

발 간 등 록 번 호

11-1543000-001462-01

2016. 8.

# 구제역 백신주 선정 경제성 분석 연구

연구기관  
한국농촌경제연구원





# 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 「구제역 백신주 선정 경제성 분석 연구」의 최종  
보고서로 제출합니다.

2016년 8월

연구기관명: 한국농촌경제연구원  
연구책임자: 송우진(연구위원)  
연구참여자: 서강철(연구원)



## 요 약

---

- 2010년 12월 구제역 백신 접종이 결정된 이후 3차례 백신주 선택에 변화가 있었음. 최초 단가 백신으로 시작하여 3가 백신으로 전환하였으며, 현재는 돼지와 소의 구제역 상시 백신주를 분리하여 각각 단가와 2가 백신이 시행되고 있음.
- 구제역 백신은 혈청형에 따라 교차면역이 발생하지 않는 특성이 있음. 다양한 구제역 혈청형이 있고, 각각의 혈청형에 대한 항원이 백신에 포함되어야 백신의 면역효과를 기대할 수 있다는 의미임.
- 이 보고서는 구제역 상시 백신의 유지 또는 중지, 구제역 상시 백신에 적합한 백신주의 제안이 아니라, 사정에 따라 특정 백신주의 포함 또는 제외의 요청이 있는 경우 백신주 변경에 따른 경제성 분석의 기초자료를 제공하는 데 목적이 있음.
- 백신주에 변경이 있는 경우 아래와 같은 변동이 비용 및 이익 항목으로 고려됨.
  - ① 방어할 수 있는 구제역의 범위 변화에 따른 예상 피해액의 변동
  - ② 항원뱅크 비용의 변동
  - ③ 백신주 조달 비용 변동

### 구제역 방어 범위 변화에 따른 예상 피해액 변동

- 정부 피해와 국가 경제 피해를 합한 구제역 방어 범위 변화에 따른 예상 피해액 변동은 1조 6,405.1억원으로 계산됨.

- 백신 미접종 상황에서 구제역 발생시 예상 손실액은
  - 정부 손실: 6,670.6억 원
  - 국가 경제 피해: 1조 649.4억 원
  - 계: 1조 7,320억 원
- 백신 접종 상황에서 구제역 발생시 예상 손실액은
  - 정부 손실: 238억 원
  - 국민 경제 생산차질: 676.9억 원
  - 계: 914.9억 원

#### 항원뱅크 비용의 변동

- 항원뱅크 계약 기간이 5년임을 고려하여 백신주 1개 당 항원가격과 관리비용 연간 총 비용을 계산하면 3,224만 원(확정적 비용), 백신 도입비용은 1.5억 원(확률적 비용)을 구할 수 있음.
  - 확정적 비용 = (항원뱅크 계약 총액 ÷ 5년 ÷ 4종류) + (유지관리비용 ÷ 4종류)
  - 확률적 비용 = 500원/마리 분 × 30만 마리 = 1.5억 원

#### 백신주 조달 비용 변동

- 항원 가격을 백신의 농장공급 가격을 이용하여 추정한 결과 340원/두 분을 얻음.
- 추정된 항원가격과 2015년 말 구제역 백신의 대상이 되는 한우, 육우, 젖소, 돼지의 마리수 1,327만 마리, 6개월에 1회 접종하고 있는 것을 고려하여 항원 당 연간 총 비용을 90.3억 원으로 계산됨.
- 위의 결과와 구제역의 발병 확률을 이용하면 구제역 백신주 선정에 따른 비용과 편익을 비교할 수 있음. 그러나 구제역의 발병 확률은 알려져 있지 않고, 이를 추정하는 것도 불가능한 상황임.

- 이를 해결하기 위하여 발병확률을 미지수로 처리하고 확률적 예상 손실액 증가분과 이익을 같다고 놓으면 특정 백신주를 제외하든 포함하든 경제적으로 동일한 경계점을 발견할 수 있음.
  - 발병확률이 경계점보다 높으면 백신주 제외가 경제적으로 좋지 않은 결정이고, 낮으면 백신주 제외가 경제적으로 좋은 결정이 됨.
  - 예상손실 = 확률적비용 \* 경계확률 + 확정적 비용 = (1조 6,405.1억 원 + 1.5억 원) × 경계확률 + 0.3억 원 = 이익 = 90.3억 원
  - 경계확률 = 0.55%
  
- 발생확률 0.55%는 181년에 한번 구제역이 발생하는 상황을 의미함. 미세한 확률이라고 하더라도 특정 혈청형의 구제역이 의심되는 상황이면 상시 백신에 포함시키는 것이 경제적으로 효율적인 판단임을 의미함.
  
- 비용-편익 분석에 사용된 수치의 의미를 다시 해석하면 다음과 같음.
  - 특정 혈청형에 대한 방어를 위해 해당 백신주 1개를 포함하는 비용은 연간 90억 원 정도임.
  - 연간 90억 원이 비용을 지불(지불의 주체가 농가이든 정부이든 불문하고) 하면, 향후 구제역이 발생하였을 경우 예상되는 피해가 1조 7천억 원에서 9백억 원으로 감소함.
  - 백신주 1개를 추가하는데 소요되는 비용을 100년 동안 지출한다고 가정하면 해당 기간 동안 9천억 원의 지출이 예상되지만, 백신주 1개가 줄여주는 구제역 피해는 1조 6천억 원에 달함.
  
- 이 보고서는 구제역 혈청형 각각에 대한 백신주의 포함 또는 제외에 대한 명시적인 접근에는 도달하지 못하였음. 이는 구제역의 발병확률에 접근하지 못하였기 때문임. 그러나 백신주의 선정에 따른 비용-편익의 분기점에 해당하는 발생확률을 제시하였음.

- 이 보고서는 구제역 백신주 선정에 관한 제반 고려 사항 중 경제적 측면에 국한하여 분석을 시도하였음. 그러나 백신주 선정에는 경제적 요소 외에도 많은 고려 사항이 있음. 예를 들어 백신의 방어범위 및 효능, 주변국 발생상황, 안정적 백신공급, 방역현장 여건 등이 있음. 따라서 백신주의 선정에는 이러한 다양한 요소를 종합적으로 검토하여 신중히 결정해야 될 것임.



## 차 례

---

### 제1장 서론

- 1. 연구의 배경 및 필요성 ..... 1
- 2. 연구목적 ..... 3
- 3. 선행연구 검토 ..... 3

### 제2장 구제역 바이러스와 백신의 특성

- 1. 구제역 바이러스의 특성 ..... 7
- 2. 구제역 백신의 특성 ..... 9

### 제3장 구제역 발병 현황과 백신 정책 현황

- 1. 구제역 발병 현황 ..... 11
- 1.3. 해외의 구제역 발생 현황 ..... 21
- 2. 구제역 백신 정책 현황 ..... 26

### 제4장 구제역 백신주 선정 경제성 분석

- 1. 구제역 백신주 선정 ..... 29
- 2. 항목별 비용-피해액 검토 ..... 32
- 3. 경제성 분석 ..... 45
- 4. 경제성 분석 결과의 해석 ..... 47

### 제5장 요약 및 결론 ..... 51

### 참고 문헌 ..... 57

## 표 차례

---

### 제2장

표 2- 1. 구제역 예방접종 프로그램 .....	9
-----------------------------	---

### 제3장

표 3- 1. 2000년 이전 구제역 발생 상황 .....	11
표 3- 2. 구제역 발병에 따른 재정 소요액 현황(2000년 3월) .....	13
표 3- 3. 구제역 발병에 따른 재정 소요액 현황(2002년 5월) .....	14
표 3- 4. 구제역 발병에 따른 재정 소요액 현황(2010년 1월) .....	15
표 3- 5. 구제역 발병에 따른 재정 소요액 현황(2010년 4월) .....	16
표 3- 6. 구제역 발병에 따른 재정 소요액 현황(2010년 11월) .....	17
표 3- 7. 구제역 발병에 따른 재정 소요액 현황(2014년 7월) .....	18
표 3- 8. 구제역 발병에 따른 재정 소요액 현황(2014년 12월) .....	19
표 3- 9. 우리나라 발병 구제역의 혈청형 .....	20
표 3-10. 세계의 구제역 발생 현황 .....	21
표 3-11. 국가별 구제역 혈청형(2011-2015) .....	23
표 3-12. 구제역 상시 백신주 변화 .....	27

### 제4장

표 4- 1. 구제역에 따른 정부의 재정 소요액 .....	34
표 4- 2. 월별 돼지가격 동향 .....	36
표 4- 3. 축산업 및 축산연관산업의 산업별 생산유발계수 .....	37
표 4- 4. 구제역 발병에 따른 살처분 마리수 .....	39
표 4- 5. 항원뱅크 보유 현황(2016년 3월) .....	41
표 4- 6. 백신 유형에 따른 단가비교(원/도스) .....	42
표 4- 7. 소와 돼지 마리수(2015년 4분기) .....	43

## 그림 차례

---

### 제4장

그림 4-1. 구제역 발생 후 평균 돼지 산지가격 동향 .....	35
--------------------------------------	----



# 제 1 장

---

## 서 론

### 1. 연구의 배경 및 필요성

- 구제역 바이러스의 혈청형은 7종이 있고 혈청아형은 80종이 넘는 것으로 알려져 있음.
  - 혈청형: A, O, C, Asia1, SAT1, SAT2, SAT3
  - 혈청형 별로 발병이 빈번한 지역
    - A, O: 동북아(우리나라 포함)
    - Asia1: 동남아
    - SAT1, SAT2, SAT3: 아프리카
    - C: 최근 발생없음
  
- 구제역 백신은 구제역 바이러스를 불활화한 백신으로 혈청형간 교차 면역 되지 않음. 따라서 구제역 방어 범위에 대응하는 백신주를 선택하여 접종해야 함.

- 2016년 1월 가축방역심의회가 개최되어 다음과 같이 결정함.
  - 상시 백신주에 O3039을 포함하고, Asia1를 제외함.
  - O1 manisa와 O3039를 기본으로 소 백신에는 A형이 추가됨.
  - 상시 백신에서 제외된 혈청형은 항원뱅크를 활용함.
  
- 구제역 상시 백신주 선정의 문제는 상시 백신이 실시되는 가운데 상시 백신을 어떤 항원으로 구성할 것인지의 문제임.
  
- 상시 백신주의 선정은 구제역 방역에 책임이 있는 주체인 축산농가와 방역당국의 의견이 중요함. 그런데 축산농가와 방역당국은 구제역을 바라보는 시각에 차이가 있음.
  - 생산자가 축산업을 영위하면서 추구하는 목표는 이윤 극대화임. 가축사육과 관련한 문제를 이윤 극대화의 관점으로 바라보며 경제적 효율성 증대를 위해 노력함. 이 때문에 확정적 비용(접종 비용)을 확률적 이익(질병 예방)에 비해 중시하는 경향이 있음.
  - 방역당국의 목표는 구제역을 근절하는데 있기 때문에 경제적 효율성보다는 질병에 대한 방어력 극대화에 중점을 두고 있음. 따라서 구제역 백신주와 관련하여서는 최대한 많은 항원을 포함시켜 방어 범위를 넓히는 것을 선호함.
  
- 위의 시각차는 확률적 비용(질병이 발생하면 입는 피해)의 평가에 반영되어 생산자는 과소평가, 방역당국은 과대평가하도록 유인함.
  
- 2015년부터 이어온 구제역 백신주 선정 논의에서도 위에 언급된 생산자와 방역당국의 시각이 반영되어 있음. 생산자는 발병 가능성이 낮은 혈청형에 대한 항원을 제거하려고 하였고<sup>1</sup>, 방역당국은 가능한 많은 항원을 포함시키

---

<sup>1</sup> 생산자가 백신주 축소를 주장한 이유는 접종비용 절감과 함께 백신주의 수가 구제

려 하였음.

