

신개간 및 기경작 초지토양간 목초의 생산성과 무기양분 함량 비교

I. 퇴비 시용에 따른 토양특성, 목초의 초기생육, 수량 및 무기양분 함량 변화

정 연 규

Comparisons of the Forage Productivity and Contents of Mineral Nutrients between the Newly Reclaimed and Arable Hilly Soils

I. Changes in the soil properties, vigour at early growth, yields, and mineral nutrients of forages as affected by compost application

Yeun-kyu Jung

ABSTRACT

This pot experiment was conducted to find out the forage productivity and contents of mineral nutrients in an orchardgrass sward as affected by the compost, lime, and phosphorus applications on the newly reclaimed and arable pasture soils. This 1st part was concerned with the effect of compost application. The results obtained are summarized as follows:

1. There were considerable differences between the newly reclaimed and arable pasture soils in the soil chemical properties as follows(newly reclaimed soil ↔ arable pasture soil): poor ↔ common in pH and contents of Ca and Mg; poor ↔ good in content of available P_2O_5 , base saturation, and mutual balance of Ca : Mg : K; common ↔ good in K content; good ↔ good in absorption coefficient of P_2O_5 ; poor ↔ somewhat poor in CEC. The contents of available P_2O_5 in both soils after experiment were relatively higher in the compost block than non-compost block. It was recognized that the compost application was resulted in the CEC increase in the newly reclaimed soil.
2. The vigour at early growth of orchardgrass was better in the arable pasture soil than newly reclaimed soil. In the newly reclaimed soil, the vigour at early growth of orchardgrass was remarkably enhanced by compost application.
3. Under the non-compost application, the orchardgrass yield was higher in the arable pasture soil by 50.9% than newly reclaimed soil. Compared with the non-compost application, the orchardgrass yields were increased in the newly reclaimed soil by 17.1% and the arable pasture soil by 7.6% by the compost application.
4. The concentrations of Ca, Mg, and P in orchardgrass were relatively higher in the arable pasture soil than the newly reclaimed soil, whereas there was no difference in the K concentration. It was recognized that the concentrations of Mg and P in orchardgrass were higher in the compost block than the non-compost block.

(Key words : Newly reclaimed soil, Soil properties, Compost, Mineral nutrients, Yields)

I. 서 론

우리나라 지질의 약 2/3가 산성암인 화강암과 화강편마암으로 분포되어 있다(Shin, 1972). 이런 지대에서 자라는 목초는 보통 무기영양성분의 함량이 낮다(이, 1970). 더욱이 초지의 개발 대상지는 주로 미개간 산지로 이들의 토양 특성은 일반 경작지에 비해서 토양의 이화학적 특성들이 매우 불량하다(농진청, 1974, 1982; 유, 1978; Weinberger, 1979, 1982; 허 등, 1984). 이러한 특성들과 관련하여 산지초지에서 목초 중 무기양분의 함량이 낮을 뿐만 아니라 양분간의 불균형이 초래되고 있다고 보고된 바 있다(정 등, 1982; 정과 이, 1986). 또한 목초는 산야초와는 달리 수도에 비해서 단위면적 당 대략 N는 2.5배, P₂O₅ 1.2배, K₂O 3배, CaO 8.0배 및 MgO는 3.4배 정도로 양분 탈취량이 더 많은 다비작물의 특성(農技會, 1967; 原田, 1979; 농진청, 1982; 정, 1984)을 보인다. 따라서 초지토양의 비옥도 증진은 산지초지 개발에 검토되어야 할 기본과제가 된다.

본 시험은 우리나라 구릉지에 주로 분포한 토양(토양명: 松汀 사양토, 침식이 있는 7~15% 경사, 초지 및 미 경작지)에서 기 초지로 오래 이용된 토양과 바로 인접한 동일 토양명

