

지속가능한 축산을 위한 축산환경 개선 *

김 두 환
(국립 경남과학기술대학교 교수)

1. 축산환경 문제의 대두

우리나라 축산업은 1980년대 이후, 소득증대와 축산진흥 정책에 힘입어 빠른 속도로 전업화, 규모화되었다. 경종농업에 필요한 거름을 확보하기 위한 수단과 농업인들이 자급할 정도의 축산물을 확보하기 위한 부업형태의 축산에서 경영개념이 도입되는 전업형태로 전환되는 변화가 시작되었다. 부업형태의 가축사육에서 발생하는 가축분뇨는 다시 농경지에 유용한 자원으로 환원되기에 부족하여 가축사육으로 인한 환경문제는 거의 나타나지 않았다.

그러나 1990년대를 거쳐서 2000년대 중반에 이르는 과정에서 우리나라 축산업은 급격한 변화와 도전에 직면하고 양적 성장과 질적 발전을 동시에 경험하면서 대형 악성전염병과 축산환경 문제라는 이중의 고통을 당하기 시작하였다.

이러한 축산업의 여건과 규모 변화에 따라 가축분뇨 발생량 또한 크게 증가하였고, 가축분뇨의 처리과정에서 수질, 토양 및 대기 오염원으로 작용하는 사례가 빈번하게 발생하는 등 축산환경 문제가 본격적으로 나타나게 되었다.

가축분뇨의 관리는 1991년부터 체계적으로 이루어졌다고 볼 수 있다. 정부는 축산 농가에서 발생하는 가축분뇨가 적절한 처리과정을 거치지 않고 배출되지 못하도록 가

* (dhkim@gntech.ac.kr).

축분뇨 관리의무를 부과하였으며, 정화처리 농가에 대해서는 가축분뇨의 고액분리 및 저장시설의 설치를 의무화하고, 생산된 퇴·액비의 저장시설 설치 의무화 및 재활용 신고 대상자를 확대하는 등 정부는 가축분뇨 관리를 지속적으로 개선하여 왔다.

2000년대에 접어들면서 소비자들의 관심이 건강과 웰빙 및 안전성으로 이동하고, 축산물의 소비와 구입 이유가 품질과 안전성 위주로 변화되었다. 이러한 추세에 따라 농업과 축산의 지속가능성 및 친환경성 확보를 위하여 축산환경은 매우 중요한 위치를 차지하게 되었다.

한편 2005년 악취방지법 제정 이후, 축산환경 문제 중 악취 민원이 급속히 증가하였으며, 축산악취 문제는 사회적 이슈로 부각되었다. 공동 주택의 확대와 삶의 질을 추구하는 추세에 따라 악취민원이 급증하게 되었으며, 최근의 축산환경 문제 중 이 악취문제가 가장 심각한 현안이라 할 정도로 악취관리 강화의 필요성이 증대되었다.

축산악취로 인한 민원이 다른 어떤 분야의 민원 보다 압도적으로 증가하는 추세를 보였다. 축산악취 문제는 ‘가축사육시설 설치제한’으로 이어져 축산업에 대한 좋지 않은 인식과 축산업의 존립에 까지 영향을 미치는 심각한 정도의 사회현상을 유발하게 되었다. 이제 악취문제는 축산업이 반드시 해결하여야 할 우선과제로 지목되고 있다.

가축분뇨는 자연생태계의 정상적인 순환에 따라 고품질의 퇴·액비로 자원화되어 토양에 뿌리를 내리고 있는 식물이 필요로 하는 영양공급원으로 이용되는, 동물-토양-식물로 이어지는 자연순환농업의 틀을 지속적으로 유지하는 것이 정상적이고 바람직한 선순환구조라 할 수 있다.

2006년 자연순환농업 시책이 시행되면서 가축분뇨는 ‘오염물질’이 아닌 자원이라는 인식의 확대와 더불어 ‘순환농업’ ‘친환경농업’의 필요조건으로 가축분뇨의 활용을 전제하게 되었고, 2012년 이후 가축분뇨의 해양투기 전면금지와 맞물려 가축분뇨의 적정 처리 방법으로 퇴비화, 액비화 및 에너지화 등의 자원화가 대세를 이루고 있다.

가축분뇨를 바라보는 관점에서도 변화가 있었다. 2007년 「가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률」 시행으로 ‘가축분뇨’에 대한 정의와 처리 방향이 제자리를 잡게 되었다. 기존 “오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률”에서 축산폐수란 용어로 ‘가축의 사육으로 인하여 발생하는 고체성 또는 액체성의 오염물질’로 규정하던 ‘가축분뇨’를, 「가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률」에서는 ‘가축이 배설하는 분(糞)·뇨(尿) 및 가축사육 과정에서 사용된 물 등이 분·뇨에 섞인 것’으로 정의를 내리고 있다.

2. 주요 선진국의 축산환경 개선 동향

2.1. 정책동향

EU와 미국 등 선진국의 축산환경 개선 동향을 개괄적으로 살펴보면, 가축분뇨로 인한 수질 및 토양 오염을 사전에 방지하기 위한 자체적인 다양한 활동, 기술개발과 동시에 국제협력과 국제공동연구를 통하여 가축분뇨의 특성과 퇴·액비, 에너지화 등 자원화 활용기술에 대한 종합적인 연구와 운영체계를 지속적으로 구축하여 왔다고 요약할 수 있다.

EU는 회원국 공동의 건강과 환경정책 목표를 달성하기 위하여 노력 중이며, 특히 질산염 정책은 1970년 처음으로 음용수 내에 포함된 질산염 수준을 관리하기 위하여 도입되었다. 지하수의 질산염 수준은 농업 측면은 물론 환경측면에서도 지금까지 가장 중요한 이슈로 다루고 있다.