- 상시 백신이 유지되는 한 백신주 선정과 관련한 의견대립은 계속될 것으로 예상됨. 백신주 선정과 관련하여 경제적 효율성이 가장 상위의 판단 요소는 아닐 수 있음. 그러나 합의 도출이 쉽지 않은 경우, 합의를 유도하는 요소가 될 수는 있음.
- 이 연구는 구제역 상시 백신주 선정과 관련한 경제적 요소를 살펴보고 경제적으로 효율적인 판단을 유도하기 위하여 수행되었음. 향후, 백신주 재선정 과정에서 사용될 수 있도록 경제성 분석의 기초자료로 이용될 수 있음.

## 2. 연구목적

- 이 연구 목적은 구제역 상시 백신주 선정에 있어 백신 혈청형에 따른 백신 접종 비용(백신가격, 접종비용, 접종 부작용, 항원뱅크 등)과 구제역 방어 범위에 따른 편익(질병이 발생했을 경우 발생할 피해액)을 비교하여 경제적으로 효율적인 결정을 유도하는데 있음.

## 3. 선행연구 검토

- 구제역 백신주 선정 및 접종횟수에 따른 경제성 분석 검토 보고서(박선일, 이승윤, 2015)

---

역 면역 형성과 이상육 발생에 영향을 줄 수 있는 요소로 판단하였기 때문임.

- 구제역 백신의 부작용인 이상육 발생에 따른 손실을 접종 횟수별로 제시함. 손실액은 미접종 시 1,302원, 1회접종 시 두당 8,286원, 2회 접종 시 두당 17,378원(연간 2,780억 원)으로 계산함.
- 접종 횟수에 따라 부작용 피해가 커지기 때문에 구제역 발생지역과 비발생지역을 구분하여 각각 1회, 2회로 분리운영할 것을 주장함.
- 백신주 선정과 관련하여서는 방어범위가 넓은 다가백신이 효율적이지만 백신주 별 방어효과, 접종시기, 접종방법, 접종횟수, 접종용량 등에 대한 추가 연구가 필요함을 지적함.
- 다가백신을 운영하기 위해서는 국내 유입 가능성에 대한 위험평가, 주변국 발생 혈청형에 대한 자료입수, 다가백신에 따른 농가 추가비용, 단가와 다가 백신의 면역형성 차이 비교/분석 등의 증거가 추가로 제시되어야 함을 주장함.

○ 2002 구제역 발생 실태와 파급 영향(최정섭 외, 2002)

- 2002년 발생한 구제역이 축산물 수급에 미치는 영향을 분석하고 살처분과 백신접종 대안 간의 경제성을 비교·분석함.
- 경제성 분석은 비용-편익분석을 이용함.
  - 백신접종의 편익: 추가 발병의 위험 감소
  - 백신접종의 비용: 수출 재개의 지연, 백신접종 비용, 접종가축 관리비용
- 백신 미접종 시 추가발생 확률을 산출하기 어려워 가정에 의존함.
  - 가정: 구제역 추가 발생지역이 1개 지역, 추가 발생확률이 50% 이상일 경우 백신 접종의 경제적 타당성 있음.
  - 구제역 발생지역이 2곳, 발생 확률이 25%, 또는 발생지역 3곳, 발생 확률 17%가 임계점으로 그 이상일 경우 백신접종의 경제성이 있는 것으로 분석함.

○ 가축질병의 경제적 영향 분석(송주호 외, 2006)

- 가축질병과 관련한 수의역학 자료와 경제적인 분석 기법의 결합을 통해



- 가축질병의 경제적 영향을 계측할 수 있는 모형을 설정하고 이를 이용하여 경제적 파급효과를 분석함.
- 축종별로 3~4개의 중요한 전염병을 선정하고 각 질병에 대해 농가의 직접 손실, 가축의 성장단계를 고려한 소득 변화, 후생변화를 계측함.
  - 농가의 직접손실액 계측 결과
    - 소 질병(소 결핵병, 부루세라병, 요네병)별 5~674억
    - 돼지 질병(PRRS, PED, 돼지콜레라)별 9~53억원
    - 닭 질병(뉴캐슬병, 추백리)의 경우 1,716만~8억 5,798만원의 농가 직접 피해액을 계측함.
  - 가축의 성장단계를 고려한 소득 변화 계측 결과
    - 모든 300두 규모의 양돈농가에서 PRRS가 발생할 경우 1,830만원
    - 100두 규모의 한우 비육농가에서 송아지 설사병이 발생할 경우 2,804만원
    - 30두 규모의 한우 번식농가에서 번식장애 발생시 570만원
    - 20두 규모의 젖소 농가에서 유방염 발생시 1,006만원
    - 1만 수 규모의 육계농가에서 산육능력저하증이 발생시 1,750만원
    - 1만 수 규모의 산란계 농장에서 산란능력저하증이 발생할 경우 4,883만원의 피해가 계측됨.
  - 3가지 사례에 대하여 후생변화를 계측함. 후생변화는 수요-공급 탄성치에 민감하기 때문에 각각에 대하여 3가지 수치를 선정하여 총 9가지 시나리오에 대한 후생변화를 계측함.
    - 미국에서 BSE가 발병으로 인한 생산자 잉여는 960~2,154억원이 감소하고, 소비자 잉여 감소를 포함한 사회 후생은 1,091~3,853억원 감소한 것으로 계측함.
    - 고병원성 AI(2003.12~2004.3)가 발생하여 생산자 잉여는 227~828억원 감소하고, 사회 후생은 997~3,338억원 감소한 것으로 계측함.
    - 브루셀라병으로 인한 변화는 생산자 잉여 923~2,874억원, 사회후생 변화는 1,364~3,423억원 감소한 것으로 계측함.

○ 구제역백신센터 건립 타당성 조사(지인배 외, 2012)

- 구제역백신센터의 건립 기본계획에 대한 필요성, 계획의 타당성, 경제성 분석, 정책적 분석을 실시함.
- 구제역 살처분에 따른 국민경제 파급영향을 계측하기 위하여 산업연관분석을 이용할 것을 제안함.

## 제 2 장

---

### 구제역 바이러스와 백신의 특성

#### 1. 구제역 바이러스의 특성

##### 1.1. 구제역

- 구제역(口蹄疫; Foot-and-Mouth Disease; 학명: *Aphthae epizooticae*)이란 소, 돼지, 양, 염소, 사슴 및 야생반추류 등과 같은 우제류(偶蹄類) 동물에게 발생하는 질병임.
- 구제역에 감염된 개체에서는 체온상승, 식욕부진, 물집 발생 등의 증상이 관찰됨. 성장이 지체되어 생산성이 하락하고, 젖소의 경우에는 산유량이 감소함. 성축은 폐사율이 높은 편은 아니지만 어린 가축은 폐사하고 임신축은 유산하는 경우가 있음.
- 전염성이 높아 우리나라에서는 1종 가축전염병으로 지정하여 관리하고 있으며, OIE(국제동물보건기구)에서도 중요 가축전염병으로 지정함.

- 구제역에 감염된 동물은 수포액, 콧물, 침, 유즙, 정액, 분변, 호흡 등을 통해 구제역 바이러스를 배출함. 바이러스의 전파는 감염 동물의 이동, 분변 등이 묻은 차량 등을 통하거나 공기 중으로 전파되기도 함. 공기 중으로는 50km 까지 전파된 경우가 보고된 바 있음.
- 구제역은 1514년 이탈리아 북부지역에서 최초 발생된 이후 19세기에는 전 세계적으로 발생함(유한상; 2011). 우리나라의 최초 구제역은 1911년으로 기록되어 있고, 1934년 이후 발생 기록은 없음. 이후 2000년 다시 발병하기 시작하여 2010년 11월 구제역은 사상 최대의 피해를 끼침.

## 1.2. 구제역 바이러스

- 구제역 바이러스는 Picornaviridae, Aphthovirus 속에 속하며 크기가 가장 작은 (23+2nm) 바이러스 중 하나로써 single-strained RNA(8kb)의 핵산을 가지며 외피가 없고, VP1, VP2, VP3, VP4 구조단백질(structural proteins)과 여러 종류의 비구조단백질(non-structural proteins)로 구성된 icosahedral 형태의 바이러스로써, 상피세포에 높은 친화성을 가지고 있어 상피세포 발아층에서만 증식되는 특성이 있음(유한상; 2011).
- 구제역 바이러스는 A, Asia1, O, C, SAT1, SAT2, SAT3의 7종의 혈청형과 80여 종의 혈청아형이 밝혀져 있음. 이 중 O형과 A형은 우리나라에서 발병한 사례가 있고, Asia1형은 중국, 북한 등의 주변국에서 발생한 사례가 있음.
- 구제역 바이러스는 산과 알칼리에 취약하고, 습도에 민감하여 건조한 환경에서는 생존력이 저하됨. 또한 열에 취약하여 고온(50°C)에서는 급격히 불활화 하지만 저온(냉장 또는 냉동)에서는 감염력이 보존되는 것으로 알려져 있음.

- 구제역 바이러스는 증식하는 과정에서 변이가 빈번하게 일어나기 때문에 혈청형 내 또는 혈청아형 내에 수많은 변종이 존재함. 또한 서로 다른 혈청형 간 교차면역이 발생하지 않는 것으로 알려져 있음.

## 2. 구제역 백신의 특성

- 현재 우리나라에서 사용하고 있는 구제역 백신은 바이러스를 대량으로 배양하여 불활화(사멸)시킨 다음, 농축 및 정제과정을 거친 바이러스 항원과 오일 성분의 보좌제(adjuvants)를 혼합시킨 불활화 오일 백신임(박최규; 2012).
- 구제역 바이러스는 혈청형 간 교차면역이 이루어지지 않기 때문에 특정 혈

표 2-1. 구제역 예방접종 프로그램

축종	예 방 접 종 시 기	접종량(1회)
소	① 송아지 - 2개월령 1차, 4주 후 2차 접종 ② 모든 소(송아지 제외) - 4~7개월 간격으로 접종	2ml/두
돼지	① 모든 - 분만 3~4주전 접종 ② 옹돈 - 4~7개월 간격으로 접종 ③ 자돈 - 8~12주령 1차만 접종 ④ 종돈장의 자돈중 암컷(후보 모든 예정) - 2개월령 1차, 4주후 2차 접종	2ml/두
염소	① 어린 염소 - 2개월령 1차, 4주후 2차, 2차접종 4~7개월후 보강 ② 1세이상 - 1년 간격으로 접종	1ml/두
흑돼지·멧돼지	생후 8~12주 1차, 1차 접종 후 4~7개월 간격으로 접종	2ml/두

자료: 구제역 예방접종·임상검사 및 확인서 휴대에 관한 고시(농식품부 고시 제2016-63호)

청형에 대한 백신은 다른 혈청형에 대하여 면역 작용을 하지 않음. 이런 이유로 예방하려고 하는 구제역 혈청형 별 항원을 혼합하여 백신을 제조하는 것이 일반적임.

- 구제역 백신은 면역 지속기간이 몇 개월에 불과함. 이 때문에 주기적으로 백신을 접종하여 면역을 유지시켜 주는 것이 필요함. 현재 우리나라의 구제역 백신 접종 프로그램은 6개월 간격으로 접종하도록 하고 있음.

## 제 3 장

### 구제역 발병 현황과 백신 정책 현황

#### 1. 구제역 발병 현황

##### 1.1. 국내 발병 현황

##### 1.1.1. 2000년 이전

○ 1911년 소 15마리에 구제역이 발생한 것이 우리나라 최초의 구제역으로 기록되어 있음. 이후 1934년까지 총 23회 구제역이 발생함. 이 시기에는 주로 소에서 구제역이 발생하였고, 돼지에 발생한 것은 1933년 12마리에 불과함.

표 3-1. 2000년 이전 구제역 발생 상황

년도	축종	발생두수	년도	축종	발생두수	비고
1911	소	15	1924	소	177	
1912	소	15	1925			
1913	소	1,015	1926	소	128	

(계속)

년도	축종	발생두수	년도	축종	발생두수	비고
1914	소	9,182	1927	소	1	
1915	소	1,202	1928		0	
1916	소	802	1929		0	
1917	소	870	1930		0	
1918	소	36,397	1931	소	968	평안남북도, 함경남북도
1919	소	317	1932		0	
1920	소	634	1933	소, 돼지	2,383	돼지 12두 포함
1921	소	181	1934	소	3	
1922	소	27	1935~ 1999		0	1935년부터 1999년까지 없음
1923	소	37				

자료: 농림부, 가축위생방역본부. 2003. 구제역백서.

