

博士學位論文

제주 火山灰土壤에서 톱밥醱酵豚糞이 초지의  
生産性 및 토양특성에 미치는 영향



濟州大學校 大學院  
動物資源科學科 LIBRARY

金 泰 久

1999年 12月

제주 火山灰土壤에서 톱밥醱酵豚糞이 초지의  
生産性 및 토양특성에 미치는 영향

指導教授 金 文 哲

金 泰 久

이 論文을 農學 博士學位 論文으로 提出함

1999年 12月



제주대학교 중앙도서관  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

金泰久的 農學博士學位 論文을 認准함

審査委員長	_____	印
委 員	_____	印

濟州大學校 大學院

1999年 12月

**Effect of Swine Manure Mixed with Sawdust on  
Pasture Productivity and Soil Characteristics  
in Cheju Volcanic Ash Soil**

**Tae - Gu Kim**

**(Supervised by Professor Moon - Chul Kim)**



**A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment  
of the Requirement for the Degree of  
Doctor of Philosophy**

**Department of Animal Biotechnology  
Graduate School  
Cheju National University**

**December 1999**

# 目 次

## ABSTRACT

I. 緒 論 .....	1
II. 研 究 史 .....	4
1. 가축분뇨 사용과 牧草의 생산성 .....	4
2. 톱밥 醱酵豚糞의 특성과 작물에 사용효과 .....	5
3. 가축분뇨 사용과 목초의 無機養分 함량변화 .....	8
4. 가축분뇨 사용과 토양 微生物의 변화 .....	9
III. 材 料 및 方 法 .....	13
<시험 I> 질소비료와 톱밥 醱酵豚糞의 사용이 초지의 생산성과 토양특성에 미치는 영향 .....	13
1. 기상조건 .....	13
2. 토양조건 .....	14
3. 공시재료 및 시험설계 .....	15
4. 조사항목 및 조사방법 .....	16
5. 통계분석 .....	17
<시험 II> 톱밥 醱酵豚糞의 사용이 초지 및 2모작 작부체계의 飼草수량과 토양특성에 미치는 영향 .....	18
1. 포장 및 기상조건 .....	18
2. 토양조건 .....	18
3. 공시재료 .....	19
4. 시험설계 및 통계분석 .....	20
5. 조사항목 및 조사방법 .....	20

IV. 結果 및 考察 .....	22
<試驗 I> 질소질비료와 톱밥 醱酵豚糞의 施用이 초지의 생산성과 토양특성에 미치는 효과 .....	22
1. 초지 생산성 .....	22
가. 건물 수량 .....	22
나. 초지의 식생 구성율 .....	26
다. 목초의 형태적 특성 .....	28
라. 목초의 무기물함량 변화 .....	39
2. 토양의 이화학적 특성의 변화 .....	43
가. 토양의 질소함량 .....	43
나. 토양의 유기물 함량 .....	44
다. 토양의 有效磷酸, 置換性 K, Ca, Mg 및 Na함량 .....	48
라. 토양 微生物의 수 .....	49
<시험 II> 톱밥 醱酵豚糞의 시용이 초지 및 2모작 작부체계의 飼草수량과 토양특성에 미치는 영향 .....	51
1. 초지생산성 .....	51
가. 건물 수량 .....	51
나. 초지에서 植生構成率 .....	54
다. 飼草의 無機物 함량 .....	56
2. 토양의 理化學的 특성 .....	62
가. 토양의 理化學的 변화 .....	62
나. 토양의 微生物의 수 .....	66
VI. 摘 要 .....	69
引用文獻 .....	73

# ABSTRACT

Studies were carried out to increase forage production as well as to improve soil fertility through applying pig manure fermented in combination with sawdust in Cheju volcanic soil. The effect of applying different levels of the fermented pig manure on forage production and soil fertility (Exp. 1) and the effect of the fermented pig manure on the production of different forage species (Exp. 2) were evaluated during a two-year period from September, 1996 to October, 1998 in Forage Experimental Unit on Cheju National University-Animal Farm in Cheju-Do.

The results obtained are summarized as follows ;

## **Exp. 1. The effect of applying nitrogen and fermented sawdust-pig manure on forage production and soil fertility.**

Forage production (with or without including weeds) was higher ( $P<0.01$ ) in pasture with a N application of more than 150 kg/ha than in that with 0 kg N application. The application of fermented sawdust-pig manure (FSP) increased ( $P<0.01$ ) forage production by 3 tons of DM /ha compared to that in 0 kg of N. Highest production was obtained with 200 kg N/ha or Nitrogen fertilizer in combination with fermented sawdust-swine manure.

The percentage of orchard grass in botanical composition was increased by increasing N application but not by FSP, whereas the percentage of white clover was decreased by N application, but was increased by FSP. The height of orchardgrass was increased by N application after April compared to no N application. The tiller number and weight (plants and roots) of orchardgrass or white clover were not influenced by N or FSP application.

Only in June the tiller number and weight (plants and roots) were increased by FSP application and highest in the pasture applied with 12 tons FSP/ha.

The contents of N, P and K in forages determined in April increased ( $P<0.01$ ) with increasing levels of N application and were highest ( $P<0.01$ ) in the pasture applied with 12 tons of FSP/ha. The contents of N, K, Na and  $K/(Ca+Mg)$  ratio in the forage determined in June increased with increasing levels of N, whereas the Ca content decreased ( $P<0.01$ ). The N content in the forage determined in October was higher in pasture applied with N than in that without N application, whereas was not influenced by FSP application.

N content in the soil determined in August and October increased with increasing levels of N application ( $P<0.05$ ), but was not influenced by FSP application. The content of organic matter in the soil determined August and next January also increased by increasing levels of N application ( $P<0.01$ ), but was not influenced by FSP application. The contents of other nutrients, such as P, K, Ca, Mg and Na were not influenced by N or FSP application. The number of colonies of soil bacteria determined increased by FSP application compared to Nitrogen fertilizer application but was not different among the treatment when determined in other months.

In conclusion, application of 200 kg N/ha or 150 kg N + 3-6 tons of FSP/ha can be recommended for forage productivity and improvement of soil fertility.

## Exp. 2. The effect of FSP application on forage production and soil characteristics

The average DM yield of Italian ryegrass and Japanese millet over 2 years (1996-1998) was 8,452 and 11,264 kg/ha, respectively. FSP application increased ( $P<0.01$ ) forage DM production compared to that of pasture.

Interactions ( $P<0.01$ ) were noted between forage species and FSP application levels. The DM yields of 109kg/ha( $T_3$  : FSP only application) and 217kg/ha ( $T_4$  : FSP only application) were lower than those of 200kg/ha of Nitrogen fertilizer only( $T_1$ ), 209kg/ha of FSP + Nitrogen fertilizer( $T_2$ ), 434kg/ha of only FSP( $T_5$ ) and 868kg/ha of only FSP, respectively.

The percentage of forage in the pasture increased three years after sowing showing  $T_2$ ,  $T_4$  and  $T_5$  were higher than others in August, 1998 and  $T_2$  and  $T_3$  were higher than the others in October, 1998.

The contents of K, P and K/(Ca+Mg) ratio in Italian ryegrass were higher ( $P<0.05$ ) than those in the other forage species. Ca and Mg contents in Japanese millet were higher ( $P<0.05$ ) than those in the other forages. The K content in the forage was higher in pasture applied with FSP than in that applied with N. The Ca content in the forage was highest ( $P<0.05$ ) in  $T_3$  compared to that in the other treatments. The contents of K, P, Ca, Mg, Na and Ca/P ratio in Italian ryegrass determined in 1998 were higher ( $P<0.05$ ) than those in the other species. The contents of P and Mg were higher in pasture applied with FSP than that applied with N. The Ca and Na content was high in  $T_3$  ( $P<0.05$ ) compared to other mineral contents. The Ca/P ratio in the forage was higher in pasture applied with N than FSP application.

The organic matter content in the soil was higher ( $P<0.05$ ) in pasture containing pasture than in that containing forage. The soil pH was higher in pasture applied with FSP than in that applied with N and increased ( $P<0.05$ ) with increasing levels of FSP. The contents of organic matter, total N,  $P_2O_5$ , replaceable Ca, Mg, K and Na in the soil was highest in T<sub>6</sub>. The pH, and organic matter,  $P_2O_5$ , replaceable Ca, Mg, K and Na contents were higher in pasture treated with FSP than that treated with N, and increased with increasing levels of FSP ( $P<0.05$ ).

The soil bacterial number determined in October was higher in pasture than in forage. The fungus population was not influenced by forage species or fertilizer. In conclusion, it is recommended to use 40 tons of FSP/ha for pasture and 100 kg N + 10 tons/ha of FSP for forage.



# I. 緒 論

제주도는 牧草生育에 적합한 기후와 中山間地帶에 광활한 野草資源등이 있어 우리나라의 어떤 지역보다 草食家畜 生産에 유리한 조건을 갖고 있다고 볼수 있다. 제주도의 改良草地 면적은 26,000ha로서 전국의 57,000ha에 비해서 43%나 되고 있다. 그러나 제주도에서 草食家畜 生産사업은 별로 크게 발전되지 못하고 있다. 그 첫째 이유는 경제적인 牧草生産이 못되고 있기 때문일 것이다. 제주도 中山間地帶 토양은 火山灰土壤으로 pH 5.0~5.3, 有機物含量 7.8~19.0% 및 有效 磷酸 含量 20~30ppm 정도로 매우 척박하지만(金과 高, 1991) 축산농가는 이들 지역에 肥培管理가 불충분한 실정이다. 값비싼 化學肥料로 사용한 목초를 가축에게 공급하는 것은 우리 나라에서 경제성이 높지 못하기 때문이다.

한편 제주도의 養豚産業은 1997년도 제주도 1차산업 총 생산액 1조 2,087억 원의 12%(제주도, 1998)로서 제주도 도민 소득 중 3번째로 중요한 산업이 되고 있다.



그러나 양돈산업은 糞尿處理가 環境問題 때문에 가장 어려운 과제이다. 양돈 산업에서 公害問題가 되는 豚糞尿를 비료자원으로 활용하여 저렴하게 牧草地에 사용될 때 이곳 제주에서 풍부한 양질의 조사료 생산을 가능케 할 수 있다. 제주지역 양돈분뇨의 퇴비화 처리방법은 副資材 및 堆肥需給의 불균형 각 지역별로 가축분뇨 퇴비품질의 표준화의 어려움 등 문제가 많이 내재되고 있다. 최선은 아니지만 차선택으로 목초지에 돈분의 사용효과에 대한 연구는 시도할 만 하다고 생각된다.

돈분의 榻沓堆肥化(醱酵)處理는 好氣性微生物에 의한 好氣性醱酵가 되고 있다. 퇴비화과정에서 분해되기 쉬운 것부터 분해되고 물질이 변하면서 유기물이 분해되고 온도, 미생물등의 변화가 생기며, 리그닌이 함유된 榻沓 등은 분해가 늦은 특징을 갖고 있다.

가축분뇨는 이미 많은 연구자들에 의하여 그 시용효과가 구명되어 졌다. 草地土壤을 개량하기 위해 퇴비시용량을 증가시키므로 토양의 有機物 含量과 總 窒素含量이 증가하는 반면 土壤 容積密度 및 C/N率은 감소하였다고 Sommerfeldt와 Chang(1987)등이 보고하였다. 또한 조(1994)는 忠南地域에서 유통되고 있는 톱밥醱酵豚糞들에 대한 비료효과를 구명한 연구에서 퇴비량이 증가할수록 시험 전 보다 시험후에 토양 有機物 含量과 陽이온 置換容量은 약간 증가하는 경향을 보였다고 하였다.

가축분의 醱酵堆肥 사용에 의한 窒素質肥料 절감효과를 구명한 연구 결과에서 鷄糞+톱밥 醱酵堆肥 30톤/ha 시용구는 75kg, 牛糞+醱酵堆肥 구는 42kg의 질소 시비 절감효과를 보고한 바 있다. 또한 담근먹이 옥수수 재배시에 ha당 牛糞 20톤을 사용한 결과 金肥만을 사용한 결과 보다 乾物收量이 8% 증가되었다고 보고하였으며, 1993년 忠南 농촌진흥원에서는 豚糞+톱밥 醱酵堆肥의 施用適量은 밭 토양에서 ha당 30톤 임을 보고하였다( 조, 1994 ).

宋(1994)이 日本 關東東海地區에서 수행된 시험 결과를 보고한 바에 의하면 飼料作物에 乾燥豚糞 시용량은 20톤/ha이 적당하다고 하였다. 鄭 등(1993)은 牧草地에 요소로서 窒素施用量 100kg/ha 수준까지는 糞尿 窒素의 시용량 증가함에 따라서 목초수량이 유의적으로 증가했으나 요소의 질소 200kg/ha에 분뇨 160kg/ha를 추가 시용하므로 오히려 목초수량을 감소시켰다고 하였다.

제주와 같은 火山灰土壤의 表層은 높은 腐植含量으로 鹽基置換容量이 높으나 鹽基 吸着力이 약하고 배수상태가 양호하며 Ca, Mg, K등 鹽基와 Si등이 심하게 溶脫되고 있다(李와 李, 1975). 뉴질랜드의 Young yellow brown pumice 火山灰土壤에서 자라는 작물은 磷酸, 硫黃, 칼리, 몰리브덴, 구리 및 붕소가 부족했고 가축에는 구리, 세레늄 및 코발트가 不足했다고 신과 金(1975)이 보고하였다. 과거 제주지역의 火山灰土壤 목초지에서도 토양, 목초 및 가축간 無機質 變化에 대하여 연구가 이루어진 바가 있다. 제주지역의 육우목장(梁 등, 1989)이나

유우목장(金 등, 1990)의 목초지에서 P의 결핍 가능성을 보고한 바 있다. 오체드 그라스의 單播草地에서 칼리 무시용 보다 ha당 칼리 200kg시용시 오체드 그라스 내 Mg, Ca 및 Na함량이 뚜렷한 감소를 보였다고 金(1991)이 보고하였다.

그러나 토양이 매우 척박한 제주도 火山灰土壤의 초지에서 또는 飼料作物 재배지역에 대한 톱밥 醱酵豚糞의 비료효과를 구명하는 연구가 이루어진 예가 별로 없었다.

본 시험은 제주 火山灰土壤 조건하에서의 草地 또는 연간 2毛作의 사료작물 포장에서 톱밥 醱酵豚糞의 비료효과를 구명키 위하여 2개의 시험을 수행하였다. 시험 I에서는 草地에서 질소 3수준(0, 150, 300kg/ha)을 主區로 톱밥醱酵豚糞 4수준(0, 3, 6, 12ton/ha)을 細區로 설정하였고, 시험 II에서는 草地와 飼料作物을 2毛作포장을 주구로 톱밥 醱酵豚糞 시용수준(豚糞과 窒素 0, 豚糞 정량의 1/2량과 窒素 정량의 1/2량, 豚糞만 2倍量, 厩分만 4倍量)을 細區로 설정하였다.



## II. 研究史

### 1. 가축분뇨 사용과 초지의 생산성

양축가들은 최근 농축산물 시장의 개방화시대에 외국에 비해 相對적으로 열세한 농업생산 環境을 개선하기 위해 經營規模 확대등 경쟁력을 향상시키려고 노력하고 있다.

축산업에서 규모의 多頭化 추세에 따라 다량의 축산분뇨 발생으로 環境保存 對策과 맞 물려 가축분뇨 처리문제가 축산업의 最大 懸案問題로 떠오르고 있다.

이와 같은 懸案問題를 효과적으로 해결하기 위해 여러 학자의 연구가 수행되어 왔다. 原田(1987)는 家畜糞尿의 효과적인 이용은 가축분뇨의 물리적 性狀에 따라 처리형태가 달라진다고 하였으며 또한 사용량을 얼마로 할 것인가 하는데는 그 화학적 조성에 따라서 사용량과 사용형태에 차이가있다고 하였다(Van Faassen 및 Van Dijk, 1987).

또한 가축분뇨의 변형처리에 있어서 申 등(1996)은 톱밥을 축분에 혼용, 醱酵 製造한 유기질비료 400kg/ha시용시 粗蛋白質 수량, NEL 및 TDN이 2,282kg/ha, 69,900MJ/ha, 그리고 6,392kg/ha로 각각 높은 수량을 보였다고 하였으며, 鄭 등(1993)은 초지의 생산성 증대를 위하여 요소로 N 100kg/ha 수준까지에서는 가축분뇨 N의 사용량이 증가에 따라 수량의 증가를 보였으나 요소로 200kg/ha 수준에 가축분뇨 160kg/ha을 함께 사용 했으나 오히려 목초 생산량을 감소시켰다고 하였다.

Study 등(1995)은 牛糞液肥를 reed canarygrass 및 ryegrass에 사용한 시험에서 reed canarygrass에 牛糞液肥의 사용량과 목초의 생산성에 正의 相關을 보인 반면, ryegrass에서는 그 사용량이 증가에도 수량이 감소 했다고 하여 草種

에 따라 다른 결과를 보인 것으로 알려 지고 있다. 또 Wolton(1963)은 家畜糞으로 N시용량을 증가 시킴으로서 모든 禾本科 草地에서 DM수량, N함량, N수량이 증가하였으나, 荳科牧草의 경우는 뚜렷한 차이가 없었다고 하였다. Wightman 등(1996)은 소 액상분뇨와 돼지 액상분뇨의 효과를 비교한 시험에서 돼지 액상분뇨가 소 액상분뇨보다 1번초의 생산성을 증가시켰다고 하였다. 全體 수량에서 처리간 큰 차이가 없었는데 이것은 소 액상분뇨와는 荳科牧草의 생육을 증가시킨 반면 돼지 액상분뇨는 높은  $\text{NH}_4\text{-N}$ 를 함유하므로 소 액상분뇨에 비해 禾本科 牧草에 유리하게 작용하므로 두가지 有機質肥料는 목초생산에 대등하게 효과를 보였다고 하였다.

鄭동(1993)은 Orchardgrass採草地에서 건물(DM)수량은 液狀廐肥만 사용한 곳에서 보다 요소 100kg/ha를 추가 사용하므로써 ha당 1,354kg 더 많았지만 요소 200kg/ha 사용구에서는 328.6kg/ha로서 급격하게 감소를 보였다고 하였다. 鄭 등(1993) 및 Stadelmann 등(1985)은 요소220kg/ha 사용 시 분뇨의 증가에 따라 초지수량이 지속적으로 증가하였다고 보고하였고, Ernst(1985)는 질소비료와 가축분뇨 중의 총질소 공급량 300kg/ha가 적정수준이라고 보고하였다. 300kg/ha 질소비료에 추가적인 액상구비 사용효과에 대한 연구(Jones 및 Roberts, 1989; Corre 및 Dijkman, 1988)에서는 액상구비에 질소비료 450kg/ha까지 추가사용하므로써 乾物收量 증가가 있었다는 결과 등 그 결과가 여러 가지 조건에 따라 다양하게 나타남을 말해 주고 있고 廐肥와 화학비료의 질소간에 相互關係가 있음을 알 수 있다.

## 2. 堆沓醱酵豚糞의 특성과 작물에 사용효과

가축분뇨를 이용한 퇴비화 과정은 家畜生糞에 충분한 산소를 공급하여 축분 중의 好氣性 微生物의 활동을 촉진시켜 분중의 未分解性 유기물을 분해하게 한

다. 토양에 시용시 작물에 나쁜 영향이 미치는 것을 예방하여 안전한 상태로 생분을 처리할 수 있다. 퇴비화 조건은 好氣性 微生物의 증식에 알맞는 영양(炭窒比), 온도, 수분 및 산소 등의 공급이 필요하다. 生糞의 수분은 보통 75~80%이며 이 상태에서는 通氣性이 좋지 않으므로 순환퇴비 및 톱밥, 볏짚, 왕겨 등의 농업 부산물을 부자재로서 축분에 첨가하여 통기성과 영양을 개선하게 한다. 통기성을 개선하여 산소를 공급하게 되면 호기성 미생물이 분중에 營養源이 되는 유기물을 분해하며 이때에 발생된 에너지가 열을 발생하여 부숙과 수분증발을 촉진한다(홍 등, 1999; 정 등, 1997).

퇴비화에 이용되는 부자재 중 톱밥은 흡수성이 높아 수분조절에 적합하나 입자가 가늘어 통기성 개선에는 이 보다 粒徑이 큰 왕겨가 유효하다고 생각된다. 어쨌든 이들 부자재들은 리그닌이나 셀룰로스의 함량이 높아 토양개선 효과가 큰 것이 특징이다(홍 등, 1999).

톱밥발효가축분뇨의 비효에 관한 연구는 이미 많은 연구자들에 의하여 구명되어 졌다.

가축분 발효퇴비 사용에 의한 질소비료 절감 효과를 구명한 연구 결과에서 鷄糞+ 톱밥 醱酵豚糞 30톤/ha, 시용구는 75kg, 牛糞+톱밥醱酵豚糞구는 42kg의 질소시비 절감효과를 보고한 바 있다. 또한 담근먹이 옥수수 재배시에 ha당 우분 20톤을 사용한 결과 金肥만을 사용한 결과 보다 건물수량이 8% 증가되었다고 보고하였으며 1993년 충남 농촌진흥원은 돈분+톱밥 발효퇴비의 시용적량은 밭토양에서 ha당 30톤임을 보고하였다(조, 1994).

송(1994)이 일본의 관동동해지구에서 수행된 시험 결과를 보고한 바에 의하면 사료작물에 돈분건조분 시용량은 20톤/ha이 적당하다고 하였다. 정 등(1993)은 목초지에 요소로서 질소시용량 100kg/ha 수준까지는 분뇨 질소의 시용량 증가에 따라서 목초수량이 유의적으로 증가했으나 요소의 질소 200kg/ha 수준에서 분뇨 160kg/ha은 오히려 목초수량을 감소시켰다고 하였다. Lambert 등

(1986)에 의하면 질소시용으로 라이그라스의 분얼경 수는 증가했으나 클로버 류의 분枝 수는 반대로 감소했다고 하였다. 한편 Chapman 등(1983)은 같은禾本科 목초에서도 질소시용수준에 따라서 분枝 수에 미치는 효과가 차이가 있다고 하였다. 즉 *L. perenne*의 분얼경 수는 질소증시로 증가했으나 *Agrostis spp*의 분枝 수는 감소했다고 하였다. Olsen 등(1977)에 따르면 퇴비중 磷酸의 지속적 효과는 無機磷酸의 같은 量보다 크다고 하였고 Goss 등(1979)에 의해 시행된 alfalfa재배 시험에서 총 磷酸吸收量은 Pot시험에서는 過石中の 磷酸이 구비의 磷酸보다 많았으나 야외시험에서 지속적인 효과를 볼 때 구비중 磷酸이 유리함을 보고하였다. Elias-Azar 등(1980)도 퇴비중 인산의 이용성에 대해 같은 결과를 얻고 있다. 뮌(1978)에 따르면 유기물의 분해는 Ca과 Mg이 함유된 磷酸鹽과 炭酸鹽의 溶解를 돕는다고 하였다. 분해과정중 생성된 포말산은 醋酸보다 강한 산이며 산이 강 할수록 인산을 더 용해시켜 토양인산의 7.8%는 이들 산에, 5%는 炭酸水에 용해된다고 보고하였다. 퇴비의 유기물 분해는 화학비료의 소량 첨가로 촉진되며 퇴비중 有機磷의 이용은 微生物 분해에 영향을 받는 한편 토양과 인의 결합정도와 인산의 無機化-不可動化 균형에도 영향을 받게 된다.

초지에서 토양과 분중 인산의 느린 결합은 식물의 유기물 이용성을 제한시킨다는 보고도 있으며(Brockman et al., 1970) 토양에 쉽게 유효화되는 인산의 량과 결합된 물질중 탄소와 인산의 비율이 무기화 균형에 영향을 주는 요소로 알려져 있다(Bromfield, 1961).

질소보다 느리지만 인산의 순수 무기화는 일어나며 인산은 오랜 시간동안 유기태로 결합되어 남아 있게 된다(Barrow, 1967). 구비중의 인산의 무기화과정에서 母材인 탄소와 인의 비율(C/P ratio)은 인산의 무기화에 영향을 주며(Bromfield, 1961) 無機化速度는 질소에 비해 느려 장기간에 걸쳐 유기태로 구비중에 잔류됨이 보고되고 있다(Barrow, 1967).

### 3. 가축분뇨 사용과 목초의 無機養分 함량의 변화

가축분뇨가 목초의 무기양분함량에 미치는 효과에 대해 많은 보고들이 있다. Siegenthaler 등(1994)은 폐지 액상분뇨 사용은 식물이 P와 Zn의 흡수가 잘 되었다고 하였다. Studdy 등(1995) 및 Frame 등(1991)은 소의 液狀糞尿 사용 수준을 증가시켜 초종별 N함량을 조사한 결과 reed canary grass에서 가장 좋았으며 Klausener(1995)는 목초가 N흡수력이 높다고 평가하였다.

