

# 토양생물의 유효이용 기술

〈하〉



송준상

〈국립환경연구원 일반폐기물 연구담당관〉

## 목 차

- 1. Vermicomposting의 기원과 발전
- 2. 지렁이의 생태적 특성
  - 2.1 지렁이 분류와 종류
  - 2.2 지렁이 생장과 증식
  - 2.3 지렁이 생리특성
- 3. 지렁이를 이용한 유기성 오니 처리방법
  - 3.1 지렁이 인공사육
    - 3.1.1 지렁이 사육조건
    - 3.1.2 지렁이의 먹이
    - 3.1.3 지렁이 사육상
  - 3.2 지렁이 사육시설에 관한 법령
- 4. 지렁이와 분변토의 유효이용
  - 4.1 지렁이 유효이용
    - 4.1.1 농업에의 이용
    - 4.1.2 환경에의 이용
    - 4.1.3 사료와 의약에의 이용
  - 4.2 분변토의 유효이용
- 5. Vermicomposting의 전망

### 3.2 지렁이 사육시설에 관한 법령

우리나라에서는 날로 증가하는 유기성 슬러지 처리의 다변화와 자원재활용방안의 일환으로 지렁이를 통한 유기성 슬러지 처리방법을 슬러지 처리시설로 인정(1992. 5. 29, 환경처 고시 1992-34호)하여 이의 활성화 방안을 적극 지원하고 있다.(표 3 환경처 고시)

#### 1. 지렁이를 이용한 유기성 오니 처리시설

지렁이가 유기성 오니를 섭취하여 오니를 지렁이 배설물로 안정화시키는 처리시설로서 오니의 저장부속설비, 지렁이 사육설비, 배설물 보관설비 및 그 부대설비를 말한다.

#### 2. 처리시설의 설치 기준

○공통기준

가. 빗물 및 지표수가 유입되지 않도록 필요한 설비를 갖추어야 한다.

나. 자체중량, 적재하중, 기타하중에 충분히 견딜 수 있는 재질 등을 사용하여야 한다.

다. 폐기물의 보관 및 처리과정에서 대기오염물질, 수질오염물질 등이 발생할 우려가 있는 경우에는 필요한 방지시설을 갖추어야 한다.

○오니의 저장 부속설비

표 3. 폐기물처리시설 지정 및 시설설치 관리기준

구 분	설 치 기 준
공 동 기 준	가. 빗물 및 지표수가 유입되지 않도록 필요한 설비를 갖추어야 한다. 나. 자체중량, 적재중, 기타하중에 충분히 견딜 수 있는 재질 등을 사용하여야 한다. 다. 폐기물의 보관 및 처리과정에서 대기오염물질, 수질오염물질 등이 발생할 우려가 있는 경우에는 필요한 방지시설을 갖추어야 한다.
오 니 의 저 장·부속설비	가. 바닥은 시멘트, 아스팔트 등 물이 스며들지 아니하는 재료로 포장하여야 한다. 나. 오니의 저장·부속과정에서 발생하는 가스를 환기할 수 있는 시설을 설치하여야 한다. 다. 최소한 3일분의 처리용량을 저장할 수 있는 용적을 확보하여야 한다.
지렁이 사육 설비	가. 환기가 가능하도록 개폐가능한 구조이어야 한다. 나. 조명시설 및 급수장치를 설치하여야 한다. 다. 사육상의 연면적은 1일 처리용량 1000kg당 120m <sup>2</sup> 이상이여야 한다. 라. 유기오니의 공급 및 지렁이배설물의 제거에 필요한 장비를 운전할 수 있도록 충분한 공간을 확보하여야 한다.
배설물 저장 설비	가. 생산된 지렁이배설물을 저장할 수 있는 충분한 용적을 확보하여야 한다.

가. 바닥은 시멘트, 아스팔트 등 물이 스며들지 아니하는 재료로 포장하여야 한다.

나. 오니의 저장부속과정에서 발생하는 가스를 환기할 수 있는 시설을 설치하여야 한다.

다. 최소한 3일분의 처리용량을 저장할 수 있는 용적을 확보하여야 한다.

○지렁이 사육설비

가. 환기가 가능하도록 개폐가능한 구조이어야 한다.

나. 조명시설 및 급수장치를 설치하여야 한다.

다. 사육상 연면적은 처리용량 1000kg/일 당 120m<sup>2</sup> 이상의 크기이어야 한다.

라. 유기성오니의 공급 및 지렁이 배설물의 제거에 필요한 장비를 운전할 수 있도록 충분한 공간을 확보하여야 한다.

○배설물 보관시설

가. 생산된 지렁이 배설물을 저장할 수 있는 충분한 크기이어야 한다.

