

## 放牧利用과 採草利用時 나타나는 牧草中 칼리 및 마그네슘함량의 季節變化

金相德, 吉田重方\*, 大久保忠旦\*\*, 佳山良正\*

### Seasonal Variation of Potassium and Magnesium Contents of Forage Plants Grown in Grazing Pasture and Meadow

Sangdeog A. Kim, Shigekata Yoshida\*, Tadakatsu Okubo\*\* and Ryosei Kayama\*

#### Summary

As a part of studies on potassium(K) behavior in grassland with respect to magnesium(Mg) balance of ruminants, seasonal variation of K and Mg contents of forages including native grasses grown in grazing pasture and meadow were investigated. During an experimental period from April to October of 1984, two times of grazings were carried out in the orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) and the tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.)-dominant grazing pastures, and forage plants (forages and native grasses) were sampled monthly and also K and Mg contents were determined without separating into individual plant species (*Experiment 1*). All the plant species grown in the two meadows which situated in the grazing pastures were harvested five times during the same period, separated into individual plant species, and botanical composition (SDR<sub>2</sub>) and K and Mg contents of the plant species were determined (*Experiment 2*). The results obtained were as follows:

1. During the experimental period in the orchardgrass grazing pasture K contents of the forage plants were the highest in spring, and the seasonal variation of the contents in the orchardgrass pasture (1.5-5.8 % in a dry matter basis) was more significant than that of forage plants in the tall fescue grazing pasture (3.0-3.8 %).
2. The Mg contents of forage plants in the orchardgrass grazing pasture ranged under 2.0 mg/g DW from April until July, and the contents in the orchardgrass pasture (1.5-3.1 mg/g DW) was in the lower range than that of forage plants in the tall fescue pasture (2.0-3.8 mg/g DW). (*Experiment 1*).
3. Orchardgrass was the dominant species in the orchardgrass meadow until July, but several species of native grasses were observed from summer (July) and native grasses such as *Digitaria adscendens* and *Echinochloa crus-galli* became dominant in autumn (October).
4. Seasonal variation of K contents of orchardgrass was in the range of 3.9-5.9 %, and the contents was higher in spring (May) and in autumn (October). The variation of white clover (*Trifolium repens* L.) was in the range of 3.6-5.0 %, that of tall fescue 3.8-4.8 %, and that of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) 2.7-3.5 %, respectively.
5. Seasonal variation of Mg content of white clover was in the range of 2.9-3.7 mg, that of tall fescue 2.0-3.3 mg, and that of orchardgrass 1.6-2.8 mg/g DW, respectively. The variation of the contents of Italian ryegrass was in the range of 1.3-1.9 mg/g DW. And Mg contents of the forage plants were higher in summer (July).

中部社會産業大學(Chung Boo Socio-Industrial College, Kumsan-gun, Chungchong Nam-do 312-940, Korea)

\*名古屋大學農學部(Fac. of Agric., Nagoya University, Nagoya, Japan)

\*\*東京大學農學部(Fac. of Agric., University of Tokyo, Tokyo, Japan)

6. In autumn (October and November ) native grasses such as *D. adscendens* and *E. crus-galli* contained lower K contents (1.7-3.9 %), but higher Mg contents (3.2-10.1 mg/g DW) than the forages contained. (Experiment 2)

From the results above, it is known that K contents ranged higher in younger forages in viewpoint of growth stage and higher in spring and autumn, and that Mg contents ranged lower in spring. Therefore, the mineral imbalance or hypomagnesaemic (grass) tetany can be triggered in spring or autumn, and more frequently by such plant species as orchardgrass and Italian ryegrass with lower Mg and/or higher K contents than by tall fescue. And it is suggested that the dominant native grasses in autumn such as *D. adscendens* and *E. crus-galli* can contribute to the prevention of the tetany with higher Mg and lower K contents.

## I. 緒 論

草地에서는 다른 耕作地에서보다 더 많은 양의 칼리가 생산물인 牧草莖葉으로 나가게 된다. 따라서 목초가 계속해서 많은 생산을 하기 위해서 그 生態系로부터 목초중의 칼리로서 나가는 양 이상의 칼리를 肥料로서 공급해주어야 한다(山根, 1984). 또한 칼리는 식물체의 收量에 대해 增收效果를 갖고 있다. 즉, 목초의 생육에 대한 칼리비료의 施用效果는 큰 데, 많은 양의 칼리성분이 수확물로서 草地生態系로부터 빠져나가는 채초지에 있어서 특히 중요하다(北岸, 1962; Follett 및 Wilkinson, 1985). 다시말하면 어느 養分이 부족한 때에 그 양분을 肥料등의 형태로서 더 공급해주므로 해서 植物體는 점점 더 자라게 된다. 그러나 어떤 수준이상의 양분 조건에서는 이 양분의 증가와 식물체의 생육은 별다른 관계가 없게되며(Russel, 1973), 어떤 수준으로 목초중 칼리농도가 높아졌을 때는 목초의 수량증가를 가져올 수 없게 되는데, 이는 經濟的으로도 利益을 가져오지 못하게 되는 것이다(Bates, 1971). 한편 칼리施肥量이 지나치게 많을 때는 목초 생육에 대해 오히려 해를 끼칠 수가 있는데, 그와 함께 목초중의 마그네슘이나 칼슘과 같은 다른 無機物含量을 줄이는데 영향을 갖게 된다(Kemp, 1960; 山崎, 1981; Kim 등, 1987). 또한 牧草에서의 이러한 칼리와 마그네슘의 관계를 그 牧草를 먹은 反芻動物에게 生理的으로 不調和를 가져올 수 있다(McDonald 등, 1985; Reid 및 James, 1985). 칼리가 수확물 중의 성분으로서 그 生態系에서 나가버리는 採草地에서와는 달리, 放牧地에서는 가축이 攝取한 목초중의 칼리의 약 90% 정도가 가축으로부터

