전라북도 축사악취 영향도 평가 및 저감방안 연구

2020. 11

농산업경제위원회
(축산환경개선연구회)

목 차

제1장 사업의 개요 ····· 1
1. 사업의 배경 및 목적 ····· 3
2. 사업의 범위 ····· 3
3. 사업의 내용 ····· 4

제2장 전라북도 축사시설 현황 및 분포특성 ····· 5
1. 지역별 축종별 축사시설 현황, 밀집도 ····· 7
2. 돈사시설의 악취 발생원 및 악취 유발물질 ····· 19
3. 돈사시설의 악취관리 현황 ····· 23

제3장 악취관리 우수사례 조사 및 시사점 도출 ····· 29
1. 악취 원인 및 대응방안 ····· 31
2. 국내외 악취관리 우수 사례 ····· 37
3. 미생물의 악취저감 기작 ····· 61
4. 시사점 도출 및 악취 저감 방향 ····· 68

제4장 모델링에 근거한 주요 축사악취 영향지역 평가 ····· 73
1. 평가대상지역선정 ····· 75
2. 모델링 수행 ····· 96
3. 주요 영향지역 평가 및 시사점 도출 ····· 117

제5장 전라북도 축사 악취 저감 방안 ····· 121
1. 축산농가 주관 악취저감 방안 ····· 123
2. 행정 주관 악취저감 방안 ····· 127

표 목 차

<표 2-1> 전라북도 가축사육현황(2018년 기준) ····· 8
<표 2-2> 정읍시 주요 양돈 사육지역 및 악취 영향 factor ····· 12
<표 2-3> 김제시 주요 양돈 사육지역 및 악취 영향 factor ····· 14
<표 2-4> 익산시 주요 양돈 사육지역 및 악취 영향 factor ····· 16
<표 2-5> 전라북도 주요 양돈 사육지역 및 악취 영향 factor ····· 18
<표 2-6> 축산악취 발생원에 따른 악취강도와 악취물질 ····· 20
<표 2-7> 돈사내 슬러리피트의 주요 악취물질 ····· 22
<표 2-8> 전라북도 돈분처리 방법 ····· 23

<표 3-1> 가축분뇨 악취물질 및 특성 ····· 31
<표 3-2> 악취발생원별 특성 ····· 31
<표 3-3> 악취원인별 저감방법 ····· 35
<표 3-4> 악취 관리방법별 저감방법 ····· 36
<표 3-5> 깨끗한 농장 지정현황(2018년, 누계) ····· 38
<표 3-6> 축사 악취저감 사례(축산환경관리원 추천) ····· 39
<표 3-7> 악취저감 우수 양돈장(방문대상) ····· 40
<표 3-8> 물리적 환기방식 전환 ····· 49
<표 3-9> 화학적 방식 전환 ····· 50
<표 3-10> 생물학적 방식 전환 ····· 51
<표 3-11> 악취확산 저감팬스방식 ····· 52
<표 3-12> 매쉬망과 바이오필터 조합방식 ····· 53
<표 3-13> 미생물제제 급여방식 ····· 54
<표 3-14> 미생물제제 사료첨가용 제품 ····· 55
<표 3-15> 국내 돈사 미생물제제 살포 사용 제품 및 악취저감율 ····· 56
<표 3-16> 주요 미생물 종류 ····· 62
<표 3-17> 미생물에 의한 악취물질 생물반응식 ····· 66
<표 3-18> 돈사 악취 인식 전환 및 가능성 ····· 69
<표 3-19> 돈사 악취저감 접근방향 ····· 71

<표 4-1> 정읍시 대기오염 자동측정망 운영현황 ····· 75
<표 4-2> 정읍시 일반대기오염물질 농도현황 ····· 76
<표 4-3> 김제시 대기오염 자동측정망 운영현황 ····· 77

<표 4-4> 김제시 일반대기오염물질 농도현황 ····· 78
<표 4-5> 익산시 대기오염 자동측정망 운영현황 ····· 79
<표 4-6> 익산시 일반대기오염물질 농도현황 ····· 80
<표 4-7> 정읍시 바람장미도 ····· 81
<표 4-8> 김제시(전주시) 바람장미도 ····· 82
<표 4-9> 익산시(군산시) 바람장미도 ····· 83
<표 4-10> 정읍시 태인면 양돈 사육현황 ····· 84
<표 4-11> 정읍시 태인면 궁사리, 낙양리, 오봉리 영향지역 ····· 84
<표 4-12> 정읍시 감곡면 양돈 사육현황 ····· 86
<표 4-13> 정읍시 감곡면 방교리 및 오주리 영향지역 ····· 86
<표 4-14> 김제시 용지면 양돈 사육현황 ····· 88
<표 4-15> 김제시 용지면 용암리 영향지역 ····· 88
<표 4-16> 김제시 용지면 양돈 사육현황 ····· 90
<표 4-17> 김제시 용지면 용암리 영향지역 ····· 90
<표 4-18> 익산시 왕궁면 양돈 사육현황 ····· 92
<표 4-19> 익산시 왕궁면 온수리 영향지역 ····· 92
<표 4-20> 익산시 낭산면 양돈 사육현황 ····· 94
<표 4-21> 익산시 낭산면 용기리・함열읍 석매리 영향지역 ····· 94
<표 4-22> CALPUFF 모델의 특징 ····· 98
<표 4-23> 태인면(낙양리, 오봉리, 궁사리) 축사 악취 배출량 예측 ····· 99
<표 4-24> 감곡면(통석리, 방교리, 오주리) 축사 악취 배출량 예측 ····· 100
<표 4-25> 용지면(용암리, 신정리, 용수리) 축사 악취 배출량 예측 ····· 101
<표 4-26> 검산동(상동동, 순동, 백학동) 축사 악취 배출량 예측 ····· 102
<표 4-27> 왕궁면(온수리) 축사 악취 배출량 예측 ····· 103
<표 4-28> 낭산면(용기리)・함열읍(석매리) 축사 악취 배출량 예측 ····· 104
<표 4-29> 정읍시 감곡면 영향지역 악취 가중농도 예측결과 ····· 105
<표 4-30> 정읍시 태인면 영향지역 악취 가중농도 예측결과 ····· 107
<표 4-31> 김제시 용지면 영향지역 악취 가중농도 예측결과 ····· 109
<표 4-32> 김제시 검산동 영향지역 악취 가중농도 예측결과 ····· 111
<표 4-33> 익산시 왕궁면 영향지역 악취 가중농도 예측결과 ····· 113
<표 4-34> 익산시 낭산면 영향지역 악취 가중농도 예측결과 ····· 115
<표 4-35> 전라북도 주요 양돈지역 평균 악취 가중농도 예측결과 ····· 117

그 림 목 차

<그림 2-1> 전국 가축사육두수 ····· 7
<그림 2-2> 전라북도 지역별 축산 사육두수 및 비율 ····· 9
<그림 2-3> 전라북도 지역별 양돈 사육두수 및 비율 ····· 10
<그림 2-4> 정읍시 양돈 밀집 지역(읍면) ····· 13
<그림 2-5> 김제시 양돈 밀집 지역(읍면) ····· 15
<그림 2-6> 익산시 양돈 밀집 지역(읍면) ····· 17
<그림 2-7> 돈사 시설배치 예 ····· 19
<그림 2-8> 돈사 사육시설 유형 ····· 21
<그림 2-9> 전국 가축분뇨 발생량 ····· 23
<그림 2-10> 중점 방문 축사 현황 ····· 25
<그림 2-11> 기타 전북지역 축사 ····· 26
<그림 2-12> 기타 전북지역 자체 퇴비화 시설 ····· 27

<그림 3-1> 미생물의 증식 조건 ····· 61
<그림 3-2> 시간에 따른 미생물 변화량 ····· 62
<그림 3-3> 미생물에 의한 악취 제거 기작 ····· 67

<그림 4-1> 정읍시 대기오염 측정망 위치도 ····· 75
<그림 4-2> 김제시 대기오염 측정망 위치도 ····· 77
<그림 4-3> 익산시 대기오염 측정망 위치도 ····· 79
<그림 4-4> 정읍시 태인면 축사시설 위치도 ····· 85
<그림 4-5> 정읍시 감곡면 축사시설 위치도 ····· 87
<그림 4-6> 김제시 용지면 축사시설 위치도 ····· 89
<그림 4-7> 김제시 검산동 축사시설 위치도 ····· 91
<그림 4-8> 익산시 왕궁면 축사시설 위치도 ····· 93
<그림 4-9> 익산시 낭산면 축사시설 위치도 ····· 95
<그림 4-10> 정읍시 감곡면(방교리, 오주리) 년간평균 악취가중도 예측결과(등농도 곡선) 106
<그림 4-11> 정읍시 감곡면 장촌마을 시간평균최고 악취가중도 예측결과(등농도 곡선) ·· 106
<그림 4-12> 정읍시 태인면 년평균 악취가중도 예측결과(등농도 곡선) ····· 108
<그림 4-13> 정읍시 태인면 낙양사·주변마을 시간평균최고 악취가중도 예측결과(등농도 곡선) 108

<그림 4-14> 김제시 용지면 년평균 악취가중도 예측결과(등농도 곡선) ····· 110
<그림 4-15> 김제시 용지면 비룡마을 시간평균최고 악취가중도 예측결과(등농도 곡선) 110
<그림 4-16> 김제시 검산동 년평균 악취가중도 예측결과(등농도 곡선) ····· 112
<그림 4-17> 김제시 검산동 부동마을 시간평균최고 악취가중도 예측결과(등농도 곡선) 112
<그림 4-18> 익산시 왕면 년평균 악취가중도 예측결과(등농도 곡선) ····· 114
<그림 4-19> 익산시 왕궁면 왕궁조등학교 시간평균최고 악취가중도 예측결과(등농도 곡선)114
<그림 4-20> 익산시 낭산면·함열읍 년평균 악취가중도 예측결과(등농도 곡선) ····· 116
<그림 4-21> 익산시 낭산면 소도마을 시단평균최고 악취가중도 예측결과(등농도 곡선) 116
<그림 4-22> 지역별 농가수, 사육두수, 악취도 백분율 비교 ····· 119

제1장 사업의 개요

1. 사업의 배경 및 목적
2. 사업의 범위
3. 사업의 내용

제1장 사업의 개요

1. 사업의 배경 및 목적

1.1 사업명

- 전라북도 축사악취 영향도 평가 및 저감 방안 연구

1.2 사업의 배경

- 도내 가축분뇨 악취 문제로 발생한 민원이 2017년 565건이 접수된데 이어 2018년에는 787건이 접수된 것으로 나타났고, 이렇게 발생한 민원에 대해 전라북도와 시군에서 지속적으로 지도·점검은 하고 있으나 오히려 도내 가축분뇨 악취배출허용기준을 위반한 건 수가 해마다 증가하고 있어 사회적 문제로까지 대두되고 있음
- 따라서, 전라북도 내 축사시설의 현황과 악취 발생 특성을 파악하고 축사악취 영향도 평가 등을 통해 적절한 축사악취 저감 방안을 마련하고자 함

1.3 사업의 목적

- 도내 전라북도 내 축사에서 발생하는 악취에 의한 민원이 급증하면서 사회적 문제로까지 대두됨에 따라 도내 축사시설 현황과 악취 발생 특성을 파악하고 축사악취 영향도 평가 등을 통해 적절한 축사악취 저감 방안을 마련하고자 함

2. 사업의 범위

2.1 공간적 범위

- 전라북도 내 축사시설 및 주변지역

2.2 시간적 범위

- 기준년도 : 2020년

3. 사업의 내용

- **전라북도 축사시설 현황 및 특성**
- **악취관리 우수사례 조사 및 시사점**
- **모델링에 근거한 주요 축사악취 영향지역 평가**
- **전라북도 축사 악취 저감 방안**

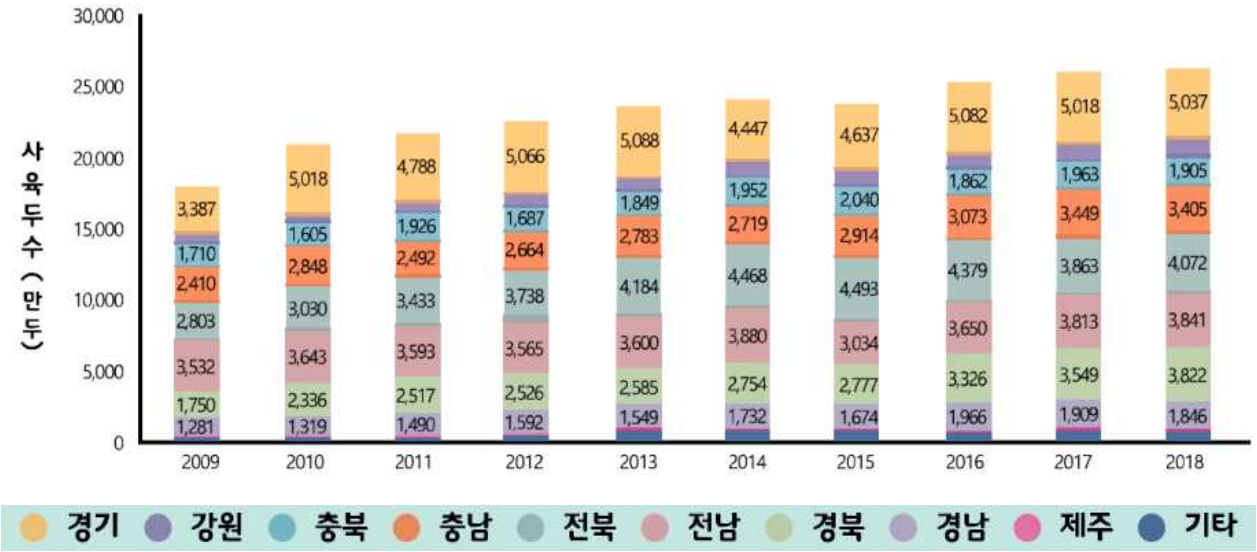
제2장 전라북도 축사시설 현황 및 분포 특성

1. 지역별 축종별 축사시설 현황, 밀집도
2. 돈사시설의 악취 발생원 및 악취 유발물질
3. 돈사시설의 악취관리 현황

제2장 전라북도 축사시설 현황 및 특성

1. 지역별 축종별 축사시설 현황, 밀집도 등

- 전국오염원조사 통계(국립환경과학원, 2018년기준, 2020년)에 의하면, 전라북도의 가축사육두수는 4,072만두로 전국에서 두 번째로 높은 것으로 조사됨.



<그림 2-1> 전국 가축사육두수

1.1 전북지역 축산사육현황 조사

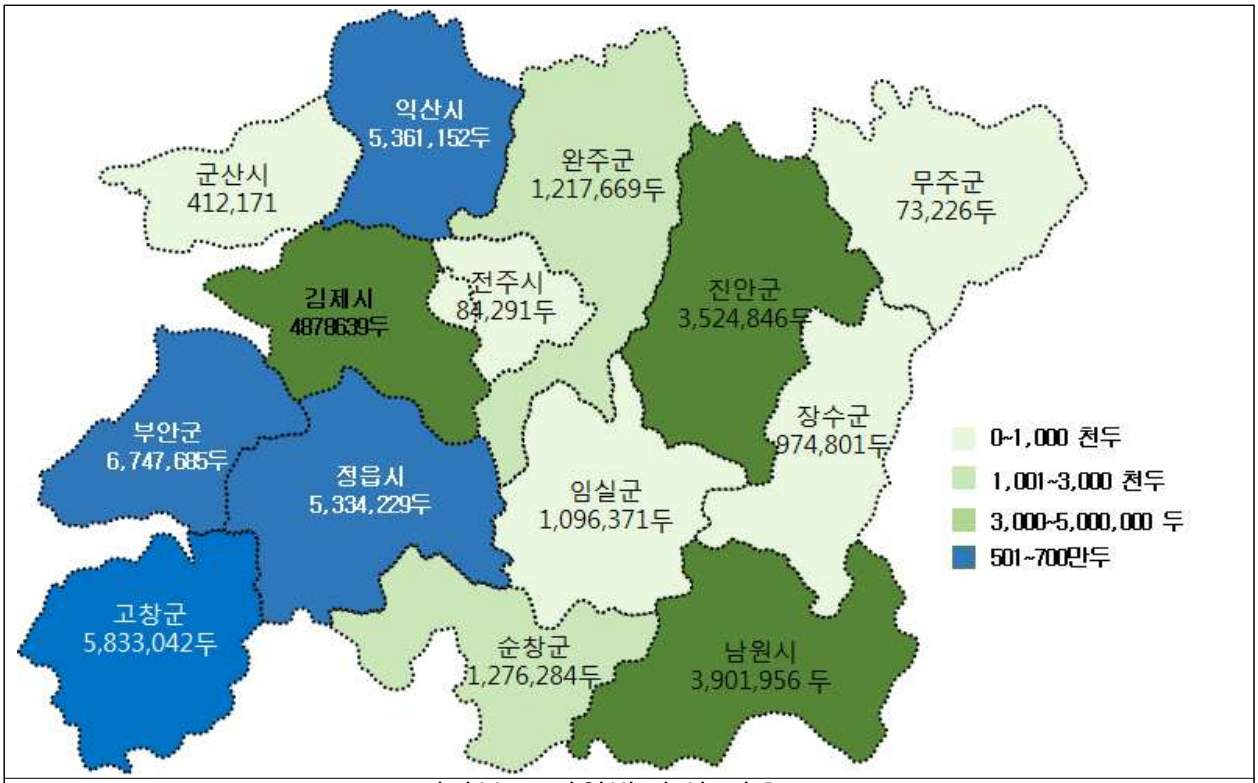
- 전국오염원조사 통계(국립환경과학원, 2018년기준, 2020년)에 따르면, 2017년 전라북도의 사육농가는 총 16,165개소이며 마리수는 40,716,362두로 나타남.
- 익산시, 정읍시, 김제시, 고창군, 부안군 등의 5개 시군에서 사육비율이 69.1 %로 나타났음.
- 시군별 가축사육현황을 살펴보면 한우 및 돼지는 정읍시, 젖소는 고창군, 닭・오리는 부안군이 가장 많이 사육하는 것으로 나타남.

<표 2-1> 전라북도 가축사육현황(2018년 기준)

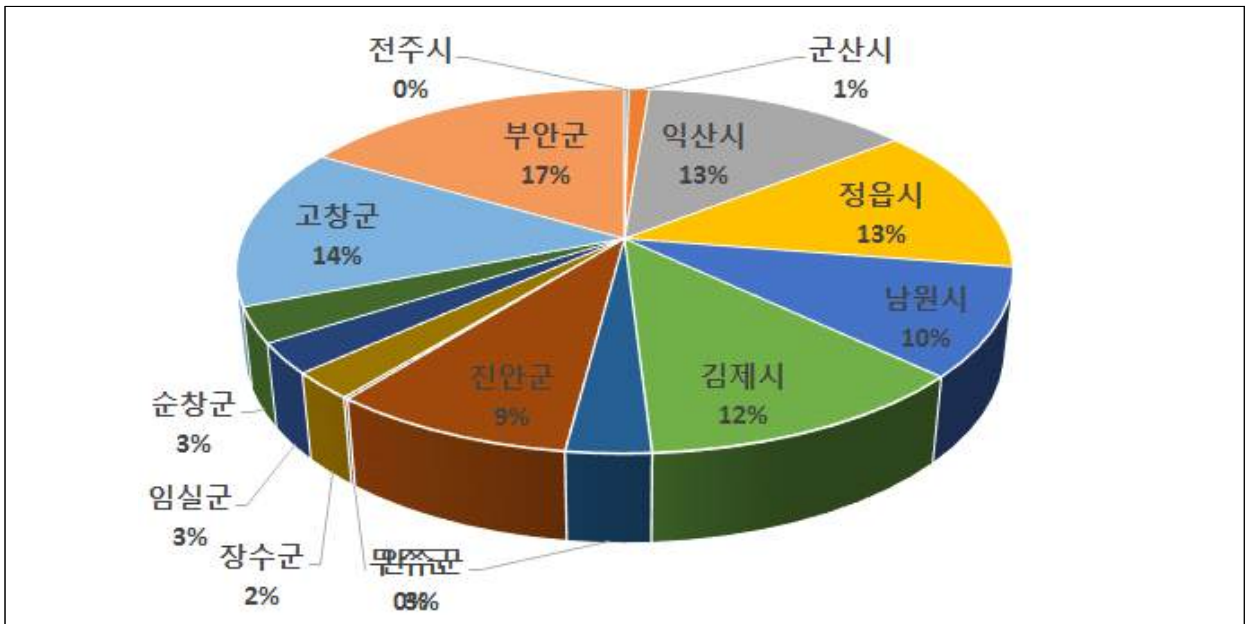
(단위 : 두수)

구분	계	한우	젖소	돼지	닭·오리(기타가금)	말·사슴	양·염소	개
전주시	84,291	825	67	3,500	79,450	105	344	0
군산시	412,171	8,198	1,014	41,093	356,654	113	3,020	2,079
익산시	5,361,152	34,232	1,972	211,794	5,094,900	32	8,335	9,887
정읍시	5,334,229	82,409	6,265	290,116	4,925,846	331	10,014	19,248
남원시	3,901,956	32,756	3,586	103,182	3,757,771	61	1,461	3,139
김제시	4,878,639	45,163	1,337	255,741	4,573,360	809	2,229	0
완주군	1,217,669	29,686	2,665	74,454	1,103,842	197	5,578	1,247
진안군	3,524,846	8,676	941	63,287	3,441,376	27	6,060	4,479
무주군	73,226	7,868	543	14,183	45,700	53	1,043	3,836
장수군	974,801	29,881	68	34,241	904,500	398	3,823	1,890
임실군	1,096,371	16,489	3,204	75,747	1,000,132	37	663	99
순창군	1,276,284	12,205	871	16,104	1,237,183	984	7,647	1,290
고창군	5,833,042	26,224	10,003	138,159	5,651,000	19	3,589	4,048
부안군	6,747,685	25,184	1,263	39,730	6,671,335	526	4,754	4,893
총 계	40,716,362	359,796	33,799	1,361,331	38,843,049	3,692	58,560	56,135

자료 : 전국오염원조사, 국립환경과학원(2018년 기준, 2020)



전라북도 지역별 축산 사육두수

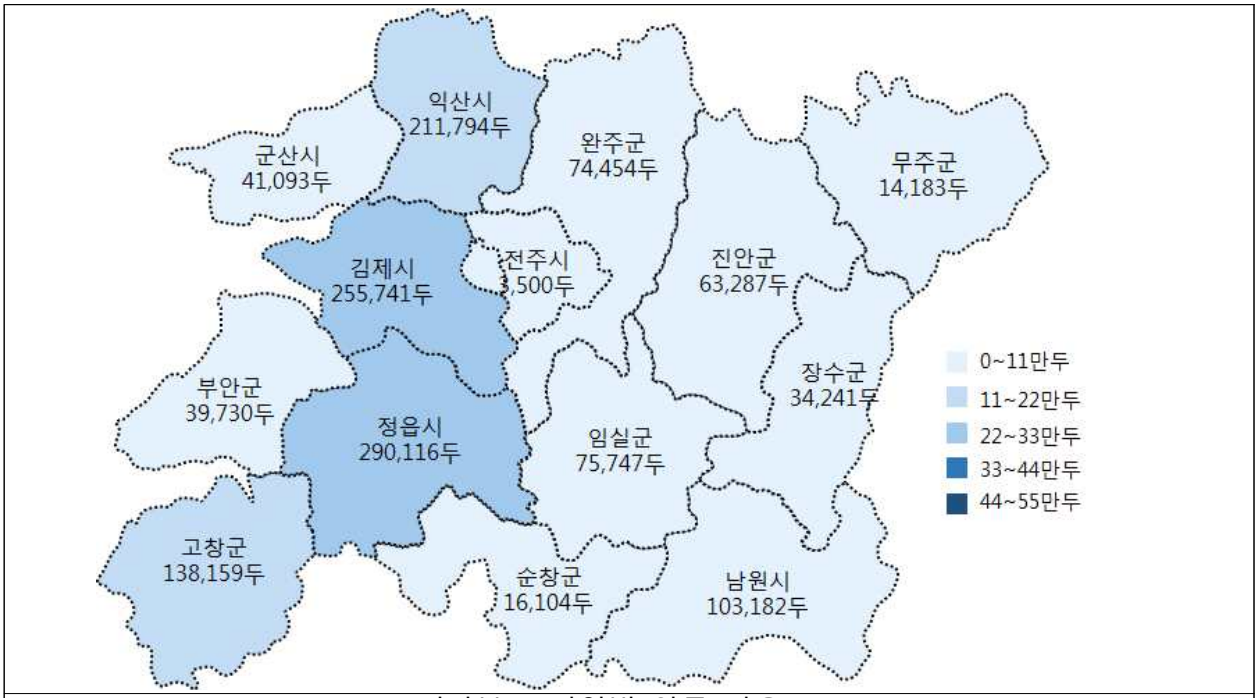


전라북도 지역별 축산 사육비율

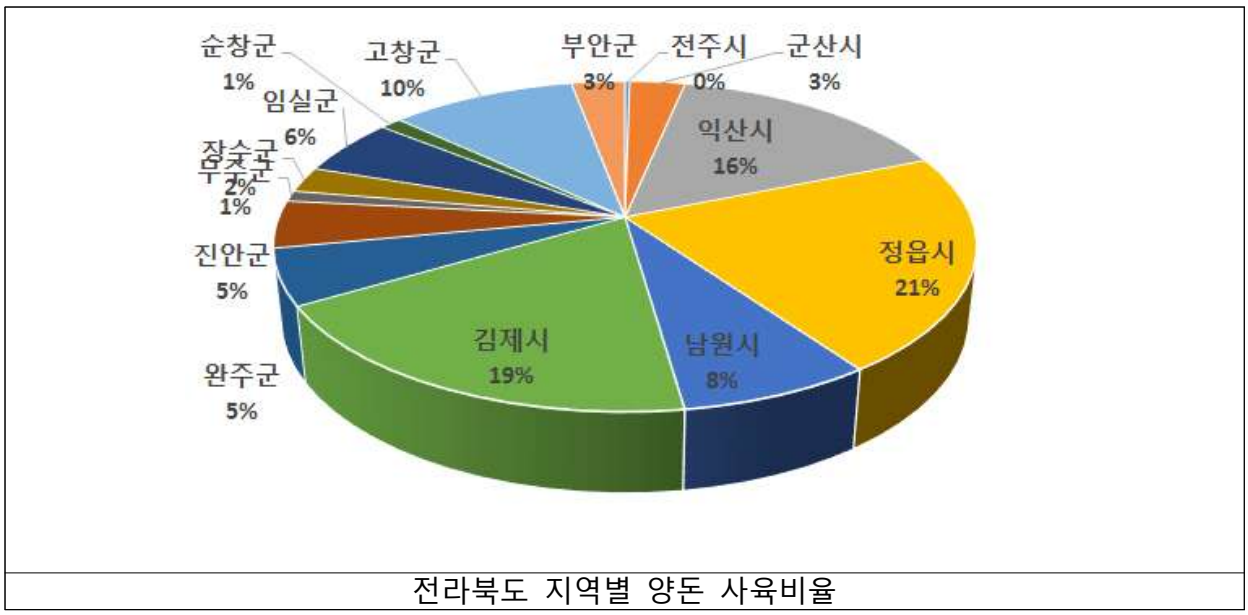
<그림 2-2> 전라북도 지역별 축산 사육두수 및 비율

1.2 주요 축산사육지역(시 · 군) 선정

- 가축들 중 양돈이 악취 배출계수가 가장 높고, 악취 민원의 주요 시설로 인정되고 있어 시군별 양돈 사육 두수로 주요 축산사육 지역(시·군)을 선정하였음.
- 선정기준은 양돈 사육 비율이 15% 이상인 지역으로 하였으며, 대상지역은 정읍시, 김제시, 익산시로 조사되었음.



전라북도 지역별 양돈 사육두수



전라북도 지역별 양돈 사육비율

<그림 2-3> 전라북도 지역별 양돈 사육두수 및 비율

1.3 주요 양돈사육지역(읍・면) 선정

• 주요 축산사육지역 선정을 위해 면적대비 사육밀도(두수/km^2), 인구대비 사육밀도(두수/명)을 검토하였음. 악취는 일반적으로 대기오염물질에 비하여 영향거리가 짧고 비교적 순간적으로 사람의 심리상태에 영향을 미치므로 그 지역의 면적대비 사육두수와 주거밀집도 대비 사육두수의 밀도는 중요한 인자 중의 하나로 판단됨.

• 따라서, 전라북도 기초지자체내 읍면별 주요 양돈 사육에 의한 악취영향도가 높을 것으로 예측되는 지역의 선정을 위해 면적과 인구를 고려한 영향 면적 대비 사육두수・인구를 산출하여 영향 factor가 높고, 사육두수가 높은 정읍시, 익산시, 김제시에서 각각 2개 읍면을 선정하였음.

가. 정읍시

• 정읍시는 감곡면이 사육두수 58,009두수로 가장 많은 양돈을 사육중이며, 다음으로는 덕천면이 39,548두수, 태인면이 38,617두수, 옹동면이 31,382두수로 조사됨.

• 읍면별 면적대비 사육두수 밀도는 덕천면이 1,913두수/㎢로 가장 높게나타났으며, 다음으로는 감곡면이 1,396.46두수/㎢, 태인면이 1129두수/㎢, 이평면이 900두수/㎢으로 나타남.

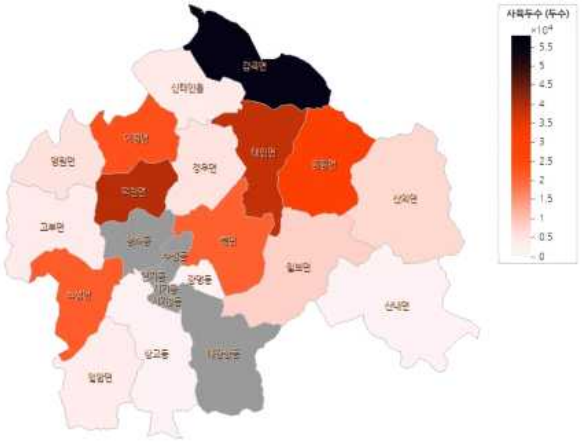
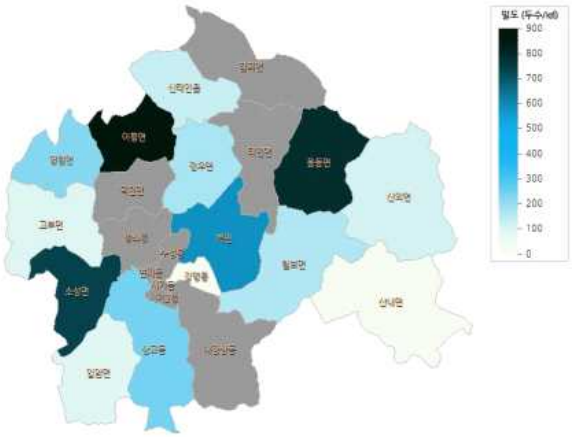
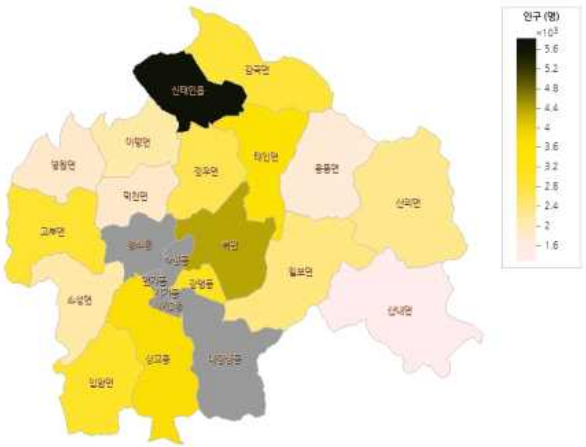
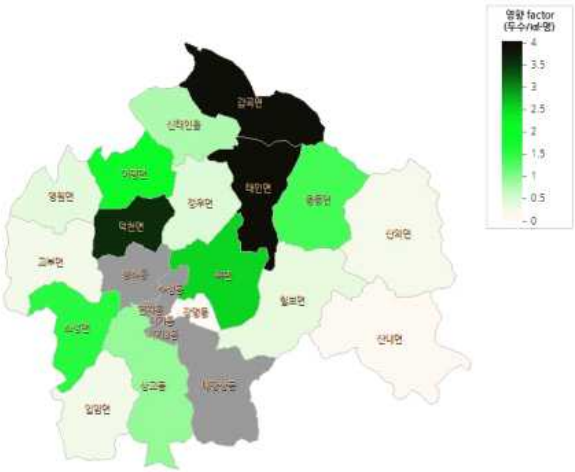
• 최종적으로 주요 영향지역을 선정하기 위한, 악취 영향 factor(두수・인/km^2)는 태인면이 1순위, 감곡면이 2순위, 덕천면이 3순위, 북면이 4순위, 이평면이 5순위를 나타내었음.

