

GOVP1199904399

636.2028  
L2932

최 종  
연구보고서

젖소의 사양관리를 위한 자동화 및 전산화 시스템 개발

Development of automatic and computerized system  
for management of dairy cattle

연구기관  
전북대학교

농림부

## 제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “젓소의 사양관리를 위한 자동화 및 전산화 시스템 개발에 관한 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

1998 . 12 . 20 .

주관연구기관명 : 전북대학교

총괄연구책임자 : 한 병 성

연 구 원 : 정 길 도

연 구 원 : 김 용 준

연 구 원 : 김 동 원

연 구 원 : 김 명 순

## 요 약 문

### I. 제 목

젖소의 사양관리를 위한 자동화 및 전산화 시스템 개발

### II. 연구개발의 목적 및 중요성

WTO 체제의 출범에 따라 농산물 시장 개방이 날로 확대되고 있다. 특히 농업은 자연조건과 인적자원 및 자본기술 수준에 따라, 국제간의 분업화 현상이 뚜렷해질 것으로 전망되고 있다. 정부는 이에 따라, 우리의 경지 면적 및 기술발전 등을 감안하여, 우리나라를 자본과 기술이 집약된 고능률의 농업을 실현하는, 자본 기술집약형의 농업국가로 탈바꿈시키려 하고 있다. 이러한 노력의 일환으로 최근 농업 분야에 대한 기계화 및 자동화 바람이 활발하게 일어나고 있다.

갈수록 큰 폭으로 상승되고 있는 인건비는 제품의 원가를 상승시키는 주요 요인으로 작용되어, 우리나라의 주요 산업분야는 물론 축산업의 경쟁력을 약화시키고 있는 실정이다. 따라서 우리의 축산물이 국제 경쟁력을 갖기 위해서는, 기계화 및 자동화 장비의 확대 도입으로 노동투하량을 낮추므로써 생산 단가를 저감시켜야 할 것이다.

현재 축산 자동화 분야에서 축산 농가 및 축산 장비업체가 가장 많은 관심을 보이고 있는 것은 자동급이 시설이다. 자동급이 장비는 양계와 같이 많은 가축을 대상으로 하는 경우와, 젖소나 육우와 같이 개별적으로 관리하는 경우가 서로 다르게 된다. 젖소나 육우에 있어서는 개체관리에 따른 자동급이가 필수적으로 요청되는 바, 이는 각 개체의 상태에 따라 사료의 배합 및 양 등의 공급방식이 달라질 수 있기 때문이다. 예를 들어, 젖소의 경우, 성성숙전 육성우에 급여하는 사료는 성축에 급여하는 사료와 많은 차이가 있게 마련이다. 그러므로 발정 시기를 진단하고, 이에 따른 제반 번식 및 사양관리를 수행하는 것은, 각 개체별의 정보 수집 및 분석이 선행되지 않고는 불가능하다. 따라서 본 연구에서는 먼저 각 개

체의 인식을 위한 전자신분인식장치(EI)를 개발하고 이러한 정보 수집 및 분석을 위하여 특히, 센서에 의한 자동 계측 및 제어 장비를 활용하는 축산 자동화 시스템을 개발하고자 하였다.

### III. 연구개발 내용 및 범위

일반적으로 가축(livestock)의 사양관리를 위해서는 개체관리, 급이관리, 번식관리, 건강관리, 축사환경관리, 그리고 주변환경관리 등의 6개 하위관리 시스템이 갖추어져야 한다. 이들 6개 하위 시스템은 각각 고유의 기능을 수행할 뿐만 아니라 필요에 따라서는 상호 밀접하게 연계되어 작동되어야 한다. 예를들어, 발정시기 진단을 포함한 번식관리 시스템이 제대로 작동하기 위해서는 개체관리 시스템에서 가축 개체의 정보가 용이하게 조회되어야 하며, 이에 따라 개체관리 시스템에는 산유량 조절 명령을, 급이관리 시스템에는 사료혼합 비율 조절이 가능하도록 명령이 주어져, 적절한 조치를 취할 수 있도록 하여야 한다. 이러한 모든 데이터 및 정보가 온-라인으로 통합 처리되기 위해서는 공통의 데이터베이스 설계·구축이 선행되어야 하는 바, 본 연구에서는 이러한 공통의 데이터베이스(DB)를 중심으로한 가축 사양관리용의 통합 전산화 시스템의 개발을 목표로 하였다.

사양관리를 위한 6개 하위 시스템 중, 본 연구에서는 축사환경관리 및 주변환경관리 시스템을 포함 시키지 않기로 한다. 이들 환경관리 문제는 일반적으로 접근방법이 다를 뿐 아니라, 자동화 혹은 전산화 측면보다는 축분 및 오수 처리 등의 처리공정 자체를 개발하는 것이 더욱 큰 의미를 지니고 있다고 볼 수 있기 때문이다. 또한 이들은, 그 특성상 다년간의 독립적인 연구과제로 수행하여야 할 것으로 사료되며, 다른 4개 하위 시스템이 갖는 상호 유기적 연결성의 측면에서도 비교적 관련도가 떨어진다고 판단하였기 때문이다. 따라서 본 연구에서는 추후 이들 시스템에 대한 확장개발 가능성만을 고려하면서, 타 하위시스템을 우선 개발 하도록 하였다.

### IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

본 연구에서는 전자신분인식장치(EI)를 중심으로 한 각 계측/센서 기기가 통합된 형태로 체중 계측기, 체온계측기, 보수계, TMR, 유즙계측기 등이 각각 EI와 연결되어 개체의 특성에 따른 관리가 이루어 질 수 있도록 한 젖소 사양관리 자동화시스템을 개발하였다. EI와 연결된 계측기 및 각종 자동화 기기의 구동장치(actuator)들은 모두 PLC 에 연결되어, 정보를 제공하거나 명령을 받도록 되어있다. 그리고 PLC 및 EI는 계층적 구조로 PC에 연결되어, 개체관리, 급이관리, 번식관리, 그리고 건강관리 시스템의 통제를 받도록 하였다. 각 하위 시스템들은 사양관리를 위해 구축한 공통의 DB를 사용할 뿐 아니라, 정보를 주고 받을 수 있도록 통신 프로토콜의 개발로 인한 상호 유기적인 협조체제 아래 통합 전산화가 되도록 한 것이다.

본 연구에서 개발된 EI 시스템과 축산관리용의 자동화 및 전산화 시스템은 약간의 사용자 인터페이스 화면설계만 보완하면, 육우, 양돈, 양계 등의 축산 전 분야와 원예 비닐하우스 등의 시설농업 분야에 두루 활용 가능한 것으로 시제품의 기술이전 및 상품화로 축산농가에 보급할 계획이다.

# 여 백

## SUMMARY

### I. Title

Development of automatic and computerized system  
for management of dairy cattle

### II. Research Object and Importance

World wide opening of the agricultural market is expanding gradually under the WTO structure. Especially, owing to natural conditions, human resource and capital-technology, specialization of labor in agriculture has been shown apparently.

In these reasons, this research intends to introduce the computerized automation system technology in the breeding management of dairy cattle. The system developed in this study is capable of storing, obtaining, inferring and transacting information using PLC and PC for the breeding management of dairy cattle. Also the system supplies various information and maintains through common data base. Subordinate programs are operated under the organic co-operation structure, optimizing the whole system.

### III. Result

In this study, the automatic system for breeding management of dairy cattle was developed. The Electronic Identification(EI) related with every measuring sensors such as weight, temperature measuring instrument and TMR etc. The measuring instrument connected with EI and the actuator of automation

machinery is made to supply information and be operated by PLC. The PLC and EI are connected to PC which control cattle feeding, breeding and health management individually. Each subordinate system share common date base which is constructed to excute breeding management, and is combination-computerized under mutual organic co-operation structure to exchange information by communication protocol

#### IV. Application

EI system, and computerized automation system for breeding management of dairy cattle developed in this study will be able to use broadly in the livestock industry and the facility field after improving the user interface of picture design somewhat and popularized to farm by technical transfer and commercialization

## **CONTENTS**

### **Chapter 1. Introduction**

#### **Section 1. Purpose**

#### **Section 2. Necessity of Development**

### **Chapter 2. Object and Substance**

### **Chapter 3. Results**

#### **Section 1. Development of Electronic Identification Device**

#### **Section 2. Development of Breeding Management Technique**

#### **Section 3. Automation Based on PLC**

#### **Section 4. Development of Combine Computerized System**

### **Chapter 4. Conclusion and Application**

## 목 차

### 제 1 장 서 론

#### 제1절 연구배경

#### 제2절 연구개발의 필요성

### 제 2 장 연구개발의 목표 및 내용

### 제 3 장 연구개발 결과

#### 제1절 개체인식 장치의 개발

#### 제2절 사양관리 기술의 개발

#### 제3절 PLC 기반 자동화

#### 제4절 통합 전산화 시스템 개발

### 제 4 장 결론 및 활용방안

# 1 장 서 론

## 1 절. 연구배경

세계무역기구(WTO) 체제의 출범에 따라 농산물 시장 개방이 날로 확대되고 있다. 특히, 농업은 자연조건과 인적자원 및 자본기술 수준에 따라, 국제간의 분업화 현상이 뚜렷해질 것으로 전망되고 있다. 정부는 이에 따라, 우리의 경지 면적 및 기술 발전 등을 감안하여, 우리나라를 자본과 기술이 집약된 고능률의 농업을 실현하는, 자본기술집약형의 농업국가로 탈바꿈시키려 하고 있다. 이러한 노력의 일환으로 최근 농업 분야에 대한 기계화 및 자동화 바람이 활발하게 일어나고 있다.

우리나라 국민 총생산액 중 1992년 현재 농림수산업의 비중은 7.2%로, 1970년대의 27.8%, 1980년대의 14.1%에 비해 계속 감소하는 추세에 있다. 그러나, 농림수산업 중, 축산업은 1970년에 5.5%, 1980년에 7.6%, 그리고 1992년에 9.7%로 그 비중이 점차로 증가하고 있다. 축산 농가의 비율도 전체농가 중 54%를 차지하고 있어, 그 규모와 영역이 크게 확대되고 있음을 알 수 있다. 그러나 우리나라의 축종별 노동투입율을 보면(표 1.1), 경쟁 상대국인 유럽에 비해, 2.1배 - 18.8배 까지 더 투하되고 있는 것을 알 수 있다.

아울러 갈수록 큰 폭으로 상승되고 있는 인건비는 제품의 원가를 상승시키는 주요 요인으로 작용되어, 우리나라의 주요 산업분야는 물론 축산업의 경쟁력을 약화시키고 있는 실정이다. 따라서 우리의 축산물이 국제 경쟁력을 갖기 위해서는, 기계화 및 자동화 장비의 확대 도입으로 노동투하량을 낮추므로써 생산 단가를 저감시켜야 할 것이다.

한편, 우리나라의 축산 농가에서 현재 사용하는 기계화 및 자동화 장비의 대부분은 외국산으로, 그나마 국산 장비는 소규모 개인회사에서 외국의 것을 그대로 모방하여 공급하는 형태이다. 따라서, 장비의 신뢰성 및 사후정비 측면에서 많은 문제점을 안고 있으며, 축산 농가는 이러한 현실상의 많은 애로점들로 인해, 실로 어려운 상황에 처해 있다.

표 1.1 축종별 노동투하량 비교

축종	노동투하량		비율 (%)
	한국	경쟁대상국	
○ 육우			
- 번식우	221(시간/두)	51(시간/두) (EC)	433
- 비육우	212	14 (EC)	1,514
○ 낙농	285	78 (EC)	422
○ 양돈	7	3 (EC)	233
○ 양계			
- 산란계	58(시간/100수)	27(시간/100수)(EC)	215
- 육계	60	11 (EC)	545
○ 조사료			
- 초지	640(시간/ha)	34(시간/ha) (EC)	1,882
- 사료작물 (옥수수)	494	32 (EC)	1,544

\* 자료 : 농업과학기술 연구개발 중장기 계획(상), 농촌진흥청, 1991. 4.

한국 축산기자재협회(1994)에 의하면, 연간 3,000억원 규모의 축산 장비 시장이 형성된 것으로 업계는 분석하고 있다(표 1.2). 이 중, 사양관리용 기자재가 28.3%, 집란장치, 착유기 등의 생산물 처리용 기자재가 19.5%, 배합기 절단기 등의 사료용이 6.3%, 축산 시설과 환경조절용이 32.3%를 차지하고 있어, 단연 사양관리와 환경 시설조절 분야에 양축농가들이 많은 관심을 가지고 있는 것으로 나타났다. 따라서 사양관리와 환경 시설조절 분야에 있어서, 축산 장비의 개발 및 국산화가 시급한 과제로 대두되고 있음을 볼 수 있다.

현재 축산 자동화 분야에서 축산 농가 및 축산 장비업계가 가장 많은 관심을 보이고 있는 것은 자동급이 시설이다. 자동급이 장비는 양계와 같이 많은 가축을 대상으로 하는 경우와, 젖소나 육우와 같이 개별적으로 관리하는 경우가 서로 다르게 된다. 젖소나 육우에 있어서는 개체관리에 따른 자동급이가 필수적으로 요청되는 바, 이는 각 개체의 상태에 따라 사료의 배합 및 양 등의 공급방식이 달라질 수 있기 때문이다. 예를 들어, 젖소의 경우, 성성숙전 육성우에 급여하는 사료는 성숙에 급여하는 사료와 많은 차이가 있게 마련이다. 그러므로 발정 시기를 진단하고, 이에 따른 제반 번식 및 사양관리를 수행하는 것은, 각 개체별의 정보수집 및 분석이 선행되지 않고는 불가능하다. 따라서 본 연구에서는 먼저 각 개체의 인식을 위한

전자신분인식장치(EI)를 개발하고 이러한 정보 수집 및 분석을 위하여 특히, 센서에 의한 자동 계측 및 제어 장비를 활용하는 축산 자동화 시스템을 개발하였다.

표 1.2 축산기자재 판매현황표(한국축산기자재협회, 1994)

구 분	1992년	1993년
사 양 관 리 용	900	897
생 산 물 처 리 용	125	619
사 료 용	350	200
축 사 시 설 용	250	634
축 분 처 리 용	375	395
기 타	?	435

아울러 본 연구에서는 40 ~ 50두 이상의 젖소를 사육하는 농가를 대상으로 하여 본 자동화 시스템을 제안하였다. 여기에는 두가지 이유가 있다. 첫째는 낙농은 개별 신분인식장치를 이용하여 개발가능한, 포괄적이고도 일반성있는 사양관리 기술을 포함하고 있기 때문이며, 둘째는 이러한 규모가 한국의 농가 현실에 적합하고, 시설자동화가 가능한 사육농가로 파악되었기 때문이다. 참고로 1994년 12월 현재, 50두 이상 젖소의 사육 농가는 1000호, 한우우 50두 이상은 2000호로 조사되었다.

참고로, 본 연구과제를 제안하였던 경위는 다음과 같다. 본 연구팀의 구성원들은 평소 자동화 및 통합 전산화 분야에 있어서 활발한 활동을 해오면서, 특정 영역의 시스템 개발을 위해서는 학제간의 공동연구가 필요함을 깊이 인식하였다. 이러한 차에 정부에서 농특세를 기반으로 하는 10년간의 농업 분야 투자계획을 마련해 놓고 있음을 알게되었다. 특히, 축산 시설의 현대화 분야에 막대한 규모의 투자계획을 마련해 놓고 있다는 정보도 여러 매체를 통해 접하게 되었다. 여기에 평소 가축의 번식 및 사양관리에 관심을 갖고 연구를 수행해 온 축산 전문가들과의 토론을 통해 연구의 방향을 설정하게 되었고, 자연스럽게 우리의 관심을 공업분야에 비해 상대적으로 낙후된 축산 분야, 그중에서도 자동화 시스템 개발분야에 돌리게 되었다.

본 과제의 개발 타당성 확보를 위해, 먼저 여러 자료를 조사했었다. 더불어, 현업에 종사하고 있는 축산농가(지리산 낙농협동조합, 개별 농가) 및 축산 기자재 개

발업제(건지축산(주))와 애로기술 및 첨단 축산기술에 대한 검토작업을 수행하는 데에 초점을 맞추었다. 또한 축산 기계화 분야의 학계 전문가들과의 자문 기회도 갖었다. 이것은 문제의 해결을 위한, 그리고 일의 성패를 좌우하는 가장 기초적인 접근법이지만, 일반적으로 대학의 연구자들에게는 소홀히 취급되거나 간과하기 쉬운 함정으로 알려져 있다.

그 결과 국내 축산 기자재 산업의 영세성 및 개발기술의 낙후성을 피부로 느끼게 되었다. 또한, 이러한 사업은 산·학·관·농이 서로 협동하여 수행해야 하며, 외국의 것을 그대로 도입하거나 모방하는 것이 아닌, 우리 기후와 풍토에 적합하고, 우리 농가의 실정에 맞는, 견고하고 값싸며 사후정비가 용이한 형태로 개발되어야 할 것으로 파악하였다. 아울러, 국산제품의 개발에 있어서는, 공동 협력연구의 필요성을 깊이 인식하고, 풍부한 관련 핵심 기술을 보유하고 있는 대학 및 기업이 중심이 되고, 관·농이 참여하는 협동연구에 의해 시스템을 개발해야 한다는 데에 합의하게 되었다(그림 1.1).

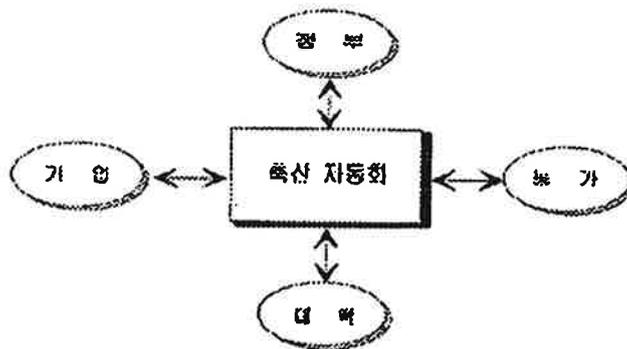


그림 1.1 산·학·관·농의 협동연구 체제

본 연구에서는 이러한 배경을 기반으로, 자동화 및 통합 전산화 응용기술을 젖소의 사양관리 분야에 도입하려고 하는 바, 특히, 전자신분인식장치(EI: Electronic Identification)를 비롯한 각종 센서정보를 받아들여 PLC 및 PC를 이용하여 정보를 획득, 처리, 저장, 그리고 추론케 하는 젖소(dairy cattle) 사양관리(stockbreeding management) 용의 자동화 및 통합 전산화 시스템을 개발하고자 하

였다. 여기서 통합이라함은 각종 정보가 공통 데이터베이스를 통해 유지 관리되는 한편, 각각의 하위 관리 프로그램이 서로 유기적인 협조체제하에, 전체 시스템의 최적화를 지향하며 수행된다는 것을 의미한다. 전자신분인식장치가 개발되고 이에 따른 자동화 및 전산화 시스템이 우리의 실정에 맞게 구축된다면, 우리의 낙농산업 분야, 특히 가축 사양관리 기술에 있어서 실로 혁명적인 전환기를 맞이할 수 있게 될 것으로 전망한다.

## 2 절 연구개발의 필요성

### 1. 기술적 측면

20세기 후반들어 급속하게 진행된 컴퓨터, 전자, 통신, 제어, 그리고 생명 공학의 발달은 전세계적으로 제3의 농업혁명을 가져올 수 있을 것으로 예견되고 있다. 그만큼 농업분야에 대한 신기술의 도입은 가속화되고 있으며, 특히 우리나라와 같은 자본기술집약적 형태의 농업 생산 방식을 추구하고 있는 국가에서는 그 필요성이 더욱 절실하다고 하겠다.

#### 가. 원격 인식가능한 주파수 발전기방식의 전자신분인식장치(EI)의 개발

현재 국내에서 통용되고 있는 신분인식장치는, 젖소나 돼지의 경우, 목에 바코드(bar code)를 부착하고 이를 시각센싱한 뒤, 이미지 처리하는 방식의 개체인식방식을 사용한다. 그러나 이러한 장치는 상당히 가까운 거리의, 양호한 조명 상태하에서만 작동 가능한 것이다. 또한 이 바코드 시스템은 흙, 축분 등의 오물에 의해 오염되었을 경우, 기계적으로 판독하기에는 상당한 어려움이 뒤따라, 일반적으로 분류나 통계조사 목적에는 사용가능하나, 개체 인식 장치로 사용되기에는 많은 문제점이 인정된다. 따라서 단지 사료 공급만을 자동화 하려고 하는 경우에는 별 문제가 없지만, 발정시기를 예측하고, 병의 조기 진단을 위한 자료를 수집하려는 등, 개체 가축의 총체적 관리를 위한 목적으로는, 적용범위가 매우 제한되게 되어 별로 쓸모가 없다. 본 연구에서 개발한 전자신분인식장치는 기본적으로 주파수 발전기(frequency generator)를 가축의 몸에 부착하여, 각 가축의 고유 진동수로 개체를

인식하는 방식을 채택하였다. 이러한 장치는 원격 개체 인식이 가능할 뿐만 아니라, 신뢰성있고, 반 영구적인 방식이 되기 때문에 여러 가지 목적으로 활용이 가능하다. 특히, 이 개체 인식방식은 차후 개발되게 될, 타 계측장비 및 제어 장치의 입력으로도 쉽게 활용 가능하다. 이에따라 축산 자동화의 발전도 한층 가속화 될 것으로 전망된다.

#### 나. EI 와 주변 자동화 장치와의 연결(Interfacing)

두번째로 필요한 기술은 전자신분인식장치(EI)와 각종 자동화 장비의 견고한 인터페이스가 절대적으로 필요하다는 것이다. 예를 들어, 소의 발정시기를 예측하려면 체온, 맥박의 변화나 방목상태에서의 활동성을 관측하는 보수계와 같은 장치와 EI와의 견고한 인터페이스가 가능해야 한다. 또한 유방염 진단의 자동화를 위한 유즙분석기와 EI와의 인터페이스, 또는 질병 조기진단을 위한 체온·체중 측정의 자동화 장치와 EI와의 인터페이스가 가능하여야 하며, 이를 통해서만이 각 개체의 데이터를 효과적으로 관리할 수 있다.

#### 다. 증량센서 등 각종 센서 및 EI 정보의 통합 처리

세번째로 필요한 것은 전산화 기술과 관련되는 것으로서, 각종 센서 및 전자신분 인식장치(EI)의 정보가 실시간으로 그리고 통합적으로 처리될 수 있어야 한다는 것이다. 예를 들어, 각 개체별로 파악된 가축의 증량이나 공급될 사료의 양은 EI 정보와 연관되어야 비로소 의미가 있는 것이다. 아울러 이 자료는 규칙적이고 체계적으로 저장 관리 되어야 사후 정보로서 활용가능한 것이다.

#### 라. 공통 데이터베이스 및 인터넷(Internet)을 활용한 통합 정보시스템 구축

네번째로 모든 센서정보, PLC에서의 처리 정보, EI 관련 정보, 그리고 사용자 관련 정보는 물론, 향후 개발될 기타 부시스템의 모든 정보까지도 포함하여 하나의 공통데이터베이스 속에서 관리된다. 이 DB 속에는 축산관리용의 각종 멀티미디어 데이터가(음성, 화상, 텍스트 등) 통합처리 될 수 있다. 아울러 인터넷 통신망이 구축되어 해외 시장 및 해외 질병 관련정보의 조기 수집이 가능하다. 따라서 축산관리용의 모든 데이터는 공통 데이터베이스상에서 저장, 갱신, 조회, 그리고 처리 되는 것이 기본 원칙이라 할 수 있다.

#### 마. 50두 규모 축산 농가용의 사용자 인터페이스 시스템 구축

마지막으로 필요한 것은 한국 축산 농가의 실정에 맞는 사용자 인터페이스 시스템의 구축이다. 현지 축산관리용의 각종 멀티미디어 데이터가 손쉽게 입·출력 되어야 함은 물론, 실질적인 축산 정보의 산실이 될 수 있도록 철저한 업무분석을 통한, 사용자 중심의 인터페이스 시스템으로 구축되어야 할 것이다. 지금까지의 것들은 대부분 외국의 제품을 그대로 쓰는 실정이어서 우리의 환경에 알맞는 제품의 개발, 현지 사용자와의 인터페이스 화면 공동개발, 그리고 차후를 대비하여, 축산 경영 및 홈 오토메이션 정보 등의 추가확장 혹은 연결이 용이한 설계 등이 반드시 수반되어야 한다.

