



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

석사 학위논문

제주도 양돈농가 악취저감시설
유형에 따른 악취 저감 효과 비교

제주대학교대학원

생명공학부 동물생명공학전공

강 명 수

2022년 12월

제주도 양돈농가 악취저감시설
유형에 따른 악취 저감 효과 비교

지도교수 류 연 철

강 명 수

이 논문을 이학 석사학위 논문으로 제출함

2022년 12월

강명수의 이학 석사학위 논문을 인준함

심사위원장 이 왕 식 (인)

위 원 박 종 은 (인)

위 원 류 연 철 (인)

제주대학교 대학원

2022년 12월

Comparison of Odor Reduction Effects According
to Odor Reduction Facility Types in Pig Farms
in Jeju-do

Myoung-Su Kang

(Supervised by professor Youn-Chul Ryu)

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirement for the
degree of Master of Science

2022. 12.

This thesis has been examined and approved.

Faculty of Biotechnology, Animal Biotechnology Major
GRADUATE SCHOOL
JEJU NATIONAL UNIVERSITY

목 차

List of Tables	ii
List of Figures	iv
ABSTRACT	v
1. 서론	1
2. 연구사	3
2-1. 악취의 정의	3
2-2. 악취측정방법 및 규정	7
2-3. 악취저감방법	8
2-4. 악취저감시설의 종류	11
2-5. 악취 관리 정책 및 관리체계	16
3. 재료 및 방법	21
3-1. 악취 시료채취	21
3-2. 악취 측정방법	22
3-3. 2018년도 악취관리지역 지정 당시 농가 조사 방법	22
3-4. 2019년도 악취관리지역 지정 당시 농가 조사 방법	23
3-5. 제주악취관리센터 실태조사 방법	23
4. 결론	24
4-1. 제주악취관리센터 실태조사 결과	24
4-2. 제주도내 악취저감시설 설치 사례 조사 결과	26
4-3. 행정처분 비교	56
4-4. 악취측정 방법의 문제점	57
4-5. 악취관련 민원의 문제점	60
4-6. 악취관리지역 지정 현황	60
5. 국문요약	68
6. 참고문헌	72

LIST OF TABLES

Table 1. 지정악취 물질	5
Table 2. 악취 물질의 냄새의 특성	6
Table 3. 악취관리지역 및 신고대상시설 지정요건	18
Table 4. 악취의 배출허용기준	18
Table 5. 악취방지법과 가축분뇨법 행정처분 비교	19
Table 6. 악취실태조사 결과	24
Table 7. 연도별 악취 민원 건수	25
Table 8. 악취관리지역 지정 당시 민원 분석	25
Table 9. A농장의 복합악취 측정배수	27
Table 10. A농장의 악취저감율	28
Table 11. B농장의 복합악취 측정배수	31
Table 12. B농장의 악취저감율	32
Table 13. C농장의 복합악취 측정배수	35
Table 14. C농장의 악취저감율	36
Table 15. D농장의 복합악취 측정배수	39
Table 16. D농장의 악취저감율	41
Table 17. E농장의 복합악취 측정배수	44
Table 18. E농장의 악취저감율	45
Table 19. F농장의 복합악취 측정배수	48
Table 20. F농장의 악취저감율	49

Table 21. G농장의 복합악취 측정배수	52
Table 22. G농장의 악취저감율	53
Table 23. 농장별 악취관리지역 지정 당시 및 저감시설 설치 후 실태조사 악취저감율	55
Table 24. 가축분뇨법과 제주도 가축분뇨 조례 행정처분 비교	57

LIST OF FIGURES

Fig 1. A농장의 악취저감시설	29
Fig 2. 액비순환시스템 공정도	33
Fig 3. C농장의 악취저감시설 설치 전후	37
Fig 4. 바이오커튼+안개분무 또는 포집조+안개분무	42
Fig 5. E농장의 악취저감시설 및 퇴비사 내부	46
Fig 6. F농장의 악취저감시설	50
Fig 7. 바이오커튼+안개분무 또는 차단벽과 방풍림	54
Fig 8. 돈사와 부지경계의 다양한 이격 거리	58
Fig 9. 악취관리지역 지정 당시 및 악취관리센터 실태조사의 복합악취의 평균 배 수	62
Fig 10. 악취관리지역 지정 당시 및 악취관리센터 실태조사의 복합악취의 최고 배수	62

ABSTRACT

As civil petitions about odor continue to occur, Jeju Island designated a large-scale odor control area for pig farms in the country for the first time through Jeju Special Self-Governing Province Public Notice No. 2018-64 on March 23, 2018. Since then, 103 out of 260 farms in Jeju Island have been designated as “Odor Control Areas” and “Odor-Emitting Facilities Outside Odor Control Areas,” but many problems have occurred as the Odor Prevention Act, which was centered on industrial complexes, was applied to the swine industry. Therefore, this study aims to identify the current status of pig farms designated as odor control areas in Jeju Island and its problems and present improvement measures to seek ways to become a swine industry that can coexist with residents by reducing odor in farms and not using a odor management method where disposal is a priority. In addition, this study will suggest practical methods to help farmers reduce odor by analyzing excellent cases among farms designated as odor control areas and comparing and analyzing the results of the odor reduction effects according to the type of odor reduction facilities.

The odor control policy and control system guides and checks for odor in pig farms based on the “Odor Control Areas” and “Odor-Emitting Facilities Outside Odor Control Areas” provisions through the Odor Prevention Act. Among the facilities in the areas designated as Odor Control Areas and Odor-Emitting Facilities Outside Odor Control Areas, those that have passed a period of measures necessary for preventing odor continue to have complaints related to odor for at least one year, and compound designated odor exceeds allowable exhaust standards shall be managed by applying strict allowable exhaust standards under the ordinance. The Jeju Special Self-Governing Province shall apply strict allowable exhaust standards under the Jeju Special Self-Governing Province allowable odorous exhaust standards

ordinance, and the compound odor measured on the border shall not exceed 10 times the allowable amount.

If the odor emitted from odor control areas and facilities subject to reporting exceeds the strict allowable exhaust standard, an improvement order may be issued to take necessary measures to lower the odor below the allowable exhaust standard for up to one year. If it fails to comply with the order, or if it repeatedly exceeded the strict allowable exhaust standards within the last two years, all or part of the relevant facilities subject to reporting may be suspended.

In principle, the collection of samples using an air dilution olfactory method shall be performed at the site's boundary line and damaged points (hereinafter referred to as the "site boundary line"), and samples of a single odorous substance shall be collected from the site boundary line.

As a result of a survey of 17 villages around the odor control area, a rate exceeding 15 times, or the allowable standard for surrounding villages, was falling every year from 28.1% in 2017 to 0.3% in 2021, while a rate exceeding 10 times, or the allowable standard for pig farms designated as odor control areas, has decreased significantly from 95% in 2017 to 4.9% in 2021, according to data from the Jeju Odor Management Center Steering Committee in 2021.

However, civil petitions are not decreasing, and according to their content, repeated petitions account for more than 50% of all petitions every year, and in 2020, more than 90% were repeated petitions.

Among the farms designated as odor control areas, the survey data of several farms that have installed and operated odor prevention facilities were compiled and compared to when they were first designated as odor control areas.

In the case of Farm A, which installed bio-curtains with mist sprays and blocking walls with mist sprays, the excess rate at the time of designation

was 40%, but it did not exceed the standard in 2020 or 2021. The smell's strength was also 14 times higher on average and up to 30 times higher, but it shows that it was reduced below the standard by three times in 2021.

For Farm B, which installed liquid manure circulation systems, the excess rate at the time it was designated as a odor control area was 37.5%, but it did not exceed that in 2020 and 2021. The smell's strength also shows that it was reduced from an average of 21 times to an average of three times below the standard in 2021. In particular, it was measured up to 100 times at the time of designation, but the smell was not measured after introducing the liquid manure circulation systems.

As for Farm C, which removed all pig house windows and installed PE tanks with mist sprays and blocking walls, the excess rate was 90% at the time of designation, but the excess rate fell to 12.5% in 2021. The smell's strength was also 31 times higher on average and up to 66 times higher, but it can be seen that the smell had been decreasing below the standard since 2019.

In Farm D's case, which is equipped with bio-curtains and mist sprays or PE tanks with mist sprays, the excess rate was 50% at the time of designation, but it exceeded 6.3% in 2021. The smell's strength was 19 times higher and up to 44 times higher, but in 2021, it was five times lower than the standard.

In the case of Farm E, which has bio-curtains, mist sprays, and liquid manure circulation systems, the excess rate was 40% at the time it was designated as a odor control area, but it did not exceed that in 2021. The smell's strength was also 14 times higher on average and up to 31 times higher, but in 2021, it shows that it was three times higher, and the smell was reduced below the standard.

For Farm F, where PE tanks and mist sprays were installed, and windbreak forests were planted, the excess rate was 37.5%, but it did not exceed it in

2021. The smell's strength was also 13 times higher on average and up to 44 times higher, but it was three times higher in 2021, and the smell was reduced below the standard.

As for Farm G, which had bio-curtains with mist sprays, blocking walls, and windbreak forests, the excess rate was 50%, but it exceeded only once in 2020 and 2021, showing an excess rate of 6.3%. The smell's strength was also 20 times higher on average and up to 66 times higher, but it was seven times and five times higher in 2020 and 2021, and the smell was reduced below the standard.

When all facilities are properly operated, they were measured to be below the standard and show low excess rates. As a result, it can be seen that the effect can only be achieved when farms select and operate facilities suitable for them. For bio-curtains and PE tanks, the effect should be maximized through mist sprays, and smells can be reduced by properly installing reduction and prevention facilities or double or triple prevention facilities rather than one facility.

When applied to various odor reduction farms, the odor reduction effect was evident. However, it is confirmed that there is a difference in the effectiveness of each farm depending on the type of odor reduction facility. Accordingly, each farm should make efforts to apply a reduction facility according to the situation, and since it is difficult to change once the farm has the odor reduction facility, it is important for the farmers to select a facility suitable for their farm by combining various cases.

While farmers are trying to reduce odor through these various methods, the administration is shifting the responsibility only to farmers for having odor reduction facilities suitable for each farm. Rather than shifting responsibility, an administrative system should be introduced that can organize the consultative group of the private sector, government, and industry to solve the problem and carry out the odor reduction effect step by step through

customized consulting for each farm. At the same time, if their efforts to reduce odor are confirmed, farms that have reduced odors should be released from the odor management area list as compensation accordingly. Currently, there is no plan to lift it if it is designated as odor management area, and no regular surveys have been conducted on farms that have not been designated as odor management area. No matter how much farmers try to reduce odor, if methods such as the release of odor management area mentioned above are applied as compensation in the current situation where there is no compensation for their efforts, farmers will work harder to compensate for the release of odor management area and reduce the odor. And they will try to maintain the odor reduction facility properly because of the anxiety that if the facility is not maintained, it can be re-designated as odor management area. In addition, it will be a motivation to make more efforts to reduce smell due to anxiety that farms that have not been designated as odor management area could be designated again.

If odor reduction facilities are installed and managed in this way, the odor reduction effect, which is the purpose of the Malodor Prevention Act and the purpose of designating the odor management area, will be maximized, and the pig industry, the keystone of Jeju's primary industry, will supply more high-quality products and drive the local economy along with the tourism industry, while having a win-win relationship with Jeju residents.

1. 서론

제주도 양돈농가는 2020년 기준 제주시 소재 186개 농가, 서귀포시 소재 74개 농가, 총 260개 농가가 약 53만 두를 사육하고 있다. 2020년 도내 농축산업 조수업 중 노지 감귤은 4,718억원, 양돈은 4,058억원으로 2위에 해당할 정도이며, 제주 축산업의 67.9%가 양돈을 차지할 정도로 큰 비중을 차지하고 있다. 양돈산업으로 인한 1차 생산액은 약 4천억원이고, 파생되는 2차 산업을 포함하면 3,240명의 고용효과와 더불어 약 8천억원, 관광 등의 3차 산업까지 포함하면 종합적인 경제규모는 연간 1조원 이상으로 추정하고 있다.(제주도청, 2021)

축산물의 소비의 증가로 인하여 가축 사육두수 또한 증가하여 그에 따라 가축 분뇨의 발생량 또한 증가하였다. 가축 분뇨 발생량은 2008년 4,4174만톤에서 2019년 5,184톤으로 24.2% 증가하였다. 축종별로는 돼지가 40.0%, 한육우 30.8%, 닭 15.3%, 젖소 10.7%, 기타 3.2%로 연간 2,072만톤의 분뇨를 발생시키고 있다.

축산물의 안정적인 공급을 위하여 정부시책으로 양돈 단지화 및 규모화를 진행하는 과정에서 양돈장의 질적 성장 위주의 정책보다는 돼지 사육두수의 증가를 위한 양적성장 위주의 정책을 펼쳤었다. 그러한 과정에서 도시의 팽창으로 인한 농장 주변에 펜션, 민박 등 관광시설이 입주하게 되었고, 외부 주민이 유입되면서 양돈장의 냄새와 관련하여 잦은 마찰을 빚게 되었다.

이에 양돈농가에서도 자구책을 마련하고자 했으나, 냄새 저감에 대한 인식과 기술이 부족한 상태에서 노력을 하여도 농가주변 마을사람들의 기대감을 충족시켜 주지는 못하였다. 이에 양돈 냄새와 관련하여 민원이 지속적으로 증가하게 되었고, 이에 따라, 제주도는 전국 최초로 양돈농가 대상으로 악취관리 지역을 지정 고시하게 이르렀다.

2018년 3월 23일 제주특별자치도 고시 제2018-64호 제주특별자치도 악취관리지역 지정 고시에 의해 59개 농가(제주시 53개 농가, 서귀포시 6개 농가)가 악취관리지역으로 지정이 되고, 2019년 7월 19일 제주특별자치도 고시 제2019-127호 제주특별자치도 악취관리지역 및 악취관리지역 외 신고대상 악취배출시설 지정 고

시를 통해 56개 농가(제주시 42개 농가, 서귀포시 14개 농가)가 악취관리지역 및 신고대상시설로 지정이 되었다. 그리고, 2020년 12월 31일 제주특별자치도 고시 제2020-265호 악취관리지역 외의 악취배출시설 신고대상시설 지정·고시를 통해 27개 농가(제주시 22개 농가, 서귀포시 5개 농가)가 신고대상시설로 지정이 되었다. 총 260개 농가 중 142개의 농가가 악취관리지역 및 악취관리지역 외 신고대상 악취배출시설로 지정이 되었다가 2021년 6월 30일 제주특별자치도 고시 제2021-143호 악취관리지역 외의 악취배출시설 신고대상시설 39개 농가 지정 취소 고시에 따라 2019년에 신고대상시설로 지정되었던 12개 농가, 2020년 신고대상시설로 지정되었던 27개 농가가 지정 취소되어 103개의 농가가 악취관리지역으로 남아있다.

이에, 이 논문을 통하여 제주도 양돈농가 악취관리 지역 지정 현황과 그에 따른 문제점을 파악하고, 개선방안을 제시하여 처분이 우선시 되는 악취관리 지역이 아닌 현장에서 악취가 저감되어 도민과 상생할 수 있는 양돈산업이 될 수 있는 방안을 모색하고자 한다. 또한, 악취관리 지역 지정 농가 중 우수한 사례를 분석하여, 악취저감시설 유형에 따른 악취 저감 효과를 비교하여 보다 나은 악취저감 시설을 설명함으로써 농가의 악취 저감에 실질적인 도움이 되는 방안을 제시하고자 한다.

2. 연구사

2-1. 악취의 정의

악취는 인간의 감각을 자극하여 불쾌감과 혐오감을 유발하는 물질로 정의되며, 황화수소, 메르캅탄류, 아민류, 그 밖에 자극성이 있는 기체상 물질이 인체에 직접적인 피해보다는 정신적 또는 심리적 피해를 미치는 일종의 감각공해라 할 수 있다. 악취는 일반적으로 여러 가지 화합물이 복합적으로 작용하여 발생되며 인간에게 정신적이고 신체적 피해를 유발하게 된다(최와 안, 2005).

악취방지법에서 지정 악취 물질은 악취의 원인이 되는 물질이라고 규정하고 있으며 Table 1에서처럼 암모니아(NH_3), 황화수소(H_2S), 메틸메르캅탄(CH_3SH), 등 22가지 물질을 지정악취물질로 지정하고 있다. 또한, 복합악취란 두 가지 이상의 악취물질이 함께 작용하여 사람의 후각을 자극하여 불쾌감과 혐오감을 주는 냄새라고 규정하고 있다(환경부, 악취방지법 제2조).

