구제역의 예방과 축산식품안전

Prevention of foot and mouth disease (FMD) and safety of animal products

송광영, 서건호*

Kwang-Young Song and Kun-Ho Seo*

건국대학교 수의과대학 식품안전건강연구소

Center for One Health, College of Veterinary Medicine, Konkuk University, Seoul 05029, Korea

서 론

인수공통전염병(Zoonosis)은 동물로부터 사람에게 옮겨지거나 또는 그 반대로 사람에서 동물로 옮겨지는 모든 질병을 의미한다. 현재까지 밝혀진 인수공통전염병은 대략 200여종에 달하고 있으며 새롭게 등장하는 신종 전염병의 대부분이 인수공통전염병으로 밝혀지고 있다. 인수공통전염병의 원인체는 세균, 바이러스, 리케차, 진균, 기생충 등 그 범위가 다양하다. 이들은 동물과의 직접 접촉을 통해서 사람에게 전파되는 경우가 대부분이지만 식품이나 모기나 진드기 등 매개체를 통해서 전파되기도 한다.

Picornaviridae에 속하는 Aphthovirus virus에 의해 전파되는 구제역(Foot-and-Mouth disease, FMD)은 한번 발생하면 전염 범위가 최대 반경 250km에 달할 정도로 전파력이 매우 강하고 전염력이 매우 높기에, 축산물 교역시 가장 높은 단계의 규제 대상이다(법정 제1종 가축전염병). 현재 구제역예방법은 있지만 치료법이 없어서 구제역에 걸린 가축은 가축전염예방법에 따라 모두 살처분하게 된다. 2017년 2월, 충북 보은 젖소농가의 구제역 확진으로 사육 중이던 젖소 195마리를 살처분하여 땅에 묻었다. 구제역이 발생한 직후 농림축산식품부는 구제역 위기경보를 주의에서 경계로 격상하여 관리하고 있다. 여전히 일부 소비자들은 구제역 바이러스의 사람으로의 전파 가능성에 대한 우려를 나타내고 있기에 본 논단에서는 구제역에 관한 일반적인 내용과 대책 그리고 구제역이 다양한 축산식품에 미치는 영향에 관한 내용을 소개하고자 지금까지 발표된 자료 등을 토대로 재정리하였다.

공중보건에 있어서의 구제역의 중요성

바이러스의 분리, 또는 항체가(Antibody titers)의 상승, 또는 둘 모두에 의해서 확인한 결과, 전세계적으로 1921 년 이래로 40 건 정도의 감염사례가 보고될 정도로 사람의 구제역 감염은 매우 드물다(Prempeh, Smith, &

* Correspondence to: Kun-Ho Seo
Center for One Health, College of Veterinary Medicine,
Konkuk University, Seoul 05029, Korea.
Tel: +82-2-450-4121 Fax: +82-2-3436-4128 E-mail: bracstu3@konkuk.ac.kr

Muller, 2001). 또한 구제역은 종의 장벽을 넘어 사람에게 거의 영향을 미치지 않기 때문에 직접적으로 사람의 공중보건 위협으로 간주되지 않는다. 사람이 감염된 경우, 소포 병변을 볼 수는 있지만 일반적으로 증상은 가볍고 물집(수포) 형성 후 일주일 내에 회복된다.

구제역 (Foot-and-Mouth disease, FMD) 이란?

구제역은 소와 돼지 등 가축에 대한 전염성이 높은 급성 바이러스성 전염병의 하나이다. 감염된 동물의 혈액을 포셀린필터에 통과시켜 걸러도 여전히 다른 동물을 감염시킬 수 있음을 확인함으로 1897년에 프리드리히뢰플러가 구제역의 원인은 바이러스라는 것을 발견하였다. 구제역은 세계 대부분의 지역에서 발생하며, 숙주가 되는 동물의 종류와 개체수가 많고 전염성이 높기 때문에, 한동안 구제역이 발생하지 않던 곳에서도 발생할 수 있다. 구제역은 7가지 혈청형이 있고, 그 중 O형이 가장 흔하다. 구제역의 일반적인 특성들은 표1에 간략하게 정리되어있다.

발생현황을 살펴보면, 구제역은 호주, 뉴질랜드, 북아메리카를 제외한 전세계에서 발생한다. 각 혈청형마다 특히 많이 발생하는 지역이 있는데 SAT1-3은 아프리카에서 흔하며Asia1은 아시아에만 있고 A, O, C형은 유럽과 남아메리카에서 발견되며, 그 중 유럽에서 가장 빈번하게 발생하는 것은 O형이다. 유럽은 몇몇의 적은 사례를 제외하고는 거의 30년간 구제역에서 자유로운 국가였다. 하지만 덴마크의 한 농장에서 발생한 사례는 6천만 달러가량의 경제적 손실을 가져왔다. 2001년 초, 영국, 프랑스, 아시아에서 구제역이 발생하였으며, O형이 주로 전파되었다.

특히, 구제역 바이러스는 감염된 동물에서 6개월 이상 지속되고 안정성이 뛰어나기 때문에 다양한 환경에서 전파되는 것이 가능하다. 바이러스는 pH 5.3 아래에서 빠르게 불활성화되기 때문에 사체의 근육조직에서는 발견되지 않으나 피, 골수, 비장 그리고 림프절에는 여전히 있다. 또한 빠르게 냉동한 고기에서도 바이러스가 나오기도 한다. 사람이 감염되는 것은 주로 감염된 동물을 직접 만지거나 도축 중에 만지는 경우에 발생하지만 감염된 소의 생유를 섭취한 후에 감염되어 증상을 보인 사례도 있었다. 임상증상을 살펴보면, 사람에서 질병진행은 2단계로 나타난다. 2-8일의 잠복기 이후에 불안, 메스꺼움, 두통 및 사지의 통증과 열의 증세가 나타난다. 바이러스는 피부와 구강점막의 병변을 통해 유입되어 점막이 붉게 변하게 되고 구강, 인두점막, 손가락과 발가락에 고통스러운 소낭이 생성된다. 감염장소에 생성된 원발성 소낭은 퍼지게 된다. 소낭이 건조해진 이후에 침식이 남는다(그림 1).

피부 병변은5-10일 내에 치유가 된다. 사람에서는 중추신경계증상이 일어나지 않는다. 구제역 바이러스의 사람에서의 병원성은 2001년에 영국에서 발생한 전염병사례에서 입증되었다. 사람의 발병사례는 오직 하나뿐이며 1966년에 감염된 동물과 가까이 접촉한 수의사의 감염사례가 그것이며 증상은 부분적인 병변 뿐이었다. 지금까지의 구제역에 의한 사람감염사례는 표 2에 자세하게 정리되어 있다.