3. 처리시설의 관리 기준

가. 유기성오니 처리시설의 기능이 정상적으로 유

지되도록 정기적인 점검 및 보수 등 필요한 조치를 취하여야 한다.

나. 유기성오니가 흩날리거나 흘러나오거나 악취가 발산되지 아니하도록 필요한 조치를 취하여야 한다.

다. 쥐 또는 파리, 모기 등의 해충이 발생, 번식하지 아니하도록 필요한 조치를 취하여야 한다.

라. 유기성 오니의 저장, 처리 또는 배설물의 보관에 있어서는 당해 시설의 보관 또는 처리 용량을 초과하지 아니하도록 하여야 한다.

마. 유기성오니를 처리하는 과정에서 수질환경보전법시행규칙 별표 1에 의한 수질오염물질을 배출하는 경우에는 배출허용기준에 적합하게 배출되는지의 여부를 정기적으로 검사하여야 하며, 악취가 발생하는 경우에는 대기환경보전법시행규칙 별표 7의 배출허용기준에 적합하게 배출되는지의 여부를 정기적으로 검사하여야 한다.

바. 시설, 장비 등의 운영지침서를 비치하고, 이에 따라 시설, 장비 등을 운영하여야 한다.

사. 유기성 오니 또는 지렁이 배설물이 외부로 유출되지 않아야 하며 이들이 유출되는 등의 사고가 발생할 경우에는 즉시 유출된 오니를 회수하는 등 환경보전상 필요한 조치를 취하여야 한다.

아. 사육상내의 유기성오니는 pH, 함수율, 공기량, 온도 등이 지렁이 생육조건에 적절한 상태가 되도록 하여야 한다.

자. 지렁이 사육상에서 일정기간마다 지렁이 배설물을 분리하여야 하며, 미섭취된 유기성 오니는 지렁이가 섭취하기 쉽도록 처리한 후 재공급하여야 한다.

4. 처리대상 폐기물

가. 수질환경보전법시행규칙 별표 3의 폐수배출시설중 “식료품 제조시설”, “해산물 판매장”, “음료품 제조시설”, “종이제조시설”, “축산시설”에서 배출되는 오니나 오수, 분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한법률시행규칙 제4조, 제5조 및 제6조의 규정에 의한 “축산폐수정화시설”, “분뇨처리시설” 및 “축산폐수공동처리시설”에서 배출되는 오니

5. 유기성오니의 처리기준

가. 지렁이가 유기성오니를 섭취, 소화한 배설물은 단립구조로 통기성이 양호하여야 한다.

나. 지렁이 배설물에서 발생하는 악취는 대기환경 보전법시행규칙 별표 7의 배출허용기준 이하이어야 한다.

다. 지렁이 배설물을 비료분석법에 의해 공시액을 만들어 수질오염공정시험방법으로 시험한 질산성질소( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) 농도는 암모니아성질소( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) 농도보다 높아야 한다.

라. 지렁이를 이용한 유기성오니 처리시설의 용량을 보유하고 있는 지렁이를 기준으로 아래의 식을 이용하여 구한다.

$$\text{유기성오니처리용량(kg/일)} = \text{지렁이 생체무게량(kg)} \times 0.8(1/\text{일})$$

#### 6. 기타

가. 지렁이를 이용한 유기성오니처리시설은 폐기물관리법 제 21조 제1항의 규정에 의하여, 일반폐기물 처리시설의 설계, 시공업자외의 자도설계, 시공할 수 있으며, 이 경우 폐기물관리법시행규칙 제20조의 규정에 의하여 지방환경청장의 승인을 받아야 한다.

나. 지렁이 및 지렁이배설물을 재활용하고자 하는 경우에는 비료관리법, 사료관리법 등 관련법규를 준수하여야 한다.

#### 부 칙

이 고시는 고시한 날로 부터 시행합니다.

### 4. 지렁이의 유효이용

#### 4.1 지렁이의 유효이용

##### 4.1.1 농업에의 이용

##### 4.1.1.1 경운(耕耘)

지렁이가 직접적으로 농업에 영양을 주는 것은 토양 중에 터널을 파는 것으로 토양표층의 여러가지 유기물을 토양안으로 갖고 가며 토양층의 토양을 지표로 이동시킨다.

이러한 토양의 발갈이 역할을 자연적으로 수행하며 토양층에 공기의 순환작용도 이루어진다.

*L. terrestris A. nocturan* 등은 1.5~2.4m 정도의 깊이까지도 터널을 형성하며 터널의 형태도 수직, 수평 등 다양한 것으로 알려져 있다.

