

# 유중증발 건조기술을 이용한 축산폐기물 (분뇨) 고형연료화

2010. 02. 25(목)

충남발전연구원

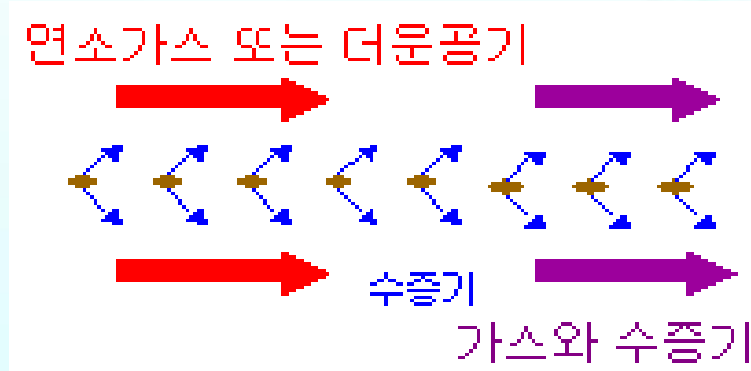
한밭대학교 임태인 교수



- ◆ 2008년부터 세계적인 ‘저탄소 녹색성장’에서 유기성 슬러지 연료화에 집중 투자
- ◆ 폐기물 에너지원인 **RDF, RPF, TDF, WCF** 법제화 완료
- ◆ 2009. 8 ‘슬러지 고형연료’(**SDF**; sludge derived fuel) 법제화 완료 : 화력발전소 연료로 이용 가능
- ◆ 2012년부터 발전소 폐기물 에너지원 의무 사용화(**RPS**)로 유기성 하수슬러지의 폐기물 에너지원으로 중요한 위치 선점(3% 예정)

◆ 직접가열 건조방식 : 기류식, 회전식, 유동층 건조

◇ 건조방법 : 고온의 연소가스와 슬러지가 건조기 내에서 직접 접촉하여 연소가스의 대류에 의하여 슬러지를 건조하는 방식

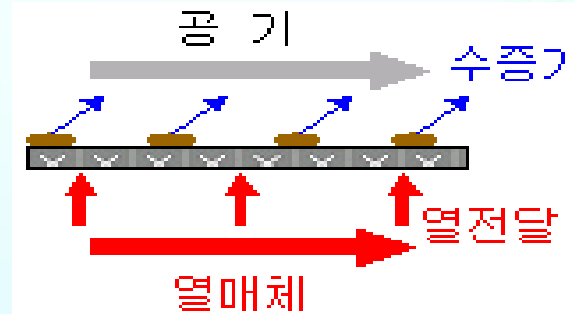


◇ 특성

- 슬러지의 뭉침, 표면탄화 및 화재 방지
- 슬러지-열풍 접촉효율 증대 및 슬러지 입자화
- 슬러지 과립화 및 비표면적 증대로 열접촉 비균일성
- 슬러지 표면 경화로 건조 슬러지 높은 함수율(**40% 이상**)

◆ 간접가열 건조 방식: 교반식 (screw), 용기 회전식

◇ 건조방법 : 고온의 연소가스 또는 열교환에 의하여 생산된 열매체(또는 Steam)의 건조를 위해 설치된 배관에 통과시켜 슬러지를 건조하는 방식



◇ 특성

- 이송장치 표면에 슬러지 점착, 공회전
- 건조슬러지 불균일성
- 낮은 열효율 : 함수율(**40%** 이상), 건조시간(**30~60분**)

