

## 퇴비화 및 생분해성 플라스틱 연구 시찰 현황

### - 미국 및 일본 현지 시찰을 중심으로 -

배재근\* · 장기운\*\*

\*서울산업대학교 · \*\*충남대학교

#### I. 서 언

본 발표 내용은 2000년 12월 4일부터 18일까지 미국곡물협회한국지부의 지원으로 실시한 "KOREAN COMPOSTING and BIOPLASTIC STUDY TEAM"의 일원으로 퇴비관련 분야에서 서울산업대학교 배재근 교수와 충남대학교 장기운 교수가 참여하여 시찰한 내용이다.

본 시찰의 목적은 시찰단을 퇴비화 및 고분자관련 교수, 산자부, 환경부 및 관련 일반기업의 고분자 전문가로 구성하여,

- ① 미국의 퇴비화 현황 시찰
- ② 생분해성 플라스틱의 개발 및 퇴비화 기술 개발
- ③ 곡물을 이용한 PLA(Poly Lactic Acid) 개발 및 퇴비화 연구에 의한 환경보전 전략이었다.

현지 시찰 내용외에 일본의 생분해성 플라스틱 개발 동향 및 전략과 퇴비에 대한 연구와 사업을 체계적으로 발전시키기 위한 "Asia Network" 추진현황 등 전반적인 내용이 소개될 예정이다.

#### II 시찰 내용

##### 1. U.S. Composting Council

###### 1) Test Methods for the Examination of Composting and Compost(TMECC)

- ① 모든 퇴비화 영향인자 분석지침
- ② US Composting Council "Seal of Testing Assurance"  
\* 퇴비요소규격 검사결과항목 : 규격 및 결과
- ③ 퇴비 기준 설정 : 규격, 제법, 측정법
- ④ 퇴비화 시험법 표준화
- ⑤ 퇴비 표준화 측정항목 : 유해성분, 안정성, 물리성, 화학성분, 유해유기물, 병원균

###### 2) 참고사항

- ① 품질관리 중 부적합한 data가 나오면 그 부분은 매립처리
- ② 미국내 주마다 퇴비의 규격 및 사용기준이 상이
- ③ 성분표시제에 따라 사용방법 선택
- ④ 표준은 협회가 제시하고 소비자가 품질이나 용도에 따라 선택
- ⑤ EPA쪽에서는 농업적 이용에 대한 이해가 부족한 부분도 있음

\* 서울산업대학교 환경공학과 (e-mail : phae@plazal.snut.ac.kr)

\*\* 충남대학교 응용생물식품화학부 생물환경화학전공 (e-mail : kwchang@cnu.ac.kr)

# 미국곡물협회 한국지부의 지원에 깊은 감사를 드립니다.

- ⑥ 제조회사 : 1000톤마다 N, P, K, 독성, 중금속 함량 조사  
→ 기록유지 \* 불량시 매립처리 \* 시료보관 의무화

2. The Ohio State University (퇴비화 연구 내용)

- 1) 퇴비화 장치/자동기록 장치 유지
- 2) 축사하부에서 분뇨의 퇴비화 연구
- 3) 동물사체 분해연구 : \* 혐기성 방법, \* 호기성 방법
- 4) 지렁이에 의한 퇴비화 연구 : 분변토와 지렁이 이용 가능

3. US Environmental Protection Agency, City of Akron, Ohio, Department of Politic Service, Devison of Water Pollution Control, Composting Facility

1) 하수정화 처리

2) 퇴비화 시설 견학

※ 하수 슬러지를 1993년까지 소각하였으나, 공해발생으로 현재 100% 퇴비화 실시

- ① 하수종말처리장 액상 생고형물(liquid biosolids)
- ② 탈수(벨트 여과 + 고분자 침전제)  
= Wet cardboard-like material = Filter cake
- ③ Filter cake + Bulking agents (목편, 톱밥, 정원쓰레기, 반송퇴비 등)  
→ 적정 C/N 비 조정, 수분조절, 공극유지
- ④ 퇴비화
  - \* 720 feet 사각용기(=반응기)에서 교반 및 통기실시
  - \* 미생물에 의한 생고형물의 퇴비화가 21일간 자동제어장치로 진행 : 3회 정도 교반
- ⑤ 주발효된 퇴비의 처리
  - \* 후숙 및 저장 ⇒ 숙성퇴비 = 검고 흙과 같은 퇴비
    - 원예, 농업, 조경용으로 사용
    - 유기물제공, 보수성 유지 및 통수성 증진용으로 사용
  - \* 반송퇴비용
- ⑥ 탈취시설
  - \* 12개의 2단계 충전 개스 세정기 설치
    - 1단계 : 냉각수에 의한 암모니아 가스 포집
    - 2단계 : Sodium hypochlorite(NaOCl)로 잔여 악취 가스 포집
  - \* 암모니아 및 악취 포집수 하수처리장에서 정수처리

4. University of Minnesota

1) 미네소타 농업연구 내용

- ① Cereal Disease Lab : 곡류병해 연구 및 내성작물 연구
- ② Plant Science Research Unit : 다수확, 품질향상 및 용도개발
- ③ Soil and Water Management Research Unit
- ④ ARS Service : 농업의 지도, 국내의 연구수행 및 자료제공

2) 퇴비화 연구 현황

- ① 퇴비화 : 유기물의 인위적인 호기적 생물학적 산화과정

- ② 퇴비사용시 고려사항 : 병원균 유무, 중금속, C/N비, 염류 등
- ③ 퇴비화의 이점 : 감량화(CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O), 곤충, 잡초씨앗, 병원균 제거, 악취 감소/제거, 입자의 균일화, 수분감소, 분쇄성 증가, BD(Bulk Density) 증가, C/N율의 적정화(약 15)
- ④ 퇴비의 숙성도 측정법 : CO<sub>2</sub> 발생, O<sub>2</sub> 흡수, GI값 측정, 재퇴비화, 지령이 테스트(죽으면 : 미부숙 퇴비, 살지면 : 50%부숙 퇴비, 현상유지 : 부숙 퇴비)

