Research article

일본의 가축 폐사체 관리 현황 분석: 군마현의 화제장 (化製場) 운영사례를 중심으로

김수량¹ · 이명규^{2*}

¹상지대학교 산학협력단 연구교수, ²상지대학교 환경공학과 교수

Analysis of livestock carcass management in Japan: A case study of the rendering plant in Gunma Prefecture

Soo-Ryang Kim¹, Myung-Gyu Lee^{2*}

¹Research Professor, Industry-Academic Cooperation Foundation, Sangji University, 83 Sangjidae-gil, Wonju-si, Gangwon-do, 26339, Republic of Korea

²Professor, Department of Environmental Engineering, Sangji University, 83 Sangjidae-gil, Wonju-si, Gangwon-do, 26339, Republic of Korea

Corresponding author

Myung-Gyu Lee
Sangji University, 83 Sangjidae-gil,
Wonju-si, Gangwon-do, 26339,
Republic of Korea
Tel : +82-33-730-0443
Fax : +82-33-730-0440
E-mail : mglee@sangji.ac.kr

Received : March 23, 2021

Revised : April 16, 2021

Accepted : April 17, 2021

The key to managing livestock carcasses in Japan can be summarized in (1) a ban on self-treatment (disposal) by farmers, (2) a regional management system by specialized organizations (subcontracting), and (3) a value-added strategy for by-products. And traditional methods of disposing of livestock carcasses are evolving towards advanced technologies, and the legal aspects (administrative factors) are also gradually tightened up. Due to the environmental conditions in South Korea, the management of livestock carcasses is challenging. Consequently, managing livestock carcasses on farms should be as simplified as possible. Furthermore, integrated management is required at the national level to prevent animal health problems and diseases on farms. In particular, the whole process of livestock carcass management (generation, storage, transportation, specialized organizations, resource recycling) should be monitored in a transparent system.

Key words : Livestock, Environment, Livestock carcass, Rendering, Resource recycling

서론

집약적인 가축 사육에 따른 가축 폐사체의 상시적 발생은 필연적 결과물이다. 국내에서의 가축 폐사체 발생 규모에 대한 정확한 통계는 어려우나 연간 소 98천두, 돼지 5,700천두, 78,000천수로 추정되고 있다 (Kim et al., 2020). 가축 폐사체를 처리하는 방법은 매몰 (Burial), 연소 (Burning), 소각 (Incineration), 랜더링 (Rendering), 퇴비화 (Composting), 혐기성 소화 (Anaerobic digestion), 알칼리 가수분해 (Alkaline hydrolysis) 등이 이용 가능한 것으로

알려져 있으며 (Arias et al., 2018; Chowdhury et al., 2019), 각각 방법들은 기술적 · 경제적 · 환경적 장단점을 가진다. 예로서 가축 폐사체를 처리하는 가장 전통적인 매몰 방식은 역사적으로 가장 많이 이용되는 방법인 동시에 침출수나 병원균 등 잠재된 환경적 위해 요소들이 지적되기도 한다. 랜더링 (Rendering) 방식은 가축 폐사체와 동물의 부산물을 균일한 입자로 분쇄 후 가열 공정을 거쳐 지방과 단백질 성분, 물 등으로 분리하고, 유용한 원료인 육골분 (Meat and bone meal, MBN) 또는 동물성 기름을 생산할 수 있다. 동물성 기름은 비누 또는 세제 등을 제조하는 화장품 제조

업체나 화학공업 등에서 원료로 이용될 수 있으며, 그 자체를 에너지원으로 이용할 수도 있다. 그러나 시설에서 발생하는 가스 및 악취, 고농도의 유출물이나 고가의 시설비는 반드시 고려해야 할 사항이다 (Gwyther et al., 2011; Chowdhury et al., 2019).

