

# 지렁이 분립과 질소질 비료의 혼합시용이 Orchardgrass의 생산성에 미치는 영향

홍성호 · 김형기

건국대학교 축산대학 사료영양학과

## Effect of Mixed application of Earthworm Cast and N-Fertilizer on the Productivity in Orchardgrass(*Dactylis glomerata*L.)

Hong,Sung-Ho. Hyung-Ki Kim

### ABSTRACT

This experiment was conducted to investigate the effects of mixed application of earthworm cast and N-fertilizer on dry matter(DM)yield in orchardgrass(*Dactylis glomerata* L.).

Experimental plots were designed by a randomized block design with 3 replications of six different treatments- Control(0:0), 100% earthworm cast(0:100), 3 levels of mixed application(25:75, 50:50, 75:25) of earthworm cast and N-fertilizer, and 100% N-fertilizer(100:0) based on content (%) of nitrogen. The experiment was carried out from March to October, 1993, on the forage experimental field of Kon-Kuk Univ. in Seoul.

The results obtained are summarized as follows:

1. Annual dry matter yield was significantly increased according to increasing of N-fertilizer.
2. Dry matter yield for each treatment as cutting time was passing was decreased. However, dry matter yield was slightly increased at 75%, 50%, and 25% mixed application of earthworm cast at the third cutting time than the second cutting time( $p < 0.05$ ).
3. Concerning each treatment per cutting time, dry matter yield was higher at 100% N fertilizer than the other treatments at the first, second, and fourth cutting time except the third cutting time only( $p < 0.05$ ). And according to decreasing of mixing ratio of N fertilizer, dry matter yield was decreased, too.
4. Dry matter yield of 100% earthworm cast was significantly higher than control at the fourth cutting time( $p < 0.05$ ).

## I. 서 론

오늘날 환경문제가 전 세계적으로 큰 관심거리로 대두되고 자연환경 보호의 절대성이 높아지고 있는 이때, 효율적인 폐기물 처리방식의 개발은 매우 중요하다고 본다. 더우기 이들 폐기물들 중에는 재처리하여 자원으로 재활용할 수 있는 유기성 폐기물이 상당히 포함되어있어 전 국토 면적이 좁고 부존자원이 부족한 우리나라에서는 그 처리기술 개발의 필요성이 더욱 절실히 요구되고 있다.

특히, 축산분야에서 가축분뇨 및 각종 폐기물의 배출은 항상 법적으로 심한 규제대상이 되어 왔지만, 현재의 분뇨처리시설은 막대한 비용이 소요되기 때문에 대부분 소규모적 자영업을 하는 우리나라 축산농가에서는 아직 적절한 대책을 세우지 못하고 있고, 외국 농축산물 수입개방과 노동력 부족현상등과 함께 이중 삼중으로 심각한 어려움을 겪고있는 실정이다. 하지만, 현재 배출되는 가축분뇨 및 폐기물에는 적절한 분해나 처리과정을 거쳐 재활용할 수 있는 유기성 물질이 다량 함유되어 있어<sup>11), 14)</sup> 이들의 효율적인 활용기술이 개발된다면 환경문제 감소 및 축산발전에 상당한 기여가 있으리라 생각한다.

이들 유기성 폐기물을 처리하는 방법 중 하나가 'Vermistabilization' 또는 'Vermicomposting'이라 불리워지는 지렁이를 이용한 처리방법이다<sup>11), 2), 5)</sup>. 생물학적으로 처리하는 방법으로는 지렁이를 이용한 방법이 가장 효율이 높은 것으로 알려져 있는데, 자연 생태계에서 유기성 물질을 섭취한 후 신진대사 과정을 거쳐 안정된 배설물인 분립(cast)을 배출하는 지렁이<sup>7)</sup>를 이용하여 그들의 먹이로 유기성 폐기물을 처리하고 배설물인 분립은 양질의 비료나 토양 개량제<sup>4), 12)</sup>로써 사용할 수 있다. Reddy(1988)는 도시의 생활하수 폐기물, 종이 그리고 채소 찌꺼기와 같은 많은 폐기물을 급여한 지렁이에 의해 생산된 분립(cast)이 작물에 대한 생산성을 증진시키는데 이용되어져 왔다고 했으며, Lee(1985)와 이 등(1990)은 지렁이 분립이 통기성, 수분침투성, 수분보습능력 그리고 뿌리의 성장경로, 식물에 의해 흡수되는 영양소의 이용장소, 미생물이나 균류의 활동성 그리고 토양 비옥도에 영향을 미친다고 하였고, 일반 토양과 비교하여 지렁이 분립에서 나타나는 가장 현저한 화학변화 중 하나는 유기물의 가속화된 분해와 질소성분 형태에서의 변화와 관련되어 식물에 신속히 이용될 수 있는 질소의 비율이 증가한다는 것이다.