### 1.1.2. 2000년 3월

- 2000년 3월 24일 경기 파주시 젓소농장에서 최초 발병한 이후 화성, 용인, 충주, 홍성 보령 등의 지역으로 확산됨. 감염이 확인된 가축은 15개 농장, 81마리(한우 62, 젓소 19)였음.
- 구제역이 발병한 농장을 중심으로 반경 500m내 우제류 가축에 대하여 살처분이 실시되었음. 살처분된 가축은 184농장 2,216마리에 달함.
- 살처분과 함께 구제역 백신 접종도 병행되었음. 총 2회에 걸친 백신접종이 실시되었는데 3월 28일에 시작하여 7월 31일에 완료됨. 백신 접종 범위는 발생농가 반경 10km로 설정되었고, 접종축은 150만 마리에 달하였음.
- 구제역 백신 접종으로 인하여 구제역 종식 후 청정국 지위 획득에 오랜 시간이 소요됨. 백신 접종이 종료된 지 1년이 경과한 2001년 9월 1일에 구제역



종식 선언을 하였고, 같은 달 19일에 세계동물보건기구로부터 청정국 지위를 인정받음.

- 구제역은 3월 24일에서 4월 15일까지 22일간 지속되었고, 살처분된 가축의 수는 2,216마리, 구제역 백신접종은 150만 마리로 집계되었음. 또한 질병으로 인한 재정 지출액은 3,006억 원에 이룸.
- 구제역 발병 원인은 수입건초와 해외여행객의 소지품으로 추정되었음.

표 3-2. 구제역 발병에 따른 재정 소요액 현황(2000년 3월)

구분	분야별 재정 소요액(억 원)		합계(억 원)
2000년 3월	살처분 보상금	71	3,006
	소독약품·예방접종	202	
	생활안정자금	2.7	
	가축수매지원	2,428	
	경영안정자금 등	302	

자료: 지인배 외. 2016. 2014-2016 구제역 백서. 한국농촌경제연구원.

### 1.1.3. 2002년 5월

- 2002년 5월 다시 구제역이 발병함. 안성에서 최초 발생한 이후 2개월 간 용인, 평택, 진천 등지에서 총 16건(돼지 15건, 소 1건)의 구제역이 발병함. 2000년의 구제역이 소 중심으로 발병한 것과 달리 2002년 구제역은 돼지를 중심으로 발병함.
- 구제역 방역활동은 살처분 위주로 이루어졌고, 백신 접종은 배제되었음. 살처분 범위는 발생지역 반경 500m로 설정되었고, 162농장의 160,155마리가

살처분 되었음. 돼지가 158,708마리로 대부분을 차지하였고 이 외에 한우, 젓소, 염소, 사슴이 포함되었음.

- 방역활동으로 인한 재정 지출액은 살처분 보상금, 소독약품, 생활안정자금, 가축수매, 경영안정자금 등을 포함하여 총 1,434억 원으로 집계되었음.
- 백신접종이 이루어지지 않았기 때문에 비교적 이른 시기에 청정국 지위를 회복하였음. 6월 23일 마지막 발병까지 52일간 지속된 후 8월 14일 구제역 종식선언이 이루어졌음. 같은 해 11월 29일에는 세계동물보건기구(OIE)로부터 구제역 청정국 지위를 인정받음.
- 질병발생 원인은 외국인 근로자의 관리 소홀로 추정되었음.

표 3-3. 구제역 발병에 따른 재정 소요액 현황(2002년 5월)

구분	분야별 재정 소요액(억 원)		합계(억 원)
	구분	소요액	
2002년 5월	살처분 보상금	531	1,434
	소독약품 등	154	
	생활안정자금	7.5	
	가축수매지원	337	
	경영안정자금 등	404.5	

자료: 지인배 외. 2016. 2014-2016 구제역 백서. 한국농촌경제연구원. 중 발췌.

#### 1.1.4. 2010년 1월

- 2010년 1월 2일 경기 포천의 젓소에서 구제역이 발병한 이후 이 지역 내 농장으로 전파되었고 인근 지역인 연천에서도 발병이 확인되었음. 발병이 확인된 가축은 6개 농장의 한우와 젓소 30마리였음.

- 구제역은 1월 2일부터 29일까지 28일 동안 지속되었고 질병이 발생한 지역을 중심으로 반경 500m에 대하여 살처분 조치가 취해졌고 구제역 백신은 실시되지 않았음. 살처분 마리수는 5,956마리에 이룸.
- 1월 29일 마지막 발병 후 3월 23일에는 구제역 종식선언이 이루어졌음. 이 기간 동안 질병으로 인한 재정지출액은 288억 원으로 집계됨.
- 우리나라에서 발생하였던 다른 구제역의 혈청형이 모두 O형이었던 것과 달리 2010년 1월 구제역 혈청형은 A형으로 차이가 있음. 또한 소에서만 감염이 확인되었다는 점에서 차이가 있음. A형 구제역은 주로 동남아 지역에서 발병하는 구제역 혈청형임.

표 3-4. 구제역 발병에 따른 재정 소요액 현황(2010년 1월)

구분	분야별 재정 소요액(억 원)		합계(억 원)
2000년 3월	살처분 보상금	93.6	288
	소독약품·초소운영 등	31	
	생계안정자금	1	
	가축수매지원	133	
	경영안정자금 등	30	

자료: 지인배 외. 2016. 2014-2016 구제역 백서. 한국농촌경제연구원. 중 발췌.

### 1.1.5. 2010년 4월

- 2010년 4월 8일 강화군에서 구제역이 최초 발생한 이후 김포, 충주, 청양으로 확산되었음. 26일간 총 소 7건, 돼지 4건의 발병이 확인되었고 발병이 확인된 개체는 총 26마리였음.

- 2010년 1월의 구제역과 마찬가지로 백신접종은 배재하고 살처분 위주의 방역 활동이 이루어졌음. 살처분 범위는 발생농장으로부터 반경 500m였고, 매몰마리수는 49,874마리에 이룸.
- 구제역 백신이 사용되지 않았기 때문에 마지막 발병일인 5월 6일로부터 4개월 후인 9월 27일 구제역 청정국 지위를 획득함. 질병으로 인한 재정 지출액은 1,242억 원에 이룸.
- 질병발생 원인은 외국인 근로자의 관리 소홀로 추정됨.

표 3-5. 구제역 발병에 따른 재정 소요액 현황(2010년 4월)

구분	분야별 재정 소요액(억 원)		합계(억 원)
2010년 4월	살처분 보상금	681	1,242
	소독약품·초소운영 등	231	
	생계안정자금	13	
	가축수매지원	95	
	경영안정자금 등	222	

자료: 지인배 외. 2016. 2014-2016 구제역 백서. 한국농촌경제연구원. 중 발췌.

### 1.1.6. 2010년 11월

- 2010년 11월 28일 안동에서 발생한 구제역은 최악의 구제역 발병 사례로 기록되었음. 다음 해 4월 21일 마지막 발병까지 145일간 총 185건의 구제역이 발병하여 살처분 마리수가 347만 마리에 달하였음.
- 전국으로 구제역이 확산되면서 기존의 살처분 정책과 함께 백신 접종도 병행하여 실시됨. 12월 25일 링백신 접종이 시작되었으나 구제역 확산세가 진

정되지 않아 다음해 1월 13일에는 전국 백신접종이 결정되었음. 전국 백신은 1차와 2차로 나뉘어 진행되어 2월 26일 접종이 완료되었음.

- 이 기간 구제역으로 인하여 재정소요액은 2조 7,383억 원으로 집계됨. 이 중 가장 큰 비중을 차지하는 것은 살처분 보상금으로 1조 8,337억 원에 이르렀음.
- 2010년 11월 구제역으로 인하여 우리나라의 구제역 방역 정책은 전환기를 맞이함. 기존 방역정책이 백신을 배제한 살처분 위주의 방역이었던 것과는 달리 2011년 이후부터 상시 백신 정책으로 전환되어 우제류 가축 전수에 대한 구제역 백신 접종이 시작되었음.
- 백신접종으로 인하여 청정국 지위 획득이 지연되었음. 최종 발생일로부터 3년이 경과한 2014년 5월 29일에 이르러 백신 청정국으로 인정받음.

표 3-6. 구제역 발병에 따른 재정 소요액 현황(2010년 11월)

구분	분야별 재정 소요액(억 원)		합계(억 원)
2010년 11월	살처분 보상금	18,337	27,383
	수매	1,563	
	소독 등	1,192	
	생활, 경영안정, 입식자금 등	516	
	안행부 교부금	1,340	
	환경부 상수도	4,435	

자료: 지인배 외. 2016. 2014-2016 구제역 백서. 한국농촌경제연구원. 중 발췌.

### 1.1.7. 2014년 7월

- 2014년 7월 23일 경북 고령의 돼지농장에서 구제역이 발병함. 이후 의성과 함천으로 전파되어 총 3개 농장에서 구제역 발병이 확인됨.

- 구제역 상시 백신을 실시한 이후 처음으로 발병한 사례로 기존의 살처분 방식에 변화가 있었음. 상시 백신 전 살처분이 발병지역을 중심으로 일정 거리에 위치하는 모든 우제류 가축을 살처분 하는 방식이었던 것에 반해 상시 백신 후 살처분은 발병가축 또는 발병농장에 국한하여 살처분이 이루어졌음. 이에 따라 살처분 가축마리수는 2,009마리(돼지)에 그쳤음.
- 최초 발병부터 마지막 발병이 확인된 8월 6일까지 15일간 3건의 구제역이 발병하였음. 재정지출액은 17억 원으로 집계되었음.
- 구제역 발병의 원인은 백신 미접종으로 추정됨.

표 3-7. 구제역 발병에 따른 재정 소요액 현황(2014년 7월)

구분	분야별 재정 소요액(억 원)		합계(억 원)
2014년 7월	살처분 보상금	5	17
	소독약품 등	12	

자료: 지인배 외, 2016. 2014-2016 구제역 백서. 한국농촌경제연구원. 중 발췌.

### 1.1.8. 2014년 12월

- 2014년 12월 3일 충북 진천의 돼지농장에서 구제역이 발병함. 진천에서 시작하여 천안, 증평, 음성, 청주 등지로 확대되었고 결국 전국적으로 34지역의 소와 돼지 농장 185곳에서 구제역이 발병하였음.
- 2014년 12월 3일에 시작하여 2015년 4월 28일 마지막 발병일까지 총 147일간 구제역이 지속되었음. 전국적으로 확대되고 사상 최장기간의 구제역이었음에도 불구하고 살처분 방식의 변화로 인하여 살처분 마리수는 196농장 172,798마리에 그쳤음.

- 살처분 보상과 소독 등의 방역활동 비용을 포함하여 638억 원의 재정이 소요되었음.
- 발생원인은 해외 유입 및 잠복감염동물의 이동으로 추정됨.

표 3-8. 구제역 발병에 따른 재정 소요액 현황(2014년 12월)

구분	분야별 재정 소요액(억 원)		합계(억 원)
2014년 12월	살처분 보상금	454	638
	소독약품·초소운영 등	165	
	생계안정자금 등	19	

자료: 지인배 외. 2016. 2014-2016 구제역 백서. 한국농촌경제연구원. 중 발췌.

### 1.1.9. 2016년 1월

- 2016년 1월 11일 김제의 돼지 농장에서 구제역이 발생함. 이후 인접지역으로 전파되어 고창, 공주, 천안, 논산, 홍성 등 6개 지역 21농장에서 구제역이 발견됨.
- 김제와 고창에서 초기 발생 이후 1개월 이상 소강상태를 보이다 2월 17일 공주에서 재발병함. 발생기간은 총 79일이나 1월 13일 이후 발병하지 않은 기간을 고려하면 총 45일간 발병함.
- 발생농장 21개 중 논산 소재 농장이 14개를 차지하는데, 논산의 돼지 밀집단지에서 질병이 발생하였기 때문임.
- 구제역으로 인한 살처분 마리수는 25농장 30,823마리(돼지)였고, 이에 따른 재정지출액은 59억원으로 추정됨. 마지막 발병이 있는 후 1개월 후인 4월 27일에 이동제한조치가 해제됨.

