

濟州 火山灰土 牧草地에서 窒素 및 加里 施用效果 I. Orchardgrass의 乾物收量 및 無機物(N, P, K, Ca, Mg 및 Na) 含量

金文哲

濟州大學校 農科大學

Effects of Nitrogen and Potassium Application on Pasture of Cheju Volcanic Ash Soil

I. Dry matter yield and mineral concentration(N, P, K, Ca, Mg, Na) of Orchardgrass

Kim, M. C.

College of Agriculture, Cheju National University

Summary

The experiment was carried out to determine the dry matter yield and the mineral contents of orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) grown in volcanic pasture treated with 5 different levels of nitrogen and 2 different levels of potassium (5×2 split plot design). The dry matter yields were significantly increased with nitrogen application up to 200 kg/ha(p<0.05), but no effect was found with potassium(K) application. With increasing levels of nitrogen application, the concentrations of nitrogen(N) and sodium(Na) of orchardgrass were linearly increased but phosphorus(P) concentration was decreased(p<0.01). Significant differences were found in N, P, K, Mg and Na concentrations of orchardgrass between nitrogen application levels, and also in K, Ca, Mg, and Na concentrations between K application levels. There were significant seasonal variations in all elements determined (N, P, K, Ca, Mg and Na) (p<0.01).

Comparison of seasonal variations of mineral contents between 0 and 200 kg K/ha showed that concentrations of P, Mg, Ca and Na were higher with no K application than 200 kg/ha but the concentration of K was higher with 200 kg K application than with no K application. The concentrations of N and P in May and June were higher than those in July and August, and the concentrations of K, Ca, and Mg were higher in May and August than those in June and July. The concentration of Na was increased by June and was decreased thereafter.

Results of this study indicate that at least 200 kg N/ha is needed to maximize the dry matter yields of orchardgrass grown in volcanic ash soil. The application of K 200 kg/ha did not improve the dry matter yields and appeared to be deleterious to the mineral nutrition of orchardgrass, especially, Mg, Ca and Na, as compared with no K application.

(Key words : volcanic ash soil, orchardgrass, dry matter, mineral contents, nitrogen, potassium)

I. 緒 論

濟州道の 中山間 牧草生産地帯는 火山灰土壤으로 형성되어 있다. 이 土壤으로 이루어진 방목지에 農村 振興廳(1986)은 窒素와 加里를 각각 200 kg/ha씩 사용토록 권장하고 있다. 그러나 실제 농가에서는 이 권장량의 1/3 정도만 사용한다고 金 등(1986)이 보고하였다. 양질목초의 생산을 위해 禾本科 單播草地에서는 年間 ha당 窒素를 440kg 정도 사용하고 이에 맞춰 加里를 사용해야 여러가지 植物營養素가 균형있게 이용된다고 Kresge와 Younts(1963)이 발표하였다.

窒素와 加里의 施用水準이 牧草내 N과 K함량 또는 Ca, Mg과 Na 등의 含量, 그리고 이들간 相互作用에 영향을 미치며(Whitehead, 1970; Penny 등, 1980; Papanastasis와 Koukculakis, 1988; Gonzalez 및 Sanchez, 1989), 결국 목초 및 가축에게 여러가지 장애를 일으킬 수 있다.

火山灰土壤은 목초에 필요한 磷酸, 加里, 硼素 등이 부족할 가능성이 있으며(愼과 金, 1975; During, 1964), 梁 등(1989), 金 등(1990)의 보고에 의하면 濟州地域 肉牛牧場과 乳牛牧場 牧草내 P含量이 낮다고 하였다.

따라서 본 研究는 濟州道の 濃暗褐色火山灰土에서

混播草地의 基礎草種인 orchardgrass에 대해 窒素와 加里의 施肥水準에 따라 牧草 내 無機物含量的 變化를 測定하여 이를 기초로 窒素, 加里의 適正施肥水準을 제시코자 수행되었다.

II. 材料 및 方法

本 試驗은 濟州大學校 農科大學 牧場내에 있는 草地試驗圃場에서 1987년 9월부터 1988년 10월까지 試驗이 수행되었으며 試驗處理는 主區(0, 100, 200, 300, 400kg/ha)와 細區(0, 200kg/ha)로 구분하여 3反復 分割區 配置法으로 실시되었다. 窒素와 加里는 처리 수준에 따라 基肥 1/3 및 追肥 2/3을 3회에 分施하였으며 磷酸은 ha당 200kg을 基肥로 1회만 사용되었다. Orchardgrass의 播種量은 ha당 30kg을 各區 새로 4m×가로 3.6m의 面積에 散播하였다.

本 試驗의 調査項目 및 方法은 다음과 같다.

(1) 乾物收量: 각 處理區 마다 1.0m×1.0m의 面積을 任意로 選定하여 牧草를 收穫. 青草收量을 平량하고 試料 100g을 취하여 80℃ dry oven에서 24시간 건조시켜 乾物收量을 求하였다.

(2) 窒素含量: Micro kjeldahl을 이용하여 試料를 消化시킨 후 (AOAC, 1984) 比色法(Weatherburn, 1967)에 의해 N값을 測定하였다.

(3) 磷含量: Yoshida 등(1983)의 方法에 의하여 試料를 抽出하여 spectrophotometer(파장 470nm)를 利用 測定하였다.

(4) K, Ca, Mg, Na: 磷分解溶液을 이용하여 Atomic Absorption Spectrometer(Perkin- Elmer Corporation, 1982)로 分析하였다.

III. 結果 및 考察

1. 乾物收量

Orchardgrass의 건물수량은 表 1과 같다.

