

## 제10강

# 동물산업과 신재생에너지

강원대학교 박규현 교수

## 제10강

# 동물산업과 신재생에너지

- 1 신재생에너지란?
- 2 유기성폐자원의 이용
- 3 가축분뇨와 신재생에너지

강원대학교  
박규현 교수

### 1) 신재생에너지란?

---

#### ▶ 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법(2017.9.22 시행)

▶ 시행령(2017.7.26 시행), 시행규칙(2016.12.8 시행) 존재

#### ▶ 신에너지

- 기존의 화석연료를 변화시켜 이용하거나 수소·산소 등의 화학반응을 통하여 전기 또는 열을 이용하는 에너지로 다음의 어느 하나에 해당하는 것을 말함
- 수소에너지, 연료전지, 석탄을 액화·가스화한 에너지 및 중질잔사유(重質殘渣油)를 가스화한 에너지로서 대통령령으로 전하는 기준 및 범위에 해당하는 에너지
- 그 밖에 석유·석탄·원자력 또는 천연가스가 아닌 에너지로서 대통령령으로 정하는 에너지

# 1 ) 신재생에너지란?

---

▶ 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법(2017.9.22 시행)

### ▶ 재생에너지

- 햇빛, 물, 지열, 강수, 생물유기체 등을 포함하는 재생가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지로 다음의 어느 하나에 해당하는 것을 말함
- 태양에너지, 풍력, 수력, 해양에너지, 지열에너지, 바이오에너지로서 대통령령으로 정하는 에너지

## 2) 용어정리

---

### ▶ 태양광에너지

- ▶ 태양광 발전시스템을 이용하여 빛 에너지를 모아 전기로 전환
  - 태양전지, 접속함, 인버터, 축전지, 모니터링 시스템 등으로 구성됨

### ▶ 태양열에너지

- ▶ 태양의 따뜻한 열 에너지를 이용하여 바로 사용하거나 모아서 사용함
  - 집열기, 열매체순환펌프, 팽창탱크, 열교환기, 온수순환펌프, 태양열축열조 등으로 구성됨

## 2) 용어정리

---

### ▶ 풍력에너지

- ▶ 바람이 발전기와 연결이 된 풍차의 날개를 돌리면 전기를 생산함
  - 날개 등 기계장치부, 발전기 · 전력안정화 장치 등 전기장치부, 제어장치부 등으로 구성

### ▶ 지열에너지

- ▶ 사계절 일정한 땅속의 온도를 이용하여 열교환 방법을 사용하여 냉·난방에 이용
  - 지중열교환장치, 순환펌프, 열펌프, 냉 · 온수 탱크 등으로 구성됨

## 2) 용어정리

---

### ▶ 수력에너지

#### ▶ 물의 낙하차를 이용하여 발전함

- 농업용 저수지·농업용 보·다목적댐의 용수로 등에는 소수력 발전을 적용하고 있음

### ▶ 수열에너지

#### ▶ 해수 표층의 열을, 열펌프를 이용하여 냉·난방에 활용하는 기술

- 열교환기, 열펌프 등으로 구성됨

### ▶ 해양에너지

#### ▶ 바다에서 사용되며 파도가 칠 때 사용할 수 있는 파력에너지, 바다 속과 표면의 온도차를 이용하는 온도차 에너지, 밀물과 썰물 때의 조력энер지를 이용함

- 해양에너지 ⇒ 기계에너지(1차 변환) ⇒ 전기/열(2차 변환)

### ▶ 수소에너지

#### ▶ 수소를 연료로 전기를 생산(연료전지)

- 연료가 가진 화학에너지를 전기화학반응을 통해 직접 전기에너지로 바꾸는 연료전지를 이용

## 2) 용어정리

---

### ▶ 바이오에너지

- ▶ 살아있는 생물체로부터 생겨나는 에너지를 이용
  - 나무 등의 땔감, 식물에서 기름 추출, 가축배설물과 음식물쓰레기에서 가스 생산 등으로 이용

