

**제8강**

# 악취

**부산가톨릭대학교 김기연 교수**

## 제8강

# 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

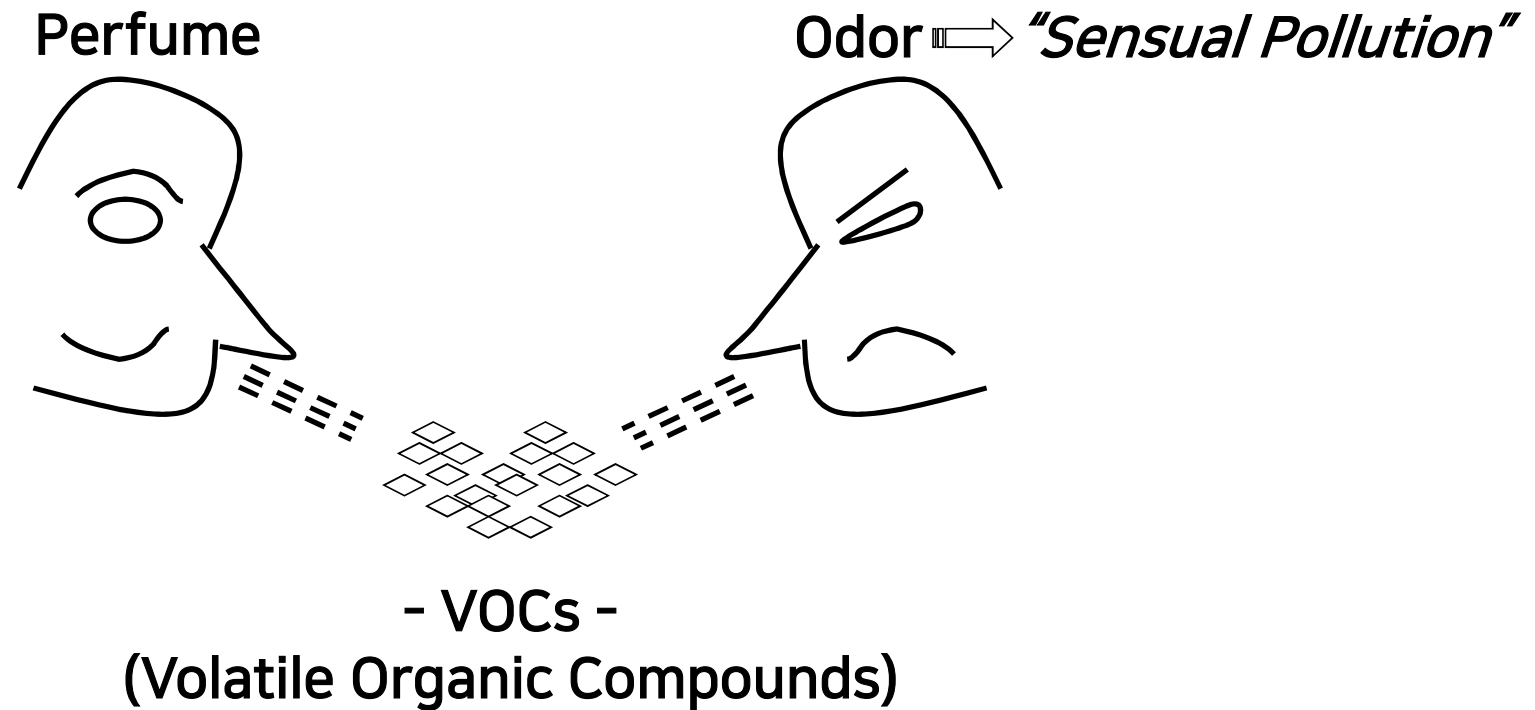
### 1) 악취의 일반적 정의

---

- ▶ 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 하나로서 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

