

## 국내 지렁이 이용기술 현황조사

최훈근 · 김규연 · 김종오 · 이창호

국립환경연구원 · 경상대학교 공과대학 건설공학부 · 양산대학 환경안전과

A Study on Vermicomposting Technology in Korea

Hun-Gun Choi · Kyu-Yeon Kim · Jong-Oh Kim\* · Chang-Ho Lee\*\*

National Institute of Environmental Research

\*Urban Engineering Major of Construction Engineering Division, College of Engineering,

Gyeongsang National University,

\*\*Dept. of Environmental & Safety System, Yangsan College

### ABSTRACT

Recently in Korea, treatment and disposal of organic wastes have being the most important issue due to governmental strong regulation of landfill banning. Especially the sewage sludge and food wastes will be restricted from the direct landfilling, after the year 2003 and 2005 respectively. Thus the considerable change in treatment methods of organic wastes is founded to transfer toward recycling the organic wastes. In these trends, vermicomposting is being enlightened newly in Korea. In November of 1999, the first symposium focusing the organic waste treatment using the earthworm was held with attending many peoples including earthworm company, experts, and professors. In that symposium, it was reported that the vermicomposting plants treating organic wastes had increased to about 80 plants and had treated about 110,000 tons per year in Korea. Many local governments and companies showed the interest in vermicomposting of organic wastes and needed the collaboration with each other and foreign countries. In addition to simple treatment of organic wastes and marketing the earthworm's casting as the by-product for reclamation materials, the extraction of some medical drugs from earthworm was expanding the research and development fields. In this paper, the history of vermicomposting in Korea was reviewed and the present status and future aspect were showed.

Keywords : Vermicomposting, organic wastes, management, recycling

### I. 서 론

19C 영국의 찰스다윈이 지렁이의 기능과 역할에 대하여 연구결과를 발표한 후<sup>1)</sup>

초기에는 농업과 원예 및 목축 등에 주로 이용되던 것이 최근에는 가축폐기물과 유기성 슬러지 및 음식물폐기물 등을 처리하는 환경적인 측면에서 환경농업과 유기성물질의 퇴비화에 증점적으로 이용되고

있다. 이는 지렁이 기능과 역할에 대하여 많은 연구가 이루어지면서 지렁이 활용분야가 다양해지고, 유기성 폐기물의 계속적인 증가와 아울러 2003년과 2005년부터 하수 슬러지와 음식폐기물의 직 매립 금지와 아울러 폐기물의 해양투기가 금지되는 현실에 지렁이를 이용한 폐기물 처리방법은 환경 친화적이며 자원 재활용적인 처리방법으로 판단된다. 이러한 관점에서 볼 때 지렁이 관련 산업은 21C에 들어 그 중요

성이 인정되고 비약적인 발전이 기대되는 분야라고 생각된다.

한국의 지렁이 이용기술은 1970년에 도입되어 민간에서 소규모의 시설로 농업적인 의미로 시작하여 1980년까지 초보적인 단계에 있었다. 이후 1990년대에 국가에서 환경적인 측면으로 과학적인 연구가 추진되면서 대규모 시설로 현장 실용화 단계에 도달하게 되었다<sup>2)</sup>. 또한 1992년 폐기물 처리 기술로 인정되면서 지방자치단체의 참여와 아울러 1999. 11월 처음으로 국립환경연구원에서 “제 1회 지렁이를 이용한 폐기물 처리와 환경보전 심포지엄”과 2000년 6월 경상대학교에서 제2회 지렁이 심포지움이 개최되어 산·학·연의 정보교류와 협력이 활발하게 이루어지고 있으며, 2000년 8월 지렁이 처리 후 발생하는 지렁이 분변토를 토양 개량제 등으로 판매할 수 있는 법규가 마련되어 이분야가 발전할 수 있는 토대가 10년간에 걸쳐 점진적으로 이루어지고 있다. 또한 이러한 연구와 제도의 뒷받침으로 현재 한국에서 지렁이 산업에 종사하는 업소 수는 전국에 약 100개 이상으로 증가되어 110,000톤/년의 유기성 슬러지를 처리하여 유기성 슬러지 처리에 크게 기여하고 있다. 그러나 이 업소들은 소규모 시설과 기술이 낙후하여 이 분야에 대한 지속적인 연구와 기술보급이 절실히 요구되고 있는 실정이다<sup>3)</sup>.

