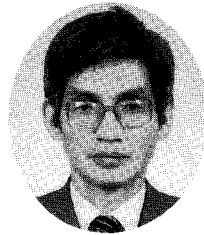


# 토양생물의 유효이용 기술

〈상〉



송준상

〈국립환경연구원 일반폐기물 연구담당관〉

## 목 차

1. Vermicomposting의 기원과 발전
2. 지렁이의 생태적 특성
  - 2.1 지렁이 분류와 종류
  - 2.2 지렁이 성장과 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

## 1. Vermicomposting의 기원과 발전

최근에 들어 우리주위에서 Vermiculture, Vermicomposting 및 Vermistabilization 등 생소한 신조어를 접하는 경우가 종종 있는데 이는 우리가 일상생활에서 새로운 의식이나 문화가 발생되므로 인하여 각 단어를 조합하여 새로운 의미의 단어를 창출하여 사용하는 것과 마찬가지로 현상이라고 생각한다.

예를들면 Leisure(여가)+Sports(운동)=Leports라는 신조어의 창출과 같이 위의 신조어도 Vermes는 라틴어로 Worm(벌레)라는 뜻을 의미하며, Culture는 사육, 양육의 기른다는 뜻의 의미를 Compost는 퇴비, Stabilization은 안정화를 의미하는 뜻의 합성어로 이루어진 것이다.

내용적으로 비슷한 이 단어들은 대부분의 경우에 Earthworm(지렁이)를 활용한다는 뜻을 포함하고 있다. Vermiculture라는 단어는 세단어중 가장 먼저 생성된 것으로 농업적 의미를 내포하고 있는데 지렁이를 사육한다는 의미가 강하며, Vermicomposting이라는 개념은 유기성 물질을 투여하여 지렁이 장내를 통과시키면 배설되는 물질이 충분히 부숙되어 배설물을 토양

개량제 등과 같은 물질로 이용될 수 있다는 개념의 의미가 강하다. Vermistabilization은 최근들어 각종산업, 오·폐수 시설 및 가축폐기물 등의 유기성 폐기물을 지렁이 먹이로 공급하여 처리하고 안정화된 배설물을 재활용하는 환경공학적인 측면에서 폐기물을 안정화시키는 처리방법이라는 개념으로 많이 사용된다.

어떤 개념에서든 간에 지렁이를 이용하여 농업, 원예, 목축, 의학, 환경 등에 광범위하게 이용되고 있으며 근래에 들어 지렁이의 생태적 기능 및 역할이 재조명되고 있는 것은 다소 늦은감이 있지만 그나마도 껍다행스런 일이 아닐 수 없다.

그러면 과연 지렁이가 이 지구상에 어떻게 우리인류와 관계를 맺어 왔는지에 대하여 여러 관련 문헌을 토대로 그 유래를 요약하여보면

우리인류의 4대 문명중 하나인 메소포타미아 문명이 발생된 티그리스 유프라테스강 유역에 살던 슈메인들은 이 지렁이의 역할을 인식하고 있었음이 그들이 남겨놓은 점토화석을 통하여 어느 정도 알려져 있으며, 나일강 유역의 이집트 문명에서는 나일강 유역을 비옥하게 하여주는 것은 태양과 물이외에 지렁이도 한 몫을 한다는 것을 알고 있었던 사실이 기록되어 있다고 한다.

이러한 사실에 대하여 현재의 관점에서 추론하여보면 강상류 지역에서 떠내려오는 나뭇잎, 식물의 유체, 동물의 사체 등과 같은 유기성 물질 등이 유역에 퇴적되면 이러한 물질을 먹고사는 지렁이는 물질을 먹고 잘 부숙시켜 비료성의 좋은 물질로의 전환이 가능하다. 따라서 고대의 인류들은 유기물이 부숙되어 흙이 검거나 지렁이가 많이 서식하는 곳에서 농경을 하면 수확이 많은 것을 경험적으로 알고 활용하던 것 같다.

이러한 지렁이의 생태학적 역할과 기능에 대하여서는 점차 인류의 지혜와 과학이 발달됨에 따라 도외시하게 되고 이에 대한 관심은 인류에게서 멀어져 갔다.

