韓草誌(J. Korean Grassl. Sci.) 13(4) : 278~285, 1993

液相廐肥 및 尿素의 施用水準이 Orchardgrass 草地의 生産性과 土壤中 NO_3-N 함량에 미치는 影響

鄭鎬晳 · 陸完芳 · 方孝範*

The Effects of Slurry and Urea Fertilization Levels Application on Productivity of Orchardgrass and NO_3-N Content of Soil

H. S. Jung, W. B. Yook and H. B. Bang

Summary

This experiment was conducted to investigate the productivity in permanent orchardgrass grassland according to the urea fertilization levels of 0, 100, 200 kg N/ha and the animal excreta fertilization levels of 0, 40, 80, 160 kg N/ha on the basis of N contents respectively and NO_3-N content of the soil.

The results were obtained as follows;

1. The productivity of grassland was significantly increased by the increase of the excreta fertilization levels until the urea-N level fertilization of 100 kg/ha but repressed and reduced by the increase to 160 kg/ha level of the animal excreta fertilization at urea-N fertilization level of 200 kg/ha.
2. Averaged seasonal productivity of the animal excreta N was decreased in first and third cutting time and was increased in second cutting time according to the increase of urea-N fertilization.
3. The increase of urea-N and animal excreta N increased the content of crude protein but the fertilization effect of urea-N was higher than that of animal excreta N.
4. The total yield of N was continuously increased at both of the urea-N and animal excreta N but the pure yield of N was decreased according to the increase of N fertilization and showed −63.1 kg/ha at the fertilization of the urea-N of 200 kg N/ha and animal excreta N of 160 kg/ha.
5. NO_3-N content of the soil of orchardgrass glassland established one year previously was no difference among the N variety and fertilization levels but was increased to the order of summer, autumn and winter. The highest content of NO_3-N was measured in winter with the value of 34.9 ppm.

(Key Words: Slurry, Urea fertilization, Orchardgrass, NO_3-N content of Soil)

Ⅰ. 緖 論

近來 國民 經濟의 向上과 함께 食生活의 改善에 의한 肉類消費의 增加는 畜産의 比重을 높였고 이에 따른 家畜頭數의 增加는 畜産物 生産과 함께 農業生産에도 많이 寄與 하였지만 다른 한편으로는 家畜糞尿의 排泄에 의한 環境汚染이 심각한 문제로 대두되고 있다.

특히 우리나라의 農業形態는 國土面積이 좁고, 先進 農業國의 경우와 같이 複合營農이 아닌 單純農業 즉, 畜産農家와 논이나 밭 농사만을 위주로 하는 一般農家로 분리되어 있기 때문에 一般作物을 栽培하는 農家에서는 거의 모두가 化學肥料에 依存하고 家畜糞尿를 肥料로서 還元시키는 경우가 드물어 一般 農耕地의 地力減退를 가져왔다. 畜産農家 특히 都市近郊의 畜産農家에서는 생산된 糞尿를 이용할 수 없어, 河川에 放流시키거나 畜舍 부근에 野積시켜 빗물에 의해 河川으로 流入되거나 病蟲害의 根源地

"본 연구는 건국대학교 동물자원 연구센타 연구비로 수행하였음."

建國大學校 畜産大學(College of Animal Husbandry Kon-Kuk University)
* 경기도 종축장

가 되는 등 環境汚染源으로 浮刻되고 있다. 특히 많은 耕地를 필요로 하지 않은 養豚이나 養鷄農家에 있어서는, 飼料作物의 栽培나 草地管理를 위해 그 일부가 利用되는 肥肉牛 飼育이나 酪農家에 비하여 그 深刻性이 더 하고 있다. 이러한 畜産經營에 起因하는 公害로서는 水質汚染, 惡臭, 病蟲害의 發生 등이다.

한편 有機質 肥料의 하나로서 廐肥는 植物의 營養素 供給源으로서 뿐만 아니라 地力增進에도 상당히 중요한 役割을 해 왔으며 최근 畜産의 發達과 함께 先進 農業國家에서는 이러한 家畜의 糞과 尿를 주의깊게 수거하여 肥料로 이용하고 있다. 우리나라에서도 牛, 豚, 鷄舍로 부터 얻어질 수 있는 糞尿의 量은 연간 약 2,700여만톤에 달하고, 그것을 肥料 資源으로서 환산하면 약 1,200억원에 상당하는 賦存資源이라고 할 수 있다.