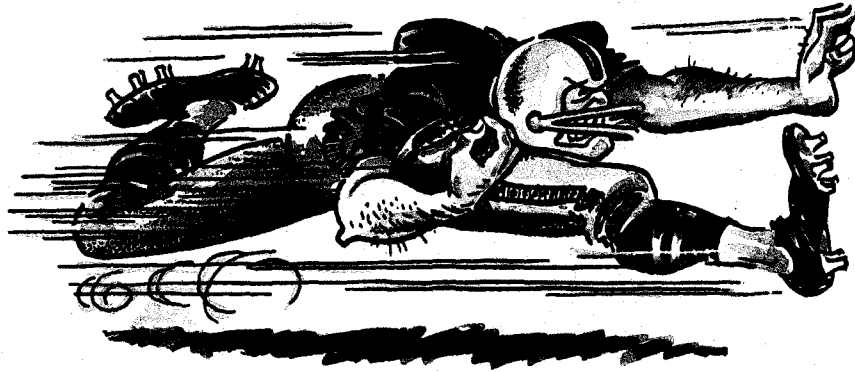
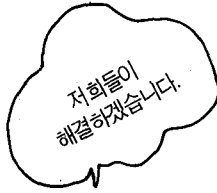
또한 터널을 만드는 것은 지렁이가 배설물을 터널의 입구에 배출하기 위한 목적인데 이것을 분변토(Casti-

표 4. 분변토 발생량

Researcher	Vegetation	Cast production $\text{t ha}^{-1}$	
Darwin. C.(1881)	old grassland. Nice. France	36.0	
	pasture. U.K.	4.5	
	turf. Leith Hill Place. U.K.	18.7	
	turf. Leith Hill Common	39.8	
Beauge. A.(1912)	valley of white Nile. Sudan	264.4	
		after Evans & Guild 2,600	
Stockli. A.(1928)	garden soil. Zurich. Swiss	8.9	
		after Evans & Guild	
	wooded meadow	77.1	
	permanent meadow	30.1	
	golf course	80.1	
Hatai. S.(1930)	university campus. Japan	281.7	
	Dreidax. L.(1931)	grassland	90.2
		arable land(wheat)	24.5
Kollmannsperger. F.(1934)	arable land fallow	8.6	
	steppe heath.	5.2	
		after Evans & Guild	
	felled beech wood	6.7	
Evans. A. C. & W.J.McL. Guild(1947)	oak wood	5.7	
	permanent pasture. U.K	28.4	
Evans. A.C.(1948)		27.2	
	grass of arable cultivation. U.K.	2.5-60.8	
Schread. J.C.(1952)	golf course. U.S.A	45.9	
Nye. P.H.(1955)	moist tropical forest. Ghana	50.4	
Kollmannsperger. F.(1956)	Cameroon	2,100	
		after Edwards & Lofty	
Roy. S.K.(1957)	garden soil. India	1.5-5.0	
		after Edwards & Lofty	
Madge. D.S.(1965)	grassland. Nigeria	222.3	
Madge. D.S.(1969)	grassland. Nigeria	173.0	
Watanabe. H.(1975)	grassland. Japan	38	
Lavelle. P.(1975)	Ivory Coast	507	
		after Edwards & Lofty	
Sharpely. A.N. & J.K.Syers(1976)	grassland. New Zealand	30	
Sharpely. A.N. & J.K.Syers(1977)	permanent pasture. new Zealand	25	
Watanabe. H. & S.Ruaysongnem (present paper)	grassland. Thailand	132.6	
		224.9	

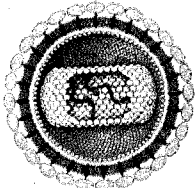


우리가 살고 있는 이 땅은 가중되는 오염으로 인해 날로 황폐해지고 있습니다. 더 늦기전에 환경을 보존합시다! 지구를 살립니다!



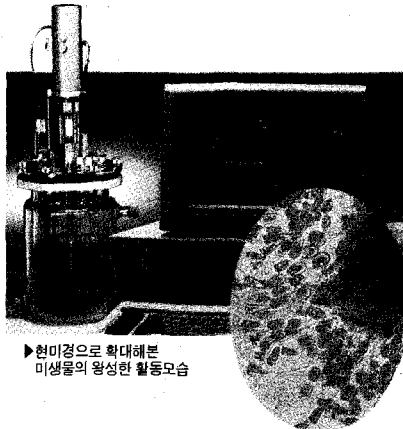
문) 폐수처리용 미생물제제와 슬러지의 COMPOST 화를 위한 기술이 어디 없을까요?  
 답) 鄭水環境技研을 찾으십시오. 鄭水環境의 축적된 기술과 경험이라면 틀림없습니다!

