



## 제5강

# 대기환경과 대기오염

강원대학교 박규현 교수

# 농축산환경학

방송통신대학교 고한종 교수  
연암대학교 송준익 교수  
경남과학기술대학교 김두환 교수

충남대학교 안희권 교수  
강원대학교 박규현 교수  
부산가톨릭대학교 김기연 교수



## 학습목차

- 1 지구의 대기
- 2 지구온난화
- 3 축산과 온실가스

## 제5강

# 대기환경과 대기오염

강원대학교  
박규현 교수

# 1) 대기권이란?

---

## ▶ 대기(大氣, atmosphere)

- ▶ 천체의 주위를 대체로 일정하게 둘러싸고 있는 기체층
  - 지표에서 약 1,000 km 상공까지 존재
  - 질소( $N_2$ ; 약 78.1%); 산소( $O_2$ ; 약 20.9%); 아르곤(Ar); 이산화탄소( $CO_2$ ); 수증기 등으로 구성되어 있음

## ▶ 대기권의 구분

- ▶ 지표에서부터 대류권, 성층권, 중간권, 열권, 외기권으로 나눔
  - 우리는 대류권(지표면에서 ~18 km)에서 살고 있음

## 2) 대기권의 특성

### ▶ 대류권(Troposphere)

- ▶ 지표면의 복사에너지로 가열되므로 고도가 높아지면 온도는 낮아짐

### ▶ 성층권(Stratosphere)

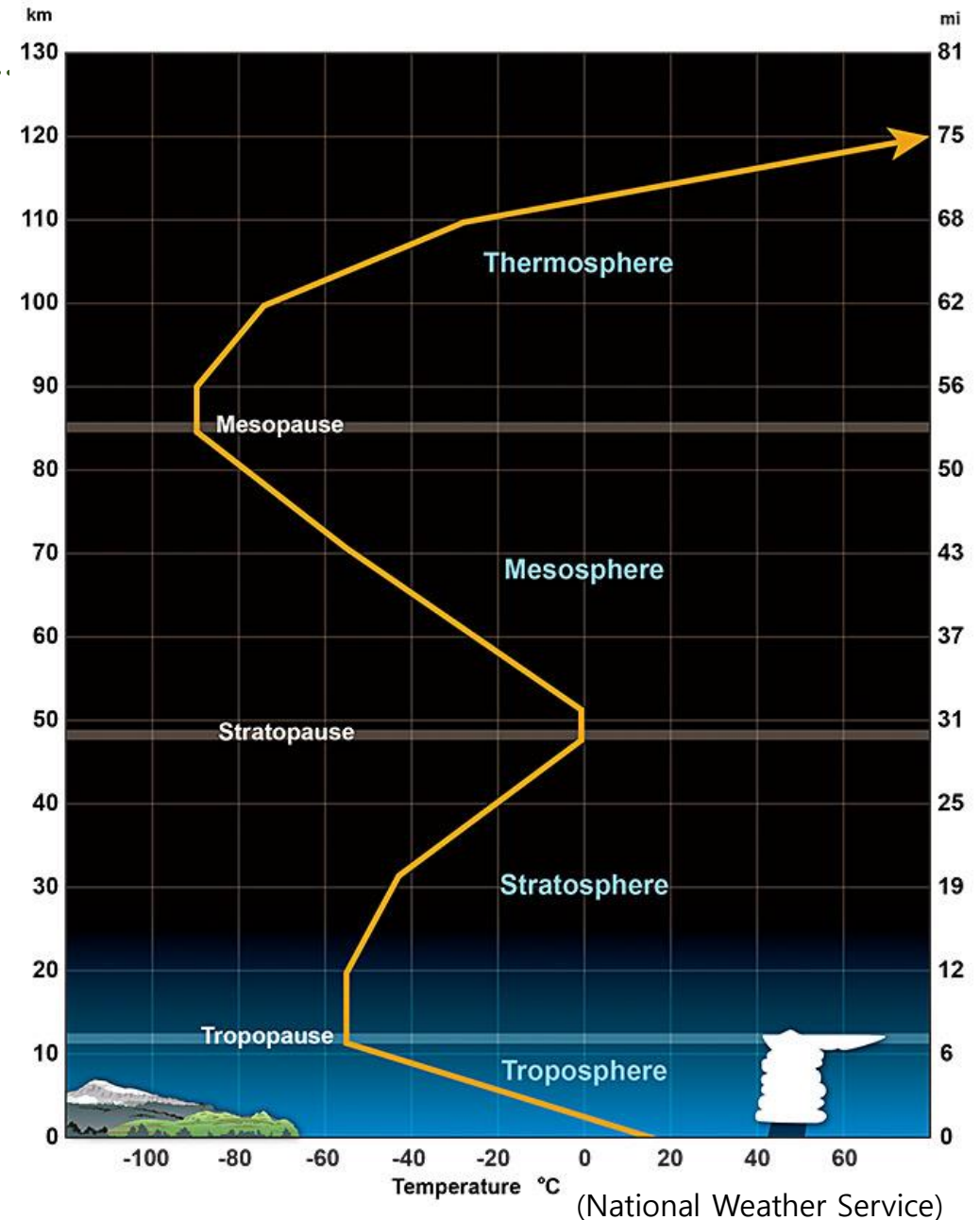
- ▶ 오존(O<sub>3</sub>)이 태양으로부터의 자외선 흡수하여 고도가 높아지면 온도 상승

