

지렁이 분변토가 식물성장에 미치는 영향

송준상, 이길철, 전성환, 이민도, 조경희

국립환경연구원 폐기물연구부
서울특별시 은평구 불광동 280-17(우 120-040)

The Effects of Earthworm Casts on Growth of Plants

Jun-sang Song, Kil-Chul Lee, Sung-Hwan Chun,
Min-Do Lee, and Kyung-Hee Cho

National Institute of Environmental Research
Seoul 122-040, Korea

ABSTRACT

Objectives in this study are to stabilize the organic sludges which were produced from papermill wastewater, nightsoil treatment facilities and utilized as foods for earthworm, to find the method for using the cast which was originated by earthworm as fertilizer, and ultimately to develop the practical technique to solve the environmental problems by optimization of wastes treatment. The results of this study were summarized as follows. In the investigation for fertilizer effect of cast, germination rates of cucumber, tomato, and cabbage were investigated. The germination status of 3 types of plants was excellent as over 90% in the combination case of 30-45% cast. In the investigation for fertilizer effect of cast derived from nightsoil sludge, the growing status of cucumber, tomato, and cabbage was excellent in the combination case of 30-45% cast. In the experiment for fertilizer effect investigation of cast derived from papermill sludge, the growing status of cucumber, tomato, and cabbage was excellent in the combination case of 30-45% cast. Also, in the combination case of 60% cast, plants growth was not disturbed.

초 록

본연구는 분뇨처리장과 제지폐수 처리장에서 발생된 유기성 슬러지를 지렁이 먹이로 활용하고 지렁이가 배설한 분변토(cast)를 유기질비료, 토양개량제로 재활용하여 폐기처분되어야 하는 유기성 슬러지를 자원화하는 기술을 개발하는 것으로 폐기물 재활용의 일익을 담당할 수 있을 것으로 사료된다.

분변토의 비효성조사를 위해 오이, 토마토, 배추 3가지 작물의 발아율을 조사한 결과 분변토를 배합하지 않은 대조구에서는 40.7~61.7%로 발아율이 낮았으나, 30~45%의 분변토를 배합한 처리구에서 3가지 작물의 발아율이 90% 이상으로 높게 나타났다. 분뇨처리장 슬러지를 지렁이 먹이로 하여 발생된 분변토로 식재한 오이, 토마토, 배추의 성장후 초장, 경경, 엽면적, 엽수, 생체중, 건물중, 뿌리의 생체중, 및 건물중 등 8가지 생육상황을 조사한 결과 15%, 60%의 분변토를 배합한 처리구에 비해 30~45%의 분변토를 배합한 처리구에서 3가지 작물의 성장이 양호한 것으로 나타났다. 제지폐수 처리장 슬러지를 지렁이 먹이로 하여 발생된 분변토로 식재한 오이, 토마토, 배추의 생육상황을 조사한 결과 30~45%의 분변토를 배합한 처리구에서 3가지 작물 모두 성장이 양호한 것으로 나타났으며, 분뇨분변토와는 달리 60%의 분변토를 배합한 처리구에서도 생육장애가 발생되지 않고 성장이 양호하였다.

핵심용어—지렁이, 분변토, 자원화, 재활용, 비효성

1. 서 론

자연생태계에서 지렁이는 부숙된 건초, 식물체, 동물의 분 등과 같은 다양한 유기성 폐기물을 분해하여 생산자인 녹색식물이 쉽게 이용할 수 있는 물질로 전환시키는 작용을 한다. 지렁이는 생태계에서 소비자들로부터 발생된 유기성 폐기물을 분해하여 토양을 비옥하게 하며, 이와 같이 비옥해진 토양에서는 생산자의 성장이 왕성하게 된다. 이와 같은 지렁이의 생리적 특성을 이용하여 지렁이 양식(Vermiculture), 지렁이 퇴비화(Vermicomposting) 및 지렁이 안정화(Vermistabilization) 등의 지렁이를 이용하는 기술이 사용되고 있다.

19세기 후반에 찰스 다윈(1881)의 연구를 시작으로 지렁이의 생태학적 역할에 대한 과학적인 연구가 시작되었다. 그 후 동물학자, 토양학자, 농업학자, 식물학자, 원예가 등에 의해 지렁이의 역할과 기능에 대한 과학적 연구가 수행되었고 많은 성과를 얻게 되었다(Satchell, 1958, 1967; Barley, 1961; Edwards and

Lofty, 1977).

1954년 뉴질랜드의 Hamblyn과 Ding Wall (1954)은 황폐화된 산성토양에 석회를 뿌리고 지렁이를 입식시킨 결과 지렁이를 넣어준 주위의 풀이 무성하게 자라는 것을 관찰하여 보고하였다. 이와 유사하게 각국의 농업, 식물, 동물, 목축, 화훼, 원예등의 분야에서 지렁이가 토양을 비옥하게 하고 수확량을 증가시킨다는 연구 보고가 계속되었으며, 지렁이의 생태적 기능 뿐만 아니라 지렁이 자체의 활용과 배설물인 분변토(Cast)에 대한 연구가 진행되어 왔다.

한편 지렁이의 생태적 기능에 대한 연구가 진행되어 생체내의 여러가지 생화학적 반응을 규명하는 연구로까지 발전되었고 이에 따라 지렁이의 유효이용 기술도 발전하게 되었다. 1980년대에는 종래의 지렁이 관련연구와 활용방법에 커다란 변혁이 이루어져 지렁이의 역할을 또다시 재조명하게 되었다. 이때까지만 하더라도 지렁이는 주로 작물의 수확 증대나 토양의 경운에 활용하는 것이 고작이었으나 이 이후부터는 지렁이가 유기성 폐기물을 잘 섭취하여 안정된 물질로 전환시킬 수 있다는 생리적 기능이 확인되

있으며 이러한 연구결과를 환경오염방지기술로 활용하기 시작하였다.

실제로 이러한 시도는 1970년 캐나다 Hollands Landing에서 하수처리장 슬러지, 식품공장 슬러지 및 분뇨를 현장규모 시설을 설치하여 처리하였으며, 이웃나라 일본에서는 펄프 및 제지공장 슬러지를 지렁이를 이용하여 처리하고 생활쓰레기와 다른 폐기물로 까지 적용대상을 확대하는 연구를 수행하였다. 또한 미국에서는 1979년 텍사스주 Lufkin시에서 1일 처리용량 1,800 갤런을 처리하는 시설을 설치운영하여 Vermistabilization에 관한 연구를 발전시켰다.

또한 이탈리아, 영국 및 네덜란드에서는 지렁이를 사용하여 폐기물이 처리된 후 발생하는 분변토를 원예에 사용하고 있고 동남아의 필리핀에서는 물소의 분을 처리하여 Cast를 판매하고 증식된 지렁이는 양계의 사료로 이용하고 있으며, 인도네시아에서는 토끼의 분을 처리하는데 활용하고 있으며, 미얀마, 태국 등에서도 이에 대한 연구가 시도되고 있는 것으로 알려져 있다.

지렁이의 종류는 대단히 많지만 인공적으로 사육할 수 있는 지렁이는 *Eisenia foetida*, *Lumbricus rubellus*, *Lumbricus terrestris*, *Eudrilus eugeniae* 등 몇 종에 지나지 않으며 그 중에서도 *Eisenia foetida*와 *Lumbricus rubellus* 두 종류만이 증식속도와 슬러지 처리효율적 측면에서 대규모로 인공적으로 사육하는데 적합하고 경제성이 있는 종인 것으로 알려지고 있다.

지렁이는 유기물을 자체적으로 소화하거나 영양분을 분해, 흡수하는 소화기능이 덜 발달되어 있어 유기물을 단독으로 소화 흡수하지 못하고 토양미생물의 도움을 받아 소화흡수하는 것으로 알려져 있다. 즉 지렁이는 입을 통하여 먹이가

되는 유기물질을 섭취할 때 토양을 같이 섭취한다. 섭취한 먹이와 토양은 지렁이의 장내에 도달하게 되며 이때 장내에서는 미생물이 증식하면서 유기물질을 분해하고 분해된 물질을 흡수한다. 그러나 이때 미생물의 작용이 너무 활발하게 되면 지렁이 서식지에 존재하는 산소를 모두 미생물이 이용하게 되므로 지렁이는 질식하여 사멸하게 된다. 지렁이의 먹이로 이용될 수 있는 물질은 동물의 분, Card board, 폐기물 Compost, 목재 및 제지 폐기물, 파쇄한 정원 쓰레기, 소화한 하수처리장 잉여슬러지 등인 것으로 알려져 있지만 먹이선정 기준은 가격, 이용 가능량, 편리성, 지렁이가 먹을 수 있는 조건 및 향후 부산물의 활용도에 따라 달라질 수 있다.

국내에서 발생하는 폐기물중 재활용이 가능한 유기성 슬러지는 전국의 156개 분뇨처리장과 22개 도시 하수종말 처리장에서 1일 약 1,500톤과 제지 및 식품산업 시설에서 1일 약 1,500톤의 유기성 슬러지(환경처, 1991)가 발생하는 것으로 알려져 있다.