한편 동양에서는 농업적 이용에 대한 자료는 별로 없는 반면 고대 중국에서는 지렁이가 놀라운 약효를 지닌 생약으로 이용되었으며 우리나라에서는 동의보감, 본초강목(本草綱目) 등에서 지렁이를 “地龍”, “土龍”, “坵蚓” 및 “디렁이” 등의 다양한 명칭으로 불러왔으며 지렁이의 효능은 중풍, 계절성 유행질환, 해열작용, 인후염, 두통 등에 효능이 있다고 기술되어 있다.

**Vermicomposting이라는 개념은 유기성 물질을 투여하여 지렁이 장내를 통과시키면 배설되는 물질이 충분히 부숙되어 배설물을 토양개량제 등과 같은 물질로 이용될 수 있다는 개념의 의미가 강하다.**

**Vermistabilization은 최근들어 각종산업, 오·폐수 시설 및 가축폐기물 등의 유기성 폐기물을 지렁이 먹이로 공급하여 처리하고 안정화된 배설물을 재활용하는 환경공학적인 측면에서 폐기물을 안정화시키는 처리방법이라는 개념으로 많이 사용된다.**

한참 역사의 시간이 흘러 19세기 후반에 들어와서 진화론으로 유명한 생물학자 찰스다윈이 그의 저서 “The Formation of Vegetable Mould Through the Action of Worms”에서 지렁이가 자연생태계에서의 역할과 그의 기능에 대한 중요성을 재인식하고 발표함으로써 장구한 세월동안 인류의 인식에서 사라져 버렸던 지렁이에 대한 새로운 인식이 동물학자, 토양학자, 농업학자, 식물학자, 원예가 등에 의하여 과학적 연구가 태동되었다.

최초의 연구는 1907년 벨지움의 생물학자 E.Ribaudcourt와 Combault가 식물재배에 지렁이를 입식하여 재배하면 수확량이 증가한다는 사실을 발표하였고, 이어서 1922년에는 H.G Kahsnitz가 많은 지렁이를 밭에 이식시키고 완두콩과 귀리를 재배하였더니 평상시보다 70% 이상을 더 수확할 수 있었으며, 1943년 미국 동부 코네티가트에 살고 있는 Christopher Gallup의 경험에 의하면 4년동안 쓰레기와 분을 투입하면서 지렁이를 사육하면서 옥수수를 경작하여 본 결과 1에이커당 80부셀에서 196부셀로 증산되었다고 보고하였다. 뉴질랜드 등에서는 1954년 C.J.Hamblyn과 A.R.Ding Wall이 황폐화된 산성토양에 석회를 뿌리고 지렁이를 이식시킨 결과 지렁이를 넣어준 주위에 풀이 무성하게

자라고 4년후에는 원지점으로부터 66m까지 풀이 무성하게 자라는 것을 관찰하였다. 이와 유사한 연구가 세계 각국에서 농업, 식물, 동물, 목축, 화원, 원예 등의 분야에서 연구보고 되었으며 연구분야도 지렁이의 생태적 기능뿐만 아니라 지렁이 자체의 활용과 배설물인 분변토(Castion)에 관해서도 심도 있는 연구가 진행되어 왔다.

한편 농업분야에서 그 생태적 기능과 유효이용은 자연적으로 지렁이 생체내의 여러 생화학적 연구분야까지 발전되었으며 1970년 후반에서 1980년대초에 이르러서는 종래의 지렁이를 이용한 연구와 활용방안에 커다란 변혁이 초래되었다. 이것은 아마도 과거에 인류의 땅속속에 존재하여 왔던 지렁이 역할이 1882년 찰스 다아윈에 의해 이에 대한 연구가 발전될 수 있었던 토대를 만들었다면 최근에는 과거에 지렁이 기능이 주로 자연상태에서 수확의 증대에 이용되었던 것이 현재에는 지렁이가 유기성 물질을 잘 섭취하여 안정된 물질로 전환시킬 수 있는 기능이 작금에 들어 환경오염문제 및 그 처리에 부담을 주고 있는 각종 산업시설, 분뇨 및 하수처리시설과 가축폐기물 처리라는 측면에 활용할 수 있다는 개념에서 매우 중요한 변화라 하겠다.

