | 유방염 | X   | X  | 0   | X    | 0   | 0   | NA | NA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25     | 2020-06-20 | 23    | 활병기록지     | 유방염 | 0   | X  | 0   | X    | 0   | 0   | NA | NA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26     | 2020-06-28 | 24    | 활병기록지     | 유방염 | X   | 0  | X   | X    | 0   | 0   | NA | NA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 27     | 2020-07-08 | 2     | 활병기록지     | 유방염 | X   | NA | NA  | NA   | 0   | 0   | NA | NA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28     | 2020-07-08 | 33    | 활병기록지     | 유방염 | X   | NA | NA  | NA   | 0   | 0   | NA | NA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

유방염 발생 개체 및 일자 진단 방법 게이트웨이 데이터

[그림3-23] 유방염 기록과 게이트웨이 데이터의 연결

○ 질병 진단 기록지 데이터와 연결 가능한 게이트웨이 내 데이터 항목은 ‘유량’, ‘전도도’, ‘활동량’, ‘축사외부온도’, ‘축사외부습도’, ‘축사외부풍속’, ‘축사내부온도’, ‘축사내부습도’, ‘축사내부풍속’으로 진단일을 기준으로 2주전, 2주 후까지의 데이터를 수집하여 유방염 진단 모델 개발용 DB를 구축하였음(제3협동 협업)

| farm_no | cow_code | lactation_num | birthday   | delivery_date    | date       | diagnosis_date | milk_yield | conductivity | activity | inner_humid | inner_temp | inner_wind_speed | outer_humid | outer_temp | outer_wind_speed |     |
|---------|----------|---------------|------------|------------------|------------|----------------|------------|--------------|----------|-------------|------------|------------------|-------------|------------|------------------|-----|
| 3       | 80       | 5             | 2014-04-09 | 2020-04-05 00:00 | 2020-06-06 |                | -13        | 49.2         | 104      | 88          | 75.9       | 22.6             | 0.3         | 36.5       | 11.2             | 0.5 |
| 3       | 80       | 5             | 2014-04-09 | 2020-04-05 00:00 | 2020-06-09 |                | -12        | 50.8         | 112      | 77          | 68.3       | 23.9             | 0.2         | 32.1       | 11.8             | 0.5 |
| 3       | 80       | 5             | 2014-04-09 | 2020-04-05 00:00 | 2020-06-10 |                | -11        | 45.8         | 105      | 87          | 77.7       | 24.1             | 0.2         | 36.8       | 12.2             | 0.5 |
| 3       | 80       | 5             | 2014-04-09 | 2020-04-05 00:00 | 2020-06-11 |                | -10        | 49.2         | 113      | 144         | 87.2       | 23.9             | 0.2         | 41.7       | 11.8             | 0.7 |
| 3       | 80       | 5             | 2014-04-09 | 2020-04-05 00:00 | 2020-06-12 |                | -9         | 48.7         | 105      | 97          | 91.4       | 21.7             | 0.3         | 45.4       | 10.7             | 0.2 |
| 3       | 80       | 5             | 2014-04-09 | 2020-04-05 00:00 | 2020-06-13 | -14            | -8         | 52.6         | 101      | 107         | 85.0       | 24.8             | 0.3         | 33.4       | 12.5             | 0.5 |
| 3       | 80       | 5             | 2014-04-09 | 2020-04-05 00:00 | 2020-06-14 |                | -7         | 51.8         | 105      | 167         | 82.9       | 23.2             | 0.3         | 40.3       | 11.6             | 0.7 |
| 3       | 80       | 5             | 2014-04-09 | 2020-04-05 00:00 | 2020-06-15 |                | -6         | 57           | 100      | 122         | 80.0       | 22.0             | 0.4         | 38.0       | 11.2             | 1.0 |
| 3       | 80       | 5             | 2014-04-09 | 2020-04-05 00:00 | 2020-06-16 |                | -5         | 50.2         | 105      | 116         | 82.4       | 22.6             | 0.3         | 39.3       | 11.5             | 0.5 |
| 3       | 80       | 5             | 2014-04-09 | 2020-04-05 00:00 | 2020-06-17 |                | -4         | 50.5         | 108      | 132         | 83.1       | 21.5             | 0.3         | 38.7       | 10.8             | 0.5 |
| 3       | 80       | 5             | 2014-04-09 | 2020-04-05 00:00 | 2020-06-18 |                | -3         | 48.8         | 108      | 145         | 86.2       | 21.6             | 0.3         | 42.1       | 10.8             | 0.7 |
| 3       | 80       | 5             | 2014-04-09 | 2020-04-05 00:00 | 2020-06-19 |                | -2         | 50.4         | 107      | 122         | 80.5       | 22.8             | 0.2         | 38.5       | 11.5             | 0.6 |
| 3       | 80       | 5             | 2014-04-09 | 2020-04-05 00:00 | 2020-06-20 |                | -1         | 51.2         | 108      | 143         | 84.1       | 22.2             | 0.3         | 40.3       | 11.2             | 0.6 |
| 3       | 80       | 5             | 2014-04-09 | 2020-04-05 00:00 | 2020-06-21 | 진단일            | 0          | 50.1         | 108      | 133         | 78.9       | 22.7             | 0.2         | 37.7       | 11.4             | 0.7 |
| 3       | 80       | 5             | 2014-04-09 | 2020-04-05 00:00 | 2020-06-22 |                | 1          | 52           | 102      | 159         | 74.5       | 24.3             | 0.2         | 34.7       | 12.4             | 0.5 |
| 3       | 80       | 5             | 2014-04-09 | 2020-04-05 00:00 | 2020-06-23 |                | 2          | 41.5         | 104      | 151         | 79.5       | 24.2             | 0.3         | 37.5       | 12.3             | 0.8 |
| 3       | 80       | 5             | 2014-04-09 | 2020-04-05 00:00 | 2020-06-24 |                | 3          | 38.6         | 112      | 126         | 88.5       | 22.0             | 0.3         | 38.6       | 10.9             | 1.0 |
| 3       | 80       | 5             | 2014-04-09 | 2020-04-05 00:00 | 2020-06-25 |                | 4          | 33.6         | 107      | 123         | 94.9       | 20.9             | 0.3         | 48.1       | 10.2             | 0.8 |
| 3       | 80       | 5             | 2014-04-09 | 2020-04-05 00:00 | 2020-06-26 |                | 5          | 29.6         | 108      | 111         | 88.2       | 21.8             | 0.3         | 42.7       | 11.0             | 0.6 |
| 3       | 80       | 5             | 2014-04-09 | 2020-04-05 00:00 | 2020-06-27 |                | 6          | 26.2         | 107      | 100         | 83.8       | 22.8             | 0.3         | 39.5       | 11.6             | 0.4 |
| 3       | 80       | 5             | 2014-04-09 | 2020-04-05 00:00 | 2020-06-28 |                | 7          | 28.8         | 105      | 120         | 86.3       | 22.4             | 0.3         | 34.7       | 11.3             | 0.6 |
| 3       | 80       | 5             | 2014-04-09 | 2020-04-05 00:00 | 2020-06-29 |                | 8          | 31.1         | 98       | 145         | 93.5       | 21.0             | 0.3         | 41.2       | 10.4             | 0.6 |
| 3       | 80       | 5             | 2014-04-09 | 2020-04-05 00:00 | 2020-06-30 |                | 9          | 31.7         | 102      | 160         | 86.2       | 19.3             | 0.2         | 33.7       | 9.4              | 2.1 |
| 3       | 80       | 5             | 2014-04-09 | 2020-04-05 00:00 | 2020-07-01 |                | 10         | 43.8         | 104      | 111         | 90.5       | 20.7             | 0.3         | 41.2       | 10.3             | 0.6 |
| 3       | 80       | 5             | 2014-04-09 | 2020-04-05 00:00 | 2020-07-02 |                | 11         | 45.8         | 100      | 113         | 86.6       | 23.0             | 0.4         | 40.8       | 11.8             | 0.7 |
| 3       | 80       | 5             | 2014-04-09 | 2020-04-05 00:00 | 2020-07-03 |                | 12         | 48.7         | 102      | 111         | 84.5       | 22.4             | 0.3         | 40.2       | 11.3             | 0.5 |
| 3       | 80       | 5             | 2014-04-09 | 2020-04-05 00:00 | 2020-07-04 |                | 13         | 50.4         | 97       | 143         | 87.1       | 21.3             | 0.3         | 41.9       | 10.7             | 0.5 |
| 3       | 80       | 5             | 2014-04-09 | 2020-04-05 00:00 | 2020-07-05 |                | 14         | 47.9         | 105      | 211         | 87.5       | 21.3             | 0.3         | 45.1       | 10.8             | 0.5 |
| 3       | 153      | 2             | 2017-03-13 | 2020-03-22 00:00 | 2020-06-07 |                | -14        | 52.6         | 96       | 106         | 85.6       | 20.9             | 0.3         | 42.3       | 10.3             | 0.6 |
| 3       | 153      | 2             | 2017-03-13 | 2020-03-22 00:00 | 2020-06-08 |                | -13        | 47.1         | 93       | 98          | 75.9       | 22.6             | 0.3         | 36.5       | 11.2             | 0.5 |
| 3       | 153      | 2             | 2017-03-13 | 2020-03-22 00:00 | 2020-06-09 |                | -12        | 47.1         | 101      | 76          | 68.3       | 23.9             | 0.2         | 32.1       | 11.8             | 0.5 |
| 3       | 153      | 2             | 2017-03-13 | 2020-03-22 00:00 | 2020-06-10 |                | -11        | 42.5         | 97       | 90          | 77.7       | 24.1             | 0.2         | 36.8       | 12.2             | 0.5 |
| 3       | 153      | 2             | 2017-03-13 | 2020-03-22 00:00 | 2020-06-11 |                | -10        | 50.2         | 93       | 123         | 87.2       | 23.9             | 0.2         | 41.7       | 11.8             | 0.7 |
| 3       | 153      | 2             | 2017-03-13 | 2020-03-22 00:00 | 2020-06-12 |                | -9         | 48.9         | 84       | 100         | 91.4       | 21.7             | 0.3         | 45.4       | 10.7             | 0.2 |
| 3       | 153      | 2             | 2017-03-13 | 2020-03-22 00:00 | 2020-06-13 |                | -8         | 46.7         | 93       | 78          | 85.0       | 24.8             | 0.3         | 33.4       | 12.5             | 0.7 |
| 3       | 153      | 2             | 2017-03-13 | 2020-03-22 00:00 | 2020-06-14 |                | -7         | 44.1         | 96       | 82          | 82.9       | 23.2             | 0.3         | 40.3       | 11.6             | 0.7 |
| 3       | 153      | 2             | 2017-03-13 | 2020-03-22 00:00 | 2020-06-15 |                | -6         | 46.6         | 101      | 93          | 80.0       | 22.0             | 0.4         | 38.0       | 11.2             | 1.0 |
| 3       | 153      | 2             | 2017-03-13 | 2020-03-22 00:00 | 2020-06-16 |                | -5         | 50.8         | 94       | 71          | 82.4       | 22.6             | 0.3         | 39.3       | 11.5             | 0.5 |
| 3       | 153      | 2             | 2017-03-13 | 2020-03-22 00:00 | 2020-06-17 |                | -4         | 45.6         | 97       | 72          | 83.1       | 21.5             | 0.3         | 38.7       | 10.8             | 0.5 |
| 3       | 153      | 2             | 2017-03-13 | 2020-03-22 00:00 | 2020-06-18 |                | -3         | 43.2         | 96       | 66          | 86.2       | 21.6             | 0.3         | 42.1       | 10.8             | 0.7 |
| 3       | 153      | 2             | 2017-03-13 | 2020-03-22 00:00 | 2020-06-19 |                | -2         | 46.7         | 102      | 73          | 80.5       | 22.8             | 0.2         | 38.5       | 11.5             | 0.6 |
| 3       | 153      | 2             | 2017-03-13 | 2020-03-22 00:00 | 2020-06-20 |                | -1         | 43           | 91       | 53          | 84.1       | 22.2             | 0.3         | 40.3       | 11.2             | 0.6 |
| 3       | 153      | 2             | 2017-03-13 | 2020-03-22 00:00 | 2020-06-21 | 진단일            | 0          | 45.6         | 94       | 77          | 78.9       | 22.7             | 0.2         | 37.7       | 11.4             | 0.7 |
| 3       | 153      | 2             | 2017-03-13 | 2020-03-22 00:00 | 2020-06-22 |                | 1          | 47.9         | 97       | 80          | 74.5       | 24.3             | 0.2         | 34.7       | 12.4             | 0.7 |
| 3       | 153      | 2             | 2017-03-13 | 2020-03-22 00:00 | 2020-06-23 |                | 2          | 43.6         | 98       | 81          | 79.5       | 24.3             | 0.3         | 37.5       | 12.3             | 0.8 |
| 3       | 153      | 2             | 2017-03-13 | 2020-03-22 00:00 | 2020-06-24 |                | 3          | 31.7         | 102      | 80          | 88.5       | 22.0             | 0.3         | 43.3       | 10.9             | 1.0 |
| 3       | 153      | 2             | 2017-03-13 | 2020-03-22 00:00 | 2020-06-25 |                | 4          | 32.7         | 104      | 81          | 94.9       | 20.9             | 0.3         | 48.1       | 10.2             | 0.8 |
| 3       | 153      | 2             | 2017-03-13 | 2020-03-22 00:00 | 2020-06-26 |                | 5          | 44           | 100      | 82          | 88.2       |                  |             |            |                  |     |

- 이외에도, 본 년차에 수집된 유방염 진단기록 데이터의 수가 모델 개발에 활용하기에 충분치 않았기 때문에, 1차적인 모델 구동용 데이터셋을 추가적으로 준비하였음.
- ICT 장비 통합 게이트웨이로 수집되는 데이터 중 연구 목장 2곳의 로봇착유기 데이터의 유방염 발생사건 기록을 추가로 수집하였음(총 240개체의 328개 기록 중 257개 활용가능).
- 로봇착유기 데이터와 연결되는 데이터는 ‘유량’, ‘전도도’, ‘활동량’, ‘축사외부온도’, ‘축사외부습도’, ‘축사외부풍속’, ‘축사내부온도’, ‘축사내부습도’, ‘축사내부풍속’ 외에도 ‘유지방 함량’, ‘유단백 함량’, ‘유당 함량’, ‘체세포 수’, ‘분방별 전도도(좌측앞, 좌측뒤, 우측앞, 우측뒤)’가 추가적으로 존재함

**유방염 진단 정보(로봇)**

| FARM_NO | COW_CODE | PRODUCT_DATE | MILK_YIELD | FAT  | PROTEIN | LACTOSE | MILK_SPEED | MILKING_DURATION | CONDUCTIVITY_LF | CONDUCTIVITY_LR | CONDUCTIVITY_RF | CONDUCTIVITY_RR | COLORCODE_LF | COLORCODE_LR | COLORCODE_RF | COLORCODE_RR |
|---------|----------|--------------|------------|------|---------|---------|------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 7       | 10       | 2019-01-05   | 6.3        | 5.75 | 3.46    | 4.66    | 1.26       | 299              | 79              | 68              | 74              | 71              | Mastitis     |              | Mastitis     |              |
| 7       | 10       | 2019-01-14   | 6.5        | 4.71 | 3.37    | 4.53    | 1.1        | 356              | 85              | 68              | 87              | 73              | Mastitis     |              | Mastitis     |              |
| 7       | 10       | 2019-01-14   | 5.1        | 4.97 | 3.42    | 4.53    | 1.08       | 284              | 85              | 67              | 84              | 77              | Mastitis     |              | Mastitis     |              |
| 7       | 10       | 2019-01-15   | 5.4        | 4.21 | 3.51    | 4.56    | 0.85       | 380              | 94              | 74              | 82              | 74              | Mastitis     |              | Mastitis     |              |
| 7       | 10       | 2019-01-16   | 4.3        | 4.57 | 3.37    | 4.61    | 0.85       | 304              | 106             | 73              | 75              | 72              | Mastitis     |              | Mastitis     |              |
| 7       | 10       | 2019-01-16   | 4.3        | 4.62 | 3.51    | 4.64    | 0.99       | 281              | 96              | 72              | 77              | 68              | Mastitis     |              | Mastitis     |              |
| 7       | 10       | 2019-01-17   | 5          | 5.31 | 3.42    | 4.55    | 1          | 301              | 76              | 69              | 89              | 69              | Mastitis     |              | Mastitis     |              |
| 7       | 10       | 2019-01-18   | 4.4        | 4.6  | 3.51    | 4.57    | 0.77       | 342              | 105             | 74              | 86              | 68              | Mastitis     |              | Mastitis     |              |
| 7       | 10       | 2019-01-18   | 3.9        | 4.45 | 3.41    | 4.4     | 0.89       | 264              | 92              | 69              | 91              | 74              | Mastitis     |              | Mastitis     |              |
| 7       | 10       | 2019-01-19   | 6.2        | 4.29 | 3.42    | 4.44    | 1.56       | 238              | 92              | 70              | 88              | 73              | Mastitis     |              | Mastitis     |              |
| 7       | 10       | 2019-01-19   | 3.3        | 5.06 | 3.54    | 4.55    | 1.16       | 170              | 95              | 67              | 83              | 75              | Mastitis     |              | Mastitis     |              |
| 7       | 10       | 2019-01-20   | 3.5        | 4.02 | 3.42    | 4.34    | 0.93       | 225              | 101             | 72              | 94              | 76              | Mastitis     |              | Mastitis     |              |
| 7       | 10       | 2019-01-21   | 3.3        | 4.94 | 3.35    | 4.38    | 0.86       | 231              | 109             | 71              | 77              | 76              | Mastitis     |              | Mastitis     |              |
| 7       | 10       | 2019-01-21   | 3.1        | 5.1  | 3.41    | 4.44    | 0.88       | 274              | 97              | 70              | 86              | 76              | Mastitis     |              | Mastitis     |              |
| 7       | 10       | 2019-01-22   | 2.2        | 4.72 | 3.4     | 4.43    | 0.82       | 212              | 85              | 70              | 92              | 68              | Mastitis     |              | Mastitis     |              |
| 7       | 10       | 2019-01-23   | 4.2        | 3.92 | 3.36    | 4.41    | 0.81       | 413              | 108             | 76              | 91              | 68              | Mastitis     |              | Mastitis     |              |

[그림3-25] 통합 게이트웨이 데이터 중 로봇착유기의 유방염 진단 기록

## 나. 유방염 진단 모델 개발

- 구축된 모델 개발용 데이터셋을 이용하여 2차 년도에서 리뷰된 머신러닝 알고리즘 들을 활용하여 모델 개발에 활용하였음.
    - 제3협동이 구축한 머신러닝 툴을 활용하여 결정 나무(Decision tree) 계열의 랜덤 포레스트(Random Forest) 및 그래디언트 부스팅 모델(LightGBM)과 딥러닝(Deep learning) 계열의 다층 퍼셉트론(Multi-Layer Perceptron) 및 순환신경망(Recurrent Neural Network), 이외에도 로지스틱 회귀(Logistic Regression), 나이브 베이즈(Naïve Bayes), 서포트 벡터 머신(Support Vector Machine)의 총 7개의 모델을 테스트
  - 먼저, 데이터의 개수가 상대적으로 다수인 로봇착유기 데이터를 활용하여 7종의 머신러닝 기법으로 모델을 구축한 결과, 결정 나무(Decision tree) 계열의 랜덤 포레스트(Random Forest)를 이용한 모델이 control 데이터와 mastitis 데이터를 3주/3주로 하여 구축한 데이터 세트에서 가장 높은 성능[민감도(sensitivity) 84%, 특이도(specificity) 81%, 정확도(accuracy) 85.1%, 정밀도(precision) 84%]을 나타냈음
    - 유방염 발병일을 진단일(0일)로 설정하고, 진단일 이전 n주 (n weeks)의 데이터를 유방염 발병과 관련된 mastitis (unhealthy) 데이터, 그 이전 n주 (n weeks)의 데이터를 control (healthy) 데이터로 분류하여 구축한 데이터셋\*로 모델을 학습시킴(추가로 발병 이후 1주 데이터를 포함하는 데이터셋도 구축).
- \*Control 데이터와 mastitis 데이터를 각각 2주/2주(n=257), 3주/3주(n=188), 4주/4주(n=149)로 하는 데이터셋과 control/mastitis/mastitis 진단 이후 1주를 포함하는 세트로 2주/2주/1주(n=232), 3주/3주/1주(n=166), 4주/4주/1주(n=131) 데이터셋을 구축

[표3-17] 로봇착유기 데이터(n=188)를 이용하여 구축한 모델의 성능 평가 결과

| Performance,<br>% | Decision tree |      | LR   | NB   | SVM  | Deep learning |      |
|-------------------|---------------|------|------|------|------|---------------|------|
|                   | RF            | LGBM |      |      |      | MLP           | RNN  |
| Sensitivity       | <b>84.0</b>   | 79.0 | 78.4 | 73.0 | 82.0 | 79.0          | 81.5 |
| Specificity       | <b>81.0</b>   | 73.0 | 71.0 | 72.5 | 78.1 | 75.0          | 82.0 |
| Accuracy          | <b>85.1</b>   | 78.8 | 79.2 | 78.1 | 80.3 | 84.0          | 80.3 |
| Precision         | <b>84.0</b>   | 78.0 | 79.0 | 76.0 | 81.2 | 80.0          | 78.0 |

\*RF, Random Forest; LGBM, Light Gradient Boosting Machine; LR, Logistic Regression; NB, Naïve Bayes; SVM, Support Vector Machine; MLP, Multi-Layer Perceptron; RNN, Recurrent Neural Network

- 이러한 성능 평가 결과는 과제 1차 년도 및 2차 년도에서 실시한 문헌 리뷰 결과에서 나타난 머신러닝을 활용한 유방염 진단 모델의 성능과 비교하여 비슷한 결과였음.
- 해외에서 발표된 모델의 경우 학습에 이용된 데이터 개수가 본 논문에서 활용한 데이터 개수보다 현저히 많았지만 본 과제에서 구축한 머신러닝 모델의 성능이 뒤쳐지지 않음을 확인할 수 있었음.
- 다음으로 질병 진단 기록지 데이터로 구축된 데이터세트(n=97)를 이용하여 7종의 머신러닝 기법으로 모델을 구축한 결과, 딥러닝(Deep learning) 계열의 다층퍼셉트론(Multi-Layer Perceptron)을 이용한 모델이 control 데이터와 mastitis 데이터를 2주/2주로 하여 구축한 데이터 세트에서 가장 높은 성능[민감도(sensitivity) 62.1%, 특이도(specificity) 62.8%, 정확도(accuracy) 61.6%, 정밀도(precision) 53.3%]을 나타냈음(표3-18).

[표3-18] 질병진단기록 데이터(n=30)를 이용하여 구축한 모델의 성능 평가 결과

| Performance,<br>% | Decision tree |      | LR   | NB   | SVM  | Deep learning |      |
|-------------------|---------------|------|------|------|------|---------------|------|
|                   | RF            | LGBM |      |      |      | MLP           | RNN  |
| Sensitivity       | 43.0          | 31.6 | 45.5 | 47.3 | 57.5 | <b>62.1</b>   | 54.5 |
| Specificity       | 51.9          | 43.3 | 45.7 | 45.4 | 50.9 | <b>62.8</b>   | 51.2 |
| Accuracy          | 50.1          | 44.6 | 54.6 | 46.2 | 52.0 | <b>61.6</b>   | 61.8 |
| Precision         | 53.4          | 45.4 | 52.3 | 49.4 | 55.6 | <b>53.3</b>   | 54.8 |

\*RF, Random Forest; LGBM, Light Gradient Boosting Machine; LR, Logistic Regression; NB, Naïve Bayes; SVM, Support Vector Machine; MLP, Multi-Layer Perceptron; RNN, Recurrent Neural Network

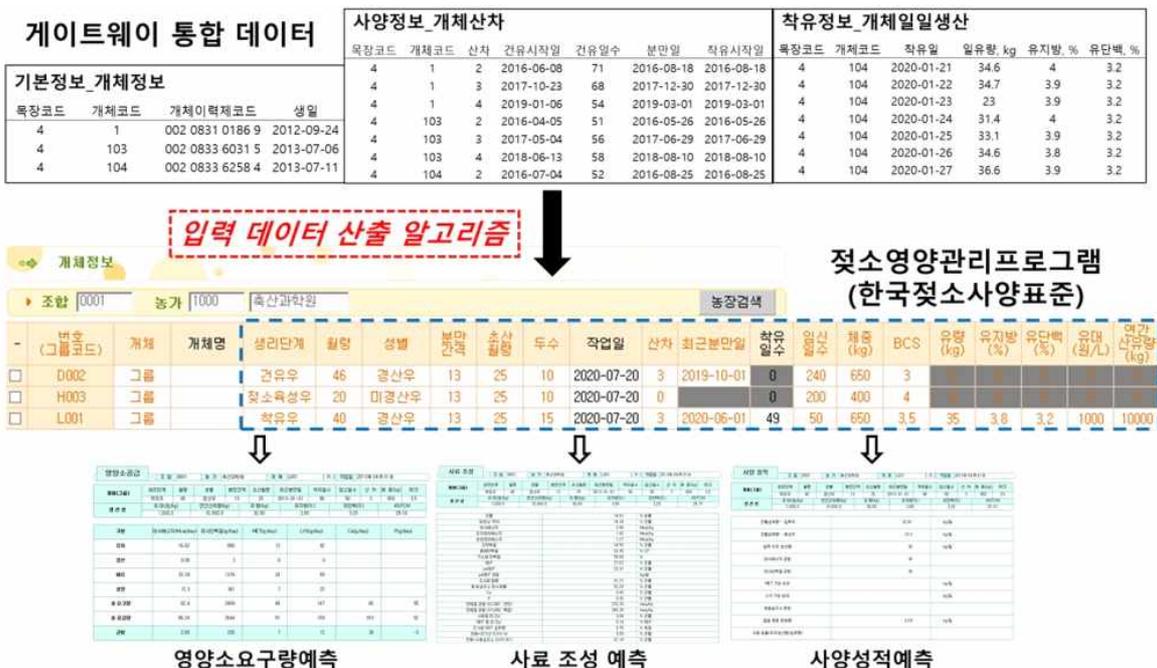
- 이러한 결과는 해외의 유방염 진단모델의 성능과 비교하였을 때 낮다고 볼 수 있으나, 모델 구축에 활용한 데이터의 개수가 30개 밖에 되지 않는다는 점을 고려하였을 때 추후 데이터 수집을 지속하여 충분한 데이터세트가 구축될 경우 충분히 향상될 여지가 있을 것으로 보임.
- 또한, 해당 결과는 로봇착유기 데이터를 활용하여 구축된 모델에 비해 낮은 성능인데, 이는 모델 구축에 활용된 변수의 개수가 2배가량 차이 나는 것에서 기인한 것임.
- 하지만 2차 년도 과제 보고서에 기술한 바대로, '낙농가 ICT기기 보유현황 설문조사'를 통해 국내 착유기 보유현황은 일반착유기가 전국 낙농가의 62.4%중에서 98.1%를 차지하고 나머지 1.9%만이 로봇착유기를 보유하고 있으므로, 최대한 적은 변수로 유방염을 예측할 수 있도록 하는 것이 중요함.

- 따라서, 4차 년도에서는 본 연차에서 구축한 모델의 성능을 개선하기 위하여 연구 목장으로부터 지속적으로 질병 기록을 수집할 예정이며, 모델에 활용되는 데이터 변수를 다방면으로 변환(단순 일별 유량·전도도 값이 아닌, 3일간의 변화량 혹은 일주일간의 변화량 등의 변환 수치 등 활용)하여 활용하는 방법을 이용하여 모델을 고도화하기로 함.

### 3.3.2 축우영양관리시스템과 낙농 빅데이터를 융합한 목장 단위 사양관리 알고리즘 개발

#### 1) 개요

- 본 과제에서 낙농 빅데이터를 융합하여 활용할 축우영양관리시스템으로 축산과학원에서 개발한 한국젓소사양표준(2012) 소프트웨어로 선정하였음.
- 이는 국가기관에서 제작 및 배포하는 무료 소프트웨어로, 농가에서 활용하기 쉽게 제작되어있기 때문임. 이외 국외 시스템(CNCPS, NRC 등)은 농가가 활용하기에 복잡도 및 난이도가 높으며, 한글화되어있지 않아 접근이 어렵기 때문에 제외하였음.
- 한국젓소사양표준 프로그램은 농장주가 농장 내 급여하고자 하는 우군의 적절한 사료 배합비를 도출하는 프로그램으로서, 우군의 정보(착유일수, 산차, 유량, 유성분 등)를 입력하고 배합하고자하는 사료의 정보를 입력하면 사료의 영양소 과부족 여부, 사료의 에너지 조성, 사양 상적 등에 대한 예측치를 반환해줌. 따라서 우군의 정보를 정확하게 입력할수록 반환되는 정보의 정확도가 높아짐.
- 하지만 일반적으로 농가주가 본 프로그램을 활용할 때는 사료의 배합시점마다 산차별 두수, 연령, 착유일수, 유량, 유성분 등을 구분하여 계산하기 어렵기 때문에, 대략적인 평균 유량, 유성분 등의 정보만 기입하여 활용함. 이는 개체의 생리단계에 따른 영양소 요구량을 무시하기 때문에 생산성 증진 등에 도움이 되지 않음.
- 따라서, 본 과제에서는 ICT 통합 게이트웨이로 축적되는 농가별·개체별 정보를 활용하여 우군 내 산차별 두수, 유량, 유성분 등에 대한 정보를 현시점을 기준으로 계산하여 젓소사양표준 프로그램에 입력할 수 있는 형태로 반환하는 알고리즘을 개발하고자 목표하였으며, 본 연차에서는 알고리즘 개발용 DB를 구축하고 기초 알고리즘을 설계하고자 하였음



[그림3-26] 축우영양관리시스템과 빅데이터 융합 알고리즘 관련 연구개요

## 2] 알고리즘 개발용 DB 구축 및 낙농 빅데이터 융합 사양 관리 알고리즘 개발

- 한국젖소사양표준 프로그램은 입력데이터로 조합코드, 농장코드, 농장명, 주소 및 사료 배합기 용량 등을 포함하는 기본적인 농장 정보 및 동물의 생리단계, 월령, 성별, 분만간격, 초산월령, 두수, 산차, 최근 분만일, 착유일수, 임신일수, 체중, BCS, 유량, 유지방, 유단백, 유대 등을 포함하는 개체정보를 요구함



[그림3-27] 한국젖소사양표준 프로그램 농장정보 입력(좌) 및 개체정보 입력(우) 화면

- 개체별 정보를 모두 입력 후, 각 개체의 생리단계 및 비유단계에 맞는 사료를 급여하는 것이 이상적이지만 이는 현실적으로 불가능함.
- 따라서 사료 섭취 및 생산량이 유의적으로 변화하는 생리단계를 고려하면서도, 평균 착유 규모와 사료 배합 규모를 고려하였을 때는 사료를 배합하고자 하는 우군을 산차에 따라 '초산', '2 및 3산', '4산 이상', 혹은 초산우 및 경산우로 구분하는 것이 가장 현실적임.
- ICT 통합 게이트웨이로 축적되는 농가별·개체별 정보 중에는 농가별로 사육되고 있는 개체의 '생일', '산차', '분만일', '건유일수', '착유시작일', '착유일별 착유량', '착유일별 유성분' 데이터가 존재함.
- 게이트웨이 데이터 중 '산차' 정보를 이용하여 개체들을 '초산', '2 및 3산', '4산 이상'으로 구분할 수 있으며, 이들의 '생일' 정보를 이용하여 개체들의 월령을 계산할 수 있음. 또한, '분만일' 정보를 이용하여 '초산월령', '분만간격', '착유일수'를 계산할 수 있음.
- 즉, '초산', '2 및 3산', '4산 이상'의 현시점에서의 두수, 평균 월령, 평균 초산 월령, 평균 분만간격, 평균 착유일수, 평균 유량, 평균 유단백, 평균 유지방을 도출 할 수 있음.
- 본 연구에서는 이러한 입력 정보를 도출할 수 있는 파이프라인 구축에 데이터 parsing 및 계산에 유리한 툴인 Python을 활용하였음

```

# Information about lactating
lact_dict = {}
fst_calv_date_dict = {}
cow_list = []

#개체 정보 불러오기
(생일 / 출산일 / 산차수)
lact_num_dict = {}
calv_dict = {}

for lact_line in Lact_file:
    lactSpl = lact_line.strip().split(",")
    farm_num = lactSpl[0]
    cow_num = lactSpl[1]
    calv_date = lactSpl[5].split(" ")[0]
    if farm_num in farm_num:
        pass
    elif int(farm_num) >= 7:
        pass
    else:
        lact_no = int(lactSpl[2])
        int(cow_num) in cow_list:
            lact_num_dict[int(cow_num)].append(lact_no)
            calv_dict[int(cow_num)][lact_no] = calv_date
            if int(lactSpl[3]) == 0:
                fst_date = lactSpl[5].split(" ")[0]
                fst_calv_date_dict[int(cow_num)] = fst_date
                cow_list.append(int(cow_num))
            else:
                lact_num_dict[int(cow_num)] = []
                lact_num_dict[int(cow_num)].append(lact_no)
                calv_dict[int(cow_num)] = {}
                calv_dict[int(cow_num)][lact_no] = calv_date
                if int(lactSpl[3]) == 0:
                    fst_date = lactSpl[5].split(" ")[0]
                    fst_calv_date_dict[int(cow_num)] = fst_date
                    cow_list.append(int(cow_num))

# Information about cattle (birthday)
cow_birth_dict = {}

for info_line in CowInfo_file:
    infoSpl = info_line.strip().split(",")
    farm_id = infoSpl[0]
    cow_id = infoSpl[1]
    if farm_id in farm_id:
        pass
    elif int(farm_id) >= 7:
        pass
    else:
        birth_date = infoSpl[7].split(" ")[0]
        cow_birth_dict[int(cow_id)] = birth_date

```

```

# Calculation of first calving age and last calving interval
# Number of cattle having to each stage
fst_calv_age_dict = {}
calv_interval_dict = {}
lst_calving_dict = {}

for cw in cow_list:
    btd = cow_birth_dict[cw]
    print(cw, btd)
    btd_datetime = datetime.datetime.strptime(btd, "%Y-%m-%d")
    fst_calv = fst_calv_date_dict[cw]
    fst_calv_datetime = datetime.datetime.strptime(fst_calv, "%Y-%m-%d")
    fst_age = fst_calv_datetime - btd_datetime
    fst_age_month = fst_age.days

    fst_calv_age_dict[cw] = round(fst_age_month/30.5, 1)

    lst_calv_num = lact_num_dict[cw]
    lst_calving_dict[cw] = {}
    if len(lst_calv_num) > 2:
        calv_interval = 0
        calv_interval_dict[cw] = calv_interval
        last_calving_dict[cw] = 0
    else:
        lst_calving = max(lst_calv_num)
        last_calving_dict[cw] = lst_calving
        lst_idx = lst_calv_num.index(lst_calving)
        bf_calving = lst_calving[lst_idx]
        if lst_idx != bf_calving:
            lst_date = datetime.datetime.strptime(calv_dict[cw][lst_calving])
            bf_date = datetime.datetime.strptime(calv_dict[cw][bf_calving])
            calv_interval = (lst_date - bf_date).days
            calv_interval_dict[cw] = calv_interval
        else:
            calv_interval = 0
            calv_interval_dict[cw] = calv_interval

first_calving_list = []
second_calving_list = []
third_calving_list = []
over_calving_list = []

for lact_cw in cow_list:
    clv_num = lst_calving_dict[lact_cw]
    if clv_num == 0:
        first_calving_list.append(lact_cw)
    elif clv_num == 1:
        second_calving_list.append(lact_cw)
    elif clv_num == 2:
        third_calving_list.append(lact_cw)
    else:
        over_calving_list.append(lact_cw)

```

```

# Information about milk production
milking_date_dict = {}
milking_info_dict = {}

for prod_line in Prod_file:
    splProd = prod_line.strip().split(",")
    if farm_id in farm_id:
        pass
    elif splProd[0] >= 7:
        pass
    else:
        cattle_id = int(splProd[1])
        M = float(splProd[2])
        MIP = float(splProd[3])
        if cattle_id in milking_date_dict.keys():
            milking_date_dict[cattle_id].append(milking_date)
            milking_info_dict[cattle_id]["milk yield"] += milking_date * M
            milking_info_dict[cattle_id]["milk fat"] += milking_date * MIP
        else:
            milking_date_dict[cattle_id] = []
            milking_info_dict[cattle_id].append(milking_date)
            milking_info_dict[cattle_id]["milk yield"] = []
            milking_info_dict[cattle_id]["milk protein"] = []
            milking_info_dict[cattle_id]["milk fat"] += milking_date * MIP
            milking_info_dict[cattle_id]["milk fat"] += milking_date * MIP

#우유 정보를 불러오는 코드
최근 n주 평균 유량/유지방/유단백
#우유별로 개체를 구분하는 코드
1산/2~3산/4산 이상
avg_lact_dict = {}

for cowcode in cow_list:
    date_list = milking_date_dict[cowcode]
    avg_lact_dict[cowcode] = {}
    if len(date_list) > 0:
        avg_M = 0
        avg_MIP = 0
        for lact_date in date_list:
            avg_M += milking_info_dict[cowcode]["milk yield"][lact_date]
            avg_MIP += milking_info_dict[cowcode]["milk protein"][lact_date]
        avg_M = round(avg_M / len(date_list), 1)
        avg_MIP = round(avg_MIP / len(date_list), 1)
    else:
        avg_M = 0
        avg_MIP = 0
    avg_lact_dict[cowcode] = {}
    avg_M = round(avg_M, 1)
    avg_MIP = round(avg_MIP, 1)

avg_lact_dict[cowcode]["milk yield"] = avg_M
avg_lact_dict[cowcode]["milk fat"] = avg_MIP
avg_lact_dict[cowcode]["milk protein"] = avg_MIP

old_calving_list = second_calving_list = third_calving_list

```

```

#우유별 평균 값 계산을 위한 코드
평균 초산일령/평균 분만간격
평균 유량/평균 유지방/평균 유단백
# 최종 정리 데이터를 출력하는 코드
for cow in first_calving_list:
    avg_fst_calv_age = fst_calv_age_dict[cow]
    avg_fst_calv_interval = calv_interval_dict[cow]
    avg_fst_M = avg_lact_dict["milk yield"]
    avg_fst_MIP = avg_lact_dict["milk protein"]

for cow in second_calving_list:
    avg_snd_calv_age = round(fst_calv_age + avg_fst_calv_age, 1)
    avg_snd_calv_interval = round(fst_calv_interval + avg_fst_calv_interval, 1)
    avg_snd_M = round(avg_fst_M + avg_fst_M, 1)
    avg_snd_MIP = round(avg_fst_MIP + avg_fst_MIP, 1)

for cow in third_calving_list:
    avg_thrd_calv_age = round(fst_calv_age + avg_snd_calv_age, 1)
    avg_thrd_calv_interval = round(fst_calv_interval + avg_snd_calv_interval + avg_snd_calv_interval, 1)
    avg_thrd_M = round(avg_fst_M + avg_snd_M + avg_snd_M, 1)
    avg_thrd_MIP = round(avg_fst_MIP + avg_snd_MIP + avg_snd_MIP, 1)

for cow in over_calving_list:
    avg_ove_calv_age = round(fst_calv_age + avg_thrd_calv_age, 1)
    avg_ove_calv_interval = round(fst_calv_interval + avg_snd_calv_interval + avg_snd_calv_interval + avg_snd_calv_interval, 1)
    avg_ove_M = round(avg_fst_M + avg_snd_M + avg_snd_M + avg_snd_M, 1)
    avg_ove_MIP = round(avg_fst_MIP + avg_snd_MIP + avg_snd_MIP + avg_snd_MIP, 1)

#result sheet file
def result_sheet():
    result_sheet = pd.DataFrame()
    result_sheet["farm_num"] = farm_num
    result_sheet["first_calving_age(month)"] = avg_fst_calv_age
    result_sheet["calving_interval(days)"] = avg_fst_calv_interval
    result_sheet["milk yield(kg/day)"] = avg_fst_M
    result_sheet["milk fat(%)"] = avg_fst_MIP
    result_sheet["milk protein(%)"] = avg_fst_MIP

#result sheet file
def result_sheet():
    result_sheet = pd.DataFrame()
    result_sheet["farm_num"] = farm_num
    result_sheet["second_calving_age(month)"] = avg_snd_calv_age
    result_sheet["second_calving_interval(days)"] = avg_snd_calv_interval
    result_sheet["second_calving_milk_yield(kg/day)"] = avg_snd_M
    result_sheet["second_calving_milk_fat(%)"] = avg_snd_MIP
    result_sheet["second_calving_milk_protein(%)"] = avg_snd_MIP

result_sheet.to_csv("result_sheet.csv")

```

[그림3-28] 한국젖소사양표준 프로그램 입력 파일 도출용 코드



[그림3-29] 입력데이터 입력 후 프로그램 구동 시 사료 진단 보고서 화면

### 3.3.3 이기종 ICT 생체센서 데이터 수치 표준화 모델 개발(추가 과제, 제1세부)

#### 1) 개요

- ICT 생체 센서는 가속도 및 온도 측정을 통해 동물의 섭취·반추 시간, 활동량 등의 생리·행동 정보를 특정 알고리즘을 통해 계산하며 이 변수들의 변화를 감지하여 발정이나 건강 경고를 농장주에게 제공함.
- 이 과정에서 사용되는 알고리즘들은 제조사 마다 각기 다르기 때문에, 같은 이름의 정보라 할지라도 모두 다른 단위 및 간격으로 제공됨.
- 특히 한 개체에 장착된 센서 시스템이 두 종류 이상인 경우에, 위에서 언급한 데이터의 수치적·시간적 상이성으로 인해 농장주가 개체의 상태를 판단하고 사양관리의 의사결정을 진행하는데 어려움이 초래될 수 있음.
- 이러한 문제점은 또한, 본 과제의 연구 목표 중 하나인 국내 사육 환경에 맞는 혹은 각 농장

환경에 맞는 진단 및 사양관리 알고리즘을 배포하는 과정에도 문제가 될 수 있음.