이러한 유기성 슬러지는 도시하수시설의 확충, 방류수 수질기준의 강화 및 산업시설의 증가 등으로 지속적인 증가가 예상된다. 가장 이상적인 폐기물의 처리방법으로는 폐기물을 감량화하고 재활용할 수 있는 자원화 기술로 볼 수 있다.

따라서 이러한 폐기물의 적정처리와 폐기물 처리의 필요성에 부응하여 폐기물중에서도 유기성 슬러지는 그 발생량도 많고 처리, 처분하는데 큰 어려움이 있으므로 지렁이를 이용하여 처리하는 방안에 대해 관심을 갖게 되었다. 이에 따라 지렁이를 이용한 유기성 슬러지의 처리의 부산물인 분변토의 이화학적 특성과 유기질비료나 토양개량제로의 이용을 위한 연구를 수행하게 되었다.

2. 실험재료 및 방법

2.1 실험재료

(1) 공시작물 ; 배추 (*Brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis* MAKINO), 오이 (*Cucumis sativus* L.), 토마토 (*Lycopersicon esculentum* MILL.)를 공시작물로 선정하고 국내에서 구입할 수 있는 종자로 배추는 농우교배의 농우엇갈이, 오이는 태우교배의 백선다다기 오이, 토마토는 한농교배의 광명토마토를 분변토의 비효성 실험에 사용하였다.

(2) 공시재료 ; 분뇨처리장과 제지폐수처리장에서 발생하는 슬러지를 지렁이에게 먹이로 투여한 후 배설된 각각의 분변토를 사용하였고 공시토양으로는 Vermiculite를 사용하여 분변토에 배합하였다. 배합율을 보면 Vermiculite 100%는 대조구(Control)로 하고 분뇨 및 제지 분변토 각각을 Vermiculite와 15 : 85, 30 : 70, 45 : 55, 60 : 40의 비율로 혼합조제하였다.

(3) 엽면적 측정기 ; 실험작물의 엽면적측정에는 LI/COR(LI/300A) Area meter를 사용하였다.

2.2 실험방법

(1) 분변토의 이화학적 특성

지렁이의 먹이로 사용한 분뇨처리장 슬러지, 제지폐수 처리장 슬러지, 지렁이가 배설한 각각의 분변토, 및 Vermiculite의 이화학적 특성을 조사하기 위해 pH, 함수율(MC), 휘발성 유기물질(VS), 총탄소(TC), 총유기질소(TKN ; Total Kjeldahl Nitrogen), P_2O_5 , K_2O , CaO, MgO 등 9개 항목을 폐기물공정시험방법(1991) 및 비료분석법 해설(1985)에 따라 분석하였다.

(2) 지렁이 분변토를 이용한 작물의 발아율 조사
혼합비별로 조제한 공시재료를 연결 pot에 넣

고 발아구 1개(26.7 cm³)당 배추, 오이, 토마토 종자를 각각 3립씩 심었으며 각각의 작물당 총 60립의 발아율을 15일간 조사하였다.

(3) 지렁이 분변토를 이용한 작물의 육묘실험

지름이 12 cm인 plastic pot에 분변토의 혼합비별로 구분하여 800 g씩 담았고 함수율은 약 65%로 하였다. 오이와 배추는 육묘이식 30일 후, 토마토는 50일 후 생육조사를 실시하였다. 각각의 조사내용은 다음과 같으며 농촌진흥청의 농사시험연구조사기준(1983)을 참고하였다.

1) 초장 ; 지표부에서 최장엽 첨단까지의 길이를 줄자로 측정하였다.

2) 경경 ; 줄기와 지표부가 맞닿는 지점의 두께를 calipers를 사용하여 측정하였다.

3) 엽면적 ; 1 cm² 이상의 잎을 area meter로 측정하였고 면적이 너무 큰 것은 조각내어 측정하였으며 배추의 경우 최대엽의 엽면적, 최대엽폭, 평균엽폭을 측정하였다.

4) 엽수 ; 면적이 1 cm² 이상의 잎을 조사하였다.

5) 생체중량 ; 지표면을 기준으로 지상부, 지하부로 구분하여 각각 중량을 측정하였으며 지하부인 뿌리는 흙을 털어낸 후 물로 잔여분의 흙을 씻어낸 다음 신문지를 포개어 표면의 수분을 제거한 후 중량을 측정하였다.

6) 건물중량 ; 작물의 지상부, 지하부를 105℃에서 2시간 killing 후 80℃에서 24시간 건조하여 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 작물의 발아율조사

(1) 원대상 슬러지와 분변토의 이화학적 특성

지렁이가 유기성 슬러지를 먹이로 섭취하여 소화관 내에서 당, 지질, 단백질 등의 소화산물을 흡수하고 미분해된 섬유질을 체외로 배출하

는데 이때 점성물질이 섞여 분변토가 형성된다. 분변토는 보수성, 흡습성, 통기성이 우수한 고 큰 입자로서 그 크기는 대개 0.2~2.0 mm 내외의 구형내지 타원형이며 분변토의 색깔은 먹이의 종류에 따라 다소 달라지지만 일반적으로 암갈색이다. 분변토는 충분한 영양염류와 함께 유기질을 다량 함유함으로써 토양 개량제나 유기질 비료로서 가치가 높은것으로 알려져 있다. <표 1>은 분변토의 이화학적 특성을 조사한 결과이다.

<표 1>을 보면 분변토와 혼합하는 Vermiculite의 pH는 6.05를 나타내었으며 지렁이의 먹이로 사용한 분뇨처리장의 슬러지(이하 분뇨슬러지)와 제지폐수처리장 슬러지(이하 제지슬러지)에서 7.48, 8.26으로 나타났으며 분뇨분변토와 제지분변토의 pH는 5.39, 6.12로 조사되어 원대상 슬러지보다는 pH가 낮았으나 대략 pH 7 정도로 중성에 가까와 유기질 비료로서의 토양사용 및 상토자재로 다량 사용해도 문제가 없을 것으로 사료되었다.

합수율의 경우는 슬러지와 분변토에서 42.6~67.20%의 범위로 조사되었으며 Vermiculite는 0.51%로 조사되어 매우 낮은 합수율을 보였으나 실험에 사용할 때에는 인위적으로 수분을 조정하였으므로 문제가 되지 않았다.

VS는 Vermiculite에서 0.39%로 유기물이 거의 없었으며 먹이인 슬러지에서는 45.55~68.50%였고 분변토에서는 43.50~44.20%로 조사되어 먹이인 슬러지보다 분변토에서 감소하였는데 이는 지렁이가 생육에 사용하였기 때문이라 판단된다.

TC는 Vermiculite에서 0.21%로 조사되어 작물의 에너지원이 되지 못하리라 판단되며 지렁이의 먹이로 급여한 슬러지에서 30.06~36.24%였고 분변토에서는 23.02~23.39%로 슬러지에 비해 감소되어 TC도 역시 VS와 마찬가지로

로 지렁이가 성장발달에 사용하였기 때문에 감소된 것이라 사료된다.

TKN은 Vermiculite에서 0.02%로 나타났고, 분뇨슬러지에서 2.16%였으나 분뇨분변토에서는 1.85%로 조사되었고 제지슬러지에서는 0.47%로 조사되었고 제지분변토에서는 0.41%로 조사되어 분뇨슬러지보다는 제지슬러지에서 작물에 영양이 되는 TKN이 많았으며, 또한 분뇨, 제지슬러지에 비해 분뇨, 제지분변토에서 TKN이 다소 낮은 수준인데 이는 지렁이가 성장에 흡수 이용하고 암모니아성 질소가 산화되어 질산성 질소로 변화된 것에 기인한 것으로 사료된다.

P₂O₅의 경우 Vermiculite에서 0.01%였으며 분뇨슬러지에서 2.58%, 분뇨분변토에서 2.20%로 조사되어 분변토에서 조금 감소되었으며 제지슬러지는 0.06%였고 제지분변토는 0.04%로 조사되어 슬러지에 비해 분변토에서 P₂O₅가 감소되었는데 이 성분 역시 지렁이가 성장발달에 흡수이용한 것으로 판단된다.

미량영양원소 K₂O의 경우를 보면 지렁이에게 먹이로 급여한 분뇨, 제지슬러지에서 2.43%, 0.95%였으며 분뇨, 제지분변토에서는 1.51%, 0.43%로 슬러지에서보다 함량이 감소되어 이들 성분 역시 지렁이의 생육에 이용된 것으로 판단된다.

미량영양원소 CaO는 분뇨, 제지슬러지에서 5.56%, 4.12%였으며 분뇨, 제지분변토에서는 4.28%, 3.06%으로 조사되었으며 MgO의 경우는 분뇨, 제지슬러지에서 3.28%, 4.52%였으며 분뇨, 제지분변토에서 2.44%, 3.42%로 조사되어 슬러지에 비해 약간의 함량감소가 있었는데 이도 역시 지렁이가 생육에 이용한 것이라 사료된다.

현재 농촌에서는 노동력 감소와 퇴비제조회 번거로움 때문에 자가 퇴비생산이 점차 감소되

는 추세에 따라 시판 유기질 비료를 퇴비 대신 상토의 자재로서 사용하는 농가수가 증가하고 있다. 상토는 종자 발아 및 유묘의 생육배지이므로 배합하는 유기질 자재의 부숙도가 중요하며 미부숙 유기물이면 암모니아 가스등의 발생으로 뿌리 및 엽의 생육이 지장을 받게 된다.