<표 2-2> 정읍시 주요 양돈 사육지역 및 악취 영향 factor

정읍시	농가수 (개소)	마리수 (두수)	면적(㎢)	밀도 (두수/㎢)	인구(명)	영향 factor (두수・명/m^2)	순위
감곡면	**27**	**58,009**	**41.54**	**1396.46**	**2,848**	**3.977**	**2**
고부면	8	3,811	40.03	95.20	2,906	0.277	
장명동	1	0	6.56	0.00	3,132	0.000	
덕천면	**24**	**39,548**	**20.67**	**1913.30**	**1,880**	**3.597**	**3**
노송동	2	2,766	18.81	147.05	4,349	0.640	10
북면	**7**	**20,797**	**35.55**	**585.01**	**4,384**	**2.565**	**4**
산내면	1	28	65.23	0.43	1,294	0.001	
산외면	2	7,179	62.72	114.46	2,291	0.262	10
상교동	4	11,312	46.15	245.11	3,759	0.921	8
소성면	8	21,437	29.08	737.17	2,112	1.557	6
신태인읍	3	3,989	29.69	134.36	5,822	0.782	9
영원면	3	5,605	24.94	224.74	1,859	0.418	
옹동면	14	31,382	39.89	786.71	1,739	1.368	7
이평면	**21**	**23,130**	**25.71**	**899.65**	**2,128**	**1.914**	**5**
입암면	3	3,243	35.71	90.81	2,972	0.270	
정우면	10	5,414	30.33	178.50	2,679	0.478	8
칠보면	3	8,357	49.63	168.39	2,394	0.403	
태인면	**21**	**38,617**	**34.21**	**1,128.82**	**3,583**	**4.045**	**1**

자료 : 전국오염원조사, 국립환경과학원(2017년 기준, 2020)

자료 : 인구 및 면적 자료는 정읍시 통계연보(2019년 12월 기준, 정읍시) 인용

<table>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>읍면별 사육두수</td><td>읍면별 밀도(두수/km^2)</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>읍면별 인구수</td><td>읍면별 영향 factor(두수/km^2 · 명)</td></tr>
</table>

<그림 2-4> 정읍시 양돈 밀집 지역(읍면)

나. 김제시

• 김제시는 용지면이 사육두수 126,067두수로 가장 많은 양돈을 사육중이며, 다음으로는 공덕면이 26,813두수, 백산면이 23,130두수, 봉남면이 11,432두수로 조사됨.

• 읍면별 면적대비 사육두수 밀도는 용지면이 3,612두수/㎢로 가장 높게 나타났으며, 다음으로는 공덕면이 918두수/㎢, 백산면이 789두수/㎢, 청하면이 530두수/㎢으로 나타남.

• 최종적으로 주요 영향지역을 선정하기 위한, 악취 영향 factor(두수・인/km^2)는 공덕면이 1순위, 검산동이 2순위, 신풍동이 3순위, 요촌동이 4순위, 공덕면이 5순위를 나타내었음.

<표 2-3> 김제시 주요 양돈 사육지역 및 악취 영향 factor

정읍시	농가수 (개소)	마리수 (두수)	면적(㎢)	밀도 (두수/㎢)	인구(명)	영향 factor (두수・명/m^2)	순위
공덕면	**17**	**26,813**	**29.2**	**918.25**	**2,665**	**2.447**	**5**
광활면	2	200	32.01	6.25	1,386	0.009	
금구면	9	10,020	42.46	235.99	5,088	1.201	7
금산면	7	8,172	66.79	122.35	4,818	0.589	
신풍동	**9**	**8,080**	**23**	**351.30**	**13,241**	**4.652**	**3**
만경읍	2	253	23.95	10.56	2,864	0.030	
백산면	25	23,130	29.31	789.15	2,714	2.142	6
봉남면	7	11,432	23.73	481.75	2,321	1.118	8
검산동	**4**	**7,200**	**14.24**	**505.62**	**11,921**	**6.027**	**2**
성덕면	1	100	22.23	4.50	1,895	0.009	
용지면	**90**	**126,067**	**34.9**	**3612.23**	**3,984**	**14.391**	**1**
교월동	3	3,999	27.91	143.28	6,741	0.966	10
죽산면	2	6,000	36.81	163.00	2,610	0.425	
청하면	6	10,480	19.77	530.10	1,837	0.974	9
황산면	6	4,100	18.15	225.90	2,043	0.462	
요촌동	**3**	**3,046**	**11.07**	**275.16**	**11,548**	**3.178**	**4**

<table>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>읍면별 사육두수</td><td>읍면별 밀도(두수/km^2)</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>읍면별 인구수</td><td>읍면별 영향 factor(두수/km^2 · 명)</td></tr>
</table>

<그림 2-5> 김제시 양돈 밀집 지역(읍면)

다. 익산시

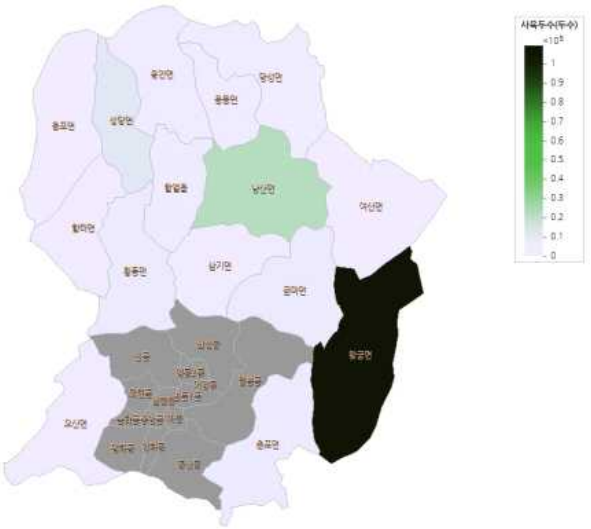
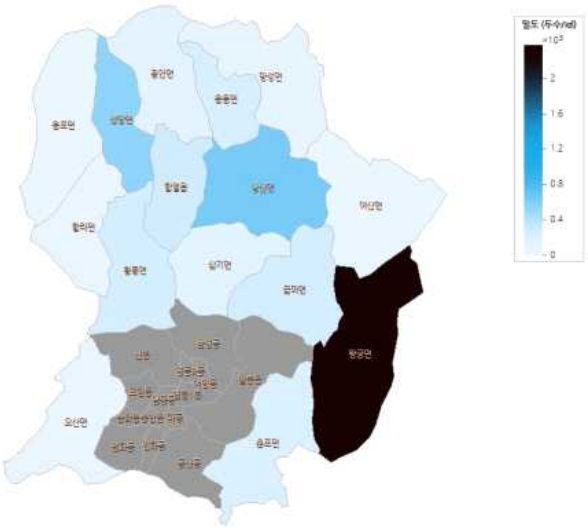
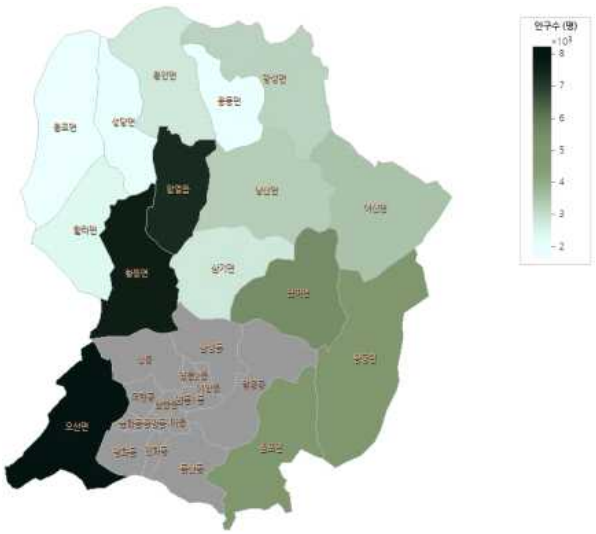
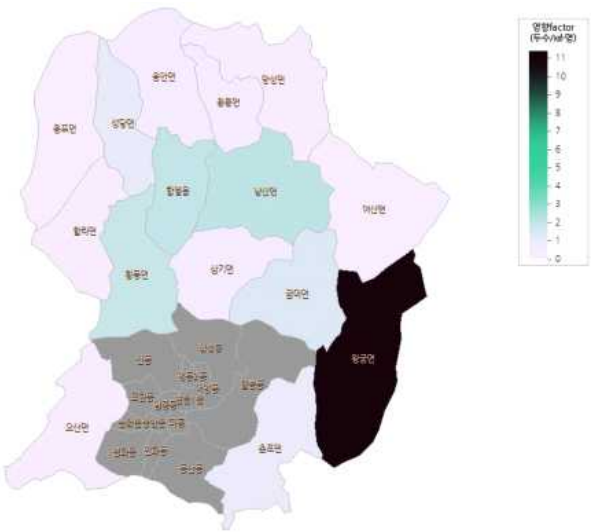
• 익산시는 왕궁면이 사육두수 109,549두수로 가장 많은 양돈을 사육중이며, 다음으로는 낭산면이 22,280두수, 성당면이 10,510두수, 황등면이 6,990두수로 조사됨.

• 읍면별 면적대비 사육두수 밀도는 왕궁면이 2,382두수/㎢로 가장 높게나타났으며, 다음으로는 낭산면이 637두수/㎢, 성당면이 553두수/㎢, 함열읍이 275두수/㎢으로 나타남.

• 최종적으로 주요 영향지역을 선정하기 위한, 악취 영향 factor(두수・인/km^2)는 왕궁면이 1순위, 낭산면이 2순위, 함열읍이 3순위, 황등면이 4순위, 금마면이 5순위를 나타내었음.

<표 2-4> 익산시 주요 양돈 사육지역 및 악취 영향 factor

정읍시	농가수 (개소)	마리수 (두수)	면적(㎢)	밀도 (두수/㎢)	인구(명)	영향 factor (두수・명/m^2)	순위
금마면	**4**	**7,167**	**28**	**255.96**	**5,543**	**1.419**	**5**
낭산면	**2**	**22,280**	**35**	**636.57**	**3,309**	**2.106**	**2**
망성면	2	3,666	32	114.56	3,216	0.368	
삼기면	1	3,500	23	152.17	2,796	0.425	8
성당면	8	10,510	19	553.16	2,013	1.114	6
여산면	2	0	36	0.00	3,509	0.000	
오산면	1	420	29	14.48	8,229	0.119	
왕궁면	**135**	**109,549**	**46**	**2381.50**	**4,795**	**11.419**	**1**
용동면	1	4,000	17	235.29	1,656	0.390	10
용안면	2	3,932	26	151.23	2,776	0.420	9
웅포면	4	0	33	0.00	1,643	0.000	
춘포면	7	6,183	30	206.10	4,798	0.989	7
함라면	2	1,192	23	51.83	2,384	0.124	
함열읍	**17**	**5,229**	**19**	**275.21**	**7,321**	**2.015**	**3**
황등면	**3**	**6,990**	**28**	**249.64**	**7,611**	**1.900**	**4**

<table>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>읍면별 사육두수</td><td>읍면별 밀도(두수/km^2)</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>읍면별 인구수</td><td>읍면별 영향 factor(두수/km^2 · 명)</td></tr>
</table>

<그림 2-6> 익산시 양돈 밀집 지역(읍면)

라. 읍면 선정

• 정읍시, 김제시, 익산시의 읍면별로 선정된 총 15개 읍면 중 최종적으로 6개의 주요 영향조사 대상인 읍면을 선정하기 위하여 사육두수, 인구수, 악취영향 factor 등을 재 나열하여 비교하였음

• 비교결과, 1순위는 김제시 용지면, 2순위는 익산시 왕궁면, 3순위는 김제시 검산동, 4순위는 김제시 신풍동, 5순위는 정읍시 태인면 등으로 조사됨.

• 따라서, 이와 같은 영향 factor와 사육두수를 고려하여 각각 시별로 2개 읍면지역을 선정하였음

• 선정결과, 정읍시는 태인면과 감곡면, 김제시는 용지면과 검산동, 익산시는 왕궁면과 낭산면을 대상지역으로 하였음.

<표 2-5> 전라북도 주요 양돈 사육지역 및 악취 영향 factor

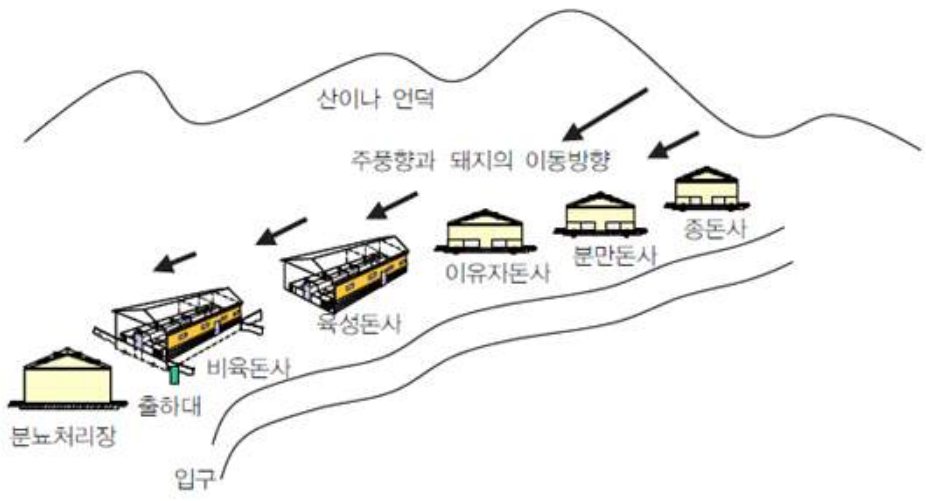
		농가수 (개소)	마리수 (두수)	면적(㎢)	밀도 (두수/㎢)	인구(명)	영향 factor (두수・명/m^2)	순위
정읍시	**감곡면**	**27**	**58,009**	**41.54**	**1396.46**	**2,848**	**3.977**	**6**
	덕천면	24	39,548	20.67	1913.30	1,880	3.597	7
	북면	7	20,797	35.55	585.01	4,384	2.565	9
	이평면	21	23,130	25.71	899.65	2,128	1.914	13
	태인면	**21**	**38,617**	**34.21**	**1,128.82**	**3,583**	**4.045**	**5**
김제시	공덕면	17	26,813	29.2	918.25	2,665	2.447	10
	신풍동	9	8,080	23	351.30	13,241	4.652	4
	검산동	**4**	**7,200**	**14.24**	**505.62**	**11,921**	**6.027**	**3**
	용지면	**90**	**126,067**	**34.9**	**3612.23**	**3,984**	**14.391**	**1**
	요촌동	3	3,046	11.07	275.16	11,548	3.178	8
익산시	금마면	4	7,167	28	255.96	5,543	1.419	15
	낭산면	**2**	**22,280**	**35**	**636.57**	**3,309**	**2.106**	**11**
	왕궁면	**135**	**109,549**	**46**	**2381.50**	**4,795**	**11.419**	**2**
	함열읍	17	5,229	19	275.21	7,321	2.015	12
	황등면	3	6,990	28	249.64	7,611	1.900	14

2. 돈사시설의 악취 발생원 및 악취 유발물질

2.1 돈사시설의 주요 공정 및 악취 발생원 검토

가. 돈사시설의 일반적인 형태

- 국내 돈사 형태를 구분하면 돈사 개방 여부에 따라 창문을 설치하고 기계적인 환기를 하는 방식의 무창돈사, 측벽에 윈치커튼을 이용해 개방하는 개방식 돈사로 구분됨.
- 성장 단계별로 모돈사(임신돈사), 분만돈사, 자돈사, 육성돈사, 비 육돈사, 육성비육돈사(육성돈과 비육돈 함께 사육)로 구분됨.
- 일반적으로 돼지 사육 중 관리자나 돼지의 출입빈도가 많은 분만돈사, 종돈사 등은 오염되기 쉬운 분뇨처리장, 비육돈사 및 출하대 등과 가장 멀리 떨어지도록 배치한다. 특히 돼지의 이동 방향도 임신 → 분만 → 이유 → 육성 → 비육 → 출하대 순서가 순서가 되도록 설계함.
- 그리고, 마지막으로 최대오염유발원인 가축분뇨처리장은 맨 끝지점에 위치하고 있음.



<그림 2-7> 돈사 시설배치 예

나. 축사시설에서의 악취 발생원

- 축사내에서는 축사바닥, 쓰레기, 가축 및 사료 등에서 악취가 발생되며, 분뇨를 처리하는 과정 중의 저장・운반, 퇴액비 처리과정 중에 고농도의 악취가 발생됨.

<표 2-6> 축산악취 발생원에 따른 악취강도와 악취물질

발생원		악취강도	주요 악취물질
축사내	가축, 채취	약	황화수소, 암모니아, 메틸메르캅탄, 다이메틸설파이드
	축사바닥	중	
	사료(배합)	약	
	쓰레기	강	디메틸아민, 트리메틸아민, 젖산
	하수구	중	
분뇨 시설	분뇨 운반장치	중	암모니아, 황화수소, 메틸메르캅탄, 트리메틸아민, 다이메틸설파이드, 다이메틸다이설파이드
	건조	약~중	
	퇴비 저장시설	약	
	오수 처리시설	약	암모니아, 메틸메르캅탄 황화수소
	분뇨, 오니 처리장	중	황화수소, 암모니아
	분 건조기	강	암모니아, 디메틸아민, 메틸메르캅탄

자료 : 한국농어촌공사, 가축분뇨에너지자원화 자체수익사업 모델개발, 2012

- 특히, 고농도의 악취가 발생되는 분뇨의 처리 형태에 따라 슬러리 돈사, 스크레퍼 돈사, 톱밥 돈사로 구분할 수 있음
- 슬러리돈사는 분, 뇨, 세척수가 혼합되어 슬러리 저장조에 저장관리 되며, 분뇨가 돈사에 일정기간 저장되기 때문에 악취가 심하게 발생함.
- 스크레퍼 돈사는 스크레퍼를 이용하여 액상의 뇨와 세척수를 고상(분)과 분리하여 저장·관리하는 방식으로 뇨는 재래식 돈사에서와 같이 구배에 의해 자연 배출시키고, 분은 스크레퍼로 긁어서 배출시키는데 이 과정에서 강한 악취가 발생됨
- 톱밥 돈사는 분뇨가 깔짚으로 사용하는 톱밥과 혼합되어 발생되고, 분뇨 역시 고상(톱밥+분뇨)으로 발생되어 퇴비화하는 방식으로, 적정 주기에 적량의 톱밥보충이 없으면 심한 악취가 발생됨
- 앞서 제시한 축사형태 중 개방형 축사에 윈치커튼이 설치되어 있는 윈치식 돈사와 무창돈사로 구분할 수 있으며, 개방형 축사는 기둥과 지붕으로만 이루어져 벽면이 없는 형태로 악취의 비산율이 높고 악취의 적정관리가 어려움
- 무창형은 창문이 없는 형태로 축사 내부의 온도와 습도 등 환경의 인공적인 제어가 가능하나, 부 적절한 설계시에는 내부의 악취 축적량이 개방형 돈사보다 오히려 높을 수 있음.
- 환기방식은 윈치자연식, 기계식 무창, 자연식과 기계식 혼합형이 있음



〈슬러리 돈사〉



〈스크레퍼 돈사〉



〈톱밥 돈사〉





〈윈치 돈사〉





〈무창 돈사〉

자료 : 세종시 축산악취 개선방안 연구, 2018

<그림 2-8> 돈사 사육시설 유형

다. 악취 발생원별 주요 악취유발물질 평가

- 돈사 악취저감모델 개발 연구에서 돈사의 규모에 따라 측정된 다양한 결과를 인용하여 돈사내 주요 악취물질을 검토하였음.
- 검토 결과, 고농도로 배출되는 물질로는 암모니아, 황화수소 등이나, 항목별 최소 취기 감지농도를 고려한 냄새의 유발치가 높은 물질은 황화수소, 트리메틸아민, 크레졸로 평가됨.

<표 2-7> 돈사내 슬러리피트의 주요 악취물질

(단위 : ppb)

항목	사육밀도(m^2/두)			평균 농도
	0.8	1.0	1.2	
단쇄지방산류	171.4	203.7	195.0	190.03
아세트산	54.8	74.3	84.5	71.20
프로피온산	64.2	96.0	75.3	78.50
부티르산	52.3	33.4	35.1	40.27
발레르산	11.4	6.2	7.4	8.33
이성체지방산	19.3	22.0	20.5	20.60
i-부티르산	9.7	9.9	9.2	9.60
i-발레르산	9.7	12.1	11.3	11.03
페놀류	20.4	22.7	25.1	22.73
페놀	2.6	2.2	2.2	2.33
p-크레졸	17.8	20.6	22.9	20.43
인돌류	1.4	1.1	1.2	1.23
인돌	0.2	0.3	0.2	0.23
스카톨	1.3	0.8	1.0	1.03
황화합물	1,031.2	611.2	684.1	775.50
황화수소	1,014.4	600.9	667.2	760.83
메틸머캅탄	13.0	7.8	12.2	11.00
디메틸설파이드	3.7	2.4	4.6	3.57
디메틸디설파이드	0.1	0.1	0.2	0.13
암모니아	5,179.4	14,861.4	12,918.4	10,986.40
트리메틸아민	29.3	19.5	17.4	22.07

3. 돈사시설의 악취관리 현황

- 악취 주요 원인인 가축분뇨 발생량을 전국과 비교해 보면 217백만톤으로 5번째로 높은 순위를 보여 주고 있음.
- 1순위는 경기도 365백만톤, 2순위는 충정남도가 306백만톤 등으로 조사됨.



<그림 2-9> 전국 가축분뇨 발생량

3.1 가축분뇨 처리 방법

- 전라북도의 주요 가축처리 방법은 대부분이 자체 퇴비화를 하고 있으며, 위탁공공정화처리 및 위탁 자원화, 자체액비화, 자체정화처리 등을 하고 있음.

<표 2-8> 전라북도 돈분처리 방법

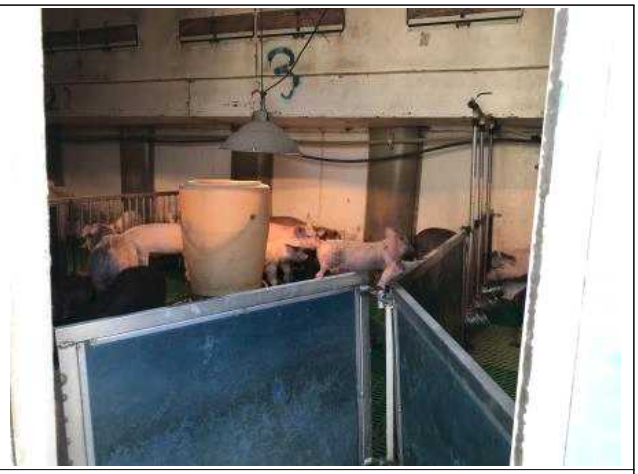
농가수 (개소)	사육 두수 (천두)	가축분뇨 발생량(m^3/일)	자가처리(m^3/일)				위탁처리(m^3/일)		
			소계	정화	액비	퇴비	소계	공공정화	자원화
1,135	1,442	7,356	3,732	42	87	3,603	3,624	1,633	1,991

3.2 축사 사육시설 형태 및 사육 방법(전라북도)

가. 중점 방문 축사 내용

- 정읍시 감곡면에 위치한 축사로 사육두수는 1,600두 정도로 비교적 중규모 이상으로 사육하고 있음
- 내부 축사 및 주변 시설을 청결하게 관리하고 악취 저감을 위한 안개 분무시스템을 사용하고 있음
- 그러나, 돈사내부의 일부 악취와 가축분뇨 저장조에서의 악취에 의하여 주변지역에서 민원이 발생되고 있음.

논의 사항	내용	비고
1. 운영 전반	-사육두수 : 1,600 두(돼지) -규모 : 2,056 m^2 -가축분뇨 처리 방법 : 위탁처리(6.21 m^3/일) -가축분뇨 저장조 용량 : 1286 m^3 -사료에 미생물 급여 -특이 사항 : 약 140m 이격된 주거지(약 15 가구)에서 지속적인 민원 제기, 악취 방지시설 없음	
2. 악취저감 우수 사례	-주변지역 악취 저감 방법 : 주거밀집 지역 방향의 부지 경계선에 안개 분무시스템(미생물 첨가) 설치 및 운영 중에 있으나, 민원은 지속적으로 제기 되고 있음.	
3. 운영시 문제점	-악취 방지시설이 없으며, 가축분뇨 순환시스템 등이 없어 분뇨의 악취 강도가 큼 -지속적인 청소 등을 하고 있으나, 시설의 노후화에 따른 한계 존재	
4. 악취저감 현장 적용 가능한 추천 사항	-악취 발생강도가 특히 큰 비육사에 바이오커튼 설치 -가축분뇨 순환시스템 설치 및 호기성 운영 -관리자의 요구 사항 : 안전한 방역을 위한 사료차 등의 거점 소독 시스템 구축(지자체 운영)	

	
축사 내부 모니터링 시스템(온습도 조절 가능)	돈사 내부(자돈)
	
돈사 내부(모돈)	돈사 내부(비육돈)
	
안개 분무 시스템(미생물 첨가)	축사 환기시스템(배기)

<그림 2-10> 중점 방문 축사 현황

나. 기타 방문 축사 내용

- 민원이 제기되는 대부분의 축사는 가축분뇨의 냄새저감을 위해 미생물제재를 살포하고 있으나, 돈사의 배기악취를 저감하기 위한 방지시설이 없으며, 가축분뇨의 악취를 저감하기 위한 액비 순환 및 호기성 폭기 시스템 등이 도입되지 않아 고농도의 악취가 유발됨.

	
김제시 축사 1	김제시 축사 2
	
익산시 축사 1	익산시 축사 2
	
장수군 축사	정읍시 축사

<그림 2-11> 기타 전북지역 축사

<table>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>자체 퇴비화 시설 1(장수군)</td><td>자체 퇴비화 시설 2(장수군)</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>자체 퇴비화 시설 1(진안군)</td><td>공동 퇴비화 시설(진안군)</td></tr>
</table>

<그림 2-12> 기타 전북지역 자체 퇴비화 시설

제3장 악취 관리 우수사례 조사 및 시사점 도출

1. 악취 원인 대응방안
2. 국내외 악취관리 우수 사례
3. 미생물 악취저감 기작
4. 시사점 도출 및 악취 저감 방향

1. 악취 원인 및 대응방안

1.1 악취 발생 원인과 장소

가. 가축분뇨의 악취 발생

- 축분의 악취물질은 크게 질소화합물과 황화합물, 유기산류로 대별되는데, 질소화합물에는 암모니아, 아민류가 있으며, 황화합물에는 황화수소, 메틸메르캅탄, 황화메틸, 이황화메틸류가 악취영향을 주고, 유기산류에는 뷰틸산, 발레르산, 이소발레르산 등 C2-C6계열이 악취원인으로 확인됨.

<표 3-1> 가축분뇨 악취물질 및 특성

화합물	악취물질명	악취 특성
질소화합물	암모니아(NH_3)	-분뇨 악취
	아민류 (CH_3NH_2,$(CH_3)_2NH$, $(CH_3)_3N$)	-부패한(썩은) 생선 악취
황화합물	황화수소(H_2S)	-부패한(썩은) 달걀 악취
	메틸메르캅탄(CH_3SH)	-부패한(썩은) 마늘, 양파, 양배추, 음식물 등의 자극적인 악취
	황화메틸($(CH_3)_2S$)	
	이황화메틸($(CH_3)_2S_2$)	
유기산	뷰틸산, 발레르산, 이소발레르산	-부패한(썩은) 치즈 악취, 불쾌한 악취

자료 : 축산환경관리원, 2018 깨끗한 축산 농장 및 광역축산 악취개선사업 우수사례

나. 악취발생원 장소 특성

- 축사의 악취 발생원별로 축사내부, 축사외부, 분뇨처리시설로 구분할 수 있으며, 악취발생 특성은 다음과 같음.

<표 3-2> 악취발생원별 특성

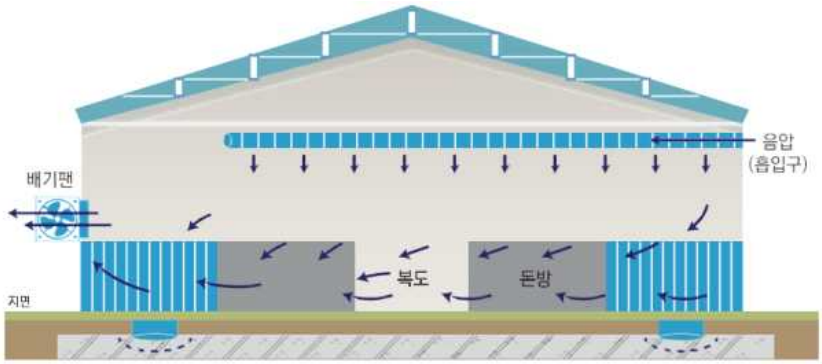
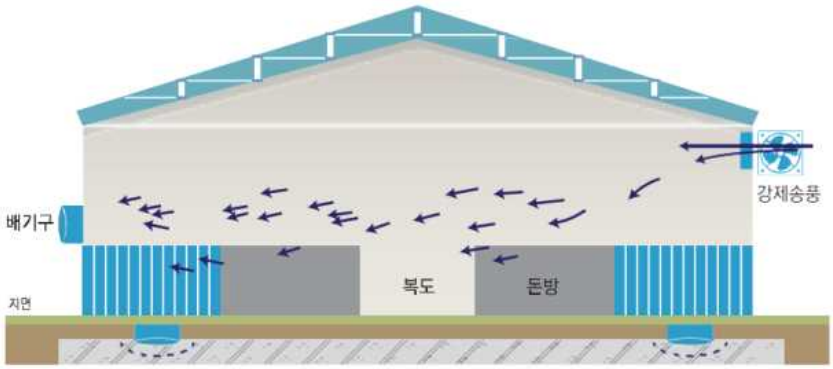
축사내부	축사외부	분뇨처리시설
- 과밀사육으로 인한 문제 - 분뇨의 혐기상태 - 사료 찌꺼기와 분진 - 가축의 털과 비듬 - 내부 유기물의 부패 - 높은 습도	- 아무런 장치 없는 배기구 - 축사의 개방 면 노출 - 가축 이동통로 관리 소홀 - 분뇨 이송라인 노출 - 슬러리피트 노출	- 분뇨의 단순 퇴적 - 간헐적 폭기/교반(가끔) - 악취저감 시설의 미숙한 운용 - 퇴비사·액비조 개방 면

자료 : 축산환경관리원, 2018 깨끗한 축산 농장 및 광역축산 악취개선사업 우수사례

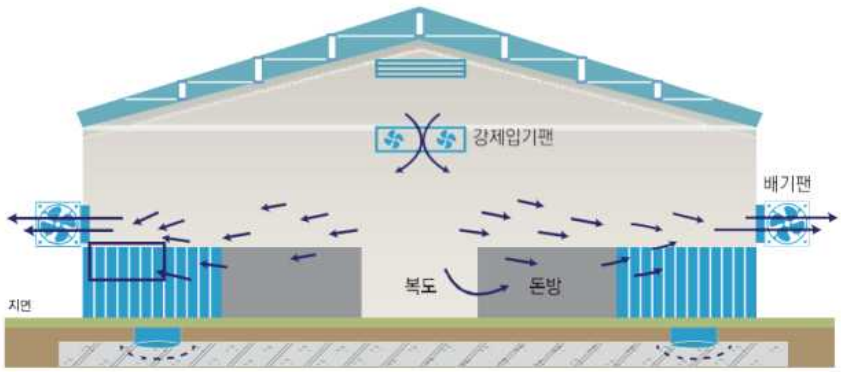
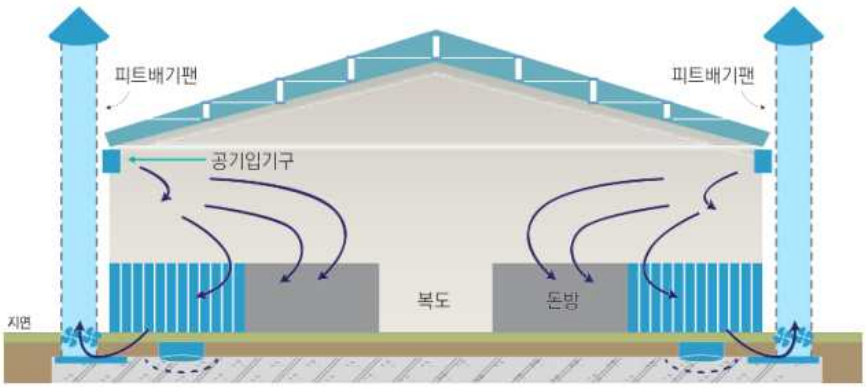
1.2 축사별 환기시스템에 따른 악취 발생 특성

가. 돈사유형

- 환기시스템과 관련한 돈사 유형은 주로 음압과 양압시스템, 등압 절충형과 피트 배기 형태로 구분됨. 흡배기구의 팬 가동을 통한 돈사내외 압력차를 이용함.