이에 본 연구에서는 국내의 지렁이 산업의 현황과 특성을 조사하여 지렁이 산업 발전의 기초 자료로 활용하고자 본 연구를 수행하였다.

## II. 폐기물 발생현황

최근 경제성장에 따른 산업화와 생활수준의 향상으로 폐기물의 양이 지속적으로 증가되어 왔다. 그러나 1995년부터 전국적으로 시행되고 있는 쓰레기종량제로 인하여 감량화에 대한 관심이 크게 높아져 Fig. 1에 나타난 바와 같이 생활쓰레기의 발생량은 전반적

으로 감소되고 있으나, 사업장폐기물은 매년 증가하는 추세에 있다. 발생한 생활폐기물은 Fig. 2에 나타난 바와 같이 매립, 재활용, 소각의 순으로 처분되고 있으며 매립의 비율이 낮아지고 재활용의 비율이 점차적으로 높아지고 있다. 또한 Fig. 3에 나타난 바와 같이 사업장폐기물은 재활용, 매립, 소각의 순으로 처리되어 사업장폐기물의 재활용 비율이 증가하는 추세이다<sup>4)</sup>.

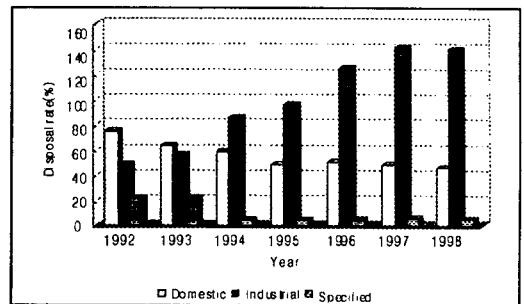


Fig. 1. Generation of total waste

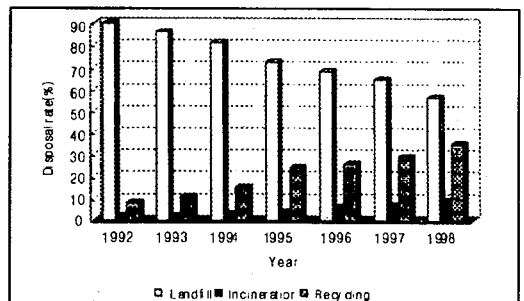


Fig. 2. Disposal methods of domestic waste

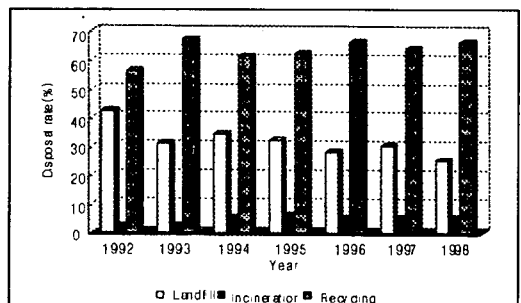


Fig. 3. Disposal methods of industrial waste

한편 발생하는 폐기물중 우분, 돈분 등의 가축폐기물과 분뇨 슬러지, 유기성 슬러지, 음식물폐기물 등은 지령이를 이용하여 처리가 가능한 폐기물이며 특히 국내에서 지령이를 이용하여 가장 많이 처리되고 있는 유기성폐기물은 유기성 슬러지와 음식물폐기물로 발생 현황을 살펴보면 Table 1에 나타난 바와 같다.

- A : Sewage treatment sludge
- B : Night soil treatment sludge
- C : Industrial treatment sludge
- D : Animal and plant waste
- F : Food waste

Table 1. Estimation and occurring quantity of the possible disposable organic sludge

Item	Generation of organic waste (10 <sup>4</sup> ton/d)	Estimation amount of Vermicompostable waste(10 <sup>4</sup> ton/d)
A	1.262	0.379
B	0.110	0.110
C	5.233	1.570
D	0.659	0.659
E	4.306	4.306
Total	11.570	7.024

1998년 지령이를 이용하여 처리가 가능한 유기성 폐기물은 약 1,200만톤/년이 발생되었다. 이 중 폐기물 발생의 지역적인 조건, 수거·운반 및 경제성을 고려하여 현실적으로 지령이를 이용하여 처리할 수 있는 양을 추정하면 하수처리슬러지 및 폐수처리 슬러지는 발생량의 약 30%, 분뇨슬러지, 동식물의 잔재물 및 음식물폐기물은 발생량 전체가 가능한 것으로 추정되어 약 700만톤/년의 유기성슬러지를 지령이를 이용하여 처리가 가능하다<sup>5)</sup>.