# 생·물·공·학·의·승·리



이론의 실제화에 성공한 생물공학 이는 환경오염을 가중시키는 인간의 이기심에 맞서 깨끗한 물과 공기를 지키고자 특수한 능력을 갖는 「변이 박테리아 제제」를 만드는 것이 일반화 되었습니다. 폐사에서는 발명특허의 기술로서 폐수처리용 미생물제제와 폐기물의 자원화를 위한 고도의 SLUDGE COMPOST 화의 실용화기술로 생물공학을 이용한 미생물 제제의 제조에 당사가 보유하고 있는 국내유일의 다목적 미생물 배양장치에 의해 제조함으로써 더 낫은 생활 환경을 만들기 위해 최선을 다하고 있습니다.

정수환경기원은 폐수처리용 미생물 제제 및 폐기물의 COMPOST 에 대한 특허의 기술을 갖고 있는 제조업체로서 상가제품에 대한 기술적인 면에서 국내의에서 독자적인 자부심을 갖고 21세기를 향하고 있습니다.



▶현미경으로 확대해본 미생물의 왕성한 활동모습

정수환경기원이 진행하는  
 첨단환경오염방지 기술분야

- 발명특허 (제044689호) 폐수처리용미생물제제
- 발명특허 (제053394호) SLUDGE COMPOST 화
- 특허출원 (제9052호) 확산분사형노즐
- 특허출원 (제9491호) 슬러지 분리방법
- 특허출원 (제10517호) 미생물 탈취제
- 특허출원 (제11865호) 고농도 난분해성 폐수처리방법
- 특허출원 (제12151호) 고효율 산기관
- \* 상표등록 (제185213호) 생물학적 제제의 3건
- \* 상표등록 (제225951호) 탈취제의 5건
- \* 상표등록 (제225952호) 생물학적 제제의 3건
- \* 상표등록 (제229748호) 생물학적 제제의 1건
- \* 상표등록 (제237856호) 생물학적 제제의 2건

※ 폐사가 제조하고 있는 제품들은 대한민국 특허청이 발명을 인정한 제조방법으로서 생물공학을 접목시킨 우수한 미생물제제입니다.



■ 상담을 환영합니다

미생물제제, 슬러지 COMPOST 에 대해 더 자세한 것을 알고자 하시거나 제반 환경 시스템의 측정, 설계, 시공, 관리 등에 관해 궁금한 사항이 있으면 언제든지 전화하십시오.  
 서울: 유승상사 (02) 561-6346 인천: 세진환경 (032) 433-2486 경기: 신명화학 (02) 438-5494 수원: 영진환경 (0331) 39-6625 대구: 한일바이오엔지니어링 (053) 741-8522

# 어떻게 조금씩 녹으면서, 새로운 생명이 서서히 기지개를 켜다

요즘 같이 비닐하우스가 보편화되어 있는 세상에서는, 따로 계절의 꽃이 없다. 겨울 꽃이건 여름 꽃이건 이쁘고, 돈이 되는 꽃이면 비닐하우스라는 온상에서 강제로 키워지기 때문이다.

한마디로 서글프고, 재미없는 세상이 되어 버린 것이다. 그 삭막한 세상에서 비닐하우스가 아닌 산과 계곡 그리고 들판에서 피어나는 야생화를 소개한다.

◀수선화 (*Narcissus tazetta* L. var. *chinensis* Roem.)

지중해 연안이 원산인 여러해살이 풀로 1~2월에 앞 사이에서 20~30cm 정도의 꽃대가 나오며, 그 끝에 흰꽃이 핀다. 열매는 5월에 익는다.水仙이라는 이름이 붙여진 것은 이 식물이 자라기 위해서는 다른 식물보다 물이 많이 필요하기 때문이다. 자만심이라는 꽃말을 갖고 있다.





▲ 풀명자나무 (Chaenomeles)

중부 이남 지역에서 흔히 재식하는 낙엽소관목이며, 높이 50~100cm 정도 자란다. 꽃은 2~4월에 피고, 적색 또는 백색이며, 흔히 관상용으로 많이 심는다. 꽃말은 평범, 조숙

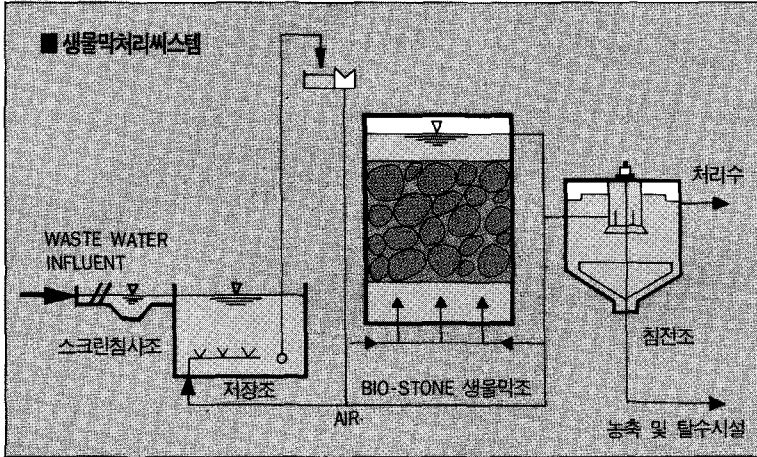
▼ 갯버들 (Salix gracilistyla Miq)