실제로 이러한 시도는 1970년 캐나다 Hollands Landing에서 하수처리장 슬러지, 식품공장 슬러지 및 분뇨를 실제 현장 규모로 설치 한 것을 모태로하여 일본에서는 펄프 및 제지슬러지를 시점으로 개발하여 쓰레기와 다른 분야에까지 확장하였으며 미국에서는 1979년 텍사스주 Lufkin시에서 1일 처리용량 1,800갤론을 처리하는 시설을 제작하여 Composting에 관한 연구를 발전시켜 오고 있는 실정이다.

이러한 각국의 Vermicomposting에 대한 열기는 필리핀에서는 물소의 분을 처리하여 Casting은 판매하고 증식된 지렁이는 양계의 사료로 이용하며 인도네시아에서는 토끼의 분을 처리하는데 활용하며 버마, 타이 등에서도 80년대를 전후하여 연구가 진행되고 있는 것으로 알려져 있다.

한편 세계적 관점에서 보면 지렁이를 이용한 Vermicomposting에 관한 국제적 학술교류는 1980년 미국의 Michigan주 Kalamazoo에서 “유기성 물질에 대한 지렁이의 안정화 역할”이란 주제로 개최된 것을 계기로 4

년 주기로 국제학술회의가 개최되는데 4회째인 1992년도에는 핀란드에서 8월 10-14일 개최되었다.

한편 한국에서는 외국을 통하여 지렁이의 수입과 사육방법이 1970년도 후반기에 국내에 소개되어 지렁이에 대한 관심이 집중되었으나 외국에서와는 달리 환경보전 차원이나 지렁이의 생태를 이용하는 활동 등 바람직한 방향으로 전개된 것이 아니라 몸의 보신용으로 이용하거나 아니면 투기의 대상으로 잘못 오해 되어 오히려 “토룡탕 사건” 등으로 국민에게 누를 끼치는 원인이 되었으니 매우 애석한 일이었다. 만약에 그 시점부터 열심히 연구하여 지렁이를 활용하였으면 오늘날 문제시 되고 있는 각종 유기성 폐기물 처리에 충분히 일익을 담당하는 한 방법으로 정립되었을 것을 생각하니 같은 생물을 갖고서도 한곳에서는 매우 유익하고 바람직한 방향으로 잘 활용하여 많은 혜택을 받고 있건만 오히려 이로 인하여 많은 피해를 감수해야 한다니 매우 아이러니컬한 일이 아닐 수 없다.

현재에는 국내에서 1980년대에 인공양식을 시작하여 지렁이 사육의 명맥을 겨우 이어오던 몇군데의 양식업자의 양식기술과 국립환경연구원에서 수행하는 기초적 연구를 바탕으로 현재 처리에 많은 어려움이 있는 각종 유기성 슬러지 처리에 지렁이를 이용하는 효율적인 방법을 연구중에 있으며, 아울러 일부 대학과 연구기관에서 이에 대한 연구를 수행중에 있는 것으로 알려져 있어 머지 않은 장래에 우리나라도 이 분야에 많은 발전이 있을 것으로 기대된다.

## 2. 지렁이의 생태적 특성

### 2.1 지렁이 종류와 분류

생물은 크게 나누면 동물과 식물로 나누며 동물은 생태학적인 유형별로 원생동물, 강장동물, 연체동물, 절지동물, 환형동물, 극피동물, 척추동물 등 7가지로 구분된다. 지렁이는 몸체가 가늘고 길면서 원통형으로 되어 있고 둥근형태의 체질이 연속적으로 되어 있으므로 환형동물(Annelida)이라 불리워지며 환형동물문(Phylum)에 속하는 종은 약 8,500여 종이 있는 것으로 알려지고 있으며, 이중 5,000여종(Species) 이상이 갯벌에서 심연까지 청소하면서(유기+무기음식물을 먹고 정화시킴) 헤엄치거나 구멍을 파면서 해양에

서 서식하고 있으며, 약 3,000종이 담수나 토양에서 서식하는데 이러한 동물들은 수서나 육상의 많은 무·척추 동물의 먹이로써 중요한 역할을 한다.