그리고 식물의 무기물함량 변화에 대해서는朴 등(1992)의 시험에서 보면 N함량은 2.82~2.98%로서 가축의 요구수준인 2.5~4.0%범위(Fink, 1982)에 속하였으며 인산함량은 0.41~0.45%로서 일반적으로 가축이 필요한 함량 0.4~0.8%범위(Fleischel, 1973; Fink, 1982)에 속하였다. 칼리에 있어서는 2.90~3.35%로서 적정함량 2.0~3.0%(Fink, 1982)보다 약간 높았으며 Vetter(1986)는 厩肥중에서 칼리함량이 많았다고 보고하였다.

또한 Ca에 있어서는 0.70~0.87%로서 Fink와 Steffens(1989)가 보고한 고능력 젖소의 조사료내에는 0.7%정도가 함유되어야 한다는 보고와 일치하였다고 하였다.

Mg 함량은 0.26~0.32%로서 Fleischel(1973)의 보고한 적정치인 0.2~0.25%와 비슷한 결과를 보였다고 하였다.

또한 Ca : P함량비를 Menke와 Huss(1980)는 1.8~2.0 : 1이 적당하다고 하였는데 朴 등(1992)시험에서 구비사용 구가 1.59~2.10 : 1로서 가장 이상적이었다고 하였고 Ca : P비율은 예취직후 무기질비료 및 액상구비 단용 구가 액상구비 +무기질비료보다 현저히 높았으나 예취15일후 사용 구에서는 무기질비료 단용 구보다 액상구비 사용 구가 현저히 높았다고 하였다.

한편 목초의 K/(Ca+Mg)當量比가 2.2이상이면 양이온 균형이 맞지 않아 목초의 품질이 저조할 뿐 만 아니라(Fleischel, 1973; Fink, 1982), 가축의 血中 低

Mg症(Grass Tetany)발생가능 요인이 되는데(Fink, 1989), 구비시용 시험(朴 등, 1992)결과에서는 1.18~1.58로서 적정수준을 보였다. Ca과 Mg의 흡수는 K공급과 밀접한 관계가 있어 厩肥를 이용한 적정의 K이 공급됨으로서 Ca, Mg흡수가 적당하게 이루어 진다고 Henkens(1985)가 보고하였다.

또한 McDowell(1976)은 무기물의 결핍, 불균형 및 유해성등으로 가축의 생산성을 크게 저해시키고 있고, 이들 무기물은 주로 Ca, Cl, Mg, P, K, Na, S, Co, Cu, I, Fe, Mn, Mo, Se 및 Zn 등이다. 가축에게 이들 무기물은 필수 무기물이며 지역에 따라서는 Cu, F, Mn, Mo 혹은 Se이 유해농도에 의해 생산성을 떨어뜨린다고 하였다. Ammerman 등(1972) 및 Peeler(1972)은 무기물들간에 상호관계에 따라 생산에 다르게 영향을 준다고 하였으며 무기물간의 상호관계는 주로 Ca-P, Ca-Zn, Cu-Mo, Cu-Fu, Se-As, Se-S, Fe-P, Na-K, Al-P 및 Mg-K와 같이 상호간의 정의 상관이나 부의 상관을 보인다고 하였고 토양 pH와의 관계에 있어서는 pH증가는 Fe, Mn, Cu, Zn 및 Co는 감소하는 반면, Mo, Se는 증가한다고 하였다(Latter, 1962 ; Pfander, 1971 ; Miller et al., 1972).

#### 4. 가축분뇨 시용과 토양미생물의 변화

토양중에는 수많은 종류의 固有微生物(indigenous microbes)이 서식하고 있는데 이들 미생물들은 특정 생태계의 구성원으로 상호 관련되어 있기 때문에 지상부의 식물군락의 종류 및 밀도와 밀접한 관계를 가지고 있다. 이들 미생물의 먹이가 되는 식물뿌리에 의해 분비되는 분비물질 및 토양중 유기물이 미생물의 먹이가 되고 있으며 먹이에 따라 그 수도 다르다고 하였다(서 등, 1997).

토양미생물, 목초의 수량 및 유기물들 간의 관계에 대한 국내연구가 많지 않으나 미국 Iowa State주립대학의 Samania Khalil 등(1992)에 의하면 옥수수, 콩에

대해 두가지 종류의 Fungi(*Gigaspora margarita* 및 *Glomus intraradices*)를 분리 동정하여 인산함량이 낮은 토양에 시용한 결과 콩이 옥수수보다 효과가 좋았으며 콩 품종간에도 현저한 생육차이를 보였다고 하였다. N함량에 있어서도 옥수수나 콩 품종간에 뚜렷한 차이를 보였다고 하였고 특히 뿌리의 인산이용이 이들 품종간 현저한 차이를 보였다고 하였다( $P < 0.01$ ).

또한 Yost 등(1982)이 미생물 접종에 의한 동부(Cowpea) 및 콩의 무기물함량에 미치는 영향에 대한 연구에 의하면 미생물 접종식물에서 Ca, K 함량이 많았고 성장과 밀접한 관계가 있었다고 하였다.

Hume 등(1988)은 White clover(*Trifolium repens*)에 微生物接種과 磷酸施用效果에서 *Glomus mosseae* fungus접종이 유의적인 수량증가를 보였고 또한 인산시용 수준이 높을수록 성장이 빨랐다고 하였다.

이와 같이 토양 미생물은 토양내 유기물 및 무기물의 순환에 따라 이화학성의 변환, 오염물질의 정화, 부식물의 형성, 유해물질의 생산등 토양환경 조정자로서 토양의 건전성에 큰 영향을 미친다. 우리나라의 토양미생물 서식상태를 보면 옥지부에 밭 토양의 평균 미생물 수는 세균이  $8.9 \times 10^6 \text{cfug}^{-1}$ , 放線菌이  $30.1 \times 10^5 \text{cfug}^{-1}$ , 絲狀菌이  $73.4 \times 10^4 \text{cfug}^{-1}$ 이라고 하였고(柳 등, 1984), 또한 Flanagan 과 Veum(1974)은 온도, 강수량, 일조등이 토양 미생물의 수 및 활성과 관계가 높다고 하였다. Doemel 과 Brock(1970)은 根圈 微生物의 수와 종류는 작물의 종류와 재배방법에 따라 크게 변화 한다고 하였다. 또한 세균의 종류에 따라서는 작용과 역할이 다른데 예컨대 絲狀菌은 작물의 영양 생장기보다 생식 생장기에 수와 종류가 증가 한다고 하였다(Agnihotrudu, 1955). Bull 과 Slater(1982)는 토양의 과다한 건조에 의해 토양 미생물이 크게 변동되어 상관 이 높다고 보고 하였으며(柳 등, 1984; 權, 1998), 밭 토양에서는 pH가 고온성 *Bacillus*屬, 螢光性 *Pseudomonas*屬, 放線菌과 相關이 높다(서 등, 1996). 유기물 함량과 고온성 *Bacillus*屬간에는 고도의 정의 상관이 있어 유기물 시용래력을

추적하는 방법으로 제시 하기도 하였다(서와 연, 1998)

그러나 육지부 토양과는 달리 제주도 토양에서는  $10^5$  희釋 수준에서는 放線菌이 검출이 않되었다고 보고하였으며(朴 등, 1975), 李(1986)는 제주도 밭 토양에 용해가 어려운 미생물 분포는 육지 토양의 미생물 수에 비하여 세균은 1/10 ~ 1/100배, 絲狀菌 수는 1/2배 정도이고 세균과 絲狀菌의 종류는 매우 단순하여 세균중 *Rizobium ssp* 등이 차지하는 비율이 높다고 하였다. 金 등(1996)이 작물의 종류는 틀리지만 露地柑橘 토양의 평균 미생물 수를 조사한 바에 의하면 세균이  $1.7 \times 10^6 \text{ cfug}^{-1}$ , 放線菌  $8.5 \times 10^3 \text{ cfug}^{-1}$ , 絲狀菌이  $4.3 \times 10^4 \text{ cfug}^{-1}$ 라고 하였고, Vesicular-Arbuscular Mycorrhzae(균근균)는 토양중 磷의 흡수를 증대시키고 작물의 생육을 촉진시키는 것으로 보고하였다(李, 1986; 鄭 등, 1997; 金, 1997; Samina Khalil et al., 1994).

土壤微生物의 활성을 토양 酵素가 작용하는데(Bolton 등, 1985) 일차적인 역할은 미생물에 의하여 이루어지고, 여기에 관여하는 土壤酵素는 Phosphatase인데 有機磷酸의 無機化에는 Phosphomonoesterase가 중요하게 작용을 하며 酸性土壤에서는 산성Phosphatase의 활성이 높다고 하였다. Phosphatase 활성은 환경조건에 따라 다른데 酵素活性에 적합한 온도는  $25 \sim 30^\circ\text{C}$ 라고 하였는데(Bremner and Zantua, 1975), 또 Phosphatase活性은 토양중의 有機磷酸 및 유기물 함량과 相關關係가 있다고 하였다.(Gerritse 및 Dijk, 1978), 또한 Trasar-Cepeda와 Gil-Sotres(1987)은 세균과 絲狀菌의 Phosphatase活性은 산성 토양에서 높아 유기물 함량이 높은 산성토양에서는 산성Phosphatase가 중요한 역할을 하여 pH가 5에서 6사이 일 때 가장 높았다고 하였다. 酵素基質 特異性 이 있는 물질로서 Cellulose는 유기물의 분해과정중에 C와P의 순환에 중요한 역할을 하는데 유기물시용이라는 단일처리에 의해서 基質特異性 菌株의 群落이 현저히 달라진다고 하였다(Klein과 Koth, 1980).

이와 관련하여 除草劑施用 직후의 Cellulose의 활성이 낮아진다고 하였다(金

등, 1988). 토양유기물에는 식물생육에 필수적인 多量 및 微量元素의 대부분이 복합 화합물 형태로 존재하고 있어 微生物에 의하여 無機化되어 식물에 흡수되는데 유기물의 生物學的 無機化에 의해 생성되는 화합물은  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SO}_4^{-1}$  등이고, 이렇게 생성된 물질의 토양내에서의 순환은 에너지源인 C의 微生物에 의한 총 土壤炭素의 2~5%에 이르고(Jenkinson 및 Ladd, 1981) 유기물함량과 直線的 關係를 가지고 있지만 Biomass C/Soil C ratio는 기후, 작물경작, 輪作 등에 따라 相異하다고 하였다(Anderson 및 Domch, 1989).

토양Biomass C량은 토양산도와도 밀접한 關係를 가지고 있기 때문에 강산성 토양인 경우에는 石灰를 사용하여 개량할 必要性이 있고 pH 4.3~5.4에 이르는 토양에 石灰를 사용한 결과 Biomass C는 30%이상 증가하였다고 하였다(Adams et al., 1983), 서(1997)는 토양중의 微生物體量은 살아 있는 유기물이기 때문에 단위 면적 당 微生物이 많은 지역이 生物學的 機能이 높다고 하였다. 뭇(1982)는 제주도 토양의 Biomass C는 非火山灰土壤이 火山灰土壤보다 높고 9월이 8월보다 높다고 하였다.

지금까지 유기물사용에 따른 肥沃度 관리측면에서 土壤化學性이나 물리성에 대한 연구는 많지 않고 특히 제주도는 토양의 微生物 相 증진을 위한 가축분뇨 사용 수준에 의한 土壤 微生物 相 增殖이 필요 할 것이다.

### Ⅲ. 材料 및 方法

#### <試驗 I> 질소비료와 톱밥 醱酵豚糞 사용이 초지의 생산성과 토양특성에 미치는 영향

##### 1. 기상조건

본 시험은 1997년부터 1998년 10월까지 濟州大學校 農科大學 動物飼育場 飼料作物 試驗圃場에서 실시되었으며 시험기간 동안의 제주지역의 기상현황은 제주도 농업기술원 자료이며 표 1과 같다.

표 1-1에서 보는 바와 같이 과종년도인 1997년 9월부터 12월까지 평년과 비슷한 온도를 보였으나 강우량은 과종년도 10월에 크게 낮았고 11월에 크게 높았다.

그 다음해인 1998년 7, 8월의 온도가 평년 보다 1℃정도 높았고 다른 월에는 큰 차이를 발견치 못했다. 1월부터 5월까지 강우량이 평년 보다 높았고 7월과 8월 강우량이 평년 보다 낮았다.

**Table 1-1. Meteorological data during the experimental period in Cheju-city\***

Month	1996			1997			1998		
	Mean temp. (°C)	Recipitation (mm)	Sunlight (hr)	Mean temp. (°C)	Recipitation (mm)	Sunlight (hr)	Mean temp. (°C)	Recipitation (mm)	Sunlight (hr)
1	5.9	29.9	87.2	5.2	23.6	76.8	6.6	170.2	49.2
2	4.7	21.2	95.6	6.8	26.6	114.5	8.8	59.7	110.1
3	8.8	114.1	132.1	10.2	72.1	179.1	9.8	110.4	164.6
4	12.0	35.5	228.3	14.3	170.8	199.4	16.1	196.2	134.4
5	17.9	57.2	222.8	19.0	74.6	229.0	18.8	116.5	180.1
6	22.6	223.7	137.7	22.9	79.2	213.3	21.5	228.3	122.5
7	25.1	48.7	215.2	26.8	108.2	203.8	27.4	111.5	212.6
8	27.3	111.7	236.6	26.8	161.3	161.2	28.2	76.8	232.4
9	23.1	7.8	194.0	23.0	44.8	182.0	24.3	413.0	157.0
10	18.5	100.4	167.8	18.3	4.5	198.4	19.7	70.1	133.2
11	13.2	78.8	83.5	14.3	157.7	90.3	13.4	19.6	169.9
12	9.0	51.8	123.9	9.3	76.0	62.3	8.9	10.7	136.6
Total	188.1	881.0	1,247	197.0	999.0	1,910	203.5	1,583	1,802.6
Mean	15.7			16.4			17.0		

\* 1996-1998, Monthly meteorological data in Cheju-city.

## 2. 토양조건

본 시험지역의 토양은 濃暗褐色 火山灰土壤으로서 시험시작 전 토양의 理化學的 特性은 표1-2와 같았으며 pH 5.23, OM 7.54%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 7.56ppm 등으로 비교적 척박한 토양이었다.

**Table 1-2. Chemical characteristics of the soil examined.**

pH	OM (%)	N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	Cation exchangeable capacity (cmol/kg)				Permeable speed (cmol/sec)	Grain density	Water content (%)
				K	Ca	Mg	Na			
5.23	7.54	0.22	7.56	0.62	0.22	0.41	0.27	0.10	2.42	48.4

### 3. 공시재료 및 시험설계

본 시험은 오차드그래스(25kg/ha), 페레니알 라이그래스(10kg/ha) 및 화이트 크로버(3kg/ha)를 공시초종으로 한 초지에서 수행되었으며 목초 파종일은 1997년 9월 17일이었다.

시험 전 시험포장의 상태는 애기수영(*Rumex acetosella*)과 돼지풀(*Ambrosia artemisifolia* var. *Descourtilis*) 및 Red top(*Agrostis alba*)이 우점된 상태로서 전면 耕耘除去 후 시험포를 설치하였다.

시험에 이용된 톱밥 醱酵豚糞의 성분함량은 표 1-3과 같으며 총질소 2.05%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 2.93% 및 K<sub>2</sub>O 1.23%등을 보였다.

Table 1-3. Physical and chemical compositions of Swine manure examined.

Water	OM	T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Cd	Pb	Hg	As
			%	ppm					ppb	
15.56	46.46	2.05	2.93	1.23	8.83	1.41	1.70	1.70	38.0	ND

\* ND: Not detected

시험설계(표 1-4)는 分割區 配置法(主區 : 3處理 × 細區 4處理 × 3反復)으로 主區는 질소 3수준으로 0, 150 및 300kg/ha이었고 細區는 톱밥 醱酵豚糞 유기질 비료 4수준(0, 3, 6, 12 ton/ha)으로 배치하였으며 또한 磷酸과 칼리는 각각 200, 150kg/ha를 사용하였다. 窒素와 칼리 施用은 파종시 基肥로 1/3을 施用하였고 나머지 2/3은 5월, 6월 및 9월에 同量으로 3회 분시하였다.

**Table 1-4. Experiment design**

Treatment	Details			
Main plots (Nitrogen application rate kg/ha)	0	150	300	
Sub plots (Swine manure compost application rate ton/ha)	0	3	6	12

본 시험에 사용된 톱밥 醃酵豚糞은 현재 정부지원으로 양돈농가에서 생산하여 주로 감귤농가에 판매되고 있는 것으로 양돈장에서 豚糞, 尿 및 청소한 폐수가 혼용되어 나오는 汚水를 톱밥과 섞어 6개월 정도 자연 발효시켜 수분이 脫水된 상태에서 이용되고 있었다.

#### 4. 조사항목 및 조사방법

조사항목은 목초의 乾物收量, 植生構成率, 牧草의 形態의 特性, 牧草의 成分含量 및 토양의 理化學的 特性등이다. 시료 예취회수는 연간 5회(4.11, 5.10, 6.20, 9.5, 10.25)에 걸쳐 채취 하였고, 채취한 試料에 대한 乾物收量은 試驗區 內 1m × 1m의 면적에서 목초를 예취하여 100g을 취하여 생초상태로 초종별 분리한 후 80℃ dry oven에서 건조시켜 초종별 무게를 乾物收量으로 하였고, 또한 그 무게의 백분율에 의한 비율을 植生構成率로 하였다.

토양의 物理化學的 性質에 대한 분석(pH, T-N, OM, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 置換性 K, Ca, Mg)은 농촌진흥청 분석법(1988)에 준하였고 목초의 N함량은 micro Kjeldahl을 利用하여 消火시킨 후(AOAC, 1984) 比色法(Weatherburn, 1967)으로 Ammonia를 측정하였다

목초의 무기물은 Yoshida(1983)방법에 의하여 추출하여 P는 U/V Spectrophotometer를 利用하여 K, Ca, Mg, Na, Cu, Co, Zn등은 Atomic Absorption Spectrophotometer로 측정하였다(Perkin-Elmer Corporation, 1982).

목초의 형태적 특성 중 Tiller의 수와 地上部の 비율에 대한 조사는 直徑 15cm의 soil core를 이용하여 매 구당 2지점에서 임의로 목초시료를 취하였다. 그 시료를 물로 씻은 후 초종별로 분류하고 각 구별로 각 초종의 Tiller의 수를 조사하였다. 그 다음에 地上부와 地下部로 나누어 dry oven에서 乾燥시킨 후 무게를 측정하여 地下部の 비율을 계산하였다.

土壤微生物과 有機物과의 관계를 알아보기 위해 각 시험구 별 土壤試料를 봄, 여름, 가을 3회에 걸쳐 채취하여 培養, 計數하여 톱밥 醱酵豚糞의 사용수준에 따른 土壤微生物 수의 변화가 있는지를 알아보았다.

微生物의 計數는 稀釋平板法을 이용하였으며 28℃로 조절된 恒溫器에서 培養하였다. 각 試料 당 微生物의 수는 3개의 平板培地上에 나타난 colony를 각각 계수한 후 평균한 값을 colony形成數(colony forming unit : cfu)로 표시하였다. 각 菌腫의 培養方法과 計數는 細菌인 경우 Yeast glucose agar(yeast extract 3, glucose 1, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 0.3, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 0.2, MgSO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O 0.2, cyclohexamide 0.05, agar 15g, 蒸溜水 1,000ml)에 接種한 후 培養 7일 후에, 絲狀菌은 Rose bengal agar(KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 1, MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 0.5, peptone 5, glucose 10, rose bengal 0.033, streptomycin sulfate 0.033, agar 20g, 蒸溜水 1,000ml)에 接種후 3일경 1차 發現 colony를 計數하고 생육이 늦은 菌의 發現을 고려하여 5일에 재차 計數하였다.

## 5. 統計分析

시험결과를 分散分析(Statistix, 1996)한후 유의성이 있는 경우에 最小有意差(L.S.D)에 의하여 각 처리간의 평균을 비교하였다.

## 〈試驗 II〉 톱밥 醱酵豚糞의 시용이 초지 및 2모작 작부 체계의 飼草수량과 토양특성에 미치는 영향

### 1. 포장 및 기상조건

본 시험II는 제주시 아라동 제주대학교 농과대학 動物 사육장 시험포(시험 I 포장과 동일)에서 1996년 10월부터 1998년 10월까지 수행되었다. 시험포장도 시험 I의 포장과 같이 시험전 포장의 상태는 애기수영, 돼지풀, red top등으로 우점된 상태로서 시험전 除草劑로 이들 잡초를 죽인 후 경운하여 시험포장으로 이용하였다.

시험기간동안 제주시의 기상상황은 시험 I의 표1-1과 같으며 마찬가지로 제주도 농업기술원의 조사자료를 이용하였다.

### 2. 토양조건



본 시험이 수행된 포장의 시험전 토양(표 2-2)도 시험 I의 토양과 비슷하게 pH 5.24, 有機物含量 7.58% 및 有效磷酸含量 8.03ppm정도로서 척박한 토양이었다.

Table 2-2. Chemical characteristics of the soil examined.

pH	OM (%)	N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	Cation exchangeable capacity (cmol/kg)			
				K	Ca	Mg	Na
5.24	7.56	0.23	8.03	0.61	0.21	0.41	0.28

### 3. 공시재료

본 시험은 톱밥 醃酵豚糞 사용수준에 따른 草地와 2毛作作付體系의 생산성 및 토양 특성변화를 비교하기 위해 草地는 總 40kg/ha를 오차드 그래스 35kg/ha와 라디노 클로버 5kg/ha로 혼합하여 1996년 10월에 播種하여 1998년 10월까지 시험이 수행되었다. 2毛作作付體系에서는 겨울작물로서 이태리안 라이그래스를 여름작물로서 피(稭)를 각각 이용하였으며 겨울사료작물 이태리안 라이그래스는 40kg/ha를 1996년 10월 5일과 1997년 9월 13일에 각각 파종하였다. 여름사료작물 피는 이태리안 라이그래스 후작으로 1997년 7월 5일과 1998년 6월 27일에 각각 40kg/ha를 파종하였다.

Table 2-3. Physical and chemical compositions of swine manure examined.

Water	OM	T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Cd	Pb	Hg	As
— % —	— % —	— ppm —	— ppm —	— % —	— % —	— % —	— ppm —	— ppm —	— ppb —	— ppb —
31.25	30.79	1.58	2.59	1.04	10.68	2.14	1.22	5.73	12.10	ND*

\* ND : Not detected

이 시험에 이용된 톱밥 醃酵豚糞의 성분은 표 2-3과 같았다. 이 돈분은 시험 I의 것 보다 수분함량이 높았고 有機物含量이 낮았다.

톱밥 醃酵豚糞은 초지 구나 2毛作作付體系나 파종당시에 기비로 전량을 1회만 사용하였다.

화학비료 N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 및 K<sub>2</sub>O는 다음항 시험설계에서와 같이 사용하였으며 草地에서 시비는 시험 I의 방법과 같게 하였다. 2毛作作付體系는 파종시 磷酸은 基肥로 전량을 질소와 칼리는 基肥로 1/2, 追肥로 1/2를 각각 나누어 分施하였다.

#### 4. 시험설계 및 통계분석

시험설계(표 2-5)는 分割區法으로 총 36區이었다. 主區는 초지와 2모작 작부체계 區로서 2처리이었고, 細區는 6處理로서 T<sub>1</sub>(톱밥 醱酵肥料 무시용+金肥定量 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O : 200-300-200), T<sub>2</sub>(톱밥 醱酵豚糞 정량의 1/2+金肥定量的 1/2), T<sub>3</sub>(톱밥 醱酵豚糞만 정량 : 10톤/ha, T<sub>4</sub>(톱밥 醱酵豚糞만 정량 : 20톤/ha), T<sub>5</sub>(톱밥 醱酵豚糞만 정량의 2배), T<sub>6</sub>(톱밥 醱酵豚糞만 정량의 4배)로 배치하였다.

시험결과를 分散分析(Statistix, 1996)한 후 유의성이 있는 경우에 최소유의차(L.S.D)에 의하여 각 처리간의 평균을 비교하였으며 主區와 細區 要因간의 交互 작용을 검증하였다.

