

319096  
-02

보안 과제( ), 일반 과제( O ) / 공개( O ), 비공개( )발간등록번호( O )

**가축질병대응기술개발사업 2021년도 최종보고서**

발간등록번호

11-1543000-003466-01

구제역 백신 모니터링 평가  
및 시스템 개발 연구

# 구제역 백신 모니터링 평가 및 시스템 개발 연구

2021

2021. 04. 09.

농림식품기술기획평가원  
농림축산식품부

주관연구기관 / 서울대학교 산학협력단  
협동연구기관 / (재)양수미래

**농림축산식품부**  
**(전문기관) 농림식품기술기획평가원**

# 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 "구제역 백신 모니터링 평가 및 시스템 개발 연구"(개발기간 : 2019. 08. 30  
~ 2020. 12. 31)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2021. 04. 09.

주관연구기관명 : 서울대학교 산학협력단 (대표자) 김 진 (인)  
협동연구기관명 : (재)양수미래 (대표자) 김 심 (인)  
위탁연구기관명 : ㈜인포넬리코리아 (대표자) 김 관 (인)



주관연구책임자 : 박 혁  
협동연구책임자 : 김 휘  
위탁연구책임자 : 김 관

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의  
합니다.

## 보고서 요약서

과제고유번호	319096-02	해 당 단 계 연 구 기 간	2019.08.30 - 2020.12.31	단 계 구 분	2년차/2년차
연구사업명	단 위 사 업	농림축산식품연구개발사업			
	사 업 명	가축질병대응기술개발사업			
연구과제명	대 과 제 명	구제역 백신 모니터링 평가 및 시스템 개발 연구			
	세 부 과 제 명	구제역 백신 모니터링 시스템 개발			
연구책임자	박 혁	해당단계 참여연구원 수	총: 10명 내부: 9명 외부: 1명	해당단계 연구개발비	정부: 160,000천원 민간:       천원 계: 160,000천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 10명 내부: 9명 외부: 1명	총 연구개발비	정부:270,000천원 민간:       천원 계: 270,000천원
연구기관명 및 소속부서명	서울대학교 산학협력단 그린바이오과학기술연구원 (재) 양수미래			참여기업명:	
국제공동연구 위탁연구	상대국명: 연구기관명:(주)인포벨리코리아			상대국 연구기관명: 연구책임자: 김O관	
※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음					
연구개발성과의 보안등급 및 사유	일반				

### 9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설·장비	기술 요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기탁 번호		10-2021- 0021505	<b>11-1543000</b> <b>-003466-01</b>			C-2020- 053559					

### 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입기관	연구시설·장비명	규격 (모델명)	수량	구입연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	NTIS 등록번호

요약(연구개발성과를 중심으로 개조식으로 작성하되, 500자 이내로 작성합니다) | 보고서 면수

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<p><b>1. 연구개발 목적</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 우리나라는 2010년 구제역 발생 이후 상시 백신접종을 실시하고 있으며 2011년 이후 구제역 백신 혈청 예찰을 시행하고 있음. 백신 접종을 통해 백신 접종 청정국 지위를 회복하고 유지하기 위해 백신 접종의 효과를 모니터링하여야 함. 적절하게 모니터링하지 못하고 있는 것은 그 중요성을 인식하지 못하고 있기 때문임</li> <li>○ 우리나라의 구제역 상태 및 감수성 가축의 분포, 백신의 적합성 및 관리, 접종, 백신 접종 가축의 통계학적 예찰, 백신 접종프로그램의 평가 등이 가능하도록 구제역 백신접종 가축에 대한 위험 기반의 통계학적 혈청 예찰 시스템 개발</li> </ul> <p><b>2. 연구개발 내용</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ “위험 기반의 통계학적 구제역 백신 혈청 예찰 시스템” 설계서 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>: 축종별 특성을 감안한 구제역 백신 모니터링 시스템 개발</li> <li>- 확률표본추출 기법을 적용하여 모집단의 속성 대표성 있는 표본추출 기법 개발 : 소(한우, 육우, 젖소), 돼지 전체 농장을 빠짐없이 모니터링할 수 있는 시스템 개발</li> <li>- 체계적 문헌고찰을 통한 위험요인 분석과 이를 활용한 밀집도, 취약도, 복잡도 등 가중치 계산 프로그램 개발 : 축종별 위험요인 분석을 통한 과학적인 검사시스템 구축(위험지역과 축종에 가중치 부여 및 통계학적 혈청 예찰계획 마련)</li> <li>- 난수 프로그램 등을 활용한 무작위 선정 프로그램 개발 : 통계학적 분석 등 과학적인 방법으로 농장 선정 및 농장 내 개체 선정을 위한 모니터링 시스템 개발</li> <li>* 농가 내에서 개체 추출 시 객관적인 무작위 선발이 가능한 선정기준·평가 마련</li> <li>- 해외 구제역 백신 예찰 시스템 조사(한국과 비교)</li> </ul> </li> <li>○ 현행 정부의 구제역 백신 모니터링 시스템 평가 및 개선 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 이전(2017, 2018년) 구제역 혈청 예찰(모니터링) 분석 및 평가를 통한 개선 <ul style="list-style-type: none"> <li>* 통계학적 표본 설계 및 유효성 평가</li> </ul> </li> <li>- 구제역 백신 접종 주체별(수의사 접종/농가 자율접종) 항체가 비교 분석</li> <li>- 일제 접종 (소 : 4. 10월) 및 취약농가 보강 접종(돼지: 9~10월)에 대한 영향평가</li> </ul> </li> </ul>
------------------------	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 모니터링 결과에 따른 축종별 관리방안 구축</li> <li>- 기존 예찰분석 결과를 토대로 구제역백신 모니터링에 활용</li> </ul> <p>○ 혈청 예찰 교육시스템 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 축종별 국가 백신 모니터링 매뉴얼 작성 : “위험 기반의 통계학적 구제역 백신 혈청 예찰 시스템” 프로세스 설명 자료 개발</li> <li>- 지자체, 가축 방역기관 및 농가 교육 콘텐츠 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 공무원용 OIE, “백신 접종 후 예찰 가이드라인” 번역</li> <li>· 공무원용 혈청 예찰 교육 피피티 자료 1종 개발</li> <li>· 역학조사관 교육용 활용 건의 웹 기반 “역학 계산 시스템” 개발</li> <li>· 농가(한육우, 돼지)용 교육 동영상 1종 개발</li> <li>· 농가(한육우, 돼지)용 접종관리 포스터 1종 개발 및 배포</li> <li>· 농가(한육우, 돼지)용 피피티 자료 2종 개발</li> </ul> </li> </ul>
<p>연구개발성과</p>	<p>○ 본 과제의 최종 연구개발 산출물은 ① “위험 기반의 통계학적 구제역 백신 혈청 예찰 시스템” 설계서 개발 1건, ② ①을 위하여 과거 혈청 예찰 시스템 평가 및 해외 사례 조사 보고서, ③ 가축 방역기관 및 농가 교육 콘텐츠 개발임</p> <p>○ 정량 성과</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 프로그램 등록 : 역학통계 계산</li> <li>· 기술지도 및 교육(2건) : 구제역 백신 혈청검사제도 개정안, 한국양돈 수의연례세미나(2019) : 구제역 백신 접종 현황 설문 조사, 양돈수의포럼 (2020)</li> <li>· 학술발표(1건) : Questionnaire Survey of Foot-and-mouth Disease(FMD) Vaccination in Pig Farm, South Korea, 한국임상수의학회 추계학술대회( 2020)</li> <li>· 정책 활용 건의(1건) : “역학 계산기 프로그램” 의 역학조사관 교육 활용 제안</li> <li>· 고용창출(2건) : 추가성과</li> <li>· 특허(출원 진행 중) : “가축 혈청 예찰용 대상 개체 선정 방법”</li> </ul>
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<p>가. 학문적·기술적 측면</p> <p>○ 본 연구에서는 선진국에서 운영하고 있는 구제역 백신 예찰 시스템 및 과거 혈청 예찰 시스템, 현장의 구제역 백신 관리 및 접종 실태를 조사, 분석하여 우리나라 실정에 맞는 위험 기반의 통계학적 혈청 예찰 시스템을 개발함으로써 가축 전염병의 발생 및 확산을 조기에 차단할 수 있는 기반을 구축할 수 있어 학술적 가치가 높을 것으로 기대</p> <p>○ 축종별 지역별 구제역 발생위험요인에 대한 조사 및 분석을 통해 위험요인을 반영한 통계적, 과학적인 예찰 시스템을 개발하여 구제역 백신</p>

	<p>의 축군 면역 능력을 파악 및 개선하여 구제역 발생 대응 능력 제고</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 과거 혈청 예찰 결과를 활용한 환례 대조군 연구에 따른 백신 접종 방법 및 시기, 취약지역 선별, 축종별 접종관리 시사점 도출</li> <li>○ 혈청 예찰 분석 결과에 따른 농가 및 방역기관 교육 콘텐츠 개발</li> </ul> <p>나. 경제·산업적 측면</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ ‘구제역 백신접종 청정국’ 선언을 위한 위험 기반의 통계적 혈청 예찰 시스템 구축으로 국가 신인도 개선 및 구제역 대응 능력 제고로 구제역 발생 및 확산을 억제하여 궁극적으로는 농장의 생산성 향상에 기여</li> <li>○ 질병에 의한 가축폐사로 발생하는 연간 손실액은 한·육우 403-1,695억원, 젓소 427-1,081억원, 돼지 6,953-11,840억원, 닭 686억원에 이르고 있으며, 질병 치료비도 연간 2,256-2,852억원으로 추정되고 있어 폐사율을 10%만 감소시켜도 가축폐사로 인한 손실을 예방하여 축산농가에 연간 약 850-1,500억원 정도의 생산성 향상 효과를 기대</li> <li>○ 통계학적으로 신뢰성 있고 비용 효과적인 혈청 예찰 계획 수립 및 집행으로 감수성 개체의 접종 실태 및 면역 능력을 파악하여 질병 발생 및 확산 대응능력을 제고하여 축산농가의 경제적 손실을 최소화</li> <li>○ 본 연구에서 도출되는 다단계 층화 표본추출 및 혈청 예찰 시스템 구축에 관한 원리와 방법론을 다른 동물질병 및 기타 연구 사업으로 연계할 경우 가축방역 정책의 개선 기대</li> <li>○ 적절한 백신 모니터링 결과는 고품질 백신의 생산과 개선된 백신의 개발을 자극</li> </ul>				
국문핵심어 (5개 이내)	구제역	모니터링	예찰	구조 단백질	표본 추출
영문핵심어 (5개 이내)	Foot-and-mouth disease	Monitoring	surveillance	SP(structural protein)	Sampling

※ 국문으로 작성(영문 핵심어 제외)

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요 .....	12
2. 연구수행 내용 및 결과 .....	21
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도 .....	249
4. 연구결과의 활용 계획 등 .....	276

<별첨> 주관연구기관의 자체평가의견서

〈 표 목 차 〉

표 1. 시도별, 축종별 백신 항체 양성률('19년 6월) .....	13
표 2. 축종별, 월별 백신 항체 양성률 변화추이('16년~'19년 6월) .....	13
표 3. 구제역 위험요인 검색 쿼리 식 .....	26
표 4. 문헌고찰 대상 논문 목록 .....	27
표 5. 2018년 상반기 돼지 백신 항체 양성률 .....	35
표 6. 2018년 상반기 축우 백신 항체 양성률 .....	35
표 7. 2018년 하반기 돼지 백신 항체 양성률 .....	36
표 8. 2018년 하반기 축우 백신 항체 양성률 .....	36
표 9. C지역 A농장의 구제역 항체검사 결과 .....	38
표 10. K도 채취 양돈 혈청 구제역 항체가 검사 결과 .....	38
표 11. 구제역 백신별 백신 항체가 종합결과 .....	39
표 12. 유한모집단에서 정밀도와 신뢰수준에 따른 표본 크기(95%신뢰수준, Se=Sp=100%) .....	41
표 13. 유한모집단에서 정밀도와 신뢰수준에 따른 표본 크기(95%신뢰수준, Se=Sp=90%) .....	41
표 14. 국내 구제역 항체 형성률(면역상태) 판정을 위한 표본 농가 수 크기 산정 .....	44
표 15. 항체 형성률 참값 가정치 및 추정치 오차 변화에 따른 표본 크기 .....	44
표 16. 조사수준 민감도 및 특이도 변화에 따른 표본 크기 .....	44
표 17. 국내 구제역 항체 형성률(면역상태) 판정을 위한 표본 개체수 크기 산정(소) .....	45
표 18. 국내 구제역 항체 형성률(면역상태) 판정을 위한 표본 개체수 크기 산정(번식돈) .....	45
표 19. 국내 구제역 항체 형성률(면역상태) 판정을 위한 표본 개체수 크기 산정(비육돈) .....	45
표 20. 2018년 4/4분기 기준 국내 소 사육농가 현황 .....	46
표 21. 2018년 4/4분기 기준 국내 돼지 사육농가 현황 .....	48
표 22. 국내 구제역 항체 형성률(면역상태) 판정을 위한 지역별 농가 수준 표본 크기(한우) .....	51
표 23. 국내 구제역 항체 형성률(면역상태) 판정을 위한 지역별 한육우20두미만 농가 수준 표본크기 · 51	
표 24. 국내 구제역 항체 형성률(면역상태) 판정을 위한 지역별 한육우20두이상 농가 수준 표본크기 51	
표 25. 국내 구제역 항체 형성률(면역상태) 판정을 위한 지역별 농가 수준 표본 크기(젖소) .....	52
표 26. 국내 구제역 항체 형성률(면역상태) 판정을 위한 지역별 젖소 20두 미만 농가 수준 표본크기 52	
표 27. 국내 구제역 항체 형성률(면역상태) 판정을 위한 지역별 젖소 20두 이상 농가 수준 표본크기 53	
표 28. 국내 구제역 항체 형성률(면역상태) 판정을 위한 지역별 농가 수준 표본 크기(돼지) .....	53
표 29. 국내 구제역 항체 형성률(면역상태) 판정을 위한 지역별 돼지1,000두 미만 농가수준 표본크기 54	
표 30. 국내 구제역 항체 형성률(면역상태) 판정을 위한 지역별 돼지1,000두 이상 농가수준 표본크기 54	
표 31. 국내 구제역 항체 형성률(면역상태) 판정을 위한 지역별 농가수준 표본 크기 추정치와 2018년 상반기 모니터링 결과 비교(한육우) .....	55
표 32. 국내 구제역 항체 형성률(면역상태) 판정을 위한 지역별 농가 수준 표본 크기 추정치와 2018년 상반기 모니터링 결과 비교(젖소) .....	55
표 33. 국내 구제역 항체 형성률(면역상태) 판정을 위한 지역별 농가 수준 표본 크기 추정치와 2018년 하반기 모니터링 결과 비교(한육우) .....	56
표 34. 국내 구제역 항체 형성률(면역상태) 판정을 위한 지역별 농가 수준 표본 크기 추정치와 2018년 하반기 모니터링 결과 비교(젖소) .....	56



## 〈 표 목 차 〉

표 35. 국내 구제역 항체 형성률(면역상태) 판정을 위한 지역별 농가 수준 표본 크기 추정치 와 2018년 상반기 모니터링 결과 비교(돼지) .....	57
표 36. 국내 구제역 항체 형성률(면역상태) 판정을 위한 지역별 농가 수준 표본 크기 추정치 와 2018년 하반기 모니터링 결과 비교(돼지) .....	57
표 37. 대만의 구제역 백신 정책 .....	90
표 38. 구제역 혈청 예찰의 종류와 내용 .....	93
표 39. 지역, 규모별 항체가 미달 경험 여부(양돈) .....	103
표 40. 구제역 항체가 미달 후 개선을 위한 조치 .....	103
표 41. 구제역 백신 접종시 관리(주사침 유형/양돈) .....	107
표 42. 지역, 규모별 항체가 미달 경험 여부(한우) .....	109
표 43. 백신 항체 양성률에 영향을 주는 요소(한우) .....	113
표 44. 백신 항체 양성률에 영향을 주는 요소(양돈) .....	114
표 45. 구제역 백신주의 변화 .....	150
표 46. 구제역 혈청 검사 계획(2012년~2020년) .....	152
표 47. 2017년, 2018년 돼지 구제역 혈청검사 계획 .....	156
표 48. 지역에 따른 2018년 월별 돼지 구제역 혈청검사 실적 .....	157
표 49. 지역에 따른 월별 비육돈 구제역 혈청검사 실적 .....	158
표 50. 지역에 따른 월별 번식돈 구제역 혈청검사 실적 .....	159
표 51. 2018년 돼지 구제역 항체 양성률 모니터링 검사 결과 .....	160
표 52. 2018년 비육돈 구제역 항체 양성률 모니터링 검사 결과 .....	161
표 53. 2018년 번식돈 구제역 항체 양성률 모니터링 검사 결과 .....	162
표 54. 지역에 따른 월별 돼지 구제역 혈청검사 결과 .....	163
표 55. 지역에 따른 월별 비육돈 구제역 혈청검사 결과 .....	164
표 56. 지역에 따른 월별 번식돈 구제역 혈청검사 결과 .....	165
표 57. 2018년 돼지 구제역 항체 양성률 일제검사 결과 .....	166
표 58. 2018년 비육돈 구제역 항체 양성률 일제검사 결과 .....	167
표 59. 2018년 번식돈 구제역 항체 양성률 일제검사 결과 .....	167
표 60. 2018년 돼지 구제역 일제검사, 혈청 예찰 t 검정 결과 .....	170
표 61. 2018년 비육돈 구제역 일제검사, 혈청 예찰 t 검정 결과 .....	171
표 62. 2018년 번식돈 구제역 일제검사, 혈청 예찰 t 검정 결과 .....	171
표 63. 2017년, 2018년 축우 구제역 혈청검사 계획 .....	172
표 64. 지역에 따른 2018년 월별 축우 구제역 혈청검사 실적 .....	173
표 65. 2018년 축우 구제역 항체 양성률 모니터링 검사 결과 .....	174
표 66. 지역에 따른 월별 축우 구제역 혈청검사 결과 .....	175
표 67. 지역별 백신 항체 형성률 80% 미만 여부 농가 및 농가 분포 .....	177
표 68. 국내 구제역 항체 형성률(면역상태) 판정을 위한 농가 내 개체 표본 크기 추정 .....	187
표 69. 국내 구제역 항체 형성률(면역상태) 판정을 위한 표본 농가수 크기 산정 .....	187
표 70. 알려진 위험요인을 반영하기 위한 활용 변수 .....	188

## 〈 표 목 차 〉

표 71. 1차원에서 자주 사용되는 커널 함수 .....	190
표 72. 2차원에서 자주 사용되는 커널 함수 .....	191
표 73. 밀도추정에 고려해야 할 변수와 설정값 .....	192
표 74. 네트워크 분석 기법 .....	193
표 75. 국내 구제역 발생 .....	199
표 76. 국내 야생동물에서 구제역 감염 항체 혈청 예찰 계획 .....	203
표 77. 구제역 바이러스에 감수성을 보이는 동물 .....	203
표 78. 북한과 인접하고 있는 행정구역 .....	205
표 79. 표본 크기 산출단계에서 입력하는 변수 .....	207
표 80. 표본 크기 산출단계 결과물 예시 .....	207
표 81. 위험 기반 지역 선정 단계 결과 예시 .....	209
표 82. 사육규모별 검사비율 예시 .....	210
표 83. 연령에 따른 개체 선정비율 예시 .....	210
표 84. 농장 및 개체 선정 단계 결과 예시 .....	210

## 〈 그림 목 차 〉

그림 1. 축종별, 월별 백신 항체 양성률 변화추이('16년~'19년 6월) .....	14
그림 2. 구제역 방역 실시요령 .....	16
그림 3. 체계적 문헌고찰 흐름도 .....	27
그림 4. 추출된 위험요인 비율 .....	29
그림 5. 농장 수준 위험요인별 검색 건수 .....	30
그림 6. 동물 수준 위험요인별 검색 건수 .....	32
그림 7. 지역 및 환경 수준 위험요인별 검색 건수 .....	33
그림 8. 2019년 상반기 돼지, 소 백신 항체 양성률 그래프 .....	37
그림 9. OIE, [구제역 백신 및 백신 후 모니터링 가이드라인] 번역 인쇄물 .....	59
그림 10. 전반적인 농장 상황에 따른 항체가 미달 현황 .....	104
그림 11. 구제역 백신 접종 시기 현황 .....	105
그림 12. 구제역 백신 접종 주기 현황 .....	105
그림 13. 구제역 백신 보관고 온도확인 및 접종 전 백신 상태 확인 여부 .....	106
그림 14. 구제역 백신 사용 전 조치 사항 .....	106
그림 15. 구제역 백신 접종 전담직원 여부 .....	107
그림 16. 구제역 백신 접종 주사침 교체주기 .....	108
그림 17. 구제역 백신 접종 대장 작성 여부 및 접종 대장 기록 내용 .....	108
그림 18. 송아지 1차, 2차 구제역 백신 접종 시기 .....	110
그림 19. 구제역 백신 보관 냉장고 온도확인 및 백신 이상 여부 확인 .....	110
그림 20. 구제역 백신 유효기간 확인, 기록 여부 .....	110
그림 21. 구제역 백신 보관 냉장고 온도확인 및 백신 이상 여부 확인 .....	111
그림 22. 구제역 백신 접종 전 가온 여부 .....	111
그림 23. 구제역 백신 접종 주사침 교체주기 .....	112
그림 24. 구제역 백신 접종내용 기록 및 이력관리시스템 입력 여부 .....	112
그림 25. 지역에 따른 월별 돼지 구제역 혈청검사 비율 .....	157
그림 26. 지역에 따른 월별 비육돈 구제역 혈청검사 비율 .....	158
그림 27. 지역에 따른 월별 번식돈 구제역 혈청검사 비율 .....	159
그림 28. 지역에 따른 월별 돼지 구제역 혈청 예찰 검사 결과 .....	160
그림 29. 지역에 따른 월별 비육돈 구제역 혈청 예찰 검사 결과 .....	161
그림 30. 지역에 따른 월별 번식돈 구제역 혈청 예찰 검사 결과 .....	162
그림 31. 지역에 따른 월별 돼지 구제역 항체 양성률 .....	163
그림 32. 지역에 따른 월별 비육돈 구제역 항체 양성률 .....	164
그림 33. 지역에 따른 월별 번식돈 구제역 항체 양성률 .....	165
그림 34. 지역에 따른 돼지 구제역 일제검사 양성률 결과 .....	166
그림 35. 지역에 따른 비육돈 구제역 일제검사 양성률 결과 .....	167
그림 36. 지역에 따른 번식돈 구제역 일제검사 양성률 결과 .....	168
그림 37. 지역에 따른 돼지 구제역 항체 양성률 결과 .....	169
그림 38. 지역에 따른 비육돈 구제역 항체 양성률 결과 .....	169

## 〈 그림 목 차 〉

그림 39. 지역에 따른 번식돈 구제역 항체 양성률 결과 .....	170
그림 40. 지역에 따른 월별 축우 구제역 혈청검사 비율 .....	173
그림 41. 지역에 따른 월별 축우 구제역 혈청 검사 비율 .....	174
그림 42. 지역에 따른 월별 축우 구제역 혈청검사 양성률 .....	175
그림 43. 돼지, 비육돈, 번식돈, 축우에서 월별 구제역 혈청 양성률 .....	180
그림 44. 축종별 일제검사, 혈청 예찰 결과 비교 .....	181
그림 45. 커널밀도함수를 이용한 밀도 측정 .....	189
그림 46. 할당된 커널 함수들과 값들의 합을 나타낸 밀도 함수 .....	189
그림 47. 1차원에서 자주 사용되는 커널 함수 .....	190
그림 48. 2017년 전국 가축에서 NSP 보고 건수 .....	200
그림 49. 2018년 전국 가축에서 NSP 보고 건수 .....	200
그림 50. 2017년 전국 가축에서 SP 음성 건수 .....	201
그림 51. 2018년 전국 가축에서 SP 음성 건수 .....	201
그림 52. 표본 크기 산출단계 flow chart .....	206
그림 53. 위험 기반 지역 선정 단계 flow chart .....	208
그림 54. 농장 및 개체 선정 단계 flow chart .....	209
그림 55. 역학계산 시스템 구현설명서 .....	228
그림 56. 역학계산 시스템 시험절차 결과 및 사용자 매뉴얼 .....	236
그림 57. 역학계산 시스템 테이블명세서 .....	248

# 제 1장 연구개발과제의 개요

## 1절. 연구개발의 목적

우리나라는 2010년 구제역 발생 이후 상시 백신 접종을 실시하고 있음. 백신 접종을 통해 백신 접종 청정국 지위를 회복하고 유지하기 위해 백신 접종의 효과를 모니터링 하여야 함. 적절하게 모니터링 하지 못하고 있는 것은 그 중요성을 인식하지 못하고 있기 때문임

우리나라의 구제역 상태 및 감수성 가축의 분포, 백신의 적합성 및 관리, 접종, 백신 접종 가축의 통계학적 예찰, 백신 접종프로그램의 평가 등이 가능하도록 구제역 백신 접종 가축의 과학적인 모니터링 평가 및 시스템 개발

## 2절. 연구개발의 필요성

### 1. 구제역 혈청예찰

구제역 혈청 예찰은 구제역 감염축 색출 및 백신 항체 양성을 조사 목적으로 소, 돼지, 염소 등에 대하여 통계 예찰, 목적 예찰, 백신 항체 양성을 조사 방식으로 수행됨

**통계예찰(통계학적 혈청예찰)**은 구제역 감염 개체를 색출하고 청정국 지위획득을 위한 통계학적으로 유효한 자료 확보를 위해 소 및 염소 농가를 무작위로 선정하여 검사하는데 비해, **목적예찰(비 무작위 예찰 자료)**은 고위험 농가 및 역학적 중요 농가(종돈장, 종축장 및 야생동물과 국내 돼지 농장) 대상으로 검사. 이와 함께 구제역 백신 접종에 따른 백신 항체 형성 여부를 지역별·축종별·농가별·개체별로 모니터링. 구제역 의무 예방접종 대상인 소, 돼지, 염소를 대상으로 검사하며 돼지의 경우, 번식돈과 비육돈을 구분하여 **백신 항체 양성을 조사**

2019년 NSP항체 285,201두, SP항체 293,629두 검사계획으로 2019년 6월 현재 578,830두에 대하여 검사. NSP항체 검사는 18,501농가, 207,587두를 검사하였고 전 두수 음성이었음. SP 항체 검사는 22,596농가 238,324두 검사하였고, 백신 항체 양성률은 소 97.8%(한육우 97.9% ,젓소 97.4%), 돼지 76.6%(번식돈 91.4%, 비육돈 73.9%), 염소 82.5%였음.

소의 경우, 전국 평균 97.9%로 전월(97.7%) 대비 0.2% 증가하였으며, 세종(94.8%), 경기(97.8%), 충북(96.5%), 충남(97.7%), 전북(96.5%)는 평균 대비 낮은 수준으로 조사되었고, 그 외의 지역은 평균 이상으로 높게 조사되었음.

돼지의 경우 전국 평균 74.4%로 전월(75.1%) 대비 0.7% 감소하였으며, 부산(62.5%), 광주(62.5%), 울산(72.2%), 세종(73.6%), 경기(64.5%), 경남(66.8%)는 평균 대비 낮은 수준으로 조사되었고, 그

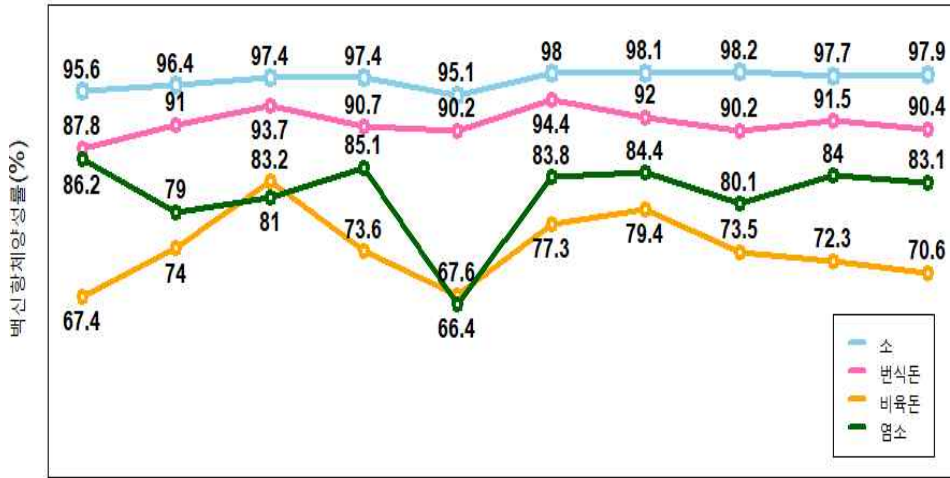
위의 지역은 평균 이상으로 높게 조사되었음

<표1. 시도별·축종별 백신항체양성률 ( '19.6.)>

지역	합계				소				돼지				염소			
	검사대상		양성판정		검사대상		양성판정		검사대상		양성판정		검사대상		양성판정	
	농가	두수	두수	양성률 (%)	농가	두수	두수	양성률 (%)	농가	두수	두수	양성률 (%)	농가	두수	두수	양성률 (%)
서울	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
부산	8	84	76	90.5	5	58	58	100.0	1	16	10	62.5	2	10	8	80.0
대구	27	187	178	95.2	22	110	109	99.1	4	72	65	90.3	1	5	4	80.0
인천	25	239	195	81.6	8	40	40	100.0	16	194	151	77.8	1	5	4	80.0
광주	5	57	36	63.2	1	1	1	100.0	4	56	35	62.5	-	-	-	-
대전	20	111	110	99.1	18	90	90	100.0	-	-	-	-	2	21	20	95.2
울산	33	178	170	95.5	27	135	135	100.0	1	18	13	72.2	5	25	22	88.0
세종	48	698	558	79.9	21	210	199	94.8	27	488	359	73.6	-	-	-	-
경기	853	8,495	6,117	72.0	454	1,885	1,843	97.8	383	6,517	4,202	64.5	15	86	65	75.6
강원	199	1,869	1,727	92.4	124	638	634	99.4	62	1,166	1,034	88.7	13	65	59	90.8
충북	272	2,656	2,143	80.7	103	519	501	96.5	148	2,010	1,529	76.1	21	127	113	89.0
충남	621	7,187	5,882	81.8	224	1,433	1,400	97.7	363	5,551	4,300	77.5	34	203	182	89.7
전북	489	5,129	4,347	84.8	229	854	824	96.5	240	4,153	3,410	82.1	19	102	93	91.2
전남	1,283	10,318	9,203	89.2	1,013	6,087	5,964	98.0	243	4,063	3,125	76.9	27	168	114	67.9
경북	386	3,618	2,963	81.9	202	763	749	98.2	160	2,735	2,124	77.7	24	120	90	75.0
경남	394	4,705	3,444	73.2	163	854	839	98.2	194	3,652	2,438	66.8	37	199	167	83.9
제주	46	834	648	77.7	14	70	70	100.0	28	722	562	77.8	3	15	15	100.0
합계	4,709	46,365	37,797	81.5	2,628	13,747	13,456	97.9	1,874	31,413	23,357	74.4	204	1,151	956	83.1

<표 2. 축종별·월별 백신항체 양성률 변화추이 ( '16년~ '19년 6월)>

구분		'16 평균	'17 평균	'18년			'19년					
				평균	상반기	하반기	1월	2월	3월	4월	5월	6월
소	총	95.6	96.4	97.4	97.4	97.4	95.1	98.0	98.1	98.2	97.7	97.9
	한육우	-	96.6	97.5	97.5	97.5	94.3	98.1	98.4	98.2	97.7	98.1
	젖소	-	94.8	96.8	96.7	96.8	98.1	97.4	97.0	98.6	97.7	97.2
돼지	총	69.7	76.7	80.7	84.9	76.6	69.6	79.5	81.7	75.8	75.1	74.4
	번식돈	87.8	91.0	92.1	93.7	90.7	90.2	94.4	92.0	90.2	91.5	90.4
	비육돈	67.4	74.0	78.4	83.2	73.6	67.6	77.3	79.4	73.5	72.3	70.6
염소		86.2	79.0	82.8	81.0	85.1	66.4	83.8	84.4	80.1	84.0	83.1



16년 평균 17년 평균 18년 상반기 18년 하반기 19년 1월 19년 2월 19년 3월 19년 4월 19년 5월 19년 6월  
 <그림1. 축종별·월별 백신항체 양성률 변화추이 ( '16년~ '19년 6월)>

## 2. 정부의 구제역 백신접종 계획

'가축전염병 예방법' 제3조①항에 따라 구제역 감수성동물인 우제류 동물에 대하여 구제역 예방접종을 실시하고 항체 형성률이 기준 이하인 농가는 법적으로 제재

※ 항체형성률 기준은 소는 검사 두수의 80%이상, 염소 및 번식용 돼지는 60% 이상, 육성용 돼지는 30%이상으로 명시 (2018년 고시개정으로 미만으로 변경)

구제역 예방접종·임상검사 및 확인서 휴대에 관한 고시[농림축산식품부고시 제2018-8호, 2018. 1. 25., 일부개정]

제4조(예방접종 명령이행 여부의 확인을 위한 항체보유상황 조사) ① 가축전염병 예방법 제 15조제1항, 제2항 및 같은법 시행규칙 제17조제3항에 따라 시·도 가축 방역기관장은 구제역 예방접종 명령이행 상황을 파악하기 위하여 관할 지역 내 가축사육시설의 가축 및 도축장 출하 가축에 대한 혈청 검사를 실시하고, 항체양성축의 비율이 소는 검사두수의 80% 미만, 염소 및 번식용 돼지는 60% 미만, 육성용 돼지는 30% 미만일 경우에는 해당 가축이 유래한 농장에 대한 확인검사를 실시한다. 다만, 가축사육시설의 가축 또는 도축장 출하 가축에 대한 혈청검사 시 농림축산검역본부의 확인검사 시료 채취기준에 따른 검사 두수 이상으로 검사를 실시 한 경우에는 확인검사를 생략 할 수 있다. [농림축산식품부고시 제2018-8호, 2018. 1. 25., 일부개정]

소는 검사두수의 80% 미만, 염소 및 번식용 돼지는 60% 미만, 육성용 돼지는 20% 이하일 경우[농림축산식품부고시 제2014-22호, 2014. 3. 17., 일부 개정]

소는 검사두수의 80% 미만, 돼지(번식용에 한함) 및 염소는 60% 미만일 경우 ③ 시·도 가

축 방역기관장은 도축장 출하 돼지에 대한 혈청 검사 결과 항체 양성축의 비율이 60% 미만 일 경우[농림축산식품부고시 제2013-5호, 2013. 4. 11., 일부 개정]

소 : 백신을 2개월에 1차 접종, 4주 후 2차 접종하고, 이후에는 4~7개월 간격으로 접종  
돼지 : 모돈은 분만 3~4주전에, 웅돈은 4~7개월 간격으로 접종, 자돈은 8, 12주령에 2회 접종  
(2018년 고시개정으로 아래와 같이 변경)

구제역 예방접종·임상검사 및 확인서 휴대에 관한 고시[농림축산식품부고시 제2018-8호, 2018. 1. 25., 일부개정]

제3조(예방접종 실시범위·방법·기준) ① 가축전염병 예방법 제15조 제1항, 제2항 및 같은 법 시행규칙 제17조 제3항에 따라 소, 돼지, 염소의 소유자 또는 관리자(이하 “소유자등”이라 한다)는 사육하는 소, 돼지, 염소에 대하여 구제역 예방접종을 실시하여야 하며, 예방접종 시기, 접종 횟수 등 예방접종 세부 방법은 동물용 의약품 취급규칙 제5조에 따라 해당 백신의 품목 허가된 접종 방법에 따르며, 제6조 제2호에서 정하고 있는 축종별 항체 양성률 이상 유지되도록 실시하여야 한다.

세계동물보건기구(OIE) “백신 접종 후 모니터링 가이드라인”에 따라 백신 접종 여부를 확인하기 위하여 혈청검사를 2011년부터 실시하고 있음

### 3. 정부의 구제역 유입방지 대책 및 예찰 활동

구제역방역실시요령[농림축산식품부고시 제2018-97호, 2018. 12. 19., 일부개정]에 따라 제5조 구제역 유입방지 대책을 추진하고 제6조에 따라 구제역 예찰계획을 수립 시행. 농림축산검역본부의 외국의 구제역 발생동향, 유입경로 및 검역 대상 물품별 위험분석 결과 등을 고려하여 국경검역대책을 수립하여 검역 대상 물품 등에 대해 검사를 실시. 농식품부 장관 등은 구제역 방역대책을 효과적으로 수행하기 위해 구제역 예찰계획을 수립하고 임상검사, 혈청검사 등을 시행.

구제역 방역실시요령 별표 5. 구제역 지역별 위험도는 요령 제25조(살처분 등 조치)에서 살처분의 범위 결정의 고려사항임. 위험도는 지형적 여건(산, 강, 고속도로 등), 역학적 특성, 축산업 형태(밀집도), 야생동물 서식실태, 계절적 요인(바이러스 생존 영향) 등이 포함됨

농림축산검역본부 구제역연구실은 OIE 84차 총회(2016년 5월24일)에서 구제역 표준실험실로 인정 받음. 구제역 연구실은 우제류 동물에서 구제역 예찰 및 정밀 진단, 구제역 SP/NSP 혈청학적 검사기법 개량 및 개발, 국내 구제역 혈청학적 예찰 평가 및 분석 등의 업무를 수행하고 있음



- 제5조(구제역의 유입방지를 위한 대책 추진) ① 검역본부장은 구제역 병원체의 국내유입을 방지하기 위하여 검역대상물품, 해외여행자, 수송수단 등에 대한 국경검역대책을 수립하고 이를 시행하여야 한다.
  - ② 검역본부장은 제1항의 규정에 의한 국경검역대책을 수립하는 때에는 외국의 구제역 발생동향, 구제역 병원체의 유입경로별 및 검역대상물품별 위험분석 결과 등을 고려하여야 한다.
  - ③ 제1항의 규정에 의한 국경검역대책에는 수입되는 검역대상물품 등에 대한 구제역 병원체의 정밀검사계획과 축산농가(가족 포함)·축산관련 종사자 출국신고 및 입국 시 신고·소독, 해외여행객 신발소독 및 휴대축산물 검색, 외국인 근로자에 대한 교육·홍보방안 등이 포함되어야 한다.
- 제6조(구제역 예방) ① 농림축산식품부장관 또는 지방자치단체의 장은 제4조의 규정에 의한 구제역방역대책을 효율적으로 수행하기 위하여 구제역에 관한 예방계획을 수립·시행하여야 한다.
  - ② 농림축산식품부장관은 매년 말까지 감수성 동물(도축장에서 계류중인 우제류 가축을 포함한다)에 대한 다음 년도의 구제역 검사계획을 수립하고 이를 검역본부장 및 시·도지사에게 시달하여야 한다.
  - ③ 검역본부장, 시·도가축방역기관의 장(이하 "시·도가축방역기관장"이라 한다) 및 별 제9조의 규정에 의한 가축위생방역지원본부장은 제2항의 규정에 의한 구제역 검사계획에 따라 우제류 가축에 대한 임상검사·검사 시료채취 또는 혈청검사 등을 실시하여야 한다.

〈 그림2. 구제역 방역 실시요령 〉

**4. 축산농가의 도덕적 해이에 따른 구제역 백신 미접종**

조선일보는 사설 '도덕적 해이' 그대론데 구제역 백신 무슨 소용인가(2017.02.07., 출처 : [http://news.chosun.com/site/data/html\\_dir/2017/02/06/2017020602929.html](http://news.chosun.com/site/data/html_dir/2017/02/06/2017020602929.html))을 통해 2016년 기준 백신 항체 형성율이 소 97.6%, 돼지 75.7%임에도 불구하고 구제역이 매년 발생하고 있는 상황을 지적하며 “젓소나 비육우는 백신을 접종하면 일정 기간 사료를 덜 먹는다. 그만큼 우유나 고기 생산이 줄어들기 때문에 축산농가들이 백신 접종을 미룬다” 며 축산농가의 도덕적 해이를 지적

양돈타임즈는 구제역 백신 접종 느슨해졌나? (2019.06.05., 출처 <http://www.pigtimes.co.kr/news/articleView.html?idxno=41434>) 기사를 통해 상반기 구제역 항체형성율이 70% 수준으로 구제역 백신 공급량이 월 350만두에서 250만두로 떨어지는 것으로 집계되고 있다고 지적

구제역 백신 항체 형성율에 대한 모니터링을 통한 축군의 면역 능력(Herd Immunity)을 제고하여야 구제역 유입위험이 상존하는 우리 현실에서 구제역 발생 및 확산을 예방할 수 있음

**5. 구제역 백신 접종의 목적과 성공 요인**

OIE에서 발간한 ‘FMD Vaccination and Post Vaccination Monitoring Guideline’ 에 따르면 구제역 백신 접종의 목적은 각 국가별 구제역 상태에 따라 목적이 달라짐

- 임상적 발생을 감소(PCP-FMD의 2단계)
- 구제역 바이러스의 순환 제거(PCP-FMD의 3단계)

- 구제역 청정 유지(PCP-FMD의 4,5 단계)
- 구제역 청정 회복(PCP-FMD의 5 단계)

구제역 백신을 통한 구제역 통제 프로그램의 성공 여부는 다음과 같은 요인의 영향을 받음

- 통제할 바이러스의 다양성
- 백신의 성능 특성과 불안정성
- 감수성 동물종 및 축산 시스템의 범위
- 예방접종의 목적
- 백신에 의한 면역의 단기적 특성
- 예방접종 프로그램의 설계 및 적용.

## 6. 구제역 백신 접종 후 모니터링의 필요성

구제역 백신 접종과 접종프로그램을 최적화하고 구제역 백신 접종 청정국 지위를 회복하기 위해 제한된 자원을 사용하면서 극대화된 효과를 얻기 위해서는 예방접종 후 모니터링이 필요함. 예방접종 후 백신 항체 측정은 백신 접종 비용의 지출을 정당화하고 접종프로그램의 부족한 점을 찾아 개선 가능. 비효과적인 예방접종 프로그램은 낭비적 요소가 될 수 있으면 축산농가의 순응을 확보할 수 없음

백신 접종프로그램과 축군 면역상태 모니터링은 백신 접종을 통한 구제역 통제 국가의 예찰 프로그램의 중요한 요소임. 청정화 지위 회복하기 위한 OIE의 요구사항임. 또한 고품질 백신의 생산과 개선된 백신의 개발을 자극할 수 있음

## 7. OIE 동물 건강 예찰 활동 기준(세계동물보건기구 육상동물건강규약)

예찰은 일반적으로 질병 청정 증명을 목표로 하지만 외래성 질병을 조기 색출을 목표로 함. 예찰 활동은 질병 청정 사실을 확증하고 위험분석 데이터를 제공하는 필수 요소이며, 방역조치에 대한 합리적 근거를 제공. 예찰 자료는 질병 상황 보고서의 질적인 밑받침이 되며 국제 무역 등의 의사결정을 위한 위험분석에 필요한 자료임

예찰은 데이터를 수집하는 방법에 따라 능동예찰과 수동 예찰로 나눌 수 있고 조사 대상 단위의 선택 방법에 따라 구조적 조사와 비 무작위 조사로 나눌 수 있음. 구조화된 모집단의 조사는 도축장에서의 체계적인 표집 또는 무작위 조사

○ 예찰 자료는 다음과 같은 관련 정보에 의해 뒷받침되어야 함

- 환경, 숙주 집단의 분포 및 기후정보를 포함하는 감염의 역학 데이터
- 동물의 이동과 동물 및 동물제품의 교역 양상에 관한 데이터
- 국가의 동물위생규정 및 이에 대한 적합성과 효율성
- 잠재적으로 감염 가능성이 있는 물품의 수입 전력
- 생물안전 조치의 시행

○ 예찰 시스템의 질을 평가할 때 고려되어야 할 핵심 요소

- 모집단(Populations)
- 역학적 단위(역학적 단위)
- 군집화(Clustering)
- 사례 및 발병 사례의 정의(Case and outbreak definitions)
- 분석 방법(Analytical methodologies)
- 검사(Testing)
- 품질 인증(Quality assurance)
- 검증(Validation)
- 데이터 수집 및 관리(Data collection and management) : 신뢰성있는 데이터 수집 및 관리는 예찰 시스템 성공의 관건

○ 조사는 조사유형(Type of surveys), 조사 계획안(Survey design), 표집(Sampling), 표집 방법(Sampling methods), 표본의 크기(Sample size) 등을 고려해야 함

○ 표본 조사는 비확률적 표집법과 확률 표집법으로 나눌 수 있고 **확률 표집법**은

- 간이 무작위 추출법(simple random selection)
- 군집 표집법(cluster sampling)
- 계층화 표집법(stratified sampling)
- 체계적 표지법(systematic sampling)

질병 부재를 문서화하기 위해 실시하는 주기적 또는 반복적인 조사는 조사 대상 집단에서 얻은 데이터를 통계적으로 유의한 방법으로 목표 집단에 외삽 적용할 수 있도록 **확률 표집법**을 이용하여 실시해야 함. 자료원을 완전히 기술해야 하고 검사를 위한 단위 선정에 사용된 표집 방법을 상세히 기술하는 것이 여기에 포함. 그리고 이런 조사계획에 본질적으로 내재할 수 있는 어떠한 편향성(bias)도 고려해야 함

## 8. 통계학적 혈청예찰 방법 : 2단계 표본추출법(박O일(2013))

- 박선일 등(2012)에 따르면, 모집단이 매우 크고 광범위 지역에 사육되는 모든 개체에 대한 표본 추출구조를 작성하는 현실적으로 불가능하고 비용이 증가하므로 표본추출 전략에 유연성을 유지하면서 비용을 최소화하는 방법으로 **다단계 집락 표본추출법**을 사용
- 다단계 집락 표본추출법의 장점은 모집단의 구성에 대한 표본 추출구조를 필요로 하지 않음. 1차 단위에 대한 표본추출 구조는 반드시 필요하지만 2차 단위에서는 선발된 1차 단위 내의 구성원에 대한 표본추출 구조만 있으면 되므로 비용과 시간이 절약됨
- 매우 큰 모집단에서 단순 무작위 추출로 표본을 선발하는 것은 비용이 증가하는 단점이 있으므로 층화 다단계 표본추출(Stratified and multistage sampling design)은 비용 효과적으로 평가하는 방법. 방어 수준의 공간적 특성을 평가할 때 지역별, 도별 혹은 구역별 등으로 층화하는 것이 중요. 단순 무작위 추출법에 비해 다단계 추출법은 통계적 효율성이 감소하는 단점이 있지만 조사비용을 현저히 줄이는 장점이 큼
- 통계학적으로 유효한 예찰자료 확보를 위해 2단계 표본추출법에 따라 먼저 축군(농장)을 선정하고 선정된 농장에서 개체를 무작위로 선정. 1단계 표본 추출단위가 되는 농가는 병원체 감염 위험도가 동등한 축군을 의미하여 통상 농가인데 비해 2단계 표본 추출단위는 선정된 농가 내의 개체임

#### □ 1차 단위, 농장 선발

- 조사 대상 지역 내 모든 농장에 대한 정확하고 최신의 리스트와 축종별 사육두수 현황에 대한 자료를 이용할 수 있는 경우 사육두수에 비례하는 확률추출법(Probability proportional to size, PPS)을 이용하여 농장을 선발
- 농장 리스트는 있지만 농장 내 사육두수에 대한 자료를 이용하지 못하는 경우 단순무작위추출법(Simple Random Sampling, SRS)을 이용하여 농장을 선발. 선발될 확률이 모든 농장이 동일하게 유지되어야 함

#### □ 2차 단위, 동물 선발

- 농장이 선발되면 선발된 농장에서 개별 동물을 선발. 1차 단위 농장을 PSS로 선발한 경우 고정 두수(fixed number)로 개체를 선발하는 데 비해 1차 단위 농장을 SRS로 추출한 경우 고정 비율(fixed proportion)로 개체를 단순 무작위로 추출

### 3절. 연구개발 범위

#### 1. 축종별 특성을 감안한 구제역백신 모니터링 시스템 개발

- 가. 소(한우, 육우, 젖소), 돼지 전체 농장을 빠짐없이 모니터링 할 수 있는 시스템 개발
- 나. 축종별 위험요인 분석을 통한 과학적인 검사시스템 구축(위험지역과 축종에 가중치 부여 및 통계학적 혈청 예찰계획 마련)
- 다. 통계학적 분석 등 과학적인 방법으로 농장 선정 및 농장 내 개체 선정을 위한 모니터링 시스템 개발
  - \* 농가 내에서 개체 추출 시 객관적인 무작위 선발이 가능한 선정기준·평가 마련
- 라. 해외 구제역 백신 예찰 시스템 조사(한국과 비교)

#### 2. 현행 정부의 구제역 백신 모니터링 시스템 평가 및 개선

- 가. 이전(2017, 2018년) 구제역 혈청 예찰(모니터링) 분석 및 평가를 통한 개선
  - \* 통계학적 표본 설계 및 유효성 평가
- 나. 구제역 백신 접종 주체별(수의사 접종/농가 자율접종) 항체가 비교 분석
- 다. 일제 접종(소 : 4. 10월) 및 취약농가 보강 접종(돼지: 9~10월)에 대한 영향평가
- 라. 모니터링 결과에 따른 축종별 관리방안 구축
- 마. 기존 예찰 분석 결과를 토대로 구제역백신 모니터링에 활용

#### 3. 혈청 예찰 교육시스템 개발

- 가. 축종별 국가 백신 모니터링 매뉴얼 작성
- 나. 지자체 가축 방역기관 및 농가 교육 콘텐츠 개발

## 제 2장 연구수행 내용 및 결과

### 1절. 연구개발 추진전략·방법 및 추진체계

#### 1. 연구개발 추진전략·방법

가. **참여기관** : 개발 목표 달성을 위하여 수의역학 분야에서의 풍부한 연구 경험을 보유한 서울대학교 산학협력단과 강원대학교 박O일 교수 연구팀, 구제역 백신 혈청검사 및 보강 백신 접종 활동 경험을 보유한 (재)양수미래 농축산 IT 시스템 개발업체인 ㈜인포벨리코리아가 상호 협력하여 현행 구제역 혈청예찰 시스템 분석 결과를 토대로 개선된 구제역 혈청 예찰 시스템 개선안과 구제역 혈청예찰 교육프로그램 개발

나. **자문단 구성** : 개발 목표 달성을 위하여 산업계와 학계 자문단을 구성

대한한돈협회, 전국한우협회, 낙농진흥회 등 구제역 혈청예찰 대상 축종인 한우, 젖소, 돼지 산업계의 이해를 수렴하고 축종별 수의사회(한국양돈수의사회, 한국소임상수의사회)와 관련 학회, 혈청 예찰을 수행하고 있는 가축위생방역지원본부의 담당자, 혈청예찰 정책을 수립하고 집행하고 있는 농식품부 구제역 방역과와 농림축산검역본부 구제역 진단과의 담당자를 자문위원으로 위촉하여 자문위원단을 구성하고 해당 기관의 연구 과정과 성과를 공유하고 연구 방향 및 결과물에 대하여 수시로 자문을 받을 예정임

구분	이름	소속	직위	전문 분야
정부	담당자	구제역방역과		혈청예찰 정책
정부	담당자	구제역진단과		혈청예찰 정책
산업계	최O현	대한한돈협회	상무	산업계 요구사항 제출
산업계	김O원	전국한우협회	부장	산업계 요구사항 제출
산업계	담당자	낙농진흥회		산업계 요구사항 제출
수의	권O균	한국소임상수의사회	이사	구제역 방역정책
공공기관	이O호	가축위생방역지원본부	국장	혈청예찰 정책

농기평 과제 ‘효과적인 구제역 백신주 관리를 위한 평가 시스템 개발 연구’ 병행 추진을 통해 구제역 백신주 적합성 평가 결과 분석 등 과제간 연구결과를 공유하고 과제 간 협력 방안 도출

다. **협업방법** : 과제의 성공을 위한 참여기관 간의 협업적, 조직적 관리를 위해 정기적으로 오프라인 미팅과 워크숍을 가지면서 협업을 할 예정, 온라인 컨퍼런스 시스템을 활용하여 필요에 따라 유연하게 과제와 관련된 미팅을 갖고, 각 기관별 과제 진행사항을 투명하게 공개할 예정임

라. 서비스 도출 방안 : 기술에 맞는 다양한 응용서비스를 고안하여 응용별 다양한 요구와 스테이크홀더(사용자, 개발자, 참여기관)를 고려하며 서비스에 대한 시장성 및 운영 가능성(Operational Feasibility)을 협의 및 검토하겠음

마. 과제결과 검증 방안 : 제시된 정량적 평가 항목에 대한 검증을 위하여 자체평가 워크숍을 개최, 진행 상황 보고와 정량적 기준에 대한 평가를 수행하고 관련 전문가를 초청하여 검증과정을 거치도록 하겠음.

- 구제역 방역과(본 사업의 PM(project manager))의 과제 선정 후 연구 방향 조정, 진도, 성과관리 등의 업무에 협조하여 성과물의 완성도와 활용도 극대화

## 2. 연구개발 추진체계

연구개발과제		총 참여 연구원
과제명	구제역 백신 모니터링 평가 및 시스템 개발 연구	주관연구책임자 (박혁)외 총 9명

기관별 참여 현황		
구 분	연구기관수	참여연구원수
중소기업	1	2
대 학	1	3
비영리재단	1	5

서울대학교 산학협력단(주관)
구제역 백신 모니터링 시스템 개발
연구책임자명 (박혁)외 2명
담당기술개발내용
- 과거 구제역 혈청예찰 결과 수집, 분석 및 평가 - 해외 구제역 예찰 시스 템 조사 - 축종별 구제역 발생 위 험요인 분석

(재)양수미래(협동)
혈청예찰 교육 시스템 개발
연구책임자명 (김O희)외 4명
담당기술개발내용
- 교육 콘텐츠 개발 - 혈청예찰 평가를 위한 농장정보 수집 - 축종별 백신접종 관리방안 구축

(주)인포벨리코리아(위탁)
역학 계산 프로그램 개발
연구책임자명 ( 김O관)외 1명
담당기술개발내용
- 역학계산 프로그램 요구사항 정의 - 역학계산 프로그램 개발

### 3. 추진 일정

1차년도(2019년)																
일련번호	연구내용	월별 추진 일정												연구개발비 (단위: 천원)	책임자 (소속 기관)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1	과거 구제역 백신 예찰 모니터링 수집, 분석														10,000	박혁 (서울대학교)
2	축종별 구제역 발생 위험요인 분석														20,000	박혁 (서울대학교)
3	통계학적 표본 설계 및 유효성 평가														30,000	박혁 (서울대학교)
4	구제역 백신 예찰 결과 분석을 위한 농장 정보 수집														30,000	김O휘 (재)양수미래)
5	해외 구제역 백신 예찰 시스템 조사														10,000	김O휘 (재)양수미래)
6	역학 계산 프로그램 요구사항 정의서 작성														16,680	김O관 (인포벨리코리아 )
7	보고서 작성														13,320	박혁 (서울대학교)
2년도(2020년)																
1	통계학적 혈청예찰 계획 개선안 도출														10,000	박혁 (서울대학교)
2	축종별 국가 구제 역 백신 모니터링 매뉴얼 작성														20,000	박혁 (서울대학교)
3	통계학적 농장 및 개체 선정 프로그램 개발														20,000	박혁 (서울대학교)
4	역학 계산 프로그램 로직 개발														10,000	박혁 (서울대학교)
5	축종별 국가 백신접종 관리방안 개발 시나리오 작성														20,000	김O휘 (재)양수미래)
6	혈청예찰 교육 시나리오 개발														10,000	김O휘 (재)양수미래)
7	혈청예찰 교육 컨텐츠 개발														30,000	김O휘 (재)양수미래)
8	역학계산 프로그램 개발														23,830	김O관 (인포벨리코리아 )
9	보고서 작성														16,170	박혁 (서울대학교)



## 2절. 연구수행 방법

### [1차년도]

#### 1. 구제역 발생 위험요인 분석 및 국외 혈청예찰 시스템 사례 조사

##### 가. 사용기술

- (1) 체계적 문헌고찰을 통한 구제역 발생 위험요인 관련 선행 연구사례 및 문헌검토
- (2) 전문가 토론

##### 나. 사용도구

- (1) 웹 기반의 전자학술데이터베이스에 대한 체계적 문헌고찰
- (2) 전문가, 관계자 인터뷰

##### 다. 구체적인 내용

- (1) 체계적 고찰을 통한 해외 구제역 유입 위험요인 관련 선행 연구결과 통합
- (2) OIE/FAO, 백신 접종 모니터링 가이드라인 번역
- (3) 대만 등 해외 사례 수집

#### 2. 과거 18, 19년 상반기 구제역 혈청예찰 계획 및 결과 수집 및 분류

##### 가. 사용기술

- (1) 농림축산검역본부 구제역 진단과의 구제역 혈청 예찰 계획 및 결과 수집 및 분류

##### 나. 사용도구

- (1) 프로그래밍 언어 : 엑셀
- (2) 데이터베이스 : 엑셀

##### 다. 구체적인 내용

- (1) 구제역 혈청예찰 계획의 근거(농장정보 및 NSP, SP 결과 등) 수집
- (2) 검토 대상 구제역 혈청예찰 계획 및 결과 수집

#### 3. 통계학적 표본 설계 및 유효성 평가

##### 가. 사용기술

- (1) 전국 규모의 축종별 사육통계 활용
- (2) 적정 표본 크기 산출을 위한 다단계집락추출법 적용

##### 나. 사용도구

- (1) 데이터 분석 : R software, MS-EXCEL
- (2) 표본 크기 산출: R software

##### 다. 구체적인 내용

- (1) 백신 접종에 따른 개체 혹은 돈군의 구제역 항체 형성율(면역상태) 판정을 위한 혈청 검사 두수 결정
- (2) 과거 혈청검사 지역별 샘플링에 대한 유효성 검토

### [2차년도]

#### 1. 과거 18, 19년 상반기 구제역 혈청예찰 결과 분석 및 개선안 제출

### 가. 사용기술

- (1) 전문가 토론
- (2) 환례 대조군 연구 : 구제역 항체 미형성 농가(과태료 납부)와 형성 농가(돼지, 축우)

### 나. 사용도구

- (1) 데이터 수집 : 설문지 조사
- (2) 데이터 분석 : MS-EXCEL, 로짓 회귀 분석

### 다. 구체적인 내용

- (1) 백신 접종 주체에 따른 구제역 백신 항체 형성을 결과 평가
- (2) 백신 접종 프로그램에 따른 구제역 백신 항체 형성을 결과 평가
- (3) 구제역 백신 항체 미형성 요인 도출
- (4) 축종별 백신 접종 모니터링 개선안 제출

## 2. 위험기반 통계학적 농장 및 개체 선정 자동화 프로그램

### 가. 사용기술

- (1) 전문가 토론
- (2) 네트워크 분석 방법론 : 농장 간의 축산차량에 의한 네트워크
- (3) 공간 포인트 프로세스 분석: 농장을 포인트로 간주하는 커널 밀도 추정

### 나. 사용도구

- (1) 전문가 토론

### 다. 구체적인 내용

- (1) 모집단의 대표성을 가지도록 다단계 집락추출
- (2) 농장 수준, 개체수준, 환경 수준의 위험요인을 바탕으로 가중치 반영
- (3) 농장 및 개체 무작위 선정을 통한 랜덤화
- (4) 위험요인 변화 반영 및 사용자 친화적인 자동화 프로그램 설계서

## 3. 혈청 예찰 교육 시스템 개발

### 가. 사용기술

- (1) 전문가 토론

### 나. 사용도구

- (1) 전문가 토론

### 다. 구체적인 내용

- (1) 방역공무원용 교육 콘텐츠
  - [OIE, 구제역 백신접종 및 백신 접종 후 모니터링 가이드라인] 번역, 인쇄물
  - 역학 계산 시스템 개발 : 역학조사 관련 표본 규모 계산 등 웹기반 프로그램
  - 혈청 예찰의 이해 파워포인트 자료
- (3) 농가용 교육 콘텐츠
  - 구제역 백신 접종과 관리 동영상
  - 구제역 백신 접종과 관리 파워포인트 2종(돼지, 한육우) 자료
  - 구제역 백신 접종 체크리스트 포스터 자료

### 3절. 연차별 연구수행 결과

#### 1. 1년차 연구 수행 결과

[주관연구기관] 서울대학교 산학협력단

#### 가. 축종별 구제역 발생 위험요인 분석을 통한 과학적인 검사시스템 구축

- 위험지역과 축종에 가중치 부여 및 통계학적 혈청예찰 계획 수립에 참조

#### □ 체계적 문헌고찰 (Systematic review)을 통한 구제역 위험 요인 분석

##### (1) 문헌검색 전략

(가) 체계적 문헌고찰은 코크란 연합의 체계적 문헌고찰에 대한 핸드북에서 제시한 방법에 따라서 수행하였다.

(나) 문헌검색 데이터베이스

- Pubmed, Embase, Scopus, Web of Science 등 총 네 개의 인터넷 기반 전자 데이터베이스를 활용하여 연구를 수행하였다. 문헌 검색 시점은 2020년 1월 20일로부터 10년 이전까지 게재된 논문을 이용하였다.

(다) 검색식

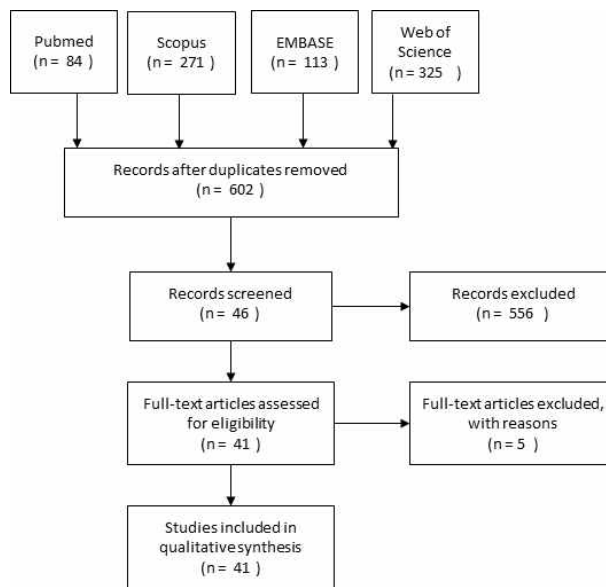
- 검색식은 각 데이터베이스의 명령어 문법에 맞게 “구제역의 위험요인”을 검색하기 위한 쿼리를 작성하여 검색에 활용하였다. 쿼리는 표1에 제시하였다. 질병명이 유사한 수족구병(Hand-Foot-and-Mouth Disease)을 쿼리에 포함시켜 배제하였다.
- MeSH, Emtree 이야기

데이터베이스	쿼리	숫자	날짜
Pubmed	(Foot-and-Mouth Disease[MeSH] AND (fmd[tiab] OR Foot-and-Mouth Disease[tiab])) AND (risk factors[MeSH] OR risk assessment[MeSH])	84	2020. 1. 20.
Embase	('foot and mouth disease'/de AND 'foot and mouth disease':ta,ab,kw,ti) AND ('risk factor*':ab,kw,ti OR 'risk assess*':ab,kw,ti)	113	2020. 1. 20.
Scopus	TITLE-ABS-KEY ( "Foot-and-mouth disease" ) AND (( TITLE-ABS-KEY ( risk AND factor ) OR TITLE-ABS-KEY ( risk AND factors ) ) OR TITLE-ABS-KEY ( "risk assess*" ) )	271	2020. 1. 20.
Web of Science	TS (foot-and-mouth disease) AND TI: (foot-and-mouth disease) AND (TS = (risk AND factor*) OR TI = (risk AND factor*) OR TS = (risk and ass*) OR TI= (risk and ass*)) NOT TS( Hand-foot-and-mouth disease) AND TI: (Hand-foot-and-mouth disease)	325	2020. 1. 20.

<표 3. 구제역 위험요인 검색 쿼리 식>

(라) 문헌 선정 및 배제

- 축종에 관계 없이 구제역에 관한 위험 요인에 대한 연구라면 모두 포함했다. 영어 및 한국어로 작성된 논문을 선정했으며 위험요인을 정량적인 방법으로 선정할 수 있는 단면연구 또는 사례-대조군 연구 등 역학 연구를 포함 시켰으며 또한 질병 확산에 있어서 주요한 요인을 판단할 수 있는 수리모형 연구 또한 포함 시켰다. 위험요인의 효과 크기를 판단할 수 있는 양적 연구만 포함 시켰으며 질적 연구의 경우는 제외시켰다. 또한 국내외 학술지에 출판되지 않은 보고서 및 프로시딩 등은 제외시켰다.
- 국내외 데이터베이스에서 총 793개의 연구를 검색했으며 중복을 제외한 602개 중 선정기준을 바탕으로 최종적으로 41개의 논문을 선정했다.



< 그림 3. 체계적 문헌고찰 흐름도 >

번호	저자명	년도	제목	학술지
1	A. S. Allepuz, et al	2015	Risk factors for foot-and-mouth disease in Tanzania, 2001-2006	Transboundary and Emerging Diseases
2	C. T. Ayebazibwe, et al	2010	Patterns, risk factors and characteristics of reported and perceived foot-and-mouth disease (FMD) in Uganda	Tropical Animal Health and Production
3	B. A. Bayissa, et al	2011	Study on seroprevalence, risk factors, and economic impact of foot-and-mouth disease in Borena pastoral and agro-pastoral system, southern Ethiopia	Tropical Animal Health and Production
4	P. R. S. Bessell, et al	2010	Statistical modeling of holding level susceptibility to infection during the 2001 foot and mouth disease epidemic in Great Britain	International Journal of Infectious Diseases
5	B. T. Beyene, et al	2015	Foot and mouth disease in selected districts of western Ethiopia seroprevalence and associated risk factors	Revue scientifique et technique
6	B. K. P. Chhetri, A., et al	2010	Factors associated with spatial clustering of foot-and-mouth disease in Nepal	Trop Anim Health Prod
7	D. V. S. e. S. Dos Santos, et al	2017	Identification of foot and mouth disease risk areas using a multi-criteria analysis approach	PLoS One

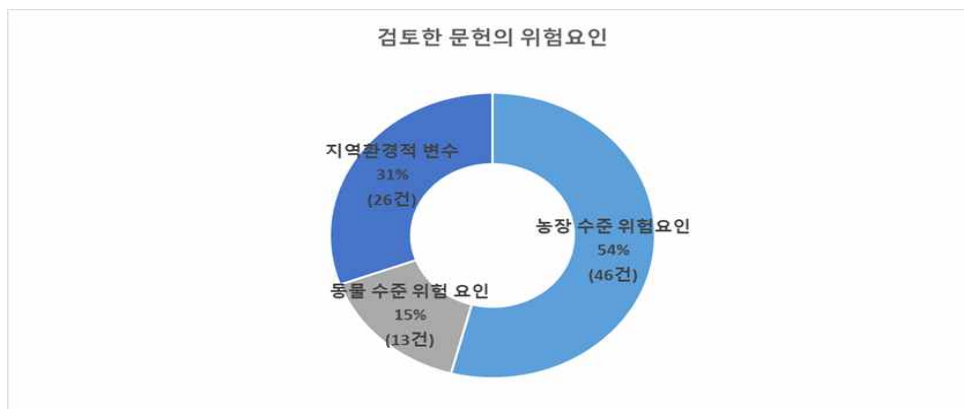
번호	저자명	년도	제목	학술지
8	F. B. Duchatel, et al	2019	Phylogeographic Analysis and Identification of Factors Impacting the Diffusion of Foot-and-Mouth Disease Virus in Africa	Frontiers in Ecology and Evolution
9	K. R. Dukpa., et al	2011	The seroprevalence of foot-and-mouth disease in the sedentary livestock herds in four districts of Bhutan	Prev Vet Med
10	M. R. Elgioushy, et al	2018	Animal-level risk factors associated with foot-and-mouth disease in cattle and buffalo in Egypt	Comparative Clinical Pathology
11	J. S. Ellis-Iversen., et al	2011	Risk factors for transmission of foot-and-mouth disease during an outbreak in southern England in 2007	The Veterinary record
12	E. v. M. Elnekave., et al	2016	Prevalence and risk factors for foot and mouth disease infection in cattle in Israel	Preventive Veterinary Medicine
13	E. v. M. Elnekave., et al	2016	Prevalence and risk factors for foot and mouth disease infection in small ruminants in Israel	Preventive Veterinary Medicine
14	E. Z. Elnekave., et al	2015	Risk factors for foot and mouth disease outbreaks in grazing beef cattle herds	Preventive Veterinary Medicine
15	J. R. Emami., et al	2015	Risk factors for infection with Foot-and-Mouth Disease virus in a cattle population vaccinated with a non-purified vaccine in Iran	Preventive Veterinary Medicine
16	U. U. Farooq., et al	2016	Seroprevalence of foot-and-mouth disease in large ruminants in periurban dairy farms near Islamabad, Pakistan	Asian Biomedicine
17	F. O. C. Fasina., et al	2013	Foot-and-mouth disease virus strains and examination of exposure factors associated with seropositivity of cattle herds in Nigeria during 2007-2009	Prev Vet Med
18	L. P. Guerrini, et al	2019	Spatial and seasonal patterns of FMD primary outbreaks in cattle in Zimbabwe between 1931 and 2016	Vet Res
19	U. C. S. Gunasekera., et al	2017	Analyzing the Foot and Mouth Disease outbreak as from 2008 to 2014 in cattle and buffaloes in Sri Lanka	Preventive Veterinary Medicine
20	A. D. S. Hagerman., et al	2018	Temporal and geographic distribution of weather conditions favorable to airborne spread of foot-and-mouth disease in the coterminous United States	Preventive Veterinary Medicine
21	R. S. Hamoonga., et al	2014	Risk factors for foot-and-mouth disease in Zambia, 1981-2012	Preventive Veterinary Medicine
22	Y. M. Hayama., et al	2012	Risk factors for local spread of foot-and-mouth disease, 2010 epidemic in Japan	Research in Veterinary Science
23	M. S. Hernandez-Jover, et al	2016	A Comparative Assessment of the Risks of Introduction and Spread of Foot-and-Mouth Disease among Different Pig Sectors in Australia	Frontiers in Veterinary Science
24	M. H. B. Hussain., et al	2019	Seroepidemiology of foot and mouth disease (FMD) virus non-structural protein (NSP) antibodies in the livestock of Oman	Acta Tropica
25	K. B. Ilbeigi., et al	2018	Risk factors for recurrence of FMD outbreaks in Iran a case-control study in a highly endemic area	BMC Vet Res
26	W. T. M. Jemberu., et al	2016	Epidemiology of Foot and Mouth Disease in Ethiopia a Retrospective Analysis of District Level Outbreaks, 2007-2012	Transboundary and Emerging Diseases
27	F. E. Jori., et al	2016	Transmission of foot and mouth disease at the wildlife/livestock interface of the Kruger National Park, South Africa Can the risk be mitigated?	Preventive Veterinary Medicine
28	A. P. Marcos., et al	2019	Quantitative risk assessment of foot-and-mouth disease (FMD) virus introduction into the FMD-free zone without vaccination of Argentina through legal and illegal trade of bone-in beef and unvaccinated susceptible species	Frontiers in Veterinary Science
29	M. J. Mesfinie, W. T.Belayneh.,	2019	Sero-epidemiology of foot and mouth disease in domestic ruminants in Amhara region,	Frontiers in Veterinary Science

번호	저자명	년도	제목	학술지
	et al		Ethiopia	
30	C. A. J. Y. Miller, J. R.Nampanya., et al	2018	Risk factors for emergence of exotic foot-and-mouth disease O/ME-SA/Ind-2001d on smallholder farms in the Greater Mekong Subregion	Preventive Veterinary Medicine
31	S. D. Mohr., et al	2018	Manipulation of contact network structure and the impact on foot-and-mouth disease transmission	Preventive Veterinary Medicine
32	B. A. Molla., et al	2010	Epidemiological study on foot-and-mouth disease in cattle Seroprevalence and risk factor assessment in south omo zone, south-western Ethiopia	Transboundary and Emerging Diseases
33	A. M. Munsey., et al	2019	Spatial distribution and risk factors for foot and mouth disease virus in Uganda Opportunities for strategic surveillance	Preventive Veterinary Medicine
34	N. K. Muroga., et al	2013	Risk factors for the transmission of foot-and-mouth disease during the 2010 outbreak in Japan a case-control study	BMC Veterinary Research
35	D. M. A. Nyaguthii., et al	2019	Knowledge and risk factors for foot-and-mouth disease among small-scale dairy farmers in an endemic setting	Veterinary Research
36	H. M. M. K. Phyo., et al	2017	Seroprevalence of Foot and Mouth Disease Virus (FMDV) and associated risk factors in unvaccinated sheep and goats in Pyawbwe and Meikhtila townships of Myanmar	Journal of Advanced Veterinary and Animal Research
37	B. Y. Şentürk., et al	2016	Analysis of risk factors in the management of foot-and-mouth disease in Turkey	Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences
38	V. P. Souriya., et al	2019	Risk factors of foot and mouth disease in an endemic area on low vaccination rate in Xayaboury province of Lao People's Democratic Republic (Lao PDR)	Tropical Animal Health and Production
39	M. D. Sulayeman., et al	2018	Isolation, molecular characterization and sero-prevalence study of foot-and-mouth disease virus circulating in central Ethiopia	BMC Vet Res
40	S. A. Ur-Rehman., et al	2014	Detection and seroprevalence of foot and mouth disease in sheep and goats in Punjab, Pakistan	Transboundary and Emerging Diseases
41	B. B. Wieland., et al	2015	Foot and mouth disease risk assessment in Mongolia-Local expertise to support national policy	Preventive Veterinary Medicine

<표 4. 문헌고찰 대상 논문 목록>

(마) 위험요인

- 선정된 41개의 연구에서 제시된 위험요인들을 농장 수준 위험요인, 동물 수준 위험요인, 그리고 지역 환경적 위험요인 등 세 가지로 분류하였다(그림 4.)



< 그림 4. 추출된 위험요인 비율 >

· 문헌검토에 따라 총 85개의 위험요인을 추출했으며 농장 수준 위험요인은 46건 (전체의 54%), 동물 수준 위험요인은 13건(전체의 15%) 그리고 지역 환경적 변수는 26건 (약 31%)로 구성된다.

○ 농장 수준 위험요인

· 농장 수준 위험요인에는 사육 밀도 및 사육 두수(11건), 동물 유입 및 판매(5건), 차량 출입(7건), 구제역 발생 이력(5건), 방목 사육 여부(3건), 농장 도구 시설 공유(2건), 농장 근로자(2건), 비육구간 동물 (1건) 등 총 15개의 위험요인으로 분류하였으며 이를 아래와 같이 나타내었다 (그림 5).



< 그림 5. 농장수준 위험요인별 검색 건수>

① 사육밀도 (11건)

- 가장 기본적인 위험요인으로서 구제역 바이러스의 숙주가 되는 소, 돼지 및 염소/양 등의 사육 밀도 및 사육 두수가 증가함에 따라서 구제역 발생의 위험이 증가한다. 검토된 연구에서 가장 많은 빈도를 차지하는 농장 단위의 위험요인이다.
- 관련 문헌 : 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 20, 33, 35

② 차량 출입 (7건)

- 차량 출입 빈도가 증가함에 따라서 구제역 발생의 위험이 증가한다. 사료 차량의 방문이나 가축 수송 차량 방문의 경우, 특히 위험을 높이는 것으로 알려져 있다.
- 관련 문헌 : 11, 23, 25, 31, 38

③ 동물 유입 및 판매 (5건)

- 새로운 동물을 입식하거나 판매하는 빈도가 증가하면 구제역 발생의 위험이 증가한다. 특히 유행 기간 내에 생축을 거래하는 경우에 발생 위험을 더 증가시킨다.
- 관련 문헌 : 11, 23, 25, 31, 38

④ FMD 발생 이력 (4건)

- 해당 농장이 이전에 구제역 발생이 있을 경우, 구제역 발생 위험이 증가한다.

또한 근거리 내에 구제역 발생 농장이 있을 경우에도 발생 위험이 증가한다.

- 관련 문헌 : 9, 12, 17, 24

⑤ 방목 사육 여부 (3건)

· 방목 사육을 할 경우 구제역 발생 위험이 증가한다. 방목 사육을 하는 경우, 야생동물과의 접촉 위험이 높으며 또한 주변 농장의 가축과 접촉할 위험이 높아지게 되면서 발생 위험이 증가한다.

- 관련 문헌 : 9, 12, 17, 24

⑥ 농장 도구 및 시설 공유 (2건)

· 농장의 도구 및 장비들을 공유할 경우, 주변 농장으로부터 구제역이 발생 위험이 높아진다. 또한 자연 종부를 하는 농장의 경우, 솥소를 공유할 경우에도 위험이 증가한다.

- 관련 문헌 : 34, 35

⑦ 혼합 사육 (2건)

· 단일 종의 가축이 아닌 2 종 이상의 가축을 혼합해서 사육할 경우 구제역 발생 위험이 높아진다.

- 관련 문헌 : 24, 39

⑧ 농장 근로자 (2건)

· 농장 근로자의 숫자가 증가하면 구제역 발생 위험이 높아진다. 또한 근로자가 농장 내에 거주하지 않거 외부에서 출퇴근 하는 경우에도 위험이 높아진다.

- 관련 문헌 : 8, 34

⑨ 비육 기간의 가축 (2건)

· 비육기의 가축이 있을 경우, 구제역 발생 위험이 높아진다.

- 관련 문헌 : 10, 34

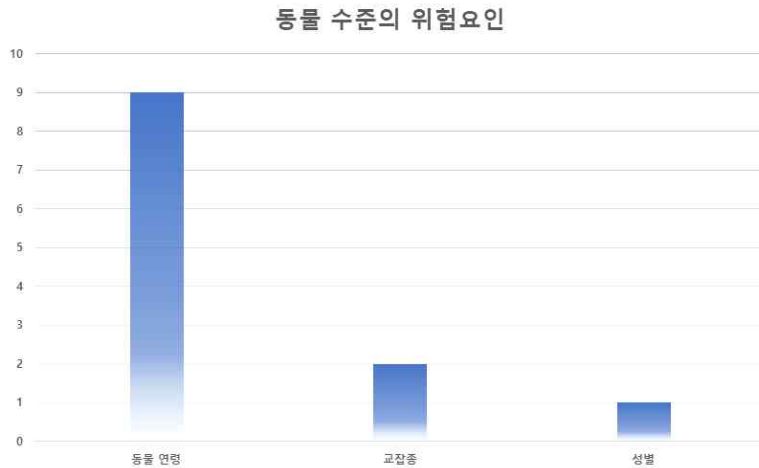
⑩ 기타 (7건)

· 농장주의 구제역 관련 지식의 수준이 낮은 경우(1건), 비상업적 목적의 농장(1건), 구제역 백신 미접종(1건), 낮은 농장 위생상태(1건), 잔반 급여(1건), 넓은 사육 지역(1건)의 경우 구제역 발생 위험을 높였다.



○ 동물 수준 위험요인

- 동물 수준 위험요인에는 동물 연령 (9건), 교잡종(2건), 성별(1건) 등 총 3개의 위험요인으로 분류하였으며 이를 아래와 같이 나타내었다 (그림 6).



< 그림 6. 동물수준 위험요인별 검색 건수 >

① 동물 연령 (9건)

- 대다수 연구에서 동물 연령이 증가할수록 구제역 감염의 위험이 증가했다. 특히 4세 이상의 경우에 특히나 위험이 증가했다. 하지만 6개월령 이하의 소가 있을 경우에는 ‘백신 접종 횟수가 적어서 감염의 위험이 높다’ 라는 한 연구가 있다.
- 관련 문헌 : 3, 5, 14, 16, 24, 29, 32, 39, 40

② 교잡종 (2건)

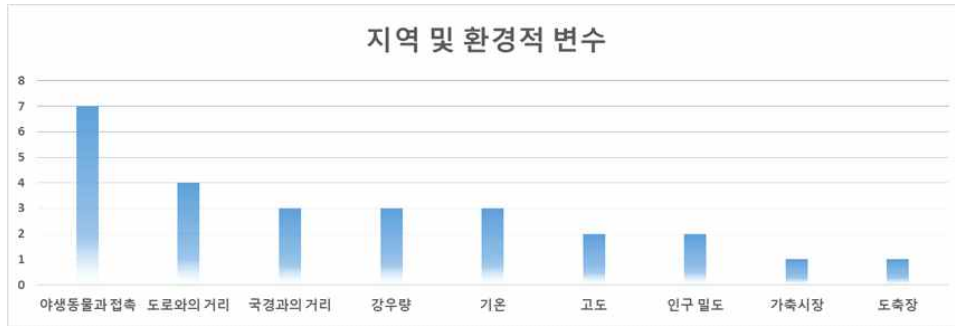
- 교잡종의 경우, 구제역 감염 위험이 증가했다는 연구가 있다.
- 관련 문헌 : 24, 39

③ 성별 (1건)

- 인과적 관련성을 판단하기는 어려우나 암컷의 경우에 구제역 감염의 위험이 높았다는 연구가 있다.
- 관련 문헌 : 24

○ 지역 및 환경적 변수

- 지역 및 환경적 위험요인으로는 야생동물과의 접촉(7건), 도로와의 거리(4건), 국경과의 거리(3건), 강수량(3건), 기온(3건), 고도(2건), 인구밀도(2건), 가축시장 (1건), 도축장 (1건)으로 총 9개의 위험요인으로 분류했다(그림 7.)



< 그림 7. 지역 및 환경수준 위험요인별 검색 건수 >

① 야생동물과의 접촉 (7건)

- 야생동물과의 접촉 이력 및 빈도가 높을수록 구제역 발생 위험이 증가한다. 이와 유사하게 국립공원 및 야생동물 보호지역과 거리가 가까운 농장일수록 구제역 발생 위험이 증가한다. 특히, 야생 우제류와 접촉이 있을 경우, 위험 증가가 높다.
- 관련 문헌 : 1,5, 18, 19, 26, 27, 32

② 도로와의 거리 및 인구밀도 (총 6건)

- 도로와의 거리가 가까울수록 구제역 발생의 위험이 증가한다. 도로와의 거리는 가축 수송과 관련이 있지만 또한 인간의 활동과도 관련이 있다. 도로와 가까운 지역의 농장의 경우 가축 수송이 활발하며 또한 인간의 활동도 활발하기 때문에 인간의 가축과 관련된 활동의 증가로 인해서 구제역 발생의 위험이 높아진다. 한 연구에서는 동물 수송 차량들이 지나가는 도로와의 거리에 따른 구제역 발생 위험에 대한 연구를 진행했으며 가까울수록 유의하게 위험이 높아졌다.
- 인구밀도가 높아지면 인간의 활동이 많아지며 이에 따라 축산 산업 관련 활동의 증가로 인해서 구제역 발생 위험이 높아진다.
- 관련 문헌 : 1, 6, 8, 19, 21, 38

③ 국경과의 거리 (3건)

- 농장과 국경과의 거리가 가까울수록 구제역 발생의 위험이 증가한다. 국경과 가까운 지역에서는 국외로부터 불법 축산 유통 및 불법 생축 매매 등으로 인해서 불충분한 검역으로 인해 방역 활동에 어려움이 있다.
- 관련 문헌 : 7, 21, 28

④ 가축시장 및 도축장 (총 2건)

- 지역 내에 가축시장이 있거나 도축장이 있는 경우 구제역 발생의 위험이 증가한다. 가축 시장 및 도축장은 생축이 군집되거나 이동이 많은 시설로 가축 간 접촉이 매우 높아서 구제역 발생 가능성이 높다.
- 관련 문헌 : 26

⑤ 강우량, 기온 및 고도 (총 8건)

- 강우량이 낮고 기온이 낮으며 고도가 낮은 지역에서 구제역 발생 위험이 높아진다.
- 야생동물과 접촉이 많은 지역 및 방목을 하는 지역에서 강우량이 낮을 경우 식수를 찾기 위해서 가축들이 이동을 하게 되고 이에 따라 가축 간의 접촉이 증가하여 구제역 발생 위험이 높다. 또한 기온이 낮은 경우에는 구제역 바이러스의 공기를 통한 전파가 잘 이루어진다.

## 나. 과거 18, 19년 상반기 구제역 혈청예찰 결과 수집 및 분류

### (1) 축종별 혈청예찰 결과 수집 : 한우, 젃소, 돼지, 염소 등 축종별 영향

#### □ 돼지 구제역 백신 항체 모니터링 결과

- 2018년 상반기 : '18년 3월 경기(김포) 돼지 구제역 발생에 따라 전국 돼지 백신 일제접종 이후 백신 항체 모니터링 검사, 601농가
  - 백신 항체 양성율 : 평균 83.9% (번식돈 92.4%, 비육돈 81.4%)
- 2018년 하반기 : 전국 돼지 대상 구제역 백신 보강 접종 (4주) 후 모니터링, 615농가
  - 백신 항체 양성율 : 평균 82.6% (번식돈 90.5%, 비육돈 80.9%)
- 2019년 상반기 : 구제역 발생('19. 1.)에 따른 긴급 백신 접종 후 일제검사, 1,051호, 취약 농장 (과거 발생, 밀집 사육 등) 위주 검사
  - 백신 항체 양성율 : 평균 83.9% (번식돈 92.4%, 비육돈 81.4%)

#### □ 축우(한우, 젃소) 및 염소 구제역 백신 항체 모니터링 결과

- 2018년 상반기 : 전국 소, 염소 대상 구제역백신 일제접종 후 모니터링, 1,241농가(한우 713, 젃소 317, 염소 102)
  - 백신 항체 양성률 : 소 96.9%(한우 97.7%, 젃소 96.4%), 염소 83%
- 2018년 하반기 : 전국 소, 염소 대상 구제역백신 일제접종 후 모니터링, 1,132농가(한우 713, 젃소 317, 염소 102)
  - 백신 항체 양성률 : 소 97.1%(한우 97%, 젃소 97.2%), 염소 89.4%
- 2019년 상반기 : 전국 소, 염소 대상 구제역백신 일제접종 후 모니터링, 1,229농가(한우 532, 젃소 532, 염소 165)
  - 백신 항체 양성률 : 소 98.1%(한우 98%, 젃소 98.3%), 염소 83.5%

(2) 지역별 혈청예찰 결과 수집 : 가축 밀집단지 등 지역별 위험도 등 영향

□ 구제역 발생 등 위해 요소 분석 기반 모니터링 농장 선정

- (취약지역 가중) 과거 발생, 항체 양성률 미흡, 밀집단지, NSP 검출 농가 등 방역취약지역 가중치 부여
- 지역별 농가비, 연도별 SP 결과를 반영한 가중치 등 고려 표본 크기 결정
- (농가 중복 최소화) '18~19년 검사 이력 농가 배제 후 검사 농가 선발
- (무작위 선발) 축산물 이력번호를 난수표로 적용하여 무작위 선발

□ 지역별 구제역 백신 항체 모니터링 결과

- 2018년 상반기

- 돼지 백신 항체 양성률

시도	합계			
	농가수	검사두수	양성두수	양성률
경기	155	1,786	1,370	76.7
강원	19	226	222	98.2
충북	41	635	539	84.9
인천	3	39	39	100.0
울산	2	26	25	96.2
세종	8	89	89	100.0
충남	99	1,104	919	83.2
전북	75	882	783	88.8
전남	59	813	715	87.9
경북	80	1,052	890	84.6
경남	46	593	514	86.7
제주	14	182	126	69.2
합계	601	7,427	6231	83.9

<표 5. 2018년 상반기 돼지 백신항체 양성률>

- 축우 백신항체 양성률

지역	합계			
	농가수	검사두수	양성두수	양성률(%)
경기	243	1,215	1,180	97.1
인천	30	150	149	99.3
대구	28	140	140	100.0
세종	4	20	20	100.0
울산	5	25	25	100.0
강원	43	215	215	100.0
충북	57	285	283	99.3
충남	273	1,365	1,285	94.1
전북	102	510	503	98.6
전남	85	425	399	93.9

경북	106	853	837	98.1
경남	67	335	333	99.4
제주	85	417	402	96.4
<b>전국</b>	<b>1,128</b>	<b>5,955</b>	<b>5,771</b>	<b>96.9</b>

<표 6. 2018년 상반기 축우 백신향체 양성률>

○ 2018년 하반기

- 돼지 백신향체 양성률

시도	합계			
	농가수	검사두수	양성두수	양성률(%)
경기	120	1,440	1,032	71.7
강원	27	347	317	91.4
충북	33	473	418	88.4
인천	5	67	40	59.7
세종	6	69	69	100.0
충남	130	2,281	1,914	83.9
전북	65	1,040	923	88.8
전남	57	728	585	80.4
경북	67	888	739	83.2
경남	61	865	756	87.4
제주	44	572	450	78.7
<b>합계</b>	<b>615</b>	<b>8,770</b>	<b>7,243</b>	<b>82.6</b>

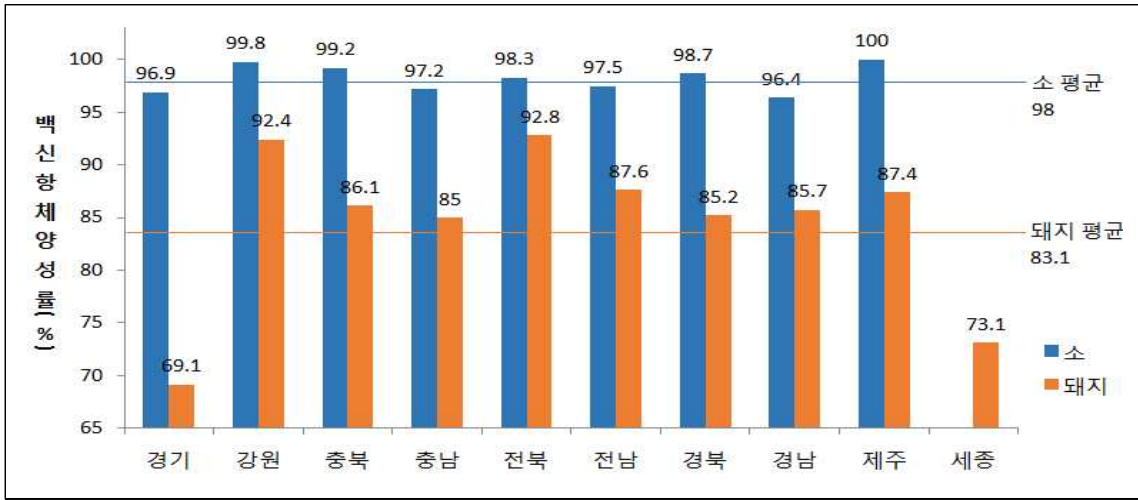
<표 7. 2018년 하반기 돼지 백신 향체 양성률>

- 축우 백신향체 양성률

지역	전체			
	농가수	검사두수	양성두수	양성률(%)
경기	122	610	579	94.9
인천	6	30	28	93.3
대구	15	75	75	100.0
세종	7	35	35	100.0
울산	16	80	80	100.0
강원	102	510	506	99.2
충북	88	457	453	99.1
충남	150	750	735	98.0
전북	65	325	319	98.2
전남	156	780	730	93.6
경북	210	1051	1021	97.1
경남	77	388	380	97.9
제주	16	80	78	97.5
<b>전국</b>	<b>1,030</b>	<b>5,171</b>	<b>5,019</b>	<b>97.1</b>

<표 8. 2018년 하반기 축우 백신 향체 양성률>

○ 2019년 상반기



<그림 8. 2019년 상반기 돼지, 소 백신 항체 양성률 그래프>

- (소) 지역 간 유의한 차이 없음[불임 2, 3, 4]

- (돼지) 경기도(69.1%)가 타 시·도에 비해 낮은 경향을 보임

(3) 백신주별 혈청 예찰 결과 수집 : 백신주 및 백신 업체별 영향

국내 상시 구제역 백신별 백신 항체가 비교

(가) 연구의 배경 및 필요성

○ 2016년 하반기 긴급 백신으로 아르헨티나와 러시아에서 생산한 구제역백신이 도입되었으며, 백신 접종을 실시하는 경우 백신에 대한 항체 평가가 구제역 방역 프로그램에 있어 중요한 항목으로서 반드시 필요함.

○ 세계동물보건기구(OIE) 매뉴얼에 따르면 구제역 백신 항체 검사법으로 중화 시험법(VNT)과 액상 차단 효소 면역법(LPBE) 등을 권장하고 있으나 본 시험을 수행하기 위해서는 살아있는 구제역 바이러스나 불활화된 바이러스 항원을 사용하여야 하기 때문에 생물안전 3등급(BSL3) 시설을 이용해야만 하고 또 매우 고비용이 소요되는 현실적인 어려움이 있음.

○ 상기와 같은 구제역 백신 항체가 검사법에 관한 현실적인 한계로 국내에서는 외국으로부터 수입한 고상 차단 효소 면역법(SPBE)인 O1 manisa항원이 코팅된 항체 ELISA키트를 사용하고 있음.

○ 백신 항체의 생성 여부를 확인하는 검사법으로 수입 ELISA키트를 사용한 혈청 예찰 결과는 구제역 바이러스 O형 항원과 반응하는 항체 유무에 관한 결과만을 제시함에도 불구하고 이 항체와 구제역 백신의 효능 또는 방어능과의 상관관계 여부에 관한 문제가 제기되고 있음.

○ 또한 백신 항체 검사용 ELISA키트가 O1 manisa기반 제품인 이유로 다양한 백신주를 사용하고 있는 국내 백신 항체가 수준을 제대로 반영할 수 있을지에 관한 의문이 제기되고 있는 상황임.

○ 본 연구에서는 ELISA로 측정된 항체가와 백신의 방어능과의 상관관계에 관한 분석은 진행하지 않았으며, 국내에서 사용되고 있는 구제역 백신별 백신 접종 후 국내에서 정식 품목허가된 가용 ELISA키트를 사용하여 항체가 변화를 확인하였음

**(나) 시험방법 및 재료**

- 공시 농장: 국내 양돈장 10곳
- 공시 두수: 1,549두
- 평가 항목: 1회 또는 2회 구제역 백신 접종한 돼지의 혈청 항체 양성을 비교
- 검사방법: 국내 상시 구제역 백신(A사, B사, C사)으로 접종한 돼지의 혈청을 채취하여 국내 정식 허가된 구제역 바이러스 O형 항체 ELISA키트 2제품(키트X, 키트Y)을 권장 사용방법에 따라 검사 실시

**(다) 시험결과**

- 결과 1. C지역 A농장의 구제역 항체 검사 결과

검사 키트	A백신군			B백신군			C백신군		
	백신전	1회	2회	백신전	1회	2회	백신전	1회	2회
키트X	56.7*	55.2	73.3	63.3	93.3	100	80.0	75.9	85.7
	(17/30)**	(16/29)	(22/30)	(19/30)	(28/30)	(28/28)	(24/30)	(22/29)	(24/28)
키트Y	60.0	44.8	73.3	63.3	96.7	100	70.0	82.8	82.1
	(18/30)	(13/29)	(22/30)	(19/30)	(29/30)	(28/28)	(21/29)	(24/29)	(23/28)

<표 9. C지역 A농장의 구제역 항체 검사 결과>

\* 양성율(%)

\*\*양성수/공시수

- 결과 2. K도 채취 양돈 혈청 구제역 항체가 검사 결과

백신 군	1가 A백신 + 2가 A백신			B백신			C백신		
	백신전	1회	2회	백신전	1회	2회	백신전	1회	2회
키트X	-	84.8*	100	-	100	85.7	-	-	90.9
	-	(39/46)**	(32/32)	-	(16/16)	(48/56)	-	-	(40/44)
키트Y	-	87	100	-	100	85.7	-	-	93.2
	-	(40/46)	(32/32)	-	(16/16)	(48/56)	-	-	(41/44)

<표 10. K도 채취 양돈 혈청 구제역 항체가 검사 결과>

\* 양성율(%)

\*\* 양성수/공시수

○ 종합 결과

시험군	ELISA키트 X		ELISA키트 Y		결과 종합	
	양성수/샘플수	양성률(%)	양성수/샘플수	양성률(%)	샘플수	일치율(%)
A백신군	242/346	69.9	235/346	67.9	346	89.9
B백신군	136/146	93.2	137/146	93.8	146	99.3
C백신군	86/101	85.1	88/101	87.1	101	95.0
음성대조	0/956	0	0	956	956	100.0

<표 11. 구제역 백신별 백신 항체가 종합결과>

\*일치율 = (일치하는 양성 시료수 + 일치하는 음성 시료수) / 전체 시료수 × 100

(라) 결론

- 1회 백신 접종한 경우보다 2회 백신 접종한 돼지들의 항체 양성률이 뚜렷이 높아지는 경향을 보였음.
- 키트의 종류에 관계없이 백신 종류별로 항체가 양성률의 차이가 확인되었으나 백신 종류별로 공시된 샘플 수가 차이가 있었고 샘플 수가 적었기 때문에 백신 종류에 따라 나타나는 항체가 차이로 결론을 내릴 수 없으며 샘플 수 확대를 통한 추가 검사가 필요함.
- 본 시험 결과는 구제역 백신 항원에 대한 항체 형성 유무를 정성적으로 시험한 결과이므로 백신의 방어효능과는 직접적인 관계가 없으며, 이에 관하여는 별도의 추가 연구가 필요할 것으로 사료됨.
- 두 가지 키트로 측정된 항체가 양성률의 차이는 본 시험에 공시된 전체 시료에 대해 평균 5% 이내로 확인되어 두 키트 모두에서 항체가는 거의 유사하게 측정되는 것으로 사료됨.

(마) 본 연구 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원 (가축질병대응 기술개발사업)의 지원(과제번호: 319096-2)을 받아 연구되었음

(4) 접종 주체별 혈청예찰 결과 수집 : 수의사, 축산인, 백신팀 등 백신접종 형태 영향

: 아프리카돼지열병(ASF) 발생으로 농장 방문 및 축산관계자 회합 금지되어 농장속성 정보 수집 불가하여 차년도로 연기

(5) 백신 프로그램별 혈청예찰 결과 수집 : 일제 접종 및 취약농가 보강 접종 영향

: 아프리카돼지열병(ASF) 발생으로 농장 방문 및 축산관계자 회합 금지되어 농장 속성 정보 수집 불가하여 차년도로 연기



다. 통계학적 표본 설계 및 유효성 평가

(1) 백신 접종에 따른 개체 혹은 축군의 구제역 항체형성율(면역상태) 판정을 위한 혈청검사 두수 결정

□ 백신 접종에 따른 개체 혹은 축군의 구제역 항체형성률(면역상태) 판정을 위한 혈청검사 두수 결정

- 백신접종은 국가 단위에서 전염성 질병을 관리하기 위한 중요한 정책의 하나다. 어느 집단에서 질병의 확산을 차단하는데 면역이 이루어져야 하는 최소 개체수는 질병별로 차이가 있으나 통상적으로 약 80%를 적용하고 있다. 즉 집단에서 적어도 80%의 개체가 면역되어 있다면 원발성 감염 개체로부터 재생산되는 2차 감염 개체수를 줄여 결과적으로 유행이 종식 단계로 이행한다는 이론적인 배경에서 출발한다. 이러한 상황에서 혈청검사의 목적은 첫째, 집단에서 면역된 개체의 비율이 어느 정도인지를 추정하는 경우 둘째, 집단의 면역 수준이 특정 기준(역치, threshold)을 초과하는지를 판정하는 경우 등 두가지 상황으로 접근할 수 있다. 먼저 유병률을 추정하는 상황에 대하여 살펴보자.
- 유병률 추정은 이를테면 어느 집단에 질병 관리 프로그램을 적용한 이후 유병률이 어느 정도 감소하였는지 그 효과를 탐색하는 목적으로 사용하며, 이러한 목적을 달성하는데 필요한 표본크기(n)는 아래의 공식 1로 계산하며, 유한모집단을 보정하면 공식 2로 계산한다.

$$n = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 pq}{d^2} \quad (\text{공식 1})$$

Z=조사의 신뢰수준에 대한 표준정규분포(Z-분포)의 값, p=계획유병률, q=1-p, d=기대 정밀도(오차 한계, margin of sampling error)

$$n_{adj} = \frac{nN}{n+N} \quad (\text{공식 2})$$

- 공식 1과 공식 2를 통합하면 공식 3의 일반형이 유도된다.

$$n = \frac{Npq}{\frac{(N-1)d^2}{z_{1-\alpha/2}^2} + pq} \quad (\text{공식 3})$$

- 전술한 공식 3은 진단검사의 민감도(Se)와 특이도(Sp)가 완벽한 경우(Se = Sp = 100%)에 적용하며, 만일 진단검사가 완벽하지 못하다면 공식 4를 적용하여 계획유병률을 보정해 주어야 한다.

$$p_{adj} = p \times Se + (1-p) \times (1-Sp) \quad (\text{공식 4})$$

- 계획유병률과 관련하여 전술한 공식 3은 이항분포에 대한 정규분포의 근사성(normal approximation to binomial distribution)을 가정하기 때문에 유병률이  $0.2 < p < 0.8$ 의 범위를 보일 때 가장 적절하게 사용할 수 있다. 유병률이 이 범위를 크게 벗어나 0이나 1에 접근한다면 정확이 이항분포(exact binomial distribution)를 사용하여 표본 크기를 계산해야 한다. 만일 유병률 추정치에 대한 사전 정보가 전혀 없다면 최대 표본 크기를 얻기 위하여 50%를 가정하여 계산할 수 있다. 기대 정밀도는 조사결과로 얻게 되는 유병률 추정치의 최대 허용오차로 이에 대한 절대적인 기준은 없으며, 일반적으로 정밀도를 높일수록 표본 크기는 현저히 증가하기 때문에 조사비용과 인력 등을 종합적으로 고려하여 정책적으로 판단할 부분이다. 표 다-1은 유한모집단에서 유병률 추정을 목적으로 하는 조사에서 정밀도와 신뢰수준에 따른 표본 크기이며, 표 다-2는 동일한 가정에서 민감도와 특이도가 완벽하지 못할 때의 표본 크기를 요약한 것이다.

<표 12. 유한모집단에서 정밀도와 신뢰수준에 따른 표본 크기(95% 신뢰수준, Se=Sp=100%)>

계획유병률	정밀도			
	20%	10%	5%	3%
0.9	9	32	109	217
0.8	15	55	165	289
0.7	19	70	196	321
0.6	22	78	212	336
0.5	23	81	217	341

<표 13. 유한모집단에서 정밀도와 신뢰수준에 따른 표본 크기(95% 신뢰수준, Se=Sp=90%)>

계획유병률	정밀도			
	20%	10%	5%	3%
0.9	14	51	156	279
0.8	18	65	186	311
0.7	21	74	204	329
0.6	22	79	214	338
0.5	23	81	217	341

- 구제역 항체 형성률 추정을 위한 표본 크기 산정 기본원리는 세계동물보건기구의 유병률 추정을 위한 표본 크기 산정 방식과 원리가 동일하므로, 해당 조항을 바탕으로 표본 크기를 산출하여야 한다.

- 세계동물보건기구 유병률 추정을 위한 표본 크기 산정 권고 사항 발췌

Article 1.4.10.  
(1.4.10조)

Surveillance for distribution and occurrence of disease  
(질병 발생 및 분포 예찰)

4. Statistical methodology  
(4. 통계 방법)

Analysis of survey data should be in accordance with the provisions of this chapter and should consider the following factors:  
(조사데이터 분석은 다음 요인을 고려하여야 한다.)

the survey design;  
(조사설계)

the sensitivity and specificity of the test, or test system;  
(검사법 혹은 조사의 민감도와 특이도)

the results of the survey.  
(조사결과)

For surveillance systems used to describe disease patterns, the purpose is to estimate prevalence or incidence with confidence intervals or probability intervals.  
(질병 분포 조사를 위한 예찰의 목적은 질병의 유병률 혹은 발병률을 신뢰수준 혹은 확률 구간을 통해 제시하는 것이다.)

The magnitude of these intervals expresses the precision of the estimates and is related to sample size. Narrow intervals are desirable but will require larger sample sizes and more dedication of resources.  
(이러한 구간의 정도는 추정치의 정확도를 의미하며 표본크기와 관련이 있다. 좁은 구간은 다수의 표본 크기와 표본조사를 위한 자원이 요구된다.)

The precision of the estimates and the power to detect differences in prevalence between populations or between time points depends not only on sample size, but also on the actual value of the prevalence in the population or the actual difference.  
(집단 간 혹은 특정 시점과 시점 사이의 유병률 추정치의 정확도와 검정력은 표본 크기 뿐 아니라 실제 감염 정도에 의해 영향을 받는다.)

For this reason, when designing the surveillance system, a prior estimate/assumption of expected prevalence or expected difference in prevalence should be made.  
(이러한 이유로 예찰 시스템 설계에 있어 기대 유병률 혹은 기대 유병률 차이에 대한 사전 추정치/가정치가 먼저 설정되어야 한다.)

○ 본 연구에서는 앞서 살펴본 표본 크기 산정을 근거로 한 2단계 표본추출법을 사용하여 구제역 항체형성률 측정을 위한 표본 크기를 추정하였다. 2단계 표본추출법 적용 시 필요한 표본 크기는 Humphry 등(2004) 및 Cameron과 Baldock(1998)이 제시한 방법을 근거로 추정한다. 이 단계 표본추출 중 첫 단계인 농장 선택에 있어 필요한 표본 크기를 추정하는 방법을 살펴보면 다음과 같다. 만약, 수산생물 질병 검사법이 민감도와 특이도가 모두 100%로 완벽하고 모집단(population)의 수가 무한(infinite)한 경우 필요한 농장의 수는 다음 수식을 통해 추정할 수 있다.

$$HN = \left(\frac{1.96}{L}\right)^2 \times HTP(1 - HTP) \quad (\text{공식 5})$$

○ 민감도와 특이도가 모두 100%인 완벽한 질병 검사법은 존재하지 않으므로 해당 수식은 수정되어야 한다. 이를 위해 질병 검사법의 민감도와 특이도를 고려하여 집단 민감도와 특이도(농장 수준 민감도와 특이도)를 설정한 후 집단 내 표본 크기 산정과 집단 간 현성유병률(apparent prevalence)을 근거로 한 유병률 참값 추정 등이 수행되어야 한다. Humphry 등(2004)은 완벽하지 않은 검사법을 사용할 경우 집단 간 유병률 추정을 위한 수식을 다음과 같이 추정하였다.

$$HN = \left(\frac{Z(C)}{L}\right)^2 \times \frac{(HSENS(HTP) + [1 - HSPEC][1 - HTP]) \times (1 - HSENS(HTP) - [1 - HSPEC][1 - HTP])}{(HSENS + HSPEC - 1)^2}$$

(공식 6)

○ 앞선 수식에서 HN은 필요한 농가의 수, L은 유병률의 95% 신뢰수준에 대한 tolerance, HTP는 농가 간 유병률 참값, HSENS는 농가 수준 민감도 그리고 HSPEC는 농가장 수준 특이도를 의미한다. 각 요인별로 살펴보면, 농가 수준 유병률 참값은 실제로 알 수 없는 상태이므로 전문가 의견이나 문헌고찰을 통해 연구자가 설정하여야 한다. 집단(농가) 수준 민감도와 특이도는 연구의 목적에 맞추어 연구자가 설정하여야 한다.

○ 2단계 표본추출 중 두 번째 단계인 농가 내 개체 선택에 있어 필요한 표본 크기를 추정하는 방법은 초기하확률분포(hypergeometric probability distribution)를 이용한다. Cameron과 Baldock(1998)은 질병청정 증명에 있어 진단결과 양성인 개체의 수를 가지고 양성 개체를 관측할 확률을 다음과 같이 추정하였다.

$$P(T^+ = x) = \sum_{y=0}^d \frac{\binom{d}{y} \binom{N-d}{n-y}}{\binom{N}{n}} \sum_{j=0}^{\min(xy)} \binom{y}{j} S_e^j (1 - S_e)^{y-j} \binom{n-y}{x-j} \times (1 - S_p)^{x-j} S_p^{n-x-y+j} \quad (\text{공식 7})$$

○ 앞선 수식에서 d는 1 감소한 수(decreased by one), n은 무한집단에서 표본 수(animal from an infinite population), N은 추출한 모든 개체 감소한 수(N decreases with every animal drawn), y는 초기하분포에서 추출한 표본 수, j는 진양성 수(true positive), x-j는 가양성 수(false positive), S<sub>e</sub>는 개체 수준 검사법의 민감도, S<sub>p</sub>는 개체 수준 검사법의 특이도를 의미한다.

○ 앞서 살펴본 이단계 표본추출법 중 첫 번째 단계인 농가 수준의 구제역 항체 형성률(면역상태) 판

정을 위한 표본 농가수 크기를 다음의 모수를 바탕으로 추정하면 표 14와 같다.

<표 14. 국내 구제역 항체 형성률(면역상태) 관정을 위한 표본 농가수 크기 산정>

단계	모수	추정치	단위
1	농가 간 항체형성률 참값 가정치	80	%
	항체형성률 추정치 오차	5	%
	조사 수준 민감도	90	%
	조사 수준 특이도	90	%
	조사 신뢰수준	5	%
	표본 농가수	462	개소

○ 표 14에서와 같이 조사수준 민감도와 특이도가 모두 90%일 때 항체 형성률 추정치 오차 및 항체 형성률 참값 가정치의 변화에 따른 농가 수준 표본 크기를 살펴보면 표 15와 같다.

<표 15. 항체 형성률 참값 가정치 및 추정치 오차 변화에 따른 표본 크기(단위: 농가)>

추정치 오차 (%)	항체형성률 참값 가정치(%)					
	1	2	5	10	20	50
1	5,783	6,155	7,227	8,860	11,549	15,006
2	1,446	1,539	1,807	2,215	2,888	3,752
5	232	247	290	355	462	601
10	58	62	73	89	116	151
20	15	16	19	23	29	38

○ 표 다-4에서와 같이 항체 형성률 참값 가정치가 80%이고 추정치 오차가 5%일 때 조사수준 민감도 및 특이도의 변화에 따른 농가 수준 표본 크기를 살펴보면 표 16과 같다.

<표 16. 조사수준 민감도 및 특이도 변화에 따른 표본크기(단위: 농가)>

조사수준 특이도(%)	조사수준 민감도(%)					
	70	80	90	95	99	99.9
70	2,263	1,291	733	537	407	381
80	1,476	929	572	438	345	325
90	1,040	704	462	365	297	282
95	892	622	420	336	277	264
99	795	566	390	316	262	251
99.9	775	555	384	312	259	248

○ 앞서 살펴본 이단계 표본추출법 중 두 번째 단계인 구제역 항체형성률(면역상태) 판정을 위한 농가 내 개체수준 표본 크기를 다음의 모수를 바탕으로 추정하면 표 17 ~ 표 19와 같다.

<표 17. 국내 구제역 항체 형성률(면역상태) 판정을 위한 표본 개체수 크기 산정(소)>

단계	모수	추정치	단위
2	개체 수준 항체형성률 가정치	80	%
	개체 수준 민감도	85	%
	개체 수준 특이도	90	%
	제1형 오류율	10	%
	제2형 오류율	10	%
	농가 크기	10,000	마리
	표본 농가별 개체수	4(1)*	마리

\* 가양성 개체 허용 가능 마리수

<표 18. 국내 구제역 항체 형성률(면역상태) 판정을 위한 표본 개체수 크기 산정(번식돈)>

단계	모수	추정치	단위
2	개체 수준 항체형성률 가정치	60	%
	개체 수준 민감도	85	%
	개체 수준 특이도	90	%
	제1형 오류율	10	%
	제2형 오류율	10	%
	농가 크기	10,000	마리
	표본 농가별 개체수	8(2)	마리

\* 가양성 개체 허용 가능 마리수

<표 19. 국내 돈군 구제역 항체 형성률(면역상태) 판정을 위한 표본 농가수 크기 산정(비육돈)>

단계	모수	추정치	단위
2	개체 수준 항체형성률 가정치	30	%
	개체 수준 민감도	85	%
	개체 수준 특이도	90	%
	제1형 오류율	10	%
	제2형 오류율	10	%
	농가 크기	10,000	마리
	표본 농가별 개체수	23(4)*	마리

\* 가양성 개체 허용 가능 마리수

○ 국내 구제역 항체 형성률(면역상태) 판정을 위한 표본 크기 추정 시 축종별 국내 사육 농가 현황을 고려해야 한다(표 20 ~ 표 21).

<표 20. 2018년 4/4분기 기준 국내 소 사육 농가 현황>

지역	사육규모	한육우		젖소	
		농가수(농가)	비율(%)	농가수(농가)	비율(%)
전국	합계	96,630	100.0	6,360	100.0
	20 미만	57,589	100.0	1,543	100.0
	20~50	21,346	100.0	1,142	100.0
	50~100	10,755	100.0	2,351	100.0
	100 이상	6,940	100.0	1,324	100.0
서울특별시	합계	2	0.0	1	0.0
	20 미만	1	0.0	1	0.1
	20~50	0	0.0	0	0.0
	50~100	0	0.0	0	0.0
	100 이상	1	0.0	0	0.0
부산광역시	합계	104	0.1	9	0.1
	20 미만	83	0.1	2	0.1
	20~50	15	0.1	4	0.4
	50~100	6	0.1	2	0.1
	100 이상	0	0.0	1	0.1
대구광역시	합계	496	0.5	17	0.3
	20 미만	301	0.5	5	0.3
	20~50	109	0.5	2	0.2
	50~100	50	0.5	9	0.4
	100 이상	36	0.5	1	0.1
인천광역시	합계	563	0.6	75	1.2
	20 미만	312	0.5	28	1.8
	20~50	130	0.6	20	1.8
	50~100	71	0.7	25	1.1
	100 이상	50	0.7	2	0.2
광주광역시	합계	179	0.2	8	0.1
	20 미만	112	0.2	1	0.1
	20~50	48	0.2	1	0.1
	50~100	9	0.1	2	0.1
	100 이상	10	0.1	4	0.3
대전광역시	합계	186	0.2	0	0.0

지역	사육규모	한육우		젖소	
		농가수(농가)	비율(%)	농가수(농가)	비율(%)
	20 미만	112	0.2	0	0.0
	20~50	40	0.2	0	0.0
	50~100	25	0.2	0	0.0
	100 이상	9	0.1	0	0.0
	합계	1,681	1.7	22	0.3
울산광역시	20 미만	1,174	2.0	8	0.5
	20~50	361	1.7	5	0.4
	50~100	104	1.0	7	0.3
	100 이상	42	0.6	2	0.2
	합계	703	0.7	70	1.1
세종특별자치시	20 미만	343	0.6	22	1.4
	20~50	209	1.0	8	0.7
	50~100	99	0.9	24	1.0
	100 이상	52	0.7	16	1.2
	합계	7,657	7.9	2,507	39.4
경기도	20 미만	4,291	7.5	544	35.3
	20~50	1,630	7.6	473	41.4
	50~100	987	9.2	970	41.3
	100 이상	749	10.8	520	39.3
	합계	7,107	7.4	277	4.4
강원도	20 미만	4,174	7.2	53	3.4
	20~50	1,628	7.6	64	5.6
	50~100	837	7.8	98	4.2
	100 이상	468	6.7	62	4.7
	합계	6,043	6.3	340	5.3
충청북도	20 미만	3,298	5.7	83	5.4
	20~50	1,435	6.7	59	5.2
	50~100	800	7.4	134	5.7
	100 이상	510	7.3	64	4.8
	합계	12,312	12.7	1,005	15.8
충청남도	20 미만	7,442	12.9	208	13.5
	20~50	2,855	13.4	190	16.6
	50~100	1,258	11.7	378	16.1
	100 이상	757	10.9	229	17.3
	합계	9,380	9.7	492	7.7
전라북도	20 미만	4,918	8.5	148	9.6
	20~50	2,197	10.3	58	5.1
	합계				



지역	사육규모	한육우		젖소	
		농가수(농가)	비율(%)	농가수(농가)	비율(%)
전라남도	50~100	1,346	12.5	164	7.0
	100 이상	919	13.2	122	9.2
	합계	17,362	18.0	458	7.2
	20 미만	10,755	18.7	129	8.4
	20~50	3,796	17.8	60	5.3
경상북도	50~100	1,795	16.7	161	6.8
	100 이상	1,016	14.6	108	8.2
	합계	20,232	20.9	645	10.1
	20 미만	11,691	20.3	196	12.7
	20~50	4,684	21.9	134	11.7
경상남도	50~100	2,296	21.3	232	9.9
	100 이상	1,561	22.5	83	6.3
	합계	11,929	12.3	389	6.1
	20 미만	8,266	14.4	106	6.9
	20~50	2,033	9.5	59	5.2
제주특별자치도	50~100	974	9.1	129	5.5
	100 이상	656	9.5	95	7.2
	합계	694	0.7	45	0.7
	20 미만	316	0.5	9	0.6
	20~50	176	0.8	5	0.4
	50~100	98	0.9	16	0.7
	100 이상	104	1.5	15	1.1

출처: 통계청, 2019

<표 21. 2018년 4/4분기 기준 국내 돼지 사육 농가 현황>

지역	사육규모	농가수(농가)	비율(%)
전국	합계	6,133	100.0
	1,000 미만	2,776	100.0
	1,000~5,000	2,953	100.0
	5,000~10,000	292	100.0
	10,000 이상	113	100.0
서울특별시	합계	0	0.0
	1,000 미만	0	0.0
	1,000~5,000	0	0.0
	5,000~10,000	0	0.0
	10,000 이상	0	0.0
부산광역시	합계	15	0.2
	1,000 미만	13	0.5

지역	사육규모	농가수(농가)	비율(%)
	1,000~5,000	2	0.1
	5,000~10,000	0	0.0
	10,000 이상	0	0.0
	합계	13	0.2
대구광역시	1,000 미만	8	0.3
	1,000~5,000	5	0.2
	5,000~10,000	0	0.0
	10,000 이상	0	0.0
	합계	47	0.8
인천광역시	1,000 미만	46	1.7
	1,000~5,000	1	0.0
	5,000~10,000	0	0.0
	10,000 이상	0	0.0
	합계	13	0.2
광주광역시	1,000 미만	11	0.4
	1,000~5,000	2	0.1
	5,000~10,000	0	0.0
	10,000 이상	0	0.0
	합계	4	0.1
대전광역시	1,000 미만	4	0.1
	1,000~5,000	0	0.0
	5,000~10,000	0	0.0
	10,000 이상	0	0.0
	합계	25	0.4
울산광역시	1,000 미만	20	0.7
	1,000~5,000	3	0.1
	5,000~10,000	1	0.3
	10,000 이상	1	0.9
	합계	46	0.8
세종특별자치시	1,000 미만	14	0.5
	1,000~5,000	30	1.0
	5,000~10,000	2	0.7
	10,000 이상	0	0.0
	합계	1,243	20.3
경기도	1,000 미만	707	25.5
	1,000~5,000	475	16.1
	5,000~10,000	49	16.8
	10,000 이상	11	9.7
	합계	257	4.2
강원도	1,000 미만	115	4.1
	1,000~5,000	129	4.4
	5,000~10,000	9	3.1
	합계	9	3.1

지역	사육규모	농가수(농가)	비율(%)
	10,000 이상	5	4.4
충청북도	합계	341	5.6
	1,000 미만	172	6.2
	1,000~5,000	142	4.8
	5,000~10,000	20	6.8
	10,000 이상	7	6.2
충청남도	합계	1,138	18.6
	1,000 미만	441	15.9
	1,000~5,000	605	20.5
	5,000~10,000	58	19.9
	10,000 이상	34	30.1
전라북도	합계	784	12.8
	1,000 미만	325	11.7
	1,000~5,000	410	13.9
	5,000~10,000	40	13.7
	10,000 이상	9	8.0
전라남도	합계	527	8.6
	1,000 미만	217	7.8
	1,000~5,000	263	8.9
	5,000~10,000	37	12.7
	10,000 이상	11	9.7
경상북도	합계	698	11.4
	1,000 미만	267	9.6
	1,000~5,000	374	12.7
	5,000~10,000	40	13.7
	10,000 이상	17	15.0
경상남도	합계	704	11.5
	1,000 미만	329	11.9
	1,000~5,000	337	11.4
	5,000~10,000	27	9.2
	10,000 이상	11	9.7
제주도	합계	277	4.5
	1,000 미만	88	3.2
	1,000~5,000	174	5.9
	5,000~10,000	9	3.1
	10,000 이상	6	5.3

출처: 통계청, 2019

○ 앞서 살펴본 이단계 표본추출법을 통한 국내 구제역 항체형성률(면역상태) 관정을 위한 표본 크기를 전국 지역별 사육분포를 고려하여 추정하면 표 22 ~ 표 30과 같다.