양돈장에서 악취를 발생시키는 원인으로는 사료, 온도, 미생물 환경, 사양 관리, 분뇨처리방법에 따라 다양하게 나타난다. 양돈장의 악취를 일으키는 주요 물질은 암모니아, 황화합물, 페놀류, 인돌류 등이 있다(Le et al., 2005). 환경부에서는 22종의 악취물질을 지정하여 관리하고 있으며 Table 2에 나타냈다. 양돈장에서 발생하는 악취는 복합악취이며 주요성분은 다음과 같다. 첫 번째로 암모니아는 무색의 자극적인 악취가 나는 기체로 주로 지린내이며, 두 번째는 메틸메르캅탄으로 썩은 양배추 냄새가 나는 가스로 주로 썩은 구린내이며 입 악취나 음식물이 썩을 때 악취를 유발하는 황화합물이다. 세 번째는 황화수소인데, 무색의 매우 유독한 가연성 기체로 계란 썩는 악취가 특징이며 공기보다 무거워 환기가 잘되지 않는 공간의 아랫부분에 축적이 된다. 산소가 부족한 장소에서 유기물이 미생물에 의해 분해될 때 생성된다. 네 번째는 다이메틸설파이드이다. 다이메틸설파

이드는 불쾌한 냄새가 나는 휘발성, 가연성의 무색 액체이며 황을 포함한 유기화합물로 상온에서 액체상태 물질로 악취가 강하다. 다섯 번째 다이메틸다이설파이드는 무색 유성 액체이며, 물보다 조밀하고 물에 약간 용해되고 공기보다 무거운 증기로 피부와 눈에 자극을 준다. 여섯 번째 트리메틸아민은 무색의 가스이며 낮은 농도에서는 생선 썩는 냄새가 나고 높은 농도에서는 암모니아 악취가 발생한다. 일곱 번째 뷰틸알데하이드는 자극적이며 새콤하고 타는 듯한 악취를 나타내며 낮은 농도에서 과일향기, 높은 농도에서 불쾌한 악취를 유발한다. 마지막은 프로피온산으로 자극적인 신 악취, 땀 악취, 젖은 구두에서 나는 악취이다(환경부, 2012).

양돈장에서 발생하는 악취는 공장 같은 사업장과는 달리, 발생시간이나 발생량이 정해져 있지 않으며, 발생원 역시 매우 다양하다. 일반적으로 악취물질 발생에 있어서, 가축에게 급여되는 사료나 가축 자체에서 발생하는 냄새는 그다지 불쾌하지 않으나, 양돈분뇨로부터 야기되어지는 악취는 대부분 분뇨의 수거, 저장 및 처리 과정에서 미생물에 의한 불완전 혐기분해의 산물로 생성된 물질들이 강한 취기를 유발시키는 것으로 간주되고 있다. 돈사시설 내 악취발생의 원인은 돼지들에 의해 배설된 분뇨가 피트 내에서 저장조로 이송되지 않고 장시간 저장됨으로써 발생하거나, 저장시설에 가축분뇨가 장시간 저장됨으로써 불완전 혐기분해가 이루어짐으로써 발생된 악취물질들이 대기로 노출되거나, 퇴비화 공정 중 분뇨 수거 시 운반 과정, 혼합공정, 발효공정, 후숙공정, 포장, 저장공정 등에서 발생하기도 한다. 또, 액비 또는 정화처리시설에서 각각의 공정 과정에서 폭기, 교반, 분사, 침정 공정 등과 같은 일련의 과정에서 악취물질들이 휘발되어 발생하기도 하며, 퇴·액비 시비 시 퇴·액비 내 악취물질이 휘산되기도 한다(강, 2010).

Table 1. 지정악취 물질 (환경부, 악취방지법 시행규칙 별표3, 2021)

지정악취물질	배출허용기준 (ppm)		엄격한 배출허용 기준의 범위 (ppm)
	공업지역	기타지역	공업지역
암모니아	2 이하	1 이하	1 ~ 2
메틸메르캅탄	0.004 이하	0.002 이하	0.002 ~ 0.004
황화수소	0.06 이하	0.02 이하	0.02 ~ 0.06
다이메틸설파이드	0.05 이하	0.01 이하	0.01 ~ 0.05
다이메틸다이설파이드	0.03 이하	0.009 이하	0.009 ~ 0.03
트라이메틸아민	0.02 이하	0.005 이하	0.005 ~ 0.02
아세트알데하이드	0.1 이하	0.05 이하	0.05 ~ 0.1
스타이렌	0.8 이하	0.4 이하	0.4 ~ 0.8
프로피온알데하이드	0.1 이하	0.05 이하	0.05 ~ 0.1
뷰틸알데하이드	0.1 이하	0.029 이하	0.029 ~ 0.1
n-발레르알데하이드	0.02 이하	0.009 이하	0.009 ~ 0.02
i-발레르알데하이드	0.006 이하	0.003 이하	0.003 ~ 0.006
톨루엔	30 이하	10 이하	10 ~ 30
자일렌	2 이하	1 이하	1 ~ 2
메틸에틸케톤	35 이하	13 이하	13 ~ 35
메틸아이소뷰틸케톤	3 이하	1 이하	1 ~ 3
뷰틸아세테이트	4 이하	1 이하	1 ~ 4
프로피온산	0.07 이하	0.03 이하	0.03 ~ 0.07
n-뷰틸산	0.002 이하	0.001 이하	0.001 ~ 0.002
n-발레르산	0.002 이하	0.0009 이하	0.0009 ~ 0.002
i-발레르산	0.004 이하	0.001 이하	0.001 ~ 0.004
i-뷰틸알코올	4.0 이하	0.9 이하	0.9 ~ 4.0

Table 2. 악취 물질의 냄새의 특성 (환경부, 2012)

화합물	냄새의 특성	원인물질명
황화합물	양파, 양배추 썩는 냄새	메틸메르캅탄, 다이메틸설파이드, 다이메틸다이설파이드 등
	계란 썩는 냄새	황화수소 등
질소화합물	분뇨 냄새	암모니아, 에틸아민 등
	생선 썩는 냄새	메틸아민, 트라이메틸아민 등
알데하이드류	자극적이며, 새콤하고 타는 듯한 냄새	아세트알데하이드 프로피온알데하이드 뷰틸알데하이드 n-발레르알데하이드 i-발레르알데하이드 등
탄화수소류	자극적인 신나 냄새	아세트산에틸, 메틸아이소뷰틸케톤 등
	가솔린 냄새	톨루엔, 스타이렌, 자일렌 등
지방산류	자극적인 신 냄새	프로피온산 등
	땀 냄새	n-뷰틸산 등
	젖은 구두에서 나는 냄새	n-발레르산, i-발레르산 등
할로젠원소	자극적인 냄새	염소, 불소 등

2-2. 악취측정방법 및 규정

악취방지법 제4조의 악취실태조사, 시행규칙 제5조의2 악취관리지역의 지정기준, 시행규칙 제8조 별표 3의 배출허용기준 및 엄격한 배출허용기준의 적합여부와 악취취약지역에서의 악취 오염정도를 측정하기 위해서는 국립환경과학원의 악취공정시험기준의 규정에 의하여 시험·판정한다.

악취방지법에 의한 배출허용기준 및 엄격한 배출허용기준의 초과여부를 판정하기 위한 악취의 측정은 복합악취를 측정하는 것을 원칙으로 하나, 악취물질 배출 여부를 확인할 필요가 있는 경우에는 기기분석법에 의해 지정악취물질을 측정한다.

2-3. 악취저감방법

1) 축사의 악취관리

돈사 바닥에 몇 cm나 되는 똥딱지가 붙어 있고 연중 한번도 세척을 하지 않은 농가의 대부분은 악취가 심한 농가이다. 이러한 환경에서 냄새를 줄이기 위해서는 All-in, All-out을 실시하고, 정기적인 돈사 내부 세척이 필요하며, 돼지 출하나 돼지 이동 후 빈 돈방을 즉시 고압 세척을 해야 한다. 돈사 내부 먼지나 거미줄은 수시로 제거하며, 사료 급이조, 급이라인, 급수 니플 등도 같이 청소해야 한다. 돈사 통로 등 사람과 돼지가 다니는 곳은 수시로 청소하여 청결한 상태를 유지시켜야 한다. 악취가 심한 축사 내부는 암실처럼 어두운 경우가 많으며, 조명이 밝아야 제대로 된 청소와 관리가 이루어진다(농촌진흥청 2017).

돈사의 적정한 슬락 면적을 확보하는 것도 중요하다. 바닥면적에 슬락 면적이 30%가 되지 않으면 돼지가 제대로 똥자리를 잡기 어려워 똥을 뒤집어쓰고 바닥이 질퍽거리게 되어 돈사의 암모니아 농도와 황화수소 농도가 높아져서 냄새가 발생하게 되고, 돼지의 생육에도 영향을 미친다.

슬러리 피트의 깊이도 고려해야 한다. 호기성 미생물은 40~50cm 까지만 생존이 가능하고, 그보다 깊을 경우 그 밑에서는 가축분뇨의 부패가 일어나 악취의 발생 원인이 된다. 그렇기 때문에 슬러리 피트의 깊이는 60cm 이하로 유지하는 것이 좋다. 또한, All-in, All-out 시에는 슬러리 바닥까지 비우고 액비로 슬러리 피트를 채워 넣는다면 분뇨에 의한 악취발생을 현저히 줄일 수 있다.

축사의 외부관리 또한 중요하다. 악취가 심한 농가의 대부분은 외부 청소 상태가 불량하여, 돈사 주변에 분뇨가 조금만 흘러도 쉽게 파악이 안되어 청결상태를 유지하기가 어려워 파리 등의 해충이 생기는 등 문제점이 발생된다. 이에 가급적 돈사 외부에는 폐자재, 축산기자재 등을 방치해두지 말고 즉시 정리하고, 진입로, 돈사 사이 등 축사 외부에도 포장을 하는 등의 노력을 해야 악취를 줄일 수 있다. 분뇨저장조와 폭기시설 또한 개방이 되어있다면, 저장조를 밀폐화 시켜 냄새의 확산을 막아야 하며, 저장조의 이송장치 등에도 뚜껑 등을 씌워 냄새의 확산을 최소화시켜야 한다.

대부분 농장에서 고액분리기를 사용하며, 고액분리 시에는 냄새가 많이 발생함으로, 고액분리기는 밀폐화 시키고 가동 시에는 탈취제 등을 분무하여 냄새를 저감시킬 수 있다(대한한돈협회, 2015).

2) 사료 및 환경개선제 사용

돼지의 성장 단계별 영양소 요구량을 고려하여 사료를 급여하면 사료의 허실을 방지할 뿐만 아니라 분뇨 내의 미 소화 영양소를 줄여 냄새 원인이 되는 물질의 발생을 줄일 수가 있다. 사료 급여 시 생균제 등을 같이 급여하면 가축의 장내 유익균이 우점하게 되면서 사료의 이용 효율이 상승하고 냄새 유발 세균의 증식이 감소하게 되어 냄새 발생을 줄일 수가 있다(대한한돈협회 제주특별자치도협의회, 2021). 또한, 건식 급이가 아닌 습식 급이나 액상 급이를 할 경우에 돈사 내부에서 발생하는 먼지와 냄새를 상당히 감소시킬 수 있다(김, 2017).

3) 퇴·액비화 시설 관리

교반식 발효시설을 사용하여 교반 시에 발생하는 악취의 확산을 방지하기 위해 측벽에 차폐막을 설치해야 한다. 그리고 교반 시에는 교반시설 내·외부에 탈취제 등을 이용한 안개분무 등을 실시하여 먼지의 발생을 줄이고 냄새의 확산을 막을 수 있다.

액비화시설에서 분뇨를 폭기 시에 발생하는 악취의 외부 확산을 방지하기 위해 밀폐 운영을 하고, 폭기 시 거품이 넘치지 않도록 적정수위를 유지시켜야 하며, 방지턱 등을 설치하여 거품이 외부로 넘쳐 오염되지 않도록 관리해야 한다. 또한, 액비화시설의 하부 침전물이 혐기발효로 전환되지 않도록 액비화시설 모든 면적에 사각지대가 생기지 않게 액비가 흐를 수 있게 배관을 설치하거나 적정하게 공기를 공급해야 한다.

4) 퇴·액비 살포시 악취 관리

퇴비 보관 시에는 비가림 시설에 보관할 수 있도록 하고, 장마철 등에 퇴비 보관시설에 빗물 등이 들어오지 않도록 배수로 등을 설치해야 할 것이다. 부숙이 덜 될 퇴비를 보관 시에는 냄새가 발생함으로 제대로 부숙된 퇴비를 생산해야 하며, 냄새 발생의 우려가 있을 시 방수포 등을 이용하여 덮어주어 냄새의 확산을 막아야 한다.

퇴비 살포 직후에는 질소의 휘산 및 악취방지를 위해 로터리 경운을 실시해야 한다. 액비 살포 시에도 어느 특정 구간에 많이 살포되지 않도록 주의해야 하며, 경사진 구간 등에 살포하여 액비가 흘러내리지 않도록 살포해야 한다. 또한, 공중 살포 등으로 액비가 넓게 퍼지게 살포하여 액비가 고이지 않도록 살포해야 하며, 살포 후에는 즉시 로터리를 경운하여 흙으로 복토하여 냄새의 발생을 차단해야 한다.

5) 악취 방지 시설 활용

바이오커튼, 안개분무, 액비순환시스템, 방풍림 등을 활용하여 악취를 저감하고 축사의 이미지를 개선해야 한다. 또한, 축사 내·외부에 농가 시설에 적합한 악취 방지시설을 설치하여 악취가 외부로 확산되는 것을 방지해야 한다.

2-4. 악취저감시설의 종류

제주특별자치도에서 발간한 악취관리지역 운영 가이드북에 따르면 악취저감시설의 종류는 아래와 같이 분류할 수 있다(제주특별자치도, 2018).

1) 바이오커튼

돈사에서 배출되는 악취물질을 포함한 분진이 바람에 확산되는 것을 방지하기 위한 차광막 시설이며, 악취저감 효율성 증진을 위해 차광막을 2~3겹으로 설치하고 배기팬의 공기 저항을 줄이기 위해 축사 측벽 상부를 5~10 cm 떨어뜨려 설치해야 한다. 차광막은 공기가 잘 통하는 재료로 설치해야 하고, 바이오커튼의 효율을 극대화하기 위해서는 안개분무시설이 필수적으로 설치되어야 하며 이산화염소수, 오존수 및 탈취제 등을 분무제로 사용 시 악취 저감 효율을 증대시킬 수 있다.

2) 수세정법

수세정법은 기액접촉에 의해 물로 녹여 물리적으로 악취물질을 흡수하는 방법이고, 대상가스는 암모니아, 저급아민, 저급지방산, 황화수소 등이다. 또한, 돈사 내 분뇨가 바닥에 눌러붙지 않게 하여 냄새를 방지하는 효과도 있다.

3) 약액 세정법

약액 세정법은 기액접촉에 의해 악취물질을 약액으로 흡수시켜 화학적으로 중화시키는 방법이며, 대상가스는 약액이 산성일 경우에는 암모니아, 아민, 약액이 알칼리성일 경우에는 황화수소, 메틸메르캅탄 등이 있다.

4) 약액 산화법

약액 산화법은 차아염소산소다 등 산화제가 든 수용액과 악취물질을 기액 접촉시켜 산화 분해시키는 방법이며, 대상가스는 암모니아, 황화수소, 메틸메르캅탄 등이다.

5) 흡착법

흡착법은 오래전부터 알려진 방법으로 흡착제의 표면에 오염물질의 분자가 농축되거나 농축 후 화학반응을 일으켜 악취물질을 제거하는 방법이다.

사용되는 흡착제는 활성탄, 실리카겔, 제올라이트, 활성백토 등을 사용하며, 흡착제의 구성에 따라서는 거의 모든 악취물질에 효과가 있다. 따라서 농장 내 중요 발생 물질에 따라 적합한 흡착제를 선택한다면 냄새 저감에 효과를 볼 수 있다.

6) 이온 교환 수지법

이온 교환 수지법은 악취물질의 이온성을 이용하여 이온 교환 수지를 흡착하는 방법으로 암모니아, 황화수소 등을 대상으로 한다.

7) 오존 산화법

오존 산화법은 오존이 가지고 있는 강력한 산화력을 이용하여 황화수소, 메틸메르캅탄 등의 무기계 및 알데하이드, 페놀 등의 유기계 가스를 분해하는 방법이다. 오존수 세정법, 기상오존 첨가법, 알카리성 오존세정법 등이 있다.

8) 생물 탈취법

생물 탈취법은 수세정, 흡착법 및 생물 화학적 분해법을 합한 것으로 악취물질이 물에 흡수 또는 흡착되고, 분해되는 성질을 이용한 방법이다. 생물 탈취법에는 토양탈취법, 폭기법, 스크러버법, 바이오필터 등이 있다.

- 토양탈취법은 토양 미생물(토양세균, 곰팡이류 등)을 이용한 것으로 분해 반응이 늦고, 고농도 악취나 유기계 가스에는 효과적이지 못하다.
- 스크러버법은 세정수를 순환하여 공기 중에 있는 분진과 악취물질을 제거한 후 배출하는 시스템으로 산 스크러버, 바이오 스크러버, 바이오투리클링필터 등이 있다. 산 스크러버는 돈사 악취물질 중 농도가 높은 암모니아, 아민이 산에 잘 용해되는 성질을 이용하여 이를 흡수시켜 제거하는 방법으로 주로 황산을 사용한다. 바이오 스크러버는 악취물질을 세정탑으로 통과시켜 오염물질을 물에 흡수시킨 후 용해된 오염물질을 포함하는 물을 폭기조에서 미생물의 활동에 의해 제거하는 방법이다. 바이오투리클링필터는 바이오필터와 바이오스크러버가 혼합된 형태로 분무되는 세정수는 오염물질을 흡수시킨 후 고정 미생물 담체에서 제거하는 방법이다.
- 바이오필터는 돈사 배기팬으로 배출되는 악취를 막기 위해 측면 및 피트 배기구에 설치하는 생물여과장치로 탈취균(미생물)이 살아가는 충진재(오드칩, 톱밥, 왕겨 등)를 통해 악취를 제거하는 시설이다.