터 排泄되는 糞과 오줌에 의해 다시 초지에 還元된다(Wilkinson 및 Lowrey, 1973). 따라서 방목지에 칼리비료를 많이 사용하면 그 토양이나 목초중에 칼리가 지나치게 많이 蓄積되어 목초중의 無機物사이에 不均衡이 일어나며 더 나아가서는 그 목초를 섭취하는 가축에게 血中 低마그네슘症(hypomagnesaemia) 또는 그라스테타니(grass tetany)라고 불리는 병을 일으키게 한다(Grunes 등, 1970). 이 그라스테타니는 反芻家畜의 血漿內 마그네슘 濃度가 급격히 낮아지는 것이 그 특징으로, 1930년대 初期부터 알려져 最近에 이르기까지 많은 관심이 기울어져 왔는데, 그 이유로서는 이것이 많은 지역에서 발생해 왔으며 또한 斃死率이 높기 때문이다. 대부분의 경우 이른 봄철 혹은 가을철에 分娩後 방목중인 어미소나 어미양에게 일어나는데, 특히 목초가 어리고 水分含量이 높은 시기에 가축들을 방목시킬 때에 잘 일어난다(McDonald 등, 1985). 방목중인 반추가축이 그라스테타니에 걸리는 정확한 원인은 아직 밝혀지지 않았지만, 많은 研究者들에 의하면, 목초중의 높은 칼리농도와 낮은 마그네슘농도에 의해 발생하거나 또는 家畜이 많은 양의 칼리를 섭취했을 때 家畜의 反芻胃로부터의 마그네슘 吸收 및 그 代謝作用이 妨害받게 되는 데 이들이 그라스테타니 발생의 主要한 원인들중의 몇가지라고 생각되어지고 있다(Metson 등, 1966; Newton 등, 1972; 川越 및 佳山, 1981; Greene 등, 1983; Kim 등, 1988).

따라서 이런 研究에서는 칼리 肥料를 多量施用한 條件을 設定하기 위해, 오차드그라스와 불케스쿠로 優占된 두 草地를 이용해서 방목지에는 채초지에 대한 관행량의 칼리비료를 사용한 뒤 소를 방목 시

켰으며(試驗 1), 채초지에는 관행량에다 방목지에서 방목중인 소로부터 초지로 다시 환원되는 것으로 推定되는 肥料量을 더하여 施用하여(試驗 2) 牧草中 칼리 및 마그네슘含量的 季節變化를 調査해 봄으로써, 초지를 放牧用 및 採草用으로 利用할 때 나타나는 牧草 또는 野草中の 칼리 및 마그네슘의 含量變化에 있어서 季節別 및 草種別 差異는 어떠한 것인가, 또한 어느 季節에 그라스테타니 발생의 主要原因의 하나인 牧草中の 無機物不均衡이 일어날 수 있는가 등을 알아보려고 시험을 실시했다.

## II. 材料 및 方法

시험기간은 1984년 4월부터 11월까지였으며 供試草地는 1982년에 나고야(名古屋)大學의 附屬農場에 放牧地로서 조성되어 이용되었던 것으로 각각 오차드그라스(*Dactylis glomerata* L.)와 툴케스큐(*Festuca arundinacea* Schreb.)가 優占草種이었고 실제면적은 각각 0.3ha씩이었다. 연속된 두 방목지에는 5° 가량의 경사가 있었으며 툴케스큐우점초지(以下 툴케스큐 방목지)는 경사지의 윗편에, 오차드그라스우점초지(以下 오차드그라스 방목지)는 아랫편에 위치하고 있었다. 表1은 시험기간중 5월 22일과 6월 22일에 0-5cm 및 5-15cm 깊이의 두 層으로부터 採取한 供試土壤의 化學的 성질을 나타내 보이고 있으며, 카올린나이트가 主要 粘土鑛物인 鑛物質 토양이었다.

시험기간중 放牧은 ha當 10頭 수준으로 2회 實施했는데, 제 1회 방목은 5월 9일부터 7월 9일까지였고 제 2회는 9월 12일부터 10월 8일까지였다(그림 1 참조). 放牧地에는 肥料를 2회 주었는데 제 1회(4월 3일)에 성분량으로 ha당 질소(N) 100kg과 칼리(K) 105kg을, 제 2회(8월 27일)에

ha당 질소 150kg, 인산( $P_2O_5$ ) 60kg, 칼리 155kg을 각각 施用했다. 每月 中旬頃 각 방목지에서 6개씩의 장소를 골라서 25cm×25cm 크기의 方形틀을 설치하여, 그 方形틀 안의 모든 植物體(牧草 및 野草)를 地上 5cm 높이로 刈取하여 초종별로 나누지 않고 乾燥시켜 粉碎한 후 그 일부를 分析用으로 供試했다(시험 1).