<table>
<tr><th>환기시스템</th><th colspan="2">내용</th></tr>
<tr><td rowspan="4">음압(陰壓)</td><td colspan="2">•돈사 내 공기압을 음압으로 만들어 공기가 유입되고 배기팬으로 배출</td></tr>
<tr><td>장점</td><td>공기유입량 조절을 위한 입기구 단면의 변형이 용이하고 비용이 저렴</td></tr>
<tr><td>단점</td><td>틈이 많은 돈사는 공기의 흐름을 제어하기 어려움</td></tr>
<tr><td colspan="2">
</td></tr>
<tr><td rowspan="4">양압(陽壓)</td><td colspan="2">•돈사 내로 공기를 강제 유입시켜 배기구로 배출시키는 방식</td></tr>
<tr><td>장점</td><td>돈사의 지붕 밑 따뜻한 공기를 이용할 수 있음</td></tr>
<tr><td>단점</td><td>사육밀도가 높은 공간에서는 온도 조절이 용이하지 않으며 밀폐 정도에 따라 응결수가 발생할 수 있고 환기효율이 낮음</td></tr>
<tr><td colspan="2">
</td></tr>
</table>

자료: 사단법인 대한한돈협회

<table>
<tr><th>환기시스템</th><th colspan="2">내용</th></tr>
<tr><td rowspan="3">등압(等壓)
절충형</td><td colspan="2">•돈사 내를 양압으로 만들고 동시에 팬을 사용하여 강제 배기 시키는 방식</td></tr>
<tr><td>장점</td><td>-돈사 내 공기흐름이 빠르고 환기 효율이 좋음(사육밀도가 높은 곳에서 활용도 높음).
-돈사 내의 압력 상태를 임의로 조성할 수 있으며 송풍량 손실이 적음(환기와 난방의 결합이 용이).</td></tr>
<tr><td colspan="2">
</td></tr>
<tr><td rowspan="4">피트배기</td><td colspan="2">•돈방 바닥아래 피트 부위로 배기하는 방식</td></tr>
<tr><td>장점</td><td>-분뇨에서 발생하는 악취를 줄이고 바닥면의 보온과 건조에 좋음(겨울철 돈사 내 공기흐름을 유지해 줌).</td></tr>
<tr><td>단점</td><td>-슬랏의 비중이 높아야 효율적이며 공기가 직접적으로 돼지에 닿아 사양방식에 따라 호불호가 나뉠 수 있음</td></tr>
<tr><td colspan="2">
</td></tr>
</table>

자료: 사단법인 대한한돈협회

나. 계사유형

- 양계의 경우 주로 터널식, 크로스 플로워 방식, 터보식 및 증상식(지붕배기식)으로 환기시스템이 구분됨.

환기시스템	내용	
터널식	•배기팬을 계사의 한쪽 끝에 설치하고 입기구를 다른 쪽 끝에 설치하거나 양쪽 벽에 설치하는 방식	
	장점	여름에 풍속을 빠르게 해서 내부 온도를 낮출 수 있고 비용 저렴
	단점	겨울철에 찬 공기 유입과 속도가 빨라 호흡기 질병 우려와 입·배기구 사이의 온도차가 큼
크로스플로우 (cross flow)	•한쪽 벽에 입기구를 설치하고 반대편 벽으로 배기팬을 설치하는 방식	
	장점	겨울철 입·배기구의 온도차가 크기 않으며 폭이 넓은 계사에 유리
	단점	공기의 속도가 느리고 사각지대가 발생하며 체감온도를 낮추기 어려워 여름철 대안 필요
터보식	•무창형 고상식 계사의 1층 계분 피트 양쪽 벽에 배기팬을 설치하여 계사 내의 공기를 강제로 배출	
	장점	공기가 계분더미 위를 지나가며 계분을 건조시키고 온도편차를 극소화시킴
	단점	공기의 속도가 빠르지 않고 사각지대가 발생해 여름철 대안 필요
증상식 (지붕배기식)	•계사 바닥을 통하여 입기하고 지붕을 통해서 배기됨	
	장점	양쪽 벽면 바닥·상단의 입기판을 개폐하여 입기하기에 계절별로 환기방식을 달리 할 수 있음
	단점	2층 구조로 되어 있어 건축비가 많이 소요되며 운용이 까다로움

자료: 퓨리나 축산정보

다. 우사유형

- 우사의 경우 일반적으로 모든 부분이 밀폐가 되지 않으며, 보통 자연바람 유동을 이용한 방법과 기계식 송풍을 통한 내부 공기 순환을 활용함.

환기시스템	내용
자연식	- 건물(우사) 배치와 관련이 있으므로 서로 멀리 떨어져 있어야 함 - 우사와 우사를 연동으로 배치하는 것은 내부 공기가 정체하는 현상이 발생할 수 있어 여름철 고온에 의한 스트레스와 악취로 인한 피해를 입을 수 있음
기계식	- 송풍팬이나 대형 선풍기를 이용한 송풍 방법 - 우사 내의 공기순환을 통해 환경을 개선하고 고온 스트레스를 방지

자료: 한우협회

1.3. 일반적인 축사(돈사) 악취 개선 방안

가. 악취원인별 저감방법

- 돈사내 악취 원인은 사양관련 악취(급이종류), 배출된 분뇨의 취급에서 생성된 악취, 생성된 악취의 외부 이동으로 발생하는 민원 악취 등으로 구분되며, 이에 따른 악취저감 방법은 아래와 같음.

<표 3-3> 악취원인별 저감방법

구 분	악취저감 방법
•생성된 악취가 휘산되는 것을 억제	바이오커튼, 바이오필터, 방풍림 등
•악취 원인물질이 축산악취로 진행되는 것을 방지	분뇨신속 배출, 악취저감제 활용, 액비재순환 시스템, 산화제 활용 등
•악취물질이 생성되는 양을 저감	고단백질사료 급여 지양, 사료허실 방지, 사육밀도 유지

나. 관리별 저감방안

- 다양한 축사 악취 저감을 위해서는 관리방법에 따른 악취저감 방법을 적용해야 하며, 일반적으로 시설청결유지가 기본적인 조치이며, 추가로 미생물 및 화학제 등 악취 저감제의 사용, 외부로의 악취 확산 차단을 위한 물리적 시설 설치, 축사 자체를 악취저감형 형태로 시설변경 등 시설면 저감방법과 함께 축사 모니터링, 자체처리가 어려울 경우 축분의 신속한 외부 위탁처리 등이 있음.

<표 3-4> 악취 관리방법별 저감방법

구 분	악취저감 방법
시설 청결 유지	- 축사의 바닥, 벽면, 천장, 시설 등을 주기적으로 깨끗이 청소/관리하고 분뇨를 최대한 빨리 외부로 배출해야 함. - 사료의 단백질 조절을 통해 축분에서 발생하는 암모니아 (NH3) 농도를 줄일 수 있으며 사육밀도의 조절을 통해서 가축의 스트레스를 줄일 수 있음(스트레스로 인해 분뇨의 악취, 증체율 저감, 질병에 취약).
환경개선제를 활용한 제어	- 분뇨살포용, 사료혼합용, 음수혼합용등이 있으며 가축의 장내환경 개선, 사료효율 증가, 분뇨의 악취발생 억제 등의 효과가 있는 것으로 알려져 있음.
물리적 시설 설치를 통한 제어	- 축사 내부의 먼지농도 제어와 악취 제어를 위해 안개분무(물과 오일, 오존수, 이산화염소, 마스킹제 등 혼합사용)를 하거나 환기시설의 개선을 통해 내부환경을 개선하고 공기를 한 곳 으로 집중하여 집진기나 바이오필터, 차단벽 등을 활용해 악취 물질의 확산을 제어 할 수 있음.
축사의 시설 변경	- 최근 양돈에서 악취 제어를 위해 많이 사용하고 있는 깔짚바닥, 전면슬랏, 피트배기, 강제환기, 액비순환 등의 시설 변경/보완으로 축사 내부의 환경을 개선할 수 있음.
축사에서 발생하는 악취에 대한 모니터링	- 축산농가 주변에 무인악취 측정기와 악취 포집장치를 설치하여 민원 발생 시 즉각 대응 할 수 있고, 측정기의 데이터 로거를 활용해 시간대별 악취 성분의 발생정도를 모니터링 할 수 있음(민간 감시단과 악취 측정기를 활용하여 지역 내에 발생하는 악취에 빠르게 대처할 것 을 기대).
축사 내 분뇨의 빠른 배출	- 지역 내에 공동자원화시설과 같은 분뇨처리시설을 활용할 수 있는 경우에는 빠른 주기로 분뇨를 처리하는 것을 권장함(분뇨처리만으로 악취를 제어할 수 없으며, 분뇨가 이동 되면서 또 다른 악취발생원이 생길 수 있음을 간과해선 안됨).

2. 국내외 악취관리 우수 사례

2.1 깨끗한 축산농장 개요

- 가축사육 환경개선으로 농가는 안전하고 품질 좋은 축산물을 공급하고, 지역주민에게 쾌적한 환경을 제공할 목적으로 축산농장의 악취 및 경관, 시설의 적정관리를 통해 자발적으로 깨끗한 축산환경 조성을 위하여 농림축산식품부와 축산환경관리원에서는 해마다 '깨끗한 축산농장' 지정사업을 실시하고 있음.
- 주로 가축 사양관리 강화, 악취발생 저감 등을 실천하는 농가 육성 선정하여 정부 지원사업(가축분뇨처리지원사업, 축사시설현대화 사업 등)에 있어 우선선정 대상에 포함하며, 선정후 사후관리 점검 및 컨설팅 등을 지원하며, 지자체 내에서는 축사외부 경관개선, 시설 및 장비, 미생물제재 지원 등의 혜택이 있음.
- 2018년 말 기준으로 전국 깨끗한 농장으로 지정된 곳은 총 1,815 농장으로, 2019년(2.610호), 2020년(3,250호), 2022년(5,000호)을 계획하고 있음.

<표 3-5> 깨끗한 축산농장 지정현황(2018년, 누계)

(단위:호)

구분	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	세종	계
지정 농가	464	203	100	163	228	258	136	202	39	22	1,815

- '깨끗한 축산농장' 지정사업의 목적과 지정대상, 지정 지원방법은 다음과 같음

1. **지정 목적**

- 축산농가의 자발적인 노력으로 깨끗한 환경에서 가축을 사육하여 국민에게 사랑받는 축산업으로 발전하는 전기 마련
- 가축사육 환경개선으로 농가는 안전하고 품질 좋은 축산물을 생산하고,지역주민에게 쾌적한 생활환경을 제공
- 가축 사양 관리강화, 악취발생 저감 등을 실천하는 농가육성

2. 지정 대상

- 사업대상 :축산업허가를 받은자(축산법 제22조)
- 대상축종 :한·육우, 젖소, 돼지, 닭, 오리
    * 단, 축산업을 등록한자는 2016년 이전축산업등록 농가 중 사육시설 면적이 50제곱미터를 초과하는 사육업자[대통령령제27963, 2017.3.27]
    * 축산법, 가축분뇨의 관리 및 이용에 관한법률, 가축전염병 예방법 등 축산 및 환경관련 법규를 사업 신청시로부터 지난 2년간 위반한 적이 있는 농장은 제외 (단, 과태료처분의 경우 사업 신청시로부터 연2회이상 처분 받은자)
    * 악취관련민원 등이 발생한 농장은 신청제외(단, 민원해결된 경우 신청가능)
- 가축분뇨 처리시설을 설치한자(가.축분뇨법 제11조, 제12조,제27)
- 무허가축사 경우 적법화를 조건으로 하는자

  ※ 지자체는 우선순위를 정하되 무허가축사가 적법화 완료시 우선순위대상에 포함.

3. 지정 지원방법

- (정부지원사업)사업대상자 우선선정대상에 포함
    * 가촉분뇨 처리지원사업, 축사시설 현대화사업 등
- (자조금 등 지원)지자체, 농협 및 생산자단체에서 시행하고 있는 자체사업 프로그램 적용 대상을 "깨끗한 축산농장'으로 전환
    * 축사외부 경관개선(입간판, 조경수, 울타리 등), 시설·장비, 미생물제재 지원 등
- (컨설팅)축산환경관리원, 농협경제지주, 생산자단체 등에서 사후관리점검 및 컨설팅 등 지원
    * 지정시 미흡한 농가에 대해 컨설팅을 실시하여 재신청할 수 있게 지원

2.2 축산악취 저감 우수 사례 농장

- 2019년 지정된 깨끗한 축산농장 사례는 다음과 같음.

<표 3-6> 축사 악취저감 사례(축산환경관리원 추천)

농장명	지정 번호	지역	축종	사육 두수	축사형태	악취관리
황우 농장	002-18-1-1259	강원도 정선군	한우	78	방사식	주기적 톱밥교체, 주기적 퇴비교환(1회/10일) 및 미생물제제(고초균, 광합성균)살포, 저밀도 사육(8.3m2/두), 미생물제제 급여(유산균, 효모균) 등
그린 농장	005-17-1-0549	전북 익산시	한우	93	방사식	주기적 톱밥교체, 주기적 퇴비 교반(1회/주) 및 미생물제제(광합성균) 살포, 저밀도 사육(18.05m2/두), 청소 활성화(2회/일) 등
순천만 자연드림 목장	006-17-1-0729	전남 순천시	한우	280	방사식	주기적 톱밥교체, 미생물제제(유산균, 효모균) 급여, 저밀도 사육(17.4m2/두), 주기적 분뇨 배출(2~3개월) 등
농도원 목장	001-18-2-1119	경기 용인시	젖소	125	후리스톨, 방사식(깔짚)	낙농시설 자동화, 전산화로 적정량 사료 급여, 분뇨 주기적 수거(자동스크레퍼), 청소 생활화(2회/일) 등
웰빙 목장	001-17-2-0130	경기도 가평군	젖소	60	방사식	깔짚톱밥 관리: 매일 교반 실시, 액상미생물제 분무(고압분무기 사용), 저밀도 사육(26.3m2/두), 반지하식 퇴비사 운영, 미생물제제 급여(복합 생균제) 등
삼화 목장	008-18-2-1800	경남 밀양시	젖소	137	방사식	깔짚톱밥 관리: 매일 교반 실시, 액상제제 급여(효모배양균 사용), 저밀도 사육(24.1m2/두), 안개분무시설 활용 악취저감 실천, 주기적 분뇨 배출(매월 위탁처리) 등
서원 농장	002-18-3-1295	강원 횡성군	돼지	2,200	슬러리돈사	고액분리 없이 미생물발효, 액비순환시스템 적용, 복합미생물제 급여, 효모균 분무(주 2회 돈사 내부 고압분무)
제일축산영농조합법인	003-18-3-1340	충북 충주시	돼지	5,100	슬러리돈사	암모니아 감지 센서 설치(농장내부 3개), 교반식 톱밥발효시설 및 정화처리시설 운영, 미생물 배양 후 활용(고압분무기 청소), 미생물제제(유산균, 효소제) 첨가 급여, 청소 주 6회실시
청암 농장	001-17-4-0267	경기도 파주시	육계	30,000	평사	주기적 바닥깔짚 교체(연 6회), 악취저감시설 활용(안개분무시스템), 복합미생물제제(액상) 상시분무, 사료첨가제(유산균, 효모균) 첨가, 급여, 폐사축 신속 제거 등
농업회사법인 ㈜원애그	007-17-4-0850	경북 봉화군	산란계	147,000	평사(4단)	먼지타워 설치 운영, 계사내 발생하는 계분 신속 건조, 배출(벨트컨베이어식 계분건조기 운영), 저밀도 사육(0.11m2), 사료첨가제(유산균) 첨가 급여 등

자료 : (축산환경관리원, 2019)

2.3 악취관리 우수사례 양돈농가 현장방문

가. 현장방문조사

1) 방문계획

- 돈사 운영시 발생하는 다양한 악취 발생원인을 사전에 인지하고 차단하여 악취 저감효과의 성과를 높은 양돈농가를 방문하여 현장시설의 확인 및 도내 적용가능한 사례를 벤치마킹하려고 함.
- 전라북도내 우수관리 돈사의 추천이 매우 제한적인 관계로, 전라북도 내외 지역의 사례정보를 확보하기 위하여 친환경적인 가축사육환경 조성 및 가축분뇨의 자원화를 효율적 수행의 업무를 담당하는 농림축산식품부 산하 축산환경관리원(환경관리부/악취정보융합부)에 의뢰하여 방문농가를 결정함.

<표 3-7> 악취저감 우수 양돈장(방문대상)

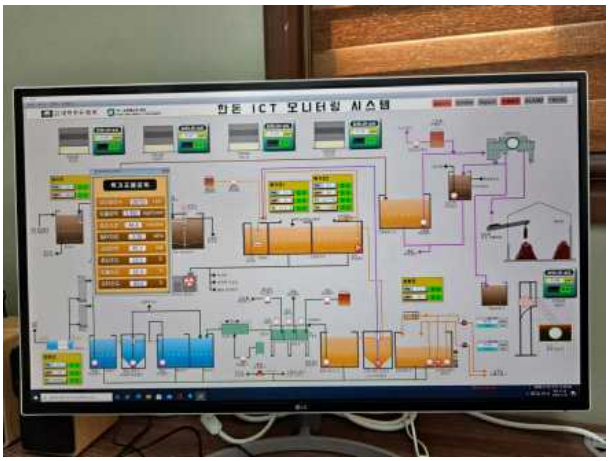
순번	사업장명 (축사)	지역 구분	담당자	운영상황	특징	추천
1	한돈 혁신센터	경남	김재경 과장	일관사육 3,800두	돈사 액비순환	축산환경 관리원
2	대한 그린팜	충남	이병연 대표	비육돈 10,000두	돈사 액비순환	축산환경 관리원
3	신벌농장	경남	이경식 대표	일관사육 4,200두	돈사 배기구 안개분무, 액비화시설, 세정탑	축산환경 관리원
4	아정농장	경남	정영미 대표	일관사육 3,000두	깨끗한 축산농장 지정	축산환경 관리원

※ 일관사육: 번식과 비육을 함께 사육

나. 방문결과

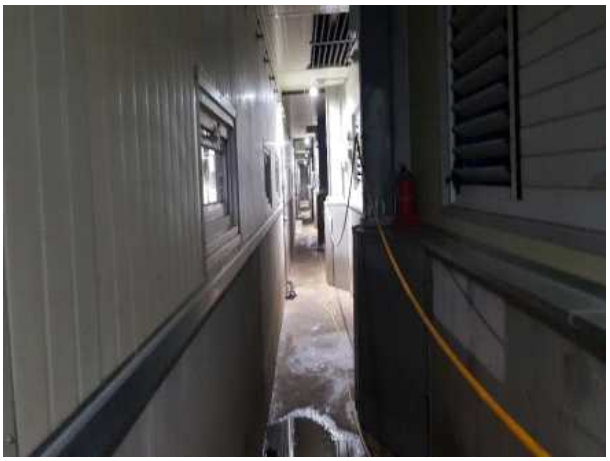
1) 한돈혁신센터

논의 사항	내용	비고
1. 운영 전반	-사육두수: 2,600두(현재) -규모: 17.45㎥/일 -가축분뇨 발생량: 17.45m3/일 -가축분뇨 발효액 순환량: 1,200m3/일 (순환량 68일분 규모) -현재 70%정도 액비순환 활성화됨. -친환경적인 소독제 사용 -무창돈사 -양돈농가 악취민원 해결을 위한 친환경 양돈장 표준 모델 제시 -가축분뇨 처리설비, 악취저감설비, 모니터링 시스템	-'19.8(준공) -'20.1 입식
2. 악취저감 우수 사례	-신규설비에 액비순환시스템 적용 -중앙집중 배기시스템 연계한 공기정화시스템 도입 (음압시스템 적용, 돈방의 배기악취 흡입하여 중앙처리) -탈취설비(에어탈취시스템, 에어워싱): 2단 탈취탑(1단 세정+2단 바이오필터) 운영 - 정화방류시스템 -사육사내 잔류분뇨 최소화 시설로 구축 -ICT 모니터링 시스템 구축하여 돈사 내부 상황(급이, 환경인자)을 실시간 확인 및 자료화 가능	
3. 운영시 문제점	-현재 특별한 문제는 없음. -농장 진입시 소독제에 따라 액비 미생물에 영향가능성을 최소화하려고 노력중	
4. 악취저감 현장 적용 가능한 추천 사항	-돈사 신규 설치시 악취저감 운영방식 견학장, 시범농장으로 실무 자문가능 기관으로서 역할가능 -운영 노하우 및 교육가능 -특히 액비활성화 관련 정보 제공(운영지침, 문제해견 발안 마련 등)받을 수 있음.	-시범농장 -친환경 양돈장 모델

<table>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>한돈혁신센터 전경</td><td>돈사 및 처리시설 실시간 모니터링 시스템</td></tr>
<tr><td></td><td>
</td></tr>
<tr><td>액비순환시스템(생물처리공정)</td><td>한돈 ICT 모니터링 시스템</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2단 탈취탑(1단 세정+2단 바이오필터)
(참고: www.farminsight.net)</td><td>방류처리시스템(정화처리후 RO여과)</td></tr>
</table>

2) 대한 그린팜

논의 사항	내용	비고
1. 운영 전반	-사육두수: 10,000두 -돈사운영: 2019, 9 시작 신축농장임.1990년부터 모돈 사육만 운영함. -분뇨 배출량: 30톤/일 -액비저장조:5000톤+500톤(폭기조)(4,000톤으로 운영가능), 평균 160일분 혼합하여 순환 -돈사액비순환 시스템 운영 -비육돈 농장 초기 위탁: 높은 폐사율, 폐수처리문제 심각 -세정탑: 퇴비배출가스/먼지제거용, 3개 운영(퇴비사당 1개씩) -1차고액분리물 응집제(산화철)투입, 슬러지화(퇴비원료) -퇴비장(140평+60평): 완숙까지 6개월소요 -쿨링패드 운영	-도드람양돈농협 추천 -Seeding후 안정화(3개월 소요) -순환액비 악취 없음으로 세정탑 불피요하나 법적 기준상 설치
2. 악취저감 우수 사례	-액비 순환에 따른 악취 없는 상태(NH3 거의 없음) -외부 시딩(Seeding)후 3개월 후면 악취거의 감소 -액비저장고를 기준보다 크게 만들어 액비순환용이 -순환액비의 고액분리된 고형물(분, 똥)을 퇴비화하며, 완결퇴비는 초기 퇴비화시 수분조절제(톱발)+분과 혼합하여 악취 저감 -폭기조(5000톤) 지붕덮개 씌움	- 순 환 액 비 는 냄새가 거의 없음.
3. 운영시 문제점	-초기 액비 순환시 고액분리된 퇴비원료가 질소분 탈질현상으로 발효가 잘 안됨.(C/N비 맞추려고 탄소원인 톱밥만 사용함, 생분해가 낮은 질소질분 추가 필요) -실내 포기조시설 하계 운영시 고온으로 창문개방	
4. 악취저감 현장 적용 가능한 추천 사항	-액비순환규모가 크기 때문에 악취저감율이 매우 높음. -완숙퇴비를 초기 고액분리분과 혼합, 악취저감 유지 -지붕 환기구 먼지필터 장착	

	
액비순환조(폭기조)	퇴비사 악취 세정시설
	
액비순환시설 내부(고액분리,응집조 약품탱크)	퇴비화 시설(악취 세정탑)+탈리고형분저장고(먼지필터)
	
돈사 내부(자돈)	돈사내 배기시설

3) 신벌농장

논의 사항	내용	비고
1. 운영 전반	-돈사운영: 2013년(7년전에 구입 운영) -생균제 사용(살포 및 사료에 급이) -구돈사 액비순환시스템 추가(축사현대화, 개선사업) -지상형 액비저장조: 1,600m3 규모(초기 시설) -액비저장조 blowing시 악취방지 세정탑 2단식 운영 -반지하형 액비저장조(이후 시설) -개별 축사동 환기구에 지붕형 탈취기 설치(40-50개 환기구, 1차 8개 설치) -2단 바이오커튼(이온수 생산사용)	-구입초기 악취민원 높은 상태, 연차별 저감진행 -(악취방지 세정수 역트랩방식 순환장치 설치 - 송풍량 활용)
2. 악취저감 우수 사례	-바이오커튼과 지붕환기구 세정시설 결합형(기존돈사 상황을 고려할때 유리함.) -2단 바이오커튼(악취 이동경로 확장형)	-주민과 악취예보시스템(악취작업시 사전연락-소통)
3. 운영시 문제점	-초기 바이오커튼 1단 설치시 악취저감후 이끼냄새 발생, 문제제기, 여름철 환기량 증가(에어컨사용)로 악취효과 낮아짐 ⇒ 2단으로 운영하여 해결(내부 2단 순환후 악취저감)	-제주도 돈사에서 주로 시공(현재) -액비저장조의 경우 3단 바이오커튼 적용(입구부분)
4. 악취저감 현장 적용 가능한 추천 사항	-해당농장은 기존시스템과 신규액비순환이 결합된 중간형태로 농장내 축사동별로 시설개선차이가 있어 악취저감 과정 이해에 도움 -악취유량 확인이 어려운 점오염원 시설의 경우 다단 바이오커튼 적용효과 확인 -지붕환기구 송풍악취 세정시설 효과 확인	

	
돈사 환기구 세정장치(상)+바이오커튼(좌)	환기구 악취 세정수 순환장치(개별)
	
자돈사 단일 먼지/악취 포집 세정장치	축분뇨 원수조 입구 덮개형 세정장치
	
돈분뇨 고액분리(데칸터)+ 지붕 덮개(나무 서까래)	2중 악취저감 에어커튼

4) 아정농장

논의 사항	내용	비고
1. 운영 전반	-'깨끗한 축산 농장'으로 지정됨. 무창돈사 -돈사 내외 미생물제 살포(자가배양해서 사용, 경제적인 방식) -연속형 고속발효기 운영 -처리규모 6톤/일, 발효기간 10일정도 -액비 화학응집 침전후 방류시스템(RO-역삼투압방식 적용) -순환탱크 지하 위치, 개방구 없음. -정화방류 시스템 적용 -퇴비사 악취제거 2개 세정탑 운영	-위탁보다 액비 순환후 정화방류가 경제적임 -순환탱크 평균 수온:32-33도 -쿨링패드(수분유지용)
2. 악취저감 우수 사례	-악취의 원인중 하나는 먼지, 먼지 제거가 우선적임. -똥땡크 안에 깊이 2/3정도가 굳은 똥이며, 제거하지 않을 경우 악취 및 용량손실 문제가 발생 -악취저감을 위한 액비순환시스템 -악취저감정도(타 농장 분만실 수준, 매우 약함) -퇴비사 악취를 세정탑 정화후 수준(일반 수증기) -고속발효기 후단 먼지필터 설치(설치전 악취 높음) -먼지필터 1일 3회 교체(똥가루 제거-고압물세척) -액비순환시 폭기량(적정 공기공급량 유지를 위하여 대기습도에 따라 blowing 조정 필요-습할 때 증가) 과 순환량을 공기(산소)공급 비율에 맞춰 조정필요 -민원없음(약 300m 정도 이격된 곳에 대안학교 위치)	비육돈-임신돈-자돈-분만실(악취강도수준)
3. 운영시 문제점	-없음.	
4. 악취저감 현장 적용 가능한 추천 사항	-농장조경 및 경계부 조경목 식재 상태 및 관리 (상시 청소 진행) -돈사내 관련물품(고장수리 방치품)이나 축분이 돈사밖에 방치하지 않도록 청결유지 -축분처리시설 주변 정돈 방식	

	
농장 입구	돼지 출하대
	
고속퇴비화 시설+악취제거 세정탑+	돈사 쿨링패드 적용(검은색 창 형태-봄/가을)
	
퇴비사 악취 세정탑	돈사 내 모습

가. 사육시설 개선

1) 물리적 환기 방식 전환

- (좌)악취가 심한 돈사에서 단순 강제 배기팬을 사용하면 외부로 악취확산 가속됨.
- (우)돈사 내에 습도, 온도, 먼지 등으로 심해지는 악취는 안개분무 시설 및 환기 시설 관리
- 돈사 내 발생 악취==>대부분 먼지와 결합==>부유 원거리 비산==>악취 민원 야기/가축 호흡기 흡착, 질병유발함.
- 안개분무 시설(돈사 내 부유 먼지와 악취를 제어)==>일부 돼지의 호흡기 영향, 무조건 내부 설치 지양해야 함.

<표 3-8> 물리적 환기방식 전환



2) 화학적 방식(약품이용한 악취저감)

- 악취발생 물질의 화학적 특성(산성/알카리성 물질)을 이용해 중화, 희석 등의 방법으로 악취의 확산을 저감 가능
- 바이오커튼을 설치하고 내부에서 안개분무(물, 이산화염소, 오존수, OH라디칼, 기타 미생물제, 마스킹제 등을 혼합)를 실시하면, 외부로 악취와 먼지 확산을 막아주는 효과가 있어서 타 시설에 비해 가격이 저렴
- 다만 배기구를 통해서 나오는 악취의 농도가 높을 경우에는 바이오커튼을 통한 악취 저감률이 높더라도 잔여 배출 농도가 높을 수 있기 때문에 축사 내부에서 악취를 저감하는 것이 중요함(예를 들면, 암모니아(NH_3 100ppm을 90% 저감하면 10ppm 배출되어 취기를 느낄수 있으나, 3ppm을 50% 저감하면 1.5ppm 배출되면 취기를 느끼기 어려움.).

<표 3-9> 화학적 방식 전환







3) 생물학적 방식(돈사 외부에 미생물 이용한 바이오필터 방식 악취저감)

- 톱밥, 우드칩, 완숙퇴비 등의 담체에 생육하는 다양한 미생물 활용(축사 자체서식 미생물)하면, 축사에서 발생하는 다양한 종류의 악취유발 물질을 산화/분해시켜 악취 저감 가능함.

<표 3-10> 생물학적 방식 전환







4) 악취 확산 저감 팬스(물리적 방식)

- 축사 내 악취가 외부로 확산되는 요인 중 먼지(미세입자)와 결합한 악취가 많은 부분을 차지하므로 저감팬스 활용하여 외부로 먼지의 확산 차단 가능함.
- 이 때 강제환기를 위한 측면배기팬 설치하면, 돈사 내 공기를 외부로 배출, 악취 저감(액체분사, 미생물 담체, 화학제 사용) 기능이 혼합되어 있는 배기시설 등 설치로 악취확산 차단 가능함.