- 따라서, 본 연구는 서로 다른 생체 센서 시스템으로부터 생성되는 소의 생리·행동 정보 데이터 중에서도 특히 다수의 센서로부터 생성되는 주요 정보인 활동량 정보를 통합하는 모델을 개발하기 위해 계획되었음.
- 본 연구는 제1세부(낙농진흥회)의 연구목표인 ICT데이터 표준화 연구의 일환이나, 코로나 사태로 인한 농가 협조 등의 어려움으로 인해 제2협동(충남대)의 연구시설인 충남 청양군 소재 충남대학교 동물자원연구센터에서 수행하는 것으로 협의하였음.

**② 이기종 ICT 생체 센서 데이터 수집 환경 구축**

- 표준화 연구에 활용할 ICT 생체 센서는 제1세부 2년차 ‘전국 낙농가 ICT기기 보유현황 조사’ 연구 결과에 따라 국내 낙농가가 다수 보유하고 있는 제품으로 선정함
  - 귀부착형 1종(카우매니저, 네덜란드), 목걸이형 2종(SCR, 이스라엘/드라발, 스웨덴), 위내삽입형 1종(smaXtec, 오스트리아)으로 총 4종의 센서 선정

[표3-19] 무선 착용형 센서 시스템 기본 정보 및 데이터 생성 정보

| 제품명                     | 제조사 / 제조국가                                      | 착용 위치 |
|-------------------------|---|-------|
| ① CowManager SensOor    | Agis Automatisering B.V. / Netherlands          | 귀     |
| ② cSense Flex tag       | SCR Engineers Ltd. (Allflex Europe SA) / Israel | 목     |
| ③ Activity meter system | DeLaval International AB / Sweden               | 목     |
| ④ SmaXtec classic Bolus | SmaXtec Animal Care GmbH / Austria              | 반추위   |

| 제품명                     | 센서      | 제공 항목                 | 경고 항목  |
|-------------------------|---------|-----------------------|--------|
| ① CowManager SensOor    | 가속도, 온도 | 섭취, 반추, 활동량, 휴식, 귀 온도 | 발정, 건강 |
| ② cSense Flex tag       | 가속도     | 반추, 활동량               | 발정, 건강 |
| ③ Activity meter system | 가속도     | 활동량                   | 발정     |
| ④ SmaXtec classic Bolus | 가속도, 온도 | 활동량, 반추위 온도           | 발정, 건강 |

| 제품명                     | 데이터 제공 단위                  | 개수/일 |
|-------------------------|----------------------------|------|
| ① CowManager SensOor    | minutes/hour, percent/hour | 24   |
| ② cSense Flex tag       | unknown unit/2 hour        | 12   |
| ③ Activity meter system | unknown unit/1 hour        | 24   |
| ④ SmaXtec classic Bolus | unknown unit/10 minutes    | 144  |

- 충남대 동물자원연구센터에서 사육 중인 착유우 9두를 공시하여(동물실험계획 승인번호: 202009A-CNU-121), 공시축 1두당 4종의 센서를 장착하였음
  - 모든 센서의 설치는 9월 25일 최종 완료되었으며, 동물 적응 기간을 거쳐 10월 중순 경부터 본 실험 데이터가 수집되고 있음.



[CowManager 센서(귀부착형 1종)]



[smaXtec 센서(위내삽입형 1종)]



[DeLaval & SCR 센서(목걸이형 2종)]

[그림3-30] 충남대학교 목장 내 착유우의 생체센서 설치 모습

- 센서 2종(귀부착형, 위내삽입형)은 클라우드 방식의 웹버전 소프트웨어로 데이터가 수집되며, 나머지 2종(목걸이형)은 컴퓨터 상에 설치되는 자체 소프트웨어로 데이터가 수집됨
- CowManager 센서(귀부착형): xlsx 형식 / 개체별 저장 / 10분 단위로 데이터 생성
- smaXtec 센서(위내삽입형): Web상에서 데이터 개별 저장 / 개체별, 항목별 저장 / 1시간 단위로 데이터 생성
- DeLaval 센서(목걸이형): 백업 파일 생성 후 parsing / 1시간 단위로 데이터 생성
- SCR 센서(목걸이형): xlsx 형식 / 개체별 저장 / 2시간 단위로 데이터 생성

|                  | active | eating | highActive | notActive | ruminating |
|------------------|--------|--------|------------|-----------|------------|
| 2020-09-09 5:00  | 24.62  | 3.08   | 0          | 66.15     | 6.15       |
| 2020-09-09 6:00  | 23.08  | 13.85  | 10.77      | 12.31     | 40         |
| 2020-09-09 7:00  | 1.54   | 3.08   | 73.85      | 20        | 1.54       |
| 2020-09-09 8:00  | 16.92  | 9.23   | 52.31      | 15.38     | 6.15       |
| 2020-09-09 9:00  | 34.85  | 1.52   | 0          | 40.91     | 22.73      |
| 2020-09-09 10:00 | 16.92  | 4.62   | 7.69       | 43.08     | 27.69      |
| 2020-09-09 11:00 | 27.69  | 0      | 1.54       | 43.08     | 27.69      |
| 2020-09-09 12:00 | 12.31  | 0      | 0          | 23.08     | 64.62      |

[그림3-31] CowManager 센서(귀부착형) 데이터 수집 형식

|                            |              |                |          |                          |                 |            |      |
|----------------------------|--------------|----------------|----------|--------------------------|-----------------|------------|------|
| Animal name                | 6            |                |          |                          |                 |            |      |
| Official ID/Ear tag number | 002087006604 |                |          |                          |                 |            |      |
| Serial number              | 1700012815   |                |          |                          |                 |            |      |
| Number of datapoints       | 3776         |                |          |                          |                 |            |      |
| Exported on                | 06-10-20     |                |          |                          |                 |            |      |
| #####                      |              |                |          |                          |                 |            |      |
| date                       | timestamp    | temperature °C | activity | Temp Without Drinkcycles | Normal temperat | Heat index |      |
|                            | 18-09-20     | 14:30:00       | 39.55    | 8.64                     | 39.53           | 39.71      | 0.13 |
|                            | 18-09-20     | 14:40:00       | 37.77    | 9.37                     | 39.53           | 39.71      | 0.01 |
|                            | 18-09-20     | 14:50:00       | 38.52    | 9.91                     | 39.48           | 39.71      | 0    |
|                            | 18-09-20     | 15:00:00       | 38.89    | 10.37                    | 39.43           | 39.71      | 0    |

[그림3-32] smaXtec 센서(위내삽입형) 데이터 수집 형식

| CowNo | RecordDate | ActLevel | Act0 | Act1 | Act2 | Act3 | Act4 | Act5 | Act6 | Act7 |
|-------|------------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 6     | 2020-09-25 | 69       | 11   | 10   | 9    | 10   | 7    | 2    | 15   | 16   |
| 6     | 2020-09-26 | 85       | 1    | 10   | 15   | 7    | 6    | 6    | 7    | 8    |
| 6     | 2020-09-27 | 103      | 10   | 6    | 7    | 4    | 8    | 5    | 12   | 11   |
| 6     | 2020-09-28 | 106      | 10   | 6    | 5    | 5    | 1    | 6    | 5    | 9    |
| 6     | 2020-09-29 | 121      | 10   | 7    | 14   | 4    | 9    | 9    | 5    | 6    |
| 6     | 2020-09-30 | 83       | 13   | 6    | 14   | 11   | 18   | 2    | 5    | 12   |
| 6     | 2020-10-01 | 100      | 21   | 11   | 7    | 13   | 9    | 8    | 5    | 10   |
| 6     | 2020-10-02 | 92       | 5    | 17   | 19   | 8    | 10   | 6    | 12   | 13   |
| 6     | 2020-10-03 | 112      | 10   | 27   | 5    | 17   | 15   | 21   | 4    | 21   |

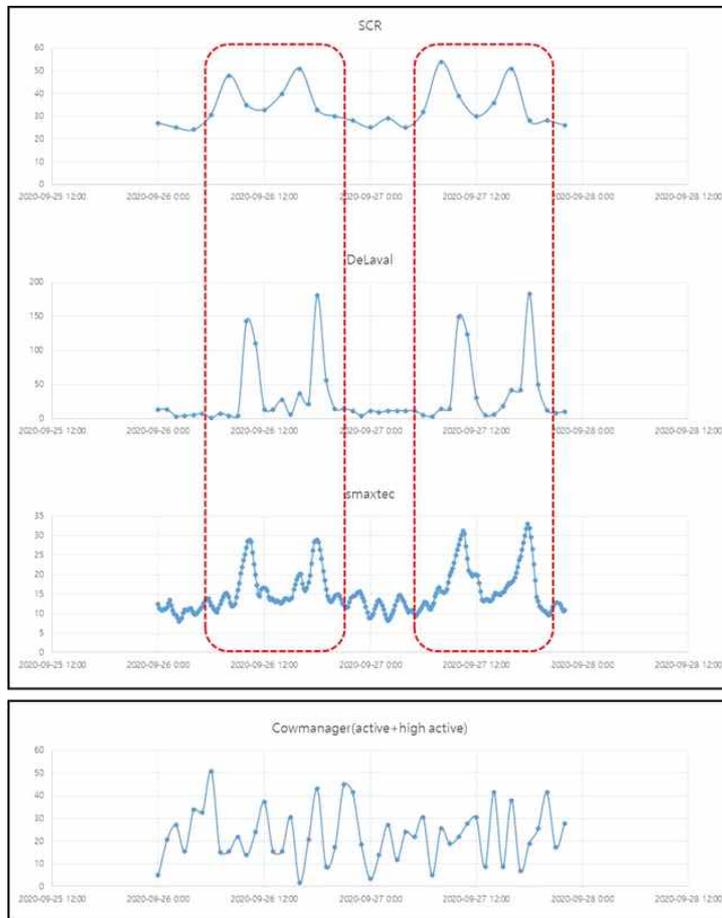
[그림3-33] DeLaval 센서(목걸이형) 데이터 수집 형식

|   | 개체 번호 | 날짜         | 시간       | 출생일        | 산차 | 반추시간 원데이터 | 일일 반추시간 | 주간 반추시간 평균 | 2시간 단위 활동량 변화 | 우군 내 활동량 변화 평균 | 일일 활동량 | 활동량 변화 | 활동량 원 데이터 |
|---|-------|------------|----------|------------|----|-----------|---------|------------|---------------|----------------|--------|--------|-----------|
| 1 | 9     | 2020-10-15 | 오전 12:00 | 2017-07-02 | 2  | 14        | 659     | 530.0      | -26.7         | -9             | 422    | -29    | 24        |
| 2 | 9     | 2020-10-15 | 오전 1:00  | 2017-07-02 | 2  |           | 659     | 530.0      |               |                | 422    |        |           |
| 3 | 9     | 2020-10-15 | 오전 2:00  | 2017-07-02 | 2  | 47        | 659     | 530.0      | -17.6         | -13            | 422    | -27    | 23        |
| 4 | 9     | 2020-10-15 | 오전 3:00  | 2017-07-02 | 2  |           | 659     | 530.0      |               |                | 422    |        |           |
| 5 | 9     | 2020-10-15 | 오전 4:00  | 2017-07-02 | 2  | 52        | 659     | 530.0      | -10.1         | -9             | 422    | -24    | 24        |
| 6 | 9     | 2020-10-15 | 오전 5:00  | 2017-07-02 | 2  |           | 659     | 530.0      |               |                | 422    |        |           |
| 7 | 9     | 2020-10-15 | 오전 6:00  | 2017-07-02 | 2  | 76        | 659     | 530.0      | -11.6         | -7             | 422    | -23    | 29        |
| 8 | 9     | 2020-10-15 | 오전 7:00  | 2017-07-02 | 2  |           | 659     | 530.0      |               |                | 422    |        |           |
| 9 | 9     | 2020-10-15 | 오전 8:00  | 2017-07-02 | 2  | 38        | 659     | 530.0      | -12.8         | -5             | 422    | -23    | 39        |

[그림3-34] SCR 센서(목걸이형) 데이터 수집 형식

### ③ 수치 표준화 모델 개발 방안 모색

- 모델 개발 방향 수립을 위하여 수집된 센서 4종의 데이터를 평가한 결과, 귀목걸이 센서 2종 및 위내삽입형 센서의 경우 유사한 패턴이 관찰되었음. 하지만 귀부착형 센서의 경우에는 다른 센서와 유사한 패턴을 찾을 수 없었음



[그림3-35] 센서 4종 데이터(\*동일 기간의 센서 데이터, 1두)

- 향후 추가 데이터 수집 및 신규 분석 방법 도입 등을 통해 센서 데이터를 보정하는 작업을 실시 하고, 통합 단위를 가지는 데이터로 변환하는 모델을 개발할 예정임
- 가속도센서(HOBO pendant G, Onset) 장착을 통한 가속도 원데이터 수집 후 센서 데이터(알고리즘을 통해 계산된 데이터)와 비교 분석 실시
- 개체별 실제 활동량을 CCTV 영상 판독을 통해 관찰자가 직접 정량한 후 센서 데이터와 비교 분석 실시
- 패턴 인식(pattern recognition) 기법을 통한 센서 데이터 4종 비교 분석 실시

[표3-20] 센서 시스템 별 활동량 데이터 생성 정보 및 통합 단위

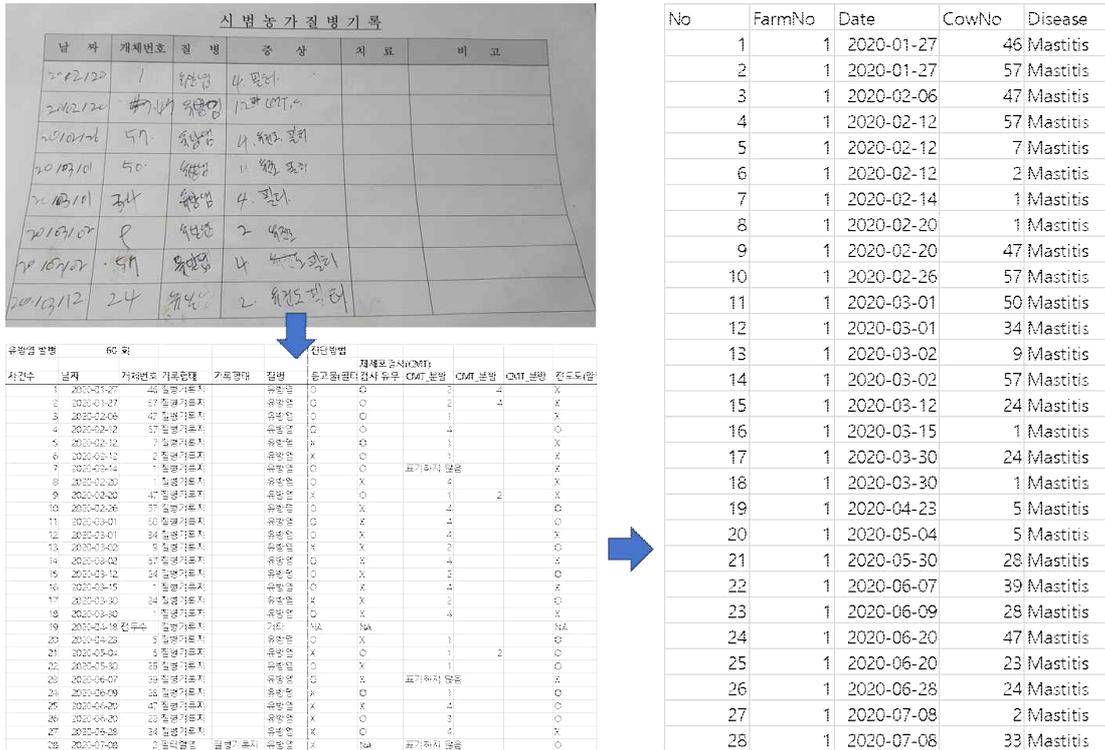
| 제품명                     | 단위                      | 개수/일 | 통합 단위(예정)                      |
|-------------------------|-------------------------|------|--------------------------------|
| ① CowManager SensOor    | minutes/hour            | 24   | unitless/hour<br>(일일 24개 값 도출) |
| ② cSense Flex tag       | unknown unit/2 hour     | 12   |                                |
| ③ Activity meter system | unknown unit/1 hour     | 24   |                                |
| ④ SmaXtec Classic Bolus | unknown unit/10 minutes | 144  |                                |

### 3.4 사양관리 과학화 모델 개발 및 검증 (4차 년도)

#### 3.4.1 ICT 융복합 빅데이터를 활용한 유방염 진단 모델의 고도화 및 검증

##### ① 유방염 진단 모델 고도화용 데이터세트 구축 및 알고리즘 선정

- 본 과제 3차 년도 초부터 4차 년도까지(2020.01. ~ 2021.10) 8곳의 연구목장들로부터 총 **460건의 유방염 사건 수집 및 DB화**
- 2020년 배부한 질병기록일지로부터 2020년도 143건, 2021년 317건의 유방염 사건이 수기로 기록되었으며, 모델 개발을 위해 수집된 기록을 DB화함



[그림3-36] 유방염 기록 DB화 과정

- 통합 게이트웨이를 통해 수집 및 프로세스된 ICT 융복합 빅데이터로부터 모델 개발용 데이터 추출 및 데이터세트화
- 유방염 진단 모델의 변수로 모든 연구목장에서 수집되는 유량, 전도도, 활동량, 온도, 습도 데이터를 활용함
- 유방염 모델 개발을 위한 데이터 세트는 머신러닝 알고리즘을 학습시키기 위하여 두 가지 형태 (유방염인 경우의 데이터 및 유방염이 아닌 경우의 데이터)를 구분하여 준비함.

[표3-21] ICT 융복합 표준테이블 리스트 내 활용 데이터

| NO | 구분   | 테이블명               | 테이블기능  | 테이블설명              | 활용 데이터  |
|----|------|--------------------|--------|--------------------|---------|
| 1  | 기본정보 | farm_info          | 목장정보   | 목장 상세 정보           | 목장번호    |
| 2  |      | cow_info           | 개체정보   | 개체 기초정보, 생일, 도태    | 개체번호    |
| 3  | 착유정보 | cow_day_production | 개체일일생산 | 개체 일일 착유횟수, 유량, 유질 | 유량, 전도도 |
| 4  | 생체정보 | cow_biosensor      | 개체생체센서 | 개체 일일 활동량, 반추시간    | 활동량     |
| 5  | 사양정보 | cow_lactation      | 개체산차   | 개체 산차 분만일, 건유일     | 산차      |
| 6  | 환경정보 | barn_environment   | 축사환경   | 축사 온습도, 공기질        | 온습도     |

○ 4종의 머신러닝 알고리즘을 활용하여 모델 구축

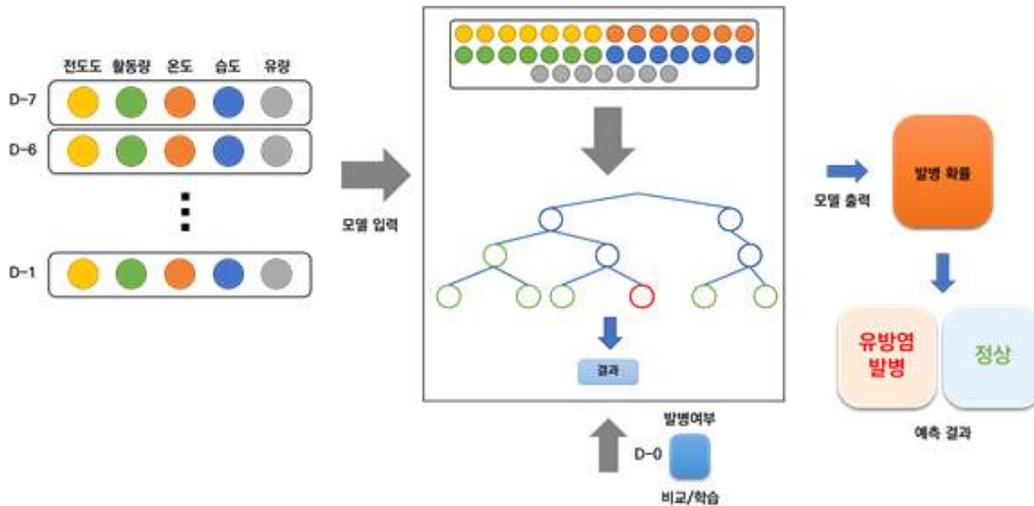
- 3차 년도에 테스트한 7가지 머신러닝 알고리즘(랜덤 포레스트, 그래디언트 부스트, 로지스틱 회귀, 나이브베이지, 서포트벡터머신, 다층 퍼셉트론, 순환 신경망) 중에서 가장 성능이 좋았던 4가지 알고리즘(랜덤포레스트, 그래디언트부스팅, 다층퍼셉트론, 순환신경망)을 선택하여 활용함

[표3-22] ICT 융복합 표준테이블 리스트 내 활용 데이터

| NO | 계열                       | 알고리즘                               |
|----|--------------------------|------------------------------------|
| 1  | 결정 나무<br>(Decision tree) | 랜덤 포레스트(Random Forest)             |
| 2  |                          | 그래디언트 부스트(Light Gradient Boosting) |
| 3  | 딥러닝<br>(Deep learning)   | 다층 퍼셉트론(Multi-Layer Perceptron)    |
| 4  |                          | 순환 신경망(Recurrent Neural Network)   |

• 랜덤 포레스트 (Random Forest)

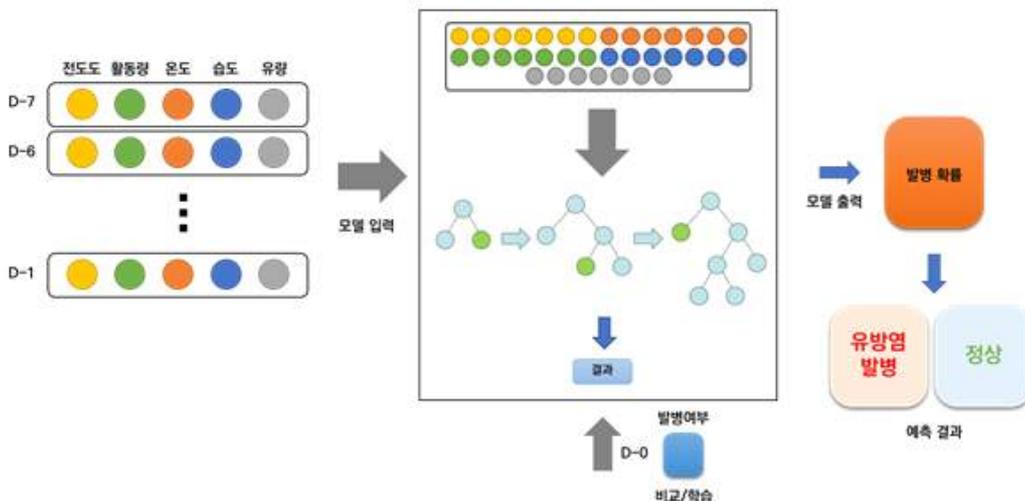
- 여러 개의 결정 트리(Decision-Tree)를 만들어 가장 적합한 결과를 도출함
- 결정 트리와 Feature의 개수를 설정할 수 있음



<랜덤 포레스트>

• 그래디언트 부스트 (Gradient-Boost, LightGBM)

- 기존의 트리 모델과 다르게 수직적으로 결정 트리를 확장하여 가장 적합한 값을 도출함

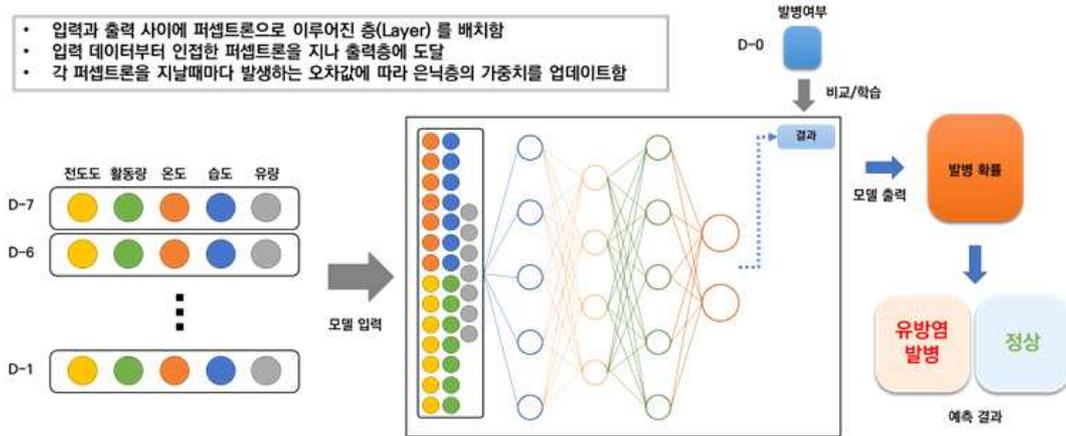


<그래디언트 부스트>

[그림3-37] 유방암 모델 개발을 위한 머신러닝 알고리즘 개념도-결정트리 계열(제3협동 제공)

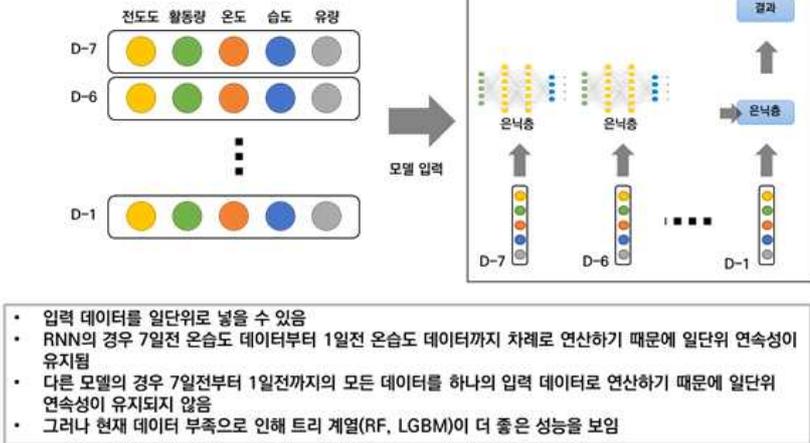
• 다층 퍼셉트론 (Multilayer Perceptron)

- 입력과 출력 사이에 퍼셉트론으로 이루어진 층(Layer)을 배치함
- 입력 데이터부터 인접한 퍼셉트론을 지나 출력층에 도달
- 각 퍼셉트론을 지날때마다 발생하는 오차값에 따라 은닉층의 가중치를 업데이트함



<다층 퍼셉트론>

• 순환 신경망 (Recurrent Neural Network)



- 입력 데이터를 일단위로 넣을 수 있음
- RNN의 경우 7일전 온습도 데이터부터 1일전 온습도 데이터까지 차례로 연산하기 때문에 일단위 연속성이 유지됨
- 다른 모델의 경우 7일전부터 1일전까지의 모든 데이터를 하나의 입력 데이터로 연산하기 때문에 일단위 연속성이 유지되지 않음
- 그러나 현재 데이터 부족으로 인해 트리 계열(RF, LGBM)이 더 좋은 성능을 보임

<순환 신경망>

[그림3-38] 유방염 모델 개발을 위한 머신러닝 알고리즘 개념도-딥러닝 계열(제3협동 제공)

② 유방염 진단 모델 고도화 및 검증

○ 유방염 예측 인자의 중요도 확인

- 3차 년도에 수행한 1차적인 유방염 진단 모델 개발에서는 일반 낙농가에서 얻을 수 있는 공통적인 변수들을 모두 유방염 예측 인자로 선택하여 모델 개발에 이용하였으나, 개별 변수가 포함됨에 따라 모델의 성능 변화를 확인하지는 못하였음.
- 따라서, 본 연차에서는 진단 모델에 사용되는 변수들의 중요도를 테스트하였음.
- 변수의 영향력을 통계적으로 확인할 수 있는 일반적인 회귀 모델이 아닌 머신러닝 모델이기 때문에, 영향력을 확인하고자 하는 변수를 모델 개발 단계에서 한 개씩 제외하며 모델의 성능을 확인하였음

[표3-23] 랜덤 포레스트 모델을 이용한 변수 중요도 테스트 결과

| 성능, % | 모델 성능 |       |       |        |        |       |        |
|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|--------|
|       | 모두 포함 | 온도 제외 | 습도 제외 | 온습도 제외 | 전도도 제외 | 유량 제외 | 활동량 제외 |
| 민감도   | 75.0  | 67.0  | 67.9  | 66.6   | 77.9   | 74.0  | 74.5   |
| 특이도   | 73.7  | 64.4  | 67.2  | 65.9   | 76.4   | 74.5  | 73.0   |
| 정확도   | 73.8  | 66.1  | 67.3  | 66.6   | 77.1   | 73.7  | 73.8   |
| 정밀도   | 80.2  | 63.8  | 70.2  | 67.5   | 77.9   | 72.5  | 73.7   |

[표3-24] 그래디언트 부스트 모델을 이용한 변수 중요도 테스트 결과

| 성능, % | 모델 성능 |       |       |        |        |       |        |
|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|--------|
|       | 모두 포함 | 온도 제외 | 습도 제외 | 온습도 제외 | 전도도 제외 | 유량 제외 | 활동량 제외 |
| 민감도   | 59.5  | 52.4  | 47.9  | 53.7   | 59.5   | 57.6  | 59.5   |
| 특이도   | 58.4  | 50.9  | 45.9  | 52.9   | 58.4   | 61.0  | 58.4   |
| 정확도   | 59.2  | 51.6  | 46.9  | 53.0   | 59.2   | 57.9  | 59.2   |
| 정밀도   | 61.4  | 54.2  | 44.8  | 54.7   | 61.4   | 56.4  | 61.4   |

[표3-25] 다층 퍼셉트론 모델을 이용한 변수 중요도 테스트 결과

| 성능, % | 모델 성능 |       |       |        |        |       |        |
|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|--------|
|       | 모두 포함 | 온도 제외 | 습도 제외 | 온습도 제외 | 전도도 제외 | 유량 제외 | 활동량 제외 |
| 민감도   | 75.8  | 68.3  | 63.3  | 55.0   | 76.6   | 73.5  | 75.4   |
| 특이도   | 75.3  | 67.5  | 62.5  | 64.2   | 75.6   | 77.0  | 75.1   |
| 정확도   | 75.7  | 67.6  | 62.6  | 55.0   | 75.4   | 73.7  | 75.2   |
| 정밀도   | 79.1  | 71.5  | 65.9  | 56.9   | 80.3   | 73.1  | 77.4   |

[표3-26] 순환 신경망 모델을 이용한 변수 중요도 테스트 결과

| 성능, % | 모델 성능 |       |       |        |        |       |        |
|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|--------|
|       | 모두 포함 | 온도 제외 | 습도 제외 | 온습도 제외 | 전도도 제외 | 유량 제외 | 활동량 제외 |
| 민감도   | 65.5  | 60.8  | 53.7  | 45.0   | 60.7   | 60.3  | 68.1   |
| 특이도   | 62.1  | 61.1  | 55.9  | 43.2   | 57.6   | 63.2  | 67.7   |
| 정확도   | 68.3  | 65.3  | 58.3  | 51.1   | 53.8   | 68.8  | 72.9   |
| 정밀도   | 71.2  | 62.2  | 50.9  | 49.8   | 59.8   | 60.2  | 70.8   |

- 그 결과, 다섯 가지의 변수(유량, 전도도, 활동량, 온도, 습도) 중 전도도를 제외하고 모든 변수가 모델의 정확도 향상에 영향을 미쳤으며, 그 중에서도 온습도가 모델의 정확도 향상에 가장 큰 영향을 미치는 주요한 변수임이 확인되었으며, 유방염 예측에 필수 인자로 확인되었음.

○ 유방염 사건 수 축적에 따른 모델 성능 변화 확인 연구

- 3차 년도에 수집된 유방염 사건은 143건으로 이 중 모델 개발에 활용 가능한 사건(데이터 필터링 기준에 만족하는 사건)은 단 30건이었으며, 해당 데이터를 이용하여 개발된 모델의 정확성은 표3-27과 같았음.

[표3-27] 3차 년도에 개발된 유방염 진단 모델의 성능 (n = 30)

| 성능, %            | 결정 나무 계열 |           | 딥러닝 계열  |        |
|------------------|----------|-----------|---------|--------|
|                  | 랜덤포레스트   | 그래디언트 부스트 | 다층 퍼셉트론 | 순환 신경망 |
| 민감도(Sensitivity) | 43.0     | 31.6      | 62.1    | 54.5   |
| 특이도(Specificity) | 51.9     | 43.3      | 62.8    | 51.2   |
| 정확도(Accuracy)    | 50.1     | 44.6      | 61.6    | 61.8   |
| 정밀도(Precision)   | 53.4     | 45.4      | 53.3    | 54.8   |

- 본 연차 상반기까지 수집된 유방염 사건은 312건이며, 이 중 모델 개발에 활용 가능한 사건은 84건으로 3차 년도에 비해 2배 이상 증가하였음.

- 증가된 데이터셋을 이용하여 모델을 다시 구축한 결과, 4종의 알고리즘 중 3가지 알고리즘에서 정확도의 향상이 확인되었음(표3.4-8)

[표3-28] 4차 년도에 개발된 유방염 진단 모델의 성능 (n = 84)

| 성능, %            | 결정 나무 계열 |           | 딥러닝 계열  |        |
|------------------|----------|-----------|---------|--------|
|                  | 랜덤포레스트   | 그래디언트 부스트 | 다층 퍼셉트론 | 순환 신경망 |
| 민감도(Sensitivity) | 61.9     | 61.7      | 55.2    | 68.0   |
| 특이도(Specificity) | 61.7     | 61.4      | 55.0    | 67.3   |
| 정확도(Accuracy)    | 62.5     | 62.7      | 55.2    | 69.4   |
| 정밀도(Precision)   | 61.8     | 62.0      | 55.3    | 65.5   |

○ 유방염 사건의 진단 방법별 분류를 통한 모델 성능 향상 연구

- 유방염은 원인에 따라 종류가 다양하며, 종류에 따라 다양한 병리학적 양상을 가지기 때문에 예측 인자의 변화 양상 또한 다양할 수 있음.
- 따라서, 연구목장으로부터 수집한 유방염 사건을 진단 방법에 따라 분류하고, 분류된 사건별로 모델을 개발하여 정확성 향상을 도모하였음.
- 해당 연구 당시 수집된 유방염 사건 수는 410건이며, 이를 진단 방법에 근거하여 분류함

[표3-29] 진단 방식에 따라 분류된 유방염 사건

| 분류   | 진단 방법           | 건수  |
|------|-----------------|-----|
| 합산결과 | 응고물(필터)         | 96  |
|      | 체세포 검사(CMT)     | 104 |
|      | 육안 확인(유방 이상)    | 86  |
|      | 전도도             | 46  |
|      | 로봇 진단           | 97  |
| 중복진단 | 응고물+CMT+전도도     | 11  |
|      | 응고물+CMT         | 20  |
|      | 응고물+전도도         | 6   |
|      | CMT+전도도         | 26  |
| 단일진단 | 응고물 단일          | 57  |
|      | CMT 단일          | 47  |
|      | 전도도 단일          | 3   |
|      | 육안 확인(유방 이상) 단일 | 61  |

\*중복진단: 여러 방법으로 동시에 진단된 경우, 단일진단: 단일 방법으로만 진단된 경우,

합산결과: 중복과 단일진단 여부와 관계없이 해당 진단 방법으로 진단된 경우

- 응고물 필터를 통해 진단된 유방염 사건만을 이용하여 모델을 구축하는 경우, 그래디언트 부스트 알고리즘으로 개발된 모델에서 높은 성능이 확인되었음

[표3-30] 응고물 필터로 진단된 유방염 사건을 이용하여 개발된 모델의 성능(97건 중 56건)

| 성능, %            | 결정 나무 계열 |           | 딥러닝 계열  |        |
|------------------|----------|-----------|---------|--------|
|                  | 랜덤포레스트   | 그래디언트 부스트 | 다층 퍼셉트론 | 순환 신경망 |
| 민감도(Sensitivity) | 64.0     | 68.6      | 60.1    | 57.1   |
| 특이도(Specificity) | 63.8     | 68.1      | 59.5    | 57.1   |
| 정확도(Accuracy)    | 64.7     | 70.2      | 60.5    | 58.3   |
| 정밀도(Precision)   | 64.2     | 68.6      | 60.6    | 56.1   |

- 체세포 테스트(California Mastitis Test; CMT)를 통해 진단된 유방염 사건만을 이용하여 모델을 구축하는 경우, 랜덤 포레스트 알고리즘으로 개발된 모델에서 높은 성능이 확인되었음.
- [표3-31] CMT로 진단된 유방염 사건을 이용하여 개발된 모델의 성능(104건 중 44개)

| 성능, %            | 결정 나무 계열    |           | 딥러닝 계열  |        |
|------------------|-------------|-----------|---------|--------|
|                  | 랜덤포레스트      | 그래디언트 부스트 | 다층 퍼셉트론 | 순환 신경망 |
| 민감도(Sensitivity) | <b>71.2</b> | 71.0      | 62.2    | 71.6   |
| 특이도(Specificity) | <b>70.9</b> | 70.5      | 61.8    | 70.9   |
| 정확도(Accuracy)    | <b>74.5</b> | 72.4      | 64.0    | 71.3   |
| 정밀도(Precision)   | <b>71.5</b> | 70.6      | 62.7    | 70.8   |

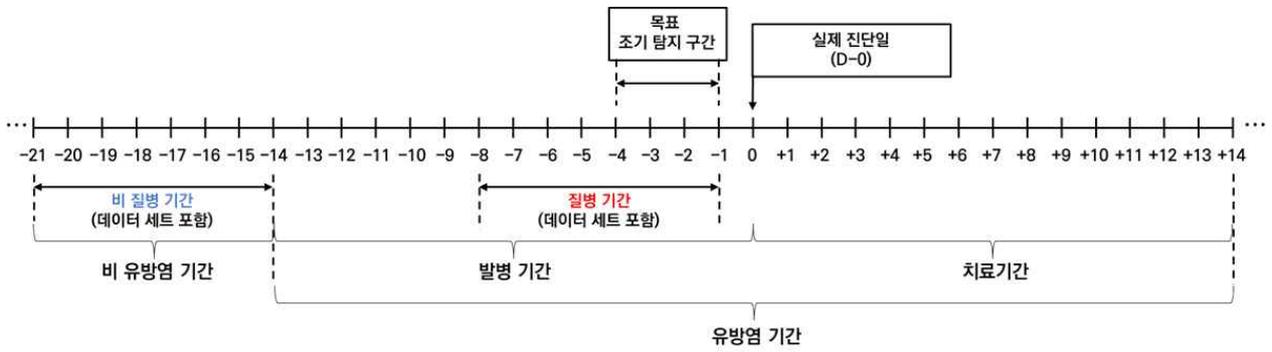
- 육안 진단(발적, 부종 등)을 통해 진단된 유방염 사건만을 이용하여 모델을 구축하는 경우, 그래디언트 부스트 알고리즘으로 개발된 모델에서 높은 성능이 확인되었음
- [표3-32] 육안으로 진단된 유방염 사건을 이용하여 개발된 모델의 성능(86건 중 40건)

| 성능, %            | 결정 나무 계열 |             | 딥러닝 계열  |        |
|------------------|----------|-------------|---------|--------|
|                  | 랜덤포레스트   | 그래디언트 부스트   | 다층 퍼셉트론 | 순환 신경망 |
| 민감도(Sensitivity) | 73.0     | <b>74.2</b> | 64.0    | 67.8   |
| 특이도(Specificity) | 72.7     | <b>73.7</b> | 63.7    | 66.5   |
| 정확도(Accuracy)    | 75.3     | <b>77.3</b> | 65.0    | 69.4   |
| 정밀도(Precision)   | 73.1     | <b>74.1</b> | 64.2    | 65.1   |

- 결과적으로, 유방염 사건을 분류하여 모델을 개발하는 것이 성능 향상에 있어 이점이 있는 것으로 확인되었음.
- 이에, 유방염 사건을 분류하여 모델을 개발하되, 추가로 데이터의 전처리 방식과 데이터의 길이 조절 연구를 수행하기로 하였음.