## 1.2. 우리나라의 구제역 혈청형별 발생 현황

- 구제역 혈청형 총 7종 중 우리나라에서 발병한 혈청형은 O형과 A형이 있음.  
8번의 구제역 발병 중 7번이 O형이었고, 2010년 1월 발병한 구제역 1건만 A형으로 확인됨.

표 3-9. 우리나라 발병 구제역의 혈청형

	2000.3.	2002.5.	2010.1.	2010.4.	2010.11.	2014.7.	2014.12	2016.1.
혈청형	O	O	A	O	O	O	O	O
발병기간 (일)	22	53	28	26	145	15	147	79
매몰규모 (마리)	2,216	160,155	5,956	49,874	3,479,962	2,009	172,798	30,823
재정지출 (억 원)	3,006	1,434	272	1,040	27,383	17	638	59

- 구제역 O형은 발병지역이 가장 넓게 분포되어 있음. 우리나라를 포함하여 동북아시아 지역에도 광범위하게 발병한 경험이 있고, 동남아시아, 중앙아시아, 중동 지역 등지에서도 발병하고 있음.
- 구제역 A형도 넓은 발병지역을 기록하고 있음. 우리나라도 발병 경험이 있고, 인접지역인 중국, 대만, 북한에서 발병한 적이 있음.
- 우리나라에서 발병하였던 A형 구제역은 2010년 1월 포천에서 최초 발병하였음. 젃소농장에서 발병하여 인접지역인 연천으로 전파되었음. 감염이 확인된 가축은 모두 소(한우와 젃소)로 돼지에서는 구제역이 확인되지 않았음. 소에서만 구제역이 발병한 유일한 사례임.
- O형과 A형 구제역은 우리나라에서 발병하였고, 또한 최근까지 우리나라 인



근 국가에서 발병이 지속되고 있음. 이런 사정을 고려하면 우리나라에 가장 위협이 되는 구제역 혈청형은 O형과 A형으로 판단할 수 있음.

### 1.3. 해외의 구제역 발생 현황

- 2010년에서 2015년 사이 세계에서는 총 2,079건의 구제역이 발병하였음. 이 기간 구제역이 가장 많이 발생한 나라는 알제리로 총 431건 발병하였음.
- 우리나라와 인접한 아시아 국가에서도 구제역 발병이 지속되고 있음. 특히 중국, 대만, 몽고 등지에서는 꾸준히 발병하고 있는 상황임.
- 세계적으로 구제역 발병 건수는 2012, 2013년에만 낮은 수준을 기록할 뿐, 매년 발생건수가 수백건을 넘어설 정도로 빈번하게 발생하는 질병임.
- 우리나라의 경우에도 2012년과 2013년을 제외하면 발병 건수가 많았음. 특히 2014년 11월 구제역의 영향으로 2015년 구제역 발생 건수가 159건에 달하였음.

표 3-10. 세계의 구제역 발생 현황

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Algeria	0	0	0	0	419	12
Angola	0	0	0	0	0	2
Armenia	0	0	0	0	0	1
Botswana	1	5	3	1	4	19
Bulgaria	0	12	0	0	0	0
China (People's Rep. of)	20	8	4	25	7	3
Chinese Taipei	4	12	15	3	0	2

(계속)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Egypt	0	0	49	0	0	0
Guinea	0	0	0	0	2	0
Hong Kong (SAR - PRC)	3	0	0	0	0	0
Iran	0	0	0	0	0	1
Israel	0	21	2	1	2	2
Japan	292	0	0	0	0	0
Kazakhstan	1	6	10	3	0	0
Korea (Dem. People's Rep.)	26	113	0	0	7	0
Korea (Rep. of)	89	86	0	0	29	159
Kyrgyzstan	0	0	0	0	1	0
Libya	2	11	31	12	0	0
Malawi	0	0	0	0	0	1
Mauritania	0	0	0	0	1	0
Mongolia	9	0	0	3	15	6
Morocco	0	0	0	0	0	6
Mozambique	10	1	0	0	3	2
Myanmar	1	0	0	0	0	0
Namibia	1	3	1	3	2	30
Palestinian Auton. Territories	0	0	1	0	0	0
Paraguay	0	2	0	0	0	0
Russia	2	1	2	21	11	0
Saudi Arabia	0	0	0	0	0	2
South Africa	1	48	5	13	4	4
Tajikistan	0	1	0	0	0	0
Tunisia	0	0	0	0	142	0
Turkey	0	0	0	0	0	3
Zambia	1	0	1	0	0	1
Zimbabwe	4	1	0	9	8	150
Totals	467	331	124	94	657	406

자료: 세계동물보건기구 홈페이지(www.oie.int)

- 구제역 혈청형 중 O형과 A형이 세계적으로 광범위하게 발생하고 있고 발병 지역에 우리나라와 우리나라 인접지역이 포함되어 있음. 이 때문에 우리나라에 발병 위험이 높다고 평가할 수 있음.
- Asia1 형과 SAT형 구제역은 각각 인도와 중동 지역, 아프리카에서 빈번하게 발생하고 있음. 지리적으로 거리가 있어 우리나라에 직접적인 위협이 되는 구제역 혈청형은 아니라고 평가할 수 있음.

표 3-11. 국가별 구제역 혈청형(2011-2015)

국가	구제역 혈청형
Afghanistan	O, A, Asia 1
Algeria	O
Angola	SAT 2
Armenia	-
Azerbaijan	-
Bahrain	O, A, Asia 1
Bangladesh	O, A, Asia 1
Benin	O, A, SAT 1, SAT 2
Bhutan	O
Botswana	SAT 1, SAT 2, SAT 3
Bulgaria	O
Burkina Faso	O, A, SAT 2
Burundi	O, A, SAT 1, SAT 2
Cambodia	O
Cameroon	O, A, SAT 1, SAT 2
Cape Verde	no data
Central Afr. Rep.	no data
Chad	A, SAT 1
China(Hong Kong)	O
China (People's Rep. of)	O, A
China (Taiwan Province)	O, A
Comoros	no data
Congo D. R.	O, A, SAT 1

(계속)

국가	구제역 혈청형
Congo	no data
Cote D'Ivoire	O, A, SAT 1, SAT 2
Djibouti	-
Egypt	O, A, SAT 2
Eritrea	O
Ethiopia	O, A, SAT 1, SAT 2
Gabon	no data
Gambia	O, A, SAT 2
Georgia	-
Ghana	O, A, SAT 1, SAT 2
Guinea	no data
Guinea Biss.	-
India	O, A, Asia 1
Iran	O, A, Asia 1
Iraq	O, A
Israel	O
Jordan	-
Kazakhstan	O, A
Kenya	O, A, SAT 1, SAT 2
Korea(DPR)	O, A
Korea(Rep. of)	O
Kuwait	O
Kyrgyzstan	O, A
Laos PDR	O
Lebanon	-
Liberia	A, SAT 2
Libya	O, SAT 2
Malawi	SAT 2
Malaysia	O, A
Mali	O, A, SAT 1, SAT 2
Mauritania	SAT 2
Mongolia	O, A
Mozambique	SAT 2
Myanmar	O

(계속)

국가	구제역 혈청형
Namibia	SAT 1, SAT 2
Nepal	O, Asia 1
Niger	O, A, SAT 1, SAT 2
Nigeria	O, A, STA 1, SAT 2
Oman	O
Pakistan	O, A, Asia 1
Palestine	O, A, Asia 1, SAT 2
Qatar	O
Russian Federation	O, A
Rwanda	O, A, SAT 1, SAT 2
Sao Tome Principe	no data
Saudi Arabia	O
Senegal	O, A, SAT 1, SAT 2
Sierra Leone	-
Somalia	no data
South Africa	SAT 1, SAT 2
South Sudan	O, A, SAT 1, SAT 2
Sri Lanka	O
Sudan	O, A, SAT 2
Syrian Arab Rep.	-
Tajikistan	Asia 1
Tanzania	O, A, SAT 1, SAT 2
Thailand	O, A
Togo	O, SAT 1
Tunisia	O
Turkey	O, A, Asia 1
Turkmenistan	no data
Uganda	O, A, SAT 1, SAT 2, SAT 3
United Arab Emirates	O
Uzbekistan	no data
Vietnam	O, A
Yemen	O
Zambia	SAT 1, SAT 2
Zimbabwe	SAT 1, SAT 2, SAT 3

자료: 박선일, 이승윤. 2015. 구제역 백신주 선정 및 접종횟수에 따른 경제성 분석 검토 보고서.

## 2. 구제역 백신 정책 현황

### 2.1. 2011년 이전 구제역 백신 정책

- 2000년 이후 2010년 11월 구제역 이전까지 총 4회의 구제역 발병이 있었음. 이 시기에는 구제역 방역활동이 예방적 살처분 위주로 이루어졌기 때문에 살처분의 규모가 큰 특징이 있음.
- 살처분과 병행하여 구제역 백신이 사용된 사례가 1회 있었음. 2000년 3월 구제역 당시 링백신이 실시되었는데, 질병 전파를 지연시키려는 목적으로 사용되었음.

### 2.2. 2011년 이후 구제역 백신 정책

- 2010년 11월 안동에서 최초 발생한 구제역이 경기와 강원으로 확산되면서 구제역 백신 접종이 결정되었음. 2010년 12월 23일 백신 접종 방침이 발표되었고, 12월 25일부터 발생 지역을 중심으로 백신접종이 실시되었음. 이후 전국에 걸친 접종으로 확대되었음. 총 2차에 걸친 접종이 이루어졌는데, 1차는 2011년 1월 31일에, 2차는 2월 26일에 완료되었음.
- 구제역 방역조치의 일환으로 시작된 백신접종은 이후 상시 백신으로 전환되었음. 기존의 백신정책이 발병 후 전파속도 지연의 목적을 갖는데 비하여 상시 백신은 예방 목적에 중점을 두고 있음.
- 2010년 12월에 시작된 백신은 단가 백신으로 O형 항원(O1 manisa) 백신이었음. 이 백신은 2011년 8월까지 사용되었고, 9월부터는 3가 백신으로 전환

되었음. 이 백신에 포함된 항원은 O, A, Asia1형(O1 manisa, A22 Iraq, Asia1 Shamir)으로 구성되었음.

- 2015년 3월에는 돼지 구제역 상시 백신에 O형 항원(O 3039) 추가가 이루어졌음. 이에 따라 소와 돼지의 상시 백신주가 분리되어 운영되기 시작함.
- 2016년 1월에는 소 상시 백신에서 Asia1형 항원을 제외하고 O 3039가 추가되었음.

표 3-12. 구제역 상시 백신주 변화

시기	백신주	
	돼지	소
2010년 12월 ~ 2011년 8월	O1 manisa	
2011년 9월 ~ 2015년 2월	O1 manisa, A22 Iraq, Asia1 Shamir	
2015년 3월 ~ 2015년 12월	O1 manisa, O 3039	O1 manisa, A22 Iraq, Asia1 Shamir
2016년 1월 ~	O1 manisa, O 3039	O1 manisa, A22 Iraq, O 3039





## 제 4 장

---

### 구제역 백신주 선정 경제성 분석

#### 1. 구제역 백신주 선정

- 2010년 12월 구제역 백신 접종이 결정된 이후 3차례 백신주 선택에 변화가 있었음. 최초 단가 백신으로 시작하여 3가 백신으로 전환하였으며, 현재는 돼지와 소의 구제역 상시 백신주를 분리하여 각각 단가와 2가 백신이 시행되고 있음.
  