국내에서도 가축 폐사체의 처리와 관련된 다양한 연구가 시도된 바 있다. 농업적 재활용을 위한 연구로는 가축 폐사체의 비료가치 평가(Seo et al., 2011), 가축 폐사체 랜더링 부산물의 산·알칼리분해 특성 분석(Seo et al., 2012) 및 가축 폐사체 유래 액상부산물의 액비 활용 가능성 평가(Seo et al., 2013), 랜더링 방법으로 처리된 가축 폐사체의 퇴비화 재활용을 위한 톱밥 배합 비율 특성 평가(Choi et al., 2013), 고온혐기성 소화에 의한 가축 폐사체 처리 타당성 검토(Kim and Sung, 2008) 등이 있으며, 가축 폐사체의 매몰지 등 처분 후 사후관리에 대한 연구로는 가축 매몰지의 사체분해특성 및 지하수, 악취 등 환경영향 저감 방안(NIER, 2011a, 2011b, 2011c; Hannam University, 2012; NIAS, 2014; Kangwon National University, 2017) 등 가축 매몰지로부터의 2차 환경오염 특성에 관한 연구와 함께 살처분 대상 가축 안전처리를 위한 단위기술 연구(NAS, 2011; NIAS, 2013; Sunchon National University, 2014; Boo-Kang Tech. Co., Ltd., 2016)가 수행된 바 있다. Seol and Kim (2016)은 가축전염병 등으로 대량 매몰된 가축 폐사체의 처리를 위한 사육처리센터의 필요성을 제시한 바 있으며, 이처럼 가축 폐사체 관리에 있어서는 처리를 위한 단위기술 이외에도 지역단위 공동형 가축 폐사체 처리 조직체의 필요성 또한 대두되고 있는 실정이다.

한편 일본에서는 가축 폐사체에 대하여 “산업폐기물”로 분류하고 있으며, 「화제장(化製場) 등에 관한 법률」을 근거로 가축 폐사체 발생과 처분까지 종합적으로 관리하고 있다. 여기서 화제장(化製場)이란 지역단위 공동형 가축 폐사체 처리 조직체의 개념으로서 가축의 고기, 가죽, 뼈, 장기 등을 원료로 피혁, 유지, 아교, 비료, 사료 기타 물건을 제조하기 위해서 마련된 시설을 말한다.

본 연구의 목적은 가축 폐사체를 적정 처리하고 있는 해외 선진사례 중에서도 일본의 지역단위 공동형 가축 폐사체 처리 시스템인 랜더링 처리 기반의 화제장(化製場) 및 이와 관련된 법률에 대하여 조사·분석하고 우리나라 실정에 맞는 가축 폐사체 관리방안 구축을 위한 기초자료를 마련하는 데 있다.

재료 및 방법

일본의 가축 폐사체 관리와 관련된 법률적 현황은 「폐기물 처리 및 청소에 관한 법률」과 「화제장 등에 관한 법률」을 중심으로 가축 폐사체에 대한 법률적 정의, 분류 체계, 취급 및 처리방법 등을 분석하였다.

또한 군마현에 소재한 랜더링 처리 기반의 화제장을 방문하여 해당 시설의 담당자 및 군마현 담당자와의 면담 내용과 문헌자료를 중심으로 일본의 화제장 운영사례를 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 일본의 가축 폐사체 관리에 대한 법률적 현황 분석

(1) 폐기물의 처리 및 청소에 관한 법률: 가축 폐사체의 정의 및 분류

일본에서의 가축 폐사체에 대한 적정 취급 및 관리는 크게 「환경성」·「후생노동성」·「농림수산성」에서 산업폐기물 측면과 위생성 측면에 대해 상호 협조체계를 구축하고 있으며, 기본적 축산농가에서 발생하는 가축 폐사체는 「폐기물 처리 및 청소에 관한 법률」에 의해 “산업폐기물”로 분류되어 「화제장 등에 관한 법률」을 근거로 가축 폐사체를 취급·처리하고 있다.

가축 폐사체의 법률적 정의 및 분류체계를 세부적으로 살펴보면 「폐기물의 처리 및 청소에 관한 법률」 제2조에서 “폐기물”을 쓰레기, 대형 폐기물, 석탄재, 오니, 분뇨, 폐유, 폐산, 폐 알칼리, 동물의 사체 기타 오물이나 찌꺼기로서 고형 또는 액상물로 정의하여 “동물의 사체”를 포함

Table 1. Classification of industrial waste in Japan.