<표 22. 국내 구제역 항체 형성률(면역상태) 판정을 위한 지역별 농가 수준 표본 크기(한육우 전체)>

지역	사육농가수(농가)	사육농가비율(%)	표본농가수(농가)
서울특별시	2	0.0	0
부산광역시	104	0.1	0
대구광역시	496	0.5	2
인천광역시	563	0.6	3
광주광역시	179	0.2	1
대전광역시	186	0.2	1
울산광역시	1,681	1.7	8
세종특별자치시	703	0.7	3
경기도	7,657	7.9	37
강원도	7,107	7.4	34
충청북도	6,043	6.3	29
충청남도	12,312	12.7	59
전라북도	9,380	9.7	45
전라남도	17,362	18.0	83
경상북도	20,232	20.9	97
경상남도	11,929	12.3	57
제주도	694	0.7	4
계	96,630	100.0	462

<표 23. 국내 구제역 항체 형성률(면역상태) 판정을 위한 지역별 한육우 20두 미만 농가 수준 표본 크기>

지역	사육농가수(농가)	사육농가비율(%)	표본농가수(농가)
서울특별시	0	0.0	0
부산광역시	79	0.1	0
대구광역시	289	0.5	1
인천광역시	270	0.5	1
광주광역시	108	0.2	1
대전광역시	113	0.2	1
울산광역시	1,169	2.1	6
세종특별자치시	300	0.6	2
경기도	2,837	5.2	14
강원도	4,011	7.4	20
충청북도	3,120	5.7	16
충청남도	7,023	12.9	35
전라북도	4,686	8.6	24
전라남도	10,536	19.4	53
경상북도	11,494	21.1	58
경상남도	8,060	14.8	40
제주도	303	0.6	2
계	54,398	100.0	273

<표 24. 국내 구제역 항체 형성률(면역상태) 판정을 위한 지역별 한육우 20두 이상 농가 수준 표본 크기>

지역	사육농가수(농가)	사육농가비율(%)	표본농가수(농가)
서울특별시	2	0.0	0
부산광역시	25	0.1	0

대구광역시	207	0.5	1
인천광역시	293	0.7	1
광주광역시	71	0.2	0
대전광역시	73	0.2	0
울산광역시	512	1.2	2
세종특별자치시	403	1.0	2
경기도	4,820	11.4	22
강원도	3,096	7.3	14
충청북도	2,923	6.9	13
충청남도	5,289	12.5	24
전라북도	4,694	11.1	21
전라남도	6,826	16.2	31
경상북도	8,738	20.7	39
경상남도	3,869	9.2	17
제주도	391	0.9	2
계	42,232	100.0	189

<표 25. 국내 구제역 항체 형성률(면역상태) 판정을 위한 지역별 농가 수준 표본 크기(젓소 전체)>

지역	사육농가수(농가)	사육농가비율(%)	표본농가수(농가)
서울특별시	1	0.0	0
부산광역시	9	0.1	0
대구광역시	17	0.3	1
인천광역시	75	1.2	6
광주광역시	8	0.1	0
대전광역시	0	0.0	0
울산광역시	22	0.3	1
세종특별자치시	70	1.1	5
경기도	2,507	39.4	182
강원도	277	4.4	20
충청북도	340	5.3	24
충청남도	1,005	15.8	73
전라북도	492	7.7	36
전라남도	458	7.2	33
경상북도	645	10.1	47
경상남도	389	6.1	28
제주도	45	0.7	4
계	6,360	100	462

<표 26. 국내 구제역 항체 형성률(면역상태) 판정을 위한 지역별 젓소 20두 미만 농가 수준 표본 크기>

지역	사육농가수(농가)	사육농가비율(%)	표본농가수(농가)
서울특별시	1	0.1	0
부산광역시	2	0.1	0
대구광역시	5	0.3	0
인천광역시	28	1.8	2
광주광역시	1	0.1	0
대전광역시	0	0.0	0
울산광역시	8	0.5	1
세종특별자치시	22	1.4	2

경기도	544	35.3	39
강원도	53	3.4	4
충청북도	83	5.4	6
충청남도	208	13.5	15
전라북도	148	9.6	11
전라남도	129	8.4	9
경상북도	196	12.7	14
경상남도	106	6.9	8
제주도	9	0.6	1
계	1,543	100.0	111

<표 27. 국내 구제역 항체 형성률(면역상태) 판정을 위한 지역별 젖소 20두 이상 농가 수준 표본 크기>

지역	사육농가수(농가)	사육농가비율(%)	표본농가수(농가)
서울특별시	0	0.0	0
부산광역시	7	0.1	0
대구광역시	12	0.2	1
인천광역시	47	1.0	3
광주광역시	7	0.1	1
대전광역시	0	0.0	0
울산광역시	14	0.3	1
세종특별자치시	48	1.0	3
경기도	1,963	40.8	143
강원도	224	4.7	16
충청북도	257	5.3	19
충청남도	797	16.5	58
전라북도	344	7.1	25
전라남도	329	6.8	24
경상북도	449	9.3	33
경상남도	283	5.9	21
제주도	36	0.7	3
계	4,817	100.0	351

<표 28. 국내 구제역 항체 형성률(면역상태) 판정을 위한 지역별 농가 수준 표본 크기(돼지 전체)>

지역	사육농가수(농가)	사육농가비율(%)	표본농가수(농가)
서울특별시	0	0.0	0
부산광역시	15	0.2	1
대구광역시	13	0.2	1
인천광역시	47	0.8	4
광주광역시	13	0.2	1
대전광역시	4	0.1	0
울산광역시	25	0.4	2
세종특별자치시	46	0.8	3
경기도	1243	20.3	94
강원도	257	4.2	19
충청북도	341	5.6	26
충청남도	1138	18.6	86
전라북도	784	12.8	59
전라남도	527	8.6	40

경상북도	698	11.4	53
경상남도	704	11.5	53
제주도	277	4.5	21
계	6,133	100.0	462

<표 29. 국내 구제역 항체 형성률(면역상태) 판정을 위한 지역별 돼지 1,000두 미만 농가 수준 표본 크기>

지역	사육농가수(농가)	사육농가비율(%)	표본농가수(농가)
서울특별시	0	0.0	0
부산광역시	13	0.5	1
대구광역시	8	0.3	1
인천광역시	46	1.7	3
광주광역시	11	0.4	1
대전광역시	4	0.1	0
울산광역시	20	0.7	1
세종특별자치시	14	0.5	1
경기도	707	25.5	53
강원도	115	4.1	9
충청북도	172	6.2	13
충청남도	441	15.9	33
전라북도	325	11.7	24
전라남도	217	7.8	16
경상북도	267	9.6	20
경상남도	329	11.9	25
제주도	88	3.2	7
계	2777	100.0	208

<표 30. 국내 구제역 항체 형성률(면역상태) 판정을 위한 지역별 돼지 1,000두 이상 농가 수준 표본 크기>

지역	사육농가수(농가)	사육농가비율(%)	표본농가수(농가)
서울특별시	0	0.0	0
부산광역시	2	0.1	0
대구광역시	5	0.1	0
인천광역시	1	0.0	0
광주광역시	2	0.1	0
대전광역시	0	0.0	0
울산광역시	5	0.1	0
세종특별자치시	32	1.0	2
경기도	536	16.0	41
강원도	142	4.2	11
충청북도	169	5.0	13
충청남도	697	20.8	53
전라북도	459	13.7	35
전라남도	310	9.2	23
경상북도	431	12.8	33
경상남도	375	11.2	28
제주도	189	5.6	14
계	3355	100.0	254

(2) 2018년 구제역 혈청예찰의 표본추출 계획 검토

□ 표본크기 추정 결과와 2018년도 구제역 항체 모니터링 결과 비교

○ 이단계 표본추출법을 통한 국내 구제역 항체 형성률(면역상태) 판정을 위해 본 연구에서 추정된 표본 크기를 2018년 모니터링 결과와 비교하였다. 소의 경우, 2018년 구제역 항체 모니터링 계획을 살펴보면 상/하반기 각각 1회씩 총 2회를 실시하였으며, 상반기의 경우 한육우 361 농가 및 젖소 767 농가를 검사하였고(표 다-21 ~ 표 다-22), 하반기의 경우 한육우 713 농가 및 젖소 317 농가를 검사하였다(표 다-23 ~ 표 다-24). 돼지의 경우, 소와 마찬가지로 상/하반기 각각 1회씩 총 2회를 실시하였으며 상반기 및 하반기 각각 601 농가 및 615 농가를 검사하였다(표 31 ~ 표 36).

<표 31. 국내 구제역 항체 형성률(면역상태) 판정을 위한 지역별 농가 수준 표본 크기 추정치와 2018년 상반기 모니터링 결과 비교(한육우)>

지역	표본농가수(농가)	모니터링(농가)	모니터링비율(%)
서울특별시	0	0	0
부산광역시	0	0	0
대구광역시	2	28	1,400
인천광역시	3	30	1,000
광주광역시	1	0	0
대전광역시	1	0	0
울산광역시	8	7	88
세종특별자치시	3	4	133
경기도	37	246	683
강원도	34	49	144
충청북도	29	71	245
충청남도	59	297	503
전라북도	45	116	258
전라남도	83	99	119
경상북도	97	117	121
경상남도	57	92	161
제주도	3	85	2,125
계	462	1,241	269

<표 32. 국내 구제역 항체 형성률(면역상태) 판정을 위한 지역별 농가 수준 표본 크기 추정치와 2018년 상반기 모니터링 결과 비교(젖소)>

지역	표본농가수(농가)	모니터링(농가)	모니터링비율(%)
서울특별시	0	0	0
부산광역시	1	0	0
대구광역시	1	3	150



인천광역시	5	27	900
광주광역시	1	0	0
대전광역시	0	0	0
울산광역시	2	2	25
세종특별자치시	5	2	67
경기도	182	232	644
강원도	20	30	88
충청북도	25	45	155
충청남도	73	233	395
전라북도	36	74	164
전라남도	33	51	61
경상북도	47	0	0
경상남도	28	43	75
제주도	3	25	625
계	462	767	166

<표 33. 국내 구제역 항체 형성률(면역상태) 판정을 위한 지역별 농가 수준 표본 크기 추정치와 2018년 하반기 모니터링 결과 비교(한육우)>

지역	표본농가수(농가)	모니터링(농가)	모니터링비율(%)
서울특별시	0	0	0
부산광역시	0	0	0
대구광역시	2	15	750
인천광역시	3	6	200
광주광역시	1	0	0
대전광역시	1	0	0
울산광역시	8	14	175
세종특별자치시	3	5	167
경기도	37	58	161
강원도	34	90	265
충청북도	29	28	97
충청남도	59	110	186
전라북도	45	27	60
전라남도	83	154	186
경상북도	97	123	127
경상남도	57	71	125
제주도	3	12	400
계	462	713	155

<표 34. 국내 구제역 항체 형성률(면역상태) 판정을 위한 지역별 농가 수준 표본 크기 추정치와 2018년 하반기 모니터링 결과 비교(젖소)>

지역	표본농가수(농가)	모니터링(농가)	모니터링비율(%)
서울특별시	0	0	0
부산광역시	2	0	0
대구광역시	1	0	0
인천광역시	5	0	0

광주광역시	1	0	0
대전광역시	0	0	0
울산광역시	2	2	125
세종특별자치시	5	2	39
경기도	182	64	35
강원도	20	12	60
충청북도	25	60	243
충청남도	73	40	55
전라북도	36	38	106
전라남도	33	2	6
경상북도	47	87	186
경상남도	28	6	21
제주도	3	4	122
계	462	317	69

<표 35. 국내 구제역 항체 형성률(면역상태) 판정을 위한 지역별 농가 수준 표본 크기 추정치와 2018년 상반기 모니터링 결과 비교(돼지)>

지역	표본농가수(농가)	모니터링(농가)	모니터링비율(%)
서울특별시	0	0	0
부산광역시	1	0	0
대구광역시	1	0	0
인천광역시	4	3	75
광주광역시	1	0	0
대전광역시	0	0	0
울산광역시	2	2	100
세종특별자치시	3	8	267
경기도	94	155	165
강원도	19	19	100
충청북도	26	41	158
충청남도	86	99	115
전라북도	59	75	127
전라남도	40	59	148
경상북도	53	80	151
경상남도	53	46	87
제주도	21	14	67
계	462	601	130

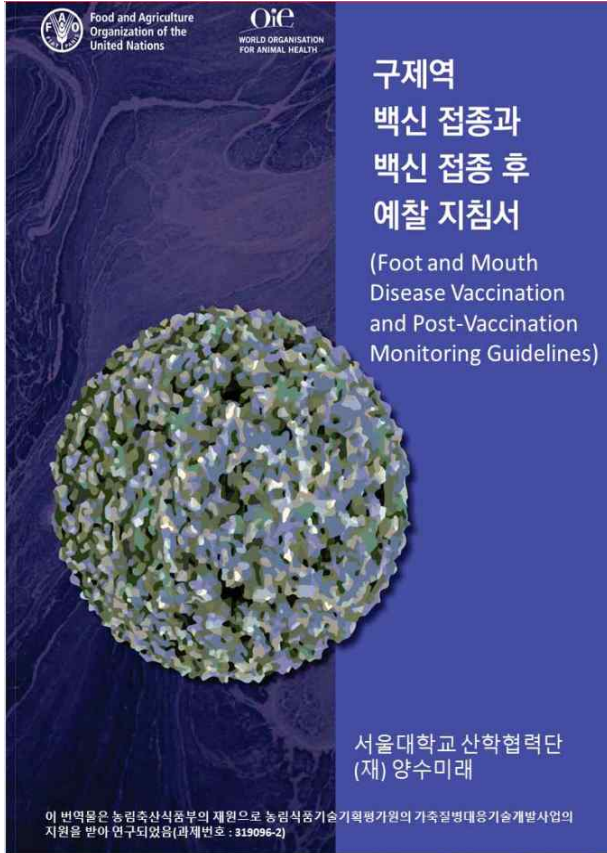
<표 36. 국내 구제역 항체 형성률(면역상태) 판정을 위한 지역별 농가 수준 표본 크기 추정치와 2018년 하반기 모니터링 결과 비교(돼지)>

지역	표본농가수(농가)	모니터링(농가)	모니터링비율(%)
서울특별시	0	0	0
부산광역시	1	0	0
대구광역시	1	0	0
인천광역시	4	5	125
광주광역시	1	0	0

대전광역시	0	0	0
울산광역시	2	0	0
세종특별자치시	3	6	200
경기도	94	120	128
강원도	19	27	142
충청북도	26	33	127
충청남도	86	130	151
전라북도	59	65	110
전라남도	40	57	143
경상북도	53	67	126
경상남도	53	61	115
제주도	21	44	210
계	462	615	133

## 라. 해외 구제역 백신 예찰 시스템 조사

### (1) OIE, [구제역 백신 및 백신 후 모니터링 가이드라인] 번역 및 인쇄물 배포



### 제 출 문

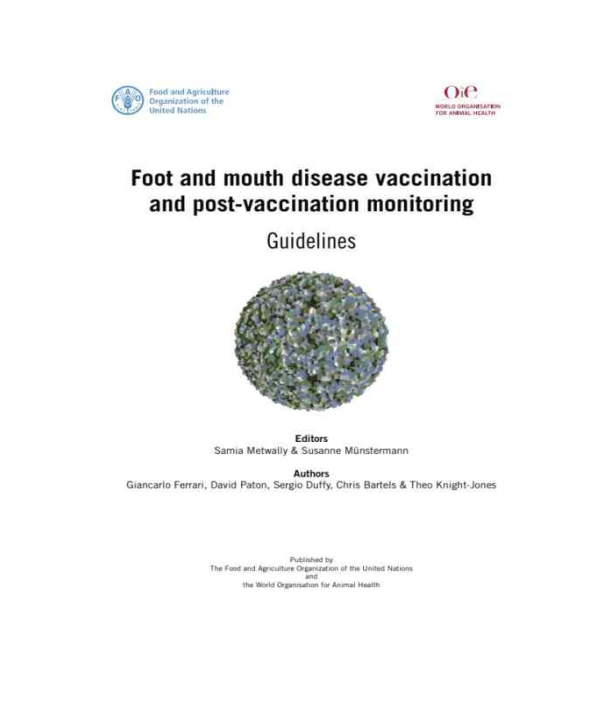
농림축산식품부 장관 귀하

본 번역물을 “구제역 백신 모니터링 평가 및 시스템 개발 연구” 과제(과제번호 : 319096-2)의 산출물로 제출합니다.

2020. 02. 15

주관연구기관명 : 서울대학교 산학협력단      주관연구책임자      박 혁  
 협동연구기관명 : (재)양수미래      협동연구책임자      김 휘  
    김 현  
    전 동  
    강 중

이 번역물은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원의 가축질병대응기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음(과제번호 : 319096-2)



### 머 리 글

지난 10년은 구제역(foot and mouth disease, FMD)관리 및 근절을 위해서 큰 노력을 부운 시기였다. 점진적 구제역 통제경로(Progressive Control Pathway for FMD, PCP-FMD)는 위험요소 관리와 경제적으로 효율적인 구제역 질병 통제에 관한 새로운 단계적 방법론을 제시하기 위해 개발되었다. PCP-FMD는 FAO-OIE Global Control Strategy(2012)에서 목적을 이행함에 있어 중추 역할을 맡아 크게 공헌했다. 유엔식량농업기구(Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO)와 세계동물건강기구(World Organisation for Animal Health, OIE)는 식량 안보와 안전한 무역에 구제역이 끼칠 피해를 줄이기 위해서 구제역 통제가 실현 가능하도록 회원국들을 지속적으로 격려하고 지지하며 그들의 생계 수준이 향상되도록 기여한다.

구제역은 아시아, 아프리카, 중동의 대부분의 나라에서 여전히 풍토병으로 자리잡고 있다. 모든 구제역 발병은 축산 자산, 생산 소득, 사용 가능한 영양 및 소비에 악영향을 미쳐 농장주들에게 잠정적으로 치명적인 영향을 끼칠 수 있다.

백신은 적절하게 사용되고 그 품질과 조성이 적합할 때 질병을 관리하고 제거하는데 뛰어난 것으로 입증된 주요 수단 중 하나이다. 적절한 백신주를 선택하기 위해서는 모든 지역별로 순환하고 있는 바이러스 균주에 관한 최신 정보가 필수적이다.

일반적으로 백신 접종과 관련된 비용이 전체 구제역 질병 관리 비용의 90% 이상을 차지하고 있으므로 엄격한 백신 접종 수준을 유지하기 위해서 특히 농장주와 같은 결정권을 가진 사람을 확신시키기 위하여 백신 접종의 효율성을 계획하고 평가하는 것이 중요하다. 이 지침서는 백신 프로그램의 성공 여부를 평가하고 확인하는 것에 초점을 두어서 구제역 백신 접종/접종 후 예찰의 원칙과 백신 접종의 성공적인 사례에 관한 조언을 목적으로 FAO와 OIE의 지원을 받아 개발되었다. 이 지침서는 다수의 발굽동물 중에 직접적인 영향을 미치고 지역사회 및 전세계 상업활동을 간접적으로 두너뜨릴 수 있는 유행하고 있는 구제역 바이러스에 대하여 백신의 효율성을 결정하기 위해서 전문가의 관점에서 쓰였다.

이 지침서는 국가적 또는 지역적 백신 접종 프로그램을 PCP-FMD의 다양한 단계에서 안내하고 평가하기 위해서 고안되었다. 또한 이전에 구제역 청정 국가였는데 구제역 바이러스가 갑자기 발병했거나 OIE 육상동물건강규약(Terrestrial Animal Health Code)에

## 표 목 차

표 1. 백신 접종 후 예방에 관한 각 장별 구성 개요	xvii
표 2. 3장에 기술된 면역의 백신 접종 후 예방의 개요	xviii
표 3. 항원적 다양성이 혈청학적 평가 결과에 미치는 영향	26
표 4. 혈청학적 결과의 신뢰성에 영향을 끼치는 다양한 요인들과 고려할 수 있는 통제 수단 목록	27
표 5. 방어력을 가지는 역가 값에 대한 요약 Barnett et al.(3)	28
표 6. 75% 가데 보호비율과 LPBE(Liquidphase blocking ELISA) 항체 역가 사이의 상관관계	28
표 7. 방어력을 형성하는 역가 Barnett et al. (2003)	33
표 8. 동종AD 및 이종AD의 실험 바이러스를 이용하여 VNT 실험으로 평가한 백신 접종 후 21일에 개체별 항체 역가	33
표 9. 동종AD 및 특경 이종AD 바이러스에 의한 백신의 평가가하 평균 역가 및 예상되는 방어 비율	33
표 10. 통제 프로그램의 통계적 목표와 성공의 지표	52
표 11. 바이러스 전파를 막기 위한 개체군의 전파율과 백신 접종율의 관계( $f \times h = 1/R_0$ )	65
표 12. 배치 및 접종량 등록증	72
표 13. 백신 접종 캠페인의 지표	74
표 14. 필요한 표본 개수	81
표 15. 획득한 가설의 결과	92
표 16. PPS 방법을 쓴 군집의 결과값	94
표 17. 가중 유행률에 대한 군집의 결과값	96
표 18. 방정식 17을 풀기 위한 가중치	97
표 19. 회고적 코호트 백신 효율성 조사 중에 수집된 정보	107

- vii -

## 요 약

구제역(Foot and mouth diseases, FMD)의 통제 및/또는 근절 조치는 무역의 위험 요소인 구제역의 재발방출 막기 위해서 국가별 통제 프로그램과 국가의 상태를 공인하는 세계동물보건기구(World Organisation for Animal Health, OIE)의 공식적인 지지를 받으며 서로 다른 지역에서 수년간 존재해왔다. 유엔식량농업기구(Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO)와 OIE가 2012년에 발표한 지구적 구제역 통제전략(Global FMD Control Strategy)는 단계적 방법론의 방식으로 질병 통제 수단의 원칙들이 정교화되어있는 점진적 구제역 통제 경로(Progressive Control Pathway for FMD, PCP-FMD)를 내포하고 있다. OIE의 수의 업무는 각국에서 그들의 프로그램을 이행하는데 필수적인 구조들을 예상하는 것을 도와준다. 백신 접종은 구제역 침적 지역을 만들고 유지하기 위해서 구제역의 피해를 줄이고 원인 바이러스의 순환을 막는 것을 추구하는 프로그램들의 중요한 구성 요소이다.

적절한 백신과 백신 접종법을 선택하고 성공적으로 수행하는 것은 다음과 같은 많은 역동적인 요소에 영향을 받는다.

- (i) 통제할 바이러스의 다양성
- (ii) 백신의 효능과 불안정성
- (iii) 감수성을 가지는 동물 종과 확산 체계의 범위
- (iv) 백신 접종률의 목적
- (v) 백신으로 유도되는 면역력의 짧은 지속성, 그리고
- (vi) 백신 프로그램의 설계와 적용

게다가, 백신 접종은 다른 상호 보완적인 통제 수단이 뒷받침되지 않으면 성공적이지 못할 것이다. 그러므로, 백신 선택에서 접종까지 전체 과정은 그 목적을 충족시키고 지속적인 구제의 관리가 이루어지기 위한 끊임없는 관찰과 평가가 이루어져야 한다. 이

- xi -

## 그림 목 차

그림 1. 백신 배치(ad)의 독립적인 평가 및 백신 접종 후 예방을 위한 혈청학적 평가 교정을 위한 고려 사항 및 접근 방식	25
그림 2. 면역을 유발하는 백신을 예방하기 위한 역치 값을 설정하는데 사용하는 혈청학 DPV (백신 접종 후 기간)	31
그림 3. 유도되는 항체의 수준에 따른 방어 가능성을 해석하는 백신 실험의 예	33
그림 4. 백신 접종, 백신 미접종 및 백신 접종했지만 면역력을 갖지 않는 경우를 묘사한 개체군 예시	38
그림 5. 구제역 통제의 요소	47
그림 6. 질병 발생 조사 - 고려사항과 기여 요인들	50
그림 7. 질병 발생 조사	51
그림 8. 백신 접종 카드	68
그림 9. OIE PVS 경로	103

- ix -

문서는 이러한 과정들을 안내하고 도움을 주기 위해 제작되었다. 다양하고 변화하는 구제역 통제 상황들은 각각 다른 접근법을 요구하기 때문에, 지침서는 강제적인 것이 아니다. 대신에, 백신 선별과 백신 접종 전략에 관해서 이용할 수 있는 선택지들을 제시하며, 후보 백신이 방어력이 충분한 면역반응을 이끌어낼 수 있는지 및 실행한 백신 접종 프로그램이 개체군의 면역력이 방어력을 가지는 수준으로 전환되었는지 확인할 수 있는 방법론을 보여준다.

- xii -

의해서 백신 접종을 중단해야 할 경우, 국제적 청정 지위를 회복하는데도 이 지침서가 동일하게 도움이 될 수 있다. 백신 접종과 같이 국제적 통제 프로그램을 이행함에 있어서 효율적인 수의 업무(veterinary services)가 얼마나 중요한지 지침서에 강조되어 있다.

대부분의 독자와 사용자들이 질병관리에 대한 넓은 배경지식을 가지고 있고, FMD 전문가가 아니라는 가정하에, 관계자들은 과학적 배경지식, 방법론 그리고 실질적인 예시를 직접하게 제공하기 위해 노력하였다.

우리는 본 지침서를 제작함에 있어서 권장자들과 저자분들께 감사의 말씀을 드리며, 크게 기여를 해 주신 아시아, 아프리카, 남아메리카 등 각국의 검토위원님들, 백신 제조 관계자분들, 그리고 OIE와 FAO 표준 실험실(reference centres)에 속한 FMD 전문가님들에게도 감사의 말씀을 전한다.

*Dr Juan Lubroth*  
Chief, Animal Health Service  
FAO

*Dr Monique Eloit*  
Director General  
OIE

## 목 차

### 제 1장 백신의 특성

1. 서론	1
2. 백신의 종류	1
3. 백신 선정과 백신 군주 선택의 기준	2
4. 백신의 품질	3
가. 제조 공정에서의 요구 사항	3
나. 백신 등록 과정에서의 요구 사항	5
5. 백신을 구매할 때 고려할 조건	6
가. 입찰 과정을 통해 백신을 구매할 경우	7
나. 입찰자에게 백신을 공급할 경우	8
6. 백신 선정을 위한 점검 항목	9

### 제 2장 백신 프로그램, 운송, 스케줄, 접종율

1. 서론	13
2. 백신 프로그램의 목표	14
3. 백신 운송	15

- iii -

- iii -

가. 포장	15
나. 저온 유통(cold chain)과 물류 관리	15
4. 백신 스케줄	16
5. 백신 접종율	17
6. 백신 접종을 위한 점검 항목	19

### 제 3장 면역 반응 평가

1. 서론	23
2. 백신 접종 후 예찰을 위한 혈청학적 검사	26
가. 구조 단백질(structural protein)에 대한 항체 반응	26
나. 구조 단백질에 대한 항체 반응과 방어력(protection)의 상관관계	27
다. 비구조 단백질(non structural protein)에 대한 항체 반응	28
3. 백신 품질 평가를 위한 소규모 실험	29
가. 백신 접종 절차와 혈액 채취	30
나. 항체 검사	30
다. 결과의 해석	32
4. 현장 상황에서 백신 접종한 동물의 면역 반응 평가	34
5. 개체군(population) 수준의 면역력을 평가하기 위한 백신 접종 후 예찰	37
가. 개별 동물의 수준에서 개체군의 면역력을 평가하기 위한 백신 접종 후 예찰	41
나. 축군(herd) 수준에서 개체군의 면역력을 평가하기 위한 백신 접종 후 예찰	43
6. 백신 접종 후 면역력 예찰을 위한 점검 항목	44

- iv -

### 제 4장 백신 접종 효과와 다른 관리 수단 예찰

1. 서론	47
2. 백신 효능(efficacy) 및 효율성(effectiveness)	48
3. 백신 접종된 동물에서의 발병 조사	49
4. 국제적 예찰 통제 프로그램의 효과	52
5. 예찰	53
6. 시행한 시점에서의 상태	53
7. 예상 결과	54

### 참고문헌

### 부속서

1. 부록 1. 백신 접종을 예찰	65
2. 부록 2. 개체군 면역의 현장조사를 설계하기 위한 통계적 수단	77
3. 부록 3. 수의 업무의 강화	103
4. 부록 4. 백신 효과	105

- v -

이 지침서는 OIE/FAO FMD Reference Laboratory Network의 실무진과 다른 국제역 전문가인 Rossana Allende, Paul Barnett, Hernando Duque, He Jiun, Xiangtao Liu, Eduardo Maradei, Antonio Mendes, Samia Metwally, Susanne Munstermann, Bramhadev Pattnaik, Claudia Perez, Ludovic Plee, Zhang Qiang의 논의를 통해서 발전되었습니다. 일부 저자들과 Kris de Clercq, Tim Doel, Phaedra Eblé, Mary Joy Gordoncillo, Cornelis van Maanen, Alasdair King, Mokganedi Mokopasetso Keith Sumpston으로 구성된 후속 FAO-OIE 전문위원회에서 지침서의 범위와 형식을 다듬는 데에 도움을 주었습니다.

국제역(Foot and Mouth Disease, FMD)은 경제적, 사회적, 환경적으로 심각한 피해를 유발할 수 있는 가장 전염성이 강한 바이러스성 질병 중 하나다. Picornaviridae과 Aphthovirus속에 속하는 바이러스가 원인이다. 국제역 바이러스(FMD virus, FMDv)는 면역학적으로 7가지 혈청형(O, A, C, SAT1, SAT2, SAT3, Asia1)으로 분류된다. 국제역 통제와 근절을 향한 상황은 전 세계적으로 극명하게 나뉜다. 일부 국가는 국제역 청정국가이거나 청정국으로 향하는 상황이지만, 다른 나라들은 국제역 통제의 초기 단계에 해당된다. 최근에 점진적 국제역 통제 경로(Progressive Control Pathway for FMD)에 관하여 국제적인 승인이 있었으며(15, 38) 이는 질병을 통제하는데 새로운 국가적, 지역적 노력을 유도했다. 백신 접종은 국제역을 퇴치하기 위한 가장 중요한 도구 중 하나이며, 새로운 질병 통제 전략을 시도하는 나라들은 이 지침에서 백신 기반 통제 프로그램을 어떻게 최적화시키는데 관하여 많은 도움을 얻을 수 있을 것이다. 상시 백신접종, 대상 동물 개체군에 적용되는 접종법, 국제역 고위험 지역, 링 백신접종(ring vaccination), 국제역 완화 혹은 청정 지역의 접종과 같이 해당 지역의 상황과 목표에 따라 백신 접종에 관한 다양한 접근법이 사용된다. 많은 요소들이 국제역에 대한 백신 접종의 효과에 영향을 끼쳐 그 효과의 정도가 매우 다양할 수 있고 때로는 매우 미약할 수 있기 때문에, 접종실패를 확인하고 지속적으로 질병 통제를 확실히 하기 위해서 백신접종에 사용된 요법과 프로그램을 지속적으로 평가해야 한다.

▶ 지침서의 목적

많은 나라들은 국제역 백신 접종의 효과를 적절하게 평가 하지 않고 있는데, 아마도 그 중요성을 모르거나 혹은 그들의 목적이나 요구를 이루는데 최선의 방법이 무엇인지 모르고 불확실하기 때문에 그럴 수 있다. 이 안내서는 절차에서 각 단계를 설정하고 설명하고자 하며 각 나라에서 그들의 국제역 백신 접종 요법과 프로그램의 성과를 평가하는데 도움을 주고자 한다. 반추유나 돼지에서 사용되는 방식과 접근법이 비슷할 수 있지만, 이 지침서는 원칙적으로 소의 예방접종에 관한 것이다. 이하, 이 지침서의 목적은 백신 접종 후 관찰(Post Vaccination Monitoring, PVM)으로 지칭한다.

▶ 왜 백신 접종 후 관찰을 하나요?

PVM은 목표를 이루기 위해서 백신 요법과 프로그램 그리고 제한된 자원을 어떻게

- xiii -

- xiv -

사용할지 최적화하는데 필수적이다. 접종 프로그램이 질병의 부담에 미치는 영향을 평가하는 것은 백신접종 비용을 정당화하는데 도움을 주며, 그 백신 프로그램의 취약점을 식별하는 것은 시스템의 개선이 이루어지게 한다. 비효율적인 백신 프로그램은 많은 공공 및 민간 자금을 낭비시키고, 국제역 질병 통제의 전망에 관해 축산업 관계자들을 낙담시킬 수 있다. 백신 접종 프로그램과 개체군의 면역을 예측하는 것은 백신 기반 점진적 국제역 통제 경로(Progressive Control Pathway for FMD [PCP-FMD]) 2, 3 단계를 시도하는 국가의 추적 시스템의 중요한 요소들이다. 이것들은 또한 세계동물건강기구(World Organisation for Animal Health, OIE)의 공인된 국가적 통제 프로그램 혹은 백신 접종으로 국가 또는 지역적 국제역 청정 지위(PCP-FMD 3 단계 및 이상)를 공식적으로 인정받을 때도 필수적인 요소에 해당한다. PVM은 또한 고품질의 백신의 생산과 사용 및 향상된 백신의 개발을 촉진시킬 것이다.

▶ 지침서에 관한 설명

이 지침서는 최종 사용자가 백신 접종 프로그램의 일환으로 어떻게 PVM을 실행할지에 관해서 실용적으로 안내하기 위해서 전문가들에 의해 개발되었다. 그럼에도 불구하고 이론과 현장 사이의 균형이 깨지기 때문에 더 많은 일반적 원칙들을 기술함으로써 독자들로 하여금 안내되지 않았거나 예상치 못한 지역별 상황에 따라서 특정 절차를 적절하게 응용시키도록 도와줄 것이다. 서로 다른 PCP-FMD 단계에 해당하는 국가들의 조건들에 따라 PVM의 필요성을 조정하려는 시도 또한 있었다.

표 I은 각 장의 목표와 각 장이 제공하는 정보에 관한 개요를 보여준다. 1 장은 핵심 국제역 백신과 관련된 배경지식과 백신 제조업체가 충족해야 하는 사양을 제시한다. 2 장은 PCP-FMD의 여러 단계와 관련된 백신 접종 프로그램의 목표들을 설명한다. 백신 운송, 일정관리 및 백신 접종을 결정에 대한 다양한 원칙과 접근 방식을 설명한다. 3 장은 백신 구매 전후와 개체, 무리 및 개체군 수준에서 백신 접종에 대한 면역 반응을 좌우하는 실질적인 방법들을 제공한다. 백신 품질이 완전히 밝혀지지 않았거나 백신주의 효능과 실제 항체가 사이의 상관관계가 완전히 확립되거나 검증되지 않은 경우 백신 접종에 대한 면역 반응 평가 및 해석의 어려움을 극복하기 위한 접근법이 기술되어있다. 개체군 면역의 평가는 백신 접종 프로그램의 목표인 국제역 통제를 향해서 나아가는 단계들(i) 국제역의 임상적 발병률의 감소, (ii) FMDv의 순환 근절, (iii) 국제역 청정 지역의 유지, (iv) 국제역 청정 지위의 회복과 관련되어 있다. PVM의 이러한 핵심 요소는 표 II에 요약되어 있다. 2 장과 3 장에 설명된 주요 방법들에 대한 세부 자료는 부록 1과 2에 수록되어있다. 4 장에서는 국제역 통제 측면에서 질병 및/ 또는 감염의 발생을 감소시키는 것, 혹은 질병 또는 감염의 부재를 입증하는 것과 같이 백신 접종의 영향을 관찰하기 위한 선택지들을 간단히 다룬다. 또한 이러한 결과들은 백신 접종 이외의 통제 수단에 따라 달라지고, 국제역 관리의 전반적인 진행 상황을 평가하는데 필요한 모든 단계들에 관해서는 본 지침서가 포함하는 범위가 아니다.

- xv -

▶ 이 지침서를 이행할 때 필요한 관계자는 누구인가?

국가 차원의 의사 결정자는 PVM의 목표를 설정하고 PVM의 활동과 관련된 자원을 할당해야 한다. 역학자와 통계학자는 국가 목표에 맞는 적절한 방법을 선택 및 설계하고 데이터 분석을 수행한다. 현장 수의사, 비정부기구(NGO) 그리고 동물 건강 요원은 데이터 분석을 위해 시료들을 수집한다. 수의 진단 실험실의 전문가들은 PVM에 사용되는 혈청 검사에 성능에 대한 정보를 공유하고, 진단적 분석을 수행하며 혈청 검사 결과를 해석하는 일을 한다. PVM과 관련하여 추가적인 조언은 OIE와 유엔식량농업기구(Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO)의 국제역 표준 실험실(FMD Reference Laboratories) 및 협력 센터(Collaborating Centres)에서 찾을 수 있다.

- www.wrlfmd.org/ref\_labs/ref\_lab\_reports/OIE:FAO

FMD Ref Lab Network Report 2013.pdf

- www.fao.org/ag/againf/partners/en/ref\_centres.htm.

▶ 언제 이 지침서가 유용한가요?

- 백신 접종 프로그램을 이행하기로 결정한 후.
- 백신 접종 프로그램을 계획할 때.
- 백신 접종 캠페인이 진행되는 동안.
- 백신 접종 후를 관찰하고 백신 효과를 평가하기 위해.

▶ 백신 접종 후 관찰을 시행하기 위한 수의 업무 강화의 중요성

국제역에 대한 PVM의 성공적인 실행은 국가적 수의 업무의 공식적인 목표인 질병 통제를 위한 중요한 예방 도구이다. 국가의 수의 업무는 OIE 육상동물건강규약(Terrestrial Animal Health Code, Terrestrial code) 내에서 동물 건강 및 조차와 육상동물건강규약의 표준 및 권장 사항을 구현하는 정부와 NGO로 정의된다.

수의 당국에는 위임받은 역할들을 수행하기 위해 공식적으로 승인된 관련 공공 및 민간 부문의 기관들, 수의사 및 수의 보조 전문가가 포함된다. 수의 당국은 적절한 법률에 의해 뒷받침이 되어야 하며, 앞서 언급된 동물 건강 및 복지 조치, 국제 수의학 인증과 육상동물건강규약의 기타 표준 및 권고 사항을 회원국의 전 지역에서 시행되도록 보장하거나 감독할 책임을 가지며, 수행할 능력이 있어야 한다.

- xvi -

이 지침서에 기술된 모든 절차에 관해서, 수의 업무의 품질과 우수한 통치 방식은 공공기관의 책임 혹은 이를 위임받은 수의 당국 및 공인된 민간기관의 관리 아래 PVM 방식을 이행할 수 있는 환경을 만들어 준다.

OIE는 회원국들이 수의 업무의 품질과 관련하여 규정된 표준 지침을 충족할 수 있도록 지원하기 위한 여러 도구와 활동을 보유하고 있다. 여기에는 수의학 실험실, 수의학 교육 시설 및 수의학 법정 기관을 위한 47개의 중요 역량 및 관련 자매결연 프로그램을 통해 개선 가능성을 식별하고 조정하기 위한 수의 업무 성과(Performance of Veterinary Services, PVS) 경로가 포함된다. PVS 경로에 대한 자세한 내용은 부록 3에 제공된다.

표 2 3장에 기술된 영역의 백신 접종 후 예방의 개요

차별	연구의 유형	연구 논의			실제		
		목적	결과	예시	대상 동물	표본 크기	수집 날짜
33	백신 품질의 단독 평가	백신 규제 전 백신의 평가 및 평가	백신 접종 후 예방 효과 수의 당국	국제에 의해 사용된 백신의 품질에 대한 안전성을 평가하기 위해	동물 개체 수	백신 20만 개	2011년 11월
	무엇에 대하여 말하는가?	구매하기에 적합한 백신을 선택하는 방법	성공적인 백신 접종 프로그램을 이행하기 위한 고려 사항	구매 직후에 백신을 평가하는 방법	백신 접종 프로그램이 대상 개체군이 적절한 면역력을 가지게 했는지 여부를 평가하는 방법	2개의 백신(백신 100만 개)	2011년 11월
34	현장 상황에서 백신 접종된 동물의 면역 평가	백신과 같이 오는 온도 카드	백신 접종 기록 카드	백신 위탁과 관리 진행	다른 연령대에서 백신 접종을 한 동물의 비율	백신 접종 후 예방 효과 수의 당국	2011년 11월
	예찰 지표 (및 목표)를 검증하는 수단	백신과 같이 오는 온도 카드	백신 접종 기록 카드	백신 위탁과 관리 진행	다른 연령대에서 백신 접종을 한 동물의 비율	동물의 비율 5%	2011년 11월
35	백신 품질의 단독 평가	백신 규제 전 백신의 평가 및 평가	백신 접종 후 예방 효과 수의 당국	국제에 의해 사용된 백신의 품질에 대한 안전성을 평가하기 위해	동물 개체 수	백신 20만 개	2011년 11월
	무엇에 대하여 말하는가?	구매하기에 적합한 백신을 선택하는 방법	성공적인 백신 접종 프로그램을 이행하기 위한 고려 사항	구매 직후에 백신을 평가하는 방법	백신 접종 프로그램이 대상 개체군이 적절한 면역력을 가지게 했는지 여부를 평가하는 방법	2개의 백신(백신 100만 개)	2011년 11월

표 1. 백신 접종 후 예방에 관한 각 장별 구성 개요

장	1 장 구제역 백신의 목적	2 장 백신 프로그램의 목적, 백신 분배, 백신 접종 스케줄, 백신 접종을	3 장 백신 접종에 대한 잠재 반응	4 장 성과
무엇에 대하여 말하는가?	구매하기에 적합한 백신을 선택하는 방법	성공적인 백신 접종 프로그램을 이행하기 위한 고려 사항	구매 직후에 백신을 평가하는 방법	질병 및/또는 바이러스의 순환을 감소시키는 백신 접종 효과의 효과를 측정하는 방법
예찰 지표 (및 목표)를 검증하는 수단	백신과 같이 오는 온도 카드	백신 접종 기록 카드	백신 위탁과 관리 진행	다른 연령대에서 백신 접종을 한 동물의 비율
빈도	배치당 (per batch)	지속적인 예방	3장에서 설정된 특정 시간 사이에	단위 시간당 및 연장 기간에 지속적인 예방

epi-unit, epidemiological unit : 역학 단위  
r-value: 백신주 바이러스와 야외주 바이러스 사이의 항원적 일치에 대한 열정학적 측정

- xviii -

- xvii -

차별	연구의 유형	연구 논의			실제		
		목적	결과	예시	대상 동물	표본 크기	수집 날짜
35	백신 품질의 단독 평가	백신 규제 전 백신의 평가 및 평가	백신 접종 후 예방 효과 수의 당국	국제에 의해 사용된 백신의 품질에 대한 안전성을 평가하기 위해	동물 개체 수	백신 20만 개	2011년 11월
	무엇에 대하여 말하는가?	구매하기에 적합한 백신을 선택하는 방법	성공적인 백신 접종 프로그램을 이행하기 위한 고려 사항	구매 직후에 백신을 평가하는 방법	백신 접종 프로그램이 대상 개체군이 적절한 면역력을 가지게 했는지 여부를 평가하는 방법	2개의 백신(백신 100만 개)	2011년 11월

- epi-unit: 역학 단위
- W-형: FMDv 구조 단백질에 대한 항체 백신 접종 또는 감염에 의해 유발되는 방어력 및 유행성 특이적
- NSP-형: FMDv 구조 단백질에 대한 항체 (감염 또는 감염되지 않은 백신 사용에 의해 유발되는 방어력) 없이도 유행성 반응

# 제1장 백신의 특성





1. 백신의 특성

1. 서론

- FMDv의 다양한 혈청형과 균주 중 하나 혹은 그 이상은 구제역 백신으로 제작될 수 있으며, 그 백신의 품질은 굉장히 다양할 수 있다. 적합한 품질과 균주의 백신을 선정하는 것은 성공적인 백신 프로그램의 필수 조건이며, 이 필수 조건이 성립되지 않는다면 다른 노력들은 의미가 없어진다.
- 여러 국가들의 규제 당국들은 백신의 품질을 보장할 수 있는 다양한 방법들을 개발해왔다. 당국마다 그 공공적인 목표는 같지만, 통제되는 제조 공정과 최종 제품의 평가를 강조하는 그들의 체계는 매우 다양하다. 가능하다면, 백신은 우수약품제조관리기준 (Good Manufacturing Practice, GMP)에 따라서 제작되어야 한다. 하지만, GMP는 보편적으로 제조업체에게 적용되지 않고, 충분히 규제되지 않는 실정이며, 심지어는 모든 국가에서 GMP를 요구하지 않는다는 점에서, 믿을 수 있는 GMP 시스템이 없는 상황에서 구제역 백신의 제조업체와 평가는 OIE 기준을 따를 것이 권고된다. - OIE Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals (Terrestrial Manual)의 Chapters 1.1.6(Principles of Veterinary Vaccine Production)과 2.1.5(FMD Vaccine)(44) 그리고 약칭 요구 사항<sup>1)</sup>을 포함한 관련 국가 표준
- 백신주는 무역과 지역적으로 순환하는 바이러스에서 오는 위험에 대한 지식을 바탕으로 선택되어야 하며, 국가적으로 지정되지 않은 백신 균주일 경우, 지역적과 국제적인 표준 실험실에서 조인을 구할 수 있다. 지역적으로 순환하는 바이러스 균주들을 정기적으로 수집하고, 표준 실험실에 의뢰하는 것은 가장 명확한 정보를 얻을 수 있는 방법이 될 것이다.
- 적절한 백신 균주를 선택하였다면, 백신의 품질이 예찰되어야 한다. 이 장의 목표는 적절한 품질과 특이성을 가지는 구제역 백신을 선택하는 법에 대한 지침을 제시하는 것이다.

2. 백신의 종류

- 구제역 바이러스는 주로 BHK(Baby Hamster Kidney)세포에서 배양하며, 바이러스 부유액(suspension)은 세포 파편을 제거하기 위하여 여과 혹은 원심분리를 통해 순수 분리된다. 순수 분리된 바이러스는 BE(binary ethylenimine)과 같은

1) 구제역 백신의 제조와 평가에 대한 국가적 기준은 백신 제조업체 또는 백신을 이용하고자 하는 국가에 법적 구속력이 있다고 볼 수 있다. 만약 그러한 국가적 기준이 일반적으로 OIE 기준과 여러 면에서 대응하거나 우수하지 않다면, OIE 기준은 가능하다면 최대한 적용되어야 한다.

1. 백신의 특성

- 예를 들어, 효능이 좋은 백신은 광범위하게 파생된 여러 균주들에 대해 교차방어를 유도할 수 있을 수 있고, 1회 접종량으로 상대적으로 긴 지속성을 가지는 면역력을 유도할 수 있다. 반대로, 낮은 효능의 백신은 좁은 항원 범위와 면역력의 짧은 지속시간을 보일 것이지만, 만약 1차 접종 1달 후, 2차적인 접종을 한다면 부스팅(boost)된 항체는 넓은 항원범위와 면역효과의 높은 지속성에 도움이 될 수 있다. 또한 공격적접종(challenge)에 의한 증상의 경증은 축산 시스템과 감수성이 있는 가족의 밀도에 따라 다르다.

4. 백신의 품질

- 백신을 사용하는 구제역 통제 프로그램에서, 올바른 바이러스 균주들 선택과 더불어, 백신의 품질이 가장 중요하다. 백신 품질을 보장하기 위한 첫 번째 단계는 백신제조업체가 Terrestrial Manual, Chapter 2.1.5와 같이 규정된 표준을 준수하는 것이다. 생산 공정에서 준수해야 할 Terrestrial Manual에서 명시된 절차들은 이후에 요약되었다.

가. 제조 공정에서의 요구 사항

1) 종자 바이러스(seed virus) 관리

- Seed virus는 특징지어지고, 출처가 명시되어야 하며 따라서 세계표준실험실(World Reference Laboratory) 또는 FAO/OIE 표준실험실(Reference Laboratory)와 같은 신뢰할 수 있는 출처에서 구매해야 한다. Master seed viruses(MSVs)는 순수해야 하며 외부 이물질이 없다는 것이 입증되어야 한다. 기존 백신과 유행 균주가 일치하지 않고 확실 가능성이 높은 새로운 균주가 출현하는 경우, 야의 분리주 중 대표적인 균주에서 새로운 백신 균주를 개발할 수 있다. 전체 평가가 완료되지 않은 현장에서의 사용은 반드시 승인될 수 있지만, 새로운 MSV에서 생성된 항원이 외부의 오염되는 경우와 같은 위험 요소들은 신중하게 평가되어야 한다.

2) 제조 방법

- 바이러스의 사독과 단계, 농축, 정제 그리고 부형제와 방부제가 혼합된 오일 또는 수용성 백신과 같은 최종 제조공정 방식을 포함하여 대규모 부유액 배양 또는 단층(monolayers) 항원 생산을 위한 바이러스 배양 과정을 문서화해야 한다. 전체 제조 공정에는 다음과 같은 중요관리점(Critical Control Points)이 있다.

화학물질을 사용하여 1차 역학(first-order kinetics)에 따라 사독화(inactivated)된다. 사독화(inactivation) 이후에는 바이러스 항원은 침전(precipitation), 초미세여과(ultrafiltration) 혹은 두 가지의 조합에 의해 농축될 수 있지만, 추가적인 처리 없이 바로 배합될 수도 있다. 이러한 농축 공정들을 비구조백질(non-structural proteins, NSPs)를 제거함으로써 항원을 정제할 수 있다. 정제된 백신을 사용함으로써 백신 접종한 동물과 감염된 동물은 구별하는 과정(Differentiation of Infected from Vaccinated Animals, DIVA)을 개진한다. 바이러스 항원의 농축과 정제는 요구되는 백신 효능에 따라 정제가 필요할 수 있는 바이러스 분자의 손실을 초래할 수 있다.

- 부형제(adjuvant) 종류에 따라서 백신은 수용성(aqueous) 혹은 오일(oil) 형태가 될 수 있다. 수용성 형태의 구제역 백신은 수산화알루미늄 겔(aluminum hydroxide gel)과 사포닌(saponin)을 부형제로 사용해 오일 형태의 백신의 경우, 두 가지 유형이 존재한다: single emulsion, water in oil(W/O); 그리고 double oil emulsion(DOE)라고도 알려진 water in oil in water(W/O/W)이다. 수용성 백신은 소, 양, 염소, 물소 등에 주로 사용되지만 돼지에는 효과적이지 않다. 오일 백신은 모든 종에 걸쳐 사용된다. 예를 들어, W/O 백신은 남아메리카 소(South American cattle)에 반복적으로 사용되며, W/O/W 백신은 아시아 지역의 돼지에서 자주 사용된다.

3. 백신 선정과 백신 균주 선택의 기준

- 구제역 백신주 선정에 관한 원칙과 사용 가능한 방법론은 Terrestrial Manual, Chapter 2.1.5. (44)에 명시되어 있고, Paton et al.(34)의 보고서(review)는 이 주제에 관해서 추가적인 정보를 제공한다. FMDv에 대한 면역이 혈청형 특이적(serotype-specific)이고, 동일 혈청형 내에서도 바이러스 균주간에 교차방어(cross-protection)가 완벽하게 성립하지 않을 수 있기 때문에, 하나 혹은 이상의 순환하는 바이러스 균주들이 일으킬 수 있는 위험에 대해서 방어력을 가지는 면역력이 형성될 수 있는 하나 혹은 이상의 백신주가 함께 들어있는 백신을 선택하는 것을 지향해야 한다. 이상적인 백신은 여러 위험에 대한 광범위한 방어력을 제공한다. 일부 혈청형들은 다른 혈청형보다 항원 변이량(antigenic variation)이 더 크다. 방어력이 충분한 면역이 유도될 수 있는지는 다음 세 가지 독립변수가 주로 결정한다:
  - 백신의 효능(potency)
  - 백신주와 야외주(field strain)의 항원적 일치(antigenic match) 그리고
  - 백신 스케줄(31).

구제역 백신 검증과 백신 검증 후 예방 지침서

3) 공정 중 관리

- 액체 처리과정에서 10<sup>4</sup>리터당 1개 미만의 감염성 입자가 존재하는 농도에 도달할 때까지 감수성을 가지는 세포에 접종(inoculation)하고 감염력을 측정함으로써 사독과 과정의 속도와 선형성(linearity)을 주기적으로 측정해야 한다.
- 활력을 가진 바이러스가 없는지 평가하기 위해서 감수성을 띠는 단층 세포 배양(sensitive monolayer cell cultures)에서 계대배양 함으로써 모든 배치(batch)의 항원에 대해 무해성(innocuity) 평가가 수행해야 한다.

4) 최종 배치(batch) 평가

- 검증 가능한 GMP가 없을 시에, 최종 백신 제품의 각각의 batch는 다음 기준에 따라 제조업체에서 평가해야 한다.
  - 무균성 : 무균 상태인 대량의 사독화된 항원, 농축된 항원 및 최종 생산 조합 내 미생물에 의한 오염 가능성을 평가해야 한다.
  - Identity test(순수성 검사) : 기존의 선택된 균주만 최종 제품에 순수 정제되어 포함되어 있음을 보여준다.
  - 바이러스의 비구조단백질(NSP) 검사 : NSP를 제거했다고 주장하는 백신은 NSP에 대한 항체를 유도하지 않음을 입증해야 한다.
  - 안전성 : 제품의 일관된 안전성이 등록 서류에서 증명되고 승인되어 있지 않을 경우, 최종 제품은 14일 동안 국소 및 전신 반응을 유발하지 않음을 증명하기 위해 동물실험에서 평가되어야 한다.
  - 효능(potency) 평가 : 최종 제품의 효능을 평가하는 표준은 생 바이러스 공격적접종 실험(live virus challenge test)이다. 그러나 batch-release testing의 경우, ELISA(Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) 또는 VNT(virus neutralization test)와 같은 간접 혈청 검사를 사용하여 기대 방어율(Expected Percentage Of Protection, EPP)을 계산할 수 있으며, 또는 혈청학적 역가와 방어율 사이의 상관관계를 나타내는 기타 점수 체계(scoring system)이 확립될 수 있다.

나. 백신 등록 과정에서의 요구 사항

- 제조업체가 제조 공정에서 이러한 모든 품질 보증 검사를 충실히 수행했다고 가정할 경우, 다음과 같은 품질 특성에 관한 문서를 포함하여 규제 당국에 백신을 등록하기 위한 서류를 준비해야 한다.

가) 제조 공정

- 1) - 4)의 각 차례에서 기술된 절차에 대하여 자세한 설명이 제공되어야 한다.

나) 대상 동물의 안전성

- 백신의 임상시험 배치(trial batch)는 단일 및 반복 접종량을 권장 투여 경로로 접종하여 각각의 표적 종에서 생체 내(in vivo) 실험되어야 한다. 실험 백신은 최대 허용 payload를 포함해야 하며 1차 백신 접종 과정 (보통 1개월 간격으로 2회 주사)으로 투여해야 한다. 동물에서 국소 또는 전신 반응이 일어나는지 14일 동안 관찰해야 한다.

다) 효능(Efficacy)

- 일부 균주는 다른 균주보다 강한 면역원성을 가지기 때문에, 각 백신 균주별로 요구되는 potency를 가지는지 입증되어야 한다. 백신 효능(efficacy)은 백신 접종된 동물에서 세계 표준 실험실(World Reference Laboratory) 또는 다른 FAO/OIE 표준 실험실(FAO/OIE Reference Laboratories)에 의해 제공된 생 구제역 기준 바이러스(live FMD reference viruses)를 이용한 공격접종 실험(challenge testing)에 의해 평가된다.
- 소의 공격접종 실험에 사용되는 실험 방식은 PD<sub>50</sub>(50% protective dose) 평가 또는 PGP(Protection against generalized foot infection) 평가이다.

라) 비구조 단백질 항체에 대한 순도(purity) 평가

- 백신 제조업체가 경제된 백신을 생산한다고 주장하는 경우, NSP에 대한 항체가 생성되지 않음을 증명하기 위해 임상시험 배치(trial batch)는 생체 내에서 평가되어야 한다.

가. 입찰 과정을 통해 백신을 구매할 경우

- 여러 상황에서, 특히 국가 예산 또는 기부 단체(donor agency)를 통해서 대량 구매가 필요한 경우, 입찰 절차를 통해서 백신을 구매하는 것이 요구될 수 있다(4).
- 입찰 요청에는 제조업체가 만족스러운 입찰 서류를 제공하도록 다음 정보가 포함되어야 한다.
- 입찰자가 제공하는 정보:
  - 백신에 포함된 바이러스 균주:
  - 백신 접종 대상 종:
  - 요구되는 접종 횟수:
  - 백신 접종량의 부피와 바이알(vial)당 접종량의 수:
  - 선호되는 부형제의 성질과 백신의 조제 방식:
  - 부표(label)에 관하여 특별히 요구되는 사항 (예: 크기, 언어, 경고).
- 제조업체가 제공하는 정보

□ 일반적인 요구 사항:

- 백신 제조 공정과 최종 배치(batch) 및 완제품의 품질 관리 평가는 OIE 표준에 따라 수행되어야 한다. : Terrestrial Manual, 2014 의 Chapter 1.1.6 및 2.1.5
- 백신은 적절한 요구 사항을 준수하고 국가 규제 당국의 승인을 받은 시설에서 생산되어야 한다.

□ 특정 요구 사항:

- 백신 유형 - 백신의 혈청형 및 균주(i.e. 다가(polyvalent) 백신)를 명백히 한다.
- 종 - 구제역 백신은 대상 동물에 사용되도록 승인되어야 한다.
- 수량 - 바이알(vial)당 용량 및 횟수를 지정한다.
- 경로 - 접종 경로를 지정한다.

마) 면역 지속 기간 (Duration of immunity, DOI)

- DOI는 백신의 efficacy에 따라 달라지며, 제조업체가 주장하는 방어력을 가지는 기간 후반부에 차례 1.4.나) (백신 효능)에 설명된 것과 같이 공격접종 실험(challenge test) 또는 대체 실험(alternative test)을 수행하여 DOI를 입증해야 한다.
- 제조업체는 등록 서류에 첫 번째 백신 접종 권장 연령과 후속 백신 접종 일정을 표시해야 한다.

바) 안정성

- 등록 서류의 일부로서, 제조업체는 백신의 유효 기간의 말미에 최소 효능이 일관되게 유지되는 것과 같은 백신의 안정성을 증명해야 한다. 백신의 품질이 냉동 또는 상온 보관에 의해 영향을 받을 수 있는 경우, 보관 온도를 표시하고 경고를 표시해야 한다.

5. 백신을 구매할 때 고려할 조건

- 구제역 백신 접종이 정부의 규제된 구제역 통제 프로그램의 일부인 경우, 관련 당국에 의해 백신이 승인되고 해당 국가에서의 사용이 규제될 수 있다. Terrestrial Manual의 Chapter 1.1.6 및 2.1.5 또는 이 표준과 동등한 것으로 간주되는 국가 표준에 따라 백신을 생산하는 하나 이상의 유명 제조업체로부터 구제역 백신을 구매해야 한다. 제조업체로부터 구제역 백신을 구매하기 전에, 백신 접종 프로그램에 가장 적합한 공급 업체 및 백신을 선택할 수 있도록 제품 관련 서류를 요청해야 한다. 제조업체가 제공하는 정보 혹은 현장에서의 백신 사용 경험이 백신의 절대적 또는 상대적 적합성에 대해 의문을 남길 경우, 이는 백신 제조업체의 주장과 별개로 평가될 수 있다. 이것은 대상 종의 그룹을 백신 접종하고 간접 혈청학적 방법(차례 3.4 참고)을 사용하고 그리고 필요한 경우, 직접 생 바이러스 접종 실험을 통해 유도되는 면역의 방어력 수준을 평가할 수 있다. 백신을 반복해서 접종하는 경우, 혈청학적 평가를 위한 샘플은 해당 백신의 이전 배치(batch)를 이용해서 이미 백신 접종된 현상의 동물로부터 얻을 수 있다.

- 부형제(Adjuvant) - 부형제의 유형을 지정한다. (single oil emulsion, double oil emulsion, 또는 aluminium hydroxide and saponin)
- 효능(potency) - PD50(보통 3개의 PD50)의 백신 효능 지정하고, onset(보통 2주)과 면역 지속 기간 (보통 6개월)을 밝힌다.
- 안정성 - 백신의 유효 기간 (완제품 또는 batch)을 반드시 명시해야 한다. (주요, 최소 12개월 이상).
- 표준 혈청(reference sera) - PVM 혈청 실험에서 참조 표준으로 사용할 상동성(homologous)의 백신 균주의 혈청을 입찰자가 이용할 수 있는지 여부를 나타낸다.
- 권장 백신 접종 일정 - 일반적으로 6개월 동안 방어력을 가지려면 two-dose primary course가 필요하다.
- 입찰 서류는 요구하는 언어로 제출해야 하며, 운송 날짜, 도착 항구, 보관 권장 사항 및 만료 날짜 뿐만 아니라 위에 나열된 모든 사항에 대한 문서/증명서를 제출해야만 한다.

나. 입찰자에게 백신을 공급할 경우

- 백신은 해당 국가의 지정된 장소로 운송되어야 한다. 백신 용기에는 저온 유통(cold chain) 예방 장치가 제공되어야 한다. 위탁을 수락하기 전에, 수취인은 백신 품질을 유지하기 위해 운송 중 2-8 °C에서 지속적인 냉장 보관이 이루어지도록 확인해야 한다.
- 구제역 백신의 각 배치(batch)에는 차례 1.5.1 (b)에 기술된 모든 제품 정보를 포함하고, 제조업체를 대표하는 공인된 전문가가 서명한 배치(batch)에 관한 문서가 첨부되어야 한다. 그리고 아래와 같은 사항도 포함되어야 한다.
  - 배치 식별번호:
  - 제조 일자:
  - 특정 지시 사항, 예를 들어 투여 전에 잘 흔들어야 한다.
  - 자가 주사의 경우 위험 경고.

## 6. 백신 선정을 위한 점검 항목

- 백신의 효능은 매우 다양하므로, 입찰 과정에서 가격만이 중요한 요소는 아니다.
- 백신과 야의 준수 간에 중요한 항원적 차이가 있을 수 있으므로, 표준 실험실에서 준수 선택에 대한 객관적인 조연을 받아야 한다.
- 바이러스 특성 및 백신 선별을 위해 최근 발병한 시료를 표준 실험실로 보낸다.
- 하나 이상의 평판이 좋은 업체에서 구매하고 품질 관리를 위한 독자적인 체계가 설립되어 있는지 확인해야 한다.
- 구매 전후에 유발된 면역 반응 평가(3 장 참조).

## 1. 서론

□ **구제역과 같은, 전염병 백신 집중에는 몇 가지 목표가 존재할 수 있다. (차제 2.2 참조).**

- 감염 후 임상 증상이 발현되는 동물의 수를 줄이고, 따라서 질병의 경제적 피해를 제한하는 데 사용될 수 있다(예: 어린 가축의 사망률, 우유 생산량의 손실, 성장 및 드레프트 파워(draught power) 감소). 그리고/또는
- 구제역 바이러스의 순환을 점진적으로 감소시키거나 차단하는데 사용될 수 있으며, 이 경우 백신 집중 동물의 비율이 표적 개체군에서 바이러스의 전파 고리를 감소시키기에 충분하도록 높아야 한다.
- 결과적으로, 질병으로 상당히 고통받는 젖소 또는 돼지와 같이 특정 가축 부분이나, 감수성을 가지는 종을 고밀도로 사육하거나 또는 그 동물을 규칙적으로 거래하여서 바이러스의 지속과 확산을 초래하는 기업을 대상으로 백신 집중을 할 수 있다. 백신 집중은 발병 탐지 및 통제, 동물 및 그 축산품의 이동에 대한 통제, 그리고 추적 예찰을 포함하여 보다 광범위한 통제 조치의 일부로 적용되어야 한다. 구제역 통제는 장기적으로 이루어져야 하지만, 여러 국가와 대륙에서 수년에 걸쳐 성공적으로 적용되었다. 점진적인 구제역 통제 경로(Progressive Control Pathway for FMD, PCP-FMD)로 다양한 접근 방식의 절차와 이행에 대한 지침이 제시되었다 (15, 38).
- 운송 체계(차제 2.3 참조)는 백신을 집중할 동물에게 투여될 목적으로 결과적으로 백신 집중자에게 전달되도록 분배되는 일련의 과정으로 정의될 수 있다. 이러한 분배와 운송 체계는 높은 비율의 동물 개체군에 효과적인 백신이 실제로 투여되도록 보장한다.
- 백신 집중 일정(차제 2.4 참조)은 통제 프로그램의 목표뿐만 아니라, 축산 농장에 현존하는 상황과 구제역 발생 양상에 따라 달라질 수 있는 요소들인 동물의 연령과 종, 백신 집중 이력, 감염 위험요소, 계절 및 기타 요인에 따른 백신 집중 및 재집중에 관한 일정이다.
- 백신을 집중할 동물들 중에서 실제로 집중되는 동물의 비율을 백신 집중율(vaccine Coverage) (차제 2.5 참조)라고 하며, 이를 분배 및 운송 체계의 성능을 나타내는 지표로 예찰하는 목적으로 사용할 수 있다. 구제역을 통제하는 데 필요한 백신 집중율은 바이러스 확산 속도에 따라 달라지며, 이는 동물이 유지되고 운송되는 방식과 간접적으로 바이러스 확산에 관련된 기타 위험 요소에 따라 달라진다. 백신 집중율은 다양한 목적으로 사용된다. 지역, 국가, 국제적



구제역 백신 집중과 백신 집중 후 예방 지침서

수준에서 백신 집중의 성능을 예찰; 질병 통제 계획서를 안내하고 추가 자원이 필요하고 주의를 요구되는 취약한 운송 체계 부분을 식별(7). 백신 집중율이 훌륭하다면 분배 체계가 올바르게 작동하고 있음을 나타낸다. 백신 집중율을 측정하려면, 적절한 자료를 수집해야 하고, 백신 batch가 중앙에서 지역 단위로, 그리고 최종적으로 백신 집중자에게 전달되도록 추적 체계가 이상적으로 구현되어야 한다.

□ **백신 집중의 다른 중요한 요소들은 다음과 같다:**

- 백신 집중 프로그램의 일부 또는 전체를 농장주에게 전달할 것인지 여부와, 그런 경우 최선의 방법을 감독/예찰하는 방법을 결정해야 한다.
- 백신의 적절한 관리와 투여, 백신 집중된 동물 및 무리 기록, 그리고 무리와 마을 사이를 이동할 때, 차단방역(biosecurity) 예방 조치를 유지하는 것에 관한 교육이 백신 집중자에게 행해져야 한다.

## 2. 백신 프로그램의 목표

□ **백신 집중 프로그램의 목표에 따라, 다음의 4가지 범주 (A-D)에서 4가지 주요 광범위한 역학환경(epi-settings)이 존재한다.**

- A) **현장 내 임상형 구제역의 발생률을 줄이기 위한 백신 집중** - 이 범주에는 구제역이 풍토병으로 자리 잡은 국가 또는 지역이 해당하며, 백신 집중 프로그램의 주요 목표는 구제역의 임상적 발병 피해를 줄이는 것이다. 이런 경우는 일반적으로 PCP-FMD의 2단계의 국가에서 찾을 수 있다.
- B) **구제역 바이러스의 순환을 근절하기 위한 백신 집중** - 이 범주에는 아직 정정 지역은 아니지만 그 지위를 향해 나아가고 있는 국가와 지역이 해당한다. 공식적인 구제역 통제 프로그램은 OIE 육상동물건강규약(Terrestrial Code, 2014)의 Chapter 8.5.48(45)에 따라 OIE 승인을 받을 자격이 있다. 백신 집중은 이동 통제 및 살처분(stamping out) 같은 추가 조치를 포함하는 전반적인 통제 프로그램의 구성 요소 중 하나가 될 수 있다. 이 경우는 PCP-FMD의 3단계에 있는 국가에서 일반적일 수 있다.
- C) **구제역 청정 지위를 유지하기 위한 백신 집중** - 육상동물건강규약, Chapter 8.5.3 또는 8.5.5에 따라서 백신 집중으로 구제역이 없는 것으로 인정되고, 가족에서 구제역 바이러스의 순환이 근절된 국가 또는 지역이 해당된다. 구제역 침입이 외부에서 발생할 경우, 피해를 최소화하기 위해 백신 집중 프로그램이 시행된다. 이 경우는 PCP-FMD의 4단계와 5단계 국가에서 일반적으로 발전된다.

- **D) 구제역 청정지위를 되찾기 위한 백신 접종** - 백신 접종이 실행될 수 있거나 혹은 없고, 구제역 바이러스의 침입을 경험했으며, 구제역 청정지위였던 국가들이 해당되며, 그리고 육상동물건강규약, Chapter 8.5.9 에 따라서 청정 지위를 회복하고자 한다. 이 범주에는 최근의 재발병을 겪고, 그들의 청정 지위 회복을 위해 노력하는 국가 또는 지역이 있다. 백신 접종 프로그램은 구제역 청정 지위를 되찾기 위해, 범주 B의 국가와 유사한 결과가 나타나는 비상수단으로 실행된다. 갑작스럽게 발병한 경우, 신속하게 통제되면 장기간 방어기제가 필요하지 않을 수 있다. 이 경우는 PCP-FM의 5단계의 국가 또는 백신 접종 없이 공식적으로 청정지위로 인정된 국가에 해당된다.
- 백신 접종 프로그램의 목표, 범위 그리고 기간은 분명한 PVM을 구현하기 위한 목표 개체군을 규정할 것이다.

### 3. 백신 운송

#### 가. 포장

- 백신은 백신병에 넣어야 하고, 온도 조절 용기에 넣어 운송해야 한다. 포장 첨가물은 수명 국가의 언어로 되어있어야 한다. 그 첨가물은 제조업체가 포장하고 원 사본(master copy)과 교과 점검이 이루어지도록 고체과 공동으로 준비하고 서명해야 한다.

#### 나. 저온 유통(cold chain)과 물류 관리

- 가족에 접종되는 백신의 효과를 확실하게 하기 위해 노동력, 정책, 절차, 운송 차량, 연료 및 장비 시스템이 함께 작동하는 체계를 의미한다. 백신마다 각각의 격저 보관온도 (2-8°C)가 있기 때문에, 효과적인 저온 유통(cold chain)과 물류 관리 체계는 제조 공정에서부터 백신이 사용될 때까지 과도한 고온 및 저온이 백신을 손상시키는 것을 방지한다. 제조 시설을 떠날 때부터 백신이 사용될 때까지, 백신의 보관, 운송, 취급 동안 적정 온도가 유지되어야 한다. 운송 중에 온도를 점검하고, 권장 온도 범위로 백신을 유지해야 한다. 이때 제조업체가 삽입한 온도체크 카드 또는 유사한 장치가 사용될 수 있다. 생산에서 운송까지 백신이 지속적으로 적절한 온도에 보관되는지에 관한 연속성을 검증해야 한다. 올바르게 보관된 경우, 백신의 효능은 제조업체가 지정한 유효 기간이 지날 때까지 적합해야 한다. 그러나, 최적의 조건이 유지되더라도 보관 중에 백신 품질이 점차 저하될 수 있으므로, 조제 백신을 가능한 빨리 사용하는 것이 좋다.

조기 백신 접종이 도움이 될 수 있다. 게다가, 실제 대규모 생산 체계에서, 소의 분만기는 6개월 이상 이어질 수 있어서, 연간 2-3회 이상 동물을 생산하는 것이 불가능할 수 있다. 그러므로 예방적 백신 접종은 모든 연령에 하는 것이 나올 수 있다. 이것은 또한 육감 백신 접종률의 경우에도 해당된다(11).

- 구제역에 알려진 계절 양상이 있다면, 고위험 기간 3개월 전에 백신 접종을 시작해야 한다. 동물 이동 및 혼합과 같은 다른 고위험 요소의 활동 이전의 보충 백신 접종도 좋은 방법이며, 부스터 백신접종이 필요성을 포함하여, 백신 접종과 방어력의 획득하는 시기의 간극 역할을 한다. 접종 후 면역력의 발달은 첫 백신 접종 후에는 최소 10일, 부스터 백신 접종 후에는 5일이 소요된다.
- 반추 동물은 주로 정해진 기간(예: 봄과 가을)에 백신접종이 주로 이루어지는 경우가 많은 반면, 큰 돼지 때에서 백신 접종은 반연속적(semi-continuous)으로 이루어져야 하며, 농장주에게 위임될 가능성이 높다.
- 백신의 첫 번째 접종 날짜를 정하는 데 있어서, 최상의 간격을 설정하기 위한 간단한 방법이 필요하다. 예를 들어, 동물이 7개월령 이상 지연되지 않고 3개월령이 될 때 백신 접종하는 것이 목적이라면, 새로 신생축을 4개월마다 백신 접종해야 한다(첫 번째 접종량을 건너 뛴 수 있는 최대 연령과 최소 연령 사이). 이 지침에 제공된 다른 예의 경우, 첫 백신 접종의 최소 연령은 6개월령이고 최대는 12개월령(일정은 6개월마다)으로 지정했다. 이것은 6개월마다 동물에게 백신을 재접종하는 양상과 일치한다.

### 5. 백신 접종율(Vaccine Coverage)

- 백신 접종율은 백신이 실제로 투여되는 백신 접종 동물의 비율의 의미로 종종 사용되며, 그 수치는 접종 시스템이 어떻게 수행되는지 나타내는 지표로 사용될 수 있다. 그러나, 질병의 감수성을 가지는 개체군에서 접종하는 동물의 비율을 의미하기도 한다. 어떤 정의와 분모가 사용되고 있는지 명확히 하는 것이 중요하다. 적절한 개체군과 총 개체군의 차이는 백신 접종 일정과 접종 대상 개체군의 구조 (및 역학)에 따라 달라지며, 이러한 의의 요인들은 백신 자체의 방어력과 같은 내적 요인과 상호보완적이기 때문에, 백신 접종 프로그램의 효과에 중요한 영향을 미친다.
- 구제역 바이러스가 무리 내에서 퍼지는 것을 막는 데 필요한 범위는 총 감수성 개체군 (basic reproductive ratio, R<sub>0</sub>)에서 하나의 감염 기간 동안 평균적으로 발생하는 사례 수에 따라 달라집니다. 개체군의 일부가 면역상태인 경우, 이들 동물로의 전파는 차단될 수 있으며 감염 재생산 비율인 net reproduction

### 4. 백신 스케줄

- 백신 접종을 받을 동물의 좋은 백신 접종 캠페인의 목표에 따라 다르다. 질병의 유지 및 확산에 있어서, 다른 감수성 있는 종의 중요성은 순환하는 구제역 바이러스 균주의 속주 특이성뿐만 아니라 동물 밀도, 축사, 그리고 동물이 접촉하는 구조와 운동 양상에 따라 달라진다(4).
- 구제역 백신이 유도하는 방어력 기간은 상대적으로 짧다. 고효능(high potency) 백신을 사용하여 단기간 내 긴급 방어력의 빠른 발전이 가능한 경우 재접종(revaccination)이 필요하지 않을 수 있다(즉, 단일 접종량으로 충분함). 그러나 구제역이 지속적으로 위험 요소로 존재하는 지역에서는, 예방 차원에서 방어력을 가지는 면역력을 유지하기 위해 반복적인 백신 접종이 필요하고, 물류 편의성(예: 동물이 목초지가 아닌 곳에서 기를 때, 백신 접종 용이성), 고위험 시기(예: 동물을 이동시키거나, 혼합되는 경우), 그리고 초기 백신 접종이 유도하는 면역 지속 기간을 모두 고려하여 백신 접종의 일정을 계획해야 한다(39). 더욱이, 면역화시킬 개체군의 구조 및 역학도 또한 높은 수준의 면역력이 시간이 지나도 유지시킬 계획의 백신 접종 스케줄의 선정에 영향을 미칠 것이다(28).

- 방어력을 가지는 면역 지속 기간은 제조업체에 의해 명시되지만, 백신 효능, 백신 적합성, 이전의 백신 접종과 감염으로 인해 생긴 면역의 영향을 받을 수 있다. 따라서, 백신 접종의 정해진 간격은 수정하면 안되며, 초기 접종 이후 4개월에서 12개월까지 다양할 수 있다. 많은 축산 산업에서, 매년 많은 양의 어린 가축이 입식되어 높은 교체비율이 된다. 만약 이러한 동물들이 모체 이행 항체를 잃을 경우, 감염에 취약해지기 때문에 중요한 백신 접종 대상이다. 최소 1개월 간격으로 2회 백신을 투여하면, 가장 바람직한 1차 백신 접종 과정이라고 할 수 있다. 2번째 백신 접종은 항체 반응, 항원 보호 범위 및 그 이후의 지속되는 면역 기간을 현저히 향상시킨다(35). 두 번째 접종량은 일반적으로 약 6개월 후에 투여하는데, 백신 품질과 감염량에 따라 후속 백신 접종 간격을 최대 1년까지 연장할 수 있다. 임신 동물에 사용할 수 있는지 안전성을 확인하기 위해서, 제조업체의 등록 서류를 참조해야 한다. 신생 동물은 생후 2주부터 백신 접종을 받을 수 있지만, 면역력을 가진 모체의 초유에서 수동적으로 얻은 모체 이행 항체는 소에서 5개월, 돼지에서 2개월 동안 백신 접종으로 인한 능동 면역의 유도를 감소할 수 있다(24, 32). 따라서, 모체이행항체 수준이 높은 개체군에서 예방적 백신 접종을 하기 위해서, 돼지의 경우 최소 2-3개월령 이상, 소의 경우 최대 4-6개월령이 될 때까지, 첫 번째 백신 접종이 지연될 수 있다. 그러나, 모체 이행 항체 수준은 동일 개체군 내에서도 매우 가변적이기 때문에, 일부 동물은

ratio(Rn)는 감소할 것이다. 각각의 감염된 동물이 평균적으로 1마리 미만의 새로운 동물(Rn < 1)을 감염시키는 수준으로 감소되면, 감염된 개체군의 비율은 시간이 지남에 따라 감소하는 경향이 있으며, 궁극적으로 근절로 이어진다. 백신 접종으로 면역되는 비율은 백신의 접종율과 방어 효과에 따라 다르다. 이전에 감염된 동물도 또한 면역력을 가진다. 접종율과 바이러스의 확산 차단 사이의 관계에 대한 예는 부록1에 나와 있다. 가축 밀도가 높거나 규제를 받지 않는 운송과 같은 조건들이 무리 사이의 전파율을 높이는 경우, 백신 접종만으로 무리 내 확산을 통제할 수 없다. 그렇기 때문에 백신 접종은 항상 동물들 사이의 전파를 차단하는 다른 통제 수단과 같이 적용되어야 한다. 높은 수준의 방어력을 이끌어 낼 수 있는 고품질의 적합한 백신을 사용해야 한다.

- 백신 적용 범위를 계산하려면, 신뢰할 수 있는 데이터의 가용성이 가장 중요하므로, 이 목적으로 사용할 간단한 정보 체계를 구축해야 한다. 백신 접종율은 백신 접종 카드의 기록과 현지 유통 센터에서 제공해야 하는 배치(batch)와 접종량(부록 1)에 대한 등록 장부를 기반으로 평가할 수 있다.
- 마지막 백신 접종 후 접종에 적합한(eligible) 동물의 백신 접종율은 다음과 같이 계산할 수 있다.
  - (백신 접종된 동물 수 / 백신접종 대상 동물 수) × 100
- 여기서 '백신 접종된 동물의 수'는 분자이고 '백신 접종 대상 동물의 수'가 분모이다. 전체 감수성 개체군에 대한 백신 접종율을 계산하는 것이 목적이라면 비율의 분모를 총 동물 수도 바꿔야 한다.
  - (백신 접종된 동물의 수/개체군에서 감수성을 가지는 동물의 수) × 100

- 백신 접종율을 추정하는 데 필요한 정보를 얻는 방법에는 여러 가지가 있다(7). 신뢰할 수 있고 자세한 데이터를 얻으려면 상당한 투자와 노력이 필요하지만, 간단한 방법이 때때로 가능하다. 다른 지리적 및 행정상 단위 혹은 연령별 적용 범위에 대한 평가와 같이 더욱 상세한 데이터를 통해 백신 적용 범위의 격차를 보다 자세히 조사 할 수 있고 방어능이 덜 형성된 그룹인 under-protected subgroup을 판별할 수 있다.

- 분모는 신중하게 정의된 대상 개체군, 즉 백신 접종 대상 또는 대안적으로 총 감수성 개체군을 반영해야 한다. 분모 추정 값이 유효하지 않으면, 적용 범위가 높지 않거나 또는 유효하지 않다. 국가별 동물 데이터베이스가 있고 동물에 개별적으로 태그가 지정된 국가에서는, 이 수치를 얻는 것이 비교적 간단한 것이다. 국가적 데이터베이스가 없는 국가에서는 가축 조사 데이터를 이용하면 된다. 그렇지 않은 경우, 이 수치를 추정하기 위해 조사가 필요할 것이다. 백신 접종 프로그램을 시행할 때 관련된 주원 말단 센터에 분배될 접종량의 수를

결정하기 위해 사전에 대략적인 정보가 필요함에도 불구하고, 최후의 수단으로, 백신 접종 시점에서 백신 접종 자격이 있고 부적격한 동물의 실제 수를 평가할 수 있다.

- 실제로 백신 접종을 한 동물의 수(분자)에 대한 정보는 여러 경로로 얻을 수 있다. 구역역 백신 접종율은 배분된 백신의 접종 횟수(즉, 백신 접종 센터로 보낸 접종량의 개수)를 추정 개체군 규모(분배 방법)로 나눈 것으로 종종 설명된다. 수행하기 쉽지만, 분배 방법에는 한계가 있으며, 신뢰할 수 있는 추정치를 얻으려면 (i) 배치 및 접종량에 대한 등록 장부가 정확히 기입되어야 하고, (ii) 백신 접종 대상 동물군의 추정치가 정확한 것이 중요하다. 지역 백신 분포 통계를 사용할 수 없는 경우, 격음 범위가 낮은 하위 지역은 식별되지 않을 수 있다. 어떤 마을, 농장 또는 구역에서 백신 접종을 시행했는지만 기입되어 있고, 동물의 수에 관한 정보가 없다면, 한 단위에서 모든 동물을 접종하지 않고 뒤뜰(backyard)에 있는 동물과 같이 일부 동물은 백신 접종하지 않을 수 있기 때문에, 부정확성과 직면하게 된다. 다른 경로로 백신이 제공된 경우(예: 공공 및 민간 부문), 두 경우 모두 분자에 포함시키는 것이 중요하다.
- 접종 방법은 백신 접종 센터에 분배된 접종량이 아닌, 현장에서 동물에게 접종된 용량의 기록이 사용된다는 점을 제외하고는, 분배 방법과 동일하다. 개별 동물의 백신 이력도 또한 기록될 수 있다. 이를 통해 특정 기간 내에 백신 접종을 한 동물의 비율 또는 평생 동물이 받은 접종량의 횟수를 계산할 수 있게 된다. 이를 위해서는 우수한 데이터 기록 및 관리 기능이 필요하다.
- 백신 접종율을 정기적으로 예상하고 검증해야 한다. 백신 접종 데이터를 지속적으로 기록하고 분석하는 방법에 대한 자세한 예는 부록에 제시됐다. 전체 진행 상황은 적어도 매년 그리고 특히 접종시점 개체군의 면역을 관찰한 정보와 같이, 개체군 면역 연구에서 얻은 정보와 함께 검토해야 한다(차례 3.5 참조).

## 6. 백신 접종을 위한 점검 항목

- 지역 사회가 경험이 쌓여 익숙해질 때까지, 가능하다면 소규모로 백신 접종을 시행하고, 프로그램을 구축한다.
- 명확한 목표와 대상을 설정한다.
- 백신 접종할 종과 개체군을 결정한다.
- 백신 접종 및 재접종 시기를 결정한다.

- 백신 접종자를 결정하고 감독 체계를 설정한다.
- 백신 구매, 접종 및 예방을 위한 충분한 자금을 확보한다.
- 용금 상황에 대비하여 예방 및 우발적인 공급품을 위해 충분한 양의 백신을 확보한다.
- 유통 센터와 저온 유통을 구축한다.
- 백신접종율을 평가하기 위해 백신 접종 등록 체계를 구축한다.
- 백신 예산단을 구성한다.

## 1. 서론

- 백신 접종으로 방어력을 가지는 것이 목표인 개체군의 면역을 평가하는 것은 백신 접종률의 수행 정도와 감염에 대해서 방어가 가능한지에 대한 핵심 지표이기 때문에 PVM의 핵심이라고 할 수 있다. 그러나, 개체군 면역을 대한 광범위한 현장 연구를 해석하려면, 질병 및 바이러스 전파로부터 어떻게 방어하는지 뿐만 아니라, 사용하는 백신이 유도할 혈청학적 반응에 대한 이해가 필요하다.
- 백신 접종에 대한 면역 반응의 평가는 백신 선정에 중요한 수단이기도 하다. 그러므로, 이 장에서는 백신 구매 후 광범위하게 사용하기 전후에 백신 접종 후 면역을 평가하기 위한 방법뿐만 아니라, 백신 선정의 원칙과 PVM 혈청학을 어떻게 이해하는지에 대하여 설명합니다. 다뤄질 논쟁과 권장되는 접근법에 대한 요약이 표 2에 나와 있다.
- 구역역 백신은 바이러스 캡셀 또는 핵시드를 구성하는 바이러스의 구조 단백질(Structural protein, SP)에 대한 항체 반응을 유도하므로, 바이러스에 파기에 노출된 적이 없는 개체군에서 백신 접종된 동물을 식별하기 위해서 혈청학적 검사를 사용할 수 있다. 또한, 이들 항체의 농도와 백신에 의해 유발되는 방어력 사이에는 상관관계가 있으며, 개별 동물에서 주어진 방어력 수준과 동일한 항체의 역치를 설정할 수 있다(36). 그러나 이 역치 값은 백신과 혈청학적 검사 사이의 관계 및 백신 접종 후 시간에 따라 달라질 수 있다(40). 효능(potency) 실험에서 생 바이러스(live virus)로 공격 접종한 동물에서 백신에 의해 형성된 방어력과 백신에 의해 유도된 혈청학적 반응을 비교함으로써, 특정 백신과 혈청학적 반응마다의 역치 값을 설정할 수 있다(3, 37). 이것은 효능 실험에서의 현장 상황에 따라 공격 접종률의 강도가 달라질 수 있지만, 개체군의 방어력을 평가하기 위한 합리적인 임계값을 제공한다.
- 방어력과 항체 역가 사이의 상관관계가 밝혀진 것이 없는 경우라도, 백신 접종으로 나타나는 혈청학적 반응을 사용하여, 백신 선정에 참고하고, 백신 접종 프로그램을 예상할 수 있다. 예를 들어, 대해 가능한 다른 백신의 상대적인 효능은 그들이 유도하는 항체 농도를 이용하여 비교할 수 있지만, 해당 백신이 항체 반응을 유도하는지 확인하기 위해서 품질에 대한 조합된 평가가 이루어질 수 있다. 이러한 실험으로부터 얻은 혈청은 또한 더 넓은 범위의 백신 접종 개체군의 평가를 교정하기 위해 사용될 수 있으며, 예를 들어 백신 배치(batch)의 변동성 또는 부적절한 저온 유통이 항체 수준을 감소시킨 경우 예상할 때 사용될 수 있다. 유사하게, 개체군 면역을 예상할 때, 혈청학과 방어력 사이의 상관관계가 확실치 않더라도, 혈청학은 예를 들어 동물 연령에 따라 하위 집단 사이의 면역을



차이를 비교하거나 백신 전달력에 관하여 지역별 효과를 비교하는데 사용될 수 있다.

- 실제로, 구제역의 경우, 항체의 방어 역가를 결정하는 것은 많은 변수(백신의 유형, 혈청학적 반응을 측정하는데 사용되는 평가의 유형과 재현성, 방어가 필요한 바이러스의 균주, 감염정도 등)에 의해 영향을 받기 때문에 매우 어렵다.

□ 3가지 접근법이 가능하다:

- 특정 백신, 공격 검증 바이러스, 실험에 대한 방어 항체 역가 설정된 경우, 백신 검증된 동물을 검사하여 방어 여부에 따라 분류할 수 있다.
- 이 역가가 정확하게 알려지지 않았지만, 백신 내부 및 야의 바이러스 균주에 관한 정보와 적절한 균주 및 표준을 포함하는 혈청학적 실험을 통해 추정될 수 있다.
- 혈청학적 결과와 방어 사이의 상관관계에 관한 정보가 없는 경우, 혈청학적 반응을 해석하는 것이 성공적인 백신 검증(즉, 기대하는 면역 목표 달성)으로 항체 반응을 갖는 동물의 비율을 알아내는 것으로 제한되는 경우가 있다.
  - 구제역 백신의 각 배치(batch)의 백신 품질, 안전성, 효능은 제조업체에 의해 보장되어야 한다 (Terrestrial Manual, 2014의 Chapter 2.1.5, part C 에 기술되었듯이). 그러나 제조업체와 독립적으로, 백신 평가는 백신 품질과 균주 적합성에 대한 추가 보증을 제공할 수 있다. 또한 특정한 스킴을, 백신, 평가 방식을 이용해서 백신 검증 후 어느 시간에 동물에서 얼마만큼의 항체 농도를 따지 가리킬 수 있다. 현장에서 백신을 더 널리 사용하기 전에 평가가 이루어지는 것이 이상적이며, 다른 제조업체의 백신과 비교하는 것이 적절한 업체를 선택하는 데 도움이 될 것이다(21, 22). 적은 수의 동물을 사용하는 간단한 방법론이 아래 차례3.3에 나와 있다.
  - 게다가, 동일한 백신 배치의 광범위한 적용과 동시에 또는 직전에, 현장에서 백신 검증 받은 특정 동물 집단의 혈청학적 반응은 코호트 연구를 할 가치가 있다. 아래 차례 3.4에 기술된 방법은 많은 수의 동물을 필요로 하고, 사용되는 백신 배치(batch)로부터 예상되는 SP형제 반응을 관하여, 결과적으로 더욱 정확한 추정치를 제공한다. 검출 가능한 NSP형제 반응을 보이는 백신 검증 동물의 비율을 추정함으로써(적은 수의 동물이 대상일 때는 불가능한 방식), 백신 순도를 평가할 수 있는 수단도 제공한다. 이것은 백신 검증된 개체군의 감염 증거를 예찰하기 위해서 NSP 평가를 사용할 때 예상되는 특이성에 대한 정보를 제공한다.
  - 백신 면역 반응의 사전 평가에 대한 일부 고려 사항 및 접근 방식이 그림 1에 나와 있다.
  - 사용한 백신이 적절한 항체 반응을 이끌어내고, 그 특성과 지속 기간이 확인되고, 적절한 시험 방법론을 선택한 후, 목표 개체군의 백신 검증에 대한 반응은 반드시 예상하여서 기대하는 면역 수준을 실제로 획득하였는지 확인해야 한다. 이것이 PVM의 주요 구성

2. 백신 검증 후 예방을 위한 혈청학적 검사

가. 구조 단백질(structural protein)에 대한 항체 반응

- 바이러스 구조 단백질을 향한 항체를 검출하는 혈청학적 평가(HSP tests)는 백신 검증에 의해 유도된 방어적 항체 반응을 측정하는데 적합하다. 여기에는 VNT 및 액체상 차단 ELISA (liquid-phase blocking, LPBE)가 포함된다. (44). VNT의 장점은 백신 균주 또는 공격 검증 균주에 모두 상동성을 갖는 평가를 만들기 위해서, 다른 바이러스 균주들을 쉽게 통합시킬 수 있다는 것이다 (표3). LPBE의 경우, 선별된 균주에 대한 고도 면역(hyperimmune) 토끼와 기니피그의 항혈청 또는 단일 클론 항체뿐만 아니라, 하나 이상의 바이러스 균주에 대해 제조된 항원이 필요하기 때문에, 서로 다른 바이러스를 통합하는 과정은 더 복잡하다. 고체상 경쟁 ELISA (solid-phase competition ELISA, SPCE) (9, 29) 및 단일 클론 항체 (6)를 기반으로 하는 다른 ELISA와 같은 최신 실험 기법들은 반복성과 넓은 교차 특이성(cross-specificity) 측면에서 이점을 제공할 수 있지만, 방어력과의 상관관계를 나타내는 데이터가 부족할 수 있다. 사용의 용이성 측면에서, VNT는 높은 레벨의 생물학적 봉쇄(biocontainment) 시설에서 실행되어야 하며, 노동력을 필요로 하며 훈련된 직원이 필요하다. ELISA 실험은 많은 수의 표본을 평가하기 위해서 간단한 플랫폼에서 제공될 수 있으며, 사용에 대한 장기간의 교육이 필요하지 않다.

표 3. 항원적 다양성이 혈청학적 평가 결과에 미치는 영향

다른 바이러스 균주를 통합한 검사	백신 혹은 아외주 감염에 의해 유도된 항체 평가의 민감도(sensitivity)	
	백신 혹은 아외주 감염 A1	백신 혹은 아외주 감염 A2
FMDV A1	+++	++
FMDV A2	+	+++
FMDV A3 (예시)	++	++

- 그러므로, 백신의 혈청학적 평가를 위한 완전히 검증되고 재현 가능한 방법을 확립하는 것은 특히 많은 수의 다른 백신과 아외주가 관련된 경우, 상당한 노력이 필요하다(표4). 구제역 통제에 착수하였지만, 백신 선정과 평가를 수행할 능력이 낮고, 백신 적합성에 대한 증거를 제한적으로 제공하는 공급 업체로부터 백신을 구매하는 국가라고 하더라도 다소 정확하지 않은 혈청학적 평가조차 유용하게 사용할 수 있다.

요소이다. 동물 밀도가 높은 지역과 동물 운송이 규제되지 않은 지역은 구제역의 임상적 발전과 전파를 막기 위해서 훨씬 더 높은 수준의 백신 유래 방어력이 필요하다는 사실을 고려하여, 개체 및 무리 수준의 개체군 면역에 대한 목표 설정은 필요한 방어력 수준을 고려해야 한다. 게다가, 이미 언급한 바와 같이, 대상 개체군의 구조 및 역학은 원하는 면역력의 수준에 영향을 미친다.

- 동물 및 무리의 대표 표본을 얻고 예방하기 위한 다양한 접근 방법이 있다. 이러한 평가를 위해, 도축장 조사를 통해서 혈액 시료를 얻을 수 있지만, 일반적으로 더욱 체계화된 방식이 바람직하며, 이를 수행하는 방법은 아래 차례 3.5에 설명이 되어있다.

그림 1. 백신 배치(batch)의 독립적인 평가 및 백신 검증 후 예방을 위한 혈청학적 평가의 교정을 위한 고려 사항 및 접근 방식

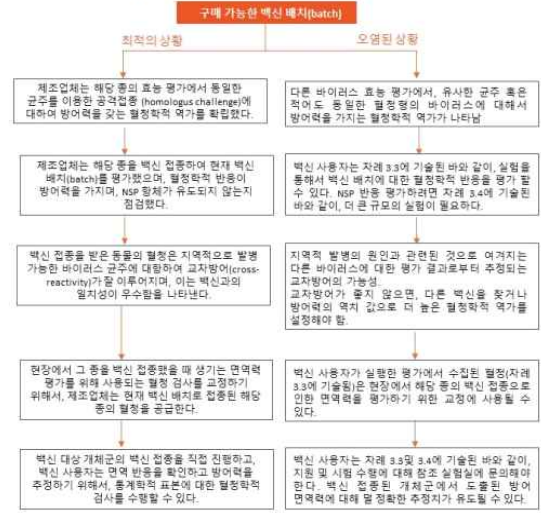


표 4. 혈청학적 결과의 신뢰성에 영향을 미치는 다양한 요인들과 고려할 수 있는 통제 수단 목록

다양한 요인	통제 수단
백신 검증에 대한 동물 반응의 다양성	백신 반응을 평가하고 혈청학적 결과의 해석을 위한 역치 수준을 설정하기 위해서, 연구에 동물들이 충분해야 한다.
특정 실험실 내에서 유사한 테스트를 수행하는 실험실 간 혈청학적 테스트 결과의 다양성	표준 혈청을 포함하여 시험을 표준화하고 실험실 간 속도도 시험에 참여
시험에 사용된 특정 바이러스 균주 및 항체 시약에 따른 시험의 항원 특이성 차이로 인한 혈청학적 시험 결과의 변동성 (표3)	관련 백신 또는 야의 균주에 적합한 테스트 시약을 선택 또는 관련 바이러스 변종에 대한 표준 혈청을 사용하여 테스트를 교정
FMDv 균주의 항원 특성의 다양성 백신 균주에 대한 보호 면역을 유발하는 백신이 다른 균주로부터의 현장 문제를 보호하기에 부적절 할 수 있음	시험의 균주 특이성을 조정하거나 표준 혈청 또는 이전 시험 정보를 사용하여 차이를 보완함으로써 백신 균주와 보호가 필요한 균주 모두에 대한 항체 반응을 측정
FMDv의 다른 균주로부터 보호하는 데 필요한 항체 양의 변화	이전 역가 테스트로부터 보호 요계값 설정

나. 구조 단백질에 대한 항체 반응과 방어력(Protection)의 상관관계

- 일부 백신 균주에 대해서, 백신 검증 후 특정 시간에 백신 검증된 동물에게 생 바이러스로 공격 검증하고 혈청을 수집함으로써 방어력과 SP 항체 반응 사이의 상관관계를 정량화하였다. 백신 검증된 가축 개체군 내에서 백신 효능 및 방어 면역력 수준을 결정하기 위해 혈청학이 자주 사용되도록 하는 VNT 또는 ELISA 시험 (표 3, 30, 35, 41)을 통해서 방어력을 가지는 혈청 항체 수준이 결정된다.
- 예로서, Barnett et al. (3) 연구에서 VNT에 의해 측정된 항체 역가와 FMDv의 6가지 혈청형에 대해 유입 약전에 따라 수행된 효능 시험에서 공격 검증된 이후 생성된 방어력 사이의 상관관계를 연구하였다. 표 5는 FAO 세계 표준 연구소에서 구제역의 혈청형 O, A 및 Asia 1의 균주로 실험된 결과를 요약하였다.

표 5. 방어력을 가지는 역가 값에 대한 요약 Barnett et al. (3)

형질형 (Serotype)	역가 로그 값(Log titre)			
	T <sub>50</sub>	T <sub>95</sub>	T <sub>50</sub> (95% CI)	T <sub>95</sub>
O	1.6	1.1	1.7	2.1
A	1.4	1.3	1.6	2.1
Asia-1	1.7	0.4	2.0	2.3
Combined	1.5	1.4	1.6	2.1

95% CI, 95% 신뢰 구간 (confidence interval)

T<sub>50</sub>, 50 % 확률로 동물을 보호하는 역가

T<sub>95</sub>, 95 % 확률로 동물을 보호하는 역가

N.B.A 3개의 PD<sub>50</sub> 백신은 ~ 75 % 확률로 방어해야 하며 (21), 위의 3가지 혈청형이 혼합된 것(Combined)의 T75와 동일한 로그 역가는 ~ 1.75이다.

• 두 번째 예로는, Maradei et al. (30)은 아르헨티나에서 사용된 4 가지 백신 균주에 대해 LPBE로 측정된 SP 항체 역가와 75% EPP(expected percentage protection, 기대 방어 비율) 사이의 상관 관계를 확립했다. 자료는 표6에 나와 있다.

표 6. 75% 기대방어비율과 LPBE(Liquid-phase blocking ELISA) 항체 역가 사이의 상관관계

백신 균주	LPBE 항체 역가(log <sub>10</sub> )
A 24 Cruzeiro	1.9
A Argentina 2001	2.2
O1 Campos	2.1
C3 Indaial	2.2

다. 비구조 단백질(non-structural protein)에 대한 항체반응

- 바이러스 비 구조 단백질에 대한 항체를 탐지하는 혈청학적 검사(non-structural proteins tests, NSP tests)는 NSP 오염이 적은 정제된 백신이 사용되는 한, 백신 접종이 아닌 외부 감염에 대한 면역 반응을 특이적으로 측정하는 데 적절하다. 이 평가는 백신 접종된 동물의 바이러스 순환을 감지하는 데 유용하다. NSP 양성 동물을 배제함으로써, 개체군 면역을 관찰할 때 감염의 가능성을 제거 할 수 있다. 백신 접종으로 인한 NSP 항체의 가능성은 반복적인 백신 접종에 따라서 증가할 수 있기 때문에, 백신을 거의 투여 받지 않은 어린 동물이 백신 접종된 개체군 내에서의 감염의 증거를 조사하기에 가장 적합한 후보이다. 백신 사용자는 구입한 백신이 NSP 항체를 유발하는 정도를 독자적으로 확인할 수 있지만, 적절하게 정제되지 않은 백신으로 백신 접종을 한 동물 중 적은 비율의 동물만이 첫번째 백신 접종 후 이러한 방식으로 반응하므로, 이러한 연구에는 많은 수의 동물 및/또는 다중 백신 접종량에 대한 반응의 평가 필요하다 (44).

가. 백신 접종 절차와 혈액 채취

□ 아래의 시료 수집 절차는 백신 접종 후 항체 수준의 상승 및 하강에 대한 주요 정보를 제공한다.

- 백신 접종 전 - 각 동물에서 혈청을 응고된 혈액을 10ml tube로 2개를 수집한다.
- 0 일 - 부표에 명시된 대로 단일 접종량의 백신으로 백신 접종 집단을 접종한다.
- 백신 접종 후 5 일 - 각 동물에서 혈청을 응고된 혈액을 10ml tube로 2개를 수집한다.
- 백신 접종 후 14 일 - 각 동물에서 혈청을 응고된 혈액을 10ml tube로 2개를 수집한다.
- 백신 접종 후 28<sup>3)</sup> 일 - 부표에 명시된 대로 단일 접종량의 백신으로 백신 접종 집단을 재접종(boost)한다. 각 동물에서 혈청을 응고된 혈액을 10ml tube로 2개를 수집한다
- 첫 백신 접종 후 56 일 - 각 동물에서 혈청을 응고된 혈액을 10ml tube로 2개를 수집한다.
- 백신 접종 후 6개월에 선택 사항 - 각 동물에서 혈청을 응고된 혈액을 10ml tube로 2개를 수집한다.

나. 항체 검사

- 백신 접종된 동물의 혈청은 SP 항체 검사를 하여서 유도된 면역의 강도를 평가해야 한다. 실험 기간 동안 동물이 구제역 바이러스에 감염되지 않았는지 확인하기 위해서, 모든 동물의 혈청을 NSP 항체검사를 해야 한다.
- 동물 실험을 수행하는 국가는 지역사회에서 검사를 진행하는 것을 촉구시키기 위해서 상업적으로 적합한 NSP 검사기 이용 가능해야 한다(예: PrioCHECK FMDV NS, Life Technologies, Carlsbad, California).
- PrioCHECK와 같은 혈청형 특이적 검사 또는 표준 실험실에서 지원하는 혈청형

2) 백신 효능 평가에서, 백신 접종 후 21 일 또는 28 일 (day post vaccination, dpv)에 공격 접종을 한다 (일반적으로 수용성 백신의 경우 21 dpv, 오일 백신의 경우 28 dpv). 결과적으로, 일부 표준 실험실은 28-dpv 혈청보다는 21-dpv 혈청을 사용하여 방어력을 평가하기 위한 실험을 조정했으며, 정확한 공격 접종 시기는 사전 협의를 통해 합의되어야 한다.

3. 백신 품질 평가를 위한 소규모 실험

- 백신 제조업체가 제공하는 제품이 위의 그림 1에 요약된 요구 사항을 충족하는지 여부를 평가하는 데 필요한 정보를 필수적으로 제공하지 않는 경우, 대상 개체군을 대표하는 동물들에서 백신의 예상 성능을 평가하는 연구가 권장된다. 백신 구매를 완료하기 전에, 연구를 수행해야 한다. 간단하고 비용 효율적인 접근 방식은 동물을 구매하고, 백신 접종하고, 국소적으로 시료를 채취하며 그리고 혈청 시료는 항체 역가의 측정을 위해 표준 실험실로 보내는 것이다. 이용 가능한 시설, 전문 지식 및 재무에 따라 전체 연구를 현지 또는 표준 실험실에서 수행할지를 결정할 수 있다.

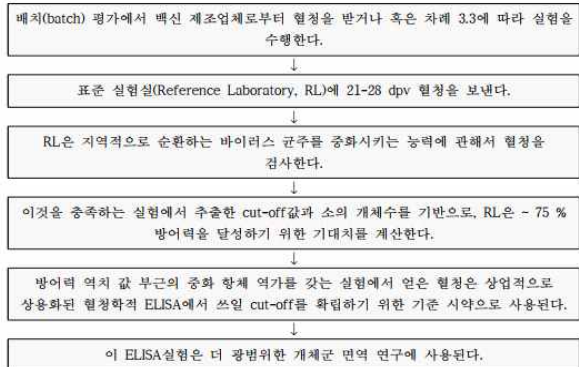
□ 이러한 평가를 위해 다음 프로토콜을 따를 수 있습니다.

- 종 - 소;
- 상태 - 동물은 FMDv 백신을 접종하지 않아 FMDv 및 항체가 없어야 한다.
- 연령 - 6-9개월령;
- 성별 - 상관없음
- 개체수 - 부스터 접종없이 평가된 백신의 각 배치마다 5 마리의 소와 부스터 접종으로 평가하기 위한 추가적인 5 마리의 소; 백신을 접종하지 않은 대조군은 각 실험에서 2마리;
- 식별 방법 - 개별 이표(ear tag);
- 위생 감시 - 매일;
- 사육 시설 - 소는 구제역 바이러스에 노출될 가능성이 낮고 적절한 차단벽이 이루어지는 농장의 구역 또는 위치에 길러져야 한다;
- 급이 및 급수 조건 - 소에 대한 표준 사료, 자유 급수;
- 평가 체계의 정당성 - FMDv 백신의 표적 종;
- 감염되거나 백신 접종을 받은 모체에서 송아지가 태어날 경우, 모체 이행 항체가 없어질 때까지 기다려야 한다. 생후 6개월까지 정상적으로 발생하며, 백신 접종 연구가 시작되기 전에 송아지에서 구제역에 대한 항체의 유무를 확인해야 한다. 백신 접종을 하지 않은 대조군 동물 두 마리는 실험 중 시설에서 구제역 바이러스 감염을 확인하기 위해 보호군(sentinel)으로 사용하기 위해 반드시 백신 접종된 동물과 함께 사육해야 한다.

특이적 검사, LPBE, SPCE 또는 VNT로 동물 실험을 수행할 수 있는 국가의 경우에는, 백신에 포함된 모든 혈청형에 대한 역가를 해당 혈청에서 확인해야 한다.

- 지역적 실험 교정을 위해서 표준 혈청이 포함되어야 한다 (동물 효능 실험에서 50% 방어력에 상응하는 역가가 바람직하다). 표준 실험실에서 이러한 혈청을 얻을 수 있거나, 가능하다면 백신 제조업체가 제공하는 배치 방출 혈청(batch release sera)은 실험 교정 및 해석에 도움을 줄 수 있다.
- 혈청 (특히 0, 5, 14 및 28<sup>3)</sup> 일에 수집된 경우)은 관련 백신 및 야외주에 대한 평가를 위해서 공인된 표준 실험실로 보내질 수도 있다 (그림 2).

그림 2. 면역을 유발하는 백신을 예방하기 위한 역치 값을 설정하는 데 사용하는 혈청학 DPV, day post-vaccination (백신 접종 후 기간)



3) 각주 2 참조

**다. 결과의 해석**

- NSP에 대한 항체 검사는 첫 백신 접종 전후(그리고 재접종을 받은 후에도)에서 음성으로 결과가 나와야 한다.
- 두 대조군 동물 모두 NSP(또는 실험 이후에 SP)에 대한 항체를 형성하면 안된다.
- 첫 백신 접종 후 5일에 수집된 혈청에는 SP에 대한 항체가 없어야 한다. 이는 백신 접종된 동물이 이전에 감염되었거나 백신 접종을 받았음을 의미하기 때문이다.
- 표준 실험실 검사에서는 백신이 방어력을 나타내는 것으로 보이는 반응을 이끌어 냈는지 여부를 가리키며 한다(그림 3 참조). 예를 들어, VNT가 구제역에 대한 세계 표준 실험실에서 수행되는 경우, 21 또는 28 dpv에서 수집된 혈청 표본의 평균 항체 역가가 각각 VNT 1.2-1.6 (log10기준) 또는 LPBE 2.0(log10기준)과 동일하거나 (혹은 이상) (17)일 때, 적절한 방어적 반응을 나타낸다. 이후에 설정되는 방법론에 따라서 PVM을 실험할 때 이들의 cut-off가 이용될 수 있다.
- 지역적 평가 결과는 또한 백신이 현장에서 더 광범위하게 사용될 때 예측할 수 있는 최선을 나타낸다.
- 상기 방법론에 사용된 동물의 수는 절대적 최소값을 나타내며, 집단의 규모를 증가시키므로써, 더욱 신뢰할 수 있는 정보를 얻을 수 있다. 또는 차례 3.4에 기술된 대로 소규모 현장 평가를 실행 할 수 있다.

**4. 현장 상황에서 백신 접종한 동물의 면역 반응 평가**

- 이 현장 연구 방법은 백신이 선정된 후에는 위의 차례 3.3에 기술된 구매 이전에 사전 실험에서 시행된 것보다 더 큰 규모의 동물 집단에서 어떻게 작용할 것인지에 대한 이해를 높이기 위해 사용된다. 사전 실험을 수행할 필요가 없는 경우, 이 현장 연구를 사용하여 백신 구입 후 해당 실험의 일부 목표(예: 혈청학적 평가 교정)를 성취할 수 있다. 이 접근법은 선제된 동물의 코호트를 백신 접종하고 시간이 지남에 따라 예측하는 종단(longitudinal) 연구 중 하나이다.
  - 제시하는 절차 방식이 이번 차례에서 제공된다. (부록 2에서 더 자세하게 통계적 배경을 기술했다).
- 이러한 평가의 구체적인 목표는 다음과 같습니다.
- 백신 접종 후 28일에 미리 지정한 수준 이상으로 SP 항체 역가를 형성할 동물의 비율을 정확하게 추정한다.
  - 56일과 168일에(첫 번째 백신 접종 후) SP 항체 역가를 미리 지정한 수준 이상으로 유지할 동물의 비율의 정확한 추정치를 제공한다.
  - 28일, 56일 및 168일(첫 번째 백신 접종 후)에 항체 반응의 범위 및 평균값의 정확한 추정치를 제공한다.
  - 백신이 백신 접종된 동물에서 NSP 항체 반응을 유발하는지 여부를 나타낸다.
- 이용 가능한 데이터에 따라, 이러한 연구는 다음과 같이 방어력을 평가하는 데 사용될 수 있다.
- 국가가 혈청학적 방어력 사이의 상관관계에 대한 데이터를 가지고 있지 않은 경우, 이러한 실험의 결과(역가의 평균, 분포 및 95% 신뢰 구간 [95% CI])는 더 광범위한 혈청 조사에 사용하기 위한 일시적인 cut-off 값을 설정하는데 도움이 된다.
  - 국가에 일시적인 cut-off 값을 설정하기에 충분한 데이터가 있는 경우(예: '높은 방어력을 형성' 및 '낮은 방어력을 형성') 주된 결과는 두 집단의 각 동물의 비율이다. 역가의 평균값 이외에도 역가의 분포와 95% CI는 cut-off 값을 조정하는 데 도움이 된다.
  - 국가가 역가와 방어력 사이의 관계를 확립한 경우, 그 결과는 현장 조건에서 백신 접종된 개체군에 속하는 동물의 예상 방어 수준을 추정 할 수 있게 한다.

그림 3. 유도되는 항체의 수준에 따른 방어 가능성을 해석하는 백신 실험의 예

백신 접종하지 않은 대조군 동물 2 마리와 함께 5 마리의 소에게 혈청형 A 백신을 제공하였다. 백신과 동종의(homologous) 바이러스(A1)와 그 지역에서 순환하는 것으로 알려진 이종(heterologous) 바이러스(A2)를 이용하여, 2개의 VNT를 사용하여 백신 접종 후 21일에 채취한 혈청을 표준 실험실에서 검사하였다. 동종 및 이종 공격 접종에 대한 백신의 방어력의 가능성은 아래와 같이 계산되었다.

표 7. 방어력을 형성하는 역가 Barnett et al. (2003)

혈청형(Serotype)	역가 로그값(Log titre)			
	T <sub>50</sub>	T <sub>95</sub> (95% CI)		T <sub>99</sub>
A	1.45	1.326	1.56	2.567

T<sub>50</sub>. 50 % 확률로 동물을 보호하는 역가

T<sub>95</sub>. 95 % 확률로 동물을 보호하는 역가

95% CI, 95% 신뢰 구간 (confidence interval)

표 8. 동종(A1) 및 이종(A2)의 실험 바이러스를 이용하여 VNT 실험으로 평가한 백신 접종 후 21일에 개체별 항체 역가

Animals ID	Neutralisation titre	
	A1	A2
1	1.81	1.34
2	1.51	0.90
3	1.20	1.04
4	1.34	1.20
5	1.81	2.11

표 9. 동종(A1) 및 특정 이종(A2) 바이러스에 의한 공격 접종에 대한 백신의 평균(기하 평균) 역가 및 예상되는 방어 확률

혈청형	중화 역가	역가 로그 값	예상되는 방어 확률	P value*
A1	1/34	1.53	0.73	0.125
A2	1/21	1.32	0.48	0.529

\*P value<0.05는 예상되는 방어 확률이 50%의 동물을 보호할 때의 기대치보다 훨씬 높은 것을 의미 한다.

- 백신 접종에 대한 면역 반응의 평가에는 FMD 혈청 음성 동물과 동물이 구제역 바이러스에 감염될 위험을 최소화하는 조건에서 동물을 기르고 예방할 수 있는 사육 시설 또는 농장이 필요하다. 구제역 발생률이 높은 국가(PCP-FMD 1단계 또는 2) 또는 백신 접종을 광범위하게 사용하는 국가의 경우, 농동 또는 수동(조유) 면역으로 인해 바이러스에 대한 항체가 없는 동물을 찾기가 어려울 수 있다. 이러한 상황에서, 예측하는 동안 구제역에 노출될 가능성을 낮추기 위해서 지난 2년간 구제역 바이러스에 노출되지 않았다는 사실을 바탕으로 역학 단위(epidemiological unit)를 선택할 수 있다.

다음 절차는 현장 조건에서 백신 접종된 동물의 면역 반응을 평가하는 데 사용될 수 있다.

- 6-12개월 연령 범주에서 특정 수준의 항체를 형성할 동물의 예상 비율에 대한 값 - 85 %
- 허용 표준 오차 - 10 %;
- 신뢰 수준 - 95 %.
- 위의 값을 기준으로, 49 마리의 동물이 연구에 필요하다.
- 철회(withdrawals)의 가능성, 이전에 바이러스에 노출되거나 또는 표준 분석 문제를 보상으로 위해서, 표본 크기를 동물 55 마리로 늘려야 한다.
- 구제역 항체(백신 균주에 대한 NSP 및 SP)가 없는 것으로 알려진 6-12개월령 사이의 동물은 무작위적으로 단순 또는 체계적(simple or systemic) 표본 추출을 통해서 선정해야 한다.
- 필요한 수의 동물에 도달하기 위해서, 실험을 수행하기에 충분한 수의 역학단위들을 선택한다. 이상적으로, 선정된 역학단위는 백신의 효과를 야외주 바이러스 노출에 의한 효과와 구별하기 위해서 야외주 바이러스에 노출될 가능성이 거의 없어야 한다(지난 2년간 FMD가 검출되지 않음).
- 동물은 개별적으로 식별되어야 한다.
- 0일 (첫 번째 백신 접종 시기), 28일 (부스터 접종 시기), 56일 168일에 혈액 시료를 수집한다.

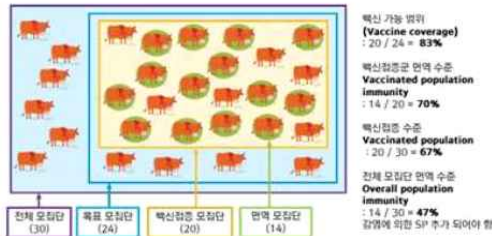


- 시료 분석의 목적:
  - 동종 백신 바이러스에 대한 SP 항체의 역가를 결정한다(FMDv에 대한 항체는 0일에 발견되면 인건) 순환 바이러스에 대한 방어력을 측정하기 위해 야의 군주(들)에 대한 SP 항체 역가를 측정하는 것이 또한 바람직하다.
  - NSP의 유무를 확인한다(NSP 항체는 전체 현장 실험에서 무조건 없어야 한다).
  - 특정 항체 역가(혹은 방어 수준으로 간주되는 cut-off 이상으로 항체 역가를 형성하는 동물의 비율)를 형성한 동물의 비율(및 시간)을 계산한다.
- 다른 시점에서 특이적 항체 역가의 평균을 계산한다.
- 동물이 처음에 SP 및 NSP 항체 모두에 대해 음성인 경우만 성공적인 결과라고 할 수 있다. 어느 시점에서든 NSP 혈청 반응성이 나타난다면 그것은 곧 감염의 가능성 또는 사용한 백신의 순수한 전체 부족을 의미한다.
- 이러한 현장 연구 결과는 (i) 백신을 단일 접종량 투여한 후 특정 수준의 항체를 형성할 동물의 예상되는 비율 (ii) 부터는 접종 역가를 평가하는 것 (iii) 시간에 따른 특이적 항체 역가의 지속성 (및 수준)에 관한 정보를 제공해야 한다. 백신 적용 범위 데이터(사용 가능한 경우)와 함께 적용하여, 개체군 수준에서 특정 수준의 항체를 가진 동물의 예상되는 비율을 추정하는 데 사용할 수 있다. 구제역이 풍토병으로 자리 잡은 국가에서는, 개체군의 면역 상태가 현재 또는 과거의 백신 접종 프로그램과 이전의 야외주에 노출된 것이 함께 작용한 결과일 가능성이 높을 수도 불구하고, 이것은 차례 3.5에 제시된 연구의 목표를 부분적으로 다루고 있다. 더불어, 백신 적용 및 유도된 면역의 지역적 차이를 탐지하기 위해서는 더 광범위한 현장 연구가 필요하다.
- 특정 수준의 항체(방어 수준으로 간주되는)에 대한 혈청학적 역가를 측정하는 것은 방어 수준의 역가와 같거나 그 이상의 면역 반응을 형성한 개체의 비율에 상응하는 백신의 효능으로 해석될 수 있다.
- 방어력이 높은 동물과 낮은 동물을 구별하기 위한 혈청학적 역가의 cut-off를 설정하는 국가는 거의 없을 것이다(남미 국가 제외). 그러나 일부 국가에서는 어느 수준의 항체가 적합한지에 관한 유용한 정보를 백신 제조업체나 전문가에게 제공할 수 있다. 이러한 상황에서, 평균 항체 역가(및 95% 신뢰 구간)의 경향적 증진은 일시적인 cut-off 값을 설정하는 데 도움이 될 수 있다.

5. 개체군(population) 수준의 면역력을 평가하기 위한 백신 접종 후 예찰

- 전체 개체군 면역(Overall Population Immunity)이란 구제역에 감수성을 가지는 전체 집단 또는 적어도 구제역 통제를 목표로 한 그 집단에서 면역이 있는 동물의 비율(백분율)을 일컫는다. 이것은 다른 면역원, 즉 감염, 조기 백신 접종 또는 모체 이행 항체를 포함할 뿐만 아니라 백신 적용 범위의 기능 및 백신 접종에 반응한 동물의 비율을 반영한다. 여전히 흔하게 감염이 일어나서 구제역 통제에 착수하는 국가에서는 감염 후 면역(post-infection immunity)이 상당한 수준일 것으로 예상 되지만(일반적으로 15-30 % 이상), 반면에 구제역 근절의 후기 단계에 해당하는 국가에서는 감염 후 면역은 개체군 면역의 중요한 구성요소로 작용할 가능성이 거의 없다.
  - 백신 접종 동물만을 표본으로 하는 것이 목적인지 혹은 전체 개체군을 대상으로 하는 것이 목적인지 여부에 상관없이, 백신 적용범위를 도입할 때는 개체군 면역을 위한 혈청 조사를 설계하고 해석하는 것이 얼마나 정확해야 하는지에 대해 이미 언급한 바 있다. 그럼으로 예시(그림 4)를 들자면 전체 개체군은 총 소 30마리입니다. 백신 접종을 받을 수 있는 식별가능한 개체군(eligible population)은 전체 개체군에서 24마리의 소가 해당한다. 이 24마리의 소 중에서 20마리는 백신 접종을 받고 14마리는 구제역(녹색 경계로 둘러싸인 소)에 대한 충분한 항체를 가지고 있다. 이러한 항체는 백신 접종이나 감염에 의한 것일 수 있으며, 외부 감염은 SP와 NSP 항체 모두 유도하는 반면에, 백신 접종은 SP 항체만을 유도해야 하므로 SP와 NSP 평가를 모두 수행하는 경우에 두 가지를 구별할 수 있다. 백신 접종을 한 개체군(vaccinated population)에서 소가 면역이 형성되지 않는 이유는 다음과 같을 수 있다.
  - 접종 대상일에도 불구하고 백신 접종을 받지 않음 - 캠페인 중 사육 시설에 없거나, 야생성이 너무 강해서 백신 접종을 받을 수 없거나, 임신 말기이거나, 소유자가 협조하지 않은 경우.
  - 접종 조건을 충족하지 않기 때문에 백신 접종을 하지 않음 (예: 최소 나이 미만);
  - 백신 접종을 받았지만 면역 반응이 없음 - 백신의 효능, 백신 접종 실행(용량/적용, 용량/순수), 백신의 유효 기간, 작은 유통에 따라 다르다.
- 백신 접종을 받지 않은 동물의 이유는 다음과 같다.
- 백신이 부족함.
  - 너무 자축의 경우와 같이, 백신 접종을 받을 수 없는 소;
  - 백신 접종을 하지 않은 곳에서 새로 도입된 소 (예: 수입한 소).

그림 4. 백신 접종, 백신 미접종 및 백신 접종했지만 면역력을 갖지 않는 경우를 묘사한 개체군 예시



- 백신 접종된 개체군 면역(Vaccinated Population Immunity, VPI)은 백신 접종에 대한 반응을 측정하는 유용한 수단이며, 백신 적용 범위 데이터와 같이 쓰일 경우 백신 접종 프로그램의 품질을 전반적으로 측정할 수 있는 반면에, 전체 개체군 면역(Overall Population Immunity, OPI)은 바이러스가 얼마나 쉽게 확산되고 질병을 유발할 수 있는지를 나타내는 가장 좋은 지표이다.
- 이미 언급했듯이, 백신 접종 프로그램을 통해서 어느 시점에서나 달성한 개체군 면역력은 백신 접종을 목표로 하는 감수성을 가지는 전체 개체군의 구조와 역학에 영향을 받을 수 있으며, 만약 한 캠페인과 그 다음 캠페인 사이에 동물의 교체율이 특히 높은 경우, 전체 면역 수준은 시간이 지남에 따라 변동하여 전체 방어력 수준은 전과 고리(FMDv)가 침입할 경우를 차단하기에 부적합한 수준으로 떨어질 수 있다.
- 특정 수준의 항체를 가진 동물의 비율과 분포 또한 평가하려면 개체군 면역 수준을 측정하는 것이 중요하다. 개별적으로 항체 수준이 낮은 군집의 존재는 개체군에서 개체의 도입 및 유지가 필요할 수 있으며, 특정 축산 체제에서는 다른 백신 투여 스케줄링을 적용시켜야 함을 의미한다(백신 접종이 면역속적인 주기로 수행되는 대형 돼지 농장의 경우와 같이). 이러한 고위험 군집(농장, 마을 등)의 식별은 질병 감염의 역학을 이해하고 백신 접종 프로그램을 개선하는 데 도움이 될 수 있다.
- 개체군의 면역 상태를 평가하는 두 가지 일반적인 접근 방식이 있다.

- ① 개별 동물 수준에서 면역 상태 추정;
- ② 역학단위 수준(예: 우리 또는 마을에서 면역 상태 추정).
- 두 가지 접근 방식은 서로 다른 방법론적 요구 사항을 가지기 때문에 일반적으로 두 가지 방법론 중 오직 한 가지만 적용되며 둘 다 적용되지는 않는다. 일반적으로 PCP 2단계 또는 3단계 (FMD 바이러스가 여전히 순환될 것으로 예상되는 경우)의 국가에서 백신 접종을 수행할 때마다 개별 동물 수준에서 면역 상태를 추정하는 것이 좋다. 반면에 바이러스가 순환할 가능성이 낮고 백신 접종 유무에 관계없이 국가가 공식적인 청정 지위를 달성하고 있거나 이미 달성한 경우인 PCP 상위 단계의 국가에서는 역학단위 수준에서 면역 상태를 추정하는 것을 권장한다.
- 어떤 접근법이 채택되든, 시행될 연구 유형은 특정 시점에 채취되는 동물들의 단면적 범주에 속할 것이다.
- 통계적 방법론적 배경과 예시에 대한 세부 사항은 부록 2에 제공된다.
- 목표는 특정 수준의 항체를 가진 개별 동물의 비율 (차례 3.5.1) 또는 개별 동물의 비율이 방어력을 가질 것으로 간주되는 집단의 특정 역치 값보다 높을 것으로 예상되는 개별 동물들의 비율에서 개별 우리 또는 역학단위들의 비율을 추정하는 것이다. (차례 3.5.2).
- 개체별 표본 수집 시기는 어떤 유형의 정보를 얻을 지에 따라 다르다. 백신 접종 캠페인을 6개월마다 정기적으로 수행한다고 가정했을 때, 일반적으로 두 가지 가능한 시나리오가 있다.
  - ① 백신 접종 시점에 표본을 수집한다 (캠페인 이전의 기존 면역 및 캠페인을 시작할 때 면역을 평가할 수 있음); 그리고
  - ② 동물을 백신 접종한 후 특정 시점에서 표본을 수집한다 (백신 접종한 후 1개월에서 3개월 동안 수집한 혈액 표본들은 면역력이 최대 어디까지 올라가는지 측정할 수 있게 한다).
- 개체군 면역의 변화를 평가하기 위해서 두 가지 시점에서 동물의 표본을 채취할 수 있다. 예를 들어, 0일 (백신 접종 시기) 때와 1-3개월 후에 다시 표본을 채취하면 개체 면역 수준이 크게 증가해야 한다. 이러한 이중 수집이 수행되는 경우, 동일한 동물이 두 차례에서 표본을 수집할 필요는 없다는 점에 유의해야 한다.
- 게다가 제안한 평가 방식은 백신 접종 상태와 관계없이 (즉, OPI 평가) 각각의

개체를 대상으로 하기 때문에 차례 3.4에 묘사된 평가와 다르다. 이론적으로 6개월령 미만의 동물도 표본을 얻을 수 있지만 실제로 2개 혹은 3개의 연령대를 사용한다. 즉, 6-12개월령, 12-24개월령 및 24개월령 이상만 평가한다. 가장 어린 연령 집단을 포함시키는 것에 대한 정당성은 조사의 목적에서 부여되며, 조류 면역에 의해 간접적으로 부여된 항체의 방어력 수준을 추정하고 1차 백신 접종을 위한 최적의 연령을 평가할 것인지의 여부에 달려있다. 실제로 백신 접종에 적합하지 않은 어린 가족의 면역 수준에 대한 평가가 목표에 포함되는 경우, 4개의 연령대를 대상으로 해야 하며, 권장 표본 크기는 다음 차례에 표시되어 있다. 백신 접종 대상인 연령 집단으로만 조사를 제한하는 경우, 6개월령 이하의 연령대는 제외되며, 3개의 연령대로 표본 크기를 정하는 것은 변경되지 않는다.