따라서 상토에 사용하는 유기질 자재는 완숙 퇴비와 같이 무기양분이 골고루 적당하게 함유된 물론 배수성이 좋고 특히 유해가스의 발생이 없어야 한다. 그런데 지렁이 분변토는 이화학적 특성 및 부숙도에 있어서 완숙퇴비와 유사해 상토자재로서 유망할 것으로 판단되었다.

Brady(1974)와 Harris(1990)의 보고서를 보면 외국에서도 지렁이분변토의 이화학적 성분의 우수성이 인정되어 토양의 개량 및 유기질 비료 자원으로 이용되고 있음을 알 수 있다.

Bender 등(1992)은 미국에서 시중에 판매하는 토양개량제, 유기질 비료와 분변토에 대하여 영양염류의 함량, 물리화학적 특성, 중금속 농도, 탄소와 질소의 균형, 수분 보유 능력 및 양이온 교환 능력을 분석하여 평가한 결과 이들중 분변토가 가장 우수한 것으로 발표한 바 있다. 또한 이들 분변토는 지렁이 농장(The Worm Concern, 1450 Tierra Rejada Simi Valley,

CA 93065)에서 1gallon 포장단위로 하여 \$4.00(2,400원)의 가격으로 다른 퇴비보다 훨씬 고가로 판매되고 있다.

(2) 발아율 시험

분뇨처리장 슬러지와 제지폐수 처리장 슬러지를 지렁이 먹이로 급여한 후 지렁이가 배설한 분변토를 오이, 배추, 토마토 등 작물의 발아율 시험에 사용한 결과는 다음과 같다.

〈그림 1〉은 파종후 15일까지의 분뇨 분변토 배합율에 따른 작물별 발아율을 조사한 것이다.

대조구(Vermiculite 단독처리한 경우)에서 오이, 배추, 토마토의 발아율은 40.7~61.7% 수준으로 저조한 결과를 보였으며, 대조구에 비해 분변토를 투여한 처리구에서 작물의 발아율은 분변토를 15~45% 되도록 투여한 처리구에서 모두 90% 이상으로 발아율이 높았다.

작물별로 발아율을 비교해 보면 배추는 오이나 토마토에 비해 분변토 배합율에 관계없이 모두 95% 이상으로 발아율이 높았다. 오이는 15~45% 분변토를 투여한 처리구에서 모두 90% 이상의 발아율을 나타냈으나 분변토를 60% 투여한 처리구에서는 발아율이 약간 감소되었다. 토마토의 발아율은 15~45% 분변토를 투여한

Table. 1 Physicochemical characteristics of Earthworm cast

(unit : %)

Item	pH	MC	VS	TC	TKN	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Vermiculite	6.05	0.51	0.39	0.21	0.02	0.01	0.14	5.4	16.74
NC	5.39	42.60	44.20	23.39	1.85	2.20	1.51	4.28	2.44
PC	6.12	52.70	43.50	23.02	0.41	0.04	0.43	3.06	3.42
NS	7.48	67.20	68.50	36.24	2.16	2.58	2.43	5.56	3.28
PS	8.26	59.50	45.55	30.06	0.47	0.06	0.95	4.12	4.52

* NC : The cast produced nightsoil treatment sludge

PC : The cast produced papermill wastewater treatment sludge

NS : nightsoil treatment sludge

PS : papermill wastewater treatment sludge

한 처리구에서 80% 이상의 발아율을 보였으나 60% 분변토를 투입한 처리구에서는 71.7%로 다른 처리구보다 발아율이 감소되었다. 농촌진흥청의 농사시험연구 조사기준(1983)의 80% 이상의 발아율은 양호하다는 기준으로 볼 때 오이, 배추, 토마토 3작물 모두 15~45% 분변토를 투입한 처리구에서 양호한 발아율을 나타내었다. 다른 작물과는 달리 배추는 60% 분변토를 투입한 처리구에서도 발아율이 96.7%로 조사되어 오이, 토마토와는 다른 차이점을 보였다.

<그림 2>는 제지폐수처리장 슬러지를 지렁이의 먹이로 급여한 후 배설된 분변토의 비효성을 평가하기 위해 제지분변토 처리량에 따른 오이, 배추, 토마토의 발아율을 조사한 결과를 그래프로 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 대조구보다 분변토를 투입한 처리구가 발아율이 모두 높았으며, <그림 1>과 유사한 경향을 나타

내었다.

작물별로 발아율을 비교해 보면 오이와 배추는 15~60% 분변토를 투입한 처리구에서 95% 이상의 높은 발아율을 보였다. 토마토는 30~45% 투입한 처리구에서 93.4%의 발아율을 나타내 다른 처리구 보다 발아율이 높았으며, 60% 분변토를 투입한 처리구에서도 81.0%를 나타내 60% 처리구도 토마토의 발아배지로서는 괜찮으리라 사료된다.

무우종자 발아에 미치는 분변토의 효과에 대한 김(1991)의 보고서를 보면 지렁이 분변토 처리구에서는 무우종자가 거의 발아되었으나 지렁이를 사육하지 않은 퇴비구에서는 발아율이 60~70%에 머물렀다고 한다.

이상의 결과를 종합해 볼 때 분변토를 유기질 비료나 토양개량제로써 발아 배지나 육묘상토의 용도로 사용할 때에는 분변토 배합처리량이 30~45%가 적당한 범위라고 판단된다. 또한, 분

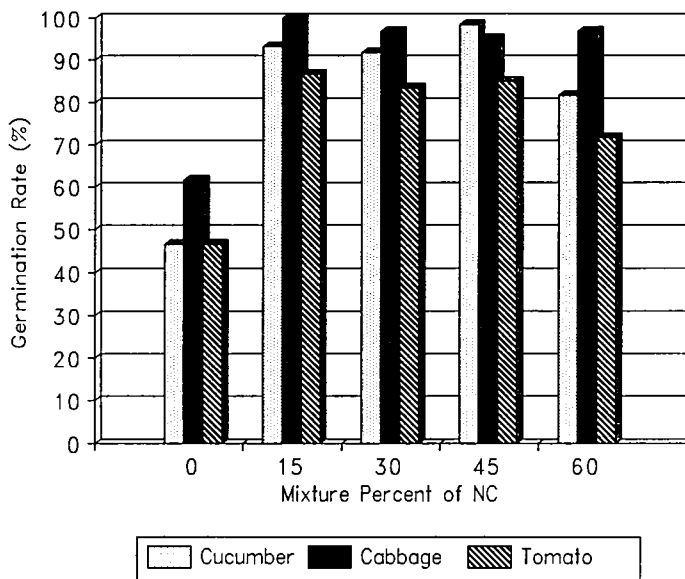


Fig. 1 Variation of germination rate according to variation of mixture rate of cast produced by nightsoil treatment sludge (NC).

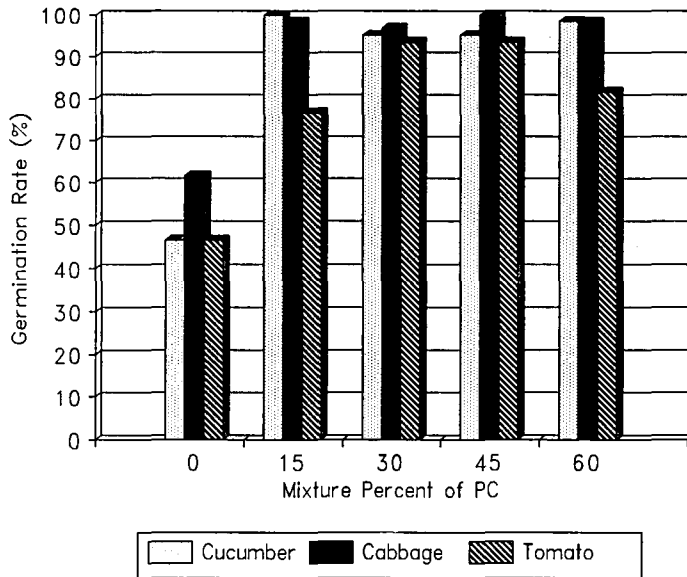


Fig. 2 Variation of germination rate according to variation of mixture rate of cast produced by papermill wastewater sludge (PC).

분변토를 60% 되도록 투여한 처리구에서 분변토를 적게 투여한 처리구보다 약간 낮은 발아율을 나타낸 것은 분변토 중에 들어있는 유기물질이 미생물의 작용에 의하여 분해되는 과정에서 식물의 발아에 영향을 주었기 때문인 것으로 사료된다. 그러나 분변토를 30% 이상 다량 사용하여도 작물에 해가 없는 것으로 보아 다른 유기질 비료보다 훨씬 효과적인 것으로 판단된다.

3.2 작물의 육묘실험

(1) 분뇨분변토

분뇨처리장 슬러지를 지렁이의 먹이로 급여한 후 지렁이가 배설한 분변토(이하 분뇨 분변토) 사용에 의한 작물별 생육 효과를 조사하기 위해 분뇨 분변토를 0, 15, 30, 45, 60%가 되도록 인공토양(Vermiculite)과 배합처리하여 pot에 담아 유묘의 성장 배지로 사용하였다. 파종후 15일 된 오이, 배추, 토마토의 건강한 유묘를

플라 pot에 이식하여 오이, 배추는 이식 후 30일, 토마토는 이식후 50일까지의 분변토 처리별 작물의 생육상황을 조사한 결과는 <표 2, 3, 4>와 같다.