Category	20 items designated in the law
Cabinet order of waste management and Public cleansing law, Article 2	Waste paper [†] , Waste wood [†] , Waste textile [†] , Animal and plant residues [†] , Unwanted animal solid matter [†] , Waste rubber, Waste metal, Waste glass-concrete-ceramic, Waste casting sand and slag, Bricks, Livestock excreta (limited to livestock farming) [†] , Animal carcass (limited to livestock farming) [†] , Cinder, Sludge, Waste oil, Waste acid, Waste alkali, Waste plastics, Dust, Waste generated by the treatment of the above 19 industrial wastes

[†] Denotes that there are restrictions depending on the type of industry that the waste-discharging enterprise belongs to.

하고 있으며 (Table 1), 같은법 시행령 제2조를 근거로 농축농업에 한하여 동물의 사체를 “산업폐기물”로서 명확히 규정하고 이를 처리하도록 명시되어 있다.

(2) 화제장 등에 관한 법률: 가축, 화제장 및 사망가축 취급장에 대한 법률적 정의와 범위

「화제장 등에 관한 법률」 제1조에서는 “화제장”과 “사망가축 취급장”에 대해 법률적으로 정의하고 있다. “화제장”이란 가축의 고기, 가죽, 뼈, 장기 등을 원료로 피혁, 유지, 아교, 비료, 사료 기타 물건을 제조하기 위해서 마련된 시설로서 도도부현 (都道府県) 지사의 허가를 받은 것을 말하며, “사망가축 취급장”이란 가축 폐사체를 해체하고 매몰하거나 최종 처리하기 위한 시설 또는 구역에서 “사망가축 취급장”으로서 마찬가지로 도도부현지사의 허가를 받은 것으로 규정하고 있다. 이처럼 「화제장 등에 관한 법률」에 근거한 “화제장”과 “사망가축 취급장”의 관리는 해당 시설의 허가를 포함한 일련의 행정 사항을 모두 지자체에서 관리하는 구조임을 알 수 있다.

또한 「화제장 등에 관한 법률」 제1조에서는 대상이 되는 “가축”에 대하여 소, 말, 돼지, 면양, 염소로 축종 범위를 한정하여 정의하고 있는데, 같은 법 제8조에 근거하면 “가축, 어패류 또는 조류의 고기, 가죽, 뼈, 장기 등을 화제장 또는 이와 비슷한 시설에 공급하기 때문에 이들 물질의 저장과 그 저장 시설에 준용한다.”라고 명시되어 있으므로 “화제장” 또는 “화제장에 준용하는 시설 (어패류 및 조류 취급)” 및 “사망가축 취급장”에서의 취급 범위는 상기 “가축”에 해당되는 축종뿐만 아니라 어패류 및 가금류까지 해당 된다고 볼 수 있다.

(3) 화제장 등에 관한 법률: 화제장 및 사망가축 취급장에서의 가축 폐사체 처리 규정

가축 폐사체의 해체 및 소각 그리고 이를 이용한 부가가치를 발생시키는 물질의 제조 등에 대하여서는 「화제장 등에 관한 법률」 제2조 근거 하에 지정된 시설 이외에서의 임의적 처리행위를 일체 금지하고 있다. 즉, 가축의 고기, 가죽, 뼈, 장기 등을 원료로 하는 피혁, 유지, 아교, 비료, 사료 기타 물질의 제조는 “화제장” 이외의 시설에서 이를 행하여서는 안 되며, 사망 가축의 해체·매각 (埋却)·소각은 “사망가축 취급장” 이외의 시설 또는 구역에서의 처리행위를 제한하고 있는 것이다.