한편 採草用草地(이하 채초지)는 두 곳의 放牧地內에 각각 20m<sup>2</sup>의 면적을 設定하고 소가 풀을 뜯어 먹지 못하도록 철사울타리를 친 뒤 각 채초지에 1m×1m 크기의 區를 15개씩 설치하여 두 草種에 대한 試驗區로 공시했다. 비료는 1회(4월 3일)에 全量을 施用했는데 질소와 인산은 방목지에서의 施肥水準에 맞추었으나, 칼리질 비료의 施用量은 방목지에서의 土壤에서 목초로, 牧草에서 방목중인 가축으로, 家畜의 排泄物을 통해서 다시 돌아오는 量을 推定하여 採草地의 慣行量인 ha당 260kg에다 이 추정된 양을 더해서 成分量으로 ha當 470kg으로 했는데 이는 비료로 사용된 칼리의 복속에 의한 吸收(Kim, 1988) 및 가축의 배설물에 의한 還元(Wilkinson 및 Lowrey, 1973) 比率를 근거로 처음 사용된 칼리질 비료의 80%에 해당하는 양이 가축에 의해 배설되는 것으로 推定했다.

調査는 5회(5월 22일, 6월 21일, 7월 24일, 10월 1일 및 11월 26일)에 걸쳐 실시했는데, 各時期마다 시험구 15개 가운데 6개를 選定하여 各草種에 대한 草高 및 被度를 측정한 뒤 예취했다. 草種別 植生構成을 조사하기 위해 沼田(1977)의 方法으로 積算優占度(summed dominance ratio; SDR<sub>2</sub>(%) = (相對草高 + 相對被度)/2)를 구했으며, 시험구內의 牧草 및 自生野草는 地上 5cm 이상을 모두 예취하여 草種別로 나눈 뒤, 乾燥시키고 粉碎하여 植物體中 칼리와 마그네슘含量을 이미 보고한 方法

Table 1. Chemical properties of soil on the experimental field<sup>1)</sup>

| Soil depth (cm) | Organic matter (%) | Total nitrogen (%) | Available P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g) | Exchangeable cation |      |      |      | CEC <sup>2)</sup> (me/100g) | pH (H <sub>2</sub> O) |
|-----------------|--------------------|--------------------|---|---------------------|------|------|------|-----------------------------|-----------------------|
|                 |                    |                    |   | Ca                  | Mg   | K    | Na   |                             |                       |
| 0-5             | 1.45               | 0.13               | 27  | 4.85                | 1.47 | 1.16 | 0.06 | 7.6                         | 5.5                   |
| 5-15            | 0.88               | 0.08               | -   | 4.36                | 1.18 | 0.46 | 0.05 | 6.1                         | 4.9                   |

<sup>1)</sup> Mean of 6 replicates of soil samples on June 22, 1984 (except for P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and pH which were determined on May 22, 1984).

<sup>2)</sup> CEC; cation exchange capacity.

(Kim 등, 1988)에 의해 분석했다.

### Ⅲ. 結果 및 考察

그림 1은 前報(Kim 등, 1988)에서 보고한 바와 같이 오차드그라스 방목지의 칼리함량의 季節變化(乾物量 基準 1.5-5.8%)가 툴케스큐 방목지의 변화(3.0-3.8%)보다 큰 것을 나타내 준다. 오차드그라스 방목지의 경우 칼리함량은 봄철(4월-5월)에 가장 높았으나, 마그네슘함량은 4월-7월까지 건물 1g 당 2.0mg보다 낮았고 8월부터는 그보다 높아져서 수 시험기간에 걸친 範圍는 1.5-3.1mg이었다. 툴케스큐 방목지에서의 마그네슘함량의 계절변화는 오차드그라스와 같은 경향을 보여주었으나 그 범위는 건물 1g 당 2.0-3.8mg으로 오차드그라스 방목지보다 높았다. Kemp(1960)에 의하면 시험기간동안 계속해서 방목시킨 경우 봄과 가을에 생육하는 牧草中 마그네슘함량이 여름에 자라는 것

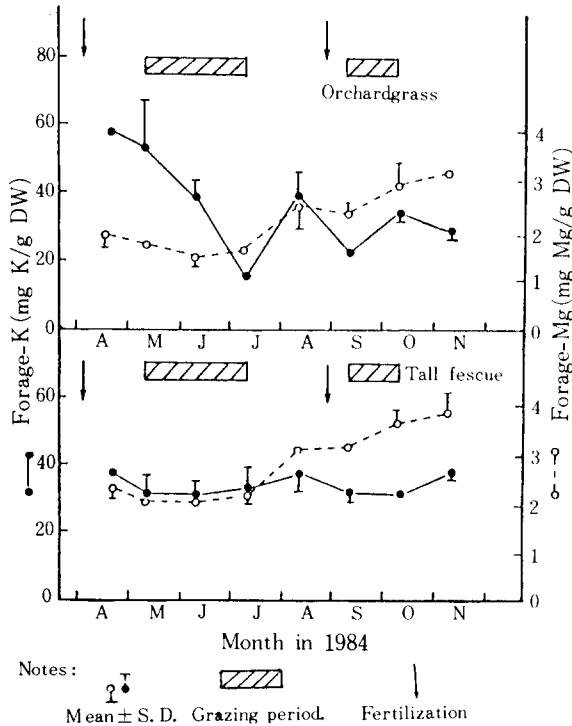


Fig. 1. Seasonal variation of potassium and magnesium contents of forage plant grown in the orchardgrass and the tall fescue grazing pastures.