<표 3-11> 악취확산 저감팬스방식









5) 매쉬망과 바이오필터 조합(물리-생물학적 방식)

- 매쉬망을 설치할 수 있는데, 악취를 저감하기 위한 용도의 소취매쉬 활용가능하며, 외부로 연결되는 창에 바이오필터로 사용가능한 패드를 설치할 경우 주기적으로 물을 흘려주면 돈사 돈사내 악취가 제어가능함.
- 이러한 바이오필터는 내·외부로의 공기이동이 자유로워 축사 복도(통로) 부분에 설치하면 효과적으로 활용 가능함.

<표 3-12> 매쉬망과 바이오필터 조합방식



나. 사육방식 개선

1) 미생물제제 사료 혼합 급여방식

- 양돈사료내 미생물제제(CMB,바실러스, 유산균, 효모, 광합성균)를 0.1% 혼합, 비육돈에 급여(난지농업연구소, 2000) 할 경우, 돈분뇨 처리시스템(3N-System) 운영에 의한 악취, 파리 발생 및 오염물질 감소하는 효과가 있음.
- 특히, 돈분뇨의 오염물질 정화처리효과가 85% 이상(BOD, COD, SS, T-N, T-P)됨.
- 미생물제제 급여에 의한 병변발생율 감소율도 20~40% 정도 이며, 이에 따른 방역비용 절감효과가 발생함.
- 또한 미생물제제 급여 비육돈 사육으로 소득 증대(26% 증가)도 가능하여 일석삼조의 효과가 보고됨.
- 시판되어온 사료첨가용 미생물제재의 균수(집락형성)는 보통 10^6~10^7 수준임.

<표 3-13> 미생물제제 급여방식



자료:(상)http://www.rwn.co.kr/news/articleView.html?idxno=19778/(하)http://assinmun.kr/m/page/view.php?no=2783

<표 3-14> 미생물제재 사료첨가용 제품

제품 구분	제품명	회사	사용 방식	사용미생물	악취 저감율 (%)
건강진	(유)남해바이오	미생물	사료 첨가용	바실러스 서브틸러스 10^6 CFU/g	43.16
두루락토	두루텍	미생물	사료 첨가용	바실러스 서브틸러스 10^7CFU/g 협회조사균수 10^6 CFU/g	49.74
메가존F	애닉스㈜	미생물	사료 첨가용	바실러스 서브틸리스 10^7CFU/g, 락토바실러스 애시도필러스 10^7CFU/g, 아스퍼질러스 오디제 10^6 CFU/g	27.83
펌엑스 골드	㈜엠에스토피아	미생물	사료 첨가용	바실러스 서브틸러스 10^8 CFU/g 협회조사균수 10^7CFU/g	25.62

자료 : 사단법인 대한한돈협회, 양돈장 악취저감 제품 및 시설 검증 결과 보고서 재정리(2015)

2) 환경개선제 살포 방식

- 사료급이 이외 악취저감용으로 투여하는 미생물제 방식은 축사내 공간에 살포내지 음수용으로 적용하기도 함.
- 또한 악취 개선에 도움이 되는 여러 가지 악취물질과 화학적인 결합용 환경개선제의 사용으로 악취 저감효과가있으며, 기타 BM활성제나 이온수 공급도 축분내 가스상이나 입자상(먼지)를 제거하는데 사용됨.

<표 3-15> 국내 돈사 미생물제재 살포 사용 제품 및 악취저감율

제품구분	제품명	회사	사용방식	사용미생물	악취 저감율 (%)
미생물	그린스페셜	제네탑㈜	축사바닥	Enterococcus faecium 외 5종, 10^6CFU/g/협회조사균수, 바실러스 10^3CFU/ml	44.13
	바이오 마잘300	메이지 바이오	축사바닥,배기구, 공중살포, 기타, 음수용	-	45.5
	바루	㈜지에스엘바이오	축사바닥, 배기구, 공중살포, 음수용	락토바실러스 애시도필러스 10^8CFU/g	25.79
환경개선제	청정	소프트아쿠아	축사바닥	-	49.84
	클린원	㈜리드컴퍼니	축사바닥, 공중살포	-	42.6
	ANI-BV	첨단환경	축사바닥, 공중살포, 음수용	-	50.43
	노라시스템	㈜휘드베스트	축사바닥, 슬러리피트, 배기구, 공중살포	-	30.17
	뉴트로	우린네이처	축사바닥, 공중살포	-	53.96
환경개선제+투약시설	미네스타-K	㈜한국미네스타	음수용	-	36.01
미생물제+투약시설	에코라이프	㈜와이엔글로벌	축사바닥, 음수용	-	29.51
시설	BM활성수	㈜비엠수코리아	공중살포, 음수용	-	33.94
	HR고분자 가속기시스템 (싱크트론)	㈜삼성라디칼텍	시설	축사바닥, 공중살포, 음수용	37.01

자료 : 사단법인 대한한돈협회, 양돈장 악취저감 제품 및 시설 검증 결과 보고서 재정리(2015)

다. 축산분뇨시설관리 개선

1) 퇴비시설 관리 개선

○ 개방형가축분뇨 저장고를 밀폐형 액비저장조로 대체

- 축산농가에서는 발생된 축분을 모으기 위하여 개방형 저장고를 사용하고 있으며, 일부는 대기상에 그대로 노출시켜 민원의 원인이 되므로, 가능한 개방형 저장고 사용을 자제하고 대신 시군 지원사업을 통해 밀폐형 액비저장조의 설치를 권장함.




개방형 가축분뇨 저장조 상태

○ 축사 주변 미부숙 퇴, 액비 살포 자제

- 돈사에서 생산된 퇴비중 미부숙된 퇴비와 액비를 축사 인근 경작지(논밭이나 과수원)에 살포할 경우 악취발생에 따른 민원증가를 야기하므로, 가능한 주변 살포는 자제해야함.



미부숙퇴비 살포 상태

○ 고액분리기시 시설 밀폐

- 돈사 슬러리를 고액분리할 경우, 시설가동에 따른 악취발생이 최고조로 상승하므로, 반드시 밀폐를 통해 악취자체를 제거하지 못하지만 순간악취발생량이 주변으로 급격한 확산을 차단하기 위하여 필요함.
- 고액분리기의 위치는 가능한 퇴비장 내부나 외부에 개방될 경우 반드시 밀폐시설로 전환 필요
- 순간악취증가를 차단하기 위해서는 가능한 주간(낮시간)에 고액분리작업을 실시




개방형 가축분뇨 저장조 상태

○ 시설내 퇴비화시 교반기 사용자제

- 퇴비화 과정에서 일반적으로 교반기(퇴비뒤집기)의 사용은 과다 상승하는 온도조정 및 공기공급 역할을 하는데, 결과적으로 수분증발효과에 따른 순간적인 강한 악취 및 먼지 발생으로 민원의 원인이 되기 때문에 평소 악취가 심할 경우는교반기 사용을 자제할 필요가 있음.
- 만약 돈사내 교반기가 없을 경우, 고액분리된 고형분은 단순 저장하고, 1일 1~2회정도 스키더로더로 뒤집어 주고 이외 시간에는 비닐덮개로 덮어 악취확산을 막아야 함.
- 만약 분뇨가 상당히 부패했을 경우에는 불가피하게 교반이 필요하다면 야간시간에는 자제하고 고기압 상태의 주간(낮)시간에 교반해야, 일기가 저기압이나 역전현상발생시 악취 정체에 따른 주변지역의 민원을 줄일 수 있음.



축사내 교반시설

참고:(우)http://www.hyunchuk.co.kr/news/7662

○ 수분조절제의 적정사용

- 수분조절제로 톱밥이나 왕겨, 나무칩등을 사용하는데, 실제 축사내 퇴비시설에서는 적정한 양보다 적게 사용하는 경향이 있으므로, 이로 인해 분뇨의 부패도가 증가하여 악취발생량이 상승함.
- 충분한 수분조절제의 사용으로, 분해되는 퇴비내 통기성을 확보하여 적정온도(50-60℃)을 유지하면서 악취를 저감시킬 수 있음.
- 또한 충분한 수분조절제를 넣고, 매일 교반해줄 경우 악취는 크게 저감되며,



수분조절제의 사용여부 모습(좌:미사용 분뇨저장, 우:사용)

2) 액비시설 관리 개선

○ 액비를 공공처리장 위탁시 사전 폭기 줄이기

- 악취가 심한 돈사는 고액분리된 축산폐수를 대부분 위탁처리하는데, 이때 공공처리장 유입기준을 맞추기 위하여 사전에 폭기를 시킬 경우 대규모 악취가 발생함.
- 기술적으로 보면, 실제 폭기 대신 고액분리를 효율적으로 하면 기준맞추기 문제는 해결되며, 기존 고액분리기의 교체, 기존 진동스크린, 경사스크린 사용시 2회 이상 반복분리 하는 방식 등이 현장에서 적용가능함.



수분조절제의 사용여부 모습(좌:미사용 분뇨저장, 우:사용)

○ 액비시 정기적인 폭기

- 액비화 시설이 있는 돈사의 경우 대부분 액비시설에 대한 관심부족으로 축산폐수 저장고에서 부패된상태로 있거나, 액비 배출 직전에 일정기간 폭기를 진행하는 사례가 있어 예상외의 악취유발의 원인이 발생함.
- 적정 액비를 생산하기 위한 발효기간 동안 일정량의 부하량을 유입시키면서 주기적이고 정기적인 폭기를 통해 유지관리를 한다면, 악취발생이 현격히 줄어들 수 있음.
- 좋은 액비 생산을 위해서는 충분한 공기량, 체류시간, F/M비(먹이 대 미생물 비), C/N비(축산폐수의 탄소 대 질소비)가 적합해야 하며, 필요시 지속적인 컨설팅을 통해 축사 관리자의 관리능력향상이 요구됨.

3. 미생물 악취저감 기작

3.1 미생물 성장 조건 및 악취 제거 메카니즘 검토

가. 미생물 배양 방법

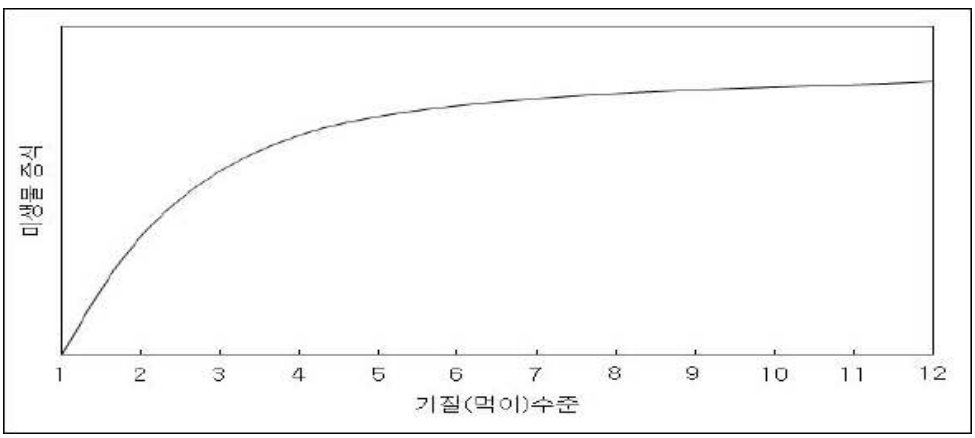
- 일반적인 광합성 세균 배양방법 : 광합성세균은 광선이 필요하며 배지의 최적온도인 25 ~ 30℃ 범위에서 7일에서 10일간 소요됨. 초기에는 투명한 흰색에서 2일에서 3일이 지나면 붉은색이 되는데 이때부터 이용 가능함.

나. 미생물 성장조건

- 미생물이 계속 번식하려면 미생물성장을 위한 에너지원과 새로운 세포조직의 합성을 위한 탄소원, 질소, 인 등의 주요영양소와 황, 칼륨, 칼슘, 마그네슘 등과 같은 무기성 미량영양소가 필요함. 탄소원과 에너지원이 미생물의 세포 탄소원으로 이용되는 것은 유기물과 탄산가스임.

다. 미생물 증식

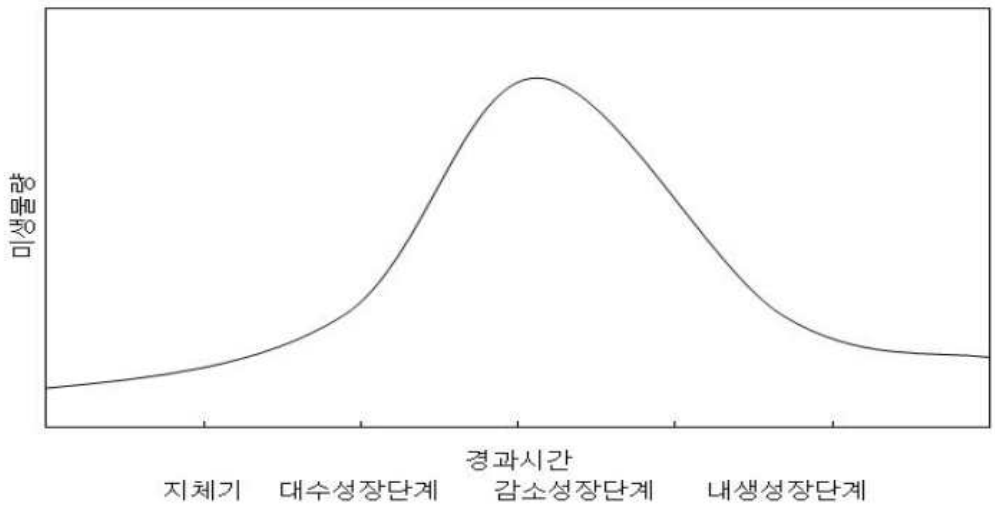
- 생물학적 처리방법에서 유기성 오염물질의 제거 역할을 수행하는 미생물인 박테리아는 다음과 같이 일반적으로 하나의 세포에서 두개의 세포로 분열하는 이분법에 의하거나 유성생식 또는 발아에 의하여 번식. 이분법에서 한 세대 시간, 즉 세포수가 2배로 증가하는데 소요되는 시간은 박테리아는 성장조건이 좋을 경우 15 ~ 20분 정도 걸림, 예를 들어 한 세대시간이 30분과 20분인 박테리아가 있다고 할 경우, 한 마리의 박테리아가 이론적으로는 기하급수적으로 늘어나 12시간 후에는 각각 1,678만 여 마리 그리고 687억 여 마리로 늘어나게 되지만 실질적으로는 먹이나 기타 생장조건의 제약으로 번식 량에는 한계가 있음..



*자료 : 분뇨순환 돈사의 악취특성 및 제거에 관한 연구(조선대학교)

<그림 3-1> 미생물의 증식 조건

- 미생물이 잘 성장하기 위해서 먹이인 에너지원이나 탄소원이 필요량만큼 있어야 하고, 전자수용체가 충분해야하며, 기타 물리 .화학적 성장조건이 잘 맞아야함. 기질의 농도가 증가함에 따라 미생물(주로 박테리아)의 증식이 활발하게 일어나다가 어느 정도 지나면 증식률이 현저하게 낮아지는 것을 알 수 있음. 박테리아는 기질의 농도, 영양소의 농도, 폭기조 내부 환경 등의 환경적 제약조건으로 인하여 무한히 증식할 수는 없음. 생물학적 폐수처리가 일어나는 폭기조 내에서도 이러한 경향이 동일하게 적용됨. 폭기조 내에서 시간의 경과에 따른 박테리아의 성장단계를 보통 4가지 단계로 구분할 수 있음. 미생물의 성장 과정은 다음과 같이 시간의 경과에 따른 미생물 질량의 변화를 설명하고 있으며, 미생물량의 변화를 기준으로 하여 다음과 같이 구분함.



*자료 : 분뇨순환 돈사의 악취특성 및 제거에 관한 연구(조선대학교)

<그림 3-2> 시간에 따른 미생물 변화량

<표 3-16> 주요 미생물 종류

미생물	특성
Lactobacillus acidophilus	프로바이오틱(probiotic)의 일종인 Lactobacillus acidophilus는 과민성대장증후군에 의한 복통을 감소시키는데 효과적인 것으로 알려져 있다. 락토바실러스 균의 하나인 Lactobacillus acidophilus은 막대기 모양의 유산간균으로 산에 강한 내산성이며, 정장 작용 및 항암 효과, 혈중 콜레스테롤 저하, 비타민B군 합성 등의 작용을 하는 것으로 알려져 있으며, 다음과 같은 생물학적 기능 및 효과가 있다. 소장 안에서 천연 항생제를 만들어 20종류 이상의 유해균 성장을 억제하며, Lactobacillus acidophilus가 감염에 대한 차단벽 기능을 한다. 젖산과 과산화수소를 생성하여 이스트나 기타 유해균 성장에 불리한 환경을 조성함으로써 이스트, 유해균 증식을 방해하고, 지방, 단백질, 유제품 소화를 돕는 효소를 생성함으로써 소화를 촉진시키고, 장관 내에서 광범위한 비타민 B군 및 K를 만들어 낸다. Lactobacillus aicidophilus를 경구 섭취 시 전신의 면역기능이 증강되며, 콜레스테롤을 대사시켜 콜레스테롤 수준을 저하시켜 심혈관 질환에 대한 위험이 감소되는 것으로 알려져 있다.
Bacillus subtilis	청국장의 발효미생물로서 관계가 깊을 뿐만 아니라 여러 미생물 제제로서도 이용되고 있다. 곰팡이와 냄새분해, 유해한 세균을 사멸시키며, 단백질을 분해하여 아미노산 및 펩타이드를 생성한다. 이에 따라 사료제제, 비료, 농약 등으로 응용된다. 몸에 이로운 바실러스 균은 온혈 동물의 장내 부패균의 활동을 억제해 부패균이 만드는 발암 물질이나 Ammonia, indol과 같은 발암촉진물질을 감소시킨다. 또한, 이러한 유해물질을 흡착해서 몸 밖으로 배설시키는 역할도 한다. 호기성 포자 형성 균으로 땅위의 마른 풀, 마른 볏 집에서 서식하며 항생 물질을 분비한다. 마른풀이나 마른 짚을 잘라 토양에 넣으면 토양 속에 병원균을 막는 역할을 하는 길항 균이 되어 병원균을 억제 또는 사멸시킬 수 있다.
Bacillus cereus	토양 세균의 일종으로 사람의 생활환경을 비롯하여 먼지, 오수 및 하천 등의 자연계에 널리 분포되어 있으며, 각종 식품에서도 다수 분리되고 있다. 이 균은 호기 및 혐기성 조건에서도 증식하는 아포형성 간균으로 야채, 곡류 등의 농작물 및 식품원료 내에서는 주로 아포상태로 존재한다. 그러나 식품으로서 제조, 가공, 조리 후에 온도나 수분, 영양 등의 조건이 적절하게 이루어지면 왕성하게 증식하여 부패 및 변패를 일으킨다.
Bacillus coagulans	통성혐기성, 그람 양성의 포자 형성 간균으로 여러가지 당을 발효하는 능력이 있다. 온혈동물의 장내 균총을 안정화하는 능력이 있으며, 불쾌한 냄새를 제거할 수 있는 탈취작용을 할 수 있는 미생물로 알려져 있다.

Enterococcus faecalis	통성혐기성의 그람 양성구균으로 유당을 분해하여 황산을 생성하며, 포도당을 분해하여 유산을 생산한다. 유제품의 발효, 산업 발효용 등의 생균제로 사용되며,Enterococcus faecalis 자체를 사용할 수 있고, 기타 필요한 물질 또는 부형물질에 첨가하여 제조한 제제로도 사용할 수 있다.
Saccharomyces cerevisiae	가장 잘 알려진 효모로 산업용으로 많이 사용되며, 맥주 효모, 빵효모, 알코올효모, 탁주 효모 등으로 이용된다. 여러 종류의 당을 발효한다.
분원성 대장균군	대장균군 중에서 Escherichia coli(EC) 배지에서 배양할 때 45 ℃정도에서 발육하고 유당을 분해하여 가스와 산을 생산하는 균을 분변계 대장균군(fecal coliform)이라고 하는데, 분변오염의 지표로서 대장균군보다 더 정확하다. 특히 대장균군 중에서 indole 생산(I), methyl red 반응(M), Voges-Proskauer 반응(Vi) 및 citrate 반응(C)의 네 가지 성상에 의한 IMViC 시험양상이 [++--]인 것을 E.coli(대장균군)이라 한다. 보통 분변계 대장균군이나 대장균군과 비교할 때 사람 및 동물의 분변에 존재할 확률이 높다. 또한 이들은 자연계에서 비교적 사멸하기 쉽기 때문에 식품 중의 존재가 직접 또는 간접적으로 새로운 분변오염을 나타내는 것으로 생각된다. 따라서 이들이 검출된 식품은 대장균군이 검출된 경우보다도 한층 불결하게 취급한 것으로 간주되므로 그만큼 장 관계 병원균의 오염 가능성이 높다고 할 수 있다. 일반적으로 대장균군이 검출된 식품에서는 분변계 대장균군의 경우 보다 더욱 오염가능성이 높은 것으로 알려져 있다.

* 자료 : 분뇨순환 돈사의 악취특성 및 제거에 관한 연구(조선대학교)

1) 지체기(lag phase)

- 지체기는 접종된 미생물이 새로운 주변 환경에 적응하여 분열하기까지 걸리는 시간을 말한다. 즉 새로 접종된 세균 세포는 증식에 필요한 효소를 합성하기 위한 시간을 필요로 하게 됨. 지체기의 박테리아 질량은 세포분열이 일어나기 전에도 약간씩은 증가하므로 박테리아 수와 일치하지 않음.

2) 대수 성장기(logarithmic growth phase)

- 대수성장기는 미생물 성장률이 절정에 달하는 시기로서 이 기간 동안 세포의 분열 율은 그 세대시간 및 먹이 섭취능력에 따라 결정됨. 이 기간 동안에는 세대시간도 짧으나 이때의 세포는 지체기보다 민감한 상태여서 pH나 온도, 삼투압, 진

동 등 외부조건에 영향을 받음.

3) 감소성장기(declining growth phase)

- 이 기간 동안에는 먹이공급이 제한되므로 박테리아 질량 증가율이 감소하고 세포 수는 대개 일정하게 유지됨. 이 기간은 세포성장에 필요한 기질 및 영양소가 모두 소비된 상태이고 새로이 성장하는 미생물량이 사멸되는 미생물량보다도 더 적을 수 있음. 영양이 부족한 상태에서의 미생물의 신진대사 결과로 생긴 독성물질의 축척 때문에 세포의 증식속도는 더 이상 증가하지 않고 오히려 감소하기 시작함.

4) 내생성장기(endogenous growth phase)

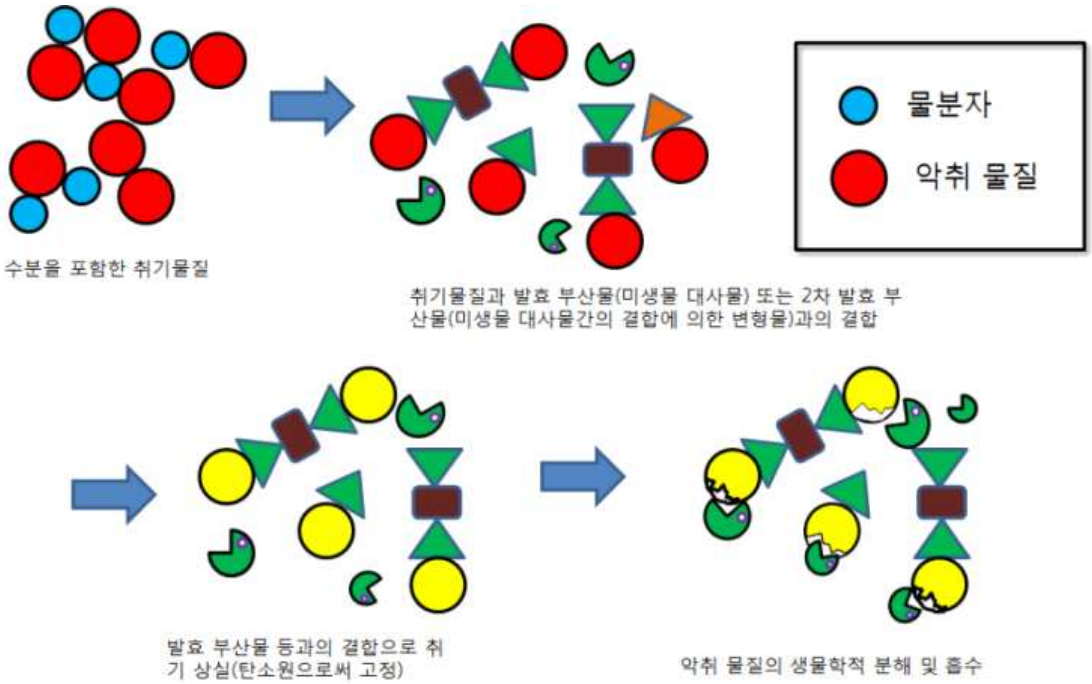
- 이 기간에는 기존 박테리아의 사멸 율이 새로이 성장하는 미생물량보다 많다, 이용 가능한 기질의 농도가 최소가 된 상태이므로 미생물은 신진대사를 유지하기 위하여 자기 자신의 원형질을 이용하게 됨. 미생물들이 부족한 영양분을 두고 서로 경쟁을 하게 됨으로써 신진대사 속도는 감소하고 살아 있는 미생물 수도 크게 줄어든다. 내생호흡 단계가 오래 지속되고 자기 자신의 세포 이외에 새로운 에너지 공급원이 없을 때에는 세포의 자기분해(자산화)가 일어나게 됨.

3.2 미생물의 악취 제거 원리

- 악취 제거 원리는 미생물의 성장에 소모되는 유기탄소원이 감소됨으로써 탄소계 악취물질이 제거됨.
- 그리고, 악취물질은 강산 산화성을 띄고 있어 산화 또는 부패되는 과정에서 활성산소를 생성하는데, 이와 같은 활성산소는 미생물 내에 존재하는 항산화 물질에 의하여 억제되어 악취를 저감시킴
- 또한, 미생물은 pH를 감소시킴으로써 악취의 주요 원인물질인 암모니아의 휘산을 억제할 수 있음.
- 황은 다양한 산화상태를 갖고 유기물과 무기물의 형태로 존재하며, 미생물에 의해 산화 및 환원반응은 다양한 황화합물의 산화상태를 유지하게 해줌. 현재까지 황화합물계 처리는 미생물 효소에 의한 환원과정에 이해서 제거되는 것으로 보고 되고 있음.
- 대표적인 황화계 악취분해 미생물은 Thiobacillus 속에 속하며, Thiobacillus 속은 에너지원으로 환원형 황화합물을 이용하여 증식하는 그람음성의 균이며 분류학적으로 광범위한 영역의 세균을 지칭함.

<표 3-17> 미생물에 의한 악취물질 생물반응식

구분	반응식
암모니아	$NH_3 \rightarrow HNO_3, H_2O$
트라이메틸아민	$(CH_3)_3N \rightarrow HNO_3, CO_2, H_2O$
황화수소	$H_2S \rightarrow H_2SO_4, H_2O$
메틸메르캅탄	$CH_3SH \rightarrow H_2SO_4, CO_2, H_2O$
다이메틸설파이트	$(CH_3)_2S \rightarrow H_2SO_4, CO_2, H_2O$



<그림 3-3> 미생물에 의한 악취 제거 기작

4. 시사점 도출 및 악취 저감 방향

4.1 시사점 도출

- 농림축산식품부에서 시행하고 있는 '깨끗한 축산농장'지정 사업과 축산환경관리원에서 추천한 전북내외 지역의 악취관리 우수돈사 방문을 통해 몇가지 시사점을 도출하였음.
- 기본적으로 우수농장 담당자는 악취문제를 해결하는데 여러 가지 극한 민원, 전문적인 자문, 다양한 악취 해결을 위한 학습 및 교육 등의 과정에서 나름의 저감에 대한 일반적인 의견과 해법을 터득함.
- 무엇보다 양돈업에서 축산악취는 잡을 수 있는 해결가능한 문제라고 보며, 다만 해결이 안된 기존 축사들은 노력과정에 명확한 가이드라인이 없고, 실제 지역조력자(대학교수, 다경험 축산업자, 지자체 축산관련 공무원, 개선제 업체, 시설업체 등)와의 실제적 협조관계를 구축하지 못하고 주변 의견에 의존하거나, 독립적으로 대응해온 특성을 가지고 있다는게 중론임.
- 이것 상황은 지속되며, 적극적 악취저감 행위보다는 소극적이고 민원과의 전통적인 대응(거래)에 익숙해지고 부정적인 면이 더욱 부각된다고 의견임.
- 이에 따라 악취 문제 해결을 위한 몇가지 현장형 지침사항을 정리해보면 다음과 같음.

- 먼저 악취해결에 있어서 운영축사의 실태에 대한 명확한 이해와 수용
- 실태와 현실에 기반한 저감방식의 검토와 적용(농장 맞춤형 접근)
- 원스톱 방식의 해결보다는 단계별 해결계획 마련
- 민원인과 행정관리 담당자(규제)와의 3자 합의 체계 마련(해결을 위한 시간확보)
- 실제 도움이 될 축산전문가와의 컨설팅
- 지원사업에 대한 꼼꼼한 계획과 충분한 활용
- 지역주민과의 신뢰(악취저감 미진하더라도)관계 유지
- 자기 축사에 맞는 부단한 학습과 교육 필요

- 양돈 축사의 악취 인식 전환과 해결가능성에 대한 분야별 검토는 다음과 같음.

<표 3-18> 돈사 악취 인식 전환 및 가능성

악취 관련	문제점	한계점	인식전환
사육	-질병 발생 및 폐사	-지역/자체 방역(소독)은 악취 저감과 무관 -폐사 처분시설 관리 어려움(악취발생)	-시설개선(환기 등 실내환경 강화)/급이방식 개선으로 대체가능 및 노력필요
방지시설	-부적정 설계 -비계획적 운영 및 관리	-다양한 업체(미생물제 등)의 다양한 제품과 가격 등 수준 편차가 심함(금전적 피해발생) -운영메뉴얼 미습득, 자기방식의 비전문화된 노하우 운영문제 -땜질식 문제해결	-미생물제는 만능이 아니라는 인식 필요(우점화 한계와 돈사상태, 환경조건 영향 받음) -관심과 공부 및 전문 조력자 찾기는 가능함. -자가해결전 지역 컨설팅 자문과 관계형성은 의외로 수월하고 저비용 -소극적 대응에서 적극적 소통자로 전환가능
주변	-관리방치 -폐기물화	-돈사내 또다른 악취발생 요인 -폐기물 관리부재는 돈사 이미지 악화 및 훼손 -저비용투자 후 방치가 일상화	-악취는 눈으로도 맡을 수 있다. -주변이 단장되면 악취문제는 단순해짐. -깨끗하지만 냄새나는 돈사는 반드시 악취극복 가능
민원	-인근 민원 -원거리 민원	-양돈 초기 주민과의 적정관계 설정 실패(묵은 갈등, 축사 허용과 보답간 신뢰손상) -모든 민원은 악취로 귀결 -귀촌 민원과 길거리 민원은 정보사회에서 증가	-신규 및 친환경시설을 할 경우 과거 갈등해소부터 시작 -악취저감에 대한 단계적 구체계획은 소통을 용이토록함. -외부인 활용보다는 자발적 노력은 민원인의 신뢰 시작점 -해결되지 않는 민원은 없음.