비록 이와 같은 糞尿의 重要性은 인정되지만 수거시 많은 시설과 資本이 필요하기 때문에 先進農業國家에서는 이를 技術的으로나 經濟的으로 더욱 向上되고 長點을 가진 液狀 廐肥를 開發하게 되었고 이에 대한 研究가 많이 進行되고 있다.

그러나 이상에서 설명된 바와 같이 여러가지 問題點에도 불구하고 이와 같이 좋은 資源에 대한 研究가 우리나라에서는 거의 되지 않고 있어 이에 대한 研究 計劃의 일환으로 家畜糞尿를 다시 畜産 특히, 飼料資源 確保次元에서 導入 家畜糞尿의 利用效率을 정확히 糾明한다. 또한 地力維持와 生産性 向上은 물론 糞尿의 利用時 糞尿中 유기 질소의 이용효율을 높여주고 동시에 부족되는 질소의 보충을 위해 추가적인 요소의 시용시 토양 중에서의 유, 무기 질소의 분해물인 NO_3-N의 함량을 조사함으로써 가축분뇨와 추가적인 화학비료의 시용에 의한 환경오염 특히 수질오염에 대한 기초자료를 제공하여 分解된 窒素의 溶脫에 의한 環境汚染의 방지에도 크게 이바지하는 것은 물론 化學肥料의 節減에 의한 農業의 競爭力 強化에도 寄與하리라고 보아 이 研究를 遂行하였다.

Ⅱ. 材料 및 方法

本 試驗은 경기도 광주군 소재 경기도 종축장에서 1990년 조성된 永年 Orchardgrass(*Dactylis glomerata* L.) 草地에서 1991년 4월부터 1992년 2월까지 Potomac 品種으로 약 1년간 수행하였다.

처리 내용은 예취횟수를 3회, 질소시비는 0, 100 및 200 kg N/ha/year의 3수준으로 하여 요소로 분시하였으며, 분뇨는 0, 40, 80 및 160 kg N/ha/year 수준으로 시용하였다. 관리비료는 인산과 칼리를 각각 기비로 200kg과 240kg을 과린산석회와 염화가리로 시용하였다. 시험구 면적은 각 처리 공히 10 m^2(2×5m)로서 질소수준을 주구로 하고 분뇨수준을 세구로 한 분할구 배치법 3반복으로 하였다.

乾物收量은 6cm 높이로 예취후 생초량 稱量後, 그중 약 500g의 sample 채취후, 60℃에서 48시간 건조후, 乾物 含量을 계산하였고 이로부터 단위면적당 건물수량을 산출하였다. 조단백질은 건조한 Orchardgrass 를 분쇄 후 Kjeldahl 단백질 정량법(AOAC; 1980)으로 분석하였으며, 토양중의 NO_3-N 함량은 계절별(여름, 가을, 겨울)로 지하 90cm까지 30cm 간격으로 6반복 채취 혼합 후 Micro Kjeldahl 법(토양검정반교재, 농진청; 1989)으로 분석하였다.

Ⅲ. 結果 및 考察

1. 乾物 生産量(Dry matter yield)

Orchardgrass 위주의 永年 採草地의 生産性에 미치는 液狀醱酵牛糞의 施用水準에 따른 施用 效果는 Table 1에서 보는 바와 같다. 乾物收量은 液狀 糞尿만의 施用水準(N_1) 보다는 100 kg/ha(N_2) 및 200 kg/ha(N_3)에서 10,840 kg/ha에서 12,194 kg 및 12,523 kg으로 增加하였다.

Table 1. Average dry matter yield(kg / ha) of pasture by slurry application and different levels of urea-N fertilization.