보다 낮았다고 하는데, 이는 年間 2회 방목을 시킨 본 시험의 가을에 이질수목 마그네슘 함량이 높아진 것과 서로 반대되는 결과였다. 이는 방목지 植生이 前者는 除草劑를 사용하여 목초만이 자랐는데 비해 본 시험에서는 廣葉性野草나 콩科牧草를 그대로 자라도록 했던 差異에 의한 것으로 생각된다. 그라스테타니를 豫防하기 위해서는 목초중 0.2% (건물 1g 당 2mg) 이상의 마그네슘이 함유되어야 한다는 Kemp(1960)의 주장에 의한다면 툴케스큐 방목지의 목초중 無機物含量에 均衡이 잡혀 있어 그라스테타니 발생에 대해서는 오차드그라스보다 安全하다고 생각되어졌으며, 이는 목초의 종류에 따라 칼리 및 마그네슘함량에 차이가 있다고 한 Metson 및 Saunders(1978)의 보고와 비슷한 결과였다. 이러한 사실로부터 방목지에서 자라는 식물체 중의 칼리 및 마그네슘함량의 변화는 肥料의 사용이나 放牧에만 의존하는 것이 아니고 生育季節과 對象草地가 어느 草種으로 이루어져 있으며 또 그 草種의 優劣度 및 생육단계 등에 의해 적지 않은 영향을 받는다는 사실을 시사해 준다. 따라서 다음으로 재초지 실험을 수행하게 되었다.

表 2는 오차드그라스 재초지의 각 刈取時期別 生草收量과 積算優劣度(SDR<sub>2</sub>)를 보이고 있다. 수량은 年間 5회 刈取한 것 중에서 제 1번초(5월 22일 刈取)가 가장 많았으며 그 다음으로 제 2번초(6월 21일)와 제 4번초(10월 1일)가 많았다. 제 3번초(7월 24일)까지는 오차드그라스가 우점하였으나 이때부터 바랭이屬 野草(*Digitaria adscendens* H.) 및 개피(*Echinochloa crus-galli* (L.) B.) 등의 夏型野草가 많이 나타났으며 제 4번초에서는 이들 野草가 우점초종이 되었는데 이와 같은 결과는 川越等(1977)의 보고와 같은 경향이였다. 表에는 나타나지 않았지만 툴케스큐 재초지에서의 積算優劣度の 변화는 오차드그라스 재초지에서와 거의 같은 경향이였으며 본 試驗이 끝난 다음 해에 이 오차드그라스 재초지는 화이트알모버(*Trifolium repens* L.) 우점초지로 변했다.

表 3은 오차드그라스와 툴케스큐 採草地에서 자라난 각 牧草와 野草의 칼리함량을 나타내고 있다. 목초중 칼리함량은 봄과 가을에 높은 수준이었으며 各 調査時期에 있어서 목초중 칼리함량의 변화범위는 오차드그라스가 건물량 기준으로 3.9-5.9%로

Table 2. Fresh yield and species composition of the plants grown in the orchardgrass meadow.

|   | Sampling date      |         |         |        |         |
|---|--------------------|---------|---------|--------|---------|
|   | May 22, 1984       | June 21 | July 24 | Oct. 1 | Nov. 26 |
| Yield(g FW/m <sup>2</sup> ) <sup>1</sup>  | 3,910              | 1,069   | 538     | 1,601  | 461     |
|   | ±888 <sup>2</sup>  | ±66     | ±86     | ±174   | ±288    |
| Species composition(%)                    |                    |         |         |        |         |
| <i>Dactylis glomerata</i> L.              | 100.0 <sup>3</sup> | 98.1    | 100.0   | 31.0   | 59.2    |
| <i>Lolium multiflorum</i> Lam.            | 48.2               | 64.7    | 28.6    | -      | -       |
| <i>Trifolium repens</i> L.                | 8.1                | 27.0    | 31.5    | 17.7   | 44.0    |
| <i>Vicia sepium</i> L.                    | 37.9               | -       | -       | -      | -       |
| <i>Digitaria adscendens</i> Henry         | 4                  | -       | 65.6    | 96.3   | 61.0    |
| <i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.         | --                 | -       | 10.3    | 29.3   | 87.3    |
| <i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) Beauv. | --                 | -       | 20.5    | 65.5   | 63.2    |
| <i>Setaria glauca</i> (L.) Beauv.         | --                 | -       | -       | 27.8   | -       |
| <i>Stellaria alsine</i> Grimm var.        | --                 | -       | -       | -      | 4.0     |
| <i>Veronica didyma</i> Tenore var.        | --                 | -       | -       | -      | 62.0    |

<sup>1</sup> Fresh weight per square meter.