- 혈청학적 면역 측정을 실행하기 위한 역치 값을 설정하기 위해 다음과 같은 방법들을 사용할 수 있다. 이 방법들은 서로 다른 목표를 가지며, 다른 사전 정보를 요구한다. 수집된 혈청 중 일부에서 대체적 실험 방식으로 실행되고 보완이 됐다. 그 방식은 대부분의 실험에 적용될 수 있다. 궁극적인 목표는 야외주 감염으로부터 보호하는 것이며, 세번째 접근 방법이 이를 측정하는 데 가장 가깝다.
  - ① 백신을 현장에서 사용하는 것이 통제된 조건에서 사용하는 것만큼 효과적이며 견고한 백신으로 성공적으로 동물에 백신 접종했음을 입증한다. 이 접근법의 경우, 통제된 연구의 백신 접종 후 혈청(예: 차례 3.3.1.에서 기술된 바와 같은)을 사용하여 예상 면역 수준을 벤치마킹한다. 이 대조 혈청은 백신 접종 후 개체군 조사에 사용되는 것과 동시에 수집되어야 한다. 사용된 SP 항체 평가의 유효성과 그의 균주 조정에 관계없이, 백신 접종 효과의 보장이면서 현장에서 유사한 역치를 얻는 것이 기대된다.
  - ② 백신 접종이 백신과 동종인 바이러스 균주에 의한 공격으로부터 동물을 보호하기에 충분한 면역을 이끌어냈다는 것을 입증한다. 백신과 동종인 바이러스를 사용하여 SP 평가를 진행하고, 동종 효능 실험 또는 교정 혈청에서 얻은 추정치 또는 과거의 실험 경험을 바탕으로 결정된 역치 값을 사용한다.
  - ③ 백신 접종이 지역 내에서 순환하는 바이러스 균주에 공격으로부터 동물을 보호하기에 충분한 면역을 이끌어냈으며 위험이 될 수 있음을 입증한다. 지역적으로 순환하는 바이러스(또는 동일한 균주를 사용하는 SP 평가를 사용하고, 이종 효능 실험 또는 교정 혈청에서 얻은 추정치 또는 과거의 실험 경험을 바탕으로 결정된 역치 값을 사용한다.

**가. 개별 동물의 수준에서 개체군의 면역력을 평가하기 위한 백신 접종 후 예찰**

**□ 다음 연령 집단에서 특정 수준의 항체를 가진 동물의 예상 비율에 대한 값:**

- 0-6개월령 : 예상 비율 60 %;
- 6-12개월령 : 예상 비율 70 %;
- 12-24개월령 : 예상 비율 80 %;
- 24개월령 이상 : 예상 비율 90 %.
- 허용 표준 오차 : 10 %.
- 신뢰 수준 : 95 %.
- 위의 값을 기준으로, 각 연령 집단에 대해 다음 수의 역학단위들이 필요하다.
  - 0-6개월령 : 26 개의 역학단위들, 단위당 10개의 표본 수집 (총 260 개 표본);
  - 6-12개월령 : 26개의 역학단위들, 단위당 7개의 표본 수집 (총 182 개 표본);
  - 12-24개월령 : 26개의 역학단위들, 단위당 4개의 표본 수집 (총 104 개 표본);
  - 24개월령 이상 : 26개의 역학단위들, 단위당 2개의 표본 수집 (총 52 개 표본).
- 이 연구에는 최소한 총 588개 이상의 혈액 시료가 필요하다 (6개월 이하 연령 집단의 표본을 얻지 못하는 경우 338개로 감소 가능). 발생 가능한 철회(withdrawals)를 보완하기 위해서 그룹당 하나의 역학단위 만큼 추가하여서, 표본 크기를 늘려야 한다.
- 역학단위의 선정은 이용 가능한 표본에 따라 다르다
- Frame:
  - 신뢰할 수 있는 역학단위를 목록과 각 역학단위들에 대한 추정 동물의 수 (및 4개의 연령 집단의 분배)가 존재하는 경우, 크기에 비례할 확률(Probability Proportional to Size, PPS)을 고려하여 역학단위를 선택할 수 있다. PPS는 표본을 얻으려고 하는 4개의 연령 집단마다 다를 수 있다. 1차 표본 수집 단위(Primary Sampling Unit, PSUs)를 선정하기 위한 절차가 사용된 경우, 부록 2 (에 II.a - 보기1)에 기술된 절차를 사용하여 표본 분석을 수행할 수 있다.
  - 신뢰할 수 있는 역학단위를 목록만 사용할 수 있는 경우, Simple Random Sampling(SRS)으로 역학단위들을 선정할 수 있다. PSUs 선정에 이 절차가 사용된

경우, 부록 2(에 II.a - 보기 2)에 기술된 절차를 사용하여 표본 분석을 수행 할 수 있다.

- 선택된 각 역학단위에서 각 연령대의 동물은 단순 또는 체계적인 무작위 샘플링(Simple or Systematic Random Sampling)으로 선택할 수 있다.
- 설립된 절차에 따라서(백신 접종 시점 및/또는 어느 시점에든) 혈액 샘플을 수집한다.
- 샘플을 분석한다.
- 동종 백신 균주 및 NSP 항체에 대해 검출 가능한 SP 수준을 형성하는 동물의 비율을 결정한다. 순환 바이러스에 대한 방어력을 측정하기 위해 야의 균주(들)에 대한 SP 항체 역가를 측정하는 것이 또한 바람직하다.
- SP 항체의 평균 역가를 결정한다.
- SP 항체의 수준과 각 연령 집단에 대한 신뢰 구간을 계산한다.
  - PPS로 역학단위를 선정할 경우 수식 13, 14 및 15 (부록 2)를 사용한다.
  - SRS로 역학단위를 선정할 경우, 수식 16, 14 및 17 (부록 2)을 사용한다. 제한하고자 하는 절차는 백신 접종을 받을 수 있는 최소 연령이 6개월령이며 캠페인은 6개월마다 수행된다는 가정을 전제로 한다. 생후 6개월령 이하의 동물-코호트는 면역의 전반적인 추정치에 기여할 것이며 모세 이형 항체의 존재 유무 및 수동 면역이 어떻게 전체 개체군 면역에 기여하는지 평가할 수 있을 것이다.
- 정기적인 백신 접종을 실시할 때, SP-양성 동물의 비율이 연령이 높을수록 점진적으로 증가하는 경우, 제한하는 표본 크기는 예상되는 비율(60%-90%)에 따라 다르게 추정됐다. 또한 편향되지 않은 계수 추정치(parameter estimates)와 관련해서 통계적 이론을 준수하기 위해서 1차 수집된 표본 단위의 수는 항상 25 역학단위 이상이어야 한다 (13).
- 이 수치는 조정이 가능하다(부록 2에 기술된 절차에 따라). 예를 들어, 더 정확한 수치를 요구하는 경우, 허용 오차를 5%로 낮추어 수집할 표본의 크기를 증가시킬 수 있다. 주요 한계점은 국가가 그러한 조사를 이행하기 위해서 이용 가능한 자원이 요소로 작용할 것이다.
- 역학단위를 선정하는 방식(PPS 또는 SRS 절차를 사용하여)은 양성 동물의 비율(및 신뢰 구간)을 추정하는 방식에 영향을 미칠 것이다(이 문제에 대한 자세한 내용은 부록 2 참조).

**나. 무리(herd) 수준에서 개체군의 면역력을 평가하기 위한 백신 접종 후 예찰**

- 백신 접종을 주요 목적이 임상형 구제역의 발생률을 감소시키는 것인 국가(epi-setting 1, 일반적으로 PCP-FMD의 2 단계에 해당)에서는 이러한 접근 방법은 권장되지 않을 수 있다. 상당수의 동물이 이전에 야외주 바이러스에 노출되어 유도된 면역력이 나타날 것으로 예측되기 때문이다.
- 그러나, 백신 투여로 인한 혈청 양성 반응이 주로 예측되는(특정적이진 않더라도) 무리에서 면역 수준을 평가하는 것이 유용 할 수 있으므로, 이 방법론은 근질을 목표로 하는 시나리오 B 국가와(PCP-FMD의 3 단계 이상), 시나리오 C 및 D의 국가를 대상으로 한다.
- 목적은 '적절하게 백신 접종되지 못한 역학단위들(epi-units not adequately vaccinated, NAVEU)의 비율을 추정하는 것이다(부록 2의 에 III.a 참조). 이는 특정 수준의 항체를 가진 동물의 비율이 파악될 경우, 역학단위들이 '적절하게 백신 접종됨'으로 정의될 수 있음을 의미한다.
- 각 역학단위 내에서 표본의 크기를 추정하려면, 역학단위가 방어력이 없는 것으로 간주되는 역치 값 비율을 설정하는 것이 필수적이다.
  - NAVEU의 예상 비율의 값 - 20 %;
  - 허용 표준 오차 - 10 %;
  - 신뢰 수준 - 95 %;
  - NAVEU로서 단일 역학단위들을 정의하기 위한 목표 역치값은 (i) 6-12개월령 집단에서 60% 미만, 그리고 (ii) 12-24개월령 집단에서 70% 미만;
  - 특정 역가와 동일하거나 그 이상인 항체 수준을 가지는 0 두수 발견 확률이 0.05이하(각각 두 연령대 집단에서).
- 위의 목표 값을 기준으로 62개의 역학단위들이며, 6-12개월령의 3마리의 개별 동물과 12-24개월령의 2마리의 개별 동물들이 선택된 각 역학단위에 필요하다.
- 이전에 야외주 바이러스에 노출된 동물이나 표본 분석 문제를 보완하기 위해서, 표본 크기를 70 역학단위들로 늘린다.
- SRS로 역학단위를 선택한다.
- 선택된 각 역학단위에서 SRS 또는 체계적인 무작위 샘플링(systematic random sampling)으로 동물을 선정한다.

- 확진된 절차에 따라서(백신 접종 시점 및/또는 어느 시점에서든) 혈액 표본을 수집한다.
- 샘플을 다음과 같이 분석한다.
  - 동종 백신 군주에 대한 SP 항체의 역가를 결정한다. 순환 바이러스에 대한 방어력을 측정하기 위해 야외 군주(들)에 대한 SP 항체 역가를 측정하는 것이 또한 바람직하다. NSP의 유무를 확인한다(감사 결과가 감염 가능성을 나타내는 역학단위는 제외).
  - 6-12개월령 사이의 표본 3 두 또는 12-24개월령 사이의 표본 2 두 중 에서 단 하나의 SP 양성 결과도 발견되지 않은 경우에 개별 역학단위는 NAVEU로 분류된다.
  - NAVEU의 비율과 신뢰 구간을 계산한다.
  - 수식 3과 4를 사용한다(부록 2에 설명되어 있음).
  - 표본이 백신 접종이 가능한 연령 집단으로만 제한되고, NAVEU로 개별 무리를 분류하는 것은 선택된 연령 집단의 결과를 기반으로 할 것임을 더욱 강조하는 것이 중요하다. 그러므로 이 접근 방법은 무리 내의 전체적인 방어력 수준에 대한 정보를 제공하지 않는다.
- 위의 예에서 추정된 표본 크기는 지역 조건에 따라 변경될 수 있으며, 어떤 연령대 집단이 가장 적절한 자료를 제공할지에 따라 달라진다. 이 접근법의 주요 장점은 차례 3.5.1에 기술된 방법론에서 필요한 것보다 훨씬 적은 수의 표본을 요구하며 또한 연구의 설계와 분석이 크게 단순화된다는 것이다.

## 6. 백신 접종 후 면역력 예찰을 위한 점검 항목

- 백신 효능에 대한 자료를 모으고, 만약 가능하다면 백신 제조업체의 효능 및 batch release 실험에서 백신 접종 후 혈청을 얻는다.
- 동물의 면역반응, 실험 재현성, 그리고 백신주, 야외주 및 실험 바이러스의 항원력 특성의 다양성의 영향을 고려하여서, 혈청학적 역치 값을 설정한다.
- 지역 동물로 이루어진 소규모 집단과 백신 접종 이행 이후의 현장의 동물 집단(cohort of animal)에서 유도되는 면역에 관하여 사전-구애 연구를 수행한다.
- 백신 접종이 적절히 이행됐고, 방어력이 기대되는지 결정하기 위해서 부분 및 전체 개체군 면역 수준을 예찰한다.

## 1. 서론

- 3장에 기술된 면역의 혈청학적 증거는 백신 접종 프로그램이 이행된 목적(즉, FMD 통제)을 달성했다는 직접적인 증거가 아니기 때문에, 구제역 발생 및/또는 감염의 발생도 예찰하는 것이 중요하다. 그러나, 구제역이 발생하지 않는 시기를 가지면서 산발적으로 발생하는 경향이 있기 때문에, 발병의 횟수가 적은 것이 효과적인 백신 접종 프로그램의 결과라고 볼 수 없다. 따라서 면역과 발병 및/또는 감염을 모두 예찰해야 한다.
- 대부분의 상황에서 백신 접종 프로그램은 전반적인 프로그램의 요소 중에서 한 부분을 맡고 있는 경우가 많기 때문에 결과적으로, 다른 통제 조치의 결과와 예방 접종 효과를 분리하는 것이 어려울 수 있다.
- 백신 접종은 지역 또는 축산 체계에서 침입이 발생할 경우 FMDv의 피해를 완화시키기 위한 대처 방안(긴급 예방 접종) 또는 예방 수단으로 사용될 수 있는 반면에, 이동통제, 다른 동물위생 수단 및 살처분은 전형적으로 바이러스의 침입과 이차 발병을 막기 위한 전형적인 대처 방법 중 하나에 해당된다.
- 따라서 통제 프로그램의 효과 평가는 백신 접종(사용된 경우)과 추가 조치의 공동 효과의 결과이다.

그림 5. 구제역 통제의 요소



## 2. 백신 효능(efficacy) 및 효율성(effectiveness)

- 백신 접종 및 공격 접종 시의 상황이 잘 특성화되도록 통제하는 조건 하에서 실험될 때, 질병, 바이러스 복제 및 바이러스 배출(shedding) 또는 바이러스 전파와 같은 부적절한 상황에서 백신이 동물을 얼마나 잘 보호하는지의 척도를 백신 효능이라고 한다. 예를 들어, 규정한 백신 접종 및 공격 접종 계도에 따라서 Terrestrial Manual에 기술된 소 효능 평가가 있다. 평가 결과는 바이러스를 혀에 접종한 후 발굽에 소포가 나타나는 것으로 일반화되어 있다 (44). 이 측정법은 백신의 본질을 나타낸다.
- 백신 효능은 위에 기술된 방법뿐만 아니라, 무작위 대조 실험(Randomized Controlled Trials, RCT)을 통해 통제된 현장 조건 하에서 측정 될 수 있다. 이러한 경우에, 백신 효능은 위약으로 투여된 대조군과 비교하여 백신 접종 된 실험군에서 질병/감염의 감소량으로 표현된다. 백신 효능은 때때로 백신 효율성과 혼동되는데, 효능은 백신 프로그램에 의해 현장에서 동물이 얼마나 잘 보호되는지를 나타내는 지표이다(26). 백신 효율성은 동일한 개체군 내에서 백신 접종된 동물과 백신 접종되지 않은 동물에서의 발병률을 비교하여서 도출하여서, 일반적으로 질병 또는 감염과 같이 원치 않는 결과를 감당할 수 있는 보호의 척도이다. 이는 제조업체가 제공한 백신의 초기 (본질적) 품질뿐만 아니라 백신 보관 및 유통, 백신 일지도, 백신 접종 일정 및 간접적으로 백신 접종율과 같은 외적 요인에 따라 달라진다.
- 백신 효능과 효율성 용어가 때때로 상호 교환적으로 잘못 사용되는 이유 중 하나는 동일한 수식을 사용하여 측정하기 때문이다.
  - $VE = (RU - RV)/RU$  (방정식 1)
- 여기서 RU 는 백신 접종을 받지 않은 개체군의 발병 위험 요소 또는 비율이고, RV 는 백신 접종을 받은 개체군의 발병률이다.
- 두 가지 개념이 관련되어 있지만, 측정에 사용된 접근 방식이 다르기 때문에 구별되어야 한다: (i) 백신 효능은 RCT를 통해서 추정된다; 반면에 (ii) 백신 효율성은 정상적인 프로그램 조건 하에서 현장 관찰 연구 또는 때때로 현장 실험을 통해 추정된다.
- 효능과 효율성 사이의 혼동을 피하기 위해, 약어 VE는 (이 문서에서) 백신 효율성을 언급하며, 수식 1은 다음과 같이 재구성된다.
  - $VE = 1 - (RV/RU)$  (방정식 2)

- 일반적으로 백분율로 제공한다.
- PCP-FMD에서 2단계와 3단계는 질병/감염이 여전히 만연한 상황에서 통제 조치가 적용되는 단계이다. 2 단계에서 백신 접종이 유일한 통제 조치일 수 있다(국가는 구제역 청정 지위를 얻지 못할 수도 있고 질병의 경제적 비용과 백신 접종 비용의 균형을 맞추고자 할 수도 있다). 반면에 3단계에 들어오면, 질병의 근절로 나아가려는 결정이 시행되며, 더욱 급진적인 정책은 근절을 목표로 할 것이다.
- 국가가 PCP-FMD의 2단계 또는 3단계(구제역 발생이 여전히 예상되는 경우)에 있을 때 현장 조건에서 사용된 백신이 원하는 방어 수준을 제공하는지 확인하기 위해서 백신 효용성을 측정해야 한다.

3. 백신 접종된 동물에서의 발병 조사

- 방어력이 나타난 것으로 예상한 백신 접종된 동물에서의 빈틈없는 발병 조사는 백신 접종 실행을 평가하기 위한 중요한 수단이다. 발병이 특정적이고, 지역적인 원인에 의한 것인지, 혹은 백신 프로그램에서 광범위한 문제에 의한 것인지를 판단하기 위해서, 조사의 결과는 2장과 3장에 기술한 것보다 더 넓은 범위의 예방 프로그램의 맥락에서 고려되어야 한다. 조기의 백신 품질과 적합성, 백신의 보관, 운송과 접종, 적용 범위, 유도 면역, 감염의 강도와 긴 백신 후 관찰 간격 또는 항원 표현형의 변이에 따라 압도할 수 있는 공격 집종의 특성 등 문제가 일어날 수 있는 모든 과정을 점검하기 위해서 체계적인 접근이 권고된다. (그림 6)
- 면역력이 형성되었다가 감소하는 데 시간이 걸리기 때문에, 발병 시점과 백신 접종 시기의 관계를 분석하는 것이 핵심이다. 그림7은 이러한 관찰의 조사 과정에서 의사 결정 나무를 보여준다. 발병 조사의 과정에서 수집된 정보를 활용하는 특별한 방법론적 접근은 부록 4에 기술되어 있으며, 이는 터키에서의 최고적인 발병 조사에 기초해 있다 (27).

그림 6. 질병 발생 조사 - 고려사항과 기여 요인들

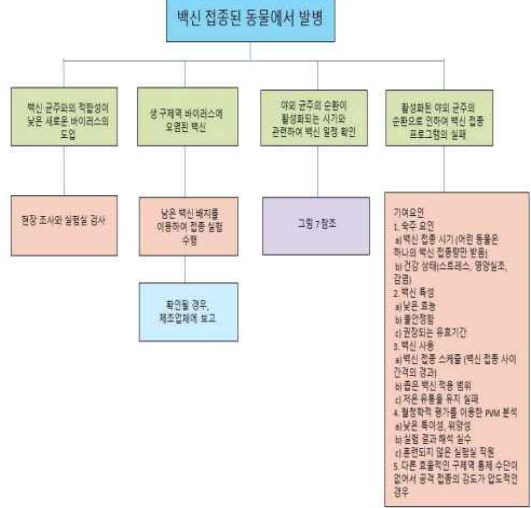
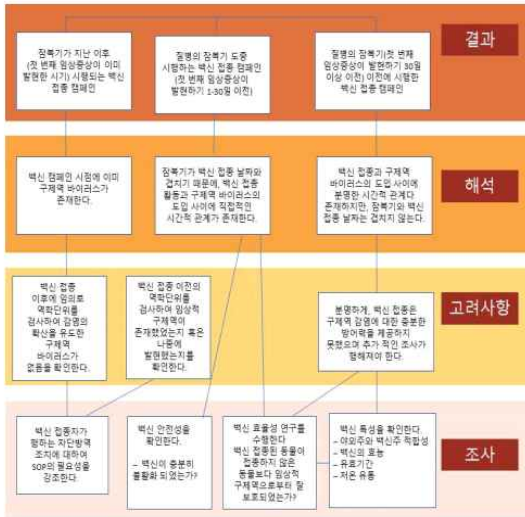


그림 7. 질병 발생 조사



백신 접종 캠페인의 시기와 질병의 잠복기 사이의 상관관계 결정  
SOP: standard operation procedure

4. 구제역 예방 통제 프로그램의 효과

표 10. 통제 프로그램의 통계적 목표와 성공의 지표

범주	통제 프로그램의 전략적 목표	이행 초기의 상태	OIE PCP-FMD 단계	예상 결과	성공 지표 기준 (아래 4.4 참조)	비고 (아래 4.5 참조)
A	임상적 발병률 감소	발생(및 가지 케이스 또는 질병의 발생으로 확인됨)	주목 2 근절되지 않음	발병률 감소	수용 가능한 정도로 발병률 (acceptable incidence)이 감소함(관계자에 의해 설정된 기준)	통제 이전 기준치가 알려지지 않은 경우에 수용 가능한 수준의 발병률이 사용됨
B	순환하는 FMDv 제거	발생(질병이 보고될 수도 있고 아닐 수도 있음) 또는 발생하지 않음	주목 3 근절되지 않음	바이러스 순환 감소	FMDv 순환이 없거나 혹은 수용 가능한 수준으로 감소함 (관계자에 의해 설정된 기준)	통제 이전 기준치가 알려지지 않은 경우에 수용 가능한 수준의 순환률이 사용됨
C	백신 접종으로 청정 지위 유지	발생하지 않음	주목 4 및 5 백신 접종으로 청정 지위 획득	청정 지위를 유지할 수 있는 충분한 강구력	지위를 유지하기 위한 유상동종권 강구력 요구사항을 충족함	백신 접종이 이유는 백신 접종을 하지 않았을 때보다 구제역의 피해가 덜하다는 것이다.
D	구제역 침입 이후 청정 지위 재획득 (비상 백신 접종)	발생 중 (청정 지위에서 구제역 침입으로 인한 발병의 결과)	청정 지위 획득 시 4 또는 5 단계에 있을 것으로 추정	순환하는 바이러스가 없음(유효한 증거가 충분함)	지위를 유지하기 위한 유상동종권 강구력 요구사항을 충족함	

이미 언급했듯이, 국가 또는 구역의 상태에 따라, 처음부터 분명한 목적으로 구제역 통제 프로그램(백신 접종 포함)을 설계하고 이행해야 한다. 면역 평가를 위한 목표 값을 정의하기 위해서 3장에서 사용된 것과 동일한 범주가 통제 프로그램의 전략적 목표를 설정하는 데 사용된다. 이것들은 표 10에 요약되어 있습니다.

### 5. 예찰

- 예찰은 백신 접종 프로그램 기간 동안 혹은 이후에 기대하는 결과가 달성되고 있음을 보여주기 위한 성과 지표로 사용되는 관리 절차이다. 예찰 체계를 설계하려면 2차 예방 조치의 성공 표시가 설정되어야 하는데 다음 중 하나 이상 필요하다:
  - 질병 또는 바이러스 순환의 기대하는 감소 정도;
  - 프로그램이 성공적인 것으로 간주되는 질병의 수용 가능한 발생률;
  - 질병이나 순환하는 바이러스가 없다.
- 이러한 성과 지표를 결정하는 것은 통제 프로그램이 시작되기 전에 공공 및 민간 부분의 이해 관계자와의 협의를 통해 이루어진다. 달성 가능한 결과를 설정하는 것이 중요하며 이러한 결과는 이해 관계자의 지속적인 지원을 보장 할 수 있어야 한다.

### 6. 시행한 시점에서의 상태

- 이전에 기술한 바와 같이, 구제역 백신 접종 캠페인의 목적은 임상 증상을 감소시키거나 FMDV 감염을 제거하거나 청정 지위를 되찾는 것이다. 이러한 각 전략적 목표에 대해 처음에 달성할 목표를 분명히 정해야 한다.
- 목적의 명확성을 위해서 그리고 통제 프로그램의 이행 전에 기준치 정보를 확립하기 위해서, 프로그램을 시행하고자 하는 사람들 및/또는 프로그램을 예찰하려는 사람들은 처음에 설정한 결과가 달성되었는지 평가하는 것이 중요하다. 국제 표준에 따라 이 지침서는 육상동물건강규약, 2013에 따른 구제역 사례, 감염 및 순환에 대한 정의를 사용한다(Boxes 1, 2 및 3).

<b>Box 1</b>	<b>구제역 사례 (OIE 육상동물건강규약, Chapter 8.6.1.)</b>
구제역 바이러스에 감염된 동물 사례	



<b>Box 2</b>	<b>구제역 바이러스 감염 (OIE 육상동물건강규약, Chapter 8.6.1.)</b>
1. FMDV는 동물 또는 동물에서 유래한 물질에서 분리 및 식별이 이루어졌는가; 혹은 2. FMD와 일치하는 임상증상의 발현 여부 또는 FMD 발생으로 확정되거나 추정되는 역학적인 관계를 증명하기 위해서, 혹은 이전에 구제역 바이러스에 관계가 있거나 접촉한 것으로 추정되는 원인을 제시하기 위해서 하나 이상의 FMD 혈청형에 특이적인 바이러스 항원 또는 바이러스 RNA(ribonucleic acid)는 하나 이상의 동물에서 식별되었는가; 혹은 3. 구제역의 임상 증상과 일치하거나 혹은 구제역으로 확인된 사례와 역학적으로 연결을 시키기 위해서, 백신 접종 결과물이 아닌 FMDV의 구조 또는 비구조 단백질에 대한 항체가 검출되었는가?	

<b>Box 3</b>	<b>구제역 바이러스 순환 (OIE 육상동물건강규약, Chapter 8.6.4.2.)</b>
OIE 육상동물건강규약에 따르면, 임상 증상, 혈청학적 증거 또는 바이러스 분리가 증명되었다면, 바이러스의 순환은 구제역 바이러스의 전파를 의미한다.	

### 7. 예상 결과

- 육상동물건강규약 의 Table 4.1의 A부터 D까지 나열된 통제 프로그램의 예상 결과는 다음과 같이 하나 이상으로 정의될 수 있다:
  - 발생률 또는 구제역 바이러스의 감염은 감소했다.
  - 발생률 또는 구제역 바이러스의 감염은 설정한 목표치에 미치지 못한다.
  - 발생률 또는 구제역 바이러스의 감염은 없는 것이 증명됐다.
- 통제 프로그램을 예찰하는 일반적인 접근법은 이 지침서에는 나와있지 않은 방식인 역학적 현장 관찰 연구를 광범위하게 진행하는 것이다. 그러한 연구들을 어떻게 설계하는지는 많은 역학 교과서에 나와 있다.

## 참고 문헌

- Alexandersen S., Zhang Z., Donaldson A.I. & Garland A.J.M. (2003). - The pathogenesis and diagnosis of foot-and-mouth disease. *J. comp. Pathol.*, 129, 1-36. doi: 10.1016/S0021-9975(03)00041-0.
- Armitage P. (1971). - *Statistical methods in medical research*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, United Kingdom.
- Barnett P.V., Statham R.J., Vosloo W. & Haydon D.T. (2003). - Foot-and-mouth disease vaccine potency testing- determination and statistical validation of a model using a serological approach. *Vaccine*, 21, 3240-3248. doi: 10.1016/S0264-410X(03)00219-6.
- Barteling S.J., Yadin H. & Suttmoller P. (2004). - Discussion paper on guidelines for control of Foot-and-Mouth Disease(FMD) vaccine quality and performance in the field. Available at: [www.fao.org/ag/againfo/commissions/docs/greece04/App19.pdf](http://www.fao.org/ag/againfo/commissions/docs/greece04/App19.pdf).
- Bennett S., Woods T., Liyanage W.M. & Smith D.L. (1991). - A simplified general method for cluster sample surveys of health in developing countries. *World Health Stat. Q.*, 44, 98-106.
- Brocchi E., De Simone F., Bugnetti M., Gamba D. & Capucci L. (1990). - Application of a monoclonal antibody based competition ELISA to the measurement of anti-FMDV antibodies in animal sera. Report of the European Commission for the Control of Foot-and-Mouth Disease (Session of the Research Group of the Standing Technical Committee), Lindholm, Denmark, Appendix 14. FAO, Rome, Italy.
- Burton A., Monasch R., Lautenbach B., Gacic-Dobo M., Neill M., Karimov B., Lara Wolfson R., Jones G. & Birmingham M. (2009). - WHO and UNICEF estimates of national infant immunization coverage: methods and processes. *Bull. World Health Organ.*, 87, 535-541. doi: 10.2471/BLT.08.053819.
- Chen R.T. & Orenstein W.A. (1996). - Epidemiologic methods in immunization programmes. *Epidemiol. Rev.*, 18, 99-117. doi: 10.1093/oxfordjournals.epirev.a017931.

9. Chenard G., Miedema K., Moonen P., Schrijver R.S. & Dekker A. (2003). - A solid-phase blocking ELISA for detection of type O foot-and-mouth disease virus antibodies suitable for mass serology. *J. virol. Methods*, 107, 89-98. doi: 10.1016/S0166-0934(02)00196-9.
10. Cochran W.G. (1977). - Sampling techniques, 3rd Ed. Wiley, New York.
11. Doel T.R. (1999). - Optimisation of the immune response to FMD vaccines. *Vaccine*, 17, 1767-1771. doi: 10.1016/j.vaccine.2009.08.039.
12. Estrada C., Perez A.M. & Thurmond M.C. (2008). - Herd reproduction ratio and time-space analysis of a foot-and-mouth disease epidemic in Peru in 2004. *Transbound. emerg. Dis.*, 55, 284-92. doi: 10.1111/j.1865-1682.2008.01023.x.
13. Farid M.N. & Frerichs R.R. (2007). - Survey version 2.0. Department of Epidemiology, University of California (UCLA). Available online: [www.ph.ucla.edu/epi/programs/csurvey2\\_manual.pdf](http://www.ph.ucla.edu/epi/programs/csurvey2_manual.pdf)
14. Fleiss J.L. (1981). - Statistical methods for rates and proportions, 2nd Ed. John Wiley & Sons, Chichester, United Kingdom.
15. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2012). - The progressive control pathway for FMD control. Principles, stage descriptions and standards. Available online: [www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/eufmd/docs/PCP/PCP\\_en.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/eufmd/docs/PCP/PCP_en.pdf).
16. Garland A.J. (1999). - Vital elements for the successful control of foot-and-mouth disease by vaccination. *Vaccine*, 17, 1760-1766.
17. Hamblin C., Kitching R.P., Donaldson A.L., Crowther J.R. & Barnett I.T.R. (1987). - Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) for the detection of antibodies against foot-and-mouth disease virus. 3. Evaluation after infection and vaccination. *Epidemiol. Infect.*, 99, 733-744. doi: 10.1017/S0950268800066590.
18. Haydon D.T., Woolhouse M.E.J. & Kitching R.P. (1997). - An analysis of foot and mouth disease epidemics in the UK. *IMA J. math. appl. Med. Biol.*, 14, 1-9. doi: 10.1093/imammb/14.1.1.
19. Hayes R.J. & Bennett S. (1999). - Simple sample size calculation for cluster randomized trials. *Int. J. Epidemiol.*, 28, 319-326. doi: 10.1093/ije/28.2.319.
20. Henderson R.H. & Sundaresan T. (1982). - Cluster sampling to assess immunization

- coverage: a review of experience with a simplified sampling method. *Bull. World Health Organ.*, 60, 253-260.
21. Jamal S.M., Bouma A., van den Broek J., Stegeman A., Chenard G. & Dekker A. (2008). - Foot-and-mouth disease vaccine potency testing: the influence of serotype, type of adjuvant, valency, fractionation method, and virus culture on the dose:response curve in cattle. *Vaccine*, 26, 6317-6321. doi: 10.1016/j.vaccine.2008.09.021.
22. Jamal S.M., Shah S.I., Ali Q., Mehmood A., Afzal M. & Dekker A. (2013). - Proper quality control of formulated foot and mouth disease vaccines in countries with prophylactic vaccination is necessary. *Transbound. emerg. Dis.*, 61, 483-489. doi: 10.1111/tbed.12051.
23. Keeling M.J., Woolhouse M.E.J., Shaw D.J., Matthews L., Chase-Topping M., Haydon D.T., Cornell S.J., Kappey J., Wilesmith J. & Grenfell B.T. (2001). - Dynamics of the 2001 UK foot and mouth epidemic: stochastic dispersal in a heterogeneous landscape. *Science*, 294 (5543), 813-817. doi: 10.1126/science.1065973.
24. Kitching R.P. & Salt J.S. (1995). - The interference by maternally-derived antibody with active immunization of farm animals against foot-and-mouth disease. *Br. vet. J.*, 151, 379-389. doi: 10.1016/S0007-1935(95)80127-8.
25. Kish L. (1965). - Survey sampling. Wiley, New York.
26. Knight-Jones T.J., Edmond K., Gubbins S. & Paton D.J. (2014a). - Veterinary and human vaccine evaluation methods. *Proc. Biol. Sci.*, 281 (1784): 20132839. doi: 10.1098/rspb.2013.2839. PMID: 24741009.
27. Knight-Jones T.J., Bulut A.N., Gubbins S., Stark K.D., Pfeiffer D.U., Sumpston K.J. & Paton D.J. (2014b). Retrospective evaluation of foot-and-mouth disease vaccine effectiveness in Turkey. *Vaccine*, 32 (16), 1848-1855. doi: 10.1016/j.vaccine.2014.01.071.
28. Knight-Jones T.J., Gubbins S., Bulut A.N., Stark K.D., Pfeiffer D.U., Sumpston K.J. & Paton D.J. (2016). - Mass vaccination, immunity and coverage: modelling population protection against foot-and-mouth disease in Turkish cattle. *Sci. Rep.*, 6, 22121. doi: 10.1038/srep22121.

29. Mackay D., Davidson F. & Rendle T. (1996). - FAO Phase XIV - Standardisation for FMD antibody detection ELISA. In European Commission for Control of Foot-and-mouth Disease, Session of the Research Group of the Standing Technical Committee, 2-6 September Kibbutz Ma'ale Hachamisha, Israel.
30. Maradei E., La Torre J., Robiolo B., Esteves J., Seki C., Pedemonte A., Iglesias M., D' Aloia R. & Mattion N. (2008). - Updating of the correlation between IpELISA titers and protection from virus challenge for the assessment of the potency of polyvalent aphthovirus vaccines in Argentina. *Vaccine*, 26 (51), 6577-6586. doi: 10.1016/j.vaccine.2008.09.033.
31. Nicholls M.J., Rweyemamu M.M., Okeke E.N., Shidali N.N. & Lamorde A.G. (1983). - The control of foot and mouth disease by vaccination. Considerations for Nigeria. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 2 (3), 771-780.
32. Nicholls M.J., Black L., Rweyemamu M.M., Genovese J., Ferrari R., Hammant C.A., de Silva E. & Umehara O. (1984). - The effect of maternally derived antibodies on the response of calves to vaccination against foot and mouth disease. *J. Hyg.(Camb.)*, 92, 105-116. doi: 10.1017/S0022172400064081.
33. Orenstein W.A., Bernier R.H. & Hinman A.R. (1988). - Assessing vaccine efficacy in the field. Further observations. *Epidemiol. Rev.*, 10, 212-241.
34. Paton D.J., Valarcher J.F., Bergmann I., Mattho O.G., Zakharov V.M., Palma E.L. & Thomson G.R. (2005). - Selection of foot and mouth disease vaccine strains - a review. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 24 (3), 981-993.
35. Pay T.W.F. (1984). - Factors influencing the performance of foot-and-mouth disease vaccines under field conditions. Academic Press, Orlando, Florida.
36. Pay T.W.F. & Hingley P.J. (1992). - Foot and mouth disease vaccine potency tests in cattle: the interrelationship of antigen dose, serum neutralizing antibody response and protection from challenge. *Vaccine*, 10, 699-706. doi: 10.1016/0264-410X(92)90092-X.
37. Robiolo B., La Torre J., Maradei E., Perez Bascochea C., Perez A., Seki C., Smitsaart E., Fondevilla N., Palma E., Goris N., De Clercq K. & Mattion N. (2010). - Confidence in indirect assessment of foot-and-mouth disease vaccine potency and vaccine matching carried out by liquid phase ELISA and virus neutralization tests. *Vaccine*, 28, 6235-6241. doi: 10.1016/j.vaccine.2010.07.012.

38. Sumpston K., Domenech J. & Ferrari G. (2012). - Progressive control of FMD on a global scale. *Vet. Rec.*, 170, 637-639. doi: 10.1136/vr.e4180.
39. Terpstra C., van Maanen C. & van Bakkum J.G. (1990). - Endurance of immunity against foot-and-mouth disease in cattle after three consecutive annual vaccinations. *Res. vet. Sci.*, 49, 236-242.
40. Van Bakkum J.G., Fish R.C. & Nathans I. (1969). - Immunologic responses in Dutch cattle vaccinated with foot-and-mouth disease vaccines under field conditions: neutralizing antibody responses and immunity to O, A, and C types. *Am. J. vet. Res.*, 30, 2125-2159.
41. Van Maanen C. & Terpstra C. (1989). - Comparison of a liquid phase blocking sandwich ELISA and a serum neutralization test to evaluate immunity in potency tests of foot-and-mouth disease vaccines. *J. Immunol. Methods*, 124, 111-119.
42. Woolhouse M.E.J., Haydon D.T., Pearson A. & Kitching R.P. (1996). - Failure of vaccination to prevent outbreaks of foot and mouth disease. *Epidemiol. Infect.*, 116, 363-371. doi: 10.1017/S0950268800052699.
43. World Organisation for Animal Health (OIE) (2012). - The Global Foot and Mouth Disease Control Strategy. Strengthening animal health systems through improved control of major diseases. Available at: [www.oie.int/doc/ged/D11886.PDF](http://www.oie.int/doc/ged/D11886.PDF).
44. World Organisation for Animal Health (OIE) (2014). - Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals, 2014. Chapter 2.1.5. Foot-and-mouth disease. OIE, Paris. Available at: [www.oie.int/manual-of-diagnostic-tests-and-vaccines-for-terrestrial-animals/](http://www.oie.int/manual-of-diagnostic-tests-and-vaccines-for-terrestrial-animals/).
45. World Organisation for Animal Health (OIE) (2014). - Terrestrial Animal Health Code. Available at: [www.oie.int/international-standard-setting/terrestrial-code/access-online/](http://www.oie.int/international-standard-setting/terrestrial-code/access-online/).

## 【부록1 백신 접종을 예찰】

### 1. 도입

- 감염되지 않은 naive 개체군에서는 감염 기간 동안 평균적으로 하나의 사례가 발생하는 반면, FMDv가 무리 내에서 퍼지는 것을 막는 데 필수적인 백신 접종율은 발생하는 사례 수에 따라 달라진다(basic reproductive ratio,  $R_0$ ).  $R_0$  값은 무리 내 접촉 구조의 특성에 따라 달라지며 많은 수의 높은 감수성을 가지는 동물이 주기적으로 접촉 기회를 가질 때  $R_0$  값이 가장 크다. 사용하는 소가 감수성을 충분히 가지는 무리일 경우,  $R_0$  은 10보다 훨씬 클 수 있다 (42). 근접성 및 접촉 네트워크에 대한 유사한 고려 사항들이 무리들 사이의 FMDv 감염의 확산에 작용하지만, 확산은 일반적으로 덜 효율적이어서, 발병이 시작될 때 herd-to-herd  $R_0$  에 대한 추정치가 낮아진다. (영국과 페루에서 발생한 사례에서 2-5의 값이 보고됐다(12, 18, 23)). 그러나 환경 조건이 극도로 빠른 전파를 유도하는 지역에서는 더 높은 수치가 보고됐다 (18).

표 11. 바이러스 전파를 막기 위한 축군 내의 전파율과 백신 접종율의 관계( $f \times h = 1 - 1/R_0$ )

초기 전파율( $R_0$ )	백신 접종이 100% 효과가 있다고 가정했을 때( $f$ ) 백신 접종을 해야 하는 동물( $h$ )의 비율	백신 접종이 75% 효과가 있다고 가정했을 때( $f$ ) 백신 접종을 해야 하는 동물( $h$ )의 비율
2.5	60%	80%
4	75%	100%
5	80%	불가능*
6.7	85%	불가능
10	90%	불가능
20	95%	불가능

\*개군 전체를 백신 접종함에도 불구하고 감염의 가능성을 제거하는 것은 불가능.

65

### 구제역 백신 접종과 백신 접종 후 예찰 지침서

- 무리 내에서, 80% 백신 접종을 수치는 일반적으로 구제역 통제를 목표로 인용된다 (4). 그리고 이럴 경우, 백신 적용 범위의 분포는 무리 내에서 감수성을 가지는 동물의 총 개체수이다. 이 80% 백신 접종을  $R_v$ (백신 접종된 동물에서 reproduction ratio,  $R_v$ )값을 5에서 1미만으로 줄여야 하고, 백신 접종된 동물들 사이에서 구제역 바이러스의 확산을 막아야 한다. 이 80%가 무엇을 의미하는지 항상 명확해야 한다.
- 그러나 많은 경우에 백신 접종이 전파를 완전히 차단하지는 않으며, 만약 이를 달성할 확률이 75%라고 가정하면, 적용 범위가 80 %인 경우  $R_0$ 이 이미 2.5보다 작은 경우에만 바이러스 발생이 통제된다. (표11).
- 무리 수준에서는 높은 비율(> 80%)로 백신 접종할 수 있지만, 100% 효율성(effectiveness)을 달성하기는 어렵다. 그러나, 효과적인 차단방역에 의해 역학단위 사이의 접촉이 감소될 것이며(따라서  $R_0$ ), 이는 달성 불가능한 수준의 백신 방어력에 대한 의존성을 감소시킬 것이다. 반대로, 효과적인 백신 방어는 차단방역이 차단책인 경우 종종 전파를 차단한다.
- 지역적 접종율을 예찰하는 경우, 적용 범위가 높은 구역이 있는 반면에, 접근하기 어렵거나 혹은 축산입자가 동물을 백신 접종할 동기부여가 매우 낮은 구역은 그 적용 범위가 매우 낮음을 반드시 명시해야 한다. 그러므로, 전체 지역 수준에서, 접종율은 전파를 통제하기에 충분하지만, 방금 말한 구역과 같이 적용 범위가 낮은 부분은 지속적으로 바이러스가 순환하는 보관채(reservoir)가 될 수 있다.
- 백신 접종을 받은 모든 동물이 방어 수준의 면역 반응을 나타내지는 않는다는 점을 명심해야 한다. 예를 들어, 백신 접종율(coverage) =  $f = 0.9$ 이고 방어 수준의 특정 항체가 있는 동물의 비율 =  $h = 0.95$  인 경우, 방어 수준의 특정 항체가 있는 동물의 전체 비율은  $p = 0.90 \times 0.95 = 0.855$  또는 85.5%가 된다. 더불어, 면역 반응은 백신 접종보다는 감염에 의한 것일 수도 있고, 측정되는 것보다 초기의 백신 접종을 반영 할 수도 있다. 어린 동물의 면역은 모체 초유에서 수동적으로 흡수한 항체를 반영한 것일 수도 있다.
- 2장에서는 백신 접종율과 그것을 평가하는 데 사용하는 방법 중 일부를 참조했다. 방법에 관계없이, 백신 접종율을 확실하게 측정하려면 백신 접종 대상 개체군을 알고 있어야 한다. 이 정보는 백신 접종 프로그램이 적용되는 개체군의 비율을 추정할 때만 필수적인 것이 아니라, 백신 수요에 대한 계획을 세우는 단계에서도 필수적이다.
- 백신 접종율의 추정은 실행 계획에서 합의된 목표를 실제로 달성한 것과 비교할 수 있도록 데이터를 수집하고 활동들을 평가하는 것을 의미한다. 백신 접종

66

프로그램의 예찰에는 백신 접종 캠페인의 이행에 따라 언제라도 데이터를 쉽게 검색할 수 있도록 하는 적절히 기록을 하는 과정을 포함한다.

- 백신 접종율을 예찰하고 평가하기 위해 제안된 접근법은 다음과 같은 가정을 기반으로 한다. (i) 백신 접종자에게 백신을 배포하는 것은 지역 유통 센터(중앙에서 주변 지역으로 백신을 분배하는 가장 낮은 유통 단계)를 통해 이루어진다. (ii) 개별 동물 식별이 존재하지 않는다. (iii) 구조화된 백신 접종 캠페인의 일부이다(주기는 6개월로 가정); (iv) 백신 접종 일정은 각 농장/가구를 한 캠페인이다 두 번 방문하는 것으로 예상된다. (첫 번째 방문은 모든 접종 대상 동물을 백신 접종하고, 두 번째는 첫 번째 접종량에 대한 후속 조치로서 부스터 접종량을 어린 동물에게 주사하는 것이다). 이것에 대해서 예외가 있을 수 있으므로 백신 접종 카드에 기록해야 한다.

### 2. 기록 도구

#### 1) 백신 접종 카드

- 백신 접종 카드는 축주 한 사람이 소유하고 있는 동물 및 무리 수준에서의 백신 기록에 관한 모든 정보를 포함해야 한다.
- 그림 8에 간단한 백신 접종 카드의 예시가 나와 있다.

67

그림 8. 백신 접종 카드

백신 접종 카드									
숙주이름: _____									
주소: _____									
Village			District			Province			
1항, (백신접종을 위한 6개월단위 방문시 작성)									
(1) 백신접종 방문일: ____/____/____									
(2) 백신접종지 이름: _____									
(3) 백신접종 캠페인 명칭: _____									
표 1: 방문시 백신접종된 동물과 미접종 동물의 숫자									
연령	Species(종) A		Species(종) B		Species(종) C				
	(4)이전 방문시 미접종상태 두수	(5)백신접종 두수	(6)이전 방문시 미접종상태 두수	(7)백신접종 두수	(8)이전 방문시 미접종상태 두수	(9)백신접종 두수	(10)이전 방문시 미접종상태 두수	(11)백신접종 두수	(12)이전 방문시 미접종상태 두수
<6개월									
6-12개월									
12-24개월									
>24개월									
* 이 연령대는 방문일로부터 1개월 후에 추가접종을 받게되며 그 수는 아래 표 2의 2열에 기록되어야함.									
(7) 사용된 백신의 배치 일련번호** : _____ (8) 유효기간만료일 ____/____/____									
** 하나이상의 배치의 백신이 사용된경우 아래의 빈칸에 배치번호 및 유효기간을 적으시오.									
(9) 6개월령 미만의 연령대를 제외하고 백신접종을 받지않은 동물이 남아있다면 그 이유를 아래에 표시해 주십시오.(하나 이상의 이유가 표시될 수 있음)									
<input type="checkbox"/> 다른 동물 <input type="checkbox"/> 동물이 너무 공격적이어서 보정할 수 없었음 <input type="checkbox"/> 다른 이유(자세히): _____									
2항, 1차 접종 후 2차 접종을 위해 1개월 후 방문시 빈칸을 채워야 함.									
(10) 백신접종 방문일: ____/____/____ (11) 백신접종지 이름: _____									
표 2: 2차 접종을 한 동물									
연령	Species(종) A		Species(종) B		Species(종) C				
	(12)이전 방문시 미접종상태 두수	(13)백신접종 두수	(14)이전 방문시 미접종상태 두수	(15)백신접종 두수	(16)이전 방문시 미접종상태 두수	(17)백신접종 두수	(18)이전 방문시 미접종상태 두수	(19)백신접종 두수	(20)이전 방문시 미접종상태 두수
<6개월									
6-12m									
12-24m									
>24m									
(7) 사용된 백신의 배치 일련번호** : _____ (8) 유효기간만료일 ____/____/____									
** 하나이상의 배치의 백신이 사용된경우 아래의 빈칸에 배치번호 및 유효기간을 적으시오.									
(18) 기타 사항: _____									

- 예시에 나온 백신 접종 카드는 3개의 부분으로 나뉘며 카드는 두 단계로 나누어서 완전히 작성되어야 한다. 1항은 현재 진행되고 있는 캠페인 동안 백신 스케줄에 맞추어(예를 들어, 6개월 주기로 가정한다) 첫 백신 접종을 하는 농장주일 경우, 작성한다.
- 2항 및 3항은 부스터 접종량을 받아야 하는 동물에 주사를 놓기 위해서 및/또는 지난번 방문 때 백신 접종을 받지 않았다 하더라도 그 동물들에게 놓는 백신을 조정하기 위해서 두 번째 방문 때 작성되어야 한다.
- 카드 형식을 작성하기 위해서 많은 정보가 필요한 것은 자명판 사실이고 정확한 데이터를 작성할의 중요성은 더욱 강조된다.
- (1)은 방문 날짜를 나타내고 (2)는 수행자 (백신 접종자)의 이름을 의미한다.
- (3)은 백신 접종 캠페인을 고유하게 식별할 수 있는 숫자 또는 코드를 나타낸다(예: autumn\_2014 또는 1\_2014).
- (4)는 방문한 시기의 특정 연령대에 속하는 동물의 수를 나타낸다. 방문 당일에 그 현장에 존재하지 않는 동물이 있는 경우(예: 목장으로 보내져 백신 접종을 할 수 없는 경우), 존재하는 동물의 수를 표시해야 한다.
- (5)는 실제로 백신을 주사한 동물의 수를 나타낸다. 예를 들어 작성한 백신 접종 카드에서 <6개월(6개월령 이하) 연령대는 백신 접종을 받을 수 없으므로 해당 빈칸이 운영 처리되어 해당 칸을 채울 필요가 없음을 나타낸다. 6-12개월령에 속하는 동물들(30 일 후에 부스터 접종량을 투여받아야 함)은 또한 표 2(12) 아래 열)에도 작성된다.
- (6)은 백신 접종을 받지 않은 동물의 수를 나타낸다. 백신 접종을 받지 않은 동물(6개월령 미만) 또는 다른 이유 등(9)에 작성되어야 한다)으로 동물을 백신 접종하지 않은 상태로 둘 수 있습니다. 또한 백신 접종하지 않은 상태로 나쁜 동물들은 표 3(15) 아래 열)에도 기입해야 한다.
- (7) 및 (8)은 방에 기입된 배치의 일련번호와 백신의 번호 날짜를 각각 적는다.
- (9)는 백신 대상이지만 한 마리 이상의 동물이 백신 접종을 받지 않은 이유를 가리킨다. 다른 동물이나 보정하기 어려운 동물은 첫 방문에서 백신 접종을 겪었을 수 있다.
- (10)은 두 번째 방문 날짜를 나타내고, (11)은 수행자(백신 접종자)의 이름을 기입한다.

- (12)는 첫 번째 방문에서 첫 백신 접종을 받았고, 두 번째 방문 때 부스터 접종량을 받아야 하는 것으로 추정되는 동물의 수이다. 이 숫자는 표 1에 표시된 것과 동일해야 한다(6-12개월령, 백신 접종된 숫자).
  - (13)은 부스터 접종량을 투여해야 하는 동물 중 여전히 존재하는 동물의 수(두 번째 방문 당일)이다.
  - (14)는 괄호 (13)에 표시된 것 중에서 실제 백신 접종된 동물의 수이다.
  - (15)는 이전 방문에서 백신 접종을 받지 않은 동물의 수를 나타내며, 여기에 기입한 숫자는 (6)과 동일해야 한다.
  - (16)은 여전히 존재하는 동물의 수 (15)에 표시된 것 중에서)를 나타낸다.
  - (17)은 두 번째 방문 동안 백신 접종을 받은 동물(첫 번째에서 백신 접종을 받지 않은 동물 중에서)의 수를 나타낸다.
  - (18)은 수행자가 추가로 기입할 정보가 있을 때를 위한 빈칸이다.
  - 백신 접종 카드 사본 2개가 필요하다. 사본 1개는 농장주에게 남겨두고 나머지 1개는 지역 유통 센터에 위탁한다. 아직 완전히 작성되지 않은 카드(두 번째 방문이 아직 이루어지지 않았기 때문에)는 별도의 파일로 보관되며, 부스터 백신이 접종되면 이미 완성된 카드와 함께 보관한다.
  - 백신 접종 카드에 포함된 자료를 전자 워크 시트에 저장 가능하면 데이터 검색 및 분석이 크게 간소화될 것이다.
  - 제한한 접근법(전체 조건에 따라서)에는 두 가지 주요 단점이 있다: (i) 부스터 접종을 받아야 하는 동물을 식별할 방법이 반드시 존재한다(재활용 가능한 collars가 선택사항이 될 수 있다). 그리고 (ii) 두 번의 방문 사이에, 신생축 또는 새로운 동물들이 무리에 도입될 수 있다. 백신 접종 여부에 관계없이, 이러한 동물(이전 방문에서 접종 카드에 기입하지 않은)에 대해 새로운 백신 접종 카드를 작성해야 한다.
- ▶ **예찰과 평가 과정에서 백신 접종카드의 쓰임**
- 백신 접종율은 특정 개체군에서 백신 접종받을 수 있는 총 동물 수 또는 감수성을 가지는 모든 동물의 수와 비교하였을 때, 백신 접종 대상인 개체군과 백신 접종 대상이 완전히 접종된 동물의 백분율로 표현된다. 백신 접종 캠페인을 시행하는 동안 어느 시기에서든, 진행 상황을 예찰하기 위해서 적절한 지표를 구축 할 수 있다. 이러한 지표는 쉽게 도입할 수 있지만, 백신 접종

- 카드에 기록된 데이터의 품질에 따라 크게 달라진다.
- 다음은 백신 접종 카드에 기록된 정보에서 설정할 수 있는 지표의 예시이다.
  - 캠페인 시작 이후, 특정 시점에서, OVC 또는 전체 백신 접종율 (총별) = 백신 접종된 두수 / 캠페인 시작 시 측정된 두수<sup>4)</sup>.
  - 이 지표의 분자는 백신 접종 캠페인이 시작된 이후에 작성된 백신 접종 카드의 (5)와 (17)의 합계이며 분모는 처음에 측정된 총 두수이다. 만약 이 수를 백신 접종 대상인 동물의 총 수로 측정할 경우, OVC는 백신 접종 예정인 동물들의 접종율에 관한 정보를 제공할 것이다. 또는 OVC의 분모가 특정 개체군에서 감수성을 가지는 동물의 총 수인 경우 OVC를 전체 개체군에서의 접종율로 해석할 수 있다.
  - 임의의 시점에서, OCW 또는 농장 내부의 백신 접종율 (종 및 연령별) = 백신 접종된 두수 / 현재 존재하는 두수<sup>5)</sup>.
  - 이 지표의 분자는 (5)와 (17)의 합계이고, 분모는 (4)의 총합이다.
  - 캠페인이 끝날 때 지표가 측정되면, 현재 존재하는 전체 동물 개체군(추정치와 비교할 수 있음)과 관련하여 전체 백신 접종율을 제공한다.
  - ORD는 6-12개월령 집단에서 부스터 백신을 올바르게 접종 받은 동물의 비율이다. 반대로 1 - ORD는 dropout 비율(부스터 접종량을 받지 못한 동물의 비율)로 추정한다.
  - 이 지표는 (14)의 합계를 분자(오직 6-12개월령 집단에만)로 사용하고 (5)의 합계를 분모로 사용한다.
  - 위의 지표는 현장 운영의 계획 단계에서 설정되었을 수 있는 목표 지표와 비교할 수 있다.
  - 예를 들어, 목표를 이루기 위해 캠페인을 시작한 이후 2개월 이내에 마지려면 OVC는 목표 시간 내에 이 목표를 달성할 수 있는 지 여부를 표시할 수 있다. 마찬가지로, 목표가 각 농장에서 동물의 최소 80%가 백신 접종을 받는 것이라면, OCW는 이 목표가 달성되고 있는지에 대한 정보를 제공할 수 있다.
- 다양한 지표와 그 의미 및 평가에 대한 요약 표가 아래에 제시되어 있다(표 13 참조).

4) 백신 접종 받은 예상 두수는 캠페인 시작 전에 미리 계획해야 하며, OVC 분모가 백신 접종 대상 또는 전체 개체군을 잘 반영하는지 여부를 명시하는 것이 중요하다.  
5) 현재 실제로 존재하는 두수는 백신 접종 대상 연령에 해당하지 않는 동물도 포함된다. 캠페인이 끝날 때, 실제 백신 접종 대상 및 부적합 대상 두수는 초기 추정 두수와 다를 수 있으며, 이는 다음 캠페인을 계획하는 데 참고될 수 있다.



2) 배치(batches)및 접종량(doses) 등록증

- 각 지역 유통 센터는 가지고 있는 백신을 책임지고 정확하게 관리해야 한다. 적절한 보관을 보장하는 것 외에도, 지역 유통 센터는 백신 접종자가 현장 작업에 필요한 양의 백신을 받는 장소로 여겨진다. 입고 및 출고 사항을 포함하는 등록증을 통해서 백신 수령 및 최종 사용자에게 분배되는 양을 관리해야 한다. 백신 접종을 받을 때마다 등록증에 개별 사항이 있어야 한다. 표 12는 배치 및 접종량 등록증을 설정하는 방법의 예시를 보여준다.

표 12. 배치 및 접종량 등록증

등록증 (1 항:입고한 백신)						
배치 일련번호/코드	영수증 발행일	총 소 접종량의 수량	만료일			
등록증 (2 항:출고한 백신)						
이용 가능한 접종량의 수량	접종자 이름	수령일	총 수령한 접종량의 수	반납한 총량	미사용분 반납일	기타 사항

- 등록증의 입고 사항에는 다음 정보가 포함된다. (표 12 참조). (i) 배치 일련번호/코드; (ii) 수령일; (iii) 총 소 접종량의 수; 그리고 (iv) 만료일.
- 등록증의 출고 사항은 다른 행으로 구성된다. 백신을 접종을 위해 백신 접종자에게 위탁할 때마다 새로운 행이 생성된다. 다음과 같은 데이터를 기입해야 한다.
  - 이용 가능한 접종량의 수량;
  - 백신 접종자의 이름;
  - 수령일
  - 총 수령한 접종량의 수량
  - 미사용으로 반환된 총 소 접종량의 수량;
  - 미사용 용량이 반환된 날짜.

- 각각의 새로운 행에서, 이용 가능한 접종량의 수량은 이전 행에서 [(이용 가능한 접종량) - (사용된 접종량)]을 뺀 결과이다(첫 번째 생성된 행의 경우, 이용 가능한 접종량의 수량은 1 항에 표시된 '총 소 접종량의 수량'과 같다).
- 배치 및 접종량 등록증은 전자 워크 시트를 이용할 수 있다.

▶ 예찰과 평가 과정에서 배치 및 접종량 등록증의 쓰임

- 백신 접종 카드를 통한 백신 접종을 추적 방법과 유사하게, 배치 및 용량 등록증의 데이터를 사용하여 지표를 개발하면 유통 체계의 성과와 캠페인의 진행 상황을 예찰할 수 있다.
- 다음은 등록증을 통해 기록된 정보에서 설정할 수 있는 지표이다.
- 캠페인 시작 시점에서 끝날 때까지, RCV 또는 백신 접종자에 대한 전체 누적 위탁 위탁 비율(각 배치마다) = 위탁된 접종량의 수량 / 처음 입고된 수량.
- RMV 또는 백신 접종자에 대한 월별 (또는 다른 주기별) 위탁 비율(각 배치마다) = 예찰 기간이 끝났을 때, 위탁된 접종량의 수량 / 예찰을 시작할 시점의 이용 가능한 접종량의 수량.
- 지정한 interval(각 배치에 대해)에 대한 RUV 또는 누적 비율 = (interval에 위탁된 접종량의 수량 - 같은 interval에 반환된 접종량) / interval에 위탁된 접종량의 수량.
- 위의 지표들은 현장 운영의 계획 단계에서 설립될 수 있는 목적 지표와 비교할 수 있다.
- 예를 들어, 목표가 입고량의 95%를 활용하는 것인 경우, RUV는 이 목표가 달성되고 있는 지 여부를 표시 할 수 있을 것이다.

6) 이 지표는 낭비되는 비율을 추정하는데 또한 사용할 수 있다 = 1 - RUV.

3) 면역 형성 프로그램의 예찰

- 표 13은 위에 언급된 지표들의 일부 쓰임과 백신 접종 캠페인의 이행과 관련하여 무엇을 의미하는 지에 대해 요약했다.

표 13. 백신 접종 캠페인의 지표

지표	의미하는 바
<b>OVC (%)</b> OVC는 백신 접종 캠페인이 계획된 속도로 진행되고 있는지 여부를 나타낸다. 예를 들어, 목표가 2개월 안에 백신접종 캠페인을 마치는 것이었다면, 한 달의 OVC는 약 50%가 되어야 한다.	· OVC는 백신 접종 캠페인이 계획된 속도로 진행되고 있는지 여부를 나타낸다. 예를 들어, 목표가 2개월 안에 백신접종 캠페인을 마치는 것이었다면, 한 달의 OVC는 약 50%가 되어야 한다.
· OVC 추정에 사용된 분모에 따르면, 백신 접종에 적합한 동물이 계획대로 백신 접종을 받았는지에 관한 여부 또는 개체군 전체의 백신 접종율에 대한 통찰력을 얻을 수 있다.	· OVC 추정에 사용된 분모에 따르면, 백신 접종에 적합한 동물이 계획대로 백신 접종을 받았는지에 관한 여부 또는 개체군 전체의 백신 접종율에 대한 통찰력을 얻을 수 있다.
· 차레 3.4에서 제안된 것과 같은 연구와 OVC를 결합하면 개체군 수준에서 예상되는 면역 수준에 대한 통찰력을 얻을 수 있다.	· 차레 3.4에서 제안된 것과 같은 연구와 OVC를 결합하면 개체군 수준에서 예상되는 면역 수준에 대한 통찰력을 얻을 수 있다.
· 낮은 OVC 값이 항상 캠페인의 진행이 느린 것을 의미하는 것은 아니다. 지표의 분모는 캠페인 시작 시점에서 추정되는 실제 두수이며, 실수로 이 수치가 과대평가되는 경우 낮은 값의 OVC가 나오게 된다.	· 낮은 OVC 값이 항상 캠페인의 진행이 느린 것을 의미하는 것은 아니다. 지표의 분모는 캠페인 시작 시점에서 추정되는 실제 두수이며, 실수로 이 수치가 과대평가되는 경우 낮은 값의 OVC가 나오게 된다.
· 동물 개체군의 두수가 과소평가되는 경우 반대의 경우가 나온다.	· 동물 개체군의 두수가 과소평가되는 경우 반대의 경우가 나온다.

지표	의미하는 바
<b>OCW (%)</b> 농장에서 임의의 시점의 백신 접종율 Vaccination coverage within farms at any point in time	· 이 비율은 백신 접종을 받는 개체군의 구조에 따라 달라진다. 동물의 대부분이 연령 때문에 백신 접종 자격이 없는 경우, 이것은 OCW의 값에 영향을 준다. OCW의 값이 약 80%인 경우, 평균적으로 개체군의 약 20%(임의의 시점에서) 백신 접종에 적합하지 않은 연령대동물을 나타낼 수 있다. · 값이 항상 70% 미만인 경우, 백신 접종 일정을 확인하여 동물이 처음 백신 접종을 할 수 있는 연령을 낮출 수 있다. · 백신 접종 캠페인이 끝날 때 추정된 OCW의 분모는 캠페인이 시작되기 전에 추정된 두수와 비교하여 추정치가 실제와 얼마나 다른지를 평가할 수 있다. 캠페인 종료 시에 OCW의 분모(이론적으로는 모든 개체군을 백신 접종했을 때)는 개체군 구조에 대한 정보를 제공하고, 이는 다음 캠페인에 필요한 백신 물량 계획에 참고할 수 있다.
<b>ORD (%)</b> 임의의 특정 시점에서 2차 부스터 접종을 한 동물의 전체 비율 Over rate of animals that received booster vaccinations at any specific point in time	· ORD는 부스터 백신을 제대로 접종한 6-12개월령 동물의 비율이다. ORD의 분모는 적어도 1회 이상 접종한 모든 동물이기 때문에 값이 낮은 경우는 처음 방문시의 확인(및 백신 접종한) 동물을 이후에 방문할 때 찾기 어렵다는 점을 의미한다. · 합리적인 ORD 값은 90 %이며, 100 %를 초과하는 값은 백신 접종자가 기록을 하는데 문제가 있음을 나타낸다(ORD는 100%를 초과 할 수 없다) · dropouts 비율은 1-ORD (백분율을 사용하는 경우, 100-ORD%)

지표	의미하는 바
<b>RCV (%)</b> 백신 접종자에게 위탁한 비율 Rate of consignment to vaccinators	<ul style="list-style-type: none"> <li>RCV는 백신 검증 캠페인 종료 시에 위탁된 물량과 캠페인 시작 전에 준비된 물량의 비율을 나타낸다. 이 비율이 100%에 가까울수록 캠페인에 필요한 물량의 추정치 성공적임을 의미한다.</li> <li>RCV의 값이 낮은 경우 필요한 물량의 추정이 잘못되었거나 백신 접종자에게 수량하는 물량이 불충분한 것으로 볼 수 있다(캠페인은 종료하기로 되어 있음)</li> </ul>
<b>RMV (%)</b> 백신 접종자에게 일괄 위탁하는 비율 Monthly rate of consignment to vaccinators	<ul style="list-style-type: none"> <li>RMV는 RCV와 비슷하지만 주요 차이점은 RMV가 특정 간격으로 추정되는 것이다. 각 간격으로 일정 수의 물량이 할당되면 RMV는 캠페인 진행 중에 점차 증가 할 것이다.</li> </ul>
<b>RUV (%)</b> 누적 이용율 Cumulative ratio of utilisation	<ul style="list-style-type: none"> <li>RUV는 백신 캠페인 중에 선택된 간격 동안의 백신의 사용률을 나타낸다. 100%에 가까운 RUV값은 백신 접종자에게 줄고된 백신 중 실제로 동물에 투여 된 비율이 높은 것을 보여준다.</li> <li>RUV를 이용하면 낭비되는 비율을 추정 할 수 있다(RUV, 즉 백신접종자가 만나는 사용될 수 없는 물량의 비율). 낭비되는 비율이 높은 것은 백신 병당 검증 두수가 개별 농장/가구에서 백신 검증된 평균 두수에 비해 너무 많은 것을 의미 할 수 있다.</li> </ul>

왜 내가 추측해야 하는가?

- 논쟁의 요점은 통계적 관점에서, 이러한 예비 가설이 표본 크기를 추정하는 데 필요하다는 것이다.
- 요약하면 표본 조사를 설계하고 표본 크기를 계산하는 데 필요한 '요소'들은 다음과 같다.**
- 예상되는 유행률 - 어느 수준의 '결빙'(유행률을 의미한다)이 존재할 것으로 예상될까? 이러한 유행률을 추정하는 것이 목표이기 때문에, 다시 혼동될 수 있다. 그러나 기존 연구 또는 여러 출처의 정보들을 사용하여 이 추정값을 설정할 수 있다. 예상되는 유행률이 1에서 50%로 증가함에 따라 표본 크기가 증가한다. 다음, 예상된 유행률은 51에서 100 %로 다시 감소한다는 점을 명심해야 한다.
  - 유행률을 추정할 때 허용되는 오차 한계 - 허용 오차 한계가 더 클 경우 (5 % 대신 10 %), 연구의 정밀도가 낮아지고 결과적으로 필요한 표본 크기가 줄어든다. 일반적으로 10:90 % 사이의 추정 유행률과 1:10 % 사이 또는 2 :90 % 사이의 추정 유행률에 5 %의 오차 한계가 적용된다.
  - 신뢰 수준 - 일반적으로 유행률 추정을 목표로 하는 연구의 경우, 95%의 신뢰 수준이, 결빙의 부재를 증명하기 위해 높은 수준의 신뢰(99 %)가 종종 사용된다.

**2. 방법론 [1]**

- 무작위 표본 추출 (simple random sampling, SRS) 선택 과정을 이용하여 면역 비율을 추정
- 그러한 접근법의 예시는 3 장(차례 3.4)에 기술했으며, 세부 사항은 아래에 설명됐다.
  - 목표: 첫 번째 백신 접종 이후 백신으로 인해서 항체 수준이 방어력을 형성하는 동물의 비율을 추정한다.
  - 대상 개체군: 이전에 자연 감염에 노출되지 않았으며, 구제역 백신을 접종할 6-12개월령 동물
  - 관심 단위(unit of interest): 개별 동물
  - 측정 가능한 반응: 백신에 포함된 바이러스의 종류에 따른 SP 항체 역가와 NSP 항체 역가. 방어력의 역시 값이 알려져 있다면, 역시 값 이상의 SP 항체 역가를 띠는 동물은 '적절히 보호됨'으로 판정할 수 있고 만약 역시 값 아래의 항체 역가를 가지는 동물은

**【 부록 2 개체군 면역의 현장 조사를 설계하기 위한 통계적 수단】**

**1. 도입**

- 이 부록의 목적은 지침서 전반에 제안된 다양한 연구 설계에서 활용되는 통계에 대한 일반적인 배경 지식을 제공하는 것이다. 제안된 방법론 중 일부는 서로 다른 목적으로 동일하게 적용되며, 적절한 경우에는 이러한 방법을 참조한다.
- 다음 설명은 이해를 쉽게 하기 위해서 보여주는 예시이다.
- 조사 설계에서 고려해야 할 두 가지 중요한 요소가 있다: (i) 표본에 포함시킬 대상 개체군의 구성원을 결정하기 위한 선택 과정, 및 (ii) 표본 통계를 계산하기 위한 추정 과정 (추정값, estimator) (2, 10, 25).
- 두 가지 측면은 밀접하게 연결되어 있으며 개체 선정 방식은 추정값이 계산되는 방식에 영향을 미친다.
- 이는 표본 추출을 통해 달성되는 매개 변수(전체 모집단을 지칭하는 특성) 및 추정값 (매개 변수의)의 개념으로 이어진다.
- 모집단의 매개 변수를 추정할 때, 항상 완전히 계할 수 없는 임의의 오류에 영향을 받기 쉽기 때문에, 적절한 선택 과정과 표본 크기로 피할 수 없는 오류를 통제하는 것이 가장 좋다.
- 이것이 바로, 거짓일 가능성이 있는 매개 변수의 참값(및 알 수 없는 값)이 가능한 범위(지정된 확률 수준에서)를 나타내는 신뢰 구간(평균값의 표준 오차)과 함께 추정값이 표시되는 이유이다. 표준 오차의 폭이 좁을수록 기본 매개 변수의 추정이 더 정확하다.
- 표준 오차의 폭은 주로 다음의 영향을 받는다. (i) 표본 크기; 및 (ii) 연구 설계.
- 표본 조사를 설계할 때마다 고려해야 할 추가적인 측면은 가설을 세우는 것이다. 예를 들어, (say)NSP-양성 동물의 비율의 추정이 이루어질 경우, (표본 크기를 계산하기 위해서) 그 비율이 얼마인지에 대한 초기 판단이 필요하다. 이 시점은 때때로 조사 설계에 익숙하지 않은 사람들에게 의해 논란의 여지가 있는 것으로 간주되며, 다음과 같은 논쟁을 자주 한다. '그것이 내가 알고 싶어하는 정보인지를

경우는 '부적절하게 보호됨'으로 판정한다.

- 시료 채취의 시기: 이 하위 범주의 시료 채취 시기(t0)는 백신 검증 당일 및 28, 56, 168일 후(각각 11, 12, 13)에 이다. 이것은 백신이 유도한 면역 반응과 캠페인 기간 동안의 지속성 에 대한 평가가 가능케 하며, 이전에 바이러스에 노출되는 것과 현장 실험 도중 바이러스의 순환을 감소시킬 방법을 제공한다.
- 방법론적 접근과 적용: 백신 주사로 인한 면역 반응을 추정하는 것이 목적이므로, 백신으로 인한 항체와 이전에 야외주에 노출되어 생성된 항체를 구별하는 것이 필요하다. 사용된 백신이 검출 가능한 NSP 항체를 유도하지 않는다고 가정하면, 각 접종 사이 기간에서 NSP 항체에 대한 혈청 시료를 실험하는 것은 백신 접종으로 인한 항체와 감염으로 인한 항체 사이의 구별을 가능하게 한다. 해당 지역에서 바이러스 순환의 발병률이 매우 낮거나 0인 경우 NSP 검사를 하어서 NSP 순도 (백신 접종된 동물에서 실제 NSP 검사의 특이성)를 나타낼 수 있다. 제안하는 바와 같이, 다른 기간 간격으로 시료 채취된 동물은 시료 채취 계획을 사전에 준비해야 하며 해당 동물을 개별적으로 식별해야 한다는 것을 의미한다 (즉, 이표 부착).
- 연구 설계: SRS 설계 (SRS 설계 하에서 구성원을 선택하는 과정에 대한 세부 사항은 많은 기본 통계 교과서에서 쉽게 찾을 수 있으며 여기서 다루지 않을 것이다)는 대상 개체군의 개별 동물 목록이 필요하다. 이러한 목록에서 필요한 개체수를 임의로 선택할 수 있다. 이 목록은 일반적으로 사전에 제공되지 않으며 (특히 개발도상국에서) SRS 절차를 엄격하게 준수하는 것이 불가능할 수 있다.
- 이 문제를 극복하기 위한 실질적인 접근 방법은 백신 검증 캠페인을 시작하기 전에 10-15개의 역학단위들을 사전에 선택하는 것이다 (10-15의 수는 단지 참고용이며, 일반적으로 추정하는 표본 크기의 최소 두 배 이상의 백신 대상 주소라면 역학단위들의 수는 충분하다).
- 역학단위의 선택은 과거 구제역 발병에 관한 정보를 바탕으로 해야 한다 (시료 채취한 동물이 이미 야외주 바이러스에 노출되지 않았는지 확인). 역학단위들이 선정되면, 백신 검증 대상 기준 (개체별로 선정될 수 있는 개체군으로부터)과 일치하는 모든 동물 연령의 연구 조사를 만들기 위해서 농장을 방문해야 한다. 방문 시에 동물을 개별적으로 귀표를 부착 할 수 있는 경우, SRS 절차에 따라 동물을 추후에 선택할 수 있는 목록을 작성할 수 있다 (체계적인 무작위 표본 추출 방법도 적용될 수 있음). 실제적인 관점에서 이 접근법은 SRS 설계의 대체 방안으로 간주 될 수 있다.
- 표본 크기: 표본 크기 추정에는 비통계 및 통계적 고려 사항이 모두 포함됩니다. 비 통계적 고려 사항에는 표본 추출 방식(frames), 자원, 인력 및 시설 등의 가용성이 포함된다. 통계적 고려 사항은 다음과 같다.

- SRS 설계에서 표본 크기를 추정하기 위해 사용할 수식은 다음과 같다.

$$n = \frac{1.96^2 p(1-p)}{e^2} \quad (\text{equation 1})$$

- 도입부에서 언급한 바와 같이, 표본 크기를 추정하려면 검출 가능한 수준의 항체를 가진 동물의 예상 비율, 허용 가능한 오류의 수치, 신뢰 수준은 무엇인지 판단해야 한다.
- 차례 3.4에 표시된 기준에 따르면: (i) 예상 비율은 85 %이며, 수식 1에서 p로 표시된다. (ii) 절대 오차 (수식 1에서 e로 표시된, 허용 오차 또는 원하는 정밀도)는 10%이다(즉, 예상 비율이 실제로 85 % 인 경우 얻어낸 추정치가 75 %와 95% 사이에 있을 것으로 예상 됨); 그리고 (iii) 마지막으로 선택한 신뢰 수준은 95% 이다. 즉, 조사자는 실제로 75%와 95% 사이 값으로 예상되는 비율의 추정치(실제 85%)에 대해서 95 %의 신뢰를 원한다. 1.96 값은 95% 신뢰 수준에 대한 정상적인 표준 편차입니다 (조사자가 99% 또는 90% 신뢰 수준을 원하는 경우 1.96 값은 각각 2.58 또는 1.64로 대체되어야 함).
- 방정식(equation 1)은 무한 모집단에 대한 표본 크기를 추정하는 데 사용되지만, 표본 추출이 가능한 총 모집단을 알고 있는 경우, 다음을 사용하여 유한 모집단에 대해 표본 크기를 조정할 수 있다.

$$n_i = \frac{1}{1/n + 1/N} \quad (\text{equation 2})$$

- 여기서 n은 무한 모집단에 대해 추정된 표본 크기이고 N은 표본 추출이 가능한 총 두수이다.
- 차례 3.5.1에 표시된 목적으로 수식 1을 적용하면 다음과 같은 결과가 도출된다.

$$n = \frac{1.96^2 \times 0.85 \times (1-0.85)}{0.1^2} \approx 49$$

- 유한 모집단에 대한 보정 없이 표본 크기가 계산되었다.
- 사용자는 유행률에 대한 다양한 가설에 따라서 다른 입력 값을 시도 할 수 있다.

7) 제한된 설계에 따라 표본을 수집할 경우 실제적인 관점에서 보정 계수를 적용하지 않는 것이 좋다. 표본을 도입하면 샘플 크기가 작아질 수 있기 때문이다.

- 여기서 a는 설정된 역치 이상의 항체 역가를 갖는 동물의 수이고, n은 표본의 두수이다 (표본 크기).
- 추정되는 비율에 관한 95 % 신뢰 구간은(CI):

$$95\% \text{ CI} = p \pm 1.96 \times SE \quad (\text{equation 4})$$

- 표준 오차(SE)는 다음과 같다:

$$SE(p) = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n-1}} \quad (\text{equation 5})$$

- 방정식 4의 SE를 방정식 5를 이용해서 대체할 경우, 95% CI는:

$$95\% \text{ CI} = p \pm 1.96 \times \sqrt{\frac{p(1-p)}{n-1}} \quad (\text{equation 6})$$

- 백신 접종된 49두수 중에서 43두수가 백신 접종 후 30일에 검출 가능한 수준의 항체 역가를 보여준다고 가정한다면:

$$p = \frac{43}{49} = 0.877. (87.7\%)$$

- With:

$$SE(p) = \sqrt{\frac{0.877(1-0.877)}{49-1}} = 0.047$$

- 추정되는 비율에 대한 95% 신뢰 구간은:

$$95\% \text{ C.I.} = 0.877 \pm 1.96 \times 0.047$$

- 그러므로 추정되는 비율의 95% CI는 0.877 ± 0.092 이며, 즉 침범이 0.9703 (또는 97.03%) 와 0.7448 (또는 74.48%) 사이에 존재하는 것을 의미한다.

- 표 14는 사용된 진단 실험의 100% 민감도 및 특이성을 가정하여, 다양한 상황에서 필요한 표본 수(SRS 설계 하에서)를 나타낸다.

표 14. 필요한 표본 개수

기대 비율	허용 오차 값	신뢰 구간	필요한 표본 수
5 (95)	2	90*	322
		95	457
		90	52
10 (90)	2	95	73
		90	609
		95	865
	5	90	98
		95	139
		90	174
20 (80)	5	95	246
		90	44
		95	62
40 (60)	5	90	260
		95	369
		90	65
	10	95	93
		90	271
		95	385
50	5	90	68
		95	97
		90	97

- 90% 신뢰도에서, 표준편차는 1.64이다.
- **추정 비율과 신뢰 구간:** 실험실의 평가 결과를 사용할 수 있게 되면 유행률(및 95 % 신뢰 구간)을 추정할 수 있다. SRS 설계 하에서, 항체 역가가 특정 수준 이상인 동물의 비율은 고려되는 intervals중 하나에 대해 추정할 수 있으며 다음과 같이 주어진다:

$$p = \frac{a}{n} \quad (\text{equation 3})$$

- 위 방정식 (6)에서, 유한 모집단에 대한 보정이 없다. 표본 추출가능한 집종 대상 동물의 총 두수에 관한 데이터가 사용가능 하다면, 95% CI는 다음과 같다:

$$95\% \text{ CI} = p \pm 1.96 \times \sqrt{\frac{p(1-p)}{n-1} \frac{(N-n)}{N}} \quad (\text{equation 7})$$

- 여기서 N은 백신 접종을 받고 시료를 채취할 수 있는 총 두수이다.  $\frac{(N-n)}{N}$ 은 유한 모집단 보정 계수이다.

- **의견:** 49 두 중 43 두 (87.7 %)의 동물이 백신 접종에 대한 측정 가능한 반응을 형성했다고 가정된 결과에 따르면, 조사자는 다음과 같이 결론을 내릴 수 있다. 실제로 발견된 87.7 % (95 % 신뢰 구간 87.7 % ± 9.2 %에 추정된 유행률 85 %가 포함될에도 불구하고); (ii) 87.7 %의 값은 이용 가능한 best point 추정치를 나타낸다 (초기 가설은 표본 크기를 추정하는 데 필요하지만 일단 데이터를 사용할 수 있게 되면 추정치에 근거해야 한다). 어떤 초기 가설에서라도, 실제 결과와 크게 다르지 않다는 결론을 내릴 수 있다.
- 여기서, 표본 크기를 추정하기 위한 방정식 1은 방정식 5의 재배열된 뿌임을 알 수 있다. 실제로 허용 가능한 오차는 추정치의 표준 오차이다.
- **비고:** 이 방법론은 체계적인 무작위 표본 추출 절차에 따라 선택 과정이 수행될 때마다 사용될 수 있다. 엄격히 정확한 것은 아니지만 도입된 편향(bias)는 대부분의 실제적인 목적에서는 무시할 수 있다.

### 3. 방법론 [II]

- 더욱 복잡한 연구 설계(2 단계 무작위 표본 추출)를 사용한 면역 비율 추정
- **목표:** 개체군에서 '검출 가능한 수준의 항체'를 가진 동물의 비율을 추정한다.
- **대상 개체군:** 백신 접종 프로그램이 시행되고 조사의 결과가 적용될 지역 또는 구역에 존재하는 총 두수, 백신 접종 체계의 총 구성 및 다양한 요인(다른 백신 접종 전략, 백신 접종 부서, 저온 유통, 백신 배치)으로 인해, 백신 접종에 대한 반응이 서로 다른 수준으로 나타나는 하위 집단들이 존재할 가능성이 있는 높은 이질적인(heterogenous) 경우, 대상 개체군을 계층화해야 한다. 필요로 하는 확실성이 더 클수록 계층화를 더 철저히 수행해야 한다. 실제로, 각 층을 다른 목표 개체군으로 간주하는 것이 일반적이며, 일반적으로 지방 또는 구역은 백신 접종 수행의 지역적 차이를 평가하기 위해 국가나 지역이 아닌 개체군 단위로 사용될 수 있습니다. 그런 다음, 시료 채취에 권장되는 수량은 각 하위 개체군에 적용된다.
- 마지막으로, 시료 채취 대상이 되는 동물은 백신을 접종한 동물과 백신 접종하지 않은 동물 (백신 접종 캠페인 중 백신 접종을 할 수 없었던 동물, 백신 접종이 누락된 동물 또는 새로 도입된 동물을 포함)을 포함하는 모든 대상 개체군에 해당하는 동물이다.
- **Source population:** 표본 추출에 사전 선택된 1차 표본 추출 단위 (아래의 연구 설계 참조)에 존재하는 채취 대상 동물 개체들.
- **판심 단위:** 개별 동물들.
- **판심 결과:** 구개역에 대한 검출 가능한 항체 수준.
- **측정 가능한 반응:** 백신에 포함된 바이러스 종류에 대한 SP 항체 역가. 만약 방어력에 대응하는 역치가 알려져 있다면, 그러한 역치 이상의 항체 역가를 갖는 동물은 '적절하게 보호됨'으로 간주 될 수 있으며, 그보다 낮은 역가를 형성하는 동물은 '적절하게 보호되지 않음'으로 간주 될 수 있습니다.
- **시료 채취 시점:** 백신접종 프로그램을 정기적으로 시행할 때 최고 또는 최저 수준이 예상되는 시점에서 면역도 추정 할 수 있다. 백신 접종 후 30 일 또는 동물을 다시 재검종하는 날이 해당이 된다. 백신 접종을 정기적으로 실시하지 않으면 백신 접종 당일 시료 채취가 적합하지 않을 수 있다.

- 모든 역학단위들에 관한 목록만 사용할 수 있는 경우, SRS에 의해서 PSUs가 선택된다.
- SSU는 가능한 경우 체계적인 무작위 표본 추출 또는 SRS에 의해 선택될 수 있다.
- **표본 크기:** 적절한 표본 크기를 계산하려면 정밀도와 비용이 균형을 이루어야 한다 (19). 표본 크기는 (방법론 1에서 설명한 것과 유사하게) 원하는 추정 정밀도 (또는 허용 가능한 오차 또는 표준 오차), 예상되는 발생 빈도, 필요한 신뢰 수준에 달려 있다. 주로 PSUs의 수가 많은 유형의 조사에서는 모집단의 규모는 관련이 없다.
- 두 단계 표본 추출은 두 가지 변동 요인이 있음을 의미한다. (i) PSUs (군집) 간의 변동; 및 (ii) PSUs 내의 변동성.
- 이러한 복잡한 설계를 적용할 때, 원리를 잘 이해하려면 두 가지 추가 개념, 즉 설계 효과(design effect)와 군집 내 상관 계수(intra-cluster correlation coefficient)를 도입해야 한다 (5, 19).
- 설계 효과(D)는 복잡한 설계에서 관찰된 변동성과 설계가 SRS (주어진 표본 크기 n)인 경우 예상되는 변동 간의 비율이다. 설계 효과는 동일한 수준의 정밀도(예: 동일한 표준 오차)를 얻기 위해 복잡한 조사 설계(예: SRS 설계와 비교할 경우 두 단계 군집 내 표본 추출)에서 필요한 표본 수를 나타냅니다. 예를 들어 D = 2 하고 가정하면, 복잡한 측량 설계의 경우 SRS 설계인 경우 예상했던 것과 동일한 수준의 정밀도를 갖기 위해 2n 표본이 필요하다. 이것은 다음과 같이 표현된다:

$$D = \frac{s_{cluster}^2}{s_{srs}^2} \quad (\text{equation 8})$$

- 여기서  $s^2$ 는 방정식 8에 표시된 두 가지 유형의 연구 설계에 따른 분산이다.
- 연구가 끝날 때에만 설계 효과를 정확하게 계산할 수 있다. 그러나 각 역학단위들에서 수집된 시료의 평균 수와 군집 내 상관 계수(rho)의 값을 기반으로 추정 할 수 있다.

$$D = 1 + (m - 1) \rho \quad (\text{equation 9})$$

- 여기서 m은 각 역학단위에서 수집된 평균 표본 수이다.

- **방법론의 접근 및 시사점:** 목표는 전체 면역 수준을 추정하는 것이므로 백신으로 인한 항체와 이전에 야외주에 노출되었을 수 있는 항체를 구별하는 것이 유용하다. 사용한 백신이 검출 가능한 NSP 항체를 유도하지 않는다고 가정하면, NSP에 대한 혈청 시료 평가 또한 백신 접종으로 인한 항체와 감염으로 인한 항체를 구별 할 수 있다 (NB 백신 접종에 의해 유도된 NSP 항체를 가진 동물의 비율은 정제되지 않은 백신일지라도 1회 또는 2회 백신을 접종한 무리에서 낮은 비율이 나올 것 이다). 구역에서 바이러스 순환의 발병률이 매우 낮거나 0인 경우 NSP 항체에 대한 검사가 필요하지 않을 수 있다.
- 백신 접종 프로그램이 정기적으로 시행될 때, 면역 수준과 연령 사이에는 직접적인 연관이 있다. 따라서 연령별 계층화가 권장된다. 연령별 계층화는 테스트 결과의 해석을 용이하게 한다. 각각 다른 연령대는 다른 하위 집단으로 간주해야 한다.
- 면역 수준의 평가가 하나의 특정 연령 범주로 제한되는 경우, 1:2년령의 범주로 표본을 정하는 것이 좋다. 여기에는 이미 여러 번 백신 접종을 한 동물이 포함되며 더 어린 연령대 (낮은 면역력이 예상됨)와 나이든 연령대(높은 면역력이 예상됨)의 면역 수준에 대한 통찰력을 제공할 수 있다.
- 역학단위들당 표본 추출 대상의 두수가 사전에 이용 가능하지 않은 경우 (많은 개발도상국에서 일반적인), 시료 수집 시점에서 데이터를 모아야 한다.
- **표본 추출 설계:** 일반 인구 또는 특정 하위 집단의 면역 수준에 대한 평가에는 일반적으로 복잡한 설문 설계 과정이 포함된다. 이 특정한 경우에, 설계는 첫 번째 단계에서 역학단위들(Primary Sampling Units - PSUs)과 2 단계 개별 동물(Secondary Sampling Units - SSUs)로 구성되는 2 단계 군집 표본 추출(Two-Stage Cluster Sampling)일 것이다. 절차는 먼저 특정 수의 PSUs를 선택하고 선택된 각 PSUs내에서, 특정 개체 수 (SSUs)를 선택하는 것이다. 명백히, 이 절차는 첫 번째 단계에서 선택한 PSUs내부에서 SSUs를 선택하도록 제한한다.
- PSUs는 서로 다른 무작위 선택 방법에 의해 골라질 수 있다. 그러나 PSUs는 일반적으로 크기에 비례한 확률(PPS)로 수집되거나 SRS에 의해 선택된다. PVM이 수행될 구역에서 모든 역학단위와 역학단위당 동물의 대략적인 목록이 있는 경우, PPS 표본 추출이 권장된다. 이 선택 과정은 표본이 '차별 가능'을 보장하고 양의 비율(p)과 그의 신뢰 구간을 추정할 때 추가 조정이 필요하지 않다 (크기에 비례하는 확률을 사용하여 PSUs를 선택하는 절차는 여기서 다루지 않으며 많은 통계 교과서에 나와 있다). PSUs 절차를 사용하여 PSUs를 선택할 경우 기존 모집단의 크기가 표본 추출 대상 연령 그룹마다 다를 수 있다는 점을 추가로 고려한다.

- 군집 내 상관 계수 (rho)는 군집 내의 모집단 단위가 서로 유사한 정도를 정량화한다. 군집 간 분산과 군집 내 분산을 비교하여 군집화된 데이터의 관련성을 설명한다.
- 이것은 다음과 같이 표현된다.:

$$\rho = \frac{S_b^2}{S_b^2 + S_w^2} \quad (\text{equation 10})$$

- 여기서  $S_b^2$ 는 군집 간의 분산이고  $S_w^2$ 는 군집 내 분산이다. rho는 수식 9를 재검정하여 추정할 수 있다는 것을 주의한다.

$$\rho = \frac{D - 1}{m - 1} \quad (\text{equation 11})$$

rho의 값은 0과 1 사이의 범위이다 (음수 값도 가능). rho = 1 인 경우 군집 내 변수가 완전한 분리된 것을 의미한다. 군집을 구성하는 모든 요소는 정확히 동일한 값을 갖습니다.

변수가 군집 간에 완전히 무작위로 분포되면  $D = 1 + (n - 1) \rho = 1$  이면 rho는 0이다. rho = 0이면 1 (n의 값과 독립적) 이는 군집 설계의 변동성이 SRS 설계의 변동성과 동일하면 표본 크기를 조정할 필요가 없음을 의미한다.

매개 변수 rho는 각 군집 내의 표본 크기에 영향을 미치며, 일반적으로 rho 값이 1에 가까울수록 군집 내의 표본 크기는 줄어들지만 (원하는 정보를 얻기 위해 오직 몇 마리의 동물만으로 실험하기에 충분하기 때문에) 전체 변동성이 증가하여 표본 추출할 PSUs (군집) 수가 증가한다.

1에 가까운 rho의 값은 드물고  $\leq 0.2$ ,  $> 0.2$  및  $\leq 0.4$  및  $> 0.4$ 는 일반적으로 낮음, 중간 및 높음의 군집성을 나타내는 것으로 간주된다.

- 표본 크기를 계산하고 2 단계 군집 내 표본 추출의 결과를 분석하기 위한 몇 가지 특정 소프트웨어 프로그램을 사용할 수 있지만, 특정 수준의 전문 지식이 필요하며 이러한 소프트웨어 프로그램은 종종 수의사, 특히 개발도상국에서는 사용할 수 없다. 이러한 소프트웨어 프로그램을 사용할 수 없는 경우 다음 절차를

사용하여 이러한 복잡한 측량에 대한 대략적인 표본 크기를 추정 할 수 있다.

□ **표본 크기의 추정은 5 단계 절차로 계산되는데, 이는 단지 예시를 묘사하기 위한 것이다:**

- 1단계 : 다음 항목을 설정한다.
  - 원하는 신뢰 수준 (보통 95 %):
  - 사진의 예상 유병률 (p):
  - 추정치의 기대하는 정밀도 (또는 허용 오차 또는 표준 오차):
  - 선택된 각 역학단위에서 수집할 표본 수 (m).
- 2단계 : 수식 1을 사용하여 SRS 설계할 경우, 필요한 전체 SSUs (동물) 수를 추정한다.

$$n = \frac{1.96^2 p(1-p)}{c^2}$$

- 3단계 : 수식 9를 사용하여 설계 효과를 추정한다. (각 역학단위에서 m 개의 개체가 표본 추출될 것이라고 가정).

$$D = 1 + (m-1) \rho$$

rho의 값은 이전 연구에서 이용 가능하거나 pilot 연구에서 계산될 수 있다. 그것이 가능하지 않은 경우, 유사한 역학적 양상을 가진 다른 질병의 rho 값이 사용될 수 있다. 마지막으로, 그러한 대안 중 어느 것도 가능하지 않다면, rho를 추측해야 할 것이다. 이미 언급한 바와 같이, ≤0.2, >0.2 및 ≤0.4 및 >0.4는 일반적으로 낮은, 중간 및 높은의 균질성을 나타내는 것으로 간주된다.

- 4단계 : 군집 효과를 위한 표본 크기 조정

$$n_{adjusted} = n \times D$$

여기서  $n_{adjusted}$ 는 군집과 주제 간의 유사성을 고려한 후 필요한 총 SSU 수이다.

- 5단계 : 표본 추출할 군집 수 결정 (C)

$$C = n_{adjusted}/m$$

- 마지막으로, 원하는 수준의 신뢰도, 정밀도 및 SSUs 당 표본 수를 고려하여 2단계 표본 추출 방법으로 사진의 유병률을 추정하는 데 필요한 SSUs의 수를 얻는다.

위에서 언급한 바와 같이, 이 절차는 단지 예시적인 목적으로 쓰인 것이다. 실제로, 최종 결과는 다음 방정식 (5)를 적용하여 직접 얻을 수 있다.

$$C = \frac{1.96^2 \times p \times (1-p)}{c^2 \times m} \times D \quad \text{(equation 12)}$$

여기서 D는 방정식 8로 대체 될 수 있다.

$$C = \frac{1.96^2 \times p \times (1-p)}{c^2 \times m} [1 + (m-1)\rho] \quad \text{(equation 13)}$$

예제를 진행하기 전에, 차례3.5.1에 언급된 바와 같이, 선택된 군집의 수는 적어도 25여야 한다는 것을 상기한다.

**예시 IIa**

축우 개체군의 면역 상태를 평가해야 한다고 가정한다. 프로그램이 적용되는 구역에서 FMD에 대해 '특정 수준의 항체'를 갖는 소의 비율을 추정하기 위해서 PPS로 선택되는 군집을 이용하여 2 단계 군집 내 표본 추출을 수행하기로 결정했다. 이 경우 차례3.5.1에 명시된 대로 연령(0-6개월, 6-12개월, 12-24개월 및 > 24개월)으로 동물 개체군을 계층화하기로 결정했다. 각각 다른 연령대는 다른 하위 집단으로 간주해야 한다. 예시 목적으로, 표본 크기, 유병률 및 신뢰 구간의 추정은 0-6개월령 집단으로 제한된다.

실질적인 이유 때문에 합리적인 업무량(workload)은 군집당 10 개의 표본을 수집하는 것으로 여겨진다. 예상되는 유병률은 60 %로 설정되며 신뢰 수준은 95 %이고 정밀도는 10 %이다. 6개월 이하의 모든 동물은 백신 접종을 하지 않아야 하며 모체 이행 항체가 여전히 존재할 수 있으므로 면역 수준은 매우 다양 할 수 있다. 그 결과, 이들 동물의 면역 상태는 비교적 낮은 수준의 균질성이 관찰될 것이다. 이전 조사에서 얻은 rho 값에 대한 데이터가 없으면 0.2 값이 적절하다고 가정한다.

질문: 표본에 몇 개의 군집이 포함되어야 할까?

표본 추출할 군집의 수는 방정식 13에 의해 추정된다.

$$C = \frac{1.96^2 \times p \times (1-p)}{c^2 \times m} [1 + (m-1) \times \rho]$$

수식에 해당 값을 대입하면:

$$C = \frac{1.96^2 \times 0.6 \times (1-0.6)}{0.1^2 \times 10} [1 + (10-1) \times 0.2] = 26$$

26개의 역학단위에서 총 260 개의 표본을 수집해야 한다. 6개월 이하의 연령 집단에서 면역성을 평가하기 위해 역학단위당 10 개의 표본이 필요할 것이다.

이 경우, 군집 수가 26 개(각 클러스터에 10 개의 개별 샘플이 수집됨)이며, 정규성(normality)의 가정은 위반되지 않으며 결과는 수용 가능하다.

표본 추출될 군집 수가 25 미만인 경우, 표본 추출될 군집의 수를 고정된 상태로 유지하여 수식 12를 풀어야 한다. (C = 25). 이 집단은 차례 3.5.1에 표시된 네 가지 연령대에서 표본 크기를 추정하는 데 사용되었다.

□ **유병률 및 신뢰 구간 추정:**

- 유병률을 추정하려면 군집 선택 시에 사용하는 절차를 고려해야 한다. PPS로 군집을 선택하고 각 역학단위에서 고정된 수의 대상을 선택하면 모집단의 각 동물은 선택될 확률이 동일하다. 유사하게, 군집이 SRS에 의해 선택되고 각 역학단위들에 존재하는 동물의 일정한 비율이 선택되면, 개체군의 각 동물들 또한 선택될 확률이 거의 동일할 것이다.

- SRS에 의해 군집이 선택되고, 각 역학단위에서 고정된 수의 대상이 선택되면, 동물들은 선택될 확률이 동일하지 않다. 적절한 point estimate를 얻기 위해서는 이러한 다양한 선택 가능성을 고려해야 한다.

□ **보기 1. PPS (또는 각 PSUs에서 일정 비율의 동물이 있는 SRS)로 군집을 선택할 때 유병률 및 CI 추정**

- 사진의 유병률은 다음과 같이 추정 할 수 있다.

$$p = \frac{\sum y_h}{\sum m_h} \quad \text{(equation 14)}$$

- 여기서  $y_h$ 는 각 일반 h PSU (역학단위 또는 클러스터)에서 '적절하게 보호됨' 두수이고  $m_h$ 는 각 일반 h PSU에서 표본이 된 두수이다.

- 95 % 신뢰 구간은 수식 4로 추정된다.:

$$95\% CI = p \pm 1.96 \times SE$$

- 여기서:

$$SE = \frac{c}{\sum m_h} \sqrt{\frac{\sum y_h^2 - 2p \sum m_h y_h + p^2 \sum m_h^2}{(c-1)}} \quad \text{(equation 15)}$$

- c는 표본이 된 군집 수다.

□ **예시 II.b**

- 이 예시는, 위에서부터 26 개의 군집이 표본으로 추출되고, 그 결과는 표 15에 요약된 것들이다:

- '적절하게 보호됨' 6-12개월령 송아지의 유병률은 방정식 14로 추정 할 수 있다.

$$p = \frac{\sum y_h}{\sum m_h} = \frac{176}{260} = 0.6769 \approx 0.68$$

표 15. 획득한 가설의 결과

군집	$M_h$	$m_h$	$y_h$
1	80	10	6
2	212	10	9
3	35	10	4
4	1,000	10	6
5	23	10	8
6	145	10	7
7	145	10	6
8	569	10	6
9	675	10	8
10	25	10	5
11	67	10	7
12	58	10	4
13	45	10	8
14	55	10	4
15	90	10	5
16	78	10	9
17	234	10	8
18	30	10	5
19	780	10	9
20	900	10	8
21	1,200	10	6
22	35	10	7
23	187	10	8
24	26	10	7
25	812	10	9
26	27	10	5
<b>합계</b>	<b>7,533</b>	<b>260</b>	<b>176</b>

∵  $M_h$ 는 각각의 일반적인 h PSU에서 백신 접종 대상 두수이며,  $m_h$ 는 표본을 수집한 두수, 그리고  $y_h$ 는 양성 결과의 수를 의미한다.

- PPS로 표본을 수집한 것으로 가정하므로, 추가 보정이 필요하지 않으며 추정값의 표준 오차는 방정식 15로 계산할 수 있다.

$$SE = \frac{26}{260} \sqrt{\frac{[1252 - (2 \times 0.68 \times 1760) + (0.68^2 \times 2600)]}{26(26-1)}} = 0.031$$

- 계산에 관한 세부사항은 표 16에 나와 있다.
- 위의 결과에 따르면, 95% CI 는  $0.68 \pm 1.96 \times 0.031$  일 것이다. 그러므로 '적절히 보호됨' 동물 비율의 범위는 0.62와 0.74 사이일 것이다.

표 16. PPS 방법을 쓴 군집의 결과값

군집	$m_h$	$y_h$	$y_h^2$	$m_h y_h$	$m_h^2$
1	10	6	36	60	100
2	10	9	81	90	100
3	10	4	16	40	100
4	10	6	36	60	100
5	10	8	64	80	100
6	10	7	49	70	100
7	10	6	36	60	100
8	10	6	36	60	100
9	10	8	64	80	100
10	10	5	25	50	100
11	10	7	49	70	100
12	10	4	16	40	100
13	10	8	64	80	100
14	10	6	36	60	100
15	10	5	25	50	100
16	10	9	81	90	100
17	10	8	64	80	100
18	10	5	25	50	100
19	10	9	81	90	100
20	10	8	64	80	100
21	10	6	36	60	100
22	10	7	49	70	100
23	10	8	64	80	100
24	10	7	49	70	100
25	10	9	81	90	100
26	10	5	25	50	100
<b>합계</b>	<b>260</b>	<b>176</b>	<b>1,252</b>	<b>1,760</b>	<b>2,600</b>

□ 보기 2. SRS에서 군집을 선택할 때 유병률 및 CI 추정 (각 PSU에 고정된 수의 동물이 표본 추출됨)

- 이는 표본이 자체 가중치가 아니며, 유병률 추정 및 신뢰 구간으로 진행하기 전에 적절한 조정이 필요하다.

- 각 군집에 대한 가중치 요소는  $M_h$  대상 동물의 수를 source 모집단의 총 대상 동물 수로 나눈 값이며 다음과 같이 표현된다:

$$w_h = M_h / \sum M_h$$

- 그 다음, 가중된 비율은 다음 방정식으로 추정될 수 있다:

$$p = \sum w_h p_h \quad (\text{equation 16})$$

- 여기서  $p_h$ 는 각 일반 h PSU에서 양성의 비율이다.
- 비가중 및 가중 p의 추정에 대한 고려가 동일하게 표준 오차의 추정에도 유효하다. 추출된 가중 표본 수와 각 군집에서 양성 결과의 수를 사용하여 표준 오류를 추정하면 다음과 같다.

$$SE = \frac{p}{\sum m_h} \sqrt{\frac{[\sum y_h^2 - 2p \sum m_h y_h + p^2 \sum m_h^2]}{[i(i-1)]}} \quad (\text{equation 17})$$

- 여기서  $m_{hw} = w_h \cdot n$  ( $n = 260$ , 표 5 및 6의 총 표본 크기) 및  $y_{hw} = p_h \cdot m_{hw}$  ( $p_h$ 는 각 군집에서 발견된 양성의 비율, 즉 표 15에서  $\frac{y_h}{m_h}$ 이다)
- 마지막으로, 방정식 17을 사용하여 95% CI를 추정합니다.

□ 예시 II.c

- 이전 예에서 사용한 것과 동일한 데이터가 사용된다. 그러나 이 경우 PPS 대신 SRS에서 군집을 선택한다고 가정한다. (결과적으로 자체 가중치가 아님). 따라서 설문 조사 결과는 사건의 유병률을 추정하기 위해서, 가중이 필요하다.
- 가중 유병률은 방정식 16에 의해 추정된다. 계산 세부 사항은 표 7에 제시되어 있다.
- 가중 유병률 0.7286 (또는 72.86%)은 비가중 추정치와 다르다. 군집 크기가 비슷한 경우 비가중 추정과 가중 추정의 차이는 약간만 다르다. 군집이 농장, 마을, crush pens 등인 경우 군집 크기의 범위는 일반적으로 매우 넓다.

- 가중 표준 오차는 방정식 17에 의해 계산된다.

$$SE = \frac{26}{260} \sqrt{\frac{[5532 - (2 \times 73 \times 4743) + (0.73 \times 6578)]}{[26(26-1)]}} = 0.041$$

- 방정식 17을 계산하기 위한 세부 사항 (표 7의 데이터 사용)이 표 17에 나와 있다.
- 위의 결과에 따르면 95% CI는  $0.7286 \pm 1.96 \times 0.041$ 이다. 따라서 '검출 가능한 수준의 항체'를 가진 동물의 실제 비율은 0.648 (또는 64.8 %)에서 0.809 (또는 80.9 %) 사이이다.

표 17. 가중 유병률에 대한 군집의 결과값

군집	$M_h$	$m_h$	$y_h$	$D_h$	Weight ( $w_h$ )	$D_h w_h$
1	80	10	6	0.6	0.011	0.0064
2	212	10	9	0.9	0.028	0.0243
3	35	10	4	0.4	0.005	0.0019
4	1,000	10	6	0.6	0.133	0.0796
5	23	10	8	0.8	0.003	0.0024
6	145	10	7	0.7	0.019	0.0135
7	145	10	6	0.6	0.019	0.0115
8	569	10	6	0.6	0.076	0.0453
9	675	10	8	0.8	0.090	0.0717
10	25	10	5	0.5	0.003	0.0017
11	67	10	7	0.7	0.009	0.0062
12	58	10	4	0.4	0.008	0.0031
13	45	10	8	0.8	0.006	0.0048
14	55	10	6	0.6	0.007	0.0044
15	90	10	5	0.5	0.012	0.0060
16	78	10	9	0.9	0.010	0.0093
17	234	10	8	0.8	0.031	0.0249
18	30	10	5	0.5	0.004	0.0020
19	780	10	9	0.9	0.104	0.0932
20	900	10	8	0.8	0.119	0.0956
21	1,200	10	8	0.6	0.159	0.0033
22	35	10	7	0.7	0.005	0.0199
23	187	10	8	0.8	0.025	0.0024
24	26	10	7	0.7	0.003	0.0970
25	812	10	9	0.9	0.108	0.0018
26	27	10	5	0.5	0.004	0.7286
합계	7,533	260	176			

표 18. 방정식 17을 풀기 위한 가중치

군집	$m_{hw}$	$y_{hw}$	$m_{lw}$	$y_{lw}$	$m_{hw} y_{hw}$
1	2.86	1.72	8.18	2.94	4.91
2	7.28	6.55	53.00	42.93	47.70
3	1.30	0.52	1.69	0.27	0.68
4	34.58	20.75	1,195.78	430.48	717.47
5	0.78	0.62	0.61	0.39	0.49
6	4.94	3.46	24.40	11.96	17.08
7	4.94	2.96	24.40	8.79	14.64
8	19.76	11.86	390.46	140.56	234.27
9	23.40	18.72	547.56	350.44	438.05
10	0.78	0.39	0.61	0.15	0.30
11	2.34	1.64	5.48	2.68	3.33
12	2.08	0.83	4.33	0.69	1.73
13	1.56	1.25	2.43	1.56	1.95
14	1.82	1.09	3.31	1.19	1.99
15	3.12	1.56	9.73	2.43	4.87
16	2.60	2.34	6.76	5.48	6.08
17	8.06	6.45	64.96	41.58	51.97
18	1.04	0.52	1.08	0.27	0.54
19	27.04	24.34	731.16	592.24	658.05
20	30.94	24.75	957.28	612.66	765.83
21	41.34	24.80	1,709.00	615.24	1,025.40
22	1.30	0.91	1.69	0.83	1.18
23	6.50	5.20	45.25	27.04	33.80
24	0.78	0.55	0.61	0.30	0.43
25	28.08	25.27	788.49	638.67	709.64
26	1.04	0.52	1.08	0.27	0.54
합계	260.00	190.00	6,576.00	3,532.00	4,743.00

#### 4. 방법론 III

- 백신 접종 후 면역 반응을 무리 수준에서 관찰
- 목표:** '충분히 백신 접종되지 않음' 역학단위들의 비율을 추정한다.
- 표적 집단:** 백신 접종 프로그램이 적용되는 지역 또는 구역에 존재하는 총 역학단위들 수.
- 관심 단위:** 역학단위들 (농장, 마을, crush pens, dip tanks).
- 시료 채취 시점:** 백신 접종 프로그램이 정기적으로 시행될 때, 가장 높은 수준 또는 가장 낮은 수준이 예상되는 시점에 면역성을 추정할 수 있다. 이것은 보통 백신 접종 후 28 일 또는 동물을 다시 백신 접종하는 날이다. 이러한 일치 값 이상일 것으로 추정되는 항체의 일치 값 수준을 기반으로 하여 백신 접종 프로그램의 성능을 평가하기 위해 시료 채취 시점을 고려해야 한다.
- 방법론적 접근 및 시사점:** NAVEU의 비율을 추정하기 위해 적절한 수의 역학단위들이 선택되고 (1 단계), 역학단위들의 상태는 선택된 각 역학단위들 내에 수집된 표본에서 얻은 결과에 따라 결정(2 단계), 이를 바탕으로 NAVEU의 비율이 추정된다.
- 방법론 II의 연령별 계층화에 대한 권장 사항도 이 경우에 적용되며 연령별 계층화가 권장된다.
- 백신 접종으로 인한 역학단위들의 면역 수준을 추정하는 것이 목적이므로, 백신으로 인한 항체와 이전에 야외주 바이러스에 노출된 것으로 인한 항체인지 구별할 필요가 있다. 사용된 백신이 검출 가능한 NSP 항체를 유도하지 않는다고 가정하면, NSP 항체에 대한 혈청 시료를 평가하는 것 역시 백신 접종으로 인한 항체를 감염으로 인해 형성된 항체와 구별하는 것을 도와준다. 구역에서 바이러스 순환의 발병률이 매우 낮거나 0인 경우 NSP 항체 검사가 필요하지 않을 수 있다.
- 역학단위를 선택하기 위한 표본 추출 설계:** 신뢰할 수 있는 역학단위들 목록이 있는 경우 SRS 설계에 의해 역학단위들을 선택할 수 있다. 선택된 역학단위들은 개별 표본이 추출될 source 모집단이 된다.
- 각 역학단위들 내에서 개체를 선택하기 위한 표본 추출 설계:** SRS 절차 또는 체계적인 무작위 선택 과정을 사용하여 개별 대상 동물을 선택할 수 있다.
- 필요한 역학단위들을 추정하기 위한 표본 크기:** 이미 언급했듯이 표본 크기

추정에는 비통계 및 통계 고려 사항이 모두 포함된다. 이 경우 통계적 고려 사항에는 해결해야 할 두 가지 다른 문제가 포함된다.

- 필요한 역학단위들 수는 원하는 추정의 정밀도, 예상되는 사건 유병률 및 필요한 신뢰 수준에 따라 다르다. SRS 설계를 사용하여 표본 크기를 추정하려면 방정식 1을 사용해야 한다.

$$n = \frac{1.96^2 p(1-p)}{c^2}$$

- 표본 추출할 수 있는 총 모집단이 알려져 있고 계산된 표본 크기가 전체 모집단의 10 분의 1 이상인 경우 유한 모집단 보정 계수로 표본 크기를 조정할 수 있다.
- 각 표본 추출된 역학단위들의 상태를 평가하기 위한 표본 크기:** 첫 번째 단계는 역학단위들이 적절히 백신 접종된 경우 보호 수준으로 간주되는 수준 이상의 항체 수준을 가진 동물의 예상 유병률을 확인하는 것이다. 이 일치 값이 정의되면 표본 크기가 계산되어 이러한 항체 수준 이상의 동물을 얻지 못할 확률이 5 %를 초과하지 않아야 한다 (신뢰 수준이 95 % 이어야 한다).
- 이 경우 각 역학단위 내 표본 크기는 다음 수식을 사용하여 추정된다.

$$n = \left(1 - (\alpha)^D\right) \left[N - \frac{D-1}{2}\right] \quad (\text{equation 18})$$

- 여기에는:  $\alpha$ 는 항체 역가가 특정 수준 이상인 동물을 하나 이상 찾지 못할 확률이다.
- ( $\alpha = 1 -$  신뢰 수준)
- $D$ 는 특정 수준 이상의 항체 역가를 나타내고, 실재하는 것으로 추정되는 동물의 절대 수이다 (예상된 유병률에  $N$ 을 곱함으로써 달성됨) 과
- $N$ 은 모든 역학단위에서 표본 추출할 수 있는 총 동수이다.
- 무한 모집단에서 표본 추출할 때 다음과 같은 근사 공식을 사용할 수도 있다.

$$n = \frac{\log(\alpha)}{\log(1-p)} \quad (\text{equation 19})$$

- 여기에는:

- $\alpha$ 는 표본에서 특정 수준 이상의 항체 역가를 가지는 동물을 하나 이상 찾지 못할 확률이며( $\alpha = 1 - \text{신뢰 수준}$ ) 그리고
- $p$ 는 특정 수준 이상의 항체 역가를 가지는 동물의 최소 예상 유행률이다.
- 역학단위는 특정 수준 이상의 항체 역가를 가지는 동물이 없으면 NAVEU로 분류된다.

- **유행률 및 신뢰 구간 추정:** 모든 역학단위들의 상태가 결정되면, NAVEU의 유행률과 그 95 % 신뢰 구간은 수식 3과 6 각각을 이용하여 추정될 수 있다.

□ 예시 III.a

- FMD 백신 검증 프로그램이 3년 전에 시행됐다. 3개월 이상 된 소는 6개월마다 백신 검증을 받는다. 총 소 개체군은 1,000 개의 역학단위에 분포되어 있다. 조사의 목적은 NAVEU의 비율을 추정하는 것이다. 이 예시에서, 항체 역가가 특정 수준 이상인 동물의 유행률이 <70 % 인 경우, 역학단위들은 NAVEU로 간주된다.
- 먼저, 적절한 수의 역학단위들을 계산한다. NAVEU의 예상 유행률이  $p = 0.35$  (또는 35 %, 역학단위들 의 65 %가 '적절하게 백신 검증됨' 으로 기대됨), 절대 정밀도 0.05 (또는 5 %) 그리고 95 % 신뢰 수준이 바람직하다 (방정식 1 사용):

$$n = \frac{1.96^2 (0.35) (0.65)}{0.05^2} \approx 350$$

- 표본 추출할 역학단위들 의 수가 전체 역학단위들 수(350 / 1,000)의 10% 초이므로 유한 모집단 보정 계수가 적용된다. (방정식 2 사용),

$$n_1 = \frac{1}{1/350 + 1/1000} \approx 259$$

$$SE(p) = \sqrt{\frac{0.28 \times 0.72}{259-1}} \approx 0.028$$

- 그리고 방정식 6을 사용한 추정 비율의 95 % CI는 다음과 같다.

$$95\% \text{ CI} = 0.28 \pm 1.96 \times 0.028$$

- 따라서 추정 비율에 대한 95 % 신뢰구간은  $0.28 \pm 0.055$ 가 되며, 이는 참값이 (95 % 신뢰구간에서) 0.335 (또는 33.5 %)와 0.225 (또는 22.5 %) 사이임을 의미한다.
- 백신 검증 프로그램이 체계적으로 적용될 때, 나이가 든 동물은 어린 동물보다 백신 검증을 더 자주 받았을 것이다. 따라서 연령이 높은 동물일수록 면역 수준이 높다. 따라서 연령별 계층화가 권장된다. 각각 다른 연령대는 다른 하위 집단으로 간주된다. (즉, 각 연령층에서 완전한 조사 수행).

- 둘째, 역학단위 당 적절한 수의 표본을 계산한다. 항체 역가가 특정 수준 이상인 동물의 최소 예상 유행률이 70 %이고, 원하는 신뢰 수준은 95 %이며, 이 역학단위들에 100 개의 대상 동물이 있다고 가정하면, 방정식 18이 적용된다:

$$n = \left(1 - (0.05)^{100}\right) \left[100 \left(\frac{70-1}{2}\right)\right] = 2.7 \approx 3$$

- 따라서 100 마리의 동물이 표본 추출될 수 있는 역학단위마다 각각 3 개의 개별 표본을 수집해야 한다. 유도될 표본의 수가 설계하는 대상 동물의 총 수의 함수가 될 table을 미리 준비 할 수 있다.
- 수집된 3 개의 표본 중 양성이 없는 경우 (95 % 신뢰 수준에서) 양성의 유행률이 70 % 미만임을 의미한다. 따라서 역학단위들은 NAVEU로 분류된다.
- 무한 모집단에서 표본을 추출할 때, 방정식 19를 사용할 수도 있다.

$$n \approx \frac{\log(0.05)}{\log(1-0.70)} = 2.488 \approx 3$$

- 이러한 특정 목적을 위해서, 표본이 유한 모집단에서 나온 경우라고 할지라도, 근사 방정식을 사용할 수 있다. 근사 방정식을 사용할 경우, 역학단위당 추출되는 추가 표본 수는 일반적으로 적다.

- **추정 및 신뢰 구간:** 모든 역학단위 상태가 결정되면 NAVEU 및 95 % CI의 유행률이 추정될 수 있다.

- 평가된 259 개의 역학단위들 중 72 개가 NAVEU로 분류되었다고 가정하면 (72개 역학단위에서, 진단 실험은 모든 표본 동물에서 음성으로 평가함), NAVEU의 비율은 수식 3으로 주어진다.

$$p = \frac{72}{259} = 0.28(28\%)$$

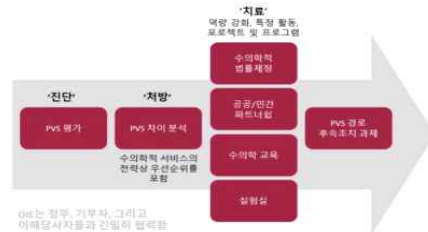
- 그리고 p의 표준 오차는 수식 5를 사용하여 추정한다.

【 부록3 수의 업무의 강화 】

▶ OIE PVS 경로

- FAO/OIE세계 구제역 통제 전략 (43) 및 관련 PVM 지침을 지지할 때 성공을 위한 중요한 결정 요인인 품질 표준과 올바른 관리를 이루기 위해 OIE PVS 경로는 수의학 업무를 지원한다.
- 밀집한 공공-민간 파트너십 뿐만 아니라, 질병 예방 및 준비, 질병 발생에 대한 조기 발견 및 보고의 투명성, 신속한 대응 및 적절한 입법, 그리고 이들에 대한 강제성에 근거한 동물 건강 체계의 올바른 관리는 모두 정부의 책임이다. 오늘날의 상호 연결된 현실에서, 어느 한 곳의 잠재적인 취약점은 모든 곳의 잠재적 취약점이 될 수 있다.
- 육상동물건강규약에 규정된 수의 업무 품질 기준을 충족하는 국가 수의 업무 역량을 강화하기 위해, PVS 경로는 성과를 평가하고 지속적인 개선과 효과를 극대화하기 위한 투자의 목표를 제공하기 위해 개발되었다.
- 그 전략은 다음과 같이 나타낼 수 있다:

그림 9. OIE PVS 경로





- 역량 강화를 위한 PVS 도구 적용 및 트위닝 프로그램 이용에 관한 추가 정보는 OIE 웹 사이트 (www.oie.int)의 다음 리소스를 참조한다.
  - PVS 경로: www.oie.int/en/support-to-oie/members/pvs/pathway
  - PVS 평가: www.oie.int/en/fileadmin/Home/eng/Support\_to\_OIE\_Members/pdf/A\_Tool\_Final\_Edition\_2013.pdf
  - PVS 차이 분석: www.oie.int/en/support-to-oiemembers/pvs-gap/analysis/pvs-gap/analysis/tool/
  - 수의학적 법률제정: www.oie.int/en/support-to-oiemembers/veterinary-legislation/
  - 수의학 교육 트위닝을 위한 지침: www.oie.int/en/support-to-oie/members/veterinary-education/
  - 수의학 실험실 트위닝을 위한 지침: www.oie.int/en/support-to-oie/members/laboratory-twinning/

참조하라. 많은 방법들은 질병이 없는 개체군에서는 사용할 수 없다. 왜냐하면 그 방법들은 질병 사례를 필요로 하기 때문이다.

## 2. 회고적 코호트 백신 효율성 연구

### 1) 발병 선택

- 지난 6개월 이내에 백신 접종을 받았지만 이후에 FMD가 발생한 대규모 농장 또는 마을을 선택한다. (동일한 발병의 영향을 받은 여러 인접 마을/농장은 동일한 조사에서 평가될 수 있음).
- 발병이 끝나자마자 VE를 조사한다(발생의 tail-end가 적절할 수 있음).
- 백신 접종을 받은 동물에 대한 기록이 있어야 한다. 소규모 소지자는 세부 사항을 적절하게 기억할 수 있을 것이다.
- 농장주는 어떤 동물이 FMD에 감염됐는지 알고 있어야 한다.
- 발병 전 (이전 3년 동안) FMD에 최근에 노출된 기록이 있어야 한다.
- 바이러스 발생 시 추가 백신 접종을 수행하면 조사가 복잡해진다.

### 2) 시료 채취 및 자료 수집 (templates 포함)

- 지역 가족 관리, 백신 접종 및 FMD 이력에 대한 세부 정보를 수집한다. (표 9).
- FMDv 노출이 알려진 가구/집단, 즉 사례가 있거나 사례와의 접촉이 알려진 가구를 방문한다. 모든 대상 가구/그룹을 포함시킬 시간이 충분하지 않은 경우 무작위 표본을 추출해야 한다. 실패하는 경우, 동일한 비율의 가구/단체가 마을 또는 대규모 농장의 여러 지리적 구역에서 체계적으로 선택될 수 있다.
- 가구 내에서 동물이 FMD에 의해 영향을 받았는지 여부와 백신 접종에 대한 세부 정보가 각 동물에 대해 수집된다. 동물의 혈액을 채취한다. (24개월령의 소만 포함할 수 있음). 모든 소는 불가능하거나 안전하지 않은 경우를 제외하고, 단단 입천장, 잇몸, 입술 및 혀 (압출된)의 FMD 병변에 대한 구강 검사를 받는다.
- 구강 소포와 물집은 일반적으로 감염 후 약 4일 후에 나타난다. 혀 돌기가 없는 병소가 몇 주 동안 보일 수 있지만(1), 일반적으로 10일 이내에 치유되어 시간이 지남에 따라 흉터가 덜 남는다. 임상 증상의 출현은 배설(shedding) 및 전파와

## 【 부록4 백신 효과 】

### 1. 이론

- '백신 효율성(Vaccine, effectiveness, VE)' 는 백신 프로그램 내 현장에서 달성된 백신 방어력을 의미한다. 이는 이상적인 조건에서의 백신 보호를 나타내는 '백신 효능' 과 다를 수 있다.
- 백신 접종 효과는 예측할 수 없을 정도로 다양할 수 있으며 예측이 필요하다. 특히 백신 접종 프로그램 내에서 발생하는 경우에는 더욱 그렇다. 인간 의약품의 경우, 백신 효율성 평가는 백신이 허가된 이후, 백신 평가의 핵심 단계이다.
- 현장의 백신 방어력은 적은 유행 및 유포 기한을 준수하지 않는다면 이상적인 조건에서 달성되는 백신 방어력과 다를 수 있다. 또한, 백신의 배치(batches)마다 상이한 효능을 가질 수 있으며, 백신 접종에 대한 개별 면역 반응은 다양할 것이다.
- 백신 효과는 일반적으로 다음과 같은 수식을 사용하여 비슷한 수준의 바이러스에 노출되었을 때, 백신 접종하지 않은 동물과, 백신을 접종한 동물의 질병 또는 감염의 발병률을 비교하여 계산한다.

$$VE = (R_U - R_V) / R_U \quad (\text{equation 1})$$

- 여기서 RU는 백신 접종을 받지 않은 개체군의 발병 위험 또는 비율이며, RV는 백신 접종을 받은 사람들의 발병률이다. 방정식은 다음과 같이 재구성될 수 있다.

$$VE = 1 - R_V / R_U \quad (\text{equation 2})$$

- 그리고 이는 일반적으로 백분율로 나타내어진다.
- VE를 계산하는 데 필요한 데이터는 종종 현장 연구에서 수집된다. (27).
- 여러 가지 다른 설계가 가능하다. 발병 조사를 기반으로 한 간단한 설계가 아래에 자세히 설명되어 있다. 다른 설계 (8, 27, 33)에 대한 자세한 내용은 다른 교과서를

밀접한 관련이 있기 때문에 이는 백신 보호를 평가하는 것과 관련 있는 결과이다.