## 2. 경제적 측면

### 가. 국내 투자 및 생산성 증가분을 고려한 개발의 필요성

일반적으로 시각센서를 활용하는 바코드-기반 개체인식 시스템은, 그 자체만으로도 세트당 1,000만원을 넘는 비용이 든다. 그러나 본 연구에 의해 개발된 전자 신분인식장치는 IC화 되기 때문에 비용이 크게 줄어 들었다. 여기에, 펜티엄급 멀티미디어 PC와 데이터베이스를 기본으로 하고, 번식 및 건강관리, 그리고 개체 급이 관리를 포함한 자동화 및 전산화 시스템을 추가한다면 세트당 2,000만원 정도로 국내 보급할 수 있을 것으로 판단한다. (여기에는 TMR 등과 같이 값비싼 단위 자동화 기기 등은 포함되지 않았음.) 따라서 1998년도 12월을 기준으로 해서, 낙농가 및 한육우 사육농가 3천호의 20%에만 공급한다 하더라도, 매년 약 72억원에 해당하는 국내시장 규모(투자액)를 예측할 수 있다.

일본이나 이스라엘에서는 두당 연간 10,000kg에 달하는 산유량을 달성하고 있다. 한국은 1994년 평균 6,000kg 수준을 밀돌고 있는 것으로 보고되고 있다. 따라서 적절한 사양관리에 따른 효과를 기준으로, 적정한 사료공급 및 건강관리가 이루어지는 경우, 최소 한 두당 연평균 2,000kg의 산유량을 증가 시킬 수 있다면 1994년도 젖소 사육수 60만두의 10%를 (착유우의 일부) 기준으로 해서 매년 총 480억원의 (60,000두·2,000kg/두·400원/kg) 생산량 증가를 예측할 수 있게 된다. 여기에 자동화 및 전산화에 따른 가축의 발정 및 임신시기 조기 진단, 건강관리에 의한 번식 및 산유

량의 증가, 그리고 수명 증가 등의 여러가지 요소에 의한 효과를 50%정도 감안한다면, 대략 연간 720억원 규모의 생산성 증가 효과를 기대할 수 있을 것이다.

또한 사양관리 시스템의 도입이 도입되면, 연간 두명 상당의 인건비에 의한 예산 절감 효과를 기대할 수 있다고 사료된다. 이 중 한 명분은 시스템 운용 요원으로 삼는다면, 한 명분에 해당하는 인건비는 원가절감 비용으로 간주할 수 있게된다. 따라 연간 1명 상당의 인건비 절감 효과를 고려하면, 연간 150억원(=2500만원/1인 · 3000호 · 20%)의 원가감소를 가져올 수 있을 것이다.

따라서 산유량 증가에 따른 생산성 증가분과 인건비 감소에 의한 원가절감분을 고려하여, 공공사업 분야의 사업성 분석에 쓰이는 B/C 비율(수익액/투자액)로 판단보면, 가시적 효과 부분만을 고려하여도 그 비율이 12 이상으로, 당연히 투자 가치가 있음을 알 수 있다.

이러한 효과를 향후 5년간을 기준으로 정리해 보면 표1.3에 나타난 바와 같다. 그리고 국내시장 규모의 5배만을 고려한다 하더라도 해외 진출 및 수출에 따른 효과도 표에 나타난 바와 마찬가지로 실로 막대하리라고 예상된다. 물론, 여기에서는 한우, 젖소를 제외한 양돈 등의 분야에 대한 자동화 시스템 도입에 따른 효과 및 영향은 고려되지 않았기 때문에, 장기적인 안목에서 이 분야를 포함한다면 그 규모는 훨씬 커지리라 예상할 수 있다. 또한 관련 시스템의 규제, 특히 취득에 따른 로열티 수입, 기술 개발에 따른 타 산업에의 파급효과, 그리고 기타 사회적 영향을 고려하는 비가시적인 효과까지 포함한다면, 경제적 타당성은 충분히 확보할 수 있다.

표 1.3 사양관리 전산화시스템의 경제적 수익(5년간)

(단위: 억원)

구 분	시장규모	보급가능량(unit)	가시적 수익(억원)		B/C 비율
			산유량 증가	인건비 감소	
국내 보급	360	3,000	3,600	750	12.1
해외 진출 (국내의 5배)	1,800	15,000	?	?	?

\* 향후 5년간 50두 규모이상의 축산농가만을 대상으로 함.

### 나. 사육농가 보급에의 가능성

한국 축산기자재협회의 분석에 따르면, 1994년을 기준으로 한육우 및 젖소의 축산 자동화 환경제어 비용을 두당 140만원으로 추산했다. 따라서 50두를 사육하는 농가라면, 호당 7,000만원의 자동화 비용을 산정하고 있는 셈이된다.

본 연구에 의한 자동화 및 전산화 시스템은 앞서 밝힌 바와 같이 1,200만원 정도로 예상되어, 위 비용의 20%에 해당된다(표 1.4). 따라서 경제적인 측면에서의 보급 가능성이 충분하다.

표 1.4 사양관리용 자동화 및 전산화 시스템 단가

	팬티엄급 PC (프린터 포함)	PLC 및 계측장치 (1세트)	DBMS (1세트)	사양관리용 S/W	총액
단가 (만원)	400	350	200	250	1,200

### 3. 사회적 측면

전자신분인식장치가 개발되고 이에 따른 자동화 및 전산화 시스템이 우리의 실정에 맞게 구축된다면, 우리의 낙농산업 분야, 특히 가축 사양관리 기술에 있어서 실로 혁명적인 전환기를 맞이할 수 있게 될 것으로 전망한다. 본 연구가 갖는 사회적 측면의 필요성을 조망한다면 다음과 같다.

#### 가. 축산기자재분야에 대한 기술 혁신 및 개발의 필요성

연구의 배경에서도 언급한 바와 같이 우리의 농업은 공업분야에서 이루어내고 있는 것처럼, 전자 및 제어기술의 본격적인 도입으로 자본기술집약형의 농업 형태로 전환시켜야 한다. WTO 체제나 우루과이 라운드의 영향으로 이러한 공감대는 사회 전반적으로 이미 성숙되었다고 본다. 1992년 농업기계화 연구소에서 수행한 자료에 의하면, 사료급여 분야에서의 기계화 요구순위는 전체의 24%정도로 크게 나타났고, 이중에서도 크게 필요한 기술은 수동 및 자동의 전자신분인식장치의 개발로 나타났

다. 따라서, 이러한 취지에 맞는 정부의 정책이나 기업의 참여가 절실한 시점이라고 할 수 있다. 현재 침체되어 있는 축산 자동화 분야에 본 연구팀은 기술혁신의 불을 당길 수 있을 것으로 사료된다.

#### 나. 산학농 협동연구체제의 활성화

유럽의 축산 선진국은 이미 중소 기업을 중심으로 견고하고 현장지향적인 축산 자동화 장비를 개발해온 오랜 역사를 갖고 있다. 그리고 가까운 일본에서는 산·학·관의 협동(통산성, 기업, 대학)으로 최선의 제품을 개발해 내고 있다. 자본과 경험이 부족한 우리의 실정으로는 이들을 단숨에 따라가기는 어렵고, 다만 현실적인 필요에 맞추어 시급한 과제를 우선으로 하며, 협동연구 체제를 정착시켜야 할 것이다.

본 연구는 대학, 기업, 축산농가의 세팀이 협력하여 수행되었다. 특히, 현장 축산에 많은 경험을 축산 농가팀과 협력 체제를 통해 연구가 이루어진 점은 그 의의가 크다고 하겠다. 아울러 가축 번식 및 건강관리 분야의 전문 지식을 갖춘 수의학자와 자동화 및 전산화 분야에 실적을 쌓아온 공학자들간의 학제간 연구체제가 수립되었기 때문에, 협력연구체제의 좋은 사례가 될 수 있다.

#### 다. 축산물 유통, 시설농업, 원예 등 관련 산업에의 파급효과

본 연구의 성공적 진행으로 여러 가지 가시적 효과가 있었지만 그 중에서도 축산물 유통, 시설농업, 원예 등 관련 산업에의 파급효과는 중요한 위상을 차지할 것이다. 공업 분야와 마찬가지로 농업 분야에서도 생산성과 가격 경쟁, 그리고 품질이 제품의 생명을 좌우하게 된 이상, 자동화 및 전산화 시스템의 개발 보급은 관련 농업분야의 많은 파급효과를 미칠 것이다. 이것은 결국, 농업의 제반 영역에 걸쳐 근본적인 의식개혁을 가져올 것이며, 도농간의 격차를 줄이고 농촌의 위상을 제고시키는 데 큰 몫을 할 것이다.

#### 라. 축산농가 및 축산기자재 업계의 인식전환

마지막으로 고려되어야 할 것은 국내 축산농가의 인식전환이다. 대부분의 우리 양축농가는 외국산 시설과 설비를 선호하고 있다. 마찬가지로 기자재 관련업계도 외국의 것을 그대로 도입하는데 그치고 있고, 연구개발에는 극히 저조한 모습을 보

이고 있다. 그러나 이는 앞서 지적한 바와 같이 많은 문제점을 스스로 안고 있다. 따라서 이들의 인식전환을 위해서도 본 연구와 같은 산학농 협동의 연구는 끊임없이 개발되고 장려되어야 한다고 본다.

한편, 축산 분야의 이러한 인식 전환이 이루어지면, 농촌은 이제 낙후된 모습에서 첨단 과학이 숨쉬는 문명의 공간으로 바뀌게 될 것이며, 떠나는 농촌에서 돌아오는 농촌으로 탈바꿈하게 될 것이다.

## 2 장 연구개발 목표 및 내용

일반적으로 가축(livestock)의 사양관리를 위해서는 개체관리, 급이관리, 번식관리, 건강관리, 축사환경관리, 그리고 주변환경관리 등의 6개 하위관리 시스템이 갖추어져야 한다(그림 1.2). 이들 6개 하위 시스템은 각각 고유의 기능을 수행할 뿐만 아니라 필요에 따라서는 상호 밀접하게 연계되어 작동되어야 한다. 예를들어, 발정시기 진단을 포함한 번식관리 시스템이 제대로 작동하기 위해서는 개체관리 시스템에서 가축 개체의 정보가 용이하게 조회되어야 하며, 이에 따라 개체관리 시스템에는 산유량 조절 명령을, 급이관리 시스템에는 사료혼합 비율 조절이 가능하도록 명령이 주어져, 적절한 조치를 취할 수 있도록 하여야 한다. 이러한 모든 데이터 및 정보가 온-라인으로 통합 처리되기 위해서는 공통의 데이터베이스가 설계·구축이 선행되어야 하는 바, 본 연구에서는 이러한 공통의 데이터베이스(DB)를 중심으로한 가축 사양관리의 통합 전산화 시스템의 개발을 목표로 하였다.

사양관리를 위한 6개 하위 시스템 중, 본 연구에서는 축사환경관리 및 주변환경관리 시스템을 포함 시키지 않았다. 이들 환경관리 문제는 일반적으로 접근방법이 다를 뿐 아니라, 자동화 혹은 전산화 측면보다는 축분 및 오수 처리 등의 처리공정 자체를 개발하는 것이 더욱 큰 의미를 지니고 있다고 볼 수 있기 때문이다. 또한 이들은, 그 특성상 다년간의 독립적인 연구과제로 수행하여야 할 것으로 사료되며, 다른 4개 하위 시스템이 갖는 상호 유기적 연결성의 측면에서도 비교적 관련도가 떨어진다고 판단하였기 때문이다. 따라서 본 연구에서는 추후 이들 시스템에 대한 확장개발 가능성만을 고려하면서, 타 하위시스템을 우선 개발 하도록 하였다.

한편, 본 연구에서 개발한 사양관리 자동화 시스템은 그림 1.3에 나타난 바와 같이, 개체의 전자신분인식장치(EI)를 중심으로 하여 각 계측/센서 기기가 통합된 형태로 이루어져 있다. 체중 계측기, 체온계측기, TMR, 유즙계측기 등은 각각 개체 신분인식장치인 EI와 연결되어 개체의 특성에 따른 관리가 이루어 질 수 있도록 하였다. 그리고 이러한 계측기 및 각종 자동화 기기의 구동장치(actuator)들은 모두 PLC 에 연결되어, 정보를 제공하거나 명령을 받게 된다. 그리고 PLC 및 EI는 계측적 구조로 PC에 연결되어, 개체관리, 급이관리, 번식관리, 그리고 건강관리 시스템의 통제를 받는다(그림 1.4).

따라서 본 연구를 통해 완성된 축산관리의 전산화 시스템을 효과적으로 구축하기 위해서, 각 하위 시스템이 하나의 DB를 공통적으로 사용하도록 하였다(그림 1.5). 각 하위 시스템들은 공통의 DB를 사용할 뿐 아니라, 상호 유기적인 협조체제 아래서 전체 축산관리 시스템의 최적화를 목표로 통합 전산화 시스템을 구축하였다. 따라서 각 하위 시스템의 개발은 전체적인 시스템 개발 전략이 먼저 수립되고 난 뒤에 이루어졌으며, 향후 기타 하위 시스템이 개발될 때, 이들과의 통합성도 동시에 고려하였다. 아울러 각 하위 시스템의 구성 화면은 축산 농가 사용자나, 기타 현장 작업자들이 사용하기 용이하도록 한글 인터페이스 지원 방식으로 개발되었다.

본 과제에서 사용한 DB는 기본적으로 현재 많이 보급되어 있는 관계형 데이터 모델을 기반으로 하는 데이터베이스로 그 성격이 규정되어 있지만, 축산 관리용의 각종 멀티미디어 데이터도 통합적으로 지원할 수 있다. 여기서 멀티미디어 데이터라 함은 축산관리를 위한 비디오 데이터, 음성 및 화상 데이터를 포함하는 데이터를 가리킨다. 그리고 인터넷을 활용하여 해외질병 정보의 조기입수 관리를 수행하고, 외부 DB와도(사료 정보 DB나 동결정액 관리 DB) 연결하여, 정보를 주고 받을 수 있도록 통신 프로토콜이 개발되었다.

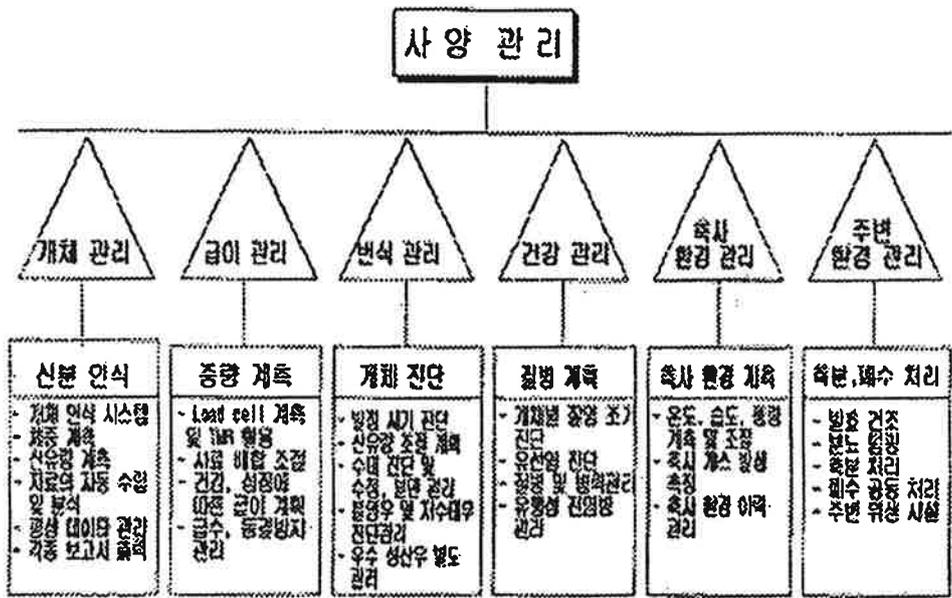


그림 1.2 사양관리 시스템의 구성

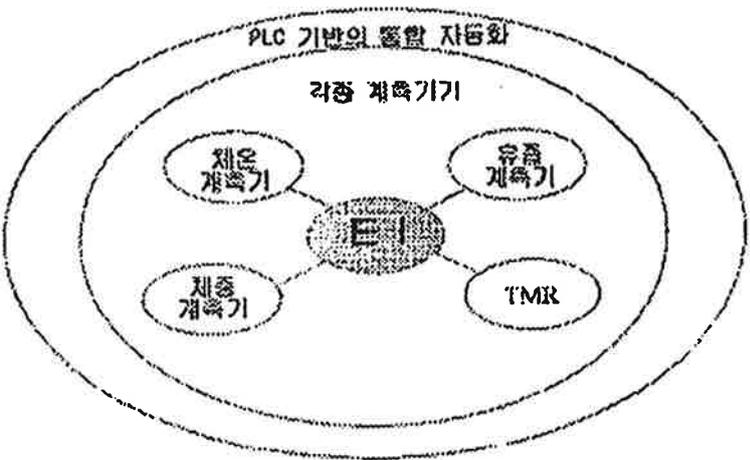


그림 1.3 E1 를 중심으로한 통합 자동화 시스템

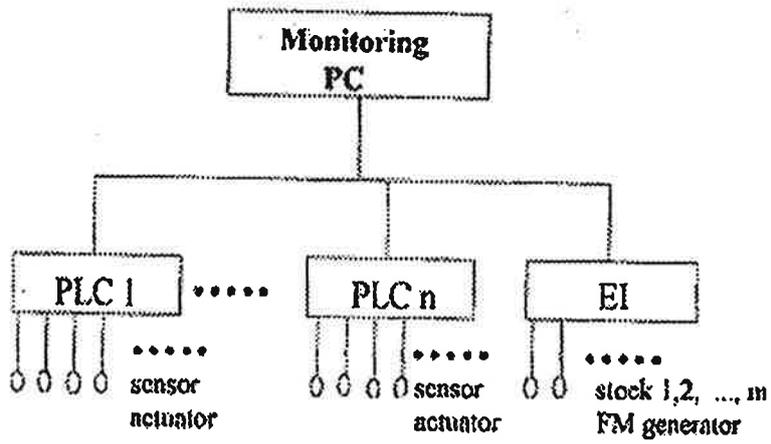


그림 1.4 PC-PLC-EI 인터페이싱

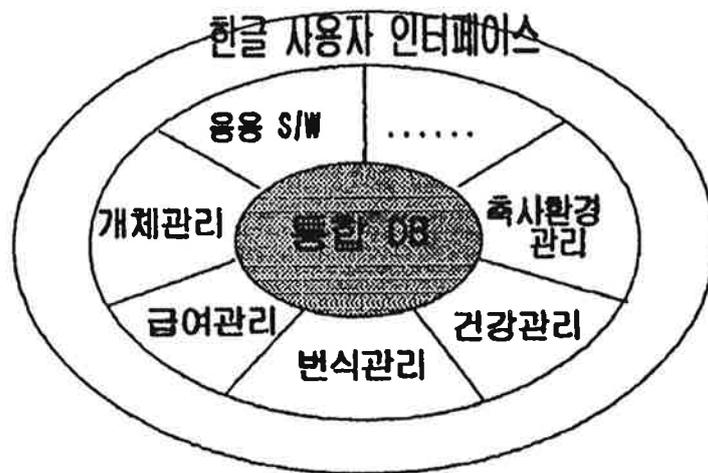


그림 1.5 DB 중심의 통합 전산화 시스템

본 연구에서 수행한 최종 목표를 정리해 보면 다음과 같다

연구개발 내 용	현 황	목 표
개체관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EI 계측기기의 수입 보급 단계</li> <li>• 사료급이기기에 한정 사용</li> <li>• 자동화 시스템과의 연계성 결여</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 주파수 발전기 방식의 EI 시스템 개발</li> <li>• 개체의 평생관리를 위한 자료 축적 및 정보제공</li> <li>• 자동화 시스템과의 연계를 통한 개체관리</li> </ul>
번식관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 사육자 관찰을 통한 경험적 방법</li> <li>• 개체를 정밀하게 관리할 수 없는 체계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 개체별 데이터베이스를 통한 발정시기 진단 포함 번식관리</li> <li>• 임신우에 대한 임신진단 (유지여부) 및 분만시기 진단관리</li> <li>• 불임우(저수태우) 진단관리</li> <li>• 우수공란우 및 수란우에 대한 개체관리 및 후대검정 시스템</li> </ul>
건강관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 개체별 건강상태를 파악하기 어려운 집단건강 관리체계</li> <li>• 질병조기진단 불가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 개별 데이터베이스를 통한 건강관리</li> <li>• 질병발생 가축에 대한 조기확인 체계</li> <li>• 유방염의 조기진단</li> <li>• 재발질병의 대비 및 예방접종 프로그램의 정밀화</li> <li>• 국내 및 해외 악성가축 전염병의 정보체계 확립</li> </ul>

본 연구는 보다 효과적인 연구개발을 위해 아래와 같이 4개의 세부과제로 나누어 진행되었다.

세부과제명	연구 수행
개체인식 (EI) 장치 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 각종 개체인식장치 특성분석 및 사양검토</li> <li>• 각종 센서 특성분석 및 사양검토</li> <li>• EI와 계측센서간의 인터페이싱</li> <li>• 개체인식 (무선계측)장치의 IC 제작</li> </ul>
사양관리 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 개체인식 및 개체별 데이터베이스를 활용한 번식, 건강관리</li> <li>• 임신 및 불임 진단을 위한 각종 검사기법 조사</li> <li>• 체온 측정의 자동화에 의한 질병발생 조기확인 체계 구축</li> <li>• 유방염 조기진단 장치의 개발</li> <li>• 인터넷을 활용한 국내 및 해외 질병 조기 정보입수 체계수립</li> </ul>
PLC-기반 자동화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 적정 PLC 규모/용량 선정</li> <li>• 센서-PLC-PC 간의 통신 프로토콜 검토</li> <li>• PLC 논리/시퀀스 프로그래밍</li> <li>• 통합 자동화 시스템 모의 실험</li> </ul>
통합 전산화 시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 축산농가 업무분석에 따른 사용자 인터페이스 개발</li> <li>• 기존 전산화 시스템의 조사 검토</li> <li>• 분야별 응용 프로그램개발을 위한 DB 설계</li> <li>• 계층제어 모델에 따른 통합 시스템 구축</li> <li>• 통합 DB 중심의 응용 프로그램 개발</li> </ul>

### 3 장 연구개발 결과

#### 1 절 개체인식 장치의 개발

자동화 및 통합 전산화 응용기술을 가축의 사양관리 분야에 도입하기 위해, 우선적으로 처리되어야 할 것은 개체인식을 위한 시스템의 개발이다. 지금까지 외국으로부터 수입되어 사용하고있는 것은 대부분이 자계유도에 의한 방식으로 이것은 주위에 전류가 흐르는 도선이 있을 경우 이들 전류에 의한 자계유도현상으로 인한 인식의 오류를 범할 가능성이 있다. 또한, 수입에 따른 소요경비 역시 매우 크기에 본 연구에서는 전자개체인식장치를 개발하고자 연구를 수행하였다.

전자개체인식장치는 각각 자신의 코드를 가진 고유코드를 발생하는 송신기를 젖소의 몸에 부착하고, 무선에 의한 전자파를 이용하여 특정영역에서의 개체들의 개인 고유코드를 PC에 전달하기 위한 것이다. 이로서 가축들의 사양관리 자동화를 위해 개개의 가축을 명확히 구분하여 PC에서 인식할 수 있게 하였다. 개체인식을 위한 신호는 송신단의 PT 2262에서 12개의 3상태 핀들을 제어하므로써 발생된다. 이를 통해 각각의 개체들에 대한 인식코드는  $2^{12}$ (4096)개까지 제공할 수 있다. 이러한 코드화된 신호가 변조하여 무선전송 되고, 이를 수신단에서 복조하여 인터페이스하므로써 PC가 인식할 수 있는 적절한 신호가 되어진다. 이 신호가 전송되어지면 PC는 다수의 개체들을 구분하므로써 각각 1마리의 가축에 대한 여러 사양관리를 위한 관련정보를 데이터 처리할 수 있는 바탕이 될 수 있다.

송신단에서 주어진 개체 고유코드인 PWM 신호를 PC 인식하게 하는 EI 시스템에서의 개체인식에 대한 구성도를 앞의 그림 3.1.1에서 보이고 있다. 동작시험시의 주변환경은 실제 젖소가 사육되는 목장으로 개체와의 송·수신단의 거리는 타 계측장치 활용이 적정한 약 1 m로 하였다.

