

## 지렁이분 퇴비 시용이 가을감자의 생육 및 수량에 미치는 영향

조남기, 송창길, 윤상태, 강봉균, 김동현, 박성준  
제주대학교 식물자원과학과

### The Effects of Earthworm Cast Application on Growth Characteristics of Fall-cropping Potato

Nam-Ki Cho, Chang-Khil Song, Sang-Tae Yun,  
Bong-Kyoon Kang, Dong-Hyun Kim, Sung-Jun Park  
Dept. of Plant Resources Science, Cheju National University

**ABSTRACT** : This study was conducted to investigate the effects of earthworm casts (EWC) with 100% organic fertilizer on growth and yield characteristics of fall-grown potato (*Solanum tuberosum* L. cv. Dejima) in Jeju region. Treatments consisted of six plots as follows : 100, 200, 300, 400, and 500 kg/10a of EWC applied, and 100 kg/10a complex fertilizer for potato (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O, 10-10-14) applied as conventional practices. Plant height were higher for the treatment of EWC 300-500 kg/10a than EWC 100-300 kg/10a and complex fertilizer. Tuber weight per plant tended to be higher for arming casting treatment than complex fertilizer treatment. Total tuber yields was higher for EWC 300-500kg/10a treatments (1,952-2,074 kg). On the other hand, the ratio of marketable tubers was higher for EWC 300-500 kg/10a treatment (69.8-72.68%) than other treatments. Tuber distribution by class of potato tubers tended to be higher for EWC treatment than chemical fertilizer treatment but there was no significant difference. Accordingly, the effects of treating warm casting on growth and yield characteristics of fall-grown potato were more affirmative than

those of chemical fertilizer.

**Key words** : Earthworm cast, Organic fertilizer, Fall-cropping potato.

## I. 서 언

유기질비료는 토양의 삼상분포 개선(野口, 1992), 토양의 입단형성촉진(栗原 등, 1978), N와 P의 이용률 증가(山添 등, 1974), 식물의 생육촉진(松口, 1986) 등의 다양한 효과를 나타낸다. 최근 지렁이의 인공양식의 과학적 이용가치가 인정된 후부터 많은 연구자가 분변토에 관심을 가지게 되었다(Gaddie and Douglas, 1975). 1954년 뉴질랜드의 Hamblyn과 Dingwall(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, 원예 등의 분야에서 지렁이가 토양을 비옥하게 하고 수확량을 증가시킨다는 보고가 있으며, 지렁이의 생태적 기능뿐만 아니라 지렁이 자체의 활용과 배설물인 지렁이 분변토에 대한 연구가 진행되고 있다.

미국, 일본, 캐나다 등의 나라에서는 가축의 분뇨와 일부 중금속의 오염이 적은 고농도의 산업 폐기유기물 처리에 지렁이를 이용한 vermicomposting을 실용화하여 생산된 지렁이는 가축 등의 사료로 이용하고 분해물질인 분변토는 유기질퇴비로 이용되고 있다 (Gaddie and Douglas, 1975). Camp et al. (1981)은 도시폐기 sludges처리에 vermicomposting 방법을 이용하여 지렁이의 유기물 섭취능력을 이용하는 새로운 처리개념을 보고하였다. Bender et al. (1992)은 미국에서 시중에 판매하는 토양개량제, 유기질 비료와 지렁이 분변토에 대하여 영양염류의 함량, 물리화학적 특성, 중금속 농도, 탄소와 질소의 균형, 수분 보유 능력 및 양이온 교환능력을 분석하여 평가한 결과 이들 중 분변토가 가장 우수한 것으로 발표하였다. 하지만 기존의 연구결과를 보면, vermicomposting 이나 vermistabilization에 의해 생산된 지렁이 분변토가 퇴비나 탈취제로서의 효과가 있다는 것에만 치

중되어 있고, 실제 작물에 시비하였을 때에 대한 연구 결과는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서 지렁이가 배설한 지렁이 분변토를 제주지역에서 가을감자 재배포장에 시비하여 생육에 미치는 영향을 조사하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

제주지역 시설재배지에서 지렁이분을 사용하여 가을감자의 생육 및 수량변화를 조사하기 위하여 제주도 농업기술원 농산물원종장(북제주군 소재)에서 2003년 9월부터 12월까지 수행하였다. 시험포장의 비옥도는 보통이었고, 화학적 특성은 표 1과 같았다. 공시작물은 제주도 농업기술원에서 조직배양으로 증식한 감자 (*Solanum tuberosum* L. cv. Dejima)를 이용하였다.