- 6개월 미만의 소는 모체 이행 항체의 보호 기능이 있으므로 제외할 수 있다.
- 표본 크기 계산을 수행해야 하지만, 처리 시설이 열악한 상태에서는 최소 250마리의 소(시료 채취를 많이 할수록 좋음)를 약 8일 동안 3명의 숙련된 직원이 조사 할 수 있다.

표 19. 회고적 코호트 백신 효율성 조사 중에 수집된 정보

<p><b>농장(Holding) 세부 정보:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 도(province), 시(district), 마을 및 농부 이름, 방목 유형 (없음, 개인, 공용), 무리 크기, 첫 번째 및 마지막 FMD 발생 날짜</li> </ul>
<p><b>동물 정보:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 동물 이표 번호, 연령, 성별, 사육 그룹, 품종</li> <li>- FMD (i) 농민에 의해 보고, (ii) 검사에서 확인, (iii) 혈청학에서 탐지</li> </ul>
<p><b>백신 접종 세부 정보:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 마지막 백신 접종 날짜, 마지막으로 접종한 FMD 백신의 유형 및 배치 번호, 평생 백신 접종 횟수, 구제역 발병과 마지막 백신 접종 사이의 시간, 마지막 백신 접종 차례에서 그룹 백신 접종율 (데이터로부터 계산)</li> </ul>

### 3) 분석

- 가장 간단한 분석은 동물이 일생 동안 백신 접종 횟수에 따라 발병률 (사례 수 / 두수)을 조사하는 것이다. 농장주가 FMD를 보고하거나 검사에서 발견한 경우 질병에 걸린 동물을 확인해야 한다. 정제된 백신을 사용하는 경우 NSP 혈청학으로 감염 상태를 평가할 수 있다.
- 백신의 마지막 접종량의 효율성은 수식 1 또는 2를 사용하여 평가될 수 있으며, 바람직하게는 평생동안 백신 접종 횟수가 다른 소에 대해서는 별도의 추정치를 한다. 백신 접종이 엄격히 수행되는 경우, 백신 접종은 연령과 밀접한 관련이 있으며, 백신 효과와 연령별 방어 효과를 분리하는 것이 불가능할 수 있다. 모든 연령에서 접종을 받지 않은 소가 존재하는 경우, 다변량 회귀 기술(Multivariable Regression Techniques) 또는 Mantel-Haenszel 방법을 사용하여, 이 효과를 통제할 수 있습니다. 이렇게 하지 않으면 조정되지 않은 VE 수치가 편향되어 오도될 수

있다. 다른 혼재변수(confounders)들도 조사해야 한다. 그러나, 백신 접종된 동물에서 발병률을 관찰하고 특히 백신 접종을 받은 동물에서 특히 백신 접종이 허용되지 않는지 여부를 판단하여 백신 방어에 대한 결론을 내릴 수 있다.

- 장점: 이 방법은 비교적 저렴하며 빠르게 수행 할 수 있으며 결과를 얻을 수 있다.
- 단점: 이 방법은 농부의 기억력과 기록에 의존하므로 다른 출처의 정보와 교차 점검이 권장된다. 조사된 바이러스 발생은 배제된 백신 실패 사례일 수 있으며 일반적인 백신 성능을 반영하지 않을 수 있다. 백신 접종을 받지 않은 대조군 동물이 항상 존재할 수 있는 것은 아니다.

• 자세한 내용은 Knight-Jones et al. (27)을 참조한다.

## <그림 9. OIE, [구제역 백신 및 백신 후 모니터링 가이드라인] 번역 인쇄물>

### (2) 대만, 브라질 등 백신 접종 청정국(지역) 지위 회복 국가의 예찰 전략 수집

#### (가) 대만 사례

- 대만은 1997년 구제역 첫 발생 이후로 2003년 구제역 백신 접종 청정국 선언 및 2020년 6월 구제역 백신 미접종 청정국으로 선언했다. 이 과정에서 대만 당국은 구제역 청정화를 3단계로 구성하여 추진해왔다.
- 대만의 축산업은 거의 대다수 양돈산업으로 반추 동물은 매우 소수로 구성되어 있다. 구제역 발생 이전의 대만의 양돈산업은 양돈 선진국형 운영체제로 전체 양돈 농가 중 60%는 일관 경영, 40%는 분리된 자돈, 비육돈 생산 시스템으로 운영되고 있었다. 이러한 특성은 구제역 발생 및 확산에 있어서 취약한 산업 구조였다. 더군다나 양돈장 부지의 경우 양돈장으로만 사용되도록 법적 허가가 되어있기 때문에 구제역 발생 이후 시기에는 구제역 발생 농장에서 발생보고를 기피하는 경향을 보였다. 또한, 살처분 보상금의 경우 현행 우리나라 살처분 보상비와 비교 시 현저히 낮은 수준(15kg 이하 자돈 1두당 350 대만달러(약 1만3천원), 100kg 이상의 비육돈과 모돈은 2,400 대만달러(약 8만8천원), 그리고 육성돈은 체중에 따라 차등 지급)으로 구제역 발생 신고가 기피 및 지연되거나 출하하는 상황이 만연했고 이로 인하여 구제역 최초 발생 후 한 달 내에 전국의 양돈장에

구제역이 확산하는 이유로 작용했다. 이로 인하여 대만은 385만마리의 가축을 살처분했으며 대만 축산업은 1997년 한해 6조 5,600억원의 피해를 입었다.

- 구제역 발생은 대만 양돈산업에 큰 변화를 이끌어냈다. 수출 위주의 양돈산업이 내수 위주의 산업으로 변화했으며, 축산 오폐수 오염 기준 강화, 전염병 발생시 확산 방지를 위하여 거래되는 돼지에 대한 귀표 부착 및 백신 접종 증명 등이 그 예시이다. 또한, 유행 구제역 야외주와 매칭되는 구제역 백신 정책을 실시했으며, 특히 발생 1년 후인 1998년에는 유행하는 야외주를 이용한 백신 개발 및 사용했다. 그 결과 현재 대만 양돈산업 규모는 약 5백 50만두로, 매년 800만 두를 도축하고 있으며 2020년 6월 백신 미접종 청정국 선언을 했다.
- 그 간의 대만의 구제역 백신 정책을 큰 틀에서 살펴보자면 표 가-1과 같다. 구제역 최초 발생 직후인 1998년에는 모돈과 비육돈 각 2회 접종을 실시했으며 8주령에 1차, 12주령에 부스팅을 위한 2차 접종을 실시했다. 이 시기에 사용한 백신주는 O Manisa, O Campos, O Philippines 등 O형 1가 백신을 사용했다. 이후 효과적인 백신 정책을 위하여 대만 정부에서는 Pirbright 연구소에 대만에서 발생한 야외주를 이용한 백신을 의뢰하여, 1999년부터 백신주로 사용하기 시작했다. 1999년부터 2000년까지 기존의 O Philippines를 제외하고 개발한 O Taiwan주를 사용했으며 2001년부터 2002년까지 O Campos를 제외시켰다. 2003년부터는 O Taiwan주만 사용하기 시작했다. 지속적인 백신 정책과 90%에 이르는 높은 접종률을 통하여 2001년에 구제역 유행이 종식됐다. 하지만 그 이후 2009년 8건, 2010년 4건, 2011년 11건, 2012년 12건, 2015년 1건 등 산발적으로 발생했다. 대만 정부와 농장주들과의 협조와 의지를 통하여 2017년 5월 OIE로부터 구제역 백신 접종 청정국 선언을 했으며, 직후인 2018년 7월부터 백신 접종을 중단했다. 이후 연간 14,000 여건의 구제역 항체에 대한 모니터링을 실시했으며 그 중 총 15건의 NSP 검출을 보고 및 해당 농장의 항원 검사 실시 및 음성 판정을 통하여 발생은 보고되지 않았다. 이후 2019년 백신 미접종 청정국 신청, 2020년 7월 백신미접종 청정국으로 인정받았다.

기간	1997 ~ 2008				2009 ~ 2018. 6. 30.	2018. 7. 1.~
백신 접종	모돈, 비육돈 각 2회				모돈 2회 비육돈 1회	접종 중단
접종 일령	모돈, 비육돈 2회 1차: 8주, 2차: 12주				모돈 2회 비육돈 (10~14주)	
접종률 (추정치)	90% 이상				90% 이상	
백신주	1998	1999 ~ 2000	2001 ~ 2002	2003	O Taiwan	
	O Manisa O Campos O Philippines	O Manisa O Campos O Taiwan	O Manisa O Taiwan	O Taiwan		

표 37. 대만의 구제역 백신 정책

- 대만의 구제역 바이러스 순환 모니터링은 출하돈과 감시돈 활용을 통해 수행되었다. 출하돈의 경우 경매장에서 채혈을 통하여 NSP에 대한 혈청검사를 수행했다. NSP 양성일 경우 OIE에 보고 및 해당 농장 15두를 추가 채혈 및 검사를 했으며 임상검사, 특히 발굽을 중심으로 수행 및 병원체에 대한 PCR 검사 등을 수행하고 방역 조치를 시행했다. 감시돈의 경우 잔류바이러스 검사를 위하여 활용했다. 감시돈은 항체가 소실된 8~12주령의 자돈으로 구성했으며 경매장 및 농장에 대하여 시행했다. 구제역 병원체 검출 시, 해당 농장은 살처분했으며 인근의 위험 농장들에 대한 긴급 백신 접종을 했다. 또한 1~2개월 출하를 금지시켰다. 이후 감시돈을 활용하여 NSP 항체 양성 및 병원체가 검출되지 않았을 때 출하는 재개시켰다. 중국과의 교류로 인한 구제역 병원체 유입 위험을 평가하기 위하여 중국과 2.5km 떨어진 금문도를 감염 모니터링 지역으로 설정 후, 돼지 1 만두를 사육하여 운용했다.

- 대만의 성공적인 구제역 방역정책은 축산업의 특성, 발생 특성과 철저한 모니터링에서 살펴볼 수 있다. 첫째 축산업의 특성이다. 양돈 위주의 축산업 구조로 구성되어 있으며 기업형 양돈업은 10% 미만 점유율로 가족 중심으로 운영하고 있다. 운영에서 농장주의 역할이 매우 큰 것으로 사료되며 농장주들은 근면 성실하다고 알려져 있다. 그러다 보니 방역에 관해 농장주들의 중요성 인식을 하고 있으며 특히 백신은 농장주가 직접 접종한다. 더군다나 양돈장에는 외국인 근로자가 취업이 불가능하다는 점 또한 농장방역에 기여했을 것으로 보인다. 이러한 개개인 농장주들의 협조와 구제역 청정화 의지가 큰 영향을 미쳤다. 둘째 구제역 발생 특성에 관해서는 1997년 이후 O/Cathay/Taiwan 단일 야외 바이러스만 유행했다는 점, 유행하는 야외주를 이용한 백신개발은 성공적 백신 정책으로 이어졌다. 셋째 철저한 모니터링에 관해서는 백신 접종 및 NSP 검출 위주로 양돈장 및 경매장 등 발생 및 확산의 노드가 될 수 있는 철저한 모니터링 관리와 감시돈(Sentinel)을 활용한 순환 구제역 병원체 검출이 90%에 이르는 높은 백신 접종률 및 구제역 청정화에 기여했을 것으로 사료 된다.

- 대만의 성공적 사례를 바탕으로 우리나라 구제역 방역정책에 있어서 고려할 사항을 살펴보면 아래와 같다.

1. 뚜렷한 목표 설정
2. 구제역 관련 기관 공감대 형성
3. 과학적 업무 수행

대만의 경우 백신 접종 청정화 선언, 백신 미접종 청정화 선언 등 일련의 과정을 거쳤다. 국내 또한 이러한 구체적 목표를 설정하여 1차 백신 접종 청정국, 2차 백신 미접종 청정국 순으로 진행하도록 한다. 생산 농가, 양돈 수의사, 방역 당국 및 백신업체 간의 공감대 형성 및 백신주와 야외주 매칭 및 위험 기반의 혈청 예찰 프로그램 운영 등 과학적 근거를 기반으로 방역 업무 수행이 필요할 것이다.

## (나) 브라질 사례

- 세계 주요 식육 수출국 중 하나로서 브라질은 지난 1990년대 대유행과 2005년, 2006년 등 구제역 유행을 겪었다. 백신 접종 등의 방역정책을 통하여 구제역 위험을 낮추어 왔으며 2018년 5월에 백신 접종 구제역 청정국으로 선언했다.
- 브라질의 축산업은 소는 약 2억 1천 350만마리, 돼지는 약 3,379마리이며 그 외 양 1670 만마리, 산양 약 940만 마리로 한국의 약 50배에 다다른다. 브라질 인구가 우리나라 인구의 4배 정도인 점을 고려한다면 소와 돼지 사육 규모는 매우 크다고 볼 수 있다. 브라질의 축산업은 크게 2가지, 방목형 축산업과 집약 축산업으로 구분된다. 넓은 영토를 바탕으로 방목형 축산업이 브라질 축산업 성장에 큰 역할을 하였으나 최근 아마존 보호 등의 문제로 인해서 집약 축산업으로 전환하고 있으며 현재 전체 축산업에 10%를 차지하고 있다. 집약 축산업의 경우 항생제, 사료 등의 전문적인 프로토콜을 이용하여 질 높은 고기를 생산하고 있으며 최근 수요가 증가하고 있는 중국 수출 등을 위하여 축산업자들이 집약 축산업으로 관심을 돌리고 있다. 따라서 브라질은 집약 축산업 기술 발전에 활발하게 투자를 하고 있다.
- 브라질은 1965년 리오그란데술주에서 첫 구제역 발생 이후, 백신 접종을 중심으로 구제역 방역정책을 펼쳐왔다. 1992년 브라질 농무성에 의해 국가 구제역 예방 정책이 제정되었으며 전국적으로 구제역 백신 접종이 시작되었다. 그 결과 1994년 약 2,000건에서 점점 발생이 감소하며 1998년에 발생이 없었으며, 2005년, 2006년 유행 이후에 현재까지 구제역 발생보고가 없다.
- 구제역 바이러스를 막기 위해 국가 구제역 예방 박멸 프로그램에서는 연 2회 캠페인 기간을 마련하여 백신접종을 실시하고 있다. 2010년은 소, 물소에 비활성화 처리된 구제역 바이러스(O1Campos형, A24Cruzeiro형, C3Indaial형)에 대한 혼합 백신을 가을(4~5월)과 봄(10~11월)에 접종하였다.

가. 혈청예찰 교육 콘텐츠 개발

(1) “최근 개정된 구제역 백신 혈청 검사 제도의 이해” 교육자료 개발 및 양수포럼 교육

최근 개정된 구제역 백신 혈청 검사 제도의 이해

강 O 규(한국양돈수의사회)

1. 배경 및 필요성

- 2016년 하반기 긴급 백신으로 아르헨티나와 러시아에서 생산한 구제역백신이 도입되었으며, 백신 접종을 실시하는 경우 백신에 대한 항체 평가가 구제역 방역 프로그램에 있어 중요한 항목으로서 반드시 필요함.
- 세계동물보건기구(OIE) 매뉴얼에 따르면 구제역 백신 항체 검사법으로 중화 시험법(VNT)과 액상 차단 효소 면역법(LPBE) 등을 권장하고 있으나 본 시험을 수행하기 위해서는 살아있는 구제역 바이러스나 불활화된 바이러스 항원을 사용하여야 하기 때문에 생물 안전 3등급(BSL3) 시설을 이용해야만 하고 또 매우 고비용이 소요되는 현실적인 어려움이 있음.
- 상기와 같은 구제역 백신 항체가 검사법에 관한 현실적인 한계로 국내에서는 외국으로부터 수입한 고상 차단 효소 면역법(SPBE)인 O1 manisa항원이 코팅된 항체 ELISA 키트를 사용하고 있음.
- 본 원고에서는 최근 일부 개정 고시된 국내 구제역 혈청검사용 시료 채취 및 결과 판정 기준에 관한 내용의 이해를 돕고자 함.

2. 구제역 혈청예찰이란?

- 현재 국내에서 수행중인 구제역 예찰은 구제역 발생 가능성을 확인하기 위한 적극적인 능동예찰의 일환으로 크게 임상 예찰과 혈청 예찰로 구분되며, 혈청 예찰은 다시 구제역 감염 여부를 확인하는 NSP 항체검사와 구제역 백신 접종 여부를 확인하는 SP 항체검사로 구분됨.

항체종류	예찰 종류	예찰 주요 내용
NSP항체	통계 예찰	• 구제역 청정국 지위획득을 위한 통계자료 확보 등 전국 소, 돼지, 염소 대상 무작위 혈청 검사로 실시
	목적 예찰	• 통계 예찰의 보완책으로 시, 도 가축 방역기관 및 검역 본부에 의뢰하여 검사 • 도축장 NSP 및 역학 주요대상인 종돈장, 야생동물, NSP 양성축 추적 검사 등의 목적으로 실시
SP항체	백신항체 예찰	• 농가 개체별 백신 항체 양성율을 조사 • 구제역 백신 접종 실시 여부를 모니터링함

<표 38. 구제역 혈청 예찰의 종류와 내용>

### 3. 구제역 백신 항체가 검사용 시료 채취 및 판정 기준

#### ○ 최초검사

##### ■ 축종별 혈액 채취 방법 및 기준

###### 1) 소

- 농가별 5두, 도축장 1두 채혈 실시
- 백신 접종 5회 미만(또는 2살 이하)인 개체에 대해서만 채혈을 실시

###### 2) 돼지

- 번식돈(모돈)의 경우 농가별 3두씩 연 2회 채혈
- 비육돈의 경우 농가별 10두씩 연 2회 채혈, 도축장에서 10두씩 연 1회 채혈
- 비육돈의 경우 특정 축사 및 연령에 편중되지 않도록 유의하되 출하연령 개체에 대해 채혈 (출하 또는 사육 중인 개체가 10두 미만이면 전두수 채혈)

##### ■ 결과판정 기준

1) 항체가 판정기준: 축종에 관계없이 PI(Percent Inhibition)값 50을 기준으로 50미만이면 양성, 50이상이면 음성으로 판정

###### 2) 확인검사대상 판정기준

- 소: 양성을 80% 미만인 경우 확인검사 대상
- 돼지(번식돈): 양성을 60% 미만인 경우 확인검사 대상
- 돼지(비육돈): 양성을 30% 미만인 경우 확인검사 대상

#### ○ 확인검사

##### ■ 혈액 채취 방법 및 기준

1) 최초검사 결과일로부터 10일 이내(최초 백신 접종일로부터 4주 경과 한 개체)에 해당 농가에서 농가당 16두씩 채혈

2) 소의 경우 백신 접종 5회 미만(또는 2살 이하) 개체에서 채혈

3) 특정 축사 및 연령에 편중되지 않게 고르게 채혈

4) 사육 중인 개체가 16두 미만일 경우 전두수 채혈

##### ■ 과태료 대상 결과판정 기준

1) 항체가 판정 기준: 축종에 관계없이 PI(Percent Inhibition)값 50을 기준으로 50미만 이면 양성, 50이상이면 음성으로 판정

###### 2) 과태료 대상 판정기준

- 소: 양성을 80% 미만인 경우 과태료 대상
- 돼지(번식돈): 양성을 60% 미만인 경우 과태료 대상
- 돼지(비육돈): 양성을 30% 미만인 경우 과태료 대상

4. 본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원 (가축질병대응기술개발사업)의 지원(과제번호: 319096-2)을 받아 연구되었음

## 나. 과거 2017, 2018년 구제역 혈청예찰 대상 농장 정보 수집

국내 양돈 농가, 한우 농가에 대한 설문조사를 통해 농장별 구제역 백신 접종과 관련된 상황을 조사하여 백신 항체 양성율이 높은 농장과 낮은 농장의 차이를 확인하고 백신 항체 양성율에 기여하는 요인을 규명하고자 설문지를 개발하고 임상 전문 수의사의 농장 방문 후 농장주 또는 농장장 면접을 통해 농장의 속성정보를 수집하고 수집된 데이터를 단변량 로짓 회귀분석을 통해 통계적 유의성 있는 요인을 선별

### (1) 주요 설문조사 항목

- 농장의 일반 사항 : 사육형태, 백신접종 시기 및 방법, 사용한 백신의 유무 등
- 구제역 백신의 접종 전 관리
- 구제역 백신의 접종 시 관리
- 구제역 백신의 접종 후 관리

### (2) 설문조사 대상 농장

설문조사는 농가 또는 농장을 관리하는 수의사를 통해 조사. 백신 접종에 따른 양성율 차이를 확인하기 위해 SP 항체 양성율이 양호한 농장과 저조한 농장을 구분하며 조사함

- 구제역 백신 SP 항체 양성율 양호 농장 : 양돈, 한우 각 40~50농가
- 구제역 백신 SP 항체 양성율 저조 농장 : 양돈, 한우 각 20~30농가



(3) 설문조사지 (양돈)

『 국내 양돈농가 구제역백신  
접종현황 및 모니터링 방법 』  
설문조사

주관기관 한국양돈수의사회



[국내 양돈농가 구제역백신 접종현황 및 모니터링 방법] 설문조사

안녕하십니까?

본 설문조사는 한국양돈수의사회가 지원하고 서울대학교 산업동물임상교육연구원이 주관하는 국내 양돈농가의 비육돈 구제역백신 항체양성을 재고 방안을 마련하기 위한 선행연구로 수행되고 있습니다.

출하 비육돈의 구제역백신 항체양성을 미달 농가에 대한 과태료 처분은 구제역백신과 관련된 큰 문제입니다. 바쁘시더라도 설문조사에 성실히 응해 주시어, 올바른 구제역백신 접종 및 모니터링 방법의 확립을 위해 협조해 주시면 감사하겠습니다.

귀하의 소중한 정보 및 의견은 본 연구목적 이외에 다른 용도로 전혀 이용되지 않으며 익명 처리되어 단순 통계처리에 활용될 것임을 알려드립니다.

귀하와 귀 농장의 무궁한 발전을 기원합니다.

2020. 01.

서울대학교 산업동물임상교육연구원  
연구책임자 박혁 교수

조사 관련 문의처	조사주체	서울대학교 산업동물임상교육연구원
	조사담당	<ul style="list-style-type: none"> <li>소속 및 성명 :</li> <li>주 소 :</li> <li>연락처 : TEL FAX.</li> <li>이메일 :</li> </ul>
응답자	농장명	
인적사항	농장 소재지	_____도 _____시 _____읍·면·동



1 농장 일반

가) 귀 농장의 사육형태와 상시 사육두수는 총 몇 두 일니까?

- ① 일괄생산 (오른 \_\_\_\_\_두, 총 사육 \_\_\_\_\_두)
- ② 2 사이트 (오른 \_\_\_\_\_두, 총 사육 \_\_\_\_\_두)
- ③ 자돈생산 (오른 \_\_\_\_\_두, 총 사육 \_\_\_\_\_두)
- ④ 위탁사육, 비육장 (자돈 \_\_\_\_\_두)

나) 귀 농장의 질병 상황은 어떻습니까(농장의 가지질원 여부를 판단하기 위함)?

PRRS	PCV2
1) 음성 2) 안정화(음성자돈 생산) 3) 불안정화(번식돈군에 바이러스 순환)	1) 씨코바이러스 관련 임상증상 없음 2) 씨코바이러스 관련 임상증상 존재 (PMWS, PRDC, PDNS 등)
기타 질병 특이사항(PED, SIV, MH 등)	

다) 귀 농장의 모든 구제역백신 접종 프로그램을 적어주십시오.

[후보돈 순차시 ( )회]

[분만 전 ( )회]  
[1차: 분만 ( )주 전]  
[2차: 분만 ( )주 전]

[일괄 모돈주사 : 매 ( )개월에 1회]

~ 1 ~

라) 귀 농장의 기존 구제역백신 접종 프로그램을 적어주십시오.

[출하 전 ( )회]  
[1차: ( )주령]  
[2차: ( )주령]

마) 귀 농장의 구제역백신 접종 실시 주기는 무엇일까요?

- ① 매주 접종대상 돼지에 접종 실시 (주간관리)
- ② 2주마다 접종대상 돼지에 접종 실시 (주간관리)
- ③ 3주~4주마다 접종대상 돼지에 접종 실시 (주간관리)
- ④ 그룹관리 중이기 때문에, 매 그룹마다 접종대상 돼지에 접종 실시
- ⑤ 기타 ( )

바) 귀 농장의 기존 구제역백신 1차 접종장소는 어디일까요?

- ① 본장(번식농장) 자돈사
- ② 본장(번식농장) 육성사 또는 비육사
- ③ 외부 자돈사
- ④ 외부 육성사 또는 비육사

사) 귀 농장의 기존 구제역백신 2차 접종장소는 어디일까요?

- ① 본장(번식농장) 자돈사
- ② 본장(번식농장) 육성사 또는 비육사
- ③ 외부 자돈사
- ④ 외부 육성사 또는 비육사

~ 2 ~

아) 귀 농장에서 2019년에 사용한 구제역백신의 대략적인 비율(%)을 적어주십시오. (①+②+③=100%가 되도록 작성)

- ① 국내 제약회사(메리알주): \_\_\_\_\_%
- ② 케어사이드(아르켈티나주): \_\_\_\_\_%
- ③ 동명(러시아주): \_\_\_\_\_%

자) 귀 농장에서 2019년 사용하는 구제역백신을 모두 적어주십시오.

구간	접종시기	사용 구제역백신
모든	1차	
	2차	
자돈	1차	
	2차	

\* 국내 구제역백신 종류: 1) 케어사이드 - 바이오마토젠(O+A형), 아토젠올리오(O형 단계), 2) 동명 - 이리아백 플러스(O+A형), 아리아백(O형 단계), 3) 고히비엔피 - 필넥 FMD, 4) 녹십자수의약품 - 녹수 에프엠디, 5) 대성미생물연구소 - 대성 에프엠디, 6) 중앙백신 - 에프엠디-100, 7) 조미팜 - 프로텍 에프엠디

차) 귀 농장에서 사용할 구제역백신 선택 시 최우선 기준은 무엇입니까??

- ① 백신 형제
- ② 접종 스트레스
- ③ 구입 편의성
- ④ 출하시 화농 발생 비율
- ⑤ 구제역 방어 효능

카) 귀 농장의 자돈에서 구제역 모제이행항체가 소실되는 시기를 알고 계십니까?

- ① 알고 있다
- ② 모른다

~ 3 ~

타) 귀 농장은 2019년에 구제역항체가 미달이 되었던 경우가 있으셨습니까?

- ① 비육돈 형제가 미달 1회 경험
- ② 비육돈 형제가 미달 2회 경험
- ③ 비육돈 형제가 미달 3회 경험
- ④ 후보돈 형제가 미달 1회이상 경험
- ⑤ 모돈의 형제가 미달 1회이상 경험
- ⑥ 없음

파) [비육돈 구제역항체가 미달 경험이 있는 경우] 비육돈 구제역항체가 미달을 극복하기 위해 변경한 조치가 있으십니까? (복수선택 가능)

- ① 사용 구제역백신 변경(변경 전·후 백신명 기입)  
[ 변경 전: \_\_\_\_\_, 변경 후: \_\_\_\_\_ ]
- ② 구제역백신 접종일령 변경(변경 전·후 접종일령 기입)  
[ 변경 전: \_\_\_\_\_, 변경 후: \_\_\_\_\_ ]
- ③ 구제역백신 접종방법 변경(변경 전·후 접종방법 기입)  
[ 변경 전: \_\_\_\_\_, 변경 후: \_\_\_\_\_ ]
- ④ 없음

하) [비육돈 구제역항체가 미달 극복을 위한 변경점이 있었던 경우] 구제역백신과 관련된 변경 조치 적용 후 비육돈 구제역항체가 미달 문제가 해결되었습니까?

- ① 예
- ② 아니오

~ 4 ~

거) 농장의 평균 출하일령은?

- ① 160일령 미만
- ② 160-180일령
- ③ 180-200일령
- ④ 200일령 이상

## 2 구제역백신의 접종 전 관리

가) 구제역백신을 어떻게 주문하고 계십니까?

- ① 원하는 백신이 따로 없어 축협에서 공급하는 백신을 사용한다.
- ② 원하는 백신을 축협에 주문하여도 구할 수 없어 축협에서 공급하는 백신을 사용한 적이 있다.
- ③ 원하는 백신을 축협에 주문하여 수령하여 사용한다.

나) 구제역백신 수령 시 제품의 유효기간을 확인하십니까? (년-월-일)

- ① 예
- ② 아니오

다) 구제역백신 수령 시 제품의 실제 온도를 확인하십니까? (비접촉 온도계 사용)

- ① 예
- ② 아니오

라) 구제역백신 수령 후 제품을 어떻게 보관하십니까?

- ① 냉장보관
- ② 냉동보관
- ③ 상온보관

~ 5 ~

마) 구제역백신 보관고(냉장고 등)의 온도를 확인하십니까?

- ① 정기적으로 확인
- ② 비정기적으로 확인
- ③ 확인하지 않음

바) 구제역백신을 보관고(냉장고 등) 내에 어떻게 보관하십니까?

- ① 보관고(냉장고 등) 벽에 붙여서 제품을 보관
- ② 보관고(냉장고 등) 벽과 5cm 이상 떨어져 보관

사) 구제역백신의 선알-선술 관리를 하고 계십니까?

- ① 예 (제품 입고 시, 기존 보관 제품을 앞쪽으로 이동시키고 새 제품을 기존 제품의 뒤쪽에 보관)
- ② 아니오 (제품 입고 시, 새 제품과 기존 보관 제품의 구분 없이 새 제품을 냉장고 내 빈 공간에 보관)

아) 구제역백신 접종 전 보관되어 있던 백신의 상태를 확인하고 접종하십니까?

- ① 백신의 이상 여부(유효기간, 증분리 현상 등)를 확인 후 사용
- ② 별도의 확인 절차 없이 사용

자) 구제역백신 접종 전 제품을 가운/중탕하여 사용하십니까?

- ① 보관고(냉장고 등)에서 꺼내 바로 사용한다
- ② 보관고(냉장고 등)에서 꺼내 상온(15~25°C)에 2~3시간 놓아 두었다가 사용한다
- ③ 보관고(냉장고 등)에서 꺼내 가운장치/중탕기 등 이용해 제품의 온도가 20°C 정도가 된 후 사용한다

~ 6 ~

차) 구제역백신 접종 직전 제품을 흔들어 사용하십니까?

- ① 부드럽게 흔들어 사용한다
- ② 강하게 흔들어 사용한다
- ③ 흔들지 않는다

### 3 구제역백신 접종 시 관리

가) 자돈 구제역백신 접종 시 투입 인력은 몇 명입니까?

- ① 1차: [ 내국인: ( )명, 외국인: ( )명 ]
- ② 2차: [ 내국인: ( )명, 외국인: ( )명 ]

나) 자돈 구제역백신 접종 시 농장내 백신접종 전담 직원이 있습니까?

- ① 구제역접종 전담 직원이 접종한다
- ② 공동직업이라 상황에 따라 접종 직원을 구성하여 접종한다.
- ③ 외부 접종사를 통해 접종한다.
- ④ 부서장님(농장장,팀장,사장님) 임회하여 전담 직원이 함께 접종한다.

다) 자돈 구제역백신 접종 유형에 등그림(O)을 표기해주시시오.

주사유형	접종경로	접종량	접종부위
1) 일반주사기	1) 근육	1) 0.5ml	1) 이근부
2) 연속주사기	2) 피내	2) 1ml	2) 등
3) 무침주사기		3) 2ml	3) 둔부
		4) 2ml 초과	

~ 7 ~

라) [유침주사의 경우] 자돈에 구제역백신 접종 시 사용하는 주사침의 유형은 무엇입니까?

- ① 일회용 주사침
- ② 철침

마) [유침주사의 경우] 자돈에 구제역백신 접종 시 사용하는 주사침의 유형에 등그림(O)을 표기해주시시오.

- ① 1차 접종: [ 정침(1.5인치 이상) / 단침(1인치) ], [ 20G / 18G / 16G / 14G ]
- ② 2차 접종: [ 정침(1.5인치 이상) / 단침(1인치) ], [ 20G / 18G / 16G / 14G ]
- ③ 잘 모르겠다

바) [유침주사의 경우] 자돈에 구제역백신 접종 시 주사침의 교체 주기는 무엇입니까?

- ① 1두 1침
- ② 2~5두 1침
- ③ 6~10두 1침
- ④ 11~20두 1침
- ⑤ 21두 이상 1침
- ⑥ 두수에 상관없이 백신액이 잘 주입되지 않을 때 교체
- ⑦ 두수에 상관없이 든병이 비둘 때 교체
- ⑧ 기준이 없다

사) [유침주사의 경우] 자돈에 구제역백신 접종 시 사용하는 주사 방법은 무엇입니까?

- ① 연속주사기에 주사연결줄을 연결하여 접종
- ② 연속주사기에 주사침을 직접 꽂아 접종
- ③ 일반 주사기에 주사침을 직접 꽂아 접종

~ 8 ~

아) [무침주사의 경우] 자돈에 구제역백신 접종 시 사용하는 압력은 어떻게 설정하셨으며 얼마입니까?

- ① 자체적으로 평가하여 압력 설정: [ 1차: \_\_\_\_\_ psi, 2차: \_\_\_\_\_ psi ]
- ② 수의사의 도움 하에 평가하여 압력 설정: [ 1차: \_\_\_\_\_ psi, 2차: \_\_\_\_\_ psi ]
- ③ 별도의 평가 없이 압력 설정: [ 1차: \_\_\_\_\_ psi, 2차: \_\_\_\_\_ psi ]W
- ④ 압력 영점 조절을 정기적으로 실시한다
- ⑤ [ 예 : ( ) , 아니요 : ( ) ]
- ⑥ 잘 모르겠다

자) [유침주사의 경우] 자돈에 구제역백신 접종 시 백신액이 모두 주입됩니까?

- ① 피부에 흐르는 백신액 없이 모두 주입된다
- ② 일부 백신액이 주입되지 않고 피부에 흐른다
- ③ 일부백신이 피부에 이슬처럼 맺힌다.

차) 자돈에 1차 구제역백신 접종 시 돼지 보정 방법은 무엇입니까?

- ① 물이핀, 킨막이 등을 사용하여 한 곳에 물이한 후 접종
- ② 귀나 다리를 집어서 개별적으로 보정한 후 접종
- ③ 코보정기(콧줄)를 사용하여 개별적으로 보정한 후 접종
- ④ 물이 및 보정 없이 개체를 따라다니며 접종

카) 자돈에 2차 구제역백신 접종 시 돼지 보정 방법은 무엇입니까?

- ① 물이핀, 킨막이 등을 사용하여 한 곳에 물이한 후 접종
- ② 귀나 다리를 집어서 개별적으로 보정한 후 접종
- ③ 코보정기(콧줄)를 사용하여 개별적으로 보정한 후 접종
- ④ 물이 및 보정 없이 개체를 따라다니며 접종

~ 9 ~

### 4 구제역백신 접종 후 관리

가) 자돈 구제역백신 접종대장을 기록하십니까?

- ① 예
- ② 아니오

나) [자돈 구제역백신 접종대장을 기록하는 경우] 접종대장 내 기록내용은 무엇입니까?  
(복수선택 가능)

- ① 둔군 일반 기록사항(생년월일, 두수 등)
- ② 접종 백신명
- ③ 접종 백신 Lot번호
- ④ 사용 백신 병수

다) 자돈 2차 접종 후 비육돈의 출하 전에 구제역 항체가를 모니터링하십니까?

- ① 민간 병성감정기관을 통해 주기적으로 자체적 모니터링한다
- ② 민간 병성감정기관을 통해 간헐적으로 자체적 모니터링한다
- ③ 민간 병성감정기관을 통한 자체적 모니터링 없이 도축장/위생시험소/가축방역기관의 검사 시에만 모니터링한다

라) 자돈 구제역 항체가 모니터링 결과를 바탕으로 백신 프로그램을 조정하십니까?

- ① 예
- ② 아니오

~ 10 ~



**1 농장 일반**

가) 귀 농장의 사육형태와 상시 사육두수는 총 몇 두 입니까?

- ① 일관사육 (번식우 \_\_\_\_\_두, 송아지 \_\_\_\_\_두, 육성우 \_\_\_\_\_두, 비육우 \_\_\_\_\_두, 총사육두수 \_\_\_\_\_두)
- ② 비육전업 (육성우 \_\_\_\_\_두, 비육우 \_\_\_\_\_두, 총 사육 \_\_\_\_\_두)
- ③ 번식전업 (번식우 \_\_\_\_\_두, 송아지 \_\_\_\_\_두, 육성우 \_\_\_\_\_두, 총사육두수 \_\_\_\_\_두)

나) 귀 농장의 기타질병 백신상황 및 질병발생 상황은 어떻습니까?

송아지 설사병	호흡기병
1) 백신시기 및 종류	1) 백신시기 및 종류
2) 발생시기	2) 발생시기
3) 원인(추정)	3) 원인(추정)
4) 발병율	4) 발병율
5) 폐사율	5) 폐사율
기타 질병 백신 및 특이사항(아까비내, 유행열, 탄저-기증제 등)	

다) 귀 농장의 구제역백신 접종 프로그램을 적어주십시오.

송아지 : 1차( )개월령, 2차( )개월령  
 번식우 : ( )월 간격  
 (임신우에 대한 백신접종 기준 : 특별히 없음)  
 임신 ( )-( )개월령은 회피)  
 기타 : ( )월 간격

~ 1 ~

리) 귀 농장에서 2019년에 사용한 구제역백신의 백신주별 대략적인 비율(%)을 적어주십시오.  
 (①+②+③=100%가 되도록 작성)

- ① 국내 제막회사(에리알주): \_\_\_\_\_%
- ② 케어사이드(아르헨티나주): \_\_\_\_\_%
- ③ 동방(러시아주): \_\_\_\_\_%

미) 귀 농장에서 현재 사용하는 구제역백신을 모두 적어주십시오.

접종시기	사용 구제역백신
1차	
2차	

※ 국내 구제역백신 종류: 1) 케어사이드(아르헨티나주) - 구제역(○형 단가), 2) 동방 - 아리아백 플러스(O+A형), 아리아백(O형), 케어사이드(아르헨티나주) - 구제역(○형 단가), 케어사이드(아르헨티나주) - 구제역(○형 단가), 케어사이드(아르헨티나주) - 구제역(○형 단가), 케어사이드(아르헨티나주) - 구제역(○형 단가), 케어사이드(아르헨티나주) - 구제역(○형 단가), 케어사이드(아르헨티나주) - 구제역(○형 단가), 케어사이드(아르헨티나주) - 구제역(○형 단가), 케어사이드(아르헨티나주) - 구제역(○형 단가), 케어사이드(아르헨티나주) - 구제역(○형 단가)

부) 귀 농장에서 사용할 구제역백신 상의 기증료는 무엇입니까?

- ① 백신 할چه가
- ② 접종 스트레스(사료, 관리, 등)
- ③ 구입 편의성
- ④ 구제역 방어 효능

사) 귀농장에서 구제역 접종으로 인한 접종 스트레스나 부작용 사례를 경험한 경우가 있습니까?

- ① 예
- ② 아니오

~ 2 ~

아) 귀농장에서 구제역 접종으로 인한 접종 스트레스나 부작용 사례를 경험하였다면 어떤 경우가 있었습니까?

- ① 접종스트레스나 부작용사례 : ( )
- ② 발상두수
- ③ 발생비용
- ④ 기타

자) 귀 농장에서 구제역백신 접종시 및 접종 전후 접종스트레스 예방을 위한 조치 사항이 있습니까?

- ① 예
- ② 아니오

차) 귀 농장에서 구제역백신 접종시 및 접종 전후 접종스트레스 예방을 위한 조치 내용은 무엇입니까?

- ① 접종전부터 스트레스 완화제 투여
- ② 접종시 스트레스 완화제 혼합주사
- ③ 접종후 스트레스 완화제 투여
- ④ 기타

카) 귀 농장에서 구제역백신 접종시 및 접종 전후 접종스트레스 완화제 종류, 투여방법, 투여시 기는?

- ① 완화제 종류
- ② 투여시기 및 기간
- ③ 1일 또는 1회 투여량

~ 3 ~

타) 귀 농장의 송아지에서 구제역 모체이행항체가 소실되는 시기를 알고 계십니까?

- ① 알고 있다
- ② 모른다

파) 귀 농장은 이전에 구제역항체가 미달이 되었던 경우가 있으셨습니까?

- ① 항체가 미달 ( )의 경험
- ② 없음

하) 구제역항체가 미달을 극복하기 위해 변경한 조치가 있으십니까?  
 (복수선택 가능)

- ① 사용 구제역백신 변경(변경 전-후 백신명 기입)  
 [ 변경 전: ]  
 [ 변경 후: ]
- ② 구제역백신 접종일 변경(변경 전-후 접종일 기입)  
 [ 변경 전: ]  
 [ 변경 후: ]
- ③ 구제역백신 접종량 변경(변경 전-후 접종량 기입)  
 [ 변경 전: ]  
 [ 변경 후: ]
- ④ 없음

가) [구제역항체가 미달 극복을 위한 변경한 조치] 중 구제역백신과 관련된 변경 조치 적용 후 구제역항체가 미달 문제가 해결되었습니까?

- ① 예
- ② 아니오

~ 4 ~

**2 구제역백신의 접종 전 관리**

**가) 구제역백신을 어떻게 주문하고 계십니까?**

- ① 원하는 백신이 따로 없어 축협에서 공급하는 백신을 사용한다.
- ② 원하는 백신을 축협에 주문하여도 구할 수 없어 축협에서 공급하는 백신을 사용한 적이 있다.
- ③ 원하는 백신을 축협에 주문하여 수령하여 사용한다.
- ④ 기타(시군구청 수령, 공수의가 접종시 가져옴)

**나) 구제역백신 수령 시 제품의 유효기간을 확인하여 기록하십니까? (년-월-일)**

- ① 예
- ② 아니오

**다) 구제역백신 수령 시 제품의 실제 온도를 확인하여 기록하십니까? (비접촉 온도계 사용)**

- ① 예
- ② 아니오

**라) 구제역백신 수령 후 운반시 냉장상태를 유지하십니까?**

- ① 예
- ② 아니오

**마) 구제역백신 수령 후 운반시 냉장상태 유지 방법은 무엇입니까?**

- ① 차량용 냉장고
- ② 휴대용 냉장고에 얼음 또는 얼음주머니 충전
- ③ 휴대용 냉장팩에 얼음 또는 얼음주머니 충전
- ④ 일반 비닐봉투에 얼음 또는 얼음주머니 충전

~ 5 ~

⑤ 기타 :

**비) 구제역백신 농장 도착 후 제품을 어떻게 보관하십니까?**

- ① 냉장보관
- ② 냉동보관
- ③ 상온보관

**사) 구제역백신 농장 도착후 제품 보관시 온도 관리 기준은 몇도 일니까?**

( ) ~ ( ) °C

**아) 구제역백신 보관고(냉장고 등)의 온도를 확인하십니까?**

- ① 정기적으로 확인
- ② 비정기적으로 확인
- ③ 확인 하지 않음

**자) 구제역백신을 보관고(냉장고 등)에 보관시 주의사항은?**

- ① 보관고(냉장고 등)에 보관할 때 제품을 보관
- ② 보관고(냉장고 등) 벽과 5cm 이상 떨어뜨려 보관

**차) 구제역백신의 선입-선출 관리를 하고 계십니까?**

- ① 예 (제품 입고 시, 기존 보관 제품을 앞쪽으로 이동시키고 새 제품을 기존 제품의 뒤쪽에 보관)
- ② 아니오 (제품 입고 시, 새 제품과 기존 보관 제품의 구분 없이 새 제품을 냉장고 내 빈 공간에 보관)



~ 6 ~

**카) 구제역백신 접종 전 보관되어 있던 백신의 상태를 확인하고 접종하십니까?**

- ① 백신의 이상 여부(유효기간, 충전리 현상 등)를 확인 후 사용
- ② 별도의 확인 절차 없이 사용

**타) 구제역백신 접종 전 제품을 가열/동결하여 사용하십니까?**

- ① 보관고(냉장고 등)에서 꺼내 바로 사용한다
- ② 보관고(냉장고 등)에서 꺼내 상온(15~25°C)에 2~3시간 놓아 두었다가 사용한다
- ③ 보관고(냉장고 등)에서 꺼내 가열장치/동결기를 이용해 제품의 온도가 20°C 정도가 된 후 사용한다

**파) 구제역백신 접종 직전 제품을 흔들어서 사용하십니까?**

- ① 부드럽게 흔들어 사용한다.
- ② 강하게 흔들어 사용한다.
- ③ 흔들지 않는다.



~ 7 ~

**3 구제역백신 접종 시 관리**

**가) 구제역백신 접종 시 접종자는 누구 일니까?**

- ① 자가접종(농장주, 종업원 : 내국인( )명, 외국인( )명)
- ② 공수의(방문자수: )명
- ③ 전담수의사
- ④ 축협 또는 사료공장 직원(방문자수: )명
- ⑤ 기타(방문자수: )명

**나) 외부인이 접종하는 경우 매번 접종자가 동일하니까?**

- ① 예
- ② 아니오

**다) 농장주가 아닌 사람이 접종하는 경우 구제역백신 접종 시 농장주가 입회 하십니까?**

- ① 예
- ② 아니오

**라) 구제역백신 접종 유형에 동그라미(O)를 표기해주시시오.**

주사유형	접종경로	접종량	접종부위
1) 일반주사기	1) 근육	1) 0.5ml	1) 이근부
2) 연속주사기	2) 피내	2) 1ml	2) 등
		3) 2ml	3) 둔부
		4) 2ml 초과	

~ 8 ~

미) 구제역백신 접종 시 사용하는 주사침의 유형에 동그리미(O)를 표기해주세요.

- ① [장침(1.5인치 이상) / 단침(1인치)] [20G / 18G / 16G / 14G]
- ② 잘 모르겠다

비) 구제역백신 접종 시 주사침의 교체 주기는 무엇입니까?

- ① 1두 1침
- ② 2-5두 1침
- ③ 6-10두 1침
- ④ 11~20두 1침
- ⑤ 21두 이상 1침
- ⑥ 두수에 상관없이 교체하지 않음
- ⑦ 두수에 상관없이 교체함
- ⑧ 기준이 없다



사) 구제역백신 접종 시 사용하는 주사침을 어떻게 관리하십니까?

- ① 연속주사기에 주사연결줄을 연결하여 접종
- ② 연속주사기에 주사침을 직접 꽂아 접종
- ③ 일반 주사기에 주사침을 직접 꽂아 접종

아) 구제역백신 접종 시 백신역이 모두 주입 됩니까?

- ① 주사기에 잔량 없이 모두 주입된다.
- ② 주사기에 잔량이 일부 남는 경우도 있다.
- ③ 일부 백신역이 피부에 흐르는 경우도 있다.

~ 9 ~

자) 구제역백신 접종 시 소 보정 방법은 무엇입니까?

- ① 소단전에 보정한 후 접종
- ② 소를 물이판, 칸막이 등을 사용하여 한 곳에 모이게 한 후 접종
- ③ 별도 보정시설이나 유도로 등에 보정한 후 접종
- ④ 물이 및 보정 없이 개체를 따라다니며 접종
- ⑤ 기타

#### 4 구제역백신 접종 후 관리

가) 구제역백신 접종후 접종내역은 어떻게 관리하십니까?

- ① 예
- ② 아니오



가-2) 구제역백신 접종 후 접종내역은 어떻게 관리하십니까? (관리시스템에 접종정보를 입력하십니까?)

- ① 예
- ② 아니오

나) 접종후 접종내용에 대한 기록내용은 무엇입니까? (복수선택 가능)

- ① 개체별 기록카드에 기록
- ② 농장관리 일지에 기록
- ③ 접종 백신명
- ④ 접종백신 Lot 번호
- ⑤ 백신 두수, 사용 백신수, 기타

다) 백신접종 후 구제역 항체가 모니터링을 하십니까?

~ 10 ~

- ① 예
- ② 아니오

라) 백신접종 후 구제역 항체가 모니터링을 하는 경우 항체가 검사기관은 어디입니까?

- ① 동물위생시험소
- ② 민간병성감정기관

마) 출하 전에 구제역 항체가 검사를 신청하는 곳은 어디입니까?

- ① 축협 또는 한우협회
- ② 가축위생방역지원본부
- ③ 동물위생시험소
- ④ 기타( )

바) 구제역 항체가 모니터링 결과를 바탕으로 백신 프로그램을 조정하십니까?

- ① 예
- ② 아니오

사) 구제역 항체가 모니터링 결과를 바탕으로 백신프로그램 조정시 수의사와 개선포에 대해 상의하십니까?

- ① 예
- ② 아니오

~ 11 ~

아) 구제역 항체가 모니터링 결과를 신뢰하십니까?

- ① 예
- ② 아니오

자) 구제역 항체가 모니터링 결과를 신뢰하지 않는다면 개선방안은 무엇인지요?

( )

※ 긴 설문조사에 끝까지 응해 주심에 진심으로 감사합니다 ※

본 설문조사에서 얻은 귀하의 소중한 정보 및 의견은 귀중하게 사용될 것이며 연구 이외의 다른 목적으로 결코 이용되지 않을 것입니다.

귀하와 귀 농장의 무궁한 발전을 다시 한 번 기원합니다.

~ 12 ~

(5) 설문조사 결과(양돈)

① 지역, 규모별 항체가 미달 경험 여부

- 지역, 상시 사육 두수에 따른 차이 없음

G1 비육돈 항체가 미달 경험 無
G2 비육돈 항체가 미달 경험 有

		경기	충북	충남	강원	경북	경남	전북	전남	소계
G1	개	5	1	13	1	5	4	11	2	42
		11.9%	2.4%	31.0%	2.4%	11.9%	9.5%	26.2%	4.8%	100.0%
G2	개	5	5	13	0	8	1	5	0	37
		13.5%	13.5%	35.1%	0.0%	21.6%	2.7%	13.5%	0.0%	100.0%

		1두 이상 ~3000두 미만	3000두 이상~ 5000두 미만	5000두 이상~ 7000두 미만	7000두 이상~ 10000두 미만	10000두 이상~ 20000두 이상~	20000두 이상~ 30000두 이상~	소계
G1	개	18	12	3	2	6	0	42
		42.86%	28.57%	7.14%	4.76%	14.29%	0.00%	100.00%
G2	개	20	8	2	1	4	2	37
		54.05%	21.62%	5.41%	2.70%	10.81%	5.41%	100.00%

<표 39. 지역, 규모별 항체가 미달 경험 여부(양돈)>

② 구제역 항체가 미달 후 개선을 위한 조치사항

- 구제역 백신을 제품을 변경한 사례가 17건으로 가장 많음
- 대부분 사례(16건)가 A백신에서 다른 백신 제품으로 변경한 사례였고, 모두 이후 개선 되었다고 답변함
- 구제역 백신 접종 일령을 변경한 사례의 경우 모두 기준보다 접종일을 늦춤
- 1회 접종하던 농장의 경우 2회 이상 접종으로 변경 후 항체 양성율이 개선
- 설문조사 결과 무침 주사기 사용은 구제역 항체 형성에 부정적인 영향을 주는 것으로 확인

변경 조치	답변자수	비율	개선된 농장	개선된 비율
1) 구제역 백신 변경	17	45%	17	100%
2) 구제역 백신 접종 일령 변경	7	18%	7	100%
3) 구제역 백신 접종 횟수 변경	7	18%	7	100%
1회 -> 2회	5		5	100%
2회 -> 3회	2		2	100%
4) 구제역 접종 방법 변경	7	18%	4	57%
연속주사기 -> 무침주사기로 변경	3		0	0%
무침주사기 -> 근육주사로 변경	4		4	100%
합계	38	1	35	

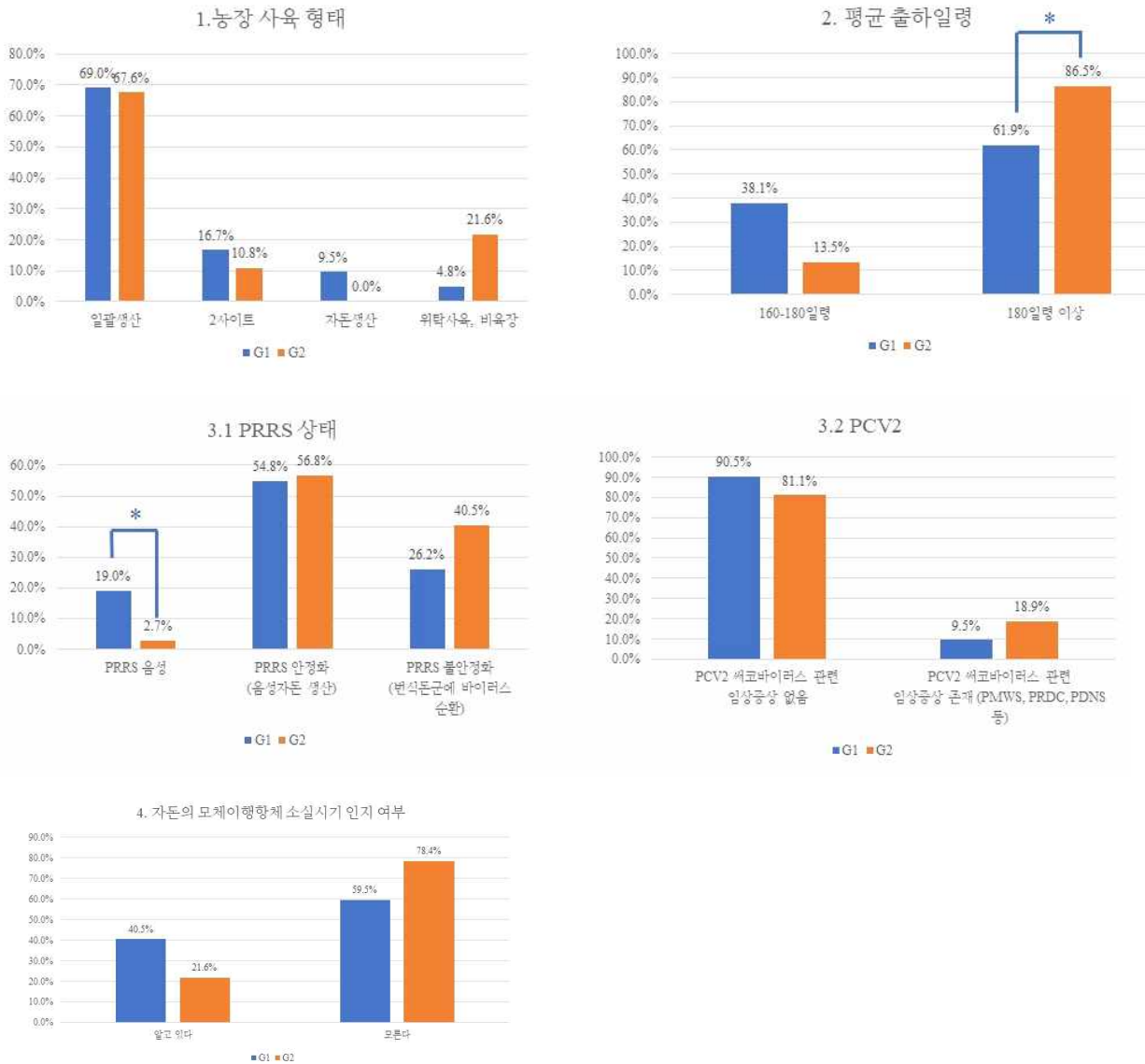
<표 40. 구제역 항체가 미달 후 개선을 위한 조치>

③ 전반적인 농장 상황에 따른 항체가 미달 경험

- 번식농장에 비해 비육장이나 위탁장에서 항체가 미달 경험이 많음



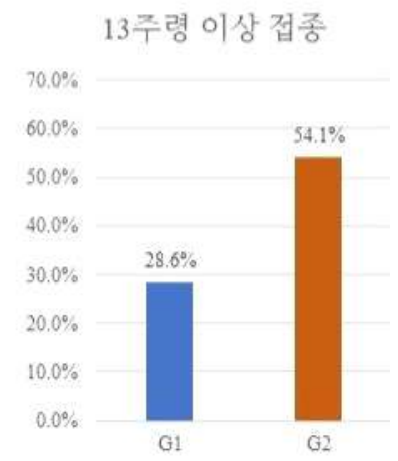
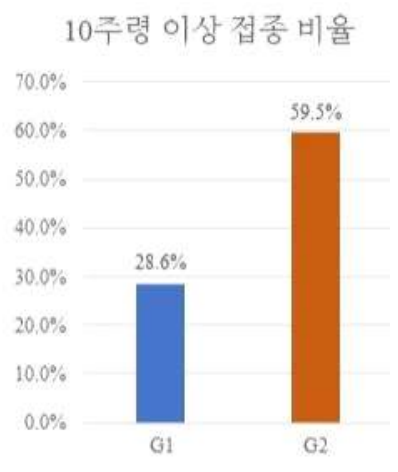
- 평균 출하 일령이 빠른 농장일수록 항체가 미달 경험의 적음
- PRRS, PCV2와 같은 질병 문제가 적은 농장일수록 항체가 미달 경험의 적음
- 전반적인 관리가 미흡할 수 있는 비육장/위탁장이나 생산성적이 낮고, 질병 문제가 있는 농장일수록 구제역 백신 접종관리에 주의가 필요
- 자돈의 모체이행항체 소실 시기 인지 여부에 대한 답변에서 모른다고 답변한 농장에서 구제역 항체가 미달 경험이 많은 것으로 나타남. 이는 구제역 백신에 대한 인식의 차이가 직/간접적으로 백신에 대한 전반적인 관리의 차이로 이어질 수 있음을 시사



<그림 10. 전반적인 농장 상황에 따른 항체가 미달 현황>

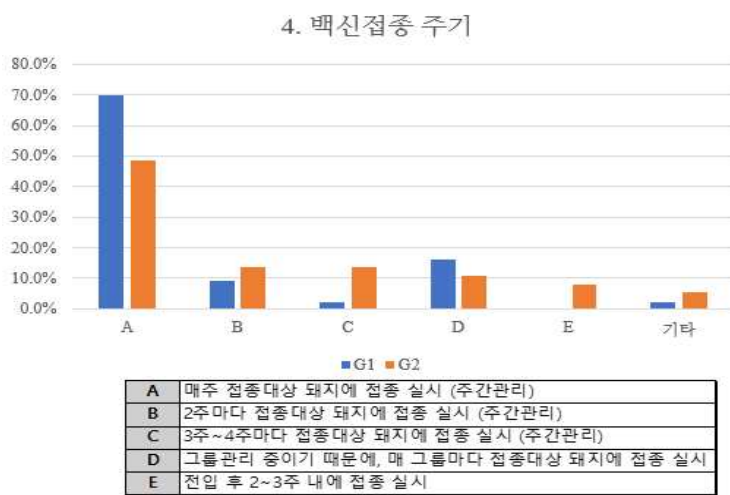
#### ④ 구제역 백신 접종 프로그램

- 조사결과 농장에 따라 구제역 백신 접종 시기가 기존과 다르게 실행되는 경우가 있고 그에 따라 구제역 항체가 미달 경험 여부에 차이가 나타남
- 자돈의 구제역 백신접종 기준은 8주령, 12주령 접종임. 반면, 항체가 미달 경험이 있는 농장이 전반적으로 구제역 백신 접종을 기준보다 늦게 실시하는 경우가 많게 나타남

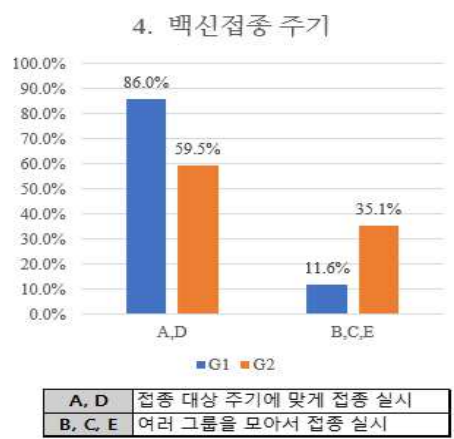


<그림 11. 구제역 백신 접종 시기 현황 >

- 구제역 백신 접종을 접종 시기에 맞게 실시하지 않고, 여러 그룹을 모아서 실시하는 경우에서 구제역 항체가 미달 경험이 많은 것으로 나타남
- 여러 그룹을 모아서 백신을 할 경우 백신 누락의 위험성이 높아지고, 기준 일령과 다른 시기에 백신이 접종될 수 있기 때문에, 접종 대상의 주기에 맞게 접종해야 함



<b>A</b>	매주 접종대상 돼지에 접종 실시 (주간관리)
<b>B</b>	2주마다 접종대상 돼지에 접종 실시 (주간관리)
<b>C</b>	3주~4주마다 접종대상 돼지에 접종 실시 (주간관리)
<b>D</b>	그룹관리 중이기 때문에, 매 그룹마다 접종대상 돼지에 접종 실시
<b>E</b>	전입 후 2~3주 내에 접종 실시

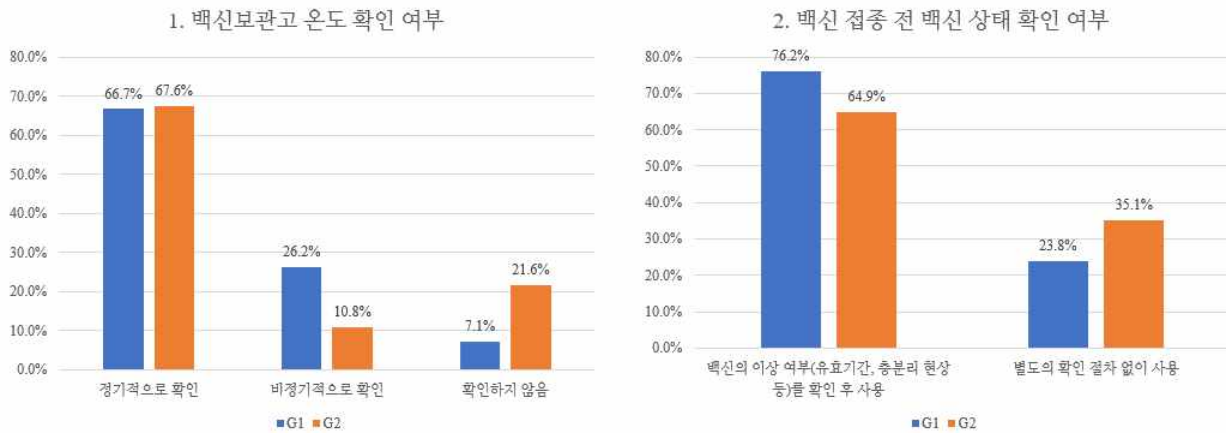


<b>A, D</b>	접종 대상 주기에 맞게 접종 실시
<b>B, C, E</b>	여러 그룹을 모아서 접종 실시

<그림 12. 구제역 백신접종 주기 현황>

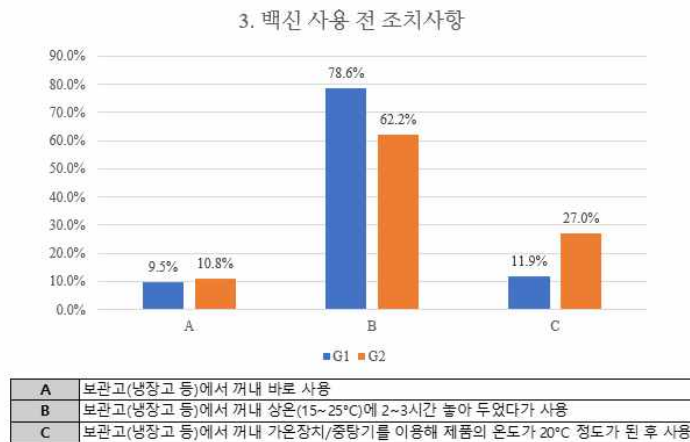
⑤ 구제역 백신 접종 전 관리; 백신 사용 전 조치 사항

- 항체가 미달 경험이 있는 농장에서 백신 보관고의 온도를 확인하지 않는다고 답변한 농장이 많음
- 항체가 미달 경험이 있는 농장에서 백신 사용 전 백신 상태에 대한 별도의 확인을 하지 않는다고 답변한 농장이 많음
- 백신 보관고의 고장이나 백신의 변질 등은 자주 발생하는 문제는 아닐 수 있기 때문에 항체가 미달의 직접적인 원인으로 보기는 어려움. 하지만 **백신 보관고의 온도확인 여부나 백신 사용 전 이상 여부를 확인하는 것은 구제역 백신에 대한 전반적인 관리 수준을 대변할 수 있음**



<그림 13. 구제역 백신 보관고 온도확인 및 접종 전 백신상태 확인 여부>

- 가온장치/중탕기를 이용해 백신을 데우는 경우 항체가 미달 경험이 더 많음
- 항온수조(가온장치) 사용은 기준 이상으로 가온되거나 백신의 오염 가능성이 있기 때문에 권장되지 않음



<그림 14. 구제역 백신 사용 전 조치사항>

⑥ 구제역 백신 접종시 관리: 백신 전담직원 여부

- 2018년 SP 항체가 0% 농장의 설문 조사결과에서 20개 농장 중 접종요령이 미숙한 접종이 원인이 된 것이 4사례 있음
- 이번 조사에서도 미달 경험이 있는 그룹에서 지정 담당자가 아닌 경우가 미달 경험이 없는 농장대비 높은 경향을 보임 (통계적 유의성은 없음)
- 접종 시 숙련자 또는 책임있는 사람이 접종 방법에 대한 입회 또는 피드백이 필요하다고 생각됨



<그림 15. 구제역 백신 접종 전담 직원 여부>

⑦ 구제역 백신 접종시 관리 : 주사침 유형

- 1차 접종에서 장침(1.5인치)의 사용 비율은 미달 경험이 없는 그룹에서 33%, 미달 경험이 있는 그룹에서 13%로 구제역 미달 경험이 없는 농장이 장침의 사용 비율이 더 높게 나타남
- 1차의 경우 현행 매뉴얼이 단침 (60kg 미만) 사용. 하지만 접종 시 주사침이 비스듬할 경우 정확히 근육에 접종되지 않는 경우가 있기 때문에 장침을 이용한 접종이 유리할 수 있음

		장침(1.5인치 이상), 20G	장침(1.5인치 이상), 19G	장침(1.5인치 이상), 18G	장침(1.5인치 이상), 18G	단침(1인치), 20G	단침(1인치), 19G	단침(1인치), 18G	단침(1인치), 16G	잘 모르겠다	무응답	소계		장침	단침
		개	개	개	개	개	개	개	개	개	개	개		개	개
항체가 미달	개	0	8	6	0	2	11	14	0	0	1	42		14	27
	%	0.00%	9.76%	7.32%	0.00%	2.44%	13.41%	17.07%	0.00%	0.00%	1.22%	51.22%		17%	33%
항체가 미달 경험 없음	개	0	3	2	0	7	6	14	0	0	8	40		5	27
	%	0.00%	3.66%	2.44%	0.00%	8.54%	7.32%	17.07%	0.00%	0.00%	9.76%	48.78%		6%	33%
소계	개	0	11	8	0	9	17	28	0	0	9	82		19	54
	%	0.00%	13.41%	9.76%	0.00%	10.98%	20.73%	34.15%	0.00%	0.00%	10.98%	100.00%		23%	66%

<표 41. 구제역 백신 접종시 관리( 주사침 유형/양돈)>

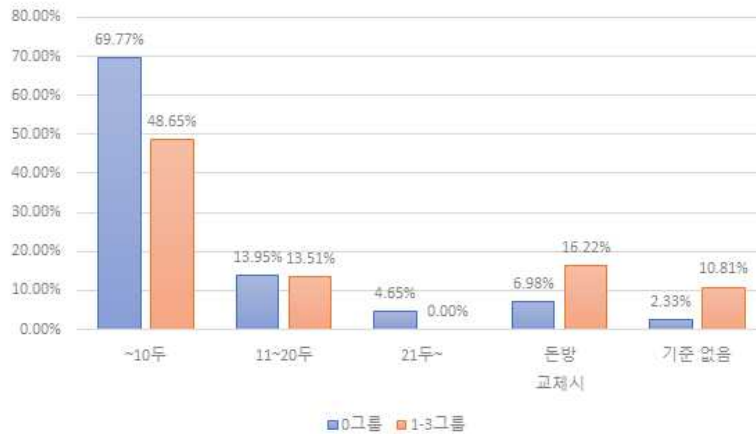
⑧ 구제역 백신 접종시 관리: 주사침 교체 주기

- 항체가 미달 경험 없는 군에서 10두 이하로 접종 후 주사침을 교체한다는 답변한

농장이 항체가 미달 경험이 있는 군보다 많게 나타남

- 교체 기준이 없거나, 두수에 상관없이 돈방 교체 시 교체한다고 답변한 농장이 항체가 미달 경험이 있는 그룹에서 많게(18%, 10농장) 나타남
- 많은 두수 접종 시 접종 부위 화농 형성에 영향을 줄 수 있기 때문에 적정 두수로 교체 필요

6) 주사침 교체 주기



<그림 16. 구제역 백신 접종 주사침 교체 주기>

⑨ 구제역 백신 접종 후 관리: 백신 접종 대장 기록

- 백신 접종 대장은 대부분의 농장에서 기입 중이며, 기록 내용에 따른 그룹 간 차이는 실제 결과와는 큰 의미 없음
- 접종 백신명 및 Lot 번호, 백신 사용량의 기록은 항체 미달 시 농장에서 제출할 수 있는 객관적인 자료임에도 79개 농장의 50% 미만만 기록하고 있음



<그림 17. 구제역 백신 접종 대장 작성 여부 및 접종 대장 기록 내용>

(6) 설문조사 결과(한우)

① 지역, 규모별 항체가 미달 경험 여부

		일관사육	비육전업	번식전업	소계
G1	개	13	1	13	27
	%	48.15%	3.70%	48.15%	100.00%
G2	개	31	1	9	41
	%	75.61%	2.44%	21.95%	100.00%
소계	개	44	2	22	68
	%	64.71%	2.94%	32.35%	100.00%

G1 항체가 미달 경험 有  
G2 항체가 미달 경험 無

		1두 이상	50두 이상~ 100두 미만	100두 이상~	150두 이상~	200두 이상~	250두 이상~	300두 이상~	소계
		~50두 미만	100두 미만	150두 미만	200두 미만	250두 미만	300두 미만		
G1	개	4	12	7	2	0	0	2	27
	%	14.81%	44.44%	25.93%	7.41%	0.00%	0.00%	7.41%	100.00%
G2	개	2	20	10	8	0	0	1	41
	%	4.88%	48.78%	24.39%	19.51%	0.00%	0.00%	2.44%	100.00%
소계	개	6	32	17	10	0	0	3	68
	%	8.82%	47.06%	25.00%	14.71%	0.00%	0.00%	4.41%	100.00%

<표 42. 지역, 규모별 항체가 미달 경험 여부(한우)>

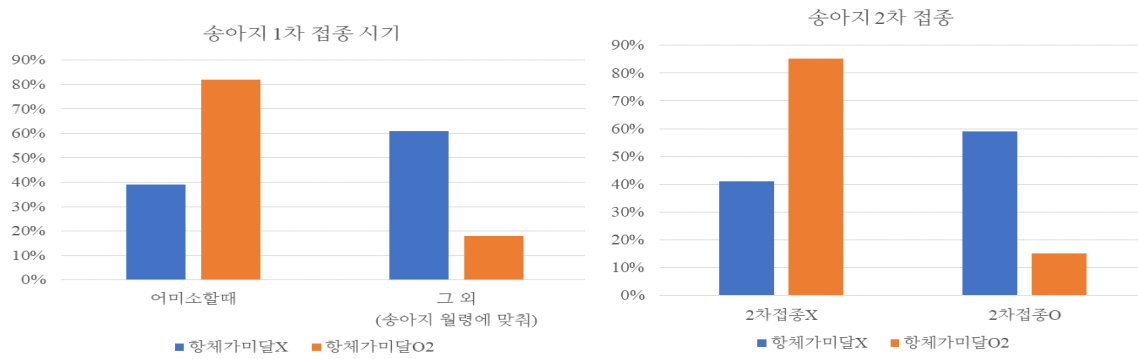
- 사육형태, 상시 사육 두수에 따른 차이 없음

② 전반적인 농장 상황에 따른 항체가 미달 경험

- 송아지 설사병, 호흡기병 상황에 따른 영향 분석
- 백신 종류, 발병 시기, 발병율, 폐사율에 대한 설문을 받았으며, 영향은 적은 것으로 여겨짐

③ 구제역 백신 접종 프로그램

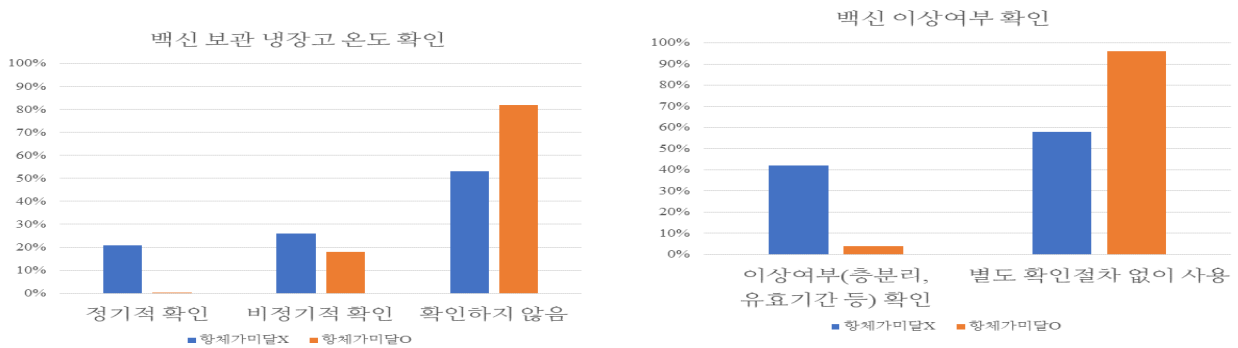
- 조사결과 농장에 따라 구제역 백신 접종 시기가 다양한 것으로 확인되었으며, 그에 따라 구제역 항체가 미달 경험 여부에 차이가 나타남
- 송아지 1차 접종의 경우 항체 미달 경험이 있는 농가에서는 높은 비율에서 송아지 월령에 맞추지 않고, 어미소 접종 시 같이 접종하였음
- 2차 접종은 항체가 미달 경험이 있는 농가에서 접종하지 않는 비율이 높음
- 여러 그룹을 모아서 백신을 할 경우 백신 누락의 위험성이 높아지고, 기준 일령과 다른 시기에 백신이 접종될 수 있기 때문에, 접종 대상의 주기에 맞게 접종해야 함
- 또한 정확한 백신 효능을 보이기 위해서는 부표로 등록된 접종 방법인 2회 접종을 실시하여야 함



<그림 18. 송아지 1차, 2차 구제역 백신 접종 시기>

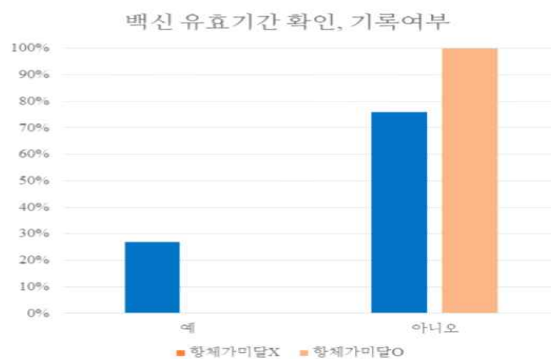
④ 구제역 백신 접종 전 관리; 백신 사용 전 조치 사항

- 항체가 미달 경험이 있는 농장에서 백신 보관고의 온도를 확인하지 않는다고 답변한 농장이 많음
- 항체가 미달 경험이 있는 농장에서 백신 사용 전 백신 상태에 대한 별도의 확인을 하지 않는다고 답변한 농장이 많음



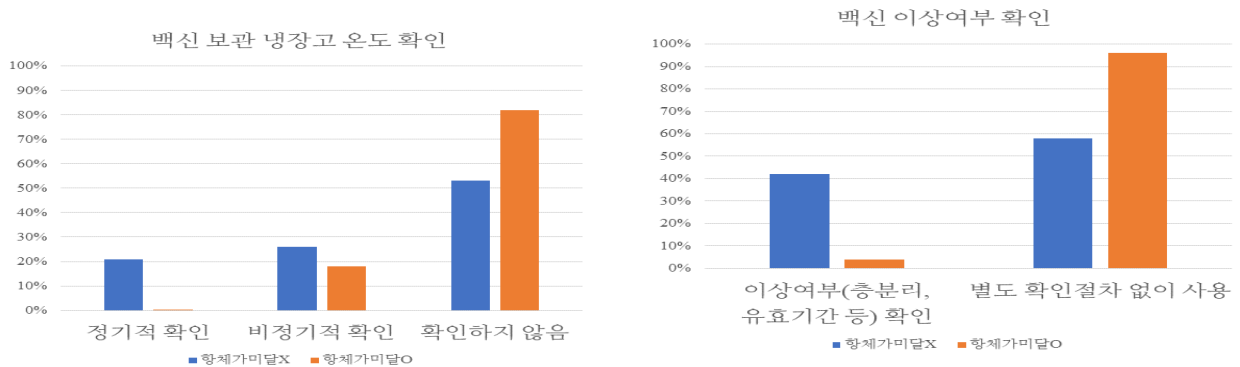
<그림 19. 구제역 백신 보관 냉장고 온도 확인 및 백신이상여부 확인>

- 또한 사용 전 유효기간을 확인하지 않는 비율이 항체가 미달 경험이 있는 농가에서 더 높게 나타남
- 백신 보관고의 고장이나 백신의 유효기간 초과, 백신의 변질 등은 자주 발생하는 문제는 아닐 수 있기 때문에 항체가 미달의 직접적인 원인으로 보기는 어려움. 하지만 백신 보관고의 온도확인 여부나 백신 사용 전 이상 여부를 확인하는 것은 구제역 백신에 대한 전반적인 관리 수준을 대변할 수 있음



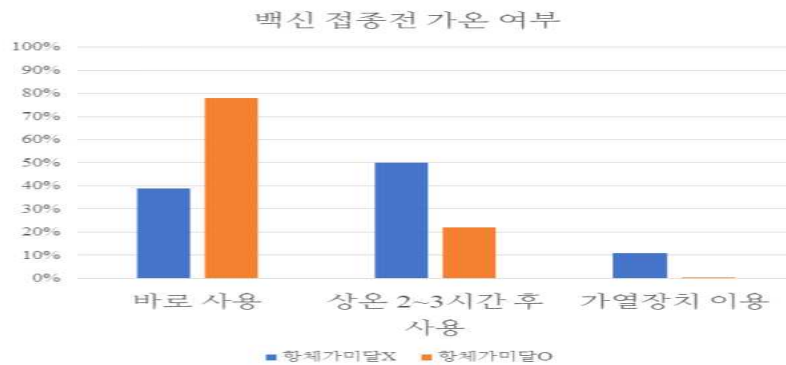
<그림 20. 구제역 백신 유효기간 확인, 기록여부>

- 백신 보관 시 권장 사항인 냉장고 벽과 5cm 이상 이격하는 미달 경험이 있는 농가에서 더 낮은 비율로 실천하는 것으로 확인
- 운반 시 휴대용 냉장고나 냉장팩을 이용하여 냉장상태를 유지하는 경우가 미달 경험이 있는 농가에서는 없었고, 일반 비닐봉지를 이용하여 운반함
- 백신의 품질을 접종 시까지 유지하기 위해 냉장보관은 필수적으로 관련 인식 개선이 필요할 것으로 사료 됨



<그림 21. 구제역 백신 보관 냉장고 온도확인 및 백신이상여부 확인>

- 백신 사용 전 냉장상태의 백신의 온도를 올려주는 작업을 미달 경험이 있는 농가에서 높은 비율로 실천하고 있지 않음



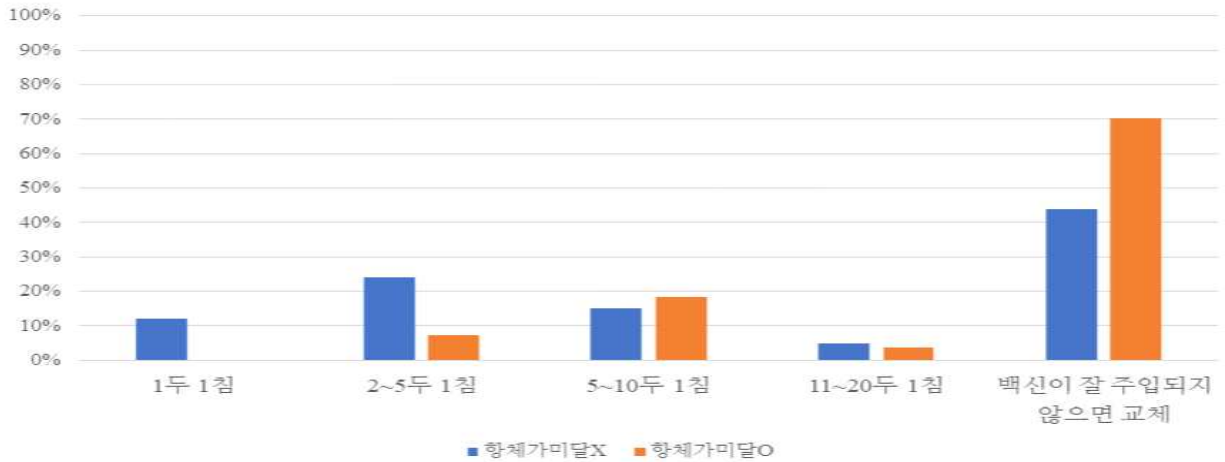
<그림22. 구제역 백신 접종 전 가온 여부>

⑤ 구제역 백신 접종시 관리: 주사침 교체주기

- 항체가 미달 경험이 있는 농장이 그렇지 않은 농장들에 비해 한 주사침으로 많은 소에 접종하는 것으로 나타남
- 많은 두수 접종 시 접종 부위 화농 형성에 영향을 줄 수 있기 때문에 적정 두수로 교체 필요



주사침 교체 주기

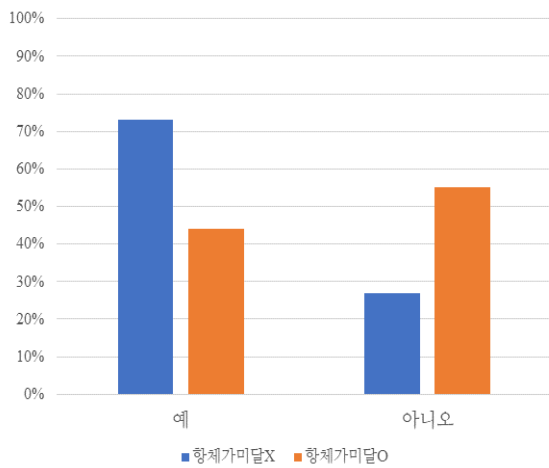


<그림 23. 구제역 백신 접종 주사침 교체주기>

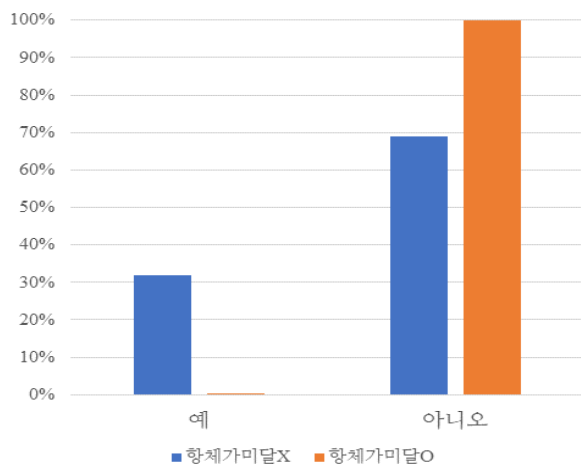
⑥ 구제역 백신 접종 후 관리: 백신 접종 기록

- 항체가 미달 경험이 있는 농가에서 높은 비율로 백신 접종내용을 기록하지 않고, 이력 관리시스템에도 반영하지 않는 것으로 확인.
- 단순한 접종 관련 기록이 백신 항체가를 높이진 않지만, 구제역 백신에 대한 농장의 관심과 접종 정도가 항체가 미달 여부에 영향을 미치는 것으로 볼 수 있음

접종 내용 기록



이력관리시스템 입력 여부



<그림 24. 구제역 백신 접종 내용 기록 및 이력관리시스템 입력 여부>

(7) 설문조사 결과 고찰

- 구제역 백신 관리 및 접종과 관련된 농장 설문조사를 통하여 백신 항체 양성율에 영향을 주는 요소를 분석함
- 농장 소재 지역, 규모, 백신 접종 프로그램, 백신 종류, 접종 주기에서는 항체 양성률에 유의성 있는 영향을 주는 요소를 확인하지 못함

(한우)

- 구제역 백신 수령 후 운반 시 냉장상태 유지방법, 백신 보관고(냉장고 등)의 온도 확인 여부가 항체 양성율에 유의성 있는 영향을 줌
- 백신 접종 프로그램을 부표에서 제시하는 방법에 맞춰 접종하지 않는 농가의 비율이 높은 것으로 나타남. 정확한 시기에 접종하면 과태료 처분율을 낮출 수 있으리라 여겨짐

<표 43. 백신 항체 양성률에 영향을 주는 요소(한우)>

번호	변수명	내용	p_value
1	Vaccination.of.calves_2	송아지 구제역 백신 접종 프로그램 2차	0.011
2	Storage.in.the.storage.room	보관고(냉장고 등) 내에 백신 보관방법	0.012
3	Vaccination.of.calves_1	송아지 구제역 백신 접종 프로그램 1차	0.013
4	Heating.bathing.the.product.before.inoculation	백신 접종 전 제품 가열/중탕하는지 여부	0.016
5	How.to.keep.refrigerated	구제역백신 수령 후 운반시 냉장상태 유지 방법	0.044
6	Check.storage.temperature	백신 보관고(냉장고 등)의 온도 확인 여부	0.047
7	Needle.replacement.cycle	접종 시 주사침의 교체 주기	0.083
8	vaccination.side.effects_case	구제역 접종으로 인한 접종 스트레스나 부작용 사례	0.095
9	Injection.method	접종 시 사용하는 주사 방법	0.130
10	Type.of.inoculation_injection	백신 접종 유형	0.131
11	Needle.type	주사침 유형	0.158
12	Temperature.management.standard	백신 농장 도착후 제품 보관시 온도 관리 기준	0.165
13	R_Type.of.vaccine	호흡기병 백신 종류	0.197
14	D_Type.of.vaccine	설사병 백신 종류	0.212
15	vaccination.side.effects_Number	부작용 발생두수	0.212
16	D_Incidence.rate	설사병 발병률	0.224
17	D_Vaccine.timing	설사병 백신 시기	0.253
18	Shake.the.product.just.before.inoculation	백신 접종 직전 제품을 흔들어 사용하는 지 여부	0.267
19	R_Vaccine.timing	호흡기병 백신시기	0.374
20	Vaccine.order	백신 주문 방법	0.491
21	Keep.refrigerated	백신 수령 후 운반시 냉장상태 유지 방법	0.557
22	Product.storage	백신 농장 도착 후 보관 방법	0.557
23	R_Incidence.rate	호흡기병 발병률	0.606
24	vaccination.side.effects	백신 부작용 사례	0.674
25	Other.diseases	다른 질병 경험 유무	1.000

(양돈)

- 농장의 기본 성적관리, 면역억제 질병 관리, 백신의 정량접종이 항체 양성율에 유의성 있는 영향을 주는 것으로 확인됨
- 특히 면역억제 질병(PRRS, PCV2)의 경우,
  - 1) 면역억제 질병이 구제역 항체 형성에 부정적 영향을 줄 가능성
  - 2) 전반적인 농장 관리가 떨어지는 농가에서 구제역 백신 접종에 대한 관리가 부족할 가능성이 있음

<표 44. 백신 항체 양성률에 영향을 주는 요소(양돈)>

번호	변수명	내용	p-value
1	"Y_target"	항체 여부	0.038
2	"loca"	농장 지역(도 기준)	0.256
3	type_farm	사육형태	0.038
4	"pig_tem_c"	모돈(수) 범주형	0.191
5	"pig_to_c"	총 사육(수) 범주형	0.604
6	"prrs"	PRRS 유형(기저질환 여부)	0.053
7	"circo_virus"	써코 바이러스 증상 여부	0.580
8	"vacc"	구제역 백신 선택 시 최우선 기준	0.100
9	"sons_vacc1"	자돈 백신 접종(출하전 횟수)	1.000
10	"sons_vacc2"	자돈 백신 1차(주령)	0.182
11	"sons_vacc3"	자돈 백신 2차(주령)	0.124
12	"vacc_term"	백신 접종 주기	0.100
13	"vacc_por1"	19년에 사용한 백신 비율 1	0.142
14	"vacc_por2"	19년에 사용한 백신 비율 2	0.446
15	"vacc_por3"	19년에 사용한 백신 비율 3	0.086
16	"vacc_name1"	19년에 사용한 백신명	0.134
17	"stress_rele"	스트레스 완화제 사용 여부	0.751
18	"temp"	백신 실제 온도 확인 여부	0.067
19	"save"	백신 보관 방법	0.580
20	"utility"	백신 보관보(냉장고) 보관 방법	0.207
21	"utility_shake"	백신 접종 전 가운/중탕 사용 여부	0.186
22	"u_jusa_ca1"	유침 주사의 유형	0.008
23	"u_jusa_ca2"	유침 주사 유형(1차 접종시)	0.354
24	"u_jusa_sub"	유침 주사침의 교체주기	0.047
25	Other.diseases	다른 질병 경험 유무	1.000

가. Epitools 역학계산기 현황 분석

- <https://OOOOools.ausvet.com.au/>
- 호주, 비영리재단인 AUSVET가 개발 관리하고 있으며, 질병 유병률을 추정하거나 구조적 조사 또는 기타 역학 응용프로그램을 통해 질병 청정을 입증하는 역학 및 연구자들이 활용할 수 있는 서비스임
- Epitools 역학계산기 현황 분석을 통한 구축 시스템 설계 진행(2단계)
- 기능 구조도

기능 구조		기능 설명
질병 감시 유틸리티	1단계 질병 청정 분석	간단한 1단계 설문조사 계획 및 분석 지원
	2단계 대표 청정 측량	샘플 크기를 추정하고 질병 청정을 입증하기 위한 2단계 조사결과 분석
	진정한 유병률 추정	불완전한 테스트 및 다양한 방법을 사용하여 설문조사 데이터에서 실제 유병률을 추정
	유한 인구 집단의 무리 민감도와 질병청정을 위한 HerdPlus 모듈	샘플링에 대한 집단 민감도 (SeH) 및 시스템 민감도 (Sse)를 계산하는데 사용
	풀링 유병률 계산기	샘플이 개별적으로 또는 그룹(풀)으로 테스트되거나 하나 이상의 테스트가 불완전한 민감도 및 / 또는 특이성으로 사용되는 유병률을 추정
	모집단에서 무작위 추출	샘플링 프레임 유무에 관계없이 무작위 샘플을 선택지원
	위험 기반 질병청정 조사	위험 기반 감시의 간단한 분석에 사용
	유한한 축군의 가축 질병 및 청정을 위한 Survey Tool Box	개발 도상국 및 선진국의 설문조사 설계 및 분석 지원
역학연구	생물학적 동등성 분석	생물학적 동등성 분석-2주기, 2처리 크로스 오버 시험 기능
	확률 분포	일반적으로 사용되는 확률 분포의 임계값 및 요약 백분위 수를 계산하는 데 사용
	샘플 크기 계산	필요한 평균 표본 크기를 계산하여 모집단 평균 또는 비율을 추정하거나, 두 평균 또는 두 비율 간의 유의미한 차이를 탐지하거나 실제 집단 수준 유병률을 추정
	통계적 유의성 테스트	다양한 통계적 유의성 테스트를 수행
	범주형 또는 연속형 데이터 요약	다양한 범주형 또는 연속형 데이터를 요약
진단 테스트의 적용		테스트 성능을 평가하고 테스트를 비교하거나 다양한 상황에 대한 테스트 매개 변수를 계산

## ○ 주요 기능 및 상세 기능

### □ 질병 청정 분석

이 유틸리티를 사용하여 간단한 1단계 설문 조사 계획 및 분석을 지원하여 질병의 청정을 입증. 이 방법은 집단 (동물, 어류, 식물 등)을 채집하여 군집 (무리, 무리, 농장, 탱크 등) 청정을 입증하기 위해, 또는 개체 또는 군집이 개체군 청정을 입증하는데 적합.

모든 방법은 모집단의 대표 단위 표본추출을 가정하며, 방법은 대규모 (또는 알려지지 않은) 및 유한한 (알려진) 모집단 크기에 대해 포함됩니다. 대부분의 옵션 (표시된 경우 제외)은 완벽한(100%) 테스트 특이성을 가정

### ○ 지정된 모집단 수준 (또는 무리, 무리, 군집 등) 감도를 달성하기위한 표본 크기

Design prevalence (proportion or units)	<input type="text" value="0.01"/>
Unit (test or cluster) sensitivity	<input type="text" value="0.9"/>
Required population sensitivity	<input type="text" value="0.95"/>
Population size (if known)	<input type="text"/>

#### - 입력값

- 유행률을 비율 또는 정수 단위 (군집 수준 민감도의 동물 및 모집단 수준 민감도의 클러스터)로 설계
- 집단 민감도를 계산하기 위한 군집 민감도 (cluster (herd) 민감도를 계산하기 위한 단위 민감도 또는 군집(herd) 감도)
- 필요한 인구 수준 민감도
- 모집단 크기(설계 유행률이 비율로 지정된 경우 선택, 설계 유행률이 여러 단위 인 경우 필수) 알 수 없는 경우 크기 없음

#### - 출력값

- 주어진 목표 모집단 감도, 설계 유행률 및 단위 감도에 필요한 샘플 크기
- 다양한 모집단 및 설계 유행률 값과 주어진 목표 모집단 민감도 및 단위 민감도에 대한 표본 크기의 표와 그래프.

Sample size for varying design prevalence and population size (Unit Se = 0.9, Population Se = 0.95)

	Pstar = 0.005	Pstar = 0.01	Pstar = 0.02	Pstar = 0.03	Pstar = 0.05	Pstar = 0.1	Pstar = 0.2	Pstar = 0.3	Pstar = 0.5
N = 50	n > N	n > N	n > N	44	36	26	15	11	7
N = 100	n > N	n > N	87	71	51	29	16	11	7
N = 200	n > N	173	118	88	58	31	17	11	7
N = 300	259	211	132	95	61	32	17	11	7
N = 500	351	251	144	101	63	33	17	11	7
N = 1000	501	288	155	106	65	33	17	12	7
N = 5000	628	324	164	110	67	34	17	12	7
N = 10000	647	328	166	111	67	34	17	12	7
N = 100000	664	333	167	111	67	34	17	12	7
N = 1000000	666	333	167	111	67	34	17	12	7
N = inf	665	332	165	110	66	32	16	10	6

○ 풀링 테스트를 사용한 청정(질병 탐지) 시연을 위한 표본 크기

이 유틸리티는 풀링된 테스트를 사용하고 고정된 풀 크기와 테스트를 가정하여 지정된 (확장된) 집단에 대해 지정된 디자인 유병률에서 질병(클러스터 감도)을 탐지할 수 있는 원하는 확률을 제공하기 위해 테스트해야 하는 풀 수를 계산. 알려진 민감도와 100% 특이성. 이 분석은 Christensen and Gardner(2000)의 방법을 적용. 알려진 시험 민감도, 완벽한 시험 특이성 및 감염된 집단을 선언하기 위해 하나 이상의 풀이 양성이라고 가정할 때(즉, 양성 풀이 없는 것으로 인식되어야 함)

Sample size for demonstration of freedom (detection of disease) using pooled testing

Size of pools

Pool-level test sensitivity

Desired cluster-sensitivity

Design (target) prevalence

- 입력값

- 입력은 사용된 풀 크기, 풀 레벨 테스트 감도, 원하는 클러스터 감도 및 디자인 (목표) 유병률(비례)
- 테스트 민감도는 풀 수준에서 측정(즉, 풀이 하나 이상의 감염된 단위를 나타내는 경우 풀이 긍정적으로 테스트할 확률)

- 출력값

- 주어진 설계 보급에 대해 원하는 클러스터 감도를 달성하기 위해 테스트해야하는 지정된 크기의 풀 수
- 동일한 테스트 감도가 모든 풀 크기에 적용된다는 가정하에 다양한 설계 유병률 값에 대해 원하는 클러스터 감도를 제공하기 위해 테스트해야하는 다양한 풀 크기 및 해당 풀 수의 표와 그래프

	Prevalence = 0.02 =	Prevalence = 0.005 =	Prevalence = 0.01 =	Prevalence = 0.02 =	Prevalence = 0.03 =	Prevalence = 0.04 =	Prevalence = 0.05 =	Prevalence = 0.1 =	Prevalence = 0.2 =
Pool size = 1	165	665	332	165	110	82	66	32	16
Pool size = 2	83	333	166	83	55	41	33	16	8
Pool size = 3	56	222	111	56	37	28	22	11	6
Pool size = 4	42	167	83	42	28	21	17	9	4
Pool size = 5	34	133	67	34	23	17	14	7	4
Pool size = 10	17	67	34	17	12	9	7	4	2
Pool size = 15	12	45	23	12	8	6	5	3	2
Pool size = 20	9	34	17	9	6	5	4	2	2
Pool size = 25	7	27	14	7	5	4	3	2	2
Pool size = 30	6	23	12	6	4	3	3	2	2
Pool size = 40	5	17	9	5	3	3	2	2	2
Pool size = 50	4	14	7	4	3	2	2	2	2
Pool size = 100	2	7	4	2	2	2	2	2	2

○ 질병 청정의 목표 신뢰도를 달성하는데 필요한 표본 크기

이 유틸리티는 원하는 모집단 청정 신뢰수준을 달성하는 데 필요한 표본 크기를 계산. 클러스터 (herd/flock) 레벨 또는 채우기 레벨에서 적용할 수 있음. 군집 수준에서 적용되는 경우 민감도 및 디자인 유병률은 단위 (동물) 수준 값인 반면 모집단 수준에서 적용되는 경우 민감도 및 디자인 유병률은 클러스터 수준 값임

**Sample size required to achieve target confidence of freedom**

Test (or cluster) sensitivity

Prior confidence of freedom

Probability of introduction during period

Required confidence of freedom

Population size (leave blank or 0 if not known)

Design prevalence (proportion or units)

- 입력값

- 샘플링에 대한 단위 또는 클러스터 레벨 감도
- 사전에 대한 사전 확신 (이전 분석 또는 의견으로부터)
- 감시기간 동안 질병이 발생할 확률
- 추가 감시 후 필요한 질병 청정에 대한 신뢰수준
- 축군 규모 (선택 사항)
- 비율 또는 정수의 단위 / 클러스터로서의 설계 보급

- 출력값

- 조정된 질병청정에 대한 사전 신뢰 (감시가 진행되는 동안 도입 가능성을 고려)
- 요구되는 질병청정에 대한 신뢰를 얻는 데 필요한 목표 클러스터 또는 시스템 감도
- 목표 군집 또는 시스템 감도를 달성하는 데 필요한 샘플 크기와 결과에 대한 신뢰

※ “ $n > N$ “의 표본 크기는 전체 모집단을 테스트하여 원하는 수준의 신뢰를 얻을 수 없음을 나타냄. 이는 유한 모집단에서 설계 유병률이 낮고 테스트의 단위 감도가 열악한 경우에 가장 일반적으로 발생

Adjusted prior	0.693
Population sensitivity required	0.881
Sample size required	118 units

□ 샘플 크기 계산

이 유틸리티를 사용하여 필요한 평균 표본 크기를 계산하여 모집단 평균 또는 비율을 추정하거나, 두 평균 또는 두 비율 간의 유의미한 차이를 탐지하거나 실제 무리 수준 유병률을 추정할 수 있음

■ 역학 연구

○ 단일 평균을 추정

이 유틸리티를 지정된 신뢰 수준과 정밀도로 모집단 평균을 추정하는데 필요한 표본 크기를 계산함

Sample size to estimate a single mean with specified precision

Assumed population standard deviation: 3

Confidence level: 0.95

Desired precision (+/-): 2

Submit

- 입력값

- 가정된 모집단 표준편차, 원하는 신뢰수집 및 추정의 원하는 정밀도
- 추정의 원하는 정밀도(추정에서 허용 또는 허용 가능한 오차도 포함)는 원하는 신뢰 구간 너비의 절반

예) 신뢰 구간너비를 약 2kg(또는 다른 단위)으로하려면 정밀도를 +/- 1로 입력



**- 출력값**

- 정밀도와 신뢰도로 실제 값을 추정하는 데 필요한 샘플 크기 출력

**Inputs**

Assumed population standard deviation	3
Confidence level	0.95
Acceptable error	2

**Results**

Sample size:	9
--------------	---

○ 두 비율

이 유틸리티는 지정된 수진과 검정력으로 두 비율 간의 통계적으로 유의한 차이를 탐지하는데 필요한 표본 크기를 계산

**Sample size to detect a significant difference between 2 proportions**

Proportion in population 1:

Proportion in population 2:

Ratio of sample sizes (n2/n1):

Confidence level:

Desired Power:

Use 1 or 2 tailed test:  1 tailed  2 tailed

**Submit**

**- 입력값**

- 두 비율에 대해 가정된 실제 값, 바람직한 차이 수준 및 두 그룹 사이의 원하는 샘플 크기 비율을 탐지하기 위한 원하는 검정력
- 양측 통계 검정이 사용되는 것으로 가정하지만 원하는 경우 단측 검정도 지정 할 수 있음

**- 출력값**

- 지정된대로 꼬리가 달린 또는 꼬리가 달린 통계 검정에 대해 원하는 검정력과 신뢰도로 지정된 차이를 탐지하는 데 필요한 샘플 크기를 출력
- 추정된 유병률 값 범위에 대한 샘플 크기의 요약 테이블이 출력

**Results**

**Sample sizes required**

	Sample size
Sample size 1 (n1):	313
Sample size 2 (n2):	313
Total sample size (both groups):	626

Sample size (n1) for population 1 for various combinations of proportions

	P2 = 0.01	P2 = 0.05	P2 = 0.1	P2 = 0.2	P2 = 0.3	P2 = 0.4	P2 = 0.5	P2 = 0.6	P2 = 0.7	P2 = 0.8	P2 = 0.9	P2 = 0.95	P2 = 0.99
P1 = 0.01		333	121	50	30	21	15	12	9	7	6	5	5
P1 = 0.05	333		474	88	43	27	19	14	11	8	7	6	5
P1 = 0.1	121	474		219	72	38	25	17	13	10	8	7	6
P1 = 0.2	50	88	219		313	91	45	28	19	13	10	8	7
P1 = 0.3	30	43	72	313		376	103	49	29	19	13	11	9
P1 = 0.4	21	27	38	91	376		408	107	49	28	17	14	12
P1 = 0.5	15	19	25	45	103	408		408	103	45	25	19	15
P1 = 0.6	12	14	17	28	49	107	408		376	91	38	27	21
P1 = 0.7	9	11	13	19	29	49	103	376		313	72	43	30
P1 = 0.8	7	8	10	13	19	28	45	91	313		219	88	50
P1 = 0.9	6	7	8	10	13	17	25	38	72	219		474	121
P1 = 0.95	5	6	7	8	11	14	19	27	43	88	474		333
P1 = 0.99	5	5	6	7	9	12	15	21	30	50	121	333	

- 표본 크기가 같고 분산이 같은 두 가지 방법  
 이 유틸리티는 동일한 표본 크기와 동일한 분산을 가정하여 지정된 신뢰 수준과 검정력을 가진 두 표본 평균 간의 통계적으로 유의 한 차이를 탐지하는 데 필요한 표본 크기를 계산

Sample size to detect a significant difference between 2 means with equal sample sizes and variances

Mean in population 1

Mean in population 2

Variance

Confidence level

Desired Power

Use 1 or 2 tailed test:  1 tailed  2 tailed

- 입력값

- 두 가지 평균에 대해 가정 된 실제 값
- 바람직한 차이 수준 및 유의 한 차이의 검출을 위한 원하는 검정력 및 예상 검정력 및 추정 된 결합 분산입니다.
- 양측 통계 검정이 사용되는 것으로 가정하지만 원하는 경우 단측 검정도 지정할 수 있습니다.

- 출력값

- 꼬리가 달린 또는 꼬리가 달린 통계 검정에 대해 원하는 검정력과 신뢰도로 지정된 차이를 탐지하는 데 필요한 샘플 크기를 출력

## Results

	Sample size
Sample size (per group):	4
Total sample size (both groups):	8

- 표본 크기가 같지 않고 분산이 다른 두 가지 방법  
이 유틸리티는 불일치 분산을 가정하고 그룹 간에 불균형한 샘플 크기를 허용하는 것으로 지정된 신뢰수준과 검정력을 가진 두 샘플 평균 간의 통계적으로 유의한 차이를 탐지하는 데 필요한 샘플 크기를 계산합니다.

## Sample size to detect a significant difference between 2 means with unequal sample sizes and variances

Mean in population 1

Variance in population 1

Mean in population 2

Variance in population 2

Confidence level

Desired Power

Ratio of sample sizes (n2/n1)

Use 1 or 2 tailed test:  1 tailed  2 tailed

Submit

### - 입력값

- 두 평균의 평균값과 그 분산, 원하는 신뢰수준 및 유의한 차이를 탐지하기 위한 원하는 검정력
- 양측 통계 검정이 사용되는 것으로 가정하지만 원하는 경우 단측 검정도 가정

### - 출력값

- 지정된대로 꼬리가 달린 또는 꼬리가 달린 통계 검정에 대해 원하는 검정력과 신뢰도로 지정된 차이를 탐지하는 데 필요한 샘플 크기를 출력

## Results

	Sample size
Sample size 1 (n1):	5
Sample size 2 (n2):	5
Total sample size (both groups):	10

- 실제 유병률 추정 (동물 또는 가축 수준)  
 불완전한 민감도 및/또는 특이도를 가진 테스트를 가정하여 특정 수준의 신뢰도와 정밀도로 실제 유병률을 추정하는 데 필요한 샘플 크기를 계산. 동일한 방법이 실제 무리 확산을 추정하기 위해 동물 수준 값으로 대체 된 무리 민감도 및 무리 특이성을 갖는 동물 및 무리 수준 확산을 추정하는데 적용, 이 방법은 Humphry RW, Cameron A, Gunn GJ,(2004)에 설명되어 있습니다. 무리 유병률 조사를 위한 표본 크기를 계산하기위한 실용적인 접근 방식.

### Sample size to estimate a true prevalence with an imperfect test

Assumed true prevalence	<input type="text" value="0.1"/>
Assumed sensitivity	<input type="text" value="0.7"/>
Assumed specificity	<input type="text" value="0.9"/>
Desired precision	<input type="text" value="0.05"/>
Confidence level	<input type="text" value="0.95"/>

#### - 입력값

- 가정된 실제 유병률, 원하는 신뢰수준, 추정의 원하는 정밀도 및 사용된 테스트 요법의 민감도와 특이성에 대한 가정된 값
- 추정의 원하는 정밀도 (때로는 추정에서 허용 또는 허용 가능한 오차라고도 함)는 원하는 신뢰 구간 너비의 절반  
 예) 신뢰 구간 너비를 약 0.1 (10 %)로 하려면 +/- 0.05 (5 %)의 정밀도를 입력
- 무리 유병률 추정을 위한 표본 크기를 계산하려면 동물 수준 값 대신 가정 유병률, 민감도 및 특이성에 대해 무리 수준 값을 사용

#### - 출력값

- 정밀도와 신뢰도로 실제 유병률을 추정하는 데 필요한 샘플 크기를 출력
- 유병률 및 정밀도와 감도 및 특이성에 대한 값 범위에 대한 샘플 크기 표도 생성

### Results

#### Sample size required for specified inputs

Sample size	574
-------------	-----

### Sample sizes for varying prevalence and precision values

Samples sizes required for sensitivity = 0.7, specificity = 0.9 and a range of true prevalence and precision values are shown below:

	TP = 0.01	TP = 0.02	TP = 0.05	TP = 0.1	TP = 0.2	TP = 0.5
Precision = 0.01	10113	10613	12069	14342	18311	25610
Precision = 0.02	2529	2654	3018	3586	4578	6403
Precision = 0.05	405	425	483	574	733	1025
Precision = 0.1	102	107	121	144	184	257
Precision = 0.2	26	27	31	36	46	65

### Sample sizes for varying sensitivity and specificity

Samples sizes required for true prevalence = 0.1, precision = 0.05 and a range of sensitivity and specificity values are shown below:

	Se = 0.7	Se = 0.8	Se = 0.9	Se = 0.95	Se = 0.99	Se = 0.999
Sp = 0.7	2156	1399	984	843	752	733
Sp = 0.8	1153	822	619	545	496	486
Sp = 0.9	574	443	355	321	298	293
Sp = 0.95	371	299	249	229	215	212
Sp = 0.99	235	200	174	163	155	153
Sp = 0.999	208	179	158	148	142	140

### ○ 코호트 연구를 위한 표본 크기

특정 수준의 신뢰도 및 검정력과 동일한 크기의 코호트를 사용하여 코호트 연구에 필요한 표본 크기를 계산

## Sample size for a cohort study

Expected incidence in unexposed

Assumed relative risk

Confidence level

Desired Power

Submit

#### - 입력값

- 노출되지 않은 코호트에서 예상되는 발생률, 가정된 상대 위험, 두 코호트 간의 유의한 차이를 탐지하기 위한 원하는 수준의 신뢰도 및 검정력

#### - 출력값

- 프로그램은 지정된 입력에 필요한 샘플 크기를 출력합니다.
- 추정되는 발생률 범위 및 상대 위험에 대한 샘플 크기의 요약 표가 출력

## Results

### Sample size for specified values

Expected incidence in unexposed	0.01
Assumed relative risk	3
Confidence level	0.95
Power	0.8
Study type	Cohort study
Sample size per group	766
Total sample size (both groups):	1532

### Sample size (per group) for range of incidence values and relative risks

	P = 0.005	P = 0.01	P = 0.02	P = 0.03	P = 0.04	P = 0.05	P = 0.1
RR = 2	4671	2316	1139	746	550	432	197
RR = 3	1551	766	373	243	177	138	59
RR = 4	858	422	204	131	95	73	29
RR = 5	576	282	135	86	61	47	17
RR = 10	204	97	44	26	17	12	1

#### ○ 환례 대조군 연구를 위한 표본 크기

지정된 수준의 신뢰도 및 검정력과 동일한 크기의 환례군과 대조군을 사용하여 환례 대조군 연구에 필요한 표본 크기를 계산

## Sample size for a case-control study

Expected proportion exposed in controls	<input type="text" value="0.05"/>
Assumed odds ratio	<input type="text" value="4"/>
Confidence level	<input type="text" value="0.95"/>
Desired Power	<input type="text" value="0.8"/>

Submit

#### - 입력값

- 컨트롤에 표시되는 예상 비율, 가정된 승산비 및 두 그룹 간의 유의한 차이를 탐지하기 위한 원하는 수준의 신뢰도 및 검정력

#### - 출력값

- 프로그램은 지정된 입력에 필요한 샘플 크기를 출력합니다.
- 추정된 노출 비율과 승산 비율 범위에 대한 샘플 크기의 요약 표가 출력

## Results

### Sample size for specified values

Expected proportion in controls	0.05
Assumed odds ratio	4
Confidence level	0.95
Power	0.8
Study type	Case-control study
Sample size per group	98
Total sample size (both groups):	196

### Sample size (per group) for range of proportions exposed and odds ratios

	P = 0.005	P = 0.01	P = 0.02	P = 0.03	P = 0.04	P = 0.05	P = 0.1
OR = 2	4749	2395	1218	826	630	513	280
OR = 3	1586	801	409	279	213	174	97
OR = 4	882	446	228	156	120	98	56
OR = 5	596	302	155	106	82	67	38
OR = 10	217	110	57	39	30	25	15

## ■ 질병 청정을 입증하기 위한 표본 크기

### ○ 완벽한 테스트 특이성을 가정 한 샘플 크기

측량의 대상 모집단 또는 군집 수준 민감도를 달성하는데 필요한 샘플 크기 계산

### Sample size to achieve specified population level (or herd, flock, cluster, etc) sensitivity

Design prevalence (proportion or units)	<input type="text" value="0.01"/>
Unit (test or cluster) sensitivity	<input type="text" value="0.9"/>
Required population sensitivity	<input type="text" value="0.95"/>
Population size (if known)	<input type="text"/>

Submit

### - 입력값

- 단위 특이성은 100 %로 가정됩니다. 군집(축군, 무리 등) 수준 계산의 경우 테스트 민감도, 단위 수준 설계 보급률 및 필요한 군집 수준 민감도를 입력
- 모집단 수준 계산의 경우 군집 수준(군집) 민감도, 군집 수준 설계 보급률 및 필수 모집단 수준 민감도를 입력
- 유행률을 비율 또는 정수 단위 (군집 수준 민감도의 동물 및 모집단 수준 민감도의 클러스터)로 설계
- 집단 민감도를 계산하기 위한 군집 민감도 (cluster (herd) 민감도를

계산하기위한 단위 민감도 또는 군집 (herd) 감도)

- 필요한 인구 수준 민감도
- 모집단 크기 (설계 유병률이 비율로 지정된 경우 선택, 설계 유병률이 여러 단위 인 경우 필수) 알 수없는 경우 인구 크기는 없음

**- 출력값**

- 주어진 목표 모집단 감도, 설계 유병률 및 단위 감도에 필요한 샘플 크기; 과
- 다양한 모집단 및 설계 유병률 값과 주어진 목표 모집단 민감도 및 단위 민감도에 대한 표본 크기의 표와 그래프.

**Results**

Design prevalence (Pstar)	1%
Unit (test or cluster) sensitivity	0.9
Required population sensitivity	0.95
Population size (N)	Unknown
Sample size (n)	332

Sample size for varying design prevalence and population size (Unit Se = 0.9, Population Se = 0.95)

	Pstar = 0.005	Pstar = 0.01	Pstar = 0.02	Pstar = 0.03	Pstar = 0.05	Pstar = 0.1	Pstar = 0.2	Pstar = 0.3	Pstar = 0.5
N = 50	n > N	n > N	n > N	44	36	26	15	11	7
N = 100	n > N	n > N	87	71	51	29	16	11	7
N = 200	n > N	173	118	88	58	31	17	11	7
N = 300	259	211	132	95	61	32	17	11	7
N = 500	351	251	144	101	63	33	17	11	7
N = 1000	501	288	155	106	65	33	17	12	7
N = 5000	628	324	164	110	67	34	17	12	7
N = 10000	647	328	166	111	67	34	17	12	7
N = 100000	664	333	167	111	67	34	17	12	7
N = 1000000	666	333	167	111	67	34	17	12	7
N = inf	665	332	165	110	66	32	16	10	6

○ 대량 모집단에서 풀링 된 표본추출의 표본 크기

풀링된 테스트를 사용하고 고정된 풀 크기와 테스트를 가정하여 지정된 (확장된) 인구 집단에 대해 지정된 디자인 유병률에서 질병 (클러스터 감도)을 탐지할 수 있는 원하는 확률을 제공하기 위해 테스트해야 하는 풀 수를 계산, 알려진 민감도와 100 % 특이성. 이 분석은 Christensen and Gardner (2000)의 방법을 적용. 알려진 시험 민감도, 완벽한 시험 특이성 및 감염된 집단을 선언하기 위해 하나 이상의 풀이 양성이라고 가정할 때 (즉, 양성 풀이 없는 것으로 인식되어야 함)



## Sample size for demonstration of freedom (detection of disease) using pooled testing

Size of pools

Pool-level test sensitivity

Desired cluster-sensitivity

Design (target) prevalence

### - 입력값

- 사용된 풀 크기, 풀 레벨 테스트 감도, 원하는 클러스터 감도 및 디자인 (목표) 유병률 (비례)입니다. 테스트 민감도는 풀 수준에서 측정(즉, 풀이 하나 이상의 감염된 단위를 나타내는 경우 풀이 양성으로 테스트할 확률)

### - 출력값

- 주어진 설계 보급에 대해 원하는 클러스터 감도를 달성하기 위해 테스트해야 하는 지정된 크기의 풀 수;
- 동일한 테스트 감도가 모든 풀 크기에 적용된다는 가정하에 다양한 설계 유병률 값에 대해 원하는 클러스터 감도를 제공하기 위해 테스트해야 하는 다양한 풀 크기 및 해당 풀 수의 표와 그래프.

## Results

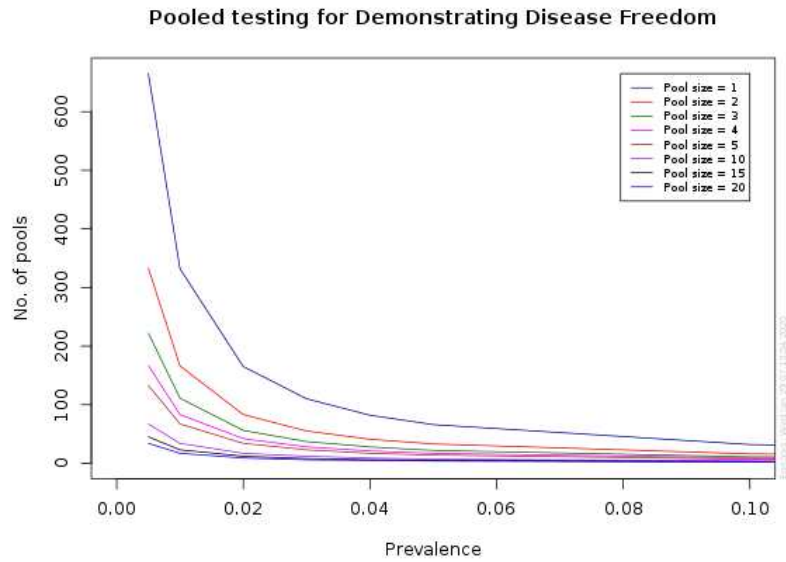
### Sample sizes for varying prevalence and pool size

For a pool size of **30**, a minimum of **6** pools must be tested to provide **95%** probability of detecting a prevalence of **0.02**.

The table and graph below show the number of pools required for various pool sizes to provide **95%** confidence of detecting a prevalence of **0.02** and assuming a test sensitivity of **0.9** for all pool sizes.

	Prevalence = 0.02	Prevalence = 0.005	Prevalence = 0.01	Prevalence = 0.02	Prevalence = 0.03	Prevalence = 0.04	Prevalence = 0.05	Prevalence = 0.1	Prevalence = 0.2
Pool size = 1	165	665	332	165	110	82	66	32	16
Pool size = 2	83	333	166	83	55	41	33	16	8
Pool size = 3	56	222	111	56	37	28	22	11	6
Pool size = 4	42	167	83	42	28	21	17	9	4
Pool size = 5	34	133	67	34	23	17	14	7	4
Pool size = 10	17	67	34	17	12	9	7	4	2
Pool size = 15	12	45	23	12	8	6	5	3	2
Pool size = 20	9	34	17	9	6	5	4	2	2
Pool size = 25	7	27	14	7	5	4	3	2	2
Pool size = 30	6	23	12	6	4	3	3	2	2
Pool size = 40	5	17	9	5	3	3	2	2	2
Pool size = 50	4	14	7	4	3	2	2	2	2
Pool size = 100	2	7	4	2	2	2	2	2	2

## Plot of sample sizes



### ○ 질병 청정의 목표 신뢰도를 달성하기 위한 표본 크기

원하는 모집단 질병청정 신뢰수준을 달성하는 데 필요한 표본 크기를 계산, 클러스터 (herd / flock) 레벨 또는 채우기 레벨에서 적용 가능, 군집 수준에서 적용되는 경우 민감도 및 디자인 유병률은 단위 (동물) 수준값인 반면 모집단 수준에서 적용되는 경우 민감도 및 디자인 유병률은 클러스터 수준 값

## Sample size required to achieve target confidence of freedom

Test (or cluster) sensitivity:

Prior confidence of freedom:

Probability of introduction during period:

Required confidence of freedom:

Population size (leave blank or 0 if not known):

Design prevalence (proportion or units):

### - 입력값

- 샘플링에 대한 단위 또는 클러스터 레벨 감도
- 청정에 대한 사전 확신 (이전 분석 또는 의견으로부터)
- 감시기간 동안 질병이 발생할 확률

- 추가 감시 후 필요한 청정에 대한 신뢰 수준

- 축군 규모 (선택 사항)

- 비율 또는 정수의 단위 / 클러스터로서의 설계 보급

대상이 군집 수준의 질병 청정이면 시험 민감도를 입력하고 대상이 시스템 또는 집단 수준의 청정이면 군집 민감도를 입력하십시오. 모집단 크기를 입력하면 초 기하학적 근사가 사용되며, 그렇지 않으면 계산은 이항분포를 기반

#### - 출력값

- 조정된 청정에 대한 사전 신뢰 (감시가 진행되는 동안 도입 가능성을 고려)

- 요구되는 청정에 대한 신뢰를 얻는 데 필요한 목표 클러스터 또는 시스템 감도

- 목표 군집 또는 시스템 감도를 달성하는 데 필요한 샘플 크기와 결과에 대한 신뢰.

“ $n > N$ ”의 표본 크기는 전체 모집단을 테스트하여 원하는 수준의 신뢰를 얻을 수 없음을 나타냅니다. 이는 유한 모집단에서 설계 유병률이 낮고 테스트의 단위 감도가 열악한 경우에 가장 일반적으로 발생함.

### Results

Adjusted prior	0.693
Population sensitivity required	0.881
Sample size required	118 units

- 주어진 표본 크기에 대해 목표 모집단 민감도를 달성하는 데 필요한 설계 보급 원하는 군집 또는 시스템 (인구) 수준 감도를 달성하는 데 필요한 설계 유병률을 계산

### Design prevalence required to achieve target population (cluster or system) sensitivity

Test (unit or cluster) sensitivity

Sample size

Population size (leave blank or 0 if not known)

Required cluster or population sensitivity

#### - 입력값

- 샘플링, 테스트 된 샘플 크기, 모집단 크기 (옵션) 및 필요한 클러스터 또는 시스템 감도에 대한 테스트 또는 클러스터 감도

- 대상이 군집 수준 민감도이거나 대상이 시스템 또는 모집단 수준 민감도인

경우 군집 민감도인 경우 테스트 민감도를 입력

- 모집단 크기를 입력하면 초기 하학적 근사가 사용되며, 그렇지 않으면 계산은 이항분포를 기반

#### - 출력값

- 지정된 대상 클러스터 또는 시스템 감도를 달성하는 데 필요한 설계 보급률, 이 디자인 유병률은 대상 군집 민감도에 대한 단위 수준 유병률 또는 대상 시스템(인구) 수준 민감도에 대한 군집 수준 유병률.
- 모집단의 크기가 제공되는 경우, 주어진 신뢰수준 (인구 민감도)에 대해 테스트된 모든 표본이 음수인 것으로 가정하면 모집단에서 예상되는 최대 감염 단위 수는 추가 출력

### Results

Test unit or cluster sensitivity	0.9
Sample size	30
Population size	Unknown
Desired population sensitivity	0.95
Design prevalence to achieve target population sensitivity	0.1056

#### ○ 불완전한 테스트를 위한 FreeCalc 샘플 크기 계산

불완전한 테스트를 사용하고 소집단을 허용하여 질병으로부터 개체군의 청정을 입증하기 위해 테스트에 필요한 샘플 크기 및 임계값을 계산

Cameron and Baldock (1998) : 질병 청정을 입증 조사를 위한 새로운 확률 공식.

Cameron (1999) : 가축 질병 설문조사 도구 - 개발 도상국의 가축 질병을 적극적으로 감시하기 위한 실용적인 매뉴얼 및 소프트웨어 패키지.