5. Windrow 퇴비화 시설 현장 방문

- 1) 각 가정에서 수집된 정원쓰레기를 시로부터 처리비용을 받고 접수
- 2) 수 만평의 평야지에 정원쓰레기를 이랑형태로 야적한 후 1개월에 2~3회 뒤집기를 실시하면 1년 후에 적절한 퇴비로 판매 가능
- 3) 투자내용 : 야적장 매입 또는 임대, 교반기, 선별기, 포장기 등

6. Minnesota Office of Environmental Assistance

-미네소타주의 퇴비화 현황 “고형폐기물 정책”(2000)-

- 1) 고형 폐기물 처리등급
- 2) 재활용 목표
  - \* 대형 군 단위 : 발생량의 50%(무게) 재활용
  - \* 더 큰 도시 : 발생량 35%(무게) 재활용
- 3) 유해 가정 쓰레기 : 군단위로 수행
  - <수집운반 과정 중 유해물질 제거로 퇴비, 소각재, MSW의 독성성분 감소>
- 4) 매립금지품목 : 가전제품, 정원 쓰레기, 모터오일, 타이어, 납·산·재충전용 축전지/상품, 수은 함유 제품, 수은, 산화은 전극, 니켈·카드뮴 축전지
- 5) MSW Composition(1999)
- 6) 퇴비화 시설 계획
- 7) 경제성 분석(\$/ton/daily)
  - \* 폐기물의 에너지화 : 175,000
  - \* 혼합 폐기물 퇴비화 : 150,000
  - \* 분리 폐기물 퇴비화 : 100,000
- 8) 경제적 가능성 9) 원료관리 10) 오염 물질 11) 시장 내역
- 12) 규정 : 최소화, 퇴비화, 공장운전, 품질관리 규정 등

7. Pierce County Landfill (매립지)

- 1) 매립지 현황
- 2) 퇴비화 현황
  - ① 1977년 지방 정부에서 매립장을 운영하였으나 민간인의 반대로 민영화
  - ② 퇴비화 과정

단계	내용
전처리	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 나무, 하수슬러지, 정원쓰레기 등</li> <li>· 이물질 제거</li> <li>· 가습</li> </ul>
주발효	10일 · 45℃ 내외 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 5개 송풍기 작동</li> <li>· 포집된 침출수로 습도조절</li> </ul>
	3일 · 55℃
	10일 · 60 ~ 62℃ <ul style="list-style-type: none"> <li>· 2개 송풍기 작동</li> <li>· 당류분해완료</li> <li>· 청결한 물로 습도조절</li> </ul>
후숙(Curing)	10일 · 45℃에서 2 ~ 3개월 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 1개 송풍기에서 작동</li> </ul>
안정화(Aging)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 냄새, 온도의 안정화</li> <li>· 완숙퇴비</li> </ul>

## 8. Washington State University

### 1) 워싱턴 주립대학교 생태학과 활동

- ① 임무 : 환경 보호, 보존 및 개선
- ② 목표 : \* 오염방지 \* 오염정화 \* 지속적인 삶과 자원 유지
- ③ 가치 : \* 환경 관리, 정의, 교육, \* 공동체 정신  
\* 전문적 경영과 의견 \* 책임 \* 고용

### 2) 퇴비품질 관리 지침

- ① 고품질 폐기물의 관리 감량 재활용 법령의 목적
- ② 퇴비 품질 관리 지침의 목적
- ③ 원료에 따른 퇴비화 시설 형태
  - \* Type 1 : 나무 쓰레기(정원쓰레기, 농축부산물 등)
  - \* Type 2 : 생 고품질쓰레기(고기, 음식쓰레기 등)
  - \* Type 3 : 혼합도시고형 폐기물(분리된 쓰레기, 산업폐기물등)
- ④ 시험항목 : \* 물리성 \* 화학성 \* 생물성
- ⑤ 시험회수 : 시설형태(Type1, 2, 3)와 시험항목(금속, 병원균, 유기화합물)에 따라 시험회수를 달리 설정
- ⑥ 퇴비중 성분과 수질 관리
- ⑦ 퇴비의 분류 및 활용

## 9. 미국내 생분해성 플라스틱 개발 및 퇴비화 전략

## 10. JORA(Japan Organics Recycling Association) 소개

11. 유기성 자원화의 퇴비화를 위한 “Asia Network” [Japan-Korea-Taiwan-US Working Group] 소개

III 결론

1. 모든 유기성 폐기물은 최대한 유용자원(에너지)을 활용한 후 최종 단계에서 매립 처리를 실시하도록 규제하는 경향이다.
2. 폐기물의 발생부터 차단하기 위하여 생분해성 자재를 개발하는 연구가 활발하다. 그 일환으로 곡물을 이용한 생분해성 플라스틱을 개발함으로써 분해된 후 탄산가스와 물로 환원되어 전혀 공해를 유발시키지 않는다.
3. 이와 같은 계획을 실용화하기 위하여 곡물생산-고분자 연구-퇴비화 연구 등을 연계하여 수행하고 있다.
4. 국내에서도 곡물을 이용한 생분해성 플라스틱 개발과 퇴비화 연구를 병행하여 공동으로 연구할 필요성이 절실하다고 판단된다.
5. 이러한 연구가 종합적으로 수행될 때 환경보전적 지속적 인류의 삶이 보장될 것이다.