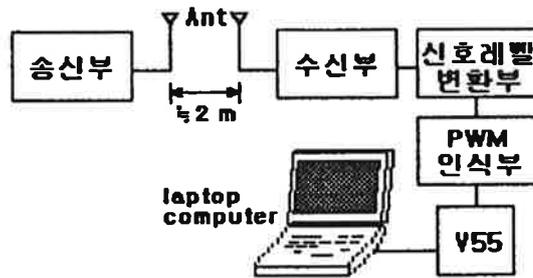


그림 3.1.1 개체인식 구성도

### 1. 개체신호의 발생과 무선전송

그림 3.1.2의 개략도는 임의의 개체에 대한 개인 고유코드를 PC에서 인식하게 하기 위한 시스템인 EI(electronic identification) 시스템의 개체인식신호를 발생 무선 전송하기 위한 송·수신단이다. 각 부분별 동작을 살펴보면, 그림 3.1.2의 (A)에서는 EI 시스템에서 임의의 개체에 부여되는 해당정보를 PWM (pulse width modulation) 신호원으로 CMOS IC인 PT2262의 9번 핀(pin)을 제외한 1핀에서 13핀까지의 핀 12개의 비트상태에 의해서 신호를 직렬로 발생시켜 무선 전송시키는 회로이다. PT2262는 원격제어를 위한 인코더(remote control encoder)로 12개의 3상태 어드레스 핀(3-state address pins)의 지정에 따라 PWM 신호를 발생시킨다. 핀 지정에 의한 비트의 상태는 high (+)로 연결되면 큰 폭의 펄스를 두 번 발생하고 low (-)로 연결되어 있으면 작은 폭의 펄스를 2번 발생하며 연결 되어 있지 않는 고 입력상태(high impedance state)이면 큰 폭 펄스 하나와 작은 폭 펄스 하나를 발생시킨다. 비트의 지정에 따른 PT2262에서 발생하는 펄스는 24개이고 개체인식 신호를 나타내는 코드화된 신호 (encoded signal)의 마지막을 나타내는 작은 폭의 펄스를 포함하여 총 25개이다. 본 연구에서 제작된 회로에서 PT2622에서 발생된 개체인식을 위한 고유 펄스신호는 ++++---+----++ ( + : high, - : low;)로 고정하였고 진폭은 +12V이다.

PT2622에 의해 발생된 펄스신호들은 변조기에 가해지고 변조기에서의 L(inductor)와 C(capacitor)의 발진주파수에 의해 변조된 rf(radio frequency)신호로 공중 전파하게 된다. 그리고 그림 3.1.2 (B)의 수신단에서 공중 전파된 미약한 rf

신호가 수신 안테나에 유기 되고 rf 증폭기인 전류궤환 바이어스에 의한 이미터접지 증폭회로를 통해 신호는 증폭된다. 이 신호는 다시 LC발진회로에 의한 발진주파수와 혼합되면서 원상태의 펄스신호로 복조되어진다. 이 때 펄스신호는 송신단 신호와 비교할 때 매우 적으므로 증폭효율이 높은 반전 연산증폭기(op amp)를 이용하여 증폭하였다. 이에따라 PT2262에 의해 발생된 펄스신호와 반전된 신호로 복원되게 하였다. 제작한 송·수신기의 회로도는 그림 3.1.3~3.1.4에 나타내었다.

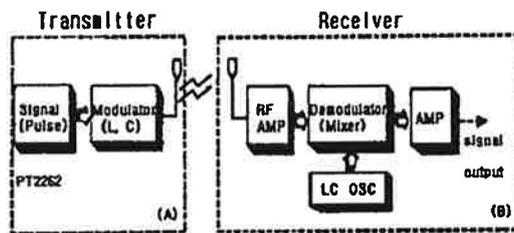


그림 3.1.2 개체신호의 무선전송을 위한 개략도

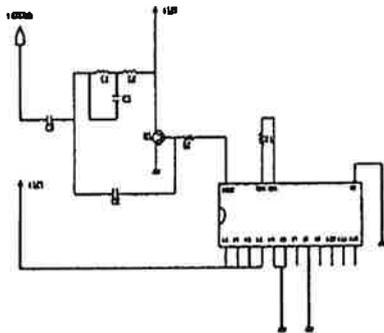


그림 3.1.3 송신기 회로도

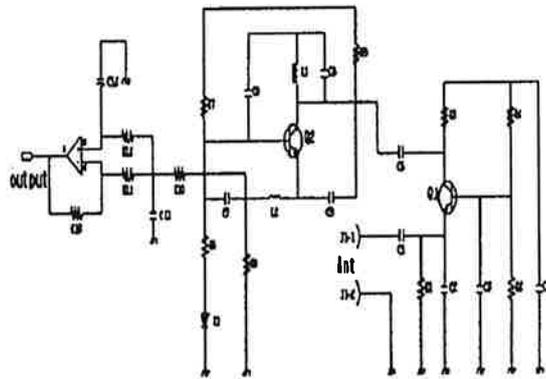


그림 3.1.4 수신기 회로도

그림 3.1.5는 송신단의 PT2262에서 지정하여 발생시킨 개체의 고유신호(++++---+----)인 PWM 신호가 변조된 파형으로 수신 안테나에 유기된 것을 오실로스코프(oscilloscope)로 측정하여 나타내었다. 그리고 그림 3.1.5의 수신 안테나에 유기된 신호는 수신부에서 복조되고 반전 증폭기에 의해 증폭되므로 PT2262에서 발생시킨

고유펄스 ++++----++++가 반전된 형태의 신호인-----++++로 나타나게 된다. 그림 3.1.6에서는 PT2262에서 발생시킨 신호(a)와 수신부에서 출력된 반전된 신호(b)을 비교하여 보여주고 있다

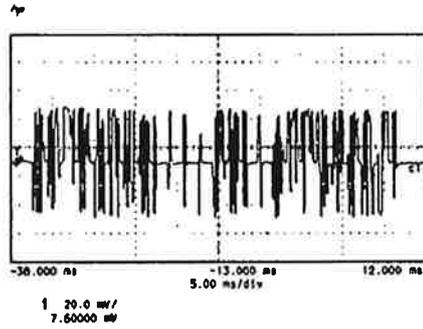
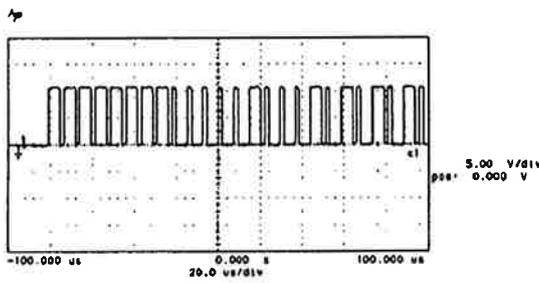
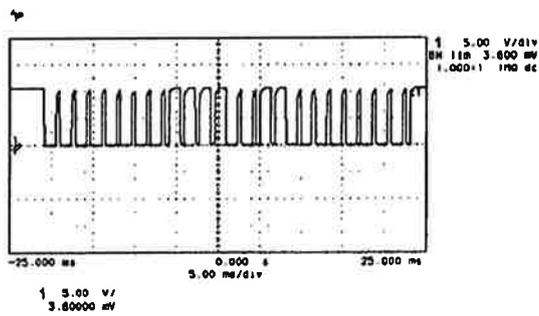


그림 3.1.5 수신안테나에 유기된 신호



(a)



(b)

그림 3.1.6 송·수신단에서의 개체인식신호

(a) 송신기의 PT2262에서 발생시킨 개체인식 신호

(b) 무선전송되어 수신기에서 복조된 개체인식 신호

## 2. 신호레벨의 변환

그림 3.1.4의 수신회로에서 출력된 펄스신호는 +12 V의 진폭을 갖는 PWM형 직렬신호(++++--+-++++)로 PC가 인식하기 위해서는 V55-마이크로 프로세서의 입력에 적합한 신호로 변환되어야 한다.

수신단에서 출력된 직렬 펄스신호의 전압레벨은 그림 3.1.7에서와 같이 IC MAX 233을 이용한 회로를 거치므로써 V55의 입력에 적합한 신호레벨로 변환되어진다. 변환된 신호 출력은 그림 3.1.8에 나타내었다. 구현한 회로는 IC에서의 2개 TS (transmitter section) 드라이버 중 하나를 이용하였고 IC가 +5V에서 구동되므로 +12V를 입력하여 +5V를 출력하는 전압레귤레이터 7805를 이용하여 수신단과 병행된 전원을 가지도록 하였다. 회로에 이용된 IC의 TS는 인버팅 레벨(inverting level)의 CMOS 또는 TTL 레벨을 출력하는 중계기(translator)로 드라이버 1의 입력에 문턱값(threshold value) 이상의 수신단 출력펄스가 인가되면 동작한다. 이 때 입력 문턱값은 IC 전원전압의 약 25%의 논리이다. 회로에서의 출력신호는 LED를 출력단자에 부착하므로써 확인할 수 있도록 하였다. IC의 사용되지 않는 드라이버 부분은 IC 내부의 전원에 대한 400 K $\Omega$  풀 업(pull-up) 저항에 의해 드라이버 입력은 정지 모드(shutdown mode)로서 저 출력(low power) 일 때는 차단된다.

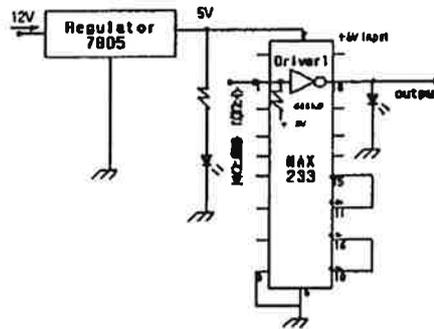


그림 3.1.7 MAX233을 이용한 신호변환 회로

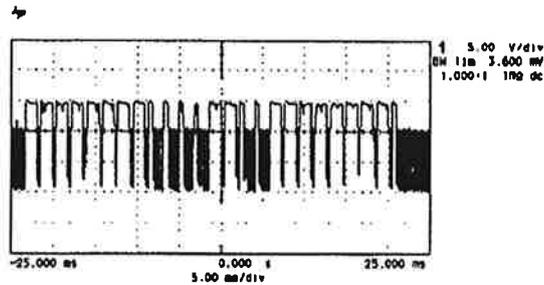


그림 3.1.8 변환된 신호의 출력 파형

### 3. PWM 고유신호의 PC 인식

수신단 출력으로 보내진 개체정보를 가진 PWM형의 신호는 변환회로(그림 3.1.7)를 거치므로써 TTL 레벨을 갖는 신호로 변환되어지고 V55에 의해 PC가 인식할 수 있도록 하기위해 병렬 신호로 PWM 인식회로 (그림 3.1.9)의 입력으로 주어진다. PWM 인식회로에 입력이 주어지면, 먼저 주어진 신호는 연산 증폭기(op-amp, LM358) 비교기와 인버터(not-gate, 7404)로 구성된 필터를 거쳐 무선전송에 의한 잡음(noise)이 제거되도록 하였다.

필터를 통한 개체정보를 갖는 PWM 신호는 단안정 멀티바이브레이터(monostable multivibrator, 74LS121)와 D 플립 플롭(flip flop)의 입력으로 같이 취해진다. 74LS121에 입력이 주어지면 PWM신호는 클럭(clock) 신호로 사용할 수 있는 펄스로 되어 D 플립 플롭을 동기 시키도록 하여, D 플립 플롭에 인가된 PWM의 직렬 신호가 일정한 디지털(digital) 신호로 변환 되도록 하였다.

다시 이 디지털 신호는 보편적인 8 비트(bit) 시프트 레지스터(shift-register, 74LS299)에 의해 클럭에 맞춰 한 비트씩 오른쪽으로 시프트(shift-right) 하게 하여 직렬로 들어온 24개의 신호와 신호의 끝을 나타내는 신호가 병렬로 출력 되도록 하였다. 출력된 신호들은 4 바이트 (byte)로 버스-트랜스시버(bus-transceiver, 74LS245)를 통해 V55-마이크로 프로세서의 입력포트(input port)로 입력되게 하였다. 이 때 어드레스 디코딩(address decoding)에 의해서 400H~403H 번지로 각 8bit 씩 입력되도록 하였다.

8 비트씩 4개의 주소로 들어오는 4 바이트의 병렬 입력은 프로그램상에서 최상위 7 비트와 최하위 7 비트가 겹치게 들어오면 제대로 들어온 신호로서 인식하게 되

고, 다시 반복하여 두 번째도 같은 값이면 최종으로 맞는 신호로 PC의 스크린에 나타나도록 하였다.

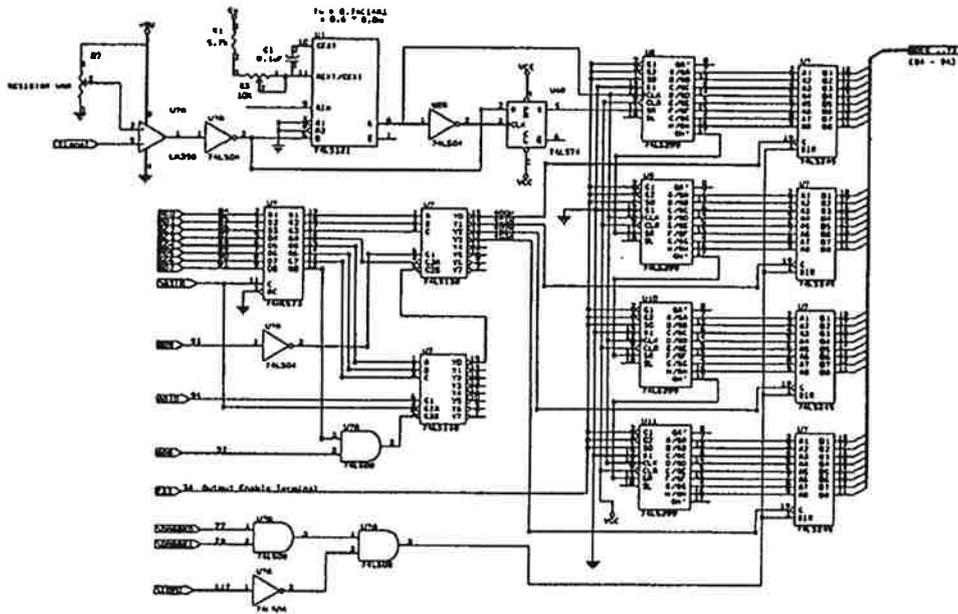


그림 3.1.9 PWM신호의 인식회로

#### 4. 개체 고유코드의 PC 인식

PWM 인식회로를 거친 그림 3.1.8의 개체인식을 위한 고유코드는 V55의 병렬 입력 포트에 전송 처리되어 PC로 연결되고 프로그래밍에 의해 정확한 개체 고유코드를 확인하여 PC의 스크린(screen)에 나타난다. 그림 3.1.10은 개체 고유코드가 PC에서 인식된 화면을 나타낸 것이다. 그림 3.1.10을 보면 PC에서 인식된 출력코드는 F2F (1111 0010 1111)로 실제 송신단의 PT2262에서 코딩(coding) 했던 값임이 확인되었다. 이 출력코드를 십진수로 변환하면 3887이다. 본 연구에서 개체인식 시험시 무선 전송에 의한 고유신호의 PC로의 인식 처리속도는 2초로 나타났다. 이는 가축이 특정영역에 진입하기 시작하면서 인식 처리되는 시간으로 가축의 사양관리를 위한 측정 및 DB(data base)의 정보 활용에 있어 안정된 속도이다.

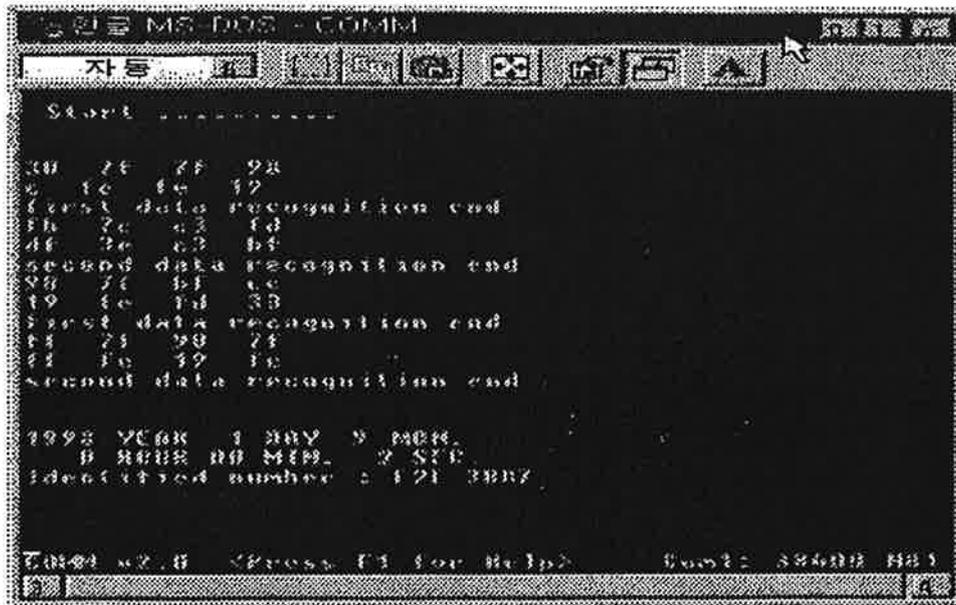


그림 3.1.10 PC에서 인식된 개체신호

## 2 절 사양관리 기술의 개발

### 1. 연구의 배경

젓소의 사양관리 자동화는 우리나라 축산농가가 자생력뿐 아니라 국가 경쟁력을 시급히 갖추기 위해서 농가 개인으로서 축산 자동화를 통해 보다 적은 인력을 가지고 체계적인 사양관리, 신속한 질병 예방체계, 그리고 정확한 번식관리를 갖추으로써 생산단가 절감과 생산력을 높이는데 크게 기여할 것으로 기대되고 있다.

따라서 본 세부과제에서는 상기분야에 대한 체계적인 기초 임상자료를 구축함으로써 개체신분인식 장치 및 자동화 기기 개발의 필요성을 확인하고 농가의 생산단가 절감을 위해 농가에서 실제로 수행할수 있는 사양관리 자동화 방안을 제시하고자 한다.

### 2. 연구 목표

주요 연구 목표는 다음과 같다.

- 1) 번식관리 자동 시스템 구축
- 2) 질병 조기 진단 시스템 구축
- 3) 유방염 조기진단 시스템 구축

### 3. 주요 세부 연구내용

상기 연구목표에 대하여 농가수준에서 수행가능한 사양관리 자동화 방법을 조사하여 수행한 주요 세부연구내용은 다음과 같다.

- 1) 체중 자동 계측에 의한 임신진행 여부 및 소모성 질환 이환 개체 진단 연구
- 2) 유즙 전기 전도율 자동 측정에 의한 유방염 진단 연구
- 3) 체온 자동 측정에 의한 급성, 열성 질병 이환 개체 진단 연구
- 4) 비착유소 질병 이환여부 확인을 위한 간지 진단법 연구

### 4. 연구 내용 및 연구 결과

- 1) 임신 유지 여부 및 소모성 질환 이환 개체 진단 연구

## 서론

현재 우리나라의 가축산업은 WTO(세계무역기구)체제의 출범과 함께 무역개방에 따

른 어려운 시련을 겪고 있다. 이 상황에서 국가의 가축산업이 보호되려면 생산능력과 생산품 품질에서 자생력과 경쟁력을 갖추어야 한다.

축산 농가가 자생력을 갖기 위해서는 가축의 생산단가를 낮추어야 하는 것이 선결 문제인데<sup>6</sup>, 생산단가의 절감을 위해서 인건비를 줄이면서 사람이 해야 할 일을 기계가 대신하는 축산 자동화가 절실히 요구되고 있어<sup>7</sup> 이미 양계산업에서는 축산자동화가 상당히 자리를 잡고 있고 양돈분야도 확대일로에 있다. 축산자동화에 대한 연구 또한 국내·외적으로 활발히 수행되어지고 있다<sup>1-7</sup>.

젖소에 대하여는 국내에서도 일부농가가 축산자동화를 실시하여 적지않은 효과를 보고 있으나 아직까지 대부분을 수입품에 의존하고 있어 기계조작의 난해한 점으로 인해 효과가 감소되고

한편, 우리나라와 축산구조가 다른 국가와 달라 외국 제품의 실효성도 떨어지고 있다.

젖소의 사양관리 자동화 중 중요하나 많이 미흡한 것은 번식관리와 질병관리라고 할 수 있다. 먼저 번식관리 중 기계를 통한 발정의 자동확인 방법은 아직 이렇다할 확인방법을 제시하기가 어려우나 임신유지여부 확인은 착유중인 젖소의 체중을 측정하는 것에 의해 자동으로 확인하는 것이 가능하다. 또한 체중의 측정은 비임신축에서 소모성질병에 이환된 개체를 확인 가능할 것으로도 추측된다.

질병관리에서 질병에 걸린 환축을 자동으로 확인할 수 있는 방법은 질병에 이환된 동물이 발열상태에 있는 경우가 많으므로 이를 확인하여 농가가 신속하게 대처하게 하기 위함이다.

따라서 본 연구에서는 축산자동화를 위한 개체인식장치개발<sup>8</sup>에 대비하여 임신축에 대하여 주기적으로 체중을 측정함으로써 개체별 임신유지 여부 및 유산발생 여부의 확인 가능성을 알아보려고 하였으며, 아울러 발열 질병 자동확인 시스템개발<sup>4</sup>에 대비하여 젖소질병 중 발열질병에 대한 기초조사를 수행하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 공시동물

체중측정에 사용된 소는 한 농가에서 사육되고 있는 25두를 대상으로 하였으며 이중 18두는 임신한 소로서 1~2산차의 소들이었다. 4두는 비임신우이었고 1산차의 소들이었다. 체중측정기간은 1996. 12. 24일부터 1997. 9. 23일까지 9개월간이었다. 소 체중측정 대상우는 전북대 동물병원 및 전북지역 대동물 가축병원 2곳에서 측정된 소 178두이었고 측정기간은 상기체중 측정기간과 동일하였다.

### 체중측정 방법

체중측정에 이용된 체중기는 디지털 체중기(CAS 회사제품, 한국)이었다. 체중측정 시 대상젖소들을 한번에 모두 이동시켜 개체별로 체중기에 올린후 측정하였다.

### 체중측정 간격 및 측정기간

체중측정은 약 2주 간격으로 그달의 첫째주와 세번째주에 시행되었다. 체중 측정 시간은 1일 2회 착유시간(AM 4:30, PM 4:30)의 중간대에 해당되는 AM 10:00~11:00 사이를 택하였다.

한편, 사료공급시간은 AM 7:00였으며 마리당 일일 평균 TMR사료급여량은 12kg이었다.

### 체중측정 자료의 분석

#### I. 체중 측정개시시 임신기간에 따른 임신축의 체중변화

체중측정 개시시기에 인공수정을 실시한 개체들이 없었으므로 임신 1, 2 및 3개월 된 군들에 대해 체중을 2주간으로 측정하여 1개월마다의 체중변화를 조사하였다. 이 때 한달의 체중측정기준은 첫째주의 자료를 기준으로 하였다. 또한 임신말기 각 군별 최초 체중측정시와 비교하여 평균체중 증가량과 증가율을 알아보았다. 그리고 최초 체중측정시와 비교하여 각 개월마다 체중증가 비율을 조사하였다.

#### II. 임신 1개월 때 체중 범위의 차이에 따른 임신축의 체중변화

임신 1개월 때 체중의 간격이 큰 군을 두개군으로 나누어 체중변화를 비교하였다. 이때 두 그룹은 체중범위가 각각 100kg이내 범위를 갖는 군으로서 430kg-490kg군과 530- 590kg군의 두군으로서 각각 5두씩 그룹을 조성하였다. 각 군별 임신 1개월부터 임신말기까지의 평균 체중변화를 조사하였고 각 월의 평균 체중은 그 먼저 달과의 평균체중에 대한 증가율을 조사하였다. 또한 각 개월에서 최초 평균체중에 대한 증가율을 조사하였다.

#### III. 분만시 체중과 분만후 1주 및 3주시기의 체중비교

분만후 체중의 감소 정도를 알기 위하여 일부 분만한 소에 대하여 분만전 체중과 분만후 1주 및 3주시에 체중을 측정하여 비교하였다. 분만전 체중은 분만한 소의 분만직전 측정된 체중을 그대로 인정하였고 그 범위는 분만전 5-10일이었다. 따라서 분만후 체중측정은 분만후 1주시기에 해당되었다.

분만전 체중은 600kg을 기준으로 하여 상하 두 그룹으로 분류하였고 분만전 평균 체중과 분만후 1주 및 3주의 평균체중을 각각 비교하였으며 평균 체중감소율을 조사하였다.