◆ 기존 슬러지 건조기술에서 에너지 소비율 : 810~950 kcal/kg-H<sub>2</sub>O

# 1. 연구의 필요성 : 타 건조기술과 특성 비교

04

구 분	유증증발 건조	직접가열 건조
처리 개념	비등열전달 기술로 건조 과정에 슬러지 내부 glue zone 차단과 음압 유도로 빠른 건조	대류열전달을 적용한 건조기술로 슬러지와 고온의 기체가 직접 접촉하여 건조
건조 소요열량 (kcal/kg-H <sub>2</sub> O)	625~730	810~950
처리 시간(분)	10	50~100(360)
건조 슬러지 함유율(%)	10 이하	10~40(10)
장점	1. 석유계 유류, 폐유, 동식물성 지방 등 다양한 기름 사용 2. 짧은 건조시간으로 초기 투자비 적고 장치가 단순하며 운전 용이 3. 건조 슬러지 높은 발열량(4,000kcal/kg이상)	1. 소각장 등의 폐열 활용 가능 2. 장시간 건조시 낮은 함유율 달성 3. 건조 시간 신축적인 운전 가능 4. 건조 슬러지 발열량 다양(2,500~3,500 kcal/kg)
단점	1. 증발용 기름 추가 소비(1~1.5%) 2. 건조 슬러지 보관시 자발화 가능 3. 바이오디젤 부산물 등 활용기술 요망	1. 고온 열원과 슬러지 직접접촉으로 화재, 표면탄화 발생 2. 낮은 열전달율로 운전비 높음 3. 긴 건조시간으로 초기투자비 과대





## 2. 주요 유기성 폐기물 발생 및 에너지 가능량

05

### 주요 유기성 폐기물 발생현황(2007년)

구분	발생량(톤/년)	에너지화 가능량 (톤/년)	에너지화량 (Gcal)
하수슬러지	2,785,315	2,270,300	2,010,000
폐수슬러지	3,733,167	2,800,000	2,470,000
기타슬러지	1,169,575	800,000	480,000
음식폐기물	4,993,930	2,179,415	1,310,000
가축분뇨	47,815,000	2,591,500	1,360,000
합계	60,496,987	10,641,215	7,630,000 (763,000 TOE)



### 3. 슬러지 및 폐유 현황 : (1) 유기성 슬러지

06

#### 유기성 슬러지 발생현황(2006년)

구 분		유기성 슬러지 (톤/년)				합 계 (톤/년)
		폐수 슬러지	공정 슬러지	정수 슬러지	하수 슬러지	
발생량		3,633,167	505,112	664,463	1,351,924	6,154,664
처리 방법	매립	272,995	42,593	8,862	147,897	472,347
	소 각	364,088	74,008	3,504	90,763	532,363
	재활용	1,072,576	120,759	58,780	55,667	1,307,782
	해양배출	2,979,865	26,427	523,698	914,873	3,894,738
	기타	500,672	240,380	69,364	142,675	953,090



### 3. 슬러지 및 폐유 현황 : [2] 폐유 발생 및 처리방법

07

#### 폐유 발생량(2005년)

(단위 : 톤/년)

구분	발생량	이월량	처리방법				
			기타	보관	매립	소각	재활용
폐유	694,119	14,393	4,789	14,372	449	220,644	468,259

