



ORAL PRESENTATION

논문

Phyllite를 水分調節劑로서 이용한 堆肥化 研究

박영희, 장기운, 홍재구*

충남대학교 농과대학 농화학과, (주)부농*
(2002년 6월 19일 접수, 2002년 6월 25일 채택)

Study on Pig Manure Composting Using Phyllite as Bulking Agent

Young-Hee Park, Ki-Woon Chang, Jei-Gu Hong*

Dept. of Agricultural Chemistry, Chungnam National Univ., Taejon 305-764 Korea
Bu-Nong Company, Kyungki 449-926 Korea*

ABSTRACT

The study was executed to evaluate the agricultural utilization of phyllite as composting bulking agent in pig manure.

The effects of the composted pig manure were verified by adopting the mixture of 10% phyllite and 20% saw dust(PSPC 10) and 20% phyllite and 10% saw dust(PSPC 20). The pig manure mixed with 30% saw dust was used as a control(PSC).

However C/N ratio was very decreased because humus was rapidly progressed at PSPC 20 plot during the composting.

Also, $\text{NH}_4^+ \text{-N}$, $\text{NO}_3^- \text{-N}$, pH and EC were quickly changed from after one week and CEC was the highest as 92 cmol./kg.

And Total-N was hardly changed during the composting but total carbon was rapidly declined as processing compost.

Therefore, the phyllite has positively showed comparing with others in the street as compost bulking agent and go ahead, it is concerned that this material should have to research and investigating, constantly.

Key Words : Pig manure, Composting, Phyllite, Humus, Agricultural utilization

초록

본 연구는 phyllite의 돈분 퇴비화 과정 중 수분조절제로서의 활용 가치를 평가하기 위해 수행되었다.

phyllite에 대한 수분조절제로서의 평가를 위해 톱밥을 이용한 돈분퇴비구(PSC)를 대조구로 하였다. Phyllite 10%와 톱밥 20%를 처리한 퇴비구(PSPC10)와 phyllite 20%와 톱밥 10%를 처리한 퇴비구(PSPC20)에서의 결과 20%의 phyllite를 첨가한 처리구에서는 부숙이 빠르게 진행되었지만, 상대적인 유기물의 감소로 인한 C/N비가 매우 낮았다.

따라서 phyllite는 현재 퇴비화에서 사용되고 있는 재료와 비교하여 비교적 양호한 결과를 나타내었으며 앞으로도 좀 더 다양한 농업적 자재로서의 활용연구가 이루어져야 할 것이다.

1. 서 론

올바른 퇴비화 처리를 위해서는 원료 퇴비더미의 환경 조건을 미생물이 생육하고 활동하기 좋은 최적의 상태로 유지시키는 기술이 필요한데 이것은 원료 중의 수분함유량, 산소량, 이용가능 영양소, 온도, 산도 등 기타 여러 요인들이 복합적으로 최적의 상태를 유지하여야 한다. 그러나 자연상태에서는 축분더미내에서는 앞의 조건들이 완벽하게 갖추기가 어렵기 때문에 인위적인 영향이 가해지게 되는데 축분 중에 부자재를 혼합하는 것이 퇴비화 관련 미생물의 활성도를 높이는 중요한 방법이다.

현재 우리 나라의 년간 배출되는 가축분뇨는 총 3,389 만톤으로 돈분이 35.5%로 가장 많으며 우분도 30.7%에 이르고 있다(농립부, 1999). 양축 농가에서 생산되는 분뇨의 수분함량이 평균 82.9%로 분뇨의 수분함량을 줄일 수 있는 방안을 강구해야하며 특히 축분을 퇴비화 처리할 경우 부자재로서 수분조절제의 작용이 매우 중요하다.

수분조절제로 쓰일 수 있는 물질은 퇴비화 관련 미생물에 대한 유해성과 작물의 성장 장해 요인이 없어야 한다. 수분 흡수력이 크고 적절한 입도와 다공성 그리고 미생물의 활동에 적정한 산도와 영양소를 갖추고 있으며 원료의 확보가 용이하고, 무엇보다도 원료 수급의 용이성과 가격이 저렴하며 퇴비화 작업이 용이해야 한다. 그리고 발효시 부자재 첨가의 주된 목적은 원활한 퇴비화의 진행에 의한 양질의 퇴비생산에 있으므로 퇴비의 안정성이 가장 중요한 요건이 된다.

톱밥은 퇴비화 시설에서 가장 널리 사용되는 수분조절제로써 수분 흡수능력이 좋고 다른 부자재에 비해 취급이 용이하여 초기 퇴비화 과정에서 악취의 흡착 능력이 있다. 반면에 톱밥은 가격이 상당히 높고 지역에 따라서 구입에 어려움을 겪는 경우도 있다. 톱밥 가격의 대부분은 인건비와 운송비가 차지하여 가격차이가 있으며 원료의 대부분이 수입 목에 의해 충당되는데 이로 인해 외래성 위생해충의 유입과 퇴비화 저해물질의 함유가 우려된다.

왕겨는 톱밥 대체용 자재로 가장 널리 쓰이며 물량이 많고 가격도 톱밥에 비해 싼 편이지만 분해가 잘 되지 않는 단점이 있다. 이 밖에도 수분조절제로 이용되고 있는 물질은 톱밥, 반송퇴비, 우드칩, 또는 zeolite가 일부 사용되고 있다. Zeolite의 경우에는 퇴비화 과정 중에 발생하는 가스 량을 감소시켜줄 뿐만 아니라 미생물이 생육할 수 있는 공간을 확보해 주는 역할을 한다는 측면에서 이용되고 있다.

