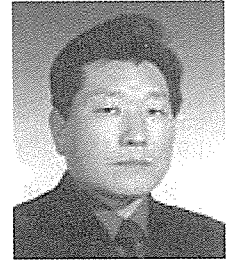


퇴·액비 악취저감 기술



김강희
농협중앙회 축산컨설팅부
친환경축산팀장

1. 서론

축산현장에서 가장 이웃주민으로부터 문제를 제기되는 것이 주로 축사 및 분뇨처리시설로부터 발생하는 악취 민원이다. 악취의 종류가 많은데 그 중 어느 물질이 악취가 되는지를 구별하는 것은 몹시 어렵다. 작년에 시행된 악취방지법으로 규제되고 있는 것은 22개 물질 중 2005년 2월10일부터는 12가지, 2008년 2월10일 5가지, 2010년 2월10일 까지 5가지로 점진적으로 적용하는 것으로 되어 있다. 처음 적용하는 12개 물질 중에 축산에 관계의 깊은 물질은 암모니아, 메틸머캅탄, 황화수소, 다이메틸설파이드, 다이메틸다이설파이드, 트리메칠아민, 6가지 물질이다. 가축사육시 발생하는 악취 물질이 다양하기 때문에 동법에서 규제하는 배출허용기준측정을 할 때는 “복합악취”를 측정하는 것을

원칙으로 한다.

우사는 기타지역의 배출허용기준에 속하며 공기 희석 관능법기준 부지경계선에서 희석배수를 기준 15이하로 하고 있다.

악취는 축사뿐 만아니라 가축분뇨를 처리할 때도 발생한다. 가축분뇨처리방법은 여러 가지가 있지만 퇴·액비화 할 때 발생하는 악취를 저감하는 방법에 대하여 논하고자 한다.

2. 퇴·액비화 할 때 발생하는 악취

가. 퇴비화

가축분뇨에 톱밥 등으로 수분 조절하여 공기를 불어넣어주면 퇴비화가 되면서 분해 쉬운 유기물이 3일후 분해가 되어 메칠머캅탄 등의 황화화합물이 급격히 발생하지만 또한 그 외의 저급지방산이 처

표-1 악취물질의 배출허용기준 및 범위(복합악취)

구분	공장지역 (희석배수)		기타지역(희석배수)	
	배출허용기준	엄격한 배출허용기준	배출허용기준	엄격한 배출허용기준
배출구	1,000이하	500-1,000	500이하	300-500
부지경계선	20이하	15-20	15이하	10-15

* “희석배수”라 함은 채취한 시료를 냄새없는 공기로 단계적으로 희석시켜 냄새를 느낄수 없을 때까지 최대 희석배수를 말함.

표-2 퇴비처리장 악취종류별 악취농도

구분	NH ₃ 암모니아	H ₂ S 황화수소	(CH ₃)SH 메틸머캅탄	(CH ₃) ₂ S 황화이메틸	(CH ₃) ₂ S ₂ 이황화이메틸
퇴비처리장	48.0	31.5	10.7	38.2	2.5
단위	ppm	ppb	ppb	ppb	ppb

음 시작하면서 중산성 성분이 대량 발생한다. 실제로는 암모니아도 동시에 발생하지만 산성성분이 우세하기 때문에 모아둔 퇴적물 중에 유지되는데 외부에 휘산 되지 않는 상태이다. 그러나 품온이 상승하면서 유기물중 산성성분 분해되면 pH가 상승하고 암모니아가 일시에 발생한다. 퇴비화의 과정 중 악취는 최초 4일간 중산성 성분이 중심에 복합화되어 있다가, 농도가 높아지면 불쾌감도 높아진다. 그것에 대하여 5일 이후에는 암모니아가 나타나면서 농도가 높게 되지만 불쾌감은 경감된다. 유기물의 분해과정을 보면 최초 4일간의 악취저감대책이 중요하다.