N_1	N_2	N_3	AVG
10,840.4	12,194.2	12,522.8	11,852.5

N_1: 0 kg N/ha N_2: 100 kg N/ha N_3: 200 kg N/ha

그러나 尿素의 추가적인 施用이 N_1에서 N_2로의 增加는 1,354 kg/ha으로 窒素肥料 kg당 약 13.5 kg으로 높은 增加를 보였지만 N_2에서 N_3로의 增加는 단지 328.6 kg/ha으로 질소 kg당 生産量은 불과 3.29 kg 정도로 220 kg/ha의 질소 施用時 糞尿의 增加로 草地의 收量을 지속적으로 增加시켰다는 Stadelmann 등(1985)과 兼用草地에 있어 窒素肥料와 糞尿 窒素의 總 供給量 300kg이 적정이라는 Ernst (1985)의 結果나 300kg의 窒素肥料에 추가적인 液肥 施用이나(Jones와 Roberts, 1989) 液肥 施用時 추가적인 窒素肥料 450 kg/ha까지는 지속적으로 乾物 收量을 增加시켰다는 Corre와 Dijkman(1988)의 結果와는 그 施用量에서 많은 차이를 나타내고 있으나 50kg의 尿素 窒素 施用時 家畜糞尿의 施用으로 窒素 kg당 18.5kg의 乾物收量이 增加했다는 Deutsch(1985) 보다는 약간 낮은 結果를 보였지만 추가적인 100 kg의 窒素肥料 施用時 0~50 ton/ha의 液肥施用은 收量의 增加를 가져왔다는 Meincke(1986)의 보고와는 거의 비슷한 결과를 보여 주고 있다.

尿素 供給 水準에 따른 糞尿 施用水準別 乾物收量은 Fig. 1에 나타난 바와 같이 추가적인 尿素 施用없이 糞尿만의 施用時 乾物收量은 D_1(糞尿 N, 0 kg/ha)에서 D_2, D_3 및 D_4로 增加함에 따라 乾物收量 역시 지속적으로 유의적인 增加를 보였다. 한편 糞尿 N과 尿素 N간의 비교에서 糞尿 N 80 kg/ha (N_1D_3) 水準까지는 尿素 N 100 kg/ha(N_1D_1) 水準에 미달하나 糞尿 N 160 kg/ha(D_4) 水準에서는 尿素 N 100 kg/ha의 102% 水準, 尿素 N 200 kg/ha에 대해서는 약 99% 水準으로 Elsaβer와 Kunz(1988)의 화학肥料와 동일한 量의 液肥施用에서의 乾物收量 效果는 95%에 달했다는 보고와 거의 유사한 結果를 나타내고 있다.

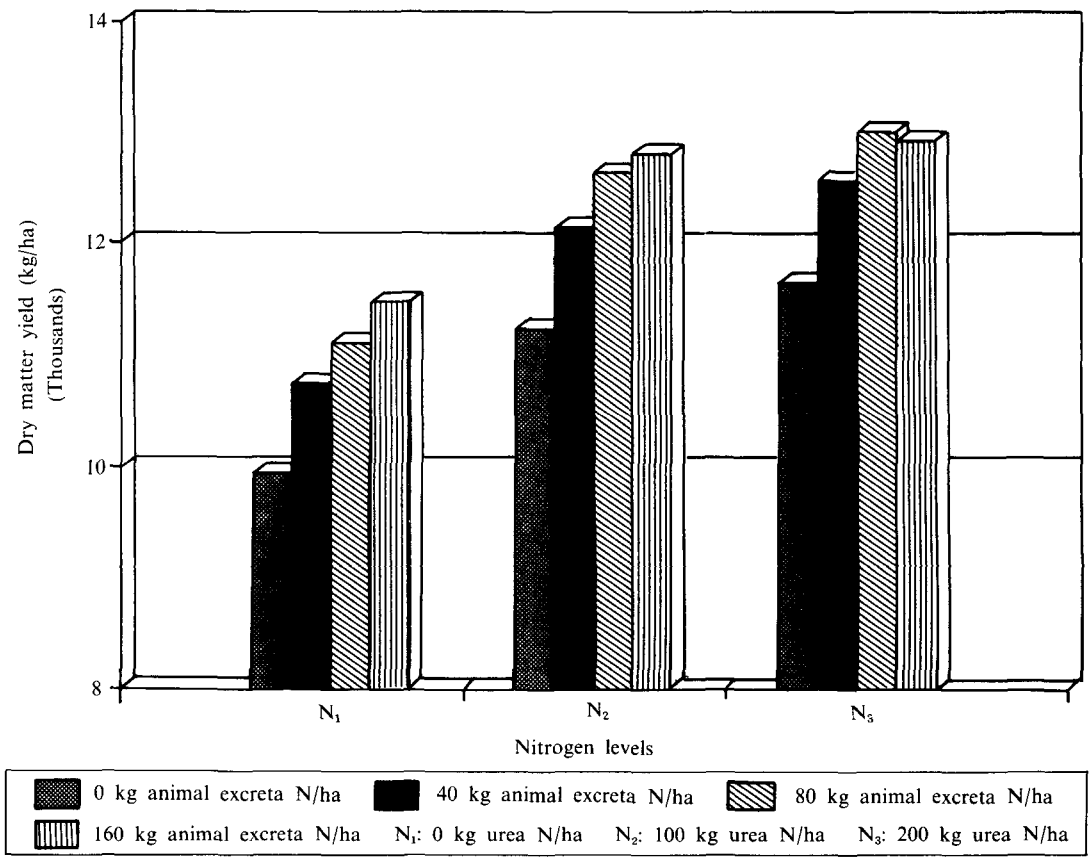

Fig. 1. Effects of excreta application and nitrogen levels on dry matter yield of pasture