○ 데이터 전처리 방식 변경 및 데이터 길이 조절을 통한 조기 진단 모델 개발 연구(최종)

- 최종적으로 유방염 사건은 3차 년도부터 4차 년도까지(2020.01. ~ 2021.10) 8곳의 연구목장들로부터 총 460건이 수집되었음.
- 또한, 유방염 모델과 관련한 기간은 질병기록지에 기록된 실제 진단일(D-0)을 기준으로 이전 2주 및 이후 2주를 ‘유방염 기간’으로 정의하였으며, 이전 2주를 유방염이 발병하기까지의 ‘발병 기간’, 이후 2주를 유방염이 치유되기까지의 ‘치료 기간’으로 정의하였음(그림3.4-4).
- 이 중 ‘발병기간’에서 D-0을 기준으로 1일 전(D-1)부터 일주일 전(D-8)까지의 기간을 유방염 발병 전 병리학적 변화가 있는 ‘질병 기간’으로 정의하였으며, 이때의 게이트웨이 데이터(ICT 융복합 데이터 플랫폼)를 유방염인 경우의 데이터로 분류하였음
- D-0을 기준으로 2주 이후의 경우 유방염이 아닌 ‘비유방염 기간’으로 분류하였으며(그림 3.4-4), 이때의 게이트웨이 데이터(ICT 융복합 데이터 플랫폼)를 유방염이 아닌 경우의 데이터로 분류하였음.
- 유방염인 경우의 데이터 및 유방염이 아닌 경우의 데이터는 모델 학습에 각각 활용되었음.



[그림3-39] 유방염 진단 모델 개발을 위한 데이터 구간 설정 및 정의

- 유방염 사건에 따른 데이터 세트는 앞선 연구에서 분류하였던 것처럼 총 3가지(응고물, CMT, 육안)로 분류하였음

[표3-33] 진단 방식에 따라 분류된 유방염 사건 (n = 430)

| 분류   | 진단 방법           | 건수  |
|------|-----------------|-----|
| 합산결과 | 응고물(필터)         | 107 |
|      | 체세포 검사(CMT)     | 120 |
|      | 육안 확인(유방 이상)    | 102 |
|      | 전도도             | 46  |
|      | 로봇 진단           | 106 |
| 중복진단 | 응고물+CMT+전도도     | 11  |
|      | 응고물+CMT         | 23  |
|      | 응고물+전도도         | 6   |
|      | CMT+전도도         | 26  |
| 단일진단 | 응고물 단일          | 65  |
|      | CMT 단일          | 60  |
|      | 전도도 단일          | 3   |
|      | 육안 확인(유방 이상) 단일 | 72  |

- 데이터의 필터링 방식은 1주 내 4개 이상의 결손 데이터가 있는 경우에 삭제하는 방법을 택하였지만, 좀 더 명확한 데이터 세트에 대하여 모델을 학습시키기 위해 **결손 데이터가 존재하는 경우에 모두 삭제**하는 방법을 선택하였음.
- 데이터의 변환은 그동안 농장이나 개체를 고려하지 않고, 항목별(유량, 전도도, 활동량, 온습도)에 대해 한 번에 z-score normalization을 실시하였지만, **농장별 사용하는 장비에 따른 단위의 차이와 개체별 수준의 차이를 고려하기 위해 항목별·개체별 z-score normalization**을 실시함.
- 이 기준에 따라 모델 개발에 활용할 수 있는 완전한 데이터를 제공한 연구목장은 총 8곳 중 4곳이었으며 농장의 기본 착유 정보 및 유방염 사건 정보는 다음과 같음

[표3-34] 진단 방식에 따라 분류된 유방염 사건 (n = 430)

| 항목           | 농장 1   |        | 농장 2   |        | 농장 3   |        | 농장 4   |        | 총합     |        |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|              | 평균     | 표준편차   |
| 데이터 수        | 24,300 |        | 34,327 |        | 15,486 |        | 23,820 |        | 97,933 |        |
| 총 산차수        | 110    |        | 159    |        | 183    |        | 128    |        | 580    |        |
| 총 착유 두수      | 63     |        | 99     |        | 127    |        | 84     |        | 373    |        |
| 산차           | 2.3    | 1.43   | 2.6    | 1.77   | 2.1    | 1.31   | 2.1    | 1.21   | 2.4    | 1.52   |
| 착유일수         | 182.2  | 119.57 | 203.3  | 138.70 | 220.8  | 120.49 | 164.3  | 108.81 | 194.4  | 127.41 |
| 두당 일일 유량, kg | 29.2   | 9.29   | 33.2   | 9.16   | 23.3   | 11.84  | 33.0   | 8.73   | 30.6   | 10.20  |
| 일별 착유 두수     | 42.0   | 6.78   | 59.1   | 2.73   | 81.1   | 6.29   | 50.6   | 2.25   | 168.6  | 49.17  |

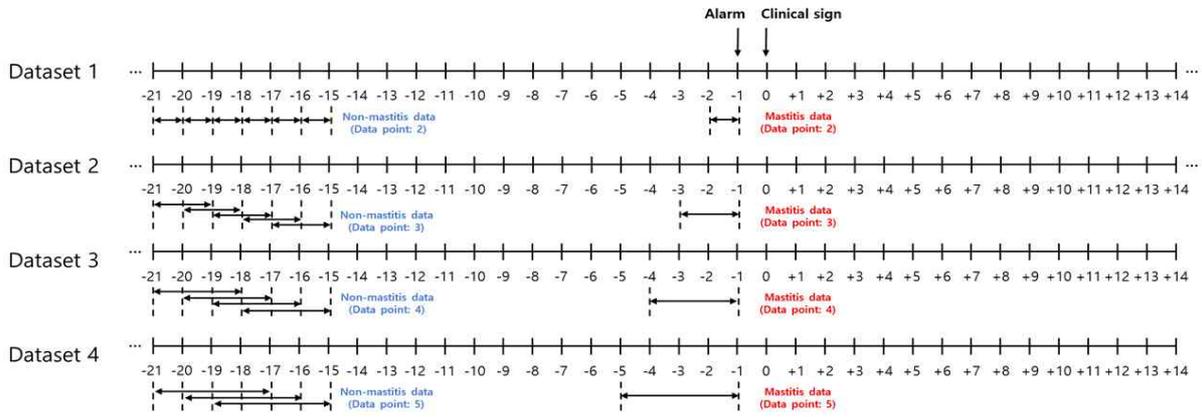
[표3-35] 진단 방식에 따라 분류된 유방염 사건 (n = 257)

| 분류                      | 농장 1      | 농장 2      | 농장 3      | 농장 4      |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 응고물(필터)                 | 39        | 0         | 66        | 35        |
| 체세포 검사(CMT)             | 11        | 18        | 41        | 0         |
| 육안 확인(유방 이상)            | 2         | 66        | 0         | 14        |
| 기타                      | 43        | 6         | 0         | 0         |
| <b>상세 정보</b>            |           |           |           |           |
| 응고물(필터)                 | 7         | 2         | 3         | 38        |
| 육안 확인(유방 이상)            | -         | 66        | 4         | 1         |
| 체세포 검사(CMT)             | 34        | -         | 35        | -         |
| 응고물+육안 확인               | -         | -         | 8         | 5         |
| 응고물+CMT                 | 32        | -         | -         | -         |
| 육안확인+CMT                | -         | -         | 6         | -         |
| 응고물+육안 확인+CMT           | -         | -         | -         | -         |
| 기타                      | 2         | 14        | -         | -         |
| <b>총 사건 수 (n = 257)</b> | <b>75</b> | <b>82</b> | <b>56</b> | <b>44</b> |

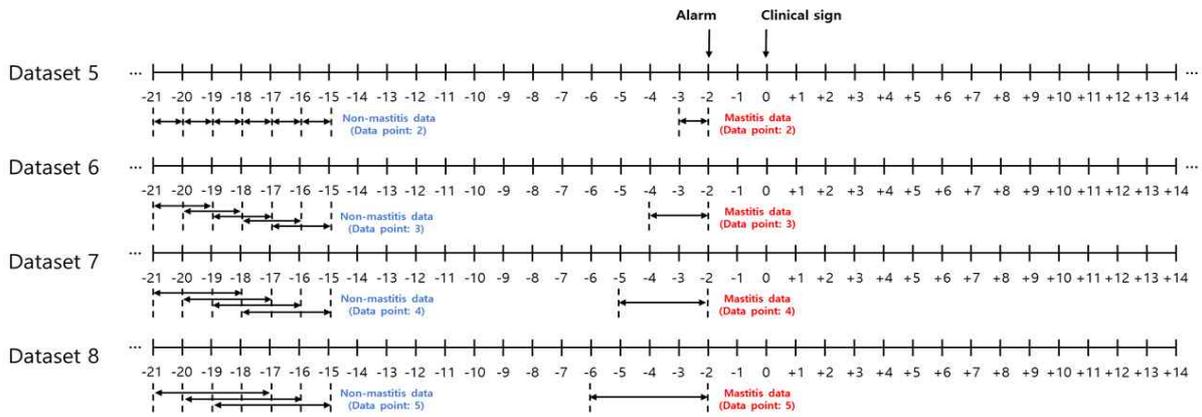
- 또한, 유방염의 조기 진단이 어느 시점부터 가능한지를 테스트하기 위해 다음과 같이 16가지의 분석 세트(진단 방법 3가지 별로 16세트, 총 48세트)를 구성하였음(표3.4-14).
- 목표 조기 진단일은 실제 목장주가 진단한 일자(D-0)로부터 1일 전, 2일 전, 3일 전, 4일 전으로 선정하였으며, 이때 필요한 데이터의 수를 목표 진단일 전 2일 치, 3일 치, 4일 치, 5일 치로 구성하였음

[표3-36] 분석 데이터 세트 구성

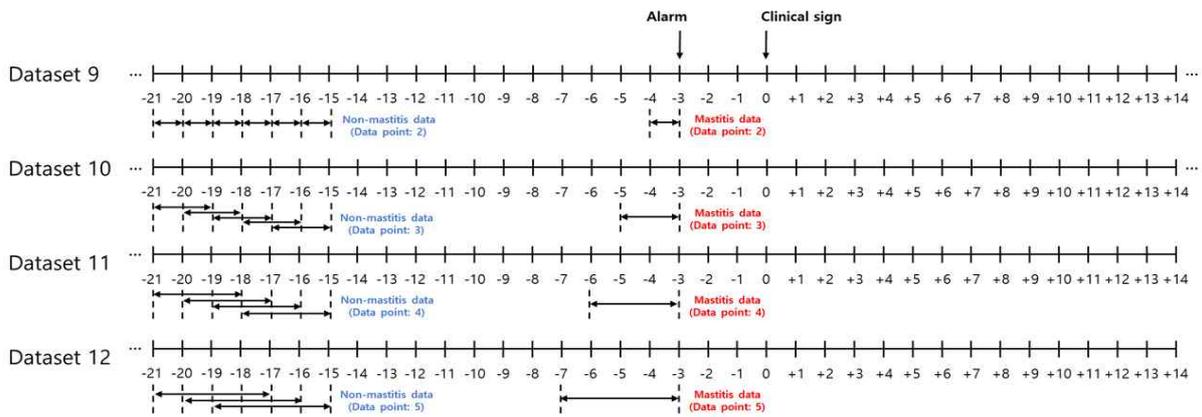
| 데이터 개수 | 목표 조기 진단일        |                  |                  |                  |
|--------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|        | -1 d<br>(진단 1일전) | -2 d<br>(진단 2일전) | -3 d<br>(진단 3일전) | -4 d<br>(진단 4일전) |
| 2개     | -2 to -1         | -3 to -2         | -4 to -3         | -5 to -4         |
| 3개     | -3 to -1         | -4 to -2         | -5 to -3         | -6 to -4         |
| 4개     | -4 to -1         | -5 to -2         | -6 to -3         | -7 to -4         |
| 5개     | -5 to -1         | -6 to -2         | -7 to -3         | -8 to -4         |



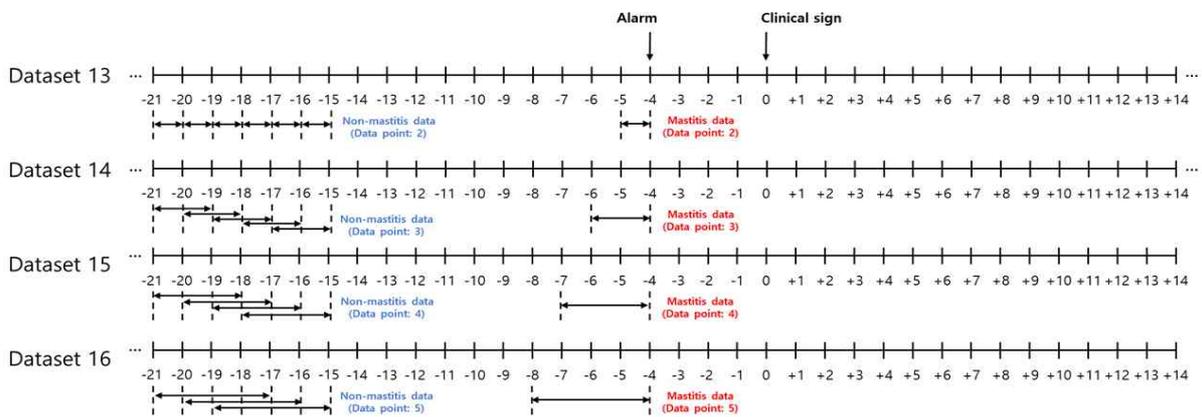
<발병 1일전 조기 진단>



<발병 2일전 조기 진단>



<발병 3일전 조기 진단>



<발병 4일전 조기 진단>

[그림3-40] 조기 진단 모델 개발을 위한 데이터 세트 구성 개요도

- 머신러닝 알고리즘은 랜덤 포레스트, 그래디언트 부스트, 다층 퍼셉트론, 순환 신경망의 4종을 모두 테스트하였으며, 성능에 대한 검증은 연구목장에서 수집한 게이트웨이 데이터를 10분할하여 9개를 학습용, 1개를 검증용으로 하는 10-fold cross validation을 이용하여 실시하였음.
- 응고물 필터로 진단된 유방염을 조기 진단하는 모델은 결정 나무 계열의 랜덤 포레스트 알고리즘으로 개발된 모델이 가장 우수한 성능을 나타내었음(표3-37 ~ 표3-40).

[표3-37] 랜덤 포레스트 알고리즘을 이용한 유방염 조기 진단 모델 성능(응고물 필터)

| 목표진단일 | 성능  | 데이터 길이      |      |      |      |
|-------|-----|-------------|------|------|------|
|       |     | 2           | 3    | 4    | 5    |
| D-4   | 민감도 | 47.7        | 54.3 | 55.3 | 59.7 |
|       | 특이도 | 47.0        | 53.9 | 55.2 | 59.3 |
|       | 정확도 | 47.2        | 54.2 | 55.5 | 59.5 |
|       | 정밀도 | 47.4        | 54.3 | 55.6 | 61.5 |
| D-3   | 민감도 | 47.3        | 51.8 | 54.5 | 55.3 |
|       | 특이도 | 46.3        | 51.1 | 53.3 | 54.4 |
|       | 정확도 | 46.6        | 51.8 | 53.5 | 54.6 |
|       | 정밀도 | 46.1        | 52.5 | 56.2 | 57.3 |
| D-2   | 민감도 | 48.8        | 54.2 | 51.8 | 52.3 |
|       | 특이도 | 48.3        | 53.3 | 51.2 | 51.5 |
|       | 정확도 | 48.5        | 53.5 | 51.6 | 52.5 |
|       | 정밀도 | 48.6        | 57.1 | 51.9 | 51.1 |
| D-1   | 민감도 | <b>67.0</b> | 58.7 | 56.2 | 57.7 |
|       | 특이도 | <b>66.5</b> | 58.1 | 55.3 | 57.1 |
|       | 정확도 | <b>66.7</b> | 58.4 | 55.7 | 57.7 |
|       | 정밀도 | <b>69.2</b> | 58.9 | 57.4 | 60.0 |

[표3-38] 그래디언트 부스트 알고리즘을 이용한 유방염 조기 진단 모델 성능(응고물 필터)

| 목표진단일 | 성능  | 데이터 길이      |      |      |      |
|-------|-----|-------------|------|------|------|
|       |     | 2           | 3    | 4    | 5    |
| D-4   | 민감도 | 47.2        | 53.0 | 51.3 | 54.0 |
|       | 특이도 | 46.7        | 51.7 | 50.2 | 52.9 |
|       | 정확도 | 47.0        | 52.3 | 51.2 | 53.6 |
|       | 정밀도 | 47.0        | 52.8 | 52.4 | 53.0 |
| D-3   | 민감도 | 46.2        | 53.8 | 47.2 | 59.0 |
|       | 특이도 | 45.1        | 52.9 | 46.5 | 57.4 |
|       | 정확도 | 45.5        | 53.5 | 47.1 | 59.3 |
|       | 정밀도 | 46.1        | 55.2 | 46.9 | 55.7 |
| D-2   | 민감도 | 48.0        | 52.7 | 57.3 | 55.2 |
|       | 특이도 | 47.0        | 52.0 | 56.2 | 53.8 |
|       | 정확도 | 47.2        | 52.4 | 57.2 | 55.3 |
|       | 정밀도 | 49.5        | 53.2 | 57.5 | 55.6 |
| D-1   | 민감도 | <b>67.2</b> | 60.7 | 59.3 | 62.5 |
|       | 특이도 | <b>66.2</b> | 60.0 | 58.6 | 61.6 |
|       | 정확도 | <b>66.7</b> | 60.4 | 59.2 | 62.5 |
|       | 정밀도 | <b>69.9</b> | 62.0 | 62.0 | 61.4 |

[표3-39] 다층 퍼셉트론 알고리즘을 이용한 유방염 조기 진단 모델 성능(응고물 필터)

| 목표진단일 | 성능  | 데이터 길이 |      |      |      |
|-------|-----|--------|------|------|------|
|       |     | 2      | 3    | 4    | 5    |
| D-4   | 민감도 | 33.8   | 46.8 | 46.5 | 47.8 |
|       | 특이도 | 32.1   | 46.4 | 45.9 | 47.3 |
|       | 정확도 | 33.5   | 47.1 | 46.9 | 47.7 |
|       | 정밀도 | 29.8   | 46.0 | 44.6 | 47.5 |
| D-3   | 민감도 | 47.5   | 55.5 | 59.0 | 56.8 |
|       | 특이도 | 46.9   | 55.0 | 58.0 | 56.1 |
|       | 정확도 | 47.5   | 55.4 | 58.2 | 56.6 |
|       | 정밀도 | 47.1   | 56.3 | 59.4 | 57.6 |
| D-2   | 민감도 | 48.3   | 53.3 | 57.5 | 50.3 |
|       | 특이도 | 47.4   | 52.0 | 56.4 | 49.4 |
|       | 정확도 | 47.7   | 52.4 | 57.4 | 49.8 |
|       | 정밀도 | 47.3   | 54.8 | 57.1 | 50.2 |
| D-1   | 민감도 | 58.7   | 47.7 | 52.7 | 55.7 |
|       | 특이도 | 58.1   | 46.3 | 51.8 | 54.8 |
|       | 정확도 | 58.4   | 47.1 | 52.6 | 55.6 |
|       | 정밀도 | 58.9   | 47.2 | 50.9 | 54.0 |

[표3-40] 순환 신경망 알고리즘을 이용한 유방염 조기 진단 모델 성능(응고물 필터)

| 목표진단일 | 성능  | 데이터 길이 |      |      |      |
|-------|-----|--------|------|------|------|
|       |     | 2      | 3    | 4    | 5    |
| D-4   | 민감도 | 33.7   | 57.5 | 48.5 | 47.7 |
|       | 특이도 | 34.2   | 57.8 | 47.6 | 46.9 |
|       | 정확도 | 31.2   | 56.8 | 47.8 | 48.6 |
|       | 정밀도 | 33.2   | 58.6 | 47.8 | 48.7 |
| D-3   | 민감도 | 47.5   | 51.7 | 57.2 | 58.6 |
|       | 특이도 | 47.1   | 51.2 | 53.3 | 53.5 |
|       | 정확도 | 45.2   | 55.1 | 53.5 | 53.2 |
|       | 정밀도 | 44.2   | 52.2 | 52.7 | 52.3 |
| D-2   | 민감도 | 41.1   | 48.9 | 53.8 | 52.2 |
|       | 특이도 | 41.8   | 48.6 | 58.5 | 54.3 |
|       | 정확도 | 41.1   | 47.2 | 58.6 | 51.2 |
|       | 정밀도 | 41.1   | 49.5 | 56.7 | 51.7 |
| D-1   | 민감도 | 52.1   | 48.9 | 52.1 | 54.2 |
|       | 특이도 | 49.5   | 49.0 | 52.7 | 51.4 |
|       | 정확도 | 50.0   | 49.1 | 57.1 | 53.1 |
|       | 정밀도 | 50.1   | 47.8 | 58.3 | 53.8 |

- 육안(유방 이상)으로 진단된 유방염을 조기 진단하는 모델도 결정 나무 계열의 순환 신경망 알고리즘으로 개발된 모델이 가장 우수한 성능을 나타내었음(표3-41 ~ 표3-44).

[표3-41] 랜덤 포레스트 알고리즘을 이용한 유방염 조기 진단 모델 성능(육안 진단)

| 목표진단일 | 성능  | 데이터 길이 |             |      |      |
|-------|-----|--------|-------------|------|------|
|       |     | 2      | 3           | 4    | 5    |
| D-4   | 민감도 | 51.3   | 51.5        | 51.2 | 49.7 |
|       | 특이도 | 49.9   | 50.5        | 50.3 | 48.7 |
|       | 정확도 | 50.7   | 51.4        | 51.3 | 50.1 |
|       | 정밀도 | 48.6   | 53.2        | 50.0 | 50.0 |
| D-3   | 민감도 | 39.5   | <b>62.5</b> | 51.5 | 54.0 |
|       | 특이도 | 38.5   | <b>62.2</b> | 50.8 | 52.4 |
|       | 정확도 | 39.2   | <b>62.3</b> | 51.1 | 53.3 |
|       | 정밀도 | 38.6   | <b>63.6</b> | 51.5 | 56.4 |
| D-2   | 민감도 | 50.0   | 50.8        | 60.0 | 46.0 |
|       | 특이도 | 49.2   | 50.5        | 59.5 | 44.9 |
|       | 정확도 | 49.6   | 51.1        | 59.7 | 46.7 |
|       | 정밀도 | 49.3   | 50.8        | 60.1 | 43.7 |
| D-1   | 민감도 | 50.0   | 52.0        | 50.8 | 51.5 |
|       | 특이도 | 49.4   | 51.5        | 49.9 | 50.6 |
|       | 정확도 | 50.0   | 52.0        | 50.0 | 51.4 |
|       | 정밀도 | 50.1   | 51.9        | 50.7 | 50.5 |

[표3-42] 그래디언트 부스트 알고리즘을 이용한 유방염 조기 진단 모델 성능(육안 진단)

| 목표진단일 | 성능  | 데이터 길이 |             |      |      |
|-------|-----|--------|-------------|------|------|
|       |     | 2      | 3           | 4    | 5    |
| D-4   | 민감도 | 50.0   | 46.3        | 54.0 | 58.3 |
|       | 특이도 | 48.5   | 44.8        | 53.0 | 57.3 |
|       | 정확도 | 49.8   | 46.6        | 53.4 | 58.0 |
|       | 정밀도 | 46.1   | 42.8        | 54.0 | 59.9 |
| D-3   | 민감도 | 36.7   | <b>61.7</b> | 52.2 | 50.5 |
|       | 특이도 | 35.4   | <b>61.5</b> | 51.0 | 49.6 |
|       | 정확도 | 36.6   | <b>61.6</b> | 51.0 | 50.0 |
|       | 정밀도 | 36.5   | <b>62.6</b> | 51.4 | 48.4 |
| D-2   | 민감도 | 53.0   | 50.3        | 44.0 | 46.8 |
|       | 특이도 | 51.9   | 49.2        | 42.7 | 46.0 |
|       | 정확도 | 52.8   | 51.1        | 43.2 | 46.7 |
|       | 정밀도 | 52.6   | 47.9        | 42.0 | 48.5 |
| D-1   | 민감도 | 57.0   | 54.8        | 49.0 | 49.2 |
|       | 특이도 | 56.0   | 53.9        | 48.6 | 48.3 |
|       | 정확도 | 57.1   | 54.1        | 50.0 | 48.7 |
|       | 정밀도 | 56.4   | 57.0        | 49.8 | 50.1 |

[표3-43] 다층 퍼셉트론 알고리즘을 이용한 유방염 조기 진단 모델 성능(육안 진단)

| 목표진단일 | 성능  | 데이터 길이 |      |      |      |
|-------|-----|--------|------|------|------|
|       |     | 2      | 3    | 4    | 5    |
| D-4   | 민감도 | 50.3   | 52.3 | 46.8 | 59.2 |
|       | 특이도 | 49.2   | 51.0 | 45.1 | 58.6 |
|       | 정확도 | 49.9   | 52.1 | 46.1 | 59.2 |
|       | 정밀도 | 51.9   | 55.6 | 43.5 | 59.4 |
| D-3   | 민감도 | 42.5   | 51.5 | 52.5 | 56.2 |
|       | 특이도 | 42.2   | 50.8 | 51.3 | 55.8 |
|       | 정확도 | 42.8   | 51.2 | 52.1 | 56.7 |
|       | 정밀도 | 42.1   | 52.1 | 53.4 | 56.3 |
| D-2   | 민감도 | 46.3   | 33.3 | 45.8 | 45.0 |
|       | 특이도 | 45.0   | 32.3 | 45.0 | 43.9 |
|       | 정확도 | 45.8   | 33.0 | 45.7 | 45.6 |
|       | 정밀도 | 45.2   | 31.1 | 45.6 | 45.0 |
| D-1   | 민감도 | 47.0   | 49.8 | 51.2 | 47.3 |
|       | 특이도 | 45.8   | 48.5 | 50.5 | 46.4 |
|       | 정확도 | 47.1   | 48.9 | 51.1 | 47.8 |
|       | 정밀도 | 44.9   | 47.8 | 51.7 | 47.3 |

[표3-44] 순환 신경망 알고리즘을 이용한 유방염 조기 진단 모델 성능(육안 진단)

| 목표진단일 | 성능  | 데이터 길이 |      |      |      |
|-------|-----|--------|------|------|------|
|       |     | 2      | 3    | 4    | 5    |
| D-4   | 민감도 | 47.3   | 49.9 | 48.1 | 57.3 |
|       | 특이도 | 48.4   | 47.9 | 49.3 | 57.3 |
|       | 정확도 | 43.2   | 49.9 | 49.0 | 57.3 |
|       | 정밀도 | 46.7   | 49.2 | 48.8 | 55.5 |
| D-3   | 민감도 | 47.1   | 47.2 | 52.0 | 56.2 |
|       | 특이도 | 43.2   | 48.3 | 53.8 | 51.2 |
|       | 정확도 | 44.4   | 41.2 | 51.1 | 51.2 |
|       | 정밀도 | 44.4   | 44.4 | 51.7 | 53.7 |
| D-2   | 민감도 | 51.3   | 49.5 | 48.7 | 42.3 |
|       | 특이도 | 50.5   | 51.1 | 47.3 | 47.6 |
|       | 정확도 | 50.1   | 52.3 | 46.2 | 46.7 |
|       | 정밀도 | 50.7   | 57.3 | 47.2 | 48.3 |
| D-1   | 민감도 | 51.2   | 53.7 | 54.2 | 47.1 |
|       | 특이도 | 52.8   | 51.2 | 53.7 | 46.5 |
|       | 정확도 | 53.0   | 53.2 | 57.5 | 42.3 |
|       | 정밀도 | 53.2   | 53.3 | 57.7 | 47.5 |

- 체세포 진단(CMT)로 진단된 유방염을 조기 진단하는 모델의 경우 딥러닝 계열의 랜덤 포레스트 알고리즘으로 개발된 모델이 가장 우수한 성능을 나타내었음(표3-45 ~ 표3-48).

[표3-45] 랜덤 포레스트 알고리즘을 이용한 유방염 조기 진단 모델 성능(CMT)

| 목표진단일 | 성능  | 데이터 길이 |      |      |      |
|-------|-----|--------|------|------|------|
|       |     | 2      | 3    | 4    | 5    |
| D-4   | 민감도 | 44.5   | 56.5 | 52.2 | 58.3 |
|       | 특이도 | 42.9   | 54.9 | 51.9 | 57.2 |
|       | 정확도 | 43.8   | 55.4 | 52.2 | 57.6 |
|       | 정밀도 | 41.4   | 56.0 | 52.5 | 60.0 |
| D-3   | 민감도 | 57.0   | 57.5 | 51.2 | 52.0 |
|       | 특이도 | 55.4   | 57.0 | 50.7 | 51.2 |
|       | 정확도 | 57.1   | 57.4 | 51.0 | 51.3 |
|       | 정밀도 | 54.2   | 56.9 | 51.2 | 51.7 |
| D-2   | 민감도 | 53.0   | 58.3 | 42.8 | 57.5 |
|       | 특이도 | 52.4   | 57.1 | 41.7 | 56.9 |
|       | 정확도 | 53.0   | 58.3 | 42.6 | 57.6 |
|       | 정밀도 | 52.9   | 59.7 | 41.0 | 58.2 |
| D-1   | 민감도 | 45.5   | 60.7 | 54.0 | 57.0 |
|       | 특이도 | 44.3   | 60.3 | 52.9 | 55.6 |
|       | 정확도 | 45.1   | 60.2 | 53.8 | 56.6 |
|       | 정밀도 | 44.1   | 61.1 | 53.5 | 54.7 |

[표3-46] 그래디언트 부스트 알고리즘을 이용한 유방염 조기 진단 모델 성능(CMT)

| 목표진단일 | 성능  | 데이터 길이 |      |      |      |
|-------|-----|--------|------|------|------|
|       |     | 2      | 3    | 4    | 5    |
| D-4   | 민감도 | 48.0   | 63.0 | 57.8 | 51.8 |
|       | 특이도 | 46.3   | 62.2 | 55.7 | 51.4 |
|       | 정확도 | 46.8   | 62.3 | 56.1 | 51.9 |
|       | 정밀도 | 45.2   | 65.8 | 62.7 | 51.6 |
| D-3   | 민감도 | 50.8   | 51.5 | 53.2 | 48.8 |
|       | 특이도 | 48.7   | 50.1 | 52.7 | 47.5 |
|       | 정확도 | 50.9   | 51.1 | 53.1 | 48.9 |
|       | 정밀도 | 51.8   | 48.7 | 53.7 | 47.1 |
| D-2   | 민감도 | 54.0   | 55.0 | 52.8 | 52.5 |
|       | 특이도 | 53.4   | 54.4 | 52.1 | 50.8 |
|       | 정확도 | 54.0   | 55.0 | 53.0 | 51.9 |
|       | 정밀도 | 54.1   | 54.1 | 54.5 | 53.1 |
| D-1   | 민감도 | 55.2   | 59.9 | 64.0 | 66.7 |
|       | 특이도 | 54.6   | 59.6 | 63.5 | 66.3 |
|       | 정확도 | 55.2   | 60.2 | 64.3 | 66.4 |
|       | 정밀도 | 56.4   | 60.9 | 66.3 | 67.9 |

[표3-47] 다층 퍼셉트론 알고리즘을 이용한 유방염 조기 진단 모델 성능(CMT)

| 목표진단일 | 성능  | 데이터 길이 |      |      |      |
|-------|-----|--------|------|------|------|
|       |     | 2      | 3    | 4    | 5    |
| D-4   | 민감도 | 45.0   | 63.5 | 48.3 | 54.2 |
|       | 특이도 | 44.1   | 62.7 | 47.5 | 54.0 |
|       | 정확도 | 44.6   | 63.0 | 48.0 | 54.2 |
|       | 정밀도 | 44.6   | 65.5 | 48.9 | 54.8 |
| D-3   | 민감도 | 57.3   | 58.0 | 55.5 | 51.5 |
|       | 특이도 | 56.6   | 56.9 | 55.2 | 51.0 |
|       | 정확도 | 57.2   | 57.1 | 55.6 | 51.4 |
|       | 정밀도 | 59.7   | 56.5 | 55.6 | 52.3 |
| D-2   | 민감도 | 47.0   | 53.0 | 51.5 | 53.5 |
|       | 특이도 | 45.5   | 50.4 | 51.0 | 52.9 |
|       | 정확도 | 47.0   | 53.0 | 51.2 | 53.1 |
|       | 정밀도 | 44.4   | 48.3 | 51.5 | 54.2 |
| D-1   | 민감도 | 44.3   | 58.3 | 57.5 | 57.0 |
|       | 특이도 | 43.4   | 57.8 | 56.6 | 56.9 |
|       | 정확도 | 43.9   | 58.2 | 57.0 | 57.6 |
|       | 정밀도 | 43.5   | 58.7 | 57.9 | 57.1 |

[표3-48] 순환 신경망 알고리즘을 이용한 유방염 조기 진단 모델 성능(CMT)

| 목표진단일 | 성능  | 데이터 길이 |      |      |      |
|-------|-----|--------|------|------|------|
|       |     | 2      | 3    | 4    | 5    |
| D-4   | 민감도 | 42.6   | 65.1 | 54.4 | 52.6 |
|       | 특이도 | 46.3   | 66.9 | 54.6 | 53.7 |
|       | 정확도 | 42.1   | 68.8 | 55.2 | 57.2 |
|       | 정밀도 | 42.8   | 69.2 | 55.8 | 51.7 |
| D-3   | 민감도 | 55.3   | 56.1 | 47.4 | 51.1 |
|       | 특이도 | 57.3   | 57.1 | 42.6 | 52.8 |
|       | 정확도 | 58.9   | 58.1 | 42.1 | 53.2 |
|       | 정밀도 | 51.2   | 55.3 | 43.3 | 57.1 |
| D-2   | 민감도 | 51.2   | 43.8 | 47.9 | 56.1 |
|       | 특이도 | 55.5   | 47.2 | 42.3 | 55.7 |
|       | 정확도 | 53.3   | 42.4 | 47.3 | 55.5 |
|       | 정밀도 | 53.9   | 43.2 | 47.8 | 57.2 |
| D-1   | 민감도 | 51.2   | 61.7 | 59.2 | 61.1 |
|       | 특이도 | 51.5   | 59.2 | 59.8 | 63.6 |
|       | 정확도 | 53.2   | 63.1 | 60.1 | 60.8 |
|       | 정밀도 | 52.2   | 62.1 | 58.2 | 60.8 |

- 결론적으로 가장 높은 예측 성능을 나타낸 모델과 그때의 데이터 길이, 조기 진단 가능일을 정리하면 표3-49과 같음.

[표3-49] 유방염 조기 진단 모델 개발 결과(종합)

| 항 목    | 유방염 필터            | 육안 진단             | CMT 검사            |
|--------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 세트     | 발병 1일전 감지 2일치 데이터 | 발병 3일전 감지 3일치 데이터 | 발병 4일전 감지 3일치 데이터 |
| 사건수    | 51건               | 48건               | 47건               |
| 알고리즘   | 그래디언트 부스트         | 랜덤 포레스트           | 순환 신경망            |
| 민감도, % | 67.2              | 62.5              | 65.1              |
| 특이도, % | 66.2              | 62.2              | 66.9              |
| 정밀도, % | 69.9              | 63.6              | 69.2              |
| 정확도, % | 66.7              | 62.3              | 68.8              |

- 본 연구의 결과는 기존 가장 높은 성능을 보고한 문헌 결과(1차 년도 리뷰)와 비교하였을 때 약 20%p 낮은 것으로 나타났음.
- 하지만, 90% 이상의 높은 예측 성능을 보고한 문헌(de Mol et al. 1997; Mele et al., 2001; Miekley et al., 2012, 2013)에서는 **조기 진단의 개념이 포함되어 있지 않음**(데이터 세트에 진단일 이후의 데이터를 포함하여 시간 창[time window]를 넓힘, 즉 양성과 음성의 구분을 더욱 강하게 함, 진단일 이후 많게는 7-10일의 데이터 포함).
- 이전 문헌들에서는 유방염을 조기에 발견하는 모델이 아닐 경우 농장주에게 도움이 되지 않기 때문에, 위 문헌들에서 사용하는 데이터 세트의 길이가 실용적이지 않다고 보고한 바 있음 (Kamphuis et al., 2008; Hogeveen et al., 2010; Khatun et al., 2017).
- 조기 진단(1일 전, 3일 전, 5일 전 진단)을 목표로 모델을 개발한 문헌(Nielen et al., 1995a; Nielen et al., 1995b; Norberg et al., 2004; Kamphuis et al., 2010a; Kamphuis et al., 2010b)들과 비교하여 본 연구에서 개발한 모델은 특이도는 낮거나 유사하였지만, 좀 더 높은 민감도를 보였음(기존 문헌의 민감도의 범위는 40%~68% 정도).
- 또한, 높은 성능을 보인 문헌들의 경우 본 연구에서 사용한 변수들보다 더 많은 종류의 변수(섭취량, 유온도 등)를 추가로 이용한 경우도 있었는데, 본 연구에서는 **추후 범용 모델로 사용하기 위한 목적으로서 모델을 개발하고자 하였기 때문에 국내에서 가장 공통적이면서도 많이 얻을 수 있는 변수로 모델을 구성하였으며, 이에 따라 변수의 종류와 개수에 제한이 있었음.**
- 추가적으로, 본 연구에서 이용한 데이터세트는 연구목장으로부터 2년간 수집한 약 9만 7천개의 일별 데이터이나, 국외에서 개발된 모델에 이용한 데이터 세트에는 기본적으로 100두~850두에 이르는 착유우로부터 50만개 이상의 일별 데이터가 포함되는 등 매우 큰 규모의 데이터가 사용되었음.
- 결론적으로, 본 연구에서는 국외에서 개발된 모델들에 비해 그 예측 성능이 더욱 향상된 모델을 개발할 수는 없었지만, 데이터 세트의 규모와 포함되는 변수의 종류와 품질에서 차이가 있다는 제한적인 상황에서 조기 진단의 목표를 기존 문헌들과 유사하게 달성할 수 있었다는 점에서 의미가 있다고 판단됨.
- 모델의 예측 성능의 경우, 제한점으로 데이터세트의 규모와 다양성이 거의 유일하기 때문에, 본 연구에서 개발한 게이트웨이를 이용한 데이터와 연구목장의 질병 기록 수집이 지속적으로 수행되어 데이터세트의 규모가 증가될 경우 충분히 향상된 결과를 얻을 수 있을 것으로 사료됨.
- 마지막으로 국외의 경우 데이터 수집의 기반과 모델 개발의 수준이 국내보다 뛰어나다는 점을 고려하여, 본 연구는 데이터 수집의 기반이 전무한 국내 환경에서 일반농가의 착유 데이터 및 발병 기록을 지속적으로 수집하고 데이터화 하여 모델을 성공적으로 개발한 최초의 연구로서 의미가 있다고 판단됨.