年間 總乾物收量은 表에서 보는 바와 같이 窒素施肥水準이 增加함에 따라 현저히 增加하였으며(p < 0.05) 다른 연구자들의 보고(秦, 1980; Sollenberger 등, 1984; Wilman과 Hollington, 1985; 康, 1989)와 일치하였다. ha당 窒素 200kg 施用시 수확된 약 12,500kg의 건물은 같은 제주지역에서 행한 試驗(고 등, 1986; 강, 1989)에서 보고된 10,000kg의 수량보다 높고 Kresge와 Younts(1963)의 美國 Wickham silt loam 土壤에서 얻은 9,100kg 보다도 높았는데 單播 orchardgrass 草地의 窒素 施肥水準은 적어도 ha당 200kg가 되어야 할 것으로 보인다. 그러나 점차 질소시비수준을 줄이려는 추세에서 볼 때 바람직한

Table 1. The effect of nitrogen and potassium application levels on dry matter yields of orchdgrass

Nitrogen (kg/ha)	Potassium (kg/ha)	Dry matter yield (kg/ha)				
		May 2	June 3	July 5	August 30	Total
0	0	1,943	1,727	1,911	1,436	7,071
	200	1,937	1,674	1,839	1,874	7,324
100	0	3,052	3,203	2,107	1,820	10,182
	200	3,403	3,429	2,170	2,048	11,050
200	0	3,717	3,098	3,465	2,306	12,586
	200	3,779	3,309	2,818	2,848	12,754
300	0	4,560	2,987	3,108	2,435	13,090
	200	4,318	3,124	2,748	2,425	12,615
400	0	4,994	3,083	2,542	2,287	12,906
	200	6,509	3,354	2,585	2,269	14,717
						13,812

Main plot LSD (5%)=390.03

Interaction LSD (5%) within main plot=362.46
within subplot=466.57

방법은 荳科牧草와 混播하여 이로부터 固定된 質素를 活用한다면 質素비료사용량을 보다 더 줄일 수 있을 것으로 생각된다.

한편 칼리사용으로 orchardgrass가 다소 增收되지만 有意性이 없었다($p > 0.05$). Blaser와 Blady(1950), Kresge 와 Younts(1963), MacLead(1965), Smith (1985) 등에 의하면 칼리사용으로 orchardgrass가 증수되었으나 본 시험에서는 뚜렷한 效果를 얻지 못하였는데 이러한 결과는 orchardgrass의 칼리요구량이 他牧草에 비해 낮고(Clough, 1990) 게다가 제주지

역 초지토양에서 置換性加里含量이 平均 0.44me/100g로서(高 등, 1986) 비교적 높은 편이기 때문이 아닌가 思料된다.

2. 化學的 조성

(1) N 含量

Orchardgrass의 N含量은 窒素增施에 따라 뚜렷한 增加를 보였으며($p < 0.01$) (그림 1) Kresge와 Younts (1963), Lewis와 Lange(1957), Wilman(1980), William 과 Holligton(1985) 및 Gaborik(1989)의 결과와 비슷

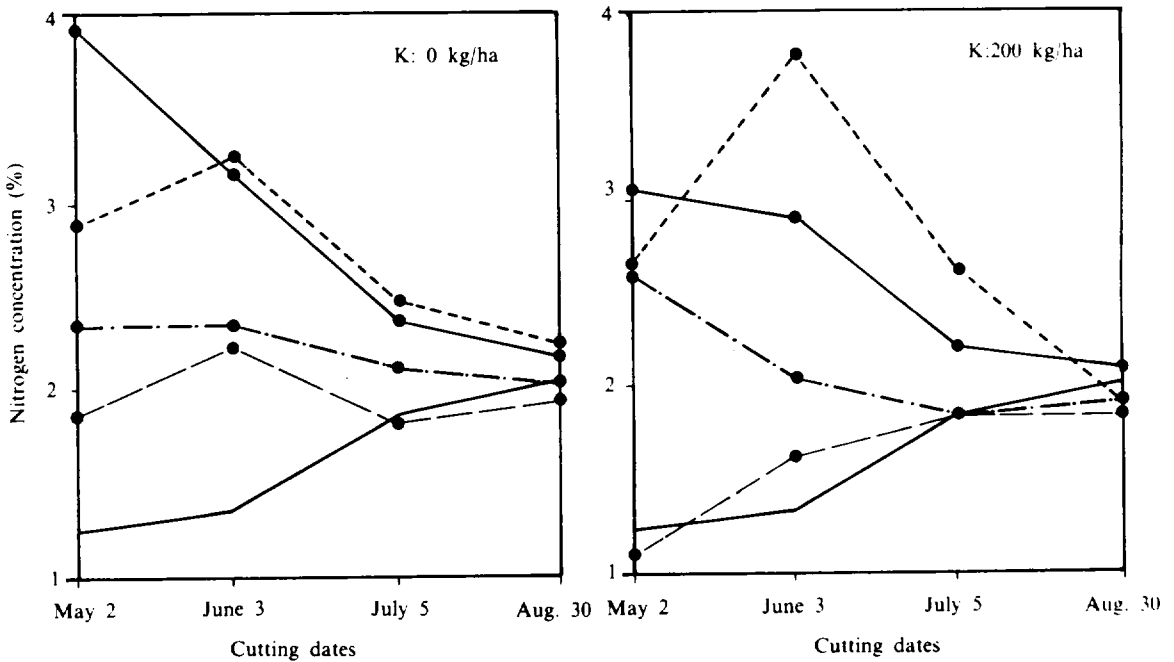


Fig. 1. Seasonal nitrogen concentration changes affected by different nitrogen and potassium fertilizer application levels

N 0 kg/ha: — N 100 kg/ha: - - - N 200 kg/ha: ●—●
N 300 kg/ha: ●- - ● N 400 kg/ha: ■—■

하였다.

계절별 변화를 볼 때 5월과 6월의 N함량이 7월과 8월 보다 현저히 높았고($p < 0.01$) 6월까지의 질소 ha당 300kg 수준의 효과가 가장 컸다.