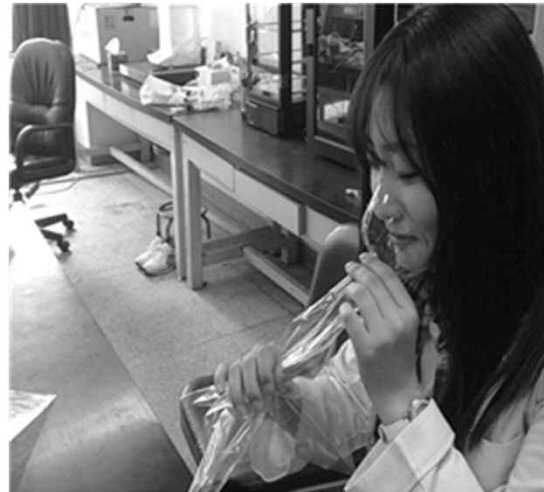
## 4) 악취의 측정 및 분석

---

### ▶ 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



Impinger



Canister



Sorbent tube

<악취물질 포집장비>

## 4) 약취의 측정 및 분석

---

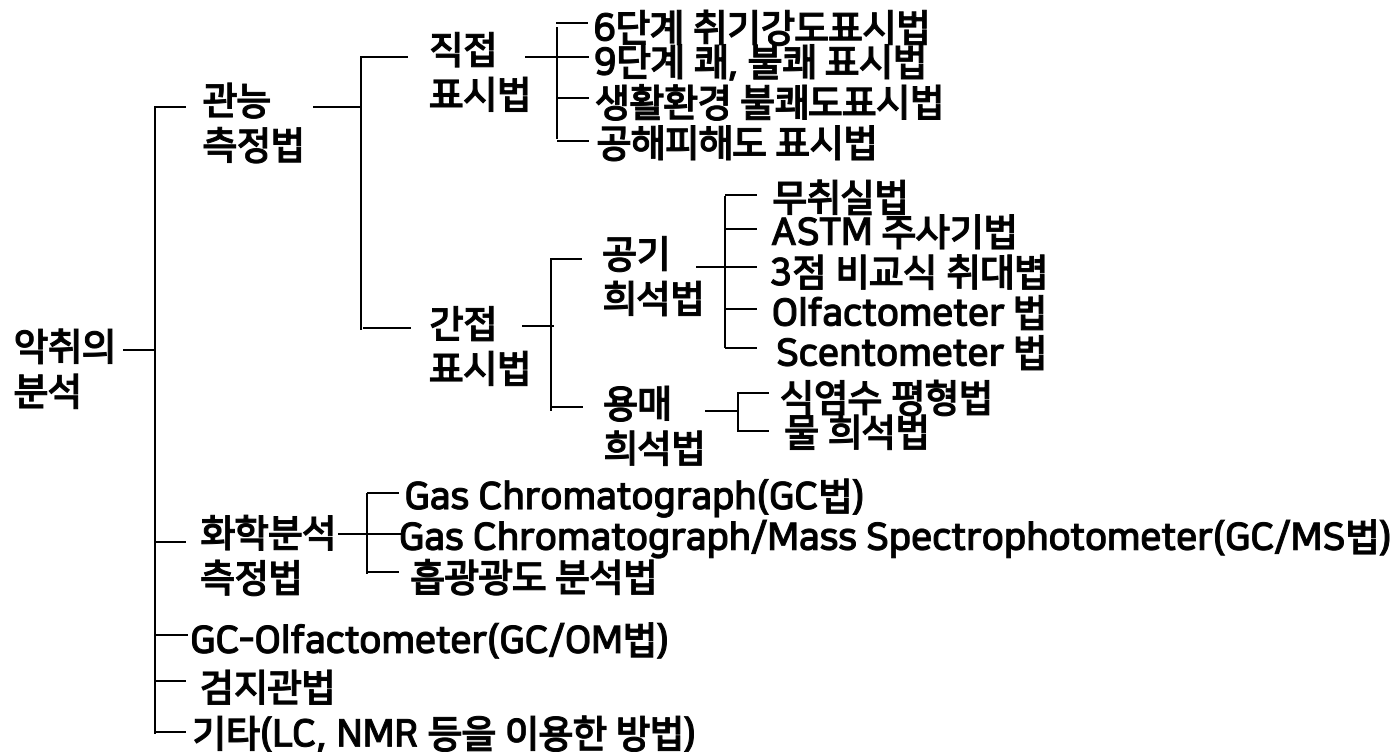
### ▶ 정성 평가 📌 “기기 분석”

#### ▶ 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



# 제8강 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) 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 생장에 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