### III. 지령이 이용기술 현황

#### 1. 지령이 사육시설

지령이 사육이 시작된 1970년 초기에는 Vermiculture의 농업적의미로 개인이 소규모 크기의 규모로 시작되어 최근에는 Vermicomposting의 환경적인 측면에서 대규모 시설로 지방자치단체의 참여가 활발하게 이루어지고 있으며 지령이 산업에 종사

하는 업소 수는 전국에 약 100개 이상으로 증가되어 11만톤/년의 유기성슬러지를 처리하고 있다. 일반적으로 지방자치단체나 최근에 시작한 시설은 대규모 크기의 시설로 작업공정의 자동화가 일부 시도되고 있으나 대부분의 지령이 사육시설은 소규모 시설에 작업공정을 인력에 의존하고 있는 실정으로 국내 지령이 산업현황을 살펴보면 Table 2과 같다.

Table 2. Mangement Condition of Vermicompostig

Ownership		Area (m <sup>2</sup> )	Feed	Generation of Casting(ton/year)
Municipal	Nanji	33,057	Nigst soil sludge	6,000
	Yeoju	16528	Food Waste	2,000
	Cheju	2,314	Food Wast	500
	Siteung	1,652	Food Waste	1,000
Private	Whole Country	132,160*	Food Waste, Industrial sludge	17,000
Total		185,711		26,500

### (1) 난지사업소

난지사업소는 지방자치단체에서 1996년에 180평 규모로 시작하여 현재 10000평의 규모의 크기로 분뇨처리 슬러지를 처리하고 있으며, 작업 공정에서 슬러지의 운반, 급이, 살수공정 등이 기계적으로 이루어지고 있다.

### (2) 여주군

여주군은 지방자치단체에서 1997년에 5000평 규모 크기의 시설로 음식물쓰레기와 톱밥, 왕겨 등을 혼합 처리하고 있으며 슬러지의 운반, 살수공정 등이 기계적으로 이루어지고 있다.

### (3) 제주시

제주시는 지방자치단체에서 1996년에 700평 규모에 대형음식점과 집단급식시설에서 수집한 음식물쓰레기를 골판지와 혼합하여 처리되고 있으며, 작업공정의 대부분이 인력에 의존하고 있다.

### (4) 민간업체

민간업체는 1970년 소규모 크기의 규모로 시작되어 최근에는 대규모 시설로 전환되고 있으며 지렁이 먹이로 활용하는 대상 물질은 대부분 산업 슬러지를 이용하고 있다. 또한 일부 민간업체에서는 사육시설의 부지 면적을 줄이기 위하여 다단식의 시설과 처리공정의 자동화를 위한 기술 개발이 활발하게 이루어지고 있다.(Fig. 4).

## 2. 분변토 처리현황

지렁이를 이용하여 유기성 폐기물을 처리한 후 발생된 분변토는 26.5천톤/년이 발생되어 농가에 토양개량제 및 퇴비로 판매되고 있으며, 일부 지방자치단체 시설 및 소규모 시설에서 발생하는 분변토는 농가에 무상으로 공급되기도 한다. 한편 2000년 8월 분변토를 판매할 수 있는 법규의 마련으로 앞으로 분변토

의 이용도가 높아질 것으로 판단된다. 또한 최근에는 분변토의 활용방안을 폐수처리장의 미생물 Seeding제와 약취제거제 및 Bulking agent 등의 연구가 활발하게 이루어지고 있다.