(2) P 함량

Orchardgrass 인함량은 0.23-3.0%로 (그림 2 참조) 제주지역의 걸쭉림초지(康, 1989)와 젖소목장지대(金 등, 1990)에서 자란 목초의 인함량 0.11-0.13보다 높았고, 高 등(1986)의 시험에서 인 200kg이상 사용

한 경우의 인함량(0.02-0.29%)에 가까웠다. 그러나 Hill과 Guss(1976)가 orchardgrass 乾草에서 0.27-0.40%, Reid와 Jung(1974)이 보고한 perennial ryegrass의 인함량(0.28-0.36%) 보다는 다소 낮았다. 이는 본 시험이 수행된 지역이 新規草地로서 이전에 인을 사용한 바 없어 토양내 인축적이 적었으며 또한 火山灰土壤의 特性으로 少量의 施用인산은 토양에 結착되어 植物에 呼吸하기 어려운 상태로 만든 때문인 것으로(慎과 金, 1975) 보인다. 家畜 糞肥求量

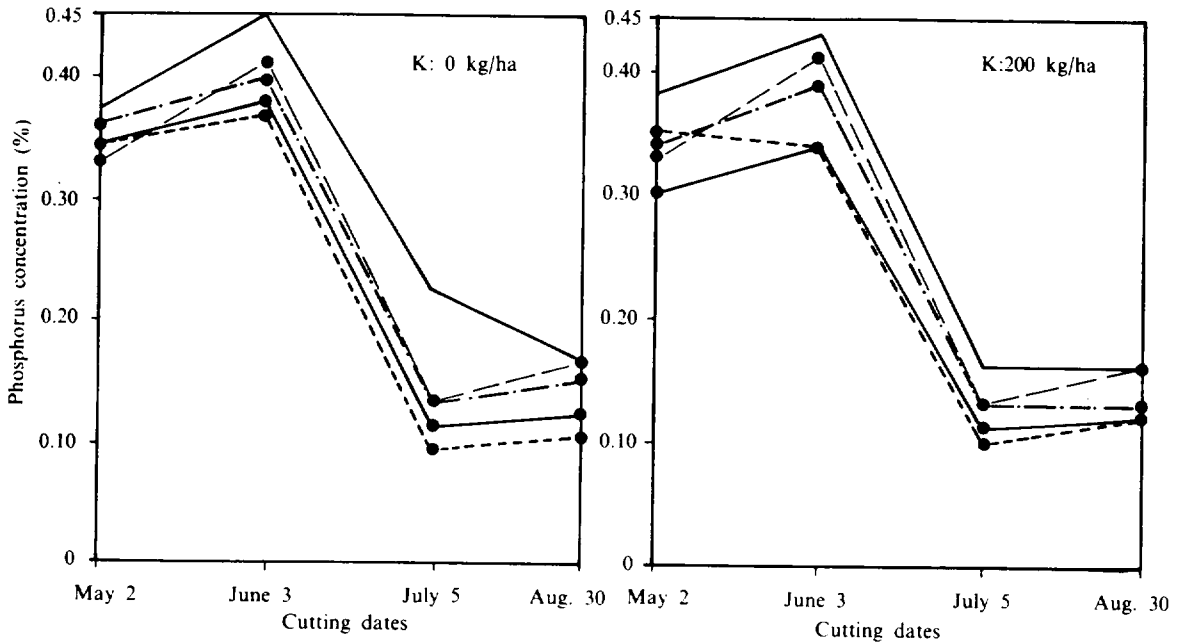


Fig. 2. Seasonal phosphorus concentration changes affected by different nitrogen and potassium fertilizer application levels

N 0 kg / ha: — N 100 kg / ha: - - - N 200 kg / ha: ····
 N 300 kg / ha: - · - · N 400 kg / ha: - - - -

0.18-0.70%(Reid와 Horvath, 1980)에는 最低水準에 도달하였으므로 이들 지역에서는 목초지에 인산시용을 꾸준히 해야만 될 것으로 보인다.

목초내 인함량은 인소증식에 따라 증가한다고 보고한 경우(Whitehead, 1970)도 있지만 인소증식에 의하여 오히려 감소한다는 Gonzalez와 Sanchez(1989)의 보고도 있다. 본 시험은 후자의 결과와 같으며 이는 토양 중에 인함량이 충분치 못한 데(Whitehead, 1970) 原因이 있지 않나 생각된다.

목초의 인함량이 收穫時期間에 有意差가 있고($p < 0.01$), 봄보다 여름철에 함량이 떨어지며 이는 Fleming 과 Murphy(1968), Metson과 Saunder(1978) 및 Crush(1989) 등의 보고와 일치한다. 이러한 결과는 생육이 활발한 시기에 인利用을 많이 했기 때문이 아닌가 생각되며 또한 충분한 水分(Reid와 Horvath, 1989)과 10-20℃의 적절한 温度 조건(Nye와 Tiuker, 1977)도 인吸收를 유리하게 할 수 있다고 볼 수 있다.

(3) K 含量

牧草내 K含量은 K肥料施用의 효과가 뚜렷이 나타

났으며($p < 0.05$) (그림 3 참조) 이 결과는 MacLead (1965) 및 Day와 Parker(1985)가 보고한 결과와 일치하였다. 한편 질소시비와 목초내 K함량과의 關係를 본다면 K無施用區의 K含量이 인소증식으로 減少했지만 ($p < 0.05$), K施用區(200 kg/ha)의 K含量은 인소증식과 關係가 없었다.