- 구제역 상시 백신 정책의 도입은 도입 전과 비교하여 큰 차이를 유발함.
  - 비용 측면: 우리나라 우제류 가축 전체를 대상으로 하기 때문에 막대한 접종비용이 발생함. 또한 백신 접종으로 인하여, 구제역을 근절한 이후에도 백신 청정국 지위에 머무르게 되며 이는 축산물 수출에 영향을 미침.
  - 이익 측면: 백신 접종은 구제역 발생 확률을 낮춰주며, 구제역이 발생할 경우 확산을 저지하는 효과가 있어 극단적인 방역활동을 피할 수 있음. 결과적으로 방역활동에 투입되는 자원을 절약하고, 사회적인 혼란을 줄이고, 살처분 매몰되는 가축의 수를 줄일 수 있음.

- 한편, 구제역 백신은 혈청형에 따라 교차면역이 발생하지 않는 특성이 있음. 다양한 구제역 혈청형이 있고, 각각의 혈청형에 대한 항원이 백신에 포함되어야 백신의 면역효과를 기대할 수 있다는 의미임. 이러한 특성으로 인하여 백신에 포함하려는 항원의 종류에 대한 논의가 지속되고 있음.
- 이 보고서는 구제역 상시 백신의 유지 또는 중지, 구제역 상시 백신에 적합한 백신주의 제안이 아니라, 사정에 따라 특정 백신주의 포함 또는 제외의 요청이 있을 경우 백신주 변경에 따른 경제성 분석의 기초자료를 제공하는 데 목적이 있음.

### 1.1. 새로운 백신주의 포함

- 새로운 백신주가 포함될 경우 예상되는 변경 사항은 다음과 같음
  - ① 백신주가 포함됨으로써 방어할 수 있는 구제역의 범위가 확대됨. 따라서 구제역 발생 가능성을 감소시키고, 구제역이 발병하였을 경우 질병의 확산을 저지하는 효과가 있음.
  - ② 포함을 고려하는 백신주가 항원뱅크에 보관된 경우라면, 항원뱅크 계약에 따른 비용을 절감할 수 있음.
  - ③ 새로운 백신주가 상시 백신에 추가되기 때문에 추가되는 백신주를 조달하는 비용이 발생함.
  - ④ 백신주의 포함에 따라 백신 부작용 발생 가능성이 증가할 수 있음(가정). 부작용의 예는 이상육 발생임.
- ①과 ②는 백신주 포함에 따른 이익, ③과 ④는 백신주 포함에 따른 비용으로 인식됨.
- $①+② > ③+④$  라면 백신주를 포함시키는 것이 경제적으로 유리하지만 반

대의 경우 포함시키는 것이 경제적으로 불리함.

## 1.2. 기존 백신주의 제외

- 기존의 백신에서 특정 백신주를 제외할 경우 예상되는 사항은 다음과 같음.
  - ① 제외되는 백신주에 해당하는 구제역 방어 범위가 감소함. 따라서 구제역 발병 확률이 증가하고, 구제역이 발병하는 경우 질병 확산이 빠를 수 있음.
  - ② 제외되는 백신주가 방어하는 구제역 혈청형의 위험이 완전히 제거되지 않는다면, 이 백신주는 항원뱅크를 이용하여 보관할 필요가 있음. 따라서 항원뱅크 계약에 따른 비용이 발생함.
  - ③ 제외되는 백신주를 조달할 필요가 없어지기 때문에 이에 대한 비용이 감소함.
  - ④ 백신주의 제외에 따라 구제역 백신의 구성이 단순해지고, 부작용 발생의 가능성이 감소할 수 있음.
- ①과 ②는 백신주의 제외에 따른 비용, ③과 ④는 백신주 제외에 따른 이익으로 인식됨.
- $①+② < ③+④$  라면 백신주를 제외시키는 것이 경제적으로 유리하지만 반대의 경우 제외시키는 것이 경제적으로 불리함.
- 백신주의 포함 또는 제외에 따라 예상되는 변동은 같은 번호끼리 동일한 항목이지만, 포함과 제외에 따라 각각 다른 방향으로 작용함. 따라서 각 번호에 해당하는 금액을 산출한 후 포함 또는 제외의 경우에 맞춰 비용 또는 이익으로 인식하여 비교하는 것으로 충분함.

## 2. 항목별 비용-피해액 검토

- 논의의 단순화를 위하여 구제역 상시 백신에서 특정 백신주를 제외하는 경우를 가정함. 특정 백신주가 제외되면 ① 구제역 발병 가능성이 증대되고, 구제역이 발병할 경우 확산이 빠르게 이루어지고, ② 제외되는 백신주에 대한 항원뱅크 설치가 필요하고, ③ 제외되는 백신주에 대한 구입비용이 감소하고, ④ 백신접종에 따른 부작용이 감소할 수 있음.

### 2.1. 질병 발생 가능성 증가와 확산 속도 증가에 따른 예상 피해액 증가(①)

- 예상 피해액을 산정하기 위해서는 가상의 질병발생에 대한 피해액을 구하고 이 피해액에 질병이 발생할 확률을 곱하면 됨.
- 구제역 백신주는 특정 구제역 혈청형에만 면역 효과가 있음. 다시 말하면, 특정 혈청형에 대응하는 백신주가 포함되어 있지 않으면 해당 혈청형 구제역에 대해서는 백신을 접종하지 않은 것과 동일한 효과가 있음.
- 여기에서 알고자 하는 것은 백신 접종 상황에서의 예상 피해액과 백신 미접종 상황에서의 예상 피해액의 차임. 그런데 가상의 질병발생에 관한 피해액을 산정하는데 어려움이 있고, 더구나 질병 발생 확률(접종, 미접종 각각에 대한)에 접근하는 것은 사실상 불가능한 작업으로 판단됨.
- 2000년 이후 2016년까지 8번의 구제역 발병 경험이 있음. 이 중 구제역 상시 백신 전에 5회, 상시 백신 후 3회 발생함. 이 시기에만 국한하면 상시 백신이 구제역 발생 확률을 의미있게 줄여 주지는 못하는 것으로 판단됨. 그러나,

백신이 구제역 발병 확률을 감소시키지 못한다고 하더라도 발병 후 확산속도를 감소시키는 것은 분명함. 확산속도 지연효과를 기반으로 살처분 범위가 축소되었고, 살처분 정책의 변화는 질병 발생 이후 입는 피해 규모에 영향을 미침.

- 2000년 이후 구제역 발병수는 8회(2010년~2016년; 17년간)로 백신 접종 전후로 나누면, 접종전 5회(2000년~2010년; 11년간), 접종후 3회(2011년~2016년; 6년간)였음. 위의 자료를 이용하여 단순하게 발병확률을 비교하면, 전기간 47%, 접종전 45%, 접종후 50%의 수치를 얻을 수 있음. 오히려 접종후 수치가 상승하였는데, 이는 비교기간이 충분히 길지 않기 때문으로 판단됨. 이런 이유로 이 연구에서는 구제역 백신 접종이 발병률을 의미있게 줄여주지 못한다는 잠정적 결론을 도출하였음.

- 구제역 확산속도의 감소로 인하여 충분한 시간을 갖고 구제역에 대응할 수 있어 효율적인 방역활동에 도움을 주고 있는 것으로 평가할 수 있음. 예를 들면, 살처분 시 감염축을 선별할 시간을 확보할 수 있어 기존의 대규모 예방적 살처분에 비해 살처분 규모가 획기적으로 감소하였음.
- 이 부분에서는 구제역 백신으로 인한 살처분 규모 축소에 초점을 두려고 함. 살처분 규모 축소는 (1) 살처분과 관련한 정부의 재정지출과 (2) 살처분으로 인하여 소실되는 가축의 규모를 감소시키는 역할을 함.

### 2.1.1. 정부 피해

- 정부의 피해는 구제역으로 인한 재정지출로 측정될 수 있음.
- 2000년 이후 총 8번의 구제역이 발병하였음. 만약에 구제역이 다시 발병한다면 우리가 경험한 8번의 구제역이 보여준 피해의 범위에 속할 것이라고 예상할 수 있음. 이 가정이 가능하다면 가상의 구제역 피해액을 기존 구제역

피해액의 평균으로 근사시킬 수 있음.

- 이 부분에서 구해야 하는 것은 특정 백신주의 제외에 따른 예상 피해액 증가분임. 따라서 2011년을 기준으로, 이전의 피해액을 해당 혈청형 백신주가 포함되지 않은 상황(백신 미접종 상황과 동일)에서의 피해액, 이후를 해당 혈청형 백신주가 포함된 상황(백신 접종 상황과 동일)에서의 피해액으로 간주함.

표 4-1. 구제역에 따른 정부의 재정 소요액

구분	재정소요액		
2000년 3월	○ 3,006억 원	상시 백신 실시 전	
2002년 5월	○ 1,434억 원		
2010년	1월(포천)		○ 288억 원
	4월(강화)		○ 1,242억 원(추정)
	11월(안동)		○ 2조 7,383억 원(추정)
2014년 7월	○ 17억 원(추정)	상시 백신 실시 후	
2014년 12월	○ 638억 원(추정)		
2016년 1월	○ 59억 원(추정)		

(1) 백신 미접종 상황에서 구제역 발생시 예상 피해액 = (2000년 3월+2002년 5월+2010년 1월+2010년 4월+2010년 11월)/5 = 6,670.6억 원

(2) 백신 접종 상황에서 구제역 발생시 예상 피해액 = (2014년 7월+2014년 12월+2016년 1월)/3 = 238.0억 원

## 2.1.2. 농가의 피해

○ 농가의 피해는 다음과 같이 구분해 볼 수 있음.

- 비발생 농가: 이동제한으로 인한 출하지연, 가격이 하락한 경우 농가판매

### 액 감소

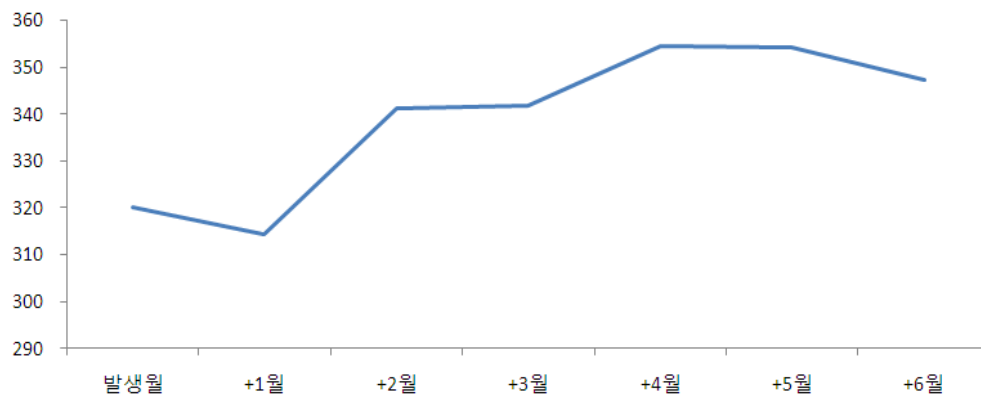
- 발생 농가: 살처분으로 인한 가축 손실, 축사 소독에 따른 계속 경영 차질

○ 가격 하락에 따른 비발생 농가의 피해는 특정하기 어려운 상황임. 그간의 경험으로 보면 구제역과 살처분으로 인하여 공급이 감소하고, 공급 감소에 따른 가격 상승이 이어지는 경우가 더 많았기 때문임. 이 때문에 구제역으로 인한 시장교란의 피해는 생산자보다 소비자에게 전가되는 경향이 있음.

- (표 4-2)에서 구제역 발생 월의 평균가격은 32만 원/마리였음. 다음 월의 평균가격은 31.4만 원/마리로 하락하였으나, 그 다음 월은 34.1만 원/마리로 발생 월의 가격을 상회함. 이후에도 가격 상승이 이어져 4개월 이후 발생월 대비 10.7%의 가격 상승이 있었음.

그림 4-1. 구제역 발생 후 평균 돼지 산지가격 동향

단위: 천 원/마리



자료: 농협축산정보센터(<https://livestock.nonghyup.com>)

- 특히, 2010년 11월 구제역의 경우 살처분 규모가 컸기 때문에 공급부족으로 인한 가격 상승폭이 컸음.

