

# 상토로서 지렁이 분립이 엽채류의 생육에 미치는 영향

김인수\*, 김성진, 이지영, 이주삼  
연세대학교 응용과학부

## I. 목 적

지렁이에 의한 퇴비화방법(vermicomposting)은 유기성 자원의 생물학적 처리 방법의 하나로서 유기물을 급속히 안정화 시킬 수 있으며, 악취와 냄새가 없고 최종산물인 분립과 지렁이를 대량으로 생산하여 유기질 상토재와 동물성 단백질 자원으로서 농업적으로 유용하게 활용할수 있다는 장점을 가지고 있다

이상과 같은 관점에서 본 실험은 지렁이에 의한 유기성 자원의 처리과정에서 대량으로 생산되는 지렁이 분립을 상토재로 이용하기 위한 목적으로 분립과 피트모스의 혼합비율을 다르게 하였을 때 근대(*Beta vulgaris var. cicla*), 열무(*Raphanus sativus L.*), 시금치(*Spinacia oleracea*) 및 상추(*Lactuca sativa*)의 생육에 미치는 영향을 검토하여 최적 혼합비율을 추정하였다.

## II. 재료 및 방법

공시한 지렁이 분립은 톱밥발효 돈분을 먹이로 사용한 줄무늬 지렁이(*Eisenia foetida L.*)의 분립을 사용하였다. 공시 작물은 과채류인 엽채류인 근대(*Beta vulgaris var. cicla*), 열무(*Raphanus sativus L.*), 시금치(*Spinacia oleracea*), 상추(*Lactuca sativa*) 시중판매 종자를 사용하였다.

본 실험은 연세대학교 원주캠퍼스 비닐하우스에서 실시하였다. 근대, 열무, 시금치, 상추의 생육은 50일과 89일간 이었다. 분립과 피트모스의 혼합비율(v/v)은 100+0, 60+40, 40+60, 0+100%로 한 4수준으로 3반복 하였다. 실험에 사용한 화분의 크기는 각각 7.5ℓ 였다.

토양 물리성 분석은 Bragg와 Chamber(1988), Gabriels(1993)의 방법을 사용하였다.

화학성 분석실험은 pH, 전기전도도(EC), 유기물함량(OM), 전질소 함량(TN) 및 탄질율(C/N ratio), 유효인산함량(available.  $P_2O_5$ ), 양이온치환용량(CEC), 치환성 양이온 함량( $K^+$ ,  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$ )을 측정하였다.

작물의 생육조사는 식물체의 초장(PL), 엽면적(LA), 엽수(NL), 지상부 건물중(SHW), 줄기두께(SD), 근중(RW), 근장(RL) 및 생물학적 수량(BY)을 조사하였다. 식물체를 pot에서 분리하여 식물체 부위별로 분리하여 건조기에서, 60℃로 8일간 건조 후 건물중을 측정하였다. 엽면적(LA: leaf area)은 green leaf area meter(model GA-5)를 사용하여 측정하였다.

모든 실험은 완전임의 배치법(complete randomized design)으로 실험설계 되어 3반복으로 수행되었다. 통계처리는 SAS를 이용한 ANOVA(analysis of variance) test 사용하였고, LSD(least significantly different)방법으로 유의성( $P \leq 0.05$ )을 검증하였다.

### III. 결 과

#### 1. 지렁이 분립과 피트모스의 혼합비율에 따른 물리성 분석

Table 1. 지렁이 분립과 피트모스의 혼합비율에 따른 물리성 분석결과

ratio of mixture (C %+P %) <sup>a</sup>	Bulk density (g/cm <sup>3</sup> )	Particle density (g/cm <sup>3</sup> )	Total porosity (%)	Available water content (%)	Air space (%)
100(C)+0	0.4a	1.2a	80.1d	70.0a	10.1d
60 + 40	0.3b	1.7b	83.2c	63.2b	20.5c
40 + 60	0.2c	1.7c	88.0b	60.1c	27.9b
0+100(P)	0.2d	1.6d	89.9a	52.2d	37.7a

<sup>a</sup> C: vermicompost and P: peat moss

Mean with the same letter are not significantly different at the 5% level.