#### - 입력값

- 표본 모집단의 규모
- 감도 및 특이성 테스트
- 설계 유병률 (가설 유병률이 탐지됨) 설계 유병률은 모집단의 고정 된 수의 요소 또는 모집단의 비율로 지정 가능
- 모집단이 병에 걸렸다는 귀무가설을 가정하여 귀무가설 또는 대립 가설을 수락/기각할지 여부를 결정하기 위한 최대 허용 가능한 유형 I (1-모집단 민감도) 및 유형 II (1-모집단 특이도) 오류 값
- 계산 방법 : 초지오메트리 (작은 인구의 경우) 또는 단순 이항법 (큰 인구의 경우)
- 어떤 계산 방법이 선택되었는지에 관계없이 간단한 이항 법이 사용되는 인구 크기 임계값.
- 필요한 샘플 크기의 최대 상한값 (<100,000이어야 함)

- 원하는 결과 정밀도 (소수점 뒤에 표시할 자릿수)

## FreeCalc: Calculate sample size for freedom testing with imperfect tests

Population size

Test sensitivity

Test specificity

Design prevalence  
(proportion or number  
of units)

Analysis options:

Desired type I error (1 -  
minimum population-  
sensitivity)

Desired type II error (1 -  
minimum population-  
specificity)

Calculation method:  
(these settings can usually be left as default values)

Modified hypergeometric exact  
 Simple binomial (large population)

Population threshold for  
binomial method

Maximum limit for  
sample size

Precision (significant  
digits)

### - 출력값

- 주어진 모집단, 설계 유병률 및 테스트 성능에 대해 지정된 유형 I 및 유형 II 오류를 달성하기 위한 최소 표본 크기 및 해당 컷 포인트 수 양성
- 제1종 및 제2종 오류 수준과 해당 모집단 수준 민감도 및 특이도 달성
- 결과에 대한 설명적 해석
- 원하는 오류 수준을 모집단 및 / 또는 최대 샘플 크기 제한 내에서 달성할 수 없는 경우 오류 메시지가 표시

## Inputs

Test sensitivity	1
Test specificity	1
Population size	2
Design prevalence	0.5
Diseased elements	1
Analysis method	Modified hypergeometric exact
Target Type I error	0.05
Target Type II error	0.05
Population threshold for infinite probability formula	10000
Maximum sample size	3200

## Results

Required sample size:	2
Cut-point number of positives:	0
Type I error:	0
Type II error:	0
Population-level sensitivity:	1
Population-level specificity:	1
Interpretation:	If a random sample of 2 units is taken from a population of 2 and 0 or fewer reactors are found, the probability that the population is diseased at a prevalence of 0.5 is 0.
Method:	Modified hypergeometric exact

### ■ 완벽한 테스트 특이성을 가정한 2단계 샘플링

○ 클러스터 크기가 알려진 최소 비용의 샘플 크기(및 테스트할 클러스터 선택) 질병 청정을 입증하기 위해 2단계 조사를 위한 최소 비용 샘플 크기를 계산. 이 분석은 주어진 단위 및 클러스터 수준 설계 유병률 및 테스트 감도에 대해 지정된 시스템 민감도(질병 감지 가능성)를 제공하기 위해 테스트할 각 클러스터 내의 클러스터 수와 단위 수를 계산. 계산은 제공된 전체 클러스터에 대한 실제 클러스터 크기와 무작위로 선택된 클러스터 목록을 기반으로 하며 선택한 각 클러스터에 대해 표본추출할 단위 수와 함께 출력에 포함. 검사 특이성은 100 %인 것으로 가정 (또는 질병을 확인하거나 배제하기 위해 모든 양성에 대한 후속 검사 수행됨).

샘플 크기는 주어진 클러스터 및 단위 레벨 테스트 비용에 대한 전체 비용을 최소화하도록 최적화됨. 원하는 경우 클러스터 당 최대 샘플 크기를 지정할 수 있으며 클러스터 당 고정 샘플 크기 또는 고정 (최소) 클러스터 감도를 보장하도록 계산을 지정할 수 있음.

표본 크기는 초기하확률근사를 사용하여 계산됨(대체 없이 표본추출 가정).

설계 유병률 (감지될 특정 질병 수준)은 단위 및 군집 수준에서 지정해야 함. 설계 유병률은 다음 중 하나로 지정 가능

- 감염된 인구의 비율, 또는
- 감염된 특정 (정수) 수의 클러스터 또는 장치 (클러스터 내)

## Calculate sample sizes for 2-stage freedom survey where individual cluster details are available

Unit-level design prevalence	<input type="text" value="0.1"/>
Cluster-level design prevalence	<input type="text" value="0.01"/>
Test sensitivity	<input type="text" value="0.9"/>
Relative testing cost per cluster	<input type="text" value="1000"/>
Relative testing cost per unit	<input type="text" value="20"/>
Target system sensitivity (confidence)	<input type="text" value="0.95"/>
Maximum sample size per cluster	<input type="text" value="30"/>

Aim for constant (minimum) SeH  
 Aim for constant sample size per cluster

### - 입력값

- 단위 레벨 설계 보급은 비례 또는 정수 단위의 단위
- 비율 또는 정수 클러스터의 클러스터 수준 설계 보급
- 추정된 시험 민감도
- 군집 및 단위 수준 모두에서의 상대적 시험 비용
- 특정 설계 유병률에 존재하는 경우 질병을 검출할 확률인 목표 시스템 민감도 (S<sub>Se</sub>)
  - 클러스터 당 테스트할 선택적 최대 샘플 크기
  - 계산이 클러스터 당 고정된 샘플 크기를 유지하는지 또는 고정 (최소) 클러스터 민감도 (SeH)를 기반으로하는지 여부
  - 클러스터 ID (“ClusterID“로 표시) 및 클러스터 크기 (“ClusterSize“로 표시)를 포함하여 모집단의 모든 클러스터에 대한 프레임 데이터 샘플링

### - 출력값

- 샘플링 할 총 군집 및 단위 수의 요약, 선택된 군집 당 테스트 할 목표 단위 수, 평균 SeH 및 달성 된 S<sub>Se</sub>
- 테스트를 위해 무작위로 선택된 클러스터 목록, 각 클러스터에 대해 테스트 할 단위 수 및 해당 SeH
- 테스트하는 데 필요한 클러스터 수, SeH 및 클러스터 당 테스트되는 다양한 수의 단위에 대한 상대 비용의 그래프
- 요약 결과 및 클러스터 목록의 Excel 스프레드 시트

- 2단계 질병 청정 표본추출 규모(하위 클러스터 세부 사항이 알려져 있지 않을 때) 군집 크기를 알 수 없는 질병의 청정을 입증하기 위해 2단계 조사를 위한 최소 비용 샘플 크기를 계산함. 이 분석은 실제 클러스터 크기를 알 수 없는 경우 주어진 단위 및 클러스터 수준 설계 유병률 및 테스트 민감도에 대해 지정된 시스템 민감도 (질병 감지 가능성)를 제공하기 위해 테스트할 각 클러스터 내

클러스터 수와 단위 수를 계산함. 검사 특이성은 100%인 것으로 가정(또는 질병을 확인하거나 배제하기 위해 모든 양성에 대한 후속 검사가 수행됨).

샘플 크기는 주어진 클러스터 및 단위 레벨 테스트 비용에 대한 전체 비용을 최소화하도록 최적화됨. 클러스터 당 최대 샘플 크기를 지정해야 하며 모집단의 클러스터 수 또는 테스트할 최대 클러스터 수를 지정해야 함.

각 군집에서 테스트 단위 수는 가정된 이항 표본 추출 (샘플 크기가 군집 크기에 비해 작음)을 사용하여 계산되는 반면 테스트할 군집 수는 초지오분포 근사값 (대체없이 샘플링)을 사용하여 계산됨. 모집단을 지정하거나 그렇지 않은 경우 이항 표본추출을 가정함.

설계 유병률 (감지될 특정 질병 수준)은 단위 및 군집 수준에서 지정해야 함.

설계 유병률은 다음 중 하나로 지정할 수 있음.

- 감염된 인구의 비율, 또는
- 감염된 특정 (정수) 클러스터 수 (클러스터 수준 유병률의 경우에만 모집단의 클러스터 수가 지정된 경우에만)

**- 입력값**

- 단위 수준의 설계 보급 (비율로만)
- 비율 또는 정수 클러스터의 클러스터 수준 설계 보급
- 추정된 시험 민감도
- 군집 및 단위 수준 모두에서의 상대적 (또는 실제) 시험 비용
- 특정 설계 유병률에 존재하는 경우 질병을 검출할 확률인 목표 시스템 민감도 (SSe)
- 클러스터 당 테스트할 최대 샘플 크기
- 모집단의 군집 수 또는 테스트할 최대 군집 수

**- 출력값**

- 샘플링할 총 클러스터 및 단위 수, 클러스터 당 테스트할 대상 단위 수, 클러스터 당 예상 SeH 및 달성 된 SSe에 대한 요약.
- 테스트할 클러스터의 수와 각 클러스터에서 테스트할 해당 단위의 수, 추정된 SeH 및 각 옵션의 상대 비용에 대한 요약
- 엑셀 스프레드 시트 및 요약 결과 그래프.



## Calculate sample sizes for 2-stage freedom survey where individual cluster details are NOT available

Unit-level design prevalence (proportion or number of units)

Cluster-level design prevalence (proportion or number of units)

Test sensitivity

Relative testing cost per cluster

Relative testing cost per unit

Target system sensitivity (confidence)

Maximum sample size per cluster

Number of clusters in the population (optional)

Maximum number of clusters to test

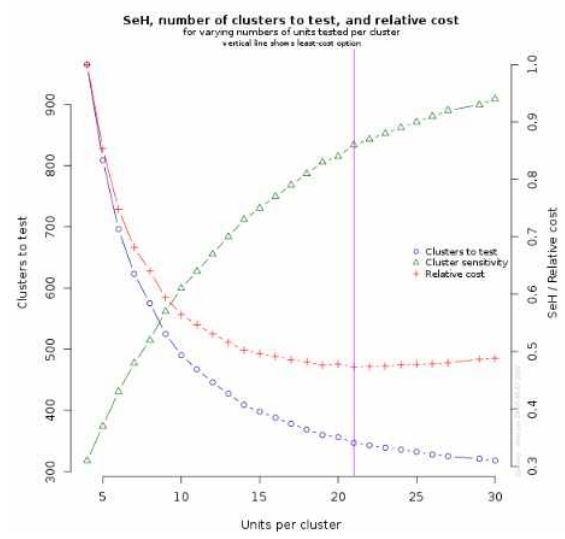
**Submit**

## Results

### Summary of least-cost option

	Value
Clusters to test	347
Units to test per cluster	21
Total sample size (units)	7287
Estimated cluster sensitivity (SeH)	0.86
Achieved system sensitivity (SSe)	0.9501

### Plot of sampling options and relative costs



Summary of sample size options

Number of clusters	Cluster sensitivity (SeH)	Units sampled per cluster	Relative cost
318	0.94	30	0.49
321	0.93	29	0.49
325	0.92	27	0.48
328	0.91	26	0.48
332	0.9	25	0.48
336	0.89	24	0.48
339	0.88	23	0.47
343	0.87	22	0.47
347	0.86	21	0.47
356	0.84	20	0.48
360	0.83	19	0.48
369	0.81	18	0.48
378	0.79	17	0.49
388	0.77	16	0.49
398	0.75	15	0.5
409	0.73	14	0.5
427	0.7	13	0.52
446	0.67	12	0.53
467	0.64	11	0.55
490	0.61	10	0.56
525	0.57	9	0.59
575	0.52	8	0.64
623	0.48	7	0.68
696	0.43	6	0.75
809	0.37	5	0.85
965	0.31	4	1

○ 지정된 클러스터 민감도에 대한 샘플 크기

특정 대상 군집 수준 민감도 및 시스템 (인구) 민감도에 대해 질병 청정을 입증하기 위해 2단계 조사를 위한 표본 크기를 계산함. 이 분석은 주어진 단위 및 클러스터 수준 설계 유병률 및 테스트 민감도에 대해 지정된 클러스터 및 시스템 민감도 (질병 감지 가능성)를 제공하기 위해 테스트할 각 클러스터 내의 클러스터 수와 단위 수를 계산함. 검사 특이성은 100%인 것으로 가정함(또는 질병을 확인하거나 배제하기 위해 모든 양성에 대한 후속 검사가 수행됨). 모집단의 군집 수를 지정하고 모집단의 알 수 없는 (대형) 군집을 가정하는 이항식을 사용하는 경우, 초 집단 근사법을 사용하여 테스트할 군집 수를 계산함. 모집단 크기를 지정하지 않으면 이항 결과 만 표시됨.

각 군집에서 테스트할 단위 수는 초 기하학적 근사법을 사용하여 군집 크기의 범위와 이항 계산을 사용하여 알 수 없는 (대형) 군집 크기에 대해 계산됨. 설계 유병률 (감지될 특정 질병 수준)은 단위 및 군집 수준에서 지정해야 함. 설계 유병률은 다음 중 하나로 지정할 수 있음.

- 감염된 인구의 비율, 또는
- 감염된 특정 (정수) 단위 또는 클러스터 수 군집 유병률의 경우 설계 유병률이 정수로 지정된 경우 모집단의 군집 수를 지정해야 함.

## Calculate sample sizes for 2-stage freedom survey with fixed cluster-level sensitivity

Unit-level design prevalence (proportion or number of units)

Cluster-level design prevalence (proportion or number of clusters)

Test (unit) sensitivity

Target cluster sensitivity

Target system sensitivity (confidence)

Number of clusters in the population (optional)

### - 입력값

- 단위 레벨 설계 보급은 비례 또는 정수 단위의 단위
- 비율 또는 정수 클러스터의 클러스터 수준 설계 보급
- 추정된 시험 민감도
- 특정 단위 수준 설계 유행률로 군집 내에 존재하는 경우 질병을 검출 할 확률인 표적 군집 수준 민감도 (SeH)
- 특정 단위 및 군집 수준 설계 유행률로 집단에 존재하는 경우 질병을 검출할 확률인 표적 시스템 민감도 (SSe)
- 모집단의 군집 수(선택 사항).

### - 출력값

- 샘플링할 총 클러스터 수
- 최대 총 샘플 크기
- SeH에 대해 지정된 값을 달성하기 위해 다양한 클러스터 크기에 대해 각 클러스터에서 테스트할 단위 수
- 클러스터 크기 및 SeH 값의 범위에 대해 클러스터에서 테스트할 단위 수와 테스트 할 해당 클러스터 수

## Results

### Number of clusters to be sampled

	Clusters to sample	Maximum number of samples
Clusters in population = Unknown	598	4784

Numbers of units to be sampled for different cluster sizes for SeH = 0.5

	Number of units to sample
Cluster size = 10	6
Cluster size = 20	7
Cluster size = 30	7
Cluster size = 40	8
Cluster size = 50	8
Cluster size = 100	8
Cluster size = 200	8
Cluster size = 500	8
Cluster size = 1000	8
Cluster size = 5000	8
Cluster size = 10000	8

Numbers of units to be sampled for different cluster sizes and varying SeH

	SeH = 0.1	SeH = 0.2	SeH = 0.3	SeH = 0.4	SeH = 0.5	SeH = 0.6	SeH = 0.65	SeH = 0.7	SeH = 0.75	SeH = 0.8	SeH = 0.85	SeH = 0.9	SeH = 0.95
Cluster size = 10	2	3	4	5	6	7	8	8	9	9	10	10	
Cluster size = 20	2	3	4	6	7	9	10	11	12	13	14	16	18
Cluster size = 30	2	3	4	6	7	9	10	12	13	14	16	18	22
Cluster size = 40	2	3	4	6	8	10	11	12	14	15	17	20	24
Cluster size = 50	2	3	4	6	8	10	11	12	14	16	18	21	26
Cluster size = 100	2	3	4	6	8	10	12	13	15	17	20	23	29
Cluster size = 200	2	3	4	6	8	10	12	13	15	18	21	25	31
Cluster size = 500	2	3	4	6	8	11	12	14	16	18	21	26	33
Cluster size = 1000	2	3	4	6	8	11	12	14	16	18	21	26	33
Cluster size = 5000	2	3	4	6	8	11	12	14	16	18	22	26	34
Cluster size = 10000	2	3	4	6	8	11	12	14	16	18	22	26	34
Cluster size = unknown	2	3	4	6	8	10	12	13	15	18	21	25	32

Numbers of clusters to be sampled for varying SeH

	SeH = 0.1	SeH = 0.2	SeH = 0.3	SeH = 0.4	SeH = 0.5	SeH = 0.6	SeH = 0.65	SeH = 0.7	SeH = 0.75	SeH = 0.8	SeH = 0.85	SeH = 0.9	SeH = 0.95
No. clusters in population unknown	2995	1497	998	748	598	498	460	427	398	373	351	332	314

나. 서비스 개발을 위한 CMS기반 시스템 설계

< 서비스 개발을 위한 CMS기반 시스템 설계 >

사용자시스템에서 추가 변경되는 콘텐츠를 관리하기 위해 서비스별 메뉴, 권한, 콘텐츠, 게시판 등을 통합적으로 관리할 수 있는 기능

□ 프로그램 기능 목록

시스템명	프로그램 ID	프로그램 명
정보공유	UI-PS-013-250-01	공지사항 목록조회
정보공유	UI-PS-013-250-02	공지사항상세조회
정보공유	UI-PS-013-260-01	FAQ 조회
정보공유	UI-PS-013-270-01	자료실 목록조회
정보공유	UI-PS-013-270-02	자료실 상세조회
운영사항	UI-PS-013-280-01	법령정보 조회
고객지원	UI-PS-013-320-01	업무담당안내 조회
로그인	UI-PS-013-330-01	로그인
회원가입	UI-PS-013-340-01	회원가입
그룹관리	UI-PS-013-350-01	사용자관리 목록조회
그룹관리	UI-PS-013-350-02	사용자관리 상세조회
그룹관리	UI-PS-013-350-03	사용자관리 등록
그룹관리	UI-PS-013-350-04	사용자관리 수정
그룹관리	UI-PS-013-350-05	사용자관리 삭제
그룹관리	UI-PS-013-360-01	권한관리 목록조회
그룹관리	UI-PS-013-360-02	권한관리 상세조회
그룹관리	UI-PS-013-360-03	권한관리 등록
그룹관리	UI-PS-013-360-04	권한관리 수정
그룹관리	UI-PS-013-360-05	권한관리 삭제
그룹관리	UI-PS-013-370-01	매뉴얼관리 목록조회
그룹관리	UI-PS-013-370-02	매뉴얼관리 상세조회
그룹관리	UI-PS-013-370-03	매뉴얼관리 저장
포털메뉴관리	UI-PS-013-380-01	포털메뉴관리 목록조회
포털메뉴관리	UI-PS-013-380-02	포털메뉴관리 등록
포털메뉴관리	UI-PS-013-380-03	포털메뉴관리 수정
포털메뉴관리	UI-PS-013-380-04	포털메뉴관리 삭제
게시물관리	UI-PS-013-390-01	게시판생성관리 목록조회
게시물관리	UI-PS-013-390-02	게시판생성관리 등록
게시물관리	UI-PS-013-390-03	게시판생성관리 수정
게시물관리	UI-PS-013-390-04	게시판생성관리 삭제
게시물관리	UI-PS-013-400-01	일반게시물관리 목록조회
게시물관리	UI-PS-013-400-02	일반게시물관리 등록
게시물관리	UI-PS-013-400-03	일반게시물관리 수정
게시물관리	UI-PS-013-400-04	일반게시물관리 삭제
게시물관리	UI-PS-013-410-01	컨텐츠게시물관리 목록조회

게시물관리	UI-PS-013-410-02	컨텐츠게시물관리 등록
게시물관리	UI-PS-013-410-03	컨텐츠게시물관리 수정
게시물관리	UI-PS-013-410-04	컨텐츠게시물관리 삭제
시스템관리	UI-PS-013-420-01	관리자메뉴관리 목록조회
시스템관리	UI-PS-013-420-02	관리자메뉴관리 등록
시스템관리	UI-PS-013-420-03	관리자메뉴관리 수정
시스템관리	UI-PS-013-420-04	관리자메뉴관리 삭제

□ 프로그램 명세서

시스템명	정보공유	화면유형	조회
프로그램 ID	UI-PS-013-250-01	화면 ID	UI-013-250-01
프로그램명	공지사항 목록조회		
개요	공지사항 목록을 조회한다.		
처리로직	○ 조회 1. 입력값 : 제목, 내용 2. 출력값 : 게시판명, 제목, 생성일시, 작성일시 3. 처리개요 - 페이지 처리를 위한 검색건수를 조회한다. - 공지사항 목록을 조회한다.		
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query
1	CommunityController	countMessages	countMessages
2		selectMessages	selectMessages
			DB Object
			MESSAGES

시스템명	정보공유	화면유형	조회
프로그램 ID	UI-PS-013-250-02	화면 ID	UI-013-250-02
프로그램명	공지사항상세조회		
개요	공지사항 내용을 상세조회한다.		
처리로직	○ 조회 1. 입력값 : 해당번호 2. 출력값 : 게시판명, 제목, 공개여부, 작성자, 작성일, 동영상링크, 300 자 미만내용, 파일첨부 3. 처리개요 - 선택된 공지사항 상세내용을 조회한다.		
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query
1	CommunityController	selectPreviousMessage	selectPreviousMessage
			DB Object
			MESSAGES

시스템명	정보공유	화면유형	조회
프로그램 ID	UI-PS-013-260-01	화면 ID	UI-013-260-01
프로그램명	FAQ 조회		
개요	FAQ 내용을 조회한다.		
처리로직	○ 조회		

1. 입력값 : 제목, 내용 2. 출력값 : 게시판명, 제목, 생성일시, 작성일시 3. 처리개요 - 페이지 처리를 위한 검색건수를 조회한다. - FAQ 목록을 조회한다.				
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	FaqController	countFaqListForPortal	countFaqListForPortal	COMMON
2		selectFaqListForPortal	selectFaqListForPortal	FAQ

2. 출력값 : 게시판명, 제목, 생성일시, 작성일시 3. 처리개요 - 페이지 처리를 위한 검색건수를 조회한다. - 법령정보 목록을 조회한다.				
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	CommunityController	countMessages	countMessages	MESSAGES
2		selectMessages	selectMessages	

시스템명	정보공유	화면유형	조회	
프로그램 ID	UI-PS-013-270-01	화면 ID	UI-PS-013-270-01	
프로그램명	자료실 목록조회			
개요	자료실 목록을 조회한다.			
처리로직	○ 조회 1. 입력값 : 제목, 내용 2. 출력값 : 게시판명, 제목, 생성일시, 작성일시 3. 처리개요 - 페이지 처리를 위한 검색건수를 조회한다. - 자료실 목록을 조회한다.			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	CommunityController	countMessages	countMessages	MESSAGES
2		selectMessages	selectMessages	

시스템명	그룹관리	화면유형	수정	
프로그램 ID	UI-PS-013-350-04	화면 ID	UI-013-350-04	
프로그램명	사용자관리 수정			
개요	사용자를 수정한다.			
처리로직	○ 조회 1. 입력값 : 이름, 권한, 사용여부 2. 출력값 : 해당번호 3. 처리개요 - 선택된 사용자 정보를 수정한다.			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	MemberController	updateAccount	updateAccount	ACCOUNTS

시스템명	정보공유	화면유형	조회	
프로그램 ID	UI-PS-013-270-02	화면 ID	UI-013-270-02	
프로그램명	자료실 상세조회			
개요	자료실 상세내용을 조회한다.			
처리로직	○ 조회 1. 입력값 : 해당번호 2. 출력값 : 게시판명, 제목, 공개여부, 작성자, 작성일, 동영상링크, 300 자 미만내용, 파일첨부 3. 처리개요 - 선택된 자료실 상세내용을 조회한다.			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	CommunityController	selectPreviousMessage	selectPreviousMessage	MESSAGES

시스템명	그룹관리	화면유형	조회	
프로그램 ID	UI-PS-013-360-01	화면 ID	UI-013-360-01	
프로그램명	권한관리 목록조회			
개요	권한관리 목록을 조회한다.			
처리로직	○ 조회 1. 입력값 : 권한명 2. 출력값 : 권한명, 권한상명, 권한코드, 세션타임 3. 처리개요 - 페이지 처리를 위한 검색건수를 조회한다. - 권한관리 목록을 조회한다.			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	GroupController	countGroups	countGroups	GROUPS
2		selectGroups2	selectGroups2	

시스템명	운영사항	화면유형	조회
프로그램 ID	UI-PS-013-280-01	화면 ID	UI-013-280-01
프로그램명	법령정보 조회		
개요	법령정보를 조회한다.		
처리로직	○ 조회 1. 입력값 : 제목, 내용		

시스템명	그룹관리	화면유형	조회
프로그램 ID	UI-PS-013-360-02	화면 ID	UI-013-360-02
프로그램명	권한관리 상세조회		
개요	권한관리 상세내용을 조회한다.		
처리로직	○ 조회 1. 입력값 : 해당번호		

		2. 출력값 : 권한명, 권한설명, 세션타임 3. 처리개요 - 선택된 권한관리 상세내역을 조회한다.	
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query DB Object
1	GroupController	selectGroup	selectGroup GROUPS
시스템명	그룹관리	회원유형	등록
프로그램 ID	UI-PS-013-360-03	화면 ID	UI-PS-013-360-03
프로그램명	권한관리 등록		
개요	사용자 권한을 등록한다.		
처리로직	○ 조회 1. 입력값 : 권한명, 권한설명, 세션타임 2. 출력값 : 해당없음 3. 처리개요 - 사용자권한을 등록처리한다.		
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query DB Object
1	GroupController	insertGroup	insertGroup GROUPS
시스템명	그룹관리	회원유형	수정
프로그램 ID	UI-PS-013-360-04	화면 ID	UI-013-360-04
프로그램명	권한관리 수정		
개요	사용자권한을 수정한다.		
처리로직	○ 조회 1. 입력값 : 권한명, 권한설명, 세션타임 2. 출력값 : 해당없음 3. 처리개요 - 선택된 사용자권한을 수정처리한다.		
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query DB Object
1	GroupController	updateGroup	updateGroup GROUPS
시스템명	그룹관리	회원유형	삭제
프로그램 ID	UI-PS-013-360-05	화면 ID	UI-013-360-05
프로그램명	권한관리 삭제		
개요	사용자 권한을 삭제한다.		
처리로직	○ 조회 1. 입력값 : 해당없음 2. 출력값 : 해당없음 3. 처리개요 - 선택된 사용자 권한을 삭제한다.		
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query DB Object
1	GroupController	deleteGroup	deleteGroup GROUPS

프로그램명	포털메뉴관리 목록조회		
개요	포털메뉴목록을 조회한다.		
처리로직	○ 조회 1. 입력값 : 해당없음 2. 출력값 : 메뉴목록 3. 처리개요 - 메뉴관리를 위한 메뉴목록을 조회한다.		
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query DB Object
1	MenuController	selectMenuList	selectMenuList TB_MENU_INFO
시스템명	포털메뉴관리	회원유형	등록
프로그램 ID	UI-PS-013-380-02	화면 ID	UI-013-380-02
프로그램명	포털메뉴관리 등록		
개요	포털메뉴를 등록한다.		
처리로직	○ 조회 1. 입력값 : 상위메뉴명, 상위메뉴번호, 메뉴명, 메뉴번호, 메뉴순서, 사용여부, 매핑 URL, 담당자, 이메일, 전화번호, 핸드폰번호, 부서, 만족도실시, 알리오답없어, 알리오 URL. 2. 출력값 : 해당없음 3. 처리개요 - 포털메뉴를 등록한다.		
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query DB Object
1	MenuController	insertMenu	insertMenu TB_MENU_INFO
2		mergeAttachImageFile	mergeAttachImageFile ATTACHMENTS
시스템명	포털메뉴관리	회원유형	수정
프로그램 ID	UI-PS-013-380-03	화면 ID	UI-013-380-03
프로그램명	포털메뉴관리 수정		
개요	포털메뉴를 수정한다.		
처리로직	○ 조회 1. 입력값 : 상위메뉴명, 상위메뉴번호, 메뉴명, 메뉴번호, 메뉴순서, 사용여부, 매핑 URL, 담당자, 이메일, 전화번호, 핸드폰번호, 부서, 만족도실시, 알리오답없어, 알리오 URL. 2. 출력값 : 해당없음 3. 처리개요 - 선택된 포털메뉴를 수정한다.		
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query DB Object
1	MenuController	updateMenu	updateMenu TB_MENU_INFO
2		mergeAttachImageFile	mergeAttachImageFile ATTACHMENTS
시스템명	포털메뉴관리	회원유형	삭제
프로그램 ID	UI-PS-013-380-04	화면 ID	UI-013-380-04
프로그램명	포털메뉴관리 삭제		
개요	포털메뉴를 삭제한다.		
처리로직	○ 조회 1. 입력값 : 해당없음		

시스템명	그룹관리	회원유형	조회
프로그램 ID	UI-PS-013-370-01	화면 ID	UI-013-370-01
프로그램명	메뉴권한관리 목록조회		
개요	메뉴권한관리 목록을 조회한다.		
처리로직	○ 조회 1. 입력값 : 권한 검색 2. 출력값 : 권한그룹, 권한명, 권한성상여부, 생성 3. 처리개요 - 메뉴권한 목록을 조회한다.		
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query DB Object
1	MenuController	selectMenuAuthList	selectMenuAuthList COMMON GROUPS
시스템명	그룹관리	회원유형	조회
프로그램 ID	UI-PS-013-370-02	화면 ID	UI-013-370-02
프로그램명	메뉴권한관리 상세조회		
개요	메뉴권한상세 내역을 조회한다.		
처리로직	○ 조회 1. 입력값 : 해당없음 2. 출력값 : 메뉴목록 3. 처리개요 - 선택된 메뉴목록을 조회한다.		
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query DB Object
1	MenuController	selectMenuAuthCheckedList	selectMenuAuthCheckedList TB_MENU_INFO
시스템명	그룹관리	회원유형	등록
프로그램 ID	UI-PS-013-370-03	화면 ID	UI-013-370-03
프로그램명	메뉴권한관리 저장		
개요	메뉴권한을 저장한다.		
처리로직	○ 조회 1. 입력값 : 메뉴 ID, 권한그룹 2. 출력값 : 해당없음 3. 처리개요 - 권한그룹에 해당하는 메뉴 ID를 찾아 전체 삭제한다. - 새로 등록된 메뉴 ID를 저장한다.		
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query DB Object
1	MenuController	deleteAuthMenu	deleteAuthMenu TB_MENU_INFO
2		insertMenuAuth	insertMenuAuth
시스템명	포털메뉴관리	회원유형	조회
프로그램 ID	UI-PS-013-380-01	화면 ID	UI-013-380-01

		2. 출력값 : 해당없음 3. 처리개요 - 선택된 포털메뉴를 삭제한다.	
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query DB Object
1	MenuController	deleteMenuForPortal	deleteMenuForPortal TB_MENU_INFO
시스템명	게시물관리	회원유형	조회
프로그램 ID	UI-PS-013-390-01	화면 ID	UI-013-390-01
프로그램명	게시판생성관리 목록조회		
개요	게시판생성내역을 조회한다.		
처리로직	○ 조회 1. 입력값 : 게시판타입, 사용여부, 게시판명 2. 출력값 : ID, 게시판명, 게시판속성, 생성일시, 수정일시, 사용유무 3. 처리개요 - 페이지 처리를 위한 검색인수를 조회한다. - 게시판 생성내역을 조회한다.		
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query DB Object
1	BoardController	countBoards	countBoards BOARDS
2		selectBoardList	selectBoardList
시스템명	게시물관리	회원유형	등록
프로그램 ID	UI-PS-013-390-02	화면 ID	UI-013-390-02
프로그램명	게시판생성관리 등록		
개요	게시판생성등록을 한다.		
처리로직	○ 조회 1. 입력값 : 게시판 ID, 게시판명, 게시판소개, 게시판속성, 페이지당 열 수, 게시판타입, 사용여부 2. 출력값 : 해당없음 3. 처리개요 - 게시판 내용을 등록한다.		
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query DB Object
1	BoardController	insertBoard	insertBoard BOARDS
시스템명	게시물관리	회원유형	수정
프로그램 ID	UI-PS-013-390-03	화면 ID	UI-013-390-03
프로그램명	게시판생성관리 수정		
개요	생성된 게시판내용을 수정한다.		
처리로직	○ 조회 1. 입력값 : 게시판 ID, 게시판명, 게시판소개, 게시판속성, 페이지당 열 수, 게시판타입, 사용여부 2. 출력값 : 해당없음 3. 처리개요 - 선택된 게시판 내용을 수정한다.		
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query DB Object

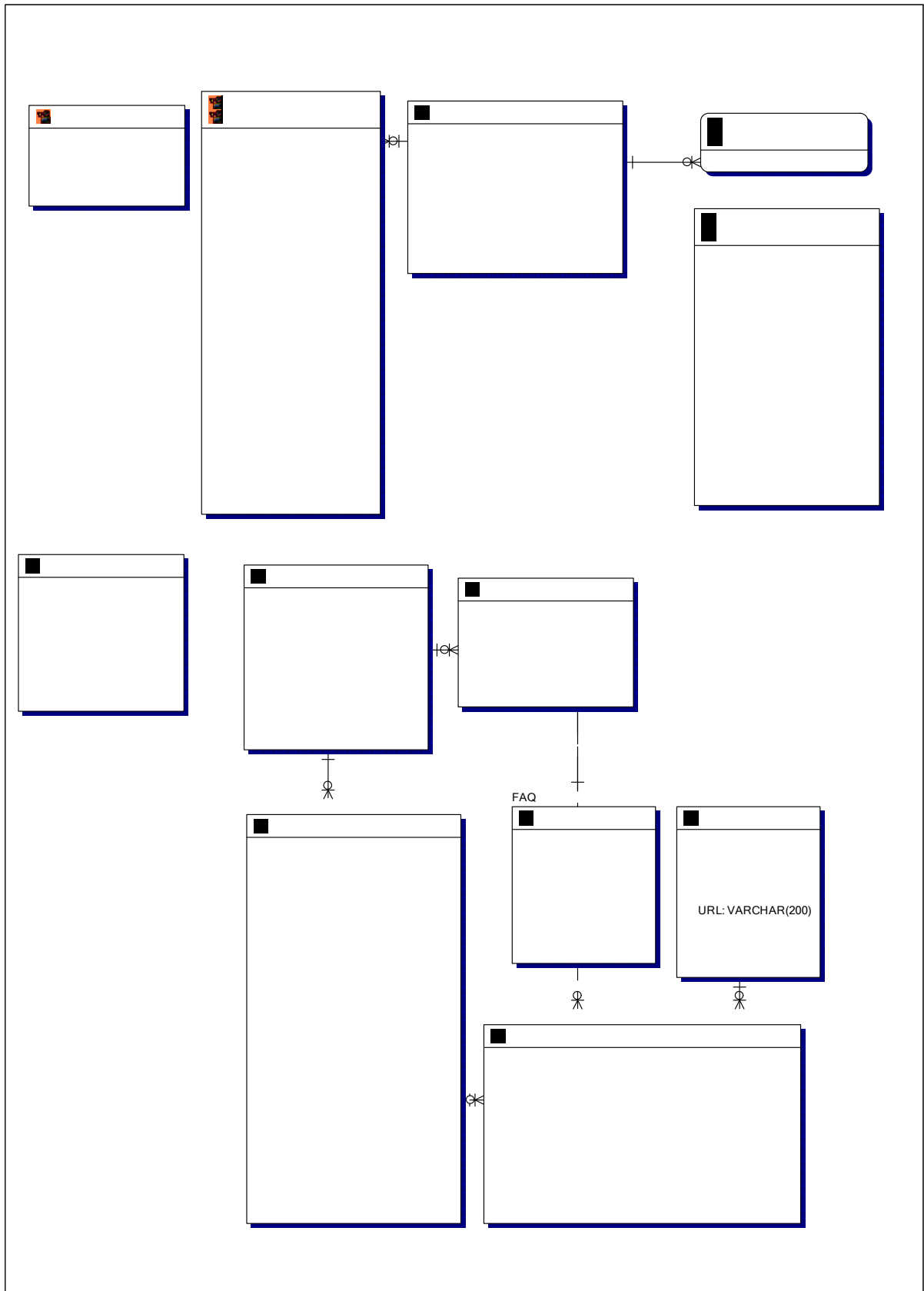
1	BoardController	updateBoard	updateBoard	BOARDS
시스템명	게시물관리		화면유형	삭제
프로그램 ID	UI-PS-013-390-04	화면 ID	UI-013-390-04	
프로그램명	게시판생성관리 삭제			
개요	게시판을 삭제한다.			
처리로직	<input type="checkbox"/> 조회 1. 입력값 : 해당없음 2. 출력값 : 해당없음 3. 처리개요 - 선택된 게시판 내용을 삭제한다.			
순서	Control	Service/Interface	DAQ/Query	DB Object
1	BoardController	deleteBoard	deleteBoard	BOARDS
시스템명	게시물관리		화면유형	조회
프로그램 ID	UI-PS-013-400-01	화면 ID	UI-013-400-01	
프로그램명	일반게시물관리 목록조회			
개요	일반게시물 목록을 조회한다.			
처리로직	<input type="checkbox"/> 조회 1. 입력값 : 게시판, 제목 2. 출력값 : 게시판명, 제목, 생성일시, 작성일시 3. 처리개요 - 페이지 처리를 위한 검색인수를 조회한다. - 일반게시물 목록을 조회한다.			
순서	Control	Service/Interface	DAQ/Query	DB Object
1	BoardController	countBoardSelectList	countBoardSelectList	BOARDS
2		selectBoardSelectList	selectBoardSelectList	
시스템명	게시물관리		화면유형	등록
프로그램 ID	UI-PS-013-400-02	화면 ID	UI-013-400-02	
프로그램명	일반게시물관리 등록			
개요	일반게시물을 등록한다.			
처리로직	<input type="checkbox"/> 조회 1. 입력값 : 게시판, 제목, 공개여부, 작성일, 동영상링크, 300 자미만내용, 파일첨부 2. 출력값 : 해당없음 3. 처리개요 - 일반게시물 내용을 등록한다.			
순서	Control	Service/Interface	DAQ/Query	DB Object
1	BoardController	insertMessages	insertMessages	BOARDS
시스템명	게시물관리		화면유형	수정

1	BoardController	insertMessages	insertMessages	BOARDS
시스템명	게시물관리		화면유형	수정
프로그램 ID	UI-PS-013-410-03	화면 ID	UI-013-410-03	
프로그램명	컨텐츠게시물관리 수정			
개요	컨텐츠게시물을 수정한다.			
처리로직	<input type="checkbox"/> 조회 1. 입력값 : 게시판, 제목, 공개여부, 작성일, 동영상링크, 300 자미만내용 2. 출력값 : 해당없음 3. 처리개요 - 선택된 컨텐츠 게시물을 수정한다.			
순서	Control	Service/Interface	DAQ/Query	DB Object
1	BoardController	updateMessages	updateMessages	BOARDS
시스템명	게시물관리		화면유형	삭제
프로그램 ID	UI-PS-013-410-04	화면 ID	UI-013-410-04	
프로그램명	컨텐츠게시물관리 삭제			
개요	컨텐츠게시물을 삭제한다.			
처리로직	<input type="checkbox"/> 조회 1. 입력값 : 해당없음 2. 출력값 : 해당없음 3. 처리개요 - 선택된 컨텐츠 게시물을 삭제한다.			
순서	Control	Service/Interface	DAQ/Query	DB Object
1	BoardController	deleteMessages	deleteMessages	BOARDS
시스템명	시스템관리		화면유형	조회
프로그램 ID	UI-PS-013-420-01	화면 ID	UI-013-420-01	
프로그램명	관리자메뉴관리 목록조회			
개요	관리자메뉴목록을 조회한다.			
처리로직	<input type="checkbox"/> 조회 1. 입력값 : 해당없음 2. 출력값 : 메뉴목록 3. 처리개요 - 관리자 메뉴관리를 위한 메뉴목록을 조회한다.			
순서	Control	Service/Interface	DAQ/Query	DB Object
1	MenuController	selectMenuList	selectMenuList	TB_MENU_MASTER

프로그램 ID	UI-PS-013-400-03	화면 ID	UI-013-400-03	
프로그램명	일반게시물관리 수정			
개요	일반게시물을 수정한다.			
처리로직	<input type="checkbox"/> 조회 1. 입력값 : 게시판, 제목, 공개여부, 작성일, 동영상링크, 300 자미만내용, 파일첨부 2. 출력값 : 해당없음 3. 처리개요 - 선택된 일반게시물 내용을 수정한다.			
순서	Control	Service/Interface	DAQ/Query	DB Object
1	BoardController	updateMessages	updateMessages	BOARDS
시스템명	게시물관리		화면유형	삭제
프로그램 ID	UI-PS-013-400-04	화면 ID	UI-PS-013-400-04	
프로그램명	일반게시물관리 삭제			
개요	일반게시물을 삭제한다.			
처리로직	<input type="checkbox"/> 조회 1. 입력값 : 해당없음 2. 출력값 : 해당없음 3. 처리개요 - 선택된 게시물 내역을 삭제한다.			
순서	Control	Service/Interface	DAQ/Query	DB Object
1	BoardController	deleteMessages	deleteMessages	BOARDS
시스템명	게시물관리		화면유형	조회
프로그램 ID	UI-PS-013-410-01	화면 ID	UI-PS-013-410-01	
프로그램명	컨텐츠게시물관리 목록조회			
개요	컨텐츠게시물 목록을 조회한다.			
처리로직	<input type="checkbox"/> 조회 1. 입력값 : 게시판, 제목 2. 출력값 : 게시판명, 제목, 생성일시, 작성일시 3. 처리개요 - 페이지 처리를 위한 검색인수를 조회한다. - 컨텐츠게시물 목록을 조회한다.			
순서	Control	Service/Interface	DAQ/Query	DB Object
1	BoardController	countPubContentsBoards	countPubContentsBoards	PUB_LIST
2		selectPubContentsList	selectPubContentsList	
시스템명	게시물관리		화면유형	등록
프로그램 ID	UI-PS-013-410-02	화면 ID	UI-013-410-02	
프로그램명	컨텐츠게시물관리 등록			
개요	컨텐츠게시물을 등록한다.			
처리로직	<input type="checkbox"/> 조회			

1	MenuController	insertMenu	insertMenu	TB_MENU_INFO
2		mergeAttachImageFile	mergeAttachImageFile	ATTACHMENTS
시스템명	시스템관리		화면유형	등록
프로그램 ID	UI-PS-013-420-02	화면 ID	UI-013-420-02	
프로그램명	관리자메뉴관리 등록			
개요	관리자메뉴를 등록한다.			
처리로직	<input type="checkbox"/> 조회 1. 입력값 : 상위메뉴명, 상위메뉴번호, 메뉴명, 메뉴번호, 메뉴순서, 사용유무, 매핑 URL 2. 출력값 : 해당없음 3. 처리개요 - 관리자메뉴를 등록한다.			
순서	Control	Service/Interface	DAQ/Query	DB Object
1	MenuController	insertMenu	insertMenu	TB_MENU_INFO
2		mergeAttachImageFile	mergeAttachImageFile	ATTACHMENTS
시스템명	시스템관리		화면유형	수정
프로그램 ID	UI-PS-013-420-03	화면 ID	UI-013-420-03	
프로그램명	관리자메뉴관리 수정			
개요	관리자메뉴를 수정한다.			
처리로직	<input type="checkbox"/> 조회 1. 입력값 : 상위메뉴명, 상위메뉴번호, 메뉴명, 메뉴번호, 메뉴순서, 사용유무, 매핑 URL 2. 출력값 : 해당없음 3. 처리개요 - 선택된 관리자메뉴를 수정한다.			
순서	Control	Service/Interface	DAQ/Query	DB Object
1	MenuController	updateMenu	updateMenu	TB_MENU_INFO
2		mergeAttachImageFile	mergeAttachImageFile	
시스템명	시스템관리		화면유형	삭제
프로그램 ID	UI-PS-013-420-04	화면 ID	UI-013-420-04	
프로그램명	관리자메뉴관리 삭제			
개요	관리자메뉴를 삭제한다.			
처리로직	<input type="checkbox"/> 조회 1. 입력값 : 상위메뉴명, 상위메뉴번호, 메뉴명, 메뉴번호, 메뉴순서, 사용유무, 매핑 URL 2. 출력값 : 해당없음 3. 처리개요 - 선택된 관리자메뉴를 삭제한다.			
순서	Control	Service/Interface	DAQ/Query	DB Object
1	MenuController	deleteMenuForPortal	deleteMenuForPortal	TB_MENU_INFO

다. 데이터 설계(논리 ERD)





## 라. 데이터 명세서

Table Name	ACCOUNTS	COMMENT	계정			
NO	Column Name	Column Comment	Column Datatype	Null Option	PK	FK
1	SEQ	고유번호	NUMBER	NOT NULL	Yes	No
2	ACCOUNT_ID	계정아이디	VARCHAR2(30)	NOT NULL	Yes	No
3	GROUP_CODE	그룹 식별 코드	CHAR(7)	NOT NULL	No	Yes
4	PASS	비밀번호	VARCHAR2(100)	NOT NULL	No	No
5	NAME	이름	VARCHAR2(50)	NOT NULL	No	No
6	IS_USABLE	사용여부	CHAR(1)	NOT NULL	No	No
7	IS_PERSISTENCE	삭제불가여부	CHAR(1)	NOT NULL	No	No
8	CREATED_AT	생성일시	DATE	NOT NULL	No	No
9	UPDATED_AT	수정일시	DATE	NOT NULL	No	No
10	EMAIL	이메일	VARCHAR2(40)	NULL	No	No
11	TG_USE	회원여부	CHAR(1)	NULL	No	No
12	DT_CREATE	회원가입요청일자	CHAR(10)	NULL	No	No
13	DT_MODIFY	회원가입수정일자	CHAR(10)	NULL	No	No
14	ADDRESS	주소	VARCHAR2(120)	NULL	No	No
15	POSITION	부서	VARCHAR2(24)	NULL	No	No
16	OFFICE_PHONE	사무실전화번호	VARCHAR2(20)	NULL	No	No
17	MOBILE	휴대폰번호	VARCHAR2(20)	NULL	No	No
18	SEX	성별	CHAR(1)	NULL	No	No
19	WORKER_CREATE	생년월일	VARCHAR2(20)	NULL	No	No
20	WORKER_MODIFY	수정자	VARCHAR2(20)	NULL	No	No
21	MAILING	메일주소이메일	CHAR(1)	NULL	No	No
22	OUTSIDE	외부내부식별자	VARCHAR2(8)	NULL	No	No
23	POST_NO	우편번호	VARCHAR2(7)	NULL	No	No
24	AGREE_YN	동의여부	CHAR(1)	NULL	No	No
25	ADDRESS2	주소양식	VARCHAR2(120)	NULL	No	No
26	COMPLETE_NO	종료번호	VARCHAR2(10)	NULL	No	No
27	POST_DEPT	소속부서명	VARCHAR2(50)	NULL	No	No
28	R_CD	도량형주소코드	VARCHAR2(20)	NULL	No	No
29	BIBULUNG_CD	별칭주소코드	VARCHAR2(20)	NULL	No	No

Table Name	ATTACHMENTS	COMMENT	첨부파일			
NO	Column Name	Column Comment	Column Datatype	Null Option	PK	FK
1	SEQ	고유번호	NUMBER	NOT NULL	Yes	No
2	ATTACHABLE_SEQ	고유번호	NUMBER	NOT NULL	No	Yes
3	ATTACHABLE_TYPE	관용형 식별값	VARCHAR2(50)	NULL	No	No
4	SECURE	파일형식여부	CHAR(1)	NOT NULL	No	No
5	FILE_PATH	경로	VARCHAR2(300)	NOT NULL	No	No
6	FILE_NAME	파일명	VARCHAR2(300)	NOT NULL	No	No
7	FILE_EXTENSION	파일확장자	VARCHAR2(15)	NULL	No	No
8	FILE_SIZE	파일크기	LONG	NOT NULL	No	No
9	UPLOAD_TYPE	9 첨부형식	VARCHAR2(20)	NOT NULL	No	No
10	CREATED_AT	생성일시	DATE	NOT NULL	No	No
11	UPDATED_AT	수정일시	DATE	NOT NULL	No	No
12	ACCOUNT_SEQ	계정유번호	NUMBER	NOT NULL	No	No
13	SESSION_ID	세션아이디	VARCHAR2(4000)	NOT NULL	No	No

Table Name	ATTACHMENTS	COMMENT	첨부파일			
NO	Column Name	Column Comment	Column Datatype	Null Option	PK	FK
1	ID	게시판 식별 코드	VARCHAR2(20)	NOT NULL	Yes	No
2	NAME	게시판 명칭	VARCHAR2(100)	NOT NULL	No	No
3	LAYOUT	레이아웃	VARCHAR2(20)	NOT NULL	No	No
4	DESCRIPTION	게시판 설명	VARCHAR2(500)	NULL	No	No

Table Name	BOARD	COMMENT	게시판			
NO	Column Name	Column Comment	Column Datatype	Null Option	PK	FK
2	BOARD_ID	게시판 아이디	VARCHAR2(20)	NOT NULL	No	Yes
3	BRANCH	활동식별번호	NUMBER	NOT NULL	No	No
4	THREAD	정렬기준값	NUMBER	NOT NULL	No	No
5	DEPTH	깊이	NUMBER(3)	NOT NULL	No	No
6	TITLE	제목	VARCHAR2(500)	NOT NULL	No	No
7	WRITER	작성자	VARCHAR2(50)	NOT NULL	No	No
8	WRITER_SEQ	게정고유번호	NUMBER	NOT NULL	No	No
9	IP	아이피	VARCHAR2(20)	NOT NULL	No	No
10	CONTENTS	태그가 제거된 내용	CLOB	NULL	No	No
11	CONTENTS_WITH_MARKUP	내용	CLOB	NULL	No	No
12	HITS	조회수	NUMBER	NULL	No	No
13	COMMENTS_COUNT	조회수	NUMBER	NULL	No	No
14	ON_TOP	공지글여부	CHAR(1)	NULL	No	No
15	ATTACHED_IMAGE_COUNT	상업된 이미지의 수	NUMBER(3)	NULL	No	No
16	ATTACHED_FILE_COUNT	첨부된 파일의 수	NUMBER(3)	NULL	No	No
17	DISABLED_AT	비활성화시점	DATE	NULL	No	No
18	CREATED_AT	생성일시	DATE	NULL	No	No
19	UPDATED_AT	수정일시	DATE	NULL	No	No
20	PASS	비밀번호	VARCHAR2(100)	NULL	No	No
21	SHORTENED_CONTENTS	내용의 일부	VARCHAR2(1200)	NULL	No	No
22	THUMBNAIL	썸네일 경로	VARCHAR2(50)	NULL	No	No
23	MOVIE_LINK	유투브링크	VARCHAR2(2000)	NULL	No	No
24	PUBLISHED_AT	작성일	DATE	NULL	No	No
25	REMOTE_URL	타시스템 첨부파일위치	VARCHAR2(100)	NULL	No	No
26	REMOTE_SITE_NM	타시스템 명	VARCHAR2(100)	NULL	No	No
27	MENU_TYPE	메뉴타입	VARCHAR2(2)	NULL	No	No
28	ATTACHED_MOVIE_COUNT	첨부영상수	NUMBER(3)	NULL	No	No

Table Name	TB_FOOTER	COMMENT	푸터			
NO	Column Name	Column Comment	Column Datatype	Null Option	PK	FK
1	SEQ	고유번호	NUMBER	NOT NULL	Yes	No
2	MENU_TYPE	메뉴타입	CHAR(1)	NULL	No	No
3	BON_WON_ADDR	본관주소	VARCHAR2(300)	NULL	No	No
4	ANNEX_WON_ADDR	별관주소	VARCHAR2(300)	NULL	No	No
5	CENTER_ADDR	대표주소	VARCHAR2(200)	NULL	No	No
6	EMAIL_ADDR	이메일주소	VARCHAR2(200)	NULL	No	No
7	COPYRIGHT_ADOR	권리	VARCHAR2(200)	NULL	No	No
8	CREATED_AT	생성일시	DATE	NOT NULL	No	No
9	UPDATED_AT	수정일시	DATE	NOT NULL	No	No
10	USE_YN	사용여부	VARCHAR2(1)	NULL	No	No

Table Name	TB_LOGCOUNT	COMMENT	회원 접속 통계			
NO	Column Name	Column Comment	Column Datatype	Null Option	PK	FK
1	SEQ	고유번호	NUMBER	NOT NULL	Yes	No
2	PGM_ID	회원 ID	NUMBER	NOT NULL	No	No
3	LOG_COUNT	접속수	NUMBER	NULL	No	No
4	LOG_DATE	접속일자	VARCHAR2(10)	NULL	No	No
5	CONN_TYPE	접속타입	VARCHAR2(2)	NULL	No	No

Table Name	TB_MENU_AUTHOR	COMMENT	메뉴 권한			
NO	Column Name	Column Comment	Column Datatype	Null Option	PK	FK
1	MENU_NO	메뉴번호	NUMBER(20)	NOT NULL	Yes	No
2	CODE	권한코드	CHAR(7)	NOT NULL	Yes	Yes

Table Name	COMMON	COMMENT	공통코드			
NO	Column Name	Column Comment	Column Datatype	Null Option	PK	FK
1	CODE	코드	CHAR(7)	NOT NULL	Yes	No
2	GROUP_CODE	그룹코드	CHAR(3)	NOT NULL	No	No
3	VAL	코드명	VARCHAR2(100)	NOT NULL	No	No
4	CREATED_AT	생성일시	DATE	NOT NULL	No	No
5	UPDATED_AT	수정일시	DATE	NOT NULL	No	No
6	DESCRIPTION	현재설명	VARCHAR2(200)	NULL	No	No

Table Name	CONNECT_IP	COMMENT	접속 IP			
NO	Column Name	Column Comment	Column Datatype	Null Option	PK	FK
1	IP	접속 IP	VARCHAR2(30)	NOT NULL	No	No
2	ID	접속시도 ID	VARCHAR2(20)	NOT NULL	No	No
3	DEL_YN	삭제여부	VARCHAR2(2)	NOT NULL	No	No
4	SUC_YN	성공여부	VARCHAR2(2)	NOT NULL	No	No
5	CONNECT_AT	접속시도시간	DATE	NOT NULL	No	No
6	UPDATED_AT	수정일시	DATE	NULL	No	No

Table Name	FAQ	COMMENT	FAQ			
NO	Column Name	Column Comment	Column Datatype	Null Option	PK	FK
1	SEQ	고유번호	NUMBER	NOT NULL	Yes	No
2	FAQ_TYPE	분류유형	CHAR(7)	NULL	No	No
3	QUESTION	질문	VARCHAR2(4000)	NOT NULL	No	No
4	ANSWER	답변	VARCHAR2(4000)	NOT NULL	No	No
5	DISABLED_AT	비활성화시점	DATE	NULL	No	No
6	CREATED_AT	생성일시	DATE	NULL	No	No
7	UPDATED_AT	수정일시	DATE	NULL	No	No
8	USE_AT	사용여부	VARCHAR2(1)	NULL	No	No
9	HITS	조회수	NUMBER	NULL	No	No
10	FILE_CNT	파일수	NUMBER	NULL	No	No

Table Name	GROUPS	COMMENT	사용자 그룹			
NO	Column Name	Column Comment	Column Datatype	Null Option	PK	FK
1	CODE	그룹 식별 코드	CHAR(7)	NOT NULL	Yes	No
2	NAME	명칭	VARCHAR2(30)	NOT NULL	No	No
3	DESCRIPTION	설명	VARCHAR2(200)	NULL	No	No
4	IS_SUPERVISE	관리자여부	CHAR(1)	NOT NULL	No	No
5	IS_PERSISTENCE	삭제불가여부	CHAR(1)	NOT NULL	No	No
6	DISABLED_AT	비활성화시점	DATE	NULL	No	No
7	CREATED_AT	생성일시	DATE	NOT NULL	No	No
8	UPDATED_AT	수정일시	DATE	NOT NULL	No	No
9	SESSION_TIMEOUT	세션만료시간	NUMBER	NOT NULL	No	No

Table Name	MESSAGES	COMMENT	게시판내용			
NO	Column Name	Column Comment	Column Datatype	Null Option	PK	FK
1	SEQ	고유번호	NUMBER	NOT NULL	Yes	No

Table Name	TB_MENU_INFO	COMMENT	메뉴정보			
NO	Column Name	Column Comment	Column Datatype	Null Option	PK	FK
1	MENU_NO	메뉴번호	NUMBER(20)	NOT NULL	Yes	No
2	MENU_TYPE	메뉴타입	CHAR(1)	NOT NULL	Yes	No
3	FILE_SEQ	파일고유번호	NUMBER	NULL	No	No
4	MENU_NM	메뉴명	VARCHAR2(200)	NOT NULL	No	No
5	PROGRAM_FILE_NM	메뉴 URL	VARCHAR2(1000)	NULL	No	No
6	UPPER_MENU_NO	상위메뉴번호	NUMBER(20)	NULL	No	No
7	MENU_ORDR	메뉴순서	NUMBER(5)	NOT NULL	No	No
8	MENU_DC	메뉴설명	VARCHAR2(250)	NULL	No	No
9	RELATE_IMAGE_PATH	관계이미지경로	VARCHAR2(100)	NULL	No	No
10	RELATE_IMAGE_NM	관계이미지명	VARCHAR2(60)	NULL	No	No
11	IS_USABLE	메뉴사용여부	CHAR(1)	NULL	No	No
12	IS_DISPLAY	포털표시여부	CHAR(1)	NULL	No	No
13	DEPARTMENT	부서	VARCHAR2(50)	NULL	No	No
14	CONTACT	담당자	VARCHAR2(50)	NULL	No	No
15	TEL_NO	전화번호	VARCHAR2(15)	NULL	No	No
16	HP_NO	홈페이지	VARCHAR2(15)	NULL	No	No
17	MAIL	이메일주소	VARCHAR2(50)	NULL	No	No
18	BAITING_YN	만족도조사 여부	VARCHAR2(1)	NULL	No	No
19	ALIO_YN	알리오여부	VARCHAR2(10)	NULL	No	No
20	ALIO_URL	알리오 URL	VARCHAR2(1000)	NULL	No	No

Table Name	TB_QUICK_MENU	COMMENT	퀵메뉴			
NO	Column Name	Column Comment	Column Datatype	Null Option	PK	FK
1	SEQ	고유번호	NUMBER	NOT NULL	Yes	No
2	TITLE	제목	VARCHAR2(100)	NOT NULL	No	No
3	IMG_SEQ	이미지순번	NUMBER	NULL	No	No
4	DISPLAY_YN	현용여부	CHAR(1)	NOT NULL	No	No
5	CREATED_AT	생성일시	DATE	NOT NULL	No	No
6	UPDATED_AT	수정일시	DATE	NOT NULL	No	No
7	URL	URL	VARCHAR2(200)	NULL	No	No
8	WINDOW_YN	창개여부	CHAR(1)	NULL	No	No
9	MENU_TYPE	메뉴구분	VARCHAR2(7)	NOT NULL	No	No
10	MENU_COR	정렬순서	NUMBER	NULL	No	No
11	SITE_TYPE	사이트타입	CHAR(1)	NULL	No	No

Table Name	VISIT	COMMENT	방문자			
NO	Column Name	Column Comment	Column Datatype	Null Option	PK	FK
1	VIS_DATE	방문 일자	DATE	NOT NULL	Yes	No
2	VIS_IP	방문 IP	VARCHAR2(20)	NOT NULL	Yes	No
3	VIS_TYPE	방문타입	VARCHAR2(2)	NOT NULL	No	No

Table Name	PWE_BEACON_LOG_M	COMMENT	비콘 신호 로그			
NO	Column Name	Column Comment	Column Datatype	Null Option	PK	FK
1	USE_ID	사용자 ID	VARCHAR2(20)	NOT NULL	No	No
2	TRN_GBN	사용자구분	VARCHAR2(10)	NOT NULL	No	No
3	BEACON_FARM_ID	비콘 농장 ID	VARCHAR2(6)	NOT NULL	No	No
4	BEACON_LOCAL_ID	비콘 위치 ID	VARCHAR2(6)	NOT NULL	No	No
5	SAVE_YMD	측정 년월일	VARCHAR2(8)	NOT NULL	No	No
6	SAVE_RMS	측정 시분초	VARCHAR2(8)	NOT NULL	No	No
7	TEMP_VALUE	측정 온도값	NUMBER(4,1)	NULL	No	No
8	HUMI_VALUE	측정 습도값	NUMBER(5,2)	NULL	No	No
9	CO2_VALUE	측정 CO2 값	NUMBER(5,2)	NULL	No	No
10	FILE_PATH_NAME	소셜사진 저장 위치	VARCHAR2(100)	NULL	No	No

Table Name	PWE_EQUIP_M	COMMENT	농업인관리 장비 마스터			
NO	Column Name	Column Comment	Column Datatype	Null Option	PK	FK
1	FARM_NO	농장고유 번호	VARCHAR2(10)	NOT NULL	Yes	Yes
2	SEQ	장비 순번	NUMBER(5)	NOT NULL	Yes	No
3	BEACON_FARM_ID	비콘 농장_ID	VARCHAR2(6)	NOT NULL	No	No
4	BEACON_LOCAL_ID	비콘 위치_ID	VARCHAR2(6)	NOT NULL	No	No
5	GBN	장비 구분	VARCHAR2(20)	NOT NULL	No	No
6	PURPOSE	사용 목적	VARCHAR2(100)	NOT NULL	No	No
7	INS_DATE	생성 일자	DATE	NOT NULL	No	No
8	INS_ID	생성자_ID	VARCHAR2(20)	NOT NULL	No	No
9	LTD_DATE	수정 일자	DATE	NOT NULL	No	No
10	LTD_ID	수정_ID	VARCHAR2(20)	NOT NULL	No	No
11	USE_YN	사용 여부	CHAR(1)	NOT NULL	No	No

Table Name	CWE_CAR_INFO	COMMENT	차량정보 압루드			
NO	Column Name	Column Comment	Column Datatype	Null Option	PK	FK
1	FARM_NO	농장번호	VARCHAR2(10)	NOT NULL	Yes	Yes
2	IN_YMD	연식, 연월일	VARCHAR2(8)	NOT NULL	Yes	No
3	CCTV_ID	CCTV_ID	VARCHAR2(10)	NOT NULL	Yes	No
4	IN_HMS	연식, 시분초	VARCHAR2(8)	NOT NULL	Yes	No
5	EVENT_GBN	연식, 구분	VARCHAR2(20)	NULL	No	No
6	CAR_TYPE	차종	VARCHAR2(20)	NULL	No	No
7	CAR_NUM	차량번호	VARCHAR2(10)	NULL	No	No
8	CAR_CNT	차량 수	NUMBER(3)	NULL	No	No
9	PERSON_CNT	사람 인원 수	NUMBER(3)	NULL	No	No
10	PERSON_STEP_DOWN_CNT	하차 인원 수	NUMBER(3)	NULL	No	No
11	STREAM_STATUS	스트림 상태	VARCHAR2(20)	NULL	No	No
12	CONFIDENCE	신뢰도	NUMBER(5,2)	NULL	No	No
13	PICTURE_PATH	촬영이미지 경로	VARCHAR2(200)	NULL	No	No

Table Name	CM_FARM_INFO_M	COMMENT	농장 정보 마스터			
NO	Column Name	Column Comment	Column Datatype	Null Option	PK	FK
1	FARM_NO	농장번호	VARCHAR2(10)	NOT NULL	Yes	No
2	FARMER_NO	농가번호	VARCHAR2(8)	NULL	No	No
3	FARM_NM	농장명	VARCHAR2(100)	NULL	No	No
4	FARM_UNIQUE_NO	농장식별번호	VARCHAR2(6)	NULL	No	No
5	FARM_SIGN_NO	농장식별표시 번호	VARCHAR2(6)	NULL	No	No
6	LIVESTOCK_NO	축산업등록번호	VARCHAR2(20)	NULL	No	No
7	FARM_PNU_CODE	농장 별칭용 PNU 코드	VARCHAR2(19)	NULL	No	No
8	FARM_ADDR	농장 주소	VARCHAR2(100)	NULL	No	No
9	FARM_TEL	농장 연락처	VARCHAR2(11)	NULL	No	No
10	LIVESTOCK_KIND_CD	주요 축종코드	VARCHAR2(6)	NULL	No	No
11	REGER_ID	등록자	VARCHAR2(20)	NULL	No	No
12	REG_DATE	등록일	DATE	NULL	No	No
13	MOOER_ID	수정자	VARCHAR2(20)	NULL	No	No
14	MOD_DATE	수정일	DATE	NULL	No	No
15	STATE_GBN_CD	농장_상	VARCHAR2(6)	NULL	No	No
16	USE_YN	사용여	CHAR(1)	NULL	No	No

## 2. 2년차 연구 수행 결과

[주관연구기관] 서울대학교 산학협력단

### 가. 과거 혈청예찰 평가

#### (1) 구제역 백신 혈청 예찰의 개요

- 구제역 백신 접종 정책의 목적은 1) 임상 증상을 감소시키거나, 2) 구제역 바이러스 감염을 제거하거나, 3) 청정 지위를 되찾기 위한 것으로 분류할 수 있음. 구제역 통제 프로그램의 목표는 바이러스 순환 상태에 따라 다름. 구제역 바이러스가 순환하여 구제역 통제프로그램의 목표가 임상적 구제역 방병률을 감소시키는 것이 목표인 PCT-FMD 2단계 국가에서는 구제역 백신정책의 성공 여부는 수용가능할 정도로 발병률이 감소하는 것임. 국가 또는 지역의 상태에 따라 처음부터 분명한 목적으로 백신 정책을 포함한 구제역 통제 프로그램을 설계하고 이행해야 함
- 구제역 백신 정책의 성공 요인 : 구제역 백신 정책의 성공 여부는 적절한 백신과 백신 접종법 선택과 수행에 의해 결정되지만 다음의 사항에 영향을 받으며 다른 통제수단에 의해 뒷받침되어야 함. 그러므로 백신 선정에서 접종까지 전체 과정에 대한 끊임없는 예찰과 평가가 이루어져야 함
  1. 통제할 바이러스의 다양성
  2. 백신의 효능
  3. 감수성 동물과 축산 체계의 범위
  4. 백신 접종의 목적
  5. 백신에 의한 면역력의 지속 기간
  6. 백신 프로그램의 설계와 적용
- 감염되지 않은 축군에서 구제역 바이러스가 퍼지는 것을 막는데 필수적인 백신 접종율은 감염재생산 지수( $R_0$ )에 따라 달라짐.  $R_0$  값은 축군 내 접촉 구조의 특성에 따라 달라지며 많은 수의 감수성 동물이 주기적으로 접촉 기회를 가질 때 커짐. 근접성 및 접촉 관계망에 따라  $R_0$ 는 달라지지만 축군간  $R_0$ 의 추정치는 낮음
- 축군 내 80% 백신 접종율은 구제역 통제의 목표로 일반적으로 인용. 백신접종율을 80% 이상으로 가져가도 100% 효율성(축군의 방어력) 달성 어려움. 효과적인 차단방역에 의해 축군간 접촉이 감소. 백신 방어력에 대한 의존 감소. 효과적인 백신 방어는 차단방역

이 차선책인 경우 전파 차단 가능

- 백신 접종을 받은 동물 모두가 방어 수준의 면역을 가지는 것은 아님. 백신접종한 개체군에서 면역이 형성되지 않는 이유는 다음과 같이 다양함. 1) 접종을 받지 않음, 2) 접종기간 현장부재(방목), 야생성, 임신 말기, 소유자 비협조, 3) 최소 나이 미만으로 접종 조건 미충족, 4) 접종받았으나 면역 반응이 없음, 4) 백신의 효능, 백신접종 실행의 문제(용량이 적음), 백신의 유효기간, 저온 유통 상태
- 현장에서의 백신 방어력은 저온유통, 유효기간 준수에 따라다 다르고 백신의 배치(batch)마다 상이할 수 있고 개체의 백신접종에 따른 반응은 다양
- 구제역 백신 접종 후 예찰은 **백신 접종의 효율성(Vaccine effectiveness)**을 평가하여 백신 접종 프로그램의 성공 여부를 평가하고 확인하기 위함. 백신접종의 효율성은 백신 접종 프로그램으로 현장에서 달성된 백신의 방어력. 현장에서의 방어력은 축군의 면역 평가를 통해 확인. 축군의 면역은 백신 접종의 수행 정도와 감염에 대해 방어에 대한 핵심 지표.
- 백신접종의 효율성은 백신 접종 프로그램으로 현장에서 달성된 백신 방어력으로 이상적인 조건에서의 **백신 자체의 효능(Efficacy)**과 다름. 백신 접종효과는 예측할 수 없을 정도로 다양하여 예찰이 필요. 백신 자체의 효능은 백신이 동물을 얼마나 잘 보호할 수 있는지 능력 척도
- **백신 접종 후 예찰의 필요성**
  - 백신접종 관련 비용이 전체 구제역 질병 관리 비용의 90%를 차지하고 있어
  - 엄격한 백신접종 수준(백신접종율)을 유지하기 위해
  - 농장주와 같은 결정권을 가진 사람을 확신시키기 위해
- 축군의 면역을 평가하는 것은 **전체 축군 면역(OPI, Overall Population Immunity)**을 평가. 전체 축군 면역이란 구제역에 감수성을 가지는 전체 축군에서 면역이 있는 동물의 비율. 바이러스가 얼마나 쉽게 확산되고 질병을 유발할 수 있는지를 평가. **백신접종된 축군 면역(VPI, Vaccinated Population Immunity)**은 백신 접종에 대한 반응을 측정하여 백신 접종 프로그램의 품질을 전반적으로 측정

- 축군의 면역상태 평가의 2가지 방법
  - 개별 동물수준에서 면역상태 추정 : PCP 2, 3단계의 국가에서 적합(구제역 만연한 상태)
  - 역학단위 수준(마을, 축군)에서 면역상태 추정 : PCP 3, 4단계 이상, 바이러스 순환 가능성이 없거나 청정 지위를 달성한 국가에서 적합
- 역학단위(축군) 수준에서 축군의 면역상태를 추정하기 위한 백신접종 후 예찰은 ‘적절하게 백신접종되지 못한 역학단위’ (NAVEU, Not Adequately Vaccinated Epi Unit)의 비율을 추정하는 것. 하나의 역학단위가 방어력이 없는 것으로 간주되는 역치 값 설정이 필수적. 6-12개월령 60% 미만, 12-24개월령 70% 미만이 역치값. 6-12개월령 3두와 12-24개월령 2두 중 하나의 SP 양성 결과가 없을 때 NAVEU로 분류
- 백신 접종 후 예찰을 위한 혈청학적 검사는 SP(구조단백질), NSP(비구조단백질)에 대한 항체반응을 측정

**SP항체(백신항체), NSP항체(감염항체)**

"SP항체(Structural Protein : 구조단백질)"란 구제역 바이러스에 의해 자연 감염되거나 백신 접종 후 동물의 체내에서 생성되는 항체를 말하며, "NSP항체(Non-Structural Protein : 비구조단백질)란 구제역 바이러스에 의해 자연 감염시에만 동물의 체내에서 생성되는 항체를 말한다.

**구제역 방역실시요령**

[농림축산식품부고시 제2020-114호, 2020. 12. 31., 일부개정] 제2조(정의) 10목

4. "SP 항체"란 구제역 바이러스 입자 구성에 필요한 주요 단백질 (구조단백질; Structural Protein)에 대해서 생성되는 항체를 말한다.

5. "NSP 항체"란 바이러스가 증식될 때 생성되는 바이러스 단백질이지만 바이러스 입자 구성의 주성분이 아닌 단백질 (비구조단백질; Non-Structural Protein)에 대한 항체를 말한다. NSP 항체는 백신이 접종된 개체에서는 일반적으로 형성되지 않으므로 백신 접종 축과 야의 감염축을 감별하는 지표로 사용된다.

**구제역 정밀진단기관 지정 및 운용 지침**

[시행 2020. 5. 18.] [농림축산검역본부훈령 제111호, 2020. 5. 18., 일부개정]

- SP Test는 바이러스 구조단백질에 대한 항체를 검출하는 혈청학적 평가. 백신 접종에 의해 유도된 방어적 항체 반응을 측정하는데 적합. VNT, LPBE, SPCE의 방법이 사용
- NSP Test는 백신접종이 아닌 외부 감염에 대한 면역반응을 특징적으로 측정하는데 적합하여 백신접종된 동물의 바이러스 순환을 감지하는데 적합
- 구제역 백신 접종 후 예찰은 **백신 접종에 대한 면역 반응의 평가**. 구제역 백신은 바이러스 구조단백질(SP)에 대한 혈청반응을 유도하므로 백신접종된 동물 식별에 사용. SP 항체의 농도와 백신에 의해 유발된 방어력 사이에는 상관관계가 있고 개별 동물에서의 방어력 수준의 항체의 역치를 가정할 수 있음
- 항체의 방어 역가를 결정하는 것은 많은 변수(백신의 유형, 혈청학적 반응 평가의 유형과 재현성, 야외 바이러스의 균주, 감염정도 등)에 의해 영향을 받아 매우 어려움
- SP Test 결과의 신뢰성에 영향을 끼치는 요인들은
  1. 백신접종에 대한 동물 반응의 다양성
  2. 실험실간 혈청학적 테스트 결과의 다양성
  3. 특정 바이러스 균주 및 항체 시약에 따른 시험의 항원 특이성 차이
  4. 구제역 야외 바이러스의 항원 다양성으로 백신의 방어력에 문제
  5. 구제역 야외 바이러스에 대한 방어력에 필요한 항체양의 변화

## (2) 우리나라의 구제역 백신 혈청예찰의 현황

- 2011년 이후 구제역을 관리하고 예방하기 위해 소, 돼지 등 우제류 가축을 대상으로 백신을 접종. 특히 2017년 9월부터 소 및 염소 사육농가를 대상으로 4월과 10월, 연 2회 일시에 전국적으로 소 및 염소에 백신접종을 실시하는 프로그램을 운영. 2020년 4월 1일부터 5월 28일까지 약 2달간 전국의 소 및 염소사육 농가 약 11만 4천호의 384만두(소 100,082호 3,285,450두, 염소 13,395호 555,429두)를 대상으로 상반기의 경우 구제역 백신 일제접종을 실시. 돼지 사육농가의 경우 농장별 여건에 맞는 자체 예방접종 프로그램을 갖추고 있어 일제접종 대상에는 포함되지 않음

- 2017년 이후 구제역 백신주의 변화는 구제역 발생 상황에 따라 매년 변화하고 있으며 변화 상황은 아래 표와 같음

〈표 45. 구제역 백신주의 변화〉

연도	기간	축종	혈청형	회사	백신주	비고
2017	전기간	소, 염소	0+A, 2종	베링거 인겔하임	O1-Manisa + O 3039 + A22Iraq	'17.2.5~2.13 구제역 발생(소 9건, O/A형, 보은·연천·정읍)에 따른 긴급백신접종
				아리아	O1-Primosky + A-Zabaikalsky	
		돼지	0, 3종	베링거 인겔하임	O1-Manisa + O 3039	
				아리아	O1-Primosky	
				바고	O1 Campos	
2018	상반기	소, 염소	0+A, 2종	전년 동일		2회 접종 의무 (18. 2. 1 고시개정)
		돼지	0, 3종	전년 동일		
	하반기	소, 돼지, 염소	0+A, 2종	베링거 인겔하임	O1-Manisa + O 3039 + A22Iraq	'18.3.26~4.1 돼지 A형 구제역 발생에 따른 상시백신주 변경('18. 10. 1)
				아리아	O1-Primosky + A-Zabaikalsky	
2019	상반기	소, 돼지, 염소	0+A, 2종	전년 동일		
	하반기		0+A, 3종	전년 동일		
					바고	O1 Campos + A24-Cruzeiro + A2001Argentine
2020	전기간	소, 돼지, 염소	0+A, 3종	베링거 인겔하임	O1-Manisa + O 3039 + A22Iraq	
				아리아	O1-Primosky + A-Zabaikalsky	
				바고	O1 Campos + A24-Cruzeiro + A2001Argentine	

- 우리나라의 구제역 백신 혈청예찰은 감염개체를 식별하는 통계예찰과 목적예찰 그리고 구제역 백신항체 형성 여부를 모니터링하기 위한 백신 항체양성률 조사로 구성

- **통계예찰**은 통계학적 혈청예찰로 2021년부터 전국의 50두 미만의 소 및 염소 농가를 대상으로 수행. 층화 2단계 추출 방법으로 각 시도별 농가 숫자를 선정하고 각 농장에서 백신 접종 횟수가 적은 어린 개체를 중심으로 검사를 진행. **목적예찰**은 2020년 기준으로 의뢰된 시료, 젓소 농장, 50두 이상의 한육우 전업농가, 돼지 농장, 돼지 도축장, 종돈장, 종축장 등 가축 시설 및 야생동물 등을 대상으로 감염항체를 조사. **백신 항체양성률 조사**는 구제역 의무 예방접종 대상인 소, 돼지, 염소를 대상으로 검사를 수행. 상시예찰과 모니터링(일제검사)으로 구성되며 검사결과 양성 두수의 비율이 2020년 기준으로 소에서 80% 미만, 염소 및 번식돈에서 60% 미만, 비육돈에서 30% 미만인 경우, 확인검사 대상

- 특히, 통계적 표본크기 산정 방법을 활용하여 국내 구제역 항체 현황에 대한 통계학적으로 유효한 예찰자료를 확보하는 통계예찰에서 사용하는 2단계 표본 추출 방법에 사용되는 모수는 진단법의 민감도 95%, 신뢰수준 95%, 농가 수준 유병률 1% 가정하여 단순무작위추출로 각 권역별 표본 크기 및 농가를 선정하며 각 선정된 농가에서 농가내 유병률 10%로 가정하여 추정한 소 5두, 염소 5두의 시료를 채취
- 통계예찰, 목적예찰 및 확인검사의 대상 및 검사 농장수 및 두수는 매년 방역정책에 따라 변경되고 있으며 세부적인 사항은 아래 표와 같음



구제역 혈청검사 계획(12 ‘~20’ ) - 1

<표 46. 구제역 혈청검사 계획(2012년~2020년)>

구분			2012년		2013년		2014년		
			두수	검사계획	두수	검사계획	두수	검사계획	
감염 항체 (NSP)	통계 예찰	소	39,285	(농장)12두, 3,274농가 ● 유병율 10%, 신뢰수준 99%	14,396	(농장)4두, 3,599농가 ● 유병율 10%, 신뢰수준 95%	14,420	(농장)4두, 3,605농가	
		돼지	25,056	(농장)12두, 1,838농가 ● 유병율 20%, 신뢰수준 99%	14,704	(농장)8두, 1,838농가 ● 유병율 10%, 신뢰수준 95%	14,728	(농장)8두, 1,841농가	
		염소	3,156	(농장)4두, 789농가 ● 유병율 20%, 신뢰수준 99%	3,156	동일	3,156	동일	
	목적 예찰	부분매몰농가	44,348	시도 자체계획물량 소, 염소, 모돈 전 두수 검사	-	NSP양성축 검사로 대체	-	-	
		NSP양성축	-	-	787	동일개체 연 2회 검사	317	동일	
		의뢰검사(시도)	13,572	시도자체계획물량	12,656	동일	15,520	동일	
		의뢰검사(본부)	1,400	종축장 1,100두	1,600	종축장 1,440두	1,600	종축장 1,530두	
		종돈장	32,137	전국 종돈장 및 AI 센터 대상, 분기별 1회 이상	33,276	동일	32,399	동일	
	야생동물	-	-	567	본부(야생멧돼지 시료) + 시도(야생동물구조센터 시료)	562	동일		
	백신 항체 (SP)	소	농장 및 도축장	7,431	1두	3,695	1두	4,189	1두
			종축장	-	-	1,440	각 개체 O.A.Asia1형 모두 검사	1,530	동일
돼지		농장 및 도축장	73,958	전 농가대상 4두, 연 3회 양성률 60% 미만 시 확인검사	86,118	전 농가 대상 번식돈(농장) 3두 연 3회 -1두 이하 양성(P150) 시 확인검사 비육돈(도축장) 5두 연 1회 - 2두 이하 양성(P130) 시 확인검사	77,229	전 농가 대상 번식돈(농장) 3두 연 3회 -1두 이하 양성(P150) 시 확인검사 비육돈(도축장) 6두 연 1회 - 3두 이하 양성(P130) 시 확인검사	
염소		농장	789	1두	2,888	4두 - 2두 이하 양성 시 확인검사	3,156	동일	

구분			2015년		2016년		2017년	
			두수	검사계획	두수	검사계획	두수	검사계획
감염 항체 (NSP )	통계 예찰	소	19,992	(농장)4두, 4,998농가 ●유병율 10%, 신뢰수준 99%	21,716	(농장)4두, 5,429농가	15,030	(농장)5두, 3,000농가 ●백신항체와 동일시료 활용
		돼지	29,592	(농장)12두, 2,466농가 ●유병율 10%, 신뢰수준 99%	-	전 농가 대상 목적예찰로 변경	-	전 농가 대상 목적예찰로 변경 (2016년 이후)
		염소	3,164	(농장)4두, 791농가 ●유병율 20%, 신뢰수준 99%	3,124	(농장)4두, 781농가	3,152	(농장)4두, 788농가
	목적 예찰	의뢰검사	15,370	시도 15,370, 본부 1,300 (종축장 포함)	18,420	동일	19,250	시도 18,950, 본부 300
		돼지NSP	-	-	113,578	전 농가 대상(돼지열병시료) 13두 연 2회 (비육돈10+번식돈3) 단, 50두 미만 농가는 연 1회 6두	135,458	동일 단, 위탁농가 연 1회 13두 검사
		돼지 도축장	-	-	68,312	비육돈 대상 농장당 10두 ●일부 돈사의 시료가 채취되지 않는 등의 문제점 보완	66,010	동일
		종돈장	32,118	전국 종돈장 및 AI센터 대상, 분기별 1회 이상	31,467	동일	33,305	동일
		종축장	-	검역본부 검사(의뢰검사에 포함)	1,338	전국 17개소 대상, 연 2회 시도가축방역기관 검사	1,428	전국 18개소 대상, 연 2회 시도가축방역기관 검사
		야생동물	567	본부(야생멧돼지 시료) + 시도(야생동물구조센터 시료)	557	동일	557	동일
		NSP양성축	2,465	연 2회 양성축 및 동거축 16두	1,800	동일	-	NSP 항체 양성축은 조기도태권고로 항목 삭제
백신 항체 (SP)	소	농장 및 도축장	8,386	(농장)1두, 8,386농가	8,378	(농장)1두, 8,378농가	46,068	(농장)5두, (도축장)1두 8,376농가 ●소의 백신항체 검사 강화
		종축장	-	전국 17개소 대상, 연 2회	1,338	전국 17개소 대상, 연 2회	1,428	전국 18개소 대상, 연 2회
	돼지	농장 및 도축장	100,745	전 농가 대상 번식돈(농장) 3두 연 3회 양성률 60% 미만 시(P150) 확인검사 비육돈(도축장) 10두 연 1-2회 양성률 20% 미만 시(P150) 확인검사	162,419	동일	201,498	(농장)13두, (도축장)10두 전 농가 대상, 연 2회 50두 미만 농가 : 연 1회 6두 위탁농가 : 연 1회 13두
		종돈장	-	-	-	-	33,305	종돈장 예찰 신설 ●번식돈의 백신항체 검사 강화
	염소	농장	3,164	(농장)4두, 791농가	3,124	(농장)4두, 781농가	3,152	(농장)4두, 788농가

구분			2018년		2019년	
			두수	검사계획	두수	검사계획
감염 항체 (NS P)	통계 예찰	소	22,935	(농장)5두, 4587농가 ●유병율 10%, 신뢰수준 99%	22,945	(농장)5두, 4,589농가
		돼지	-	전 농가 대상 목적예찰로 변경 (2016년 이후)	-	전 농가 대상 목적예찰로 변경 (2016년 이후)
		염소	3,500	(농장)5두, 700농가 ●유병율 20%, 신뢰수준 99%	3,495	(농장)5두, 699농가
	목적 예찰	의뢰검사	19,600	시도 19,300, 본부 300	27,724	시도 26,224, 본부 1,500
		돼지NSP	131,912	전 농가 대상(돼지열병시료) 13두 연 2회 (비육돈10+번식돈3) 단, 50두 미만 농가는 연 1회 6두 위탁농가 연 1회 13두	130,634	동일
		돼지 도축장	66,710	비육돈 대상 농장당 10두 6,671농가	65,760	동일
		종돈장	33,003	전국 종돈장 및 AI센터 대상, 분기별 1회 이상	31,078	동일
		종축장	1,428	전국 18개소 대상, 연 2회 시도가축방역기관 검사	2,142	전국 18개소 대상, 연 3회 ●예찰 특별 관리 대상으로 종축장 검사 강화
		야생동물	847	●북한접경지역 야생동물 예찰 강화 본부 700, 가축방역기관 147	797	본부 700, 가축방역기관 97
		NSP양성축	576	연 2회 양성축 및 동거축 16두 (신규)확대검사 시 SP도 같이 검사	626	동일
백신 항체 (SP)	소	농장 및 도축장	43,384	(농장)5두, (도축장)1두, 8,376농가 (신규)1차 16두 이상 검사 시 확인검사 생략 가능 ●사육규모 고려하여 농장 신청(50두 미만:이상=3:7)	59,962	(농장)5두, (도축장)1두 ●농장 검사 수 확대: (기존)8,379->(변경)11,658 ●도축장 검사 수 감축: (기존)4,189->(변경)1,672 ●사육규모별 고려하여 농장 신청 (한육우)10미만:10-50두:50두=1:1:1 (젖소):50두 기준 5:5
		종축장	1,500	전국 18개소 대상, 연 2회 검역본부 검사	1,338	전국 18개소 대상, 연 3회 검역본부 검사
	돼지	농장 및 도축장	198,622	(농장)13두, (도축장)10두 전 농가 대상, 연 2회 50두 미만 농가 : 연 1회 6두 위탁농가 : 연 1회 13두 비육돈 미달기준 : (기존)20% 이하->(변경)30% 이하	196,394	동일 비육돈 미달기준 : (기존)30% 이하->(변경)30% 미만
		종돈장	33,003	전국 종돈장 및 AI센터 대상, 분기별 1회 이상	31,078	동일
	염소	농장	3,500	(농장)5두, 700농가	3,495	(농장)5두, 699농가

구분			2020년		2021년	
			두수	검사계획	두수	검사계획
감 염 항 체 (NS P)	통 계 예 찰	소	22,850	(한육우 50두 미만 농장)5두, 4570농가 ●유병율 10%, 신뢰수준 99% 젖소 및 한육우 전업농가 대상 목적예찰로 변경(2020년)		
		돼지	-	전 농가 대상 목적예찰로 변경 (2016년 이후)		
		염소	3,470	(농장)5두, 694농가 ●유병율 20%, 신뢰수준 99%		
	목 적 예 찰	의뢰검사	27,724	시도 26,224, 본부 1,500		
		소		(신규) 젖소 및 한육우 전업농가(50두이상) 년1회 예찰		
		돼지NSP	131,912	전 농가 대상(돼지열병시료) 50두 이상 사육농가(19두 년 2회), 50두 미만(16두, 년1회), 위탁(19두, 년 1회) * (19두) 번식돈 3두, 비육돈 16두, (16두) 비육돈 16두		
		돼지 도축장	66,710	비육돈 대상 농장당 16두, 년 2회 6,671농가		
		종돈장	33,003	전국 종돈장 및 AI센터 대상, 분기별 1회 이상 번식돈(25~30두) 및 사육단계별(30~40두)		
		종축장	1,428	전국 18개소 대상, 연 2회 시도가축방역기관 검사 검사회당 검사두수 2배 확대		
		야생동물	847	(야생멧돼지) 포획된 돼지열병시료 활용 (사슴) 결핵시료 활용 본부 700, 가축방역기관 147		
NSP양성축	576	연 2회 양성축 및 동거축 16두 확대검사 시 SP도 같이 검사				
백 신 항 체 (SP)	소	농장 및 도축장	43,384	한육우 50두 미만 농장)5두, (도축장)1두, 8,376농가 (신규) 젖소 및 한육우 전업농가(50두이상) 년 1회 예찰		
		종축장	1,500	전국 18개소 대상, 연 2회 검역본부 검사		
	돼 지	농장 및 도축장	198,622	- (돼지, 농장) 50두 이상(19두 년 2회), 50두 미만(16두, 년1회), 위탁(19두, 년1회) * (19두) 번식돈 3두, 비육돈 16두, (16두) 비육돈 16두 - (돼지, 도축장) 비육돈 16두 (년 2회)		
		종돈장	33,003	전국 종돈장 및 AI센터 대상, 분기별 1회 이상 번식돈(25~30두) 및 사육단계별(30~40두)		
	염 소	농장	3,470	- (염소) 농가당 5두(통계예찰 시료)검사 694농가		

※ 2020년의 빨간색은 2019년 기준

### (3) 양돈분야 구제역 백신 혈청예찰 평가

- 구제역 발생 취약 지역 또는 구제역 발생 주변 지역 등에 구제역 확산을 예방하기 위한 소, 염소, 돼지 등 우제류 농가를 대상으로 구제역 백신 일제접종을 실시한다. 일제검사는 일제접종 4주 후 해당 농가들에 대한 구제역 백신 항체양성률 검사를 실시하는 능동적 예찰로써 사전에 구제역 오염원을 찾아내 제거하는 구제역 방역조치의 일환으로 가축방역관 등이 일제검사를 위해 축산농장 출입시에 백신접종, 소독, 차단방역요령 등에 대한 방역교육도 병행하여 실시한다. 전국 소·염소는 매년 4, 10월 백신 일제접종 정례화를 통해 백신 누락개체가 발생하지 않도록 관리하고 있으며 돼지의 경우 방역 상황에 맞게 검사 대상에 포함된다. 6~7월, 11~12월에 일제검사를 통하여 백신항체양성률을 관리하고 있다.
- 2018년 3월 발생한 구제역 혈청형 A/Asia/Sea-97는 경기도 김포 양돈장에서 2건 발생, 예방적 살처분 7,291두를 포함하여 11,726두의 돼지를 살처분하고 종식되었다. 구제역 확산을 방지하기 위하여 전국 돼지에 대한 A형 백신접종이 4월 23일 완료됨에 따라 전국 돼지 농가에 대한 일제검사를 실시했다. 이때 일제검사 결과는 전국의 구제역 백신항체양성률을 대표할 수 있는 값으로 볼 수 있다. 이 외에도 구제역 혈청검사 계획의 일환으로 구제역 백신항체 모니터링 검사를 실시하고 있다. 2018년 당시 소, 염소 등 다른 축종과는 다르게 돼지의 경우 50두 이상 농가 연 2회, 50두 미만 농가 연 1회 등 전 농가를 대상으로 모니터링 검사가 실시되었다. 따라서 2018년 돼지 구제역 혈청검사는 일제검사와 모니터링 검사 등 두 가지 방법으로 실시되었다. 본 분석에서는 일제검사를 통한 구제역 백신항체 양성률의 정확성이 높다는 가정을 바탕으로 모니터링 검사 백신항체 양성률의 유효성을 평가하였다.
- 2018년 돼지 구제역 항체 모니터링 계획은 2017년과 비교하여 변경되었다. 사육규모에 상관없이 전 농가 대상으로 연 2회 양돈장 13두를 수행하며 또한 도축장에서 10두 채취하여 모니터링을 수행한다. 또한 위탁 농가의 경우 연 1회 13두를 수행한다. 2018년에는 비육돈 미달 기준을 기존 20% 이하에서 30% 이하로 변경하여 구제역 백신 접종률 및 구제역 방역 수준을 높이고자 했다. 2017년 신설된 종돈장 및 AI센터에 대한 구제역 모니터링 계획량이 33,305두에서 33,003두로 축소되었으며 분기별 1회 이상 수행하는 것으로 명시했다. 이에 따라 2017년 총 234,803두에서 2018년 231,625두로 변경되었다.

<표 47. 2017년, 2018년 돼지 구제역 혈청검사 계획>

구분	2017년		2018년	
	두수	검사계획	두수	검사계획
농장 및 도축장	201,498	(농장)13두 (도축장)10두 전 농가 대상, 연 2회	198,622	(농장)13두 (도축장)10두 전 농가 대상, 연 2회

		50두 미만 농가 : 연 1회 6두 위탁농가 : 연 1회 13두		50두 미만 농가 : 연 1회 6두 위탁농가 : 연 1회 13두 비육돈 미달기준 : (기존)20% 이하->(변경)30% 이하
중돈장	33,305	중돈장 예찰 신설 번식돈의 백신항체 검사 강화	33,003	전국 중돈장 및 AI센터 대상 분기별 1회 이상
합계	234,803	-	231,625	-

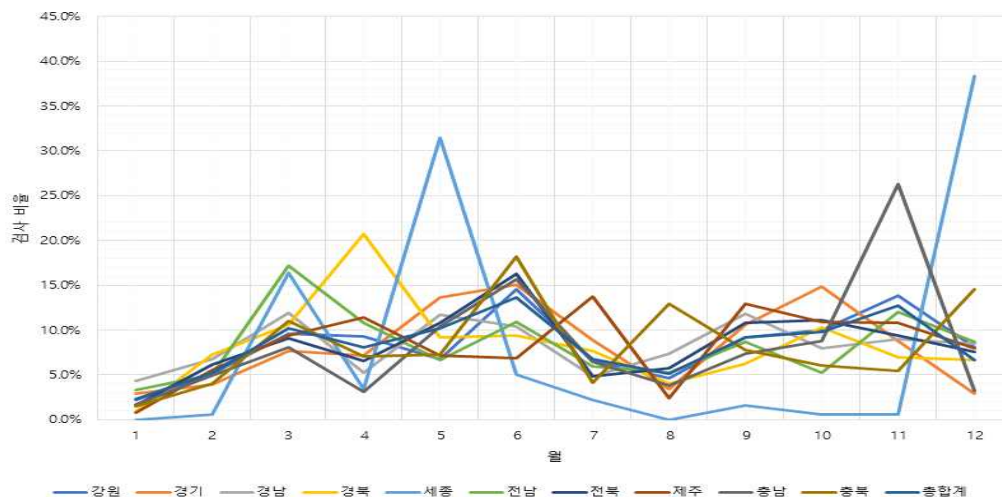
- 이러한 계획을 바탕으로 2018년 비육돈 250,030두, 번식돈 51,860두로 총 301,890두에 대한 구제역 항체 혈청예찰을 수행했으며 아래 표와 같다.

<표 48. 지역에 따른 2018년 월별 돼지 구제역 혈청검사 실적>

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
강원	298	687	1,273	1,229	900	1,929	878	619	1,222	1,333	1,846	1,077
경기	1,442	1,910	3,729	3,479	6,653	7,330	4,327	1,666	5,150	7,205	4,287	1,413
경남	1,208	1,860	3,292	1,445	3,224	2,871	1,342	2,044	3,269	2,194	2,469	2,346
경북	224	1,881	2,748	5,368	2,388	2,440	1,992	1,034	1,618	2,663	1,794	1,724
세종	0	10	290	60	558	90	39	0	28	10	10	680
전남	940	1,452	4,939	3,112	1,920	3,134	1,716	1,515	2,504	1,514	3,465	2,490
전북	508	1,922	2,844	2,054	3,388	5,100	1,522	1,806	3,394	3,494	2,934	2,381
제주	102	683	1,157	1,406	880	853	1,696	304	1,594	1,345	1,334	990
충남	967	2,717	4,474	1,720	5,754	8,682	3,581	2,112	4,057	4,883	14,555	1,792
충북	289	779	2,137	1,363	1,412	3,527	805	2,498	1,505	1,175	1,056	2,816
계	5,978	13,901	26,883	21,236	27,077	35,956	17,898	13,598	24,341	25,816	33,750	17,709

- 지역에 따른 월별 구제역 혈청검사 실적은 아래 그림 1에서 확인할 수 있다. 지역에 따라 차이가 있지만 3~5월과 10~11월에 집중되는 경향이 있는 것으로 보인다. 특히, 세종시의 경우, 대다수의 검사실적이 3~5월과 12월에 집중되는 경향을 보인다.

월별 돼지 구제역 혈청검사 비율



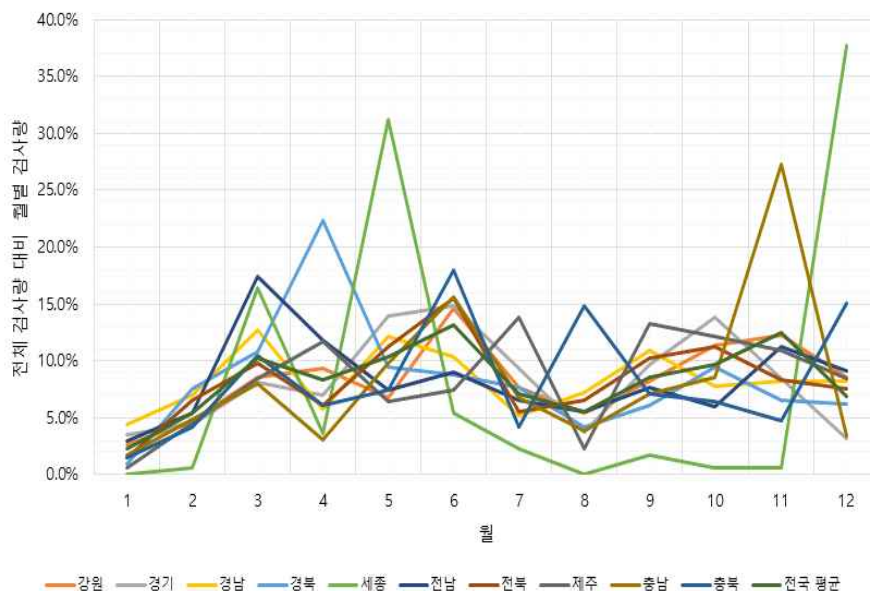
<그림 25. 지역에 따른 월별 돼지 구제역 혈청검사 비율 >

- 비육돈과 번식돈에 따라 검사실적 및 지역에 따른 검사실적에 차이를 알아보기 위하여 증화하여 검사실적은 분석했다.
- 비육돈에 따라 검사실적 및 지역에 따른 월별 검사실적은 아래 표 3와 그림 2에서 확인할 수 있다. 비육돈에서도 전체 돼지 검사 실적과 유사하게 3~5월과 10~11월에 집중되는 경향이 있는 것으로 보인다. 세종시의 경우, 대다수의 검사실적이 3~5월과 12월에 집중되는 경향을 보인다.
- 이는 시간에 따라 혈청예찰을 통한 항체예찰의 신뢰도의 차이가 생긴다는 것을 보여준다. 특히, 4월과 11월의 일제접종 기간 이후에 혈청 검사량이 늘어나는 것을 알 수 있다.

<표 49. 지역에 따른 월별 비육돈 구제역 혈청검사 실적>

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
강원	282	509	916	1,000	725	1,566	823	582	880	1,225	1,317	915
경기	1,416	1,777	3,258	2,802	5,632	5,956	3,769	1,501	3,896	5,584	3,378	1,290
경남	1,021	1,598	2,922	1,314	2,793	2,361	1,188	1,655	2,510	1,787	1,897	1,891
경북	220	1,788	2,563	5,300	2,226	2,091	1,819	989	1,446	2,227	1,559	1,456
세종	0	10	275	60	523	90	39	0	28	10	10	634
전남	674	1,233	3,989	2,718	1,719	2,054	1,493	1,275	1,753	1,359	2,588	2,096
전북	390	1,678	2,499	1,548	2,870	3,968	1,426	1,669	2,609	2,880	2,142	1,933
제주	56	442	816	1,131	621	716	1,339	222	1,282	1,177	1,054	816
충남	800	2,304	3,770	1,436	4,592	7,325	3,159	1,815	3,336	4,026	12,821	1,584
충북	241	682	1,718	1,004	1,219	2,942	692	2,423	1,163	1,045	770	2,468
계	5,100	12,021	22,726	18,313	22,920	29,069	15,747	12,131	18,903	21,320	27,536	15,083

월별 비육돈 구제역 혈청검사 비율



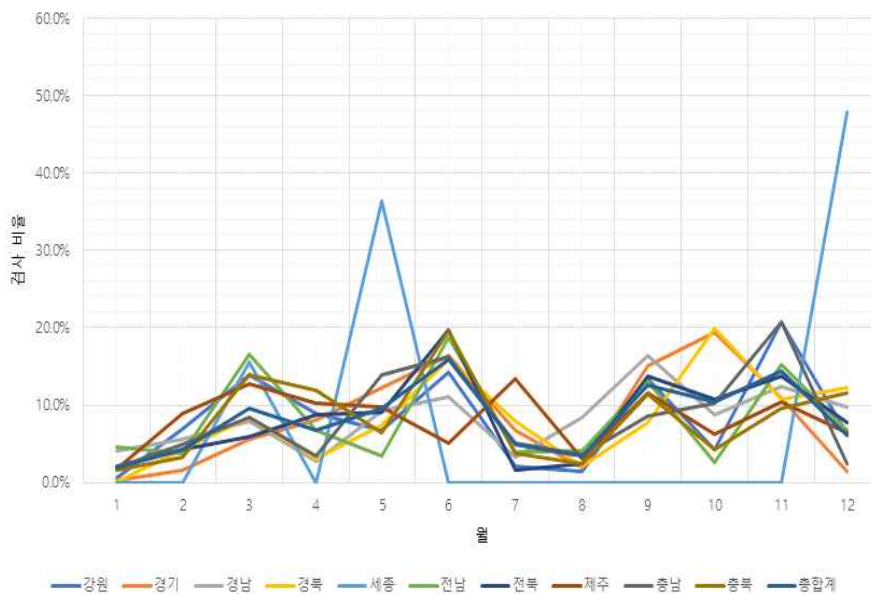
<그림 26. 지역에 따른 월별 비육돈 구제역 혈청검사 비율 >

- 번식돈에서 검사실적 및 지역에 따른 월별 검사실적은 아래 표 3와 그림 3에서 확인할 수 있다. 비육돈에서도 전체 돼지 검사 실적과 유사하게 3~5월과 10~11월에 집중되는 경향이 있는 것으로 보이며 월별 검사 실적의 편차가 비육돈에 비해서 더 큰 경향을 보인다. 세종시의 경우, 3월, 5월, 12월에만 검사를 수행했다.
- 이는 돼지 구제역 혈청예찰이 비육돈, 번식돈에 관련없이 시간에 따라 혈청예찰을 통한 항체예찰의 신뢰도의 차이가 생긴다는 것을 보여준다. 특히, 4월과 11월의 일제접종 기간 이후에 혈청 검사량이 늘어나는 것을 알 수 있다.

<표 50. 지역에 따른 월별 번식돈 구제역 혈청검사 실적>

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
강원	16	178	357	229	175	363	55	37	342	108	529	162
경기	26	133	471	677	1,021	1,374	558	165	1,254	1,621	909	123
경남	187	262	370	131	431	510	154	389	759	407	572	455
경북	4	93	185	68	162	349	173	45	172	436	235	268
세종	0	0	15	0	35	0	0	0	0	0	0	46
전남	266	219	950	394	201	1,080	223	240	751	155	877	394
전북	118	244	345	506	518	1,132	96	137	785	614	792	448
제주	46	241	341	275	259	137	357	82	312	168	280	174
충남	167	413	704	284	1,162	1,357	422	297	721	857	1,734	208
충북	48	97	419	359	193	585	113	75	342	130	286	348
계	878	1,880	4,157	2,923	4,157	6,887	2,151	1,467	5,438	4,496	6,214	2,626

월별 번식돈 구제역 혈청검사 비율



<그림 27. 지역에 따른 월별 번식돈 구제역 혈청검사 비율 >

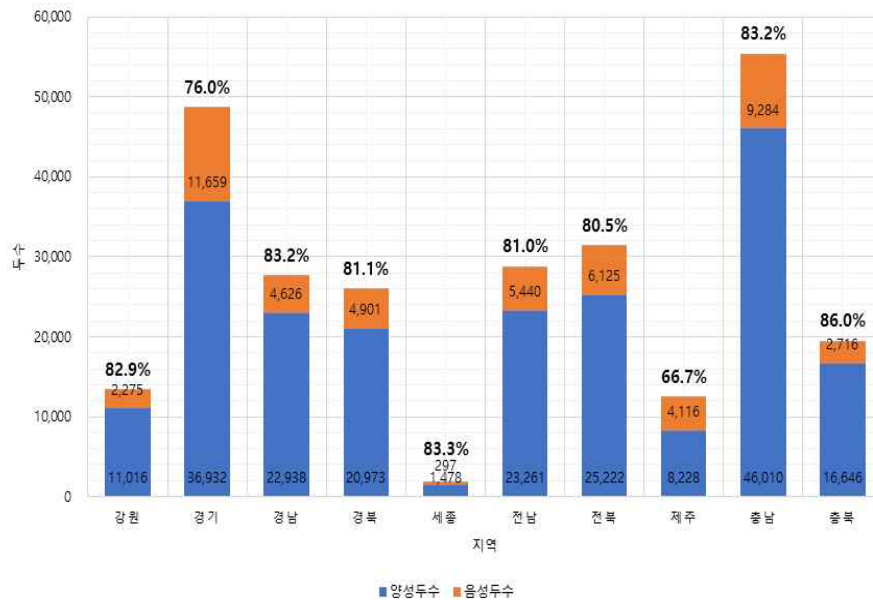


- 구제역 혈청예찰 검사 결과, 검사두수 총 264,143 중 양성 두수 212,704두로 80.5%의 양성율을 보였다. 시도 지자체 중 양성율이 가장 높은 지역은 충북으로 19,362 두 중 16,646두가 구제역 항체 양성으로 86.0%의 양성율을 보였으며 제주가 12,344두 중 8,228두 양성으로 66.7%, 경기도는 48,591두 중 36,932 양성으로 76.0% 등의 낮은 양성율을 보였다.

<표 51. 2018년 돼지 구제역 항체양성률 모니터링 검사 결과>

지역	검사두수	양성두수	양성률
강원	13,291	11,016	82.9%
경기	48,591	36,932	76.0%
경남	27,564	22,938	83.2%
경북	25,874	20,973	81.1%
세종	1,775	1,478	83.3%
전남	28,701	23,261	81.0%
전북	31,347	25,222	80.5%
제주	12,344	8,228	66.7%
충남	55,294	46,010	83.2%
충북	19,362	16,646	86.0%
계	264,143	212,704	80.5%

돼지 구제역 혈청예찰 검사 결과



<그림 28. 지역에 따른 월별 돼지 구제역 혈청예찰 검사 결과 >

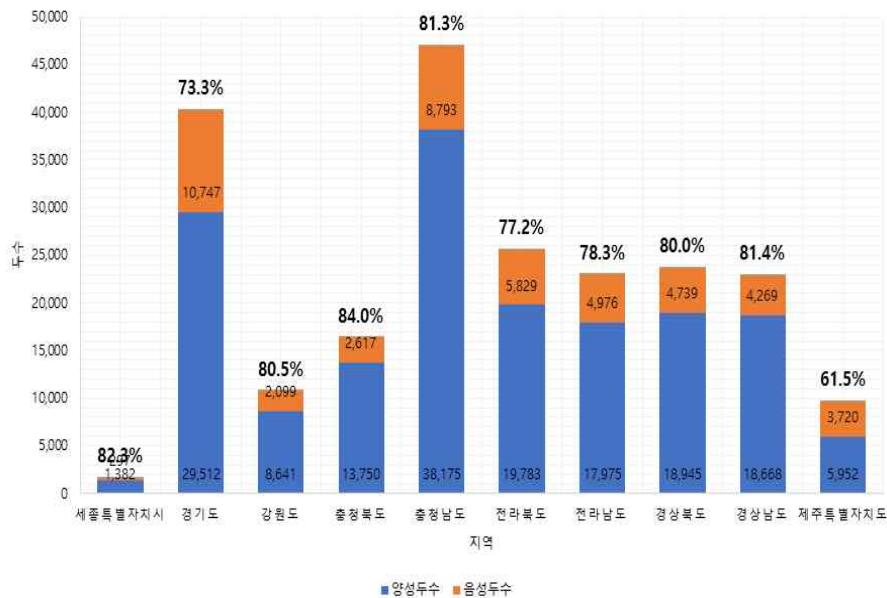
- 비육돈과 번식돈에 따라 양성률 차이를 알아보기 위하여 층화하여 검사실적을 분석했다.
- 비육돈에서 지역에 따른 구제역 항체 양성률은 아래 표. 5와 그림 5에서 확인할 수 있다. 돼지 전체 구제역 항체양성률에 비해 낮은 항체 양성률을 보였다. 검사두수 총 220,869 중 양성 두수 172,783두로 78.2%의 양성률을 보였다. 시도 지자체 중 양성률이 가장 높은 지역은 충북으로 19,362 두 중 9,672두가 구제역 항체 양성으로 84.0%의 양성율을 보였으며 제주가 23,684두 중 5,952 두 양성으로 61.5%, 경기도는 40,259두 중 29,512

두 양성으로 73.3% 등의 낮은 양성율을 보였다.

<표 52. 2018년 비육돈 구제역 항체양성률 모니터링 검사 결과>

지역	검사두수	양성두수	양성률
강원	1,679	8,641	80.5%
경기	40,259	29,512	73.3%
경남	10,740	18,668	81.4%
경북	16,367	18,945	80.0%
세종	46,968	1,382	82.3%
전남	25,612	17,975	78.3%
전북	22,951	19,783	77.2%
제주	23,684	5,952	61.5%
충남	22,937	38,175	81.3%
충북	9,672	13,750	84.0%
계	220,869	172,783	78.2%

비육돈 구제역 혈청예찰 검사 결과



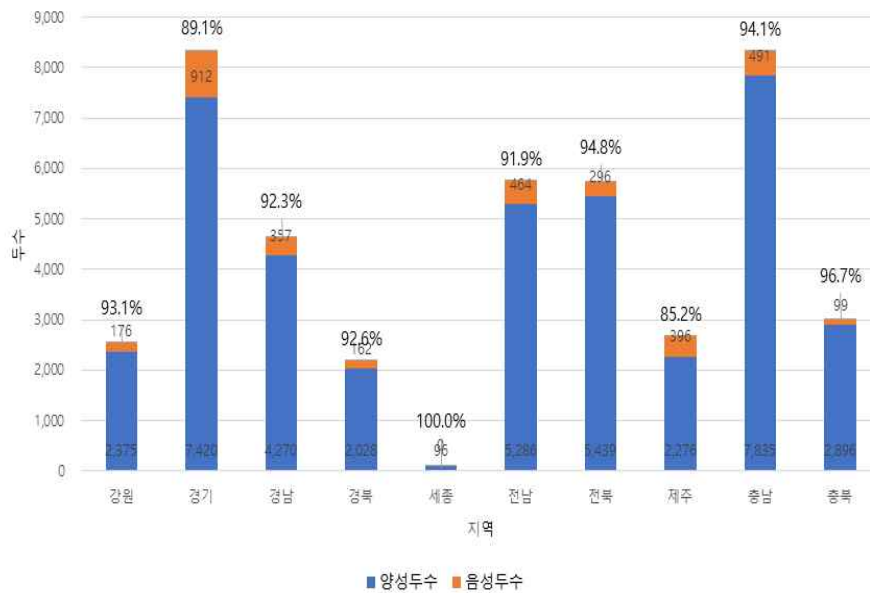
<그림 29. 지역에 따른 월별 비육돈 구제역 혈청예찰 검사 결과 >

- 번식돈에서 지역에 따른 구제역 항체 양성률은 아래 표. 6와 그림 6에서 확인할 수 있다. 비육돈에 비해 높은 항체양성률을 보였다. 시도 지자체 중 양성률이 가장 높은 지역은 세종으로 96두 중 96두가 구제역 항체 양성으로 100.0%의 양성률을 보였으며 제주가 2,672두 중 2,276 두 양성으로 61.5%, 경기는 8,332두 중 7,420두로 89.1%의 낮은 양성율을 보였다.

<표 53. 2018년 번식돈 구제역 항체양성률 모니터링 검사 결과>

지역	검사두수	양성두수	양성률
강원	2,551	2,375	93.1%
경기	8,332	7,420	89.1%
경남	4,627	4,270	92.3%
경북	2,190	2,028	92.6%
세종	96	96	100.0%
전남	5,750	5,286	91.9%
전북	5,735	5,439	94.8%
제주	2,672	2,276	85.2%
충남	8,326	7,835	94.1%
충북	2,995	2,896	96.7%
계	43,274	39,921	92.3%

번식돈 구제역 혈청예찰 검사 결과



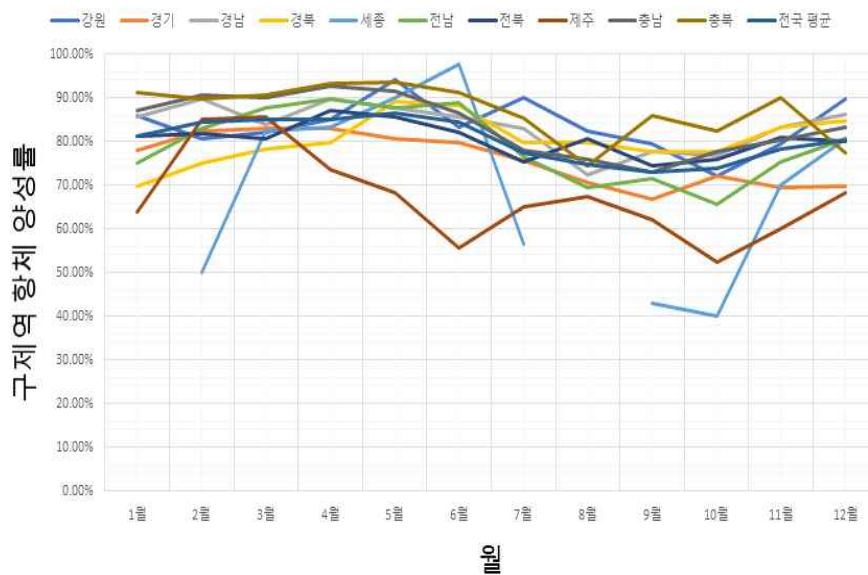
<그림 30. 지역에 따른 월별 번식돈 구제역 혈청예찰 검사 결과 >

- 구제역 혈청예찰 검사 결과, 지역에 따른 월별 양성률은 아래 표7와 그림 7와 같다. 전국적으로 3~4월에 높은 구제역 항체 양성률을 보였다. 제주도는 1~3월에는 타 지역과 유사한 수준의 양성률을 보이다가 그 이후부터 70% 이하의 낮은 양성률을 보였다.
- 전 지역에 대해서 혈청검사 실적이 많았던 3~5월과 10~11월 이후에 양성률이 높게 나타난다. 이것은 검사비율이 높은 월에 맞추어 구제역 백신 접종을 하는 경향이 있는 것으로 추정된다.

<표 54. 지역에 따른 월별 돼지 구제역 혈청검사 결과>

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
강원	85.9%	80.5%	82.1%	85.1%	94.0%	83.2%	90.0%	82.4%	79.5%	72.2%	79.3%	89.8%
경기	77.9%	82.4%	83.1%	83.0%	80.6%	79.7%	75.7%	70.6%	66.7%	72.2%	69.4%	69.6%
경남	85.6%	89.7%	83.9%	89.6%	87.7%	85.5%	82.9%	72.4%	77.6%	76.8%	83.4%	86.1%
경북	69.6%	75.1%	78.3%	79.8%	89.1%	88.2%	79.8%	79.6%	77.6%	77.7%	83.3%	84.6%
세종	실적없음	50.0%	82.4%	83.3%	90.0%	97.8%	56.4%	실적없음	42.9%	40.0%	70.0%	80.7%
전남	75.1%	83.1%	87.6%	89.6%	87.7%	88.9%	76.5%	69.4%	71.5%	65.5%	75.2%	80.7%
전북	81.3%	81.9%	80.7%	87.2%	85.7%	82.1%	75.2%	80.7%	74.3%	75.8%	81.0%	80.1%
제주	63.7%	84.9%	85.7%	73.6%	68.4%	55.7%	65.0%	67.4%	62.2%	52.3%	60.0%	68.3%
충남	87.0%	90.5%	90.0%	92.6%	91.4%	86.5%	77.9%	75.8%	73.1%	77.6%	80.2%	83.3%
충북	91.3%	89.6%	90.6%	93.4%	93.6%	91.1%	85.3%	74.5%	85.8%	82.5%	90.1%	77.4%
계	81.3%	84.4%	85.1%	85.0%	86.5%	84.3%	77.3%	74.8%	73.0%	73.7%	78.3%	80.4%

돼지 구제역 항체 양성률



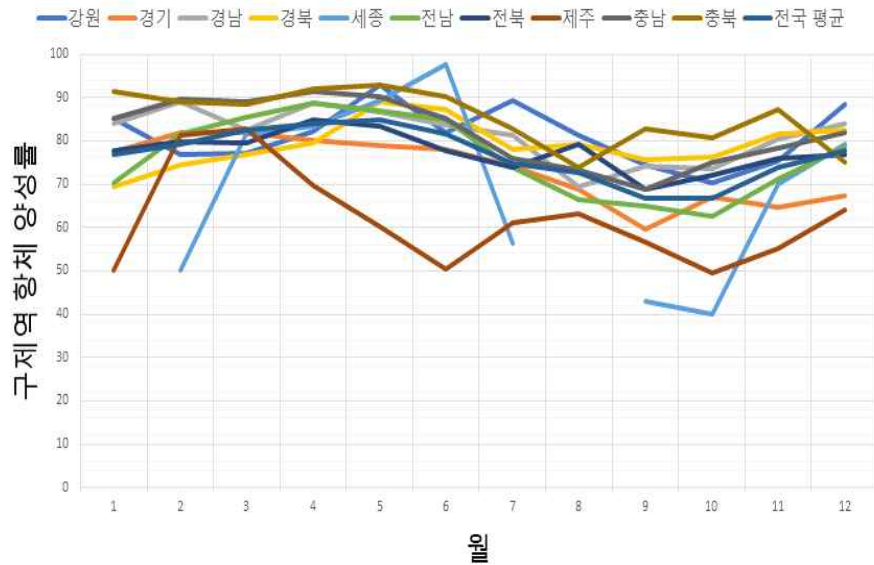
<그림 31. 지역에 따른 월별 돼지 구제역 항체 양성률>

- 비육돈과 번식돈에 따라 양성률 차이를 알아보기 위하여 층화하여 검사실적을 분석했다.
- 비육돈에서 지역에 따른 구제역 항체 양성률은 아래 표, 8와 그림 8에서 확인할 수 있다. 돼지 전체 구제역 항체 양성률에 비해 낮은 항체 양성률을 보였다.
- 비육돈에서도 전 지역에 대해서 혈청검사 실적이 많았던 3~5월과 10~11월 이후에 양성률이 높게 나타난다. 이것은 검사비율이 높은 월에 맞추어 구제역 백신 접종을 하는 경향이 있는 것으로 추정된다.

<표 55. 지역에 따른 월별 비육돈 구제역 혈청검사 결과>

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
강원	85.1%	77.0%	77.1%	82.2%	92.8%	81.8%	89.3%	81.4%	74.5%	70.3%	75.3%	88.4%
경기	77.5%	81.9%	82.0%	80.1%	78.9%	78.1%	74.1%	68.7%	59.5%	67.1%	64.7%	67.5%
경남	84.0%	89.0%	82.4%	88.8%	86.8%	83.7%	81.2%	69.4%	74.2%	73.5%	80.5%	84.1%
경북	69.5%	74.4%	77.0%	79.6%	88.9%	87.2%	78.1%	79.1%	75.6%	76.2%	81.6%	82.6%
세종	실적없음	50.0%	81.5%	83.3%	89.3%	97.8%	56.4%	실적없음	42.9%	40.0%	70.0%	79.3%
전남	70.3%	81.5%	85.6%	88.8%	87.1%	84.8%	73.8%	66.4%	65.1%	62.6%	71.1%	78.6%
전북	77.7%	79.7%	79.4%	84.9%	83.4%	77.8%	73.8%	79.3%	68.9%	72.0%	76.1%	76.8%
제주	50.0%	81.2%	82.7%	69.6%	60.1%	50.3%	61.0%	63.1%	56.7%	49.4%	55.2%	64.1%
충남	85.1%	89.5%	89.0%	91.4%	90.1%	85.1%	75.9%	73.2%	68.9%	75.0%	78.4%	82.0%
충북	91.3%	89.0%	88.5%	91.9%	92.9%	90.2%	82.9%	73.9%	82.8%	80.6%	87.3%	75.0%
계	79.5%	83.0%	83.3%	83.3%	85.2%	82.2%	75.5%	73.1%	68.1%	70.3%	75.4%	78.1%

비육돈 구제역 항체 양성률



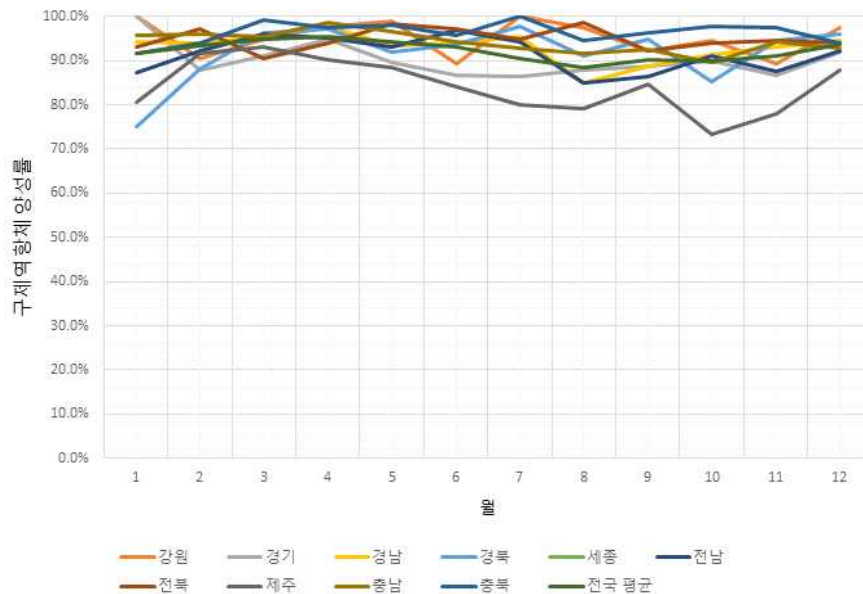
<그림 32. 지역에 따른 월별 비육돈 구제역 항체 양성률 >

- 번식돈에서 지역에 따른 구제역 항체 양성률은 아래 표, 9와 그림 9에서 확인할 수 있다. 비육돈에 비해 높은 항체양성률을 보였다. 세종시의 경우, 번식돈에 대한 구제역 항체예찰을 수행한 3월, 6월, 12월에 모두 100%의 양성률을 보였다. 제주도의 경우 비육돈 양성률에 비해서 높은 양성률을 보이지만 4월부터 12월까지 타지역에 비해서 낮은 양성률을 보인다.
- 번식돈의 경우 비육돈에 비해서 고루 높은 양성률을 보이지만 일체검사 기간인 4월 이후에 비교적 높은 양성률을 보인다. 이 또한 검사실적이 많은 시기에 맞추어 백신 접종을 하는 경향이 있는 것으로 추정된다.