#### ◆ 폐유 소각처리 : 약 22만톤/년(30%)-재활용 불가능

- 폐유내 다양한 이물질 포함
- 폐유소각을 위한 전용시설 미비 : 공해물질 다량 발생

#### ◆ 폐식용유 발생량 : 약 40만톤/년(2006년)(생산량 : 82만톤)

- 8~11.8만톤 : 재활용(바이오디젤유, 유지)
- 20만톤 : 소각 또는 기타처리
- 8.2~12만톤 : 버려지는 량

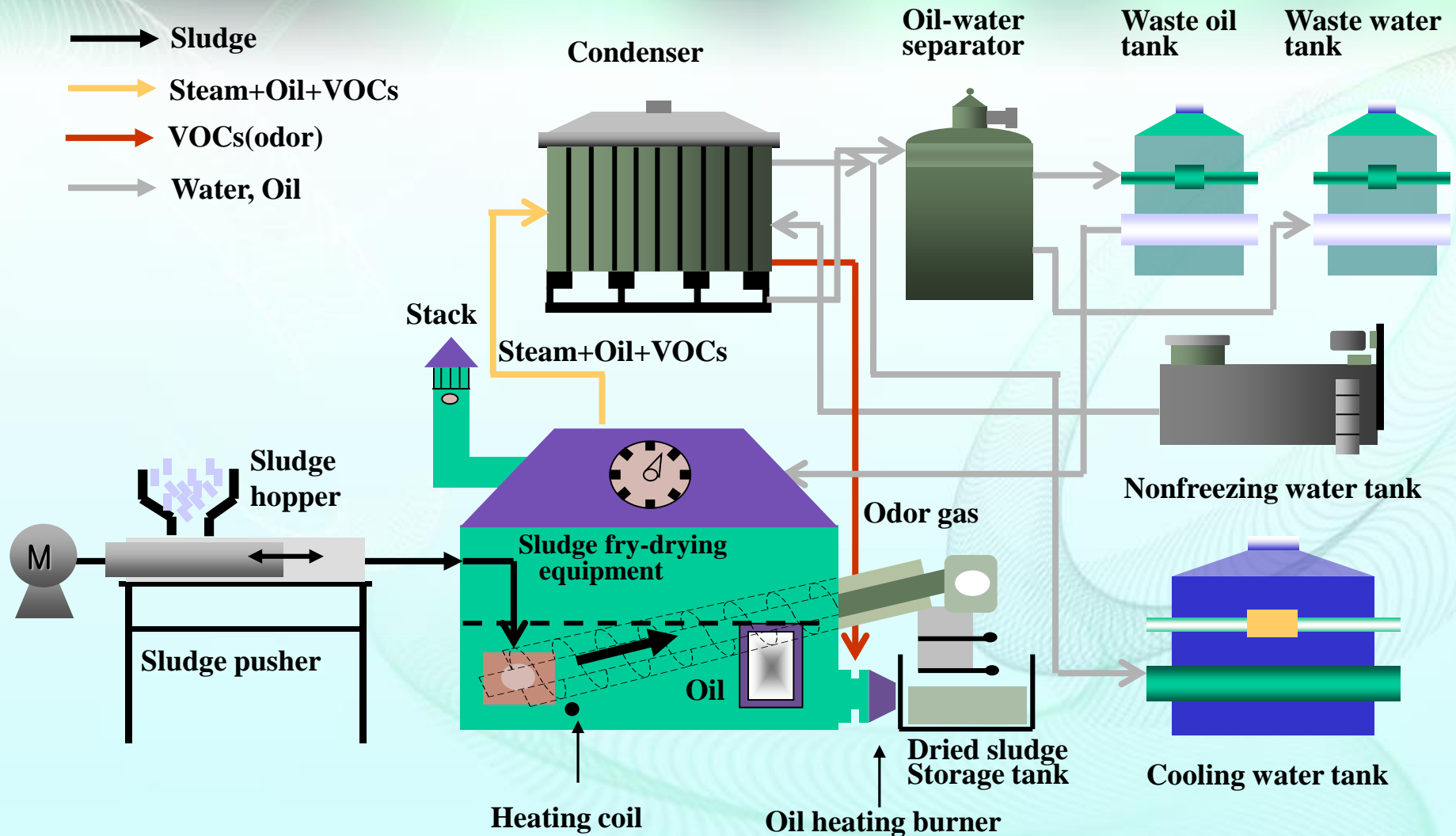
#### ◆ 동·식물성 지방기름 발생량 : 30~100만톤/년(추정)





## 4. 유중증발 건조장치(1) : 장치 구성도

08



## 4. 유중증발 건조장치(2) : 장치 사진

09





## 5. 유중증발 건조 실험결과[2] : 하수슬러지, 160℃, 10분건조

10

### proximate analysis of sewage sludge

sludge \ component		Moisture (wt.%)	F.C. (wt.%)	V.M (wt.%)	Ash (wt.%)	Heat value (kcal/kg)
Sewage sludge(summer)	Before dry	78.9	3.4	9.2	8.5	674
	After dry	5.5	5.1	65.4	24.0	6,270
Sewage sludge(winter)	Before dry	84.4	1.6	5.8	8.2	453
	After dry	1.3	4.3	69.5	24.9	6,317

### ultimate analysis of sewage sludge(combustible)

sludge \ element		C (wt.%)	H wt.%)	O (wt.%)	N (wt.%)	S (wt.%)	Cl (wt.%)
Sewage sludge(summer)	Before dry	6.5	0.9	3.9	1.0	0.3	0.008
	After dry	47.2	8.8	13.0	1.2	0.3	0.009
Sewage sludge(winter)	Before dry	3.7	0.7	2.0	0.7	0.3	0.008
	After dry	47.2	9.1	14.1	1.3	0.3	0.009



## 5. 유중증발 건조 실험결과(3) : 하수슬러지, 10분 건조

11

### Heavy metals content of after fry-drying sewage sludge

sludge element	Sewage sludge (summer, mg/kg)		Sewage sludge (winter, mg/kg)		Waste oil (mg/kg)
	Before dry	After dry	Before dry	After dry	
Hg	ND	ND	ND	ND	ND
As	ND	ND	ND	ND	ND
Cd	2	1	2	1	ND
Cr	66	34	65	53	1
Al	34,066	16,250	34,960	21,003	47
Cu	389	211	337	280	35
Pb	67	72	86	52	8
Zn	704	792	664	1,245	682