다양한 농업적 자재개발과 함께 축분뇨의 처리방안의 하나인 퇴비화에서 효과적인 수분조절 능력을 가지며 저렴한 가격과 수급문제가 용이한 재료 개발의 필요성에 의해 점토질의 흡수력이 좋은 phyllite의 사용방안이 제시되었다. 그러나 이러한 무기재료를 이용한 축분뇨 처리에 의해 생성되는 퇴비는 기존의 퇴비화의 수분조절제와는 달리 분해가 되지 않기 때문에 최종적으로 발생되는 퇴비의 부숙도 및 안정성에 대한 연구가 필요하며, 현재 phyllite를 이용한 퇴비화 과정과 퇴비의 효용성에 대한 검증된 자료가 밝혀져 있지 않다. 따라서 퇴비화 과정중의 각종 물리, 화학성 분석에 의한 퇴비의 부숙도 평가가 필요하며, 작물생육시험에 의한 작물과 토양에 미치는 영향을 검토해야 하며 또한 퇴비의 적절한 활용방안을 찾기 위한 연구가 수행되어야 한다.

한편 퇴비화 과정에서 톱밥은 공극 개선제 또는 수분조절제로 가장 많이 이용되고 있는데, 이것은 타 용도로 많이 사용되고 있어 구입 단가가 높을 뿐만 아니라 토양에 과도하게 연용할 경우, 난분해성 물질의 축적으로 토양 물리성 악화가 점점 우려되고 있다. 따라서 톱밥의 사용을 줄이고 공극제와 수분조절제로 사용될 수 있는 재료의 개발이 필요한데 phyllite는 수분조절제나 퇴비화의 촉진제로서 타 재료들 보다 효과와 경제성이 좋다고 예상된다.

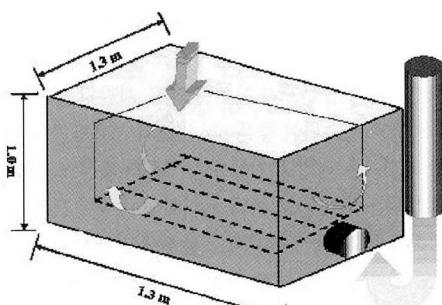
따라서 본 연구의 목적은 퇴비화의 수분조절제로 phyllite를 사용하여 적정 처리량을 제시하고 퇴비의 부숙도 및 안정성을 분석, 평가하여 수분 조절제로서의 가능성을 구명하고자 한다.

이러한 연구는 제한된 퇴비화의 수분조절제의 수급문제를 해결할 뿐만 아니라 새로운 천연자원을 개발 및 연구하여 그 특성에 맞도록 자원을 개발하고 실정에 맞는 농업적 효용성을 획득함으로써 농업의 다양성을 꾀할 수 있다.

2. 재료 및 방법

2.1 퇴비화 시설 및 방법

본 실험에서 이용한 퇴비화는 충남대학교 농과대학 부속농장에 위치한 1.69m^3 ($1.3\text{m} \times 1.3\text{m} \times 1\text{m}$)의 발효조에서 호기성 정체식(Baruker system)으로 실시하였다. 대조구는 톱밥을 30% 혼합(Pig manure+Saw dust : PSC) 하였으며, phyllite 10%와 톱밥 20%를 혼합한 처리구 (Pig manure+Saw dus + Phyllite 10% : PSPC-10)와 phyllite 20%와 톱밥 10% 혼합한 처리구(Pig manure+



[Fig. 1] Baruker composting system

Saw dust+Phyllite 20% : PSPC-20)를 설정하였다. 톱밥과 phyllite를 돈분과 고르게 혼합하여 세 처리구의 발효조에 동일량을 채웠으며 110일 동안 퇴비화 연구를 수행하였다. 공기의 공급은 시간당 720m³의 송풍기로 매일 5분씩 송풍을 실시하여 퇴비화 정도를 관찰하였다. [Fig. 1]에 퇴비화의 시설을 간략하게 나타내었다.

2.2 이화학성 분석 및 측정방법

2.2.1 온도 측정

퇴비화 기간중의 퇴비더미의 온도를 측정하기 위해 Digital thermometer(HY-550)를 이용하였으며, 시료 채취지점 가로선상의 3곳에서 표면으로부터 5, 15, 50cm 깊이의 온도를 측정하였다.

2.2.2 화학성 분석

화학성 분석은 농촌진흥청의 토양화학분석법(1998)에 의거하여 총 탄소는 dry-ash법, 총 질소는 Kjeldahl법, 양이온 치환능력은 1N-NH₄OAc법을 이용하였고, NO₃⁻-N, NH₄⁺-N은 2M-KCl로 침출한 후 중류법을 이용하였다. pH, EC는 1:5법을 이용하여 측정하였고, 중금속 및 무기 성분은 HClO₄로 분해한 후 Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry(ICP-AES)와 Atomic Absorption Spectro-photometer(AA)로 측정하였다.

[Table 1] Chemical properties of pig manure and saw dust

Materials	pH	T-C	T-N	C/N ratio	Ca	Mg	K	CEC
	(1:5)	%	%		%	%	cmol/kg	
Pig manure	7.1	32.5	3.12	10.4	0.54	0.32	0.56	23.5
Saw dust	5.7	44.9	0.07	641	0.08	0.14	0.12	14.5

2.2.3 물리성 분석

수분보유능, 용적밀도, 공극율은 Martin R. C.(1993)의 Soil Sampling and Method of Analysis에 의거하여 측정하였다.