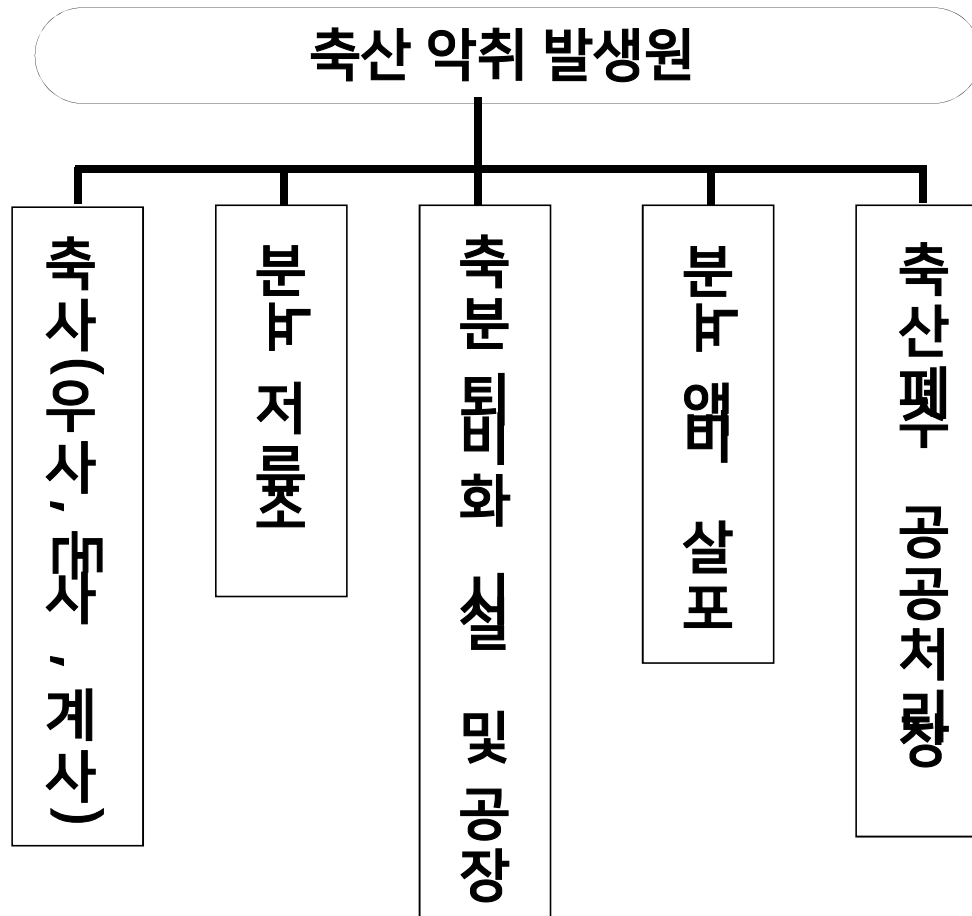
- ▶ 항생제, 호르몬, 살충제, 방부제 등과 같은 사료 첨가제들이 분뇨의 분해와 악취 생성에 관여하는 미생물들에게 어떤 특정 영향을 주는지 규명해야 함

## 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 <sub>2</sub>
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

---



# 제8강

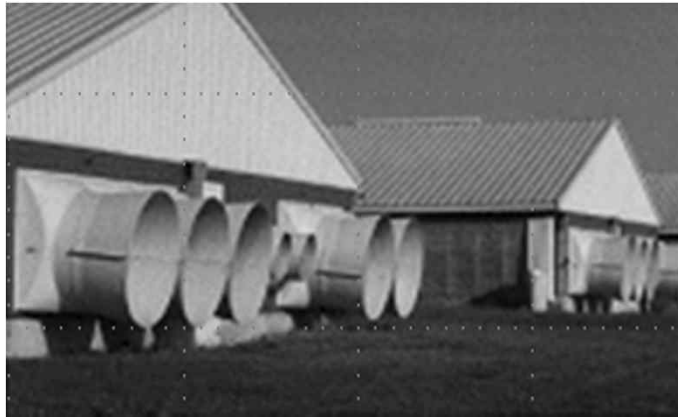
# 악취

- 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) 선진국의 양돈장 악취 저감기술 현황

악취원과 이웃과의 거리 유지 및 악취공기 희석(확산)법



양돈시설과 돼지의 청결유지



### 3. 축산 악취 저감 기술 적용 사례

## 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

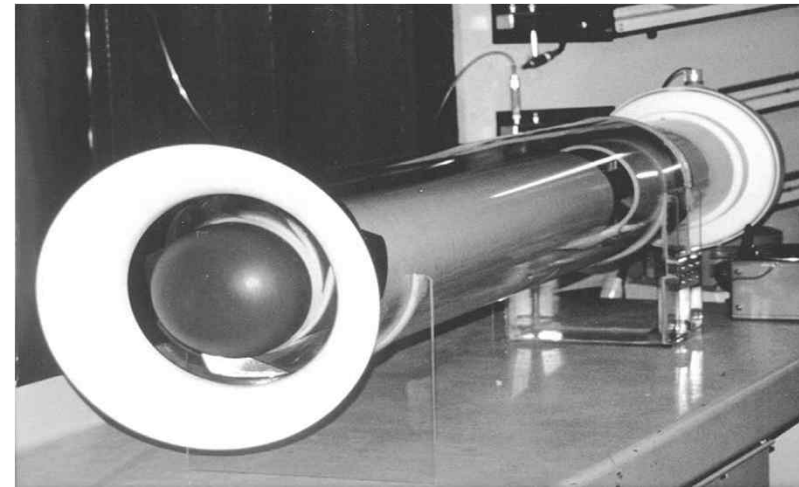
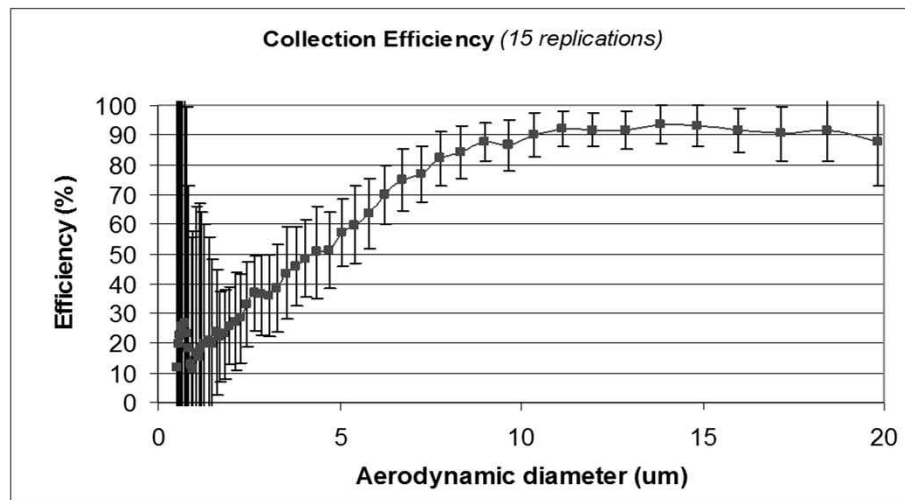
- 먼지질량의 80%까지 제거
- 水溶性 기체, 예를 들면 암모니아 제거 입증



