

슬러지 퇴비의 작물에 미치는 영향에 관한 연구

윤오섭 · 이은모* · 이범재** · 윤부석

한밭대학교 환경공학과 · *충청남도 농촌진흥원 · **한국기계연구원

I. 서론

인구가 증가하고 도시규모가 날로 확대되어가고 있는 오늘날 대부분의 국가에서 가장 심각한 환경문제중의 하나가 바로 폐기물처리 문제이다.

이상적인 폐기물의 처리방법으로 폐기물을 안정화하고 재활용할 수 있는 자원화 기술을 들 수 있다. 이러한 폐기물 자원화를 이룰 수 있는 대표적인 처리방법이 유기성 폐기물의 퇴비화처리이다. 그동안 연구자들에 의해 유기성 폐기물의 퇴비화에 관한 연구가 활발히 진행되어 왔으나 지렁이를 이용한 퇴비화 및 분변토의 토양적용에 관한 연구는 매우 드문 실정이다.

지렁이를 이용한 유기성 폐기물 퇴비화에는 지렁이 퇴비화(Vermicomposting), 지렁이 안정화(Vermistabilization) 등의 지렁이의 생리적 특성을 이용한 퇴비화 기술이 있다.

Vermicomposting이란 유기성 폐기물을 지렁이가 섭취한 후 배설하는 물질이 충분히 부숙된 것이므로 이것을 유기질 비료나 토양개량제 등으로 이용하는 기술이다. 즉 지렁이를 인공사육하면서 유기성 폐기물을 지렁이의 먹이로 이용하고 배설된 물질을 퇴비로 전환하는 기술을 말한다.

Vermistabilization은 각종 폐하수 처리장에서 발생하는 슬러지와 가축 폐기물을 지렁이의 먹이로 공급하고 지렁이로부터 배설된 분변토를 토지개량제나 퇴비로 재활용하므로 환경공학적 측면에서 폐기물을 안정화시키는 처리방법을 말한다.

본 연구에서는 Vermicomposting 기술에 의해 전환된 퇴비를 작물에 적용하여 토양 및 작물에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시작물

공시작물은 중앙종묘에서 육성된 가락신1호 배추(Chinese cabbage, *Brassica campestris* var. *pekinensis*)를 공시하였다.

2. 재배법

배추재배는 대전시 유성구 학하동 소재 비닐하우스에서 토양재배로 수행하였다. 배추묘는 2000년 8월 25일 파종된 200구 플러그묘를 구입하여 9월 15일 재식거리 50 × 70cm로 정식하였다. 관수는 분수호스를 이용하여 포장의 수분이 적습상태를 유지하도록 관수하고, 흑색PE필름(두께 0.02mm)으로 포장을 피복하여 잡초 발생을 억제하였고, 해충방제는 정식기부터 발생이 심하여 4일 간격으로 방제하였다. 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 실시하였다.

Table 1. Treatments and application amounts of fertilizers.

Treatments		Application amounts of fertilizers (kg/10a)
T1	Non Fertilizer	-
T2	N-P-K	22.2-6.4-11
T3	N-P-K + Pig's feces compost	22.2-6.4-11 + 1,340
T4	N-P-K + 분변 compost	22.2-6.4-11 + 1,340
T5	분변 compost	1,340

3. 처리 및 시비방법

분변퇴비 시용효과를 검토하기 위하여 1) 무비료구, 2) 화학비료 단용구, 3) 화학비료 + 돈분퇴비구, 4) 화학비료 + 분변퇴비구, 5) 분변퇴비 단용구 등 5처리로 수행하였다(Table 1). 석회 200kg/10a, 붕사 1.5kg/10a를 전시험 처리구에 기비로 시비하였으며, 화학비료 처리구는 질소-인산-칼리를 성분량으로 22.2-6.4-11kg/10a 시비하였다. 질소는 기비로 50%, 추비는 50%를 3회 분시하였고, 인산은 전량 기비로, 칼리는 기비 50%, 추비 50%로 1회 시비하였다. 퇴비는 1,500kg/10a를 전량 기비로 시비하였으며, 기비는 정식 4일전(2000년 9월 21일), 추비는 생육 상태에 맞추어 유안과 카리로 1차 10월 4일, 2차 10월 10일, 3차 10월 28일에 각각 시험처리구에 관비하였다.