이 환형동물 문은 세분하여 원환충류, 다모류(갯지렁이 등), 빈모류(지렁이 등), 질류(거머리 등) 및 개불류의 5강(Class)으로 구분된다. 지렁이는 일반적으로 체표면에 강모(Seta)라 불리우는 털 같은 것이 있어서 이 강모를 표면에서 밖으로 내기도 들이기도 하여 몸체를 이동이나 회전을 하는데 쓰이는데 지렁이가 빈모류라 불리우는 것은 이러한 강모가 많은 다모류의 갯지렁이와와는 달리 강모가 거의 없기 때문이다.

빈모류는 원시빈모목과 진빈모목으로 대별되고 이는 다시 원시생식문, 근생생식문, 전생생식문 및 후생생식문목(order)으로 세분되는데 지렁이는 진빈모목에 포함되고 우리가 통상 지렁이라 부르는 육상지렁이는 후생생식문목에 해당된다. 이것은 다시 분류적 특성에 따라 그림 1에서 명시한 바와 같이 여러개의 과(family)로 세분된다.

한편 우리나라에서는 지렁이 빈모강을 원시빈모목과 진빈모목으로, 진빈모목을 낚시 지렁이과(Lumbricidae), 염주지렁이과(Moniligastridae) 및 똥보지렁이과(Megascolecidae)로만 구분하였으며, 서식하는 지렁이수도 약 57종만이 밝혀져 있어 지렁이에 대한 분류체계, 지렁이 서식분포 및 종류에 대한 기초적 연구 등이 필요한 실정이다.

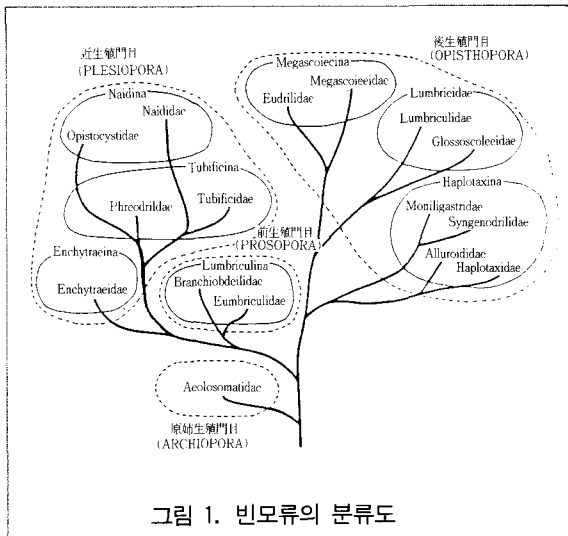


그림 1. 빈모류의 분류도

지렁이의 크기는 종류와 지역에 따라 매우 차이가 있는데 작은 것은 몸길이가 2-5mm, 큰것은 2-3m나 되는 것도 있으며 오스트레일리아에 서식한 다는 *Megascolecus oustralis*는 길이가 3m에 이른다고 한다.

● Vermicomposting에 이용되는 지렁이

전술한 바와 같이 구분되는 지렁이는 그 종류에 있어서 대단히 많지만, 우리가 인공적인 사육을 위한 지렁이는 몇 종류에 지나지 않으며 그 중에서도 단지 두 종류(Manure worm, Red worm)만이 대규모적으로 인공 사육하는 실정이며, 그림 2는 인공양식으로 현재 많이 사육되고 있는 주요지렁이 상대적 크기 및 특성을 나타낸 것이다.

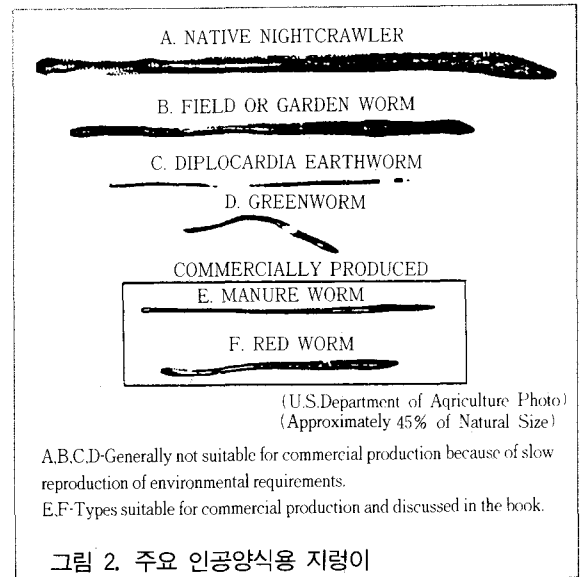


그림 2. 주요 인공양식용 지렁이

● 천연야행성 지렁이(*Native nightcrawler* 또는 *Lumbricus terrestris*)