의 미 경작지 토양의 표토를 공시배지(pot 시험)로 하였다. 시험목적은 동일 토양명을 갖는 토양 조건에서 신개간지와 다소 숙전화 된 초지토양 간의 비옥도 특성의 차이와 이와 더불어 시비처리별 목초 생산성 및 품질차이를 구명하고, 이를 토대로 초지 토양조건별 합리적인 시비관리를 위한 기초자료를 얻고자 하였다. 시비처리는 산지초지 토양 비옥도 개량에 필수적인 퇴비(I보), 석회(II보) 및 인산(III보)을 기준하여 처리하였으며 각 시용 효과를 토양조건별 단계별로 비교·검토하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시토양

pot 시험에 배지로 공시된 토양시료는 공히 松汀統 토양(저구릉 산지에 분포된 잔적토로서, 화강암에 기인된 적황색토: Red & Yellow Podzolic Soil: Typic Hapludult)으로 기경작 초지토양과 인접 미개간지 토양의 표토(사양토~미사질 식양토)를 채취하여 가법계 채로 거른 후 공시배지로 이용하였다. 공시토양의 화학적 특성은 표 1과 같다.

Table 1. Chemical properties of the soils used in pot experiment, sampled from the surface soils of newly reclaimed and arable pasture soils(Songjung series)

Soils ¹⁾	pH		OM (g kg ⁻¹)	avail P ₂ O ₅ (mg Kg ⁻¹)	exch. cations			CEC	base sat (%)	abs. coe ²⁾ P ₂ O ₅ (mg/100g)	B (ppm)
	H ₂ O (1:1)	kcl (1N)			Ca	Mg	K				
New	4.8	3.7	4.0	30	0.65	0.19	0.29	4.5	25.1	506	0.06
Arable	5.1	3.8	16.0	89	2.56	0.61	0.48	5.8	62.9	292	0.28

¹⁾ New: newly reclaimed soil. Arable: arable hilly pasture soil.

²⁾ Abs. coe.: absorption coefficient of P₂O₅.

2. 처리내용 및 관리방법

가. 처리내용

초지 조성비 3요소와 고토를 동일량 시비한 조건에서 신개간 및 기경작 초지토양간 퇴비의 시용 효과를 비교 검토하고자 하였다. 퇴비 처리내용은 1) 무퇴비구, 2) 퇴비 시비구(1,200kg/10a 기준)로 하였다.

나. 기비 및 추비의 비종 및 시비량

3요소 초지 조성비로 질소는 요소, 인산은 중과석, 칼리는 염화칼리(KCl)를, 그리고 고토는 황산마그네슘(MgSO₄ · H₂O)을 공통으로 시비하였다. 초지조성 및 예취 후 관리비 시비량은 질소(N) 기비 6kg/10a, 예취 후 각각 6kg/10a를 기준 시용량으로 하였으며, 인산(P₂O₅)은 25kg/10a를 기비로 만 기준 시용 하였다. 칼리(K₂O)는 기비로 10kg/10a를, 추비로는 1차 예취 후만 10kg/10a를 기준 시용 하였다. 또한 고토(MgO)는 기비로 만 5kg/10a를 기준 시용 하였다. 이들 시비량을 기준 한 pot(1/2000a)별 초지 조성비(기비)의 환산 시비량은 표 2와 같다.

3. pot 관리

가. pot와 배지

공시된 pot는 높이 33cm, 지름 25cm인 1/2000a 크기인 Wagner pot를 사용하였으며, pot 배지는 pot 하부에 자갈 3kg, 다음에 모래 1.9kg를 넣었으며, 상부에 신개간 및 기경작 초지토양에서 채취된 표토 토양 15kg를 각각 넣었다.

나. 처리별 초지 조성비 시비방법

처리별 퇴비 및 기비 시용은 pot 준비를 완료한 후에 pot내 상부 흙의 1/3부분(약 5cm 깊이)을 대야에 다시 꺼낸 후 처리별 기비 비료를 토양과 잘 섞어서 pot에 다시 넣고 고르게 하였다.

다. 목초의 파종

회분과 목초인 orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.; var. Potomac) 종자를 pot당 2.0g를 파종하였다(파종량 4kg/10a 기준). 파종방법은 처리별 기비를 시용 한 후 표토 흙을 1컵 정도 뜨고, 표면을 고르게 하고, 여기에 목초종자를 고르게 살포한 후 겹에 든 흙을 고르게 잘 복토하고 손바닥으로 가볍게 답압하였다.