4. 생육 및 수량조사

생육조사는 엽수, 내엽수, 주중, 구중, 구고, 구폭을 조사하였다. 조사표본은 각시험 처리구별 반복별로 중간 생육상태의 10주를 선정하여 조사하였다. 수확시 주중을 조사하고, 결구 상태까지 외엽을 제거한 후, 구중, 구고, 구폭을 조사하였다. 엽수는 외엽수와 결구엽수의 합으로, 건물중은 처리별 반복별 5주씩 결구엽 7~8번째 잎을 채취하여 건조기로 80℃에서 60시간 건조시켜 수분을 완전히 제거한 후 무게를 측정하여 생체중과 비교하였다.

5. 퇴비 및 토양분석

분변퇴비의 화학적 특성은 표 2와 같다.

Table 2. Mineral content of 분변 compost(%).

Moisture	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	OM	OM/N	NaCl
54.1	0.7	0.23	0.09	0.34	0.34	23.1	33.0	0.05

III. 결과 및 고찰

1. 생육특성 및 수량성

정식후 생육초기의 묘의 활착정도 및 신엽의 발생은 육안으로 관찰한 결과 무비료구와 분변퇴비 단용구가 가장 양호하였고, 화학비료를 시비하였던 T2, T3, T4번 처리구가 다소 저조하였는데, 이는 화학비료 시비후 5일만에 배추묘를 정식한 관계로 가스피해로 생각된다. 활착 후 생육 중간기에는 전체적으로 매우 양호한 상태로 배추 생육이 되었고 분변퇴비 단용구 및 화학비료 + 돈분퇴비구도 무비료구와 거의 동일한 생육을 보였다. 그러나 화학비료 단용구는 전체적으로 타 시험구보다 부진한 생육을 보였다. 생육후기인 10월말 3차 추비 이후 결구상태는 T4번 처리구가 가장 양호하였다. 정식시기가 늦어진 관계로 11월 중순이후의 기온이 낮아져 더 이상의 생육이 안되었다.

Table 3. Chianse cabbage growth and yield affected from fertilizer levels.

Treatment ^z	Plant weight (g)	Bulb leaf weight (g)	No. of total leaves	No. of bulbing leaves	Diameter of bulbing leaf(cm)	Height of bulbing leaf(cm)
T1	2,578bc	1,714b	81.6abc	68.9ab	15.5b	27.1a
T2	2,380d	1,560c	79.6c	67.1b	15.1b	26.4a
T3	2,478cd	1,621c	81.1bc	67.4b	15.3b	26.8a
T4	2,712a	1,875a	85.5a	72.6a	16.2a	27.7a
T5	2,641ab	1,758b	84.5ab	70.9ab	15.3b	26.7a

z) Application amounts of fertilizer were indicated in table 1.

비료 수준별 수확시 배추의 생육 및 수량성은 표 3에서 보는 바와 같다. 식물체의 주중은 화학비료 + 분변퇴비구가 주당 2,712g으로 가장 양호한 생육을 보였으며, 분변퇴비 단용구 및 무비료구가 다음으로 생육이 양호하였고, 화학비료 단용구가 2,380g으로 가장 저조하였다. 또한 결구엽중에 있어서도 화학비료 + 분변퇴비구가 1,875g으로 가장 양호하였으며, 다음으로 분변퇴비 단용구 및 무비료구 비슷한 생육을 보였으며, 화학비료 + 돈분퇴비구 및 화학비료 단용구가 가장 생육이 저조하여 주중과 비슷한 생육을 보였다. 식물체당 총엽수는 화학비료 + 분변퇴비구가 주당 85.5매로 가장 양호하였으며, 무비료구, 화학비료 + 돈분퇴비구, 분변퇴비 단용구가 비슷한 생육을 보였으며, 화학비료 단용구가 가장 적었다. 식용이 가능한 결구엽수도 비슷한 경향을 보였다. 구폭은 화학비료 + 분변퇴비구가 16.2cm로 다른 처리에 비하여 비대가 양호하게 생육하였으며, 타처리는 유의성이 없었다. 구고는 전처리 모두 처리간 차이가 없었다.

이상 종합적으로 처리간 생육 및 수량성을 보면 화학비료 + 분변퇴비구가 가장 생육이 우수하고 다음으로 무비료구 및 분변퇴비 단용구, 다음으로 화학비료 단용구 및 화학비료 + 돈분퇴비구가 다소 생육이 떨어지는 경향이 있었다. 본시험에서 화학비료 단용구 및 화학비료 + 돈분퇴비구보다도 무비료구 및 분변퇴비 단용구가 양호하게 생육한 이유는 화학비료 시비 5일 후 묘를 정식한 관계로 가스피해에 의한 활착이 늦어지고 초기 생육이 저조한 이유로 사료된다. 또한 같은 화학비료를 사용하고, 분변퇴비를 사용한 처리구는 초기에는 생육이 다소 저조하였으나, 활착이 안정되면서 후기 생육이 양호하였던 결과로 생각된다.