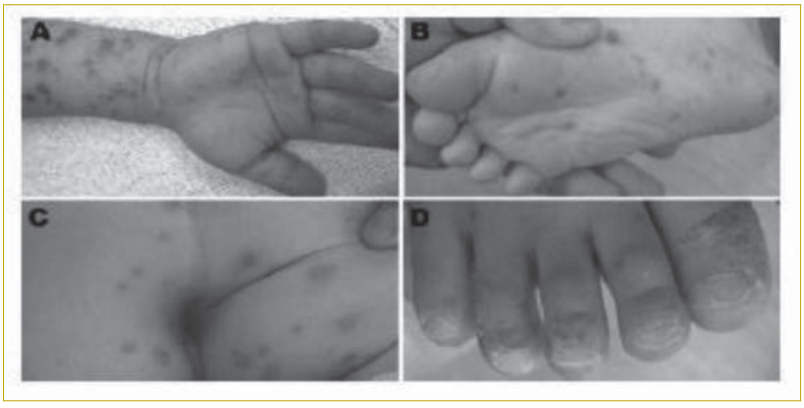

그림 1. 소낭 (출처: CDC)

표 1. 구제역의 일반적인 특성

구제역		소, 돼지, 양, 염소 및 사슴 등 발굽이 둘로 갈라진 동물(우제류)에 감염되는 질병으로 전염성이 매우 강하며 입술, 혀, 잇몸, 코 또는 지간부 등에 물집(수포)이 생기며 체온이 급격히 상승되고 식욕이 저하되어 심하게 앓거나 어린 개체의 경우 폐사가 나타나는 질병임. 세계동물보건기구(OIE, Office International des Epizooties)에서 지정한 중요 가축전염병으로 가축전염병예방법 제1종 가축전염병에 속함
병인체		Picornaviridae Aphthovirus, 작은 RNA 바이러스로서 이는 7개의 혈청형 즉 A, O, C, Asia1, SAT1, SAT2, SAT3형으로 분류되며 이 주요 혈청형은 다시 80여 가지의 아형으로 나뉨. 바이러스의 생존기간은 온도, 습도, pH 및 자외선 등에 영향을 많이 받으며, 통상 물에서는 최대 50일, 흙 · 마대 · 건초 등에서는 환경조건에 따라서 26~200일, 혈액 등으로 오염된 나무나 금속 등에서는 최대 35일까지 생존한 기록이 있음.
전염경로		감염은 일반적으로 감염된 동물의 이동에 의해 이루어짐. 감염동물의 수포액이나 콧물, 침, 유즙, 정액, 호흡 및 분변 등의 접촉이 감염경로가 되며 감염동물 유래의 축산물에 의한 전파도 가능함. 또한 감염된 동물과 접촉하거나 오염된 지역을 출입한 사람과 차량 그리고 이와 관련된 의복, 사료, 물, 기구 등을 통해서도 전파가 일어남. 공기를 통한 전파의 경우 육지에서는 50km, 바다를 통해서는 250km 이상까지 전파된 보고가 있음. 특히, 감염축은 구제역증상을 나타내기 전에도 이미 바이러스를 배출하기 시작하면서 질병을 전파할 수 있으므로 특별한 주의가 필요함
증상	잠복기간	일반적으로 2일에서 14일 정도임
	소	구제역 바이러스에 감염된 소에서는 체온상승, 식욕부진, 침울, 우유 생산량의 급격한감소 등이 나타남. 발병 후 24시간 이내에 침을 심하게 흘리고, 혀와 잇몸 등에 물집이 생긴 것을 관찰할 수 있으며, 입맛 다시는 소리를 내기도 함. 물집은 발굽의 사이와 제관부, 젖꼭지 등에서도 관찰되며, 물집은 곧 터져서 피부가 드러나고 짓무르고 헐게 됨. 구제역 바이러스에 감염된 6개월 미만의 송아지에서는 심근염에 의해 죽는 경우가 있으며, 이 경우 심근에 나타나는 특징적인 병변을 호반심(tiger heart)이라고 함. 일반적으로 이환율은 높고 폐사율은 낮은 편이나 어린 송아지의 경우 성우에 비하여 폐사율이 높으며 임신우에서는 유산을 초래하기도 함. 감염된 소들은 1주 이상 거의 먹지 못하며, 절뚝거리며 유방염, 산유량 격감 등의 경제적 피해가 발생. 특히 젖소에서는 착유량이 50% 정도 감소함
	돼지	돼지는 감염될 경우 절거나 기립하지 못하고 잘 움직이지 않으며 사료섭취가 부진한 것이 관찰됨. 콧등, 혀, 유두, 발굽과 피부가 접하는 부위 등에 물집이 생기기도하며, 물집이 터져 피부가 벗겨진 자리에 세균에 의한 2차 감염이 일어나고 이로 인해 발굽이 탈락되기도 함. 입 주변의 물집형성은 소의 경우처럼 전형적이지는 않으나, 콧잔 등에는 큰 물집이 형성되며 쉽게 터지는 경우가 있음. 모돈이 감염될 경우 포유중인 자돈(새끼 돼지)의 집단 폐사가 종종 관찰됨.
진단	항원진단법	수포액, 수포상피조직, 비즙 또는 타액 등을 검사시료로 하며 중합효소연쇄반응(PCR)을 이용한 유전자 검출법, 염기서열분석법, 항원 ELISA법 또는 동물세포를 이용한 구제역 바이러스의 분리법 등으로 구제역 여부 및 혈청형을 판정함
	항체진단법	혈액을 채취하여 분리한 혈청내 구제역 바이러스에 대한 항체형성 여부를 항체검사용 ELISA로 판정함. 백신접종을 실시할 경우는 백신축과 감염축을 감별하기 위한 NSP ELISA를 실시함.
치료 및 예방약		구제역 발생 시 질병 확산을 억제하거나 예방을 위해 구제역 감수성 개체에 백신을 접종할 수 있음. 구제역은 **혈청형 간에 교차 방어가 되지 않기 때문에** 필요한 경우 혈청형 별로 백신을 접종해야 하는 어려움이 있으며, 백신을 하더라도 감염축에서 배출되는 바이러스가 많을 경우 동거축이 감염되고 증상을 나타낼 수 있음. 구제역 백신은 일반적으로 구제역 바이러스를 동물세포에서 대량으로 증식시킨 후 이를 화학적으로 불활화 한 후 정제 및 농축 과정을 거쳐 생산된 항원에 면역원성을 증강시켜 주는 부형제를 섞어 놓은 것임. 백신의 안전성과 방어효능은 일반적으로 동물실험을 통해서 평가함. 현재 한국은 구제역 백신을 상시 접종하고 있으며, 상시 백신접종을 하지 않는 유형의 항원은 항원뱅크에 일정량 보관하고 있어 유사시 신속히 백신으로 제조하여 도입할 수 있도록 되어있음