(4) 화제장 등에 관한 법률: 가축의 사육 및 수용시설의 허가 「화제장 등에 관한 법률」 상 “화제장” 및 “사망가축 취급장”의 설치 신청 및 허가, 구조와 설비 기준, 운영 관련 신고 등 구체적인 행정업무는 각 지자체 조례에 위임되어 시행되고 있다. 이외에도 해당 지역에서의 가축의 사육 및 수용시설의 허가와 관련된 규정도 포함되어 있는데 같은 법 제9조 및 같은 법 시행령 제1조, 제2조에 의하면 도도부현의 조례로 정하는 기준에 따라 지정 구역 내에서 정령으로 정하는 종류의 동물을 그 사육 또는 수용을 위한 시설에서 해당 동물을 사육하거나 수용할 경우 동물의 종류별로 도도부현 지사의 허가를 받도록 되어 있는데, 정령으로 정하는 동물의 종류는 소, 말, 돼지, 면양, 염소 이외에도 개, 닭, 오리 등이 추가로 명시되어 있다.

(5) 화제장 등에 관한 법률: 벌금, 벌칙 및 환경위생감시원의 역할

「화제장 등에 관한 법률」에서는 가축 폐사체에 대한 취급·관리 및 시설 관련 규정 이외에도 제10조, 제11조 및 제12조 근거에 따라 “화제장” 또는 “사망가축 취급장”의 설치 및 운영 등과 관련된 규정을 위반했을 경우 벌금 또는 벌칙에 대한 근거 기준을 두고 있다. 또한 별도의 “환경위생감시원”을 설치 (같은 법 시행규칙)하여 해당 시설 제반의 운영사항 등 (공중보건 상 필요한 기준 등)에 대한 감시·감독을 실시하고 있다.

(6) 기타 관련 법률: 가축 폐사체 유래 비료 및 사료화

“화제장”에서의 일반적인 랜더링 처리방식은 동물성 기름 추출, 건조·분말화, 비료·사료 등 원료를 생산하는 방법을 채택하고 있다. 가축 폐사체 유래 비료화 및 사료화는 기본적으로 「비료단속법」과 「사료의 안전성 확보 및 품질 개선에 관한 법률」에 근거하여 사용하도록 명시하고 있다. 일례로서 비료화의 경우 「비료 단속법에 따라 보통 비료 공정규격을 정하는 등의 건」고시에 따라 “유기질비료”로서 “육골분”, “육부산물분”, “생골분”, “부산동물질비료” 등의 종류를 구분하여 “함유해야 하는 주성분의 최소량”, “함유를 허용하는 유해성분의 최대량” 및 기타 제한 기준과 관련 사항을 지키도록 명시되어 있다. 사료 관계 법령 중 「사료 및 사료 첨가제의 성분 규격 등에 관한 성령」에서는 동물 유래 단백질 또는 동물 유래 단백질을 원료로 하는 사료의 성분 규격 및 제조방법 등의 기준이 제시되어 있다. 농림수산소비안전기술센터에서는 이와 같은 비료·

토양개량 및 사료 관계 법령, 각종 신청·신고·보고절차, 표시 가이드(보증표 기재 등) 등에 대해서 자세하고 구체적인 정보들을 웹 기반으로 서비스하고 있다 (FAMIC, 2021). 특히 동식물 유래 비료 및 사료화의 경우 제조기준에 적합하여 허가된(농림수산부장관의 확인·허가를 받은 공정) 전국 사업장의 대한 리스트도 제공하고 있으며, 주요 대상 사업장은 “동물 유래 단백질 등”, “육골분 등을 이용한 애완동물 사료 및 애완동물 식품용 육골분 등”, “비료용 육골분 등”, “소의 등뼈 등이 혼합되지 않은 비료 제조공정” 등으로서 대부분이 “화제장”인 것을 알 수 있다.

2. 군마현 화제장 운영사례 분석

(1) 군마현의 축산 현황 및 가축 폐사체 관리 개요

군마현은 동경으로부터 북서 방향으로 약 250 km 부근의 내륙지방이며, 축산업이 발달된 지역이다. '21년 기준으로 젖소 34,000두 (503호), 육용우 55,000두 (573호), 돼지 629,600두 (212호), 산란계 8,033천수 (53호), 육계 1,460천수 (27호)가 사육되고 있다 (Gunma Prefecture, 2021).