### ▶ 폐기물에너지

- ▶ 사용하고 못쓰게 되어 버리는 제품이나 쓰레기 등을 재활용하는 것으로 에너지 함량이 높은 폐기물들을 여러 가지 기술에 의해 연료로 만들거나 소각하여 에너지로 이용
  - 열분해를 통한 오일화, 성형고체연료 제조, 가연성 가스 제조, 소각에 의한 열회수 등 이용



## 2) 용어정리

---

### ▶ 석탄가스/액화

- ▶ 석탄, 중질잔사유 등의 저급원료를 고온·고압의 가스화기에서 수증기와 함께 한정된 산소로 불완전연소 및 가스화시켜 일산화탄소와 수소가 주성분인 합성가스를 만들어 정제공정을 거친 후 가스터빈 및 증기터빈등을 구동하여 발전하는 신기술
- ▶ 고체 연료인 석탄을 휘발유 및 디젤유 등의 액체연료로 전환시키는 기술
  - 고온 고압의 상태에서 용매를 사용하여 전환시키는 직접액화 방식과,  
석탄가스화 후 촉매상에서 액체연료로 전환시키는 간접액화 기술이 있음

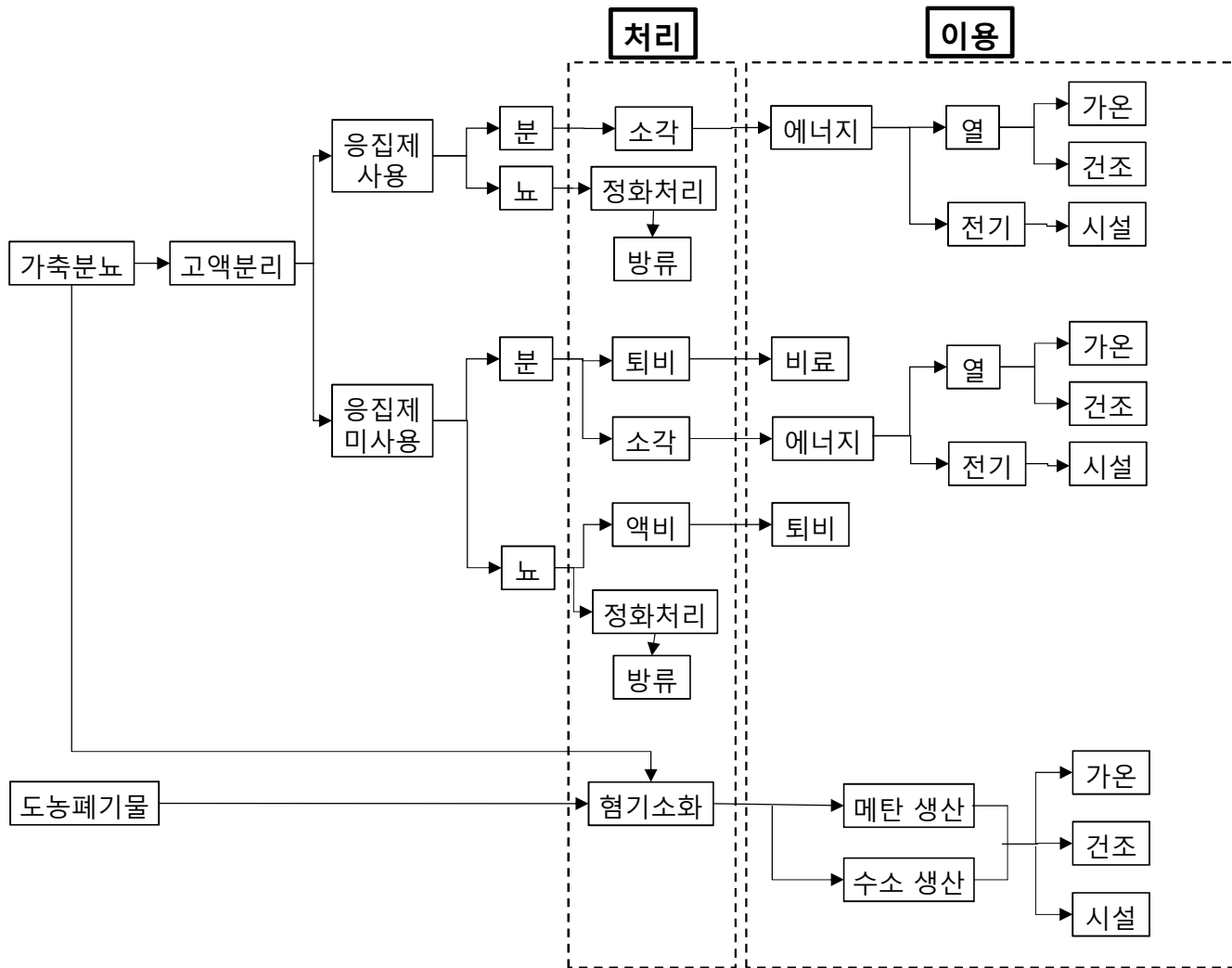
## 제10강

# 동물산업과 신재생에너지

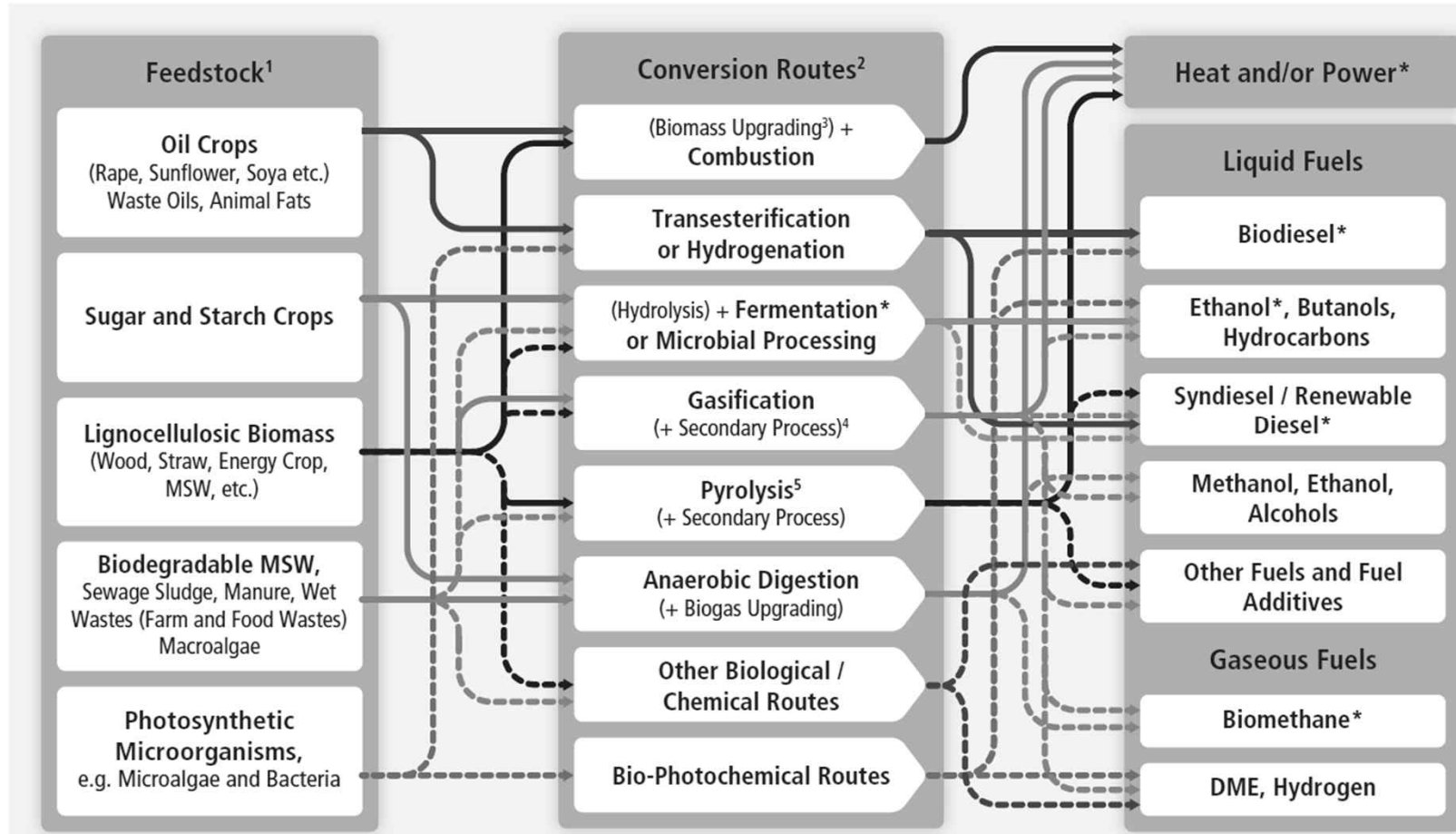
- 1 신재생에너지란?
- 2 유기성폐자원의 이용
- 3 가축분뇨와 신재생에너지