Penny 등(1980), Grunes 등(1985), Ebelhar 등(1987)이나 康(1989)은 질소증시로 목초내 K함량이 증가한다고 하여 본시험의 결과와는 相反되었는데 그 原因은 분명치 않았다. 본 시험의 가리 200kg/ha 시용구에서 목초 K함량이 대부분 3.0% 이상이었으며 이 값은 grass tetany 등 副作用의 可能性을 말해 준다. 따라서 가리 200kg/ha 시용은 너무 높다고 보아져 加里 시용량을 낮추거나 다른 無機成分과의 均衡을 考慮한 肥培管理가 要求되어진다. 또한 放牧에 의한 糞尿의 土壤還元으로 加里成分이 供給되기 때문인 과도한 가리시용을 하지 않아도 된다고 생각된다.

(4) Mg 含量

牧草의 Mg含量과 질소시비의 효과는 그림 4에

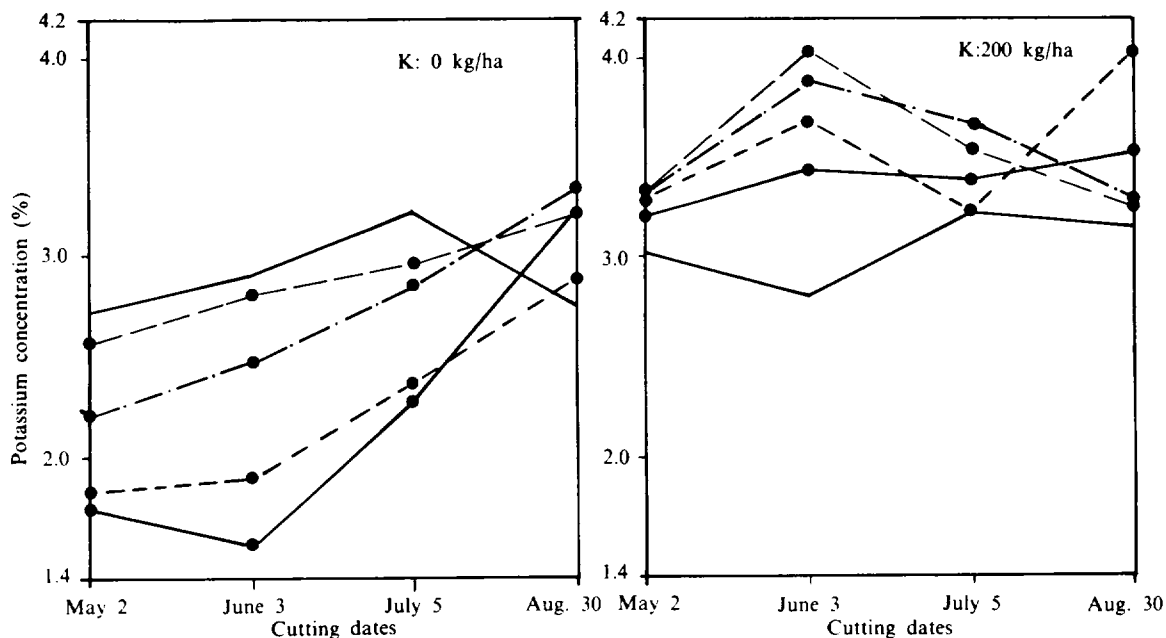


Fig. 3. Seasonal potassium concentration changes affected by different nitrogen and potassium fertilizer application levels

N 0 kg / ha: — N 100 kg / ha: ●—● N 200 kg / ha: ●—●
 N 300 kg / ha: ●—● N 400 kg / ha: ●—●

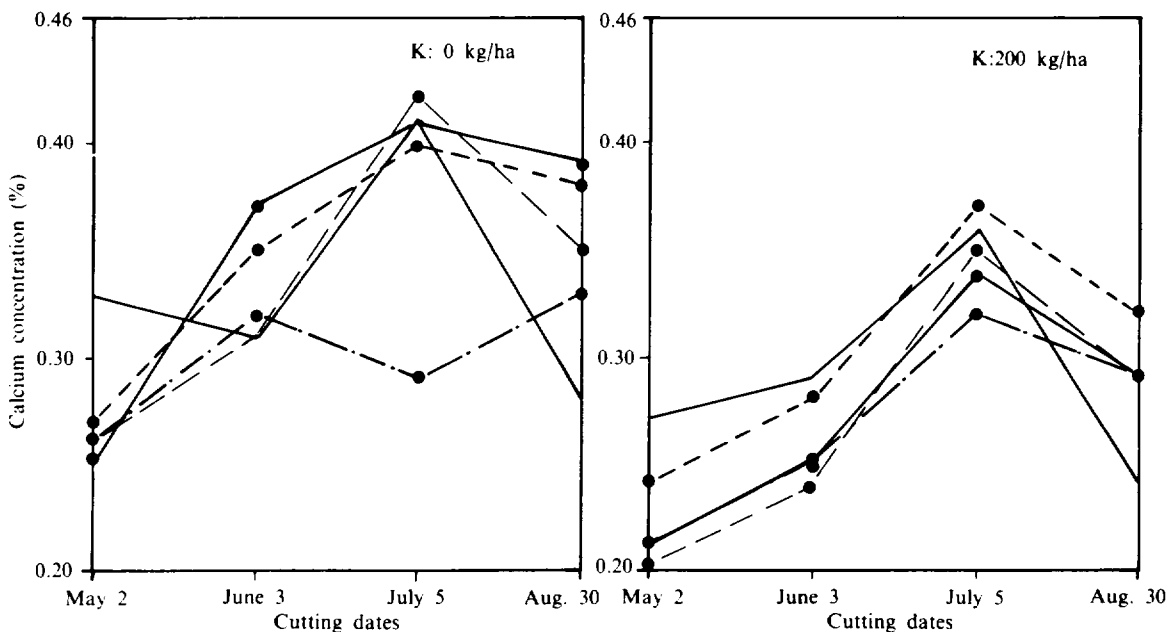


Fig. 4. Seasonal calcium concentration changes affected by different nitrogen and potassium fertilizer application levels