## 1) 선진국의 양돈장 악취 저감기술 현황

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

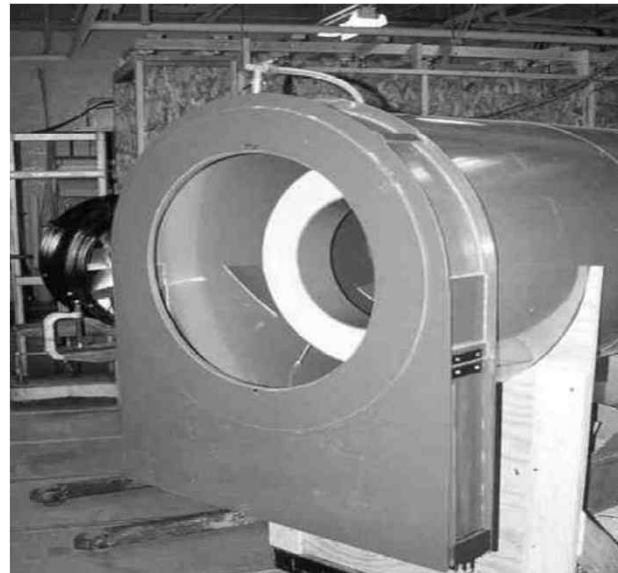
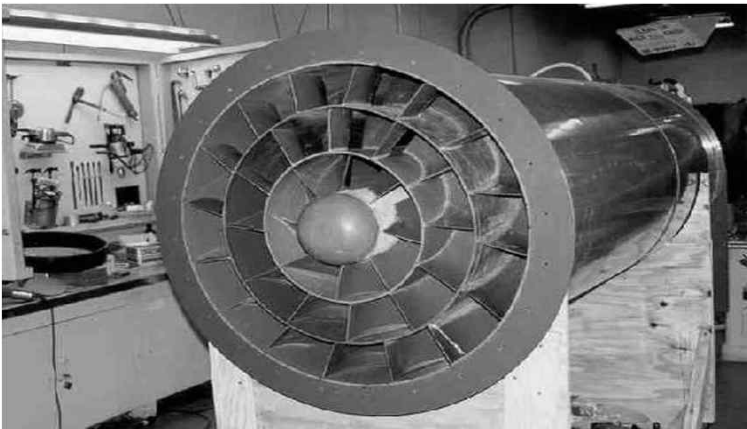
섬유여과지 같은 여재없이  
원심력을 이용한 공기 중  
먼지입자 분리



