

319094
-02

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

가축질병대응기술개발사업 2021년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-003463-01

위한
평가
시스템
개발

효과적인
구제역
백신주
관리를

효과적인 구제역 백신주 관리를 위한 평가 시스템 개발

2021. 04. 09.

2021

주관연구기관 / 서울대학교 산학협력단
협동연구기관 / (주)바이오포아

농림축산식품부
농림식품기술기획평가원

농림축산식품부
(전문기관) 농림식품기술기획평가원

<제출문>

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “효과적인 구제역 백신주 관리를 위한 평가 시스템 개발 연구”(개발기간 : 2019 . 08 . 30 . ~ 2020 . 12 . 31 .)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2021. 04. 09.

주관연구기관명 : 서울대학교 산학협력단 (대표자) 김용진 (인)
협동연구기관명 : (주)바이오포아 (대표자) 조선희 (인)



주관연구책임자 : 박혁
협동연구책임자 : 허원

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

보고서 요약서

과제고유번호	319094 -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				
	세 부 과 제 명	효과적인 구제역 백신주 관리를 위한 평가 시스템 개발 연구			
연구책임자	박혁	해당단계 참여연구원 수	총: 16명 내부: 7명 외부: 9명	해당단계 연구개발비	정부:192,000천원 민간:64,000천원 계:256,000천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 16명 내부: 7명 외부: 9명	총 연구개발 비	정부:272,000천원 민간:90,700천원 계:362,700천원
연구기관명 및 소속부서명	서울대학교 산학협력단, 그린바이오과학기술연구원			참여기업명: (주)바이오포아	
국제공동연구 위탁연구	상대국명: 연구기관명:		상대국 연구기관명: 연구책임자:		

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	일반
-------------------------	----

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설 ·장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기탁 번호			11-1543 000-003 463-01								

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 style="text-align: center;">연구의 목적 및 내용</p>	<p>1. 연구개발 목적</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 2010년 국내 대규모 구제역 발생으로 전국 상시 구제역 백신접종을 실시하는 백신정책을 현재 유지하고 있으나, ○ 2017년 구제역 O형과 A형 동시 발생하였고, 2018년 돼지에서 구제역 A형 발생하는 등 국가간 교역 확대 및 관광객 증가로 인해 국내 미발생 구제역의 유입 위험성이 증가하여 ○ 구제역 발생 원인에 대한 요인 분석 및 위험도 평가모델 개발, 해외 구제역 발생정보, 분리주 유전정보 및 백신매칭 정보 수집 및 디비 구축이 필요 ○ 국내외 백신주 선정 및 관리 사례 분석 및 이해관계자 협의체 구성, 운영을 통한 구제역 백신주 적합성 평가 모델 및 구제역 백신 관리 매뉴얼 개발 등 구제역 백신 등을 효율적으로 관리하기 위한 과학적 평가모델을 개발하는 것이 필요 <p>2. 연구개발 내용</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 구제역 발생 위험요인 분석 및 위험도 평가 모델 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 해외로부터 국내로의 구제역 유입인자 발굴 및 분석 - 해외 구제역 발생 정보수집 및 데이터베이스 구축 - 해외 구제역 발생바이러스에 대한 유전학적 분석 ○ 구제역 백신주 관리 평가 시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 해외 주요 백신주의 백신매칭 결과 수집 및 분석 - 해외 구제역 백신주 선정 및 관리체계 분석 - 구제역 백신주의 야외발생 구제역 바이러스에 대한 적합성 평가 기준 개선
<p style="text-align: center;">연구개발성과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 본 과제의 최종 연구개발 산출물은 1) 구제역 발생 위험요인 분석 및 위험도 평가 모델 구축, 2) 해외 구제역 발생 정보, 구제역 분리주의 백신매칭 정보, 유전정보 수집 및 데이터베이스 구축, 3) 구제역 백신주 관리 평가 시스템(구제역 백신주 선정 의사결정지원 시스템) 개발임 ○ 구제역 발생 위험 요인 분석 및 위험도 평가 모델 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 해외 구제역 유입 위험 관련 연구문헌 체계적 문헌 고찰 - 국내 구제역 발생 역학조사고보서 검토를 통한 위험요인 선별 - 구제역 발생 및 비발생 농장 속성정보를 활용한 위험도 평가모델 구축

	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해외 구제역 발생 정보, 구제역 분리주의 백신매칭 정보, 유전정보 수집 및 데이터베이스 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 해외 발생 구제역 발생정보 : OIE WAHIS - 해외 발생 구제역 분리주의 유전자 정보 : WRLFMD - 해외 발생 구제역 분리주의 백신 매칭 정보 : WRLFMD ○ 구제역 백신주 관리 평가 시스템(구제역 백신주 선정 의사결정지원 시스템) 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 해외 구제역 백신매칭 정보 및 유전정보 디비를 활용한 웹 서비스 시스템 개발 - 구제역 유전정보의 유전계통학적 시각화 웹 서비스 구현 - 국내 신규 구제역 야외주 발생 시 VP-1 데이터 입력 시 유사 야외주의 백신매칭 정보 조회를 통한 상시 백신주의 적합성 및 긴급백신주 선정 의사결정 지원 가능 - 구제역 백신 관련 이해관계자 협의체 구성 및 운영을 통한 구제역 백신주 선정 관련 기준 및 절차에 관한 의견 수렴
<p style="text-align: center;">연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 본 과제의 최종 연구개발 산출물은 농식축산검역본부 구제역백신연구센터에 기술이전하여 제공하거나 보고서로 제출하여 재난형 가축전염병의 발생 시 가축방역 정책에 활용될 예정으로 구제역 백신주 선정 의사결정시스템 정책활용 건의 가. 학문적·기술적 측면 <ul style="list-style-type: none"> ○ 본 연구에서는 축산 선진국의 효과적 백신주 선정 기법을 조사하여 우리나라에서 발생하고 있는 야외주 또는 발생 가능 야외주에 대한 효과적 백신주 선정 및 관리에 관한 가이드라인 작성하여 구제역의 발생 및 확산을 차단할 수 있는 기반을 구축할 수 있어 학술적 가치가 높을 것으로 기대 ○ 해외 인접국의 구제역 발생정보 및 유전학적 분석, 해외 주요백신주의 백신 매칭 결과를 수집하여 DB화하여 국내 유입시 대응 능력을 제고하여 방역개선 효과와 더불어 정책적 활용도 제고 ○ 구제역 해외 유입 인자에 대한 정량적, 정성적 위험분석을 통한 차단 방역 능력 개선 정책안 개발하여 농식품부 구제역 방역과의 방역대책 개선에 즉각 활용 ○ 구제역 유전정보를 활용한 시공간적 분석 연구는 타 가축전염병의 유전정보를 활용한 시공간적 분석에 활용할 수 있을 것으로 기대됨 나. 경제·산업적 측면 <ul style="list-style-type: none"> ○ 구제역 발생의 주요 원인은 원발 감염농장의 축군의 면역능력 저하와 밀접한 관련이 있기 때문에 본 과제에서 도출하게 되는 효과적인 백신주

	<p>선정 및 보급이 성공적으로 운용될 경우 구제역 발생을 예방하여 궁극적으로는 농장의 생산성 향상에 기여할 것으로 기대</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 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. ○ 과학적인 구제역 국내 유입 위험요인에 대한 정성적, 정량적 평가에 의한 차단방역 능력 제고로 구제역 발생에 따른 축산농가의 경제적 손실을 최소화. ○ 본 연구에서 도출되는 구제역 유입 위험요인 분석 및 구제역 백신주 선정 및 관리에 적용된 원리와 방법론을 기타 연구 사업으로 연계할 경우 차단방역 정책의 개선이 가능 ○ 본 연구에서 도출되는 효과적인 구제역 백신주 선정 결과에 따라 고품질 백신의 생산과 개선된 백신의 개발을 자극 				
국문핵심어 (5개 이내)	구제역	백신	위험도 평가	유전학적 분석	백신 매칭
영문핵심어 (5개 이내)	Foot-and-mouth disease	Vaccine	Risk assessment	Genetic analysis	Vaccine matching

※ 국문으로 작성(영문 핵심어 제외)

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	12
2. 연구수행 내용 및 결과	24
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	158
4. 연구결과의 활용 계획 등	191

〈 표 목 차 〉

표 1. 구제역 발생 현황	13
표 2. 2015년 2월 25일 메리얼사와 2015년 3월 24일 퍼브라이트 세계표준연구소에서 통보한 r1 값 비교	21
표 3. FMD PanAsia Strain의 2001년 영국 유입 경로 분석	31
표 4. 미국의 1969년부터 1993년까지 FMD 발생의 전파원(총 발생 건수 69)	33
표 5. 2001년 네덜란드 FMD 발생에서의 주요 감염 경로	33
표 6. 질병 보고서 데이터 추출 사례	42
표 7. 대만의 시기별 백신 정책	53
표 8. 농장 내 피고용인 수 단변량 분석 결과	59
표 9. 농장 근처 야생동물 멧돼지 관찰 여부 단변량 분석 결과	59
표 10. 가축 분뇨 위탁처리업체 형태 단변량 분석 결과	59
표 11. 농장 반경 1km 이내 돼지 농가수 단변량 분석 결과	60
표 12. 구제역 위험요인 조사를 위한 다변량 분석 결과	60
표 13. OIE, 연도별 발생 보고 현황	64
표 14. OIE, 지역별 발생 보고 현황	64
표 15. OIE, 혈청형별 발생 보고 현황	64
표 16. 구제역 O형 연도별 지역별 국가별 발생 건수	65
표 17. 구제역 A형 연도별 지역별 국가별 발생 건수	66
표 18. 지역별 연도별 구제역 발생 건수	69
표 19. Pool 1 지역 국가별 연도별 구제역 발생 건수	70
표 20. Pool 1 지역 연도별 혈청형별 구제역 발생 건수	72
표 21. 아시아 지역 발생 혈청형 O형 구제역 바이러스의 지역형 정보(2018~2020년)	79
표 22. 아시아 지역 발생 혈청형 A형 구제역 바이러스의 지역형 정보(2018~2020년)	82
표 23. 아시아 지역 발생 혈청형 Asia 1형 구제역 바이러스의 지역형정보(2018~2020년)	83
표 24. Pool 1 지역 구제역 유전형별 발생 동향	85
표 25. Pool 1 지역 O/SEA/Mya-98 국가별 발생 건수	86
표 26. O/ME-SA/Ind-2001d 국가별 발생 건수	88
표 27. O/ME-SA/Ind-2001e 국가별 발생 건수	90
표 28. Pool 1 지역 O/CATHAY 국가별 발생 건수	91
표 29. Pool 1 지역 A/ASIA/Sea-97 국가별 발생 건수	93
표 30. 국내 유통 백신의 종류	113
표 31. 아시아 지역에서 분리된 Asia 1 type FMD와 백신 매칭 결과(2015~20)	113
표 32. 아시아 지역에서 분리된 A type FMD와 백신 매칭 결과(2015~20)	115
표 33. 아리아사에서 제공한 A type FMD와 백신 매칭 결과	119
표 34. 바고사에서 제공한 A type FMD와 백신 매칭 결과	120
표 35. 아시아 지역에서 분리된 O type FMD와 백신 매칭 결과(2015~20)	121

〈 표 목 차 〉

표 36. 아리아사에서 제공한 O type FMD와 백신 매칭 결과	129
표 37. 바고사에서 제공한 O type FMD와 백신 매칭 결과	130
표 38. 2019년 국내 분리주와 백신 매칭 결과	131
표 39. 2018년 국내 분리주와 백신 매칭 결과	131
표 40. 2017년 국내 분리주와 백신 매칭 결과	131
표 41. 2016년 국내 분리주와 백신 매칭 결과	131
표 42. 동일한 백신주에 대한 상이한 백신 매칭 결과	132
표 43. 최초 평가 백신 적합성 평가 기준 변경 요약	135
표 44. 정기 평가 백신 적합성 평가 기준 변경 요약	135
표 45. 협의회 지정 구제역 바이러스(2020년 현재)	136
표 46. 2010년 이후 구제역 국내 발생 상황 요약	137
표 47. 2000년 발생당시 7종의 국내분리균주와 아시아 균주의 VP1 gene서열유사정도	143
표 48. 한국과 중국의 검역기관 비교	146

〈 그림 목 차 〉

그림 1. 지역별 구제역 발생 상태, 2020	14
그림 2. 세계 구제역 발생 개략적 상황(Global conjectured FMD status), 2020	14
그림 3. 세계 구제역 발생 지역(Pool), 2020	15
그림 4. 세계 구제역 확산 경로, Paton et al(2018)	15
그림 5. 세계 구제역 발생 상황 수집 자료(내부자료), 2020년 11월 3일 현재	16
그림 6. 세계 구제역 반기별 발생 상황(2019~2020)	16
그림 7. 구제역 방역실시요령 제8조의 2(백신주 선정 등)	17
그림 8. 현행 국내 백신주 선정 체계	17
그림 9. 백신주 선정 절차(예시)	20
그림 10. 구제역 발생 농장 간 전파 경로 및 감염원	35
그림 11. 2014년 12월~2015년 4월 기간 시·군 단위의 구제역 전파 경로 모식도	36
그림 12. 점진적 구제역 통제 경로 모식도	39
그림 13. Performance of Veterinary Services Pathway (PVS) 개념 모식도	40
그림 14. 해외 질병 보고서 수집 사이트 : OIE WAHIS	41
그림 15. 해외 질병 보고서 PDF 사례	42
그림 16. 구제역 해외 발생 정보 DB 사례	43
그림 17. 외국인 근로자 국내 거주 시각화 사례	43
그림 18. 구제역 발생 정보 활용 시각화 사례 1	44
그림 19. 구제역 발생 정보 활용 시각화 사례 2	44
그림 20. 구제역 발생 정보 활용 시각화 사례 3	44
그림 21. 야외주 (유전자은행) 유전자 정보	45
그림 22. 야외주별 백신 매칭 정보	45
그림 23. 구제역 백신 관련 이해 관계자 협의체 구성 및 운영	46
그림 24. 2014년 OIE 제공 남미지역 국가별 구제역 감염 상황	48
그림 25. PANAFTOSA와 산하 프로그램 개념도	49
그림 26. 기간별 국가별 FMD 발병 건수	49
그림 27. 97년 분리된 대만 구제역 바이러스의 계통수 분석	52
그림 28. 2011년 일본 대책 본부 조직도	55
그림 29. 구제역 발생 위험도 평가 모델 ROC 분석 결과	61
그림 30. EpiSignalDetect 화면 예시	62
그림 31. EpiSignalDetect 적용 결과 예시	62
그림 32. 해외 구제역 발생 정보 데이터베이스 접속 화면	63
그림 33. 구제역 O형 발생 보고 국가(2005~2020년) 지도	67
그림 34. 구제역 A형 발생 보고 국가(2005~2020년) 지도	67
그림 35. 구제역 Asia 1형 발생 보고 국가(2005~2020년) 지도	68
그림 36. 연도별 구제역 발생 국가 수와 발생 건수	68
그림 37. 연도별 지역별 구제역 발생 건수	69
그림 38. 지역별, 혈청형별 구제역 발생 비율	69
그림 39. Pool 1 지역 연도별 국가별 구제역 발생 건수	71

〈 그 립 목 차 〉

그림 40. Pool 1 지역 연도별 혈청형별 구제역 발생 건수	72
그림 41. Pool 1 지역 연도별 혈청형별 구제역 발생 비율	73
그림 42. 2020년 Pool 1 지역 구제역 발생 국가와 혈청형 발생 건수	74
그림 43. 2019년 Pool 1 지역 구제역 발생 국가와 혈청형 발생 건수	74
그림 44. 2018년 Pool 1 지역 구제역 발생 국가와 혈청형 발생 건수	75
그림 45. 2017년 Pool 1 지역 구제역 발생 국가와 혈청형 발생 건수	75
그림 46. 2016년 Pool 1 지역 구제역 발생 국가와 혈청형 발생 건수	76
그림 47. 2015년 Pool 1 지역 구제역 발생 국가와 혈청형 발생 건수	76
그림 48. 연도별 구제역 발생 국가 지도	77
그림 49. 전년 대비 연도별 구제역 발생 건수 등 조회 엑셀 대쉬보드	78
그림 50. 야외주별 백신 매칭 정보	84
그림 51. O/SEA/Mya-98 발생 지도	87
그림 52. O/ME-SA/Ind-2001d 발생 지도	89
그림 53. O/ME-SA/Ind-2001e 발생 지도	90
그림 54. O/CATHAY 발생 지도	92
그림 55. A/ASIA/Sea-97 발생 지도	94
그림 56. 연도별 Pool 1 지역 구제역 지역형 발생 현황	95
그림 57. 연도별 Pool 1 지역 구제역 지역형 발생 비율	95
그림 58. 구제역 지역형 백신 매칭 관리시스템 초기 화면	96
그림 59. 구제역 지역형 백신 매칭 정보 조회 화면	97
그림 60. 구제역 지역형 및 유전형의 백신 매칭 정보의 통계 화면. 1	97
그림 61. 구제역 지역형 및 유전형의 백신 매칭 정보의 통계 화면. 2	98
그림 62. PRAGMATIST 프로그램의 지역 선택	98
그림 63. 역내 유행 지역형에 대한 백신의 방어 능력 표출 화면	99
그림 64. 선택한 백신의 역내 유행 지역형의 유입위험 대비 능력평가 화면	99
그림 65. 구제역 세계표준연구소의 VP 1 유전정보 시각화 화면	100
그림 66. 구제역 VP 1 유전정보 수집 화면	101
그림 67. 구제역 지역형 유전정보 조회 화면	101
그림 68. 구제역 지역형 유전정보 등록 화면	102
그림 69. 정리된 데이터베이스 형식	102
그림 70. Newick(.nwk) 형식의 배포 파일 생성 화면	104
그림 71. Topotype에 맞게 색을 입혀 출력한 벡터 형식의 pdf 그림	104
그림 72. 각 단계에서의 소프트웨어 연산시간	104
그림 73. 개발된 소프트웨어의 원시 R코드	105
그림 74. 개발된 소프트웨어의 구동 명령어	106
그림 75. “구제역 백신 매칭 관리시스템”의 구제역분리주 VP1 유전계통학(Phylogram) 시각화 화면	106
그림 76. 메타데이터 tsv 파일 형식	107
그림 77. 시퀀싱 fasta 파일 형식	107

〈 그림 목 차 〉

그림 78. 발생 국가별 위/경도 파일 형식	108
그림 79. 발생 국가별 색상 설정 파일 형식	108
그림 80. 외집단(outgroup) Genebank 파일	108
그림 81. Nextstrain Snakemake 파일 소스 예제	109
그림 82. Nextstrain 기반 FMDV 계통수 화면-Rectangular	110
그림 83. Nextstrain 기반 FMDV 계통수 화면-Radial	110
그림 84. Nextstrain 기반 FMDV 계통수 화면-Unrooted	110
그림 85. Nextstrain 기반 FMDV 계통수 화면-Clock	110
그림 86. Nextstrain 기반 FMDV 발생 국가 지도	110
그림 87. Nextstrain 기반 FMDV 계통수 Node 정보	110
그림 88. Nextstrain 기반 FMDV 계통수 Node 내 분리주	110
그림 89. Nextstrain 기반 FMDV 계통수 분리주 정보	110
그림 90. Nextstrain 기반 FMDV 계통수 분리주 정보 상세	111
그림 91. Nextstrain 기반 FMDV 계통수 분리주 Genebank 정보	111
그림 92. 지카 바이러스를 시간 및 공간(국가)에 따라 시각화한 정보	112
그림 93. 이란 광견병 바이러스 확산 방향성 연구	112
그림 94. 상시 백신 후보 선정 과정 요약	134
그림 95. 구제역 해외 발생 동향(2005~2019)	140
그림 96. 2017년 A type 국내 발생	143
그림 97. 아시아 지역 O/SEA 계통수(1998~2011)	144
그림 98. HP-PRRSV (2006~2011)와 ASFV (2018~2019) 아시아권 발생 현황	145
그림 99. 2010년부터 2017년까지 중국 내 FMD 발생 양상 (A) FMD 연도별 발생 지역, (B) FMD 지역별 발생 건수	146
그림 100. 제2차 협의체 참석자 기념사진	149
그림 101. 제3차 협의체 참석자 기념사진	150
그림 102. 제4차 협의체 참석자 기념사진	150
그림 103. 구제역 바이러스 백신 매칭 시스템 사용자 매뉴얼	151

제 1장 연구개발과제의 개요

1절. 연구개발의 목적

1. 연구개발의 목적

- 가. 국내·외 구제역 발생 자료를 수집하고 유입경로와 위험도, 유입가능성 등을 분석
- 나. 가축질병의 예방 없이 지속 가능한 축산업의 발전이 불가능하다는 인식 아래 반복적으로 발생하는 국가재난형 가축전염병에 의한 사회, 경제적 피해를 방지하기 위해 구제역 백신을 통한 구제역 통제 프로그램을 효율적으로 실행하여 구제역 백신접종 청정국 지위 회복
- 다. 궁극적으로 OIE에서 발간한 구제역 백신 접종 및 접종 후 관리 지침서('FMD Vaccination and Post Vaccination Monitoring Guide')에 따라 구제역 비백신 접종 청정국 목표 달성
- 라. 구제역 백신 선정에는 다양한 집단의 이해관계가 있고 과학적으로 결과 분석에도 합의가 필요하므로 현행 백신주 선정 기준과 절차가 합리적인지 그리고 그 선정 평가 과정에 문제점은 없는지, 문제가 있다면 개선 가능성에 대한 종합적 평가가 필요함
- 마. 우리나라는 구제역 O, A, Asia1이 발생하고 있는 Pool 1 지역에 속하고 있으면 상재 지역인 중국과 동남아시아와 인적, 물적 교역량의 증가에 따라 구제역의 유입위험이 매우 높음
- 바. 구제역 방역실시요령 제8조의2(백신주 선정 등)에 따르면 구제역 백신주는 농림축산검역본부의 백신전문가협의회의 기술적 검토를 통해 구제역 백신주의 적합성 평가를 위한 평가기준, 방법 등을 정하고 이에 따라 구제역 백신주에 대해 적합성 평가를 실시하고 그 결과를 토대로 가축방역심의회 자문을 통해 결정
- 사. 구제역 바이러스는 RNA 바이러스로 유전적으로 변하기 쉬운 특징을 가지고 있어 많은 종류의 혈청형 및 지역형이 존재하는 것으로 알려져 있음. 7개의 혈청형은 서로 교차면역이 되지 않으며 같은 혈청형 내에서도 방어되지 않는 경우도 있음
- 아. 구제역 백신에 의해 보호 수준을 유도할 수 있는지는 다음 변수에 의해 결정됨
 - (1) 백신의 효능(potency)
 - (2) 백신 균주와 야외주간의 항원성 적합(antigenic match)
 - (3) 예방접종 일정(schedule)

2절. 연구개발의 필요성

1. 국내·외 구제역 발생 현황

- 우리나라는 2000년 이후 11차례 구제역이 발생하였고 2010년 구제역 발생 이후 전국 상시 백신접종 정책을 사용하고 있으나, 2016년 이후 매년 구제역이 발생하고 있음. 2017년에는 두 가지 혈청형(O, A형)이 동시에 구제역이 발생하였음

구분	발생기간	발생건수	발생지역	혈청형	
①'00년	3.24~4.15 (23일)	15건 (소 15)	3개 도 6개 시군	O형 (Pan Asia O1)	
②'02년	5.2~6.23 (53일)	16건 (소1, 돼지15)	2개 도 4개 시군	O형 (Pan Asia O1)	
'10년	③1월(포천)	1.2~1.29 (29일)	6건 (소 6)	1개 도 2개 시군	A형 (SEA 97)
	④4월(강화)	4.8~5.6 (29일)	11건 (소7, 돼지4)	4개 도 4개 시군	O형 (Mya98)
	⑤11월(안동)	11.28~ '11.4.21 (145일)	153건 (소97, 돼지55, 염소1)	11개 시도 75개 시군	O형 (Mya98)
'14년	⑥7월(의성)	7.23~8.6 (15일)	3건 (돼지 3)	2개 도 3개 시군	O형 (Mya98)
	⑦12월(진천)	12.3~'15.4.2 8 (147일)	185건 (돼지180, 소 5)	7개 시도 33개 시군	O형 (Mya98)
⑧'16년	1.11~3.29 (45일)	21건 (돼지 21)	2개 도 6개 시군	O형 (Mya98)	
⑨'17년	2.5~2.13 (9일)	9건 (소 9)	3개 도 3개 시군	O형 (MESA, Ind2001d) ·A형 (SEA 97)	
⑩'18년	3.26~4.1 (7일)	2건 (돼지 2)	1개 도 1개 시군	A형 (SEA 97)	
⑪'19년	1.28~1.31 (4일)	3건 (소 3)	2개 도 2개 시군	O형 (MESA, Ind2001d *)	

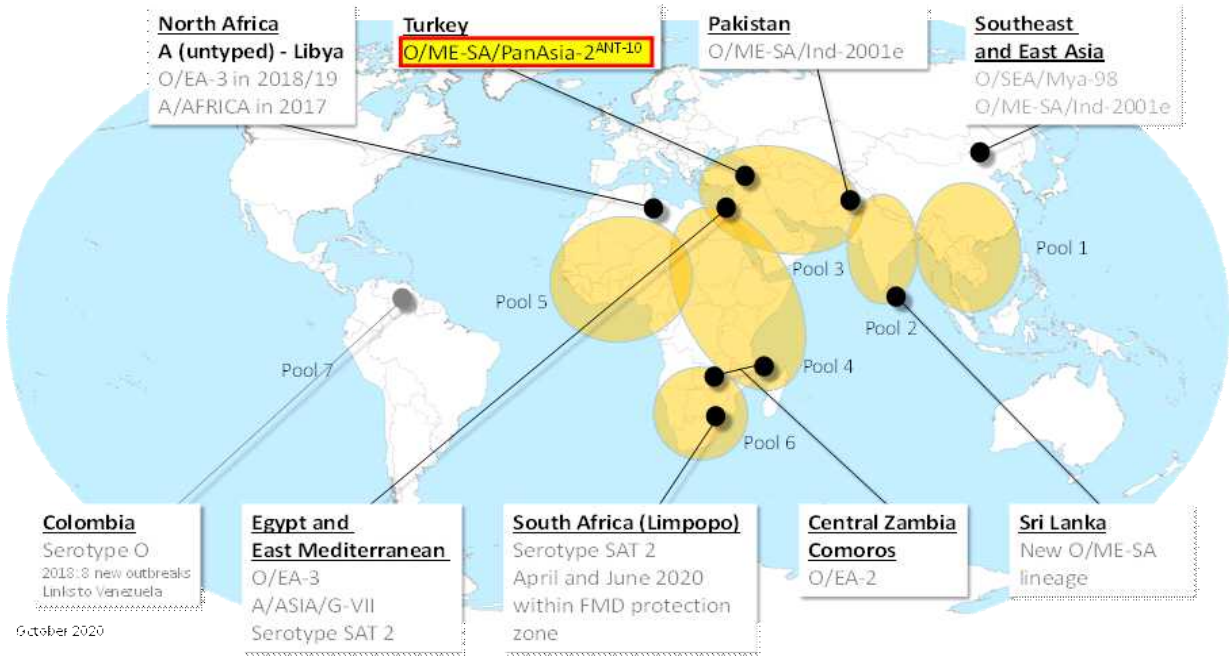
* WRLFMD에서는 O/MESA/Ind2001e로 분류

〈표1. 구제역 발생현황, 출처: 농식품부 홈페이지〉

[출처 : <http://mafra.go.kr/mafra/1342/subview.do>]

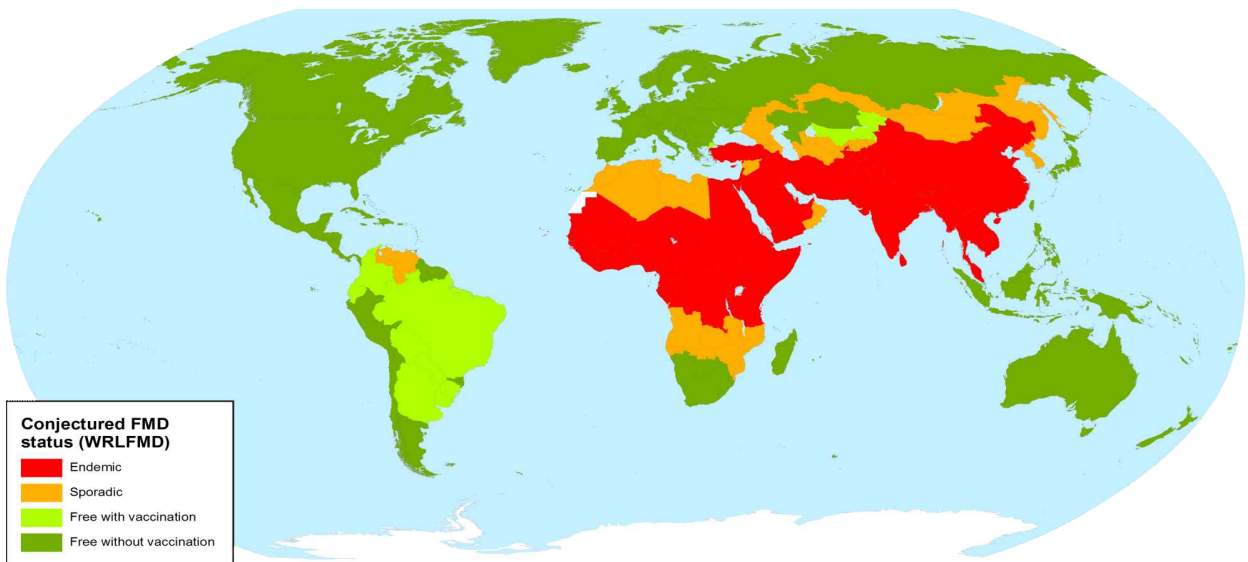
- 역학조사위원회(구제역분과위)에 따르면, 2019년 발생한 구제역은 동일한 유전형이 발생하고 있는 중국 등 주변 국가로부터 인적·물적 요인을 통해 국내로 유입된 것으로 추정. 유입경로를 특정할 수 없었으나 공항만에서 여행객의 휴대물품 및 우편물을 통한 불법 유입 축산물에서 가축전염병 유전자가 검출되는 사례를 볼 때 불법 축산물에 의한 유입 가능성이 상대적으로 높은 것으로 추정하였음

※ (호주) 휴대 및 우편을 통해 외국에서 들어온 돈육제품에서 FMD(2건) 바이러스 검출(19년 2월 기준)



<그림 1. 지역별 구제역 발생 상태, 2020 >

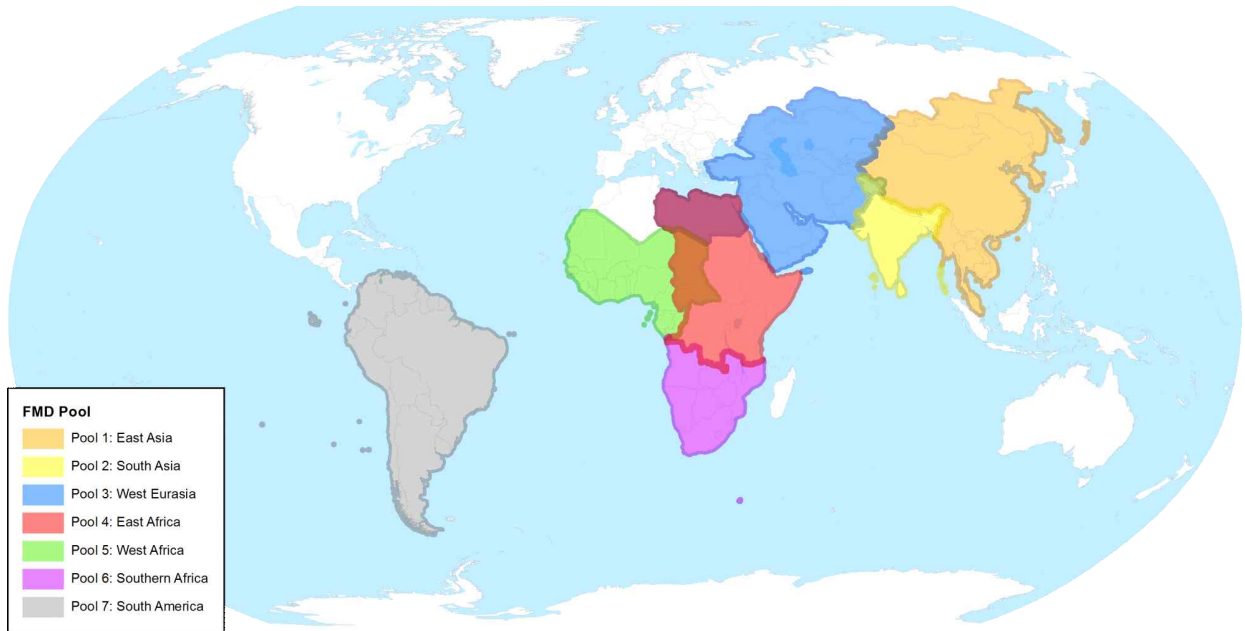
[출처: 세계구제역표준실험실네트워크(<https://www.foot-and-mouth.org/#headline-events>)]



<그림 2. 세계 구제역 발생 개략적 상황(Global conjectured FMD status), 2020>

[출처: 세계구제역표준실험실네트워크(<https://www.foot-and-mouth.org/#headline-events>)]

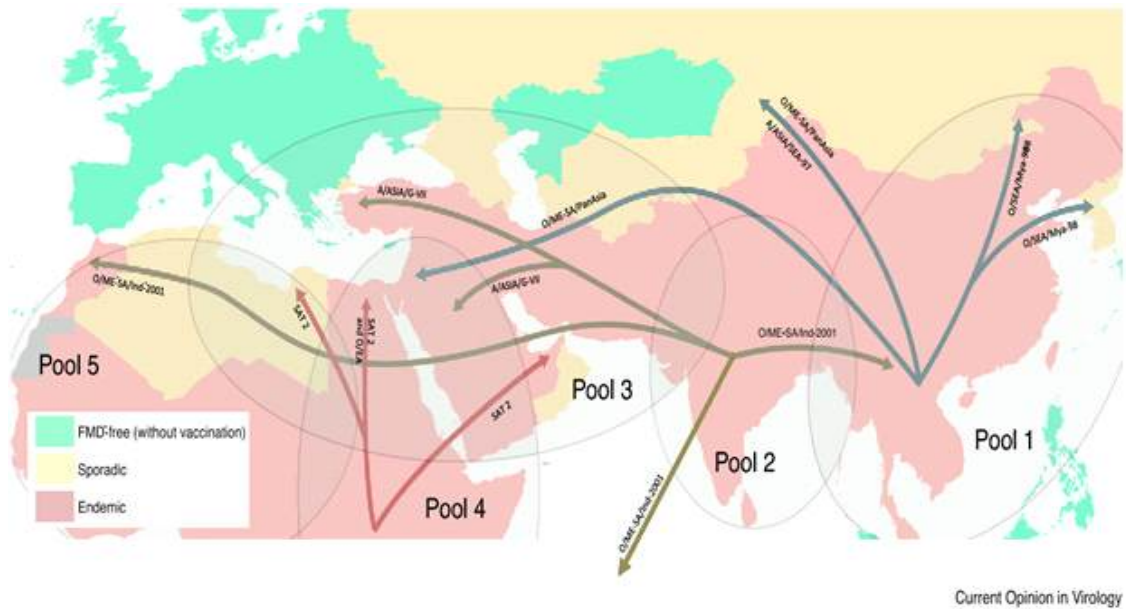
- 2020년 현재 OIE 회원국의 구제역 상태는 그림 2와 같음. 우리나라는 구제역 0, A, Asia 1이 발생하고 있는 Pool 1 지역에 속하고 있으면 구제역 상재 발생(Endemic) 지역(그림의 빨간 지역)인 중국과 동남아시아와 인적, 물적 교역량의 증가에 따라 구제역의 유입위험이 매우 높음



<그림 3. 세계 구제역 발생 지역(Pool), 2020>

[출처: 세계구제역표준실험실네트워크(<https://www.foot-and-mouth.org/#headline-events>)]

- Paton et al(2018)에 따르면 Mya-98, ME-SA/Ind2001의 경우 역내에서 확산되어 국내로 유입된 것으로 추정되고 있음



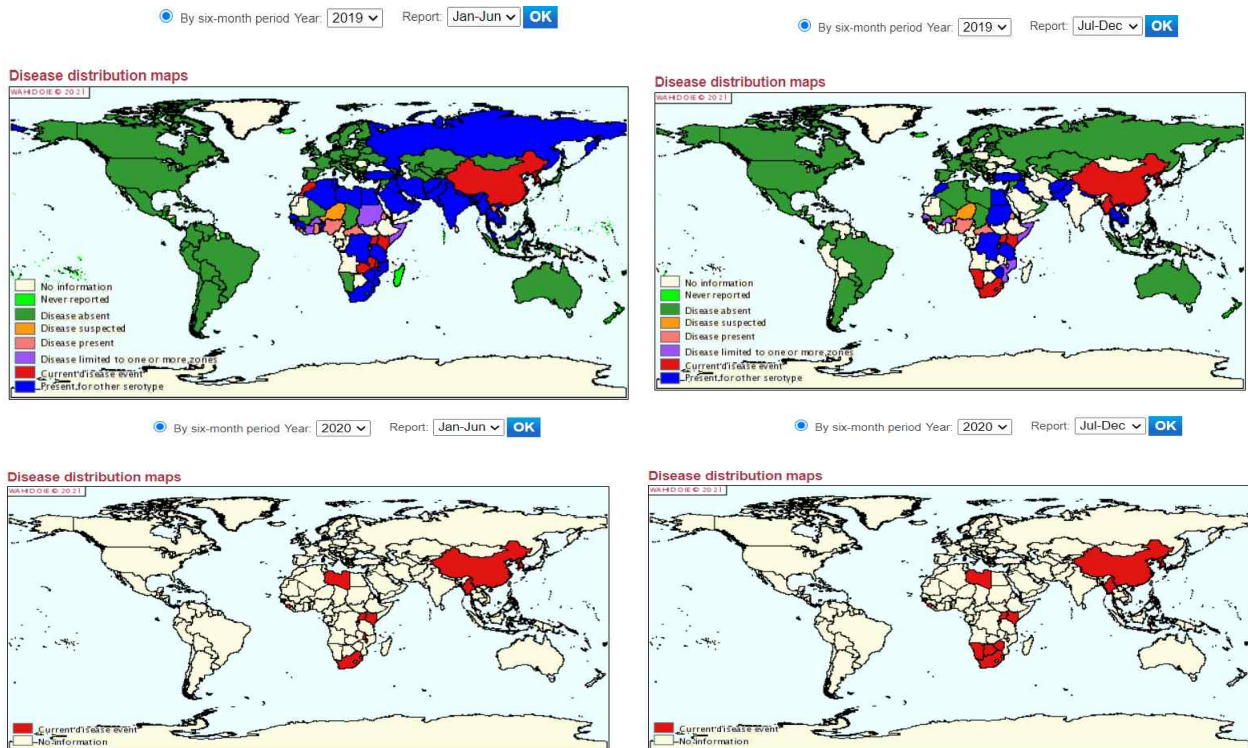
<그림 4. 세계 구제역 확산 경로, Paton et al(2018)>

- 2005년 이후 2020년 11월 3일 현재 OIE에 보고된 구제역의 발생상황을 정리하면 그림 5와 같음. (5,265건) 2005년 이후 2020년 11월 3일 현재 OIE에 보고된 Pool 1 지역(그림 5 참조) 구제역의 발생상황은 1,563건임. 0형이 474건, Asia 1형이 117건, A형이 36건 등으로 보고됨. OIE에 보고된 구제역 발생상황을 수집하여 엑셀로 정리하고 발생지역의 위·경도 자료를 변환하여 정리하면 그림 5와 같음

key	reportid	reportnm	follown	filename	country	Pool	submitdate	reportdate	disease	eventstartdat	confirmdate	animal	vaccinatic	serotype	province	num_out	district	subdistrict	unit_type	location	latitude
20	35554_5	35554	Foot and mo	7_en_fup_000C	South Africa	6	20-8-27	20-8-26	Foot and mouth dis	20-3-03	20-3-05	No	Yes	SAT 2	Mpumalanç	1	Bushbuckridg e		Village		-24.6
21	35554_4	35554	Foot and mo	7_en_fup_000C	South Africa	6	20-8-27	20-8-26	Foot and mouth dis	20-3-03	20-3-05	No	Yes	SAT 2	Mpumalanç	1	Bushbuckridg e		Farm		-24.6
22	35554_1	35554	Foot and mo	7_en_fup_000C	South Africa	6	20-8-27	20-8-26	Foot and mouth dis	20-3-03	20-3-05	No	Yes	SAT 2	Mpumalanç	1	Bushbuckridg e		Village		-24.7
23	35554_3	35554	Foot and mo	7_en_fup_000C	South Africa	6	20-8-27	20-8-26	Foot and mouth dis	20-3-03	20-3-05	No	Yes	SAT 2	Mpumalanç	1	Bushbuckridg e		Village		-24.6
24	35554_2	35554	Foot and mo	7_en_fup_000C	South Africa	6	20-8-27	20-8-26	Foot and mouth dis	20-3-03	20-3-05	No	Yes	SAT 2	Mpumalanç	1	Bushbuckridg e		Village		-24.6
25	36081_1	36081	Foot and mo	7_en_fup_000C	Libya	4	20-10-26	20-10-26	Foot and mouth dis	20-2-11	20-3-15	No	No	A	Tarabulus	1	Egfarah	Enjelah	Farm		32.70933
26	36081_4	36081	Foot and mo	7_en_fup_000C	Libya	4	20-10-26	20-10-26	Foot and mouth dis	20-2-11	20-3-15	No	No	A	Tarabulus-o	4	Blir Althawt	Blir Altawthu	Farm		32.657
27	36081_3	36081	Foot and mo	7_en_fup_000C	Libya	4	20-10-26	20-10-26	Foot and mouth dis	20-2-11	20-3-15	No	No	A	Tarabulus	1	Egfarah	AlZahar	Farm		32.6242
28	36081_2	36081	Foot and mo	7_en_fup_000C	Libya	4	20-10-26	20-10-26	Foot and mouth dis	20-2-11	20-3-15	No	No	A	Tarabulus-o	3	Egfarah	Enjelah	Farm		32.70994
29	35109_1	35109	Foot and mo	3_en_fup_000C	Malawi	6	20-7-20	20-7-20	Foot and mouth dis	20-2-06	20-3-19	No	No	Not typed	Central	1	Ntcheu	Traditional Au	Village	Dembo 2	-14.60485
30	33962_1	33962	Foot and mo	2_en_fup_000C	Russia	1	20-4-10	20-4-10	Foot and mouth dis	20-1-27	20-1-29	No	No	O	Zabajka' Sk	1	Priargunsky		Village	Novotsuruk	50.39226
31	33962_1	33962	Foot and mo	2_en_fup_000C	Russia	1	20-4-10	20-4-10	Foot and mouth dis	20-1-27	20-1-29	No	No	O	Zabajka' Sk	1	Priargunsky		Village	Novotsuruk	50.39226
32	33962_1	33962	Foot and mo	2_en_fup_000C	Russia	1	20-4-10	20-4-10	Foot and mouth dis	20-1-27	20-1-29	No	No	O	Zabajka' Sk	1	Priargunsky		Village	Novotsuruk	50.39226
33	32627_1	32627	Foot and mo	0_en_Imm_00C	Myanmar	1	19-12-16	19-12-16	Foot and mouth dis	19-12-02	19-12-12	No	No	A	Yangon - O	2	Southern	Thanlyin	Village	Nyaungtho	16.44
34	32577_2	32577	Foot and mo	0_en_Imm_00C	Myanmar	1	19-12-10	19-12-10	Foot and mouth dis	19-11-15	19-11-22	No	No	A	Yangon	1	Northern	Hmawbi	Village	Myitkyoe	17.06
35	32577_1	32577	Foot and mo	0_en_Imm_00C	Myanmar	1	19-12-10	19-12-10	Foot and mouth dis	19-11-15	19-11-22	No	No	A	Yangon - O	2	Northern	Taikkyi	Village	Thininn, Kar	17.3
36	32583_2	32583	Foot and mo	0_en_Imm_00C	Myanmar	1	19-12-13	19-12-13	Foot and mouth dis	19-11-11	19-11-29	No	No	O	Mandalay R	1	PyinOoLwin	Singu	Village	Khatthin	21.34
37	32583_1	32583	Foot and mo	0_en_Imm_00C	Myanmar	1	19-12-13	19-12-13	Foot and mouth dis	19-11-11	19-11-29	No	No	O	Mon State	1	Mawlamyair	Mudon	Village	Mhalkana	16.1528
38	32583_3	32583	Foot and mo	0_en_Imm_00C	Myanmar	1	19-12-13	19-12-13	Foot and mouth dis	19-11-11	19-11-29	No	No	O	Mandalay R	1	Meiktilar	Wundwin	Village	Yoeson	21.5
39	33391_19	33391	Foot and mo	9_en_fup_000C	South Africa	6	20-2-26	20-2-26	Foot and mouth dis	19-11-01	19-11-01	No	Yes	SAT 2	Limpopo	1	Ba-Phalaborw a		Farm	FMD_LIM2	-23.7
40	33391_5	33391	Foot and mo	9_en_fup_000C	South Africa	6	20-2-26	20-2-24	Foot and mouth dis	19-11-01	19-11-01	No	Yes	SAT 2	Limpopo	1	Greater Letaba		Farm	FMD_LIM2	-23.5
41	33391_6	33391	Foot and mo	9_en_fup_000C	South Africa	6	20-2-26	20-2-24	Foot and mouth dis	19-11-01	19-11-01	No	Yes	SAT 2	Limpopo	1	Molemole		Farm	FMD_LIM2	-23.4
42	33391_7	33391	Foot and mo	9_en_fup_000C	South Africa	6	20-2-26	20-2-24	Foot and mouth dis	19-11-01	19-11-01	No	Yes	SAT 2	Limpopo	1	Molemole		Farm	FMD_LIM2	-23.3
43	33391_8	33391	Foot and mo	9_en_fup_000C	South Africa	6	20-2-26	20-2-24	Foot and mouth dis	19-11-01	19-11-01	No	Yes	SAT 2	Limpopo	1	Molemole		Farm	FMD_LIM2	-23.4
44	33391_9	33391	Foot and mo	9_en_fup_000C	South Africa	6	20-2-26	20-2-24	Foot and mouth dis	19-11-01	19-11-01	No	Yes	SAT 2	Limpopo	1	Makhado		Farm	FMD_LIM2	-23.1
45	33391_10	33391	Foot and mo	9_en_fup_000C	South Africa	6	20-2-26	20-2-24	Foot and mouth dis	19-11-01	19-11-01	No	Yes	SAT 2	Limpopo	1	Ba-Phalaborw a		Farm	FMD_LIM2	-23.9
46	33391_11	33391	Foot and mo	9_en_fup_000C	South Africa	6	20-2-26	20-2-24	Foot and mouth dis	19-11-01	19-11-01	No	Yes	SAT 2	Limpopo	1	Makhado		Farm	FMD_LIM2	-22.9
47	33391_12	33391	Foot and mo	9_en_fup_000C	South Africa	6	20-2-26	20-2-24	Foot and mouth dis	19-11-01	19-11-01	No	Yes	SAT 2	Limpopo	1	Makhado		Farm	FMD_LIM2	-23.2
48	33391_13	33391	Foot and mo	9_en_fup_000C	South Africa	6	20-2-26	20-2-24	Foot and mouth dis	19-11-01	19-11-01	No	Yes	SAT 2	Limpopo	1	Molemole		Farm	FMD_LIM2	-23.2
49	33391_14	33391	Foot and mo	9_en_fup_000C	South Africa	6	20-2-26	20-2-24	Foot and mouth dis	19-11-01	19-11-01	No	Yes	SAT 2	Limpopo	1	Molemole		Farm	FMD_LIM2	-23.54
50	33391_15	33391	Foot and mo	9_en_fup_000C	South Africa	6	20-2-26	20-2-24	Foot and mouth dis	19-11-01	19-11-01	No	Yes	SAT 2	Limpopo	1	Makhado		Farm	FMD_LIM2	-23
51	33391_16	33391	Foot and mo	9_en_fup_000C	South Africa	6	20-2-26	20-2-24	Foot and mouth dis	19-11-01	19-11-01	No	Yes	SAT 2	Limpopo	1	Polokwane		Farm	FMD_LIM2	-23.7
52	33391_17	33391	Foot and mo	9_en_fup_000C	South Africa	6	20-2-26	20-2-24	Foot and mouth dis	19-11-01	19-11-01	No	Yes	SAT 2	Limpopo	1	Polokwane		Farm	FMD_LIM2	-23.2

<그림 5. 세계 구제역 발생 상황 수집 자료(내부 자료), 2020년 11월 3일 현재>

- OIE WAHIS(World Animal Health Information System) Interface 홈페이지에서 구제역의 연도별 반기별 구제역 발생상황을 지도에 표시하면 그림 6과 같음



<그림 6. 세계 구제역 반기별 발생 상황(2019-2020)>

[출처 : OIE, WAHIS Interface 홈페이지

(https://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php/Diseaseinformation/Diseasedistributionmap)]

2. 농림축산검역본부 국제역 백신 선정 절차

가. 우리나라의 국제역 백신 관리체계는 평시와 발생시로 구분됨

(1) (평시) 주변국 발생동향, 효능평가 등을 통해 국내 최적합 백신주 선정·관리

- (가) 주변국 발생 바이러스 유전자 정보 등 수집 분석
- (나) 세계표준연구소의 반기별 백신 매칭 결과보고서 분석
- (다) 검역본부 내 백신 전문가 협의회 구성·운영

(2) (발생시) 세계표준연구소 백신매칭률(r1) 검사 의뢰, 검역본부 동시에 병행 검사, 신속하게 최적합 백신주 선정

- (가) 주변국 발생 바이러스 유전자 정보 등 수집 분석
- (나) 검역본부 : 발생상황, 국내외 관련 정보 등을 종합하여 최적합 백신주 검토, 보고
- (다) 농식품부 : 가축 방역협의회 자문 등 검토 후 최종 백신주 선정

나. 국제역 방역실시요령 제8조의2(백신주 선정 등)에 따르면 국제역 백신주는 농림축산검역본부의 백신 전문가협의회의 기술적 검토를 통해 국제역 백신주의 적합성 평가를 위한 평가 기준, 방법 등을 정하고 이에 따라 국제역 백신주에 대해 적합성 평가를 실시하고 그 결과를 토대로 가축 방역협의회 자문을 통해 결정

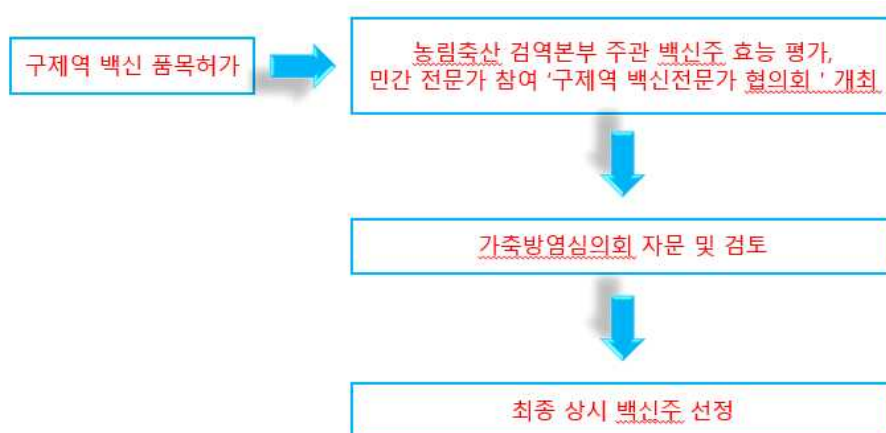
▣ 제8조의2(백신주 선정 등) ① 검역본부장은 국제역 발생에 대비하여 국내에서 사용하는 백신주에 대한 적합 여부와 효과적인 백신 후

보주를 다음 각 호에 따라 검토하여 조치를 취하고, 그 결과를 농림축산식품부장관에게 보고하여야 한다.

1. 국제역 백신과 관련된 기술적 검토를 위해 백신전문가협회를 구성하여 운영
2. 국제역 발생 시 적합한 백신을 신속하게 확인하기 위해 항원형을 확보하여 운영
3. 국제역 백신주의 적합 여부를 평가하기 위해 백신을 수입 또는 제조하는 자로부터 백신 바이러스를 확보하여 관리
4. 국제역 백신주의 적합성 평가를 위한 평가 기준, 방법 등 구체적인 사항을 정하여 운영
5. 국내 사용할 국제역 백신주에 대해 적합성 평가를 실시하고, 사용하고 있는 백신주에 대해서도 적합 여부를 정기적으로 평가

② 농림축산식품부 장관은 효과적인 백신주 사용을 위해 검역본부장의 제1항의 검토결과를 토대로 가축방역협의회 자문 등을 통해 백신주를 선정하여야 한다.

< 그림 7. 국제역 방역실시요령 제8조의2 (백신주 선정 등) >



<그림 8. 현행 국내 백신주 선정 체계>

다. 다양한 유전형에 따른 넓은 교차면역을 보유한 백신주를 선정하는 것을 목표로 함. 위의 추진체계를 따라 백신주를 선정하되 평가의 기준이 되는 기본 백신 효능 자료는 백신 제조사 혹은 수입사를 통해 제공받아 ‘구제역 백신 전문가협의회’가 분석하여 결정함. 연 1회를 원칙적으로 백신 선정 검토를 하고 있으나 필요 시 추가적으로 검토할 수 있음

(1) 백신주 선정 평가 필수 항목

- (가) 발생 바이러스에 대한 백신 매칭 수행 건수
- (나) 발생 바이러스에 대한 백신 매칭
- (다) 추가 평가 대상 발생 바이러스에 대한 백신 매칭 수행 건수
- (라) 추가 평가 대상 발생 바이러스에 대한 백신 매칭
(최근 3년간 국내 발생 유전형 포함)
- (마) 백신주 바이러스 제공

* 위의 해당 자료는 OIE 가이드를 따라 수행한 결과이어야 하며, 구제역세계표준연구소(WRLFMD) 또는 구제역 OIE 표준실험실에서 수행한 결과여야 인정받을 수 있음

OIE Manual의 권장 시험법

- ▶ (백신매칭법)중화항체가 측정법을 이용한 백신매칭법
- ▶ (백신효능시험법)PD50, PGP(Protection against generalised foot infection), EPP(Expectancy of protection)

라. 현행 백신 선정 체계상 백신주는 중점평가대상 바이러스와 추가 평가 대상 바이러스와의 백신 매칭을 통해 선정하고 있으며 중점 평가 대상 바이러스는 최근 2개 분기 동안 세계표준연구소에서 백신매칭시험이 평가된 pool 1과 2에 속하는 발생 바이러스를 원칙으로 한다. 바이러스의 지역형 유전자형 발생지역 등을 모두 공개할 수 있어야 함

마. 현행 백신주 선정 기준과 절차가 합리적인지 그리고 그 선정 평가 과정에 문제점은 없는지에 대한 평가가 필요함. 구제역 백신 선정에는 다양한 집단의 이해관계가 있고 과학적으로 결과 분석에도 합의가 필요하므로 현행 제도의 문제점과 개선 가능성을 종합적으로 평가할 시점이라 할 수 있음

3. 구제역 백신 효능 논쟁

- 2011년 8월 방역협의회는 상시 백신으로 3가 혼합 백신 (O1 manisa + A malaysia + Asia 1 shamir)을 선정하였으나 2014년 9월 구제역 세계표준연구소는 O1 manisa에 대한 r1값이 기준값(0.3)보다 낮게 나오는 것 통보, 이후 박민수 의원은 백신 접종의 실효성에 대한 의문을 제기하였고 2015년 1월 백신 수급회에서 O 3039 포함 3가 백신을 도입하기로 결정. 2015년 2월에는 O 3039 단가 백신 도입을 결정하였고 이후 수입선 다변화 요청에 따라 러

시아의 Aria 백신, 아르헨티나의 Campos 백신 등이 도입되어 우리나라에서는 다양한 백신이 접종되고 있음

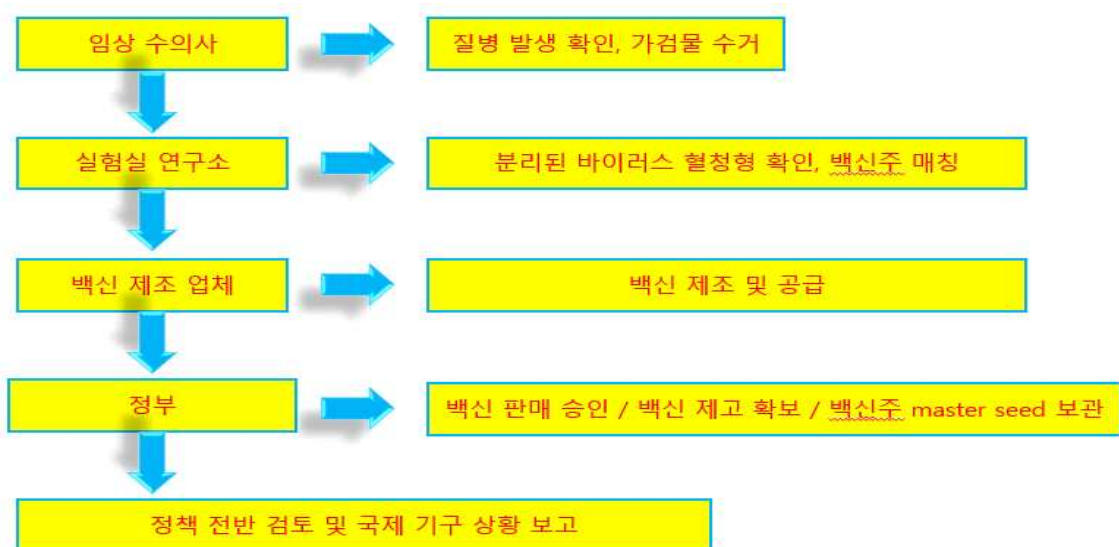
- 농식품부는 2015년 6월 구제역 백신 효능 검증 및 관리가 제대로 이루어지고 있는지 여부 등을 확인한 감사 결과 구제역 백신의 선정, 검정기준, 공급체계 및 수입선 다변화, 구제역 예찰, 과대료 부과 등의 업무와 관련하여 미흡하거나 부적절한 사례가 발견되었다고 발표. 특히 구제역 세계표준연구소에서 상시 백신주로 사용되고 있는 O1 manisa에 대한 r1값이 기준값(0.3)보다 낮게 나오는 것을 통보받았음에도 불구하고(2014. 9. 17) 새로운 백신 도입 여부를 검토하지 않은 점에 대하여 심각한 우려를 제기하였음
- 2017년 발생 농장의 경우, 법적 항체 형성 기준인 80%를 초과하는 87%의 높은 항체 형성률에도 불구하고 구제역이 발생하여 백신의 효능 및 항체 형성률 조사 결과에 대한 의구심이 발생하였고 A형과 O형이 동시에 발생하였으나 돼지의 경우 O형 단가 백신 접종 정책으로 A형 백신의 수급 차질이 발생
- 백신 접종에도 불구하고 지속적으로 발생하고 있어 백신 효능에 대한 농가의 불신이 높은 상황이지만 정부는 농가의 도덕적 해이에 따른 백신 접종 소홀로 항체 형성률이 낮아 재발되고 있을 가능성이 높다고 판단. 안전하고 효능이 높은 백신의 안정적인 공급체계 마련이 시급
- 대부분의 백신이 1회 백신 접종만으로 100% 방어능을 주는 백신은 흔하지 않음. 특히 생독 백신은 세포매개성 면역(CMI : Cell mediated Immunity)을 주기 때문에 평생 가까이 면역을 줄 수 있는 것에 비해, 구제역 백신과 같은 사독 백신의 경우에는 항체를 주로 생성케 하는 체액성 면역을 주기 때문에 주기적으로 백신을 접종받아도 100% 방어가 어려움
- 그러므로 기본적으로 사독 백신인 구제역 백신은 100% 방어가 어려움. 또한 축종간의 차이에 의해 백신의 효능이 차이를 보이기도 하는데 일반적으로 돼지의 경우, 소에 비해 항체 유도가 어려운 것으로 알려져 있음. 동일한 백신 회사에서 제조된 제품이라도 접종한 축종에 따른 항체가 차이가 밝혀져 있음. 이러한 차이 때문에 백신의 효능을 평가하기 위해서는 축종에 대한 정확한 인식이 요구되고 있음

4. 효과적인 구제역 백신주 선정의 중요성

- FMD 백신 균주 선택을 위한 원칙과 이용 가능한 방법론은 육상 동물건강규약, 2.1.5장, Paton et al.에서 자세히 설명하고 있음. 구제역 바이러스는 RNA 바이러스로 유전적으로 변하기 쉬운 특징을 가지고 있어 많은 종류의 혈청형 및 지역형이 존재하는 것으로 알려져 있음. 7개의 혈청형은 서로 교차면역이 되지 않으며 같은 혈청형 내에서도 교차면역이 되지 않는 경우가 보고되어 있음

- RNA 바이러스 특성상 변이가 심한 편이고, 변이에 따라 항원성이 달라지기도 하므로 구제역을 예방하기 위해 적절한 구제역 백신주의 선택은 매우 중요. 특히 우리가 포함되는 유럽-아시아형(Eurasian serotype)이 아시아, 아프리카 및 남미지역에 발생하면서 항원적인 변이가 많이 발생. 구제역 백신은 동일한 1개의 혈청형 이외 다른 혈청형을 방어하지 않고 간혹 같은 혈청형 내에서도 방어되지 않는 경우도 있음
- 백신에 의해 보호 수준을 유도할 수 있는지는 다음 변수에 의해 결정됨
 - * 백신의 효능(potency)
 - * 백신 균주와 야외주간의 항원성 적합(antigenic match)
 - * 예방접종 일정(schedule)
- 구제역 백신주의 선정의 두 가지 요인은 첫째, 얼마나 강한 면역력을 형성할 수 있는가, 둘째, 야외주와 얼마나 항원적으로 가까운가임

가. 백신주 선정 단계



< 그림 9. 백신주 선정 절차(예시)>

나. 효과적인 백신주의 확인 방법

- 현재 유행하는 구제역 바이러스(야외주)와 백신주의 교차면역을 분석하여 백신의 효능을 예측하는 방법으로 백신주를 선정하고 있음. 이러한 백신주와 야외주의 항원 매칭에는 두 가지 방법이 사용되는데, VNT에 의한 r1 계수 측정과 ELISA를 이용한 Liquid-phase blocking ELISA (LPBE) 방법. VNT는 일반적인 중화항체 역가 측정 방법을 따르기 때문에 여타의 일반적인 실험법보다 백신의 방어능과 깊은 연관성을 볼 수 있음

(B type 바이러스에 대한 A type 바이러스 접종 혈청의 중화항체 역가)

$$r1 \text{ 값} = \frac{\text{-----}}{\text{-----}}$$

(A type 바이러스에 대한 A type 바이러스 접종 혈청의 중화항체 역가)

- VNT 방법을 통해 확인된 각 바이러스에 대항하는 중화항체 수치는 위와 같은 공식에 의해 r1 값으로 산출될 수 있음. 이 수치는 백신주에 의해 유도된 혈청의 중화 능력이 야외주를 얼마나 중화시킬 수 있는지를 가늠함으로써 두 균주의 항원의 연관성을 간접적으로 추측하게 하는 유용한 지표라 할 수 있음
- 일반적으로 필드에서 유행하는 야외주에 효과적으로 대응하는 백신주는 r1 수치로 0.3 이상이 요구됨. 즉 0.3 이상인 경우, 백신이 유행하는 균주에 대해 어느 정도 방어효능을 보일 수 있다는 뜻으로 통용되고 있음. 그러나 표2와 같이 실제 r1값의 계산하는 과정에서 동일한 기관에서 수행하였음에도 불구하고 차이가 있을 수 있음

	O1 Manisa (기존 백신주)		O 3039 (추가된 백신주)		O SKR 7/10 (2010년 안동주)	
	메리얼社	퍼브라이트	메리얼社	퍼브라이트	메리얼社	퍼브라이트
O SKR 11/2014	0.42		0.49			
O SKR 13/2014	0.29	0.15	0.47	0.73		1.0
O SKR 15/2014	0.59	0.10	0.57	0.68		1.0

<표2. 2015년 2월 25일 메리얼 사와 2015년 3월 24일 퍼브라이트 세계표준연구소에서 통보한 r1값 비교>

- 구제역 백신 항원 매칭에 있어서 거의 절대적 수치로 인식되는 r1 수치가 동일한 기관에서 수행하였음에도 불구하고 차이가 나는 것을 확인할 수 있음. 특히 대표적인 구제역 백신주인 O1 Manisa 균주의 경우, 퍼브라이트 통보 자료 기준으로 국내 유행하는 야외주인 O SKR 2014 균주에 대해 0.3 이하의 수치를 기록하여 백신주로서 심각한 의심을 받고 있음
- r1 수치에 대한 퍼브라이트의 결과를 공인된 신뢰할 만한 자료로서 백신주 선정에 크게 영향을 주는 만큼 이에 대한 분석이 절실한 상황임. 또한 새로운 백신주의 선택과 제품화에는 다국적 제약회사조차 4개월에서 1년 이상의 시간이 소요되고 그사이 유행하는 균주가 바뀔 수도 있으므로 보다 정확한 기준을 가지고 빠르게 백신주를 평가하는 방법이 필요함
- 효과적인 백신주의 확인 방법은 교차방어 시험법과 혈청학적 방법이 있다. 교차방어 시험법은 목적 축종에 면역 후 공격접종 하여 백신의 효력과 교차 반응성을 확인할 수 있는 효과적인 방법. 그러나 살아있는 생바이러스의 사용과 엄격한 생물학적 안전이 요구된다. 이

방법은 시간과 비용이 많이 소요되며 특별한 전문성을 요구. 실험실 내 시험으로 대체 가능하다면 동물의 사용은 피하는 것이 좋음. 실험실에서 분석되는 혈청학적 방법으로 항원성 변화측정은 바이러스 간에 항원 적인 차이를 정량분석할 수 있으며, 이것은 백신주와 야외주 사이에 교차방어를 추정할 수 있음. 유전적인 특징 분석과 항원의 프로파일링은 새로운 바이러스의 출현을 확인할 수 있고 반대로 백신 매칭 정보에 의해서 이미 사용 가능한 유사한 항원형의 백신주를 확인할 수 있음

그러나 직접 백신 적합성을 실험해 결과를 얻으려면 1~2달이 소요되므로 기존에 나온 문헌을 종합적으로 판단해 백신의 적합성을 판단하므로 국제역 세계표준연구소의 백신 매칭 자료를 검토하여 적합 여부를 검토하고 있음

- 바이러스의 혈청형, 분리지역, 야외주의 특징에 대한 정보, 유래 지역에 사용되는 백신주가 백신 매칭실험을 위해 백신주의 선정을 위한 지침이 될 수 있음. 특별히 백신주 매칭을 위한 표준 국제역 항체 등 필요한 재료의 구비가 실험의 가능 여부를 결정. 국제역 바이러스의 항원적 특징 분석이 중요한 이유는 특별한 환경에서 사용되는 가장 효과적인 백신주를 선정하고, 전략적으로 유지하는 항원 은행의 백신주의 적합성을 모니터링. 야외주의 혈청형은 주로 효소 면역법(ELISA) 등으로 결정. ELISA에 의해서 유효한 항원 프로파일링을 수행하고 바이러스 유전자 중에서 VP1 단백질에 대한 염기서열을 분석함으로써 바이러스 분리주 간 동질성을 확인할 수 있음