2.2.4 원형여지크로마토그래피

원형여지크로마토그래피는 0.5% AgNO₃ 용액으로 여과지(Watman No. 42, ϕ 11cm)를 2~3분간 충분히 적신 후, dry oven에서 건조시켜 Aluminum foil에 보관하였다. 시료에 0.1N NaOH용액 10mL를 가하여 진탕하면서 실온에서 16시간 방치후 추출한 후에, 원심분리(Refrigerator centrifuge : himac CR 20B2, HITACHI)하여 얻은 상정액 1mL를 개조식 Conway unit 안에 넣어 20~30분간 전개시켜 크로마토그램을 얻었다.

2.2.5 식물독성시험

식물독성시험은 약 60°C에서 2시간 환류냉각 추출하여 얻은 용액을 여과한 후, 여과지가 깔린 petri dish에 여과액 5mL를 넣고 건실한 종자를 파종하여 생장기(Growth chamber ; 상대습도 50%, 온도 28°C)에서 5일간 생육시켜 G.I.(Germination Index)값을 구하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 퇴비화 과정 중 이화학성 변화 및 부숙화 연구

3.1.1 원료의 특성조사

본 실험에 사용된 돈분과 톱밥의 화학성은 [Table 1]에 나타내었다. 돈분의 pH는 7.1로 중성이었고, 질소량은 1.32%이며 C/N율은 32.2로 나타냈다. 톱밥은 질소 성분이 거의 없어서 C/N율은 641로 높으며 pH와 CEC는 각각 6.2와 14.5cmol/kg로 돈분에 비해 낮으며 칼리, 석회 및 마그네슘의 함량도 적었다.

3.1.2 온도

본 실험을 수행한 기간에 퇴비의 온도변화는 퇴비화 초기부터 약 22일까지 온도가 급격히 상승하였다가 서서히 감소하였다. 퇴비화 55일째에 뒤집기 이후 다시 온도가 상승한 후에는 40°C 내외의 온도를 유지하였다. 퇴비화를 시작한 후 18일째 1차 뒤집기 작업 후에 PSC의 온도는 급격히 상승한 데 반해 PSPC-10과 PSPC-20은 오히려 감소하다가 상승하였고, 퇴비화 55일째에 뒤집기 작업 후의 온도는 감소하지 않고 오히려 PSC보다 온도가 높았다. PSPC-10과 PSPC-20의 온도변화는 PSC보다 급격한 온도변화는 없었는데 이러한 결과는 돈분과 혼합한 톱밥과 phyllite에 의한 공극율의 차이 때문이다. PSC는 톱밥이 phyllite보다 공극이 우수하여 퇴비화 초기에 산소 공급이 양호하기 때문에 혼합된 돈분에서 미생물 활동이 촉진되고, 비교적 가용성 성분이 초반기에 공급되어 부숙 조건을 만족시킴에 따라 온도가 높게 상승되었다. 그러나 PSPC-10과 PSPC-20은 phyllite의 미세한 입자상태 때문에 퇴비더미의 통기성이 원활하지 않았으며, 또한 phyllite가 돈분의 수분을 빠르게 흡수해서 퇴비화 초기의 온도가 상승하는데는 다소 시간이 걸리며, 온도변화는 PSC보다는 낮음을 알 수 있다. 따라서 PSPC-10은 퇴비화 18일 만에 73°C로 상승했지만 PSPC-20은 22일에 71.5°C로 처리구중에서 가장 낮으며 퇴비화가 진행될수록 PSPC-10과 PSPC-20은 PSC보다 높은 온도를 유지하였다. [Fig. 2]

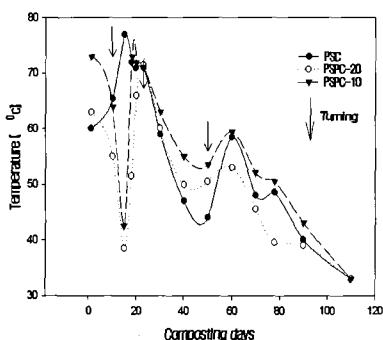
3.1.3 수분함량

[Fig. 3]은 퇴비화 기간중의 수분함량을 나타낸 것으로 퇴비화가 진행될수록 수분함량이 낮아지며 퇴비화 50일 까지 모든 처리구에서 수분의 감소율이 가장 컸다. 그 이

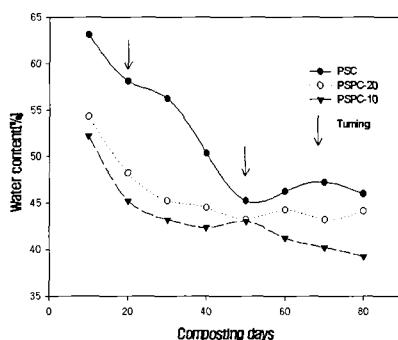
후부터는 조금씩 감소하여 45%의 수분함량을 전후로 안정화되었다. 이러한 결과는 퇴비화가 진행될수록 퇴비더미의 열이 발생하여 수분증발을 증가시킨 것으로 보인다. 또한 phyllite의 수분흡수력으로 인해서 PSPC-10과 PSPC-20에서는 PSC보다 함수량이 적었으며, 퇴비화가 진행될수록 함수량의 변화는 PSC보다 크지 않았다. 그리고 퇴비화가 진행되는 동안 phyllite의 함량에 따른 함수량의 차이가 있었는데 PSPC-20이 PSPC-10보다 더 높은 함수율을 나타내었다.