강원대학교  
박규현 교수

# 1) 유기성 폐자원 처리 및 이용방법



## 2) 바이오에너지 생산 흐름도



*Renewable energy sources and climate change mitigation (IPCC, 2012)*

1. Parts of each feedstock could be used in other routes. 2. Each route can also make coproducts. 3. Biomass upgrading includes densification processes (such as pelletization, pyrolysis, torrefaction, etc.). 4. Anaerobic digestion processes to various gases which can be upgraded to biomethane, essentially methane, the major component of natural gas. 5. Could be other thermal processing routes such as hydrothermal, liquefaction, etc. Other chemical routes include aqueous phase reforming. **DME**=dimethyl ether

## 제10강

# 동물산업과 신재생에너지

- 1 신재생에너지란?
- 2 유기성폐자원의 이용
- 3 가축분뇨와 신재생에너지

강원대학교  
박규현 교수

## 1) 고체연료시설

---

### ▶ 가축분뇨 고체연료시설의 설치 등에 관한 고시 (환경부고시 제2015-110; 2015.7.12 시행)

▶ 가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률(2018.1.18 시행) 제12조의2, 동법 시행규칙 제8조를 위한 기준

#### ▶ 가축분뇨 고체연료 사용 가능 시설

- 시멘트 소성로(燒成爐)
- 화력발전시설, 열병합발전시설 및 발전용량이 2메가와트 이상인 발전시설
- 석탄사용량이 시간당 2톤 이상인 지역난방시설, 산업용보일러, 제철소 로(爐)
- 가축분뇨 고체연료 사용량이 시간당 200킬로그램 이상인 보일러시설  
(「폐기물관리법 시행규칙」 별표 9에 따른 소각시설의 설치기준 및 같은 법 시행규칙 별표 10에 따른 소각시설의 검사기준에 적합한 시설로서 초기 가동 시 연소실 출구 온도가 800℃ 이상이 될 때 가축분뇨 고체연료를 자동 투입할 수 있는 장치를 갖춘 시설만 해당한다)

## 1) 고체연료시설

---

### ▶ 가축분뇨 고체연료의 기준

- 다른 물질과 혼합하지 아니하고, 가축분뇨 고체연료의 저위발열량이 킬로그램당 3천킬로칼로리 이상일 것 (해당 가축분뇨에서 일부 에너지를 회수한 후 가공하는 경우에는 저위발열량이 킬로그램당 2천킬로칼로리 이상)
- 가공된 연료는 수분 함유량 20퍼센트 이하,  
회분 함유량(건조된 상태 기준) 30퍼센트 이하,  
황분 함유량(건조된 상태 기준) 2퍼센트 이하,  
길이(원형인 경우에는 지름) 40밀리미터 이하여야 함  
(화력발전소에서 연료로 사용할 수 있는 경우에는  
회분 함유량 30퍼센트를 초과할 수 있음)