N 0 kg / ha: — N 100 kg / ha: ●—● N 200 kg / ha: ●—●
 N 300 kg / ha: ●—● N 400 kg / ha: ●—●

나타난 바와 같이 확실치 않았으며($p > 0.05$) 牧草內 Mg 함량이 0.2% 이하에서 (Grunes 등 1970, Jacobson 등, 1972, Mayland와 Grunes 1979) grass tetany 發生危險性이 있다고 하였으나 본 시험에서 평균함량이 0.26-0.34% 범위로서 grass tetany 발생을 유발시킬만큼 크게 낮은 수준은 아니라고 생각된다. 그러나 칼리를 사용할 때 그 함량이 減少되고 이는 Ohne와 Grunes(1985), Ohne 등(1985), Kemp(1971) 및 Huang 등(1990)의 보고와 같이 5월에 가리시용구에서 0.20% 이하의 함량을 보여 특히 高生産性家畜에서 grass tetany 발생에 주의를 기울여야 할 것으로 보인다.

季節別 變化를 살펴 볼 때 7-8월에 유의적인 함량 증가를 보여($p < 0.01$) 溫度가 Mg함량에 크게 작용한 것이(Reith, 1965; Cherney와 Robinson, 1985) 아닌가 추정된다. 土壤 내 K, Ca, Na, N의 形態 또는 이들 이온들의 相互作用이 Mg吸收에 영향을 준다는 보고(Huang 등, 1990)가 있어 이에 대한 보다 體系的인 연구가 遂行되어야 한다고 본다.

(5) Ca 함량

Mayland와 Snava(1983) 그리고 康(1989)의 결과에

서 처럼 orchardgrass의 Ca함량은 窒素施用水準에 따라 有意差를 보이지 않았으나($p < 0.05$) (그림 5 참조) 加里施用으로 Ca함량이 현저히 감소하여($p < 0.05$) Reith 등(1964), Kemp(1971) 및 Smith(1985)가 얻은 결과와 같았다.

Hill과 Guss(1976)의 보고에서 orchardgrass의 Ca함량 0.45%(0.47-0.56% 범위)와 비교하여 볼 때 본 시험의 0.20-0.42%는 다소 낮았으나 金 등(1987) 및 梁 등(1989) 등의 결과와 비슷한데 이는 제주도 토양의 낮은 酸度에 있지 않나 생각되며 肉牛의 Ca요구량 0.18-1.04%, 乳牛 要求量 0.54%를 충족시키기에 부족하다고 사료된다.

季節에 따라 서로 差異가 있어 6월과 7월에는 0.35-0.42%로 높게 나타났지만 5월과 8월에 0.25-0.30%로 그 함량이 감소되고 있다($p < 0.01$). 목초내 Ca함량에 대한 계절별 변화는 Metson과 Sander(1978) 및 Crush(1989)의 보고와 같은 추세이며 Rebinson(1985)는 溫度와 含量간에 有意的 關係를 얻지 못한다 하여 一貫性있는 結果를 얻지 못하였다.

(6) Na 함량

Na는 목초내에 0.15%이상 함유되어야 하고(Smith

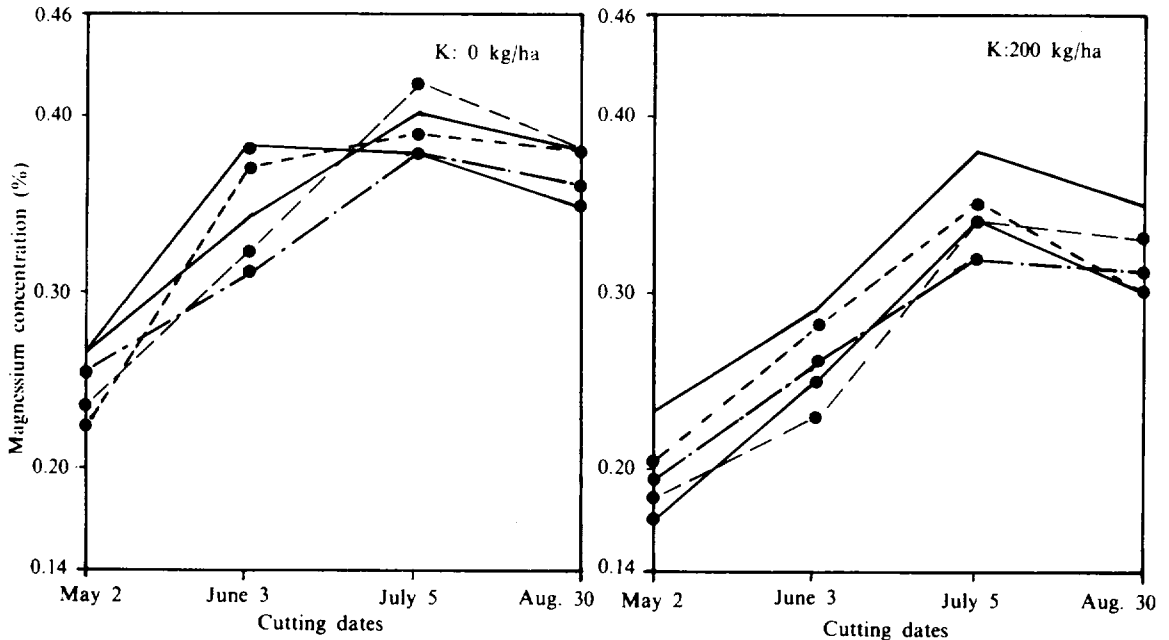


Fig. 5. Seasonal magnesium concentration changes affected by different nitrogen and potassium fertilizer application levels

N 0 kg/ha: — N 100 kg/ha: ●—● N 200 kg/ha: ●—●
 N 300 kg/ha: ●—● N 400 kg/ha: ●—●

와 Aines, 1959) Metson 등(1966)이나 Reid와 Horvath(1980)은 0.06% 이하에서 grass tetany가 발생한다고 하였다. Na는 反芻家畜의 胃內에서 K 또는 Mg와 相互作用하여 이 成分의 吸收에 關與하고 이들 成分의 비율에 따라 grass tetany를 일으키게 하는 間接要因이 된다(Martens, 1983; Grace, 1988).