본 공기역학적 제분기는  
입경  $3.5\mu$  먼지입자의  
85%를 제거함

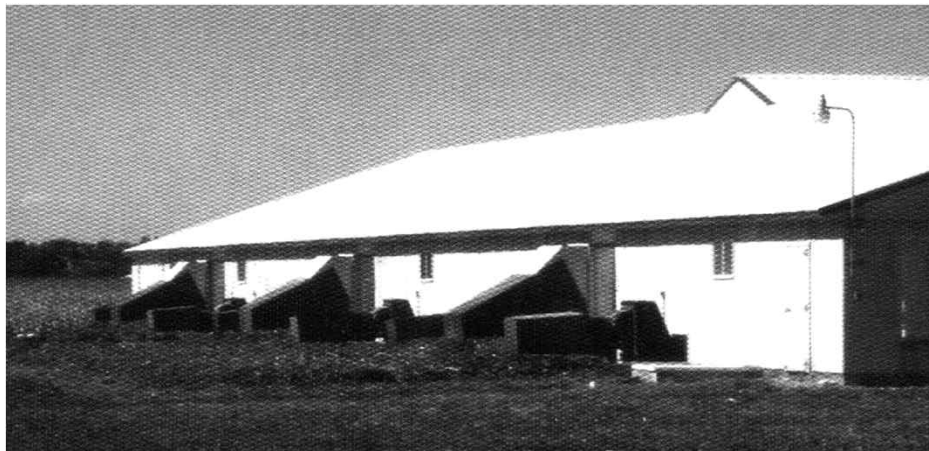
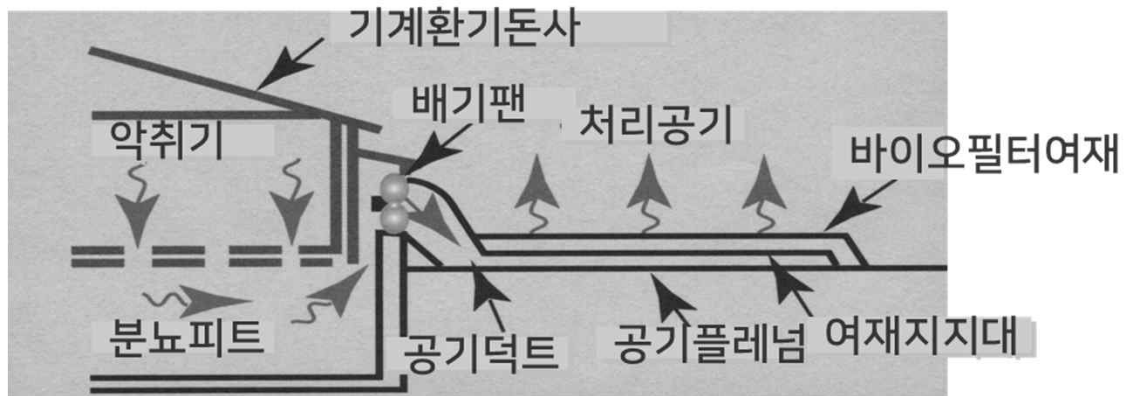
## 1) 선진국의 양돈장 악취 저감기술 현황