더구나, 퇴비화의 진행은 공기량에 의존하는 부분이 많다. 공기량이 부족하게 되면 수분과다로 인한 혐기부문이 생기게 되며 불쾌한 악취가 발생기간이 길어짐과 동시에 퇴비의 부숙화 자체가 진행되지 않는다. 그래서 가축분뇨에 통기성을 확보하기 위하여 수분조절제를 사용한다. 수분조절제는 톱밥이 가장 많이 이용되고 수피, 왕겨, 벧짚 등이 사용된다. 그중에서도 특히 목질계의 자재가 암모니아 등의 악취성분의 흡착이 양호하긴 하지만 목질계 자재가 분해성이 늦어지므로 미분해 상태로 작물에 사용하는 경우가 있어 작물에 해치는 일이 있으므로 충분히 발효를 시켜야 한다.

퇴비처리장의 악취종류별 악취농도는 다음 표-2과 같다.

나. 액비화

낙농 농가 중 악취발생은 가축사육하는 축사형태와 가장 밀접한 관계가 있다. 분뇨혼합 형태로 저류조에 유입하여 운영하고 있다. 액비 저장 중에 발생하는 변화는 거의 모두 혐기적인 조건에서 나타난다. 혐기성상태로 저장하였을 경우에는 유기물이 분해되어 메탄가스와 탄산가스로 되는 과정에서 유화수소, 저급지방산(VFA) 등의 악취가 축적되어서 강한악취가 발생한다.

퇴비화처리와 같은 방법으로 하여 호기성세균이 번식을 하면 온도가 상승하는 동시에 유기물이 분해되어 암모니아 등 악취성분이 일시에(2~3일) 대부분 대기중에 휘산된다. 그러나 쉽게 분해되는 유기물은 산화된 후에는 약간의 타르(tar)취를 표시 정도가 된다. 그것을 시용할 경우에도 대장균이나 기생충의 사멸한 위생적인 액상비료를 이용할 수 있다. 이와같이 액상컴포스트 처리는 폭기량과 시간에 의하여 처리 과정이 다르지만 강력한 폭기 교반장치로 악취의 제거는 2~3일이 필요하지만 위생적인 비료로 만들기 위해서는 발효하기 위해 5~7일이 필요로 한다.

3. 처리방법별 악취저감기술

가. 퇴비화 처리시설에 의한 악취발생과 저감방안

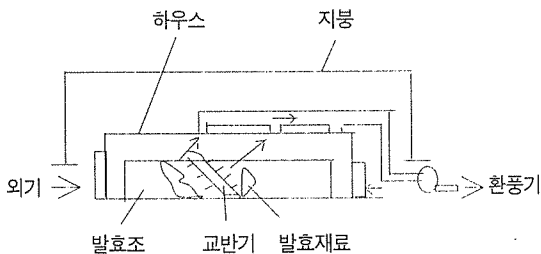
퇴비화시설에서 퇴비를 뒤집기 할 때에 동시에 퇴비 내 탄산가스나 수증기 및 휘발성의 악취도 동시에 배출되고 있다. 퇴비화시설에서 악취의 발생

을 저감하려면 발생한 악취를 발생원으로부터 외부에 확산시키지 않게 하는 것이 필요하다. 그렇게 하기 위해서 악취 발생원을 밀폐시켜 악취를 외부에 새지 않게 하는 것과 동시에, 흡기구와 강제 환기구를 설치하여 악취를 포집해 탈취장치에 포집된 악취를 전량 보내야 한다. 그림-1은 퇴비화시설의 악취의 포집환기방법의 예이다. 악취를 발생하는 포집하는 강제 환기기는 신선한 공기가 유입하는 흡기구와 가장 떨어진 위치에 설치하여 환기 공기 중에 악취 성분과 증발한 수분이 충분히 포함 되도록 한다. 악취 발생하는 곳을 밀폐시키면 밀폐한 건물 내에 악취와 재료로부터 발생한 수증기가 축만하기 위해서 악취의 발생원 전체로부터 수분증발이 진행되기 어려워지므로 악취수증기의 배기와 신선한 공기의 유입에 의한 내부공기의 교체, 즉 환기가 필요하게 된다.

탈취장치는 탈취해야 할 풍량(발생원으로부터의 환기량)이 많아질수록 장치규모가 커져서 운영비용이 커지기 때문에 탈취장치의 능력을 고려하면서 최소한의 환기량으로 운영해야 하지만 하우스건조 시설이나 퇴비화시설에서는 환기량이 적으면 재료가 마르지 않게 되므로 어느 정도의 환기량을 확보하여야 한다. 지금까지의 일본자료에 의하면 최소한의 환기 횟수로서 시간당 8~10회 정도는 확보되어야 한다.