#### IV. 임신축와 비임신축의 동기간 체중변화비교

임신축와 비임신축에 대해 동일하게 8개월동안의 체중의 변화를 비교하였고 체중 증가량과 증가율을 알아보았다. 이때 임신축은 1~2산차이였고 비임신축은 모두 1산차이였다.

#### 체온측정 방법 및 자료분석

체온측정은 전북대학교 동물병원 왕진시 측정자료와 전북지역 대동물 가축병원 2곳의 자료를 종합하였다. 질병의 진단 방법은 주임상증상에 준하였고 측정된 체온의 평균을 구하였다. 체온측정은 수은체온계를 이용하였다.

#### 통계처리

자료는 비교군수에 따라 T-검정 또는 ANOVA에 의해 통계처리하였다.

### 결 과

임신한 젖소에서 체중측정이 시작된 달에 서로 임신기간이 다른 군에 따라 체중의 변화를 측정한 결과는 표 3.2.1과 같다. 임신 1개월군, 2개월군, 3개월군 모두에서 임신이 진행되면서 체중이 증가하는 변화를 나타내었고, 최초체중보다 10%이상의 증가가 있었던 임신월은 임신 1개월군의 경우 5개월, 임신 2개월 및 3개월군의 경우 6개월이었다. 임신 1개월군과 2개월군 모두 임신 8개월에서 20%이상의 체중증가를 나타내었다. 최초 체중측정시기 대비한 최종 체중증가량 및 체중증가율은 임신 1개월군에서 가장 높은 수치를 나타내었다.

임신 1개월때 체중범위의 차이에 따른 임신축의 체중변화는 표 3.2.2와 같다. 임신 1개월때 체중이 430-490kg인 군과 530-590kg인 군에서 임신 진행과 함께 모두 점차적인 체중 증가를 보였다. 전월에 비해 체중증가가 컸던 달은 430kg~490kg군의 경우 임신 4개월부터 8개월까지의 3.3~4.3%이었으며 가장 증가율이 컸던 달은 임신 7개월의 4.34%이었다. 530-590kg의 경우는 임신 4개월과 7개월에서 전월에 비해 체중증가율이 높아 각각 4.1%와 3.5%를 나타내었다. 전월에 비해 체중증가비율이 낮았던 달은 양군 모두 9개월부터 낮았으며 한편, 임신 2개월과 임신 3개월에서는 모두 2%미만의 낮은 증가비율을 보였다. 또한 임신 1개월보다 10%이상의 체중증가를 보인 것은 양군 모두 5개월부터였으며, 20%이상의 증가를 보이기 시작한 것은 430-490kg군의 경우 7개월부터, 530-590kg군의 경우는 8개월부터이었다.

표 3.2.1 Changes of body weight of the pregnant dairy cows throughout the pregnancy among different groups of pregnant period  
(unit : kg)

Weighing started at	No. of cows (Range of B.W.)	Mean body weight during pregnancy										B.W. gained	Rate of gain (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	near to term		
		(Rate of increase compared to the first weight, %)											
1month-pregnancy	5 (454-558)	514.2	525.2 (2.14)	528.4 (2.76)	556.4 (8.21)	572.8 (11.39)	594.4 (15.59)	616.4 (19.88)	629.2 (22.36)	641.6 (24.78)	643.0 (25.06)	128.8	(25.05)
2months-pregnancy	5 (435-621)		526.2	540.0 (2.62)	561.2 (6.65)	571.6 (8.63)	590.8 (12.28)	615.8 (17.03)	634.6 (20.60)	633.8 (20.45)	636.6 (20.98)	110.4	(20.98)
3months-pregnancy	2 (476-506)			491.0	500.5 (1.93)	519.0 (5.70)	541.5 (10.29)	553.5 (12.73)	566.0 (15.27)	583.0 (18.74)	585.0 (19.14)	94.0	(19.14)

B.W. : Body Weight.

\* : The value was obtained at the beginning of the month and each month stands for the period passed.

\*\* : From 5 to 10 days before parturition.

표 3.2.2 Rate of gaining body weight of dairy cows during pregnancy between different body weight groups weighed at one month-pregnancy (unit : kg)

Body weight at 1 month-pregnancy (Range)	No. of cows	Rate of body weight gain (%)	Mean body weight during pregnancy									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	near to term
430-490 (435-490)	5	A B	452.3	460.2 (1.75)	469.4 (1.99)	487.8 (3.92)	504.2 (3.36)	524.8 (4.09)	547.6 (4.34)	565.8 (3.32)	570.8 (0.88)	575.4 (0.80)
					(3.78)	(7.85)	(11.47)	(16.03)	(21.07)	(25.09)	(26.19)	(27.22)
530-590 (530-583)	5	A B	548.6	557.8 (1.68)	568.7 (1.94)	592.2 (4.15)	605.4 (2.22)	621.0 (2.58)	642.8 (3.51)	659.0 (2.52)	663.0 (0.61)	669.2 (0.94)
					(3.65)	(7.95)	(10.35)	(13.19)	(17.17)	(20.12)	(20.85)	(21.96)

A : Rate compared to the weight of the former month.

B : Rate compared to the weight of the first month-pregnancy.

\* : 5 to 10 days before parturition.

표 3.2.3 Difference of body weight of dairy cows before and after parturition. (unit : kg)

Groups	No. of cows	Near to parturition	Mean body weight			
			One week after parturition		3 weeks after parturition	
			B.W.	Decrement(%)	B.W.	Decrement(%)
I	5	574.0 ± 21.0* (545-590)	507.4 ± 15.5 <sup>b</sup>	66.6(11.60)	492.2 ± 14.7 <sup>b</sup>	81.8(14.25)
II	5	629.8 ± 23.31 <sup>a</sup> (607-667)	561.0 ± 15.6 <sup>b</sup>	68.8(10.92)	527.8 ± 24.6 <sup>b</sup>	102.0(16.19)

B.W : Body Weight, Mean ± SD.

\* : 5 to 10 days before parturition, Mean ± SD.

a,b : Different superscripts denote significant differences within rows(p<0.01).

표 3.2.4 Comparison of gaining body weight between pregnant and non-pregnant dairy cows during the same period(Mean  $\pm$  SD)  
(unit : kg)

Dairy cows	No. of cows	Parity	Period	Mean Body Weight		B.W gained (Range)	Rate of gain (%)
				1st month (Range)	8th month (Range)		
Pregnant	5	1-2	8 months	514.2 $\pm$ 54.6 <sup>Aa</sup> (454-558)	641.6 $\pm$ 52.4 <sup>Ba</sup> (590-714)	127.4 $\pm$ 18.8 <sup>a</sup> (96-160)	(24.78)
Non-pregnant	3	1	8 months	466.7 $\pm$ 55.4 <sup>Aa</sup> (427-530)	499.7 $\pm$ 63.5 <sup>Ab</sup> (461-573)	33.0 $\pm$ 13.2 <sup>b</sup> (18-43)	(0.71)

A,B : Different superscripts denote significant differences within rows(p<0.01).

a,b : Different superscripts denote significant differences within columns(p<0.05).

H. 3.2.5 Body temperature of dairy cows associated with different diseases

Clinics	Diseases											
	Respiratory disease		Alimentary disease		Puerperal infection		Mastitis		Skeletal disease			
	No. of cattle	AT(°C) (Range)	No. of cattle	AT(°C) (Range)	No. of cattle	AT(°C) (Range)	No. of cattle	AT(°C) (Range)	No. of cattle	AT(°C) (Range)		
A	25	39.5 (38.8-40.5)	22	38.4 (35.4-39.6)	-	-	9	39.1 (38.2-40.4)	10	38.9 (36.2-40.3)		
B	12	39.6 (39.1-40.0)	26	38.9 (37.7-40.2)	9	39.4 (38.5-41.3)	5	39.5 (39.2-40.4)	6	39.5 (38.6-41.2)		
C	15	40.2 (39.2-41.2)	16	38.6 (36.0-39.8)	11	39.6 (38.6-41.0)	12	39.3 (38.0-40.1)	-	-		
Total	52	39.8 (38.8-41.2)	64	38.6 (35.4-40.2)	20	39.5 (38.5-41.3)	26	39.3 (38.0-40.4)	16	39.2 (36.2-41.2)		

AT : Average Temperature.

A: Teaching Hospital, Chonbuk National University.

B,C: Local private clinic.

젖소에서 분만시 체중과 분만후 1주 및 3주시기의 체중의 차이를 본 결과는 표 3.2.3과 같다. 분만전 체중이 600kg이하인 545-590kg군은 분만전 평균 체중보다 분만후 1주에 평균 66.6kg, 3주에 81.8kg이 감소되어 분만전 체중에 비해 각각 현저한 체중감소를 보였으며( $p<0.01$ ), 체중감소율은 각각 11.60%와 14.25%이었다. 또한 607-667kg군의 경우 분만전 평균체중보다 분만후 1주에 68.8kg, 3주에 102.0kg이 감소되어 분만전 체중에 비해 각각 현저한 체중 감소를 나타냈으며( $p<0.01$ ), 체중 감소율은 각각 10.92%, 16.19%이었다.

각 시기별 양군간에는 유의적인 차이가 없었다.

임신축과 비임신축간 동기간 체중변화를 비교한 결과는 표 3.2.4와 같다. 임신축의 임신 8개월 체중은 임신 1개월에 비해 현저히 높은 증가를 보였고( $p<0.01$ ), 비임신축은 8개월째의 체중이 1개월보다 증가는 하였으나 유의성 있는 차이는 없었다.

임신축와 비임신축간의 비교에서도 1개월에서는 양군의 차이가 없었으나 8개월째 임신축의 평균체중이 비임신축보다 현저히 컸다( $p<0.01$ ).

8개월 동안 증가된 체중량도 임신축은 비임신축보다 현저히 컸다( $p<0.01$ ). 임신 1개월된 젖소의 분만전까지 8개월간 체중의 증가는 평균 127.4kg이 증가되어 임신 1개월보다 24.78%의 증가율을 보였다. 비임신축의 경우 8개월간 체중의 증가는 평균 33.0kg으로서 최초 측정시기인 1개월보다 0.71%의 증가율을 보였다.

전북지역 일원에서 전북대학교 동물병원을 포함 세곳에서 젖소의 질병에 대해 체온을 측정한 결과는 표 3.2.5와 같다. 호흡기질병은 39.8℃, 소화기 질병은 38.6℃, 산욕기 질병은 39.5℃, 유방염은 39.3℃ 그리고 사지질환은 39.2℃의 평균은 도를 각각 나타내었다.

## 고 찰

연구는 특히 젖소에서 착유시간을 이용하여 임신축의 임신유지 여부를 확인하기 위하여 수행되었다. 체중측정기간중 측정대상 젖소의 임신기간이 서로 달라 임신기간별로 체중의 변화를 조사한 결과 임신 1개월군, 2개월군 및 3개월군 모두 임신이 진행되면서 증가되는 현상을 나타내었는데 최초 체중보다 10%이상의 증가가 있었던 것은 임신 1개월군의 경우 임신 5개월이었으며 임신 2개월군 및 3개월군은 임신 6개월이었다. 이러한 결과로 보아 임신의 유지여부는 임신 5개월정도부터 확인가능할 것으로 보인다.

최초 측정한 체중에 비해 분만전 체중의 증가비율은 임신 1개월군이 가장 높은 수치인 25.05%의 증가율을 나타내었고 2개월군과 3개월군은 1개월군보다 점차 낮은

증가율을 나타내었는데 이 경우는 증가를 비교할 수 있는 기준시기가 각각 1개월씩 늦어진 결과로 보여진다.

임신 1개월때 체중범위의 차이에 따른 임신축의 체중변화 결과에서 전월에 비해 체중증가가 컸던 달은 430-490kg군의 경우 임신 4개월부터 8개월까지 3.3-4.3%이었고 가장 증가율이 컸던 달은 임신 7개월의 4.3%이었다. 530-590kg의 경우에서도 임신 4개월과 7개월에서 전월에 비해 체중증가율이 높아 유사한 경향을 보였다.

조, 등<sup>8</sup>은 소에서 소태아는 임신최후 3개월 즉, 임신 7개월부터 체중증가가 높다고 했는데 이것은 본 연구에서 임신 7-8개월에서 임신소 전체체중이 20%이상의 증가를 보인 결과와 유사한 경향을 보이는 것으로 간주된다. 그리고 임신초기와 중기의 체중증가는 태아 및 태반의 크기 증가는 물론이고 모체 자체의 체중증가가 포함되어 일어나는 것으로 생각된다.

이 연구에서 인공수정시의 체중측정자료가 없어 정확한 체중 증가율을 나타내기는 어렵겠으나 양군 모두에서 임신 3개월까지 체중증가율이 2%미만으로 매우 낮으면서 점차 증가하다가 임신 4개월부터 4%에 가깝거나 4%를 넘는 증가율을 보인 결과로 볼 때 수정시기부터 임신 3개월까지는 상당히 완만한 체중증가를 보인다고 추측할 수 있어 수정시기의 체중자료의 영향은 미미하다고 사료된다.

임신후기에서 양군 모두 임신 8개월에서 체중 증가율이 감소되었고 임신 9개월과 분만시기는 거의 변화가 없는 체중증가율을 보인 것으로 보아 태아 체중의 증가는 임신 8개월부터 둔화되어 임신 9개월 부터는 매우 낮은 증가만 보이는 것으로 생각 된다.

임신 1개월 체중에 비해 10%이상의 증가를 보인 것은 양군 모두 5개월부터였으며 20%이상의 증가를 보인 것은 7-8개월부터이었는데 임신 4개월부터 체중증가율이 높았던 것을 감안할 때 임신 4~5개월이후는 임신유지 여부에 대한 진단이 체중 측정 을 통해 가능하다고 판단된다.

이것은 본 연구에서 Table중에는 표시되지 않았으나 임신 6개월에 유산을 한 한개체의 경우 임신 6개월까지 꾸준히 체중이 증가하여 임신 6개월의 체중의 증가는 수정시기와 비교하여 17.7%의 증가율로서 81kg의 증가를 나타내었으나 그후 한달내 57kg이 감소되어 5.4%의 증가율만 나타내어 직장검사를 통해 유산여부를 확인할 수 있었는데, 이 사실을 보아도 임신소에 대한 체중측정을 통해 임신유지 여부 및 유산의 진단이 가능하다는 것을 알 수 있다.

젖소에서 분만시 체중과 분만후 1주 및 3주시기의 체중의 차이를 본 결과 분만직 전 체중이 545-590kg군 및 607-667kg군 모두 분만후 3주까지 현저한 체중감소량 및 감소율을 나타냈는데 분만후 1주시기에 양군 모두 약 70kg의 차이를 나타낸 것은 주로 분만후 태아와 태막이 배출됨으로써의 감소량 즉, 대부분 태아와 태막의 무게에 해당될 것으로 보인다. 이것은 소에서 태아의 크기는 성숙 체중의 1/10에 해당된다고 한 Roberts<sup>1</sup>의 보고와 또한 조, 등<sup>8</sup>이 태아의 무게는 태아와 태막을 합한 총 중량의 60%에 해당된다고 한 보고와 비교해볼 때 거의 유사한 중량에 해당된다고 보겠다. 또한 분만후 3주시기에도 분만축은 더욱 감소된 체중을 보여 분만전 체중보다 82-102kg의 감소량을 보였는데 이것은 태아와 태막이 배출된 후, 자궁의 크기

감소량 및 모체가 분만에 의한 스트레스로 인해 체중의 감소가 일어났던 것으로 보인다.

이 연구에서 임신축과 비임신축간 8개월의 같은 기간동안 체중 변화를 비교한 결과 임신축은 평균 127.4kg이 증가되었고 비임신축은 평균 33.0kg의 증가량을 보였는데, 이 결과를 볼 때 수정

또는 교배된 젖소가 임신중기에 해당되는 기간이후 체중측정시 지속적인 증가를 보이는 것은

임신축 및 임신이 유지되는 것으로 인정할 수 있다고 보겠다. 특히, 8개월경과후 임신축에서 임신 1개월보다 24.78%의 체중 증가율, 비임신축에서 최초 1개월보다 0.71%의 증가율을 보인것으로 보아도 이러한 체중 측정의 효과를 인정할 수 있으며, 이것은 앞에서 고찰한 바와 같이 체중 측정에 의해서 유산여부를 확인할 수 있었던 사실에서도 잘 입증된다고 하겠다.

전북지역 일원에서 동물병원 세곳이 조사한 젖소의 주요 질병에 대한 체온측정결과 주요 질병중 호흡기 질병의 평균체온이 39.8℃로 가장 높은 체온을 나타내었고 소화기 질병의 평균체온이 38.6℃로 가장 낮은 체온을 나타내었다.

본 조사에서 분류된 가축 질병은 임상수의학적인 차원이기보다는 농가쪽에서 질병에 신속히 대처할 수 있도록 발열상태를 확인하기 위한 목적으로 수행되었기 때문에 주요 질병의 분류는 주요 임상 증상에 의해서 이루어진 것이고 과학적인 진단체계에 의한 분류는 아닌 것이다.

그러나 金동<sup>4</sup>이 보고한 바와 같이 이러한 발열상태를 농가에서 직접 자동으로 확인할 수 있는 시스템이 개발될 때 농가는 수의사에게 조속히 진료의뢰를 하는 등 신속한 대처를 할 수 있어 농가의 손실을 감소하는데 적지않게 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

## 결 론

본 연구는 젖소를 기르고 있는 농가에서 임신한 소의 임신유지여부 및 유산우의 확인 그리고 질병이 있는 소를 자동으로 손쉽게 확인하기 위한 시스템을 개발하기 위한 기초 연구로서 수행되었다.

임신축의 임신유지 여부를 자동으로 확인하기 위한 방법으로서는 임신축에 대한 체중측정을 통하여 임신기간중 체중의 변화, 분만직전 체중과 분만후 체중비교, 임신축과 비임신축의 동기간 체중 증가율을 비교하였고, 질병 자동진단을 위한 방법으로는 주요 임상증상에 의해 분류한 질병에 대한 체온 범위를 조사한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 임신축에서 체중 증가는 임신 1개월에서 3개월까지는 매달 완만한 증가를 보였고

(2%미만) 임신 4개월부터 7개월까지는 매달 상대적으로 높은 증가율을 나타내었으며(3.4~4.3%), 임신 8개월부터 증가율이 감소되기 시작하여 임신 9개월부터 분만시까지의 증가율이 매우 낮았다(0.8~0.9%).

2. 임신축에서 체중증가율은 4개월부터 높아 5개월에서는 최초 체중보다 10%가 증가하여 체중측정에 의한 임신진단 여부는 임신 4~5개월부터 가능할 것으로 보였다.
3. 유산축 1두의 경우 체중측정에 의해 유산진단이 가능하였다.
4. 임신축은 분만후 3주에도 분만전 체중보다 14-16%의 체중의 감소율을 보였고 현저한 감소체중을 나타내었다( $p < 0.01$ ).
5. 임신축과 비임신축의 8개월간 체중 변화는 임신축이 임신 1개월보다 24.78%의 증가율을, 그리고 비임신축이 0.71%의 증가율을 나타내었고, 8개월에서 임신축은 비임신축보다 현저히 큰 체중을 나타내었다( $p < 0.01$ ). 8개월에서 1개월에 비해 증가된 체중은 임신축이 127.4kg 비임신축이 33.0kg로서 임신축은 비임신축에 비해 현저히 높은 체중증가량을 나타내었다 ( $p < 0.01$ ).
6. 젖소 주요 질병의 임상증상에 따른 체온변화 측정은 농가에서 자동으로 질병존재 여부를 파악할 수 있는 기초자료가 될 수 있다.

이상의 결과 임신축의 체중을 자동측정시 농가는 임신유지여부 및 유산여부를 확인할 수 있다는 점과 젖소의 체온을 자동 측정시 질병 존재 여부를 확인할 수 있다고 판단되었다.

#### 참고 문헌

1. Roberts SJ. Veterinary obstetrics and genital diseases(Theriogenology) 3rd ed. Ithaca: Cornell University. 1986:255-259.
2. Spahr SI, Puckett, Dill DE. An Integrated System for Automatic Data Collection and Analysis on Dairy Farms. Proceedings of the Agro-Martin 1, ASAE. 1985:339-345.
3. Wheeler PA, Graham KL. A Review of Remote Sensing Techniques of Dairy Cattle. Proceedings of the Agro-Martin 2, ASAE. 1986:25-32.
4. 김형주, 정길도, 김용준, 한병성, 김명순. 젖소의 자동체온 측정시스템개발. 한국임상수의학회지. 1996;13(2):140-143.
5. 박원규. 국제화 시대의 농업기계화 현황과 발전 방향. SIEMSTA(농수축산박람회) 심포지엄. 1994:31-44.
6. 이송규, 민영봉, 김태규. 축산 자동화를 위한 가축의 생체 정보 무선 계측 장치의 개발(II).

한국농업기계학회지.1991:제 16권 제 6호:267-271.

7. 장동일. 축산 기계화 현황과 발전 방향. SIEMSTA (농수산 축산박람회)심포지엄. 1995:103-131.
8. 조충호, 강병규, 최상용, 황우석, 김용준. 증정 수의산과학. 영재교육원. 1990:297-298.
9. 한병성, 정길도, 최명호, 김용준, 김명순, 강복원. 젖소의 사양관리 자동화를 위한 전자개체 인식 장치 개발. 한국임상수의학회지. 1996:13(2):171-175.

## 2) 유즙 전기 전도율 자동 측정에 의한 유방염 진단 연구

### 서론

WTO(세계무역기구) 체제의 출범에 따른 무역개방과 IMF 체제하에서 우리나라의 축산업계는 환율 상승으로 인한 사료용 곡물 도입 및 배합사료 가격의 급등, 동물 의약품, 축산 기자재 등의 가격 인상에 따른 어려움을 겪고 있다. 뿐만 아니라 우유 및 육가공 수요의 감소로 축산여건이 매우 열악한 실정이다.<sup>10</sup> 이런 상황에서 축산업이 경쟁력을 갖기 위해서는 생산능력이나 품질 면에서 자생력과 경쟁력을 갖추어야만 한다<sup>6</sup>.

이를 위해 축산농가가 해결할 선결문제는 생산비 절감을 위한 축산자동화이다. 물론 현재까지 상당량 도입되어 사용되고 있으며 축산 자동화에 대한 연구 또한 활발히 수행 중에 있다.<sup>1-7,17</sup>

젖소의 사양관리 자동화 중 아주 중요하면서도 미흡한 부분은 번식관리와 질병관리라고 할 수 있다<sup>6</sup>. 질병관리에서도 특히 유방염에 걸린 젖소를 재빨리 확인하여 농가가 이에 신속하게 대처하는 것은 아주 중요한 일이다.

유방염은 유선 조직에 발생하는 염증으로 여러 가지 인자의 복합적인 작용에 의하여 병원성 세균이 감염되어 발병하는 일종의 전염성 질병인데 젖소의 질병 중 발생 빈도가 가장 높다. 젖소가 유방염에 걸리면 유량감소 및 비유기능의 상실로 축산농가에 막대한 경제적 손실을 끼치게 된다. 외국의 경우에는 이러한 경제적 손실 뿐만 아니라 공중 보건 위생측면 때문에도 지대한 관심을 가지고 있다.<sup>12</sup>

유방염을 검사하는 방법으로서 세균학적인 검사법이 가장 정확한 방법이나 시간과 경제적인 측면에서 어려움이 많기 때문에 준임상형 유방염을 screening 하는 방법인 간접적인 검사법이 널리 이용되고 있다<sup>13</sup>.

이 중 체세포수는 젖을 합성하는 유방조직의 건강을 나타내는 척도로써 유방 건강상태를 알 수 있는 가장 손쉽고 유용한 지표이다. 대부분의 연구자들은 유즙 1ml 당  $3 \times 10^5$ 개이하의 체세포수는 감염이 없는 정상 분방으로 간주한다. 또 다른 학자

들은 정상 분방의 체세포수는  $1 \times 10^5$ 이하로 규정하고 있다. 그러나 이들 모두가 체세포수가  $5 \times 10^5$ 이상일 경우는 그 유방에 심한 자극이 있는 것으로 해석하는데 의견을 같이 하고 있으며 이 자극의 주원인을 유방염을 일으키는 세균성으로 규정하고 있다<sup>10</sup>.