유럽에서 가장 많이 발견되는 것 중의 하나로서 찰스다아윈이 주로 관찰에 이용했던 종이다. 우리나라에서도 서식하고 있는지는 밝혀진 바 없으며 일본에서는 발견되지 않은 종이다. 길이는 90-300mm 정도로 풀밭이나 야외에 서식하는 지렁이로 우리나라의 밭에서 서식하고 있는 밭지렁이 등과 유사하지 않나 생각된다. 야생의 포획은 주로 밤에 땅위로 올라오는 야행성을 이용하여 회충전등을 비추어서 잡으며 미국, 유럽에서는 주로 낚지용으로 줄지렁이와 함께 가장 많이

이용된다. 사육특성은 유기물이 많은 토양에서 증식은 잘 되나 번식속도는 낮은 편이며 운반이나 사육시 사육조건이 까다롭기 때문에 대단위 인공양식에서는 기피되고 주로 소규모적으로 인공사육되는 종이다.

● 들지렁이(Field 또는 garden worm)

들이나 정원의 습한지역에 주로 서식하며 이 지렁이 역시 우리나라에서 서식하는지는 아직 밝혀지지 않고 있다. 이 지렁이는 미국의 남부에서는 천연 야행성 지렁이 보다 더 많이 발견되는 종류이나 동일지역이라도 천연야행성 지렁이는 토양의 비옥도가 높는데 주로 서식하는데 비하여 들지렁이는 토양의 비옥도가 낮은 지역에 주로 서식하는 특성을 가지고 있다. 이것 역시 대단위 인공 양식에는 적합치 않은 것으로 알려져 있다.

● 디플로카디아 베르코사(*Diplocardia verrucosa*)

형태가 가늘고 작은 지렁이로 우리나라에서는 서식하지 않는 것으로 보여지나 일본에서는 쌍심장 지렁이로 명명되고 있다. 주요 서식지는 온대와 한냉지역의 비옥도가 낮은 토양에서 잘 서식하며 이 종류도 대규모적인 인공양식에는 부적합한 것으로 알려져 있다.

● 푸른지렁이(Green worm 또는 *Helodrilus chloroticus*)

짧고, 굵으며 녹색을 띠고 있는 것이 특색인데 우리나라에서는 발견되지 않고 있다. 다른 지렁이는 왕성하게 보이는 반면 이 지렁이는 활성이 적은 것처럼 보이고 주로 휴면중인 것처럼 보이는 상태로 발견된다. 이 지렁이 역시 인공양식에는 미흡하다고 알려져 있다.

● 줄지렁이(*Helodrilus foetidus*, *Eisenia Foetidus*; Manure worm)

이 지렁이는 손으로 만질때 환절의 마디에 황색 또는 밤색의 줄 무늬가 있는 것으로 쉽게 구분되는데 몸 길이는 60mm-180mm, 굵기는 3-4mm, 체절수는 80-110으로 이 지렁이는 유기물이 풍부한 분뇨나 두엄 더미 등에서 주로 서식하며, 전세계에 분포되어 있는데 인위적인 방법에 의하여 전파되어진 것으로 보여진다. 1년중 난포, 유체 및 성체의 진행과정을 거치며 번식속도가 빠르다.

또한 각국에서 고대로부터 낚시용 미끼로 이용되어져 왔으며 최근에는 양어, 양계의 사료 및 인공양식용 지렁이로 활용된다.