본 시험에서 목초내 Na함량은 加里 無施用區 중 窒素 300kg/ha과 400kg/ha시용구에서만 0.20%이상이 되어 家畜要求量을 滿足시키고 있으나 그 이외의 구에서는 모두 그 함량이 0.15%이하가 되어 Na缺乏이 憂慮된다(그림 6 참조). 같은 제주지역에서 얻은 시험결과로서 梁 등(1989), 康(1989) 또는 金 등(19

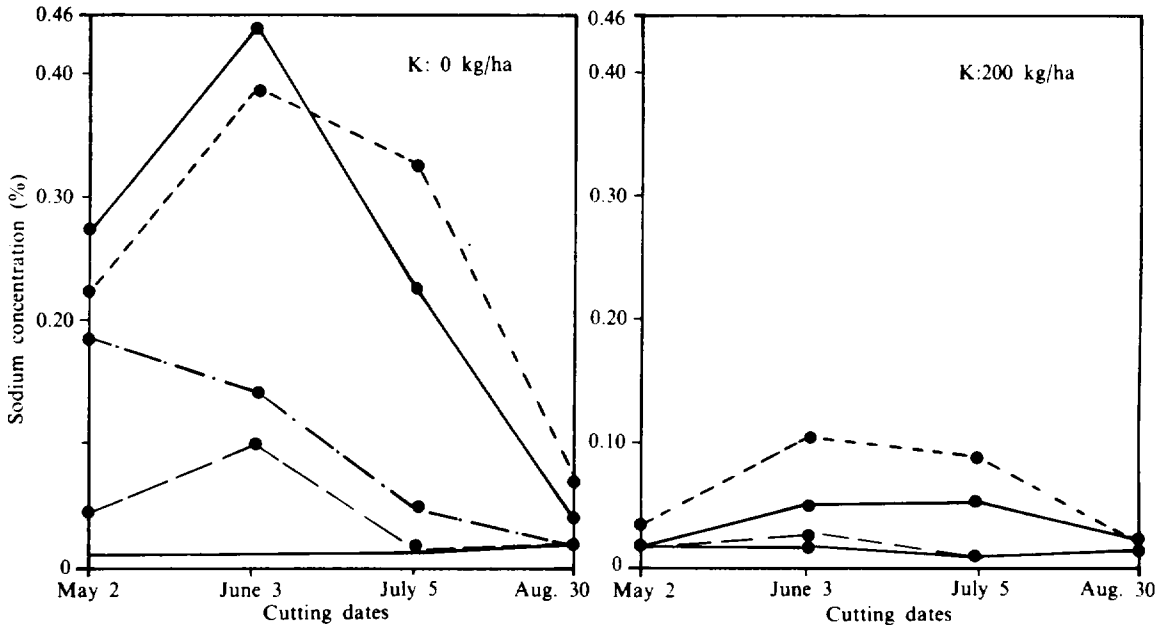


Fig. 6. Seasonal sodium concentration changes affected by different nitrogen and potassium fertilizer application levels

N 0 kg / ha: — N 100 kg / ha: - - - N 200 kg / ha: · · · · ·
 N 300 kg / ha: · · · · · N 400 kg / ha: - - - - -

90)의 보고와 비슷하여 이에 대한 究明이 요망되어진다.

질소증시에 따라 오차드그라스의 Na 함량이 有意的增加를 보이고 있으나 加里施用時는 減少하였는데 Reith 등(1964) 또는 Kemp(1971)의 보고와 일치하였다. Mayland와 Snava(1983)이나 康(1989)의 보고와 같이 질소증시로 목초의 Na함량이 증가하는 것은 질소비료의 酸性化 때문일 수 있다고 Mayland와 Snava(1983)가 지적한 바 있다.

Na함량에 대해 계절간 변화를 살펴 볼 때 봄에 그 함량이 높으나 7, 8월에 감소하여(p<0.05) 梁 등(1989)이나 金 등(1990)의 보고와 비슷한 경향이 다.

綜合的으로 乾物收量과 無機物含量을 기준으로 考察해 볼 때 單播 오차드그라스의 窒素施肥量은 ha당 200kg이상을 시용함이 타당하게 보이며 가리 ha당 200kg 시용은 無機物缺乏(Mg, Ca, Na)이 우려되어 이에 알맞게 加里施用量을 낮추거나, 방목에 의한 加里供給方法 등을 究明해야 할 것으로 思料된다. 오차드그라스는 荳科牧草와 混播하여 이용하는 것을 勸奨할 때 그 施肥量이 아주 다를 것으로 생각되기 때문에 無機物 營養과 關聯된 發展된 研究를 앞으로 더 해야 할 것으로 생각된다.

IV. 摘 要

濟州道の 濃暗褐色火山灰土壤에서 오차드그라스의

乾物收量 및 無機物含量의 季節別 變化를 구명하기 위해 窒素 (0, 100, 200, 300, 400kg/ha)와 加里 (0, 200kg/ha) 水準을 달리하여 試驗이 遂行되었다. 오차 드그라스의 乾物收量은 窒素增施로 有意的 增加를 하였으나($p < 0.05$) 加里施用效果는 분명치 않았다. 窒素施用으로 牧草내 N과 Na含量은 直線的 增加를 보이고 P含量은 反對로 直線的 減少가 이뤄졌다. N, P, K, Mg와 Na함량은 窒素水準間에, 그리고 K, Ca, Mg와 Na함량은 K施用水準間에 高度의 有意 差를 얻었다($p < 0.01$).