3.1.4 pH 변화

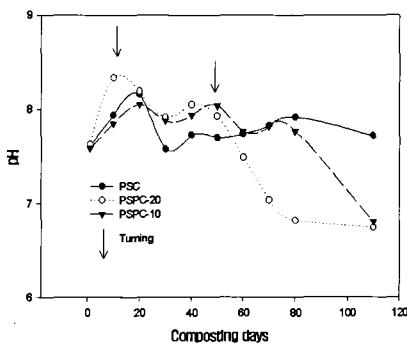
본 실험에서 퇴비 혼합원료의 pH는 약 7.6이었고, 퇴비화 초기와 뒤집기 작업 후에는 pH가 급격히 상승한 후 서서히 감소하는 경향을 보였으며 퇴비화 70일 이후에는 증성에 가까운 값을 나타내었다. 이러한 결과는 퇴비화 초기에는 퇴비더미 내의 산소 부족으로 인한 혐기 상태의 유발로 유기산의 생성이 억제되는 반면에 생성된 NH₃가 퇴비더미 내부에 존재하기 때문에 pH가 상승하게 된다. 하지만 시간이 지남에 따라 서서히 호기적 상태로 변하면서 유기산의 양이 상대적으로 증가하여 pH가 저하되어 결국 pH가 6.5로 안정화되는 것으로 추측된다. [Fig. 4]에서 보는 바와 같이 PSPC-20은 퇴비화 초기에 pH 8.3으로 가장 높게 나타났으며, 퇴비화 40일째에 pH의 급격한 감소로 퇴비화 기간 중에 pH의 변화가 가장 빠르게 진행되었다. PSPC-10은 PSC와 거의 같은 pH 변화를 보였지만 PSC보다는 퇴비화가 진행될수록 더 높은 pH를 나타냈다. 즉, phyllite의 함량이 을수록 퇴비화 기간 중에 높은 pH를 나타내며, pH의 감소율이 빨리 진행됨을 알 수 있다.



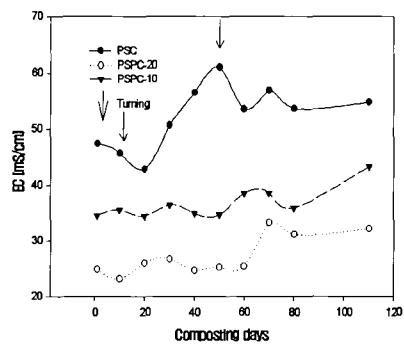
[Fig. 2] Changes of temperature during composting



[Fig. 3] Changes of water content during composting



(Fig. 4) Changes of pH during composting



(Fig. 5) Changes of EC during composting

3.1.5 Electrical conductivity(EC)

퇴비화 과정 중 EC는 유기물이 분해되면서 유리되는 이온들의 활성으로 증가된다. 퇴비화에서 EC값에 기여하는 물질은 저금지방산과 암모니아이고 특히 암모니아의 기여도가 크다. 즉, EC값은 퇴비중 유기물이 이온화 정도를 평가할 수 있는 지표로 사용할 수 있게 된다(유영석, 퇴비화의 이론 및 응용, 1999). (Fig. 5)에 나타난 것처럼 퇴비화가 안정화되었을 때 EC값을 보면, PSC는 15.63%, PSPC-10은 25.5%, PSPC-20은 29.84%의 증가율을 보였다. PSC의 경우 PSPC보다 비교적 초기에 EC값이 높고 퇴비화 20일 이후에 급격한 증가를 보였으며 퇴비화 55일째에 뒤집기 이후에 다시 상승하여 안정화되었다. PSPC-10과 PSPC-20의 EC값은 서서히 증가하는 경향을 보였지만 PSC보다는 EC의 증가율이 컸다.

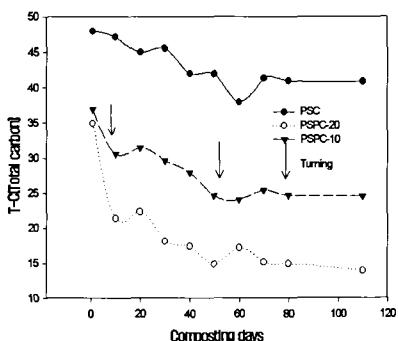
3.1.6 Total carbon(T-C) 및 Total nitrogen(T-N)