Table 2. Treatments and application amounts of fertilizers at establishment of orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) sward

Treatments ¹⁾	compost		application U	amounts DS	of fertilizers ²⁾ PC	(mg/pot) MS
	kg/10a	g/pot				
1. Control	-	-	652	2,720	833	860
2. Compost	1,200	60	652	2,720	833	860

¹⁾ Control; no compost, compost; farmyard manure application(60g/pot).

²⁾ U(urea), DS(double superphosphate), PC(potassium chloride, KCl), MS(magnesium sulfate, MgSO₄ · H₂O). compost(barnyard manure).

라. 일반관리 및 시료분석

파종된 pot는 야외 이동식 간이포장에서 관리하였으며, 적합한 조건에서 물 관리와 잡초 제거를 하였다. 방목적기 생육기에 수확하였으며 총 5차 수확을 하였다. 토양 및 식물체 분석은 농촌진흥청 농사시험연구 조사기준(농진청, 1983)에 준하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 토양특성

시험 전 두 공시토양간 토양 화학성(비옥도)의 차이와 시험 후 각 토양의 화학성 변화를 보면 표 3과 같다.

가. 시험 전 공시토양 간 토양 화학성 비교

구릉지 잔적토로서 동일한 토양(송정통)인 기경작 초지토양과 인접 미개간지 토양의 표토(공시토양)를 분석하여 비교한 결과 토양 화학성(비옥도)에 큰 차이를 보였다. 표 1에서 보는 바와 같이 신개간지 ↔ 기경작 초지토양간 토양 화학성을 대비하여 보면 다음과 같다. pH는 4.8 ↔ 5.1, 유기물 함량은 0.4 ↔ 1.6%, 유효인산 함량은 30 ↔ 89ppm, 치환성 염기 함량($\text{cmol}^+ \text{kg}^{-1}$)에서 Ca은 0.65 ↔ 2.56, Mg은 0.19 ↔ 0.61, K는 0.29 ↔ 0.48, CEC는 4.5 ↔ 5.8, 염기포화도는 25.1% ↔ 62.9%, 유효붕소(B) 함량은 0.06 ↔ 0.28ppm로 대부분 큰 차이를 보였다. 이러한 차이는 신개간 산지토양이 매우 불량한 토양 화학성을 갖는 것을 보여주고 있으며, 신개간지 토양의 화학성이 일반적으로

Table 3. Chemical properties of the soils used in pot experiment, sampled from the surface soils of newly reclaimed and arable hilly pasture soils(Songjung series)

treat- ments ¹⁾	pH		OM (g kg^{-1})	avail P ₂ O ₅ (mg kg^{-1})	exch. cations			CEC	base sat. (%)	abs.coe. ²⁾ P ₂ O ₅ ($\text{mg}/100\text{g}$)
	H ₂ O (1:1)	KCl (1N)			Ca	Mg	K			
newly reclaimed soil										
Bef. exp	4.8	3.7	4.0	30	0.65	0.19	0.29	4.5	25.1	506
Control	5.0	3.2	8.0	111	1.70	0.20	0.19	5.7	36.7	759
Compost	5.1	3.6	7.0	176	1.30	0.50	0.15	7.8	25.0	782
arable pasture soil										
Bef. exp.	5.1	3.8	16.0	89	2.56	0.61	0.48	5.8	62.9	292
Control	5.7	3.8	12.0	116	3.50	0.50	0.15	8.3	50.0	414
Compost	5.9	4.1	14.0	195	3.20	0.70	0.18	9.1	44.8	736

¹⁾ before experiment, control; no compost, compost; farmyard manure application(60g/pot).

²⁾ Abs. coe.; absorption coefficient of P₂O₅.