양돈분야의 세계 최고 기술 보유국이라는 네덜란드와 덴마크의 가축분뇨 정책동향도 비슷한 흐름을 갖고 있다. 네덜란드의 가축분뇨 관리정책의 핵심은 농경지에 가축분뇨를 환원함에 있어 제한을 둔다는 것이다. 네덜란드에서는 가축분뇨의 토양환원 시기를 제한하고 저장시설을 확충하며 가축분뇨 퇴·액비의 제조와 살포를 보다 편리하고 합리적으로 하기 위한 기술들을 개발하여 왔으며, 암모니아 가스 배출을 줄이기 위한 다양한 시책을 실행하고 있다. 가축분뇨 사용량 감축을 추진하여, 질소를 기준으로 연간 1ha당 1987년 350kg에서 1991년 200kg으로 1998년에는 100kg 그리고 2002년에는 80kg으로 대폭 감축하였다.

덴마크는 영양분 및 유기물 유래의 오염원 저감을 위한 행동계획, 수자원 환경에 관한 행동계획에 가축분뇨를 포함하여 관리하고 있다. 이러한 행동계획에 따라 1987년 이후 지속적으로 규제조치를 시행해 오고 있다.

독일은 1991년 질산염 지침에 따라 비료사용에 관한 EU 차원의 지침을 독일 국내법으로 구체화 하여, 가축분뇨 비료의 사용시기와 사용량, 저장시설 능력, 농지 면적당 사용 상한 기준 등에 관한 행동계획을 1996년에 제정하여 시행하고 있다.

프랑스의 특정 지역의 사례를 보면, Brittany지역에서는 11월부터 다음 해 1월말까지 가축분뇨 비료를 사용하지 못하며, 7월과 8월에는 주말과 수원지 및 주거지 인근에는 사용하지 못하게 하였다.

미국의 가축분뇨 관리정책은 각 주마다 차이를 보이기는 하지만 가축사육시설을 환경청의 분류 기준에 따라 일반 가축사육시설(AFO)과 집중 가축사육시설(CAFO)로 나누어 적용하고 있다. 집중 가축사육시설(CAFO)에 대해서는 양분관리 계획의 이행, 허가 당국에 연간보고서 제출 및 양분관리 기록의 5년 이상 보관을 의무화하는 이행 사항의 준수를 요구하는 등 보다 엄격하게 관리하고 있다. 미네소타 주에서 시행하고 있는 황화수소 규제 프로그램을 보면, 1997년 주 정부 내에 오염관리국을 설치하여 축산농장 악취 민원을 언제라도 익명으로 신고 가능하도록 하였으며, 황화수소 위반에 대한 감시와 평가를 지속적으로 실시하고 있다. 제기된 민원에 대해서는 축산시설 운영자에게 민원 발생을 통보하고 황화수소 농도를 측정한 다음 위반 시 오염관리 준수 계획을 실행할 것을 요구하게 되고, 요구에 대한 노력이 없으면 5~12만 달러의 벌금을 부과하게 된다.

2.2. 연구 및 기술 동향

축산환경 문제의 큰 줄기라 할 가축분뇨처리와 축산악취 문제에 대한 선진국의 연구 동향은 가축분뇨, 축산악취 및 바이오가스로 나누어 볼 수 있다. 먼저 가축분뇨 분야 연구동향을 보면, 일반적인 가축분뇨의 처리 개념인 자원화 처리 및 정화처리를 넘어 이제는 보다 정밀하게 고도처리 기술 중심으로 발전되고 있음을 알 수 있다.

가축분뇨의 퇴·액비화는 전통적인 가축분뇨처리 방법이고 가장 큰 비중을 차지하고 있으나, 가축분뇨 관리정책과 관련된 가장 중요한 성분이 질산염으로 이에 대한 대응이 주를 이루어 왔다. 1970년대 EU에서 처음으로 음용수 중 질산염에 대해 규제하게 되었고, 이후 지속적으로 사람의 건강을 보호하기 위한 기준을 제시하고 관리하고 있다.

가축분뇨 중에 포함된 대표적인 비료성분인 질소와 인의 회수와 재활용 기술에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 미국과 호주 등에서는 GIS(지리정보시스템)와 연계된 토양정보를 활용하여 환경부하 예측 기술 등이 연구개발 및 활용되고 있다. 또한 EU와 일본에서는 퇴비화, 액비화 과정에 원격제어 가능한 기술을 개발하여 적용하고자 하는 시도가 진행되고 있다.

축산악취 분야에서는 1963년 미국의 대기정화법을 시작으로 미국, EU 및 일본을 중심으로 허용농도, 저감기술, 측정법 등에 대한 기준들을 개발하고 적용하여 왔다.

EU에서의 축산악취 관리는 표준 악취측정법에 따라 지역과 배출원에 맞는 허용농도를 설정하는 경향을 나타내고 있다. EU와 미국을 중심으로 악취물질 발생에 크게 영향을 미치는 사료에 대한 연구를 통해 악취 감축 사료 개발과 적용이 진행되어 일부 상업화가 진행되고 있다.

네덜란드의 축산악취 문제 해결을 위한 정책은 엄격한 규제적 접근이라 할 수 있다. 생산할당량, 분뇨 목록, 이용 기준 및 요금 등에 대한 엄격한 기준의 적용과 기술개발 투자 및 환경교육 등이다. 네덜란드 정부는 1984년 이후 사육규모 확대의 제한, 축사설치 거리제한을 시행하였으며, 1986년에는 분뇨은행을 설치하여 가축분뇨 생산에 근거한 요금 부과와 살포 시 24시간 이내 경운 의무화 및 위반 시 벌금 부과, 분뇨관리시스템 의무 사용 등 가축분뇨의 생산과 이용지역 간 거래에 대한 엄격한 관리를 시행하고 있다. 또한 환경친화적 축사 인증을 받으면 Green Label을 부여하여 15년간 질소배출 노력을 면제하거나, 암모니아와 악취물질 배출량이 증가하지 않으면 사육두수를 증가할 수 있도록 하였다.

미국은 각 주마다 자체적인 대기 중 악취 및 유해물질 항목과 그에 대한 제한농도 기준을 달리 제시하고 있으며, 대규모 축사를 중심으로 발생된 악취물질이 농장 밖으로 확산되는 것을 차단하기 위한 바이오필터 등 생물학적 저감시설에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 일본에서는 전통적으로 악취 감축제 등을 돈사 내부에 살포하여 악취를 줄이기 위해 노력하고 있다.

