



제8강

악취

부산가톨릭대학교 김기연 교수

농축산환경학

방송통신대학교 고한종 교수
연암대학교 송준익 교수
경남과학기술대학교 김두환 교수

충남대학교 안희권 교수
강원대학교 박규현 교수
부산가톨릭대학교 김기연 교수

악취

1 악취의 개요

2 축산 악취의 일반적 특성

3 축산 악취 저감 기술 적용 사례

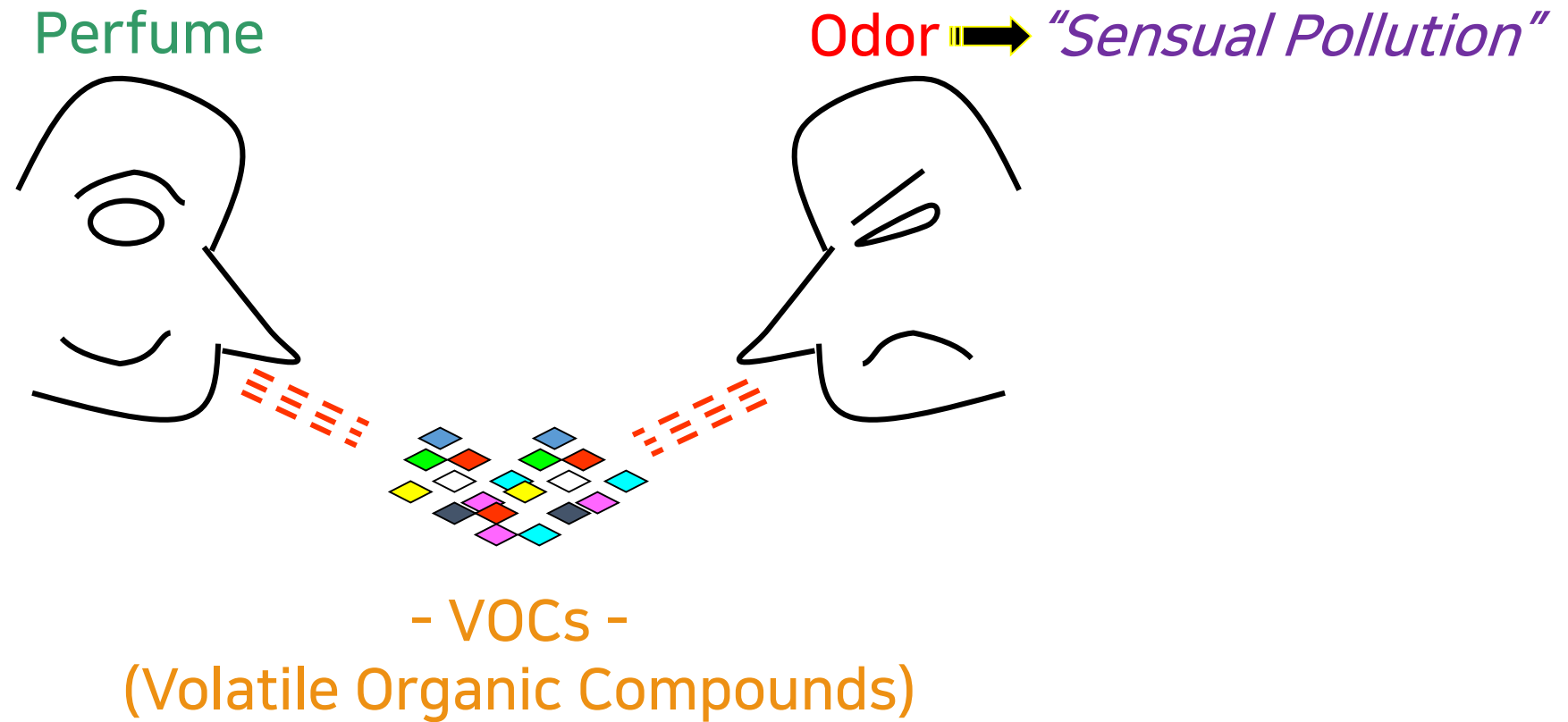
4 축산 악취 관련 국내 법규

부산가톨릭대학교
김기연 교수

1) 악취의 일반적 정의

- ▶ 암모니아, 황화수소 등 기타 자극성 있는 기체상 물질이 사람의 후각을 자극하여 불쾌감과 혐오감을 주는 냄새(악취방지법 제 1조 1항)
- ▶ 대기오염, 수질오염, 토양오염, 소음, 진동 등과 같은 일반적인 공해의 하나로써 규제대상으로 설정
- ▶ 악취물질은 그 종류에 따라서 발생원이 다르며, 발생량을 어느 정도 저감시킨다 할지라도 극미량으로도 취기를 유발시키므로 이에 대한 대책과 방지에는 많은 어려움이 산재
- ▶ 악취발생 물질의 적정 수준 분자량 범위 : 30~300