### ▶ 중간권(Mesosphere)

- ▶ 고도가 올라갈수록 온도 감소

### ▶ 열권(Thermosphere)

- ▶ 고도가 올라갈수록 온도 증가





## 학습목차

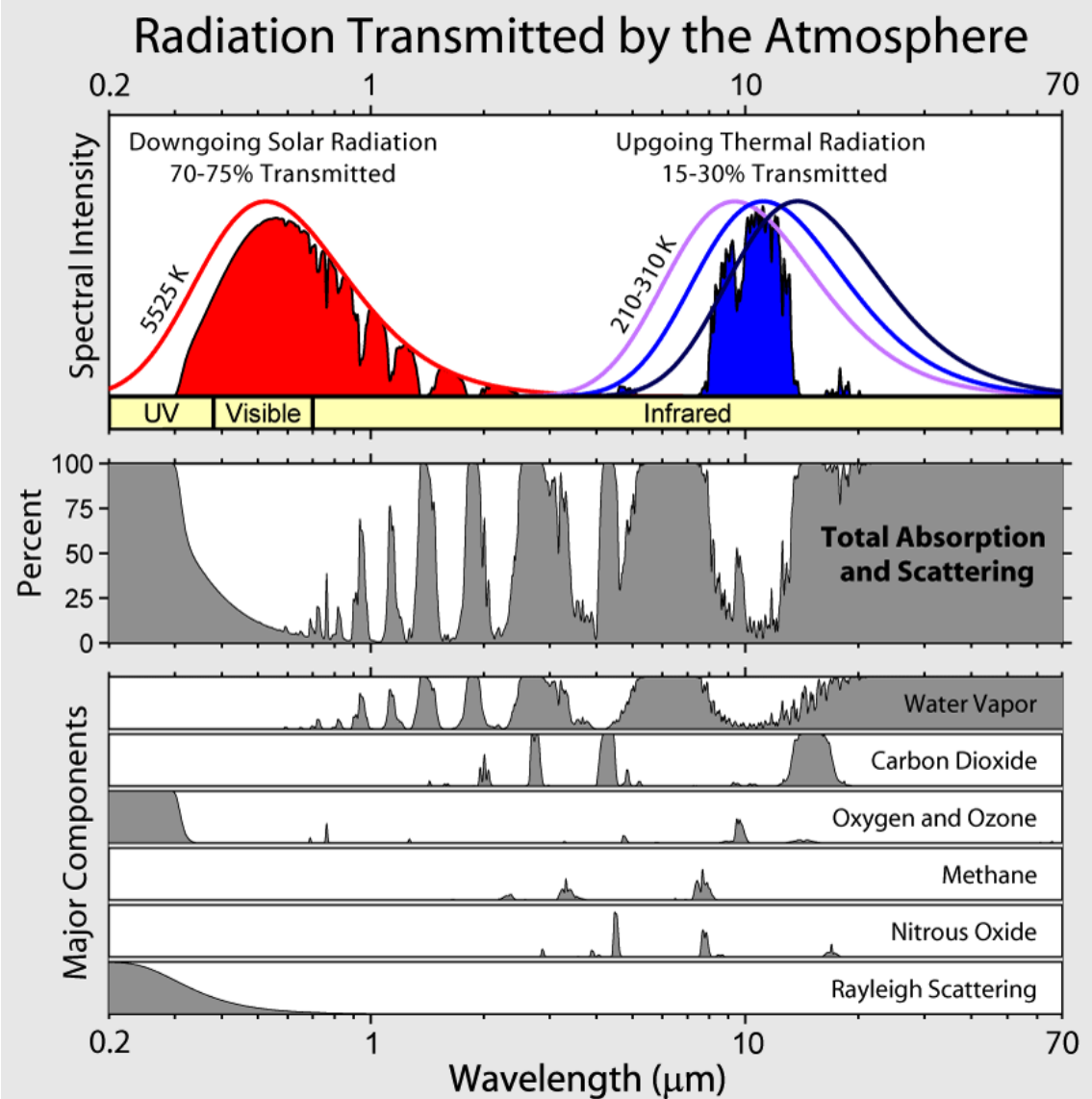
- 1 지구의 대기
- 2 지구온난화
- 3 축산과 온실가스

## 제5강

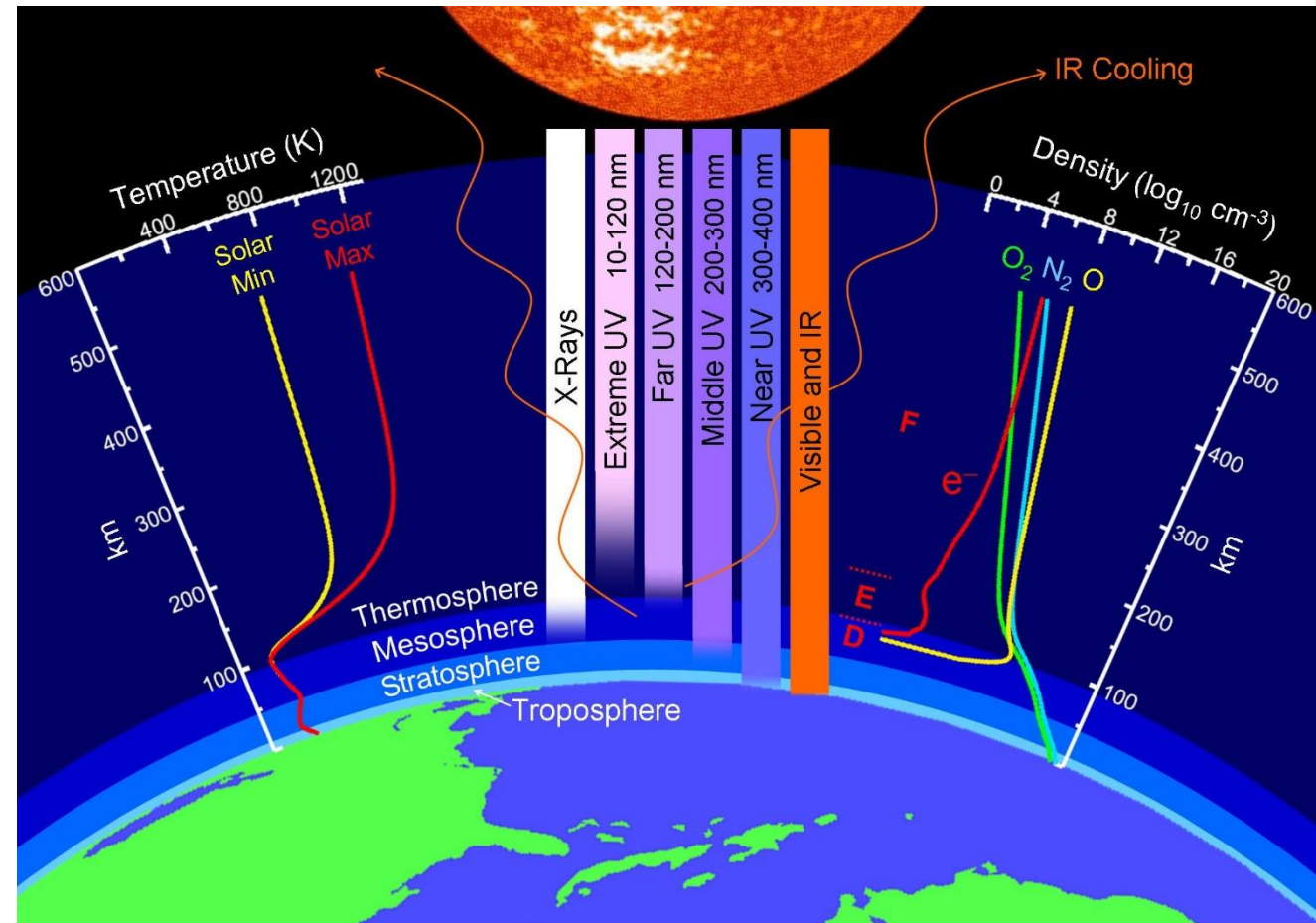
# 대기환경과 대기오염

강원대학교  
박규현 교수

# 1) 대기와 복사에너지



(Intergovernmental Panel on Climate Change)



(National Aeronautics and Space Administration)

## 2) 온실가스란?

---