5. 국제역 백신접종 청정국 지위 회복

- 정부는 가축 질병의 예방 없이 지속 가능한 축산업의 발전이 불가능하다는 인식 아래 반복적으로 발생하는 국가재난형 가축전염병에 의한 사회, 경제적 피해를 방지하기 위해 방역 개선대책을 발표하고 있음
- 방역개선대책에 따르면, 해외 정보 수집 및 예찰체계 강화를 통해 바이러스 조기 발견 및 사전 대응체계를 구축함과 동시에 백신 미접종 개체 발생을 방지하고 항체 양성률 제고를 위해 전국 소·염소 일제 백신 접종을 연 2회(4월, 10월) 실시하고 일제 접종 여부를 확인을 위해 접종 1개월 후 전국단위 백신 항체 모니터링 검사를 실시

가. 국제역 백신 접종의 목적과 성공 요인

(1) 국제역 백신 접종의 목적

- ‘FMD Vaccination And Post Vaccination Monitoring Guidelines’ (OIE/FAO)에 따르면 국제역 백신 접종의 목적은 각 국가별 국제역 상태에 따라 목적이 달라짐
 - (가) 임상적 발생을 감소(PCP-FMD의 2 단계)
 - (나) 국제역 바이러스의 순환 제거(PCP-FMD의 3 단계)
 - (다) 국제역 청정 유지(PCP-FMD의 4, 5 단계)
 - (라) 국제역 청정 회복(PCP-FMD의 5 단계)

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

- (가) 통제할 바이러스의 다양성
- (나) 백신의 성능 특성과 불안정성
- (다) 감수성 동물종 및 축산 시스템의 범위
- (라) 예방접종의 목적
- (마) 백신에 의한 면역의 단기적 특성
- (바) 예방접종 프로그램의 설계 및 적용

3절. 연구개발 범위

1. 구제역 발생 위험 요인 분석 및 위험도 평가 모델 개발

- 가. 구제역 유입 위험요인 관련 선행 연구사례 및 문헌 검토
- 나. 국내 발생 구제역 역학조사 보고서 검토, 유입 위험요인 선별
- 다. 구제역 발생 위험도 평가모델 개발

2. 해외 구제역 발생 정보 수집 및 해외 백신주 선정 관련 선행 연구사례 및 문헌 검토

- 가. OIE에 보고된 해외 구제역의 발생상황 수집 및 DB 구축
- 나. OIE WAHIS 가축 질병 보고서 자동 수집 웹 크롤러 개발
- 다. WRLFMD의 해외 구제역 분리주 유전정보와 백신 매칭 정보 수집 및 DB 구축
- 라. 해외 구제역 발생 바이러스 분리주 유전정보의 유전학적 분석 및 시각화
- 마. 해외 구제역 백신 접종국 사례 연구
- 바. 해외 백신주 선정 관련 선행 연구사례 및 문헌 검토
- 사. 국가별 FMD 상황과 각국의 방역 정책과 모니터링 내용 분석

3. 구제역 백신주 선정 관련 이해관계자 협의체 구성 및 운영

- 가. 구제역 백신주 선정 관련 백신 업체, 생산자 단체, 수의사회 대표로 구성된 이해관계자 협의체를 구성하여 구제역 백신주 선정 관련 의견 교환
- 나. 구제역 백신주의 야외 발생 구제역 바이러스에 대한 적합성 평가 기준 개선
- 다. 연례세미나를 통해 교육지도, 해외 발생 구제역 유전자 정보, 백신 매칭 정보 활용

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 경험과 DataBase 구축 기술을 보유한 **서울대학교 산학협력단 박혁 교수**, 한국수의역학경제학연구회 회장, 구제역 백신 전문가협의회 위원 **유한상 교수**, 가금류 백신을 개발하고 있는 **(주)바이오포아**가 상호협력하여 세계 구제역 표준연구소가 보유하고 있는 국내외 구제역 발생 정보, 야외 주 혈청형, 유전자 분석 결과 및 백신 매칭실험 결과 등의 데이터베이스를 구축하고 국내외 구제역 백신주 선정 및 관리 사례를 수집하고 현행 구제역 적합성 체크리스트 등의 타당성을 검토하여 구제역 유입 위험 평가모델 및 구제역 선정 및 관리 개선안을 개발

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

- 구제역 백신과 관련된 이해 관계자인 생산자 단체(대한한돈협회, 전국한우협회, 낙농진흥회)와 축종별 수의사회(한국양돈수의사회, 한국소임상수의사회)와 관련 학회, 구제역 백신 업체 등으로 ‘구제역 백신 이해 관계자 협의체’를 구성하고 농림축산검역본부 구제역 백신 센터의 담당자를 자문위원으로 위촉하여 협의체를 운영하고 이해 관계자의 토론을 통해 관련 쟁점을 도출하고 타협안을 도출하여 이해 관계자 자율의 구제역 백신 선정 및 관리와 관련된 가이드라인을 개발 예정

구분	이름	소속	직위	전문 분야
정부	담당자	구제역방역과		백신주 선정 정책
정부	담당자	구제역백신센터		백신주 선정 정책
학계	박○일	강원대학교	교수	구제역 위험분석
산업계	최○현	대한한돈협회	상무	산업계 요구사항 제출
산업계	김○원	전국한우협회	부장	산업계 요구사항 제출
산업계	이○훈	낙농육우협회		산업계 요구사항 제출
수의	임○철	한국소임상수의사회	회장	구제역 방역정책
수의	김○섭	한국양돈수의사회	회장	구제역 방역정책
공공기관	이○호	가축위생방역지원본부	국장	혈청예찰 정책

- 농기평 과제 ‘구제역 백신 모니터링 평가 및 시스템 개발 연구’ 병행 추진을 통해 구제역 백신 접종 혈청검사 결과 분석 등 과제 간 연구결과 공유하고 과제 간 협력 방안 도출

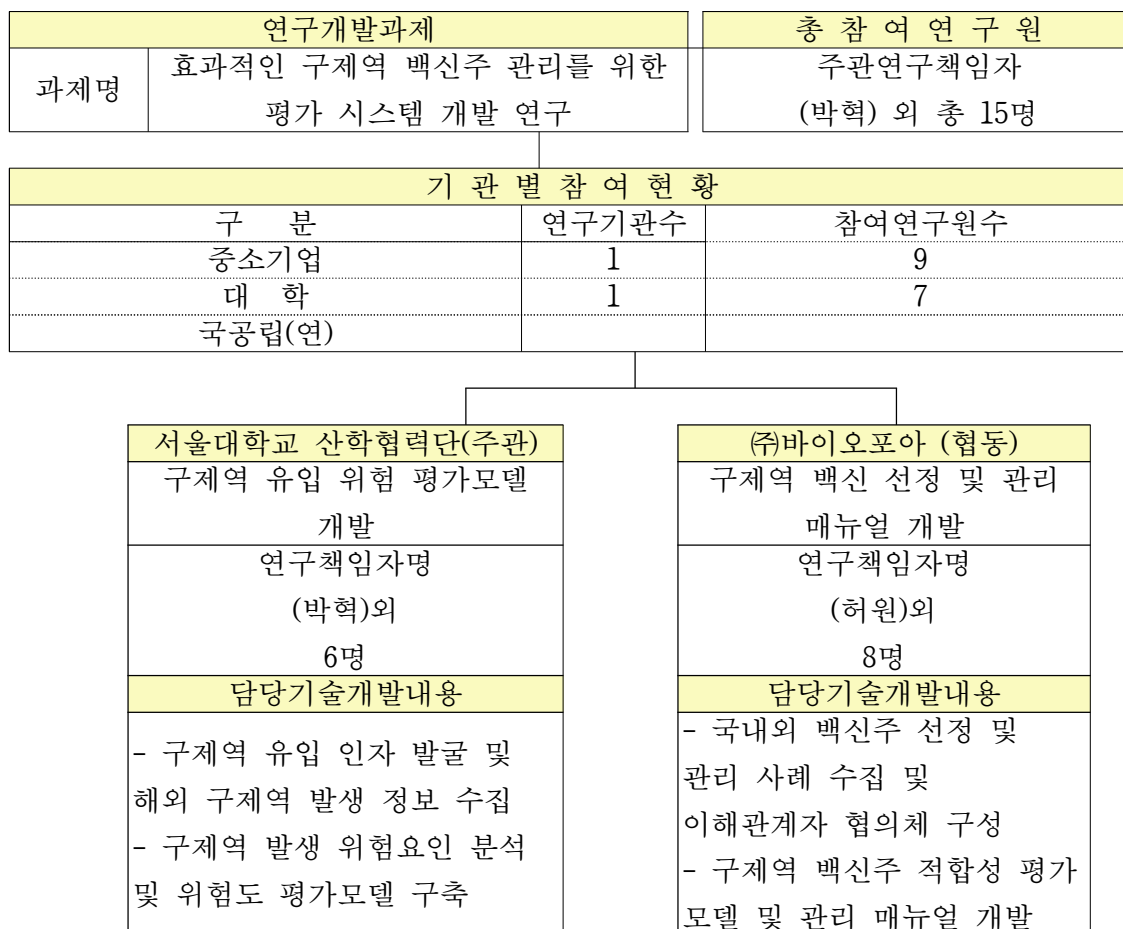
다. **협업방법** : 과제의 성공을 위한 참여기관 간의 협업적, 조직적 관리를 위해 정기적으로 오프라인 미팅과 워크숍을 가지면서 협업을 할 예정, 온라인 컨퍼런스 시스템을 활용하여 필요에 따라 유연하게 과제와 관련된 미팅을 갖고, 각 기관별 과제진행 사항을 투명하게 공개할 예정임

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 검토하여 발주처의 요청 시 해외 구제역 발생 정보 DB 등을 제출하여 사용 가능하도록 협력할 예정임

마. 과제결과 검증 방안 : 제시된 정량적 평가항목에 대한 검증을 위하여 자체평가 워크숍을 개최, 진행 상황 보고와 정량적 기준에 대한 평가를 수행

- 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



3. 추진일정

1차년도(2019년)																
일련 번호	연구내용	월별 추진 일정												연구 개발비 (단위: 천원)	책임자 (소속 기관)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1	구제역 유입위험요인 선행연구 분석														10,000	박혁 (서울대학교)
2	구제역 발생정보 DB 설계														5,000	박혁 (서울대학교)
3	구제역 발생정보 수집														10,000	박혁 (서울대학교)
4	해외 구제역 백신주 선정 등 사례 분석														10,000	박창훈 (바이오포아)
5	이해관계자 협의체 구성														30,000	박창훈 (바이오포아)
6	백신주 선정 현행 정책 검토														10,000	박창훈 (바이오포아)
7	보고서 작성														5,000	박혁 (서울대학교)
2차년도(2020년)																
일련 번호	연구내용	월별 추진 일정												연구 개발비 (단위: 천원)	책임자 (소속 기관)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1	구제역 발생 위험요인 분석														10,000	박혁 (서울대학교)
2	구제역 발생 위험도 평가 모델 개발														10,000	박혁 (서울대학교)
3	구제역 발생정보 수집 및 DB 구축														50,000	박혁 (서울대학교)
4	해외 구제역 발생바이러스에 대한 유전학적 분석														10,000	박혁 (서울대학교)
5	해외 주요 백신주의 백신매칭 결과 수집 및 분석														10,000	박혁 (서울대학교)
6	이해관계자 협의체 운영														32,000	허원 (바이오포아)

7	구제역 백신주 적합성 평가 모델 개발																				30,000	허원 (바이오포아)	
8	구제역 백신주 관리 매뉴얼 개발																					30,000	허원 (바이오포아)
9	보고서 작성																					10,000	박혁 (서울대학교)

2절. 연구수행 방법

[1차년도]

1. 구제역 발생 위험요인 분석

가. 사용기술

- (1) 체계적인 문헌 고찰을 통한 구제역 유입 위험요인 관련 선행 연구사례 및 문헌 검토
- (2) 국내 구제역 발생 사례에 대한 역학조사보고서를 통한 발생 농장 속성정보 수집

나. 사용도구

- (1) 위험요인 데이터베이스 구축
- (2) 위험도 평가모델 개발

다. 구체적인 내용

- (1) 해외 구제역 유입 위험요인 관련 선행 연구사례 체계적 고찰(Systematic Review)
- (2) 구제역 역학조사보고서를 통한 발생 농장 속성정보 수집

2. 해외 구제역 발생정보 수집 및 DB 구축

가. 사용기술

- (1) OIE WAHIS 가축질병보고서 자동수집 웹 크롤러 개발
- (2) 수집 데이터의 정제 및 결합, DB 구축

나. 사용도구

- (1) 프로그래밍 언어 : Scala, Python, C
- (2) 데이터베이스 : MS-ACCESS

다. 구체적인 내용

- (1) 수집한 데이터의 DB 구축과정에서 생성된 오류 패턴 탐색
- (2) 오류 확인 후 복원 자동화 알고리즘 제작
- (3) 프로그램 제작 및 실행 후 데이터 정제
- (4) 수집된 데이터의 시각화

3. 해외 구제역 발생 바이러스의 유전정보 및 백신매칭 정보 수집

가. 사용기술

- (1) 바이러스 분리주의 유전정보와 백신 매칭 정보 매칭
- (2) 데이터 분류 : 관계형 데이터베이스의 연산 규칙

나. 사용도구

- (1) 데이터 분석 : MS-EXCEL
- (2) 데이터베이스 : MS-ACCESS

다. 구체적인 내용

- (1) WRLFMD에 수집된 해외 구제역 발생 지역형 정보, 백신 매칭 정보 수집
- (2) WRLFMD에 수집된 해외 구제역 발생 분리주 유전정보 수집

[2차년도]

1. 구제역 발생 위험 평가 모델 개발

가. 사용기술

- (1) 환례 대조군 연구(Case-Control Study)
- (2) 로짓 회귀 분석

나. 사용도구

- (1) 통계소프트웨어 : R(version 3.6.1, R Core team, Austria)

다. 구체적인 내용

- (1) 구제역 발생 및 비발생 농장의 속성정보를 활용한 로짓 회귀 모델 구축
- (2) 로짓 회귀 모델에 대한 ROC 검증

2. 구제역 백신 선정 의사결정 지원 시스템 개발

가. 사용기술

- (1) 관계형 데이터베이스 연산 규칙을 이용한 데이터 정제(필터링, 병합 등)
- (2) 구제역 분리주 유전정보 유전통계학 시각화

나. 사용도구

- (1) 데이터 분석 및 변환 : Beast(@R), SQL, Excel, Oracle
- (2) 유전통계학 시각화 : R, JSP, JAVA, Auspice(@Nextstrain)

다. 구체적인 내용

- (1) 구제역 분리주 유전정보, 백신 매칭 정보 수집 및 정제
- (2) 구제역 분리주 유전정보 유전통계학적 시각화(Phylogram)

3. 구제역 백신 관련 이해관계자 협의체 구성 및 운영

가. 사용기술

- (1) 전문가 토론

나. 사용도구

- (1) 전문가 토론

다. 구체적인 내용

- (1) 국내 구제역 상시 백신주 선정 과정 분석
- (2) 구제역 백신 적합성 평가 기준 검토(최초 선정 평가/ 정기 평가)
- (3) 평가 자료 제출 내용 검토

3절. 연차별 연구수행 결과

1. 1년차 연구 수행 결과

[주관연구기관] 서울대학교 산학협력단

가. 구제역 유입 인자 발굴 : 구제역 유입 위험요인 관련 선행 연구사례 및 문헌 검토(OIE, EU, USDA 등)

- 검색 키워드 “FMD”, “risk factor”, “risk assessment” 등을 이용한 문헌 고찰 수행
- 확인된 모든 참고문헌의 체계적 리뷰(systematic review) 과정을 통하여 위험요인 데이터베이스 구축

(1) 해외 구제역 유입 위험 요인 관련 선행 연구사례 및 문헌 검토 (연구논문)

< 해외 구제역 유입 위험 요인 관련 선행 연구사례 >

(가) 일본 구제역 발생에 대한 역학적 분석

o 2011년 일본의 역학분석팀이 2010년 일본에 확산되었던 FMD의 지역 확산과 관련된 인자를 조사한 결과 이웃한 감염-비감염 농가들 간의 거리와 바람은 지역 내 확산에 영향을 미치지 않았으나 대형 돼지 농장이 소형 소 농장에 비해 지역 확산에 교차비 16.73의 큰 리스크를 제공하는 것으로 나타났음. 또한 중형 소 농장은 소형 소 농장에 비하여 교차비 15.65배, 대형 소 농장이 소형 소 농장에 교차비 25.52배의 리스크를 제공하는 것으로 나타났음

- 논문: Hayama, Y., Muroga, N., Nishida, T., Kobayashi, S., & Tsutsui, T. (2012). Risk factors for local spread of foot-and-mouth disease, 2010 epidemic in Japan. *Research in Veterinary Science*, 93(2), 631-635.

o 2015년 일본 역학분석팀은 수학적 FMD 전이 모델을 사용하여 일본의 구제역 (FMD)의 전염 위험을 평가하였음. 일본에서 2010년 FMD 전염병 데이터를 사용하여 매개 변수화된 농장 간의 거리 기반 전송 속도를 사용하여 모든 가축 및 돼지 농장의 로컬 수준 재생산지수(한 감염된 농장에서 발생하는 2차 감염의 수)를 계산하였고, 이는 리스크 지도로 시각화되었음. 리스크 지도는 국가 내 전파 리스크의 공간적 이질성을 보여 주었고 질병 확산 가능성이 높은 리스크 영역이 식별되었음. 이 결과는 특히 위험이 높은 지역에서 FMD 발생에 대비하여 원활하고 효율적인 제어 조치 구현을 준비하는 것이 중요하다는 것을 나타냄

- 논문: Hayama, Y., Yamamoto, T., Kobayashi, S., Muroga, N., & Tsutsui, T. (2015). Evaluation of the transmission risk of foot-and-mouth disease in Japan. *Journal of Veterinary Medical Science*, 14-0461.

o Sugiura et al.(2001)는 2000년 봄 일본에서 발생한 FMD의 유입 경로로 수입 건초(짚)으로 지적(rev. sci. off. Int. epiz. 20(3) 701-713)

(나) 아프리카지역에서 구제역 발생에 대한 평가

- 2018년 벨기에 Liege 대학에서는 질병이 가축지방병성(家畜地方病性) 상태인 아프리카 국가에서의 사용에 초점을 맞춘 문헌의 과학적 증거에 의해 잘 뒷받침되는 FMD에 대한 일부 모델링 기법을 식별하고 비판적으로 평가하는 검토가 이루어졌음. FMD 위험요소 모델링 및 시공간 분석을 설명하는 연구를 포함하여 FMD에 대한 정량적 및 정성적 위험 평가를 식별하기 위한 문헌 검색이 수행되었음. 또한 회수된 논문에 대한 설명과 모델링 방법에 대한 비판적 평가, 주요 결과 및 그 한계 분석이 수행되었음. 그 결과 FMD 발생 위험과 관련하여 가장 빈번하게 식별되는 요인은 이동 (특히 제어되지 않은 동물 이동)과 물과 방목지 주변에서 동물들이 혼합되는 것이었음. 정성적 및 정량적 위험 평가 연구를 바탕으로 임계 경로 분석에 따르면 불법 수입, 육류 가축의 이동이 관련된 경우에 이러한 위험이 높아질 수 있음을 보여줌. 마지막으로 본 연구는 한정된 적용 모델과 신뢰할 수 있는 데이터의 부족 등 관련된 단점을 설명하며, FMD 고유 국가에서 사용하기 위한 특정 모델의 개발 및 적용 필요성을 강조함
- 논문: Kouato, B. S., De Clercq, K., Abatih, E., Dal Pozzo, F., King, D. P., Thys, E., ... & Saegerman, C. (2018). Review of epidemiological risk models for foot-and-mouth disease: Implications for prevention strategies with a focus on Africa. PLoS One, 13(12), e0208296.

(다) 영국에서 구제역 발생에 대한 평가

- 1955년에서 1967년까지 영국에서의 179건의 발생 사례 중 97~139건(54~77%)이 수입 육류와 육류 포장지로 인한 것으로 간주
- 2001년 발생한 FMD의 유입경로는 선박에서 유래된, O형 PanAsia 바이러스에 오염된 잔반으로 이를 급여한 양돈장에서 발생하였으며, 비록 바이러스의 근원과 농장으로의 유입경로는 확정하지 못하였지만, 2001년 영국에서 발생한 O형 PanAsia 바이러스에 의한 FMD의 확산에 잔반 급여 양돈장이 관여되어 있는 것으로 확인
- 2016년 영국 Cranfield University에서 ‘Features, Events, Processes (FEPs)’ 방법론 및 네트워크 분석을 사용한 결과, 합법적 동물 및 물품의 이동이 1967/68년, 2001년 영국에서 발병한 FMD와 같이 높은 빈도와 능력으로 결합하고 새로운 노출 경로를 만들어냄으로써 영국의 제어 시스템에 영향을 미치는 것으로 밝혀짐. 또한 시스템 리스크 평가에서, 질병 통제 구역 외부와 질병 확산과의 연관성이 강조되었음. 이는 아직 질병 통제가 적용되지 않은 구역에 질병 통제 시스템을 적용해야 할 필요성을 역설하기 위한 강력한 도구로 쓰일 수 있음을 증명함
- 논문: Delgado, J., Pollard, S., Pearn, K., Snary, E. L., Black, E., Prpich, G., & Longhurst, P. (2017). UK Foot and Mouth Disease: A Systemic Risk Assessment of Existing Controls. Risk Analysis, 37(9), 1768-1782.

유입요인	가능 경로 분석
공기	가능성 없음 : 인근 국가들에서 질병 발생 없음
살아있는 동물	위험성 낮음 : 지난 2년 안에 FMD이 발생하였거나 과거 12개월 이내에 예방 접종한 국가들로부터 어떠한 감수성 있는 생존 동물을 합법적으로 수입한 적이 없다. 제3국으로부터 불법적인 수입은 가망성이 없다. 모든 회원 국가들은 FMD에 대하여 가축과 외래종에 대하여 동일한 수입 정책을 시행하고 있다.
정액	위험성 낮음 : FMD 청정 국가 외에 정액 공급 동물의 상태를 점검하기 위하여 정액 채취 후 28일 동안 검역한 정액이어야 한다. 불법적 수입이 용이하나 가능성이 없다.
배아	위험성 낮음 : 배아들은 수집 후 세척 실시 이외 정액과 동일한 이유들 때문에 위험성이 매우 낮다. 이는 FMD 바이러스를 제거할 것이다. 돼지의 수정란 이식은 기술적 요인으로 아직 일상화되지 않았다.
차량	위험성 낮음 : 오염된 차량 등이 관련된 계통의 바이러스에 이환 된 제 3 국가들로부터 직접 영국으로 되돌아올 위험성이 낮고 병을 일으킬 수 있는 용량을 감수성 동물에 도달하게 할 위험성도 낮다.
신발	정상적인 신는 것에 의한 위험성은 낮으나 바이러스가 유기물 내에서 14주 동안이나 생존할 수 있는 무릎까지 오는 장화의 밑바닥 흡과 같이 유기물에 심한 오염은 위험성을 높인다. 또한 감수성 동물과 접촉이 필요하다. 동절기에 바이러스는 14주까지 생존할 수 있다.
사람과 의류	위험성 낮음 : 영국으로 입국 전 72시간 이내에 감염된 동물들과 직접 접촉과 가축과 가까이에서 접촉이 필요하다. 바이러스는 세탁이나 세척 하지 않은 의류를 통하여 14주까지 이동될 수 있다. 바이러스는 노출 후 28시간에 코와 목 구멍으로부터 제거된다.
가축, 혈액 제품	위험성 낮음 : 합법적인 수입을 위하여 필요한 처치가 FMD 바이러스의 유입에 대한 보호 수단이 될 것이다. 불법적으로 수입되거나 적절치 못하게 처리된 가축들이 감수성 동물들과 접촉하게 될 위험성이 낮다.
우유와 분유	위험성 낮음 : 우유 생산과 계속되는 소독 (72°C, 15초)이 관련되는 희석 인자는 감염력을 저하시켜 감염되기 위해서는 돼지가 한 번에 125에서 1,250리터를 섭취해야 한다. 최대 섭취량에서, 돼지는 감염량보다 20-200배나 적은량을 섭취하게 된다. 그 위험성은 낮다. 소독하지 않은 우유에서 바이러스는 냉장시킨다면 15일 동안까지 생존할 수 있으나 우유가 산패되자마자 불활화된다. 불법적으로 수입된 무처리 우유가 감수성 동물을 감염시키기에 충분량이 도달 할 수 있는 기회는 낮다. 분말 우유 생산과 관련된 시간/온도 처리와 건조 과정 모두는 감염성을 감소시킨다. 분말 우유에 대한 위험성은 낮다.
우유 제품	위험성 낮음 : 더 높은 온도 처리(UHT) 또는 추가적인 열처리나 산(acid) 처리(치즈)가 관련된 과정을 거쳐 생산되는 낙농 제품의 위험성은 매우 낮다. 처리 후 체다치즈에서는 2주 내에 또는 처리 후 camembert 치즈에서 14일 이내에 바이러스가 발견되지 않았다. 바이러스의 생존 시간은 사용한 처리 과정에 따른다. 감수성 동물에 감염시킬 수 있는 양이 도달할 위험성은 매우 낮다.

유입요인	가능 경로 분석
<p>육류 가공품 (meat products)</p>	<p>아래 사항들이 무시할 수 있는 위험성을 제공하는 것으로 간주 된다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. F0 수치가 3.0 이상으로 밀봉 봉인한 용기에서 가열한 육류 제품. 2. 중앙 내부의 온도가 적어도 70°C가 되도록 발골하여 가온한 육류 3. 9개월 동안 발골하고 숙성시킨 육류(햄) 4. 물질 전체의 pH 6 이하로 낮도록 처리한 육류 <p>합법적, 불법적이든 위와 같은 사항들은 위험성을 무시할 수 있게 한다. 위 2, 3 그리고 4번 항목들의 모든 요구사항들을 충족하지 못한 제품들은 돼지에게 직접 급여한다면 위험성이 있다. 위험성 수준은 육류의 근원지, 급여량, 및 제품을 조리하는데 적용된 과정에 따라 다르다. 바이러스는 베이컨과 같이 부분적으로 보존 처리된 제품과 공기 중 또는 햇볕에 건조한 육류에서 6개월까지 생존하게 될 것이다.</p>
<p>육류</p>	<p>육류로부터의 위험성은 근원 국가 또는 지역, 축종 및 부위에 따라 크게 차이가 난다. FMD 바이러스는 pH 6 이하로 떨어지는 4°C로 보관 중인 근육에서 48시간 이내에 불활화 된다. 돼지고기에서의 pH 변화는 쇠고기나 양고기에서의 변화보다 적다. 그러나 바이러스는 골수와 임프절에서 4°C (냉장)에서는 적어도 5개월 동안 생존하게 될 것이다. 만일 도체를 동결시킨다면 바이러스는 적어도 6개월 동안 그리고 수년 동안도 생존할 수 있다.</p> <p>합법적으로 수입되는 육류는 FMD 청정 국가나 청정지역으로부터 도착하였음을 증명되어야 한다. 만일 FMD 예방 접종 국가 또는 지역으로부터 유래되었다면 발골 숙성된 쇠고기만 허용되었다.</p> <p>불법적으로 도입된 육류</p> <p>최고의 위험성은 FMD 상재 국가로부터 그리고 특히 뼈가 붙어 있거나 임프선이 부착된 돼지고기에 있다. 발골된 육류 특히 돼지고기 또한 위험성이 있으나 상당량의 냉동육류가 검사를 빠져나갈 가능성이 냉동 컨테이너와 목표가 되기 쉬운 경향이 있기 때문에 낮다. 현재의 FMD 바이러스 변종에 대한 위험성이 높은 지역은 1990년 이래로 바이러스가 확산되고 있는 동부 지중해 지역, 중동, 인도, 그리고 극동이다.</p>

<표 3. FMD PanAsia Strain의 2001년 영국 유입 경로 분석>

(라) 미국에서 구제역 발생에 대한 평가

- 미국에서 1870년부터 1993년까지 보고된 880건 이상의 첫 발생 중에서 627건에 대하여 그 근원이 보고. 전파 경로가 보고된 발생 중에서 거의 66%가 FMD에 오염된 육류, 육가공품 및 잔반에 기인. 공기 전파 또는 조류에 기인한 것이 22%, 가축 수입이 6%, 오염된 사물이나 사람이 4%, 백신에 의한 경우가 3%
- 한편 1969년 이후 25년간에 걸쳐 발생한 사례에 대한 분석 결과는 다음과 같이 다소 다른 상황을 반영

전파 경로	비율(%) (1969 - 1993)
가축의 수입	36
백신	25
고기, 육가공품 또는 기타 식품	23
공기 또는 이동 중인 조류	9
오염된 사물이나 사람	4
야생동물	3

〈표 4. 미국의 1969년부터 1993년까지 FMD 발생의 전파원(총 발생 건수 69)〉

[출처: FMD Sources of outbreaks and hazard categorization of modes of virus transmission (1994)]

(마) 네덜란드에서 구제역 발생에 대한 평가

- 네덜란드는 2001년에 발생한 FMD에 대하여 역학조사를 실시하고 그 결과에 대해서 2003년에 논문으로 발표를 했다 (Bouma, Elbers et al. 2003). 이 자료에 따르면 전체 감염 중 69%는 이유를 알 수 없었으며 19%는 사람, 8%는 동물 (모돈이나 자돈의 이동), 4%는 차량 등 운송수단. 그러나, 네덜란드의 경우 사료 차량이 농장 내부로 들어가지 않는 구조를 가지고 있는 경우가 많기 때문에 상대적으로 차량에 의한 감염 케이스가 적을 수 밖에 없는 것이므로 우리나라에 바로 적용하기 곤란

감염경로	발생건수	빈도 (%)
사람	5	19
자동차	1	4
동물	2	8
미확인 (unknown)	18	69

〈표 5. 2001년 네덜란드 FMD 발생에서의 주요 감염 경로〉

(바) 기타 국가에서 구제역 발생에 대한 평가

- 대만에서 1997년 발생한 FMD 바이러스의 계통 발생학적 분석은 홍콩과 필리핀으로부터의 O형 바이러스와 가장 일치율이 높은 것으로 나타남. 비록 중국 본토와 직접적인 역학적 관계는 확인되지 않았지만, 가장 가능성 있는 유입원 및 경로로 중국 본토로부터 밀수된 돼지로 결론
- 스코틀랜드에서의 1908년 FMD은 반추류에 급여한 오염된 건초/짚이 유입경로로 의심. 즉각적으로 1908년 외래 건초와 짚 규정(Foreign hay and straw order)이 제정되었으며, FMD 청정 국가에서만 건초와 짚의 수입이 허용
- Valarcher et al(2008)에 따르면, FMD 바이러스가 청정 국가로 유입될 때 흔히 불법적

인 행위와 연관. 그럼에도 불구하고 그 근원을 추적하는 것이 항상 가능한 것은 아님.
한 국가로 유입된 원인을 입증된 관련 항목 중심으로 분류하여 볼 수 있음

- 밀수 또는 증명서를 위조하여 감염된 이웃 국가로부터 살아있는 동물의 불법적 수입 : 이탈리아(1994). 그리스(1994)
- 육류와 동물 유래 제품의 합법적 또는 불법적 수입 : 러시아(1995). 발칸 반도(1996)
- 실험실로부터의 유출 : 독일(1987), 러시아(1993)
- 부적절하게 불활화 시킨 백신의 사용 : 이탈리아(1985-1986)
- 간접 접촉(이민자) : 그리스(1996)
- 근원지 불명 : 불가리아(1993, 1996), 그리스(2000)

o 유럽 14개 국가에서 1985년부터 2006년까지 22년에 걸쳐 37번 FMD가 발생. 37건의 사례 중 22건에 대하여는 발생 근원을 확정하지 못함. 일부 발생에 있어서 역학조사를 통하여 유입 및 전파 경로들이 확인. 일부 경우에 있어서 바이러스의 근원을 바이러스의 일부인 VP1 유전자들의 부분 또는 전체 서열의 계통 발생학적 분석(phylogenetic analysis)을 이용하여 추적

- 구제역의 감염위험에 대한 기여하는 위험요인으로 Megersa et al(2009)은 방목(OR=16.3, 95% CI=2.0 -133.7), 저지대 위치(OR=7.5, 95% CI 1.4-40.7), 소형 반추류 동거(OR=5.1, 95%CI 1.0-25.2)로 보고

- 한편 Dukpa et al(2011)은 혼합 사육(OR=39.2), 잔반 사료 공급(OR=14.1), 방목 (OR=3.1)으로 나타났으며, 방목에 비하여 축사에서 사육하는 경우 감염위험이 낮은 것으로 (OR=0.29) 보고

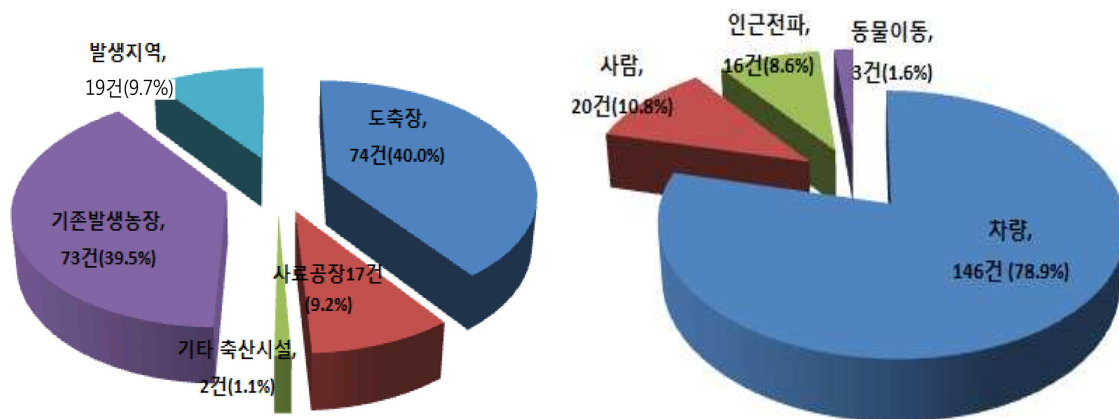
- Molla et al(2010)은 연령이 높을수록, 야생동물과 접촉, 야생동물 서식지와 농장간 거리 인접 등으로 보고

(2) 국내 구제역 발생 사례에 대한 역학조사 보고서를 통한 발생농장 속성 정보 수집

< 국내 구제역 발생 사례에 대한 역학조사보고서를 통한 발생농장 속성 정보 수집 >

- o 2016년 발생한 구제역은 2015년 4월 28일 충남 홍성에서 마지막 발생 이후 2016년 1월 11일 전북 김제(1건)에서 다시 발생하여 전북 고창(1건) 발생 후 4주간 발생이 없다가 충남 공주(2건)·천안(1건)·논산(14건)·홍성(2건)에서 총 21건이 발생. 발생 농장은 신고 7건, 역학 관련 1건, 예찰 13건으로 구성. 발생 농장의 경영 유형은 일괄사육 10건, 비육 3건, 비육 위탁 7건, 육성 전문 1건으로 분류됨
- o 16년 1~3월 국내에서 분리된 구제역 바이러스는 O 혈청형, SEA(지역형) Mya-98(Genotype)으로 1차 김제 발생 바이러스는 14/15년 구제역 발생 농가 175개 농가의 바이러스와 비교한 결과 35개 농가에서 분리된 바이러스와 99.2%로 가장 상동성이 높음

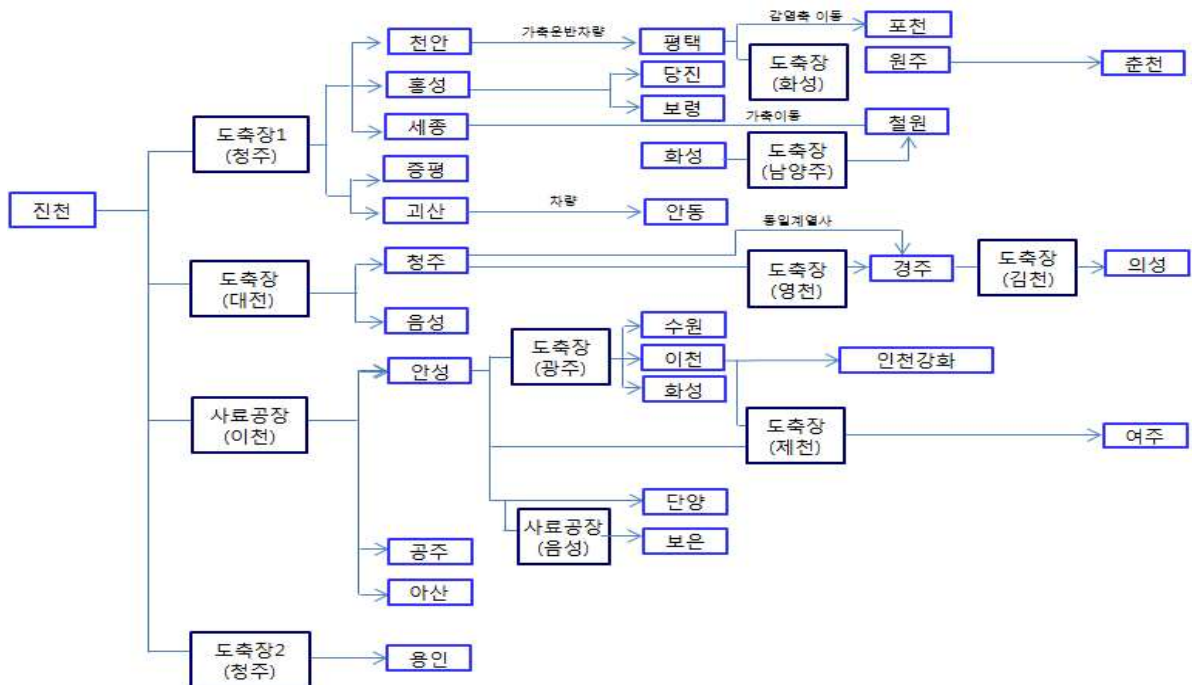
- VPI 유전자 분석을 통한 발생농가 바이러스 계통을 살펴보면, 16년 구제역 바이러스는 크게 두 그룹 ①고창·공주·논산, ②김제·천안·논산·홍성으로 구분되어 각각 독립된 경로를 통해 전파 변이된 것으로 추정
- 2015년 기준 전국 10,186(천두)의 돼지 중 충남은 2,189(천두)가 사육되어 돼지 사육이 가장 많은 도이고, 홍성, 당진, 보령시의 순으로 돼지가 많이 사육. 2016년 충남지역의 돼지 구제역 발생의 양상은 지역 간 확산의 양상이 아닌 농가 단위 불특정 양상. 전국 상시 백신 접종으로 축군의 면적이 형성된 농가의 경우 구제역 바이러스와 접촉하더라도 발병이 일어나지 않지만 구제역 백신 접종이 미약한 농가의 경우 발생하는 것으로 추정
- 2016년 구제역 발생은 유일하게 해외 유입이 아니라 잔존 바이러스의 순환 감염으로 추정되는 사례. 14/15년 발생 구제역 바이러스가 신고 기피나 백신 접종으로 인한 무증상 또는 미약 증상으로 잔존 하다 가축운반 또는 사료운반 차량을 통해 발생 농장으로 유입되었을 것으로 추정하고 있으며, 발생 농장은 백신 항체 형성율이 낮아 구제역 바이러스 유입 시 방어하지 못했을 가능성이 높은 것으로 추정(농림축산검역본부, 2016 구제역 역학 조사분석보고서).
- 2014년 최초 발생 농장은 진천군의 1차 발생 농장이었으며 이어 타 농장으로 차량, 사람 등에 의하여 전파된 것으로 추정되는데, 바이러스가 전파된 경로는 차량(146건, 78.9%)이 가장 많았으며 사람(20건, 10.8%), 인근 전파(16건, 8.6%), 동물 이동(3건, 1.6%)의 순서인 것으로 추정되었음



〈그림 10. 구제역 발생 농장 간 전파 경로 및 감염원〉

- 차량(146건)의 경우 가축운반 차량(96건, 65.7%)과 사료운반 차량(40건, 27.4%)이었으며, 농장관계자의 차량(가축, 사료운반 포함)도 15건(10.3%)
- 사람과 관련된 전파(20건)에는 농장관계자(12건, 60%), 축산관계자의 농장 방문(4건, 20.0%) 및 흔히 농장 외부에서 만나서 정액을 전달받는 경우(4건, 20%) 등이 포함되었음
- 농장에 구제역 바이러스를 유입시킨 경로가 된 차량, 사람 등은 도축장(74건, 40.0%), 사료공장(17건, 9.7%) 등 축산시설에서 93건(50.3%), 그리고 기존 발생 농장(73건, 39.5%) 및 발생 지역 19건(10.3%) 등에서 92건(49.7%)에서 오염된 것으로 추정되었음

- 도축장과 사료공장은 물류 이동이 많은 주요 축산시설임에도 불구하고, 가축운반 차량의 76%(73건)가 도축장에서, 사료운반 차량의 35%(14건)가 사료공장에서 바이러스에 노출된 것으로 추정되었음
- 기존 발생 농장에서 오염된 것으로 추정된 전파는 출입 차량이 51건(69.9%), 사람이 12건(16.4%) 등으로 가축사육농장 방문 후 다른 농장을 방문할 때 방문자의 방역 위생의 문제를 드러냄
- 도축장과 사료공장은 특히 구제역 바이러스가 다른 시·군의 농장으로 전파될 때 중요한 역할을 하였으며, 동물 약품, 인공수정(AD)용 정액 배송, 분뇨처리 등은 동일 시·군 내의 전파에 관여하는 것으로 추정된다.
- 구제역 발생 농장 전파요인 중 다른 시·군으로 확산되는 5가지 경로
 - 도축장에서 바이러스에 오염된 차량(운전자)이 다른 농장 방문
 - 가축운반 차량(운전자)의 여러 농장을 방문
 - 감염된 동물을 다른 지역의 농장으로 분양
 - 대규모 계열사의 사료공장에서 여러 시·군의 농장으로 사료(지대·벌크) 배송
 - 다른 시·군에 위치하는 2개 이상의 농장을 동일 소유주(개인) 또는 계열사(동일한 담당자)에서 관리



<그림 11. 2014년 12월~2015년 4월 기간 시·군 단위의 구제역 전파 경로 모식도>

- 도축 출하와 관련된 바이러스 전파
 - 돼지 사육농장의 특성상 도축 출하가 빈번하며 잠복 감염된 돼지가 이동하거나 가축운반 차량의 오염으로 전파됨

- 돼지 발생 농장 중 88.3%(159개소)에서 발생 전 30일 이내에 도축·출하한 사실이 있었으나 소는 5개 발생 농장 중 단 1개소(20%)에 그쳤음
- 돼지 발생 농장 180개소 중 109개소(60.6%)에서 신고 1주일 이내에 도축장으로 출하하였으며, 신고 당일의 도축 출하도 21건(11.7%)이 확인되었으며 발생 21일 이내에 있었던 도축 출하는 151개 농장에서 총 620건으로 출하기사 201명이 35개 도축장으로 출하한 것이며, 이 중 2개소 이상의 발생 농장을 출입한 기사는 84명(41.8%)이었으며, 2개 이상의 도축장을 출입한 기사는 107명(53.2%)이었음
- 발생 농장들은 총 20개의 도축장으로 출하하였으며 이 5개가 주요 감염원으로 작용하였으며 특히 2개소는 슈퍼 전파자(Super-spreader)의 역할을 함

○ 감염된 동물의 이동

- 구제역 의심 병변을 확인하였음에도 불구하고 신고 시 이동제한에 의한 불이익을 우려하여 자가 치료를 하고 폐 사육은 사체 소각기로 자체 처리하면서 6일간 4차례에 걸쳐 돼지를 다른 농장으로 분양한 후 임상 증상 발현을 신고함

○ 가축분뇨 처리

- 주기적으로 여러 농장에서 가축분뇨를 수거하여, 지자체에서 운영하는 공공 가축분뇨처리장 등으로 운반하는 차량에 의한 전파 사례가 확인되었으며, 가축분뇨 처리와 관련된 발생(6건)은 모두 동일 시·군 내에서의 오염원 전파가 특징임

○ 사료 배송

- 구제역 발생 농장 185개소와 관련된 사료 업체는 32개소이며, 58개의 공장 및 하치장에서 발생 농장으로 공급하였고, 관련된 차량(운전자)은 306대이었으며 발생 농장당 평균 2.6대의 차량(기사)이 출입하였음
- 사료운반 차량 중 90대(29.4%)가 이중 농장 2개소 이상에 배송하였으며, 차량이 발생 농장을 방문하고 같은 날 방문한 농장 5개소에서 구제역 발생 확인되었음
- 2014년 12월 구제역 발생 후 부분 살처분 정책이 적용되면서 사료운반 차량의 농장 방문과 관련된 전파 사례는 점차 증가하다가, 2015년 3월 및 4월에 감소함
- 대규모 계열사 소속 사료공장, 소규모 계열사의 하치장 등 동일한 공급처를 통하여 사료가 배송된 다수의 농장에서 구제역이 발생하였음
- 대규모 계열사의 공장에서는 광범위한 지역으로, 생산자 주문상표(OEM)의 제품을 공급받는 지역 양돈조합의 회원 농장으로, 하치장에서 공급받는 지역의 여러 농장으로 오염원이 전파되는 경로가 되었음
- 대규모 계열사 사료공장 1개소가 가장 큰 영향을 미쳤으며, 중소규모 공장 및 하치장이 농장 간 역학적 관련성을 형성하였음

○ 농장관계자

- 가족들 또는 계열사에서 다수의 농장을 운영하면서, 관리자의 방문, 농장 간 가축 이동, 가축운반 차량 및 사료 차량 등 사람·차량·물품 등을 공유하는 과정에서 전파함
- 구제역 발생 농장 185개소 중 50개소(27.0%)의 농장주가 2개소 이상의 농장을 동시에 운영하고 있었으며, 발생 농장과 같은 시·군에 36개소(72.0%), 다른 시·군에 19개소(38.0%) 위치 하고 있음

○ 인근전파

- 시·공간 클러스터가 5개 검출 되었음에도 불구하고, 전파 경로가 불분명한 소위 인근 전파라고 간주되는 농장 간 전파는 소수에 그쳤음
- 구제역 발생 농장 185개소 중 50개소(27.0%)의 농장주가 2개소 이상의 농장을 동시에 운영 하고 최초 발생 지역인 충북 진천(5건) 및 집중 발생 지역인 충남 홍성(4건)을 제외한 다른 시·군에서는 인근 전파가 없거나 1~2건(안성, 청주)에 그침

○ 물품반입

- 동물 약품이나 인공수정용 정액 등 부피가 작은 물품 배송 시 오염을 피한다는 명목으로 농장 외부에서 농장관계자와 접촉하여 전달하기 때문에 출입자에 관한 GPS 기록이 없어 방역관리의 사각지대가 되고 있음
- 방역 조치를 하지 않은 외부인이 농장관계자에게 전달한 물품이 소독조치 없이 농장으로 반입되기 때문에 오염원의 유입경로로서의 위험이 존재함
- 구제역 발생 돼지 농장 69개소에 25개 AI 센터에서 정액을 공급한 사실이 밝혀졌음. 한 지자체의 경우, 관내 AI센터 2개소 중 구제역 발생이 확인된 1개소의 거래농장 2개소와 NSP 향체가 검출된 1개소의 거래농장 8개소에서 구제역 발생이 확인되었음

(3) FAO(세계식량기구)와 OIE(세계동물보건기구)의 구제역 위험분석 프로그램

< FAO(세계식량기구)와 OIE(세계동물보건기구)의 구제역 위험분석 프로그램 >

- FAO와 OIE는 2009년부터 FAO-OIE Global FMD Control Strategy를 공동 개발하여 정보 교류를 통해 Risk Assessment를 진행하고 있음. Global FMD Control Strategy는 FMD의 위험 요인 평가와 관련해 두 가지 프로그램을 운영하고 있음.

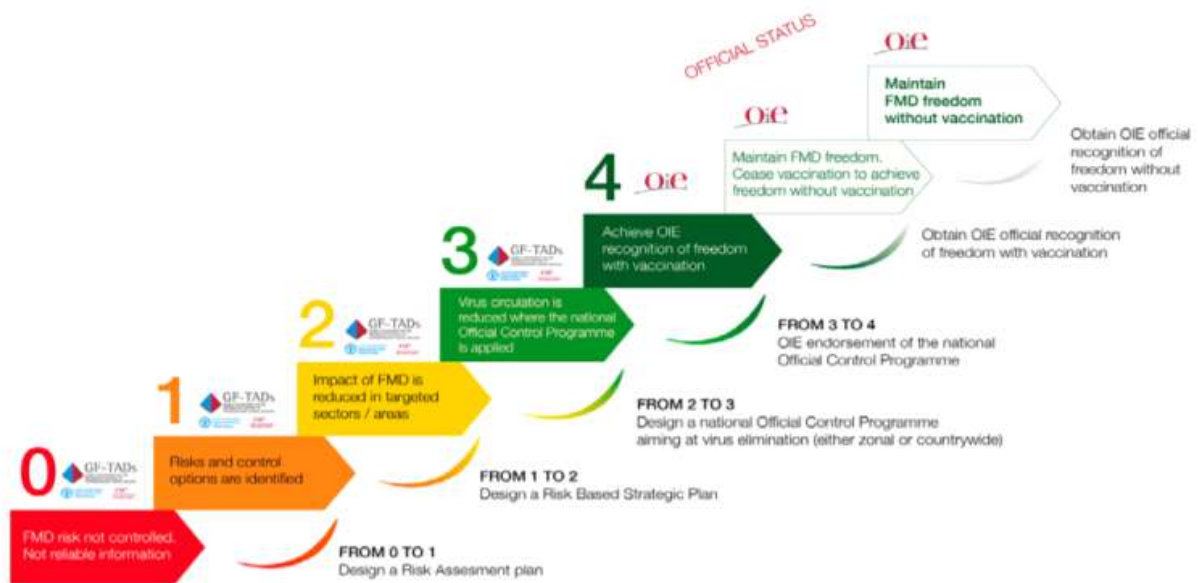
FAO, EuFMD 및 OIE에 의해 개발된 국가 단위의 관리를 위한 Progressive Control Pathway (PCP-FMD)

OIE 기준을 준수하기 위해 각 국가의 질병 통제를 평가하는 Performance of Veterinary Services Pathway (PVS)가 있음

Progressive Control Pathway (PCP)

- PCP 프로그램은 국제사회의 FMD 통제수준을 높이고 각 국가가 FMD free status로 OIE에 보고를 하기까지 도움을 주기 위하여, 각 국가에서 위험요소를 단계적 평가하고 각 국가의 상황에 따라서 FMD에 대한 계획 및 관리를 수행할 수 있도록 도와주는 프로그램임. 이 프로그램에는 5단계가 있음:

- 1단계: 발병상황 또는 현재 상황에 따른 제어 방법 제안;
- 2단계: 선택된 정책을 실행;
- 3단계: 바이러스 순환의 점진적인 제거;
- 4단계: 예방 접종을 통해 FMD가 없는 상태로 전환;
- 5단계: OIE에 FMD free status로 보고.



<그림 12. 점진적 구제역 통제 경로 모식도>

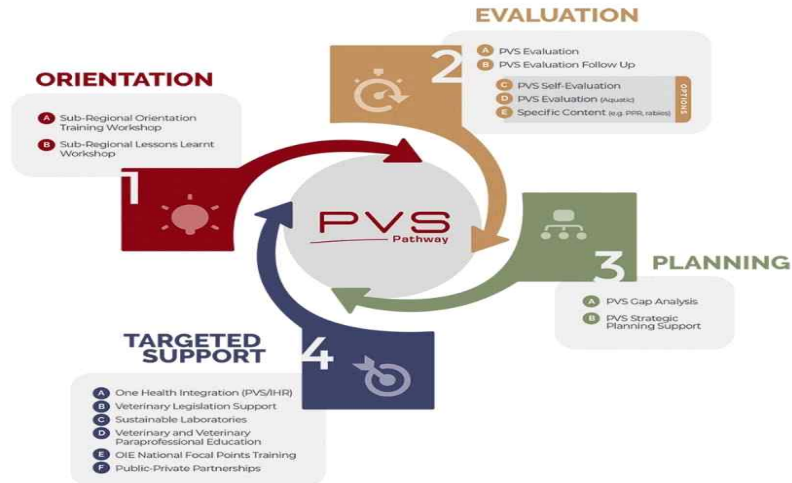
o 본 프로그램에서 가장 중요한 1단계에서 적절한 분석 및 전략을 세우기 위해서 FAO/OIE

Progressive Control Pathway (PCP) 프로그램은 RAP (Risk Assessment Plan, 위험분석 계획)을 제출하도록 제안하고 있음

- 위험분석계획(Risk Assessment Plan)을 위한 자체 평가지 작성
- GF-TADs (Global Framework for Transboundary Animal Diseases) FMD 자문단은 자체평가를 검토하여 주어진 PCP-FMD 단계에서 요구되고 권장되는 결과와 관련하여 국가의 진행 상황을 평가하고 피드백을 작성
- 국가는 GT-TAD FMD WG의 발표 및 인터뷰를 통해 peer-review를 위한 RAP를 포함한 필요 추가서류를 제공
 - a. 필요에 따라 다음 단계 진행
 - b. 본 단계 승인을 유지하기 위해 3년마다 심의
- 제출된 서류를 바탕으로 PCP 단계 수용을 결정하는 위원회에 의해 검토
이러한 국제협력적 Risk Assessment를 통해 각 국가에서 FMD 바이러스의 확산을 통제할 수 있을 뿐 아니라 FMD 바이러스 순환 균주의 동정, 방역의 강화, 발생 지역의 집중 관리, 그리고 리스크 기반 전략 계획 (Risk-Based Strategy Plan; RBSP) 개발 등 FMD 질병 퇴치를 위한 국제사회적 관리를 시행할 수 있음

□ Performance of Veterinary Services Pathway (PVS)

- PVS 는 지속 가능한 식량 안보와 생계를 보장하고 세계적 가축 생산의 품질과 안전성을 유지하기 위해 질병 통제와 안전한 거래를 위한 프로그램을 운영함. PVS Pathway는 국제 표준에 따라 전 세계적으로 일관된 방법을 사용하여 국가 검역을 강화하기 위한 시스템임
- PVS Pathway는 현재 아프리카지역 (56), 아메리카 지역 (19), 아시아-태평양 지역 (23), 유럽 (12), 중동지역 (10)의 총 120국이 참여하고 있음
- PVS Pathway는 FMD를 포함한 다양한 질병 통제를 위한 국가 방역시스템을 향상 시키기 위한 프로그램임



〈그림 13. Performance of Veterinary Services Pathway (PVS) 개념 모식도〉

- 구제역 통제(관리)를 위하여 단계적 평가를 진행하고 있으며 각국에서 회의 진행, 평가, 계획 수립, 협력 및 지원의 4가지 단계로 이루어지고 있음
- 4가지 단계 중 두번째 단계인 평가 부분에서 FMD에 관련된 위험요소 평가가 진행
- 초기 PVS 평가는 2~6주 간의 미션으로 구성되어 질병 통제 및 OIE 국제 표준 준수에 대한 평가가 진행됨. 광범위한 현장 구성 요소를 포함하여 임무 중에 수집된 정보 및 증거를 토대로 OIE에서 인증된 전문가 그룹이 평가를 진행함. 45 개의 핵심 평가항목이 있으며 이는 문서 검토, 인터뷰 및 5단계의 등급별 발전 수준에 대한 물리적 관찰을 통해 체계적으로 평가됨
- 최종 결과는 OIE 국제 표준을 기반으로 질병 관리에 대한 전체 개요를 제공하는 종합 평가 보고서 형태로 발행되며 각 국가별 질병 통제를 위한 전체적인 가이드라인을 제시함
- PVS 평가 사후 관리 임무는 5~15년 동안 지속되며 국가별 평가 및 진행 상황을 주기적으로 업데이트함

참 고:

OIE and FAO, THE GLOBAL FOOT AND MOUTH DISEASE CONTROL STRATEGY (2012)

OIE, OIE Tool for the Evaluation of Performance of Veterinary Services (OIE PVS Tool) (2013)

FAO and OIE, Foot and mouth disease vaccination and post-vaccination monitoring (2016)

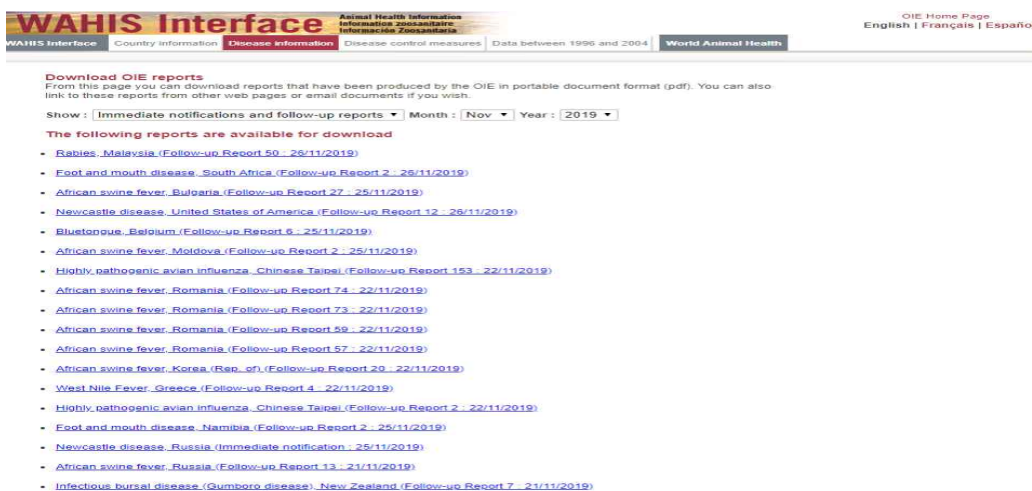
OIE and FAO, The Progressive Control Pathway for Foot and Mouth Disease control (PCP-FMD) Principles, Stage Descriptions and Standards (2018)

나. 해외 구제역 발생정보 수집 : OIE-WAHIS, WRLFMD(세계구제역표준연구소 등)

<해외 구제역 발생정보 수집 > OIE-WAHIS, WRLFMD(세계구제역표준연구소 등)

(1) OIE에 보고된 국가별 구제역 발생정보 수집을 위해 웹 크롤러 (Web crawler) 개발

- 국내 구제역 발생을 조기 경보하고 예방하기 위한 주요정보(해외 구제역 발생 정보, 외국인 노동자 거주 정보 등)를 DB화하여 유입 위험을 계량화하는 것을 목표로 세계동물보건기구(OIE)에 보고된 구제역 발생 정보를 자동으로 수집하여 표준화하여 정제 및 저장하고 저장된 데이터를 유입 위험 추정 및 조기 경보에 활용할 수 있도록 시각화된 형태로 제공할 수 있는 시스템을 구축
- 지금까지 연구자가 직접 OIE에서 보고서를 다운받는 단순 수집의 한계를 개선해 최신 발생상황을 상시 자동 적으로 모니터링하고 수집, 적재, 분석할 수 있는 기반 구축
- OIE에 등록된 보고서 파일을 자동으로 수집하는 것은 물론 PDF형태의 개별 보고서 내용을 자동으로 추출하여 하나의 통합된 데이터베이스(Data Base)로 구성해 연구자가 별도의 번거로운 작업 없이 신속하게 연구에 활용할 수 있도록 개발
- 해외 구제역 발생 정보를 자동으로 수집하기 위하여 세계동물보건기구(OIE)에 등록되는 질병 발생 보고서를 아래의 사이트에서 실시간 수집 처리 적재할 수 있는 웹 크롤러 (Web crawler) 개발



<그림 14. 해외 질병 보고서 수집 사이트 : OIE WAHIS>
[출처:http://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php/Diseaseinformation/reportarchive]

- 구제역 등 해외 가축 질병에 대한 보고서는 그림 15와 같이 PDF 형태로 제공되어 PDF 파일의 보고서 형식을 분석하여 공통적으로 추출해야 할 요소를 확인. 이상치를 제거하고 표준적인 방식으로 정보 수집할 수 있도록 웹 크롤러 (Web crawler) 개발

Follow-up report No.2									
Report reference: FMD_LMD_2019_001, Reference OIE : 12671, Report Date: 20/11/2019, County: South Africa									
Report Summary									
Name of sender of the report	Dr James Pienaar			Telephone	+27 12 319 5600				
Position	Chief State Veterinarian - Epidemiology			Fax	+27 12 319 5670				
Address	Private Bag 1318 PRETORIA 0001			Email	James.Pienaar@pa.gov.za				
				Date submitted to OIE	20/11/2019				
Animal type	Terrestrial			Date of report	20/11/2019				
Disease	Foot and mouth disease			Date of start of the event	01/11/2019				
Causal Agent	Foot and mouth disease virus			Date of confirmation of the event	01/11/2019				
Serotype(s)	SAT 2			Date of last occurrence	02/09/2019				
Reason	Reappearance of a listed disease			Diagnosis	Clinical, Laboratory (advanced)				
Country or zone	A zone or compartment			Clinical signs	Yes				
Number of reported outbreaks	Outbreak in South Africa's suspended FMD free zone								
Outbreak details									
Province	Number of outbreaks	Local Municipality	Sub-district	Unit Type	Location	Latitude	Longitude	Start Date	End Date
Province-other report - submitted	-	Molokwane	-	Farm	FMD_LMD_2019_001	-21.6	29.4	01/11/2019	
Species	Measuring units	Susceptible	Cases	Deaths	Killed and disposed of	Slaughtered			
Cattle	Animals	2500	15	0	0				
Affected Population	Outbreak in South Africa's suspended FMD free zone								
Province	Number of outbreaks	Local Municipality	Sub-district	Unit Type	Location	Latitude	Longitude	Start Date	End Date
Province-other report - submitted	-	Potlakoane	-	Farm	FMD_LMD_2019_003	-23.7	29.4	08/11/2019	
Species	Measuring units	Susceptible	Cases	Deaths	Killed and disposed of	Slaughtered			
Cattle	Animals	2500	1	0	0				
Affected Population	Outbreak in South Africa's suspended FMD free zone								
Province	Number of outbreaks	Local Municipality	Sub-district	Unit Type	Location	Latitude	Longitude	Start Date	End Date
Province-other report - submitted	-	Potlakoane	-	Farm	FMD_LMD_2019_002	-23.7	29.4	11/11/2019	
Species	Measuring units	Susceptible	Cases	Deaths	Killed and disposed of	Slaughtered			
Cattle	Animals	2500	16	0	0				
Affected Population	Outbreak in South Africa's suspended FMD free zone								
Province	Number of outbreaks	Local Municipality	Sub-district	Unit Type	Location	Latitude	Longitude	Start Date	End Date
Province-other report - submitted	-	Potlakoane	-	Farm	FMD_LMD_2019_004	-24.0	29.3	11/11/2019	
Species	Measuring units	Susceptible	Cases	Deaths	Killed and disposed of	Slaughtered			
Cattle	Animals	154	1	0	0				
Affected Population	Outbreak in South Africa's suspended FMD free zone								
Province	Number of outbreaks	Local Municipality	Sub-district	Unit Type	Location	Latitude	Longitude	Start Date	End Date
Province-other report - submitted	-	Gonate Letha	-	Farm	FMD_LMD_2019_005	-23.5	30.2	13/11/2019	
Species	Measuring units	Susceptible	Cases	Deaths	Killed and disposed of	Slaughtered			
Cattle	Animals	800	15	0	0				
Affected Population	Outbreak in South Africa's suspended FMD free zone								

<그림 15. 해외 질병 보고서 PDF 사례>

- OIE의 보고서는 PDF 포맷의 파일로 분석 가능한 빅데이터 구성을 위해서는 해당 파일의 정보를 텍스트 형태로 추출하는 Text Extracting 작업
- 추출한 데이터를 DB에 자동으로 저장할 수 있는 스케줄러 개발
- 해외 질병 발생 정보 구성 : OIE 보고서의 내용 중 분석에 필요한 항목만을 추출하여 데이터베이스 테이블을 구성하였으며 추출 데이터는 표 6과 같음

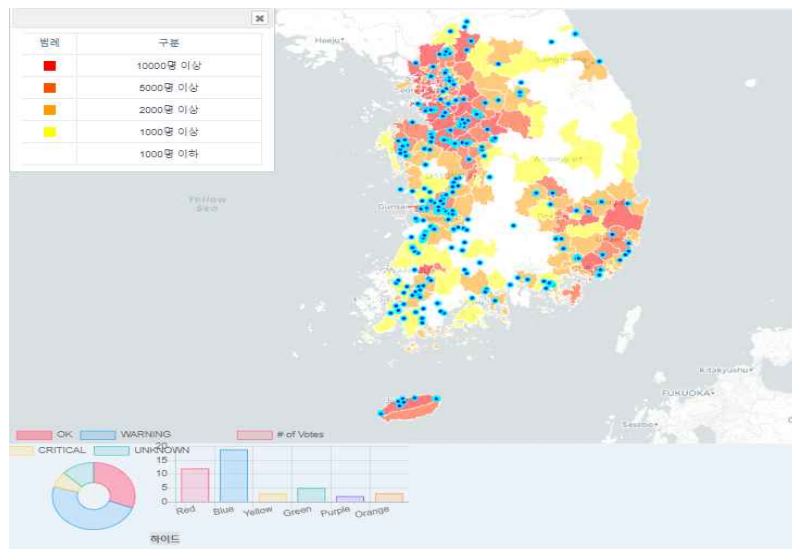
추출 항목	데이터 발생 사례
reportId	6185
seqNo	1
reportType	2
reportNm	Foot and mouth disease, Hong Kong (SAR - PRC)
followNo	0
followDt	2005-03-23
disease	Foot and mouth disease
province	Hong Kong
numOutbreaks	1
district	Sheung Shui
subDistrict	
unitType	Not applicable
location	Sheung Shui, New territories
latitude	22.26

longitude	114.16
startDate	2005-03-09
endDate	2005-03-23
affctPop	Cattle in lairage in slaughterhouse.
regDttm	2019-11-14 11:02

<표 6. 질병 보고서 데이터 추출 사례>

<그림 16. 구제역 해외 발생 정보 DB 사례>

- 법무부에 수집된 외국인 근로자 국내 거주 현황 정보를 연도별로 공간 기반으로 온도 지도 방식으로 시각화하여 표출하여 외국인 유래의 구제역 유입 위험분석에 활용 예정

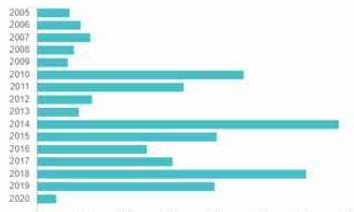


<그림 17. 외국인 근로자 국내 거주 시각화 사례>

- 수집된 해외 구제역 발생 정보를 활용한 통계 데이터 시각화 프로그램 개발
 - 수집된 해외 구제역 발생 정보를 기반으로 다양한 기초분석 통계를 주제별로 제공하는 시스템 개발

