

구제역 매몰지에 대한 기술 및 정책적 대응 방안[†]

Technology and Policy Measures for Landfill Sites of Foot-and-Mouth Disease in Korea

고창룡(Chang-Ryong Ko)*, 설성수(Sung-Soo Seol)**

목 차

- | | |
|-----------------|-----------------|
| I. 서 설 | IV. 사후관리 정책과 한계 |
| II. 한국적인 구제역 대응 | V. 기술적 능력 검토 |
| III. 기존연구 | VI. 결 론 |

국 문 요 약

구제역은 급성 가축전염병으로 대규모 경제적 피해를 유발하므로 발생초기부터 확산방지와 소멸을 위해 범국가적으로 대응한다. 2010-11년 발생 시에는 347만여 두가 살처분되어 4,500여개의 가축매몰지가 조성되었고 가축전염병예방법에 의거 3년간 발굴이 금지되어 있다. 그러나 2013년 12월부터 발굴금지가 해제되는데 현장의 문제에 대응할 수 있는 정책은 없다. 따라서 본 연구는 현장의 문제를 기술 및 정책으로 대응하는 방향에 대하여 논한다. 이를 위해 현장 요구기술의 유형을 분류하고, 각 유형에 대응할 수 있는 기술여부를 검토하기 위해 국내 특허를 분석하였다. 국내 특허는 총 69건이었지만 현장을 위한 활용성은 높지 않거나 거의 없었다. 특허분석은 국내 특허에만 국한하였지만, 한국형 매몰과 살처분은 세계에서 유일한 것이기에 국내 특허분석에만 국한한 것이다. 또한 세계에서 유일한 상황이었다는 점에서 본 연구에서의 관련 기술분류, 나아가 필요기술별 기술적인 대안 검토는 세계 최초라 할 수 있다. 결론부분에서는 본 연구를 바탕으로 관련 법률과 사후관리 정책의 보완을 제안한다.

핵심어 : 구제역, 가축매몰지, 구제역 사후관리, 매몰지 관리기술

※ 논문접수일: 2013.8.25, 1차수정일: 2013.11.25, 게재확정일: 2013.12.2

* 레노바레컨설팅 대표 및 한남대학교 경제학과 겸임교수, koh1278@naver.com, 031-464-1278

** 한남대학교 경제학과 교수, s.s.seol@hnu.kr, 042-629-7608, 교신저자

† 본 연구는 환경부 “토양·지하수오염방지기술개발사업”으로 지원받은 과제이며, 이에 감사를 드립니다.

ABSTRACT

In 2010-11 outbreak of foot-and-mouth disease, around 3,5 million livestock were slaughtered and buried at more than 4,500 landfill sites. These landfill sites have been managed according to the Domestic Animal Infectious Disease Control Law. However, the control will be removed from December 2013 since the control period is 3 years. That means the sites will be reused without any interference. In this situation, if the buried livestock has not fully resolved and opened to surface, many dangerous happening is expected.

This study explores technology and policy measures to meet the expected problems after December 2013. We will suggest the structure of technology for management of landfill sites based on the needs of the sites, and we will analysis Korean patents under this classification. This is the first try in the world because Korean style of landfill is unique. Based on analysis, we will suggest policy recommendations.

Key Words : Foot-and-mouth disease, Livestock landfill site, Follow-up management, On-site technical requirements

I. 서 설

구제역은 자주 발생하는 가축전염병이 아니라 간혹 발생한다. 그런데 2010년 11월 발생한 구제역은 그 규모에 있어서 국가 전체에서 비상사태가 발휘될 정도로 큰 사건이 되었다. 초기에는 일부지역에서 가끔 발생할 수 있는 사건으로 간주되었으나, 11개 시·도 75개 시·군에서 126일간 발생하여 국가적인 비상사태 선포까지 연결된 것이다.

구제역은 발굽이 둘로 갈라진 동물에서 구강과 비강, 유두, 발굽 등의 부위에 물질이 발생하고, 체온이 급상승하는 등의 증세가 나타나는 급성 전염병이다. 구제역이 지니는 국가적인 의미는 크게 두 측면에서 나타난다. 하나는 이 전염병이 사람에게 전염되지 않지만, 감염된 가축을 먹을 수 없다는 점에서 국민들의 식생활을 위협한다. 둘째는 경제적인 측면으로 감염 사례가 있게 되면 세계적으로 인정되고 있는 청정국가 지위를 잃게 되므로 관련 축산상품의 수출이 제한되고, 반대로 수입 압력이 높아진다. 농업의 상당한 기반을 차지하는 축산업의 붕괴로 이루어지는 것이다.

이러한 문제로 구제역이 발생하면 어느 국가이든 정부는 확산을 막기 위해 발생지역을 극도로 통제함과 동시에 빠른 시간에 대상 가축들 전체를 살처분 한다. 실제로 2010년 11월 발생 구제역의 확산속도는 도로 실거리 기준으로 하루 평균 71.1Km로 분석된 바(최석근 외, 2012)와 같이 바이러스가 빠르게 전파됨에 따라 발생지역의 전염된 가축은 물론이고 인근지역에 있는 가축들까지 모두 살처분하게 되는 것이다.

2010-11년¹⁾ 발생한 구제역으로 총 347만여 두의 소와 돼지가 살처분 되었고, 4,500여 곳에 매몰되었다. 당시 국가적으로 이러한 큰 사태에 대한 경험이 없었고, 구제역에 어떻게 대응해야 하는 지에 대한 체계적인 지침도 미흡한 상황에서 빠른 시간 내에 해당 가축을 살처분하고 매몰해야 했다는 문제가 존재한다. 따라서 걱정하지 않은 곳에 매몰한 경우도 있고, 매몰이 대충 이루어져 홍수 등으로 인해 노출되기도 하였고, 침출수가 나오기도 하였다.

가축매몰지가 노출된 경우라면 가축뿐 아니라 사람에게도 위해요인이 될 수 있다. 또한 침출수가 나오면 인근 농작물을 오염시키게 되고, 상수도로 유입되면 보이지 않는 위해요인으로 작용되기도 한다. 유출된 침출수에 어떠한 성분이 있는지 알 수 없기 때문이다. 그런데 거의 절반 수준(48%)에 달하는 가축매몰지가 경기도 지역이고 이들 중 상당수는 한강 상수원 지역에 위치하고 있다.

더욱 심각한 것은 가축매몰지가 가축전염병예방법 제24조에 의거 3년간 발굴 금지되지만

1) 구제역은 2010년 1월과 4월, 그리고 11월에 발생했다. 이중 11월에 발생한 구제역은 2011년 4월까지 지속되었다. 따라서 2010-11년 구제역은 2010년 11월부터 2011년 4월까지 발생한 구제역을 의미한다.

2013년 12월부터 일시에 해제되어 이들 부지를 활용해도 제어할 방법이 없다는 점이다. 통상적으로 매몰된 생명체는 시간이 흐르며 소멸된다. 땅속에서의 소멸은 소가 조금 빠르고 돼지는 아주 느리다고 보고되고 있는데, 문제는 현 시점에서 땅속 상황을 정확히 모른다는 점이다.

이에 따라 본 연구는 구제역 매몰 이후 어떠한 상황이 전개되고 있고, 어떠한 문제가 있으며, 이를 해결하는 수단은 어떠한 것이 있는지를 검토하고자 한다. 특히 기술적인 측면에서 심층 분석하여 기술적인 대안을 제시함으로써 관련 법률의 보완 및 정책관점에서의 대응 방안을 제기하고자 한다.

논문은 2장에서 구제역이 무엇이고, 한국에서의 발생상황이 어떠한지를 살펴본다. 이어 3장에서는 관련 연구를 살펴보고, 연구동향에서 부족한 점이 무엇인지를 검토한다. 나아가 4장에서는 가축매몰지를 관리하는 정책이 어떻게 전개되었고 어떠한 한계가 있는지를 분석하고, 5장에서는 문제를 해결하기 위한 기술적인 대안들이 무엇이 있고, 현장에서는 어떠한 해결을 원하는지를 검토한다. 이어 결론에서는 기술적인 해결책의 가동을 위하여 필요한 정책적인 대안을 제시한다.

II. 한국적인 구제역 대응

1. 발생패턴

구제역은 크게 직접접촉, 간접접촉, 대기 등의 세 가지 유형으로 전파된다(김정호 외, 2011). 구제역은 감염된 동물의 수포액, 침, 정액, 호흡공기, 분변 등에 직접 접촉하거나, 사람, 차량, 의복, 물, 사료, 기구 등을 통해 간접적으로 전파된다. 또한, 대기를 통해 하루에 육지에서는 60Km, 바다에서는 250km까지 전파(김정호 외, 2011)되는 것으로 알려졌으나, 2010-11년에는 육지에서 도로를 기준으로 71.1km까지 전파되었다고 제시한다(최석근 외, 2012). 축종별로는 돼지의 구제역 감염률 전파 속도가 소보다 약 3,000배 이상 빠른 특징이 있다(강진영 외, 2011).

구제역 바이러스는 전염력이 강한 특징으로 인해 우리나라에서는 1급, 국제수역사무국(Office International des Epizooties, OIE)에서는 A급 가축질병으로 분류된다. 하지만, 국제수역사무국과 미국 농무부는 구제역의 경우 탄저병, 브루셀라, 조류인플루엔자 등의 인수공통 전염병(zoonosis)과 달리 인체에 영향을 주지 않는다고 발표했다(김정호 외, 2011).

국내에서 구제역 발병이 처음 보고된 것은 지난 1911년이다. 당시 소 15두에서 구제역이

처음 발생된 이후 1938년까지 거의 매년 발생하였다. 이후 1935년부터 1999년까지는 발생되지 않았으나, 2000년 3월과 2002년 5월에 다시 발생하였으며(농림부, 2003) 이후 2010년 상반기, 그리고 같은 해 11월부터 2011년 4월까지 발생하였다 (국립축산과학원, 2011; 김정호 외, 2011; 중앙재난안전대책본부, 2011).