정상적인 우유의 이온농도나 전기적으로 충전된 입자는 분만후 첫주와 수유기의 마지막 몇주를 제외하고는 극히 안정되어 있다. 그러나 유방염에 이환되면 우유의 이온성분은 현저하게 증가하게 된다. 이것은 유방의 감염시 상피조직의 손상에 의해 상피조직의 투과성의 상승으로 인하여 우유와 혈액과의 농도에 균일성이 생겨 결국은 유방중의 나트륨과 염화물의 농도가 정상우유보다 4배나 상승되는 결과가 나타난다. 이때 이온의 구조에 직접 영향을 받는 우유의 전기 전도율은 손쉽고 신속하게 알아 낼 수 있기 때문에 유방염에 감염된 젖소를 진단하는데 매우 유용하게 이용될 수 있다.<sup>11</sup>

본 연구에서는 축산 자동화를 위한 개체 인식 장치 개발시 유방염을 자동진단하기 위한 방법으로써 체세포수와 전기 전도도의 관계를 조사하고 전기 전도도에 따라 유방염을 진단할 수 있는지를 알아보하고자 하였으며 또한, 유방염을 일으킨 주요 병인체는 어떠한 것들이 있는지 알아보았다.

## 재료 및 방법

### 조사지역 및 대상

1998년 2월부터 1998년 7월까지 전주시, 완주군, 김제군 및 부안군에 위치하고 있는 젖소 사육 농가 중 46개 농가의 젖소 2,540마리를 대상으로 조사하였다.

### 시료 채취 방법

유즙 시료 채취방법<sup>12</sup>에 따라 유방과 유두공을 물과 알콜 탈지면으로 잘 닦고나서 유두에 들어있는 fore milk를 짜 버린후 각 개체별 분방별로 멸균된 시험관에 25ml 정도의 유즙을 채취하여 저온상태로 실험실에 운반하였다. 이 중 약5ml는 체세포수 측정, 10ml는 전기 전도도 측정, 5ml는 세균을 분리하는 재료로 사용하였다.

### 검사 방법

체세포 수 측정 :

somacount 300(Bentley 사)의 2개의 실린더에 dye solution ethidium bromide 3 ml를 넣고 측정하고자하는 유즙 4ml를 주입하여 체세포수를 측정한 후 농수산부 고시 제 1996-35호<sup>19</sup>에 준하여 체세포수가  $5 \times 10^5$ 이상일 때 유방염으로 진단하였다.

전기 전도도 측정 :

체세포수를 측정하여 체세포수가  $0.5 \times 10^6$ 이상을 나타내는 분방의 유즙만 택하여 전기 전도도를 측정하였다.

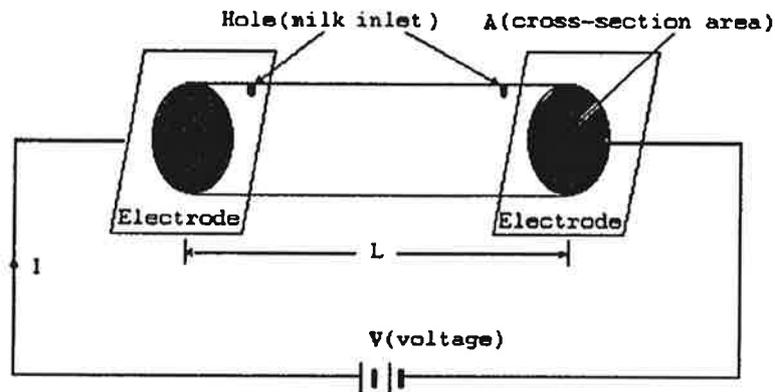


그림 3.2.1 conductivity measurement system.

그림 3.2.1과 같이 길이 5.9cm, 직경2.0cm의 아크릴 원통에 두개의 작은 구멍을 뚫어 우유를 주입할 수 있도록 하고 각각  $2.0 \times 2.3$ cm의 직사각형 동판을 접착한 후 전류가 흐르도록 전선을 연결하여 nanometer, volt/micro ohm meter(HP34420A)로 유즙의 저항을 측정하였으며 저항률  $R = \rho \times (L/A)$ 이라는 공식에 대입하여  $1/\rho$ 로 나타내는 전도도를 환산하였다. 이때  $\rho$ 는 우유의 고유저항값이며, R는 우유의 저항값, A는 시료의 단면적, L는 시료의 길이를 의미한다.

유방염의 원인균 검사 :

실험실에 도착한 즉시 유즙을 멸균 주사기와 27게이지의 주사침으로 소 혈액이 첨가된 혈액배지에 접종하여 37℃에서 3-4일 배양하였다. 유방염 원인균의 분리 동정은 Lowan 등<sup>18</sup>의 "manual for the identification of medical bacteria"에 의거 집락의 양상, 용혈성 및 gram 염색성을 관찰한 후 여러 가지 확인 배지 시험을 거쳐 catalase test, coagulase test, CAMP test를 실시하여 동정하였다.<sup>11</sup>

통계처리

수집된 자료는 평균 편차를 구하였다.

## 결 과

유방염의 감염상태 :

농가 46곳의 젖소 2,540두를 대상으로 조사한 유방염 감염 결과는 (표 3.2.5)과 같다.

표 3.2.5. Infection rate of mastitis in 46 dairy farms.

Items Months (1998)	No. of farms	No. of cows	Infected		No. of quarters examined	Infected	
			Cows	Rate(% )		Quarters	Rate(%)
Feb.	5	196	64	32.7	770	120	15.6
Mar.	7	210	44	21.0	820	58	7.1
Apr.	8	473	138	29.2	1864	254	13.6
May	11	744	295	39.7	2930	435	14.8
June	9	812	279	34.4	2918	451	15.5
July	6	105	18	17.1	358	24	6.7
Total	46	2540	838	33.0	9660	1342	13.9

$5 \times 10^5$ 이상의 체세포수에 따른 유방염 진단결과 총 검사두수 2,540두중 838두가 감염되어 33.0%의 감염율을 나타내었으며, 총 분방수 9,660에 대하여는 1,342분방에서 감염 상태를 보여 13.9%의 감염율을 나타내었다.

월별로 유방염 감염율을 살펴보면 5월이 744 두중 295 두가 감염되어 39.7%로 가장 높았고, 7월이 105두 중 18두가 감염되어 17.1%로 가장 낮았다.

체세포수에 따른 전기 전도도 :

$0.5 \times 10^6$ 이상의 체세포수를 나타낸 sample중 104개의 sample에 대하여 전기 전도도를 측정 한 결과는 표 3.2.6과 같다. 체세포수가  $0.5 \sim 0.6 \times 10^6$ 의 경우 전기 전도

도는 0.073, 1~1.1×10<sup>6</sup>의 경우는 0.107, 2~2.1×10<sup>6</sup>의 경우는 0.151, 3×10<sup>6</sup>이상의 경우는 0.167을 나타내어 체세포수가 증가할수록 전기 전도도도 상승하였다. 체세포수가 0.1×10<sup>6</sup>인 control의 경우 전기 전도도는 0.024이었다.

표 3.2.6 Numbers of somatic cells and electrical conductivity.

Item	No. of samples	No. of somatic cells (1 × 10 <sup>6</sup> )	Resistance (K.Ω)	Conductivity(σ)
1	20	< 0.1 ( control )	0.084 ± 0.266	0.024 ± 0.002
2	7	0.5 ~ 0.6	2.591 ± 0.045	0.073 ± 0.002
3	6	1.0 ~ 1.1	1.763 ± 0.045	0.107 ± 0.004
4	6	1.11 ~ 1.2	1.597 ± 0.019	0.118 ± 0.002
5	6	1.21 ~ 1.3	1.437 ± 0.010	0.131 ± 0.001
6	8	1.31 ~ 1.4	1.423 ± 0.034	0.132 ± 0.003
7	4	1.41 ~ 1.5	1.378 ± 0.008	0.136 ± 0.001
8	10	1.51 ~ 1.6	1.349 ± 0.083	0.139 ± 0.002
9	8	1.61 ~ 1.7	1.301 ± 0.007	0.144 ± 0.002
10	6	1.71 ~ 1.8	1.258 ± 0.001	0.149 ± 0.001
11	2	1.81 ~ 1.9	1.251 ± 0.002	0.149 ± 0.001
12	2	1.91 ~ 2.0	1.252 ± 0.004	0.150 ± 0.002
13	2	2.01 ~ 2.1	1.247 ± 0.003	0.151 ± 0.001
14	6	2.11 ~ 2.2	1.235 ± 0.005	0.152 ± 0.001
15	6	2.21 ~ 2.3	1.217 ± 0.008	0.154 ± 0.002
16	4	2.31 ~ 2.4	1.157 ± 0.024	0.162 ± 0.002
17	2	2.41 ~ 2.5	1.149 ± 0.001	0.164 ± 0.001
18	4	2.51 ~ 2.6	1.132 ± 0.004	0.166 ± 0.003
19	2	2.61 ~ 2.7	1.130 ± 0.005	0.166 ± 0.001
20	3	2.71 ~ 2.8	1.128 ± 0.027	0.167 ± 0.002
21	4	2.81 ~ 2.9	1.173 ± 0.036	0.160 ± 0.001
22	6	3.0 <	1.127 ± 0.005	0.167 ± 0.001

표 3.2.7 Major microorganism detected from 1,342 milk samples infected with mastitis

Microorganism	No. of Samples	Rate(%)
Staphylococcus spp.	750 ~ 800	55~60
Streptococcus spp.	200 ~ 250	15~20
E.coli	50 ~ 100	1~5
Others	250 ~ 300	15~20

유방염의 원인균으로는 Staphylococcus spp.가 55~60%로서 가장 많았고 Streptococcus spp.가 15~20%로서 다음으로 많았다. E.coli는 1~5%였다. 기타 균들은 15~20%이었는데 기타 균들로서는 Bacillus spp., Corynebacterium spp., Fungus 등이 확인되었다.

## 고 찰

젖소가 유방염에 감염되면 유방내에 침입한 각종세균과 그 대사 산물이 유선 조직을 자극함으로써 우유내에서는 체세포수가 증가 하게 된다<sup>14</sup>. 우리나라는 체세포의 개념이 미흡하지만 외국은 이 수치를 넓은 의미로 응용하고 있으며 우유 가격으로도 반영 시키고 있다.

유방염 진단은 유방의 촉진, 우유의 pH 및 염소 이온의 농도, 체세포수 측정, 원인균 분리등에 기초를 두고 있다. 유방내에 침입한 세균이 증가하게 되면 유방내에 나타나는 백혈구는 유상피세포와 함께 유방염의 심화 정도에 따라 증가 하게 되므로 이들 체세포수를 측정 하는 방법이 유방염의 간접적인 진단법으로 가장 널리 이용되고 있다. 일반적으로 초산유의 유방은 세균침입이 없고 우유의 조성도 거의 같으며 체세포수는 ㎖당  $10^5$  이하이다. 그러나 일단 비유가 시작되면 오염된 환경에 노출됨으로써 감염을 받을 수 있는 직접적인 조건을 가지게 된다. 이때 어느 한 분방이라도 병원체의 감염을 받게되면 유즙내에서 원인균이 검출되며, 생유의 특징적 변화도 확인 할 수 있게 된다. 그러나 흔히 초기에 육안적인 유즙 검사나 유방을 촉진하는 것으로는 유방염을 정확하게 진단하기 어렵다<sup>9</sup>.

본 연구에서는 수집 milk 9660 sample을 대상으로 somacount로 체세포수를 측정한

결과 1342 sample에서 유방염 양성으로 판정되어 13.9%의 감염율이 나타났다. 이와 같은 결과는 목장의 규모, 계절, 젖소의 나이, 비유시기, 비유량 및 사육관리 등의 요인에 따라서 크게 영향을 미칠 것으로 생각되나 젖소 집단의 유방 건강상태를 점검하는데 효과적으로 이용될 수 있을 것으로 보인다.

근래 우리나라에서는 유방염을 screening 하는 방법으로서 CMT법과 그 이후 RBV에 의한 체세포수 측정법이 집유소에서 bulk milk를 대상으로 하여 많이 이용되어 왔으나 이에 대한 진단적 정확도와 분방유에 대한 적용 가능성들에 관해서 검토한 바는 거의 없는 실정이다<sup>13</sup>.

韓 등은 국내에서 수행한 유방염 원인세균별 분리동정에서 Staphylococcus spp.가 43.5%, Streptococcus spp. 25.1%로 보고하였다<sup>16</sup>. 본 연구에서는 Staphylococcus spp.가 55-60%, Streptococcus spp.가 15-20%로 거의 유사하게 나타난 것으로 보아 점차 Streptococcus spp.는 줄고 Staphylococcus spp.가 늘어나는 추세에 있지 않나 사료된다.

또한 원인균이 분리된 유방증(우유증) 2종이상의 세균으로 혼합 감염된 것은 대부분이 Staphylococcus spp.와 Streptococcus spp.이었다. 이것은 Staphylococcus spp.가 가장 많았다는 金과 韓의 결과와 일치되었다<sup>5</sup>.

이 연구에서 체세포수와 전기 전도도가 거의 비례관계에 있다는 것을 보여 주었다. 다만 체세포수가  $2.8 \times 10^6$  이상일 때 전도도가 다소 낮아진 것은 개체간에 전기 전도도의 차이가 있음을 나타내고 있다.

체세포수에 의한 유방염 진단은 농림수산부고시<sup>19</sup>에 의거 체세포수가  $0.5 \times 10^6$  이상일 때 양성으로 진단되는데, 이 실험에서는  $0.5 \times 10^6$  이상 체세포수를 가진 유즙의 전기 전도도를 측정하여  $0.5 \times 10^6$  체세포의 경우 전기 전도도는 0.073로 나타났다. 따라서 전기 전도도에 의해 유방염을 자동 진단하게 되는 진단 시스템을 구축시 최소 0.073 이상의 전기 전도도를 나타내는 유즙의 경우 유방염 양성으로 진단할 수 있다고 판단된다.

이 실험에서 아침에 채유한 유즙시료에서 오후 시료보다 전도도가 더 높게 나타났다. 이것은 채유시간의 간격을 넓히면 우유속의 이온구성(ion composition)이 높아지는 것으로 알려져 있다. 아침에 채유한 시료가 오후에 채유한 시료보다 높은 전도율을 나타내는 것은 아침 채유 전의 14시간이라는 시간간격 때문이라 생각할 수 있다.<sup>1</sup> 특히 채유 시간의 간격에 따라 우유의 전도율이 달라진다는 것을 생각할 때 전기 전도도를 이용하여 유방염을 신속히 검사하는 방법이 농장에서 실제로 사용될 수 있도록 권장되기 위해서는 광범위한 현장 실험이 필요하다고 본다. 이 실험을 수행하면서 전도도를 이용하여 유방염을 발견해 내는 시스템을 사용하는 데는 채유시간 간격과 그 농장에서 어떠한 사료를 사용하는가 하는 것도 중요한 요인이 된다고 생각된다. 김의 조사 보고서<sup>5</sup>에 의하면 유방염의 임상적인 현상(옹고와 얼룩 상태)에서 유방조직에 대한 세균의 손상이 우유속의 염분의 농도를 증가시킨다는 결과를 증명하고 있는 바 정상적인 수치에 비해 염분 농도의 증가는 우유의 전기적

인 전도도 측정에 의해서 진단할 수 있다.

따라서 상기의 연구결과에서 볼 수 있는 것과 같이 유방염 소에 대해 전기 전도도를 이용하여 유방염을 직접 자동으로 확인 할 수 있는 시스템이 개발될 때 축산농가는 수의사에게 조속히 진료 의뢰를 하는 등 신속한 대처를 할 수 있어 농가의 손실을 감소시키는데 크게 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

## 결 론

축산 자동화를 위한 개체인식장치 개발시 유방염을 자동진단하기 위한 방법으로 서 체세포수와 전기 전도도와의 관계를 알아보고 유방염을 일으키는 주요 병인체를 조사하기 위하여 1988년 2월부터 1998년 7월까지 전북지역 46개 목장에서 2,540두의 9,660분방의 유즙을 대상으로 Somacount로 체세포수를 측정하여 유방염 양성 여부를 진단하였다. 그리고 체세포수가  $0.5 \times 10^6$  이상인 경우 유즙의 전기 전도도를 측정했으며 원인균을 분리하는 실험을 실시한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 유방염 감염율은 총 2,540두 가운데 838두가 감염되어 감염율은 33.0%이었고, 분방별 감염율은 총 9,660분방중 1,342분방으로 13.9%이었다.
- 2) 우유 1ml당 체세포수가  $10^5$  미만(control)일 때 전기 전도도는 0.024로 아주 낮았고 체세포수가 많아짐에 따라서 전기 전도도가 증가하여  $3 \times 10^6$  이상일 때 전기 전도도는 0.167로 높아졌다.
- 3) 전기 전도도가 0.073이상일때는 유방염으로 진단할 수 있었다.
- 4) 유방염의 원인균으로는 Staphylococcus spp.가 55-60%로써 가장 많았고, 그 다음은 Streptococcus spp.가 15-20%로 나타났다.

이상의 결과 체세포수와 전기 전도도의 사이에 비례관계가 있음을 보아 유즙의 전기 전도도를 자동으로 측정함으로써 유방염을 자동으로 진단할 수 있다고 판단되었다.

## 참 고 문 헌

1. Ranjit S. Fernando, Russell B. Rindsig, Sidney L. Spahr. How to find mastitis by electrical conductivity of milk. Animal Veterinarian and Health. 1980.
2. Roberts SJ. Veterinary obstetrics and genital diseases(Theriogenology) 3rd ed. Ithaca: Cornell University. 1986: 255-259.

3. Spahr SI, Puckett, Dill DE. An Integrated System for Automatic Data Collection and Analysis on Dairy Farms. Proceedings of the Agro-Martin 1, ASAE. 1985: 339-345.
4. Wheeler PA, Graham KL. A review of Remote Sensing techniques of dairy Cattle. Proceedings of the Agro-Martin 2, ASAE. 1986: 25-32.
5. 김형사, 한홍률, 발생요인에 따른 유우의 준임상형 유방염의 감염율에 관한 연구. 서울대 수의대 논문집. 1982: 7(1):51.
6. 김용준, 유일정, 한병성, 정길도, 김동원, 김명순. 젖소 사양기술의 자동화를 위한 연구 I. 임신유지 여부 및 질병자동 진단시스템 개발. 한국임상수의학회지. 1997:14(2): 301-307.
7. 김형주, 정길도, 김용준, 한병성, 김명순. 젖소의 자동 체온 측정시스템 개발. 한국임상수의학회지. 1996:13(2): 140-143.
8. 농림수산부, 한국가축위생학회. 유방염 관리지침(유방염 감염조사 사업을 위한 자료). 1992: 1-15.
9. 박동수, 하영주, 이주홍, 조희택, 강호조. 젖소에 있어서 유방의 위생관리 실태에 따른 준임상형 유방염의 감염율과 분리균의 약제 감수성. 한국가축위생시험연구회지. 1988:11: 223-238.
10. 서울대학교. 고품질 우유 생산을 위한 젖소 유방염 관리 프로그램 개발. 1998.
11. 이명환, 박현기. 충남지역 유우 유방염의 감염율 및 원인균에 관한 연구. 제7회 대한수의학회 가축위생분과회 학술발표자료. 1984: 121-128.
12. 임희용, 김진엽, 김홍식. 제주도 지역의 젖소 유방염에 관한 연구. 한국가축위생시험연구회지. 1988: 11: 249-266.
13. 하영주, 박동수, 이주홍, 조희택, 강호조. 젖소의 준임상형 유방염 검사를 위한 Rolling Ball Viscometer 법과 California Mastitis Test for the Subclinical Mastitis Screening Test of Dairy Cow. 제10회 대한수의학회 가축위생분과회 학술발표자료. 1987:235-249.
14. 한규삼. 전북지역에서 사육되는 유우의 유방염 감염실태 조사. 대한수의사회지. 1986: 22(10): 633-637.
15. 한규삼. 전북지역의 유우 유방염에 관한 연구. 대한수의학회 가축위생분과회 학술발표 자료. 1986: 159-174.
16. 한귀섭, 정영재, 홍순국. 유방염 발생 요인조사. 시.도 가축위생시험소 사업 결과 발표 자료. 1987: 72-75.
17. 한병성, 정길도, 최명호, 김용준, 김명순, 강복원. 젖소의 사양관리 자동화를 위한 전자 개체 인식장치 개발. 한국임상수의학회지. 1996: 13(2): 171-175.
18. Lowan, S. T. and Steel, K. J., Manual for the identification of medical bacteria, Cambridge University Press, 1966.
19. 농림수산부 고시 제 1996-35호 공문. 1996.

### 3) 체온 자동측정방법을 통한 질병 자동 진단 연구

#### 서 론

가축산업에서 축산 자동화는 인건비를 포함한 생산단가를 낮추고<sup>6</sup> 보다 효율적으로 축산을 경영하기 위해 추구하고 있으며, 이를 통해 축산농가는 자생력과 경쟁력을 갖추게 될 것이다. 따라서 축산 자동화에 대한 연구 또한 국내·외적으로 활발히 수행되고 있다<sup>1,2,4,7</sup>.

젖소에서 1일 2회 착유시 체온을 개체별로 자동확인할 수 있다면 특히, 급성 발열 질병에 이환된 개체를 파악할 수 있어 그 소의 질병을 신속히 퇴치할 수 있을 것이며 이를 통해 농가는 적지않은 손실을 줄일 수 있게 될 것이다.

따라서 이 연구에서는 金등<sup>4</sup>이 개발한 체온 측정 시스템과 기존의 체온측정방법을 통하여 젖소 착유시 체온 측정이 가능한지를 알아보고자 하였으며, 아울러 비착유소에 대하여 직장온도 측정을 대신할 수 있는 방법을 대신할 간이 체온 측정방법이 개발될 것에 대비한 기초 조사를 하고자 하였다.

#### 재료 및 방법

##### 질병이환 소 체온 측정

전북 지역 일원에 있는 젖소 331두를 대상으로하여 전북대학교 동물병원 및 전북 지역 대동물 가축병원 4곳의 자료를 종합하여 체온을 측정하였다. 질병의 분류는 주 임상증상에 따라 분류하였고, 측정된 체온의 평균을 구하였다. 체온 측정에 이용된 체온계는 전북대학교를 포함한 3곳은 수은 체온계를, 다른 2곳은 디지털 체온계를 이용하였다.

##### 수은 체온계와 디지털 체온계의 오차 측정

수은 체온계와 디지털 체온계(대만산)의 오차를 측정하기 위하여 한우 12두에 대하여 직장내 두체온계를 동시에 삽입하여 오차를 측정하였다.

##### 유급 제취 젖소의 체온 측정

향후 유두컵에 온도 센서를 부착하여 체온을 자동측정하는 시스템 개발에 대비한 기초조사가 되기위하여 착유소에 대하여 한개의 유두 부위에 체온측정기(AD590)의

센서를 bandage로 고정시켜 유두부위의 온도를 측정하였다. 그 모식도는 그림 3.2.2와 같다. 이때 체온은 AD 590의 전원이 켜진 상태에서 유두에 센서 부착 후 3분내지 3분 30초를 경과시킨 후 최고 온도치에 도달하였을 때 3번의 온도의 값을 구하여 그 평균을 구하였다. 또한 AD 590과 직장온도와의 차이를 알기 위하여 디지털 체온계를 이용하여 직장온도를 동시에 측정하였다.

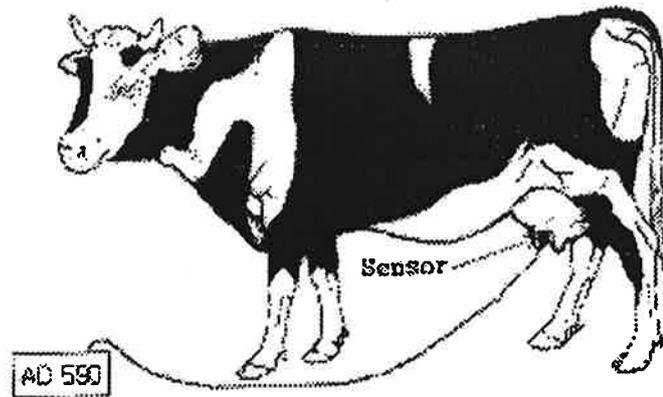


그림 3.2.2 Diagram of the system for taking teat temperature of milking cows

#### 착유소의 구분

착유소는 디지털 체온계로 체온을 측정하여 정상 젖소, 발열 젖소로 구분하였고, 정상젖소는  $38.5^{\circ}\text{C}$ 에서  $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ 범위내에 있는 소, 발열 젖소는  $39.5^{\circ}\text{C} \sim 39.6^{\circ}\text{C}$ 에 있는 소, 유방염 젖소는 유두에서 염증 또는 농을 보이는 소를 유방염 젖소로 구분하였다. 유방염젖소에 대하여는 유방염이 있는 유두를 제외한 건강한 유두에 AD 590의 센서를 부착하여 체온을 측정하였다.