해외 FMD 발생 정보

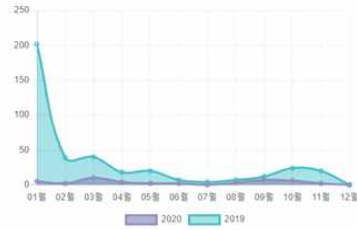
년도별 발생 건수



출처 : OIE immediate reports

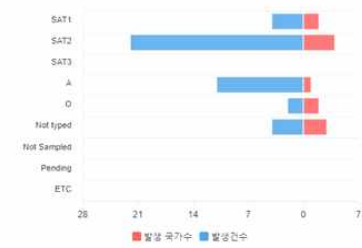
전년 대비 월별 발생 현황
2020-01-01 ~ 2020-12-21

자세히 보기



출처 : OIE immediate reports

항원별 발생 현황
2020-01-01 ~ 2020-12-21



출처 : OIE immediate reports

<그림 18. 구제역 발생정보 활용 시각화 사례 1>

장소별 발생 비율

2020-01-01 ~ 2020-12-21

자세히 보기

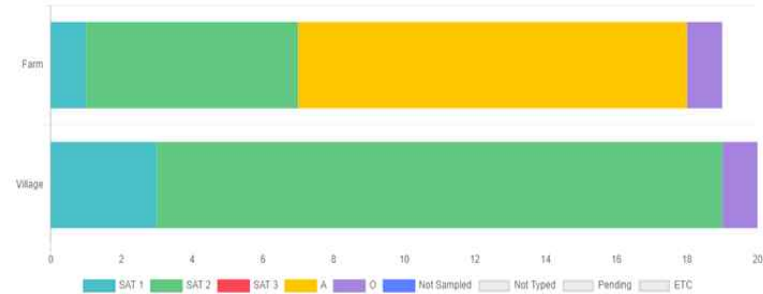


출처 : OIE immediate reports

장소별·항원별 발생 현황

2020-01-01 ~ 2020-12-21

자세히 보기



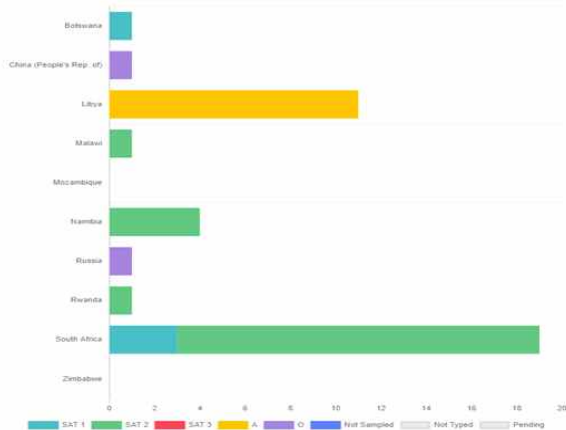
출처 : OIE immediate reports

<그림 19. 구제역 발생정보 활용 시각화 사례 2>

최근 국가 발생 현황

2020-01-01 ~ 2020-12-21

자세히 보기



출처 : OIE immediate reports

대륙별·월별 발생 현황

2020-01-01 ~ 2020-12-21

자세히 보기



대륙별·항원별 발생 건수

2020-01-01 ~ 2020-12-21

자세히 보기



출처 : OIE immediate reports

<그림 20. 구제역 발생정보 활용 시각화 사례 3>

- 농림축산검역본부 유전자은행에 보관된 야외주별 유전자 정보, 세계구제역표준연구소 (WRLFMD)의 백신 매칭 정보 등을 구제역 발생 정보와 융합

vacine Matching(인) Only having gene data Sheet1 Sheet2 By group By matching

< 그림 21. 야외주(유전자은행) 유전자 정보 >

No	Year	Matching Year	Quarter	pool	country	field isolate	topotype	Gene bank no.	o manisa WR (O/ME-SA)	O3039 WR (O/ME-SA)	o manisa merial	O3039 Merial	O 3039 bivalent serum Merial
2	2006	2014	2015	Q3	3	Afghanistan	O/AFG/01/2014	O/ME-SA/PanAsia-2/ANT-10	M	M			
3	297	2014	2015	Q3	3	Afghanistan	O/AFG/9/2014	O/ME-SA/PanAsia-2/ANT-10	borderline	borderline			
4	325	2016	2016	Q4	3	Afghanistan	O/BAF/04/2016	O/ME-SA/PanAsia-2/ANT-10	M	M		M	M
5	326	2016	2016	Q4	3	Afghanistan	O/AFG/12/2016	O/ME-SA/PanAsia-2/ANT-10	M	M			
6	327	2016	2016	Q4	3	Afghanistan	O/AFG/13/2016	O/ME-SA/PanAsia-2/ANT-10	M	M			
7	328	2016	2016	Q4	3	Afghanistan	O/AFG/16/2016	O/ME-SA/PanAsia-2/ANT-10	M	M		M	M
8	366	2017	2017	3	3	Afghanistan	O/AFG/23/2017	O/ME-SA/PanAsia-2/ANT-10	M	M			
9	367	2017	2017	3	3	Afghanistan	O/AFG/24/2017	O/ME-SA/PanAsia-2/ANT-10	M	M		N	N
10	281	2014	2014	Q3	5	Algeria	O/ALG/01/2014	O/ME-SA/Ind-2001d	N	borderline			
11	284	2014	2014	Q3	5	Algeria	O/ALG/01/2014	O/ME-SA/Ind-2001d	N	borderline			
12	195	2012	2012	Q3	3	Bahrain	O/BAH/04/2012	O/ME-SA/PanAsia-2/ANT-10	M	M			
13	298	2013	2013	Q3	3	Bahrain	O/BAH/02/2013	O/ME-SA/Ind-2001d	N	M		M	M
14	299	2013	2013	Q3	3	Bahrain	O/BAH/04/2013	O/ME-SA/Ind-2001d	N	M			
15	41	2008	2008	Q1	3	Bahrain	O/BAH/2/2008	O/ME-SA/PanAsia-2	M	borderline			
16	103	2009	2010	2	2	Bangladesh	O/BAH/04/2009	O/ME-SA	M	M			
17	104	2009	2010	2	2	Bangladesh	O/BAH/30/2009	O/ME-SA/Ind-2001d	M	M			
18	105	2009	2010	2	2	Bhutan	O/BUH/08/2009	O/ME-SA/Ind-2001d	M	M			
19	369	2017	2017	2	2	Bhutan	O/BUH/05/2017	O/ME-SA/Ind-2001d	M	M			
20	107	2009	2010	2	2	Bhutan	O/BUH/40/2009	O/ME-SA/Ind-2001d	M	M			
21	368	2017	2017	2	2	Bhutan	O/BUH/4/2017	O/ME-SA/Ind-2001d	M	M			
22	222	2012	2013	2	2	Bhutan	O/BUH/12/2012	O/ME-SA/Ind-2001d	KM921827.1	N	M		
23	223	2013	2013	2	2	Bhutan	O/BUH/01/2013	O/ME-SA/Ind-2001d	KJ206908.1	N	M		
24	349	2016	2017	2	2	Bhutan	O/BUH/9/2016	O/ME-SA/Ind-2001d	M	M			
25	35	2008	2008	Q4	2	Bhutan	O/BUH/3/2008	O/ME-SA/PanAsia-2	M	M			
26	54	2008	2008	Q4	2	Bhutan	O/BUH/2/2008	O/ME-SA/PanAsia-2	M	M			
27	106	2011	2011	3	3	Bulgaria	O/BUL/02/2011	O/ME-SA/PanAsia-2/ANT-10	M	M		M	M
28	170	2011	2011	3	3	Bulgaria	O/BUL/05/2011	O/ME-SA/PanAsia-2/ANT-10	M	M		M	M
29	171	2011	2011	3	3	Bulgaria	O/BUL/06/2011	O/ME-SA/PanAsia-2/ANT-10	M	M		M	M
30	172	2011	2011	3	3	Bulgaria	O/BUL/07/2011	O/ME-SA/PanAsia-2/ANT-10	M	M		M	M
31	81	2010	2010	1	1	Cambodia	O/CAM/01/2010	O/ME-SA/PanAsia	KR401196.1	M	M		
32	82	2010	2010	1	1	Cambodia	O/CAM/03/2010	O/ME-SA/PanAsia	KR401197.1	M	M		
33	83	2010	2010	1	1	Cambodia	O/CAM/05/2010	O/ME-SA/PanAsia		M		N	N
34	208	2012	2013	1	1	Cambodia	O/CAM/01/2012	O/ME-SA/PanAsia	N	M		M	N
35	209	2012	2013	1	1	Cambodia	O/CAM/02/2012	O/ME-SA/PanAsia	N	M			
36	249	2013	2014	Q3	1	Cambodia	O/CAM/02/2013	O/ME-SA/PanAsia	N	M			
37	354	2016	2017	1	1	Cambodia	O/CAM/1/2016	O/ME-SA/PanAsia	N	borderline			
38	355	2016	2017	1	1	Cambodia	O/CAM/3/2016	O/ME-SA/PanAsia	N	N			
39	205	2010	2012	4	4	Congo (DR)	O/COD/03/2010	O/EA-2	M	N			
40	245	2012	2013	4	4	Egypt	O/EGY/25/2012	O/EA-3	M	M			
41	275	2014	2014	Q2	4	Egypt	O/EGY/10/2014	O/EA-3	KX258003.1	N	M		
42	276	2014	2014	Q2	4	Egypt	O/EGY/18/2014	O/EA-3	KX258004.1	N	M		
43	290	2014	2015	Q2	4	Egypt	O/EGY/23/2014	O/EA-3		N	N		
44	291	2014	2015	Q2	4	Egypt	O/EGY/36/2014	O/EA-3		N	N		
45	315	2016	2016	Q2	4	Egypt	O/EGY/7/2016	O/EA-3	KX258005.1	N	N		
46	316	2016	2016	Q2	4	Egypt	O/EGY/18/2016	O/EA-3		N	N		
47	370	2017	2017	Q2	4	Egypt	O/EGY/10/2017	O/EA-3		M	M		

vacine Matching(인) Only having gene data Sheet1 Sheet2 By group By matching

< 그림 22. 야외주별 백신 매칭 정보 >

다. 연구과제 키포프 및 전문가 자문회의

< 연구과제 키포프 및 전문가 자문회의 >

- 일시 : 2019년 11월 21일(목) 13:00
- 장소 : 오송 C/V 센터 1 중회의실
- 참석자 : 김○래 사무관(구제역 방역과), 변○원 연구관(구제역 진단과), 박○한 연구사(구제역 백신 센터), 신○호 과장(가축위생방역지원본부), 윤○호 부장(가축위생방역지원본부), 이○훈 과장(낙농 육우 협회), 최○현 상무(대한한돈협회), 임○철 회장(한국소임상수의사회), 김○섭 회장(한국양돈수의사회), 이○성 상무((주)베링거인겔하임), 안○준 부장((주)동방), 유○희 팀장((주)케어사이드), 박혁 교수(서울대학교), 강○규 이사((주)메디안디노스틱), 허원 차장((주)바이오포아), 김○관 사장(인포벨리코리아), 박○은 연구원(서울대학교), 박○빈 연구원(서울대학교), 심○진 연구원(서울대학교), 김○지 연구원(서울대학교)
- 주요 회의 내용 :
 - 구제역 백신 이해 관계자 협의체 구성 협의 : 생산자 단체, 수의사회, 백신 공급업체 등
 - 구제역 백신 이해 관계자 협의체 운영 방안 협의

<개인정보보호를 위해 사진 자료 삭제>

<그림 23. 구제역 백신 관련 이해 관계자 협의체 구성 및 운영>

가. 국내외 백신주 선정 및 관리 사례 수집 및 이해관계자 협의체 구성

(1) 해외 구제역 방역 및 백신 정책 사례 연구

(가) 남미 사례 연구 (South America foot and mouth disease eradication program)

최소한 구제역에 있어서만큼은 남미지역은 전 세계적인 모범 사례로 뽑힐 만하다. 과거 구제역 발병을 사례를 거쳐 현재 대부분의 지역이 안정화 단계에 진입했으며 일부 지역은 청정국 지위를 얻는 데 성공하였다. 이러한 구제역 박멸에는 대륙 국가들 사이의 공유된 박멸 정책인 the Hemispheric Program for the Eradication of FMD 2011--2020 (PHEFA)이 큰 역할을 하고 있다. 큰 틀에서 남미 국가들은 정책 지침과 시행을 공유하고 있으며 이에 더불어 수의학적인 인프라 구축과 공적 사적인 구제역 박멸의 노력이 더해져 현재의 단계에 도달한 것으로 여겨진다.

① 역사

19세기에 최초로 구제역이 발병사례가 이후 아메리카 대륙에서는 축우를 중심으로 산발적인 발생이 보고되었다. 1949년 캐나다 1950년 멕시코에서 발생사례가 있었고 이를 계기로 북미권을 중심으로 구축된 Pan American Foot-and-Mouth Disease Center (PANAFTOSA) 는 구제역에 대한 대응 및 기술적 노하우를 남미 국가에 전수해 주었다. 현재는 남미지역은 다른 FMD 발생 국가들에 비해 청정화 단계에 진입하고 있다. 중북미 지역과 카스피 연안 지역은 현재 FMD 청정화 상태이며 남미지역 역시 일부 발생 지역이 있지만 거의 청정화 단계에 진입하고 있다. 이러한 청정화는 앞서 밝힌 PHEFA 의 한 가이드라인과 목표를 각 국가들이 철저히 준수한 덕분이다. PANAFTOSA의 FMD 박멸 전략은 다음의 가이드라인을 따른다.

- 국가 정보 체계 구축 : 국내외적으로 가축의 이동 및 통제 수포성 질환 전체에 대한 공식적인 모든 발표 자료 등을 공지하는 시스템 구축
- 수포성 질환 발병에 대한 조기 탐색과 감별에 대한 정보 공유
- FMD 바이러스 유행에 대한 위험도 분석 및 고위험군에 대한 샘플 확보
- 전반적인 백신 접종 정책
- 국경 인접 지역에 대한 철저한 방역

* 국가 구제역 실태에 따른 분류 체계

구제역 감염 및 유행에 따라 국가별 차등을 두고 분류하고 있다. WTO 산하 OIE 기준에 의해 분류하고 있으며 다음과 같다.

- free without vaccination : 백신 접종 없는 구제역 비 발생국 (청정국)
- free with vaccination : 백신 접종 정책을 유지하고 있는 비 발생국 (청정국)

FMD 비발생국 지위를 얻은 국가에 한해 축산물 수출이 가능하며 이러한 지위는 개별 국가들의 FMD 박멸에 보다 노력하도록 유도하고 있다.

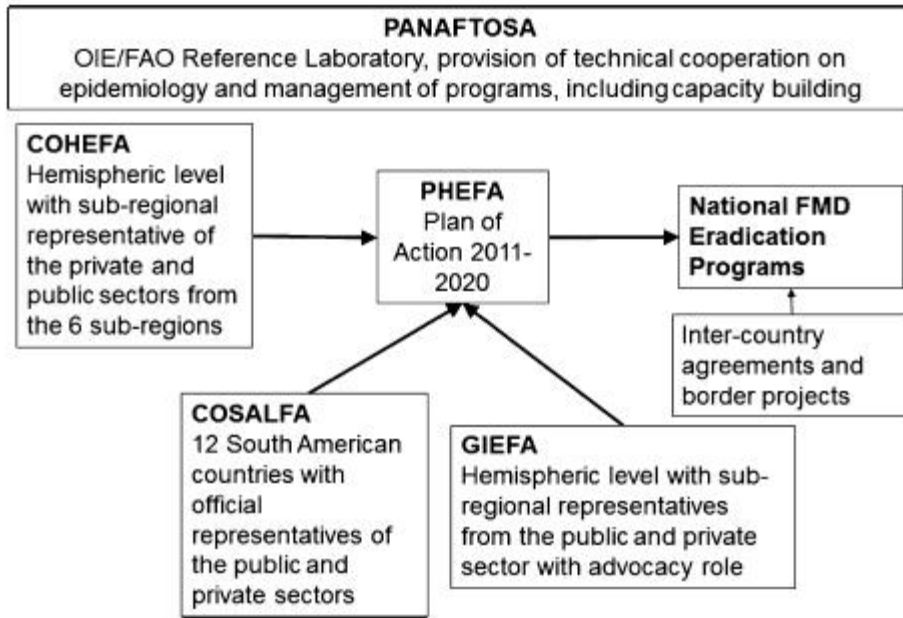


<그림 24. 2014년 OIE 제공 남미 지역 국가별 구제역 감염 상황>

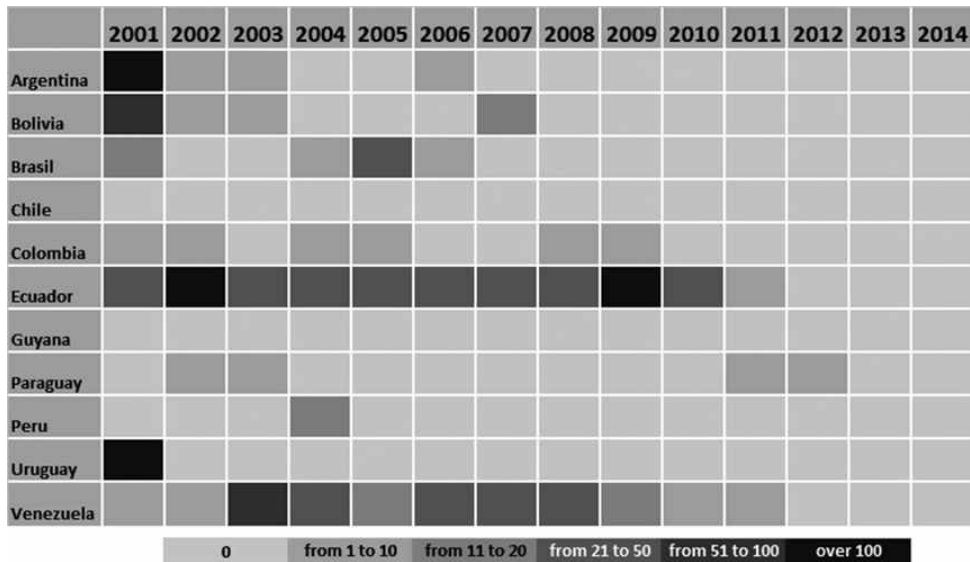
남미지역은 현재 약 83%의 지역이 구제역 비 발생국으로 보고되고 있다. (2014년 PANFTOSA 자료 기준) 이중 약 64%가 백신 접종 비발생지역이며 19%가 백신 비 접종 비발생지역으로 확인되고 있다. 각 개별 국가별로 상태를 요약하면, 브라질의 경우 현재 Ampa, Rorima, Amazone 지역을 포함해 그동안 발생 지역에 대한 구제역 비 발생국 지위를 획득하기 위해 OIE에 자료를 제출한 상태이다. 에콰도르의 경우 수의학적인 방역 노력과 더불어 진단 체계를 구축하여 2015년에 OIE에 비 발생국 지위 획득을 위해 자료를 제출한 상태이다. 국가적으로도 백신 접종을 적극적으로 지원하고 있다. 베네수엘라의 경우 경제 상황 악화와 국가 통제력이 저하되어 아직 지위 획득을 하지 못하였으나 보다 효과적으로 FMD 방역을 위해 노력을 기울이고 있다.

남미지역의 구제역 청정화는 기본적으로 인접한 국가들이 함께 공유하는 방역 정책과 가이드라인이 핵심이라고 할 수 있다. 개별 국가들의 가이드라인 준수와 질병 보고 체계 역시 공통된 틀에서 이루어지는 점을 주목할 필요가 있다. 우리나라를 포함한 아시아권의 국가들이 질병 보고와 FMD 근절을 위한 국가 간의 동일한 가이드라인 공유에 소극적인 데 반해, 남미권 국가들은 동일한 규범과 방역체계 공조를 통한 공동의 노력을 기울이고 준수하는 점이 FMD 근절에 핵심이라 할 수 있다. 이러한 국제 방역체계의 핵심에 앞서 언급한 PANAFTOSA가 있다.

COSALFA는 12개 남미권 국가들의 FMD 근절을 위해 1972년 창시된 조직으로서 이 조직이 후에 PANAFTOSA의 전신이 된다. 1987년 FMD 근절을 위한 민간 부분의 통제 및 지원을 위해 PANAFTOSA에 의해 COHEFA 위원회가 창시되었으며 뒤이어 1988년 PHEFA가 설립되었다. 현재는 PHEFA는 2020년까지 발생 지역을 비발생 청정지역으로 전환 시키기 위한 FMD 박멸을 목표로 하고 있다.



<그림 25. PANAFTOSA 와 산하 프로그램 개념도>



<그림 26. 기간별 국가별 FMD 발병 건수>

남미지역의 구제역 청정화에는 이들 위원회와 조직의 기술적 재정적 지원이 결정적이었다고 할 수 있다. 밀접해 있는 국가 간의 공유된 방역체계가 보다 빠르게 FMD를 근절시키는 결과를 가져왔다고 볼 수 있다. 또한 민간의 방역 노력이 뛰어난 점을 빼놓을 수 없다. 약 500만 명의 남미지역 축우업자들이 농장 방역에 최선의 노력을 기울인 점 역시 FMD 근절에 핵심이라 할 수 있다. 연간 약 1억 달러의 비용이 지불된 것으로 추정되며 이중 약 70%는 이들 민간 영역에서 지불한 것으로 추정된다.

② 국가별 FMD 상황

㉠ 콜롬비아

콜롬비아의 마지막 구제역 발생 사례(serotype O형)는 2009년이었으며 현재 국토의 99%가 비발생 청정지역으로 확인되고 있다. 이 중 97.5%는 백신 접종 지역이며 1.5%는 비 백신 지역이다. 베네수엘라와의 국경 지역에서 FMD 발생위험이 있는 것으로 여겨진다. 국가적으로 2003년 이래로 전국적인 FMD 감염 실태 조사와 Animal Health Information System을 구축하였고 국경 지역 방역 통제를 강화하였고 필요 시 백신을 적극적으로 사용하였다. 콜롬비아의 Hemispheric Program for the Eradication of FMD 는 연 2회 비 백신 청정지역을 제외한 전 지역의 모든 연령의 축우와 버팔로 개체에 대한 의무적인 백신 접종 정책을 시행하고 있다.

㉡ 베네수엘라

베네수엘라의 마지막 FMD 발병은 2011년 (serotype O, A형) 이었다. 그러나 베네수엘라는 전 국토에 대한 OIE 청정지위를 얻지 못한 상태이다. 베네수엘라는 2006년 이래로 연 2회 축우와 버팔로 및 양 염소 돼지 등 감수성 동물에 대한 백신 접종을 실시하고 있다. 특히나 정책적으로 시골 지역 축우업자를 위해 무료 백신 접종 지원하고 있다.

㉢ 에콰도르

에콰도르의 마지막 FMD 발병은 2011년 (serotype O형)이었다. 그러나 에콰도르는 전 국토에 대한 OIE 청정지위를 얻지 못한 상태이다. 그러나 일부 지역에 대한 백신 접종 / 비접종 청정지역 지위 획득을 위한 자료를 OIE에 제출한 상태이다. 모니터링 사업을 통해 보다 능동적으로 고위험군에 대한 FMD 탐색을 강화하고 있다.

㉣ 페루

페루의 마지막 FMD 발병은 2004년 (serotype O형)이었다. 대부분의 지역(98%)은 현재 OIE에 의해 백신 비 접종 청정국 지위를 얻은 상태이다. 일부 에콰도르 인접 국경 지역만이 백신 접종 지역으로 남아있고 이 백신 접종 청정지역은 일종의 버퍼 지역으로 내륙의 비백신 지역에 대한 방어 완충지대 역할을 하는 것으로 보인다. 국가 농림부에 의해 지속적인 FMD 모니터링을 수행하고 있다.

㉤ 브라질

브라질의 마지막 FMD 발병은 2006년 (serotype O형)이었다. 현재 Amapa, Roraima, Amazonas 세 지역을 제외한 전 지역이 FMD 청정 지역인 상태이지만 세 지역 역시 백신 접종 청정지역으로 여겨지고 있다. 세 지역은 현재 OIE 청정지역으로 관련 자료를 제출한 상태이다. 브라질의 백신 접종 전략은 (i) 모든 축우와 버팔로에 대한 연 2회 접종. (ii) 연령에 따라 24개월령 이하 축우와 버팔로에 대한 연 2회 접종 + 24개월령 이상 축우와 버팔로에 대한 연 1회 접종. (iii) 일부 지역에서 한정된 기간 내에 지역 특성에 따른 접종

㉥ 아르헨티나

아르헨티나의 마지막 FMD 발병은 2006년 (serotype O형)이었다. 현재 Patagonia와 Valleys of Calingasta 지역은 백신 비 접종 청정지역으로 OIE 인정을 받은 상태이며 Centro Norte와

국경 지역은 백신 접종 청정지역으로 인정받은 상태이다. 혈청검사 모니터링은 위험도 평가에 따라 진행하고 있으며 소에 대하여 연 2회 백신 접종을 진행하고 있다.

㉔ 칠레

칠레의 마지막 FMD 발병은 1987년 (serotype O형)이었다. 그 이후 칠레는 백신 비접종 청정국 지위를 유지하고 있다. 칠레의 지리적 위치와 그에 따른 긴 국경을 통한 동물 질병의 유입 위험도 분석 기법을 FMD 유입 차단에 적극적으로 활용하고 있다.

㉕ 파라과이

파라과이에서 마지막 FMD 발병은 2012년 (serotype O형)이었다. 현재 파라과이는 OIE 백신 접종 청정국 지위를 유지하고 있다. 파라과이는 아르헨티나, 브라질, 볼리비아와 국경선에 각각 15km 너비의 범위에 우선적으로 Animal health border agreement를 우선적으로 적용하고 있다. 정보 분석 체계와 역학 조사가 국가 차원에서 지원되고 있다. 백신 접종 정책은 두 기간 동안 이루어지는데 24주령 이하 축우와 버팔로에 대하여 우선적으로 접종하여 이후 추가적으로 전 연령의 가축에 접종한다.

③ 결론

남미지역은 세계적으로 훌륭한 FMD 박멸 모범 지역으로 손꼽힌다. 그 핵심은 국가간의 정보공유와 동일한 방역 지침을 지원하는 PANAFTOSA와 같은 공조 기구의 역할과 국가 차원의 정책적인 지원 그리고 민간 영역에서의 충실한 수행이라 볼 수 있다. 북미지역의 앞선 FMD 탐지 분리 기술과 방역 노하우를 남미지역에 전달하는 데 이바지하고 있으며 개별 국가들의 자구적인 노력 역시 충실히 행해지고 있다고 평가된다. 또한 남미지역의 백신 접종 정책은 각 개별 국가들의 상황에 맞추어 진행되고 있으며 다양한 혈청형이 지속적으로 발병하는 중국과 밀접한 아시아권 국가들에 비해 남미 국경 인접 지역에 국한된 Serotype O형 위주의 FMD 발생과 우수한 백신의 효능은 방역적인 측면에서 분명한 이점을 가져다준 것으로 보인다.

끝으로, 남미지역은 전통적으로 축우에 집중된 축산업 구조의 영향으로 양돈 산업이 집중된 아시아권에 비해 (돼지는 소에 비해 약 1,000배 FMD 바이러스를 배출(shedding)하는 것으로 알려져 있다) 바이러스 박멸이 수월할 수 있었던 것으로 추측할 수 있다.

(나) 대만 사례 연구

① 역사

97년 대만은 유사 이래 최악의 구제역으로 사실상 통제 불능의 상태에 빠졌었고 지난 22년간 약 7조 5천억 원에 달하는 피해를 입었고 농가 수도 25000호에서 7200호로 감소하는 피해를 입었다. 사육두수는 1천만 두에서 5백만 두로 절반 가까이 줄어들었다.

그러나 현재 대만은 공식적으로 2017년 5월 백신접종 청정국 지위를 획득하였고, 2019년 6월 30일 마지막으로 백신접종을 완전히 중단하였다. 앞서 97년 유사 이래 가장 큰 피해를

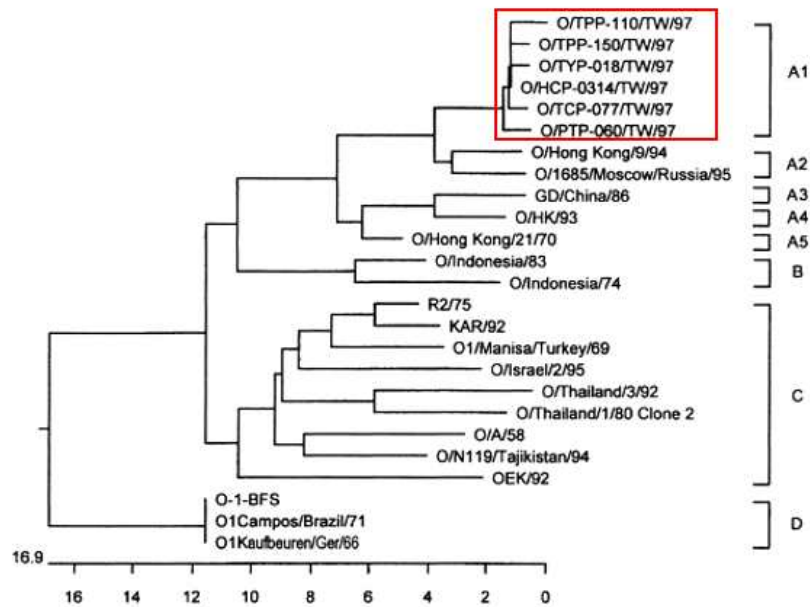
입었던 대만이었지만 10년이 넘는 시간 동안 치열한 투쟁을 거쳐 구제역 청정국 지위에 도 전하고 있다.

② 대만 FMD 박멸 성공 요인 분석

㉓ 단일 바이러스 유행 및 백신 사용

먼저 가장 큰 요인으로는 금문도를 제외한 대만 본토에서 유행한 구제역 균주는 O/Cathay/ Taiwan 97 균주 단 하나라는 점이다 (98~2009년 사이 산발적으로 발생한 균주들은 모두 97년 발생한 대만 균주와 유전적으로 근연관계에 있는 것으로 확인되었다).

단순히 O형과 A형이 복합적으로 발병한 국내 경우와 비교해도 단일 균주만 발병한 경우, 백신의 개발 및 제조가 수월하고 백신 또한 우수한 교차방어를 기대하기 쉽다. 97년 발생 당시, 대만에서는 다양한 균주를 기반으로 한 여러 백신을 사용하였으나, 이후 항원 matching test를 거쳐 자국에서 발병한 균주를 기반으로 한 백신 개발을 외국계 백신 업체에 의뢰하였다. 이후 효과적인 백신의 사용은 구제역 박멸에 큰 역할을 한 것으로 여겨진다. 정리하면 대만의 구제역 청정화에는 유행한 균주가 단일 종이였다는 점과 그 균주에 정확하게 항원 matching된 백신의 사용이 핵심이었다고 할 수 있다.



<그림 27. 97년 분리된 대만 구제역 바이러스의 계통수 분석>

㉔ 강력한 방역 정책과 모니터링

대만은 농업위원회 산하 가축 위생시험소를 운영하여 농가별 백신 접종 및 항체가를 철저히 감독하고 있다. 정책적으로 백신 비접종 농가에 대한 행정처분과 우수 농가에 대한 지원 및 혜택을 제공하고 있어 농가 스스로 백신 접종과 방역에 집중할 수 있도록 도와주고 있다.

구제역	1997 ~ 2008	2009 ~ 2018.6.30.	2018.7.1. ~
백신접종	비육돈 2회	비육돈 1회	접종 중단
백신 종류	O형 1가 백신	O형 1가 백신	
백신 유형	DOE, SOE	DOE, SOE	
항원 종류	-초기에 Manisa, Campos, Taiwan 97 사용 -Matching 문제로 Manisa 탈락 -대만정부에서 Pirbright 연구소에 백신 제조용 MSV 개발을 의뢰하여 Arriah 및 Merial 사에 전달	Taiwan 97 (Arriah사)	
접종 일령	1차: 8주, 2차: 12주	10~14주, 1회	
접종율(추정)	90% 이상	90% 이상	
모니터링	출하돈의 임상검사(임상증상, 발굽흔적(생성 후 1개월 이상 지속))		
	모든 출하 차량에서 바이러스 재료 채취 및 검사		
	출하돈 채혈(1두/1차량 당) 후 NSP, SP검사(ELISA) -NSP 검출 시 OIE에 보고 -NSP 양성 시 농장 추적하여 15두 추가 채혈 검사, 임상검사, 바이러스 검사(1~2개월간 출하 금지) -바이러스 양성 농장: 해당 농장 살처분, 인근 농장 백신 접종 -NSP 양성, 바이러스 음성 : 출하 재개		
	감시돈 운영(경매장, 농장에서는 모체이행항체 소실 자돈이 감시돈 역할)		
	-2009년부터 1회 접종 정책(10~14주령)을 시행하면서 모체이행항체(대략 8주령까지 지속)의 소실로 인해 방어 수준 이하의 자돈들이 농장의 바이러스를 증폭시키는 감시돈 역할을 하게 함 -1회 접종 정책 시행 후 NSP 생성, 바이러스 검출이 없었고 이를 근거로 백신접종을 중단하게 되었음		

<표 7. 대만의 시기별 백신 정책>

***대만 백신 접종 정책 및 모니터링 적용 지침**

대만의 농가 백신 접종은 상당히 철저하게 이루어지는 편으로 대만 정부 차원에서 접종율은 90% 이상일 것으로 예상하고 있다. 접종 프로토콜은 97~08년도까지 비육돈에 O형 1가 백신 2회 접종(1차 8주령, 2차 12주령)하였고, 이후 09년부터 18년 6월 30일까지는 동일한 백신을 1회 접종(10~14주령에 1회)하였다. (이후 18년 7월 1일부터 백신 접종 중단)

또한 모니터링은 기본적으로 모든 출하 차량에서 1차량 당 1두의 출하돈을 채혈하여 SP, NSP 항체가를 검사하는 방식이다. 만일 NSP 양성 시, 해당 농장을 추적하여 15두를 추가 채혈하고 1~2개월간 출하를 금지한다. 추가적으로 바이러스 항원이 양성으로 확인된 농장은 전 두수를 살처분하고 인근 농장에 링 백신을 처리한다.

방역 정책 역시 매우 강력하여 불법 축산물 반입에 대해서는 단 1회만 적발되도 700만 원에 달하는 벌금을 부과하고 있다. 현재 유행 중인 ASF 방역을 위하여 대만 정부는 전례 없는 강력한 방역 정책을 통해 국경 지역 내 바이러스 유입을 차단하고 있다. 이러한 정책은 FMD 방역 성공 사례를 바탕으로 진행되는 것으로 앞서 금문도를 중심으로 중국으로부터의 FMD 유입 모니터링을 통해 성공적으로 대륙으로부터의 바이러스 유입을 차단한 것에 기반하고 있다.

③ 결론

대만의 사례에서 보듯이 구제역 청정국은 불가능한 것이 아닌 자체적인 노력으로 얼마든지 얻을 수 있는 성과이다. 가장 중요한 것은 효과적인 백신의 선택과 확실한 접종 그리고 외부로부터의 바이러스 유입 차단과 그에 대한 모니터링이라 할 수 있을 것이다. 대만은 지리적으로 FMD 지속 발생국인 중국과 인접해 있어 다수의 바이러스 유입 위험이 상재하는 국가라 할 수 있다. 그럼에도 불구하고 현재 20년에 가까운 기간 동안 중국으로부터의 바이러스 유입을 차단하고 효과적인 백신의 사용으로 상황을 개선시킨 점이 주목할 만하다. 구체적으로, 대만은 금문도를 중심으로 대륙으로부터의 바이러스 유입을 모니터링하였고 본토에 새로운 바이러스 유입이 없는 상황에서 기존 바이러스 기반의 백신 사용을 통해 박멸에 성공한 것으로 볼 수 있다.

(다) 일본 사례 연구

① 역사

일본의 가장 최근 FMD 발생은 2010년도이다. 역사적으로 지난 15년 사이 2000년과 2010년 2차례에 걸쳐 구제역이 발생한 것으로 알려져 있다. 당시 보고 자료에 따르면, 살처분 가축이 2000년 소 700마리, 2010년 소 6만 9500마리·돼지 22만 8000마리에 달한 것으로 알려져 있다. 가장 최근에 발생한 2010년의 경우, 4월 20일 일본 규슈 남부에 위치한 미야자키현에서 구제역이 발생하였는데, 이후 일본은 구제역 발생을 초래한 방역 상의 허점을 분석한 뒤 엄격한 방역체계를 마련해 2011년 2월부터 지금까지 백신 비접종 청정국 지위를 유지하고 있다.

비슷한 시기 한국에서 구제역이 발생하여 통제 불능의 상황에 빠진 데 비해, 일본은 발생 후 약 4개월만인 2010년 7월 27일에 구제역이 조기 종식되었고, 발생 지역은 미야자키현에만 국한되었다.

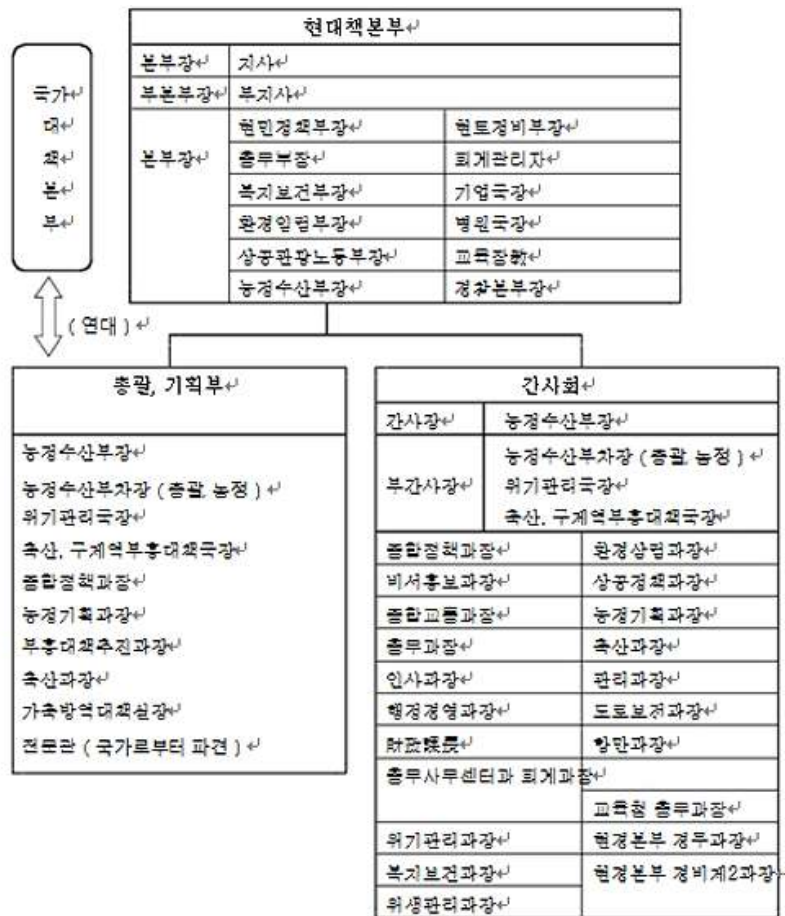
② 일본 FMD 박멸 성공 요인 분석

㉠ 신속한 조기 FMD 방역 시스템 가동

우선 일본이 구제역 확산을 막은 것은 신속한 신고와 구체적인 방역시스템 덕분인 것으로 보인다. 특히 살처분 방역작업과 동원된 인력에 대한 철저한 방역 조치는 한국과 달리 결정적으로 사태 조기 종식에 기여한 것으로 보인다.

FMD 발생지역인 미야자키현에서 사전방역은 대상에 따라 역할이 분담되어 있었다. 현을 비롯한 시정촌(일본의 지방 자치 제도의 기초 자치 단체를 이르는 말), 농가, 축산 관계 차량과 렌더링 업자의 대응 방법이 세분화 되어 있고 국외 또는 국내의 발생상황에 따른 단계별 방역대응체계가 마련되어 있다. 특히 신속하고 철저한 방역 조치를 수행하기 위한 사전준비에 있어 현과 관계기관이 세부적인 역할을 분담해 놓은 것이 핵심이었다.

현에서는 방역종사자의 확보(수의사, 현장팀 등)와 방역 자재 확보 및 비축, 매각 후보지와 소독 포인트 등을 사전 섭외해두고 시정촌에서는 매립지 선정에 대한 주민 설명과 동의, 소독 포인트 운영지원 등 세부적인 현장지원과 교육을 맡는다. 축산관계단체는 시정촌의 역할을 보좌하는 역할을 ‘사전에’ 갖추도록 시스템이 갖춰져 있다.



<그림 28. 2011년 일본 대책 본부 조직도>

<한국과 일본의 2010년 FMD 파동 당시 차이점>

일본과 한국 모두 구제역 긴급행동지침(SOP)이 마련되어 있지만 일본은 한국과 달리 지침이 구체적일 뿐 아니라 이를 정확히 준수했다는 것이 가장 큰 차이라 할 수 있다. 일본의 경우, 살처분과 방역작업에 관한 가축의 살처분은 가스, 전기, 약물을 이용한 방법으로 안락사시킨 뒤 매몰했고, 매몰지 확보를 위해 지역주민의 동의를 얻는 과정들을 충실히 이행하였다.

이 매뉴얼에 따르면 한국이 중앙정부 중심 행정체계로 작동하는 것에 반해 일본은 현 중심의 행정체계로 작동된다. 현의 지사는 우리나라 농림수산물식품부급 본부장의 직책과 역할을 수행하게 되고, 관계 부국의 장은 총괄기획부로, 관계 과장들은 간사회라는 이름으로 현 대책본부의 사무를 보좌한다. 현의 본부장은 비상사태 선포 권한을 갖고 기획부는 방역방침의 기획입안을 총괄하는 역할로 현 대책본부 안에 설치되어, 방역에 대한 권한을 지자체에 상당 부분 위임한 것으로 분석된다.

㉠ 신속한 백신접종

2010년 일본의 FMD 조기종식에는 신속한 백신 접종 확대가 큰 역할을 한 것으로 보인다. 매뉴얼 상으로 감염 확대를 방지하기 위한 백신 접종이나 예방적 살처분을 결정하는 과정도 ‘백신 접종 또는 예방적 살처분에 의한 방역 대응을 국가에 요청’ 하도록 기본방침이 정해져 있다. 중앙부처와는 백신 접종과 예방적 살처분 둘 중 어떤 조치를 취할 것인가를 협의하는 정도로 정해져 있다. 한국처럼 중앙정부가 결정하면 지자체가 집행하는 것과는 달라 각 지역의 상황에 맞게 초동대응을 빨리 진행할 수 있는 점이 다르다. 2010년 구제역이 발생했을 때 미야자키현 지사는 구제역 비상사태를 선포하고 백신 접종 등의 방역 대책을 요구해 5월 22일부터 백신 접종을 하는 등 의사결정과정의 신속성으로 피해 확산 속도를 줄인 것으로 보인다.

㉡ 사태 종식 후 일본 정부의 개선 의지

2010년 사태의 종식에도 불구하고 일본은 2010년 구제역 발생을 계기로 (1) 조기 발견·초동방역·국경검역 실패 (2) 중앙정부와 지방자치단체 간 역할 분담 혼선 (3) 농가들의 매몰지 확보 부족 (4) 일부 농가의 방역 규정 미준수 (5) 훈련받은 인력 부족 등과 같은 방역상의 문제점을 발견했다. 이에 따라 2011년 4월 살처분 가축 매몰지 확보 등 가축 소유자의 책임 강화와 지방자치단체의 역할 분담 및 관련 보상 규정을 명확히 하도록 관련 법을 개정했다. 또 10년 만에 구제역이 다시 발생한 사실을 교훈 삼아 구제역 예방을 위한 가이드라인을 과학적 지식에 근거해 1년마다 점검하고, 만일의 사태에 대비한 전문인력 명단도 확보해 놓고 있다. 농가들의 방역의식 제고와 신속한 신고를 유도하기 위해 각종 공청회·토론회·설명회를 수시로 열어 구제역을 포함한 각종 위험정보도 적극적으로 공개하고 있다.

특히 2010년 구제역 발생 당시 처음으로 백신을 사용해 큰 효과를 본 점 등을 고려, 올해부터는 3가 백신과 항원 확보에 적극 나서고 있다. 2014년 8월 현재 일본이 보유하고 있는 백신과 항원은 각각 0형 100만 회 접종분, Asia 1형 40만 회 접종분, A형 50만 회 접종분에 이른다. 이와 함께 가축전염병 발생 국가와의 정보교류, 구제역을 보다 빨리 진단할 수 있는 기술 개발 등에도 박차를 가하고 있다.

2010년 당시 살처분 피해보상 규정이 없어 큰 혼란을 겪었던 일본은 구제역을 빠르고 효과적으로 예방·박멸하기 위해선 충분한 자금지원이 필수적이라는 판단 아래 피해 보상범위를 가급적 폭넓게 잡았다. 이를 토대로 예방적 살처분이나 특별한 경우엔 100%, 감염 가축에 대해선 80%를 각각 보상해주고 있다. 뿐만 아니라 소각이나 사체 및 감염물건의 매몰에 필요한 비용도 지원한다. 가축 이동제한에 따른 경제적 손실에 대해서도 일정 비율 보상해주고 있다. 그러나 방역 규정을 따르지 않은 농가에 대해서 규정위반 정도에 따라 아예 보상을 안 해주기도 한다.

일본의 구제역 정책 중 특히 주목을 끄는 것은 ‘구제역 부흥 복권’ 발행이다. 2000년과 2010년 연이어 구제역이 발생한 미야자키현은 사상 처음으로 일본 정부의 허가를 받아 2011년 10월 15~25일까지 구제역 부흥 복권을 발매했다. 구제역 부흥 복권은 발매 기간에 모두 24억 엔(312억 원)어치 정도가 팔려 구제역으로 황폐해진 지역축산업을 살리는 데 큰 도움이 되고 있다.

③ 결론

2010년 비슷한 시기 FMD가 발생한 한국과 달리 일본은 정해진 매뉴얼에 따라 철저히 민관이 방역 지침을 수행한 것이 결정적으로 사태 해결에 기여한 것으로 보인다. 특히 살처분에 참여한 인력에 대한 소독 및 관리는 한국에서 FMD 대규모 살처분 당시 벌어진 문제점을 개선하는 데 좋은 참고 자료가 될 수 있을 것으로 보인다. 조속한 백신의 사용을 현 차원에서 결정한 것도 사태 해결에 도움을 준 것으로 보인다. 현장에서 신속히 결정하고 지침대로 작동한 시스템의 위력이 사태 해결에 큰 영향을 미친 것은 분명해 보인다. 또한 이후 일본 정부가 FMD 방역 및 백신 정책을 위해 노력을 기울이고 있는 점도 주목할 만하다.

(2) 이해 관계자 협의체 구성 및 운영

- (가) FMD 관련 백신 업체, 정부부처, 생산자 단체 대표로 구성된 이해 관계자 협의체를 구성하여 발족
- 일시 : 2019년 11월 21일(목) 13:00
 - 장소 : 오송 C/V 센터 1 중회의실
 - 참석자 : 김○래 사무관(구제역 방역과), 변○원 연구관(구제역 진단과), 박○한 연구사(구제역 백신 센터), 신○호 과장(가축위생방역지원본부), 윤○호 부장(가축위생방역지원본부), 이○훈 과장(낙농 육우 협회), 최○현 상무(대한한돈협회), 임○철 회장(한국소임상수의사회), 김○섭 회장(한국양돈수의사회), 이○성 상무((주)베링거인겔하임), 안○준 부장((주)동방), 유○희 팀장((주)케어사이드), 박혁 교수(서울대학교), 강○규 이사((주)메디안디노스틱), 허원 차장((주)바이오포아), 김○관 사장(인포벨리코리아), 박○은 연구원(서울대학교), 박○빈 연구원(서울대학교), 심○진 연구원(서울대학교), 김○지 연구원(서울대학교)
 - 주요 회의 내용 :
 - ① 구제역 백신 이해관계자 협의체 구성 협의 : 생산자 단체, 수의사회, 백신 공급업체 등
 - ② 구제역 백신 이해관계자 협의체 운영 방안 협의

2. 2년차 연구 수행 결과

[주관연구기관] 서울대학교 산학협력단

가. 구제역 발생 위험요인 분석 및 위험도 평가모델 개발

(1) 구제역 위험요인 발굴 및 데이터베이스 구축

(가) 구제역 유입 인자 위험도 평가모델 개발

- 해외 문헌 검토 결과 수집된 구제역 유입 인자와 관련(농가별 육류 반입량, 건초 수입량 등)하여 계량화된 국내 자료가 부재하여 구제역 유입 인자 위험도 평가모델 개발이 불가능. 국내 발생 농가의 역학조사서 기반으로 구제역 발생 위험도 평가모델 개발
- 구제역 상시 백신 접종 상황(2016년과 2018년)에서 구제역 양성이 확진된 농장(23호)의 농장 속성정보와 동 기간 구제역 비발생 농장(30호)의 농장 속성정보를 구제역 역학조사서의 설문서 문항 및 농장 위치 정보 기반 우제류 농장의 밀집도(density) 분석 내용 등 총 54문항에 대하여 수집
- 구제역 발생 위험요인 분석은 역학조사서 등을 바탕으로 질병 발생에 기여하는 독립변수를 확인할 수 있도록 계획
- 본 로지스틱 회귀모형에서 독립변수는 구제역 역학조사서 설문 중 응답률이 50% 이상인 문항만을 변수로 채택하였으며, 각 독립변수별 종속변수 빈도수를 산출. 만약 구제역 역학조사서 설문 문항이 범주형 자료의 형태를 나타내 이분법으로 구분이 되는 경우 별다른 자료의 변형 없이 로지스틱 회귀모형에 투입하였으며, 연속형 자료의 경우 해당 관측치가 한 단위 증가할 때 종속변수에 대한 영향 정도를 추정. 또한 구제역 역학조사서 설문 문항이 연속형 자료일 경우 해당 자료의 중앙값(median)을 기준으로 중앙값보다 큰 경우와 작은 경우 두 가지 범주로 구분한 후 범주형 변수로 모형에 투입. 로지스틱 회귀 분석을 이용한 단변량 분석(univariate analysis)에서 유의확률(p-value)이 0.25보다 작은 변수를 선정하여 다변량 분석(multivariate analysis)에 투입. 다변량 분석에 사용한 모형은 단변량 분석에서 추출한 변수를 단계적 투입법(stepwise)을 이용하여 구성하였으며 독립변수의 통계적 유의성은 Wald 통계량을 바탕으로 유의수준 0.05에서 판정. 다변량 분석에 사용한 모형의 적합성(goodness of fitness)은 pseudo R2 계산법 중 하나인 McFadden 방법을 이용하여 판단. 모든 분석은 통계소프트웨어 R(version 3.6.1, R Core team, Austria)을 사용하여 실시
- 구제역 발생 위험요인 분석에 사용한 로지스틱 회귀모형(logistic regression model)

$$\text{logit}(p_i) = \log\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) = \alpha + x_i\beta =$$

$$1.0459Q1 + 1.0416Q2 + 0.6483Q3 + 0.4984Q4 + 0.9358Q5 + 1.5229Q6 - \\ 0.5983Q7 + 0.6038Q8 + 0.9778Q9 + 1.2067Q10 + 1.7564Q11 + 0.7737Q12 - \\ 0.8513Q13 + 0.8916Q14 + 0.8050Q15 + 1.0741Q16 + 0.7497Q17 + 0.7160Q18 + \\ 0.7705Q19 + 1.2124Q20 + 0.6741Q21 + 0.7952Q22 - 0.8880Q23 - 0.9264Q24$$

$\text{logit}(p_i)$: 성공(success) 확률

α : Y의 절편(intercept)

x_k : k번째 독립변수

β_k : k번째 독립변수에 대한 로지스틱 회귀계수

- 다변량 분석을 통한 위험도 함수 도출 및 개별 위험요인의 상대적 위험도 평가
- 독립변수(위험요인)로 구성된 자료에 대한 로짓모형을 이용하여 로지스틱 회귀계수를 추출하고, 구축된 모형의 예측 정확도를 ROC(receiver-operating characteristic) curve로 분석함

(나) 단변량 위험요인 분석 결과

- 단변량 분석 결과 유의확률이 0.25보다 낮은 변수인 농장 내 피고용인 수, 농장 근처 야생동물 멧돼지 관찰 여부, 가축분뇨 위탁처리 업체 종류 및 농장 반경 1km 이내 돼지 농가 수 등 총 네 가지 변수인 것으로 나타남

변수	추정치	표준오차	z-value	P-value
절편	0.318	0.464	0.685	0.493
농장 내 피고용인 2명 이상	-0.810	0.602	-1.347	0.178

<표 8. 농장 내 피고용인 수 단변량 분석 결과>

변수	추정치	표준오차	z-value	P-value
절편	0.271	0.331	0.819	0.413
멧돼지 관찰	-1.370	1.201	-1.141	0.254

<표 9. 농장 근처 야생동물 멧돼지 관찰 여부 단변량 분석 결과>

변수	추정치	표준오차	z-value	P-value
절편	-0.875	0.532	-1.645	0.100
액비유통센터	0.470	1.056	0.445	0.656
공동자원화 시설	1.887	0.790	2.388	0.016

<표 10. 가축분뇨 위탁처리업체 형태 단변량 분석 결과>

변수	추정치	표준오차	z-value	P-value
절편	-0.446	0.402	-1.108	0.268
농장 반경 1km 이내 돼지 농가수	0.036	0.031	1.161	0.246

<표 11. 농장 반경 1km 이내 돼지 농가수 단변량 분석 결과>

(다) 다변량 분석 결과

○ 단변량 분석 결과 얻어진 네 가지 변수(농장 내 피고용인 수, 농장 근처 야생동물 멧돼지 관찰 여부, 가축분뇨 위탁처리 업체 종류 및 농장 반경 1km 이내 돼지 농가수)를 다변량 모형에 단계적으로 투입하였다. 다변량 분석 결과 가축분뇨 처리업체 종류 중 공동자원화 시설 이용이 공공처리장 이용에 비해 구제역 발생위험에 대해 통계적으로 유의미한 관계가 있는 변수로 나타났다(표 3-1). 다시 말해, 가축분뇨 처리업체 중 공동자원화시설을 이용한 농가는 공공처리장을 이용하는 농가에 비해 구제역 발생위험이 약 11배 이상 증가한 것으로 나타났다(교차비: 10.772).

변수	추정치	표준오차	z-value	p-value	교차비 (OR)
절편	-0.065	0.864	-0.076	0.939	0.936
농장 내 피고용인 2명 이상	-0.605	0.856	-0.706	0.480	0.546
농장 주변 멧돼지 관찰	-18.349	235.916	-0.008	0.993	0.001
액비유통센터	0.551	1.155	0.477	0.633	1.735
공동자원화 시설	2.377	0.981	2.421	0.015	10.772
농장 반경 1km 이내 돼지 농가수	-0.020	0.044	-0.466	0.640	0.979

<표 12. 구제역 위험요인 조사를 위한 다변량 분석 결과>

(라) 구제역 발생 위험도 평가 모델

$$\text{logit}(p_i) = \log\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) = \alpha + x_i\beta = -0.07 - 0.66(Q1) - 18.35(Q2) + 0.55(Q3) + 2.38(Q4) - 0.02(Q5)$$

Q1: 농장 내 피고용인 2명 이상

Q2: 농장 주변 멧돼지 관찰

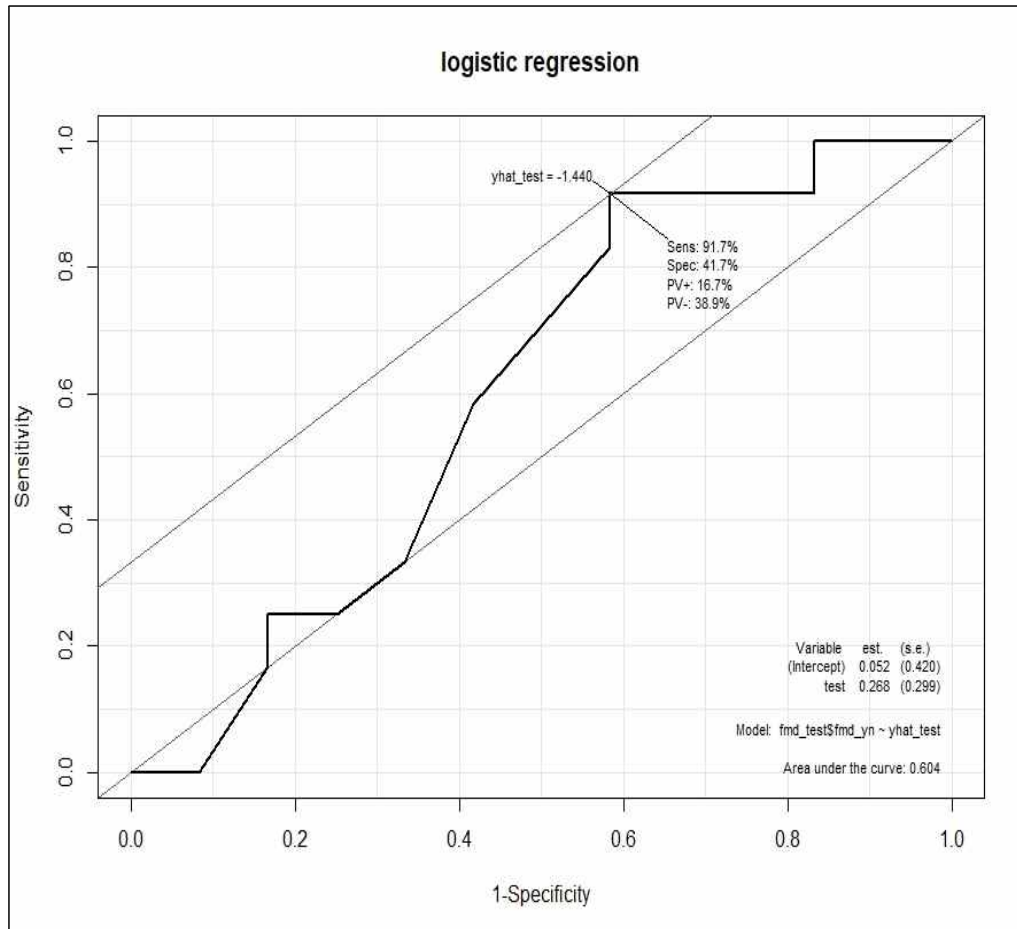
Q3: 액비유통센터

Q4: 공동자원화 시설

Q5: 농장 반경 1km 이내 돼지 농가수

(마) 평가 모델에 대한 ROC 분석

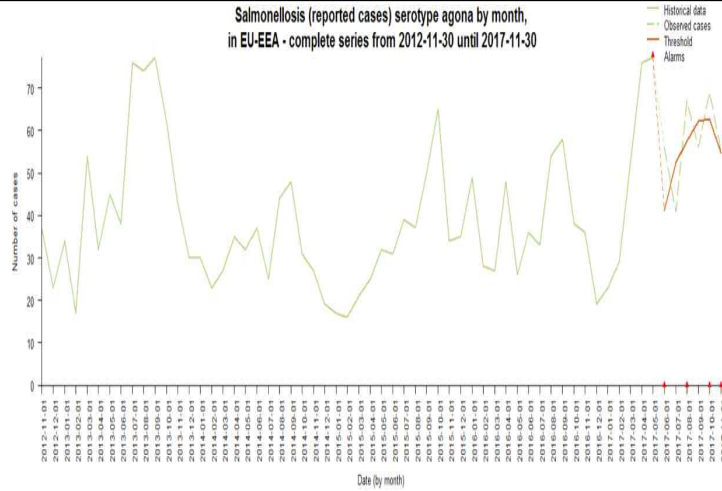
- 모형의 적합도: Hosmer-Lemeshow 통계량=0.681, df=3, p-value=0.877
- ROC 그래프



<그림 29. 구제역 발생 위험도 평가 모델 ROC 분석 결과>

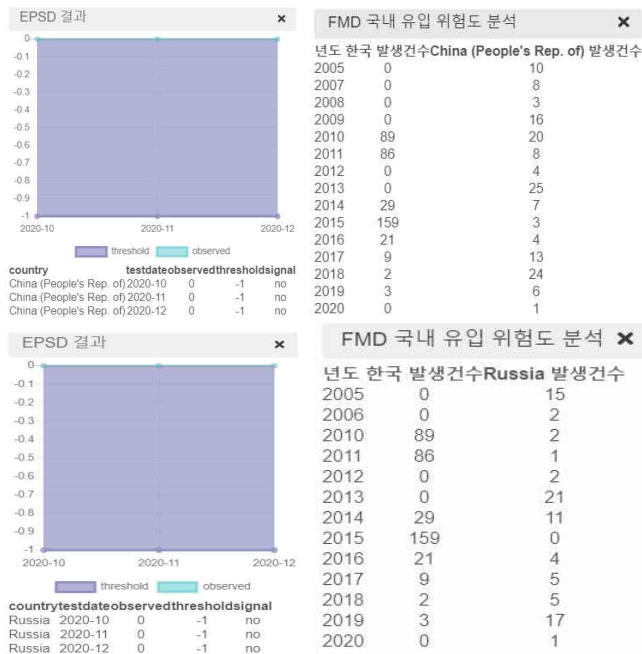
(바) 해외 전염병 유입위험 평가 모델 사례 및 이에 대한 한국 적용 가능성 평가

- o EUCDC는 아래와 같이 EpiSignalDetect이라는 R기반의 프로그램을 만들어 전염병 발생을 감지. EpiSignalDetection은 역학 신호를 감지하는 도구. 공중 보건 전문가와 역학자는 이 도구를 사용하여 질병 발생률의 변화에 따라 발병 신호를 감지할 수 있음
- 통계용 분석 언어인 R을 활용해 제작되었으며, R 소프트웨어를 설치한 상태에서 CRAN을 통해 개별적으로 설치하는 방식
- 단변량 시계열 모형을 활용해 질병 데이터를 입력하면, 추세에 대한 시각화 및 예측치(질병 확산)가 표출됨



<그림 30. EpiSignalDetect 화면 예시>

- o 본 연구에서는 이 프로그램을 적용하여 국내 구제역 유입 위험 감지를 시도하였으나 세계 구제역 발생 보고 데이터의 경우 발병 시점과 보고 시점의 차이가 매우 커 이 프로그램의 적용이 어려움을 확인
 - OIE에 수집된 구제역 발생 정보의 Submitdate와 Eventstartdate의 차이는 평균 431일임. Pool 1 지역의 경우 337일임. Pool 1 지역 O형(327), Asia 1형(237), A형(346일)로 이 프로그램의 적용이 어려움
 - 이 프로그램의 적용을 위해서는 최소한 우리나라 주변국인 아시아 지역의 발병정보의 실시간 정보 수집이 필요하고 이를 위해서는 역내 구제역 관련 국제협력이 절실함
- o 본 연구에서는 이 프로그램을 적용하여 국내 구제역 유입위험 감지를 그림 31과 같이 시도하였으나 2020년 구제역 발생 정보의 역내 보고가 러시아와 중국에 불과하여 의미있는 결과 도출이 어려웠음



<그림 31. EpiSignalDetect 적용 결과 예시>

(2) 해외 구제역 발생 정보 수집(계속) 및 데이터베이스 구축

- 1년 차에 개발된 해외 구제역 발생 정보 데이터베이스 구조 설계서에 따라 데이터베이스 구축
- 구축된 데이터베이스에 접속하여 그림 32과 같이 30 칼럼의 데이터를 CSV 형태로 다운로드 할 수 있도록 개발. 2005년 3월 이후 2020년 12월 18일 현재 구제역 발생 보고 정보(4,732건, 중복 정보 등 제거)를 수집할 수 있음

The screenshot shows a web interface for '데이터 테이블' (Data Table). It features a search section with '필터 선택' and '일치' dropdowns, and a '검색' button. A summary table for 'OIE FMD 데이터' displays the following information:

데이터명	OIE FMD	테이블명	fpai_oie_v_fmd
데이터 건수	4,732 건	공개여부	공개
등록자	[Redacted]	최초 데이터	2005-03-22 15:00:00
상태	종료완료	최종 수정일	2020-12-18 00:00:00
설명			

Below the summary table, there are checkboxes for '출력 필드 선택' and '전체 필드 선택', followed by a list of 30 fields with checkboxes. At the bottom, there is a '데이터 목록 (총 4,732 건)' section with a table of data rows. The first row is:

key	reportid	reportnm	followno	filename	country	submitdate	reportdate	eventstartdate	confirmdate	animaltreated
16420_1	16420	Foot and mouth disease, Algeria	6	en_fup_0000016420_20150324_133495.pdf	Algeria	2014-10-30	2014-10-29	2014-07-23	2014-07-25	No

<그림 32. 해외 구제역 발생 정보 데이터베이스 접속 화면>

- 30 칼럼의 테이블은 Key값, Reportid(보고서 Id), Reportnm(보고서 이름), Followno(발생경과번호), Filenm(파일명), Country(발생국), Submitdate(제출일), Reportdate(보고일), Eventstartdate(사건발생일), Confirmdate(확진일), Animaltreated(치료 여부), Vaccination(백신 여부), Serotype(혈청형), Province(도), Num_Outbreaks(발생 수), District(시), Subdistrict(군), Unit_Type(발생지 형태), Location(발생지 주소), Latitude(위도), Longitude(경도), Startdate(시작일), Enddate(종료일), Measuringunits, Susceptible(감수성 동물 두수), Cases(사례 수), Deaths(폐사수), Disposed(처분 두수), Slaughtered(살처분두수), Species (발생 축종)으로 구제역 발생보고서에 정보를 수집한 정보임
- 수집된 정보를 엑셀 기능을 활용하여 분석하면 표 13~15와 같음. 발생 보고 국가 수와 발생 건수가 함께 매년 증가하는 것을 확인할 수 있음. Pool 3 지역의 발생 비율이 가장 높고 그 다음 우리나라가 속한 Pool 1 지역 순임. 혈청형 O형의 발생 비율이 가장 높음

<표 13. OIE, 연도별 발생 보고 현황>

<표 14. OIE, 지역별 발생 보고 현황>

<표 15. OIE, 혈청형별 발생 보고 현황>

발생연도	발생국가수	발생건수	Pool	발생비율	혈청형	발생비율
2005년	103	103	3	34.40%	O	72.95%
2006년	138	138	1	29.69%	SAT 2	12.50%
2007년	161	161	6	17.63%	A	7.37%
2008년	54	54	2	9.19%	SAT 1	4.67%
2009년	83	83	4	4.50%	Asia 1	2.17%
2010년	727	727	5	2.32%	SAT 3	0.33%
2011년	237	237	7	2.28%	총합계	100.00%
2012년	107	107	총합계	100.00%		
2013년	127	127				
2014년	1,080	1,105				
2015년	201	201				
2016년	72	543				
2017년	564	564				
2018년	866	898				
2019년	175	181				
2020년	31	36				
총합계	4,726	5,265				

지역 및 국가	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	총합계	스파크라인
총합계	55	54	88	10	15	696	172	31	10	960	51	529	189	753	146	4	3,763	
Pool 1				2	6	690	15	29	9	251	17	34	158	69	39	4	1,323	
China (People's Rep. of)						38		9	6	7		6	11	32		1	110	
Chinese Taipei					6	4	12	16	3								41	
Hong Kong (SAR - PRC)						3											3	
Japan						305											305	
Korea (Dem. People's Rep.)						139				24							163	
Korea (Rep. of)						170				188		21	8		3		390	
Laos				2													2	
Mongolia						25				19	17		133				194	
Myanmar														28	16		44	
Russia						6	3	4		13		7	6	9	20	3	71	
Pool 2												483					483	
Mauritius												483					483	
Pool 3	1	46	72	3	7	3	76	2	1	709	24	12	18	537	3		1,514	
Algeria										476	22			482			980	
Bulgaria							24										24	
Cyprus																	3	
Egypt																	26	
Israel	1	39					26	2	1	2	2			2	32	2	110	
Jordan		2												4			6	
Kazakhstan							3	26									34	
Kuwait													12				12	
Kyrgyzstan																	1	
Pakistan															5		5	
Palestinian Auton. Territories														12		1	44	
Tunisia										231				18			249	
Turkey																	4	
United Arab Emirates																2	2	
United Kingdom																	14	
Pool 4						2	78				10		3		104		197	
Comoros																1	1	
Kenya													3				3	
Libya							2	78								9	89	
Morocco											10					94	104	
Pool 5														111			111	
Gambia														3			3	
Guinea														52			52	
Guinea-Bissau														56			56	
Pool 6						1								22			23	
Zambia						1								22			23	
Pool 7	54	8	16	5	2		3						10	14			112	
Argentina																	5	
Bolivia																	7	
Brazil	54																54	
Colombia																	31	
Ecuador													10	14			12	
Paraguay								3									3	