--	--	--	--	--

지렁이 분립과 피트모스의 혼합 비율을 100+0, 60+40, 40+60, 0+100%로 한 4조합의 상토재의 물리성을 분석한 결과는 Table 1와 같다. 용적비중(bulk density)은 분립 100% 처리구가 0.4 g/cm<sup>3</sup>로 피트모스 100% 처리구인 0.2 g/cm<sup>3</sup> 보다 2배 이상의 높았고, 진비중(particle density)은 분립 100% 처리구에서 1.8 g/cm<sup>3</sup>로 다른 처리구보다 높은 값을 나타내었다. 총 공극량(total porosity)은 피트모스 100% 처리구에서 89.8%로 다른 처리구보다 유의하게 높았다. 유효수분함량(available water content)은 분립 100% 처리구에서 70%로 다른 처리구보다 유의하게 높았고, 대공극량(air space)은 피트모스 100% 처리구가 37.6%로 분립 100% 처리구인 10.1%보다 3배 이상 높았다( $p \leq 0.05$ ).



지렁이 분립과 피트모스의 혼합 비율을 100+0, 60+40, 40+60, 0+100%로 한 4 조합의 상토제의 화학성을 분석한 결과는 Table 2과 같다.

pH는 분립 100% 처리구에서 pH 7.5로 약 알칼리성을 나타내었지만 피트모스 100% 처리구는 pH 4.5로 강산성을 나타내었다. 전기전도도(EC)는 분립 100% 처리구가 1.8로 가장 높았지만 피트모스의 혼합비율이 높아질 수록 전기전도도가 낮아져 피트모스 100% 처리구에서는 0.1에 불과하였다. 유기물(OM)함량은 피트모스 100% 처리구가 94.6%로 다른 처리구에 비해 유의하게 높았다( $p \leq 0.05$ ). 조회분(Ash) 함량은 분립 100% 처리구가 32.5%로 피트모스 100% 처리구의 5.8%보다 6배 이상의 높은 값을 나타내었다. 전 질소함량(TN)은 분립 100% 처리구가 2.5%로 가장 높았고, 피트모스 100% 처리구는 1.5%로 가장 낮았다. 총 탄소함량(TC)은 피트모스 100% 처리구가 52.3%였으나, 분립 100% 처리구는 37.5%였다. 탄질율(C/N)은 피트모스 100% 처리구가 34.8로 다른 처리구 보다 유의하게 높았다. 양이온 치환용량(CEC)은 분립 100% 처리구가 43.4  $\text{cmol}^+(\text{+})/\text{kg}$ 을 나타내어 다른 처리구에 비해 유의하게 높았다. 유효인산함량(Av.  $\text{P}_2\text{O}_5$ )은 분립 100% 처리구가 792.1  $\text{mg/g}$ 이므로, 피트모스 100% 처리구의 76.4  $\text{mg/g}$ 에 비하여 10배 이상의 높은 값을 나타내었다. 치환성 양이온 함량( $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ )은 분립 100% 처리구에서 각각 20.4  $\text{cmol}^+(\text{+})/\text{kg}$ , 14.1  $\text{cmol}^+(\text{+})/\text{kg}$  및 3.5  $\text{cmol}^+(\text{+})/\text{kg}$ 로 다른 처리구에 비해 유의하게 높았다( $p \leq 0.05$ ).