(Fig. 6)은 T-C의 변화를 나타낸 것으로 퇴비화 초기에 PSC의 49%의 탄소함량이 분해되기 시작해서 최종적

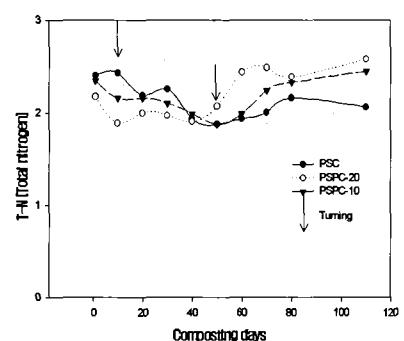
으로는 45%를 나타내었고, PSPC-10과 PSPC-20은 각각 36%와 34%의 탄소가 분해되어 26%와 14%로 감소하였다. 퇴비화 초기에 탄소함량은 미생물 활동이 급격히 증가되어서 유기물 분해의 진행이 촉진되어 감소되었고, 모든 처리구에서 60일 이후에 탄소의 감소율이 안정화되었다. 퇴비화 초기의 미생물의 활동이 증가되어 암모나이의 휘산 및 질산성 작용으로 암모니아는 감소하며 질산태 질소의 함량이 증가하게 된다. (Fig. 7)은 질소함량의 변화를 나타낸 것으로, 퇴비화 초기에는 암모니나의 감소와 퇴비화 40일째에는 질산태 질소의 증가 때문에 퇴비화 기간 중에 총 질소의 함량은 크게 변하지 않았다. 하지만 퇴비화 40일을 전후로 phyllite함량이 증가할수록 총 질소는 감소하며, 그 이후부터는 증가하였는데 이러한 이유는 phyllite가 퇴비화에 있어서 온도 유지 및 적당한 수분조절능력으로 미생물의 활동이 증가되었기 때문이다.

3.1.7 탄소/질소율(C/N ratio)

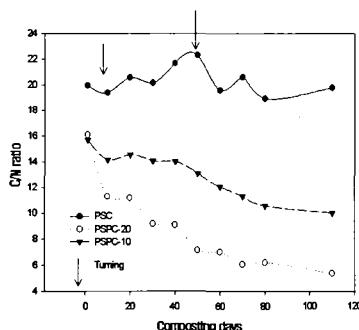
퇴비화 초기에는 질소함량이 적고 탄소량은 많기 때문



(Fig. 6) Changes of T-C during composting



(Fig. 7) Changes of T-N during composting

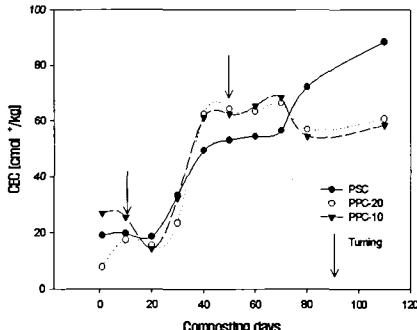


(Fig. 8) Changes of C/N ratio during composting

에 C/N율은 높게 나타났으며, 퇴비화가 진행될수록 PSC의 C/N율은 19이며 PSPC-10과 PSPC-20은 각각 12와 6으로 감소하였다. (Fig. 8) 본 연구에서는 C/N율 감소의 주원인이 총 탄소량은 감소한데 비해서 총 질소함량은 큰 변화가 없었기 때문이다. 이러한 C/N율의 변화는 기존의 퇴비화와 큰 차이를 보이고 있다. 톱밥의 경우 탄소의 공급으로 적정 수준의 C/N율의 변화를 보이지만 분해속도가 빠르고 지속적인 탄소 공급원이 어렵기 때문에 장기간에 걸친 퇴비화는 어렵다. 이에 반하여 phyllite는 퇴비화의 탄소공급원이 되지 못하여 C/N율이 매우 낮지만, 수분 보유력이 크고 분해가 되지 않기 때문에 지속적으로 축분뇨를 처리하는 로타리식의 연속적인 퇴비화 장치에 적용할 수 있는 특유의 장점을 갖는다.

3.1.8 Cation exchange capacity(CEC)

퇴비화가 진행될수록 CEC는 증가하는데 이는 유기물의 분해에 의한 lignin, phenolic hydroxyl기 및 carboxyl기 등의 증가에 의한 음전하량의 증가로서 설명 할 수 있다(Harada, Y., 1980). 일반적인 CEC를 통한 부속도 평가기준으로서 Riffaldi는 60cmol/kg 이상일 때 부속이 되었다고 판단한다(Chang et al., 1997). 본 실험의 CEC 결과는 퇴비화 18일째 뒤집기 작업 후에 유기물의 분해가 촉진되어 CEC가 크게 증가되었고, 퇴비화가 진행될수록 계속적인 증가를 보였다. 최종적으로 PSC의 CEC는 92cmol/kg이고 PSPC-10과 PSPC-20은 61 cmol/kg으로 거의 비슷하게 나타났다. (Fig. 9) 퇴비화 후기에 PSPC-10과 PSPC-20의 CEC는 감소하였지만 PSC의 CEC는 증가한 이유는 phyllite는 분해가 되지 않고 남아 있어서 유기물의 함량이 상대적으로 감소하였기 때문이다.



(Fig. 9) Changes of CEC during composting

3.1.9 NH₄⁺-N 및 NO₃⁻-N

퇴비화 초기에 유기물의 암모니아성 작용(ammonification)에 의해 생성된 NH₄⁺-N은 질산화작용(nitrification)에 의해 NO₃⁻-N으로 전환되거나 암모니아 가스로 휘산되거나 때문에 퇴비화 과정중의 NH₄⁺-N은 증가되다가 감소된다. 암모니아성작용은 온도에 좌우되며 40~50°C 사이에서 반응이 빨리 완결되었으나, 50~55°C 사이에서 NH₄⁺-N이 가장 많이 축적되었다(Burrows, Y. 1959). (Fig. 10)에서 보는 바와 같이 NH₄⁺-N은 초기에 증가하여 약 40일 이후부터는 급격한 감소를 보였으며 NO₃⁻-N은 반대로 상승하였다. (Fig. 11) 이러한 결과는 초기에 유기물의 암모니아성 작용에 의해 NH₄⁺-N이 상승하였고, 온도가 50°C 이하로 떨어지는 2개월 이후부터 NH₄⁺-N이 암모니아 가스로 휘산되는 등의 요인에 의해 감소된 것으로 해석되어 퇴비가 분해될수록 질산화작용이 점점 증가하기 때문으로 판단한다.