#### 비착유소 및 한우 체온 측정

착유를 하지 않는 소에 대하여도 직장체온측정을 대신하여 손쉽게 체온을 측정할 수 있는 시스템 개발에 대비하여 비유하지 않는 젖소 및 한우 57두에 대하여 체온을 측정하였다. 이 때 조사 대상 소는 정상온도 범위( $38.5^{\circ}\text{C} \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ )에 있는 소만을 대상으로 하였고 젖소 및 한우 연령은 1.5세 이상이였다. 체온 측정부위는 이개부의 주상와 부위 및 미근부의 미동맥부위에 디지털 체온계를 bandage로 고정시키고 나서 일정시간 후 체온을 측정하였다.

## 통계처리

자료에 따라 표준편차를 구한후 T-검정 또는 ANOVA처리시 duncan의 다중검정에 의해 통계처리하였다.

## 결과

전북지역 일원에서 젖소 331두를 대상으로 젖소 주요 질병에 대해 체온을 측정 한 결과는 그림 3.2.3과 같다.

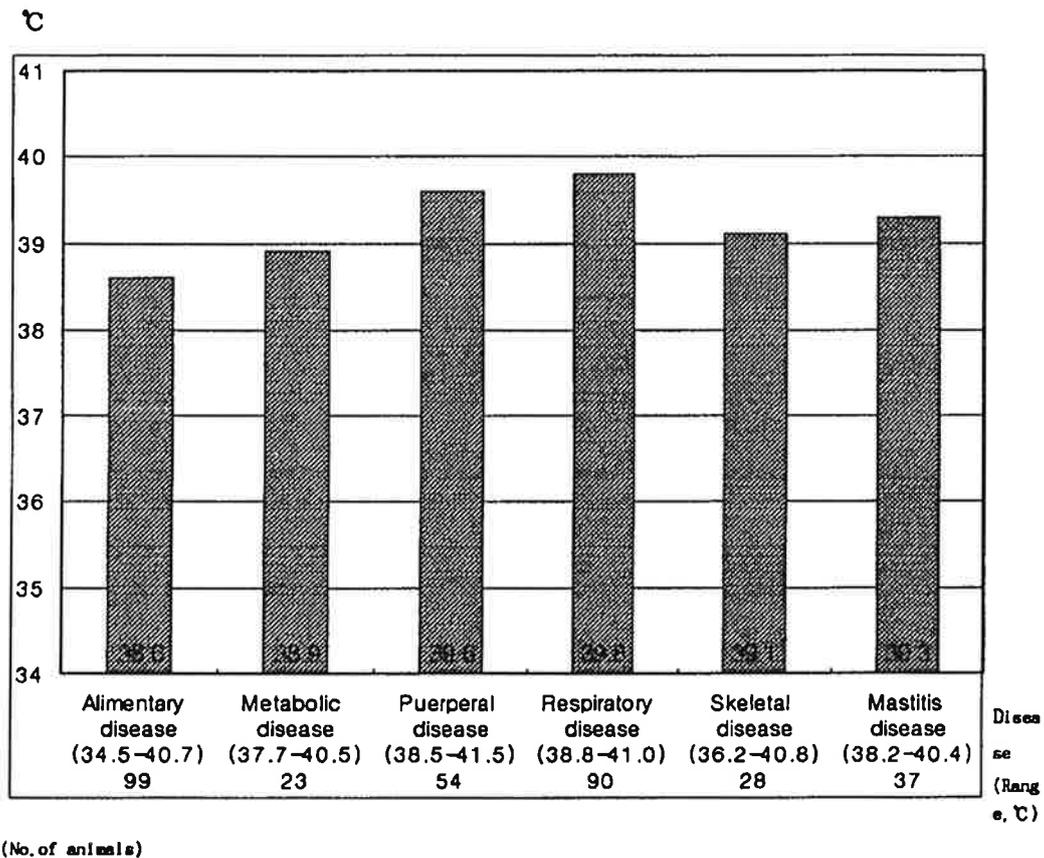


그림 3.2.3 Average body temperature of major diseases in dairy cattle taken by mercury or digital thermometer

그림 3.2.3에서와 같이 젖소의 소화기 질병, 대사성 질병, 산욕기 질병, 호흡기 질병, 사지 골격질환, 유방염의 평균 체온은 각각 38.6℃, 39.6℃, 39.8℃, 39.1℃, 39.3℃이었고, 이중 가장 평균 체온이 높은 질병은 호흡기 질병이었고 가장 체온이 낮은 질병은 소화기 질병이었다. 소화기 질병을 제외한 다른 질병은 평균체온보다 높은 수치를 나타내었다.

한우 12두에 대하여 수은 체온계와 디지털 체온계의 오차를 측정한 결과는 표 3.2.8과 같다.

표 3.2.8 Temperature difference between mercury and digital thermometers in Korean Native

표 3.2.8 Temperature difference between mercury and digital thermometers in Korean Native Cattle(℃)

Number of animals	Thermometer		Difference
	Mercury	Digital	
12	38.46	38.38	0.08

표 3.2.8에서와 같이 한우 12두에 대한 수은 체온계와 디지털 체온계의 평균체온은 38.46 및 38.38℃로 각각 나타났고 그 오차는 0.08이었다.

착유소 35두에 대하여 AD 590를 이용하여 젖소의 건강 상태에 따라 체온을 측정한 결과는 표 3.2.9와 같다.

표 3.2.9에서와 같이 정상 젖소, 발열 젖소(39.5~39.6℃), 유방염 젖소의 직장내 평균체온은 디지털 체온계로 측정한 결과 각각 38.56, 39.57, 39.12℃의 평균체온을 나타내었고, 발열 젖소와 유방염 젖소는 정상 젖소보다 각각 1.01℃, 0.56℃의 높은 체온을 나타내었다. AD 590 체온 측정기에 의한 유두의 온도는 정상 젖소, 발열 젖소, 유방염 젖소 각각 33.91, 34.93, 34.52℃의 평균체온을 나타내었고, 발열 젖소와 유방염 젖소는 정상 젖소보다 각각 1.02, 0.59℃의 높은 온도를 나타내어 직장 체온 측정시의 정상 체온과의 차이인 1.01, 0.56℃와 각각 0.01, 0.03℃의 차이를 보였다. 직장 온도와 유두온도와의 차이는 정상 젖소, 발열 젖소, 유방염 젖소 각각 4.65, 4.64, 4.62의 차이를 나타내었다.

표 3.2.9 Average teat temperature of milking cows in different health conditions taken by AD 590 thermometer

Temperature at different body part	Health condition					
	Normal		Diseased with fever <sup>*</sup>		Masitis	
	No. of animals	T(°C)	No. of animals	T(°C)	No. of animals	T(°C)
	14		11		10	
Rectum** (Difference from normal)		38.56		39.57 (+1.01)		39.12 (+0.56)
Teat (Difference from normal)		33.91		34.93 (+1.02)		34.50 (+0.59)
Difference from rectum (Difference from normal)		4.65		4.64 (-0.01)		4.62 (-0.03)

\*The cows diseased with fever were only the cows in the same temperature range from 39.5 to 39.6°C.

\*\*The temperature of rectum was taken by digital thermometer.

비착유소 및 한우 57두에 대하여 디지털체온계를 이용하여 이개부 및 미동맥부위에서 체온을 측정한 결과는 Table 3.2.10과 같다.

표 3.2.10에서와 같이 비착유 젖소 및 한우에 대한 이개부 및 미동맥부위 체온 측정 결과 직장온도는 젖소 및 한우 각각 38.47°C와 38.52°C를 나타내었고, 이개부는 각각 35.52, 35.70°C를 나타냄으로써 직장온도와의 차이는 각각 -2.96°C, -2.82°C를 나타내었다. 미동맥부위 체온은 젖소 및 한우 각각 36.50, 36.73°C를 나타내어 직장온도와의 차이는 각각 -1.98, -1.79°C를 나타내었다.

한우 및 젖소 그리고 평균값 모두에서 미동맥부 체온은 직장온도보다, 이개부체온은 미동맥부보다 낮은 체온을 각각 나타내었다( $p < 0.01$ ).

Table 3.2.10 Average body temperature at rectum, scapha and coccygeal part of non-milking

dairy cows and KNC taken by digital thermometer

Cattle*	No. of animals	Temperature measured at (°C)				
		Rectum	Coccygeal	A	Scapha	B
Dairy cows	25	38.47±0.26 <sup>A</sup>	36.50±0.24 <sup>B</sup>	-1.98	35.52±0.37 <sup>C</sup>	-2.96
KNC cows	32	38.52±0.17 <sup>A</sup>	36.73±0.28 <sup>B</sup>	-1.79	35.70±0.48 <sup>C</sup>	-2.82
Mean	57	38.50±0.03 <sup>A</sup>	36.61±0.16 <sup>B</sup>	-1.87	35.61±0.12 <sup>C</sup>	-2.88

\*: Rectal temperature of the cattle was 38.5±0.3°C

A&B : Temperature difference from rectal temperature

KNC : Korean Native Cattle

A,B,C : Different superscripts denote significant difference within rows(p<0.01).

## 고찰

전북지역 일원에서 질병에 걸린 젖소의 평균체온은 호흡기 질병, 산욕기 질병, 유방염, 사지골격질환이 39.8°C, 39.6°C, 39.3°C, 39.1°C의 순서로서 39°C이상의 체온을 나타내었고 호흡기 질병 및 산욕기 질병에서 평균체온보다 1°C이상의 높은 체온을 나타내었다. 따라서 젖소의 체온을 자동 측정 시 이러한 온도가 측정되면 일단 질병에 이환된 것으로 추정된 후 상기 질병에 대한 신속한 진단 및 치료가 따라야 할 것으로 본다. 한편, 이 온도는 <sup>3</sup>이 측정된 온도와 미세한 차이는 있으나 큰 차이는 없다고 인정되며, 그 차이는 조사 대상수의 증가에서 온 차이로 생각된다. 한편 측정된 체온의 범위를 보면 질병별로 최고 체온과 최저체온의 차이에서 소화기 질병 6.2°C, 대사성 질병 2.8°C, 산욕기 질병 3.0°C, 호흡기 질병 2.2°C, 사지질환 4.6°C, 유방염 2.2°C의 차이를 나타내어 소화기 질병과 사지질환에서 최고 체온과 최저체온의 차이가 다른 질병에 비해 큰 차이를 보였다. 소화기 질병의 경우 최저 체온과 최고 체온이 각각 34.5°C, 40.7°C를 나타내었는데 이것은 제 4위 전위, 식체, 설사, 고창증, 등 여러 가지 질병이 소화기 질병으로 분류되어 급·만

성경과 및 발열질병 여부에 따른 체온의 차이가 컸기때문으로 보인다. 사지골격 질환의 경우도 골절, 기립불능, 사지마비, 등, 급·만성으로 구별될 수 있는 질병들이 함께 사지골격 질환으로 구분되었기 때문으로 보인다.

수은 체온계와 디지털 체온계의 오차를 측정한 결과는 0.08℃의 범위로서 수은 체온계가 디지털 체온계보다 높은 수치를 나타내었는데, 이것은 무시해도 가능할 범위의 오차로 판단되었다.

젖소의 직장 체온을 디지털 체온계로 측정한 후 체온에 따라 정상 소, 발열 소 (39.5~39.6℃)로 구분하였고, 유두에서 염증 또는 착유시 농을 보이는 소를 유방염 소로 구분한 후 디지털 체온계를 이용하여 측정한 직장체온에서 발열 젖소 및 유방염 젖소는 각각 정상 젖소보다 1.01℃, 0.56℃의 높은 온도를 나타내었다. 또한, AD 590을 이용하여 유두에서 체온을 측정한 결과 발열 소 및 유방염 소는 각각 정상 젖소보다 1.02℃와 0.59℃의 높은 온도를 나타내어 직장에서 측정된 체온의 경우와 유사한 경향을 나타내었다. 한편 디지털 체온계를 이용한 직장온도와 AD 590을 이용한 유두 온도와의 차이는 정상소, 발열소, 유방염소가 각각 4.65, 4.64, 4.62℃의 차이를 나타내어 상호 유사한 경향을 보였다. 이것으로 보아 AD 590을 이용하여 유두컵에 온도 센서를 부착후 젖소의 체온을 자동측정시 유두의 표준온도의 차이를 보아 질병에 이환되어 열이 있는 동물을 확인할 수 있을 것으로 판단된다. 즉 AD 590을 사용시에도 0.6℃~1℃이상 정상 범위보다 높을 경우 질병에 이환된 것으로 농가에서는 판단할 수 있을 것으로 생각된다. 그러나 이와같은 체온의 자동측정은 5℃~50℃까지 온도측정의 범위가 넓고 또한 소수점 이하 두자리까지 측정이 가능한 AD 590과 같은 체온 측정기를 사용해야만 할 것으로 보이며, 이것은 자료에는 표시되어 있지 않으나 수은 체온계나 디지털 체온계를 착유시 유두컵내에 넣어 체온을 측정하고자 했을 때 거의 대부분 체온이 측정되지 않은 결과에서도 알 수 있다. 아울러 AD 590과 디지털 체온계의 오차는 <sup>3</sup>의 보고에서의와 같이 0.064의 차이를 보였고, 본 연구에서도 사람에서 직접 액와부위에 디지털 체온계와 AD 590의 센서를 넣어 확인한 결과에서도 오차가 거의 나타나지 않았기 때문에 AD 590은 젖소의 체온자동측정에 유용하게 사용될 수 있으리라 판단된다.

본 연구에서 앞으로 비착유소에 대해 직장체온측정보다 더 간편한 체온 측정 시스템 개발에 대비하여 그 대상부위로 생각할 수 있는 이개부위와 미동맥부위에서 정상 체온(38.5℃ ±3℃)을 나타낸 비착유 소 및 한우를 대상으로 체온을 측정하여 직장체온과 비교한 결과 젖소 및 한우에서 이개부의 경우 각각 2.96, 2.82℃ 낮은 체온을, 미동맥부위는 각각 1.98, 1.79℃낮은 체온을 나타내었다. 따라서 상기 온도의 차이로 보아 이개부 및 미동맥부위의 표준온도를 각각 구함으로써 표준온도의 변화를 보아 발열 동물을 확인할 수 있을 것으로 판단된다.

이상의 결과 착유소에서 AD 590을 사용하여 표준 체온을 구하여 질병에 이환되어 열을 나타내는 동물을 자동진단할 수 있다는 점과, 비착유소에서도 이개부 및 미동맥부위의 온도를 측정할 수 있는 간이 체온 측정기를 개발할 수 있는 가능성이 있음을 알게 되었다.

## 결론

발열상태에 있는 질병이환동물을 농가에서 자동으로 진단할 수 있기 위하여 질병에 이환된 젖소 331두에 대해 주요 임상 증상에 따라 질병을 분류하여 수은 및 디지털 체온계를 이용하여 개체별 체온을 조사하였고, 체온 자동측정에 이용될 AD 590 체온측정기를 이용하여 여러가지 건강상태에 있는 착유소의 유두에서 체온을 측정하여 직장온도와 비교하였다. 또한 비착유 젖소 및 한우 57두의 이개부 및 미동맥부에서 디지털체온계를 이용하여 체온을 측정하여 직장체온과 비교하였다.

1. 젖소에서 호흡기 질병, 산욕기 질병, 유방염의 평균체온은 각각 39.8℃, 39.6℃, 39.3℃로서 정상 체온보다 높은 범위를 나타내었다.
2. 발열 젖소(39.5~39.6℃), 유방염 소는 정상소보다 직장체온이 각각 1.01, 0.56℃ 높았고, 유두 체온에서도 각각 1.02, 0.59℃ 높았다.
3. AD 590을 이용하여 측정된 정상 젖소, 발열 젖소, 유방염 소의 유두평균온도는 각각 33.91, 34.93, 34.50℃이었다.
4. 비착유 젖소 및 한우의 이개부 및 미동맥부의 체온은 각각 평균 35.62, 36.63℃를 나타내었고 한우 및 젖소 그리고 평균값 모두에서 미동맥부 체온은 직장온도보다, 이개부체온은 미동맥부보다 낮은 체온을 각각 나타내었다( $p < 0.01$ ).

이상의 결과 AD 590를 이용한 유두에서 표준온도를 구하여 발열상태에 있는 질병이환 젖소를 착유시 자동확인할 수 있다는 점과, 비착유소에서 간이 체온측정방법을 이용할 수 있는 가능성이 있음을 확인하였다.

## 참고 문헌

1. Spahr SI, Puckett, Dill DE. An Integrated System for Automatic Data Collection and Analysis on Dairy Farms. Proceedings of Agro-Martin 1, ASAE. 1985; 339-345.
2. Wheeler PA, Graham KL. A Review of Remote Sensing Techniques of Dairy Cattle. Proceedings of the Agro-Martin 2, ASAE. 1986; 25-32.
3. 김용준, 유일정, 한병성, 정길도, 김동원, 김명순. 젖소 사양기술의 자동화를 위한 연구 I. 임신진단 여부 및 질병자동 진단 시스템개발. 한국임상수의학회지. 1997; 14(2): 301-307.
4. 김형주, 정길도, 김용준, 한병성, 김명순. 젖소의 자동체온 측정시스템개발. 한국임상수의학회지. 1996; 13(2): 140-143.
5. 박원규. 국제화시대의 농업기계화 현황과 발전방향. SIEMATA(농수산 축산박람회) 심포지엄. 1994; 31-44.
6. 이승규, 민영봉, 김태규. 축산 자동화를 위한 가축의 생체 정보 무선 계측장치의

개발(II). 한국농업기계학회지. 1991; 제 16권 제 6호:267-271.

7. 장동일. 축산 기계화 현황과 발전 방향. SIEMATA(농수산 축산박람회)심포지엄. 1995 :103-131.

8. 한병성, 정길도, 최명호, 김용준, 김명순, 강복원. 젖소의 사양관리 자동화를 위한 전자개체 인식장치개발. 한국임상수의학회지. 1996; 13(2): 171-175.

## 5. 연구 결과 주요내용

### 1) 임신 유지 및 유산여부 자동 진단을 위한 체중측정 결과 :

임신축의 체중을 자동측정시 농가가 임신유지 여부 및 유산여부를 진단할 수 있다는 점을 확인하였다.

### 2) 유즙 전기 전도율 자동측정에 의한 유방염 진단 결과 :

유즙중 체세포수와 전기 전도율과의 사이에 비례관계가 있음을 보아 유즙의 전기 전도도를 자동으로 측정함으로써 유방염을 자동으로 진단할 수 있다고 판단되었다.

### 3) 체온 자동 측정방법을 통한 질병 자동진단 결과 :

체온자동측정기기를 이용하여 발열상태에 있는 질병이환젖소를 착유시 자동확인 할 수 있다는 점과 비착유소에서도 간이 체온 측정 방법을 이용할 수 있는 가능성이 있음을 확인하였다.

## 6. 기대효과

### 1) 임신유지 및 유산여부 자동진단을 위한 체중측정방법

A. 임신한 착유소 및 비착유소에 대하여 일정시간 즉, 착유소는 착유후, 비착유소는 일일중 일정시간에 체중을 측정시, 임신유지 및 유산 여부를 확인 할 수 있어 유산한 개체에 대하여는 신속한 대처를 하여 재수태를 하게 함으로써 농가의 손실을 줄일 수 있다.

B. 소모성 질환(예 : 결핵, 파이로플라스마, 기생충병 등)은 체중을 감소시킬 수 있으므로 비임신 동물에서도 체중의 감소를 확인할 때 이러한 질병들에 대해 조속한 정밀 진단을 통해 농가의 손실을 줄일 수 있으리라 확신된다.

### 2) 유즙, 전기 전도율 자동 측정에 의한 유방염 진단 방법

유즙중 체세포수와 전기 전도율과의 사이에 비례관계가 있음을 확인하였으므로 착유시 개체별 유즙의 전기 전도율을 자동으로 측정하여 유방염을 자동 진단시 그 개체에 대한 신속한 유방염 치료를 통해 농가 손실을 크게 줄일 수 있으리라 기대된다. 유방염은 특히 오래 경과될수록 치료가 어려우므로 신속하게 조기에 치료할수록 그 치료효과가 매우 높다.

### 3) 체온 자동 측정방법을 통한 질병자동진단방법

- A. 착유시 유두 체온을 통해 발열상태를 확인할 수 있었던 점으로 보아 착유중 소의 발열 상태를 진단할 수 있으므로, 발열질병에 이환된 소를 신속히 파악하고 치료함으로써 농가의 손실을 크게 줄일 수 있으리라 기대된다.
- B. 비착유소에 대하여도 꼬리 또는 귀 부분 체온측정을 할 수 있는 체온측정기 개발시 비착유소의 질병 이환 여부도 신속히 파악하여 질병으로 인한 농가 손실을 크게 줄일 수 있을 것으로 기대된다.

## 7. 향후 실용화 방안

- 1) 체중 측정을 위해 착유소는 착유 후 체온을 측정할 수 있도록 체중측정기를 바닥에 설치하는 방안등 실용적인 방안을 모색한다.
- 2) 개체인식장치 개발과 함께 자동급이 시설에 개체별로 사료 섭취중 체중측정방안을 모색하여 비착유소에 대하여도 자동으로 체중을 측정할 수 있는 방안을 알아본다.
- 3) 자동체온 측정을 위하여 착유소는 착유시 유두컵에 온도센서를 부착하여 체온을 자동측정할 수 있는 방안을 모색한다.
- 4) 비착유소에 대하여 체온측정이 가능하도록 꼬리 또는 귀 체온측정기 개발을 모색한다. 그밖에 온도센서를 신체내 고정적으로 부착 또는 삽입 후 원격조정하여 온도를 측정할 수 있는 방안도 알아본다.
- 5) 유방염 진단을 위한 전기 전도율 측정을 개체별 측정이 가능하도록 유즙채취기에 전도율 측정장치를 설치하여 실용화하는 방안을 모색한다.

### 3 절 PLC 기반 자동화

#### 1. 온도 측정 시스템

##### 가. 온도 센서

본 연구에서는 아날로그 디바이스(Analog device)사의 AD590온도 센서를 사용하였다. AD590는 반도체 IC 온도 센서로서, 반도체 온도센서의 원리를 살펴보면 다음과 같다. 트랜지스터에 일정한 컬렉터 전류가 흐를 경우 베이스-에미터간 전압이 온도에 비례하는 원리를 이용하여 전류와 온도와의 관계를 선형화 시킨 온도센서이다. 따라서 이 온도센서는 직렬로 수백  $\Omega$ 의 저항이 존재하더라도 오차가 거의 발생하지 않는 특성을 가지고 있어 원거리 온도 측정에 시스템 개발에 사용하기 적합한 온도 센서이다. AD590은 보통  $25^{\circ}\text{C}$ 에서  $298.2\mu\text{A}$ 의 전류를 출력하도록 되어있고,  $1\mu\text{A}/^{\circ}\text{C}$ 의 특성을 가지고 있다.

##### 나. 자동 온도 측정 시스템

자동 온도 측정 시스템은 AD590 온도센서를 사용하여 그림 3.3.1과 같이 구성하였다.

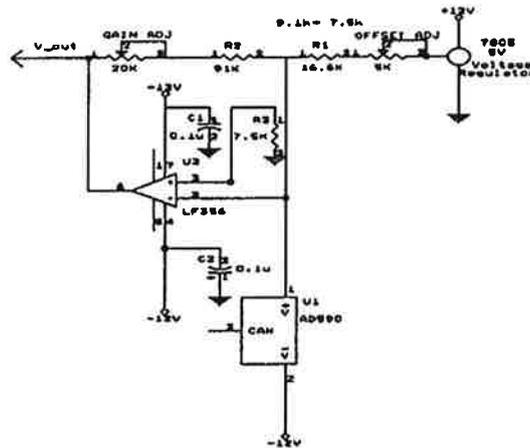


그림 3.3.1 자동 온도 측정 시스템

AD590온도 센서는 주위의 온도에 비례하여 흐르는 전류가 변화한다.  $25^{\circ}\text{C}$ 상온에서  $298.2\mu\text{A}$ 의 전류가 흐르는 특성을 가지고 있는데, 그림 3.3.1의 Gain Adj와 R2저

항사이에 25℃에 대응하는 25 $\mu$ A가 흐르도록 offset adj 저항을 조절한다. 그 다음에 이 전류를 전압으로 바꾸기 위해 Gain Adj 저항을 V<sub>out</sub>단자에서 25mV가 되도록 조절한다.