1) 악취의 일반적 정의



2) 악취 발생 문제

- ▶ 악취는 신체내 알러지 반응, 식욕 감퇴, 음수량 저하, 호흡기 장애, 설사와 구토, 정신적 스트레스를 유발
- ▶ 악취 해결의 어려움
 - 개인마다 상이한 인간의 후각 감각
 - 악취 생성 원인의 화학물질들 대부분 매우 낮은 농도 범위에서 감지
- ▶ 중앙 정부 및 지방 관공서의 환경부서는 악취 규제에 대한 대책 강구를 요구받는 상황
 - 문제점 : 악취 제어 규제가 각 지방 관공서마다 상이 신뢰성있는 악취 측정 방법의 부재

3) 악취의 건강 영향

▶ 호흡기계

- ▶ 호흡 리듬의 변화가 일어나 호흡수 및 호흡의 깊이가 감소

▶ 순환기계

- ▶ 혈압의 상승 등에 의한 정신적 불안 야기

▶ 소화기계

- ▶ 위장 활동 억제 및 소화액 분비를 저해하여 식욕 감퇴 유발
- ▶ 수분 섭취의 저하를 일으키고 심한 경우 구토 유발

▶ 기타

- ▶ 수면 장애, 두통, 구토감

4) 악취의 측정 및 분석

▶ 정량 평가 “관능 분석”

- ▶ 분석 기술의 발전에도 불구하고 악취 감지에 있어 인간의 후각이 절대적
 - 정상 사람의 경우 악취물질에 대한 반응이 거의 유사하게 나타남
- ▶ 일반적으로 악취 특성은 강도(Intensity)와 질(Quality)로 표현
 - 일반 사람 : 악취 강도를 3단계(약함, 중간, 강함)로 구분
 - 훈련된 사람 : 5단계까지 구별 가능
- ▶ 악취 강도는 자극 정도의 상용대수에 비례 : Weber-Fechner 법칙

$$Y = k \log X$$

(Y : 악취 감각의 세기, k : 상수, X : 악취 물질의 농도)

4) 악취의 측정 및 분석

▶ 정량 평가 ➡ "관능 분석"

➤ 악취 농도 (Odor concentration)

- 악취를 최소감지농도에 도달하기 위해 이용된 무취공기의 희석 횟수

➤ 악취 강도 (Odor intensity)

- 악취물질이 혼합되어 나타난 악취 강도는 각 물질에 대해서로 독립, 상쇄, 부가, 역동적으로 표현됨
- 측정에 가장 보편적으로 이용되는 방법 : 증기 희석법
- 악취 강도 지수(Odor intensity index, OII)
 - 패널 구성원의 50%가 최소감지농도를 인지하게 될 때까지 악취를 희석한 무취공기의 투입 횟수

4) 악취의 측정 및 분석

▶ 정량 평가 ➡ "관능 분석"

➤ 악취의 질 (Odor quality)

- 미지의 악취를 일반 악취와 비교함으로써 "말(verbal)"로 표현

예) 계분 악취 질의 표현 단어

- "달걀 썩은", "양배추 썩은", "마늘 냄새의", "고약한", "버터향의" 등

- 정량화하기 위한 직접 측정 방법은 아직 제안되지 못한 상황

➤ 악취의 쾌, 불쾌도 (용인, 容忍; Odor offensiveness)

- 악취 물질이 매우 낮은 농도에서는 용인될 수 있으나, 높은 강도에서의 향수는 용인되지 못할 수 있음

4) 악취의 측정 및 분석

▶ 정량 평가 ☞ “관능 분석”



올팩터미터 (Olfactometer)



공기희석관능법

<악취 정량 평가 방법>

4) 악취의 측정 및 분석

▶ 정성 평가 "기기 분석"

▶ 시료의 채취

- 개별 물질 분석을 통한 정성 평가가 힘든 이유
 - 대기 조성 물질에 비해 발생 농도가 매우 작고,
각 물질간의 반응을 억제하면서 충분히 시료를 채취하는 것은 어려움
- 일반적인 악취 물질 시료 채취법
 - 액체 포집법 : 여러 종류의 산 용액 혹은 흡수용매 적용
 - 저온 포집 방법 : 저온 흡수 용액법, 컬럼 전처리 포집, GC 컬럼 포집
 - 고체 포집법 : 활성탄 및 실리카겔 이용
- 대기 중 악취물질의 농도는 매우 낮기 때문에 농축과정을 거친 후 발생하는 가스 성분들을 분석

4) 악취의 측정 및 분석

▶ 정성 평가 ➡ "기기 분석"