▶ 온실효과를 일으키는 가스

▶ 온실효과란?

짧은 파장의 태양 복사 에너지가 지구에 에너지 공급



지구는 긴 파장의 복사 에너지 방출



온실가스가 긴 파장의 지구 복사 에너지 흡수



흡수와 방출 에너지 불균형으로 인한 온난화

## 2) 온실가스의 종류

### ▶ 기후변화협약에서 주로 논의되는 온실가스

- ▶ Carbon dioxide  
(이산화탄소, CO<sub>2</sub>)
- ▶ Methane  
(메탄, CH<sub>4</sub>)
- ▶ Nitrous oxide  
(아산화질소, N<sub>2</sub>O)
- ▶ Hydrofluorocarbons  
(수소불화탄소, HFCs)
- ▶ Perfluorocarbons  
(불화탄소, PFCs)
- ▶ Sulfur hexafluoride  
(육불화황, SF<sub>6</sub>)

### ▶ Global Warming Potential (지구온난화지수, GWP)

- 100년간의 이산화탄소의 온실 효과를 기준으로 다른 가스들의 온실 효과를 계량화

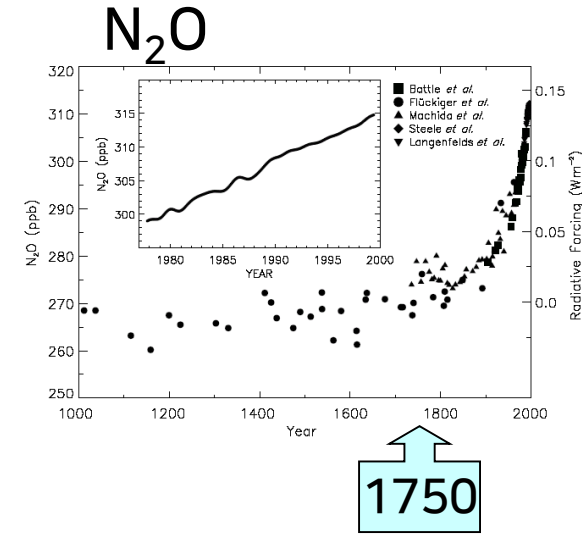
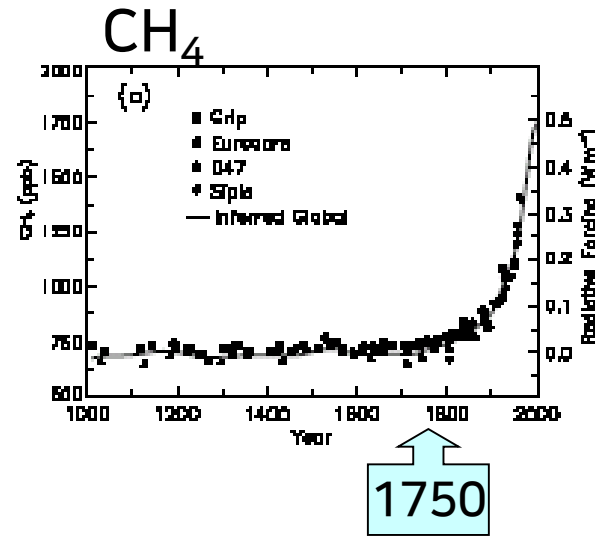
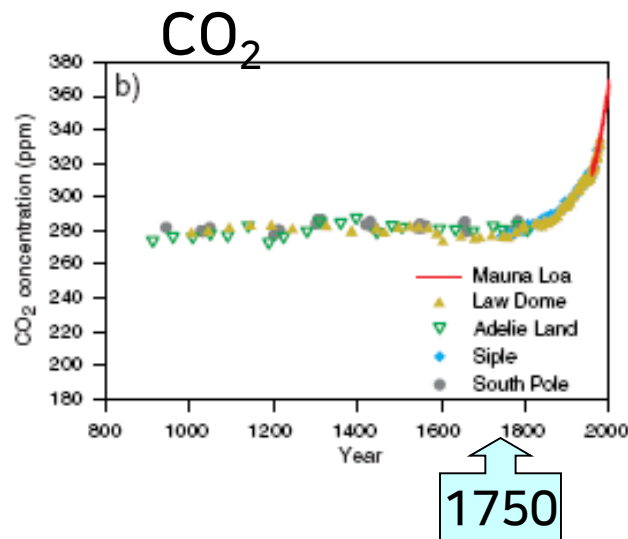
Global warming potential (100 year basis)	
CH <sub>4</sub>	25
N <sub>2</sub> O	298
HFCs	4 ~ 12,400
PFCs	6,630~11,100
SF <sub>6</sub>	23,500