### 3.4.2 이기종 ICT 생체센서 데이터 수치 표준화 모델 개발

#### ① ICT 생체센서 활동량 표준화 모델 개발용 데이터베이스 구축

○ ICT 생체센서로부터 수집된 활동량 데이터베이스 구축

- 본 연구 3차 년도 충남대학교 연구 목장에 설치한 4종의 각 ICT 생체센서(표3.4-28)로부터 12,862개(120일 이상)의 젓소 활동량 데이터 확보(표3-50)

[표3-50] 표준화에 사용된 ICT 생체센서 종류 및 제조사 정보

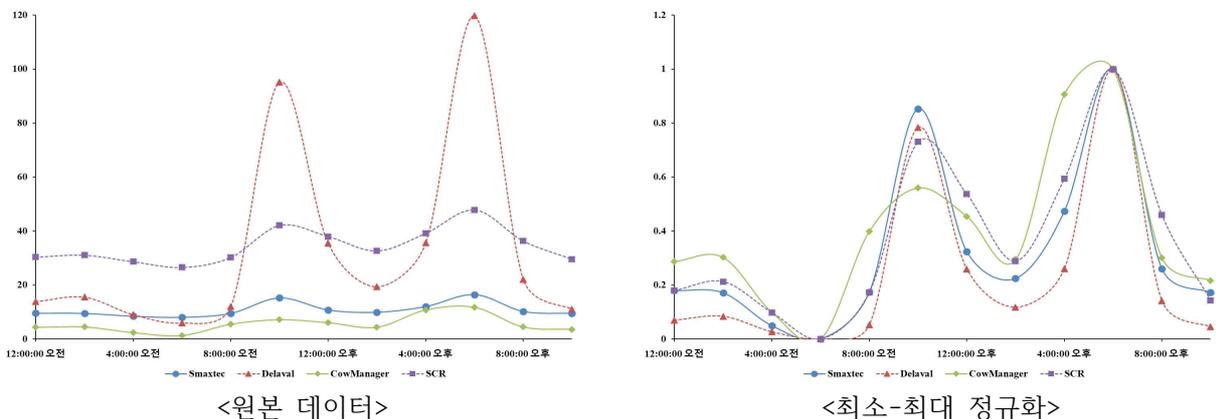
| 제품명                     | 제조사 / 제조국가                                    | 착용 위치 |
|-------------------------|---|-------|
| ① CowManager SensOor    | Agis Automatisering B.V. / 네덜란드               | 귀     |
| ② cSense Flex tag       | SCR Engineers Ltd. (Allflex Europe SA) / 이스라엘 | 목     |
| ③ Activity meter system | DeLaval International AB / 스웨덴                | 목     |
| ④ SmaXtec classic Bolus | SmaXtec Animal Care GmbH / 오스트리아              | 반추위   |

[표3-51] ICT 생체센서로부터 수집된 활동량 데이터의 기술통계량

| 항목<br>(unitless/2h) | 센서 종류   |         |            |        |
|---------------------|---------|---------|------------|--------|
|                     | smaXtec | Delaval | CowManager | SCR    |
| 데이터 수               | 12,862  | 12,862  | 12,862     | 12,862 |
| 평균                  | 10.8    | 32.8    | 5.5        | 34.3   |
| 표준편차                | 4.28    | 42.27   | 6.15       | 9.39   |
| 최소값                 | 0.2     | 0.0     | 0.0        | 22.0   |
| 최대값                 | 62.1    | 226.0   | 56.0       | 119.0  |

○ ICT 생체 센서로부터 수집된 활동량 데이터의 기초 분석

- 수집된 활동량 데이터를 이용하여 하루 24시간에 대한 각 시간대 별 평균을 산출한 결과, 센서 4종 간 활동량의 변화가 유사한 것이 확인되었으며, 이는 최소-최대(Min-Max) 정규화를 실시할 경우 뚜렷하게 확인할 수 있었음
- 상관관계 분석결과, 목걸이 센서 2종(DeLaval 및 SCR)과 반추위삽입형 센서(smaXtec)는 서로 매우 높은 상관관계( $r = 0.9$  이상)를 가지며, 귀부착형 센서(CowManager)의 경우에는 나머지 센서와 0.7 정도의 상관관계를 가지는 것으로 확인됨
- 센서별 활동량 값의 변화 및 패턴 분석을 통해 센서 측정값별 상관성이 존재할 것으로 예상하였으며, 이를 이용하면 표준화 값의 도출에 활용 가능한 모델의 개발이 가능할 것으로 판단함.



[그림3-41] ICT 생체센서 활동량 값의 시간대별 평균 그래프

[표3-52] ICT 생체센서로부터 수집된 활동량 데이터의 기술통계량

|                      | smaXtec<br>(반추위삽입형) | CowManager<br>(귀부착형) | DeLaval<br>(목걸이형) | SCR<br>(목걸이형) |
|----------------------|---------------------|----------------------|-------------------|---------------|
| smaXtec<br>(반추위삽입형)  | 1                   |                      |                   |               |
| CowManager<br>(귀부착형) | 0.85                | 1                    |                   |               |
| DeLaval<br>(목걸이형)    | 0.98                | 0.77                 | 1                 |               |
| SCR<br>(목걸이형)        | 0.95                | 0.89                 | 0.92              | 1             |

\*Hinkle et al. (2003): 없음 (0.00-0.30), 낮음 (0.30-0.50), 중간 (0.50-0.70), 높음 (0.70-0.90), 매우 높음(0.90-1.00)

② 통계적 접근 방식을 활용한 표준화 모델 개발

○ 감마함수(Gamma function)를 이용한 표준화 모델 및 성능

- 센서 시스템별 활동량 값 분포의 유사성을 바탕으로 개별 활동량 값의 차이를 센서값의 출현 확률로 표준화할 수 있는 모델을 개발하고자 하였음.
- 활동량 값의 분포를 확인하기 위한 함수로는 지수함수의 형태부터 정규분포의 형태까지 다양한 패턴을 가지는 데이터에 fitting이 가능한 감마함수를 이용함.
- 이 감마함수는 확률밀도함수(Probability density function)이므로 센서값의 출현 확률을 계산할 수 있는데, 이를 통해 각 센서별 활동량 값의 출현 확률 구간을 매칭한 후, 이 구간 값을 표준값으로 활용할 수 있음.

$$f(x;k;r) = (x+1)^{k-1} \frac{e^{-(x+1)/r}}{r^k \Gamma(k)} \text{ for } x > 0$$

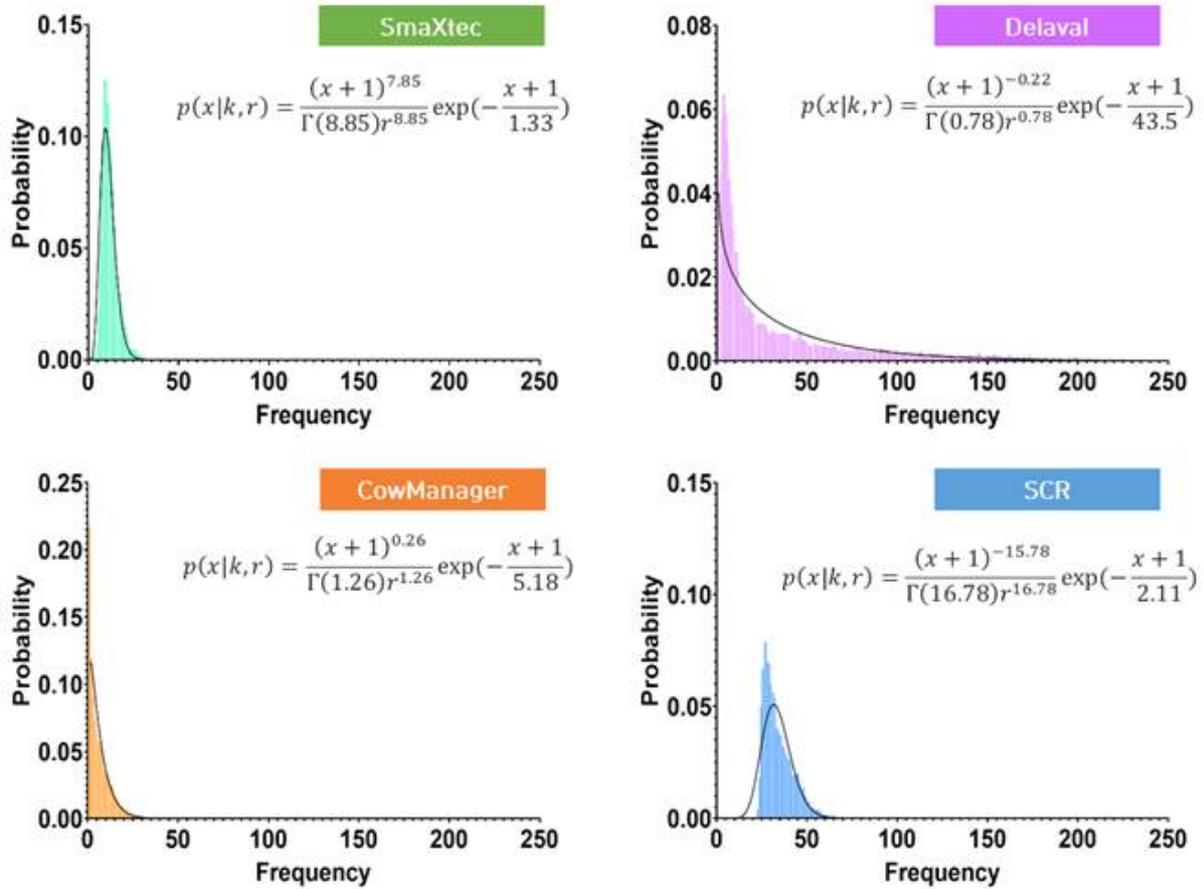
k는 형상모수, r은 척도 모수,  $\Gamma$ 는 감마함수

- 센서별 활동량 값을 토대로 확률 변수의 모수를 구하고자 최대우도추정법(maximum likelihood estimation)을 이용하여 센서값에 대한 감마 분포의 fitting을 수행함.
- Fitting은 교차검증(cross-validation)을 이용하여 전체 소 개체군에 대한 활동량 데이터의 분포 설명 모델을 개발함(표3-53).

[표3-53] 교차검증을 이용한 활동량 데이터의 감마 분포 fitting 결과

| 항목   | 센서 종류     |           |           |           |            |           |           |           |
|------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|
|      | smaXtec   |           | DeLaval   |           | CowManager |           | SCR       |           |
| 매개변수 | Shape (k) | Scale (r) | Shape (k) | Scale (r) | Shape (k)  | Scale (r) | Shape (k) | Scale (r) |
| 평균   | 8.852     | 1.331     | 0.779     | 43.494    | 1.259      | 5.176     | 16.782    | 2.106     |
| 표준편차 | 0.0022    | 0.0004    | 0.0003    | 0.0328    | 0.0005     | 0.0012    | 0.0036    | 0.0005    |

- 개발된 모델은 센서값의 분포 형태를 적절하게 설명하고 있으며, 최소제곱법을 바탕으로 계산한 모델의 설명력은 모든 센서에 대해서  $r = 0.85$  이상이었음



[그림3-42] ICT 생체 센서 시스템별 최적 감마 분포 모델 및 fitting 결과

- 개발된 확률 모델을 이용한 센서 값의 표준화는 센서의 측정값을 총 3단계(idle, normal, active)로 구분한 후, 각 센서별 누적 확률값을 계산하여 단계를 배정함.
- 이 과정에서 단계를 구분하기 위한 임계값을 변화시키면서 최적의 일치 결과를 보이는 단계 구분 확률을 결정함

[표3-54] 임계값에 따른 센서 시스템 별 3단계 구간 값의 매칭 정확도

| 임계값  |      | Idle |      |      |      | Normal |       |       |       | Active |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|--------|-------|-------|-------|--------|------|------|------|
|      |      | S    | D    | C    | SC   | S      | D     | C     | SC    | S      | D    | C    | SC   |
| 0.05 | 0.95 | 282  | 0    | 0    | 0    | 11723  | 12005 | 12005 | 12005 | 857    | 857  | 857  | 857  |
| 0.09 | 0.91 | 655  | 261  | 0    | 243  | 10895  | 11289 | 11550 | 11308 | 1312   | 1312 | 1312 | 1311 |
| 0.1  | 0.9  | 775  | 821  | 2767 | 243  | 10664  | 10620 | 8709  | 11199 | 1423   | 1421 | 1386 | 1420 |
| 0.15 | 0.85 | 1504 | 1549 | 2767 | 1578 | 9439   | 9410  | 8230  | 9383  | 1919   | 1903 | 1865 | 1901 |
| 0.2  | 0.8  | 2340 | 3096 | 2767 | 2489 | 8175   | 7486  | 7823  | 8077  | 2347   | 2280 | 2272 | 2296 |
| 0.25 | 0.75 | 3210 | 4311 | 4274 | 4156 | 6863   | 5930  | 5994  | 6086  | 2789   | 2621 | 2594 | 2620 |
| 0.3  | 0.7  | 4127 | 5200 | 4274 | 4902 | 5445   | 4704  | 5546  | 5008  | 3290   | 2958 | 3042 | 2952 |

S: SmaXtec, D: Delaval, C: CowManager, SC: SCR

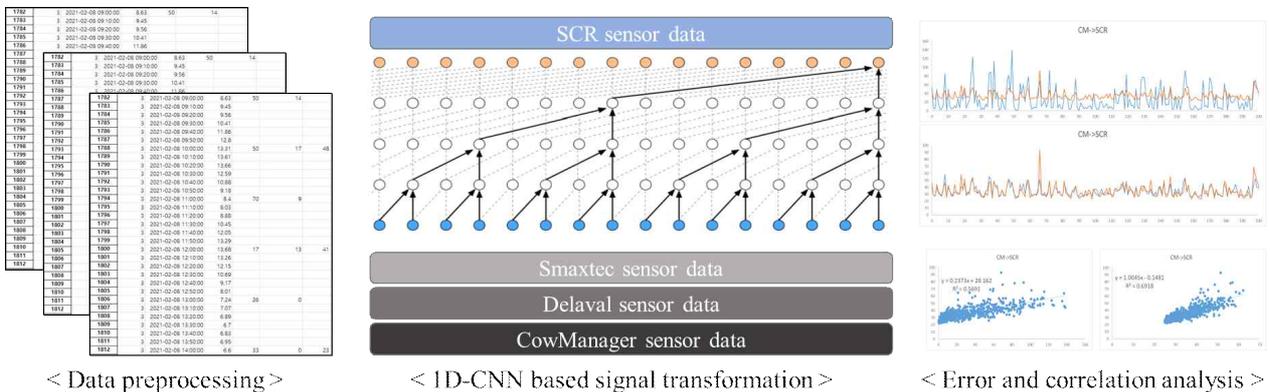
- Threshold 값이 낮은 경우 idle단계에 속하는 센서값이 거의 없는 반면 30%의 threshold에서는 유사한 개수의 분포가 단계별로 포함됨(matching에 따른 분류 정확도는 감소).

- 확률 분포의 형태 차이로 인해 idle 구간의 분포 개수는 급격히 변하는 반면 active 구간은 상대적으로 변화가 적으며 센서별 개수의 변이도 적은 편으로 보임.
- Active 구간에 대해서는 상위 9%에서 확률구간에서 99%이상의 데이터가 동일한 확률이었으며, 상위 20%에서 97%의 데이터가 센서별로 동일한 확률값을 도출함.
- 따라서 결과적으로 확률 밀도 함수 모델을 이용하여 active 구간에 대한 표준화가 가능할 것으로 보이며, 이를 통해서 발정 등의 최대 활동량에 대한 표준 측정이 센서별로 동일하게 가능할 것으로 기대됨.

### [3] 딥러닝 알고리즘을 활용한 표준화 모델 개발

○ 합성곱 신경망 모델(Convolutional Neural Network; CNN)을 이용한 표준화 모델

- 최근 신호변환 분야에서 가장 높은 처리능력을 보여주고 있는 딥러닝 모델인 합성곱 신경망 모델을 이용하여 수집된 생체 센서들의 활동량 데이터를 표준화하는 모델을 개발함

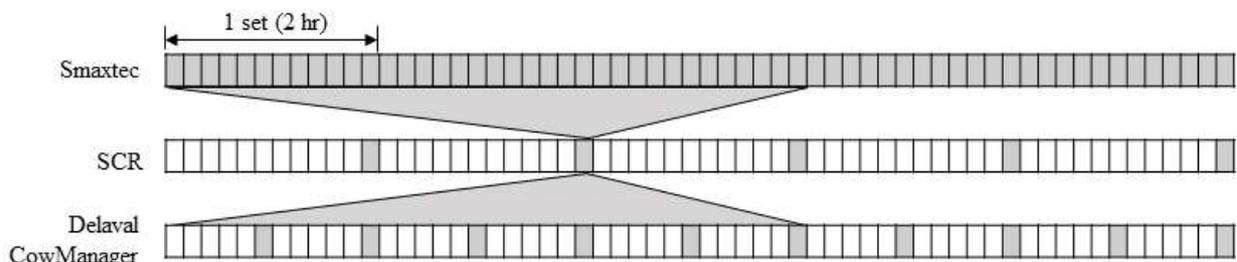


[그림3-43] 딥러닝 모델을 이용한 표준화 방법의 개요도

- 총 4종의 생체 센서는 각기 다른 측정 빈도(measuring frequency)와 표현 빈도(reporting frequency)를 가지고 있는데(표3.4-33), 사용자는 표현 빈도만을 알 수 있으므로 가장 긴 표현 빈도인 2시간을 기준(SCR값)으로 나머지 3개 센서 데이터를 표준화하기로 함

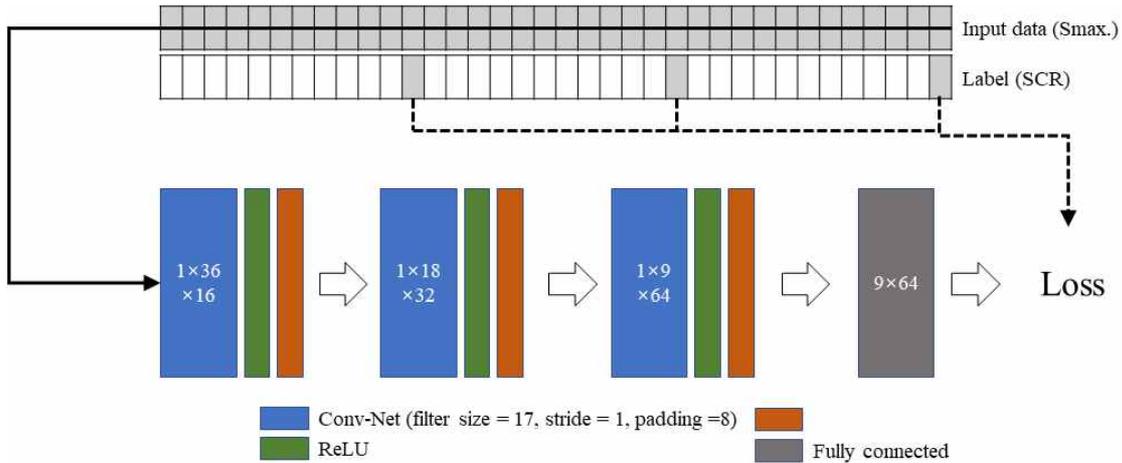
[표3-55] ICT 생체 센서 시스템 별 활동량 데이터 생성 정보 및 통합 단위

| 제품명                     | 표현 빈도                   | 개수/일 |
|-------------------------|-------------------------|------|
| ① CowManager SensOor    | minutes/hour            | 24   |
| ② cSense Flex tag       | unknown unit/2 hour     | 12   |
| ③ Activity meter system | unknown unit/1 hour     | 24   |
| ④ SmaXtec Classic Bolus | unknown unit/10 minutes | 144  |



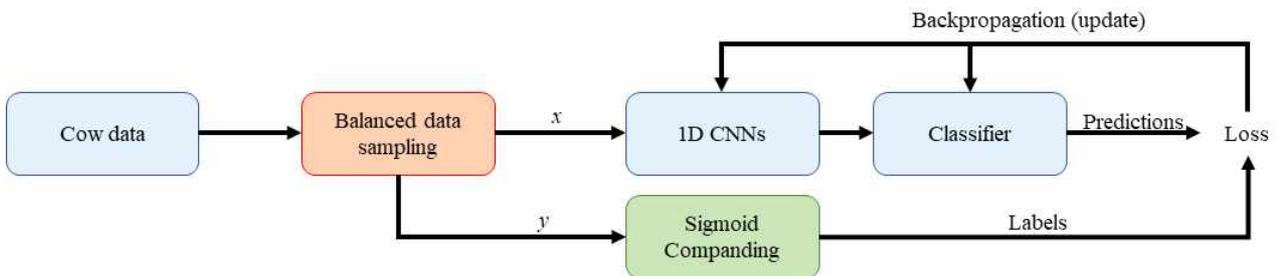
[그림3-44] 딥러닝 모델 학습을 위한 시계열 데이터 구성 방법

- 센서 데이터 간 변환을 위해 1D CNN(필터가 한 방향으로 움직임) 구조를 이용하였으며(그림 3.4-10), 학습데이터의 크기와 단위데이터의 길이를 고려하여 3개의 합성곱신경층(convolutional layer)과 1개의 완전연결층(fully-connected layer)으로 모델을 구성하였음.
- 일반적인 구조로 각 합성곱신경층에는 비선형 함수인 ReLU (rectified linear unit)과 max-pooling가 포함되어 있으며, 최종 출력은 1개의 예측된 SCR 값으로 목표 SCR 값(3개 중 중간값)과 비교하여 손실을 평가함.



[그림3-45] ICT 생체 센서 데이터 학습모델의 구조1(1D CNN)

- 모델의 학습은 feed-forward 및 back-propagation을 통해 수행하였음
- 이는 배치데이터 구성 → 특징추출(1D CNN) → 활동량 값 분류의 순서로 진행되며, 출력되는 값과 실제 SCR 값의 cross-entropy 손실을 계산하여 모델을 학습함.
- 목표인 SCR 센서값은 주요구간에서의 정밀도를 향상시키기 위해 비선형 양자화 하였으며, 이때 잡음을 최소화하기 위해 비선형 함수로 시그모이드(sigmoid)를 이용하였음.



[그림3-46] 센서 데이터 학습모델의 구조 상세(1D CNN)

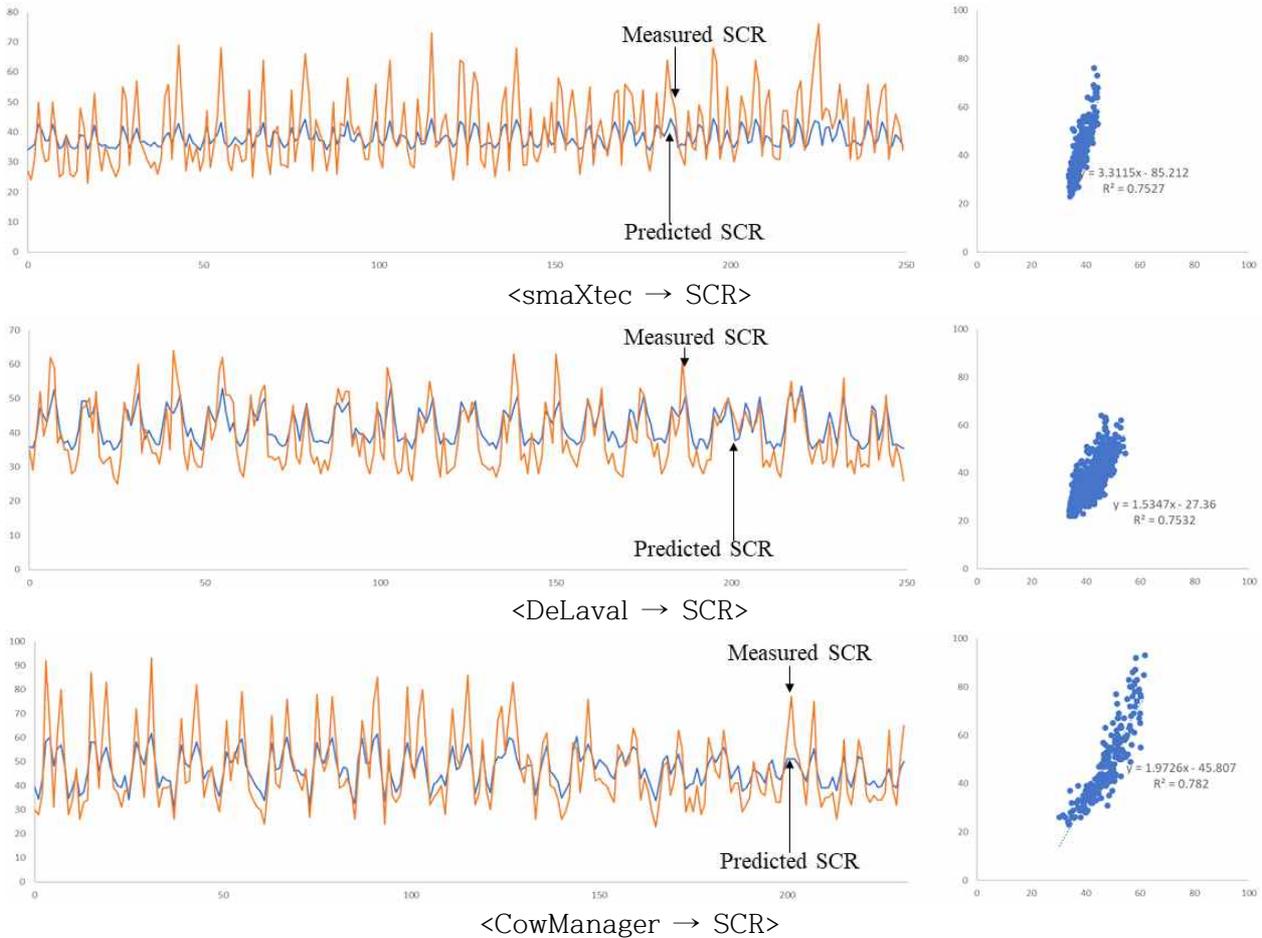
○ 합성곱 신경망 모델을 이용한 표준화 모델의 성능

- 11개 개체의 활동량 데이터를 이용하여 딥러닝 모델을 학습한 후 사용되지 않은 1개의 개체에 대해 변환을 수행한 결과, 실제값과 예측값 사이의 결정계수( $R^2$ )는 평균 0.64, 평균절대오차 (mean absolute error, MAE)는 76.6으로 나타남.
- 반추위삽입형 센서(smaXtec)의 활동량을 이용하여 SCR 활동량을 예측한 결과에서 결정계수는 0.41 ~ 0.75의 범위에서 평균 0.59 수준으로 관찰되었으며, 평균절대오차는 85.2로 나타남
- DeLaval 활동량을 이용하여 SCR 활동량을 예측한 결과 다른 2개의 센서에 비해 상대적으로 높은 성능을 보여주었으며, 결정계수는 0.59 ~ 0.75의 범위에서 평균 0.67, 평균절대오차는 76.6으로 나타남

- CowManager 활동량을 이용하여 SCR 활동량을 예측한 결과 결정계수는 0.51 ~ 0.78의 범위에서 평균 0.65 수준으로 관찰되었으며, 평균절대오차는 68.0으로 나타남

[표3-56] ICT 생체 센서 시스템 별 활동량 데이터 변환 결과

| 항목            | 센서 종류                  |                        |                        |
|---------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|               | smaXtec                | DeLaval                | CowManager             |
| 데이터 수         | 1045                   | 1045                   | 1045                   |
| 결정계수( $R^2$ ) | 0.59<br>( $r = 0.77$ ) | 0.67<br>( $r = 0.82$ ) | 0.65<br>( $r = 0.81$ ) |
| 평균절대오차(MAE)   | 85.2                   | 76.6                   | 68.0                   |



[그림3-47] 센서 시스템 별 활동량 데이터 표준화 결과

- 세 개의 센서로부터 수집된 활동량 값을 SCR의 센서 값으로 표준화하는 모델을 개발한 결과, 모델이 변환한 값과 실제 값과의 상관관계( $r$ )가 0.8가량으로 높은 것이 확인되었음.
- 이는 이종 센서 간 생성되는 데이터를 모델을 통해 성공적으로 표준화할 수 있음을 의미함.

#### 4. 제3협동기관(중앙대학교)

#### 4.1 원유 생산량 예측을 위한 젖소 표준 생육주기모델 개발

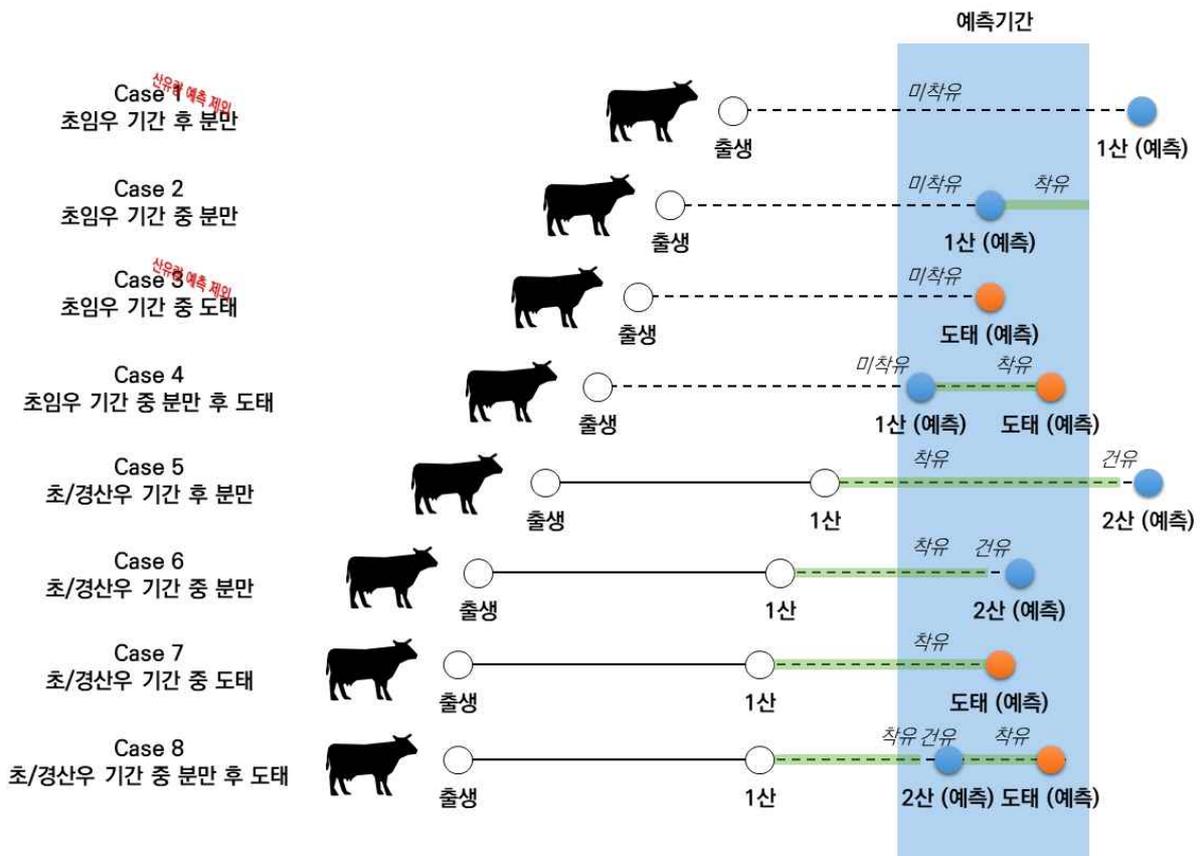
##### 4.1.1 젖소 표준 생육주기모델 개발

###### ① 젖소 표준 생육주기모델 정의

○ 원유 생산량 예측을 위해 젖소의 표준 생육주기모델 정의

- 기존의 대단위 착유량 예측은 대단위에서의 산차별 착유두수와 착유량을 기반으로 이루어지나 이는 더 작은 단위(지역, 농가)에서 발생하는 지역적 특성을 고려하지 않기 때문에 본질적으로 작은 분석 단위에서 발생하는 변동성을 충분히 예측하지 못함
- 특히 기존의 생산예측은 대단위 데이터에 적합시킨 선형회귀모델을 이용하여 이루어지나 양질의 다양한 데이터가 축적되는 상황에서 이러한 모델은 영속적으로 사용할 수 없음. 다시 말해 기존 모델은 수집되는 데이터의 종류나 형태, 품질, 데이터 분포의 변화 등에 종속되어 주기적으로 모델을 새로 제작해야 함
- 이 연구에서는 젖소의 표준 생육주기를 모델링하여 각 목장을 시뮬레이션하고 이를 토대로 특정 시점에서의 착유 두수와 산유량을 예측하고자 함. 이 방법은 원유 생산량을 대단위에서 분석하는 기존 방법과 달리 개체 단위에서의 개체 이력상태와 원유 생산량을 예측하는 것을 목표로 함. 이는 곧 낙농 ICT 빅데이터가 원유 생산량 예측모델에 개입할 수 있는 여지를 확대하여 유연하고 확장성있는 모델을 구성할 수 있음을 의미함
- (그림4-1)는 젖소의 표준 생육주기를 시간 흐름에 따라 시각화한 것이며, 젖소의 출생부터 도태까지 사양관리 관점에서 발생하는 사건을 나열한 것임. 이 때 예측유형은 분만경험 유무, 예측기간 중 분만 또는 도태 발생 여부에 따라 총 8가지로 구분됨. 한편, 유형5부터 유형8까지의 도식은 시각적 편의를 위해 초산우를 기준으로 작성됨

[그림4-1] 젖소의 표준 생육주기 모형



- 젓소의 표준 생육주기모델은 일반적으로 젓소에게서 발생할 수 있는 수준의 데이터를 수용할 수 있도록 설계되었으며, 이는 구체적으로 △이력정보, △사양정보, △착유정보로 구성됨
- 이력정보는 젓소의 개체정보와 농가정보로 구성되며 젓소의 개체번호(이력제번호 등), 출생일, 도태일, 모개체번호, 목장번호, 집유조합, 지역, 목장명, 대표자명으로 구성됨
- 사양정보는 산차별 송아지 개체번호, 분만일, 수정일, 임신일, 사산여부로 구성됨
- 착유정보는 산차별 착유일, 착유일령, 착유량, 착유곡선 군집정보, 체중, 활동량, 반추시간, 사료 섭취시간, 물 음용시간, 체세포수, MUN 수치, 유지방, 유단백, 고형물 등 다양한 착유관련 지표로 구성되며 착유일령에 따른 시계열 데이터로서 구성됨

#### ○ 표준 생육주기모델 전제

- 표준 생육주기모델은 1년의 예측 기간을 상정하여 설계되었기에 예측 기간 중 최대 한 번의 분만과 도태만을 예측할 수 있음 (1분만 1도태 모델)
- 표준 생육주기모델은 1년 이상의 예측 기간에 대해서도 예측치를 제공하나 이 경우 표준 생육주기모델의 전제를 위배하기에 높은 예측력을 보장하지 않음
- 이 연구에서 개발된 표준 생육주기모델은 데이터 부족과 모델 복잡성 문제로 위해 인공수정 정보와 임신일 정보를 활용하지 않고 있으며 가장 기초가 되는 데이터인 개체의 출생일과 분만일, 도태일만을 사용함

### 2 표준 생육주기모델 내부 모델

#### ○ 표준 생육주기모델 내부 모델 정의

- 표준 생육주기모델은 개체의 이력상태와 착유상태를 예측하기 위해 도태판단모델, 도태일자 예측모델, 분만일자 예측모델, 비유곡선 모델의 총 네 가지 내부 모델을 보유
- 표준 생육주기모델의 내부 모델들은 표준 생육주기모델의 유연한 사용을 위해 설계가 유보되어 있으며 모듈식 설계를 통해 모델의 개별 고도화가 가능하도록 구성됨
- 도태판단모델과 도태일자 예측모델, 분만일자 예측모델은 모두 예측기간에 따라 모델 입출력이 변화하기 때문에 표준 생육주기모델을 운용할 때에는 통계 산출기간과 예측기간을 바탕으로 위의 세 가지 내부 모델들을 먼저 준비하여야 함

#### ○ 도태판단모델

- 도태판단모델은 젓소의 생육정보와 착유정보, 농가 경제정보 등을 바탕으로 개체가 주어진 예측기간 내에 도태될지를 판단하는 분류모델임
- 도태일자 예측모델과 별도로 도태판단모델이 필요한 이유는 생산예측에 있어 분만예측보다 도태예측이 월등히 어렵기 때문이며 분만예측에 비해 필요한 데이터가 상당수 부족할 것으로 예상되기 때문

#### ○ 사산판단모델

- 사산판단모델은 젓소의 생육정보와 착유정보, 농가 경제정보 등을 바탕으로 개체가 사산될지를 판단하는 분류모델임

#### ○ 도태일자 예측모델

- 도태일자 예측모델은 젓소가 예측기간 내에 도태되는 것을 가정한 상황에서 예측기간 직전의 출생 혹은 분만일로부터 며칠 후에 도태될지를 예측하는 회귀모델이며 이때의 도태일수는 젓소의 생육정보와 착유정보, 농가 경제정보 등을 바탕으로 결정됨

- 예측된 도태일자가 예측기간을 벗어나는 경우 예측 최종사건일(예측시작일 혹은 분만예측일)에 도태된 것으로 간주

○ 분만일자 예측모델

- 분만일자 예측모델은 젖소의 생육정보와 착유정보, 농가 경제정보 등을 바탕으로 예측기간 직전의 출생 혹은 분만일로부터 며칠 후에 분만할지를 예측하는 회귀모델임
- 예측된 분만일자가 예측기간을 벗어나는 경우 해당 개체는 분만하지 않는 것으로 간주
- 예측기간을 벗어난 분만일자 예측에 대한 처리가 도태일자 예측모델에서의 경우와 다른 것은 도태일자 예측모델은 분만일자 예측모델과 달리 도태판단기와 함께 운용되어 예측기간 내에 반드시 도태될 것을 가정하기 때문

○ 비유곡선 모델

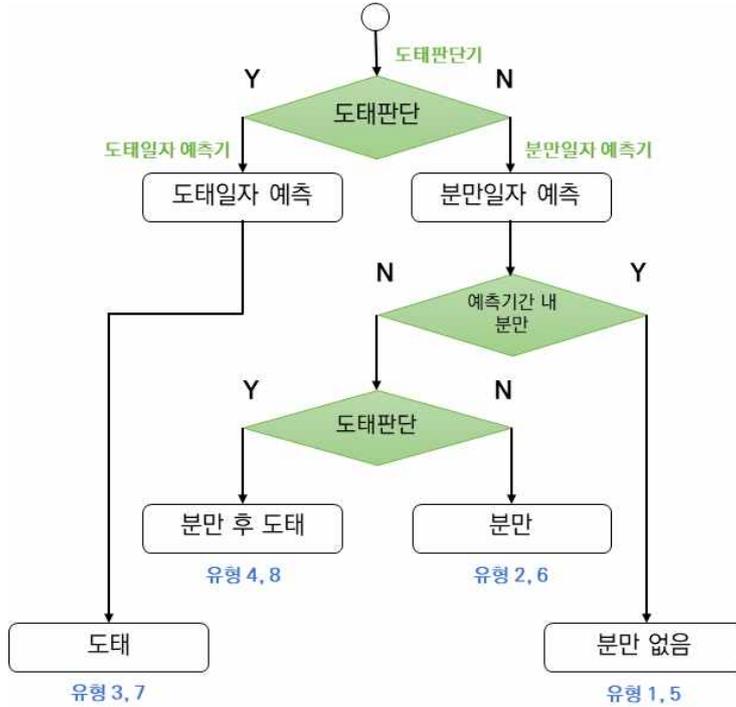
- 비유곡선 모델은 젖소의 착유량 예측에 직접적으로 활용되는 모델로서 젖소가 가지는 일반적인 비유곡선 특성을 모델링한 것임
- 비유곡선의 모델링은 비교적 오랜 기간 연구되어왔으며 그 결과 통계를 이용한 대수적 (Algebraic) 모델이나 개체 특성을 반영한 기계적(Mechanistic) 모델과 같은 모수적 접근 방법이 지배적으로 제시됨 (Cunha et al., 2010). 최근에는 비모수적인 접근 방식을 채택하는 머신러닝 및 딥러닝 기반 비유곡선 모델링이 연구되고 있음 (Murphy et al., 2014)
- 표준 생육주기모델에서 사용하는 비유곡선 모델은 단순히 한 젖소가 착유시작일로부터 착유 종료일까지 매일 몇 리터의 우유를 생산했는지로 나타내어지며 매일의 착유량을 정의하는 방법에는 제약을 두지 않음. 이에 젖소 개체특성을 고려한 비유곡선 모델 고도화가 가능함

③ 젖소 표준 생육주기모델 정의

○ 표준 생육주기모델 이력 예측 알고리즘

- 표준 생육주기모델은 (그림4-1)과 같이 예측 기간 내에서 분만과 도태 사건을 각기 예측함
- 도태 사건은 분만 사건보다 예측 기간 내에서의 영향력이 크기 때문에 표준 생육주기 모델의 이력 예측 알고리즘은 도태 판단을 시작으로 함 (분만 후 도태는 가능하나 도태 후 분만은 불가능)
- 도태 판단과 도태일자 예측, 분만일자 예측은 도태판단모델과 도태일자 예측모델, 분만일자 예측모델을 통해 이루어지며 표준 생육주기모델은 이들에 대한 구현을 유보하여 모델 확장성을 확보함

[그림4-2] 표준 생육주기모델의 예측 알고리즘



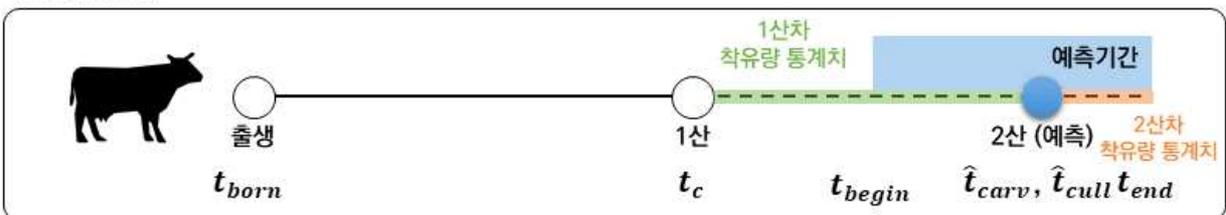
- 예측 기간 내에 분만된 개체는 사산판단모델을 이용하여 사산여부를 판단하고 해당 개체가 사산되지 않은 경우 (그림4-2)와 같이 도태판단기와 도태일자 예측모델을 이용하여 도태여부를 결정함