### 3. 지렁이 분립과 피트모스의 혼합비율에 따른 식물체 분석

#### 1) 근대의 생장분석

Table 3. 지렁이 분립과 피트모스의 혼합비율에 따른 근대의 분석결과

DAP <sup>a</sup>	ratio of mixture (C%+P%) <sup>b</sup>	leaf beet							
		PL <sup>c</sup>	LA	NL	SHW	SD	RW	RL	BY
50days	100(C)+0	17.3a	12.1a	8.0a	0.56a	0.47a	0.14a	22.6a	0.70a
	60+40	17.2a	11.2a	7.0ab	0.54a	0.48a	0.11ab	19.3a	0.65a
	40+60	16.0a	10.0a	8.0a	0.42a	0.43a	0.13a	0.43b	0.55a
	0+100(P)	8.3b	3.3b	5.3b	0.09b	0.31b	0.04b	0.31b	0.13b
89days	100(C)+0	19.0a	13.87 a	8.0ab	1.29a	0.66a	0.64a	25.0ab	1.93a
	60+40	19.0a	13.41 a	9.0a	1.31a	0.60a	0.65a	26.3a	1.96a
	40+60	17.8a	13.50 a	7.6ab	1.19a	0.60a	0.55a	22.3b	1.74a
	0+100(P)	11.3b	4.45b	6.0b	0.21b	0.37b	0.13b	16.3c	0.34b

<sup>a</sup>DAP: days after planting

<sup>b</sup>C: vermicompost and P: peat moss

<sup>c</sup>PL: plant length(cm), LA: leaf area index(cm<sup>2</sup>), NL: number of leaf, SHW: shoot dry weight(g),

SD: stem diameter(cm<sup>2</sup>), RW: root dry weight(g), RL: root length(cm) and BY: biological yield(g)

Mean with the same letter are not significantly different at the 5% level.

지령이 분립과 피트모스의 비율을 100+0, 60+40, 40+60, 0+100%로 한 4조합의 상토조건에서 50일과 89일 동안 생육시킨 근대의 생육 결과를 나타낸 것이 Table 3 이다.

근대의 50일째와 89일째의 생육은 분립 40%-100% 처리구에서 초장(PL), 엽면적(LA), 엽수(NL), 지상부중(SHW), 줄기두께(SD), 근중(RW), 근장(RL), 생물학적 수량(BY)이 피트모스 100% 처리구에 비해 유의하게 높았다.

## 2) 열무의 성장분석

Table 4. 지렁이 분립과 피트모스의 혼합비율에 따른 열무의 분석결과

DAP <sup>a</sup>	ratio of mixture (C%+P%) <sup>b</sup>	young radish							
		PL <sup>c</sup>	LA	NL	SHW	SD	RW	RL	BY
50days	100(C)+0	22.5a	24.3a	13.6a	1.87a	1.20a	0.66a	20.6a	2.53a
	60+40	25.0a	21.2a	14.3a	2.10a	1.17a	0.62a	10.0b	2.72a
	40+60	21.8a	18.3a	12.6a	1.70a	0.97a	0.61a	10.6b	2.31a
	0+100(P)	13.6b	5.5b	8.6b	0.33b	0.43b	0.12b	9.0b	0.45b
89days	100(C)+0	23.5b	25.2ab	13.6a	2.66b	1.76ab	1.33b	25.3a	3.99b
	60+40	28.8a	29.9a	14.3a	5.52a	2.38a	3.13a	24.6a	8.65a
	40+60	24.5ab	22.0b	12.6a	4.41ab	1.47a	2.20ab	23.3a	6.61ab
	0+100(P)	18.0c	14.5c	8.6b	1.57c	1.28b	1.00b	23.0a	2.57c

<sup>a</sup>DAP: days after planting

<sup>b</sup>C: vermicompost and P: peat moss

<sup>c</sup>PL: plant length(cm), LA: leaf area index(cm<sup>2</sup>), NL: number of leaf, SHW: shoot dry weight(g), SD: stem diameter(cm<sup>3</sup>), RW: root dry weight(g), RL: root length(cm) and BY: biological yield(g)

Mean with the same letter are not significantly different at the 5% level.

지렁이 분립과 피트모스의 비율을 100+0, 60+40, 40+60, 0+100%로 한 4조합의 상토조건에서 50일과 89일 동안 생육시킨 열무의 생육 결과는 Table 4과 같다.