Table 1. Chemical properties of soil used before the experiment

pH (1:5)	Organic matter (%)	Available P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg · kg <sup>-1</sup> )	Exchangeable cations (cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup> )				EC (dS · m <sup>-1</sup> )
			K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Na	
5.50	5.80	77.3	1.2	3.0	1.3	0.12	0.65

Table 2. Mineral content of earthworm cast

pH (1:5)	EC (dS · m <sup>-1</sup> )	Moisture	Organic matter (%)	T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Cr	Cu	Cd	Pb	As	Hg
6.75	15.82	21.43	19.75	0.87	1.99	1.32	12.5	43.1	0.05	5.3	-	-

공시퇴비는 일본 modoagi 회사에서 시판하는 지렁이분변토 (100%)를 사용하였고, 화학적 특성은 표 2와 같다. 시험구는 지렁이분변토 100, 200, 300, 400, 500kg/10a 처리구와 감자전용복비 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O, 10-10-14) 100kg/10a 처리구 등 6처리를 두었다. 2003년 9월 9일 망실하우스에 6.6m<sup>2</sup> 파종구에 60×20cm 재식거리로 2줄로 파종하였고, 시험구배치는 난괴법 3반복으로 하였다.

생육조사는 정식 70일 후에 처리구당 10개체를 선정하여 초장을 측정하였고 정식 100일 후에 전량을 수확하여 크기별 괴경수량, 주당 괴경수, 상서수량 등

의 관련형질을 농촌진흥청이 제시한 농사시험연구조사 기준(농촌진흥청, 1995)에 의거 조사하였고, 토양시료의 분석은 농업과학기술원 토양화학분석법(1988)에 준하였다. pH는 pH meter(Orion 520A, USA)로, 전질소함량은 질소자동분석장치(Buchi 339, Germany)로, 유효인산은 ammonium metavanadate법, 유기물은 Walkley-Black법, 치환성 K, Ca, Mg, Na은 원자방출분광기(Inductively-coupled-plasma atomic emission spectrometer: model JY 138-ultrace, Jobin -yvon 사, France)를 이용하여 분석하였다. 시험성적분석은 SAS(2000) 프로그

램에 의거 분산분석을 실시하였고, Duncan's Multiple Range Test (DMRT)로 유의성 검정을 실시하였다.

### III. 결과 및 고찰

분변토는 선진국에서 이화학적 성분의 우수성이 인정되어 토양의 개량 및 유기질 비료 자원으로 많이 이용되어 오고 있다 (Brady, 1974; Harris, 1990). 지렁이 분변토 시용이 가을감자의 생육에 미치는 효과는 초장이 분변토 300~500kg 처리구에서 화학비료시비구 및 분변토 100~200kg 처리구에 비해 커지는 것으로 나타났다. 개체당괴경중도 초장과 유사한 경향으

로 분변토 300~500kg 처리구에서 화학비료처리구에 비해 양호한 경향을 보였다. 분변토는 보수력이 높고 토양중에서 적당량의 질소를 방출하는 등 토양개량제로써 우수하고 vermicomposting화로 중금속 경감효과가 있다(Harris et al, 1990). 또한 분변토에는 지렁이가 서식하고 있는 토양에 비해 유기물함량, 총질소, 유효인산, P, K, CEC 등이 높아 토양생산성에 상당히 좋은 영향을 주는 것으로 알려져 있다(Brady, 1974). 본 연구에서도 감자에 시용된 분변토가 맹아의 신장을 촉진시키고(Harris, 1978), 탄소동화작용을 촉진함으로써 감자의 지상부 생육에 유리한 영향을 미치는 것으로 보인다.