月別로 볼 때 5월과 6월의 N과 P含量은 7월과 8월의 것보다 높은 反面, K, Ca 및 Mg는 7월과 8월이 5월과 6월 보다 높았다. 한편 Na는 6월에 뚜렷이 높은 含量을 보였고 生育이 進行될수록 減少되었다.

綜合적으로 볼 때 窒素肥料은 火山灰土의 오차드그라스 單播草地에서 ha당 200kg 以上 施用이 적당하며, 加里 200kg 施用은 無施用에 비해 orchardgrass 내 Mg, Ca 및 Na含量의 뚜렷한 減少를 가져왔다.

V. 參考文獻

1. A.O.A.C. 1984. Official methods of analysis 14th ed. (Ed. S. Williams). AOAC. Arlington. V. A.
2. Blaser and N. C. Brady. 1950. Nutrient competition in plant association. *Agron. J.* 42:128-135.
3. Cherney, D. J. R. and D. L. Robinson. 1985. Influence of climatic factors and forage age on the chemical components of ryegrass related to grass tetany. *Agron. J.* 77:827-830.
4. Clough, T. J. 1990. Response of Yatsyn ryegrass, Matua prairie grass and Wana cocksfoot to phosphorus and potassium. *Proc. of the N. Z. Grassl. Asso.* 51:167-170.
5. Crush, J. R. 1989. Chemical composition of ryegrass (*Lolium perenne* L.) and prairie grass (*Bromus willdenowii* Kunth) pastures. *N. Z. J. of Agri. Res.* 32:461-468.
6. Day, J. L. and M. B. Parker. 1985. Fertilizer effects on crop removal of P and K in 'Coastal' bermudagrass forage. *Agron. J.* 77:110-114.
7. During, C. 1964. The amelioration of volcanic ash soils in New Zealand. *FAO World Soil Resources Reports.* 14:129.
8. Ebelhar, S. A., E. J. Kamprath and R. H. Moll. 1987. Effects of nitrogen and potassium on growth and cation composition of corn genotypes differing in average ear number. *Agron. J.* 79:875-881.
9. Fleming, G. A. and W. Murphy. 1968. The uptake of some major and trace elements by grasses as affected by season and stage of maturity. *J. Br. Grassl. Soc.* 23:174-185.
10. Gonzalez, S. B. and M. Sanchez. 1989. The effect of N fertilization on mineral composition of Jamaican stargrass (*Cynodon nlemfuensis*). *Soils and Fertilizers.* 52(4):466.
11. Grace, N. D. 1988. Effect of varying sodium and potassium intakes on sodium, potassium, and magnesium contents of the ruminoreticulum and apparent absorption of magnesium in non-lactating dairy cattle. *N. Z. J. of Agri. Res.* 31:401-407.
12. Grunes, D. L., S. R. Wilkinson, P. K. Joo, W. A. Jackson and R. P. Patterson. 1985. Effect of fertilization on the grass tetany potential and organic acid composition of tall fescue. *Proc. XV Intl. Grassl. Congr. Kyoto.* 509-510.
13. Grunes, P. R. Stout, and J. R. Brownell. 1970. Grass tetany of ruminants. *Adv. Agron.* 22:331-374.
14. Hill, R. R. Jr., and S. B. Guss. 1976. Genetic variability for mineral concentration in plants related to mineral requirements of cattle. *Crop Sci.* 16:680-685.
15. Huang, J. W., D. L. Gunes and R. M. Welch. 1990. Magnesium, Nitrogen form, and root temperature effects on grass tetany potential of wheat forage. *Agron. J.* 82:581-587.
16. Jacobson, D. R., R. W. Henken, F. S. Button, and R. H. Hatton. 1972. Mineral nutrition: Ca, P, Mg and K inter relationships. *J. Dairy Sci.* 55:935-944.
17. Kemp, A. 1971. The effects of K and N dressings on the mineral supply of grazing animals. *In: Potassium and systems of grassland farming.* Potassium Institute, Henleyon-Thames:1-14.
18. Kresge C. B. and S. E. Younts. 1963. Response of orchardgrass to potassium and nitrogen fertilization on a Wickham silt loam. *Agron. J.* 55:161-164.
19. Lewis, R. D. and R. L. Lang. 1957. Effect of nitrogen on yield of forage of eight grasses grown in high altitude meadows of Wyoming. *Agron. J.* 49:332-335.
20. MacLead, L. B. 1965. Effect of nitrogen and potassium on the yield, botanical composition and competition for nutrients in three alfalfa-grass association. *Agron. J.* 57:129-134.
21. Martens, H. 1983. Saturation kinetics of magnesium efflux across the rumen wall in heifers. *Brit. J. of nutrition.* 49:153-158.
22. Mayland, H. F., and D. L. Grunes. 1979. Soil-climatic-plant relationships in the etiology of grass tetany. *In: Grunes, grass tetany.* ASA. 123-175.
23. Mayland, H. F. and F. A. Sneva. 1983. Effect of soil contamination on the mineral composition of fertilized with nitrogen. *J. Range Management.* 36(3):286-288.
24. Metson, A. J. and W. M. H. Saunders. 1978. Seasonal variations in chemical composition of pasture. 1. Calcium, magnesium, potassium, sodium and phosphorus. *N. Z. J. of Agri. Res.* 21:341-53.
25. Metsons, A. J., W. M. H. Saunders, T. W. Collie and V. W. Graham. 1966. Chemical composition of pastures in relation to grass tetany in beef breeding cows. *N. Z. J. Agric. Res.* 9:410-436.
26. Nye, P. H. and Tinker, P. B. 1977. Solute movement in the soil-root system. *Univ. of California Press.* Berkeley and Los Angeles. 342.