<그림 3>을 참고로 하여 분뇨분변토를 배합별로 처리한 작물의 생육 상황을 각각의 항목에 따라 살펴보면 우선 3작물의 초장은 대조구에 비해 분변토를 투여한 처리구에서 월등하게 컸으며 오이를 재배한 처리구에서는 분변토의 처리량이 증가함에 따라 초장이 뚜렷이 증가하는 경향을 보였고 지렁이 분변토를 45% 투여한 처리구에서 165.2 cm로 가장 초장이 컸으며 분변토를 60% 투여한 처리구에서는 148.0 cm로 오히려 분변토의 효과가 감소되었다.

토마토에서도 역시 오이와 마찬가지로 45% 분변토를 투여한 처리구에서 76.0 cm로 초장이 가장 컸으며 15~30% 분변토 처리구에서도

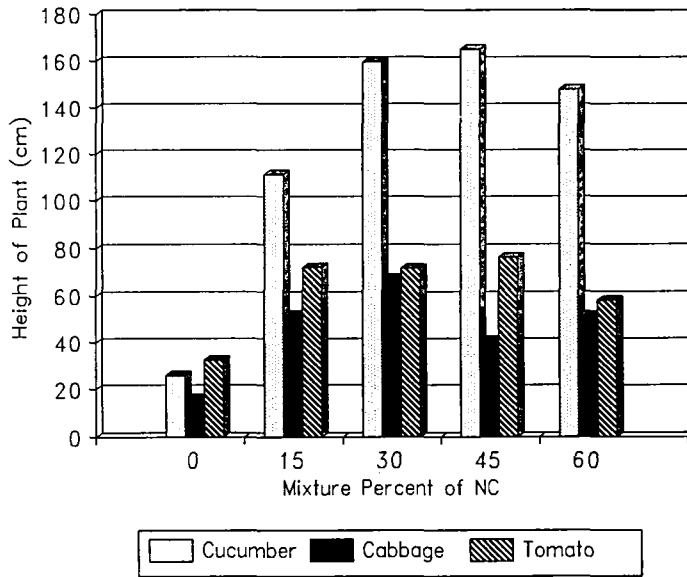


Fig. 3 Variation of plant height according to the variation of mixture rate of cast produced by nightsoil treatment sludge (NC).

71.8~71.4 cm로 양호한 편이었다. 그러나 분변토를 60% 투여한 처리구에서는 58 cm로 초장의 성장이 현저하게 감소되었다. 배추의 경우 최대엽의 초장을 보면 분변토를 30% 투여한 처리구에서 67.3 cm로 초장이 가장 컸으며 15%

와 60%를 투여한 처리구에서는 51.6 cm, 51.4 cm로 분변토를 30% 투여한 처리구와 비교해 보면 차이가 뚜렷하게 나타났다. 이상과 같은 결과를 종합해 보면 초장은 3가지 작물에서 비교해 볼 때 분변토를 30~45% 투여한 처리구에

Table. 2 Results of pot experiment on cucumber according to various mixture rate(%) of nightsoil treatment sludge cast (NC).

Mixture (%)	Height (cm)	D.S. (mm)	A.L. (cm ² /ea)	N.L. (No.)	F.W. (g/ea)		D.W. (g/ea)	
					F.W.	F.W.R.	D.W.	D.W.R.
0	25.9	4.45	460.57	6.2	23.5	4.2	1.21	0.12
15	111.4	7.03	1536.47	13.0	106.0	5.0	7.57	0
30	159.4	6.49	1719.91	18.2	144.2	6.1	12.12	0.49
45	165.2	6.54	3033.13	19.0	151.6	9.4	12.49	0.53
60	148.0	6.06	1655.38	15.4	120.6	6.0	11.23	0.39

*D.S. : Diameter of Stem, A.L. : Area of Leaf, N.L. : No. of Leaves,
 F.W. : Fresh Weight, F.W.R. : Fresh Weight of Root, D.W. : Dry Weight,
 D.W.R. : Dry Weight of Root,

Table. 3 Results of pot experiment on tomato according to various mixture rate(%) of nightsoil treatment sludge cast (NC)

Mixture (%)	Height (cm)	D.S. (mm)	A.L. (cm ² /ea)	N.L. (No.)	F.W. F.W.R. D.W. D.W.R.			
					(g/ea)			
0	32.4	5.48	707.87	53.2	17.8	4.1	2.55	0.48
15	71.8	7.66	1414.04	156.8	114.0	12.9	15.29	1.18
30	71.4	7.65	1626.36	169.4	108.0	11.6	12.62	1.16
45	76.0	7.94	3533.69	138.2	131.4	15.1	16.35	1.39
60	58.0	7.05	1903.81	149.2	87.6	9.4	11.07	1.04

Table. 4 Results of pot experiment on cabbage according to various mixture rate(%) of nightsoil treatment sludge cast (NC)

Mixture (%)	Height (cm)	A.W.L. (cm)	M.W.L. (cm)	A.L. (cm ² /ea)	N.L. (No.)	F.W. F.W.R. D.W. D.W.R.			
						(g/ea)			
0	16.0	4.23	7.60	68.8	7.0	15.0	1.60	2.05	0.17
15	51.6	9.74	22.06	457.7	18.2	291.6	5.20	14.00	0.54
30	67.3	9.00	24.80	640.8	18.2	364.0	5.80	15.90	0.57
45	40.9	10.28	21.80	412.5	17.2	257.4	4.20	11.50	0.39
60	51.4	7.28	20.88	357.6	16.4	185.4	3.80	7.71	0.23

* A.W.L. : Average Width of Leaf, M.W.L. : Max. Width of Leaf

서 생육상황이 양호하였다.

〈그림 4〉에서 나타난 작물의 경의 두께를 보면 오이, 토마토의 경우 경의 두께가 모두 대조구에 비해 분변토를 투입한 처리구에서 생육 상황이 좋았다.

각각의 작물별로 살펴보면 오이는 대조구에서 4.45 mm, 분변토를 15% 투입한 처리구에서 7.03 mm, 분변토를 30% 투입한 처리구에서 6.49 mm, 분변토를 45% 투입한 처리구에서 6.54 mm의 두께를 가졌음이 조사되었고, 분변토를 60% 투입한 처리구에서는 6.06 mm으로 두께가 감소하였다.

토마토의 경우 경의 두께를 보면 분변토 처리량이 증가함에 따라 두께도 증가하였고 분변토를 45% 투입한 처리구에서 7.94 mm로 가장

그 두께가 두꺼웠다. 그러나 분변토를 60% 투입한 처리구에서는 오이의 경우와 마찬가지로 토마토에서도 7.05 mm로 조사되어 경의 두께가 감소됨을 알 수 있었다.

이와 같은 경의 두께에 대한 결과로 볼 때 오이, 토마토 작물 재배에 있어서 분변토의 배합 처리량은 15% 이상, 45% 이하가 적당하리라 사료된다.

오이, 배추, 토마토 3작물의 엽면적을 보면 3작물 모두 대조구보다 분변토를 투입한 처리구에서 생육 상황이 좋았으며, 〈그림 5〉를 참고하면 오이에서 엽면적은 분변토 처리량이 증가함에 따라 엽면적도 점차 넓어졌으며 분변토를 45% 투입한 처리구에서 한 주당 3033.13 cm²으로 가장 면적이 넓었으며, 분변토를 60% 투

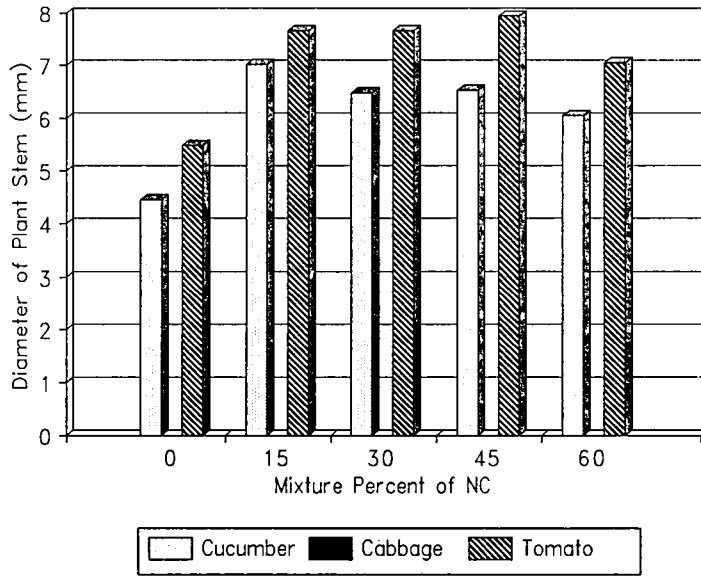


Fig. 4 Variation of stem diameter according to the variation of mixture rate of cast produced by nightsoil treatment sludge (NC).