## 5. 유중증발 건조 실험결과(3) : 하수슬러지, 10분 건조

12

Change of heat value for sewage sludge with oil content

발열량 함유율(%)		고위발열량 (kcal/kg)	저위발열량 (kcal/kg)
0.0	건조전 슬러지 (wet base)	674	626
30.3	비탈유 건조 슬러지	6,270	5,762
15.1	탈유 건조 슬러지	4,593	4,227
10.2	탈유 건조 슬러지	4,158	3,813
5.1	탈유 건조 슬러지	3,599	3,303





## 5. 유중증발 건조 실험결과(3) : 축산폐기물, 10분 건조

13

### 축산폐기물(분뇨) 성상 : 공업분석

종류			항목	수분 (wt.%)	회분 (wt.%)	고정탄소 (wt.%)	휘발분 (wt.%)	고위발열량 (저위발열량) (kcal/kg)
축산 분뇨	건조전	1차		70.2	9.2	10.9	9.7	2,209 (1,658)
		2차		67.6	6.0	22.4	4.0	1,263 (760)
	건조후	1차		9.7	15.3	61.9	13.1	8,574 (7,970)
		2차		9.5	9.8	75.4	5.3	7,860 (7,245)



## 5. 유중증발 건조 실험결과(3) : 축산폐기물, 10분 건조

14

### 축산폐기물(분뇨) 성상 : 원소분석

종류			항목	가연분 (wt.%)					
				C	H	O	N	S	Cl (ppm)
축산 분뇨	건조 전	1차		17.2	2.4	0	0.9	0	-
		2차		13.5	1.8	10.4	0.7	0	1,735
	건조 후	1차		64.3	9.9	0	0.8	0	-
		2차		61.1	9.7	9.1	0.8	0	614



- ◆ 슬러지 고형연료제품(**SDF**)에 대한 법령 준비 중
- ◆ 2012년부터 발전소 신재생에너지 사용의무화(**RPS**) : 전력 생산량 대비 3%에서 향후 20%까지 확대 예상
- ◆ 세계 각국에서 미래기술로 지목한 “저급석탄을 이용한 청정에너지 생산기술”에서 전처리 기술로서 본 유중증발건조 기술 접목 가능, 현재 일본의 **UBC**기술이 본 기술과 유사함
- ◆ 향후 기술개발 필요 분야 :
  - 건조한 슬러지에서 일부 기름을 회수 하는 **탈유기술**
  - 발생 수증기를 활용한 건조열원으로 재사용 기술
  - 유중증발 건조 장치 내부에 저진공 상태를 유지하여 낮은 온도에서 수분증발 및 안정화

◆ “**자원의 절약과 재활용촉진**”에 관한 법률  
[일부개정 2008.2.29 법률 제8852호]

- 자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률 시행령  
[일부개정 2008.7.3 대통령령 제20905호]
- 자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률 시행규칙  
[일부개정 2008.10.21 환경부령 제304호]
- 현재 인증된 고형연료 종류 : **RDF, RPF, TDF, WCF, SDF**
- 고형연료제품의 품질인증제도
  - 1) 저위발열량 : 3,500 kcal/kg 이상
  - 2) 수분 함유량 : 10.0% 이하
  - 3) 회분 함유량 : 20.0% 이하

### ◆ 폐기물관리법 [일부개정 2007.12.21 법률 제8789호]

- 폐기물관리법 시행령 [일부개정 2008.7.29 대통령령 제 20946호]
- 폐기물관리법 시행규칙[일부개정 2008.12.31 환경부령 제 316호] (제3조 ; 에너지회수기준)
  - 1) 저위발열량 : 3,000kcal/kg 이상
  - 2) 에너지의 회수효율 : 75 % 이상
  - 3) 회수열을 모두 열원(열원)으로 스스로 이용하거나 다른 사람에게 공급할 것
  - 4) 환경부장관이 정하여 고시하는 경우에는 폐기물의 30% 이상을 원료나 재료로 재활용하고, 나머지 중에서 에너지의 회수에 이용할 것



감사합니다