➤ 시료의 채취



Tedlar bag



Canister



Impinger



Sorbent tube

<악취물질 포집장비>

4) 약취의 측정 및 분석

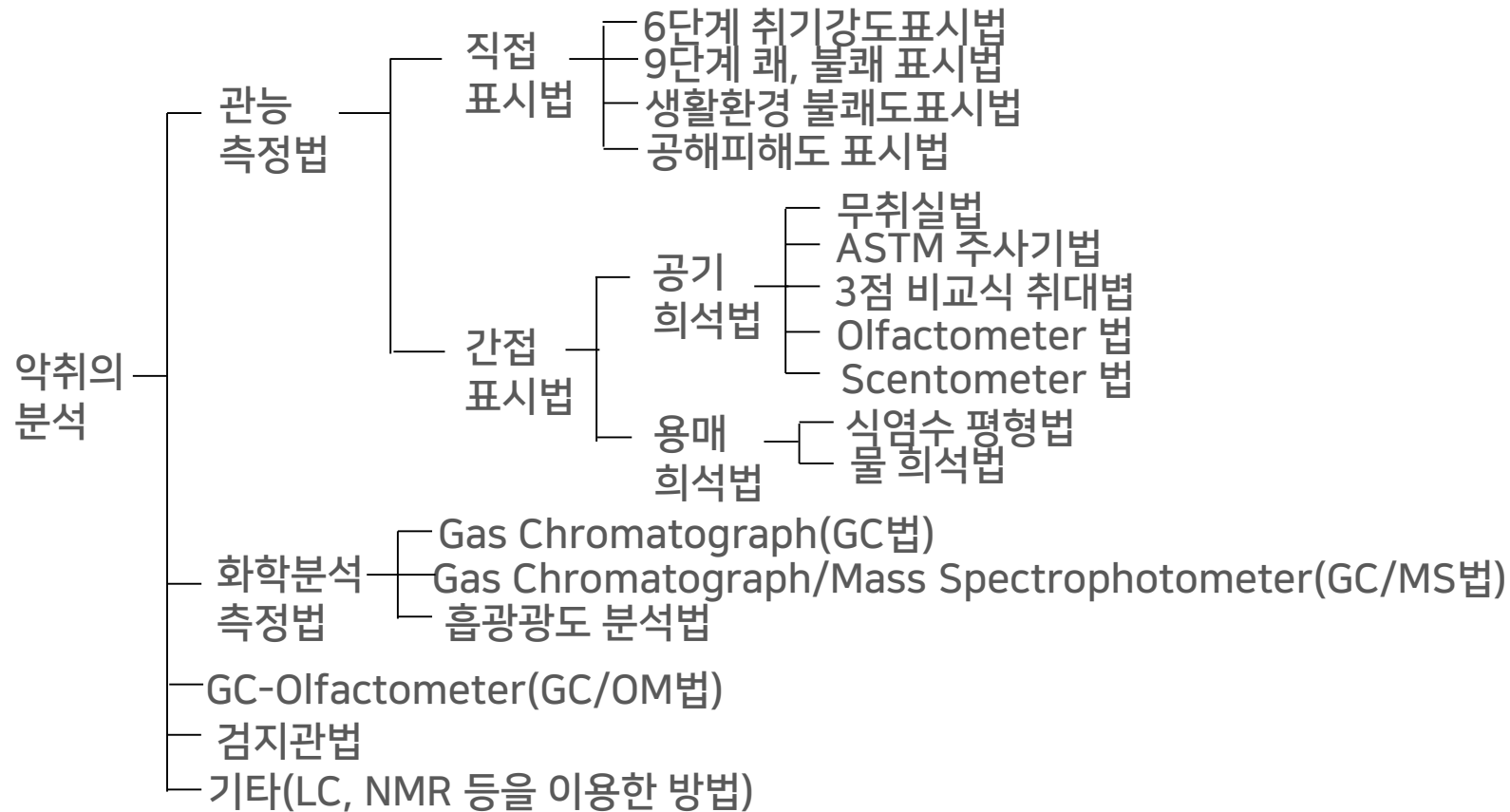
▶ 정성 평가 📌 “기기 분석”

➤ 시료의 분석

- 가스/액체 크로마토그래피 (GC & LC)
 - 극미량의 휘발성 물질도 정량/분리해내는 데 유용하게 이용
 - 검출기 선택이 분석에 있어 매우 중요 : pg까지 분석 가능
 - ▶ 불꽃 이온화 검출기(FID) : 산화된 유기성 탄소 계열 물질 분석
 - ▶ 전자 포집 검출기(ECD) : 전자 포집 가능 물질 분석
 - ▶ 불꽃 광학 검출기(FPD) : 황과 인을 포함한 물질 분석에 효과적
 - ▶ 미세컬럼 검출기 : 질소 계열 물질 분석에 유용
- 최근에는 정성 분석 기능이 강화된 질량 흡광 분석(MS)를 서로 결합한 GC/MS & HPLC 분석 장비의 활용 추세

4) 악취의 측정 및 분석

▶ 악취 분석 방법의 개요



- 1 악취의 개요
- 2 축산 악취의 일반적 특성
- 3 축산 악취 저감 기술 적용 사례
- 4 축산 악취 관련 국내 법규

부산가톨릭대학교
김기연 교수

1) 발생 양상 및 특성

- ▶ 가축분뇨로부터 발생하는 악취의 질은 악취를 형성하고 있는 휘발성 물질들의 혼합물을 분리함으로써 측정
- ▶ 축사나 가축분뇨처리시스템으로부터 발생하는 가스 물질의 혼합물이 바로 악취를 형성하기 때문에 축산 악취 특성의 규명은 매우 힘들
- ▶ 대부분의 축산 악취 물질들은 사람들에게 불쾌하게 작용하지만, 개별 물질별로 최소감지농도 이하인 경우도 존재