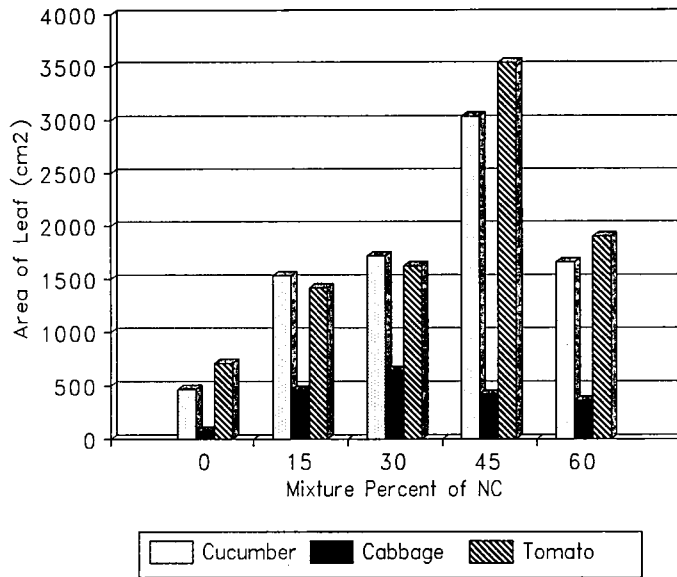


Fig. 5 Variation of leaf area according to the variation of mixture rate of cast produced by nightsoil treatment sludge (NC).

여한 처리구에서는 1655.38 cm²로 분변토를 45% 투여한 처리구와는 현저한 차이를 보였다.

토마토의 엽면적도 역시 분변토 처리량이 증가할 수록 엽면적도 증가하여 오이와 유사한 경향을 보였으며, 분변토를 45% 투여한 처리구에서 한 주당 3533.69 cm²로 가장 엽면적이 넓었고 다른 분변토를 투여한 처리구에서는 1414.04~1903.81 cm²의 면적을 나타냈는데 45% 처리구의 엽면적과는 뚜렷한 차이를 보였다.

배추는 최대엽의 엽면적과 최대엽폭, 평균엽폭을 조사하였는데 엽면적이 분변토를 30% 투여한 처리구에서 640.8 cm²로 가장 컸으며 다른 분변토를 투여한 처리구에서는 357.6~457.7 cm²로 분변토를 30% 투여한 처리구와 많은 차이를 보여 배추의 엽면적 생육상황은 30% 분변토를 투여한 처리구에서 가장 그 효과가 좋았다.

이상의 결과를 종합하여 보면 오이, 토마토는

45%에서, 배추는 30%에서 엽의 생육상황이 좋을 수 있다.

<그림 6>은 분변토 처리량에 따른 엽수의 생육상황을 조사하여 그래프로 나타낸 것이다. 전반적으로 작물의 생육 상황을 나타내는 다른 지표와 같이 대조구에 비해 분변토를 투여한 처리구에서 엽수가 많았다.

오이는 분변토를 30~45% 되도록 투여한 처리구에서 18.2~19.0 매로, 분변토를 15% 투여한 처리구에서 13매, 분변토를 60% 투여한 처리구의 15.4매 보다 가지에 엽이 많이 달렸다.

토마토의 엽수를 보면 분변토를 30% 투여한 처리구에서 169.4매로 가장 엽이 많았으며 그 다음은 분변토를 15% 투여한 처리구의 156.8매였다.

또한 배추의 한 포기당 엽수를 보면 분변토를 15~30% 투여한 처리구에서 18.2매로 엽이 가

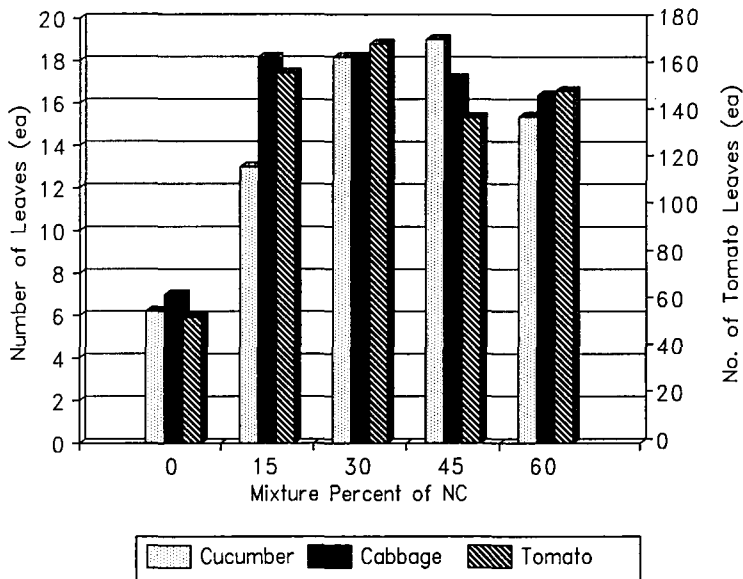


Fig. 6 Variation of leaves number according to the variation of mixture rate of cast produced by nightsoil treatment sludge (NC).

장 많았으며 그 다음으로 분변토를 45% 투입한 처리구에서 17.2배, 분변토를 60% 투입한 처리구에서 16.4 배로 그 수가 감소되었다.

엽수로 보아 오이는 분변토를 45% 되도록 투입한 처리구에서, 토마토, 배추는 분변토를 30% 투입한 처리구에서 그 수가 많았다.

생육상황을 조사한 다른 항목과 같이 엽수에서도 분변토 처리의 배합이 30~45%가 가장 적절한 생육을 유도하는 것으로 나타났다.

작물 성장을 조사하는데 가장 중요한 생체중(生體重)은 <그림 7>로 나타내었다.

작물별로 보면, 오이는 분뇨분변토의 처리량이 증가함에 따라 생체중이 현저하게 증가하는 경향이 나 지렁이 분변토 45%를 투입한 처리구에서 151.6 g으로 가장 무거웠으며 그 다음으로 분변토를 30% 투입한 처리구의 144.2 g 이었다. 분변토를 60% 투입한 처리구에서는 120.6 g으로 무게가 감소됨을 볼 수 있는데 이는 영

양 성분의 과다로 인한 영양 불균형 때문에 오히려 분변토를 30~45% 투입한 처리구보다 무게가 감소된 것으로 사료된다.

토마토 역시 분변토를 45% 투입한 처리구에서 131.4 g으로 무게가 가장 무거웠으며, 분변토를 15, 30% 투입한 처리구에서도 114.0 g, 108.0 g으로 대조구나 분변토를 60% 투입한 처리구보다는 무거웠으나 분변토를 45% 투입한 처리구와는 뚜렷한 차이를 보였다.

배추에서는 분변토를 30% 투입한 처리구에서 364.0 g으로 가장 무게가 무거웠고 그 다음으로 분변토를 15%, 45% 투입한 처리구의 생체중이 무거웠다.

오이, 배추의 생체중의 경우와 같이 토마토에서도 분변토를 60% 투입한 처리구에서 무게가 감소되었는데 이도 역시 영양 과다로 인한 생장의 불균형 때문이라 생각되며 분변토를 15% 투입한 처리구에서는 분변토를 30~45% 투입한

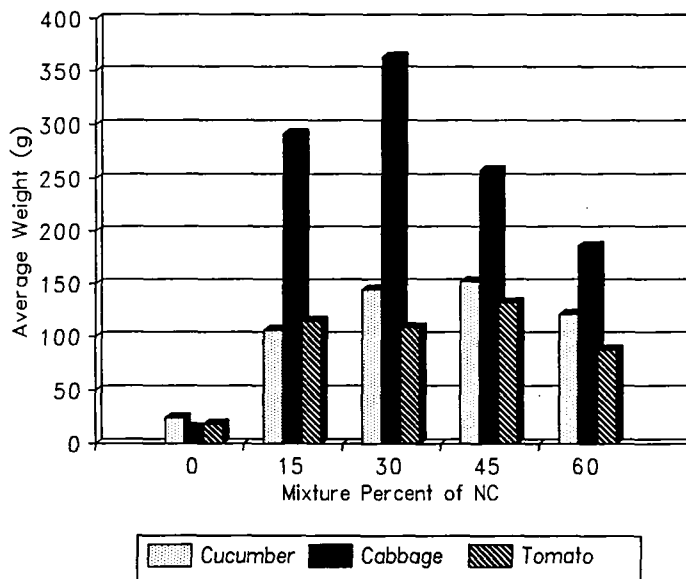


Fig. 7 Variation of fresh weight according to the variation of mixture rate of cast produced by nightsoil treatment sludge (NC).

처리구보다는 작물의 성장에 필요한 영양소가 결핍되어 분변토를 30~45% 투여한 처리구보다는 무게가 감소된 것으로 생각된다.

〈그림 8〉은 뿌리의 생체중을 작물별로 측정된 결과를 그래프로 나타낸 것이다. 전반적으로 대조구에 비해 분변토를 투여한 처리구에서 뿌리 무게가 무거웠으며 오이는 분변토를 45% 투여한 처리구에서 9.4 g으로 다른 처리구 5.0~6.1 g 보다 월등하게 무거웠다.

지상부 생체중도 역시 분변토를 45% 투여한 처리구에서 가장 무거웠으므로 다른 생육시험 결과와 같은 경향을 보였다.

토마토의 뿌리의 생체중을 보면 오이와 마찬가지로 분변토를 45% 투여한 처리구에서 15.1 g으로 가장 무게가 무거웠으며 그 다음은 분변토를 15% 투여한 처리구의 12.9 g이었다.