Table 3. Effects of EWC application rate on plant height tuber yield, tuber weight per plants and marketable yield of fall-cropping potato 100 days after planting

Treatment	Plant height (cm)	Tuber weight	Total tuber	Marketable	Rate of	
		/plant (g)	yield (kg/10a)	tuber yield <sup>‡</sup> (kg/10a)	marketable tuber (%)	
CFP <sup>†</sup> (kg/10a)	100	38.7c <sup>‡</sup>	123.0d	996.0c	765.3c	61.9a
EWC <sup>‡</sup> (kg/10a)	100	43.1c	157.0cd	1,271.3bc	1,179.0bc	69.0a
	200	47.2c	195.7bc	1,584.9b	1,452.0b	63.7a
	300	68.1a	241.0a	1,952.1a	2,006.3a	72.4a
	400	66.8ab	256.1a	2,074.4a	2,034.7a	72.6a
	500	57.2b	247.3a	2,003.4a	1,961.3a	69.8a

<sup>†</sup> CFP : Complex fertilizer for potato (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O, 10-10-14).

<sup>‡</sup> EWC : Earthworm cast..

<sup>‡</sup> Marketable tuber : over 81 g.

<sup>‡</sup> Mean separation within columns by DMRT at 5% level.

Table 4. Yield distribution by class of potato tubers produced by the EWC organic fertilizer rate

Treatments		Tuber yield (g/10plant)						Total
		Under 30g	31~50g	51~80g	81~120g	121~250g	Over 250g	
CFP <sup>†</sup> (kg/10a)	100	61.7a <sup>‡</sup>	96.0a	306.7a	322.0a	443.3b	53.9b	1,283.6d
EWC <sup>‡</sup> (kg/10a)	100	57.3a	137.0a	196.3a	572.7a	511.7b	94.7ab	1,569.7cd
	200	63.7a	186.3a	254.7a	519.0a	727.3b	205.7ab	1,956.7bc
	300	88.7a	66.3a	248.7a	581.0a	1,150.3a	275.0a	2,410.0aa
	400	118.7a	135.7a	272.0a	560.7a	1,297.3a	176.7ab	2,561.0a
	500	104.3a	90.7a	317.0a	542.0a	1,160.7a	258.7ab	2,473.3a

<sup>†</sup> CFP : Complex fertilizer for potato (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O, 10-10-14).

<sup>‡</sup> EWC : Earthworm cast..

<sup>‡</sup> Mean separation within columns by DMRT at 5% level.

총괴경수량은 분변토 300~500kg처리구가 1,952~2,074kg으로 가장 많은 것으로 조사되었고 상서수량도 이와 유사한 경향으로 분변토 300~500kg처리구에서 1,961~2,034kg을 나타내었다. 반면 상서율은 분변토 300~500kg처리구에서 69.8~72.6%로 다른 처리구에 비해 가장 높게 나타났다(표 3). 크기별 괴경수량은 화학비료처리구에 비해 분변토처리구에서 많아지는 추세를 보였으나, 대부분의 규격에서 통계적 유의성은 인정되지 않았다(표 4). 분변토 시비량별 총괴경수량의 변화정도는  $y = -0.045x^2 + 4.4616x + 940.33$  ( $R^2 = 0.97$ )의 2차 회귀식을 보였고, 이 회귀식에서 구한 가을감자 재배시 최고수량을 보이는 분변토 최적시비량은 495 kg/10a내외인 것으로 나타났다(그림 1). 또한 분변토 시비량별 상서수량의 변화정도는  $y = -0.0061x^2 + 5.648x + 713.14$  ( $R^2 = 0.96$ )의 2차 회귀식을 보이는