표 2. 구제역의 인체감염 사례 보고 (출처: Berrios, 2007)

년도	저자	바이러스 혈청형	국가	감염원
1929	Trautwein	A	독일	목장작업중
1934	Von Scheltz	O	독일	원인불명
1938	Rinjard	O	프랑스	착유중
	Magnusson	O	스웨덴	감염축 접촉
	Flaum	O	스웨덴	착유중
1941	Stenstrom	O	스웨덴	착유중
1950	Holm	O	네델란드	원인불명
1951	Wahl	C	독일	착유중
1954	Czarnowski	C	폴란드	원인불명
1955	Geiger	C	독일	실험실 사고
1959	Garbe	C	독일	실험실 사고
1960	Malendez	O	칠레	실험실 사고
1962	Pilz	C	독일	실험실 사고
		O	독일	실험실 사고
1963	Schwann	C	폴란드	착유중
1964	Heinig	C	독일	원인불명
	Kobuclewitcz	C	폴란드	비살균 원유 섭취
1965	Pilz	O	독일	실험실 사고
1967	Salazhov	A	러시아	착유중 / 비살균 원유 섭취
	Elssner	C	독일	환경샘플 채취 중
	Armstrong	O	영국	감염축 접촉
2001*	Bohn*	O*	영국*	감염축 접촉

* 인용된 참고 문헌은 없음. Mayor (2001)는 영국에서 마지막으로 기록된 구제역의 인체 감염사례는 1967 년이라고 보고함

구제역 예방을 위한 외국의 사례

가축질병을 성공적으로 막아내고 있는 축산강국의 공통점은 질병유입에 상관없이 항시 거의 완벽한 준비태세를 갖추고 있다는 점이다. 평상시에는 촘촘한 예방순찰 활동으로 바이러스 유입위험을 최소화하고, 질병이 발생하면 일원화된 국가방역체계를 중심으로 총력대응에 나선다. 농가현장에서는 대규모 축산기업을 중심으로 엄격한 출입관리가 이뤄지는 등 자발적인 차단방역노력이 더해지면서 방역의 사각지대를 메우고 있다.

(1) 덴마크

지금까지 30년 넘게 '구제역 제로 (FMD-Free)'를 기록중인 덴마크에서는 '교차 감염'을 막기 위해 농장을 지을 때부터 일종의 완충지대인 'Biosecurity Line (바이오 안전지대)'을 만들어야 한다. 또 일정 규모 이상의 우제류(소·돼지) 가축을 사육하는 농업인들은 자체 차단방역 계획을 세워 수의 전문가의 승인을 받아야 한다. 또 매일 스스로 가축의 건강 상태를 점검해 이상 증상이 발견되면 즉각 수의사에게 알려야 한다. 가축질병이 발생하면 그 즉시 일사불란하게 대응할 수 있도록 방역시스템을 체계적으로 구축해 놓은 것은 축산강국 자리를 지키고 있는 노하우이다.

(2) 영국

한국의 농촌경제연구원이 발간한 '2014-2016년 구제역백서'에 따르면 대표적인 축산선진국으로 꼽히는 영국은 살처분 정책을 기본으로 삼고 있지만 위급상황에 대비해 평상시에도 안정적인 백신공급·접종체계를 구축하고 있다. 영국정부는 9가지 계통의 항원을 2천만 회분이상 보유하고 있다. 구제역발생 5일 이내에 신속히 백신접종을 하는데 문제가 없도록 항상 준비되어져 있다.

(3) 네덜란드

2001년 대규모 구제역 사태를 계기로 방역정책을 살처분에서 백신예방접종으로 전환하였으며, 백신수급을 위

해 영국 백신제조사와 연계하고 있다. 네덜란드 역시 발생 초기 즉각적인 예방접종을 하기 위해 백신은행에 9개 계통의 백신 1천600만 회분을 상시적으로 보유하고 있다. 위급시에는 5일 안에 50만 회분을, 이어 4일마다 추가로 50만 회분씩 추가공급이 가능하도록 하는 시스템을 완벽하게 갖추고 있다.

(4) 칠레

축산강국인 칠레에서는 정부가 가축질병 확산을 막기 위해 인적이 드문 곳에 농장을 짓도록 규정하고 있다. 왜냐하면 인구 밀집 지역의 인근이거나 농장 간 거리가 1㎞ 이상 떨어져 있지 않으면 축산업 허가를 받을 수 없기 때문이다. 1980년대까지만 해도 수많은 소규모 영세 농가들이 도시 인근 인구 밀집지역에 자리잡고 있었지만, 정부와 축산업계가 협력해 대대적인 축산업 구조 개편작업을 진행한 결과이다. 그 중에서도 칠레 최대 축산기업인 'Agro Super'는 세계 최초로 이른바 '농장출입여권제'를 도입하였다. 1만 5천여 명의 근로자는 전부 농장출입여권을 발급받아야 하며, 방문객 중 가축질병이 발생한 나라를 여행한 사람은 최소 2주 전에 필요한 사전검역과 방역절차를 거쳐야 여권을 발급받을 수 있다. 여권에는 상세한 인적 사항 외에 국내외여행 및 접종기록까지 입력돼 전산으로 실시간 관리된다. 여권을 발급받았더라도 농장에 들어갈 때와 나올 때 각각 한번의 샤워와 두 번의 위생복 갈아입기를 반복해야 하며, 농장반경 3㎞에는 초소를 설치하여 24시간 운영하여 야생동물 출입 등 위험요인을 철저히 차단에 노력하고 있다.

(5) 일본

일본은 2004년부터 중앙정부의 진흥업무를 맡는 축산부와 방역업무를 맡는 소비 안전국을 분리했다. 일본은 중앙정부의 방역 관련 담당 인력만 900여명, 지자체 소속 수의사는 2천여 명이다. 평상시에도 매달 농가에서 정기적으로 보고를 하여, 사후대응보다 사전예방에 중점을 두고 있는 것이다. 구제역의 경우는 2010년 이후 한 건도 발생하지 않았다.