Table 2-4. Experiment design

Treatment	Details
Main plots	(1)Mixed pasture (2) 2cropping system(Italian ryegrass - Japanes millet)
Sub plots level	T <sub>1</sub> : No swine manure + Standard N fertilizer (N 200kg/ha + P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 300kg/ha + K <sub>2</sub> O 200kg/ha) T <sub>2</sub> : 50% of Standard swine manure + 50% of Standard N fertilizer T <sub>3</sub> : 50% of Standard swine manure(10ton/ha) + No N fertilizer T <sub>4</sub> : Stalndard swine manure(20ton/ha) + No N fertilizer T <sub>5</sub> : 200% of Standard swine manure + No N fertilizer. T <sub>6</sub> : 400% of Standard swine manure + No N fertilizer

#### 5. 조사항목 및 조사방법

조사항목은 草地의 경우에 시험 I 과 같이 목초의 乾物收量, 植生構成率, 牧草의 粗成分 및 토양의 理化學的 특성등을 조사하였다. 목초의 乾物收量 목초의

성분함량 및 토양의 이화학적 특성 등은 시험 1의 방법과 같은 방법으로 조사 분석하였다.



## IV. 結果 및 考察

### <試驗 I> 질소질비료와 톱밥 醱酵豚糞의 사용이 초지의 생산성과 토양특성에 미치는 효과

#### 1. 초지 생산성

##### 가. 건물 수량

厩肥만 사용한 곳보다 窒素肥料를 추가로 사용하면 목초의 건물수량이 증가된다고 여러 연구자들에 의해 보고되었다(鄭 등, 1993; Stadelmann et al., 1985; Ernest, 1985; Roberts, 1987; Corrie 및 Dijkman, 1988).

본 시험의 목초+잡초 및 목초만의 건물수량에 대한 질소비료와 톱밥豚糞醱酵의 사용 결과는 표 1-5에서 보는 바와 같았다.

표 1-5에서 보는 바와 같이 질소비료 시비수준 0, 150 및 300kg/ha에서 牧草+잡초의 연간 평균 乾物收量이 각각 7,715, 11,574 및 11,709kg/ha을 보였으며 통계적으로 유의적 차이를 보였으나( $P<0.05$ ), 질소 150과 300kg/ha 간에는 유의적 차이는 없었으나 질소 시용구의 건물수량이 무시용 보다 유의적으로 증수되었다.

본 시험에서 잡초를 제외한 목초만의 건물수량에 대한 질소시용수준 차이는 통계적으로 목초+잡초의 것과 동일한 결과를 보였다(그림 1-1의 밀그림).

질소시용량 증가에 따라서 목초의 건물수량이 증가하는 것은 김과 강(1991), Wilman 과 Holington(1985) 및 Sollenberger 등(1984)의 보고와 일치하였다. 그러나 질소 200kg/ha 수준이 단파초지의 경우 목초생산에 적합하다고 김

(1991)이 보고하였으나 본 시험에서는 질소 150kg/ha시용이 적당수준으로 판단된다. 이런 결과는 독일에서 일반작물에 질소 150kg/ha가 적당하다는 보고가 있어 이 결과와 일치된다고 볼 수 있다.

양돈 醃酵豚糞 시비수준 0, 3, 6 및 12톤/ha에서는 각각 9,935, 10,768, 10,292, 10,335kg/ha의 목초 건물생산량을 보이고 있었고 통계적으로 역시 유의적 증가를 보였다( $P < 0.05$ ). 잡초를 제외한 목초만의 건물수량에 대하여 톱밥 醃酵豚糞의 시용수준별 효과를 비교했을 때 역시 통계적으로 고도의 유의적 차이를 얻었으며 0, 3, 6, 12톤/ha 시용처리에 대해 각각 6,110, 8,549, 7,684, 및 6,886kg/ha를 보여 돈분 3톤 시용구에서 가장 높은 목초만의 건물수량을 얻었고 통계적으로 고도의 유의차를 보였다( $P < 0.01$ ).

Wolton(1963)은 가축분뇨의 시용량을 증가시키므로 모든 화분과목초에서 건물수량이 증수되었다고 하여 본 시험과 일치했으나 콩과목초에서는 뚜렷한 차이를 얻지 못했다고 했다. 또한 Studdy 등(1995)은 액상분뇨의 시용량을 증가시켰을 때 reed canrygrass의 건물수량은 증가되었으나 ryegrass 초지에서는 높은 시용수준으로 손실을 얻었다고 하였다. 그러나 유 등(1992)은 우분이나 돈분시용 수준 증가에도 옥수수의 건물수량은 유의적 증가를 얻지 못하였다고 하여 본 시험과 일치하지 못했다. 따라서 환경조건에 따라 가축분뇨는 시용효과가 차이 있음을 보여 주고 있다

Nielson 과 Steffens(1994)에 의하면 獨逸에서 일반적인 작물의 비료요구량은  $N : P : K = 150 : 90 : 150$ kg/ha인데 가축분뇨로 N를 충당하려면 ha당 150톤을 시용해야 한다고 하였으며, 칼리는 소 液狀糞尿로 27톤이고 90kg의 磷酸은 돼지 液狀糞尿로 27톤, 닭 液狀鷄糞으로 12톤, 乾燥鷄糞 3.5톤, 肉鷄糞 3.8톤으로 P, K는 충당되나 N에 대해서는 작물요구량을 충당하기 위해 추가 되어야 한다고 하였다. 따라서 가축분뇨외에 N 비료 추가시용이 요구되는데 Ernst(1985)는 총 질소 300kg/ha이 적정 수준이라고 하였고, Roberts(1989), Corrie 와 Dijkmann(1988)

는 450kg/ha 까지 사용시 乾物收量이 증가되었다고 하였다. 본 시험에서 사용한 톱밥 混用 醱酵豚糞의 경우 총 질소함량이 2.05%로서 3톤중 N함량은 52kg, 6톤에서는 104kg, 12톤에서는 209kg이 含有 되 있으므로 金肥 150kg+돈분 3톤(질소 52kg/ha)은 총 질소 202kg/ha 가 되어 목초가 요구하는 질소량을 충족시키고 있다고 볼 수 있다.

**Table1-5. Dry matter yield of mixed pasture as affected by Nitrogen and Swine manure application levels (kg/ha).**

Treatment	Swine manure levels(ton/ha)				Mean
	0	3	6	12	
Nitrogen level (kg/ha)					
0	7,890	7,630	7,850	7,490	7,715b
150	11,100	12,885	10,895	11,415	11,574a
300	10,815	11,790	12,130	12,100	11,709a
Mean	9,935b	10,768a	10,292ab	10,335ab	

\* a,b : Means with different letter in the same column of Nitrogen and Pig manure levels are different from each other

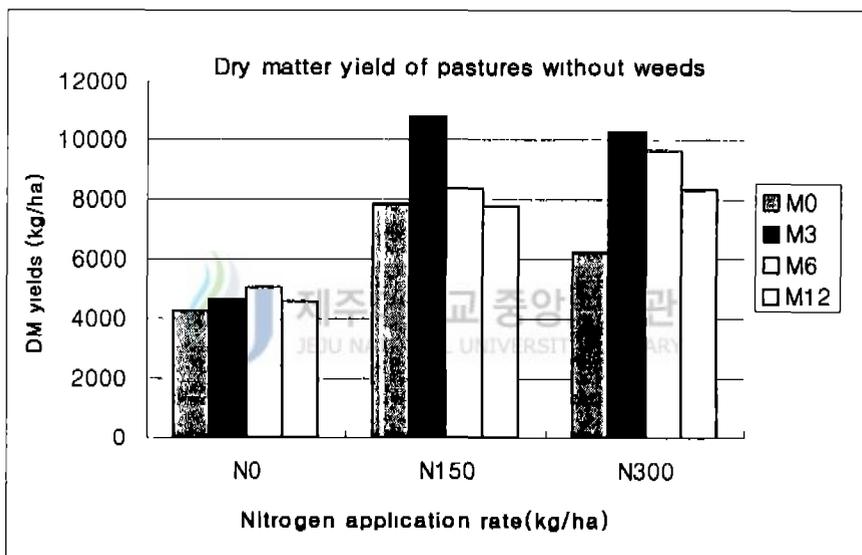
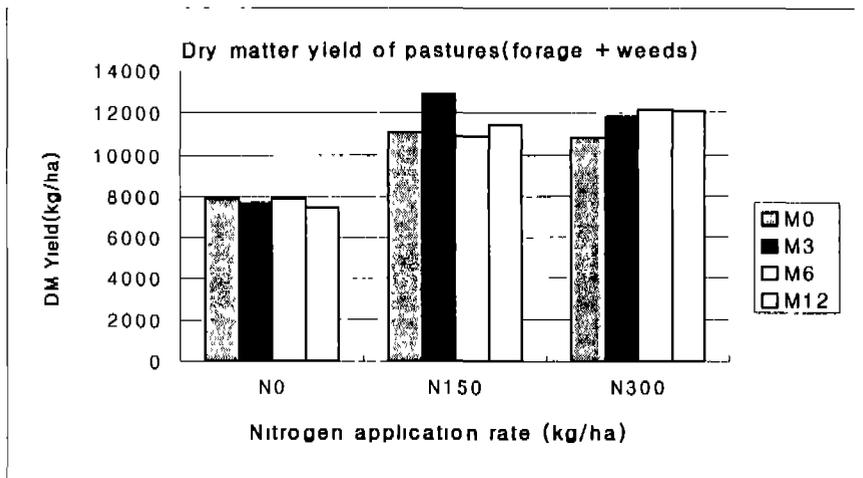


Fig 1-1. Dry matter yields of the pastures as affected by nitrogen and swine manure mixed with sawdust.

그러나 돈분만 12톤 시용은 질소함량 208kg/ha 가 되어 목초의 질소요구량에 충족되지만 이 때 목초만의 건물수량이 4,560kg/ha로서 질소 150kg/ha와 돈분 3톤을 혼합한 처리구(건물수량 10,796kg/ha) 보다 월등히 낮은 수량을 보이고 있다.

여기서 얻은 결론은 목초최적생산을 위해 질소수준 200kg/ha 가 적당하며 이 때 질소 또는 돈분 한가지만 사용하는 것 보다 질소비료와 유기질 비료인 돈분을 동시에 사용하는 것이 좋다고 보아진다. 이와같은 점에서 볼 때 질소 150kg/ha와 돈분 3톤이나 6톤/ha 정도 사용하는 것이 혼파목초 생산에 적합한 수준으로 보인다.

## 나. 초지의 식생 구성을

### (1) 초지에서 禾本科牧草의 식생변화

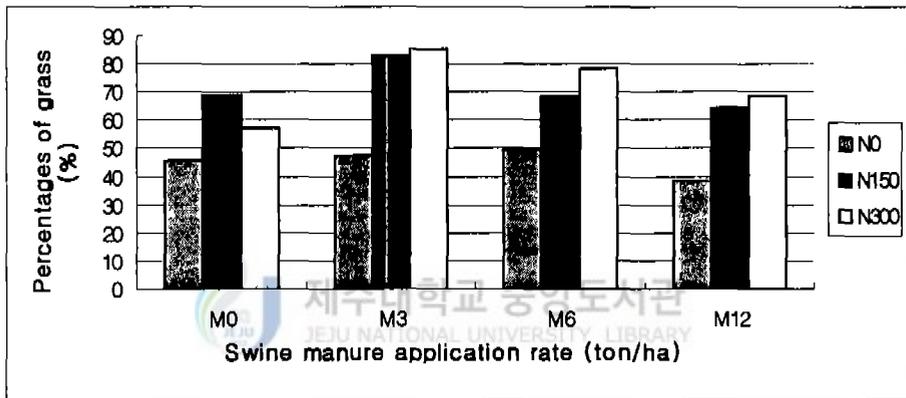


Fig 1-2. Percentage of grasses in the pastures as affected by nitrogen and Swine manure application rates.

그림 1-2에서 보는 바와 같이 禾本科 牧草의 植生構成率은 톱밥 醱酵豚糞 무 사용구를 제외하고 질소비료 사용량이 증가할수록 증가했다. 이와같은 경향은 김과 강(1991), 진 등(1980) 및 Losper 등(1967)의 보고에서 질소사용량이 증가할수록 화분과 목초의비율이 증가한다는 결과와 일치하였다.

톱밥 醱酵豚糞 사용수준간 차이에 따라서 禾本科 牧草의 植生構成率은 차이를 보이지 않았다. 김 등(1991)이 혼파초지에서 액비사용효과를 비교하는 시험에서 화분과목초의 비율이 액비사용에 따른 효과를 얻지 못한 결과와 일치하

였다.

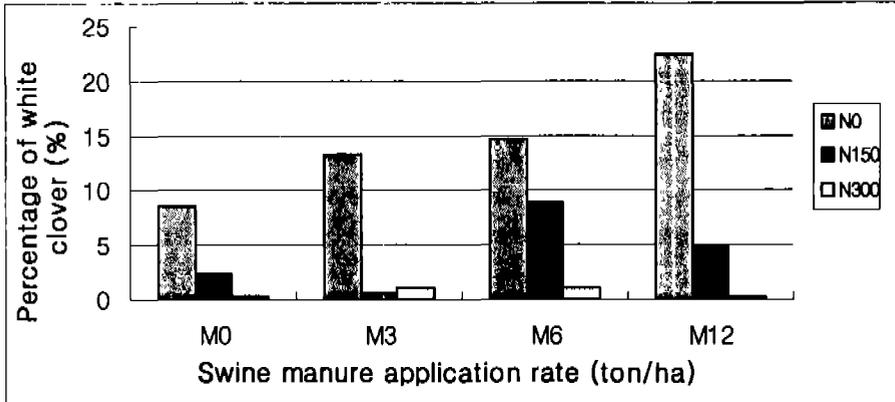


Fig 1-3. Percentage of white clover in the pastures as affected by nitrogen and swine manure application rates.

그림 1-3 에서 보는바와 같이 화이트 클로버의 비율은 톱밥 醃酵豚糞 사용량이 증가함에 따라서 증가하였고 질소비료 사용량 증가에 따라서 감소하는 추세였다. 이와 같이 질소증시에 따라 콩과비율이 감소하는 것은 Klapp(1971), Voigtlander 와 Jacob(1987) 및 김과 강(1991)의 보고와 일치 되었다. 톱밥 醃酵豚糞 사용구에서 그 사용량이 증가함에 따라서 화이트 클로버의 비율이 증가하는 것은 돈분 속에 질소이외에 인이나 칼리함량이 증가함에 따라서 상대적으로 오쳐드 그래스 보다 콩과목초인 화이트 클로버가 이들 성분을 잘 이용하므로 그 성장을 유리하게 했던 결과로 추정된다.

Wightman 등(1997)은 콩과목초의 비율은 질소비료와 가축분뇨 간 차이가 없었다고 하였으나 본 결과와 다소 상이하지만 환경에 따른 차이로 볼 수 있다.

그림 1-4는 초지에서 질소와 톱밥 醃酵豚糞의 사용수준에 따른 초지에서 잡초 변화를 보이고 있으나 질소나 톱밥 醃酵豚糞 사용수준의 효과를 발견하지 못하고 있다.

Zürm(1968)의 보고에서 禾本科草種의 植生構成이 65~75% 범위에 속하는 것이 적정 禾本科 草種의 植生構成率이라고 하였으나, 본 연구에서 화본과 목초

의 비율은 30-45% 정도에 불과하여 크게 부족하였다. 이런 결과는 이 시험 포장에 Red top 등 파종하지 않은 목초나 잡초가 많아서 제초제를 살포하여 제초를 하였으나 토양 속에 있던 잡초종자가 다시 발아하여 목초를 크게 억압했던 것으로 보인다. 시험 초기에 낮은 토양 pH(5.23)는 산성에 강한 잡초의 성장을 크게 도왔던 것으로 보인다.

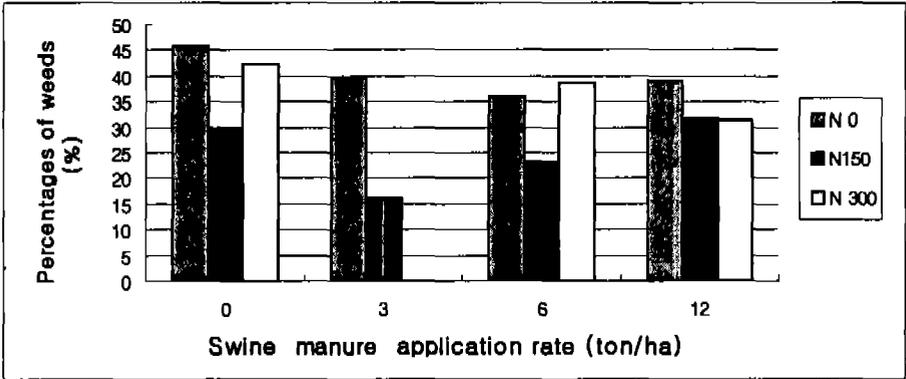


Fig 1-4. Percentage of weeds in the pastures as affected by nitrogen and Swine manure application rates.

다. 목초의 형태적 특성

(1). 목초의 초장

초지에서 질소비료와 톱밥 厩肥 사용수준에 따른 수확시기별 목초의 초장은 그림 1-5와 같다.

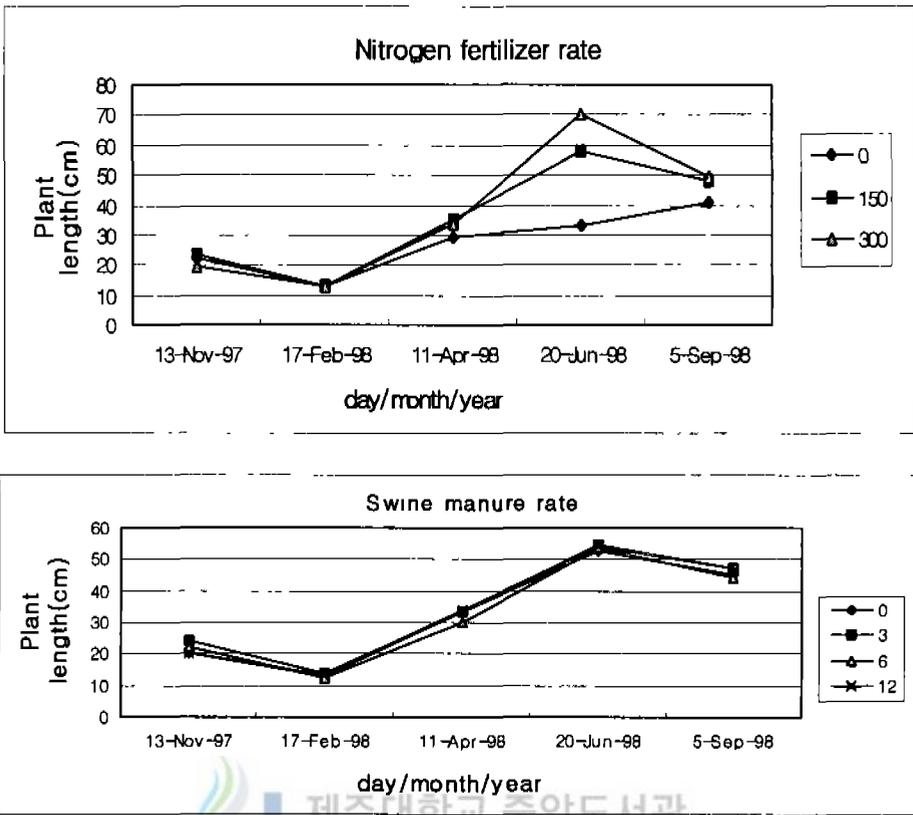


Fig 1-5. Plant length of pasture species as affected by nitrogen and sawdust Swine application rates.

목초의 초장은 파종 후 60일 제인 11월 13일과 155일 제인 2월 17일이나 4월 11일에 질소비료의 수준에 따른 차이가 없었다. 그러나 기온이 상승되어 목초생육에 유리한 시기인 6월과 9월에 질소비료의 시비 수준에 따라 초장 증가가 나타나 통계적으로 유의적 차이를 보였으며 건물수량과 같은 결과를 보여 주었다. 목초의 초장이 6월과 9월에 질소시비수준에 따른 차이를 보이고 있음은 본 시험에 이용된 북방형 목초의 온도가 목초생육에 적합한 때문이 아닌가 생각된다. 톱밥 醱酵豚糞의 시비수준에 따라 통계적으로 초장의 유의적 차이는 1988년 2월 17일 조사에서만 발견되었다. 다른 시기에는 양돈 톱밥 분뇨의 시비수준에 따른 어떤 차이도 얻지 못했으며 柳 등(1991)의 보고한 豚糞醱酵糞尿 施用量이

많을 수록 초장의 增加를 보였다는 結果와는 일치하지 않았다. Chang 등(1993)은 강우 등 여러 가지 환경조건에 따라서 작물의 건물수량 등에 시비 효과의 차이가 있었다는 보고에서 볼 때 특수환경 요인이 영향을 준 것이 아닌가 사료된다.

## (2). 목초의 Tiller

### (가) 오쳐드그래스

오쳐드그래스의 Tiller 수에 대하여 1998년 2월 17일, 6월 9일 및 10월 14일 각각 조사하여 질소비료 수준과 톱밥 醱酵豚糞 사용수준별 효과를 비교해 보았다(그림 1-6).

2월 17일에 질소나 톱밥 발효돈분 시비수준에 따른 효과가 오쳐드그래스의 Tiller 수에 대해 統計적으로 뚜렷한 차이를 나타내지 못했다. 6월 9일에 조사했을 때 질소사용효과는 분명치 않았으나 톱밥 醱酵豚糞의 사용수준이 높을수록 오쳐드 그래스의 Tiller 수가 증가하는 추세였으나 통계적으로 유의적 차이를 얻지 못했으며 10월 14일에도 처리별 차이를 얻지 못했다. 전 등(1995)은 수수교잡종에 대한 液狀廐肥와 화학비료의 사용효과를 비교한 시험에서 수수교잡종의 分蘖莖數는 통계적으로 퇴비나 화학비료의 시비차이를 얻지 못했다고하여 비슷한 추세였다. 다만 질소 350kg/ha에서만 통계적으로 유의적 차이를 얻었다고 하였다.

이와 유사한 연구결과는 柳 등(1992)의 보고에서 禾本科草種에 金肥施用效果가 뚜렷하였다는 보고나 禾本科 목초에서 돈분뇨가 비료로서의 효과가 없었다는 보고와 일치하였고 石井 등(1978)의 보고와도 일치한 점이 많았다.

(나). 화이트 클로버

화이트 클로버의 Tiller 數(그림 1-7)역시 2월 17일, 6월 9일 및 10월 14일 어느 시기에도 처리별 차이를 얻지 못 했다.