< 표 16. 구제역 O형 연도별 지역별 국가별 발생 건수 >

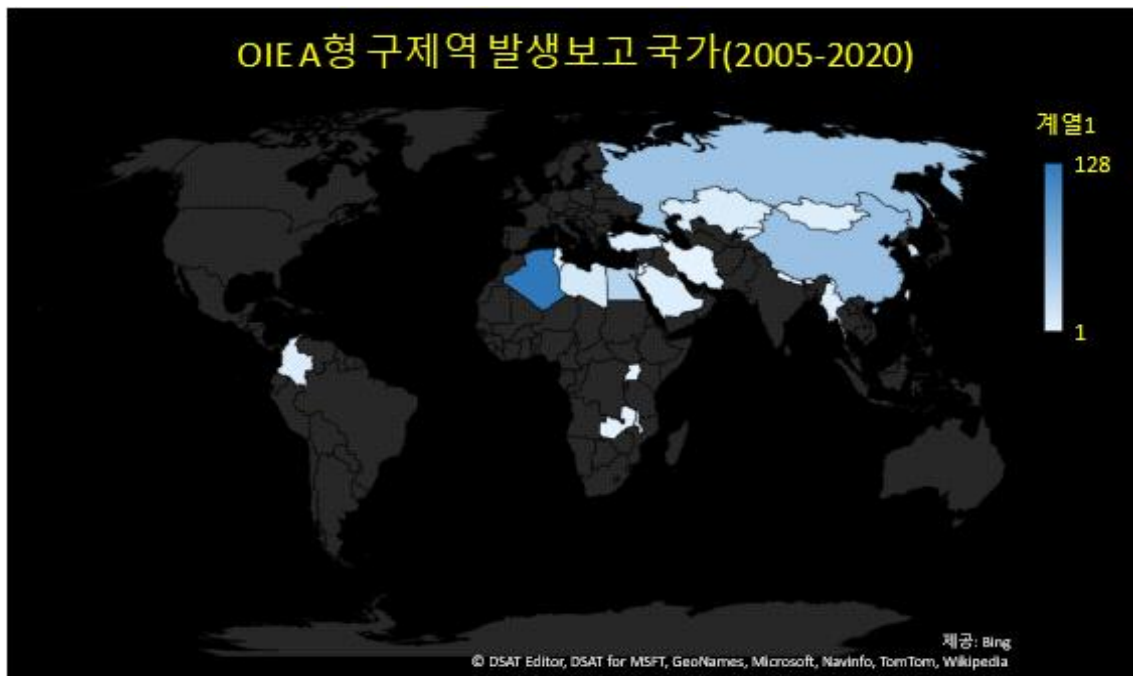
지역 및 국가	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	총합계	스파크라인
총합계	2	31	4	8	48	9	3	88	10	12	3	138	9	6	9	380	
1					12	9		82	10	2	1	5	5	5		131	
China (People's Rep. of)					12	1		35	1			2	3			54	
Chinese Taipei										2						2	
Korea (Rep. of)						7						1	2			10	
Mongolia								5			1					6	
Myanmar						1								5		6	
Nepal												2				2	
Russia								42	9							51	
2												1				1	
Bhutan												1				1	
3		31	4	2	33		3	6		10	2	132				223	
Algeria												128				128	
Armenia										2						2	
Bahrain				2												2	
Egypt		30			2											32	
Iran										1						1	
Israel					19								2			21	
Jordan		1														1	
Kazakhstan							3	6								9	
Kuwait					1											1	
Kyrgyzstan			2													2	
Lebanon					11											11	
Saudi Arabia										4	2					6	
Tunisia													2			2	
Turkey			2							3						5	
4					3									1	9	13	
Libya					3										9	12	
Uganda														1		1	
6													4			4	
Malawi													2			2	
Zambia													2			2	
7	2			6												8	
Colombia	2			6												8	

< 표 17. 구제역 A형 연도별 지역별 국가별 발생 건수 >

- 위 표와 같이 구제역 O형과 A형은 Pool 3 지역에서 발생이 보고된 후 Pool 1 지역으로 발생 보고가 증가된 것을 확인할 수 있음
- 구제역 O, A, Asia 1형의 발생 보고 (2005년~2020년) 국가를 지도에 표시하면 그림 33~35와 같음



<그림 33. 구제역 O형 발생 보고 국가(2005~2020년) 지도>

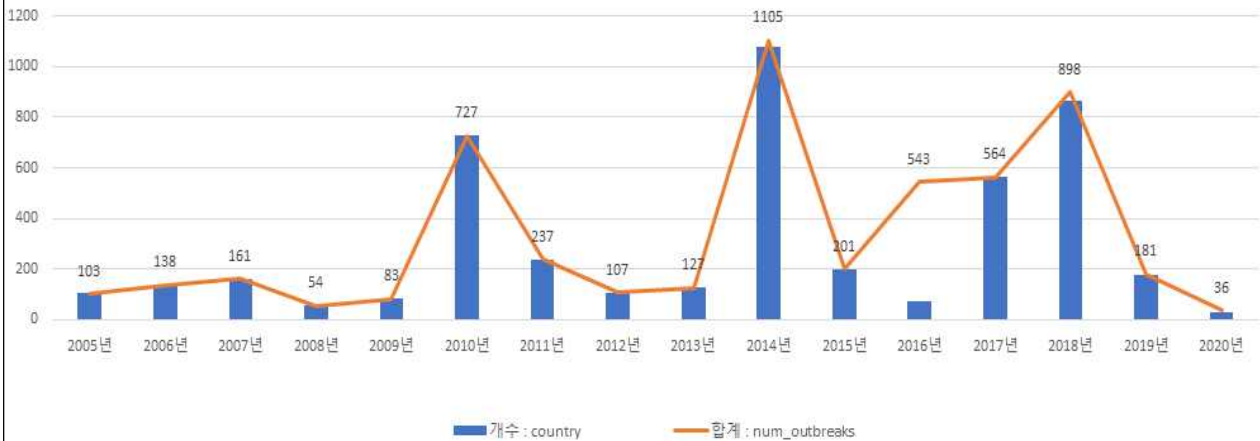


<그림 34. 구제역 A형 발생 보고 국가(2005~2020년) 지도>



<그림 35. 구제역 Asia 1 형 발생 보고 국가(2005~2020년) 지도>

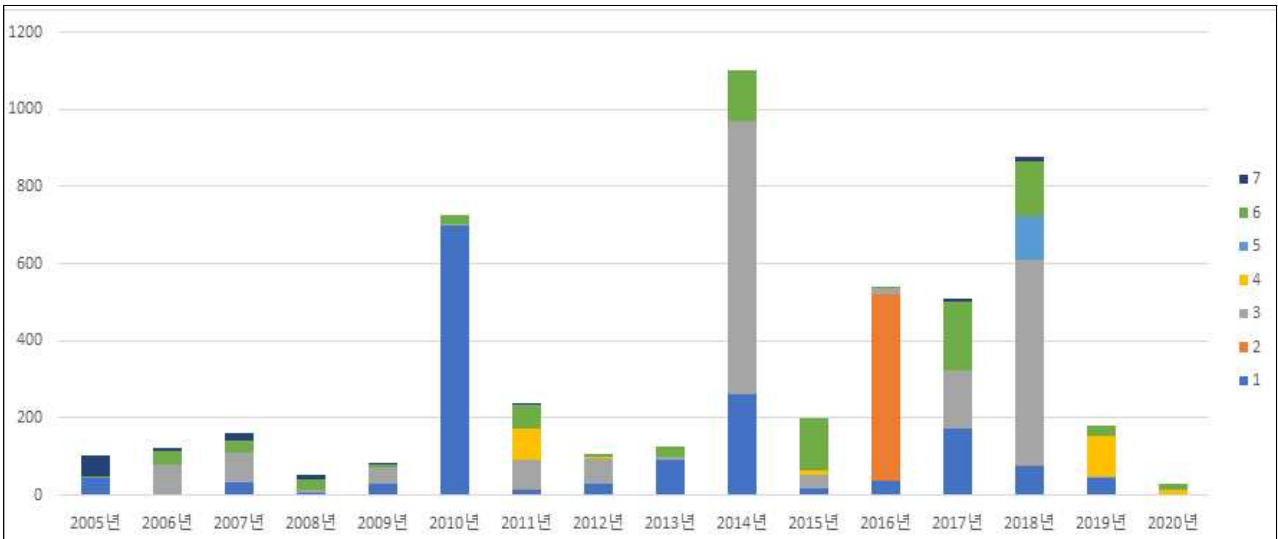
- 그림 36과 같이 발생 보고 국가 수와 발생 건수가 함께 증가하는 것을 확인할 수 있음



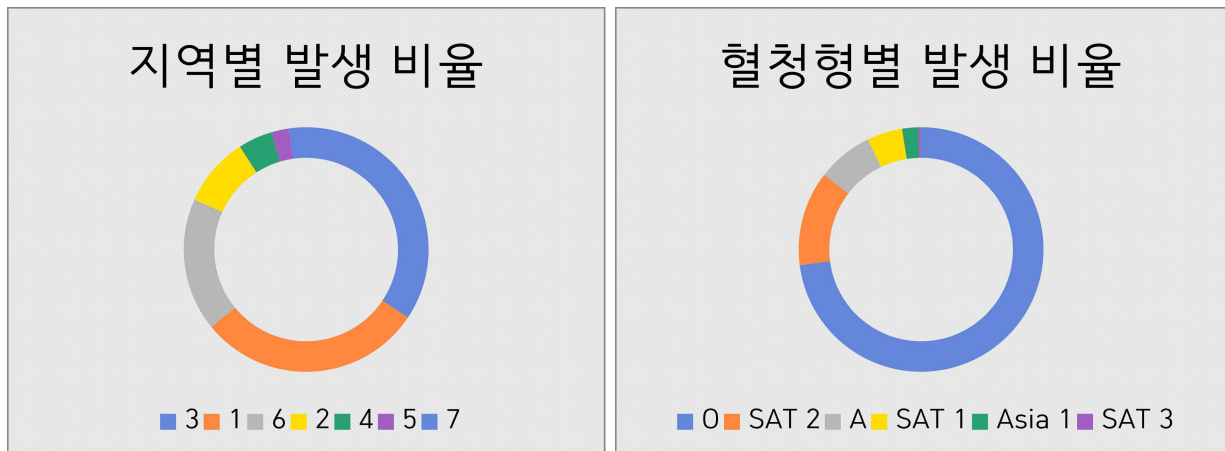
<그림 36. 연도별 구제역 발생 국가 수와 발생 건수>

- 그림 37과 같이 Pool 3 지역은 꾸준히 발생 비율이 높고 2014년 이후 증가하고 있는 반면, Pool 1 지역은 2010년 이후 대발생 이후 증가 추세가 감소하고 있음을 확인할 수 있음

- 구제역 발생 보고 정보에 따르면 Pool 3 지역(34.4%), Pool 1(29.7%) 지역 순으로 구제역 발생 보고가 많았고 혈청형별 발생 비율을 보면 0형(73%), SAT2(12.5%), A형(7.4%) 순임(그림 39. 참고)



<그림 37. 연도별 지역별 구제역 발생 건수>



<그림 38. 지역별, 혈청형별 구제역 발생 비율>

- 세계 구제역 발생 보고 현황에 따르면 아래 표와 같이 Pool 1 지역은 2010년 이후 대발생 이후 발생 보고 건수가 감소하는 추세인 반면 Pool 3 지역은 2014년 이후 2018년 발생 보고가 증가하는 추세임

연도	Pool 1	Pool 2	Pool 3	Pool 4	Pool 5	Pool 6	Pool 7	총합계
2005년	45		1			1	56	103
2006년	4		77			35	8	124
2007년	33		76			34	16	159
2008년	7		5		3	26	11	52
2009년	29		41	3		8	2	83

2010년	699		3	2		23		727
2011년	15		78	78		63	3	237
2012년	29		68	1		9		107
2013년	91		7			29		127
2014년	261		709	1		130		1,101
2015년	19		34	10		137		200
2016년	38	483	14			3		538
2017년	171	1	150	3		175	10	510
2018년	74		537		111	142	14	878
2019년	44		3	105		29		181
2020년	4			10		17		31
총합계	1,563	484	1,803	213	114	861	120	5,158

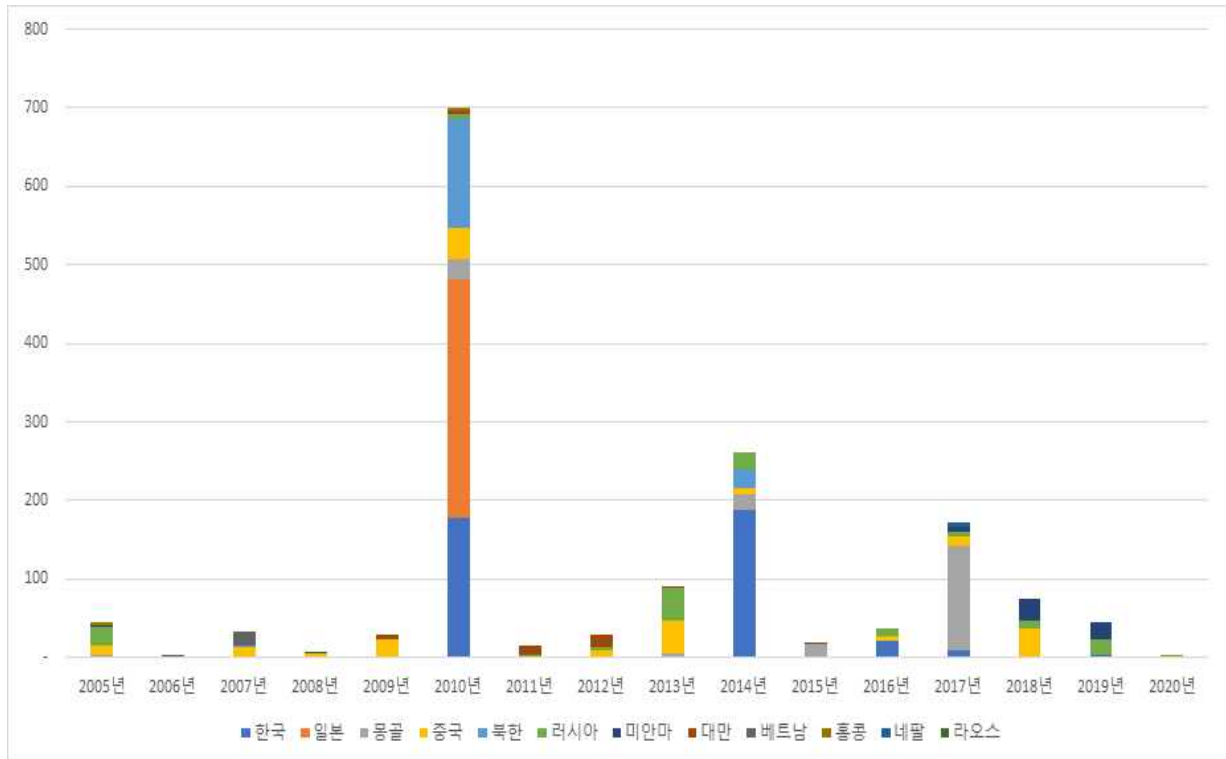
<표 18. 지역별 연도별 구제역 발생 건수>

- 우리나라가 속해 있는 Pool 1 지역의 국가별 발생 보고 건수를 살펴보면 그림 39, 표 19와 같음. 우리나라가 발생 보고가 많은 해에 Pool 1 지역의 다른 나라에서도 발생 보고가 많은 것을 확인할 수 있음. 특히 2010년, 2014년 북한의 발생 보고도 증가한 것을 확인할 수 있음

연도	한국	일본	몽골	중국	북한	러시아	미얀마	대만	베트남	홍콩	네팔	라오스	합계
05년			4	11		24	3			3			45
06년						2			2				4
07년				13	2				18				33
08년				5								2	7
09년				23				6					29
10년	177	305	25	39	139	6	1	4		3			699
11년						3		12					15
12년				9		4		16					29
13년			5	41		42		3					91

14년	188		19	8	24	22								261
15년			17						2					19
16년	21		1	6		10								38
17년	9		133	13		6	6				4			171
18년	2			35		9	28							74
19년	3					20	21							44
20년				1		3								4
합계	400	305	204	204	165	151	59	43	20	6	4	2	1,563	

<표 19. Pool 1 지역 국가별 연도별 구제역 발생 건수>

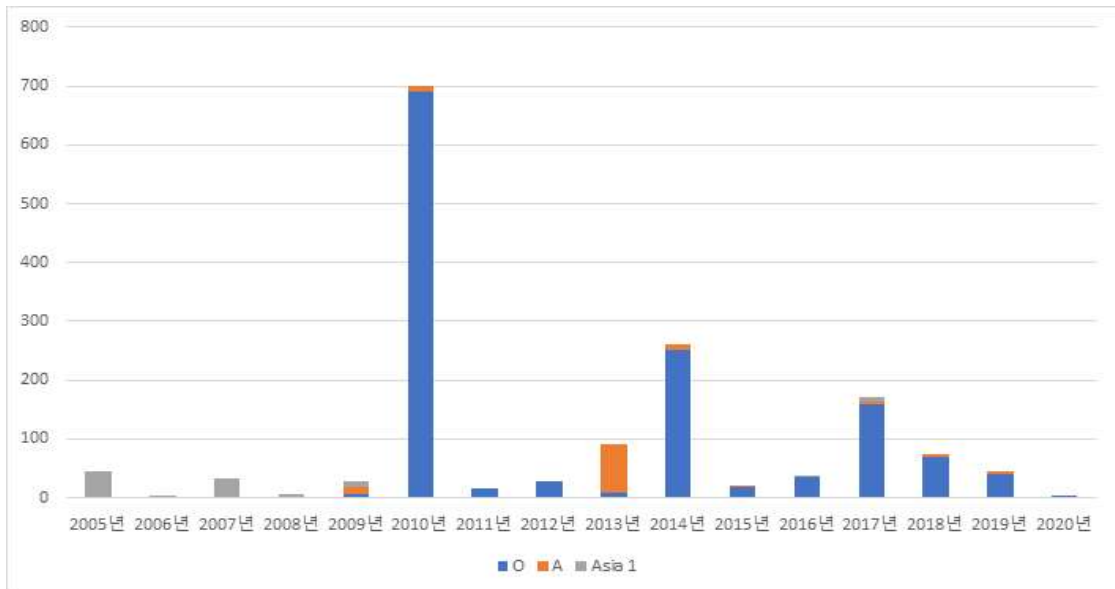


<그림 39. Pool 1 지역 연도별 국가별 구제역 발생 건수>

- 우리나라가 속해 있는 Pool 1 지역의 혈청형별 발생 보고 건수를 살펴보면 아래 표 20, 그림 40과 같음. 구제역 Asia 1 형은 2005년~2009년 발생 이후 2016년과 2017년 발생 보고가 있으나 우리나라에서는 아직 발생이 없음. 구제역 O형의 경우 2008년 발생 보고 이후 2010년 급격하게 증가하고 꾸준히 발생이 보고되고 있음. A형의 경우 2009년 이후 꾸준히 발생이 보고되고 있으나 발생 보고 건수는 O형에 비하여 많지 않음

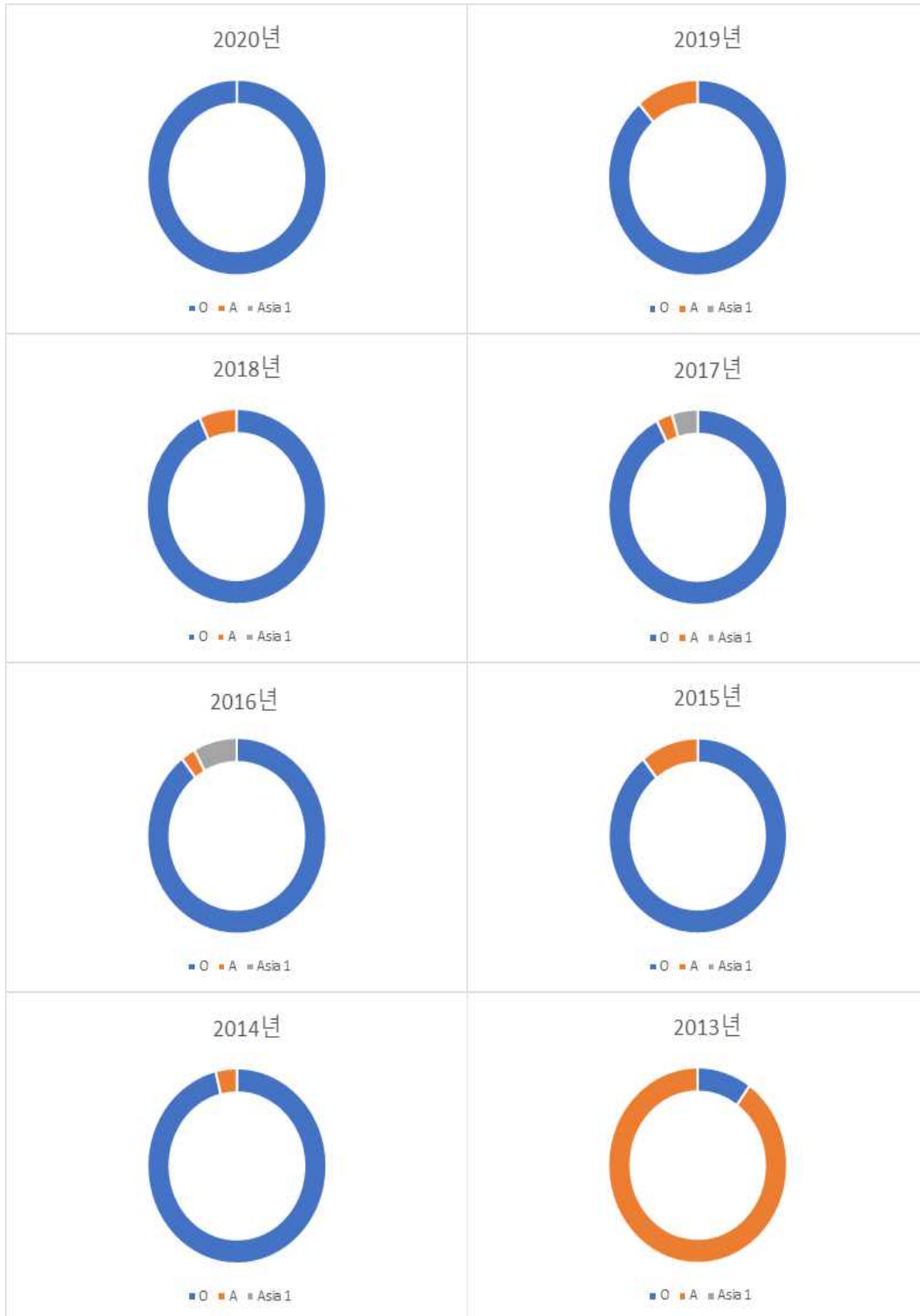
연도	O	A	Asia 1	합계
2005년			45	45
2006년			4	4
2007년			33	33
2008년	2		5	7
2009년	6	12	11	29
2010년	690	9		699
2011년	15			15
2012년	29			29
2013년	9	82		91
2014년	251	10		261
2015년	7	2		9
2016년	34	1	3	38
2017년	158	5	8	171
2018년	69	5		74
2019년	39	5		44
2020년	4			4
합계	1,323	131	109	1,563
비율	84.6%	8.4%	7.0%	100.0%

<표 20. Pool 1 지역 연도별 혈청형별 구제역 발생 건수>



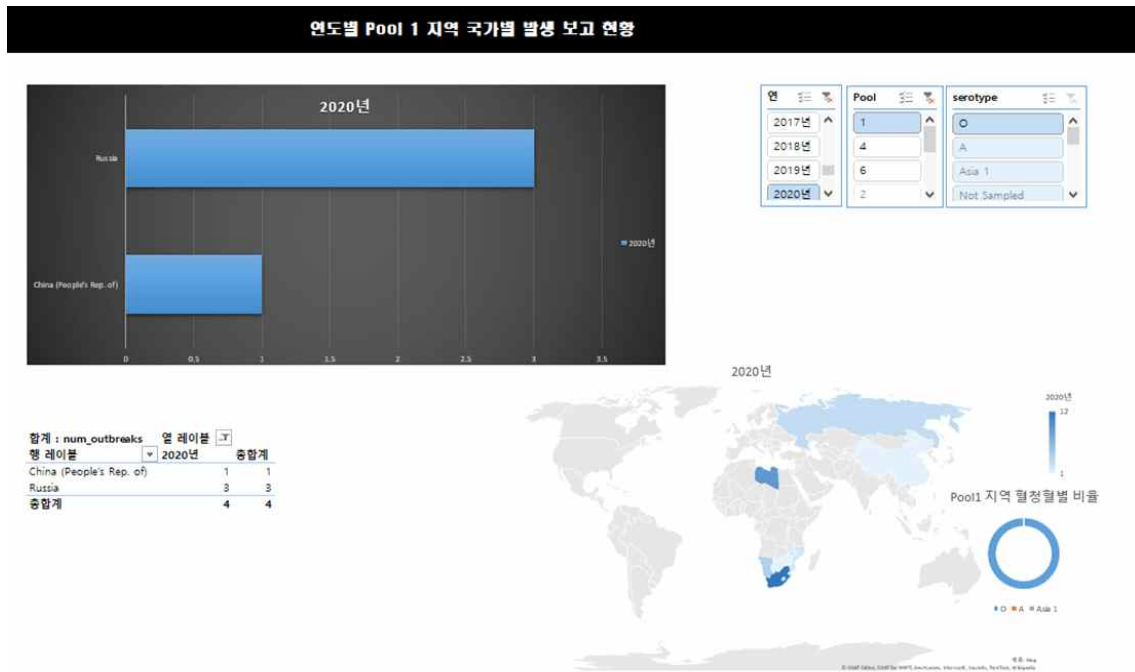
<그림 40. Pool 1 지역 연도별 혈청형별 구제역 발생 건수>

- 우리나라가 속해 있는 Pool 1 지역의 연도별 혈청형별 발생 보고 비율을 그림 41과
와 같음

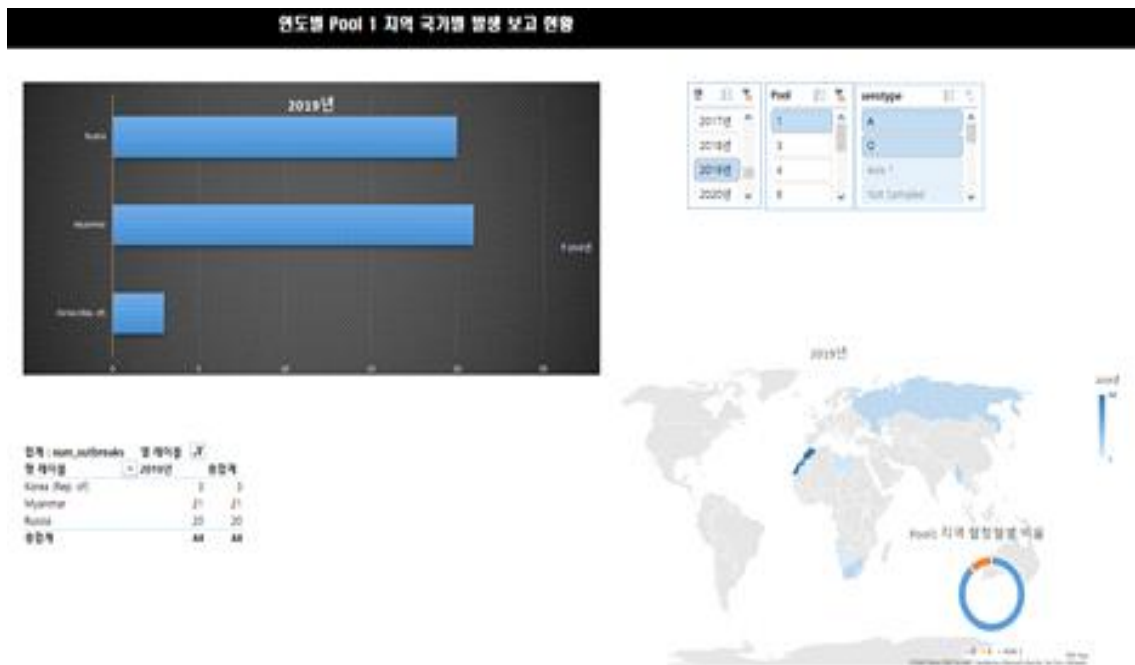


<그림 41. Pool 1 지역 연도별 혈청형별 구제역 발생 비율>

- 엑셀 대쉬보드와 슬라이서 기능을 활용하여 아래와 같이 연도별 구제역 발생 국가와 발생 혈청형을 확인할 수 있음

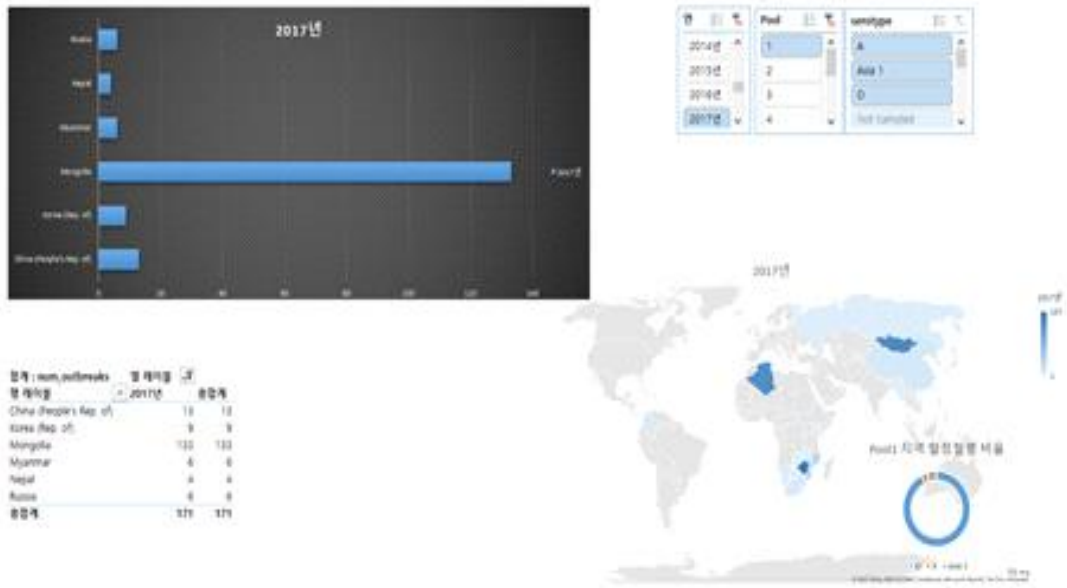


<그림 42. 2020년 Pool 1 지역 구제역 발생 국가와 혈청형 발생 건수>



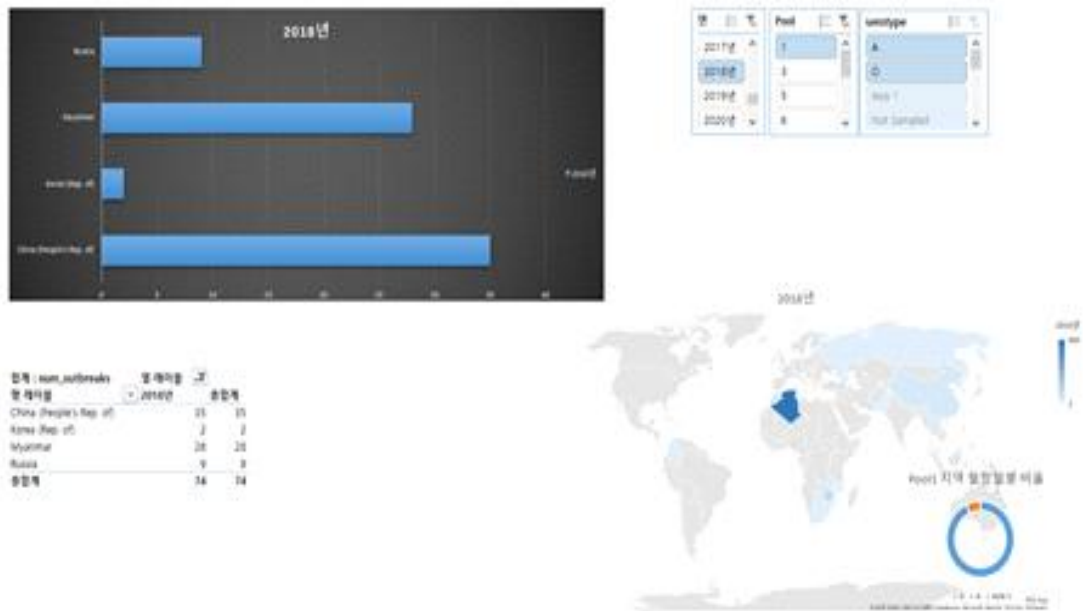
<그림 43. 2019년 Pool 1 지역 구제역 발생 국가와 혈청형 발생 건수>

연도별 Pool 1 지역 국가별 발생 보고 현황



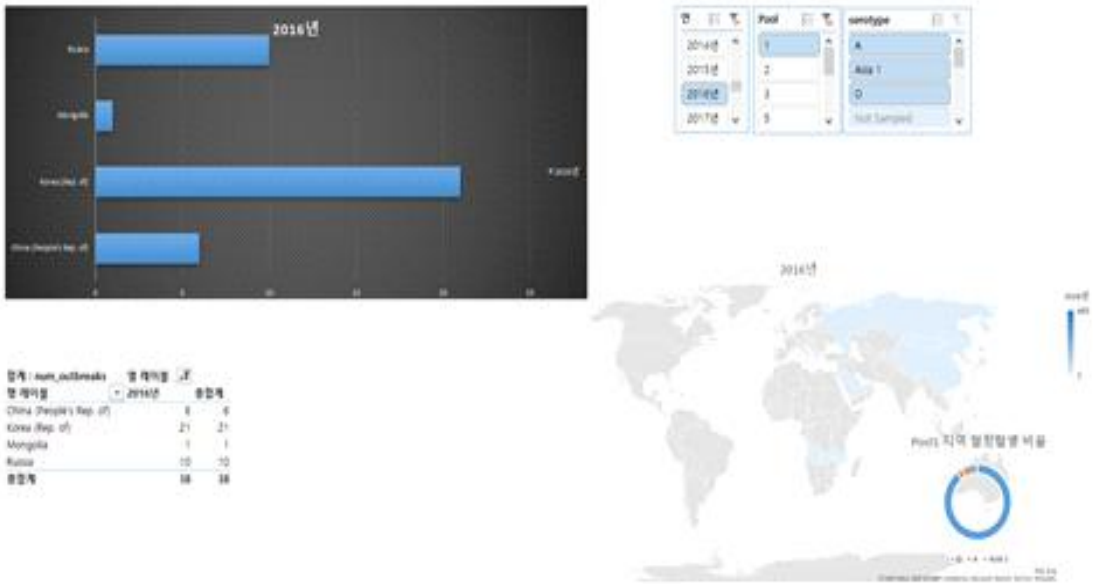
<그림 44. 2018년 Pool 1 지역 구제역 발생 국가와 혈청형 발생 건수>

연도별 Pool 1 지역 국가별 발생 보고 현황



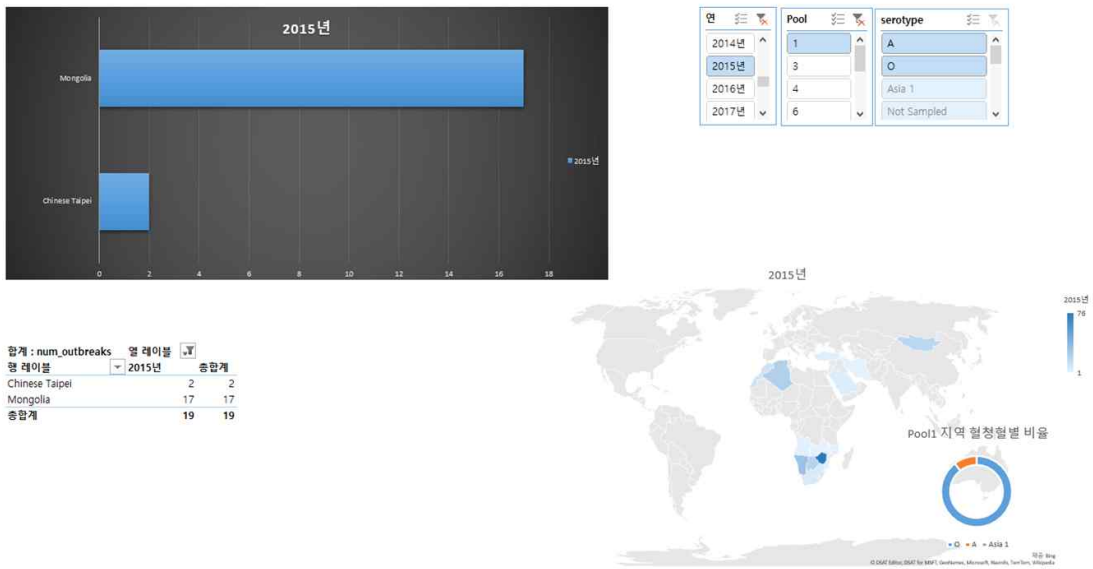
<그림 45. 2017년 Pool 1 지역 구제역 발생 국가와 혈청형 발생 건수>

연도별 Pool 1 지역 국가별 발생 보고 현황



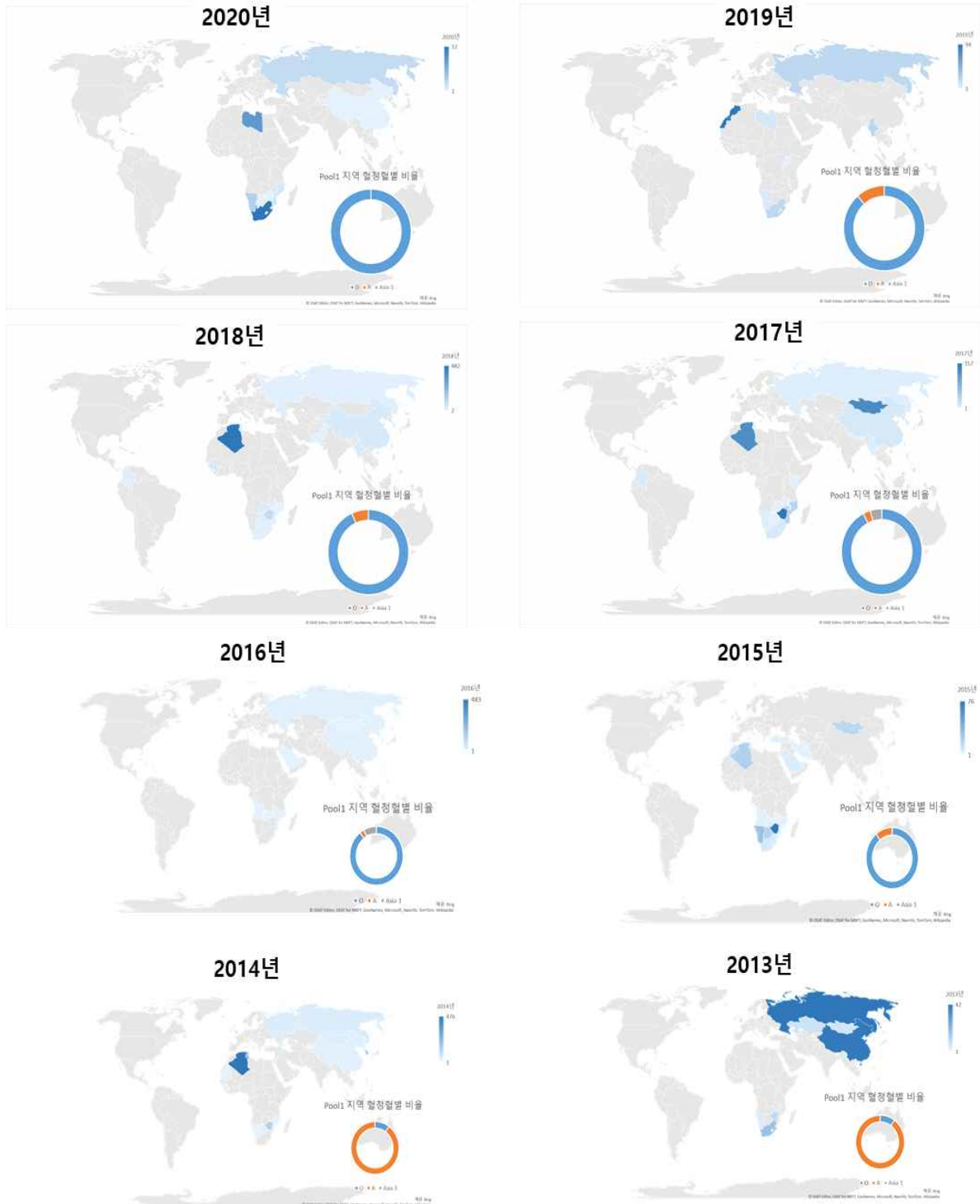
<그림 46. 2016년 Pool 1 지역 구제역 발생 국가와 혈청형 발생 건수>

연도별 Pool 1 지역 국가별 발생 보고 현황



<그림 47. 2015년 Pool 1 지역 구제역 발생 국가와 혈청형 발생 건수>

- 연도별 구제역 발생 국가 정보를 지도에 표시하면 그림 48과 같음



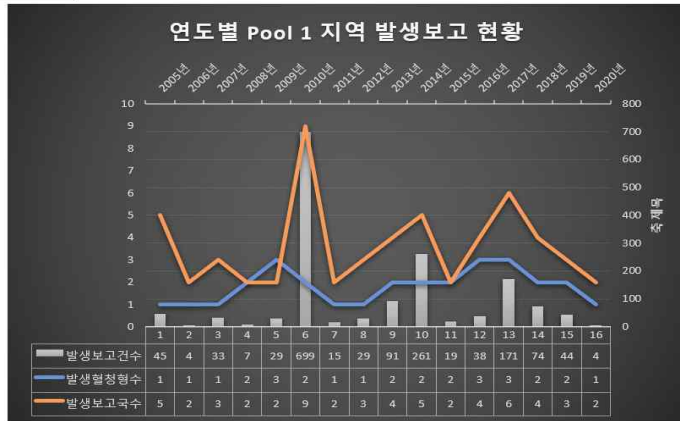
<그림 48. 연도별 구제역 발생 국가 지도>

- 연도별 구제역 발생 국가 정보 등을 전년도 대비하여 발생 국가 수, 발생 보고 건수, 발생 철청 수를 비교하여 조회할 수 있도록 엑셀 대쉬보드를 개발(그림 49 참고)

Pool 1 지역 발생 보고 현황 선택년도 2020년

	당해년도 발생보고건수	전년도 발생보고건수
발생보고건수	4	44
발생보고 국가수	2	3
발생보고 철청형수	1	2

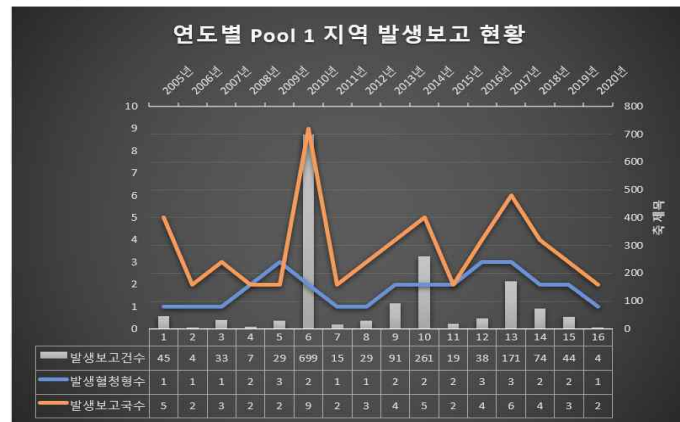
국가명	발생보고건수	전년도 발생보고건수
Russia	3	20
China	1	0
Mongolia	0	0
ROK	0	3
Myanmar	0	21
Nepal	0	0
Twian	0	0
Hong Kong	0	0
Japan	0	0
DPRK	0	0
Laos	0	0
Vietnam	0	0



Pool 1 지역 발생 보고 현황 선택년도 2019년

	당해년도 발생보고건수	전년도 발생보고건수
발생보고건수	44	74
발생보고 국가수	3	4
발생보고 철청형수	2	2

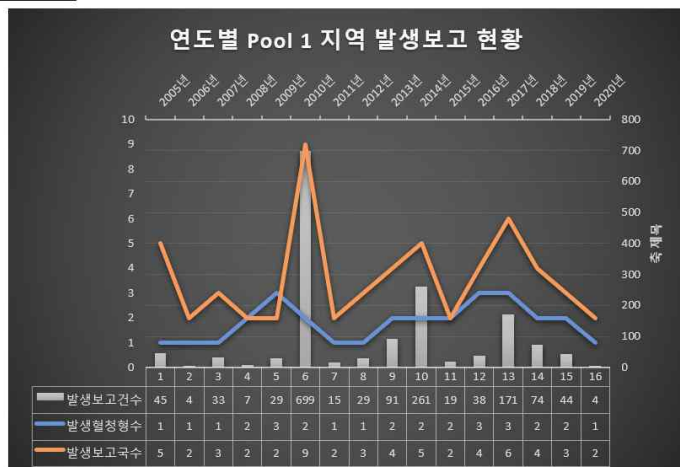
국가명	발생보고건수	전년도 발생보고건수
Russia	20	9
China	0	35
Mongolia	0	0
ROK	3	2
Myanmar	21	28
Nepal	0	0
Twian	0	0
Hong Kong	0	0
Japan	0	0
DPRK	0	0
Laos	0	0
Vietnam	0	0



Pool 1 지역 발생 보고 현황 선택년도 2018년

	당해년도 발생보고건수	전년도 발생보고건수
발생보고건수	74	171
발생보고 국가수	4	6
발생보고 철청형수	2	3

국가명	발생보고건수	전년도 발생보고건수
Russia	9	6
China	35	13
Mongolia	0	133
ROK	2	9
Myanmar	28	6
Nepal	0	4
Twian	0	0
Hong Kong	0	0
Japan	0	0
DPRK	0	0
Laos	0	0
Vietnam	0	0



<그림 49. 전년 대비 연도별 구제역 발생 건수 등 조회 엑셀 대쉬보드>

- 아시아 지역 발생 혈청형 O형 구제역 바이러스의 지역형 정보(2018년~2020년)를 WRLFMD 분기 보고서를 통해 수집하여 DB 구축

지역형/유전자 계통	발생연도	이름	국가	축종	출처
ME-SA/Ind-20 01d	2018	O/NEP/33/2017	네팔	소	18년 1분기 보고서
		O/NEP/35/2017	네팔	소	18년 1분기 보고서
		O/MOG/14/2017	몽골	ND*	18년 1분기 보고서
		O/SRL/2/2018	스리랑카	소	18년 2분기 보고서
	2020	O/SRL/4/2018	스리랑카	소	18년 2분기 보고서
		O/SRL/1/2019	스리랑카	소	20년 1분기 보고서
		O/SRL/12/2019	스리랑카	돼지	20년 1분기 보고서
O/SRL/16/2019	스리랑카	소	20년 1분기 보고서		
ME-SA/Ind-20 01e	2018	O/VIT/9/2017	베트남	소	18년 2분기 보고서
		O/BHU/24/2017	부탄	소	18년 2분기 보고서
		O/BHU/2/2018	부탄	소	18년 2분기 보고서
		O/SRL/5/2017	스리랑카	소	18년 2분기 보고서
		O/SRL/1/2018	스리랑카	소	18년 2분기 보고서
		O/MAY/4/2018	말레이시아	소	18년 3분기 보고서
		O/MAY/5/2018	말레이시아	소	18년 3분기 보고서
		O/MOG/2/2018	몽골	ND	18년 3분기 보고서
		O/MOG/9/2018	몽골	양	18년 3분기 보고서
		O/MOG/12/2018	몽골	소	18년 3분기 보고서
	2019	O/GZZY/CHA/2018-B*	중국	소	18년 3분기 보고서
		O/TAI/13/2017	태국	소	18년 4분기 보고서
		O/MOG/21/2018	몽골	소	19년 1분기 보고서
		O/MOG/23/2018	몽골	소	19년 1분기 보고서
		O/SKR/1/2019	대한민국	소	19년 1분기 보고서
		O/SKR/4/2019	대한민국	소	19년 1분기 보고서
		O/SAU/8/2018	사우디아라비아	양	19년 1분기 보고서
		O/SAU/9/2018	사우디아라비아	소	19년 1분기 보고서
		O/Zabaikalskiy/RUS/2019	러시아	소	19년 1분기 보고서
		O/BHU/1/2019	부탄	소	19년 2분기 보고서
O/BHU/9/2019	부탄	소	19년 2분기 보고서		
O/NEP/1/2019	네팔	소	19년 2분기 보고서		

지역형/유전자 계통	발생연도	이름	국가	축종	출처
		O/NEP/2/2019	네팔	버팔로	19년 2분기 보고서
		O/PAK/1/2019	파키스탄	소	19년 3분기 보고서
		O/TAI/15/2018	파키스탄	소	19년 3분기 보고서
	2020	O/PAK/54/2019	파키스탄	버팔로	20년 2분기 보고서
		O/PAK/55/2019	파키스탄	소	20년 2분기 보고서
		O/VIT/17/2019	베트남	돼지	-
		O/VIT/20/2019	베트남	버팔로	-
O/VIT/21/2019	베트남	소	-		
ME-SA	2020	O/SRL/16/2018	스리랑카	소	20년 1분기 보고서
		O/SRL/14/2019	스리랑카	소	20년 1분기 보고서
ME-SA/PanAsia	2018	O/MOG/13/2017	몽골	ND	18년 1분기 보고서
		O/MOG/10/2018	몽골	소	18년 3분기 보고서
		O/VIT/2/2017	베트남	소	18년 2분기 보고서
		O/XJHM/CHA/2018-B*	중국	소	18년 3분기 보고서
		O/LAO/1/2018	라오스	소	18년 4분기 보고서
		O/TAI/16/2017	태국	소	18년 4분기 보고서
		O/TAI/4/2018	태국	소	18년 4분기 보고서
	2019	O/MOG/16/2017	몽골	소	19년 1분기 보고서
		O/VIT/10/2018	베트남	돼지	19년 1분기 보고서
		O/VIT/12/2018	베트남	소	19년 1분기 보고서
		O/VIT/13/2018	베트남	버팔로	19년 1분기 보고서
	2020	O/Zabaikalskiy/1/RUS/2018	러시아	소	19년 1분기 보고서
		O/VIT/12/2019	베트남	돼지	-
		O/VIT/19/2019	베트남	버팔로	-
ME-SA/PanAsia-2/ANT-10	2018	O/IRN/1/2018	이란	소	18년 2분기 보고서
		O/AFG/44/2017	아프가니스탄	소	18년 2분기 보고서
		O/AFG/52/2017	아프가니스탄	소	18년 2분기 보고서
	2019	O/PAK/6/2019	파키스탄	버팔로	19년 3분기 보고서
		O/PAK/8/2019	파키스탄	소	19년 3분기 보고서
	2020	O/PAK/53/2019	파키스탄	버팔로	20년 2분기 보고서
O/PAK/57/2019		파키스탄	소	20년 2분기 보고서	
ME-SA/PanAsia-2/QOM-15	2018	O/IRN/12/2018	이란	소	
		O/IRN/15/2018	이란	양	
		O/ISR/2/2018	이스라엘	소	

지역형/유전자 계통	발생연도	이름	국가	축종	출처	
		O/ISR/4/2018	이스라엘	소		
		O/TUR/65/2018	터키	ND		
	2019		O/ISR/42/2018	이스라엘	소	19년 1분기 보고서
			O/ISR/71/2018	이스라엘	소	19년 1분기 보고서
			O/ISR/78/2018	이스라엘	소	19년 1분기 보고서
			O/ISR/12/2019	이스라엘	소	19년 2분기 보고서
			O/ISR/27/2019	이스라엘	소	19년 2분기 보고서
			O/Bani Naim/347345/PAT/2019	팔레스타인	염소	19년 2분기 보고서
			O/PAT/3/2019	팔레스타인	염소	19년 2분기 보고서
			O/PAT/4/2019	팔레스타인	염소	19년 2분기 보고서
			O/TUR/11/2018	터키	소	19년 2분기 보고서
			O/TUR/4/2019	터키	소	19년 2분기 보고서
SEA/Mya-98	2018	O/MOG/7/2015	몽골	ND	18년 1분기 보고서	
		O/MOG/7/2018	몽골	소	18년 3분기 보고서	
		O/VIT/1/2017	베트남	버팔로	18년 2분기 보고서	
		O/VIT/5/2017	베트남	돼지	18년 2분기 보고서	
		O/VN 18-27160	베트남	돼지	18년 4분기 보고서	
		O/MAY/12/2016	말레이시아	소	18년 3분기 보고서	
		O/NXYCh/CHA/2018-B*	중국	소	18년 3분기 보고서	
	2019		O/MOG/25/2018	몽골	소	19년 1분기 보고서
			O/VIT/1/2019	베트남	돼지	19년 1분기 보고서
			O/Primorskiy/RUS/3/2019	러시아	돼지	19년 1분기 보고서
			O/MYA/1/2013	미얀마	소	19년 2분기 보고서
			O/TAI/14/2018	태국	소	19년 3분기 보고서
2020		O/Zabaikalskiy/RUS/2020*	러시아	소	20년 1분기 보고서	
		O/VIT/13/2019	베트남	돼지	-	
		O/VIT/31/2019	베트남	소	-	
Cathay	2018	O/HKN/8/2017	홍콩	돼지	18년 1분기 보고서	
		O/HKN/11/2017	홍콩	돼지	18년 1분기 보고서	
		O/HKN/12/2017	홍콩	돼지	18년 1분기 보고서	
		O/HKN/4/2018	홍콩	돼지	18년 2분기 보고서	
		O/HKN/5/2018	홍콩	돼지	18년 2분기 보고서	
		O/HKN/13/2018	홍콩	돼지	18년 4분기 보고서	

지역형/유전자 계통	발생연도	이름	국가	축종	출처
		O/VIT/21/2017	베트남	돼지	18년 2분기 보고서
		GXCX/CHA/2018-S*	중국	돼지	18년 3분기 보고서
	2019	O/HKN/21/2018	홍콩	돼지	19년 1분기 보고서
		O/HKN/23/2018	홍콩	돼지	19년 1분기 보고서
		O/HKN/1/2019	홍콩	돼지	19년 1분기 보고서
		O/HKN/4/2019	홍콩	돼지	19년 3분기 보고서
	O/VIT/6/2018	베트남	돼지	19년 3분기 보고서	
EA-3	2018	O/ISR/15/2017	이스라엘	소	18년 1분기 보고서
		O/ISR/18/2017	이스라엘	소	18년 1분기 보고서
		O/PAT/11/2017	팔레스타인	양	18년 1분기 보고서
		O/PAT/22/2017	팔레스타인	소	18년 1분기 보고서
	2019	O/PAT/1/2018	팔레스타인	양	19년 1분기 보고서

<표 21. 아시아 지역 발생 혈청형 O형 구제역 바이러스의 지역형 정보(2018년~2020년)>

- 아시아 지역 발생 혈청형 A형 구제역 바이러스의 지역형 정보(2018년~2020년)를 WRLFMD 분기 보고서를 통해 수집하여 DB 구축

지역형/유전자계통	발생연도	이름	국가	축종	출처
ASIA/Sea-97	2018	A/GZChSh/CHA/2018-B	중국	ND*	18년 1분기 보고서
		A/MOG/7/2015	몽골	ND*	18년 1분기 보고서
		A/SKR/4/2018	대한민국	돼지	18년 2분기 보고서
		A/SKR/5/2018	대한민국	돼지	18년 2분기 보고서
		A/VIT/6/2017	베트남	소	18년 2분기 보고서
		A/VIT/19/2017	베트남	소	18년 2분기 보고서
		A/TAI/10/2017	태국	소	18년 4분기 보고서
		A/TAI/19/2017	태국	소	18년 4분기 보고서
		A/LAO/20/2018	라오스	소	19년 1분기 보고서
		A/LAO/21/2018	라오스	소	19년 1분기 보고서
		A/TAI/7/2019	태국	소	19년 3분기 보고서
		A/TAI/8/2019	태국	소	19년 3분기 보고서
ASIA/Iran-05/SIS-13	2019	A/IRN/10/2018	이란	소	18년 2분기 보고서
		A/IRN/23/2018	이란	소	18년 2분기 보고서
		A/AFG/50/2017	아프가니스탄	소	18년 2분기 보고서
		A/AFG/51/2017	아프가니스탄	소	18년 2분기 보고서

		A/PAK/1/2018	파키스탄	소	19년 3분기 보고서
		A/PAK/24/2019	파키스탄	소	19년 3분기 보고서
		A/PAK/1/2020	파키스탄	소	-
ASIA/Iran-0 5/FAR-11	2018	A/PAK/73/2019	파키스탄	소	-
		A/ISR/9/2017	이스라엘	소	18년 1분기 보고서
		A/ISR/13/2017	이스라엘	소	18년 1분기 보고서
		A/RN/9/2018	이란	소	18년 2분기 보고서
		A/IRN/25/2018	이란	소	18년 2분기 보고서
		A/BHU/26/2017	부탄	소	18년 2분기 보고서
ASIA/G-VII	2019	A/BHU/28/2017	부탄	소	18년 2분기 보고서
		A/TUR/1/2017	터키	소	19년 2분기 보고서
		A/TUR/13/2017	터키	소	19년 2분기 보고서
		TUR/15 vaccine	부탄	소	-
		TUR/16 vaccine	네팔	소	-
		TUR/17 vaccine	터키	소	-

<표 22. 아시아 지역 발생 혈청형 A형 구제역 바이러스의 지역형 정보(2018년~2020년)>

- 아시아 지역 발생 혈청형 Asia 1형 구제역 바이러스의 지역형 정보(2018년~2020년)를 WRLFMD 분기 보고서를 통해 수집하여 DB 구축

발생 년도	Pool	국가	지역형/유전자 계통	분리 바이러스	백신주	
					Asia 1 IND 8/79	Asia1 Shamir
2018	2	네팔	Asia	Asia1/NEP/42/2017	-	M
		네팔	Asia	Asia1/NEP/45/2017	-	M
	3	이란	Asia/Sindh-08	Asia1/IRN/7/2018	-	M
		이란	Asia/Sindh-08	Asia1/IRN/19/2018	-	M
		아프가니스탄	Asia/Sindh-08	Asia1/AFG/56/2017	-	M

<표 23. 아시아 지역 발생 혈청형 Asia 1형 구제역 바이러스의 지역형 정보(2018년~2020년)>

(3) 해외 주요 백신주의 백신 매칭 결과 수집 및 분석

- 1차년도에 수집한 농림축산검역본부에서 수집한 구제역 유전정보 및 백신 매칭 정보와 세계구제역표준연구소(WRLFMD)의 백신 매칭 정보 등을 수집하여 그림 50과 같이 엑셀로 정리하고 “구제역 백신주 선정 의사결정지원시스템”에 DB로 구축

no	Year	Matching Year	Quarter	pool	country	field isolate	toptype	Gene bank no.	o manisa WRL (O/ME-SA)	O3039 WRL (O/ME-SA)	o manisa merial	O3039 Merial	O 3039 bivalent serum Merial
296	2014	2015	Q3	3	Afghanistan	O/AFG/2/2014	O/ME-SA/PanAsia-2/ANT-10		M	M			
297	2014	2015	Q3	3	Afghanistan	O/AFG/9/2014	O/ME-SA/PanAsia-2/ANT-10		borderline	borderline			
325	2016	2016	Q4	3	Afghanistan	O/AFG/9/2016	O/ME-SA/PanAsia-2/ANT-10		M	M	M	M	
326	2016	2016	Q4	3	Afghanistan	O/AFG/12/2016	O/ME-SA/PanAsia-2/ANT-10		M	M			
327	2016	2016	Q4	3	Afghanistan	O/AFG/15/2016	O/ME-SA/PanAsia-2/ANT-10		M	M			
328	2016	2016	Q4	3	Afghanistan	O/AFG/16/2016	O/ME-SA/PanAsia-2/ANT-10		M	M	M	M	
366	2017	2017		3	Afghanistan	O/AFG/23/2017	O/ME-SA/PanAsia-2/ANT-10		M	M			
367	2017	2017		3	Afghanistan	O/AFG/24/2017	O/ME-SA/PanAsia-2/ANT-10		M	M			
281	2014	2014	Q3	5	Algeria	O/ALG/01/2014	O/ME-SA/ind-2001d	MG972462.1	N	borderline			
284	2014	2014		5	Algeria	O/ALG/01/2014	O/ME-SA/ind-2001d	MG972462.1	N	borderline			
195	2012	2012		3	Bahrain	O/BAH/04/2012	O/ME-SA/PanAsia-2/ANT-10						
298	2015	2015	Q3	3	Bahrain	O/BAH/02/2015	O/ME-SA/ind-2001d	MG972469.1	N	M	M	M	
299	2015	2015	Q3	3	Bahrain	O/BAH/14/2015	O/ME-SA/ind-2001d	MG972472.1	N	borderline			
41	2008	2008	Q1	3	Bahrain	O/BAH/2/2008	O/ME-SA/PanAsia-2						
103	2009	2010		2	Bangladesh	O/BAN/04/2009	O/ME-SA		M				
104	2009	2010		2	Bangladesh	O/BAN/02/2009	O/ME-SA/ind-2001	HQ630691.1	M				
105	2009	2010		2	Bhutan	O/BHU/06/2009	O/ME-SA/ind-2001		M		M	N	
369	2017	2017		2	Bhutan	O/BHU/3/2017	O/ME-SA/ind-2001		M	M			
107	2009	2010		2	Bhutan	O/BHU/40/2009	O/ME-SA/ind-2001	MG972477.1	M				
368	2017	2017		2	Bhutan	O/BHU/14/2017	O/ME-SA/ind-2001d		M	M			
222	2012	2013		2	Bhutan	O/BHU/12/2012	O/ME-SA/ind-2001d	KM921827.1	N	M			
223	2013	2013		2	Bhutan	O/BHU/01/2013	O/ME-SA/ind-2001d	KJ206908.1	N	M			
349	2016	2017		2	Bhutan	O/BHU/9/2016	O/ME-SA/ind-2001d	MG972483.1	M	M			
55	2008	2008	Q4	2	Bhutan	O/BHU/2/2008	O/ME-SA/PanAsia-2		M				
54	2008	2008	Q4	2	Bhutan	O/BHU/2/2008	O/ME-SA/PanAsia-2	KJ831740.1	M				
106	2011	2011		3	Bulgaria	O/BUL/02/2011	O/ME-SA/PanAsia-2/ANT-10				M	M	
170	2011	2011		3	Bulgaria	O/BUL/05/2011	O/ME-SA/PanAsia-2/ANT-10				M	M	
171	2011	2011		3	Bulgaria	O/BUL/06/2011	O/ME-SA/PanAsia-2/ANT-10				M	M	
172	2011	2011		3	Bulgaria	O/BUL/07/2011	O/ME-SA/PanAsia-2/ANT-10				M	M	
81	2010	2010		1	Cambodia	O/CAM/01/2010	O/ME-SA/PanAsia	KR401196.1			M	M	
82	2010	2010		1	Cambodia	O/CAM/03/2010	O/ME-SA/PanAsia	KR401197.1			M	N	
83	2010	2010		1	Cambodia	O/CAM/05/2010	O/ME-SA/PanAsia				M	M	
208	2012	2013		1	Cambodia	O/CAM/01/2012	O/ME-SA/PanAsia		N	M			N
209	2012	2013		1	Cambodia	O/CAM/02/2012	O/ME-SA/PanAsia		N	M			
249	2013	2014	Q3	1	Cambodia	O/CAM/02/2013	O/ME-SA/PanAsia		N				
354	2016	2017		1	Cambodia	O/CAM/1/2016	O/ME-SA/PanAsia		N	borderline			
355	2016	2017		1	Cambodia	O/CAM/3/2016	O/ME-SA/PanAsia		N	N			
205	2010	2012		4	Congo (DR)	O/COD/03/2010	O/EA-2		M				
245	2012	2013		4	Egypt	O/EGY/25/2012	O/EA-3		M				
275	2014	2014	Q2	4	Egypt	O/EGY/10/2014	O/EA-3	KX258003.1	N	M			
276	2014	2014	Q2	4	Egypt	O/EGY/18/2014	O/EA-3	KX258004.1	N	M			
290	2014	2015	Q2	4	Egypt	O/EGY/23/2014	O/EA-3		N	N			
291	2014	2015	Q2	4	Egypt	O/EGY/36/2014	O/EA-3		N	M			
315	2016	2016	Q2	4	Egypt	O/EGY/7/2016	O/EA-3		M	N			
316	2016	2016	Q2	4	Egypt	O/EGY/18/2016	O/EA-3		N	N			
370	2017	2017	Q2	4	Egypt	O/EGY/10/2017	O/EA-3		M	M			

<그림 50. 야외주별 백신 매칭 정보>

- 1차년도에 수집한 농림축산검역본부 백신 매칭 정보는 구제역 분리주 290건에 대한 정보임. 2차년도에 WRLFMD의 구제역 백신 매칭 정보를 추가로 수집하여 O형 520건, A형 228건, Asia 1 형 72건 총 820건의 구제역 백신 매칭 정보를 수집

- 수집된 구제역 분리주의 발생 보고 정보를 시공간 정보를 활용하여 아래 표와 같이 야외주별로 발생 보고 경향을 분석함.