것으로 나타났다(그림 2). Collier(1978)의 하수 슬러지, 하수슬러지에서 유래한 지렁이의 분변토, 일반토양을 육묘상토로 하여 해바라기, 토마토, 옥수수를 재배한 보고서에서 슬러지에서 자라던 식물들은 2개월 안에 고사한 반면, 분변토와 일반토양에 심은 식물들은 생육이 양호하였고 분변토에 심은 식물들의 무게가 일반토양에 심은 것보다 4배나 무거웠다고 보고하였다. 이는 분변토 시비가 토양개량제로서의 시용효과가 탁월하여 이화확성을 개선시킴으로서 (Yoon et al, 2001) 작물체의 지하부 생육에 유리하게 작용한 것으로 사료된다.

이상과 같은 결과를 종합해볼 때 분변토 유기퇴비를 가을감자 재배지에 시비시 감자 생육에 미치는 영향은 화학비료시비구에 비해 긍정적인 것으로 보이며, 표 1과 같은 여건의 토양에서 감자재배지에서의 적정시비량은 500 kg/10a내외인 것으로 사료된다.

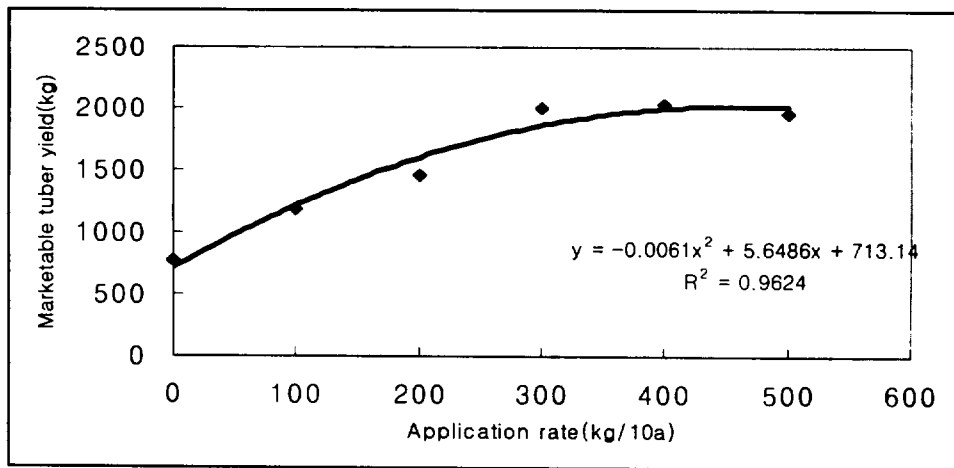


Fig. 1. Relationship of earthworm cast fertilizer rate with total tuber yield of fall-cropping potato 100 days after planting

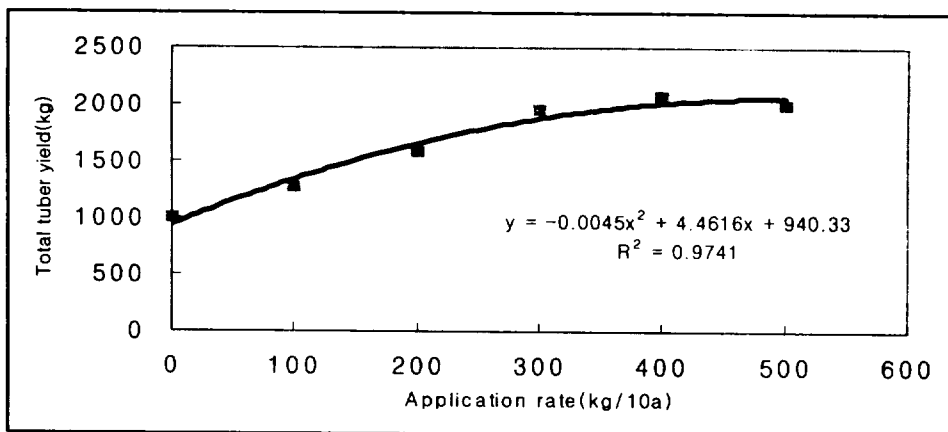


Fig. 2. Relationship of earthworm cast fertilizer rate with marketable tuber yield of fall-cropping potato 100 days after planting