구제역은 한국만이 아닌 전 세계에서 발병하는 가축질병이다. 국제수의사무국에 따르면 2008년에는 전 세계 38개 국가에서 발병했고, 2009년에는 앙골라, 바레인, 중국, 대만, 이집트, 이스라엘, 쿠웨이트, 레바논, 말라위, 나미비아, 팔레스타인, 남아프리카, 아랍 에미리트 등 13개 국가에서 발생하였다.²⁾

2. 살처분 방법

가축 살처분은 구제역, 조류독감 등의 가축전염병 발생으로 치료가 불가능하거나 전염력이 매우 높아 대규모의 경제적 피해가 예상될 때 확산 방지 및 조기 근절을 위해 감염동물과 감염 위험 동물을 죽여 없애는 조치이다. 2010-11년 구제역 당시 약 347만두가 대량으로 살처분된 배경도 감염 위험이 높은 가축에 대한 예방적 살처분이 포함되었기 때문이다.

살처분된 가축의 사체를 처리하는 방법은 <표 1>과 같이 각국의 상황에 따라 다양하다. 공통적으로 사용하는 방법은 매몰(landfill)과 소각(burning), 랜더링(rendering) 등이며, 일부 국가에서는 발효소독과 퇴비화, 식용 등의 방법도 활용한다.

<표 1> 질병 감염 가축처리 방법

구 분	매몰	소각	랜더링	발효소독	퇴비화	식용공급
한 국	○	○	일부질병			
일 본	○	○	○	가금류		
호 주	선호	매몰불가시	○		○	일부질병
미 국	○	○			가금류	
EU	○	○	SRM처리 승인시설			일부질병
영 국	감염동물	감염동물	예방살처분, 가금류			

주1. : 국가별 질병 감염 가축 처리방법은 축종 및 처리상황별 허용기준임

주2. : SRM은 광우병 감염 소의 특정 위험 물질(specified risk materials)을 의미함

자료 : 김정호 외(2011), 141쪽을 재구성하여 재인용

2) <http://www.oie.int/en/animal-health-in-the-world/fmd-portal/about-fmd/disease-information/>

미국 농무부는 매물처리 방법을 구덩이매물, 매립, 대량매물 등으로 구분한다(국립환경과학원, 2012). 구덩이매물은 구덩이를 파고 가축 사체를 넣어 매우는 방법으로 농장 내에서 손쉽게 활용 가능한 방법이다. 매립은 공학적으로 설계된 전용시설 또는 쓰레기 처리시설 등을 이용하여 가축 사체를 처리하는 방법이다. 매립장을 설치하기 위해서는 인근 주민과 대중들의 동의가 필요하며, 아직 국내에서는 사용되지 않고 있다. 또한 대량매물도 구덩이매물과 같으나 대형이고 구조화된 매물이라는 차이가 있다. 부지를 사전에 선정하는 경우 매립과 유사하며, 긴급한 상황에서는 인근지역에 매몰하는 것이 일반적이다.

〈표 2〉 매물처리 방법별 장·단점 비교

구분	구덩이매물	매립	대량매물
정의	• 구덩이를 파고 동물 사체를 넣어 매우는 방식	• 사전 준비된 공학적 처리시설에 매립하는 방식	• 여러 부지에서 처분된 동물 사체의 대량매물 방식
장점	• 단순한 실행계획 및 기술 • 운반 및 경제적 매물	• 사전 준비된 대량의 처분시설 • 광범위한 지리학적 분산	• 대량의 가축사체 처리 • 응급상황시 효율적 처리
단점	• 토지사용 및 가치에 영향 • 환경에 대한 잠재적 영향 • 공중보건에 대한 우려	• 주민 동의 필요 • 장기적 관리 필요 • 상대적으로 높은 비용	• 부지 개발/사용 주민반대 • 장기적 모니터링과 관리

자료 : 국립환경과학원(2012), 가축매물지 관련 자료집, 재정리

지난 2001년 영국에서 구제역 발병했을 때 여러 지역에서 살처분된 가축 사체를 수집하여 대량매물방식을 채택하였다. 하지만, 국내의 구제역긴급행동지침에는 질병확산을 방지하기 위한 방역선 개념이 존재하기 때문에 살처분 가축의 이동이 제한된다. 이러한 규정으로 발생 농장 내 처리를 원칙으로 하기 때문에 대규모 축산농장에서 대량매물이 발생된다.

3. 한국의 대응

한국의 매물은 다른 나라의 매물에 비해 독특하다. 첫째, 빠른 구제역 전파속도로 빠른 처리가 요구되었다. 두 번째, 감염가축 혹은 추가 감염 우려가 있는 가축의 살처분을 위해 이동시 인구밀집지역을 통과하지 않고 다른 지역으로의 이동도 불가능했다. 심지어 같은 지역 내 다른 장소로의 이동도 인구밀집지를 지나야 할 정도이었다. 세 번째, 국가 이외에는 가축매물지를 제공할 토지소유주가 없어서 발생지역 바로 인근의 국공유지나 발생 농장의 공터가 매몰지역으로 선정되었다. 축산농가 바로 옆에 대부분의 가축매물지가 존재하고 있는 것이다. 네 번째, 축산농가 중에는 수만 두를 기르는 경우도 있어서 가축매물지가 큰 곳은 몇 만두가 매몰되어야 할 정

도이었다. 따라서 빠른 시간 내에, 발생현장에, 대량으로 매몰해야 하는 상황이 발생한 것이다.

2010-11년 구제역으로 살처분된 가축을 축종별로 살펴보면, 돼지가 전체 95.4%에 해당하는 332만두이며, 소는 4.3%에 해당하는 15만두이다. 지역별로는 경기도가 전체 49.9%로 가장 많으며, 충청남도 13.4%, 경상북도 12.3%, 강원도 11.9%, 충북 9.7% 등이다. 가축매몰지는 경기도가 2,202개소(48.0%)로 가장 많으며, 경상북도 24.5%, 강원도 10.3%, 충남 8.9% 등이다. 경상북도의 경우 살처분된 가축 두수가 전국의 12.3%임에도 가축매몰지는 24.5%인 것은 타 시도보다 소 비중이 높으며, 소규모 축산농가가 많은 것에 기인한다.

〈표 3〉 시도별 구제역으로 살처분된 가축 및 매몰지 현황

구 분	농가수	축종별 살처분 두수					구제역 매몰지	비고 (AI매몰지)
		소	돼지	염소	사슴	합 계		
경 기 도	2,360	67,835	1,664,669	1,144	1,854	1,735,502	2,202	75
경상북도	2,152	52,393	372,310	3,768	189	428,660	1,124	11
강 원 도	661	19,393	392,740	995	202	413,330	470	-
충청남도	427	2,298	463,726	69	57	466,150	407	10
충청북도	423	6,624	327,936	1,854	209	336,623	229	-
경상남도	87	9	59,771	81	31	59,892	73	1
인 천 시	115	2,202	20,374	152	186	22,914	64	-
전라북도	2	-	12,531	-	-	12,531	2	4
대 전 시	1	-	2,150	-	-	2,150	1	-
울 산 시	8	-	893	-	-	893	6	-
대 구 시	2	110	561	-	-	671	3	-
부 산 시	2	-	638	8	-	646	2	-
광 주 시	-	-	-	-	-	-	-	3
전라남도	-	-	-	-	-	-	-	112
합 계	6,240	150,864	3,318,299	8,071	2,728	3,479,962	4,583	216

자료 : 중앙재난안전대책본부(2011)

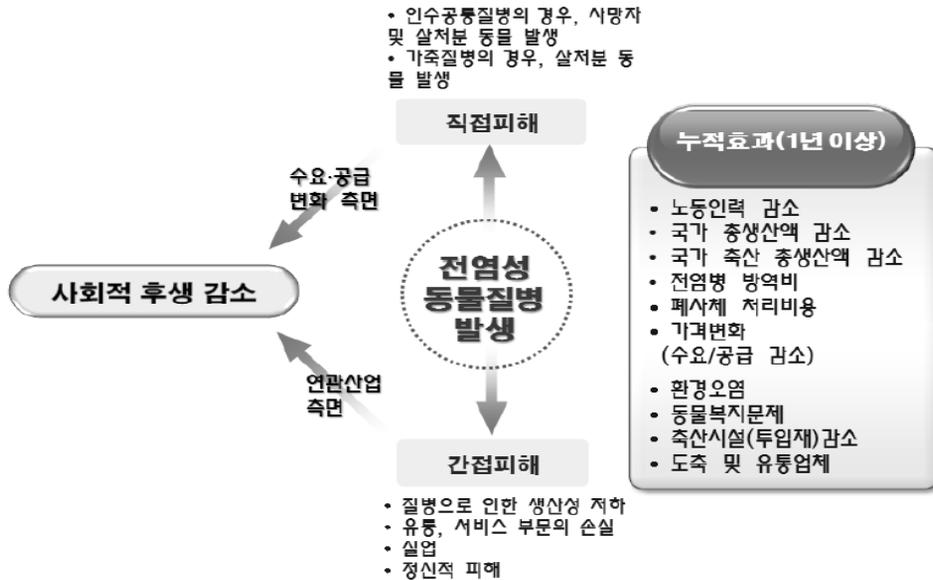
III. 기존연구

1. 경제손실

구제역 관련 연구 중 상당부분을 차지하는 것이 경제적 손실에 대한 연구이다. 어느 국가이

든 축산업을 보호해야 하고, 그를 위한 청정국가 상태를 유지해야 하는데 구제역 발생으로 인해 어느 정도의 손실이 있는 지를 파악해야 하기 때문이다.