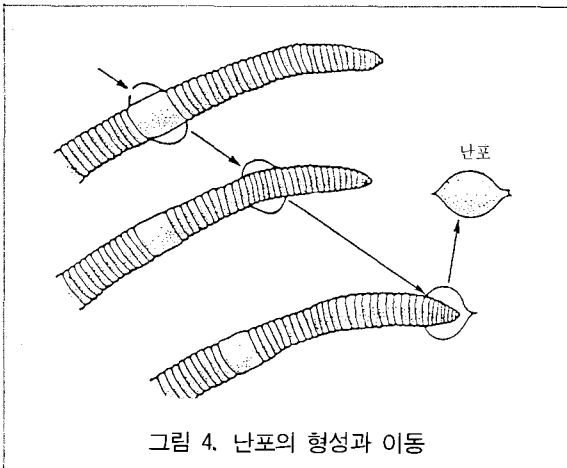
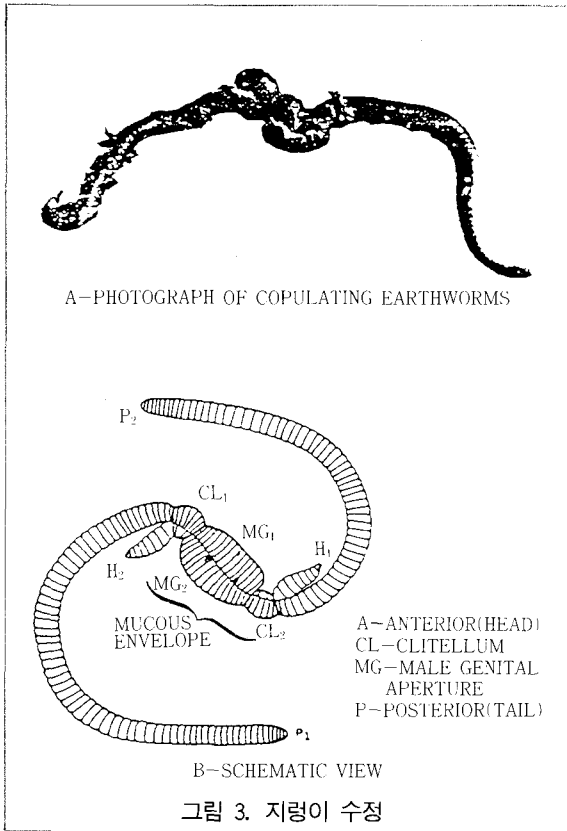
1970년 캐나다 Hollands Landing에서 하수처리장 슬러지, 식품공장 슬러지 및 분뇨를 실제 현장 규모로 설치 한 것을 모태로하여 일본에서는 펄프 및 제지슬러지를 시점으로 개발하여 쓰레기와 다른 분야에까지 확장하였으며 미국에서는 1979년 텍사스주 Lufkin시에서 1일 처리용량 1,800 갤론을 처리하는 시설을 제작하여 Composting에 관한 연구를 발전시켜 오고 있는 실정이다.

● 붉은지렁이(*Lumbricus rubellus* 또는 red worm)

이 지렁이는 전반적으로 줄지렁이와 거의 유사하나 줄지렁이보다 색이 조금 짙어 밤색이나 붉은색으로 보이며 황색의 줄무늬가 보이지 않는다는 점이 다르다. 서식처는 분뇨나 두엄더미에서 발견되며 줄지렁이와 같이 서식하기도 한다. 길이는 25mm-105mm, 체절수는 95-120이다. 이 종류는 유럽에는 가장 보편적인 것으로 우리나라에서의 서식 유무는 구체적으로 밝혀진 바 없으나 우리나라와 조건이 유사한 일본에서는 서식하지 않는 것으로 알려져 있다.

그러나 일본에서는 이 지렁이를 미국에서 수입하여 줄지렁이와 함께 인공양식에서 가장 많이 양식하고 있는 지렁이로 알려져 있으며 우리나라에서도 역시 과거에 외국으로부터 지렁이 인공양식을 위하여 씨종자로 구매하여 사육한 것을 기점으로 하여 전파된 것으로 추정된다. 이 지렁이는 적응능력이 강해 가장 많이 인공양식에 이용되는 종류이다.