환기 횟수를 고려하면 하우스 건조시설이나 퇴비

그림 -1 교반개방형 발효조의 환기 방법의 예



화시설에 있어서의 필요 환기량은 다음과 같다.

$$\text{필요 환기량} = V \times (\text{환기 횟수 : } 8 \sim 10 \text{회/시}) + \text{환기량}$$

V : 퇴적재료의 용적을 제외한 밀폐화 된 내용적(m³)

(단, 필요 환기량의 단위는 m³/시이기 때문에 적당, m³/분, m³/초로 환산한다)

환기량은 밀폐된 하우스 건조시설이나 퇴비화 시설의 내용적에 비례하므로 내용적이 커지면 환기량도 많아져, 필요한 탈취장치 규모도 커지기 때문에 밀폐시설을 설치하고자할 때에 환기실의 내용적을 작게 하는 것이 경제적이다.

필요 환기량을 확보한 퇴비화 시설에서의 평균 암모니아 가스 농도는, 낙농의 경우는 80~200 ppm 정도이며, 천일 건조시설에서는 낙농으로 50~500ppm 정도가 된다. 다만, 밀폐종형시설에서는 3,000ppm를 넘는 경우가 있기 위해 탈취장치를 설계하는 경우는 미리 발생원의 악취를 측정해 어느 탈취방법이 적합할까를 검토할 필요가 있다.

나. 액비 폭기시설에 의한 악취발생과 저감방안

액상콤포스트는 지상식탱크와 지하저장탱크 폭기하는 방법이 있다. 특히 자연유하식의 저류조내 폭기하는 방식과 지상식(호기성)은 탱크에 고액분리한 액상분을 폭기장치로 연속 교반 폭기하는 경우이다. 이때 발생하는 악취는 비교적 적지만, 지하식(혐기성인 경우)의 경우에는 폭기를 시작할 경우에는 일시에 다량의 악취가 발생하게 된다.

액상콤포스트 처리를 하기위하여 적절한 폭기를 하기위하여 사육두수규모와 폭기조의 용량을 파악하고 1일 분뇨발생량을 기본으로 하고 고액분리를 하는 경우 축사 내 수분증발량, 특히 사료포의 면적 작부방법에 의한 저류기간 등을 생각하여 여유 있는 폭기조를 마련해야한다. 이어서 폭기용량과 폭기장치를 설치하는 경우 미리 계획을 세우는 것이

중요하다. 분뇨중의 수분에 의하여 적정 폭기량이 다르기 또한 분뇨의 성상이 각 농가마다 다르기 때문에 적정량을 표시하기는 곤란하다. 폭기량은 일본자료에 의하면 함수비가 약 1,300%의 경우 액상분뇨 1m³ 당 2~4m³/시가 적당하다.

액상컴포스트를 살포할 경우에는 악취를 저감하기 위하여 폭기기간은 적정폭기에 약 1주일 이상 공기를 불어 넣어주면 된다. 그리고 고액분리 후에 액을 저장조에 저장하는 동안 간헐 폭기하면 악취가 크게 감소한다. 최근에는 호기성발효를 도와 악취를 저감시키는 환경개선제가 많이 시중에 판매되고 있다. 그것을 사용하고자 할 때에도 적정한 폭기운전을 하지 않으면 그 효과가 저감되기 때문에 기본을 충실히 적정한 폭기운전이 악취를 방지하는데 가장 중요하다.

4. 악취저감기술의 종류

축산 있어서 사용되는 이용되는 악취저감방법은 수세법, 연소법, 흡착법, 약액처리법, 공기희석법, 등은 기계장치로 처리하는 방법과 환경개선제를 이용하여 처리하는 방법으로 나눌 수 있다. 환경개선제는 탈취제라고 부르는데 산화제, 중화제, 마스크제, 흡착제, 미생물제제로 나눌 수 있다. 탈취제의 원리와 종류는 표-3과 같다.