가축질병으로 인한 경제적 손실은 직접손실과 간접손실로 구분하고, 이들 손실의 누적효과를 고려한다(박봉균 외, 2002; 김정호 외, 2011; 서지영 외, 2011). 박봉균 외(2002)는 직접손실을 축산물의 수요와 공급의 변화 관점에서 전염병 방역비용과 생산손실비용, 살처분 가축 보상 및 처리 비용 등으로, 간접손실은 연관산업 관점에서 사료수요 감소와 축산시설(투입제) 감소, 도축 및 유통업체 손실 등으로 정의했다. 그리고 이들 손실의 1년 이상 누적효과를 고려하여 경제적 피해를 산출하는 범위를 제시했다. 서지영 외(2011)는 이를 보완하여 (그림 1)과 같이 가축질병으로 인한 피해범위를 설명하고 있다.



자료 : 서지영 외(2011) 28쪽.

(그림 1) 가축질병으로 인한 피해 범위

하지만 국내에서 발생한 가축질병으로 인한 직접손실과 간접손실, 그리고 누적효과를 고려한 경제적 손실을 종합적으로 산정한 연구는 확인되지 않고 있다.

정부통계에 의하면 구제역으로 인한 경제적 비용은 2000년 3,006억원, 2002년 1,434억원, 그리고 2010년 1월과 4월에는 각각 288억원과 1,242억원으로 보고한다. 그리고 2010-11년에는 3조 1,759억원 규모로 추정하고 있다. 이들 비용은 축산농가에 지불한 살처분 보상비와 생활안정자금, 가축수매자금, 경영안정자금지원과 소독 및 예방접종 등 정부재정에서 직접 지출

〈표 4〉 국내 구제역 발생 및 경제적 손실

구 분	2000년	2002년	2010년 1월	2010년 4월	2010-2011년
기 간	3.24-4.15 (22일간)	5.2-6.23 (52일간)	1.2-1.29 (28일간)	4.8-5.6 (29일간)	'10.11.28-'11.4.3.(126일간)
건 수	15건 (소15)	16건 (소1, 돼지15)	6건 (소6)	11건 (소7, 돼지4)	153건
지 역	3개도 6개 시·군	2개도 4개 시·군	2개 시·군	4개 시·도 4개 시·군	11개 시·도 75개 시·군
살처분	2,216두	160,155두	5,956두	49,874두	3,479,962두
재 정	3,006억원	1,434억원	288억원	1,242억원	3조 1,759억원

주: 재정은 구제역 발병으로 국비로 지출된 직접비용만 계산됨

자료: 행정안전부, 구제역 중앙재난안전대책본부 운영 백서(2011), 재정리

〈표 5〉 대만과 영국의 구제역 발생 및 경제적 손실

구 분	대 만					영국
	1997년	1998년	1999년	2000년	2001년	2001
기 간	3월-	연중	연중	연중	연중	2-10월
건 수	6,147건	6건	6건	6건	1건	2,030건
살처분	3,851천두	467두	793두	761두	3두	4,203천두
재 정	69억 달러					80억 파운드 (공공 30, 민간 50)

자료: 농림부(2003)

된 비용만을 계상한 것이다.

이와 같은 경제적 피해는 국내뿐만 아니라 해외에서도 크게 발생되고 있다. 대만에서는 1997년 3월부터 6,147개 농가에서 구제역이 발생된 후에 2001년까지 사멸되지 않아 5년간 약 69억 달러의 직접비용이 지출되는 경제적 손실이 발생하였다. 대만의 경우 지난 1996년 양돈농가 2만 5천여 호에, 총 1천만 두를 사육하고 있었다. 이로 인한 산출은 농림어업분야 총수입의 20% 이상에 해당되는 규모이었고, 대일수출만 15억 달러에 달할 정도이었다. 그런데 이 산업이 초토화된 것이다(臺灣省農林廳, 1998).

또한, 영국에서는 2001년 2월부터 10월까지 2,030건의 구제역이 발병하였다. 이로 인하여 돼지, 양 등의 우제류 약 420만두를 살처분 하였다. 당시 구제역으로 인한 경제적 손실은 공공분야와 민간분야에서 직접 지출된 비용 약 80억 파운드와 관광객들의 이동 차단 등으로 인한 관광부문의 경제적 피해 등 간접손실이 약 20억 파운드가 발생하였다(Thompson et al., 2002; Donaldson et al., 2006).

미국에서는 Kansas지역의 일부에서 구제역이 발생할 경우의 손실을 예측한 바 있다. 이들은 1개 무리에서 구제역이 발생된 후 즉각적인 조치가 있다면 3,500만 달러 정도의 손실이 있으나, 5개 지역에서 발생한다면 10억 달러의 손실이 발생할 수 있다는 것을 보였다. 1개 주에서의 직접적인 손실만 검토한 것이 이 정도인 것이다(Pendell and Leatherman, 2007).

한편, 강진영 외(2011)는 육지에서 발생한 구제역이 제주도로 옮겨올 경우를 염두에 두고 피해규모를 산정한 바 있다. <표 6>에서 보는 바와 같이 제주 서부지역, 동부지역 및 전역을 대상으로 한 시나리오별로 피해액은 1.4조원 정도에 달할 정도이었다. 피해는 감염축산물 자체, 축산업 피해 및 관광수입 감소로 인한 피해만을 대상으로 측정된 것이다.

<표 6> 제주도 구제역 발생 시나리오별 피해 예측 결과

(단위 : 백만원)

구 분	시나리오 I	시나리오 II	시나리오 III
축산물 피해 규모	145,594	92,636	219,031
축산업 매출감소에 따른 피해 규모	337,811	109,585	484,212
관광산업 침체에 따른 피해 규모	233,335 ~ 700,005		
매립지소요 규모(m ³)	259,545	175,781	470,570

주1. 시나리오 I(서부지역 발생), 시나리오 II(동부지역 발생), 시나리오 III(제주도 전역 발생)

주2. 피해 규모 산정 : 2011년 상반기 기준 대표 수종(소, 돼지)에 한정함.

주3. 축산물 피해 규모 : 살처분에 의한 1차 피해액과 가격하락에 의한 2차 피해액 합계임.

- 살처분 처리비, 오염물 폐기보상비, 방역 및 소독비용, 경영안정자금지원비, 경제지역 가축수매 및 관련비용 등 제외함.

주4. 축산업 매출감소에 따른 피해규모는 축산업의 판매중지 기간을 1년으로 가정함.

주5. 관광산업 침체에 따른 피해규모는 관광객 감소기간 1년, 감소비율 5~15%로 가정함

- 영국의 경우 관광 수입 감소율을 10%로 추정함

주6. 지하수오염에 따른 영향, 청정이미지 실추에 따른 영향, 취업률 하락 등 정량적 분석이 어려운 분야에 대한 피해 규모 제외함.

주7. 제주지역 전체 매립장 잔여 매립량(819,097m³) 57.5% 소모

자료 : 강진영 외(2011)

이와 별도로 구제역 가축매몰지의 조성비용을 평가한 연구(김미형, 김진하, 2013a)도 있다. 2010-2011년 구제역으로 가축매몰지를 조성하는 과정에서 지방자치단체에서 지출한 비용과 표준비용을 비교함으로써 긴급사태에서의 할증비용을 검토한 것이다. 연구결과 상황발생 시 자치단체에서 지출한 재료비는 328만원이나, 연구팀 계산으로는 약 185만원이었다. 따라서 표준적인 대안이 제시된다면 국가적인 예산절약도 가능하다고 주장한다.

2. 일반 연구

기존 연구 중 구제역과 관련된 교훈은 Evans(2011)에서 잘 찾아진다. 그는 영국에서의 구제역 발생 후 10년을 돌아보며 다음과 같은 사실들을 지적한다.

- 국제, 국내, 지역 조사를 통한 경계심 유지
- 각 정부기구의 완벽한 비상계획 유지
- 속도와 확실성으로 대응
- 정책과 집행 설명
- 지역지식 존중
- 무조건 통제 등이 아닌 유효한 위험평가 적용
- 최선의 실행을 위한 데이터와 시스템 활용
- 위기에 대한 입법기구의 활약
- 최선의 과학에 의한 정책결정

구제역 가축매몰지 관련 국내연구는 구제역 발생으로 인한 사회불안 관련 연구와 정부의 대응력 강화 연구, 그리고 가축매몰지 구성에 따른 사후관리 방안 연구 등으로 구분된다.

먼저, 구제역 발생에 따른 사회불안과 관련된 연구로는 사회불안의 지각에 미치는 영향(권용덕, 2011)과 언론의 역할에서 위험보도 준칙에 대한 필요성(이민규, 이예리, 2012) 등이 있다. 구제역 발생에 따른 정부의 대응력 강화를 위한 연구로는 재난관리 단계별 개선 방안(주효진, 노지영, 2011)과 구제역 방역활동과정에서 다조직 재난관리 협력체계 강화 방안(채진, 2012), 그리고 가축매몰지 용도의 공공용지 확보 필요성(홍성만, 하동현, 2012) 등의 연구가 있다.

또한, 가축매몰지 사후관리 방안에 관한 연구는 한 개의 가축매몰지가 조성되는 과정에서 발생하는 환경영향(김미형, 김건하, 2013b)을 고려하여 환경오염에 대응하는 방법론 중심으로 진행되었다. 김건하(2011)는 새로운 형태의 환경오염에 대응하기 위해서는 다양한 기술의 종합적인 대응을 주장하였고, 박준범(2011)은 지반환경적 관점에서 문제해결 방안을, 그리고 이승학과 오명학(2011)은 가축매몰지 조기 안정화 방안에 관련된 기술을 소개 중심으로 제시했다.

그 밖의 연구로 김선경, 김지은, 백도명(2011)은 구제역 살처분이 발생한 원인에 대하여 분석하였으며, 김정수(2011)는 정부의 구제역 정책 실패로 인한 환경문제와 시민과학의 필요성에 주장하였다. 그리고 김동련과 김환목(2011)은 가축매몰지에 대한 입법정책적 문제점을 검

토하고 토지보상 입법화와 매수청구권 인정 등의 개선방안을 제시했다.

하지만, 2013년 12월부터 가축매몰지 발굴금지가 일시에 해제되는 상황에서 사후관리의 문제점은 무엇인지, 또한 이들 문제점이 정책문제인지, 아니면 과학기술적인 문제인지, 그리고 해결방안은 무엇인지 등에 관한 연구는 확인되지 않는다.