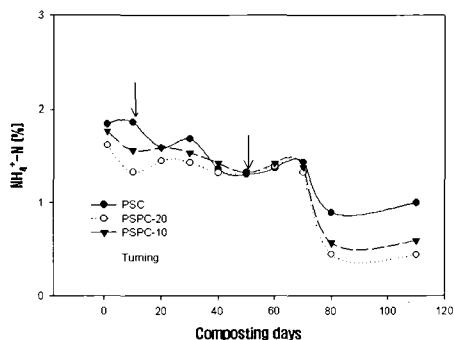
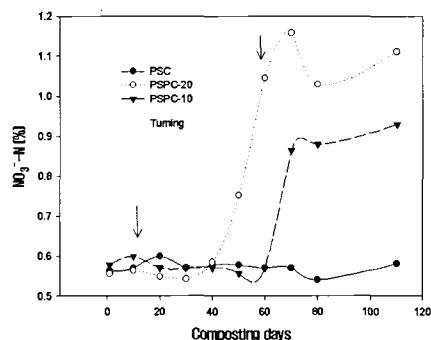
3.1.10 물리성 변화

Phyllite는 퇴비화에 있어서 다른 부재료에 비하여 작은 입자크기와 수분보유능 등의 물리성은 퇴비화에 있어 수분의 흡수와 몽분 혼합을 유리하게 하며, 과다하게 처리된 뇌의 처리가 가능하기 때문에 퇴비화에 있어 적정 수분함량을 유지할 수 있게 한다.

(Table 2)에서 나타난 것처럼 phyllite의 함량이 증가 할수록 퇴비의 용적비중과 입자밀도는 증가하였으며 공극률은 감소하는 경향을 나타내었다.

3.1.11 원형여지 크로마토그래피에 의한 퇴비의 부속도 판정

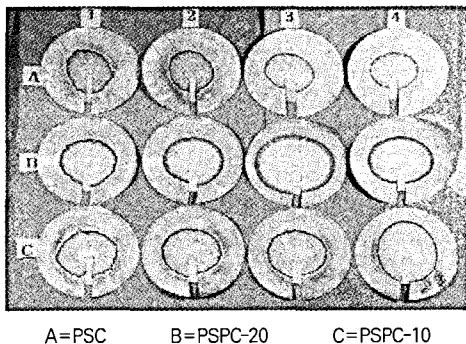
원형여지 크로마토그래피법은 이동속도가 빠른 저분자

(Fig. 10) Changes of NH₄⁺-N during composting(Fig. 11) Changes of NO₃⁻-N during composting

(Table 2) Physical properties of saw dust compost and phyllite compost

Compost	BD	PD	Porosity
	g/ml	%	
PSC	0.729	1.803	59.580
PSPC-10	0.918	2.130	56.969
PSPC-20	1.051	2.303	54.359

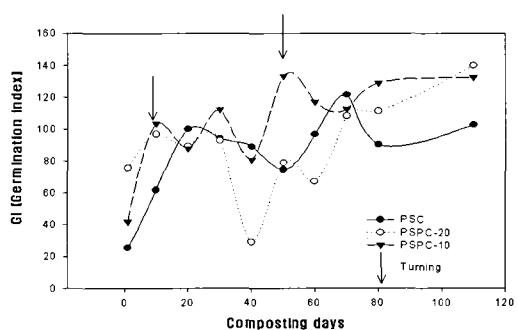
화합물은 크로마토그램이 빠르게 전개되어 이동되고, 분해가 잘 되지 않는 고분자 화합물들은 이동속도가 느려서 중심부에 남아 있으면서 얇은 자주색을 나타내는 것을 이용한다(Lee, 1997). [Fig. 12]은 퇴비화의 30일, 60일, 90일, 110일에 채취한 시료로 원형여지크로마토그래피를 이용하여 실험한 것으로 모든 처리구에서 30일까지는 발효가 진행중이며 60일 이후부터 텁니의 형성정도와 펴짐의 크기가 더 양호하므로 안정된 부숙이 진행되고 있음을 알 수 있으며, PSC보다는 PSPC-20과 PSPC-10에서 더 양호하며 특히 PSPC-20에서 더 안정적임을 알 수 있다.



(Fig. 12) Evaluation of compost maturity by circular paper chromatography during the composting

3.1.12 식물독성시험

식물독성시험은 퇴비의 안정성 평가방법 중 하나로 퇴비 추출물에 식물의 종자를 파종해 발아율과 뿌리길이를 조사하여 식물독성 여부를 판단하는 것으로 증류수와 퇴비추출물의 발아율과 뿌리길이를 이용하여 germination index(G.I.) 값을 구할 수 있다. 퇴비화 중에 생성되는 수용성 염류, 중금속, 무기원소, 유해성 유기화합물이나 휘발성물질 등으로 인해서 발아율을 저해하여 낮은 G.I.값을 나타낸다(Chang, K. 1997). 일반적으로 G.I.값이 80 이상일 때 식물체에 독성이 없다고 하였고(Zuccuni, F. 1981), 50 이상이면 퇴비로서 사용이 가능하다고 알려져



(Fig. 13) Changes of G.I. value during the composting

[Table 3] Content of heavy metals and chemical components of the saw dust compost and phyllite compost