(6) 한국

한국의 가축전염병 방역사업은 농림축산검역본부에 의해서 운영되고 있으며, 아래와 같은 5가지 원칙으로 진행되고 있다. (a) 민·관 협력하여 공동으로 추진, (b) 정부에서는 질병에 걸린 가축을 조기에 찾아내고 질병전파를 막기 위하여 예찰 활동과 혈청검사사업을 추진, (c) 정확한 검사를 위하여 시·도 가축방역기관, 수의과대학 등에 진단액을 생산·공급하고, 진단법 등 방역기술을 개발, (d) 주요 가축전염병이 발생하면 즉각적인 역학조사 및 분석을 통한 발생원인을 규명하고 전파·확산을 방지하기 위하여 다양한 방역대책을 추진, (e) 축산농가는 사육가축의 임상 예찰과 소독 등 예방활동을 펼치며 민간방역기관에서는 농가의 소독 등 방역활동지원과 축산농가교육·홍보를 지원하고 있다. 또한 주요 가축전염병발생에 대비하여서, (a) 가축방역비상대책상황실을 설치·운영하여 24시간 비상연락망을 가동하여 상시 현장출동태세를 갖추고 있으며, (b) 농림축산검역본부 및 전국 시·도에 가축전염병신고용 전용전화를 설치·운영 중에 있으며, (c) 시·도 가축방역기관 및 관련기관과의 협조를 통하여 신속한 대응체계를 구축하고 있으며, (d) 축산농가 및 축산관련종사자의 자율방역기반확립을 위하여 방역교육과 홍보를 지속적으로 실시하고 있다.

아시아 국가들의 구제역 백신 정책

전세계적으로 구제역 백신의 연간접종 규모는 약 23억 5000만두 분으로 추정되고 있으며, 중국이 이 중 68%에 달하는 16억 두 분을 소비하고 있다. 현재 구제역 백신을 생산하는 나라는 중국, 영국, 러시아, 아르헨티나, 이집트, 인도, 필리핀, 이란, 파키스탄, 방글라데시, 스리랑카, 미얀마, 베트남, 태국 등이며 그 중 대부분이 아시아 국가들이다.

(1) 태국

태국은 이미 2000년대 800억 원을 투입해 구제역 공식 실험실을 건립하였다. 대부분 다른 동남아 국가들은 '내수용백신'이지만, 태국은 영국 백신제조사의 기술을 전수받은 국가에서 운영하는 업체가 OIE국제기준에 부합하는 백신을 생산하고 있다.

(2) 중국

중국은 1950년대부터 구제역 연구를 진행하였으며, 백신은 중국 농업부 허가를 받은 7개 기업이 직접 생산하고 있다. 중국은 매년 구제역이 발생하는 만큼, 정부의 "필수면역정책"으로 모든 돼지에게 O형 백신을 접종시키고, 모든 소에 O형과 아시아1형 백신을 접종시키고 있다. 또한 1997년부터 구제역 예방을 위한 백신 생산을 지원뿐만 아니라 중앙 정부와 지자체가 농가의 백신 구입 비용 중 30-80 %를 지원하고 있다. 2011년 OIE의 구제역 표준연구소로 중국의 '란저우 수의연구소 (兰州兽医研究所)'가 지정될 정도로 기술력과 생산력을 인정받고 있다.

(3) 일본

일본은 백신제조시설의 안전성 등을 우려해 직접백신을 생산하지는 않는다. 2010년 구제역 대란을 겪은 뒤에도 살처분 정책을 고수하고 있어 백신은 만약의 사태에 대비한 물량만 확보해 두고 있는 실정이다.

(4) 한국

2010-2011년 사상 최악의 구제역 사태를 겪은 뒤 정부가 '예방적 살처분' 방식의 대안으로 '구제역 백신정책'을 추진하고 있다.

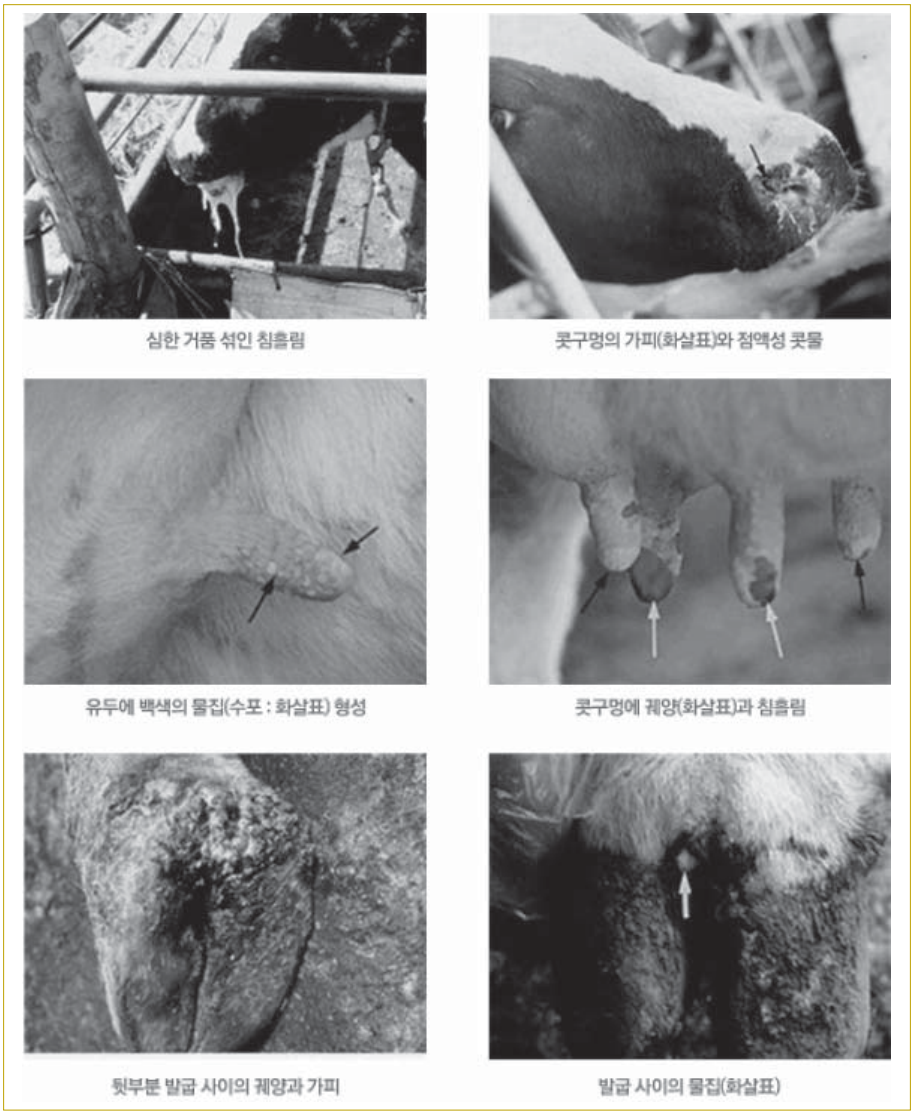

그림 2. 젖소에 나타나는 구제역 증상들 (출처:농림축산검역본부)