<표 56. 지역에 따른 월별 번식돈 구제역 혈청검사 결과>

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
강원	100.0%	90.4%	95.0%	97.8%	98.9%	89.3%	100.0%	97.3%	92.1%	94.4%	89.2%	97.5%
경기	100.0%	88.0%	91.1%	94.7%	89.7%	86.6%	86.4%	87.9%	88.8%	90.0%	86.8%	91.9%
경남	94.1%	93.9%	95.4%	97.7%	93.5%	93.9%	95.5%	84.8%	88.8%	91.4%	93.0%	94.5%
경북	75.0%	88.2%	96.2%	97.1%	92.0%	93.7%	97.7%	91.1%	94.8%	85.1%	94.5%	95.9%
세종	실적없음	실적없음	실적없음	실적없음	100.0%	실적없음	실적없음	실적없음	실적없음	실적없음	실적없음	100.0%
전남	87.2%	92.2%	95.9%	95.2%	93.0%	96.8%	94.2%	85.0%	86.3%	91.0%	87.6%	92.1%
전북	93.2%	97.1%	90.4%	94.1%	98.3%	97.2%	94.8%	98.5%	92.2%	93.8%	94.4%	94.0%
제주	80.4%	91.7%	93.0%	90.2%	88.4%	83.9%	80.1%	79.3%	84.6%	73.2%	77.9%	87.9%
충남	95.8%	96.1%	95.3%	98.6%	96.6%	94.3%	92.9%	91.6%	92.5%	89.6%	94.2%	92.8%
충북	91.7%	93.8%	99.3%	97.5%	97.9%	95.7%	100.0%	94.7%	96.2%	97.7%	97.6%	94.0%
계	91.6%	93.3%	94.8%	95.4%	94.1%	93.2%	90.4%	88.5%	90.1%	89.8%	91.1%	93.7%

번식돈 구제역 항체 양성률



<그림 33. 지역에 따른 월별 번식돈 구제역 항체 양성률>

- 2018년 3월 경기도 김포에서 돼지 구제역 발생에 따라서 전국 돼지 O+A형 백신 일제접종 이후, 총 601농가에 대한 백신항체 일제검사를 수행했다.
- 또한 2018년 상반기에는 전국 돼지 대상 구제역 백신 보강접종 후, 4주 뒤 615농가에 대해 일제검사를 실시했다.
- 2018년 상반기 총 1,216농가에 대한 일제검사 결과는 아래 표 10와, 그림 10에 나타나 있다. 총 15,801두 중 13,131두 양성으로 83.1% 양성률을 보였다. 지역별 전라북도 지역이 2,212두 중 2,052두 양성으로 92.8%의 가장 높은 양성률을 보였으며, 세종시는 130두 중 95두 양성으로 73.1%, 경기도 3,819두 중 2,640두 양성으로 69.1%로 낮은 양성률을 보였다.

<표 57. 2018년 돼지 구제역 항체양성률 일제검사 결과>

지역	검사두수	양성두수	양성률
세종특별자치시	130	95	73.1%
경기도	3,819	2,640	69.1%
강원도	991	916	92.4%
충청북도	718	618	86.1%
충청남도	2,613	2,220	85.0%
전라북도	2,212	2,052	92.8%
전라남도	1,154	1,011	87.6%
경상북도	963	820	85.2%
경상남도	2,189	1,875	85.7%
제주특별자치도	1,012	884	87.4%
계	15,801	13,131	83.1%

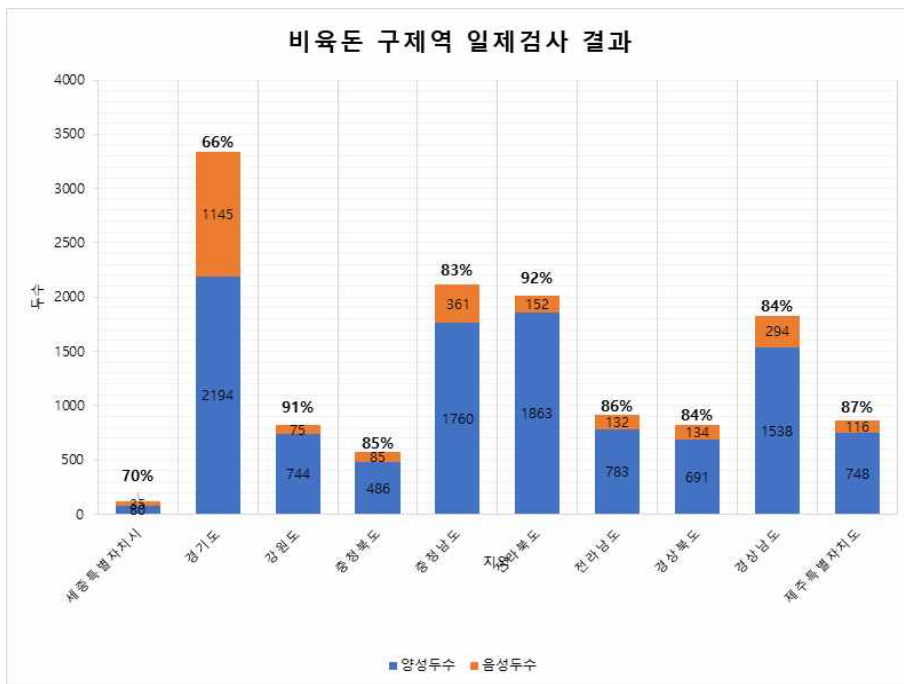


<그림 34. 지역에 따른 돼지 구제역 일제검사 양성률 결과 >

- 비육돈과 번식돈에 따라 양성률 차이를 알아보기 위하여 총화하여 검사실적을 분석했다.
- 2018년 상반기 비육돈에 대한 일제검사는 아래 표 11와, 그림 11에 나타나있다. 총 13,416두 중 10,887두 양성으로 81.1% 양성률을 보였다. 지역별 전라북도 지역이 2,015두 중 1,863두 양성으로 92.5%의 가장 높은 양성률을 보였으며, 세종시는 115두 중 80두 양성으로 69.6%, 경기도 3,339두 중 2,194두 양성으로 65.7%로 낮은 양성률을 보였다.

<표 58. 2018년 비육돈 구제역 항체양성률 일제검사 결과>

지역	검사두수	양성두수	양성률
세종특별자치시	115	80	69.6
경기도	3,339	2,194	65.7
강원도	819	744	90.8
충청북도	571	486	85.1
충청남도	2,121	1,760	83
전라북도	2,015	1,863	92.5
전라남도	915	783	85.6
경상북도	825	691	83.8
경상남도	1,832	1,538	84
제주특별자치도	864	748	86.6
계	13,416	10,887	81.1



<그림 35. 지역에 따른 비육돈 구제역 일제검사 양성률 결과 >

- 번식돈에서 지역에 따른 구제역 항체 양성률은 아래 표. 12와 그림 12에서 확인할 수 있다. 비육돈에 비해 높은 항체양성률을 보였다. 세종시의 경우, 번식돈 15두에서 15두 양성으로 100% 양성률, 충청북도는 147두 중 132두 양성으로 89.8%의 낮은 양성률을 보인다.

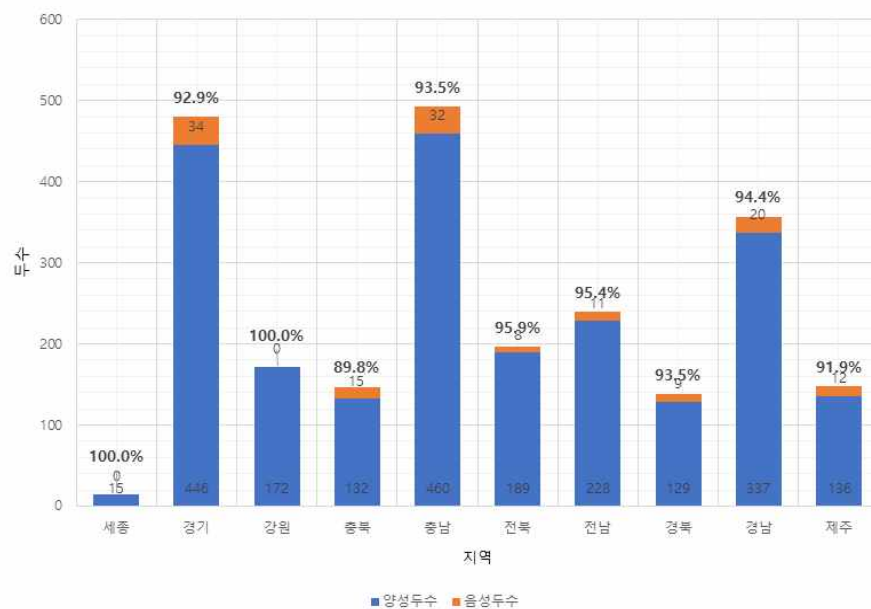
<표 59. 2018년 번식돈 구제역 항체양성률 일제검사 결과>

지역	검사두수	양성두수	양성률
세종특별자치시	15	15	100



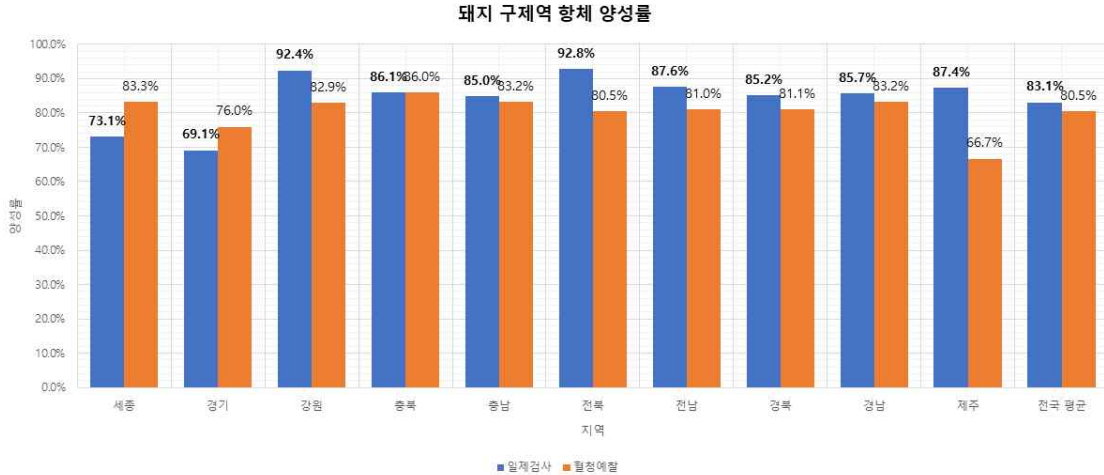
경기도	480	446	92.9
강원도	172	172	100
충청북도	147	132	89.8
충청남도	492	460	93.5
전라북도	197	189	95.9
전라남도	239	228	95.4
경상북도	138	129	93.5
경상남도	357	337	94.4
제주특별자치도	148	136	91.9
계	2,385	2,244	94.1

번식돈 구제역 일제검사 결과



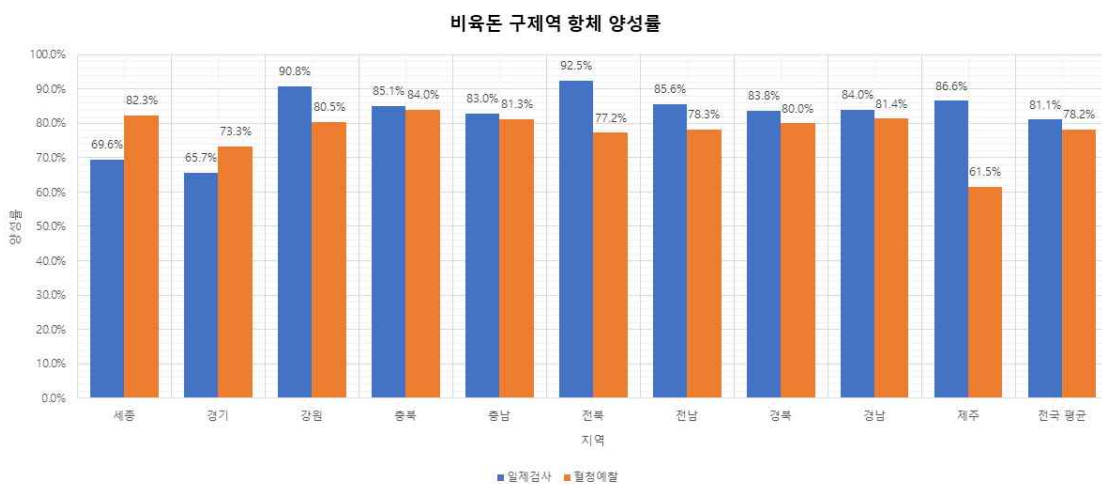
<그림 36. 지역에 따른 번식돈 구제역 일제검사 양성률 결과 >

- 구제역 모니터링 결과와 일제검사 결과와 비교를 통하여 모니터링 결과의 유효성에 대해 평가했다.
- 돼지 구제역 항체 혈청 양성률의 일제검사, 혈청예찰 결과에 대한 비교는 아래 그림 13에서 확인할 수 있다. 전국 평균은 일제검사, 혈청예찰 결과 각 83.1%와 80.5%로 약 1.6%의 차이를 보였다. 혈청예찰보다 일제검사에서 항체양성률이 높은 지역은 강원(일제검사: 92.4%, 혈청예찰: 82.9%), 충북(일제검사: 86.1%, 혈청예찰: 86.0%), 충남(일제검사: 85.0%, 혈청예찰: 83.2%), 전북(일제검사: 92.8%, 혈청예찰: 80.5%), 전남(일제검사: 87.6%, 혈청예찰: 81.0%), 경북(일제검사: 85.2%, 혈청예찰: 81.1%), 경남(일제검사: 85.7%, 혈청예찰: 83.2%), 제주(일제검사: 87.4%, 혈청예찰: 66.7%)에 해당하며 세종(일제검사: 73.1%, 혈청예찰: 83.3%), 경기(일제검사: 69.1%, 혈청예찰: 76.0%)는 혈청예찰 결과가 일제검사 결과보다 높았다.



<그림 37. 지역에 따른 돼지 구제역 항체 양성률 결과 >

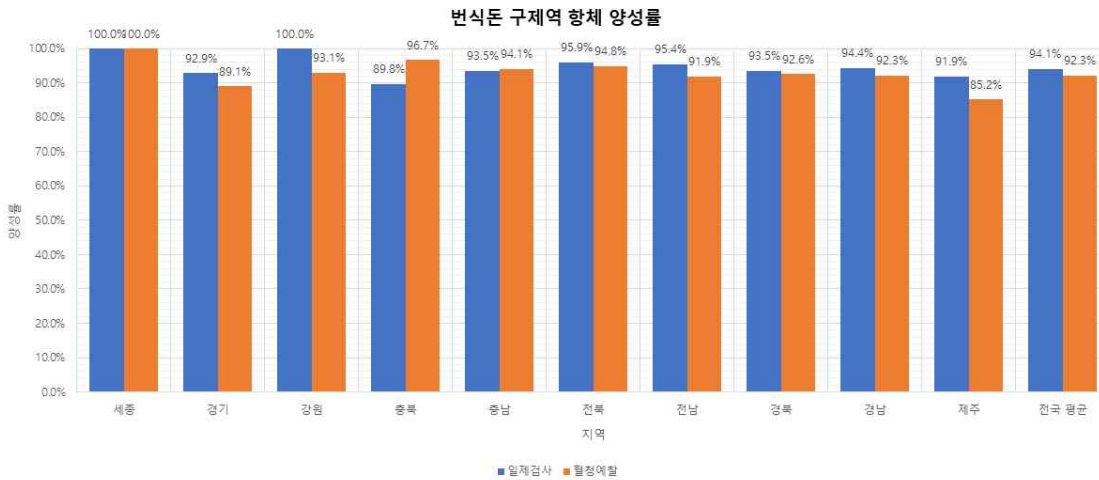
- 비육돈과 번식돈에 따라 양성률 차이를 알아보기 위하여 증화하여 검사실적을 분석했다.
- 비육돈에서 구제역 항체 혈청 양성률의 일제검사, 혈청예찰 결과에 대한 비교는 아래 그림 14에서 확인할 수 있다. 전국 평균은 일제검사와 혈청예찰 결과 각 81.1%, 78.2%로 약 2.9%의 차이로 일제검사 결과가 높다. 혈청예찰보다 일제검사에서 항체양성률이 높은 지역은 강원(일제검사: 90.8%, 혈청예찰: 80.5%), 충북(일제검사: 85.1%, 혈청예찰: 84.0%), 충남(일제검사: 83.0%, 혈청예찰: 81.3%), 전북(일제검사: 92.5%, 혈청예찰: 77.2%), 전남(일제검사: 85.6%, 혈청예찰: 78.3%), 경북(일제검사: 83.8%, 혈청예찰: 80.0%), 경남(일제검사: 84.0%, 혈청예찰: 81.4%), 제주(일제검사: 86.6%, 혈청예찰: 61.5%)이며, 세종(일제검사: 69.6%, 혈청예찰 82.3%), 경기(일제검사: 65.7%, 혈청예찰: 73.3%) 일제검사 결과가 혈청예찰 결과보다 낮다.



<그림 38. 지역에 따른 비육돈 구제역 항체 양성률 결과 >

- 번식돈에서 구제역 항체 혈청 양성률의 일제검사, 혈청예찰 결과에 대한 비교는 아래 그

림 15에서 확인할 수 있다. 전국 평균은 일제검사와 혈청예찰 결과 각 94.1%, 92.3%로 약 1.8%의 차이로 일제검사 결과가 높다. 혈청예찰보다 일제검사에서 항체양성률이 높은 지역은 경기(일제검사: 92.9%, 혈청예찰: 89.1%), 강원(일제검사: 100.0%, 혈청예찰: 93.1%), 전북(일제검사: 95.9%, 혈청예찰: 91.9%), 경북(일제검사: 93.5%, 혈청예찰: 92.6%), 경남(일제검사: 94.4%, 혈청예찰 92.3%), 제주(일제검사: 91.9%, 혈청예찰: 85.2%)이며, 충북(일제검사: 89.8%, 혈청예찰 96.7%), 충남(일제검사: 93.5%, 혈청예찰: 94.1%), 일제검사 결과가 혈청예찰 결과보다 낮다.



<그림 39. 지역에 따른 번식돈 구제역 항체 양성률 결과 >

- 일제검사 결과와 혈청예찰 결과의 통계학적으로 유의한 차이를 검정하기 위하여 t 검정을 활용했다. 돼지 전체, 비육돈, 번식돈에 대하여 전국 평균과 지역 별 평균의 유의한 차이를 검정했다.
- 돼지 구제역 항체양성률은 일제검사와 혈청예찰 결과는 아래의 표에서 확인할 수 있다. 전국 평균은 일제검사가 83.1%로 혈청예찰 결과 80.5%에 비해 크지만 p-value가 0.094로 통계학적 유의한 차이가 없었다. 각 지역별로 층화한 분석에서도 통계학적으로 유의한 차이가 나지 않았다.

<표 60. 2018년 돼지 구제역 일제검사, 혈청예찰 t 검정 결과>

지역	일제검사	혈청예찰	p-value
세종특별자치시	73.1%	83.3%	0.430
경기도	69.1%	76.0%	0.346
강원도	92.4%	82.9%	0.120
충청북도	86.1%	86.0%	0.469
충청남도	85.0%	83.2%	0.348
전라북도	92.8%	80.5%	0.068
전라남도	87.6%	81.0%	0.124
경상북도	85.2%	81.1%	0.250
경상남도	85.7%	83.2%	0.254
제주특별자치도	87.4%	66.7%	0.052

계	83.1%	80.5%	0.454
---	-------	-------	-------

- 비육돈과 번식돈에 따라 양성률 차이를 알아보기 위하여 층화하여 검사실적을 분석했다.
- 비육돈에서 구제역 항체 혈청 양성률의 일제검사, 혈청예찰 결과에 대한 비교는 아래 표 14에서 확인할 수 있다. 비육돈에서 항체양성률은 일제검사와 혈청예찰에서 전국 평균은 각 81.1%, 78.2%로 일제검사 결과에서 높았지만 통계학적 유의한 차이가 없었다. 전라북도 일제검사: 85.6%, 혈청예찰: 77.2%, p-value: 0.003, 제주 일제검사: 86.6%, 혈청예찰: 61.5%, p-value: 0.025로 유의하게 일제검사 결과가 높았다.

<표 61. 2018년 비육돈 일제검사, 혈청예찰 t 검정 결과>

지역	일제검사	혈청예찰	p-value
세종특별자치시	69.6%	82.3%	0.489
경기도	65.7%	73.3%	0.166
강원도	90.8%	80.5%	0.093
충청북도	85.1%	84.0%	0.474
충청남도	83.0%	81.3%	0.447
전라북도	85.6%	77.2%	0.003
전라남도	85.6%	78.3%	0.169
경상북도	83.8%	80.0%	0.204
경상남도	84.0%	81.4%	0.345
제주특별자치도	86.6%	61.5%	0.025
계	81.1%	78.2%	0.352

- 번식돈에서 구제역 항체 혈청 양성률의 일제검사, 혈청예찰 결과에 대한 비교는 아래 표 15에서 확인할 수 있다. 번식돈에서 항체양성률은 일제검사와 혈청예찰에서 전국 평균은 각 94.1%, 92.3%로 일제검사 결과에서 높았지만 통계학적 유의한 차이가 없었다. 하지만, 지역별로 층화한 분석에서는 충청북도 일제검사 결과 89.8%, 혈청예찰 96.7%로 p-value가 0.011으로 혈청예찰에서 유의하게 높았다.

<표 62. 2018년 번식돈 일제검사, 혈청예찰 t 검정 결과>

지역	일제검사	혈청예찰	p-value
세종특별자치시	100.0%	100.0%	0.500
경기도	92.9%	89.1%	0.251
강원도	100.0%	93.1%	0.128
충청북도	89.8%	96.7%	0.011
충청남도	93.5%	94.1%	0.392
전라북도	95.9%	94.8%	0.338
전라남도	95.4%	91.9%	0.167
경상북도	93.5%	92.6%	0.397
경상남도	94.4%	92.3%	0.348
제주특별자치도	91.9%	85.2%	0.119
계	94.1%	92.3%	0.387

- 정리하면 비육돈의 경우 혈청예찰 결과보다 일제검사 결과 구제역 백신 항체양성률이 높은 지역이 있으며 번식돈의 경우, 일제검사 결과보다 혈청예찰 결과가 유의하게 높은 지역이 있다. 이것은 시기에 따라서 검사실적의 차이가 있는 혈청예찰은 농가에서 검사실적이 많은 시기에 맞춰서 백신 접종하기 때문으로 추정된다. 따라서 검사실적이 적은 시기에는 백신 접종율이 낮아지게 되며 이 시기에는 일제검사 결과보다 낮은 항체양성률이 나타나게 될 것으로 사료된다. 하지만 번식돈의 경우, 구제역 방역 상의 중요성과 연령으로 인해서 구제역 백신 접종을 1회 이상 접종한 경우가 많으므로 혈청예찰 결과에서도 시기에 따라서 백신 항체 양성률에 큰 차이가 나타나지 않는 것으로 추정된다. 따라서 혈청예찰에서도 지속적으로 높은 항체 양성률을 보이는 것으로 추정한다.

#### (4) 축우분야 구제역 백신 혈청예찰 평가

- 돼지에서와 마찬가지로 구제역 예방 및 확산 방지를 위하여 전국 축우에 대한 일제접종이 2018년 4월과 10월에 실시됨에 따라 전국 축우 농가에 대한 일제검사를 실시했다. 이때 일제검사 결과는 전국의 구제역 백신항체 양성률을 대표할 수 있는 값으로 볼 수 있다. 이 외에도 구제역 혈청검사 계획의 일환으로 구제역 백신항체 모니터링 검사를 실시했다.
- 2018년 축우 구제역 항체모니터링 계획은 2017년과 비교하여 변경되었다. 특히 2017년은 그 전해와 다르게 검사 대상을 전국 모든 농장으로 확대하면서 백신항체 검사가 강화되었다. 사육규모에 상관없이 전 농가 대상으로 농장당 5두 검사를 수행했으며, 도축장에서는 농장 당 1두로 총 8,376두를 대상을 했다. 따라서 농장과 도축장에서는 총 46,068두를 대상으로 했으며 종축장의 경우 전국 18개소를 대상으로 연 2회로 총 1,428두를 대상으로 수행했다. 2018년에는 2017년과 다르게 농장당 5두로 대상으로 했지만 16두 이상 검사 시, 확인 검사를 생략할 수 있도록 했다. 이는 50두를 기준으로 사육 규모를 고려하여 해당 농장들이 선정되었다. 농장 및 도축장에서는 총 43,834두, 종축장에서 1,500두가 검사 대상에 포함됐다.

<표 63. 2017년, 2018년 축우 구제역 혈청검사 계획>

구분	2017년		2018년	
	두수	검사계획	두수	검사계획
농장 및 도축장	46,068	(농장)5두, (도축장)1두 8,376농가 ●백신항체 검사 강화	43,384	(농장)5두, (도축장)1두, 8,376농가 (신규)1차 16두 이상 검사 시 확인검사 생략 가능 ●사육규모 고려하여 농장 신청 (50두 미만:이상=3:7)
종축장	1,428	전국 18개소 대상 연 2회	1,500	전국 18개소 대상 연 2회 검역본부 검사
합계		-		-

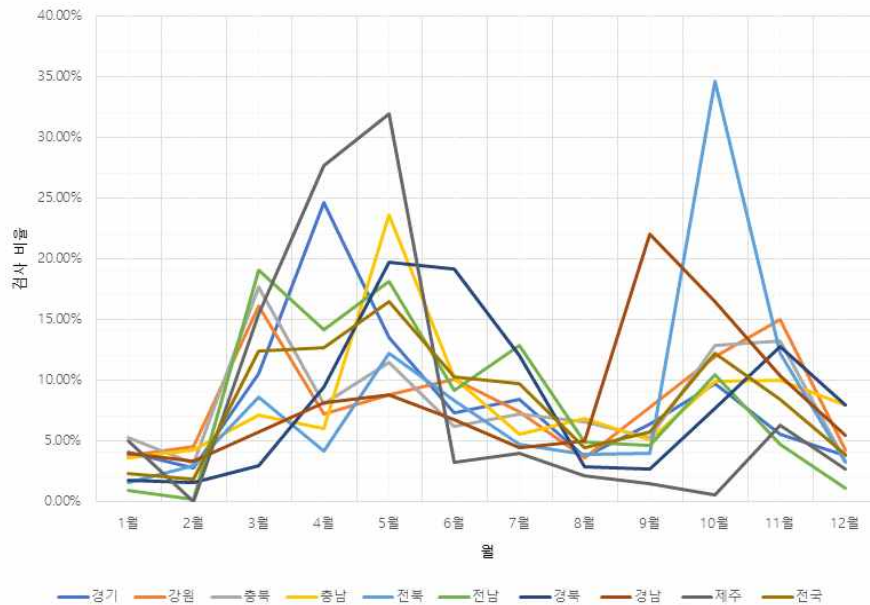
- 2018년 전국적으로 137,601두의 축우에 대한 구제역 항체양성률 검사를 수행했다. 전국적으로 133,903두 항체양성으로 약 97.3%의 양성률을 보였다.

<표 64. 지역에 따른 2018년 월별 축우 구제역 혈청검사 실적>

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
강원	316	383	1,372	610	742	853	631	306	658	1,013	1,271	360
경기	802	545	2,093	4,922	2,697	1,450	1,680	728	1,273	1,939	1,092	748
경남	307	256	449	638	688	530	346	391	1,734	1,294	814	426
경북	368	344	638	2,078	4,338	4,209	2,639	617	574	1,693	2,800	1,747
전남	455	80	9,629	7,118	9,134	4,599	6,498	2,478	2,313	5,281	2,360	561
전북	169	325	955	460	1,355	924	517	428	441	3,856	1,359	359
제주	92	-	287	515	594	59	73	39	26	10	116	49
충남	399	475	796	671	2,632	1,137	620	763	565	1,105	1,113	885
충북	238	142	797	361	518	280	325	297	238	582	597	149
계	3,146	2,550	17,016	17,373	22,698	14,041	13,329	6,047	7,822	16,773	11,522	5,284

- 지역에 따른 월별 구제역 혈청검사 실적은 아래 그림 16에서 확인할 수 있다. 지역에 따라 차이가 있지만 3~5월과 10~11월에 집중되는 경향이 있는 것으로 보인다. 특히, 제주의 경우 3~5월에 대다수의 검사가 집중되는 경향을 보인다.

월별 축우 구제역 혈청검사 비율



<그림 40. 지역에 따른 월별 축우 구제역 혈청검사 비율 >

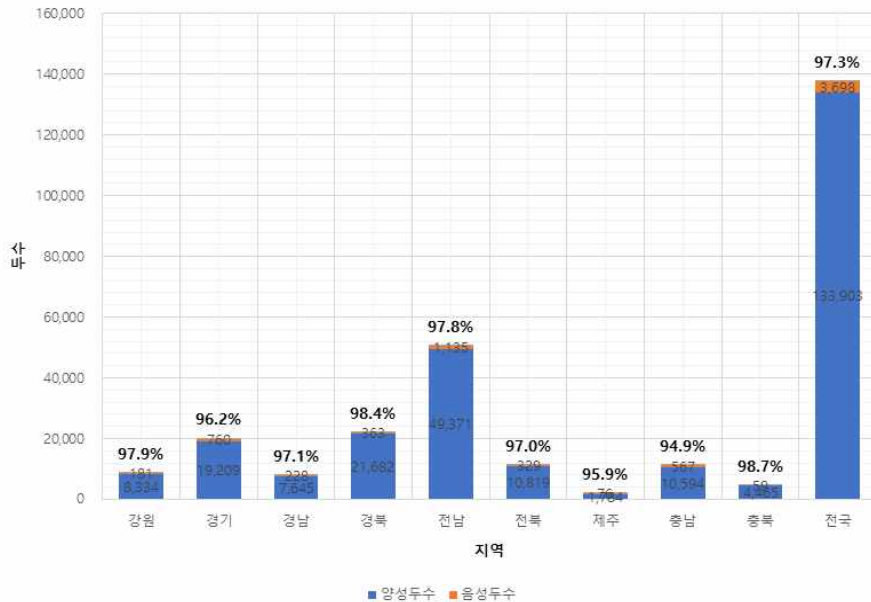
- 구제역 혈청예찰 검사 결과, 검사두수 총 137,601두 중 양성두수 133,903두로 97.3%의 양성율을 보였다. 시도 지자체 중 양성율이 가장 높은 지역은 충북으로 4,524두 중 4,465두가 구제역 항체 양성으로 98.7%의 양성율을 보였으며 충남은 11,161두 중 10,594

두 양성으로 94.9%, 제주는 1,860두 중 1,784 양성으로 95.9% 등의 낮은 양성율을 보였다.

<표 65. 2018년 축우 구제역 항체양성률 모니터링 검사 결과>

지역	검사두수	양성두수	양성률
강원	8,515	8,334	97.9%
경기	19,969	19,209	96.2%
경남	7,873	7,645	97.1%
경북	22,045	21,682	98.4%
전남	50,506	49,371	97.8%
전북	11,148	10,819	97.0%
제주	1,860	1,784	95.9%
충남	11,161	10,594	94.9%
충북	4,524	4,465	98.7%
계	137,601	133,903	97.3%

축우 구제역 혈청예찰 검사 결과



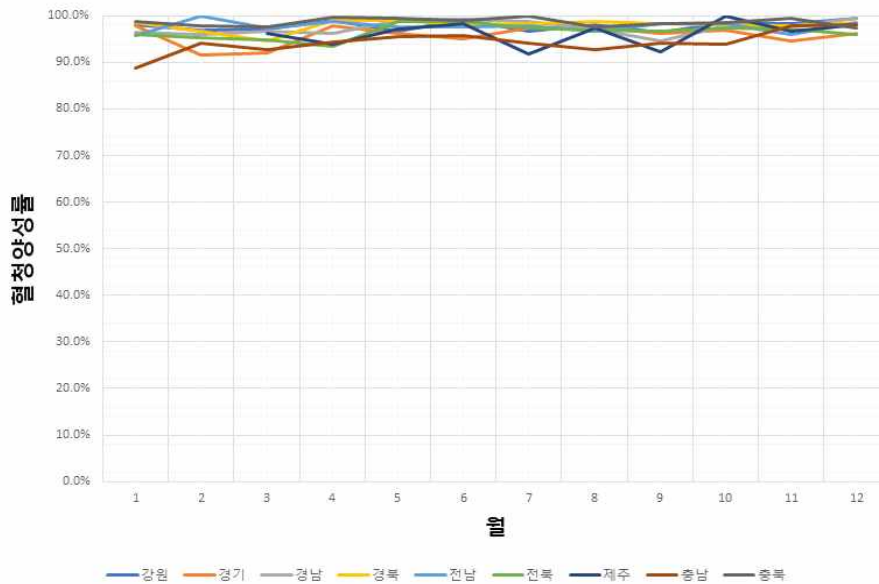
<그림 41. 지역에 따른 월별 축우 구제역 혈청검사 비율 >

- 구제역 혈청예찰 검사 결과, 지역에 따른 월별 양성률은 아래 표19와 그림 18와 같다. 전국적으로 매우 높은 양성률을 보이지만 4월과 10월 일제접종 이후 항체 양성률이 증가하는 경향이 보인다. 충남의 경우 타지역에 비해 낮은 지속적으로 낮은 양성률을 보인다. 제주의 경우 2월 검사 실적이 없으며, 7월과 9월에 전국에서 가장 낮은 항체 양성률을 보인다.

<표 66. 지역에 따른 월별 축우 구제역 혈청검사 결과>

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
강원	98.1%	96.9%	97.2%	99.0%	96.6%	99.2%	96.8%	98.0%	96.5%	98.5%	98.4%	99.4%
경기	97.9%	91.7%	92.1%	97.8%	96.3%	95.1%	97.4%	97.7%	96.3%	97.0%	94.7%	96.3%
경남	96.4%	96.1%	96.7%	96.2%	99.0%	99.2%	98.8%	97.2%	94.5%	97.9%	97.8%	99.5%
경북	98.6%	96.8%	94.5%	99.1%	99.1%	98.2%	98.4%	98.7%	98.4%	98.1%	97.9%	98.5%
전남	95.8%	100.0%	97.4%	98.8%	97.6%	97.7%	97.8%	96.6%	98.4%	98.4%	96.1%	98.6%
전북	95.9%	95.4%	94.9%	93.5%	98.8%	98.7%	97.3%	97.0%	96.6%	97.3%	97.1%	96.1%
제주	98.9%	실적 없음	96.2%	93.8%	97.1%	98.3%	91.8%	97.4%	92.3%	100.0%	96.6%	98.0%
충남	88.7%	94.1%	92.7%	94.3%	95.6%	95.8%	94.2%	92.8%	94.2%	93.9%	97.8%	98.0%
충북	98.7%	97.9%	97.6%	99.7%	99.4%	98.9%	100.0%	97.6%	98.3%	98.5%	99.5%	97.3%
계	96.4%	95.1%	96.2%	98.0%	97.6%	97.7%	97.7%	96.6%	96.6%	97.6%	97.2%	98.1%

축우 구제역 혈청 양성률



<그림 42. 지역에 따른 월별 축우 구제역 혈청검사 양성률>

(5) 접종 주체별 항체형성률 차이 평가

- 돼지에서 구제역 백신 접종 주체별 항체형성률에 유의한 차이 여부를 확인하기 위해서는 농장 방문 및 현장조사를 수행해야 하지만, 국내 ASF 발생이라는 현실적인 어려움이 있었다. 돼지의 경우 축우에서 시행하고 있는 백신 접종 지원 등의 국가 사업은 수행되고 있지 않다. 더욱이 본 연구과제에서 진행한 『국내 양돈농가 구제역백신 접종현황 및 모니터링 방법 설문조사』에서 수의사에 의한 백신 접종 사례가 없었다. 따라서 양돈장에서 접종 주체별 항체형성률 차이는 분석할 수 없었다.
- 구제역 백신 접종 주체에 차이가 있는 경우는 축우에서 확인할 수 있다. 정부는 50두 이



하의 소규모 사육 축우농가에 대해서 수의사 접종비를 지원하고 있다. 따라서 50두 이하의 소규모 축우 사육농가의 구제역 백신 항체형성률과 50두 초과 축우 사육농가의 백신 항체형성률의 차이를 비교함으로써 접종 주체에 따른 구제역 백신 항체형성률을 분석할 수 있다.

- 2018년 축우에서 구제역 백신 항체 형성률 혈청예찰 자료를 바탕으로 50두 사육 규모를 기준으로 하여 층화 분석했다. 결과변수인 백신 항체 형성률 80% 미만 여부와 설명변수인 50두 이하/초과에 대한 관련성 분석은 범주형 자료 분석 중 카이제곱 검정 등을 통하여 통계적 유의성을 검정할 수 있다. 하지만 국내 축우 사육 농장 분포 전수 자료(99,817개소)를 활용할 수 있지만 혈청예찰 자료는 국내 축우 사육 농장 전수 검사자료가 아닌 그 일부인 25,597개소라는 한계점 때문에 이러한 방법을 사용하기에는 한계점이 있다. 따라서 백신 항체 형성률 80% 미만 여부 농가 중 50두 이하/초과에 해당하는 비율 대비 전체 농장 중 50두 이하/초과에 해당하는 농장 비율을 계산하여 추정하였다. 이러한 분석법은 설명변수의 분포와 검사 대상에 선정되는 확률 분포가 독립일 때 즉, 혈청예찰 대상이 된 농장이 전체 모집단의 설명변수 분포를 대표할 수 있다면 합리적인 방법이다. 국내 백신 항체 혈청예찰은 국내 백신 항체형성률을 대표하기 위한 목적으로도 운영되기 때문에 이 가정에 부합한다고 간주하고 분석을 진행했다.
- 아래 표 20에서 지역별 백신 항체 형성률 80% 미만 여부 농가 중 50두 이하/초과에 해당하는 비율과 전체 농장 중 50두 이하/초과에 해당하는 농장 비율을 확인할 수 있다.
- 2018년에는 전국 25,297개소 축우 농가에 대한 구제역 백신 혈청예찰을 수행했다. 이 중 항체형성률 80% 미만인 농가는 1.1%에 해당하는 280개소이며 280개소 중 50두 이하 농가가 79개소로 28.2%를 차지한다. 50두 초과 농가는 173개소로 61.8%를 차지한다. 한편, 50두 이하의 농가는 국내 축우 농가 중 99,817개소 중 83,093개소로 83.2%를 차지한다. 50두 초과 농가는 16,724개소로 16.8%를 차지한다. 50개소 이하 농가가 항체형성률 80% 이하가 되는 위험은  $28.2\%/83.2\% = 0.33$  에 비례한다. 50개소 초과 농가가 항체형성률 80% 이하가 되는 위험은  $61.8\%/16.8\% = 3.68$ 에 비례한다. 따라서 50두 이하 사육 농가의 경우 항체형성률이 더 높다고 추정해 볼 수 있다. 이것은 수의사가 접종을 하기 때문에 소규모 농가의 구제역 백신 항체형성률이 좋은 것이 아니라 타인이 농장주와 함께 접종을 하는 경우 항체형성률이 좋은 것으로 추정된다. 사육두수가 구제역 발생에 있어서 중요한 위험요인 중 하나인 점을 고려할 때, 50두 초과 농가에 대한 집중적인 백신 혈청예찰이 요구된다. 따라서 사육규모가 큰 농가에 대한 검사비용을 높이는 것은 구제역 방역을 위한 합리적인 대응 전략이라고 사료된다.
- 지역적 차이에 대한 분석을 위하여 지역을 층화시켜 분석했다.
- 경기지역에는 3,809개소 축우 농가에 대한 구제역 백신 혈청예찰을 수행한 결과 항체형성률 80% 미만인 농가는 39개소로 이 중 50두 이하 농가 수는 17개소 43.6%를 차지하고

50두 초과인 농가는 22개소로 56.4%를 차지한다. 한편, 50두 이하의 농가는 경기도 내 축우 농가 6,318개소 중 4,836개소로 76.5%를 차지한다. 50두 초과 농가는 1,482개소로 23.5%를 차지한다. 50개소 이하 농가가 항체형성률 80% 이하가 되는 위험은  $43.6\%/76.5\% = 0.56$  에 비례한다. 50개소 초과 농가가 항체형성률 80% 이하가 되는 위험은  $56.4\%/23.5\% = 2.40$ 에 비례한다. 따라서 50두 이하 사육 농가의 경우 항체형성률이 더 높다고 추정해 볼 수 있다.

〈표 67. 지역별 백신 항체 형성률 80% 미만 여부 농가 및 농가 분포〉

한우 농가 수	국내 50두 이하		80% 미만		50두 초과		80% 미만		농가 수	(F)/(C)
	한우 농가수(B)	50두 이하 농가 비율(B/A)	항체형성률 80% 미만 농가수(C)	농가 중 50두 이하 농가수 (D)	(D)/(C)	한우 농가수 (E)	(E)/(A)	농가 중 50두 초과 농가수 (F)		
경기	6,318	4,836	76.5	39	17	43.6	1,482	23.5	22	56.4
강원	8,051	6,791	84.3	14	3	21.4	1,260	15.7	11	78.6
충북	6,305	5,025	79.7	9	4	44.4	1,280	20.3	4	44.4
충남	12,681	10,813	85.3	77	11	14.3	1,868	14.7	58	75.3
전북	9,930	7,673	77.3	26	6	23.1	2,257	22.7	19	73.1
전남	16,917	14,247	84.2	53	11	20.8	2,670	15.8	36	67.9
경북	21,633	18,046	83.4	20	6	30	3,587	16.6	6	30
경남	12,533	10,986	87.7	34	14	41.2	1,547	12.3	16	47.1
제주	750	544	72.5	8	7	87.5	206	27.5	1	12.5
전국	99,817	83,093	83.2	280	79	28.2	16,724	16.8	173	61.8

- 강원지역에는 1,348개소 축우 농가에 대한 구제역 백신 혈청예찰을 수행한 결과 항체형성률 80% 미만인 농가는 14개소로 이 중 50두 이하 농가 수는 3개소 21.4%를 차지하고 50두 초과인 농가는 11개소로 78.6%를 차지한다. 한편, 50두 이하의 농가는 강원도 내 축우 농가 8,051개소 중 6,791개소로 84.3%를 차지한다. 50두 초과 농가는 1,260개소로 15.7%를 차지한다. 50개소 이하 농가가 항체형성률 80% 이하가 되는 위험은  $21.4\%/84.3\% = 0.25$ 에 비례한다. 50개소 초과 농가가 항체형성률 80% 이하가 되는 위험은  $78.6\%/15.7\% = 5.01$ 에 비례한다. 따라서 50두 이하 사육 농가의 경우 항체형성률이 더 높다고 추정해 볼 수 있다.
- 충북지역에는 1,097개소 축우 농가에 대한 구제역 백신 혈청예찰을 수행한 결과 항체형성률 80% 미만인 농가는 9개소로 이 중 50두 이하 농가 수는 4개소 44.4%를 차지하고 50두 초과인 농가는 4개소로 44.4%를 차지한다. 한편, 50두 이하의 농가는 충북 내 축우 농가 6,305개소 중 5,025개소로 79.7%를 차지한다. 50두 초과 농가는 1,280개소로 20.3%를 차지한다. 50개소 이하 농가가 항체형성률 80% 이하가 되는 위험은  $44.4\%/79.7\% = 0.55$ 에

비례한다. 50개소 초과 농가가 항체형성률 80% 이하가 되는 위험은  $44.4\%/20.3\% = 2.18$ 에 비례한다. 따라서 50두 이하 사육 농가의 경우 항체형성률이 더 높다고 추정해 볼 수 있다.

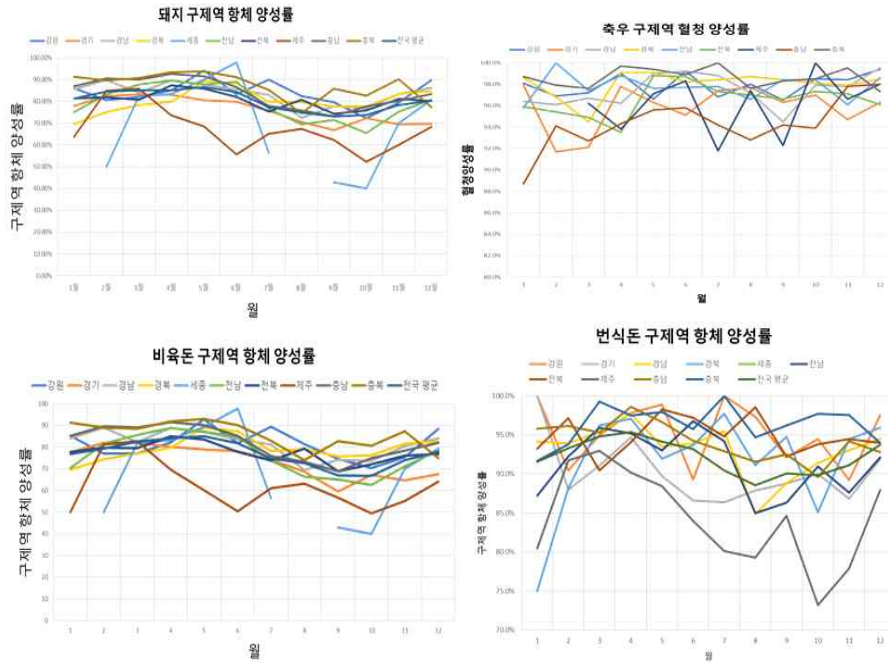
- 충남지역에는 1,774개소 축우 농가에 대한 구제역 백신 혈청예찰을 수행한 결과 항체형성률 80% 미만인 농가는 77개소로 이 중 50두 이하 농가 수는 11개소 14.3%를 차지하고 50두 초과인 농가는 58개소로 75.3%를 차지한다. 한편, 50두 이하의 농가는 충남 내 축우 농가 12,681개소 중 10,813개소로 85.3%를 차지한다. 50두 초과 농가는 1,868개소로 14.7%를 차지한다. 50개소 이하 농가가 항체형성률 80% 이하가 되는 위험은  $14.3\%/85.3\% = 0.16$ 에 비례한다. 50개소 초과 농가가 항체형성률 80% 이하가 되는 위험은  $75.3\%/14.7\% = 5.12$ 에 비례한다. 따라서 50두 이하 사육 농가의 경우 항체형성률이 더 높다고 추정해 볼 수 있다.
- 전북지역에는 1,303개소 축우 농가에 대한 구제역 백신 혈청예찰을 수행한 결과 항체형성률 80% 미만인 농가는 26개소로 이 중 50두 이하 농가 수는 6개소 23.1%를 차지하고 50두 초과인 농가는 19개소로 73.1%를 차지한다. 한편, 50두 이하의 농가는 전북 내 축우 농가 9,930개소 중 7,673개소로 77.3%를 차지한다. 50두 초과 농가는 2,257개소로 22.7%를 차지한다. 50개소 이하 농가가 항체형성률 80% 이하가 되는 위험은  $23.1\%/77.3\% = 0.29$ 에 비례한다. 50개소 초과 농가가 항체형성률 80% 이하가 되는 위험은  $73.1\%/22.7\% = 3.22$ 에 비례한다. 따라서 50두 이하 사육 농가의 경우 항체형성률이 더 높다고 추정해 볼 수 있다.
- 전남지역에는 8,742개소 축우 농가에 대한 구제역 백신 혈청예찰을 수행한 결과 항체형성률 80% 미만인 농가는 53개소로 이 중 50두 이하 농가 수는 11개소 20.8%를 차지하고 50두 초과인 농가는 36개소로 67.9%를 차지한다. 한편, 50두 이하의 농가는 전남 내 축우 농가 16,917개소 중 14,247개소로 84.20%를 차지한다. 50두 초과 농가는 2,670개소로 15.8%를 차지한다. 50개소 이하 농가가 항체형성률 80% 이하가 되는 위험은  $20.8\%/84.2\% = 0.25$ 에 비례한다. 50개소 초과 농가가 항체형성률 80% 이하가 되는 위험은  $67.9\%/15.8\% = 4.29$ 에 비례한다. 따라서 50두 이하 사육 농가의 경우 항체형성률이 더 높다고 추정해 볼 수 있다.
- 경북지역에는 5,869개소 축우 농가에 대한 구제역 백신 혈청예찰을 수행한 결과 항체형성률 80% 미만인 농가는 20개소로 이 중 50두 이하 농가 수는 6개소 30%를 차지하고 50두 초과인 농가는 6개소로 30%를 차지한다. 한편, 50두 이하의 농가는 경북 내 축우 농가 21,633개소 중 18,046개소로 83.4%를 차지한다. 50두 초과 농가는 3,587개소로 16.6%를 차지한다. 50개소 이하 농가가 항체형성률 80% 이하가 되는 위험은  $30\%/83.4\% = 0.46$ 에 비례한다. 50개소 초과 농가가 항체형성률 80% 이하가 되는 위험은  $47.1\%/12.3\% = 3.82$ 에 비례한다. 따라서 50두 이하 사육 농가의 경우 항체형성률이 더 높다고 추정해 볼 수 있다.

- 경남지역에는 1,492개소 축우 농가에 대한 구제역 백신 혈청예찰을 수행한 결과 항체형성률 80% 미만인 농가는 34개소로 이 중 50두 이하 농가 수는 14개소 41.2%를 차지하고 50두 초과인 농가는 16개소로 47.1%를 차지한다. 한편, 50두 이하의 농가는 경남 내 축우 농가 12,533개소 중 10,986개소로 87.7%를 차지한다. 50두 초과 농가는 1,547개소로 12.3%를 차지한다. 50개소 이하 농가가 항체형성률 80% 이하가 되는 위험은  $41.2\%/87.7\% = 0.41$ 에 비례한다. 50개소 초과 농가가 항체형성률 80% 이하가 되는 위험은  $47.1\%/12.3\% = 3.82$ 에 비례한다. 따라서 50두 이하 사육 농가의 경우 항체형성률이 더 높다고 추정해 볼 수 있다.
- 제주지역에는 163개소 축우 농가에 대한 구제역 백신 혈청예찰을 수행한 결과 항체형성률 80% 미만인 농가는 8개소로 이 중 50두 이하 농가 수는 7개소 87.5%를 차지하고 50두 초과인 농가는 1개소로 12.5%를 차지한다. 한편, 50두 이하의 농가는 제주 내 축우 농가 750개소 중 544개소로 72.5%를 차지한다. 50두 초과 농가는 206개소로 27.5%를 차지한다. 50개소 이하 농가가 항체형성률 80% 이하가 되는 위험은  $87.5\%/72.5\% = 1.20$ 에 비례한다. 50개소 초과 농가가 항체형성률 80% 이하가 되는 위험은  $12.5\%/27.5\% = 0.45$ 에 비례한다. 따라서 50두 이하 사육 농가의 경우 항체형성률이 더 낮다고 추정할 수 있다.
- 지역에 대한 층화분석을 한 경우에도 제주 지역을 제외한 전 지역에서 50두 이하 사육 농가가 항체형성률이 50두 초과 사육 농가에 비해 더 높았다고 추정할 수 있다. 제주 지역의 경우, 50두 이하 사육 농가의 구제역 백신 항체형성률이 더 낮다고 추정할 수 있다.

## (6) 일제접종 및 취약농가 보강접종 영향 평가

- 2018년 4월과 10월에 축우 및 돼지들을 특히, 취약농가를 대상으로 구제역 백신 일제접종을 시행했다. 직후인 5월과 11월에는 일제검사를 통해 구제역 백신항체 생성여부를 확인하고 항체가 개선될 때까지 반복 검사를 수행하는 등 구제역 발생 예방을 위한 정책을 수행해왔다. 일제접종 영향은 일제접종 직후인 5월과 11월의 구제역 항체 상시예찰 결과와 일제검사 결과를 통해서 추정할 수 있다.
- 아래 그림 19에서 돼지와 축우에서 월별 구제역 혈청 양성률을 확인할 수 있다. 돼지와 축우 모두에서 일제접종 직후인 5월과 11월, 12월에 구제역 항체 양성률이 높아지는 것을 명확히 확인할 수 있다. 그래서 1년 중 5월과 11월에 구제역 혈청양성률이 높아지는 이봉형(bimodal)의 그래프 형태를 띤다. 돼지의 경우, 비육돈과 번식돈으로 층화 분석 수행시에도 5월과 11월에 백신 항체양성률이 높아지는 이봉형의 그래프를 띤다. 축우와 번식돈의 항체양성률이 70% 이상인 점을 고려하여 월별 변이를 확연히 구분할 수 있도록 Y축의 scale을 수정했다. 그림에도 불구하고 이봉형의 그래프 꼴을 보인다. 이를 근

거로 일제접종을 통해서 전국적으로 구제역 백신 항체양성률이 상승되는 것으로 추정된다.



<그림 43. 돼지, 비육돈, 번식돈, 축우에서 월별 구제역 혈청 양성률>

- 돼지의 경우, 일제검사와 상시예찰 데이터가 구분되어 있어서 일제접종의 효과를 일제검사를 통해서 평가할 수 있다. 이때 혈청예찰은 연중 시행되기 때문에 시기에 따른 효과가 희석된 값이다. 따라서 혈청예찰 1년 평균은 일제접종의 혈청예찰에 대한 효과가 희석된 것으로 해석가능하며 이 값을 일제검사와 비교 시에 일제접종의 효과를 추정해 볼 수 있다.
- 그림 20는 돼지 축종 별 일제검사와 혈청예찰 결과를 보여준다. 돼지에서 전국적으로 일제검사에서 구제역 항체양성률이 혈청예찰 구제역 항체양성률 1년 평균보다 높았다. 비육돈과 번식돈을 총화해서 분석했을 때도 비육돈에서 일제검사와 항체양성률 1년 평균이 각각 81.1%, 78.2% 그리고 94.1%, 92.3%로 모두 일제검사에서 더 높았다. 이를 근거로 일제접종을 통해서 전국적으로 구제역 백신 항체양성률이 상승되는 것으로 추정된다.

### 구제역 항체 양성률



<그림 44. 축종 별 일제검사, 혈청예찰 결과 비교>

## 나. 위험기반 통계학적 농장 및 개체 선정 프로그램

### (1) 위험기반 혈청예찰 계획 개선안 도출

#### (가) 통계학적 혈청예찰 개선 방향

- 기존 예찰 분석 결과, 통계학적 표본 설계 및 유효성 평가, 축종별 위험요인 분석을 반영한 통계학적 혈청예찰에는 (1) 표본 크기, (2) 사육밀도, 축산차량, NSP를 포함한 구제역 발생 이력 및 백신 항체 양성률, 가축 연령, 야생동물에서 구제역 발생 및 북한 접경 지역 등의 위험요인, (3) 시기에 따라 변이가 적은 혈청예찰 검사실적이다.

#### (나) 예찰 표본 크기 추정

- OIE에서 발간한 [구제역 백신 및 백신 후 모니터링 가이드라인]에 따르면 개체군 면역의 현장 조사를 설계하기 위한 통계적 수단구제역 백신 모니터링은 단순임의추출법, 2단계 무작위 표본 추출법을 제시하고 있다.
- 관심 집단 내에 특정 지표 대한 측정을 위하여 집단 내 모든 구성원에게 표본을 채취하여 조사하는 것은 시간과 비용이 상당히 소요되는 작업이다. 따라서 비용효용이 높이기

위하여 통계학적 표본추출법을 활용하여 집단의 대표성을 띠는 구성원을 선별하여 조사하는 방법을 이용하고 있다. 통계학적 표본추출법 중 2개 이상의 단계를 거쳐 표본추출하는 방식을 집락표본추출이라고 한다. 단계별로 단순무작위추출, 계통추출, 층화추출, 집락추출 등 다양한 방법으로 구성된다.

- 표본 설계에서 고려해야할 두가지는 (i) 표본에 포함될 집단의 구성원을 결정하는 선택 과정; (ii) 샘플 통계량을 계산하기 위한 추정 과정(추정치)으로 구성된다. 표본을 통하여 모집단의 특성을 추정하는 방법에는 항상 임의 오류(random error)가 따른다. 따라서 적절한 선택 과정과 샘플 크기를 통하여 임의 오류 수준을 수용할 수 있는 수준으로 선정하는 것이 중요하다. 이는 표본 크기 추정에서 신뢰구간의 형태로 표현된다. 따라서 신뢰구간이 좁을수록, 즉 표준오차가 작을수록 표본을 통한 모집단 특성을 더 신뢰 높게 추정할 수 있다. 표준오차는 (1) 샘플크기와 (2) 연구설계에 영향을 받는다. 샘플 크기 추정에서 또 고려해야할 부분은 연구 관심 대상인 특성에 대한 가설 설정이다. 관심 대상인 특성을 추정하기 위하여 표본 설계를 하기 때문에 특성에 대한 가설을 설정하는 것이 역설적일 수는 있으나 표본 크기 추정에 있어서 반드시 필수적인 과정이다. 구제역 혈청 예찰을 위한 표본크기 설계에서 필요한 요인들은 아래와 같다.

- ① 기대 유병률(백신항체 양성률)
- ② 오차한계
- ③ 신뢰수준

- 기대 유병률(백신항체 유병률)의 경우, 기존의 연구 또는 이전에 조사된 구제역 백신 양성률을 바탕으로 설정할 수 있다. 이 값의 변화에 따라서 표본 크기는 변화하는데 50% 까지 증가함에 따라 샘플크기가 증가하고 그 이후부터는 감소한다.
- 허용하는 오차한계가 크다면 연구의 신뢰도가 떨어지고 필요한 표본크기도 줄어든다. 일반적으로 10 ~ 90 % 사이의 기대유병률 과 1 ~ 10 % 사이 또는 2 ~ 90 % 사이의 추정 유병률에 대해 5 %의 오차 한계가 적용된다.
- 일반적인 표본크기 추정에는 95% 신뢰수준을 사용하며, 청정화 선언 등 질병이 박멸됐음을 보여주기 위해서 높은 신뢰도를 보여주는 99% 신뢰수준을 사용한다.
- 단순무작위추출법은 모집단에 대한 전체 일련번호를 부여한 후 사례들이 표본(sample)으로 선택될 확률이 같은 표본 추출방법이다. 유한모집단에서 n개의 추출단위로 구성된 모든 부분집합들이 표본으로 선택될 확률이 같도록 설계된 표본추출방법을 뜻한다. 모집단 전체 목록이 있는 표본조사 틀에서 난수표 등을 이용하여 표본을 선택한다. 선발된 표본은 모집단에 대해 대표성을 띠게되며, 이를 바탕으로 신뢰구간을 계산한다. 이 통계추출법은 모집단 내 모든 개체의 감염위험이 동일하다는 가정을 가지고 있다. 하지만 각 개체마다 위험요인의 분포가 다르기 때문에 감염 위험이 다르며 따라서 이 가정은 실제 가

축 전염병에 있어서 충족하기 어렵다. 또한, 모든 개체에 대한 표본추출틀이 있어야하며 이를 바탕으로 추출할 표본을 설정하기 때문에 가축 방역 정책이 최소 1년 단위로 수행된다는 점을 고려한다면, 1년간 출하, 가축 수송 등의 축산활동 등으로 인해서 1년 동안 표본추출틀이 동일하지 않기 때문에 이 또한 한계점을 가진다.

- 진단법의 민감도, 특이도가 100%, 무한한 모집단, 이항 분포에 대한 정규 근사성을 가정할 수 있는  $0.2 < p < 0.8$  범위 일 때, 비율  $p$ 의 신뢰구간은  $p \pm z_{1-\alpha/2} \times SE(p)$ 이므로 95% 신뢰구간의 폭은 오차한계( $\pm d$ )의 약 2배(1.96)이다. 따라서 이때의 표본 크기는  $n = z_c^2 pq/d^2$ 이 된다. 하지만, 전염병 진단법의 민감도, 특이도는 100%에 이르지 못하며, 유병률 또한  $0.2 < p < 0.8$  범위를 벗어나는 경우도 상당히 존재한다. 따라서 이항분포를 가정한다면 표본크기  $n$ 가 되며 이때, 유병률  $p$ 를 진단법의 민감도( $Se$ )와 특이도( $Sp$ )를 반영한 현성유병률은  $p = TP * Se + (1 - TP) * (1 - Sp)$ 가 된다. 이 수식은 모집단의 크기가 무한할 경우에 해당한다. 따라서 모집단의 크기가  $N$ 인 경우, 보정된 표본수는  $\frac{1}{1/n + 1/N}$ 이 된다.
- 계통추출법은 단순무작위추출법과 유사한 방법으로 모집단 전체를 표본추출틀로 작성하여 추출할 표본을 선정한다. 이때, 표본추출틀의 목록을 원하는 표본 크기로 나누어 표집간격  $k$ 를 계산한다. 그 후 첫 번째 표본을 무작위로 선정후, 표본추출틀 내에 매번  $k$  번째 요소를 표본으로 선정한다. 농장 내 가축이 100두가 있고 필요한 표본 크기가 10두 라면 가축을 1부터 100번까지 번호를 부여 후, 무작위로 첫 번째 표본을 난수표 등을 통해 첫 번째 표본을 선택 후, 매 10번째 마다 가축을 표본으로 선정한다. 만약 표본추출틀의 목록이 표본이 추출되기 전에 무작위로 되어 있다면, 그 목록에서 계통추출법을 통하여 추출된 표본을 단순무작위추출법을 통한 표본과 동일하다고 볼 수 있다. 하지만 개체들의 특성이 무작위가 아닌 주기성을 띠는 등 표집간격과 관련이 있다면 계통추출법을 통한 표본은 모집단의 특성을 대표하기 힘들다. 또한, 모집단의 크기가 집단마다 다르고 표집간격의 배수가 되지 못하는 경우, 집단마다 표본이 추출되는 확률이 달라지는 한계점이 있다. 추출된 표본에 대한 분석방법은 단순무작위추출법과 동일하다.
- 층화추출법은 모집단을 중복되지 않는 층(strata)로 나눈 후, 각 층에서 단순무작위추출이나 계통추출법으로 표본을 추출하는 방법이다. 표본크기는 각 층에 대하여 계산되기 때문에 총 표본크기는 층의 숫자에 영향을 받는다. 층은 임의로 선정하는 것이 아니라 결과 변수와 관련이 있는 변수를 기준으로 층을 구분하며 전체 모집단뿐만 아니라 각 층에 대한 추정도 가능하다. 품종이 유병률에 관련이 있다면, 모집단을 품종에 따라 구분하고 각 층마다 표본을 선별하여 검사하면 단순무작위추출로 선별한 표본에서 얻은 추정치에 비하여 더 정확한 값을 얻을 수 있다. 층내는 동질적(homogeneous), 층간은 이질적(heterogeneous) 특성을 가지도록 층을 구분한다면 층화추출은 추정치의 총 변동을 줄이는 장점이 극대화된다. 층은 행정단위, 사육단계, 품종 등 연구의 관심사에 영향을 미치는 모든 요인이 가능하지만, 주요 요인만을 고려하는 것이 효율적이다. 층화추출은 각



층에서 개체의 분산이 모집단 분산보다 작으므로 단순무작위추출법보다 정밀도가 증가한다. 층의 개수를 증가시키고 층 내 동질성이 높다면 정밀도가 증가한다. 광범위한 지역의 모든 가축을 대상으로 단순무작위추출로 선발하는 경우 소규모인 농장의 동물은 1두도 표본으로 선정되지 않을 수 있다. 이 경우 비례층화추출(proportionate stratified sampling)법이라고 불리는 각 층마다 일정한 표본추출분율을 배정하면 이러한 문제를 어느 정도 극복할 수 있다.

- 집락추출법은 공통된 특성을 바탕으로 모집단을 집락으로 구분한 후 선발된 집락 내의 모든 개체를 검사하는 방법이다. 공통된 특성은 행정단위, 농장 등 목적에 따라 설정할 수 있다. 층화추출법과 다르게 집락을 관심 있는 변수와 관련이 없는 요인을 바탕으로 구성해야 하며 집락 내는 이질적, 집락 간은 동질적으로 유지하는 것이 특징이다. 이렇게 선정된 집락을 바탕으로 선정된 집락 내 모든 표본을 추출하기 때문에 집락 내 이질성이 줄어들게 되면 모집단에 대한 정보를 파악하기 위해서는 전체 표본 크기는 늘어나야 한다고 추정할 수 있다. 이러한 점을 반영하기 위하여 집락 내 상관관계수(intracluster correlation coefficient)를 사용하여 전체 표본크기를 보정한다. 보정 후 전체 표본크기  $n'$ , 보정 전 전체 표본크기  $n$ , 집락 내 상관관계수  $\rho$ , 집락당 표본추출개수를  $m$ 이라고 할 때, 표본크기는  $n' = n(1 + \rho(m - 1))$ 로 계산된다. 집락 내 모든 표본을 추출하기 때문에 집락 선정을 집락 내 이질성과 집락 내 모집단 숫자를 모두 고려해야한다. 집락 내 개체가 많을 경우, 다단계 표본추출(multistage sampling)을 사용하여 비용효율을 높일 수 있다.
- 가축방역 업무 등의 경우 모집단이 매우 크고 광범위한 지역인 경우에는 단순무작위표본추출, 계통추출, 집락추출법 등 표본추출틀을 작성하는 표본추출법은 비용효율이 낮다. 따라서 이러한 점을 극복하기 위하여 다단계집락추출법(multistage cluster sampling)을 사용한다. 즉, 추출단위를 일차추출단위와 이차추출단위 또는 그 이상의 단계로 구분하고 각 추출단위를 단계별로 표본수를 추정하는 방식이다. 국내 가축방역과 연관시켜 다단계 집락추출법을 적용한다면 일차추출단위인 집락을 농장, 이차추출단위를 농장 내 개체로 설정할 수 있다. 농장 내 사육두수에 대한 자료를 이용하지 못하는 경우 일차추출단위인 집락 수는 단순무작위추출법에서 사용했던  $n = z_c^2 pq / d^2$ 를 사용할 수 있다. 이때,  $p$ 를 개체 수준 유병률이 아닌 집락인 농장 수준 유병률로 설정한다. 앞서 언급한 것과 마찬가지로 이 방법은 농장 수준의 민감도와 특이도를 반영하지 않은 추정치로 농장 수준의 민감도, 특이도를 반영한다면  $n = [z_{1-\alpha/2} / d(HSe + HSp - 1)]^2 p(1-p)$ 가 되며 이때, 농장 수준 유병률  $p$ 를 농장수준 민감도( $HSe$ )와 특이도( $HSp$ )를 반영한 현성유병률은  $p = TP * HSe + (1 - TP) * (1 - HSp)$ 가 된다. 농장수준 민감도( $HSe$ )는 농장 내 감염 개체가 있을 때, 적어도 한 개체 이상 양성 사례를 보고할 확률로 농장 내 개체숫자를  $Hn$ 라고 한다면 농장수준 민감도  $HSe = 1 - (Se)^{Hn}$ 이며  $HSp = (Sp)^{Hn}$ 가 된다. 이러한 방법을 보정하여 일차추출단위인 집락 숫자를 추정할 수 있다. 이뿐만 아니라 농장 내 사육두수를 고려하는 확률추출법(probability proportional to size, PPS)을 이용할 수 있다. 일차추출단위인 집락 숫자 선정 후, 선정된 집락(이차추출단위) 내 검사두수는 앞서 언급된 단순무작위추출, 계통추출 등의 방법을 활용할 수 있으며 농장 내 유병률, 진단법의 민감도, 특

이도 등을 고려하여 표본 크기를 추정할 수 있다. OIE와 FAO의 “Foot and mouth disease vaccination and post-vaccination monitoring” 에 따르면 구제역 백신 모니터링 평가에서 표본크기 추정에는 이집락표본추출을 권하고 있다.

- “Foot and mouth disease vaccination and post-vaccination monitoring” 에서 제시하는 구제역 모니터링을 위한 표본크기 추정 방법은 (1) 단순무작위추출, (2) 단순무작위추출법을 이용한 다단계집락추출법 그리고 (3) PPS를 이용한 다단계집락추출법이 있다. 이미 언급된 단순무작위추출법을 제외하고 추천되는 단순무작위추출법을 이용한 다단계집락추출법과 PPS를 이용한 다단계집락추출법에 대해서 알아보자.
- 단순무작위추출법(SRS)을 이용한 다단계집락추출 방법은 집락에 해당하는 모든 농장에 대한 표본추출틀이 있을 경우 적용가능한 추출법이다. 집락을 단순무작위추출법으로 추출하고 해당 집락마다 정해진 숫자의 동물에서 검사를 하는 방법이다. 이때 디자인 효과 (design effect)와 집락 내 상관계수를 고려해야한다. 디자인 효과(design effect, D)는 다단계집락추출과 같은 복합조사(complex survey)에서 관찰되는 변이(variability)의 표본설계가 단순무작위추출법일 때 기대되는 변이에 대한 비율로 복합조사 설계에서 단순무작위추출법에 해당하는 정확도를 얻기위해 필요한 표본 크기를 나타낸다. 예를 들면, D = 2라면 복합조사에서 필요한 표본 크기는 단순무작위추출에서 필요한 표본크기에 2배가 된다. 이를 계산하는 방법은 아래와 같다.

$$D = \frac{s_{cluster}^2}{s_{srs}^2} = 1 + (m - 1)\rho$$

이때  $s_{cluster}^2$  는 복합조사에서 관찰되는 변이,  $s_{srs}^2$  는 단순무작위추출에서 관찰되는 변이,  $m$  은 각 농장마다 검사할 개체 숫자,  $\rho$  는 집락 내 상관계수이다. 따라서 집락 내 상관계수가 높아서 집락 내 이질성이 낮을 때, 모집단을 대표하기 위해서는 더 많은 표본을 필요로 한다. 즉, D가 증가한다. 조사의 마지막 단계에서 D를 계산할 수 있지만 표본 설계에서 반드시 필요한 변수이기 때문에 기존의 알려진 값을 사용하거나 또는 기존에 알려진 집락 내 상관계수( $\rho$ )를 이용하여 추정할 수 있다. 복합조사 설계에서는 단순무작위추출을 가정으로 전체 표본 크기를 우선적으로 추정하고 이후 D를 추정하여 디자인 효과가 보정된 전체 표본크기를 추정한다. 이후, 집락 내 표본 크기를 고려하여 일차추출단위 크기를 추정한다. 단순무작위추출법(SRS)을 이용한 다단계집락추출 방법을 5단계로 나눈 것은 다음과 같다.

① 표본 크기 추정에 필요한 요인 정의

- 신뢰구간
- 기대 유병률
- 오차한계
- 농장 당 표본 크기

② 단순무작위추출법을 가정하여 검사할 표본 크기를 계산

$$\cdot n = z_c^2 pq / d^2$$

③ design effect 추정

$$\cdot D = 1 + (m - 1)\rho$$

④ 집락효과를 고려한 전체 표본크기 추정

$$\cdot n_{adjusted} = n \times D$$

⑤ 추출될 집락 숫자 추정

$$\cdot C = n_{adjusted} / m$$

- 위에서 언급한 것과 같이 디자인 효과 또는 집락 내 상관계수(intracluster correlation coefficient)는 기존의 알려진 값을 사용하거나 또는 기존에 알려진 집락 내 상관계수( $\rho$ )를 이용하여 추정할 수 있다. 하지만 본 분석에서는 이차추출단위인 농장 내 개체 표본 크기 추정은 초기하확률분포(hypergeometric probability distribution)를 활용하여 진단결과 양성인 개체의 수를 가지고 양성개체를 관측할 확률을 다음과 같이 추정하였다.

$$P(T^+ = x) = \sum_{y=0}^d \frac{\binom{d}{y} \binom{N-d}{n-y}}{\binom{N}{n}} \sum_{j=0}^{\min(xy)} \binom{y}{j} Se^j (1-Se)^{y-j} \binom{n-y}{x-j} \times (1-Sp)^{x-j} Sp^{n-x-y+j}$$

이때, d는 1 감소한 수, n은 무한집단에서 표본 수, N은 추출한 모든 개체 감소한 수 y는 초기하분포에서 추출한 표본 수, j는 진양성 수(true positive), x-j는 가양성수(false positive), Se는 개체 수준 검사법의 민감도, Sp는 개체 수준 검사법의 특이도를 나타낸다.

- 각 축종에 따라 표본 크기 추정에 필요한 요인은 아래 표 21에서 확인할 수 있다. 진단법의 개체 수준 민감도와 특이도는 모두 각 85%, 90%로 설정했다. 소, 번식돈, 비육돈 각각의 항체형성률은 80%, 60%, 30%로 정의했다. 제1형 오류율, 제2형 오류율은 모두 10%로 정의했다. 농가 크기는 10,000두로 정의하여 실질적으로 농가 규모에 관련 없이 동일한 표본 크기를 추정했다. 그 결과 축우, 번식돈, 비육돈 각 4두, 8두, 23두로 추정되었다.

<표 68. 국내 구제역 항체형성률(면역상태) 판정을 위한 농가 내 개체 표본크기 추정>

모수	소	번식돈	비육돈	단위
개체 수준 항체형성률 가정치	80	60	30	%
개체 수준 민감도	85	85	85	%
개체 수준 특이도	90	90	90	%
제1형 오류율	10	10	10	%
제2형 오류율	10	10	10	%
농가 크기	10,000	10,000	10,000	마리
추정 표본 크기	4(1)*	8(2)	23(4)*	마리

- 일차표본추출단위인 농장 표본 크기는 앞서 언급한 단순무작위추출법(SRS)을 이용하여 추정했다. 표본 크기 추정에 사용한 요인은 아래 표 22에서 확인할 수 있다. 농장 수준 항체양성률은 80%로 가정했으며, 농장 수준 민감도와 특이도는 각각 90%로 정의했다. 추정치의 허용 오차는 5%로 가정했다. 신뢰수준은 95%로 정의했다.

<표 69. 국내 구제역 항체형성률(면역상태) 판정을 위한 표본농가수 크기 산정>

모수	추정치	단위
농장 수준 항체형성률 참값 가정치	80	%
항체형성률 추정치 오차	5	%
농장 수준 민감도	90	%
농장 수준 특이도	90	%
조사 신뢰수준	95	%
추정 표본 크기	462	개소

#### (다) 구제역 발생 위험 요인 반영

- 체계적 문헌고찰 결과 위험요인은 크게 3가지로 농장수준, 동물수준, 지역환경 변수로 구분된다. 농장수준 위험요인은 사육밀도, 축산차량, 가축 이동, 구제역 발생 이력, 농장 시설 공유 등 외부로부터 농장 내로 병원체 유입과 관련된 요인들이며 동물 수준 위험요인으로는 동물 연령 및 백신 접종 여부 등이 있다. 이는 연령이 증가함에 따라 백신 접종 횟수 등의 차이가 미치는 영향이라고 볼 수 있다. 지역 및 환경적 변수로는 야생동물과 접촉, 교통 접근성 등으로 이 또한 외부로부터 병원체 유입과 관련이 있다.
- 체계적 문헌 고찰을 바탕으로 아래 표 23와 같이 각 위험요인에 해당하는 변수를 설정했다.

<표 70. 알려진 위험요인을 반영하기 위한 활용 변수>

위험요인	예시	활용 변수
농장수준 위험요인	사육밀도	농장별 밀집도
	축산차량 출입, 가축 이동	KAHIS 농장 축산차량 이동 정보
동물 수준 위험요인	구제역 발생 이력 및 백신 항체 양성률	과거 혈청예찰 검사 정보(KAHIS)
	연령	월령별 채취 두수 기준 설정
환경적 위험요인	야생동물 발생	과거 혈청예찰 검사 정보(KAHIS)
	북한 접경 지역	접경 지역 시군구

① 농장 밀도 및 사육 밀도

- 농장수준 위험요인 중 사육밀도를 농장별 밀집도 통해서 계산할 수 있다. 농장별 밀집도는 여러 방법이 알려져 있으나 그 중 커널 밀도 추정(Kernel Density Estimation, KDE)을 통해서 추정할 수 있다. 커널 밀도 추정은 히스토그램을 사용하여 밀도 추정값을 직접 확장한 것이다. 예를 들어 밀도 함수  $f(x)$ 의 변형인 1차원인 경우를 살펴보겠다. 히스토그램에서 직접 추정하면 아래와 같이 작성할 수 있다.

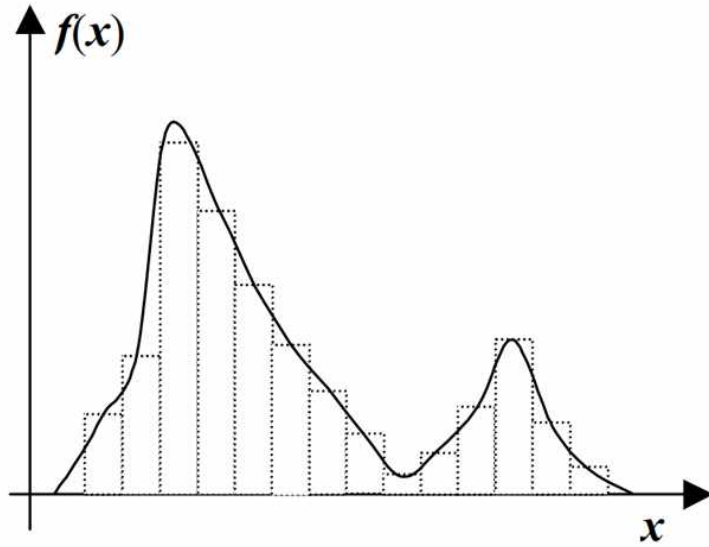
$$f(x) = \frac{1}{Nh} \sum_{i=1}^N w\left(\frac{x-x_i}{h}\right)$$

이때,  $w(u) = \frac{1}{2}$  if  $|u| < 1$ 이다.  $w(u)$ 는 요소에 최대 가중치 1/2을 제공하는 간단한 0 otherwise

가중치 함수이다.  $x \pm h$  범위에 있는 경우 샘플, 즉. 히스토그램의 셀 너비는  $2h$ 가 된다. 히스토그램에서 추정된 밀도 모형은 불연속적입니다. 갑작스러운 가중치 함수의 변화로 인해 모든 표본 지점에 불연속적인 지점이 있다. 불연속지점은 점  $x_i \pm h$  ( $i = 1, 2, \dots, N$ )에서 발생하며 function(x) 모든 곳에서 기울기가 0인 값을 갖는다. 이 경우, 모든 지점에서 밀도를 추정할 수 없기 때문에 한계점을 가진다. 이러한 문제점을 불연속적인 가중치 함수  $w(u)$ 를 연속적인 커널 함수  $k(u)$ 로 대체하여 해결할 수 있습니다. 아래의 수식과 같이 표현할 수 있습니다.

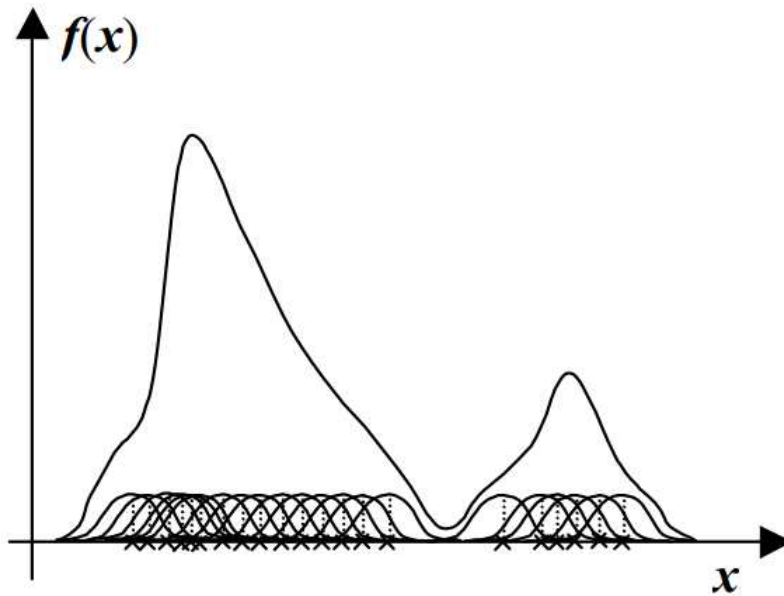
$$f(x) = \frac{1}{Nh} \sum_{i=1}^N k\left(\frac{x-x_i}{h}\right)$$

커널 함수  $k(u)$ 는 유효 범위 내의 연속 함수이며 밀도 값이 추정되는 지점  $x$ 까지의 거리에 따라 표본에 다른 가중치를 할당하는데 사용한다. 아래 그림은 히스토그램에서 커널 밀도함수를 이용한 밀도 추정 과정을 보여준다.



<그림 45. 커널밀도함수를 이용한 밀도추정>

각 표본에는 주변 영역의 밀도 값에 미치는 영향을 나타내는 가중치 함수인 커널 함수가 할당된다. 커널 함수는 모든 표본 지점에 대해 동일하다. 즉, 모든 표본지점이 최종 전체 밀도 모델을 결정하는데 똑같이 중요하게 인식된다. 모든 지점의 커널 함수 값의 합은 해당 지점의 밀도 값이 된다. 과정을 아래 그림에서 확인할 수 있다.



<그림 46. 할당된 커널 함수들과 값들의 합을 나타낸 밀도 함수>

커널 함수는 다음의 조건을 만족해야 한다.

$$\int_{-\infty}^{+\infty} k(u)du = 1$$

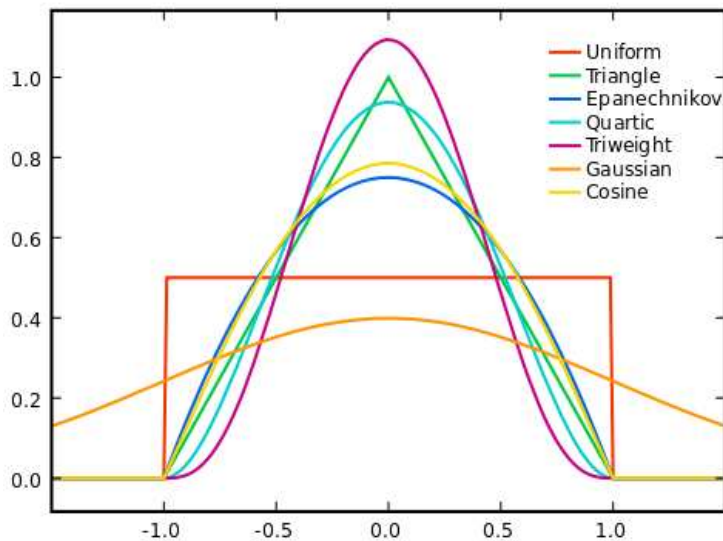
이 조건을 충족하는 모든 커널 함수는 합리적인 밀도 추정치를 제공한다. 이 간단한 조건은 다양한  $k(u)$  함수를 지정하여 사용할 수 있다. 일반적으로  $k(u)$ 는 값의 범위가 지정된 대칭함수를 사용한다. 대칭 함수를 사용할 때는 아래의 조건을 만족해야 한다.

$$\int_{-\infty}^{+\infty} uk(u)du = 0$$

즉, 커널 함수는 평균이 0이며 좌우 대칭이라는 조건을 만족해야한다. 또한 커널 함수의 최대값은 모두 같은 값으로 정의하거나 또는 각 점마다 다른 가중치를 할당하여 커널 함수의 값이 다르게 정의할 수 있다. 1차원에서 자주 사용되고 있는 커널 함수는 아래 표 24에서 확인할 수 있다.

<표 71. 1차원에서 자주 사용되는 커널 함수>

커널함수 이름	$k(u)$
Biweight	$k(u) = \frac{15}{16}(1-u^2)^2$ ( $ u  < 1$ 인 경우) 0 (그 외)
Gaussian	$k(u) = \frac{1}{\sqrt{2\phi}} e^{-\frac{1}{2}u^2}$
Epanechnikov	$k(u) = \frac{3}{4\sqrt{5}}(1-\frac{1}{5}u^2)$ ( $ u  < 1$ 인 경우) 0 (그 외)



<그림 47. 1차원에서 자주 사용되는 커널 함수>

- 공간 상에 배치되어 있는 농장은 공간 상에 분포된 점으로 고려될 수 있다. 이때는 점 프로세스(point process)로 인식하여 밀도를 추정할 수 있다. 공간 상에 점 프로세스는 2차원 밀도 추정으로 앞서 설명한 1차원 밀도 추정을 2차원으로 확장해야 한다. 그러나 주변 데이터를 기반으로 커널 함수값을 합산하여 밀도 값을 추정한다는 기본 원칙은 여전히 활용한다. 1차원과 달리 2차원 점 프로세스에서는 두 가지 주요 차이점이 있다. 첫째, 커널 함수가 1차원이 아닌 종 모양 등의 2차원 함수이다. 두 번째, 정규화 계수가 N (표본 수)에서  $p(s)$ 로 변경되며, 이는 정의에 따라 s 지점에서 커널 함수값의 평균값이다. 이것은 아래의 수식으로 표현할 수 있다.

$$\lambda(s) = \frac{1}{p(s)} \sum_{i=1}^N \frac{1}{h^2} k\left(\frac{s - X_i}{h}\right)$$

$$p(s) = \frac{1}{h^2} \int_R k\left(\frac{s-w}{h}\right) v(dw)$$

여기서 h는 smoothing 매개 변수, smoothing 밴드 또는 smoothing 밴드라고 한다. 그 값의 선택은 모델의 최종 결과에 영향을 미치는 가장 중요한 요소이다. 정규화 계수  $p(s)$ 는 커널의 부피 (예 : 종 모양의 표면으로 덮인 부피)를 smoothing parameter의 면적인  $h^2$ 로 나눈 값이므로 평균 높이로 간주할 수 있다. R 영역에 완전히 포함된 커널의 경우, 표준화계수는 일정하며 모든 영역이 동일하게 처리된다. 1차원에서의 커널 밀도 추정에서와 유사하게 2차원 커널 밀도 추정에서도 커널 함수의 h가 밀도 추정에 가장 중요한 요인이며 커널함수 선정이 다음 우선 순위에 있다. 1차원과 동일하게 각 커널의 최대값에 대하여 동일하거나 또는 각 점마다 다른 값을 할당하여 사용할 수 있다. 2차원 커널 밀도 추정에서 흔히 사용하는 커널 함수를 표 25에서 확인할 수 있다. 이때, u는 1차원이 아닌 2차원 좌표 (x,y)를 나타낸다.

<표 72. 2차원에서 자주 사용되는 커널 함수>

커널함수 이름	$k(u)$
Simple	$k(x,y) = \frac{9}{16} [1 - (\frac{x}{h})^2] [1 - (\frac{y}{h})^2] ( x  < 1 \text{ 그리고 }  y  < 1 \text{ 인 경우})$ 0 (그 외 경우)
Binormal	$k(u) = \frac{1}{2\pi} e^{-\frac{1}{2}u^T u}$
Epanechnikov	$k(u) = \frac{2}{\pi} (1 - u^T u) (u^2 u < 1 \text{ 인 경우})$ 0 (그 외)
Biweight	$k(u) = \frac{3}{\pi} (1 - u^T u)^2 (u^2 u < 1 \text{ 인 경우})$ 0 (그 외)



- 국내 소 사육 농장에 대한 구제역 항체예찰은 50두를 기준으로 나뉘어진다. 따라서 전국 소 사육 농장에 대한 밀도를 추정하는 것이 아닌 50두 이하, 50두 초과에 대해 각각 밀도 추정을 통하여 항체예찰 계획에 반영하도록 한다.
- 국내 소 사육 농장 밀도 추정을 위해 고려해야 할 변수 및 설정값은 아래 표 26에 나와 있다.

<표 73. 밀도 추정에 고려해야 할 변수와 설정값>

필요 정보	설정값
소 사육 농장 위경도 좌표	KAHIS에서 제시하는 전국 소 사육 농장 지리정보
Bandwidth	1km
Kernel Function	Binormal function $k(u) = \frac{1}{2\pi} e^{-\frac{1}{2}u^T u}$

② 축산차량 및 가축 이동

- 축산차량 이동 정보를 통하여 가축이동과 축산차량에 의한 전파에 대해 반영할 수 있다. 이는 농장을 노드(node), 차량에 의한 농장 연결은 링크(link)로 구성하는 네트워크 분석으로 간주 할 수 있다. 네트워크 분석은 개인과 집단들 간의 관계를 노드와 링크로써 모형화하여, 그것의 구조나, 확산 및 진화과정을 계량적으로 분석하는 방법이다. 네트워크 분석은 노드와 링크라는 두 개의 요소로 이루어진 네트워크 그래프(Network graph)로 표현한다. 네트워크는 크게 링크의 방향 유무에 따라 무방향 그래프(Undirected Graph)/유방향 그래프(Directed Graph), 링크의 가중치 유무에 따라 이진 그래프, 가중 그래프, 시간에 따라 변화 유무에 따른 정적 그래프(static)과 동적 그래프(dynamic)라고 구분해서 사용한다. 링크가 갖는 특성과 속성에 따라 노드 간의 약한 연결과 강한 연결로 구성되기도 한다. 노드가 링크를 얼마나 가졌는지에 따라 영향력이 있는지 없는지도 구분할 수 있으며, 링크의 구조에 따라 서로 다른 그룹 간 매개하는 노드인지 확산에 영향을 주는 노드인지도 알 수 있다. 주요 네트워크 분석 기법으로는 노드 수준 분석과 네트워크 내 노드 특성 분석 등으로 구분된다. 아래 표 27에서 네트워크 분석 기법을 확인할 수 있다.

<표 74. 네트워크 분석 기법>

필요 정보	설정값
네트워크 수준 분석	네트워크 크기(Network size) 밀도(density) 포괄성(Inclusiveness) 연결정도(degree) 연결강도(strength)
노드 분석	연결거리(distance, path length) 직경(diameter) 평균연결거리(average distance) 도달가능성(reachability) 보행(walk) 경로(path)
네트워크 특성 분석	상호성(Reciprocity) 이행성(Transitivity) 군집화 계수(Clustering coefficient) E-I 지수(external-internal index) 연결정도 중심성 (Degree centrality) 근접 중심성 (Closeness centrality) 매개 중심성 (Betweenness centrality) 아이겐벡터 중심성 (Eigenvector centrality)
중심성 분석	
응집도에 따른 분석	구조적 등위성 분석
하위 집단 분석	컴포넌트 분석 (Component analysis) 과당분석 (Clique analysis)
	군집기준에 따른 분석

- 네트워크 수준 분석은 네트워크 크기, 밀도, 포괄성이 포함된다. 네트워크 크기는 노드와 링크의 숫자로 나타낼 수 있다. 밀도는 네트워크를 형성하는 관계가 얼마만큼 긴밀하게 연결되어 있는지 나타낸다. 밀도가 높다는 것은 노드 상호 간의 교류가 많다는 것을 의미한다. 밀도는 0~1의 범위의 값을 가지며, 밀도가 1인 것은 노드끼리 가능한 모든 링크로 연결되어 있다는 것이고 밀도가 0이라는 것은 링크의 숫자가 0이라는 것이다. 이진 무방향 네트워크의 밀도는 아래의 수식으로 계산할 수 있다.

$$density = \frac{k}{n(n-1)/2}$$

방향이 있을 경우는 아래의 수식으로 계산된다.

$$density = \frac{k}{n(n-1)}$$

이때,  $n$ 은 노드의 숫자이며  $k$ 는 링크의 숫자이다. 포괄성은 전체 네트워크 노드에서 고립되어 있는 노드의 수를 빼준 것이다. 포괄성은 전체 네트워크 안의 노드 중에서 연결되어 있는 노드의 비율로도 나타낸다. 포괄성이 높으면 노드 간의 관계가 많다는 것을 의미한다. 아래의 수식으로 표현할 수 있다.

$$\text{포괄성} = \frac{N_c}{N}$$

이때,  $N$ : 네트워크 내의 전체 노드 숫자,  $N_c$ 는 연결된 점의 숫자이다.

- 노드 분석은 네트워크를 구성하는 각각의 노드에 대한 분석으로 각 노드마다 네트워크 상에서 주요한 특징을 분석하는 지표이다. 연결정도, 연결강도, 연결거리, 직경, 평균연결거리, 도달가능성, 보행, 경로 등으로 구성되어 있다. 연결정도(degree)는 노드의 특성을 활용하는 가장 기본적인 지표로 해당 노드에 직접 연결된 링크의 개수로 표현되며 특정 노드의 영향력 등으로 인식된다. 무방향 네트워크에서는 링크의 방향이 없기 때문에 링크 숫자로 표현되며 방향 네트워크에서는 링크의 방향에 따라서 out-degree, in-degree로 구분된다. 연결강도는 가중 그래프(weighted graph)에서 해당하는 것으로 연결 여부 만을 나타내는 이진 그래프와 달리 연결되는 정도에 따라서 링크에 값을 부여하는 방식으로 나타낸다. 연결거리는 두 노드 간에 가장 짧은 거리를 나타내며 특정 노드의 연결성 단계 (또는 차수)의 의미를 가진다. 연결거리가 짧다는 것은 두 노드 간에는 가깝게 연결되어 있고 연결성이 높다고 할 수 있다. 직경은 노드를 연결하는데 필요한 최단 경로 중, 가장 긴 경로를 말한다. 평균거리는 모든 노드 쌍의 평균 최단거리로 네트워크의 크기를 파악할 수 있는 지표이다. 아래의 수식으로 계산할 수 있다.

$$L = \frac{2}{n(n-1)} \sum_{i \geq j} d_{ij}$$

이때,  $n$ 은 노드의 숫자이며,  $d_{ij}$ 은 노드  $i$ 에서 노드  $j$ 에 이르는 가장 짧은 경로에 대한 링크의 숫자이다.

- 도달가능성(reachability)은 방향성 네트워크에 대한 지표이다. 방향성 네트워크의 링크는 한 방향만 가리키기 때문에 그래프의 모든 노드 간에 연결되지 않을 수도 있다.
- 네트워크 특성 분석은 노드와 링크로 구성된 네트워크 전체적 특성을 나타내는 분석법이다. 상호성, 이행성, 군집화계수, E-1 지수 등으로 구성된다. 상호성은 방향 네트워크에 대한 지표로 전체 네트워크 상에서 상호적 연결이 차지하고 있는 비율을 나타낸다. 방향

네트워크 상에서 2개의 노드 간에 연결이 쌍방인 경우를 상호적 연결이라고 한다. 두 가지 기준에 따라서 계산할 수 있다. (1) 노드 기준 상호성과 (2) 링크 기준 상호성. 노드 기준 상호성은 연결된 노드의 숫자를 기준으로 계산하는 것으로서 아래의 수식으로 계산 가능하다.

$$\text{노드 기준 상호성} = \frac{N_R}{N}$$

이때, N은 전체 노드 숫자, NR는 상호적으로 연결된 노드쌍의 숫자이다. 링크 기준 상호성을 아래의 수식으로 계산 가능하다.

$$\text{링크 기준 상호성} = \frac{A_R}{A}$$

이때, A는 네트워크 내 연결된 전체 링크 수, AR은 상호적으로 연결된 링크 수를 나타낸다. 군집화계수는 군집화 현상에 대한 지표이다. 네트워크 상에서 특정 부분의 노드들이 밀접하게 연결되어 다른 부분들보다 네트워크 밀도가 높아지는 현상을 군집화라고 한다. 해당 노드의 이웃 노드 간에 가능한 최대 관계의 수 중에서 실제로 존재하는 관계의 수가 차지하는 비율로 정의된다. 자기 자신 노드 이외의 다른 노드들이 연결되어 있는 정도이다. 군집계수 C는 아래와 같이 계산한다.

$$C = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_i$$

$$C_i = \frac{1}{n_A(n_A - 1)} \sum_{i \geq j} d_{A_{ij}}$$

이때, n는 노드의 수, nA는 자기 자신 이외의 다른 노드의 수, dAij는 자기 자신 이외의 다른 노드들끼리 연결된 링크의 수이다.

- E-I 지표(E-I Index)는 한 네트워크에서 그룹을 구성하는 노드가 갖는 연결들이 그룹 외부로 향하는 정도를 의미하며 구체적으로는 그룹 외부로 향하는 링크(EL: External Links)의 수와 그룹 내부로 향하는 링크(IL: Internal Links) 수의 차이를 EL과 IL의 합으로 나누어 산출한다. E-I 지표는 -1에서 1 사이의 값을 갖는데, 어떤 그룹의 E-I 지표가 1일 경우 그룹의 모든 노드들이 내부 노드와는 전혀 연결을 형성하지 않고 오직 그룹 외부의 노드들과만 연결을 형성했다는 의미이다. 반대로 E-I 지표가 -1이면 모든 노드가 외부와의 교류 없이 자기들끼리만 연결을 형성했다는 뜻이다. E-I 지표는 그룹이 외부와

얼마나 원활하게 연결을 형성하고 있는 정도를 나타내기 때문에 집단의 상호작용과 관련된 정보를 알려주는 중요한 지표가 된다. E-I 지표는 External link와 Internal link의 비율로 아래의 수식으로 계산한다.

$$E-I \text{ 지표} = \frac{EL - IL}{EL + IL}$$

- 중심성 분석은 특정 노드가 네트워크에서 중심에 위치하는 정도이며, 특정 노드가 갖는 권력 또는 영향력을 판별하는 지표로 사용된다. 네트워크 중심에 대한 정의에 따라서 몇 가지로 바라볼 수 있다. 측정 방법에 따라 연결정도 중심성(degree centrality), 매개중심성(betweenness centrality), 근접 중심성(closeness centrality), 아이겐벡터 중심성(eigenvector centrality)으로 구분된다. 각 노드의 중심성 지표는 네트워크의 크기에 따라 변하기 때문에 비교 및 분석을 위해 네트워크 크기에 따라 정규화(normalized)된 값을 사용한다. 연결정도 중심성은 가장 간단한 중심성 척도이다. 한 Node에 연결된 모든 링크의 갯수로 중심성을 평가한다. 방향성이 있는 그래프일 경우에는 in-degree, out-degree를 구분하여 계산할 수 있다. 규모가 큰 네트워크일수록 Cd값도 커지기 때문에 정규화를 하여 사용할 수 있다. 네트워크 내에서 최대 Cd값에서 1을 뺀 값으로 나누어서 정규화 시킬 수 있다. 표준화 연결정도 중심성은 아래와 같이 계산할 수 있다.

$$Cd = \frac{\sum_{i=1}^N x_{ij}}{N-1} \quad (i \neq j)$$

이때, x는 노드 i가 (N - 1) 개의 다른 노드와 연결된 여부를 나타낸다.

- 근접 중심성은 네트워크 중심을 다른 노드와의 거리로 가정했을 때, 중요한 노드일수록 다른 노드까지 도달하는 경로가 짧을 것이라는 가정을 바탕으로 한다. 연결정도 중심성과는 달리 네트워크 내에서의 간접적 연결까지 고려하여 전체 네트워크에서의 한 노드와 다른 모든 노드 간의 거리를 강조한다. 높은 근접 중심성을 갖는 노드는 네트워크 내의 모든 노드에게 쉽게 도달할 수 있다. 근접 중심성은 네트워크를 통해 흘러다니는 무언가가 도착할 때까지 걸리는 최소시간으로 해석할 수 있다. 따라서 높은 근접 중심성을 갖는 노드는 네트워크 내에 흘러 다니는 정보를 신속히 접할 수 있다. 노드 A에서 A를 제외한 다른 노드들까지의 최단 경로의 길이를 평균을 내고, 그 값을 역수의 합으로 계산한다. 이 지표 또한 네트워크 내의 전체 노드 숫자를 이용하여 표준화시킬 수 있다. 아래의 수식으로 계산한다.

$$C_c = \sum_{i=1}^N \frac{N-1}{d_{ij}} \quad (i \neq j)$$

$d_{ij}$ 는 노드  $j$ 와  $i$ 의 연결거리를 말한다.

- 매개 중심성은 연결되어 있지 않은 액터들 간 관계를 통제 또는 중개하는 정도를 나타낸다. 매개 중심성은 인접한 네트워크가 아닌 전체 네트워크를 대상으로 계산되며, 네트워크 내 어디에 있는지가 중심성을 결정하는 중요한 요소로 고려된다. 네트워크 내 노드 쌍 간의 최단경로상에 위치하는 정도(즉 횡수)를 측정하여 계산된다. 매개 중심성은 네트워크 내의 정보교환 또는 자원 흐름에 대한 통제 능력을 나타내는 중요한 지표이다. 네트워크를 위협하는 위치로 해석될 수도 있다. 매개 중심성이 높은 노드는 정보가 지나갈 때 정보를 거르고 왜곡할 수 있는 위치에 있으므로 활동을 방해하거나 중단시킬 수 있는 잠재력을 지닌다. 이론상의 매개 중심성 최대값인  $\frac{(g-1)(g-2)}{2}$  ( $g$ 는 노드의 숫자)으로 나누어 표준화 할 수 있다. 아래와 같은 수식으로 계산할 수 있다.

$$C_b = \sum_{j < k} \frac{g_{jk}(N_i)}{g_{jk}} \frac{2}{(g-1)(g-2)}$$

이때  $g_{jk}$ 는 두 노드  $j$ 와  $k$ 간의 최단 경로 개수이며,  $g_{jk}(N_i)$  두 노드  $j$ 와  $k$  간의 최단경로 가운데 노드  $i$ 를 포함하고 있는 경로의 개수이다.

- 아이젠벡터 중심성은 연결된 노드의 개수뿐만 아니라 연결된 노드가 얼마나 중요한지도 함께 고려함으로써 연결정도 중심성의 개념을 확장한다. 연결된 다른 노드의 중심성을 가중치(weighted centrality)로 하여 계산된 연결관계 정도이다. 따라서 어떤 노드와 연결된 다른 노드의 중심성이 높을수록 그 노드의 아이젠벡터 중심성은 커지게 된다. 노드들과의 연결 관계뿐만 아니라 잘 연결된 노드들과의 연결 관계를 강조한다. 아이젠벡터 중심성은 낮은 연결정도 중심성을 갖는 노드가 높은 연결정도 중심성을 갖는 노드와 연결될 때, 또는 그 반대로 높은 연결정도 중심성을 갖는 액터가 낮은 연결정도 중심성을 갖는 액터와 연결될 때 민감하게 변화한다. 아이젠벡터 중심성은 단순히 하나의 계산식을 계산하여 산출되지는 않으며, 반복적인 계산 과정을 통하여 중심성 값이 수렴할 때까지 반복하여 계산한다. 수식은 아래와 같다.

$$C_e = \lambda \sum_j x_{ij} C_e \quad (i \neq j)$$

이때,  $\lambda$ 는 아이겐값,  $g$ 는 노드의 개수,  $x_{ij}$  노드  $i$ 와  $j$  간 연결 관계의 이진 값 또는 계량값을 나타낸다.

- 하위 집단 분석은 네트워크 구조분석 주 하나로 전체 네트워크를 유사한 특성을 가진 노드들의 집합으로 구분하는 분석을 말한다. 노드가 가진 특성을 기반으로 하위 집단을 구분할 수 있지만 네트워크 분석에서는 주로 노드 사이에 존재하는 연결 관계의 특성을 토대로 하위의 노드 집단을 도출하여 분석하게 된다. 하위 집단 분석은 크게 두 가지로 구분할 수 있다. (1) 노드 간의 응집도를 기반으로 하는 분석과 (2) 노드의 구조적 역할을 기반으로 하는 하위 집단 분석이다. 구조적 등위성 분석이 전자, 컴포넌트 분석과 파당 분석이 후자에 해당한다.
- 구조적 등위성 분석은 노드 간의 연결관계가 아닌 제 3의 노드와의 관계에 초점을 둔 분석법이다. 제 3의 노드와 관계에서 동일한 지위를 갖는 노드들은 수행하는 역할에 있어서 서로 등위적으로 본다. 등위적인 노드들은 개별 노드가 아닌 노드들의 집합, 즉 하나의 등위적인 계층으로서 동일한 또는 유사한 기회와 제약을 공유한다. 어떤 두 노드가 구조적으로 등위적이라면 동일한 다른 노드들과 동일한 연결관계를 가지고 있어야 한다. 구조적 등위성 분석은 클러스터 분석, CONCOR 분석, 다차원적도 분석 등이 대표적이다.
- 컴포넌트 분석은 네트워크 내부에 존재하는 하위집단을 파악하는 대표적인 방법 중의 하나로 네트워크 내에서 노드들끼리 하나의 연결체계를 갖는 집단을 말한다. 하나의 컴포넌트 내에서는 노드 간에 연결이 직접적 또는 간접적으로 링크가 연결되어 있어야 한다. 대표적으로 bi-component, k-core 분석법이 있다.
- 파당 분석은 컴포넌트 분석과 다르게 파당 내의 모든 노드들은 직접적으로 링크가 연결되어 있어야 한다. 따라서 반드시 매우 높은 밀도를 가지게 된다. n-clique, n-club 등이 대표적이다.
- 농장과 축산 차량의 관계는 농장을 노드, 축산 차량에 의해 농장이 연결되는 것을 링크로 두는 네트워크로 간주할 수 있다. 특히 차량의 경우 농장에서 나오고 들어갈 수 있기 때문에 무방향성 네트워크가 아닌 방향성 네트워크로 간주할 수 있다. 또한, 농장을 출입하는 축산차량의 숫자는 농장마다 다르기 때문에 이를 반영한다면 가중 네트워크라고 볼 수 있다. 따라서 축산 차량에 의한 농장 네트워크는 방향성 가중 네트워크로 볼 수 있다. 농장의 구제역 발생 위험은 노드 수준 분석과 중심성 분석을 이용해서 정량화 할 수 있다. 노드 수준 분석에서 가장 직관적으로 사용할 수 있는 분석 방법은 연결정도(degree)이다. 방향성 네트워크이기 때문에 in-degree와 out-degree로 구분될 수 있다. 구제역 발생은 외부로부터 구제역 바이러스에 오염된 축산차량 또는 구제역에 감염된 가축의 유입으로 발생하기 때문에 in-degree를 이용하여 계산할 수 있다. 또한, 이러한 점을 고려하여 in-degree 연결정도 중심성(degree centrality)을 활용할 수 있다. 매개 중심성이 높은 농장의 경우, 구제역 전파 차단 역할을 할 수 있는 농장으로 해당 농장의 구제역

백신 항체 양성률이 높다면 확산을 억제할 수 있는 효과를 얻을 수 있다. 연결정도 중심성의 개념을 확장하여 아이젠벡터 중심성을 구제역 발생 위험에 대한 정량 지표로 활용한다면 네트워크 상 연결된 농장이 구제역 발생이 위험할 경우 해당 농장 또한 구제역 발생이 위험하다고 고려될 것이다. 따라서 구제역 발생 및 확산을 예방하는 백신 정책에 있어서 효과적인 정량 지표라고 할 수 있다.

**(라) 구제역 발생 이력 및 백신 항체 양성률**

- 구제역 발생 이력이 있는 농가가 구제역 발생 위험이 높기 때문에 이를 구제역 항체에 대해 활용하기 위하여 KAHIS 시스템에 있는 구제역 발생 정보를 활용한다. 국내 구제역 발생 현황을 요약하면 아래 표 28와 같다.

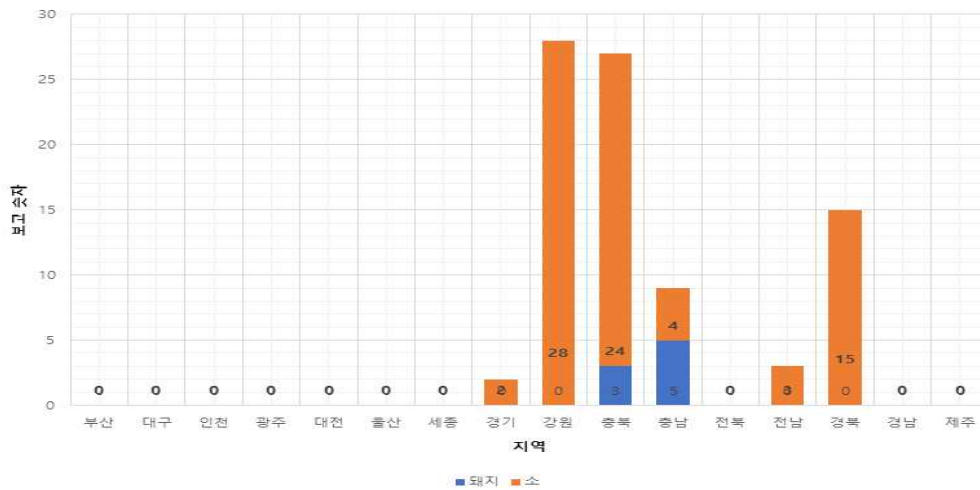
〈표 75. 국내 구제역 발생〉

구분	기간	발생건수	지역
2000년	3.24 - 4.15	15건 (소 15건)	경기(파주, 화성, 용인), 충남(홍성, 보령), 충북(충주)
2002년	5.2 - 6.23	16건 (소 1건, 돼지 15건)	경기(안성, 용인, 평택), 충북(진천)
2010년	1.2 - 1.29	6건 (소 6건)	경기(포천, 연천)
	4.8 - 5.6	11건 (소 7건, 돼지 4건)	인천(강화), 경기(김포), 충북(충주), 충남(청양)
	11.28 - 4.21	153건 (소 97건, 돼지 55건, 염소 1)	부산, 대구, 인천, 울산, 대전, 경기, 강원, 충북, 충남, 경북, 경남
2014년	7.23 - 8.6	3건 (돼지 3)	경북(의성, 고령), 경남(합천)
2014-2015년	14.12.3 - 15.4.28	185건 (돼지 180건, 소 5)	인천, 세종, 경기, 강원, 충북, 충남, 경북
2016년	1.11 - 3.29	21건 (돼지 21)	전북(김제, 고창, 공주), 충남(천안, 논산, 홍성)
2017년	2.5 - 2.13	8건 (소 8건)	충북(보은), 전북(정읍)
	2.8	1건 (소 1건)	경기(연천)
2018년	3.26 - 4.1	2건 (돼지 2건)	경기(김포)
2019년	1.28 - 1.31	3건 (소 3건)	경기(안성), 충북(충주)



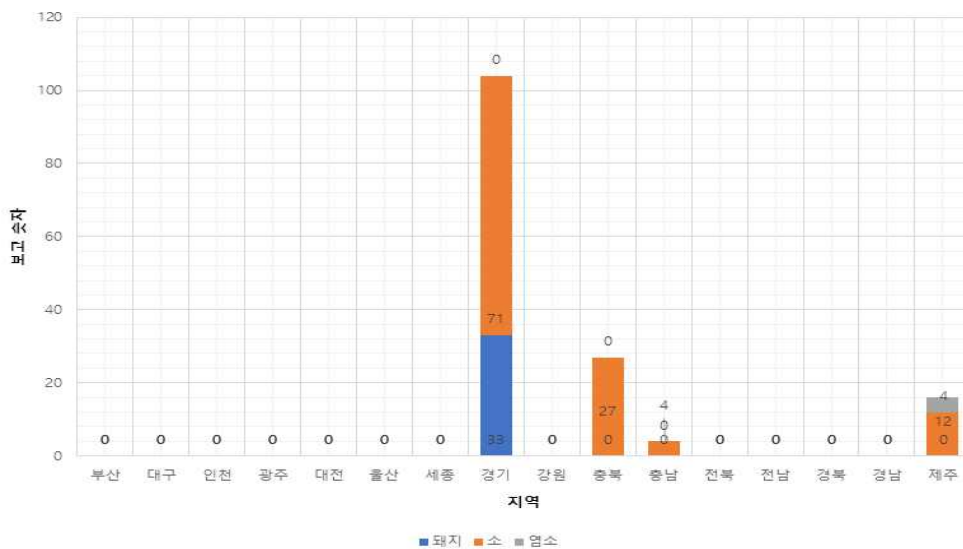
- NSP가 보고된 지역의 경우, 야외에서 NSP가 순환할 수 있다. 따라서 구제역 발생 예방을 위하여 NSP가 검출된 지역에서 백신 항체 양성률을 높여야 한다. 따라서 검출되는 NSP 숫자에 대한 반영이 필요하다. 아래 그림 24, 그림 25에 2017년, 2018년 전국 NSP 보고 숫자를 볼 수 있다. 2017년에는 강원, 경북, 충북, 충남, 경기, 전남에서 축우에서 NSP가 보고됐으며 충북과 충남에서 돼지에서 NSP가 보고됐다. 2018년에는 경기 지역에서 축우와 돼지에서 대다수의 NSP가 보고됐으며 일부 충북, 충남, 제주에서 보고됐다. 2018년 경기지역 돼지에서 NSP가 보고된 것은 2018년 김포에서 발생한 구제역으로 인한 것으로 추정된다.

2017년 전국 NSP 보고



<그림 48. 2017년 전국 가축에서 NSP 보고 건수>

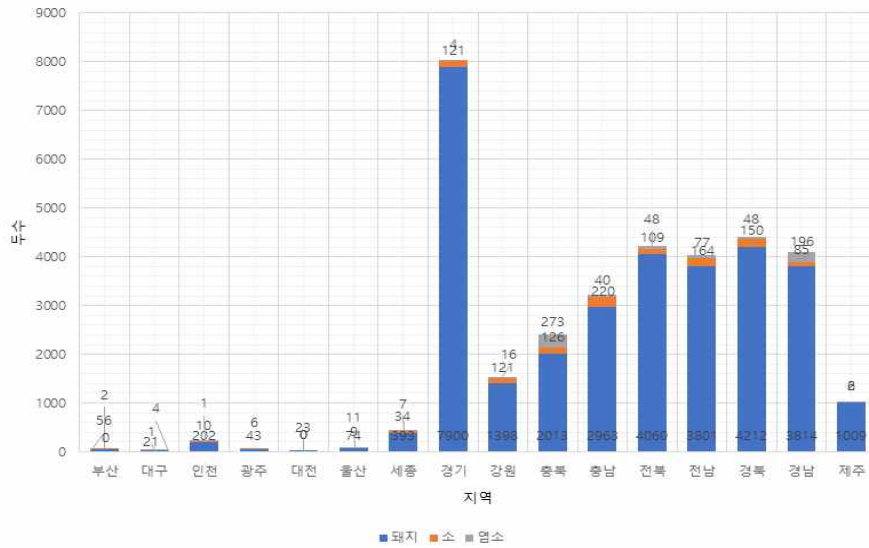
2018년 전국 NSP 보고



<그림 49. 2018년 전국 가축에서 NSP 보고 건수>

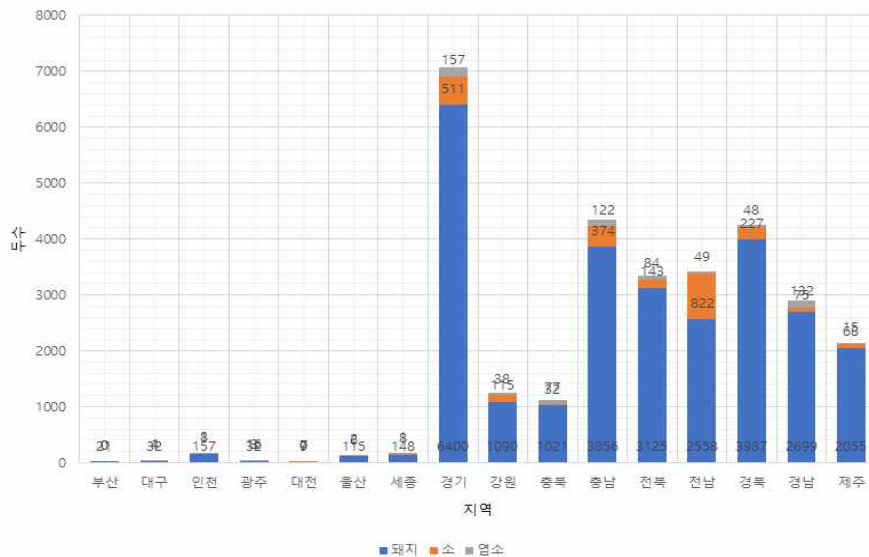
- 구제역 발생 예방을 위하여 백신 항체 양성률이 낮은 지역을 중심으로 백신 항체 양성율을 높여야 비용효용이 높은 전략이다. 따라서 SP 항체 양성률이 낮은 지역에 대한 반영이 필요하다. 아래 그림 26, 그림 27에 2017년, 2018년 전국 SP 음성 보고 숫자를 볼 수 있다. 2017년과 2018년 모두 경기도에서 가장 많은 SP 음성보고가 있었으며 경북, 경남, 전북, 전남, 충북, 충남, 강원에서 다수 보고되었다.

2017년 축종별 SP 음성 두수



<그림 50. 2017년 전국 가축에서 SP 음성 건수>

2018년 축종별 SP 음성 두수



<그림 51. 2018년 전국 가축에서 SP 음성 건수>

## (마) 접종 이력 및 연령

- 가축의 연령이 높아지면서 구제역 백신 접종 횟수가 더 많아지고 따라서 구제역 혈청 양성률이 높아지게 된다. 따라서 구제역 항체예찰에 접종 이력 및 연령에 대한 반영이 필요하다. 이를 반영하기 위하여 농장 내 월령에 따른 시료 채취 숫자를 설정한다.
- 현재 축우 구제역 항체예찰에 대한 검사두수 기준은 농장당 5두로 되어 있으나 검사 대상을 연령, 임신 여부 등에 따라 명확히 해야할 필요가 있다. 한육우의 경우 농장 형태에 따라 구분할 필요가 있다. (1) 일관사육 농장, (2) 번식 전문 농장, (3) 비육전문 농장. 한육우 농가의 경우 구제역 모체이행항체와 관련한 지식이 부족한 편으로 구제역 예방접종 실태 조사시 송아지 접종프로그램을 정확히 파악하고 있는 농가는 드물었다. 또한, 소규모 농가의 경우 계절분만하지 않는 한 월별 분만 두수가 5두 미만인 경우가 대다수이며 25두가 포장되는 구제역 백신 포장단위로 인해서 나머지 잔량에 경우 폐기하기 때문에 접종을 기피하는 경향이 있다. 또한 임신말기우 유산 또는 조산이 염려되어 임신 8-9개월령은 접종을 기피하고 있으며 분만 후 접종하지 않는 경우가 있다. 따라서 일관사육 농장과 번식 전문 농장에서는 임신 중기에 해당하는 4~7개월령 1두, 분만 후 2개월 미만 1두를 검사 대상 세부기준으로 설정하도록 한다. 그 외 일관사육 농장의 경우 추가적으로 5개월 미만의 송아지 1두, 비육전기에 해당하는 15~23개월령 1두, 비육후기에 해당하는 24개월령에서 출하 직전 1두를 검사 대상 세부기준으로 추가할 수 있다. 번식 전문 농장에서도 추가적으로 5개월 미만의 송아지 2두를 세부기준으로 설정할 수 있다. 비육전문 농장의 경우 육성우와 비육후기 중 출하 직전의 소에는 구제역 백신 접종을 기피하는 경우가 있다. 따라서 육성우에 해당하는 14개월 미만 2두, 비육전기에 해당하는 15~23개월령 2두, 비육후기에 해당하는 24개월~출하직전 2두를 검사 대상 세부기준으로 설정하도록 한다. 젖소 농장의 경우는 착유우를 중심으로 검사를 수행하며 모체이행 항체 등을 평가하기 위하여 분만 60일 이전의 젖소 2두를 포함하도록 한다. 각 개체에 대한 무작위 추출을 위하여 개체의 이력번호에 난수를 할당하여 무작위로 선정한다.
- 돼지 농장은 (1) 일관사육과 (2) 비육사육으로 나누어 시료채취 기준을 설정한다. (1) 일관사육 농장에서는 번식돈과 비육돈 3두와 비육돈 16두를 검사 대상으로 선정한다. 비육돈에 대한 세부기준은 비육돈에 대한 구제역 백신항체 양성률 향상 및 모체이행 항체 향상 등을 목적으로 도태모돈 또는, 분만 후 30일령 이내 이유모돈, 환축위축돈 1두를 포함하도록 한다. 비육돈의 경우, 환축위축돈을 우선적으로 검사 대상으로 하되 육성 구간과 비육 구간에 해당하는 105일령 ~ 120일령 7두, 120일령~140일령 7두를 세부 기준에 포함하도록 한다. 또한 8개월령의 후보돈 2두도 포함하도록 한다. 비육사육 농장의 경우 비육 구간에 해당하는 105일령 ~ 120일령 8두, 120일령~140일령 8두를 세부 기준에 포함하도록 한다.

(바) 야생동물에서 구제역 발생

- 환경적 위험요인 중 야생동물에서 구제역 발생은 농림축산검역본부 구제역 혈청검사계획에 따라서 감염항체에 대한 목적예찰을 수행하고 있다. 아래 표 29에서 국내 야생동물에 대한 구제역 혈청예찰 계획을 확인할 수 있다. 2017년 야생멧돼지를 대상으로 567두를 검사 계획으로 해왔었으나 2018년부터 북한 접경지역의 야생동물에 대한 예찰 강화로 847두로 확대되었으며 2019년 797두를 대상으로 수행했다.

<표 76. 국내 야생동물에서 구제역 감염항체 혈청예찰 계획>

2018년		2019년	
두수	검사계획	두수	검사계획
847두	북한 접경지역 야생동물 예찰 강화 (농림축산검본부 700, 가축방역기관 147)	797두	농림축산검역본부 700 가축방역기관 97

- 모든 우제류가 구제역 바이러스 감염에 감수성을 보이지만 임상증상은 가축에서 관찰되는 소견과 매우 유사하며, 축종에 따라 중증에서부터 무증상 감염에 이르기까지 매우 다양하다. 약 60~70종의 야생동물이 자연감염 혹은 실험적 감염에 의해 감수성이 있는 것으로 알려져 있다(Pinto, 2004). 아래 표 30에서 구제역 바이러스에 감수성이 있는 야생동물 목록을 확인할 수 있다.
- 농림축산검역본부 구제역 혈청예찰 계획에 따라 구제역 감염항체가 보고된 읍면동 또는 시군구 수준의 행정구역 및 인접한 행정구역을 야생동물 구제역 발생 위험지역으로 두어서 야생동물로부터 가축에게 중간 전파가 되는 위험을 반영할 수 있다.

<표 77. 구제역 바이러스에 감수성을 보이는 동물>

통상 명칭(common name)	학명(scientific name)	감염 형태
Agouti-(Brazilian agouti)	<i>Dasyprocta leporina</i> <i>Dasyprocta agouti</i>	실험감염
Armadillo(hair armadillo)	<i>Chaetophractus villosus</i>	실험감염
Babirusa	<i>Babyrousa babyrussa</i>	자연감염/ 실험감염
Bear	<i>Ursus horribilis</i>	자연감염
Bear(Asiatic black bear)	<i>Ursus thibetanus</i>	자연감염
Bear(Brown bear)	<i>Ursus arctos</i>	자연감염
Bison	<i>Bos americanus</i>	자연감염
Brown brocket	<i>Mazama gouzoubira</i>	자연감염
Buffalo(African buffalo)	<i>Syncerus caffer</i>	자연감염/ 실험감염
Buffalo(Indian water buffalo)	<i>Bubalus bubalis</i>	자연감염/ 실험감염

통상 명칭(common name)	학명(scientific name)	감염 형태
Bushbuck	<i>Tragelaphus scriptus</i>	자연감염
Bushpig	<i>Potamochoerus porcus</i>	자연감염/실험감염
Capybara	<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	실험감염
Chamois(Alpine)	<i>Rupicapra rupicapra</i>	자연감염/실험감염
Collard peccary	<i>Tayassu tajacu</i>	자연감염
Columbian deer	<i>Odocoileus columbicus</i>	자연감염
Dromedary(Arabian camels)	<i>Camelus dromedarius</i>	실험감염
Duiker	<i>Sylvicapra grimmia</i>	자연감염
Eland	<i>Taurotragus oryx</i>	자연감염/실험감염
Elephant(African elephant)	<i>Loxodonta africana</i>	자연감염/실험감염
Elephant(Asian elephant)	<i>Elephas maximus</i>	자연감염
Elk	<i>Alces machlis</i>	자연감염/실험감염
Fallow deer	<i>Dama dama</i>	자연감염/실험감염
Gaur	<i>Bos frontalis(Bos gaurus)</i>	자연감염
Gayal(Mithun)	<i>Bos frontalis domesticus</i>	자연감염
Gemsbok, Oryx	<i>Oryx oryx gazella</i>	자연감염
Giraffe	<i>Giraffa camelopardalis</i>	자연감염
Gnu(Blue Wildebeest)	<i>Connochaetes taurinus</i>	자연감염/실험감염
Grant gazella	<i>Gazella granti</i>	자연감염
Guib	<i>Tragelaphus striptus</i>	자연감염
Hedgehog(West European)	<i>Erinaceus europaeus</i>	자연감염/실험감염
Hedgehog(East African)	<i>Atelerix prurei hindu</i>	실험감염
Hippopotamus	<i>Hippopotamus amphibuis</i>	실험감염
Ibex	<i>Capra ibex</i>	자연감염
Impala	<i>Aepyceros melampus</i>	자연감염/실험감염
Kudu	<i>Tragelaphus strepsiceros</i>	자연감염/실험감염
Llama	<i>Lama guanicoeglama</i>	실험감염
Llama	<i>Lama glama</i>	자연감염/실험감염
Llama(Alpaca)	<i>Lama pacos</i>	자연감염
Marsh deer	<i>Blastocercus dichotomus</i>	실험감염
Moose	<i>Alces alces</i>	자연감염/실험감염
Mountain gazelle	<i>Gazella gazella</i>	자연감염
Mule deer	<i>Odocoileus hemionus</i>	자연감염
Nilgai(antelope)	<i>Boselaphus tragocamelus</i>	자연감염
Nyala	<i>Tragelaphus angasii</i>	자연감염
Porcupine	<i>Hystrix galeata</i>	실험감염
Red brocket	<i>Mazama americana</i>	실험감염

통상 명칭(common name)	학명(scientific name)	감염 형태
Red deer	<i>Cervus elaphus</i>	자연감염/실험감염
Reedbuck	<i>Redunca arundinum</i>	자연감염/실험감염
Reindeer	<i>Rangifer tarandus</i>	자연감염/실험감염
Roe deer(western roe deer)	<i>Capreolus capreolus</i>	자연감염/실험감염
Sable antelope	<i>Hippotragus niger</i>	자연감염
Sable antelope	<i>Ozanna grandicornis</i>	자연감염
Saiga antelope	<i>Saiga tatarica</i>	자연감염
Sambar deer	<i>Cervus unicolor</i>	자연감염
Sika deer	<i>Cervus nippon</i>	실험감염

통상 명칭(common name)	학명(scientific name)	감염 형태
Southern pudu	<i>Pudu pudu</i>	자연감염
Spotted deer	<i>Axis axis</i>	자연감염
Tapir(Brazilian tapir)	<i>Tapirus terrestris</i>	자연감염
Tapir(Malayan tapir)	<i>Tapirus indicus</i>	자연감염
Thamin	<i>Cervus eldii</i>	자연감염
Tsessebi	<i>Damaliscus lunatus</i>	자연감염
Vicuna	<i>Vicugna vicugna</i>	자연감염/실험감염
Warthog	<i>Phacochoerus aethiopicus</i>	자연감염/실험감염
White-lipped peccary	<i>Tayassu pecari</i>	자연감염
White-tailed deer	<i>Oedocoilleus virginianus</i>	자연감염/실험감염
Wildboar( <i>Sus scrofa</i> )	<i>European Sus scrofa</i>	자연감염/실험감염
Waterbuck	<i>Kobus ellipsiprymnus</i>	자연감염
Yak	<i>Bos grunniens domesticus</i>	자연감염

(사) 북한 접경지역

- 우리나라는 북한과 교류가 활발하지는 않지만, 지역적으로 최근접거리의 휴전선을 두고 있으며 또한 야생동물에 의한 구제역 바이러스 유입 위험이 있다. 또한 북한에서 구제역 발생 시, 초기에는 감염 가축에 대한 살처분을 수행했으나 시간이 지남에 따라서 발생을 줄이거나 2차 감염을 막고 치료하는 것에 집중하는 등 효과적인 대응이 어려운 것으로 알려져 있다. 따라서 북한과 인접하고 있는 행정구역은 구제역 발생 위험이 크다고 볼 수 있다. 북한과 인접하고 있는 행정구역은 아래 표 31에서 확인할 수 있다.