가축분뇨의 자원화처리 방법 중 하나인 혐기소화를 거쳐 바이오가스를 회수하고 활용하는 연구도 활발하게 진행되고 있으며 보다 고도화된 기술개발 중심으로 발전되고 있다. EU는 신재생 에너지법에 따라 2020년까지 총에너지의 20% 이상을 재생 가능한 원료에서 생산된 에너지를 사용하고 수송 부문의 10%를 재생에너지를 사용하도록 하였고, 수송용 및 비수송용 운송장치로 인한 온실가스 기여도를 6% 감축하도록 함에 따라 가축분뇨의 에너지화는 더욱 탄력을 받을 것으로 전망된다.

독일은 기후변화 대응, 환경보전과 에너지 생산비 절감, 화석연료 대체 및 신재생 에너지원으로부터 전기 생산을 위한 기술개발을 통한 지속적인 에너지 공급을 목표로 하는 신재생 에너지법(EEG)을 시행하였다. 가축분뇨 및 유기성 폐기물의 바이오 에너지화 기술개발과 산업화에 대한 지원정책을 전개하였고 이를 통해 독일은 전 세계 바이오가스 기술을 선도하고 있다. 독일은 EEG 2012법에 따라 바이오가스 플랜트의 발전용량, 사용 원료별 바이오가스 고품질화 기술의 적용, 도시형 폐기물 이용 바이오가스 플랜트, 소규모 가축분뇨 바이오가스 플랜트 등에 대한 차별화된 보너스 적용을 통하여 바이오가스 생산량이 적은 가축분뇨를 이용하는 플랜트에 대한 법적 보호시스템을 구축하였다.

미국은 농업부(USDA)와 환경청(EPA)이 바이오가스 이용기술에 대한 연구개발 사업을 공동으로 수행하고 있다.

일본은 가축분뇨를 포함한 바이오매스 활용을 극대화하기 위한 바이오매스 타운을 구축하고 확대시키기 위해 노력하고 있다. 2002년 바이오매스일본 종합전략을 수립하여, 지구 온난화 방지, 순환형 사회 형성, 전략산업 육성 및 농산어촌 활성화를 목적으로 1차 산업에서 발생하는 바이오매스의 특성을 파악하고 이를 이용하여 농산어촌의 새로운 변화를 추구하고 있다.

3. 축산환경 현황

3.1. 가축분뇨의 발생과 처리

2015년 기준, 국내 가축분뇨 발생량은 4,653만 톤이며, 이 중 돼지 분뇨가 1,846톤으로 전체의 39.7%로 가장 많다. 우리나라의 가축분뇨 발생량은 향후 사육두수 증가에 따라 4,700만 톤 수준으로 약간 증가될 것으로 전망되고 있다.

표 1. 가축분뇨 발생량

(단위: 천 톤/년, %)

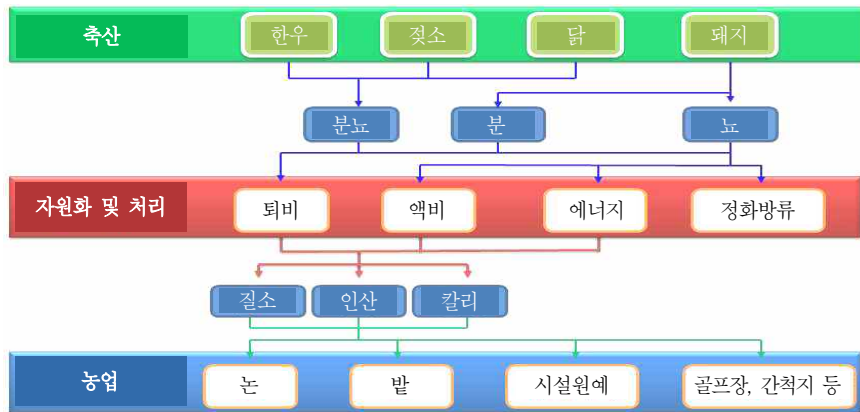
축종별	계	한우	젖소	돼지	닭	기타가축
연간 발생량 (점유 비율)	46,529 (100)	13,417 (28.8)	5,721 (12.3)	18,465 (39.7)	7,376 (15.9)	1,550 (3.3)

주: 마리당 분뇨 발생량(kg/일): 한우 13.7, 젖소 37.7, 돼지 5.1, 닭·오리 0.12

자료: 농림축산식품부, 깨끗한 축산환경 조성 추진대책 (2016).

가축분뇨 처리방법을 크게 나누면, 퇴비화, 액비화 및 에너지화하는 자원화처리와 분뇨를 정화하여 수계에 방류하는 정화처리로 구분할 수 있다. 자원화 처리는 축사에서 배출된 분뇨를 고액분리하거나 분뇨가 혼합된 상태를 퇴비화, 액비화하여 농경지에 거름으로 환원하거나 혐기소화 과정에서 메탄을 회수하여 에너지화하는 방법이다. 정화처리는 분뇨혼합 상태 혹은 고액분리한 액상 분뇨를 정화하여 방류수 수질기준을 충족시켜 수계로 방류하는 방법이다.

그림 1. 가축분뇨 처리 개요



자료: 농림축산식품부, 농업·농촌 70년 (2015).

가축분뇨 발생량, 4,653만 톤 중 개별농가에서 처리하는 비중이 73.5%를 차지하고 있으며, 가축분뇨 공동자원화, 액비유통센터 등의 자원화 조직에서 9.1%, 423만 톤을, 정화처리 위주의 공공처리장에서 7.4%, 345만 톤을 처리하고 있는 실정이다. 공동자원화에 포함되어 있는 주로 양돈분뇨를 혐기소화 과정을 거쳐 에너지를 회수하는 에너지화 비중은 아직은 미미한 실정이며, 향후 기술의 발전과 더불어 확대될 것으로 전망된다.