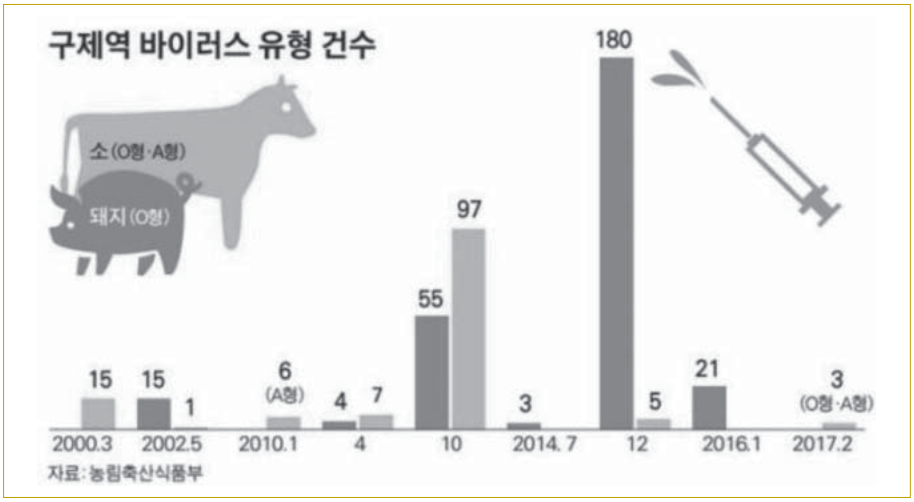

그림 3. 2000년부터 2017년 2월까지 한국에서 발병한 구제역바이러스유형건수 (출처: 농림축산식품부)

2017년 한국에서 발생한 구제역의 현황과 문제점

2017년 2월 5일, 충북 보은군 젖소사육농장에서 구제역 확진 판정이 났다(그림 2). 2016년 구제역 발생 후 11개월 만에 다시 발생한 것이며, 이 일로 보은군 농장에서 기르던 젖소 195마리는 모두 살처분 됐고, 충북 보은에 있는 소와 돼지 등 우제류 사육 농가의 5만 5000마리 가축에 긴급 백신 접종을 하였다. 또 이어서 전북 정읍의 한우 농가에서 구제역 의심 신고를 하여, 2월 6일 18시부터 2월 13일 24시까지 충북과 전북가축은 반출이 전면금지되었다. 이번 2017년 구제역 발생은 2010-2011년 사상 최악의 구제역 사태를 겪은 뒤 정부가 '예방적 살처분' 방식의 대안으로 추진해 온 '백신정책'에 대한 재점검이 요구되어진다.

(1) 다양한 백신 준비가 필요함

2010년 경기 일부 지역에서 A형이 발생하였지만, 지금까지 한국 구제역이 대부분 O형이었기 때문에 정부의 구제역 백신 정책은 'O형'을 중심으로 백신을 준비하였다. 2017년 2월 16일자 농림축산식품부 발표에 의하면, 비록 경기도 연천의 소 농가에서 A형 바이러스가 검출되었지만, 구제역 세계표준연구소의 자료 분석 결과를 바탕으로 O형과 A형에 둘 다 효능이 있다는 O+A형 백신을 그 동안 접종하여 왔다(그림3). 국제수역사무국(OIE, 또는 World Organization for Animal Health, 세계동물보건기구)에 따르면 2013-2015년 중국에서 25건의 A형 구제역이 발생하였고, 그 중 돼지에서 3건이 발생하였다. 향후 국내에 영향을 줄 수 있는 주변나라의 구제역 발생에 관해서도 지속적인 관심이 있어야 할 것이다.

(2) 백신 수입의 다양화 정책

현재 한국에서 사용하는 소 구제역 백신은 한국의 백신회사가 영국 Merial에 제조를 의뢰해 전량 수입하고 있으며, 이렇게 들여온 백신을 정부와 축협이 일선농가에 직접 공급하고 있다. 구제역이 이미 한국에 토착화했다는 점에서 한국형 백신을 개발하는 게 가장 시급한 문제이다. 일반적으로 구제역 백신의 국산화까지는 최소 3년 이상 소요되는 것으로 알려져 있기에 한국형 백신개발이 될 수 있도록 장기적인 안목에서 정부의 지속적인 투자가 요구된다.

(3) 구제역 백신관리와 사후관리의 문제점

백신 접종과 사후 관리를 농가 뿐만 아니라 정부의 지속적인 책임관리가 요구되고 있다. 현재 항체 형성률 검사를 농가당 사육 규모에 상관 없이 1마리씩만 표본 검사를 하다 보니 표본이 전체 소의 0.8%에 그치는 문제가 생길 수도 있다. 각 농장의 항체 형성률이 정확하게 조사될 수 있는 시스템이 확립되어야 할 것이다.

표 3. 구제역과 온도, 풍속, 습도와의 연관성

항목	연관성
온도	• 구제역이 발생한 지역의 평균 기온 분석결과, 평균기온이 10 ℃ 이상으로 올라야 구제역 확산세가 주춤해지는 것으로 확인
	• 한국의 기후 조건을 감안한다면 구제역의 확신과 재발생을 막기 위해서는 최소한 4월 말까지는 철저한 방역이 필요하다는 의미
	• 이들 지역에서 감염추정시기 7일간의 평균기온을 보면 영하 7.9 ℃에서 영상 9.4 ℃ 사이
	• 2014년 7월 여름철에 경북 의성에서 발생한 구제역은 극히 예외적인 상황
	• 42개 사례 전체 평균은 영상 0.9 ℃ (의성 제외시 영상 0.5 ℃)
풍속	• 구제역이 발생한 경우 일(日) 최대풍속이 초속 0.6–11.8m 범위
	• 대부분의 발생 사례에서 잠복기 7일 동안 최소한 하루는 일(日) 최대풍속이 5m이상
	• 풍속이 초속 5m면 구제역 바이러스를 충분히 실어 나를 수 있는 바람의 세기
	• 구제역 바이러스는 RNA 한 가닥만 갖고 있는, 크기가 작은 바이러스여서 바람이 강하면 그만큼 멀리 퍼질 수 있음
	• 실제로 2001년 유럽 사례를 보면 영국에서 발생한 구제역이 영불해협을 건너 프랑스까지 전파됨 (구제역 바이러스는 200 km 이상 떨어진 지역까지 이동이 가능함)
습도	• 잠복기간 동안의 상대습도 평균치는 53–80%로 조사
	• 습도가 너무 높지도, 너무 낮지도 않은 수준
	• 습도가 너무 높으면 바이러스의 유전물질인 RNA가 파괴될 수도 있지만 이런 현상은 거의 없음
	• 실례로, 영국에서 프랑스까지 구제역 바이러스가 장거리 이동한 것은 바다 위를 이동하는 동안 높은 습도에 노출됐기 때문인데, 바이러스도 생명체이기 때문에 습도가 높으면 생존율도 높아짐

구제역 발생에 영향을 주는 요인들

2010–2017년 한국에서 구제역 확진 판정을 받은 지역을 살펴보면, 2010년 8곳, 2011년 1곳, 2014년 9곳, 2015년 14곳, 2016년 6곳, 그리고 2017년 현재 4곳으로 총 42곳이다. 또한 한국에서 발생한 구제역 발생지역의 기온, 풍속, 습도와의 연관성은 표 3에 정리되어 있다.