열무의 50일째 생육에서 분립 40%-100% 처리구에서 초장(PL), 엽면적(LA), 엽수(NL), 지상부중(SHW), 줄기두께(SD), 근중(RW), 생물학적수량(BY)이 피트모스 100% 처리구에 비해 유의하게 높았다.

열무의 89일째의 초장(PL), 지상부중(SHW), 근중(RW), 생물학적수량(BY)이 분립 40%-60% 처리구가 피트모스 100% 처리구에 비하여 유의하게 높았고, 엽수(NL)와 줄기두께(SD) 및 근장(RL)은 분립 40%-100% 처리구가 피트모스 100% 처리구에 비하여 유의하게 높았다.

## 3) 시금치의 생장분석

Table 5. 지령이 분립과 피트모스의 혼합비율에 따른 시금치의 분석결과

DAP <sup>a</sup>	ratio of mixture (C%+P%) <sup>b</sup>	spinach							
		PL <sup>c</sup>	LA	NL	SHW	SD	RW	RL	BY
50days	100(C)+0	9.0a	4.42a	8.6a	0.37a	0.26a	0.10a	18.3a	0.47a
	60+40	10.3a	4.62a	9.6a	0.36a	0.28a	0.08a	23.0a	0.44a
	40+60	10.3a	3.98a	9.0a	0.33a	0.23a	0.06a	14.6ab	0.39a
	0+100(P)	1.6b	0.26b	1.6b	0.02b	0.05b	0.03b	5.0a	0.05b
89days	100(C)+0	9.5b	5.16c	10.6a	0.59b	0.32a	0.21ab	21.3b	0.80b
	60+40	15.3a	6.7a	11.6a	0.64b	0.36a	0.17b	27.6a	0.81b
	40+60	10.3b	6.0b	11.6a	0.85a	0.31a	0.30a	22.6b	1.15a
	0+100(P)	0.0d	0.0d	1.6b	0.0c	0.0b	0.0c	0.0d	0.0c

<sup>a</sup>DAP: days after planting

<sup>b</sup>C: vermicompost and P: peat moss

<sup>c</sup>PL: plant length(cm), LA: leaf area index(cm<sup>2</sup>), NL: number of leaf, SHW: shoot dry weight(g), SD: stem diameter(cm<sup>2</sup>), RW: root dry weight(g), RL: root length(cm) and BY: biological yield(g)

Mean with the same letter are not significantly different at the 5% level.

지령이 분립과 피트모스의 비율을 100+0, 60+40, 40+60, 0+100%로 한 4조합의 상토조건에서 50일과 89일 동안 생육시킨 시금치의 생육 결과는 Table 5과 같다.

시금치의 50일째 생육에서 분립 40%-100% 처리구에서 초장(PL), 엽면적(LA), 엽수(NL), 지상부중(SHW), 줄기두께(SD), 근중(RW), 생물학적수량(BY)이 피트모스 100% 처리구에 비해 유의하게 높았다.

시금치의 89일째의 초장(PL)과 엽면적(LA)은 분립 60%처리구에서 15.3 cm와 6.7 cm<sup>2</sup>로 다른 처리구보다 유의하게 길고, 넓었다. 엽수(NL)와 줄기두께(SD)는 분립 40%-100% 처리구가 피트모스 100% 처리구에 비해 유의하게 높았다. 지상부 건물중(SHW)과 근중(RW) 및 생물학적 수량(BY)은 분립 40% 처리구에서 각각 0.85 g와 0.30 g 및 1.15 g를 나타내어 다른 처리구보다 유의하게 무거웠다(p≤0.05).