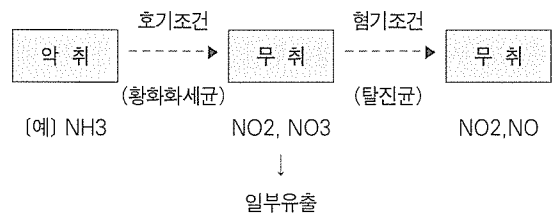
가. 생물 탈취법

각종 탈취법 가운데 비교적양호한 탈취효과를 얻을 수 있는 한편 시설비 유지비가 적은방법은 미생물 이용에 의한 방법이며, 이것들은 미생물 탈취법 또는 생물 탈취법이라고 불리고 있다. 생물 탈취법에는 토양탈취법, 암면탈취법, 퇴비탈취법, 활성오니탈취법, 비스모트탈취법 등이 있다. 축산시설로부터 발생하는 악취의 주성분은 암모니아이며, 이를 제거하는 것이 탈취의 포인트가 된다.

표-3 탈취제 원리 및 재료명

구분	원 리	재 료 명
산화제	산화작용으로 이용하는 것으로 악취성분을 산화시켜 무취화한다.	과망산칼리, 이산화염소, 차아염산염, 오존등
중화제	산또는 염기의 중화반응에의한 악취성분을 무취성분으로 변화하여 냄새를 없게한다.	석회, 가성소오다용액, 묽은염산, 묽은황산, 과린산석회, 황상제일철, 부식물질등
마스크제	악취를 다른 향료 등으로 화합하여 악취의 질을변화시킨다.	향료, 방향유등
흡착제	취기성분을 흡착시켜 제거한다.	활성탄,제오라이트,부식물질, 활성백토등
미생물 제제	미생물(세균,곰팡이,효모 등)에 의하여 효소의 분해작용으로취기발생물질의 분해를 촉진시켜발생하는 악취성분의 량과 질을 변환한다.	소화효소 미생물 배양물 등

그림-2 생물탈취법 중 암모니아의 탈취원리



이와같이 생물 탈취법에서는 보내는 악취성분량을 탈취조로 탈취재료 중의 미생물이 분해하는 양 이하하면 탈취재료의 교환은 거의 필요 없게 되어 장기간 탈취능력을 유지시킬 수 있다.

토양탈취법은 토양 중에 이송된 악취성분을 토양 입자에 흡착, 또는 수분 등이 용해시켜 이것을 영양원으로 하는 악취성분을 무취인 성분으로 바꾸는 토양미생물 등의 기능을 이용한 탈취법이다. 토양 탈취장치의 구조개요를 그림-3, 4에 나타냈지만 악취가스는 송풍기로 토양하부에 마련된 주풍도에 이송되어 그 풍속을 저하시킨 후 지풍도에 이송된다.

그림-3 토양탈취장치개요

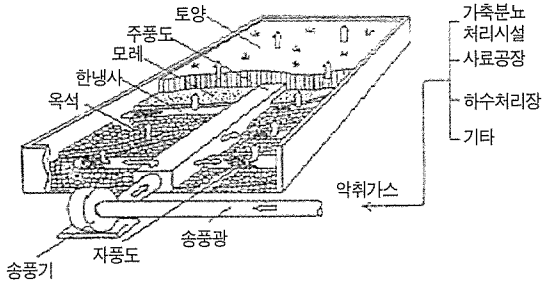
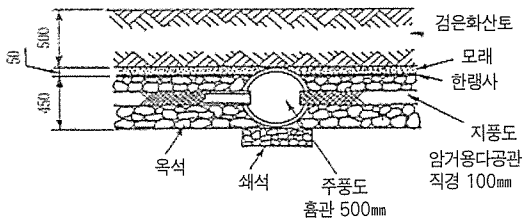


그림-4 토양탈취장치의 토양형적단면



지풍도로부터 나온 악취가스는 옥석 등에서 설계된 큰 공간부를 지나 토양하부전면에 퍼져나가 다음에는 천천히 사조, 토양조 통과하여 탈취되면서 바깥 공기에 방출되는 구조로 되어 있다. 덧붙여 탈취가 적절한 토양은 화산재 토양표토이며, 그 질화능력은 100g 토양 당 질소량으로 10mg/일(20mg/100gDM)/일) 질소흡착능력은 1,600mg/100gDM 정도로 보여진다.