<sup>2</sup> Mean ± standard deviation(S.D.) of 6 replicates.

<sup>3</sup> The value indicates the summed dominance ratio(SDR<sub>t</sub>), determined on the relative height and the relative coverage of the plant.

가장 높았고 화이트 클로버가 3.6-5.0%, 툴케스큐는 3.8-4.8% 이었으며 이탈리아인 라이그라스(*Lolium multiflorum* Lam.)는 2.7-3.5%로 가장 낮았다. 오차드그라스의 칼리함량이 툴케스큐中的 함량보다 높았는데, 이는 두 초종이 우점된 방목지에서의 두 식물체중 칼리함량의 分析結果와 비슷한 경향이였다(그림 1). 그러나 오차드그라스 방목지에서의 植物體中 칼리함량이 계절에 따라 큰 변화를 보였는데 비해 채초지의 오차드그라스는 시험기간 동안 칼리함량이 3.8% 이상의 수준을 유지했으며, 채초지에서의 툴케스큐中的 칼리함량도 툴케스큐 방목지의 식물체중 칼리함량보다 더 높은 경향이었는데, 이는 後述하는 構成 草種들의 무기불함량의 차이에 의한 것도 있겠지만 採草地와 放牧地에서 자라는 목초의 생육단계가 서로 다르기 때문에 일어나는 것으로 생각되어진다. 즉, 칼리는 생육 후반기의 목초보다는 생육이 왕성한 어린 목초 또는 어린 목초부위중에 훨씬 많이 포함되어 있는데(Mengel 및 Kirkby, 1978), 放牧地에서 家畜에 의해 採食이 되지 않는 식물체의 部位는 老化되어 枯死葉으로 되고 이러한 部位로부터는 植物體內에 대부분이 水溶性으로 存在하는 칼리가 쉽게 溶脫될 수 있

으므로(Kim 등, 1986) 採草地의 각 조사시기마다 에 취후 재생된 植物體가 방목지의 목초보다도 많은 양의 칼리를 含有하게 된 것으로 여겨진다.

한편으로 兩 採草地에서 자라난 6種類의 野草中 칼리含量을 보면, 10월에 에취된 개망초(*Erigeron annuus* (L.) P.)의 함량이 6.3%로 가장 높았으며 野草의 칼리含量의 範圍(1.7-6.3%)는 같은 채초지에서 조사된 목초중 칼리含量의 범위(2.7-5.9%)와 비슷한 것이였다. 가을(10월, 11월)에 우점도가 높았던 야초인 바랭이屬 野草와 개피中的 칼리함량은 그 時期에 1.7-3.9%로 같은 시기의 목초중 함량인 3.6-5.9%보다 낮았다. 따라서 오차드그라스 방목지의 植物體(그림 1) 및 채초지의 오차드그라스中 칼리含量(表 3)을 비교해보면 둘다 봄에 가장 높았고 그 이후 늦여름에 이르기까지 차츰 낮아졌으나, 가을에(10월) 채초지에서의 목초중 칼리함량은 높았으나 방목지에서의 증가는 그다지 뚜렷하지 않았는데 이는 그 시기에 낮은 含量의 칼리를 지닌(表 3) 야초가 優占되었기(表 2) 때문인 것으로 보여진다.

위의 비교에서, 肥料와 糞尿로서 칼리성분을 施用한 방목지와 비료만을 사용한 채초지의 성질이서

Table 3. Potassium contents of plants grown in the orchardgrass and the tall fescue meadows.

(mg K/g DW)

| Species                                   | Meadow          | Sampling date            |         |         |         |         |
|---|-----------------|--------------------------|---------|---------|---------|---------|
|   |                 | May 22, 1984             | June 21 | July 24 | Oct. 1  | Nov. 26 |
| <i>Dactylis glomerata</i> L.              | D <sup>1)</sup> | 57±9(3) <sup>2),3)</sup> | 48±3(3) | 44±2(3) | 59±7(3) | 39±0(3) |
| <i>Festuca arundinacea</i> Schreb.        | F <sup>1)</sup> | 39±2(3)                  | 43±2(3) | 42±0(3) | 48±2(3) | 38±0(3) |
| <i>Trifolium repens</i> L.                | D               | 42 (1)                   | 45±1(2) | 42±2(4) | 50±1(2) | -       |
| "   | F               | -                        | 42±1(2) | 42±3(2) | 49±1(3) | 36±1(3) |
| <i>Lolium multiflorum</i> Lam.            | D               | 33±8(3)                  | 35±1(3) | 30±3(3) | -       | -       |
| "   | F               | -                        | 27±5(3) | -       | -       | -       |
| <i>Vicia sepium</i> L.                    | D               | 31±5(4)                  | -       | -       | -       | -       |
| "   | F               | 30 (1)                   | -       | -       | -       | -       |
| <i>Digitaria adscendens</i> Henry         | D               | -                        | -       | 44±2(3) | 39±3(3) | 26±4(3) |
| "   | F               | -                        | -       | 44±6(2) | 31±1(3) | 22±2(3) |
| <i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) Beauv. | D               | -                        | -       | -       | 27±2(3) | 21±3(3) |
| "   | F               | -                        | -       | -       | 22±1(3) | 17±2(3) |
| <i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.         | D               | -                        | -       | -       | 63±2(2) | 44±1(3) |
| "   | F               | -                        | -       | -       | 50 (1)  | -       |
| <i>Setaria glauca</i> (L.) Beauv.         | D               | -                        | -       | -       | -       | 26 (1)  |
| "   | F               | -                        | -       | -       | 37±1(3) | 22±2(2) |
| <i>Veronica didyma</i> Tenore var.        | D               | -                        | -       | -       | -       | 21±6(3) |
| "   | F               | -                        | -       | -       | -       | -       |

<sup>1)</sup> Abbreviations D and F indicate the orchardgrass and the tall fescue meadow, respectively.