표 2. 가축분뇨 처리 현황

(단위: 천톤/년, %)

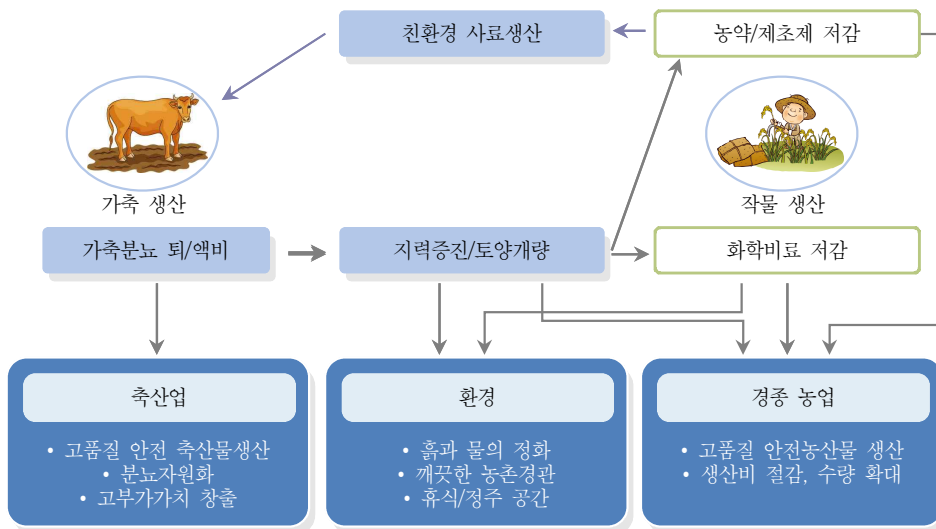
연도	발생량 (A)	자원화 조직*			공공 처리장 (C)	처 리 비 율(%)		
		소계 (B)	공동자원화 (84개소)	액비유통센터 (116개소)		B/A	(B+C)/A	C/A
'14	46,233	3,556	2,724	832	2,431	7.7	12.9	5.3
'15	46,529	4,234	3,049	1,185	3,450	9.1	16.5	7.4

주: 공공처리장(환경부): 3,450천 톤(정화처리 2,911천 톤+퇴·액비화 539천 톤).

자료: 농림축산식품부, 깨끗한 축산환경 조성 추진대책 (2016).

가축분뇨를 활용한 자연순환농업은 기본적으로 가축분뇨는 오염물질이 아닌 자원이란 인식에서 출발한다<그림 2 참조>. 가축분뇨가 퇴비, 액비로 토양 환원이 되면, 지력 증진과 토양개량으로 이어지며, 작물은 화학비료와 농약 감축으로 연결되는 농업생태계의 정상적인 순환이 복원되게 하는 것이다.

그림 2. 자연순환농업 개요



자료: 농림축산식품부, 농업 농촌 70년 (2015).

자원의 순환이나 생태계의 정상적인 순환에 대한 고민 없이 농약과 화학비료에 대한 규제 보다는 무분별한 사용이 일반화 되었던 다수확과 식량증산 위주의 경종농업의 친환경 농업으로의 변화가 필요하다. 축산업 또한 가축분뇨로 인한 환경부담을 최소화 하기 위한 친환경 축산으로의 변화가 요구된다. 이처럼 경종과 축산 모두 친환경적인 과정을 요구받게 됨에 따라 가축분뇨를 활용한 자연순환농업은 선택의 여지없이 농업환경과 축산환경 개선을 위한 중요한 해결 수단으로 추진되게 되었다.

3.2. 축산악취 연앙 및 저감기술 동향

2005년부터 악취방지법이 시행되면서 가축분뇨 처리시설 구성요소 중 악취 감축 시설이 필수적인 항목으로 추가되기 시작하였다. 악취방지법의 축산분야에 대한 적용은 기타지역으로 구분되며, 복합악취 배출허용기준은 희석배수 15배 이하로 적용되고 있다.

축산시설에서 발생하는 악취물질이 농장을 벗어나 주거지역으로 확산되고, 사람에게 불쾌감을 유발하게 되면 민원으로 이어지게 된다. 축산악취 특성상 악취방지법 보다는 환경부가 전국의 지자체에 보낸 가축사육제한 조례 관련 권고안이 더 현실적인 규제에 해당된다 할 것이다.

환경부가 제시한 '가축사육제한' 권고안은 지자체의 조례제정 현황 및 악취확산 예측 결과를 토대로 제한거리 기준을 마련한다는 취지에 따라, 용역결과를 반영한 제한거

리, 대상지역 선정, 축종 및 시설규모, 현행시설, 사육특성 등 조례 제정 시 검토 및 필요 사항에 대한 제안이 주요 내용이다.

현행 주거지역의 악취 관리체계가 악취 배출원을 제거하는 방향으로 이루어지고 있기 때문에, 악취 배출원으로 인식되고 있는 축산농장은 직접적인 관리대상이다. 과거에는 농촌지역이었으나 도시화가 진행되고 공동주택이 확대되면서 축산농장과 멀리 떨어져 있던 주거지가 축산농장과 인접하게 되었다. 이에 따라 축산농장에서 발생하는 악취물질이 농장을 벗어나 주거지역으로 확산되어 이로 인한 민원이 날로 증가되고 있는 실정이다. 특히 양돈농장의 악취문제는 농촌지역의 또 다른 환경문제로 인식되고 반드시 해결해야 할 과제로 자리 잡게 되었다.

축산악취는 주로 늦봄에서 초가을에 이르는 하절기에 악취물질 발생량과 농도 및 농장 밖으로의 확산 가능성이 높아, 지역 주민 및 축산농장 인근을 통행하는 사람들에게 불쾌감과 고통을 유발하여, 이것이 민원으로 나타나게 된다. 또한 바람의 방향과 속도에 따라 피해 지역과 범위가 달라지는 등 정형화된 모형을 설정하기 어려우며, 불규칙적으로 불쾌감을 유발하는 특징이 있다.

축산악취의 주요 발생 지점은 분뇨처리시설과 축사이다. 분뇨처리시설에서는 악취 가스 농도는 높지만 가스발생량이 적은 특성을 보이는 반면, 축사에서는 악취가스 농도는 낮지만 가스발생량이 많고 포집하기 어려운 특성을 가지고 있다.