4.2 악취 저감 방향

- 돈사 악취 저감을 위한 접근 방향을 설정할 때 반드시 현 개별 농장의 실태에 기반하여 접근해야 되며, 기본적으로 신규 시설의 농장의 경우 많은 비용을 들여서라도 이미 악취저감 효과가 명확해진 액비순환시스템을 설치하는 사례가 많아짐에 따라 기존 및 신규 농장의 순환시스템 여부에 맞춰 자가 진단을 통해 필요한 저감방식을 적용하는 것이 중요함.
- 먼저 액비순환시스템 설치가 어려운 농가의 경우(미설치 농가) 무엇보다 악취물질의 배출구(환기구, 창문 및 여러 개방 구역) 차단이 필요하며, 각각의 배출구에 대한 저감시설을 설치하거나, 배출구 차단후 통합적인 저감시설 계획을 준비할 수 있음.
- 악취 원인이 되는 가스상과 입자상(먼지)이 확산되는 것을 막기 위해서 먼지차단필터, 개별세정, 강제흡배기, 바이오필터, 윈치돈사(개방돈사)의 가림막제거, 차단벽 설치, 지붕덮개 설치(덮고-막고-세우기)방법을 적용하며, 이때 돈사에 맞춰서 개별내지 통합저감방식을 적용할 수 있음.
- 기존 축사지만 신축대신 개보수나 일부 신축을 통해 순환시스템을 설치할 경우 기존의 액비생산시설을 활용하여 부가설치하며, 신축보다는 기존돈사내 오염물 축적량이 많기 때문에 가능한 액비시설 등 악취포집 처리를 강화할 필요가 있음.
- 신규 시설의 경우 사례상 악취가 대부분 저감되기 때문에 운영시 향후 발생가능한 악취원인을 사전에 차단하는 관점에서 관리해야 되며, 운영여건과 경제성 평가를 통해 안정적이고 우수한 액비생산 및 처분방식과 자체 처리후 방류시스템을 선택할 수 있음.
- 악취 원인은 축사 내부에서만 존재하지 않으며, 농장 주변에 악취 발생 소지가 있는 공간이나 장치물 등을 사전에 정리하거나 악취를 줄이는 식재를 통해 마스킹 효과를 확보하는 것도 유리할 것으로 판단됨.

<표 3-19> 돈사 악취저감 접근방향

시스템	분류	기본방향	적용가능 방식	비고
액비 순환 (중심)	미설치	•환기구	-먼지 필터 의무 착용 -개별 세정장치 연결하여 처리	-기존 지자체 지원 미생물제제 활용은 한계 -신축이 어려울 경우 배출구별 시설설치방식으로 접근 (악취=배출구 수)
		•창문	-강제 흡배기 유도 -바이오 필터 적용	
		•윈치(개방) 돈사	- 가림막 제거 - 차단벽 설치 - 지붕 덮개 설치	
	전환 중	• 순환시스템 현대화	-기존 축사 배출라인에 액비생산시설 부가 설치하여 연결 -돈사옆 지하저장탱크나 기존 지상탱크 활용 -액비시설 악취포집 및 세정처리 강화 -축사 노출구 차단➡무창돈사형태로 전환 -슬러리 피트 침적물 사전 제거	-돈사 시설구조 상태 평가후 농축산식품부 개보수사업 활용
	신규 운영 중	• 시설관리 강화	-안정적인 기술지원 방안 확보(교육, 컨설팅그룹 등 장기적 관리 노하우 획득 네트워크 구축) -액비순환시스템 초기 안정체계 구축 필요 -적정두수 입식(동물 복지 고려) -방류시스템 검토(축분 처리비용 상승, 살포지 민원 및 확대 한계, 경제성 평가 계획) -'깨끗한 축산농장'지정 사업 참여 (도내 사업참여 돈사 비율 낮음.)	-신규시설 악취가 거의 없음. -돈분 등 먼지 및 슬러리 피트 침적물 퇴적에 관심 필요
경관 개선	•축사 식재사업		-돈사 주변(입구/경계) 허브(Herb) 식재 -농장 허브심기 운동 전개 -악취 회피용(마스킹효과) 나무 심기	-평균기온 상승으로 스피아민트(Spearmint) 성장속도 향상 -가을(은목서, 금목서) -봄(천리향)

제4장 모델링에 근거한 주요 축사악취 영향지역 평가

1. 평가대상지역선정
2. 모델링 수행
3. 주요 영향지역 평가 및 시사점 도출

제4장 모델링에 근거한 주요 축사악취 영향지역 평가

1. 평가 대상지역 선정

1.1 후보 지역의 대기환경 현황 검토

다. 정읍시 대기오염 측정망 현황

1) 대기오염 측정망 위치

- 정읍시에는 현재 연지동, 신태인읍(도시대기) 2개의 측정망이 존재하지만, 신태인읍 측정소가 2018년에 신설되어 대기환경연보 최정확정자료(2016, 2017년 자료 인용) 상의 통계에는 포함되지 않음.
- 축산밀집도가 가장 높은 감곡면 방교리와는 각각 18.8㎞, 5.2㎞이격되어있음.

<표 4-1> 정읍시 대기오염 자동측정망 운영현황

측정소명	위치	측정망구분	비고
연지동	정읍시 조곡천1길 7 여성문화회관	도시대기측정망	18.8㎞
신태인	정읍시 신태인읍 신태인중앙로14 신태인읍사무소	도시대기측정망	5.2㎞

자료 : 에어코리아



<그림 4-1> 정읍시 대기오염 측정망 위치도

2) 대기오염물질 현황

- 정읍시 연지동(2005년 설치) 및 신태인(2018년 설치)의 대기오염물질 측정항목은 SO_2, CO, O_3, NO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$임.

- 정읍시의 2016~2019년 대기오염물질 항목별 연간 농도를 살펴보면 2016년 미세먼지(PM-10)항목에서 53㎍/㎥로 연간 대기환경기준을 초과하였으며, 초미세먼지(PM-2.5)항목에서는 34㎍/㎥로 연간 대기환경기준을 초과하였음.
- 2017년 초미세먼지(PM-2.5)항목에서 28㎍/㎥로 연간 대기환경기준치를 초과하였으며 그 외 항목에서는 연간 대기환경 기준을 만족하였음.
- 2018년 초미세먼지(PM-2.5)항목에서 연지동 24㎍/㎥, 신태인 21㎍/㎥로 연간 대기환경기준치를 초과하였으며 그 외 항목에서는 연간 대기환경 기준을 만족하였음.
- 2019년 초미세먼지(PM-2.5)항목에서 연지동 20㎍/㎥, 신태인 25㎍/㎥로 연간 대기환경기준치를 초과하였으며 그 외 항목에서는 연간 대기환경 기준을 만족하였음.

<표 4-2> 정읍시 일반대기오염물질 농도현황

(단위 : ppm, ㎍/㎥)

구 분		아황산가스 (SO_2)	이산화질소 (NO_2)	오존 (O_3)	일산화탄소 (CO)	미세먼지 (PM-10)	미세먼지 (PM-2.5)
기준		0.02	0.03	0.06	9	50	25(18년부터 15)
2016	연지동	0.003	0.015	0.026	0.3	53	34
	신태인	-	-	-	-	-	-
2017	연지동	0.003	0.014	0.035	0.6	42	28
	신태인	-	-	-	-	-	-
2018	연지동	0.003	0.014	0.033	0.5	43	24
	신태인	0.003	0.011	0.024	0.4	35	21
2019	연지동	0.002	0.015	0.035	0.4	43	20
	신태인	0.003	0.010	0.030	0.4	41	25

자료 : 대기환경연보 2016~2019년

나. 김제시 대기오염 현황

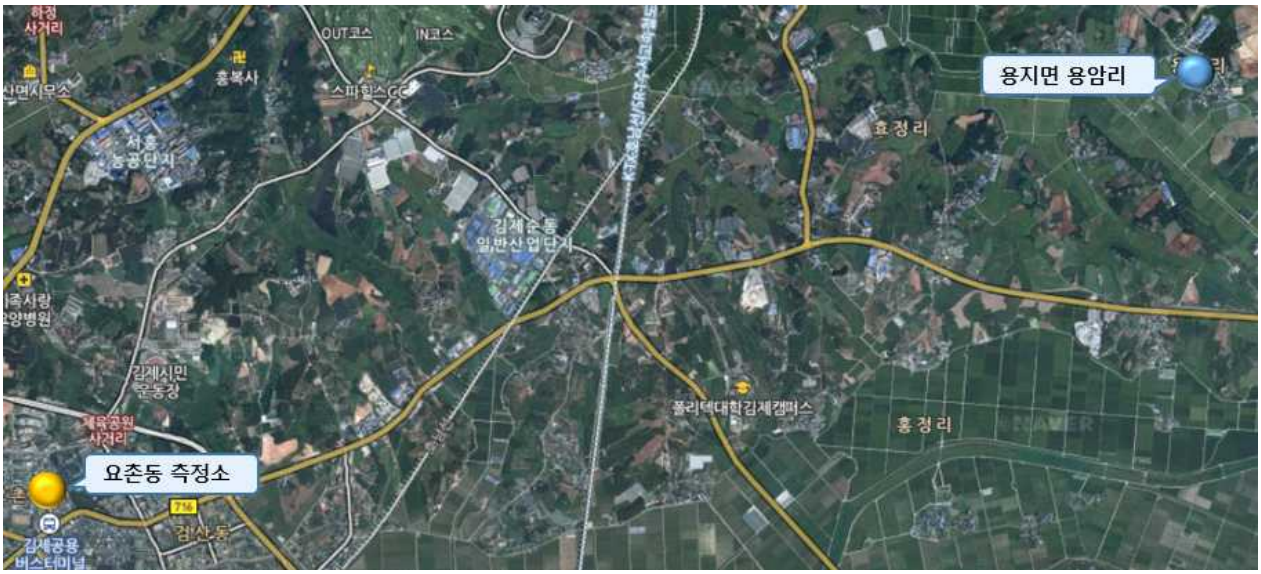
1) 대기오염 측정망 위치

• 김제시에는 현재 요촌동(도시대기) 1개의 측정망이 존재하며, 축산밀집도가 가장 높은 용지면 용암리와는 약 7.7㎞ 이격되어 있음.

<표 4-3> 김제시 대기오염 자동측정망 운영현황

측정소명	위치	측정망구분	비고
요촌동	김제시 요촌중길 50 요촌동 주민센터	도시대기측정망	7.7㎞

자료 : 에어코리아



<그림 4-2> 김제시 대기오염 측정망 위치도

2) 대기오염물질 현황

- 김제시 요촌동(2015년 설치)의 대기오염물질 측정항목은 SO_2, CO, O_3, NO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$임.
- 김제시의 2016~2019년 대기오염물질 항목별 연간 평균 농도 검토결과 2016~2019년 초미세먼지(PM-2.5) 항목에서 2016년 33㎍/㎥, 2017년도 29㎍/㎥, 2018년도 25㎍/㎥, 2018년도 28㎍/㎥로 연간 대기환경기준을 초과하였으며, 미세먼지도 2018년도에 51㎍/㎥로 대기환경기준을 초과하였고, 그 외 항목에서는 연간 대기 환경기준을 만족하였음.

<표 4-4> 김제시 일반대기오염물질 농도현황

(단위 : ppm, ㎍/㎥)

구 분	아황산가스 (SO_2)	이산화질소 (NO_2)	오존 (O_3)	일산화탄소 (CO)	미세먼지 (PM-10)	미세먼지 (PM-2.5)
기준	0.02	0.03	0.06	9	50	25(18년부터는 15)
2016	0.003	0.015	0.028	0.5	49	33
2017	0.003	0.015	0.037	0.6	46	29
2018	0.003	0.015	0.034	0.4	51	25
2019	0.003	0.016	0.034	0.4	45	28

자료 : 대기환경연보 2016~2019

나. 익산시 대기오염 현황

1) 대기오염 측정망 위치

• 익산시에는 현재 남중동, 팔봉동, 모현동(도시대기) 3개의 측정망이 존재하며 축산밀집도가 가장 높은 왕궁면 온수리와는 각각 10.4㎞, 7㎞, 12㎞ 이격되어 있음.

<표 4-5> 익산시 대기오염 자동측정망 운영현황

측정소명	위치	측정망구분	비고
남중동	익산시 인북로 32길 1 익산시의회 옥상	도시대기측정망	10.4㎞
팔봉동	익산시 무왕로 1338 익산소방서 옥상	도시대기측정망	7㎞
모현동	익산시 배산로 189-10 청소년문화의집 옥상	도시대기측정망	12㎞

자료 : 에어코리아



<그림 4-3> 익산시 대기오염 측정망 위치도

2) 대기오염물질 현황

- 익산시의 남중동, 팔봉동, 모현동의 대기오염물질 측정항목은 SO_2, CO, O_3, NO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$임.
- 익산시의 2016~2019년 대기오염물질 항목별 연간 평균농도 검토결과, 2016년 미세먼지(PM-10)항목에서 남중동 53㎍/㎥, 팔봉동 57㎍/㎥, 모현동 56㎍/㎥로 연간대기환경 기준을 초과하였으며, 초미세먼지(PM-2.5)항목에서 남중동 42㎍/㎥, 팔봉동 37㎍/㎥, 모현동 32㎍/㎥로 연간대기환경기준을 초과하였음. 그 외의 항목에서는 연간대기환경기준을 만족하였음.
- 2017년 미세먼지(PM-10)항목에서 남중동 56㎍/㎥, 팔봉동 53㎍/㎥, 모현동 59㎍/㎥로 연간대기환경 기준을 초과하였으며, 초미세먼지(PM-2.5)항목에서 남중동 34㎍/㎥, 팔봉동 37㎍/㎥, 모현동 36㎍/㎥로 연간대기환경기준을 초과하였음. 그 외의 항목에서는 연간대기환경기준을 만족하였음.
- 2018년은 초미세먼지(PM-2.5)항목에서 남중동 30㎍/㎥, 팔봉동 28㎍/㎥, 모현동 28㎍/㎥로 연간대기환경기준을 초과하였음. 그 외의 항목에서는 연간대기환경기준을 만족하였음.
- 2019년 미세먼지(PM-10)항목에서 남중동 50㎍/㎥로 연간대기환경 기준을 초과하였으며, 초미세먼지(PM-2.5)항목에서 남중동 31㎍/㎥, 팔봉동 32㎍/㎥, 모현동 29㎍/㎥로 연간대기환경기준을 초과하였음. 그 외의 항목에서는 연간대기환경기준을 만족하였음.

<표 4-6> 익산시 일반대기오염물질 농도현황

(단위 : ppm, ㎍/㎥)

구 분		아황산가스 (SO_2)	이산화질소 (NO_2)	오존 (O_3)	일산화탄소 (CO)	미세먼지 (PM-10)	미세먼지 (PM-2.5)
기준		0.02	0.03	0.06	9	50	25(18년부터 15)
2016	남중동	0.005	0.018	0.033	0.5	53	42
	팔봉동	0.004	0.017	0.031	0.5	57	37
	모현동	0.005	0.017	0.029	0.4	56	32
2017	남중동	0.005	0.018	0.03	0.4	56	34
	팔봉동	0.004	0.016	0.032	0.6	53	37
	모현동	0.005	0.016	0.027	0.4	59	36
2018	남중동	0.005	0.017	0.027	0.4	46	30
	팔봉동	0.003	0.012	0.028	0.6	42	28
	모현동	0.005	0.015	0.027	0.3	46	28
2019	남중동	0.003	0.015	0.030	0.4	50	31
	팔봉동	0.002	0.017	0.034	0.4	47	32
	모현동	0.004	0.012	0.024	0.3	49	29

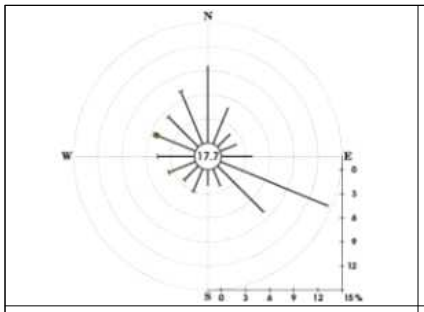
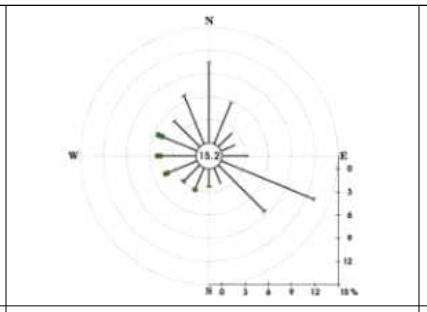
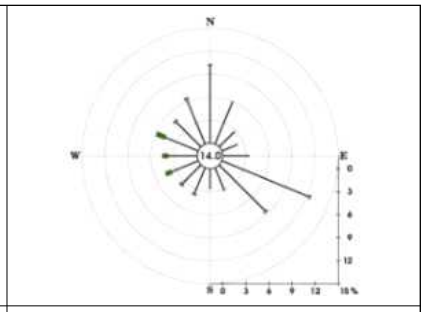
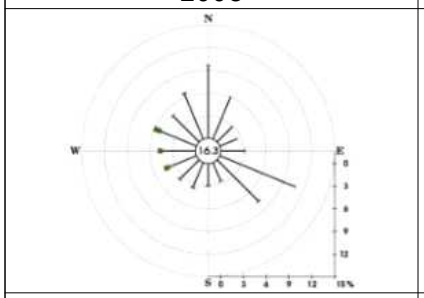
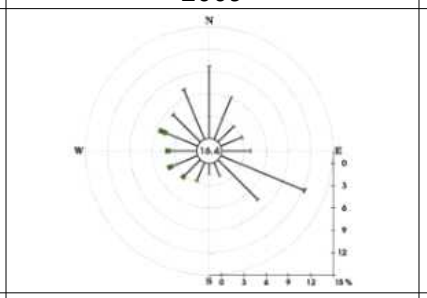
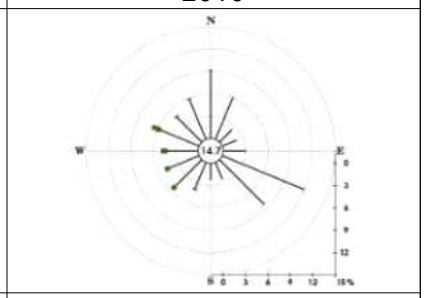
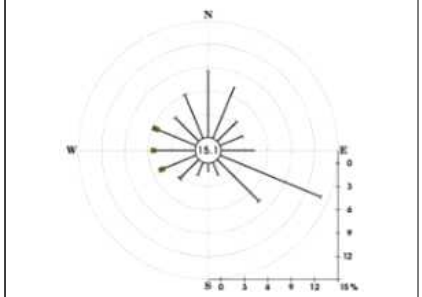
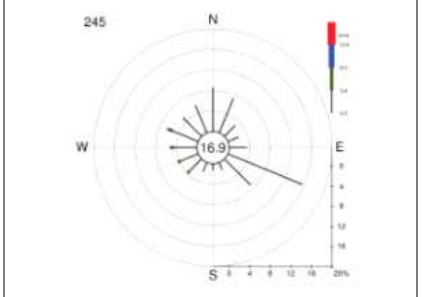
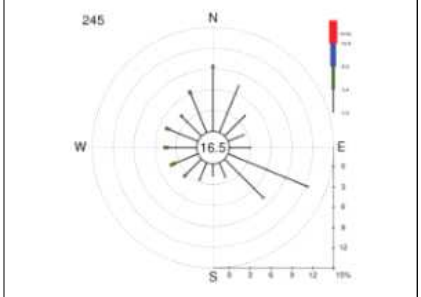
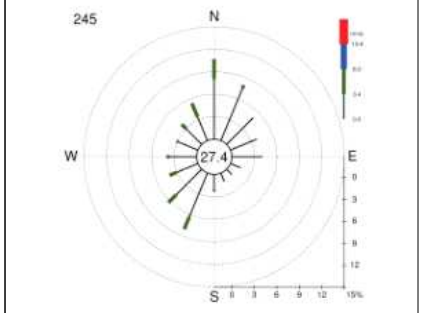
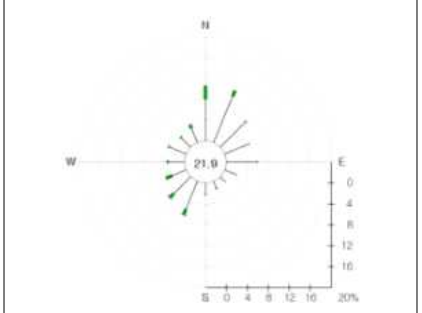
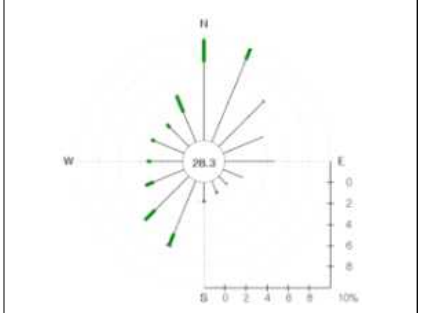
자료 : 대기환경연보 2016~2019년

1.2 주요 지역의 기상 현황 검토

가. 정읍시 바람장미도

- 주풍은 북서풍 계열로 축사로부터 남동쪽에 위치한 주거지역에서 악취 영향이 클 것으로 예측됨.

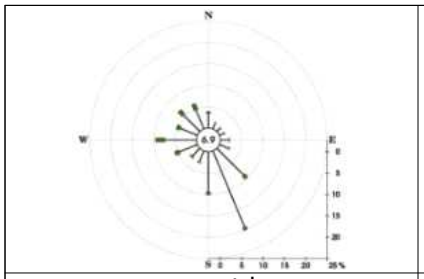
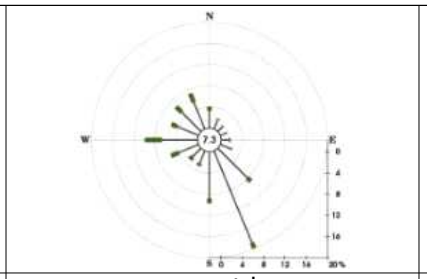
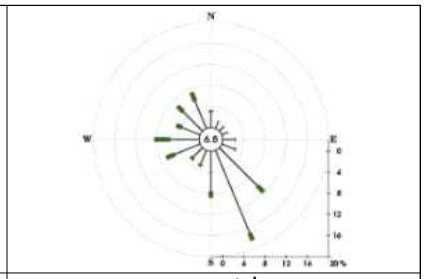
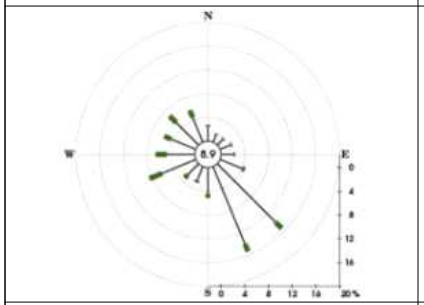
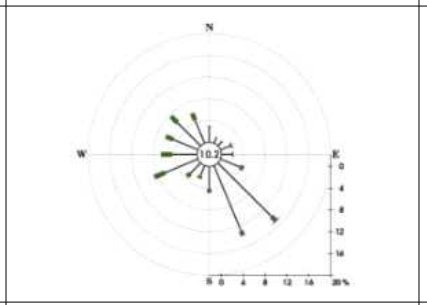
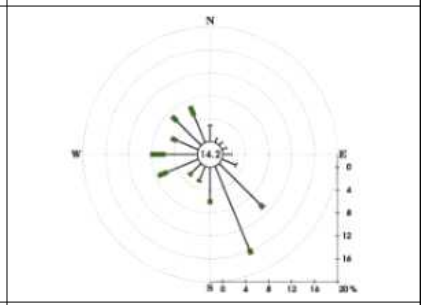
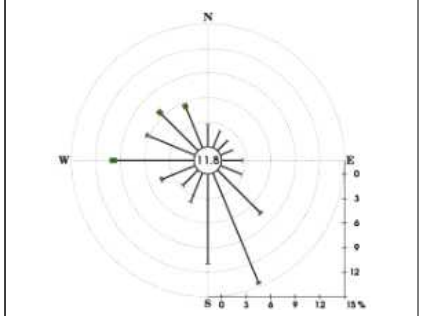
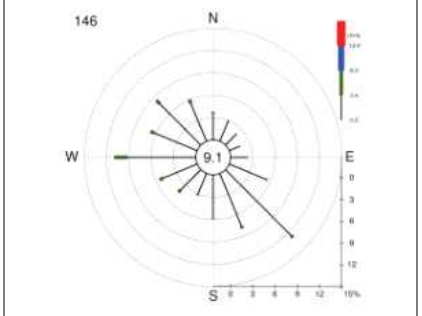
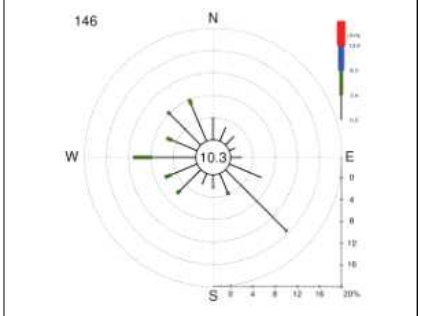
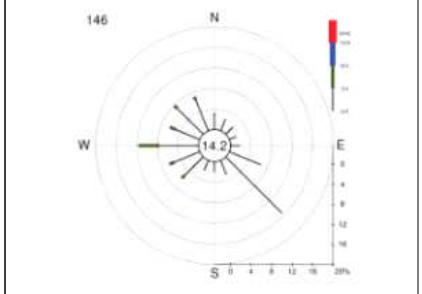
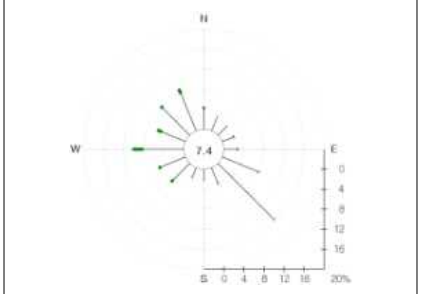
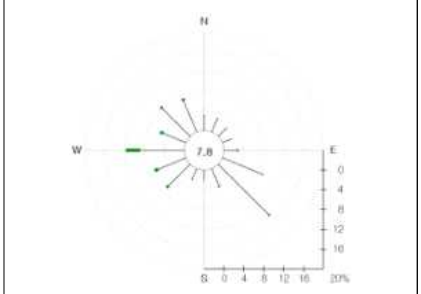
<표 4-7> 정읍시 바람장미도

		
2008	2009	2010
		
2011	2012	2013
		
2014	2015	2016
		
2017	2018	2019

나. 김제시 월별 바람장미도

- 김제시의 경우, 지표 기상측정대가 없어 인접한 전주시의 바람장미도를 인용함.
- 주풍은 남동풍계열로 축사로부터 북동쪽에 위치한 주거지역에서 악취 영향이 클 것으로 예측됨.

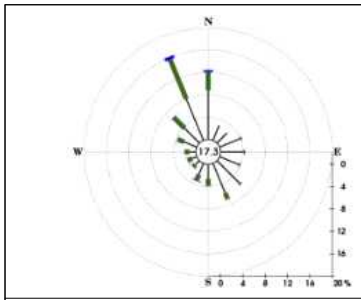
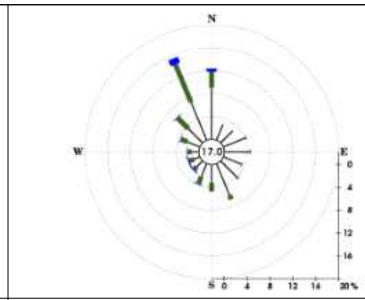
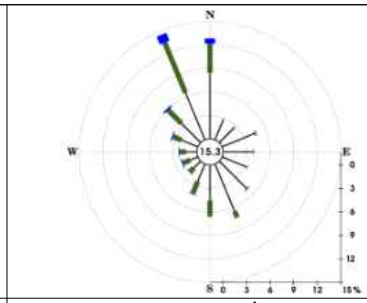
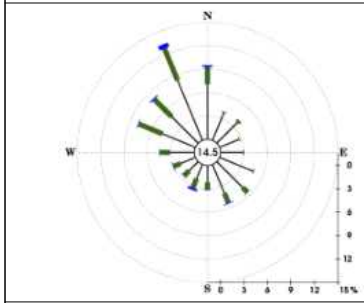
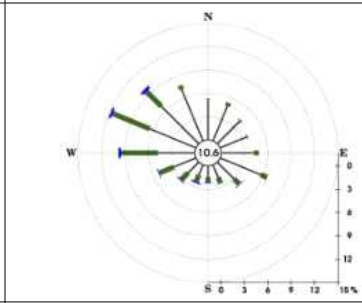
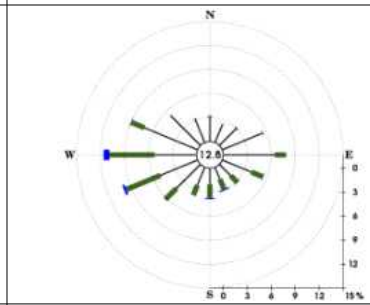
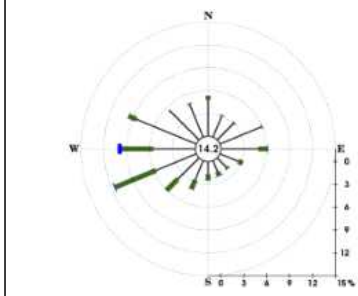
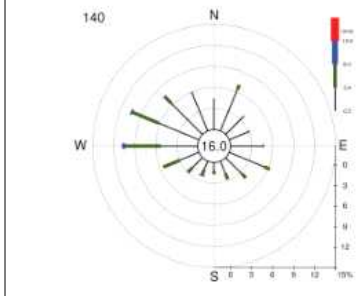
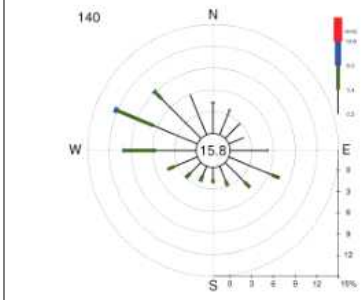
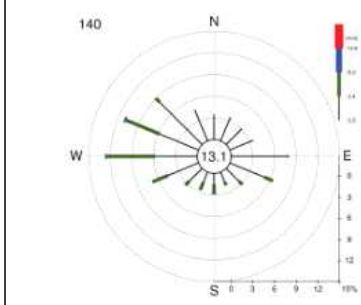
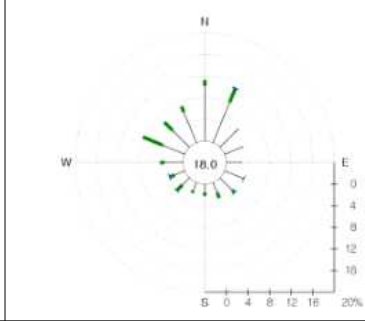
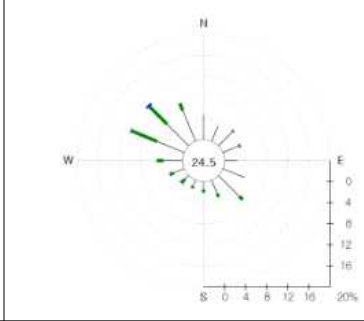
<표 4-8> 김제시(전주시) 바람장미도

		
2008년	2009년	2010년
		
2011년	2012년	2013년
		
2014년	2015년	2016년
		
2017년	2018년	2019년

다. 익산시 바람장미도

- 익산시의 경우, 지표 기상측정대가 없어 인접한 군산시의 바람장미도를 인용함.
- 주풍은 북서풍 계열로 축사로부터 남동쪽에 위치한 주거지역에서 악취 영향이 클 것으로 예측됨.

<표 4-9> 익산시(군산시) 바람장미도

		
2008년	2009년	2010년
		
2011년	2012년	2013년
		
2014년	2015년	2016년
		
2017년	2018년	2019년

1.2 후보 지역별 세부지역 검토

가. 정읍시 태인면(5순위) 검토

• 정읍시 태인면 중에서 궁사리가 5개 농가수, 9,753두수의 높은 사육두수를 가지고 있으며 인접한 낙양리와 오봉리에서도 총 4개의 농가가 8,637두수를 사육하고 있음.

• 따라서, 태인면 궁사리, 낙양리, 오봉리에서 사육중인 총 18,390마리의 사육시 발생되는 악취발생량 및 주변지역에 미치는 영향을 예측하였음.