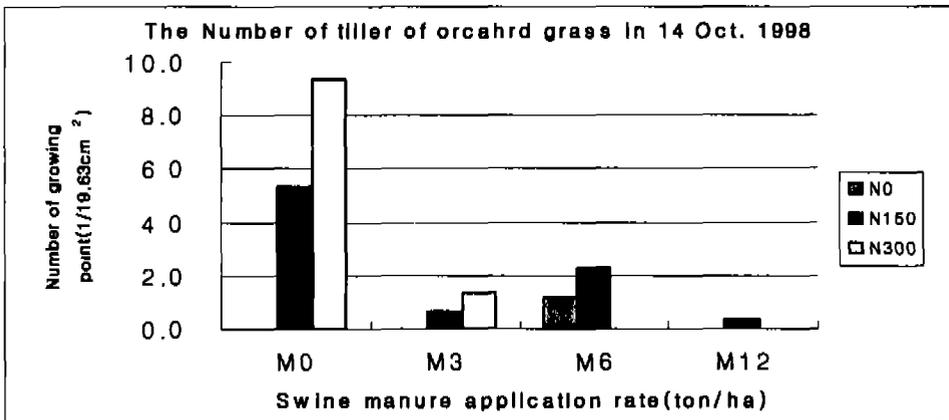
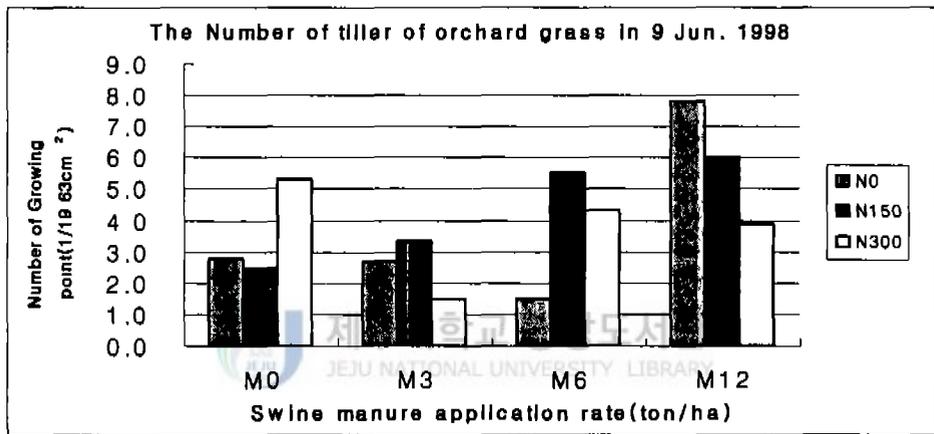
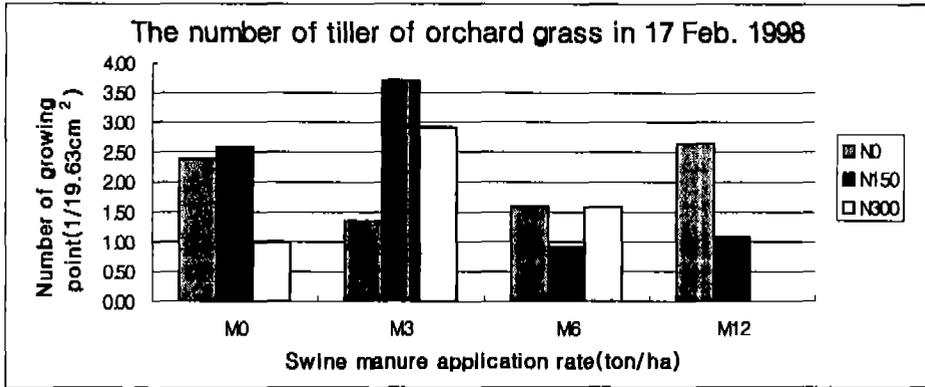


Fig 1-6. The number of tiller of orchardgrass as affected by the application rates of nitrogen and sawdust swine manure

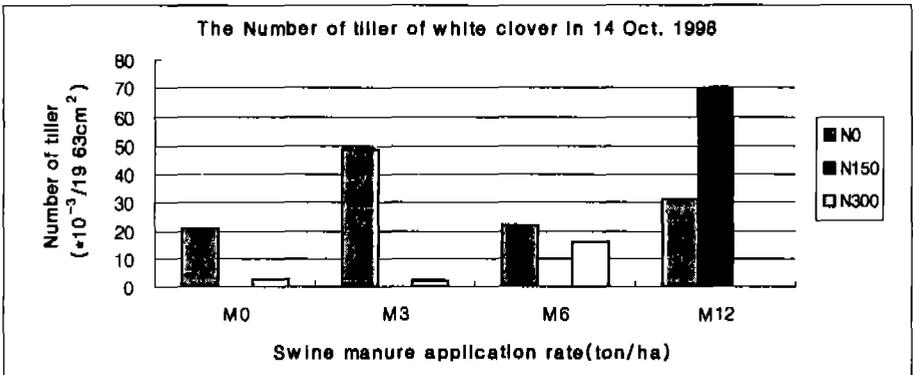
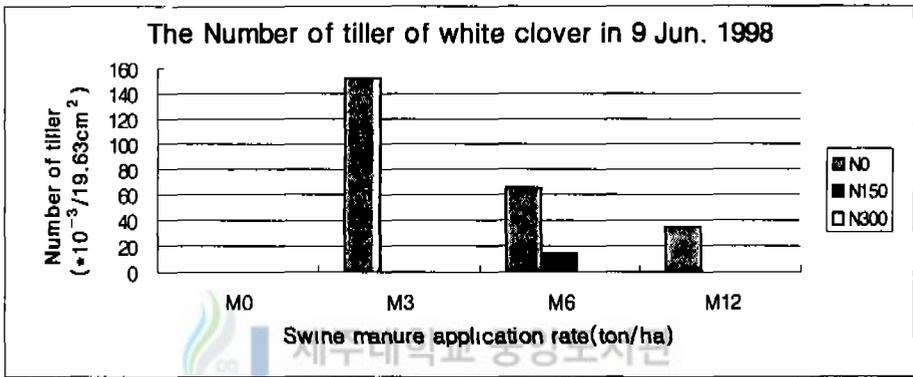
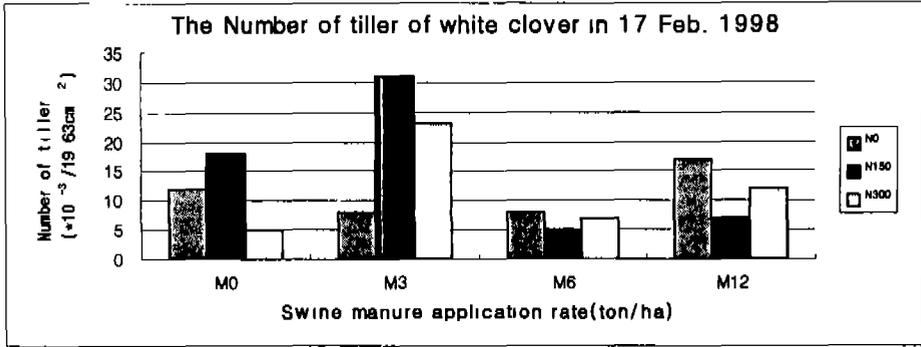


Fig 1-7. The number of growing point of white clover as affected by the application rates of nitrogen and sawdust swine manure

### (3). 목초의 줄기 및 잎과 뿌리의 변화

#### (가). 오처드그래스

禾本科牧草인 orchardgrass에서 식물의 지상 부인 줄기(shoot) 및 잎(그림 1-8)과 지하부인 뿌리(root)(그림 1-9)를 時期別, N-肥料 및 톱밥 醱酵豚糞 사용 수준별 무게를 조사한 것이다. 禾本科 목초인 orchardgrass의 지상부 및 지하부 무게 모두가 질소비료 수준 또는 톱밥 醱酵豚糞 사용수준에 따라 통계적 차이를 보이고 있지 않았다. 초봄(2월 17일), 여름철(7월 9일) 및 가을(11월 14일) 어느 시기에도 처리별 통계적 유의차를 얻지못하였다. 그러나 1998년 7월 9일에 조사된 결과에서 orchardgrass 지상부의 무게는 톱밥 醱酵豚糞 사용량이 증가함에 따라서 증가하는 추세이다.

전 등(1995)이 수수교잡종을 이용한 질소비료와 액비 사용수준 차이에 대한 비교시험에서 수수교잡종의 줄기 굵기는 낮은 시비구에 비하여 높은 시비구에서 컸고 유의적 차이가 있었으며 같은 량의 시비조건에서 질소비료시비구 보다 액상구비구에서 굵어지는 경향이 있었다고 하였다. 본 시험에서 통계적인 차이는 없었지만 7월 초 조사에서 톱밥 醱酵豚糞 사용수준 증가에 따라서 줄기 굵기가 굵어지는 것은 비슷한 추세로 보였다.

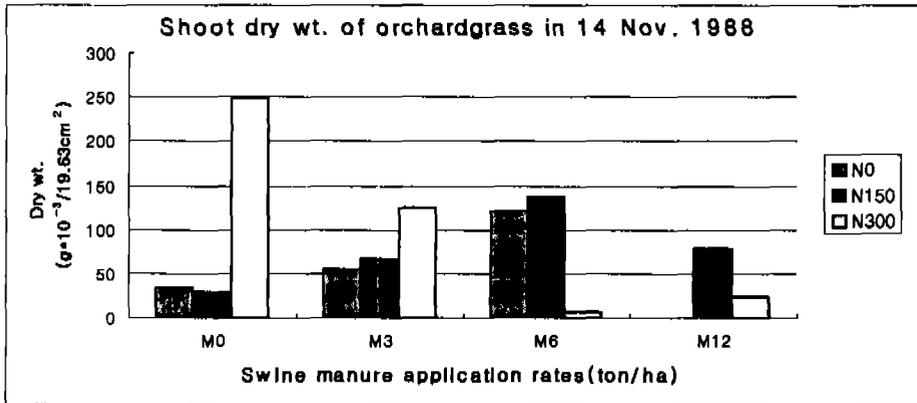
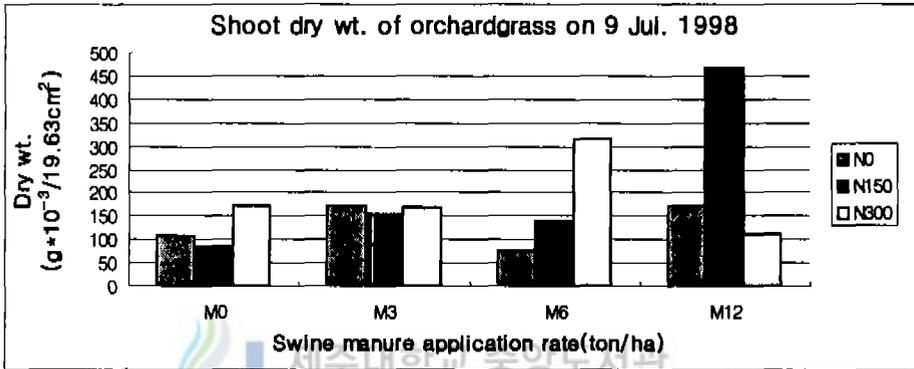
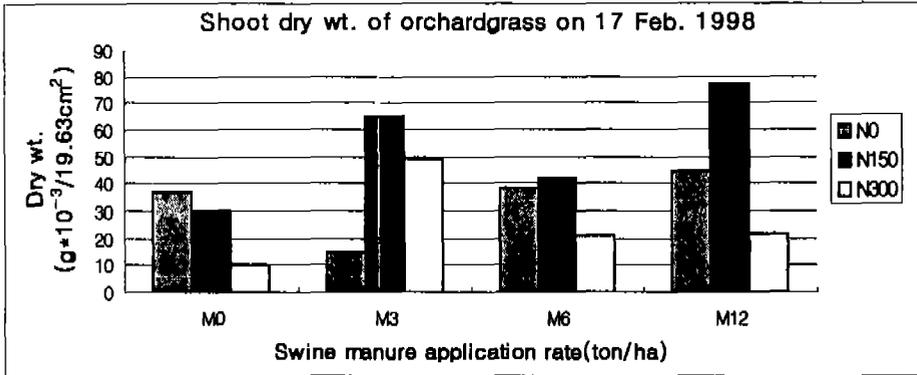


Fig 1-8. Shoot dry weight of orchardgrass as affected by nitrogen and sawdust swine manure application rates.

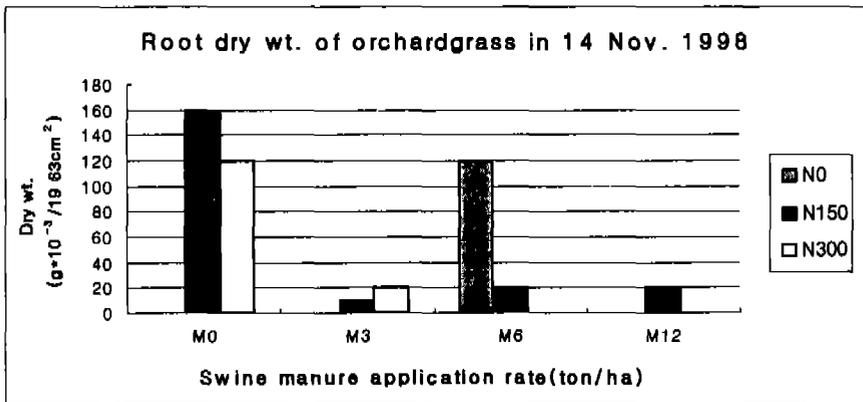
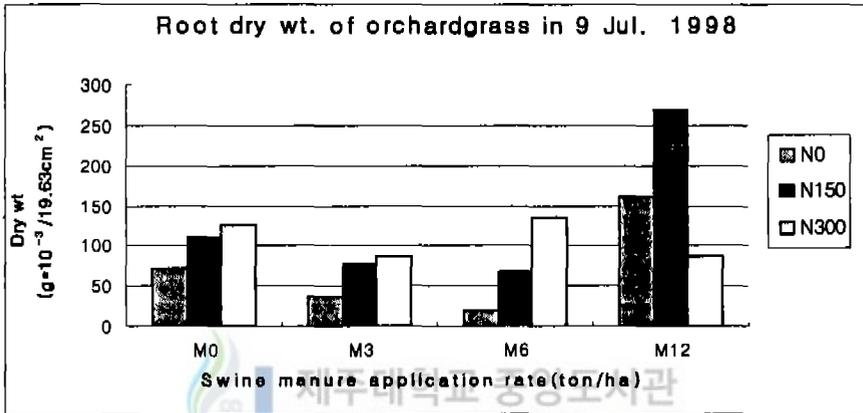
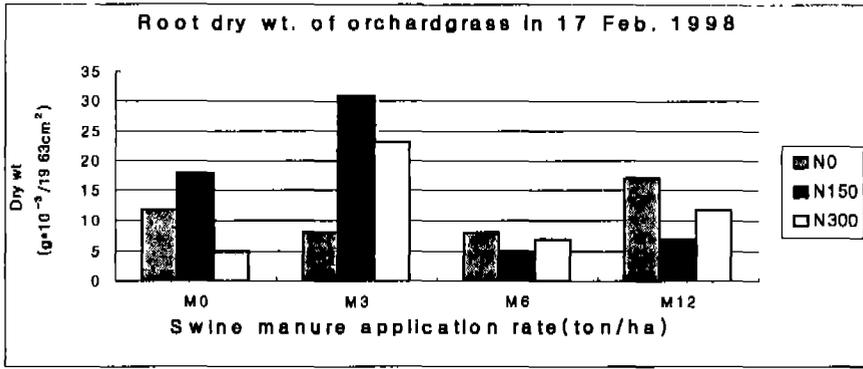
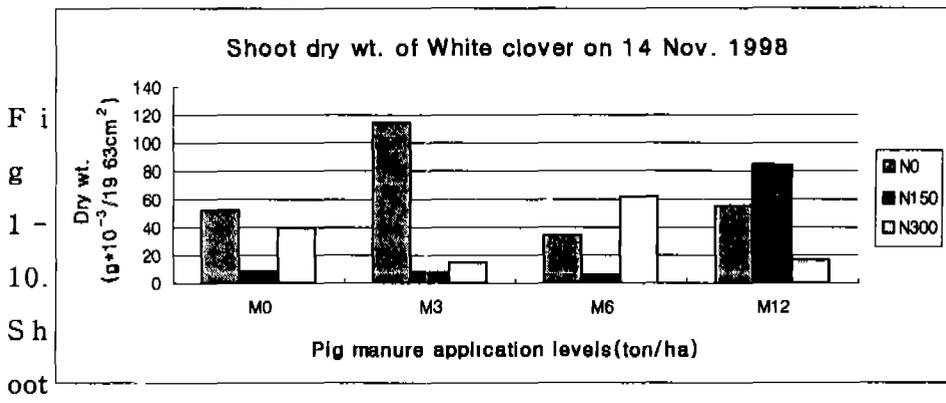
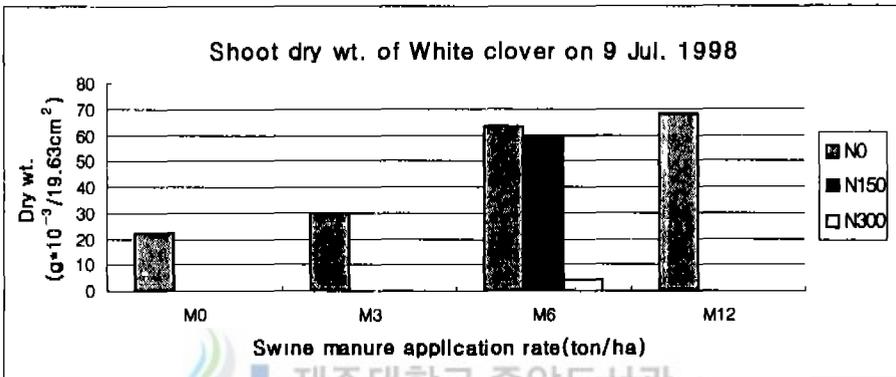
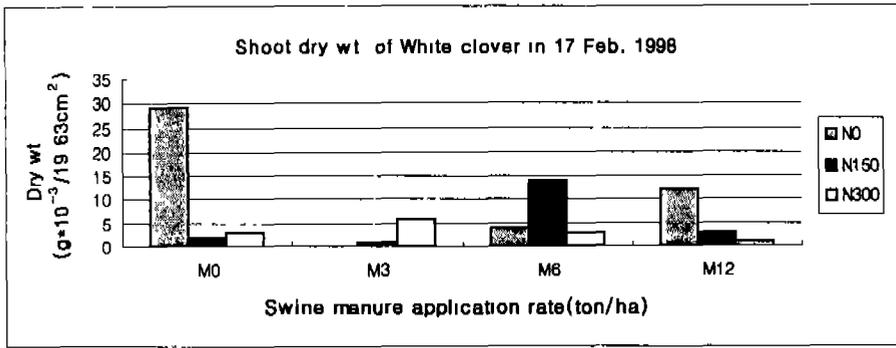


Fig 1-9. Root dry weight of orchardgrass as affected by nitrogen and sawdust swine manure application rates.



dry weight of whiteclover as affected by nitrogen and sawdust swine manure application rates.

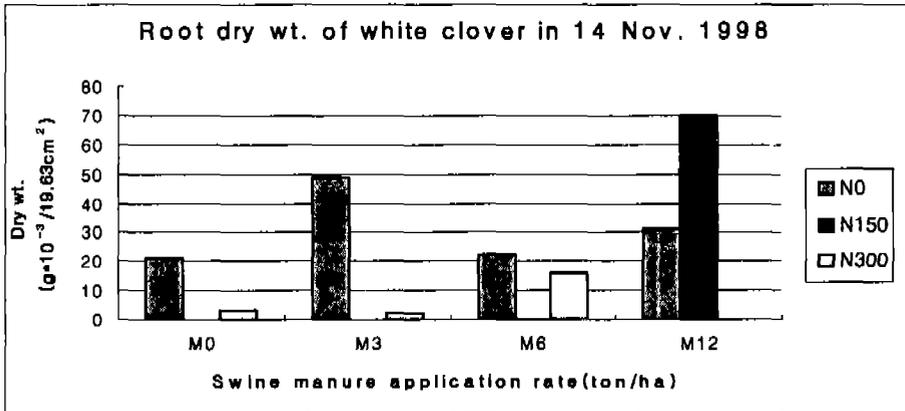
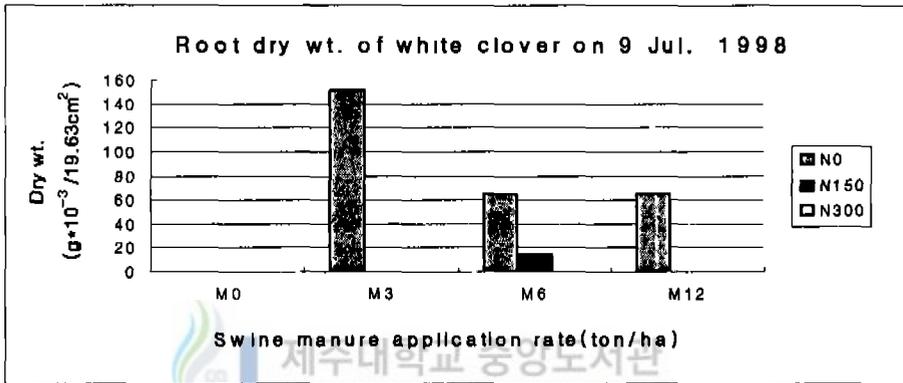
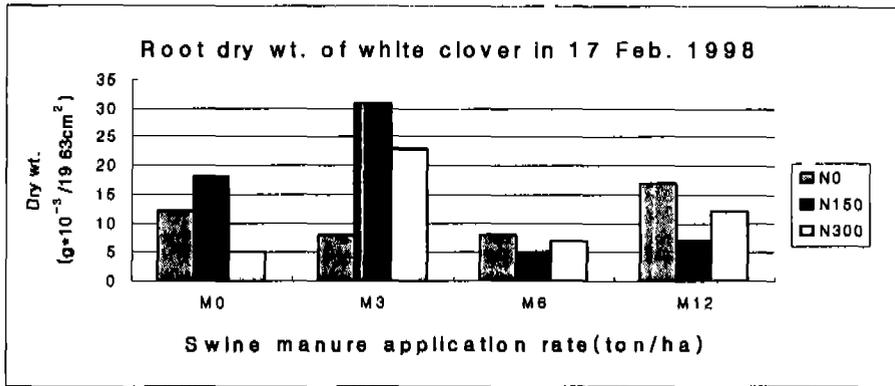


Fig 1-11. Root dry weight of whiteclover as affected by nitrogen and sawdust swine manure application rates.

#### (나). 화이트글로버

화이트 클로버의 지상부(그림 1-10)와 지하부(그림 1-11)의 무게는 어느 조사시기에서도 질소비료와 톱밥 醱酵豚糞 사용 수준처리간 효과를 분명하게 보이고 있지 않았다.

이런 결과는 이 시험이 수행된 포장이 잡초가 많아 목초가 초기에 잡초에 우점 당하였다. 파종시 파종비율이 낮은 화이트 클로버는 다른 초종에 억압 당하여 햇볕 차단으로 광합성이 불리하였고 또 토양 중에 있는 양분흡수도 어려웠을 것으로 보인다. 이런 이유 때문에 처리간 차이가 분명하지 않았나 생각된다.

#### 라. 목초의 무기물함량 변화

##### (1). 4월 11일 수확시 목초의 무기물함량

표 1-5는 4월 11일 수확시 질소 및 톱밥 醱酵豚糞의 시비수준에 따라서 목초의 여러 가지 무기물함량 변화를 나타냈다.

질소사용수준 증가에 따라서 목초의 N, P, 및 K 함량은 통계적으로 유의적 증가를 보였다. 한편 톱밥 醱酵豚糞의 사용량 증가에 따라서 목초의 N함량은 감소되었으며 통계적으로 유의적 차이가 있었다( $P < 0.01$ ).

젖소의 무기물 요구량과 목초의 무기물함량 간 차이를 비교해 볼 때 목초의 Ca, Mg 및 Cu 함량은 젖소의 요구량과 거의 비슷하였다. 그러나 목초의 Na 함량은 0.6-0.9ppm 범위로서 젖소요구량 2.0 ppm 보다 크게 낮았다. 반면에 목초의 N, P, K, Zn 및 Co 함량은 가축의 요구량 보다 크게 높았다.

목초의 N함량이 질소비료 증시에 따라서 증가하는 것은 김(1991), Wilman(1980), Wilman과 Hollington(1985) 및 Gaborik (1989) 의 결과와 일치하였다. 이 시험에서 목초의 N 함량 19.5-29.0 mg/g 범위는 김(1991)이나

Mayland와 Sneva(1983)의 결과와 일치하고 있었다. 그러나 질소요구량 10~15 mg/g에는 2배정도 많다.

본 시험에서 톱밥 醃酵豚糞 사용 수준 증가에 따라서 목초의 N함량은 유의적으로 감소하고 있는 데 비해 신(1999)는 우분액비 또는 양돈액비 사용량이 증가에 함에 따라서 증가한다고하여 다른 결과를 보이고 있다. 그 이유가 무엇인지 분명치 않다.

목초의 P함량은 질소증시 효과를 얻었는데 이는 Whitehead(1970)의 결과와 일치하였다. 그러나 Gonzalez와 Sanchez(1989)의 경우에는 질소 증시에 오히려 목초의 P함량이 감소한다고하여 토양의 P함량이나 기후 조건에 따라서 다른 결과를 얻을 수 있음을 말해주고 있다.

목초의 P함량은 12.20~15.64mg/g 범위로 가축 요구량 3.0mg/g(Grace, 1983)이나 김(1991)의 결과 3.0~4.0mg/g 보다 매우 높았다.

목초의 K함량도 질소 사용량 증가에 따라서 증가하였다. Peny 등(1980), Grunes 등(1985), Ebelhar 등(1987)이 질소비료 증시로 목초내 K함량이 증가한다는 보고와 일치하였다. 김(1991)은 K 무시용구에서는 질소증시에 목초내 K함량이 오히려 감소했고 K 200kg/ha 구에서는 목초의 K함량이 증가한다고 하여 토양 내 K함량에 따라서 차이가 있음을 보고한 바 있다.

톱밥 醃酵豚糞 사용에 따른 목초내 K함량은 통계적으로 유의차가 발견되지 못했다. 그러나 신(1999)은 牛糞과 豚糞液肥의 사용수준 증가로 호밀의 K함량이 증가한다고하여 본 시험의 결과와 일치하지 않았다. 이 시험에서 양돈 톱밥 분뇨의 사용수준이 다소 적게 설계된 때문이 아닌가 추정된다.

목초의 K함량은 26~39mg/g 범위로 Mayland(1983), 김(1991) 및 신(1999)의 결과와 비슷하였으나 가축요구량 2~6mg/g 보다는 월등히 높았다.

Table 1-5. Mineral content of pasture species as affected by nitrogen and swine manure application rates on 11 April.