- Pool 1 지역의 구제역 지역형 및 유전형별 연도별 발생 동향을 표 24와 같음. 최근 O형 ME-SA 지역형의 발생이 증가하고 있음

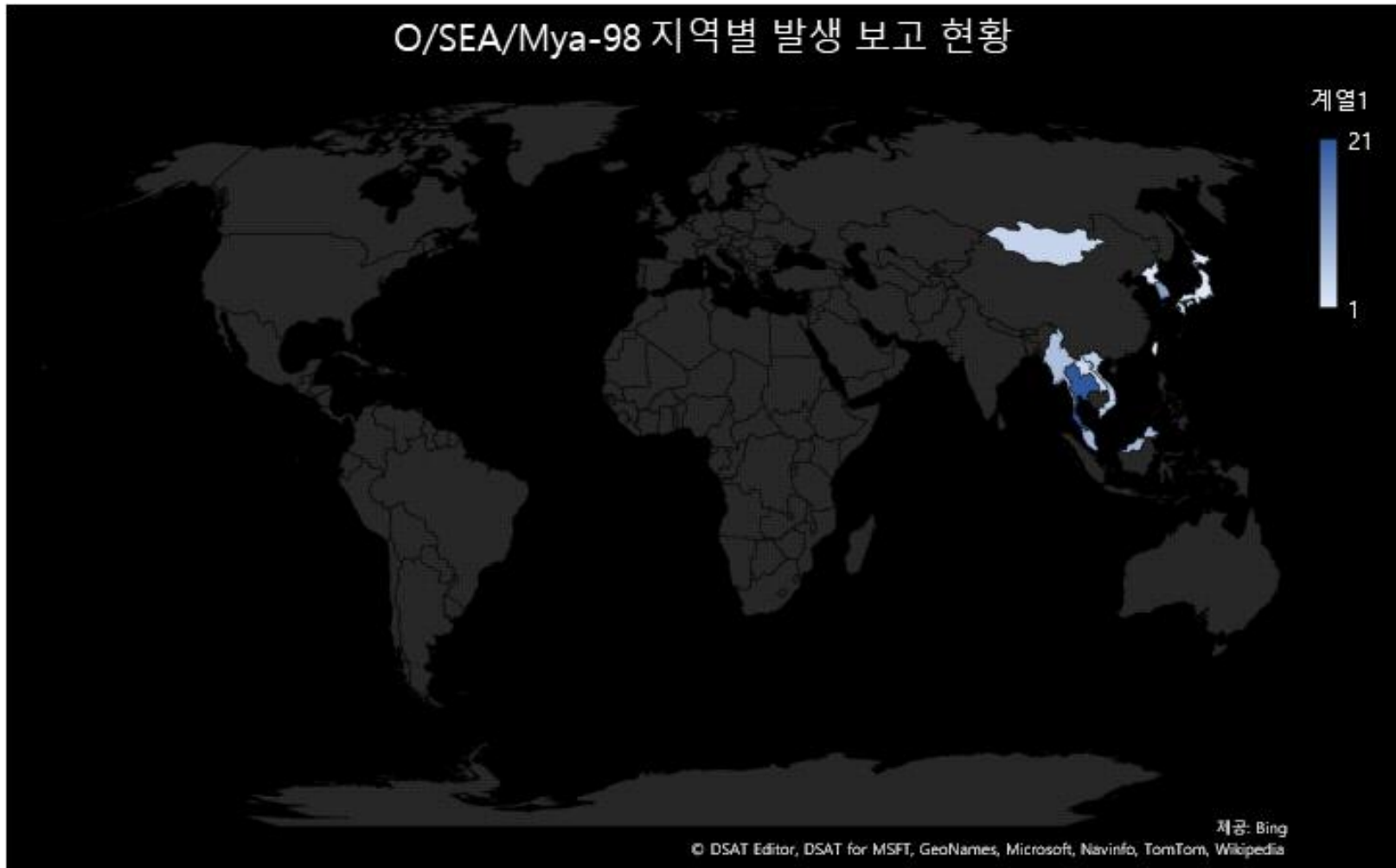
발생 보고 년도	O/SEA/Mya-98	O/CATHAY	O/ME-SA/Pan Asia	O/ME-SA/I nd-2001e	O/ME-SA/I nd-2001d	(비어 있음)	O/ME-SA	O/ME-SA/P anAsia-2	O/SEA	총합계
2019	3	5		5				1		14
2018	3	7	4	3						17
2017	2	2	1		4					9
2016	6	1	2		1					10
2015	4	4	1		1		1			11
2014	6	2				3	2		1	14
2013	3	2	5							10
2012	5	1	10							16
2011	7	2	4							13
2010	12	1	5							18
2009	13	4								17
2008	2	1								3
2006						2				2
2005								2		2
총합계	66	32	32	8	6	5	3	3	1	156

<표 24. Pool 1 지역 구제역 유전형별 발생 동향>

- O/SEA/Mya-98의 Pool 1 지역의 연도별 국가별 발생 동향을 아래 표와 같음. 미얀마와 태국에서 2008년 발생 보고 이후 2009년 라오스 발생, 홍콩, 일본, 몽골, 베트남과 함께 우리나라에서 2010년 발생 보고되었으며 이후 꾸준히 현재까지 발생이 보고되고 있음

O/SEA/Mya-98	Myanmar	Thailand	Laos	Hong Kong	Japan	Mongolia	ROK	Vietnam	DPRK	Malaysia	Taiwan	Cambodia	총합계
합계	7	21	3	4	1	4	11	5	1	8	1		66
2008	1	1											2
2009	5	7	1										13
2010	1	1		2	1	1	5	1					12
2011		2		2			2		1				7
2012		1								3	1		5
2013		2	1										3
2014							4			2			6
2015		2				1				1			4
2016		3						1		2			6
2017		1	1										2
2018						1		2					3
2019		1				1		1					3

<표 25. Pool 1 지역 O/SEA/Mya-98 국가별 발생 건수>

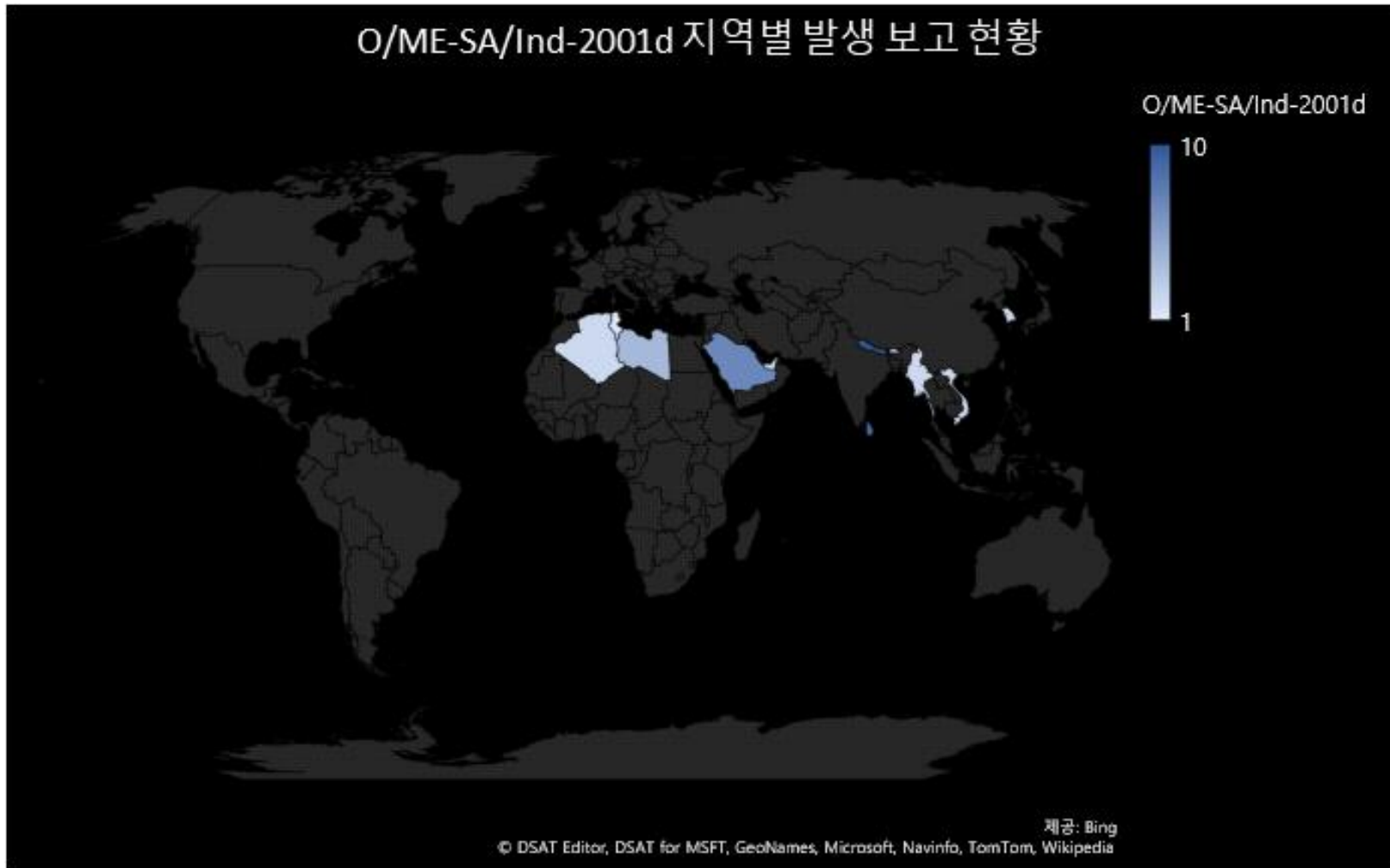


<그림 51. O/SEA/Mya-98 발생 지도>

- O/ME-SA/Ind-2001d의 Pool 1 지역의 연도별 국가별 발생 동향을 아래 표와 같음. 네팔(Pool 2)에서 2010년 발생 보고 이후 2012년 부탄 발생 이후 리비아 등 Pool 3 지역과 Pool 1 지역으로 확산되고 있음. Pool 1 지역의 베트남(2015년) 발생 이후 우리나라와 함께 미얀마에서 2017년 발생이 보고되었음

O/ME-SA/Ind-2001d	Nepal	Bhutan	Libya	Saudi Arabia	Sri Lanka	Algeria	United Arab Emirates	Tunisia	Bahrain	Vietnam	Mauritius	Myanmar	ROK	총합계
합계	10	4	4	7	9	2	2	1	2	2	2	2	2	49
2010	2													2
2012	2	1												3
2013	1	1	4	4	1									11
2014	1			1	4	2	2	1						11
2015									2	1				3
2016		1		2						1	2			6
2017	2	1			2							2	2	9
2018	2													2
2020					2									2

<표 26. O/ME-SA/Ind-2001d 국가별 발생 건수>

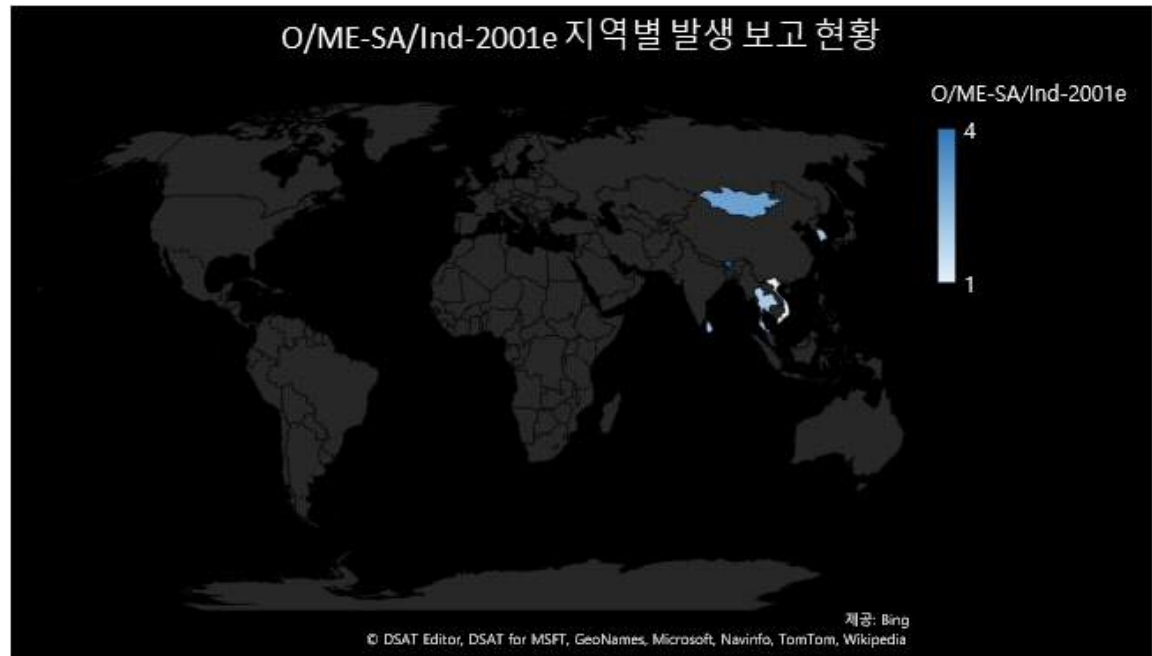


<그림 52. O/ME-SA/Ind-2001d 발생 지도>

- O/ME-SA/Ind-2001e의 Pool 1 지역의 연도별 국가별 발생 동향을 아래 표와 같음. 부탄, 스리랑카(pool 2), 베트남, 몽골, 태국에서 2018년 발생 보고 이후 2019년 우리나라에서 추가 발생이 보고되었음

O/ME-SA/Ind-2001e	Bhutan	Vietnam	Mongolia	Sri Lanka	Thailand	ROK	총합계
합계	4	1	3	2	2		14
2018	2	1	1	2	1		7
2019	2		2		1	2	7

<표 27. O/ME-SA/Ind-2001e 국가별 발생 건수>



<그림 53. O/ME-SA/Ind-2001e 발생 지도>

- O/CATHAY의 Pool 1 지역의 연도별 국가별 발생 동향을 표 27과 같음. 베트남에서 2008년 발생 보고 이후 2009년 홍콩, 대만에서 발생이 보고되고 태국에서 2012년 발생이 보고되었음

O/CATHAY	Vietnam	Hong kong	Taiwan	Thailand	Cambodia	Japan	Laos	Malaysia	Mongolia	Myanmar	DPRK	ROK	총합계
합계	4	25	2	1									32
2008	1												1
2009		3	1										4
2010		1											1
2011		2											2
2012				1									1
2013		1	1										2
2014		2											2
2015		4											4
2016	1												1
2017		2											2
2018	1	6											7
2019	1	4											5

<표 28. Pool 1 지역 O/CATHAY 국가별 발생 건수>



<그림 54. O/CATHAY 발생 지도>

- A/ASIA/Sea-97의 Pool 1 지역의 연도별 국가별 발생 동향을 아래 표 28과 같음. 태국과 말레이시아에서 2011년 발생 보고 이후 2012년 베트남 발생 이후 몽골(2013), 라오스(2014), 캄보디아, 미얀마(2015) 이후 우리나라에서는 2017년과 2018년 발생 보고됨

A/ASIA/Sea-97	Thailand	Malaysia	Vietnam	Mongolia	Laos	Cambodia	Myanmar	ROK	총합계
합계	22	6	16	6	2	4	2	2	60
2011	2	2							4
2012			2						2
2013	4		6	4					14
2014		3	2		1				6
2015	5		2		1	2	2		12
2016	4	1	2						7
2017	3			2		2		1	8
2018	2		2					1	5
2019	2								2

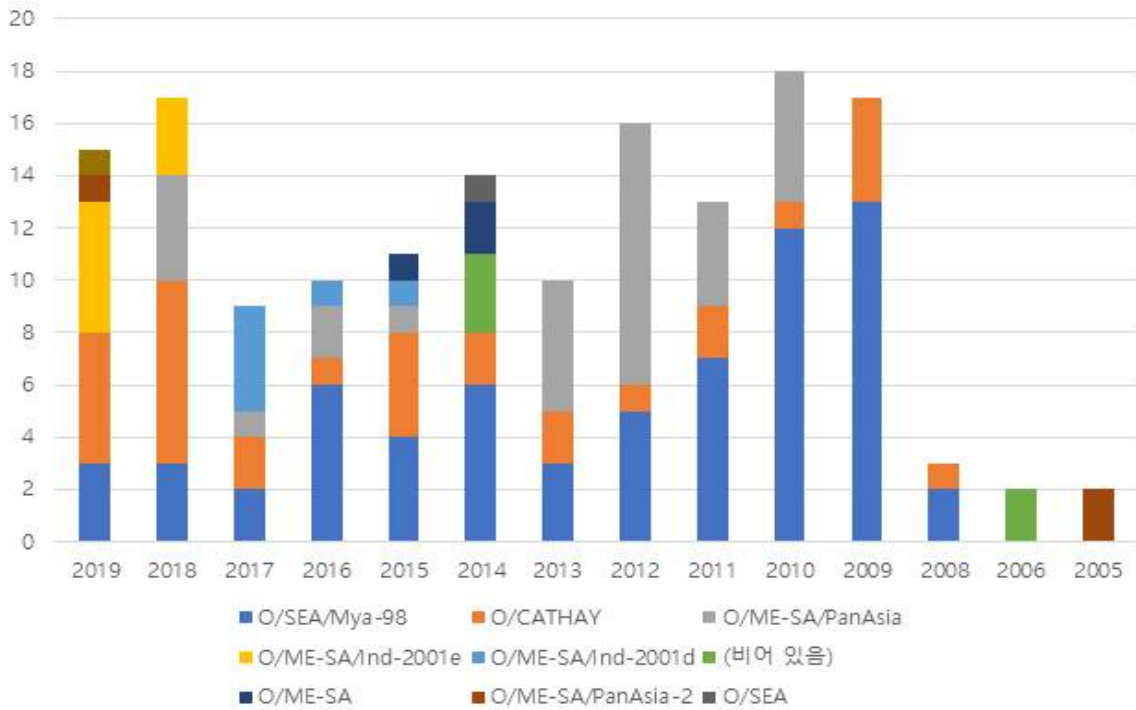
<표 29. Pool 1 지역 A/ASIA/Sea-97 국가별 발생 건수>



<그림 55. A/ASIA/Sea-97 발생 지도>

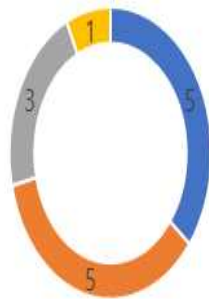
- Pool 1 지역의 연도별 지역형 발생 동향은 그림 56과 같음. Mya-98은 2008년 이후 꾸준히 발생하고 있고 ME-SA/ind-2001d와 e형은 2015년 이후 발생이 확산되고 있음

연도별 Pool1 지역 Topotype 발생 현황



<그림 56. 연도별 Pool 1 지역 구제역 지역형 발생 현황>

2019년 Pool1 지역 Topotype 발생보고 비율



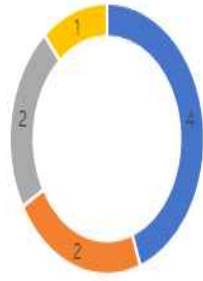
■ O/CATHAY ■ O/ME-SA/Ind-2001e ■ O/SEA/Mya-98 ■ O/ME-SA/PanAsia-2

2018년 Pool1 지역 Topotype 발생보고 비율



■ O/CATHAY ■ O/ME-SA/PanAsia ■ O/ME-SA/Ind-2001e ■ O/SEA/Mya-98

2017년 Pool1 지역 Topotype 발생보고 비율



■ O/ME-SA/Ind-2001d ■ O/CATHAY ■ O/SEA/Mya-98 ■ O/ME-SA/PanAsia

2016년 Pool1 지역 Topotype 발생보고 비율



■ O/SEA/Mya-98 ■ O/ME-SA/PanAsia ■ O/ME-SA/Ind-2001d ■ O/CATHAY

<그림 57. 연도별 Pool 1 지역 구제역 지역형 발생 비율>

- 그림 58과 같이 “구제역 백신 매칭 관리시스템”을 개발하여 구제역 백신 매칭 정보를 DB로 구축

백신매칭관리

백신매칭정보

Serotype: O | Year: | Matching Year: |
 Country: | Field Isolate: | Topotype: | Q. 검색
 Gene Bank No: |

백신매칭목록

NO.	Year	Matching Year	Quarter	Pool	Country	Species	Field isolate	Serotype	Topotype	Gene Bank No	백신매칭수	보기
474	2020	2020	Q1	2	Sri Lanka		O/SAL 16/2018	O	ME-SA		2	보기
473	2020	2020	Q1	2	Sri Lanka		O/SAL 14/2018	O	ME-SA		4	보기
472	2020	2020	Q1	2	Sri Lanka		O/SAL 17/2018	O	ME-SA/Ind-2001d		2	보기
471	2020	2020	Q1	2	Sri Lanka		O/SAL 1/2018	O	ME-SA/Ind-2001d		2	보기
470	2019	2020	Q1	4	Eritrea		O/ETH 8/2017	O	EA-9		4	보기
469	2018	2020	Q1	4	Eritrea		O/ETH 3/2017	O	EA-9		2	보기
468	2019	2019	Q1	3	Israel		O/ISR 7/2018	O	ME-SA/PanAsia2/COM-15		2	보기
467	2019	2019	Q1	3	Israel		O/ISR 7/2018	O	ME-SA/PanAsia2/COM-15		2	보기
466	2019	2019	Q1	1	South Korea Rep.		O/KOR 1/2018	O	ME-SA/Ind-2001d		2	보기
465	2019	2019	Q1	1	South Korea Rep.		O/KOR 2/2018	O	ME-SA/Ind-2001d		2	보기

<그림 58. 구제역 지역형 백신 매칭 관리시스템 초기 화면>

- 동 시스템에서는 구제역 지역형 및 유전형을 선택하면 그림 59와 같이 구제역 백신 매칭 정보를 조회할 수 있음

474	2020	2020	Q1	2	Sri Lanka		O/SR/18/2018	D	ME-SA		2	확인
475	2020	2020	Q1	2	Sri Lanka		O/SR/14/2019	D	ME-SA		4	확인
472	2020	2020	Q1	2	Sri Lanka		O/SR/17/2019	D	ME-SA/Am2-2001e		2	확인
471	2020	2020	Q1	2	Sri Lanka		O/SR/1/2019	D	ME-SA/Am2-2001e		2	확인
470	2019	2020	Q1	4	Eritrea		O/ER/8/2017	D	EA-3		4	확인
469	2019	2020	Q1	4	Eritrea		O/ER/3/2017	D	EA-3		2	확인
468	2019	2019	Q1	3	Israel		O/IS/78/2018	D	ME-SA/PanAm2-2/05M-15		2	확인
467	2019	2019	Q1	3	Israel		O/IS/71/2018	D	ME-SA/PanAm2-2/05M-15		2	확인
466	2019	2019	Q1	1	South Korea Rep.		O/SK/1/2019	D	ME-SA/Am2-2001e		2	확인
465	2019	2019	Q1	1	South Korea Rep.		O/SK/4/2019	D	ME-SA/Am2-2001e		2	확인

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 다음 ▶ 전역 ▶

④ 백신매칭 마스터 정보

Year	Matching Year	Quarter	Pool	Country	Species	Field isolate	Serotype	Toonotype		Gene Bank No
								Lineage	Sub-Lineage	
2020	2020	Q1	2	Sri Lanka		O/SR/18/2018	D	ME-SA		

④ 백신매칭 상세 정보

백신명										
O Manisa W/LO/ME-SA	O 3039 W/LO/ME-SA	O Manisa Meril	O 3039 Meril	O/TUR/5/2009	O/SKR/7/10	O 3039 blindent serum Meril	O/Russia/2000	O5911	O Comes	SAT1/RHO
LI	LI									

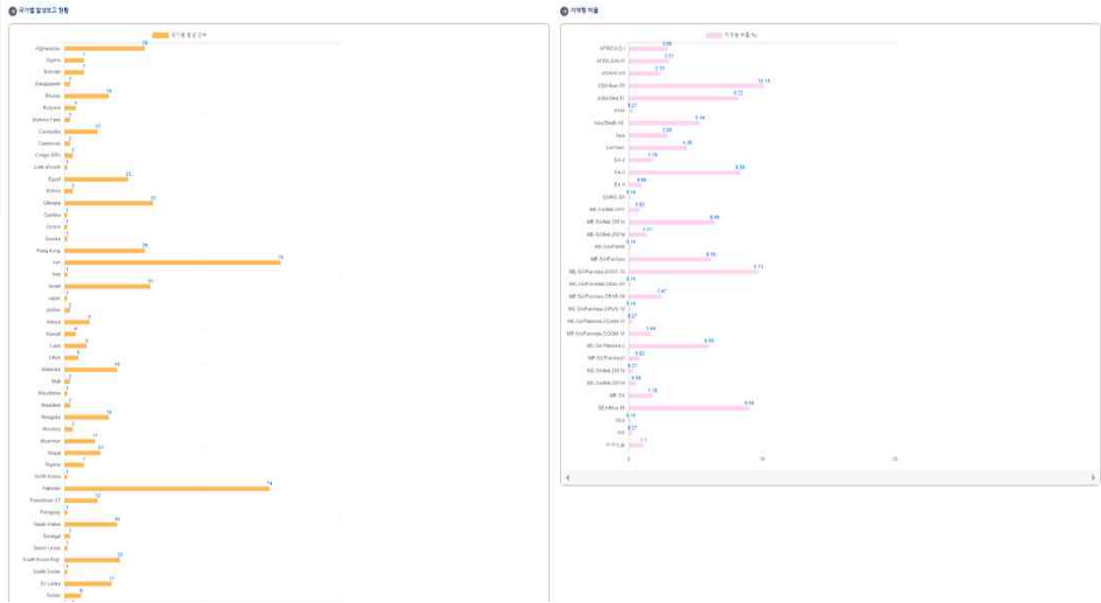
[확인] [복사]

<그림 59. 구제역 지역형 백신 매칭 정보 조회 화면>

- 동 시스템에서는 구제역 지역형 및 유전형의 백신 매칭 정보의 통계 화면을 그림 60, 61과 같이 제공



<그림 60. 구제역 지역형 및 유전형의 백신 매칭 정보의 통계 화면. 1>



<그림 61. 구제역 지역형 및 유전형의 백신 매칭 정보의 통계 화면. 2>

- 국외의 구제역 백신 선정 관련 도구로 EUFMD가 개발한 PRAGMATIST가 있음. 엑셀 스프레드시트를 활용한 도구로서 단계별로 입력을 하면 각 지역에서 유행하는 야외주에 따른 백신의 효능을 평가. 사용자가 선택한 백신의 위험 대비 능력평가 결과를 제공

Source Area Multiplier
Hit the Return key twice to enter a value

1	West Eurasia	0
2	East Asia	0
3	North Africa	0
4	India and Southern Asia	0
5	East Africa	0
6	West and Central Africa	0
7	Southern Africa	0
8	South America	0
Total		0

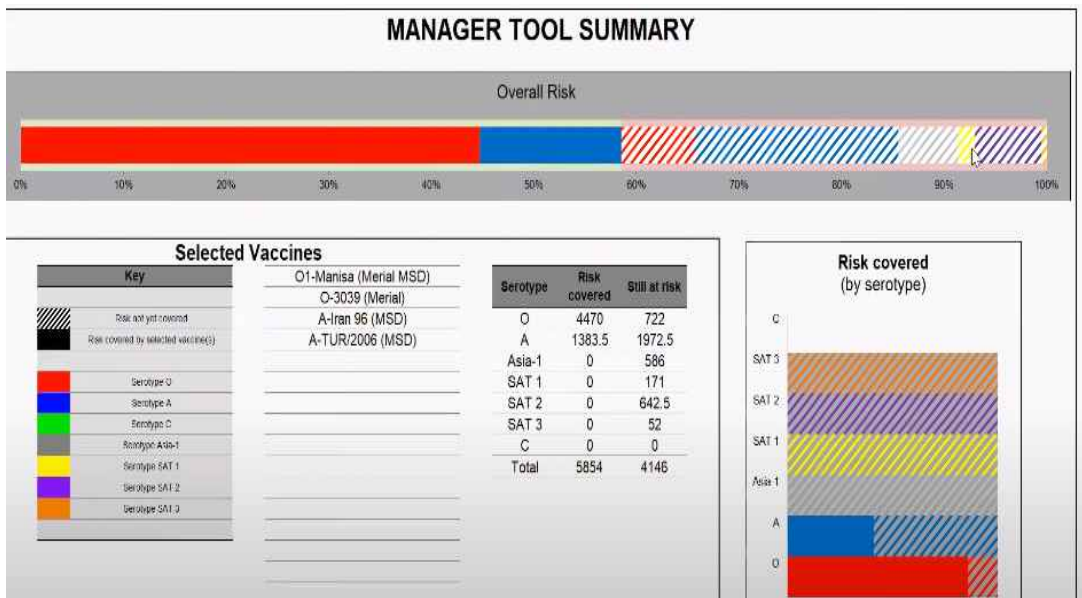
Add more risk to the table to bring the total up to 100

Enter the risk of FMD being introduced to your country from the different FMD endemic regions.
You have 100 points to split between all the regions

<그림 62. PRAGMATIST 프로그램의 지역 선택 >

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
	O/ME-SA/PanAsia-2	O/ME-SA/PanAsia	O/SEA/NVre-98	O/ME-SA/Ind2001	O/EA/WIA	O/EURO-SA	O/CATHAY	A/ASIA/Sea-97	A/ASIA/Isra-05	A/ASIA/G-VII	A/AFRICA	A/EURO-SA	Asia-1	Asia-1/Sindh-08	SAT 1	SAT 2	SAT 3	C															
Reset table to Default Values																																	
Vaccine	Manufacturer																																
O1-Campes	Meriel	1	0.8	0.8	0.6	0.6	1	0.4																									
O1-Kauffbeuren	MSD																																
O1-Manisa	Meriel MSD	0.6	0.4	0.2	0.6	0.4	0.2																										
O-3039	Meriel	1	1	0.8	1	0.6	0.6																										
O-H/S/1860	Meriel				0.8	1																											
O-Israel 85 (1625)	Meriel																																
O-Magheb 99	Meriel																																
O-PanAsia 2	Meriel																																
O-SIR 2010	Meriel																																
O-SKH//2010	MSD	1	1	1	1																												
O-Taiwan	MSD																																
O-TAW/98	Meriel MSD	1	1	0.6	0.8		0.6																										
O-TUR/05/2009	MSD	1	1	1	1	1	0.4																										
A27 Iraq	Meriel MSD							0.6	0.4	0.4																							
A24 Cruzeiro	Meriel MSD												1																				
A-Ara/2001	Meriel																																
A-Eritrea	Meriel										0.5																						
A-Iran 96	MSD																																
A-Iran 05	Meriel							0.6	0.4	0.4																							
A-Malaysia 97	Meriel MSD							0.4	0.2	0.9																							
A-SAU 95	Meriel									0.1																							
A-SAU/23/86	MSD																																
A-TUR/2006	MSD							0.4	0.6	0.6																							
Asia1-Shamir	Meriel MSD												1	0.9																			
SA1-105-Nhe 12/78	Meriel														0.8																		
SAT 3-Indra 2014	Meriel																																

<그림 63. 역내 유행 지역형에 대한 백신의 방어 능력 표출 화면 >

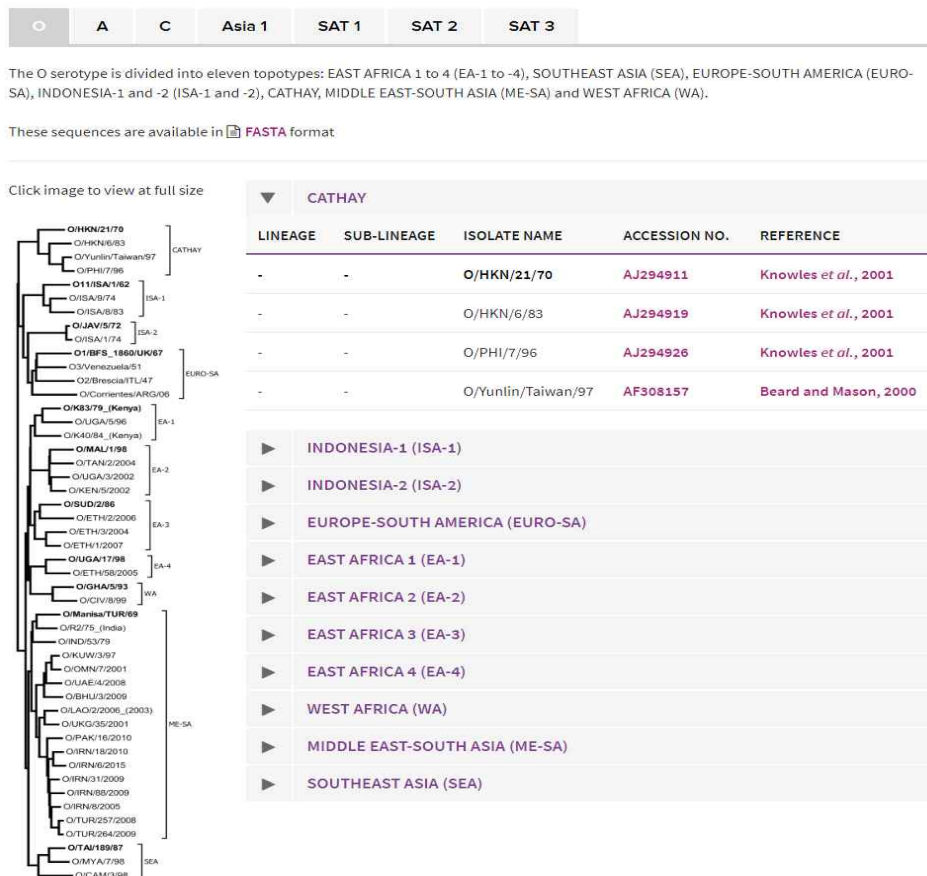


<그림 64. 선택한 백신의 역내 유행 지역형의 유입 위험 대비 능력평가 화면 >

[출처 : <http://www.fao.org/eufmd/global-situation/pragmatist/en/>]

(4) 해외 구제역 발생 바이러스에 대한 유전학적 분석

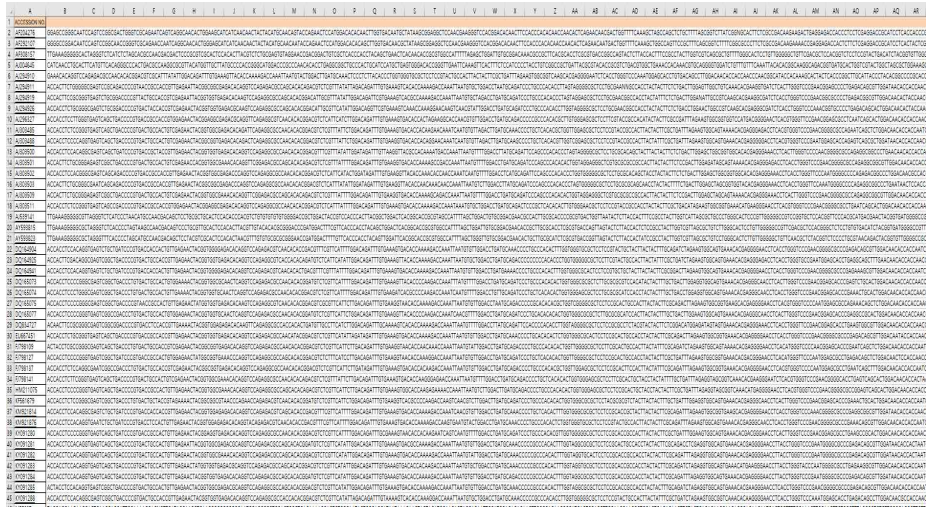
- 1차년도에 수집한 농림축산검역본부 유전자은행에 보관된 야외주별 VP1 유전정보 (Genotyping) 정보와 함께 세계구제역표준연구소(WRLFMD)의 유전정보(Genotyping) 를 수집하여 아래 그림과 같이 엑셀로 정리하고 “구제역 백신주 선정 의사결정지원 시스템” (구제역 백신 매칭 관리 시스템)에 DB로 구축
- 웹 서비스로 구현된 “구제역 백신주 선정 의사결정지원 시스템” 에 구제역 발생 야외주 VP1 데이터를 입력(그림 68)하면 phylogram 상의 유사도가 높은 야외주를 확인(그림 75)할 수 있고 그 야외주의 백신 매칭 가능성 정보를 백신 매칭 정보 조회 화면(그림 59)에서 신속하게 확인할 수 있으므로 구제역 상시 백신주의 적합성 검토 및 구제역 긴급 백신주의 선정 의사결정을 지원할 수 있을 것으로 기대됨
- 구제역세계표준연구소(WRLFMD)는 세계에서 수집된 구제역 바이러스의 염기서열을 분석해 VP1을 중심으로 그림 65와 같이 분석하여 계통도를 서비스하고 있음



<그림 65. 구제역 세계 표준 연구소의 VP1 유전정보 시각화 화면>

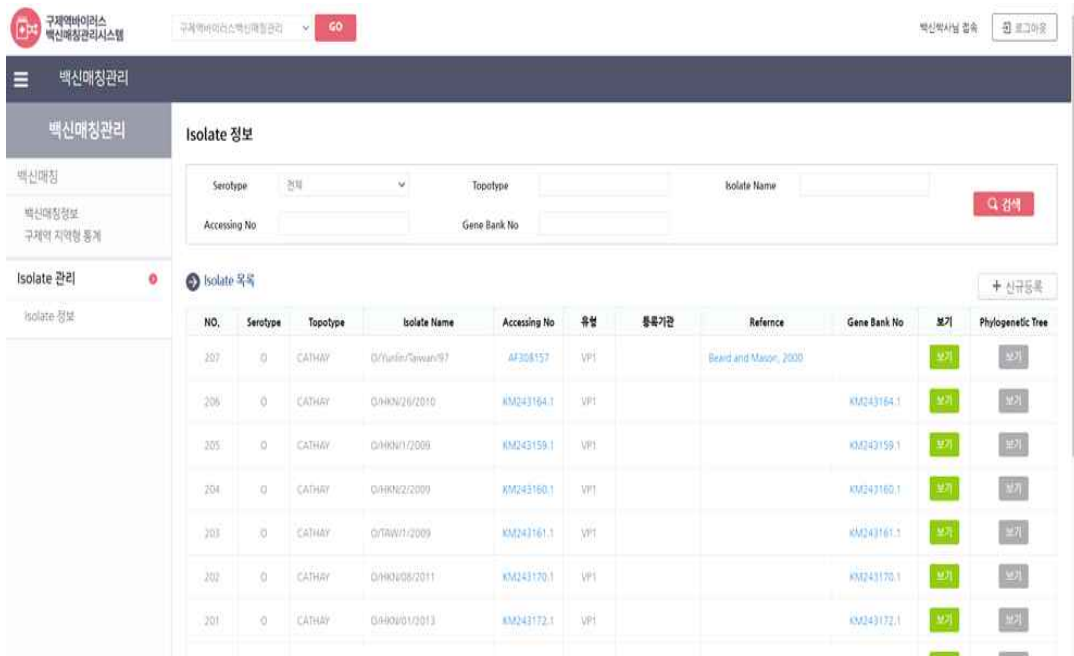
[출처 : <https://www.wrlfmd.org/fmdv-genome/fmd-prototype-strains>]

- 1차년도에 수집한 농림축산검역본부 유전정보(Genotyping)는 구제역 분리주 113건에 대한 정보임. 2차년도에 WRLFMD의 구제역 유전정보(Genotyping)를 추가로 수집하여 O형 158건, A형 34건, Asia 1형 11건 총 213건의 구제역 유전정보(Genotyping)를 수집

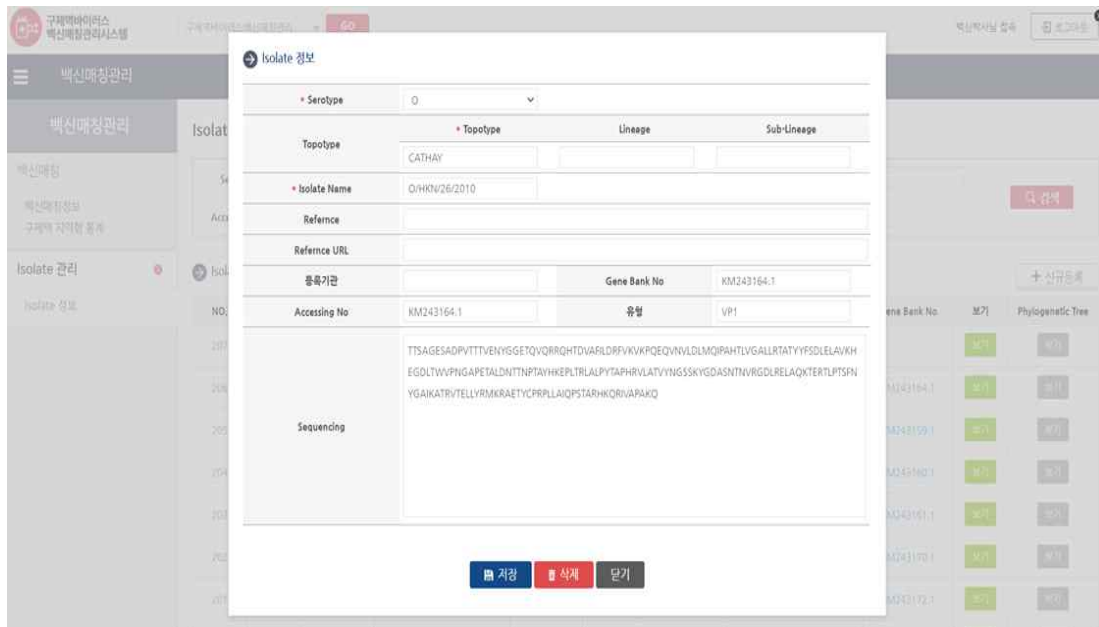


〈그림 66. 구제역 VP1 유전정보 수집 화면〉

- 그림 67, 68과 같이 “구제역 백신 매칭 관리시스템”을 개발하여 구제역 유전정보(Genotyping)를 DB로 구축



〈그림 67. 구제역 지역형 유전정보 조회 화면〉



<그림 68. 구제역 지역형 유전정보 등록 화면>

- 그림 69와 같이 VP1 gene 지역의 DNA 시퀀스 서열과 (.fasta) Codon 치환을 통한 Amino Acids 서열, 그리고 그의 Genebank ID로부터 매칭되는 O형 백신의 Topotype 과 관련 정보들을 그림 69과 같은 형식의 데이터베이스에 저장. Topotype과 완벽하게 매치된 109개의 서열을 바탕으로 계통 분석을 자동화할 수 있는 R 소프트웨어를 개발하였음

Genbank_ID	DNASeq	AASeq	Topotype	Year	Matching	Country
FJ561310.1	-----	TTSAGESA	O/ME-SA/PanAsia	2006	2007	Israel
FJ561311.1	-----	TTSAGESA	O/ME-SA/PanAsia	2006	2007	Israel
FJ561312.1	-----	TTSTGESA	O/ME-SA/PanAsia-2	2007	2007	Israel
FJ561313.1	-----	TTSTGESA	O/ME-SA/PanAsia-2	2007	2007	Israel
FJ561314.1	-----	TTSTGESA	O/ME-SA/PanAsia-2	2007	2007	Israel
FJ561315.1	-----	TTSTGESA	O/ME-SA/PanAsia-2	2007	2007	Israel
FJ561316.1	-----	TTSTGESA	O/ME-SA/PanAsia-2	2007	2007	Israel
FJ798107.1	-----	TTSLGESA	O/EA-4	2016	2017	Ethiopia
FJ798126.1	-----	TTSPGESA	O/EA-3	2005	2007	Ethiopia
FJ798135.1	-----	TTSPGESA	O/EA-3	2006	2007	Ethiopia
GU566060.1	-----	TTSPGESA	O/EA-3	2008	2009	Sudan
GU566063.1	-----	TTSPGESA	O/EA-3	2008	2009	Sudan
HM211078.1	-----	TTSSGESA	O/EA-4	2016	2017	Ethiopia
HQ116231.1	-----	TTSTGESA	O/SEA/Mya-98	2009	2010	Myanmar
HQ116232.1	-----	TTSTGESA	O/SEA/Mya-98	2009	2010	Myanmar
HQ630691.1	-----	TTSTGESA	O/ME-SA/Ind-2001	2009	2010	Bangladesh
JQ070306.1	-----	TTSTGESA	O/SEA/Mya-98	2011	2011	Hong kong
JQ070315.1	-----	TTSTGESA	O/SEA/Mya-98	2010	2011	Mongolia
JQ070320.1	-----	TTSTGESA	O/SEA/Mya-98	2010	2010	South Korea Rep.

<그림 69. 정리된 데이터베이스 형식>

- 개발된 프로그램의 단계를 구분하면 총 5단계로 구분됨

[1단계] 리눅스 서버의 데이터베이스로부터 그림 67과 같은 형식의 탭으로 구분된 NxP 형식의 자료를 읽어서 RAM에 할당

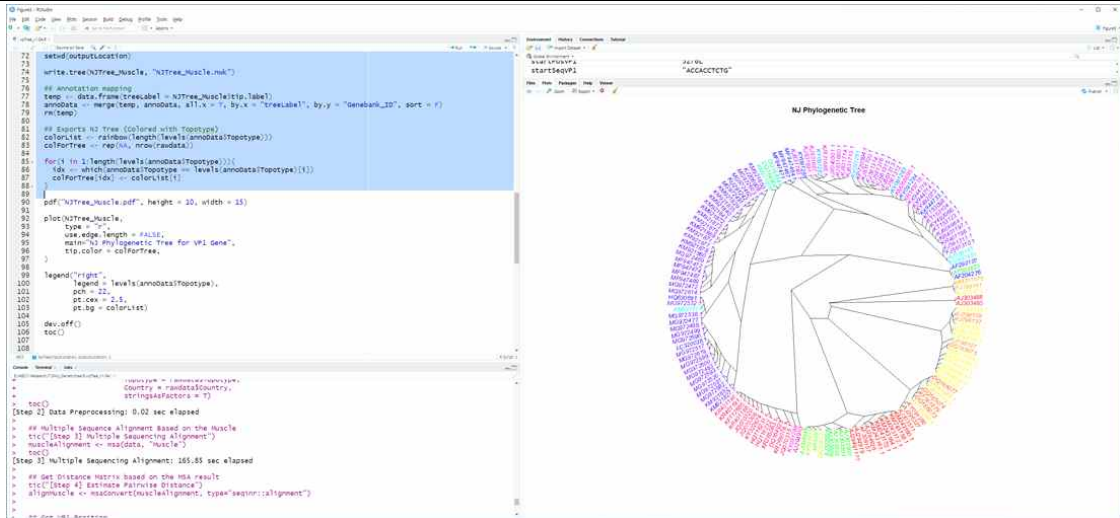
[2단계] RAM 상에 할당된 시퀀스 자료와 관련 어노테이션 정보를 구분하여 독립적인 변수에 할당. 이때, Topotype과 관련 어노테이션 정보는 통계적으로 이산형 변수일 경우 factor 형식으로 구분

[3단계] 서로 다른 길이의 시퀀스 간 유사도를 추정하기 위해 Multiple Sequence Alignment를 시행. 이미 널리 사용되고 있는 MSA algorithms들을 사용해서 비교를 수행함. Muscle, ClustalW, ClustalOmega 등 MSA 알고리즘 등을 모두 수행한 후 결과를 비교하였음. 일반적으로 모든 시퀀싱 자료 (.fasta)가 전장 유전체 서열 (Whole Genome Sequencing)이라면 MSA 작업의 난이도가 높지 않으나, 전달받은 자료에는 일부 Genic Region 만 존재하는 시퀀스가 존재하므로 MSA 알고리즘의 적용에 신중을 가해야 함. 최종적으로 개발된 본 소프트웨어에서는 Muscle 알고리즘 기반 시퀀스 간 유사도를 추정함

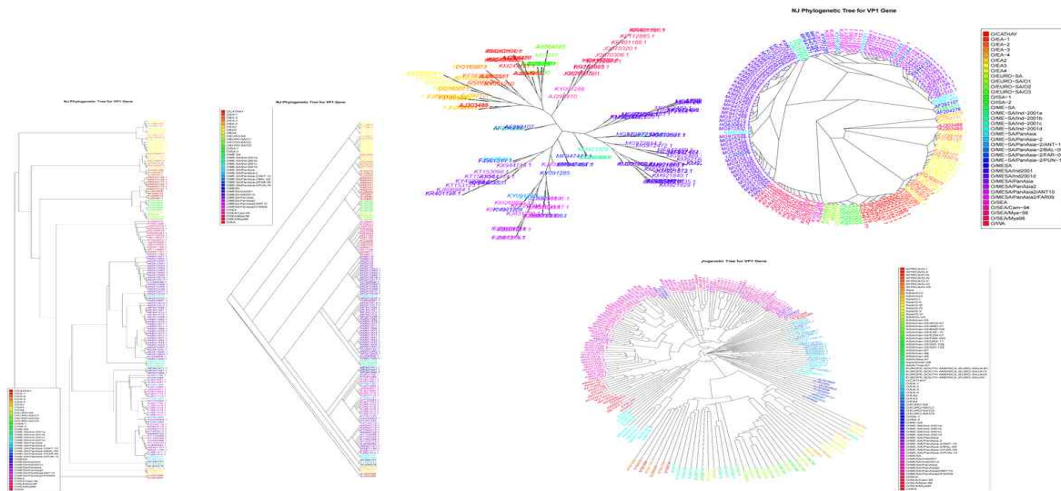
[4단계] Muscle 알고리즘을 통해 정렬된 염기서열들을 바탕으로 pairwise 거리 행렬을 계산. 현재 버전의 소프트웨어에서는 정렬된 값에서의 identity 값을 바탕으로 pairwise 거리를 계산하였으며, 이 거리행렬을 바탕으로 Neighbor-Joining (NJ) 방법을 활용한 계통 발생 트리를 완성시킴. 이밖에 간단한 방법으로 UPGMA 등의 방법을 적용할 수 있으며, Bootstrapping을 통한 NJ트리의 정밀도 추정 등 보다 깊은 계통 발생 트리를 계산할 수 있음

[5단계] 완성된 NJ 트리를 두 가지 형식으로 서버에 출력한다. 첫 번째는 Newick (.nwk) 형식의 배포 파일 생성.(그림 70 참고) 이 형식은 추후 본 알고리즘을 바탕으로 구제역 발생에 알맞은 백신을 추정할 경우 웹을 통해 서비스를 구현하게 되므로, 웹에서 인터랙티브한 트리 형식의 출력을 위해 사용될 수 있는 결과물. 두 번째 출력 결과물은 NJ 트리 자체를 Topotype에 맞게 색을 입혀 출력한 벡터 형식의 pdf 그림(그림 71 참고) 제공. 인터랙티브한 기능을 제공하지 않지만, 인풋으로 고려한 시퀀스들의 트리를 정적으로 보여줄 수 있는 결과물임

- 개발된 소프트웨어의 연산시간(그림 72 참고) : 현재 개발된 vpTree v1.0.2의 경우 109개의 염기서열을 바탕으로, Topotype 기반 계통 발생도를 완성하는 시간은 약 685초 (11분 45초) 정도임. 이 중 대부분의 연산시간은 Multiple Sequence Alignment 과정에 따라 좌우됨



<그림 70. Newick(nwk) 형식의 배포 파일 생성 화면>



<그림 71. Topotype에 맞게 색을 입혀 출력한 벡터 형식의 pdf 그림>

```

Input File: /disk2/3.vpTree_sms/SummarizedExampleInput.txt
Output Location: /disk2/3.vpTree_sms/
Analysis Start...
[Step 1] Data Loading: 0.005 sec elapsed
[Step 2] Data Preprocessing: 0.011 sec elapsed

*** WARNING *** Assuming DNA (see -seqtype option), invalid letters found: -
[Step 3] Multiple Sequencing Alignment: 684.672 sec elapsed
[Step 4] Estimate Pairwise Distance: 0.45 sec elapsed
[Step 5] Export Results: 0.041 sec elapsed
Analysis Complete!

```

<그림 72. 각 단계에서의 소프트웨어 연산시간>

- 개발된 소프트웨어의 원시 R코드(예제)

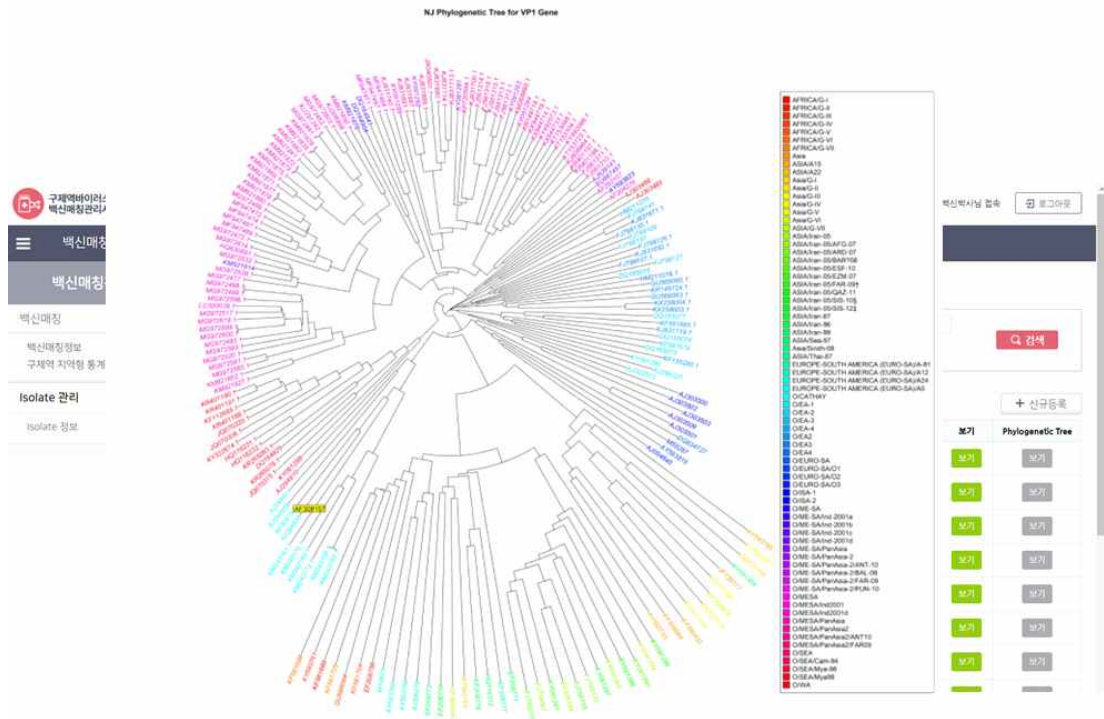
```
1 #####
2 ## vpTree v1.0.2 ##
3 ## 2020-11-21      ##
4 ## Minseok Seo    ##
5 #####
6
7 ## Change Log in v1.0.2
8 ## 1. Add Computational Time estimation in each step
9 ## 2. Correct Color map for Tree
10 ## 3. Correct Loading library function
11
12 doTree <- function(inputLocation, outputLocation){
13
14   ## Loading Sequences
15   tic("[Step 1] Data Loading")
16   rawdata <- fread(inputLocation, sep = "\t")
17   rawdata <- data.frame(rawdata, stringsAsFactors = F)
18   toc()
19
20
21   ## Extract DNA Sequences
22   tic("[Step 2] Data Preprocessing")
23   data <- DNAStringSet(rawdata$DNASeq, use.names=T)
24   names(data) <- rawdata$Genbank_ID
25
26   ## Extract Annotation information
27   annoData <- data.frame(Genebank_ID = rawdata$Genbank_ID,
28     Topotype = rawdata$Topotype,
29     Country = rawdata$Country,
30     stringsAsFactors = T)
31   toc()
32
33   ## Multiple Sequence Alignment Based on the Muscle
34   tic("[Step 3] Multiple Sequencing Alignment")
35   muscleAlignment <- msa(data, "Muscle")
36   toc()
37
38   ## Get Distance Matrix based on the MSA result
39   tic("[Step 4] Estimate Pairwise Distance")
40   alignMuscle <- msaConvert(muscleAlignment, type="seqinr::alignment")
41   dist <- dist.alignment(alignMuscle, "identity")
42   NJTree_Muscle <- nj(dist)
43   toc()
44
45   ## Exports .nwk format
46   tic("[Step 5] Export Results")
47   setwd(outputLocation)
48
49   write.tree(NJTree_Muscle, "NJTree_Muscle.nwk")
50
51   ## Annotation mapping
52   temp <- data.frame(treeLabel = NJTree_Muscle$tip.label)
53   annoData <- merge(temp, annoData, all.x = T, by.x = "treeLabel", by.y = "Genebank_ID", sort = F)
54   rm(temp)
55
56   ## Exports NJ Tree (Colored with Topotype)
57   colorList <- rainbow(length(levels(annoData$Topotype)))
58   colForTree <- rep(NA, nrow(rawdata))
59
60   for(i in 1:length(levels(annoData$Topotype))){
61     idx <- which(annoData$Topotype == levels(annoData$Topotype)[i])
62     colForTree[idx] <- colorList[i]
63   }
```

<그림 73. 개발된 소프트웨어의 원시 R코드>

- 개발된 소프트웨어의 구동 방법 : 개발된 소프트웨어는 리눅스 서버 또는 윈도우 머신에서 검증을 완료하였으며, 리눅스 서버의 경우 아래와 같은 명령어를 통해 구동할 수 있으며, 구제역 백신 매칭 관리시스템은 Apache Tomcat 미들웨어에 전자정부 표준프레임워크 기반으로 JAVA/JSP/ORACLE DBMS 환경으로 웹 서비스를 구현 통해 웹 서비스를 구현

```
bisms@ABCLab:/disk2/3.vpTree_sms$ Rscript vpTree.R
Error: Usage: Rscript vpTree.R [Location of inputFile] [Location of output directory]
```

<그림 74. 개발된 소프트웨어의 구동 명령어>



<그림 75. “구제역 백신 매칭 관리시스템”의 구제역 분리주 VP1 유전계통학(Phylogram) 시각화 화면>

- 1, 2차년도에 수집한 분리주 정보 중 Accession No. 또는 Geanbank ID. 값이 있는 O형 161건에 대해 Nextstrain의 분석틀인 Augur 형식에 맞는 항목 정보를 추출하여 계통수 및 지리학적 통계를 Auspice로 시각화하였음

[분리주 데이터 및 기본 설정 파일 생성]

- 백신 매칭 정보시스템 DB에서 Augur 형식에 맞춰 추출한 항목 정보로 Augur input data 형식인 메타데이터 tsv 파일 및 시퀀싱 fasta 파일 생성

- 발생 국가별 위/경도 및 색상 설정 파일 생성

country	Afghanistan	33.79774329	65.32196715
country	Algeria	28.07209185	2.761855864
country	Bahrain	26.03943338	50.54222346
country	Bangladesh	24.19400151	90.18806631
country	Bhutan	27.4165354	90.42872838
country	Bulgaria	42.49251976	25.20197333
country	Burkina Faso	12.34549718	-1.875829049
country	Cambodia	12.66217884	105.1865684
country	Cameroon	5.55602666	12.06152751

country	Afghanistan	#4F81BD
country	Algeria	#C0504D
country	Bahrain	#9BBB59
country	Bangladesh	#8064A2
country	Bhutan	#4BACC6
country	Bulgaria	#358EA6
country	Burkina Faso	#2E6E80
country	Cambodia	#F3740B
country	Cameroon	#F59C53
country	Congo (DR)	#403152
country	Cote d'Ivoire	#6D4094

<그림 78. 발생 국가별 위/경도 파일 형식>

<그림 79. 발생 국가별 색상 설정 파일 형식>

- Genbank 사이트(NCBI)에서 외집단(outgroup) Genbank 파일 획득

Accession No NC_039210인 퍼브라이트 iso58 정보를 외집단(outgroup)으로 사용함

```

1 LOCUS       NC_039210                8201 bp    RNA    linear    VRL 04-JUN-2019
2 DEFINITION  Foot-and-mouth disease virus O isolate o6pirbright iso58, complete
3 genome.
4 ACCESSION  NC_039210
5 VERSION   NC_039210.1
6 DELINK    BioProject: PRJNA485481
7 KEYWORDS  RefSeq.
8 SOURCE    Foot-and-mouth disease virus - type O (FMDV-O)
9 ORGANISM  Foot-and-mouth disease virus - type O
10          Viruses; Riboviria; Orthornavirae; Pisuviricota; Pisoniviricetes;
11          Picornavirales; Picornaviridae; Aphthovirus.
12 REFERENCE  1 (bases 1 to 8201)
13 CONSRM    NCBI Genome Project
14 TITLE     Direct Submission
15 JOURNAL   Submitted (04-JUN-2019) National Center for Biotechnology
16           Information, NIH, Bethesda, MD 20894, USA
17 COMMENT   PROVISIONAL REFSEQ: This record has not yet been subject to final
18           NCBI review. The reference sequence is identical to AY593829.
19           COMPLETENESS: full length.
20 FEATURES  Location/Qualifiers
21     source          1..8201
22                     /organism="Foot-and-mouth disease virus - type O"
23                     /mol_type="genomic RNA"
24                     /strain="O6"
25                     /serotype="O"
26                     /isolate="o6pirbright iso58"
27                     /db_xref="taxon:12118"
28                     /country="United Kingdom"
29                     /note="Plum Island Animal Disease Center Virus Collection,
30                     isolated 1965"
31     gene            1095..8093
32                     /locus_tag="D1Y31_gp1"
33                     /db_xref="GeneID:37627025"
34     CDS              1095..8093
35                     /locus_tag="D1Y31_gp1"
36                     /codon_start=1
37                     /product="polyprotein"
38                     /protein_id="YP_009513028.1"
39                     /db_xref="GeneID:37627025"
40                     /translation="MNTTNCFIALVYAIREIRTLFSLRATGKMEFTLYNGEKRTFYSR
41                     PNNHDNCWLNITILQLFRYVDEPFDFWVYNSPQNLTLEAIKQLEELTGLELHEGGPPAA
42                     VVWNIRKLLQTGIGTASRPSEVCVVDGTMCLADPFHAGIFLKGQEHAVFACVTSNGWY
43                     AIDDEDFYFWTDPDSVLFVFPYDQEPNGEWKINVQRKLLGAGQSSPATGSGNQSGN
44                     MDTTNTNCFIALVYAIREIRTLFSLRATGKMEFTLYNGEKRTFYSR

```

<그림 80. 외집단(outgroup) Genbank 파일>

- 분리주 Augur 분석 명령들을 모아 Nextstrain 용 Snakemake 파일 생성

```

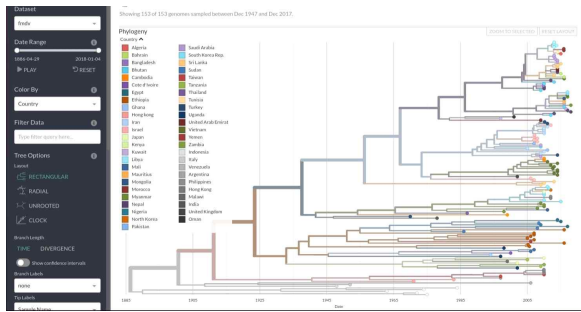
1 rule all:
2     input:
3         auspice_json = "auspice/fmdv.json",
4
5     input_fasta = "data/sequences.fasta",
6     input_metadata = "data/metadata.tsv",
7     dropped_strains = "config/dropped_strains.txt",
8     reference = "config/fmdv_outgroup.gb",
9     colors = "config/colors.tsv",
10    lat longs = "config/lat longs.tsv",
11    auspice_config = "config/auspice_config.json"
12
13 rule filter:
14     message:
15         """
16         Filtering to
17         - {params.sequences_per_group} sequence(s) per {params.group_by!s}
18         - from {params.min_date} onwards
19         - excluding strains in {input.exclude}
20         """
21     input:
22         sequences = input_fasta,
23         metadata = input_metadata,
24         exclude = dropped_strains
25     output:
26         sequences = "results/filtered.fasta"
27     params:
28         group_by = "country year month",
29         sequences_per_group = 20,
30         min_date = 1900
31     shell:
32         """
33         augur filter \
34             --sequences {input.sequences} \
35             --metadata {input.metadata} \
36             --exclude {input.exclude} \
37             --output {output.sequences} \
38             --group-by {params.group_by} \
39             --sequences-per-group {params.sequences_per_group} \
40             --min-date {params.min_date}
41         """
42
43 rule align:
44     message:
45         """
46         Aligning sequences to {input.reference}
47         - filling gaps with N
48         """
49     input:

```

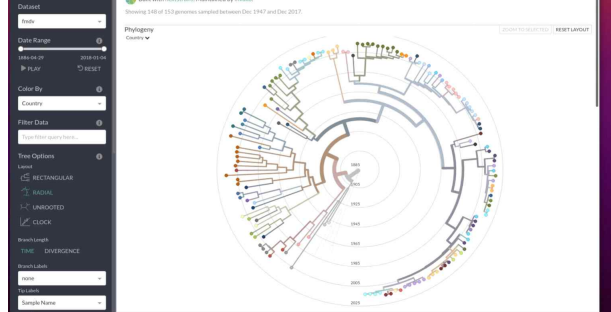
<그림 81. Nextstrain Snakemake 파일 소스 예제>

[Nextstrain Build 및 결과 시각화]

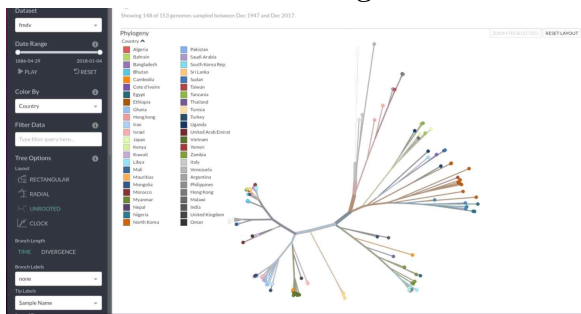
- input 데이터 및 설정 파일 및 Snakemake 파일을 이용하여 Nextstrain Build
- Auspice 용 최종 결과 json 파일 획득
- Auspice 기동 및 시각화.