9) 연소법

연소법은 악취물질을 고온으로 산화 분해시키는 것으로 직접 연소법, 촉매 연소법, 축열식 연소법 등이 있다.

- 직접 연소법은 700℃ 이상의 고온으로 연소 분해하는 방법으로, 신뢰성이 높고 온도 관리만으로 효과를 기대할 수 있으며 거의 모든 물질의 분해 처리가 가능하다.
- 촉매 연소법은 백금이나 팔라듐계의 촉매층을 이용하여 250~350℃에서의 저온에서 악취를 산화 분해시키는 방법으로 직접 연소법과 같이 안정된 탈취법이다. 축열식 연소법은 축열체에 의해 고효율로 열회수(약 95%)하는 방법으로, 에너지 절약형 연소 탈취장치이다.

10) 탈취제 분무법

중화법은 악취물질과 화학적으로 반응(중화)하는 약품을 사용하여 분해하는 방법으로, 옛날부터 식물 정유에 냄새 제거력이 있다고 하여 이용되고 있다. 농장 주변에 안개분무 등을 이용하여 탈취제를 살포하고 있다. 바이오커튼 내에 탈취제를 살포하면 효과를 극대화시킬 수 있다.

11) 마스크킹(Masking)법

마스크킹법은 방향성 물질로 악취를 덮어 감추는 방법으로, 화장실 등에서 잘 사용되는 방법이다. 적절한 마스크킹제를 선정하는 것이 중요하다. 일부 농장에서는 섬유유연제 등을 농장 주변에 살포하여 섬유유연제 냄새로 돈사의 냄새를 마스크킹하는 방법을 사용하기도 했으나 복합악취로 측정을 하다보니 섬유유연제 냄새로 인하여 측정배수가 높게 나와 현재는 사용하기 어려운 방법이다.

12) 플라즈마 탈취법

플라즈마 탈취법은 플라즈마에 의해 생성되는 활성이 강한 산화성라디칼(O, O₃, OH 등) 이나 환원성라디칼(H, N, NH, NH₂ 등)에 의해 악취물질이 산화 또는 환원으로 제거 하는 탈취법이다.

13) 액비순환시스템

액비순환시스템은 액비화시설에서 만들어진 액비를 돈사 슬러리피트로 지속적으로 순환시키는 방식으로, 슬러리피트 내 유용미생물을 우점시킴으로써 유해미생물의 증식을 억제하고, 악취를 감소시켜 사육환경을 개선할 수 있는 방법이다. 분뇨의 지속적인 흐름을 형성시켜 정체공간에서 부패되는 것을 방지하는 효과가 있으며, 미생물을 다량 함유한 발효액을 유입시켜 슬러리피트의 분뇨의 발효를

촉진시켜 악취를 저감시킨다. 또한, 고액분리와 같은 별도의 분뇨처리 공정이 불필요하게 되고, 양질의 액비생산이 가능한 친환경 분뇨처리시스템을 구축할 수 있다.

악취저감과 분뇨의 액비화 및 돈사 환경개선을 위한 액비순환시스템을 적용한 양돈장의 악취저감 효과를 평가하기 위하여 액비순환시스템 적용 양돈장과 일반 양돈장에서 슬러리와 액비의 성상과 공기 중 및 액상시료 중 악취물질 농도를 조사하여 비교한 결과, 일반농장에 비하여 액비순환시스템 적용 농장의 슬러리 성상이 현저하게 발효가 진행되고 있는 것으로 나타났으며 순환적용 농장 간에는 차이가 없는 것으로 나타났고, 돈사내부와 배출구 및 부지경계선에서의 직접 관능법에 의한 악취강도 평가에서는 액비순환시스템 적용으로 분명한 악취저감 효과가 인정되었으며, 돈사내부 환경개선 효과 또한 분명하게 나타났다. 돈사내부와 배출구 및 부지경계선에서의 공기 중 암모니아와 황화수소 농도는 액비순환시스템 적용으로 50% 이상의 저감 효과가 나타났으며, 메틸머캅탄과 트리메틸아민 역시 비교적 낮은 수준으로 조사되었다.(하와 김, 2015)

2-5. 악취 관리 정책 및 관리체계

1) 악취방지법이란?

악취방지법은 2004년 2월 9일 제정되고 2005년 2월 10일 시행되었으며, 현재 2021년 1월 5일 일부개정 및 시행되고 있다. 악취방지법의 목적은 사업 활동 등으로 인하여 발생하는 악취를 방지함으로써 국민이 건강하고 쾌적한 환경에서 생활할 수 있게 함이다(환경부, 악취방지법 제1조).

2) 악취관리지역 지정 요건

악취관리지역의 지정은 악취와 관련된 민원이 1년 이상 지속되고, 악취가 배출허용기준을 초과하는 지역이 대상이었으나 2018년 8월 12일 개정으로 악취와 관련된 민원이 1년 이상 지속되고, 악취배출시설을 운영하는 사업장이 둘 이상 인접하여 모여 있는 지역으로서 악취가 배출허용기준을 초과하는 지역이 대상이 변경되었으며, 배출허용기준은 환경부령에서 정하는 부지경계선 측정 복합악취 15배수 이하이다. 악취관리지역을 지정·고시할 당시 해당 지역에서 악취배출시설을 운영하고 있는 자는 그 고시된 날부터 6개월 이내에 악취관리지역의 악취배출시설 설치신고와 함께 악취방지계획이나 악취가 항상 배출허용기준 이하로 배출됨을 증명하는 자료를 제출하고, 그 고시된 날부터 1년 이내에 악취방지계획에 따라 악취방지에 필요한 조치를 하여야 한다(환경부, 악취방지법 제6조, 제7조, 제8조).

3) 악취관리지역 외의 지역에서의 악취배출시설 신고대상시설 지정 요건

악취관리지역 외의 지역에 설치된 악취배출시설과 관련하여 악취 관련 민원이 1년 이상 지속되고 복합악취나 지정악취물질이 3회 이상 배출허용기준을 초과하는 경우에는 해당 악취배출시설을 신고대상시설로 지정·고시할 수 있으며, 지정·고시된 악취배출시설을 운영하는 자는 그 지정·고시된 날부터 6개월 이내에 환

경부령으로 정하는 바에 따라 시·도지사 또는 대도시의 장에게 신고하여야 한다. 신고하는 자는 악취방지계획을 수립하여 신고할 때 함께 제출하여야 하며, 지정·고시된 날부터 1년 이내에 악취방지계획에 따라 악취방지에 필요한 조치를 하여야 한다(환경부, 악취방지법 제8조의2).

4) 악취관리지역 및 신고대상시설 관리 기준

악취관리지역으로 지정된 지역에 있는 시설 및 악취관리지역 외의 지역에 설치된 악취배출시설 신고대상시설 중 악취방지에 필요한 조치기간이 지난 시설로서 악취와 관련된 민원이 1년 이상 지속되고 복합악취나 지정악취물질이 배출허용기준을 초과하는 시설은 환경부령으로 정하는 범위에서 조례로 엄격한 배출허용기준을 적용할 수 있으며, 제주특별자치도는 제주특별자치도 악취 배출허용기준조례(시행 2016. 5. 13.)(제주특별자치도조례 제1614호, 2016. 5. 13., 제정)에 따라 엄격한 배출허용 기준은 부지경계선 측정 복합악취 10배수 이하이다.

타지역을 살펴보면, 울산광역시의 경우 부지경계선의 엄격한 배출허용 기준은 15배수 이하이고, 경상북도의 경우 별도의 엄격한 배출허용기준 없이 배출허용기준인 15배수 이하를 적용하고 있음을 알 수 있으며, 이는 제주특별자치도 조례에 의해 제주도만 더 엄격한 기준으로 관리되고 있다고 할 수 있다.

Table 3. 악취관리지역 및 신고대상시설 지정요건

	악취관리지역	신고대상시설
지정요건 (2018년 8월 12일 이전)	1) 악취관련 민원이 1년 이상 지속 2) 배출허용기준(15배수) 초과 하는 지역	1) 악취관련 민원이 1년 이상 지속 2) 배출허용기준(15배수) 3회 이상 초과하는 경우
지정요건 (2018년 8월 12일 이후)	1) 악취관련 민원이 1년 이상 지속 2) <u>악취배출시설 운영 사업장 들 이상 인접하여 모여있 는 지역</u> 3) 배출허용기준(15배수) 초과 하는 지역	1) 악취관련 민원이 1년 이상 지속 2) 배출허용기준(15배수) 3회 이상 초과하는 경우

환경부, 악취방지법 제 6조. 2021

Table 4. 악취의 배출허용기준

구 분	배출허용기준(희석배수)		엄격한 배출허용기준의 범위(희석배수)	
	공업지역	기타지역	공업지역	기타지역
배출구	1000 이하	500 이하	500~1000	300~500
부지경계선	20 이하	15 이하	15~20	10~15

환경부, 악취방지법 시행규칙 제8조의 별표3, 2021

5) 악취관리지역 및 신고대상시설 처벌 기준

악취관리지역 및 신고대상시설에서 배출되는 악취가 엄격한 배출허용기준을 초과하는 경우에는 1년의 범위에서 그 악취가 배출허용기준 이하로 내려가도록 필요한 조치를 할 것을 명하는 개선명령을 받을 수 있다. 개선명령을 받고 이를 이

행하지 아니하거나, 이행은 하였으나 최근 2년 이내에 엄격한 배출허용기준을 반복하여 초과하는 경우에는 해당 신고대상시설의 전부 또는 일부에 대하여 조업정지를 받을 수 있다(환경부, 악취방지법 제10조, 제11조).

위에서 언급한 바와 같이, 악취관리지역의 악취배출시설 설치신고 및 악취관리지역 외의 지역에서의 악취배출시설 신고 등에 따라 신고를 하지 아니하거나 거짓으로 신고를 하고 신고대상시설을 운영할 시 1년 이하의 징역 또는 1천만원 이하의 벌금에 처할 수 있으며, 악취방지계획에 따라 악취방지에 필요한 조치를 아니하고 악취배출시설을 가동하거나 기간 이내에 악취방지계획에 따라 악취방지에 필요한 조치를 아니하거나 개선명령을 이행하지 아니하면 300만원 이하의 벌금에 처할 수 있다(환경부, 악취방지법 제27조, 제28조).

Table 5. 악취방지법과 가축분뇨법 행정처분 비교

내 용	악취방지법	가축분뇨법
근 거	법 제10조(개선명령) 시행령 제3조 (개선명령의 조치기간)	법 제17조제4항(관리기준) 시행령 제14조 (처리시설의 개선명령)
위반내용	악취 배출허용기준 초과 (악취방지법 제7조)	악취 배출허용기준 초과 (악취방지법 제7조)
기 간	개선명령 1년, 6개월 연장 총 1년 6개월	개선명령 3개월, 3개월 연장 총 6개월
행정처분 및 행정형벌	악취관리지역(신고대상시설) 지정 후 시행 가능 개선명령 → 개선명령(연속초과 시 조업정지 명령) → 조업정지 명령(과징금 1억원 미만), 개선명령 미이행 시 고발 ※ 지정 안된 시설은 개선권고만 가능	개선명령(경고) → 사용중지 명령(1차 1개월, 2차 2개월, 3차 3개월(과징금 1억원 이하)), 개선명령 미이행 시 고발 ※ 지정 안된 농장도 개선명령 가능

6) 악취측정 기준

현재의 악취 측정은 국립환경과학원의 악취공정시험방법에 의거하여 분석을 수행한다. 배출허용기준의 초과여부를 판정하기 위한 악취의 측정은 공기회석관능법에 의한 복합악취를 측정하는 것을 원칙으로 한다. 악취물질배출여부를 확인할 필요가 있는 경우에는 기기분석법에 의해 지정악취물질을 측정한다. 악취는 순간적으로 발생하는 감각공해로 특정한 악취물질의 연속적인 측정이 필요한 경우에 현장연속측정장치를 활용한다. 악취관리지역의 주변에서 악취의 주기적, 연속적인 측정을 위하여 현장연속측정장치를 설치하여 측정·분석할 수 있다. 공기회석관능법에 의한 시료의 채취는 부지경계선 및 피해지점(이하 “부지경계선”)에서 실시하는 것을 원칙으로 하며 단일악취물질의 시료는 부지경계선에서 채취한다. 시료채취지점의 선정은 일반사항(공장의 입지여건과 배치상태 및 조업상태, 현장 전체의 악취분포 상태, 시료채취 대상지역의 기상상태)을 조사한 후 악취가 가장 높을 것으로 판단되는 부지경계선을 시료채취지점으로 한다. 작업장에서 높이가 5m 이상의 일정한 배출구로 배출되는 경우에는 악취도가 가장 높을 것으로 판단되는 측정공 또는 최종배출구에서 채취한다(국립환경과학원, 2019).

3. 재료 및 방법

3-1. 악취 시료채취

복합악취 측정을 위한 시료채취는 시료주머니 채취법을 이용한다. 시료채취에 사용되는 시료주머니는 충분히 세척하고 미리 고순도 질소 혹은 공기(순도 99.999% 이상)를 충전하여 기체크로마토그래피 등으로 분석하여 오염이 없는 것을 확인한다. 오염이 없는 것을 확인한 시료주머니는 고순도 질소 혹은 공기를 빼낸 후 밀봉하여 보관한다. 시료채취 후에는 시료주머니의 시료가 변질되지 않도록 차광 및 상온상태를 유지할 수 있는 조건을 동시에 만족할 수 있어야 하며, 수송 시의 파손방지에 유의한다. 채취한 시료는 가능한 한 빨리 분석하는 것이 바람직하다. 시료채취 신뢰성을 확보하기 위해 먼저 시료 속의 측정 대상물질의 시료채취 용기에서의 보존성, 회수율, 수분의 영향 등에 대해서 확인해 둘 필요가 있다. 이들은 사용하는 시료채취 용기의 재질이나 흡착제가 변한 경우에는 반드시 확인한다. 시료채취 용기는 오염이 안 된 것을 확인한다.

복합악취 측정을 위한 시료의 채취는 배출구와 부지경계선 및 피해지점에서 실시하는 것을 원칙으로 하며, 기기분석법에 의한 지정악취물질 측정을 위한 시료의 채취는 부지경계선 및 피해지점에서 채취한다. 시료채취 전 공장의 입지여건과 배치상태 및 조업상태, 현장 전체의 악취분포 상태, 시료채취 대상지역의 기상상태(날씨, 기온, 풍향, 풍속 등) 등 일반사항을 조사한 후 악취가 가장 높을 것으로 판단되는 부지경계선을 시료채취지점으로 한다. 사업장에서 5 m 이상의 일정한 배출구로 배출되는 경우에는 악취도가 가장 높을 것으로 판단되는 측정공 또는 최종 배출구에서 채취하며, 시료채취 후 가능한 48시간 이내에 시험하여야 한다.

3-2. 악취 측정방법

복합악취 측정은 공기회석관능법을 원칙으로 한다. 악취강도 인식시험으로 판정

요원을 선정하고, 시료를 환기장치가 설치되어 있는 방 또는 통풍이 원활한 방에서 자동희석장치로 희석하거나 수동으로 희석하여 각 희석배수별로 희석한 시료 희석주머니를 관능시험에 사용한다. 시료희석배수는 시료공기를 냄새가 없는 무취공기로 단계별(3배, 10배, 30배 등)로 희석한 배수를 말한다. 관능시험은 환기장치가 설치되고 통풍과 배기가 원활한 공기희석관능 실험실에서 실시하며, 관능시험은 시료희석주머니의 희석배수가 낮은 것부터 높은 순으로 실시한다. 관능시험 결과 무취로 판정된 시료희석배수의 바로 전단계 시료희석배수를 시험시료의 희석배수로 하며, 전체 판정요원(5인 이상)의 시료희석배수 중 최대값과 최소값을 제외한 나머지를 기하평균한 값을 판정요원 전체의 희석배수로 한다. 관능시험 결과 얻어진 판정요원 전체의 시료희석배수가 배출허용기준치 이내이면 적합, 배출허용기준치를 초과하면 부적합으로 판정한다. 관능시험의 결과 표시는 관능시험결과 희석배수 산정 방법에 따라 유효자릿수는 소수점 첫째자리까지 계산하고 결과의 표시는 소수점 이하는 절삭하고 정수로 표시한다.

3-3. 2018년도 악취관리지역 지정 당시 농가 조사 방법

2018년도 악취관리지역으로 지정된 농가는 2017년에 실시한 축산악취실태조사를 바탕으로 지정되었다. 제주도내 양돈장 101개소를 대상으로 축산악취실태조사를 실시하였고, 59개 농가가 2018년 3월 23일 제주특별자치도 고시 제2018-64호 제주특별자치도 악취관리지역 지정 고시에 의해 악취관리지역으로 지정되었다.