또한 100kg의 窒素肥料 施用時에도 50~100kg의 液肥 N은 단지 1번초에서만이 300~400kg의 乾物 增加만을 가져왔으며 지속적인 효과는 없었다는 Gracey(1986)의 보고와는 달리 糞尿에 의해 草地 植生이 완전히 뒤덮힐 정도가 아니라면 液肥의 施用과 함께 추가적인 Mineral N의 供給은 매우 큰 장점을 가진다는 Rais(1982)의 硏究 結果와 같이 추가적인 尿素 N 100 kg/ha 水準에서는 糞尿施用量의 增加가 牧草의 乾物 收量을 지속적으로 增加시켰다. 그러나 尿素 200kg N/ha 區에서는 無窒素區나 100kg N/ha區에 비하여 높은 收量을 나타내었고 糞尿 N 施用量의 증가는 건물수량의 유의적인 增加를 보여 80 kg N/ha(D_3)에서는 최고의 收量을 나타내었으나 糞尿 N 160 kg/ha에서는 오히려 收量의 減少를 보였는데 이러한 傾向은 尿素 N 100 kg區에서도 糞尿 N 160 kg/ha 水準에서는 減少되지는 않았으나 거의 增加를 보여주지 않았던 것을 고려해 볼 때 추가적인 窒素肥料 施用時 糞尿 N 160 kg은 Rais(1982)의 보고와 같이 永年 草地 生産을 위해 이미 그 적정 施用量을 초과한 것으로 思料된다.

糞尿의 施用水準의 增加에 따른 牧草의 季節 生産性은 Table 2에서와 같이 1번초나 2번초에서는 눈에 띄는 차이를 보여주지 못하였고 3번초에서만이 낮은 施用水準에서 약간의 높은 比率을 나타내고 있으나 서로 간에 유의적인 차이는 없었다.

그러나 尿素 N 施用時의 尿素 N의 평균적인 효과는 Table 3에서와 같이 尿素 N의 增加와 함께 1번초와 3번초의 乾物收量은 減少하였고 이와 동시에 2번초의 收量은 현저히 增加하였는데 이와 같은 결과가 추가적인 N 施用量의 增加에 따라 더욱 현저히 나타나는 것으로 보아 糞尿 施用時의 추가적인 N 施用은 糞尿中의 有機 N의 Mineralization과 Nitrification 이 기온이 낮은 초봄이나 가을보다는 무더운 여름에 더욱 促進 利用되었기 때문으로 思料된다.

Table 2. Average dry matter yield(kg / ha) of cutting time by increase levels of slurry fertilization

	D_1	D_2	D_3	D_4
1st cut	5,454(49.9%)	5,844(49.5%)	6,188(50.0%)	6,425(51.8%)
2nd cut	2,898(26.5%)	3,321(28.1%)	3,537(28.9%)	3,348(27.0%)
3rd cut	2,579(23.6%)	2,639(22.4%)	2,580(21.1%)	2,620(21.2%)

D_1: 0 kg N/ha D_2: 40 kg N/ha D_3: 80 kg N/ha D_4: 160 kg N/ha.

Table 3. Average dry matter yield(kg / ha) of cutting time by increase levels of urea-N.

	N_1	N_2	N_3
1st cut	5,727(52.9%)	6,040(49.5%)	6,114(48.8%)
2nd cut	2,532(23.5%)	3,475(28.5%)	3,821(30.5%)
3rd cut	2,546(23.6%)	2,679(22.0%)	2,588(20.7%)

N_1: 0 kg N/ha N_2: 100 kg N/ha N_3: 200 kg N/ha.