군마현 중심으로는 나가노현과 사이타마현 외에도 이바라키현, 토치기현 등 여러 현 단위 지역이 위치해 있으며 각 지역으로부터의 일부 가축 폐사체도 이송하여 군마현 화제장에서 처리하고 있는 실정이다. 가축 폐사체 중에서도 돼지와 닭은 주로 관내에서 수거·처리하는 것이 대부분이며, 소의 경우는 군마현 외 기타 지역에 적정 처리장이 없는 관계로 비교적 먼 거리의 지역으로부터 수거하여 처리하고 있다.

가축 폐사체 운반에 따른 비용 산정 등은 축산농가 (또는 도축장), 화제장, 운송업체가 상호 협의하는 구조를 가진다. 기본적으로는 가축 폐사체 발생 시 축산농가부터 화제장까지의 운송은 전표제도 (산업폐기물 전표)를 기반으로 축산농가와 민간운송업체와의 위탁계약을 통해 이루어진다. 가축 폐사체 운송업체는 화제장 입장에서 원료를 조달하는 중간조직체로서 핵심적인 역할을 하므로 항상

긴밀한 관계를 유지하고 있다. Figure 1은 가축 폐사체 발생 시 운송업체와 처리업체와의 운송 및 관리체계에 대해 나타냈다.

기본적으로 가축 폐사체 발생 시에는 수의사가 법정전염병 여부를 판단하여 검안서 작성 등의 행정처리 통해 최종 처분된다. 한편, 전염병이 발생 할 경우 가축 폐사체의 운반을 전면 중지하고 관련 법률에 따라 별도의 프로그램으로 관리된다. 법정전염병 가축 폐사체의 경우는 해당 지자체 조례에 따라 관내에서 처리하는 것이 기본 방침이다.

군마현에서 가축 폐사체 발생 시 돼지나 닭의 경우는 일반적인 처리 흐름에 따라 축산농가로부터 운송업체를 통해 화제장으로 이송되어 재활용된다. 단, 소 (45개월령 이상)의 경우는 반드시 의무적으로 가축위생연구소에서 BSE (Bovine Spongiform Encephalopathy, 소해면상뇌병증) 검사를 한 후 화제장으로 이송되어 최종처분는데 이때에는 BSE의 유무와 관계 없이 재활용을 하지 않는 것이 특징이다. Figure 2는 군마현에서의 일반적인 가축 폐사체 발생 시 처리 흐름에 대하여 나타내었으며, Figure 3은 축우 폐사체의 발생 시 처리흐름에 대하여 나타내었다.

(2) 군마현 화제장의 운영관리

군마현 화제장은 1971년도에 설립된 이후 수처리 시설 및 식용 유지 설비 등 가축 폐사체 처리와 관련된 각종 제반 시설들을 보완하여 1986년도에는 동식물 유지 JAS규격을 취득하였으며 현재까지 운영되고 있다 (JLBA, 2004). 군마현 화제장의 1일 처리 규모는 전체 약 250톤 정도이다. 수거되는 도축부산물과 가축 폐사체는 대부분 사료 및 비료 원료인 육골분 (MBN), 식용 기름 등으로 재활용되고 있다 (Figure 4). 특히 육골분의 제조 시에는 「비료단속법」·「사료안전기본법」·「BSE특별조치법」에 근거하고 있다. 군마현 화제장에서는 가축 폐사체 이외에도 도축부산물인 원피, 골, 내장 및 식품 불가물질을 수거·처리하고 있으며, 도축부산물과 가축 폐사체의 처리 비율은 약 7:3 정도로서 도축부산물이 상대적으로 많은 부분을 차지하고 있다.

Figure 1. The transportation and management system of animal carcasses in Japan based on industrial waste control manifest.

Figure 2. The management system for animal carcasses in Gunma Prefecture, Japan.

Figure 3. The management system for a dead cattle in Gunma Prefecture, Japan (JLIA, 2021).