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



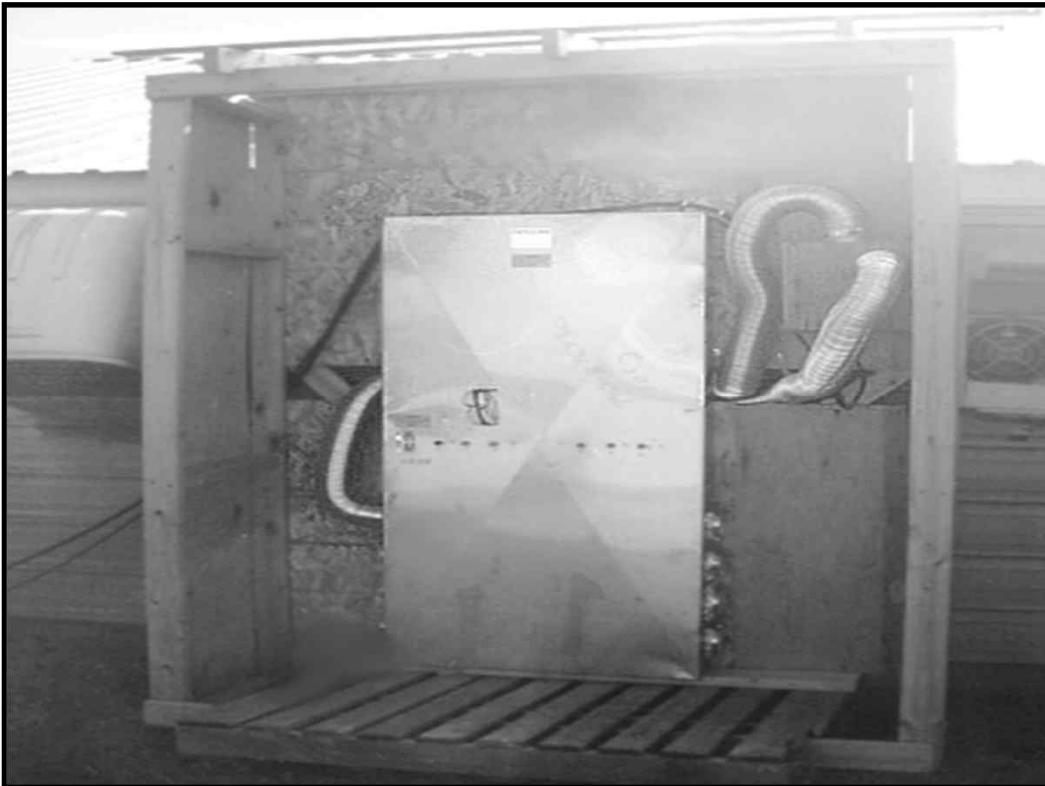
## 1) 선진국의 양돈장 악취 저감기술 현황

### ▶ 배기팬에 부착한 바이오필터(biofilter)



## 1) 선진국의 양돈장 악취 저감기술 현황

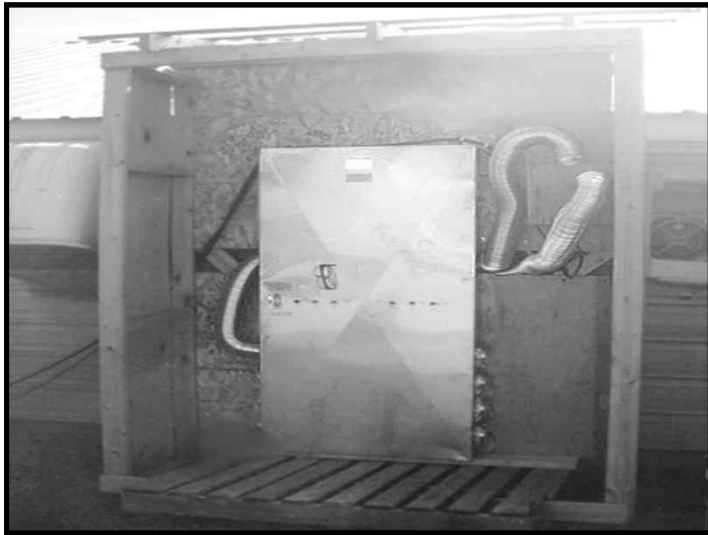
### ▶ 돈사내 오존 발생기 장착



### 3. 축산 악취 저감 기술 적용 사례

## 1) 선진국의 양돈장 악취 저감기술 현황

### ▶ 돈사내 오존 발생기 장착 및 분배 시스템 적용





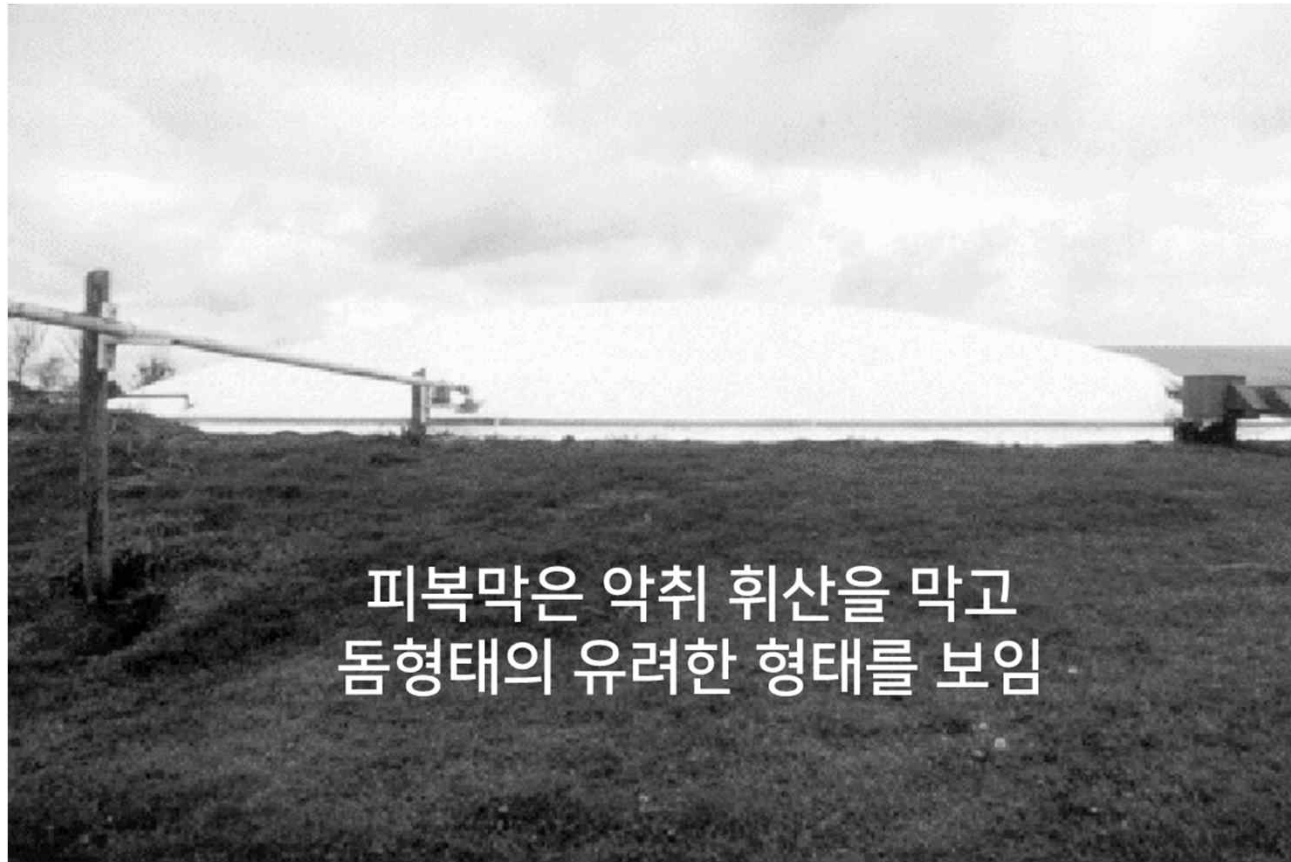