<sup>2)</sup> Mean±S.D.

<sup>3)</sup> Figure in parenthesis indicates number of sample used.

로 다른 草地生態系에 들어가는 칼리성분량이 서로 비슷한 것으로 추정되지만, 放牧地에서는 草種 全部의 칼리함량을 그리고 採草地에서는 草種別 칼리함량을 각각 測定했으므로 두 조지를 직접 비교하기는 어렵다고 생각된다. 그러나 채초지로부터는 높은 함량의 칼리를 지닌 복초가 수확되면서(表3) 칼리의 환원은 거의 없는 데 비해, 방목지에서는 봄철 이외에는 식물체의 칼리함량이 채초지에서보다 낮은 사실(그림 1)로부터 복초에 의한 土壤중의 칼리의 탈취는 비교적 적다고 말할 수 있다. 이러한 조건에서 방목지에 칼리질비료를 지나치게 많이 施用하게 되면 가족으로부터 還元된 칼리성분도 草地土壤에 더해지게 되므로 토양중 交換性 칼리함량이 높아져서, 식물체가 마그네슘을 흡수하는데 拮抗作用을 하게 된다(山崎, 1981). 따라서 방목지에, 특히 이른 봄철에, 많은 양의 牧草生産 또는 家畜을 보다 빠른 시기에 방목지에 내 보내어 복초를 이용하기 위한 目的으로 많은 양의 칼리질비료를 施

用하는 것은, 牧草에게 대해서는 무기불함량의 불균형을 그리고 반추가축에게 대해서는 血中 低마그네슘血症을 일으킬 위험이 있는 것으로 생각되어졌다.

表 4는 두 채초지에서의 牧草 및 野草의 마그네슘함량을 나타내고 있다. 오차드그라스는 건물 1g 당 1.6-2.8mg을, 볼케스큐는 2.0-3.3mg을, 화이트 클로버는 2.9-3.7mg을, 이탈리아 라이그라스는 1.3-1.9mg의 마그네슘을 함유하고 있어서 채초지에서의 복초中 마그네슘함량은 화이트 클로버가 가장 높았고 다음이 볼케스큐와 오차드그라스의 순서였으며 이탈리아 라이그라스가 가장 낮았다. 오차드그라스 및 볼케스큐중의 함량은 두 방목지에서의 植物體의 마그네슘함량의 변화(그림 1)와 비슷한 範圍였으나, 방목지에서의 계절변화와는 달리 채초지에서는 여름(7월 24일)에 가장 높고 가을에 이블수목(10월 1일, 11월 26일) 점점 낮아지는 경향이었는데 이는 복초가 10-15cm까지 자랐을 때마다 수확하여 계절변화를 調査한 Fleming(1973)의

Table 4. Magnesium contents of plants grown in the orchardgrass and the tall fescue meadows<sup>1), 2)</sup>  
(mg Mg/g DW)

| Species                                   | Meadow          | Sampling date |            |            |            |             |
|---|-----------------|---------------|------------|------------|------------|-------------|
|   |                 | May 22, 1984  | June 21    | July 24    | Oct. 1     | Nov. 26     |
| <i>Dactylis glomerata</i> L.              | D <sup>3)</sup> | 1.6±0.0(3)    | 1.9±0.1(3) | 2.7±0.1(3) | 2.8±0.3(3) | 2.4±0.2(3)  |
| <i>Festuca arundinacea</i> Schreb.        | F <sup>3)</sup> | 2.0±0.2(3)    | 2.4±0.1(3) | 3.3±0.2(3) | 3.2±0.2(3) | 2.7±0.2(3)  |
| <i>Trifolium repens</i> L.                | D               | 2.9 (1)       | 3.2±0.2(2) | 3.3±0.1(4) | 3.0±0.1(2) | -           |
| "   | F               | -             | 3.0±0.5(2) | 3.7±0.4(2) | 3.3±0.3(3) | 3.0±0.4(3)  |
| <i>Lolium multiflorum</i> Lam.            | D               | 1.3±0.2(3)    | 1.5±0.1(3) | 1.9±0.2(3) | -          | -           |
| "   | F               | -             | 1.9±0.0(3) | -          | -          | -           |
| <i>Vicia sepium</i> L.                    | D               | 1.6±0.1(4)    | -          | -          | -          | -           |
| "   | F               | 2.0 (1)       | -          | -          | -          | -           |
| <i>Digitaria adscendens</i> Henry         | D               | -             | -          | 2.7±0.2(3) | 3.8±1.0(3) | 10.1±1.5(3) |
| "   | F               | -             | -          | 3.3±0.1(2) | 3.2±0.2(3) | 6.2±0.4(3)  |
| <i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) Beauv. | D               | -             | -          | -          | 5.8±0.2(3) | 10.0±0.9(3) |
| "   | F               | -             | -          | -          | 4.7±0.1(3) | 5.8±0.4(3)  |
| <i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.         | D               | -             | -          | -          | 2.5±0.2(2) | 2.2±0.1(3)  |
| "   | F               | -             | -          | -          | 2.5 (1)    | -           |
| <i>Setaria glauca</i> (L.) Beauv.         | D               | -             | -          | -          | -          | 4.2 (1)     |
| "   | F               | -             | -          | -          | 2.4±0.3(3) | 3.3±0.0(2)  |
| <i>Veronica didyma</i> Tenore var.        | D               | -             | -          | -          | -          | 3.9±0.9(3)  |
| "   | F               | -             | -          | -          | -          | -           |