불량한 것은 기 보고된 바와 같다(농진청, 1974, 1982; 유, 1978; Weinberger, 1979, 1982; 허 등, 1984). 기경작 초지토양은 초지이용 및 시비관리를 통하여 신개간지 토양보다 양호한 토양 화학성을 갖게된 것으로 보인다. 이상적인 밭 토양의 염기포화도가 80%이며, 이 중 Ca : Mg : K 비가 60 : 15 : 5 정도가 적합하다는 보고(Toth, 1964)와 비교하면, 기존 초지는 염기포화도 62.9%, Ca : Mg : K 비가 44.1 : 10.5 : 8.3 수준으로 적정비율에 다소 근접된 비옥한 토양특성을 갖는다고 볼 수 있다. 반면에 신개간지 토양은 염기포화도가 25.1%, Ca : Mg : K 비는 14.4 : 4.2 : 6.4 수준으로 기경작 초지토양에 비해서 매우 불량하였고 특히 Ca과 Mg 비율이 상대적으로 더 불량한 특성을 보였다. 유기물 함량(0.4 ↔ 1.6%)은 기경작 초지가 더 양호한 특성을 보였다. 이는 초지이용에 따른 시비관리와 이에 따른 목초 잔존물의 토양 환원량 증가로 유기물이 증가된다는 보고(정 등, 1982)와 부합되는 결과인 것으로 생각된다.

상술한 다양한 토양특성들의 차이를 農技會(1967) 초지토양 비옥도 등급기준(불량-보통-양호 기준)에 따라 신개간지 ↔ 기경작 초지토양간 대비하여 보면 다음과 같다. pH, Ca과 Mg 함량은 불량 ↔ 보통, 유효인산 함량, 염기포화도 및 염기비는 불량 ↔ 양호, K 함량은 보통 ↔ 양호, 인산흡수계수는 약간양호 ↔ 양호, 양이온치환용량은 불량 ↔ 약간불량 수준을 보였다. 초지토양의 붕소(B) 함량 기준(정, 1984)에서 0.4ppm 이하가 낮음 수준인데 신개간지는 0.06 그리고 기경작 초지토양은 0.28 ppm으로 양 토양 공히 적정수준에 크게 미흡하였다. 특히 신개간지에서는 더욱 낮아 두과 목초 재배에 큰 저해적인 요인으로 보인다.

나. 시험 후 토양특성의 변화

각 토양 공히 3요소 및 고토가 동일량 사용된 조건에서 pH가는 신개간지 토양은 4.8 → 5.0~5.1, 기경작 초지토양은 5.1 → 5.7~5.9 수준으로 약간 높아졌으나 퇴비사용 유무별 차이는 경미하였다. 유기물 함량은 신개간지 토양에서 시험전 0.4%에서 시험 후 약간 높은 0.8% 수준을 보였으나 기경작 초지토양에서는 변화를 보이지 않았다. 유효인산 함량은 기비로 동일량 인산이 시비된 조건에 따라서 각 토양 공히 시험전보다 증가하였다. 그러나 동일한 인산 시비량 조건에서도 각 토양 공히 무퇴비구에 비해서 퇴비 사용구에서 상대적으로 높은 함량을 보였다. 이는 퇴비 사용에 따른 유기물 효과로 인산고정이 경감되는 보편적인 특성에 기인된 것으로 생각된다.

2. 목초의 초기생육상:

파종 3주 후 달관조사(1~9 등급; 1=매우 양호, 9=매우 불량)로 조사된 orchardgrass 목초의 초기생육상은 표 4와 같다. 신개간지 토양에서 퇴비 무시용구 ↔ 시용구 간 초기생육상 차이는 3.67(불량) ↔ 1.67(양호)로 큰 차이를 보였다. 이는 신개간지에서 목초의 초기생육상 증진에 퇴비의 시용효과가 크다는 것을 보여주었으며, 신개간지 토양이 기존초지에 비해 매우 낮은 유기물 함량을 보여 퇴비사용 효과가 크게 나타난 것으로 생각된다. 반면에 상대적으로 유기물 함량이 신개간지 토양보다 높은 다소 숙전화 된 초지토양에서는 퇴비 유, 무 사용 처리간에 초기생육상의 차이를 보이지 않았다.

3. 목초의 총 건물수량:

표 5에서 보는바와 같이 3요소 및 고토 시비 조건이 동일한 조건에서, 무퇴비구에서 기경작

Table 4. Vigour¹⁾ at early growth of *Dactylis glomerata* L. in newly reclaimed and arable pasture soils as affected by compost application(survey date: 3 weeks after seeding)

Treatments ²⁾	New reclaimed soil		Arable pasture soils	
	control	compost	control	compost
	3.67	1.67	2.00	2.00

¹⁾ Vigour degree: 1~9 grade. 1 = very good, 9 = very poor.

²⁾ Control; no compost, compost; farmyard manure application(60g/pot).