Item	N	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Zn	Co	Ca/P	K/(Ca+Mg)
	mg/g					ppm					
Dairy requirement											
	10-15	3.0	2-6	3-4	2.0	2.0	10	25-40	0.1		
Nitrogen level (kg/ha)											
0	19.5 c	12.20 b	29.92 c	3.21	3.07	0.728	9.4	38.4	0.92	0.26a	1.940
150	25.0 b	14.36 a	32.29 b	3.01	2.98	0.802	10.0	74.2	0.82	0.21a	2.117
300	29.5 a	15.22 a	38.77 a	2.99	3.64	0.756	9.2	74.5	1.32	0.20a	2.283
Swine manure rates (ton/ha)											
0	26.9 a	13.60	27.51	3.40	3.33	0.603	7.2	31.8	1.20	0.24a	2.004
3	26.4 a	15.64	28.37	3.71	3.54	0.887	11.8	85.6	1.20	0.24a	1.958
6	25.2 a	13.92	27.29	2.66	3.10	0.811	9.2	76.0	0.70	0.20a	2.419
12	22.0 b	13.40	26.34	2.88	3.14	0.666	9.9	47.4	1.00	0.22a	2.074

a, b, c: Means in the same line with different superscripts differ ( $P < 0.05$ )

(2). 6월 20일 수확시 목초 무기물 함량

6월 20일에 수확된 목초의 무기물함량은 표 14에 보이고 있다. 표 1-6에서 보는 바와 같이 목초의 N, K, Na, Cu 함량 및 K/(Ca+Mg) 당량비는 질소시비수준이 증가함에 따라서 통계적으로 유의적 증가를 나타냈다. 그러나 목초의 Ca 함량은 반대로 질소비료 증시로 유의적 감소를 보였다.

톱밥 醃酵豚糞 시용 수준의 증가에 따라서 목초의 K 함량이 유의적으로 증가하였다.

6월 20일에 수확된 목초의 무기물함량을 4월 11일 수확 시의 무기물함량과 비교해 볼 때 N, Mg, Na 및 Co 함량은 큰 변화가 없었으나 K 함량은 4월 보다 6월에 증가되고 있었고 한편 P, Ca, Cu 및 Zn 함량은 4월 보다 6월에 와서 감소되는 추세였다.

본 시험에서 목초의 Ca와 Mg 함량이 4월과 6월 사이에 크게 변화되지 않았

으나 김(1991)은 오체드 그래스 단파초지에서 질소함량이 5월초와 7월초 사이에 큰 함량 증가를 보였다고 하였다. 이 두 무기물은 아마 두 시기 사이에 온도나 강우량 등 기후 요인이 비슷하여(표 3참조) 목초함량에 다른 영향을 주지 않았기 때문으로 생각된다.

Table 1-6. Mineral content of pasture species as affected by nitrogen and swine manure application rates on 20 June.

Item	N	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Zn	Co	Ca/P	K/(Ca+Mg)	
	mg/g					ppm						
Dairy requirement	10-15	3.0	2-6	3-4	2.0	2.0	10	25-40	0.1			
Nitrogen ratel (kg/ha)												
0	22.2 c	8.84	28.55 b	3.45 a	3.58	0.622 b	5.8 b	22.8	0.98	0.40a	1.666b	
150	24.0 b	8.49	36.81 a	1.77 b	3.00	0.837 b	6.5 ab	21.8	1.35	0.21a	0.823a	
300	26.7 a	7.53	35.45 a	1.65 b	3.08	1.424 a	7.0 a	26.8	1.55	0.23a	2.772a	
Swine manure ratel (ton/ha)												
0	23.6	7.34	30.04 b	1.87	3.25	1.322	6.2	18.8	1.40	0.26a	2.157	
3	23.5	8.51	33.36 ab	2.06	3.22	0.896	6.7	24.7	1.20	0.24a	2.399	
6	25.5	8.48	36.83 a	2.45	3.28	0.708	6.8	25.0	1.30	0.30a	2.684	
12	26.0	8.23	34.19 ab	2.65	3.23	1.172	6.4	26.0	1.40	0.32a	2.442	

\* a, b, c : Means in the same line with different superscripts differ( $P < 0.05$ )

(3). 10월 수확시 목초의 무기물함량

10월 수확시에 목초의 무기물함량은 표 1-7에 나타내고 있으며 목초의 N 함량만이 질소증시에 따라서 통계적으로 증가하였고( $P < 0.05$ ) 다른 무기물은 통계적으로 유의적 차이를 얻지 못 했다. 톱밥 醃酵豚糞의 사용량 증가에 따라서 목초의 무기물함량에 어떤 영향도 미치고 있지 않았다.

10월 수확시의 목초 무기물을 6월 수확 시의 것과 비교해 본다면 목초의 N, P, Ca, Mg, 및 Na 함량은 두 시기 간 큰 차이를 보이고 있지 않았다. 그러나

목초의 K함량은 6월 수확시의 것 보다 낮았고 Cu와 Zn함량은 6월의 것 보다 약 2배 이상 증가하고 있었다.

10월에 목초의 무기물함량이 질소나 톱밥 厩肥 사용수준에 따른 차이가 나타나지 않은 것은 이 시기에 강우량이 낮아(표 3참조) 생육이 불량한 때문이 아닌가 생각된다.

목초 내 K함량이 6월 보다 10월에 감소되었고 Cu와 Zn 함량이 6월보다 증가되었다.

Table 1-7. Mineral content of pasture species as affected by nitrogen and swine manure application rates on 24 October.

Item	N	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Zn	Ca/P	K/(Ca+Mg)
	mg/g					ppb				
Dairy requirement										
	10-15	3.0	2-6	3-4	2.0	2.0	10	25-40		
Nitrogen rate (kg/ha)										
0	27.6 b	10.49	15.77	2.57	2.97	0.802	16.7	69.0	0.24a	0.135
150	29.7 a	9.57	15.54	2.84	3.43	1.055	22.8	63.3	0.29a	0.948
300	30.9 a	9.62	16.27	2.30	3.22	0.987	16.3	100.8	0.24a	1.138
Swine manure ratel (ton/ha)										
0	30.2	10.47	16.72	2.91	3.26	1.170	16.8	47.0	0.27a	1.033
3	29.3	9.24	14.95	2.61	3.29	0.888	21.7	60.3	0.28a	0.990
6	29.1	10.23	17.93	2.59	3.23	0.933	18.5	61.9	0.25a	1.229
12	30.4	9.39	14.92	2.23	3.22	0.937	17.3	137.1	0.24a	1.042

a, b: Means in the same line with different superscripts differ ( $P < 0.05$ )

## 2. 토양의 이화학적 특성의 변화

### 가. 토양의 질소함량

질소비료와 톱밥 厩肥의 사용수준에 따른 토양 질소함량은 그림 1-12와

같다. 1차조사(1998년 8월)에서는 톱밥 醱酵豚糞 무처리를 제외하고 질소시비량의 차이를 나타내지 않았으며 톱밥 醱酵豚糞 무처리에서 질소 150kg/ha 처리구가 다른 처리구에 비하여 높은 편이었다. 1998년 10월의 2차조사에서는 토양질소함량은 통계적 유의성을 얻지 못했으나 톱밥 醱酵豚糞 무처리와 톱밥 醱酵豚糞 12톤/ha 구에서 질소시비량이 많을수록 토양 질소함량도 많았다.

이와같은 경향은 1999년 1월의 3차조사에서도 비슷하게 나타났다. 시비한 질소가 작물에 흡수되어 초장 및 목초건물수량 증가에 직접적인 영향을 미쳤으나 시험토양의 투수속도가 0.10cm/sec로 매우 빨라(표 1-2) 토양 중에 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 형태로 잔존하는 질소가 쉽게 용탈되어 질소시비량에 따른 토양 중의 함량차이가 나타나지 않았기 때문으로 보인다.

#### 나. 토양 유기물함량

톱밥 醱酵豚糞에 따른 토양 유기물 함량은 톱밥 醱酵豚糞의 처리량 간 유의차는 없었으며 1차와 3차 조사에서 질소시비량이 많을수록 토양유기물 함량도 증가되는 추세를 보였다(Fig. 1-13). 이는 일반 비화산회토양에서 나타나는 현상과는 다른 것으로 질소시비량이 많아짐에 따라 초장과 건물수량이 증가되고 동시에 지하부의 생육이 양호하여 죽은 뿌리가 토양에 집적됨에 따라서 유기물함량이 높게 나타난 것으로 생각된다. 또한 유기물함량이 50% 내외인 톱밥 醱酵豚糞 12ton/kg을 처리하여 토양 깊이 10cm에 완전하게 혼합되었을 경우의 유기물증가량은 0.6%에 불과하며 이내 비해 시험토양으로 사용한 토양의 유기물함량이 7.5% 내외로서 매우 높기 때문에 톱밥 醱酵豚糞처리효과가 뚜렷하게 나타나지 않은 것으로 생각된다.

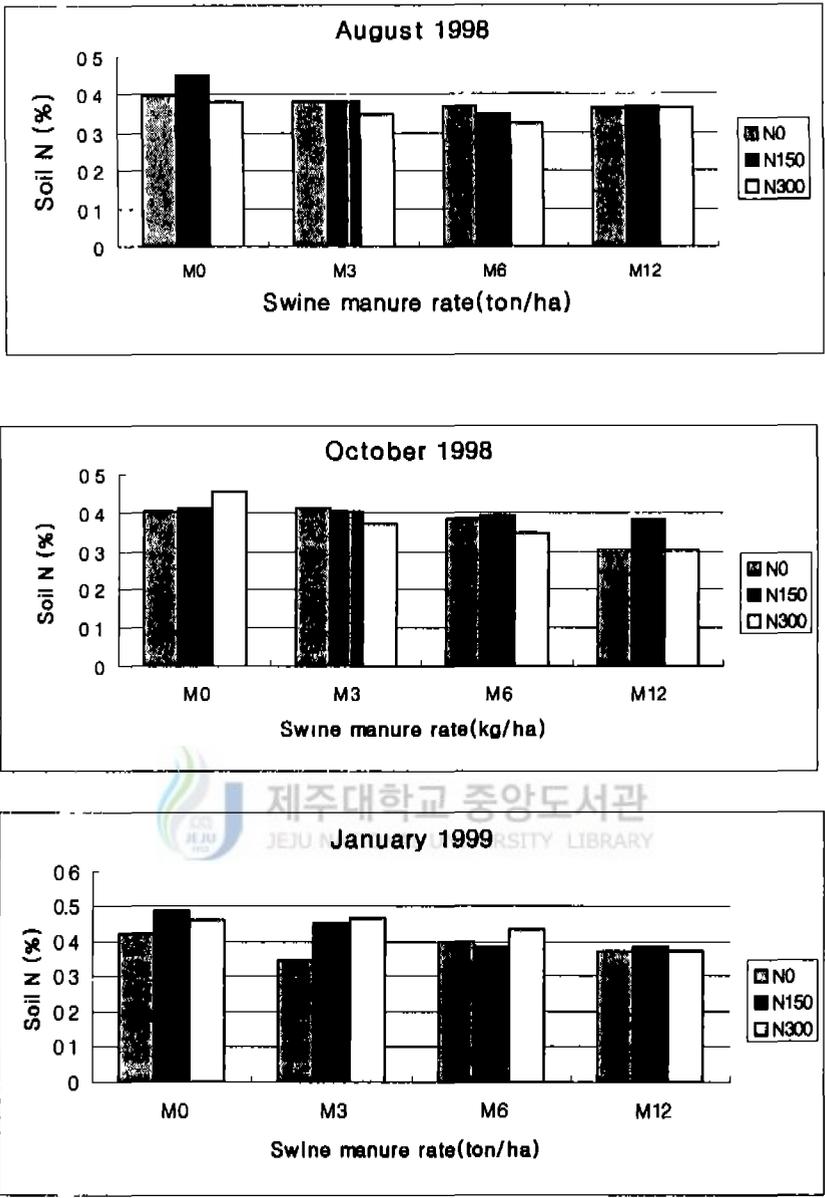


Fig 1-12. Soil N content of the pasture as affected by N fertilizer and swine manure application rates.

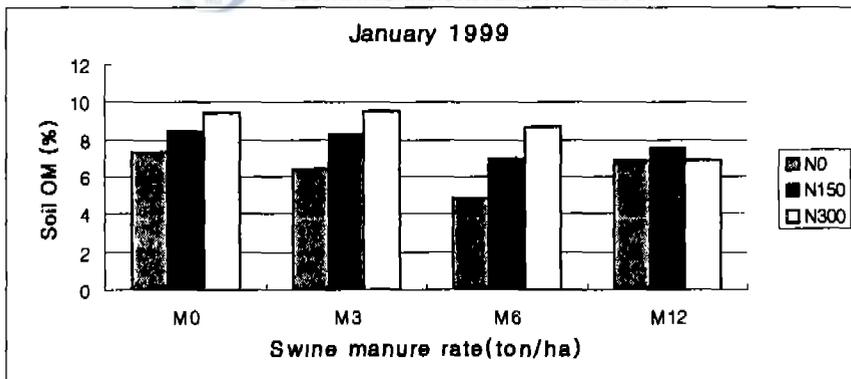
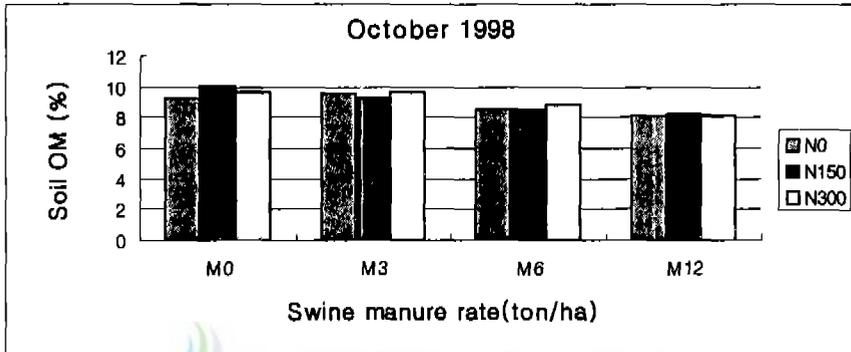
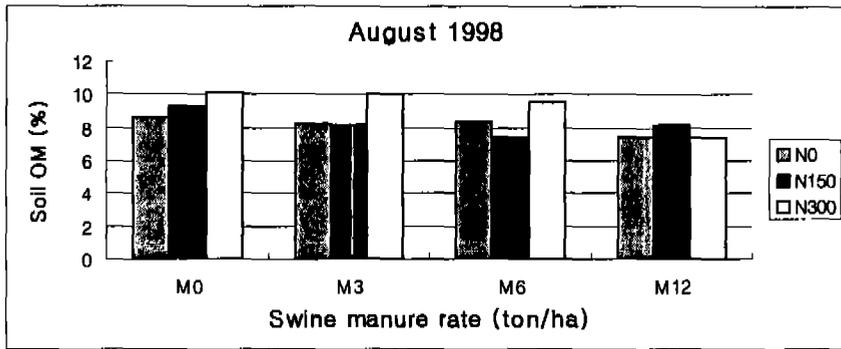


Fig 1-13. Soil organic matter(OM) content of the pasture as affected by N fertilizer and swine manure application rates.

Table 1-8. Changes in chemical characteristics of the soil as affected by the nitrogen application rate.

		Nitrogen application rate(kgN/ha)				Significance
		0	150	300	Mean	
P	1st	18.36	60.50	23.22	34.03	NS
	2nd	39.93	49.32	32.71	40.65	NS
	3rd	15.72	41.67	18.73	25.37	NS
	mean	24.67	50.50	24.89	33.35	
K	1st	0.91	0.99	0.58	0.83	NS
	2nd	0.70	0.52	0.52	0.58	NS
	3rd	0.55	0.66	0.64	0.62	NS
	mean	0.72	0.72	0.58	0.68	
Ca	1st	0.42	1.11	0.51	0.68	NS
	2nd	1.19	1.48	0.89	1.19	NS
	3rd	1.07	2.16	0.84	1.36	NS
	mean	0.89	1.58	0.75	1.08	
Mg	1st	0.78	1.96	0.81	1.18	NS
	2nd	1.70	1.84	1.30	1.81	NS
	3rd	1.44	2.69	1.49	1.87	NS
	mean	1.31	2.16	1.20	1.62	
Na	1st	0.30	0.30	0.25	0.26	NS
	2nd	0.20	0.20	0.19	0.20	NS
	3rd	0.22	0.22	0.21	0.21	NS
	mean	0.24	0.24	0.22	0.22	
pH	2nd	5.64	5.66	5.52	5.61	NS

NS : Non significant,  
 1st : Spring(11April)  
 2nd : Summer(20June)  
 3rd : Autumn(.24Oct)

Table 1-9. Changes in chemical characteristics of pasture soil as affected by swine manure application rate.

		Swine manure rate(kgN/ha)				Mean	Significance
		0	3	6	12		
P	1st	74.34	21.29	14.15	25.71	33.87	NS
	2nd	46.00	59.57	26.03	31.12	40.68	NS
	3rd	29.15	34.23	22.67	17.18	25.81	NS
	mean	49.83	38.36	20.95	24.67	33.45	
K	1st	1.29	0.68	0.78	0.60	0.84	NS
	2nd	0.52	0.73	0.47	0.53	0.56	NS
	3rd	0.52	0.74	0.62	0.61	0.62	NS
	mean	0.78	0.72	0.62	0.58	0.67	
Ca	1st	1.24	0.49	0.50	0.60	0.71	NS
	2nd	1.40	1.23	0.94	0.94	1.13	NS
	3rd	1.61	1.72	1.01	1.08	1.36	NS
	mean	1.42	1.15	0.82	0.87	1.07	
Mg	1st	2.23	0.80	0.90	0.94	1.22	NS
	2nd	1.77	1.86	1.22	1.52	1.58	NS
	3rd	2.10	2.10	1.67	1.74	1.90	NS
	mean	2.03	1.59	1.26	1.40	1.57	
Na	1st	0.30	0.25	0.25	0.25	0.26	NS
	2nd	0.20	0.19	0.20	0.20	0.20	NS
	3rd	0.22	0.21	0.20	0.21	0.21	NS
	mean	0.24	0.22	0.22	0.22	0.22	
pH	2nd	5.84	5.69	5.52	5.64	5.68	NS

다. 토양의 有效磷酸, 置換性 K, Ca, Mg 및 Na 함량

본 시험에서 N-비료 사용 수준과 톱밥 醱酵豚糞 사용 수준이 토양질소와 토양 유기물을 제외한 토양에 미치는 효과에 대해 살펴 보았다. 표1-8에서 N비료 사용 수준이 토양 無機物 P, K, Ca, Mg 및 Na 함량에 미치는 영향을 보면 통계적 차이가 없었다. 그이유는 1차 조사가 파종 파종 2차년도인 8월에, 2차는 파종 다음해인 10월 24일, 3차는 3년째인 1월에 조사했던 바 질소비료가 이미 목초에 이용되었거나 용탈되어 남지 않아 토양 속에 다른 무기물 함량에 영향을 주지 않았기 때문이 아닌가 생각된다.

또한 톱밥 醱酵豚糞 사용수준에 따른 토양 P, K, Ca, Mg 및 Na 함량을 표

1-9에서 보면 역시 여기에서도 처리간에 통계적 유의적인 차이가 없었다.

라. 토양 微生物의 수

Table 1-10. The Number of microbial population of pasture soil as affected by nitrogen fertilizer and swine manure application rates( $\times 10^5$ ).

Treatment	Bacteria				Fungi			
	3/12	6/10	10/24	mean	3/12	6/10	10/24	mean
N <sub>0</sub> M <sub>0</sub>	33.33	10.33	36.33	26.66	2.00	2.33	4.00	2.78
N <sub>0</sub> M <sub>3</sub>	39.00	13.33	36.33	29.55	8.67	5.00	8.67	7.45
N <sub>0</sub> M <sub>6</sub>	41.33	6.00	14.50	20.61	1.37	2.33	6.33	3.34
N <sub>0</sub> M <sub>12</sub>	18.33	10.00	62.33	30.22	1.70	1.33	6.67	3.23
mean	33.00	10.67	37.37	26.76	3.44	2.75	6.42	4.20
N <sub>150</sub> M <sub>0</sub>	20.00	9.00	42.33	23.78	1.70	3.67	2.67	2.68
N <sub>150</sub> M <sub>3</sub>	27.00	7.67	69.33	34.67	1.03	3.67	5.33	3.34
N <sub>150</sub> M <sub>6</sub>	55.33	11.00	24.33	30.22	2.70	7.67	5.33	5.23
N <sub>150</sub> M <sub>12</sub>	31.67	24.33	45.00	33.67	1.32	8.67	5.67	5.22
mean	33.50	13.00	42.25	29.58	1.69	5.92	4.75	4.12
N <sub>300</sub> M <sub>0</sub>	35.00	77.00	36.67	49.56	1.33	8.33	2.00	3.89
N <sub>300</sub> M <sub>3</sub>	91.33	18.00	77.00	62.11	3.00	3.00	2.67	2.89
N <sub>300</sub> M <sub>6</sub>	93.00	13.00	32.33	46.11	2.00	7.67	2.00	3.89
N <sub>300</sub> M <sub>12</sub>	49.00	49.00	71.33	56.44	1.03	9.67	3.00	4.57
mean	67.08	39.25	54.33	53.55	1.84	7.17	2.42	3.81
Main(A)	0.076	0.118	0.586		0.306	0.116	0.113	
P Sub(B)	0.022	0.263	0.609		0.174	0.662	0.558	
A×B	0.357	0.214	0.343		0.421	0.567	0.849	

\* P : probability

토양 微生物은 토양내에 살아 있는 부분으로 토양유기물의 무기화 (mineralization) 와 不動化(immobilization)과정을 통해 토양내의 物質代謝에 관여하고, 토양양분의 供給源이자 貯藏庫役割(Coleman et al., 1983; Paul 및 Varung, 1980)을 하

여 작물의 생산성에 큰 영향을 미친다고 하였다(Duxbury et al., 1989). 이러한 土壤微生物은 외부의 환경 변화에 따라 민감하게 반응하는 力動的인 존재로 수분, 통기성, 온도, 유기물, 산도, 무기성분의 함량등의 토양환경과 경운, 작물의 종류, 농용자재의 시용등의 외부환경에 따라 微生物 個體群의 변동과 활성의 변화를 일으킨다.

이중 외부에서 투입되는 농용자재 중 하나가 유기물로서 지금까지 토양 화학성, 물리성, 생물성의 관점에서 검토한 사례(橋本, 1986)가 있으며 현재까지 가축 분 퇴비와 같은 有機物肥料의 시용효과에 관해서 토양 물리, 화학적인 관점에서는 많은 검토가 이루어져 왔으나 토양微生物의 측면에서는 보고가 많지 않다.

본 시험에서는 어느 조사시기에도 질소질비료 시용 수준 간에 세균 및 곰팡이 수의 통계적인 유의차를 발견치 못 하였다(표 1-10). 질소질비료의 증시에 따라서 세균, 사상균 및 방선균의 수가 증가했다고 원 등(1999), Beck(1975), Martyniuk 와 Wagner(1978), Nishio 와 Kusano(1980) 및 清水 등(1983)의 보고와는 일치하지 않았다.

그러나 톱밥 발효돈분 수준별로 세균류 및 곰팡이 류의 수를 비교할 때 6월 10일과 10월 24일에는 퇴비처리수준에 따른 차이를 얻지 못했으나 3월 12일 조사시 세균류의 수에서 통계적 유의차를 얻었다 원등(1999)이 양배추 재배지 토양에 대한 조사에서 돈분시용효과를 얻었으며 화학비료 보다 돈분시용효과가 컸다는 결과가 부분적으로만 일치하였다. 특히 초봄(3월 12일)에만 퇴비시용으로 세균류의 수가 증가된 것이 의심스럽다.

# <試驗 II> 톱밥 醱酵豚糞 시용이 초지 및 2모작 作付 體系의 飼草수량과 토양특성에 미치는 영향

## 1. 초지 생산성

### 가. 乾物 수량

톱밥醱酵豚糞의 시용수준을 달리 했을 때 시험결과에서 얻어진 처리별 건물 생산량에 미치는 효과는 표2-5와 같다.