2. 粗蛋白質(Crude Protein) 含量

尿素 施用水準에 따른 糞尿 N의 施用量別 粗蛋白質의 含量의 변화는 Table 4에서 보는 바와 같이 尿素 N 施用量의 增加는 粗蛋白質의 含量을 평균 12.4%에서 13.9%까지 增加시켰다. 尿素 施用量별 糞尿 N의 施用量 增加 역시 窒素施肥와 糞尿施肥의 增加는 窒素施用量의 增加로 인하여 粗蛋白質의 含量이 增加하였다는 김(1979), 홍 등(1985)의 연구 결과와 같이 無 尿素 N(N_1) 시용시의 D_3에서 D_4로의 增加시를 제외하고는 모든 처리구에서 糞尿 N 施用量 增加에 따라 粗蛋白質 含量을 분명하게 增加시킨 것을 보여주고 있다. 그러나 N_2D_2(총 N 施用量 260 kg/ha)의 粗蛋白質 含量이 결코 N_3D_1(총 N 施用量 200 kg/ha) 보다 높지 않았으며 평균적인 糞尿

N의 增加와($D_1 \Rightarrow D_4$)가 평균적인 요소 N의 증가($N_1 \Rightarrow N_3$)와의 비교에서 粗蛋白質 含量의 增加率이 낮아 粗蛋白質 含量의 增加에는 糞尿 N 보다는 尿素 N이 더 크게 작용한 것으로 나타내고 있다(Table 4).

또한 예취시기별 粗蛋白質 含量에 미치는 糞尿의 施用效果는 乾物收量에 미치는 효과와는 달리 1번초에서 가장 높았고 2, 3번초에서는 영향이 적었으며 이는 尿素의 施用量이 增加할수록 더욱 확실하게 나타났다.

Table 4. The crude protein content (%) by seasonal, levels of nitrogen fertilization levels of slurry.

	1st cut			2nd cut			3rd cut			Average			Total
	N_1	N_2	N_3	N_1	N_2	N_3	N_1	N_2	N_3	N_1	N_2	N_3	average
D_1(N 0kg)	13.01	13.61	14.94	12.61	13.56	14.28	10.54	10.46	11.29	12.05	12.54	13.50	12.70
D_2(N 40kg)	14.09	14.68	15.23	11.95	13.15	14.33	10.97	11.51	11.61	12.34	13.11	13.72	13.06
D_3(N 80kg)	14.61	14.94	16.12	12.05	14.14	14.01	11.34	11.24	11.43	12.67	13.44	13.85	13.32
D_4(N160kg)	14.63	14.63	16.73	11.16	14.31	14.68	11.47	11.51	11.66	12.42	13.48	14.36	13.42
x	14.09	14.47	15.76	11.94	13.79	14.33	11.08	11.18	11.50	12.37	13.15	13.86	13.13