<sup>1)</sup> Mean ± S.D.

<sup>2)</sup> Figure in parenthesis indicates number of samples used.

<sup>3)</sup> Abbreviations D and F indicate the orchardgrass and the tall fescue meadow, respectively.

결과와 비슷했다. 따라서 봄철 放牧初期에 자주 발생하는 것으로 알려져 있는 그라스테타니의 原因이 목초종 칼리 및 마그네슘함량이라고 한다면, 本試驗의 供試草種中에서 그 병을 일으킬 가능성은 오차드그라스 또는 이탈리아안 라이그라스가 툴케스큐보다 많이 갖고 있으며, 그 방목지에 화이트 할로버가 混播되었을 때는 그라스테타니가 발생될 가능성이 훨씬 줄어든다고 말할 수 있겠다.

한편, 봄철에 調査된 野生 김몬벳취 (*Vicia sepium* L.)를 除外하고는 늦여름부터 우점되기 시작한 野草의 마그네슘함량은 모두 乾物 1g當 2mg보다 높아서, 각 조사시기에 따른 野草種 마그네슘함량 변화의 범위는 목초종 함량보다 높은 1.6-10.1mg의 수준이었다. 11월 재조지에서 예취한 바랭이屬 야초와 개피의 마그네슘함량이 乾物 1g當 10mg으로 가장 높았는데, 10월과 11월에 방목지에서 마그네슘함량이 재조지의 목초보다 높은 것은 그 시기

에 우점도가 큰 두 野草의 (表 2) 높은 마그네슘함량(表 4)에 의한 것으로 생각되어진다. 따라서 야초를 收量이나 家畜에 의한 利用面에서 보면 목초와 比較가 되지 않지만(李, 1989), 가을철에 방목 중인 家畜이 마그네슘함량이 비교적 높은 野草를 採食함으로써 무기물의 불균형 또는 그라스테타니의 발생 가능성을 낮출 수 있는 것으로 생각되어졌다.

#### IV. 摘 要

草地에 있어서 칼리(K)의 動態 및 反芻動物의 마그네슘(Mg) 出納에 關한 研究의 한 部分으로서, 牧草中 칼리 및 마그네슘 含量의 季節에 따른 變化를 알아보기 위한 시험을 봄부터 가을(4月-11月)의 기간동안 放牧地와 放牧地內 採草用草地(以下 採草地)에서 실시했다. 年間 2회에 걸쳐 가족의

방목을 행한 방목지에서 月別로 試料을 取한 뒤 季節別로 나누지 않고서 全 植物體(목초 및 야초)의 칼리와 마그네슘함량을 조사했으며(시험 1), 재초지에서는 방목지보다 많은 양의 칼리肥料을 사용하여 年間 5회에 걸쳐서 試驗區의 作物체를 모두 채취한 후 構成草種別로 나누어서 草種別 優占度 및 칼리와 마그네슘含量을 調査했는데(시험 2), 얻어진 결과는 다음과 같다.

1. 오차드그라스(*Dactylis glomerata* L.)가 우점된 放牧地(오차드그라스 방목지)에서의 植物體中 칼리함량은 봄에 가장 높았으며 칼리함량의 계절변화(1.5-5.8%)도 풀페스큐(*Festuca arundinacea* Schreb.) 방목지에서의 계절변화(3.0-3.8%)보다 뚜렷했다.

2. 오차드그라스 방목지에서의 植物體中 마그네슘함량은 4月-7月에는 乾物 1g當 2.0mg보다 낮았으나 그 이후 2.0mg보다 높아졌으며 試驗期間中 含量變化의 범위는 1.5-3.1mg이었다. 풀페스큐 방목지에서의 함량의 계절변화는 오차드그라스에서와 비슷하여 봄에 가장 낮고 가을에 높아졌으나 그 範圍는 2.0-3.8mg으로 오차드그라스 방목지보다 높은 값을 나타냈다(시험 1).

3. 오차드그라스 재초지에서는 播種된 牧草種인 오차드그라스가 7월까지 우점하였으나, 이후(7月)부터는 野草가 많이 나타나서 가을(10월)에는 마랭이屬 野草(*Digitaria adscendens* H.) 및 개피(*Echinochloa crus-galli* (L.) B.)가 優占草種으로 되었다.