2) 악취 관련 가축분뇨의 특성과 생물학적 분해

- ▶ 가축분뇨의 건물(dry matter) 중 약 90%가 분해되지 않는 유기성 물질이며, 이 중 60~75%가 잠재적 분해가 가능
- ▶ 유기성 물질의 분해에 관련한 제한 요인(Alexander, 1965)
 - 첫째 : 미생물과 분비 효소에 관련한 기질의 비접근성
 - 둘째 : 미생물 성장에 본질적인 몇몇 요인들의 부재
 - 셋째 : 환경적 위해 요소 (온도, pH, 염류농도 등)
 - 넷째 : 필요 효소의 불활성화
 - 다섯째 : 효소의 활동을 방해하는 분자의 구조적 특성
 - 여섯째 : 미생물 군집의 기질 대사의 불가능
- ▶ 축산 악취는 배설된 가축분뇨 내 미생물 성장 뿐만 아니라, 투입된 사료의 부패에 의해서도 발생

3) 가축분뇨 조성에 영향을 주는 사료 첨가물질의 역할

▶ 항생제와 sulfa drug이 첨가된 사료

- ▶ 분뇨내 휘발성 농도를 70% 정도 감소시킬 뿐만 아니라, 라군(lagoon) 사료내에서는 75% 정도 감소를 유도

▶ 사료내 항생제 첨가는 소의 소화기작에 영향을 주게 됨

- ▶ 항생제가 첨가된 사료를 먹은 소가 배설한 분뇨는 그렇지 않은 소의 분뇨보다 생분해가 잘 되지 않음

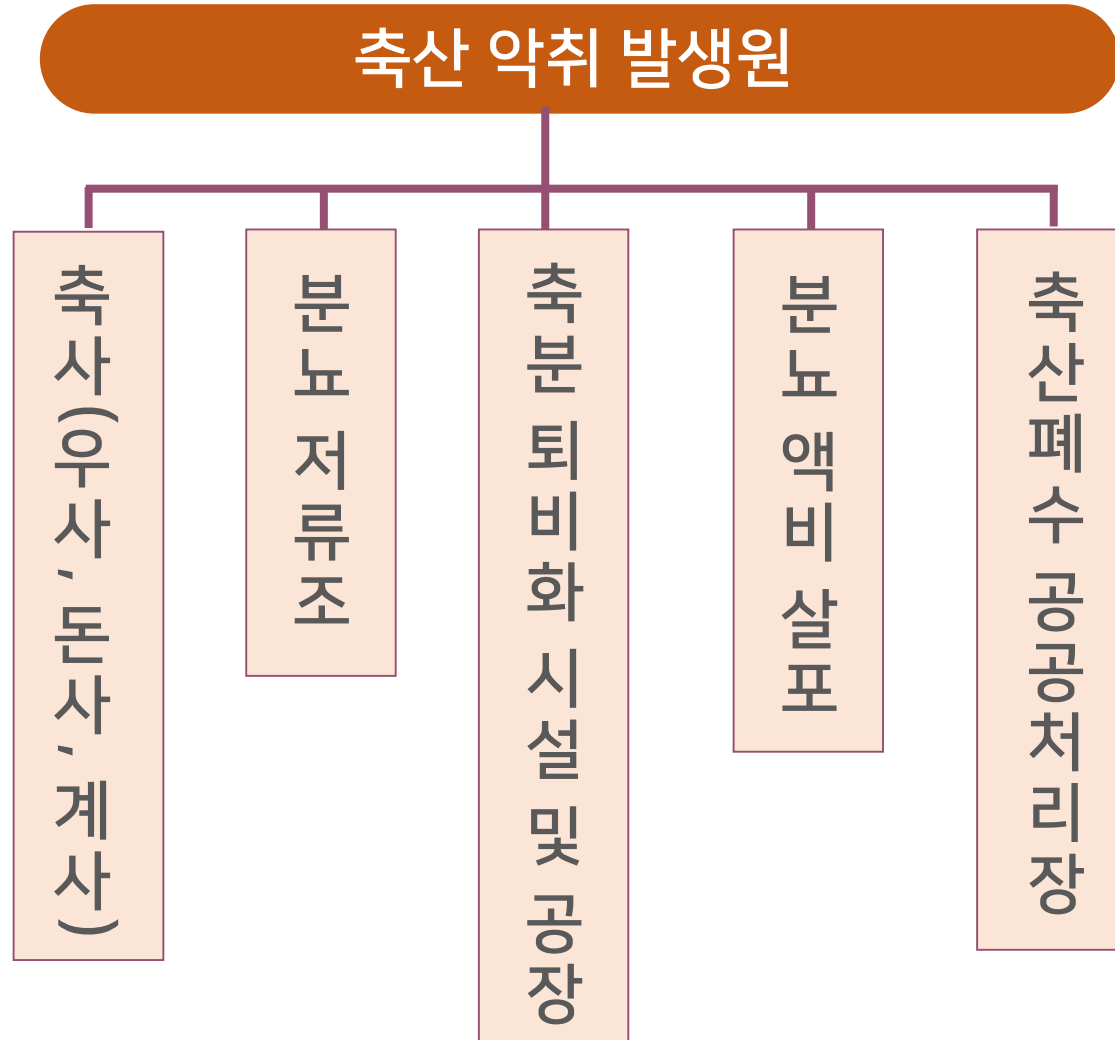
▶ 향후 연구 방향

- ▶ 항생제, 호르몬, 살충제, 방부제 등과 같은 사료 첨가제들이 분뇨의 분해와 약취 생성에 관여하는 미생물들에게 어떤 특정 영향을 주는지 규명해야 함