<표 78. 북한과 인접하고 있는 행정구역>

시도	시군구
인천광역시	강화군
경기도	김포시
	파주시
	양주시
	동두천시
	포천시
	연천군
강원도	철원군
	화천군
	양구군
	인제군
	고성군

(아) 통계학적 혈청예찰 농장 및 개체 선정 프로그램 설계서

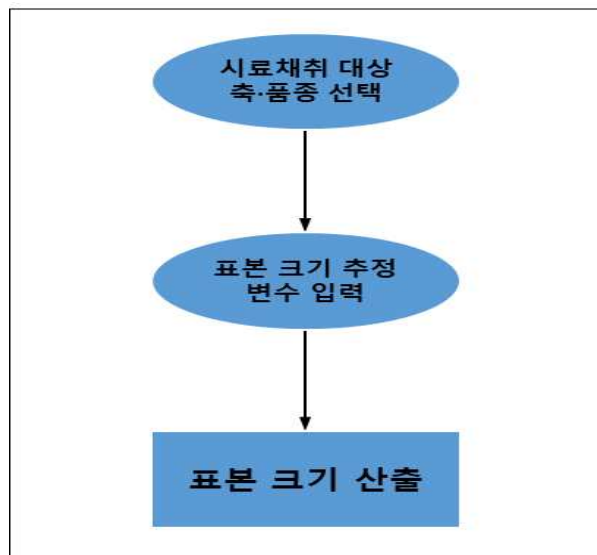
- 앞서 언급된 방법을 통하여 구제역 발생 위험 기반의 통계예찰 계획을 수립할 수 있다. 품종, 농장 밀도, 축산차량, 백신 항체형성을 등 갱신되는 정보를 바탕으로 시도, 시군구

별 검사 물량을 결정하고 각 농장마다 보유하고 있는 개체 이력번호 등을 활용하여 표본의 대상이 되는 농장과 동물을 추출하는 일련의 과정을 자동화할 수 있다. 자동화된 혈청예찰 농장 및 개체 선정 과정은 아래와 같은 세 단계를 거친다.

- ① 표본 크기 산출 단계 (그림 28)
- ② 위험기반 지역권 선정 단계 (그림 29)
- ③ 농장 및 개체 선정 단계 (그림 30)

- 아래의 플로우차트에서 타원 형태의 단계에서만 사용자가 필요한 데이터를 입력한다. 그 외 단계에서는 프로그램이 연산 및 결과를 출력한다.
- 표본 크기 산출단계에서는 먼저 시료채취 대상이 되는 축·품종을 선택한다. 농장표본 크기와 개체표본 크기 산출에 필요한 변수를 입력한다. 아래 표 32에서 입력할 변수를 확인할 수 있다. 농장표본 크기 추정에는 농장 수준 항체형성을 가정치, 항체형성을 추정치 오차, 농장 수준 민감도, 농장 수준 특이도, 조사 신뢰수준 등을 입력한다. 개체표본 크기 추정에는 개체 수준 항체형성을 가정치, 개체 수준 민감도, 개체 수준 특이도, 제1형 오류율, 제2형 오류율, 농가크기 등의 변수를 입력한다. 표 32의 “입력값”은 예시를 보여주는 것으로 사용자가 원하는 값을 입력할 수 있다.
- 산출된 표본 크기는 수정없이 바로 사용할 수 있으나 프로그램 사용자가 산출된 표본 크기를 방역 및 정책 상의 이유 등으로 늘리거나 줄일 수 있다. 이렇게 산출된 표본크기는 다음 단계인 “위험기반 지역 선정 단계”에서 사용자에게 의해 입력된다.

### 표본 크기 산출 단계



<그림 52. 표본 크기 산출단계 flow chart>

<표 79. 표본크기 산출 단계에서 입력하는 변수>

단계	선택 가능 축품종		
1. 시료 채취 대상 축품종 입력	한육우 젓소 돼지 염소		
농장표본 크기 추정	모수	입력값(예시)	단위
	농장 수준 항체형성률 가정치	80	%
농장표본 크기 추정	항체형성률 추정치 오차	5	%
	농장 수준 민감도	90	%
	농장 수준 특이도	90	%
2. 표본 크기 추정 변수 입력	조사 신뢰수준	95	%
	개체 수준 항체형성률 가정치	80	%
개체표본 크기 추정	개체 수준 민감도	85	%
	개체 수준 특이도	90	%
	제1형 오류율	10	%
	제2형 오류율	10	%
	농가크기	10,000	마리

· 아래 표 33에는 필요 변수를 입력 후, 산출되는 결과의 예시를 보여준다.

<표 80. 표본 크기 산출단계 결과물 예시>

산출 변수	산출 결과
축품종	한육우
농장표본 크기	462
개체표본 크기	5

· 표본 크기를 산출 후 구제역 위험에 기반하여 시도, 시군구별 지역에 따른 표본 크기를 할당하는 “위험기반 지역 선정 단계” 를 거친다 (그림 29). 이때 사용자는 앞서 산출된 표본 크기를 입력한다. 이후 과정에서는 구제역 위험을 평가하기 위하여 세 가지 지표를 계산하고 그 지표를 바탕으로 지역마다 가중치를 할당하고 산출된 표본을 배분한다. 지표는 아래와 같다.

- ① 농장 및 개체 밀집도
- ② 농장 취약도
- ③ 농장 복잡도

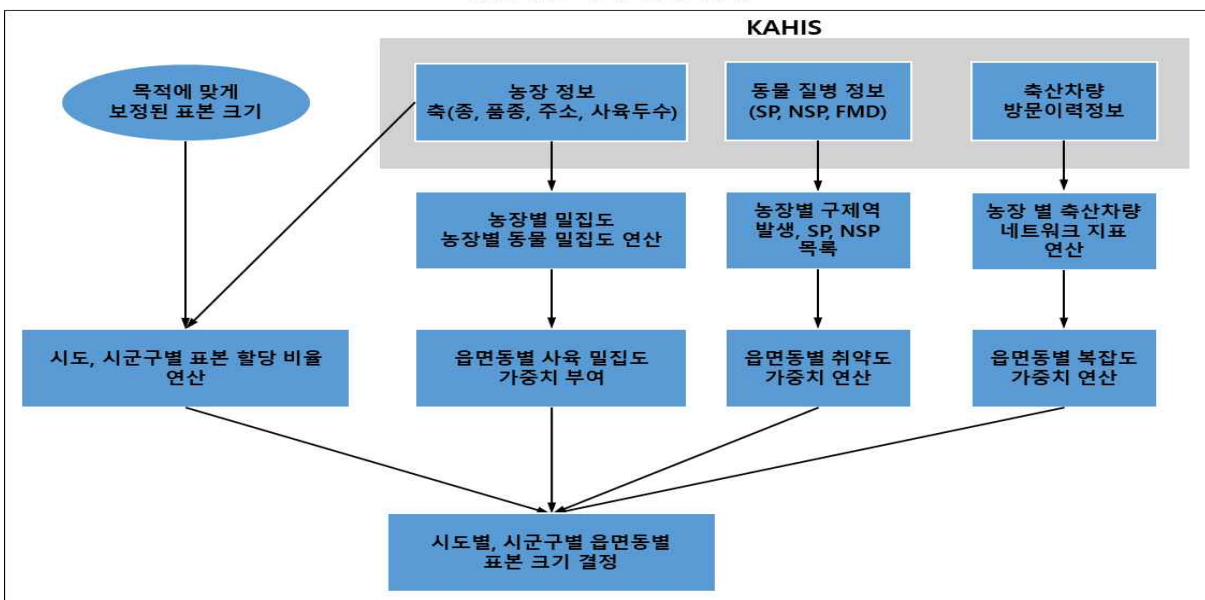
· 농장 및 개체 밀집도는 국가가축방역통합시스템(KAHIS)이 보유하고 있는 농장의 정보(축



종, 품종, 농장의 주소, 사육두수 등)의 정보를 기반으로 농장의 밀집도, 농장별 동물의 밀집도 등을 R 소프트웨어의 Kdensity package 등으로 계산하여 농장 및 동물이 고밀도로 사육되고 있는 지역을 선별하여 읍면동별로 가중치(밀집도)를 계산된다.

- 농장 취약도는 국가가축방역통합시스템(KAHIS)이 보유하고 있는 동물질병에 대한 과거 검사결과 정보를 활용하여 취약지역에 대하여 읍면동별로 가중치(취약도)를 계산한다. 이때 활용되는 정보는 지역별 NSP 검출 숫자, SP 미검출 숫자, FMD 발생 숫자가 포함된다. 각 정보별 가중치는 사용자가 설정할 수 있다.
- 농장 복잡도는 국가가축방역통합시스템(KAHIS)이 보유하고 있는 축산차량의 축산시설 방문이력정보를 활용한다. 축산차량에 의한 축산시설 방문정보를 바탕으로 농장을 노드, 축산차량의 이동을 링크로 정의하고 각 농장(노드)에 구제역 확산 및 발생에 관련된 지표로서 차량의 이동 횟수(degree)와 이동거리(average distance) 등과 농장 네트워크 내에서 농장의 네트워크적 위치를 판단하기 위한 중심성 지표 등을 기반으로 개별 농장의 복잡도를 계산하여 읍면동별로 가중치(복잡도)를 계산한다. 이 값은 농장마다 계산된다.
- 계산된 밀집도, 취약도, 복잡도를 바탕으로 시도별, 시군구별 할당 비율과 읍면동별 가중치(밀집도, 취약도, 복잡도)를 반영하여 시도별, 시군구별, 읍면동별 표본의 수를 결정한다. 이때 사용자는 밀집도, 취약도, 복잡도 각각의 표본 할당에 대한 가중치를 설정할 수 있다.
- 시도별, 시군구별, 읍면동별 할당된 표본의 수 예시는 아래 표 81에 나타나있다.

위험기반 지역 선정 단계

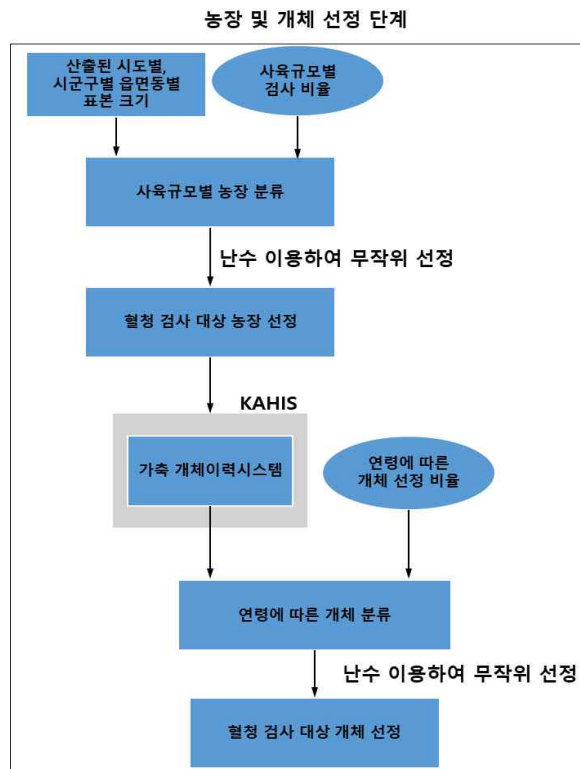


<그림 53. 위험기반 지역 선정 단계 flow chart>

<표 81. 위험기반 지역 선정 단계 결과 예시>

읍면동	농장 밀집도	취약도	복잡도	농가 표본크기
강원도 삼척시 근덕면	9.01425	0.345	0.234	8
경기도안성시공도읍	8.50719	1.456	0.865	14
경기도연천군백학면	12.95831	0.942	0.814	7
경상북도경주시안강읍	19.60286	0.823	0.567	23

- “농장 및 개체 선정 단계”에서는 “위험기반 지역 선정 단계”에서 산출된 읍면동별 농가 표본크기를 바탕으로 읍면동 내 소재하는 농장을 사용자가 입력한 사육규모별로 분류한다. 이때, 사용자가 사육규모별로 검사 비율을 입력한다. 아래 표 35에서 예시를 볼 수 있다. 이에 따라 읍면동 내 소재하는 농장이 분류되고 분류된 농장을 대상으로 난수 프로그램으로 번호를 부여하고 난수화하여 혈청검사 대상 농장을 무작위 선정한다.
- 농림축산검역본부의 국가가축방역통합시스템(KAHIS)이 축산물품질평가원이 보유하고 있는 가축 개체이력시스템(MTRACE)의 정보를 조회하여 농장별 가축의 개체이력번호와 출생년월일을 조회한다. 개체의 선정비율을 월령에 따라 검사비율이 결정되면 이에 따라 동물을 분류한다. 월령으로 분류된 동물의 개체이력번호를 난수 프로그램으로 번호를 부여하고 난수화하여 혈청 검사 대상 동물을 무작위 선정한다. 아래 표 36에 예시를 확인할 수 있다.
- 아래 표 37에서 “농장 및 개체 선정 단계” 예시를 확인할 수 있다. 각 농장별 연령별 검사 대상의 개체번호를 산출한다.



<그림 54. 농장 및 개체 선정 단계 flow chart>

<표 82. 사육규모별 검사 비율 예시>

	50두 이하	50두 초과
개체 선정 비율	40%	60%

<표 83. 연령에 따른 개체 선정 비율 예시>

	6개월령 이하	분만 후 2개월 미만	15~23개월령	24개월령 이상
개체 선정 비율	2두	1두	1두	1두

<표 84. 농장 및 개체 선정 단계 결과 예시>

농장 주소	농장명	6개월령 이하	분만 후 2개월 미만	15~23개 월령	24개월령 이상
강원도 삼척시 근덕면 999번지	AA농장	9876	0583	2093	1023
경기도 안성시 공도읍 999번지	BB농장	8572	3952	1948	0498



[협동연구기관] (재)양수미래

가. 혈청예찰 교육 시스템 개발

(1) 지자체, 방역기관 혈청예찰 교육 콘텐츠 및 교육 개선안 제출

(가) OIE, 백신 접종 및 백신접종 후 모니터링 가이드라인 번역 및 배포

- 주관연구기관과 공동 번역(본 보고서 49~79페이지 참조)

(나) 역학 계산 시스템 개발 및 정책 활용 건의

- 주관연구기관, 위탁연구기관과 공동 개발
- 역학조사관 집체교육 시 교육 콘텐츠로 활용 정책활용 건의

(다) 지자체, 방역기관 혈청예찰 교육 피피티 자료 개발

- 별첨3. 교육자료3. 혈청예찰의 이해

(2) 농가 혈청예찰 교육 콘텐츠 개발

(가) 양돈 농가 교육용 혈청예찰 교육 피피티 자료 개발

- 별첨1. 교육자료1. 구제역 백신의 올바른 관리 및 사용(돼지)

(나) 한육우 농가 교육용 혈청예찰 교육 피피티 자료 개발

- 별첨2. 교육자료2. 구제역 백신의 올바른 관리 및 사용(한육우)

(다) 농가 혈청예찰 교육 동영상 자료(mp4 파일) 개발

- 별첨4. 교육자료4. “구제역 백신의 올바른 관리와 접종” 동영상 콘텐츠 개발
- 양돈수의사회 행사 및 대한한돈협회 행사 시 영상 시청

(라) 백신접종 기록 체크리스트 작성 및 배포

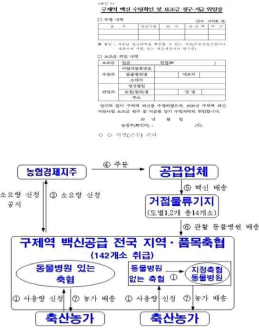
- 별첨5. 백신 접종 기록(백신카드 관리 방안) 체크리스트 작성 및 배포
- 대한한돈협회의 후원으로 한돈협회 주최 해썬 교육 시 양돈농가에 배포 예정

별첨1. 교육자료1. 구제역 백신의 올바른 관리 및 사용(돼지)

<h2 style="text-align: center;">구제역 백신의 올바른 관리 및 사용(돼지)</h2> <p style="text-align: center;">협동과제명: 현청에달 교육 시스템 개발 협동연구기관: 재단법인 양수미래</p>	<h3 style="text-align: center;">Index</h3> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 구제역 백신의 기초</li> <li>2. 구제역 백신의 유통</li> <li>3. 올바른 백신 관리, 접종법</li> <li>4. 백신 집중 동물관리</li> <li>5. ELISA 항체 검사</li> </ol> 																												
<h2 style="text-align: center;">1. 구제역 백신의 기초</h2>	<h3>1. 구제역 백신의 기초</h3> <h4>1.1. 구제역(Foot and mouth disease, FMD)</h4> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 소, 돼지 등 발굽이 두개로 갈라진 동물(우제류)에서 구제역 바이러스(FMDV) 감염에 의해 발생하는 질병</li> <li>2. 감염된 동물은 입과 발굽 피부에 수포가 생기는 전과가 매우 빠른 제1종 가축전염병</li> <li>3. 세계동물보건기구(OIE) 관리 질병으로 발생시 국제 교역에 제한이 따므로 경제적 피해가 큼</li> <li>4. 피코르나바이러스과(Picomaviridae)에 속하는 외가닥의 RNA 바이러스</li> <li>5. A, O, C, Asia1, SAT1, SAT2, SAT3 등 7개의 혈청형으로 구분(교차면역 형)</li> <li>6. 소량으로도 감염을 일으키고, 공기전파가 가능하고, 환경지항성이 높기 때문에 질병의 전과를 막기위한 예방적 살처분 실시</li> </ol>  																												
<h3>1.2. 백신의 역할</h3> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 전과가 빠른 구제역 바이러스 특성 상 <b>백신 접종을 통한 단군의 면역형성</b>이 필수적</li> <li>2. 구제역 바이러스의 감염 자체를 막아주는 것이 아니라, 백신을 맞은 가축의 체내에 형성된 면역에 의해 <b>바이러스의 증식이 억제</b>되기 때문에 발병에 따른 임상증상이 완화되는 동시에 바이러스의 양이 감소되어 <b>다른 가축에게 전파되는 것을 막아줌</b>.</li> </ol>   <p style="font-size: small;">No herd immunity   Herd immunity achieved Susceptible   Infected   Immune   Disease transmission Source: GAO adaptation of NEH graphic.   GAO-20-646SP</p>	<h3>1.3. 백신의 한계</h3> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 혈청형이 다른 경우             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 농장에 발생한 구제역 바이러스와 백신의 <b>혈청형이 다른 경우</b> 구제역이 발생할 수 있음.</li> </ul> </li> <li>2. 백신 집중을 하더라도 다음의 경우에는 구제역에 감염될 수 있음.             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 구제역 바이러스에 노출된 이후 백신을 접종한 경우</li> <li>✓ 백신집중이 적절하게 이루어지지 않은 경우</li> <li>✓ 백신집중 후 면역이 완전히 형성되기 전 바이러스가 체내에 들어온 경우</li> <li>✓ 농장이 다량의 구제역 바이러스에 오염된 경우, 그 중 면역형성이 불완전한 개체에 감염될 수 있음</li> </ul> </li> </ol> <p>❖ 철저한 백신접종 외에 소독과 차단방역을 통한 <b>농장내 바이러스 유입을 차단</b>하는 것이 중요.</p>																												
<h3>1.4. 국내 사용 백신 종류 및 프로그램</h3> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>제조국</th> <th>제조사</th> <th>수입회사</th> <th>백신 Type</th> <th>바이러스형인</th> <th>상시백신화기일 (등록허가일)</th> <th>적용축종 및 접종 횟수</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>영국</td> <td>Boehringer Ingelheim Animal Health</td> <td>베링거 잉겔하임 동물약품</td> <td>2가(O+A)</td> <td>OMnis, O 3039, A221m</td> <td>'15.10.28 ('13.2.18)</td> <td>• 돼지: 8주령 1차 접종, 4주후 재접종 • 만우류: 2개월령 1차 접종, 4주후 재접종</td> </tr> <tr> <td>러시아</td> <td>FGBI ARRIAH</td> <td>동방</td> <td>2가(O+A)</td> <td>A Zbrnshskiy(A/ASIA/Sov672013), O Prinosky(OSEA/6468/2014)</td> <td>'18.3.14. ('17.9.19)</td> <td>• 저돈: 양, 염소: 8주령 1차 접종, 4주후 재접종 • 송아지: 4개월령 1차 접종, 4주후 재접종</td> </tr> <tr> <td>아프리카 나</td> <td>Biogenesis Bago S.A</td> <td>케이사이 드</td> <td>2가(O+A)</td> <td>O1 Campos, A 24 Cruzito, A 2001 Argentina</td> <td>'19.6.3. ('18.11.18.)</td> <td>• 돼지: 8주령 1차 접종, 3~4주후 재접종 • 소, 양, 염소: 4개월령 1차 접종, 3~4주후 재접종</td> </tr> </tbody> </table>	제조국	제조사	수입회사	백신 Type	바이러스형인	상시백신화기일 (등록허가일)	적용축종 및 접종 횟수	영국	Boehringer Ingelheim Animal Health	베링거 잉겔하임 동물약품	2가(O+A)	OMnis, O 3039, A221m	'15.10.28 ('13.2.18)	• 돼지: 8주령 1차 접종, 4주후 재접종 • 만우류: 2개월령 1차 접종, 4주후 재접종	러시아	FGBI ARRIAH	동방	2가(O+A)	A Zbrnshskiy(A/ASIA/Sov672013), O Prinosky(OSEA/6468/2014)	'18.3.14. ('17.9.19)	• 저돈: 양, 염소: 8주령 1차 접종, 4주후 재접종 • 송아지: 4개월령 1차 접종, 4주후 재접종	아프리카 나	Biogenesis Bago S.A	케이사이 드	2가(O+A)	O1 Campos, A 24 Cruzito, A 2001 Argentina	'19.6.3. ('18.11.18.)	• 돼지: 8주령 1차 접종, 3~4주후 재접종 • 소, 양, 염소: 4개월령 1차 접종, 3~4주후 재접종	<h2 style="text-align: center;">2. 구제역 백신의 유통</h2>
제조국	제조사	수입회사	백신 Type	바이러스형인	상시백신화기일 (등록허가일)	적용축종 및 접종 횟수																							
영국	Boehringer Ingelheim Animal Health	베링거 잉겔하임 동물약품	2가(O+A)	OMnis, O 3039, A221m	'15.10.28 ('13.2.18)	• 돼지: 8주령 1차 접종, 4주후 재접종 • 만우류: 2개월령 1차 접종, 4주후 재접종																							
러시아	FGBI ARRIAH	동방	2가(O+A)	A Zbrnshskiy(A/ASIA/Sov672013), O Prinosky(OSEA/6468/2014)	'18.3.14. ('17.9.19)	• 저돈: 양, 염소: 8주령 1차 접종, 4주후 재접종 • 송아지: 4개월령 1차 접종, 4주후 재접종																							
아프리카 나	Biogenesis Bago S.A	케이사이 드	2가(O+A)	O1 Campos, A 24 Cruzito, A 2001 Argentina	'19.6.3. ('18.11.18.)	• 돼지: 8주령 1차 접종, 3~4주후 재접종 • 소, 양, 염소: 4개월령 1차 접종, 3~4주후 재접종																							

### 2. 구제역 백신의 유통

1. 집결농가(소 50두, 돼지 1,000두, 염소 300두 이상)
  - 지역 또는 품목 축협에서 구입(50% 보조), 자가집종 백신수령 확인 및 보조금 청구-지급 워킹장 제출
2. 소규모 농가(소 50두, 돼지 1,000두, 염소 300 미만)
  - 지자체(시,군)에서 공급(전액 보조)
  - 소: 공수회사 또는 위탁 수의사 집종
  - 돼지: 자가집종
  - 염소: 수의사 및 포터인력 지원



### 3. 올바른 백신 관리, 접종법

#### 3. 올바른 백신 관리, 접종법

##### 3.1. 백신 구입 후 운반요령

1. 백신을 운반할 때에는 냉장(2~8°C)상태가 유지되는 차량용(휴대용) 냉장고 또는
2. 충분한 양의 얼음팩이 채워진 아이스 박스 등 이용
3. (주의사항) 드라이아이스는 사용 금지, 백신이 냉매(얼음팩)와 직접 접촉되지 않도록 주의



#### 3. 올바른 백신 관리, 접종법

##### 3.2. 백신 구입 후 보관요령

1. 직사광선(햇빛)이 들지 않는 냉장(2~8°C)상태가 유지되는 동물약품 보관 전용 냉장고에 보관
2. 냉장고에 온도계 설치하여 매일 확인
3. 백신이 냉장고 벽에 붙지 않도록 5cm 이상 떨어져 보관 - 일지 않도록 주의
4. 유통기한이 짧은 백신을 앞쪽에 보관하여 선입선출(First In First Out) 관리



#### 3. 올바른 백신 관리, 접종법

##### 3.3. 백신 취급 주의사항

1. 직사광선을 피하고 냉장(2~8°C)상태가 유지되어 있는지 확인
  - ✓ 열이 있지 않은지, 송발리(오른쪽 사선 광) 확인
2. 접종하기 전 상온(15~25°C)에 1시간 정도 놓아 두었다가 바로 사용 (햇빛이 들지 않는 곳에서)
  - ✓ 구제역 백신은 오일성분을 포함하고 있어, 낮은 온도에서는 백색하여 접종에 어려움이 있을 수 있음
  - ✓ 방온수조는 적정온도를 맞추기 어렵고, 물에 의한 오염등이 발생할 수 있으므로 사용 금지(농가 설문조사 결과, 19p)
3. 백신 접종 전에 기포가 생기지 않도록 병을 천천히 뒤, 아래로 흔들어 고르게 섞어 사용
4. 한번 개봉한 백신은 즉시 사용, 바로 사용이 어려운 경우 반드시 냉장 보관 및 24시간 이내 사용



#### 3. 올바른 백신 관리, 접종법

##### 3.4. 접종법

1. 돼지의 복부위, 귀 뒤 근육에 접종
2. 접종할 때 주사바늘이 비스듬할 경우에는 지방층에 백신이 주입될 수 있으므로, 반드시 수직이 되도록 하여 접종.



#### 3. 올바른 백신 관리, 접종법

##### 3.4. 접종법

3. 1두 1침 원칙 준수 (돼지는 1침 5두 이내)
  - ✓ 1침으로 여러 마리 접종시 주사침 오염이 심해지고 봉독해져 접종 부위가 손상되어 염증으로 이상육이 발생 할 수 있음
  - ✓ 구제역 백신의 올바른 효능 발현 및 미세결정 발생두수 감소를 위해 필수적 (농가 설문조사 결과 23p)
4. 체중에 적합한 주사바늘 사용 (경화한 근육접종을 위해 장침 적용도 고려 필요, 농가 설문조사 결과 22p)



[필수 자료 비치]

돼지 구제역 예방접종 실시대장

농장명	소재지	면적	종류
대표자	소장명	주	주
내역자	부 (연계관리책임자)	부	부
	주요인명 (인사)	부	부
연락처	연락처	연락처	연락처
연락처	연락처	연락처	연락처

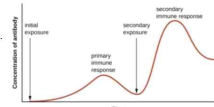
15FM040 P  
2015.09.28  
2016.09.27

YTN NEWS

#### 3. 올바른 백신 관리, 접종법

##### 3.5. 접종 프로그램

1. 모돈: 분만 3~4주전 접종
2. 송돈: 6 (4~7)개월 간격으로 접종
3. 자돈: 8주령 1차, 12주령 2차 접종
  - ✓ 1차 백신접종 시 모체행항체 간섭이 있을 수 있으므로, 2차 접종을 통한 면역반응 증가, 항체 지속기간 유지 필요. (농가 설문조사결과 8p)
  - ✓ 여러 문군을 모아서 접종하는 것이 아닌, 각 개체의 정확한 접종시기에 집중해야 함. (농가 설문조사 결과 15p)



#### 3. 올바른 백신 관리, 접종법

##### 3.6. 접종 기록

1. 구제역 예방접종 실시대장에 기록
  2. 거래시 구제역 예방접종 확인서 발급
  3. 종돈: 이력관리시스템에 예방접종 내역 등록
    - ✓ 접종 백신명, 제조번호, 백신사용량 등을 기록하여, 항체 미달시 농가에서 백신 접종 기록에 대한 객관적인 자료 준비가 필요함. (농가 설문조사 결과 24p)
- 백신 접종법, 프로그램의 정확한 준수를 위한 숙련자 또는 농장 책임자의 백신 접종 관리가 필요. (농가 설문조사 결과 20p)

### 4. 백신접종 동물관리

#### 4. 백신접종 동물관리

##### 4.1. 전반적인 농장 관리

✓ 전반적인 농장의 사양 관리가 백신의 항체가 형성 정도에 영향을 미침. (농가 설문조사 결과 10p)

✓ 구제역 뿐이 아니라 다른 전염성 질병(PRRS, PCV2 등 면역관련 질병 외) 관리, 사양 관리를 통한 농장 성적관리가 중요 (농가 설문조사 결과 9p)



#### 4. 백신접종 동물관리

##### 4.1. 전반적인 농장 관리

✓ 전반적인 농장의 사양 관리가 백신의 항체가 형성 정도에 영향을 미침. (농가 설문조사 결과 10p)

✓ 구제역 뿐이 아니라 다른 전염성 질병(PRRS, PCV2 등 면역관련 질병 외) 관리, 사양 관리를 통한 농장 성적관리가 중요 (농가 설문조사 결과 9p)



### 5. ELISA 항체검사

#### 5. ELISA 항체검사

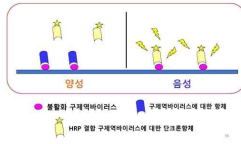
##### 5.1. 구제역 항체검사

- 구제역 바이러스에 대한 항체 측정방법
  - ⓐ 중화항체법: 생바이러스를 중화(바이러스 활성을 억제)하는 가검 혈청내 항체 수준 평가  
정량평가 가능, 3-4일 소요, BL3 차폐시설에서만 가능
  - ⓑ ELISA법: 분할화 제조법 단백질을 이용하여 가검 혈청내 항체 유/무 평가  
정성 평가, 3시간 소요, 일반 BL2 시설에서 가능, 상용화 키트
- 백신 항체가 에달을 위해 ELISA 검사법 실시

#### 5. ELISA 항체검사

##### 5.2. ELISA 검사

1. ELISA 검사법의 원리  
: 분할화 구제역바이러스와 검체 내 항체 사이의 항원-항체 결합반응을 이용하여 항체유무 확인



2. 백신 항체 진단결과 개선

구분	기존(2019년 까지)	개선(2020.1월 부터)
검사법	1차 프리오닉스 키트 2차 -	프리오닉스 또는 메더안티노스틱 키트 1차 검사 기준치(30%) 미만 농가 대상 동일시효로 1차 미사용 키트로 재검사
판정	기준치 (30%) 미만 시 과테로 대상	1,2차 검사 결과 모두 기준치(30%) 미만 시 과테로 대상



감사합니다.



## 별첨2. 교육자료2. 구제역 백신의 올바른 관리 및 사용(한우우)

<h3 style="text-align: center;">구제역 백신의 올바른 관리 및 사용(한우)</h3> <p style="text-align: center;">협동과제명: 원정예찰 교육 시스템 개발 협동연구기관: 재단법인 양수미래</p>	<h3 style="text-align: center;">Index</h3> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 구제역 백신의 기초</li> <li>2. 구제역 백신의 유통</li> <li>3. 올바른 백신 관리, 접종법</li> <li>4. 백신 접종 동물관리</li> <li>5. ELISA 항체 검사</li> </ol> 																												
<h3 style="text-align: center;">1. 구제역 백신의 기초</h3>	<h3 style="text-align: center;">1. 구제역 백신의 기초</h3> <h4 style="text-align: center;">1.1. 구제역(Foot and mouth disease, FMD)</h4> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 소, 돼지 등 발굽이 두개로 갈라진 동물(우체류)에서 구제역 바이러스(FMDV) 감염에 의해 발생하는 질병</li> <li>2. 감염된 동물은 입과 발굽 피부에 수포가 생기는 전파가 매우 빠른 제1종 가축전염병</li> <li>3. 세계동물보건기구(OIE) 관리 질병으로 발생시 국제 교역에 제한이 따르므로 경제적 피해가 큼</li> <li>4. 피코르나바이러스(Picornaviridae)에 속하는 외가닥의 RNA 바이러스</li> <li>5. A, O, C, Asia1, SAT1, SAT2, SAT3 등 7개의 혈청형으로 구분(교차면역 형)</li> <li>6. 소량으로도 감염을 일으키고, 공기 전파가 가능하고, 환경 저항성이 높기 때문에 질병의 전파를 막기 위한 예방적 살처분 실시</li> </ol>  																												
<h3 style="text-align: center;">1. 구제역 백신의 기초</h3> <h4 style="text-align: center;">1.2. 백신의 역할</h4> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 전파가 빠른 구제역 바이러스 특성상 <b>백신 접종을 통한 축사내 면역형성</b>이 필수적</li> <li>2. 구제역 바이러스의 감염 자체를 막아주는 것이 아니라, 백신을 맞은 가축의 체내에 형성된 면역에 의해 바이러스의 증식이 억제되기 때문에 발병에 따른 임상증상이 완화되는 동시에 바이러스의 양이 감소되어 <b>다른 가축에게 전파되는 것을 막아줌.</b></li> </ol>   <p style="text-align: center;"> <span style="color: blue;">●</span> Susceptible    <span style="color: red;">●</span> Infected    <span style="color: green;">●</span> Immune    — Disease transmission  <small>Source: GAD adaptation of NH graphic.   GAD-20-6465P</small> </p>	<h3 style="text-align: center;">1. 구제역 백신의 기초</h3> <h4 style="text-align: center;">1.3. 백신의 한계</h4> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 혈청형이 다른 경우             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 농장에 발생한 구제역 바이러스와 백신의 <b>혈청형이 다른 경우</b> 구제역이 발생할 수 있음.</li> </ul> </li> <li>2. 백신 접종을 하더라도 다음의 경우에는 구제역에 감염될 수 있음.             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 구제역 바이러스에 노출된 이후 백신을 접종한 경우</li> <li>✓ 백신접종이 적절하게 이루어지지 않은 경우</li> <li>✓ 백신접종 후 면역이 완전히 형성되기 전 바이러스가 체내에 들어온 경우</li> <li>✓ 농장이 다량의 구제역 바이러스에 오염된 경우, 그 중 면역형성이 불완전한 개체에 감염될 수 있음</li> </ul> </li> </ol> <p style="text-align: center;">❖ 철저한 백신접종 외에 소독과 차단방역을 통한 <b>농장내 바이러스 유입을 차단하는 것이 중요.</b></p>																												
<h3 style="text-align: center;">1. 구제역 백신의 기초</h3> <h4 style="text-align: center;">1.4. 국내 사용 백신 종류 및 프로그램</h4> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>제조국</th> <th>제조사</th> <th>수입회사</th> <th>백신 Type</th> <th>바이러스형질</th> <th>상시백신화기일 (종목화기일)</th> <th>적용축종 및 접종 횟수</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>영국</td> <td>Boehringer Ingelheim Animal Health</td> <td>베링거 인겔하임 동물약품</td> <td>2가(O+A)</td> <td>O/Asia, O/3039/A22/lnq</td> <td>'15.10.28 (*'13.2.18)</td> <td>• 돼지: 8주령 1차 접종, 4주후 재접종 • 번우: 2주령 1차 접종, 4주후 재접종</td> </tr> <tr> <td>러시아</td> <td>FGBI ARRIAH</td> <td>동방</td> <td>2가(O+A)</td> <td>A/Zhukovskiy(A/Asia/Sov9720131 O/Pancreas(OSEA/Asy68/2014)</td> <td>'18.3.14 (*'17.9.19)</td> <td>• 자돈, 양, 염소: 8주령 1차 접종, 4주후 재접종 • 송아지: 4개월령 1차 접종, 4주후 재접종</td> </tr> <tr> <td>아르헨티나</td> <td>Biogenesis Bago S.A</td> <td>케이사이 드</td> <td>2가(O+A)</td> <td>O1 Campes, A/24 Cnznco, A/2001/Argentina</td> <td>'19.6.3. (*'18.11.18)</td> <td>• 돼지: 8주령 1차 접종, 3-4주후 재접종 • 소: 2주령, 4개월령 1차 접종, 4주후 재접종</td> </tr> </tbody> </table>	제조국	제조사	수입회사	백신 Type	바이러스형질	상시백신화기일 (종목화기일)	적용축종 및 접종 횟수	영국	Boehringer Ingelheim Animal Health	베링거 인겔하임 동물약품	2가(O+A)	O/Asia, O/3039/A22/lnq	'15.10.28 (*'13.2.18)	• 돼지: 8주령 1차 접종, 4주후 재접종 • 번우: 2주령 1차 접종, 4주후 재접종	러시아	FGBI ARRIAH	동방	2가(O+A)	A/Zhukovskiy(A/Asia/Sov9720131 O/Pancreas(OSEA/Asy68/2014)	'18.3.14 (*'17.9.19)	• 자돈, 양, 염소: 8주령 1차 접종, 4주후 재접종 • 송아지: 4개월령 1차 접종, 4주후 재접종	아르헨티나	Biogenesis Bago S.A	케이사이 드	2가(O+A)	O1 Campes, A/24 Cnznco, A/2001/Argentina	'19.6.3. (*'18.11.18)	• 돼지: 8주령 1차 접종, 3-4주후 재접종 • 소: 2주령, 4개월령 1차 접종, 4주후 재접종	<h3 style="text-align: center;">2. 구제역 백신의 유통</h3>
제조국	제조사	수입회사	백신 Type	바이러스형질	상시백신화기일 (종목화기일)	적용축종 및 접종 횟수																							
영국	Boehringer Ingelheim Animal Health	베링거 인겔하임 동물약품	2가(O+A)	O/Asia, O/3039/A22/lnq	'15.10.28 (*'13.2.18)	• 돼지: 8주령 1차 접종, 4주후 재접종 • 번우: 2주령 1차 접종, 4주후 재접종																							
러시아	FGBI ARRIAH	동방	2가(O+A)	A/Zhukovskiy(A/Asia/Sov9720131 O/Pancreas(OSEA/Asy68/2014)	'18.3.14 (*'17.9.19)	• 자돈, 양, 염소: 8주령 1차 접종, 4주후 재접종 • 송아지: 4개월령 1차 접종, 4주후 재접종																							
아르헨티나	Biogenesis Bago S.A	케이사이 드	2가(O+A)	O1 Campes, A/24 Cnznco, A/2001/Argentina	'19.6.3. (*'18.11.18)	• 돼지: 8주령 1차 접종, 3-4주후 재접종 • 소: 2주령, 4개월령 1차 접종, 4주후 재접종																							
<h3 style="text-align: center;">2. 구제역 백신의 유통</h3> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 전입농가(소 50두, 돼지 1,000두, 염소 300두 이상)             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 지역 또는 품목 축협에서 구입(50% 보조), 자가집중 백신수령 확인 및 보조금 청구·지급 위임장 제출</li> </ul> </li> <li>2. 소규모 농가(소 50두, 돼지 1,000두, 염소 300 미만)             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 지자체(시,군)에서 공급(전액 보조)</li> <li>- 소: 공수회사 또는 위탁 수의사 접종</li> <li>- 돼지: 자가집중</li> <li>- 염소: 수의사 및 포획인력 지원</li> </ul> </li> </ol> 	<h3 style="text-align: center;">3. 올바른 백신 관리, 접종법</h3>																												

### 3. 올바른 백신 관리, 접종법

#### 3.1. 백신 구입 후 운반요령

1. 백신을 운반할 때에는 냉장(2~8°C)상태가 유지되는 차량용(휴대용) 냉장고 또는
2. 충분한 양의 얼음팩이 채워진 아이스 박스 등 이용
3. (주의사항) 드라이아이스는 사용 금지, 백신이 냉매(얼음팩)와 직접 접촉되지 않도록 주의



차량용(휴대용) 냉장고      아이스 박스      보온 가방      얼음 팩

### 3. 올바른 백신 관리, 접종법

#### 3.2. 백신 구입 후 보관요령

1. 직사광선(햇빛)이 들지 않는 냉장(2~8°C)상태가 유지되는 동물약품 보관 전용 냉장고에 보관
2. 냉장고에 온도가 설치되어 매일 확인
3. **백신이 냉장고 밖에 묻지 않도록 5cm 이상 떨어지게 보관** - 얼지 않도록 주의
4. 유통기한이 짧은 백신은 앞쪽에 보관하여 신선순출(First In First Out) 관리



온도에 설치된 동물약품 전용 일반 냉장고      저온 온도 기록장치가 장착된 냉장고

### 3. 올바른 백신 관리, 접종법

#### 3.3. 백신 취급 주의사항

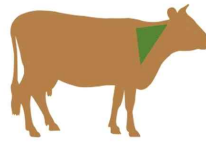
1. 직사광선을 피하고 냉장(2~8°C)상태가 유지되어 있는지 확인
  - ✓ 얼어 있지 않은지, 송발리(오른쪽 사선 환적) 확인
2. 접종하기 전 상온(15~25°C)에 1시간 정도 놓아 두었다가 바로 사용 (햇빛이 들지 않는 곳에서)
  - ✓ 구체적인 백신은 오일성분을 포함하고 있어, 낮은 온도에서는 백색하여 접종에 어려움이 있을 수 있음
  - ✓ 팔은 수포는 적정 온도를 맞추기 어렵고, 물에 의한 오염 등이 발생할 수 있으므로 사용 금지
3. 백신접종 전에 기포가 생기지 않도록 병을 완전히 휘, 아래로 흔들어 고르게 섞어 사용
4. 한번 개봉한 백신은 즉시 사용, 바로 사용이 어려운 경우 반드시 냉장 보관된 24시간 이내 사용



### 3. 올바른 백신 관리, 접종법

#### 3.4. 접종법

1. 소, 사슴, 염소: 어깨 앞부분 목 근육에 접종
2. 접종할 때 주사바늘이 비스듬할 경우에는 지방층에 백신이 주입될 수 있으므로, 반드시 수직이 되도록 하여 접종.



어깨앞쪽 근육에 접종



수직이 되도록 근육 안에 정확하게 주입

### 3. 올바른 백신 관리, 접종법

#### 3.4. 접종법

1. 1두 1침 원칙 준수
  - ✓ 1침으로 여러 마리 접종시 주사침 오염이 심해지고 봉독해져 접종 부위가 손상되어 염증으로 이상육이 발생할 수 있음
  - ✓ 구체적인 백신의 올바른 효능 발현 및 미세질질 발생두수 감소를 위해 필수적
4. 폐중에 적합한 주사바늘 사용

체중	7~25kg	25~50kg	50~100kg	100kg 이상
침의 길이	60mm	50~60mm	50~70mm	50~70mm
침의 굵기	1.1mm	1.1mm	1.0mm~1.05mm	1.1mm



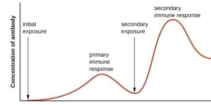
사용된 주사침      1두 사용 주사침      5두 사용 후 주사침

### 3. 올바른 백신 관리, 접종법

#### 3.5. 접종 프로그램

1. 송아지: (케이사이드, 동방) 1차 접종 4개월령, 4주 후 2차접종 (베링거인겔하임) 1차 접종 2주령, 4주 후 2차접종
2. 재접종: 매 6개월 마다 접종

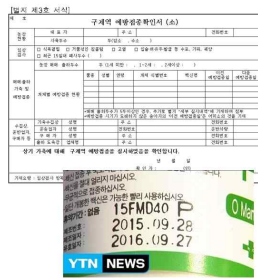
- ✓ 1차 백신접종 시 모체이행항체 간섭이 있을 수 있으므로, 2차 접종을 통한 면역반응 증가, 항체 지속기간 유지 필요.
- ✓ 각 개체의 정확한 접종시기에 접종해야 함.



### 3. 올바른 백신 관리, 접종법

#### 3.6. 접종 기록

1. 쇠고기 이력제 위탁기관(지역 축협 등)에 통보하여 이력관리시스템에 예방접종 실시일자 입력
2. 거래시 구제역 예방접종 확인시 발급
  - ✓ 접종 백신명, 제조번호, 백신사용량 등을 기록하여, 항체 미달시 농가에서 백신 접종 기록에 대한 객관적인 자료 준비가 필요함.



→ 백신 접종법, 프로그램의 정확한 준수를 위한 숙련자 또는 농장 책임자의 백신 접종 관리가 필요.

## 4. 백신접종 동물관리

### 4. 백신접종 동물관리

- ✓ 백신 접종 전, 동물은 가능한 안정을 시키고, 주위를 조용하게 유지.
- ✓ 안개분무기나 스프링클러 사용 등으로 접종 대상 동물이 젖어 있을 경우에는 접종부위가 새건 후에 오일 될 수 있으므로 반드시 접종부위가 마른 후에 접종.
- ✓ 접종한 동물은 반드시 표식(스프레이트 등 사용)을 하고, 백신 접종이 완료된 누락된 개체가 없는지 확인 하여 접종여부가 의심스러운 개체는 추가 접종
- ✓ 주사부위에 백신이 새어나오는 경우 재접종 필요.



https://www.jes.com/article/21348001

## 5. ELISA 항체검사

5. ELISA 항체검사

5.1. 구제역 항체검사

1. 구제역 바이러스에 대한 항체 측정방법

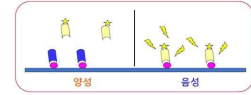
① 중화항체법: 생바이러스 중화(바이러스 활성을 억제)하는 가짐 현상내 항체 수준 평가  
정량평가 가능, 3~4일 소요, BL3 차폐시설에서만 가능

② ELISA법: 분획화 재조합 단백질을 이용하여 가짐 현상내 항체 유/무 평가  
정성 평가, 3시간 소요, 일반 BL2 시설에서 가능, 상용화 키트

2. 백신 항체가 예측을 위해 ELISA 검사법 실시

5. ELISA 항체검사

5.2. ELISA 검사



1. ELISA 검사법의 원리

: 분획화 구제역바이러스와 검체 내 항체 사이의  
항원-항체 결합반응을 이용하여 항체유무 확인

2. 백신 항체 진단결과 개선

구분	기존(2019년 까지)	개선(2020.1월 부터)
1차 검사법	프리오닉스 키트	프리오닉스 또는 메디안티노스덕 키트
2차 검사법	-	1차 검사 기준치(30%) 미만 농가 대상 동일시료로 1차 미사용 키트로 재검사
판정	기준치 (30%) 미만 시 과태료 대상	1,2차 검사 결과 모두 기준치(30%) 미만 시 과태료 대상

표본관리장  
구제역 백신 도입후 관리방법서 - "항체검사"는 동일 배양 배양 후 실시



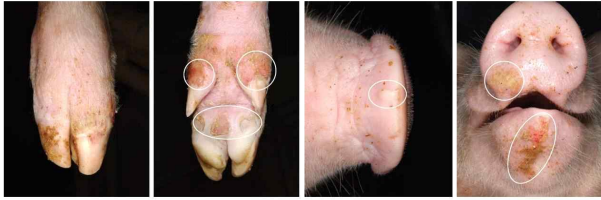
감사합니다.

별첨3. 교육자료3. 혈청예찰의 이해

<h2 style="text-align: center;">혈청 예찰의 이해</h2> <p style="text-align: center;">협동과제명: 혈청예찰 교육 시스템 개발 협동연구기관: 재단법인 양수미래</p>	<h3 style="text-align: center;">Index</h3> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 구제역 이란?</li> <li>2. 구제역 진단 원리와 절차</li> <li>3. 구제역 혈청 예찰</li> <li>4. 백신 항체가 예찰</li> </ol> 
<h2 style="text-align: center;">1. 구제역 이란?</h2>	<h3>1. 구제역 이란?</h3> <h4>1.1. 개요</h4> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 소, 돼지 등 발굽이 두개로 갈라진 동물(우제류)에서 구제역 바이러스(FMDV) 감염에 의해 발생하는 질병</li> <li>2. 감염된 동물은 입과 발굽 피부에 수포가 생기는 전파가 매우 빠른 제1종 가축전염병</li> <li>3. 세계동물보건기구(OIE) 관리 질병으로 발생시 국제 교역에 제한이 따르므로 경제적 피해가 큼</li> <li>4. 피코르나바이러스과(Picornaviridae)에 속하는 외가닥의 RNA 바이러스</li> <li>5. A, O, C, Asia1, SAT1, SAT2, SAT3 등 7개의 혈청형으로 구분(교차면역 형)</li> <li>6. 소량으로도 감염을 일으키고, 공기 전파가 가능하고, 환경 저항성이 높기 때문에 질병의 전파를 막기 위한 예방적 살처분 실시</li> </ol>  
<h3>1. 구제역 이란?</h3> <h4>1.2. 돼지에서 임상증상</h4> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 걷기 힘들어하고(파행 증상), 발굽의 심한 병변과 고통으로 인해 제대로 서거나 걷지 못하고 걸쭉거리거나 무릎을 꿇고 기어 다닌다.</li> <li>2. 발굽의 수포가 파열되어 피부가 벗겨진 자리에 세균에 의한 2차감염이 일어나고 이로 인해 발톱이 탈락되기도 한다.</li> <li>3. 입 주변의 수포 형성은 소의 경우처럼 전행하지는 않으나, 콧관등에는 큰 수포가 형성되며 쉽게 터지는 경우가 많다. 모든 경우 유두 및 유방의 수포를 관찰할 수 있다.</li> <li>4. 새끼 돼지의 폐사율은 50% 정도이며 때로는 성돈도 폐사한다.</li> </ol>	<h3>1. 구제역 이란?</h3> <h4>1.2. 돼지에서 임상증상</h4> <p style="text-align: right;">농림축산검역본부</p>    <p style="text-align: center;"> <span>코대위 물집(화살표)</span>    <span>귀대위 물집(화살표)</span>    <span>유방 표면 터진 물집(화살표)</span> </p>    <p style="text-align: center;"> <span>젖꼭지에 물집(화살표)</span>    <span>발굽사이 물집(화살표)</span>    <span>머느리 발톱 및 제관 미 괴양</span> </p>
<h3>1. 구제역 이란?</h3> <h4>1.2. 돼지에서 임상증상</h4> <p style="text-align: right;">농림축산검역본부</p>   <p style="text-align: center;"> <span>발가락 사이 괴양(화살표)</span>    <span>뺨바닥 터진 물집 및 괴양</span> </p>    <p style="text-align: center;"> <span>발굽 밑바닥</span>    <span>발굽 밑바닥</span>    <span>발굽 위부분 괴양(화살표)</span> </p>	<h3>1. 구제역 이란?</h3> <h4>1.2. 돼지에서 임상증상</h4> <p style="text-align: right;">농림축산검역본부</p>   <p style="text-align: center;"> <span>발가락 사이 괴양(화살표)</span>    <span>뺨바닥 터진 물집 및 괴양</span> </p>    <p style="text-align: center;"> <span>발굽 밑바닥</span>    <span>발굽 밑바닥</span>    <span>발굽 위부분 괴양(화살표)</span> </p>
<p style="text-align: center; font-size: small;">FOOT AND MOUTH DISEASE (FMD), Pocker, Guide, Domestic Swine, August 2015(Jowa State University)</p> <h3>1. 구제역 이란?</h3> <h4>1.3. 돼지에서 감염 일차별 증상(2일차)</h4> <p>- 제관 띠 부어오름, 발바닥 물집, 머느리 발톱, 발가락 사이 터진 물집</p>     <p style="text-align: center;"> <span>제관 띠 부어 오름</span>    <span>뺨바닥 물집과 머느리 발톱 터진 물집</span>    <span>아랫 입술 끝부분 미란</span>    <span>발가락 사이 물집</span> </p>	<p style="text-align: center; font-size: small;">FOOT AND MOUTH DISEASE (FMD), Pocker, Guide, Domestic Swine, August 2015(Jowa State University)</p> <h3>1. 구제역 이란?</h3> <h4>1.3. 돼지에서 감염 일차별 증상(3일차)</h4> <p>- 제관 띠 부어오름, 물집 터짐, 비강 위 및 아랫 입술 물집</p>     <p style="text-align: center;"> <span>시간경 피부 열증과 제관 띠 부어 오름</span>    <span>뺨바닥 과 머느리 발톱 터진 물집</span>    <span>비강 위 물집</span>    <span>아랫 입술 물집 및 미란</span> </p>

1. 구제역 이란?

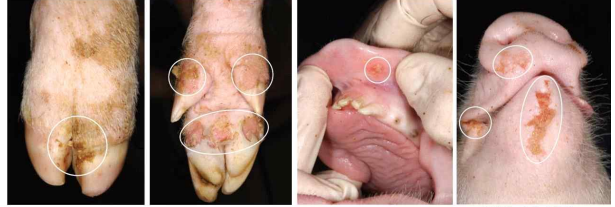
1.3. 돼지에서 감염 일차별 증상(4일차)  
- 제관 띠 피부 오름, 물집 터진 부위 궤양 및 미란, 비경위 물집



제관 띠 피부 오름, 터진 물집 부위 궤양 및 미란, 비경 위 물집, 아랫 입술과 비경 섬유성 미란

1. 구제역 이란?

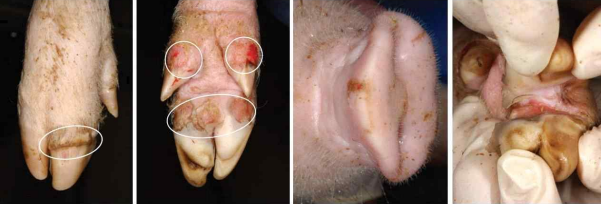
1.3. 돼지에서 감염 일차별 증상(6일차)  
- 제관 띠 괴사 및 딱지, 물집 터진 부위 미란 및 심부 궤양



제관 띠 괴사 및 딱지 형성, 발바닥과 머느리 발톱 제관에 여러 개 심부 궤양, 비경 섬유소 침착과 미란, 아랫 턱, 비경 아랫쪽, 입꼬리 부분 궤양 및 미란

1. 구제역 이란?

1.3. 돼지에서 감염 일차별 증상(7일차)  
- 제관 띠 괴사 및 궤양, 비경 위 터진 물집



제관 띠 괴사 및 궤양 형성, 발바닥과 머느리 발톱 제관에 여러 개 심부 궤양, 비경 위 부분 터진 물집, 발굽 사이 제관 띠 궤양

1. 구제역 이란?

1.3. 돼지에서 감염 일차별 증상(19일차)  
- 발굽 탈락, 새로운 발굽 성장, 터진 물집 치유



발굽 탈락과 제관 띠 괴사 및 새로운 발굽 성장, 양쪽 발굽벽 탈락과 괴사 및 궤양, 비경 터진 물집 치유, 양쪽 발굽벽 탈락과 괴사 및 궤양

1. 구제역 이란?

1.3. 돼지에서 감염 일차별 증상(26일차)  
- 발굽 탈락 및 새로운 발굽 성장, 아랫 턱 미란 치유



발굽 탈락과 제관 띠 괴사 및 새로운 발굽 성장, 양쪽 발굽벽 탈락과 괴사 및 궤양, 아랫 턱, 입꼬리 미란 치유, 양쪽 발굽벽 탈락과 괴사 및 궤양

1. 구제역 이란?

1.4. 돼지에서 임상증상 관찰 요령

순서	임상 증상	여부	
		○	×
1	기운이 없어 보입니까? (의기소침, 원훈, 활력저하)		
2	사로 급여량이 줄었습니까? (식욕부진)		
3	체온이 상승하였습니까? (정상체온 38°C)		
4	발굽의 고통으로 서거나 걷지 못하고 절뚝거리거나 무릎으로 기어다니지 않습니까?		
5	발굽의 물집(수포)이 파열되어 피부가 벗겨지거나 발톱이 탈락되지 않았습니까?		
6	발굽에 흰색막이 있습니까?		
7	입주변에 물집이 있거나 꺾은 부분에 큰 물집이나 터진 흔적이 있습니까?		
8	발굽, 윗발, 꼬리에 가피(딱지)가 형성되었습니까?		
9	어린돼지가 증상없이 갑자기 죽은 경우가 있습니까?		
10	주저 않아 일어나지 않습니까?		

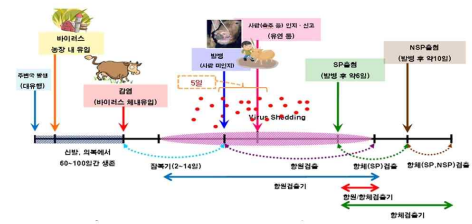
1. 구제역 이란?

1.4. 돼지에서 임상증상 관찰 요령

순서	임상 증상	여부	
		○	×
1	기운이 없어 보입니까? (의기소침, 원훈, 활력저하)		
2	사로 급여량이 줄었습니까? (식욕부진)		
3	체온이 상승하였습니까? (정상체온 38°C)		
4	발굽의 고통으로 서거나 걷지 못하고 절뚝거리거나 무릎으로 기어다니지 않습니까?		
5	발굽의 물집(수포)이 파열되어 피부가 벗겨지거나 발톱이 탈락되지 않았습니까?		
6	발굽에 흰색막이 있습니까?		
7	입주변에 물집이 있거나 꺾은 부분에 큰 물집이나 터진 흔적이 있습니까?		
8	발굽, 윗발, 꼬리에 가피(딱지)가 형성되었습니까?		
9	어린돼지가 증상없이 갑자기 죽은 경우가 있습니까?		
10	주저 않아 일어나지 않습니까?		

1. 구제역 이란?

1.6. 감염기간 별 특징



2. 구제역 진단 원리와 절차

2. 구제역 진단 원리와 절차

2.1. 유사질병과 감별 진단

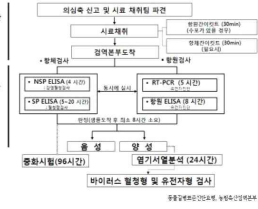
※ 구제역 감별진단 대상 질병 중요 특성 대비표

질병	발열	식욕	유방	침실	수포	유전	의상	입맛	발정	발정	발정	발정	발정	발정	발정	발정	발정	발정
구제역	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
소아마비	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
소상설사	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
유두염	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
전염성비	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
기간성 (BSA)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
아미라라기	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
유형열	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
제왕열	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
부채열	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
수포성내염	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
수포성내염	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
수포성내염	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
수포성내염	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
수포성내염	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

발열: ○ 특이증상, ○ 중증, △ 경증, × 중상임증, - 확인된 발정(관련없음)

2. 구제역 진단 원리와 절차  
2.2. 구제역 의사환축의 검사과정

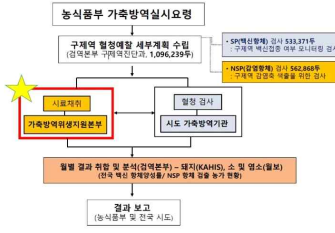
1. 시료 채취 시, 현장에서 항원, 항체 간지프트 검사 진행
2. 시료 검역본부 도착 후 항원검사(RT-PCR, 항원 ELISA), 항체검사(NSP, SP ELISA 진행)
3. 바이러스 분리 후 VP1 유전자 분석(지역형, 유전형), FMDV 전체 유전자 분석  
→ 혈청형 감별



3. 구제역 혈청 예찰

3. 구제역 혈청 예찰  
3.1. 혈청 예찰 체계

1. 혈청 예찰 목적(OIE)
  - A. 바이러스 (순환) 부재 입증
  - B. 백신접종 효과 모니터링
  - C. 의심축에 대한 확진
  - D. 혈청검사 예찰자료 확보



3. 구제역 혈청 예찰  
3.2. 예찰 세부기준(통계예찰)

- 통계예찰
  - ✓ 구제역 감염예측 및 정경로 지위 확립을 위한 통계자료 확보 목적
  - ✓ 검사대상: 전국의 한·육우(50두 미만) 농가(5%) 및 염소 농가(5%)
  - ✓ 농가선정: 총화 2단계 표본 추출 후 개별별 검사 (99%신뢰수준)
  - ✓ 개체선정: 구제역 백신접종횟수가 적은 어린 연령 개체 위주 검사 (접종횟수 5회 미만 혹은 2년생 이하)
  - ✓ 검사방법: 스크리닝 및 확인 검사(가축방역기관(NSP ELISA, 항원검사 등))  
두가지 NSP항체 진단키트에서 모두 양성인 경우, 최종 양성 판정

3. 구제역 혈청 예찰  
3.2. 예찰 세부기준(통계예찰과 목적예찰)



3. 구제역 혈청 예찰  
3.3. 예찰 세부기준(목적예찰)

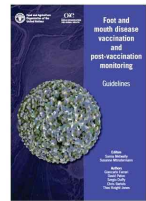
- 목적예찰
  - ✓ 검사대상: 의뢰검사, 젖소 농장, 한·육우 전업농가(50두 이상), 돼지 농장, 돼지 도축장, 종돈장(전국 종돈장 번식돈 및 사육단계별 돼지), 종축장, 야생동물, 바이러스 순환, NSP항체 양성축 추적 조사 등
    - (진기) 젖소농장 및 한·육우 전업농가(50두 이상)년1회 예찰
    - (돼지, 농장) 50두 이상 사육농가(19두 년 2회), 50두 미만(16두, 년1회), 위탁(19두, 년 1회)
    - (돼지, 도축장) 비육돈(16두, 년2회)
    - (소)종축장예찰: 검사되던 검사두수 2배 확대, 년2회 (시험소에서 NSP 항체 검사 후 동일 시료로 검역본부에서 SP항체 검사 수행)
    - (야생동물) 검사장화: (야생멧돼지) 포획된 돼지연방시료 환용, (야소) 전역시료 환용
  - ✓ 검사방법: NSP ELISA
  - ✓ 스크리닝 검사: 가축방역기관(의뢰검사, 돼지 농장 및 도축장, 야생동물, 종돈장, 종축장), 검역본부(의뢰검사, 야생동물)
  - ✓ 확인검사: 가축방역기관 또는 검역본부(바이러스 순환 및 NSP 양성축 추적조사, ELISA 및 항원검사)

3. 구제역 혈청 예찰  
3.4. 예찰 세부기준(백신 항체양성률 조사)

- 백신 항체양성률조사
  - ✓ 구제역 의무 예방접종 대상인 소, 돼지, 염소를 대상으로 검사
  - ✓ 검사대상
    - (소) 도축장 1두, 농장 5두, 종축장 년2회 (진기) 젖소 및 한·육우 전업농가(50두 이상)년1회 예찰
    - (돼지, 농장) 50두 이상(19두 년 2회), 50두 미만(16두, 년1회), 위탁(19두, 년 1회)
    - (돼지, 도축장) 비육돈(16두, 년2회)
    - (돼지, 종돈장) 번식돈(24-30두) 및 사육단계별(60-40두)
    - (염소) 농가별 5두(통계예찰 시료)검사
  - ✓ 확인검사 대상: 소 80% 미만, 염소 및 번식돈 60% 미만, 비육돈 30% 미만 양성 판정농가 확인검사 (16두) 수행
  - ✓ 검사방법: SP ELISA (가축방역기관, 검역본부)

3. 구제역 혈청 예찰  
3.5. 상시예찰과 모니터링

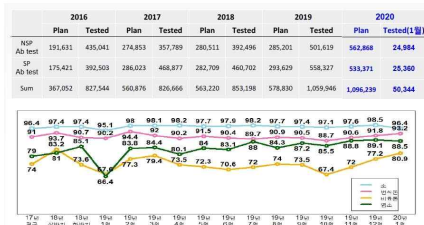
1. 상시예찰: 구제역 혈청 예찰 세부계획에 따라 연간 상시적으로 수행하는 혈청검사
  - 구제역 감염예측 및 바이러스 순환 여부 조사를 위한 NSP 예찰
  - 구제역 백신접종 여부 평가를 위한 SP 예찰
2. 모니터링(Post-vaccination Monitoring): 백신 프로그램의 현장적용 평가
  - PCP(Progressive control pathway)-FMD의 일환으로 FAO-OIE에서 Post vaccination monitoring system에 대한 가이드라인 제시
  - 최근 유행하는 아외바이러스를 격멸하여 현재 사용중인 상시백신주가 현장에서 효과적으로 작용하는지에 대한 상시백신주의 현장효능평가 검증 시스템



3. 구제역 혈청 예찰  
3.6. 구제역 혈청 예찰 물량

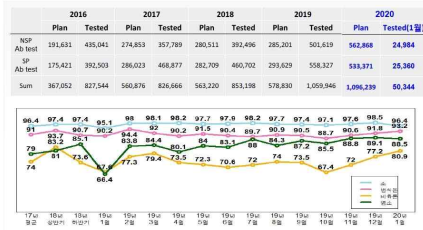


3. 구제역 혈청 예찰  
3.7. 구제역 백신 항체(SP항체) 양성률 현황(추이)



### 3. 구제역 혈청 예찰

#### 3.7. 구제역 백신 항체(SP항체) 양성을 현황(추이)

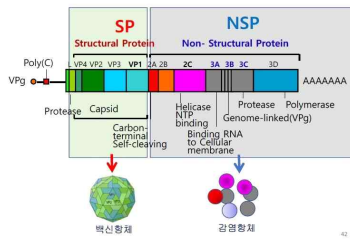


### 4. 백신 항체가 예찰

### 4. 백신 항체가 예찰

#### 4.1. SP 항체

- ✓ 구조 단백질(Structure Protein)에 대한 항체가 검사
- ✓ 감염 4-7일내에 항체 검출
- ✓ 월청형(7형)별 검사
- ✓ 백신축과 감염축 감별 불가
- ✓ 백신접종 현황 조사를 위해 사용



### 4. 백신 항체가 예찰

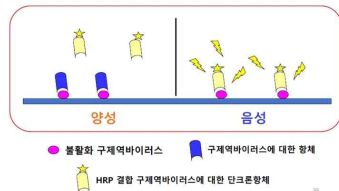
#### 4.2. SP 항체 검사법

진단법	바이러스 중화시험	LPBE	SPCE
검사소요시간	3-4일	2일	3시간
진단항원	Live virus	불활화 바이러스(중공항원)	불활화 바이러스-제조항원백질
검사방법	희석된 혈청을 세포에 접종 배양 후 CPE 확인	혈청을 16시간 반응 후 항체여과 확인	항원이 미리 고정된 플레이트에 혈청을 반응시켜 결과 확인
진단항체	Polyclonal antibody	Polyclonal antibody	Polyclonal Antibody / Monoclonal Antibody
결과	정량평가(역가측정)	정성 및 정량 평가	정성평가(양/음성)
진단키트 (상용화)	-	in-house method	PhioCHECK (O, A, Asia, Thermofisher, 미국) 메디안 디노스틱(O, 국내)
특기사항 (경단품)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Live virus 이용</li> <li>• BL3에서만 가능</li> <li>• 콜레라트림 사용 필요</li> <li>• 세포 및 바이러스 배양 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 일반 BL2 실험실</li> <li>• 콜레라트림 사용 필요</li> <li>• 모든 월청형 가능</li> <li>• 결과판차크 표준화 어려움</li> <li>• 사용하기 번거로움</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 일반 BL2 실험실</li> <li>• 콜레라트림 사용 필요</li> <li>• 개별 월청형 불충분 가능</li> <li>• 용액 수렴 가능</li> </ul>
OIE 동재년도	1976	1986	2003

### 4. 백신 항체가 예찰

#### 4.3. SP ELISA 원리

- ✓ 불활화 구제역바이러스와 검체 내 항체 사이의 항원-항체 결합반응을 이용하여 항체유무 확인
- ✓ 검사 Kit의 양성/음성 판정 기준에 따라 항체 유/무 판단
  - ① PI (Percentage Inhibition) ≥ 50% 양성 (프라이오체크)
  - ② SN (Sample to negative) ratio ≤ 0.6 양성 (메디안디노스틱)



### 4. 백신 항체가 예찰

#### 4.4. SP ELISA 키트 비교

진단키트	바이오노트	Prionics	메디안 디노스틱
ELISA Method	Competitive ELISA	Blocking ELISA	Blocking ELISA
항원	Rec. FMDV Type O SP coated (O-Inchem-2014) Q/SEA/Mye98	FMDV Type O Antigen (virus) (O1-Marian)	FMDV/PI3C-O Antigen (O-Chungju-2000) Panasa
sample	25ul	25ul	25ul
Detector	mAb α-FMDV Type O-HRP conc.	mAb α-FMDV Type O-HRP conc.	mAb α-FMDV Type O-HRP conc.
Test step	3step 결체 + Det.(37°C, 30min) → 가질액 → 반응정지	2step 결체(RT, 1hr) → Det.(RT, 1hr) → 가질액 → 반응정지	3step 결체(RT, 1hr) → Det.(RT, 1hr) → 가질액 → 반응정지
Total testing time	120 min	120 min	120 min
Calculation	$PI = \frac{1 - OD_{sample}}{1 - OD_{control}} \times 100$	$PI = \frac{100 - OD_{sample}}{100 - OD_{control}} \times 100$	$SN = \frac{OD_{sample}}{OD_{control}}$
Interpretation of the result	양성 PI ≥ 50 음성 PI < 50	양성 PI ≥ 50 음성 PI < 50	양성 SN ≥ 0.6 음성 SN < 0.6
용액허가일	진행 중	'14.	'19.1

감사합니다.

별첨4. 교육자료4. “구제역 백신의 올바른 관리와 접종” 동영상 콘텐츠 개발

 <p><b>구제역 백신의 올바른 관리와 접종</b></p> <p>(제)양수미래, 한국양돈수의사회, 서울대학교 산학협력단</p>	 <p>구제역 백신의 올바른 접종과 관리는 어떻게 해야 할까요?</p>				
 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 생산부터 최종 사용전까지 백신보관의 적정 온도를 유지</li> <li>· 너무 높은 온도나 낮은 온도, 빛 등은 백신의 효과를 낮추는 결과를 유발</li> <li>· 적정온도를 유지 하기위해, 백신은 냉장 보관</li> </ul>	 <p>음식들과 함께 보관하면 잦은 개폐로 온도 유지 불리함</p>				
 <p>소,사슴 염소는 어깨부위 근육에 접종하고, 돼지는 목이나 둔부 근육에 접종</p>	 <p>오일성분을 포함 낮은 온도에서 접종이 어려움</p>				
<p>구제역 백신의 정확한 접종을 위해서 (수액세트 연결줄 사용)</p>  <table border="1"> <tr> <td><b>장점</b></td> <td>1. 정확한 양을 접종할 수 있다. 2. 근육부위 외에 약액이 들어가는 것을 예방할 수 있다.</td> </tr> <tr> <td><b>단점</b></td> <td>1. 작업과정이 늘어 느리다. 2. 공기를 빼는 과정에 약액의 손실이 있다.</td> </tr> </table> <p>근육량에 적정량이 완전히 주입할 수 있도록 천천히 접종</p>	<b>장점</b>	1. 정확한 양을 접종할 수 있다. 2. 근육부위 외에 약액이 들어가는 것을 예방할 수 있다.	<b>단점</b>	1. 작업과정이 늘어 느리다. 2. 공기를 빼는 과정에 약액의 손실이 있다.	 <p>접종이 의심스러운 개체는 추가접종을 실시</p>
<b>장점</b>	1. 정확한 양을 접종할 수 있다. 2. 근육부위 외에 약액이 들어가는 것을 예방할 수 있다.				
<b>단점</b>	1. 작업과정이 늘어 느리다. 2. 공기를 빼는 과정에 약액의 손실이 있다.				
 <p>구제역 예방접종확인서를 발급해 휴대 해야 하며,</p>	 <p>철저한 차단방역과 정확한 두번의 백신 접종으로 구제역 발생을 예방 합니다</p>				



별첨5. 백신 접종 기록(백신카드 관리 방안) 체크리스트 작성 및 배포

## 구제역 백신 접종 체크리스트

점검 항목	세부점검 내용	적합	부적합																				
		○	X																				
접종 전 백신 관리	· 직사광선이 들지 않는 냉장(2~8℃) 상태가 유지되는 동물약품 보관 전용 냉장고에 보관 여부																						
	· 유통기한이 짧은 백신을 먼저 사용하는 선입선출 여부																						
	· 접종 전 백신의 동결, 층분리 확인 여부																						
접종시 관리	· 1두 1침 사용 여부 (돼지의 경우 1침 5두 이내)																						
	· 체중에 적합한 주사바늘을 사용하여 근육에 접종 여부																						
	<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="5" style="background-color: #333; color: white; text-align: left;">축종에 맞는 주사바늘 사용 권장</th> </tr> <tr> <th style="font-size: small;">축종</th> <th style="font-size: small;">7-25kg</th> <th style="font-size: small;">25-60kg</th> <th style="font-size: small;">60-100kg</th> <th style="font-size: small;">100kg이상</th> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">돼지</td> <td style="font-size: small;">19G</td> <td style="font-size: small;">19-18G</td> <td style="font-size: small;">18-17G</td> <td style="font-size: small;">18-17G</td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">길이</td> <td style="font-size: small;">1 인치</td> <td style="font-size: small;">1 인치</td> <td style="font-size: small;">1 또는 1½ 인치</td> <td style="font-size: small;">1½ 인치</td> </tr> </table>	축종에 맞는 주사바늘 사용 권장					축종	7-25kg	25-60kg	60-100kg	100kg이상	돼지	19G	19-18G	18-17G	18-17G	길이	1 인치	1 인치	1 또는 1½ 인치	1½ 인치		
	축종에 맞는 주사바늘 사용 권장																						
	축종	7-25kg	25-60kg	60-100kg	100kg이상																		
	돼지	19G	19-18G	18-17G	18-17G																		
길이	1 인치	1 인치	1 또는 1½ 인치	1½ 인치																			
· 각 개체에 정확한 접종시기 접종 여부 * 모돈 분만 3~4주전, 웅돈 6개월 간격, 자돈 1차 8주령, 2차 12주령																							
· 접종 백신명 확인																							
· 접종 백신 제조번호 확인																							
· 접종 백신 유효기간 확인																							
접종 후 관리	· 접종 기록 여부																						

**(재)양수미래 한국양돈수의사회 서울대학교산학협력단**  
후원 : 대한한돈협회

\* 본 인쇄물은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원(가축질병대응기술개발사업)의 지원 (과제번호 : 319096-2을 받아 개발되었음

나. 한국양돈수의사회 교육지도 : 국내 양돈 농가 구제역 백신 접종 현황 설문조사

국내 양돈 농가 구제역 백신 접종 현황 설문조사

한국양돈수의사회  
전 ○ 동

(1) 배경 및 필요성

- 지난 10년동안 구제역(Foot and mouth disease, FMD) 관리 및 근절을 위해서 많은 노력을 기울여 왔다. 구제역 통제를 위해 가장 중요한 요소 중 하나가 예찰 활동이다. 예찰활동은 청정화 사실을 확증하거나 위험성 분석을 위한 데이터를 제공하는 필수 요소이며, 방역조치에 대한 합리적인 근거를 제시한다.
- 세계동물건강기구(World Organization Animal Health, OIE)와 유엔식량농업기구(Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO)는 구제역 백신 접종과 백신접종 후 예찰 지침서(Foot and mouth disease vaccination and post-vaccination monitoring guidelines)를 통해 구제역 백신 접종 프로그램을 통제 절차의 다양한 단계에 대한 안내와 평가방법을 제시하고 있다.
- 구제역 발병국은 공식적인 관리계획을 수립하고, 이에 대해 OIE의 인증에 따라 백신 청정국, 비백신 청정국으로 점진적 구제역 청정화가 진행된다. 이를 위해 OIE의 기준을 준수하여 능동예찰을 적극적으로 수행하고 그 결과를 평가해야 한다.  
이를 위해 국내 양돈농장에 대해서도 지속적인 예찰이 이루어지고 있다. 국내에서 진행중인 예찰은 적극적인 능동예찰의 일환으로 크게 임상예찰과 혈청예찰로 구분되며, 구제역 감염 여부를 확인하는 NSP 항체검사와 백신접종 여부와 백신항체양성율을 조사하기 위해 SP항체검사를 실시하고 있다. 그리고 ‘가축전염병예방법’ 제3조 ①항에 따라 백신 항체 양성율이 기준 이하일 경우 과태료를 부과하고 있다.(백신항체양성율 기준 : 번식용 돼지 60%이상, 육성용 돼지 30%이상) 그러나 농장에 따라 백신항체양성율이 다양하게 나타나고 일부 농장에서는 목표에 미달하는 경우가 발생하고 있다.
- 국내 양돈농가에 대한 설문조사를 통해 농장별 구제역 백신접종과 관련된 상황을 조사하여 백신항체양성율이 높은 농장과 낮은 농장의 차이를 확인하고, 이를 이용하여 가장 적합한 구제역 백신접종 방법과 주의사항을 확인하여 구제역 통제를 위한 정확한 항체형성을 위한 지침을 만들고자 한다.

## (2) 조사 방법

국내 농장의 현황을 확인하기 위한 설문조사 항목을 만들었다.

### ○ 주요 설문조사 항목

1. 농장의 일반 사항- 사육형태, 백신 접종시기 및 방법, 사용한 백신의 종류 등
2. 구제역 백신의 접종 전 관리
3. 구제역 백신 접종 시 관리
4. 구제역 백신 접종 후 관리

### ○ 설문조사 대상 농장

설문조사는 농가 또는 농장을 관리하는 수의사를 통해 조사하고 있으며, 백신접종에 따른 양성을 차이의 원인을 확인하기 위해 SP 항체양성율이 양호한 농장과 저조한 농장을 구분하여 조사하고 있다.

1. 구제역 백신 SP 항체양성율 양호 농장 : 40~50농가
2. 구제역 백신 SP 항체양성율 저조 농장 : 20~30농가

## (3) 향후 진행 계획

농장에 대한 설문조사 결과를 분석하여 백신항체양성율 차이와 유의적인 관련이 있는 요소를 분석할 예정이다. 이를 통해 백신항체양성율을 낮추는 요소를 확인하고 가장 적합한 구제역 백신 접종 방법에 관한 교육자료를 개발할 계획이다.

(4) 본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원 (가축질병대응 기술개발사업)의 지원(과제번호: 319094-2)을 받아 연구되었음

가. 역학계산 시스템 개발

- 역학계산 시스템 개발 및 시험 절차를 완료하고 기술문서 3종 ① 역학계산 시스템 구현설명서, ② 역학계산 시스템 시험절차 결과 및 사용자 매뉴얼, ③ 역학계산 시스템 테이블 명세서를 제출함
- 역학계산 시스템 프로그램 등록 완료(프로그램 번호 : C-2020-053559 )
- 역학계산 시스템은 가축방역 관련 연구자 및 공무원이 현업에서 자주 계산하여야 할 여러 계산식을 자동으로 계산할 수 있도록 시스템을 구현
- 아래 표와 같이 10가지 기능을 웹 기반 시스템으로 구현

기능 구조		기능 설명
역학연구	단일 비율 추정	모집단에서 요인의 빈도를 결정하기 위한 표본 크기를 계산. 90 % ~ 99.99 %의 신뢰 수준에 대한 표본 크기가 제공.
	코호트 연구	임상 시험을 포함하여 타의 추종을 불허하는 단면 및 코호트 연구에 대한 샘플 크기를 계산.
	환례 대조군 연구	타의 추종을 불허하는 사례 대조 연구를 위해 표본 크기를 계산.
난수생성	난수 생성	주어진 범위 내에서 지정된 수의 '무작위'정수를 생성.
통계적 유의성 검사	두 집단 t검정	두 개의 독립적인 샘플의 평균을 비교. 각 표본 그룹의 원하는 신뢰 구간, 표본 크기, 평균 및 표준 편차 (또는 표준 오차)를 입력하면 두 표본 평균 간의 유의한 차이를 테스트.
	카이제곱 검정1	가능한 위험 요소 ( '노출')와 결과 ( '질병') 사이의 연관성을 평가하기 위해 사용하는 기능.
	카이제곱 검정2	값이 2 개 이상인 변수 (예 : 3 개 질병 및 3 개 혈액형) 간의 연관성을 테스트. 결과는 결과가 한계 합계만으로 예상되는 것과 다른지 여부를 테스트하는 카이 제곱 테스트.
	짜지은 자료	정의된 특성에 대해 1 : 1로 일치하는 사례 및 대조군 쌍은 위험 요인에 대한 노출을 평가하고 한 쌍의 가능한 4 가지 결과 조합을 추정.
범주형/연속성 데이터 요약	단일비율 신뢰구간	노출 길이, 노출 된 사람, 측정중인 이벤트 수를 기반으로 데이터를 분석하는 데 사용.
	단일평균 신뢰구간	표본 평균에 대한 신뢰 구간을 계산하는데 사용.

# (1) 역학계산 시스템 구현 설명서

## 역학계산시스템

### 구현설명서

2021.01.17

Invako 인포벨리코리아

## 목 차

1. 개요	3
1.1. 목적	3
1.2. 범위	3
2. 시스템구조	4
2.1. CMS 시스템 구조	4
2.2. 역학계산기 구조	4
2.2.1. 기능 구조	4
3. 구현	5
3.1. CMS 시스템	5
3.1.1. 프로그래밍 기능 목록	5
3.1.2. 프로그래밍 명세서	6
3.1.3. 데이터 설계	26
3.1.4. 주요 화면	27
3.1.6. 개발 환경	28
3.2. 역학계산기	28
3.2.1. 프로그래밍 기능 목록	28
3.2.2. 주요 화면	30

## 1. 개요

### 1.1. 목적

역학계산시스템 개발을 위한 전체적인 시스템 구조를 명세하고, 상세 설계를 함으로써 과제의 최종 결과를 구현을 목적으로 작성한다.

### 1.2. 범위

역학계산시스템의 전반적인 구조를 기술하는 것을 범위로 한다.

## 2. 시스템구조

### 2.1. CMS 시스템 구조

#### 2.1.1. 기능 구조도



### 2.2. 역학계산기 구조

#### 2.2.1. 기능 구조

기능 구조	기능 설명	
역학연구	단일 비문 추정	오징어에서 요인의 변이를 결정하기 위한 표본 크기를 계산. 90% ~ 99.99%의 신뢰 수준에 대한 표본 크기가 제공.
	크로노 연구	임상 시험을 포함하여 데이터 수집을 추적하는 단면 및 코호트 연구에 대한 샘플 크기를 계산.
	한계 대조군 연구	데이터 수집을 분석하는 사례 대조 연구를 위해 표본 크기를 계산.
변수 생성	주어진 범위 내에서 지정된 수의 무작위 정수를 생성.	
통계적 유의성 검사	두 집단 t-검정	두 개의 독립적인 샘플의 평균을 비교. 각 표본 크기가 같거나 다른 경우, 표본 크기, 평균 및 표준 편차 (또는 표준 오차)를 입력하면 두 표본 평균 간의 유의한 차이가 테스트.
	카이제곱 검정1	가능한 위험 요소 (누출)가 결과 (질병) 사이의 연관성을 평가하기 위해 사용되는 기호.
	카이제곱 검정2	값이 2 개 이상인 변수에 3 개 이상의 결과.

		협약형 간의 연관성을 테스트 결과는 결과가 한 개 이상일수록 예상되는 것과 다르게 여부를 테스트하는 것이 최종 테스트
	특이한 자료	정의 된 특성에 대해 1 : 1로 일치하는 사례 및 대조군 같은 위험 요인에 대한 노출을 평가하고 한 명이 가능한 4 가지 결과 조합을 추정
병주형/연속성 데이터 요약	단일행을 신뢰구간	노출 길이, 노출 된 사람, 측정중인 이벤트 수를 기반으로 데이터를 분석하는 데 사용.
	단일행과 신뢰구간	표본 평균에 대한 신뢰 구간을 계산하는데 사용.

### 3. 구현

#### 3.1. CMS 시스템

사용자시스템에서 추가 변경되는 콘텐츠를 관리하기 위해 서비스 별 메뉴, 권한, 콘텐츠 게시판 등을 통합적으로 관리할 수 있는 기능.

##### 3.1.1. 프로그램 기능 목록

시스템명	업무명	프로그램 ID	프로그램 명
포털	정보공유	PI-PS-020-010-01	공지사항 목록
포털	정보공유	PI-PS-020-010-02	공지사항 상세
포털	회원인증	PI-PS-050-010-01	로그인
포털	회원인증	PI-PS-050-020-01	회원가입
포털	회원인증	PI-PS-050-030-01	아이디/비밀번호 찾기
CMS관리시스템	사용자관리	PI-CM-010-010-01	사용자관리 상세
CMS관리시스템	사용자관리	PI-CM-010-010-02	사용자관리 상세
CMS관리시스템	사용자관리	PI-CM-010-020-01	권한관리 목록
CMS관리시스템	사용자관리	PI-CM-010-020-02	권한관리 등록
CMS관리시스템	사용자관리	PI-CM-010-020-03	권한관리 상세
CMS관리시스템	시스템관리	PI-CM-020-010-01	시스템정보관리 목록
CMS관리시스템	시스템관리	PI-CM-020-010-02	시스템정보관리 등록
CMS관리시스템	시스템관리	PI-CM-020-010-03	시스템정보관리 상세
CMS관리시스템	시스템관리	PI-CM-020-020-01	공통코드관리 목록
CMS관리시스템	시스템관리	PI-CM-020-020-02	공통코드관리 등록
CMS관리시스템	시스템관리	PI-CM-020-030-01	관리자관리 목록
CMS관리시스템	시스템관리	PI-CM-020-031-01	관리자관리 등록
CMS관리시스템	시스템관리	PI-CM-020-040-01	포털태그관리 목록
CMS관리시스템	시스템관리	PI-CM-020-041-01	시스템태그관리 목록
CMS관리시스템	시스템관리	PI-CM-020-042-01	메뉴권한관리 목록
CMS관리시스템	시스템관리	PI-CM-020-042-02	메뉴권한관리 상세

- 5 -

CMS관리시스템	시스템관리	PI-CM-020-050-01	게시판상세관리 목록
CMS관리시스템	시스템관리	PI-CM-020-050-02	게시판상세관리 등록
CMS관리시스템	시스템관리	PI-CM-020-050-03	게시판상세관리 상세
CMS관리시스템	시스템관리	PI-CM-020-051-01	일반게시판관리 목록
CMS관리시스템	시스템관리	PI-CM-020-051-02	일반게시판관리 등록
CMS관리시스템	시스템관리	PI-CM-020-051-03	일반게시판관리 상세
CMS관리시스템	시스템관리	PI-CM-020-052-01	컨텐츠게시판관리 목록
CMS관리시스템	시스템관리	PI-CM-020-052-02	컨텐츠게시판관리 등록
CMS관리시스템	시스템관리	PI-CM-020-052-03	컨텐츠게시판관리 상세
CMS관리시스템	시스템관리	PI-CM-020-053-01	FAQ 목록
CMS관리시스템	시스템관리	PI-CM-020-053-02	FAQ 등록
CMS관리시스템	시스템관리	PI-CM-020-053-03	FAQ 상세
CMS관리시스템	시스템관리	PI-CM-020-060-01	FOOTER관리 목록
CMS관리시스템	시스템관리	PI-CM-020-060-02	FOOTER관리 등록
CMS관리시스템	시스템관리	PI-CM-020-060-03	FOOTER관리 상세
CMS관리시스템	시스템관리	PI-CM-020-061-01	백/메니 관리 목록
CMS관리시스템	시스템관리	PI-CM-020-061-02	백/메니 관리 등록
CMS관리시스템	시스템관리	PI-CM-020-061-03	백/메니 관리 상세
CMS관리시스템	시스템관리	PI-CM-020-070-01	주소록 목록
CMS관리시스템	시스템관리	PI-CM-020-071-01	주소록관리 목록

##### 3.1.2. 프로그램 명세서

시스템명	포털	업무명	정보공유
프로그램 ID	PI-PS-020-010-01	회원 ID	UI-PS-020-010-01
프로그램명	공지사항 목록		
개요	공지사항 목록을 조회한다. ○ 조회 1. 입력값 : 제목, 내용 2. 출력값 : 게시명, 제목, 생성일, 작성일, 등록상링크, 300자 미만내용, 파일첨부 3. 처리개요 - 게시된 정보를 조회한다. - 페이지 처리를 위한 검색건을 조회한다. - 공지사항 목록을 조회한다.		
처리로직			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query
1	CommunityController	getBoard	selectBoard
2	CommunityController	searchMessages	selectMessages / countMessages
			DB Object
			BOARDS
			MESSAGES
시스템명	포털	업무명	정보공유

- 6 -

프로그램명	PI-PS-020-010-02	회원 ID	UI-PS-020-010-02
프로그램명	공지사항 상세		
개요	공지사항 내용을 상세한다. ○ 조회 1. 입력값 : 해당일 2. 출력값 : 게시명, 제목, 공개여부, 작성자, 작성일, 등록상링크, 300자 미만내용, 파일첨부 3. 처리개요 - 선택된 공지사항 상세내용을 조회한다. - 이전글, 다음글을 조회한다. - 첨부파일을 조회한다.		
처리로직			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query
1	CommunityController	getMessage	selectMessage
2	CommunityController	getMessage	selectAttachments
			DB Object
			MESSAGES
			ATTACHMENTS

시스템명	포털	업무명	회원인증
프로그램명 ID	PI-PS-050-010-01	회원 ID	UI-PS-050-010-01
프로그램명	로그인		
개요	시스템 로그인		
처리로직	○ 조회 1. 입력값 : 아이디, 비밀번호 2. 출력값 : 해당일 3. 처리개요 - 입력된 아이디와 사용자 ID 로 로그인 실패 여부를 조회한다. - 입력된 아이디와 비밀번호를 가지고 계정정보를 조회한다. - 유효한 계정이 있으면 리턴처리한다. - 유효한 계정이 없으면 접속을 차단하고 로그인정보를 세션에 담아 재인증으로 이동한다.		
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query
1	LoginController	selectIpFailCount	selectIpFailCount
2	LoginController	login	selectAccount
3	LoginController	insertConnectIp	insertConnectIp
			DB Object
			CONNECT_IP

시스템명	포털	업무명	회원인증
프로그램명 ID	PI-PS-050-020-01	회원 ID	UI-PS-050-020-01
프로그램명	회원가입		
개요	시스템 사용자 사용을 위한 회원가입을 진행한다. ○ 조회 1. 입력값 : 아이디, 비밀번호, 비밀번호확인, 성별, 전화번호, 핸드폰번호, E-mail 2. 출력값 : 해당일 3. 처리개요 - 입력된 회원정보를 등록한다.		
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query
			DB Object

- 7 -

1	RegController	userIdCheck	userIdCheck	ACCOUNTS
2	RegController	userIdInsert	userIdInsert	

시스템명	포털	업무명	회원인증
프로그램명 ID	PI-PS-050-030-01	회원 ID	UI-PS-050-030-01
프로그램명	아이디/비밀번호 찾기		
개요	시스템 사용자 아이디/비밀번호 찾기를 진행한다. ○ 조회 1. 입력값 : 이름, 아이디, 핸드폰번호, Email 2. 출력값 : 아이디, 비밀번호 3. 처리개요 - 입력된 정보를 회원정보를 조회하여 아이디/비밀번호를 표시한다.		
처리로직			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query
1	RegController	findIdFromPhone	findIdFromPhone
			DB Object
			ACCOUNTS

시스템명	CMS 관리시스템	업무명	사용자관리
프로그램명 ID	PI-CM-010-010-01	회원 ID	UI-CM-010-010-01
프로그램명	사용자관리 목록		
개요	사용자관리 목록을 조회 및 상세처리 한다. ○ 조회 1. 입력값 : 권한명, 이름 2. 출력값 : 이름, 아이디, 권한, 사용여부 3. 처리개요 - 페이지 처리를 위한 검색건을 조회한다. - 사용자 목록을 조회한다.		
처리로직			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query
1	MemberController	getMemberList	selectMembers / countMembers
			DB Object
			ACCOUNTS
처리로직	○ 삭제 1. 입력값 : 해당일 2. 출력값 : 해당일 3. 처리개요 - 선택된 사용자 정보를 삭제한다.		
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query
1	MemberController	memberAct	deleteMember1
			DB Object
			ACCOUNTS

시스템명	CMS 관리시스템	업무명	사용자관리
프로그램명 ID	PI-CM-010-010-02	회원 ID	UI-CM-010-010-02
프로그램명	사용자관리 상세		
개요	사용자 정보 상세 조회 및 수정 상세 한다.		

- 8 -

처리로직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 조회</li> <li>1. 입력값: 해당없음</li> <li>2. 출력값: 이름, 아이디, 권한, 승인여부, 사용자부</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- 사용자 상세정보를 조회한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	MemberController	getMember	selectMember	ACCOUNTS
처리로직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수정</li> <li>1. 입력값: 이름, 권한, 승인여부, 사용자부</li> <li>2. 출력값: 해당없음</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- 선택된 사용자 정보를 수정한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	MemberController	memberAct	updateAccount	ACCOUNTS
처리로직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 삭제</li> <li>1. 입력값: 해당없음</li> <li>2. 출력값: 해당없음</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- 선택된 사용자 정보를 삭제한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	MemberController	memberAct	deleteMember1	ACCOUNTS

시스템명	CMS 관리시스템	업무명	사용자관리	
프로젝트명 ID	PI-CM-010-020-01	화면 ID	UI-CM-010-020-01	
프로젝트명	권한관리 목록			
개요	권한관리 목록을 조회한다.			
처리로직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 조회</li> <li>1. 입력값: 권한명</li> <li>2. 출력값: 권한명, 권한실명, 권한코드, 세션타입</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- 페이지 처리를 위한 검색인수를 조회한다.</li> <li>- 권한관리 목록을 조회한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	GroupController	getGroupList	selectGroups2/ countGroups selectGroups2	GROUPS

시스템명	CMS 관리시스템	업무명	사용자관리
프로젝트명 ID	PI-CM-010-020-02	화면 ID	UI-CM-010-020-02
프로젝트명	권한관리 등록		
개요	권한을 등록한다.		
처리로직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 등록</li> <li>1. 입력값: 권한명, 권한실명, 세션타입</li> </ul>		

처리로직	<ul style="list-style-type: none"> <li>2. 출력값: 해당없음</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- 사용자 권한을 등록처리한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	GroupController	groupAct	insertGroup	GROUPS

시스템명	CMS 관리시스템	업무명	사용자관리	
프로젝트명 ID	PI-CM-010-020-03	화면 ID	UI-CM-010-020-03	
프로젝트명	권한관리 상세			
개요	권한 상세내역 조회 및 수정, 삭제 등 정보를 관리한다.			
처리로직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 조회</li> <li>1. 입력값: 해당없음</li> <li>2. 출력값: 권한명, 권한실명, 세션타입</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- 선택된 권한관리 상세내역을 조회한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	GroupController	getGroup	selectGroup	GROUPS

처리로직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수정</li> <li>1. 입력값: 권한명, 권한실명, 세션타입</li> <li>2. 출력값: 해당없음</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- 선택된 사용자 권한을 수정처리한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	GroupController	groupAct	updateGroup	GROUPS

처리로직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 삭제</li> <li>1. 입력값: 해당없음</li> <li>2. 출력값: 해당없음</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- 선택된 사용자 권한을 삭제한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	GroupController	groupAct	deleteGroup	GROUPS

시스템명	CMS 관리시스템	업무명	시스템관리	
프로젝트명 ID	PI-CM-010-020-01	화면 ID	UI-CM-010-020-01	
프로젝트명	시스템정보관리 목록			
개요	시스템정보 목록을 조회한다.			
처리로직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 조회</li> <li>1. 입력값: 시스템명</li> <li>2. 출력값: 시스템코드, 시스템명, 서브도메인, 도메인, 포트, 컨텍스트 경로, 로그인 연계 URL</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- 시스템정보 목록을 조회한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object

순서	1	SysController	getSysInfoList	selectSysInfoList	TB_SYS_INFO
시스템명	시스템관리		업무명	관리자	
프로젝트명 ID	PI-CM-010-020-02		화면 ID	UI-CM-010-020-02	
프로젝트명	시스템정보관리 등록				
개요	신규 시스템정보를 등록한다.				
처리로직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 등록</li> <li>1. 입력값: 시스템명, 서브도메인, 도메인, 포트, 컨텍스트 경로, 로그인 연계 URL</li> <li>2. 출력값: 해당없음</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- 시스템정보를 등록한다.</li> </ul>				
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object	
1	SysController	saveSysInfo	saveSysInfo	TB_SYS_INFO	

시스템명	CMS 관리시스템	업무명	시스템관리	
프로젝트명 ID	PI-CM-010-020-03	화면 ID	UI-CM-010-020-03	
프로젝트명	시스템정보관리 상세			
개요	시스템정보 상세내역 조회, 신규등록, 수정 등 정보를 관리한다.			
처리로직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 조회</li> <li>1. 입력값: 해당없음</li> <li>2. 출력값: 시스템코드, 시스템명, 서브도메인, 도메인, 포트, 컨텍스트 경로, 로그인 연계 URL</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- 선택된 시스템정보 상세내역을 조회한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	SysController	getSysInfo	selectSysInfo	TB_SYS_INFO
처리로직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수정</li> <li>1. 입력값: 시스템명, 서브도메인, 도메인, 포트, 컨텍스트 경로, 로그인 연계 URL</li> <li>2. 출력값: 해당없음</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- 선택된 시스템정보를 수정처리한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	SysController	saveSysInfo	saveSysInfo	TB_SYS_INFO

시스템명	CMS 관리시스템	업무명	시스템관리
프로젝트명 ID	PI-CM-020-020-01	화면 ID	UI-CM-020-020-01
프로젝트명	공통코드관리 목록		
개요	공통코드를 조회, 수정, 삭제 등 정보를 관리한다.		
처리로직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 조회</li> <li>1. 입력값: 그룹코드, 코드명</li> <li>2. 출력값: 그룹코드, 코드, 코드명, 상세실명</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- 페이지 처리를 위한 검색인수를 조회한다.</li> </ul>		

처리로직	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 공통코드 목록을 조회한다.</li> <li>- 그룹코드 목록을 조회한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	CommonController	selectCommonCodeList	selectCommonCodeList/ countCommonCodeList/ findAdmin	COMMON
2	CommonController	selectCommonCodeGroupList	selectCommonCodeGroupList	COMMON
처리로직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수정</li> <li>1. 입력값: 그룹코드, 코드, 코드명, 상세실명</li> <li>2. 출력값: 해당없음</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- 공통코드 정보를 수정한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	CommonController	mergeCommonCodeInfo	mergeCommonCodeInfo	COMMON
처리로직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 삭제</li> <li>1. 입력값: 해당없음</li> <li>2. 출력값: 해당없음</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- 공통코드 정보를 삭제한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	CommonController	deleteCommonCodeInfo	deleteCommonCodeInfo	COMMON

시스템명	CMS 관리시스템	업무명	시스템관리	
프로젝트명 ID	PI-CM-020-020-02	화면 ID	UI-CM-020-020-02	
프로젝트명	공통코드관리 등록			
개요	신규 그룹코드 및 하위 공통코드를 등록한다.			
처리로직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 등록</li> <li>1. 입력값: 그룹코드, 코드, 코드명, 상세실명</li> <li>2. 출력값: 해당없음</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- 공통코드 정보를 등록한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	CommonController	mergeCommonCodeInfo	mergeCommonCodeInfo	COMMON

시스템명	CMS 관리시스템	업무명	시스템관리
프로젝트명 ID	PI-CM-020-030-01	화면 ID	UI-CM-020-030-01
프로젝트명	관리자접속관리 목록		
개요	사이트 로그인 시도 집중 목록을 조회한다.		
처리로직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 조회</li> </ul>		

	1. 입력값 : 시작일자, 종료일자 2. 출력값 : IP, 계정, 로그인 성공여부, 접속일시 3. 처리개요 - 페이지 처리를 위한 검색전수를 조회한다. - 로그인 시도 접속 목록을 조회한다.			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	IpController	getIpList	getIpList / ipListCount selectIpList	SUPERVISE_IP

시스템명	CMS 관리시스템	업무명	시스템관리
프로그램 ID	PI-CM-020-031-01	화면 ID	UI-CM-020-031-01
프로그램명	자단 IP 관리 목록		
개요	사이드 로그인 실패 5회가 넘어 자단인 IP 를 관리한다.		

처리표지	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 조회</li> <li>1. 입력값 : 해당일시</li> <li>2. 출력값 : IP</li> <li>3. 처리개요 - 페이지 처리를 위한 검색전수를 조회한다. - 자단인 IP 목록을 조회한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	IpController	selectFailConnectList	selectFailConnectList / countFailConnectList selectFailConnectList	CONNECT_IP

처리표지	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 삭제</li> <li>1. 입력값 : 해당일시</li> <li>2. 출력값 : 해당일시</li> <li>3. 처리개요 - 자단인 IP 를 해제한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	IpController	updateConnect	updateConnect	CONNECT_IP

시스템명	CMS 관리시스템	업무명	시스템관리
프로그램 ID	PI-CM-020-040-01	화면 ID	UI-CM-020-040-01
프로그램명	모달 메뉴관리 목록		
개요	모달 메뉴 정보를 관리한다.		

처리표지	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 조회</li> <li>1. 입력값 : 해당일시</li> <li>2. 출력값 : 메뉴목록</li> <li>3. 처리개요 - 메뉴관리를 위한 메뉴목록을 조회한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	MenuController	selectMenuListForPortal	selectMenuListForPortal	TB_MENU_INFO

- 13 -

처리표지	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 등록</li> <li>1. 입력값 : 상위메뉴명, 상위메뉴번호, 메뉴명, 메뉴번호, 메뉴순서, 사용여부, 해당 URL, 담당자, 이메일, 전화번호, 접근번호, 부서, 등록일시</li> <li>2. 출력값 : 해당일시</li> <li>3. 처리개요 - 모달메뉴를 등록한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	MenuController	menuAct	insertMenu	TB_MENU_INFO
2	MenuController	menuAct	mergeAttachImageFile	ATTACHMENTS

처리표지	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수정</li> <li>1. 입력값 : 상위메뉴명, 상위메뉴번호, 메뉴명, 메뉴번호, 메뉴순서, 사용여부, 해당 URL, 담당자, 이메일, 전화번호, 접근번호, 부서, 등록일시</li> <li>2. 출력값 : 해당일시</li> <li>3. 처리개요 - 선택된 모달메뉴를 수정한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	MenuController	menuAct	updateMenu	TB_MENU_INFO
2	MenuController	menuAct	mergeAttachImageFile	ATTACHMENTS

처리표지	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 삭제</li> <li>1. 입력값 : 해당일시</li> <li>2. 출력값 : 해당일시</li> <li>3. 처리개요 - 선택된 모달메뉴를 삭제한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	MenuController	menuAct	deleteMenuForPortal	TB_MENU_INFO

시스템명	CMS 관리시스템	업무명	시스템관리
프로그램 ID	PI-CM-020-041-01	화면 ID	UI-CM-020-041-01
프로그램명	시스템메뉴 관리 목록		
개요	시스템메뉴 정보를 관리한다.		

처리표지	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 조회</li> <li>1. 입력값 : 해당일시</li> <li>2. 출력값 : 메뉴목록</li> <li>3. 처리개요 - 메뉴관리를 위한 메뉴목록을 조회한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	MenuController	selectMenuList	selectMenuList	TB_MENU_INFO

처리표지	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 등록</li> <li>1. 입력값 : 상위메뉴명, 상위메뉴번호, 메뉴명, 메뉴번호, 메뉴순서, 사용여부, 해당 URL</li> <li>2. 출력값 : 해당일시</li> <li>3. 처리개요 - 관리자메뉴를 등록한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	MenuController	menuAct	insertMenu	TB_MENU_INFO

- 14 -

처리표지	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수정</li> <li>1. 입력값 : 상위메뉴명, 상위메뉴번호, 메뉴명, 메뉴번호, 메뉴순서, 사용여부, 해당 URL</li> <li>2. 출력값 : 해당일시</li> <li>3. 처리개요 - 선택된 관리자메뉴를 수정한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	MenuController	menuAct	updateMenu	TB_MENU_INFO

처리표지	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 삭제</li> <li>1. 입력값 : 해당일시</li> <li>2. 출력값 : 해당일시</li> <li>3. 처리개요 - 선택된 관리자메뉴를 삭제한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	MenuController	menuAct	deleteMenu	TB_MENU_INFO

시스템명	CMS 관리시스템	업무명	시스템관리
프로그램 ID	PI-CM-020-042-01	화면 ID	UI-CM-020-042-01
프로그램명	메뉴권한관리 목록		
개요	권한 그룹별 권한성상여부 목록을 조회한다.		

처리표지	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 조회</li> <li>1. 입력값 : 해당일시</li> <li>2. 출력값 : 권한 그룹, 권한명, 권한성상여부</li> <li>3. 처리개요 - 권한 그룹별 권한성상여부 목록을 조회한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	MenuController	selectMenuAuthCheckedList	selectMenuAuthCheckedList	TB_MENU_INFO

시스템명	CMS 관리시스템	업무명	시스템관리
프로그램 ID	PI-CM-020-042-02	화면 ID	UI-CM-020-042-02
프로그램명	메뉴권한관리 상세		
개요	권한 그룹별 메뉴권한 정보를 관리한다.		

처리표지	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 조회</li> <li>1. 입력값 : 해당일시</li> <li>2. 출력값 : 메뉴목록</li> <li>3. 처리개요 - 선택된 권한그룹에 메뉴를 조회한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	MenuController	selectMenuAuthCheckedList	selectMenuAuthCheckedList	TB_MENU_INFO

처리표지	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 등록</li> <li>1. 입력값 : 메뉴 ID, 권한 그룹</li> <li>2. 출력값 : 해당일시</li> </ul>			
------	--	--	--	--

- 15 -

처리표지	<ul style="list-style-type: none"> <li>3. 처리개요 - 권한그룹에 해당하는 메뉴 ID 를 찾아 전체 삭제한다. - 선택된 메뉴 ID 를 저장한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	MenuController	deleteAuthMenu	deleteAuthMenu	TB_MENU_INFO
2		insertMenuAuth	insertMenuAuth	

시스템명	CMS 관리시스템	업무명	시스템관리
프로그램 ID	PI-CM-020-050-01	화면 ID	UI-CM-020-050-01
프로그램명	게시판생성관리 목록		
개요	게시판생성 정보를 조회하고 선택삭제 한다.		

처리표지	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 조회</li> <li>1. 입력값 : 게시판타입, 사용여부, 게시판명</li> <li>2. 출력값 : ID, 게시판명, 게시판속성, 생성일시, 수정일시, 사용유무</li> <li>3. 처리개요 - 페이지 처리를 위한 검색전수를 조회한다. - 게시판 생성 정보 목록을 조회한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	BoardController	getBoardList	selectBoardList / countBoardList selectBoardList	BOARDS

처리표지	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 삭제</li> <li>1. 입력값 : 해당일시</li> <li>2. 출력값 : 해당일시</li> <li>3. 처리개요 - 선택된 게시판 정보를 삭제한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	BoardController	deleteBoard	deleteBoard	BOARDS

시스템명	CMS 관리시스템	업무명	시스템관리
프로그램 ID	PI-CM-020-050-02	화면 ID	UI-CM-020-050-02
프로그램명	게시판생성관리 등록		
개요	게시판 정보를 등록 한다.		