## 1) 선진국의 양돈장 악취 저감기술 현황

### ▶ 생물학적 라군(lagoon) 피복



## 1) 선진국의 양돈장 악취 저감기술 현황

### ▶ 분뇨 저류조 돔형 팽창 피복막



피복막은 악취 휘산을 막고  
돔형태의 유려한 형태를 보임

## 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



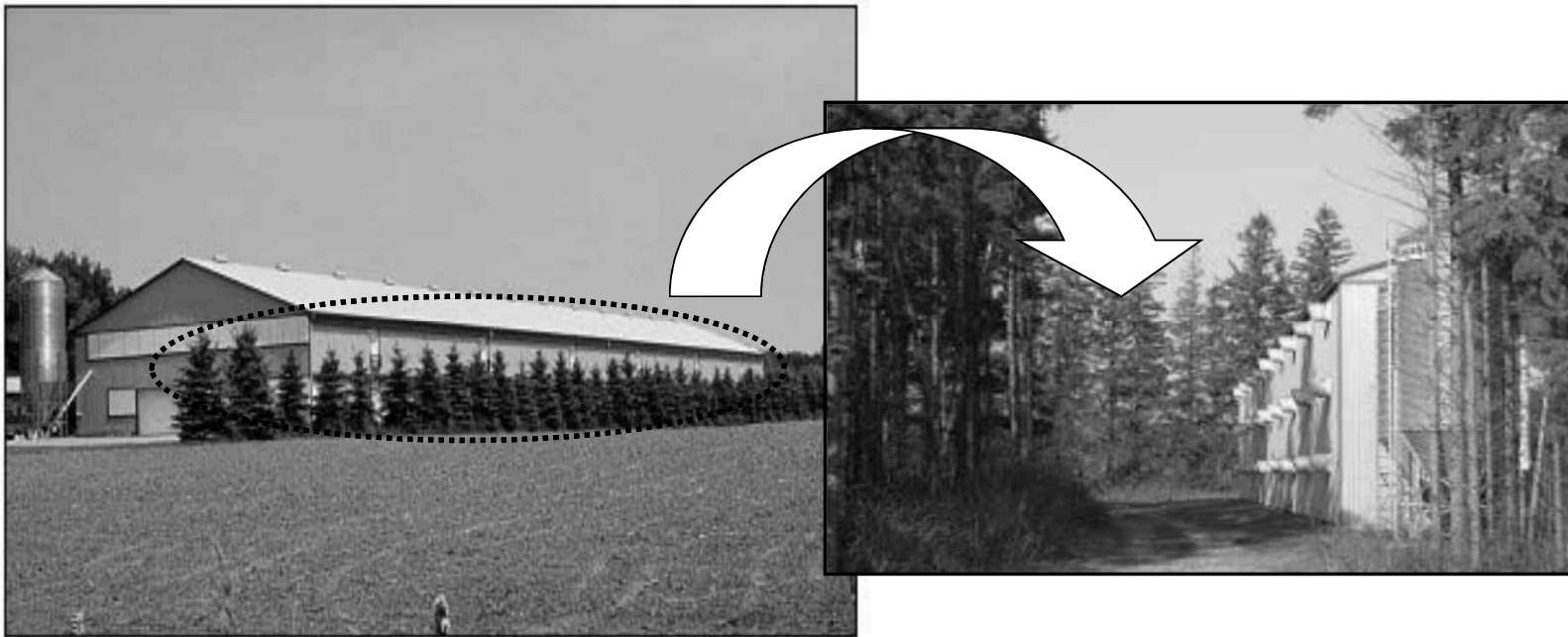
## 1) 선진국의 양돈장 악취 저감기술 현황

### ▶ 분뇨 주입에 의한 토양 환원



## 1) 선진국의 양돈장 악취 저감기술 현황

### ▶ 방풍림 조성에 의한 축사 악취 저감



# 제8강

# 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) 악취 방지법의 개요

---