배추의 경우는 분변토를 30% 투여한 처리구에서 5.80 g으로 가장 무게가 무거웠으며 분변

토를 15% 투여한 처리구에서도 5.20 g으로 분변토를 30% 투여한 처리구와 비교해서는 근소한 차이를 보였다.

그러나 오이, 토마토, 배추 3작물 모두 뿌리의 생체중이 분변토를 60% 투여한 처리구에서는 최대치에 비해 뚜렷하게 감소되었는데 이도 역시 영양성분의 과잉 공급되는 피해 때문으로 추정된다.

Stark 등(1978)은 지렁이 분변토가 식물에 대한 영양이 충분하다해도 때때로 고농도의 Na^+ 와 그 외의 다른 염(salts)이 풍부하여 식물에 해를 끼치기도 한다는 것을 보고하였다.

또한 지렁이의 분변토를 가지고 고추 재배 pot실험보고서를 낸 김의 연구 결과를 보면 고추의 최적 성장에 적합한 분변토의 융합량은 20~40%으로 추정하였으며, 토성과 관계없이 분변토의 융합 비율이 60% 이상에서는 작물의 초장 신장율이 둔화되었다고 보고하였는데 본 실험

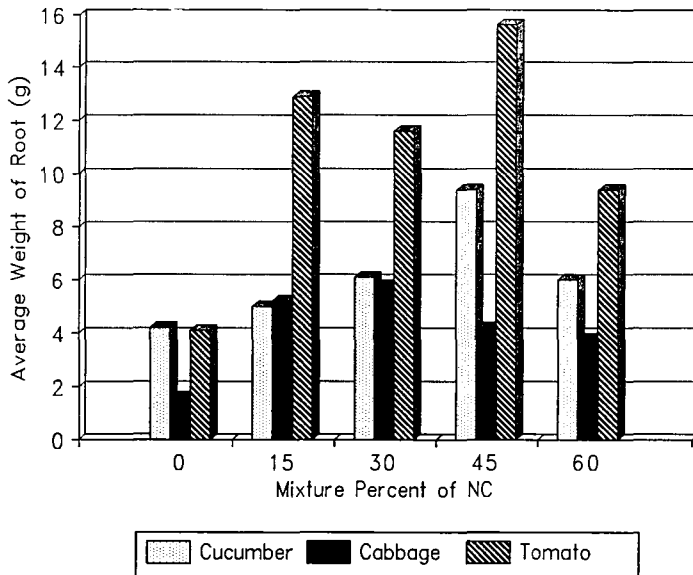


Fig. 8 Variation of root fresh weight according to the variation of mixture rate of cast produced by nightsoil treatment sludge (NC).

실험 결과도 이와 유사한 경향을 나타내었다.

이상의 결과를 종합해 보면 작물재배에 유기질 비료나 상토자재로서 지렁이 분변토를 사용할 때 분변토 배합치리는 15% 이상, 45% 이하로 하는 것이 바람직하리라 생각된다.

(2) 제지 분변토

제지폐수 처리장 슬러지를 먹인 지렁이가 배설한 분변토(이하 제지 분변토) 시용에 의한 작물별 효과를 조사하기 위해 지렁이 분변토를 무처리, 15, 30, 45, 60% 되도록 투여하여 과중후 15일된 오이, 배추, 토마토의 건강한 유묘를 선별하여 pot에 이식한 후 오이, 배추는 이식후 30일, 토마토는 이식후 50일 까지의 처리구별 생육

상황을 조사한 결과는 <표 5, 6, 7>과 같다.

<그림 9>는 작물의 생육상황을 평가하기 위하여 오이, 배추, 토마토 3작물의 초장을 조사한 결과를 그래프로 나타낸 것이다.

3작물의 초장은 모두 분변토 무처리구인 대조구보다 분변토를 투여한 처리구에서 초장이 컸으며 오이의 경우 분변토 처리량이 많아질수록 초장의 크기도 비례하여 증가했으며 분변토를 45% 투여한 처리구에서 146.4 cm로 현저하게 초장의 성장이 양호하였다. 그러나 분변토를 60% 투여한 처리구에서는 초장이 121.2 cm로 약간 감소하였다.

토마토도 역시 분변토 처리량이 증가할수록

Table. 5 Results of pot experiment on cucumber according to various mixture rate(%) of papermill wastewater treatment sludge casting (PC)

Mixture (%)	Height (cm)	D.S. (mm)	A.L. (cm ² /ea)	N.L. (No.)	F.W. F.W.R. D.W. D.W.R.			
					(g/ea)			
0	25.9	4.45	460.57	6.2	23.5	4.4	1.21	0.12
15	88.9	5.92	1267.56	11.6	65.2	5.0	5.53	0.30
30	115.6	5.94	1948.19	14.4	111.4	8.4	8.66	0.35
45	146.4	6.64	1688.47	17.4	160.0	10.2	12.15	0.45
60	121.2	6.09	1523.03	14.4	106.0	5.8	8.28	0.31

* D.S. : Diameter of Stem, A.L. : Area of Leaf, N.L. : No. of Leaves,
 F.W. : Fresh Weight, F.W.R. : Fresh Weight of Root, D.W. : Dry Weight,
 D.W.R. : Dry Weight of Root

Table. 6 Results of pot experiment on cabbage according to various mixture rate(%) of papermill wastewater treatment sludge casting (PC)

Mixture (%)	Height (cm)	A.W.L. (cm)	M.W.L. (cm)	A.L. (cm ² /ea)	N.L. (No.)	F.W. F.W.R. D.W. D.W.R.			
						(g/ea)			
0	16.0	4.23	7.60	68.82	7.0	15.0	1.60	2.1	0.2
15	40.8	9.44	20.40	361.42	15.8	194.0	3.60	8.7	0.4
30	38.4	11.64	23.20	402.81	18.4	266.2	4.50	11.7	0.5
45	56.6	8.32	21.08	491.48	20.5	340.4	4.80	14.9	0.5
60	67.8	7.48	22.84	432.28	19.8	312.0	4.60	13.0	0.5

* A.W.L. : Average Width of Leaf, M.W.L. : Max.Width of Leaf

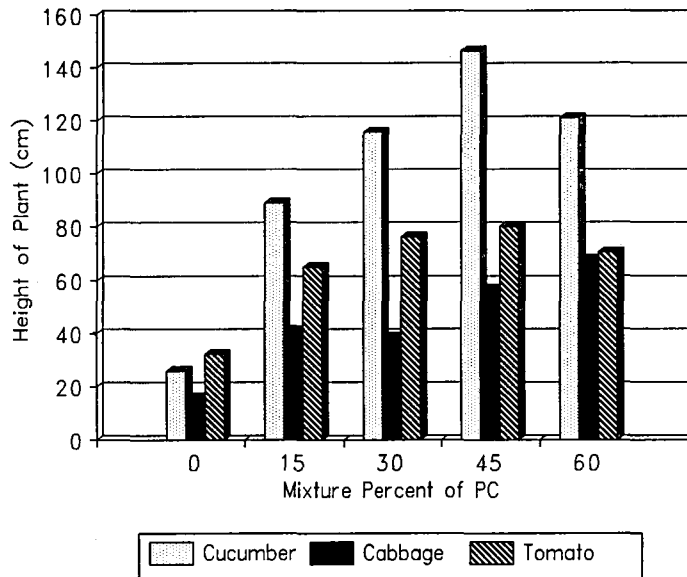


Fig. 9 Variation of plant height according to the variation of mixture rate of cast produced by papermill treatment sludge (PC).

초장의 크기도 증가하여 분변토를 45% 투여한 처리구에서 80.0 cm로 가장 컸으며 그 다음으로 분변토를 30% 투여한 처리구에서 76.2 cm였으며, 분변토를 60% 투여한 처리구에서는 오히려 70.4 cm로 분변토의 효과가 반감되었다.

이와같은 결과는 분뇨분변토의 시용효과와 유사한 경향을 보였으며, 이는 영양성분의 과잉공급과 분변토에 포함되어 있는 유기물질을 미생물이 분해하는 활성이 높아졌기 때문인 것으로 사료된다.

배추의 경우 분변토 처리량이 증가함에 따라 초장도 비례적으로 증가하는 것을 보여주는데 배추는 분변토를 60% 투여한 처리구에서 67.8 cm로 가장 초장이 컸다.

오이와 토마토는 분변토를 60% 투여한 처리구에서 오히려 초장이 감소되었는데 배추가 분변토를 60% 투여한 처리구에서 최대치의 초장

을 나타낸 것은 아마도 제지 분변토가 분뇨분변토 보다는 상대적으로 작물에 대한 영양분이 결핍되어 배추의 경우 제지 분변토 60% 배합처리에서 그영양이 보충된 것이라 추정된다.

〈그림 10〉은 작물의 경(莖)의 두께를 측정한 결과를 그래프로 나타낸 것이다. 오이는 분변토를 45% 투여한 처리구에서 6.64 mm로 경의 두께가 가장 두꺼웠으며 분변토를 15~30% 투여한 처리구는 5.92~5.94 mm, 분변토를 60% 투여한 처리구는 6.09 mm로 오히려 분변토를 15~30% 투여한 처리구보다 분변토를 60% 투여한 처리구에서 경의 두께가 양호하였다.