한편, Edwards와 Burrows(1988), 그리고 Reddy(1988)는 지렁이 분립 속에는 숨겨져 있다 할 수 있는 indole 성분으로써 정의된 'plant growth substances'가 존재한다고 하였으며, 지렁이에 의해 토양으로 'yield-influencing substances'가 방출되어 식물 성장을 증가시킨다고 보고하였다.

따라서, 본 연구는 지렁이의 분립과 화학비료를 혼합사용하였을 때, Orchardgrass에 미치는 건물생산성을 조사하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

본 시험은 건국대학교 축산대학내 사료작물 실험포장에서 1993년 3월부터 10월까지 수행하였다. 실험포장은 전년도 9월 28일 조성하였고, 공시품종으로 Orchardgrass(*Dactylis glomerata* L.)

의 Potomac을 ha당 30kg 산과법으로 파종하였다.

이때 기비로 ha당 질소 40, 인산 200, 칼리 70kg을 시비하였다.

시험기간 중 연간 시비량을 ha당 질소 280, 인산 100, 칼리 240kg으로 하였는데, 이른 봄 생육 개시전 기비로 인산은 100kg/ha을 전량 시비하였고, 칼리는 240kg/ha을 봄, 가을 2회에 나누어 같은 량으로 분시하였다.

질소는 연간 시비량 280(kg/ha)을 기준으로 하여 매 예취 후 분시하는 방법으로 하였는데, 70(kg/ha)씩 4회에 나누어 실시하였다. 각 처리구를 질소시비율(%)에 따라 나누었는데, 질소를 전혀 시비하지 않은 대조구(0:0)와 다음과 같이 다섯개의 지령이 분립과 화학비료의 혼합시비율을 0:100 ; 25:75 ; 50:50 ; 75:25 ; 100:0 으로 하여 6처리 3반복의 난괴법으로 하였다. 포장 면적은 4m<sup>2</sup>(2m\*2m)이었으며, 토양조건은 표 1에서 보는 바와 같이 강산성으로 유기물 함량이 낮고 인산 함량은 높지만, 일반 토양조건에 비해 척박한 것으로 나타났다.

Table 1. Soil chemical properties of experimental field.

pH	O.M	Ava*.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Exc. Cation(me/100g)				CEC	T-N**
			K	Ca	Mg	Na		
(1:5)	(%)	(PPM)					(me/100g)	(%)
4.0	0.9	15.2	0.2	3.1	0.7	0	7.4	0.19

\* Available

\*\* T-N:Total nitrogen

본 시험에 사용된 지령이 분립은 경기도 남양주군에 소재한 연세대학교 덕소실습목장에서 우분(牛糞)을 먹이로 하여 사육중인 지령이의 분립을 매 예취하기 전 채취 이용하였으며, 사용된 분립의 일반 성분은 표 2와 같다. 그리고 각 처리구별 지령이 분립의 시비량을 결정하기 위해 T-N 함량을 매번 시비하기전 구하였다.

Table 2. General chemical properties of earthworm cast.

(DM base)

pH	O.M	Ava*.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Exc. Cation(me/100g)				CEC	T-N**
			K	Ca	Mg	Na		
(1:5)	(%)	(PPM)					(me/100g)	(%)
7.58	25.5	2,807	32.0	61.1	30.9	15.0	29.92	1.59

\* Available

\*\* T-N: Total nitrogen

예취는 년 4회 실시하였는데, 각각 5월 10일(1번초), 7월 5일(2번초), 8월 30일(3번초), 10월

18일(4번초)에 지상에서 5cm 높이로 예취하였다. 예취된 생초는 무게를 칭량한 후 시료를 채취하여 80°C에서 48시간 열풍건조시켜 건물량을 계산하고 단위면적당 건물수량을 산출하였다.