Figure 4. The products of raw materials for fertilizer (A) and edible fats (B) derived from slaughter by-products and animal carcasses produced in Gunma Prefecture, Japan.

군마현 화제장은 크게 총무부, 영업부, 업무부, 제조부 등으로 이루어져 있으며, 특히 본 사업장에서 가장 핵심적

인 역할을 수행하는 제조부의 경우는 그 역할별로 5개의 과로 나누어져 있다. 가축 폐사체 및 도축부산물을 최종 처리함에 있어 제조부 제1과는 뼈, 내장, 사망가축의 화제 (化製)처리, 제2과는 가금류의 털 처리, 제3과는 사료·비료 제품의 마무리, 제4과는 원피 처리, 제5과는 생 지방물 처리로 역할이 구분되어 있다. Figure 5에는 군마현 화제장의 조직도 및 업무구성 모식도를 나타냈으며, Table 2에는 군마현 화제장 제조부의 구체적인 업무내용에 대하여 나타냈다.

군마현 화제장 제조부의 각 부서별 세부내용은 다음과 같다. 제1과는 돼지와 닭을 육골분 또는 동물성 단백질 (단백질 함량 55% 이상) 형태로서 돼지 및 닭의 배합사료 원료를 생산하며, 이때 소의 경우는 전량 소각처리하고 있다. 제2과는 가금류의 깃털을 분쇄 및 적정 처리한 후 질소

Figure 5. The organization chart of the rendering plant in Gunma Prefecture, Japan.

Table 2. The characteristics of the manufacturing department of rendering plant in Gunma Prefecture, Japan.

Manufacturing department		Details
Section 1	Rendering treatment	<ul style="list-style-type: none"> - Producing raw materials of mixed feed for pigs or chickens - Pigs and chickens: Meat and bone meal (MBM) or animal protein (protein content of 55% or more) - Cattle: Incineration treatment
Section 2	Poultry feathers	<ul style="list-style-type: none"> - Production of raw materials for nitrogen fertilizers - After crushing the feathers of poultry, it's properly treated
Section 3	Production of raw materials for feed and fertilizer	<ul style="list-style-type: none"> - The final step for productization - Product: Raw materials for feed and fertilizer (from sections 1 and 2) - Homogenization: Particle size to within 2mm - Remove impurities
Section 4	Leather (hides/skins)	<ul style="list-style-type: none"> - To remove or recover with fat from the skin/hide - Selling the leather to a related company
Section 5	Fats	<ul style="list-style-type: none"> - Pre-treatment: Separate raw fat from meat - Post-treatment. Acidity, color, smell - Product: Edible fats - It's mainly used as frying oil (pork cutlet, etc.) - Price: 25,000~30,000won/15kg (consumer price)

질 비료를 생산하는 역할을 한다. 제3과는 사료 및 비료의 원료가 되는 제품을 마무리하는 단계로서 제품의 입자크기를 2 mm 이내로 균질하게 하는 작업을 한다. 제4과는 원피에 있는 지방을 제거하는 것이 주요 역할이며 처리 후의 가죽은 관련 업체에 판매하고 있다. 마지막으로 제5과는 육질에 붙어있는 생 지방물을 분리하여 식용기름이 되는 원료로 전처리 한뒤 산도, 색도, 냄새를 적정하게 후처리하여 투명한 제품형 기름으로 생산한다. 이는 돈가스 등

의 튀김 기름으로 주로 사용되며 소비자가격은 약 25,000~30,000원/15 kg에 형성되어 있다.