표 4-2. 월별 돼지가격 동향

단위: 천 원/마리

월 \ 연도	2000	2002	2010	2011	2014	2015	2016
1월	223	207	<b>292</b>	480	292	387	<b>371</b>
2월	220	206	297	482	329	398	331
3월	<b>202</b>	208	302	497	393	393	358
4월	173	227	<b>327</b>	438	396	426	376
5월	218	<b>230</b>	323	540	414	493	419
6월	228	239	352	581	487	474	459
7월	199	206	353	497	<b>427</b>	478	412
8월	185	173	363	478	435	462	
9월	155	153	343	407	416	408	
10월	127	151	290	341	402	364	
11월	140	168	<b>300</b>	425	457	400	
12월	167	171	329	480	<b>413</b>	368	

주: 110kg 환산가격, 구제역 발생 시점은 굵은 글씨로 표시.

자료: 농협축산정보센터(<https://livestock.nonghyup.com>)

- 재정지출의 항목에는 살처분 보상금, 생활안정자금, 가축수매, 경영 안정자금 등의 항목이 포함됨. 이 자금은 구제역으로 인한 생산농가의 피해를 보상하기 위한 목적이 있음. 따라서 구제역이 발생하면 생산농가에게 피해가 발생하지만, 상당 부분 정부의 피해보상으로 상계됨.
- 상당 부분 상계되기 때문에 농가의 피해를 산정하여 계산에 사용하는 것은 중복 계산의 우려가 있음. 따라서 질병으로 인한 농가의 피해는 피해 계산에서 제외함.

### 2.1.3. 국가 경제 피해

- 산업연관분석을 통하여 한 부분이 경제 전체에 미치는 영향을 파악할 수 있음. ‘생산-생산형 모형의 생산유발계수는 해당산업의 생산이 1단위 증가하



였을 때 전 산업에 미치는 영향을 의미함'(지인배 외, 2012).

- 2010년 생산-생산형 모형의 생산유발계수는 2.20(고기소), 2.36(돼지)로 나타남(지인배 외, 2012). 이 계수는 살처분으로 인하여 가축이 소실되면, 소실된 가축 가치의 2.2배(소의 경우)를 창출할 기회를 잃는다는 것을 의미함.

표 4-3. 축산업 및 축산연관산업의 산업별 생산유발계수

	1990(A)	1995	2000	2005	2010(B)	B-A
농림수산물	1.26	1.28	1.34	1.50	1.53	0.26
낙농	2.13	1.94	2.18	1.94	1.98	-0.15
육우	2.43	2.20	2.25	1.88	2.20	-0.22
양돈	2.28	2.38	2.27	2.13	2.36	0.08
가금	2.33	2.31	2.00	2.01	2.33	0.00
기타축산	1.78	1.71	1.66	1.63	1.53	-0.25
육류 및 육가공품	2.99	2.75	2.80	2.78	2.93	-0.06
낙농품	2.42	2.19	2.29	2.19	2.20	-0.22
사료	1.75	1.57	1.58	1.67	1.83	0.09
의약품	1.65	1.63	1.73	1.76	1.76	0.11
농업용기계	2.02	1.87	1.89	2.14	2.12	0.10
광산품	1.57	1.54	1.60	1.74	1.70	0.12
음식료품	1.83	1.75	1.80	1.79	1.77	-0.06
제조업	1.19	1.19	1.18	1.18	1.17	-0.02
전력, 가스, 수도	1.33	1.42	1.35	1.29	1.25	-0.07
건설	1.94	1.99	1.94	1.98	2.06	0.12
도소매	1.47	1.54	1.51	1.61	1.66	0.20
음식점 및 숙박	1.63	1.76	2.01	2.06	2.10	0.47
운수 및 보관	1.53	1.44	1.49	1.59	1.60	0.06
금융, 보험서비스	1.39	1.34	1.27	1.25	1.29	-0.11
교육 및 보건	1.44	1.39	1.48	1.49	1.51	0.08
기타 서비스	1.57	1.42	1.36	1.39	1.40	-0.16

자료: 지인배외, 2012. 축산업의 후방연관산업 구조와 발전방안. 한국농촌경제연구원.

○ 정부의 피해와 같이 2010년을 기준으로, 이전을 백신 미접종 상황에서의 살처분 마리수, 이후를 백신 접종 상황에서의 살처분 마리수로 간주함.

#### 가. 소

- (1) 백신 미접종 상황에서 구제역 발생시 예상 살처분 마리수 = (2000년 3월 + 2002년 5월 + 2010년 1월 + 2010년 4월 + 2010년 11월) / 5 = 33,598마리
- (2) 백신 접종 상황에서 구제역 발생시 예상 살처분 마리수 = (2014년 7월 + 2014년 12월 + 2016년 1월) / 3 = 23마리
- (3) 백신 미접종 상황에서 구제역 발생시 예상 피해액 = (1) \* 2.20 \* 가격<sup>2</sup> = 3,724.6억 원
- (4) 백신 접종 상황에서 구제역 발생시 예상 피해액 = (2) \* 2.20 \* 가격 = 2.6억 원

#### 나. 돼지

- (1) 백신 미접종 상황에서 구제역 발생시 예상 살처분 마리수 = (2000년 3월 + 2002년 5월 + 2010년 1월 + 2010년 4월 + 2010년 11월) / 5 = 703,661마리
- (2) 백신 접종 상황에서 구제역 발생시 예상 살처분 마리수 = (2014년 7월 + 2014년 12월 + 2016년 1월) / 3 = 68,518마리
- (3) 백신 미접종 상황에서 구제역 발생시 예상 피해액 = (1) \* 2.36 \* 가격<sup>3</sup> = 6,924.9억 원

---

2 2015년 연평균 소 산지가격: 503.9만원(큰소 600kg, 암수평균);

<https://livestock.nonghyup.com>

3 2015년 연평균 돼지 산지가격: 41.7만원(110kg); <https://livestock.nonghyup.com>

(4) 백신 접종 상황에서 구제역 발생시 예상 피해액 = (2)\*2.36\*가격 = 674.3억 원

표 4-4. 구제역 발병에 따른 살처분 마리수

구분		소	돼지	계
2000년 3월	마리수	1,989	74	2,216
2002년 5월	마리수	1,372	158,708	160,155
2010년	1월(포천)	2,905	2,953	5,956
	4월(강화)	10,858	38,274	49,874
	11월(안동)	150,864	3,318,298	3,479,962
2014년 7월	마리수	0	2,009	2,009
2014년 12월	마리수	70	172,721	172,798
2016년 1월	마리수	0	30,823	30,823

○ 백신 미접종 상황에서 구제역 발생시 예상 손실액은

- 정부 손실: 6,670.6억 원
- 국가 경제 피해: 1조 649.4억 원
- 계: 1조 7,320억 원

○ 백신 접종 상황에서 구제역 발생시 예상 손실액은

- 정부 손실: 238억 원
- 국민 경제 생산차질: 676.9억 원
- 계: 914.9억 원

## 2.2. 항원뱅크 비용(②)

○ 항원뱅크는 긴급상황이 발생하였을 경우 정해진 양의 백신을 정해진 기간 내에 공급하기로 백신 제조사와 맺는 백신공급 계약을 의미함. 백신은 장기

보관이 불가능하기 때문에 국내에 백신을 보유하는 경우 정기적으로 교체해야 하는 비용이 발생함. 이 때문에 일반적으로 백신의 긴급 공급방안으로 선택되고 있음.

- 항원뱅크는 항원 구입, 항원 보관, 백신 도입에 관한 계약임. 이와 관련하여 발생하는 비용은 다음과 같음.
  - 항원 가격: 항원의 가격으로 최초 항원뱅크 계약 시 발생하는 비용임. 일반적으로 다년계약이 이루어지기 때문에 항원가격을 계약년수로 나누면 연간 비용을 산출할 수 있음.
  - 유지/보관 비용: 항원의 보관과 유지에 필요한 비용으로 매년 비용이 발생함.
  - 백신 도입 비용: 질병이 발생하면 보관 중인 항원으로 제품을 제조하여 정해진 장소에 배달하는 비용. 위의 두 비용이 항상 발생하는 비용인 반면, 백신 도입 비용은 질병이 발생하였을 경우 발생하는 확률적 비용임.
- 구제역 상시 백신의 백신주 재선정(2016년 1월)에서 ASIA1형의 백신주가 제외되면서 항원뱅크의 활용에 관한 논의가 활발히 진행되었음. 그런데, 백신주 선정 이전에도 이미 항원뱅크를 활용하고 있었고, 현재 120만 마리분의 항원뱅크를 운영하고 있음.
- 구제역 상시 백신에서 특정 백신주가 제외된다면 해당 항원을 항원뱅크를 활용하여 보관해야함. 다만, 현재도 상당한 물량을 보관하고 있기 때문에 이에 추가로 보관량을 늘리는 형태가 될 것으로 예상됨.
- 현재 우리나라가 보유한 항원뱅크 계약은 총 120만 두 분으로, 세부 내용은 다음과 같음.

표 4-5. 항원뱅크 보유 현황(2016년 3월)

종류	수량(두분)	설치완료	보증만료	설치 비용
SAT1	300,000	2012.5.24.	2017.5.23.	160백만 원
SAT2	300,000	2012.5.24.	2017.5.23.	131백만 원
SAT3	300,000	2012.5.24.	2017.5.23.	176백만 원
C1	300,000	2012.12.7.	2017.12.6.	134백만 원
합계	1,200,000			601백만 원

자료: 농림축산검역본부 내부자료.

- 위 표의 항원뱅크 설치비용과 더불어 연간 유지관리비용이 소요되는데, 2015년 기준으로 875만 원이 소요됨<sup>4</sup>.
- 백신 도입 비용은 약 500원/마리 발생함.<sup>5</sup> 기존 항원 종류별 항원뱅크 규모를 고려하면 30만두 분 백신 도입비용은 1.5억원으로 추정됨. 이 비용은 질병이 발생하면 발생하는 확률적 비용임.
- 항원뱅크 계약 기간이 5년임을 고려하여 백신주 1개 당 항원가격과 관리비용 연간 총 비용을 계산하면 3,224만 원(확정적 비용), 백신 도입비용은 1.5억 원(확률적 비용)을 구할 수 있음.
  - 확정적 비용 = (항원뱅크 계약 총액 ÷ 5년 ÷ 4종류) + (유지관리비용 ÷ 4종류)
  - 확률적 비용 = 500원/마리 분 × 30만 마리 = 1.5억 원

4 유지관리비용은 A형 백신주(2015년 11월에 계약 만료)가 포함된 비용임. 농림축산검역본부 내부자료.

5 농림축산검역본부 관계자 면담.

### 2.3. 백신주 제외에 따른 조달 비용 감소(③)

- 백신주 완제품을 구성하는 비용은 항원비용, 제조비용, 운송비용, 보관비용, 접종비용 등으로 구분할 수 있음. 이중 백신주의 제외에 따라 변동되는 비용은 항원비용에 국한함. 제조비용에도 변동이 있을 수 있지만 변동폭이 크지 않을 것으로 판단됨.
- 상시 백신에서 특정 항원이 제외되면 백신 제조시 해당 항원을 조달할 필요가 없기 때문에 이에 해당하는 비용이 감소함. 따라서 비용 절감분이 백신주 제외의 이익 항목이 됨.
- 항원가격은 백신(완제품)의 농장 공급 가격을 이용하여 추정하였음.

표 4-6. 백신 유형에 따른 단가비교(원/도스)

			①	②	① / ③	②	③
바이러스 혈청형	백신주	O	O	O+A	O+A	O+A+ Asia 1	O+A+ Asia 1
O	O1 Manisa		√		√		√
	O 3039		√		√		√
	O SKR	√		√		√	
A	A/TUR			√		√	
	A/Iran22				√		√
Asia 1	Shamir					√	√
공급단가		800	1,650	1,600	1,980	2,400	2,100

주: 농장공급된 가격(추정가격포함).