다. 착유기에 부착하는 방법

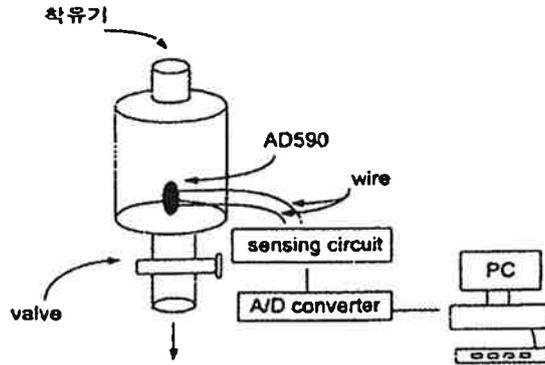


그림 3.3.2 착유기에 AD590 부착방법

착유기에 AD590 온도센서를 그림 3.3.2와 부착한다. 일반적으로 착유시에 유즙의 온도와 젖소의 온도는 거의 같을 것으로 본다. 그림 3.3.2에서 착유기의 옆면에 구멍을 내어 그 곳에 온도 센서 AD590을 끼워넣고 그곳을 코팅제로 코팅함으로써 착유시에 유즙의 온도를 온도센서에 의해 측정하고 이 측정된 아날로그 값이 signal circuit에 의해 온도에 대응되는 전압으로 변환되고 그 변환된 값을 PLC인 V55에서 인식할 수 있도록 AD converter회로를 통해 아날로그 전압을 그에 대응되는 디지털 값으로 변환되는 회로에 연결한다. 이렇게 착유시에 자동으로 온도를 측정함으로써, 온도와 질병의 관계로 부터 특정 온도를 벗어나면 그 젖소가 질병에 걸렸을 가능성을 유저에게 미리 알려 초기에 질병을 진단하여 피해를 최소화할 수 있을 것으로 본다.



converter를 세부적으로 설명하면 아래와 같다. 74LS573과 2개의 74LS138을 사용하여 300H번지와 301H번지의 어드레스 decoder회로를 설계하였다. 이 어드레스 decoder회로와 함께 V55회로에 있는 입출력 신호를 나타내는 제어 단자와 DMAAK0와 DMAAK1신호를 사용하여 AD574A의 제어신호와 입력 포트를 설계하였다. 자동 측정 온도 시스템에서 측정된 온도에 비례하는 전압에 첨가되어 있는 noise를 제거하기 위해 필터 IC인 AD711을 사용하여 필터링을 하였다. 주변 기기를 제어하기 위해 V55의 포트 2를 사용하여 릴레이를 ON/OFF제어하도록 설계하였다. 이 릴레이에 연결된 기기들은 히터, 환풍기, TMR등을 구동하였다.

### 3. TMR 제작 및 구동, 환풍기 및 히터 구동

#### 가. TMR 제작

모터의 회전수와 비례적으로 사료를 공급할 수 있도록 사료공급기 TMR을 아래 그림 3.3.4와 그림 3.3.5 처럼 제작하였고, 1분에 10회 회전하도록 설계하였으며 중간의 회전기에 홈을 내어 일정량의 사료를 회전수에 비례하도록 설계하였다. 모터는 성신모터의 S6I06GB를 사용했고 감속기는 S6DA180B를 사용했다.

pole s	output (W)	voltage (V)	Frequency (Hz)	Duty	Rated Load			Starting Torque (kg · cm)	Capacitor $\mu$ F/VAC
					current (A)	speed (rpm)	Torque (kg · cm)		
4	6	single phase 220	60	CONT.	0.11	1500	0.600	0.630	0.7/400

표 3.3.1 S6I06GB의 Specification

감속기 S6DA180B는 기어비(Gear ratio)가 180으로 출력을 10rpm으로 감속해주는 데 Torque는 30(kg · cm)가 된다.

가로길이 = 20cm + 10cm    세로길이 = 15cm + 5cm    높이 길이 = 20cm

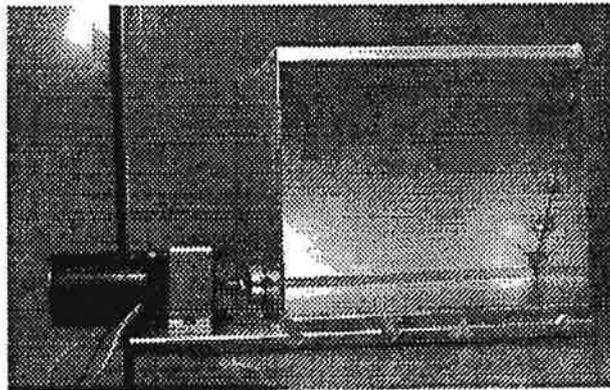


그림 3.3.4 정면에서 찍은 사료공급기의 모형

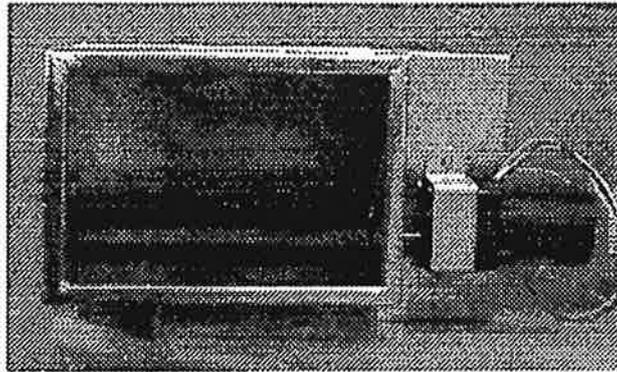


그림 3.3.5 위에서 찍은 사료공급기의 모형

#### 나. TMR, 환풍기, 히터 구동

자동 급이 시스템과 주변의 환경을 제어하기 위해서 환풍기와 히터를 구동하였다. 각각의 고유의 번호를 가진 젓소에 관련된 데이터 베이스에 의한 신호가 들어 온다는 가정하에 그 조건들에 의해 주변기기를 제어 하였다. TMR은 일정한 시간마다 정해진 양을 공급하기 위해 일정한 시간동안 구동되도록 하였고, 환풍기와 히터는 측정된 주변 온도에 의해 정해진 범위를 유지하기 위해, 정해진 온도 범위보다 낮을때 히터가 구동되고, 정해진 온도 범위보다 높을 때는 환풍기가 구동되도록 프로그래밍하였다.

#### 4. 체중 측정 시스템과 V55의 인터페이스

체중의 측정은 CAS 사의 체중 측정기기로 이뤄지는데 기계 자체내에 체중을 ASCII 값으로 변환하여 Serial Data 형태로 보내주도록 설계가 되었으므로 V55와의 연결은 Serial 로 이뤄진다.

우선, V55에 배당된 Serial Port 중 0Port는 Host Computer와의 인터페이스 용이므로 1Port를 이용하여 체중계와 통신을 취한다.

둘 사이에 교환되는 Data의 형태는 ASCII로 정의하고 HAND-SHAKING은 사용하지 않는다. V55에서 인식하는 체중은 체중계가 보내주는 값 중에서 Satruation에 이른 값으로 정하고, 체중인 정의되면 이 값과 개체번호를 Host Computer에 ASCII형태로 보내준다.

## 5. 온도 측정 프로그램 알고리즘

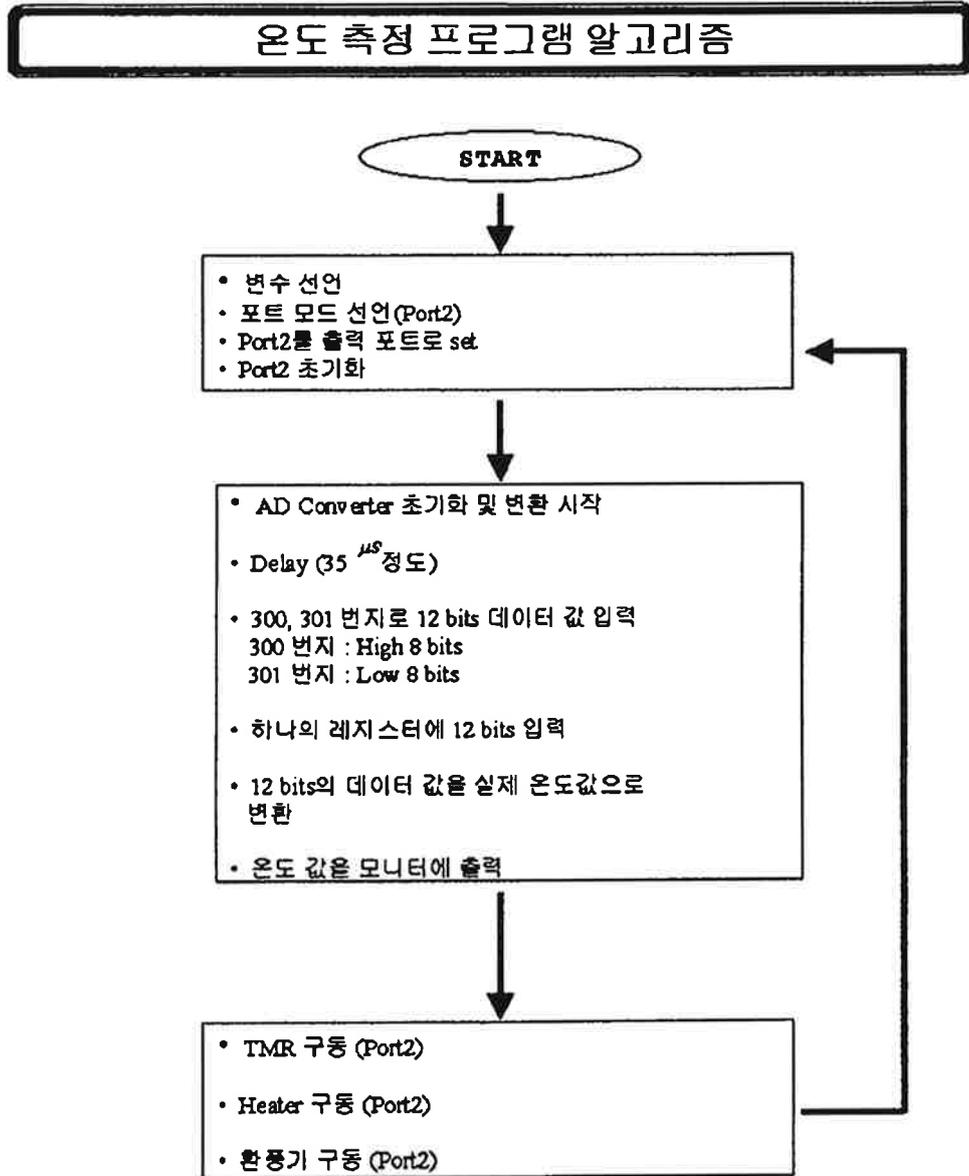


그림 3.3.6 온도 측정 알고리즘

## 6. Host computer와 V55 통신

Host computer의 Com1과 V55의 Com0를 통해서 ASCII형태의 data를 주고받는다. 서로간의 통신은 비동기로 이뤄진다. 통신의 경우를 소의 체중을 제는 경우와 착유를 하는 경우의 두 가지로 분리하였다.

첫째, 소의 체중을 제는 경우의 경우 우선 소가 먹이를 먹기 위해 들어오면 체중계로부터 Interrupt에 의해 체중을 얻음과 동시에 소의 개체번호를 인식하여 그 번호에 상응하는 만큼의 먹이를 TMR을 통해서 내보내 준다.

물론 이 경우 소의 체중과 개체번호를 V55가 Host computer에 ASCII값으로 보내주면 Host computer에서 개체 번호에 맞는 TMR 값을 주게 되어 V55가 TMR을 구동하는 것이다.

둘째, 착유를 하는 경우에 착유기를 꼽으면 온도의 변화가 커지게 되므로 이때를 인식하여 Interrupt을 걸어주면 즉시 개체의 번호를 인식하고 측정된 온도와 함께 개체의 번호를 Host computer에 보내준다. 이 경우 개체의 온도가 Saturation 상태에 이르면 그 값을 개체의 온도로 하여 보내준다. 이에 대한 Host com 의로부터의 어떤 data도 V55는 받지 않는다.

단, 양방향 통신에 있어 Hand-Shaking 신호는 없다.

## 7. 전체시스템 개략도

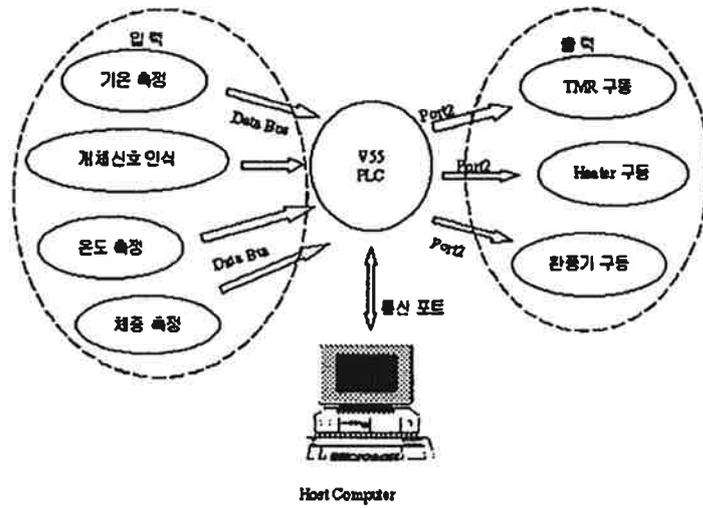


그림 3.3.7 전체 시스템 개략도

## 4 절 통합 전산화 시스템 개발

### 1. 사양관리 시스템의 구성

일반적으로 가축의 사양관리를 위해서는 개체관리, 급이관리, 번식관리, 건강관리, 축사환경관리, 그리고 주변환경관리 등의 6개 하위 관리 시스템이 갖추어져야 한다 (그림3.4.1).

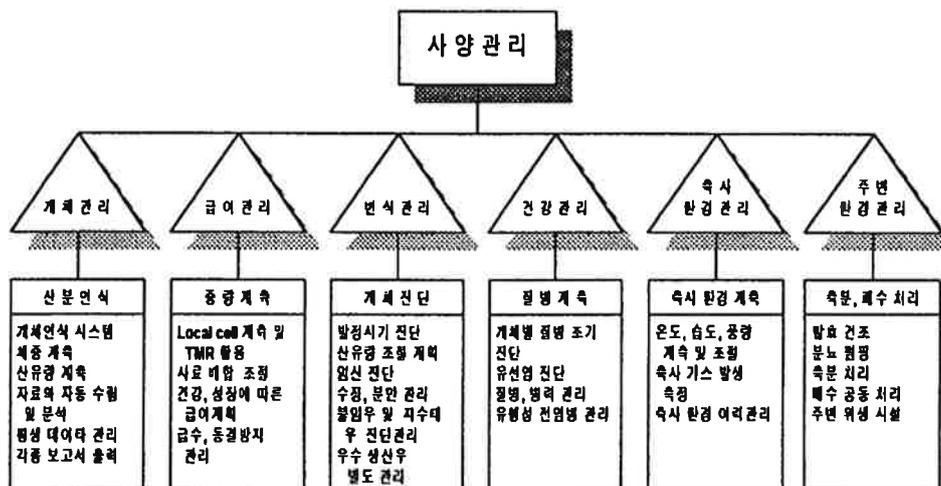


그림 3.4.1 사양관리 시스템의 구성

이들 6개 하위 시스템은 각각의 고유 기능을 수행할 뿐만 아니라 필요에 따라서는 상호 밀접하게 연계되어 작동되어야 한다. 예를 들어, 발정시기 진단을 포함한 번식관리 시스템이 제대로 작동하기 위해서는 개체관리 시스템에서 가축 개체의 정보가 용이하게 조회되어야 한다. 이에 따라 개체관리 시스템에는 산유량 조절 명령을, 급이관리 시스템에서는 사료 혼합 비율 조절 명령이 주어질 수 있도록 하여야 한다. 사양관리를 위한 6개의 하위 시스템중, 본 연구에서는 축사환경 관리 및 주변환경관리 시스템을 포함시키지 않았다. 이들 환경관리 문제는 기본적으로 장치처리 기술에 바탕을 두고 있어, 정보처리를 기반으로 하는 본 연구에서의 접근방식과 다를 뿐만 아니라, 그 내용이 방대하여 별도의 과제로 개발할 만한 가치가 있다고 판단하였기 때문이다.

개체관리는 그림 3.4.1과 같이 개체의 신분 인식을 통해서 각 개체를 인식하고,

개체의 체중과 산유량을 측정하며, 각종 자동화 기기를 통해 입력되는 데이터들을 분석한다. 각 개체의 평생 데이터를 관리하며, 사용자에게 필요한 각종 보고서를 출력하도록 한다. 그림 3.4.2에는 이에 따른 개체관리 정보 흐름도가 나타나 있다. 개체관리는 TI를 통해 개체의 신분 데이터를 처리하는 개체코드 관리 작업, 개체의 현재 체중, 체온, 그리고 급이량 등의 데이터를 PLC를 통해 입력받는 작업, 급이관리와 번식관리 등의 타 관리와의 연결 작업으로 구성된다. 개체코드관리는 개체의 등록이나 말소와 같은 작업을 수행한다. 개체상태는 개체의 성장 단계, 체중의 증감, 착유량과 체온의 변화 등과 같이 경과일에 따라 변하는 데이터를 사용자가 빠른 시간에 파악할 수 있도록 그래프를 이용하여 보여 주도록 한다. 대부분의 개체 데이터는 계측 기기와 연결된 PLC로부터 입력된다. 또한 개체관리에서는 개체의 평생 데이터를 관리하기 위해 급이관리, 번식관리, 건강관리, 그리고 착유관리와 내부적으로 연결되어, 데이터를 주고 받는다. 즉, 한 개체에 대해 성장단계에 따라서는 급이관리가 진행되고, 계절에 따라서는 건강관리가 작동된다. 또한 개체의 임신 능력이 발생하게 되면 그에 따라 번식관리가 진행된다. 아래 그림 3.4.3에는 개체의 성장단계를 보여주는 바, 각 단계별로 급이 및 번식(수정 및 분만) 관리가 필요하게 됨을 보여준다.

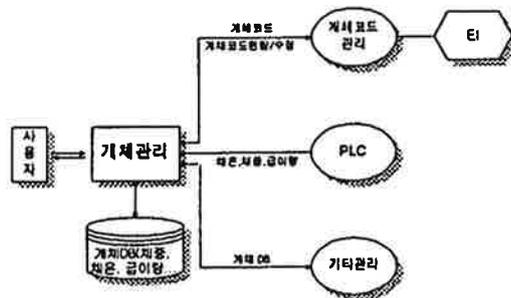


그림 3.4.2 개체관리 정보 흐름도



그림 3.4.3 개체의 성장단계

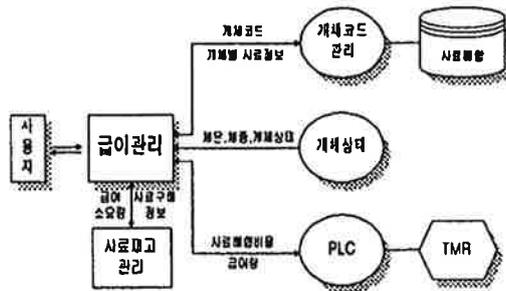


그림 3.4.4 급이관리 정보 흐름도

급이관리는 젖소에 사료를 공급하는 TMR(Total Mixed Ration) 급이기의 활용, 급이기에 공급되는 사료의 배합 조절, 개체의 건강 및 성장에 따른 급이 계획, 급수 등의 작업으로 구성되어진다. 급이관리 프로그램은 그림 3.4.4와 같이 구성되어진다. 개체사료관리는 개체코드를 입력 받아 해당하는 개체에 필요한 사료 정보를, 연계된 사료 데이터베이스를 이용하여 제공한다. 개체상태는 개체에게 필요한 사료의 종류와 양을 파악하기 위해 각 개체에 대한 체중, 체온, 임신여부, 그리고 건강상태 등과 같은 정보를 제공한다. 개체에 자동급이를 실시하기 위해서는 TMR기기가 필요한 바, 각 개체에 적절한 사료 종류와 급이량을 구하여 PLC를 통해 TMR기기에 사료 배합정보를 전달하도록 한다. 또한 사료재고 관리가 필요한 바, 사료의 소모량과 구입량을 관리하고, 내부 사료와 외부 사료를 구별하고, 외부 사료 구매정보를 파악할 수 있도록 지원한다.

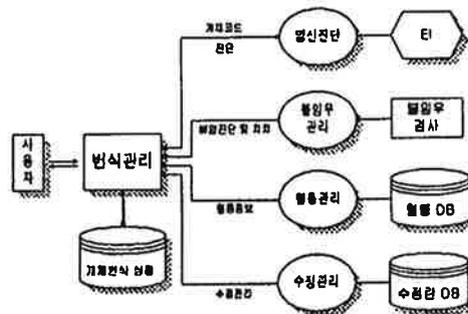


그림 3.4.5 번식관리 정보 흐름도

번식관리는 개체의 발정 시기와 임신 여부를 진단하는 작업, 수정과 분만을 관리하는 작업, 불임우 및 저수태우를 진단하고 조치하는 작업, 그리고 우수 혈통을 관

리하는 작업으로 정의할 수 있다(그림 3.4.5). 따라서 번식관리 프로그램은 임신진단, 불임우 관리, 혈통관리, 수정관리, 그리고 개체번식 상황으로 구분된다. 임신진단은 임신 진단기와 만보기 등의 데이터를 이용하여 개체의 임신 여부를 파악하는 것을 가리킨다. 불임우 관리에서는 개체의 불임 원인을 파악하여, 쌍태아(Prematine)일 경우에는 치료가 불가능하므로 처분하고, 낭종일 경우에는 치료가 가능하므로 조치를 취하도록 한다. 혈통관리는 우수 개체간의 교배를 통해 우량종을 육성하고, 근친 교배에 따른 위험성을 줄이기 위해 필요한 부분이다. 이때 혈통관리를 위해서는 소의 종모우와 관련된 혈통 데이터베이스를 구축해야 한다. 수정란을 관리하기 위해 수정에 관한 모든 데이터를 보존해야 한다. 그리고 개체번식 데이터베이스를 관리하여, 번식 상황정보를 사용자가 빠른 시간에 알아볼 수 있도록 한다.

건강관리는 개체의 질병을 조기에 진단하는 작업, 유방염을 비롯한 개체의 질병, 병력을 관리하는 작업, 그리고 유행성 전염병 관리 작업으로 이루어진다. 이에 따라 건강관리 프로그램은 아래의 그림 3.4.6과 같이 이력관리, 유즙 분석기의 데이터를 입력받는 작업, 개체의 현재 건강상태를 파악하기 위한 작업, 개체의 건강 진단표를 작성하는 작업으로 구성되어 있다. 이력관리 부분은 각 개체의 성장 과정에서 발생했던 질병이나, 예방 접종에 관한 데이터를 관리하는 부분이다. 유즙 분석기는 체세포수와 유즙의 전도도(conductivity) 등을 분석하여 개체가 유방염에 걸렸는지 진단할 수 있도록 한다. 또한 체중, 체온, 급이량, 그리고 착유량과 같은 개체상태 정보를 이용하여, 개체가 질병에 걸렸는지 여부를 파악할 수 있도록 하며, 개체별 건강진단표를 이용하여, 각 개체의 건강 상태를 화면상에서 조사할 수 있도록 한다.

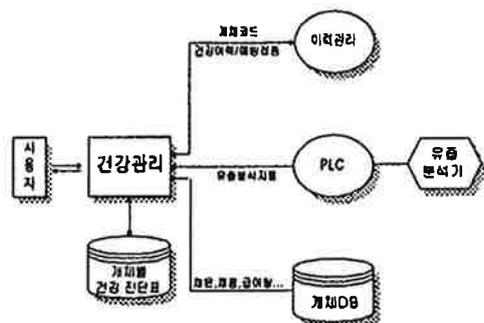


그림 3.4.6 건강관리 정보 흐름도

착유관리는 일반적으로 개체관리의 한 모듈로 이루어지지만, 사용자의 활용빈도가 높아, 별도의 하위 시스템으로 분류되기도 한다. 따라서 본 연구에서는, 농가 젖소 사육의 궁극적 목적인 수익 증대와 직접적인 관련을 맺는 이 부분을, 개체관리에서 따로 독립시켜 사용자가 용이하게 접근 할 수 있도록 하였다. 착유관리는 착유관리, 수유관리 등으로 구분된다(그림 3.4.7). 일반적으로 착유는 일일 2회 실시하는 바, 착유관리 프로그램에서는 착유기에 착유 예정시간을 미리 설정해 준다. 착유 관리는 착유 측정기와 연결되어 착유의 시간과 횟수를 기록하여 착유량 데이터베이스에 저장한다. 수유관리 부분은 각 개체에 착유가 실시된 이후 날마다의 착유량을 그 비율로 관리하는 것이다. 따라서 사용자는 날마다 개체의 착유량 변화를 파악하여 각 상황에 맞는 조치를 취할 수 있도록 한다.