전국 산골짜기에 널리 자라는 낙엽관목으로 높이 2~3m까지 자란다. 꽃말은 친절, 자유



# 고농도 및 고부하의 폐수처리를 실현하는 최신 수처리 공법!

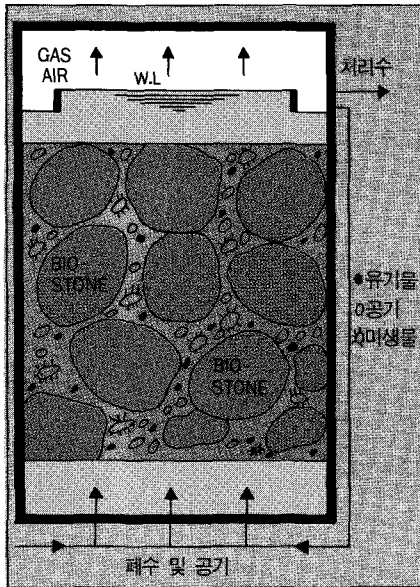
## 폐수처리장치는 BIO-STONE 생물막처리법으로...



**BIO-STONE 생물막처리법은 이런 점들이 아주 좋습니다.**

1. 설치면적을 최소화 할 수 있다.
  - 활성오니법의 3~7배가 축소됨
2. 최대의 처리효율이 가능하다.
  - BOD 제거 95%이상 가능
3. 미생물의 회복(휴무시)능력이 빠르다.
  - 활성오니법의 시운전시 15~40일 소요
  - BIO-STONE 생물막법 시운전시 4~10일 소요
4. 잉여오니 발생량이 적다.
  - 활성오니법의 20~40% 정도 감소
5. 부하변화가 심한 폐수에 강하다.
6. 유기물(BOD)의 농도가 높거나 낮은 폐수에 좋다.
  - BOD 2,000mg/ℓ - 10,000mg/ℓ 및 BOD 100mg/ℓ ~ 10mg/ℓ까지 처리
  - BOD 부하 2~10kg·m<sup>3</sup>/day 적용가능
7. 유지관리가 편리하다.
  - 반송오니가 필요없다.
  - BULKING 현상이 없다.
8. 기존 활성오니법의 폭기조를 이용하여 처리효율을 증대시킬 수 있다.

### BIO-STONE 생물막처리SYSTEM이란?



BIO-STONE 생물막처리법은 생물막 조내에 BIO담체가 완전히 충전되어 미생물의 보유량 (MLSS 15,000 mg/l)이 많고 다양한 미생물의 증식에 의하여 유기물의 제거효율이 높고 생물막 자체의 막힘현상을 방지하여 MLSS농도를 자동조절할 수 있는 고도의 처리기술로써 본 BIO-STONE 생물막처리법은 고농도 및 고부하의 유기성 폐수처리에 적합하고 유지관리가 아주 편리한 최신 폐수처리 공법입니다.

### 적용분야

- 산업폐수처리부분: 식품폐수 (전분, 주정, 우유, 수산가공) 염색폐수, 제지폐수, 축산폐수, 도축 및 도계, 피혁폐수, 석유정제, 기타.
- 생활오수처리부분: 골프장, 세탁, 학교, 호텔, 병원 등.



**株式会社 東洋淨水**

Dong Yang Water Treatment Co., Ltd

본사: 서울특별시 용산구 원효로 4가 19번가

전화: (02) 718-0612~4, 706-2345~1

FAX: (02) 719-2004

ng)라 부르며 이 분변토의 형성, 배출량 등은 동일한 지렁이라도 지표의 식생, 기상조건의 차이 등에 의하여 달라질 수 있다. 사질의 토양보다는 점토질의 토양이 분변토 형성이 잘 된다.

표 4는 현재까지 조사된 분변토 발생을 요약한 자료이다.

#### 4.1.1.2 물리성의 개량

지렁이의 분변토와 주변의 토양입자의 조성 비교하여 보면 분변토는 커다란 입자가 포함되어 있지 않은 것을 알 수 있으며 또한 용기를 이용하여 지렁이를 사육하여 보면 입자가 세립화 된다. 목초지에는 표층 토양에 실토, 점토가 많고 모래가 적은 것을 알 수 있다. 이러한 것은 지렁이가 섭취한 토양입자가 지렁이의 소화관내를 통과할 때 마찰에 의하여 파쇄되고 이것이 지표면에 배출되기 때문에 지표에서는 입자가 작은 것이 퇴적되어 있기 때문이다. 분변토는 입경이 2mm 이상의 토양을 함유한 것은 드물고 대략 0.2-0.25mm 이하의 미세입자로 구성되어 있다.