○ 표준 생육주기모델 착유량 예측 알고리즘

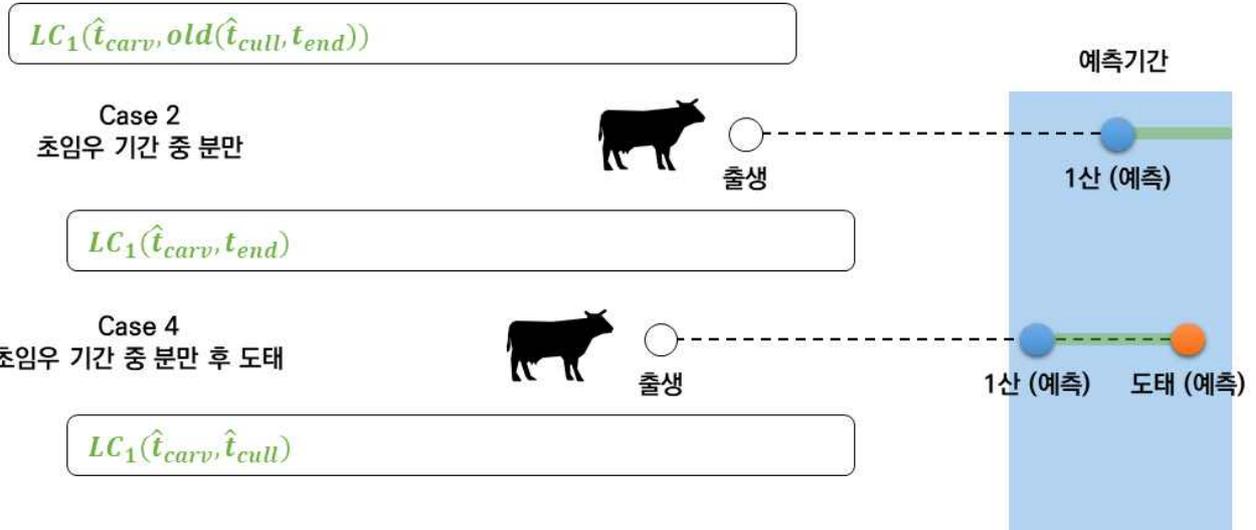
- 표준 생육주기모델의 착유량 예측은 (그림4-1)에서 정의한 8가지 유형의 예측 형태 중 총 6가지에 대해 이루어지며 한 예측기간 내에 최대 2가지의 비유곡선 모델이 사용됨 (최대 2개 산차 보유)
- 착유량 예측은 (그림4-3)과 같이 예측기간 직전의 사건일(출생일 또는 분만일)을 기준으로 이루어지며 각 예측유형별로 예측기간 내에서의 비유곡선이 모델링됨. 착유량 예측은 모델 구조에 따라 초산과 분만없음, 경산의 세 가지 유형으로 나뉘어 각 (그림4-4)와 (그림4-5), (그림4-6)으로 나타내어짐. 이 때 경산과 관련된 용어와 도식은 시각화 편의를 위해 초산우를 기준으로 작성됨
- 한편 착유량 예측 알고리즘은 비유곡선의 형태와는 불문하고 예측에의 적용에 대해서만 정의하고 있음
- 착유량 예측 과정에는 비유곡선과 관련된 개체, 지역 혹은 계절 등에서 도출되는 다양한 인자를 가미할 수 있으며 이 연구에서는 계절에 따른 착유량변화와 권역별 착유량 정도를 반영하기 위해  $\Delta$ 계절지수와  $\Delta$ 권역별 305일 유량성적을 통한 착유량 보정이 이루어짐

[그림4-3] 표준 생육주기모델의 착유량 예측 용어정의 모식도

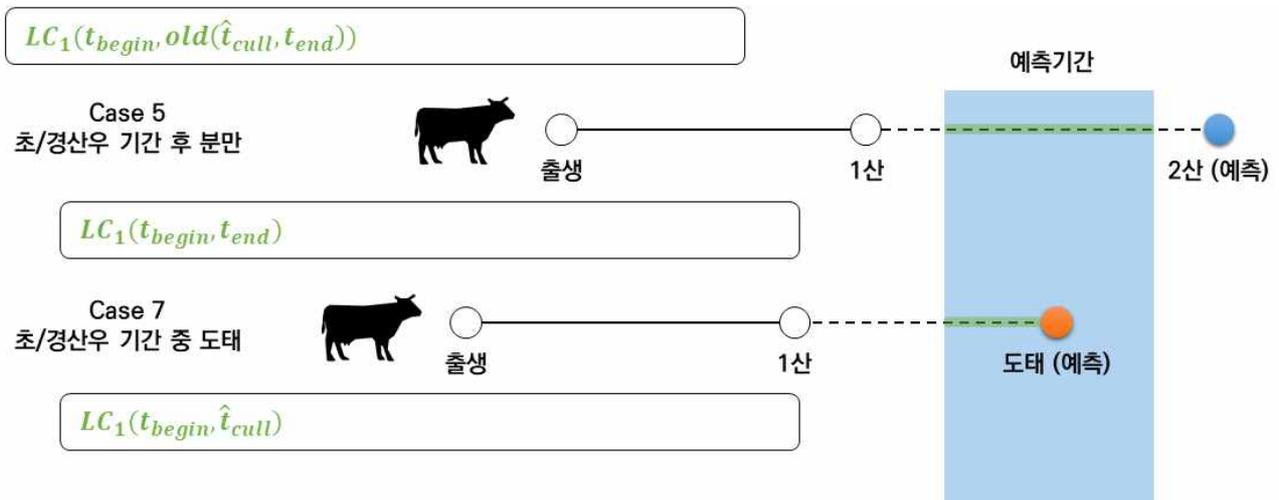
<Notation>



[그림4-4] 초산이 예측되는 경우에서의 착유량 예측



[그림4-5] 분만이 예측되지 않는 경우에서의 착유량 예측



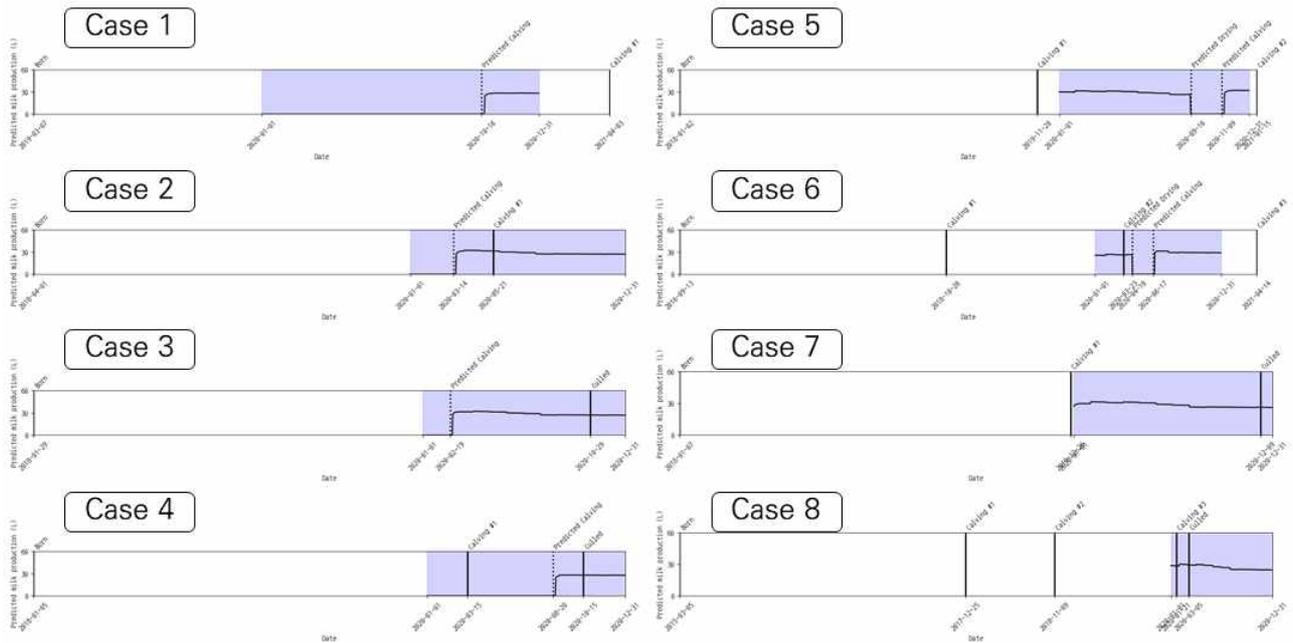
[그림4-6] 경산이 예측되는 경우에서의 착유량 예측



○ 원유 생산량 예측

- 젖소의 표준 생육주기 모델은 한 젖소에 대해 특정 기간 동안의 두수정보 변화(분만, 도태)와 착유정보를 집계할 수 있으며 그 결과 각 개체는 (그림4-7)과 같이 원유 생산량이 예측됨

[그림4-7] 각 예측유형별 개체 원유 생산량 예측결과 도식



\* 비교를 위해 개체의 모든 이력정보를 도식화하였으며 파란색 영역은 예측기간을 의미  
 \*\* 원유 생산량은 예측기간 내에서만 표시

- 표준 생육주기 모델을 목장, 지역, 권역 단위로 집계함으로써 상향식 통계를 구성할 수 있음
- 편향-분산 상충관계(bias-variance trade-off)에 따라 표준 생육주기모델이 제공하는 예측 결과는 보다 대단위에서 집계될수록 정확해지며 모델 예측 단위가 협소해질수록 부정확해짐

#### 4.1.2 가용 데이터

○ 축산물품질평가원 이력제데이터

- 축산물품질평가원에서 제공하는 이력제데이터는 개체번호와 모개체번호, 목장번호, 지역명, 사건, 날짜로 구성되어 있으며 젖소와 육우 데이터를 분리하여 관리함
- 이력제 데이터 중 출생 전 분만, 사망 후 분만, 비정상적인 수의 다태분만 등 전처리가 필요한 데이터가 다수 발견되어 데이터 신뢰성이 떨어짐
- 낙농진흥회에서 이를 일차적으로 가공하여 지역명, 농가코드, 개체코드, 모개체코드, 출생일자, 도태일자, 각 산차별 출생일자와 개월수, 송아지 육우여부, 송아지 개체코드 형태로 재구성함
- 2012년 이전의 데이터는 신뢰하기 어려운 것으로 판단하여 2012년 이후의 데이터만을 사용

○ 젖소개량사업소 검정성적데이터

- 젖소개량사업소는 젖소의 개체별 검정성적자료를 제공하며 이는 목장명, 축주명, 조합코드, 농가코드, 관리번호, 이력제코드, 생일, 검정월, 산차, 착유일수, 유량, 유지율, 단백질, 고품유, 305일 유량, 305일 유지량, 305일 단백질, 305일 고품량, 체세포수, 분만일, 분만코드.

건유일, 분만간격, 제적코드, 제적일로 구성됨

- 보유한 개체별 검정성적데이터는 총 1,364마리의 젓소에 대한 것이며 축산물품질평가원의 이력제데이터 상에 존재하는 588,260마리의 젓소 중 727마리의 젓소에 대해서만 검정성적데이터가 존재하였음. 이에 개체별 검정성적데이터는 생산예측에 활용하기에는 어렵다고 판단하여 권역별 검정성적데이터를 활용함
- 권역별 검정성적데이터는 낙농진흥회에서 설정한 권역에 대해 연도, 권역, 농가수, 평균산차, 산차, 경산우두수, 착유두수, 월령, 초산월령, 착유일수, 305일유량, 305일유지율, 분만간격, 체세포 정보로 구성되어있으며 이들을 국지단위 통계량으로서 활용하여 생산예측이 가능함

○ 낙농진흥회 권역정보

- 전국을 여러 개의 권역으로 재구성하고 권역별 통계자료를 바탕으로 권역단위 원유생산량을 예측하고자 하였음
- 전국 각 지역을 권역으로 군집화하기 위해 (표4-1)과 같은 군집화 특징을 사용하였고 그 결과 각 특징 간 (그림4-8)과 같은 상관관계가 존재함을 확인함 (Pearson 상관계수)

[표4-1] 권역 군집화를 위한 특징 설정

| 번호 | 특징               | 분류      | 약칭       | 특성     |
|----|------------------|---------|----------|--------|
| 1  | 5년 평균 호당 생산량     | 생산성     | 호당 생산량   | 클수록 좋음 |
| 2  | 5년 평균 호당 생산량 증감률 | 생산성(추세) | 생산량 증감률  | 클수록 좋음 |
| 3  | 두당 산유량           | 생산성     | 두당 산유량   | 클수록 좋음 |
| 4  | 경산우 비율           | 생산성     | 경산우 비율   | 클수록 좋음 |
| 5  | 호당 경산우 사육두수      | 사육규모    | 경산우 사육두수 | 클수록 좋음 |
| 6  | 위도, 경도           | 지역성     | 거리정보     |        |

[그림4-8] 권역 군집화 특징 간 상관관계표



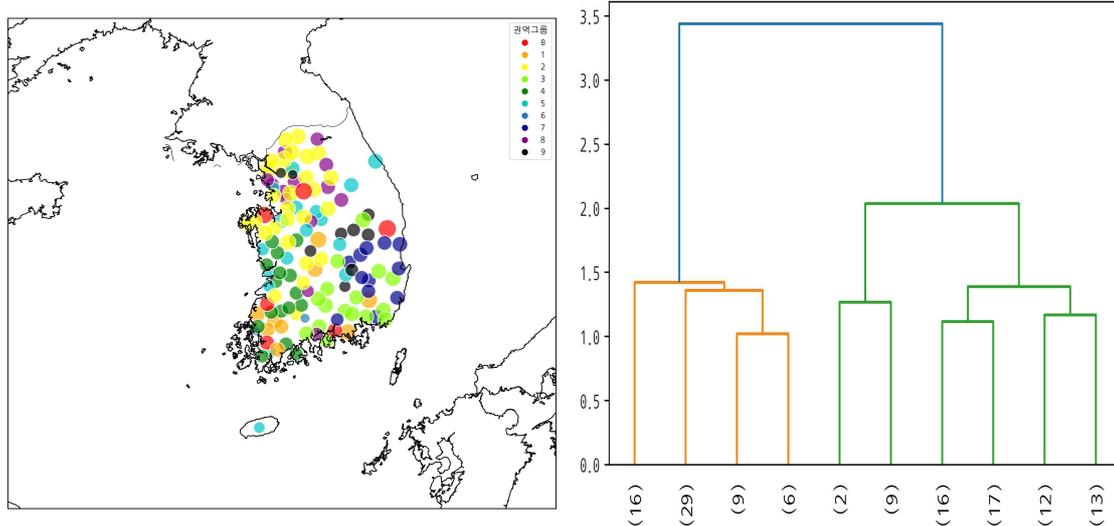
\* Pearson 상관계수

- 두당 산유량과 경산우 비율 간, 호당 생산량과 경산우 사육두수 간 강한 상관관계를 가짐을 확인하였고 이를 토대로 권역을 군집화하였음. 그 결과 호당생산량과 두당산유량을 통한 군집화 결과는 경기-충청이 전국 생산량 중 가장 큰 비율을 차지한다는 사실에 부합하였으나 경산우비율과 경산우두수의 군집화 결과는 예상과 달리 위의 사실과 부합하지 않는 것으로 확인되었음. 특히 호당 생산량 증감률을 통한 군집화 결과는 납유성적이 좋은 경기-충청지역에서 오히려 떨어지는 결과를 보임. 이를 토대로 호당생산량과 두당산유량이 지역생산성을

대표할 수 있을 것으로 보여짐

- 여러 군집화 결과를 통해 거리정보를 가중치 없이 사용하는 경우 영향력이 매우 강함을 확인하였고 이에 10 ~ 30%정도의 가중치를 사용했을 때 (그림4-9)와 같이 어느 정도 지역성이 확보되며 군집화되는 것을 확인하였음

[그림4-9] 권역 군집화 시각자료(좌) 및 군집 크기(우)



- 최종 군집화 결과는 낙농진흥회 검토 후 권역정보 테이블로 구성하여 낙농진흥회 내부적으로 관리하고 있으며 해당 권역정보를 토대로 젖소개량사업소의 검정성적데이터 통계량을 확보하였음

○ 낙농진흥회 납유성적자료

- 낙농진흥회에서는 매달마다의 지역별 납유량 자료를 제공하며 생산량 예측 오차 계산에 직접 활용함

## 4.2 통계 기반 원유 생산량 예측 모델 개발

### 4.2.1 통계 기반 원유 생산량 예측 모델

○ 모델 구성

- 통계 기반 원유 생산량 예측 모델은 표준 생육주기모델을 기반으로 하되 표준 생육주기모델 내부의 도태판단모델과 도태일자 예측모델, 분만일자 예측모델을 통계 기반으로 개발하여 생산 예측을 수행함
- 통계는 낙농진흥회에서 재구성한 축산물품질평가원 이력제데이터로부터 추출하며 각 개체에 대해 산차별 분만간격, 연도별 도태율, 최종 사건일(출생 및 분만)로부터의 도태일수를 바탕으로 통계자료를 구성함

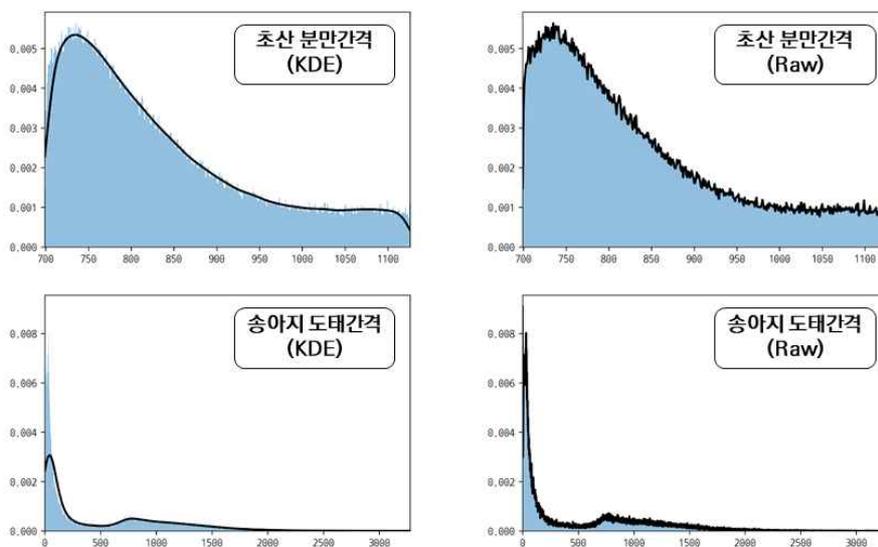
○ 통계 자료 활용

- 도태판단모델은 통계 계산기간에서 추출된 도태율을 이용하여 도태여부를 판단
- 한편 이력제데이터에서는 직접적으로 사산 통계를 추출할 수 없으나, 분만기록이 존재하는데도 불구하고 출생기록이 없는 데이터를 토대로 사산율을 계산함.

\* [사산율: (사산 개체수)/(기간내 기록이 존재하는 두수)]

- 통계는 분만통계와 도태통계의 두 가지로 구분하여 산출하며 두 통계는 기간을 달리하여 계산함. 분만통계의 경우 비교적 비탄력적이기 때문에 오랜 기간으로부터 통계를 산출하는 것이 적절하나 도태통계의 경우 탄력성이 높아 1년 단위의 통계를 산출하는 것이 바람직함. 이 연구에서는 분만통계 산출은 예측기간 직전까지의 기간에서, 도태통계 산출은 예측기간 직전의 1년 기간에서 이루어짐
- 분만통계는 개체의 분만기록이 통계 산출기간 내에 존재할 경우 계산하며 도태통계는 개체의 도태기록이 통계 산출기간 내에 존재할 경우 계산함. 예를 들어 1산 분만기록은 통계 산출기간 전에 존재하나 2산 분만기록이 통계 산출기간 안에 존재한다면 1산과 2산 사이의 분만간격이 통계로서 이용됨
- 도태일자 예측모델과 분만일자 예측모델은 통계 계산기간에서 추출된 도태일자와 분만일자 히스토그램을 바탕으로 편중확률분포(Weighted Probability Distribution) 추출을 통해 최종 사건일(출생 및 분만)으로부터의 도태일수 및 분만일수를 예측

[그림4-10] 초산 분만간격분포와 송아지 도태간격분포에 대한 히스토그램과 커널밀도추정방법 비교

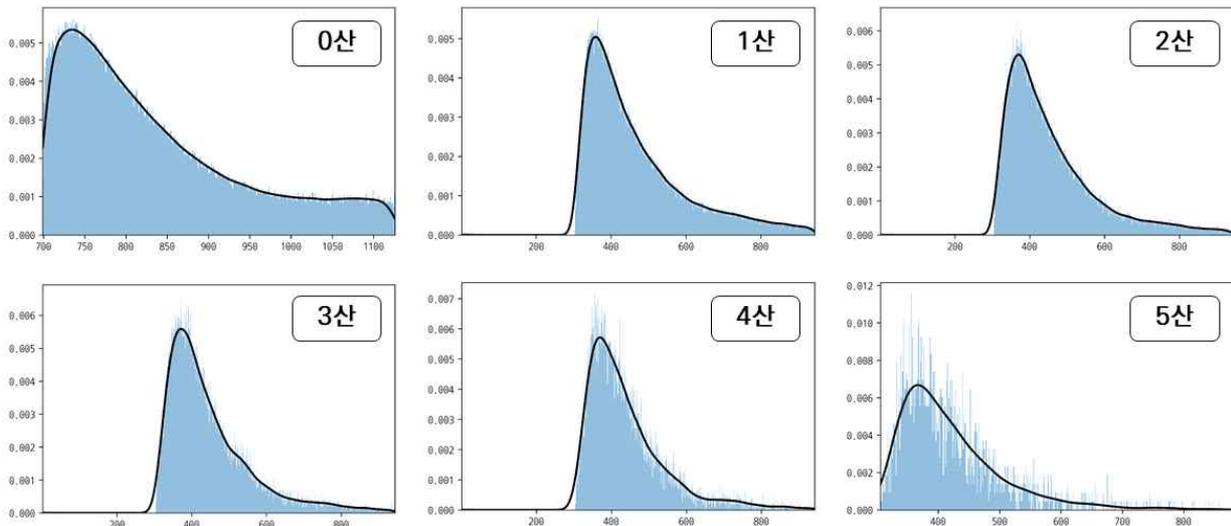


- 히스토그램은 직접 활용하거나 커널밀도추정(Kernel Density Estimation, KDE)을 통해 모델링할 수 있음. 충분한 수의 데이터가 있는 경우 데이터의 사전확률을 커널밀도추정을 통해 모델링하는 것이 효율적이나 커널밀도추정은 첨단값(Peak)에 취약하다는 단점이 있음. 이는 (그림4-10)의 좌하단 그래프에서 확인할 수 있음

#### 4.2.2 통계 산출 및 적용

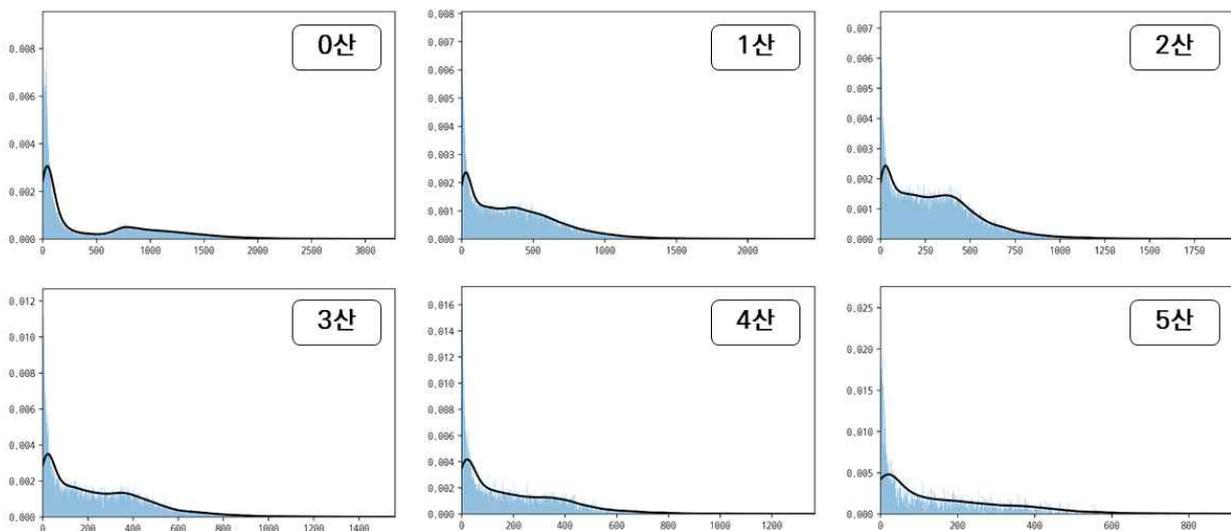
○ 2020년까지의 분만간격분포

[그림4-11] 산차별 분만간격분포와 커널밀도추정 결과 그래프



○ 2020년까지의 도태간격분포

[그림4-12] 산차별 도태간격분포와 커널밀도추정 결과 그래프



○ 도태율

- 도태율 계산에는 다양한 방법이 있으나 일반적으로 기간 내 생존두수대비 도태두수로서 표현
- 낙농진흥회에서 재구성한 축산물품질평가원의 이력제데이터를 바탕으로 도태율을 추출하였으나 일반적으로 여겨지는 도태율에 비해 너무 낮은 도태율을 보임
- 기존의 도태율 계산방식을 개선하기 위해 목장회전율(Herd Turnover Rate)을 적용함. 목장회전율은 도태율과 달리 통계 산출기간 동안의 생존두수를 보다 국소적으로 계산하여 생존두수에 대한 오추정을 피하는 방법임. 이 연구에서는 생존두수 추정을 위해 매일의 생존두수에

- 대한 평균값을 사용하였음. 그 결과 기존의 도태율 대비 현실적인 도태율을 도출하였음
- 한편 생존두수와 도태율을 다각적으로 고려한 결과 8산차 이후의 젓소들은 반드시 도태되도록 함

[표4-2] 연도별 도태율

| 연도   | 계산방식  | 사산율    | 0산    | 1산     | 2산     | 3산     | 4산     | 5산     | 6산     | 7산     |
|------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 2019 | 도태율   | 54.10% | 7.21% | 15.87% | 20.28% | 23.22% | 24.68% | 24.35% | 20.14% | 12.5%  |
|      | 목장회전률 |        | 7.92% | 18.95% | 26.29% | 33.28% | 39.97% | 52.17% | 73.21% | 91.02% |
| 2020 | 도태율   | 53.48% | 7.05% | 16.18% | 21.48% | 25.96% | 28.47% | 29.32% | 26.67% | 23.00% |
|      | 목장회전률 |        | 7.77% | 19.19% | 27.82% | 36.51% | 44.09% | 50.84% | 60.26% | 78.99% |
| 2021 | 도태율   | 53.17% | 6.73% | 17.05% | 22.19% | 27.46% | 31.18% | 33.92% | 34.58% | 31.75% |
|      | 목장회전률 |        | 7.38% | 20.31% | 28.82% | 38.66% | 47.09% | 56.30% | 64.07% | 78.39% |

\*2021년 10월 이후 이력제데이터의 부존재로 2021년 도태율은 2020년 10월부터 2021년 9월까지의 자료만을 통계에 산입함

○ 비유곡선

- ICT 게이트웨이 데이터로부터 수집한 개체별 착유량 데이터를 바탕으로 비유곡선 구성
- 2021년 기준 원시데이터 통계는 (표4-3)과 같으며 △10일 이후부터 착유가 시작된 개체, △착유시작 후 70일까지 착유량 결측이 있는 개체, △280일까지 중 10일 이상 연속 착유량 결측이 있는 개체(총 75.19% 데이터 불량판정)를 제외한 후 산출한 통계는 (표4-4)에 나타남

[표4-3] ICT 게이트웨이 착유량 데이터 통계 \*2021년 기준

|               | 수동 착유기  |      | 자동 착유기  |      | 전체      |      |
|---------------|---------|------|---------|------|---------|------|
|               | 평균      | 표준오차 | 평균      | 표준오차 | 평균      | 표준오차 |
| 총 착유일수 (일)    | 103,086 |      | 203,444 |      | 306,530 |      |
| 산차별 착유일수 (일)  | 207.00  | 5.99 | 243.94  | 5.20 | 230.13  | 3.98 |
| 착유두수 (마리)     | 287     |      | 437     |      | 724     |      |
| 초산우 분만기록수 (개) | 191     |      | 269     |      | 460     |      |
| 경산우 분만기록수 (개) | 307     |      | 565     |      | 872     |      |
| 산차            | 2.24    | 0.06 | 2.58    | 0.06 | 2.45    | 0.04 |
| 일평균 착유량 (리터)  | 30.75   | 0.52 | 32.82   | 0.39 | 32.06   | 0.31 |
| 산차평균 착유량 (리터) | 7,056   | 224  | 8,349   | 189  | 7,826   | 146  |

[표4-4] 전처리 후 ICT 게이트웨이 착유량 데이터 산차별 통계

| 산차  | 분만기록수 | 착유일수 (일) |       | 일평균 착유량 (리터) |      | 총 착유량 (리터) |       |
|-----|-------|----------|-------|--------------|------|------------|-------|
|     |       | 평균       | 표준오차  | 평균           | 표준오차 | 평균         | 표준오차  |
| 1   | 111   | 358.95   | 73.55 | 31.65        | 4.86 | 11,303     | 2,649 |
| 2   | 101   | 377.30   | 78.56 | 36.00        | 5.41 | 13,545     | 3,403 |
| 3   | 61    | 375.21   | 69.06 | 36.89        | 6.12 | 13,786     | 3,310 |
| 4이상 | 57    | 406.58   | 81.59 | 37.09        | 6.60 | 14,981     | 3,601 |

\*2021년 낙농 ICT 게이트웨이 데이터 기준

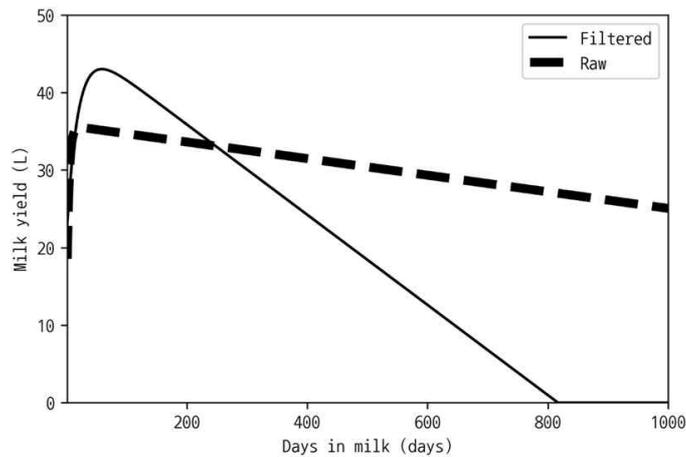
- (표4-5)의 다양한 비유곡선 모델을 적용한 결과 Wilmink와 Dijkstra 모델이 가장 적합한 것으로 판정됨. 이 연구에서는 보다 단순한 모델인 Wilmink를 비유곡선 모델로 사용함
- (그림4-13)은 원본 데이터와 전처리된 데이터에 적합된 Wilmink 모델을 나타냄(각 원본모델과 전처리모델로 지칭). 전처리모델은 이상적인 비유곡선의 형태를 따라가나 착유가 시작된 지 약 2년 후부터는 10L 미만의 낮은 착유량을 나타냄. 그러나 원본모델은 이상적인 비유곡선의 형태라 하기는 조금 어려우나 비교적 일정한 착유량을 유지함. 이는 개체별 원본 데이터의 관찰에서 파악된 장기 착유 중인 젖소의 착유 특성과 다소 일치하며 이에 따라 이 연구에서는 비유곡선(Wilmink 모델) 적합 대상으로 원본 데이터를 활용함

[표4-5] 전처리 후 ICT 게이트웨이 착유량 데이터 산차별 통계

| 모델 제안           | 모델                                  |
|-----------------|-------------------------------------|
| Brody (1924)    | $y = ae^{-bt} - ae^{-ct}$           |
| Wood (1967)     | $y = at^b e^{-ct}$                  |
| Cobby (1978)    | $y = a - bt - ae^{-ct}$             |
| Wilink (1987)   | $y = a + be^{-kt} + ct$             |
| Rook (1993)     | $y = a / (1 + b / (c + t)) e^{-dt}$ |
| Dijkstra (1993) | $y = ae^{b(1 - e^{-ct}) / c - dt}$  |

\*2021년 기준

[그림4-13] 원본 데이터(Raw)와 전처리된 데이터(Filtered)에 적합된 Wilmink 모델



[표4-6] 그림4-13의 Wilmink 모델 모수 비교표

| 모델 모수 | 일본 (Raw) | 전처리 (Filtered) |
|-------|----------|----------------|
| a     | 35.76    | 47.51          |
| b     | 22.65    | 25.82          |
| k     | 0.27     | 0.05           |
| c     | 0.01     | 0.06           |

### 4.2.3 통계 적용 결과

○ 실제값 계산

- 사육두수와 도태두수 실제값은 낙농진흥회에서 정제한 축산물품질평가원의 이력제데이터로부터 계산됨. 사육두수와 도태두수는 월말에 해당 개체가 살아있거나 죽었을 경우 통계에 산입하였음
- 원유 생산량 실제값은 낙농진흥회에서 제공한 월별 납유성적을 사용하였음

○ 2020년 예측결과

[표4-7] 2020년 사육두수 예측결과 - 도태율 사용

| 월   | 사육두수(두) |        |       | 착유두수(두) | 도태두수(두) |      |         |
|-----|---------|--------|-------|---------|---------|------|---------|
|     | 실제값     | 예측값    | 오차    | 예측값     | 실제값     | 예측값  | 오차      |
| 1월  | 371743  | 372988 | 0.33% | 159196  | 5890    | 5282 | -10.32% |
| 2월  | 372897  | 375690 | 0.75% | 163276  | 5378    | 4517 | -16.01% |
| 3월  | 373676  | 378353 | 1.25% | 166877  | 6050    | 4644 | -23.24% |
| 4월  | 374664  | 380731 | 1.62% | 169008  | 4684    | 4255 | -9.16%  |
| 5월  | 374146  | 383204 | 2.42% | 170264  | 4659    | 4127 | -11.42% |
| 6월  | 375508  | 386021 | 2.80% | 171734  | 4684    | 3863 | -17.53% |
| 7월  | 378497  | 389200 | 2.83% | 173478  | 5270    | 4100 | -22.20% |
| 8월  | 380939  | 392369 | 3.00% | 175640  | 5717    | 4061 | -28.97% |
| 9월  | 382187  | 395908 | 3.59% | 178603  | 6649    | 3720 | -44.05% |
| 10월 | 384944  | 399433 | 3.76% | 182590  | 5612    | 3977 | -29.13% |
| 11월 | 386909  | 402702 | 4.08% | 188103  | 5588    | 3829 | -31.48% |
| 12월 | 387687  | 405511 | 4.60% | 194136  | 6752    | 3830 | -43.28% |
| 평균  | 378650  | 388509 | 2.59% | 174409  | 5578    | 4184 | 23.9%   |

[표4-8] 2020년 원유 생산량 예측결과 - 목장 회전을 사용

| 월   | 사육두수(두) |        |        | 착유두수(두) | 도태두수(두) |      |         |
|-----|---------|--------|--------|---------|---------|------|---------|
|     | 실제값     | 예측값    | 오차     | 예측값     | 실제값     | 예측값  | 오차      |
| 1월  | 371743  | 370837 | -0.24% | 159051  | 5890    | 7131 | 21.07%  |
| 2월  | 372897  | 371538 | -0.36% | 161138  | 5378    | 6180 | 14.91%  |
| 3월  | 373676  | 372351 | -0.35% | 162924  | 6050    | 6124 | 1.22%   |
| 4월  | 374664  | 373056 | -0.43% | 164052  | 4684    | 5622 | 20.03%  |
| 5월  | 374146  | 373883 | -0.07% | 164280  | 4659    | 5551 | 19.15%  |
| 6월  | 375508  | 374949 | -0.15% | 164274  | 4684    | 5213 | 11.29%  |
| 7월  | 378497  | 376267 | -0.59% | 164953  | 5270    | 5311 | 0.78%   |
| 8월  | 380939  | 378084 | -0.75% | 166118  | 5717    | 5204 | -8.97%  |
| 9월  | 382187  | 379738 | -0.64% | 167474  | 6649    | 5195 | -21.87% |
| 10월 | 384944  | 381814 | -0.81% | 170589  | 5612    | 5121 | -8.75%  |
| 11월 | 386909  | 383458 | -0.89% | 174424  | 5588    | 4978 | -10.92% |
| 12월 | 387687  | 384848 | -0.73% | 178966  | 6752    | 4880 | -27.73% |
| 평균  | 378650  | 376735 | 0.50%  | 166520  | 5578    | 5543 | 13.89%  |

[표4-9] 2020년 원유 생산량 예측결과

|     |         | 산유량(천만톤)   |        |             |         |            |        |             |         |
|-----|---------|------------|--------|-------------|---------|------------|--------|-------------|---------|
| 월   | 실제값     | 도태율 적용     |        |             |         | 목장 회전을 적용  |        |             |         |
|     |         | 원본 비유곡선 사용 |        | 전처리 비유곡선 사용 |         | 원본 비유곡선 사용 |        | 전처리 비유곡선 사용 |         |
|     |         | 예측값        | 오차     | 예측값         | 오차      | 예측값        | 오차     | 예측값         | 오차      |
| 1월  | 176.294 | 163.041    | -7.52% | 145.033     | -17.73% | 164.024    | -6.96% | 145.205     | -17.63% |
| 2월  | 168.713 | 165.997    | -1.61% | 148.915     | -11.73% | 164.936    | -2.24% | 146.948     | -12.90% |
| 3월  | 184.564 | 179.544    | -2.72% | 162.447     | -11.98% | 176.522    | -4.36% | 158.046     | -14.37% |
| 4월  | 182.875 | 181.072    | -0.99% | 164.536     | -10.03% | 176.174    | -3.66% | 158.542     | -13.31% |
| 5월  | 186.670 | 186.645    | -0.01% | 169.833     | -9.02%  | 180.04     | -3.55% | 162.339     | -13.03% |
| 6월  | 173.982 | 174.808    | 0.47%  | 159.402     | -8.38%  | 167.59     | -3.67% | 151.194     | -13.10% |
| 7월  | 176.810 | 178.837    | 1.15%  | 163.402     | -7.58%  | 170.446    | -3.60% | 153.617     | -13.12% |
| 8월  | 166.990 | 170.721    | 2.23%  | 155.96      | -6.61%  | 161.431    | -3.33% | 145.656     | -12.78% |
| 9월  | 163.835 | 169.832    | 3.66%  | 155.203     | -5.27%  | 159.456    | -2.67% | 144.046     | -12.08% |
| 10월 | 170.248 | 179.905    | 5.67%  | 164.475     | -3.39%  | 167.912    | -1.37% | 151.734     | -10.87% |
| 11월 | 165.322 | 179.319    | 8.47%  | 163.809     | -0.92%  | 166.28     | 0.58%  | 150.193     | -9.15%  |
| 12월 | 172.486 | 192.672    | 11.70% | 175.443     | 1.71%   | 177.39     | 2.84%  | 159.961     | -7.26%  |
| 평균  | 174.066 | 176.866    | 3.85%  | 160.705     | 7.86%   | 169.35     | 3.24%  | 152.29      | 12.47%  |

○ 2021년 예측결과

[표4-10] 2021년 사육두수 예측결과 - 도태율 사용

| 월   | 사육두수(두) |        |       | 착유두수(두) | 도태두수(두) |      |         |
|-----|---------|--------|-------|---------|---------|------|---------|
|     | 실제값     | 예측값    | 오차    | 예측값     | 실제값     | 예측값  | 오차      |
| 1월  | 387683  | 389904 | 0.57% | 169359  | 7229    | 5719 | -20.89% |
| 2월  | 388253  | 392407 | 1.07% | 172285  | 5964    | 4573 | -23.32% |
| 3월  | 388458  | 394707 | 1.61% | 175407  | 7151    | 5135 | -28.19% |
| 4월  | 389115  | 396815 | 1.98% | 177182  | 5777    | 4627 | -19.91% |
| 5월  | 388335  | 398893 | 2.72% | 177932  | 4975    | 4527 | -9.01%  |
| 6월  | 388998  | 401268 | 3.15% | 178750  | 5156    | 4313 | -16.35% |
| 7월  | 391672  | 404038 | 3.16% | 180271  | 5548    | 4379 | -21.07% |
| 8월  | 393811  | 407339 | 3.44% | 182249  | 6254    | 4359 | -30.30% |
| 9월  | 393977  | 410558 | 4.21% | 184261  | 6258    | 4183 | -33.16% |
| 10월 |         | 414119 |       | 187785  |         | 4327 |         |
| 11월 |         | 417478 |       | 193036  |         | 4130 |         |
| 12월 |         | 420586 |       | 199111  |         | 4105 |         |
| 평균  | 390034  | 404009 | 2.43% | 181469  | 6035    | 4531 | 22.47%  |