본 연구에서는 이 고시에 의해 악취관리지역으로 지정된 농가들 중에서 몇 농가를 선정하였으며, 2018년 3월 23일 제주특별자치도 고시 제2018-64호 제주특별자치도 악취관리지역 지정 고시의 악취관리지역 대상지역별 세부현황의 복합악취 측정결과와 제주악취관리센터의 실태조사 데이터를 비교하였다.

3-4. 2019년도 악취관리지역 지정 당시 농가 조사 방법

2019년도 악취관리지역으로 지정된 농가는 2018년에 실시한 축산악취실태조사를 바탕으로 지정되었다. 제주도내 양돈장 105개소를 대상으로 축산악취실태조사

를 실시하였고, 56개 농가가 2019년 7월 19일 제주특별자치도 고시 제2019-127호 제주특별자치도 약취관리지역 및 약취관리지역 외 신고대상 약취배출시설 지정 고시에 의해 약취관리지역으로 지정되었다.

이 고시에 의해 약취관리지역으로 지정된 농가들 중에서 몇 농가를 선정하였으며, 2019년 7월 19일 제주특별자치도 고시 제2019-127호 제주특별자치도 약취관리지역 및 약취관리지역 외 신고대상 약취배출시설 지정 고시의 약취관리지역 대상지역별 세부현황의 복합약취 측정결과와 제주약취관리센터의 실태조사 데이터를 비교하였다.

3-5. 제주약취관리센터 실태조사 방법

지속되는 축산약취 민원 해결을 위해 약취방지법에 따라 2018년 전국 최초로 양돈장을 대상으로 약취관리지역으로 지정하면서 약취저감시설을 설치하고 제주약취관리센터에서 주기적으로 약취실태조사를 진행하고 있다.

본 연구에서는 약취관리지역으로 지정된 몇 농가에 대해 지정 당시의 복합약취 측정배수와 지정 후 제주약취관리센터에서 실시한 실태조사 데이터를 비교하였다.

약취관리지역 지정 당시의 복합약취 측정은 농장에 따라 약간의 차이는 있으나 주간 3회, 야간 2회 이상을 측정하였고, 제주약취관리센터의 실태조사는 2018년 4분기부터 실시했으며, 주간 4회, 야간 2회 이상을 측정하였다. 2019년 3분기부터는 주간 2회, 야간 2회 이상 측정을 실시하였고, 2019년 4분기는 ASF로 인하여 실태조사를 실시하지 않았다.

4. 결론 및 고찰

4-1. 제주약취관리센터 실태조사 결과

2021년 제주약취관리센터 운영위원회 자료에 따르면, 약취관리지역 주변 마을 17개 마을을 대상으로 약취실태조사를 실시한 결과, 주변마을 허용기준인 15배수 초과율은 2017년도에 28.1%에서 2018년에는 5.9%, 2019년도에는 1.1%, 2020년에는 0.3%, 2021년에는 작년과 같은 0.3%로 점점 낮아지고 있으며, 약취관리지역으로 지정된 양돈농가의 허용기준인 10배수의 초과율은 2017년도에는 95%, 2018년에는 77.4%, 2019년에는 43.9%, 2020년에는 9.8%, 2021년에는 4.9%로 상당히 낮아진 것을 확인할 수 있었다.

Table 6. 약취실태조사 결과 (출처 : 제주약취관리센터, 2021)

연도	2017	2018	2019	2020	2021
주변마을 허용기준 초과율 (15배수)	28.1	5.9	1.1	0.3	0.3
양돈농가 허용기준 초과율 (10배수)	95.0	77.4	43.9	9.8	4.9

이렇게 양돈농가들이 노력을 하고 있음에도 불구하고 약취 민원은 계속 증가하고 있다. 2021년 제주약취관리센터 운영위원회 자료에 따르면 2016년도 666건이었던 민원이 2017년에는 722건, 2018년도에는 1,500건, 2019년에는 1,923건, 2020년에는 잠시 줄어든 1,535건, 2021년 11월까지 1,837건으로 민원이 증가하고 있으며, 이 중 동일인의 지속적이고 반복적인 민원이 민원 총건수의 34.5%를 차지한다고 조사되었다.

Table 7. 연도별 악취 민원 건수 (출처 : 제주악취관리센터, 2021)

연도	2016	2017	2018	2019	2020	2021
악취관련 민원 건수	666	722	1,500	1,923	1,535	1,886

2018년, 2019년, 2020년 악취관리지역 지정 당시 민원 중 동일한 내용의 민원이 5건 이상인 민원들을 정리한 결과, 반복민원이 민원 건수 중 상당 부분을 차지하고 있음을 알 수 있었다. 2018년 악취관리지역 지정 당시의 최근 3년간 민원건수는 670건이었고, 이 중 5건 이상 반복된 민원은 73.0%인 489건, 반복민원을 제외한 실제 민원건수는 181건으로 집계되었고, 2019년 지정 당시 최근 3년간 민원건수는 566건, 5건 이상 반복된 민원은 54.4%인 308건, 반복민원을 제외한 실제 민원건수는 45.6%인 258건으로 집계되었고, 2020년 지정 당시 최근 3년간 민원건수는 493건, 이 중 5건 이상의 반복민원은 90.3%인 445건, 반복민원을 제외한 실제 민원건수는 9.7%인 48건으로 집계되었다.

Table 8. 악취관리지역 지정 당시 민원 분석

	2018년 지정	2019년 지정	2020년 지정
최근 3년간 민원 집계 기간	2015.02.24. ~2017.11.24	2016.01.08. ~2018.12.31.	2018.01.15. ~2020.09.29.
최근 3년간 민원건수	670	566	493
반복민원 합계*	489 (73.0%)	308 (54.4%)	445 (90.3%)
반복민원을 제외한 실제 민원건수	181 (27.0%)	258 (45.6%)	48 (9.7%)

(* 반복민원 합계는 동일지역에 동일민원이 5건 이상 반복된 민원만 집계)

4-2. 제주도내 악취저감시설 설치 사례 조사 결과

1) 바이오커튼+안개분무, 차단벽+안개분무를 설치한 A농장의 악취저감율

A농장은 2018년 악취관리지역으로 지정이 되고 육성사, 비육사, 자돈사에 바이오커튼과 안개분무기를, 부지경계에 차단벽과 안개분무기를 설치하여 악취를 저감하고 있다. 악취관리지역 지정 당시 복합악취는 30배수까지 측정되었으나 악취방지시설을 설치한 이후 제주악취관리센터에서 측정한 실태조사 결과를 보면, 2018년도 11월 15일 1차레, 2019년 4월 18일 1차레, 2019년 7월 15일 1차레를 제외하면 배출허용기준을 초과하지 않는 것을 확인할 수 있다.

바이오커튼+안개분무, 차단벽+안개분무를 설치한 A농장의 경우에는 지정 당시 초과율이 40%였으나 18년에는 8.3%, 19년에는 7.1%의 초과율을 보이며 20년, 21년도에는 기준치를 초과하지 않고 있다. 냄새의 강도 또한 평균 14배수, 최고 30배수로 높게 측정되었지만, 18년과 2019년에는 6배수, 2020년 4배수, 2021년 3배수로 기준치 이하로 냄새가 저감되었음을 보여준다.

이것은 돈사에서 발생한 냄새를 바이오커튼과 그 시설 내에 안개분무를 함으로써 냄새 저감을 시키며, 부지경계선에 차단벽 및 안개분무를 통하여 냄새의 확산을 막는 것이 효과가 있음을 보여준다.

Table 9. A농장의 복합악취 측정배수

	측정일자		주간			야간		
			09:00 ~ 13:00	13:00 ~ 15:00	15:00 ~ 18:00	18:00 ~ 20:00	20:00 ~	
악취관리 지역 지정	1차	17.08.28.		#1	#2	#3	#4 : #5	
				5	6	8	14 : 11	
	2차	17.09.26.	#6	#7	#8	#9	#10	
			30	20	20	20	14	
실태조사		09:00 ~ 12:00	13:00 ~ 18:00		19:00 ~ 21:00			
2018년 4분기	1차	18.11.15.	#1	#2	#3	#4	#5	#6
			3	10	10	20	6	4
	2차	18.12.13.	#7	#8	#9	#10	#11	#12
			1	3	10	3	3	3
2019년 1분기	1차	19.01.24.	#1	#2	#3	#4	#5	#6
			10	3	6	3	3	3
	2차	19.03.08.	#7	#8	#9	#10	#11	#12
			6	4	10	3	6	3
2019년 2분기	1차	19.04.11.	#1	#2	#3	#4	#5	#6
			10	10	3	10	3	3
	2차	19.04.18.	#7	#8	#9	#10	#11	#12
			6	3	4	14	3	10
(2019년 3분기부터)		09:00 ~ 12:00	15:00 ~ 18:00		19:00 ~ 20:00	21:00 ~ 22:00		
2019년 3분기	1차	19.07.15.	#1	#2	#3	#4		
			10	13	4	3		
2020년 1분기	1차	20.02.06.	#1	#2	#3	#4		
			10	4	9	4		
2020년 2분기	1차	20.05.11.	#1	#2	#3	#4		
			3	3	3	3		
2020년 3분기	1차	20.08.03.	#1	#2	#3	#4		
			3	6	4	3		
2020년 4분기	1차	20.11.24.	#1	#2	#3	#4		
			3	3	3	3		
2021년 1분기	1차	21.03.02.	#1	#2	#3	#4		
			3	3	3	3		
2021년 2분기	1차	21.05.03.	#1	#2	#3	#4		
			3	3	3	3		
2021년 3분기	1차	21.07.29.	#1	#2	#3	#4		
			3	3	4	3		
2021년 4분기	1차	21.10.25.	#1	#2	#3	#4		
			3	3	3	3		

※ 2019년 4분기 실태조사는 ASF(아프리카돼지열병)으로 인해 미 실시

※ 출처 : 제주악취관리센터(www.jomc.co.kr)

Table 10. A농장의 악취저감율

	총 측정 회수	초과 회수	초과율	평균 배수
악취관리지역 지정 당시(2017년 8월)	5	0	0%	8
악취관리지역 지정 당시(2017년 9월)	5	4	80%	20
악취관리지역 지정 당시 합계	10	4	40%	14
실태조사(2018년)	12	1	8.3%	6
실태조사(2019년)	28	2	7.1%	6
실태조사(2020년)	16	0	0%	4
실태조사(2021년)	16	0	0%	3
실태조사 합계	72	3	4.2%	5



상



하

Figure 1. A농장의 악취저감시설(상. 차단벽 및 안개분무기, 하. 차단벽)

2) 액비순환시스템을 설치한 B농장의 악취저감율

B농장은 2019년 악취관리지역으로 지정이 되고 전 돈사에 액비순환시스템을 설치하고, 부지경계에 차단벽을 설치하여 악취를 저감하고 있다. 악취관리지역 지정 당시 복합악취는 최고 100배수까지 측정되었으나 악취방지시설을 설치한 이후 제주악취관리센터에서 측정한 실태조사 결과를 보면, 악취관리지역 지정 이후 한차례도 배출허용기준을 초과하지 않는 것을 확인할 수 있다.

액비순환시스템을 설치한 B농장의 경우에는 악취관리지정 당시 초과율이 37.5%였으나 2020년과 2021년에 각각 16회를 측정하였으나, 초과된 적은 없다. 냄새의 강도 또한 평균 21배수에서 2020년 평균 4배수, 2021년 평균 3배수로 기준치 이하로 냄새가 저감되었음을 보여준다. 특히 주목할 점은 지정 당시 최고 100배수까지 측정이 되었으나, 액비순환 시스템을 도입하고 나서는 냄새가 측정되지 않았다.

이것은 돈사 피트 내에 혐기성 물질이 사라지고, 고착슬러지의 문제가 해결됨으로서 돈사 내 냄새발생을 사전에 차단함으로써 효과가 큰 것으로 판단된다.

Table 11. B농장의 복합악취 측정배수

	측정일자		주간			야간	
			09:00 ~ 13:00	13:00 ~ 15:00	15:00 ~ 18:00	18:00 ~ 20:00	20:00 ~
악취관리 지역 지정	1차	18.11.06.	#1	#2	#3	#4	#5
			14	10	5	14	44
			#6	#7	#8	#9	#10
			10	7	10	30	66
			#11	#12	#13	#14	#15
			31	14	14	100	44
			#16	#17	#18	#19	#20
	2차	19.04.02.	#21	#22	#23	#24	#25
			14	10	20	20	20
			#26	#27	#28	#29	#30
			31	10	14	11	31
			#31	#32	#33	#34	#35
			10	5	11	11	14
			#36	#37	#38	#39	#40
	(2019년 3분기부터)	09:00 ~ 12:00	15:00 ~ 18:00		19:00 ~ 20:00	21:00 ~ 22:00	
2020년 1분기	1차	20.03.10.	#1	#2	#3	#4	
			4	6	3	4	
2020년 2분기	1차	20.04.27.	#1	#2	#3	#4	
			6	4	10	10	
2020년 3분기	1차	20.07.08.	#1	#2	#3	#4	
			3	5	3	3	
2020년 4분기	1차	20.10.07.	#1	#2	#3	#4	
			3	3	6	6	
2021년 1분기	1차	21.03.30.	#1	#2	#3	#4	
			3	3	6	3	
2021년 2분기	1차	21.06.09.	#1	#2	#3	#4	
			3	3	3	6	
2021년 3분기	1차	21.08.19.	#1	#2	#3	#4	
			3	3	6	3	
2021년 4분기	1차	21.11.16.	#1	#2	#3	#4	
			3	4	3	3	

※ 악취관리지역 지정 당시 지역으로 측정하여 1일 20회 측정하였으나, 지정 이 후 실태조사에서는 1일 4회 측정으로 변경

※ 출처 : 제주악취관리센터(www.jomc.co.kr)

Table 12. B농장의 악취저감율

	총 측정 회수	초과 회수	초과율	평균 배수
악취관리지역 지정 당시 (2018년 11월)	20	8	40%	26
악취관리지역 지정 당시 (2019년 4월)	20	7	35%	15
악취관리지역 지정 당시 합계	40	15	37.5%	21
실태조사 (2020년)	16	0	0%	4
실태조사 (2021년)	16	0	0%	3
실태조사 합계	32	0	0%	4

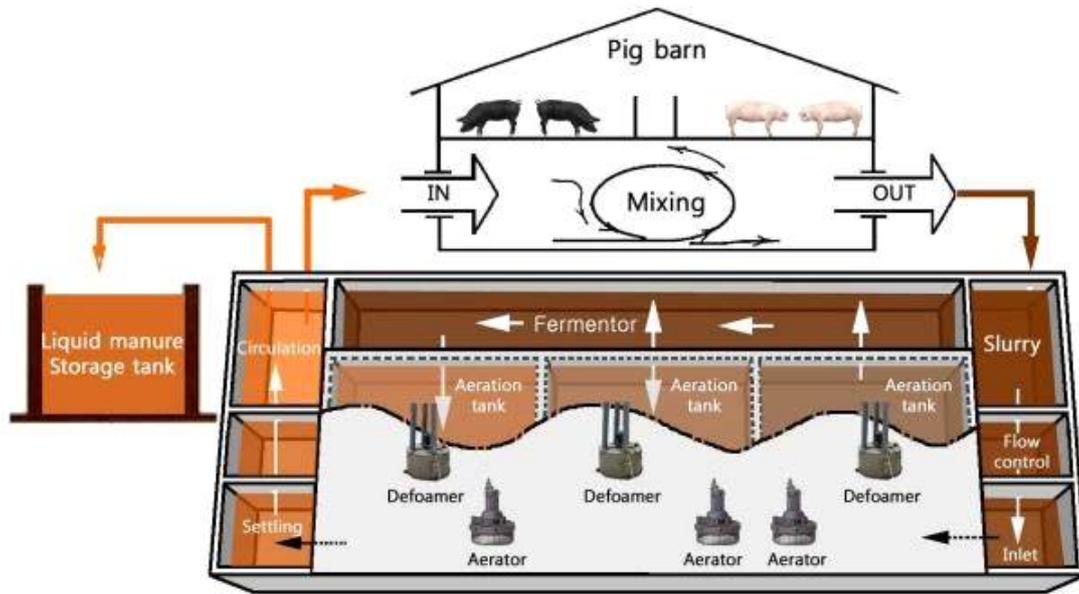


Figure 2. 액비순환시스템 공정도(하와 김, 2015)

3) 전돈사 무창화 및 포집조+안개분무, 차단벽을 설치한 C농장의 악취저감율

C농장은 2018년 악취관리지역으로 지정이 되고 전 돈사를 무창화하고 일부 돈사에 포집조과 안개분무기를 설치하여 악취를 저감하고 있다. 악취관리지역 지정 당시 복합악취는 최고 66배수까지 측정되었으나 악취방지시설을 설치한 이후 제주악취관리센터에서 측정한 실태조사 결과를 보면, 시설을 설치한 직후인 2018년도 4분기에는 24차례 중 11차례가 배출허용기준을 초과했지만, 2020년도 1분기 2차례, 2020년도 2분기 1차례, 2021년도 1분기 1차례 배출허용기준 초과로 초과율이 상당히 낮아진 것을 확인할 수 있다.