### III. 결 과

건물생산량에서 연간 전체 건물수량을 볼 때, 그림 1에서 보는바와 같이 처리구별로 고도의 유의차가 인정되는 것으로 나타났다. 각 처리구별로 인산과 칼리를 동일 시비한 조건하에서 100% 질소비료 시비구의 건물수량이 ha당 11.41ton 생산된 것으로 나타나 6개 처리구 중 가장 높게 나타났으며, 질소비료의 혼합수준이 낮아질수록 건물수량이 감소되었다. 대조구에서 ha당 3.79ton으로 가장 낮은 건물수량을 보였고, 100% 지렁이 분립 시비구의 건물수량도 ha당 4.11ton을 나타내어 100% 질소비료 시비구에 비해 수량에 현저한 차이를 보였으며, 유의성은 인정되지 않았지만 대조구보다는 약간의 건물수량 증가가 있는 것으로 나타났다. 그리고 연간 건물수량을 기초로 하여 질소비료와 지렁이 분립의 질소 kg당 시비 효율을 계산해 보면, 질소비료는 약 27kg, 지렁이 분립은 1kg의 건물을 생산한 것으로 나타나 지렁이 분립의 시비효율이 상대적으로 낮았다.

각 예취간 평균 건물수량은 1차예취 때 ha당 2.69ton으로 가장 높았고, 예취가 진행될수록 건물수량이 점점 감소하는 경향을 보였다. 2차, 3차예취시에는 건물수량이 각각 ha당 1.78ton과 1.74ton으로 감소하였지만, 예취간 유의성은 없는 것으로 나타났으며, 4차예취시에는 ha당 1.29ton으로 가장 적은 건물수량을 보였다.

그리고 각 처리구별 예취간 건물수량 및 예취별 각 처리구간의 건물수량에 대한 결과를 표 3에 나타냈다.

Table 3. The effect of mixed application of N-fertilizer and earthworm cast on dry matter yield( ton/ha).

Treatment	1st Cut.	2nd Cut.	3rd Cut.	4th Cut	L.S.D (p=0.05)
Control*	1.70	1.00	0.72	0.38	0.68
0 : 100**	1.84	0.90	0.81	0.59	0.50
25 : 75**	2.64	1.60	1.71	1.10	0.48
50 : 50**	3.32	2.04	2.12	1.56	0.31
75 : 25**	2.96	2.07	2.63	1.93	0.49
100 : 0**	3.69	3.09	2.47	2.16	1.06
L.S.D.(p=0.05)	0.68	0.47	0.51	0.16	

Note

\* Non N-fertilizing

\*\* Mixing ratio of N-fertilizer and earthworm cast based on nitrogen content.

먼저 예취별 각 처리구간의 건물수량을 보면, 3차예취 때를 제외한 1,2,4차 예취시 100% 질소

비료 시비구에서 최대치를 보였으며, 질소비료의 혼합비율이 낮아질수록 수량이 다소 감소하는 경향을 보였다.

1차예취시에는 100% 질소비료 시비구에서 ha당 3.69ton으로 최대건물수량을 보였지만, 3.32ton/ha의 50:50 혼합시비구와는 유의차가 없었으며, ha당 2.96ton의 건물량을 보인 75:75 혼합시비구 보다도 50:50 혼합시비구가 높은 건물수량을 나타내었다. 그리고 100% 지령이 분립 시비구는 건물수량이 1.84ton/ha으로써 다른 혼합시비구에 비해 건물수량이 유의적으로 적게 나타났는데( $p < 0.05$ ), 이 수량은 1.70ton/ha인 대조구와도 유의차가 없었다. 2차예취시에도 3.09ton/ha의 건물수량을 낸 100% 질소비료 시비구에서 다른 시비구에 비해 유의성있는( $p < 0.05$ ) 최대치를 보였고, 1차예취 때와는 달리 2.07ton/ha의 75:25 혼합시비구가 2.04ton/ha의 건물수량을 낸 50:50 혼합시비구보다 다소높은 건물수량을 보였으나 유의차는 인정되지 않았다. 그 밖에 다른 처리구들은 1차예취때와 비슷한 경향을 나타내었다.