1997년과 1998년 2년 평균 사초의 건물수량은 초지와 사료작물(피와 이탈리아 안 라이그라스 합친 수량) 간 비교에서 각 각 8,452kg/ha와 11,264kg/ha로서 통계적으로 유의적 차이를 얻었다( $P<0.01$ ) 2년차인 1998년에만 통계적으로 유의적인 차이를 얻지 못했으나 그래도 사료작물의 건물수량이 초지의 것 보다 높은 경향이였다. 우리나라에서, 작물별 최대 생산시기에 얻어진 사초 건물수량에서 초지 5(5.15ton/ha, 사료용 피 8.14ton/ha 및 이태리안 라이그라스 8.26ton/ha)를 각각 보이고 있어(김, 1999) 본 시험 결과와 다소 달랐다. 본 시험에서 초지와 사료작물 간 건물수량에서 차이가 크지 못한 것은 시험 포장의 면적이 충분히 크지 못해 청예작물 재 파종시 충분한 경운을 못해서 청예작물의 생육이 원활하지 못한 때문으로 보인다.

톱밥 醱酵豚糞 처리에 따른 사초의 건물수량을 비교해 볼 때 처리1(N비료 정량, 질소200kg/ha), 처리2(톱밥 醱酵豚糞 정량의 10톤/ha + N 비료 정량의 1/2,, 질소 209kg/ha), 처리5(톱밥 醱酵豚糞 만 40톤/ha, 질소 434kg/ha) , 및 처리6 (톱밥 醱酵豚糞 만 80톤/ha , 질소 868kg/ha)의 2년 평균 사초 건물수량이 처리3(톱밥 醱酵豚糞 만 10톤/ha, 질소 109kg/ha)및 처리 4(톱밥 醱酵豚糞만 20톤/ha , 질소 217kg/ha)의 것 보다 많았으며 통계적으로 고도의 유의적 차이를 얻었다( $P<0.01$ ) 이런 결과는 1997년이나 1998년 각 각에서도 비교적 비슷한 추

세이다. 그래서 처리 2인 질소 100kg/ha와 톱밥 醱酵豚糞 10톤(질소 109kg/ha)을 혼합 사용하는 것이 사초생산에 적당한 시비수준으로 판단된다. 처리 2가 화학비료 100kg/ha와 돈분비료 109kg/ha를 합치면 총질소량 209kg/ha이 되어 농촌진흥청 권장량에 가깝기 때문이다. 톱밥 醱酵豚糞 施用水準 및 金肥施用간의 相互作用은 醱酵豚糞 10ton/ha과 金肥基準量 1/2量 施用區와 醱酵豚糞만 20ton/ha施用區 間 有意的인 수량 差異를 보이고 있어 金肥施用시 厩肥施用 效果가 있음을 보여주고 있다. 즉 이는 鄭 등(1993), Stadelmann 등(1985) 및 柳 등(1991)보고 한 바에 의하면 厩肥施用만 한 구보다 요소의 추가 사용이 수량에 획기적인 증가를 보였다는 보고와 일치 하였으며, 이는 시험 I 과도 일치했다. 톱밥 醱酵豚糞 사용수준이 증가함에 따라 전 초종의 DM함량이 증가를 보였으나 40ton/ha 사용구와 80ton/ha사용구간에는 유의성이 없었으나 톱밥醱酵豚糞 10ton/ha사용구와 20ton/ha사용구 의 것 보다 유의적인 차이를 보여 톱밥醱酵豚糞 사용 한계선은 40ton/ha으로 인정된다. 柳 등(1991)의 보고에 의하면 20, 40, 60ton/ha 사용구 모두가 DM생산량 차이가 없었다고 보고와는 차이를 보였다.

본 시험의 飼草 건물수량 결과를 종합적으로 고찰 해볼 때 화학비료 정량수준에 알맞는 톱밥醱酵豚糞의 사용수준은 N비료 정량의 1/2량과 톱밥醱酵豚糞 10톤/ha을 사용하거나 초지에 톱밥醱酵豚糞 만을 40ton/ha이상 사용하는 것이 바람직하다고 보아진다.

Table 2-5. Total dry matter yields of pastures and double cropping system as affected by Swine manure application rates.

Total dry matter yields in 1997.

Forage	Treatment						mean	<i>P</i> **
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>		
	kg/ha							
O+L <sup>1</sup>	9,862	7,811	8,480	8,507	12,757	10,097	9,586a	main(a) 0.002
DCS	15,848	17,435	10,145	11,005	13,075	13,587	13,516b	sub (b) 0.000
Average	12,855ab	12,623ab	9,313c	9,756c	12,916a	11,843b		a×b 0.000

1. O+L=Orchard grass + Ladino clover mixtures

2. DCS=Double cropping systeme(Italian ryegrass + Japanese millet)

\* a, b, c: Means in the same line with different superscripts differ( $P < 0.05$ )

\*\* *P* : probability

2). Total dry matter yields in 1998

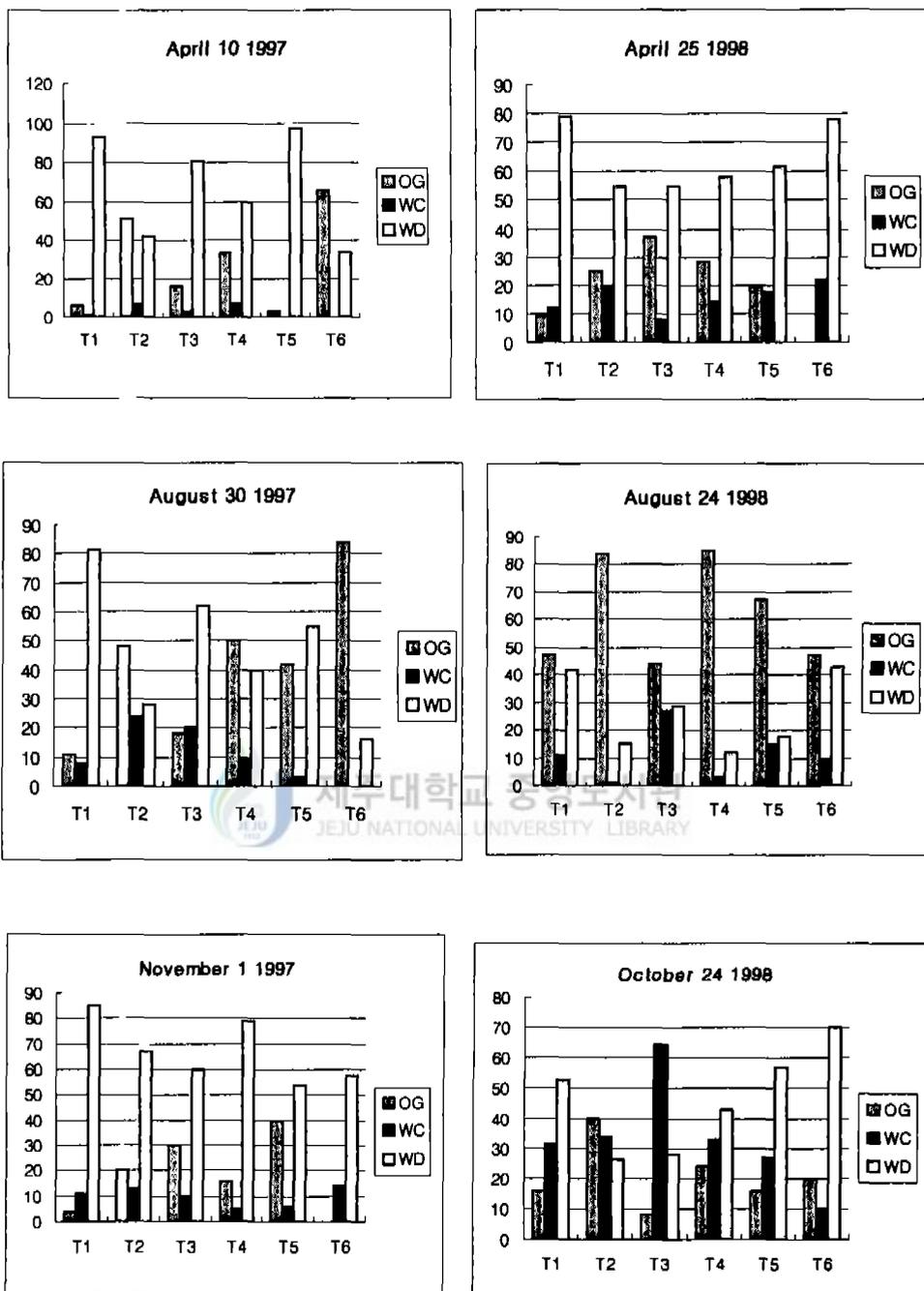
Forage	Treatment						Mean	<i>P</i> **
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>		
	kg/ha							
O+L <sup>1</sup>	7,140	8,048	6,714	6,781	6,618	8,606	7,318	main(a) 0.011
DCS <sup>2</sup>	10,056	10,174	7,135	7,180	8,855	10,671	9,012	sub (b) 0.000
Average	8,598bc	9,111ab	6,925d	6,981d	7,737cd	9,639a		a×b 0.004

Averaged total dry matter yields for 2 years.

Forage	Treatment						Mean	<i>P</i> **
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>		
	kg/ha							
O+L	8,501	7,930	7,597	7,644	9,688	9,352	8,452a	main(a)0.001
DCS	12,952	13,805	8,641	9,093	10,965	12,129	11,264	sub (b)0.000
Average	10,727a	10,868a	8,119b	8,369b	10,327a	10,965a		a×b 0.000

## 나. 초지에서 植生構成率

본 시험에서 초지에 대한 植生構成 변화를 그림 2-1에 나타냈다. 그림 2-1에서 보는 바와 같이 파종 다음해('97) 4월10일 예취 조사한 바에 의하면 비료처리수준에 따른 식생구성 차이가 분명하지 않았다. 그러나 같은 해 여름인 8월 30일에는 T2(화학비료 정량의 1/2 + 돈분퇴비 정량의 1/2)에서 오차드 그라스 비율이 잡초의 비율 보다 높았다. 그러나 가을인 11월 1일에는 잡초가 다시 증가되었으며 식생구성율에서 비료사용 차이를 얻지 못하고 있다. 2차년도인 1998년 4월에 와서 T2, T3 및 T4구에서 잡초율이 감소되고 오차드그라스의 비율이 증가되고 있다. 그 해 가을인 10월 24일에는 T2(화학비료 정량의 1/2+ 돈분 퇴비 정량의 1/2)에서 오차드그라스의 비율이 높았고 잡초의 비율이 감소되고 있었다. 이와같이 시간이 경과할수록 목초율이 증가하는 것은 질소시비수준이 증가할수록 화분과목초의 비율이 증가하고 잡초율이 감소한다는(김과 강, 1991;Rehm, 1972) 보고와 일치하고 있다. 1998년 가을에 돈분퇴비사용수준의 증가에 따라서 잡초율이 증가되는 것은 8월까지 오차드 그라스가 왕성히 자랐으나 9월(표 1참조)의 높은 강우에 의하여 도복되고 썩어 크게 감소되었고 그 대신 여름에 강한 잡초가 그 자리를 점유하여 잡초비율이 더 많아 진 것으로 보인다. 그래서 柳등(1991)의 시험보고에서 퇴비사용에 의하여 禾本科보다 콩과의 分蘖이 크다고 하였고 여름 이후에는 잡초가 거이 열세 하였다는 보고와 상충되는 경향을 보이게 되었다고 사료된다.



Swine manure rate (ton/ha)

Fig 2-1. Botanical composition of orchardgrass(OG), white clover(WC) and weeds(WD) in the pasture as affected by swine manure application rates.

#### 다. 飼草의 無機物 含量

본 시험에 사용된 사초의 종류별 즉 목초, 동계사료작물 이탈리아 라이그래스 및 하계사료작물 피의 여러 가지 무기물함량에 대하여 1997년과 1998년으로 나누어 조사 비교하였다. 목초의 무기물함량은 1년중여러번 수확된 것을 평균한 것이다.

1997년(표 2-6)에 조사된 飼草종류별 무기물함량을 비교해 본다면 이탈리아 라이그래스의 K함량이 목초나 피의 것 보다 높았으며 통계적으로 유의적 차이를 보였다( $P<0.05$ ). 피의 Ca와 Mg함량이 목초나 이탈리아 라이그래스의 것 보다 높았으며 목초의 Zn함량이 다른 2가지 飼草종류 보다 크게 낮았다( $P<0.05$ ). K/(Ca+Mg) 當量比는 목초에서 가장 높았고 이탈리아 라이그래스 및 피의 순서였으며 이들 飼草초종 간 1%이하의 통계적 유의차를 보였다.

본 시험에서 목초, 이탈리아 라이그래스 및 피의 K함량 20~25mg/g 수준은 우유 1일 17~18kg 생산하는 젖소에 요구하는 K함량 2~6mg/g 보다 높았지만 (NRC, 1978) 목초성장 요구수준 10~37mg/g (Gough et al., 1979)에는 포함되고 있었다. 본 연구에서 피의 Mg함량 7.54mg/g은 Mayland(1983)의 목초성장 요구수준 1~5mg/g 보다 다소 높았다. 본시험에서 飼草의 Cu수준 20mg/g 정도는 NRC(1984) 禾本科牧草 성장 요구수준 3~15ppm 보다 낮았으나 콩과목초 성장 요구수준 3~30ppm 내에는 속하였다.

톱밥 醱酵豚糞 시용수준별로 사초의 무기물함량을 비교해 보면 飼草의 K함량은 질소비료 시용구 보다 톱밥 醱酵豚糞 시용구에서 높았으며 통계적으로 유의적 차이를 보였다( $P<0.05$ ). 즉 톱밥 醱酵豚糞시용구가 질소비료 시용구 보다 사초의 K 함량이 증가했음을 알 수 있다. 原鎭 등(1977)의 보고한바와 같이 3회 예취 시까지 비료 시용수준을 많게 할수록 K함량이 많았다고 하여 일치되는 경향을 보였다. 또한 Ebelhar 등(1987) 및 강(1989) 등은 질소 및 칼리 시용량의 증가로 목초의 K함량이 증가한다고 하여 퇴비 속에 질소 및 칼리 흡수에 때문

이 아닌가 사료된다. 飼草의 Ca 함량은 T<sub>3</sub>( 톱밥 醱酵豚糞 정량의 1/2량)구에서 가장 높았으며 톱밥 醱酵豚糞 80톤 시용구(정량의 4배시용)에서 가장 낮았고 이 결과는 통계적으로 고도의 유의차를 보였다( $P < 0.01$ ). Reith 등(1964), Kemp(1971) 및 Smith(1985) 및 김(1991) 등은 칼리 시용 수준 증가에 따라서 목초의 Ca 함량이 감소한다고하여 본 시험에서 톱밥 醱酵豚糞 시용 수준량의 증가에 따라서 飼草의 Ca 함량 감소는 톱밥 醱酵豚糞 내 K 등의 함량 증가에 따른 飼草내 Ca 함량 감소를 가wu 은 것이 아닌가 생각된다. 飼草의  $K/(Ca+Mg)$  當量比는 톱밥 醱酵豚糞 시용수준간 고도의 통계적 유의차를 얻었으며 톱밥 발효분 80톤/ha시용구에서 당량비가 가장 높았고 40톤/ha 시용구가 그다음 높았다. 톱밥 醱酵豚糞를 많이 사용하는 구에서  $K/(Ca+Mg)$ 當量比가 높게 나타났으나 grass tetany 위험 수준 2.2(Fink, 1989)에는 아직 도달되지 않았다. Ca/P율은 톱밥 醱酵豚糞 시용구 보다 질소비료 시용구에서 높았으며 통계적으로 유의적 차이도 있었다( $P < 0.05$ ). 목초의 佝僂病이 원인이 되는 Ca : P함량비를 Menke등(1980)은 1.8~2.0 : 1 정도가 적당하다고 하였는데 본 시험의 처리 별 평균 함량 비는 2개년 평균이 0.95~1.26 : 1로서 Menke등(1980)의 적정수준에 미달하였고 또한 차등(1992)이 보고한 1.59~2.10 : 1보다 적은 경향을 보이고 있었으며 그 이유는 목초내 Ca함량이 적기 때문으로 판단된다.

목초의 K 함량은 우유 1일 17-18kg 생산하는 우유의 요구량 2~6mg/g(NRC, 1978) 보다 훨씬 높은 20~25mg/g 정도였다. 기타 무기물들(P, Ca, Mg, Cu, Zn)은 가축 요구량 또는 목초생육에 필요한 량을 만족시켜 厩分시용수준에 어떤 영향도 미치지 않았으나 Na 함량이 0.9~1.2mg/g 으로 젖소요구량 2.0mg/g에 부족하였다. 그러나 화분과 목초 생육에 필요한 수준 0.1~3.0mg/g(Gough 등, 1979)에도 충족되었다. 飼草의 Na 함량이 크게 부족하지 않지만 크게 부족시 가축의 성장률 감소, 우유 생산량 및, 체중감소 등의 문제가 생기므로 (Tower 및 Grace, 1983) 톱밥 醱酵豚糞의 과용시 이들 무기물에 대한 관심을

가져야 할 것이다.

1998년도(표 2-5)의 톱밥 醱酵豚糞 시용수준에 대한 飼草의 K함량 반응은 T<sub>2</sub>에서 가장 낮았으며 1997년도 시험에서 톱밥 醱酵豚糞 시용구 보다 질소비료 시용구에서 낮았다는 결과와는 다소 차이가 있었다. 질소비료와 톱밥 醱酵豚糞에 대한 飼草의 P함량반응은 질소비료 구 보다 톱밥 醱酵豚糞 정상수준인 ha당 20톤 및 그 이상 처리에서 높은 함량을 보였다( $P < 0.05$ ). 그러나 1997년 사초의 P함량에 대한 결과도 시비 수준 간에 통계적으로 유의적 차이를 얻지 못했으나 톱밥 醱酵豚糞시용구가 질소비료시용구 보다 높은 경향을 보여 1997년과 1998년 간에 飼草의 P함량에 대한 톱밥 醱酵豚糞시용효과가 비슷한 추세라고 볼 수 있다. 톱밥 醱酵豚糞시용구 보다 질소비료 시용구에서 飼草의 P함량이 낮은 것은 토양의 산성화로(표 23 참조) 토양내에 산성조건에서 Al 또는 Fe 등의 활성화로 P가 이들 무기물에 고정되어(이와 이, 1975) 목초 내 흡수를 어렵게 한 결과로 보인다. 돈분시비수준에 따른 사초의 Mg 함량반응은 화학비료 시용구 보다 톱밥 醱酵豚糞시용구에서 높았으며 그 중 톱밥 醱酵豚糞 ha당 20톤 시용구에서 가장 높았고 통계적으로 유의적인 차이가 있었다( $P < 0.05$ ). 질소비료구에서 飼草내 Mg 함량이 톱밥 醱酵豚糞시용구 보다 낮은 이유는 역시 질소비료구에서 토양이 산성화되어 식물생육에 유리한 무기물 흡수를 어렵게 한(Miller 및 Reetz, 1995 ; 김 등 1987) 결과로 보인다. 1997년에도 질소비료구 보다 톱밥 醱酵豚糞 시용구에서 飼草의 Mg 반응이 높았으나 통계적으로 유의적인 차이가 없었다. 사초의 Ca/P율 반응은 질소비료시용구 보다 톱밥 醱酵豚糞 시용구에서 높았으며 통계적으로 유의적인 차이가 있었으며( $P < 0.05$ ) 톱밥 醱酵豚糞 시용구 중에서 Ca/P율 반응은 감소되고 있었고 질소비료 시용구중에서는 질소비료 시용량의 증가에 따라서 그 비율이 증가되고 있었다. 이런 결과는 1997년에도 대체로 비슷한 추세이었다. 시비수준에 대한 飼草의 K/(Ca+Mg) 當量比 반응은 질소비료 정량구(T1)에서 가장 높았다( $P < 0.05$ ). 그러나 飼草의

K/(Ca+Mg)에 관한 1997년 시험 결과는 1998년의 결과와 달랐다. 즉 1997년에는 오히려 돈분퇴비사용량이 높은 처리에서 높은 當量比를 나타내고 있었다. 본 시험의 1998년에 K/(Ca+Mg) 當量比는 1.3~1.7 범위를 나타내고 있다. Kemp 등(1961)은 2.2이상이면 陽이온 균형이 맞지 않아 목초의 품질이 저조 할 뿐 아니라(Fleischel, 1982 ; Fink, 1982), 가축의 血中 低Mg症(Grass tetany)발생 가능 요인이 된다고 하였다. 그리고 본 시험에서 K/(Ca+Mg)當量比를 비교 해 보면 초지에서 '97-'98 평균치가 1.32~1.71로서 Grass tetany의 안전권에 속하였고 '97년의 當量比는 톱밥 醱酵豚糞 80ton/ha 사용시 2.62로서 가장 많아 위험 수위를 상회하였으나 '98년에는 1.82미만으로 안전권에 속하였다. 따라서朴 등(1992)의 厩肥施用時 1.18~1.58과 유사한 경향을 보였다. 1997년에서 얻은 사초의 K/(Ca+Mg) 當量比도 1998년의 결과와 비슷한 수치를 보여본 시험에서의 톱밥 醱酵豚糞 사용 수준으로는 Grass tetany 위험은 적은 것으로 생각된다.

飼草의 무기물 K, P, Ca, Mg 등이 화학비료 보다 톱밥 醱酵豚糞 사용으로 흡수효과가 좋아지는 것이 초년도 1997년 보다 2년차인 1998년에 분명히 나타나고 있는 것은 초년도인 1997년에는 토양에 충분히 용해가 되지 못한 때문으로 보인다.

1998년의 飼草 초종별로 여러 가지 무기물함량을 비교해 보면 이탈리아 라이그래스의 K 함량이 1997년의 결과처럼 목초나 피의 K 함량 보다 유의적으로 높았다( $P<0.05$ ). 뿐만 아니라 이탈리아 라이그래스의 P, Ca, Mg 및 Na 함량도 피나 목초의 것보다 유의적으로 높았다( $P<0.05$ ). Ca 나 Mg 함량이 1997년에는 목초나 이탈리아 라이그래스 보다 피에서 높았으나 1998년에 이탈리아 라이그래스에서 반대로 증가된 이유는 분명히 밝힐 수가 없다. 飼草 종류별로 무기물의 결핍 유무를 비교해 볼 때 Na 함량이 1998년에도 역시 부족하고 있다. 사초의 Zn 함량이 1997년 40~60mg/g 보다 1998년 60~140mg/g 으로 크게 증가하였다.

시험수행 2차년도인 1998년에 발효 톱밥 醱酵豚糞의 사용에 따른 飼草의 무기물함량은 대체로 1차년도와 비슷하였다. 그러나 사초의 K함량이 1997년 19~25mg/g 수준이었으나 1998년에는 15~16mg/g으로 감소하였고 Mg 함량도 1997년 4~5mg/g에서 1998년 1.6~2.0 mg/g으로 크게 감소하였다. 한편 Zn 함량은 1997년 45~60mg/g에서 1998년 55~160mg/g까지로 크게 증가하였다.

사초의 무기물 중 Na 가 젖소 요구량 2.0 mg/g 수준에 비해 0.58~0.74mg/g으로 크게 부족하였다.

결론적으로 飼草의 생육에 유리한 무기물 흡수에 적합한 시비 사용 수준은 T<sub>3</sub>(화학비료 정량의 50%+톱밥 醱酵豚糞 정량의 50%)으로 사료된다.

그리고 제주 화산회 토양에서 사초생산을 위해 톱밥 醱酵豚糞을 사용할 때 가축에 또는 목초성장에 무기물결핍 문제는 크지 않을 것으로 보인다. 본 시험에서 분석치 못한 Se, Co, Mo 등을 포함한 여러 가지 무기물들이 화산회 토양에서 결핍을 야기 시킨다는 보고들 (During, 1964, Butler and Jones, 1973)이 있어 이들 무기물(Se, Co, Cu, Mo 등)에 대한 연구를 계속 수행해야 할 것으로 본다.

Table 2-6. Mineral content, Ca/P ratio and K/(Ca+Mg)equivalent ratio of pasture species as affected by the application level of swine manure application rate in 1997.

Item	K	P	Ca	Mg	Na	Cu	Zn	Ca/P	K/(Ca+Mg)
	mg/g				ppm				
DairyCattle requirement	2-6	3.0	3-4	2.0	2.0	10		25-40	2.2
Kind of herbage									
MP	20.52 b	3.69a	2.95b	3.18b	1.03a	11.9a	44.5b	0.87a	1.26b
IR	26.60a	3.41a	3.21b	2.91b	0.97a	22.7a	60.4a	1.05a	1.78a
JM	19.76b	4.02a	3.95a	7.54a	0.96a	20.0a	63.4a	1.10a	0.62c
Level of Fermentaед sawdust swine manure									
T1	19.9ba	3.13a	3.32b	4.00a	1.07a	16.8a	45.4a	1.27a	1.14 c
T2	20.29a	3.27a	3.53b	4.38a	0.91a	18.3a	51.6a	1.17ab	1.09c
T3	20.16a	3.83a	4.54a	4.78a	0.87a	17.6a	59.2a	1.23ab	0.94d
T4	23.59b	4.20a	3.48b	4.66a	0.88a	20.2a	62.3a	0.88b	1.18c
T5	24.20b	3.97a	2.95bc	4.57a	0.93a	18.1a	60.2a	0.78c	1.33b
T6	25.55b	3.83a	2.40c	4.88a	1.24a	18.3a	57.9a	0.70c	1.55a
main(a)	0.004	0.234	0.031	0.000	0.911	0.199	0.038	0.163	0.001
P** sub (b)	0.002	0.143	0.003	0.463	0.547	0.983	0.225	0.018	0.000
a×b	0.008	0.109	0.224	0.425	0.124	0.309	0.267	0.038	0.024

\* a, b, c: Means in the same line with different superscripts differ(P<0.05)

\*\* P : probability

Table 2-7. Mineral content, Ca/P ratio and K/(Ca+Mg)equivalent ratio of pasture species as affected by swine manure in 1998.