전돈사 무창화 및 포집조+안개분무, 차단벽을 설치한 C농장의 경우에는 악취관리지역 지정 당시 초과율이 90%였고, 18년도에도 45.8%로 감소는 되었지만 여전히 높은 초과율을 보였다. 그러나 19년도에는 초과하지 않았고, 20년도에는 18.8%, 21년도에는 12.5%의 초과율로 초과율이 낮아지고 있음을 알 수 있다. 냄새의 강도 또한 평균 31배수, 최고 66배수로 높게 측정되었었지만 18년도만 12배수로 기준치를 초과했을 뿐 그 후에는 평균 5배수, 7배수, 6배수로 기준치 이하로 냄새가 저감되었음을 보여준다.

이것은 18년도에는 전돈사 무창화 과정에서 그전보다는 냄새는 감소하였지만, 운영의 미숙으로 냄새의 저감이 효과를 적절하게 보지 못하였던 것으로 보인다. 그러나 19년도부터는 무창화 공사 완료 및 적절한 운영으로 냄새가 저감되었음을 알 수 있다.

Table 13. C농장의 복합악취 측정배수

	측정일자		주간			야간		
			09:00 ~ 13:00	13:00 ~ 15:00	15:00 ~ 18:00	18:00 ~ 20:00	20:00 ~	
악취관리 지역 지정	1차	17.08.31.	#1		#2 : #3	#4	#5	
			30		20 : 20	14	30	
	2차	17.09.14.	#6		#7 : #8	#9	#10	
			30		30 : 66	30	44	
			09:00 ~ 12:00	13:00 ~ 18:00	19:00 ~ 21:00			
2018년 4분기	1차	18.11.19.	#1	#2	#3	#4	#5	#6
			30	20	20	20	30	6
			#7	#8	#9	#10	#11	#12
			3	14	20	10	44	20
	2차	18.12.03. (주간)/ 18.12.17. (야간)	#13	#14	#15	#16	#17	#18
			4	6	6	3	14	6
			#19	#20	#21	#22	#23	#24
			3	6	3	3	3	14
2019년 1분기	1차	19.02.11.	#1	#2	#3	#4	#5	#6
			10	10	10	10	10	6
	2차	19.02.20.	#7	#8	#9	#10	#11	#12
			10	10	3	4	3	3
2019년 2분기	1차	19.04.22.	#1	#2	#3	#4	#5	#6
			3	3	3	3	3	3
	2차	19.05.23.	#7	#8	#9	#10	#11	#12
			3	3	3	3	10	10
	(2019년 3분기부터)		09:00 ~ 12:00	15:00 ~ 18:00	19:00 ~ 20:00	21:00 ~ 22:00		
2019년 3분기	1차	19.07.22.	#1	#2	#3	#4		
			3	3	3	5		
2020년 1분기	1차	20.02.19.	#1	#2	#3	#4		
			20	3	14	6		
2020년 2분기	1차	20.04.09.	#1	#2	#3	#4		
			14	6	10	10		
2020년 3분기	1차	20.07.09.	#1	#2	#3	#4		
			3	3	3	6		
2020년 4분기	1차	20.11.05.	#1	#2	#3	#4		
			3	3	10	5		
2021년 1분기	1차	21.02.24.	#1	#2	#3	#4		
			10	20	6	6		
2021년 2분기	1차	21.04.27/ 21.06.22.	#1	#2	#3	#4		
			3	3	3	6		
2021년 3분기	1차	21.09.01.	#1	#2	#3	#4		
			3	3	3	3		
2021년 4분기	1차	21.10.20.	#1	#2	#3	#4		
			10	14	4	4		

※ 2018년 4분기 2차 실태조사시 야간 날씨 악화로 다른 날에 야간 측정 실시

※ 2019년 4분기 실태조사는 ASF(아프리카돼지열병)으로 인해 미 실시

※ 출처 : 제주악취관리센터(www.jomc.co.kr)

Table 14. C농장의 악취저감율

	총 측정 회수	초과 회수	초과율	평균 배수
악취관리지역 지정 당시 (2017년 8월)	5	4	80%	22
악취관리지역 지정 당시 (2017년 9월)	5	5	100%	40
악취관리지역 지정 당시 합계	10	9	90%	31
실태조사 (2018년)	24	11	45.8%	12
실태조사 (2019년)	28	0	0%	5
실태조사 (2020년)	16	3	18.8%	7
실태조사 (2021년)	16	2	12.5%	6
실태조사 합계	84	16	19.0%	8



상



하

Figure 3. C농장의 포집조+안개분무기 설치 전후(상. 설치 전, 하. 설치 후)

4) 바이오커튼+안개분무 또는 포집조+안개분무를 설치한 D농장의 악취저감율

D농장은 2018년 악취관리지역으로 지정이 되고 돈사에 바이오커튼과 안개분무기 또는 포집조과 안개분무기를 설치하여 악취를 저감하고 있다. 악취관리지역 지정 당시 복합악취는 최고 44배수까지 측정되었으나 악취방지시설을 설치한 이후 제주악취관리센터에서 측정한 실태조사 결과를 보면, 시설을 설치한 직후인 2018년도 4분기에는 36차례 중 7차례가 배출허용기준을 초과했지만, 2019년도 2분기 2차례, 2019년도 3분기 4차례, 2020년도 2분기 1차례, 2020년도 4분기 2차례 배출허용기준 초과로 초과율이 낮아진 것을 확인할 수 있다.

바이오커튼+안개분무 또는 포집조+안개분무를 설치한 D농장의 경우에는 악취관리지정 당시 초과율이 50%였으나 18년도 19.4%, 19년도 7.1%, 20년도 18.8%, 21년도 6.3%의 초과율을 보이고 있다. 냄새의 강도 또한 19배수, 최고 44배수로 높게 측정되었지만, 18년도 7배수, 19년도 5배수, 20년도 7배수, 21년도 5배수로 기준치 이하의 매우 낮은 평균치를 보여주고 있다.

이것은 돈사의 모든 냄새를 바이오커튼 또는 포집조를 통하여 배출하게 되어 냄새가 저감되었음을 보여준다.

Table 15. D농장의 복합악취 측정배수

	측정일자		주간			야간		
			09:00 ~ 13:00	13:00 ~ 15:00	15:00 ~ 18:00	18:00 ~ 20:00	20:00 ~	
악취관리 지역 지정	1차	17.10.27.	#1	#2	#3	#4	#5	
			8	14	4	8	6	
			#6	#7	#8	#9	#10	
			30	14	14	30	30	
			#11	#12	#13	#14	#15	
			14	30	14	10	10	
	2차	17.11.07.	#16 : #17		#18	#19	#20	
			20 : 20		44	31	30	
			#21 : #22		#23	#24	#25	
			30 : 20		20	30	20	
			#26 : #27		#28	#29	#30	
			10 : 14		30	14	14	
			09:00 ~ 12:00	13:00 ~ 18:00	19:00 ~ 21:00			
2018년 4분기	1차	18.11.26	#1	#2	#3	#4	#5	#6
			3	3	3	3	3	3
			#7	#8	#9	#10	#11	#12
			6	14	4	6	4	10
			#13	#14	#15	#16	#17	#18
	14	6	20	10	20	20		
	2차	18.12.07. (주간)/ 18.12.14. (야간)	#19	#20	#21	#22	#23	#24
			3	3	3	3	3	3
			#25	#26	#27	#28	#29	#30
			10	14	14	10	3	10
#31			#32	#33	#34	#35	#36	
3	10	3	10	3	4			
2019년 1분기	1차	19.02.18./ 19.02.21.	#1	#2	#3	#4	#5	#6
			3	3	3	3	3	3
			#7	#8	#9	#10	#11	#12
			6	3	6	3	3	4
			#13	#14	#15	#16	#17	#18
	3	3	10	3	3	3		
	2차	19.02.28.	#19	#20	#21	#22	#23	#24
			3	3	3	3	3	3
			#25	#26	#27	#28	#29	#30
			3	3	6	4	3	3
#31			#32	#33	#34	#35	#36	
3	3	3	3	3	3			

2019년 2분기	1차	19.05.14.	#1	#2	#3	#4	#5	#6
			3	6	10	3	4	3
			#7	#8	#9	#10	#11	#12
			3	3	10	6	4	4
			#13	#14	#15	#16	#17	#18
	4	4	10	3	3	14		
	2차	19.05.28.	#19	#20	#21	#22	#23	#24
			3	3	3	3	3	3
			#25	#26	#27	#28	#29	#30
			4	6	3	3	4	4
#31			#32	#33	#34	#35	#36	
6	3	14	6	3	3			
(2019년 3분기부터)		09:00 ~ 12:00	15:00 ~ 18:00	19:00 ~ 20:00	21:00 ~ 22:00			
2019년 3분기	1차	19.08.08.	#1	#2	#3	#4		
			10	10	10	14		
			#5	#6	#7	#8		
			20	10	6	9		
			#9	#10	#11	#12		
9	4	11	14					
2020년 1분기	1차	20.02.05.	#1	#2	#3	#4		
4	10	3	3					
2020년 2분기	1차	20.05.06.	#1	#2	#3	#4		
10	14	3	3					
2020년 3분기	1차	20.08.11.	#1	#2	#3	#4		
10	4	3	10					
2020년 4분기	1차	20.10.15.	#1	#2	#3	#4		
20	20	3	3					
2021년 1분기	1차	21.03.08.	#1	#2	#3	#4		
4	6	3	4					
2021년 2분기	1차	21.04.28.	#1	#2	#3	#4		
3	3	3	3					
2021년 3분기	1차	21.07.19.	#1	#2	#3	#4		
3	13	4	6					
2021년 4분기	1차	21.10.18.	#1	#2	#3	#4		
3	4	10	8					

※ 약취관리지역 지정 당시 지역으로 측정하여 1일 15회 측정하였고, 지정 이후 2018년 4분기부터 2019년 2분기까지 1일 18회, 2019년 3분기까지 지역으로 측정하여 1일 12회로 측정하다 2020년 1분기부터 1일 4회로 변경

※ 2018년 4분기 2차 실태조사시 야간 날씨 악화로 다른 날에 야간 측정 실시

※ 2019년 4분기 실태조사는 ASF(아프리카돼지열병)으로 인해 미 실시

※ 출처 : 제주약취관리센터(www.jomc.co.kr)

Table 16. D농장의 악취저감율

	총 측정 회수	초과 회수	초과율	평균 배수
악취관리지역 지정 당시 (2017년 10월)	15	4	26.7%	15
악취관리지역 지정 당시 (2017년 11월)	15	11	73.3%	23
악취관리지역 지정 당시 합계	30	15	50%	19
실태조사 (2018년)	36	7	19.4%	7
실태조사 (2019년)	84	6	7.1%	5
실태조사 (2020년)	16	3	18.8%	7
실태조사 (2021년)	16	1	6.3%	5
실태조사 합계	152	17	11.2%	5



상



하

Figure 4. 바이오커튼+안개분무(상) 또는 포집조+안개분무(하)

5) 바이오커튼+안개분무, 액비순환시스템을 설치한 E농장의 악취저감율

E농장은 2019년 악취관리지역으로 지정이 되고 동시에 바이오커튼과 안개분무기, 액비순환시스템을 설치하여 악취를 저감하고 있다. 악취관리지역 지정 당시 복합악취는 최고 31배수까지 측정되었으나 악취방지시설을 설치한 이후 제주악취관리센터에서 측정한 실태조사 결과를 보면, 2020년도 1분기 1차례, 2020년도 4분기 1차례만 배출허용기준을 초과하였음을 확인할 수 있다.

바이오커튼+안개분무, 액비순환시스템을 설치한 E농장의 경우에는 악취관리지역 지정 당시 초과율이 40%였으나, 20년도 12.5%, 21년도에는 초과하지 않았다. 냄새의 강도 또한 평균 14배수, 최고 31배수로 높게 측정되었지만, 20년도 7배수, 21년도 3배수로 기준치 이하로 냄새가 저감되었음을 보여준다.

이것은 액비순환시스템을 통하여 냄새를 저감시켜주고 바이오커튼+안개분무를 통하여 발생된 냄새의 확산을 방지하는 시스템의 혼합되어 설치되었을 때 냄새저감시설과 방지시설의 시너지 효과를 볼 수 있는 것을 보여준다.

Table 17. E농장의 복합악취 측정배수

	측정일자		주간			야간	
			09:00 ~ 13:00	13:00 ~ 15:00	15:00 ~ 18:00	18:00 ~ 20:00	20:00 ~
악취관리 지역 지정	1차	18.11.07.	#1	#2	#3	#4	#5
			14	10	10	20	31
	2차	19.04.03.	#6	#7	#8	#9	#10
			14	21	5	16	5
	(2019년 3분기부터)		09:00 ~ 12:00	15:00 ~ 18:00		19:00 ~ 20:00	21:00 ~ 22:00
2020년 1분기	1차	20.02.24.	#1	#2		#3	#4
			10	10		6	20
2020년 2분기	1차	20.04.06.	#1	#2		#3	#4
			3	10		3	3
2020년 3분기	1차	20.07.06./ 20.07.07.	#1	#2		#3	#4
			6	3		3	3
2020년 4분기	1차	20.10.20.	#1	#2		#3	#4
			6	20		3	3
2021년 1분기	1차	21.03.17.	#1	#2		#3	#4
			3	4		3	3
2021년 2분기	1차	21.05.31.	#1	#2		#3	#4
			3	3		3	3
2021년 3분기	1차	21.09.06.	#1	#2		#3	#4
			3	3		3	3
2021년 4분기	1차	21.11.18.	#1	#2		#3	#4
			3	3		3	3

※ 2020년 3분기 실태조사시 날씨 상황이 악화되어 이틀에 걸쳐 측정 실시

※ 출처 : 제주악취관리센터(www.jomc.co.kr)

Table 18. E농장의 악취저감율

	총 측정 회수	초과 회수	초과율	평균 배수
악취관리지역 지정 당시 (2018년 11월)	5	2	40%	17
악취관리지역 지정 당시 (2019년 4월)	5	2	40%	12
악취관리지역 지정 당시 합계	10	4	40%	14
실태조사 (2020년)	16	2	12.5%	7
실태조사 (2021년)	16	0	0%	3
실태조사 합계	32	2	6.3%	5



상



하

Figure 5. E농장의 바이오킨+안개분무기(상) 및 관리된 퇴비사 내부(하)

6) 포집조+안개분무 설치와 방풍림을 식재한 F농장의 악취저감율

F농장은 2019년 악취관리지역으로 지정이 되고 돈사에 포집조과 안개분무기를 설치하고, 부지경계에 방풍림을 식재하여 악취를 저감하고 있다. 악취관리지역 지정 당시 복합악취는 최고 44배수까지 측정되었으나 악취방지시설을 설치한 이후 제주악취관리센터에서 측정한 실태조사 결과를 보면, 2020년도 1분기 1차레, 2020년도 2분기 1차레, 2020년도 3분기 1차레, 2020년도 4분기 1차레만 배출허용 기준을 초과하였음을 확인할 수 있다.

포집조+안개분무 설치와 방풍림을 식재한 F농장의 경우에는 초과율이 37.5%였으나 20년도 25%, 21년도에는 초과하지 않았다. 냄새의 강도 또한 평균 13배수, 최고 44배수로 높게 측정되었지만, 20년도 7배수, 21년도 3배수로 기준치 이하로 냄새가 저감되었음을 보여준다.

이것은 포집조+안개분무를 통하여 돈사에서 발생된 냄새의 확산을 방지하며, 부지경계선에 방풍림을 식재함으로써 농가의 냄새가 부지경계선에서 한번 더 걸러지고 있음을 알 수 있다. 그러나 방풍림을 식재할 때에는 나무의 냄새가 포집될 수 있음을 유념하여 방풍림의 종류를 선택해야 하며, 묘목을 식재하였을 때에는 나무가 성장하는 시간에는 효과가 미비함을 알아야 한다. 그러나 제대로 된 방풍림이 부지경계선에 식재되어 있으면, 냄새의 방지 효과와 시각적 효과까지 더해져 조경의 효과로 농가의 이미지 개선에 효과가 있다.