구제역으로 인한 사람 및 축산식품의 안전성

(1) 구제역이 사람이 감염될 위험은 거의 없는가?

발굽이 하나거나 없는 말 · 개 · 고양이에게는 발병하지 않는다. 발굽이 두 개인 소 · 돼지 · 양 · 염소 같은 동물에게만 치명적이다. 세계동물보건기구(OIE) 등에 따르면 구제역이 전 세계적으로 확산하기 시작한 1920년대부터 사람감염 가능성에 대한 연구가 활발히 진행되었으며, 여러 조사와 실험에서 결론은 비슷하였다. 사람은 거의 걸리지 않고 감염돼도 수포와 가벼운 감기 증상만 보인 뒤 자연 치유됐다. 사람 대 사람 전염 사례는 한 건도 없다. 이유인즉 사람의 세포 자체는 구제역 바이러스를 받아들이기 어려운 구조이기 때문이다.

(2) 사람에게 전염되지 않으면 소 · 돼지를 접촉해도 되는가?

접촉을 피해야 한다. 사람이 바이러스를 옮기는 매개체가 될 수 있어서다. 2000년대 이후 구제역을 옮긴 매개체는 대부분은 사람이었다. 자동차 바퀴와 신발, 옷 등에 묻은 구제역 바이러스가 다른 가축 농장으로 전파되면서 피해를 키웠다. 사람이 옮긴 사료, 물, 각종 기구로 바이러스가 확산한 사례도 있었다. 구제역 증상이 나타나기 전의 가축도 바이러스를 내뿜으니 접촉을 아예 피하는 게 좋다.

(3) 우유나 쇠고기, 돼지고기는 안전한가?

구제역은 열과 산(酸)에 약하다. 또한 섭씨 50도 이상이면 죽기에 살균 처리를 거친 시판 우유, 익힌 고기로 인한 공중보건학적인 위험은 제로라고 할 수 있다(표 4).

표 4. 구제역 바이러스의 사멸조건

	처리조건	사멸여부
구제역 바이러스	50℃ 에서 30분 이상만 가열	사멸
우유	150℃ 이상에서 멸균하는 '멸균우유'	사멸
	76℃ 이상에서 7초간 가열하면 파괴	
소고기	익혀 먹는 조건의 온도	사멸
돼지고기	익혀 먹는 조건의 온도	사멸
소고기육회	육회는 소의 근육 부위인데 근육은 우유와는 달리 구제역 바이러스가 잘 살지 못하는 부위	사멸
사람	사람의 몸에 구제역 바이러스가 들어 오더라도 강력한 위산에 의하여 다 죽음	사멸

구제역 바이러스로 오염된 비살균 원유나 저온살균 우유를 섭취하였을 때 발생할 수 있는 공중보건학적 영향을 평가하기 위해서 관련 연구논문을 검토하고 분석되었다. 구제역은 매우 드문 인수공통전염병으로 간주되어있는데, 이것은 비록 구제역이 사람에게 감염되지만, 그 질병 발생률은 극히 드물기 때문이다. 1921 년이래 40 건이 넘는 사람 감염사례가 보고되었다. 보고에 의하면 모든 사람 감염사례는 가까운 동물접촉 또는 저온 살균하지 않은 우유의 섭취에 의한 것으로 밝혀졌다. 하지만 저온 살균된 우유 또는 유제품의 섭취에 의해서는 구제역의 사람 감염 사례는 없었다. 구제역에 감염된 동물의 우유로 구제역 바이러스가 배출되는 것이 입증되었다. 현재살균을 위한 다양한 방법이 존재하고 있으며, 정치식(batch) 또는 연속식(continuous) 살균방법은 우유에 존재하는 구제역 바이러스의 양을 크게 줄이고 비활성화시킨다. 따라서 이러한 살균 방법으로 처리된 우유를 섭취하면 사람의 구제역 감염 위험성을 현저하게 줄일 수 있다. 더 나아가서 Ultra High Temperature (UHT) 살균법은 우유에서 구제역 바이러스가 완전히 제거되는 것으로 나타났다. 결과적으로 첫째, 공중보건에 있어서 구제역은 큰문제로 간주되지 않는다. 왜냐하면 실제로 가축에는 감염이 발생하더라도 사람에게 감염 될 위험은 거의 없기 때문이다. 둘째, 현재 사용되고 있는 살균법으로 처리된 우유를 섭취한 결과 사람 또는 동물의 구제역 감염을 예방하기에 충분하다. 따라서 낙농유업체는 식품 안전 및 품질관리 프로그램을 반드시 확립하여야 하며, 분기별로 살균장비점검을 실시하여 적절하게 처리공정이 준수되고 있는지 확인하여야 한다. 셋째, UHT 방법은 우유에서 구제역 바이러스를 완전하게 제거하여 구제역 감염의 위험을 없앨 수 있다.

육회도 걱정할 수준이 아닌데, 왜냐하면 살아있는 바이러스를 섭취해도 위산에 의해 소멸되기 때문이다(표 4). 바이러스는 근육이나 지방이 아닌 젖, 침, 콧물 등 각종 분비물에 주로 존재한다.

(4) 이번 바이러스가 해외에서 유입되었는가?

보은과 정읍에서 나온 O형 바이러스는 '중동 · 남아시아형 인도 2001' 타입이다(그림 3). 2014-2016년에 국내에서 발생한 O형 바이러스와 종류가 다르다. 해외에서 유입됐을 가능성이 큰 이유다. 연천에서 나온 A형 바이러스의

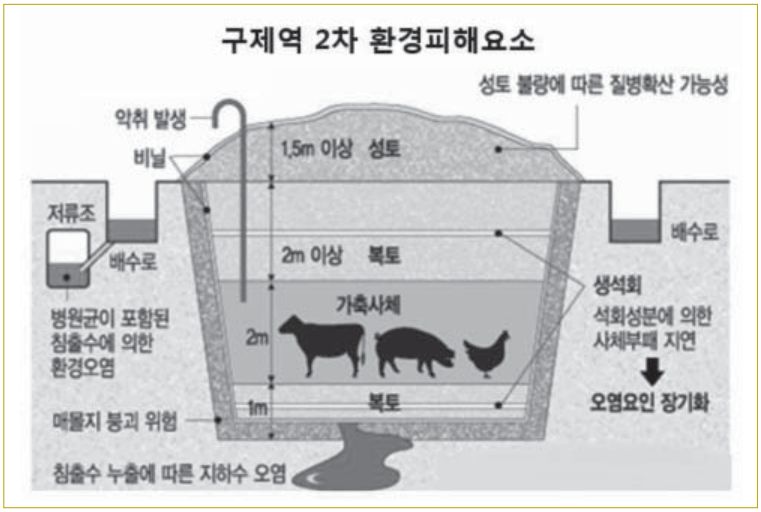

그림 4. 구제역으로 살처분된 가축들 의한 2차 환경피해 요소들
(출처: 김정수 등, 2011; 조희남, 2014; 허인량 등, 2014))

유전자형은 분석 중이다(그림 3). 유입 경로는 확인되지 않았다. 구제역은 공기와 물로도 전파될 만큼 감염성이 강하다. 침이나 젖은 물론 소의 입김만으로도 옮겨진다. 육지에서 50㎞, 바다에선 바람을 타고 250㎞까지 이동한다. 외국인 근로자나 수입한 건초 사료를 통해서도 바이러스가 유입됐을 가능성이 있다.