위의 종류이외에도 인공사육 되거나 가능성이 있는 종류는 더 있는 것으로 알려져 있으나 대체로 위에서는 6가지 종류와 유사한 특성을 갖고 있다. 현재에는 인공양식에서 주로 이용되고 있는 지렁이는 줄지렁이



와 붉은 지렁이가 80-90% 정도 차지하고 있는 실정이며 이 두가지 종류가 현재까지는 가장 잘 인공사육되어 사육하기 쉽고 경제성이 높은 것으로 알려져 있다.

## 2.2 지렁이 성장과 증식

### 2.2.1 수정과 산란

지렁이는 자웅동체(암수한몸)로써 각기 다른 개체와 교미를 필요로 하는데 교미방법은 우선 두 개체의 지렁이가 그림 3과 같이 서로 끼꾸러 된 형태로하며, 교미시에는 쌍방의 환대에서 점액을 분비하여 두몸을 감싸 접촉하고 있는 부분이 쉽게 떨어지지 않도록 만들며 이러한 형태가 되면 조금만 자극을 가할시에도 쉽게 떨어지지 않게 된다. 정자교환은 정액이 상대방의 수정공에 도달하면 수정주머니에 정자가 일시 보관된다.

여기서 산란이 가까워지면 환대에 점액이 분비되어 원통형의 얇은 막을 만들고 이 내부로 고농도의 단백질액이 분비되어지고 난자가 이 막속에 유입되면 이막은 환대에서 머리부분 쪽으로 그림 4와 같이 이동되는데 이 기간에 수정공에서 정자가 방출된다.

이동한후에 지렁이 몸체에서 벗어난 것은 앞과 뒤가 수축되고 둘러 쌓여져 난포(cocoon)가 된다. 난포의 양 끝이 돌기된 상태가 된 것은 이때문이다.

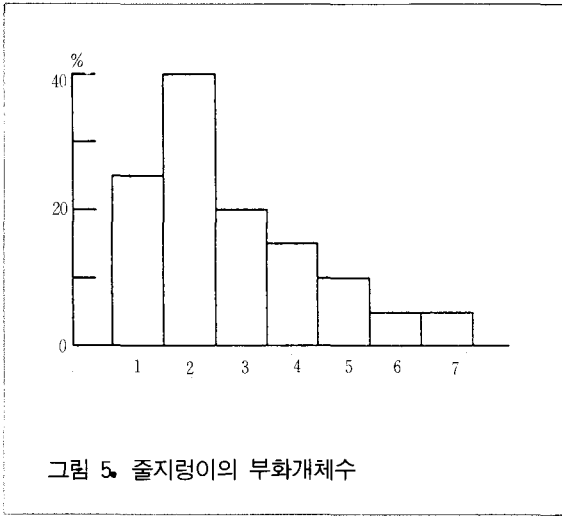
난포막은 초기는 투명한 황백색의 이지만 차차 색깔이 짙어지면서 황갈색으로 변하고 지렁이의 수정난은 이 난포안에서 분열한다.

*Megascolecidae*는 한 개의 난포에서 한개체씩 생산되고 *Lumbricidae*류에서도 대부분이 한개의 난포에서 1개체가 부화되지만 줄지렁이(*E.foetida*)는 한개의 난포에서 여러개의 개체가 나오는 것으로 알려져 있다. 표1 및 그림 5에 표시한 것과 같이 줄지렁이는 다른 종류의 지렁이와는 다르게 한개의 난포에서 동시에 많은 새끼지렁이가 부화되는 것을 나타내고 있다.

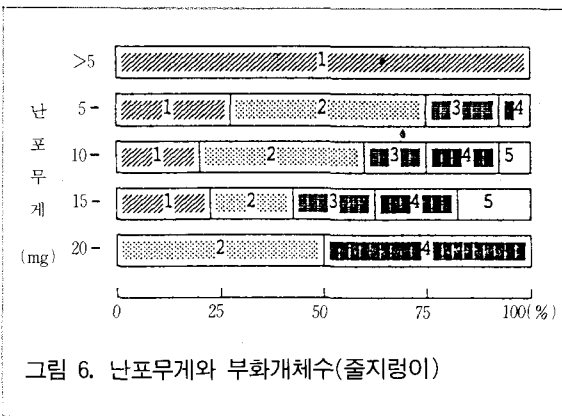
또한 이렇게 부화되는 새끼지렁이 개체수는 난포의

표 1. 지렁이 부화개체수

종 명	출현 유 체 수%						생식지
	1	2	3	4	5	6	
<i>Allobophora japonica</i> form A	100						초 지
<i>A. japonica</i> form B	100						삼 립
<i>A. caliginosa</i>	9	91					초 지
<i>A. rosea</i>	100						삼 립
<i>Eisenia foetida</i>	8	13	19	28	18	17	퇴 비
<i>Dendrobaena octaedra</i>	100						삼 립
<i>Bimastus tenuis</i>	100						경 지