Table 19. F농장의 복합악취 측정배수

	측정일자		주간			야간	
			09:00 ~ 13:00	13:00 ~ 15:00	15:00 ~ 18:00	18:00 ~ 20:00	20:00 ~
악취관리 지역 지정	1차	18.11.15.	#1	#2	#3	#4	#5
			20	30	20	7	9
			#6	#7	#8	#9	#10
			20	14	44	20	6
			#11	#12	#13	#14	#15
			20	44	14	30	4
	2차	19.04.11.	#16	#17	#18	#19	#20
			20	14	30	30	5
			#21	#22	#23	#24	#25
			3	3	4	6	10
			#26	#27	#28	#29	#30
			5	3	3	5	20
			#31	#32	#33	#34	#35
			4	5	5	6	20
#36	#37	#38	#39	#40			
3	4	4	4	20			
	(2019년 3분기부터)		09:00 ~ 12:00	15:00 ~ 18:00	19:00 ~ 20:00	21:00 ~ 22:00	
2020년 1분기	1차	20.03.11.	#1	#2	#3	#4	
			4	3	4	14	
2020년 2분기	1차	20.05.14.	#1	#2	#3	#4	
			3	14	10	3	
2020년 3분기	1차	20.07.30.	#1	#2	#3	#4	
			3	10	14	3	
2020년 4분기	1차	20.11.23.	#1	#2	#3	#4	
			6	3	14	10	
2021년 1분기	1차	21.03.24.	#1	#2	#3	#4	
			3	3	6	6	
2021년 2분기	1차	21.06.02.	#1	#2	#3	#4	
			4	3	3	3	
2021년 3분기	1차	21.08.30.	#1	#2	#3	#4	
			3	6	3	3	
2021년 4분기	1차	21.11.24.	#1	#2	#3	#4	
			3	6	3	3	

※ 악취관리지역 지정 당시 지역으로 측정하여 1일 20회 측정하였으나, 지정 이 후 실태조사에서는 1일 4회 측정으로 변경

※ 출처 : 제주악취관리센터(www.jomc.co.kr)

Table 20. F농장의 악취저감율

	총 측정 회수	초과 회수	초과율	평균 배수
악취관리지역 지정 당시 (2018년 11월)	20	12	60%	20
악취관리지역 지정 당시 (2019년 4월)	20	3	15%	6
악취관리지역 지정 당시 합계	40	15	37.5%	13
실태조사 (2020년)	16	4	25%	7
실태조사 (2021년)	16	0	0%	3
실태조사 합계	32	4	12.5%	5



Figure 6. F농장의 포집조+안개분무

7) 바이오커튼+안개분무, 차단벽 설치와 방풍림을 식재한 G농장의 악취저감율

G농장은 2019년 악취관리지역으로 지정이 되고 돈사에 바이오커튼과 안개분무기를 설치하고, 부지경계에 차단벽 설치와 방풍림을 식재하여 악취를 저감하고 있다. 2019년 악취관리지역으로 지정이 되고 돈사에 바이오커튼과 안개분무기를 설치하고, 부지경계에 차단벽 설치와 방풍림을 식재하여 악취를 저감하고 있다. 악취관리지역 지정 당시 복합악취는 최고 66배수까지 측정되었으나 악취방지시설을 설치한 이후 제주악취관리센터에서 측정한 실태조사 결과를 보면, 2020년도 4분기 1차레만 배출허용기준을 초과하여 초과율이 상당히 낮아졌음을 확인할 수 있다.

바이오커튼+안개분무, 차단벽 설치와 방풍림을 식재한 G농장의 경우에는 초과율이 50%였으나 20년도와 21년도에는 1번만 초과하여 6.3%의 초과율을 보여주고 있다. 냄새의 강도 또한 평균 20배수, 최고 66배수로 높게 측정되었지만, 0년도 7배수, 21년도 5배수로 기준치 이하로 냄새가 저감되었음을 보여준다.

이것은 바이오커튼+안개분무를 통하여 돈사에서 발생된 냄새의 확산을 방지하며, 부지경계선에 차단벽을 설치하여 냄새의 확산을 한번 더 방지한 시설이 효과가 있음을 보여준다. 또한, 차단벽 외부로 방풍림을 한번 더 식재하여, 냄새 확산 방지 및 시각적 효과까지 더해져 조경의 효과로 농가의 이미지 개선에 효과가 있다.

Table 21. G농장의 복합악취 측정배수

	측정일자		주간			야간	
			09:00 ~ 13:00	13:00 ~ 15:00	15:00 ~ 18:00	18:00 ~ 20:00	20:00 ~
악취관리 지역 지정	1차	18.11.22.	#1	#2	#3	#4	#5
			14	5	20	30	44
			#6	#7	#8	#9	#10
			10	30	20	66	10
			#11	#12	#13	#14	#15
			14	20	20	30	14
			#16	#17	#18	#19	#20
	2차	19.04.18.	10	20	14	30	3
			#21	#22	#23	#24	#25
			44	10	10	20	16
			#26	#27	#28	#29	#30
			7	20	66	4	10
			#31	#32	#33	#34	#35
			10	10	30	30	30
		#36	#37	#38	#39	#40	
		7	5	14	44	10	
	(2019년 3분기부터)		09:00 ~ 12:00	15:00 ~ 18:00	19:00 ~ 20:00	21:00 ~ 22:00	
2020년 1분기	1차	20.02.24.	#1	#2	#3	#4	
			3	3	6	10	
2020년 2분기	1차	20.05.07.	#1	#2	#3	#4	
			3	4	3	10	
2020년 3분기	1차	20.07.20.	#1	#2	#3	#4	
			4	10	10	3	
2020년 4분기	1차	20.10.14.	#1	#2	#3	#4	
			10	30	3	10	
2021년 1분기	1차	21.03.23.	#1	#2	#3	#4	
			10	3	6	6	
2021년 2분기	1차	21.05.10.	#1	#2	#3	#4	
			3	3	3	10	
2021년 3분기	1차	21.09.29.	#1	#2	#3	#4	
			3	3	3	3	
2021년 4분기	1차	21.11.30.	#1	#2	#3	#4	
			14	6	10	3	

※ 악취관리지역 지정 당시 지역으로 측정하여 1일 20회 측정하였으나, 지정 이 후 실태조사에서는 1일 4회 측정으로 변경

※ 출처 : 제주악취관리센터(www.jomc.co.kr)

Table 22. G농장의 악취저감율

	총 측정 회수	초과 회수	초과율	평균 배수
악취관리지역 지정 당시 (2018년 11월)	20	11	55%	21
악취관리지역 지정 당시 (2019년 4월)	20	9	45%	19
악취관리지역 지정 당시 합계	40	20	50%	20
실태조사 (2020년)	16	1	6.3%	7
실태조사 (2021년)	16	1	6.3%	5
실태조사 합계	32	2	6.3%	6



상



하

Figure 7. 바이오커튼+안개분무(상) 또는 차단벽과 방풍림(하)

Table 23. 농장별 악취관리지역 지정 당시 및 저감시설 설치 후 실태조사 악취저감율

		총 측정 회수	초과 회수	초과율	평균 배수
A농장 (바이오커튼+안개분무, 차단벽+안개분무)	악취관리지역 지정 당시 악취저감율	10	4	40%	14
	저감시설 설치 후 실태조사 악취저감율	72	3	4.2%	5
B농장 (액비순환시스템)	악취관리지역 지정 당시 악취저감율	40	15	37.5%	21
	저감시설 설치 후 실태조사 악취저감율	32	0	0%	4
C농장 (전도사 무창화, 차단벽, 포집조+안개분무)	악취관리지역 지정 당시 악취저감율	10	9	90%	31
	저감시설 설치 후 실태조사 악취저감율	84	16	19.0%	8
D농장 (바이오커튼+안개분무, 포집조+안개분무)	악취관리지역 지정 당시 악취저감율	30	15	50%	19
	저감시설 설치 후 실태조사 악취저감율	152	17	11.2%	5
E농장 (바이오커튼+안개분무, 액비순환시스템)	악취관리지역 지정 당시 악취저감율	10	4	40%	14
	저감시설 설치 후 실태조사 악취저감율	32	2	6.3%	5
F농장 (포집조+안개분무, 방풍림)	악취관리지역 지정 당시 악취저감율	40	15	37.5%	13
	저감시설 설치 후 실태조사 악취저감율	32	4	12.5%	5
G농장 (바이오커튼+안개분무, 차단벽, 방풍림)	악취관리지역 지정 당시 악취저감율	40	20	50%	20
	저감시설 설치 후 실태조사 악취저감율	32	2	6.3%	6

4-3. 행정처분 비교

제주특별자치도는 악취방지법에 의해 악취관리지역으로 지정한 농가들을 대상으로 지도·점검 시 악취방지법 제7조의 배출허용기준을 초과하였을 경우, 가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 제17조제4항의 관리기준을 위반한 것으로 처분한다. 가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 시행규칙(시행 2022. 4. 14.)(환경부령 제982호, 2022. 4. 14., 일부개정) 제15조(배출시설 및 처리시설의 관리기준) 별표 6. 배출시설 및 처리시설 등의 관리기준의 9. 배출시설 및 처리시설은 「악취방지법」 제7조에 따른 배출허용기준을 준수하여 관리할 것이라는 조항 하나로 악취방지법의 기준을 초과하였어도 가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률로 처분하고 있고, 제주특별자치도의 경우, 법보다 더 강화된 조례로 인하여 개선명령을 미이행했을 경우 1차 사용중지 2개월, 2차 허가취소 또는 폐쇄명령 처분을 내리고 있다. 타 지자체의 경우에는 악취방지법으로 처분하고 있으며, 가분법으로 처분하더라도 제주도처럼 강화된 조례로 처분하는 지자체는 없다.

Table 24. 가축분뇨법과 제주도 가축분뇨 조례 행정처분 비교

가축분뇨법					제주 가축분뇨의 관리에 관한 조례				
위반 사항	행정처분기준				위반 사항	행정처분기준			
	1차	2차	3차	4차		1차	2차	3차	4차
개선 명령 미이행	경고	사용 중지 1개월	사용 중지 2개월	사용 중지 3개월	개선 명령 미이행	사용 중지 2개월	허가 취소 또는 폐쇄 명령		

4-4. 악취측정 방법의 문제점

부지경계선의 복합악취를 공기회석관능법에 의해 측정하는 것은 산업단지의 공장이나 적용 가능한 방법으로 양돈농가에 적용하기에는 많은 문제점이 있다.

첫 번째로 부지경계선 측정 시 주변 농가의 간섭 등 외부간섭요인을 배제할 수 없다는 점이다. 2개 이상의 농가가 인접해 있는 지역에서 한 농가에 대해 악취 측정 시 주변 농가에서 발생하는 악취가 악취 측정에 영향을 주는 것은 당연하나 이를 배제할 수 있는 방법이 없으며, 주변에 인접한 농가가 양돈농가가 아닌 닭이나 소, 말을 키우는 축산농가인 경우에도 마찬가지이다.

두 번째는 fig.8에서 보이는 것과 같이 부지경계선과 돈사간 이격거리가 측정농가마다 틀리기 때문에 일관성이 없다는 점이다. 어떤 농가는 부지경계선에 돈사가 위치해 있어 악취 측정 시 복합악취 측정배수가 높게 나올 수 있는 반면, 부지경계선에서 5~60m 떨어진 곳에 돈사가 위치하여 악취 측정 시 복합악취 측정배수가 낮게 나올 수도 있다.

세 번째로 2층 돈사이거나 굴뚝배기인 경우 배출구가 지상 5m 이상에 위치해 있어도 배출구에서 채취하는 것이 아닌 부지경계선에서 채취하는 경우이다. 악취

공정시험방법 상에 나와 있는 내용이나 이를 지키지 않고 부지경계선에서 채취하는 것은 잘못된 부분으로 생각된다.

네 번째로 악취를 저감하기 위해 마스킹법을 사용하고 있는데 이 마스킹법이 악취로 판정되는 경우이다. 마스킹법을 적용하여 탈취제나 다른 향기가 나는 제품을 사용하는데 이러한 향을 악취로 판정하여 높은 배수가 나오는 경우, 이를 농가 입장에서는 이해하기 힘든 부분이다. 악취를 저감시키고 더 좋은 향으로 대체하기 위한 방법으로 인해 복합악취 측정배수가 높게 나와 농가의 노력이 오히려 피해를 입게 되는 것에 대해 농가는 어떠한 노력을 해야 농가가 피해를 입지 않을지에 대한 고민까지 더해져 새로운 시설을 도입하는데 망설여지고 있다.

다섯 번째로 예로 농가의 방역을 위해, 가축전염병 예방법에 의해 농가는 주기적으로 내, 외부 소독을 실시하게 되어 있는데 소독약품의 냄새도 복합악취에 측정이 된다는 점이다. 가축전염병 예방법을 지키기 위해 악취방지법을 위반하게 되는 상황이 발생한다. 이러한 문제점에 대해서도 농가가 피해를 입지 않도록 법에서 상충되는 문제에 대해 고민할 필요가 있다고 생각한다.

여섯 번째로 측정 시기에 각 농장의 온도, 습도, 시간, 계절적 요인 등이 모든 다른 조건에서 측정이 되어 분석하게 되어 상대적으로 불이익을 받는 농가가 생길 수 있다는 문제이다. 측정방법에 대한 표준화된 기준이 적립되고, 온도, 습도, 날씨, 계절 등에 대한 보정을 필요한 환산계수 등이 마련되어 형평성 있고 객관화시킬 수 있는 기준을 정립해야 한다고 생각한다.

다양한 문제점으로 인해 현재의 공기희석관능법과 부지경계선 측정만으로 악취를 측정하는 것을 고수하는 것은 농가 입장에서 납득하기 어려운 부분이다. 공기희석관능법과 기기분석법을 병행하여 두 가지 분석법에서 모두 초과할 시 단속을 하거나 부지경계선 채취 시 다른 날, 다른 포인트에서 채취하여 측정하는 방법, 같은 지점에서 2개 이상의 시료를 채취하여 2개 이상의 분석기관에 의뢰하는 방법, 제주악취관리센터 실태조사의 데이터를 기반으로 단속하는 방법 등 측정방법에 변화가 필요하다. 그리고 허용배수 초과에 따른 행정처분의 차등이 필요하다. 13배수로 초과한 농가와 100배수로 초과한 농가가 같은 처분을 받는다는 것은 형평성에 어긋난다. 일정배수 이하로 허용배수를 초과한 농가에 대해서는 재측정의 기회 등 차등적으로 처분해야 할 필요성이 있다.

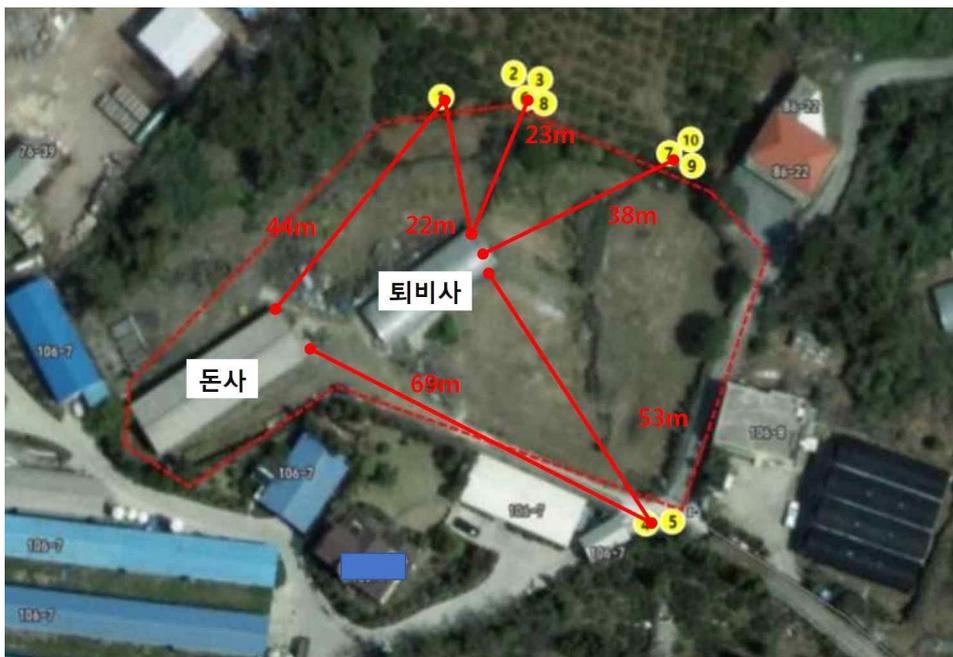


Figure 8. 돈사와 부지경계의 다양한 이격 거리

4-5. 악취관련 민원의 문제점

악취관리지역으로 지정된 지역에 있는 시설 및 악취관리지역 외의 지역에 설치된 악취배출시설 신고대상시설로 지정되기 위한 요건 중 악취와 관련된 민원이 1년 이상 지속되어야 한다는 내용이 있는데, 이와 관련하여 민원을 집계함에 있어 반복민원을 집계에 어떻게 포함할 것인지, 지역에 대한 민원 또한 어떻게 집계할 것인지 명확히 할 필요성이 있다. 민원처리에 관한 법률 제23조(반복 및 중복 민원의 처리)1항과 3항에 동일한 내용의 민원을 정당한 사유 없이 3회 이상 반복하여 제출한 경우에는 2회 이상 그 처리결과를 통지하고, 그 후에 접수되는 민원에 대하여는 종결처리 할 수 있으며, 동일한 내용의 민원인지 여부에 대하여는 해당 민원의 성격, 종전 민원과의 내용적 유사성·관련성 및 종전 민원과 동일한 답변을 할 수 밖에 없는 사정 등을 종합적으로 고려하여 결정하여야 한다고 되어 있다. 이에 따라 반복민원은 3회 이상 건에 대하여 집계에 포함하지 않아야 할 것이다. 그리고 어느 지역에서 냄새가 난다는 애매모호한 민원에 대해서 해당지역(리, 동단위)에 있는 모든 농가에 대한 민원으로 접수하고 있는 것 또한 대상이 불특정 다수이기 때문에 그 지역에 포함된 농가들의 민원 집계에 포함하는 것은 불합리하다. 냄새에 대한 민원이 접수된다면 악취가 발생하는 농가를 특정하는 구체적이고 객관적인 자료가 있지 않은 이상, 민원 집계 시 이러한 민원을 포함하지 말아야 한다. 이러한 민원들을 집계에서 제외한다면 악취 관련 민원 건수는 낮아질 것이며, 민원통계 발표 시 반복민원을 별도로 표시해야 할 필요성이 있다.