3차예취시에는 유의성은 인정되지 않았지만, 75:25 혼합시비구가 ha당 2.63ton의 건물수량을 내면서 2.47ton/ha을 낸 100% 질소비료 시비구보다 오히려 높은 건물수량을 보였고, ha당 2.12ton의 건물을 생산한 50:50 혼합시비구와도 유의차가 없는 것으로 나타났다. 25:75 혼합시비구는 1,2,3차 예취에 걸쳐 100% 질소비료 시비구나 75:75 혼합시비구와 상대적으로 비교해 볼 때, 유의성있는( $p < 0.05$ ) 수량의 감소를 보이지만, 50:50 혼합시비구와는 유의성이 인정되지 않아 그 감소의 폭이 완만한 것으로 나타났다. 3차예취시에도 1,2차 예취때와 마찬가지로 100% 지령이 분립 시비구와 대조구에서 건물수량이 각각 ha당 0.81ton, 0.72ton으로 위의 100% 질소비료 시비구나 다른 혼합시비구에서보다 유의성있는( $p < 0.05$ ) 차이를 보이지만, 두 처리간에는 유의성이 인정되지 않았다.

마지막 4차예취시에는 각 처리구별로 고른 건물수량 분포를 보였는데, 질소비료의 혼합비율이 낮아짐에 따라 수량은 감소되었으며, 모든 처리구에 있어 각 처리구별 유의성이 인정되는 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ). 그리고 4차예취시에는 다른 예취때와 달리 ha당 0.59ton의 100% 지령이 분립 시비구가 ha당 0.38ton의 대조구에 비해 유의성있는( $p < 0.05$ ) 건물수량 증가를 보였다. 전반적으로 1차와 3차예취시의 75:25 혼합시비구를 제외하고는 일반적으로 질소비료 수준이 증가함에 따라 높은 건물수량을 기록하고있다. 또한 가장 높은 질소비료 시비구는 1차, 2차 및 4차예취시기에서는 유의하게 높은 건물수량을 나타내었다.

한편, 각 처리구별 예취간 건물수량을 살펴보면, 위의 연간 건물수량에서와 마찬가지로 대조구, 100% 지령이 분립 시비구, 100% 질소비료 시비구에서 예취가 진행될수록 전반적으로 건물수량이 감소하는 경향을 보였다. 하지만 25:75, 50:50, 75:25 혼합시비구에서는 2차때보다 오히려 3차예취때 건물수량이 늘어난 것으로 나타났는데, 25:75와 50:50 혼합시비구에서는 예취시기간 유의성은 인정되지 않았지만, 75:25 혼합시비구에서는 2,3차 예취간에 유의성( $p < 0.05$ )있는 증가를 보였다.

그리고 그림 2에서 보는바와 같이 100% 질소비료 시비구는 건물수량에서 지속적인 감소를 보인 반면, 다른 혼합시비구나 100% 지령이 분립 시비구에서는 그 감소의 폭이 완만한 편이었으며 오히려 증가하는 경향도 보였다.

#### IV. 고 찰

본 시험의 결과에 의하면, 연간 건물수량에서 100% 질소비료만 시비하거나 지령이 분립과 혼합 시비하였을 경우 100% 지령이 분립 시비구나 대조구에 비해 질소비료의 혼합비율에 따라 건물수량에 많은 차이가 남을 볼 수 있다. 하지만 이것은 실험 첫 해 임을 고려해 볼때, 일반적으로 취급과 시용이 간편하고 식물에 곧바로 이용되는 속효성 성질을 가진 질소비료의 특성으로 그 시비효과에 많은 영향을 받았으리라는 생각되며, 더우기 지령이 분립를 토양과의 완전혼합이 아닌 표면시비 방법을 사용했기 때문에 비료로써 효과가 경감된 듯 하다.