한편, 위에서 언급한 모든 작업들이 실행되기 위해서는 공통의 데이터베이스가 설계·구축이 되어야 한다. 즉, 각 하위 시스템이 통합된 하나의 데이터베이스를 공통적으로 사용해야 된다는 것이다. 각 하위 시스템들은 이 통합 데이터베이스를 사용할 뿐 아니라, 상호 유기적인 협조 체계 아래에서 밀접한 관계를 맺어야 한다(그림 3.4.8).

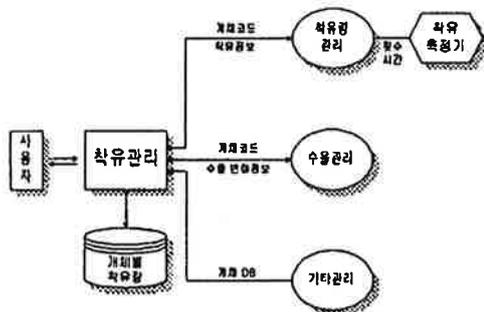


그림 3.4.7 착유관리 정보 흐름도



그림 3.4.8 통합 데이터베이스의 구성

## 2. 시스템 개발 사례

### 가. 사용자 인터페이스

시스템의 구성 화면은 축산 농가 사용자나, 기타 현장 작업자들이 사용하기 용이하도록 한글 인터페이스 지원 방식으로 개발하였다. 기존의 축산 자동화 프로그램은 자동화 기기의 입장에서 설계되어 사용자가 사용하기에 불편한 점이 많았다. 예를 들어 각각의 관리 작업이 독립된 기기를 기반으로 하고 있어서, 통합적으

로 데이터를 취급하는데 어려움이 많았다. 따라서 본 연구에서는, 사용자 인터페이스를 설계할 때, 사용자가 편리하도록 프로그램 사용의 편리성과 데이터 조작의 용이성에 중점을 두고 설계하였다. 사용자들이 데이터의 검색을 하고자 할 경우에는, 복잡한 검색 명령어를 사용하지 않고 간단히 버튼을 누름으로써 검색하는 결과를 얻을 수 있도록 하였다. 계측 장비를 비롯한 축산 자동화 기기 데이터는 일단 모두 PLC를 통하여 입력되고 제어된다. PLC 데이터는 RS232C 인터페이스를 통해 본 시스템에 전달되도록 하였다. 본 시스템은 윈도우95 운영체제와 비주얼 개발 도구인 델파이2를 이용하여 개발하였다. 델파이의 데이터베이스 시스템(Boland Database Engine)은 기본적으로 관계형을 지원하지만, 사양관리에 필요한 각종 멀티미디어 데이터도 지원 가능하다.

#### 나. 사양관리 시스템 개발

사양관리 시스템의 주 화면은 아래와 같다.

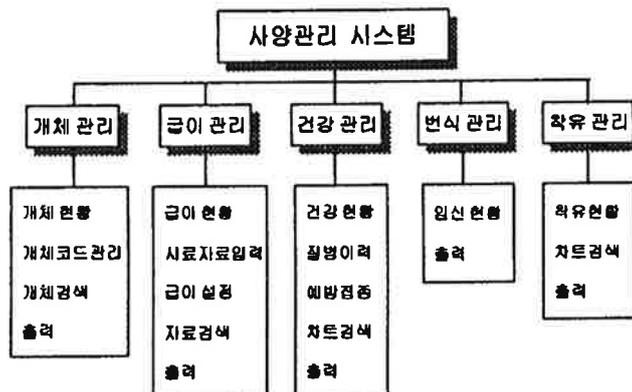


그림 3.4.9 사양관리 시스템의 메뉴

프로그램을 시작하면 상단 메뉴에 위에서 정의한 작업들이 나타난다. 사용자는 하고자 하는 작업을 메뉴에서 선택할 수 있다. 각 메뉴별 입력 데이터와 관련 보고서가 표 1에 나타나 있다.

표 3.4.1 사양관리 시스템의 입력자료 및 관련보고서

구분	1. 개체 관리	2. 급이 관리	3. 건강 관리	4. 번식 관리	5. 착유 관리
입력 및 관리 항목	소번호(*)	소번호	소번호	소번호	소번호
	그룹번호(*)	그룹번호	그룹번호	그룹번호	그룹번호
	체중(**)	급이 설정	체중(**)	수정일(*)	개체별 착유량(**)
	종모우(*)	- 소번호(*)	체온(**)	임신일(*)	총착유량(***)
	나이(***)	- 사료종류(*)	체세포수(**)	임신유무(*)	착유일수(***)
	출생일(*)	- 급이량(*)	유즙전도도(**)	출산횟수(***)	예상 착유량(***)
	개체코드 관리	개체별 급이량(**) 총급이량(***) 현황 검색	질병이력(*) 체중 변화(***) 예방접종 대상(***)	임신 경과일(***) 출산 예정일(***) 불임우(***)	수출(***)
관련 보고서	개체 현황	개체별 급이량 총급이량	개체별 질병 현황 예방접종 대상 질병이력	불임우 현황 임신우 현황	착유 현황 수출 그래프

(\* 사용자 입력, \*\* PLC 입력, \*\*\* 내부함수)

각 하위 시스템 중 중요한 사용자 인터페이스 화면을 소개하면 다음과 같다. 그림 3.4.10은 사용자가 개체관리에서 개체현황을 파악하는 화면이다. 여기에서 사용자는 개체코드, 출생일, 종모우, 체중, 임신여부, 질병여부 등의 개체의 정보를 파악할 수 있다. 표 3.4.1에서 밝힌 바와 같이 중요 입력 데이터를 제외한 나머지 변수(field) 값들은 데이터베이스 엔진을 통해 내부적으로 얻어진다.

번호	개체코드	출생일	종모우	체중	임신여부	질병여부
121	121-12-01	2012-12-01	100	100	0	0
122	121-12-02	2012-12-02	100	100	0	0
123	121-12-03	2012-12-03	100	100	0	0
124	121-12-04	2012-12-04	100	100	0	0
125	121-12-05	2012-12-05	100	100	0	0
126	121-12-06	2012-12-06	100	100	0	0
127	121-12-07	2012-12-07	100	100	0	0
128	121-12-08	2012-12-08	100	100	0	0
129	121-12-09	2012-12-09	100	100	0	0
130	121-12-10	2012-12-10	100	100	0	0
131	121-12-11	2012-12-11	100	100	0	0
132	121-12-12	2012-12-12	100	100	0	0

그림 3.4.10 개체현황 화면

번호	개체코드	출생일	종모우	체중	임신여부	질병여부
121	121-12-01	2012-12-01	100	100	0	0
122	121-12-02	2012-12-02	100	100	0	0
123	121-12-03	2012-12-03	100	100	0	0
124	121-12-04	2012-12-04	100	100	0	0
125	121-12-05	2012-12-05	100	100	0	0
126	121-12-06	2012-12-06	100	100	0	0
127	121-12-07	2012-12-07	100	100	0	0
128	121-12-08	2012-12-08	100	100	0	0
129	121-12-09	2012-12-09	100	100	0	0
130	121-12-10	2012-12-10	100	100	0	0
131	121-12-11	2012-12-11	100	100	0	0
132	121-12-12	2012-12-12	100	100	0	0

그림 3.4.11 개체검색 화면

그림 3.4.11은 개체에 대한 정보를 검색하는 화면이다. 검색항목, 조건식, 그리고 비교값을 입력하면, 해당 개체 정보가 나타난다. 현재 데이터의 검색은 단일 조건에만 가능하나, 점차 여러 조건에도 검색이 가능하도록 할 예정이다.

각 개체별 급이 현황에 대한 자료가 그림 3.4.12에 소개되어 있다. 날짜별로 각

개체에 급이된 급이량, 사료종류, 개체의 성장단계 등이 표시된다. 사료자료의 입력은 사료종류별로 사료성분이 입력되고(별도의 메뉴), TMR기기에 명령으로 입력될 사료 혼합비율은 급이설정 메뉴를 통해(그림 3.4.13) 이루어진다.

개체번호	사료종류	급이량	성장단계	사료종류
151	1	11	TMR1	사료1호
152	1	12	TMR1	사료2호
153	2	12	TMR2	사료3호
154	1	11	TMR1	사료1호
155	2	12	TMR2	사료2호
156	1	12	TMR1	사료3호
157	2	11	TMR2	사료1호
158	2	11.7	TMR2	사료2호
159	1	11.3	TMR1	사료3호
160	1	12	TMR1	사료1호
161	1	12.5	TMR2	사료2호
162	1	12.8	TMR1	사료3호

그림 3.4.12 개체별 급이현황 화면

사료 혼합비율 설정 화면

사료종류: TMR1

사료성분: TMR2

사료비율: TMR1

사료비율: TMR2

사료비율: TMR3

사료비율: TMR4

사료비율: TMR5

사료비율: TMR6

사료비율: TMR7

사료비율: TMR8

사료비율: TMR9

사료비율: TMR10

그림 3.4.13 급이설정 화면

각 개체별 급이량 변화 사항을 파악하기 위해서는 각 개체별 급이량이 날짜의 함수로 나타나야 한다. 그림 3.4.14에는 숫자적 데이터가 아닌 그래프의 형태로서 이를 표현하고 있다. 이러한 그래프를 사용하여 사용자는 데이터의 변동사항을 쉽게 확인할 수 있다.

그림 3.4.15에는 각 개체별의 체중, 체온, 체세포수, 그리고 유즙전도도 등을 포함한 건강현황 자료가 나타나 있다. 개체별 질병이력을 파악하기 위해서는 질병이력 메뉴를 이용한다(그림 3.4.16). 날짜순으로 각 개체의 질병 상황이 정리되어 나타나도록 되어 있다. 또한 질병에 따른 개체 및 그룹 번호의 검색도 가능하도록 되어 있다.

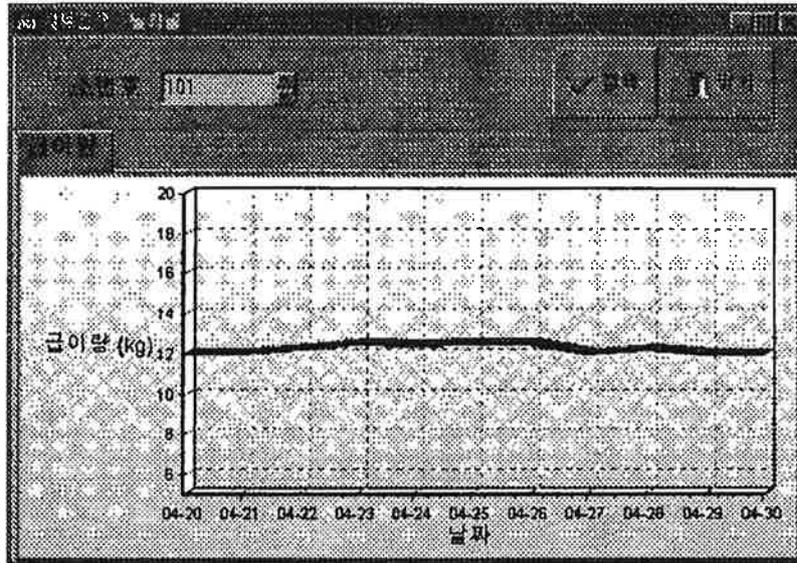


그림 3.4.14 개체별 급여량 변화 그래프

일련번호	성별	연령	건강상태
001	♂	25.8	정상
002	♂	18.0	정상
003	♂	25.4	정상
004	♂	26.7	정상
005	♂	25.1	정상
006	♂	26.2	정상
007	♂	26.1	정상
008	♂	25.3	정상
009	♂	25.6	정상
010	♂	26.2	정상
011	♂	26.5	정상
012	♂	26.6	정상
013	♂	26.2	정상
014	♂	26.5	정상
015	♂	26.5	정상
016	♂	26.5	정상
017	♂	26.5	정상
018	♂	26.5	정상
019	♂	26.5	정상
020	♂	26.5	정상

그림 3.4.15 개체별 건강현황 화면

일련번호	성별	연령	질병이력
001	♂	25.8	정상
002	♂	18.0	정상
003	♂	25.4	정상
004	♂	26.7	정상
005	♂	25.1	정상
006	♂	26.2	정상
007	♂	26.1	정상
008	♂	25.3	정상
009	♂	25.6	정상
010	♂	26.2	정상
011	♂	26.5	정상
012	♂	26.6	정상
013	♂	26.2	정상
014	♂	26.5	정상
015	♂	26.5	정상
016	♂	26.5	정상
017	♂	26.5	정상
018	♂	26.5	정상
019	♂	26.5	정상
020	♂	26.5	정상

그림 3.4.16 개체별 질병이력 화면

그림 3.4.17에는 차트검색 메뉴를 통해, 각 개체별 체중의 변화가 그래프로 나타나 있다.

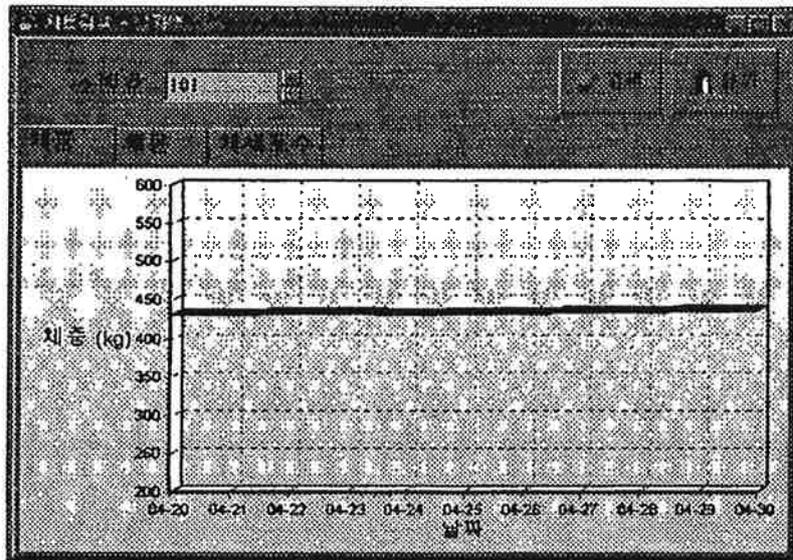


그림 3.4.17 개체별 체중변화 그래프

그림 3.4.18에는 개체별 임신현황이 나타난 번식현황 화면이, 그림 3.4.19에는 착유량 데이터를 나타내는 착유현황 화면이 소개되어 있다. 수유은 착유량을 예상 착유량으로 나누어 구해진다. 그림 3.4.20에는 각 그룹에 따른 개체별 착유일수 집계가 그래프로 표시되어 소개되어 있다. 날짜의 변화에 따른 소 번호별 착유량도 그래프로 표현하도록 하였다.

소번호	번식현황	임신여부	출산일자	출산종류
101	240185	임	270195	우
102	060286	임	070296	우
103	010387	임	030397	우
104	010488	임	010498	우
105	010589	임	080599	우
106	010690	임	070600	우
107	010791	임	070701	우
108	010892	임	080802	우
109	010993	임	070903	우
110	011094	임	071004	우
111	011195	임	071105	우
112	011296	임	071206	우
113	011397	임	081307	우
114	011498	임	071408	우
115	011599	임	081509	우
116	011600	임	071610	우
117	011701	임	071711	우
118	011802	임	071812	우
119	011903	임	071913	우
120	012004	임	072014	우
121	012105	임	072115	우

그림 3.4.18 번식현황 화면

소번호	착유현황	착유일수	착유량	수유량	예상착유량	
000000	101	1	1.5	1.00	66.7%	2.25
000000	102	1	1.5	1.00	66.7%	2.25
000000	103	1	1.5	1.00	66.7%	2.25
000000	104	1	1.5	1.00	66.7%	2.25
000000	105	1	1.5	1.00	66.7%	2.25
000000	106	1	1.5	1.00	66.7%	2.25
000000	107	1	1.5	1.00	66.7%	2.25
000000	108	1	1.5	1.00	66.7%	2.25
000000	109	1	1.5	1.00	66.7%	2.25
000000	110	1	1.5	1.00	66.7%	2.25
000000	111	1	1.5	1.00	66.7%	2.25
000000	112	1	1.5	1.00	66.7%	2.25

그림 3.4.19 개체별 착유현황 화면

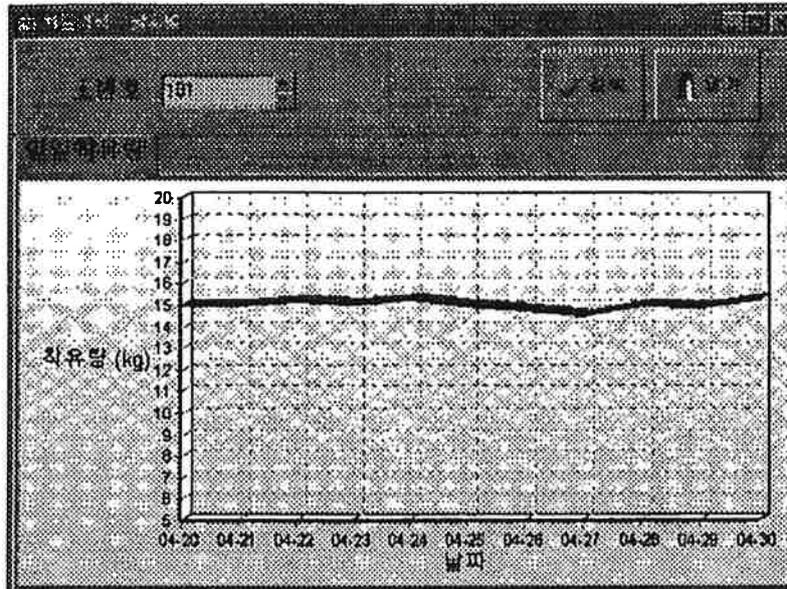


그림 3.4.20 개체별 착유량 변화 그래프

#### 다. 사양관리 시스템의 경제성

일반적으로 축산농가에서는, 사양관리 시스템의 도입이 도입되면, 연간 두명 상당의 인건비에 의한 예산절감 효과를 기대할 수 있다고 간주한다. 이 중 한 명을 시스템 운용요원으로 삼는다면, 한 명 분에 해당하는 인건비는 원가절감 비용으로 간주할 수 있다. 따라서, 약 150억원 (=2500만원/1인·축산농가 3000호·20%) 정도의 원가감소를 가져올 수 있을 것으로 추정할 수 있다. 또한, 1994년도 축산기자재 판매현황을 살펴보면, 사양관리를 기자재가 총755억원으로 전체 축산기자재 판매액의 20.7%를 차지하고 있어서, 수입품 대체 등을 통한 이 분야의 경제적 파급효과는 더욱 클 것으로 전망할 수 있다.

한편, 적절한 사료공급 및 건강관리가 이루어지는 경우, 일본이나 이스라엘에서는 두당 연간 10,000kg에 달하는 산유량을 달성하고 있다. 한국은 1994년 현재 평균 5,500kg 수준을 밀돌고 있는 것으로 보고되고 있다. 따라서 적절한 사양관리에 따른 효과를 기준으로, 적소 한 두당 연평균 2,000kg의 산유량을 증가 시킬 수 있다면, 1994년도 젖소 사육수 60만두의 10%를 (착유우의 일부) 기준으로 해서 매년 총 480억원의 (60,000두·2,000kg/두·400원/kg) 생산량 증가를 예측할 수 있게 된

다. 여기에 자동화 및 전산화에 따른 가축의 발정 및 임신시기 조기 진단, 건강관리에 의한 번식 및 산유량의 증가, 그리고 수명 증가 등에 의한 효과를 감안한다면, 생산성 향상 효과는 상당할 것으로 기대된다.

본 연구에서는 축산 자동화를 위한 사양관리 시스템의 전체적인 구성을 설계하고, 이에 따른 시스템 개발 사례를 제시하였다. 농가에서 수행하는 작업을 기준으로, 사양관리 분야를 6개 하위 시스템으로 구분하였고, 각각의 하위 관리시스템에서 수행하여야 할 작업을 사용자 입장에서 정의하였다. 또한 자동화 기기별로 독립적으로 이루어지던 기존의 사양관리 시스템과는 달리, 데이터의 조작이나 자동화 기기의 설정 같은 작업이 통합 환경에서 수행되도록 세부 프로그램과 사용자 인터페이스를 개발하였다. 각 하위 시스템에 입력되는 데이터는 중복을 방지하여 최소화 되도록 노력하였고, 모든 데이터는 본 사양관리를 위해 설계된 통합 데이터베이스에서 관리되어지도록 하였다.

본 연구에서는 젖소의 개체상태(체중, 체온 등)에 대한 계측기기의 개발, 사양관리에 적합한 효과적인 전자 신분인식장치의 개발, 그리고 각종 계측센서와 PLC와의 인터페이싱 등의 주제는 언급하지 않았다. 이러한 분야에 대해서는 본 연구팀의 사전 연구로, 이미 발표한 바 있다. 또한, 사양관리 분야에서 전체적으로 기술수준이 낙후한 번식관리와 건강(질병)관리 부분에 대해서는 별도의 연구를 수행하고 있는 바, 체중 측정에 의한 임신유지 여부 및 체온 측정에 의한 질병 자동확인 시스템의 개발에 우선 목표를 두고 있다. 우유의 질을 좌우할 수 있는 유방염의 조기 진단을 위해서, 유방염과 체세포 숫자의 변화 및 유즙 전도도의 변화에 대한 관련성을 검토하는 연구도 현재 진행중이다.

사양관리 소프트웨어의 개발과 관련된 향후 과제로는, 첫째, 각종 개체 계측정보를 보다 효과적으로 재처리할 수 있는 사양관리용 전문가 시스템의 개발, 둘째, 멀티미디어 데이터 등을 신속하고, 효과적으로 처리할 수 있는 객체지향적 데이터베이스 시스템의 활용, 그리고 셋째로, 상용 온라인 서비스나 인터넷 등을 활용한, 국내 및 해외의 종축장, 축산자동화 연구소 등과의 사양관리 정보의 정보공유 시스템 개발 등을 들 수 있겠다.

## 4 장 결 론 및 활용방안

본 연구에서는 전자신분인식장치(EI)를 중심으로 한 각 계측/센서 기기가 통합된 형태로 체중 계측기, 체온계측기, TMR, 유즙계측기 등이 각각 EI와 연결되어 개체의 특성에 따른 관리가 이루어 질 수 있도록 한 젖소 사양관리 자동화시스템을 개발하였다. EI와 연결된 계측기 및 각종 자동화 기기의 구동장치(actuator)들은 모두 PLC 에 연결되어, 정보를 제공하거나 명령을 받도록 되어있다. 그리고 PLC 및 EI는 계층적 구조로 PC에 연결되어, 개체관리, 급이관리, 번식관리, 그리고 건강관리 시스템의 통제를 받도록 하였다. 각 하위 시스템들은 사양관리를 위해 구축한 공통의 DB를 사용할 뿐 아니라, 정보를 주고받을 수 있도록 통신 프로토콜의 개발로 인한 상호 유기적인 협조체계 아래 통합 전산화가 되도록 한 것이다.

본 연구에서 개발된 EI 시스템과 축산관리용의 자동화 및 전산화 시스템은 약간의 사용자 인터페이스 화면설계만 보완하면, 육우, 양돈, 양계 등의 축산 전 분야와 원예 비닐하우스 등의 시설농업 분야에 두루 활용 가능하다. 이를 요약하여 살펴보면 다음과 같다.

### ◆ 활용분야

- 비육우, 착유우, 양돈 - 개체, 건강, 번식, 급이관리
- 양계 - 케이지 인식에 따른 (케이지)군 관리에 활용
- 축사환경관리, 축분 및 폐수처리 - 본 연구의 자동화 시스템과 연계개발 가능

### ◆ 농어가 보급시 효과

- 소득증대, 노동력 절감
- 농촌환경 개선, 여가활용
- 관련분야 종사자의 인식변화-첨단산업의 주체자로 탈바꿈

◆ 정부시책 개선책 제안

- 축산 폐기물 처리 등에 대한 농촌 사회 간접자본 투자 요구
- 축산 자동화 분야 연구 개발비 및 시설투자 지원 건의
- 사용자와 개발자의 접촉 유도로 산학협동연구 개발의 촉진

◆ 관련 산업체로의 기술이전

- 본 연구 시제품의 기술이전 및 상품화 유도

◆ 2단계 기술개발 [추가연구]

- 상품화를 위한 경제성 검토
- 기존에 시설된 농가의 장비와의 상호 보완 연구
- 상품화를 위한 규격화
- 시스템의 현장 적용 시험