IV. 사후관리 정책과 한계

1. 중앙재난안전대책본부

2010-11년 구제역이 전국으로 확산됨에 따라 가축질병 확산 방지와 살처분, 가축매몰지 조성 및 관리 등의 업무가 일시에 급증하게 되었다. 이로써 위기경보 단계가 구제역 발생 1개월 만에 관심과 주의, 경계를 넘어 최상위인 심각단계로 격상되었다. 이것은 지방자치단체와 가축전염병예방법에 따라 구제역 방역 및 대응 주관부처인 농림수산식품부와 살처분 가축매몰로 발생될 환경관리 주관부처인 환경부만으로 대응할 수 있는 수준을 넘어선 것을 의미한다. 결국 중앙재난안전대책본부가 설치되어 농림수산식품부를 통합지원하고 각 중앙부처와 지방자치단체를 종합적으로 지휘하는 역할을 수행하였다(중앙재난안전대책본부, 2011).

〈표 7〉 중앙재난안전대책본부 추진 주요 정책

구 분	구제역 대응 정책	가축매몰지 사후관리 정책
내 용	<ul style="list-style-type: none"> • 통합적 상황관리 • 설날 연휴 방역 종합대책 추진 • 지방자치단체 통합지원 및 관리 • 가축질병 방역체계 개선 • 축산업 선진화 방안 수립 • 구제역 관련 정보 홍보 	<ul style="list-style-type: none"> • 가축질병 매뉴얼 개선 • 가축매몰지 관리 • 친환경 가축 사체 처리 확대

자료 : 중앙재난안전대책본부(2011), 재정리.

중앙재난안전대책본부에서 추진한 가축매몰지 사후관리 관련 주요 정책은 가축질병 매뉴얼 개선과 가축매몰지 관리, 친환경 가축 사체 처리 확대 등이다.

먼저, 가축질병 매뉴얼 개선은 구제역으로 살처분한 가축의 매몰지 선정과 관련된 농림수산식품부와 환경부의 관련 지침이 상이한 것을 개선한 것이다. 구제역 방역 및 사후관리 주체가 지방자치단체임을 고려할 때 구제역 긴급행동지침과 가축매몰지 환경관리지침이 서로 상이하

여 긴급 상황임에도 일선 현장에서 업무혼선이 발생한 것이다. 이에 관계부처 협의를 통해 가축매몰지 관련 지침을 개선하였다.

둘째, 살처분 가축 사체를 대량으로 매몰하기 위한 가축매몰지를 국공유지 또는 사유지에 긴급조성하면서 나타난 여러 문제점들을 해결하기 위해 가축매몰지 관리정책을 추진하였다. 그러나 2차 환경오염에 대한 우려가 높아져 중앙부처 합동으로 2011년 2월까지 조성된 가축매몰지에 대하여 일제 조사를 실시하였다. 주된 점검사항은 가축매몰지 현장의 관리와 입지상태 양호 여부, 가축매몰지 설치기준 준수여부, 그리고 정비의 필요성 등이다. 점검결과 정비가 필요한 가축매몰지에 대하여 차수벽 설치, 사면보강, 옹벽 설치 등을 실시하였다.

한편, 친환경으로 가축 사체를 처리하는 방법을 확대하는 정책도 추진하였다. 단시간 내 대량으로 살처분된 가축 사체를 대량으로 매몰하면서 토양·하천 오염 등 2차 환경오염에 대한 우려의 목소리가 커짐에 따라 2011년 2월말 친환경적 사체처리 방식을 확대 적용하는 정책을 결정하였다. 이에 이동식 가축 사체처리기 및 액체비료 저장조, 랜더링 방식 등 다양한 친환경적 사체처리 방식을 검토하고 지방자치단체 현장에서 적용토록 권장하였다. 그 결과 새로 조성되거나, 환경오염 문제로 이설된 친환경적 가축매몰지는 2012년 10월 31일 현재 132개소이다(최정록, 2012).

2. 농림수산식품부와 환경부의 사후관리 지침

가축매몰지 사후관리는 가축전염병예방법과 농림수산식품부의 구제역 긴급행동지침, 그리고 환경부의 가축매몰지 환경관리 지침의 규정에 준하여 실시된다. 가축매몰지 사후관리는 누가, 언제까지, 무엇을 어떻게 할 것인가라는 관점에서 사후관리 주체, 기간, 대상과 범위로 구분된다.

먼저, 사후관리 주체는 관련 법률에 시·군·구 지방자치단체장으로 규정되어 있다. 이에 준하여 구제역 긴급행동지침과 가축매몰지 환경관리지침에도 사후관리 주체가 시·군·구 지방자치단체장이라 명시되어 있다.

사후관리 기간은 가축전염병예방법에 의거 매몰된 살처분 가축 사체와 물건 등을 3년 이내 발굴을 금지하는 규정에 의거 3년을 해당 기간으로 본다. 다만, 가축매몰지가 주변 환경에 영향을 미칠 우려가 있는 경우 법으로 정하는 방법에 따라 2년 범위에서 그 기간을 연장할 수 있도록 규정하고 있어 가축매몰지별 상황에 따라 연장될 수 있다.

사후관리 대상과 방법은 농림수산식품부의 구제역 긴급행동지침과 환경부의 가축매몰지 환경관리지침의 규정에 준한다. <표 8>과 같이 구제역 긴급행동지침에 규정된 사후관리 항목은 총 5개 항목으로 가축매몰지에서 발생할 수 있는 1차적인 문제들을 관리하기 위한 지침이다.

반면에 가축매몰지 환경관리지침은 <표 9>와 같이 가축매몰지로 인해 지하수 하천 토양 등 주변 환경이 오염되는 2차적인 문제들을 관리하기 위한 4개 항목으로 구성되어 있다.

<표 8> 농림부 구제역 긴급행동지침(2012.3)

항 목	주요 내용
가축매몰지 관리	<ul style="list-style-type: none"> 책임관리자(담당공무원) 지정 최소 15일 이상 주2-3회, 이후 6개월간 월1회, 3년까지 분기별 이상여부 점검 및 우기 관리
침출수 처리	<ul style="list-style-type: none"> pH 측정 후 이상 없을 경우 처리시설로 이송, 처리
악취방지	<ul style="list-style-type: none"> 발효제 및 탈취제, 호기성·호열성 미생물 등 주기적 살포(최초 15일 수시, 이후 6개월 상황별)
침출수 확산방지	<ul style="list-style-type: none"> 침출수 확산이 확인되는 경우 침출수 유출방지, 정화 등 오염방지조치 및 조사관정 추가 설치로 확산 검사
가축매몰지 이전 조치	<ul style="list-style-type: none"> 붕괴, 심각한 환경영향 등 불가피한 사유가 있는 경우 구제역 정밀검사 실시결과 음성으로 판정된 경우 운송차량에 가축방역관 탑승

<표 9> 환경부의 가축매몰지 환경관리지침(2012.2)

항 목	주요 내용	
주변환경 실태조사	지하수 수질조사	<ul style="list-style-type: none"> 가축매몰지 주변 300m 이내 지하수 관정 중 2-3개 선정 염소이온, 암모니아성질소, 질산성질소, 총대장균군 조사 초기1년 분기1회, 2-3년까지 반기 1회 실시
	토양 환경조사	<ul style="list-style-type: none"> 지 하수, 침출수 조사항목 측정지표 변동 및 오염 판단시 토양 변색 등 육안검사 및 성분 분석
	하천수 수질조사	<ul style="list-style-type: none"> 침출수 유출로 인한 하천수질 영향 파악이 필요한 경우 이화학적 수질, 소독제지표, 미생물 등 3개 분야 분기 1회(필요시 시기 조정)
	악취조사	<ul style="list-style-type: none"> 주거지 인근, 다중 생활권 등에서 민원유발 피해 예상 경우 냄새강도가 가장 큰 가스배출관과 부지 경계선 시료 채취 암모니아, 황화수소, 트리 메틸 아민 등 분석
관측정 수질측정	<ul style="list-style-type: none"> 관측정(또는 관정) 설치 염소이온, 암모니아성질소, 질산성질소, 총대장균군, 전기전도도(필요시 pH, DO, 수온 등 추가) 초기1년 분기1회, 2-3년까지 반기 1회 실시 	
환경관리	침출수 처리	<ul style="list-style-type: none"> 용출수와 침출수 처리(가축전염병 원인체 미검출 전제) 소독 후, 소각처리, 축산분뇨 및 분뇨처리장, 관리형매립지 침출수처리장, 공공하수 처리장 등으로 이송·처리
	악취관리	<ul style="list-style-type: none"> 침출수 등으로 인한 악취방지 가축매몰지 상부, 가스배출관, 침출수배출용 유공관, 축사·보관장 탈취카트리지, 탈취제, 비닐하우스, 탈취상 등 이용
	생물학적 안전관리	<ul style="list-style-type: none"> 발굴금지 기간 이내 가축매몰지 이설 등을 하고자 하는 경우 지표 미생물 클로스트리디움 퍼프링젠스(병원성 미생물) 보충대장균군, 분원성대장균, 대장균 O-157 살모넬라 등 보조지표 미생물 검사 가능

3. 지방자치단체

지방자치단체의 가축매몰지 사후관리 업무는 중앙정부의 관련 지침에 준한다. 그러나 각 지방자치단체의 지침 운영은 문제의 심각성에 대한 자치단체장의 인식에 따라 대응수준이 달라진다. 2010-11년 구제역 최초 신고지역인 경상북도는 가장 모범적으로 사후관리에 대응한 지방자치단체로 평가되고 있다. 특히, 구제역 가축매몰지 사후관리 업무를 운영한 결과로 ‘가축매몰지 관리 백서’를 발간했는데, 이는 전국 지방자치단체 중에서 유일한 것이다.

이 백서와 관계 공무원의 면담조사를 통해 확인된 경상북도의 사후관리 업무는 <표 10>과 같다.