### 3) 인간과 온실가스

▶ 산업혁명 이후 주요 온실가스의 농도가 증가하고 있음

	산업혁명 (ppm)	현재 (ppm)
Carbon dioxide	277 ↑ 36%	382
Methane	0.60 ↑ 188%	1.73
Nitrous oxide	0.27~0.29 ↑ 9~19%	0.32





## 학습목차

- 1 지구의 대기
- 2 지구온난화
- 3 **축산과 온실가스**

## 제5강

# 대기환경과 대기오염

강원대학교  
박규현 교수

# 1) 축산과 관련된 온실가스

## ▶ 이산화탄소, 메탄, 아산화질소 배출원

### ▶ 이산화탄소( $\text{CO}_2$ )

- 직접적 배출 : 가축의 호흡
- 간접적 배출 : 가축과 관련된 활동에서 배출
  - 목초 및 사료작물 생산과정에서 배출
  - 농장과 수송, 가공산물 생산 등의 과정에서 에너지 사용으로 배출

### ▶ 메탄( $\text{CH}_4$ )

- 가축의 장내발효, 가축분뇨 처리과정, 목초 및 사료작물 생산 과정(토양)에서 배출

### ▶ 아산화질소( $\text{N}_2\text{O}$ )

- 가축분뇨 처리과정, 목초 및 사료작물 생산 과정(토양)에서 배출

## 2) 장내발효

### ▶ 메탄

- 섭취사료 : 20~30 시간 반추위에 존재, 70%의 소화가 반추위에서 발생
- 메탄 생성 비율 : 장내발효 (87%), 대장 (13%)
- 반추위에서 생성된 메탄의 95%는 트림으로 배출
- 사료와 메탄
  - 섬유질 함유가 높고 소화율이 낮을 수록 → 메탄 발생량 증가
  - 농후사료가 높을 수록 → propionate 증가 → 메탄 발생량 감소
  - 사료가 반추위에서 머무르는 시간이 짧을 수록 → 메탄 발생량 감소