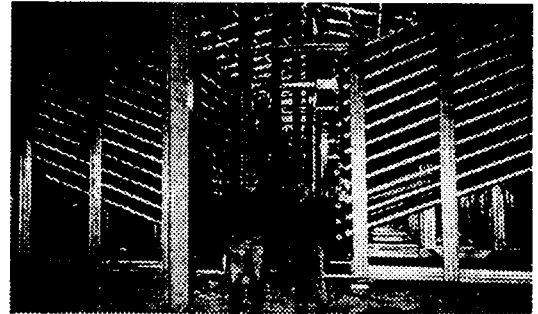


Fig. 4. Automatic Vermicomposting Plant Constructed in Recent

## IV. 국내 지렁이 이용기술의 특성

### 1. 기술적인 면

한국에서 지렁이를 이용하여 유기성 폐기물을 처리하는 사업은 많은 사람들이 관심을 가지고 있고 미래 사업으로서 흥미를 가지고 있다. Fig. 5에서 나타난 바와 같이 지렁이를 이용한 처리기술은 유기성 폐기물을 지렁이가 섭취하는 과정에서 자연적으로 처리되고 지렁이는 증식되어 유기물로 판매·이용되며, 배설되는 물질은 분변토(casting)는 토양개량제나 탈취제등으로 상품화된다. 그리고 최종적으로도 미처리된 물질은 지렁이사육상에서 장기간 발효·부숙되어 퇴비화된다. 따라서 지렁이를 이용한 처리기술은 유기성폐기물 처리와 폐기물 재활용이라는 기술의 장점이 있다. 그러나 많은 부분이 경험에 의존하여 발전되고 개발되어 왔기 때문에 다른 처리법과 비교하여 기술의 낙후성, 과학적 실험자료의 결여 및 처리방법의 자동화시설 부족 등 개선할 부분이 많은 실정이다.

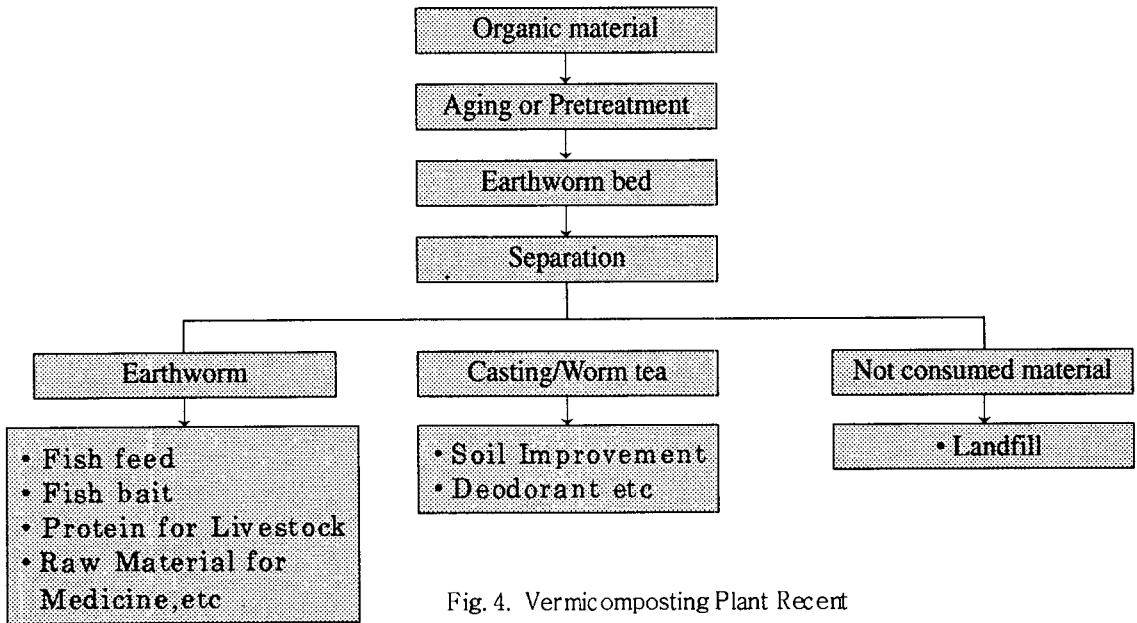


Fig. 4. Vermicomposting Plant Recent

따라서 지렁이 산업의 발전을 위해서 장점을 살리고 단점을 개선할 필요가 있다. 이러한 관점에서 지렁이 이용기술의 문제점을 파악하여 보면 다음과 같다.