표 3. 악취 확산식을 이용한 사육 제한거리

구분	현 환경부 권고안	용역 결과			
		설문조사 (중간값)	지자체 조례 현황(중간값)	악취확산예측 분석결과	
한·육우	100m	20~1,000m (250m)	60~500m (200m)	400마리 미만	50m
				400마리 이상	70m
젖소	250m	50~3,000m (1,000m)	100~1,000m (250m)	400마리 미만	75m
				400마리 이상	110m
돼지	500m	50~3,000m (1,000m)	50~2,000m (500m)	1,000마리 미만	400m
				1,000~3000마리	700m
				3,000마리 이상	1,000m
닭·오리	500m	50~2,000m (600m)	200~2,000m (500m)	20,000마리 미만	250m
				20,000~50,000마리	450m
				50,000마리 이상	650m

자료 : 환경부, 지자체 가축사육제한 조례 제·개정 관련 권고안 (2015).

이러한 축산악취 발생특성에 따라 악취방지 대책이 달라져야 하지만, 지금까지 주로 분뇨처리시설 유래의 악취발생에 대한 대응 위주였기 때문에 축사 악취 감축기준의 확립이 늦어지고 있는 실정이다.

가축분뇨는 발생하는 지점과 자원화 등 처리과정에서 악취발생이 심해 축산농가 인근 주민에 의한 민원발생이 잦다. 철저하지 못한 축사 및 운동장 관리는 악취뿐만 아니라 환경오염을 가중시키는 요인으로 지적되기도 하며, 부적절한 퇴·액비의 제조 과정은 물론 저장, 살포과정에서 빈번한 악취민원은 가축분뇨 자원화 확대에 걸림돌로 작용하고 있는 실정이다. 우리나라는 물론이고 세계적으로 집약적인 축산농장 특히 양돈 농장에서 적용하여 활용하고 있는 악취 감축 기술 현황에 대하여 살펴보면, 크게 축사내부, 축사외부 및 확산방지 기술로 나누어 볼 수 있다.

축사내부의 악취물질 발생을 차단하기 위한 기본적인 조치는 혐기성 미생물의 활동을 억제하는 것이다. 가축의 건강을 위한 최적의 관리와 청소 등 청결 유지, 분뇨의 조기 배출, 깔짚 등을 통한 수분과 악취성분의 흡착 및 환기를 통한 공기의 질 관리 등이 필요하다.

축사내부에 사용하는 악취 제거용 제제는 작용 원리에 따라 마스킹제, 중화제, 생물적 혹은 화학적 제제 및 흡착제로 구분할 수 있다. 미생물 제제와 화학첨가제 사용 이외에 적절한 환기 시스템의 운영과 오존 또는 이산화염소 처리법이나 먼지제거(포집) 장치 등에 의한 방법들을 적용할 수 있다.

양돈농장의 악취관리는 환기시스템과 밀접한 관련이 있다. 환기가 돈사 내부에서 발생하는 악취물질을 돈사 외부로 배출하는 역할을 하기 때문에 돈사 환기시스템의 개선과 개방식 돈사의 무창돈사로의 개조 등도 돈사 내부 악취 감축을 위한 방법으로

그림 3. 돈사 내 먼지 제어



자료: 김두환, 악취중점관리기준 및 저감모델 개발(2016).

활용될 수 있다. 돈사 내 먼지제거가 돈사 내부에서 작업하는 관리자의 건강은 물론 돼지의 건강에 이롭다는 것은 잘 알려진 사실이다. 돈사 내부에서 발생된 악취물질이 먼지와 결합하여 이동하는 특성을 감안하면, 먼지제거 노력도 악취물질의 이동을 줄이고 동시에 농장 밖으로의 확산을 차단할 수 있어 악취 민원을 차단하는데 기여할 수 있을 것이다.

돼지의 사료섭취 습성에 맞고 먼지발생을 줄이기 위하여 현재 많은 양돈농장에서 습식 급이기를 활용하고 있다. 건식 급이에 비하여 습식 급이나 액상 급이는 돈사 내부에서 발생하는 먼지를 현저하게 줄일 수 있는 방법이다.

강한 산화력을 가진 오존은 음용수의 살균, 정화 및 탈색을 위하여, 냉장고 내 악취 제거를 위하여, 식품 가공 과정에서의 악취제거를 위하여 유용하게 활용되어 왔다. 최근에는 각종 폐수처리장에서 난분해성 무기질 및 유기화합물의 분해를 목적으로 이용되고 있다. 축산악취 저감을 위한 오존의 활용은 가스 상태의 오존을 활용하기도 하지만, 오존수를 활용하여 먼지와 결합된 악취물질을 포집하고 분해하는 방법으로 돈사시설 부착형으로 활용하고 있다.

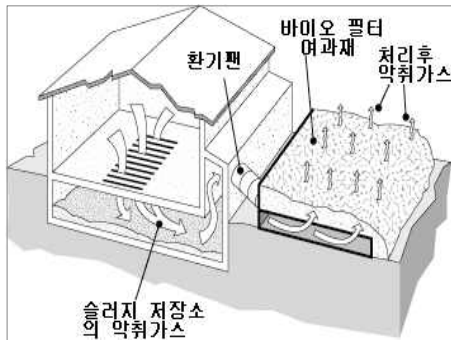
그림 4. 돈사 내부환경 개선



자료: 김두환, 악취중점관리기준 및 저감모델 개발(2016).

축사외부 악취제어 기술의 적용은 개방형 축사보다 무창 축사에서 배출되는 악취를 제어하기 쉽다. 축사 내에서 발생한 먼지와 악취물질은 환기를 통하여 축사 밖으로 배출된다. 배기구는 축사 밖으로 배출되어 확산으로 이어질 수 있는 악취물질을 포집하는 지점이 된다.

그림 5. 바이오필터



자료: 김두환, 악취중점관리기준 및 저감모델 개발(2016).

악취물질을 함유한 배기 공기 중의 악취물질을 제거하기 위해 사용할 수 있는 기술은 습식세정, 흡착, 소각, 바이오필터 및 플라즈마 등 다양한 기술이 적용되고 있다. 우리나라에서는 적용 사례가 적지만, 선진국에서는 이미 오래 전부터 활용되어온 기술들이다. 농장 외부로의 악취 확산의 방지를 위해서는 농장에서 발생하는 먼지와 악취물질의 외부로의 확산을 방지하기 위한 수단이 필요하며, 방풍림이나 방풍벽 등이 활용된다.