<표 10> 경상북도 가축매몰지 사후관리 업무

구 분	사후관리 지침 업무	사후관리 연관 업무
내 용	<ul style="list-style-type: none"> • 가축매몰지 관리 - 보완·정비 - 가축매몰지 이전 - 토지이용, 발굴시 관리 • 가축매몰지 환경관리 - 침출수 처리 및 환경영향 조사 - 악취 관리 - 지하수 수질관리 - 토양 환경영향 조사 	<ul style="list-style-type: none"> • 사후관리 조직 설치, 운영 - 환경특별관리단 - 환경특별기동대 - 환경특별관리자문단 • 가축매몰지 GIS시스템 구축, 운영 • 가축매몰지 주변 민원관리 • 가축매몰지 주변 상수도 공급

자료 : 경상북도(2011), 가축매몰지 관리 백서, 재구성

경상북도는 구제역 최초신고지역으로 구제역 발생과 동시에 재난대책본부를 구성, 운영하였다. 또한 사후관리 업무를 위해 환경특별관리단과 환경특별기동대, 환경특별관리자문단을 구성하였다. 특히 환경특별관리단은 도 공무원 15명, 3개팀으로 조직화하여 체계적이며, 효과적인 사후관리를 추진하였다.

또한 구제역 대응과정에서 나타난 다양한 정보의 취합과 현황 파악의 어려움을 해소하기 위해 GIS시스템을 구축하였다. GIS시스템은 경상북도 내 가축매몰지 전체를 나타내는 지리자료 및 이와 관련된 속성자료를 통합함으로써 가축매몰지 위치정보, 지하수정보, 침출수 정보 등을 종합적으로 관리하고 있다.

한편, 가축매몰지 농장에 조성되면서 인근 지역 주민들에게 상수원 및 지하수 오염, 악취, 침출수 등으로 생활불편민원이 발생하였다. 이 중 상수원 또는 지하수 오염이 확인된 경우 상수도 공급을 추진하고, 그 밖의 민원에 대하여 악취제거를 위한 조치 및 가축매몰지 이설 등

으로 생활불편 민원업무를 담당하였다.

4. 한계

가축매몰지 사후관리는 가축전염병예방법과 중앙부처인 농림축산식품부, 그리고 환경부의 지침, 그리고 지방자치단체의 실행계획에 의해 운영된다. 이러한 사후관리 정책의 체계에서 나타나는 한계점은 다음과 같이 검토된다.

먼저, 사후관리와 관련된 인식과 대응수준의 차이가 존재한다. 사후관리 업무와 관련된 인식은 책임자가 누구냐에 달라지는 경향이 있다. 사후관리는 지방자치단체의 환경 또는 축산 공무원이 담당하고 있는데, 업무속성상 환경은 규제이며, 축산은 진흥 및 지원이라는 차이가 존재한다. 따라서 축산 쪽에서는 문제가 없다는 인식이 강하고, 환경 쪽에서는 현재와 미래의 문제를 지적하는 경향이 강하다. 또한, 매몰된 축종별 부패속도의 차이로 인한 문제인식의 차이도 존재한다. 일반적으로 소는 돼지보다 부패되는 속도가 빠르기 때문에 경상북도에서는 별 문제 없다는 인식이 강하지만, 돼지가 많이 매몰된 경기도의 지방자치단체에서는 사후관리 기간 종료 이후의 대응방안까지 검토하는 등 인식의 차이가 존재한다.

둘째, 사후관리 지침의 문제이다. 사후관리는 가축매몰지의 훼손 또는 악취, 침출수 유출 등 환경문제가 인지되는 상황을 전제로 하고, 인지된 경우에는 가축매몰지 이전 또는 오염확산 방지대책을 시행하고 있다. 그런데 구제역 가축매몰지 사후관리에 모범적으로 대응했던 경상북도의 시군 현장 공무원들조차 사후관리지침이 미흡(36.4%)하거나, 부적정(9.1%)하다는 의견이 45.5%이다(박제철 외, 2012)³⁾.

셋째, 가축매몰지 관련 업무가 비공개로 진행되고 있다는 점이다. 관련 공무원 이외에는 가축매몰지 관련 업무의 내용을 확인할 수 없도록 조치하고 있다. 심지어 문제해결 방법론을 연구하기 위한 연구자들의 접근도 허용하지 않는 사례가 보고된다. 이것은 가축매몰지와 관련된 불필요한 오해와 소문, 나아가 국민들의 불안감을 차단한다는 점에서 긍정적인 효과도 있지만, 가축매몰지가 안전하다고 포장하는 악의적인 수단이 되기도 한다.

넷째, 가축매몰지 사후관리 종료 이후에 예상되는 문제에 대한 대응방안의 부재이다. 가축전염병예방법상 매몰된 가축사체 등은 3년간 발굴이 금지된다. 2013년 12월이면 발굴금지가 해제되어 토지소유주의 이해관계에 따라 발굴 또는 토지 이용이 가능하다. 하지만, 매몰된 가축 사체의 안정화가 부진한 가축매몰지가 다수 존재함에도 불구하고 사체 발굴시점에 발생되

3) 10여년에 한번쯤 발생하는 사건에 대해, 더욱이 다른 나라에서는 나타나지도 않는 한국적인 대응이 필요한 상황에서 정책지침이 완벽하기를 기대하는 것은 무리이다. 그러나 국가적으로는 향후 다시 발생해도 체계적인 대응이 가능한 준비는 되어 있어야 할 것이다.

는 문제를 해결할 정책적 지침은 없다. 일선 지방자치단체의 경우도 담당 조직을 축소 또는 해산했거나, 관련 예산을 대폭 삭감한 상태이다.

V. 기술적 능력 검토

1. 현장 요구

박제철 외(2012)가 경상북도를 대상으로 한 연구에서 가축매몰지 현장의 환경문제가 미미(81.8%)하며, 환경 위해성도 실제보다 과장(90.9%)되었다고 조사된 것과 같이 현 상태에서는 표면적으로 큰 문제가 없어 보인다. 그렇기 때문에 가축매몰지로 사용된 토지는 발굴금지기간 이후 원래 용도로 복원(72.7%)되어야 한다고 응답하고 있다. 그러나, 가축매몰지 현장에서 다음과 같은 사항들이 관측되고 있다.

첫째, 매몰된 사체가 전혀 부패반응을 보이지 않고 있는 사례가 보고된다. 부패 진행 정도는 가축매몰지가 조성된 지역의 토질 차이, 부패진행 조건의 차이, 매몰축종의 차이, 매몰사체의 절대 숫자 차이, 매몰당시 사용한 생석회의 양 등과 관계가 있다. 통기성이 좋은 땅의 가축매몰지에서, 돼지보다는 소가, 대규모 매몰보다 소규모매몰이, 또한 생석회를 적게 사용하는 경우 부패반응이 빠르다. 그런데 대체로 가축매몰지별 매몰사체 수가 수천 두 이상이 기본이고, 생석회를 퍼 붓다시피 한 경우가 많다는 점이다. 그러다보니 부패반응이 거의 중지되어 있는 것이다. 매몰 당시는 혹시나 매몰 후에도 문제가 있을 것이 두려워 생석회를 거의 퍼 붓는 경우가 많았던 것이다.

둘째, 이설 또는 발굴이 이루어지는 경우가 존재하였고 앞으로도 예상되는 바, 현재 이 부분에 대한 관리와 대책은 없다. 문제가 되는 이유는 구제역 바이러스의 활동 및 기타 위해물질의 잔존 여부와 관련된 문제이다. 구제역 바이러스가 여러 조건에서 사멸하는 기간은 다르지만, 매몰된 살처분된 가축에서는 통상 6개월이면 사멸하는 것으로 보고된다. 하지만, 토양과 기타 요인으로 가축 사체의 안정화가 지연되는 상황에서 구제역 바이러스로부터 안전하다는 연구는 미흡하다. 또한 현장에서는 병원성 미생물의 활동 및 검출 여부라는 문제가 존재한다.

셋째 문제는 현재가 아니라 가축매몰지 발굴금지 기한이 종료되는 2013년 11월 이후의 문제이다. 현재 상황으로 보면 11월 이후에는 가축매몰지가 재활용되거나 발굴되는 것은 기정사실로 보인다. 농장주나 농민들은 자기 농장에 혹은 자기 지역에 가축매몰지가 존재한다는 것

을 극도로 싫어한다. 미관상 보기 싫다는 문제도 있지만 가축매몰지 존재 자체만으로도 부동산 가격 하락이 존재하고, 관광수입이 줄어들기 때문이다. 그리고 대부분 가축매몰지가 축산 농장 내에 위치해 농장주들은 부지사용 유혹을 받고 있다. 이러한 상황을 볼 때 2013년 11월 이후에는 해당 가축매몰지가 표시도 되지 않아 찾기도 힘들고, 거의 재활용된다고 보아야 한다. 2010년 4월 발생한 구제역으로 경기 일원에 조성된 가축매몰지들은 현재 육안으로 위치 확인도 불가능한 사례가 보고된다.

이상의 내용에 추가되는 것은 가축매몰지의 입지 자체 문제도 있다. 논에 인접한 지역, 상수원 지역, 인구밀집지역 인근 등과 같이 사람에게 직간접적으로 영향을 줄 수 있는 가축매몰지가 상당수 존재한다. 특히, 이들 문제점들이 발굴금지 해제 이후 또 다른 문제점으로 확대될 수도 있다. 만약, 부패가 진행되지 않은 사체의 발굴로 인해 사멸되지 않은 구제역 바이러스나 각종 병원체가 공기 중에 무방비 상태로 노출될 가능성이 존재한다. 또한 이 과정에서 침출수로 인한 토양오염과 수질오염 등 환경오염이 확대될 수 있으며, 가축매몰지 입지에 따라 인간의 피해도 예상된다. 따라서 일부 현장에서 이러한 문제점을 해결할 수 있는 기술적 요구가 커지고 있다.