#### (1) 사육면적

지렁이 이용기술은 유기성폐기물의 종류, 지렁이 사육 환경조건 및 사육기술 등에 따라 차이를 보이고 있으나 일정한 부지 위에 유기성폐기물을 급이 하고 지렁이를 입식시켜서 처리하는 관계로 넓은 면적이 필요하다. 이는 폐기물의 다른 처리법과 비교하여 많은 면적이 필요하다는 단점이 있어 급속한 도시화와 NIMBY 현상으로 넓은 부지의 확보가 어려운 한국의 실정에는 지렁이 산업의 발전과 보급에 어려점으로 작용된다. 따라서 최근 이러한 단점을 보완하고자 다층, 다층 및 다단식 사육상 개념이 도입되고 있어 이러한 단점은 현재는 많이 보완되고 있는 실정이다.

#### (2) 작업공정

지렁이를 이용한 처리기술은 과학적인 자료를 바탕

으로 체계적으로 개발되어 있지 않기 때문에 문제점이 발생되었을 경우 전문가의 경험과 감각을 바탕으로 해결되고 있다. 특히 유기성폐기물 전처리 단계에서부터 최종 단계인 지렁이 수확 과정까지 기계화 또는 자동화가 되어 있지 않아서 인력에 의한 노동력이 많이 필요하다. 현재 지렁이 사육시설은 슬러지의 운반, 먹이급이, 살수 등의 일부분이 농업용 기계를 개조하여 기계화가 되고 있으나 사육상에서 처리후 분변토의 선별은 대부분 인력에 의존하고 있는 실정이다. 이러한 관점에서 볼 때 처리공정의 기계화 또는 자동화가 이루어지면 초기의 시설투자비는 다소 많이 소요되나 장기적인 관점에서 유기성폐기물 처리량의 증대에 따른 경제성을 높여 지렁이 산업의 보급을 확대할 수 있으리라 판단된다.

#### (3) 운영기술

지렁이를 이용하여 유기성폐기물을 효율적으로 처리하고 운영하기 위하여 먹이 급이율, 먹이종류별 섭취속도, 지렁이 증식속도, 지렁이 분변토 배설속도,

환경조건 및 지렁이 사육상 운영지표 등 먹이의 급이에서 최종산물인 분변토로 변화되기 까지 전체 공정에서 운영상태를 파악하기 위한 지표설정과 이를 과학적으로 관리 할 수 있어야 많은 사람들이 활용할 수 있다. 그러나 지렁이 이용기술 분야에 대한 연구가 아직 미흡한 실정이고 일부 자료가 있으나 먹이의 종류, 사육환경 및 지렁이종류에 따라서도 매우 차이가 크기 때문에 적용에는 주의를 요하는 경우가 많다.

## 2 경제적인 면

지렁이를 이용하여 유기성폐기물을 처리할 때 경제성 평가를 위한 고려사항으로 첫번째로 유기성폐기물 처리를 위한 시설, 장비 및 운영경비 등에 대한 투자비용과 두번째로 처리공정에서 발생하는 물질(Earthworm)과 최종 부산물(Cast)을 판매하여 얻는 판매비용을 함께 고려하여 종합적으로 경제성을 평가할 필요가 있다. 한국에서 유기성폐기물을 여러 가지 방법으로 처리할 때 경제적인 비용을 살펴보면 Fig. 6에 나타난 바와 같이 지렁이를 이용한 처리방법이 가장 낮게 나타났다<sup>7)</sup>.