Item	K	P	Ca	Mg	Na	Cu	Zn	Ca/P	K/(Ca+Mg)
	mg/g				ppm				
Dairy cattle requirement	2-6	3.0	3-4	2.0	2.0	10		25-40	2.2
Kind of herbage									
MP	10.95b	2.26c	1.92b	0.69c	0.45b	14.8a	144.3a	1.03ab	1.90a
IR	23.94a	4.30a	5.42a	2.61a	1.20a	16.6a	115.4a	1.26a	1.37b
JM	10.73b	3.55b	2.53b	2.13b	0.51b	16.9a	62.8a	0.77b	0.92c
Level of Fermentaed Sawdust pig manure									
T1	15.65a	2.204c	2.35c	1.64b	0.67ab	14.6a	124.6a	1.28a	1.76a
T2	12.84b	2.45c	2.95bc	1.64b	0.74ab	14.2a	142.8a	1.19a	1.34b
T3	16.14a	3.49b	4.00a	1.80ab	0.94a	16.2a	55.8a	1.14ab	1.33b
T4	16.05a	3.94a	3.82ab	1.93ab	0.69ab	16.7a	55.9a	0.92b	1.42b
T5	15.61a	4.19a	4.00a	1.96a	0.68ab	14.9a	158.0a	0.90bc	1.30b
T6	15.94ab	3.94a	2.62c	1.89ab	0.58b	20.1a	107.8a	0.67c	1.34b
main(a)	0.000	0.001	0.006	0.000	0.003	0.774	0.144	0.044	0.038
P sub(b)	0.047	0.000	0.010	0.127	0.072	0.131	0.814	0.002	0.007
a×b	0.000	0.002	0.009	0.636	0.001	0.118	0.674	0.000	0.002

\* a, b, c: Means in the same line with different superscripts differ( $P < 0.05$ )  
 \*\* P : probability

## 2. 토양의 理化學的 특성

### 가. 토양의 理化學的 변화

화학비료 및 톱밥 醱酵豚糞시용수준에 따른 목초 및 사료작물재배 후 그 토양의 물리, 화학적 특성에 미치는 효과를 비교해 보기 위해 목초과종 다음해인 1997년과 그 다음 다음해인 1998년 마지막 작물을 수확한 포장에서 토양을 채취하여 분석한 결과가 표 2-8과 같았다.

Table 2-8. Change in the soil chemical composition as affected by Swine manure application rates

Soil chemical composition before the trial

pH	OH (%)	T-N (%)	Av.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	Ex. cation(cmol/kg)			
				K	Ca	Mg	Na
5.23 (1.5)	7.54	0.22	7.56	0.62	0.22	0.41	0.27

Soil chemical composition after the trial

1997

Kind of herbage	Ex. cation (cmol/kg)							
	pH (%)	OM (%)	T-N (%)	Av.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	Ca	Mg	K	Na
O+L <sup>1</sup>	5.18	7.82a	0.44	24.68	3.02	2.32	0.63	0.29
DCS <sup>2</sup>	5.11	7.34b	0.48	13.45	2.82	2.32	0.48	0.27
Swine manure application rates								
T1	4.82c	7.30b	0.41b	6.53b	1.13c	0.61b	0.21c	0.25b
T2	5.07bc	7.67b	0.45b	11.57b	2.17bc	1.65b	0.23bc	0.26b
T3	5.02bc	7.05b	0.42b	6.44b	1.75bc	1.01b	0.35bc	0.23b
T4	5.08bc	7.18b	0.49b	10.70b	2.54bc	1.73b	0.49bc	0.26b
T5	5.15b	7.67b	0.47b	12.23b	3.42b	2.92ab	0.66b	0.28ab
T6	5.78a	8.53a	0.59a	66.93a	6.60a	5.99a	0.32a	0.39a
main(a)	0.651	0.016	0.335	0.102	0.765	0.996	0.428	0.727
P** sub(b)	0.001	0.033	0.012	0.000	0.002	0.046	0.001	0.140
a×b	0.746	0.514	0.786	0.005	0.779	0.998	0.942	0.992

1 : O+L = Orchard grass + ladino clover

2 : DCS = Double cropping system

\* a, c, d : Means in the same line with different superscripts differ ( $P < 0.05$ )

\*\* P : probability

	Ex. cation (cmol/kg)							
	pH (%)	OM (%)	T-N (%)	Av.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	Ca	Mg	K	Na
Kind of herbage								
O+L	5.44	16.65	0.39	20.25	4.67	2.09	0.24	0.19
DCS	5.45	16.29	0.36	21.42	4.22	2.58	0.36	0.21
Swine manure application rates								
T1	5.02c	15.77bc	0.42a	7.56c	1.04c	0.47c	0.24b	0.16d
T2	5.23bc	16.43ab	0.44a	11.7c	3.24bc	1.09c	0.25b	0.19bc
T3	5.27bc	15.40c	0.42ab	8.21c	2.05bc	0.85c	0.23b	0.16cd
T4	5.43b	16.18bc	0.29c	11.38cb	3.94b	1.82c	0.33b	0.24a
T5	5.82a	17.94a	0.32c	29.74b	6.94a	3.75b	0.31b	0.22b
T6	5.92a	17.09ab	0.39c	56.42a	9.48a	6.03a	0.52a	0.22a
main(a)	0.950	0.605	0.194	0.708	0.587	0.427	0.103	0.249
P** sub(b)	0.000	0.043	0.000	0.000	0.000	0.000	0.039	0.001
a × b	0.220	0.466	0.818	0.646	0.331	0.695	0.088	0.163

\* a, b, c, d: Means in same line with different superscripts differ ( $P < 0.05$ )  
 \*\* P : probability



1997년 토양 pH를 2가지 다른 飼草를 재배한 후 비교했을 때 통계적으로 유의적인 차이를 얻지 못했다. 다만 토양유기물에 대해서만 목초를 재배한 토양이 사료작물 재배토양 보다 높은 함량을 보이고 있다( $P < 0.05$ ). 이런 결과는 목초의 뿌리가 사료작물 보다 토양으로 많이 환원되어 토양 유기물 함량을 증가시킨 결과가 아닌가 추정된다.

그러나 질소비료 와 톱밥 醱酵豚糞를 사용한 효과를 비교해 볼 때 질소비료 사용 특히 질소비료 정량의 50% 보다 전량 사용으로 토양 산성화가 더 많이 되고 있다. 그리고 톱밥 醱酵豚糞 사용량을 증가할수록 토양 pH는 중성화되고 있으며 통계적으로 유의적 차이를 보이고 있다( $P < 0.01$ ). 유기질비료 사용이 토양 개선에 도움이 되지 않는다는 韓과 박(1991)의 보고와 일치하지 않았고 또한 金등(1976), 金(1977), 農振廳(1975), 李와 유(1977) 및 KGGRP(1975)의 보고에서

는 厩肥 이외에 별도의 石灰施用이 요구된다고 하여 有機質거름이 토양pH 개선 효과는 없다고 하였다. 또한 신(1999)도 액상분뇨를 토양에 사용했을 때 pH 변화가 분명치 않았다고 하였다. 본 시험에서 가축분뇨사용에 의해 pH 개선 효과를 보이는 것은 사용량이 충분히 많았기 때문이 아닌가 추정된다. 토양 유기물, 토양 총질소 및 有效磷酸含量은 톱밥 醱酵豚糞을 ha당 80톤을 사용했을 때가 가장 높았다( $P<0.01$ ). 고(1989)는 화산회 토양의 초지에서 인산 비료 사용량을 증가시키면 토양의 有效磷酸含量이 증가한다고 하였으며 본 시험의 결과와 일치된다고 볼 수 있다. 톱밥 醱酵豚糞의 성분 속에 다량의 인산이 함유되었다고 볼 수 있기 때문이다. 그러나 이들 토양 유기물, 총질소 및 有效磷酸含量에서 기타 질소비료나 톱밥 醱酵豚糞사용수준 차이는 뚜렷하지 않았다.

토양의 置換性 Ca 와 K함량은 화학비료 사용구에 비하여 톱밥 醱酵豚糞의 사용구에서 유의적 증가를 보이고 있으며( $P<0.05$ ) 같은 톱밥 醱酵豚糞사용구에서는 사용량 증가에 따라 그 함량이 증가하였다. 톱밥 醱酵豚糞사용에 따른 토양의 K 함량증가는 石井 등(1978), 原鎭 등(1977)의 보고와 일치하였고 토양 내 Ca 함량 증가는 한 등(1991)의 결과와 일치하였다. 한편 전 등(1995)은 수수 교잡종을 이용한 시험에서 사료의 Ca함량이 질소비료 사용구보다 가축분뇨, 액비 사용구에서 높은 함량을 보였다고 하여 본 시험과 유사한 결과였다.

한편 토양의 置換性 Mg과 Na 함량은 질소비료와 톱밥 醱酵豚糞의 사용에 따른 다른 효과를 보이지 않고 있으나 톱밥 醱酵豚糞 사용량 증가에 따른 이들 무기물의 함량증가를 뚜렷히 보이고 있다( $P<0.01$ ).

1998년 飼草 재배 후 토양의 物理化學的 특성 변화를 처리별로 비교해 본 결과 飼草종류별 차이는 어떤 토양 특성에서도 발견되지 못했다.

토양 pH와 有效磷酸含量은 질소비료와 톱밥 醱酵豚糞사용량 증가에 따라서 증가되고 있었으며 이런 경향은 1차년도와 결과와 유사하였다. 토양 유기물함량은 톱밥 醱酵豚糞 정량의 50%사용구에서 가장 낮았다( $P<0.05$ ). 1차년도의 결과

도 이와 유사하지만 통계적으로 유의적 차이가 없었다. 토양의 置換性 Ca, Mg, K 및 Na 함량이 질소비료 시용 보다 톱밥 醱酵豚糞 시용으로 증가되고 있었고 톱밥 醱酵豚糞 시비수준이 증가할수록 그 함량이 증가되고 있다. 이런 결과는 1차년도와 비슷하며 2차년도에 와서 뚜렷한 경향을 보이고 있었다.

#### 나. 토양 微生物의 수

Table 2-9. The Number of soil microbe as affected by Swine manure application rates in grass species

Species	Treatment	Bacterial Number				Fungi number			
		3Mar.	4Jul.	24Oct.	mean	3Mar.	4Jul.	24Oct.	mean
O+L*	T <sub>0</sub>	17.7	19.7	49.3	28.9	0.7	2.0	4.0	1.03
	T <sub>2</sub>	28.7	35.7	29.7	31.4	0.7	11.3	2.3	4.77
	T <sub>3</sub>	31.3	15.0	114.0	53.4	1.0	2.0	3.0	2.00
	T <sub>4</sub>	44.0	11.7	122.3	59.3	0.7	0.3	4.0	1.67
	T <sub>5</sub>	44.0	24.0	70.7	46.2	0.7	1.0	4.0	1.90
	T <sub>6</sub>	21.3	11.7	106.3	46.40	1.3	0.3	2.0	1.20
	mean		31.2	19.6	82.1	44.30	0.85	2.82	3.22
DCS**	T <sub>1</sub>	42.0	12.0	83.7	45.9	1.0	0.7	2.7	1.47
	T <sub>2</sub>	37.3	13.0	26.3	25.5	1.7	0.3	3.7	1.90
	T <sub>3</sub>	148.0	7.0	60.7	71.9	2.3	0.7	5.0	2.67
	T <sub>4</sub>	62.3	17.0	15.7	31.7	1.0	2.7	5.3	3.00
	T <sub>5</sub>	52.7	26.0	5.7	28.1	1.3	1.7	2.7	1.90
	T <sub>6</sub>	42.7	33.0	32.3	36.0	2.7	0.3	1.3	1.43
	mean		64.2	36.0	37.4	39.85	1.67	1.07	3.45
P	Main (A)	0.053	0.860	0.006		0.596	0.406	0.853	
	Sub(B)	0.134	0.767	0.681		0.507	0.471	0.464	
	A×B	0.129	0.312	0.460		0.385	0.310	0.448	

\* O+L : Orchard grass + Ladino clover Mixed Pasture

\*\* DCS : Double cropping system (Italian rye grass, Japanese millet)

\*\*\* Dilution ratio :  $\times 10^9$

\*\*\*\* Cultural temperature :  $28 \pm 1^\circ\text{C}$   
\*\*\*\*\* Medium : Sabour dextrose agar(SDA)

질소비료와 톱밥 醱酵豚糞의 시용에 따른 飼草재배지에서 토양 중 bacteria와 fungi의 수 변화를 조사하였다(표 2-9).

1998년도 3월에 조사시 초지의 세균수가 사료작물 재배지 보다 통계적으로 유의적 증가를 보였다( $P < 0.05$ ). 7월 4일에 조사했을 때에는 통계적으로 유의적 차이는 없었지만 초지의 박테리아 수가 사료작물재배지 보다 많았다. 작물에 유기질비료를 시용하면 작물의 뿌리발달 및 뿌리의 활력 촉진 등이 알려졌고(신전, 1987) 이에 따라서 유용미생물의 활성이 증대되며 토양미생물의 기능이 작물 뿌리발달에 관여하는 것으로 보고 있다(유 등, 1996). 그래서 뿌리생산량이 높은목초(김 등, 1987)가 세균수 증식에 유리하여 사료작물 보다 세균 수가 높은 것이 아닌가 추정된다. 1998년 10월 24일 조사했을 때에는 오히려 사료작물 재배지에서 박테리아 수가 높았다. 이것은 하계작물 피를 이텔리안 라이그래스 후작으로 파종하면서 질소비료의 시용 및 경운한 효과 등에 의하여 토양내 호기적인 조건이 되어 호기성 세균이 증식된 것이 아닌가 추정된다.

飼草재배지의 세균수에서 질소비료나 톱밥 醱酵豚糞시용에 따른 효과 또는 톱밥 醱酵豚糞 시용수준의 효과는 얻지 못 했다. 농촌문화협회(1986)은 유기물 시용으로 유용미생물의 활성증대를 가져와 그 수가 증대된다고 하였으나 본 시험에서는 같은 결과를 얻지 못했다. 아마 이것은 우리가 알지 못하는 외부환경요인(원 등, 1999)의 영향일지 모른다.

사상균의 수는 사초의 종류나 비료 시용수준에 따른 차이를 얻지 못했다. 그러나 3월 3일 조사때 목초구에서 사상균수가 사료작물 재배지 보다 증가되는 추세이고 7월 4일 조사시에는 반대로 사료작물 재배지에서 그 수가 증가되었다. Doemel과 Brock(1970)은 根圈 微生物(Vesicular arbuscular Mycorrhzsal Fungi, VAMF)의 수와 종류는 작물의 종류와 재배방법에 따라 변화한다고 한 것과 관

계가 있는 것으로 알려져 있지만 본 시험에서 확실한 차이를 발견치 못 했다. 그러나 앞으로 미개척 분야인 초지토양 미생물에 대하여 꾸준히 연구를 하게 되면 발전된 결과를 얻게 될 것으로 믿는다.



## VI. 摘 要

火山灰土壤의 목초지에 질소비료 대신 톱 발효돈분의 사용량을 증가시키므로 토양비옥도를 향상시키면서 저렴한 사초를 생산하여 초식가축 사육농가의 경쟁력을 향상시킬 목적으로 시험이 수행되었다. 본 시험은 초지에서 질소와 톱밥 醱酵豚糞의 사용수준 차이에 따른 목초생산 및 토양개선에 미치는 효과(시험 1) 그리고 목초와 사료작물의 재배에 따른 톱밥 醱酵豚糞의 사용 효과(시험 2)를 규명하기 위해 1996년 9월부터 1998년 10월까지 濟州大學교 動物사육장 사료작물시험포장에서 수행되었다.

### <試驗 I> 질소비료와 톱밥 醱酵豚糞의 사용 초지의 생산성과 토양특성에 미치는 영향

초지에서 목초의 건물수량은 질소무시용 보다 150kg/ha 이상 사용으로 유의적 증수를 얻었다( $P<0.01$ ). 목초만의 건물수량(잡초를 제외시킨)도 같은 추세였다. 톱밥 醱酵豚糞사용 처리간 비교시 무시용 보다 3톤이상 시용구에서 목초의 건물수량이 유의적 증가를 보였다( $P<0.01$ ). 그러나 목초 최적생산을 위해 질소 200kg/ha가 적당하며 질소비료의 질소나 돈분 한가지만 사용하는 것 보다 혼합사용하는 것이 적합하다.

화분과 목초 orchardgrass 의 植生構成率은 질소수준 증가로 증가되었지만 톱밥 醱酵豚糞의 사용효과는 뚜렷하지 않았다. 반면에 white clover 의 비율은 질소사용량 증가로 감소하였고 톱밥 醱酵豚糞 사용량 증가로 증가하였다. 목초의 초장은 4월 이후에 질소무시용구 보다 시용구에서 증가하였다. 오처드 그래스의 성장점수, 지상부 또는 지하부의 무게들은 질소수준이나 톱밥 醱酵豚糞사용수준에 따른 차이가 분명치 않았다. White clover 도 마찬가지였다. 다만 6월

에 조사한 경우 오처드 그래스의 생장점, 지상 또는 지하부가 톱밥 醱酵豚糞 시용효과를 보였고 톱밥 醱酵豚糞 12톤시용구에서 오처드 그래스의 지상부나 지하부의 무게가 가장 높은 추세였다.

4월에 조사된 목초의 무기물함량 중 N, P, 및 K함량이 질소수준 증가에 따라서 유의적으로 증가되었다( $P<0.01$ ). 톱밥 醱酵豚糞 12톤시용구에서 목초의 N 함량이 가장 높았으며 통계적으로 유의적 차이가 있었다( $P<0.01$ ). 6월 조사시 목초의 N, K, Na함량 및  $K/(Ca+Mg)$  當量比 등은 질소시용량 증가에 따라서 증가되었고 Ca 함량은 반대로 감소되었다( $P<0.01$ ). 10월 조사 때에는 목초의 N함량이 질소무시용 보다 시용구에서 높았으나 톱밥 醱酵豚糞 시용수준에 따른 효과를 어떤 목초성분에서도 얻어지지 않았다.

토양의 이화학적 특성에 대해서 화학비료 질소와 톱밥 醱酵豚糞 시용수준에 따른 효과를 조사 분석한 결과이다. 8월과 10월에 조사된 토양의 질소함량은 질소비료의 질소의 시용량 증가에 따라서 증가하였고( $P<0.05$ ) 톱밥 醱酵豚糞의 시용량 증가에 따른 반응은 보이지 않았다. 토양의 유기물함량은 8월과 그 다음해 1월에 조사했을 때 질소증시에 따라서 통계적으로 유의적 증가를 보였다( $P<0.01$ ). 그러나 톱밥 醱酵豚糞의 시용량 증가에 대한 효과를 토양 유기물함량에서 얻어내지 못 했으며, 다른 토양성분에 대해서도 질소와 톱밥 醱酵豚糞시용 효과를 얻지 못 했다. 토양 미생물 중 세균은 3월 조사 시에 톱밥 醱酵豚糞시용량 증가에 따라서 유의적 증가를 얻었으나 그 이외의 시기에는 처리별 반응이 나타나지 않았다.

결론적으로 초지에서 목초생산 및 토양개선에 적합한 시비수준은 질소 200kg/ha가 적당하다고 생각되며, 질소비료의 질소 150kg/ha와 톱밥 醱酵豚糞 3~6톤을 혼합사용하는 것이 적당하다고 본다.

## <시험 II> 퉁밥 醱酵豚糞의 사용이 초지 및 2모작 작부체계의 飼草수량과 토양특성에 미치는 영향

목초와 사료작물의 재배 차이에 따른 퉁밥 醱酵豚糞의 사용효과를 구명키 위해서 1996년부터 1998년까지 수행된 시험에서 목초와 사료작물(이태리안 래 이그라스와 피)의 2년 평균 건물수량은 각각 8,452, 11,264kg/ha 으로서 사료작물 건물수량이 목초 보다 통계적으로 유의적 차이를 보였다( $P<0.01$ ). 퉁밥 醱酵豚糞 사용 수준에 따른 飼草의 건물수량도 통계적으로 유의적 차이를 얻었다( $P<0.01$ ). 飼草종류와 돈분사용수준 간에 상호작용도 고도의 유의적인 차이를 얻었다( $P<0.01$ ). 퉁밥 醱酵豚糞 사용 처리에 대한 비교로서  $T_3$ (N 109kg/ha)과  $T_4$ (N 217kg/ha)의 건물수량이  $T_1$ (N 200kg/ha),  $T_2$ (N 209kg/ha),  $T_5$ (N 434kg/ha) 및  $T_6$ (868kg/ha)의 건물수량 보다 유의적으로 낮았다.  $T_2$ (질소비료 N 정량의 50%수준 + 퉁밥 醱酵豚糞 정량의 50%, 총질소합량 209kg/ha)의 飼草건물수량이  $T_1$ (화학비료 질소 정량), 퉁밥 醱酵豚糞 정량의 200% 또는 400% 사용한 飼草의 건물수량과 같았다.

목초의 牧草率은 파종 3년째부터 점차 증가되었다. 1998년 8월에는  $T_2$ ,  $T_4$  및  $T_5$ 에서 다른 처리 보다 牧草率이 높았으며 1998년 10월에는  $T_2$ 와  $T_3$ 의 牧草率이 다른 처리에서 보다 높았다.

1997년에 목초의 무기물함량을 飼草초종별로 비교해 볼 때 이태리안 라이그래스의 K, P함량 및  $K/(Ca+Mg)$ 當量比가 타 초종 보다 유의적으로 높았다( $P<0.05$ ). 피의 Ca 및 Mg 함량이 타 초종 보다 유의적으로 높았다( $P<0.05$ ). 사초의 K 함량은 화학비료 N시용구 보다 돈분시용구에서 유의적으로 높았다.  $T_3$ 구(퉁밥 醱酵豚糞 정량의 50%량)에서 飼草의 Ca 함량이 가장 많았으며 통계적으로 유의적 차이가 있었다. 3년차인 1998년에 飼草초종별로 무기물을 비교해 볼 때 이태리안 라이그래스의 K, P, Ca, Mg, Na 및 Ca/P량이 타 초종 보다

유의적으로 높았다. 飼草의 P, Mg 함량이 질소비료 N 시용구 보다 톱밥 醱酵豚糞 시용구에서 높았다. 飼草의 Ca 와 Na 함량은 T<sub>3</sub>에서 유의적으로 높았다. 사초의 Ca/P비율은 질소비료 N 시용구에서 높았다.

1997년에 飼草 종류별로 토양의 이화학적 특성을 비교해 보면 목초재배 토양의 유기물함량이 사료작물 재배지의 것 보다 유의적으로 많았다( $P<0.05$ ). 토양의 pH는 질소비료 시용구 보다 돈분 시용구에서 높았으며 톱밥 醱酵豚糞시용량이 증가할수록 유의적으로 높았다( $P<0.05$ ). 토양의 OM, T-N, Av.P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 置換性 Ca, Mg, K 및 Na 함량이 T<sub>6</sub>에서 가장 높았다. 3년차인 1998년에 토양의 pH, OM, Av.P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 置換性 Ca, Mg, K 및 Na함량은 질소비료 N 보다 톱밥 醱酵豚糞시용으로 그리고 톱밥 醱酵豚糞시용량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다( $P<0.05$ ).

토양 微生物 중 세균수는 10월 조사 때 사료작물 재배구 보다 초지구에서 유의적 증가를 보였다( $P<0.01$ ). 絲狀菌의 수는 飼草종류나 톱밥 醱酵豚糞시용효과를 발견치 못했다.

결론적으로 본 시험에서 톱밥 醱酵豚糞시용에 대한 목초와 사료작물의 생산성 및 토양개선 효과를 보아 적정시비수준을 결정한다면 초지에서는 톱밥 醱酵豚糞 40톤에서 사료작물은 질소비료 100kg/ha와 톱밥 醱酵豚糞 10톤을 혼합시용하는 것이 적당하다고 생각된다.