Table 5. Total dry matter yields of *Dactylis glomerata* L. in the newly reclaimed and arable pasture soils as affected by compost application

(g/pot, DM basis)

Treatments ¹⁾	newly reclaimed soil		arable pasture soil	
	yield	relative yield(%)	yield	relative yield(%)
Control	31.52	(100.0)	47.55	(100.0) (150.9) ²⁾
Compost	36.91	(117.1)	51.15	(107.6) (138.6) ²⁾

¹⁾ Control; no compost, compost; farmyard manure application(60g/pot).

²⁾ Relative yield(%) = arable/newly reclaimed soil.

초지토양의 목초수량이 신개간 토양보다 50.9%의 더 높은 생산성을 보였다. 동일한 토양명의 토양일지라도 토양의 이용조건에 따라서 생산성에 큰 차이를 보였다. 기경작 초지토양은 초지화 이용에 따른 자연비옥도 증진요인과 더불어 시비관리로 잠재생산성이 높아졌고, 이에 따라서 신개간 토양에 비해서 양호한 비옥도 특성을 보인 것으로 생각된다. 신개간 토양은 퇴비시용으로 17.1% 증수하였고, 기경작 초지토양은 7.6% 증수효과를 보였다. 상대적으로 신개간 토양에서 퇴비 시용효과가 더 크게 나타났지만 그러나 절대량은 기경작 초지토양보다 낮았다. 기경작 초지토양에 비해서 상대적으로 높은 증수효과는 신개간 토양 중 유기물 함량이 매우 낮은 데 근거한 것으로 생각된다. 신개간 토양과 기존초지 토양간의 상대수량의 차이는 무퇴비구에서 기존초지가 50.9% 높은

것에 비해서 퇴비 시용구에서는 38.6% 높았다. 이는 신개간지의 숙전 초지화에 퇴비시용이 합리적인 시비관리임을 나타내 주고 있다. 그러나 장기적인 초지이용으로 유기물 함량이 자연히 증가하는 특성(정 등, 1982)과 병행하여 검토가 필요하다고 생각된다.

4. 목초 중 무기양분 함량

동일한 3요소 및 고토 시비량 관리조건에서 퇴비시용 유무별 목초 중 무기양분 함량차이를 보면 표 6과 같다. 퇴비시용 유무에 상관없이 기경작 초지토양의 목초 중 Ca, Mg, P 함량이 신개간 토양의 목초 중 함량보다 확연히 높았으며, K 함량은 큰 차이를 보이지 않았다. 신개간지 토양의 목초 중 Mg과 P 함량은 무퇴비구 보다 퇴비 시용구가 약간 높았다. 반면

Table 6. Mineral contents of *Dactylis glomerata* L. in the newly reclaimed and arable pasture soils as affected by compost application

(%, DM basis)

Treatments ¹⁾	Newly reclaimed soil				Arable pasture soil			
	Ca	Mg	P	K	Ca	Mg	P	K
Control(1~3 cuts) ²⁾	0.32	0.14	0.17	3.75	0.38	0.29	0.32	3.19
Compost(1~3 cuts)	0.31	0.18	0.22	3.84	0.33	0.24	0.37	4.16
Control(4~5 cuts)	0.43	0.13	0.21	3.04	0.51	0.31	0.37	2.38
Compost(4~5 cuts)	0.36	0.19	0.25	2.51	0.52	0.29	0.45	2.49

¹⁾ Control; no compost, compost; farmyard manure application(60g/pot).

²⁾ Averaged over all cuts(1~3 cuts).

에 기경작 초지토양에서는 퇴비 시용으로 P 함량만 증가된 경향을 보였고, 기타 무기양분의 함량변화는 뚜렷하지 않았다.

IV. 요 약

동일한 토양명(송정동)을 갖는 인접한 토양에서 신개간 토양과 다소 숙전화 된 기경작 초지토양간의 비옥도 특성과 시비처리별 목초 생산성과 무기양분 함량차이를 비교·검토하고자 기초시험으로 pot 시험을 수행하였다. 초지토양의 비옥도 개량에 필수적인 퇴비(I보), 석회(II보) 및 인산(III보)의 시용효과를 단계별로 비교·검토하였다. 본보에서는 3요소 및 고토를 동일하게 기본시비를 한 조건에서 1) 무퇴비구, 2) 퇴비시용구(1,200kg/10a기준)를 처리내용으로 한 두 토양간 퇴비의 비효를 비교·검토하였다.