## 1) 고체연료시설

---

### ▶ 가축분뇨 고체연료의 기준

- 가축분뇨 고체연료는 「자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률 시행규칙」 제20조의5제3항에 따라 환경부장관이 고시한 고형연료제품의 품질 시험·분석방법에 따른 시험결과(건조된 상태를 기준으로 한다)가 다음의 기준에 적합하여야 한다.
  - (수은: 킬로그램 당 1.20밀리그램 이하;  
카드뮴: 킬로그램 당 9.0밀리그램 이하;  
납: 킬로그램 당 200.0밀리그램 이하;  
크롬: 킬로그램 당 70.0밀리그램 이하)
- 성형제품은 펠릿으로 제조한 것으로 한정함



## 2) 고체성형연료

### ▶ 축산농가 배출 가축분뇨 이화학성 분석 결과

시료		발열량		공업분석			원소분석					
		고위 발열량	저위 발열량	수분	휘발분	회분	C	H	O	N	S	Cl
		kcal/kg		%								
수분 조절재	톱밥	4,573	3,313	19.5	95.8	3.1	48.0	5.7	43.0	0.1	0.0	0.1
	왕겨	3,981	3,364	8.3	84.0	15.0	39.8	4.7	40.0	0.5	0.0	0.02
돼지	돈분	4,516	876	69.4	80.9	17.3	39.4	5.3	35.4	2.3	0.2	0.04
	돈분+톱밥	4,221	854	68.0	89.3	9.8	41.7	5.1	41.1	2.0	0.1	0.2
젖소	젖소분	3,936	764	68.1	86.4	12.8	38.9	4.7	40.7	2.4	0.2	0.4
	젖소분+톱밥	3,775	1,448	50.2	87.3	12.1	37.6	4.8	42.0	2.7	0.4	0.4
	젖소분+왕겨	2,247	696	51.0	56.8	42.4	27.5	3.7	24.7	1.3	0.2	0.3
한우	한우분+톱밥	3,666	1,196	55.3	76.2	23.3	34.7	4.6	34.1	2.2	0.4	0.7
	한우분+왕겨	2,783	293	71.8	60.5	38.8	31.0	4.0	24.8	1.2	0.2	0.0

가축분뇨 고형연료 제품의  
품질·등급 기준 마련 연구  
(환경부, 2013)

## 2) 고체성형연료

### ▶ 가축분뇨 고형연료 제품의 수분함량별 저위발열량 추정

구분		건물발열량 (kcal/kg)		습윤 저위발열량 (kcal/kg)		
		고위 발열량	저위 발열량	수분 5%	수분 10%	수분 25%
톱밥		4,573	4,259	4,019	3,776	3,046
왕겨		3,981	3,720	3,507	3,291	2,643
돈분		4,516	4,217	3,981	3,740	3,017
젓소분		3,936	3,676	3,465	3,251	2,609
돈분+톱밥		4,221	3,941	3,717	3,490	2,808
한우분+톱밥		3,666	3,416	3,217	3,016	2,414
젓소분+톱밥		3,775	3,511	3,307	3,101	2,484
한우분+왕겨		2,783	2,564	2,409	2,250	1,775
젓소분+왕겨		2,247	2,041	1,912	1,780	1,383
포천	전처리슬러지	3,721	3,435	3,242	3,040	2,433
	잉여슬러지	3,771	3,454	3,257	3,054	2,445
가평	전처리슬러지	1,216	1,145	1,061	974	711
	잉여슬러지	3,201	2,945	2,773	2,596	2,063
안성	전처리슬러지	5,084	4,732	4,469	4,202	3,402
	잉여슬러지	5,467	5,080	4,798	4,514	3,662

가축분뇨 고형연료 제품의  
품질·등급 기준 마련 연구  
(환경부, 2013)

습윤저위발열량(kcal/kg) = 습윤고위발열량-600×[9×수소(H)함량×(1-수분함량/100)+수분량/100]  
 습윤고위발열량(kcal/kg) = 혼합시료의 Bomb열량계값×[(100-수분함량)/100].