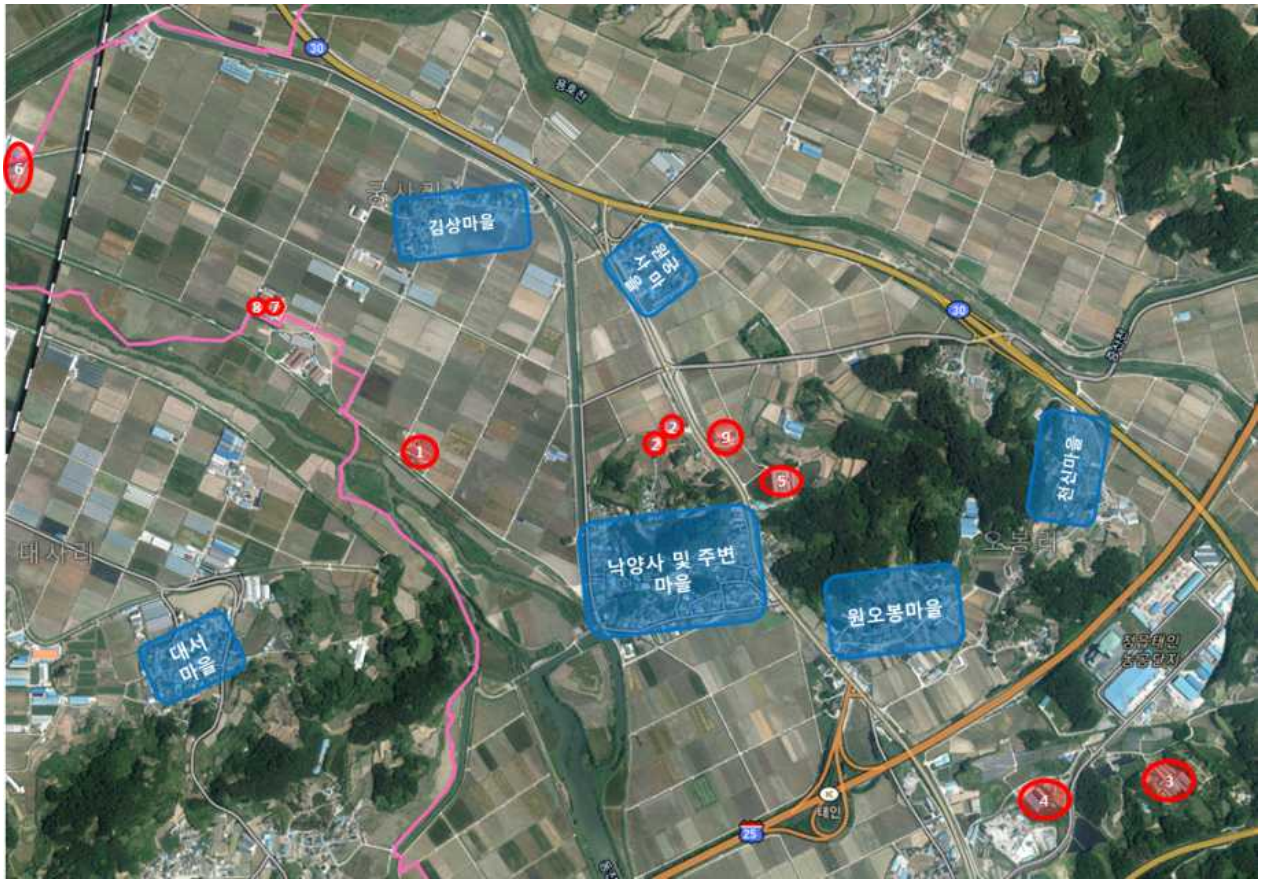
• 태인면 주요 축사시설의 주변 주거지역은 낙양사 및 주변마을, 원오봉마을, 천선마을, 원궁사마을, 김상마을 대서 마을 등으로 조사되었음.

<표 4-10> 정읍시 태인면 양돈 사육현황

시·군	리	농가수(개소)	사육두수(두수)
정읍시 태인면	**낙양리**	**2**	**3,924**
	태서리	5	5,475
	태흥리	2	3,097
	오봉리	**2**	**4,713**
	궁사리	**5**	**9,753**
	태남리	3	5,147
	오류리	1	2,542
	매계리	1	1,408
	고천리	1	3,496

<표 4-11> 정읍시 태인면 궁사리, 낙양리, 오봉리 영향지역

구분	영향지역
1	천신 마을
2	원오봉 마을
3	낙양사 및 주변마을(문화마을 등)
4	대서 마을
5	김상 마을
6	원궁사 마을



<그림 4-4> 정읍시 태인면 축사시설 위치도

나. 정읍시 감곡면(6순위) 검토

• 정읍시 감곡면 중에서 방교리가 5개 농가수, 14,832두수의 높은 사육두수를 가지고 있으며, 옆에 인근한 오주리에서도 4개의 농가가 8,638두수를 사육하고 있음.

• 따라서, 감곡면 방교리와 오주리에서 사육한 23,470마리에 대한 영향을 검토하였음.

• 주변 영향지역은 주거지역 및 면사무소 등으로 조사되었음.

<표 4-12> 정읍시 감곡면 양돈 사육현황

시·군	리	농가수(개소)	사육두수(두수)
정읍시 감곡면	계룡리	3	5,285
	방교리	**5**	**14,832**
	오주리	**4**	**8,638**
	진흥리	4	4,879
	통석리	5	6,367
	승방리	1	1,307
	대신리	1	8,208
	화봉리	1	2,219

<표 4-13> 정읍시 감곡면 방교리 및 오주리 영향지역

구분	영향지역
1	옥신마을
2	오공마을
3	감곡중학교
4	감곡초등학교
5	감곡면사무소 및 주거지역
6	동곡마을
7	장촌마을
8	양오마을
9	오주마을



<그림 4-5> 정읍시 감곡면 축사시설 위치도

다. 김제시 용지면(1순위) 검토

• 김제시 용지면 중에서 신정리가 28개 농가 83,517두수로 가장 많이 사육하고 있으며, 다음으로 인접한 용수리와 용암리가 각각 31개 농가 68,932두수, 용암리가 79농가 57,815두수를 사육하고 있음.

• 따라서, 이 3개의 지역에서 사육되는 축사에서 발생되는 악취 영향을 예측하였음.

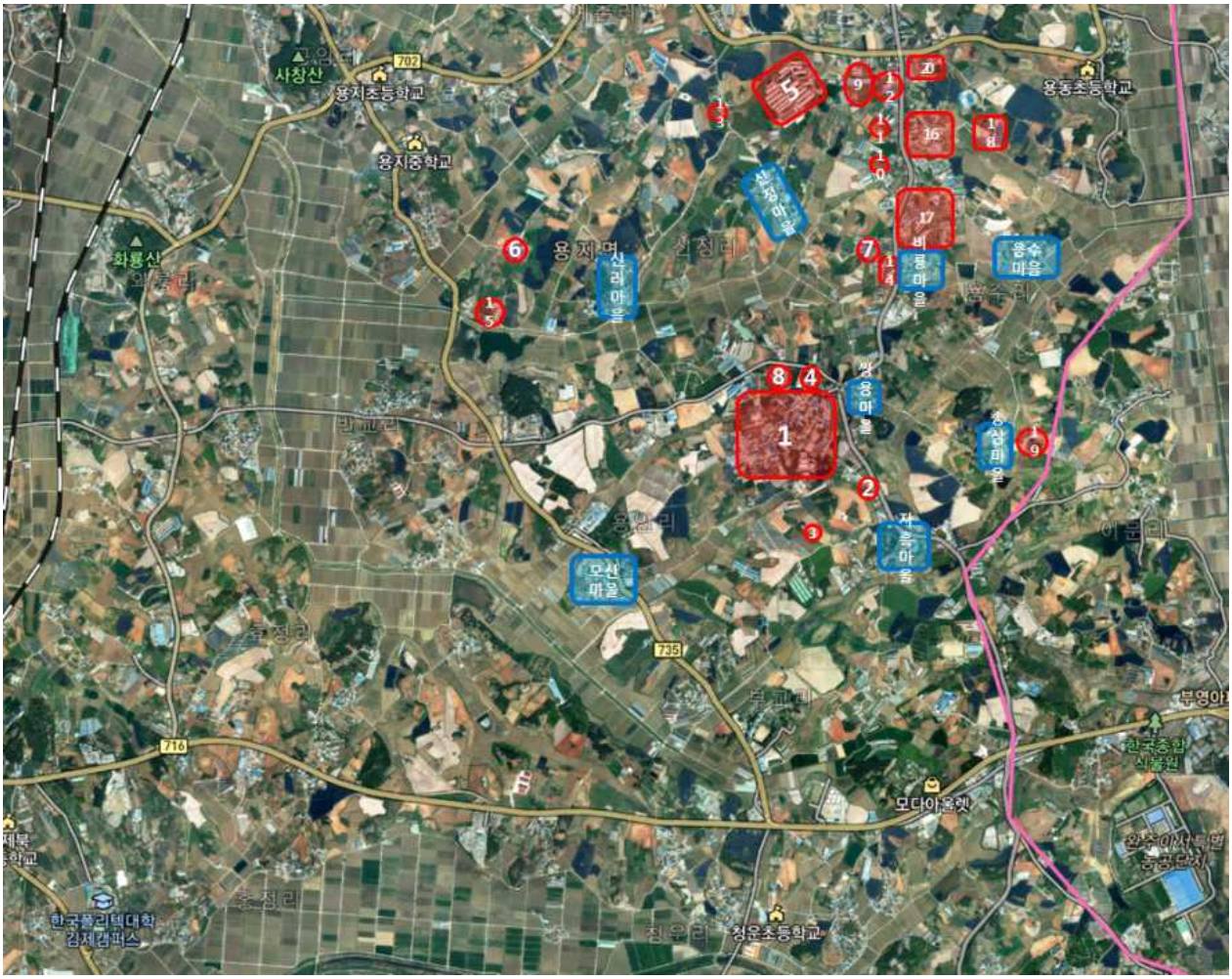
• 또한, 축사농가가 집단적으로 밀집하여 위치하고 있어, 총 20개의 세부 지역으로 구분하여 발생량을 예측하였음.

<표 4-14> 김제시 용지면 양돈 사육현황

시·군	리	농가수(개소)	사육두수(두수)
김제시 용지면	예촌리	10	10,560
	송산리	2	2,783
	봉의리	2	726
	효정리	7	13,386
	반교리	8	4,465
	용암리	**79**	**57,915**
	부교리	11	15,828
	신정리	**28**	**83,517**
	용수리	**31**	**68,932**
	장신리	2	627
	구암리	1	251
	와룡리	1	436

<표 4-15> 김제시 용지면 용암리 영향지역

구분	영향지역
1	신정마을
2	비룡마을
3	용수마을
4	신리마을
5	쌍용마을
6	송삼마을
7	자흥마을
8	모산마을



<그림 4-6> 김제시 용지면 축사시설 위치도

라. 김제시 검산동(3순위) 검토

• 김제시 검산동(행정동)은 4개의 법정동(검산동, 순동, 백학동, 상동동)으로 이루어져 있으며, 가장 많은 동 중에서 싱동동이 4개 농가수, 5,312두수의 높은 사육두수를 가지고 있으며 주변 영향지역은 부동마을 등 6개마을과 한국폴리텍대학 김제캠퍼스가 위치해 있음.

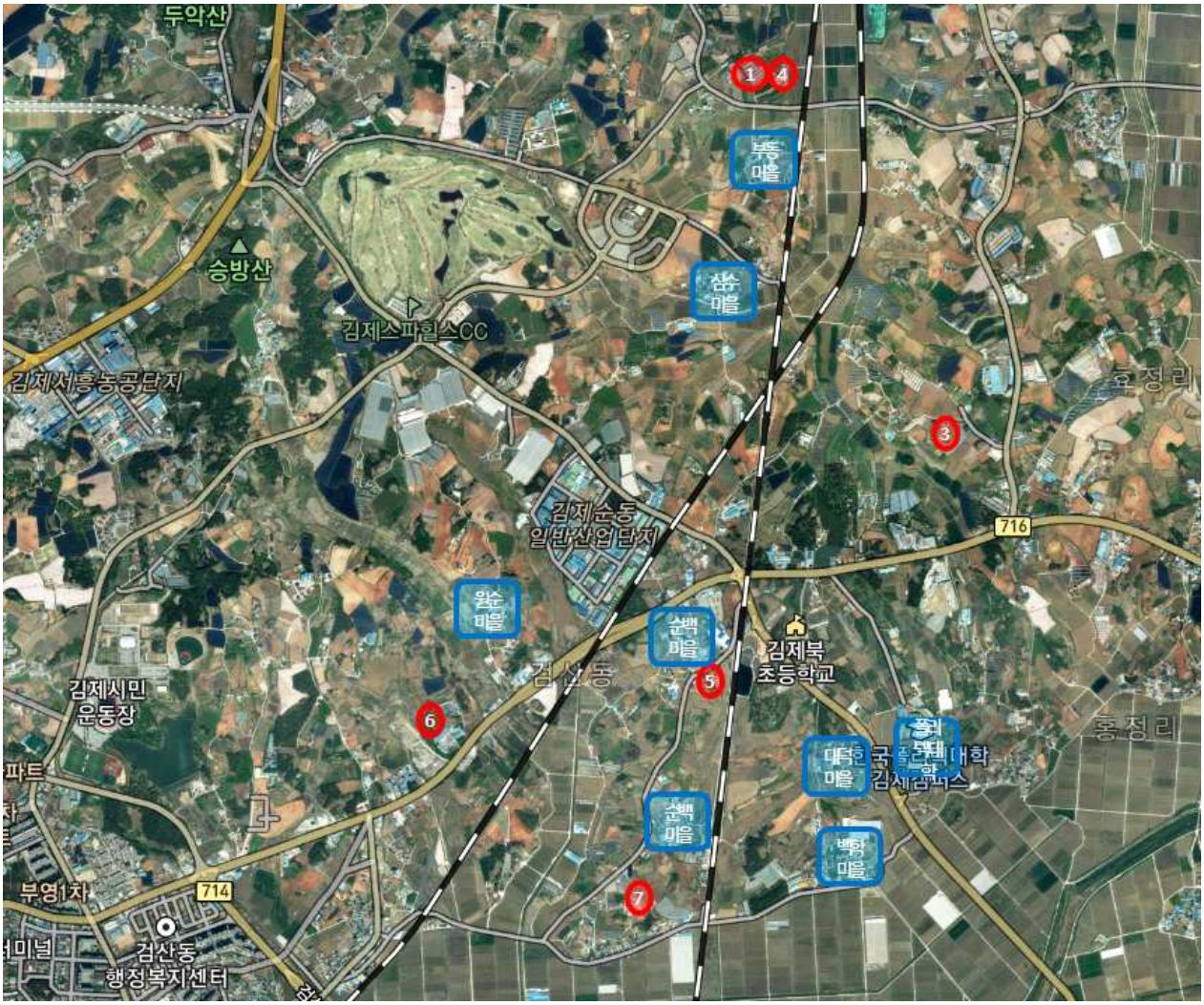
• 본 조사에서는 검산동 7개 농가에서 발생되는 악취 발생량 및 주변지역 영향을 예측하였.

<표 4-16> 김제시 검산동 양돈 사육현황

시·군	리	농가수(개소)	사육두수(두수)
김제시 검산동	**상동동**	**4**	**5,312**
	순동	**2**	**1,368**
	백학동	**1**	**872**

<표 4-17> 김제시 검산동 영향지역

구분	영향지역
1	부동마을
2	삼수마을
3	원순마을
4	순백마을
5	대덕마을
6	한국폴리텍대학 김제캠퍼스
7	백학마을



<그림 4-7> 김제시 검산동 축사시설 위치도

마. 익산시 왕궁면(2순위) 검토

• 익산시 왕궁면 중에서 온수리가 141개 농가수 70,874 두수로 가장 많은 양돈을 사육하고 있으며, 주변 영향지역은 초등학교 및 소규모 마을, 대규모 삼례주거지역이 위치하여 있음.

• 온수리 다음으로 구덕리의 사육두수가 31,885두수로 조사되었으며, 온수리의 북동측에 인접하여있음

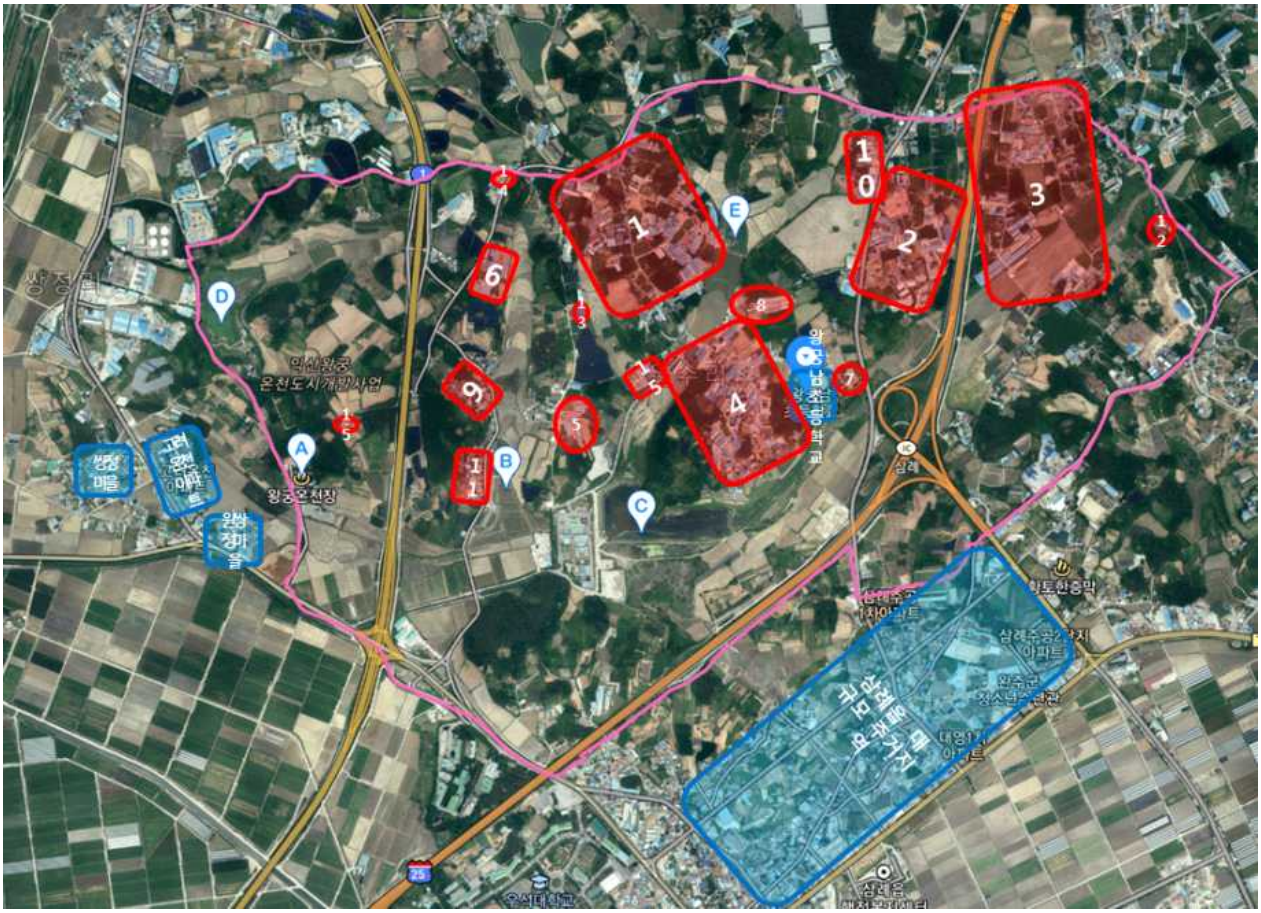
• 본 조사에서는 온수리 농가에서 발생되는 악취에 의한 영향을 예측하였으며, 축사가 밀집하여 위치하고 있어, 밀집도를 고려하여 14개의 세부지역으로 구분하여 발생량을 예측하였음.

<표 4-18> 익산시 왕궁면 양돈 사육현황

시·군	리	농가수(개소)	사육두수(두수)
익산시 왕궁면	광암리	7	2,489
	흥암리	10	4,552
	구덕리	83	38932
	온수리	**141**	**70,874**
	쌍제리	4	3,761
	발산리	2	1209
	동봉리	2	431
	동촌리	1	897
	평장리	1	250

<표 4-19> 익산시 왕궁면 온수리 영향지역

구분	영향지역
1	삼례읍 대규모 주거지역(삼례주공아파트, 대영아파트, 삼례중앙초등학교 등)
2	왕궁남초등학교
3	고려온천아파트
4	원쌍정마을
5	쌍정마을



<그림 4-8> 익산시 왕궁면 축사시설 위치도

바. 익산시 낭산면(11순위) 검토

• 익산시 낭산면이 익산시내 2번째로 높은 악취 영향도를 나타내었으며, 이 중 낭산면 용기리가 19개 농가수 10,231 두수로 가장 높은 악취 영향을 나타낼 것으로 예측됨

• 단, 낭산면 용기리 축사밀집지역의 경계선에 위치한 함열읍 석매리 축산단지에도 32개 농가 8,891 두수를 사육하고 있어 통합적인 악취 영향을 예측하였음

• 낭산면 용기리 및 함열읍 석매리 축사밀집지역 주변 악취 영향지역은 소도마을, 상마마을 등 11개의 마을로 예측됨.

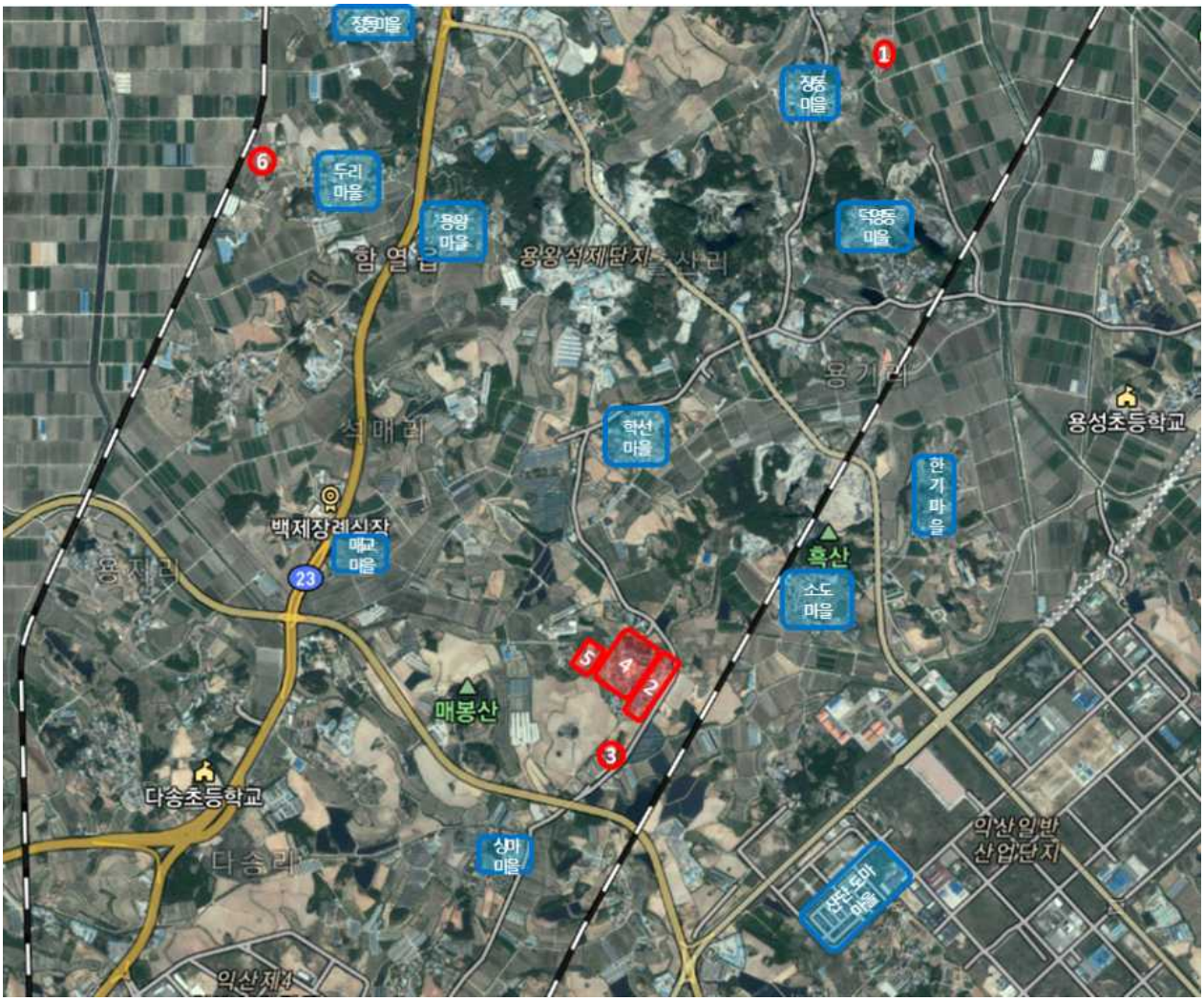
• 본 조사에서는 낭산면 용기리 및 함열읍 석매리 축산 농가에서 발생되는 악취에 의한 영향을 예측하였으며, 축사가 밀집하여 위치하고 있어, 밀집도를 고려하여 6개의 세부지역으로 구분하여 발생량을 예측하였음.

<표 4-20> 익산시 낭산면 양돈 사육현황

시·군	리	농가수(개소)	사육두수(두수)
익산시 낭산면	**용기리**	**19**	**10,231**
	석천리	4	6,008
	상담리	1	3,593
	성남리	1	545
	호암리	1	192

<표 4-21> 익산시 낭산면 용기리 · 함열읍 석매리 영향지역

구분	영향지역
1	정동마을
2	장동마을
3	두리마을
4	용왕마을
5	덕영동마을
6	학선마을
7	한기마을
8	매교마을
9	소도마을
10	상마마을
11	산단도마마을



<그림 4-9> 익산시 낭산면 축사시설 위치도

2. 모델링 수행

2.1 모델링 수행 방법

가. 모델 개요

- 축사시설에서 배출되는 오염물질의 영향검토에서는 물질의 흐름 분석 및 풍향, 풍속, 기압에 따른 계절적, 시간대별 기류도 작성을 위하여 미국 EPA에서 권장하는 모델 중 복잡한 오염원에 대하여 장·단기적인 오염물질의 농도를 예측할 수 있는 모델인 CALPUFF 모델링을 선정하였음.
- CALPUFF 모델은 기상조건과 오염물질 배출량의 시간에 따른 변화가 없다는 정상상태를 가정하는 가우시안 Plum식을 기본으로 한 ISC 모델과 달리 비정상상태의 모델로서 연속적으로 배출되는 연기가 잘게 나누어진 각각의 연기덩어리(puff)로 배출된다고 가정하고, 이 배출된 연기덩어리(puff)가 공간적 해상도를 갖는 바람장을 따라 이동 및 확산될 때 연기덩어리(puff)가 미치는 영향을 종합하여 농도를 계산하는 모델임.
- CALPUFF는 시간 및 공간에 따른 바람장의 변화를 퍼프의 이동에 고려할 수 있기 때문에 비정상상태 모델에 해당. 따라서 정상상태 모델인 ISCST3나 AERMOD 보다 정확히 시간에 따른 풍향 및 풍속의 변화를 확산에 반영할 수 있는 장점이 있음.
- 점.면 오염원에 대한 시간적인 농도변화 계산능력이 있고, 오염원에서부터 수십 미터에서 수백 킬로미터까지 모델링이 가능하며, 한 시간에서 일 년까지의 평균화 시간에 대한 농도 예측이 가능함. 또한 비활성 오염물질은 물론 화학변화를 일으키는 오염물질에 대해서도 예측이 가능하고 거칠고 복잡한 지형상황에 대해서도 모델링이 가능함.
- CALPUFF 모델은 다음의 세 가지 구성요소로 구성된다. 첫째, 진단(diagnostic) 및 예측(prognostic) 기상장 생성 모듈을 포함하는 기상모델링 도구, 둘째 화학적 제거 및 건·습식 침적, 복잡지형 알고리즘, 빌딩 다운워시, 연기 침강(Plum fumigation) 및 기타 효과들을 다루는 가우시안 퍼프 확산모델, 셋째, 기상자료와 농도 및 침적량에 대한 결과를 볼 수 있는 후처리 프로그램임.
- 또한, 대기확산 모델(CALPUFF 모델)은 복잡지형에서 산곡풍이나 해안가에서 해륙풍 순환과 같은 급격한 바람장 변화를 나타내는 지역에 유용한 모델이며, 기존의 알려진 MESOPUFF에서 고려하지 못했던 해안가 퓨미게이션(Fumigation) 현

상 등을 고려할 수 있는 장점이 있음.

- 따라서, 대기확산 모델(CALPUFF 모델)은 본 대상 배출구에서 배출되는 오염물질을 기상의 변화에 따라 예측하기에 적합한 모델임.
- 단, 본 모델은 사용방법이 복잡하고 절차가 복잡하여 전문성을 요구하고 및 모델링 수행시간이 길다는 단점이 있음.

나. 대기확산 모델의 특징

- 대기확산 모델(CALPUFF 모델)의 특징은 다음과 같으며, 배출원 형태, 비정상상태 배출 및 기상조건, 확산계수, 연직 바람 쉬어항, 빌딩 다운워시, 건성 침적 등으로 구분하여 나타냄.

<표 4-22> CALPUFF 모델의 특징

구 분	내 용
배출원 형태	- 점오염원, 선오염원, 입체오염원, 면오염원 (고정 혹은 유동오염물질 배출 모두 고려)
비정상상태 배출 및 기상 조건	- 3차원 격자화된 기상변수(바람, 온도) - 공간적으로 변화하는 혼합고, 마찰속도, 대류속도 규모, 닌-오브코프 길이, 강수율, 연직 또는 수평적으로 변화하는 난류와 확산률 - 시간에 따른 오염원과 배출량 자료
Efficient sampling functions	- 통합된 퍼프 공식(Integrated puff formulation) - 연장된 퍼프 공식(Elongated puff(slug) formulation)
확산계수 (σy, σz) 옵션	- σy와 σz의 직접적인 측정 - 상사이론(Similarity theory)에 기초한 σy와 σz의 추정값 - 파스킬-길포드(P-G) 확산 계수(시골 지역) - 맥머리-풀러(MP) 확산 계수(도시 지역) - CTDM 확산 계수(중립/안정)
연직 바람 쉬어항 (Vertical wind shear)	- 퍼프 절단(Puff splitting) - 특이한 이류나 확산
연기 상승 (Plume rise)	- 부분 침투(Partial penetration),부력 및 운동량 상승(Buoyant and momentum rise), 굴뚝 끝 효과(Stack tip effects), 연직 바람 쉬어항 (Vertical wind shear), 빌딩 다운워시 효과(Building downwash effects)
빌딩 다운워시 (Building downwash)	- Huber-Snyder 방법 - Schulman-Scire 방법
세부 격자 규모의 복잡 지형(Subgrid scale complex terrain)	- 유선형 구분, Hd 기준 - Hd 윗부분에서는 퍼프가 언덕 위로 흐르고 확산률이 변함 - Hd 아랫부분에서는 퍼프가 언덕이나 갈라진 틈 주위를 비켜가고 언덕 주위를 휘감음
배출량 생성 모델(EPM)과의 인터페이스	- 시간에 따라 변화하는 열 플럭스(heat flux)와 화재에 의해 발생되는 배출량
건성 침적 (Dry Deposition)	- 가스상 및 입자상 물질 - 세 가지 옵션 (저항모델을 통한 침적의 시.공간적 변화에 대한 완벽한 처리, 각 오염물질의 주간 순환, 건성 침적 없음)

2.2 악취 배출량 산정

가. 태인면 악취 배출량 예측

- 태인면 대상지역내에 위치한 9개 농장의 사육두수와 악취 배출계수를 활용하여 악취 배출량을 예측한 결과, 태인면 궁사리에 위치한 농장(태인팜)에서 가장 많은 배출량이 예측되었으며, 태인면 대상지역의 총 악취 배출량은 200,450 OU·㎥/min으로 예측되었음.