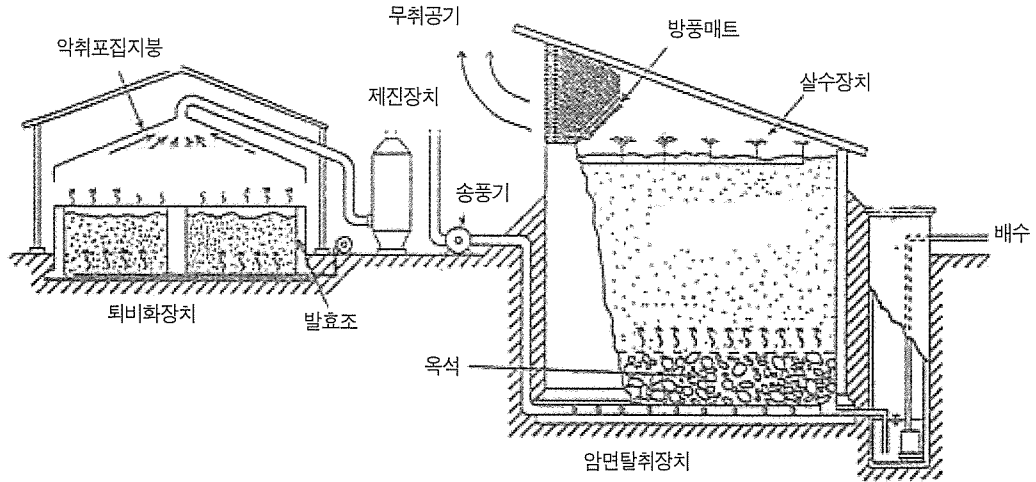
토양탈취장치에서는 탈취용의 토양의 퇴적높이를 50cm 정도로 해서 포함한 환기공기가 토양층을 통과하는 외관상 풍속을 5mm/초정도 환기공기에 포함되는 암모니아의 1일평균 200ppm 정도이하가 되도록 설계한다. 탈취용 토양은 화산재 검은 흙 종류가 다르지만 걸보기풍속은 5mm/초 정도로 했을 경우 토양의 하부정압(환기저항)이 150mm H₂O가 되어 더 이상 외관상 풍속을 올리거나 토양의 퇴적높이를 높게 하면 토양의 하부정압이 상승해 운전코스트가 비싸지거나 토양층에 가스 통과도

가 슛패스 현상이 우려가 생긴다. 암모니아의 농도는 토양미생물이 1일 분해하는 양이며, 분해량을 넘고 가스를 계속 보내면 탈취할 수 없게 된다.

또 토양층에 보내는 가스의 온도는 40℃이하, 평균 30℃이하로 한다. 이것은 토양미생물이 토양미생물을 이용한 탈취법을 채용하고 있으므로 장기간 높은 온도의 가스를 보내면 미생물이 사멸하거나, 토양의 물리성변화하기 때문에 하한치온도는 10℃ 이상이 바람직하다. 이러한 설계조건으로 토양탈취장치를 제작한 하우스 건조 장치에서는 거의 동일한 정도의 면적규모가 필요하다.

암면(이하RW) 탈취법은 탈취 메카니즘은 토양 탈취법과 대체로 같다. 미생물의 악취물질 분해능력을 이용한 방법이다. (그림-5) 탈취능력과 지속성도 화산재 검은흙과 거의 동일 능력이 있다. RW 탈취장치에 이용되는 탈취재료는 일본에서 개발된 것으로 수경재배용 배양지로서 사용되고 있는 친수성RW를 주체로서 유기물 미생물원 등을 첨가 혼합해 미생물 활성을 높여 수분을 40% 조정한 것으로 약 400kg/m²의 외관 밀도를 가지도록 배합 조제된 탈취재료이다. RW 탈취재료는 환기성이 뛰어나기 때문에 환기저항은 토양의 경우의 1/3~1/5정도 낮고, 탈취장치로서는 탈취재료를 3~5배 정도 높게 퇴적하는 것이 가능하고는 그 결과 탈취장치면적은 토양탈취장치에 해 축소할 수 있다. RW는 환기성이 뛰어나지만 보수성이 약간 뒤떨어져 마르면 보수하기 어려워지는 성질이 있기 때문에 탈취재료로서 사용하는 탈취표면에 1일 3~10분 정도의 살수가 필요하다. RW탈취재료의 환기 저항의 반정도인 탈취재료를 개발해 런팅코스트를 도모하는 것과 동시에 한랭지의 퇴비화시설의 악취를 탈취할 수 있는 한랭지형 RW탈취장치가 개발되었다. 유의할 것은 RW는 무기물이며 기본적으로 소수성재료이며 악취성분의 흡착능력은 대부분 재료이기 때문에 RW소재만으로는 탈취능력이 없기 때