## 2) 고체성형연료

### ▶ 농가배출 가축분뇨의 고형연료 품질기준 검토

시료		품질기준 (Bio-SRF)	수분조절재		가축분뇨 및 혼합물						
			톱밥	왕겨	돈분	돈분 +톱밥	젖소 분	젖소분 +톱밥	젖소분 +왕겨	한우분 +톱밥	한우분 +왕겨
발열량	저위 발열량	3000이상 (kcal/kg)	○	○	○	○	○	○	×	○	×
공업 분석	수분 (성형)	10이하 (wt. %)	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	수분 (비성형)	25이하 (wt. %)	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	회분	15이하 (wt. %)	○	○	×	○	○	○	×	×	×
	황분	0.6이하 (wt. %)	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	염소	0.5이하 (wt. %)	○	○	○	○	○	○	○	×	○
중금속	수은 (Hg)	0.6이하 (mg/kg)	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	카드뮴 (Cd)	5.0이하 (mg/kg)	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	납 (Pb)	100이하 (mg/kg)	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	비소 (As)	5.0이하 (mg/kg)	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	크롬 (Cr)	70이하 (mg/kg)	○	○	○	○	○	○	○	○	○

가축분뇨 고형연료 제품의  
품질·등급 기준 마련 연구  
(환경부, 2013)

## 3) 바이오가스

### ▶ 가축분뇨 에너지화 시설 도입 유형별 바이오가스 및 전력생산량 비교

구분	바이오매스	처리량	VS농도	VS 분해율	단위메탄 가스발생량	메탄 농도	메탄 발생량	바이오 가스 발생량	전력 생산량 <sup>1</sup>
		톤/일	%	%	Nm <sup>3</sup> /kg -분해VS	%	Nm <sup>3</sup> /일	Nm <sup>3</sup> /일	kWh/일
유형I	양돈슬러리	100	3.2	70	0.58	65	1,299	1,999	4,138
유형II	양돈슬러리	130	3.2	70	0.58	65	1,689	2,598	5,380
유형III	양돈슬러리	70	3.2	70	0.58	65	909	1,399	2,897
	음폐수	30	8.0	80	0.68	63	1,306	2,072	4,158
	소계	100	4.6	75	0.63	64	2,215	3,472	7,055
유형IV	양돈슬러리	100	3.2	70	0.58	65	1,299	1,999	4,138
	음폐수	30	8.0	80	0.68	63	1,306	2,072	4,158
	소계	130	4.3	74	0.63	64	2,605	4,071	8,297
	양돈슬러리	91	3.2	70	0.58	65	1,182	1,819	3,766
	음폐수	39	8.0	80	0.68	63	1,697	2,694	5,406
	소계	130	4.6	75	0.64	64	2,880	4,513	9,172

주1)  
메탄저위발열량 8,560 kcal/m<sup>3</sup> 기준,  
발전효율 열량대비 32% 기준,  
1 kWh는 860 kcal 적용

공동자원화시설의 규모 다변화 및 에너지화시설 접목 방안 연구  
(농림축산식품부, 2014)

## 4) 바이오매스 연소 시 주의점

---

### ▶ 다이옥신

- ▶ 두 개의 벤젠고리에 염소가 여러 개 붙어 있는 화합물로 산소가 두 개인 다이옥신류(75종)와 산소가 한 개인 퓨란류(135종)를 합하여 말함
  - 이중 독성물질로 취급되는 것은 다이옥신류 7종, 퓨란류 10종임
- ▶ 동물실험결과 면역독성, 발암성, 심장기능장애, 축적성 및 난분해성의 독성물질
- ▶ 다이옥신의 생성
  - 염소를 함유하고 있는 유기화합물이 불완전연소할 때 생성됨
  - 연소온도가 400~700 °C에서 많이 발생하며 800~850 °C 이상에서 소각 시 대부분 파괴됨

## 4) 바이오매스 연소 시 주의점

---

### ▶ $\text{NO}_x$ , $\text{PM}_{10}$ , VOCs

- ▶ 소규모 소각/연소 시설에서는 질소산화물, 미세먼지, 휘발성유기화합물이 발생되지 않도록 주의해야 함

**다음시간  
제11강**

# **동물행동**