지렁이는 토양을 분변토서 지표에 운반하는데 이것은 1-5cm 정도의 새로운 토양층을 매년 지표에 형성시킬 수 있는 정도이며 이러한 복토작용은 토양표층에 모래가 적은 층을 형성시키고 있다. 토양의 경운 복토의 작용에 의하여 토양의 통기성은 좋아지고 공극량도 증가한다. 지렁이가 240마리/m<sup>2</sup> 정도의 정원 토양에서는 지렁이 터널의 공극량이 9-67%에 달한다는 보고도 있다.

또한 지렁이가 있는 토양과 지렁이가 없는 토양을 비교하여 보면 4-10배의 배수효과가 있으며 지렁이가 공극량을 증가시키고 통기, 투수성(透水性) 등을 잘 되게 할 수 있는 역할을 하고 있다는 것이 입증되고 있다.

또한 표면에 단립(團粒)구조를 형성하며, 단립구조는 토양과 광물입자가 건조나 강우에 대하여도 견딜 수 있어 단립이 풍부한 토양은 통기성, 투수성을 지니고 있다. 단립은 토양입자가 지렁이의 소화관을 통과시 지렁이 체내에서 분비되어 지는 분비액인 탄산칼슘(CaCO<sub>3</sub>) 등의 등고에 의해서 커다란 단립이 형성되고 또한 박테리아의 생물학적인 작용에 의해서 만들어지기도 한다.

그러나 일반토양보다 지렁이가 서식하는 토양에서 환경관리인. 1993. 2

는 대체로 일반토양보다 3배이상의 미생물이 서식하는 것으로 보아 단립화 현상은 지렁이가 서식하는 토양에서 매우 왕성하게 일어날 수 있다.

#### 4.1.1.3 화학적 변화

지렁이의 분은 보통 서식하고 있는 토양보다 중성에 가까운데 이러한 이유에 대하여서는 탄산칼슘을 함유한 분비액에 의하여 이루어진다는 설과 배설된 암모니아에 의하여 토양이 중성화 된다고 보는 견해도 있다.

또한 토양의 분변토는 서식지 토양의 이화학적 성질과 다른데 이에 대한 연구는 많은 연구가들에 의하여 많이 밝혀졌는데 주요 특징은 아래와 같다.

- 질소나 인 등의 영양물질이 식물이 직접 이용할 수 있는 용해성 물질로 전화된다.
- 양이온 교환능력이 증가된다.
- 많은 미생물이 서식한다.
- 보비성이 크다.
- 보수성이 크다.

#### 4.1.2 환경에의 이용

지렁이를 이용하여 현재 처리에 어려움을 겪고 있는 폐기물을 처리하기 위한 발상은 진술한 바와 같이 1970년대를 기점으로 하고 있는 것 같다. 물론 이전에도 산업장에서 발생하는 폐기물을 이용한 것은 사실이나 이것은 어디까지 지렁이를 사육하기 위한 먹이의 공급적 차원에서 이루어진 것이기 때문에 주요 관점은 지렁이 사육이었다. 그러나 1970년에 들어서는 지렁이의 증식이나 배설물은 부산물적인 관점에 지나지 않고 폐기물을 처리한다는 것이 주요한 관점이 정립된 것으로 보아 이 무렵부터 지렁이와 환경공학의 만남이 이루어졌다고 보는 것이 타당할 것이다.

초기에는 폐기물을 지렁이 먹이로 공급하여 폐기물을 처리한다는 것이 주요 관점이었으나 차차 이 범위는 확대되어 살수여상 및 토양트렌치 처리법에서 여상과 토양내의 막힘현상을 방지하기 위한 지렁이의 활용이 연구되고 있으며, 유럽에서는 지렁이가 토양깊이까지 상, 하, 좌우 이동하면서 주변의 토양을 섭취하며 사는 습성을 이용하여 토양오염의 지표 생물로 이용하여 활용중에 있고 토양중의 각종 유독성분 특히 농약 살충제등을 지렁이가 분해시키는 능력을 이용하여 토양보존을 위한 분야에 많이 활용하고 있다.



#### 4.1.3 사료 및 의약에의 이용

지렁이 자체는 표5와 같이 많은 영양분을 갖고 있다. 뉴질랜드의 마오리스의 원주민과 중국의 니지니아에서는 지렁이를 식용으로 애호하고 있는 경우도 있다. 그러나 대체적으로 지렁이를 직접 식품으로 사용하지는 않고 동물용 사료로 개발하여 이용되고 있다.