2. 엽 건물율 및 무기성분

수확후 결구내엽 1매당 생체중, 건물중 및 건물율은 표 4에서 보는 바와 같다. 엽의 건물율은 분변퇴비 단용구가 3.76%으로 가장 높아, 엽충실도가 양호하였으며, 화학비료 + 분변퇴비구 및 무비료구가 다음 순이고, 화학비료 단용구 및 화학비료 + 돈분퇴비구가 낮은 경향이 있었다.

Table 4. Ratio of fresh weight and dry weight of leaf affected from fertilizer levels in chinese cabbage.

Treatment ^z	Leaf(g)		Ration (B/A × 100)
	Fresh weight(A)	Dry weight(B)	
T1	52.0	1.67	3.20
T2	48.6	1.40	2.88
T3	50.9	1.47	2.75
T4	51.1	1.67	3.26
T5	53.1	2.00	3.76

z) Application amounts of fertilizer were indicated in table 1.

Table 5. Mineral content in chanise cabbage leaves at harvest stage(%).

Treatments	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Zn	Mn	B	Fe
T1	4.8	1.8	4.7	1.7	0.40	0.010	0.03	0.01	0.026
T2	4.3	2.0	4.3	1.9	0.40	0.010	0.04	0.01	0.010
T3	4.6	2.2	5.4	1.9	0.39	0.009	0.03	0.01	0.010
T4	4.3	1.8	4.3	1.9	0.38	0.010	0.03	0.01	0.010
T5	4.6	1.8	4.0	1.6	0.36	1.009	0.02	0.01	0.010

z) Application amounts of fertilizer were indicated in table 1.

시험후 배추엽의 무기성분 함량을 보면 총질소량은 무비료구가 4.8%로 가장 높았으며, 화학비료 + 돈분퇴비구 및 분변퇴비 단용구가 4.3%, 다음에 화학비료 단용구 및 화학비료 + 분변퇴비구가 4.3% 수준이었다. 인산은 화학비료 + 돈분퇴비구가 2.2%로 가장 높았으며, 무비료구, 화학비료 + 분변퇴비구, 분변퇴비 단용구 1.8% 수준이었다. 칼리는 화학비료 + 돈분퇴비구 가장 높았으며, 칼슘은 무비료구, 화학비료 + 돈분퇴비구, 화학비료 + 분변퇴비구가 양호하였다. 고토성분은 처리간 비슷하였으며, 아연, 망간 붕소, 철 등은 모든 처리에서 비슷한 함량을 보였다.

본 연구결과에 화학비료 + 분변퇴비구에서 배추의 생육이 양호하여 퇴비로서 기능이 우수하였으며, 토양보전과 친환경 농업 실현에 부합 할 수 있을 것으로 사료되었다. 분변퇴비는 지렁이의 배설을 통하여 작물생장에 필요한 양분공급 및 토양개량에 뛰어난 효과를 갖는 것으로 알려져 있으며, 원예용 상토로서 기능이 우수하여 종자 발아 촉진 및 보습성 및 완충력이 우수하다. 또한 수박 등 과채류 재배시 당도 향상, 열매비대 촉진 및 상품성을 향상 시키므로 금후 분변퇴비의 특성을 종합적으로 연구된다면 원예작물 재배시 기능성 퇴비로서 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

IV. 결 론

산업부산물인 분변퇴비 배추재배 효과를 검토하기 위하여 시험수행한 결과

1. 배추의 생육 및 수량은 화학비료 + 분변퇴비구가 가장 양호하였으며, 다음으로 무비료구 및 분변퇴비 단용구, 다음으로 화학비료 단용구 및 화학비료 + 돈분퇴비구 순이었다.
2. 엽의 건물율은 무비료구, 화학비료 + 분변퇴비구, 화학비료 단용구에서 높았으며, 무기성분의 함량은 처리간 큰 차이가 없었다.

V. 참고문헌

- 1) 윤오섭, 이병재, “유·무기 산업폐기물을 첨가재로 활용한 축분의 퇴비화”, 한국폐기물학회지 제17권 4호, pp.512-519 (2000)
- 2) 국립환경연구원, “토양생물을 이용한 유기성 슬러지 처리 기술개발에 관한 연구(I)”, 1992
- 3) 국립환경연구원, “토양생물을 이용한 유기성 슬러지 처리기술개발과 재활용에 관한 연구(II)”, 1993
- 4) 농촌진흥청, “농사시험연구 조사기준”, 1993
- 5) 농촌진흥청, “토양화학분석법”, 1988
- 6) 한국비료공업협회, “비료연감”, 1995