1. 시험전 두 토양간 토양의 화학성(비옥도)에 큰 차이를 보였다. 초지토양 비옥도 등급기준(불량-보통-양호)에 기준 한 두 토양간의 차이를 비교하여 보면(신개간지 토양 ↔ 기경작 초지토양); pH, Ca과 Mg 함량은 불량 ↔

보통, 유효인산 함량, 염기포화도 및 염기비는 불량 ↔ 양호, K 함량은 보통 ↔ 양호, 인산 흡수계수는 양호 ↔ 양호, 양이온치환용량은 불량 ↔ 약간불량 수준을 보였다. 시험 후 유효인산 함량은 두 토양 공히 무퇴비구보다 퇴비 시용구에서 뚜렷한 차이를 보이며 개량효과가 높았다. 신개간지 토양에서 퇴비 시용으로 CEC상승효과가 크게 나타났다.

2. 목초의 초기 생육상은 신개간 토양보다 기경작 초지토양에서 매우 양호하였으며, 초기 생육상에 미치는 퇴비의 시용 효과는 신개간 토양에서 크게 나타났고, 반면에 기경작 초지 토양에서는 차이가 나타나지 않았다.

3. 무퇴비구에서 기경작 초지토양의 목초수량이 신개간 토양보다 50.9% 더 높은 목초 생산성을 보였다. 신개간지는 퇴비 시용으로 17.1% 증수하였고, 반면에 기경작 초지는 7.6% 증수효과를 보였다. 상대적으로 신개간지 토양에서 퇴비의 시용 효과가 더 크게 나타났다.

4. 기경작 초지토양의 목초 중 Ca, Mg, P 함량이 신개간 토양의 목초 중 함량보다 확연히 높았으나 K 함량은 큰 차이를 보이지 않았다. 신개간지 토양의 목초 중 Mg과 P 함량은 무퇴

비구 보다 퇴비시용구에서 약간 높은 함량을 보였다.

V. 인 용 문 헌

1. Shin, Y.H. 1972. The description and classification of Korean soils. ASPAC Technical Bulletin No. 10.
2. Toth. 1964. Recited from soil & soil related problems. In: Hansen, Turfgrass Sciences. ASA. 101.
3. Weinberger, P. 1979. 한국에 있어서 산지의 초지 개량기술. 한초지, 1(2):7-13.
4. Weinberger, P. 1982. 산지초지조성을 위한 임야지의 제특성. 한초지, 3(1):10-11.
5. 農技會. 1967. 草地土壤生産力に 關する 研究. 農林水産技術會, 研究成果, 31:16-22.
6. 原田勇. 1979. 牧草의 營養과 施肥. 養賢堂, 東京. 4-6.
7. 농진청. 1974. 신개간지 영농기술. 농촌진흥청, 11-55.
8. 농진청. 1982. 산지초지조성과 이용. 농촌진흥청. 35-46, 126-127, 196-209.
9. 농진청. 1983. 농사시험연구 조사기준. 농촌진흥청, 개정 제1판; 식물환경 및 사료 작물편.
10. 유인수. 1978. 산지토양의 특성 및 개량. 한토비지, 11(4):247-262.
11. 이종기. 1970. 지역별 목초의 영양진단. 식환연구 보고서, 4-695-714
12. 정연규. 1984. 초지토양관리와 비료. 한국가리연구회.
13. 정연규, 박병훈, 이종열 외. 1982. 석회 및 3요소 사용수준이 걸뿌림 산지초지에 미치는 영향(I-IV 보), 한축지, 24(6):493-516.
14. 정연규, 이종열. 1986. 산지경사도 및 3요소 사용수준이 초지토양 및 목초 중 무기 양분의 상호균형과 grass tetany 위험성에 미치는 영향. 한초지, 19(3):231-238.
15. 허봉구, 조인상, 민경범, 엄기태. 1984. 우리나라 토양의 대표적인 물리화학적 특성. 한토비지, 17(4):330-336.