토마토의 경의 두께를 보면 오이와 마찬가지로 분변토를 45% 투여한 처리구에서 8.13 mm로 두께가 두꺼웠으며 그 다음은 분변토를 60% 투여한 처리구의 7.60 mm였다. 또한 분변토를 15~30% 투여한 처리구에서는 6.63~7.26

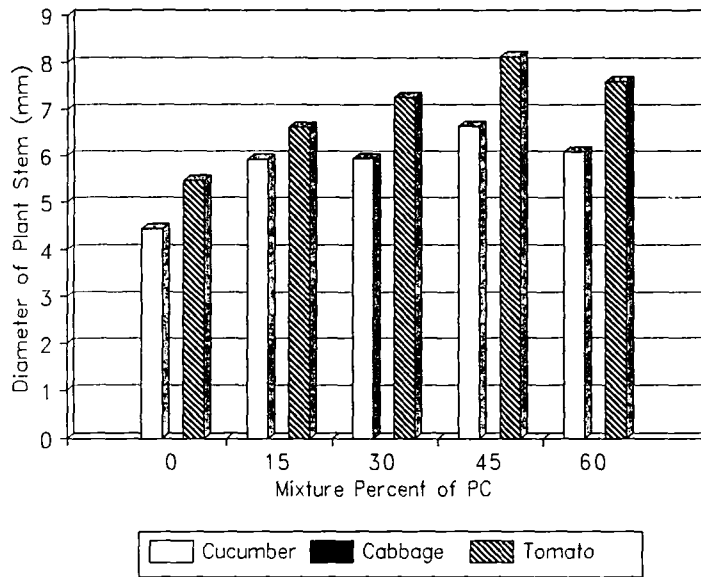


Fig. 10 Variation of stem diameter according to the variation of mixture rate of cast produced by papermill wastewater treatment sludge (PC).

mm의 두께를 보여 오히려 분변토를 60% 투여한 처리구보다 두께가 가늘었다.

경의 두께에서도 제지 분변토를 분뇨 분변토와 비교할 때 차이가 있음을 보여주는데 분뇨 분변토에서는 분변토를 45% 투여한 처리구에서 경의 두께가 가장 두꺼웠으며 제지 분변토에서는 분변토를 60% 투여한 처리구에서 경의 두께가 가장 성장이 좋은 것으로 보아 제지분변토에서는 분변토를 60% 투여한 처리구가 작물의 성장에 적절한 영양을 지닌 것으로 추정된다.

〈그림 11〉은 대조구와 처리군에 대하여 작물의 엽면적을 측정된 결과를 그래프로 나타낸 것이다. 오이의 경우 분변토를 30% 투여한 처리구에서 1948.19 cm²로 가장 면적이 넓었다. 분변토를 45% 투여한 처리구에서는 1688.47 cm²로 45% 처리구보다 면적이 작으나 양호한 편이었다. 토마토의 엽면적을 살펴보면 분변토를 45% 투여한 처리구에서 2586.83 cm²로 가

장 면적이 넓었으며, 분변토를 30% 투여한 처리구에서 2052.63 cm²로 분변토를 45% 투여한 처리구에 비해 근소한 차이를 나타냈다.

배추 한 포기당 엽면적은 분변토를 45% 투여한 처리구에서 491.48 cm²로 가장 넓었으며, 분변토를 60% 투여한 처리구에서는 432.28 cm²로 조사되었다.

경의 두께와는 달리 엽면적에서는 분변토를 30~45% 투여한 처리구의 엽면적이 넓었으므로 이 범위의 분변토 배합이 적당함을 알 수 있었다.

〈그림 12〉는 엽수에 대하여 실험한 결과를 그래프로 나타낸 것이다.

오이의 엽수는 분변토를 투여한 45% 처리구에서 17.4 매로 가장 그 수가 많았으며 분변토를 30%, 60% 투여한 처리구에서는 14.4 매로 근소한 차이로 엽수가 적었다.

또한 토마토의 엽수를 보면 분변토를 45%와

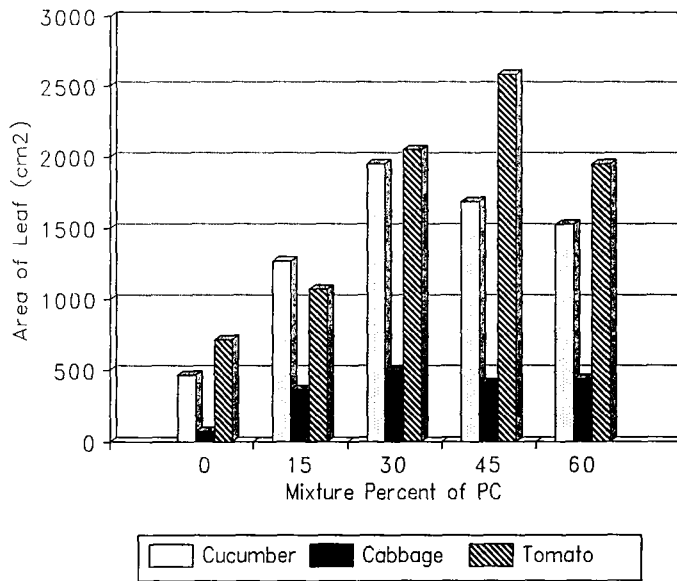


Fig. 11 Variation of leaf area according to the variation of mixture rate of cast produced by papermill wastewater treatment sludge (PC).

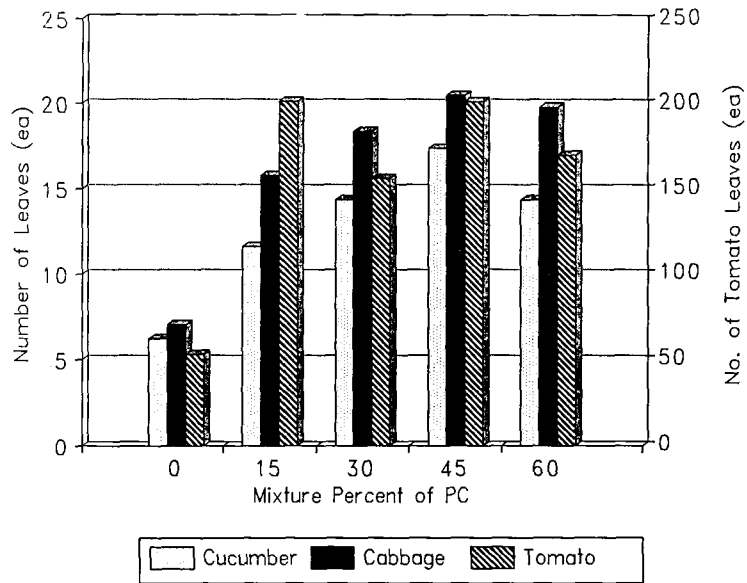


Fig. 12 Variation of leaves number according to the variation of mixture rate of cast produced by papermill wastewater treatment sludge (PC).

15% 투여한 처리구에서 201.4개로 다른 처리구보다 뚜렷이 높았다. 또한 배추의 경우 분변토를 45% 투여한 처리구에서 20.5개로 가장 그 엽수가 많았다. 엽수의 경우 3작물 모두 분변토를 45% 투여한 처리구에서 가장 그 수가 많았다.

<그림 13>은 작물의 생체중의 조사 결과를 그래프로 나타낸 것이다.

3작물 모두 분변토를 45% 투여한 처리구에서 생육상태가 좋았으며 작물별로 살펴보면 오이의 경우 분변토를 45% 투여한 처리구에서 160.0 g으로 조사되었고 분변토를 30% 투여한 처리구에서 111.4 g이었으나 분변토를 45% 투여한 처리구와 비교해서는 현저한 차이를 보였다.

토마토의 경우 분변토를 45% 투여한 처리구에서 134.0 g을 나타내 최고치를 보였으며 분변토를 60% 투여한 처리구의 121.0 g과는 근

소한 차이를 보였다.

배추 한 포기당 무게를 보면 분변토를 45% 투여한 처리구에서 340.4 g으로 가장 무거웠으며 그 다음은 분변토를 60% 투여한 처리구의 312.0 g의 순으로 무거웠다.

<그림 14>는 뿌리의 생체중을 조사한 결과를 그래프로 나타낸 것이다. 오이의 생체중은 분변토를 45% 투여한 처리구에서 12.15 g으로 다른 분변토를 투여한 처리구의 5.0~8.4 g에 비교하여 상대적으로 높은 조사치를 보였으며 토마토의 경우 분변토를 45% 투여한 처리구에서 11.8 g으로 분변토를 30% 투여한 처리구의 10.2 g과는 근소한 차이를 나타냈고 다른 처리구에 비해서는 뚜렷이 무게가 무거웠다.