(5) 살처분만이 해결 방법인가?

구제역은 백신정책과 살처분 정책을 동시에 적용한다. 공기를 통해서 빨리 전염되는 구제역 바이러스를 막기 위해 발생농가에선 살처분을, 그 주변에는 백신접종을 하는 것이다. 하지만 살처분으로 인하여 발생하는 2차 환경피해 요소들에 관해서도 많은 관심을 가져야 할 것이다(그림 4).

구제역 발병으로 육류와 우유 공급의 원활한 유통이 가능한가?

구제역 발생으로 2017년 1월31일 ㎏당 1만5653원이었던 한우 1등급 지육 가격은 2017년 2월8일 1만7242원으로 10.2% 상승했다 (축산물품질평가원). 구제역이 발병하지 않은 돼지고기도 2017년 1월31일 1㎏당 4329원에서 2017년 2월8일에는 4757원까지 9.9% 올랐다(도매가 기준). 소매업도 현재 구제역 영향권에 들어갔는데, 보통 가축질병이 발생하면 소비심리가 악화되며 육류가격은 초창기에는 떨어졌다가 이내 상승하는 모습을 보이는데, 2017년 2월9일부터 가격이 하락하며 '구제역도입기'에 들어간 것이다.

향후, 이번 구제역 발병으로 많은 피해를 입게될 축산식품의 생산, 관리, 판매, 소비를 원활하게 해결하기 위해서는 정부 및 각계전문가들의 모임을 통해서 중 · 장기적인 대책을 반드시 세워야 할 것이다.

구제역 백신에 대한 정부의 지속적인 교육과 축산농가의 책임감

한국에서 가장 많은 16만2천621마리(40%)의 젖소를 키우는 곳이 경기도이며, 이번 구제역 발생시 가장 적극적으로 구제역 방역을 실시하였다. 그런데 일부의 극소수 농장주들은 구제역 백신 접종으로 유량 감소나 유산에 대한 우려 때문에 백신 접종을 꺼리는 것으로 조사되었다. 실제로 농림축산검역본부가 2017년 2월 5일 올해 첫 구제역이 발생한 충북 보은의 젖소 농가(195마리)에서 3㎞ 이내

표 5. 구제역 백신 접종시 장점과 단점

장점	단점
▶ 예방을 통해 발생을 최소화. ▶ 매몰처리에 의한 자원손실, 환경문제, 동물복지문제 및 소비자 혐오감등해소. ▶ 이동통제 및 소독에 따른 경제적 손실(방역비, 지역이미지 감소 등) 최소화.	▶ 예방접종 가축에 대한 사후관리가 제대로 되지 않을 경우 일부 예방접종가축이 전염원(Carrier) 역할을 하며 다른 가축에게 바이러스를 퍼뜨릴 수 있음. ▶ 소 등 반추동물은 백신접종 후 항체가 형성되는 과정에서 구제역에 감염될 경우 바이러스가 특정부위(인후두 등)에 숨어있는 경우가 있으며, 해당 가축은 임상증상을 보이지 않기 때문에 확인 · 제거가 어려움. ▶ 인후두에 숨어있는 바이러스는 항체에 의해 제거되지 않기 때문에 상황에 따라 임상증상 없이 몸 밖으로 바이러스를 배출할 수 있음 (약 3년). ▶ 혈청검사를 통해 구제역 감염축을 확인할 수 있으나 자연감염에 의한 것인지 백신접종에 의한 것인지 감별이 어려워 백신을 접종한 가축이 모두 도태될 때까지 관리가 필요하게 되어 현지매립에 비해 과다하게 인력, 예산이 소요됨. ▶ 소, 돼지, 사슴 등 모든 우제류에 대해 예방접종을 할 경우 매년 접종해야 하기 때문에 매몰 비용보다 많은 예산이 소요됨. ▶ 접종시 청정국 지위를 인정받지 못해 돼지고기 등 축산물 수출이 곤란하다. 동등성 원칙에 따라 중국과 같은 구제역 발생국으로부터 수입위생조건 체결시 불리한 입장에 직면하게 됨. ▶ 백신을 접종한 가축의 축산물을 공급할 경우, 소비자 신뢰가 저하되어 전체 축산물 소비가 감소할 우려가 있음.

거리인 11개 젖소 농가(1천140마리)를 조사한 결과 평균 73%의 젖소에서 구제역 항체가 확인됐다. 이 중 5개 농가는 항체 형성률이 정부 권고 기준인 80% 미만이었다.

따라서 정부에서는 지속적인 검사와 백신 미접종시 불이익을 주는 다양한 형태의 감점제도(Penalty system)를 도입하려는 정책이 완전히 적용될 수 있도록 강력한 노력이 필요하다.

축산농가 및 축산관련 종사자의 책임감 있는 방역기반 시스템을 확립하기 위해서 방역교육과 홍보를 지속적으로 실시하며, 백신접종에 대해서는 기록일지를 작성 · 제출하는 등 축산농가 점검이 필요할 것으로 사료된다. 일반적으로 알려진 구제역 백신 접종시 장점과 단점은 표 5에 간략히 정리되어 있다.

결론

바이러스성 인수공통전염병에 속하는 구제역(Foot-and-Mouth disease, FMD)은 Picornaviridae에 속하는 구제역 virus에 의해 전파되는 우제류 질병으로 한번 발생하면 전염 범위가 넓고 전염력이 매우 높다. 현재까지 구제역 예방법은 있지만 치료법이 없어서 구제역에 걸린 가축은 가축전염예방법에 따라 모두 살처분하는 실정이다. 올해 2017년 2월 한국에서 구제역이 발생하여 현재까지 국가차원에서 구제역 확산을 막기 위해서 많은 노력을 하고 있다. 또한 구제역으로 인한 축산식품의 생산, 관리, 판매, 소비에 관해서도 집중관리를 하고 있다. 이번에 구제역을 통해서 축산강국(칠레, 유럽 등등)의 국가방역체계와 축산농가의 책임감 있는 자세를 반드시 배워야 할 것이다.