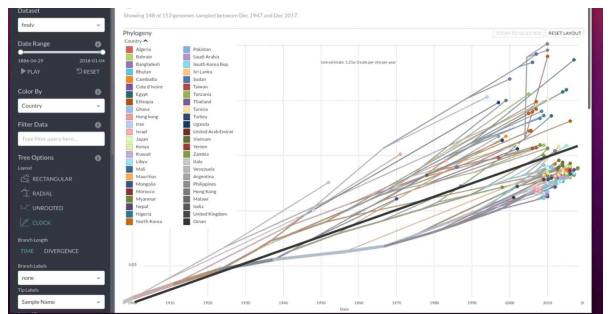
<그림 82. Nextstrain 기반 FMDV 계통수 화면-Rectangular>



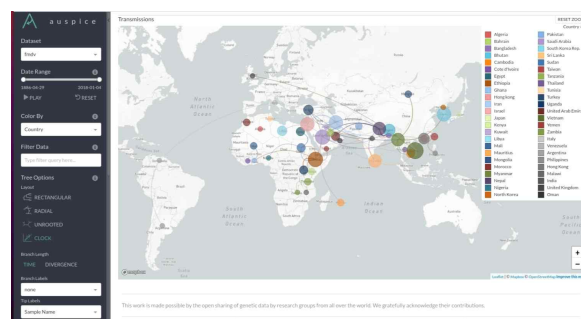
<그림 83. Nextstrain 기반 FMDV 계통수 화면-Radial>



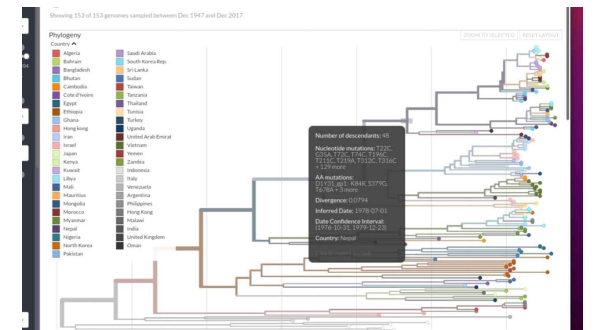
<그림 84. Nextstrain 기반 FMDV 계통수 화면-Unrooted>



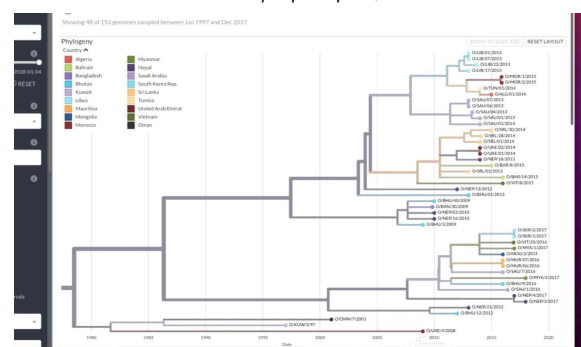
<그림 85. Nextstrain 기반 FMDV 계통수 화면-Clock>



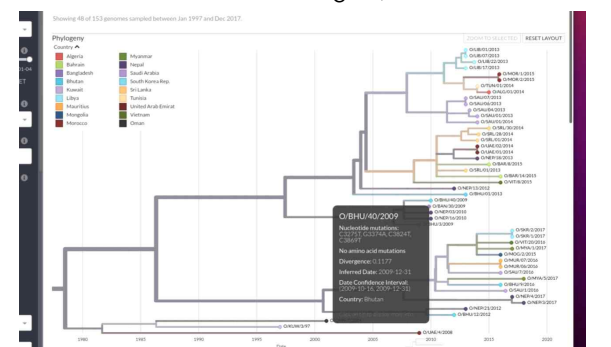
<그림 86. Nextstrain 기반 FMDV 발생 국가 지도>



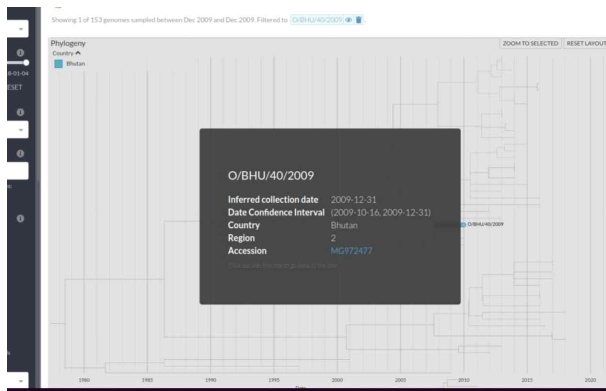
<그림 87. Nextstrain 기반 FMDV 계통수 Node 정보>



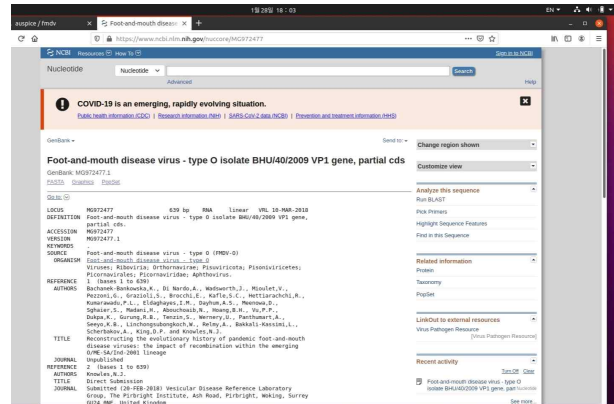
<그림 88. Nextstrain 기반 FMDV 계통수 Node 내 분리주>



<그림 89. Nextstrain 기반 FMDV 계통수 분리주 정보>

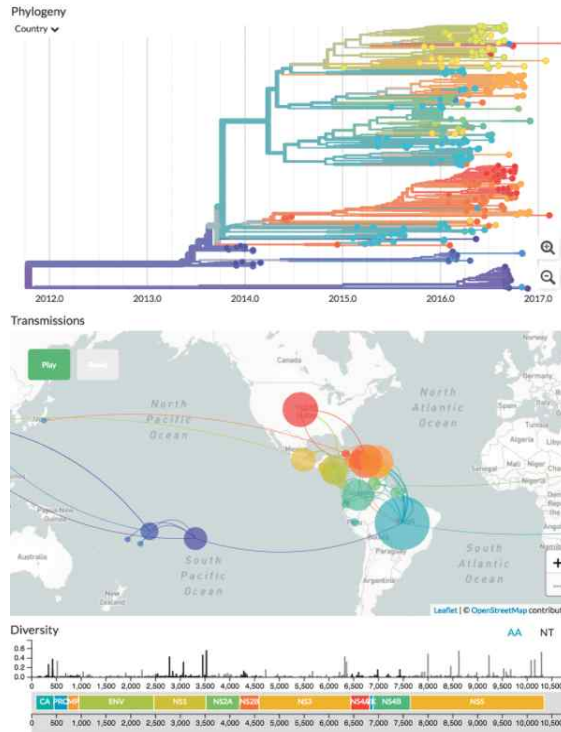


<그림 90. Nextstrain 기반 FMDV 계통수 분리주 정보 상세>



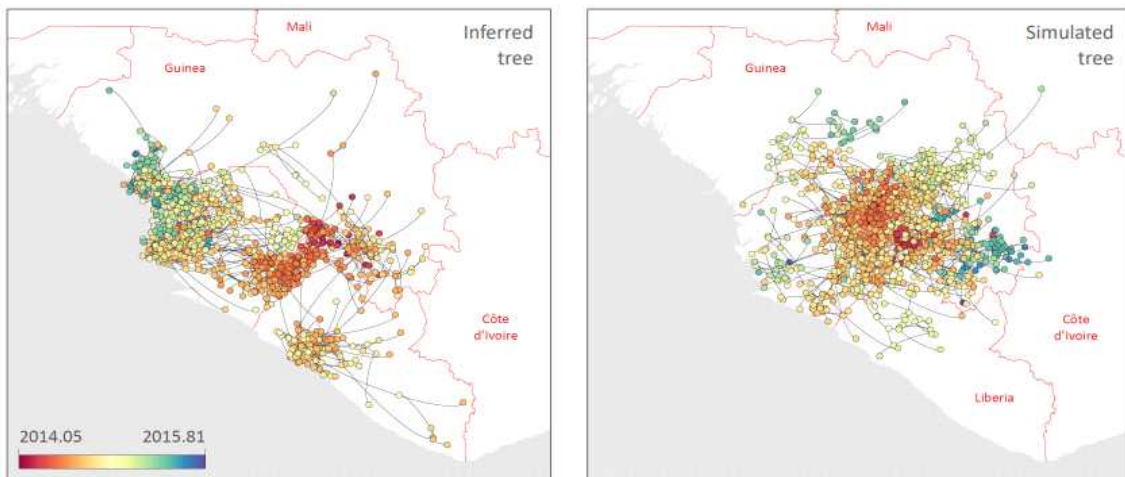
<그림 91. Nextstrain 기반 FMDV 계통수 분리주 Genebank 정보>

- 해외의 경우 전염병 원인체 분리주의 분자유전학적 정보와 시공간 정보를 결합한 역학분석 시도들이 계속되고 있어 본 연구에서 이 분석틀을 활용하여 구제역 O형 분리주를 시각화함
- Nextstrain(미국)은 질병 확산에 대한 주체별(국가, 집단 등) 시간 및 공간에 따른 연관정보를 시각적으로 제공하는 PaaS(Platform As a Service)기반 분석 소프트웨어. 최근 Open Science Prize 수상
- Graphical model은 각 분리주 별 시간에 따른 연관성을 통계적으로 분석하는데 유용함. 본 서비스는 이러한 개념을 활용해 질병 확산에 대한 시각적인 정보를 제공
- 각 분리주는 노드로 정의되며, conditional likelihood 개념을 활용해 노드 간 연관 정도 결정. 시간에 흐름에 국가별 바이러스 진행 및 상호 연관성 수준에 대하여 그림 75와 같이 시각적 정보 제공
- SpELL(벨기에, 공간분석연구소)의 경우 Seraphim 모델을 개발하여 바이러스 유전자 정보와 환경정보를 이용한 병원체 전파추정 및 공간역학을 비교 및 설명
 - * SpELL은 국립 브뤼셀 자유대학의 공간분석연구소로 FAO와 공동으로 세계 HPAI 위험도 분석연구를 실시하고 있음
- 유전정보를 이용한 분자역학과 경관역학을 결합(Landscape Phylogeography)하여 바이러스의 확산 분석. 바이러스의 유전자 정보를 계통지리학적 분석 후 후생태와 외부 환경 요소에 의한 전파속도, 방향 및 빈도의 분산을 계산하는 역학 연구 수행
- 바이러스 확산 속도 분석을 위해 BEAST로 계통학적 분석 실시. BEAST는 유전자 상동성 분석 소프트웨어로 서열을 MCMC를 사용한 Bayesian analysis를 통해 phylogenetic tree를 그려주는 프로그램



<그림 92. 지카 바이러스를 시간 및 공간(국가)에 따라 시각화한 정보>
 [출처 : <https://nextstrain.org/>]

- Seraphim은 바이러스 확산 속도 분석을 위해 분기시간과 생태 거리 상관관계 추정
- 그림 77과 같이 바이러스 확산 방향성을 GIS 기반으로 시각화하여 제공



<그림 93. 이란 광견병 바이러스 확산 방향성 연구>

가. 해외 주요 백신주의 백신 매칭 결과 수집 및 분석

해외 주요 백신주의 백신 매칭 결과 수집 및 분석

(1) 국내 유통중인 구제역 백신주의 분석

(가) 국내 유통 백신의 종류

유통/제조사	백신품명	보유 항원
동방/ARRIAH	아리아백	A/ASIA/Sea97/Zabaikalsky/2013 O/SEA/Mya98/Primorksy/2014
케어사이드/Biogenesis Bago	바고	O1 campos, A24 Cruzeiro, A2001 Argentina
SVC/베링거인겔하임	아토퍼	O1 manisa, O 3039, A22 Iraq

<표 30. 국내 유통 백신의 종류>

현재까지 국내 시판 허용된 백신은 3대 제조사에서 생산된 3개 백신뿐이다. 차후 허가 상황에 따라 몇 가지 품목이 추가로 시판될 수 있다.

2017년 A형 구제역의 발생 이후 각 제조사에서는 A형 구제역 항원이 추가되었다. 각 제조사별로 O형과 A형 백신 균주를 포함하여 제품을 제조 판매하고 있으며 각 균주의 효능에 대해서는 출하 돼지의 혈청 항체 역가에 의존하여 평가하는 상황이다.

(나) 세계적으로 사용중인 백신 균주와 아시아 분리 균주와의 항원 적합성 평가 결과

① 2015~2020년까지 아시아 각지에서 분리된 Asia1 type FMD와 백신 매칭 결과 분석

국가	지역형/유전자 계통	분리 바이러스	백신주	
			Asia 1 IND 8/79	Asia 1 Shamir
파키스탄	Asia/Sindh-08	Asia1/PAK/35/2014	-	N
파키스탄	Asia/Sindh-08	Asia1/PAK/1/2015	-	N
아프가니스탄	Asia/Sindh-08	Asia1/AFG/4/2014	-	N
터키	Asia/Sindh-08	Asia1/TUR/12/2015	N	N
터키	Asia	Asia1/TUR/37/2014	N	N
이란	Asia/Sindh-08	Asia1/IRN/2/2015	-	N
이란	Asia/Sindh-08	Asia1/IRN/20/2015	-	N
파키스탄	Asia/Sindh-08	Asia1/PAK/28/2015	-	N
파키스탄	Asia/Sindh-08	Asia1/PAK/38/2015	-	N
이란	Asia/Sindh-08	Asia1/IRN/26/2016	-	N

아프가니스탄	Asia/Sindh-08	Asia1/AFG/6/2016	-	M
아프가니스탄	Asia/Sindh-08	Asia1/AFG/10/2016	-	M
아프가니스탄	Asia/Sindh-08	Asia1/AFG/22/2017	-	M
파키스탄	Asia/Sindh-08	Asia1/PAK/17/2016	-	M
파키스탄	Asia/Sindh-08	Asia1/PAK/6/2017	-	N
네팔	Asia	Asia1/NEP/42/2017	-	M
네팔	Asia	Asia1/NEP/45/2017	-	M
이란	Asia/Sindh-08	Asia1/IRN/7/2018	-	M
이란	Asia/Sindh-08	Asia1/IRN/19/2018	-	M
아프가니스탄	Asia/Sindh-08	Asia1/AFG/56/2017	-	M

N : $r1 < 0.3$, 백신 매칭 되지 않음. // M : $r1 > 0.3$ 백신 매칭됨.

*해당 자료는 OIE 세계표준연구소 보고서 (<http://www.wrlfmd.org>) 참조

<표 31. 아시아 지역에서 분리된 Asia 1 type FMD와 백신 매칭 결과(2015~20)>

② 2015~2020년까지 아시아 각지에서 분리된 A type FMD와 백신 매칭 결과 분석

국가	지역형/ 유전자 계통	분리 바이러스	백신주																	
			A/TU R/200 6	A IRN05	A22 IRQ	A/IN D/40 /2000	A/TU R/11	A/TU R/14	A/Ei trea	A24/ Cruze iro	A/M AY/9 7	A CRUZ BVS	A Ind17 /82	A Sau05	A Sau41 /91	A Im87	A Im96	A Im99	A/GM I	
파키스탄	ASIA/Iran-05	A/PAK/3/2015	N	N	N															
파키스탄	ASIA/Iran-05	A/PAK/10/2015	borde rline	M	N															
파키스탄	ASIA/Iran-05	A/PAK/12/2015	N	M	M															
파키스탄	ASIA/Iran-05	A/PAK/13/2015	N	N	N															
파키스탄	ASIA/Iran-05	A/PAK/16/2015	N	N	N															
파키스탄	ASIA/Iran-05	A/PAK/21/2015	N	N	borde rline															
태국	ASIA/Sea-97	A/TAI/5/2014	N	N	N						N									
태국	ASIA/Sea-97	A/TAI/1/2015	N	M	M						N									
태국	ASIA/Sea-97	A/TAI/4/2015	N	M	M						N									
라오스	ASIA/Sea-97	A/LAO/1/2015	N	M	M						N									
베트남	ASIA/Sea-97	A/VIT/2/2015	N	N	N						N									
베트남	ASIA/Sea-97	A/VIT/3/2015	N	N	N						N									
사우디아라비아	ASIA	A/SAU/1/2015	N	N	N						N			N		N	N	N		
사우디아라비아	ASIA	A/SAU/2/2015	N	N	N	N	N	N			N			N		N	N	N		
이란	ASIA/Iran-05	A/IRN/5/2015	N	N	borde rline	N	N	N			N			N						
이란	ASIA/G-VII	A/IRN/8/2015	N	N	N	N	N	N			N			N						
이란	ASIA/Iran-05	A/IRN/10/2015	N	M	M															
이란	ASIA/G-VII	A/IRN/12/2015	N	N	N						N			N						
이란	ASIA/G-VII	A/IRN/25/2015	N	N	N															

태국	ASIA/Sea-97	A/TAI/15/2015	N	N	N			
태국	ASIA/Sea-97	A/TAI/24/2015						N
콜롬비아	ASIA/Sea-97	A/CAM/2/2015						N
콜롬비아	ASIA/Sea-97	A/CAM/5/2015						N
미얀마	ASIA/Sea-97	A/MYA/2/2015						N
미얀마	ASIA/Sea-97	A/MYA/3/2015	N	M	M		N	
파키스탄	ASIA/Iran-05	A/PAK/31/2015	M	borderline	N			
파키스탄	ASIA/Iran-05	A/PAK/53/2015	N	M	borderline			
수단	AFRICA/G-IV	A/SUD/1/2013	N	N	N			
수단	AFRICA/G-IV	A/SUD/10/2013	N	N	N			
에티오피아	AFRICA/G-IV	A/ETH/19/2015	N	N	N			
태국	ASIA/Sea-97	A/TAI/7/2016	N	M	borderline			
태국	ASIA/Sea-97	A/TAI/8/2016	N	M	M			
이란	ASIA/Iran-05	A/IRN/6/2016	N	M	M			
이란	ASIA/G-VII	A/IRN/8/2016	N	N	N			
잠비아	AFRICA/G-I	A/ZAM/1/2015	N	N	N		N	
이집트	AFRICA/G-IV	A/EGY/3/2016	N	N	borderline		M	
말레이시아	ASIA/Sea-97	A/MAY/15/2014	N	N	M		N	
아프가니스탄	ASIA/Iran-05	A/AFG/5/2016	N	N	N			borderline
태국	ASIA/Sea-97	A/TAI/20/2016	N	N	N		N	
태국	ASIA/Sea-97	A/TAI/23/2016	N	M	M		N	
사우디아라비아	ASIA/G-VII	A/SAU/19/2016	N	N	N			N

베트남	ASIA/Sea-97	A/VIT/10/2015	N	N	M					M	
베트남	ASIA/Sea-97	A/VIT/1/2016	N	M	M					N	
대한민국	ASIA/Sea-97	A/SKR/3/2017	N	M	M				N	N	
사우디아라비아	ASIA/G-VII	A/SAU/24/2016	N	N	N						
사우디아라비아	ASIA/G-VII	A/SAU/41/2016	N	N	N						
알제리	AFRICA/G-IV	A/ALG/2/2017	N	N	borderline			M		M	N
알제리	AFRICA/G-IV	A/ALG/3/2017	N	N	borderline			borderline		M	N
이란	ASIA/Iran-05	A/IRN/2/2017	borderline	N	M	M	N				
이란	ASIA/G-VII	A/IRN/4/2017	N	N	N	N	N				
이란	ASIA/Iran-05	A/IRN/7/2017	M	N	M	N	borderline				
몽골	ASIA/Sea-97	A/MOG/1/2016	N	M	M						
몽골	ASIA/Sea-97	A/MOG/2/2016	N	M	M						
태국	ASIA/Sea-97	A/TAI/52/2016	N	M	M						N
태국	ASIA/Sea-97	A/TAI/57/2016	N	N	N						N
태국	ASIA/Sea-97	A/TAI/4/2017	N	N	M						M
이집트	AFRICA/G-IV	A/EGY/19/2016	N	N	N				N		
콜롬비아	ASIA/Sea-97	A/CAM/4/2016	N	N	M						borderline
콜롬비아	ASIA/Sea-97	A/CAM/5/2016	N	N	M						N
네팔	ASIA/G-VII	A/NEP/13/2017	N	N	N						N
아프가니스탄	ASIA/Iran-05	A/AFG/11/2017	N	N	N						
아프가니스탄	ASIA/Iran-05	A/AFG/25/2017	N	N	borderline						
부탄	ASIA/G-VII	A/BHU/3/2017	N	N	N						

파키스탄	ASIA/Iran-05	A/PAK/2/2017	N	M	M			
파키스탄	ASIA/Iran-05	A/PAK/12/2017	N	M	M			
이스라엘	ASIA/G-VII	A/ISR/9/2017	N	N	N			
이스라엘	ASIA/G-VII	A/ISR/13/2017	N	N	N			
이란	ASIA/Iran-05	A/IRN/10/2018	N	M	M			N
이란	ASIA/Iran-05	A/IRN/23/2018	M	N	M			N
이란	ASIA/G-VII	A/IRN/25/2018	N	N	N			M
에티오피아	AFRICA/G-I	A/ETH/2/2018	N	borderline	borderline			
에티오피아	AFRICA/G-I	A/ETH/6/2018	N	M	M			
베트남	ASIA/Sea-97	A/VIT/6/2017	N	M	M			N
베트남	ASIA/Sea-97	A/VIT/19/2017	N	N	M			N
아프가니스탄	ASIA/Iran-05	A/AFG/50/2017	M	N	N			N
대한민국	ASIA/Sea-97	A/SKR/5/2018	N	M	M		M	N
부탄	ASIA/G-VII	A/BHU/26/2017	N	N	N			M
부탄	ASIA/G-VII	A/BHU/28/2017	N	N	N			M
케냐	AFRICA/G-I	A/KEN/14/2017	N	N	N			N
케냐	AFRICA/G-I	A/KEN/17/2017	N	N	borderline			N
태국	ASIA/Sea-97	A/TAI/10/2017	N	N	M			M
태국	ASIA/Sea-97	A/TAI/19/2017	N	N	M			borderline
잠비아	AFRICA/G-I	A/ZAM/4/2018	N	M	M			N
잠비아	AFRICA/G-I	A/ZAM/5/2018	N	M	M			N
에티오피아	AFRICA/G-IV	A/ETH/35/2018	N	N	N			N

에티오피아	AFRICA/G-IV	A/ETH/48/2018	N	N	N	N		N
이집트	AFRICA/G-IV	A/EGY/2/2018	N	N	N	M		N
우간다	AFRICA/G-I	A/UGA/28/2019	N	N	N	N		N
우간다	AFRICA/G-I	A/UGA/42/2019	N	N	N	borderline		N
에티오피아	AFRICA/G-IV	A/ETH/85/2018	N	N	N			
에티오피아	AFRICA/G-IV	A/ETH/19/2019	N	N	N			
터키	ASIA/G-VII	A/TUR/1/2017	N	N	N			M
터키	ASIA/G-VII	A/TUR/13/2017	N	N	N			M
태국	ASIA/Sea-97	A/TAI/7/2019	N	M	M		N	
태국	ASIA/Sea-97	A/TAI/8/2019	N	borderline	M		N	
에리트레아	AFRICA/G-IV	A/ERI/7/2018	N	N	N			N

<표 32. 아시아 지역에서 분리된 A type FMD와 백신 매칭 결과(2015~20)>

* ARRIAH 사 자체 A형 백신주 matching 결과

국가	지역형/ 유전자 계통	분리 바이러스	백신주	
			Zabaikalsky/2013	
한국	A/ASIA/Sea-97	SKR/5/2018		M
부탄	G-VII	BHU/26/2017		N
부탄	G-VII	BHU/28/2017		N
베트남	A/ASIA/Sea-97	VIT/6/2017		M
베트남	A/ASIA/Sea-97	VIT/19/2017		M
네팔	ASIA/G-VII	NEP 13/2017		N

태국	A/ASIA/Sea-97	TAI 4/2017	M
부탄	ASIA/G-VII	BHU/3/2017	N
한국	A/ASIA/Sea-97	SKR/3/2017	M
태국	A/ASIA/Sea-97	TAI/20/2016	M
태국	A/ASIA/Sea-97	TAI/23/2016	M
베트남	A/ASIA/Sea-97	VIT/1/2016	M
캄보디아	A/ASIA/Sea-97	CAM 4/2016	M
캄보디아	A/ASIA/Sea-97	CAM 5/2016	M
몽골	A/ASIA/Sea-97	MOG 1/2016	M
몽골	A/ASIA/Sea-97	MOG 2/2016	M
태국	A/ASIA/Sea-97	TAI 52/2016	M
태국	A/ASIA/Sea-97	TAI 57/2016	M

<표 33. 아리아사에서 제공한 A type FMD와 백신 매칭 결과>

* 바고 사 자체 A형 백신주 matching 결과

국가	지역형/ 유전자 계통	분리 바이러스	백신주
			A24 Cruzeiro, A2001 Argentina
한국	A/ASIA/Sea-97	A/SKR/4/2018	M
한국	A/ASIA/Sea-97	A/SKR/2/2010	M
한국	A/ASIA/Sea-97	A/SKR/3/2017	M
한국	A/ASIA/Sea-97	A/SKR/5/2018	M
베트남	A/ASIA/Sea-97	A/VIT/1/2010	M
베트남	A/ASIA/Sea-97	A/VIT/2/2014	M

베트남	A/ASIA/Sea-97	A/VIT/3/2014	M
베트남	A/ASIA/Sea-97	A/VIT/1/2015	M
베트남	A/ASIA/Sea-97	A/VIT/2/2015	M
베트남	A/ASIA/Sea-97	A/VIT/3/2015	M
이란	ASIA/G-VII	A/IRN/22/2015	M

<표 34. 바고사에서 제공한 A type FMD와 백신 매칭 결과>

③ 2015~2020년까지 아시아 각지에서 분리된 O type FMD와 백신 매칭 결과 분석

국가	지역형/유전자 계통	분리 바이러스	백신주											
			O manisa WRL (O/ME-SA)	O 3039WRL (O/ME-SA)	O/Russia/2000	O/TUR/5/2009	O/SKR/7/10	O 5911	O Comps	SAT1/RHO	O manisa material	O 3039 Merial	O 3039 bivalent serum Merial	
홍콩	O/CATHAY	O/HKN/1/2015	N	N	-	-	-	-	-	-	-	M	M	-
홍콩	O/CATHAY	O/HKN/2/2015	N	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
에티오피아	O/EA-3	O/ETH/3/2015	N	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
몽골	O/SEA/Mya-98	O/MOG/2/2015	N	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
몽골	O/ME-SA	O/MOG/4/2015	N	M	-	-	-	-	-	-	-	M	M	-
바레인	O/ME-SA/Ind-2001d	O/BAR/8/2015	N	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
바레인	O/ME-SA/Ind-2001d	O/BAR/14/2015	N	border line	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
파키스탄	O/ME-SA/PanAsia-2/ANT-10	O/PAK/5/2015	N	border line	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
파키스탄	O/ME-SA/PanAsia-2/ANT-10	O/PAK/11/2015	border line	M	-	-	-	-	-	-	-	M	M	-

모로코	O/ME-SA/Ind-2001	O/MOR/1/2015	N	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-
모로코	O/ME-SA/Ind-2001	O/MOR/2/2015	border line	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-
베트남	O/ME-SA/Ind-2001d	O/VIT/8/2015	M	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-
홍콩	O/CATHAY	O/HKN/8/2015	N	N	-	M	-	-	-	-	-	-	-
홍콩	O/CATHAY	O/HKN/9/2015	N	N	-	M	-	-	-	-	-	-	-
파키스탄	O/ME-SA/Pak98	O/PAK/22/2015	M	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-
파키스탄	O/ME-SA/PanAsia-2/ BAL-09	O/PAK/30/2015	M	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-
파키스탄	O/ME-SA/PanAsia-2/ ANT-10	O/PAK/49/2015	M	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-
태국	O/ME-SA/PanAsia	O/TAI/16/2015	M	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-
태국	O/SEA/Mya-98	O/TAI/26/2015	border line	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-
태국	O/SEA/Mya-98	O/TAI/09/2015	border line	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-
말레이시아	O/SEA/Mya-98	O/MAY/1/2015	M	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-
팔레스타인	O/ME-SA/PanAsia	O/PAT/2/2015	M	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-
팔레스타인	O/ME-SA/PanAsia	O/PAT/4/2015	M	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-
이집트	O/EA-3	O/EGY/7/2016	M	N	-	-	-	-	-	-	M	M	-
이집트	O/EA-3	O/EGY/18/2016	N	N	-	-	-	-	-	-	M	M	-
에리트레아	O/EA-4	O/ETH/1/2016	N	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-
사우디아라비아	O/ME-SA/Ind-2001d	O/SAU/1/2016	M	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-
사우디아라비아	O/ME-SA/Ind-2001d	O/SAU/7/2016	M	M	-	-	-	-	-	-	M	M	-
이란	O/ME-SA/PanAsia-2/ QAM-15	O/IRN/25/2016	N	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-
아프가니스탄	O/ME-SA/PanAsia-2/ ANT-10	O/AFG/04/2016	M	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-

아프가니스탄	O/ME-SA/PanAsia-2/ ANT-10	O/AFG/12/201 6	M	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-
아프가니스탄	O/ME-SA/PanAsia-2/ ANT-10	O/AFG/15/201 6	M	M	-	-	-	-	-	-	M	M	-
아프가니스탄	O/ME-SA/PanAsia-2/ ANT-10	O/AFG/16/201 6	M	M	-	-	-	-	-	-	M	M	-
모리셔스	O/ME-SA/Ind-2001d	O/MUR/06/201 6	M	M	-	-	-	-	-	-	M	M	-
모리셔스	O/ME-SA/Ind-2001d	O/MUR/07/201 6	M	M	-	-	-	-	-	-	M	M	-
사우디아라비아	O/ME-SA/PanAsia-2/ ANT-10	O/SAU/18/201 6	M	M	-	-	-	-	-	-	M	M	-
말레이시아	O/SEA/Mya-98	O/MAY/10/201 6	M	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-
말레이시아	O/SEA/Mya-98	O/MAY/5/2016	M	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-
태국	O/SEA/Mya-98	O/TAI/26/2016	N	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-
태국	O/SEA/Mya-98	O/TAI/37/2016	N	M	-	-	-	-	-	-	M	M	-
나이지리아	WA	O/NIG/01/2016	N	N	-	-	-	-	-	-	M	M	-
나이지리아	O/EA-3	O/NIG/04/2016	N	N	-	-	-	-	-	-	M	M	-
나이지리아	O/EA-3	O/NIG/12/2016	M	M	-	-	-	-	-	-	M	M	-
나이지리아	O/EA-3	O/NIG/19/2016	M	M	-	-	-	-	-	-	M	N	-
베트남	O/CATHAY	O/VIT/8/2016	N	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-
베트남	O/SEA/Mya-98	O/VIT/17/2016	N	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-
베트남	O/ME-SA/Ind-2001d	O/VIT/20/2016	M	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-
부탄	O/ME-SA/Ind-2001d	O/BHU/9/2016	M	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-
에티오피아	O/EA-4	O/ETH/11/201 6	N	N	-	-	-	-	-	-	M	M	-
에티오피아	O/EA-4	O/ETH/30/201 6	M	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-
에티오피아	O/EA-4	O/ETH/50/201 6	M	border line	-	-	-	-	-	-	-	-	-
콜롬비아	O/ME-SA/PanAsia	O/CAM/1/2016	N	border line	-	-	-	-	-	-	M	M	-
콜롬비아	O/ME-SA/PanAsia	O/CAM/3/2016	N	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-
태국	O/SEA/Mya-98	O/TAI/40/2016	N	border line	-	-	-	-	-	-	M	M	-

가나	O/WA	O/GHA/1/2016	N	N	-	-	-	-	-	-	M	M	-
대한민국	O/ME-SA/Ind-2001d	O/SKR/1/2017	M	M	-	-	-	-	-	-	M	M	-
대한민국	O/ME-SA/Ind-2001d	O/SKR/2/2017	M	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-
에티오피아	O/EA-4	O/ETH/2/2017	N	N	-	-	-	-	-	-	M	M	-
태국	O/SEA/Mya-98	O/TAI/1/2017	border line	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-
이란	O/ME-SA/PanAsia-2/ANT-10	O/IRN/8/2017	border line	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-
이란	O/ME-SA/PanAsia-2/QAM-15	O/IRN/12/2017	N	M	-	-	-	-	-	-	M	M	-
라오스	O/SEA/Mya-98	O/LAO/02/2017	N	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-
몽골	O/ME-SA/PanAsia	O/MOG/10/2017	N	N	-	-	-	-	-	-	M	M	-
미얀마	O/ME-SA/Ind-2001d	O/MYA/1/2017	N	N	-	-	-	-	-	-	M	N	-
미얀마	O/ME-SA/Ind-2001d	O/MYA/5/2017	border line	border line	-	-	-	-	-	-	M	M	-
네팔	O/ME-SA/Ind-2001d	O/NEP/3/2017	M	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-
네팔	O/ME-SA/Ind-2001d	O/NEP/4/2017	M	M	-	-	-	-	-	-	-	-	M
아프가니스탄	O/ME-SA/PanAsia-2/ANT-10	O/AFG/23/2017	M	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-
아프가니스탄	O/ME-SA/PanAsia-2/ANT-10	O/AFG/34/2017	M	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-
부탄	O/ME-SA/Ind-2001d	O/BHU/14/2017	M	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-
부탄	O/ME-SA/Ind-2001	O/BHU/5/2017	M	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-
이집트	O/EA-3	O/EGY/10/2017	M	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-
이집트	O/EA-3	O/EGY/26/2017	border line	M	-	border line	-	-	-	-	-	-	-
홍콩	O/CATHAY	O/HKN/1/2017	N	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-
홍콩	O/CATHAY	O/HKN/3/2017	N	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-
파키스탄	O/ME-SA/PanAsia-2/ANT-10	O/PAK/14/2017	border line	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-
파키스탄	O/ME-SA/PanAsia-2/ANT-10	O/PAK/4/2017	N	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-
스리랑카	O/ME-SA/Ind-2001d	O/SRL/3/2017	M	M	-	M	-	-	-	N	-	-	-

스리랑카	O/ME-SA/Ind-2001d	O/SRL/7/2016	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-	-
케냐	O/EA-2	O/KEN/4/2017	M		-	M	-	-	-	-	-	-	-
케냐	O/EA-2	O/KEN/6/2017	M	border line	-	M	-	-	-	-	-	-	-
팔레스타인	O/EA-3	O/PAT/5/2017	M	N	-	M	-	-	-	-	-	-	-
홍콩	O/CATHAY	O/HKN/8/2017	N	N	-	N	-	-	-	-	-	-	-
홍콩	O/CATHAY	O/HKN/11/2017	N	N	-	N	-	-	-	-	-	-	-
홍콩	O/CATHAY	O/HKN/12/2017	N	N	-	N	-	-	-	-	-	-	-
이스라엘	O/EA-3	O/ISR/15/2017	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-	-
이스라엘	O/EA-3	O/ISR/18/2017	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-	-
팔레스타인	O/EA-3	O/PAT/11/2017	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-	-
팔레스타인	O/EA-3	O/PAT/22/2017	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-	-
네팔	O/ME-SA/Ind-2001d	O/NEP/33/2017	N	M	-	M	-	-	-	-	-	-	-
네팔	O/ME-SA/Ind-2001d	O/NEP/35/2017	N	M	-	M	-	-	-	-	-	-	-
이란	O/ME-SA/PanAsia-2/ ANT-10	O/IRN/1/2018	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-	-
이란	O/ME-SA/PanAsia-2/ QOM-15	O/IRN/12/2018	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-	-
에리트레아	O/EA-3	O/ETH/13/2018	N	M	-	M	-	-	-	-	-	-	-
에리트레아	O/EA-3	O/ETH/16/2018	N	N	-	border line	-	-	-	-	-	-	-
베트남	O/SEA/Mya-98	O/VIT/1/2017	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-	-
베트남	O/SEA/Mya-98	O/VIT/5/2017	N	N	-	N	-	-	-	-	-	-	-
베트남	O/ME-SA/Ind-2001e	O/VIT/9/2017	N	M	-	M	-	-	-	-	-	-	-
베트남	O/CATHAY	O/VIT/21/2017	N	N	-	N	-	-	-	-	-	-	-
아프가니스탄	O/ME-SA/PanAsia-2/ ANT-10	O/AFG/44/2017	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-	-
아프가니스탄	O/ME-SA/PanAsia-2/ ANT-10	O/AFG/52/2017	border line	M	-	M	-	-	-	-	-	-	-

잠비아	O/EA-2	O/ZAM/3/2018	border line	M	-	M	-	-	-	-	-	-	-
홍콩	O/CATHAY	O/HKN/4/2018	N	N	-	N	-	-	-	-	-	-	-
홍콩	O/CATHAY	O/HKN/5/2018	N	N	-	N	-	-	-	-	-	-	-
이스라엘	O/ME-SA/PanAsia-2/QOM-15	O/ISR/2/2018	border line	border line	-	M	-	M	-	-	-	-	-
이스라엘	O/ME-SA/PanAsia-2/QOM-15	O/ISR/4/2018	N	N	-	M	-	M	-	-	-	-	-
부탄	O/ME-SA/lnd-2001e	O/BHU/2/2018	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-	-
부탄	O/ME-SA/lnd-2001e	O/BHU/24/2017	M	border line	-	M	-	-	-	-	-	-	-
스리랑카	O/ME-SA/lnd-2001e	O/SRL/1/2018	M	border line	-	M	-	-	-	-	-	-	-
스리랑카	O/ME-SA/lnd-2001e	O/SRL/5/2017	N	N	-	border line	-	-	-	-	-	-	-
알제리	O/EA-3	O/ALG/1/2018	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-	-
알제리	O/EA-3	O/ALG/2/2018	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-	-
몽골	O/ME-SA/lnd-2001e	O/MOG/2/2018	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-	-
몽골	O/SEA/Mya-98	O/MOG/7/2018	N	M	-	M	-	-	-	-	-	-	-
몽골	O/ME-SA/PanAsia	O/MOG/10/2018	N	M	-	M	-	-	-	-	-	-	-
케냐	O/EA-2	O/KEN/11/2017	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-	-
케냐	O/EA-2	O/KEN/15/2017	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-	-
남수단	O/EA-3	O/SSD/6/2017	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-	-
홍콩	O/CATHAY	O/HKN/13/2018	N	N	-	N	-	-	-	-	-	-	-
잠비아	O/EA-3	O/GAM/1/2018	border line	M	-	M	-	-	-	-	-	-	-
시에라리온	O/EA-3	O/SEL/13/2018	M	M	-	border line	-	-	-	-	-	-	-
세네갈	O/EA-3	O/SEN/2/2018	border line	M	-	M	-	-	-	-	-	-	-
세네갈	O/EA-3	O/SEN/11/2018	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-	-
라오스	O/ME-SA/PanAsia	O/LAO/1/2018	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-	-

태국	O/ME-SA/PanAsia	O/TAI/4/2018	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-
태국	O/ME-SA/Ind-2001e	O/TAI/13/2017	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-
태국	O/ME-SA/PanAsia	O/TAI/16/2017	border line	border line	-	border line	-	-	-	-	-	-
부르키나 파소	O/EA-3	O/BKF/4/2018	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-
부르키나 파소	O/EA-3	O/BKF/9/2018	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-
에리트레아	O/EA-3	O/ETH 20/2018	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-
에리트레아	O/EA-3	O/ETH 23/2018	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-
홍콩	O/CATHAY	O/HKN 21/2018	N	N	-	N	-	-	-	-	-	-
홍콩	O/CATHAY	O/HKN 23/2018	N	N	-	N	-	-	-	-	-	-
몽골	O/ME-SA/Ind-2001e	O/MOG 21/2018	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-
몽골	O/ME-SA/Ind-2001e	O/MOG 23/2018	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-
몽골	O/SEA/Mya-98	O/MOG 25/2018	N	M	-	M	-	-	-	-	-	-
이스라엘	O/ME-SA/PanAsia-2/ QOM-15	O/ISR 42/2018	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-
이스라엘	O/ME-SA/PanAsia-2/ QOM-15	O/ISR 71/2018	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-
이스라엘	O/ME-SA/PanAsia-2/ QOM-15	O/ISR 78/2018	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-
이집트	O/EA-3	O/EGY 34/2017	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-
대한민국	O/ME-SA/Ind-2001e	O/SKR 1/2019	M	M	-	M	M	-	-	-	-	-
대한민국	O/ME-SA/Ind-2001e	O/SKR 4/2019	M	M	-	M	M	-	-	-	-	-
우간다	O/EA-2	O/UGA 10/2019	N	N	-	border line	-	-	-	-	-	-
베트남	O/CATHAY	O/VIT 6/2018	N	N	-	N	-	-	-	-	-	-
베트남	O/ME-SA/PanAsia-2	O/VIT 10/2018	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-
베트남	O/SEA/Mya-98	O/VIT 1/2019	N	N	-	border line	-	-	-	-	-	-
부탄	O/ME-SA/Ind-2001e	O/BHU 1/2019	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-

부탄	O/ME-SA/Ind-2001e	O/BHU 9/2019	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-
알제리	O/EA-3	O/ALG 11/2018	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-
코트디부아르	O/EA-3	O/CIV 3/2018	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-
기니	O/EA-3	O/GNA 3/2018	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-
모리타니	O/EA-3	O/MAU 1/2018	N	M	-	M	-	-	-	-	-	-
모로코	O/EA-3	O/MOR 1/2019	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-
튀니지	O/EA-3	O/TUN 1/2019	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-
에티오피아	O/EA-3	O/ETH 73/2018	N	M	-	M	-	-	-	-	-	-
에티오피아	O/EA-3	O/ETH 9/2019	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-
잠비아	O/EA-2	O/ZAM 2/2019	border line	M	-	M	-	-	-	-	-	-
터키	O/ME-SA/PanAsia-2/ QOM-15	O/TUR 11/2018	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-
터키	O/ME-SA/PanAsia-2/ QOM-15	O/TUR 4/2019	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-
팔레스타인	O/ME-SA/PanAsia-2/ QOM-15	O/PAT 3/2019	N	M	-	M	-	-	-	-	-	-
팔레스타인	O/ME-SA/PanAsia-2/ QOM-15	O/PAT 4/2019	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-
이스라엘	O/ME-SA/PanAsia-2/ QOM-15	O/ISR 12/2019	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-
이스라엘	O/ME-SA/PanAsia-2/ QOM-15	O/ISR 27/2019	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-
홍콩	O/CATHAY	O/HKN 1/2019	N	N	-	N	-	-	-	-	-	-
홍콩	O/CATHAY	O/HKN 4/2019	N	N	-	N	-	-	-	-	-	-
태국	O/SEA/Mya-98	O/TAI 14/2018	N	M	-	border line	-	-	-	-	-	-
태국	O/ME-SA/Ind-2001e	O/TAI 15/2018	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-
에리트레아	O/EA-3	O/ERI 3/2017	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-
에리트레아	O/EA-3	O/ERI 8/2017	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-
스리랑카	O/ME-SA	O/SRL 16/2018	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-
스리랑카	O/ME-SA/Ind-2001d	O/SRL 1/2019	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-
스리랑카	O/ME-SA	O/SRL 14/2019	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-
스리랑카	O/ME-SA/Ind-2001d	O/SRL 17/2019	M	M	-	M	-	-	-	-	-	-

N : r1 < 0.3, 백신 매칭 되지 않음. // M : r1 > 0.3 백신 매칭됨

*해당 자료는 OIE 세계표준연구소 보고서 (<http://www.wrlfmd.org>) 참조

<표 35. 아시아 지역에서 분리된 O type FMD와 백신 매칭 결과(2015~20)>

* ARRIAH 사 자체 O형 백신주 matching 결과

국가	지역형/ 유전자 계통	분리 바이러스	백신주
			O/Primorsky/2014(My-98)
몽골	ME-SA PanAsia	O/Mongolia/2018	N
파키스탄	ME-SA PanAsia-2	O/Pakistan/18/08	N
파키스탄	ME-SA PanAsia-2	O/Pakistan/18/40	N
러시아	SEA, Mya-98	O/Primorsky/2019	M
러시아	ME-SA Ind-2001	O/Zabaikalsky/2016	M
러시아	ME-SA PanAsia	O/Zabaikalsky/2018	M
태국	SEA, Mya-98	O/TAI 1/2017	M
대만	CATHAY	O/TAW/2012	N
대한민국	SEA, Mya-98	O/KOR/JC71/2015	M
대한민국	SEA, Mya-98	O/KOR/JC84/2015	M
대한민국	SEA, Mya-98	O/KOR/JC85/2015	M
대한민국	SEA, Mya-98	O/KOR/JC02D1/2014	M

<표 36. 아리아사에서 제공한 O type FMD와 백신 매칭 결과>

* 바고 사 자체 O형 백신주 matching 결과

국가	지역형/ 유전자 계통	분리 바이러스	백신주
			O/Campos
홍콩	O/CATHAY	O/HKN/01/2013	M
태국	O/CATHAY	O/YUNLIN/TAW/97	M
베트남	O/ME-SA/PanAsia	O/VIT/1/2013	M
대한민국	O/SEA/Mya-98	O/SKR/J12/2010	M
대한민국	O/SEA/Mya-98	O/SKR/JC/02D111/2014	M
대한민국	O/SEA/Mya-98	O/SKR/JC/02D12/2014	M
대한민국	O/SEA/Mya-98	O/SKR/JC/02D26/2014	M
대한민국	O/SEA/Mya-98	O/SKR/JC/71GHW/2015	M
대한민국	O/SEA/Mya-98	O/SKR/JC/84YDM/2015	M
대한민국	O/SEA/Mya-98	O/SKR/JC/35YLC/2015	M
베트남	O/SEA/Mya-98	O/VIT/1/2010	M
베트남	O/SEA/Mya-98	O/VIT/2/2014	M
베트남	O/SEA/Mya-98	O/VIT/3/2014	M
대한민국	O/ME-SA/Ind-2001	O/SKR/1/2017	M
베트남	O/ME-SA/Ind-2001	O/VTN/20/2016	M

<표 37. 바고사에서 제공한 O type FMD와 백신 매칭 결과>

(다) 국내 유통 중인 백신의 백신주와 국내 분리 구제역 바이러스의 교차면역 분석

- 2019년 국내 분리주와 백신 매칭 결과

분리 바이러스	백신주			
	O3039	O manisa	O skr 7/10	O Tur 5/09
O/SKR/1/2019	M	M	M	M
O/SKR/4/2019	M	M	M	M

<표 38. 2019년 국내 분리주와 백신 매칭 결과>

O 3039, O manisa 는 베링거 인겔하임 사의 백신주임. O skr 7/10 안동주는 검역본부에서 자체 분리 제작한 백신주이다. O Tur 5/09는 MSD사의 백신주이다.

- 2018년 국내 분리주와 백신 매칭 결과

분리 바이러스	백신주							
	A IRN/2005	A MAY 97	A TUR 20/06	A/GVII	A22 IRQ/24/6 4	A24 Cruz (1)	A24 Cruz (2)	
A/SKR/5/2018	M	N	N	M	M	N	M	

<표 39. 2018년 국내 분리주와 백신 매칭 결과>

- 2017년 국내 분리주와 백신 매칭 결과

분리 바이러스	백신주	
	O skr 7/10	O Tur 5/09
O/SKR/1/2017	M	M
O/SKR/2/2017	M	M

<표 40. 2017년 국내 분리주와 백신 매칭 결과>

- 2016년 국내 분리주와 백신 매칭 결과

분리 바이러스	백신주			
	O 3039	O Manisa	O skr VV	O/TUR/5/09
O/SKR/7/2016	M	N	M	M

<표 41. 2016년 국내 분리주와 백신 매칭 결과>

(라) 국내 분리주와 각종 백신주와의 매칭 결과 고찰

백신주와 야외주의 중화항체를 이용한 수년간의 실험자료 분석을 토대로 몇 가지를 확인할 수 있다.

① 같은 혈청형 내에서도 야외주와 백신주의 교차면역 수준은 다양하다.

O manisa, O3039와 같이 비교적 오랫동안 사용된 백신주에 대해서 중화항체를 이용한 교차면역 분석 자료가 다수 게시되어 있다. 앞서 제시된 백신 매칭 결과를 통해서도 한국을 포함한 아시아 여러 지역에서 분리된 야외주에 대하여 매칭이 되지 않는 (r1 value < 0.3) 균주가 다수 존재하는 것을 알 수 있다.

이러한 점은 O manisa, O3039에 한정되지 않는다. 국내 유통중인 백신의 제조사인 Bago 사, ARRIAH 사의 경우 국제 공인 기구인 퍼프라이트에 게시된 매칭 결과 자료가 부족할 뿐이지, 이들 백신주 역시 아시아 지역의 다양한 야외주에 대해서 매칭되지 않을 것임은 명확하다. 따라서 본 과제는 특정 백신회사의 백신주에 대한 우월한 교차면역에 대해 어떠한 논의와 결론을 내리지 않는다.

구제역 바이러스에 대한 선행 연구자료를 통해 서로 다른 혈청형에 속한 균주끼리 교차면역이 일어나지 않음이 알려져 있다. 또한 같은 혈청형에 속한 균주끼리도 교차면역이 일어나지 않을 수 있다. 따라서 백신주를 선정하는 과정에 있어 가능한 다양한 균주를 보유하고 있을 필요가 있다. 특히 국내 양돈 질병에 지대한 영향을 미치고 있는 인접 국가들에 대해서 발생 구제역에 대한 정보를 공유하고 분리주에 대한 확보가 필요하다.

O/Jincheon/SKR/2014 균주의 경우 그동안 국내에서 사용하던 백신주 O manisa와 매칭되지 않는 것이 확인되었다. 이후, 기존 1개 회사가 독점하던 체제에서 다변화되어 농가가 직접 백신을 선택할 수 있도록 바뀌는 계기가 되었다. 백신의 사용은 집단 전체에 면역을 제공하므로, 백신 접종 이후 발병하는 병원체일수록 기존 백신주의 교차면역을 피해가는 경향이 있다. 이미 PCV2 사례에서도 볼 수 있듯이 (PCV2a 형 백신의 사용이 PCV2b 이후 PCV2d의 유행으로 이어짐) 백신의 사용이 역학적인 genomic shift를 유도할 수 있다. 현재의 다변화된 백신 접종이 새로운 균주의 유입과 발생에도 효과적인지 면밀하게 조사할 필요가 있다.

② 동일한 백신주에 대한 상이한 매칭 결과가 확인된다.

국가	분리 바이러스	백신주			
		O manisa WRL	O manisa MERIAL	O 3039 WRL	O 3039 MERIAL
홍콩	O/HKN/1/2015	N	M	N	M
몽골	O/MOG/4/2015	N	M	M	M
파키스탄	O/PAK/11/2015	border line	M	M	M
이집트	O/EGY/7/2016	M	M	N	M
이집트	O/EGY/18/2016	N	M	N	M
태국	O/TAI/37/2016	N	M	M	M
나이지리아	O/NIG/01/2016	N	M	N	M
나이지리아	O/NIG/04/2016	N	M	N	M

에티오피아	O/ETH/11/2016	N	M	N	M
콜롬비아	O/CAM/1/2016	N	M	border line	M
태국	O/TAI/40/2016	N	M	border line	M
가나	O/GHA/1/2016	N	M	N	M
에티오피아	O/ETH/2/2017	N	M	N	M
이란	O/IRN/12/2017	N	M	M	M
몽골	O/MOG/10/2017	N	M	N	M
미얀마	O/MYA/1/2017	N	M	N	M
미얀마	O/MYA/5/2017	border line	M	border line	M

〈표 42. 동일한 백신주에 대한 상이한 백신 매칭 결과〉

위의 자료는 이미 공개된 퍼프라이트 (<http://www.wrlfmd.org>) 측에서 추출한 것이다. 해당 자료에서 확인할 수 있듯이 O manisa 와 O 3039 균주 각각의 아시아 분리주에 대한 백신 매칭 결과가 WRL 측과 Merial 사에 따라 다른 것을 확인할 수 있다. 백신 매칭 방법은 일반적으로 야외 분리주와 백신주 사이의 혈청학적 관련성을 산술적으로 가늠하기 위해 사용한다. 이는 r-value로 표현할 수 있는데 바이러스 중화시험 (VNT)를 이용하고 있다.

$r1 = \text{야외주에 대한 표준 항혈청의 산술 평균 항체역가의 역수} / \text{백신주에 대한 표준 항혈청의 산술 평균 항체역가의 역수}$

일반적으로 VNT 는 항체측정법 중에서 실제 방어능과 관련이 깊다. 따라서 r1 value 역시 실제적으로 백신이 야외주에 대해 제공해줄 수 있는 면역력을 가늠할 수 있는 척도로서 가치가 있다. 백신 매칭 결과 해석은 r1 값 0.3을 기준으로 그 이상의 결과가 나오면 충분히 백신주와 야외주가 관련성이 있고 백신이 방어할 수 있는 것으로 해석한다.

위의 실험 결과에서 WRL과 Merial사의 상이한 결과는 실제 실험 과정에서 결과를 뒤바꿀 여지가 있다는 것을 의미한다. 사실 다양한 요인이 작용할 수 있는데 먼저는 표준항혈청을 어떻게 확보하느냐에 따라 결과가 달라질 수 있다. 또 In-vitro 실험에서 CPE를 확인해 최종 중화항체 역가를 측정하는 과정에서 실험자의 판단이 중대한 영향을 미칠 것으로 추정된다.

백신주에 대한 r1 value의 일관되지 않은 결과는 실제 현장에서 백신을 선택하는 데 많은 혼란을 유발할 수 있으므로 이에 대한 보완이 필요하다.

③ 국내 분리 야외주의 경우, 현재의 백신주와 대부분 교차면역이 가능하다.

2015년 이래 다양한 백신이 시중에 유통되고 있으며 이들 백신주와 국내 발생 구제역의 백신 매칭 결과는 기존 백신주가 교차면역 되는 것을 보여준다. 다만 O/SKR/7/2016 분리주의 경우, O manisa 백신주와 매칭이 되지 않아 교차면역이 떨어지는 것으로 확인되었고 이에 따라 새로운 백신주가 추가되었다. 또 2010년 이래 구제역의 발생은 산발적으로 이루어지고 있지만, 최근의 A type의 발생에서도 알 수 있듯이 정확한 유래를 확인하기 어려운 경우가 있었고 이러한 A type까지 포함된 백신이 현재 유통되고 있다.

나. 구제역 백신주 선정 및 관리체계 분석

(1) 국내 구제역 상시 백신주 선정 과정 분석

< 상시 백신 후보 선정 과정 >



<그림 94. 상시 백신 후보 선정 과정 요약>

(가) 상시 백신 선정 과정

위의 그림에서 볼 수 있듯이 현재 구제역 상시 백신은 1) 최초 백신 등록과정과 2) 등록 이후 매년 검토받는 정기 평가 과정으로 나뉜다.

- 최초 평가 : 상시 백신 선정을 위한 평가를 최초로 받는 구제역 백신에 대해서는 백신 제조사 또는 수입사로부터 백신 적합성 시험 결과를 제공 받아 협의회를 통해 종합적으로 검토

해당 업체는 FAO/OIE 구제역 표준실험실에서 실시한 국제적인 기준(OIE 매뉴얼)에 의한 시험 결과를 제공해야 함

- 정기 평가 : 매년 사용되고 있는 상시 백신의 경우 검역본부 자체 백신 매칭 결과를 바탕으로 협의회를 통해 종합적으로 검토

※ 백신 적합성 평가는 가장 객관적인 자료라 할 수 있는 중화시험 백신 매칭 또는 공격 접종 방어 결과로 한함

※ 백신 매칭 (r1값) 결과 비매칭(r1<0.3)일 경우라도 공격 접종 실험으로 방어됨을 증명할 경우 백신의 적합성을 증명한 것으로 인정함

① 최초 평가 백신 적합성 평가 기준

< 기존 >		< 개정 >	
적합성 평가 실험법	- 백신 매칭, 공격 접종, 중화시험 결과 등 제출		- 백신 매칭과 공격 접종(PD ₅₀)만 인정
평가 대상 바이러스	- 최근 국내·외 발생 바이러스(pool 1 & 2)		- 협의회 사전 지정 국내 발생 바이러스
적합 기준	- 필수 항목 60% 적합		- 아래 2가지 조건을 모두 만족해야 함 ① 최근 5년 국내 발생 바이러스 중 60% 이상과 매칭 성립(또는 공격 접종 시 방어) ② 가장 최신 발생 바이러스와 공격 접종 시 방어)

<표 43. 최초 평가 백신 적합성 평가 기준 변경 요약>

② 정기평가 백신 적합성 평가 기준

< 기존 >		< 개정 >	
적합성 평가 실험법	- 백신 매칭, 공격 접종, 중화시험 결과 등 매년 제출		- 검역본부 자체 매칭 결과로 평가 - 검역본부 자체 시험 결과 비매칭일 경우 공격 접종 결과 제출 시 적합함으로 인정
평가 대상 바이러스	- 최근 국내·외 발생 바이러스(pool 1 & 2)		- 최신 발생 국내 발생 바이러스
적합 기준	- 필수 항목 60% 적합		- 최신 발생 바이러스와 매칭 성립(또는 공격 접종 방어)

<표 44. 정기 평가 백신 적합성 평가 기준 변경 요약>

※ 단, 평가대상 바이러스는 협의회 의견에 따라 변경될 수 있음

③ 백신 적합성 평가 대상 발생 바이러스 및 적합의 기준

구제역 방역 실시 요령 (농림축산식품부고시 제2019-52호, '19.9.16.)의 검역본부의 백신 바이러스 확보 원칙에 따라 수입 또는 제조업체에서 백신 바이러스 제공 시에만 백신 적합성 평가 대상으로 설정한다.

시험 대상 구제역 바이러스는 국내 발생 바이러스로 60% 이상의 바이러스에 대해서 매칭이 성립하고 (또는 공격 접종으로부터 방어함) 가장 최신 바이러스에 대해서 공격 접종으로부터 방어해야 한다.

* 협의회 지정 바이러스(2020년, 현재)

	O형 백신	A형 백신
시험 대상 바이러스	- 안성주(2019) - 보은주(2017) [또는 정읍주(2017)] - 김제주(2016) [또는 고창주(2016)] - 진천주(2014) - 안동주(2010), 총 5종	- 김포주(2018) - 연천주(2017) - 포천주(2010), 총 3종
적합 기준	- 5종 중 3종과 매칭 성립 또는 공격 접종 시 방어 - 안성주와 공격 접종시 방어	- 3종 중 2종과 매칭 성립 또는 공격 접종 시 방어 - 김포주와 공격 접종시 방어

<표 45. 협의회 지정 구제역 바이러스(2020년 현재)>

※ 평가 대상 바이러스는 협의회 의견에 따라 추후 변경될 수 있음

공격 접종 실험은 돼지에서 수행하며 실험법은 OIE 매뉴얼에 따른 PD50 실험법으로 한다.

- 3개 다른 용량별로 실험군을 구성(예를 들어, 1, 1/4, 1/16 용량)
- 실험군의 중화항체역가, 임상증상, 임상지수 등 구체적 실험 데이터도 제공해야 함
- 적합 판단 기준 동종 바이러스에 대하여 6 PD50(이종의 경우 O형 6 PD50 이상, A형 3 PD50 이상) 이상으로 결정

④ 구제역 백신 적합성 평가 제출자료

㉠ 중화항체 백신 매칭 자료

- 백신 매칭 실험 개요
 - 백신 매칭 실험방법(OIE 매뉴얼에서 인정하는 이차원적 중화항체검사방법에 의한 백신 매칭)
 - 실험기관(FAO/OIE 구제역 표준연구소)
 - 실험자 또는 실험책임자(FAO/OIE 구제역 표준연구소 소속)
- 백신 매칭 실험자료
 - 백신 매칭 실험별 실험 일자
 - 백신 매칭에 사용된 바이러스 및 표준혈청에 대한 구체적 정보
 - 백신 매칭 결과 나온 중화항체와 바이러스의 각 세부 역가 정보
 - 백신 매칭값을 산출한 공식, 결과값 그리고 종합의견
 - 기타 필요하다고 인정되는 자료

㉔ 공격 접종 백신 방어 효과 증명실험 자료

- 공격 접종 백신 방어 효과 증명실험 개요
 - 공격 접종 방어 효과 증명실험 방법(OIE 매뉴얼의 PD50에 준하는 검사법)
 - 실험기관(FAO/OIE 구제역 표준연구소)
 - 실험자 또는 실험책임자(FAO/OIE 구제역 표준연구소 소속)
- 공격 접종 백신 방어 효과 증명실험 자료
 - 공격 접종 실험별 실험 일자
 - 공격 접종에 사용된 백신 및 공격 접종 바이러스에 대한 구체적 정보
 - 공격 접종 결과 임상증상, 임상지수, PD50값 그리고 종합의견
 - 백신접종과 공격 접종 과정에서 채혈한 혈청의 항체역가(중화항체가, ELISA 항체가 등) 세부 정보
 - 기타 필요하다고 인정되는 자료

(2) 해외(남미/ 일본/ 대만)의 구제역 백신주 선정 체계 분석

: 1차년도 연구 결과 참조

다. 구제역 백신의 야외 발생 구제역 바이러스에 대한 적합성 평가 기준 개선

(1) 국내 구제역 발생상황 정리

[출처 : 2019 구제역 백서]

구 분	2000년	2002년	2010년			2014년	2014년~ 2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
			'10.1월 (포천)	'10.4월 (강화)	'10/'11년 (안동)						
발생	3.24 ~ 4.15 (23일간)	5.2 ~ 6.23 (53일간)	1.2 ~ 1.29 (28일간)	4.8 ~ 5.6 (29일간)	10.11.28 ~'11.4.21 (145일간)	7.23 ~ 8.6. (15일간)	14.12.3. ~'15.4.28. (147일간)	'16.1.11. ~'16.3.29 (45일간)	'17.2.5. ~ 2.13 (9일간)	'18.3.26. ~ 4.1 (7일간)	19.1.28. ~ 1.31 (4일간)
	건수: 15건 (소 15)	건수: 16건 (소 1, 돼지 15)	건수: 6건 (소 6)	건수: 11건 (소 7, 돼지 4)	건수: 153건 (소 97,돼지 55, 염소1)	건수: 3건 (돼지 3)	건수: 185건 (돼지 180, 소5)	건수: 21건 (돼지 21)	건수: 9건 (소 9)	건수: 2건 (돼지 2)	건수: 3건 (소 3)
	3개 도 6개 시·군	2개 도 4개 시·군	1개 도 2개 시·군	4개 시·도 4개 시·군	11개 시도 75개 시·군	2개 도 3개 시·군	7개 시·도 33개 시·군	2개 시·도 6개 시·군	3개 도, 3개 시·군	1개 도, 1개 시·군	2개 도, 2개 시·군
	파주, 화성, 용인, 홍성, 보령, 충주	안성, 용인, 평택, 진천	포천, 연천	강화, 김포, 충주, 청양	부산, 대구, 인천, 울산, 대전, 경기, 강원, 충북,	의성, 고령, 합천	인천, 세종, 경기, 강원, 충북,	김제, 고창, 공주, 천안, 논산, 홍성	보은, 연천, 정읍	김포	안성, 충주

구 분	2000년	2002년	2010년			2014년	2014년~ 2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
			'10.1월 (포천)	'10.4월 (강화)	'10/'11년 (안동)						
					충남, 경북, 경남		충남, 경북				
혈청형	O형 PanAsia	O형 PanAsia	A형 A/Asia/ Sea-97	O형 SEA	O형 SEA	O형 SEA	O형 SEA	O형 SEA	O, A형	A형 (A/Asia/ Sea-97)	O형
발생원인	수입건초 해외여행객	외국인 근로자	외국인 근로자	농장주 해외여행	농장주 해외여행	해외유입 (경로미상)	해외유입 (경로미상)	잔존 바이러스	해외유입 (경로미상)	해외유입 (경로미상)	해외유입 (경로미상)
예방접종	링백신	미 실시	미 실시	미 실시	전국백신	전국백신	전국백신	전국백신	전국백신	전국백신	전국백신
국내 종식	○ 예방접 종 중단 후 1년 * 청정국 회복: '01.8.31	○ 이동제한 해제 (8.14) 후	○ 이동제한 해제 (3.23) 후	○ 이동제한 해제 (6.19) 후	○ 이동제한 해제 (6.25) 후 * 청정국 회복: '10.9.27	○ 이동제한 해제 (9.4) 후 * 백신 접종 중, 종식 선언은 하지 않음	○ 이동제한 해제 (5.22) 후 * 백신 접종 중, 종식 선언은 하지 않음	○ 이동제한 해제 (4.27) 후 * 백신 접종 중, 종식 선언은 하지 않음	○ 이동제한 해제 (3.10) 후 * 백신 접종 중, 종식 선언은 하지 않음	○ 이동제한 해제 (4.30) 후 * 백신 접종 중, 종식 선언은 하지 않음	○ 이동제한 해제 (2.25) 후 * 백신 접종 중, 종식 선언은 하지 않음
소요예 산	2,725억원 -보상금 71 -수매 2,428 -소독 등 202 -생활·경영 안 정·입식자 급 등 23.7	1,058억원 -보상금 531	272억원 -보상금 93	1,040억원 -보상금 637	27,383억원 -보상금	약 17억원 추정 -보상금 5 (국비 3) -소독 등 12	약 635억원 -보상금 412	약 80억원 -보상금 75	약 98억원 -보상금 63 (국비 51) -생계소득 1 -소독 34	약 42억원 -보상금 37	약 86억원 추정 -보상금 85 (국비 68) -생계소득 1 (국비 0.8)

〈표 46. 2010년 이후 구제역 국내 발생상황 요약〉

(가) 2014년 이후 국내 구제역 발생 동향

[출처 : 2019 구제역 백서]

■ 2014년 구제역 발생 동향

● 2014년 5월 29일 OIE로부터 백신 접종 청정국 지위를 획득한 직후인 2014년 7월 23일 경북 의성군 소재 돼지 사육농장(1,500마리)에서 구제역 의심축이 신고되었고, 정밀검사 결과 7월 24일 구제역으로 확진되었다. 8월 6일까지 15일간 경북 의성, 고령, 경남 합천에서 3건이 발생하였다.

농장 3개소에서 구제역 바이러스가 발생 되었고, 의심축을 신고한 농장에서만 양성이 확인되었다.

● 3개 농가에서 2,009마리가 살처분되었으며, 경북은 발생 농장의 임상축만 살처분(732마리)되었고, 경남은 발생 농장 전 두수(1,277마리)를 살처분하였다.

■ 2014~2015년 구제역 발생 동향

• 2014년 9월 이동 제한 해제 이후 12월 3일부터 구제역이 재발하여, 2015년 4월 28일까지 7개 시·도의 33개 시·군에서 총 185건(돼지 180, 소 5)이 발생하였고, 예방적 살처분을 포함한 196개 농장의 가축 17만 2,798마리를 살처분하였다.

발생 시 군은 인천 2(강화), 세종 2, 경기 56(안성, 이천, 용인, 평택, 화성, 여주, 수원, 포천), 강원 11(철원, 원주, 춘천), 충북 36(진천, 청주, 충주, 괴산, 음성, 증평, 보은, 제천, 단양), 충남 70(홍성, 천안, 아산, 보령, 공주, 당진), 경북 8(의성, 안동, 봉화, 영천, 경주)건이다.

• 일부 다수 발생 지역(충청남도 홍성, 천안 등)은 광범위하게 오염되어 산발적·지속적으로 발생하였으며, 강원도 등에서도 발생하였다. 2014년 12월 25 건 발생 이후 2015년 1월 46건, 2월 48건, 3월 53건으로 발생 건수가 계속해서 증가하였다. 이후 4월에 13건으로 구제역 발생이 크게 감소하였으며, 4월 28일 충남 홍성·천안 지역 발생을 마지막으로 2015년은 더 이상 발생하지 않았다.

■ 2016년 구제역 발생 동향

• 2016년 1월 11일 전북 김제 소재 돼지사육농장에서 구제역 의심 신고가 발생하였다. 혈청형은 “O형”으로 2014~2015년 발생한 구제역과 같은 혈청형이었으며, 2015년 4월 28일 이후 8개월 만에 발생하였다.

• 2016년 구제역은 돼지에서만 발생하였고, 1월 11일부터 3월 29일까지 김제, 고창, 공주, 천안, 논산, 홍성 등 총 6개 시 군 21개 농장에서 발생하였다. 구제역 의심 신고 농장은 7개, 예찰 13개 농장, 역학 1개 농장이었다. 예방적 살처분(구제역 발생 농장 외 4개 농장, 2,250마리)을 포함한 살처분 마릿수는 3만 3,073마리였다. 지역적으로는 논산에서 집중적으로 발생(14건, 전체 발생 중 66.7%)하였고, 특히 밀집사육단지 내 13개 농장 중 10개 농장에서 구제역이 발생하였다.

■ 2017년 구제역 발생 동향

• 2017년 발생한 구제역은 2016년 3월 29일 충남 홍성에서 마지막 발생 이후 약 10개월이 지난 2017년 2월 5일 충북 보은 젓소농장에서 발생하였다.

• 구제역 바이러스 혈청형(Serotype)은 O형 8건, A형 1건이며, A형(A/ASIA/Sea-97)은 경기 연천의 젓소농장에서 2월 8일 1건 발생하였다. O형(O/ME-SA/Ind2001d)은 충북 보은의 젓소농장에서 2월 5일 1건, 전북 정읍의 한우 농장에서 2월 6일 1건, 충북 보은의 한우농장에서 2월 9일부터 13일에 걸쳐 6건 발생하였다.

• 2017년 2월 5일에 발생한 구제역은 2월 13일까지(9일간) 충북 보은, 전북 정읍, 경기 연천의 한우 및 젓소농가에서 총 9건이 발생하였다. 이로 인해 예방적 살처분을 포함해 21농가에서 1,392두를 살처분하였으며, 3월 10일에 이동 제한이 해제되었다.

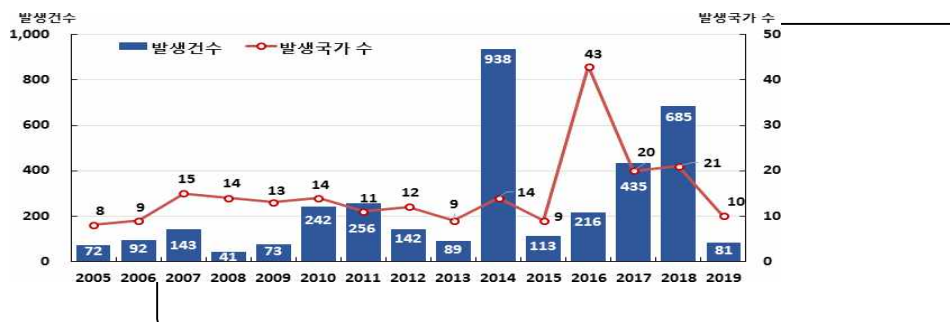
■ 2018년 구제역 발생 동향

- 2018년 구제역은 3월 26일부터 4월 1일까지(6일간) 경기도 김포시 대곶면과 하성면 소재의 돼지 농장 2개소에서 발생하였으며, 혈청형은 A형으로 판정되었다. 이로 인해 예방적 살처분을 포함해 양돈농가 10호에서 1만 1,726두를 살처분하였으며, 4월 30일에 이동 제한이 해제되었다.
- 유전자 분석 결과 A/Asia/Sea-97 유전형으로 분류되었으며, A형 구제역은 2016년 이후 돼지에서 백신을 접종하지 않았다. 단, 김포시의 경우 2017년 11월부터 2018년 3월까지 1천두 미만 사육 농장 11개소에 2가(O+A) 백신 239병(5,975두분)이 공급되어 일부 농장에서는 백신 항체가 형성되었을 것으로 추정된다.