2. 사후관리기술 유형

가축매몰지 사후관리 활용 기술은 관점에 따라 다양한 방법으로 검토될 수 있다. 본 연구에서는 다음 두 가지 사항을 전제하였다. 먼저 국내 가축매몰지 조성방법이 해외사례와 다르다는 점이다. 영국에서 구제역이 발생했을 당시 대량매몰이 이루어진 바 있다. 하지만 영국의 경우 여러 부지에서 살처분된 가축 사체를 수집하는 방식을 채택하였으나, 국내는 방역선이 존재하여 발생농장 중심의 대량매몰 방식을 채택하였다. 둘째, 사후관리 주체가 지방자치단체이지만 중앙부처의 사후관리 지침에 의해 사후관리 대상과 방법이 결정된다는 점이다.

따라서 본 연구에서는 <표 9>와 <표 10>의 사후관리 체계를 활용하여 가축매몰지 사후관리 기술을 최초로 <표 11>과 같이 분류했다. 관련 기술은 살처분/매몰 가축 처리기술, 매몰지 관리 및 이전 기술, 침출수 처리기술, 약취처리 기술, 토양 및 지하수 환경오염 대책기술 등으로 대분류하고, 각각을 다시 중분류하였다. 그리고, 구제역긴급행동지침과 가축매몰지 환경관리지침, 행정안전부의 구제역 중앙재난안전대책본부 운영 백서, 기타 연구보고서 등에 수록된 기술에 기초하여 관련 기술을 정리하였다.

〈표 11〉 가축매몰지 사후관리 기술 유형 - 조성 및 관리

구분	중분류	관련 기술
살처분/매몰 가축 처리기술	가축매몰지 설치 기술	<ul style="list-style-type: none"> 가축매몰지 설계·조성 기술(가축매몰지 모식도) 저장식 처리기술(액비저장조, FRP탱크, PDF탱크 등) 호기성 호열 미생물 이용 방식
	친환경 처리기술	<ul style="list-style-type: none"> 랜더링 기술 소각 기술(이동식 소각 포함, 노천소각 제외)
가축매몰지 관리 기술	가축매몰지 유지·관리 기술	<ul style="list-style-type: none"> 사면보강, 옹벽 등 가축매몰지 유실 방지기술 복토, 비닐덮개 정비, 배수로 정비, 유공관 보완, 관측정 설치 등 하드웨어적 관리기술
	가축매몰지 이전 기술	<ul style="list-style-type: none"> 생물학적 안전관리(바이러스 및 미생물 거동 검사기술)
침출수 처리 기술	용출수 처리 기술	<ul style="list-style-type: none"> 유분처리기술(툽밥과 섞어 소각), 소독기술
	침출수 추출 기술	<ul style="list-style-type: none"> 유공관 설치 기술(가축매몰지 설치 기술과 연관)
	침출수 처리 기술	<ul style="list-style-type: none"> (하수·가축분뇨 등) 공공처리시설에서 처리기술
	병원성 미생물 제거 기술	<ul style="list-style-type: none"> 하수처리장에서 병원성미생물 제거 기술
악취처리 기술	가스배출관용 처리 방식	<ul style="list-style-type: none"> 탈취 카트리지, 활성탄
	탈취제 이용 방식	<ul style="list-style-type: none"> 물리적 탈취, 생물학적 탈취, 화학적 탈취, 감각적 탈취 ※ 생물학적 : 미생물, 유용미생물(EM), 바실러스균, 활성탄
	악취 포집 방식	<ul style="list-style-type: none"> 비닐하우스 설치로 포집 및 탈취제 이용
토양 및 지하수 환경오염 대책기술	침출수 유출 판별기술	<ul style="list-style-type: none"> 지하수 수질조사, 관측정 수질조사
	침출수 유출 확산방지기술	<ul style="list-style-type: none"> 차수벽 설치 기술
	토양오염 복원 기술	-
	지하수오염 복원 기술	-

주: 뒤의 〈표 12〉와 통합되어 전체 기술분류가 완성됨.

기술분류 중 살처분 가축 처리기술은 가축매몰지 조성기술을 포괄하므로 관점에 따라 가축 매몰지 사후관리 기술의 범주에 포함되지 않을 수 있다. 하지만 환경오염이 우려되는 가축매몰지를 이설하는 경우 매몰된 가축의 처리기술을 고려되므로 사후관리 기술의 범주에 포함하였다.

살처분 가축 처리기술은 환경친화 여부에 따라 매몰 처리 기술과 친환경 처리 기술로 구분된다. 매몰 처리기술은 가축매몰지 설계 및 조성기술이 핵심이다. 관련 기술은 구제역긴급행동지침에 모식도와 조성방법 등을 제시하고 있다. 반면에 친환경 처리기술은 랜더링과 소각에 의한 처리기술이 존재한다. 여기에서 친환경과 매몰 처리 기술 모두에 포함되는 형태의 기술이 존재한다. 2차 오염을 방지하기 위해 별도의 저장조를 활용하여 가축을 매몰하는 저장식 처리기술이 구제역 발생기간내 활용되었으며, 또한 호기성 호열을 이용하여 사체분해를 촉진하는 방식이 있다.

가축매몰지 관리기술은 유지·관리기술과 이전기술로 구분된다. 유지·관리기술은 장마 등의 외부환경 요인으로 가축매몰지가 유실되는 것을 방지하기 위한 기술과 살처분 가축 사체의 분해촉진 및 오염방지를 위한 관리기술로 구분된다. 이들 기술은 하드웨어적 관리기술이 일반적이다.

침출수 처리기술은 용출수 처리와 침출수 추출, 침출수 처리 등의 기술로 구분된다. 용출수 처리기술은 가축매몰지 내부에서 가축 사체의 부패가 진행됨에 따라 혼합액이 상부로 용출되는 경우 이를 처리하는 기술이다. 병원성 물질에 미생물 존재 가능성에 따라 소독 및 유분 처리가 핵심이다. 침출수를 추출하는 방법은 가축매몰지 구성과 관련되어 있다. 특히 바닥에 고인 침출수를 추출하기 위해서는 유공관을 활용하며, 역시 병원성 미생물 존재의 확인과 처리가 병행된다. 이렇게 추출된 침출수는 하수처리장 또는 축산분뇨처리장을 활용하여 처리하게 되며, 환경관리지침에 의하면 하수처리장에서 병원성미생물이 제거되는 것으로 보고된다.

악취처리 기술은 가스배출관에 탈취카트리지를 설치하여 악취를 제거하는 방식과 탈취제를 이용하는 방식, 그리고 악취를 포집하여 탈취제로 처리하는 방식 등이 있다. 지방자치단체 현장에서 악취저감 및 제거에 많이 사용한 유용미생물, 바실러스균, 활성탄 등은 생물학적 탈취제에 해당한다.

토양 및 지하수 환경오염 대책기술은 침출수 유출 판별기술과 확산방지기술로 구분된다. 침출수 유출 판별기술은 지하수 수질조사와 관측정 수질 조사를 통해 이루어지며, 침출수 유출 확산방지기술은 차수벽을 철시하는 방법이 활용되었다.

3. 국내 기술 현황과 개발 방향

현장에서 요구되는 기술은 가축매몰지 발굴금지 해제로 사체 발굴 또는 토지 이용과정에서

〈표 12〉 가축매몰지 필요 기술 - 발굴

	1차 관리영역	2차 관리영역
조성시점	1. 가축매몰지 설계기술 2. 가축매몰지 조성기술	1. 환경 관리기술 2. 오염 방지기술 3. 오염 복원기술
유지 시점	1. 가축매몰지 유지/관리/이설 기술	4. 생물학적 안전성 관리
발굴시점	1. 사체 안정화 관련기술 2. 사체 소멸기술 3. 사체 잔존물 처리기술	1. 발굴환경 관리기술 2. 생물학적 안전성 관리 기술 3. 환경오염 판별/복원 기술 4. 작물재배 안전성 평가기술

주: 앞의 〈표 11〉과 통합되어 전체 기술분류가 완성됨.

발생될 수 있는 문제점의 처리 및 관리에 필요한 기술이다. 이들 기술은 살처분 가축 사체의 안정화 및 처리 기술과 발굴과정에서 발생될 수 있는 환경 및 생물학적 안정성 관리 기술로 구분된다. 이를 가축매몰지 조성 및 유지, 발굴 시점별 살처분 가축 사체와 환경 및 생물학적 안전성 등으로 관리영역을 구분하면 <표 12>와 같다.

가축매몰지 조성시점의 기술은 설계기술과 조성기술로 구분된다. 가축전염병예방법 및 구제역긴급행동지침에 의한 가축매몰지 모식도는 2010-11년 구제역과 같이 긴급상황에서의 대량매몰에 적합한 가축매몰지 설계기술이 아니라는 점에서 대량매몰지 설계기술이 필요하다. 또한, 긴급 상황에서 할증비용 없이 체계적으로 가축매몰지를 조성하기 위한 조성기술 등이 필요하다.

가축매몰지가 조성된 이후에는 발굴금지 기간 동안 유지, 관리하기 위한 기술과 문제가 발생했을 때 이설에 필요한 제반 기술들이 필요하다. 또한 환경관점에서는 가축매몰지 환경 및 오염방지 및 오염복원, 생물학적 안전성 관리 기술이 조성시점과 유지시점에 각각 필요하다.

현재 시점에서 현장의 요구가 큰 발굴시점의 기술은 매몰사체의 부패 정도를 확인할 수 있는 안정화 판별기술이다. 나아가 부패가 부진한 가축매몰지는 매몰상태에서 부패를 촉진하거나, 발굴과정에 사체를 완전히 소멸시키는 기술이 필요하다.

아울러, 가축매몰지 발굴로 인해 예상되는 환경 및 생물학적 안전성과 관련된 문제를 대비할 수 있는 기술도 필요하다. 먼저 발굴과정에서 예상되는 악취, 용출수, 침출수 등의 문제를 관리하는 기술과 구제역 바이러스, 병원성 미생물, 기타 위해물질의 존재여부를 판별하고, 확인된 경우 이를 처리할 수 있는 기술이 필요하다. 또한, 발굴된 가축매몰지의 오염여부를 판별하고, 이를 복원할 수 있는 기술이 필요하다. 이것은 토지를 본래 용도로 활용할 경우 작물재배가 적정한지 여부를 판별하는데 필수 기술이다.