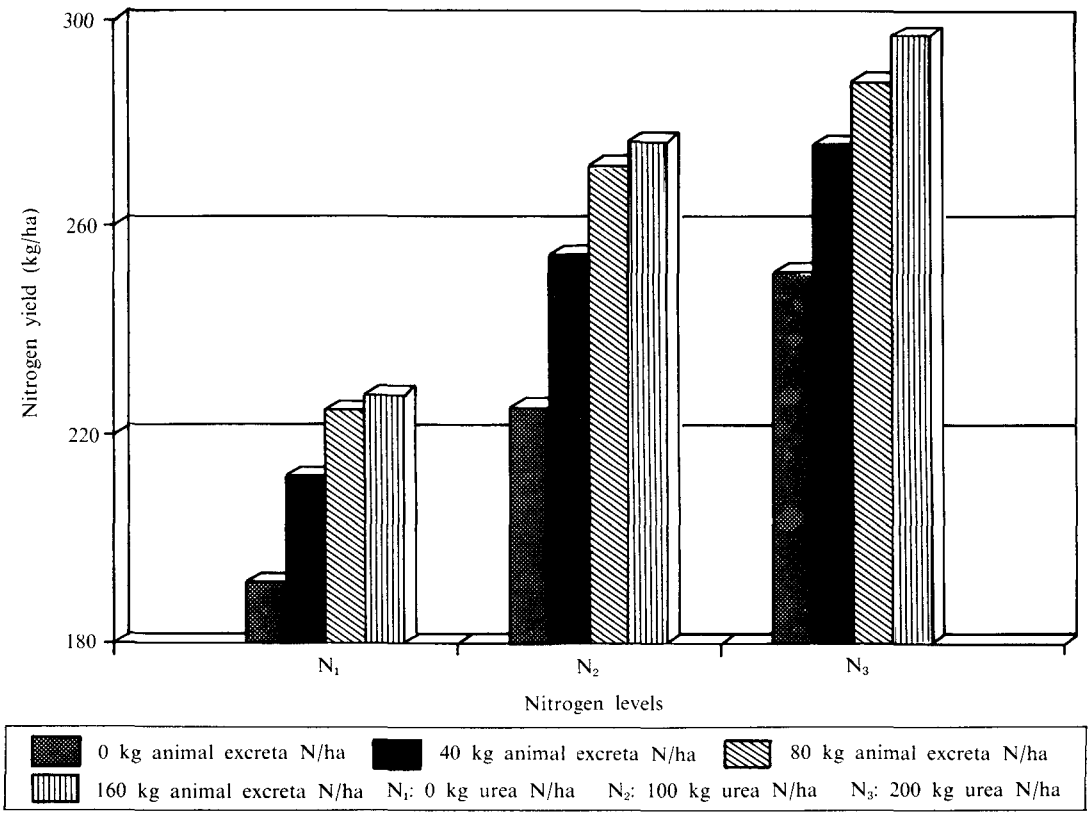

Fig. 2. Effects of nitrogen levels on nitrogen productive yield.

3. 窒素(N) 生産量

乾物 生産量과 粗蛋白質 含量으로부터 산출된 尿素 N 施用水準에 따른 가축 糞尿의 施用水準別 窒素의 生産量은 Fig. 2와 같다.

窒素의 生産量 역시 乾物生産量이나 粗蛋白質의 경우에서와 같이 尿素 N의 增加가 糞尿 N의 增加보다 窒素의 生産量에 더 영향을 미친 것으로 나타나고 있다. 또한 질소 시용수준별에서 액비 N 시용량이 증가할수록 질소의 생산량은 둔화되었다. 이러한 결과는 Ruppert 등(1985)의 硏究 結果에서와 같이 糞尿中의 N은 mineral N의 효과에 비해 단지 1/2 정도의 효과만을 나타내기 때문으로 사료된다.

또한 尿素 N의 시용은 시용하지 않은 경우(N_1)에 비해 糞尿 施用量이 增加함에 따라 窒素 生産量도 증가하였는데 이는 糞尿中의 유기 질소는 尿素 N의 시용으로 土壤中에서의 mineralization을 촉진한 결과로 思料된다.

그러나 총 질소 生産量으로부터 施用된 糞尿 N과 尿素 N을 제외한 純 窒素 生産量은 Table 5에 나타낸 바와 같이 尿素 N 施用量이 增加할수록 또 糞尿 N의 施用量이 增加할수록 감소하여 N_3D_4(총 N 공급량: 360 kg/ha)에서는 오히려 질소 공급량에 비해 64.9 kg/ha가 적은 296.9 kg/ha만을 생산하였는데 이와 같은 결과는 Yook(1988)의 硏究 結果와도 비슷한 경향을 보여 주고 있다.

Table 5. Average net nitrogen yield (kg / ha) by level of slurry fertilization and nitrogen fertilization

	N_1	N_2	N_3	Average
D_1	191.6	125.2	51.2	122.7
D_2	171.9	114.4	35.6	107.3
D_3	144.8	91.5	7.8	81.4
D_4	67.8	16.0	−63.1	6.9
Average	144.0	86.8	7.9	79.6

4. 土壤中의 NO_3-N의 含量

尿素 施用水準 및 糞尿 N의 施用水準에 따른 지하 90 cm까지의 土壤中 NO_3-N의 含量은 Table 6에서 보는 바와 같이 시기적으로는 평균적인 N 시용수준에서 목초의 생육이 가장 왕성한 6월에는 23.9 ppm으로 가장 낮았고 생육 완만기인 11월에는 29.8 ppm, 그리고 생육 정지기인 2월에는 34.9 ppm으로 가장 높은 함량을 나타내었다. 이는 동계의 휴경기에도 土壤 온도가 4℃ 이하로 될 때까지는 Nitrification이 계속되어 土壤中에 그 含量이 增加되나(Ruppert 등, 1985) 지상부의 식물체는 생육이 정지되어 흡수되지 않기 때문으로 思料된다. 이와 같이 동절기에서의 높은 含量은 Kolenbrander(1969), 및 Amberger (1983) 등의 연구결과와도 비슷한 경향을 나타내고 있다.