(나) 외국의 구제역 발생 동향

[출처 : 2019 구제역 백서]

- 구제역은 2005년부터 2019년까지(2019년 6월 24일 기준) 전 세계에서 총 3,618건 발생하였다. 발생 지역은 중국, 대만, 한국, 북한, 미얀마, 몽골 등 아시아 지역과 이집트, 알제리, 짐바브웨, 리비아 등 아프리카지역, 레바논, 이스라엘 등 중동지역이다. 최근 주요 발생 국가는 알제리, 짐바브웨, 튀니지, 중국, 남아프리카 등이다.
 - 연도별 발생 건수 및 발생 국가 수는, 2014년 938건으로 가장 많이 발생한 것으로 나타났으며, 2018년에 발생 국가가 21개국으로 가장 많았다.
 - 2019년(2019년 6월 24일 기준)에는 총 10개 국가에서 81건이 발생하였고, 이 중 모로코가 81건으로 가장 많이 발생한 국가이다. 발생 건수가 두 번째로 많은 국가는 러시아로 17건 발생하였고, 한국은 3건 발생하였다.
- 2019년 발생 국가: 모로코(45), 러시아(17), 리비아(9), 한국(3), 잠비아(2), 코모로(1). 이스라엘(1), 말라위(1), 팔레스타인(1), 우간다(1)



주: 2019년은 6월 24일까지 발생 현황임.

<그림 95. 구제역 해외 발생 동향(2005~2019)>

[출처: 세계동물보건기구(OIE) 홈페이지(2019.6.24. 다운로드)]

라. 국내 사용 구제역 백신주에 대한 평가 시스템 개발

국내 사용 구제역 백신주에 대한 평가 시스템 개발

(1) 국내 구제역 상시 백신주 선정 절차 개선점 모색

(가) 현행 구제역 상시 백신주 선정 절차의 문제점 제기

“이해 관계자 협의체” 구성을 통해 백신 제조 유통 업자와 소비자인 농민, 정부 검역본부 측 의견 수렴

✓ 이해 관계자 협의체 제안

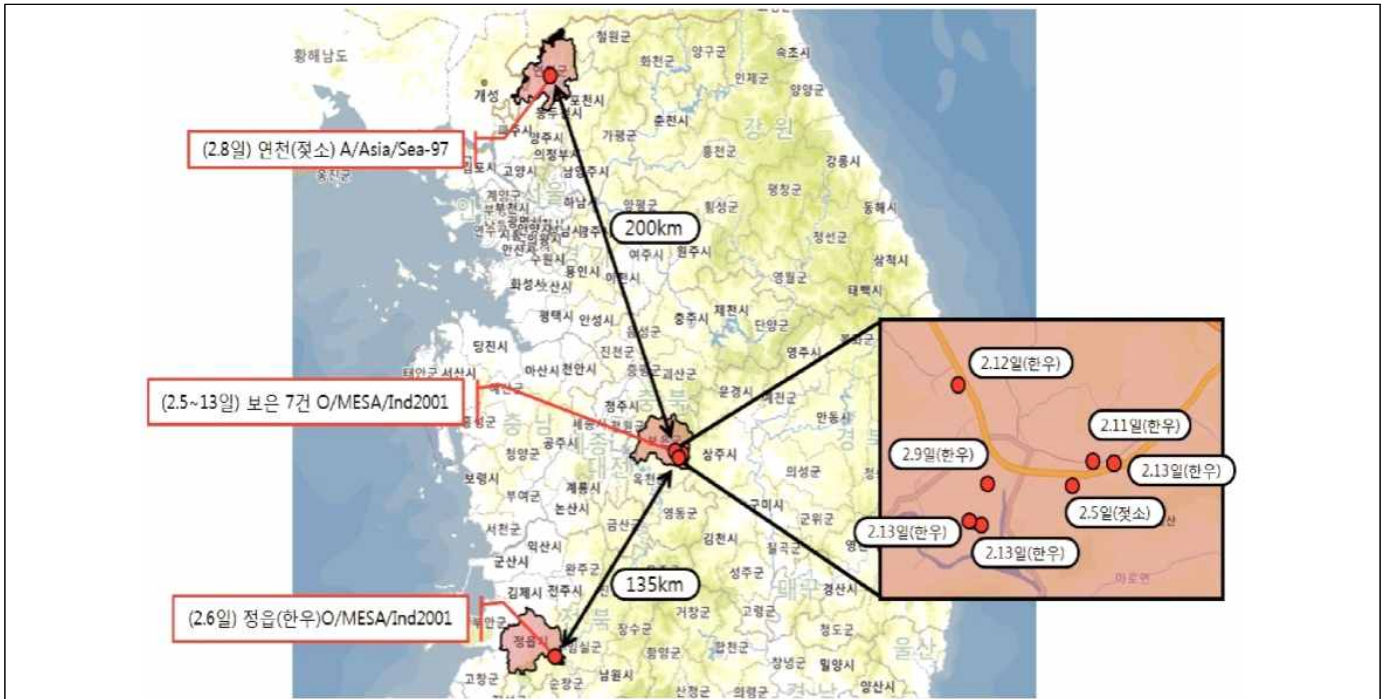
이해 관계자별 의견 내용 정리

- 생산자 단체 : 백신 선정 절차에 대한 특별한 의견 없음. 다만 사용 백신에 대한 항체가 검증이 부정확할 수 있음을 강조. 또한 항체가를 바탕으로 현재 시행중인 처벌 규정이 지나치게 농민에게 가혹함을 강조
- 전문가 : 현재 상황은 O+A 백신을 접종하고 있고 양성율이 80% 정도 나오고 있기 때문에 발생을 하더라도 대량 확산 문제는 없을 거라고 생각. Asia 1 발생도 아주 가능성이 없진 않지만 현재 통계와 상황으로는 크게 우려스럽지는 않다고 생각
- 제조업자 : 같은 항원이라도 용법과 용량이 바뀌면 다시 심사를 거쳐 상시 백신 허가과정을 거쳐야 함. 해당 과정이 매우 소모적이므로 절차를 간소화시킬 필요가 있음
- 제조업자 : 방역당국이 백신 선정을 주도적으로 진행할 필요가 있음. 예를 들어 주변국 상황을 보고서 위험도 평가를 해서 백신의 조성(단가 또는 다가, 혈청형 구성)을 정할 수 있고, 위험도 평가를 통해 얻은 정보를 바탕으로 방어를 해야 하는 바이러스를 선정, 그 바이러스들에 효력이 있는 백신을 납품하도록 제조사에 요구할 수도 있음. 만약 국내에서 발생한 바이러스가 새로운 균주이고 기존의 백신들이 매칭 및 방어가 안될 때는 분리된 바이러스를 제조사에 분양을 해주고 백신을 만들어 오도록 하거나, 제조사에서 가지고 있는 항원들과 실험을 통해 효과적인 항원을 선정하고 그 백신을 들여오도록 요구할 수도 있음
- 제조업자 : 구제역 매칭 결과를 데이터베이스를 만드는 것이 중요할 것으로 보임. 특히 시각적으로 쉽게 필요한 자료를 활용할 필요가 있음. 다만 데이터를 활용하기 위해서는 발생 정보 (특히 중국 북한 및 주변 상재국) 및 매칭 데이터 (러시아 아르헨티나)가 추가적으로 보강되어야 함.

- 제조업자 : 백신주 선정 관련해 현재 변경된 방법이 합리적임. 허가와 관련해서 추가로 다른 나라의 경우 허가는 혈청형으로 하고 실제 사용 백신주는 야외주에 따라 조합하는 방식도 고려할 필요가 있음
- 제조업자 : 구제역 관련 정보를 데이터베이스화 할 필요가 있음. 특히, Pool 1의 대부분을 차지하고 구제역의 발생 빈도도 가장 많은 중국의 데이터를 확보해야 함. 최소한 중국어로 된 키워드를 활용하여 최소한 중국 메스컴에서 구제역과 관련된 연관 뉴스를 통해 최소한 발생 여부라도 실시간으로 체크할 필요가 있음
- 전문가 : 인플루엔자와 같이 앞으로 유행할 바이러스에 대한 정보를 미리 파악해서 상시 백신주에 반영을 해야 하는데, 가장 큰 문제는 중국의 데이터가 제대로 제시되지 않는다는 점, 중국에 대한 정보를 얻을 수 없다면 대안으로 베트남에서 정보를 얻는 것도 좋은 방법. 베트남은 중국과 육로로 연결되어 있고 질병이 동기화되는 경향이 있어 좋은 연구 대상. 베트남이 중국 남부랑 연결되어 있을 뿐이고 중국 대륙을 대표하지 못한다는 문제. 결론적으로 우리나라 상시 백신주 선정에 있어 중국의 상황을 파악하는 것이 가장 중요한데 이런 과정이 쉽지 않다는 점이 문제

① 기존 백신으로 방어되지 않는 구제역 발생 시 허가과정 절차 보완

- 국내에서 구제역이 급작스럽게 발병한 경우 발생한 구제역에 효과있는 백신주를 농림축산식품부 장관의 승인에 따라 긴급 백신의 형태로 수입하여 사용하고 있음.
- 즉 상시 백신이 사용되다가 백신의 효력이 떨어지는 바이러스가 발생 시 발생 바이러스에 효가 있는 백신을 긴급 백신으로 수입 사용하며, 추후 상시 백신으로 선정되기 위해서는 모든 허가과정을 거쳐야 함. 이것은 단가 백신뿐만 아니라, 기존의 백신에 발생 바이러스에 효력있는 백신주를 추가하는 다가백신 일지라도 마찬가지임
- 일부 백신 제조사들의 경우 일부 과정을 축소하던가 급하게 허가를 낼 수 있는 특수 경로가 필요함을 주장하고 있음
- 현재의 항원 BANK 사업과 연계해도 미리 보관해둔 다수의 균주 중에서 백신으로 사용할 수 있는 균주를 평소에 허가를 받아놓기 어려운 상황임. 만약 해외에서 국내 유입될 가능성이 높은 균주에 대비해 미리 백신의 허가를 득하고자 해도 절차상 매우 어려움
- 생독 백신이 아닌 불활화 백신의 경우 안전성에 대한 우려가 낮은 편임. 긴급 백신으로 사용 결과 현장에서 효능이 있는 것으로 판명된다면 별도의 추가 자료 없이 등록 백신으로 허가될 수 있는 절차상 보완이 필요함



<그림96. 2017년 A type 국내 발생>

[출처 : 2017 구제역 역학조사 분석 보고서]

(2) 해외 유입 구제역 국가 간 정보 교류 협정 체결 제안

□ 국내 구제역과 해외 구제역의 관계

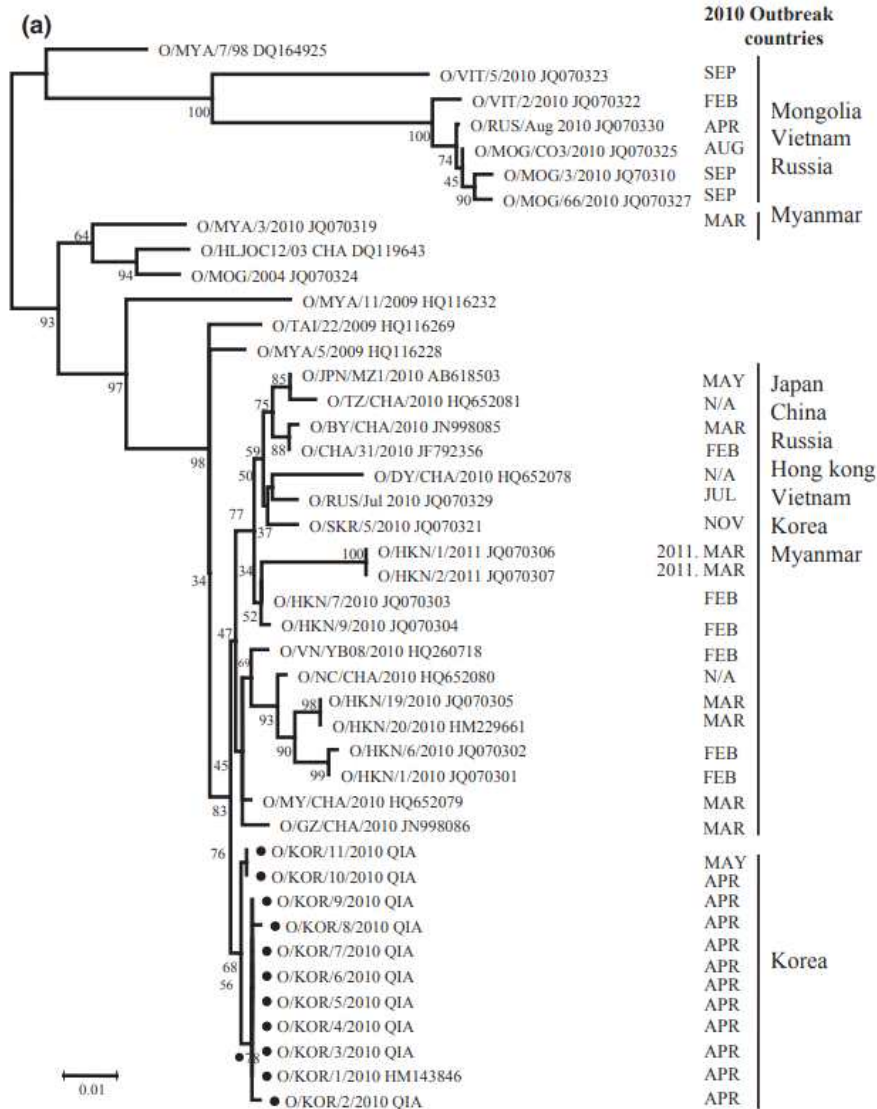
전통적으로 국내 발생 FMDV는 아시아권의 FMDV와 유전학적으로 연관된 것으로 알려져 있음. 특히나 대규모 발병이 있었던 2000년과 2010년의 경우, 유입경로가 해외여행객 또는 외국인 노동자나 건축 등이 원인으로 지목되었음.

	Percent nucleotide identity(%)				
	O/CHA/4/99	O/TAW/KM1/99	O/JPN/2000	O/MOG/2000	O/1734/RUS/2000
O/KOR/PJ/2000	99.4	99.4	97.5	98.1	98.8
O/KOR/HS1/2000	99.4	99.4	97.5	96.1	98.8
O/KOR/HS2/2000	98.8	98.8	96.9	97.5	98.1
O/KOR/HS3/2000	99.4	99.4	97.5	98.1	98.8
O/KOR/BR/2000	97.5	97.5	96.9	97.5	95.7
O/KOR/YI/2000	97.5	97.5	96.9	97.5	95.7
O/KOR/CJ/2000	97.5	97.5	96.9	97.5	95.7

<표 47. 2000년 발생 당시 7종의 국내 분리 균주와 아시아 균주의 VP1 gene 서열 유사 정도>

[출처 : Jin-Ho SHIN et al., J. vet. Med. Sci. 65:9-16, 2003]

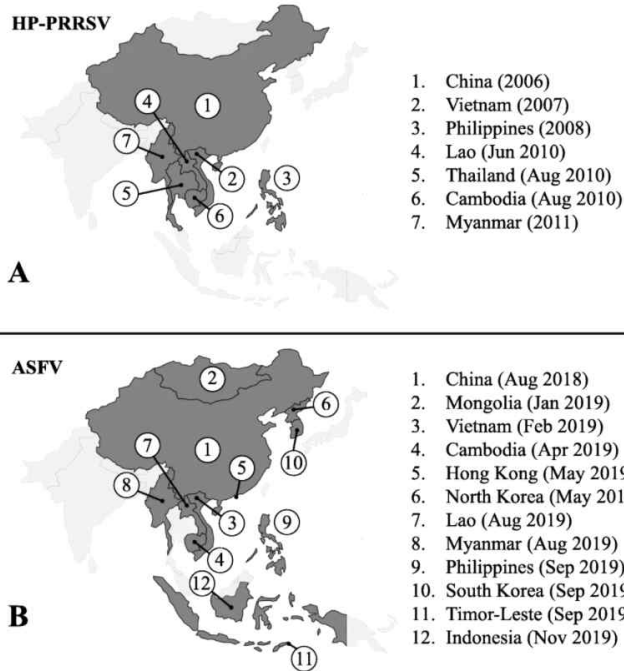
국내 분리 O type FMDV의 경우 Pan-ASIA 공동 조상에서 유래한 것으로 보임. 이는 동아시아권 전체가 하나의 역학적 영역으로서 간주될 필요가 있음을 의미함



<그림 97. 아시아 지역 O/SEA 계통수(1998~2011)>

[출처: JH, Pa가 et al., Transboundary and Emerging Diseases. 61:277-284, 2014]

전국적으로 가장 큰 피해를 남겼던 2010 FMD 사태의 경우 동남아시아에서 유래한 균주의 유입으로 밝혀졌다. 동남아시아의 경우, 한국과 달리 국경이 인적 물적 유통이 활발하며 사람뿐만 아니라 가축의 대량 운송도 이루어지고 있으므로 이를 통한 병원체의 전파도 쉽게 이루어진다. FMDV 뿐만 아니라 양돈에서 최근 큰 문제가 되었던 고병원성 PRRSV나 ASFV역시 아시아권 발생 양상을 살펴보면,



<그림 98. HP-PRRSV (2006-2011) 와 ASFV (2018-2019) 아시아권 발생 현황>

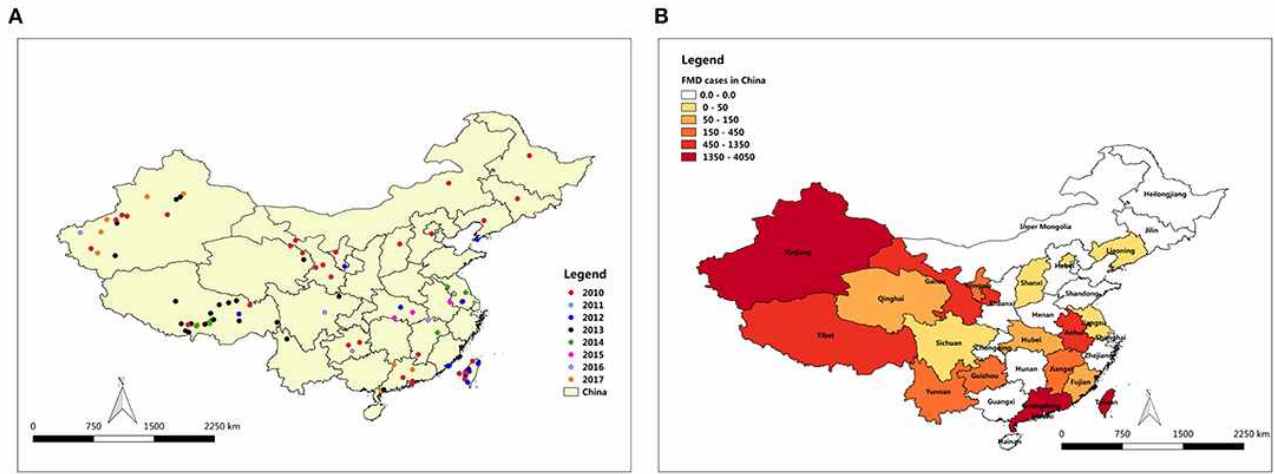
* 숫자는 발생순서; HP-PRRSV (a) and ASFV (b)

[출처: Roongtham Kedkovid et al., Porcine Health Management volume 6, Article number: 20, 2020]

- 중국에서 유래하거나 중국을 통해 동남아시아 지역의 바이러스가 순환되는 구조임을 확인할 수 있음. 현재 중국은 구제역이 창궐하고 있고 다양한 균주가 발생하고 있으나 정확한 정보가 제공되지 않고 있음. 특유의 폐쇄적인 정보 제공 때문에 정확한 발생 정보를 얻기는 어려움

- 가축전염병 발생 관련한 한국과 중국 정부와의 협력은 아직 시작 단계로 2014년 3월 검역본부와 중국 질량감독검험검역총국(현 중국세관총국 산하기관)은 국경검역 정보교류 등 상호 간 국경검역 협력 강화를 위한 양해각서를 체결하여 가축전염병 발생 등의 정보를 교환하고 인적 네트워크를 구축하기로 하였음. 또한 2014년 11월에는 중국동물위생역학센터, 하얼빈 수의연구소와 양해각서를 체결하였고, 2015년 11월에는 란저우 수의연구소와 양해각서를 체결하여 구제역·HPAI의 공동연구 및 기관 간의 인적·물적 자원교류를 확대하기로 합의한 상황임. 그러나 현재까지의 실제적인 교류 활동은 미진한 상황임

● 중국 내 구제역 발생 현황



<그림 99. 2010년부터 2017년까지 중국 내 FMD 발생 양상 (A) FMD 연도별 발생 지역, (B) FMD 지역별 발병 건수>
 [출처: Chen J, et al (2020) Retrospect and risk analysis of foot-and-mouth disease in china based on integrated surveillance and spatial analysis tools. Front Vet Sci 6:511]

● 중국 내 구제역 발생은 일정한 패턴 없이 랜덤으로 발생하는 경향을 보이며 분포 형태는 동물의 이동에 따른 발생으로 판단됨. 대략 크게 3개의 군집 (신장자치구 지역, 구이저우성 지역, 광둥성 지역)을 이루고 있으며 특히 신장자치구 지역은 A형과 O형이 동시에 분포함. 한국에서 발병한 FMD 중 중국 내 특정 지역과의 연관성은 확인되지 않음. 중국은 현재 연중 내내 전국 각지에서 구제역이 발생하고 있는 것으로 확인되고 있음

● 중국의 검역기관 : 전국 공·항만에서 국경검역업무를 담당했던 국가질량검험검역총국은 2018년 4월 20일자로 중국해관과 합병되어 동식물검역업무를 중국해관 동식물검역사(海署植物疫司)로 이관하였음 한국의 동식물 검역 담당 정부조직과 비교 시 다음과 같음

담당 업무	한국	중국
식품위생	식약처	수출입식품안전국
인체검역	질병관리본부	위생검역사
동식물검역	농림축산검역본부	동식물검역사

<표 48. 한국과 중국의 검역기관 비교>

- * 중국의 수출입식품안전국, 위생검역사, 동식물검역사는 모두 중국해관의 하위부서임
- * 출처 : 구제역·AI 등 가축전염병 발생에 대한 중국 방역당국과의 공동대응 협력방안 연구. 왕성진 저

- 중국 구제역 발생 시 보고체계 : 수의사나 농장주가 구제역 의심축의 임상증상을 발견한 경우, 제일 먼저 각 지역 동물질병예방통제센터(中物疫病防控中心)에 신속하게 보고함. 이후 센터 소속의 수의사들이 현장에 도착하여 샘플을 채취해서 동물질병예방통제센터로 보내고 동물 격리, 모니터링, 관련 가축의 이동 제한, 축사와 환경의 소독 같은 방역조치를 취한다. 동시에 소속 성 수의국과 농업부에 케이스를 보고한다. 이후 구제역의 확진은 간쑤성에 있는 중국농업과학원 란저우수의연구소(中科院州究所)나 각 지역의 통제센터에서 실시함. 성(省)급 통제센터는 구제역 확진 1시간 이내에 성급 수의국과 통제센터 본부에 발생 사실을 보고해야 하며 성급수의국은 1시간 이내로 관할 성과 농업부에 보고해야 한다. OIE 구제역 표준실험실에서 진단한 경우, 란저우 수의연구소는 성급통제센터, 통제센터 본부와 성급 수의국, 농업부 수의국에 구제역 진단결과를 통보해야 함. 농업부 수의국은 OIE에 구제역 관련 발생사실을 통보하며 가능한 빠른 시일 내에 방역조치를 취할 수 있도록 지시한다.

[출처 : 구제역·AI 등 가축전염병 발생에 대한 중국 방역당국과의 공동대응 협력방안 연구. 왕성진 저]

- 중국의 정부구조와 보고체계를 분석하면, 구제역의 국제적 공조를 위해서는 중국의 ‘동식물검역사’ 혹은 ‘란저우 수의연구소’와의 협동과제 발굴이 첫 단계가 될 수 있음. 중국과학원, 하얼빈수의연구소, 중국 내 구제역 백신 생산기업 등 또한 협력대상이 될 수 있음. 구제역뿐만 아니라 ASF, AI 등 악성 가축질병 원인체에 대한 구체적 협력과제 발굴하고 중국 정부산하 기관과의 협력체계를 구축하는 것이 필요함

- FMD에 대한 한중 공동 항원·백신 뱅크 운영

중국 정부 조직과의 협력체계를 구축하기 위한 협동과제 중 항원 뱅크 사업은 유효한 제안이 될 수 있음. 항원 뱅크는 백신용 바이러스를 대량으로 생산해 벌크 항원으로 보관하는 것이며, 백신 뱅크는 비상시 사용할 적정량의 백신을 상시 비축해 두는 방식임. 한국 정부는 2016년과 2017년에 각각 구제역과 AI에 대한 항원 뱅크 구축방안을 마련했고, 현재 상시 백신접종을 하지 않는 유형의 항원에 대해 항원 뱅크에 보관하고 있음. 한국과 중국 모두 백신 정책과 살처분 정책을 같이 사용하고 있음. 국내 발생한 일부 O형과 A형 FMD 바이러스들은 수급하여 백신으로 사용하고 있으나, 발생한 적이 없는 Asia 1, C, SAT2, SAT3 등의 혈청형 바이러스 등을 보유하지 않아 새로운 혈청형이 나타나거나 같은 혈청형이라도 genotype이 다른 바이러스가 나타났을 때는 면역이 없으므로 2010년 구제역 사태와 같은 상황이 다시 벌어질 수 있음. 앞으로의 예찰과 방역을 위해 중국 정부와의 바이러스 정보를 공유하는 공동 항원 및 백신 뱅크 구축이 필수적일 것으로 보임

- 현재 란저우 수의연구소에서는 구제역 바이러스 항원·백신 뱅크를 운영 중인 것으로 알려짐. 또한 중국 내 발생했던 거의 모든 바이러스를 보유하고 있으며 여기에 모인 정보들은 백신의 개발, 구제역의 예찰 및 방역에 사용되고 있고 국가특허(CN1413733A, CN1413732A)에 등록되어 있음. 2017년까지 중국 내에서 인증된 구제역 백신 및 진단 장비가 38가지임.

- 한중 공동 항원 뱅크 및 백신 뱅크 공동개발 외에도 한중 구제역 정보관리 데이터베이스를 합동 구축하는 것을 제안하는 것도 유효함. 양국에서 검출된 바이러스의 유전정보 등을 데이터베이스에 올

려 업데이트하고, 방역에 참고할 수 있는 데이터베이스를 구축하여 합동운영을 제안한다.

- 그러나 중국 정부는 최근의 코로나 사태에서 볼 수 있듯이 자국의 방역 실태나 병원체 정보의 유출을 극도로 감추는 경향이 있으며 정부 간 공동과제 진행이 어려울 수도 있음. 따라서 차선책으로 동남아시아 국가와의 협력도 주요할 것으로 보임. ASF와 HP=PRRSV를 보더라도 동남아시아는 중국의 발생한 질병이 제일 먼저 확산되는 곳이므로 동남아시아에서 발생하는 FMDV의 정보를 통해 역으로 중국에서 발생하는 FMDV에 대한 정보를 얻을 수 있음
- 남미의 경우, PANAFTOSA 와 같이 지역 국가들이 연합하여 창설한 FMDV 박멸 조직이 있어 국가 간의 FMDV 발생 정보를 투명하게 공개 제공하고 매칭 정보 및 백신 개발을 공동으로 진행하고 있음. 남미 지역에서의 효과적인 FMDV 박멸에는 이러한 국제간 공조가 절대적인 영향을 끼쳤음
- 아시아권 역시 공통된 역학적 공간에 놓여져 있는 것으로 볼 수 있음. 국내 발생 구제역의 경우 해외 유입이 거의 확실하며 최근 급증한 여행객 및 가검물 그리고 농장 노동자들에 의해 향후 지속적으로 FMDV가 유입될 가능성이 있음. 아시아권 FMDV의 동향을 정확히 파악하고 적절한 백신주를 확보하기 위해서는 따라서 남미의 사례에서 와 같이 동아시아권 국가들이 연합하여 창설한 FMDV 박멸 조직이 필요할 것으로 보임

마. 구제역 백신 관련 이해 관계자 협의체 구성 및 운영

(1) 제2차 협의체 운영

- o 일시 : 2020년 7월 21일(목) 14:00
- o 장소 : (주)바이오포아(동탄) 대회의실
- o 참석자 : 이○길 부장((주)베링거인겔하임), 안○준 부장((주)동방), 유○희 팀장((주)케어사이드), 유○상 교수, 박혁 교수(서울대학교), 박○훈 차장((주)바이오포아)
- o 주요 회의 내용 :
 - (가) 구제역 백신주 선정 절차 및 평가방법에 대한 의견 교환 및 개선방안
 - (나) 구제역 백신 전문가 협의회 운영 규정(개정판)에 대한 의견 교환
 - (다) 구제역 유입 예상 지역 및 신규 균주 발생 가능성 고찰

(2) 제3차 협의체 운영

- o 일시 : 2020년 11월 25일(수) 11:00
- o 장소 : (주)바이오포아(동탄) 대회의실

o 참석자 : 이○길 부장((주)베링거인겔하임), 안○준 부장((주)동방), 유○희 팀장((주)케어사이드), 김○훈((주)SVC 이사), 김○두 교수, 박○일 교수(강원대학교), 최○현 전무(대한한돈협회), 박혁 교수(서울대학교), 조○희 사장, 허원 고문((주)바이오포아)

o 주요 회의 내용 :

(가) 구제역 백신주 선정 관리체계 및 관리기준에 대한 추가 토론

(나) 각 회사별 구제역 백신 매칭 정보 수집 및 제공

(다) 구제역 백신주 선정 의사결정지원 시스템 화면 설계서 검토 및 의견 제출

(3) 제4차 협의체 운영

o 일시 : 2020년 12월 22일(화) 15:00

o 장소 : (주)바이오포아(동탄) 대회의실, 원격 회의 병행

o 참석자 : 김○조 연구관, 박○한 박사(농림축산검역본부), 이○길 부장((주)베링거인겔하임), 안○준 부장((주)동방), 유○희 팀장((주)케어사이드), 김○훈((주)SVC 이사), 김○두 교수(강원대학교), 최○현 전무(대한한돈협회), 윤○근 박사(한국소임상수의사회), 김○섭 회장(한국양돈수의사회), 박혁 교수(서울대학교), 허원 고문((주)바이오포아)

o 주요 회의 내용 :

(가) 구제역 백신주 선정 관리체계 및 관리기준에 대한 토론

(나) 구제역 백신주 선정 의사결정지원 시스템 검토 및 의견 제출

<개인정보보호를 위해 사진 자료 삭제>

<그림 100. 제2차 협의체 참석자 기념사진>

<개인정보보호를 위해 사진 자료 삭제>

<그림 101. 제3차 협의체 참석자 기념사진>

<개인정보보호를 위해 사진 자료 삭제>

<그림 102. 제4차 협의체 참석자 기념사진>

구제역바이러스 백신매칭 시스템

사용자메뉴얼

2021.03

서울대학교 산학협력단

목 차

- 1. 포털 시스템 3
 - 1.1. 회원인증 3
 - 1.1.1. 회원가입 3
 - 1.1.2. 로그인 4
 - 1.1.3. 아이디/비밀번호 찾기 5
- 2. CMS 관리 시스템 5
 - 2.1. 사용자관리 5
 - 2.1.1. 사용자관리 5
 - 2.1.2. 권한관리 6
 - 2.2. 시스템관리 7
 - 2.2.1. 시스템정보관리 7
 - 2.2.2. 공통코드관리 8
 - 2.2.3. 접속관리 9
 - 2.2.3.1. 관리자접속관리 9
 - 2.2.3.2. 차단IP관리 10
 - 2.2.4. 메뉴관리 10
 - 2.2.4.1. 포털메뉴관리 10
 - 2.2.4.2. 시스템메뉴관리 11
 - 2.2.4.3. 메뉴권한관리 13
 - 2.2.5. 게시물 관리 14
 - 2.2.5.1. 게시판생성관리 14
 - 2.2.5.2. 일반게시물관리 15
 - 2.2.5.3. 컨텐츠게시물관리 16
 - 2.2.5.4. FAQ 17
 - 2.2.6. 포털메인관리 18
 - 2.2.6.1. FOOTER관리 18
 - 2.2.6.2. 쿼/배너관리 18
 - 2.2.7. 통계관리 19
 - 2.2.7.1. 접속통계 19
 - 2.2.7.2. 만족도관리 20
- 3. 구제역바이러스백신매칭 시스템 21
 - 3.1. 백신매칭관리 21
 - 3.1.1. 백신매칭 21
 - 3.1.1.1. 백신매칭정보 21
 - 3.1.1.2. 구제역 지역별 통계 22
 - 3.1.2. Isolate 관리 23
 - 3.1.2.1. Isolate 정보 23

1. 포털 시스템

1.1. 회원인증

1.1.1. 회원가입

▶ 회원가입 동의

- (1) 홈페이지 상단 우측 "회원가입" 버튼을 클릭하여 화면 이동
- (2) 회원약관 동의
- (3) 개인정보 수집, 이용 동의서 동의
- (4) "정보입력" 버튼 클릭하여 다음 화면으로 이동

회원가입



▶ 개인정보 수집-이용 동의서



▶ 회원가입 정보 입력

- (1) 아이디 입력 후 "아이디중복확인" 버튼 클릭하여 사용가능 여부 확인
- (2) 필수 입력 항목 기입 후 "회원가입하기" 버튼 클릭
- (3) 회원가입 완료 되면 미승인 상태이므로 관리자가 승인 후 로그인 가능

회원가입



1.1.2. 로그인

▶ 로그인

- (1) 홈페이지 상단 우측 "로그인" 버튼 클릭하여 화면 이동
- (2) 아이디 / 비밀번호 입력 후 "로그인" 버튼 클릭
- (3) 아이디저장 체크 하면 쿠키 삭제 전까지 최종 입력 아이디 저장됨.
- (4) 승인된 사용자인 경우 접근가능 권한이 있는 시스템의 첫 메뉴 화면으로 이동됨.

로그인



1.1.3. 아이디/비밀번호 찾기

- ▶ 아이디/비밀번호 찾기
- (1) 아이디 찾기 : 회원가입 된 이름, 핸드폰번호 입력 후 "아이디 찾기" 버튼 클릭
해당 정보가 있는 경우 아이디가 노출되고
해당 정보가 없는 경우 "회원가입" 버튼이 노출 됨
- (2) 비밀번호 찾기 : 회원가입 된 아이디, 이름, 핸드폰 번호 입력 후 "비밀번호 찾기" 버튼 클릭
해당 정보가 있는 경우 임시 비밀번호가 노출되고
해당 정보가 없는 경우 "회원가입" 버튼이 노출 됨

2. CMS 관리 시스템

2.1. 사용자관리

2.1.1. 사용자관리

- ▶ 사용자 목록
- (1) 사용자 목록에서 이름 클릭 시 상세 화면으로 이동

이름	이메일	직업	소속부서	승인여부	비밀번호
김민준	minjun@naver.com	영업팀장	영업팀	Y	비밀
김민준	minjun@naver.com	영업팀장	영업팀	N	비밀

- ▶ 사용자 상세
- (1) 사용자 정보를 수정, 삭제 할 수 있음
- (2) 권한 : 시스템 내 사용자가 접근 가능한 권한을 결정
- (3) 계정토큰 : 최상위 시스템 간 이동 시 로그인 정보 교환을 위한 토큰으로 "토큰생성" 버튼을 클릭하여 토큰을 생성/수정 할 수 있음
- (4) 승인여부 : 회원의 승인 여부를 결정함
승인 시 계정토큰 생성 필수
- (5) 삭제 : 아이디를 제외한 해당 회원정보를 초기화(비밀) 시킴
삭제한 회원정보는 복구 불가
사용자 목록에는 표시 되지만 사이트 이용 제한됨

2.1.2. 권한관리

- ▶ 권한 목록
- (1) 시스템 내 권한 별 시스템-메뉴 접근을 관리하기 위한 권한 기본정보를 관리하는 기능
- (2) "작성" 버튼 클릭 시 신규 등록 화면으로 이동
- (3) 목록에서 권한명 클릭 시 상세 화면으로 이동

권한명	권한명	권한코드	권한유형	비밀번호
관리자관리	관리자관리	ADMIN001	Y	비밀
회원관리	회원관리	MEMBER001	Y	비밀

- ▶ 권한 상세(신규 등록)
- (1) 슈퍼관리자는 기본 권한이므로 삭제 불가
- (2) 권한 별 시스템-메뉴 접근 관리는 시스템관리>메뉴관리>메뉴권한관리 참고

2.2. 시스템관리

2.2.1. 시스템정보관리

- ▶ 시스템 목록
- (1) 최상위 시스템들의 기본 정보를 관리.
동일 서버, 타 서버에서 서비스되는 시스템들 간 이동 기능을 위한.
이동 시 로그인 정보가 필요한 경우, 로그인한 회원의 정보를 교환하여 자동 로그인 시킬 수 있음.
- (2) 포털명, CMS관리시스템은 기본적으로 세팅되는 정보임.
- (3) "작성" 버튼 클릭 시 신규 등록 화면으로 이동.
- (4) 목록에서 시스템코드 클릭 시 시스템정보 상세 화면으로 이동.

이름	이메일	직업	소속부서	승인여부	비밀번호
김민준	minjun@naver.com	영업팀장	영업팀	Y	비밀
김민준	minjun@naver.com	영업팀장	영업팀	N	비밀

- ▶ 시스템 상세(신규 등록)
- (1) 시스템코드 : 신규 등록 시 자동으로 추출되어 저장됨.
- (2) 로그인 연계 URL : 시스템 간 이동 시 호출될 URL.
로그인 정보 교환이 필요 없는 시스템의 경우 '/' 혹은 특정 화면 URL 입력.

2.2.2. 공통코드관리

- ▶ 공통코드 목록
- (1) 시스템에서 공통으로 사용할 코드로 3자리의 그룹코드를 포함하여 총 7자리의 코드로 이뤄짐.
- (2) 그룹코드, 코드명, 상세설명만 입력하고 코드는 저장 시 자동 발행됨.
- (3) "저장" : 코드 정보 저장.
- (4) "추가" : 해당 화면 맨 아래 그룹코드에 해당하는 신규 Row를 추가함.
- (5) "신규추가" : 새로운 그룹코드 및 코드 정보를 입력하는 폼으로 바뀜.
- (6) "선택삭제" : 체크박스 선택된 row를 삭제함.

- ▶ 추가
- 화면 맨 아래 그룹코드와 동일한 신규 row 가 추가 됨.
 - 추가로우식제 : "추가" 버튼으로 추가된 row 중 체크박스 선택된 row를 삭제함.
 - "저장" 버튼 클릭 시 최종 저장됨.

- ▶ 신규추가
- 새로운 그룹코드 및 코드 정보를 입력하는 폼으로 바뀜.
 - "추가" 버튼을 클릭하여 동일한 그룹코드를 갖는 신규 row를 추가하며 코드를 추가함.
 - "저장" 버튼 클릭 시 최종 저장됨.

2.2.3. 접속관리

2.2.3.1. 관리자접속관리

▶ 관리자 접속 목록

2.2.3.2. 차단IP관리

▶ 차단IP 목록

- 로그인 시도 5회 실패한 IP 목록을 보여줌.
- 차단된 IP 에서는 로그인 할 수 없음.
- "해제" : 차단된 IP를 해제 하여 로그인 할 수 있도록 함.

2.2.4. 메뉴관리

2.2.4.1. 포털메뉴관리

▶ 포털메뉴 등록

- 좌측 메뉴에서 상위 메뉴 클릭.
 - 최상위 메뉴 등록 시 "ROOT" 클릭.
- 우측 "신규메뉴등록" 버튼 클릭.
- 메뉴명 : 화면에 노출 될 메뉴 명.
- 메뉴순서 : 화면에 노출 될 메뉴 순서. (동일 레벨 메뉴 내에서의 순서임)
- 노출여부 : 등록 후 화면 노출 여부.
- 사용여부 : 미사용일 경우 화면에도 노출되지 않음.
- 매핑URL : 서비스될 URL.
 - "매핑URL" 버튼 클릭 시 게시판 또는 게시물 URL을 선택할 수 있음.
 - "게시판" 옵션 선택 시 등록된 게시판 중 선택하여 연결(예: 공지사항)
 - "컨텐츠" 옵션 선택 시 단일 화면으로 구성된 게시글 연결.
- "초기화" : 입력 초기 상태로 만들.
- "저장" : 입력된 내용을 최종 저장.
- "삭제" : 등록된 메뉴 삭제.



2.2.4.2. 시스템메뉴관리

▶ 시스템메뉴 등록

- 메뉴 등록 할 시스템 선택.
 - CMS관리시스템인 경우 기본으로 제공되는 메뉴 및 URL 이 있음.
- 좌측 메뉴에서 상위 메뉴 클릭.
 - 최상위 메뉴 등록 시 "ROOT" 클릭.
- 우측 "추가" 버튼 클릭.
- 메뉴명 : 화면에 노출 될 메뉴 명.
- 메뉴순서 : 화면에 노출 될 메뉴 순서. (동일 레벨 메뉴 내에서의 순서임)
- 노출여부 : 등록 후 화면 노출 여부.
- 사용여부 : 미사용일 경우 화면에도 노출되지 않음.
- 매핑URL : 서비스될 URL.
 - "매핑URL" 버튼 클릭 시 게시판 또는 게시물 URL을 선택할 수 있음.
 - "게시판" 옵션 선택 시 등록된 게시판 중 선택하여 연결
 - "컨텐츠" 옵션 선택 시 단일 화면으로 구성된 게시글 연결.
 - 포털엔 외 시스템인 경우 게시판 레이아웃 커스터마이징 필요.
- "초기화" : 입력 초기 상태로 만들.
- "저장" : 입력된 내용을 최종 저장.
- "삭제" : 등록된 메뉴 삭제.
- 시스템메뉴는 등록 시 바로 화면에 노출되지 않음.
 - 메뉴관리 > 메뉴관리에서 권한별 메뉴에 추가해야 함.



2.2.4.3. 메뉴권한관리

▶ 권한 목록

- (1) 사용자관리>권한관리에서 등록된 사용자권한 목록.
- (2) "생성" : 해당 권한에 노출될 메뉴 선택 화면으로 이동.

권한명	권한명	권한명유무	비고
권한명	권한명	권한명유무	비고

▶ 권한 별 메뉴 등록

- (1) 시스템 선택.
- (2) 노출할 메뉴 선택.
- (3) "저장" : 선택된 메뉴 목록 저장.



2.2.5. 게시물관리

2.2.5.1. 게시판생성관리

▶ 게시판 목록

- (1) 등록된 게시판 목록.
- (2) "작성" : 신규 게시판 생성 화면으로 이동.
- (3) 목록에서 게시판명 클릭 시 수정 화면으로 이동.
- (4) "선택삭제" : 체크박스 선택 된 게시판 정보 삭제.

게시판ID	게시판명	게시판유무	게시판유무	생성일자	수정일자	작성자
10000001	게시판명	게시판유무	게시판유무	2023-11-01	2023-11-01	작성자
10000002	게시판명	게시판유무	게시판유무	2023-11-01	2023-11-01	작성자

▶ 게시판 생성/수정/삭제

- (1) 게시판ID : 중복되지 않는 게시판 식별자.

(2) 게시판 속성

- 일반게시판 : 일반 목록형 게시판
- 썸네일 : 썸네일 갤러리형 게시판
- 웹진 : 웹 잡지형 게시판
- 브로셔 : 카달로그형 게시판 (파일 첨부 시 PDF 파일 업로드)
- (3) 페이지당 열 수 : 한 페이지에 노출 할 게시글 개수.
- (4) "저장" : 정보 저장.

게시판명	게시판명
게시판유무	게시판유무
게시판유무	게시판유무
게시판유무	게시판유무
게시판유무	게시판유무

[일반게시판 형 예시]

번호	제목	작성일	조회수
1	TEST	2023-11-01	1



2.2.5.2. 일반게시물관리

▶ 일반게시물 목록

- (1) 등록된 게시글 목록.
- (2) "작성" : 신규 등록 화면으로 이동.
- (3) 목록에서 제목 클릭 시 수정 화면으로 이동.

게시판명	제목	작성일	작성자
게시판명	제목	2023-11-01	작성자

▶ 게시물 등록/수정/삭제

- (1) 300자 미만 내용 : 게시판 속성이 썸네일, 웹진, 브로셔인 경우 노출되는 내용.
- (2) "저장" : 정보 저장.

제목	제목
내용	내용
게시판	게시판
게시판유무	게시판유무
게시판유무	게시판유무
게시판유무	게시판유무
게시판유무	게시판유무

2.2.5.3. 컨텐츠게시물관리

▶ 컨텐츠게시물 목록

- (1) 등록된 게시글 목록.
- (2) "작성" : 신규 등록 화면으로 이동.
- (3) 목록에서 제목 클릭 시 수정 화면으로 이동.

게시판명	제목	작성일	작성자
게시판명	제목	2023-11-01	작성자

▶ 게시물 등록/수정/삭제

- (1) 300자 미만 내용 : 게시판 속성이 썸네일, 웹진, 브로셔인 경우 노출되는 내용. 컨텐츠게시물인 경우 불필요.

(2) "저장" : 정보 저장.

2.2.5.4. FAQ

▶ FAQ 목록

- (1) 등록된 FAQ 목록.
- (2) "작성" : 신규 등록 화면으로 이동.
- (3) 목록에서 제목 클릭 시 수정 화면으로 이동.
- (4) "선택삭제" : 체크박스 선택된 정보 삭제.

▶ FAQ 등록/수정

2.2.6. 포털메인관리

2.2.6.1. FOOTER관리

웹포터 커스터마이징 필요.

▶ FOOTER 목록

- (1) 등록된 FOOTER 목록.
- (2) "작성" : 신규 등록 화면으로 이동.
- (3) 목록에서 주소 클릭 시 수정 화면으로 이동.
- (4) "선택삭제" : 체크박스 선택된 정보 삭제.

▶ FOOTER 등록/수정/삭제

- (1) 메뉴구분 : 국문, 영문, 모바일 선택
- (2) "저장" : 정보 저장
- (3) "삭제" : 정보 삭제

2.2.6.2. 퀵/배너관리

홈 메인화면 커스터마이징 필요.

▶ 퀵/배너 목록

- (1) 등록된 퀵/배너 목록.
- (2) "작성" : 신규 등록 화면으로 이동.
- (3) 목록에서 제목 클릭 시 수정 화면으로 이동.
- (4) "선택삭제" : 체크박스 선택된 정보 삭제.

▶ 퀵/배너 등록/수정

- (1) 사이트구분 : 국문
- (2) 메뉴구분 : 퀵메뉴, 상단배너, 하단배너, 패밀리사이트
- (3) 메뉴순서 : 노출될 순서
- (4) URL : 링크 URL
- (5) "저장" : 정보 저장

2.2.7. 통계관리

2.2.7.1. 접속통계

포털시스템 각 메뉴별 접속 통계.

▶ 접속통계 목록

- (1) 포털시스템 각 메뉴별 접속 통계 목록.
- (2) "엑셀" : 엑셀파일로 다운로드.

2.2.7.2. 만족도관리

▶ 만족도 목록

- (1) 포털시스템 메뉴중 만족도 사용하는 메뉴별 만족도 통계 목록.
- (2) "엑셀" : 엑셀파일로 다운로드.

3. 구체역바이러스백신매칭 시스템

3.1. 백신매칭관리

3.1.1. 백신매칭

3.1.1.1. 백신매칭정보

- ▶ 백신매칭정보 목록
- (1) 검색조건 Serotype 필수.
- (2) "신규등록" : 하단에 백신매칭정보를 등록 할 수 있는 폼이 노출됨.
- (3) "보기" : 하단에 백신매칭정보 수정/삭제 할 수 있는 폼이 노출됨.

백신매칭정보

Year: Matching Year:
 Field Isolates: Topotype: + 신규등록

NO.	Year	Matching Year	Quarter	Pool	Country	Isolates	Field Isolates	Serotype	Topotype	Gene Bank No.	백신매칭	보기
4	2020	2020	Q1	2	USA	1000	GISAID_1100018	MC	MC	MC	Y	+
3	2020	2020	Q1	2	USA	1000	GISAID_1100018	MC	MC	MC	Y	+
2	2020	2020	Q1	2	USA	1000	GISAID_1100018	MC	MC	MC	Y	+
1	2020	2020	Q1	2	USA	1000	GISAID_1100018	MC	MC	MC	Y	+

- ▶ 백신매칭정보 등록/수정/삭제
- (1) 백신매칭 마스터 정보 중 Year, Matching Year, Pool 등 필수정보를 입력.
- (2) 백신매칭 상세 정보의 각 백신에 대한 정보를 입력.
- (3) "저장" : 입력한 정보 저장.
- (4) "삭제" : 입력한 정보 삭제. (신규등록일 경우 노출 안됨)

백신매칭정보 목록

NO.	Year	Matching Year	Quarter	Pool	Country	Isolates	Field Isolates	Serotype	Topotype	Gene Bank No.	백신매칭	보기
4	2020	2020	Q1	2	USA	1000	GISAID_1100018	MC	MC	MC	Y	+
3	2020	2020	Q1	2	USA	1000	GISAID_1100018	MC	MC	MC	Y	+
2	2020	2020	Q1	2	USA	1000	GISAID_1100018	MC	MC	MC	Y	+
1	2020	2020	Q1	2	USA	1000	GISAID_1100018	MC	MC	MC	Y	+

백신매칭 정보 등록

백신매칭 상세 정보

3.1.1.2. 구체역 지역형 통계

- ▶ 구체역 지역형 통계
- (1) 검색조건을 조정하여 검색.

구체역 지역형 통계

구체역 지역형 통계

구체역 지역형 통계

구체역 지역형 통계

구체역 지역형 통계

3.1.2. Isolate 관리

3.1.2.1. Isolate 정보

- ▶ Isolate 정보 목록
- (1) 등록된 Isolate 정보 목록
- (2) "신규등록" : Isolate 신규 정보 등록 폼 열림.
- (3) "보기" : Isolate 수정/삭제 폼 열림.

Isolate 정보

+ 신규등록

NO.	Serotype	Topotype	Isolate Name	Accession No.	유형	등록일자	Reference	Gene Bank No.	보기
207	MC	MC	GISAID_1100018	AF308157	UPI	2020-01-01	Smith and Hillgartner, 2020	AF308157.1	+
208	MC	MC	GISAID_1100018	AF308158	UPI	2020-01-01	Smith and Hillgartner, 2020	AF308158.1	+
209	MC	MC	GISAID_1100018	AF308159	UPI	2020-01-01	Smith and Hillgartner, 2020	AF308159.1	+
210	MC	MC	GISAID_1100018	AF308160	UPI	2020-01-01	Smith and Hillgartner, 2020	AF308160.1	+
211	MC	MC	GISAID_1100018	AF308161	UPI	2020-01-01	Smith and Hillgartner, 2020	AF308161.1	+
212	MC	MC	GISAID_1100018	AF308162	UPI	2020-01-01	Smith and Hillgartner, 2020	AF308162.1	+
213	MC	MC	GISAID_1100018	AF308163	UPI	2020-01-01	Smith and Hillgartner, 2020	AF308163.1	+
214	MC	MC	GISAID_1100018	AF308164	UPI	2020-01-01	Smith and Hillgartner, 2020	AF308164.1	+
215	MC	MC	GISAID_1100018	AF308165	UPI	2020-01-01	Smith and Hillgartner, 2020	AF308165.1	+

- ▶ Isolate 정보 등록/수정/삭제
- (1) Serotype, Topotype 등 필수정보 입력.
- (2) Isolate Name 은 중복 불가.

Isolate 정보

Isolate 정보

Isolate 정보

▶ Accessing No 클릭 시

Accessing No 클릭 시

Accessing No 클릭 시

Accessing No 클릭 시

▶ Reference 클릭 시

AMERICAN SOCIETY FOR MICROBIOLOGY
Journal of Virology

Home Articles For Authors About the Journal Subscribe

Publication and access
Genetic Determinants of Altered Virulence of Taiwanese Foot-and-Mouth Disease Virus
Chang-Ho Jang, Hyeon-Ji Moon
DOI: 10.1128/JVI.71.2.847-851.2007

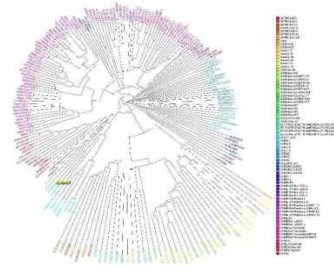
Articles Figures & Data HTML & XML PDF

ABSTRACT
In 1997, a devastating outbreak of foot-and-mouth disease (FMD) in Taiwan was caused by a serotype O virus inferred to have an O1Ca with regional ancestry. It produced high mortality and mortality in swine but did not affect cattle. We have defined the genetic basis of the species specificity of O1Ca by evaluating the properties of genetically engineered chimeric viruses created from O1Ca and a bovine adapted FMD virus. These studies have shown that an altered nonstructural protein, 3A, is a primary determinant of restricted growth on bovine cells in vitro and significantly contributes to bovine attenuation of O1Ca in vivo.

Download PDF
Citation Tools
Alerts
Email
Share
Register and Permissions

The Media
ABSTRACT
ACKNOWLEDGMENTS
FOOTNOTES
REFERENCES

▶ Phylogenetic Tree "보기" 클릭 시



▶ Gene Bank No 클릭 시

Accession No.	Strain	Host	Year	Location	GenBank No.	Accession No.	Strain	Host	Year	Location	GenBank No.	Accession No.	Strain	Host	Year	Location
207	O1Ca	Swine	1997	Taiwan	AF098181	AF098181	O1Ca	Swine	1997	Taiwan	AF098181	AF098181	O1Ca	Swine	1997	Taiwan
208	O1Ca	Swine	1997	Taiwan	AF098182	AF098182	O1Ca	Swine	1997	Taiwan	AF098182	AF098182	O1Ca	Swine	1997	Taiwan
209	O1Ca	Swine	1997	Taiwan	AF098183	AF098183	O1Ca	Swine	1997	Taiwan	AF098183	AF098183	O1Ca	Swine	1997	Taiwan
209	O1Ca	Swine	1997	Taiwan	AF098184	AF098184	O1Ca	Swine	1997	Taiwan	AF098184	AF098184	O1Ca	Swine	1997	Taiwan
209	O1Ca	Swine	1997	Taiwan	AF098185	AF098185	O1Ca	Swine	1997	Taiwan	AF098185	AF098185	O1Ca	Swine	1997	Taiwan
209	O1Ca	Swine	1997	Taiwan	AF098186	AF098186	O1Ca	Swine	1997	Taiwan	AF098186	AF098186	O1Ca	Swine	1997	Taiwan
209	O1Ca	Swine	1997	Taiwan	AF098187	AF098187	O1Ca	Swine	1997	Taiwan	AF098187	AF098187	O1Ca	Swine	1997	Taiwan
209	O1Ca	Swine	1997	Taiwan	AF098188	AF098188	O1Ca	Swine	1997	Taiwan	AF098188	AF098188	O1Ca	Swine	1997	Taiwan
209	O1Ca	Swine	1997	Taiwan	AF098189	AF098189	O1Ca	Swine	1997	Taiwan	AF098189	AF098189	O1Ca	Swine	1997	Taiwan
209	O1Ca	Swine	1997	Taiwan	AF098190	AF098190	O1Ca	Swine	1997	Taiwan	AF098190	AF098190	O1Ca	Swine	1997	Taiwan
209	O1Ca	Swine	1997	Taiwan	AF098191	AF098191	O1Ca	Swine	1997	Taiwan	AF098191	AF098191	O1Ca	Swine	1997	Taiwan
209	O1Ca	Swine	1997	Taiwan	AF098192	AF098192	O1Ca	Swine	1997	Taiwan	AF098192	AF098192	O1Ca	Swine	1997	Taiwan
209	O1Ca	Swine	1997	Taiwan	AF098193	AF098193	O1Ca	Swine	1997	Taiwan	AF098193	AF098193	O1Ca	Swine	1997	Taiwan
209	O1Ca	Swine	1997	Taiwan	AF098194	AF098194	O1Ca	Swine	1997	Taiwan	AF098194	AF098194	O1Ca	Swine	1997	Taiwan
209	O1Ca	Swine	1997	Taiwan	AF098195	AF098195	O1Ca	Swine	1997	Taiwan	AF098195	AF098195	O1Ca	Swine	1997	Taiwan
209	O1Ca	Swine	1997	Taiwan	AF098196	AF098196	O1Ca	Swine	1997	Taiwan	AF098196	AF098196	O1Ca	Swine	1997	Taiwan
209	O1Ca	Swine	1997	Taiwan	AF098197	AF098197	O1Ca	Swine	1997	Taiwan	AF098197	AF098197	O1Ca	Swine	1997	Taiwan
209	O1Ca	Swine	1997	Taiwan	AF098198	AF098198	O1Ca	Swine	1997	Taiwan	AF098198	AF098198	O1Ca	Swine	1997	Taiwan
209	O1Ca	Swine	1997	Taiwan	AF098199	AF098199	O1Ca	Swine	1997	Taiwan	AF098199	AF098199	O1Ca	Swine	1997	Taiwan
209	O1Ca	Swine	1997	Taiwan	AF098200	AF098200	O1Ca	Swine	1997	Taiwan	AF098200	AF098200	O1Ca	Swine	1997	Taiwan

▶ 바이러스 정보

Accession No.	Type	Strain	Host	Year	Location	GenBank No.	Accession No.	Strain	Host	Year	Location	GenBank No.	Accession No.	Strain	Host	Year	Location
1	O1Ca	Swine	1997	Taiwan	Taiwan	AF098181	AF098181	O1Ca	Swine	1997	Taiwan	AF098181	AF098181	O1Ca	Swine	1997	Taiwan

<그림 103. 구제역 바이러스 백신 매칭 시스템 사용자 매뉴얼>

제 3장 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

1절. 목표

- 2010년 국내 대규모 구제역 발생으로 전국 상시 구제역 백신접종을 실시하는 백신정책을 현재 유지하고 있으나,
- 2017년 구제역 O형과 A형 동시 발생하였고, 2018년 돼지에서 구제역 A형 발생하는 등 국가 간 교역 확대 및 관광객 증가로 인해 국내 미발생 구제역의 유입 위험성이 증가하여
- 구제역 발생 원인에 대한 요인 분석 및 위험도 평가모델 개발, 해외 구제역 발생 정보, 분리주 유전정보 및 백신 매칭 정보 수집 및 DB 구축이 필요
- 국내외 백신주 선정 및 관리 사례 분석 및 이해 관계자 협의체 구성, 운영을 통한 구제역 백신주 적합성 평가 모델 및 구제역 백신 관리 매뉴얼 개발 등 구제역 백신 등을 효율적으로 관리하기 위한 과학적 평가모델을 개발하는 것이 필요

2절. 목표 달성 여부

1. 과제 목표 달성

구분	연구 개발 목표	연구 개발 내용 및 범위	달성도
1차년도	구제역 유입 인자 발굴 및 해외 구제역 발생 정보 수집	구제역 유입 위험 요인 관련 선행 연구사례 및 문헌 검토	100%
		국내 발생 구제역 역학조사 보고서 검토 유입위험 요인 선별	100%
		OIE, WAHIS 가축질병보고서 자동 수집 웹 크롤러 개발	100%
2차년도	구제역 발생 위험요인 분석 및 위험도 평가모델 개발	해외 구제역 백신 접종국의 구제역 통제 정책 사례 연구	100%
		구제역 발생 위험도 평가 모델 구축	100%
		구제역 발생 정보 수집 및 데이터베이스 구축	100%
		해외 주요 백신주의 유전정보, 백신 매칭 결과 수집 및 분석	100%
		구제역 백신주의 야외 발생 구제역 바이러스에 대한 적합성 평가 기준 개선	100%

2. 정량적 목표 달성

No	항목	명칭	코드	달성도
1	정책 활용 (1건) 서울대학교	구제역 백신주 선정 의사 결정지원시스템 정책 활용 건의	농림축산식품부 구제역방역과	100%
2	학술발표 (1건) 바이오포아	The comparative cross immune analysis between Asian epidemic Foot and mouth disease viruses (FMDVs) and commercial vaccine strains	대한수의학회 2020년 추계학술대회	100%
3	교육지도 (2건) (주)바이오포아	구제역 청정화 해외 사례 연구 해외 구제역 유입 위험도 분석의 필요성	한국양돈수의사회 2019년 연례세미나 한국양돈수의사회 2020년 수의양돈포럼	100%
4	고용 창출 (7건) 서울대학교 바이오포아	신규채용 7명		추가성과
5	기술이전 1건	구제역 발생 시 긴급 백신 선정 프로그램 알고리즘(노 하우)	(주)인포벨리코리아 13,000천원	추가성과

No.1 정책 활용, 효과적인 구제역 백신주 관리를 위한 평가 시스템 개발

양식	정책건의/시행	※ 정부시책, 법령개정, 매뉴얼(지침), 시스템 반영 등	
과제명	효과적인 구제역 백신주 관리를 위한 평가 시스템 개발		
건의명	구제역 백신주 선정 의사결정지원시스템 정책활용 건의		
주관부처 (담당자)	농림축산식품부 구제역방역과 과장	건의일자 (제출일)	2020년 12월 28일
시력명		시행일 (시행예정일)	년 월 일
주요내용 요약	<ul style="list-style-type: none"> ○ WRLFMD의 구제역 분리주 유전정보와 백신 매칭정보 수집 현행화 : 효과적인 구제역 예방체계를 수립하기 위해 기 개발된 "백신주 선정 시스템"에서 사용한 WRLFMD의 데이터(분리주, 발생정보, 유전정보, 백신매칭 정보 등)를 활용할 수 있도록 WRLFMD 데이터를 갱신하여 계속 수집 필요 ○ 구제역 발생 시 긴급 백신 선정을 위한 "백신주 선정 시스템" 활용 제안 : WRLFMD의 데이터(분리주, 발생정보, 유전정보, 백신매칭 정보 등)를 활용하여 구제역 국내 발생시 계통유전학(Phylogram) 분석기술을 활용하여 국내 분리주와 유사한 야외주의 백신 매칭 정보를 검토하여 긴급 백신을 선정하는 의사결정지원 가능하므로 동 시스템의 활용을 제안 		
기대효과	<p>정책제안 반영 기대효과</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 국제구제역연구기관(WRLFMD)에서 수집정보를 활용한 백신주 선정의 과학화 ○ 구제역 방역체계 개선 및 국내 축우 및 양돈산업의 경쟁력 강화 		
첨빙자료 1 (하단별첨)	※ 정책활용 건의 제출 공문 및 건의 내용		
첨빙자료 2 (하단별첨)			

건의내용

※ 제출 공문 필수 첨부 및 건의 내용 작성

미래를 개척하는 지식공동체



산학협력단

수신 농림축산식품부장관(구제역방역과장)

(경유)

제목 농림축산식품부 가축질병대응기술개발사업 연구과제 정책활용 건의
(박해 연구책임자)

1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.
2. 우리 대학교에서 수행하는 농림식품기술기획평가원 지원 가축질병대응기술개발사업 연구과제 관련으로 정책활용 자료를 붙임과 같이 제출합니다.
 - 가. 제안자: 박해 연구책임자
 - 나. 제안내용
 - 구제역 지역형 백신매칭 정보 수집 및 활용 증대
 - 구제역 분견주 유전자정보의 진화계통도를 활용한 긴급백신 선정
 - 다. 과제정보
 - 과제명: 효과적인 구제역 백신주 관리를 위한 평가 시스템 개발 연구(319094-02)
 - 과제기간: 2019. 8. 30.~2020. 12. 31.

붙임 정책활용제안서 1부, 끝.

서울대학교 산학협력



대리 김혜영

2020. 09. 28.
부임 주재
박영환

합조자

건의내용

※ 제출 공문 필수 첨부 및 건의 내용 작성

제목 : 구제역 백신주 선정 의사결정지원시스템 정책활용 건의

1. 건의부서

- 농림축산식품부 구제역방역과

2. 현황 및 문제점

- 우리나라는 2000년 이후 11차례 구제역이 발생하였고 2010년 구제역 발생 이후 전국 상시 백신접종 정책을 사용하고 있으나, 2016년 이후 매년 구제역이 발생하고 있음. 2017년에는 두 가지 혈청형(O, A형)이 동시에 구제역이 발생하였음
- 우리나라는 구제역 O, A, Asia1이 발생하고 있는 Pool 1 지역에 속하고 있으면 상재 지역인 중국과 동남아시아와 인적, 물적 교역량의 증가에 따라 구제역의 유입 위험이 매우 높음
- 구제역 방역실시요령 제8조의2(백신주 선정 등)에 따르면 구제역 백신주는 농림축산검역본부의 백신전문기협의회의 기술적 검토를 통해 구제역 백신주의 적합성 평가를 위한 평가기준, 방법 등을 정하고 이에 따라 구제역 백신주에 대해 적합성 평가를 실시하고 그 결과를 토대로 가속방역심의회의 자문을 통해 결정
- 구제역 바이러스는 RNA 바이러스로 유전적으로 변하기 쉬운 특징을 가지고 있어 많은 종류의 혈청형 및 지역형이 존재하는 것으로 알려져 있음. 7개의 혈청형은 서로 교차면역이 되지 않으며 같은 혈청형 내에서도 방아되지 않는 경우도 있음
- 구제역 백신에 의해 보호 수준을 유도할 수 있는 지는 다음 변수에 의해 결정됨
 - 1) 백신의 효능(potency)
 - 2) 백신 균주와 야외주간의 항원성 적합(antigenic match)
 - 3) 예방접종 일정(schedule)
- 이에 백신의 효능, 백신 균주와 야외주간의 항원성 적합을 체계적으로 검토하기 위하여 농식품부 가속질병대응기술개발과제(319094) 수행 결과 "구제역 백신주 선정 의사결정지원시스템"이하 "백신주 선정 시스템"이 개발됨

3. 정책제안 내용

- WRLFMD의 구제역 분리주 유전정보와 백신 매칭정보 수집 현행화 : 효과적인 구제역 예방체계를 수립하기 위해 기 개발된 "백신주 선정 시스템"에서 사용한 WRLFMD의 데이터(분리주, 발생정보, 유전정보, 백신매칭 정보 등)를 활용할 수 있도록 WRLFMD 데이터를 갱신하여 계속 수집 필요
- 구제역 발생 시 긴급 백신 선정을 위한 "백신주 선정 시스템" 활용 제안 : WRLFMD의 데이터(분리주, 발생정보, 유전정보, 백신매칭 정보 등)를 활용하여 구제역 국내 발생시 계통유전학(Phylogram) 분석기술을 활용하여 국내 분리주와 유사한 야외주의 백신 매칭 정보를 검토하여 긴급 백신을 선정하는 의사결정지원 가능하므로 동 시스템의 활용을 제안

5. 정책제안 반영 기대효과

- 국제구제역연구기관(WRLFMD)에서 수집정보를 활용한 백신주 선정의 과학화
- 구제역 방역체계 개선 및 국내 축우 및 양돈산업의 경쟁력 강화

6. 제안자

- 서울대학교 그린바이오과학기술연구원 박혁

7. 근거과제(농식품부 가속질병대응기술개발사업 권리번호 : 319094)

- 효과적인 구제역 백신주 관리를 위한 평가 시스템 개발 연구
(2019. 8. 30 - 2020. 12. 31.)