처리표지	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 등록</li> <li>1. 입력값 : 게시판 ID, 게시판명, 게시판속성, 페이지당 열 수, 사용여부</li> <li>2. 출력값 : 해당일시</li> <li>3. 처리개요 - 게시판 정보를 등록한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	BoardController	insertBoard	insertBoard	BOARDS

시스템명	CMS 관리시스템	업무명	시스템관리
프로그램 ID	PI-CM-020-050-03	화면 ID	UI-CM-020-050-03

- 16 -



프로그램명	게시판생상관리 상세			
개요	게시판 정보를 관리한다.			
처리요직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 조회</li> <li>1. 입력값 : 해당없음</li> <li>2. 출력값 : 게시판 ID, 게시판명, 게시판소개, 게시판속성, 페이지당 열 수, 사용여부</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- 선택된 게시판 정보를 조회한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	BoardController	getBoard	getBoard / selectBoard	BOARDS
처리요직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수정</li> <li>1. 입력값 : 게시판 ID, 게시판명, 게시판소개, 게시판속성, 페이지당 열 수, 사용여부</li> <li>2. 출력값 : 해당없음</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- 선택된 게시판 정보를 수정한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	BoardController	updateBoard	updateBoard	BOARDS
처리요직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 삭제</li> <li>1. 입력값 : 해당없음</li> <li>2. 출력값 : 해당없음</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- 선택된 게시판을 삭제한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	BoardController	deleteBoard	deleteBoard	BOARDS
시스템명	CMS 관리시스템	업무명	시스템관리	
프로그램 ID	Pi-CM-020-051-01	화면 ID	UI-CM-020-051-01	
프로그램명	일반게시판관리 목록			
개요	일반게시판 목록을 조회한다.			
처리요직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 조회</li> <li>1. 입력값 : 게시판, 제목</li> <li>2. 출력값 : 게시판명, 제목, 생성일시, 작성일시</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- 페이지 처리를 위한 검색값수를 조회한다.</li> <li>- 일반게시판 목록을 조회한다.</li> <li>- 게시판 정보를 조회한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	BoardController	getContentsList	selectpubContentsList / countPubContentsBoards	MESSAGES
2		getBoardSelectList	selectBoardSelectList	BOARDS
시스템명	CMS 관리시스템	업무명	시스템관리	
프로그램 ID	Pi-CM-020-051-02	화면 ID	UI-CM-020-051-02	

프로그램명	일반게시판관리 등록			
개요	일반게시판 정보를 등록한다.			
처리요직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 등록</li> <li>1. 입력값 : 게시판, 제목, 공개여부, 작성일, 등록상링크, 300 자이만내용, 파일첨부</li> <li>2. 출력값 : 해당없음</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- 일반게시판 정보를 등록한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	BoardController	insertMessages	insertMessages	MESSAGES
시스템명	CMS 관리시스템	업무명	시스템관리	
프로그램 ID	Pi-CM-020-051-03	화면 ID	UI-CM-020-051-03	
프로그램명	일반게시판관리 상세			
개요	일반게시판 정보 상세조회, 수정 및 삭제 등 정보를 관리한다.			
처리요직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 조회</li> <li>1. 입력값 : 게시판, 제목, 공개여부, 작성일, 등록상링크, 300 자이만내용, 파일첨부</li> <li>2. 출력값 : 해당없음</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- 선택된 일반게시판 정보를 조회한다.</li> <li>- 선택된 일반게시판의 첨부파일을 수정한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	BoardController	selectContents	selectContents	MESSAGES
2	BoardController	selectContents	selectAttachments	ATTACHMENTS
처리요직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수정</li> <li>1. 입력값 : 게시판, 제목, 공개여부, 작성일, 등록상링크, 300 자이만내용, 파일첨부</li> <li>2. 출력값 : 해당없음</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- 선택된 일반게시판 정보를 수정한다.</li> <li>- 선택된 일반게시판의 첨부파일을 수정한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	BoardController	updateMessages	updateMessages	MESSAGES
2	BoardController	updateMessages	updateAttachable	ATTACHMENTS
처리요직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 삭제</li> <li>1. 입력값 : 해당없음</li> <li>2. 출력값 : 해당없음</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- 선택된 일반게시판 정보를 삭제한다.</li> <li>- 선택된 일반게시판의 첨부파일을 삭제한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	BoardController	deleteMessages	deleteMessages	MESSAGES
2	BoardController	deleteMessages	deleteAttachable	ATTACHMENTS
시스템명	CMS 관리시스템	업무명	시스템관리	

프로그램 ID	Pi-CM-020-052-01	화면 ID	UI-CM-020-052-01	
프로그램명	컨텐츠게시판관리 목록			
개요	컨텐츠게시판 목록을 조회한다.			
처리요직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 조회</li> <li>1. 입력값 : 게시판, 제목</li> <li>2. 출력값 : 게시판명, 제목, 생성일시, 작성일시</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- 페이지 처리를 위한 검색값수를 조회한다.</li> <li>- 컨텐츠게시판 목록을 조회한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	BoardController	getContentsList	selectpubContentsList	MESSAGES
2		getBoardSelectList	selectBoardSelectList	
시스템명	CMS 관리시스템	업무명	시스템관리	
프로그램 ID	Pi-CM-020-052-02	화면 ID	UI-CM-020-052-02	
프로그램명	컨텐츠게시판관리 등록			
개요	컨텐츠게시판 정보를 등록한다.			
처리요직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 등록</li> <li>1. 입력값 : 게시판, 제목, 공개여부, 작성일, 등록상링크, 300 자이만내용, 내용</li> <li>2. 출력값 : 해당없음</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- 컨텐츠 게시판 정보를 등록한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	BoardController	insertMessages	insertMessages	MESSAGES
시스템명	CMS 관리시스템	업무명	시스템관리	
프로그램 ID	Pi-CM-020-052-03	화면 ID	UI-CM-020-052-03	
프로그램명	컨텐츠게시판 상세관리 상세			
개요	컨텐츠게시판 상세정보를 조회하고 수정 및 삭제 등 정보를 관리한다.			
처리요직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 조회</li> <li>1. 입력값 : 해당없음</li> <li>2. 출력값 : 게시판, 제목, 공개여부, 작성일, 등록상링크, 300 자이만내용, 내용</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- 선택된 컨텐츠 게시판 정보를 상세조회한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	BoardController	selectContents	selectContents	MESSAGES
처리요직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수정</li> <li>1. 입력값 : 게시판, 제목, 공개여부, 작성일, 등록상링크, 300 자이만내용, 내용</li> <li>2. 출력값 : 해당없음</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- 선택된 컨텐츠 게시판 정보를 수정한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	BoardController	updateMessages	updateMessages	MESSAGES

순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	BoardController	updateMessages	updateMessages	MESSAGES
처리요직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 삭제</li> <li>1. 입력값 : 해당없음</li> <li>2. 출력값 : 해당없음</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- 선택된 컨텐츠 게시판 정보를 삭제한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	BoardController	deleteMessages	deleteMessages	MESSAGES
시스템명	CMS 관리시스템	업무명	시스템관리	
프로그램 ID	Pi-CM-020-053-01	화면 ID	UI-CM-020-053-01	
프로그램명	FAQ 목록			
개요	FAQ 목록을 조회하고 선택삭제 한다			
처리요직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 조회</li> <li>1. 입력값 : 유형, 사용여부, 질문</li> <li>2. 출력값 : 유형, 질문, 사용여부</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- 페이지 처리를 위한 검색값수를 조회한다.</li> <li>- FAQ 목록을 조회한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	FaqController	selectFaqList	selectFaqJust / countFaqList	FAQ
처리요직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 삭제</li> <li>1. 입력값 : 해당없음</li> <li>2. 출력값 : 해당없음</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- 선택된 FAQ 를 삭제한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	FaqController	faqAct	deleteFaq	FAQ
시스템명	CMS 관리시스템	업무명	시스템관리	
프로그램 ID	Pi-CM-020-053-02	화면 ID	UI-CM-020-053-02	
프로그램명	FAQ 등록			
개요	FAQ 를 등록한다.			
처리요직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 등록</li> <li>1. 입력값 : 유형, 사용여부, 질문, 답변</li> <li>2. 출력값 : 해당없음</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- FAQ 를 등록한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	FaqController	faqAct	mergeFaq	FAQ

시스템명	CMS 관리시스템		업무명	시스템관리
프로그램 ID	PI-CM-020-053-03		화면 ID	UI-CM-020-053-03
프로그램명	FAQ 상세			
개요	FAQ 상세정보를 조회하고 수정 및 삭제 등 정보를 관리한다.			
처리로직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 조회</li> <li>1. 입력값 : 해당일</li> <li>2. 출력값 : 유형, 사용여부, 질문, 답변</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- 선택된 FAQ 를 상세조회 한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	FaqController	selectFaqInfo	selectFaqInfo	FAQ
처리로직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수정</li> <li>1. 입력값 : 유형, 사용여부, 질문, 답변</li> <li>2. 출력값 : 해당일</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- 선택된 FAQ 를 수정한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	FaqController	faqAct	mergeFaq	FAQ
처리로직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 삭제</li> <li>1. 입력값 : 해당일</li> <li>2. 출력값 : 해당일</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- 선택된 FAQ 를 삭제한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	FaqController	faqAct	deleteFaq	FAQ

시스템명	CMS 관리시스템		업무명	시스템관리
프로그램 ID	PI-CM-020-060-01		화면 ID	UI-CM-020-060-01
프로그램명	FOOTER 관리 목록			
개요	FOOTER 목록을 조회하고 선택삭제 한다.			
처리로직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 조회</li> <li>1. 입력값 : 주소</li> <li>2. 출력값 : 주소, 메뉴, 사용여부</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- 페이지 처리를 위한 검색인수를 조회한다.</li> <li>- FOOTER 목록을 조회한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	FooterController	selectFooterList	selectFooterList / countFooterList	TB_FOOTER
처리로직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 삭제</li> <li>1. 입력값 : 해당일</li> </ul>			

- 21 -

순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	FooterController	deleteFooter	deleteFooter	TB_FOOTER

시스템명	CMS 관리시스템		업무명	시스템관리
프로그램 ID	PI-CM-020-060-02		화면 ID	UI-CM-020-060-02
프로그램명	FOOTER 관리 등록			
개요	FOOTER 정보를 등록한다.			
처리로직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 조회</li> <li>1. 입력값 : 주소, 메뉴, 사용여부</li> <li>2. 출력값 : 메뉴구분, 사용여부, 본권, 별권, 대표번호, 이메일, COPYRIGHT</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- FOOTER 정보를 등록한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	FooterController	insertFooter	insertFooter	TB_FOOTER

시스템명	CMS 관리시스템		업무명	시스템관리
프로그램 ID	PI-CM-020-060-03		화면 ID	UI-CM-020-060-03
프로그램명	FOOTER 관리 상세			
개요	FOOTER 상세정보 조회, 수정, 삭제 등 정보를 관리한다.			
처리로직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 조회</li> <li>1. 입력값 : 해당일</li> <li>2. 출력값 : 메뉴구분, 사용여부, 본권, 별권, 대표번호, 이메일, COPYRIGHT</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- FOOTER 정보를 상세조회한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	FooterController	selectFooterDetail	selectFooterDetail	TB_FOOTER
처리로직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수정</li> <li>1. 입력값 : 메뉴구분, 사용여부, 본권, 별권, 대표번호, 이메일, COPYRIGHT</li> <li>2. 출력값 : 해당일</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- FOOTER 정보를 수정한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	FooterController	updateFooter	updateFooter	TB_FOOTER
처리로직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 삭제</li> <li>1. 입력값 : 해당일</li> <li>2. 출력값 : 해당일</li> <li>3. 처리개요</li> </ul>			

- 22 -

순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	FooterController	deleteFooter	deleteFooter	TB_FOOTER

시스템명	CMS 관리시스템		업무명	시스템관리
프로그램 ID	PI-CM-020-061-01		화면 ID	UI-CM-020-061-01
프로그램명	퀵/메니 관리 목록			
개요	퀵/메니 목록을 조회하고 선택삭제 한다.			
처리로직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 조회</li> <li>1. 입력값 : 해당일</li> <li>2. 출력값 : 제목, 메뉴구분, URL, 메뉴순서, 세팅 및 현재상여부, 노출여부, 사이트구분</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- 퀵/메니 목록을 조회한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	QuickMenuController	getQuickMenuList	selectQuickMenus / countQuickMenus	TB_QUICK_MENU
처리로직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 삭제</li> <li>1. 입력값 : 해당일</li> <li>2. 출력값 : 해당일</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- 선택된 퀵/메니를 삭제한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	QuickMenuController	quickMenuAct	deleteQuickMenu	TB_QUICK_MENU

- 23 -

시스템명	CMS 관리시스템		업무명	시스템관리
프로그램 ID	PI-CM-020-061-03		화면 ID	UI-CM-020-061-03
프로그램명	퀵/메니 관리 상세			
개요	퀵/메니 수정, 삭제 등 정보를 관리한다.			
처리로직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 조회</li> <li>1. 입력값 : 해당일</li> <li>2. 출력값 : 제목, 메뉴구분, URL, 메뉴순서, 세팅 및 현재상여부, 노출여부, 사이트구분</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- 퀵/메니 상세정보를 조회한다.</li> <li>- 첨부파일을 조회한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	QuickMenuController	getQuickMenu	selectQuickMenu	TB_QUICK_MENU
2	QuickMenuController	getQuickMenu	selectAttachment	ATTACHMENTS
처리로직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수정</li> <li>1. 입력값 : 사이트구분, 메뉴구분, 메뉴순서, 제목, 이미지, URL, 노출여부, 세팅 및 현재상여부</li> <li>2. 출력값 : 해당일</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- 퀵/메니를 수정한다.</li> <li>- 첨부파일을 저장한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	QuickMenuController	quickMenuAct	updateQuickMenu	TB_QUICK_MENU
2	QuickMenuController	quickMenuAct	updateAttachable	ATTACHMENTS
처리로직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 삭제</li> <li>1. 입력값 : 해당일</li> <li>2. 출력값 : 해당일</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- 퀵/메니를 삭제한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	QuickMenuController	quickMenuAct	deleteQuickMenu	TB_QUICK_MENU

시스템명	CMS 관리시스템		업무명	시스템관리
프로그램 ID	PI-CM-020-070-01		화면 ID	UI-CM-020-070-01
프로그램명	검색용계 목록			
개요	검색용계 목록을 조회한다.			
처리로직	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 조회</li> <li>1. 입력값 : 시작일자, 종료일자</li> <li>2. 출력값 : 조회일자, 프로그램명, 조회수</li> <li>3. 처리개요</li> <li>- 페이지 처리를 위한 검색인수를 조회한다.</li> <li>- 메뉴별 검색용계 목록을 조회한다.</li> </ul>			
순서	Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object

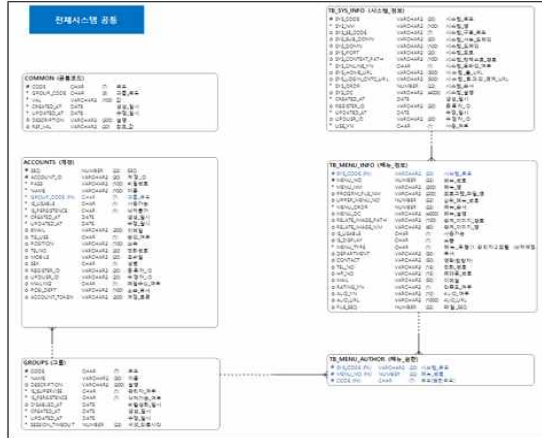
- 24 -

1	StatsController	getLogCountList	selectLogCountList / countLogCount selectLogCountList	TB_LOGCOUNT TB_MENU_INFO	
시스템명		CMS관리시스템		업무명	시스템관리
프로그램 ID		P1-CM-020-071-01	화면 ID	UI-CM-020-071-01	
프로그램명		만족도관리 목록			
계좌		만족도 조사 목록을 조회한다.			
처리로직		○ 조회 1. 일력값 : 시작일자, 종료일자 2. 순력값 : 메뉴명, 만족도, 만족도현, 만족도일확수, 만족도평균, 만족도평점 3. 처리계좌 - 페이지 처리를 위한 검색건수를 조회한다. - 페이지별 만족도 목록을 조회한다.			
순서		Control	Service/Interface	DAO/Query	DB Object
1	StatsController	getSvdgList	selectSvdgList / countSvdg selectSvdgList	TB_SVDG TB_MENU_INFO	

### 3.1.3. 데이터 설계

- 테이블 명세서

1. 별칭\_01,역학계산시스템\_테이블명세서.xls



부서 시스템	MANAGEMENT (관리/운영)	ACCOUNTS (계정)
<ul style="list-style-type: none"> <li>1. MNO: NUMBER(10) NOT NULL</li> <li>1. MNO_CODE: VARCHAR2(5) NOT NULL</li> <li>1. MNO_NAME: VARCHAR2(50) NOT NULL</li> <li>1. MNO_ADDRESS: VARCHAR2(100) NOT NULL</li> <li>1. MNO_PHONE: VARCHAR2(20) NOT NULL</li> <li>1. MNO_EMAIL: VARCHAR2(50) NOT NULL</li> <li>1. MNO_WEB: VARCHAR2(50) NOT NULL</li> <li>1. MNO_CREATE_DATE: DATE NOT NULL</li> <li>1. MNO_UPDATE_DATE: DATE NOT NULL</li> <li>1. MNO_DELETE_DATE: DATE NOT NULL</li> <li>1. MNO_DELETE_FLAG: VARCHAR2(1) NOT NULL</li> <li>1. MNO_DELETE_REASON: VARCHAR2(200) NOT NULL</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. MNO: NUMBER(10) NOT NULL</li> <li>1. MNO_CODE: VARCHAR2(5) NOT NULL</li> <li>1. MNO_NAME: VARCHAR2(50) NOT NULL</li> <li>1. MNO_ADDRESS: VARCHAR2(100) NOT NULL</li> <li>1. MNO_PHONE: VARCHAR2(20) NOT NULL</li> <li>1. MNO_EMAIL: VARCHAR2(50) NOT NULL</li> <li>1. MNO_WEB: VARCHAR2(50) NOT NULL</li> <li>1. MNO_CREATE_DATE: DATE NOT NULL</li> <li>1. MNO_UPDATE_DATE: DATE NOT NULL</li> <li>1. MNO_DELETE_DATE: DATE NOT NULL</li> <li>1. MNO_DELETE_FLAG: VARCHAR2(1) NOT NULL</li> <li>1. MNO_DELETE_REASON: VARCHAR2(200) NOT NULL</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. MNO: NUMBER(10) NOT NULL</li> <li>1. MNO_CODE: VARCHAR2(5) NOT NULL</li> <li>1. MNO_NAME: VARCHAR2(50) NOT NULL</li> <li>1. MNO_ADDRESS: VARCHAR2(100) NOT NULL</li> <li>1. MNO_PHONE: VARCHAR2(20) NOT NULL</li> <li>1. MNO_EMAIL: VARCHAR2(50) NOT NULL</li> <li>1. MNO_WEB: VARCHAR2(50) NOT NULL</li> <li>1. MNO_CREATE_DATE: DATE NOT NULL</li> <li>1. MNO_UPDATE_DATE: DATE NOT NULL</li> <li>1. MNO_DELETE_DATE: DATE NOT NULL</li> <li>1. MNO_DELETE_FLAG: VARCHAR2(1) NOT NULL</li> <li>1. MNO_DELETE_REASON: VARCHAR2(200) NOT NULL</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>1. MNO: NUMBER(10) NOT NULL</li> <li>1. MNO_CODE: VARCHAR2(5) NOT NULL</li> <li>1. MNO_NAME: VARCHAR2(50) NOT NULL</li> <li>1. MNO_ADDRESS: VARCHAR2(100) NOT NULL</li> <li>1. MNO_PHONE: VARCHAR2(20) NOT NULL</li> <li>1. MNO_EMAIL: VARCHAR2(50) NOT NULL</li> <li>1. MNO_WEB: VARCHAR2(50) NOT NULL</li> <li>1. MNO_CREATE_DATE: DATE NOT NULL</li> <li>1. MNO_UPDATE_DATE: DATE NOT NULL</li> <li>1. MNO_DELETE_DATE: DATE NOT NULL</li> <li>1. MNO_DELETE_FLAG: VARCHAR2(1) NOT NULL</li> <li>1. MNO_DELETE_REASON: VARCHAR2(200) NOT NULL</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. MNO: NUMBER(10) NOT NULL</li> <li>1. MNO_CODE: VARCHAR2(5) NOT NULL</li> <li>1. MNO_NAME: VARCHAR2(50) NOT NULL</li> <li>1. MNO_ADDRESS: VARCHAR2(100) NOT NULL</li> <li>1. MNO_PHONE: VARCHAR2(20) NOT NULL</li> <li>1. MNO_EMAIL: VARCHAR2(50) NOT NULL</li> <li>1. MNO_WEB: VARCHAR2(50) NOT NULL</li> <li>1. MNO_CREATE_DATE: DATE NOT NULL</li> <li>1. MNO_UPDATE_DATE: DATE NOT NULL</li> <li>1. MNO_DELETE_DATE: DATE NOT NULL</li> <li>1. MNO_DELETE_FLAG: VARCHAR2(1) NOT NULL</li> <li>1. MNO_DELETE_REASON: VARCHAR2(200) NOT NULL</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. MNO: NUMBER(10) NOT NULL</li> <li>1. MNO_CODE: VARCHAR2(5) NOT NULL</li> <li>1. MNO_NAME: VARCHAR2(50) NOT NULL</li> <li>1. MNO_ADDRESS: VARCHAR2(100) NOT NULL</li> <li>1. MNO_PHONE: VARCHAR2(20) NOT NULL</li> <li>1. MNO_EMAIL: VARCHAR2(50) NOT NULL</li> <li>1. MNO_WEB: VARCHAR2(50) NOT NULL</li> <li>1. MNO_CREATE_DATE: DATE NOT NULL</li> <li>1. MNO_UPDATE_DATE: DATE NOT NULL</li> <li>1. MNO_DELETE_DATE: DATE NOT NULL</li> <li>1. MNO_DELETE_FLAG: VARCHAR2(1) NOT NULL</li> <li>1. MNO_DELETE_REASON: VARCHAR2(200) NOT NULL</li> </ul>

- CMS 시스템 관리자

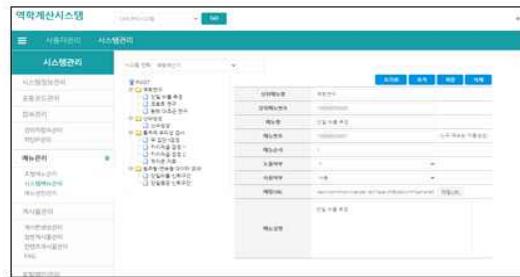
시스템을 지속적으로 프로그램 수정 없이 관리 할 수 있도록 사용자 / 권한관리, 포털 포털 메뉴관리, 관리자 메뉴관리, 메뉴 권한관리, 포털 메인관리, 록해너 관리, 게시물 생성관리, 일반 게시물관리, 컨텐츠 게시물관리, 상품코드 관리, 관리자 접속관리, 차단 IP관리, FOOTER관리 등을 할 수 있는 기능



< 포털 메뉴를 관리하는 기능 >

### 3.1.4. 주요 화면

- 회원가입 및 로그인 처리



< 역학계산기 메뉴를 관리하는 기능 >

### 3.1.5. 개발 환경

- framework : 개발자용 개발환경 (64bit(Implementation Tool) Full Version 3.8.0
- Spring : 4.3.16
- Web module : 2.5
- jdk : 1.8x
- DB : Oracle 19C
- SQL : ibatis 2.3.4.726

## 3.2. 역학계산기

### 3.2.1. 프로그램 기능 목록

시스템명	업무명	프로그램 ID	프로그램 명
역학계산기	역학연구	PI-ES-010-010-01	단일 비출 추정 입력
역학계산기	역학연구	PI-ES-010-010-02	단일 비출 추정 결과
역학계산기	역학연구	PI-ES-010-020-01	코호트 연구 입력
역학계산기	역학연구	PI-ES-010-020-02	코호트 연구 결과
역학계산기	역학연구	PI-ES-010-030-01	환제 태초군 연구 입력
역학계산기	역학연구	PI-ES-010-030-02	환제 태초군 연구 결과
역학계산기	난수생성	PI-ES-020-010-01	난수 생성 입력
역학계산기	난수생성	PI-ES-020-010-02	난수 생성 결과
역학계산기	통계적 유의성 검사	PI-ES-030-010-01	두 집단 4경정 입력
역학계산기	통계적 유의성 검사	PI-ES-030-010-02	두 집단 4경정 결과
역학계산기	통계적 유의성 검사	PI-ES-030-020-01	카이제곱 검정1 입력
역학계산기	통계적 유의성 검사	PI-ES-030-020-02	카이제곱 검정1 결과
역학계산기	통계적 유의성 검사	PI-ES-030-030-01	카이제곱 검정2 입력
역학계산기	통계적 유의성 검사	PI-ES-030-030-02	카이제곱 검정2 결과
역학계산기	통계적 유의성 검사	PI-ES-030-040-01	확지은 자료 입력
역학계산기	통계적 유의성 검사	PI-ES-030-040-02	확지은 자료 결과
역학계산기	병동입/연속성 데이터 요약	PI-ES-040-010-01	단일비출 신뢰구간 입력
역학계산기	병동입/연속성 데이터 요약	PI-ES-040-010-02	단일비출 신뢰구간 결과
역학계산기	병동입/연속성 데이터 요약	PI-ES-040-020-01	단일비출 신뢰구간 입력
역학계산기	병동입/연속성 데이터 요약	PI-ES-040-020-02	단일비출 신뢰구간 결과
역학계산기		PI-ES-900-010-01	설정

### 3.2.2. 주요 화면



< 단일 비출 추정 입력 >



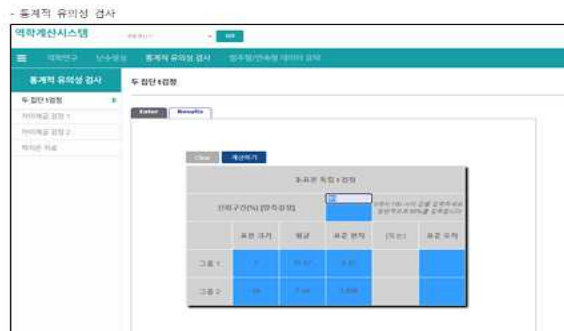
< 단일 비출 추정 결과 >



< 난수 생성 결과 >



< 난수 생성 입력 >



< 두 집단 4경정 입력 >



< 주: 집단 t검정 결과 >



< 단일비율 신뢰구간 결과 >



< 단일비율 신뢰구간 입력 >

<그림 55. 역학계산 시스템 구현 설명서>

## (2) 역학계산 시스템 시험절차 결과 및 사용자 매뉴얼

### 역학계산시스템

#### 시험절차결과 및 사용자매뉴얼

2021.01.17

InVaKo 인포백리코리아

### 목 차

1. 개요	4
1.1. 목적	4
1.2. 범위	4
2. 시험 환경 구축	5
2.1. 사전 조건	5
2.2. 서버 SW 실행 방법	5
2.2.1. DB 서버	5
2.2.2. WAS 서버	6
2.2.3. WEB 서버	6
2.3. 시험 항목 체계	6
3. 시험 절차서	7
3.1. LPRS(License Plate Recognition System) 시험 항목	7
3.2. 포털 시스템 시험 절차 및 결과	8
3.2.1. 포털 로그인 기능(LPRS-PS-010-010)	8
3.2.2. 포털 정보공유 중지(사항 조회 기능(LPRS-PS-020-010))	8
3.2.3. 포털 회원인증 로그인 기능(LPRS-PS-050-010)	9
3.2.4. 포털 회원인증 회원가입 기능(LPRS-PS-050-020)	10
3.2.5. 포털 회원인증 아이디/비밀번호 찾기 기능(LPRS-PS-050-030)	12
3.3. CMS 관리 시스템 시험 절차 및 결과	13
3.3.1. CMS관리시스템 사용자관리 사용자관리 기능(LPRS-CM-010-010)	13
3.3.2. CMS관리시스템 사용자관리 권한관리 기능(LPRS-CM-010-020)	14
3.3.3. CMS관리시스템 시스템관리 시스템정보관리 기능(LPRS-CM-020-010)	16
3.3.4. CMS관리시스템 시스템관리 공통코드관리 기능(LPRS-CM-020-020)	17
3.3.5. CMS관리시스템 시스템관리 관리자접속관리 기능(LPRS-CM-020-030)	18
3.3.6. CMS관리시스템 시스템관리 자단IP관리 기능(LPRS-CM-020-031)	19
3.3.7. CMS관리시스템 시스템관리 포털메뉴관리 기능(LPRS-CM-020-040)	20
3.3.8. CMS관리시스템 시스템관리 시스템메뉴관리 기능(LPRS-CM-020-041)	21
3.3.9. CMS관리시스템 시스템관리 메뉴필요관리 기능(LPRS-CM-020-042)	23
3.3.10. CMS관리시스템 시스템관리 게시판생성관리 기능(LPRS-CM-020-050)	24
3.3.11. CMS관리시스템 시스템관리 일반게시물관리 기능(LPRS-CM-020-051)	26
3.3.12. CMS관리시스템 시스템관리 철헤트게시물관리 기능(LPRS-CM-020-052)	28
3.3.13. CMS관리시스템 시스템관리 FAQ 관리 기능(LPRS-CM-020-053)	31
3.3.14. CMS관리시스템 시스템관리 FOOTER관리 기능(LPRS-CM-020-050)	33
3.3.15. CMS관리시스템 시스템관리 톱/배너 관리 기능(LPRS-CM-020-061)	34
3.3.16. CMS관리시스템 시스템관리 접속통계 조회 기능(LPRS-CM-020-070)	35
3.3.17. CMS관리시스템 시스템관리 만족도관리 조회 기능(LPRS-CM-020-071)	36
3.4. 역학계산기 시험 절차 및 결과	38
3.4.1. 역학계산기 역학연구 단일 비율 추정(LPRS-E5-010-010)	38
3.4.2. 역학계산기 역학연구 코호트 연구(LPRS-E5-010-020)	39
3.4.3. 역학계산기 역학연구 환례 대조군 연구(LPRS-E5-010-030)	40
3.4.4. 역학계산기 난수생성 난수생성(LPRS-E5-020-010)	41
3.4.5. 역학계산기 통계적 유의성 검사 두 집단 t검정(LPRS-E5-030-010)	42

3.4.6. 역학계산기 통계적 유의성 검사 카이제곱 검정1(LPRS-E5-090-Q20)	43
3.4.7. 역학계산기 통계적 유의성 검사 카이제곱 검정2(LPRS-E5-090-Q30)	45
3.4.8. 역학계산기 통계적 유의성 검사 특이준 자료(LPRS-E5-090-Q40)	46
3.4.9. 역학계산기 범주형/연속성 데이터 요약 단일비율 신뢰구간(LPRS-E5-040-010)	47
3.4.10. 역학계산기 범주형/연속성 데이터 요약 단일비율 신뢰구간(LPRS-E5-040-020)	49
3.4.11. 역학계산기 설정(LPRS-E5-900-010)	50

## 1. 개요

### 1.1. 목적

역학계산시스템 모듈을 검증하기 위한 시험 절차를 나타내는 것을 목적으로 한다.

### 1.2. 범위

역학계산시스템은 아래와 같은 기능을 갖는다.

- 1) 사용자 포털 서비스 기능
- 2) 사용자 로그인 및 회원관리 기능
- 3) 포털 콘텐츠 관리 기능
- 4) 역학계산기 기능

- 3 -

- 4 -

## 2. 시험 환경 구축

### 2.1. 사전 조건

- 서비스 기능을 위한 Telnet 프로그램을 준비한다.
- Web / WAS / DBMS가 정상적으로 서비스 되어 있어야 한다.

### 2.2. 서버 SW 실행 방법

#### 2.2.1. DB 서버

- Telnet 접속 : 123.213.1.195, 계정 : oracle / oracle6895!@
- 요리를 DB 시작

- OS oracle 계정 접속 su - oracle
- Oracle 유저에서 : sqlplus / as sysdba (DB 접속)
- SQL (DB접속상태에서 DB 시작)
- SQL : startup;
- 리스너 시작 : DB를 시작한 후 OS oracle 계정에서 리스너 시작
- lsnrctl start
- DB시작

```
[root@jhb ~]# su - oracle
[oracle@jhb ~]# sqlplus / as sysdba
SQL*Plus: Release 18.0.0.0.0 - Production on Thu Oct 24 02:22:34 2019
Version 18.0.0.0
Copyright (c) 2019, Oracle. All rights reserved.
Connected to an idle instance.

SQL> startup
ORACLE instance started.

Total System Global Area 1610912016 bytes
Fixed Size 805204 bytes
Variable Size 51942384 bytes
Database Buffers 102818176 bytes
Redo Buffers 8130272 bytes
Database mounted.
Database opened.
SQL>
```

- 리스너 시작

```
[oracle@jhb ~]# lsnrctl start
LSNRCTL for Linux: Version 18.0.0.0.0 - Production on 24-OCT-2019 02:24:47
Copyright (c) 1991, 2019, Oracle. All rights reserved.
Starting /oracle/product/18c/bin/tnslsnr: please wait...

TNSLSNR for Linux: Version 18.0.0.0.0 - Production
System parameter file is /oracle/product/18c/network/admin/listener.ora
Log messages written to /oracle/product/18c/diag/tnslsnr/jhb/tnslsnr/alert/log.xml
Listening on: (DESCRIPTION=ADDRESS=(PROTOCOL=TCP)(HOST=192.168.137.100)(PORT=1521))
Listening on: (DESCRIPTION=ADDRESS=(PROTOCOL=TCP)(HOST=10.0.2.101)(PORT=1521))
Listening on: (DESCRIPTION=ADDRESS=(PROTOCOL=IPC)(KEY=EXTPROC1521))

Connecting to (DESCRIPTION=ADDRESS=(PROTOCOL=TCP)(HOST=192.168.137.100)(PORT=1521))
STATUS of the LISTENER
-----
Alias                LISTENER
Version              18.0.0.0.0 - Production
Start Date           24-OCT-2019 02:24:47
uptime               0 days 0 hr. 0 min. 0 sec
Trace level          off
Security              ON: Local OS Authentication
SNW                  ON
Listener Parameter File /oracle/product/18c/network/admin/listener.ora
Listener Log File    /oracle/diag/tnslsnr/jhb/tnslsnr/alert/log.xml
Listening Endpoints Summary...
  (DESCRIPTION=ADDRESS=(PROTOCOL=TCP)(HOST=192.168.137.100)(PORT=1521))
  (DESCRIPTION=ADDRESS=(PROTOCOL=TCP)(HOST=10.0.2.101)(PORT=1521))
  (DESCRIPTION=ADDRESS=(PROTOCOL=IPC)(KEY=EXTPROC1521))
The listener supports no services
The command completed successfully
[oracle@jhb ~]#
```

- DB open 순서 : oracle DB 시작 후 리스너 시작

#### 2.2.2. WAS 서버

- Telnet 접속 : 123.213.1.197, 계정 : tmax / tmax6895!@
- 서비스 기틀 : dsboot 입력

#### 2.2.3. WEB 서버

- WAS JEUS가 정상적으로 서비스 되면 webto를 실행한다.
- Telnet 접속 : 123.213.1.196, 계정 : tmax / tmax6895!@
- 서비스 기틀 : wsboot

## 2.3. 시험 항목 체계

- ✓ 포털 서비스 접속 기능
- ✓ 회원가입 가능 및 로그인 기능
- ✓ 회원관리 및 권한 관리 기능
- ✓ 콘텐츠 관리기능
- ✓ 역학계산기 기능

- 5 -

- 6 -

### 3. 시험 절차서


#### 3.1. LPRS(License Plate Recognition System) 시험 항목

시스템명	TEST ID	TEST 명
포털	LPRS-PS-010-010	포털 홈 접속 기능
포털	LPRS-PS-020-010	포털 정보공유 공지사항 조회 기능
포털	LPRS-PS-050-010	포털 회원가입 로그인 기능
포털	LPRS-PS-050-020	포털 회원가입 회원가입 기능
포털	LPRS-PS-050-020	포털 회원가입 아이디/비밀번호 찾기 기능
CMS관리시스템	LPRS-CM-010-010	CMS 관리시스템 사용자관리 사용자관리 기능
CMS관리시스템	LPRS-CM-010-020	CMS 관리시스템 사용자관리 권한관리 기능
CMS관리시스템	LPRS-CM-020-010	CMS 관리시스템 시스템관리 시스템정보관리 기능
CMS관리시스템	LPRS-CM-020-020	CMS 관리시스템 시스템관리 공통코드관리 기능
CMS관리시스템	LPRS-CM-020-030	CMS 관리시스템 시스템관리 관리자접속관리 기능
CMS관리시스템	LPRS-CM-020-031	CMS 관리시스템 시스템관리 차단 IP 관리 기능
CMS관리시스템	LPRS-CM-020-040	CMS 관리시스템 시스템관리 포털메뉴관리 기능
CMS관리시스템	LPRS-CM-020-041	CMS 관리시스템 시스템관리 시스템메뉴관리 기능
CMS관리시스템	LPRS-CM-020-042	CMS 관리시스템 시스템관리 메뉴권한관리 기능
CMS관리시스템	LPRS-CM-020-050	CMS 관리시스템 시스템관리 게시판생성관리 기능
CMS관리시스템	LPRS-CM-020-051	CMS 관리시스템 시스템관리 일반게시판관리 기능
CMS관리시스템	LPRS-CM-020-052	CMS 관리시스템 시스템관리 컨텐츠게시판관리 기능
CMS관리시스템	LPRS-CM-020-053	CMS 관리시스템 시스템관리 FAQ 관리 기능
CMS관리시스템	LPRS-CM-020-060	CMS 관리시스템 시스템관리 FOOTER 관리 기능
CMS관리시스템	LPRS-CM-020-061	CMS 관리시스템 시스템관리 페이지 관리 기능
CMS관리시스템	LPRS-CM-020-070	CMS 관리시스템 시스템관리 접속통계 조회 기능
CMS관리시스템	LPRS-CM-020-071	CMS 관리시스템 시스템관리 만족도관리 조회 기능
유통계상기	LPRS-ES-010-010	유통계상기 유통연구 담당 등록
유통계상기	LPRS-ES-010-020	유통계상기 유통연구 종료 등록
유통계상기	LPRS-ES-010-030	유통계상기 유통연구 출회 등록
유통계상기	LPRS-ES-020-010	유통계상기 납품실금 납품실금
유통계상기	LPRS-ES-030-010	유통계상기 매출금 유회금 일사 쿨 전달서 발급
유통계상기	LPRS-ES-030-020	유통계상기 매출금 유회금 일사 쿨이유문 발급 1
유통계상기	LPRS-ES-030-030	유통계상기 매출금 유회금 일사 쿨이유문 발급 2
유통계상기	LPRS-ES-030-040	유통계상기 매출금 유회금 일사 쿨이유문 기록
유통계상기	LPRS-ES-040-010	유통계상기 납품실/연속실 데이터 요약 발행일별 실행구간
유통계상기	LPRS-ES-040-020	유통계상기 납품실/연속실 데이터 요약 발행일별 실행구간
유통계상기	LPRS-ES-050-010	유통계상기 결금

- 7 -

### 3.2. 포털 시스템 시험 절차 및 결과

#### 3.2.1. 포털 홈 접속 기능(LPRS-PS-010-010)


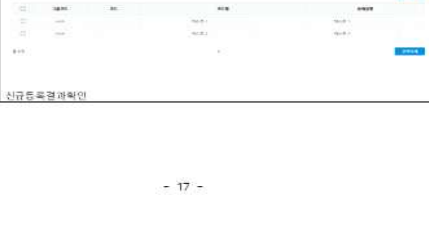
Test Case ID	LPRS-PS-010-010	시험자	
요구사항ID		남학	
시험 설명	유통계상시스템 포털 사용자 시스템에 접속한다.		
사전 조건	1. WEB/WAS 서비스가 정상적으로 서비스 되어야 한다.		
시험 절차	1. <a href="http://123.123.136/entry/">http://123.123.136/entry/</a> 사이트에 접속한다. 2. 포털에 지미스 메뉴를 클릭하여 기능을 확인한다.		
예상 결과	1. 해당 웹사이트가 정상적으로 작동된다.		
반정 기준	1. 제공되는 웹사이트가 정상적으로 작동되어야 한다.		
시험 결과			

#### 3.2.2. 포털 정보공유 공지사항 조회 기능(LPRS-PS-020-010)

Test Case ID	LPRS-PS-020-010	시험자	
요구사항ID		남학	
시험 설명	유통계상시스템 포털 사용자 시스템의 정보공유 공지사항 조회 기능을 시험한다.		
사전 조건	1. WEB/WAS 서비스가 정상적으로 서비스 되어야 한다. 2. 등록된 공지사항이 있어야 한다.		

- 8 -

#### 3.3.4. CMS관리시스템 시스템관리 공통코드관리 기능(LPRS-CM-020-020)

Test Case ID	LPRS-CM-020-020	시험자	
요구사항ID		남학	
시험 설명	유통계상시스템 시스템에서 사용할 공통코드 관리하는 기능을 시험한다.		
사전 조건	1. WEB/WAS 서비스가 정상적으로 서비스 되어야 한다. 2. 해당 권한이 있는 사용자를 로그인 계정 : admin / admin@		
시험 절차	1. 시스템관리 > 공통코드관리 메뉴로 이동 하여 검색조건에 따른 데이터가 조회되는지 확인한다. 2. 신규추가 버튼을 클릭하여 새로운 공통코드 그룹을 등록한다. 3. 정보를 수정/삭제한다.		
예상 결과	1. 조회조건에 따라 데이터가 조회되고 공통코드가 정상적으로 등록/수정/삭제 된다.		
반정 기준	1. 조회조건에 따라 데이터가 조회되고 공통코드가 정상적으로 등록/수정/삭제 되는지 확인		
시험 결과	<p>실행절차 1) 시스템관리 &gt; 공통코드관리 메뉴로 이동 하여 검색조건에 따른 데이터가 조회되는지 확인한다</p>  <p>실행절차 2) 신규추가 버튼을 클릭하여 새로운 공통코드 그룹을 등록한다.</p>  <p>신규등록결과확인</p>		

- 17 -

Test Case ID	LPRS-PS-020-010	시험자	
요구사항ID		남학	
시험 설명	유통계상시스템 포털 사용자 시스템의 정보공유 공지사항 조회 기능을 시험한다.		
사전 조건	1. WEB/WAS 서비스가 정상적으로 서비스 되어야 한다. 2. 등록된 공지사항이 있어야 한다.		
시험 절차	1. 시스템관리 > 관리자접속관리 메뉴로 이동 하여 검색조건에 따른 데이터가 조회되는지 확인한다.		
예상 결과	1. 조회조건에 따라 데이터가 조회 된다.		
반정 기준	1. 조회조건에 따라 데이터가 조회되는지 확인		

#### 3.3.5. CMS관리시스템 시스템관리 관리자접속관리 기능(LPRS-CM-020-030)

Test Case ID	LPRS-CM-020-030	시험자	
요구사항ID		남학	
시험 설명	유통계상시스템 시스템에 로그인한 계정 및 IP 정보를 조회하는 기능을 시험한다.		
사전 조건	1. WEB/WAS 서비스가 정상적으로 서비스 되어야 한다 2. 해당 권한이 있는 사용자를 로그인 계정 : admin / admin@		
시험 절차	1. 시스템관리 > 관리자접속관리 메뉴로 이동 하여 검색조건에 따른 데이터가 조회되는지 확인한다.		
예상 결과	1. 조회조건에 따라 데이터가 조회 된다.		
반정 기준	1. 조회조건에 따라 데이터가 조회되는지 확인		

- 18 -

시험 결과	<p>실행절차 1) 시스템관리 &gt; 관리자접속관리 메뉴로 이동 하여 검색조건에 따른 데이터가 조회되는지 확인한다.</p> 
-------	---



### 3.3.6. CMS관리시스템 시스템관리 자단IP관리 기능(LPRS-CM-020-031)

Test Case ID	LPRS-CM-020-031	시험자	
요구사항ID		남박	
시험 설명	역학계산시스템 시스템에 로그인 시도를 하여 5분 이내 한 접속 기록을 관리하는 기능을 시험한다.		
사전 조건	1. WEB/AWS 서비스가 정상적으로 서비스 되어야 한다 2. 해당 권한이 있는 사용자로 로그인 계정 : admin / admin@ip		
시험 절차	1. 시스템관리 > 관리자접속관리 메뉴로 이동 하여 검색조건에 따른 데이터가 조회되는지 확인하고 결과는 정보를 차단 해제 한다. 2. 해제한 ID 로 로그인 시도한다.		
예상 결과	1. 조회조건에 따라 데이터가 조회 되고 차단 해제가 정상적으로 되어 로그인이 가능하다.		
판정 기준	1. 조회조건에 따라 데이터가 조회되고 차단 해제가 정상적으로 되는지 확인		
시험 결과	실행절차 1) 시스템관리 > 관리자접속관리 메뉴로 이동 하여 검색조건에 따른 데이터가 조회되는지 확인하고 결과는 정보를 차단 해제 한다.		

- 19 -

### 3.3.7. CMS관리시스템 시스템관리 포털메뉴관리 기능(LPRS-CM-020-040)

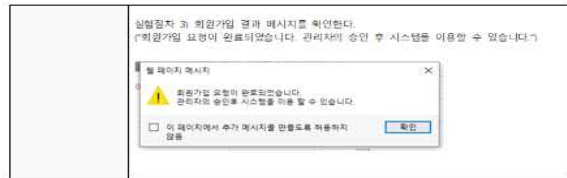
Test Case ID	LPRS-CM-020-040	시험자	
요구사항ID		남박	
시험 설명	역학계산시스템 관리자 시스템의 포털 메뉴 관리 기능을 시험한다.		
사전 조건	1. WEB/AWS 서비스가 정상적으로 서비스 되어야 한다 2. 해당 권한이 있는 사용자로 로그인 계정 : admin / admin@ip		
시험 절차	1. 시스템관리 > 메뉴관리 > 포털메뉴관리 메뉴 화면에서 검색조건 입력후 조회하고 "신규메뉴등록"버튼을 클릭하여 신규 메뉴를 등록한다. 2. 좌측 메뉴 트리에서 신규 등록된 메뉴를 클릭하여 정보를 수정 및 삭제한다.		
예상 결과	1. 메뉴가 정상적으로 신규로 생성되고 정보가 수정/삭제 된다 .		
판정 기준	1. 신규 메뉴가 정상적으로 등록된다. 2. 메뉴정보가 정상적으로 수정/삭제 된다.		
시험 결과	실행절차 1) 화면에서 검색조건 입력후 조회하고 "신규메뉴등록"버튼을 클릭하여 신규 메뉴를 등록한다.		

- 20 -

- 10 -

시험 설명	역학계산시스템 포털 사용자 시스템 회원가입 기능이 정상적으로 이루어지는지 시험한다.
사전 조건	1. WEB/AWS 서비스가 정상적으로 서비스 되어야 한다.
시험 절차	1. 포털 사용자 시스템 수속 상단에 있는 로그인 버튼을 클릭하여 회원가입 화면으로 이동 하여 회원가입 및 개인정보 수집,이름 등지시에 동의한 후 정보입력화면으로 이동한다. 2. 정보를 입력하여 회원가입을 시도한다. 3. 회원가입 결과 메시지를 확인한다.
예상 결과	1. 등록된 정보로 회원가입 요청 된다
판정 기준	1. 정상 회원가입 요청이 되고 아래와 같은 메시지가 나타난다. 2. "회원가입 요청이 완료되었습니다. 관리자의 승인이 후 시스템을 이용하실 수 있습니다."
시험 결과	<p>실행절차 1) 수속 상단에 있는 회원가입 버튼을 클릭하여 회원가입 화면으로 하여 회원가입 및 개인정보 수집,이름 등지시에 동의한 후 정보입력화면으로 이동한다.</p>  <p>실행절차 2) 정보를 입력하여 회원가입을 시도한다.</p> 

- 11 -







### 3.2.5. 포털 회원인증 아이디/비밀번호 찾기 기능(LPRS-PS-050-030)

Test Case ID	LPRS-PS-050-030	시험자	
요구사항ID		남박	
시험 설명	역학계산시스템 포털 사용자 시스템 아이디/비밀번호 찾기 기능을 시험한다.		
사전 조건	1. WEB/AWS 서비스가 정상적으로 서비스 되어야 한다.		
시험 절차	1. 맞는 정보로 아이디와 비밀번호를 찾기를 시도한다. 2. 맞지 않는 정보로 아이디와 비밀번호 찾기를 시도한다.		
예상 결과	1. 정보가 일치할 경우 아이디/비밀번호를 표시하고 일치하지 않을 경우 해당 정보가 없다는 경고창이 나온다.		
판정 기준	1. 정보가 일치할 경우 아이디 또는 새로운 비밀번호를 표시한다. 2. 정보가 일치하지 않을 경우 일치하는 정보가 없다고 표시한다.		
시험 결과	실행절차 1) 맞는 정보로 아이디와 비밀번호 찾기를 시도한다.		


- 12 -



 <p>모듈에 해당 메뉴 정상 노출 확인</p> <p>역학계산시스템</p>  <p>실험결과 2) 좌측 메뉴 트리에서 신규 등록된 메뉴를 클릭하여 정보를 수정 및 삭제한다.</p> 	
---	---


3.3.8. CMS관리시스템 시스템관리 시스템메뉴관리 기능(LPRS-CM-020-041)



Test Case ID	LPRS-CM-020-041	시험자	
요구사항ID		날짜	
시험 설명	역학계산시스템 CMS관리시스템의 관리자.임무담당자 메뉴 관리 기능을 시험한다.		

	<p>사전 조건</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. WEBAWAS 서비스가 정상적으로 서비스 되어 있다</li> <li>2. 해당 권한이 있는 사용자 로그인 계정 : admin / admin@pr</li> </ol>
	<p>시험 절차</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 시스템관리 &gt; 메뉴관리 &gt; 시스템메뉴관리 메뉴 화면에서 시스템 선택 후 '상상'버튼을 클릭하여 신규 메뉴를 등록한다.</li> <li>2. 좌측 메뉴 트리에서 신규 등록된 메뉴를 클릭하여 정보를 수정 및 삭제한다.</li> </ol>
	<p>예상 결과</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 메뉴가 정상적으로 신규로 생성되고 정보가 수정/삭제 된다 .</li> </ol>
	<p>반정 기준</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 신규 메뉴가 정상적으로 등록된다.</li> <li>2. 메뉴정보가 정상적으로 수정/삭제 된다.</li> </ol>
	<p>시험 결과</p> <p>실험결과 1) 화면에서 '추가'버튼을 클릭하여 신규 메뉴를 등록한다.</p>  <p>예상 메뉴 생성 확인</p>  <p>실험결과 2) 좌측 메뉴 트리에서 신규 등록된 메뉴를 클릭하여 정보를 수정 및 삭제한다.</p>

	
---	---


3.3.9. CMS관리시스템 시스템관리 메뉴권한관리 기능 (LPRS-CM-020-042)

Test Case ID	LPRS-CM-020-042	시험자	
요구사항ID		날짜	
시험 설명	역학계산시스템 시스템의 사용자 권한 별 접근 메뉴 권한 관리 기능을 시험한다.		
사전 조건	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. WEBAWAS 서비스가 정상적으로 서비스 되어 있다</li> <li>2. 해당 권한이 있는 사용자 로그인 계정 : admin / admin@pr</li> </ol>		
시험 절차	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 시스템관리 &gt; 메뉴관리 &gt; 메뉴권한관리 메뉴의 목록에서 메뉴권한을 부여할 사용자 그룹의 "상상"버튼을 클릭하여 상세 화면으로 이동하여 메뉴들을 체크 후 저장한다</li> <li>2. 해당 사용자 권한에 속한 회원 아이디로 로그인 하여 체크한 메뉴가 노출되는지 확인한다.</li> </ol>		
예상 결과	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 해당 사용자 권한으로 로그인 시 권한이 있는 메뉴가 정상적으로 노출된다.</li> </ol>		
반정 기준	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 메뉴권한이 정상적으로 저장된다.</li> </ol>		
시험 결과	<p>실험결과 1) 메뉴권한관리 목록에서 메뉴권한을 부여할 사용자 그룹의 "상상"버튼을 클릭하여 상세 화면으로 이동하여 메뉴들을 체크 후 저장한다.</p> 		

	
--	--

3.3.10. CMS관리시스템 시스템관리 계시판생성관리 기능(LPRS-CM-020-050)



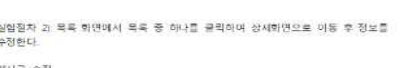
Test Case ID	LPRS-CM-020-050	시험자	
요구사항ID		날짜	
시험 설명	역학계산시스템 모듈 사용자 시스템에서 사용자 계시판 종류, 수정하는 등 관리할 수 있는 기능을 시험 한다.		
사전 조건			
시험 절차	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 시스템관리 &gt; 계시판관리 &gt; 계시판생성관리 화면에서 "작성"버튼을 클릭하여 신규 계시판 생성 화면으로 이동한 후 계시판을 생성한다.</li> <li>2. 계시판생성관리 화면에서 목록 중 하나를 클릭하여 상세화면으로 이동 후 정보를 수정한다.</li> <li>3. 계시판생성관리 화면에서 목록 중 하나를 클릭하여 상세화면으로 이동 후 정보를 삭제한다.</li> </ol>		
예상 결과	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 계시판이 정상적으로 생성되고 정보를 수정/삭제 할 수 있다.</li> </ol>		
반정 기준			

	<p>1. 게시물이 정상적으로 생성되고 정보가 수정/삭제 된다.</p> <p>실험절차 1) 게시물관리 화면에서 "작성"버튼을 클릭하여 신규 게시물 생성 화면으로 이동한 후 게시물을 생성한다.</p>  <p>실험절차 2) 게시물관리 화면에서 목록 중 하나를 클릭하여 상세화면으로 이동 후 정보를 수정한다.</p>  <p>수정 후 목록</p>  <p>실험절차 3) 게시물관리 화면에서 목록 중 하나를 클릭하여 상세화면으로 이동 후 정보를 삭제한다.</p> <p>삭제 후 목록</p> 
--	--

	
--	--

3.3.11. CMS관리시스템 시스템관리 일반게시물관리 기능(LPRS-CM-020-051)

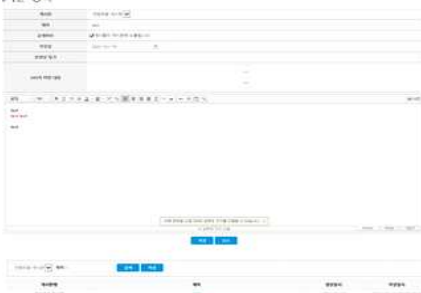
Test Case ID	LPRS-CM-020-051	시험자	
요구사항ID		날짜	
시험 설명	액세스권시스템 포털 사용자 시스템에 게시된 일반 게시물을 등록, 수정하는 등 관리할 수 있는 기능을 시험 한다.		
사전 조건			
시험 절차	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 시스템관리 &gt; 게시물관리 &gt; 일반게시물관리 화면에서 게시란 선택 후 "작성"버튼을 클릭하여 신규 게시물 등록 화면으로 이동한 후 게시물을 등록한다.</li> <li>2. 목록 화면에서 목록 중 하나를 클릭하여 상세화면으로 이동한 후 정보를 수정한다.</li> <li>3. 목록 화면에서 목록 중 하나를 클릭하여 상세화면으로 이동한 후 정보를 삭제한다.</li> </ol>		
예상 결과	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 게시물이 정상적으로 등록되고 정보를 수정/삭제 할 수 있다.</li> <li>2. 포털 공지사항(테스트 게시물)과 정상 연동된다.</li> </ol>		
반정 기준	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 게시물이 정상적으로 생성되고 정보가 수정/삭제 된다.</li> <li>2. 포털 공지사항(테스트 게시물)과 정상 연동된다.</li> </ol>		
시험 결과	<p>실험절차 1) 시스템관리 &gt; 게시물관리 &gt; 일반게시물관리 화면에서 게시란 선택 후 "작성"버튼을 클릭하여 신규 게시물 등록 화면으로 이동한 후 게시물을 등록한다.</p> <p>공지사항에 게시물 등록</p>		

	 <p>포털 공지사항 신규 게시물 확인</p> <p>공지사항</p>  <p>실험절차 2) 목록 화면에서 목록 중 하나를 클릭하여 상세화면으로 이동 후 정보를 수정한다.</p> <p>게시물 수정</p> 
--	---



	 <p>포털 공지사항 게시물 수정 확인</p> <p>공지사항</p>  <p>실험절차 3) 목록 화면에서 목록 중 하나를 클릭하여 상세화면으로 이동 후 정보를 삭제한다.</p> <p>=&gt; 게시물 삭제 확인</p> 
--	---




3.3.12. CMS관리시스템 시스템관리 콘텐츠게시물관리 기능(LPRS-CM-020-052)

Test Case ID	LPRS-CM-020-052	시험자	
요구사항ID		날짜	
시험 설명	액세스권시스템 포털 사용자 시스템에 게시된 콘텐츠를 수정하는 등 관리할 수 있는 기능을 시험 한다.		
사전 조건			
시험 절차	1. 시스템관리 > 게시물관리 > 콘텐츠게시물관리 화면에서 게시란 선택 후 "작성"버튼을		

	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. 클릭하여 신규 게시물 등록 화면으로 이동한 후 test 게시글을 등록한다.</li> <li>2. 시스템관리 &gt; 메뉴관리 &gt; 포털메뉴관리 화면에서 "고객지원-업무담당안내" 메뉴를 선택하여 우측의 편집 URL, 정보 "메인URL" 버튼을 클릭하여 목록 중 프로그램명이 "test" 인 것을 클릭한 후 저장한다.</li> <li>3. 시스템관리 &gt; 게시물관리 &gt; 콘텐츠게시물관리 화면에서 test 게시글을 클릭하여 상세화면으로 이동 후 정보를 수정한다.</li> <li>4. 시스템관리 &gt; 게시물관리 &gt; 콘텐츠게시물관리 화면에서 test 게시글을 클릭하여 상세화면으로 이동 후 정보를 삭제한다.</li> </ul>
예상 결과	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. 게시글이 정상적으로 생성되고 정보가 수정/삭제 된다.</li> <li>2. 포털 고객지원 &gt; 업무담당자 안내 페이지로 이동하면 변경된 내용이 표시된다.</li> </ul>
반정 기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. 콘텐츠관리 기능으로 포털 게시 내용을 관리 가능한지 확인</li> </ul>
시험 결과	<p>실험절차 1) 시스템관리 &gt; 게시물관리 &gt; 콘텐츠게시물관리 화면에서 게시물 선택 후 "작성" 버튼을 클릭하여 신규 게시물 등록 화면으로 이동한 후 test 게시글을 등록한다.</p>  <p>실험절차 2) 시스템관리 &gt; 메뉴관리 &gt; 포털메뉴관리 화면에서 "정보공유 &gt; test" 메뉴를 선택하여 우측의 편집 URL, 정보 "메인URL" 버튼을 클릭하여 목록 중 프로그램명이 "test" 인 것을 클릭한 후 저장한다.</p>

	
예상 결과	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. 글이 정상적으로 생성되고 정보가 수정/삭제 된다.</li> <li>1. 포털 정보공유 &gt; FAQ 정보가 연동된다.</li> </ul>
반정 기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. 포털 FAQ 내용을 관리 가능한지 확인</li> </ul>
시험 결과	<p>실험절차 1) 시스템관리 &gt; 게시물관리 &gt; FAQ 화면에서 "포털" 유형 선택 후 "작성" 버튼을 클릭하여 신규 등록 화면으로 이동한 후 test 글을 등록한다.</p>  <p>실험절차 2) 목록 화면에서 test 글을 클릭하여 상세화면으로 이동 후 정보를 수정한다. =&gt; 포털 정보공유 &gt; FAQ 내용 수정 확인</p>  <p>실험절차 3) 목록 화면에서 test 글을 체크 후 "선택삭제" 버튼을 클릭하여 삭제한다. =&gt; 포털 정보공유 &gt; FAQ 내용 삭제 확인</p> 




	 <p>포털 정보공유 "test" 메뉴 내용 수정 확인</p>  <p>실험절차 4) 시스템관리 &gt; 게시물관리 &gt; 콘텐츠게시물관리 화면에서 test 게시글을 클릭하여 상세화면으로 이동 후 정보를 삭제한다. =&gt; 목록에서 test 게시글 삭제 확인</p>
--	---

	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. 신규 등록 화면으로 이동한 후 test 글을 등록한다.</li> <li>2. 목록 화면에서 test 글을 클릭하여 상세화면으로 이동 후 정보를 수정한다.</li> <li>3. 목록 화면에서 test 글을 체크 후 "선택삭제" 버튼을 클릭하여 삭제한다.</li> </ul>
예상 결과	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. 글이 정상적으로 생성되고 정보가 수정/삭제 된다.</li> <li>1. 포털 정보공유 &gt; FAQ 정보가 연동된다.</li> </ul>
반정 기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. 포털 FAQ 내용을 관리 가능한지 확인</li> </ul>
시험 결과	<p>실험절차 1) 시스템관리 &gt; 게시물관리 &gt; FAQ 화면에서 "포털" 유형 선택 후 "작성" 버튼을 클릭하여 신규 등록 화면으로 이동한 후 test 글을 등록한다.</p>  <p>실험절차 2) 목록 화면에서 test 글을 클릭하여 상세화면으로 이동 후 정보를 수정한다. =&gt; 포털 정보공유 &gt; FAQ 내용 수정 확인</p>  <p>실험절차 3) 목록 화면에서 test 글을 체크 후 "선택삭제" 버튼을 클릭하여 삭제한다. =&gt; 포털 정보공유 &gt; FAQ 내용 삭제 확인</p> 

3.3.13. CMS관리시스템 시스템관리 FAQ 관리 기능(LPRS-CM-020-053)

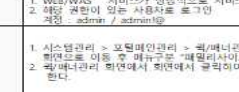
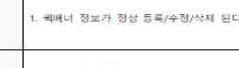
Test Case ID	LPRS-CM-020-053	시험자	
요구사항ID		날짜	
시험 설명	역학계산시스템 포털 사용자 시스템에 게시물 FAQ를 수정하는 등 관리할 수 있는 기능을 시험 한다.		
사전 조건	1. WEB/AWAS 서비스가 정상적으로 서비스 되어야 한다 2. 해당 권한이 있는 사용자 로그인 계정 : admin / admin@		
시험 절차	1. 시스템관리 > 게시물관리 > FAQ 화면에서 "포털" 유형 선택 후 "작성" 버튼을 클릭하여		




3.3.14. CMS관리시스템 시스템관리 FOOTER관리 기능(LPRS-CM-020-060)

Test Case ID	LPRS-CM-020-060	시험자	
요구사항ID		날짜	
시험 설명	연계시스템 포털 사용자 시스템에서 사용한 footer 관리 기능을 시험한다.		
사전 조건	1. WEB/AS 서비스가 정상적으로 서비스 되어야 한다. 2. 해당 권한이 있는 사용자 로그인 계정 : admin / admin@		
시험 절차	1. 시스템관리 > 포털메인관리 > FOOTER관리 메뉴로 이동 하며 검색조건에 따른 데이터가 조회되는지 확인하고 "작성" 버튼을 클릭하여 신규 등록을 한다. 2. 정보를 수정한다.		
예상 결과	1. 조회조건에 따라 데이터가 조회되고 정보가 정상적으로 등록/수정 된다.		
만정 기준	1. 조회조건에 따라 데이터가 조회되고 정보가 정상적으로 등록/수정되는지 확인		
시험 결과	<p>실행절차 1) 시스템관리 &gt; 포털메인관리 &gt; FOOTER관리 메뉴로 이동 하며 검색조건에 따른 데이터가 조회되는지 확인하고 "작성" 버튼을 클릭하여 신규 등록을 한다.</p>  <p>모달 footer 내용 확인</p>  <p>실행절차 2) 정보를 수정한다. 모달 footer 내용 확인</p> 		



3.3.15. CMS관리시스템 시스템관리 쿼/배너 관리 기능(LPRS-CM-020-061)

Test Case ID	LPRS-CM-020-061	시험자	
요구사항ID		날짜	
시험 설명	연계시스템 시스템의 포털 메인화면의 쿼/배너 중 배너관리사이드 관리 기능을 시험한다.		
사전 조건	1. WEB/AS 서비스가 정상적으로 서비스 되어야 한다. 2. 해당 권한이 있는 사용자 로그인 계정 : admin / admin@		
시험 절차	1. 시스템관리 > 포털메인관리 > 쿼/배너관리 화면에서 "작성"버튼 클릭하여 신규 생성 화면으로 이동 후 메뉴주은 "배너리사이드" 선택하여 정보를 입력한다. 2. 쿼/배너관리 화면에서 화면에서 클릭하여 상세정보 화면으로 이동 후 정보를 수정/삭제 한다.		
예상 결과	1. 배너리 정보가 정상 등록/수정/삭제 된다.		
만정 기준	2. 배너리 정보가 정상 등록/수정/삭제 되는지 확인		
시험 결과	<p>실행절차 1) 쿼/배너관리 화면에서 "작성"버튼 클릭하여 신규 생성 화면으로 이동 후 메뉴주은 "배너리사이드" 선택하여 정보를 입력한다.</p>  <p>실행절차 2) 정보를 수정한다. 모달 footer 내용 확인</p> 		

 <p>실행절차 2) 쿼/배너관리 화면에서 화면에서 클릭하여 상세정보 화면으로 이동 후 정보를 수정/삭제 한다. =&gt; 정보 수정 확인 =&gt; 정보 삭제 확인</p> 	
---	---


예상 결과	1. 방문했던 메뉴별 통계 조회 및 액셀 다운로드가 정상적으로 된다.
만정 기준	1. 방문했던 메뉴별 통계가 조회되는지, 액셀 다운로드가 정상적으로 되는지 확인
시험 결과	<p>실행절차 1) 시스템관리 &gt; 통계관리 &gt; 접속통계 화면으로 이동하여 목록을 조회한다.</p>  <p>실행절차 2) 목록을 엑셀다운로드 받는다.</p> 

3.3.16. CMS관리시스템 시스템관리 접속통계 조회 기능(LPRS-CM-020-070)

Test Case ID	LPRS-CM-020-070	시험자	
요구사항ID		날짜	
시험 설명	연계시스템 포털 사용자 시스템 각 메뉴에 접속한 통계를 조회하는 기능을 시험한다.		
사전 조건	1. WEB/AS 서비스가 정상적으로 서비스 되어야 한다. 2. 포털 각 메뉴 방문 시 로그인한 상태가 되어야 한다.		
시험 절차	1. 시스템관리 > 통계관리 > 접속통계 화면으로 이동하여 목록을 조회한다. 2. 목록을 엑셀다운로드 받는다.		


3.3.17. CMS관리시스템 시스템관리 만족도관리 조회 기능(LPRS-CM-020-071)

Test Case ID	LPRS-CM-020-071	시험자	
요구사항ID		날짜	
시험 설명	연계시스템 포털 사용자 시스템의 만족도 조사 기능이 있는 화면에서 저장된 만족도를 조회하는 기능을 시험한다.		
사전 조건	1. WEB/AS 서비스가 정상적으로 서비스 되어야 한다. 2. 해당 권한이 있는 사용자 로그인 계정 : admin / admin12@		
시험 절차	1. 시스템관리 > 통계관리 > 만족도관리 화면으로 이동하여 목록을 조회한다. 2. 포털 방문사항 > 방문정보 화면에서의 만족도를 선택하여 저장한다. 3. 시스템관리 > 통계관리 > 만족도관리 화면으로 이동하여 목록을 조회한다. 4. 목록을 엑셀 다운로드 받는다.		
예상 결과	1. 조사된 만족도가 조회되고 액셀 다운로드가 정상적으로 된다.		

평가 기준	1. 조사된 항목도가 조회이는지, 역설 다운로드가 정상적으로 되는지 확인
시험 결과	<p>실험절차 1) 총제관리 &gt; 인죽도관리 화면으로 이동하여 목록을 조회한다.</p>  <p>실험절차 2) 포털 운영사항 &gt; 법령정보 화면 하단의 인죽도를 선택하여 저장한다.</p> <p>공지사항</p>  <p>실험절차 3) 시스템관리 &gt; 통제관리 &gt; 인죽도관리 화면으로 이동하여 목록을 조회한다.</p>  <p>실험절차 4) 목록을 역설다운로드 받는다.</p> 

### 3.4. 역학계산기 시험 절차 및 결과

#### 3.4.1. 역학계산기 역학연구 단일 비율 추정(LPRS-ES-010-010)

Test Case ID	LPRS-ES-010-010	시험자	
요구사항ID		날짜	
시험 설명	모집단에서 요인의 빈도를 결정하기 위한 표본 크기를 계산 기능을 시험한다.		
사전 조건	1. WEB/WAS 서비스가 정상적으로 서비스 되어야 한다. 2. 해당 권한이 있는 사용자로 로그인. 계정 - admin / admin123@		
시험 절차	1. 역학연구 > 단일 비율 추정 화면으로 이동하여 각 항목 정보를 입력한다. 2. "계산하기" 버튼을 클릭하여 결과를 확인한다.		
예상 결과	1. 입력 정보에 따른 계산 결과를 확인 할 수 있다.		
평가 기준	1. 입력 정보에 따른 계산 결과 확인		
시험 결과	<p>실험절차 1) 역학연구 &gt; 단일 비율 추정 화면으로 이동하여 각 항목 정보를 입력한다.</p>  <p>실험절차 2) "계산하기" 버튼을 클릭하여 결과를 확인한다.</p>		

단일 비율 추정	
----------	---



#### 3.4.2. 역학계산기 역학연구 코호트 연구(LPRS-ES-010-020)



Test Case ID	LPRS-ES-010-020	시험자	
요구사항ID		날짜	
시험 설명	코호트 연구에 대한 설문 크기 계산 기능을 시험한다.		
사전 조건	1. WEB/WAS 서비스가 정상적으로 서비스 되어야 한다. 2. 해당 권한이 있는 사용자로 로그인. 계정 - admin / admin123@		
시험 절차	1. 역학연구 > 코호트 연구 화면으로 이동하여 각 항목 정보를 입력한다. 2. "계산하기" 버튼을 클릭하여 결과를 확인한다.		
예상 결과	1. 입력 정보에 따른 계산 결과를 확인 할 수 있다.		
평가 기준	1. 입력 정보에 따른 계산 결과 확인		
시험 결과	실험절차 1) 역학연구 > 코호트 연구 화면으로 이동하여 각 항목 정보를 입력한다.		

코호트 연구	 <p>실험절차 2) "계산하기" 버튼을 클릭하여 결과를 확인한다.</p> 
--------	--

#### 3.4.3. 역학계산기 역학연구 환례 대조군 연구(LPRS-ES-010-030)

Test Case ID	LPRS-ES-010-030	시험자	
요구사항ID		날짜	
시험 설명	환례 대조군 대조 연구를 위한 표본 크기 계산 기능을 시험한다.		
사전 조건	1. WEB/WAS 서비스가 정상적으로 서비스 되어야 한다. 2. 해당 권한이 있는 사용자로 로그인. 계정 - admin / admin123@		
시험 절차	1. 역학연구 > 환례 대조군 연구 화면으로 이동하여 각 항목 정보를 입력한다. 2. "계산하기" 버튼을 클릭하여 결과를 확인한다.		
예상 결과	1. 입력 정보에 따른 계산 결과를 확인 할 수 있다.		

반정 기준	1. 입력 정보에 따른 계산 결과 확인
시행 결과	<p>실험절차 1) 역학연구 &gt; 한해 대조군 연구 화면으로 이동하여 각 항목 정보를 입력한다.</p>  <p>실험절차 2) "계산하기" 버튼을 클릭하여 결과를 확인한다.</p> 



	1. "계산하기" 버튼을 클릭하여 결과를 확인한다.
예상 결과	1. 입력 정보에 따른 계산 결과를 확인 할 수 있다.
반정 기준	1. 입력 정보에 따른 계산 결과 확인
시행 결과	<p>실험절차 1) 난수생성 &gt; 난수생성 화면으로 이동하여 각 항목 정보를 입력한다.</p>  <p>실험절차 2) "계산하기" 버튼을 클릭하여 결과를 확인한다.</p> 


3.4.4. 역학계산기 난수생성 난수생성(LPRS-ES-020-010)

Test Case ID	LPRS-ES-020-010	시험자	
요구사항ID		날짜	
시험 설명	주어진 범위 내에서 지정된 수의 '무작위' 정수를 생성 기능을 시험한다.		
사전 조건	1. WEB/WAS 서비스가 정상적으로 서비스 되어야 한다. 2. 해당 권한이 있는 사용자를 로그인. 계정 : admin / admin123@		
시험 절차	1. 난수생성 > 난수생성 화면으로 이동하여 각 항목 정보를 입력한다.		

3.4.5. 역학계산기 통계적 유의성 검사 두 집단 t검정(LPRS-ES-030-010)

Test Case ID	LPRS-ES-030-010	시험자	
요구사항ID		날짜	
시험 설명	두 개의 독립적인 샘플의 평균을 비교 기능을 시험한다.		
사전 조건	1. WEB/WAS 서비스가 정상적으로 서비스 되어야 한다. 2. 해당 권한이 있는 사용자를 로그인. 계정 : admin / admin123@		
시험 절차	1. 통계적 유의성 검사 > 두 집단 t검정 화면으로 이동하여 각 항목 정보를 입력한다.		

	2. "계산하기" 버튼을 클릭하여 결과를 확인한다.
예상 결과	1. 입력 정보에 따른 계산 결과를 확인 할 수 있다.
반정 기준	1. 입력 정보에 따른 계산 결과 확인
시행 결과	<p>실험절차 1) 통계적 유의성 검사 &gt; 두 집단 t검정 화면으로 이동하여 각 항목 정보를 입력한다.</p>  <p>실험절차 2) "계산하기" 버튼을 클릭하여 결과를 확인한다.</p> 

	기능을 시험한다.
사전 조건	1. WEB/WAS 서비스가 정상적으로 서비스 되어야 한다. 2. 해당 권한이 있는 사용자를 로그인. 계정 : admin / admin123@
시험 절차	1. 통계적 유의성 검사 > 카이제곱 검정1 화면으로 이동하여 각 항목 정보를 입력한다. 2. "계산하기" 버튼을 클릭하여 결과를 확인한다.
예상 결과	1. 입력 정보에 따른 계산 결과를 확인 할 수 있다.
반정 기준	1. 입력 정보에 따른 계산 결과 확인
시행 결과	<p>실험절차 1) 통계적 유의성 검사 &gt; 카이제곱 검정1 화면으로 이동하여 각 항목 정보를 입력한다.</p>  <p>실험절차 2) "계산하기" 버튼을 클릭하여 결과를 확인한다.</p>



3.4.6. 역학계산기 통계적 유의성 검사 카이제곱 검정1(LPRS-ES-030-020)

Test Case ID	LPRS-ES-030-020	시험자	
요구사항ID		날짜	
시험 설명	가능한 위험 요소 ( '노출' )와 결과 ( '질병' ) 사이의 연관성을 평가하기 위한 카이제곱 검정		

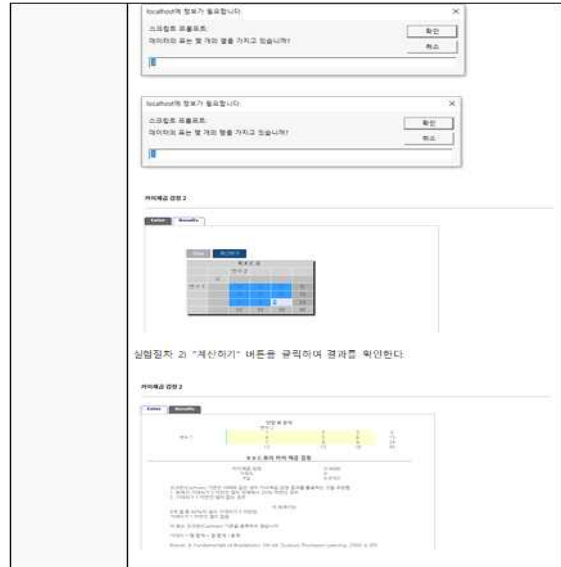


3.4.7. 역학계산기 통계적 유의성 검사 카이제곱 검정2(LPRS-ES-030-030)

Test Case ID	LPRS-ES-030-030	시험자	
요구사항ID		남하	
시험 설명	값이 2 개 이상인 변수 (예 : 3 개 질병 및 3 개 혈액) 간의 연관성을 테스트 결과는 결과가 한계 한계안으로 예상되는 것과 다른지 여부를 테스트하는 카이 제곱 기능을 시험한다.		
사전 조건	1. WEB/AS 서비스가 정상적으로 서비스 되어야 한다. 2. 해당 권한이 있는 사용자 로그인 계정 : admin / admin123@		
시험 절차	1. 통계적 유의성 검사 > 카이제곱 검정2 화면으로 이동하여 각 항목 정보를 입력한다. 2. "계산하기" 버튼을 클릭하여 결과를 확인한다.		
예상 결과	1. 입력 정보에 따른 계산 결과를 확인 할 수 있다.		
반정 기준	1. 입력 정보에 따른 계산 결과 확인		
시험 결과	실행절차 1) 통계적 유의성 검사 > 카이제곱 검정2 화면으로 이동하여 각 항목 정보를 입력한다.		



시험 절차	1. 통계적 유의성 검사 > 짝지은 자료 화면으로 이동하여 각 항목 정보를 입력한다. 2. "계산하기" 버튼을 클릭하여 결과를 확인한다.		
예상 결과	1. 입력 정보에 따른 계산 결과를 확인 할 수 있다.		
반정 기준	1. 입력 정보에 따른 계산 결과 확인		
시험 결과	<p>실행절차 1) 통계적 유의성 검사 &gt; 짝지은 자료 화면으로 이동하여 각 항목 정보를 입력한다.</p>  <p>실행절차 2) "계산하기" 버튼을 클릭하여 결과를 확인한다.</p> 		

3.4.9. 역학계산기 범주형/연속성 데이터 요약 단일비율 신뢰구간 (LPRS-ES-040-010)





3.4.8. 역학계산기 통계적 유의성 검사 짝지은 자료(LPRS-ES-030-040)



Test Case ID	LPRS-ES-030-040	시험자	
요구사항ID		남하	
시험 설명	정의 된 독성에 대해 1 : 1로 일치하는 사례 및 대조군 병은 위험 요인에 대한 노출을 평가하고 한 쌍의 가능한 4 가지 결과 조합을 추정하는 기능을 시험한다.		
사전 조건	1. WEB/AS 서비스가 정상적으로 서비스 되어야 한다. 2. 해당 권한이 있는 사용자 로그인 계정 : admin / admin123@		



시험 절차	1. 범주형/연속성 데이터 요약 > 단일비율 신뢰구간 화면으로 이동하여 각 항목 정보를 입력한다. 2. "계산하기" 버튼을 클릭하여 결과를 확인한다.		
예상 결과	1. 입력 정보에 따른 계산 결과를 확인 할 수 있다.		
반정 기준	1. 입력 정보에 따른 계산 결과 확인		
시험 결과	<p>실행절차 1) 범주형/연속성 데이터 요약 &gt; 단일비율 신뢰구간 화면으로 이동하여 각 항목 정보를 입력한다.</p>  <p>실행절차 2) "계산하기" 버튼을 클릭하여 결과를 확인한다.</p> 		



3.4.10. 역학계산기 번주형/연속성 데이터 요약 단일평균 신뢰구간 (LPRS-ES-040-020)

Test Case ID	LPRS-ES-040-020	시험자	
요구사항ID		분야	
시험 설명	표본 평균에 대한 신뢰 구간을 계산하는데 사용할 단일평균 신뢰구간 계산 기능을 시험한다.		
사전 조건	1. WEB/AWAS 서비스가 정상적으로 서비스 되어야 한다. 2. 해당 권한이 있는 사용자로 로그인. 계정 : admin / admin123@		
시험 절차	1. 번주형/연속성 데이터 요약 > 단일평균 신뢰구간 화면으로 이동하여 각 항목 정보를 입력한다. 2. "계산하기" 버튼을 클릭하여 결과를 확인한다.		
예상 결과	1. 입력 정보에 따른 계산 결과를 확인 할 수 있다.		
판정 기준	1. 입력 정보에 따른 계산 결과 확인		
시험 결과	<p>실험절차 1 번주형/연속성 데이터 요약 &gt; 단일평균 신뢰구간 화면으로 이동하여 각 항목 정보를 입력한다.</p>  <p>실험절차 2 "계산하기" 버튼을 클릭하여 결과를 확인한다.</p> 		

3.4.11. 역학계산기 설정(LPRS-ES-900-010)

Test Case ID	LPRS-ES-900-010	시험자	
요구사항ID		분야	
시험 설명	역학계산기 속성 설정 기능을 시험한다.		
사전 조건	1. WEB/AWAS 서비스가 정상적으로 서비스 되어야 한다. 2. 해당 권한이 있는 사용자로 로그인. 계정 : admin / admin123@		
시험 절차	1. 통계적 유의성 검사 > 카이제곱 검정1 화면으로 이동하여 "설정"을 클릭한다. 2. 각 속성 항목 정보를 수정 후 "Save" 버튼을 클릭한다. 3. "이전"을 클릭1 화면에서 각 정보를 입력 한다. 4. "계산하기" 버튼을 클릭하여 결과를 확인한다.		
예상 결과	1. 입력 정보에 따른 계산 결과를 확인 할 수 있다.		
판정 기준	1. 입력 정보에 따른 계산 결과 확인		
시험 결과	<p>실험절차 1 통계적 유의성 검사 &gt; 카이제곱 검정1 화면으로 이동하여 "설정"을 클릭한다.</p>  		

실험절차 2 각 속성 항목 정보를 수정 후 "Save" 버튼을 클릭한다.	
실험절차 3 카이제곱 검정1 화면에서 각 정보를 입력 한다.	<p>카이제곱 검정1</p> 
실험절차 4 "계산하기" 버튼을 클릭하여 결과를 확인한다.	
설정 변경 전	


<p>설정 변경 후</p> <p>카이제곱 검정1</p> 

<그림 56. 역학 계산 시스템 시험절차 결과 및 사용자 매뉴얼>





# 제 3장 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

## 1절. 목표

- 우리나라는 2010년 구제역 발생 이후 상시 백신접종을 실시하고 있음. 백신 접종을 통해 백신 접종 청정국 지위를 회복하고 유지하기 위해 백신 접종의 효과를 모니터링하여야 함. 적절하게 모니터링하지 못하고 있는 것은 그 중요성을 인식하지 못하고 있기 때문임
- 우리나라의 구제역 상태 및 감수성 가축의 분포, 백신의 적합성 및 관리, 접종, 백신 접종 가축의 통계학적 예찰, 백신 접종 프로그램의 평가 등이 가능하도록 구제역 백신접종 가축의 과학적인 모니터링 평가 및 시스템 개발

## 2절. 목표 달성 여부

### 1. 과제 목표 달성

구분	연구 개발 목표	연구 개발 내용 및 범위	달성도
1차년도	과거 구제역 혈청예찰 결과 수집, 분석 및 평가	축종별 구제역 발생 위험요인 분석	100%
		과거 18, 19년도 상반기 구제역 혈청예찰 결과 수집 및 분류	100%
		통계학적 표본 설계 및 유효성 평가	100%
		해외 구제역 예찰 시스템 조사	100%
		혈청예찰 교육 콘텐츠 개발	100%
2차년도	혈청예찰 평가를 위한 농장 정보 수집 및 구제역 백신 모니터링 시스템 개발	혈청예찰 분석 결과를 반영한 구제역 백신 모니터링 시스템 개발	100%
		통계학적 혈청예찰 계획 개선안 도출	100%
		축종별 국가 구제역 백신 모니터링 매뉴얼 작성	100%
		역학계산 프로그램 개발	100%
		혈청예찰 교육 시스템 개발	100%
		축종별 백신접종 관리방안 구축	100%

## 2. 정량적 목표 달성


No	항목	명칭	코드	달성도
1	교육지도 2건 (재)양수미래	최근 개정된 구제역 백신 혈청 검사 제도의 이해  국내양돈농가 구제역백신접종 현황 설문조사	한국양돈수의사회 2019년 연례세미나  한국양돈수의사회 2020년 수의양돈포럼	100%
2	학술발표 1건 (재)양수미래	Questionnaire Survey of Foot-and-mouth Disease (FMD) Vaccination in Pig Farm, South Korea. 발표	한국임상수의학회 2020년 추계학술대회	100%
3	정책활용 1건 서울대학교	“역학 계산기 프로그램” 의 역학조사관 교육 활용	농림축산검역본부 역학조사과	100%
4	프로그램등록 1건 (주)인포벨리코리아	역학 통계 계산	C-2020-053559	100%
5	고용창출 2건 서울대학교	신규채용 2명		추가성과
6	특허출원 1건	가축 혈청 예찰용 대상 개 체 선정 방법	10-2021-0021505	100%

No.1 교육지도, 한국양돈수의사회 2019 연례세미나, 최근 개정된 구제역 백신 혈청 검사 제도의 이해, 강O규

KOREAN ASSOCIATION OF SWINE VETERINARIANS

**한국양돈수의사회**  
연례세미나

충청북도 C&V 센터 | 2019년 11월 27일~28일 |

 **한국양돈수의사회**  
KOREAN ASSOCIATION OF SWINE VETERINARIANS



# 최근 개정된 구제역 백신 혈청 검사 제도의 이해

강 규

한국양돈수의사회 연례세미나  
KOREAN ASSOCIATION OF SWINE VETERINARIANS

# 최근 개정된 구제역 백신 혈청 검사 제도의 이해

강 규 / 한국양돈수의사회

## 1. 배경 및 필요성

- 2016년 하반기 긴급백신으로 아르헨티나와 러시아에서 생산한 구제역백신이 도입되었으며, 백신 접종을 실시하는 경우 백신에 대한 항체 평가가 구제역 방역 프로그램에 있어 중요한 항목으로서 반드시 필요함.
- 세계동물보건기구(OIE) 매뉴얼에 따르면 구제역 백신 항체 검사법으로 중화시험법(VNT)과 역상차단효소면역법(LPBE) 등을 권장하고 있으나 본 시험을 수행하기 위해서는 살아있는 구제역 바이러스나 불활화된 바이러스 항원을 사용하여야 하기 때문에 생물안전3등급(BSL3) 시설을 이용해야만 하고 또 매우 고비용이 소요되는 현실적인 어려움이 있음.
- 상기와 같은 구제역 백신 항체가 검사법에 관한 현실적인 한계로 국내에서는 외국으로부터 수입한 고상차단효소면역법(SPBE)인 O1 manisa항원이 코팅된 항체 ELISA키트를 사용하고 있음.
- 본 원고에서는 최근 일부 개정 고시된 국내 구제역 혈청검사용 시료채취 및 결과 판정기준에 관한 내용의 이해를 돕고자 함.

## 2. 구제역 혈청예찰이란?

: 현재 국내에서 수행중인 구제역 예찰은 구제역 발생가능성을 확인하기 위한 적극적인 능동예찰의 일환으로 크게 임상예찰과 혈청예찰로 구분되며, 혈청예찰은 다시 구제역 감염여부를 확인하는 NSP항체검사와 구제역 백신 접종 여부를 확인하는 SP항체검사로 구분됨.

표 1. 구제역 혈청예찰의 종류와 내용

항체종류	예찰 종류	예찰 주요 내용
NSP항체	통계 예찰	•구제역 청정국 지위 획득을 위한 통계자료 확보 등 전국 소, 돼지, 염소 대상 무작위 혈청검사로 실시
	목적 예찰	•통계 예찰의 보완책으로 시, 도 가축방역기관 및 검역본부에 의뢰하여 검사 •도축장 NSP 및 역학 주요대상인 종돈장, 야생동물, NSP 양성축 추적 검사 등의 목적으로 실시
SP항체	백신항체 예찰	•농가 개체별 백신 항체 양성율을 조사 •구제역 백신 접종 실시 여부를 모니터링함

## 2. 구제역 백신 항체가 검사용 시료 채취 및 판정기준

### ○ 최초검사

#### 축종별 혈액 채취 방법 및 기준

#### 1) 소

- 농가별 5두, 도축장 1두 채혈 실시
- 백신 접종 5회 미만(또는 2살 이하)인 개체에 대해서만 채혈을 실시

#### 2) 돼지

- 번식돈(모돈)의 경우 농가별 3두씩 연 2회 채혈
- 비육돈의 경우 농가별 10두씩 연 2회 채혈, 도축장에서 10두씩 연 1회 채혈
- 비육돈의 경우 특정 축사 및 연령에 편중되지 않도록 유의하되 출하연령 개체에 대해 채혈 (출하 또는 사육 중인 개체가 10두 미만이면 전두수 채혈)

한국양돈수의사회 연례세미나

**결과판정 기준**

- 1) 항체가 판정기준: 축종에 관계없이 PI(Percent Inhibition)값 50을 기준으로 50미만 이면 양성, 50이상이면 음성으로 판정
- 2) 확인검사대상 판정기준
  - 소: 양성을 80% 미만인 경우 확인검사 대상
  - 돼지(번식돈): 양성을 60% 미만인 경우 확인검사 대상
  - 돼지(비육돈): 양성을 30% 미만인 경우 확인검사 대상

○ 확인검사

**혈액 채취 방법 및 기준**

- 1) 최초검사 결과일로부터 10일 이내(최초 백신접종일로부터 4주경과한 개체)에 해당 농가에서 농가당 16두씩 채혈
- 2) 소의 경우 백신 접종 5회 미만(또는 2살 이하) 개체에서 채혈
- 3) 특정 축사 및 연령에 편중되지 않게 고르게 채혈
- 4) 사육 중인 개체가 16두 미만일 경우 전두수 채혈

**과태료 대상 결과판정 기준**

- 1) 항체가 판정기준: 축종에 관계없이 PI(Percent Inhibition)값 50을 기준으로 50미만 이면 양성, 50이상이면 음성으로 판정
- 2) 과태료 대상 판정기준
  - 소: 양성을 80% 미만인 경우 과태료 대상
  - 돼지(번식돈): 양성을 60% 미만인 경우 과태료 대상
  - 돼지(비육돈): 양성을 30% 미만인 경우 과태료 대상

5. 본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원 (가축질병대응기술개발 사업)의 지원(과제번호: 319096-2)을 받아 연구되었음.



## 국내 양돈농가 구제역 백신접종 현황 설문조사

전 동  
한국양돈수의사회 수의사

### 국내 구제역 백신접종 현황 조사의 필요성

지난 10년동안 구제역(Foot and mouth disease, FMD)관리 및 근절을 위해서 많은 노력을 기울여 왔다. 구제역 통제를 위해 가장 중요한 요소 중 하나가 예찰 활동이다. 예찰활동은 청정화 사실을 입증하거나 위험성 분석을 위한 데이터를 제공하는 필수 요소이며, 방역조치에 대한 합리적인 근거를 제시한다.

세계동물건강기구(World Organization for Animal Health, OIE)와 유엔식량농업기구(Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO)는 구제역 백신접종과 백신접종 후 예찰 지침서(Foot and mouth disease vaccination and post-vaccination monitoring guidelines)를 통해 구제역 백신 접종 프로그램을 통제 절차의 다양한 단계에 대한 안내와 평가방법 제시하고 있다.

구제역 발병국은 공식적인 관리계획을 수립하고, 이에 대해 OIE의 인증에 따라 백신 청정국, 비백신 청정국으로 점진적 구제역 청정화가 진행된다. 이를 위해 OIE의 기준을 준수하여 능동예찰을 적극적으로 수행하고 그 결과를 평가해야 한다.

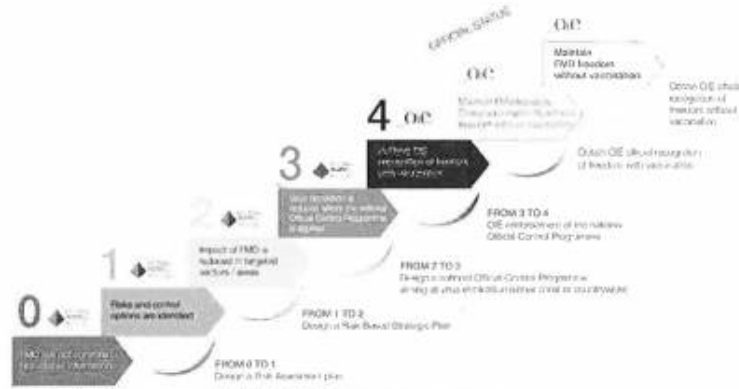


그림1. 구제역 청정화를 위한 단계

이를 위해 국내 양돈농장에 대해서도 지속적인 예찰이 이루어지고 있다. 국내에서 진행중인 예찰은 적극적인 능동예찰의 일환으로 크게 임상예찰과 열징예찰로 구분되며, 구제역 감염 여부를 확인하는 NSP 항체검사와 백신접종 여부와 백신항체 양성율을 조사하기 위해 SP항체검사를 실시하고 있다. 그리고 '가축전염병예방법' 제3조 ①항에 따라 백신 항체 양성율이 기준 이하일 경우 과태료를 부과하고 있다(백신항체양성률 기준 : 번식용돼지 60% 이상, 육성용돼지 30% 이상). 그러나 농장에 따라 백신항체양성율이 다양하게 나타나고 일부 농장에서는 목표에 미달하는 경우가 발생하고 있다.

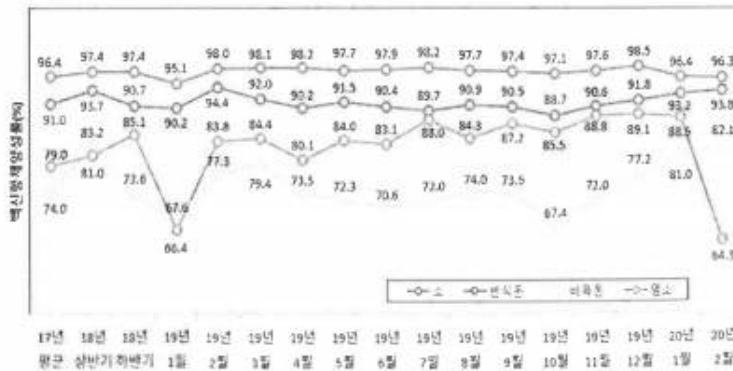


그림2. 육종별 구제역 백신항체양성률 변화추이

FIGURE 2. REPRODUCTION TYPE VETERINARIANS

국내 양돈농가에 대한 설문조사를 통해 농장별 구제역 백신접종과 관련된 상황을 조사하여 백신항체양성률이 높은 농장과 낮은 농장의 차이를 확인하고, 이를 이용하여 가장 적합한 구제역 백신접종 방법과 주의사항을 확인하여 구제역 통제를 위한 정확한 항체형성을 위한 지침을 만들고자 한다.

#### 조사 방법

국내 농장의 현황을 확인하기 위한 설문조사 항목을 만들었다.

#### ● 주요 설문조사 항목

1. 농장의 일반 사항 - 사육형태, 백신접종 시기 및 방법, 사용한 백신의 종류 등
2. 구제역 백신의 접종 전 관리
3. 구제역 백신 접종 시 관리
4. 구제역 백신 접종 후 관리

#### ● 설문조사 대상 농장

설문조사는 농가 또는 농장을 관리하는 수의사를 통해 조사하고 있으며, 백신접종에 따른 양성을 차이의 원인을 확인하기 위해 SP 항체 양성률이 양호한 농장과 저조한 농장을 구분하여 조사하고 있다.

1. 구제역백신 SP 항체양성률 양호 농장 : 40~50농가
2. 구제역 백신 SP 항체 양성률 저조 농장 : 20~30농가

#### 향후 진행 계획

농장에 대한 설문조사 결과를 분석하여 백신항체양성률 차이와 유의적인 관련이 있는 요소를 분석할 예정이다. 이를 통해 백신항체양성률을 낮추는 요소를 확인하고 가장 적합한 구제역 백신 접종 방법에 관한 교육자료를 개발할 계획이다.

본 연구 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원 (가축질병대응기술개발사업)의 지원(과제번호: 319096-2)을 받아 연구되었음.

Journal of Veterinary Clinics  
Volume 37 November 2  
November 2020

pISSN 1598-298X / eISSN 2384-0749  
Volume 37 Supplement 2

# JVC

Journal of Veterinary Clinics

Scientific Abstracts  
Proceedings of The 73th Congress of  
Korean Society of Veterinary Clinics

November 21, 2020

Online



The Korean Society of Veterinary Clinics



Korean Association of Education for Veterinary Clinics



Korean Veterinary Medical Association



KOFST The Korean Federation of Science and Technology Societies

FC-10-LA



## Questionnaire Survey of Foot-and-mouth Disease (FMD) Vaccination in Pig Farm, South Korea

hyee Kim<sup>1</sup>, hyeon Kim<sup>2</sup>, jung Kang<sup>1</sup>, long Jeon<sup>4</sup>, and Hyuk <sup>5\*</sup>

<sup>1</sup> Hanam 12925, Korea

<sup>2</sup> Ichcon 17317, Korea

<sup>3</sup> Naju 58298, Korea

<sup>4</sup> Daejeon 34586, Korea

<sup>5</sup> Pyeongchang 25354, Korea

**Purpose:** In this study, through the survey about Foot-and-mouth disease (FMD) vaccination on domestic pig farms, the difference between high vaccine antibody positive rates and low farms was identified. According to the results of the questionnaire, guidelines for accurate FMD vaccination will be prepared.

**Materials and methods:** A questionnaire was distributed to pig farmers and veterinarians. The questionnaire was split in four parts: part 1: common status of farm, part 2: management before FMD vaccination, part 3: vaccination management, and part 4: management after FMD vaccination.

**Results:** Of the 79 respondents, 42 farms (high antibody group, Group A) had no experienced of penalty about low FMD antibody titer and 37 farms (low antibody group, Group B) had experience more than once because of low FMD antibody titer. No significant difference was observed between in location and size of farm between two groups. Eight farms (19%) in group A and 1 farm (3%) in group B were indicated that negative for Porcine reproductive and respiratory syndrome (PRRS) ( $p=0.0319$ ). Sixteen farms (38%) in group A and 5 farms (14%) in group B were indicated that average age at slaughter was lower than 180 days ( $p=0.0207$ ). No significant difference was observed between in type of FMD vaccine, vaccination program and use of stress reliver between two groups.

**Conclusion:** Overall management of pig farm and control of immune related diseases (PRRS or PCV2 infection) were important factor for FMD antibody titer. But in this study, the type of vaccine product was not related with formation of FMD antibody.

**Key words:** Foot-and-mouth disease(FMD), Vaccine, Survey, Pig farm

**Acknowledgements:** This work was supported by Korea Institute of Planning and Evaluation for Technology in Food, Agriculture, Forestry and Fisheries (IPET) through Animal Disease Management Technology Development Program, funded by Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA) (319096-2).

---

\*Corresponding author: @snu.ac.kr

No.3 정책활용 제안 : 농림축산식품부, 구제역방역과 : “역학 계산기 프로그램”의 역학조사관 교육 활용 제안, 박혁

<b>양 식</b>	<b>정책건의/시행</b>	* 정부시책, 법령개정, 매뉴얼(지침), 시스템 반영 등	
<b>과제명</b>	구제역 백신 모니터링 시스템 개발		
<b>건의명</b>	“역학 계산기 프로그램”의 역학조사관 교육 활용 정책 건의		
<b>주관부처 (담당자)</b>	농림축산식품부 구제역방역과 (과장)	<b>건의일자 (제출일)</b>	2020년 12월 28일
<b>시책명</b>		<b>시행일 (시행예정일)</b>	년    월    일
<b>주요내용 요약</b>	<p>○ 역학조사관 교육 훈련과정에서 역학 계산기 프로그램 활용 제안 : 역학 연구에서 활용되는 여러 가지 계산을 웹 기반으로 상호작용(interactive) 기반의 통계 계산 프로그램을 역학조사관 교육 과정에 활용하여 역학 조사관의 역량 강화 필요</p>		
<b>기대효과</b>	<p>정책제안 반영 기대효과</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 역학조사관 교육 내실화</li> <li>○ 역학조사관 역량 강화에 따른 구제역 방역체계 개선</li> </ul>		
<b>증빙자료 1 (하단붙임)</b>	* 정책활용 건의 제출 공문 및 건의 내용		
<b>증빙자료 2 (하단붙임)</b>			

.No.3 정책활용 제안 : 농림축산식품부, 구제역방역과 : “역학 계산기 프로그램” 의 역학조사관 교육 활용 제안, 박혁



## 산학협력단

수신 농림축산식품부장관(구제역방역과장)

(경유)

제목 농림축산식품부 가축질병대응기술개발사업 연구과제 정책활용 건의  
(박 연구책임자)

1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.
2. 우리 대학교에서 수행하는 농림식품기술기획평가원 지원 가축질병대응기술개발사업 연구과제 관련으로 정책활용 자료를 불임과 같이 제출합니다.
  - 가. 제안자: 박혁 연구책임자
  - 나. 제안내용: 역학 계산기 프로그램 역학조사관 교육 과정 활용
  - 다. 과제정보
    - 과제명: 구제역 백신 모니터링 평가 및 시스템 개발 연구(319096-02)
    - 과제기간: 2019. 8. 30.~2020. 12. 31.

불임 정책활용제안서 1부. 끝.

서울대학교 산학협력



대리 김 령

2020. 12. 28.  
부장 권경  
박혁

협조자

No.3 정책활용 제안 : 농림축산식품부, 구제역방역과 : “역학 계산기 프로그램”의 역학조사관 교육 활용 제안, 박혁

<증빙자료 1>

건의내용

※ 제출 공문 필수 첨부 및 건의 내용 작성

제목 : “역학 계산기 프로그램”의 역학조사관 교육 활용 정책 건의

1. 건의부서

- 농림축산식품부 구제역방역과

2. 현황 및 문제점

- 농림축산식품부에서는 동물감염병 역학조사를 강화하기 위하여 2020년 2월 4일 가축전염 예방법을 개정하여 국가 및 지자체에서 의무적으로 역학조사관을 지정하고 교육훈련을 실시하도록 의무화하여, 역학조사관 교육 훈련 과정 마련 및 교재 개발이 시급한 실정임
- 수의역학(veterinary epidemiology)은 다양한 접근방법을 이용하여 동물 집단에서 질병 분포에 대한 결정요인(determinants)을 조사·연구·탐구(investigate)하여, 질병 관리에 대한 정책·전략 수립과 관련된 과학적 증거를 제공함. 질병 발생 시 최초 현장에 투입되어 질병의 발생 및 유입원인을 파악하고 이에 따른 방역정책을 수립하기 위한 과학적 조사를 수행하므로 역학조사관의 역할은 매우 중요함
- 농식품부 가축전염대응기술 개발과제(319096) 수행 결과 역학조사 과정에서 활용할 수 있는 “역학 계산기 프로그램”이 개발됨

3. 정책제안 내용

- 역학조사관 교육 훈련과정에서 역학 계산기 프로그램 활용 제안 : 역학 연구에서 활용되는 여러 가지 계산을 웹 기반으로 상호작용(interactive) 기반의 통계 계산 프로그램을 역학조사관 교육 과정에 활용하여 역학 조사관의 역량 강화 필요

4. 정책제안 반영 기대효과

- 역학조사관 교육 내실화
- 역학조사관 역량 강화에 따른 구제역 방역체계 개선

5. 제안자

- 서울대학교 그린바이오과학기술연구원 박혁

6. 근거과제(농식품부 가축질병대응기술개발사업 관리번호 : 319096)

- 구제역 백신 모니터링 평가 및 시스템 개발 연구 (2019. 8. 30 ~ 2020. 12. 31.)



**건의내용**

**※ 제출 공문 필수 첨부 및 건의 내용 작성**

**< 세부제안내용 >**

**1. 현황 및 문제점**

- 농림축산식품부에서는 동물감염병 역학조사를 강화하기 위하여 2020년 2월 4일 가축전염예방법을 개정하여 국가 및 지자체에서 의무적으로 역학조사관을 지정하고 교육훈련을 실시하도록 의무화하여, 역학조사관 교육·훈련 과정 마련 및 교재 개발이 시급한 실정임
- 수의역학(veterinary epidemiology)은 다양한 접근방법을 이용하여 동물 집단에서 질병 분포에 대한 결정요인(determinants)을 조사·연구·탐구(investigate)하여, 질병 관리에 대한 정책·전략 수립과 관련된 과학적 증거를 제공함. 질병 발생 시 최초 현장에 투입되어 질병의 발생 및 유입원인을 파악하고 이에 따른 방역정책을 수립하기 위한 과학적 조사를 수행하므로 역학조사관의 역할은 매우 중요함
- 역학조사관은 교육과정에서 질병 빈도의 측정, 역학연구 방법에 따른 통계적 계산, 표본 규모의 추정 등을 훈련하므로 이에 따른 통계적 계산기 활용이 필요
- 농식품부 가축질병대응기술 개발과제(319096) 수행 결과 역학조사 과정에서 활용할 수 있는 “역학 계산기 프로그램”이 개발됨

**■ “역학 계산기 프로그램” 구성 및 사용 설명**

- 메뉴 구성
  - 1) 역학연구 : 단일비율 추정, 코호트 연구, 환례 대조군 연구
  - 2) 난수 생성
  - 3) 통계적 유의성 검사 : 두 집단 t검정, 카이제곱 검정, 짝지은 자료
  - 4) 범주형/연속형 데이터 요약 : 단일비율 신뢰구간, 단일평균 신뢰구간

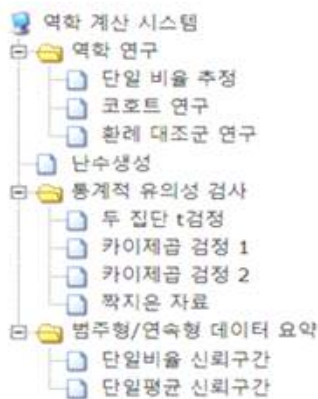


그림 1 역학 계산기 프로그램 메뉴

No.3 정책활용 제안 : 농림축산식품부, 구제역방역과 : “역학 계산기 프로그램” 의 역학조사관 교육 활용 제안, 박혁

**건의내용**

**※ 제출 공문 필수 첨부 및 건의 내용 작성**

- 개발 프로그램은 그림 2, 3과 같이 역학 조사에 필요한 표본 크기 산출을 위하여 변수 등을 입력하면 계산하여 결과를 제공하고 계산 결과의 근거를 제공함



그림 2 집단 내 빈도 추정을 위한 표본크기 산출



그림 3 사례 대조군 연구를 위한 표본크기 산출

**2. 제안 세부내용**

- 역학조사관 교육 훈련과정에서 역학 계산기 프로그램 활용 제안 : 역학 연구에서 활용되는 여러 가지 계산을 웹 기반으로 상호작용(interactive) 기반의 통계 계산 프로그램을 역학조사관 교육 과정에 활용하여 역학 조사관의 역량 강화 필요.

**3. 기대효과**

- 역학조사관 교육 내실화
- 역학조사관 역량 강화에 따른 구제역 방역체계 개선





제 C-2020-053559 호



## 저작권 등록증

- |                 |  |
|-----------------|--|
| 1. 저작물의 제호(명칭)  | 역학 통계 계산   |
| 2. 저작물의 종류      | 컴퓨터프로그램저작물>응용프로그램>과학기술>수치계산용 S/W                       |
| 3. 저작자 성명(법인명)  | 주식회사 인포 코리아  |
| 4. 생년월일(법인등록번호) | 134111-  |
| 5. 창작연월일        | 2020년02월03일  |
| 6. 공표연월일        | 2020년11월27일  |
| 7. 등록연월일        | 2020년12월30일  |
| 8. 등록사항         | 저작자 : 주식회사 인포 코리아,<br>창작 : 2020.02.03, 공표 : 2020.11.27 |

「저작권법」 제53조에 따라 위와 같이 등록되었음을 증명합니다.

2021년 01월 11일

한국저작권위원회

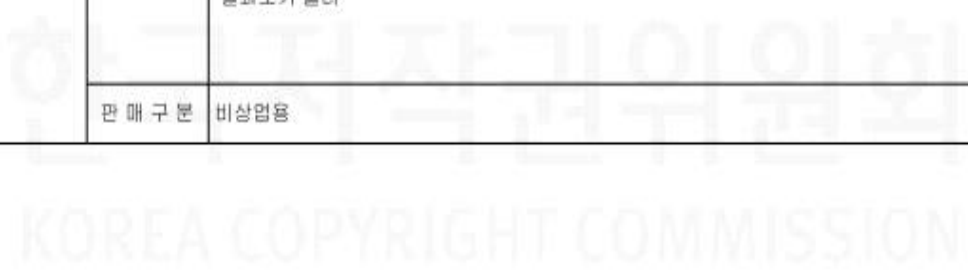


<b>프로그램등록부</b>			
프로그램 등록번호	C-2020-053559		
프로그램의 명칭	역학 통계 계산		
창 작 연 월 일	2020.02.03	공표연월일	2020.11.27
등 록 연 월 일	2020.12.30		
프로그램 저 작 자	성명 또는 상호	주식회사 인포 코리아	주인등록번호 또는 법인 등록번호
	주소 및 국 적	경기도 안양시 대한민국	
	지 분	1분의 1	
프로그램복제물에 관한 사항	오브젝트파일 File (on-line) 1		
<b>프로그램저작권관</b>			
순 위	사 항		
1	등록 부문 프로그램 등록 ① 신 청 인 주식회사 인포 코리아 (134111- ) 경기도 안양시 ② 저작(권)자 주식회사 인포 코리아(1/1) 134111- 경기도 안양시 ③ 등 록 원 인 저작자 : 주식회사 인포 코리아, 창작 : 2020.02.03, 공표 : 2020.11.27 ④ 접 수 번 호 2020-057798 ⑤ 접 수 일 자 2020.12.22 ⑥ 등 록 일 자 2020.12.30 처리일자 : 2020.12.30		

### 프로그램의 내용


프로그램종류코드 : 42230

1. 개요	역학 통계 계산	
2. 주요 내용	적용 분야	역학 조사 연구
	계정	병명(설명) 및 분석 연구에서 카우트 및 측정에 대한 통계, 정확한 신뢰 한계가있는 계층화 된 분석, 샘플 크기 및 검정력 계산, 난수, 민감도, 특이성 및 기타 평가 통계에 활용될 수 있음
	주요 기능	1. 역학 연구 - 단일 비율 추정 - 코호트 연구 - 횡단 연구 2. 난수 생성 3. 통계적 유의성 검사 - 두 집단 t검정 - 카이 제곱 검정1 - 카이 제곱 검정2 - 짝지은 자료 4. 범주형 / 연속형 데이터 요약 - 단일 비율 신뢰 구간 - 단일 평균 신뢰 구간
	사용 방법	서비스 사이트 접속 해당하는 계산기 메뉴 클릭 입력값을 입력 후 결과보기 클릭
판매 구분	비상업용	



No.5 프로그램 등록, 역학 통계 계산, (주)인포벨리코리아

3. 사용 기종	IBM-PC 호환기종,매킨토시,모바일,PDA
4. 사용 OS	Windows NT,Windows XP,Windows Vista,Windows 7,Windows 8,Windows 10,Windows Svr 2000,Windows Svr 2003,Windows Svr 2008,Windows Svr 2012,Mac OS X,LINUX,Ubuntu,CentOS,Redhat
5. 사용 언어	JAVA,JSP
6. 필요한 프로그램	없음
7. 규모(byte 등)	15,871,214 BYTE
8. 업무상 창작에 참여한 자에 관한 사항	김 관(74 .3),이 주(75 .5)

원본 대조 필	연월일	2021.01.11	
	한국저작권위원회		
	담당자	온라인	



특허로

Page 1 of 2

관인생략

## 출원번호통지서

출원일자 2021.02.18  
특기사항 심사청구(유) 공개신청(무)  
출원번호 10-2021-0021505 (접수번호 1-1-2021- 4)  
(DAS접근코드F86F)  
출원인명칭 서울대학교산학협력단(1-2007- 2)  
대리인성명 특허법인 이. (9-2009- 8)  
발명자성명 박  
발명의명칭 가축 혈청 예찰용 대상 개체 선정 방법

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 이용하여 특허로 홈페이지([www.patent.go.kr](http://www.patent.go.kr))에서 확인하실 수 있습니다.  
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 은행 또는 우체국에 납부하여야 합니다.  
※ 납부자번호 : 0131(기관코드) + 접수번호  
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(경정), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.  
4. 기타 심사 절차(제도)에 관한 사항은 특허청 홈페이지를 참고하시거나 특허고객상담센터(☎ 1544-8080)에 문의하여 주시기 바랍니다.  
※ 심사제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr>-지식재산제도

**【서지사항】**

**【서류명】** 특허출원서

**【출원구분】** 특허출원

**【출원인】**

**【명칭】** 서울대학교 산학협력단

**【특허고객번호】** 1-2007-1 -2

**【대리인】**

**【명칭】** 특허법인 이

**【대리인번호】** 9-2009-1 -8

**【지정된변리사】** 권 호

**【발명의 국문명칭】** 가축 혈청 예찰용 대상 개체 선정 방법

**【발명의 영문명칭】** Method of selecting target objects for livestock serum monitoring

**【발명자】**

**【성명】** 박

**【성명의 영문표기】** Park,

**【주민등록번호】** (

**【우편번호】**

**【주소】**

**【출원언어】** 국어

**【심사청구】** 청구

**【이 발명을 지원한 국가연구개발사업】**

2021-02-18

**【과제고유번호】** 31909602  
**【과제번호】** 319096-02-2-SB010  
**【부처명】** 농림축산식품부  
**【과제관리(전문)기관명】** 농림식품기술기획평가원  
**【연구사업명】** 가축질병대응기술개발사업  
**【연구과제명】** 구제역 백신 모니터링 평가 및 시스템 개발 연구  
**【기여율】** 1/1  
**【과제수행기관명】** 서울대학교 산학협력단  
**【연구기간】** 2019.08.30 ~ 2020.12.31  
**【취지】** 위와 같이 특허청장에게 제출합니다.

대리인 특허법인 이 (서명 또는 인)

**【수수료】**

<b>【출원료】</b>	0 면	46,000 원
<b>【가산출원료】</b>	22 면	0 원
<b>【우선권주장료】</b>	0 건	0 원
<b>【심사청구료】</b>	9 항	539,000 원
<b>【합계】</b>		585,000 원
<b>【감면사유】</b>	전담조직(50%감면)[1]	
<b>【감면후 수수료】</b>		292,500 원

3절. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책(후속연구의 필요성 등)

No	항목	명칭	코드	비고
1	특허등록 1건			특허 출원 후 등록 과정 진행 예정

## 제 4장 연구결과의 활용 계획 등

### 1절 연구성과의 활용분야 및 활용방안

#### 1. 연구성과의 활용분야

- 본 연구에서 도출될 결과의 활용분야를 요약하면 다음과 같다.

활용분야	주요 내용
구제역 백신 혈청예찰 현업 활용 및 정책건의	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 축종별 위험요인 분석 및 과거 혈청예찰 결과 분석을 통한 위험 기반의 통계학적 혈청예찰 시스템은 과학적인 방법으로 구제역 백신 혈청예찰을 위한 표본추출 방법을 개선할 것으로 기대되어 현업활용이 가능</li> <li>○ 모집단을 대표하고 위험 기반의 효율적 표본추출 방법 개선안을 도출하여 과학적 혈청 예찰 정책 개선안 수립</li> <li>○ 정책건의 : “역학계산기 프로그램” 의 역학조사관 교육 활용 건의</li> </ul>
기술지도 및 교육	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ “최근 개정된 구제역 백신 혈청 검사 제도의 이해” ,강O규, 한국양돈수의사회 연례세미나, 2019</li> <li>○ “국내 양돈농가 구제역 백신접종 현황 설문조사” ,전O동, 한국양돈수의사회 수의양돈포럼, 2020</li> <li>○ 환례 대조군 연구를 통한 구제역 백신 관리 및 접종 실태 분석 결과를 토대로 개발한 혈청예찰 교육 콘텐츠는 농가 및 방역공무원 교육자료로 활용 가능하며 생산자단체 및 수의사회와 협력하여 교육 예정임</li> </ul>
특허	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 가축 혈청 예찰용 대상 개체 선정 방법(특허출원)</li> </ul>
프로그램	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 역학 통계 계산 시스템</li> </ul>
학술대회 발표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ “Questionnaire Survey of Foot-and-mouth Disease (FMD) Vaccination in Pig Farm, South Korea” , 김O휘, 박혁, 한국임상수의학회 추계학술대회 (2020)</li> </ul>

#### 2. 연구성과의 활용 방안

##### 가. 학문적·기술적 측면

- 본 연구에서는 선진국에서 운영하고 있는 구제역 백신 예찰 시스템 및 과거 혈청예찰 시스템을 분석하여 우리나라 실정에 맞는 혈청예찰 시스템을 개발함으로써 가축전염병의 발생 및 확산을 조기에 차단할 수 있는 기반을 구축할 수 있어 학술적 가치가 높을 것으로 기대
- 축종별 지역별 구제역 발생위험요인에 대한 조사 및 분석을 통해 위험요인을 반영한 통계

적, 과학적인 예찰 시스템을 개발하여 구제역 백신의 축군 면역능력을 파악 및 개선하여 구제역 발생 대응 능력 제고

- 본 연구에서 개발된 위험기반의 통계적 혈청예찰 시스템은 농식품부 구제역방역과, 농림축산검역본부 구제역진단과와 협의하여 투입 데이터의 갱신 및 시스템 개발을 협의
- 과거 혈청 예찰 결과를 활용한 환례 대조군 연구에 따른 백신 접종 방법 및 시기, 취약지역 선별, 축종별 접종관리 시사점 도출
- 혈청 예찰 분석 결과에 따른 농가 및 방역기관 교육 콘텐츠 개발하여 농가 및 방역기관에 대한 혈청예찰 교육 성과 제고
  - 농가 및 방역기관 교육 콘텐츠(동영상 및 피피티, 포스터 등)를 대한한돈협회와 한국양돈수의사회에 제공하여 농업인 및 수의사의 모임에 활용할 수 있도록 건의

## 나. 경제·산업적 측면

- ‘구제역 백신접종 청정국’ 선언을 위한 위험기반의 통계적 혈청 예찰 시스템 구축으로 국가 신인도 개선 및 구제역 대응 능력 제고로 구제역 발생 및 확산을 억제하여 궁극적으로는 농장의 생산성 향상에 기여
- 질병에 의한 가축폐사로 발생하는 연간 손실액은 한·육우 403-1,695억원, 젖소 427-1,081억원, 돼지 6,953-11,840억원, 닭 686억원에 이르고 있으며, 질병치료비도 연간 2,256-2,852억원으로 추정되고 있어 폐사율을 10%만 감소시켜도 가축폐사로 인한 손실을 예방하여 축산농가에 연간 약 850-1,500억원 정도의 생산성 향상 효과를 기대
- 통계학적으로 신뢰성 있고 비용 효과적인 혈청 예찰 계획 수립 및 집행으로 감수성 개체의 접종 실태 및 면역 능력을 파악하여 질병 발생 및 확산 대응능력을 제고하여 축산농가의 경제적 손실을 최소화
- 본 연구에서 도출되는 다단계 증화 표본추출 및 혈청예찰 시스템 구축에 관한 원리와 방법론을 다른 동물질병 및 기타 연구 사업으로 연계할 경우 가축방역 정책의 개선 기대
- 적절한 백신 모니터링 결과는 고품질 백신의 생산과 개선된 백신의 개발을 자극

연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 구제역 백신 모니터링 평가 및 시스템 개발 연구				
	(영문) Development and evaluation of monitoring System about Foot and Mouth Disease Vaccine				
주 관 연구 기 관	서울대학교 산학협력단	주 관 연 구 책 입 자	(소속) 서울대학교 산학협력단		
참 여 기 업	(재)양수미래 (주)인포벨리코리아		(성명) 박 혁		
총 연구개발비 (270,000 천원)	계	270,000	총 연구 기간	2019. 08. 30. - 2020. 12 .31. ( 1년 5월)	
	정부출연 연구개발비	270,000	총 참 여 연 구 원 수	총 인원	10명
	기업부담금			내부인원	9명
	연구기관부담 금			외부인원	1명

○ 연구개발 목표 및 성과

- 우리나라는 2010년 구제역 발생 이후 상시 백신접종 정책을 실시하고 2011년 이후 구제역 백신 혈청예찰을 시행하고 있음. 우리나라의 구제역 상태 및 감수성 가축의 분포, 백신의 적합성 및 관리, 접종, 백신 접종 가축의 통계학적 예찰, 백신 접종 프로그램의 평가 등이 가능하도록 구제역 백신접종 가축에 대한 위험기반의 통계학적 혈청예찰 시스템 개발

○ 연구내용 및 결과

- “위험 기반의 통계학적 구제역 백신 혈청예찰 시스템” 설계서 개발
  - 확률표본추출 기법을 적용하여 모집단의 속성 대표성 있는 표본 추출 기법 개발
  - 계통적 문헌 고찰을 통한 위험요인 분석과 이를 활용한 밀집도, 취약도, 복잡도 등 가중치 계산 프로그램 개발
  - 난수 프로그램 등을 활용한 무작위 선정 프로그램 개발
- 현행 정부의 구제역 백신 모니터링 시스템 평가 및 개선
  - 이전(2017, 2018년) 구제역 혈청예찰(모니터링) 분석 및 평가 : 통계학적 표본 설계 및 유효성 평가
  - 해외 구제역 백신 예찰 시스템 조사
  - 구제역 백신항체 음성/양성 환례 대조군 연구를 통한 백신접종 및 관리실태 연구
  - 구제역 백신접종 주체별 항체가 비교 분석
  - 일제접종 (소 : 4. 10월) 및 취약농가 보강접종(돼지: 9-10월)에 대한 영향평가

- 지자체, 가축방역기관 및 농가 혈청 예찰 교육 콘텐츠 개발
  - 공무원용 OIE, “백신접종 후 예찰 가이드라인” 번역
  - 공무원용 혈청예찰 교육 피피티 자료 1종 개발
  - 역학조사관용 역학 계산 시스템 개발
  - 농가(한육우, 돼지)용 교육 동영상 1종 개발
  - 농가(한육우, 돼지)용 접종관리 포스터 1종 개발 및 배포
  - 농가(한육우, 돼지)용 피피티 자료 2종 개발

○ 연구성과 활용실적 및 계획

- 본 과제의 최종 연구개발 산출물인 “위험 기반의 통계학적 구제역 백신 혈청예찰 시스템” 설계서는 농식축산검역본부 구제역진단과에 기술이전하여 제공하거나 보고서로 제출하여 구제역 백신 혈청예찰 표본 추출 등 가축방역 정책에 활용 가능하고 본 과제의 연구개발 산출물인 “역학 계산 시스템”은 농림축산검역본부 역학조사과의 역학조사관 교육시 역학계산 시스템을 활용할 것을 정책활용 건의하였음
- 본 과제의 최종 연구개발 산출물인 “위험 기반의 통계학적 구제역 백신 혈청예찰 시스템”의 방법론인 “위험 기반의 동물질병 통계적 혈청예찰 방법”은 특허 출원을 준비 중이며 이 방법론을 다른 동물질병 및 기타 다른 연구에 활용하여 가축방역 정책의 개선 기대됨
- 본 과제의 최종 연구개발 산출물인 혈청예찰 교육 콘텐츠(동영상, 번역물, 피피티, 포스터 등)를 축종별 수의사회 및 생산자단체와 협력하여 농가 교육 시 적극 활용할 수 있도록 생산자 단체 및 수의사회를 상담할 예정임
- 본 과제의 정량 성과로 프로그램 등록 1건, 정책활용 1건, 기술지도 2건, 학술발표 1건 특허출원 1건 외 추가성으로 고용창출 2건 및 특허등록 1건(예정) 등이 있음



[별첨 2]

## 자체평가의견서

### 1. 과제 현황

		과제번호	319096-02		
사업구분	농림축산식품연구개발사업				
연구분야				과제구분	단위
사업명	가축질병대응기술개발사업				주관
총괄과제	기재하지 않음			총괄책임자	기재하지 않음
과제명	구제역 백신 모니터링 평가 및 시스템 개발 연구			과제유형	(기초,응용,개발)
연구기관	서울대학교 산학협력단			연구책임자	박 혁
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차연도	2019. 08. 30 - 2020. 02. 29	110,000		110,000
	2차연도	2020. 03. 01. - 2020. 12. 31	160,000		160,000
	계	2019. 08. 30 - 2020. 12. 31	270,000		270,000
참여기업	(재)양수미래, ㈜인포벨리코리아				
상대국	상대국연구기관				

\* 총 연구기간이 5차연도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2020. 12. 31

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
서울대학교 산학협력단	교수	박 혁

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

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

확 약	박 혁
-----	-----

## I. 연구개발실적

※ 다음 각 평가항목에 따라 자체평가한 등급 및 실적을 간략하게 기술(200자 이내)

### 1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (아주우수, **우수**, 보통, 미흡, 불량)

본 과제 목표에 맞춰 개발한 ‘위험기반의 통계학적 구제역 백신 혈청예찰 시스템’ 설계서는 모집단의 속성을 추정할 수 있도록 대표성 있는 표본추출 기법을 개발하였고 체계적 문헌고찰을 통한 위험요인 분석으로 축종별 위험요인을 표본추출 시 반영할 수 있도록 가중치를 개발하여 구제역 백신의 축군 내 면역상태를 추정할 수 있도록 개발하여 방역담당자가 구제역 백신 접종 효과의 정확하게 예찰할 수 있도록 표본 추출 시 활용할 수 있도록 개발하였으며, 과거 혈청예찰 결과를 활용하여 환례 대조군 연구를 통해 구제역 백신 관리 및 접종의 실태를 파악하여 혈청예찰 교육 콘텐츠를 다수 개발하여 농가 및 공무원 교육용으로 활용할 수 있을 것으로 기대되어 연구개발의 결과 우수성 및 창의성은 ‘우수’ 하다고 판단됨

### 2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (아주우수, **우수**, 보통, 미흡, 불량)

본 과제에서 개발된 ‘위험 기반의 통계학적 구제역 백신 혈청예찰 시스템’ 설계서를 개발하여 이 방법론의 위험기반의 통계학적 표본 추출 기법을 다른 동물질병이나 기타 다른 연구에 활용할 경우 과학적인 방역 정책 수립에 기여할 것으로 기대되고 OIE의 “백신접종 및 백신접종 후 모니터링 가이드라인”을 번역 인쇄하여 공무원의 교육 콘텐츠로 활용할 수 있도록 하고 ‘역학 계산 시스템’을 웹 기반 프로그램으로 개발하여 역학조사관의 교육시 활용할 것을 정책활용 건의하였음. 백신 접종 관리 동영상, 백신접종 체크리스트 포스터, 3종의 혈청예찰 교육용 피피티 자료를 개발하여 농업인 및 공무원 교육에 활용할 수 있도록 하여 연구개발결과의 파급효과는 ‘우수’ 하다고 판단됨

### 3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (아주우수, **우수**, 보통, 미흡, 불량)

본 과제에서 개발된 ‘위험 기반의 통계학적 구제역 백신 혈청예찰 시스템’ 설계서를 기반으로 시스템 개발 시 구제역 발생 위험요인에 기반한 대표성 있는 표본을 추출할 수 있어 구제역 백신 혈청예찰에 활용 가능하고 OIE의 “백신접종 및 백신접종 후 모니터링 가이드라인”을 활용하나 교육, 웹 기반의 ‘역학 계산 시스템’을 활용한 역학조사관의 교육이 가능하여 본 과제의 활용 가능성은 ‘우수’ 하다고 판단됨

#### 4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

연구 과제 진행 중 아프리카 돼지열병의 발생과 코로나 19의 발생으로 농가 방문이 어려운 상황에서도 환례 대조군 연구를 위하여 한우 및 돼지 농가를 방문하여 구제역 백신 관리 및 접종 실태를 파악하여 다양한 종류의 교육 콘텐츠를 개발하였으며 구제역 백신 관련 생산자 단체와 협력하여 연구개발의 성과를 높이기 위해 노력하였으므로 연구개발 수행노력의 성실도는 ‘우수’ 하다고 판단됨

#### 5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

본 과제의 정량성과 중 정책활용을 농식품부에 1건 건의하였으며, 2019년 한국양돈수의사회 연례세미나, 2020년 수의양돈포럼에서 각 1건, 총 2건의 교육지도와 한국임상수의학회 2020년 추계학술대회에 1건의 학술발표를 진행하였고 프로그램 1건을 등록하였음. 추가 성과로 고용 창출 2건을 등록하였음. 본 과제의 정량성과 중 특허 출원 및 등록은 현재 진행 중으로 과제 종료 후 성과를 등록할 예정임

## II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
축종별 구제역 발생 위험요인 분석 및 해외 구제역 예찰 시스템 조사	10	100	체계적 문헌 조사 기법으로 구제역 발생 위험요인을 선별하여 위험 기반의 구제역 혈청 예찰 시스템 개발에 반영하였으며, OIE의 ‘구제역 백신 접종 및 백신 접종 후 예찰 가이드라인’을 번역하여 본 연구에서 활용하였음
과거 18, 19년도 상반기 구제역 혈청예찰 결과 수집 및 분류	10	100	농림축산검역본부 구제역 진단과로부터 과거 혈청 예찰 계획 및 결과를 수집·가공하여 혈청 예찰 개선방안으로 위험 기반의 통계학적 구제역 혈청 예찰 시스템 설계서를 개발
통계학적 표본 설계 및 유효성 평가	10	100	농림축산검역본부 구제역 진단과로부터 과거 혈청 예찰계획 및 결과를

			수집·가공하여 과거 혈청 예찰의 통계학적 표본 설계 및 유효성을 평가
혈청예찰 분석 결과를 반영한 구제역 백신 모니터링 시스템 개발	20	100	혈청 예찰 분석 결과를 반영하여 통계학적 표본추출 원리를 활용하여 모집단의 속성을 대표성 있게 추출하도록 하였으며, 위험 기반의 혈청 예찰이 가능하도록 표본추출에 가중치를 개발하여 ‘위험 기반의 통계학적 구제역 백신 혈청 예찰 시스템’의 설계서를 개발하여 통계학적 혈청 예찰 개선안을 도출하였음
백신접종 주체별, 백신 접종 프로그램별 혈청예찰 결과 분석	10	100	농림축산검역본부 구제역 진단과로부터 과거 혈청 예찰 계획 및 결과를 수집·가공하여 백신 접종 주체별, 백신 접종프로그램별 혈청 예찰 결과를 분석
혈청예찰 교육 시스템 개발	20	100	지자체, 가축 방역기관, 농업인을 위한 혈청예찰 교육 콘텐츠로 OIE ‘백신 접종 예찰 가이드라인’을 번역 인쇄하였고, 역학계산 시스템을 활용한 역학조사관 교육이 가능하며, 공무원, 농업인 교육을 위한 피피티 자료를 3종 개발하였고, 농업인 교육을 위한 동영상 및 백신 접종 체크리스트 포스터 등을 개발하여 생산자단체/수의사회와 협력하여 활용할 예정임
축종별 국가 구제역 백신 모니터링 매뉴얼 작성	10	100	본 연구에서 개발한 OIE/FAO의 ‘구제역 백신 접종 및 접종 후 예찰 가이드라인’, ‘위험 기반의 통계학적 혈청예찰 시스템’ 프로세스 기술서는 축종별 국가 구제역 백신 모니터링 매뉴얼 개발의 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 기대됨
역학 계산 프로그램 개발	10	100	통계학적 표본추출 및 무작위 선정이 가능하도록 웹 기반의 역학 계산 프로그램을 개발

### III. 종합의견

#### 1. 연구개발결과에 대한 종합의견

- 본 연구는 구제역 백신 접종의 효과성을 측정하기 위한 구제역 백신 모니터링(혈청 예찰) 시스템을 개발하기 위하여 해외 선진사례 및 과거 혈청예찰 계획 및 결과에 대한 평가 및 개선안 도출하고 방역공무원 및 농업인을 위한 혈청 예찰 교육 콘텐츠를 개발하는 것을 목

표로 함

- 본 연구는 위 목표를 달성하기 위하여 해외 선진사례 및 과거 혈청예찰 계획 및 결과, 현장의 구제역 백신 관리 및 접종 실태를 파악하기 위하여 체계적인 문헌고찰, 통계학적 표본추출의 유효성 평가, 환례 대조군 연구를 수행하여 구제역 발생 위험요인 분석에 기반하고 통계학적 표본 추출원리를 적용한 ‘위험 기반의 통계학적 혈청예찰 시스템’의 설계서를 개발하고 방역 공무원 및 농업인을 위한 혈청 예찰 교육 콘텐츠를 개발하였음
- 통계학적 표본추출을 위하여 ‘역학 계산 시스템’을 개발하여 위험 기반의 통계학적 혈청예찰 시스템 ‘설계에 반영하였고 개발된 웹 기반의 ‘역학 계산 시스템’은 역학조사관 교육 시 활용할 수 있음
- 본 연구에서 개발된 ‘위험 기반의 통계학적 혈청 예찰 시스템’(설계서)은 국내에서 아직 시도된 적이 없는 기술로 정책 활용 및 타 분야 활용 가능성이 크다고 할 수 있음

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

- 본 연구에서 개발된 ‘위험 기반의 통계학적 혈청예찰 시스템’(설계서)의 개발을 위하여 개발 비용이 발생하므로 본 과제에서 개발된 설계서를 활용을 위한 추가적인 예산 작업이 필요할 것으로 판단됨
- 본 연구에서는 RFP 외 추가적으로 현장의 구제역 백신 관리 및 접종 실태를 파악하기 위하여 설문지 개발 및 농장 현장조사를 수행하여 환례 대조군 연구를 수행하였음

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

- 본 연구에서 개발된 ‘위험 기반의 통계학적 혈청 예찰 시스템’(설계서)은 농림축산검역본부 구제역 진단과에서 구제역 백신 접종의 효과성을 측정하기 위해 활용될 것으로 기대됨
- 본 연구에서 개발된 ‘역학 계산 시스템’의 역학조사관 교육에 활용할 것을 농식품부에 정책 건의하여 정책 활용을 기대하고 있음
- 본 연구에서 개발한 ‘위험 기반의 동물 질병 통계학적 예찰 방법론’은 특허출원을 준비중이며 기타 동물 질병 및 타 분야로 활용이 기대되므로 관련 연구에 대한 추가적인 지원이 필요한 것으로 판단됨

IV. 보안성 검토

o 연구책임자의 보안성 검토의견, 연구기관 자체의 보안성 검토결과를 기재함

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

1. 연구책임자의 의견

[Empty box for research officer's opinion]

2. 연구기관 자체의 검토결과

[Empty box for institution's review result]

[별첨 3]

## 연구성과 활용계획서

### 1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input type="checkbox"/> 자유응모과제 <input checked="" type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야	
연구과제명	구제역 백신 모니터링 평가 및 시스템 개발 연구		
주관연구기관	서울대학교 산학협력단	주관연구책임자	박 혁
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금
	270,000천원		총연구개발비 270,000천원
연구개발기간	2019. 08. 30 - 2020. 12. 31 (17개월)		
주요활용유형	<input type="checkbox"/> 산업체이전 <input checked="" type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input checked="" type="checkbox"/> 정책자료 <input checked="" type="checkbox"/> 기타( 고용창출 ) <input type="checkbox"/> 미활용 (사유: )		

### 2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
① 구제역 백신 모니터링 시스템 개발	- 구제역 발생 위험요인에 대한 체계적인 문헌고찰, 과거 혈청예찰 시스템 계획 및 결과 분석, 현장의 구제역 백신 관리 및 접종 실태 조사를 위한 환례 대조군 연구를 통해 ‘위험기반의 통계학적 혈청예찰 시스템’의 설계서를 개발
② 과거 혈청예찰 시스템 평가 및 개선과 해외 혈청예찰 시스템 사례 조사	- 과거 혈청예찰 시스템의 통계학적 표본추출의 유효성을 평가하고 접종 주체별, 접종프로그램별 효과를 평가하고, 해외 혈청예찰 시스템의 자료를 조사하여 구제역 백신 모니터링 시스템 및 혈청 예찰 교육 콘텐츠 개발에 활용
③ 혈청 예찰 교육 시스템 개발	- 연구과제를 통해 수집된 현장의 구제역 백신 관리 및 접종 실태를 반영하여 혈청 예찰 교육용 콘텐츠를 동영상, 피피티, 포스터 등을 다양하게 개발하여 생산자단체 및 수의사회와 협력하여 교육에 활용할 예정이며, - 연구 과정에서 개발된 역학계산 시스템은 역학조사관 교육에 활용 가능할 것으로 기대되어 정책활용 건의하고 구제역 혈청 예찰의 OIE/FAO의 가이드라인은 번역하여 인쇄물로 제공함

\* 결과에 대한 의견 첨부 가능

3. 연구목표 대비 성과

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과				교육 지도	인력 양성	정책 활용 홍 보		기 타 (타 연 구 활 용 등)
	특 허 출 원	특 허 등 록	프 로 그 램 등 록	건 수	기 술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논문		학 술 발 표	정 책 활 용			홍 보 전 시		
												SC I	비 SC I						논 문 평 균 IF	
단위	건	건	건	건	백 만 원	백 만 원	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	건	명	건	건			
가중치													20	30		50				
최종목 표	1	1	1										1	2		1				
연구기간 내 달성실적 달성율(% )	1		1					2					1	2		1				
	100	0	100										100	100		100				

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	위험 기반의 통계학적 혈청예찰 시스템(설계서)
②	과거 혈청예찰 계획 및 결과, 해외 혈청예찰 사례 조사 보고서
③	구제역 혈청예찰 콘텐츠

5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복 제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장애로 해 결	정책 자료	기타
①의 기술		v				v		v	v	
②의 기술				v					v	
③의 기술		v							v	

\* 각 해당란에 v 표시

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	구제역 발생 위험요인 분석 및 환례 대조군 연구, 혈청예찰 결과 평가를 통해 나온 ‘위험 기반의 통계학적 혈청예찰 시스템’ 설계서는 구제역 혈청예찰을 위한 정책 도구로 축종별로 모집단을 대표하고 위험을 고려한 표본추출이 가능하여 구제역 혈청예찰의 과학성을 개선할 것으로 기대됨
②의 기술	과거 혈청예찰 결과의 평가를 통해 구제역 백신 접종 주체별, 백신 접종프로그램별 효과를 검토하였고 해외 선진사례를 검토하여 번역물로 인쇄하여 교육용 콘텐츠로 제공하여 정책 활용 가능할 것으로 기대됨
③의 기술	구제역 혈청 예찰 교육용 콘텐츠는 다수의 다양한 종류로 개발되어 생산자단체 및 수의사회와 협력하여 각종 행사에 교육용으로 활용할 수 있을 것으로 기대됨

7. 연구종료 후 성과창출 계획

성과목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식재산권			기술실시(이전)		사업화					기술인증	학술성과				교육지도	인력양성	정책활용홍보		기타(타연구활용등)
	특허출원	특허등록	프로그램등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문		논문평균IF	학술발표			정책활용	홍보전시	
												SCI	비SCI							
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명					
가중치														20	30		50			
최종목표	1	1	1											1	2		1			
연구기간내 달성실적	1		1					2						1	2		1			
연구종료 후 성과창출 계획		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 결정 <input type="checkbox"/> 기타 )	<input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권	<input type="checkbox"/> 협약 (
이전소요기간		실용화예상시기 <sup>3)</sup>	
기술이전시 선행조건 <sup>4)</sup>			

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 가축질병대응기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 가축질병대응기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.