이와 같은 발굴시점의 현장요구기술은 사후관리기술의 범주에 포함되어 있지 않다. 특히 이

<표 13> 가축매몰지 관련 국내특허 현황

구 분	세부 기술	건수	비중
가축매몰지 조성/ 살처분 가축처리	매몰방법, 랜더링(이동식, 고정식), 소각, 친환경처리	52	75.4
가축매몰지 관리	유지관리, 매몰사체처리(탄화)	3	4.3
침출수처리기술	소각, 자원화, 순환처리, 전자계 방식	5	7.2
	병원성 미생물관리 (침출수 살균처리)	1	1.4
악취처리기술	가스배출관용(필터, 이온처리)	4	5.8
환경오염대책기술	토양오염(복원), 침출수 확산방지	4	5.8
합 계		69	100.0

들 기술이 가축매몰지 법적 관리기간이 종료되는 2013년 12월부터 현장 수요가 높게 예상된다는 점에서 유사시 국내에서 조달가능한 지를 검토하기 위해 관련기술 특허를 분석하였다. 특허검색서비스(www.kipris.or.kr)에서 2013년 1월 기준 ‘가축매몰지’와 ‘살처분’의 키워드로 국내특허를 검색한 결과 총 227건이 검색되었다. 이 중에서 중복 또는 본 연구목적과 일치하지 않은 데이터를 제외한 69개의 국내특허 현황은 <표 13>과 같다.

<표 14> 가축매몰지 관련 국내특허 출원인 현황

구 분	개인	기업	정부	학교	합계
출원인	49	34	6	3	92
비 중	53.3	37.0	6.5	3.3	100.0

주 : 출원 특허건수는 69건이지만, 다수의 출원인으로 인하여 총 출원인은 92명임.

한편, 이들 기술의 특허권자인 출원인을 분석한 결과 개인(53.3%) 및 기업(37.0%)과 농촌진흥청(4건), 검역본부(1건), 환경과학원(1건) 등의 정부기관, 대학교 산학협력단 등에서도 일부 특허를 출원하였다. 관련 특허의 다수 출원자는 에이치투더블유티이(주) 7건을 비롯하여 농촌진흥청(4건), 엔하이테크(주), 청해EVN(주), 김형태 등이 각각 3건으로 나타났다.

에이치투더블유티이(주)는 가축 사체를 이동식 트레일러 장치에서 분쇄하여 멸균처리 및 탄화시키는 소각형 이동식 살처분 가축 처리장치와 관련된 기술에 대하여 6건의 특허를 출원하였다. 또한 농촌진흥청 축산과학원에서 이동식 또는 고정식 처리장치를 이용한 살처분 가축 처리 또는 자원화 기술을 출원하였다. 하지만 이들 기술은 단시간 내 대량으로 발생한 살처분 가축을 처리하는 기술보다는 축산현장에서 자연사한 가축을 소량으로 처리하는 기술에 적합하다. 특히 구제역 가축매몰지 관리 해제로 흙, 석회 등과 혼합된 사체가 발굴되는 상황을 전제하는 경우 해당 기술은 한계를 갖는다.

반면에 아름다운 환경건설(주)에서 출원한 가축매몰지 원위치에서 가축사체를 탄화시키는 기술이 매몰사체의 소멸을 요구하는 현장 대응기술이다. 하지만 이 기술도 매몰사체를 탄화시키기 위한 전력 등의 에너지 공급방법 등에 대한 현장적용 및 경제적 문제로 실용화에 어려움이 있는 것으로 확인되었다. 현장에서 수용할 수 있는 기술은 아직까지 개발되지 않은 것이다.

따라서 가축매몰지 발굴시점의 현장 요구기술에 대한 개발이 필요하다. 개발될 기술은 가축매몰지 발굴시점의 제반 문제점을 원천적으로 해결할 수 있으며, 국가주도형 기술개발로 공동이용이 가능하고, 향후 구제역 등 가축전염병으로 인한 가축매몰지 발생시 효과적으로 대응할 수 있다는 점에서 그 장점이 있다.

VI. 결 론

1. 연구요약

2010-2011년 발생한 구제역으로 전국에서 약 347만두의 가축이 살처분되고 4,500여개의 가축매몰지가 조성되었다. 이로 인한 경제적 손실은 정부에서 재정지출한 직접비만 3조 1,759억 원이지만, 간접손실 및 환경비용은 추가되지 않은 것이다. 구제역으로 조성된 가축매몰지는 가축전염병예방법에 의거 3년간의 발굴이 금지되며, 구제역긴급행동지침과 가축매몰지 환경관리지침에 의거 지방자치단체에서 사후관리를 실시한다. 2010년 4월 발생한 구제역 가축매몰지는 발굴금지가 해제되어 위치를 확인하기 곤란한 상태이며, 2010-2011년 발생한 구제역은 2013년 12월부터 단계적으로 발굴금지기간이 해제된다.

기술적인 측면에서 본다면, 문제는 첫째 3년간의 매몰이라는 시간적인 한계에서 시작된다. 3년이라는 시간으로는 매몰사체가 완전히 분해되지 않는다. 소의 경우는 뼈와 가죽을 제외하고는 형체가 거의 사라지는 경우도 존재하지만, 돼지의 경우는 그렇지 못하다. 또한 뼈와 가죽 등의 잔존물의 존속기간이 더 길다. 가축매몰지의 종류나 위치 등에 따라 다르지만 10년도 완전 분해에는 부족한 기간이라는 것이다. 두 번째는 긴급매몰 과정에서 매몰된 가축사체의 수와 사용한 생석회의 양이 문제가 된다. 한 매몰지에 보통 수천마리가 동시에 매장되었고, 숫자가 많다보니 바이러스의 활동을 제어하고 침출수 유출을 막기 위해 많은 생석회를 사용하였다. 정확히는, 당시에 향후 후유증 등을 우려하며 활동 억제에 중요한 역할을 하는 생석회를 퍼 부었다는 것이다. 그로 인해 매몰상태에서 전혀 부패반응이 이루어지지 않고 심지어 고체화된 사례도 존재다.

따라서 법적으로 발굴금지가 해제되는 경우 다음과 같은 문제점이 예상된다. 첫째, 농장 등 인근지역에 가축매몰지가 존재하는 대부분의 농장주나 토지주는 가축매몰지 형태를 없앨 것으로 예상된다. 가축매몰지 자체가 존재한다는 이유만으로 해당지역의 부동산 가격이 하락하고 관광수입이 줄어든다고 생각하기 때문이다. 심지어 정부합동조사단이 가축매몰지 환경문제를 조사하러 온 경우에도 동네주민들이 이들의 출입을 막은 적이 있다. 이러한 경우 가축매몰지가 향후 어떠한 형태로 사용되거나 발굴될지 예상하기 어렵다.

두 번째, 만약 발굴하는 경우 여러 오염문제가 예상된다. 이 분야 과학자들 어느 누구도 살처분 가축을 3년간 매몰한 것으로 구제역 바이러스균이 완전 소멸되었다고 보장하지 못하고 있다. 구제역 바이러스균은 일반적으로 6개월이면 사멸되는 것으로 보고되고 있지만 그럼에도 완전히 소멸되었다는 보장을 어느 누구도 못하는 것이다. 여기에 3년간의 부패과정에서 완

전 해결되지 않은 각종 병원체도 존재한다. 따라서 발굴 이후 어떠한 상황이 발생할 지 현 단계에서 아무도 보장하지 못하는 것이다.

물론 문제되는 가축매몰지를 이설하거나, 친환경매몰로 전환하면서 큰 문제점 없이 진행된 사례도 다수 있다.⁴⁾ 이러한 사례는 담당공무원들의 통제 하에서 작업이 이루어졌으며, 숫자도 많지 않았지만, 발굴금지 해제이후 숫자가 많고 작업통제가 사라진다면 그 이후 사태를 예측하기 어렵다.

따라서 현 단계에서는 현 상태에서 부패를 촉진시켜 완전분해를 촉진시키는 것이 가장 바람직한 방법이며, 혹시나 발굴되는 경우를 가정해 사체 잔존물, 안정화가 미흡한 사체의 처리, 가축매몰지 복원 등의 기술적인 문제를 고려해야 한다. 그러나 이 문제를 당장 해결할 활용 가능한 기술과 정책적 대안은 현재 존재하지 않는다.

2. 정책제언

본 연구가 가지는 시사점을 통해 정책제언을 하자면 다음과 같다. 먼저, 사후관리지침의 보완이 필요하다. 현재 구제역행동지침과 가축매몰지 사후관리지침은 가축매몰지가 존속되는 상황만을 전제하며, 발굴금지가 해제되는 상황을 포함하지 않고 있다. 하지만 이전의 사례와 달리 대량의 가축을 매몰하였고, 매몰과정에서 규정준수가 어려웠다. 이로 인해 발굴과정에서 사체 잔존물 등 위해물질이 존재할 수 있다는 점을 고려해야 한다. 따라서 이를 처리하는 절차까지 사후관리 범위에 포함해야 한다.

둘째, 가축전염병예방법의 보완이 필요하다. 가축전염병예방법에서 가축매몰지 발굴금지 기간은 주변 환경에 영향을 미칠 우려가 있는 경우 시장·군수·구청장은 농림축산식품부령으로 정하는 방법에 따라 2년 범위에서 연장할 수 있다고 명시되어 있다. 하지만 주변 환경에 영향을 미칠 우려가 있다는 객관적인 기준은 무엇이며, 농림축산식품부령으로 정하는 방법은 어떠한 것인지 구체적인 사항이 마련되어 있지 않다. 가축매몰지 발굴금지기간 해제시점이 도래되는 것을 고려하여 조속한 보완이 필요하다.