4) 현행 규제 악취 물질 Vs 축산 악취 원인 물질 비교

	현행 규제 물질		축산 악취 원인 물질
	22종	규제기준(기타지역) (ppm)	
질소(N) 계열	- ammonia - trimethylamine	1 0.005	- ammonia - R-NH ₂
황(S) 계열	- hydrogen sulfide - dimethylsulfide(DMS) - dimethyldisulfide(DMDS) - methylmercaptan(MeSH)	0.02 0.01 0.009 0.002	- hydrogen sulfide - dimethylsulfide(DMS) - dimethyldisulfide(DMDS) - methylmercaptan(MeSH) - diethylsulfide
휘발성 지방산류(VFAs)	- propionic acid - n-butylic acid - n-valeric acid - i-valeric acid	0.03 0.001 0.0009 0.001	- acetic acid - propionic acid - butyric acid - valeric acid
페놀류	-	-	- p-cresol - indole - Skatole
기타 유기화합물	- acetic aldehyde - propionic aldehyde - butyric aldehyde - n-valeric aldehyde - i-valeric aldehyde - styrene - toluene - xylene - methyl ethyl ketone - methyl i-butylic ketone - butylic acetate - i-butylic alcohol	0.05 0.05 0.029 0.009 0.003 0.4 10 1 13 1 1 0.9	-

5) 축산 분야의 악취 발생 경로



- 1 악취의 개요
- 2 축산 악취의 일반적 특성
- 3 **축산 악취 저감 기술 적용 사례**
- 4 축산 악취 관련 국내 법규

부산가톨릭대학교
김기연 교수

1) 선진국의 양돈장 악취 저감기술 현황

악취원과 이웃과의 거리 유지 및 악취공기 희석(확산)법



양돈시설과 돼지의 청결유지



1) 선진국의 양돈장 악취 저감기술 현황

▶ 돈사 내부 분무 처리



채종유의 소량분사는 먼지의
50-80%를 감소시킬 수 있으며,
악취감소에도 도움

1) 선진국의 양돈장 악취 저감기술 현황

▶ 배기팬에 부착한 습식 스크러버(wet scrubber)