27. Ohne, T., and D. L. Grunes. 1985. Potassium-magnesium interactions affecting nutrient uptake by wheat forage. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 49:685-690.
28. Ohne, T., D. L. Grunes and C. A. Sauchirico. 1985. Nitrogen and potassium fertilization and environmental factors affecting the grass tetany hazard of wheat forage. *Plant Soil.* 86:173-184.
29. Papanastasis, V. P., and P. H. Koukoulakis. 1988. Effects of fertilizer application to grassland in Greece. *Grass and Forage Sci.*, 43(2):153-158.
30. Penny, A., F. V. Widdowson, and R. J. B. Williams. 1980. An experiment begun in 1958 measuring effects of N, P and K fertilizers on yield and N, P, K contents of grass. I. Effects during 1964-67. *J. Agric. Sci., Camb.*, 95:575-582.
31. Perkin-Elmer Corporation. 1982. Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry. The Perkin-Elmer Corp., Norwalk, CT.
32. Reid, D. 1986. The effects of frequency of cutting and nitrogen application rates on the yields from perennial ryegrass plus white clover swards. *J. Agri. Sci., Camb.*, 107:687-696.
33. Reid, R. L. and D. J. Horvath. 1980. Soil chemistry and mineral problems in farm livestock. A review. *Animal feed science and technology.* 5. Elsevier Scientific Pub. Co., Amsterdam. 95-167.
34. Reid, R. L. and G. A. Jung. 1974. Effects of elements other than nitrogen on the nutritive value of forage. In: D. A. Mays (Editor). *Forage fertilization.* Am. Soc. Agron., Crop Sci. Soc. Am., Soil Sci. Am., Madison, Wi. pp. 395-435.
35. Reith, J. W. S., 1965. Mineral composition of crops. *N. A. A. S. Q. Rev.* 68. 150-156.
36. Reith, J. W. S., H. E. Inkson, W. Holmes, D. S. MacLusky, D. Reid, Heddle, R. G. and G. J. F. Copeman. 1964. The effects of fertilizers on herbage production II. The effects of nitrogen, phosphorus and potassium on the botanical and chemical composition. *J. Agric. Sci., Camb.* 63:209-219.
37. Rumball, W. 1982. 'Grasslands Wana' cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.). *N. Z. J. of Experimental Agriculture* 10:51-52.
38. Smith, G. S., I. S. Cornforth and H. V. Henderson. 1985. Critical leaf concentrations for deficiencies of nitrogen, potassium, phosphorus, sulphur and magnesium in perennial ryegrass. *New Phytol.* 101:393-409.
39. Smith, S. E. and P. D. Aines. 1959. Salt requirements of dairy cows. *Cornell Univ. Agri. Exp. Stn. Bull.* 938:26.
40. Sollenberger, L. F., W. C. Templeton, J. R. and R. R. Hill, J. R. 1984. Orchardgrass and perennial ryegrass with applied nitrogen and in mixtures with legumes. I. Total dry matter and nitrogen yields. *J. Bri. Grassl. Soc.*, 39:255-262.
41. Weatherburn, M. W., 1967. Phenol-Hypochlorite reaction for determine of ammonia. 39(8):971-974.
42. Whitehead, D. C. 1970. The role of nitrogen in grassland productivity. *Bull. 48, Commonwealth bur. Pastures and field crops. Common W. Agric. Bur., Farnham Royal, Bucks.* 202.
43. Wilman, D. 1980. Early spring and late autumn response to applied nitrogen in four grasses. I. Yield, number of tillers and chemical composition. *J. Agric. Sci., Camb.*, 94:425-442.
44. Wilman, D. and P. A. Hollington. 1985. Effects of white clover and fertilizer nitrogen on herbage production and chemical composition and soil water. *J. Agri. Sci., Camb.*, 104:453-467.
45. Yoshida, S., D. A. Formo and J. H. Cock. 1983. *Laboratory manual for physiological study of rice.* The International Rice Research Institute
46. 康浩連. 1989. 곁뿌림 草地에서窒素施肥水準과混播組合이 牧草의 定着, 生産性 및 無機物含量에 미치는 影響. 濟州大學校 大學院 碩士學位論文.
47. 高瑞逢, 李承協, 宋相澤. 1986. 火山灰土 草地에서 石灰 및 燐酸施用效果試驗. 濟州試驗場 研究報告書:135-169.
48. 金廣植, 康炳奎. 1987. 反芻家畜의 低 magnesium血症에 關한 研究. II. 全南地方 栽培牧草의 mineral含量. 韓畜誌. 29(5):208-214.
49. 金文哲, 金圭諡, 李賢鐘, 梁奇千. 1990. 濟州道 中山間牧場地帶에서 土壤-牧草-家畜間 無機營養素의 相互關係 II. 放牧期 土壤, 牧草, 牛乳內 無機物含量의 相互關係. 韓畜誌. 32(3):170-178.
50. 金文哲, 朴喜錫, 李秀一, 金泰九. 1986. 濟州道內 마을 共同牧場의 草地管理利用 및 植生狀態의 調査. 韓畜誌. 28(8):557-561.
51. 農村振興廳. 1986. 알기쉬운 草地造成과 利用. 제5장. 草地의 管理와 利用. p. 91-176.
52. 梁奇千, 鄭昌朝, 金圭諡, 金文哲. 1989. 濟州道 中山間地帶 共同牧場의 土壤, 牧草, 肉牛血清中 季節別 有機窒素 및 無機物含量. 韓畜誌. 31(4):261-270.
53. 秦信欽, 高瑞逢, 尹益錫, 李鍾烈, 金文哲. 1980. 곁뿌림 草地에 대한 3要素施肥水準이 草地生産性 및 植生에 미치는 影響. 韓畜誌. 22(3):181-184.
54. 慎鑰華, 金滄玉. 1975. 火山灰土의 特性에 關하여. 韓土肥誌. 8:113-119.

(접수일자: 1991. 7. 15./채택일자: 1991. 10. 4.)