표 5. 지렁이 영양성분표

NEF	Moisture	Crude protein		Crude fat		Crude fiber		Crude ash	
Fish meal	9.0	60.1	9.4	0.2	19.3	2.0			
Lyophilized earthworms	7.2	59.6	11.3	0.2	5.6	16.1			
Airdried earthworms	8.8	59.9	10.9	1.0	7.8	11.6			
Airdried grasshoppers	9.9	70.2	6.7	8.9	4.2	0.1			

또한 세계 각국에서는 강정제, 강장제, 이노제 등으로 지렁이를 이용하고 있으며 인도에서는 방광결석을 축소시켜 체외로 배출하는 효과가 있는 것으로 상용되고 있다. 일본에서는 지렁(地龍)이라 불리는 해열제가 시판되고 있으며 우리나라에서는 혈전치료제로 개발된 상품이 시판되고 있는 실정이다.

아울러 지렁이 사육상에는 지렁이가 잘 성장하면 냄새도 없고, 파리나 모기 등을 발견할 수 없는데 이는 분변토중에 네레이스톡신이라는 물질에 의한 것으로 현재에는 갯지렁이에서 추출하여 만든 농약이 시판되고 있다.

#### 4.2 분변토의 유효이용

지렁이를 이용하는 Vermicomposting은 현재 우리나라에서 문제되고 있는 각종폐기물을 적정처리 하는데 그치지 않고 처리과정에서 생성된 분변토를 잘 이용하여 자원재활용이 잘 이루어지도록 하여야 한다. 이러한 의미에서 분변토는 매우 안정된 물질로서 공극이 크고 양이온치환능력이 크고 보비성, 보수성 등이 크므로 인하여 토양에 토양개량제 등으로 미국, 일본 등에서 시판되고 있다.

아울러 각 연구기관에서는 이를 탈취제로 개발하는 연구가 왕성한데 토양에는 여러종류의 미생물이 있어서 폐수처리 및 악취를 제거하는데 토양이 이용될 수 있는 경우와 마찬가지로 지렁이 소화기관을 거쳐 배출된 분변토 역시 생물학적인 면에서 토양에 존재하는 각종 미생물은 물론 특이 효소까지 포함하고 있고 화

학적 특성으로는 양이온 교환능력이 크고 물리적 특성으로는 비표면적 및 공극율이 큰 관계로 악취물질을 흡착할 수 있는 능력이 매우크다 하겠다.(표 6)

표 6. 지렁이 분변토의 탈취효과

번호	기간 (일)	유입가스			온도 (°C)	압력 (Ao)	배가스		
		암모니아 (ppm)	황화수소 (ppm)	취기강도			암모니아 (ppm)	황화수소 (ppm)	취기강도
1	1	1.27	0.03	3	21	125	0.12	0.02	1.5
2	2	0.85	0.002	2.5	18	132	0.10	0.000	1
3	3	2.12	0.008	3	25	127	0.13	0.000	1
4	4	1.03	0.01	2.5	21	130	0.08	0.000	1
5	5	0.36	0.004	2	19	162	0.02	0.000	1
6	7	0.65	0.007	2.5	21	185	0.05	0.000	1
7	10	0.92	0.005	2.5	23	210	0.09	0.000	1
8	12	1.00	0.02	3	26	235	0.10	0.001	1.5
9	14	0.73	0.007	2	21	280	0.08	0.001	1.5
10	16	0.91	0.008	2.5	23	210	0.12	0.000	1
11	18	0.20	0.001	1.5	20	275	0.01	0.000	1
12	20	0.38	0.000	2	23	162	0.03	0.000	1
13	22	2.75	0.06	3.5	27	145	0.08	0.001	1.5
14	25	0.89	0.006	2.5	25	186	0.06	0.000	1
15	28	0.63	0.002	2	26	215	0.04	0.000	1
16	30	0.98	0.004	2.5	25	205	0.10	0.001	1.5
17	35	0.36	0.000	2	22	262	0.02	0.000	1

#### 5. Vermicomposting의 전망

과거와는 달리 현재 지구상의 인류는 환경오염이라는 문제로 인하여 생활의 질이 위협받고 있다. 물론 기술과 자본이 없어서 처리못하는 것은 아닐 것이다. 문제는 환경문제를 해결하기 위해서는 적어도 오염물질에서 얻는 이익보다 오염물질을 처리하는데 더 많은 비용이 들기때문에 현실적으로 활용 불가능하기 때문이다.

현재 산업과 과학의 발달로 인하여 우리의 삶은 과거와 비교하여 많은 발전이 있었고 이러한 풍부한 삶을 향유하는 대가로 우리는 물품의 생산시 필연적으로 발생하는 불필요물질을 적절히 처리하지 않으면 안되게 되었다. 과연 어떠한 방법이 가장 적합하고 경제적이면서 안전할 것인가를 생각하여 보지 않을 수 없다.