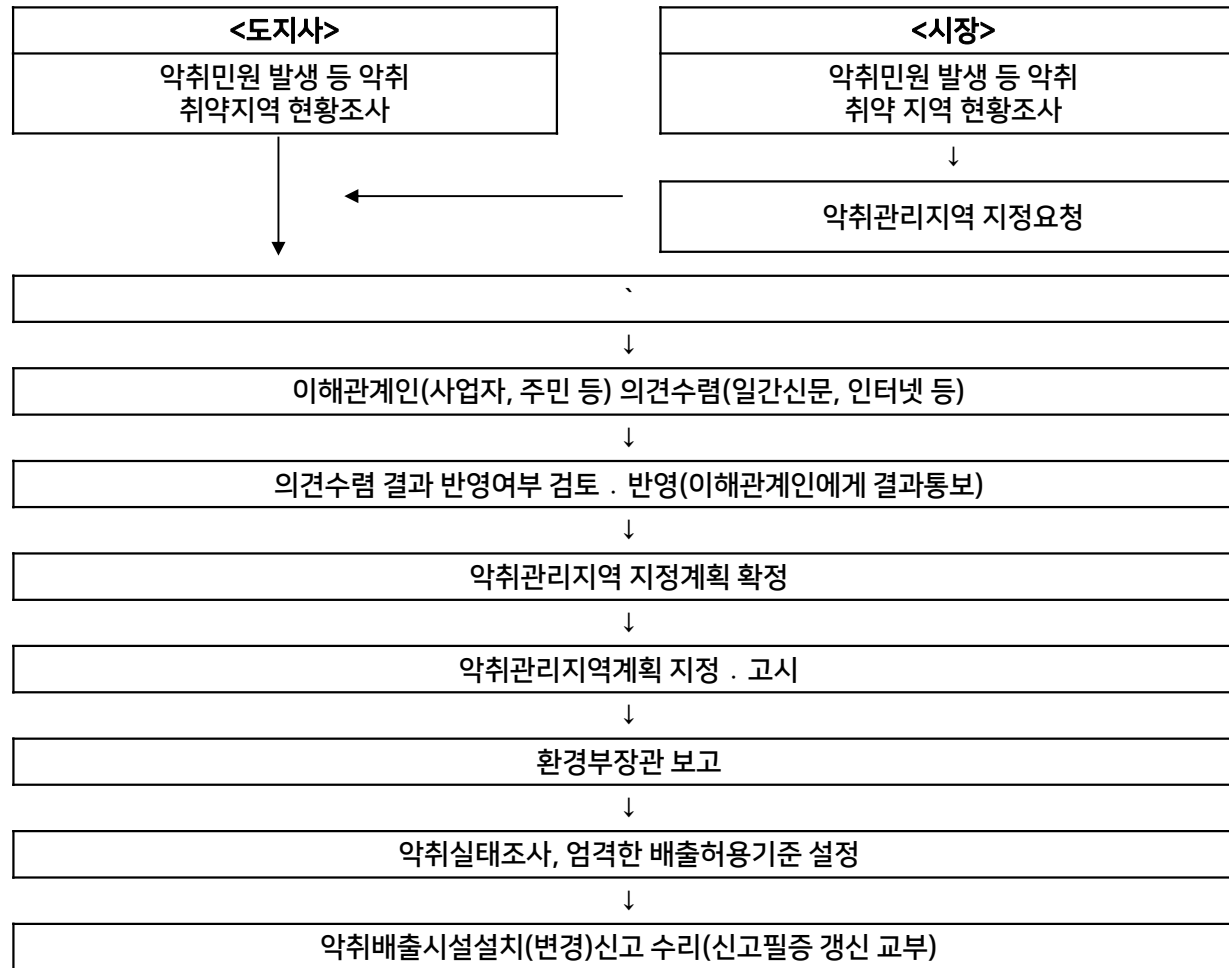
- ▶ 환경부에서 “악취방지법”을 제정하여 2005년 2월 10일부터 시행 중
  - 현행 악취관리는 크게 사업장에서 발생하는 사업장 악취와 생활 악취로 구분하여 규제
- ▶ 축사 배출구 및 부지경계선에서 공기희석 관능법으로 관리 기준 적용
  - 복합악취의 희석배수가 규제 기준 초과인 경우
    - 22가지 악취 지정 물질에 대해 정성 평가 시행
- ▶ 축산악취 관리지역 지정 대상 조건
  - 사육 시설 면적 기준으로 규제
    - 돼지 50m<sup>2</sup>, 소와 말 100m<sup>2</sup>, 닭, 오리, 양 150m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

다음시간

제9강

기후변화와  
동물산업