그림 -5 압면탈취장치의 개요



문에 탈취재료로서 사용하지 않는다. RW탈취용으로 개발한 RW탈취재(긴프로형 RW탈취재)는 어느 정도의 보수성을 갖게 하면서 유기물을 포함해 탈취에 기여하는 미생물의 활성을 높인 재료이다.

나. 수세법

악취가스 중에 물을 분무하던지, 다공질의 여재에 물을 분무하고 그 여재의 공극에 탈취가스를 통과하게 하는 방법, 혹은 다단의 수막을 만들어 수막과 접촉하는 면에 악취가스를 통과방법 등에 의해 악취성분을 물에 용해시켜 탈취하는 방법이다.

각종 가스의 물에 대한 용해도는 다음 표-4와 나 타난 바와 같다. 암모니아는 다른 가스와는 다르게

소량의 물에 다량이 용해되지만, 고온이 되면 용해도가 저하한다.

각 온도에 대하여는 1기압의 기체가 물 1cm³ 중에 용해하는 용적을 0℃, 1기압일 때에 용적에 계산한 수치이다.(단, 단위는 cm³이다)

또 수세방식은 종류에 의해 가스와 물의 접촉면적, 접촉시간이 많게 하고, 반드시 그의 온도의 용해도를 최고로 하는 경우가 많다.

수세법의 문제점은 폐수 중에 다량의 악취성분이나 분진 등이 용해되어있는 점이다. 그것을 폐수처리시설을 설치할 때에 폐수방류가 가능한 장소에 사용하여야 한다.

표-4기체의 물에 대한 용해도

구분	화학식	0℃	20℃	40℃	60℃	80℃	100℃
기체암모니아	NH3	1,176	702	-	-	-	-
아황산가스	SO2	80	39	19	-	-	-
산화질소	NO	0.074	0.047	0.035	0.030	0.027	-
이산화탄소	CO2	1.71	0.88	0.53	0.36	-	0.026
메탄	CH4	0.056	0.033	0.024	0.020	0.018	0.017

다. 연소법

고온연소법과 저온연소법으로 나눌 수 있다.

1) 고온연소법

악취를 온도(650℃~800℃)에 유지하고(순간접촉 0.3초~0.5초) 산화분해하여 무취화하는 방법이다. 현재는 화력건조기 등이 이용되고 있다 악취 농도가 높은 경우 유리한 방법이다. 그러나 상시 650℃이상의 고온을 유지하는데 1,000℃정도의 순환연료의 장치가 필요하고 연료소비량이 크기 때문에 문제이다.

2) 저온연소법

앞에 비하여 비교적 저온(약 300℃)으로 유지하여 악취를 산화 분해하는 방식이다. 그것을 위하여 백금, 파라듐 등 촉매를 사용하는데 그 재료를 보충 교환하는데 비용이 고가이다. 현재는 사용되지 않고 있다.

라. 약액처리법

악취가스 중에 산성 또는 알칼리성 용액에 접촉시켜 화학적 반응으로 악취성분을 탈취하는 방법이다. 축산에서 대표적인 암모니아는 산성용액 즉, 황산과 화학반응을 시켜서 이것이 황산암모니아를 만들어 수용액 중에 남게 한다. 따라서 이 방식은 약액을 가지고 화학반응을 하여 탈취한다. 밀폐식 발효기의 배기가스에 황산, 목초액, 등 산성용액이 암모니아가스를 탈취한다. 이 약액처리 방법은 새로운 약액과 교환시 폐액 중에 악취성분과 분진 등이 용해되어있다. 그 폐액이 다량일 경우에는 폐기물 처리업자에게 의뢰하여 별도로 처리하여야 한다.