2010년 경기 일부 지역에서 A형이 발생했는데도 그 동안 한국 구제역이 대부분 O형이었다는 이유만으로 정부의 백신정책은 오로지 O형에만 초점이 맞춰져 온 것은 사실이다. 국제수역사무국(OIE, 또는World Organization for Animal Health 세계동물보건기구)에 따르면 2013-2015년 중국에서 25건의 A형 구제역이 발생하였으며, 이 중 3건은 돼지였다. 따라서 향후 백신정책을 세울 때 주변국의 상황도 함께 반드시 고려되어야 할 것이다. 또한 백신을 전량수입에 의존하고 있는 현 상황에서 한국형 백신 개발로 안정적인 백신공급이 될 수 있도록 많은 투자와 연구가 절대적으로 요구된다. 구제역으로 인하여 국민들이 인체감염여부와 축산식품의 안전성에 대한 오해가 없도록 홍보가 제대로 진행되어야 할 것이다. 구제역은 백신 정책과 살처분 정책을 동시에 적용하고 있는데, 특히 살처분으로 인한 2차 환경피해가 되지 않도록 정부에서도 많은 관심과 제도를 정비하여야 할 것이다.

결론적으로 이번 구제역 발병으로 정부와 축산농가 및 축산관련 종사자는 책임감을 가지고 (1) 방역기반시스템을 재확립, (2) 방역교육과 축산식품의 안정성에 관한 홍보를 강화, (3) 의무적인 백신접종이 진행되도록 백신기록일지를 작성하여 제출하는 방법으로 변화되어야 할 것이다.

감사의 글

건국대학교 식품안전건강연구소(Center for One Health)의 지원에 감사합니다.

참고 문헌

1. Berrios, E. P. (2007). Foot and mouth disease in human beings. A human case in Chile. [Fiebre aftosa en seres humanos. Un caso en Chile] Revista Chilena De Infectologia : Organo Oficial De La Sociedad Chilena De Infectologia, 24(2), 160-163.

2. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). 2012. Hand, Foot, and Mouth Disease Caused by Coxsackievirus A6, Japan, 2011. Emerging Infectious Diseases, 18(2):237-339

3. Donaldson AI. 1997. Risks of spreading foot and mouth disease through milk and dairy products. Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz. 16:117-124.

4. Harder, D. and Minicucci, L. 2010. Foot-and-Mouth Disease: Public Health Implications for Human Consumption of Pasteurized Milk. http://www.fmdinfo.org/CMDocs/FMDInfo/University%20of%20Minnesota%20FMD%20Pasteurization%20Report%20FINAL.pdf. Accessed on February 24, 2017

5. Lyons NA, Alexander N, StärkKD, Dulu TD, Sumption KJ, James AD, Rushton J, and Fine PE. 2015. Impact of foot-and-mouth disease on milk production on a large-scale dairy farm in Kenya. Prev Vet Med. 120:177-186.

6. Mayor, S. (2001). UK investigates possible human cases of foot and mouth disease. BMJ (Clinical Research Ed.), 322(7294), 1085.

7. Mayr GA, O'Donnell V, Chinsangaram J, Mason PW, and Grubman MJ. 2001. Immune responses and protection against foot-and-mouth disease virus (FMDV) challenge in swine vaccinated with adenovirus-FMDV constructs. Vaccine 19: 2152-2162.

8. Prempeh, H., Smith, R., and Muller, B. (2001). Foot and mouth disease: The human consequences. the health consequences are slight, the economic ones huge. *BMJ (Clinical Research Ed.), 322(7286)*, 565-566.

9. Spickler AR and Roth JA. 2012. Inactivation of foot-and-mouth disease virus in milk products. http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjuwNiFsJPSAhXBbrwKHStJCrgQFggZMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.cfsph.iastate.edu%2Fpdf%2Finactivation-of-foot-and-mouth-disease-virus-in-milk-products&usg=AFQjCNEC245DwIvOXemYRuix-O1P3p0p9w&bvm=bv.147134024,d.dGc. Accessed on February 13, 2017.

10. Sumption K, Rweyemamu M, and Wint W. 2008. Incidence and distribution of foot-and-mouth disease in Asia, Africa and South America; combining expert opinion, official disease information and livestock populations to assist risk assessment. TransboundEmerg Dis. 55:5-13.

11. Yoo HS. 2011. Foot and Mouth Disease: Etiology, Epidemiology and Control Measures. Infect Chemother 43:178-185.

12. 강경선, 김기석, 김석, 김태중, 김현석, 백병걸, 서건호, 이범준, 이영순, 이영주, 이재일, 이존화, 이후장, 임운규, 최농훈, 홍종해, 황규계. 2010. 식품위생학. 문운당.

13. 구제역 백신 정책의 실효성 제고를 위한 정책 토론희. "구제역백신정책, 앞으로 나아갈 길". 2015년 8월 25일. 한돈 연구 회주최. http://cfile1.uf.tistory.com/attach/24704F4D55DD073B03B84A. Accessed on February 15, 2017.

14. 김정수, 고도현. 2011. 구제역으로 인한 환경 오염과 대책. 한국 환경보건학회 발제문. http://ecoinstitute.re.kr/2011/07/22/%ED%95%9C%EA%B5%AD%ED%99%98%EA%B2%BD%EB%B3%B4%EA%B1%B4%ED%95%99%ED%9A%8C-%EB%B0%9C%EC%A0%9C%EB%AC%B8-%EA%B5%AC%EC%A0%9C%EC%97%AD-%EC%9C%BC%EB%A1%9C-%EC%9D%B8%ED%95%9C-%ED%99%98%EA%B2%BD%EC%98%A4/. Accessed on February 15, 2017.

15. 농림축산검역본부.구제역이란 - 구제역-가축방역-동물방역. https://www.qia.go.kr/animal/prevent/ani_pig_footmouth.jsp. Accessed on February 10 2017.

16. 농림축산식품부. 구제역. http://mafra.go.kr/search/totalSearch.jsp. Accessed on February 11. 2017.

17. 서건호, 현지연, 송광영. 2011. 식중독 바이러스와 안전성-식품안전총서 5. 한국식품안전연구원.

18. 서건호. 2014. 식품과 인수공통전염병-식품안전총서 11. 한국식품안전연구원.

19. 조희남. 2014. 지하수 오염 탐사장비 및 오염방지 기술개발 [최종보고서(2014.04)]. 환경부. http://library.me.go.kr/search/DetailView.ax?sid=4&cid=5611164. Accessed on February 15, 2017.