그렇지만 본 조사지역의 土壤中 NO_3-N의 含量이 시용된 N의 종류나, 그 시용량에 따라서는 차이가 거의 없고 그 含量도 일반적으로 매우 높았는데 이와 같은 결과는 영년 Perennial ryegrass 초지에서의 질소 시용수준 90 kg/ha에서도 부분적으로는 40 이상의 높은 함량을 나타내었다는 Weyer(1984, 1989)의 硏究 結果와 비슷하였으며, 그 외에도 시험구의 설치 즉 초지조성이 1990년도에 추파된 1년생 초지로서 土壤구조가 파괴되어 아직 土壤이 안정되어 있지 않고 뿌리의 발달도 미흡하기 때문으로 생각되는데 이러한 결과는 陸(1990)의 Suctioncup에 의한 조사에서도 土壤구조의 파괴는 호기성 조건을 만들어 주어 Nitrification을 촉진, 초기에는 높은 NO_3-N를 나타내지만 土壤 구조의 안정과 함께 NO_3-N의 溶脫도 점점 감소되었다는 보고와 일치하였다.

또한 0～30cm, 30～60cm 및 60～90cm까지의 층별 및 계절별 NO_3-N의 분포는 서로간에 큰 차이를 나타내지는 않아, 일반적으로 30～60cm의 층에서 낮았고, 60～90cm 층에서 가장 높았는데 이는 상층에서 지속적으로 용탈된 NO_3-N이 재이동이 되지

않거나, 근계가 아직 60~90cm까지는 발달되지 못하여 식물에 의한 흡수가 이루어지지 않기 때문으로 思料된다.

糞尿의 施用水準別 土壤中의 平均的인 NO_3-N 含量은 Fig. 3에서와 같이 서로간에 유의적인 차이가 없어 거의 비슷한 水準을 나타내었는데 이는 糞尿中의 무기 질소의 영향과 함께 초지가 조성된지 1년에 불과 앞에서 설명한 바와 같이 토양이 아직 안정되지 못하였기 때문으로 思料된다.

Table 6. Seasonal average content of NO_3-N(ppm) in soil at different levels of nitrogen and slurry nitrogen fertilization

Month / Soil depth	Nitrogen levels N_1	N_2	N_3	AVG
Jun.				
0~30	20.8	27.6	21.0	23.1
30~60	21.6	23.0	25.6	23.4
60~90	25.4	27.4	22.8	25.2
AVG	22.6	26.0	23.1	23.9
Nov.				
0~30	35.1	30.5	33.9	33.1
30~60	26.4	18.5	24.3	23.1
60~90	33.5	31.2	34.9	33.2
AVG	31.7	26.7	31.0	29.8
Feb.				
0~30	42.5	33.9	38.2	38.2
30~60	36.1	27.9	32.9	32.3
60~90	34.1	33.1	35.4	34.2
AVG	37.6	31.6	35.5	34.9

Ⅳ. 摘 要

본 시험은 요소의 시비수준을 0, 100, 200 kg/ha로 하고 가축분뇨의 시용량을 질소함량을 기준으로 0, 40, 80, 160 kg/ha로 했을 때 영년 Orchardgrass 초지의 생산성과 토양중 NO_3-N 함량에 미치는 영향에 대하여 연구한 결과는 다음과 같다.

1. 초지의 생산성은 요소 N 시용량이 100 kg/ha 수준까지에서는 분뇨 N의 시용량의 증가에 따라 유의적인 증가를 보여 주었으나 요소 N의 시용량이 200 kg/ha 수준에서의 분뇨 160 kg/ha은 오히려 목초의 생산성을 감소시켰다.

2. 분뇨 N의 평균적인 계절 생산성은 요소 N의 시용량의 증가에 따라 1번초와 3번초의 수량은 감소되었고 2번초의 수량은 증가되었다.

3. 요소 N 및 분뇨 N의 증가는 조단백질의 함량을 증가시켰으나 분뇨 N 보다는 요소 N의 시용효과가 더 높았다.

4. N의 총 생산량은 요소 N과 분뇨 N 시용 모두 지속적인 증가를 보였으나 N의 순 생산량은 이와 반대로 N 시용량 증가에 따라 감소되어 200 kg N/ha의 요소와 160 kg/ha의 분뇨 N의 시용시에는 오히려 −63.1 kg/ha의 순 생산성을 나타내었다.

5. 요소 N과 분뇨 N의 시용에 따라 1년차 Orchardgrass 초지 토양중의 NO_3-N 함량은 N의 종류나 시용량간에도 서로간에 차이를 나타내지

않았으나 계절적으로는 하계, 추계, 동계의 순으로 증가하였으며, 동계에서는 34.9 ppm으로 높은 함량을 나타내었다.