축산악취 감축 기술의 개발과 적용 실태를 선진국과 비교하면, 축산악취로 인한 민원의 폭증에 대비한 기술개발이나 현장적용을 위한 악취감축 기술수준은 아직은 낮은 단계라 할 수 있다. 악취감축 목표가 모호하고 구체성이 떨어지며 체계적이지 못하고 이론적 바탕이 부족한 것으로 평가된다. 일부 기술은 축산농장에 적용하여 효과가 인정되고 있으나 객관적이고 공개된 평가가 아닌 폐쇄적인 평가 결과이며, 기술 공급자 중심의 결과 위주로 소개되고 있는 실정이다.

그림 6. 악취 확산 방지



자료: 김두환, 악취증점관리기준 및 저감모델 개발 (2016).

4. 축산환경 개선방안

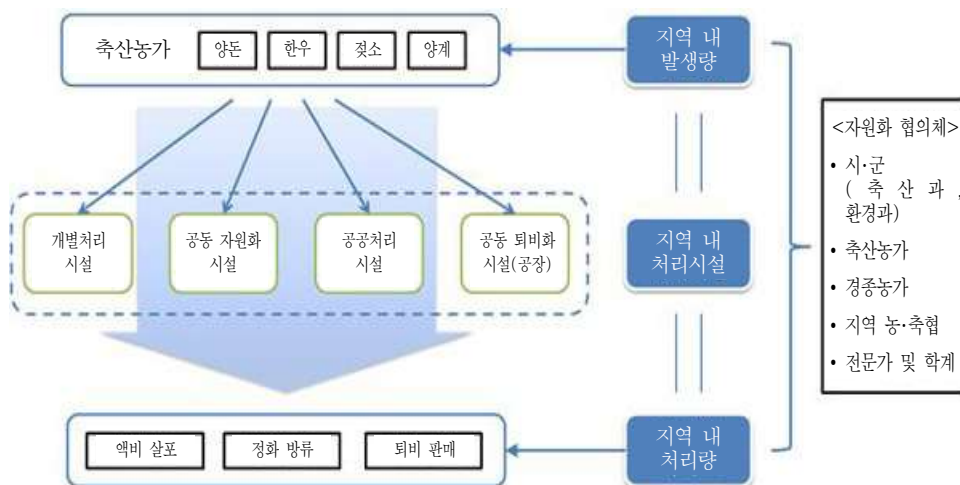
4.1. 가축분뇨 통합관리

2014년 제시된 지속가능한 친환경 축산 종합대책에서는 ‘국민에게 신뢰받는 축산업’을 비전으로 하고, 지속가능 축산, 악취감축 축산 및 동물복지 축산을 목표로 하고 있다. 가축분뇨로 인한 환경부담을 최소화하지 않고는 축산업의 지속가능성은 요원하다고 판단하고 있는 것이다. 또한 악취에 대한 목표를 따로 악취감축 축산으로 별도로 설정해야 할 정도로 그 무엇보다 시급하고 반드시 해결해야 할 중요한 과제가 되었다.

가축분뇨의 자원화 처리 확대와 활성화를 위해서는 먼저 가축분뇨 통합관리를 통한 가축분뇨 자원화의 건전성 확보가 우선되어야 한다. 전국의 지자체들이 도시형과 농촌형으로 특성화되어 있고, 축종 및 사육두수에 따른 퇴비화, 액비화 등 자원화 방법의 차별 적용과 과부족 현상이 발생하거나 농경지 살포의 용이성도 다를 수밖에 없는 특성을 지니고 있는 실정이다.

가축분뇨 자원화관리 시스템을 보강하여 시·군별 가축분뇨 발생 및 이용현황에 대한 자료를 정확하게 입력한다. 입력된 자료를 바탕으로 시·군별 가축분뇨 자원화 계획을 수립하고, 부족한 시설과 장비, 살포에 필요한 예산을 지원하는 방식을 추진함으로써 지역 내 개별농가별 가축분뇨시설에서 이루어지는 가축분뇨 자원화사업의 건전성을 확보하고 맞춤형 지원을 통해 환경오염 최소화 또한 달성할 수 있을 것이다<그림 7 참조>.

그림 7. 지역별 가축분뇨 자원화관리 시스템



자료: 농림축산식품부, 농업·농촌 70년(2015).

가축분뇨의 자원화 활성화와 통합관리를 위한 정책적인 개선 방안을 살펴보면, 먼저 정책과 기술지원, 지자체와 민간의 연계 강화 및 일관된 관리가 요구된다. 가축분뇨의 관리와 이용에 관한 법률의 일관된 집행을 위한 환경부와 농식품부의 소통 강화가 요구되며, 규제와 감시 위주의 환경부와 지원 위주의 농식품부의 시책들이 일선 시·군에서 갈등을 빚는 상황이 다수 발생되고 있어, 규제 범위에 대해서는 명확한 기준을 제시하고 충분한 협의를 거쳐 자원화를 우선하는 방향 설정이 바람직하다.

액비에 대한 규제 완화와 품질이 불량한 퇴·액비에 대한 단속 강화 또한 요구된다. 퇴·액비 살포 지역에 대한 규제를 완화하여 지자체 간 이동이 가능하도록 개선이 필요하며 액비 살포를 위한 임차농의 액비사용동의서 인정 등 행정절차 간소화 조치도 마련되어야 한다.

가축분뇨 자원화 전문인력의 육성 및 관리체계 구축이 필요하다. 축산환경 기사 신설 등 가축분뇨 자원화 전문인력 양성을 위한 제도적 장치 마련과 자원화 사업장에 전문인력의 의무 배치, 교육훈련 강화, 인적자원 네트워크 구축 및 정보교류 등이 필요하다.

4.2. 축산악취 중점관리

축산악취 감축을 위한 많은 접근 방법과 기술의 적용에 있어서 가장 우선되어야 할 원칙이 악취물질이 발생되기 전에 차단하는 것이다. 축산악취는 축종, 사료, 축사형태, 분뇨처리 및 환경관리 등 다양한 변수들에 의하여 달리 나타나는 특성이 있고 그 차이가 크며, 농장의 관리관행과 관리자의 의지에 따라 크게 달라질 수 있다.