\* 2021년 10월 이후 이력제데이터 부존재

[표4-11] 2021년 사육두수 예측결과 - 목장 회전을 사용

| 월   | 사육두수(두) |        |        | 착유두수(두) | 도태두수(두) |      |         |
|-----|---------|--------|--------|---------|---------|------|---------|
|     | 실제값     | 예측값    | 오차     | 예측값     | 실제값     | 예측값  | 오차      |
| 1월  | 387683  | 387381 | -0.08% | 169413  | 7229    | 7783 | 7.66%   |
| 2월  | 388253  | 387921 | -0.09% | 170656  | 5964    | 6201 | 3.97%   |
| 3월  | 388458  | 388136 | -0.08% | 171801  | 7151    | 6659 | -6.88%  |
| 4월  | 389115  | 388353 | -0.20% | 172016  | 5777    | 6160 | 6.63%   |
| 5월  | 388335  | 388762 | 0.11%  | 171507  | 4975    | 6017 | 20.94%  |
| 6월  | 388998  | 389500 | 0.13%  | 171225  | 5156    | 5679 | 10.14%  |
| 7월  | 391672  | 390553 | -0.29% | 171655  | 5548    | 5763 | 3.88%   |
| 8월  | 393811  | 392180 | -0.41% | 172423  | 6254    | 5594 | -10.55% |
| 9월  | 393977  | 393660 | -0.08% | 173320  | 6258    | 5505 | -12.03% |
| 10월 |         | 395466 |        | 175451  |         | 5511 |         |
| 11월 |         | 397244 |        | 179029  |         | 5269 |         |
| 12월 |         | 398563 |        | 183425  |         | 5356 |         |
| 평균  | 390034  | 391477 | 0.16%  | 173493  | 6035    | 5958 | 9.19%   |

\* 2021년 10월 이후 이력제데이터 부존재

[표4-12] 2021년 원유 생산량 예측결과

|     |         | 산유량(천만톤)   |        |             |        |            |       |             |        |
|-----|---------|------------|--------|-------------|--------|------------|-------|-------------|--------|
| 월   | 실제값     | 도태율 적용     |        |             |        | 목장 회전률 적용  |       |             |        |
|     |         | 원본 비유곡선 사용 |        | 전처리 비유곡선 사용 |        | 원본 비유곡선 사용 |       | 전처리 비유곡선 사용 |        |
|     |         | 예측값        | 오차     | 예측값         | 오차     | 예측값        | 오차    | 예측값         | 오차     |
| 1월  | 172.814 | 176.045    | 1.87%  | 156.703     | -9.32% | 177.01     | 2.43% | 156.981     | -9.16% |
| 2월  | 158.635 | 164.187    | 3.50%  | 147.322     | -7.13% | 163.515    | 3.08% | 145.439     | -8.32% |
| 3월  | 179.361 | 188.953    | 5.35%  | 170.528     | -4.92% | 186.183    | 3.80% | 166.103     | -7.39% |
| 4월  | 177.666 | 189.92     | 6.90%  | 171.614     | -3.41% | 184.86     | 4.05% | 165.156     | -7.04% |
| 5월  | 183.198 | 197.279    | 7.69%  | 178.09      | -2.79% | 189.908    | 3.66% | 169.735     | -7.35% |
| 6월  | 167.393 | 184.358    | 10.13% | 166.005     | -0.83% | 176.167    | 5.24% | 157.146     | -6.12% |
| 7월  | 170.549 | 181.719    | 6.55%  | 163.55      | -4.10% | 172.396    | 1.08% | 153.87      | -9.78% |
| 8월  | 167.113 | 182.611    | 9.27%  | 164.43      | -1.61% | 172.124    | 3.00% | 153.652     | -8.06% |
| 9월  | 162.310 | 179.303    | 10.47% | 161.294     | -0.63% | 167.658    | 3.29% | 149.845     | -7.68% |
| 10월 | 166.581 | 189.384    | 13.69% | 170.237     | 2.19%  | 176.098    | 5.71% | 157.254     | -5.60% |
| 11월 | 161.180 | 188.082    | 16.69% | 169.09      | 4.91%  | 174.005    | 7.96% | 155.082     | -3.78% |
| 12월 | 171.000 | 201.425    | 17.79% | 181.055     | 5.88%  | 185.38     | 8.41% | 165.015     | -3.50% |
| 평균  | 169.817 | 185.272    | 9.16%  | 166.66      | 3.98%  | 177.108    | 4.31% | 157.94      | 6.98%  |

○ 2022년 예측결과

[표4-13] 2022년 사육두수 및 원유 생산량 예측결과 - 도태율 적용

| 월   | 사육두수(두) | 착유두수(두) | 도태두수(두) | 산유량(천만톤)   |             |
|-----|---------|---------|---------|------------|-------------|
|     |         |         |         | 원본 비유곡선 사용 | 전처리 비유곡선 사용 |
| 1월  | 437081  | 159664  | 7971    | 183.588    | 173.851     |
| 2월  | 440603  | 160731  | 7051    | 174.656    | 164.031     |
| 3월  | 443649  | 161750  | 7465    | 196.809    | 183.177     |
| 4월  | 446090  | 162694  | 6691    | 197.299    | 181.881     |
| 5월  | 448024  | 163337  | 6607    | 203.793    | 186.709     |
| 6월  | 449715  | 164168  | 6106    | 190.926    | 173.856     |
| 7월  | 451877  | 165607  | 5992    | 192.772    | 173.886     |
| 8월  | 453888  | 167127  | 5675    | 190.966    | 169.368     |
| 9월  | 456084  | 168915  | 5170    | 191.230    | 165.953     |
| 10월 | 458394  | 170964  | 5219    | 203.729    | 173.435     |
| 11월 | 460525  | 173015  | 4853    | 201.806    | 169.338     |
| 12월 | 462854  | 175284  | 4688    | 213.978    | 177.707     |
| 평균  | 450732  | 166105  | 6124    | 195.129    | 174.433     |

[표4-14] 2022년 사육두수 및 원유 생산량 예측결과 - 목장 회전률 적용

| 월   | 사육두수(두) | 착유두수(두) | 도태두수(두) | 산유량(천만톤)   |             |
|-----|---------|---------|---------|------------|-------------|
|     |         |         |         | 원본 비유곡선 사용 | 전처리 비유곡선 사용 |
| 1월  | 395185  | 171906  | 6702    | 178.015    | 157.489     |
| 2월  | 395904  | 172871  | 5999    | 167.872    | 148.994     |
| 3월  | 396545  | 173824  | 6372    | 187.658    | 166.95      |
| 4월  | 396958  | 174262  | 6064    | 186.617    | 166.068     |
| 5월  | 397651  | 174065  | 5903    | 191.614    | 170.283     |
| 6월  | 398585  | 174384  | 5528    | 178.252    | 158.323     |
| 7월  | 400096  | 176684  | 5643    | 178.967    | 158.643     |
| 8월  | 401552  | 180429  | 5549    | 176.118    | 156.213     |
| 9월  | 402514  | 184358  | 5396    | 175.297    | 155.072     |
| 10월 | 403082  | 188165  | 5274    | 185.685    | 163.292     |
| 11월 | 403373  | 191856  | 4946    | 183.102    | 159.656     |
| 12월 | 403482  | 195463  | 4785    | 193.608    | 166.713     |
| 평균  | 399577  | 179856  | 5680    | 181.9      | 160.641     |

### 4.3 빅데이터 기반 지능형 원유 생산 예측 모델 개발

#### 4.3.1 머신러닝 모델 개발 및 적용

##### ① 분만일수 예측모델

###### ○ 분만일수 예측모델

- 분만일수는 예측 전 사건일(출생 혹은 분만)로부터 며칠 후에 분만하는지에 대한 일자를 나타내기 위해 회귀모델로서 모델링할 수 있으며 이에 그래디언트부스팅머신(Gradient Boosting Machine) 방법을 이용하여 분만일수를 예측함
- 사용 모델은 Python3.8의 lightGBMRegressor이며 분만일수 예측을 위해 △개체코드, △지역번호, △출생년월, △출생계절, △산차, △초산분만간격일수, △직전분만간격일수를 사용함
- 베이지안 최적화를 통해 (표4-15)과 같이 모델의 초매개변수를 설정함

[표4-15] 분만일수 예측모델 초매개변수

|               | 2020년    | 2021년    |
|---------------|----------|----------|
| 초매개변수명        | 초매개변수값   | 초매개변수값   |
| 부스팅 타입        | gbdt     | gbdt     |
| num_leaves    | 28       | 49       |
| max_depth     | 20       | 39       |
| learning_rate | 0.059165 | 0.063092 |
| n_estimators  | 659      | 574      |
| reg_alpha     | 0.058624 | 0.197674 |
| reg_lambda    | 0.109205 | 0.020408 |

## ② 도태일수 예측모델

- 도태일수는 예측 전 사건일(출생 혹은 분만)로부터 며칠 후에 도태되는지에 대한 일자를 나타내기에 회귀모델로서 모델링할 수 있으며 이에 그래디언트부스팅머신(Gradient Boosting Machine) 방법을 이용하여 도태일수를 예측함
- 사용 모델은 Python3.8의 lightGBMRegressor이며 도태일수 예측을 위해 △개체코드, △지역번호, △목장코드, △출생년월, △출생계절, △산차를 사용함. 비록 도태판단에 적합한 인자 구성은 아니나 가용데이터가 적어 모델을 실험적으로 개발하였음
- 베이지안 최적화를 통해 (표4-16)과 같이 모델의 초매개변수를 설정함

[표4-16] 도태일수 예측모델 초매개변수

|               | 2020년    | 2021년    |
|---------------|----------|----------|
| 초매개변수명        | 초매개변수값   | 초매개변수값   |
| 부스팅 타입        | gbdt     | gbdt     |
| num_leaves    | 67       | 44       |
| max_depth     | 77       | 89       |
| learning_rate | 0.043564 | 0.087523 |
| n_estimators  | 572      | 964      |
| reg_alpha     | 0.012542 | 0.158345 |
| reg_lambda    | 0.064913 | 0.105778 |

## ③ 도태 판단모델

- 도태 판단은 예측기간 내에 개체가 도태되는지 아닌지를 판단하는 분류모델로서 모델링할 수 있으나 현 시점의 가용 데이터로는 도태 판단모델과 도태일수 예측모델을 구분할 실익이 없으므로 예측 도태일자가 예측기간 내에 있는 경우 도태하는 것으로 판단함
- 도태 판단모델로는 도태일수 예측모델에서 사용한 모델을 그대로 사용하며 예측기간 내에 도태가 예측되는지 아닌지를 바탕으로 도태를 판단함

## ④ 비유곡선

### ○ 개체 특성에 기반한 맞춤형 비유곡선 설정

- 비지도학습을 이용하여 낙농 ICT 게이트웨이에서 수집된 비유곡선을 군집화하고 이를 토대로 비유곡선을 형태에 따라 분류. 각 개체들은 과거 착유이력을 바탕으로 가장 적합한 군집의 대표 비유곡선을 사용
- 군집 개수 설정을 위해 군집화 에너지 지표와 군집화된 비유곡선을 비교 분석하였고 그 결과 군집의 개수를 6개로 설정하기로 판단
- (표4-4)에 나타난 전처리된 330개의 비유곡선을 사용하여 6개의 군집으로 분류. 군집화를 위해  $k$ -중심( $k$ -medoids) 군집화 알고리즘을 사용했으며 비유곡선의 형태에 따라 군집화하기 위해 각 비유곡선을 Z정규화한 후 군집화함. 각 군집에 대한 통계는 (그림4-14)에 나타나 있으며 (그림4-15)는 이를 시각화한 것임
- (그림4-15)에는 각 군집의 평균과 표준오차를 나타내었으며 군집 평균에 적합한 Wood와

Wilmink, Dijkstra 모델을 함께 도식화함. 그 결과 상당수의 비유곡선이 기존 비유곡선 모델로는 모델링될 수 없음을 확인함 (군집 d & f). 이에 따라 이러한 비유곡선을 모델링하기 위한 조각적 선형회귀(Piecewise Linear Regression, PWLR) 방법을 제안함

[그림4-14] 군집별 통계

Table 4. Descriptive statistics of each cluster and the entire dataset.

|                                 | Cluster                         |                               |                                 |                                 |                               |                                | Total               | p-Value           |
|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------|-------------------|
|                                 | (a)                             | (b)                           | (c)                             | (d)                             | (e)                           | (f)                            |                     |                   |
| No. of lactations               | 119                             | 64                            | 50                              | 47                              | 38                            | 12                             | 330                 |                   |
| Primiparous                     | 17                              | 28                            | 18                              | 10                              | 28                            | 10                             | 111                 |                   |
| Multiparous                     | 102                             | 36                            | 32                              | 37                              | 10                            | 2                              | 219                 |                   |
| Parity                          | 2.61 <sup>a</sup><br>(0.12)     | 2.16 <sup>c</sup><br>(0.17)   | 2.30 <sup>b</sup><br>(0.19)     | 2.57 <sup>a</sup><br>(0.20)     | 1.63 <sup>d</sup><br>(0.20)   | 1.25 <sup>e</sup><br>(0.18)    | 2.31<br>(0.07)      | <0.001<br>(0.16)  |
| 70 DIM<br>in a lactation (days) | Aug. 1.<br>(21.79)              | Sep. 29.<br>(24.92)           | Oct. 10.<br>(26.28)             | Aug. 20.<br>(37.73)             | Sep. 30.<br>(32.88)           | Jun. 30.<br>(90.25)            | Aug. 31.<br>(12.47) | 0.272<br>(28.93)  |
| MY (L/day)                      | 39.53 <sup>a</sup><br>(0.61)    | 36.64 <sup>d</sup><br>(0.96)  | 38.20 <sup>c</sup><br>(0.93)    | 38.76 <sup>b</sup><br>(1.02)    | 35.09 <sup>e</sup><br>(1.13)  | 36.18 <sup>d</sup><br>(1.69)   | 38.03<br>(0.39)     | 0.006<br>(0.88)   |
| MY (L)                          | 10,713 <sup>a</sup><br>(164.73) | 9930 <sup>d</sup><br>(261.38) | 10,351 <sup>c</sup><br>(252.30) | 10,504 <sup>b</sup><br>(274.96) | 9509 <sup>e</sup><br>(305.46) | 9806 <sup>d</sup><br>(459.28)  | 10,305<br>(104.65)  | 0.006<br>(238.49) |
| Peak DIM (days)                 | 59.92 <sup>d</sup><br>(2.73)    | 86.25 <sup>c</sup><br>(4.61)  | 119.68 <sup>b</sup><br>(8.42)   | 54.94 <sup>e</sup><br>(6.11)    | 144.00 <sup>a</sup><br>(9.67) | 119.92 <sup>b</sup><br>(25.73) | 85.24<br>(3.01)     | <0.001<br>(6.01)  |
| Peak MY (L)                     | 53.08 <sup>b</sup><br>(0.83)    | 46.39 <sup>d</sup><br>(1.24)  | 47.14 <sup>c</sup><br>(1.08)    | 54.25 <sup>a</sup><br>(1.34)    | 42.70 <sup>e</sup><br>(1.33)  | 45.82 <sup>d</sup><br>(2.26)   | 49.59<br>(0.54)     | <0.001<br>(1.13)  |

MY: milk yield; DIM: days in milk. The number in parentheses represents a standard error, and particularly, the rightmost values mean the pooled standard error. Superscripts that are not common indicate significant differences within the cluster ( $p < 0.05$ ).

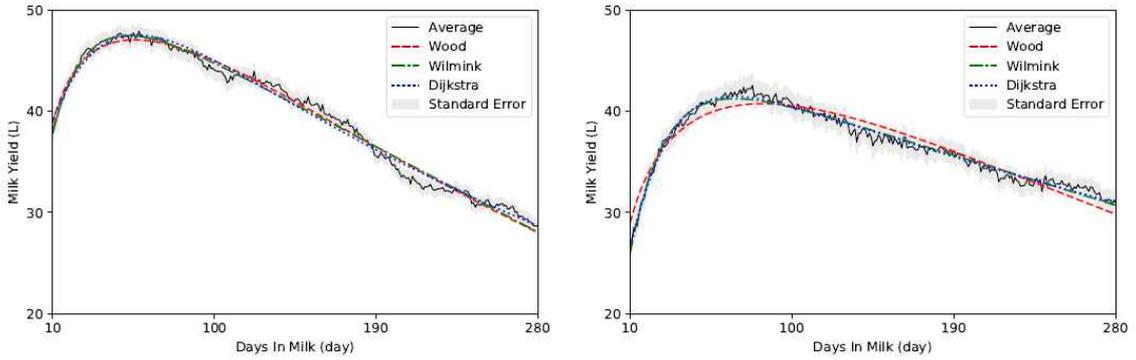
Table 5. The regression parameters and the RMSE results per each cluster.

| Model            | Parameter        | Cluster              |                      |                      |                       |                      |                        | Total                 |
|------------------|------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|
|                  |                  | (a)                  | (b)                  | (c)                  | (d)                   | (e)                  | (f)                    |                       |
| Wood             | a                | 24.6645<br>(0.3161)  | 15.9437<br>(0.3522)  | 12.5155<br>(0.3401)  | 44.8198<br>(2.1754)   | 12.2953<br>(0.1697)  | 30.2838<br>(1.3543)    | 22.1761<br>(0.2843)   |
|                  | b                | 0.2142<br>(0.0037)   | 0.2738<br>(0.0063)   | 0.3406<br>(0.0076)   | 0.0170<br>(0.0143)    | 0.2743<br>(0.0038)   | 0.0374<br>(0.0127)     | 0.2000<br>(0.0037)    |
|                  | c                | 0.0039<br>(≈0)       | 0.0033<br>(0.0001)   | 0.0035<br>(0.0001)   | 0.0016<br>(0.0001)    | 0.0018<br>(≈0)       | ≈0<br>(0.0001)         | 0.0029<br>(≈0)        |
|                  | $\epsilon_f$ (L) | 0.6680               | 0.9529               | 1.1474               | 2.6746                | 0.5068 *             | 1.9778                 | 0.6090                |
|                  | $\epsilon_c$     | 0.6125               | 0.8121               | 0.8298               | 0.8827                | 0.8343 *             | 1.2126                 | 0.9087                |
|                  | Wilmink          | a                    | 54.2924<br>(0.1707)  | 46.0936<br>(0.1337)  | 65.3834<br>(2.2023)   | 47.6263<br>(0.3927)  | 42.0509<br>(0.4718)    | 6604.6668<br>(0.1981) |
| b                |                  | -24.9865<br>(0.7756) | -31.9822<br>(0.6105) | -38.4509<br>(1.9260) | -58.5113<br>(35.6232) | -21.6106<br>(0.3697) | -6570.6721<br>(0.1981) | -25.8178<br>(0.3245)  |
| c                |                  | -0.0937<br>(0.0009)  | -0.0549<br>(0.0007)  | -0.1200<br>(0.0072)  | -0.0594<br>(0.0023)   | -0.0247<br>(0.0019)  | ≈0<br>(9.1156)         | -0.0582<br>(0.0003)   |
| k                |                  | 0.0494<br>(0.0020)   | 0.0495<br>(0.0012)   | 0.0124<br>(0.0009)   | 0.1715<br>(0.0496)    | 0.0195<br>(0.0008)   | ≈0<br>(0.0014)         | 0.0543<br>(0.0008)    |
| $\epsilon_f$ (L) |                  | 0.6676 *             | 0.5240               | 1.0063 *             | 2.5458                | 0.5509               | 1.8807 *               | 0.2436 *              |
| $\epsilon_c$     |                  | 0.6119 *             | 0.7866               | 0.8230 *             | 0.8682                | 0.8359               | 1.1974 *               | 0.9006 *              |
| Dijkstra         | a                | 34.0962<br>(0.5020)  | 18.8021<br>(0.3568)  | 28.2765<br>(0.4192)  | 13.6532<br>(8.0760)   | 21.3504<br>(0.2697)  | 12.0427<br>(7.7063)    | 25.1318<br>(0.2315)   |
|                  | b                | 0.0197<br>(0.0011)   | 0.0467<br>(0.0018)   | 0.0126<br>(0.0005)   | 0.1950<br>(0.1342)    | 0.0152<br>(0.0007)   | 0.1686<br>(0.1449)     | 0.0346<br>(0.0009)    |
|                  | c                | 0.0357<br>(0.0015)   | 0.0506<br>(0.0011)   | 0.0124<br>(0.0010)   | 0.1525<br>(0.0356)    | 0.0230<br>(0.0009)   | 0.1525<br>(0.0443)     | 0.0520<br>(0.0008)    |
|                  | d                | 0.0026<br>(≈0)       | 0.0015<br>(≈0)       | 0.0032<br>(0.0002)   | 0.0016<br>(0.0001)    | 0.0006<br>(≈0)       | ≈0<br>(0.0001)         | 0.0016<br>(≈0)        |
|                  | $\epsilon_f$ (L) | 0.6933               | 0.4644 *             | 1.1214               | 2.3680 *              | 0.5784               | 2.0179                 | 0.2479                |
|                  | $\epsilon_c$     | 0.6131               | 0.7852 *             | 0.8316               | 0.8510 *              | 0.8371               | 1.2012                 | 0.9010                |

RMSE: root means square error. Cluster means the RMSE calculation is based on each cluster, whereas Total is based on entire data. Models are fit using the averages from the records for each group. The RMSE is calculated between the average fitted model and each record in the group. The numbers in parentheses represent standard error.  $\epsilon_f$  is calculated from based on the cluster average and the model.  $\epsilon_c$  is the average RMSE between each Z-transformed sample in a cluster and a model; \* The lowest error in each cluster.

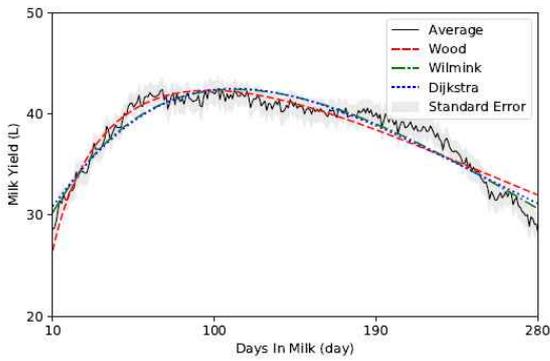
\* Cited from Table 4 & 5 in Lee, M. et al. 2020.

[그림4-15] 군집별 도식

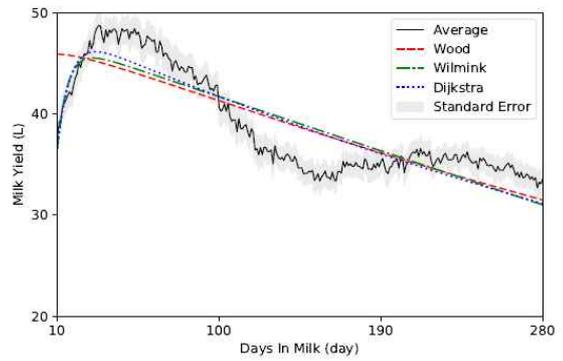


(a) 119 samples

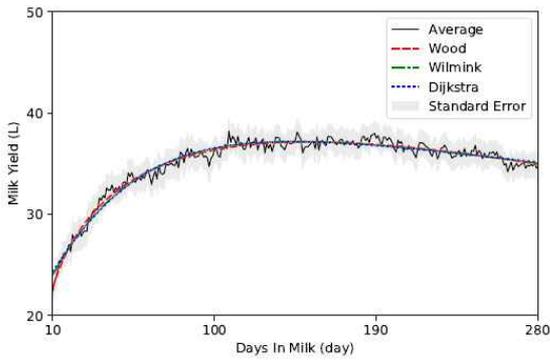
(b) 64 samples



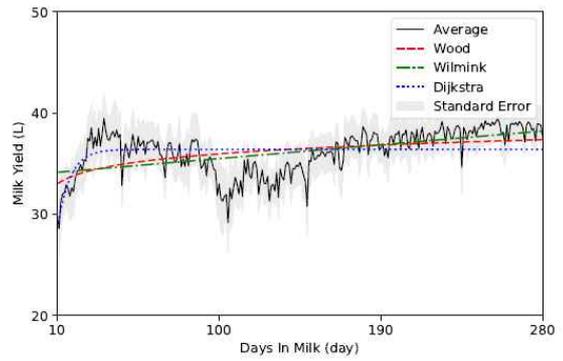
(c) 50 samples



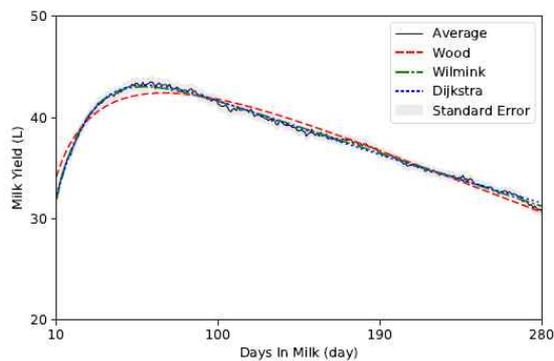
(d) 47 samples



(e) 38 samples



(f) 12 samples



(Total) 330 samples

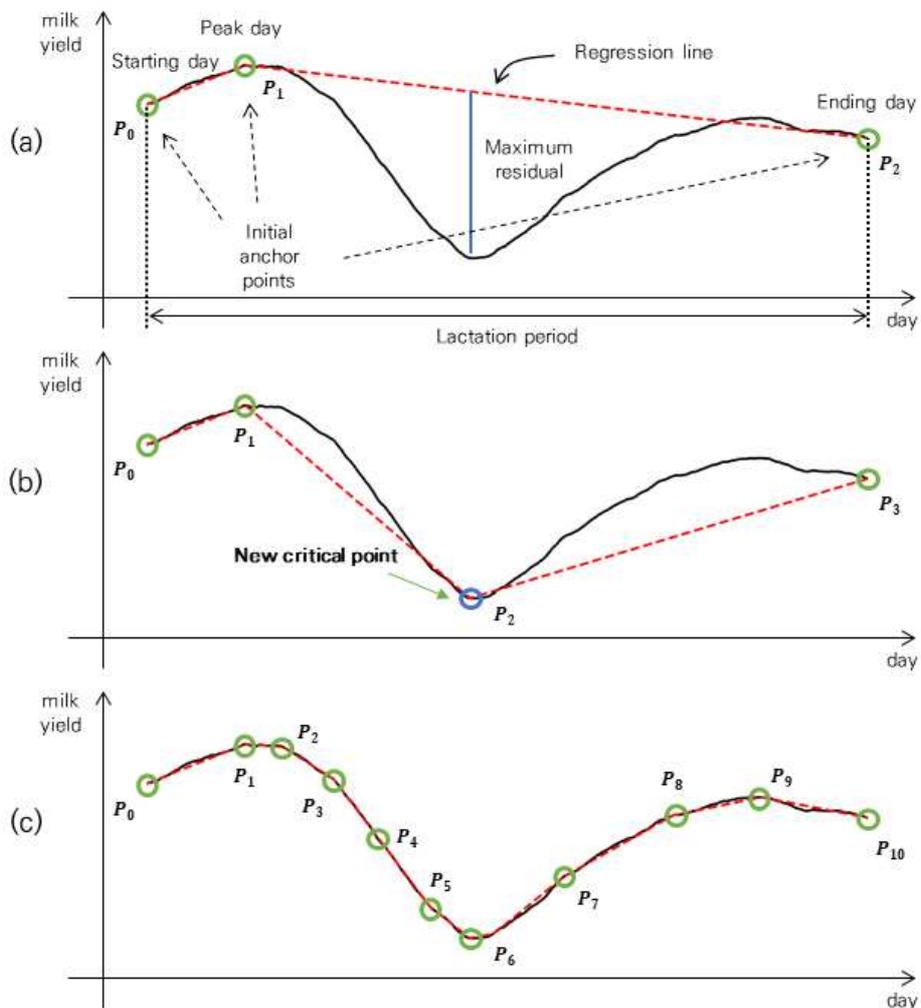
Figure 2. The averages of each cluster from 330 samples.

\* Cited from Figure 2 in Lee, M. et al. 2020.

○ PWLR 방법을 이용한 비유곡선 모델링

- PWLR 방법은 곡선을 여러 개의 연결된 직선으로 표현하는 방법이며 직선의 개수와 직선의 적합 방법을 선정하는데 다양한 방법이 존재함
- 이 연구에서는 BIC(Bayesian Information Criterion)을 이용하여 직선 개수를 설정하였고 직선의 적합은 (그림4-16)와 같이 각 분할점(Breakpoint) 사이에서 가장 오차가 큰 부분을 새 분할점으로 선정하는 형태로 이루어짐. 이 방법은 잔차제곱합(Residual Sum of Squares)을 최소화하는 기존의 선형회귀방식과 다른 접근방법이나 비유곡선과 같이 비교적 단순한 곡선에서는 충분히 유효하며 계산속도가 월등히 빠른 방식임

[그림4-16] PWLR 적합 과정



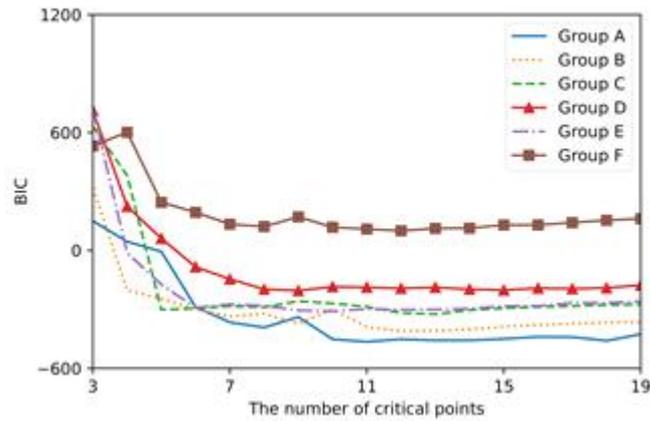
- PWLR 분할점 개수는 비유곡선의 복잡도에 따라 달라지나 이 연구에서는 BIC가 최소화되는 지점에서의 분할점 개수를 사용함. BIC는 회귀모델의 잔차(residual)가 정규분포를 따르는 경우 다음과 같이 정의됨

$$BIC = k * \ln(n) + n * \ln(RSS/n)$$

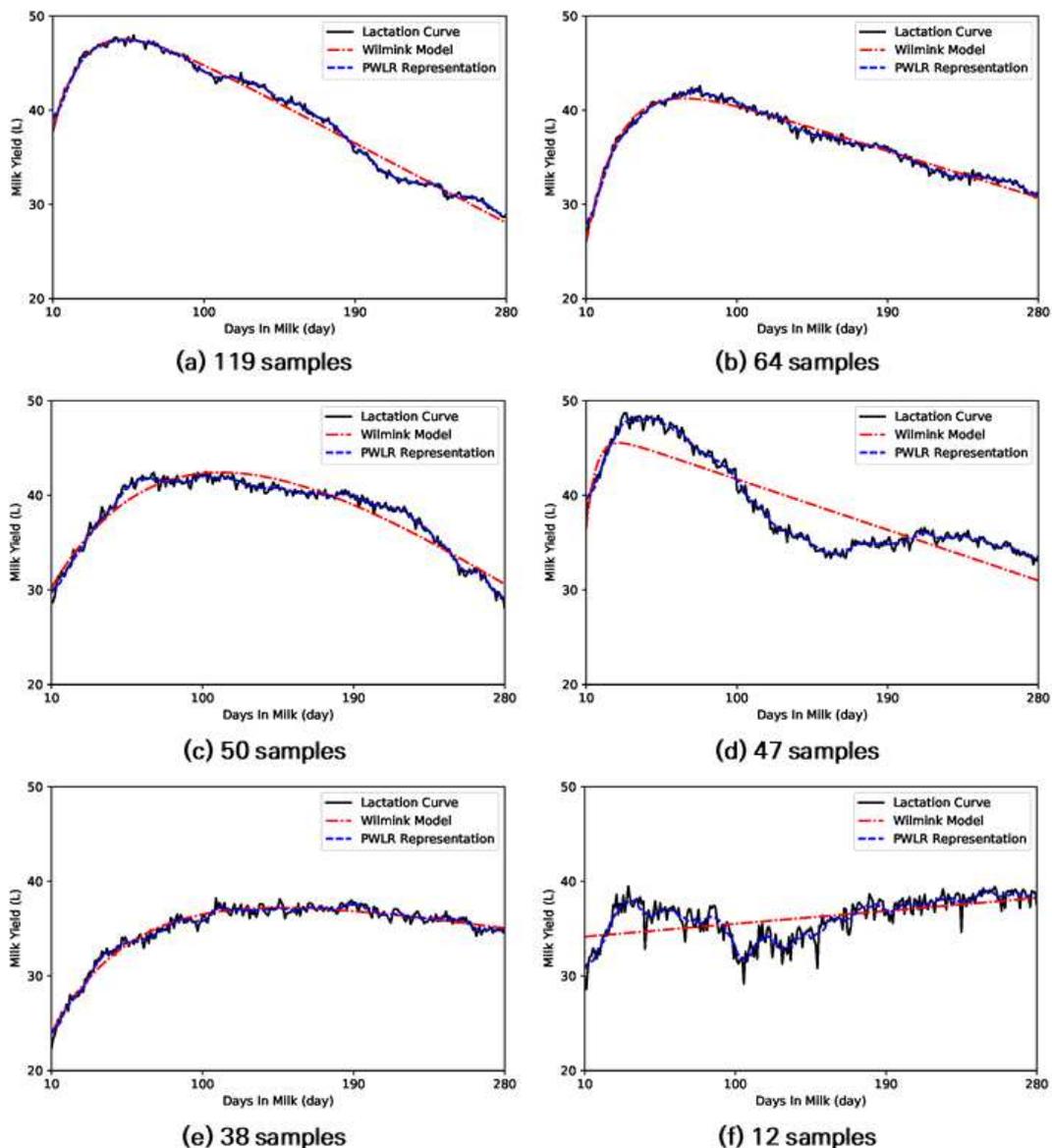
- 한편, PWLR 방법을 비유곡선에 적용했을 때 잔차가 엄격히 정규분포를 따르지는 않으나 종 모양(bell-curve)의 형태를 하고 있는 것으로 확인되어 위의 식을 준용하였음
- 분석과 시각화 편의를 위해 군집별 PWLR 분할점 개수를 동일하게 설정하였음. (그림4-17)은 각 군집별 분할점 개수에 따른 BIC 변화를 나타내며 BIC가 가장 낮은 지점에서 최적의 분할점 개수인 것으로 판단함. 6개 군집의 최적 분할점 수는 군집 (a)부터 (f)까지 각각 11, 12,

13, 9, 10, 12였으며 평균과 가중평균을 사용했을 때 모두 분할점을 11개로 하는 것이 최적이라는 결론이 도출됨

[그림4-17] PWLR 접합점 선정을 위한 BIC 그래프



[그림4-18] 군집별 Wilmink 모델 및 PWLR 방식 적합 결과 비교



- PWLR 방법은 다른 기존 모델에 비해 개별 비유곡선과 군집 평균 비유곡선에 잘 적합함을 확인하였음 (그림4-19). 또한 k-교차검증(k-cross validation) 방법을 통해 이상적이지 않은 비유곡선의 모델링에 효과적임을 확인하였음 (그림4-20). 한편, (그림4-20)는 과거 이력 정보를 통해 얻어낸 비유곡선을 바탕으로 새로운 비유곡선이 잘 설명되는지를 나타내는데 이를 통해 이 연구에서 제안하는 원유 생산량 예측의 타당성을 입증하였음. 이 때 사용된 오차는 Z정규화 오차와 리터 환산 오차로, Z정규화 오차는 Z정규화 후 유클리드 거리를 통해 오차를 산출한 것이며 리터 환산 오차는 최소제곱법(Ordinary Least Square, OLS)을 통해 모델의 총착유량을 테스트 집합 개별 비유곡선의 총착유량과 동일하게 설정한 상태에서 유클리드 거리를 통해 오차를 산출한 것임

[그림4-19] 개별 비유곡선 및 군집 평균 비유곡선에의 모델 적합 오차 비교표

Table 4.  $e_f$  comparison for each group.

| Measure          | Model    | Group   |         |         |         |         |         | Average | Total   |
|------------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                  |          | A       | B       | C       | D       | E       | F       |         |         |
| Individual $e_f$ | Brody    | 4.400   | 3.559   | 4.214   | 5.010   | 3.395   | 4.302   | 4.147   | 4.176   |
|                  | Wood     | 3.887   | 3.431   | 3.896   | 5.040   | 3.166   | 4.245   | 3.944   | 3.894   |
|                  | Cobby    | 4.033   | 3.390   | 4.178   | 5.052   | 3.351   | 4.303   | 4.051   | 4.007   |
|                  | Wilmink  | 3.898   | 3.296   | 3.686   | 5.017   | 3.063   | 4.167   | 3.854   | 3.822   |
|                  | Rook     | 3.812   | 3.328   | 3.809   | 4.958   | 3.095   | 4.178   | 3.863   | 3.812   |
|                  | Dijkstra | 3.760   | 3.253   | 3.717   | 4.846   | 3.045   | 4.148   | 3.795   | 3.741   |
|                  | PWLR     | 2.721 * | 2.524 * | 2.898 * | 3.049 * | 2.479 * | 2.984 * | 2.776 * | 2.738 * |
| Center $e_f$     | Brody    | 2.553   | 0.788   | 2.073   | 2.682   | 1.261   | 2.019   | 1.896   | 0.742   |
|                  | Wood     | 0.668   | 0.953   | 1.147   | 2.675   | 0.507   | 1.978   | 1.321   | 0.609   |
|                  | Cobby    | 1.009   | 0.767   | 1.999   | 2.547   | 1.261   | 2.019   | 1.600   | 0.663   |
|                  | Wilmink  | 0.668   | 0.524   | 1.006   | 2.546   | 0.551   | 1.881   | 1.196   | 0.244 * |
|                  | Rook     | 0.635   | 0.600   | 1.053   | 2.563   | 0.524   | 1.881   | 1.209   | 0.313   |
|                  | Dijkstra | 0.693   | 0.464   | 1.121   | 2.368   | 0.578   | 2.018   | 1.207   | 0.248   |
|                  | PWLR     | 0.338 * | 0.388 * | 0.470 * | 0.563 * | 0.459 * | 0.973 * | 0.532 * | 0.310   |

Each group is corresponding to the groups in Figure 5. All model fit the mean LC for each group. *Individual* indicates  $e_{fs}$  are calculated individually and the results are given as a mean error. *Center* indicates  $e_{fs}$  are calculated based on the mean LC for each group. *Average* is a group mean error which is calculated as the mean of mean  $e_{fs}$  from group A to F. *Total* means the entire LCs are used for calculating  $e_f$  regardless of groups. \* The lowest error in each group.

[그림4-20] k-교차검증을 통한 테스트 집합에 대한 모델 적합성 오차 비교표

Table 5. Results of the k-fold cross validation.

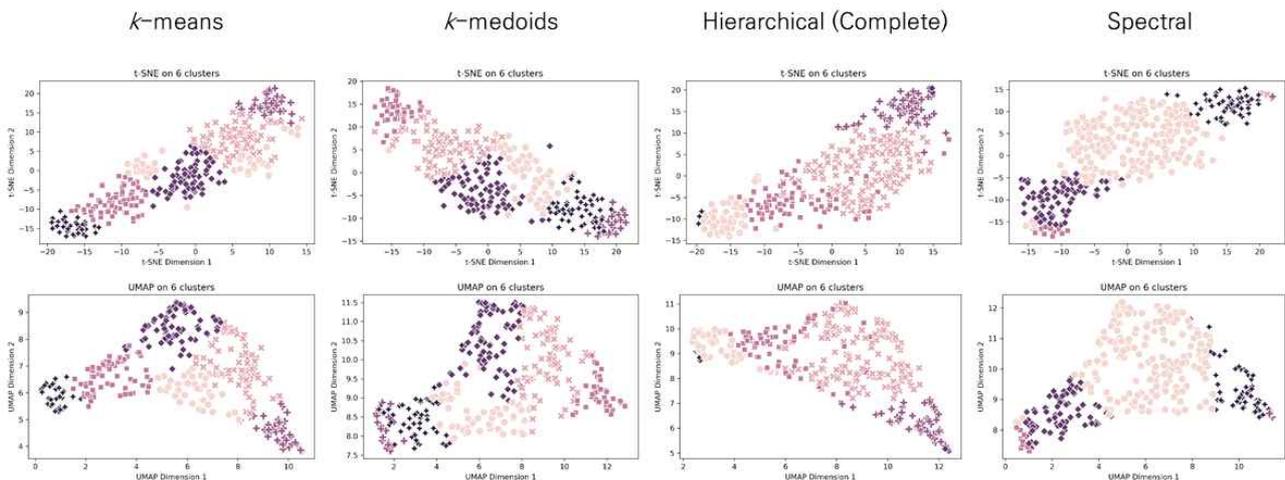
| Error | Method   | Group   |         |         |         |         |         | Average | Total   |
|-------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|       |          | A       | B       | C       | D       | E       | F       |         |         |
| $e_z$ | Brody    | 0.696   | 0.836   | 0.839   | 0.878   | 0.906   | 1.363   | 0.850   | 0.915   |
|       | Wood     | 0.636   | 0.833   | 0.778   | 0.894   | 0.862 * | 1.304   | 0.816   | 0.910   |
|       | Cobby    | 0.642   | 0.833   | 0.831   | 0.874   | 0.906   | 1.363   | 0.836   | 0.912   |
|       | Wilmink  | 0.635   | 0.814   | 0.783   | 0.874   | 0.869   | 1.410   | 0.816   | 0.902 * |
|       | Rook     | 0.634   | 0.819   | 0.781   | 0.881   | 0.866   | 1.408   | 0.817   | 0.903   |
|       | Dijkstra | 0.634   | 0.813   | 0.792   | 0.861   | 0.871   | 1.340   | 0.813   | 0.902   |
|       | PWLR     | 0.628 * | 0.812 * | 0.776 * | 0.775 * | 0.874   | 1.054 * | 0.780 * | 0.904   |
| $e_l$ | Brody    | 4.436   | 3.956   | 4.068   | 4.605   | 3.709   | 7.460   | 4.289   | 4.524   |
|       | Wood     | 4.036   | 3.821   | 3.763 * | 4.682   | 3.486 * | 7.442   | 4.095   | 4.445   |
|       | Cobby    | 4.115   | 3.931   | 4.030   | 4.598   | 3.709   | 7.460   | 4.211   | 4.508   |
|       | Wilmink  | 4.035   | 3.787   | 3.780   | 4.601   | 3.513   | 7.210   | 4.075   | 4.429   |
|       | Rook     | 4.021   | 3.796   | 3.773   | 4.618   | 3.505   | 7.205   | 4.073   | 4.431   |
|       | Dijkstra | 4.024   | 3.782   | 3.824   | 4.540   | 3.519   | 7.434   | 4.078   | 4.424 * |
|       | PWLR     | 3.987 * | 3.776 * | 3.765   | 4.141 * | 3.542   | 6.619 * | 3.952 * | 4.450   |

Each group is corresponding to the groups in Figure 5. *Average* is the mean of the errors in group A to F. *Total* means the entire LCs are used for calculating errors regardless of group. All model fit the average LC for each group. Results are given as the mean from k-folds. \* The lowest error in each group.