결론

일본에서는 축산업 유래 가축 폐사체에 대해 “산업폐기물”로 명료하게 분류하고 있다. 또한 가축 폐사체를 발생에서부터 운송 및 최종처분하기 위한 별도의 법률인 「화

제장 등에 관한 법률」 등을 제정하여 이를 근거로 지역단위 공동형 가축 폐사체 처리 조직체를 운영함으로써 농장 내에서의 임의적인 가축 폐사체 처리를 철저히 금지하고 있다. 반면, 우리나라의 경우 가축 폐사체는 「폐기물관리법」 제2조에 의해 “폐기물”로 정의하고 있으며 같은 법 시행령 제2조제7호 근거에 따라 1일 평균 300킬로그램 미만인 경우에는 “생활폐기물”로 관리되고 있다. 즉 축산농가에서 발생하는 가축 폐사체가 상기 조건에 해당 할 경우 “생활폐기물”로 구분되어 처리해야 하나 가축 폐사체의 특성 상 부패되기 쉽고 질병이 전파될 우려가 있기 때문에 현실적으로는 이를 적정 처리하기가 매우 어려운 실정이다. 따라서 가축 폐사체 관리가 어려운 국내 환경 여건 상 축산농가에서 상시 발생하는 가축 폐사체의 관리는 최대한 단순화하여 농장 내에서 불필요한 위생·방역적 문제가 발생하지 않도록 국가적 차원에서 통합 관리해야 할 필요성이 있다.

일본의 가축 폐사체 관리에 대한 핵심은 농가 자가처리 금지, 전문 위탁처리 조직체의 지역단위 체계화, 부산물의 부가가치화 전략으로 요약할 수 있으며 철저한 법률 및 행정적 원칙하에 적정 단위기술을 채택하고 있다. 기술적 요소는 전통적인 가축 폐사체 처리 기술이 시대에 맞게 점진적으로 개발되고 있으며, 법률과 행정적 요소 또한 점차적으로 강화되고 있는 추세이다.

이처럼 국내에서도 통합적인 가축 폐사체 관리를 위해서는 우선 환경, 경제, 사회적 측면을 고려하는 순환형 농축산업으로서의 시각이 필요하며, 수의방역적 문제를 철저히 고려하여 법률과 행정의 통일성이 현실에 부합하도록 체계적인 법률제도를 구축하여야 한다. 또한 처리기술의 환경·위생·경제성 및 관리의 효율성에 대해서는 지역적 특성에 적합한 통합 시스템을 구축하는 것을 목표로 중장기적 관점에서 접근할 필요가 있다. 특히 가축 폐사체 관리 통합 시스템은 발생 농가로부터 보관, 이송관리, 위탁처리 (지역단위 공동형 가축 폐사체 처리 조직체), 자원화 및 악취관리까지의 전과정 모니터링이 투명하게 이루어져야 할 것으로 사료된다.

사 사

이 연구 결과물은 2018년 농림축산식품부 정책연구용역 (가축 폐사체 관리방안 연구) 및 2021년 상지대학교 교내 연구비 지원에 의해 이루어졌으며, 이에 감사드립니다.

인용문헌

- Arias, J.Z., Reuter, T., Sabir, A., Gilroyed, B.H., 2018. Ambient alkaline hydrolysis and anaerobic digestion as a mortality management strategy for whole poultry carcasses. *Waste Management*, 81, 71-77.
- Boo-Kang Tech. Co., Ltd., 2016. Development of efficient stamping out and carcass disposal technology using thermal hydrolysis of infected poultry with Avian Influenza for animal welfare and environmental pollution. Research Report. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Sejong, Korea.
- Choi, I.W., Seo, D.C., Kang, S.W., Seo, Y.J., Lee, S.G., Sung, H.H., Heo, J.S., Kang, S.J., Choi, J.S., 2013. Effect of sawdust mixing ratio on composting of animal cadaver residue using rendering treatment method. *Korean Journal of Environmental Agriculture*, 45(3), 404-409.
- Chowdhury, S., Kim, G.H., Bolan, N., Longhurst, P., 2019. A critical review on risk evaluation and hazardous management in carcass burial. *Process Safety and Environmental Protection*, 123, 272-288.
- FAMIC (Food and Agricultural Materials Inspection Center), 2021. About FAMIC. <<http://www.famic.go.jp/information/introduction.html>> (retrieved 2021.01.21.).
- Gunma Prefecture, 2021. Strategies to use of livestock manure in Gunma Prefecture, Japan. <<https://www.pref.gunma.jp/contents/100196036.pdf>> (retrieved 2021.03.15.).
- Gwyther, C.L., Williams, A.P., Golyshin, P.N., Edwards-Jones, G., Jones, D.L., 2011. The environmental and biosecurity characteristics of livestock carcass disposal methods: A review. *Waste Management*, 31(4), 767-778.
- Hannam University, 2012. Development of assessment, mitigation and remediation techniques of groundwater contamination in livestock disposal area. Research Report. Ministry of Environment, Sejong, Korea.
- JLBA (Japan Livestock By-product Association), 2004. Casebook for rendering system: Overview of the rendering plants. <<http://www.ifeng.or.jp/wordpress/wp-content/uploads/2012/06/CR-2003-23-2.pdf>> (retrieved 2021.01.21.).
- JLIA (Japan Livestock Industry Association-Gunma Prefecture), 2021. Transportation subsidy for dead cattle. <<https://www.chikusankyokai.or.jp/environment/hygiene/yobou/sibougyuu.html>> (retrieved 2021.01.25.).
- Kangwon National University, 2017. Development on epidemiological investigation system for preventing animal disease spread and safety management system of burial sites for livestock mortalities. Research Report. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Sejong, Korea.
- Kim, S.H., Sung, S.H., 2008. Thermophilic anaerobic digestion