최선의 축산악취 감축방법은 악취물질이 발생되기 전에 차단하는 것이지만, 악취물질 발생을 완전히 차단할 수는 없기 때문에 발생한 악취물질의 축산농장 밖으로의 확산을 방지하거나 최소화 하는 것이 차선책이라 할 것이다. 이를 위하여 악취중점관리를 위한 기본적인 관리항목으로 사료조절, 축사 및 환경관리, 분뇨처리 및 기본관리 등으로 나누어 집중 관리하여야 한다<표 4 참조>.

표 4. 양돈농장 적용 악취 중점관리 기준

분 야	관리항목	관리 목표 및 방법
사료관리	단계별 급여, 사양표준 준수	(1) 사료효율 극대화 (2) 분뇨 배설량 및 악취물질 발생 최소화 (3) 사양표준에 준한 단계별 급여 (4) 이유자돈~비육돈 구간 집중관리 (5) 사료교체로 인한 스트레스 최소화 방안 마련
	비육돈 사료급여 비중	(1) 비육돈 구성 비율에 맞는 비육돈 사료 구매 (2) 소화율 최대화 (3) 40% 이상 목표 설정 (4) 최소한 20% 이상 유지
	사료용 환경개선제 활용	(1) 용도에 맞는 환경개선제, 악취 감축제 활용 (2) 적정 기준 준수 (3) 환경개선제, 악취 감축제 특성 파악, 효과 이해 (4) 지속적인 사용 권장

(계속)

분 야	관리항목	관리 목표 및 방법
사료관리	급이 및 급수 관리	(1) 사료허실 최소화 (2) 급이기 및 급수기 정상 작동 (3) 수질 체크 및 적정 수압 유지
돈사 및 환경관리	돈사형태	(1) 밀폐 가능한 무창돈사 권장 (2) 4계절에 따라 환기량 조절 및 강제환기 실시
	돈사내부 청결 및 악취물질 농도	(1) 평상 시 돈사 내 청결상태 유지 (2) 악취물질 농도 기준치 이하 유지
	악취 감축 시설, 장비 설치 및 정상 가동	(1) 돈사면적, 사육두수 및 악취발생량 고려 (2) 정상가동 유지
돈사 및 환경관리	악취 감축용 환경개선편제 활용	(1) 악취 감축 시설과 병행한 환경개선편제 사용 권장 (2) 악취 감축 원리 및 효능에 대한 이해 (3) 환경개선편제 투입 후 결과 기록
	올인, 올라웃	(1) 돈사 내 악취물질 제거 용이 (2) 수세, 건조 및 소독 작업 권장
	돈사바닥 관리	(1) 평바닥 보다 슬랏 바닥 권장 (2) 분뇨적체 방지를 위한 청소 및 관리 (3) 돼지 청결상태 유지
	적정 사육밀도	(1) 가축사육 최소면적 기준보다 10% 이상 저밀도 유지 (2) 휴식 및 배설자리 구분
	돈사 하부 피트 관리	(1) 슬러리 혹은 스크레퍼 배출 관리 (2) 피트 깊이, 분뇨 적체 및 발효상태 확인 (3) 액비순환시스템 적용 권장
분뇨관리	위탁처리 요령	(1) 전량 위탁처리 권장 (2) 위탁처리시설로 정기적인 배출 및 기록
	자가처리 요령	(1) 가축분뇨처리시설 설치기준 준수 (2) 사육두수 및 분뇨 배설량에 적합한 처리능력 확보
	고액분리	(1) 밀폐식 고액분리장 권장 (2) 분뇨는 빠른 기간 내에 고액분리 권장
	퇴비장 관리	(1) 충분한 수분조절제 사용 (2) 고기압 상태에서 교반작업 실시
	폭기시설 및 저장조 관리	(1) 밀폐형 고온 폭기장 및 액비 저장조 설치 (2) 개방형 살수식 액비처리장 사용 자제
기본관리	농장 내·외부 청결 관리	(1) 돈사 내·외부 청소 철저 (2) 돈사 및 분뇨처리시설 악취물질 누출 방지 (3) 돈사 내 주요 이동통로 포장 관리
	농장 경관 및 미적 조화	(1) 조경수 식재 및 주변과의 미적조화 상태 유지

(계속)

분 야	관리항목	관리 목표 및 방법
경영, 기록관리	기록 관리	(1) 분뇨처리실태 기록 (2) 소독 및 방역 실시 기록 (3) 정기적인 수질 검사 실시
교 육	친환경축산 교육 이수	(1) 친환경축산 교육 이수 (2) 연간 3회 이상 교육 참석
민원 발생 등	부적정 사례 발생 방지	(1) 민원 발생 방지 (2) 불법행위 근절

자료: 김두환, 악취중점관리기준 및 저감모델 개발 (2016).

악취물질 발생에 가장 크게 기여하는 것이 사료이다. 동물이 섭취한 사료 중 영양소는 소화, 분해 및 체내 흡수 과정을 거치면서 성장과 증체를 위한 에너지로 이용되며 남은 영양소는 분뇨의 형태로 배설하게 되고, 분뇨 중 환경오염 및 악취물질은 사료 중 영양소의 영향을 받게 된다. 가축이 요구하는 영양소 요구량에 맞는 사료 급여는 가축분뇨의 발생량과 오염물질 농도 조절을 위해서도 필요하며, 악취물질 발생 최소화를 위한 기본이다. 특히, 일관경영 양돈장의 경우 전체 돼지의 70% 이상이 육성 비육돈임에도 불구하고, 비육돈 사료가 차지하는 비중이 20% 이하의 낮은 비중을 차지하는 농장이 많은 실정이다. 적정 사료급여 프로그램은 사료비 절감을 통한 생산비 절감과 분뇨 발생량과 악취 감축 등 환경개선을 동시에 실현할 수 있는 가장 간단하고도 기본적인 지침으로, 기본관리에 포함하여 우선 적용하고 실행하여야 할 것이다.

축사형태에 맞는 환경관리가 필수적이다. 우리나라 양돈농장의 70% 이상이 슬러리 방식의 분뇨수거와 무창돈사로 먼지와 악취물질의 외부 배출을 최소화하기 위해 밀폐를 강조하고 있다. 하지만 단순 밀폐는 오히려 먼지와 악취물질의 돈사 내부 적체를 초래하여 높은 악취 농도가 지속되는 원인이 되기도 한다. 돈사 내부와 바닥의 물청소와 기본적인 청결 유지, 슬러리의 가능한 빠른 배출 등은 악취 감축에 도움이 된다.