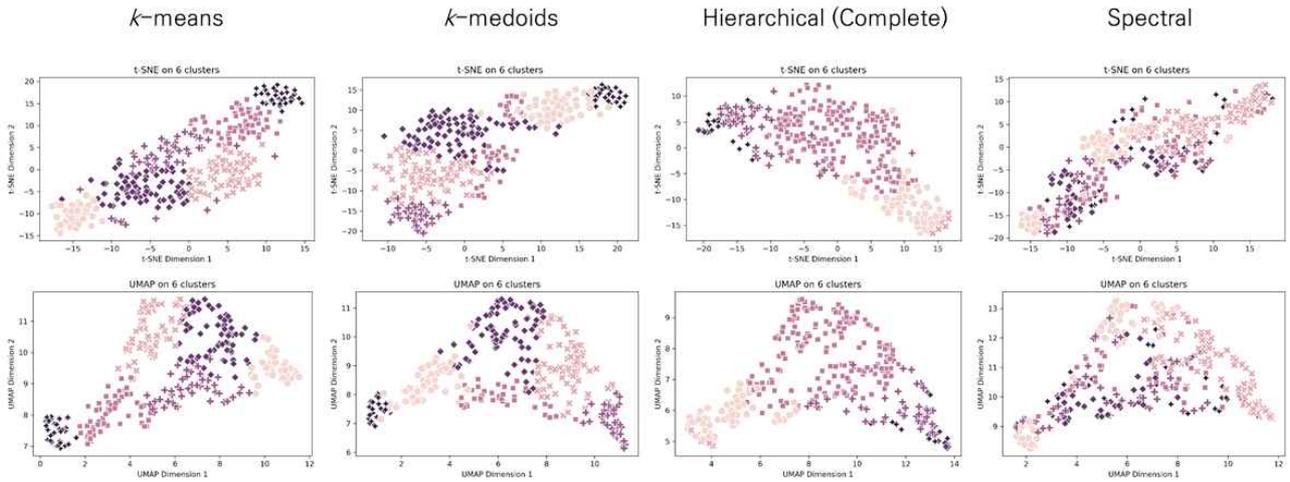
○ 군집화 고도화 방법 연구

- PWLR 방법은 곡선에 대한 특징 추출 기법으로도 볼 수 있으며 이를 통해 기존의 군집화 방법을 개선할 수 있음. 그러나 데이터에 기반한 비유클리드 모델링과 군집화 실험을 위해서는 더 많은 양의 데이터가 필요하기에 이 연구에서는 고도화 방법에 대한 단초를 제시하고 현재 가용 데이터로 분석한 결과를 확인하는데 까지를 목표로 하였음
- 기존 군집화는 비유클리드를 Z정규화한 후 특징추출 없이 전량 사용한 반면 PWLR을 통한 군집화는 비유클리드으로부터 분할점을 추출한 후 군집화를 수행함. 그 결과 고차원으로 인해 발생하는 이른바 차원의 저주 현상을 해소할 수 있음. 결과 개선 여부는 저차원 차원축소기법을 통한 시각화 기법을 이용하여 파악할 수 있음
- 흔히 사용되는 차원축소기반 시각화 기법으로는 PCA(Principle Component Analysis)와 t-SNE(t-Stochastic Neighborhood Embedding), UMAP(Uniform Manifold Approximation and Projection), Autoencoder 등이 있으며 이 연구에서는 실험적인 차원에서 UMAP을 이용하여 비유클리드를 시각화함
- (그림4-21)에서 (그림4-25)는 기존 군집화 방법에 대해 다양한 정규화 기법을 적용한 후 군집화하였을 때의 결과를 시각화한 것이며 정규화는 한 비유클리드 내에서 정규화하는 방법과 모든 비유클리드에 대해 일자별로 정규화하는 방법을 모두 실험함. 또한 다양한 군집화 기법을 비교하기 위해  $k$ -평균(means)과  $k$ -중심(medoids), 완전형 계층적 군집화(Complete Hierarchical Clustering), 스펙트럴 군집화(Spectral Clustering)를 적용하였음. 그 결과 특징 추출이 없는 경우 정규화 기법이 확연한 효과를 보이지는 않았으며 군집화 방법에서는  $k$ -평균과  $k$ -중심 방법이 어느정도 안정적인 군집화 성능을 보여줌을 확인함

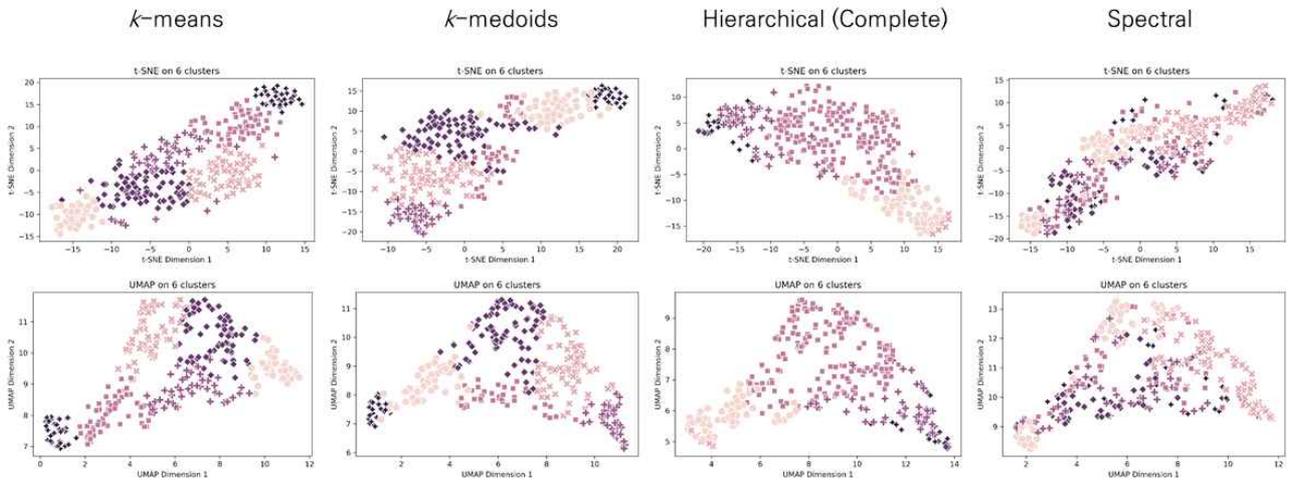
[그림4-21] 일본 비유클리드의 군집화 시각화결과



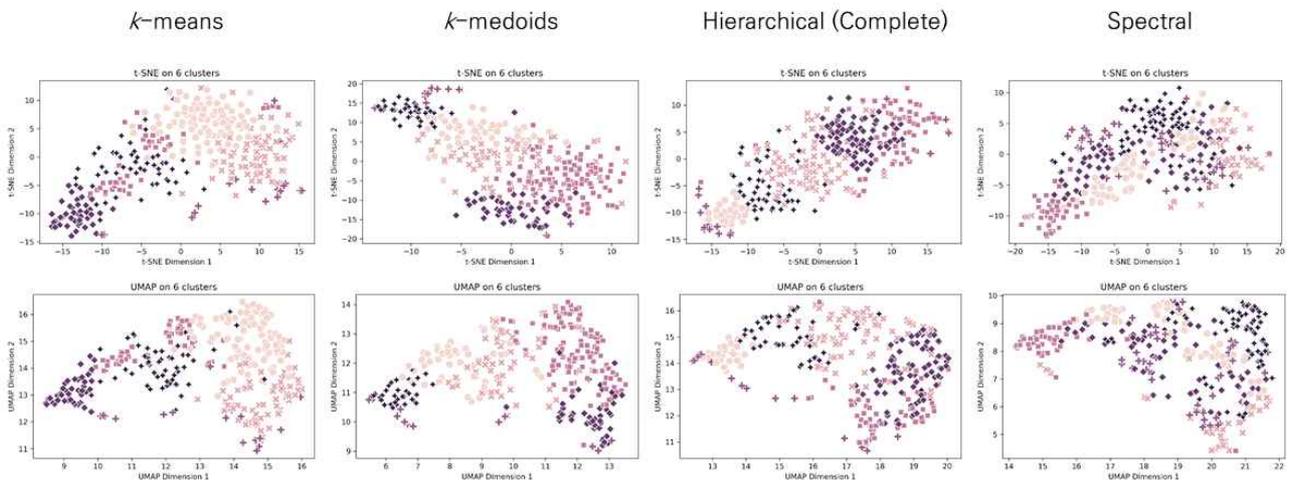
[그림4-22] 최대최소 정규화된 비유클리디안 공간의 군집화 시각화결과



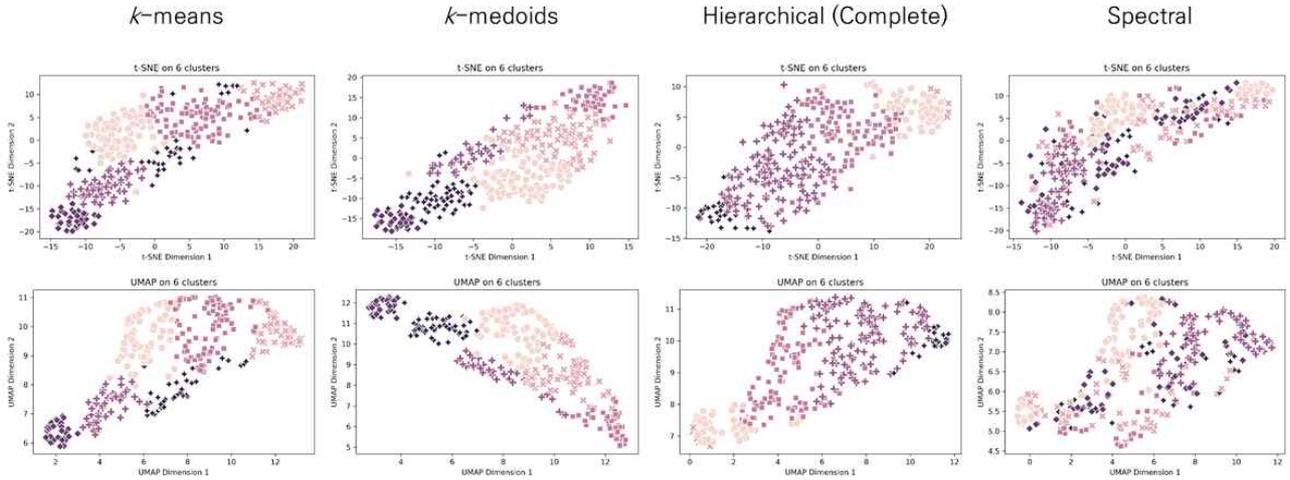
[그림4-23] 일자별로 최대최소 정규화된 비유클리디안 공간의 군집화 시각화결과



[그림4-24] Z정규화된 비유클리디안 공간의 군집화 시각화결과

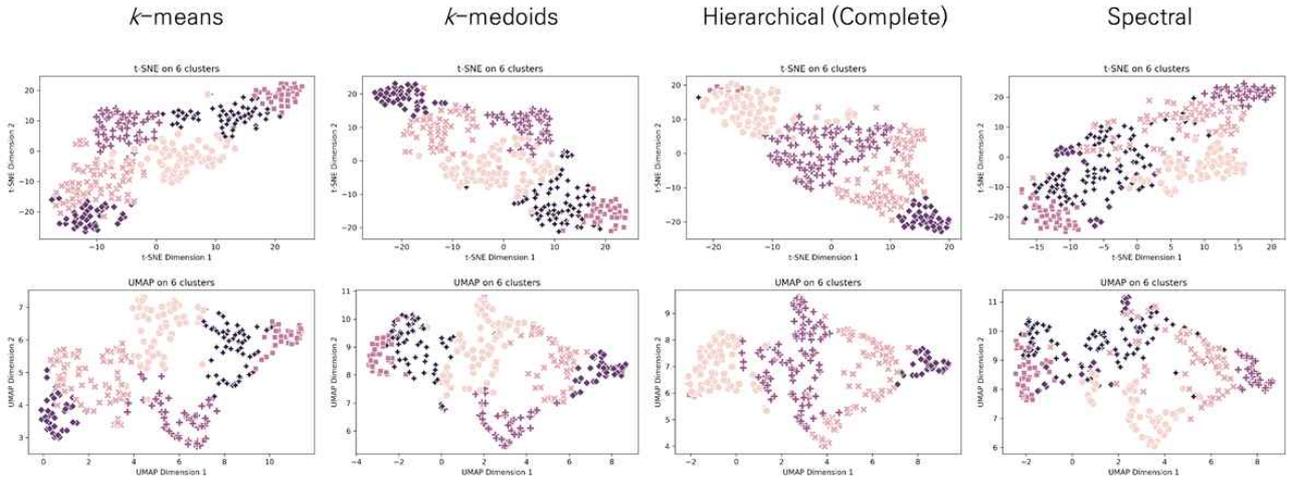


[그림4-25] 일자별로 Z정규화된 비유곡선의 군집화 시각화결과

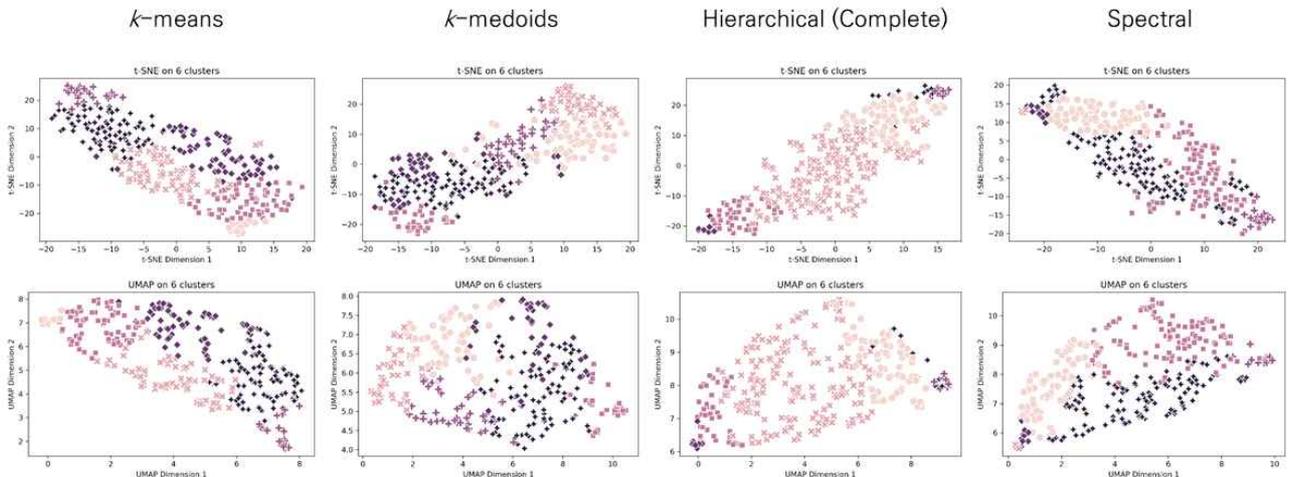


- PWLR 방식을 통한 특징 추출 결과를 비교하기 위해 원본 비유곡선과 PWLR 방식(분할점 5개와 11개)을 적용한 비유곡선을 데이터 정규화하지 않은 상태에서 군집화하여 (그림4-26)와 (그림4-27)과 같이 시각화하였음. 그 결과 원본 비유곡선을 사용했을 때보다 개선이 있는 것으로 확인됨

[그림4-26] 분할점이 5개인 PWLR 비유곡선의 군집화 시각화결과



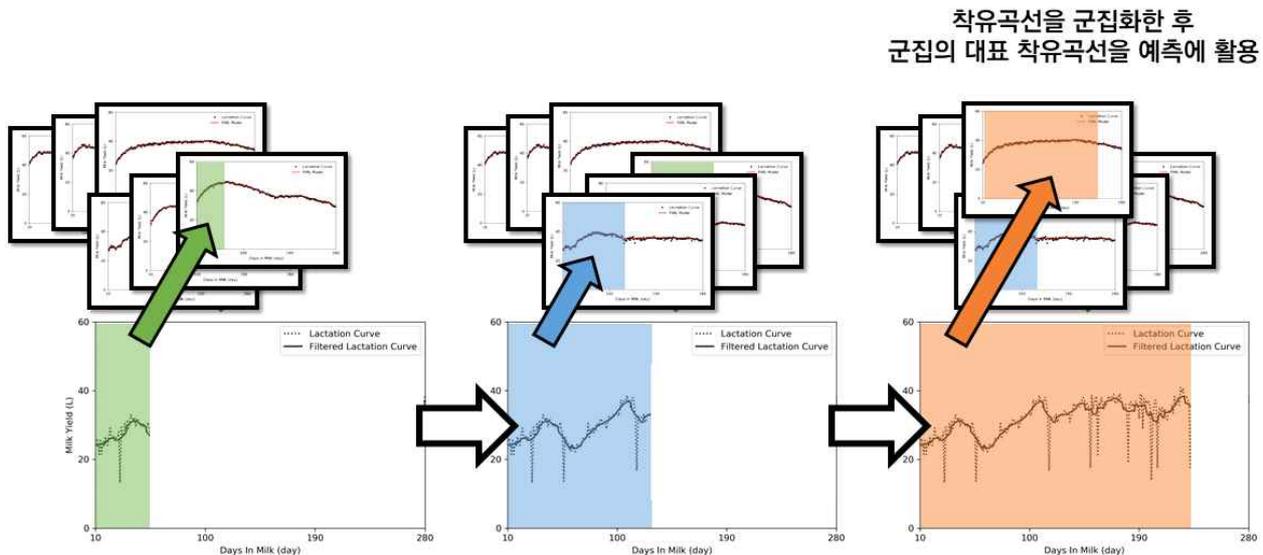
[그림4-27] 분할점이 11개인 PWLR 비유곡선의 군집화 시각화결과



○ 최적 비유곡선 선정

- 비유곡선 군집화 후 군집 대표 비유곡선을 선정하여 착유량 예측 모델로서 사용할 수 있음. 구체적으로는 표준 생육주기 모델의 경우 과거 이력 비유곡선과 가장 유사도가 높은 군집 대표 비유곡선을 선정하여 다음 예측 기간에서의 비유곡선 모델로 활용할 수 있으며, 착유가 진행중인 개체에 대한 예측은 해당 산차의 부분 착유기록을 통해 가장 유사도가 높은 군집 대표 비유곡선을 선정하여 (그림4-28)과 같이 해당 예측기간에서의 비유곡선 모델로 활용할 수 있음

[그림4-28] 최적 비유곡선 선정 모식도



- 비유곡선 간 유사도로 군집화에 사용했던 Z정규화 유클리드 거리를 사용할 수 있으며 비교할 과거 이력이 없는 경우 가장 큰 군집의 대표 비유곡선을 모델로서 활용할 수 있음
- 가용 비유곡선 데이터가 적어 이에 대한 실증 실험은 불가능하나 단일 표준 비유곡선을 통해 예측하는 것 보다는 개체별 특성에 맞는 최적 비유곡선을 바탕으로 예측하는 경우 상당량의 개체별 원유 생산량 오차가 개선될 것으로 기대됨

### 4.3.2 머신러닝 모델 적용 결과

#### ○ 도태판단모델 오차 비교

- 대단위 데이터만을 이용하여 개체단위 예측을 수행하였기에 전반적으로 분류성능이 좋지 않으며 특히 빅데이터기반 모델의 경우 데이터 부족과 부적절한 인자 설정으로 인한 클래스 불균형 현상이 발생하여 열악한 분류성능을 나타내었음
- (표4-17)의 결과를 토대로 현 상황에서는 통계기반 모델을 사용하는 것이 그나마 나은 선택이나 향후 빅데이터 축적을 바탕으로 한 빅데이터기반 모델 고도화 시에는 통계기반 모델에 비교하여 (표4-17)에 명시된 분류성능 상 우위를 보여야 할 것임

[표4-17] 도태판단모델 분류성능 비교

|           | 2020년 (1~12월) |        | 2021년 (1~9월) |        |
|-----------|---------------|--------|--------------|--------|
|           | 통계기반          | 빅데이터기반 | 통계기반         | 빅데이터기반 |
| Accuracy  | 76.39%        | 0.28%  | 79.87%       | 4.22%  |
| Recall    | 22.84%        | 100%   | 19.52%       | 100%   |
| Precision | 21.54%        | 0.28%  | 18.56%       | 4.22%  |
| F1-Score  | 22.17%        | 0.59%  | 19.03%       | 8.11%  |

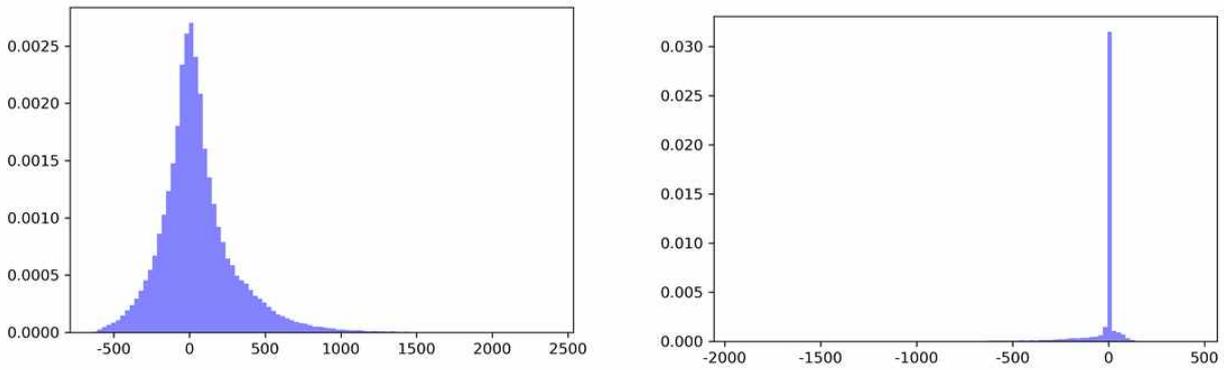
#### ○ 분만일자 예측모델 오차 비교

- 분만일자 예측의 경우 통계기반 모델이 평균 5~6개월 오차가 발생하는 것과 달리 빅데이터기반 예측의 경우 1~2개월 오차가 발생함. 그러나 이는 (표4-17)와 (그림4-29)를 바탕으로 생각했을 때 클래스 불균형과 오적합으로 인한 결과로 추정되며 빅데이터기반 모델의 예측기간 내 분만이 현저히 적기 때문에 신뢰할 수 있는 결과가 아님
- (그림4-29)와 (그림4-30)의 좌측그림에서 통계기반 모델의 잔차가 비교적 종형을 하고 있는 것으로 파악되나 우측그림에서 빅데이터기반 모델의 잔차는 과적합과 적은 샘플수로 인해 신뢰하기 어려운 수준임

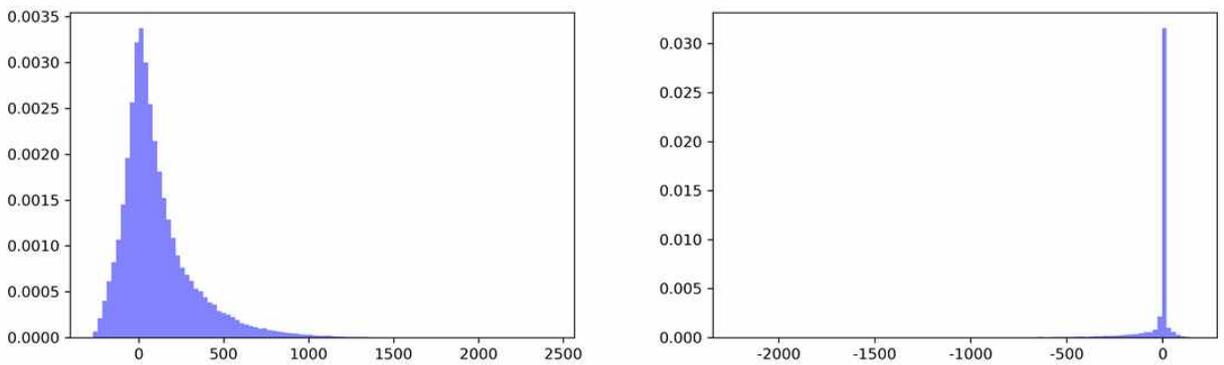
[표4-18] 분만일자 예측모델 회귀오차 비교

|                        | 2020년 (1~12월) |        | 2021년 (1~9월) |        |
|------------------------|---------------|--------|--------------|--------|
|                        | 통계기반          | 빅데이터기반 | 통계기반         | 빅데이터기반 |
| Absolute Mean          | 175.21        | 48.00  | 158.15       | 43.44  |
| Standard Deviation     | 186.33        | 154.63 | 190.39       | 146.97 |
| Root-Mean-Square-Error | 255.77        | 101.42 | 247.50       | 86.95  |

[그림4-29] 2020년 분만일자 잔차 통계 (좌: 통계기반, 우: 빅데이터기반)



[그림4-30] 2021년 분만일자 잔차 통계 (좌: 통계기반, 우: 빅데이터기반)



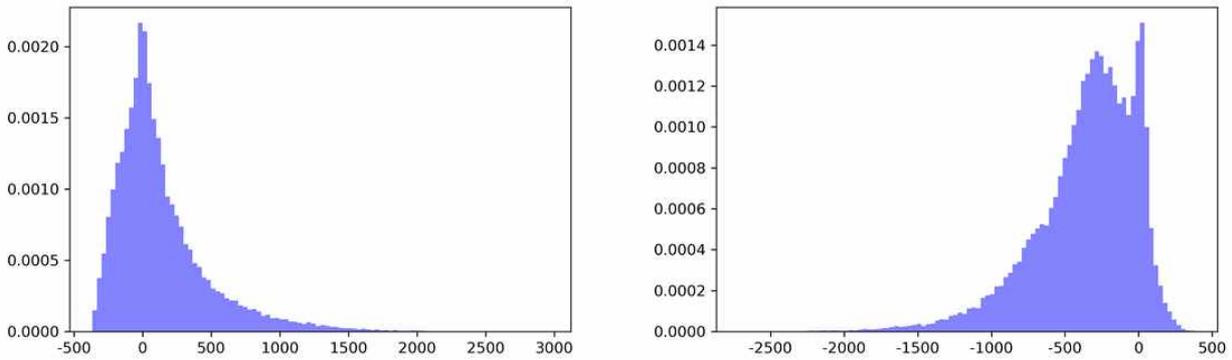
○ 도태일자 예측모델 오차 비교

- 통계기반 모델은 약 8개월 정도의 도태일자 오차를 나타내었으며 빅데이터기반 모델은 근 1년에 가까운 오차를 보였음. 빅데이터기반 모델의 경우 분만일자 대비 도태일자에서 훨씬 많은 기간 내 예측이 있었으며 이에 따라 분만일자 예측에서와 달리 회귀오차를 신뢰할 수 있는 수준임
- 도태일자 분포의 경우 종형과 비슷한 형태를 하고 있으나 통계기반 모델과 빅데이터기반 모델이 각각 좌와 우로 휘어져있음(skewed)을 확인함

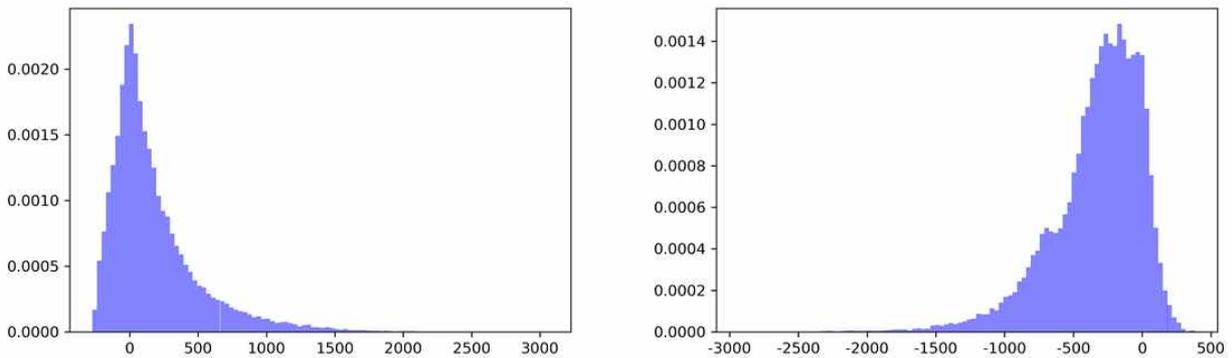
[표4-19] 도태일자 예측모델 회귀오차 비교

|                        | 2020년 (1~12월) |        | 2021년 (1~9월) |        |
|------------------------|---------------|--------|--------------|--------|
|                        | 통계기반          | 빅데이터기반 | 통계기반         | 빅데이터기반 |
| Absolute Mean          | 240.33        | 373.52 | 240.20       | 350.77 |
| Standard Deviation     | 284.80        | 330.46 | 294.55       | 318.71 |
| Root-Mean-Square-Error | 372.65        | 298.72 | 380.08       | 473.93 |

[그림4-31] 2020년 도태일자 잔차 통계 (좌: 통계기반, 우: 빅데이터기반)



[그림4-32] 2021년 도태일자 잔차 통계 (좌: 통계기반, 우: 빅데이터기반)



#### 4.4 제언

##### ○ 연구 결과 활용 방안

- 본 사업에서 개발된 원유 생산량 예측모델은 기존 모델과 달리 빅데이터를 기반으로 원유 생산량을 예측하며 빅데이터가 구축되지 않은 상황에서도 대단위 통계를 빅데이터 분석 알고리즘에 적용시킬 수 있는 방안을 제시함. 이는 기존 모델이 사용하던 대단위 통계 데이터를 바탕으로도 모델을 운용할 수 있되 향후 양질의 데이터가 축적됨에 따라 모델을 고도화하여 적용할 수 있는 토대를 마련한 것임
- 기존 모델이 국가수준의 대단위 통계량만을 제공한 것과 달리 본 사업에서 개발된 원유 생산량 예측모델은 개체단위의 통계량을 제공함. 빅데이터가 사용되지 않은 경우에는 개체단위의 예측 정확도가 매우 떨어지나 지역 또는 권역 수준의 통계량은 허용 가능한 오차범위 내에서 예측이 가능함

##### ○ 연구 결과 실제 적용 방안

- 본 사업에서의 원유 생산량 예측모델은 데이터의 부재로 인해 고도의 예측이 어려움. 이를 해결하기 위해 낙농진흥회에서 기존에 운영하던 선형회귀 기반 원유 생산량 예측모델을 이용하여 결과를 보정할 수 있음. 이 경우 기존 모델과 비슷한 수준의 예측량에서 기존 모델이 제공하지 못했던 지역 또는 권역단위의 예측량을 제공할 수 있음. 이 때 예측생산량 보정은 평균 예측원유생산량이 기존 모델의 평균 원유예측생산량과 동일하도록 계수를 곱해주면 됨

- (표4-20)은 본 사업에서 최종 제출한 2022년 원유 생산량 예측결과(도태율 및 전처리 비유곡선 사용)를 낙농진흥회의 2022년 예측 결과를 이용하여 보정한 결과임 (계수: 97.71%). 그 결과 유효예측기간(1월~9월)의 절댓값오차가 1.89%에서 0.44%로, 2022년 전체 예측기간의 절댓값오차가 2.35%에서 0.66%로 감소함

[표4-20] 2022년 원유 생산량 예측결과 (도태율 및 전처리 비유곡선 사용)

| 월   | 산유량(천만톤)  |          |       |          |        |
|-----|-----------|----------|-------|----------|--------|
|     | 낙농진흥회 예측값 | 보정 전 예측값 | 오차    | 보정 후 예측값 | 오차     |
| 1월  | 172.8     | 173.851  | 0.61% | 169.873  | -1.69% |
| 2월  | 160.3     | 164.031  | 2.33% | 160.278  | -0.01% |
| 3월  | 179.8     | 183.177  | 1.88% | 178.986  | -0.45% |
| 4월  | 178.3     | 181.881  | 2.01% | 177.720  | -0.33% |
| 5월  | 182.5     | 186.709  | 2.31% | 182.437  | -0.03% |
| 6월  | 170.8     | 173.856  | 1.79% | 169.878  | -0.54% |
| 7월  | 170       | 173.886  | 2.29% | 169.907  | -0.05% |
| 8월  | 166       | 169.368  | 2.03% | 165.493  | -0.31% |
| 9월  | 163       | 165.953  | 1.81% | 162.156  | -0.52% |
| 10월 | 168.3     | 173.435  | 3.05% | 169.467  | 0.69%  |
| 11월 | 163.5     | 169.338  | 3.57% | 165.464  | 1.20%  |
| 12월 | 170       | 177.707  | 4.53% | 173.641  | 2.14%  |
| 평균1 | 170.748   | 174.746  | 1.89% | 170.748  | 0.44%  |
| 평균2 | 170.442   | 174.433  | 2.35% | 170.442  | 0.66%  |

\* 2021년 10월 이후 이력제데이터 부존재로 인해 2022년 10월 이후 예측정확도 하락

\*\* 평균1은 9월까지의 평균을, 평균2는 12월까지의 평균을 나타냄

- 한편, 2020년과 2021년을 바탕으로 한 연구결과 목장회전률과 원본 비유곡선을 이용하여 예측하는 것이 가장 결과가 좋을 것으로 판단되었으나 2022년의 낙농진흥회 예측값과 비교하였을 때 도태율과 전처리 비유곡선을 이용하는 것이 가장 원유 생산량 오차가 적었음. 이에 따라 본 사업의 최종 결과물로서 (표-13)의 두수예측 결과와 (표-20)의 원유생산량 결과를 지역별로 제출함
- (표4-21)은 목장회전률과 원본 비유곡선을 사용해 예측한 결과(계수: 93.70%)로 유효예측기간(1월~9월)의 절댓값오차가 5.01%에서 1.78%로, 2022년 전체 예측기간의 절댓값오차가 6.77%에서 2.59%로 감소함

[표4-21] 2022년 원유 생산량 예측결과 (목장회전률 및 원본 비유곡선 사용)

| 월   | 산유량(천만톤)  |          |        |          |        |
|-----|-----------|----------|--------|----------|--------|
|     | 낙농진흥회 예측값 | 보정 전 예측값 | 오차     | 보정 후 예측값 | 오차     |
| 1월  | 172.8     | 178.015  | 3.02%  | 166.801  | -3.47% |
| 2월  | 160.3     | 167.872  | 4.72%  | 157.297  | -1.87% |
| 3월  | 179.8     | 187.658  | 4.37%  | 175.837  | -2.2%  |
| 4월  | 178.3     | 186.617  | 4.66%  | 174.861  | -1.93% |
| 5월  | 182.5     | 191.614  | 4.99%  | 179.543  | -1.62% |
| 6월  | 170.8     | 178.252  | 4.36%  | 167.023  | -2.21% |
| 7월  | 170       | 178.967  | 5.27%  | 167.693  | -1.36% |
| 8월  | 166       | 176.118  | 6.1%   | 165.024  | -0.59% |
| 9월  | 163       | 175.297  | 7.54%  | 164.254  | 0.77%  |
| 10월 | 168.3     | 185.685  | 10.33% | 173.988  | 3.38%  |
| 11월 | 163.5     | 183.102  | 11.99% | 171.568  | 4.93%  |
| 12월 | 170       | 193.608  | 13.89% | 181.411  | 6.71%  |
| 평균1 | 170.748   | 180.046  | 5.01%  | 168.704  | 1.78%  |
| 평균2 | 170.442   | 181.900  | 6.77%  | 170.442  | 2.59%  |

\* 2021년 10월 이후 이력제데이터 부존재로 인해 2022년 10월 이후 예측정확도 하락

\*\* 평균1은 9월까지의 평균을, 평균2는 12월까지의 평균을 나타냄

- 2020년과 2021년의 예측 자료에서 두수 오차의 경우 목장회전률을 사용한 것이 월등히 좋았으나 2021년과 2022년의 원유 생산량 예측에서는 도태율을 사용한 것이 더 좋았음 (2020년의 경우 비등). 원유 생산량 예측이 두수를 기반으로 계산된다는 점을 생각할 때 위 현상의 원인은 올바르지 않은 비유곡선 설정 때문으로 판단되며 원본 비유곡선 설정 과정에서 확인된 상당한 데이터 불완전성((표4-3)과 (표4-4) 산출과정에서 관찰된 75.19%의 비유곡선 데이터 불량)이 이를 방증함. 향후에는 두수예측치와의 효과적인 결합과 개체단위 생산예측 정확성 제고를 위해 착유 데이터를 보다 정합적이고 온전하게 축적해야 할 것으로 보임

#### 4.5 참고문헌

- Cunha, D.D.N.F.V.D.; Pereira, J.C.; Silva, F.F.e.; Silva, O.F.d.; Campos, J.L.; Braga, J.A.M. Selection of models of lactation curves to use in milk production simulation systems. *Rev. Bras. De Zootec* **2010**, 39, 891-902.
- Murphy, M. D.; O'Mahony, M. J.; Shalloo, L.; French, P.; Upton, J. Comparison of modeling techniques for milk-production forecasting. *J. Dairy Sci* **2014**, 97, 3352-3363.
- Lee, M.; Lee, S.; Park, J.; Seo, S. Clustering and Characterization of the Lactation Curves of Dairy Cows Using K-Medoids Clustering Algorithm. *Animals* **2020**, 10.