마. 흡착법

이 방법은 활성탄을 주체로 한 물리적 흡착방법

과 이온교환수지 등의 화학적 흡착방법 두 가지가 있다.

축산분야에서는 주로 전자를 이용한다. 그 흡착제의 종류는 톱밥, 왕겨, 이탄, 제올라이트 등이 주 이용 된다. 톱밥을 암모니아 흡착량을 다음 표-5 와 같다.

표-5 흡착제 중 암모니아의 흡착량

공시료재료명	수분 (%)	외관밀도 (kg/m³)	암모니아흡착량 (mg/100gDM)
톱밥건재	10.0	200	300
톱밥습재	64.0	400	550
왕겨건재	17.6	110	320
왕겨습재	60.1	250	600
왕겨재	49.1	380	140
제올라이트	15.0	940	700

주) 탈취시험후 재료 분석치

비교적 농도가 적은 악취에 적용된다. 일정량 흡착후에는 탈취효과가 떨어진다. 또 사용후에 재사용이 곤란하다.

바. 오존처리 (Ozonation)

오존처리 방식은 강한 산화제인 오존으로 악취물질을 산화 처리하여 제거하는 방식으로 예를 들어 암모니아의 경우 $O_3 + NH_3 \rightarrow NO_x + H_2O$ 로 악취물질인 암모니아를 질소산화물로 산화 처리하는 방식이며, 암모니아 및 황화수소를 산화 처리한다. 처리효율은 15~50% 정도이다. 오존처리는 고압의 전기력으로 공기 중 산소를 이용하여 오존을 발생시키는 원리로서, 오존발생기(Ozone generator)를 이용하여 축사내부의 오존농도를 0.001~0.100 ppm로 유지함으로써 악취물질을 산화 처리하는 방식이다. 오존처리는 암모니아와 황화수소를 동시에 처리할 수 있는 장점과 축사 내

살균 소독으로 인한 가축질병예방의 장점이 있으나, 오존 반감기가 짧기 때문에 지속적으로 가동해야 하며, 이에 따라 유지비가 많이 드는 점과 초기 설치비용이 많이 드는 단점이 있다. 또한 아직 가축분뇨에서 발생하는 복합취인 악취물질에 대한 효과는 검증 중에 있다.

4. 결론

악취저감방안으로 어려운 점은 저감방안을 실시했다고 직접적인 생산 기여와는 관계가 없다는 점이며, 저감의 비용 특히 운전비용이 많이 들일 수 없는 점이다. 축산을 영위하면서 환경보전에 노력하는 일 쉽지는 않지만 앞으로 환경보전 없이는 축산을 지속적으로 영위하기도 힘이 든다. 악취저감에 많은 비용이 들어간다면 경영에 어려움을 초래하지만, 시급히 저감방안을 세우지 않으면 목장 주변으로부터의 민원에 시달리게 된다. 즉 저감방안

은 특히 방지효과가 높고 운영비용이 낮은 방법이 요구된다.

염려되는 것은 악취저감 방안이 시설을 갖추는데 그친다든가, 임시방편의 잔기술에 머무는 수준으로 만족한다는 점이다. 농가에서는 저감시설설치 및 환경개선제를 선정하여 사용시 저감효과가 있는 것을 사용해야한다.

가축분뇨는 유기물이다. 분해과정에서 악취가 발생한다. 가축분뇨처리시설에서 악취를 저감하기 위해서는 가축분뇨처리시설을 적정관리를 하여야 한다. 앞에서 언급했듯이 적정관리는 유기물이 혐기성이 되지않고 호기적으로 처리되는 것이 악취를 저감하는 방법이다. 그리고 악취방지시설도 미생물을 이용한 방법이 가장 경제적이다. 축산업을 하는데 악취를 100% 완전하게 없애는 것은 불가능하지만 지속적인 축산업 영위를 위해서는 친환경적인 축산업을 악취방지에 대하여 최대한 노력을 하여야 한다. ㉞