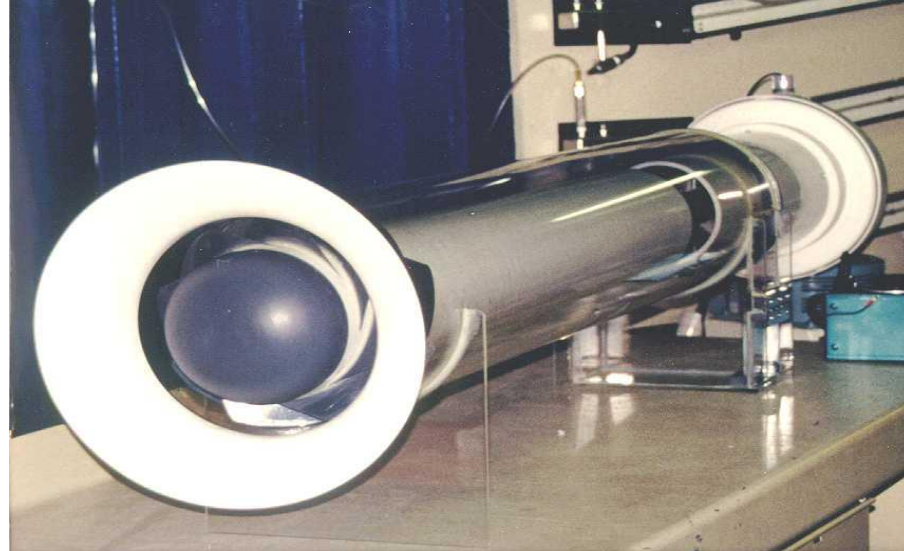
○ 적용 결과

- 먼지질량의 80%까지 제거
- 水溶性 기체, 예를 들면 암모니아 제거 입증

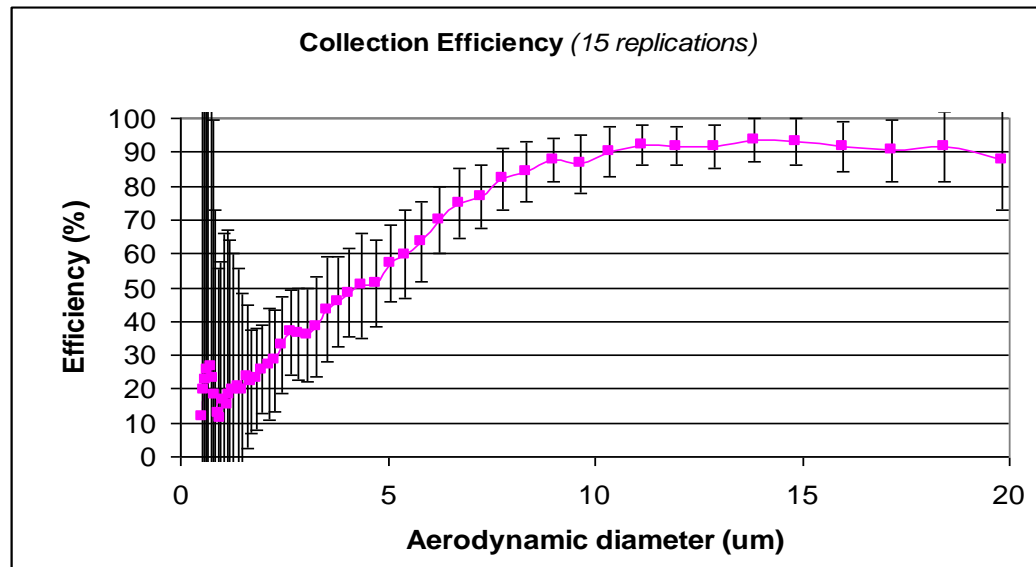
1) 선진국의 양돈장 악취 저감기술 현황

▶ 소형 제분기(除粉器; $0.14\text{m}^3/\text{sec}$ 송풍기의 경우)

섬유여과지 같은 여재없이
원심력을 이용한 공기 중
먼지입자 분리



본 공기역학적 제분기는
입경 3.5μ 먼지입자의
85%를 제거함



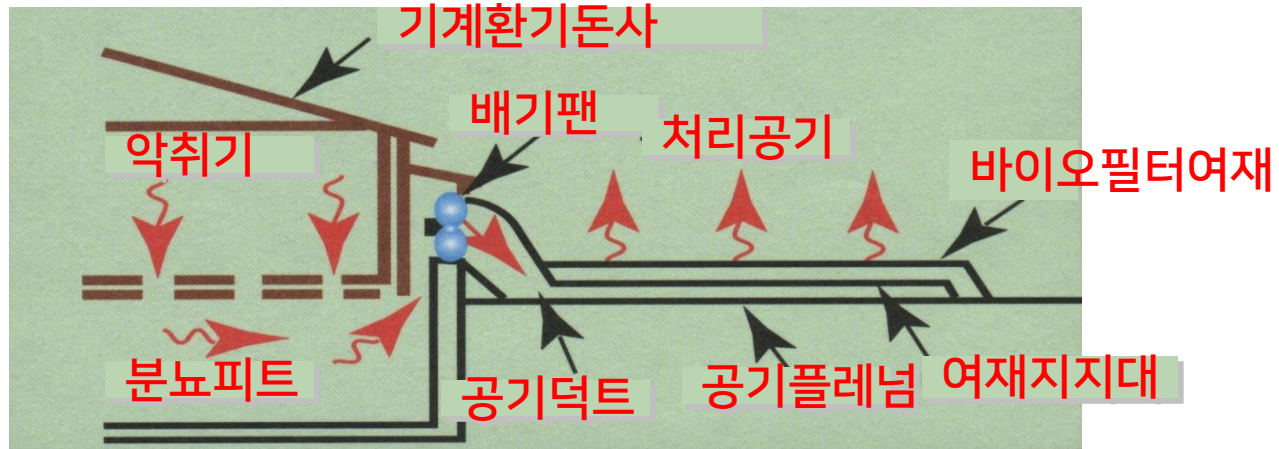
1) 선진국의 양돈장 악취 저감기술 현황

▶ 대형 제분기(除粉器; $2.3\text{m}^3/\text{sec}$ 송풍기의 경우)



1) 선진국의 양돈장 악취 저감기술 현황

▶ 배기팬에 부착한 바이오필터(biofilter)



1) 선진국의 양돈장 악취 저감기술 현황

▶ 돈사내 오존 발생기 장착



1) 선진국의 양돈장 악취 저감기술 현황

▶ 돈사내 오존 발생기 장착 및 분배 시스템 적용



1) 선진국의 양돈장 악취 저감기술 현황

▶ 생물학적 라군(lagoon) 피복



1) 선진국의 양돈장 악취 저감기술 현황

▶ 분뇨 저류조 돔형 팽창 피복막



1) 선진국의 양돈장 악취 저감기술 현황.....

▶ 음압에 의한 라군 피복 (피복막을 接水시킴)



1) 선진국의 양돈장 악취 저감기술 현황

▶ 사료 및 분뇨 첨가제 투입

- ▶ 사료 및 분뇨의 악취저감 가능성을 검토하기 위하여 많은 연구들이 수행
- ▶ 표준화된 성능 평가 방법의 부재
 - 신뢰성 있는 대표적 연구를 수행하는 데 어려움 발생
 - 따라서 도출된 많은 연구 결과들이 의심스러운 상황임
- ▶ 최근 시판 중인 여러 종류의 첨가제들의 효율 평가 결과
 - 제품마다 악취 저감 성능의 편차가 높은 것으로 나타남