### 3장 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

#### 1) 연구수행 결과

##### (1) 정성적 연구개발성과

- 데이터 융복합을 위한 데이터 표준화, 온라인 서비스 플랫폼 및 코드변환 시스템 개발
- ICT 장비 통합 게이트웨이 개발 및 이기종 ICT 장비 데이터 수집할 수 있는 프로그램 개발
- 착유우의 유방염 발생여부를 진단하는 모델 개발
- 머신러닝 기법을 활용한 원유생산 예측모델 개발

##### (2) 정량적 연구개발성과(해당 시 작성하며, 연구개발과제의 특성에 따라 수정이 가능합니다)

< 정량적 연구개발성과표 >

(단위 : 건, 천원)

| 성과지표명                         |           | 연도      | 2018~2021 | 계         | 가중치 (%) |
|-------------------------------|-----------|---------|-----------|-----------|---------|
| 전담기관 등록·기탁 지표 <sup>1)</sup>   | 특허출원      | 목표(단계별) | 2         | 2         | 10      |
|                               |           | 실적(누적)  | 2         | 2         |         |
|                               | 특허등록      | 목표(단계별) | 2         | 2         | 10      |
|                               |           | 실적(누적)  | 1         | 1         |         |
|                               | 논문(SCIE)  | 목표(단계별) | 4         | 4         |         |
|                               |           | 실적(누적)  | 3         | 3         |         |
|                               | 논문(비SCIE) | 목표(단계별) | 3         | 3         |         |
|                               |           | 실적(누적)  | 2         | 2         |         |
| 연구개발과제 특성 반영 지표 <sup>2)</sup> | 기술실시      | 목표(단계별) | 1         | 1         | 5       |
|                               |           | 실적(누적)  | 1         | 1         |         |
|                               | 기술료       | 목표(단계별) | 90,000    | 90,000    | 5       |
|                               |           | 실적(누적)  | 34,000    | 34,000    |         |
|                               | 제품화       | 목표(단계별) | 1         | 1         | 20      |
|                               |           | 실적(누적)  | 1         | 1         |         |
|                               | 매출액       | 목표(단계별) | 1,500,000 | 1,500,000 | 10      |
|                               |           | 실적(누적)  | 98,000    | 98,000    |         |
|                               | 학술발표      | 목표(단계별) | 6         | 6         | 20      |
|                               |           | 실적(누적)  | 7         | 7         |         |
|                               | 정책활용      | 목표(단계별) | 1         | 1         | 15      |
|                               |           | 실적(누적)  | 1         | 1         |         |
|                               | 홍보(전시)    | 목표(단계별) | 15        | 15        | 5       |
|                               |           | 실적(누적)  | 17        | 17        |         |
| 계                             |           |         |           |           | 100     |

< 연구개발성과 성능지표 >

| 평가 항목 (주요성능 <sup>1)</sup> )    | 단위 | 전체 항목에서 차지하는 비중 <sup>2)</sup> (%) | 연구개발 전 국내 성능수준 | 연구개발목표치                             | 달성도  | 평가 방법     |
|--------------------------------|----|-----------------------------------|----------------|-------------------------------------|------|-----------|
| 1 데이터 표준화 및 코드변환 시스템 개발        |    | 20                                | -              | 목장관리 및 ICT데이터 표준화 DB 구축 및 코드변환시스템   | 100% | 자체평가      |
| 2 통합 게이트웨이 개발 및 데이터 수집 프로그램 개발 |    | 40                                | -              | 유/무선 통신규격 활용한 통합게이트웨이 이기종 클러스터 프로그램 | 100% | 특허 및 KC인증 |
| 3 사양관리 과학화 모델 개발               |    | 20                                | -              | 유방염 진단 상용 센서시스템 대비 진단기술 증대          | 100% | 논문        |
| 4 지능형 원유 생산예측 모델 개발            |    | 20                                | -              | 원유 생산예측                             | 100% | 논문        |

\* 1) 정밀도, 인장강도, 내충격성, 작동전압, 응답시간 등 기술적 성능판단기준이 되는 것을 의미합니다.

\* 2) 비중은 각 구성성능 사양의 최종목표에 대한 상대적 중요도를 말하며 합계는 100%이어야 합니다.

### (3) 세부 정량적 연구개발성과

#### [과학적 성과]

#### □ 논문(국내외 전문 학술지) 게재

| 번호 | 논문명   | 학술지명              | 주저자명       | 호       | 국명   | 발행기관          | SCIE 여부 (SCIE/비SCIE) | 게재일               | 등록번호 (ISSN) | 기여율 |
|----|---|-------------------|------------|---------|------|---------------|----------------------|-------------------|-------------|-----|
| 1  | Analysis of the Factors Influencing Body Weight Variation in Hanwoo Steers Using an Automated Weighing System | Animals           | 조현진        | 10(8)   | 스위스  | MDPI          | SCIE                 | 2020-07-25        | 2076-2615   | 100 |
| 2  | Clustering and Characterization of the Lactation Curves of Dairy Cows Using K-Medoids Clustering Algorithm    | Animals           | 이민경<br>이성훈 | 10(8)   | 스위스  | MDPI          | SCIE                 | 2020-08-04        | 2076-2615   | 100 |
| 3  | Wearable Wireless Biosensor Technology for Monitoring Cattle: A Review  | Animals           | 이민경        | 11(10)  | 스위스  | MDPI          | SCIE                 | 2021-09-23        | 2076-2615   | 100 |
| 4  | 다변량 데이터와 순환 신경망을 이용한 젖소의 유방염 진단예측 방법  | 한국소프트웨어감정평가학회 논문지 | 박기철        | 17(1)   | 대한민국 | 한국소프트웨어감정평가학회 | 비SCIE                | 2021-06-30        | 2092-8114   | 100 |
| 5  | 행동 시계열 데이터와 k-평균 군집화를 통한 젖소의 일일 행동패턴 검출   | 한국소프트웨어감정평가학회 논문지 | 이성훈        | 17(1)   | 대한민국 | 한국소프트웨어감정평가학회 | 비SCIE                | 2021-06-30        | 2092-8114   | 100 |
| 6  | 한국 낙농 농가의 정밀 축산 기술 도입 실태 조사   | 한국산학기술학회 논문지      | 이민경        | (게재 예정) | 대한민국 | 한국산학기술학회      | 비SCIE                | 2022-01-31 (게재예정) | 1975-4701   | 100 |
| 7  | A Vector Representation of Lactation Curves for Dairy Cows  | Agriculture       | 이성훈        |         | 스위스  | MDPI          | SCIE                 | (심사중)             | 2077-0472   | 50  |

#### □ 국내 및 국제 학술회의 발표

| 번호 | 회의 명칭   | 발표자 | 발표 일시      | 장소                 | 국명   |
|----|---|-----|------------|--------------------|------|
| 1  | 한국소프트웨어감정평가학회 제32회 춘계 학술대회                    | 이성훈 | 2019-05-17 | 중앙대학교 제2공학관 515호   | 대한민국 |
| 2  | 2019년도 한국초지조사료학회-한국축산환경학회 공동심포지엄 및 제56회 학술발표회 | 조현진 | 2019-06-28 | 경상대학교 GNU컨벤션센터     | 대한민국 |
| 3  | 한국소프트웨어감정평가학회 제32회 춘계 학술대회                    | 박기철 | 2019-05-17 | 중앙대학교 제2공학관 515호   | 대한민국 |
| 4  | 한국축산학회  | 이민경 | 2020-08-28 | 온라인 (e-Conference) | 대한민국 |
| 5  | 정보처리학회 추계 학술대회                                | 송혜원 | 2020-11-06 | 온라인 (e-Conference) | 대한민국 |
| 6  | 한국소프트웨어감정평가학회 제34회 춘계 학술발표대회                  | 박기철 | 2021-05-14 | 천안 신라스테이           | 대한민국 |
| 7  | 한국소프트웨어감정평가학회 제34회 춘계 학술발표대회                  | 양소연 | 2021-05-14 | 천안 신라스테이           | 대한민국 |

## [기술적 성과]

### □ 지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신제품, 프로그램)

| 번호 | 지식재산권 등 명칭<br>(건별 각각 기재) | 국명   | 출원          |                |                     |          | 등록          |                |                | 기여율  | 활용<br>여부 |
|----|--------------------------|------|-------------|----------------|---------------------|----------|-------------|----------------|----------------|------|----------|
|    |                          |      | 출원인         | 출원일            | 출원<br>번호            | 등록<br>번호 | 등록인         | 등록일            | 등록 번호          |      |          |
| 1  | 낙농데이터의 융복합<br>처리시스템 및 방법 | 대한민국 | 함영화<br>외 5명 | 2019-10-<br>31 | 10-2019-<br>0137350 |          |             |                |                | 100% |          |
| 2  | 축산동물의 유방염<br>진단방법 및 진단장치 | 대한민국 | 함영화<br>외 2명 | 2020-09-<br>23 | 10-2020-<br>0122826 |          | 함영화<br>외 2명 | 2021-06-<br>14 | 10-2266<br>731 | 100% |          |

### ○ 지식재산권 활용 유형

※ 활용의 경우 현재 활용 유형에 √ 표시, 미활용의 경우 향후 활용 예정 유형에 √ 표시합니다(최대 3개 중복선택 가능).

| 번호 | 제품화 | 방어 | 전용실시 | 통상실시 | 무상실시 | 매매/양도 | 상호실시 | 담보대출 | 투자 | 기타 |
|----|-----|----|------|------|------|-------|------|------|----|----|
|    |     |    |      |      |      |       |      |      |    |    |

### □ 기술 및 제품 인증

| 번호 | 인증 분야 | 인증 기관   | 인증 내용      |                 | 인증 획득일     | 국가명  |
|----|-------|---------|------------|-----------------|------------|------|
|    |       |         | 인증명        | 인증 번호           |            |      |
| 1  | KC인증  | 국립전파연구원 | ICT통신모듈    | R-R-ham-SJIMS-T | 2020-03-16 | 대한민국 |
| 2  | KC인증  | 국립전파연구원 | ICT통합게이트웨이 | R-R-ham-SJIMS-R | 2021-12-15 | 대한민국 |

## [경제적 성과]

### □ 기술 실시(이전)

| 번호 | 기술 이전<br>유형 | 기술 실시 계약명                 | 기술 실시<br>대상 기관 | 기술 실시<br>발생일 | 기술료<br>(해당 연도 발생액) | 누적<br>징수 현황 |
|----|-------------|---------------------------|----------------|--------------|--------------------|-------------|
| 1  | 직접실시        | 낙농 데이터의 융복합<br>처리시스템 및 방법 | (주)에그리로보텍      | 2019.10.31   | 34,300,000원        |             |
| 2  | 직접실시        | 축산동물의 유방염<br>진단방법 및 진단장치  | (주)에그리로보텍      | 2021.11.02   | -                  |             |

\* 내부 자금, 신용 대출, 담보 대출, 투자 유치, 기타 등

### □ 사업화 현황

| 번호 | 사업화<br>방식 <sup>1)</sup> | 사업화 형태 <sup>2)</sup> | 지역 <sup>3)</sup> | 사업화명                                    | 내용                                       | 업체명        | 매출액        |            | 매출<br>발생 연도 | 기술<br>수명 |
|----|-------------------------|----------------------|------------------|---|--|------------|------------|------------|-------------|----------|
|    |                         |                      |                  |   |  |            | 국내<br>(천원) | 국외<br>(달러) |             |          |
| 1  | 자기실시                    | 신제품 개발               | 국내               | ICT통신모<br>듈(낙농데이<br>터의<br>융복합<br>처리시스템) | 통신불능<br>ICT기기<br>연동을<br>위한<br>통신모듈<br>개발 | 에그리<br>로보텍 | 98,500     |            | 2020        |          |

\* 1) 기술이전 또는 자기실시

\* 2) 신제품 개발, 기존 제품 개선, 신공정 개발, 기존 공정 개선 등

\* 3) 국내 또는 국외

### □ 매출 실적(누적)

| 사업화명                          | 발생 연도 | 매출액    |        | 합계     | 산정 방법     |
|-------------------------------|-------|--------|--------|--------|-----------|
|                               |       | 국내(천원) | 국외(달러) |        |           |
| ICT통신모듈<br>(낙농데이터의 융복합 처리시스템) | 2020  | 98,500 |        | 98,500 | 제품화매출액확인서 |
| 합계                            |       |        |        |        |           |

[사회적 성과]

□ 정책활용 내용

| 번호 | 구분<br>(제안/채택) | 정책명      | 관련 기관<br>(담당 부서) | 활용 연도 | 채택 내용                  |
|----|---------------|----------|------------------|-------|------------------------|
| 1  | 제안            | 원유수급조절사업 | 농림축산식품부<br>축산경영과 | 2021  | '22년 원유생산 전망<br>데이터 활용 |

□ 홍보 실적

| 번호 | 홍보 유형 | 매체명                             | 제목  | 홍보일             |
|----|-------|---------------------------------|---|-----------------|
| 1  | 기타    | TMR연구회, 국립축산과학원, 한국축산학회 공동 심포지엄 | ICT기술을 활용한 젖소 사양관리 효율화 방안                                 | 2019-05-30      |
| 2  | 월간잡지  | 월간낙농육우                          | 스마트낙농 성공, 충분한 교육과 이해가 필수                                  | 2019-08-05      |
| 3  | 기타    | 홍익대학교 국제연수원                     | 2019스마트팜 실습형교육  | 2019-09-17      |
| 4  | 월간잡지  | 월간낙농                            | ICT장비 상호호환 통한 '빅데이터' 구축 절실                                | 2018-06-27      |
| 5  | 월간잡지  | 서울우유 격월간지(1/2월호)                | 빅데이터 스마트 낙농에 대한 질문들                                       | 2020-01-01      |
| 6  | 기타    | 홍천군청                            | 낙농산업 발전방향   | 2020-05-12      |
| 7  | 월간잡지  | Farm to Table                   | 낙농가의 고된 일상을 바꿔 놓은 착유기의 발전                                 | 2020-06-15      |
| 8  | 주간잡지  | 축산경제신문                          | 낙농경영자가 스마트 낙농을 실감할 수 있는 준비                                | 2020-10-26      |
| 9  | 월간잡지  | 월간 낙농                           | 낙농 스마트팜 장비 성공적 도입 위해                                      | 2020-10-29      |
| 10 | 월간잡지  | 월간 낙농                           | 스마트 축산의 명암<明暗>  | 2021-03-01      |
| 11 | 중앙전문지 | 농민신문                            | [전문가의 눈] 스마트축산의 밝음과 어두움                                   | 2021-03-15      |
| 12 | 중앙일간지 | 한국농기계신문                         | 스마트축사 시설·ICT 장비 공급에 협력                                    | 2021-04-01      |
| 13 | 중앙일간지 | 농수축산신문                          | [40주년 특별기획] 스마트 농업, R&D로 승부하라<br>②가시화되고 있는 4차 산업혁명 - 축산부문 | 2021-06-15      |
| 14 | 중앙일간지 | 축산신문                            | <한국축산, ICT로 성장 DNA를 입다/기고>스마트 축산<br>참여주체들의 역할             | 2021-07-14      |
| 15 | 월간잡지  | 월간낙농                            | ICT로 구현하는 스마트낙농의 시작                                       | 2021-07-26      |
| 16 | 박람회   | 2018 IDF 연차총회                   | LEMS장비, 세정수장비 박람회   | 2018-10-15 ~ 18 |
| 17 | 전시회   | 2018 서울우유 홀스타인 품평회              | 낙농 ICT장비(LEMS, 로봇착유기, 세정수, TMR배합기, 조사료장비) 전시              | 2018-10-24 ~ 25 |

[그 밖의 성과](해당 시 작성합니다)

---



---

(4) 계획하지 않은 성과 및 관련 분야 기여사항(해당 시 작성합니다)

---



---

<참고 1> 연구성과 실적 증빙자료 예시

| 성과유형                | 첨부자료 예시  |
|---------------------|--|
| 연구논문                | 논문 사본(저자, 초록, 사사표기)을 확인할 수 있는 부분 포함, 연구개발과제별 중복 첨부 불가) |
| 지식재산권               | 산업재산권 등록증(또는 출원서) 사본(발명인, 발명의 명칭, 연구개발과제 출처 포함)        |
| 제품개발(시제품)           | 제품개발사진 등 시제품 개발 관련 증빙자료                                |
| 기술이전                | 기술이전 계약서, 기술실시 계약서, 기술료 입금 내역서 등                       |
| 사업화<br>(상품출시, 공정개발) | 사업화된 제품사진, 매출액 증빙서류(세금계산서, 납품계약서 등 매출 확인가능 내부 회계자료) 등  |
| 품목허가                | 미국 식품의약국(FDA) / 식품의약품안전처(MFDS) 허가서                     |
| 임상시험실시              | 임상시험계획(IND) 승인서  |

<참고 2> 국가연구개발혁신법 시행령 제33조제4항 및 별표 4에 따른 연구개발성과의 등록·기탁 대상과 범위

| 구분 | 대상          | 등록 및 기탁 범위  |
|----|-------------|---|
| 등록 | 논문          | 국내외 학술단체에서 발간하는 학술(대회)지에 수록된 학술 논문(전자원문 포함)   |
|    | 특허          | 국내외에 출원 또는 등록된 특허정보   |
|    | 보고서원문       | 연구개발 연차보고서, 단계보고서 및 최종보고서의 원문   |
|    | 연구시설·장비     | 국가연구개발사업을 통하여 취득한 3천만 원 이상 (부가가치세, 부대비용 포함) 연구시설·장비 또는 공동활용이 가능한 모든 연구시설·장비   |
|    | 기술요약정보      | 연차보고, 단계보고 및 최종보고가 완료된 연구개발성과의 기술을 요약한 정보   |
|    | 생명자원 중 생명정보 | 서열·발현정보 등 유전체정보, 서열·구조·상호작용 등 단백질체정보, 유전자(DNA)칩·단백질칩 등 발현체 정보 및 그 밖의 생명정보   |
|    | 소프트웨어       | 창작된 소프트웨어 및 등록에 필요한 관련 정보   |
|    | 표준          | 「국가표준기본법」 제3조에 따른 국가표준, 국제표준으로 채택된 공식 표준정보[소관 기술위원회를 포함한 공식 국제표준화기구(ISO, IEC, ITU)가 공인한 단체 또는 사실표준화기구에서 채택한 표준정보를 포함한다] |
| 기탁 | 생명자원 중 생물자원 | 세균, 곰팡이, 바이러스 등 미생물자원, 인간 또는 동물의 세포·수정란 등 동물자원, 식물세포·종자 등 식물자원, DNA, RNA, 플라스미드 등 유전체자원 및 그 밖의 생물자원                     |
|    | 화합물         | 합성 또는 천연물에서 추출한 유기화합물 및 관련 정보   |
|    | 신품종         | 생물자원 중 국내외에 출원 또는 등록된 농업용 신품종 및 관련 정보   |

## 2) 목표 달성 수준

| 추진 목표                                   | 달성 내용   | 달성도(%) |
|---|---|--------|
| ○ 데이터 융복합을 위한 데이터 표준화 및 코드변환 시스템 개발     | ○ 목장관리코드 (농가코드, 개체코드, ICT기기코드 등) 표준화<br>○ ICT기기 데이터 (착유정보, 사료급여정보, 생체정보) 표준화<br>○ 코드변환 서비스 시스템 개발   | 100%   |
| ○ ICT 장비 통합 게이트웨이 시범운영 및 사양관리 과학화 모델 실증 | ○ 연구목장 낙농가 12호 선정<br>○ 연구목장 대상 낙농현장 실증시험 결과 데이터 전송  | 100%   |
| ○ ICT 장비 통합 게이트웨이 개발 및 클라우드 송수신 시스템 개발  | ○ 유선 통신규격 포트를 확보한 통합 게이트웨이 개발<br>○ 무선 통신규격을 활용한 송수신 모듈 개발<br>○ ICT 장비 데이터 수집할 수 있는 이기종 클러스트 프로그램 개발 | 100%   |
| ○ ICT정보 빅데이터를 이용한 사양관리 과학화 모델 개발        | ○ 착유우의 유방염 발생여부를 진단하는 모델개발<br>○ 융복합 데이터를 활용하여 상용 진단 센서시스템 대비 진단의 민감도, 특이성 및 정확성을 증대하는 모델 개발         | 100%   |
| ○ 머신러닝 기법을 활용한 지능형 생산예측 모델 개발           | ○ ICT정보, 농가경영정보, 사육두수 정보를 융복합한 원유생산 예측모델 개발   | 100%   |

## 4장 목표 미달 시 원인분석

### 1) 목표 미달 원인(사유) 자체분석 내용

---

#### <매출액>

제품의 내구성과 안정성을 개선하고 신규 또는 추가적으로 연결 가능한 ICT기기의 프로토콜을 추가하는 것이 제품화에 대한 현실적인 부분으로 판단되어 매출 보다는 제품개선과 기존 연구목장의 지원과 안정화에 주력함.

#### <특허등록>

21년 6월 특허등록 신청 진행하였으며, 현재 심사결과 대기중임.

#### <논문>

데이터 정제에 시간을 많이 소비하였고 결함이 있는 데이터를 수용할 수 있도록 예측 알고리즘을 설계할 필요가 있었음. 이로 인해 생산량 예측 모델과 그 하위 모델들이 실제 데이터를 기반으로 동작하기 위해 실무적인 수준에서의 시간 소요가 상당히 발생하였음. 또한 가용 데이터의 종류도 예상 이상으로 제한되어 최신 기술들을 적용하는 것이 불가능하였으며 이에 일부의 개체단위 데이터와 대단위 통계량을 연계한 복합 빅데이터 분석 기법을 고안하여 적용하였음. 그 결과 연구결과 산출이 전반적으로 지연되었으며 1건의 논문이 아직까지 게재심사 중에 있음.

### 2) 자체 보완활동

---

#### <매출액>

매출목표 미달에 따른 통합 게이트웨이 보급 확대를 위해 정부 신규사업 예산 반영을 통한 보급 방안을 마련중이며, 또한 서울우유와 공동으로 낙농ICT 통합관제센터 운영을 통해 온라인 서비스 플랫폼 고도화를 진행하여 통합 게이트웨이 보급을 확대할 예정임.

#### <특허등록>

특허출원은 완료 하였으나, 특허등록 과정에서 보완사항에 대한 자료 제출 후 결과 대기중임

#### <논문>

현재 SCI 논문 1건이 게재 심사중이며 게재 확정 후 실적 등록 예정임.

### 3) 연구개발 과정의 성실성

---

- 연구과정에서 통합 게이트웨이 완성을 위해서 필요한 하드웨어 개발과 프로토콜 소프트웨어 개발을 위하여 장비업체의 거부감과 목장의 열악한 현장상황을 극복하며 적극적으로 해결방안을 도출하고 적용함.  
개발된 제품의 KC인증 및 현장 적용을 통하여 완성도 있는 제품개발에 노력하였으며 개발 과정에서 발생하는 현장의 문제(인터넷, 농가인식 부족, 연결 장비의 문제, 전기적 문제, 현장의 ICT기기 교체 등)를 대응하며 다수의 농장방문을 실시함.  
연구개발서버(애그리로보텍)에서 서비스플랫폼(낙농진흥회)으로 전환시 다양한 문제가 발생했지만 연구팀의 요구사항에 부응할 수 있도록 지원하며 데이터 제공을 실시함.  
목장에 추가적인 장비 필요시 낙농진흥회와 함께 장비 연구에 의한 설치와 유지보수를 실시하며 연구가 안정적으로 진행 될 수 있도록 노력함
- 가용 데이터와 가용 연구방법을 다각적으로 분석하여 대단위 통계치를 이용하여 빅데이터

예측 프레임워크를 운용할 수 있는 토대를 마련하였음. 특히 모델의 일회성 개발을 지양하고 사업종료 이후에도 주관기관에서 다양한 낙농 ICT데이터와 모델을 연계하여 고도화할 수 있도록 원유 생산량 예측 모델을 유연하게 개발하였음. 비록 데이터 부재로 인해 기존 모델 대비 우월한 정확도를 가지지는 못하나 통계 기반으로 운용되는 표준 생육주기모델에 빅데이터 기반 모델이 어떻게 연계될 수 있는지를 보였다는 점과 그 연계에 대한 실제 실험을 통해 향후 고도화 작업에서의 목적 달성 방법을 제시하였다는 점에서 연구개발을 성실히 수행하였음을 입증함.

## 5장 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

- 낙농데이터 온라인 서비스 플랫폼 보급으로 낙농 현장에서 이기종 ICT데이터 및 분석자료 활용을 통해 농가의 생산성 향상 및 경영개선에 기여
- 낙농분야에서 통합 게이트웨이 및 서비스 모델을 활용한 다양한 낙농장비의 데이터 연계를 목표로 하는 연구, 현장 서비스 및 컨설팅 활용에 기여

## 6장 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

- 낙농분야 통합 게이트웨이를 활용하여 현장의 다양한 낙농장비의 연결을 통해 데이터 연계 및 수집에 활용할 수 있으며, 연구목장 12개소 외에 향후 이기종 ICT기기의 데이터 연계를 희망하는 농가에 대해서는 장비의 보급 및 데이터 활용 서비스를 제공할 계획임  
목장에서 다양한 데이터를 수집하여 전문 컨설턴트들과 개선안을 검토할 때 과학적인 방향의 기초자료 제공이 가능할 것으로 판단 됨.
- 'ICT데이터 수집장치 및 서비스 플랫폼'을 활용하여 '스마트낙농(SDF)' 컨트롤타워 역할을 수행할 <낙농ICT 통합 관제센터> 운영 및 서비스 플랫폼 고도화를 통한 ICT데이터 활용 촉진할 계획임. 또한 ICT데이터 공유플랫폼을 구축한 '낙농진흥회'와 낙농 전문인력을 보유한 '낙농조합' 등과 공동운영을 통해 ICT서비스 모듈 고도화 촉진할 계획임.
- 개체별 ICT데이터와 수의기록을 계속 축적하여 질병 징후 조기경보 서비스모델 개발 및 산유량 감소, 원유품질 저하, 질병 빈발 등의 개체별 생산성 변화를 기반으로 한 도태 의사결정지원 서비스모델 개발할 계획임

< 연구개발성과 활용계획표 >

| 구분(정량 및 정성적 성과 항목) |       | 연구개발 종료 후 5년 이내 |
|--------------------|-------|-----------------|
| 국외논문               | SCIE  | 1               |
|                    | 비SCIE |                 |
|                    | 계     | 1               |

< 별첨 자료 >

| 중앙행정기관 요구사항 | 별첨 자료         |
|-------------|---------------|
| 1.          | 1) 자체평가의견서    |
|             | 2) 연구성과 활용계획서 |
| 2.          | 1)            |
|             | 2)            |

## 자체평가의견서

### 1. 과제현황

|                       |                                      |                     |           |           |           |
|-----------------------|--------------------------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|
|                       |                                      | 과제번호                |           | 318005-4  |           |
| 사업구분                  | 첨단생산기술개발사업                           |                     |           |           |           |
| 연구분야                  | 축산업 기계·시스템                           |                     | 과제구분      |           | 단위        |
| 사업명                   | 농림축산식품 연구개발사업                        |                     |           |           | 주관        |
| 총괄과제                  | 기재하지 않음                              |                     | 총괄책임자     | 기재하지 않음   |           |
| 과제명                   | 낙농데이터 융복합을 위한 데이터 수집장치 및 서비스모델 개발 연구 |                     | 과제유형      | 개발        |           |
| 연구개발기관                | 낙농진흥회                                |                     | 연구책임자     | 조재준       |           |
| 연구기간<br>연구개발비<br>(천원) | 연차                                   | 기간                  | 정부        | 민간        | 계         |
|                       | 1차년도                                 | 18.04.26 - 18.12.31 | 225,000   | 225,000   | 450,000   |
|                       | 2차년도                                 | 19.01.01 - 19.12.31 | 300,000   | 300,000   | 600,000   |
|                       | 3차년도                                 | 20.01.01 - 20.12.31 | 300,000   | 300,000   | 600,000   |
|                       | 4차년도                                 | 21.01.01 - 21.12.31 | 300,000   | 300,000   | 600,000   |
| 계                     | 18.04.26 - 21.13.31                  | 1,125,000           | 1,125,000 | 1,125,000 | 2,250,000 |
| 참여기업                  | 에그리로보텍, 충남대학교, 중앙대학교, 당진낙농축산업협동조합    |                     |           |           |           |
| 상대국                   |                                      |                     | 상대국연구개발기관 |           |           |

※ 총 연구기간이 5차년도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

### 2. 평가일 : 2022.02.11.

### 3. 평가자(연구책임자) : 조재준

|       |     |     |
|-------|-----|-----|
| 소속    | 직위  | 성명  |
| 낙농진흥회 | 본부장 | 조재준 |

### 4. 평가자(연구책임자) 확인 :

본인은 평가대상 과제에 대한 연구결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확약하며, 본 자료가 전문가 및 전문기관 평가 시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

|    |     |
|----|-----|
| 확약 | 조재준 |
|----|-----|

## I. 연구개발실적

### 1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : 우수

본 연구결과물인 데이터 표준화 및 통합 게이트웨이 개발을 통해 이기종 ICT기기의 데이터 연계 및 수집이 가능토록 설계되었으며, 수집된 데이터는 온라인 서비스 플랫폼을 통해 농가가 손쉽게 분석된 ICT데이터 및 서비스 모델의 결과를 확인 할 수 있도록 함

### 2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : 우수

본 연구결과물인 통합 게이트웨이 개발(이기종 ICT기기 데이터수집 프로그램 개발 포함)에 따른 실시간 빅데이터 기반의 고부가가치 낙농 정보화가 기대되고, 서비스 모델(유방염 진단모델, 원유생산 예측모델)을 통한 유방염 조기 진단으로 농가의 경제적 손실 절감, 지역별 원유 생산량 및 사육두수 예측으로 정부 원유수급조절 자금의 효율적 운영 기대

### 3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : 우수

ICT기기 데이터의 종합적 관리 및 활용을 위하여 데이터 공유 플랫폼 구축하고 다양한 데이터 분석을 통해 생산성 향상 컨설팅모델 보급을 확대하고, 실시간 낙농현장에서 생산되는 융복합 데이터 분석을 통해 원유수급조절 자료로 활용 가능하며, 추후 ICT기기에서 생성된 데이터를 활용한 사육·번식에 대한 데이터기반 의사결정 모델 개발을 통해 농가의 생산성 향상이 가능할 것으로 보임

### 4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : 우수

연구개발계획서에 명시한 연구개발 추진 일정에 맞추어 통합 게이트웨이 및 온라인 서비스 플랫폼, 사양관리 서비스모델(유방염진단 모델, 원유생산예측 모델) 개발의 연구 목표를 성실하게 수행함

### 5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : 우수

통합 게이트웨이의 특허 출원 및 등록을 진행하였으며, 연구를 수행하며 습득한 기술을 이용하여 학술지에 관련 논문 6건을 게재함. 각종 학술대회에 연구 관련 결과물을 7건 발표함. 또한 낙농분야 원유수급조절사업에 정책활용으로 원유생산예측 모델을 활용한 예측자료 건의함. ICT데이터 활용 및 향후 낙농발전방향에 관한 홍보 및 전시 17건을 수행함.

## II. 연구목표 달성도

| 세부연구목표<br>(연구계획서상의 목표)                 | 비중<br>(%) | 달성도<br>(%) | 자체평가   |
|--|-----------|------------|--|
| 데이터 융복합을 위한 데이터 표준화 및 코드변환 시스템 개발      | 20        | 100        | 목장관리코드(농가코드, 개체코드, ICT기기코드 등) 표준화<br>ICT기기 데이터(착유정보, 사료급여정보, 생체정보 등) 표준화<br>코드변환 서비스 시스템 개발  |
| ICT 장비 통합 게이트웨이 시범 운영 및 사양관리 과학화 모델 실증 | 20        | 100        | 연구목장 낙농가 12호 선정<br>연구목장 대상 낙농현장 실증시험 결과 데이터 전송   |
| ICT 장비 통합 게이트웨이 개발 및 클라우드 송수신 시스템 개발   | 20        | 100        | 유선 통신규격 포트를 확보한 통합 게이트웨이 개발<br>무선 통신규격을 활용한 송수신 모듈 개발<br>ICT기기 데이터 수집할 수 있는 이기종 클러스트 프로그램 개발 |
| ICT정보 빅데이터를 이용한 사양관리 과학화 모델 개발         | 20        | 100        | 착유우의 유방염 발생여부를 진단하는 모델개발<br>융복합 데이터를 활용하여 상용 진단 센서시스템 대비 진단의 민감도, 특이성 및 정확성을 증대하는 모델 개발      |
| 머신러닝 기법을 활용한 지능형 생산예측 모델 개발            | 20        | 100        | ICT정보, 농가경영정보, 사육두수 정보를 융복합한 원유생산 예측모델 개발  |
| 합계                                     | 100       |            |  |

## III. 종합의견

### 1. 연구개발결과에 대한 종합의견

본 연구사업을 통해 낙농 사양기술 향상 및 다양한 기술 진보의 밑거름이 되었으며, ICT기기 데이터 수집장치, 온라인 서비스 플랫폼, 서비스 모델(유방염 진단, 원유생산예측) 개발로 낙농관련 빅데이터가 구축되어 융복합 빅데이터를 이용한 다양한 낙농가 사양관리 컨설팅 모델(경제성 분석을 통한 젖소도태 의사결정모델, 수의기록과 연계한 질병징후 조기진단모델 등) 보급의 기반을 마련함

### 2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

연구목장에 통합 게이트웨이를 통해 수집된 데이터를 모니터링하여 현장에서 도출되는 다양한 문제점 및 의견수렴을 통해 연구 성과물을 개선함. 이기종 ICT기기(착유기, 생체센서, 냉각기, 급이기정보 등) 데이터 수집을 통해 빅데이터 기반 기술을 마련함. 추후 낙농ICT 통합관제센터 운영을 통해 온라인 서비스 플랫폼 고도화를 진행하고 정보기반 낙농산업의 지속가능성을 확대할 계획임

### 3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

낙농현장에서 운영중인 이기종 ICT기기의 데이터를 융복합하여 온라인 서비스를 통해 농가에 ICT기기의 자료와 분석된 데이터를 제공함으로써, 추가적인 비용부담 없이 융복합된 ICT기기의 데이터를 활용할 수 있어 농가의 생산성 향상이 기대됨. 연구성과물인 통합 게이트웨이 및 온라인 서비스 플랫폼의 특성을 홍보하여 농가에 보급을 확대할 예정임. 통합 게이트웨이 보급 확대를 위해 정부지원 방안을 모색하고, 낙농ICT 통합관제센터 운영을 통한 온라인 서비스 플랫폼의 지속적인 고도화로 낙농 ICT화 촉진을 가속화될 예정임.

## IV. 보안성 검토

해당 없음

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

### 1. 연구책임자의 의견

해당 없음

### 2. 연구개발기관 자체의 검토결과

해당 없음



### 3. 연구목표 대비 성과

(단위 : 건수, 백만원, 명)

| 성과<br>목표   | 사업화지표     |          |          |   |                  |             |             |             |             |                  |                  | 연구기반지표   |          |                            |                  |          |          |                  |                  |                    |
|------------|-----------|----------|----------|---|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------|------------------|----------|----------|----------------------------|------------------|----------|----------|------------------|------------------|--------------------|
|            | 지식<br>재산권 |          |          |   | 기술<br>실시<br>(이전) |             | 사업화         |             |             |                  |                  | 기술<br>인증 | 학술성과     |                            |                  | 교육<br>지도 | 인력<br>양성 | 정책<br>활용·<br>홍보  |                  | 기타<br>(타연구<br>활용등) |
|            | 특허<br>출원  | 특허<br>등록 | 품종<br>등록 | S<br>M<br>A<br>R<br>T<br>P<br>R<br>O<br>T<br>E<br>C<br>T<br>I<br>O<br>N | 건<br>수           | 기술<br>료     | 제<br>품<br>화 | 매<br>출<br>액 | 수<br>출<br>액 | 고<br>용<br>창<br>출 | 투<br>자<br>유<br>치 |          | 논<br>문   |                            | 학<br>술<br>발<br>표 |          |          | 정<br>책<br>활<br>용 | 홍<br>보<br>전<br>시 |                    |
|            |           |          |          |   |                  |             |             |             |             |                  |                  | SCI      | 비<br>SCI | 논<br>문<br>평<br>관<br>I<br>F |                  |          |          |                  |                  |                    |
| 단위         | 건         | 건        | 건        | 건   | 건                | 백<br>만<br>원 | 건           | 백<br>만<br>원 | 백<br>만<br>원 | 명                | 백<br>만<br>원      | 건        | 건        | 건                          | 명                | 건        | 건        |                  |                  |                    |
| 가중치        | 10        | 10       |          |   | 5                | 5           | 20          | 10          |             |                  |                  |          |          | 20                         |                  |          | 15       | 5                |                  |                    |
| 최종<br>목표   | 2         | 2        |          |   | 1                | 90          | 1           | 1500        |             |                  |                  | 4        | 3        | 6                          |                  |          | 1        | 15               |                  |                    |
| 실적         | 2         | 1        |          |   | 1                | 34          | 1           | 98          |             |                  |                  | 3        | 3        | 7                          |                  |          | 1        | 17               |                  |                    |
| 달성률<br>(%) | 100       | 50       |          |   | 100              | 38          | 100         | 7           |             |                  |                  | 75       | 100      | 100                        |                  |          | 100      | 100              |                  |                    |

### 4. 핵심기술

| 구분 | 핵심기술명                          |
|----|--------------------------------|
| ③  | 이기종 ICT 장비 낙농데이터 수집 기술         |
| ④  | 센서 데이터를 활용한 착유우의 유방염 조기 진단 기술  |
| ⑤  | 표준 생육주기모델을 이용한 대단위 원유 생산 예측 기술 |

### 5. 연구결과별 기술적 수준

| 구분    | 핵심기술 수준  |          |             |               |               | 기술의 활용유형(복수표기 가능) |                |             |          |    |
|-------|----------|----------|-------------|---------------|---------------|-------------------|----------------|-------------|----------|----|
|       | 세계<br>최초 | 국내<br>최초 | 외국기술<br>복 제 | 외국기술<br>소화·흡수 | 외국기술<br>개선·개량 | 특허<br>출원          | 산업체이전<br>(상품화) | 현장애로<br>해 결 | 정책<br>자료 | 기타 |
| ③의 기술 |          |          |             |               |               | √                 |                |             |          | √  |
| ④의 기술 |          | √        |             |               |               |                   |                | √           |          | √  |
| ⑤의 기술 | √        |          |             |               |               |                   |                |             | √        |    |

\* 각 해당란에 v 표시

### 6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

| 핵심기술명 | 핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과                               |
|-------|---|
| ③의 기술 | 낙농가의 비용부담을 최소화한 ICT화 촉진으로 낙농생산성 향상 기여               |
| ④의 기술 | 유방염 조기 진단을 통한 경제적 손실 절감 기대                          |
| ⑤의 기술 | 지역별 원유 생산량 및 사육두수 예측하여 정부 정책자금(원유수급조절자금)의 효율적 집행 가능 |

7. 연구종료 후 성과창출 계획

(단위 : 건수, 백만원, 명)

| 성과<br>목표            | 사업화지표     |          |          |   |                  |         |             |             |             |                  |          | 연구기반지표           |          |                            |          |          |                  |                  |                      |
|---------------------|-----------|----------|----------|---|------------------|---------|-------------|-------------|-------------|------------------|----------|------------------|----------|----------------------------|----------|----------|------------------|------------------|----------------------|
|                     | 지식<br>재산권 |          |          |   | 기술<br>실시<br>(이전) |         | 사업화         |             |             |                  | 기술<br>인증 | 학술성과             |          |                            | 교육<br>지도 | 인력<br>양성 | 정책<br>활용·<br>홍보  |                  | 기타<br>(타연구<br>활용(명)) |
|                     | 특허<br>출원  | 특허<br>등록 | 품종<br>등록 | S<br>M<br>A<br>R<br>T<br>평<br>가<br>제<br>도 | 건<br>수           | 기술<br>료 | 제<br>품<br>화 | 매<br>출<br>액 | 수<br>출<br>액 | 고<br>용<br>창<br>출 |          | 투<br>자<br>유<br>치 | 논<br>문   |                            |          |          | 학<br>술<br>발<br>표 | 정<br>책<br>활<br>용 |                      |
|                     |           |          |          |   |                  |         |             |             |             |                  | SCI      |                  | 비<br>SCI | 논<br>문<br>평<br>관<br>I<br>F |          |          |                  |                  |                      |
| 단위                  | 건         | 건        | 건        | 건   | 건                | 건       | 백만원         | 백만원         | 백만원         | 명                | 백만원      | 건                | 건        | 건                          | 명        | 건        | 건                |                  |                      |
| 가중치                 | 10        | 10       |          |   | 5                | 5       | 20          | 10          |             |                  |          |                  |          | 20                         |          |          | 15               | 5                |                      |
| 최종목표                | 2         | 2        |          |   | 1                | 90      | 1           | 1500        |             |                  |          | 4                | 3        | 6                          |          |          | 1                | 15               |                      |
| 연구기간내<br>달성실적       | 2         | 1        |          |   | 1                | 34      | 1           | 98          |             |                  |          | 3                | 3        | 7                          |          |          | 1                | 17               |                      |
| 연구종료후<br>성과창출<br>계획 |           | 1        |          |   |                  |         |             |             |             |                  |          | 1                |          |                            |          |          |                  |                  |                      |

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

|                          |  |                       |    |
|--------------------------|--|-----------------------|----|
| 핵심기술명 <sup>1)</sup>      |  |                       |    |
| 이전형태                     | <input type="checkbox"/> 무상 <input type="checkbox"/> 유상  | 기술료 예정액               | 천원 |
| 이전방식 <sup>2)</sup>       | <input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정<br><input type="checkbox"/> 기타( ) |                       |    |
| 이전소요기간                   |  | 실용화예상시기 <sup>3)</sup> |    |
| 기술이전시 선행조건 <sup>4)</sup> |  |                       |    |

- 1) 핵심기술이 2개 이상일 경우에는 각 핵심기술별로 위의 표를 별도로 작성
- 2) 전용실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 다른 1인에게 독점적으로 허락한 권리  
통상실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 제3자에게 중복적으로 허락한 권리
- 3) 실용화예상시기 : 상품화인 경우 상품의 최초 출시 시기, 공정개선인 경우 공정개선 완료시기 등
- 4) 기술 이전 시 선행요건 : 기술실시계약을 체결하기 위한 제반 사전협의사항(기술지도, 설비 및 장비 등 기술이전 전에 실시기업에서 갖추어야 할 조건을 기재)

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 첨단생산기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 첨단생산기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.