자료: 박선일. 2015. 구제역 백신주 선정 및 접종횟수에 따른 경제성 분석 검토 보고서.

- 위 표의 ①에 포함된 백신주의 차이는 A Iran22로 가격 차이는 330원임. ②에 포함된 백신주의 차이는 Asia1 Shamir로 가격차이는 800원임. ③에 포함

된 백신주의 차이는 Asia1 Shamir로 가격차이는 120원임.

- 현재 공급되는 백신의 농가 공급가격은 백신주의 차이에 따라 2가 백신 1,430원, 단가백신 1,080원으로 알려져 있음. 2가와 단가 백신의 차이는 혈청형 A형으로 가격 차이는 350원임.
  - 위에 제시한 구제역 백신 농가 공급가격 차이를 고려하면, Asia1형 백신주의 가격은 120원~800원, A형 백신주의 가격은 330원~350원 정도로 추정할 수 있음.
  - 이 보고서에서 관심을 갖는 불특정 백신주(향후 구제역 상시 백신에서 제외 또는 추가의 대상이 되는 백신주)의 가격을 추정하기 위하여 최대와 최소를 제외하고 평균값을 사용함. 따라서 백신주 1개의 가격은 340원으로 가정함<sup>6</sup>.
  - 2015년 말 구제역 백신의 대상이 되는 한우, 육우, 젓소, 돼지의 마리수는 1,327만 마리임. 면역력을 유지하기 위하여 6개월에 1회 접종하고 있는 것을 고려하면, 1년에 접종 대상 총 마리수의 2배에 해당하는 백신이 필요함.
  - 백신주 개당 가격과 총 접종수를 고려하면 백신주 1개를 구제역 상시 백신에서 제외함으로써 연간 총 90.3억 원의 비용을 절감할 수 있음.
- 절감액 = 백신주 단가 × 접종대상 가축수 × 2

표 4-7. 소와 돼지 마리수(2015년 4분기)

				단위; 마리
	한육우	젓소	돼지	계
마리수	2,676,425	411,342	10,186,898	13,274,665

자료: 통계청. 가축동향조사 2015년 4/4분기.

<sup>6</sup> 농림축산검역본부 관계자 면담결과 실제 가격에 근접한 결과임을 확인함.

## 2.4. 접종 부작용 감소(④)

- 구제역 백신에 포함된 항원의 수가 이상육 발생(특히 돼지의 경우)과 관련이 있다는 생산자 단체의 주장이 있음. 그러나 이러한 관계를 밝힌 연구결과는 제시되지 않았음.
- 2011년 구제역 상시 백신이 실시된 이후 백신 접종이 이상육 발생(특히 돼지의 경우)을 유발한다는 주장이 제기되었으며, 이와 관련된 연구도 수행된 바 있음<sup>7</sup>.
- 그러나 위의 연구는 백신 접종과 이상육 발생 간의 관계에 주목하고 있을뿐, 백신에 포함된 항원의 수와 이상육 발생 간의 관계를 밝히지는 않고 있음.
- 위의 연구는 백신 접종의 횟수가 이상육 발생과 밀접한 관계가 있음을 밝히고 있고, 이상육 발생의 원인으로 백신의 부형제인 오일을 지목하고 있음. 그리고 전문가의 의견<sup>8</sup> 또한 백신의 부형제가 이상육 발생을 유발한다는 의견을 제시하고 있음.
- 이상육 발생과 백신의 항원 수와의 관계가 밝혀져 있지 않고, 관련 연구가 항원(백신주)의 수보다 부형제에 주목하는 것으로 판단해보면, 항원의 수와 이상육 발생 간의 관계가 있다는 것을 단정하기 어려움.
- 이러한 이유로 이 연구에서는 백신주 선정에 따른 이익의 항목에서 접종 부작용 감소 항목을 고려하지 않음.

7 구제역 백신이 육아종 형성에 미치는 영향, 구제역 백신주 선정 및 접종횟수에 따른 경제성 분석 검토 보고서(박선일)

8 황윤재(양돈수의사회장). 출처: 데일리벳. 2013. 11.27. “구제역 백신 이상육 논란, 정부-수의사-제약사 입장은”.



### 3. 경제성 분석

- 구제역 상시 백신에서 특정 백신주를 제외함으로써 지불해야 하는 비용은 ①, ②, ③을 합한 1조 6,406.5억 원으로 계산됨.
  - ① 구제역 백신주 제외로 인하여 예상되는 피해액 증가분 = 백신 미접종 시 구제역 발생 피해 예상액 - 백신 접종 시 구제역 발생 피해액 = 1조 6,405.1억 원
  - ② 항원뱅크 설치 및 운영 비용 = 0.3억 원
  - ③ 항원뱅크 백신 도입 비용 = 1.5억 원
- 구제역 상시 백신에서 특정 백신주를 제외함으로써 얻을 수 있는 이익은 90.3억 원으로 계산됨.<sup>9</sup>
  - ④ 백신주 제외에 따른 백신원료 조달 비용 감소 = 90.3억 원
- 위에 계산된 예상 피해액 증가분과 항원뱅크의 백신도입 비용은 구제역이 발생하였다는 가정 하에 계산된 손실액으로 확정적 손실로 간주한 것임. 그러나 특정한 연도에 구제역이 발생할지 아닐지 확정적으로 말할 수는 없음. 따라서 확률적으로 존재하는 손실액으로 처리해야 하는 문제가 남아있음.
- 위에 계산된 예상손실액 증가분에 발병확률을 고려하면 확률적 예상 손실액을 구할 수 있음. 그런데 신뢰할 수 있는 구제역 발병확률을 추정할 수 없다는 점이 문제점으로 대두됨.
- 이를 해결하기 위하여 발병확률을 미지수로 처리하고 확률적 예상 손실액 증가분과 이익을 같다고 놓으면 특정 백신주를 제외하든 포함하든 경제적으

---

<sup>9</sup> 백신 부작용은 고려하지 않음.

로 동일한 경계점을 발견할 수 있음.

- 발병확률이 경계점보다 높으면 백신주 제외가 경제적으로 좋지 않은 결정이고, 낮으면 백신주 제외가 경제적으로 좋은 결정이 됨.

- 예상손실 = 확률적비용 \* 경계확률 + 확정적 비용 = (1조 6,405.1억 원 + 1.5억 원) × 경계확률 + 0.3억 원 = 이익 = 90.3억 원

- 경계확률 = 0.55%

○ 위에 계산된 발생확률은 최근 빈번하게 발생하는 구제역을 고려하면 터무니없는 수치로 보일 수 있음. 그렇게 보이는 이유는

(1) 위에 계산된 확률은 구제역 전체가 아니라 특정 혈청형에 관련된 것이기 때문임. 2000년 이후 8번의 구제역 경험 중 7번은 혈청형 O형이고 1번만 A형이었음. 또한 나머지 5개의 혈청형은 우리나라에서 발생한 기록이 없음. O형을 기준으로 보면 위의 경계확률이 터무니없는 수치일 수 있으나, A형 또는 나머지 5개 혈청형을 기준으로 보면 수궁할 수 있는 범위가 됨.

(2) 일반적으로 구제역 백신 비용이라고 하면 구제역 백신을 접종하는 비용을 떠올리게 됨. 다시 말해, 백신접종을 하는 경우와 하지 않는 경우를 비교하게 됨. 그러나 여기에서 논의되고 있는 부분은 구제역 백신을 실시하는 가운데 백신에 특정 항원을 추가할 것인지의 문제임. 백신비용은 항원에 관계없이 실시하는 순간 대부분의 비용이 다 인식되고, 항원 추가에 따른 비용은 작은 부분만 차지함.

(3) 2010년 11월 구제역으로 인한 피해액이 너무 커서 평균을 구했음에도 불구하고 예상 피해액을 과장시켰을 가능성이 있음.

○ 발생확률 0.55%는 181년에 한번 구제역이 발생하는 상황을 의미함. 미세한 확률이라고 하더라도 특정 혈청형의 구제역이 의심되는 상황이면 상시 백신에 포함시키는 것이 경제적으로 효율적인 판단임을 의미함. 이는 위에서 언급한 것처럼 상시 백신이 실시되면서 대부분의 비용을 인식하고, 항원 추가

또는 제거로 변동되는 부분이 작기 때문임.

- 다만, 이상육 발생과 관련하여 추가 연구가 필요한 점은 밝혀둘 필요가 있음. 신뢰할만한 증거를 찾을 수 없기 때문에 이상육 발생에 관한 부분은 이 보고서에서 판단을 유보하였기 때문임. 이상육 발생이 항원 수와 관련이 있다면, 이상육 발생으로 인한 피해가 계산 결과를 크게 변동시킬 여지가 있음.

#### 4. 경제성 분석 결과의 해석

- 비용-편익 분석에 사용된 수치의 의미를 다시 해석하면 다음과 같음.
  - 특정 혈청형에 대한 방어를 위해 해당 백신주 1개를 포함하는 비용은 연간 90억 원 정도임.
  - 연간 90억 원이 비용을 지불(지불의 주체가 농가이든 정부이든 불문하고) 하면, 향후 구제역이 발생하였을 경우 예상되는 피해가 1조 7천억 원에서 9백억 원으로 감소함.
  - 백신주 1개를 추가하는데 소요되는 비용을 100년 동안 지출한다고 가정하면 해당 기간 동안 9천억 원의 지출이 예상되지만, 백신주 1개가 줄여주는 구제역 피해는 1조 6천억 원에 달함.
- 향후 구제역이 발생한다면 그 구제역의 혈청형도 알 수 없고, 질병의 진행이 어떻게 이루어질지도 알 수 없음. 그러나 해당 혈청형이 백신에 의하여 방어되는지 또는 방어되지 않는지는 큰 차이를 유발할 수 있다는 것은 알고 있음.
- 이 보고서는 구제역 혈청형 각각에 대한 백신주의 포함 또는 제외에 대한 명시적인 접근에는 도달하지 못하였음. 이는 구제역의 발병확률에 접근하지 못하였기 때문임. 그러나 백신주의 선정에 따른 비용-편익의 분기점에 해당

하는 발생확률을 제시하였음.

- 비용-편익의 분기점을 이용하면 개별 혈청형별 백신주의 경제성을 대략적으로 판단해 볼 수 있음.

#### 가. O형

- 우리나라에서 빈번하게 발생하고 세계적으로 가장 광범위하게 퍼져있는 구제역 혈청형임. 2000년 이후 총 8번의 구제역 발병 중 7번이 이에 해당함.
- 빈번하게 발생하고, 발생 지역이 광범위하고, 최근까지 지속적으로 발병하고 있기 때문에 상시 백신에 포함하여 운영하는 것이 자연스럽고, 경제적으로도 합리적인 결정으로 판단됨.
- 2015년 3월부터 O형 혈청형에 대한 백신주를 추가(O 3039)하여 혈청형 O형 내에서의 방어 범위를 확대 운영하는 것도 경제적으로 합리적인 결정으로 판단됨.

#### 나. A형

- 2015년 3월 이후 돼지 백신에서 제외되면서 소 백신에만 포함되어 운영되고 있음.
- 우리나라에서 발병(2000년)한 경험이 있고, 최근 주변국(중국, 대만, 북한)에서 발생하였음. 또한 몽고와 동남아시아(말레이시아, 태국, 베트남 등)에서도 발생하였기 때문에 우리나라에서도 발병 확률이 낮지 않을 것으로 판단됨.
- 백신주 선정의 판단 기준은 경제성 뿐 아니라 백신주 방어범위, 효능, 주변 발생상황, 안정적 백신공급, 현장 방역여건 등 다양한 요소가 고려되어 결정

됨. 그러나, 경제성의 관점에서만 보면 A형에 대한 방어가 운영되는 것이 더 효율적일 것으로 판단할 수 있음. 다만 경제성은 다양한 백신주 선정 요건 중 하나의 요소이기 때문에 경제성만을 기준으로 백신주 선정을 결정하는 것은 바람직하지 않음.