Items	O.M.	O.M./N Ratio	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Cu	NaCl
	%		mg/kg						%
PSC ^a	65.3	35.5	8	ND ^b	ND	ND	13	417	0.78
PSPC ^b -10	41.4	19.5	35	ND	ND	ND	50	154	0.45
PSPC ^c -20	29.5	16.5	12	ND	ND	ND	17	225	0.67
Specification	>25	<50	<50	<5	<2	<150	<300	<500	<1

a : Pig manure-Saw dust Compost

b : Pig manure-Phyllite 10% Compost

c : Pig manure-Phyllite 20% Compost

d : None Detection

있다. [Fig. 13]에서 퇴비화 60일째까지 계속적으로 G.I. 값이 증가하였고 그 이후로는 안정되게 증가하는 것을 알 수 있다. 이러한 것은 퇴비화가 진행되는 동안 뒤집기 작업으로 미생물의 활성이 증가되기 때문이며, 60일 이후로는 비교적 안정된 값을 나타내는데 이것은 부숙의 증가로 식물의 성장률도 증가하고 있음을 알 수 있다. 퇴비화 60일째 G.I.값의 변화가 매우 불안정하였으며 퇴비화가 안정될수록 PSPC-10과 PSPC-20이 PSC보다 더 큰 G.I. 값을 나타냈다.

3.1.13 퇴비의 공정규격에 의한 품질평가

현행 농업과학기술원의 퇴비공정규격에 의한 최종 제조된 퇴비 측정 결과, ([Table 3])PSPC-20인 경우 유기물은 29.5%, 유기물/질소 비는 16.5로서 공정규격에 적합하였고, PSC의 Cu의 함량이 417mg/kg, NaCl 함량이 0.9%로 공정규격보다 초과되지는 않았으나 규제 값의 근사치임을 유의해야 할 것이다.

4. 결 론

본 연구는 phyllite의 돈분 퇴비화 과정 중 수분조절제로서의 이용성을 평가하기 위해 수행하였다. 퇴비화의 수분조절제로서의 평가를 위해서 톱밥 돈분퇴비(PSC)를 대조구로, phyllite 10%와 톱밥 20%를 사용한 퇴비화(PSPC10)와 phyllite 20%와 톱밥 10%를 사용한 퇴비화(PSPC20) 연구를 수행하였다. 퇴비화 장치에서 기간별로 시료를 채취하여 각종 물리화학적인 분석방법을 통해 퇴비의 부숙도를 평가하였다.

(1) 퇴비화 기간 중 처리구별 최고 온도와 도달 시간은 PSC는 77°C와 15일, PSPC-20은 71.5°C와 22일, PSPC-10은 73°C와 18일이었다. Phyllite는 퇴비화의 주

발효가 진행되는 동안에 고온의 온도 유지를 가능하게 하였으며, 급격한 온도의 변화는 없었다.

(2) Phyllite의 함량이 많을수록 퇴비화 기간 중에 높은 pH를 나타내며, pH의 감소율이 빨리 진행되었다. pH는 초기에 증가하다가 pH 6.5에서 안정되었으며 PSPC-20의 경우가 비교적 pH 저하 속도가 빨랐다.

(3) 퇴비화기간 중 EC의 변화는 서서히 증가하다가 안정화되었는데, 퇴비화 후의 EC의 증가율은 PSPC-20 > PSPC-10 > PSC 순으로 감소하였다.

(4) CEC값은 시간의 경과에 따라 차차 증가하였으며 최종적으로 PSC에서 92cmol/kg로 가장 높으며, PSPC-20과 PSPC-10은 퇴비화 후기에 phyllite의 함량이 상대적으로 증가하여 CEC는 감소하였다.

(5) 탄소량은 퇴비화 초기 PSC가 가장 높고 PSPC-20과 PSPC-10은 유사하여 차차 감소하였다. 질소량은 단기적 변화는 컸으나 장기적으로는 거의 변화가 없어 결과적으로 C/N율의 감소를 보였고 감소 폭은 PSPC-20이 가장 크게 나타났다.

(6) 미생물의 활발한 분해는 암모니아성 작용(ammonification)과 질산화 작용(nitrification)에 의해 NH₄⁺-N과 NO₃⁻-N를 생성시키고, 퇴비화 40일째 NH₄⁺-N은 감소하고 NO₃⁻-N은 증가하였다. 특히, PSPC-20에서 가장 빠른 변화가 있었다.

(7) 원형여지 크로마토그래피와 식물독성 실험의 결과 처리구별 큰 차이는 나타나지 않았으나 퇴비화 60일 이후부터 PSPC-20 > PSPC-10 > PSC 순으로 부숙이 안정화되었다.

참고문헌

- Burrows, S. 1951. Journal of the Science of food and Agriculture. 2, 403.