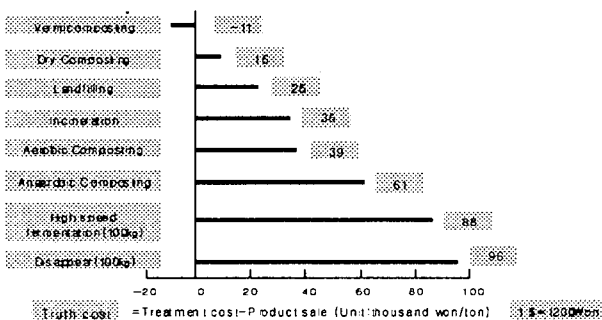


Fig. 6. Estimation based on wastes treatment

## 3. 환경적 관점

지렁이를 이용하여 유기성폐기물을 처리하는 방법은 땅속에 서식하고 있는 지렁이가 주변의 유기성 폐기물을 섭취하여 배출 시키는 것으로 기계적이고 복

잡한 장치를 이용하여 운영하는 방법이 아니라 자연 순환적인 방법을 이용하는 것이다. 따라서 처리과정에서 2차 환경오염이 발생되지 않는다. 그러나 폐기물의 매립처리 방법은 매립지 확보의 어려움이 있을 뿐만 아니라 매립지에서 발생하는 매립가스나 침출수로 인한 2차 환경오염이 발생된다. 특히 매립가스 중에 60% 이상을 차지하고 있는 메탄가스는 지구 온난화를 일으키는 중요한 원인물질의 하나로 알려져 있다. 또한 폐기물의 소각처리 방법은 폐기물의 부피를 85% 이상 감소시키고, 발생된 소각 열을 에너지로 활용할 수 있는 바람직한 기술인 것으로 평가되고 있으나 소각시설을 설치할 경우 소각로와 대기오염방지시설을 설치하는 초기 투자비용이 과다하게 소요될 뿐만 아니라 소각로의 운전비용, Dioxin과 같은 대기오염물질을 처리하는 후처리시설의 운전비용이 과다하게 소요되는 등의 문제점이 있다. 이에 따라 일차적으로 폐기물의 발생량을 줄이는 감량화와 재활용 가능한 폐기물의 자원화를 통하여 유한한 자원의 순환과 지속적이면서도 환경적으로 안전한 관리를 위하여 유기성 슬러지를 퇴비화 시켜 토양개량제, 폐기물 매립지의 최종 복토제 등으로 활용하고자 하는 새로운 정책을 강력히 추진하고 있다. 이러한 관점에서 보면 지렁이 처리법은 정부가 추진하고 있는 폐기물 관리정책 방향과 일치하여 매우 바람직한 유기성폐기물의 처리방법으로 판단된다.

## V. 결론

지렁이를 이용한 유기성 폐기물 처리 방법은 환경적인 측면과 경제성 및 자원 재활용 측면에서 바람직한 처리방법으로 판단된다. 그러나 기술적 측면에서 지속적인 연구가 필요할 것으로 판단되며 지렁이 산업의 발전을 위한 개선방안 및 발전 방향을 살펴보면 다음과 같다.

- 
- 
1. 지렁이의 산업 발전을 위하여 지렁이 처리기술의 문제점인 사육기술의 개선 및 처리공정의 자동화에 대한 연구가 이루어져야 할 것으로 판단된다.
  2. 지렁이 이용 기술의 체계적인 연구를 위하여 연구소 또는 연구자 양성을 통하여 지렁이에 대한

지속적인 연구와 아울러 산·학·연 및 외국과 활발한 교류의 추진이 필요하다.

3. 지렁이를 이용한 유기성폐기물 처리기술의 홍보와 아울러 정부 차원의 정책적 지원 방안이 필요하다.

---

### 參考文獻

- 1) Paul H. Barrett, R B. Freeman :The works of Charles darwin. William pickering, Vol. 28, 1989.
- 2) J.O. Kim, C.H. Lee, and H.G. Choi, : "Recent trends of vermicomposting technology for treating organic wastes in Korea", Proceedings of The vermilenium - interantional conference on vermiculture and vermicomposting, Kalamazoo, MI., USA, S2-2, September 16-22, 2000.
- 3) 최훈근:국내외 지렁이 이용기술의 동향. 제1회 지렁이를 이용한 폐기물 처리와 환경보전을 위한 심포지엄 Proceedings, 1999.
- 4) 환경부:전국폐기물 발생 및 처리 현황 (1998), 1999.
- 5) 환경부:'98 폐기물 발생 및 처리현황. 1999.
- 6) H. A.Lunt and H.G.M. Jacobson: "The chemical composition of earth worm cast". Soil Science. Vol. 58, pp. 367 - 375,1994.
- 7) KTI음식물쓰레기 처리방법별 비용 편익 분석연구. 1998.