4) 상추의 성장분석

Table 6. 지렁이 분립과 피트모스의 혼합비율에 따른 상추의 분석결과

DAP <sup>a</sup>	ratio of mixture (C%+P%) <sup>b</sup>	lettuce							
		PL <sup>c</sup>	LA	NL	SHW	SD	RW	RL	BY
50days	100(C)+0	11.1b	7.0c	6.3a	0.1bc	0.30b	0.05b	19.0a	0.15bc
	60+40	12.3b	12.3b	6.3a	0.2ab	0.36ab	0.07ab	19.3a	0.27ab
	40+60	16.3a	17.8a	7.0a	0.3a	0.45a	0.08a	16.0a	0.38a
	0+100(P)	9.3b	0.6d	4.6b	0.1c	0.28b	0.05b	19.3a	0.15c
89days	100(C)+0	11.3bc	12.8bc	10.6a	0.5bc	0.53ab	0.3c	20.3b	0.8c
	60+40	13.6b	15.2b	8.66ab	0.7b	0.57a	0.4b	20.3b	1.1b
	40+60	16.5a	20.4a	8.33b	1.1a	0.55ab	0.6a	26.3a	1.7a
	0+100(P)	10.0c	10.5c	6.66b	0.4c	0.39b	0.3bc	20.3b	0.7c

<sup>a</sup>DAP: days after planting

<sup>b</sup>C: vermicompost and P. peat moss

<sup>c</sup>PL: plant length(cm), LA: leaf area index(cm<sup>2</sup>), NL: number of leaf, SHW: shoot dry weight(g), SD: stem diameter(cm<sup>2</sup>), RW: root dry weight(g), RL: root length(cm) and BY: biological yield(g)

Mean with the same letter are not significantly different at the 5% level.

지렁이 분립과 피트모스의 비율을 100+0, 60+40, 40+60, 0+100(%)으로 한 4조합의 상토조건에서 50일과 89일 동안 생육시킨 상추의 생육결과는 Table 6와 같다.

상추의 50일째 생육에서 초장(PL)과 엽면적(LA)은 분립 40% 처리구가 각각 16.3 cm와 17.8 cm<sup>2</sup>로 다른 처리구에 비해 유의하게 길고, 넓었다. 지상부 건물중(SHW)과 줄기무게(SD), 근중(RW), 생물학적수량(BY)은 분립 40%-60% 처리구가 다른 처리구에 비해 유의하게 높았다.

상추의 89일째의 분립 40% 처리구에서 초장(PL), 엽면적(LA), 지상부중(SHW), 줄기무게(SD), 근중(RW), 근장(RL), 생물학적수량(BY)이 다른 처리구에 비하여 유의하게 높았다.

## V. 요약

1. 지령이 분립량이 증가할수록 용적비중(bulk density), 유효수분함량(available water content), pH, 전기전도도(electrolytic conductivity), 무기물(ash), 전질소(total nitrogen), 양이온치환능력(cation exchange capacity), 유효인산(available P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 치환성양이온(exchangeable cation)이 증가하였다.

Treatment	pH	EC (ds/m)	OM (%)	Ash (%)	TN (%)	TC (%)	C/N	Av P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/g)	CEC cmol(+)/kg	Ex Cations(cmol <sup>+</sup> /kg)		
										K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>
근대 (40%-100%)	7.0	1.5	75.0	25.0	2.2	41.6	19.7	538.2	38.3	13.7	10.9	2.8
열무 (40%-60%)	6.8	1.4	78.7	21.4	2.0	43.7	22.1	411.3	35.8	10.3	9.3	2.4
시금치·상추 (40%)	6.4	1.2	80.5	19.5	1.9	44.7	23.9	316.8	34.0	8.3	6.3	2.0

2. 근대는 분립 40~100%의 혼합비율에서 초장(PL), 엽면적(LA), 엽수(NL), 엽면적(LA), 지상부 건물중(SHW), 근중(RW), 줄기두께(SD), 근중(RW) 및 생물학적수량(BY)이 다른 처리구보다 유의하게 높았다.
3. 열무는 분립 40~60%의 혼합비율에서 초장(PL), 지상부 건물중(SHW), 근중(RW), 생물학적수량(BY)이 다른 처리구보다 유의하게 높았다.
3. 시금치와 상추는 40%의 혼합비율에서 지상부중(SHW), 근중(RW), 생물학적수량(BY)이 다른 처리구에 비해 유의하게 높았다( $p \leq 0.05$ ).