#### 다. Asia1, SAT1, SAT2, SAT3, C형

- Asia1형은 상시 백신으로 운영되다 돼지는 2015년 3월, 소는 2016년 1월 이후 제외되었음.
- 우리나라에서 발생한 경험이 없고 최근 발생 지역도 우리나라와 인접하지 않음.
  - Asia1형은 주로 인도, 중동 인근지역에서 발병
  - SAT1, SAT2, SAT3은 주로 아프리카에서 발병
  - C형은 최근 발병 없음.
- 우리나라에서 발병한 경험이 없고, 발생지역이 지리적으로 멀기 때문에 우리나라에서 발병할 가능성은 낮을 것으로 예상됨. 그렇지만 이 연구에서 제시한 경계확률 또한 낮기 때문에 백신주 선정과 관련한 경제성 판단에 논란이 있을 수 있음.
- 백신주 선정의 경제성 판단을 내리기에는 발병확률과 관련한 정보가 충분하지 않음. 따라서 구제역 상시 백신에 위의 혈청형 백신주를 포함할 것인지에 대한 논의보다는 향후 방역환경 변화에 신속하게 대응할 수 있는 준비체계를 구축하는 문제에 관한 논의가 더 의미있을 것으로 판단함.
- 주변국에 대한 감시체계를 유지하여 인접지역에 구제역이 유행할 경우 해당 백신주 선정 결정이 신속하게 이루어질 수 있는 준비가 필요함.



## 제 5 장

---

### 요약 및 결론

- 2010년 12월 구제역 백신 접종이 결정된 이후 3차례 백신주 선택에 변화가 있었음. 최초 단가 백신으로 시작하여 3가 백신으로 전환하였으며, 현재는 돼지와 소의 구제역 상시 백신주를 분리하여 각각 단가와 2가 백신이 시행되고 있음.
- 구제역 백신은 혈청형에 따라 교차면역이 발생하지 않는 특성이 있음. 다양한 구제역 혈청형이 있고, 각각의 혈청형에 대한 항원이 백신에 포함되어야 백신의 면역효과를 기대할 수 있다는 의미임.
- 이 보고서는 구제역 상시 백신의 유지 또는 중지, 구제역 상시 백신에 적합한 백신주의 제안이 아니라, 사정에 따라 특정 백신주의 포함 또는 제외의 요청이 있는 경우 백신주 변경에 따른 경제성 분석의 기초자료를 제공하는 데 목적이 있음.
- 백신주에 변경이 있는 경우 아래와 같은 변동이 비용 및 이익 항목으로 고려됨.

- ① 방어할 수 있는 구제역의 범위 변화에 따른 예상 피해액의 변동
- ② 항원뱅크 비용의 변동
- ③ 백신주 조달 비용 변동

### 구제역 방어 범위 변화에 따른 예상 피해액 변동

- 백신주 구성이 변하면 백신이 방어하는 구제역의 범위에 변화가 있고, 이에 따라 구제역 발생으로 인한 예상 피해액에도 변동이 발생함. 예상 피해액의 변동을 추정하기 위하여 2000년 이후 발생한 8번의 구제역 피해를 이용함. 또한 피해액을 정부 피해와 국가경제 피해로 구분하여 접근함.
- 정부의 피해는 구제역으로 인한 재정지출로 측정하였음. 2000년 이후 발생한 구제역을 2011년을 기준으로 둘로 나누어, 2011년 이전은 백신으로 방어하지 않은 상황에서의 발병 피해, 2011년 이후는 백신으로 방어하는 상황에서의 발병 피해로 간주함.
  - (1) 백신 미접종 상황에서 구제역 발생시 예상 피해액 = (2000년 3월+2002년 5월+2010년 1월+2010년 4월+2010년 11월)/5 = 6,670.6억 원
  - (2) 백신 접종 상황에서 구제역 발생시 예상 피해액 = (2014년 7월+2014년 12월+2016년 1월)/3 = 238.0억 원
- 국가 경제 피해는 산업연관분석을 이용하여 추정함. 산업연관분석의 생산-생산형 모형의 생산유발계수는 해당산업의 생산이 1단위 증가하였을 때 전 산업에 미치는 영향을 의미함. 2010년 생산-생산형 모형의 생산유발계수는 2.20(고기소), 2.36(돼지)였음.
- 정부의 피해와 같이 2011년을 기준으로, 이전을 백신 미접종 상황에서의 살처분 마리수, 이후를 백신 접종 상황에서의 살처분 마리수로 간주함.



## (소)

- (1) 백신 미접종 상황에서 구제역 발생시 예상 살처분 마리수(소) = (2000년 3월+2002년 5월+2010년 1월+2010년 4월+2010년 11월)/5 = 33,598마리
- (2) 백신 접종 상황에서 구제역 발생시 예상 살처분 마리수 = (2014년 7월+2014년 12월+2016년 1월)/3 = 23마리
- (3) 백신 미접종 상황에서 구제역 발생시 예상 피해액 = (1)\*2.20\*가격 = 3,724.6억 원
- (4) 백신 접종 상황에서 구제역 발생시 예상 피해액 = (2)\*2.20\*가격 = 2.6억 원

## (돼지)

- (1) 백신 미접종 상황에서 구제역 발생시 예상 살처분 마리수 = (2000년 3월+2002년 5월+2010년 1월+2010년 4월+2010년 11월)/5 = 703,661마리
- (2) 백신 접종 상황에서 구제역 발생시 예상 살처분 마리수 = (2014년 7월+2014년 12월+2016년 1월)/3 = 68,518 마리
- (3) 백신 미접종 상황에서 구제역 발생시 예상 피해액 = (1)\*2.36\*가격 = 6,924.9억 원
- (4) 백신 접종 상황에서 구제역 발생시 예상 피해액 = (2)\*2.36\*가격 = 674.3억 원

○ 정부 피해와 국가 경제 피해를 합한 구제역 방어 범위 변화에 따른 예상 피해액 변동은 1조 6,405.1억원으로 계산됨.

- 백신 미접종 상황에서 구제역 발생시 예상 손실액은

- 정부 손실: 6,670.6억 원
- 국가 경제 피해: 1조 649.4억 원
- 계: 1조 7,320억 원

- 백신 접종 상황에서 구제역 발생시 예상 손실액은

- 정부 손실: 238억 원

- 국민 경제 생산차질: 676.9억 원
- 계: 914.9억 원

### 항원뱅크 비용의 변동

- 구제역 상시 백신에서 특정 백신주가 제외된다면 해당 항원을 항원뱅크를 활용하여 보관해야 함. 현재 우리나라가 보유한 항원뱅크 계약은 4종의 항원에 총 120만 두 분임.
- 항원뱅크 계약 기간이 5년임을 고려하여 백신주 1개 당 항원가격과 관리비용 연간 총 비용을 계산하면 3,224만 원(확정적 비용), 백신 도입비용은 1.5억 원(확률적 비용)을 구할 수 있음.
  - 확정적 비용 = (항원뱅크 계약 총액 ÷ 5년 ÷ 4종류) + (유지관리비용 ÷ 4종류)
  - 확률적 비용 = 500원/마리 분 × 30만 마리 = 1.5억 원

### 백신주 조달 비용 변동

- 백신주 완제품을 구성하는 비용은 항원비용, 제조비용, 운송비용, 보관비용, 접종비용 등으로 구분할 수 있음. 이중 백신주의 제외에 따라 변동되는 비용은 항원비용에 국한함. 제조비용에도 변동이 있을 수 있지만 변동폭이 크지 않을 것으로 판단됨.
- 항원가격은 백신(완제품)의 농장 공급 가격을 이용하여 추정하였음. 추정결과 두당 가격은 340원이었음.
- 추정된 항원가격과 2015년 말 구제역 백신의 대상이 되는 한우, 육우, 젖소, 돼지의 마리수 1,327만 마리, 6개월에 1회 접종하고 있는 것을 고려하여 항원 당 연간 총 비용을 90.3억 원으로 계산됨.

- 위의 결과와 구제역의 발병 확률을 이용하면 구제역 백신주 선정에 따른 비용과 편익을 비교할 수 있음. 그러나 구제역의 발병 확률은 알려져 있지 않고, 이를 추정하는 것도 불가능한 상황임.
- 이를 해결하기 위하여 발병확률을 미지수로 처리하고 확률적 예상 손실액 증가분과 이익을 같다고 놓으면 특정 백신주를 제외하든 포함하든 경제적으로 동일한 경계점을 발견할 수 있음.
  - 발병확률이 경계점보다 높으면 백신주 제외가 경제적으로 좋지 않은 결정이고, 낮으면 백신주 제외가 경제적으로 좋은 결정이 됨.
  - 예상손실 = 확률적비용 \* 경계확률 + 확정적 비용 = (1조 6,405.1억 원 + 1.5억 원) × 경계확률 + 0.3억 원 = 이익 = 90.3억 원
  - 경계확률 = 0.55%
- 발생확률 0.55%는 181년에 한번 구제역이 발생하는 상황을 의미함. 미세한 확률이라고 하더라도 특정 혈청형의 구제역이 의심되는 상황이면 상시 백신에 포함시키는 것이 경제적으로 효율적인 판단임을 의미함.
- 비용-편익 분석에 사용된 수치의 의미를 다시 해석하면 다음과 같음.
  - 특정 혈청형에 대한 방어를 위해 해당 백신주 1개를 포함하는 비용은 연간 90억 원 정도임.
  - 연간 90억 원이 비용을 지불(지불의 주체가 농가이든 정부이든 불문하고) 하면, 향후 구제역이 발생하였을 경우 예상되는 피해가 1조 7천억 원에서 9백억 원으로 감소함.
  - 백신주 1개를 추가하는데 소요되는 비용을 100년 동안 지출한다고 가정하면 해당 기간 동안 9천억 원의 지출이 예상되지만, 백신주 1개가 줄여주는 구제역 피해는 1조 6천억 원에 달함.
- 이 보고서는 구제역 혈청형 각각에 대한 백신주의 포함 또는 제외에 대한

명시적인 접근에는 도달하지 못하였음. 이는 구제역의 발병확률에 접근하지 못하였기 때문임. 그러나 백신주의 선정에 따른 비용-편익의 분기점에 해당하는 발생확률을 제시하였음.

- 이 보고서는 구제역 백신주 선정에 관한 제반 고려 사항 중 경제적 측면에 국한하여 분석을 시도하였음. 그러나 백신주 선정에는 경제적 요소 외에도 많은 고려 사항이 있음. 예를 들어 백신의 방어범위 및 효능, 주변국 발생상황, 안정적 백신공급, 방역현장 여건 등이 있음. 따라서 백신주의 선정에는 이러한 다양한 요소를 종합적으로 검토하여 신중히 결정해야 될 것임.

## 참고 문헌

- 지인배·우병준·송우진·김현진·이용건. 2012. 「구제역백신센터 건립 타당성 조사」. 한국농촌경제연구원.
- 황윤재·우병준·박범순·박선일·성영신. 2010. 「축산물 안전사고의 사회·경제적 영향 분석 및 평가에 대한 연구」. 한국농촌경제연구원.
- 송주호·우병준·허덕·박선일. 2006. 「가축질병의 경제적 영향 분석」. 한국농촌경제연구원.
- 한돈연구회. 2015. 「구제역 백신 정책의 실효성 제고를 위한 정책토론회」.
- 유한상. 2011. “구제역: 원인체의 특성, 국내외 발생상황 및 예방대책”. 『Infection and Chemotherapy』. Apr;43(2): 178-185.
- 최정섭, 정민국, 전상곤, 성동현, 허덕. 2002. 「2002 구제역 발생 실태와 과급영향」. 한국농촌경제연구원.
- 박종현. 2012. 1. 28. “구제역 백신의 이해”. 농축유통신문.
- 박최규. 2012. 2. “구제역 백신의 특성과 올바른 사용방법”. Pig and Pork. 290호: 158-165.
- 정찬길, 류영수, 정해동, 강정현, 김진현, 정호경. 2001. 「가축질병으로 인한 양돈·양계 산업의 경제적 손실 분석」. 건국대학교·농림부.
- 박선일, 이승윤. 2015. 구제역 백신주 선정 및 접종횟수에 따른 경제성 분석 검토 보고서.