이러한 시대적 상황을 고려할 때 생태계에서 이러한 불필요물질을 이용하는 역할을 가진 토양동물(지렁이)

의 중요성은 매우 높다하겠다. 고도의 기술을 요하지 않는 단순한 방법 중 가장 자연적인 처리법 다만 자연적인 기능이 활성화 될 수 있는 최적의 조건유지를 위해 인간의 협조를 하는 처리법, 이것이 지렁이를 이용한 유기성 슬릿지법이다. 이러한 방법은 자연적이기 때문에 진행과정에서 생성되는 물질은 자연 그대로 자연에 환류시킬 수 있는 물질(지렁이, 배설물)만을 생성한다.

우리는 현시점에서 이러한 처리법에 대한 자연의 힘을 이해하기 위하여 좀더 세밀한 연구가 필요하겠다.

즉, 환경오염문제를 해결하기 위하여 어떻게 지렁이에게 하여 주는 것이 가장 좋은 방법인가를 알아야 하며 이러한 인간의 협조를 통하여 지렁이가 자연계에서 수행하는 역할을 충실히 할 수 있도록 하여야 할 것이다.

이러하게 하기 위해서는 첫째 자연생태계의 일원으로 늘 자연에 유해로운 일만 가중시키는 우리인간의 형태에 대한 깊은 반성이 있어야 하겠으며, 둘째 자연계의 일원으로서 묵묵히 그 맡은 바 역할을 수행하고 있는 모든 생물체에 감사를 느끼며 아울러 이중 지렁이게도 깊은 사랑이 있어야 하겠다. 셋째 사랑을 바탕으로 하여 지렁이의 생체, 특성 등에 대한 심도있는 연구가 각 분야별 전문가로 부터 수행되어야 하며, 넷째 기초적 연구를 바탕으로 지렁이가 오염물질을 처리할 수 있도록 최적의 상태를 유지할 수 있는 시설에 대한 연구가 수행될 수 있어야 하며, 다섯째 증식되는 지렁이와 부산물로 발생하는 배설물의 활용에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다. 여섯째 연구는 많은 사람의 의견과 지식을 바탕으로 하면 할수록 시간과 경비 등이 단축되고 도움이 되는 바 국내 뿐만 아니라 국제적으로도 이에 대한 상호정보 교환이 활성화 되어야 겠다.

이러한 활동이 지속적으로 이루어지고 연구자와 지렁이 양식가가 서로 협력하면서 문제점을 해결하면 현행 문제가 되고 있는 폐기물 처리에 지렁이가 활용되는 Vermicomposting의 장래는 매우 밝다 하겠다.

#### 참고문헌

1. 정용외 2인 : 토룡의 약효에 대한 문헌적 고찰, 연  
환경관리인. 1993. 2

세대학교 공해문제 연구소, 1987.

2. Charles Darwin : The Formation of Vegetable Mould Through the Action of Worms, D. Appleton and Company, 1991.
3. Ronald E. gaddie, SR and Donald E. Douglas : Earthworms for Ecology and Profit Vol. II Bookworm Publishing Company, Ontario, California, 1977.
4. Camp, Dresser and Mckee, Inc : Engineering Assessment of Vermicomposting Municipal Wastewater Sludges EPA-600/2-81-075. 1981.
5. Doming D. Tapiador : Vermicomposting(Recycling of Organic Wastes With the Help of Earthworms) Bio-Energy Re-News p.20-23, 1982.
6. Workshop on the Role of Earthworms in the Stabilization of Organic Residues. Vol. 1, Proceedings Kalamazoo, Michigan, 1980.
7. 渡邊弘之等 : ミミズの有効利用 そのと技術 Scientist INC. 1979.
8. Hiroyuki Watanabe and Jiro Tsukamoto : Seasonal Change in Size and stage structure of Lumbricid Eisenia foetida population in a field compost and its practical application as the decomposer of organic waste matter. Ecol. Biol. Sol. Vol. 13, No. 1, p. 141-146, 1976.
9. J.A. Vax Rhee : Effect of Soil Pollution of Earthworm, Pedobiologia, Bd. 17, S.p. 201-208, 1977.
10. R.K. Abe etc : Supplementary working papers(organic recycling and Earthworms)
11. W. Ehlers : Observation on earthworm channels and in filtration on tilled and untilled coess soil science. Vol. 119, No. 3, p 242-249, 1973.
12. Hiroyuki watanabe & Sawaseng Ruaysoongnern : Cast production by the megascolecid earthworm phertima sp. in Northeastern Thailand. pedobiologia Vol. 26, p 37-44. 1984.
13. Kei-Khiroh sugimura, etc : Nutritional Value of earthworms and grasshopper as poultry Feed Japan. poultry sci., Vol. 21, No. 1. p. 1-6, 1984. ◻