<표 4-23> 태인면(낙양리, 오봉리, 궁사리) 축사 악취 배출량 예측

번호	농장명	주소	사육두수	배출량 (OU•㎥/min)	지점 번호
1	경희농장	태인면 낙양리 823-12	2,386	26,007	JT-1
2	손국현 축사	태인면 낙양리 514-3, 817-5	1,538	16,764	JT-2
3	농업회사법인 (유)영인농장	태인면 오봉리 224 외 9필지	3,195	34,826	JT-3
4	선학농장	태인면 오봉리 192, 184, 192-1, 189, 185, 188-1	1,518	16,546	JT-4
5	낙양농장	태인면 궁사리 1217-4, 1217-3, 1217-6, 1217-7, 1217-10, 1217-11	2,588	28,209	JT-5
6	태인팜	태인면 궁사리 1237-1, 1237-2	3,522	38,390	JT-6
7	오종태	태인면 궁사리 1015-31	300	3,270	JT-7
8	새롬농장	태인면 궁사리 1076-10 외 13필지	2,127	23,184	JT-8
9	서기원 축사	태인면 궁사리 1048-7, 1048-8	1,216	13,254	JT-9
소계			18,390	200,450	-

* 배출계수 : 10.9 OU•㎥/min•두(가축사육 제한구역 거리 재설정 연구, 환경부·농림축산식품부(2015))

나. 감곡면 악취 배출량 예측

- 감곡면 대상지역내에 위치한 10개 농장의 사육두수와 악취 배출계수를 활용하여 악취 배출량을 예측한 결과, 감곡면 방교리에 위치한 농장(대운축산영농조합법인)에서 가장 많은 배출량이 예측되었으며, 태인면 대상지역의 총 악취 배출량은 271,825 OU·㎥/min으로 예측되었음.

<표 4-24> 감곡면(통석리, 방교리, 오주리) 축사 악취 배출량 예측

번호	농장명	주소	사육두수	배출량 (OU•㎥/min)	지점 번호
1	감곡축산	감곡면 통석리 714 712, 713, 717, 722. 723, 1332-26, 1336-4	1,468	16,001	JG-1
2	대운축산영농조합법인	감곡면 방교리 1451-2 , -30, -34, -35, 1453-21, -24, -25, 1465-4	6,678	72,790	JG-2
3	우리손에프앤지 농업회사법인주식회사	감곡면 오주리 389-1 . 산11-5. 388. 9. 871-19	2,820	30,738	JG-3
4	감곡농장	감곡면 방교리 1487-4 외 6필지	1,966	21,429	JG-4
5	보민영농조합법인	감곡면 방교리 1199-1, 1201-7외 7필지	2,380	25,942	JG-5
6	문이네농장	감곡면 방교리 1472-1 외 6필지	925	10,083	JG-6
7	김현남 축사	감곡면 오주리 119-3, 119-4, 119-5	1,688	18,399	JG-7
8	우리손에프앤지 농업회사법인주식회사	감곡면 오주리 784-1 외 3필지	2,945	32,101	JG-8
9	우리손에프앤지 농업회사법인주식회사	감곡면 방교리 1453-14 외 13필지	2,883	31,425	JG-9
10	우리손에프앤지 농업회사법인주식회사	감곡면 오주리 388 외 1필지	1,185	12,917	JG-10
소계			24,938	271,825	-

* 배출계수 : 10.9 OU•㎥/min•두(가축사육 제한구역 거리 재설정 연구, 환경부·농림축산식품부(2015))

다. 용지면 악취 배출량 예측

- 용지면 대상지역(용암리, 신정리, 용수리)내에 위치한 138개 농장의 사육두수와 악취 배출계수를 활용하여 악취 배출량을 예측한 결과, 용암리 76개 농가 밀집지역에서 가장 높은 배출량이 예측되었음
- 용지면 대상지역의 총 악취 배출량은 1,076,070 OU·㎥/min으로 예측되었음.

<표 4-25> 용지면(용암리, 신정리, 용수리) 축사 악취 배출량 예측

번호	농장명 및 지역	주소	사육두수	배출량 (OU·㎥/min)	지점 번호
1	용암리 76개 농가	용지면 용암리 18 ~ 22	54,589	595,020	GY-1
2	용암리 2개 농가	용암리 12-25, 12-27 외 6필지	2,344	25,550	GY-2
3	우촌농장	용암리 85-38, 85-41	982	10,704	GY-3
4	신정리 3개 농가	신정리 147-10외 6필지	1,759	19,173	GY-4
5	태응축산	신정리 368-58	25,000	272,500	GY-5
6	돈마마	신정리 545-58 외 9필지	4,389	47,840	GY-6
7	신정리 3개 농가	신정리 81, 81-1, 81-3외 10필지	9,659	105,283	GY-7
8	신정리 3개 농가	신정리 179-5.13, 180-42. 48	2,184	23,806	GY-8
9	신정리 3개 농가	신정리 8-32 ~36. 50, 1-60, 1-75외 9필지	8,787	95,778	GY-9
10	양종석 축사	신정리 18-24	23,000	250,700	GY-10
11	정성조 축사	신정리 3-39 3-37. 3-38	434	4,731	GY-11
12	신정리 4개 농가	신정리 2번지 일원	4,171	45,464	GY-12
13	경길중 축사	신정리 370-48	205	2,235	GY-13
14	신정리 3개 농가	신정리 140번지 일원	1,515	16,514	GY-14
15	강용운 축사	신정리 557-17 외 5필지	1,042	11,358	GY-15
16	용수리 7개 농가	용수리 668, 669, 673 번지 일원	3,067	33,430	GY-16
17	용수리 7개 농가	용수리 555, 563, 664 번지 일원	19,576	213,378	GY-17
18	용수리 4개 농가	용수리 663, 664, 668, 670 번지 일원	17,842	194,478	GY-18
19	조인곤 축사	용수리 283-4	338	3,684	GY-19
20	김기열 축사	용수리 666-27, 28, 30, 95, 99	371	4,044	GY-20
소계			98,722	1,076,070	-

* 배출계수 : 10.9 OU•㎥/min•두(가축사육 제한구역 거리 재설정 연구, 환경부·농림축산식품부(2015))

라. 검산동 악취 배출량 예측

- 검산동 대상지역내에 위치한 7개 농장의 사육두수와 악취 배출계수를 활용하여 악취 배출량을 예측한 결과, 검산동(상동동) 에 위치한 농장(송희선 축사)에서 가장 많은 배출량이 예측되었으며, 태인면 대상지역의 총 악취 배출량은 82,317 OU·㎥/min으로 예측되었음.

<표 4-26> 검산동(상동동, 순동, 백학동) 축사 악취 배출량 예측

번호	농장명	주소	사육두수	배출량 (OU•㎥/min)	지점 번호
1	유명농장	상동동 341-1 341-2. 344 산139-4번지	1,841	20,067	GG-1
2	이승환 축사	상동동 산성 94	571	6,224	GG-2
3	김명석 축사	상동동 544-16	500	5,450	GG-3
4	송희선 축사	상동동 139-16.341-4.345	2,400	26,160	GG-4
5	최갑석 축사	순동 213-89 2013-184. 213-185	851	9,276	GG-5
6	김호철 축사	순동 산 113-52	517	5,635	GG-6
7	정판철 축사	백학동 886-1.	872	9,505	GG-7
소계			7,552	82,317	-

* 배출계수 : 10.9 OU•㎥/min•두(가축사육 제한구역 거리 재설정 연구, 환경부·농림축산식품부(2015))

마. 왕궁면 악취 배출량 예측

- 왕궁면 대상지역(온수리)내에 위치한 134개 농장의 사육두수와 악취 배출계수를 활용하여 악취 배출량을 예측한 결과, 온수리 42개 농가 밀집지역에서 가장 높은 배출량이 예측되었음.
- 용지면 대상지역의 총 악취 배출량은 746,356 OU·㎥/min으로 예측되었음.

<표 4-27> 왕궁면(온수리) 축사 악취 배출량 예측

번호	농장명 및 지역	주소	사육두수	배출량 (OU·㎥/min)	지점 번호
1	온수리 42개 농가	온수리 227, 228, 230, 231, 233, 244, 258, 270, 271 일원	21,487	234,208	IW-1
2	온수리 17개 농가	온수리 16, 17, 18, 21, 17, 203-33, 213-19 일원	9,514	103,703	IW-2
3	온수리 13개 농가	온수리 3, 4, 8, 13, 15, 18, 271 일원	5,557	60,571	IW-3
4	온수리 26개 농가	온수리 178, 205, 326 일원	13,221	144,109	IW-4
5	온수리 2개 농가	온수리 456-1, 454-1, 457-1 일원	504	5,494	IW-5
6	온수리 5개 농가	온수리 83-9, 551, 555 일원	4,652	50,707	IW-6
7	김대식 축사	온수리 203-19	118	1,286	IW-7
8	온수리 5개 농가	온수리 203, 205, 206, 276, 277 일원	2,855	31,120	IW-8
9	온수리 3개 농가	온수리 518-6, 526-2, 543	543	5,919	IW-9
10	온수리 6개 농가	온수리 18, 214, 224 일원	2,419	26,367	IW-10
11	손명길 축사	온수리 437-1	281	3,063	IW-11
12	강충권 축사	온수리 5-103	569	6,202	IW-12
13	온수리 2개 농가	온수리 247-5, 247-7	963	10,497	IW-13
14	온수리 7개 농가	온수리 554 일원	4,002	43,622	IW-14
15	온수리 3개 농가	온수리 254, 2555, 251 일원	1,788	19,489	IW-15
소계			68,473	746,357	-

* 배출계수 : 10.9 OU•㎥/min•두(가축사육 제한구역 거리 재설정 연구, 환경부·농림축산식품부(2015))

바. 낭산면 악취 배출량 예측

- 낭산면 대상지역(용기리, 함열읍 석매리 포함)내에 위치한 57개 농장의 사육두수와 악취 배출계수를 활용하여 악취 배출량을 예측한 결과, 함열읍 32개 농가 밀집지역에서 가장 높은 배출량이 예측되었음
- 낭산면 대상지역(용기리, 함열읍 석매리 포함)의 총 악취 배출량은 238,830 OU·㎥/min으로 예측되었음.

<표 4-28> 낭산면(용기리)·함열읍(석매리) 축사 악취 배출량 예측

번호	농장명 및 지역	주소	사육두수	배출량 (OU·㎥/min)	지점 번호
1	신동현 축사	용기리 447-1, 448, 452-1 등	1,720	18,748	INH-1
2	용기리 17개 농가	용기리 509, 1403, 1509 일원	5,694	62,065	INH-2
3	이병곤 축사	용기리 1509-65, -66, -69	2,817	30,705	INH-3
4	석매리 32개 농가	석매리 116, 117, 118 일원	8,891	96,912	INH-4
5	석매리 5개 농가	석매리 116, 118 일원	1,993	21,724	INH-5
6	강두례 축사	석매리 596-1, 592, 597-4, -11	796	8,676	INH-6
소계			21,911	238,830	-

* 배출계수 : 10.9 OU•㎥/min•두(가축사육 제한구역 거리 재설정 연구, 환경부·농림축산식품부(2015))

2.3 모델링 예측 결과

가. 정읍시 태인면

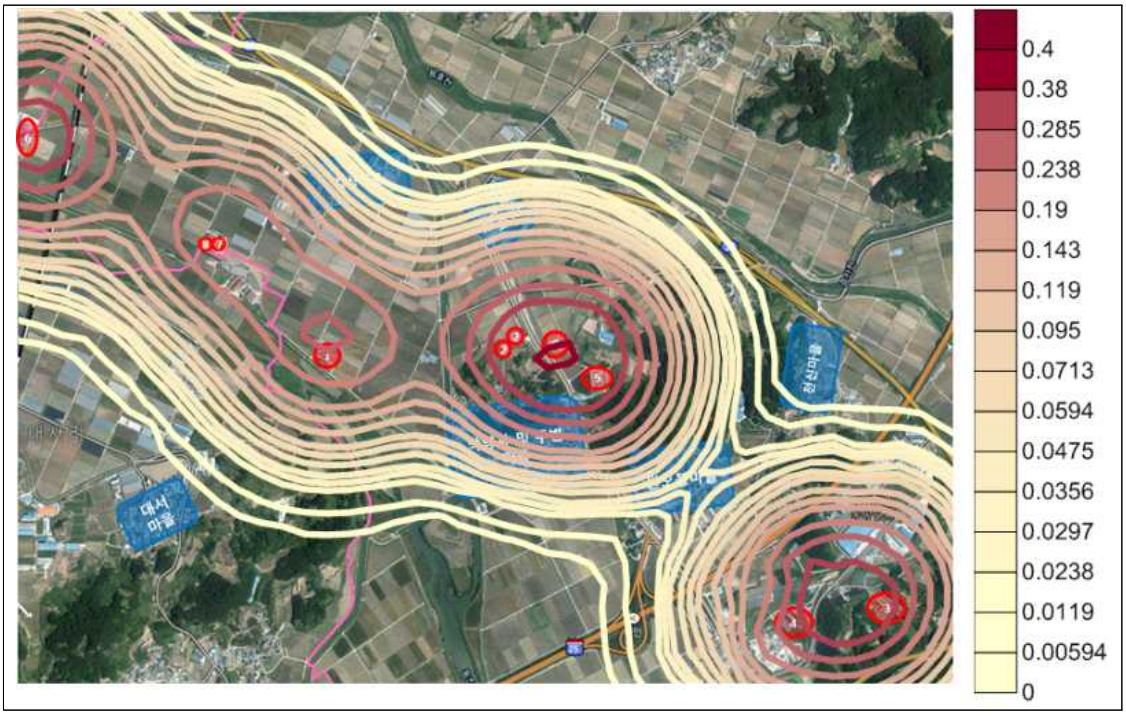
- 악취 영향예측결과, 연간 평균 악취도 범위는 0.007 ~ 0.032 OU/㎥, 일평균 최고 악취도 범위는 0.034 ~ 0.121 OU/㎥, 시간평균 최고 악취도 범위는 0.084 ~ 0.291 OU/㎥로 예측되었으며, 낙양사 및 주변마을이 가장 영향이 높은 것으로 예측되었음.

<표 4-29> 정읍시 태인면 영향지역 악취 가중농도 예측결과

지점명	장소	UTM(km)		고도	악취도(OU/m³)		
		X	Y		년간 평균	일평균 최고	시간평균 최고
O_{JT}-1	감상마을	311.204	3950.338	11	0.011	0.049	0.188
O_{JT}-2	원궁사마을	311.936	3950.033	12	0.023	0.087	0.154
O_{JT}-3	낙양사 및 주변마을	312.144	3949.05	18	0.032	0.121	0.291
O_{JT}-4	천신마을	313.183	3949.298	28	0.007	0.034	0.089
O_{JT}-5	원오봉마을	312.517	3948.869	19	0.017	0.067	0.127
O_{JT}-6	대서마을	310.444	3949.007	15	0.011	0.036	0.084
평 균		-	-	17	0.017	0.066	0.156



<그림 4-10> 정읍시 태인면 년평균 악취가중도 예측결과(등농도 곡선)



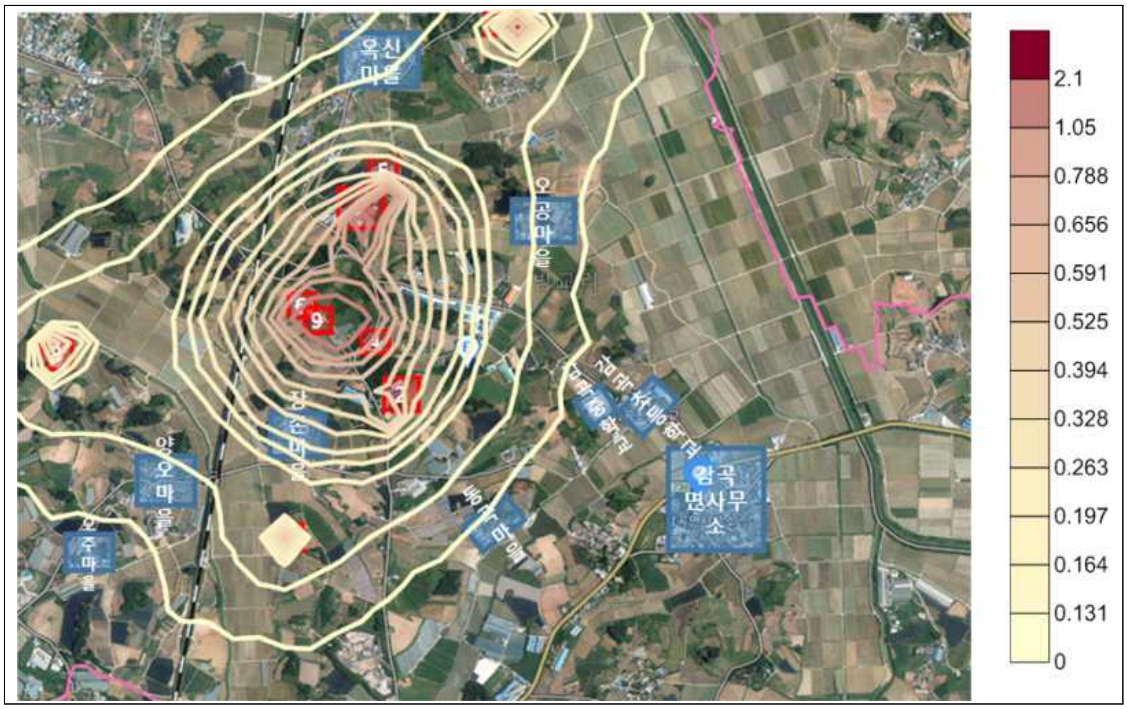
<그림 4-11> 정읍시 태인면 낙양사 및 주변마을 시간평균최고 악취가중도 예측결과(등농도 곡선)

나. 정읍시 감곡면

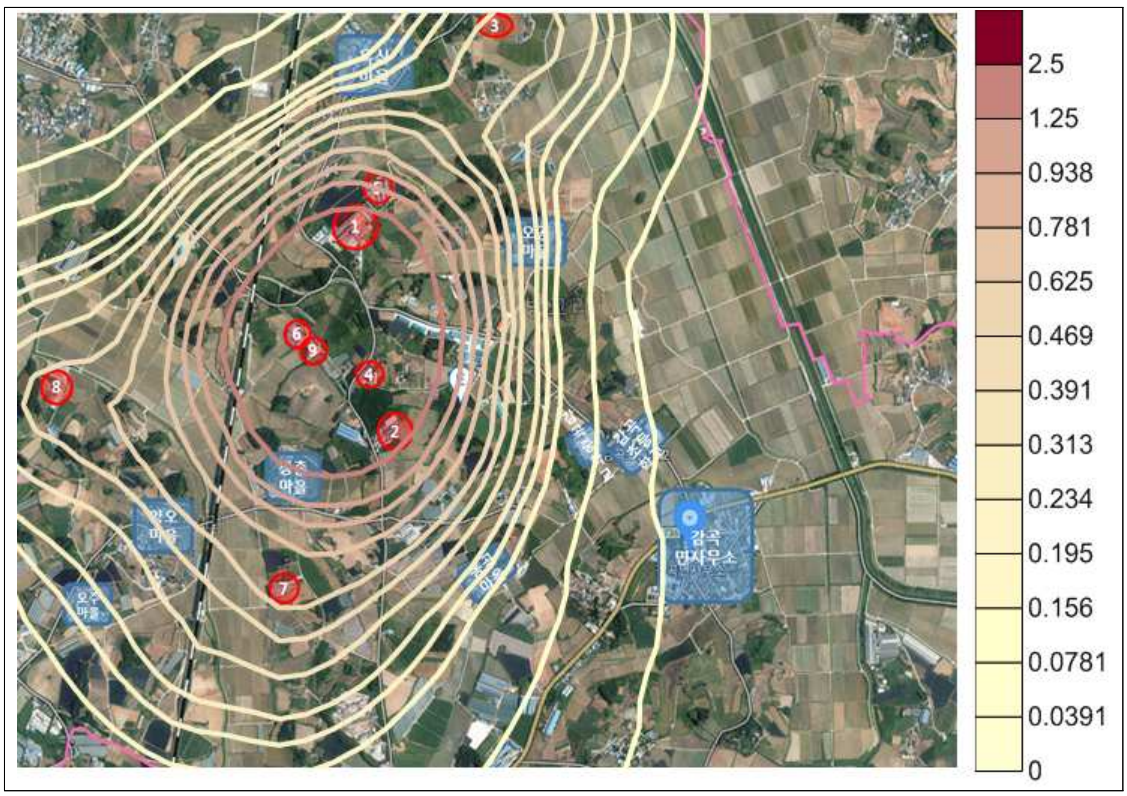
- 악취 영향예측결과, 연간 평균 악취도 범위는 0.011 ~ 0.215 OU/㎥, 일평균 최고 악취도 범위는 0.072 ~ 0.632 OU/㎥, 시간평균 최고 악취도 범위는 0.182 ~ 1.128 OU/㎥로 예측되었으며, 장촌마을이 가장 영향이 높은 것으로 예측되었음.

<표 4-30> 정읍시 감곡면 영향지역 악취 가중농도 예측결과

지점명	장소	UTM(km)		고도	악취도(OU/m³)		
		X	Y		년간 평균	일평균 최고	시간평균 최고
O_{JG}-1	옥산마을	311.358	3956.022	18	0.092	0.337	0.667
O_{JG}-2	오공마을	312.065	3955.41	9	0.053	0.198	0.453
O_{JG}-3	감곡초등학교	312.212	3954.755	15	0.024	0.131	0.319
O_{JG}-4	감곡중학교	312.440	3954.747	10	0.015	0.094	0.214
O_{JG}-5	감곡면사무소 및 주거지역	312.466	3954.31	14	0.011	0.072	0.182
O_{JG}-6	동곡마을	311.817	3954.255	16	0.029	0.116	0.341
O_{JG}-7	장촌마을	311.165	3954.646	17	0.215	0.632	1.128
O_{JG}-8	양오마을	310.668	3954.487	14	0.058	0.194	0.424
O_{JG}-9	오주마을	310.298	3954.200	22	0.023	0.089	0.238
평 균		-	-	15	0.058	0.207	0.441



<그림 4-12> 정읍시 감곡면(방교리, 오주리) 년간평균 악취가중도 예측결과(등농도 곡선)



<그림 4-13> 정읍시 감곡면 장촌마을 시간평균최고 악취가중도 예측결과(등농도 곡선)

다. 김제시 용지면

- 악취 영향예측결과, 연간 평균 악취도 범위는 0.043 ~ 0.588 OU/㎥, 일평균 최고 악취도 범위는 0.199 ~ 1.860 OU/㎥, 시간평균 최고 악취도 범위는 0.710 ~ 4.321 OU/㎥로 예측되었으며, 비룡마을이 가장 영향이 높은 것으로 예측되었음.

<표 4-31> 김제시 용지면 영향지역 악취 가중농도 예측결과

지점명	장소	UTM(km)		고도	악취도(OU/m³)		
		X	Y		년간 평균	일평균 최고	시간평균 최고
O_{GY}-1	신정마을	317.904	3968.914	28	0.318	1.237	2.991
O_{GY}-2	비룡마을	318.622	3968.601	29	0.588	1.860	4.321
O_{GY}-3	용수마을	319.326	3968.590	23	0.168	0.589	1.829
O_{GY}-4	신리마을	316.959	3968.369	17	0.080	0.234	0.710
O_{GY}-5	쌍용마을	318.303	3967.768	29	0.316	1.315	2.823
O_{GY}-6	송삼마을	319.112	3967.470	28	0.076	0.254	0.842
O_{GY}-7	모산마을	316.855	3966.763	18	0.043	0.199	0.731
O_{GY}-8	자홍마을	318.589	3966.904	33	0.087	0.297	1.102
평 균		-	-	26	0.210	0.748	1.919



<그림 4-14> 김제시 용지면 년평균 악취가중도 예측결과(등농도 곡선)



<그림 4-15> 김제시 용지면 비룡마을 시간평균최고 악취가중도 예측결과(등농도 곡선)

라. 김제시 검산동

- 악취 영향예측결과, 연간 평균 악취도 범위는 0.001 ~ 0.019 OU/㎥, 일평균 최고 악취도 범위는 0.005 ~ 0.088 OU/㎥, 시간평균 최고 악취도 범위는 0.011 ~ 0.266 OU/㎥로 예측되었으며, 부동마을이 가장 영향이 높은 것으로 예측되었음.

<표 4-32> 김제시 검산동 영향지역 악취 가중농도 예측결과

지점명	장소	UTM(km)		고도	악취도(OU/m³)		
		X	Y		년간 평균	일평균 최고	시간평균 최고
O_{GG}-1	부동마을	313.289	3967.482	13	0.019	0.088	0.266
O_{GG}-2	삼수마을	313.058	3966.908	18	0.003	0.016	0.195
O_{GG}-3	순백마을1	312.866	3965.374	25	0.011	0.036	0.046
O_{GG}-4	원순마을	312.056	3965.478	20	0.004	0.014	0.036
O_{GG}-5	대덕마을	313.532	3964.86	21	0.003	0.011	0.020
O_{GG}-6	폴리텍대학	313.89	3964.932	17	0.002	0.006	0.070
O_{GG}-7	순백마을2	312.853	3964.529	14	0.006	0.021	0.022
O_{GG}-8	백학마을	313.629	3964.351	11	0.001	0.005	0.011
평 균		-	-	17	0.006	0.025	0.083



<그림 4-16> 김제시 검산동 년평균 악취가중도 예측결과(등농도 곡선)



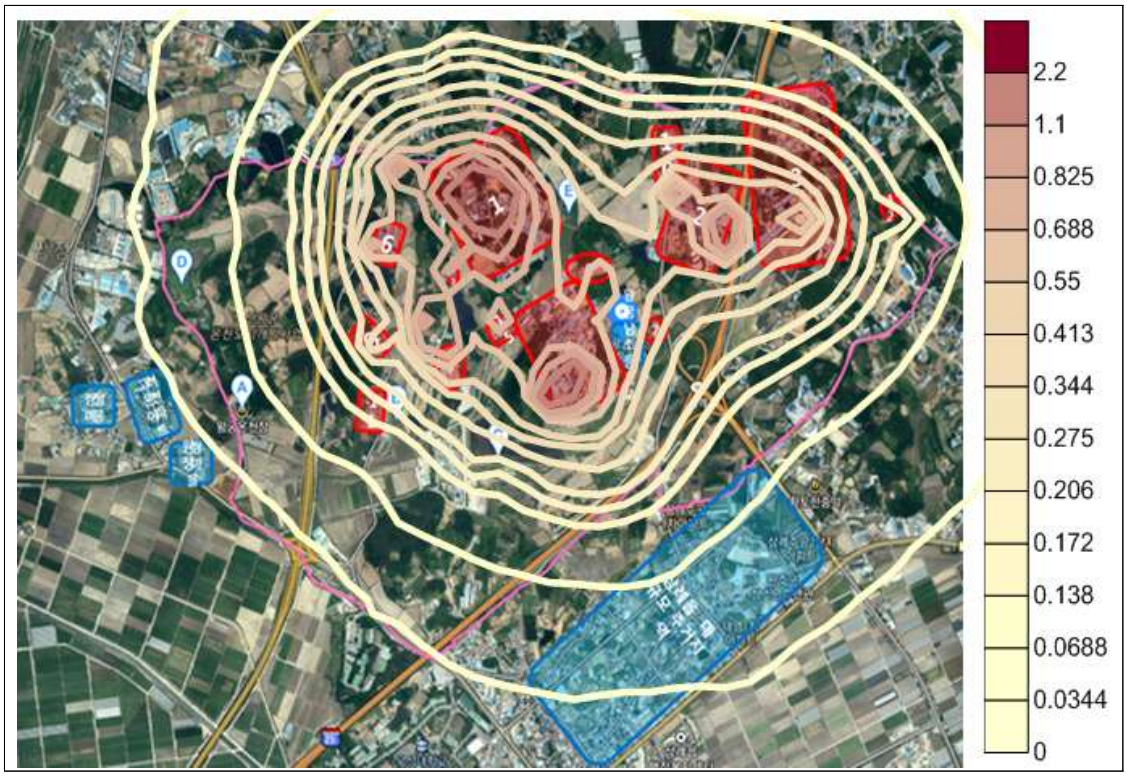
<그림 4-17> 김제시 검산동 부동마을 시간평균최고 악취가중도 예측결과(등농도 곡선)

마. 익산시 왕궁면

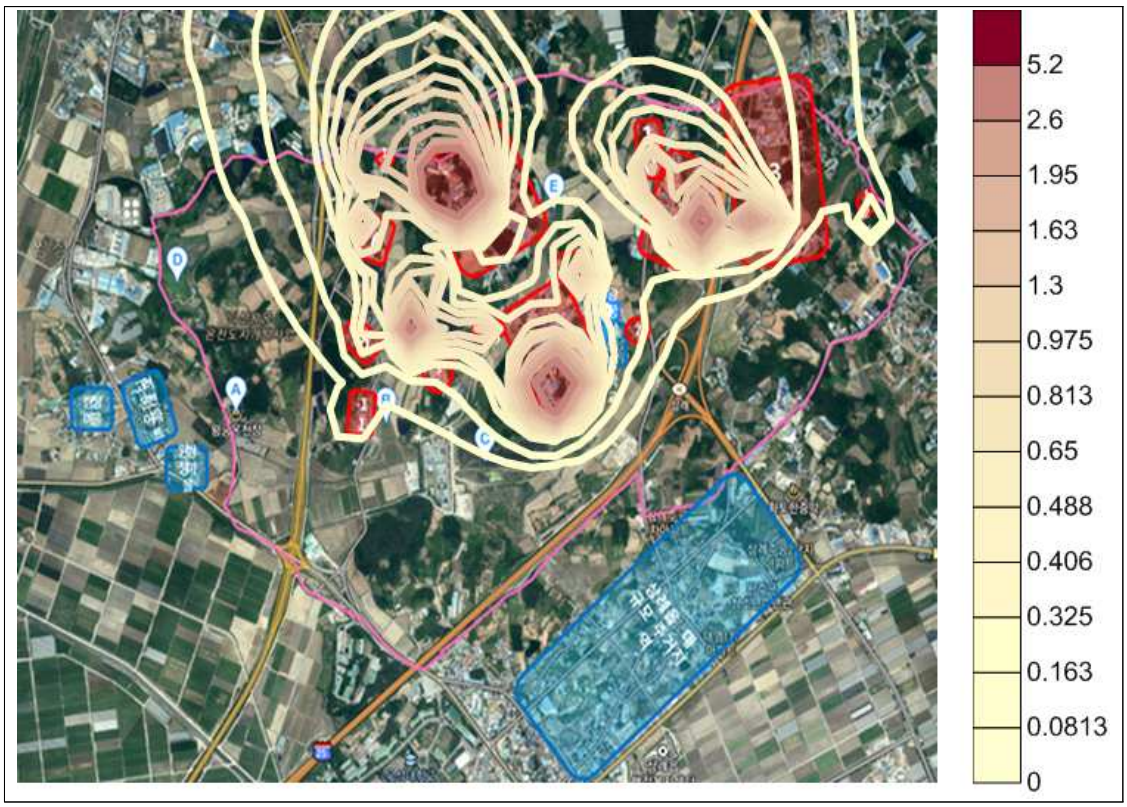
- 악취 영향예측결과, 연간 평균 악취도 범위는 0.020 ~ 0.434 OU/㎥, 일평균 최고 악취도 범위는 0.062 ~ 0.948 OU/㎥, 시간평균 최고 악취도 범위는 0.333 ~ 1.773 OU/㎥로 예측되었으며, 왕궁초등학교가 가장 영향이 높은 것으로 예측되었음.