## 引用文獻

- Adams, T. M. and S. N. Adams, 1983. The effects of liming and soil pH on carbon and nitrogen contained in the soil biomass. *J. Agri. Sci. Cam.* 101 : 553-558.
- Agnihotrudu, V. 1955. State in which gungi occur in the rhizosphere. *Naturwissenschaften.* 42 : 515-516.
- Anderson, T. H. and K. H. Domch, 1989. Ratios of microbial biomass carbon to total organic carbon in arable soils. *Soil Biol. Biochem.* 21 : 471-479.
- Baker, D. E. 1972. Soil chemistry of Management, In, J. B. Jones, M. C.  JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY
- Blount and S. R. Wilkisons(Editors), *Magnesium in the Environment Soils, Crops, Animals and Man.* Taylor, Reynolds, GA, pp, 1-39.
- Beck T. 1975. Effects of extended monoculture and rotation crop systems on microbiological activities in soil and soil organic matter. *Transaction of the International Symposium. Prague. Humus et plant.* VI. 407-414.
- Bolton, H., L. F. Elliott, R. I. Papendick, and D. F. Bezdick, 1985. Soil microbial biomass and selected soil enzyme activities : Effect of fertilization and cropping practices. *Soil Bipl. Biochem.* 17(3) : 297-302.

- Brady, N. C. 1990. The Nature and Products of Soil(10th ed.) Macmillan Publishing Co., New York. pp. 497-515.
- Bremer, J. M. and M. I. Zantua, 1975. Enzyme activity in soils at subzero temperatures. Soil Biol. Biochem. 7 : 383-387.
- Buchner, A. und H. Sturm, 1985. Gezielter dungen. DLG-verlag, Frankfurt(Main). 56-71.
- Bull, A. T. and J. H. Slater, 1982. Microbial interaction and community structure, Academic Press, London.
- Coleman, D. C., C. P. P. Reid, and C. cole, 1983. Biological strategies of nutrient cycling in soil systems. Adv. Eco. Res. 13 : 1-55.
- Corrie and Dijkman, 1988. De optimal stikstofgift en de benutting ervan bijtensief grasslandgebruik, Meststoffen(Netheland). 3 : 21-24.
- Curi, K. 1985. Appropriate waste management for developing countries (New York : plenum press).
- Doemel, W. N. and T. D. Brock, 1970. The upper Temperature limited of Cyanimum caldarium. Archiv. fur Microbiologie. 7 : 326-332.

Duxbury, J. M., M. S. Smith, and J. W. Doran, 1989. Soil organic matter as source and a sink of plant nutrients. In Dynamics of Soil organic matter in Tropical Ecosystems. p33-68. University of Hawaii.

Elliot, L. F., and F. J. Stevenson. 1977. Soils for management of organic waste and water. Am. Soc. of Agron., Madison, Wis. p. 672.

Ernst, P. 1985. Stickstoffbilanz bei differenzierten Gaben von Gülle und mineralischem Stickstoff Dauergrünland, Jahrestagung, Areitsgemeinschaft. Grünland und Futterbau. 136-146.

Fink, A. 1989. Dünger und Düngung, VCH Verlagsgesellschaft. weinheim : 154-156, 328-333.

Flanagan, P. W. and A. K. Veum. 1974. Relationship between respiration, weight loss, temperature and moisture in organic residues on tundra. In soil microorganisms and decomposition in Thundra. Stockholm. pp 247-277.

Fleischel, H. 1973. Düngung Tiergesundheit, Verlag Gerhard Rautenberg. Leer. 18-19.

Gerritse, R. G, and H. van Dijk. 1978. Determination of Phosphatase activities of soils and animal wastes. Soil Biol. Biochem. 10 : 545-551.

Goering, H. K. and P. J. Van Soest, 1970. Forage fiber analysis , Agri. Handbook No. 379USDA. Washinton. DC.

Henkens, C. H. 1985. Einfluß der Düngung 및 die Mineralstoffgehalte im Gras und Bodenmilieu. Meststoffen 2 : 14-18.

Jenkinson, D. S. and J. N. Ladd, 1981. Microbial biomass in soil : measurement and turnover. Soil Biol. Biochem. 5 : 415-471.

Jones, E. L. and J. E. Roberts. 1989. Sward maintenance of Lolium multiflorum by slurry seeding. Grass and Forage Science. 44(1) : 27-30.

KGGRP, 1975. Effect of liming N-P-K levels on the establishment and the productivity of a pasture on uplands where cultivation is not possible, KGGRP, annual Rep. 130-134.

Kemp, A., Deijs, W. B., Hemkes, O. J. and Van ES, A. J. H. 1961. Hypomagnesaemia in milking cows, intake and utilization of Magnesium from herbage by lactation. Nethelands Joul. of Agri. Sci. 9, 134-149.

Klapp, E, 1971. Wiesen und weiden. Paul parey. Berlin und Hamburg. 151-153, 188-189.

Klausener, S. 1995. Nutrient Management : Crop production and Water Quality,. Department of Soil, Crop, and Atmospheric Sciences. Conell. Uni.

95 CUWFPI.

Klein, T. M. and J. S. Koths, 1980. Urease, Protease, and acid phosphatase.

L. J. Hume, J. A. August. 1988. Effects of Phosphorous application and Mycorrhizal inoculation on White clover(*Trifolium repens*) growth in andesite tailing from Martha Mine, Waihi. New Zealand J. of Agri. Research. Vol. 31 : 331-338.

Latter, J. P. 1962. Cobalt Deficiencies and sub-deficiencies in ruminants. Center D'Information Du Cobalt, Brussels Belgium.

Marahrens, U. 1984. Fehler bei der Gülleabbringung vermeiden, DLG-Mitteilungen, spezial Grünland : 22-23.

Martyniuk, S. and Wagner, G. H. 1978. Quantitative and Qualitative examination of soil microflora associated with different management system. Soil Sci. 125 : 343-350.

McDowell, L. R. 1976. Mineral Deficiencies and Toxicities and their effect on beef production developing countries. Beef cattle production in Developing countries, p.216-241.

Menke, K. H. und W. Huss.1980. Tierernährung und Futtermittelkund. Verlag. Eugen almer Stuttgart : 34-41, 103. 293-297.

Metson, A. J., 1974. Magnesium in New Zealand Soils. I. Some factors governing the availability of Soil management : a review. N. Z. J. Exp. Agric., 2 : 277-319.

Miller, W. J., Lasster, J. W. and Jones, J. B. 1972. Problems in the use of Mineral values for feed formation. Proceeding Georgia Nutrition Conference for Feed Industry. 99, 94-106.

Nielson, C. V., G. Steffens, 1994. Farmer's options to optimize nutrient efficiency and reduce odour and ammonia emissions from land spreading of slurries and manures. Proceeding of the 7th Technical Consultation on the ESCOENA Eetwork on Animal wastes Management Bad Zwischenann, Germany. pp. 117-127.

Nishio, M. and S. Kusano. 1980. Fluctuation patterns of microbial numbers in soil applied with compost. Soil Sci. Plant Nutri. 26(4) : 581-593.

Page, A. L., R. H. Miller, and D. R. Keeney, 1982. Method of soil analysis. Part 2, Chemical and Microbiological properties, 2nd Ed. p. 570. 2nd end. Am. Soc. of Agron., Soci. Sci. Soc of Am, Madison.

Paul, E. A and R. P. Vorong, 1980. Nutrient and energy flows through soil biomass. In Contemporary Microbial Energy. P197-207. Academic Press. London.

- Perkin-Elmer Corporation, 1982. Analytical methods for Atomic Absorption Spectrophotometry. The Perkin-Elmer Corp., Norwalk. CT.
- Pfander, W. H. 1971. Animal Nutrition in the tropics-problem and Solution. Journal of Ani. Sci. 33(4), 843-849.
- Prins, W. H., and P. J. M. Snijder. 1987. Negative effects of animal manure on grassland due to surface spreading and injection. In : Van Der Meer H, J., R. J. Unwin, T. A. Van Dijk, and G. C. Ennik. (eds) pp. 119-135.
- R. S. Yost and R. L. Fox, 1982. Influence of Mycorrhizae on Mineral contents of Cowpea and Soybean grown in Oxisol. Agro. J. 74 : 5-6.
- Red, R. C. and Horvath, D. J., 1980. Soil chemistry and mineral problems in farm livestock. A Review Anim. FeedSci. Technol. 5 : 95-167.
- Roberts, A. H. C., 1987. Seasonal variation in soil tests and Nutrient contents of Pasture at two sites in Taranaki, New Zealand. J. of Exp. Agri. 15 : 286-294.
- Samania Khalil, Thomas E. Legnathan, and M. Ali Tabatabai. 1994. Mycorrhizal Dependency and Nutrient Uptake by Improved and Unimproved corn and Soybean Cultivars. Agron. J. 86 : 949-958.
- Siegenthaler, A. , B. Btauffer, F. X. Staelmann, W. Stauffer, and H. Hani,

1994. Excessive use of organic wastes in agriculture and field trial. Proceedings of the 7th Technical consultation on the ESCORENA of Network on Animal waste Management Bad zwischenahn, Germany. pp. 137-149.

Stadelmann, F. X., D. J. Furrer, V. Lehman, P. B. Moeri. 1985. Die wirkung steigender Gaben von Klärschlamm and Schweinegülle auf den Nitratgehalt von ein-und mehrjährigen Kleegas I-andw, Fo.-Kongressband 1984 : 188-200.

Stadelmann, F. X., O. J. Furrer, V. Lehmann, P. B. Moeri, 1985. Die wirkung steigener Geben von Klärschlamm und schweinegülle auf den Nitratgehalt von ein-und mehrijährigen Kleegas I -andw Fo-Kongressband 1984 : 188-200.



Statistix, 1996. Statistix for windows. Analytical Software. P. O. Box 12185.

Stoott, G. H., 1965. Parturent paresis related to dietary phosphorous, Journal of Dairy Science. 48, 1485-1489.

Study, C.D., R. M. Morris. and I. Ridge. 1986. The use of reed canary grass in land application of slurry. In Cooper J. P and W.F. Raymond Grassland manuring. British Grassland Society Occational Simposium No20. pp. 106-108.

- Tejada, R., L. R. McDowell, F. G. Martin and J. H. Conrad, 1986. Mineral element analyses of various tropical forage in Guatemala and their relationship to soil concentrations. *Nutrition Reports International* : 313-324.
- Trasar-Cepeda, M. C. and F. Gil-Sotres, 1987. Phosphatase activity in acid high organic matter soils in galicia, *Soil. Biol. Biochem.* 19(3) : 281-287.
- Towers, N.R. 1983. 12. Zinc. The grazing requirements of grazing ruminants. *New Zealand Society of Animal production.* 84-92.
- USDA. 1980. Appraisal, 1980. Soil and Water Resources Conservation Act, Review Draft, Part I (Washington, DC : U. S. Department of Agriculture). V. I. Georgievskii, B. N. Annenkirov, V. I. Samokhin. *Mineral Nutrition of Animals.* Butterworths. pp 44-51.
- VanFaassen and Van Dijk. 1987. Manure as a source of nitrogen and phosphorus in soil. *Department in plant and Soil Sci.* 30 : 47-73.
- Vetter, H. und G. Steffens, 1986. *Wirtschaftseigene Dungung*, DLG-verlag, Frankfurt(Main). 104-119.
- Voigtländer, G. und H. Jacob, 1987. *Grünlandwirtschaft und Futterban.* Eugen Ulmer, Stuttgart. 79-98.

Walkley, A., and C. A. Black, 1934. Soil Sci. 29-38.

Weatherburn, M. W., 1967. Phenol- hypochlorite reaction for determine of ammonia. 39(8) : 971-974.

Wightman, P. S., M. F. Franklin, and D. Younie, 1996. The response of mini-swards of perennial ryegrass-white clover to simulated rainfall following slurry application. Grass and Forage Science. 51 : 325-332.

Wolton, K. M. 1963. An investigation into the Simulation of nutrient returns by the grazing animal in grassland experimentation. J. Brit.Grass. Soc. 18 : 213-219.

Zürm, w, 1968. Neuzeitliche Düngung des Grünlandes, DLG-verlag. Frankfurt(Main) 78-84, 140-149.

高瑞逢, 1989. 濟州道火山灰土壤에 石灰 및 磷酸施用이 土壤의 理化學的 性質 및 牧草生産性에 미치는 影響. 濟州大學校 大學院 畜産學科 博士學位論文.

橋本秀雄, 1986. 有機物 施用の 理論と 應用. p13-26. 農文協. 東京.

김광식, 김용웅, 김지애, 김현우, 1988. 農藥이 土壤 微生物에 미치는 影響에 관한 研究. II. 除草劑가 土壤中の 微生物과 酵素 活性에 미치는 影響. 韓國 土壤學會誌. 21(1) : 61-72.

- 金鯉烈, 任正男, 朴珞洙, 嚴基泰, 許範亮. 1985. 赤黃色(烏山統) 新開墾地 土壤改良 效果. 農試 論文集(植環, 균이, 農加) 27(2) : 1-8.
- 김문철, 1984. 濟州 火山灰 土壤에 있어서 牧草의 磷酸利用에 關한 研究. 서울大 學校 大學院, 博士學位論文.
- 김문철, 강호준. 1991. 질소시비수준 및 라이그라스 혼파가 걸쭉톱초지 개량에 미치는 효과. 한초지. 11(4): 222-229.
- 김상협, 1997. 濟州道 柑橘園의 Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae(VAM)에 關한 研究. 제주대학 대학원. 석사학위 論文.
- 金在圭, 朴根濟, 李赫活, 鄭義壽, 1991. 混播草地에서 液狀廐肥 施用에 關한 研究. I. 液狀廐肥의 施用時期 및 施用水準이 牧草의 乾物收量 및 植生構成에 미치는 影響. 韓草誌. 11(3) : 182-188.
- 金正甲, 1977. 걸쭉톱 山地草地에서 石灰, 窒素, 磷酸 및 加里施用이 牧草의 定着, 收量 및 生産에 미치는 影響. 忠南大學 碩士論文.
- 金正甲, 1979. 걸쭉톱 山地草地에서 石灰, 磷酸, 窒素 및 加里 施用이 牧草의 定着, 收量 및 殖生構成에 미치는 影響. 忠南大學校 論文集. 4 : 83-100.
- 김찬식, 강순선, 오명협, 현해남, 1996. 柑橘하우스 土壤과 露地土壤의 化學的 性質과 微生物相. 濟州大學校 亞熱帶 農業研究. pp. 81-92.

農山 漁村文協, 1988. 土壤肥料編, 農業技術大系. p153-172.

農村振興廳, 1975. 土壤調查資料6. 開墾地土壤 管理法.

農村振興廳, 1988. 土壤化學 分析法, 1988.

農村振興廳, 1989. 土壤檢定班 教材, 土壤化學分析法(土壤, 植物體, 土壤微生物).  
p. 26-252.

朴根濟, 金在圭, 黃石重, 1992. 混播草地에서 液狀廐肥 施用에 關한 研究. II. 液  
狀廐肥의 施用時期 및 施用水準이 牧草의 Net Energy蓄積과 無機物 含量에  
미치는 影響

朴根濟, 金在圭, 黃石重, 1992. 混播草地에서 液狀廐肥 施用에 關한 研究. II. 液  
狀의 施用時期 및 施用水準이 牧草의 Net Energy蓄積과 無機物 含量에 미치  
는 影響. 韓草地. 12(12) : 98-103.

박훈, 유순호, 홍순범, 1975. 濟州道 柑橘園土壤의 特性과 管理. 韓土肥誌. 8(3) :  
135-152.

서장선, 권장식, 원항연, 1997. 農耕地 土壤微生物 分布調查. 農業科學技術院, 試  
驗研究事業報告書(農業環境部). pp 592-596.

서장선, 연병렬, 1998. 腐熟堆肥 施用來歷 地表 微生物로서의 高온성 Bacillus.  
韓土肥誌. 31(3) : 285-290.

石井和, 夫近藤熙, 1978. 混播草地に對する 液狀厩肥の 施用技術 : 家畜排泄物の 處理利用技術の 開發. 6 : 313-320.

愼鏞華, 1973. 우리나라 田土壤의 特性. 低丘陵, 山麓 및 臺地에 分布된 赤黃色 土를 중심으로. 韓土肥誌. 6(1) : 35-52.

愼鏞華, 李炯完, 李明華, 蔡岸錫, 1964. 濟州道 概略土壤 調查報告. 農試報告. 7 : 49-62.

신철우, 김연재, 윤정희, 조병옥, 1983. 土壤 肥沃도와 品種에 따른 옥수수 의 三 要素 施肥反應. 韓土肥誌, 16(3) : 242-249.

梁奇千, 鄭昌朝, 金圭鎰, 金文哲, 1989. 濟州道 中山間地帶 共同牧場의 土壤, 牧 草, 肉牛 血中 季節別 有機質 및 無機物 含量. 韓畜誌 : 31(4), 261-270.

嚴基泰, 朱永熙, 李景洙, 愼鏞華, 1977. 濟州道 綜合 開發計劃을 위한 土壤特性의 研究. 農試 研究. 19(土壤, 肥料, 균이 篇) : 1-20.

오성훈, 1982. 濟州道 火山灰土壤 耕地의 土壤微生物 Biomass C에 관하여. 석사 학위 論文, 濟州大學 大學院.

원방연, 권장식, 서장선, 최우영, 1999. 豚糞堆肥의 施用이 배추 栽培地 土壤의 微生物相 및 化學性에 미치는 影響. 韓土肥誌. 32(1) : 76-83.

原田晴生, 1983. 家畜ふん堆肥의 腐熟度에 對한 考慮, 畜産 의 研究. 37 :

1079-1086.

原嶺紀, 近藤秀雄, 1977. 採草地に對する 液狀厩肥の 施用技術. : 家畜排泄物の 處理利用技術の 開發. 6 : 323-330.

유익동, 윤세영, 이명구, 류진창, 허범호, 1984. 우리나라 논, 밭 土壤의 微生物相에 關한 研究. II. 밭토양 微生物 分布調査. 韓國土壤肥料 學會誌. 17 : 406-414.

柳濟坤, 金榮根, 金吉洙, 1992. 家畜排泄物處理 및 利用에 關한 研究 : 家畜糞尿가 飼料作物 (混播牧草, 胡麥) 및 土壤性狀에 미치는 影響, 國立種畜院 報告書. p 273-298.

이신찬 1986. 濟州道 火山灰土壤에서 내생균 (Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae)이 쪽파의 生育에 미치는 影響과 燐酸溶解性 絲狀菌에 의한 燐鑛石의 肥料增進에 關한 研究. 석사학위 논문.

李春秀, 柳寅秀, 1977. 相異한 作付體系下에서 新開墾地 土壤의 改良劑效果. 農試研報(토양비료, 作物保護, 균이편). 19(1) : 67-73.

任正男, 趙永吉, 金東漢, 愼鏞華, 1978. 野山開發地の 土壤 流失 防止에 關한 研究. 1. 物理的 改善이 土壤保全 및 作物收量에 미치는 效果. 農試年報. 제20集 (農業技術 篇) : 11-20.

정연규, 1984. 草地 土壤管理와 肥料. p. 271-274.

鄭鎬哲, 陸完芳, 方孝範, 1993. 液肥廐肥 및 尿素의 施用水準이 Orchard grass草  
地의 生産性과 土壤中  $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量에 미치는 影響. 韓草地 . 13(4) : 278-285.

清水國廣, 勝本義則, 1983. 豚ふんオガグス堆肥の施用ならびにマルチ處理が土壤  
の微生物相に及ぼす影響. 日土肥地. 54(3) : 193-198.

韓敏洙, 박종선, 1991. 新開墾地에서 廐肥 및 3要素 施用이 青刈 飼料作物의 生  
育 및 乾物蓄積에 미치는 影響. 韓草地. 11(2) : 108-115.

許奉九, 金武成, 趙仁相, 嚴基泰, 1989. 新開墾地 傾斜地 土壤改良과 作物生育에  
關한 研究. 2. 土壤改良이 物理性 改善과 青刈 옥수수 生育에 미치는 影響. 韓  
土肥誌. 22(2) : 86-92.

김문철 과 고서봉, 1991. 제주도 초지산업의 이용성 증대방안. UR 대비 제주축  
산업 발전방향 심포지움. 농촌진흥청 제주농업시험장. 63-82.

제주도, 1998. 민선 2기 공약실천을 위한 축산업 진흥계획. 4. 양돈 산업. 제주  
도. 57-75.

조현숙, 1994. 톱밥발효퇴비의 과채류 시용효과. 돈분, 우분, 계분 퇴비의 적정시  
용량 구명. 연구와 지도 제 35권 제2호:109-111.

정호석, 육완방, 방효범, 1993. 액상비료 및 요소의 사용수준이 orchardgrass  
초지의 생산성과 토양 중  $\text{NO}_3\text{-N}$  함량에 미치는 영향. 한초지 13(4) :

278-285.

이종기와 이근상, 1975. 제주도 초지개발에 있어서 토양학적 문제점. 한토비지. 8(3):153-160.

양기천, 정창조, 김규일, 김문철, 1989. 제주도 중산간지대 공동목장의 토양, 목초, 육우혈청 중 계절별 유기질소 및 무기물함량. 한축지: 3(4) 261-270.

김 문철, 김규일, 이현중, 양기천, 1990. 제주도 중산간 목장지대에서 토양-목초-가축간 무기영양소의 상호관계. II. 방목기 토양, 목초, 우유내 무기물함량의 상호관계. 한축지. 32(3): 170-178.

김문철, 1991. 제주화산회 목초지에서 질소 및 가리시용효과. I. Orchardgrass의 건물수량과 무기물(N, P, Ca, Mg, 및 Na)함량. 한축지: 33(9): 683-691.

송정섭, 1994. 가축분뇨의 자원화와 환경보전. 가축분뇨의 비료적 가치와 농경지 활용방안. 연구와 지도. 제35권 제2호: 105- 108.

정태영, 홍지형, 오인환, 김동근, 연정웅, 이주배, 강창원, 이주삼, 조익환, 이만재, 1997. 제7장. 분뇨처리와 이용시설. 축산시설, 기계학. 향문사. 319-351.

홍지영, 박금주, 전병태, 홍성철, 1999. 3. 고품퇴비화 처리시스템. 축산폐기물 자원화. 도서출판 동화기술. 47-68.

## 謝 辭

이 한 권의 論文을 내기 위해 試驗시작부터 論文이 완성 될 때까지 김 문 철 지도교수님의 誠心으로 지도 해 주심이 없었던들 가능하지 않았을 것입니다. 또한 審査를 맡아 學問的 忠告와 지도를 베풀어주신 서울대학교 김 동 암 교수님, 농촌진흥청 제주농업시험장 고 서 봉 박사, 제주대학교 이 현 종 교수님, 김 규 일 교수님과, 미생물 분야에서 門外漢이었던 저에게 조금이나마 눈을 뜨게 지도 해주신 장 순 선 교수님과 평소에 지도를 아끼지 않았든 모든 교수님 들께 眞心으로 감사를 드립니다.

그리고 경제적으로 큰 도움을 주신 故 松岩 김 인 환 前 농촌진흥청장님께서 松岩 장학생으로 뽑아 주신 고마움을 저의 生이 다 할 때까지 마음속에 간직하면서 이 한 권의 論文을 故 김 인 환 청장님의 靈前에 바치고저 합니다.

또한, 職場을 다니면서 學文을 할 수 있도록 配慮해주신 前 제주도 농업기술원 한 동 휴 원장님과 現 남제주군 농업기술센터 김 종 하 소장님, 論文 작성과 정리에 늦은 시간까지 시간을 할애 해준 최 승 국 선생과 늘 곁에서 助言을 해주신 同僚직원 모두에게 감사를 드립니다.

아울러 포장시험의 시료채취와 미생물분석을 도와준 제주대 초지학 연구실의 후배동문들과 제주도 보건환경연구원의 문 봉 춘 동문과 그 직원, 그리고 토양 시료 분석을 위해 도움을 주신 제주농업시험장의 이 종 원 동문에게도 진심으로 감사를 표합니다.

그리고 시험재료로 톱밥 醱酵豚糞을 제공해주신 북제주군 환경면 조수리 윤 관 철 씨에게 마음으로 감사를 드립니다.

생각해보면 언제나 나에게 좌절에서 의욕을 일깨워 주며 29년을 곁에서 지켜보면서 晩學을 할 수 있도록 內助해준 아내와 나의 生涯에 가장 소중하게 여기는 사랑하는 화 형, 상 형, 혜 형, 순 형, 그리고 사위 이 원 섭 군에게 이 한편의 논문을 드립니다.

1999년 12월