#### IV. 적 요

제주지역에서 지렁이분변토(earthworm cast) 유기질퇴비를 가을감자재배시 시비하여 지상부생육 및 괴경수량에 미치는 영향을 조사하였다. 시험구의 처리는 분변토(100%) 100, 200, 300, 400, 500kg/10a 과 감자전용복비 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O, 10-10-14) 100kg/10a 처리구 등 6처리구를 두었다.

초장은 분변토 300~500kg 처리구에서 화학비료처리구에 비해 컸으며, 분변토처리구간에는 시비량이 증가할수록 커지는 경향을 보였다. 개체당괴경중은 분변토 300~500kg 처리구에서 화학비료처리구에 비해 양호한 경향을 보였다. 총괴경수량은 분변토 300~500kg 처리구가 1.952~2.074kg으로 가장 많은 것으로 조사된 반면 상서율은 분변토 300~500kg처리구에서 69.8~72.6%로 다른 처리구에 비해 가장 높게 나타났다. 크기별 괴경수량은 화학비료처리구에 비해 분변토처리구에서 많아지는 추세를 보였으나 대부분의 규격에서 통계적 유의성은 인정되지 않았다. 결과적으로 분변토 유기질비료처리가 감자 생육에 미치는 영향은 관행시비구에 비해 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보인다.

#### V. 인용 문헌

1. Brady, N. 1974. The nature and properties of soils. MacMILLAN Publishing Co. INC New York.
2. Bender, G. 1992. Vermigro. Fallbrook Sanitary District. Quality testing. pp. 7. U. S. A.
3. Evans, A. C. and W. J. McL. Guild. 1948. Study on the relationship between earthworms and soil fertility. Annals of Applied Biology. 35:485-493.
4. Camp, D. and Mikee. 1981. Engineering assessment of vermicomposting municipal wastewater sludges. EPA 600/2-81-075 U.S. EPA Cincinnati, Ohio.
5. 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.
6. Gaddie, R. E., and D. E. Douglas. 1975. Earthworms for ecology and profit. North American Bait Farms. INC. 1207 South Palmetto Ontario, California 91761.
7. Harris, P. M. 1978. Water. In : P. M. Harris (Ed.) The potato crop. Chapman and Hall. London. pp 244-277.
8. Harris, G. D., L. P. Weldon, and C. P. Benton. 1990. Vermicomposting in a rural community. Biocycle 31(1). U. S. A.
9. Hamblyn, C. J. and A. R. Dingwall. 1954. Earthworms. N. Z. JI. Agric. 71: 8-55.
10. 栗原 淳, 樋口太重. 1978. 形態を異に關する施肥窒素の行動((第7報), 有機物施用が土壤の理化學性に及ぼす影響. 農技研肥料化學科資料. 第216号.
11. 松口龍彦. 1986. 根圈微生物의 機能と作物の生育. 農業技術. 第41卷 第10号.
12. 野口勝憲. 1992. 有機物肥料と土壤微生物(4). 農業および園藝. 第67卷 第9号 52-54.
13. 山添文雄, 三幣正巳. 1974. 「有機質肥料の施用效果」 將來の肥料需給情勢への技術的對處についての資料. 農林水産技術會議事務局 農業技術研究所編.
14. Rural Development Administration. 1995. Survey standard of agriculture experiment. Suwon, Korea.
15. 「SAS」 Statistical Analysis System 2000 SAS/STAT Users Guide. 2000. Version 7. Cary, NC: Statistical Analysis Systems Institute, Electronic Version.
16. Yoon, O. S., B. J. Lee, and B. S. Yoon. 2001. The Effects of sludge vermicompost on growth and yields of crop(chinese cabbage) and soil fertility. J. Kor. solid Wastes Engineering Society. 18 (5):427-433.