슬러리 피트 상부의 여유 공간 확보 또한 악취 감축을 위한 환경관리의 기본이다. 악취가 심한 농장의 공통점을 종합해 보면, 슬러리가 가득 차 있는 상태를 확인할 수 있었다. 바닥의 부적절한 구조와 똥자리 잡기 실패 등 관리 부실에 의한 악취물질 적체 개선을 위하여 분뇨가 원활하게 흘러가기 위한 구조와 더불어 적정한 틈바닥 면적이 확보되어야 한다. 분뇨의 고액분리 시 악취발생이 심한데, 고액분리 공간을 밀폐하고 고액분리 시간을 낮 시간대에 설정하는 등 고액분리 관리에 신경 써야 한다.

악취는 후각을 통하여 인지되지만 현실적으로 시각적인 측면도 크다. 축산농장의 외관과 축산농장 그 자체를 악취와 연계시키게 되고, 실제 악취는 감지되지 않아도 악취를 감지했다고 착각하게 된다. 축산농장, 분뇨처리장 및 농장 외관의 청결 유지는 필수적이며, 철저한 정리정돈과 흙바닥 보다는 콘크리트 포장이 되어있어야 시각적인 악취 감축에 효과적이다. 외부에 드러난 분뇨처리장은 밀폐가 우선이며, 조정수를 심거나 화단을 조성하고 인공 조형물 설치 및 벽화 등 미관 개선을 통하여 부정적인 이미지를 개선하여야 할 것이다.

지역사회와 주민과의 관계 개선은 근본적인 악취 감축 대책은 아니다. 하지만 같이 살아가는 공동체적 의식과 인근 주민에 대한 배려를 통한 소통 등도 악취민원 차단에 도움이 될 것이다.

5. 결 론

깨끗한 축산환경 조성 대책이 정부 주도로 2016년 12월에 발표되었다. 2014년의 지속 가능한 친환경 축산 종합대책에 이어 우리 축산업의 지속가능을 위한 가축분뇨처리와 축산악취 감축 위주의 대책을 제시하고 향후 중점적으로 관리하겠다는 내용이다.

1991년 이후 추진된 가축분뇨 처리지원 사업에 따라 상당한 성과와 가축분뇨는 자원화 처리가 경제적이고 합리적이라는 인식이 자리 잡게 되었다. 2010년대 들어 만족할 수는 없으나 안정적인 단계에 도달하였다고 할 수 있는 가축분뇨의 자원화에 비하여 악취 문제는 악취 감축 기반이 전무하다고 하여도 과언이 아닐 만큼 취약한 것이 현실이다. 악취문제는 단지 의지만 갖고는 해결할 수 없는 현실적 어려움이 있다. 따라서 악취문제에 대한 접근은 1991년 이후 지속적으로 추진해 온 가축분뇨에 대한 접근 보다 더 적극적으로 투자, 기술개발 및 현장적용을 서둘러야 할 것이다.

선진국에서도 축산농장에서 발생하는 악취를 근본적으로 제거해 보겠다고 하는 시도는 있었다. 그러나 악취의 근본제거가 사실상 불가능하다는 것이 우리뿐만 아니라 축산 기술이 발달한 선진국에서도 내린 결론이다. 축산악취의 근본제거는 매우 어렵지만, 축산악취로 인한 민원의 제거는 가능할 것이란 접근이 현실적일 것이다.

악취민원 제거를 위한 첫 단계는 악취 감축이다. 악취 감축 없이 악취민원 제거란 불가능하다. 악취 감축을 위한 많은 접근 방법과 기술의 적용에 있어서 가장 우선되어야 할 원칙이 악취물질이 발생되기 전에 차단하는 것이다. 악취 감축과 더불어 악취민원의

제거를 위해서는 축산농장과 가축분뇨 자원화시설 현장에서 중점관리를 통한 사전 악취관리와 악취물질 발생 특성에 맞는 저감모델을 적용하는 등의 치밀하고 혁신적인 전략이 필요하다.

가축분뇨의 자원화와 축산농장에서 발생한 악취에 의한 환경부담의 최소화와 축산 환경 문제의 해결을 위해서는 정부, 지자체, 생산자단체, 축산농가 및 연구기관 등 관련 되는 모든 주체들이 힘과 지혜를 모아야 할 것이다. 그리고 축산업 종사자들의 인식 개선이 반드시 선행되어야 한다. 악취로 인한 민원이 지속된다면 우리나라 축산업은 지속 되지 못한다는 사실을 직시하고, 우리 농장 현장에서 반드시 해결하고자 하는 적극적인 의지와 실천이 따라야 할 것이다.

참고문헌

- 김두환 외. 2012. 「가축사육시설 제한범위 및 조건에 관한 연구」. 대한한돈협회.
- 김두환 외. 2015. 「친환경축산의 현재와 미래」. 한국축산환경학회 논문집.
- 김두환 외. 2016. 「악취중점관리기준 및 저감모델 개발」. 가축분뇨자원화사업단
- 농림부. 2006. 「자연순환농업 대책」. 농림부.
- 농림수산물식품기술기획평가원. 2014. 「친환경 통합 가축분뇨 처리기술」. 농림수산물식품기술기획평가원
- 농림축산식품부. 2016. 「농업·농촌 70년」. 한국농촌경제연구원.
- 농림축산식품부. 2014. 「지속가능한 친환경 축산 종합대책」. 농림축산식품부.
- 농림축산식품부. 2016. 「깨끗한 축산환경 조성 대책」. 농림축산식품부.
- 축산환경관리원. 2016. 「가축분뇨 처리시설 및 관련기술 평가」. 축산환경관리원.
- 통계청. 2015. 가축동향조사 (<http://kostat.go.kr>). 통계청.
- 환경부. 2014. 중장기 가축분뇨 자원화 대책보고. 환경부.
- 환경부. 2015. 지자체 가축사육제한 조례 제·개정 관련 권고안. 환경부.