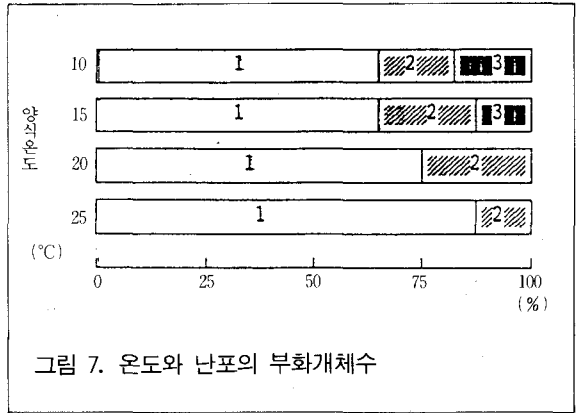


크기와 관련이 있는데 그림 6은 난포의 크기 (중량)와 부화된 새끼지렁이수를 표시하고 있다. 크기가 크면 새끼지렁이 부화수가 많고 작은 것은 (5mg 이하) 1개체 밖에 부화되지 않는 것을 보여주고 있다. 또한 난포가 부화하는데에는 온도도 매우 중요한 요



소인데 그림 7은 온도에 따른 출현개체수를 나타낸 것으로 10°C, 15°C에는 2-3개체가 출현하는 것이 있는데 반하여 20°C에서 3개체 출현하는 것은 하나도 없고 25°C에서는 두개체가 출현하는 것도 감소되는 것을 보여준다. 결국 고온에서는 부화되는 개체수가 감소하는 경향을 보여주고 있다.

한편 지렁이가 1년에 한마리당 어느 정도의 난포를 산출하는가에 대한 자료는 정확히 알려져 있지 않지만 유럽에서 조사된 표2의 자료에 의하면 L.Lubellus,



L.Castaneus 등은 산출수가 많고 A.resea, A.longa 등은 10개 미만으로 매우 적다.

표 2. 지렁이의 연간 난포생산수

	년도	난포수		년도	난포수
<i>L. rubellus</i>	1946	79	<i>O. cyaneum</i>	1946	13
<i>L. castaneus</i>	1945	65	<i>E. foetida</i>	1946	11
<i>D. subrubicunda</i>	1956	42	<i>A. rosea</i>	1946	8
<i>A. caliginosa</i>	1946	27	<i>A. longa</i>	1945	8
<i>A. chlorotica</i>	1946	25	<i>A. nocturna</i>	1945	3
<i>D. mammalis</i>	1945	17			

산출된 난포수는 종류 또는 환경 조건의 차이, 섭취물 등에 따라 다르게 되는데 최적의 환경조건에서는 많은 난포가 산출되고 환경조건이 악화되면 산출수가 적게 된다고 생각되어지지만, 산출되는 난포수는 건조, 고·저온 또는 포식동물의 활동 등으로 인한 악조건이 되면 역으로 종족보존을 위하여 평상시 보다 많은 난포를 산출한다고 한다.

또한 토양 깊숙이까지 구멍을 파고 서식하는 지렁이는 자신을 안전하게 보호하는 것이 가능하므로 산출수가 적고 지표근처에 서식하는 L.Lubellus, L.castaneus, L.subrubicunda 등은 외적요인에 직접 영향을 받기 때문에 산란수가 많다고 말하여지고 있다.

섭취물에 있어서도 E.foetida는 쓰레기 두엄, 분 등 여러가지의 것을 먹을 수 있는 것은 그렇지 않은 것과 비교해서 약 10%정도라는 보고도 있다.

(다음호에 계속)