- of animal carcasses. *Journal of the Korea Organic Resources Recycling Association*, 16(1), 31-38.
- Kim, S.R., Ji, M.K., Park, K.G., Lee, M.G., 2020. Analysis of the livestock mortality management-related acts and policy suggestions. *The Journal of Social Convergence Studies*, 4(3), 107-116.
- NAS, 2011. Development of mobile carcass treating system for infected poultry. Research Report. Rural Development Administration, Jeonju, Korea.
- NIAS, 2013. Development of environment-friendly moving all-in-one animal rendering equipment and resource recycling technology of animal waste. Research Report. Rural Development Administration, Jeonju, Korea.
- NIAS, 2014. A study on environmentally friendly management of FMD and AI related catastrophic mortality burial sites. Research Report. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Sejong, Korea.
- NIER, 2011a. Biodegradation of livestock carcass and evaluation of secondary pollution to surrounding environments (I). Research Report. Ministry of Environment, Sejong, Korea.
- NIER, 2011b. Identification of leachate composition due to mass animal burial by using Environmental forensics techniques. Research Report. Ministry of Environment, Sejong, Korea.
- NIER, 2011c. A Study on How to reduce malodor at burial sites for livestock. Research Report. Ministry of Environment, Sejong, Korea.
- Seo, D.C., Kang, S.W., Choi, I.W., Sung, H.H., Hur, T.Y., Yoo, J.Y., Heo, J.S., Kang, S.J., Choi, J.S., 2011. Evaluation of fertilizer value of animal cadavers for agricultural recycling. *Korean Journal of Soil Science and Fertilizer*, 44(5), 788-793.
- Seo, Y.J., Seo, D.C., Choi, I.W., Kang, S.W., Lee, S.G., Sung, H.H., Kim, T.S., Kim, H.G., Park, S.H., Kang, S.J., Choi, J.S., 2012. Degradation rate and velocity under different acidic and alkaline degradation agents for liquid fertilizer of rendering by-product. *Korean Journal of Environmental Agriculture*, 45(5), 810-816.
- Seo, Y.J., Seo, D.C., Kang, S.W., Lee, S.G., Park, J.W., Choi, I.W., Sung, H.H., Kang, S.J., Choi, J.S., 2013. Liquid-composting conditions of by-product obtained from degradation of animal carcass for agriculture recycling. *Korean Journal of Environmental Agriculture*, 32(4), 348-354.
- Seol, S.S., Kim, G.H., 2016. Proposal for carcass recycle center to improve agricultural environment. *Journal of Environmental Policy and Administration*, 24(4), 121-148.
- Sunchon National University, 2014. A strategy of building an environment-friendly disposal system for animal carcass. Research Report. National Research Foundation of Korea, Daejeon, Korea.