※ 저출 공문 필수 첨부 및 건의 내용 작성

< 세부제안내용 >

1. 현황 및 문제점

○ 우리나라는 2000년 이후 11차례 구제역이 발생하였고 2010년 구제역 발생 이후 전국 상시 백신접종 정책을 사용하고 있으나, 2016년 이후 매년 구제역이 발생하고 있음. 2017년에는 두 가지 혈청형(O, A형)이 동시에 구제역이 발생하였음

○ 우리나라는 구제역 O, A, Asia1이 발생하고 있는 Pool 1 지역에 속하고 있으면 상재 지역(그림의 빨간지역)인 중국과 동남아시아와 인접, 물적 교역량의 증가에 따라 구제역의 유입 위험이 매우 높음

○ 구제역 방역실시요령 제8조의2(백신주 선정 등)에 따르면 구제역 백신주는 농림축산검역본부의 백신전문가협의회의 기술적 검토를 통해 구제역 백신주의 적합성 평가를 위한 평가기준, 방법 등을 정하고 이에 따라 구제역 백신주에 대해 적합성 평가를 실시하고 그 결과를 토대로 가축방역심의회 자문을 통해 결정

○ 구제역 바이러스는 RNA 바이러스로 유전적으로 변하기 쉬운 특징을 가지고 있어 많은 종류의 혈청형 및 지역형이 존재하는 것으로 알려져 있음. 7개의 혈청형은 서로 교차면역이 되지 않으며 같은 혈청형 내에서도 방어되지 않는 경우도 있음

○ 구제역 백신에 의해 보호 수준을 유도할 수 있는 지는 다음 변수에 의해 결정됨

- 1) 백신의 효능(potency)
- 2) 백신 균주와 야외주간의 항원성 적합(antigenic match)
- 3) 예방접종 일정(schedule)

○ 이에 백신의 효능, 백신 균주와 야외주간의 항원성 적합을 체계적으로 검토하기 위하여 농식품부 가축질병대응기술개발과제(319094) 수행 결과 "구제역 백신주 선정 의사결정지원시스템"이하 "백신주 선정 시스템"이 개발됨

■ "백신주 선정 시스템" 구성 및 사용 설명

○ 시스템 전체 구성

- 1) 구제역 분리주 관련 유전 정보 등록 시스템 : 구제역 분리주의 분리주명, 발생국가, 발생년도, 혈청형, 지역형, 유전정보
- 2) 구제역 분리주 백신매칭 정보 등록 시스템 : 구제역 분리주의 분리주명, 발생국가, 발생년도, 혈청형, 지역형, 백신매칭정보
- 3) 구제역 분리주 지역형 정보의 통계적 활용

건의내용

※ 제출 공문 필수 첨부 및 건의 내용 작성

4) 구제역 유전정보의 계통유전학(Phylogram) 분석 시각화

○ 시스템 전체 구성

- 개발 프로그램은 WRLFMD 등으로부터 수집된 구제역 바이러스 지역형과 지역형의 백신 매칭 실험 결과를 수집하여 저장하고 조회할 수 있는 시스템을 개발. '보기' 버튼을 눌러 백신 매칭결과를 조회할 수 있음



그림 1. 구제역 바이러스 야외주 정보 입력 및 조회 화면



그림 2. 구제역 바이러스 야외주의 백신 매칭 정보 조회 화면

- 개발 프로그램은 WRLFMD 등으로부터 수집된 구제역 바이러스 지역형의 VP1 유전자 서열 정보를 수집하여 저장하고 조회할 수 있는 시스템을 개발. '보기' 버튼을 눌러 계통분석학적인 그림(Phylogram)으로 표시하고 어떤 지역형과 유사한지 확인할 수 있음

건의내용

※ 제출 영문 필수 첨부 및 건의 내용 작성



그림 3. 구제표 바이러스 관리주 맵기서열 정보 입력 및 조회 화면

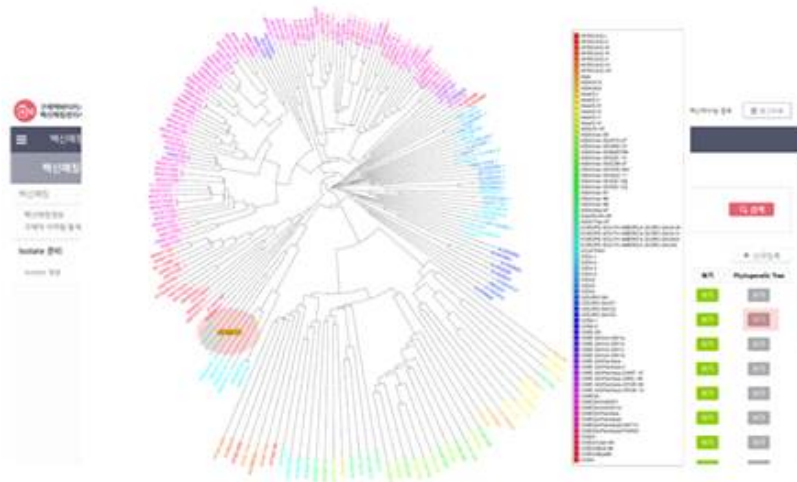


그림 4. 구제표 바이러스 아외주 계통분석도 조회 화면

○ 국내에서 구제의 발생 시 아외주의 유전자를 분석하여 VPI 데이터를 이 시스템에 입력하면 기존에 확인된 지역명과 백신 매칭 정보를 활용하여 신규 발생 아외주를 방어할 수 있는 백신주별 선정학적 의사결정을 지원할 수 있을 것으로 기대됨

○ 구제표 관리주의 지역별 관련 정보를 통계적으로 활용하여 표와 차트 등으로 시각화하여 제공하는 시스템 개발

건의내용

※ 제출 공문 필수 첨부 및 건의 내용 작성



그림 5 귀족포 바이러스 아외주 정본 분석전 활용 화면 1

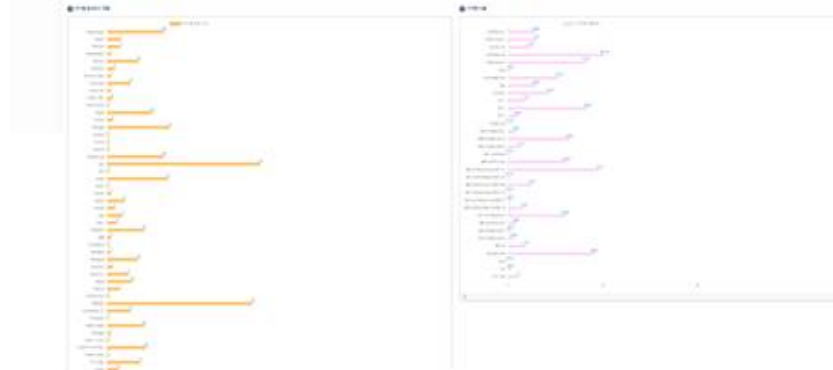


그림 6 귀족포 바이러스 아외주 정본 분석전 활용 화면 2

※ 제출 공문 필수 첨부 및 건의 내용 작성

2. 제안 세부내용

- WRLFMD의 구제역 분리주 유전정보와 백신 매칭정보 수집 현행화 : 효과적인 구제역 예방체계를 수립하기 위해 기 개발된 “백신주 선정 시스템”에서 사용한 WRLFMD의 데이터(분리주, 발생정보, 유전정보, 백신매칭 정보 등)를 활용할 수 있도록 WRLFMD 데이터를 갱신하여 계속 수집 필요
- 구제역 발생 시 긴급 백신 선정을 위한 “백신주 선정 시스템” 활용 제안 : WRLFMD의 데이터(분리주, 발생정보, 유전정보, 백신매칭 정보 등)를 활용하여 구제역 국내 발생시 계통유전학(Phylogram) 분석기술을 활용하여 국내 분리주와 유사한 야외주의 백신 매칭 정보를 검토하여 긴급 백신을 선정하는 의사결정지원 가능하므로 동 시스템의 활용을 제안

3. 기대효과

- 구제역 백신주 선정의 과학화 과학화
- 국제구제역연구기관(WRLFMD)에서 수집정보의 활용성 제고
- 구제역 방역체계 개선
- 국내 축우 및 양돈산업의 경쟁력 강화

No.2 학술발표, 대한수의학회 2020년 추계학술대회, The comparative cross immune analysis between Asian epidemic Foot and mouth diseaseviruses(FMDVs) and commercial vaccine strains, 박창훈



大韓獸醫學會誌

제60권 3호 부록

2020년 11월



(사)대한수의학회 2020년 추계학술대회

국가재난형 감염질환에서 수의학의 도전과 미래 전략

Challenges and Future Strategies of Veterinary Medicine in National Disaster Typed Infectious Diseases

- 일 시 : 2020년 11월 19일(목) ~ 21일(토)
- 장 소 : 소노벨 비발디파크
- 주 최 : (사)대한수의학회
- 주 관 : 국가미우스표현형분석사업단, 반려동물 중개의학 암센터, 전북대학교 기금류질병방제연구센터, 전북대학교 생체안전성연구소 중점연구소지원사업단, 수의방역대학원, BK21 FOUR 미래수의학교육연구단, 한국예방수의학회, 한국수의생리학협의회
- 후 원 : 한국과학기술단체총연합회, 한국미사회, 베링거인겔하임동물약품부, (주)중앙백신연구소, (사)한국농식품생명과학협회, 강원국제회의센터
- 협 찬 : LG전자, 식품의약품안전처 실험동물자원은행, (주)바이오노트, 씨에이치디, 대구컨벤션뷰로, 세니젠, 필코리아테크놀로지, 한국바이오연구조합

사단법인 대한수의학회

The Korean Society of Veterinary Science

The comparative cross immune analysis between Asian epidemic Foot and mouth diseaseviruses (FMDVs) and commercial vaccine strains

Changhoon Park^{1,*}, Hyuk Park²

¹*Department of Microbiology and Immunology, Eulji University School of Medicine, Yongdu-dong, Jung-gu, Daejeon, Korea,* ²*Institute of green-bio science and technology, Seoul national university, 1,Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul, Korea*


The objective of this study was to analyze not only the identity of sequence between Asian epidemic Foot and mouth disease viruses (FMDVs) and commercial vaccine strains, but also the cross immunity of the vaccines. The vaccine matching results for total 729 field strains isolated from Asia since 2011 were downloaded from the World Reference Laboratory for Foot-and-Mouth Disease (WRLFMD) (<https://www.wrlfmd.org/>) and reformed for understanding the protective coverage of a vaccine strain. The individual cross immunity was calculated by virus neutralization test (VNT). The endemic FMDVs of Korea were also compared with sequence identity matrix and evaluated by the vaccine matching protocol. Finally, the research estimated how broad the commercial vaccines protectively can cover Asian epidemic FMDVs. As a result, the sequence identity between Asian FMDs and vaccine strains was over 80~90%. It shows that vaccine strains belonging in Asia 1 type cover 92.5~98% of Asia 1 field isolates ; vaccines in A type cover 95~100% of A type field isolates ; vaccines in O type cover 97~100% of O type field isolates. It is indicated that the current commercial vaccines can provide considerable protective immunity against most of Asian epidemic FMDVs. Additionally, the phylogenetic analysis manifests that Korean endemic isolates were significantly related to isolates of China and Southern east countries. In conclusion, current FMD vaccines can provide cross immunity against Korean endemic FMDVs and Asian epidemic FMDVs associated with genetic identity.

Acknowledgements: This research was supported by iPET (Korea Institute of Planning and Evaluation for Technology in Food, Agriculture, Forestry and Fisheries ; Grant No. 319094-2).

No.3 교육지도, 한국양돈수의사회 2019년 연례세미나, 구제역 청정화 해외 사례 연구, 박창훈

www.kasv.or.kr


KOREAN ASSOCIATION OF SWINE VETERINARIANS



한국양돈수의사회 연례세미나

| 충청북도 C&V 센터 | 2019년 11월 27일~28일 |

- +
- 📄
- 📺
- 📺
- 📺
- 📺
- 📺



한국양돈수의사회
KOREAN ASSOCIATION OF SWINE VETERINARIANS



구제역 청정화 해외 사례 연구

박창훈

현 한국양돈수의사회 학술위원
현 ㈜바이오포아 차장

한국양돈수의사회 연례세미나
KOREAN ASSOCIATION OF SWINE VETERINARIANS

구제역 청정화 해외 사례 연구 초록

박창훈 / 바이오포아

2010년은 국내 역대 최악의 구제역 발병이 있던 해였다. 당시 전국 6천241개 농가에서 사육하던 소와 돼지 등 우제류 가축 347만9천 마리를 살처분해 2조7천383억원의 피해가 났다 [1]. 치명적인 피해를 대처하기 위해 정부는 구제역 백신 전면 접종을 실시하였으나 최근 지난 1월에도 구제역 발병 소식이 있었다 [1].

본 연구팀은 이러한 국내 상황을 고려하여 백신 접종 청정국을 넘어 완전한 청정국 지위를 획득하기 위하여 앞서 성공적으로 청정화에 도달한 국가의 사례를 연구하고 앞으로의 개선점을 모색하고자 한다.

대만 구제역

97년 대만은 유사 이래 최악의 구제역으로 사실상 통제불능의 상태에 빠졌었고 지난 22년간 약 7조 5천억원에 달하는 피해를 입었고 농가수도 25000호에서 7200호로 감소하는 피해를 입었다. 사육두수는 1천만두에서 5백만두로 절반 가까이 줄어들었다 [2].

그러나 현재 대만은 공식적으로 17년 5월 백신접종 청정국 지위를 획득하였고, 올해 6월 30일 마지막으로 백신접종을 완전 중단하였다 [2]. 앞서 97년 유사 이래 가장 큰 피해를 입었던 대만이었지만 10년이 넘는 시간 동안 치열한 투쟁을 거쳐 청정국 지위에 도전하는 것이다. 그렇다면, 대만 방역 대책과 백신 사용에는 어떠한 성공 요인이 있었을까?

1) 단일 바이러스 유행 및 백신 사용

먼저 가장 큰 요인으로는 금문도를 제외한 대만 본토에서 유행한 구제역 균주는 Cathay/O형 Taiwan 97 균주 단 하나라는 점이다 (98~2009년 사이 산발적으로 발생한 균주들은 모두 97년 발생한 대만 균주와 유전적으로 근연관계에 있는 것으로 확인되었다.) [3]. 단순히 O형과 A형이 복합적으로 발병한 국내 경우와 비교해도 단일 균주만 발병한 경우, 백신의 개발 및 제조가 수월하고 백신 또한 우수한 교차방어를 기대하기 쉽다. 97년 발생 당시, 대만에서는 다양한 균주를 기반으로 한 여러 백신을 사용하였으나, 이후 항원 matching test를 거쳐 자국에서 발병한 균주를 기반으로 한 백신 개발을 외국계 백신업체에 의뢰하였다. 이후 효과적인 백신의 사용은 구제역 박멸에 큰 역할을 한 것으로 여겨진다. 정리하면 대만의 구제역 청정화에는 유행한 균주가 단일 종이였다는 점과 그 균주에 정확하게 항원 matching된 백신의 사용이 핵심이었다고 할 수 있다.

2) 강력한 방역 정책과 모니터링

대만은 농업위원회 산하 가축 위생시험소를 운영하여 농가별 백신 접종 및 항체가를 철저히 감독하고 있다. 정책적으로 백신 비접종 농가에 대한 행정처분과 우수 농가에 대한 지원 및 혜택을 제공하고 있어 농가 스스로 백신 접종과 방역에 집중할 수 있도록 도와주고 있다.

대만의 농가 백신 접종은 상당히 철저히 이루어지는 편으로 대만 정부 차원에서 접종율은 90% 이상일 것으로 예상하고 있다. 접종 프로토콜은 97~08년도까지는 비육돈에 O형 1가 백신 2회 접종(1차 8주령, 2차 12주령)하였고, 이후 09년부터 18년 6월 30일까지는 동일한 백신을 1회 접종(10~14주령에 1회)하였다. (이후 18년 7월 1일부터 백신접종 중단)

또한 모니터링은 기본적으로 모든 출하 차량에서 1차량 당 1두의 출하돈을 채혈하여 SP, NSP 항체가를 검사하는 방식이다. 만일 NSP 양성 시, 해당 농장을 추적하여 15두를 추가 채혈하고 1~2개월 간 출하를 금지한다. 추가적으로 바이러스 항원이 양성으로 확인된 농장은 전 두수를 살처분하고 인근 농장에 링백신을 처리한다.

방역정책 역시 매우 강력하여 불법축산물 반입에 대해서는 단 1회만 적발되도 700만원에 달하는 벌금을 부과하고 있다.

한국양돈수의사회 연례세미나

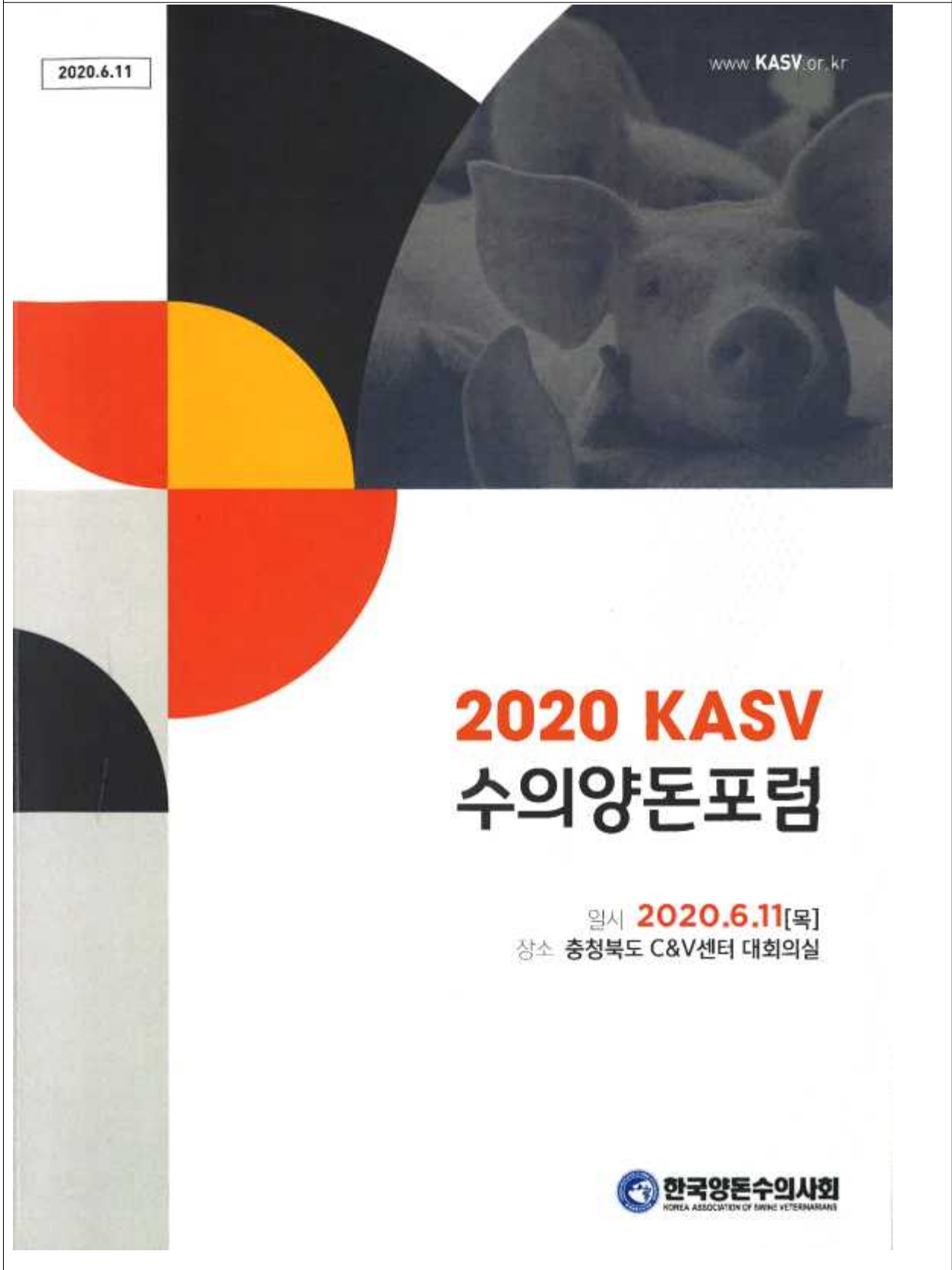
대만의 사례에서 보듯이 구제역 청정국은 불가능한 것이 아닌 자체적인 노력으로 얼마든지 얻을 수 있는 성과이다. 가장 중요한 것은 효과적인 백신의 선택과 확실한 접종 그리고 외부로부터의 바이러스 유입 차단과 그에 대한 모니터링이라 할 수 있을 것이다. 현재까지 상황을 미루어 보건대, 한국의 구제역 청정국 지위 재획득을 위한 이러한 대만의 정책은 참고할 만한 것으로 보인다.

* 본 발표는 농림식품기술기획평가원의 지원을 받아 작성하였습니다. (과제명 : 효과적인 구제역 백신주 관리를 위한 평가 시스템 개발 연구, 과제번호 : 319094-2)

참고문헌

- [1] 한국경제 "구제역 국내서 어떤 피해 겠나...설 앞두고 확산 가능성은?" 2019.01.29
- [2] 돼지와 사람 "대만, 구제역 박멸 선언...OIE 공식 인정 준비 돌입" 2019.07.29
- [3] Lin YL, Jong MH, Huang CC, Shieh HK, Chang PC: Genetic and antigenic characterization of foot-and-mouth disease viruses isolated in Taiwan between 1998 and 2009. Vet Microbiol. 2010, 145: 34-40.

No.3 교육지도, 한국양돈수의사회 2020 수의양돈포럼, 해외 구제역 유입 위험도 분석의 필요성, 박창훈




The poster features a large image of piglets in the upper right quadrant. On the left side, there is a vertical bar with a decorative pattern of overlapping semi-circles in black, red, and yellow. The date '2020.6.11' is printed in a small box in the top left corner. The website 'www.KASV.or.kr' is located in the top right corner. The main title '2020 KASV 수의양돈포럼' is centered in large, bold letters. Below the title, the date and location are provided: '일시 2020.6.11[목]' and '장소 충청북도 C&V센터 대회의실'. The KASV logo and name are at the bottom right.

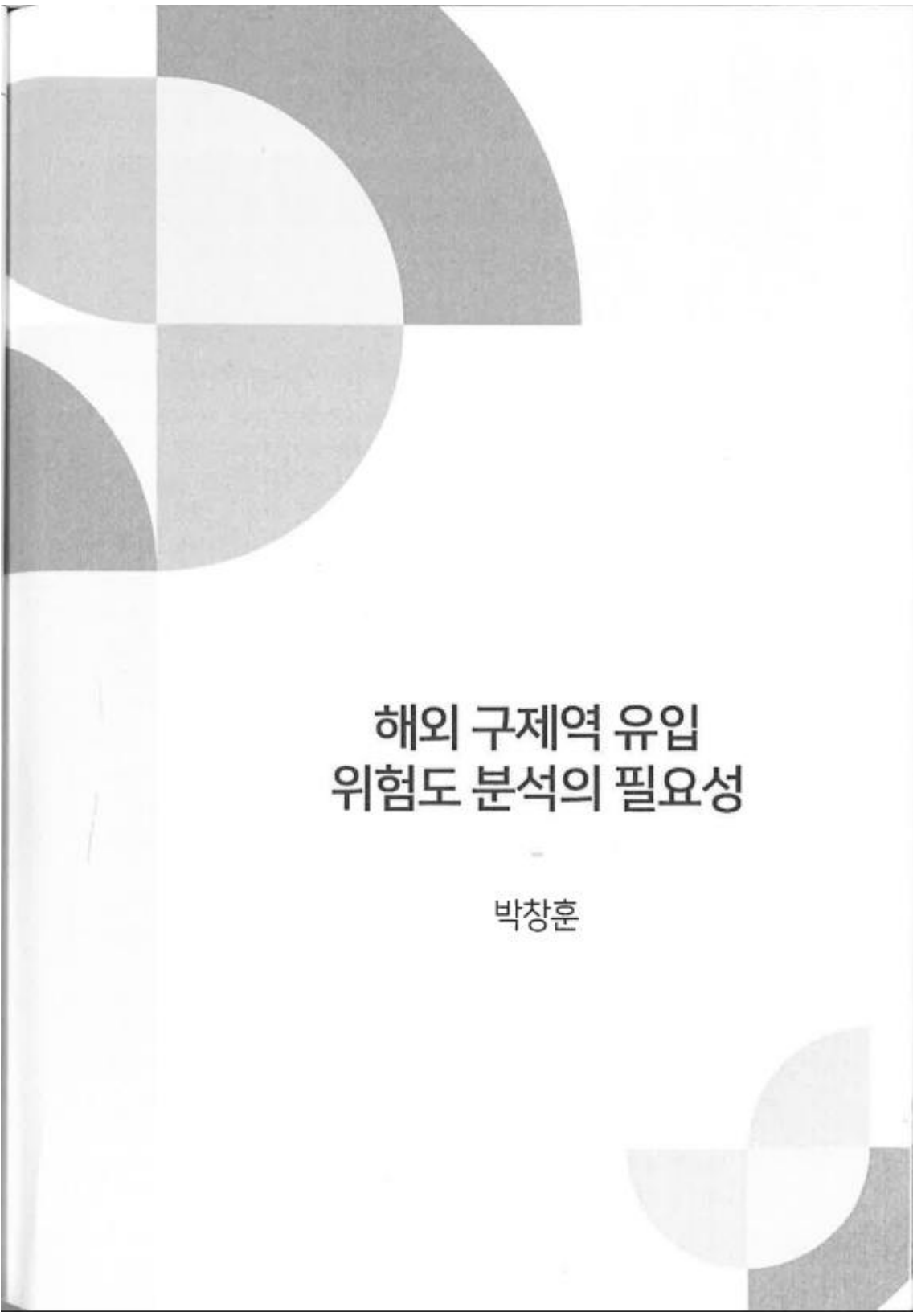
2020.6.11

www.KASV.or.kr

2020 KASV 수의양돈포럼

일시 **2020.6.11**[목]
장소 충청북도 C&V센터 대회의실

 **한국양돈수의사회**
KOREA ASSOCIATION OF SWINE VETERINARIANS



해외 구제역 유입
위험도 분석의 필요성

박창훈

해외 구제역 유입 위험도 분석의 필요성

박 창 훈
주미아오포아 박사

2010년은 국내 역대 최악의 구제역 발병이 있던 해였다. 당시 전국 6천241개 농가에서 사육하던 소와 돼지 등 우계류 가축 347만9천 마리를 살처분해 2조7천 383억원의 피해가 났다 [1]. 치명적인 피해를 대처하기 위해 정부는 구제역 백신 전면 접종을 실시하였으나 최근 지난 2019년 1월에도 구제역 발병 소식이 있었다 [1].

구제역을 효과적으로 예방하기 위해서는 먼저 구제역의 발생 원인에 대한 분석이 선행될 필요가 있다. 사실 국내 구제역의 발생은 밀접 국가의 구제역 역학적인 상황과 매우 밀접하게 연관되어 있는데 [2], 동아시아에서 분리된 구제역 바이러스의 유전자를 분석하여 유전적 상관관계를 분석하면, 2000년 이래 국내 구제역과 인접한 동아시아 국가들의 구제역이 통계적으로 유의적인 양(positive)의 상관관계를 가진 것으로 확인되었다 [2]. 즉 최소한 구제역에 있어서, 한국은 인접국가의 발병 상황에 따라 지속적으로 영향을 받을 수밖에 없다는 뜻이다. 예를 들어, 2000년부터 2002년에 발생한 국내 구제역 PanAsia 균주의 경우 1999년에서 2000년 사이 중국, 대만, 일본, 태국에서 발생한 균주와 매우 높은 유전적 연관성이 있었고 [3], 2010년도 국내 최악의 구제역 사태를 일으킨 O형 균주도 2010년 러시아, 중국, 일본, 홍콩, 베트남 등지에서 분리된 균주와 유전적 연관성이 매우 높았다 [2].

물론 단순히 유전자의 상동성만으로 바이러스의 유입 경로나 발생지역을 단정할 수는 없다. 그러나 구제역 원인을 추적할 때 인접국가의 역학적 상황을 고려하지

않을 수는 없다. 정확한 연구자료가 없어 퍼센트를 나눌 수는 단정할 수 없지만 앞서 언급한 자료를 보면 국내 구제역의 제일 큰 원인은 바이러스의 해외 유입일 가능성이 높아 보인다. 따라서 국가 간 바이러스 이동의 정확한 경로를 파악하기 위한 위험도 분석이 필요한데, 최근 국가 간 교역규모가 확대되고 이에 따라 인적, 물적 교류가 급증하는 추세이므로 더욱 절실히 보인다. 특히 구제역 바이러스가 직접 농장에 도달하는 경로를 밝혀내는 것이 중요한 것이다.

이러한 위험도 분석은 앞으로 구제역 청정화를 위한 백신 정책에도 매우 요긴하게 사용될 수 있다. 현행 시스템에서는 구제역이 일단 발생한 뒤에 백신주를 결정하도록 되어 있는데, 미리 해외의 구제역 역학 상황을 파악하고 있다면 유입 가능성이 높은 균주에 대한 선제적인 백신 효능을 평가 후 전문가 협의회를 통해 백신주를 선택할 수 있다. 미리 발생가능한 상황에 대한 능동적인 대처가 가능해질 수 있다는 뜻이다.

우리보다 앞서 구제역으로 심각한 피해를 입고 양돈산업이 거의 궤멸 직전까지 몰렸던 대만은, 이후 대책으로부터의 엄격한 바이러스 유입 차단과 효과적인 백신의 사용으로 2020년 다시 구제역 청정국 지위에 도전하고 있다. 이 과정에서 얻는 노하우를 바탕으로 최근 대만은 ASF와 COVID-19의 유입도 차단하고 방역에 성공한 바 있다. 매년 되풀이되고 있는 구제역 발생 상황에서 우리도 궁극적으로 청정국 지위를 회복하기 위해서는 이렇게 해외 유입 병원체를 효과적으로 통제할 필요가 있다. 보다 정확한 구제역 유입 경로와 가능성을 분석하고 평가하여 향후 발생할 지 모를 구제역을 효과적으로 차단할 수 있기를 희망한다.

* 본 발표는 농림식품기술기획평가원의 지원을 받아 작성하였습니다. (과제명 : 효과적인 구제역 백신주 관리를 위한 평가 시스템 개발 연구, 과제번호 : 319094-2)

참고문헌

[1] 한국경제 "구제역 국내서 어떤 피해 왔나...실 앞두고 확산 가능성은?" 2019.01.29
 [2] Park, J. H. et al. Reemergence of foot-and-mouth disease, South Korea, 2000-2011. *Emerg Infect Dis* 20, 2158-2161.
 [3] Knowles NJ, Samuel AR, Davies PR, Midgley RJ, Valarcher JF. Pandemic strain of foot-and-mouth disease virus serotype O. *Emerg Infect Dis*. 2005;11:1887-93.




1 / 1

발급번호 : G202012220327950				
건강보험자격득실확인서				
확인청구자	성명	주민등록번호		
	박 은			
자격득실확인내역				
No	가입자구분	사업장명칭	자격취득일	자격상실일
1	직장가입자	서울대학교산학협력단	2019.10.01	2020.05.01
		이희여백		

건강보험 자격득실내역을 위와 같이 확인 합니다.
2020.12.22

국민건강보험공단 이사장



- * 이 확인서의 취득일·상실일은 실제의 사업장 입사일·퇴직일과 다를 수 있습니다.
- * 이 확인서는 국민건강보험공단 인터넷 홈페이지(www.nhis.or.kr)에서 직접 발급이 가능합니다. (공인인증서 필요)
- * 이 확인서는 건강보험 자격확인용이므로 다른 용도(제직증명용, 경력증명용, 대출용 등)





발급번호 : G202012220110524

건강보험자격득실확인서

확인청구자	성명	주민등록번호
	정육	

자격득실확인내역

No	가입자구분	사업장명칭	자격취득일	자격상실일
1	직장가입자	서울대학교안학협력단	2020.02.01	
2				
3				
4				
5				
6				
7				
	-----	이하여백	-----	-----

건강보험 자격득실내역을 위와 같이 확인 합니다.

2020.12.22

국민건강보험공단 이사장



- ※ 이 확인서의 취득일·상실일은 실제의 사업장 입사일·퇴직일과 다를 수 있습니다.
- ※ 이 확인서는 국민건강보험공단 인터넷 홈페이지(www.nhis.or.kr)에서 직접 발급이 가능합니다.
(공인인증서 필요)
- ※ 이 확인서는 건강보험 자격확인용이므로 다른 용도(제적증명용, 경력증명용, 대출용 등)





발급번호 : G202012230110399

건강보험자격득실확인서

확인청구자	성명	주민등록번호
	이 주	

자격득실확인내역

No	가입자구분	사업장명칭	자격취득일	자격상실일
1	직장가입자	서울대학교산학협력단	2020.05.01	
2				
3				
4				
5				
6				
		이하여백		

건강보험 자격득실내역을 위와 같이 확인 합니다.

2020.12.23

국민건강보험공단 이사장



- * 이 확인서의 취득일·상실일은 실제의 사업장 입사일·퇴직일과 다를 수 있습니다.
- * 이 확인서는 국민건강보험공단 인터넷 홈페이지(www.nhis.or.kr)에서 직접 발급이 가능합니다. (공인인증서 필요)
- * 이 확인서는 건강보험 자격확인용이므로 다른 용도(재직증명용, 경력증명용, 대출용 등)



4대 사회보험 사업장 가입자 명부

발급번호	20200110666473	발급일시	2020-01-10 16:53	사업장 관리번호	12486524480
------	----------------	------	------------------	----------	-------------

구분	국민연금	건강보험	산재보험	고용보험
사업자등록번호	124-86-52448	124-86-52448	124-86-52448	124-86-52448
사업장 명칭	주식회사바이오포아	주식회사바이오포아	(주)바이오포아	(주)바이오포아

■ 가입 내역(발급일자 현재기준)

1 / 2

연번	주민(외국인) 등록번호	성명	자격 취득 일			
			국민연금	건강보험	산재보험	고용보험
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11		✓ 서 주	2019.07.01	2019.07.01	2019.07.01	2019.07.01
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20		✓ 조 경	2019.07.04	2019.07.04	2019.07.04	2019.07.04

※ 위 사업장 가입자 명부는 4대사회보험 정보연계시스템이 국민연금공단, 국민건강보험공단, 근로복지공단의
 가입자 정보를 실시간 연계받아 제공하는 것이며, 발급사실 여부를 발급일로부터 90일까지 4대사회보험
 포털사이트(www.4insure.or.kr)의 [발급사실확인] 메뉴에서 확인 가능합니다.
 정확한 정보연계서비스, 4대 사회보험이 함께 합니다.

연번	주민(외국인) 등록번호	성명	자격취득일			
			국민연금	건강보험	산재보험	고용보험
21						
22		✓ 주 우	2019.10.14	2019.10.14	2019.07.29	2019.10.14
23						
24						
25						
26						
27						
28		✓ 함 리	2019.09.02	2019.09.02	2019.09.02	2019.09.02
29						
이하 여백						

- ▷ 위 사업장 가입자 명부는 [확인용]으로 신청·발급된 것임을 알려드립니다.
- [확인용]은 4대 사회보험의 업무목적용을 위해서만 제공하는 것이므로 자격증명용, 경력증명용, 대출용 등 다른 용도로 사용시에는 발급 기관에 법적 책임이 없다는 점을 알려드립니다.
- 타 기관 제출을 위한 용도로 발급을 원하시는 경우에는 각 공단 지사 청구로 신청하시기 바랍니다.
- ▷ 위 사업장 가입자 명부는 국민연금공단, 국민건강보험공단, 근로복지공단의 가입자 정보를 실시간 연계 받아 제공하는 것입니다. (문의전화: 국민연금 1355, 건강보험 1577-1000, 산재 고용보험 1588-0075)
- 사업장 가입자 명부의 내용이 사실과 다를 경우에는 해당 공단으로 문의하시기 바랍니다.
- 과거 가입내역은 해당 보험별 각 공단에 문의하여 발급받으시기 바랍니다.
- ▷ [산재보험]의 경우, '자격취득일'은 근로자 고용일을 뜻하며, 건설업 및 법욕업 등 '자진신고 사업장'은 근로자 고용정보 신고 대상이 아니므로 '자격취득일(고용일)'은 표기되지 않습니다.
- ▷ 위 사업장 가입자 명부는 [사업장 관리번호]를 기준으로 작성되었습니다.

위와 같이 국민연금 가입내역을 확인합니다. 국민연금 이 사 	위와 같이 건강보험 가입내역을 확인합니다. 국민건강보 이 사 	위와 같이 산재보험 가입내역을 확인합니다. 근로복지 화성지사 	위와 같이 고용보험 가입내역을 확인합니다. 근로복지 화성지사 
			

▷ 위 사업장 가입자 명부는 4대사회보험 정보연계시스템이 국민연금공단, 국민건강보험공단, 근로복지공단의 가입자 정보를 실시간 연계받아 제공하는 것이며, 발급사실 여부는 발급일로부터 90일까지 4대 사회보험 포털사이트(www.4ensure.or.kr)와 [발급사실확인] 메뉴에서 확인 가능합니다.
철거한 정보연계서비스, 4대 사회보험이 함께 합니다.

기술이전(라이센싱) 계약서

서울대학교 산학협력단 (이하 '甲'이라 한다)과 ㈜인포벨리코리아 (이하 '乙'이라 한다)는 농림축산식품부의 가축질병대응기술개발사업의 연구과제(과제번호 : 319094-02)의 연구결과로 '甲'이 보유하고 있는 "구제역 발생시 긴급백신 선정 프로그램 알고리즘"기술을 기술도입희망자 '乙'에게 제공하고 실시권을 허여함에 있어 다음과 같이 합의하고 계약을 체결한다.

제1조(용어의 정의)

본 계약의 적용을 위한 용어는 다른 특별한 언급이 없는 한 다음 각 호의 의미로 사용된다.

1. 본 계약에서 '계약기술'이라 함은 하기에 명시한, '甲'이 보유하고 있거나 출원 중인 지식재산권 또는 '甲'이 보유하고 있는 기술 또는 Know-How를 말한다. ('계약기술'의 프로그램저작물 및 데이터베이스의 본질적인 내용을 변경하지 않은 수정본 또는 편집본을 포함한다.)
 - 계약기술
 - 서울대학교 관리번호 SNU-2020-21062
 - (노하우의 명칭) 구제역 발생시 긴급백신 선정 프로그램 알고리즘
2. 본 계약에서 '실시'라 함은 대한민국 특허법 제22조 제3호 각 목의 1에 해당하는 실시와, 대한민국 저작권법에 따른 저작물의 이용을 말한다.
3. 본 계약에서 '계약제품'이라 함은 제1조 제1호 '계약기술'을 적용한 제품 및 생산장치, 프로그램저작물 및 데이터베이스(프로그램저작물 및 데이터베이스의 본질적인 내용을 변경하지 않은 수정본 또는 편집본을 포함한다)를 말하고, 중간체 또는 원료를 생산 판매하는 경우 그 중간체 또는 원료를 포함한다.
4. 본 계약에서 '개량기술'이라 함은 '계약기술'을 개량, 대체, 확장 또는 추가한 기술을 의미한다.
5. 본 계약에서 '선행기술'이라 함은 '계약기술'을 개발하기 위해서 '甲'이 이전에 개발한 기술을 의미한다.
6. 본 계약에서 '파생기술'이라 함은 '계약기술'에서 갈려 나왔고 '甲'이 개발한 기술을 의미한다.
7. 본 계약에서 '관련기술'이라 함은 '계약기술'과 관련되었지만 계약에 포함되지 않는 '甲'이 개발한 기술을 의미한다.
8. 본 계약에서 '상업화'이라 함은 '계약기술'을 실시('계약제품'의 복제·공연·공중송신·전시·배포·대여·2차적저작물작성 등의 이용을 포함한다)하여 매출을 올린 것을 의미한다.
9. 본 계약에서 '매출액'이라 함은 본 계약 '계약기술'의 '상업화'로 인한 국내외 총 매출액을 말한다.
10. 본 계약에서 '생산개시일'이라 함은 '계약제품'을 최초로 실시한 날을 말한다.



노하우 설명서

노하우 명칭:

1. 노하우의 요약	
<p>"구제역 발생시 긴급백신 선정 프로그램"은 구제역 분리주의 발생 정보 및 백신 적합성 정보 등을 수집, 저장, 가공하는 시스템으로 구제역 발생시 유전체 정보를 입력하면 유사 아외주의 백신 적합성 정보를 제공하여 긴급 백신을 선정하는 의사결정을 지원하여 감수성 동물의 구제역 감염 예방에 기여</p>	
2. 기술분야	
<p>구제역 바이러스 유전체 분석 시각화를 활용한 의사결정지원 시스템</p>	
3. 배경기술	
<ul style="list-style-type: none">● 세계 구제역 표준 연구소 네트워크의 구제역 바이러스 분석 정보 수집 표준화● 구제역 바이러스 유전체 정보 표준화 및 계통유전학 계통도 시각화 기술(phylogram)● 구제역 발생정보 시공간 분석(Spatiotemporal Analysis) 정보 제공	
4. 종래기술/ 해결할 과제(목적)	
<p>구제역(Foot and Mouth Disease) 바이러스는 RNA 바이러스로 변이가 심하여 같은 혈청형 내에서도 교차면역이 이루어지지 않아 구제역 백신주의 선정이 중요함. 이를 위하여 구제역 표준 연구소 등은 구제역 바이러스 지역형에 따른 구제역 백신 적합성 테스트 결과를 제공하고 있으나 바이러스 지역형 간에도 구제역 백신별로 방어력에 차이가 있어 대한민국 주위의 상재국가의 발생 주세를 분석하여 백신주의 선정 및 비축이 중요함.</p>	
5. 노하우의 효과	

본 개발 시스템은 역내 발생 지역형의 추세를 분석하여 방역 당국이 상시/긴급 백신주의 선정 의사결정을 지원하여 효과적인 구제역 통제 정책을 수립할 수 있음

6. 구체적인 실시예

연월일	지역	구분	상태	비고
2023-01-01	경상북도	경상북도	확진	경상북도
2023-01-02	경상북도	경상북도	확진	경상북도
2023-01-03	경상북도	경상북도	확진	경상북도
2023-01-04	경상북도	경상북도	확진	경상북도
2023-01-05	경상북도	경상북도	확진	경상북도
2023-01-06	경상북도	경상북도	확진	경상북도
2023-01-07	경상북도	경상북도	확진	경상북도
2023-01-08	경상북도	경상북도	확진	경상북도
2023-01-09	경상북도	경상북도	확진	경상북도
2023-01-10	경상북도	경상북도	확진	경상북도

그림1. 구제역 바이러스 아외주 정보 입력 및 조회 화면

연월일	지역	구분	상태	비고
2023-01-01	경상북도	경상북도	확진	경상북도
2023-01-02	경상북도	경상북도	확진	경상북도
2023-01-03	경상북도	경상북도	확진	경상북도
2023-01-04	경상북도	경상북도	확진	경상북도
2023-01-05	경상북도	경상북도	확진	경상북도
2023-01-06	경상북도	경상북도	확진	경상북도
2023-01-07	경상북도	경상북도	확진	경상북도
2023-01-08	경상북도	경상북도	확진	경상북도
2023-01-09	경상북도	경상북도	확진	경상북도
2023-01-10	경상북도	경상북도	확진	경상북도

그림2. 구제역 바이러스 아외주의 백신 미접 정보 조회 화면

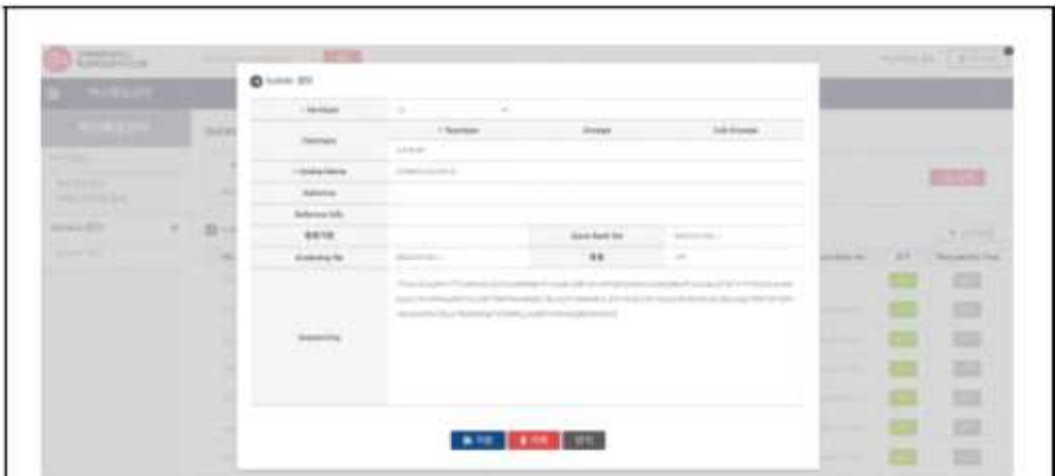


그림3. 구제역 바이러스 분리주 열거서열 정보 입력 및 조회 화면

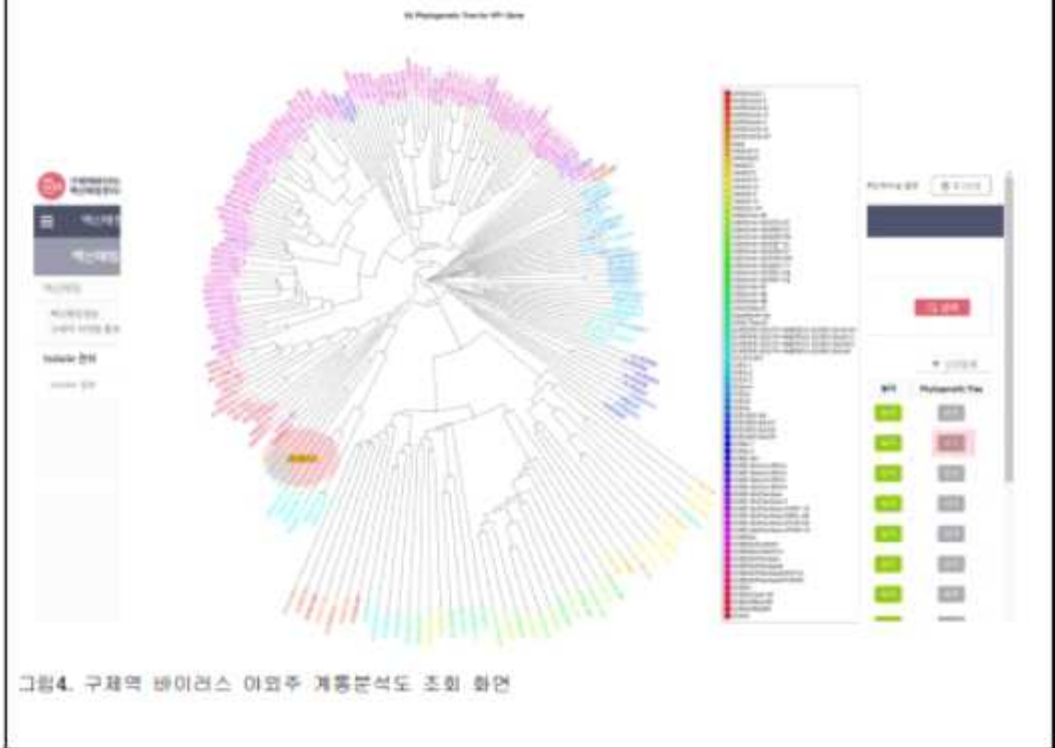


그림4. 구제역 바이러스 아미주 계통학지도 조회 화면



3절. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책(후속연구의 필요성 등)

No	항목	명칭	코드	비고
1				

제 4장 연구결과의 활용 계획 등

1절 연구성과의 활용분야 및 활용방안

1. 최종 연구개발 산출물

- 본 과제의 최종 연구개발 산출물은 1) 구제역 발생 위험요인 분석 및 위험도 평가 모델 구축, 2) 해외 구제역 발생 정보, 구제역 분리주의 백신 매칭 정보, 유전정보 수집 및 데이터베이스 구축, 3) 구제역 백신주 관리 평가 시스템(‘구제역 백신주 선정 의사결정지원 시스템’) 개발 임
- 본 과제의 최종 연구개발 산출물은 농식축산검역본부 구제역백신연구센터에 기술이전하여 제공하거나 보고서로 제출하여 재난형 가축전염병의 발생 시 가축방역 정책에 활용될 예정으로 구제역 백신주 선정 의사결정시스템 정책 활용 건의

2. 연구성과의 활용 분야 및 활용방안

- **(정책적 활용)** 해외 인접국의 구제역 발생 정보 및 유전학적 분석, 해외 주요 백신주의 백신 매칭 결과를 수집하여 DB화하여 국내 유입 시 대응 능력을 제고하여 방역개선 효과와 더불어 정책적 활용도 제고
- 구제역 해외유입 인자에 대한 정량적, 정성적 위험분석을 통한 차단방역 능력 개선 정책안 개발하여 농식품부 구제역 방역과의 방역대책 개선에 즉각 활용
- **(학술적 활용)** 본 연구에서는 축산 선진국의 효과적 백신주 선정 기법을 조사하여 우리나라에서 발생하고 있는 야외주 또는 발생 가능 야외주에 대한 효과적 백신주 선정 및 관리에 관한 가이드라인 작성하여 구제역의 발생 및 확산을 차단할 수 있는 기반을 구축할 수 있어 학술적 가치가 높을 것으로 기대
- 구제역 유전정보를 활용한 시공간적 분석연구는 타 가축전염병의 유전정보를 활용한 시공간적 분석에 활용할 수 있을 것으로 기대됨

- (산업적 활용) 구제역 발생의 주요 원인은 원발 감염농장의 축군의 면역능력 저하와 밀접한 관련이 있으므로 본 과제에서 도출하게 되는 효과적인 백신주 선정 및 보급이 성공적으로 운용될 경우 구제역 발생을 예방하여 궁극적으로는 농장의 생산성 향상에 기여 기대
- 과학적인 구제역 국내 유입 위험요인에 대한 정성적, 정량적 평가에 의한 차단방역 능력 제고로 구제역 발생에 따른 축산농가의 경제적 손실을 최소화
- 본 연구에서 도출되는 구제역 유입 위험요인 분석 및 구제역 백신주 선정 및 관리에 적용된 원리와 방법론을 기타 연구사업으로 연계할 경우 차단방역 정책의 개선이 가능
- 본 연구에서 도출되는 효과적인 구제역 백신주 선정 결과에 따라 고품질 백신의 생산과 개선된 백신의 개발을 자극

연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 효과적인 구제역 백신주 관리를 위한 평가 시스템 개발 연구				
	(영문) Development of the evaluation system for effective management of effective FMD vaccine strain				
주관연구기관	서울대학교 산학협력단	주 관 연 구 책 임 자	(소속) 서울대학교 산학협력단		
참 여 기 업	(주)바이오포아	(성명) 박 혁			
총연구개발비 (362,700 천원)	계	362,700	총 연 구 기 간	2019. 08. 30.~2020. 12. 31 . (1년 5월)	
	정부출연 연구개발비	272,000	총 연 구 원 수	총 인 원	16명
	기업부담금	90,700		내부인원	7명
	연구기관부담 금			외부인원	9명

○ 연구개발 목표 및 성과

- 2010년 국내 대규모 구제역 발생으로 전국 상시 구제역 백신접종을 실시하는 백신정책을 현재 유지하고 있으나,
- 2017년 구제역 O형과 A형 동시 발생하였고, 2018년 돼지에서 구제역 A형 발생하는 등 국가간 교역 확대 및 관광객 증가로 인해 국내 미발생 구제역의 유입 위험성이 증가하여
- 구제역 발생 원인에 대한 요인 분석 및 위험도 평가모델 개발, 해외 구제역 발생정보, 분리주 유전정보 및 백신 매칭 정보 수집 및 디비 구축
- 국내외 백신주 선정 및 관리 사례 분석 및 이해관계자 협의체 구성, 운영을 통한 구제역 백신주 적합성 평가 모델 및 구제역 백신 관리 메뉴얼 개발 등 구제역 백신 등을 효율적으로 관리하기 위한 과학적 평가모델로 ‘구제역 백신주 선정 의사결정지원시스템’을 개발

○ 연구내용 및 결과

- 구제역 발생 위험 요인 분석 및 위험도 평가 모델 구축
 - 해외 구제역 유입 위험 관련 연구문헌 체계적 문헌 고찰
 - 국내 구제역 발생 역학조사보고서 검토를 통한 위험요인 선별
 - 구제역 발생 및 비발생 농장 속성정보를 활용한 위험도 평가모델 구축
- 해외 구제역 발생 정보, 구제역 분리주의 백신매칭 정보, 유전정보 수집 및 데이터베이스 구축
 - 해외 발생 구제역 발생정보 : OIE WAHIS
 - 해외 발생 구제역 분리주의 유전자 정보 : WRLFMD

· 해외 발생 구제역 분리주의 백신 매칭 정보 : WRLFMD

- 구제역 백신주 관리 평가 시스템('구제역 백신주 선정 의사결정지원 시스템') 개발
- 해외 구제역 백신매칭 정보 및 유전정보 디비를 활용한 웹 서비스 시스템 개발
- 구제역 유전정보의 유전계통학적 시각화 웹 서비스 구현
- 국내 신규 구제역 야외주 발생 시 VP-1 데이터 입력 시 유사 야외주의 백신매칭 정보 조회를 통한 상시 백신주의 적합성 및 긴급백신주 선정 의사결정 지원 가능
- 구제역 백신 관련 이해관계자 협의체 구성 및 운영을 통한 구제역 백신주 선정 관련 기준 및 절차에 관한 의견 수렴

○ 연구성과 활용실적 및 계획

- 본 과제의 최종 연구개발 산출물은 1) 구제역 발생 위험요인 분석 및 위험도 평가 모델 구축, 2) 해외 구제역 발생 정보, 구제역 분리주의 백신매칭 정보, 유전정보 수집 및 데이터베이스 구축, 3) 구제역 백신주 관리 평가 시스템('구제역 백신주 선정 의사결정지원 시스템') 개발임

- 본 과제의 최종 연구개발 산출물은 농식축산검역본부 구제역백신연구센터에 기술이전하여 제공하거나 보고서로 제출하여 재난형 가축전염병의 발생 시 가축방역 정책에 활용될 예정으로 구제역 백신주 선정 의사결정시스템 정책활용 건의

- 본 연구에서는 축산 선진국의 효과적 백신주 선정 기법을 조사하여 우리나라에서 발생하고 있는 야외주 또는 발생 가능 야외주에 대한 효과적 백신주 선정 및 관리에 관한 가이드라인 작성하여 구제역의 발생 및 확산을 차단할 수 있는 기반을 구축할 수 있어 학술적 가치가 높을 것으로 기대

- 해외 인접국의 구제역 발생정보 및 유전학적 분석, 해외 주요 백신주의 백신 매칭 결과를 수집하여 DB화하여 국내 유입시 대응 능력을 제고하여 방역개선 효과와 더불어 정책적 활용도 제고.

- 구제역 해외 유입 인자에 대한 정량적, 정성적 위험분석을 통한 차단방역 능력 개선 정책안 개발하여 농식품부 구제역 방역과의 방역대책 개선에 즉각 활용

- 구제역 유전정보를 활용한 시공간적 분석 연구는 타 가축전염병의 유전정보를 활용한 시공간적 분석에 활용할 수 있을 것으로 기대됨

- 구제역 발생의 주요 원인은 원발 감염농장의 축군의 면역능력 저하와 밀접한 관련이 있으므로 본 과제에서 도출하게 되는 효과적인 백신주 선정 및 보급이 성공적으로 운용될 경우 구제역 발생을 예방하여 궁극적으로는 농장의 생산성 향상에 기여할 것으로 기대

- 과학적인 구제역 국내 유입 위험요인에 대한 정성적, 정량적 평가에 의한 차단방역 능력 제고로 구제역 발생에 따른 축산농가의 경제적 손실을 최소화.

- 본 연구에서 도출되는 구제역 유입 위험요인 분석 및 구제역 백신주 선정 및 관리에 적용된 원리와 방법론을 기타 연구사업으로 연계할 경우 차단방역 정책의 개선이 가능

- 본 연구에서 도출되는 효과적인 구제역 백신주 선정 결과에 따라 고품질 백신의 생산과 개선된 백신의 개발을 자극

[별첨 2]

자체평가의견서

1. 과제현황

	과제번호	319094-02			
사업구분	농림축산식품연구개발사업				
연구분야				과제구분	단위
사업명	가축질병대응기술개발사업				주관
총괄과제	기재하지 않음			총괄책임자	기재하지 않음
과제명	효과적인 구제역 백신주 관리를 위한 평가 시스템 개발 연구			과제유형	(기초,응용,개발)
연구기관	서울대학교 산학협력단			연구책임자	박혁
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차연도	2019. 08. 30 - 2019. 12. 31	80,000	26,700	106,700
	2차연도	2020. 01. 01 - 2020. 12. 31	192,000	64,000	256,000
	계	2019. 08. 30 - 2020. 12. 31	272,000	90,700	362,700
참여기업	(주)바이오포아				
상대국		상대국연구기관			

※ 총 연구기간이 5차연도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2020. 12. 31

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
서울대학교 산학협력단	산학협력중점교원	박혁

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

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

확 약	
-----	---

1. 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 '구제역 백신주 선정 의사결정지원시스템'(웹)은 방역담당자가 구제역 백신주의 적합성 평가 및 긴급 백신주 선정에 관한 의사결정지원 도구가 될 수 있으며, 이에 따라 효과 있는 구제역 백신의 선정 및 보급으로 축군의 면역능력 개선에 기여할 것이며 고품질 백신의 생산과 백신의 개발을 자극할 수 있다는 점을 고려할 때 연구개발의 결과 우수성 및 창의성은 '우수'하다고 판단됨

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

본 과제에서는 해외 구제역 발생 분리주의 유전정보 및 백신 매칭 정보를 활용하여 우리나라 주변의 구제역 발생 추세를 분석하여 상시 백신주의 선정 및 긴급 백신주의 선정·비축하는 의사결정을 지원할 수 있어 방역담당 부서에서 활용될 수 있고, 본 연구에서 도출된 유전정보의 시공간적 분석 원리와 방법론을 기타 연구사업으로 연계할 수 있을 것으로 기대되어 연구개발결과의 파급효과는 '우수'하다고 판단됨

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

본 과제에서 개발된 '구제역 백신주 선정 의사결정지원시스템(웹)'은 국내 구제역 발생시 유전자 분석을 통해 VP1의 유전정보만으로 유사 바이러스의 백신매칭 정보를 참고하여 긴급 백신주의 선정 및 접종으로 축군의 면역능력을 유도할 수 있을 것으로 기대할 수 있어 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 구제역 백신 관련 이해관계자 협의체의 운영에 지장이 많았으나 1차년도 1회 2차년도 3회의 협의체 운영을 통해 연구과제 진도 점검 및 진행방향에 대한 논의를 거쳐 연구개발의 성과를 높이기 위해 노력하였으며 본 과제 수행기간 동안 협동연구기관의 책임연구원 교체가 있었으나 더 나은 결과를 이끌어 낼 수 있도록 협동연구기관이 전사적으로 협력하였으므로 연구개발 수행노력의 성실도는 '우수'하다고 판단됨

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

본 과제의 정량성과에 모두 달성한 상태이며, 정책활용을 농식품부에 1건 건의하였으며, 2019년 한국양돈수의사회 연례세미나, 2020년 수의양돈포럼에서 각 1건, 총 2건의 교육지도와 대한수의학회 2020년 추계학술대회에 1건의 학술발표를 진행하였으며 추가 성과로 고용창출 7건을 등록하였고, 기술이전 1건을 (주)인포벨리코리아에 하였으며, 기술이전 후 프로그램 등록을 추진할 예정임

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
구제역 유입 위험 요인 관련 선행 연구사례 및 문헌 검토	10	100	해외 선행 연구 사례 및 문헌에 대한 체계적 검토를 통해 유입위험 요인 선별
국내 발생 구제역 역학조사 보고서 검토 발생 위험 요인 선별	10	100	국내 발생 구제역 역학조사서 검토를 통한 유입위험 요인 선별
OIE WAHIS 가축질병보고서 자동 수집 웹 크롤러 개발	10	100	PDF 형태의 OIE의 가축질병보고서를 자동으로 수집할 수 있는 웹 크롤러를 개발하여 해외 구제역 발생정보를 실시간으로 수집하여 데이터베이스화하고 있음
해외 구제역 백신 접종국의 구제역 통제 정책 사례 연구	10	100	해외 구제역 백신 접종국의 구제역 통제 정책에 대한 사례를 통해 구제역 백신 정책에 대한 시사점 도출
구제역 발생 위험도 평가 모델 구축	10	100	구제역 발생 및 비발생 농장에 대한 환례 대조군연구를 통해 구제역 발생 위험도 평가 모델 구축
구제역 발생 정보 수집 및 데이터베이스 구축	10	100	OIE의 구제역 발생정보 수집 및 데이터베이스를 구축하고 다양한 방식의 시각화 방법을 개발
해외 주요 백신주의 유전정보, 백신매칭 결과 수집 및 분석	10	100	WRLFMD의 구제역 분리주의 유전정보 및 백신매칭 결과를 수집하여 데이터베이스를 구축하고 유전학적 분석을 포함한 다양한 방식의 시각화 방법을 개발
구제역 백신주의 야외발생 구제역 바이러스에 대한 적합성 평가 기준	20	100	'구제역 백신 의사결정지원시스템'을 개발하여 국내 구제역 야외주 발생 시 시간이 소요되는 동물실험이

개선			아니라 야외주의 유전정보를 활용한 구제역 백신 적합성 평가 가능
구제역 백신 이해관계자 협의체 구성 및 모임 개최	10	100	'구제역 백신 관련 이해관계자 협의체' 구성하고 총 4회 운영하여 구제역 백신 선정 절차 및 기준에 대한 의견 수집
합계	100점		

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

- 본 연구는 구제역 발생 위험요인 분석 및 위험도 평가 모델 구축, 해외 구제역 발생 정보 및 분리주의 유전정보, 백신매칭 정보 수집 및 디비 구축, 구제역 백신주의 야외발생 바이러스에 대한 적합성 평가 기준 개선방안을 도출하는 것을 목표로 함
- 본 연구결과 수집된 구제역 관련 정보를 활용하여 '구제역 백신주 선정 의사결정지원 시스템(웹)'을 개발함으로써 구제역 발생 시 야외주의 유전정보를 활용하여 구제역 백신의 야외발생 바이러스에 대한 적합성 평가를 가능하도록 개발하였음
- 본 연구와 같이 구제역 바이러스의 유전정보와 시공간정보를 활용한 구제역 바이러스의 유입 가능성 탐지 및 구제역 백신 매칭 정보를 검토하는 연구는 국내에서 아직 시도된 적이 없는 기술로 정책 활용 및 타분야 활용 가능성이 크다고 할 수 있음

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

- 본 연구에서 수집되고 개발된 '구제역 백신주 의사결정지원시스템(웹)'의 운영을 위하여 실시간의 정보 수집이 필요하여 이에 따라 운영 유지보수 비용이 발생하므로 본 과제에서 개발된 시스템(웹)의 활용을 위한 추가적인 예산 작업이 필요할 것으로 판단됨

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

- 본 연구에서 개발된 '구제역 백신주 의사결정지원시스템(웹)'은 농림축산검역본부 구제역백신연구센터에서 구제역 백신주의 적합성 평가를 위해 활용될 것으로 기대됨
- 본 연구에서 개발된 시스템의 활용을 농식품부에 정책건의하여 정책활용을 기대하고 있음
- 본 연구와 같이 전염병 원인체의 유전정보와 시공간정보를 결합하여 분석하는 연구방법은 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

--

2. 연구기관 자체의 검토결과

--

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input type="checkbox"/> 자유응모과제 <input checked="" type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야		
연구과제명	효과적인 구제역 백신주 관리를 위한 평가 시스템 개발 연구			
주관연구기관	서울대학교 산학협력단	주관연구책임자	박 혁	
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금	총연구개발비
	272,000,000원	90,700,000원		362,700,000원
연구개발기간	2019. 08. 30 ~ 2020. 12. 31(총 16개월)			
주요활용유형	<input type="checkbox"/> 산업체이전 <input checked="" type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input checked="" type="checkbox"/> 정책자료 <input type="checkbox"/> 기타(고용창출) <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:)			

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
① 구제역 발생 위험요인 분석 및 위험도 평가 모델 구축	- 구제역 발생 위험요인에 대한 국내외 사례를 연구사례 및 역학조사서 검토를 통해 선별하고 국내 구제역 발생/비발생 농가를 대상으로 환례 대조군 연구를 통해 구제역 발생 위험도 평가모델 개발
② 해외 구제역 발생 정보, 구제역 분리주의 백신매칭 정보, 유전정보 수집 및 데이터베이스 구축	- OIE와 WRLFMD가 보유하고 있는 구제역 발생 정보를 수집하는 웹 크롤러 개발을 통해 해외 구제역 발생 정보 수집 및 구제역 분리주의 백신매칭 정보, 유전정보를 수집하여 데이터베이스 구축
③ 구제역 백신주 관리 평가 시스템(구제역 백신주 선정 의사결정지원 시스템) 개발	- 연구과제를 통해 수집된 구제역 분리주의 유전정보, 백신매칭정보를 유전통계학적 시각화 방식 등 다양한 방식으로 시각화하여 구제역 상시 백신주의 적합성 평가 및 구제역 바이러스의 야외 발생 시 구제역 백신의 신속한 적합성 평가 가능

* 결과에 대한 의견 첨부 가능

3. 연구목표 대비 성과

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과			교육 지도	인 력 양 성	정책 활용 홍 보		기 타 (타 연 구 활 용 등)	
	특 허 출 원	특 허 등 록	품 종 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		논 문 평 균 IF			학 술 발 표	정 책 활 용		홍 보 전 시
												SC I	비 SC I							
단위	건	건	건	건	백만원	백만원	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명	건	건			
가중치													20	30		50				
최종목표													1	2		1				
연구기간 내 달성실적				1	13				7				1	2		1				
달성율(%)													10 0	10 0		10 0				

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	구제역 발생 위험 요인 분석 및 위험도 평가 모델 구축
②	해외 구제역 발생 정보, 구제역 분리주의 백신매칭 정보, 유전정보 수집 및 데이터베이스 구축
③	구제역 백신주 관리 평가 시스템(구제역 백신주 선정 의사결정지원 시스템) 개발

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	
②의 기술				v					v	
③의 기술		v					v		v	

* 각 해당란에 v 표시

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	구제역 발생 위험요인 분석 및 위험도 평가 모델 개발을 통해 나온 결과를 토대로 구제역 방역관리 정책의 개선방안 도출
②의 기술	해외 구제역 발생 정보 및 분리주의 유전정보, 백신매칭 정보 디비를 활용한 역내 구제역 발생 추세를 파악하여 국내 구제역 유입 위험 조기감지 및 백신주 선정 검토
③의 기술	구제역 백신주 선정 의사결정지원시스템(웹)을 활용한 구제역 백신주 선정의 적합성 검토 및 구제역 발생 시 신속한 긴급 백신주 선정에 활용

7. 연구종료 후 성과창출 계획

성과목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권			기술실시 (이전)		사업화					기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용홍보		기타 (타연구활용등)
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문 SC I	비 SC I	논문 평균 IF			학술 발표	정책 활용	
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명				
가중치														20	30		50		
최종목표														1	2		1		
연구기간 내 달성실적				1	13				7					1	2		1		
연구종료 후 성과창출 계획																			

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

핵심기술명 ¹⁾	구제역 발생 시 긴급백신 선정 프로그램 알고리즘(노하우)		
이전형태	<input type="checkbox"/> 무상 <input checked="" type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	13,000천원
이전방식 ²⁾	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input checked="" type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타()		
이전소요기간	계약기간	실용화예상시기 ³⁾	미정
기술이전시 선행조건 ⁴⁾	기술지도		

- 1) 핵심기술이 2개 이상일 경우에는 각 핵심기술별로 위의 표를 별도로 작성
- 2) 전용실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 다른 1인에게 독점적으로 허락한 권리
통상실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 제3자에게 중복적으로 허락한 권리
- 3) 실용화예상시기 : 상품화인 경우 상품의 최초 출시 시기, 공정개선인 경우 공정개선 완료시기 등
- 4) 기술 이전 시 선행요건 : 기술실시계약을 체결하기 위한 제반 사전협의사항(기술지도, 설비

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 가축질병대응기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 가축질병대응기술 개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.