그리고 각 예취간 평균 건물수량에서 1차예취 때 가장 높았고 예취가 진행될수록 평균 건물수량이 점점 감소하는 경향을 보였는데, 이것은 목초에 있어 일반적으로 봄철 생육이 가장 왕성함<sup>1)</sup>을 보여주고 예취시기가 지날수록 여름철 하고현상과 가을철 월동을 위한 준비기로 접어들면서 건물수량이 현저히 떨어짐을 보여주고 있다.

전반적으로 100% 질소비료 시비구가 다른 처리구에 비해 건물수량이 많은 것이 사실이지만, 그림 2와 표 3에서 볼 수 있듯이 매 예취가 진행됨에 따라 질소비료 시비구보다는 지령이 분립 혼합시비구에서 건물수량 경감비율이 다소 완만한 것으로 나타났고, 특히 2차와 3차예취 사이에는 75%, 50%, 25% 지령이 분립 혼합시비구에서 질소비료 시비구와 달리 건물수량이 증가된 것으로 나타났는데, 이것은 鄭등(1989)에 의해 수행된 가축분 시비시험과 비슷한 경향으로 이 시기가 여름 장마기를 거치는 동안 강우와 온도상승으로 인해 지령이 분립 분해가 빨리 이루어지고 토양속으로의 침투로 인해 지령이 분립에 함유된 양분이용이 더욱 용이해졌기 때문이라 사료된다. 이것은 또한 일반적으로 건물수량이 감소하는 여름철 하고기<sup>2)</sup>를 겪고 난 후의 수량 증가현상이기 때문에 수량이 감소한 100% 질소비료 시비구와 비교해 볼 때, 앞으로 더 연구되어야 할 과제라 생각한다.

그리고 연간 건물생산량을 질소비료와 지령이 분립의 질소 kg당 시비 효율을 계산해 보면, 질소비료는 약 27kg, 지령이 분립은 1kg의 건물을 생산한 것으로 나타나 지령이 분립의 시비효율이 상대적으로 낮았다. 하지만, 이들 시비효율로 연간 생산되어야 할 건물량의 이론치를 환산해 보면 75%, 50%, 25% 수준의 질소비료 혼합시비구가 각각 ha당 9.60, 7.77, 5.95ton으로 나타났는데, 실제 생산된 건물량이 각각 ha당 9.60, 9.05, 7.06ton으로 차이가 있었다. 여기서 75% 질소비료 혼합시비구는 이론치와 실제 건물생산량이 일치한 반면, 50%, 25% 질소비료 혼합시비구는 실제 생산된 건물량이 이론치보다 월등히 높은 것으로 나타났으며, 50% 질소비료 혼합시비구는 또한 75% 혼합시비구에 비해 생산량에서 유의차가 없는 것으로 나타나 지령이 분립과의 혼합시비구에서 볼 때 질소비료의 25%의 절감효과를 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

한편, 마지막 4차예취시에는 100% 지령이 분립 시비구의 건물수량이 대조구에 비해 유의성있는( $p < 0.05$ ) 증가를 보인 것으로 나타나 지령이 분립이 일종의 유기질비료임을 고려해 볼때, 현재의 실험이 계속 진행될수록 누적되는 지령이 분립의 시비효과가 증대되리라 기대되며, 건물생산량 증대, 토양의 지속적이용, 그리고 환경보존에 적절한 질소비료와의 혼합시비 수준이 수립될 수 있으리라 생각된다.

## V. 적 요

본 시험은 지렁이 분립과 질소비료의 혼합시비가 Orchardgrass의 건물생산성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 수행되어졌다.

실험포는 질소 성분을 기초로 하여 질소를 시비하지 않았던 구를 대조구로 하고, 100% 지렁이 분립 시비구(0:100), 3수준의 지렁이 분립과 질소비료의 혼합시비구(25:75, 50:50, 75:25), 및 100% 질소비료 시비구(100:0)등 6개 처리구 3반복의 난괴법으로 설계되었다. 실험은 1993년 3월부터 10월까지 서울에 소재한 건국대학교 사료작물 시험포장에서 실시되었으며 얻어진 결과는 다음과 같다.