셋째, 현장요구기술에 대한 적극적인 연구개발이 필요하다. 사후관리기술 관점에서 가축매몰지 존속기간의 발생가능 문제점에 대한 기술적 대안은 다양하게 준비되어 있다. 하지만, 발굴시점에 나타날 수 있는 현장문제에 대응할 수 있는 기술은 확인되지 않고 있다. 4,500여개의 가축매몰지 발굴금지가 2013년말부터 일시에 해제된다는 점을 고려하여 이에 대응할 수

4) 최정록(2012)은 2012년 10월 31일 현재 환경문제 등으로 이설된 가축매몰지 46개소를 포함하여 친환경 매몰지는 모두 132개소라고 밝히고 있다.

있는 현장요구기술의 연구개발이 필요하다.

넷째, 기술적 해결을 위한 연구개발을 지원하기 위해 가축매몰지 관련 행정업무를 연구개발 목적 등에 한하여 공개 활용하는 방안이 필요하다. 과학기술에 기반한 문제해결을 위해서는 현장의 문제점을 정확하게 이해하고, 이를 진단하는 것이 매우 중요하다. 이러한 점에서 연구 개발 목적의 현장 또는 자료접근도 제한하는 비공개 업무에 대한 개선이 필요하다.

3. 연구의의와 한계

본 연구의 의의는 다음과 같다. 첫째, 가축매몰지 사후관리의 범위를 재정의했다는 점이다. 법과 정책에서는 가축매몰지 조성부터 관리시점까지의 업무에 대하여 정의하고 있다. 그러나 현장에서는 발굴시점 및 발굴이후의 문제에 대한 관리가 필요하다는 점에서 이를 포함하는 사후관리 범위를 제시했다는 데 그 의의가 있다.

둘째, 가축질병으로 인한 살처분 가축을 매몰로 처리함에 있어 관련된 기술을 업무특성에 따라 분류하여 제시했다는 점이다. 이전의 연구에서 가축매몰지 관련 기술분류가 없었고, 최초로 제시했다는 점에서 그 의의 있다.

셋째, 가축매몰지 관련 수요견인형 연구개발의 필요성을 제시했다. 사상초유의 구제역 이후 가축매몰지 조성 및 관리를 위한 연구가 아니라 발굴시점의 현장수요기술을 확인하고 이를 제시함으로써 관련 기술의 연구개발 필요성을 제시했으며, 이를 통해 환경산업이 육성될 수 있을 것으로 기대된다.

그럼에도 불구하고 본 연구가 지니는 한계는 다음과 같다. 가축매몰지 관련 업무가 비공개라는 특성으로 연구의 제약이 존재하였으며, 이로 인해 전체의 문제점을 객관화하는 한계가 존재한다. 따라서 향후 국가단위의 가축매몰지 실태조사와 같은 연구가 필요하다 할 것이다.

참고문헌

- 가축위생방역지원본부 (2003), 「구제역 백서」, 서울: 농림부.
- 법제처 (2013), 가축전염병예방법 및 동법 시행규칙.
- 강진영, 고봉현, 고태호, 강승진 (2011), 「구제역 발생 시나리오별 제주 지역경제 영향 분석 및 대응방안」, JDI FOCUS, No. 110, 제주발전연구원.
- 경상북도 (2011), 「2011 가축매몰지 관리백서」.

- 국제수의무역사무국 (2013), 구제역 발생국가 현황. <http://www.oie.int/en/animal-health-in-the-world/fmd-portal/about-fmd/disease-information/>
- 구제역 중앙재난안전대책본부 (2011), 「구제역 중앙재난안전대책본부 운영 백서」, 서울: 행정안전부.
- 국립축산과학원 (2011), 「축산과학원 구제역 백서 (2010-2011)」, 서울: 농촌진흥청.
- 국립환경과학원 (2012), 「가축매몰지 관련 자료집」.
- 권용덕 (2011), “구제역 발생이 사회불안 지각에 미치는 영향”, 경남발전연구원논문집, 114, 54-63.
- 김건하 (2011), “가축매몰지 사후관리”, 한국환경농학회 춘계워크숍 자료집, 83-99.
- 김동련, 김환목 (2011), “전염병으로 인한 가축매몰지에 대한 공법적 연구”, 토지공법연구, 55, 269-289.
- 김미형, 김건하 (2013a), “가축매몰지 조성비용 평가”, 지하수도양환경, 18(1), 137-147.
- 김미형, 김건하 (2013b), “전과정평가를 활용한 가축매몰지의 환경영향 분석”, 한국물환경학회지, 29(2), 239-246.
- 김선경, 김지은, 백도명 (2011), “2010-2011년도에 발생한 구제역 살처분 원인에 대한 문화 분석”, 한국환경보건학회지, 37(2), 165-169.
- 김정수 (2011), “구제역 정책실패로 인한 환경문제와 시민과학”, ECO, 15(1), 85-119.
- 김정호, 허덕, 정민국, 우병준, 김창호, 정종기, 연가연 (2011), 「2010-2011 구제역 백서 -구제역의 발생·확산 원인 및 재발방지 방안-」, 한국농촌경제연구원.
- 농림수산식품부 (2012), 「구제역 긴급행동지침(SOP)」.
- 박봉균, 양병우, 이명규, 이병오, 황수철 (2002), 「주요 가축전염병의 과학적 대처시스템 및 친환경적 사후관리기술에 관한 연구」, 국가과학기술자문회의.
- 박재우 (2011), “가축 매몰지 침출수 특성 및 처리공법”, 지반환경, 12(2), 45-56.
- 박제철, 성기달, 정훈영, 남범식, 성진욱, 라경석, 김민수, 임선화, 박미연, 김현진, 정재성 (2012), 「구제역 가축매몰지 안정도 진단 및 사후관리방안」, 경상북도.
- 박준범 (2011), “구제역 매몰지에 대한 지반환경적 접근”, 지반환경, 12(2), 18-25.
- 서지영, 김석관, 성지은, 정교민, 이미영 (2011), 「전염성 동물질병에 대한 과학기술적 대응방안」, 서울: 한국과학기술정책연구원.
- 설성수, 고창룡, 조기현, 박진주 (2012), 「기술가치 컨설팅 결과 보고서-구제역 가축매몰지 환경관리 기술 중심」, 대전: 한남대 SAFE연구원.
- 이민규, 이예리 (2012), “국내 신문의 가축 전염병 위험 보도에 대한 프레임 연구: 중앙지와

- 지역지의 구제역 보도를 중심으로”, *언론과학연구*, 12(2), 378-414.
- 이승학, 오명학 (2011), “가축매몰 관련 국외 연구사례 및 국내 구제역 매몰지 사후관리 방안”, *한국토목섬유학회지*, 10(2), 24-29.
- 이진용, 김남주, 이순영, 최범규, 이영록, 염태환, 최상진, 권선영, 임홍균, 권구상 (2011), 「구제역 매몰지 수리지질학적 현황평가 및 가축매몰지 환경관리지침 개선 연구」, 강원: 원주 지방환경청.
- 주효진, 노지영 (2011), “재난관리단계별 관점에서의 구제역 사태에 대한 심층 분석: 2010년 구제역을 중심으로”, *한국정책연구*, 11(3), 347-366.
- 채진 (2012), “다조직의 재난관리 협력체계 분석: 구제역 방역활동을 중심으로”, *한국행정학보*, 46(1), 57-78.
- 최정록 (2012), “국내 폐사축 처리정책 및 방향”, *폐사축 처리기술 및 정책관련 국제 세미나 자료집*, 3-21.
- 최석근, 송해화, 박경식 (2012), “네트워크기법을 이용한 구제역 확산 속도 분석”, *한국지형공간정보학회지*, 20(2), 101-107.
- 특허청 (2013), 특허검색서비스(www.kipris.or.kr).
- 한남대 SAFE연구단, 아시아기술혁신학회 (2012), 「가축매몰지 사후관리 기술 연구를 위한 전문가 워크숍 자료집」.
- 환경부 (2012), 「가축매몰지 환경관리지침」.
- 홍성만, 하동현 (2012), “구제역 환경재난에서 매몰대응과정의 문제와 공공용지 확보: 2010-2011년 구제역 대응사례를 중심으로”, *국정관리연구*, 7(1), 43-65.
- 臺灣省農林廳 (1988), 「臺灣省處理豬隻口蹄疫紀實錄」, 中華民國87年12月.
- Donaldson, A., Lee, R., Ward, N. and Wilkinson, K. (2006), *Foot-and-Mouth 5 Years on: The Legacy of the 2001 Food and Mouth Disease Crisis for Farming and the British Countryside*, Center for Rural Economy Discussion Paper Series No. 6.
- Evans, A. (2011), *Foot and mouth disease: 10 Years on*, Institute for Government, February. <http://www.instituteforgovernment.org.uk/blog/1990>
- Pendell, D. and Leatherman, J. (2007), “The Economic Impacts of a Foot-and-Mouth Disease Outbreak: A Regional Analysis”, Paper presented at the Western Agricultural Economics Association Annual Meeting, Portland, July 29-August 1.
- Thompson, D., Muriel, P., Russell, D., Osborne, P., Bromley, A., Rowland, M., Creigh-Tyte, S. and Brown, C. (2002), “Economic costs of the foot and mouth disease outbreak

in the United Kingdom in 2001”, *Review of Science and Technology*, Dec., 21(3), 675-687.

Watkiss, P. and Smith, A. (2005), *CBA of Foot and Mouth Disease Control Strategies: Environmental Impacts*, AEA Technology Environment, ED51178001, UK Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA).

고창룡

한남대학교에서 경제학 박사학위를 취득하고 현재 레노바레컨설팅 대표 및 한남대학교 경제학과 겸임교수로 재직 중이다. 매출활성화(2010) 등 유통분야 8권의 저서가 있고, 기술경영 및 기업혁신 컨설턴트로 활동 중이다.

설성수

한남대학교 경제학과 교수로 재직 중이며 기술혁신론(2011), 기술가치평가론(2012), 기술사업화론(2013) 등의 저서가 있다.