4-6. 악취관리지역 지정 현황

제주특별자치도는 「제주특별자치도 악취 배출허용기준 조례」(2016. 5. 13.)를 제정하여 악취의 엄격한 배출허용기준을 규정하였고, 제주도내 전 양돈장을 대상으로 2017년 101개소, 2018년 105개소, 2020년 양돈장 및 비료·사료제조시설 등 134개소에 대한 축산악취실태조사를 완료하여, 2018년 3월 23일 제주특별자치도 고시 제2018-64호 제주특별자치도 악취관리지역 지정 고시, 2019년 7월 19일 제

주특별자치도 고시 제2019-127호 제주특별자치도 악취관리지역 및 악취관리지역
 외 신고대상 악취배출시설 지정 고시, 2020년 12월 31일 제주특별자치도 고시 제
 2020-265호 악취관리지역 외의 악취배출시설 신고대상시설 지정·고시를 통해
 2018년도 59개 농가(제주시 53개 농가, 서귀포시 6개 농가), 2019년도 56개 농가
 (제주시 42개 농가, 서귀포시 14개 농가), 2020년도 27개 농가(제주시 22개 농가,
 서귀포시 5개 농가), 총 260개 농가 중 142개의 농가가 악취관리지역 및 악취관
 리지역 외 신고대상 악취배출시설로 지정이 되었다가 2021년 6월 30일 제주특별
 자치도 고시 제2021-143호 악취관리지역 외의 악취배출시설 신고대상시설 39개
 농가 지정 취소 고시에 따라 2019년에 신고대상시설로 지정되었던 12개 농가,
 2020년 신고대상시설로 지정되었던 27개 농가가 지정 취소되어 103개의 농가가
 악취관리지역으로 남아있다. 지정 취소된 39개의 농가는 중점관리대상 사업장으
 로 지정되어 관리되고 있다. 악취관리지역 및 악취관리지역 외 신고대상 악취배
 출시설 지정 당시 복합악취 배수가 2018년도 평균 21.9배수, 최고 300배수, 2019
 년 평균 20.2배수, 최고 100배수, 2020년 평균 23.1배수, 최고 144배수였으며, 제
 주악취관리센터에서 실태조사한 결과에 의하면 2018년 평균 11.2배수, 최고 66배
 수, 2019년 평균 7.6배수, 최고 66배수, 2020년 평균 7.1배수, 최고 100배수로 연
 도별 악취관리 지역 당시 복합악취 측정배수에 비해 제주악취관리센터 실태조사
 결과가 낮은 것을 확인할 수 있다.

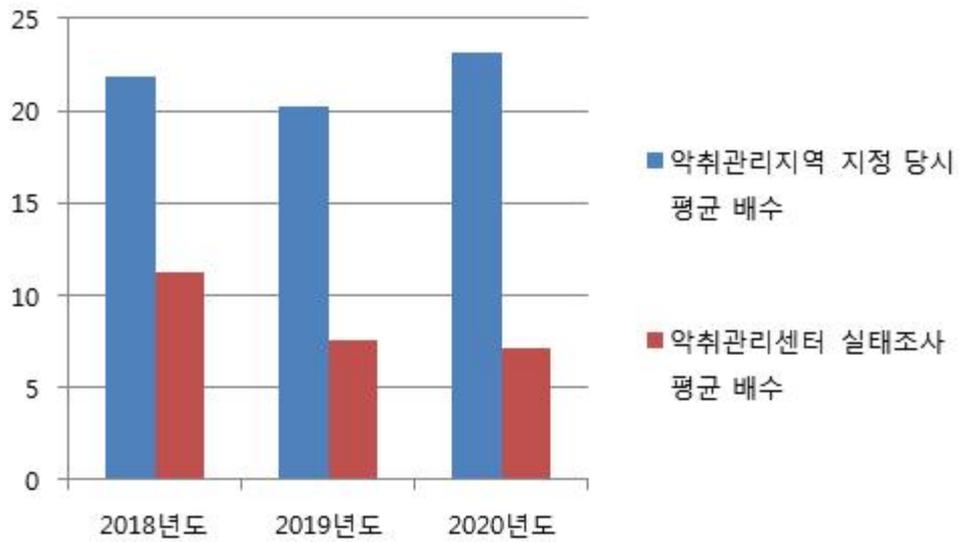


Figure 9. 약취관리지역 지정 당시 및 약취관리센터 실태조사의 복합약취의 평균 배수 (출처 : 제주약취관리센터, 2021)

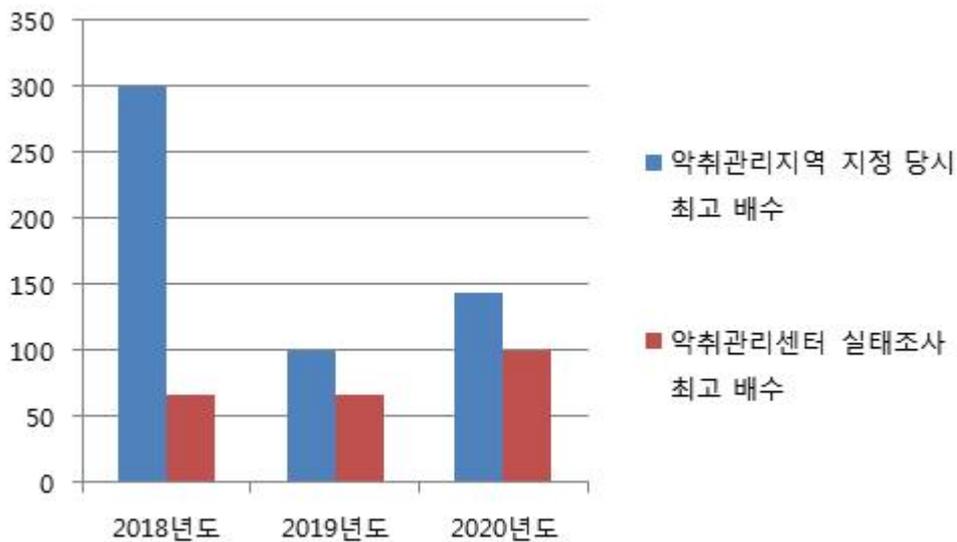


Figure 10. 약취관리지역 지정 당시 및 약취관리센터 실태조사의 복합약취의 최고 배수 (출처 : 제주약취관리센터, 2021)

모든 농가에서 미생물의 사료 및 음수 급여, 돈사 내부 청소, 저장조 및 퇴비사의 밀폐 등은 공통된 사항이라 표기하지 않았음을 밝힌다.

모든 시설이 적절하게 운영이 되었을 때 기준치 이하의 배수로 낮은 초과율을 보여주고 있다. 이는 농가에 맞는 시설을 농가에서 적절하게 선택하여 운영해야 효과가 볼 수 있음을 알 수 있다. 바이오커튼 및 포집조의 경우 안개분무를 통하여 효과를 극대화시켜야 함을 알 수 있고, 하나의 시설을 설치하기보다는 저감시설과 방지시설의 적절한 설치, 또는 2중 3중의 방지시설을 설치함으로써 냄새의 저감 효과를 볼 수 있음을 알 수 있다.

제주도 양돈농가들 중 악취관리지역으로 지정되어 악취방지시설을 설치한 이후에 제주악취관리센터에서 실태조사한 데이터를 바탕으로 악취방지시설이 악취를 얼마나 저감시키는지 확인하였다. 악취관리지역으로 지정이 되지 않아도 악취방지시설을 한 농가가 있을 수는 있으나 이러한 농가들에 대한 실태조사 데이터가 없기에 본 연구에서는 제외하였다.

악취방지시설을 설치한 농가들의 데이터를 살펴보면 악취가 저감된 농가들을 확인할 수 있으나, 제대로 악취가 저감이 안 된 농가들도 존재한다. 이러한 농가들의 차이점은 여러 가지가 있을 수 있다. 측정 당시의 기온, 풍향, 습도나 주변 다른 농가 또는 측정 농가 주변에서 진행되는 작업 등으로 인해 발생하는 냄새로 악취가 측정될 수 있고, 악취방지시설이 제 역할을 못하는 상황도 있을 수 있다. 또한, 악취방지시설을 설치를 하더라도 농장에 맞는 시설이 아니거나 기본적인 농장 관리가 잘못되어 악취가 발생할 수도 있다. 이러한 점들을 종합해보면, 악취방지시설은 돈사의 형태, 농장의 구조, 농가 주변 상황 등을 종합적으로 고려하여 설치하여야 하며, 설치 후 지속적인 관리를 통하여 제 역할을 할 수 있도록 해야 한다. 악취방지시설 대부분이 돈사의 밀폐화가 전제 조건이기 때문에 돈사가 밀폐되지 않은 상황에서 바이오커튼이나 포집조 등의 악취방지시설의 설치하는 의미가 없는 상황이 발생할 수 있다. 그리고, 돈사 간 바이오커튼을 설치할 시 충분한 면적이 필요한데 농장 상황이 충분한 면적을 확보할 수 없는 구조일 경우 좁은 면적에 바이오커튼을 설치한다면 돈사에서 배출되는 공기가 바이오커

튼 내부에 체류하는 시간이 적어지거나 공기압의 과부하로 인해 환기가 제대로 안되는 상황이 발생할 수 있다. 반대로, 악취저감시설을 설치하여 악취를 제대로 저감한 농가들을 보면 농가 상황에 맞게 악취방지시설을 선택하고, 한가지 시설이 아닌 여러가지 시설을 농장 구조나 형태, 상황에 맞게 설치한 것을 확인할 수 있다.

농가들이 농장 상황에 맞는 악취방지시설을 제대로 선택하지 못하는 이유는 이런 형태의 돈사는 이런 시설을, 이런 농장 상황에서는 이런 시설을 설치하라는 가이드라인이 없기 때문일 것이다. 농촌진흥청이나, 축산환경관리원 같은 기관에서도 이런 악취방지시설이 있다라고 설명할 뿐이지 가이드라인을 제시하지 않고 있다. 농가마다 돈사의 구조나 형태, 주변 상황이 다 다르기 때문일 수도 있으나 적당한 가이드라인이 제시가 되지 않는다면 농가 입장에서는 악취방지시설을 설치해보고 악취가 저감이 안되면 설치했던 시설을 철거하고 다른 시설을 설치하는 일이 발생할 수 있다. 이러한 상황이 계속된다면 농가의 부담은 가중되고, 양돈업을 포기하는 농가가 발생할 것이며, 결국은 양돈산업이 축소되거나 도태될 수 있다. 양돈산업만이 아니라 악취 저감으로 지역 주민과의 상생을 위해서는 악취방지시설 설치 가이드라인이 제시가 되어야 할 것이다.

악취방지시설을 설치하고도 관리기준을 초과하는 경우, 농가가 받는 처벌에 있어 문제점이 있다. 악취방지법과 가축분뇨법의 적용에 대한 기준이 모호하다. 악취방지법과 가축분뇨법으로 구분되어 있고, 해당 법률이 어떠한 상황을 규제하는지 쉽게 파악할 수 있을 정도임에도 불구하고, 악취배출허용기준을 초과하는 경우 악취방지법이 아닌 가축분뇨법을 적용하는 현 상황을 납득할 수 없다. 국내 냄새민원은 쓰레기매립장, 하수종말처리장, 비료제조공장, 음식물처리장, 축산시설 등 공공시설 및 민간사업장 전반에 걸쳐 발생되고 있으며, 이를 방지하기 위하여 특별법 개념인 악취방지법을 통하여 규율하고 있다. 대기환경보전법, 물환경관리법 등 여타 악취배출시설 관련 환경법령에서도 악취에 대하여 별도로 개선명령 규제를 두지 아니하고 악취방지법을 적용하고 있다. 그러나 현재 제주 양돈농가는 악취 관련 위반행위에 대하여 악취방지법에 의해 측정을 하고 위반했

을 경우 가축분뇨법을 적용하여 3개월 이내의 개선명령을 부과받고 있으며, 개선명령 미이행의 경우 제주특별자치도 가축분뇨 조례에 의하여 사용중지 2개월 및 2년 이내에 개선명령 미이행이 추가로 발생할 경우 허가취소를 받는다. 양돈농가가 아닌 사업장의 경우 양돈농가와 동일하게 악취방지법을 위반했다 할지라도 가축분뇨법의 적용대상이 아니기 때문에 악취방지법에 의해 개선권고를 받고 있다. 악취 배출허용기준을 초과했다는 동일한 위반행위에 대하여 양돈농가는 가축분뇨법 및 관련 조례를 통하여 처벌하고, 양돈농가 이외의 악취배출시설은 악취방지법을 적용하고 있는 상황인 것이다.

또한 악취관리지역 지정 요건에도 납득하기 힘든 점들이 있다. 1년 이상 악취관련 민원이 지속되어야 한다는 것은 1년이라는 기간 중 악취 관련 민원이 몇 건 이상인지, 반복민원은 어떻게 집계되어야 하는지, 한 농가를 특정하는 것이 아닌 지역에 대한 민원은 어떻게 처리할 것인지 등 정확한 기준이 없는 이러한 민원 요건들에 대해 고민을 할 필요가 있다.

악취측정 관련 부지경계선 측정과 공기회석관능법을 현재 상태 그대로 유지하는 것보다는 변화가 필요하다. 농장의 상황을 고려하지 않고 단순히 부지경계선에서만 측정하는 것과 공기회석관능법이 과연 객관적인가, 모두가 수긍할 수 있는 방법인지 고민을 하고 개선되어야 한다.

악취관리지역의 지정만 하고 해제가 없는 현 상황은 농가가 좀 더 노력할 수 있도록 만드는 것이 아닌 포기를 유도하는 것이 아닌가 하는 생각이 든다. 해제라는 수단이 있음에도 적용을 하지 않고 지정만 한다는 것은 악취가 발생하는 산업 자체를 없애려는 목적으로 사용되고 있다고 생각한다. 원래의 목적이 아닌 다른 방향으로 나아가고 있는 현 상황을 바로 잡아야 한다.

모든 책임을 농가에 떠넘기고 있는 행정은 본인들도 책임이 있다는 것을 깨달아야 한다. 악취방지계획서의 작성 주체가 농가라고는 하지만 작성 농가는 전문성이 미비하다는 것을 행정이 알아야 하고, 행정은 농가에서 작성한 악취방지계

획서의 반려가 가능하고 수리 시 책임이 발생한다는 것을 알아야 한다. 또한, 방지시설 설비만으로도 배출허용기준 관리가 가능한 산업단지와는 달리 농가는 악취의 순간적인 발생, 농가다양성으로 24시간 365일 관리가 불가능하다는 점에 의해 배출허용기준 관리가 힘들다는 것을 알아야 한다. 한 순간의 측정으로 농가에서는 폐업이나 마찬가지로인 조업정지를 당 할 수 있다는 심리적 압박감 및 부담감으로 인해 폐업 농가가 늘어나고, 신규 진입 가능한 방법은 없는 상황에, 이런 상황이 장기적으로 유지 시에는 양돈산업 자체가 위축될 수밖에 없다.

이러한 문제점을 개선하기 위해서는 첫 번째로 악취관리 제도가 개선되어야 한다. 악취방지법의 취지는 악취를 저감시키고자 하는 것이지 악취가 발생하는 산업을 말살하자는 것이 아니다. 좀 더 법의 취지에 맞게 제도가 개선되어야 한다. 악취 위반에 대하여 가축분뇨법을 적용하여 사용중지처분을 받은 양돈농가들 다수가 행정심판, 행정소송 등을 진행하고 있어, 행정청과 양돈농가 모두 시간과 비용을 낭비하고 있다. 악취관리센터에서 1년에 16회 이상 수년간 측정하여 초과율이 10% 미만인 농가도 단 1회 측정으로 인하여 “허가취소” 처분을 받을 수 있다는 것은, 악취를 완벽하게 통제할 수 없는 현 상황에서 비전문가인 농장주의 노력만으로 기준을 맞추고 처분을 한다는 것은 제주양돈농가의 악취저감을 위한 자구 노력 의지 저하로 이어진다. 현행 악취방지법에도 배출허용기준 초과에 대한 개선명령, 조업정지 등의 상세한 규정이 존재하여 악취 저감에 대한 실효성 확보가 가능하지만, 악취 배출허용기준을 초과하는 양돈농가들이 최종적으로 허가취소를 받아 폐업을 목적으로 하는 것이 아니고, 규제를 통하여 악취를 방지하는 것이 최종 목적이라면 관련 법률인 악취방지법을 적용하고, 법률만으로 악취를 저감하기에 실효성이 부족할 경우 악취 관련 조례를 제·개정하여 상생 방안을 모색해 나가야 한다.

두 번째, 단속만 하지 말고 해법을 제시해줘야 한다. 모든 책임은 농가의 것이 아니다. 행정의 책임도 있다. 현재의 기술로는 악취를 완벽하게 제거할 수 있는 방법이 없을 뿐만 아니라, 악취저감효과가 검증되지 않은 기술임에도 불구하고 농가는 비용 투자에 대한 부담을 느끼면서 그러한 시설을 설치하고 상황에서 농

가만의 책임이라고 할 게 아니라 민·관·산학 협의체 구성을 통해 실효성 있는 약취저감방안을 모색하는 등의 방법이 필요하다.