1. 연간 건물생산량은 질소비료의 시비수준이 높아짐에 따라 유의성있게 증가되었다.
2. 예취시기가 경과함에 따라 각 처리구에 대한 건물수량은 감소되었지만, 75%, 50%, 25% 지렁이 분립의 혼합시비구에서는 2차예취 때보다 3차예취 때 다소 증가하였다( $p < 0.05$ ).
3. 예취시기별 각 처리구에 대하여, 다른 시비구보다 100% 질소비료시비구에서 단지 3차예취 때를 제외한 1차, 2차, 4차예취 때 건물수량이 높았다( $p < 0.05$ ).  
그리고 질소비료의 혼합비율이 감소함에 따라 건물수량 또한 감소하였다.
4. 차예취시 100% 지렁이 분립의 건물수량은 대조구보다 유의하게 높았다( $p < 0.05$ ).

## VI. 참고문헌

1. Edwards, C.A. 1988. Breakdown of Animal, Vegetable and Industrial Organic Wastes by Earthworms. In Earthworm in waste and environmental management edited by C. A. Edwards and E. F. Neuhauser, pp.21-31.
2. Edwards, C.A. and Burrows, I. 1988. The Potential of Earthworm Composts as Plant Growth Media. In Earthworm in waste and environmental management edited by C. A. Edwards and E. F. Neuhauser, pp.211-219.
3. Hartenstein, R., Neuhauser, E. F., and Kaplan, D. L. 1979a. A Progress Report on the Potential Use of Earthworms in Sludge Management. In Earthworm in waste and environmental management edited by C. A. Edwards and E. F. Neuhauser, pp.21-31. 1988.
4. Lee, K.E. 1985. Earthworms, Their Ecology and Relationships with Soils and Land Use. Academic Press, Australia. pp.173-199.
5. Neuhauser, E.F., Loehr, R.C. and Malecki, M.R. 1988. The Potential of Earthworms for Managing Sewage Sludge. In Earthworm in waste and environmental management edited by C. A. Edwards and E. F. Neuhauser, pp.9-20.
6. Reddy, M.V. 1989. The Effect of Casts of *Pheretima Alexandri* (Beddard) on the Growth of *Vinca Rosea*, and *Oryza Sativa* L. In Earthworm in waste and environmental management edit-

ed by C. A. Edwards and E. F. Neuhauser, pp.241-248.

7. 국립환경연구원. 1992. 토양생물을 이용한 유기성 슬러지 처리 기술개발에 관한 연구(I).
8. 權燦鎬, 金東岩. 1987. 播種方法 및 여름철管理가 Orchardgrass(*Dactylis glomerata* L.) 採草地의 收量, 枯死物量, 雜草發生 및 被服率에 미치는 影響. 韓草誌 7(2):71-78.
9. 徐成, 朴文洙, 李種京, 韓永春. 1988. 越冬前後 草地管理에 관한 研究. II. 봄철 放牧利用草地에서 이른봄 追肥施用時期가 牧草의 生育과 粗蛋白質含量 및 收量에 미치는 影響. 韓草誌 8(3):141-146.
10. 徐成, 李茂榮. 1991. 越冬前後 草地管理에 관한 研究. VIII. 이른 봄 窒素施肥 水準이 牧草의 生育과 收量 및 飼料價値에 미치는 影響. 韓草誌 11(1):17-21.
11. 陸完芳. 1992. 草地에 대한 家畜糞尿의 利用. 韓草誌 12(特別號):122-126.
12. 이유원, 전성환, 최훈근, 선재정, 이민도, 김민호, 안선옥. 1990. 지렁이를 이용한 유기성 슬러지 처리에 관한 타당성 조사. 국립환경연구원. pp.16-20.
13. 全宇福, 金東岩, 朴鐘萬. 1986. Ladino Clover 및 Orchardgrass의 養分代謝 및 刈取管理에 관한 研究. VI. 播種時 窒素施肥가 越冬前後 오차드그라스의 生長, 炭水化物 및 粗蛋白質 含量에 미치는 影響. 韓畜誌 28(3):172-177.
14. 鄭燦, 全炳台. 1989. 家畜糞이 草地의 土壤과 生産性에 미치는 影響. 韓草誌 9(1):48-55.