1) 선진국의 양돈장 악취 저감기술 현황

▶ 분뇨 폭기



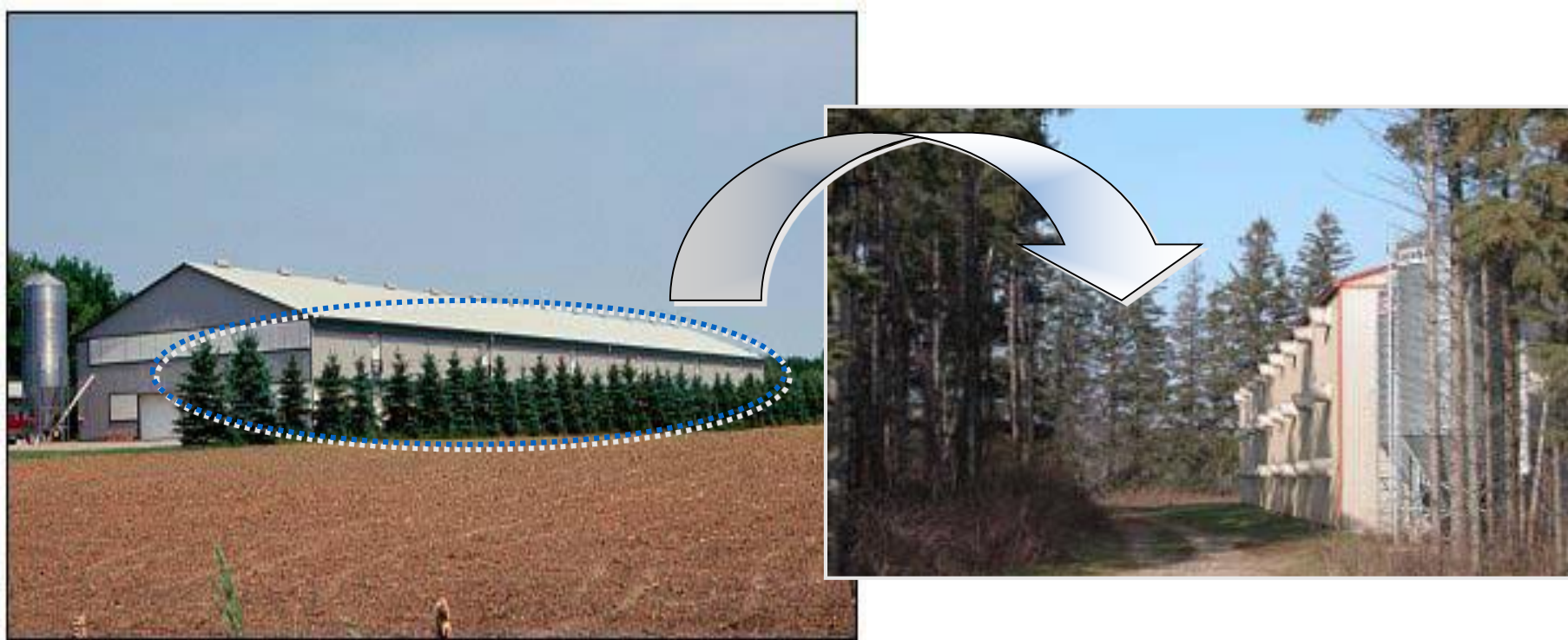
1) 선진국의 양돈장 악취 저감기술 현황

▶ 분뇨 주입에 의한 토양 환원



1) 선진국의 양돈장 악취 저감기술 현황

▶ 방풍림 조성에 의한 축사 악취 저감



- 1 악취의 개요
- 2 축산 악취의 일반적 특성
- 3 축산 악취 저감 기술 적용 사례
- 4 축산 악취 관련 국내 법규

부산가톨릭대학교
김기연 교수

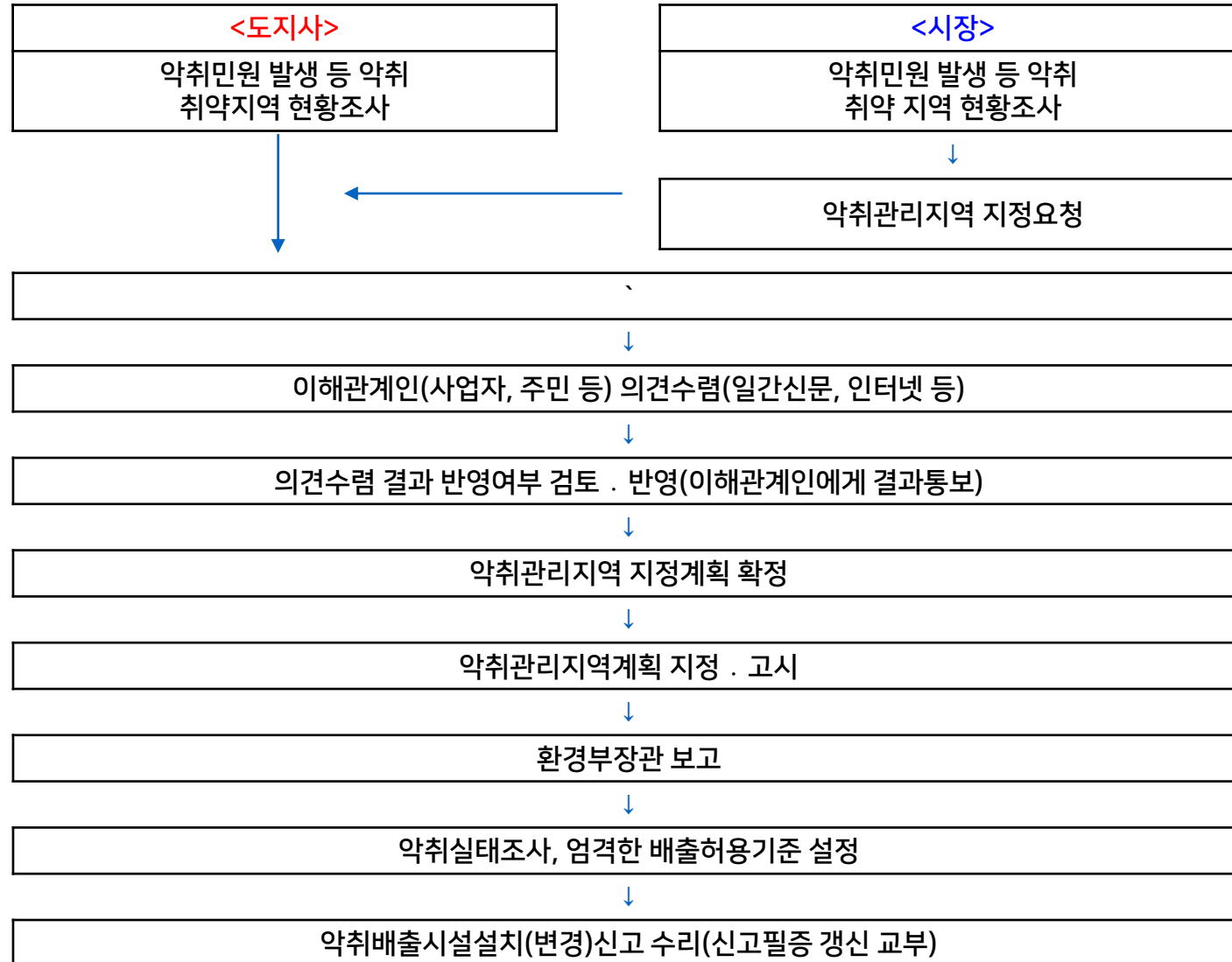
1) 악취 방지법의 개요

- ▶ 환경부에서 “**악취방지법**”을 제정하여 2005년 2월 10일부터 시행 중
 - 현행 악취관리는 크게 사업장에서 발생하는 사업장 악취와 생활 악취로 구분하여 규제
- ▶ 축사 배출구 및 부지경계선에서 공기희석 관능법으로 관리 기준 적용
 - 복합악취의 희석배수가 규제 기준 초과인 경우
 - 22가지 악취 지정 물질에 대해 정성 평가 시행
- ▶ 축산악취 관리지역 지정 대상 조건
 - 사육 시설 면적 기준으로 규제
 - 돼지 50m², 소와 말 100m², 닭, 오리, 양 150m², 사슴 500m², 기타 축산시설 500m² 이상인 시설은 악취관리지역으로 지정

2) 악취 관리 지역 지정 기준

- ▶ 악취 민원이 3년 이상 지속되고 인근지역의 악취가 배출허용기준(기타지역 : 15)을 초과하는 경우
 - 악취 민원이 3년 이상 지속되는 경우
 - 불특정인이 일정한 계절 또는 시기에 년 1회 이상 3년간 연속하여 민원을 제기하는 지역
 - 인근지역 악취가 배출허용 기타지역 기준(15)을 초과하는 경우