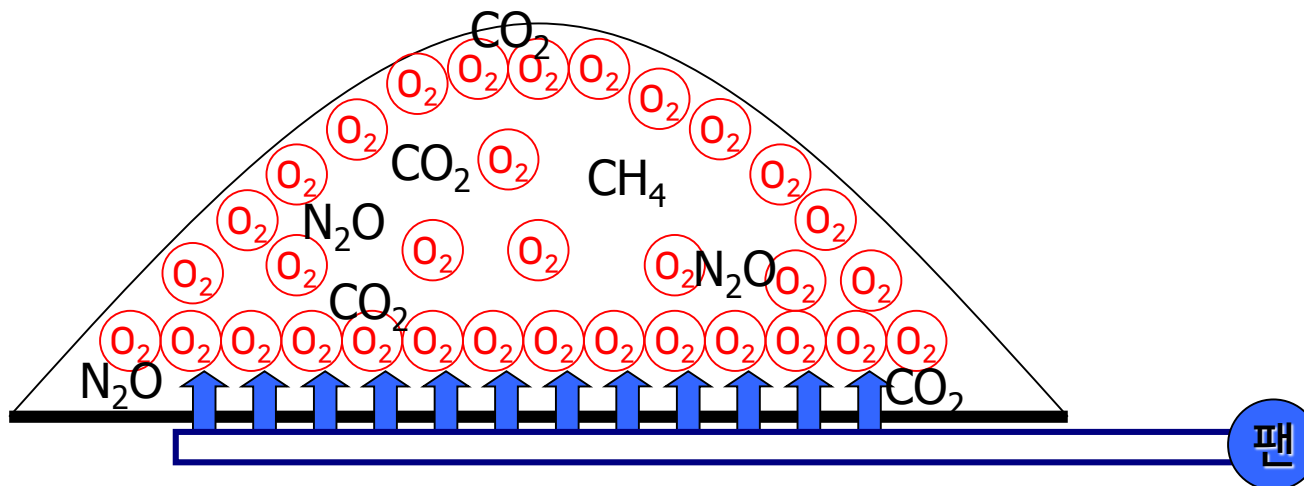
### ▶ 우유 생산효율성과 메탄 발생량 비교

우유 생산량 (kg/yr)	메탄 발생량 (L/day)	메탄 발생량 (L/kg milk)
6,500	442	24.8
3,400	382	41.1

### 3) 가축분뇨

#### ▶ 메탄과 아산화질소 생성 원리

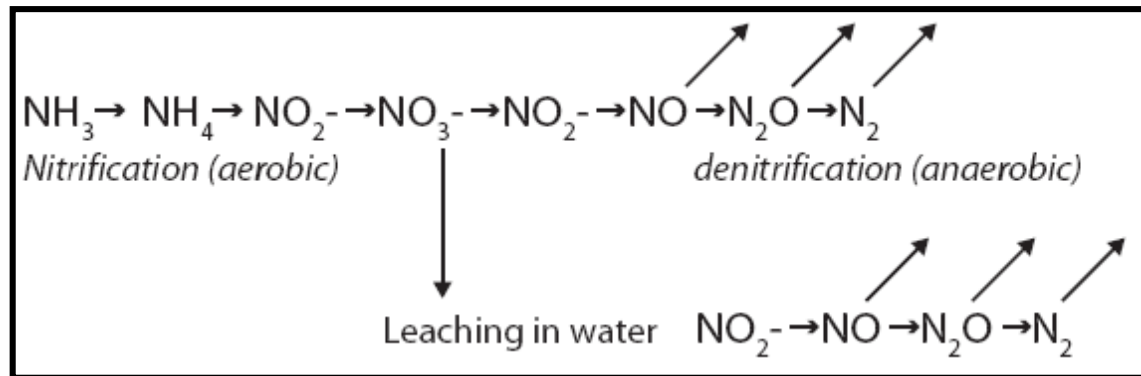
- ▶ 가축분뇨의 유기성분(C, N)의 분해 과정에서 발생
- ▶ 가축분뇨의 처리 조건에 따른 온실가스 배출 변화
  - $\text{CO}_2$  : 호기적 환경에서 주로 배출
  - $\text{N}_2\text{O}$  : 혐기와 호기의 중간 환경에서 주로 배출
  - $\text{CH}_4$  : 혐기적 환경에서 주로 배출



## 4) 토양

### ▶ 질산화(nitrification)와 탈질화(denitrification)

- ▶ 토양의 온도, pH, 토양 내  $\text{NH}_3$  양, 토양 내 수분량, 산소량 등에 따라 차이 발생



### ▶ 주요배출원

- ▶ 질소질 비료 사용, 유기질 분해, 작물 잔류물
- ▶ 가축분뇨의 토양 시비
- ▶ 침출(leaching), 유출(runoff), 휘발(volatilization) 등으로 인한 질소 손실

## 5 ) 에너지

---

### ▶ 에너지 소비에 의한 CO<sub>2</sub> 배출

#### ➤ 농장에서 사용하는 화석 연료

- 트랙터, 농장용 기구, 사료 생산 및 수송 등
- 프랑스 : 93 L oil / 1,000 L 소비
  - 곡물 경작지가 있는 경우 더 많이 소비

#### ➤ 비료 생산 과정에서 사용하는 화석연료

#### ➤ 제품 생산과정에서의 에너지 소비

### ▶ 냉장시설에서 가스 유출

#### ➤ 운전과정 보다는 시설교체/수리 중의 유출이 원인

다음시간  
제6강

농약