배추의 뿌리생체중량을 보면 분변토를 45% 투여한 처리구에서 4.8 g으로 다른 처리구보다 무게가 무거웠으며, 분변토를 30%, 60% 투여한 처리구의 4.5 g, 4.6 g과는 근소한 차이를 보

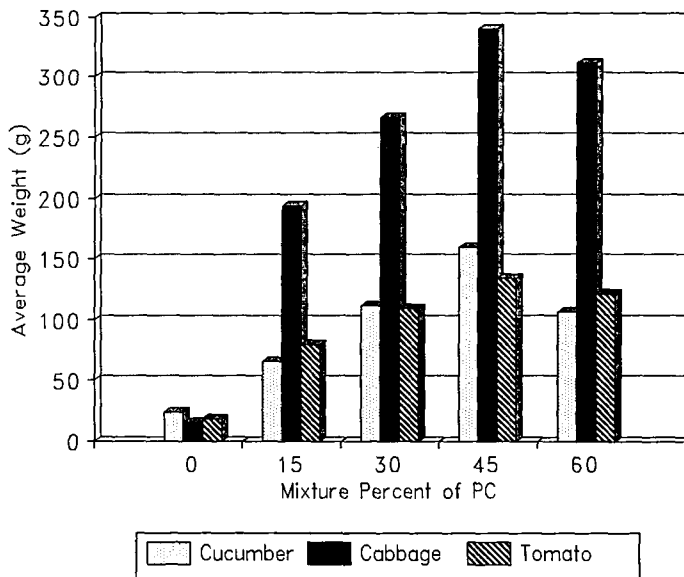


Fig. 13 Variation of fresh weight according to the variation of mixture rate of cast produced by papermill wastewater treatment sludge (PC).

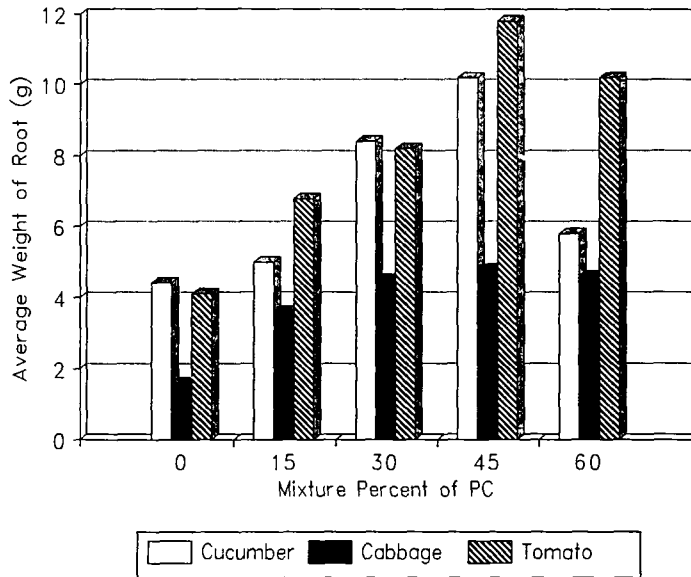


Fig. 14 Variation of root fresh weight according to the variation of mixture rate of cast produced by papermill wastewater treatment sludge (PC).

였다.

이상의 결과와 같이 분뇨 분변토, 제지 분변토를 처리하여 작물을 재배한 생육 상황을 조사한 결과를 볼 때 분변토를 투여한 처리구 중 분변토를 30~45% 투여한 처리구가 평균적으로 생육이 가장 잘 되었다.

이런 결과가 나온 이유로는 분변토 무처리구(대조구)나 분변토를 15% 투여한 처리구에서는 영양분의 불충분으로 인해 작물의 영양 고갈현상이 성장 발달에 장애를 주었으리라 생각된다. 또한 분뇨분변토 60% 투여한 처리구에서는 작물의 영양분의 과다로 생장에 불균형을 가져와 생육상황이 불량했으나 제지분변토를 60% 투여한 처리구에서는 오히려 작물의 생육 상황이 분뇨 분변토를 60% 투여한 처리구보다 양호하여 분뇨분변토에 비해 영양성분이 부족한 제지분변토의 영양분이 60% 투여한 처리구에서는 보충이 된 것으로 사료된다.

결론적으로 작물재배에 유기질 비료로서 제지 슬러지를 먹인 지렁이의 분변토를 사용할 때 분변토의 배합처리는 30~45%가 적당하리라 판단된다.

Collier(1978)의 하수슬러지, 하수슬러지에서 유래한 지렁이의 분변토, 일반토양을 육묘상토로 하여 해바라기, 토마토, 옥수수를 재배한 보고서를 보면 슬러지에서 자라던 이들 식물들은 2개월 안에 죽어버렸으며 분변토와 일반토양에 심은 식물들은 잘 자랐으나 분변토에 심은 식물들의 무게가 일반토양에 심은 것보다 4배나 더 무게가 나갔다고 보고하였다.

이상의 결과는 분변토의 비효성이 매우 높은 것을 보여주고 있다. 분변토와 유기질 비료를 비교해 볼 때 유기질 비료는 농경지에 살포할 경우 토양중의 미생물의 작용에 의하여 계속 분해되면서 산소를 소비하기 때문에 작물뿌리의 호흡작용을 방해하여 작물을 썩게하는데 분변토

는 전혀 그와같은 영향은 없는 것으로 조사되었다.

4. 결 론

본 연구는 토양생물인 지렁이를 이용하여 유기성슬러지를 지렁이의 사료로서 활용하여 슬러지를 안정화시키고 최종적으로 발생되는 분변토를 비료로서 활용하여 폐기물 처리의 적정화를 통한 환경문제를 해결하는데 있다. 연구결과는 다음과 같다.

1. 분변토의 비효성조사를 위해 오이, 토마토, 배추 3가지 작물의 발아율을 조사한 결과 분변토를 배합하지 않은 대조구에서는 40.7~61.7%로 발아율이 낮았으나, 30~45%의 분변토를 배합한 처리구에서 3가지 작물의 발아율이 90% 이상으로 높게 나타났다.

2. 분뇨처리장 슬러지를 지렁이 먹이로 하여 발생된 분변토로 식재한 오이, 토마토, 배추의 성장후 초장, 경경, 엽면적, 엽수, 생체중, 건물중, 뿌리의 건 및 생체중 등 8가지 생육상황을 조사한 결과 15%, 60%의 분변토를 배합한 처리수에 비해 30~45%의 분변토를 배합한 처리구에서 3가지 작물의 성장이 양호한 것으로 나타났다.

3. 제지폐수 처리장 슬러지를 지렁이 먹이로 하여 발생된 분변토로 식재한 오이, 토마토, 배추의 생육상황을 조사한 결과 30~45%의 분변토를 배합한 처리구에서 3가지 작물 모두 성장이 양호한 것으로 나타났으며, 분뇨분변토와는 달리 60%의 분변토를 배합한 처리구에서 생육장애가 발생되지 않고 성장이 양호하였다.

감사의 글

본논문은 과학기술처 특정연구개발비의 지원

을 받아 국립환경연구원에서 수행한 “토양생물을 이용한 유기성 슬러지 처리기술개발과 재이용에 관한 연구(2) 보고서에서 얻어진 결과의 일부를 본 학회지 투고규정에 맞도록 편집하여 게재한 것입니다. 연구비를 지원해 주신데 대해 심심한 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

- 1) 농촌진흥청, 1983. 농사시험연구조사기준, 개정 제1판.
- 2) 환경처, 1991. 폐기물공정시험방법.
- 3) 환경처, 1991. 전국산업폐기물 발생 및 처리현황 (90).
- 4) 김영일, 1985. 비료분석법해설, 제일사.
- 5) 김 성필, 1991. 유기성 폐기물로 급이한 지렁이 분이 상토의 이화학성에 미치는 영향, 전북대학교 대학원 박사학위논문.
- 6) Barley, K. P., 1961. "The Abundance of Earthworms in Agricultural Land and Their Possible Significance in Agriculture", 249-268.
- 7) Bender, G., 1992. Vermigro. Fallbrook Sanitary District. Quality testing. pp.7. U.S.A.
- 8) Brady, N., 1974. The nature and properties of soil. MAcMILLAN Publishing Co. INC. NEW YORK.
- 9) Collier, J., 1978. Use of Earthworms in Sludge Lagoons. In: "Utilization of Soil Organisms in Sludge Management" (R. Hartenstein, ed.), pp.131-133. Natl Tech. Inf. Services. PB 286932. Springfield, Virginia.

- 10) Darwin C.R., 1881. "The Formation of Vegetable Mould through the Action of Worms, with Observations on their Habits". Murray, London.
- 11) Edwards, C.A. and Lofty, J.R., 1977. Biology of Earthworms. 2nd edn. Chapman and Hall, London. pp.333.
- 12) Harris G.D., Weldon L.P., Benton C.P., 1990. Vermicomposting in a rural community. Biocycle, 31(1). U.S.A.
- 13) Hamblyn, C.J. and Dingwall, A. R., 1954. Earthworms. N.Z. Jl. Agric. 71. 55-8.
- 14) Satchell, J.E., 1958, Earthworm Biology and Soil Fertility. Soils Fertil., 21. 209-219.
- 15) Satchell, J.E., 1967, Lumbricidae., In Soil Biology (eds. A. Burges and F.Raw), Academic Press, London.259-322.
- 16) Stark, N., Pawlowski, P. and Bodmer, S., 1978. Quality of Earthworm Castings and the Use of Compost on Arid Soils. In "Utilization of Soil Organisms in Sludge Management" (R.Hartenstein, ed.), pp.87-102. Natl Tech. Inf. Services, PB 286932. Springfield, Virginia.