 - 지정 대상지역의 경계선 밖의 지역에서 악취가 가장 심한 지역의 악취를 공기희석관능법 또는 기기분석법으로 측정
- ▶ 악취 민원이 집단적으로 발생하거나 지역 내의 악취가 규정에 의한 배출허용농도기준의 기타지역을 초과하는 지역으로서 도지사가 주민의 건강과 생활환경보전을 위하여 필요하다고 인정하는 경우 (산업단지, 농공단지, 공업지역 등에 한함)

3) 악취 관리 지역 지정 절차



4) 악취 관리 지역 지정 현황(2017년 기준)

시.도	지정 일자	지정 지역	지정 면적
울산광역시	'05.3.17	울산미포국가산업단지	46,217천㎡
		온산국가산업단지	24,659천㎡
경기도	'05.5.16	아산국가산단 포승지구	6.33천㎡
		시화국가산업단지	안산시 4,424천㎡
			시흥시 16,443천㎡
		반월국가산업단지	15,374천㎡
		반월도금지방산업단지	1.47천㎡
충청남도	'06.1.20	삼성화학단지(전용공업지역)	3,070천㎡
		현대석유화학단지(전용공업지역)	3,307천㎡
		현대오일뱅크(주)(전용공업지역)	1,619천㎡
		대죽지방산업단지	2,089천㎡
인천광역시	'06.1.24	남동국가산업단지	9,574천㎡
		인천서부지방산업단지	938천㎡
		석남동.원창동 일반공업지역	3,782천㎡
		백석.오류동 일원	11,107천㎡
부산광역시	'06.4.26	부산 신평. 장림피역공업사업조합(폐수처리장)	15천㎡
전라북도	'07.10.12	우리밀축산영농조합(축산시설)	27.1천㎡
대전광역시	'07.12.28	대전 1-4산업단지 및 인근 일반공업지역	5,529.5천㎡

☞ "2007년 10월에 국내 처음으로 전북지역에서 축산시설이 악취관리지역으로 지정"

다음시간
제9강

기후변화와
동물산업