세 번째, 약취관리지역 해제가 필요하다. 제주약취관리센터의 실태조사 데이터를 통하여 관리가 잘되고 있는 농가에 대해서는 지정 해제를 해주는 등의 방법을 통하여 농가가 좀 더 노력할 수 있는 동기를 만들어 줄 필요성이 있다. 이를 통해 1차 산업의 주축인 양돈산업이 더 많은 공급 확대를 통하여 관광산업과 더불어 지역경제를 견인함과 동시에 도민과의 상생 방안을 모색할 것이다.

5. 국문요약

제주도는 악취민원이 지속적으로 발생함에 따라 2018년 3월 23일 제주특별자치도 고시 제2018-64호 제주특별자치도 악취관리지역 지정 고시를 통해 전국 최초로 양돈농가 대상으로 대규모의 악취관리 지역을 지정하였으며, 이후에도 지속적으로 ‘악취관리지역’ 및 ‘악취관리지역 외 신고대상 악취배출시설’ 지정 고시를 통해 제주도의 260 농가 중 103개 농가를 지정하였으나, 공업단지 위주의 악취관리법이 양돈산업에 적용되면서 많은 문제점이 발생하였다. 이에 이 논문을 통하여 제주도 양돈농가 악취관리 지역 지정 현황과 그에 따른 문제점을 파악하고, 개선방안을 제시하여 처분이 우선시 되는 악취관리 방법이 아닌 현장에서 악취를 저감시켜 도민과 상생할 수 있는 양돈산업이 될 수 있는 방안을 모색하고자 한다. 또한, 악취관리 지역 지정 농가 중 우수한 사례를 분석하여, 악취저감시설 유형에 따른 악취 저감효과 결과를 비교 분석하여 농가의 악취 저감에 실질적인 도움이 되는 방안을 제시하고자 한다.

악취관리 정책 및 관리체계는 악취방지법을 통해 ‘악취관리지역’과 ‘악취관리지역 외의 지역에서의 악취배출시설 신고대상시설’ 규정은 근거로 하여 양돈장의 악취를 지도·점검하고 있으며 관리기준은 악취관리지역으로 지정된 지역에 있는 시설 및 악취관리지역 외의 지역에 설치된 악취배출시설 신고대상시설 중 악취방지에 필요한 조치기간이 지난 시설로서 악취와 관련된 민원이 1년 이상 지속되고 복합악취나 지정악취물질이 배출허용기준을 초과하는 시설은 조례로 엄격한 배출허용기준을 적용하여 관리한다. 제주특별자치도는 제주특별자치도 악취배출허용기준 조례에 따라 엄격한 배출허용 기준을 적용하여 부지경계선에서 측정된 복합악취는 10배수 이하여야 한다.

악취관리지역 및 신고대상시설에서 배출되는 악취가 엄격한 배출허용기준을 초과하는 경우에는 1년의 범위에서 그 악취가 배출허용기준 이하로 내려가도록 필요한 조치를 할 것을 명하는 개선명령을 받을 수 있다. 개선명령을 받고 이를 이행하지 아니하거나, 이행은 하였으나 최근 2년 이내에 엄격한 배출허용기준을 받

복하여 초과하는 경우에는 해당 신고대상시설의 전부 또는 일부에 대하여 조업 정지를 받을 수 있다.

측정의 기준은 공기희석관능법에 의한 시료의 채취는 부지경계선 및 피해지점 (이하 “부지경계선”)에서 실시하는 것을 원칙으로 하며 단일악취물질의 시료는 부지경계선에서 채취한다.

2021년 제주악취관리센터 운영위원회 자료에 따르면, 악취관리지역 주변 마을 17개 마을을 대상으로 악취실태조사를 실시한 결과, 주변마을 허용기준인 15배수 초과율이 2017년도에 28.1%에서 2021년에는 0.3%로 해마다 낮아지고 있으며, 악취관리지역으로 지정된 양돈농가의 허용기준인 10배수의 초과율은 2017년도에는 95%에서 2021년에는 4.9%로 상당히 낮아진 것을 확인할 수 있었다.

그러나 민원은 줄어들고 있지 않은데, 그 내용을 살펴보면 전체 민원 중 반복민원이 해마다 50% 이상을 차지하고 있으며, 20년도에는 90% 이상이 반복민원이었다.

악취관리지역으로 지정된 농가들 중 악취방지시설을 설치하여 운영하고 있는 몇 농가의 실태조사 데이터를 정리하여 악취관리지역으로 지정될 당시와 비교해 보았다.

바이오커튼+안개분무, 차단벽+안개분무를 설치한 A농장의 경우에는 지정 당시 초과율이 40%였으나 20년, 21년도에는 기준치를 초과하지 않고 있다. 냄새의 강도 또한 평균 14배수, 최고 30배수로 높게 측정되었지만, 2021년 3배수로 기준치 이하로 냄새 발생을 저감시켰음을 보여준다.

액비순환시스템을 설치한 B농장의 경우에는 악취관리지정 당시 초과율이 37.5%였으나 20년과 21년에는 초과되지 않았다. 냄새의 강도 또한 평균 21배수에서 2021년 평균 3배수로 기준치 이하로 냄새가 저감되었음을 보여준다. 특히 주목할 점은 지정당시 최고 100배수까지 측정이 되었으나, 액비순환 시스템을 도입하고 나서는 냄새가 측정되지 않았다.

전돈사 무창화 및 포집조+안개분무, 차단벽을 설치한 C농장의 경우에는 악취관리지정 당시 초과율이 90%였으나, 21년도에는 12.5%로 초과율이 낮아지고 있음을 알 수 있다. 냄새의 강도 또한 평균 31배수, 최고 66배수로 높게 측정되었었지만 19년부터는 기준치 이하로 냄새가 저감되고 있음을 알 수 있다.

바이오커튼+안개분무 또는 포집조+안개분무를 설치한 D농장의 경우에는 악취 관리지정 당시 초과율이 50%였으나 21년도에는 6.3%의 초과율을 보이고 있다. 냄새의 강도 또한 19배수, 최고 44배수로 높게 측정되었지만, 21년도에는 5배수로 기준치 이하의 매우 낮은 평균치를 보여주고 있다.

바이오커튼+안개분무, 액비순환시스템을 설치한 E농장의 경우에는 악취관리지역 지정 당시 초과율이 40%였으나, 21년도에는 초과하지 않았다. 냄새의 강도 또한 평균 14배수, 최고 31배수로 높게 측정되었지만, 21년도 3배수로 기준치 이하로 냄새가 저감되었음을 보여준다.

포집조+안개분무 설치와 방풍림을 식재한 F농장의 경우에는 초과율이 37.5%였으나 21년도에는 초과하지 않았다. 냄새의 강도 또한 평균 13배수, 최고 44배수로 높게 측정되었지만, 21년도 3배수로 기준치 이하로 냄새가 저감되었음을 보여준다.

바이오커튼+안개분무, 차단벽 설치와 방풍림을 식재한 G농장의 경우에는 초과율이 50%였으나 20년도와 21년도에는 1번만 초과하여 6.3%의 초과율을 보여주고 있다. 냄새의 강도 또한 평균 20배수, 최고 66배수로 높게 측정되었지만, 20년도 7배수, 21년도 5배수로 기준치 이하로 냄새가 저감되었음을 보여준다.

모든 시설이 적절하게 운영이 되었을 때 기준치 이하의 배수로 낮은 초과율을 보여주고 있다. 이는 농가에 맞는 시설을 농가에서 적절하게 선택하여 운영을 해야 효과가 볼 수 있음을 알 수 있다. 바이오커튼 및 포집조의 경우 안개분무를 통하여 효과를 극대화 시켜야 함을 알 수 있고, 하나의 시설을 설치하기보다는 저감시설과 방지시설의 적절한 설치, 또는 2중 3중의 방지시설을 설치함으로써 냄새의 저감 효과를 볼 수 있음을 알 수 있다.

각종 냄새저감 농가에 적용하면 냄새의 저감 효과는 분명히 나타났다. 그러나 냄새저감 시설 종류에 따른 농가별 효과 차이가 존재하는 것으로 확인된다. 이에 따라, 각 농장은 상황에 맞는 저감시설을 적용하기 위해 노력해야 하며, 냄새 저감시설을 한번 갖추면 변경하기 어렵기 때문에 여러 가지 사례를 종합하여 자기 농장에 맞는 시설을 선택하는 것이 중요하다.

농가에서는 이러한 여러 가지 방법을 통해 냄새를 줄이려고 노력하고 있는 반면에, 행정에서는 각 농장에 맞는 냄새 저감시설을 갖추는 것에 대한 책임을 농

가에만 전가시키고 있다. 책임을 전가시키기 보다는 문제해결을 위한 민·관·산학 협의체를 구성하고 농가별 맞춤형 컨설팅 등을 통하여 농가별 냄새저감 효과를 단계별로 진행할 수 있는 행정적 시스템을 도입해야 한다. 그러면서 냄새저감의 노력이 확인되면 냄새가 저감효과가 나타난 농가에 대해서는 이에 따른 보상으로, 악취관리지역 해제를 해주어야 한다. 지금은 악취관리지역으로 지정이 되면 해제 방안이 없는 실정이며, 악취관리지역으로 지정이 되지 않은 농가는 정기적인 실태조사 등이 이루어지지 않고 있다. 농가들이 아무리 악취저감에 대한 노력을 한다고 하더라도 노력에 대한 보상이 없는 현 상황에서 위의 악취관리지역 해제 같은 방법이 보상으로 적용이 된다면, 농가들은 악취관리지역 해제라는 보상을 위해 더욱 노력하며 냄새를 저감시킬 것이다. 그리고, 시설 유지가 안된다면 다시 악취관리지역으로 지정된다는 불안감에 냄새저감 시설을 적정하게 유지하기 위해 노력할 것이며, 악취 관리 지역으로 지정이 안 된 농가도 다시 지정될 수 있다는 불안감에 더욱 노력하게 되는 동기가 될 것이다.

이러한 방법으로 냄새 저감시설의 설치와 관리가 이루어진다면, 악취방지법의 취지와 악취관리지역 지정의 취지인 냄새 저감의 효과를 극대화될 것이며 제주 1차 산업의 주축인 양돈산업이 질 좋은 제품을 더 많이 공급하게 되고 관광산업과 더불어 지역경제를 견인함과 동시에 도민과의 상생의 길로 들어서게 될 것이다.

6. 참고문헌

1. 강진영(JDI OPINION, 2010). 제주지역 양돈 분뇨 악취 저감 방안
2. 국립환경과학원(2019). 국립환경과학원 고시 제2019-17호 악취공정시험기준
- Le, P.D., Aarnink, A.J.A., Ogink, N.W.M., Becker, P.M., Verstegen, M.W.A., 2005. Odour from animal production facilities: Its relationship to diet. Nutr. Res. Rev. 18, 3-30
3. 김두환(2017). 지속가능한 축산을 위한 축산환경 개선(세계농업 제204호)
4. 농촌진흥청 국립축산과학원(2017). 축산 냄새 이렇게 잡아라!
5. 대한한돈협회 제주특별자치도협의회(2021). 지속 가능한 양돈산업 발전을 위한 양돈장 환경 개선 & 사양관리 매뉴얼
6. 악취법령연구회(일본, 1996). 악취방지법 핸드북
7. 이하영(수원대학교 석사논문, 2003). 양돈시설에서 발생하는 악취물질의 특성에 관한 연구
8. 전라남도 농업기술원 축산연구소(2022). 영농기술·정보
9. 제주악취관리센터(www.jomc.co.kr). 악취관리지역 실태조사
10. 제주특별자치도(2018). 악취관리지역 운영 가이드북
11. 제주특별자치도(2018). 제주특별자치도 고시 제2018-64호
12. 제주특별자치도(2019). 제주특별자치도 고시 제2019-127호
13. 제주특별자치도(2020). 제주특별자치도 고시 제2020-265호
14. 제주특별자치도(2021). 제주특별자치도 고시 제2021-143호
15. 제주특별자치도(2021). 농축산식품 현황
16. 제주특별자치도(2022). 제주특별자치도 가축분뇨의 관리에 관한 조례
17. 최성우, 안상영(2005). 악취오염개론
18. 축산환경관리원(2021). 2021 축산환경개선 우수사례집
19. 하덕민, 김두환(2015). 액비순환시스템의 양돈장 악취저감 효과(농업생명과학 연구 제49권 제4호(p.57~64))

20. 환경부(2012). 악취관리 편람, p7
21. 환경부(2021). 악취방지법 1조, 6조, 7조, 8조, 10조, 11조, 27조, 28조
22. 환경부(2021). 악취방지법 시행규칙, 별표 3
23. 환경부(2022). 악취방지법 시행령
24. 환경부(2022). 가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률
25. 환경부(2022). 가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 시행령
26. 환경부(2022). 가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 시행규칙

감사의 글

끝이 보이지 않았던 석사학위논문을 드디어 마무리하고, 이렇게 감사의 글을 적게 되는 날이 오니 이 순간 정말 많은 고마운 분들이 떠올랐습니다. 제게 너무 행운과도 같은 소중한 분들에게 이 글을 통해 감사의 인사를 드리고자 합니다.

학업과 함께 농장 운영을 병행해야 했던 제게 인생에서 가장 힘든 시간이었습니다. 더욱이 제주양돈산업발전협의회 운영위원, 대한한돈협회 제주서부지부 부지부장, 대한한돈협회 제주특별자치도협의회 사무국장 등 다양한 대외활동을 역임하면서 항상 시간에 쫓기는 모습과 저의 능력에 대한 회의는 논문 쓰는 내내 저를 많이 괴롭혔습니다. 하지만 그 많은 어려움과 악조건은 저를 더욱 단단하게 해주었고, 결국 감사의 글을 쓰는 이 시간을 가능케 해주었습니다.

먼저 부족한 저를 제자로 받아 주시고, 진정한 가르침을 주신 류연철 교수님께 마음 깊이 존경과 감사의 말씀을 드립니다. 진정한 학자이자 스승이신 류 교수님 덕분에 부족한 제가 끝까지 논문을 마무리할 수 있었습니다. 연구 진행이 원활하지 않을 때도 늘 지지해 주시고, 따뜻한 마음으로 격려해 주신 점 잊지 않겠습니다. 또한 바쁘신 일정 가운데 세심한 피드백과 조언으로 논문의 수준을 올려주신 이왕식 교수님, 정확한 연구 방향을 설정해 주신 박종은 교수님께도 감사를 드립니다. 진심으로 학문하는 자세를 보여주며 도움을 주신 고경보 박사님, 함께 졸업하자며 언제나 웃는 얼굴로 격려해 주신 신제주농장 김충남 선배님! 덕분에 지금 이 자리에 올 수 있었습니다. 그리고 이 글에 일일이 다 적지 못하였지만 항상 저에게 힘이 되고 응원해 주던 친구들과 선, 후배 모든 분들도 감사합니다.

「제주도 양돈농가 악취저감시설 유형에 따른 악취 저감 효과 비교」라는 주제를 가지고 논문을 준비하게 된 배경은 2018년 전국 최초로 양돈농가 악취관리지역 지정이라는 제주도 양돈산업의 큰 시련을 직접 대처해 나가면서 겪었던 여러 문제점을 어떻게 학문적으로 나열할 것인가를 고민하는 과정에서 선정되었다는 말씀을 드리고 싶습니다.

아무쪼록 논문을 준비하면서 물심양면으로 응원해 주신 대한한돈협회 제주특별자치도협의회 김재우 협의회장님께 진심으로 감사드리며, 항상 관심을 가지고 응원해 주신 강영석 실장님, 권지현 사무장님, 임재효 컨설턴트 뿐만 아니라 제주양돈농협 고권진 조합장님, 홍성한 경제사업본부장님에게도 감사의 말씀을 드립니다.

또한 자료 준비와 논문 방향 설정에 많은 도움을 주신 제주도청 축산정책과 김주아 팀장님, 김태유 주무관님, 강동근 주무관을 비롯하여 제주시청 축산과 홍상표 과장님, 조철호 주무관, 부현우 주무관, 장채연 주무관 및 서귀포시청 축산과 문혁 과장님에게도 고맙다는 표현을 전합니다.

여러 가지로 부족한 아들을 자랑스러워하시며, 아들의 일과 학업을 응원하면서 아직 어린 손자 지훈이를 아빠의 부족함까지 채워 사랑해 주시는 부모님, 멀리 계시지만 항상 외손자의 안위를 걱정해 주시는 외할머니께 진심으로 감사드립니다. 지치고 힘들 때 늘 위로가 되고 제가 하고자 하는 일에 적극적인 지지를 보내주는 수정씨와 늘 씩씩하고 건강하고 밝게 자라는 사랑스러운 지훈이, 동생을 진심으로 걱정하며 늘 응원해 주는 형과 누나, 사랑하는 나의 모든 가족에게 진심으로 감사합니다.

앞에서 언급한 교수님과 박사님들 덕분에 본 논문을 작성하는 동안 좋은 연구를 할 수 있었고 즐겁게 많이 배웠습니다. 지금까지 배운 지식을 활용하여 제주 지역 양돈농가의 약취 저감에 실질적인 도움이 되는 방향을 제시함으로써 도민과 상생할 수 있는 양돈산업을 지향하고 제주지역 양돈산업발전을 위하여 끊임없이 노력하겠습니다.

감사합니다.

2022년 12월

강 명 수