<표 4-33> 익산시 왕궁면 영향지역 악취 가중농도 예측결과

지점명	장소	UTM(km)		고도 (m)	악취도(OU/m^3)		
		X	Y		년간 평균	일평균 최고	시간평균 최고
O_{IW}-1	쌍정마을	324.174	3977.282	14	0.022	0.062	0.380
O_{IW}-2	고려온천아파트	324.411	3977.297	16	0.028	0.074	0.512
O_{IW}-3	원쌍정마을	324.545	3977.08	12	0.027	0.072	0.483
O_{IW}-4	왕궁초등학교	326.396	3977.539	25	0.434	0.948	1.773
O_{IW}-5	우석대학교	325.561	3975.931	24	0.023	0.070	0.333
O_{IW}-6	주공아파트	326.647	3976.803	29	0.086	0.221	0.812
O_{IW}-7	삼례초등학교	325.732	3975.706	26	0.020	0.062	0.368
O_{IW}-8	삼례대영아파트	326.845	3976.412	15	0.042	0.131	0.663
평 균		-	-	20	0.085	0.205	0.666



<그림 4-18> 익산시 왕궁면 년평균 악취가중도 예측결과(등농도 곡선)



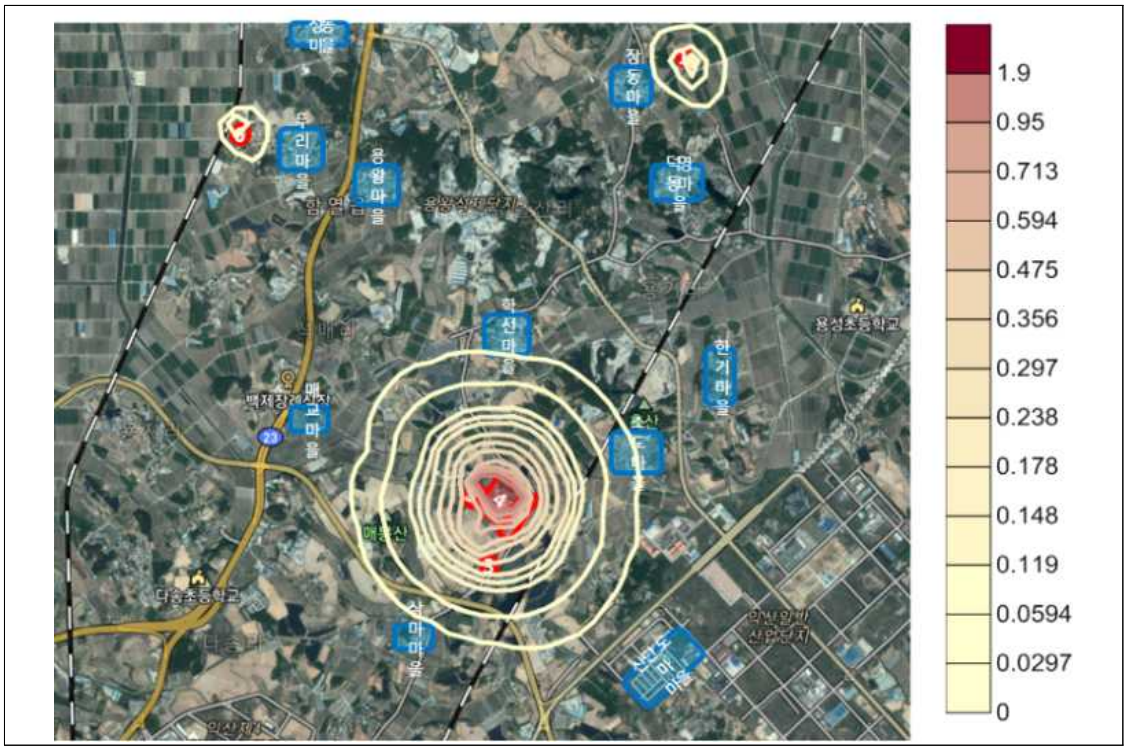
<그림 4-19> 익산시 왕궁면 왕궁초등학교 시간평균최고 악취가중도 예측결과(등농도 곡선)

바. 익산시 낭산면

- 악취 영향예측결과, 연간 평균 악취도 범위는 0.0056 ~ 0.0404 OU/㎥, 일평균 최고 악취도 범위는 0.0332 ~ 0.0738 OU/㎥, 시간평균 최고 악취도 범위는 0.048 ~ 0.156 OU/㎥로 예측되었으며, 소도마을이 가장 영향이 높은 것으로 예측되었음. 단, 시간평균 최고 악취도는 상마마을에서 가장 높게 예측되었음.

<표 4-34> 익산시 낭산면 영향지역 악취 가중농도 예측결과

지점명	장소	UTM(km)		고도	악취도(OU/m³)		
		X	Y		년간 평균	일평균 최고	시간평균 최고
O_{INH}-1	정동마을	316.576	3993.731	15	0.0056	0.0186	0.046
O_{INH}-2	두리마을	316.512	3993.015	17	0.0133	0.0332	0.090
O_{INH}-3	용왕마을	316.799	3992.762	21	0.0095	0.0349	0.098
O_{INH}-4	장동마을	318.491	3993.406	14	0.0189	0.0446	0.067
O_{INH}-5	덕영동마을	318.731	3992.798	17	0.0088	0.0309	0.032
O_{INH}-6	학선마을	317.678	3991.866	19	0.0225	0.0711	0.103
O_{INH}-7	매교마을	316.506	3991.441	16	0.0161	0.0479	0.056
O_{INH}-8	한기마을	319.033	3991.486	15	0.0120	0.0348	0.048
O_{INH}-9	소도마을	318.367	3991.189	23	0.0404	0.1012	0.139
O_{INH}-10	상마마을	317.118	3990.073	24	0.0280	0.0738	0.156
O_{INH}-11	도마마을	318.604	3989.846	28	0.0180	0.0522	0.126
평 균		-	-	19	0.018	0.049	0.087



<그림 4-20> 익산시 낭산면 · 함열읍 년평균 악취가중도 예측결과(등농도 곡선)



<그림 4-21> 익산시 낭산면 소도마을 시간평균최고 악취가중도 예측결과(등농도 곡선)

3. 주요 영향지역 평가 및 시사점 도출

3.1 주요 영향지역 평가

가. 지역별 영향지역 평가

- 본 영향지역 평가에서는 선정된 6개 지역에 대한 년간 평균 악취도를 기준으로 검토하였음.
- 년간 평균 악취도의 의미는 간헐적인 악취 영향 개념(일평균, 시간평균 등) 보다는 지속적인 의미에서 중요함.
- 지역별 악취도 검토 결과, 1순위는 김제시 용지면(용암리, 신정리, 용수리)이 가장 높은 평균 악취도를 나타내었으며, 다음으로는 2순위 익산시 왕궁면(온수리), 3순위는 정읍시 감곡면(통석리, 방교리, 오주리), 4순위는 익산시 낭산면(용기리, 함열읍 석매리), 5순위는 정읍시 태인면(낙양리, 오봉리, 궁사리), 마지막으로 6순위는 김제시 검산동(상동동, 순동, 백학동)으로 예측되었음.

<표 4-35> 전라북도 주요 양돈지역 평균 악취 가중농도 예측결과

지역	대상리	농가수	사육 두수	악취 배출량 (OU·㎥/min)	악취도(OU/m^3)		
					년간 평균	일평균 최고	시간평균 최고
정읍시 태인면	낙양리, 오봉리, 궁사리	9	18,390	200,450	0.017	0.066	0.156
정읍시 감곡면	통석리, 방교리, 오주리	10	24,938	271825	0.058	0.207	0.441
김제시 용지면	용암리, 신정리, 용수리	138	98,722	1,076,070	**0.210**	**0.748**	**1.919**
김제시 검산동	상동동, 순동, 백학동	7	7,552	82,314	0.006	0.025	0.083
익산시 왕궁면	온수리	134	68,473	746,357	0.085	0.205	0.666
익산시 낭산면(함열읍)	용기리(석매리)	57	21,911	238,830	0.018	0.049	0.087

나. 영향지역 평가의 한계점

- 본 영향지역 평가는 비록 비교적 신뢰성이 높다고 인정되는 CALPUFF 모델을 활용하여 지역별 사육두수를 고려한 악취 영향도를 평가하였지만, 다음의 한계가 있음.

① 악취 배출계수의 일관성 : 사육두수만을 고려한 배출량 예측으로 축사별 기존 악취 관리 수준이 고려가 되지 않았음.

② 순간적인 악취도(분당 또는 초당)의 예측이 불가능 : 악취는 순간적인 감지도에 다량의 민원과 배출허용기준 악취농도도 악취가 가장 높은 일시적인 측정값을 기준으로 하나, 본 예측은 기상청 1시간(년간 8,760시간) 자료 활용으로 1시간 미만의 일시적인 악취도의 예측이 어려움.

③ 기후변화로 인한 미래 악취도에 대한 불확실성 증가 : 본 예측은 과거의 기상자료를 활용하여 예측한 결과로 기후온난화로 인한 계절 및 풍향・풍속 등의 기상변화을 고려하지 못함

3.2 시사점

가. 년평균 악취도가 높은 지역이 일시적인(시간평균최고) 악취도도 높음

- 익산시 낭산면과 정읍시 태인면을 제외하고는 년간 평균 악취도가 높은 지역순으로 시간평균최고농도도 높게 예측됨.
- 익산시 낭산면과 정읍시 태인면은 단지 일평균 악취도는 각각 4, 5위, 시간평균최고는 5, 4위로 큰 농도차는 발생되지 않았음.

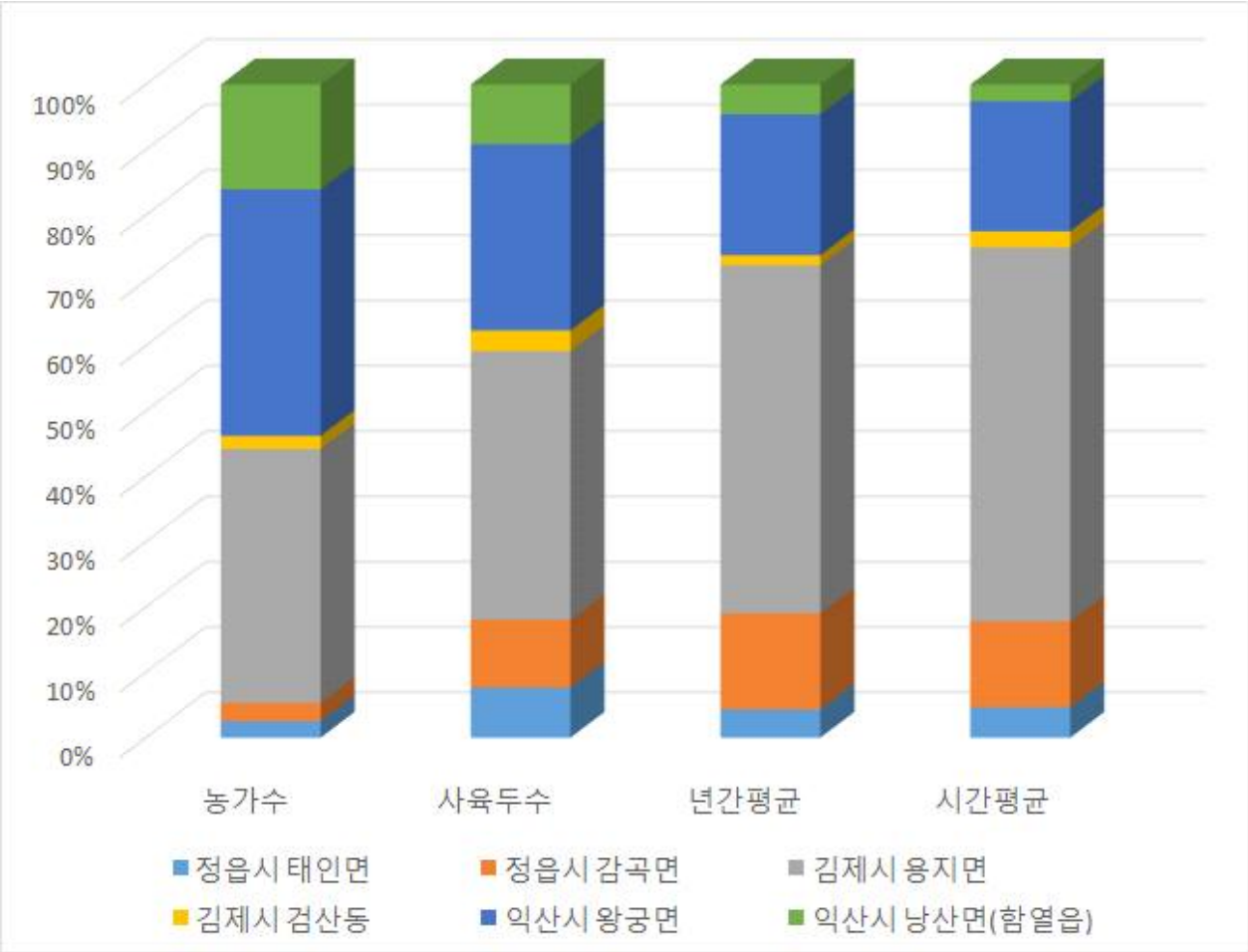
나. 농가수보다 사육두수가 많을수록 악취도는 높음

- 전체적으로 사육두수가 많을수록 년간 평균 악취도는 높은 순으로 예측되었음.
- 단, 정읍시 태인면이 익산시 낭산면보다 사육두수가 약 350두 적음에도 시간평균최고 악취도는 정읍시 태인면이 높게 예측됨

다. 유사한 사육두수라도 분산되어 사육될수록 악취도는 높음

- 지역별로 유사한 사육두수라도 농가가 밀집하여 운영되지 않고, 분산되어 운영되고 있는 지역이 사육두수당 악취영향도는 높게 예측됨

- 익산시 왕궁면의 사육두수 대비 김제시 용지면의 사육두수 비는 1.44이나, 시간평균 최고농도 비는 2.88로 높게 예측되었으며, 익산시 낭산면의 사육두수 대비 김제시 용지면의 사육두수 비는 0.83이나, 시간평균 최고농도 비는 1.79로 높게 예측됨
  - 익산시 왕궁면은 134농가 및 68,473두수의 육돈이 반경 약 2km 이내에서 밀집하여 사육되고 있으나, 김제시 용지면은 138농가 및 98,722두수의 육돈이 반경 약 3.2km 이내에서 비교적 분산된 형태로 사육되고 있음.
  - 익산시 낭산면은 57농가 및 21,911두수의 육돈이 반경 약 3.5km 이내에서 사육되고 있으나, 정읍시 태인면은 9농가 및 18,390두수의 육돈이 반경 약 4.5km 이내에서 사육되고 있음.



<그림 4-22> 지역별 농가수, 사육두수, 악취도 백분율 비교

제5장 전라북도 축사 악취 저감 방안

1. 축산농가 주관 악취저감 방안
2. 행정 주관 악취저감 방안

1. 축산농가 주관 악취저감방안

1.1 돈사내부 악취 개선방안

가. 개요

- 전라북도의 경우 중소규모형 돈사가 상대적으로 많기 때문에, 투자여력이 크지 않아, 기존 시설관리가 취약하고, 이에 따른 악취민원등 사회갈등으로 인하여 축사 신설이나 대규모 축사 진입이 어려운 상태임. 최근 설치된 신규축사의 경우 기본적으로 무창돈사에 액비순환시스템의 적용되었기 때문에 악취문제는 거의 없음. 결국 액비순환시스템이 적용되지 않은 기존축사와 대규모 축산단지에서 악취문제의 주를 이루는 바 개선방안의 접근을 순환방식 적용여부를 기반으로 하여 각각 악취 발생과 배출 및 처리에 적용 가능한 방식을 제안하고자 함.

나. 기존 축사(액비순환시스템 미설치)

- 먼저 액비순환시스템이 미설치된 기존 돈사의 경우 축사내부에서 청결도는 상대적으로 낮은바 청소와 돈분 퇴적물을 빈번한 제거가 전제되어야함. 여기에 축사 외부로 개방된 윈치돈사의 경우 반드시 밀폐공사를 진행해서 가능한 창문이나 환기구 이외 최대 밀폐도를 유지해야함. 여기에 공기와 함께 유동되는 환기구 및 창문의 경우 1차 먼지필터이후 2차 개별 세정장치를 설치하여 관리하면 악취저감에 큰 효과가 예상됨. 슬러리피트로 연결되어 고액분리된 분과 뇨는 설치된 저장탱크로 빠르게 이송시키고, 탱크 입구나 환기통을 만들어 국부 세정시설이나 바이오처리시설(3단세정시설, 바이오필터, 생물막등)을 적용하여 악취를 포집하는 단계를 계획하면 악취저감에 유리함.

다. 전환 축사(기존돈사+시설현대화를 통한 액비순환시스템)

- 기존 돈사에서 순환시스템을 적용하고 할 경우 중앙정부나 지자체의 축사 현대화 지원사업에 참여하는게 경제적으로 유리함. 이때 기존 축사의 밀폐와 내부 구조 변경이 필요할 수 있으나, 어려울 경우 슬러리피트내 잔류퇴적된 축분을 제거한 다음 최대한 밀폐한 후 액비생산시설을 추가로 설치하여 내부순환을 유도할 수 있음. 필요하다면 시설투자를 통해 무창돈사에 가깝게 시설 전환까지 갈 경우 악취저감에 유리함.

라. 신축 축사

- 신규축사의 경우 기본적인 액비시스템과 함께 ICT 모니터링 관리가 일반적인 상황에서 관리자에게 필요한 것은 최대한 빨리 액비순환의 물리-생물학적 안정화 메카니즘을 이해하여 안정화를 추진하며, 지속적으로 외부기관과 전문가그룹과의 네트워크를 형성하여 악취 노하우를 습득하여 관리하는게 중요함. 기회가 될 경우 농림축산식품부와 축산환경관리원에서 추진하는 '깨끗한 축산농장' 사업에 참여하여 친환경 경관유지와 함께 악취저감 사례를 공유할 경우 유리한 정보관계망을 형성할 수 있음.

1.2 돈사외부 악취 개선방안

- 전라북도 양돈 축사 주변의 낮은 청결도와 악취는 악취이미지 고착으로 이어질 수 있으며, 방문객이나 주변인에게 관리노력를 경주하는 모습과 인식개선효과를 위하여 돈사 주변 허브 및 나무(향) 식재 사업 추진을 제안함. 특히 온난화로 여러 종류의 허브성장율이 향상된바 이를 활용하고 악취 마스킹효과가 있는 향이 있는 나무 식재(목서 등)를 통해 시각적인 악취 저감효과를 얻을 수 있다고 판단됨.

	
스피아 민트 (Mentha spicata)	천리향 (Daphne odora Thunb)
	
은목서(Osmanthus latifolius)	금목서(만리향) (Osmanthus fragrans var. aurantiacus)

자료: https://www.treedb.co.kr/rb/?r=home

<표 5-1> 액비순환시스템 중심 악취저감 적용 방안

<table>
<tr><th>시스템</th><th>분류</th><th>기본방향</th><th>적용가능 방식</th><th>비고</th></tr>
<tr><td rowspan="4">액비 순환 (중심)</td><td rowspan="3">미설치</td><td>•환기구</td><td>-먼지 필터 의무 착용
-개별 세정장치 연결하여 처리</td><td rowspan="3">-기존 지자체 지원 미생물제제 활용은 기대만큼의 악취저감에 한계
-먼지(분뇨먼지)를 잡으면 악취 50% 저감이 가능
-신축이 어려울 경우 배출구별 시설설치방식으로 접근
(악취=배출구 수)</td></tr>
<tr><td>•창문</td><td>-강제 흡배기 유도
-바이오 필터 적용</td></tr>
<tr><td>•윈치(개방) 돈사</td><td>- 가림막 제거
- 차단벽 설치
- 지붕 덮개 설치</td></tr>
<tr><td>전환 중</td><td>• 순환시스템 현대화</td><td>-기존 축사 배출라인에 액비생산시설 부가 설치하여 연결
-돈사옆 지하저장탱크나 기존 지상탱크 활용
-액비시설 악취포집 및 세정처리 강화
-축사 노출구 차단➡무창돈사형태로 전환
-슬러리 피트 침적물 사전 제거</td><td>-돈사 시설구조 상태 평가후 농축산식품부 개보수사업 활용</td></tr>
<tr><td>신규 운영 중</td><td>• 시설관리 강화</td><td>-안정적인 기술지원 방안 확보(교육, 컨설팅그룹 등 장기적 관리 노하우 획득 네트워크 구축)
-액비순환시스템 초기 안정체계 구축 필요
-적정두수 입식(동물 복지 고려)
-방류시스템 검토(축분 처리비용 상승, 살포지 민원 및 확대 한계, 경제성 평가 계획)
-'깨끗한 축산농장'지정 사업 참여
(도내 사업참여 돈사 비율 낮음.)</td><td>-신규시설 악취가 거의 없음.
-돈분 등 먼지 및 슬러리 피트 침적물 퇴적에 관심 필요</td></tr>
<tr><td>경관 개선</td><td colspan="2">•축사 식재사업</td><td>-돈사 주변(입구/경계) 허브(Herb) 식재
-농장 허브심기 운동 전개
-악취 회피용(마스킹효과) 나무 심기</td><td>-평균기온 상승으로 스피아민트(Spearmint) 성장속도 향상
-가을(은목서, 금목서)
-봄(천리향)</td></tr>
</table>

2. 행정 주관 악취 저감 방안

• 행정 주관 악취 저감 방안으로는 기술 및 예산 지원에 의한 방법과 관리에 의한 방법 등으로 분류할 수 있음

• 지원에 의한 방법 중 전라북도에서 도입 가능한 사업으로는 7개 사업이 있음

• 또한, 관리에 의한 방법 중 전라북도에서 도입 가능한 사업으로는 5개 사업이 있음.

<행정주관 악취저감 방안>

전략	사업명	비고
지원	전문가 악취 기술지원단 운영	
	악취 제거용 소모품 무상 공급	
	시설개선 및 악취 방지시설 예산 지원	
	축사시설 소규모 악취저감 숲 조성시 예상지원	
	교육 및 홍보에 의한 인식 전환	
	우수 악취 개선 축사시설 인센티브 제공	
	ICT 기반 축산환경관리시스템 도입 및 예산지원	
관리	악취 모니터링 및 정보 제공	
	거점 관리시스템 구축	
	대규모 악취 차단 숲 조성	
	개별처리시설의 철저한 관리 감독 및 DB 확보	
	인허가 강화에 의한 사전 차단	

2.1 지원에 의한 악취 저감

가. 전문가 악취 기술지원단 운영

- 기술협약을 통하여 지자체와 악취전문 기관간의 통합기술지원 실시
- 축사 발생원별 악취 배출 특성을 고려한 악취 저감 방안 제시
- 무상으로 악취 분석(주요 악취물질 및 현황 농도 분석 필요시)
- 퇴액비의 부숙도 무료 측정
- 악취저감제의 적정 사용 방법 및 효과 검토
- 적정 악취관리를 위한 시설 개선 방안 등

⇒ 중소규모 농가가 밀집되어 있고, 주변지역의 악취 영향도가 높은 용지면에 시행시 악취 저감효율은 클 것으로 예상됨.

나. 악취 제거용 소모품 무상 공급

- 미생물제, 악취저감제 등 악취 제거용 소모품 구입비용 지급
- 또는, 효과가 검증된 도내 악취 저감제 생산 업체와 협약에 의한 무상공급(사전 효과 검증)

	
살포용 미생물 제재	사료용 미생물 제재

제품명	사용형태	적용 전	적용 후	실험실 적용 전	실험실 적용 후	합계 적용 전	합계 전용 후	차이	저감율
3플러스	사료첨가제	51.4	38.6	32.7	18.6	84.1	57.2	26.9	32.0%
라파크린라파엘	복합제제	61.1	37.3	29.4	19.7	90.5	57.0	33.5	37.0%
러스케어	살포제제	16.7	11.0	29.4	22.7	46.1	33.7	12.4	26.9%
맑은농장	사료첨가제	41.4	39.6	70.6	39.1	112.0	78.7	33.3	29.7%
셀링	사료첨가제	59.3	47.1	14.2	8.4	73.5	55.5	18.0	24.6%
쏠투바이오	사료첨가제	23.5	22.1	41.9	25.8	65.5	48.0	17.5	26.7%
에코파우더	살포제제	40.6	26.6	31.2	29.6	71.9	56.2	15.7	21.8%
엑스트라크린-액상	살포제제	37.1	30.8	29.4	15.3	66.4	46.2	20.2	30.5%
원큐 F	사료첨가제	22.8	9.5	19.7	19.5	42.5	28.9	13.5	31.9%
프로골드-1	사료첨가+살포제제	29.2	26.1	29.4	15.5	58.6	41.6	16.9	28.9%

악취 저감 제품별 저감 효과(2016년도 악취저감 제품 및 시설 효과 검증결과, 대한한돈협회)

다. 시설 개선 및 악취 방지시설 예산 지원

- 미생물제재 살포시스템 설치 지원(축사시설 입구에 사료차량의 사료내부에 미생물 살포 시스템 설치 등)
- 특히, 돈사내부에서 포집된 악취를 1차 처리 후 외부로 배출하는 바이오필터 등의 악취 방지설비는 설치비가 높아 일정부분의 예산지원이 필요함

⇒ 축사 시설 규모가 비교적 크고, 넓은 지역으로 분포되어 운영되는 정읍시 태인면 및 감곡면 농가에 시행시 악취 저감 효율은 클 것으로 예상됨.



돈분 퇴비화시설 상부 악취저감제 살포 시설



돈사의 바이오필터 설치 예시(친환경 양돈 사육과 돈사시설, 축산과학원)

라. 축사시설 소규모 악취저감 숲 조성시 예산 지원

- 축사 주변으로 악취저감 숲을 조성하는데에 일부 예산지원
- 악취 저감숲 조성으로 축사시설의 악취 저감 및 이미지 제고

  * 악취 유발물질의 주요 이동경로는 입자상물질에 부착되어 이동하거나 가스상물질로 이동되는데, 주변에 숲이 존재시 입자상물질 및 가스상물질의 직접 차단 또는 악취 분산 역할을 함

⇒ 비교적 분산되어 운영되고 있는 정읍시 태인면 및 감곡면, 김제시 검산동 등에 지원시 시각적인 효과가 클 것으로 예상됨.

	
축산 농가 경계부 나무 식재 (2019년 깨끗한 축산농장 우수사례집, 농림축산식품부)	돈사 주변으로 나무 식재

마. 교육 및 홍보에 의한 인식 전환

- 축사 악취관리매뉴얼 제작 및 보급
- 악취의 발생원인 및 최적 관리 방안, 악취 저감 방안 등 교육
- 축사 악취로 인한 민원 현황 등 문제점 인식

⇒ 농가수가 밀집된 김제시 용지면, 익산시 왕궁면 및 낭산면에 시행시 교육 및 홍보효과가 클 것으로 예상됨.

바. 우수 악취 개선 축사시설 인센티브 제공

- 악취 우수관리 축사시설 선정 및 인센티브 제공
- 우수 축사시설은 도청 홈페이지에 공고 및 홍보(지역 악취관리 홍보책자 발간 검토)

사. ICT 기반 축산환경관리시스템 도입 및 예산지원

- 정보통신기술과 모니터링시스템을 연계한 실시간 악취관리 시범 도입 및 관련 예산지원(축사 사육환경 개선으로 돼지의 생산성 증대 효과도 있음)
  * ICT : 정보통신기술(Information & Communication Technology)
  - 운영 방법 : 내부 실시간 악취 모니터링으로 일정이상의 농도발생시 자동으로 안개 분무시스템 또는 악취 저감시설 가동
  - 기타 관리 가능항목 : 온도, 습도, 풍속, 중량, 활동량, 수량 등

⇒ 1차적으로 대규모 농가를 대상으로 시행하고, 2차적으로는 중소 규모 농가로의 전파가 바람직함.

<table>
<tr>
<td>
</td>
<td>
</td>
</tr>
<tr>
<td>내부환경모니터링 시스템(mimint 뉴스)</td>
<td>정보 시스템 연계 구성도(뉴스레몬)</td>
</tr>
</table>

- 2차 대안(악취저감시설 실시간 관리)
  - 방지시설 또는 악취저감제 분무시설에 사물인터넷(IoT) 부착 및 관리
  - 계측기 또는 통신장치에서 유무선 방식으로 운영현황 모니터링 또는 확인 가능
  - 관리 가능 항목 : pH계, 압력계 및 차압계, 온도 등

2.2 관리에 의한 악취 저감

가. 악취 모니터링 및 정보 제공

- 축산단지 밀집 지역 및 악취 민원지역에 악취 모니터링 시스템 설치(실시간 악취 측정차량과 연계 모니터링시 효율 증대)
- 도청 홈페이지 또는 전광판 등을 활용하여 정보 제공 ; 발생자에게는 악취문제에 대한 인식 제공과 주민에게는 알권리 제공
- 고농도 발생시 적극적인 악취 저감활동 전개(지도 단속과 연계)

⇒ 농가수가 밀집된 김제시 용지면, 익산시 왕궁면 및 낭산면에 우선 시행(왕궁면의 경우는 향후에 축사가 폐업되더라도, 폐업에 따른 악취저감정도 제공 효과가 있음)

<table>
<tr>
<td></td>
<td>
</td>
</tr>
<tr>
<td>실시간 악취모니터링 시스템</td>
<td>전광판 활용한 악취농도 실시간 공개
(대기오염물질 전광판 예시, news 1)</td>
</tr>
</table>

나. 거점 관리시스템 구축

- 지역별 사료차량의 거점 관리시스템 확보(외부지역에서의 유입차량 대상)
- 거점관리지역에서 모든 차량의 소독 및 필요시 사료에 미생물제재 일정량 첨부 - 구제역 등의 전염병 예방 및 악취저감

⇒ 시범지역 : 돈사 사육두수가 많은 정읍시, 익산시, 김제시에 우선 시행



일반적인 차량 소독시스템(미생물 살포 시스템 연계 검토)

다. 대규모 악취 차단 숲 조성

- 익산 왕궁면 및 낭산면, 김제 용지면 등의 대규모 축산밀집지역 주변으로 대규모 악취 차단 숲 조성(편백, 스트로브 잣나무, 소나무, 느티나무, 허브 등)
- 관련 지자체의 식재 사업비 활용(도시숲 지특)

⇒ 농가수가 밀집된 김제시 용지면, 익산시 낭사면에 우선 시행하는 것이 시각 차단효과가 큼(왕궁면은 향후에 폐업 될 것으로 예상되므로 제외)



악취 차단 숲 조성(예시)

라. 개별처리시설의 철저한 관리 감독 및 DB 확보

- 자체 퇴비화 축사는 타 축사에 비하여 더 높은 악취도를 보여 주므로 가축분뇨 배출시설에 대한 철저한 관리 감독 시행(민관 합동 점검 등)

  * 특히 미 부숙된 퇴액비를 농경지에 살포시에는 2차 악취를 유발 시킴. 따라서, 가축분뇨 재활용 시설의 지도단속에 의한 퇴비시의 악취 저감, 퇴비 후의 살포 등에 대한 최적 관리가 필요함

- 가축분뇨 전자인계관리시스템을 활용한 퇴액비 살포 모니터링 및 재활용 시설 관리 강화

  - 가축분뇨 불법투기 및 퇴액비 관리를 위해 추적 정보화시스템 구축으로 효율적인 관리위해 시스템이 구축됨

- 주기적인 악취 시료 채취 및 측정(악취 배출허용기준 초과 3회 이상시 악취 관리시설 또는 악취관리지역으로의 지정 검토)



가축분뇨 전자인계관리 시스템 구성

마. 인허가 강화에 의한 사전 악취차단

- 행정력 강화에 의한 인허가 사항 철저(필요시 인허가 자문그룹 확보)
- 인허가 조건으로 축산농가(퇴비화 시설 포함)의 악취 측정 요구
- 신규 축사에 대해서는 가능한 밀집화 유도
  - 동일한 사육두수라도 분산되어 운영될 경우 주변 악취도가 상대적으로 크므로, 가능한 밀집화를 유도하는 것이 바람직함.