V. 參考文獻

1. A.O.A.C. 1980. Official Method of Analysis (13th ed.). Association of analytical chemists. Washington D.C.
2. Amberger, A. 1983. Stickstoffaustrag in Abhängigkeit von Kulturart und Nutzungsintensitatim Ackerbau und Grunland. Nitrat-ein Problem für unsere Trinkwasserversorgung. Arbeiten der DLG, Band 177. DLG-Verlag: 83-94.
3. Corre, W.J. and W. Dijkman. 1988. De optimale stikstofgift en de benutting ervan bijintensief grasslandgebruik. Meststoffen(Netherlands). 3: 21-24.
4. Deutsch, A. 1985. Harnstoffzusatz ur Gülle. Bayerisch- österreichsches Gullekolloquium; Gümpenstein (Austria). 69-84.
5. Elsäβer, M., H.G. Kunz. 1988. Zur Wirkung von Gülle mit und ohne Zusatzmittel auf Ertrag, Futterqualität und botanische Zusammensetzung einer Wiese im Alpenvorland. Wirtschaftseigene Futter. 34(1):48-65.
6. Ernst, P. 1985. Stickstoffbilanz bei differenzierten Gaben von Gülle und mineralischem Stickstoff auf Dauergrünland. Jahrestagung, Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau. 136-146.
7. Gracey, H.I. 1986. The real fertilizer value of animal manure. Occasional Symposium, British Grassland Society. 20:59-64.
8. Jones, E.L. and J.E. Roberts. 1989. Sward maintenance of Lolium multiflorium by slurry seeding. Grass and Forage Science. 44(1):27-30.
9. Kolenbrander, G.J. 1969. Nitrate content and nitrogen loss in drainwater. Neth. J. Agric. Sci. 17:246-255.
10. Meincke. J. 1986. Kvaeggylle til maize. Tidsskrift for planteavl(Denmark). 90(2):127-131.
11. Rais, I., J. Kralovec. 1982. Vyrziti kejdy skotu ke knojeni travnich porostu. konference. s Mezinarodni Ucasti; praha. 501-514.
12. Ruppert, W., Stichlmair, M., Bauchhenβ, J., Blendl, H.M., Haishch, A., Hammer, K., Hege, U., Juii, R., Melian, L. Nürnberger, W., Rider, J., Rintelen, P., Rutzmoser, K., Weber, W., Wurzinger, A. und Zeisig, H. 1985. Daten und Information zum Gülleeinsatz in der Landwirtschaft. Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch, 62. Jahrgang, Heft 8.
13. Stadelmann, F.X., O.J. Furrer, V. Lehmann, P.B. Moeri. 1985. Die Wirkung steigender Gaben von Klärschlamm und Schweinegülle auf den Nitratgehalt von ein-und mehrjährigem Kleegras. Landw. Fo. -kongressband 1984:188-200.
14. Weyer, H. 1984. Nitratgehalt in Aufwüchsen von Lolium perenne L. in Abhängigkeit von Sorte, Entwicklungsstadium der Pflanze, N-Versorgung und Jahreszeit Diplomarbeit. Uni. Hohenheim.
15. Weyer, H. 1989. Aufnahme und Verwertung von Stickstoff bei Lolium perenne L. in Abhängigkeit vom Reifetyp. Dissertation. Uni. Hohenheim.
16. Yook, W.B. 1988. Entwicklung und Leistung verschiedener Wiesenansaaten bei 2-und 3-Schnittnutzung unter dem Einfluβ differenzierter N-Dungung. Dissertation. Uni. Hohenheim.
17. 金正甲. 1979. 겉뿌림 산지초지에서 石灰, 燐酸, 窒素 및 加里施用이 牧草의 定着, 收量 및 植生構成에 미치는 影響. 忠北大學校 論文集 4:83-100.
18. 육완방. 1990. 영년 혼파초지에 있어서 예취빈도와 窒素施肥水準이 NO_3-N의 유실에 미치는 영향. 한초지. 10(2):84-88.
19. 農振廳. 1989. 토양검정반 교재 – 토양화학분석법 –
20. 洪巨杓, 許弼駿, 朴泳燮, 許範亮, 嚴明鎬. 1985. 山地草地施肥改善에 關한 硏究. Ⅰ. 山地草地에 關한 窒素施肥適量試驗. 農試論文集(植環·菌茸·農加) 27(2):41-45.