2. Harada, Y. and A. Inoko. 1980. Relationship between cation-exchange capacity and degree of maturity of city refuse compost. *Soil Sci. jplant Nutr.*, 26(3) : 353~362.
3. Martin, R. C. 1993. Soil Sampling and Method of Analysis. Canadian Society of Soil Science : 529~555.
4. Zucconi, F., A. Pera, M. Forte and M. D. Bertoldi. 1981. Evaluating toxicity of immature compost. *Biocycle*, 22 : 54~57.
5. 김상주, 신진산, 이문희, 박모상, 오윤진. 1991. 벼 기계이앙 어린모 매트형성 촉진을 위한 Metalxyl 종자 침출 효과. *한국작물학회지* 36(4) : 287~293.
6. 김상주, 전연태, 박양홍. 1990. 다단식 시렁을 이용한 벼 어린모 육묘기술. *한국작물학회지* 35(6) : 492~496
7. 김상주, 최민구, 이선영, 유추현, 조수연. 상토 종류 별 질소 시비량이 벼 어린모 묘소질 및 배유양분 소모에 미치는 영향, 1996. *한국작물학회지* 41(5) : 514~520.
8. 김용재, 신해용, 장강연. 1988. 수도재배 이앙에 있어서 파종량이 배유물질의 소모 및 묘소질에 미치는 영향. *한국작물학회지* 33(2) : 146~156.
9. 나기창, 이동진, 김규한, 김정택. 1988. 옥천총군의 변성흔재암 내에 부존된 탄질물의 흑연화 작용 및 안정 동위원소비에 관한 연구. *지질학회지* 제24권. 199~212.
10. 농림부. 2000. 축산연구소 연구보고서.
11. 농민신문. 1999. 10.8일자.
12. 농업과학기술원. 1995. 비료분석법해설.
13. 농촌진흥청. 1995. 농사시험연구조사기준.
14. 농촌진흥청. 1998. 토양광물. *한국토양비료학회지* 31 : 36~44.
15. 농촌진흥청 농업기술연구소. 1998. 토양화학분석법
16. 박래연. 1978. 벼 기계이앙 재배의 신기술 (어린모, 중묘, 성묘), *작물시험장* 15~69.
17. 박완철, 하준수, 김태형, 신남철. 1996. 축분 퇴비화 장치 설계인자의 퇴비 안정도에 대한 영향 평가 *한국폐기물학회지* 13(4) : 476~486.
18. 이선용, 전연태, 박양홍. 1990. 벼 어린모 완전 육묘 및 수도재배 기술 학위시험, I. 어린모 양분흡수 생리 구명시험. *호남시험보고서* : 210~212.
19. 이주삼, 정재춘, 김남천. 1995. 가정 및 축산폐기물의 퇴비화. *동화기술*.
20. 오윤진 외 7인. 1992. 기계 이앙모의 기술. I. 벼 어린모 기계이앙 재배기술 : 62~98.
21. 유영석. 1997. 공극개선제의 혼합비율에 따른 제지? 하수슬러지의 퇴비화 과정중 이화학성변화 석사학위논문 : 11~36.
22. 유영석 외 13명. 1999. 퇴비화의 이론 및 응용. 제3장 퇴비화의 이론. *동화기술*. 49~
23. 윤세영. 1996. 팽화왕겨의 퇴비화에 관한 연구. *한토비지* 29(2) : 124~129.
24. 윤용대, 박양홍. 1984. 수도 기계이앙 육묘에 관한 연구. 제 5보, 종자 육묘시 배유 양분의 소모가 묘생육 및 활착에 미치는 영향. *한국작물학회지* 27(1) : 25~30.
25. 윤용대, 오용비, 박성상, 박래경, 박양홍. 1989. 벼 어린모 기계 이앙 재배 연구, I. 상토 종류 및 출아장의 차이가 어린모 기계이앙 재배에 미치는 영향, *한국작물학회지* 34 : 428~433.
26. 윤현수, 박용순, 이춘오, 이병대, 김경수. 1993. 문경-상주사이에 분포하는 화강암류 석재의 암석학적 연구. *암석학회지*, 2 : 32~40
27. 장기운, 김필주, 민경훈. 1995. 음식물찌꺼기 고속 발효기에 의해 처리된 퇴비의 안정성 검토 유기성 폐자원학회지 3(1) : 35~42.
28. 장기운, 윤종영. 1999. 왕겨를 이용한 축분뇨 감량형 퇴비화. *석사학위논문* 14~30.
29. 장기운, 이상석. 1998. 음식물찌꺼기 퇴비의 사용에 따른 토양의 이화학성 변화 및 작물 체내 염류의 흡수. *J. of KOWREC* 6(2) : 81~94.
30. 장기운, 이인복, 임재신. 1995. 음식물찌꺼기를 이용한 퇴비의 부숙과정 중 이화학성 특성의 변화. *유기성 폐자원학회지* 3(1) : 3~11.
31. 장기운, 조성현, 이인복. 1998. 지속적 농업을 위한 고성능 토양의 개발 연구 I. 계분 및 돈분퇴비의 연용이 방울토마토의 생육 및 토양의 이화학성에 미치는 영향. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* 41(6) : 451~156.
32. 정광용. 1995. 유기질 및 부산물 비료 활용상의 실제. *유기성폐기물 비료화의 문제점과 대책* 심포지

- 음 : 17~45.
33. 최민규, 김상수. 1996. 벼 기계이양 육묘용 상토 효과 구명시험. 호남시험보고서. 313~315
34. 최부술. 1991. 벼 어린모 이양 육묘방법. '91 호남시험보고서 : 215~221.
35. 한진관, 고종한, 김두열, 1999. 팽연화 왕겨를 이용한 벼 육묘기술 연구. 농기연 보고서 45~50.
36. 황동영, 김순철, 전연태, 김세현. 1992. 남부 평야지대 벼 어린모 기계이양 한계기 구명. 농사시험론문집 (수도편) 34(2) : 78~84.
37. 황동용, 박성태, 김순철. 1996. 벼 기계 이양용 고령 토 세라믹 상토 시험. 영남시험보고서 321~323