4. 오차드그라스의 칼리함량은 乾物량 기준으로 3.9-5.9%이었으며 계절별로는 봄(5月)과 가을(10月)에 높았다. 풀페스큐는 3.8-4.8%, 화이트 트로피카나(*Trifolium repen* L.)는 3.6-5.0%이었으며 이탈리아 라이그라스(*Lolium multiflorum* Lam.)는 2.7-3.5%이었다.

5. 牧草中 마그네슘함량은 계절별로는 봄철에 가장 낮고 여름에 높은 경향이었으며, 季節별모든 화이트 트로피카나 乾物 1g當 2.9-3.7mg로 높았고 풀페스큐가 2.0-3.3mg, 오차드그라스가 1.6-2.8mg이었으며 이탈리아 라이그라스는 1.3-1.9mg으로 가장 낮았다.

6. 野草中 칼리함량의 季節變化는 乾物량 기준으로 1.7-6.3%의 범위였으며 마그네슘함량의 변

화는 乾物 1g當 1.6-10.1mg의 범위였다. 마랭이屬 야초와 개피中 칼리함량은 가을(10월, 11월)에 牧草보다 낮아 1.7-3.9%의 범위였으나 마그네슘함량은 풀페스큐보다 높아 3.2-10.1mg의 범위였다(시험 2).

이상의 결과로부터 牧草의 칼리함량은 生育段階가 낮은 때 높았으며, 季節別로는 봄과 가을에 높았다. 풀페스의 마그네슘함량은 봄철에 낮아 이 時期에 無機物의 不均衡이나 그라스테타니의 발생 가능성이 있는 것으로 생각되어졌으며, 시험에 供試된 草種中에서는 높은 칼리함량 또는 낮은 마그네슘함량을 갖고 있는 오차드그라스와 이탈리아 라이그라스가 풀페스큐보다 그 발생 가능성이 높은 것으로 생각되어졌다. 한편 재초지에서 가을에 풀페스큐보다 우점도가 높은 마랭이屬 야초 및 개피는 칼리함량이 낮고 마그네슘함량이 높았으므로, 그 시기에 발생되는 무기물 불균형을 緩和시킬 수 있는 것으로 생각되어졌다.

## 謝 辭

本 研究를 수행함에 있어 草地에서의 作業을 도와준 名古屋大學 附屬農場의 前他技官인 窪田拓男氏와 土壤分析을 하신데 많은 助言을 해주신 故川越 郁男 先生께 깊은 謝意를 표하는 바이다.

## V. 引用文獻

1. Bates, T.E. 1971. Factors affecting critical nutrient concentrations in plants and their evaluation: review. *Soil Sci.* 112: 116-130.
2. Fleming, C.A. 1973. Mineral composition of herbage. In 'Chemistry and biochemistry of herbage' (Ed. by G.W. Butler and R.W. Bailey). Vol.1. Academic Press. New York. pp.529-566.
3. Follett, R.F. and Wilkinson, S.R. 1985. Soil fertility and fertilization of forages. In 'Forages' (4th edition, Ed. by M.E. Heath, R.F. Barnes and D.S. Metcalfe). Iowa State University. Iowa. pp.304-337.
4. Greene, L.W., J.P. Fontenot and K.E. Webb, Jr. 1983. Effect of dietary potassium on absorption



- of magnesium and other macroelements in sheep fed different levels of magnesium. *J. Anim. Sci.* 56: 1208-1213.
5. Grunes, D.L., P.R. Stout and J.R. Brownell. 1970. Grass tetany of ruminants. *Adv. Agron.* 22: 331-374.
  6. Kemp, A. 1960. Hypomagnesaemia in milking cows: The response of serum magnesium to alterations in herbage composition resulting from potash and nitrogen dressings on pasture. *Neth. J. agric. Sci.* 8: 281-304.
  7. Kim, S.A., M. Ohshima and R. Kayama. 1988. Effect of additions of potassium and nitrogen into press cake on magnesium utilization of goats with relation to water intake. *Asian-Australasian J. Anim. Sci. (AJAS)* 1: 33-41.
  8. Kim, S.A., S. Yoshida and R. Kayama. 1986. Potassium leaching from living forages. *J. Japan. Grassl. Sci.* 32: 95-101.
  9. Kim, S.A., S. Yoshida and R. Kayama. 1987. Growth response of orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) to potassium level in water culture. *J. Japan. Grassl. Sci.* 33: 276-281.
  10. Kim, Sang Deog. 1988. Studies on potassium behavior in grassland with respect to magnesium valance of ruminants. Ph. D. Thesis. Nagoya University. pp.40-215.
  11. McDonald, P., R.A. Edwards and J.F.D. Greenhalgh. 1985. *Animal nutrition* (3rd edition). Longman. London. pp.85-376.
  12. Mengel, K. and E.A. Kirkby. 1978. *Principles of plant nutrition*. Int. Potash Inst. Worblaufen-Bern. pp.211-423.
  13. Metson, 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.
  14. Metson, A.J. and W.M.H. Saunders. 1978. Seasonal variation in chemical composition of pasture. I. Calcium, magnesium, potassium, sodium and phosphorus. *N.Z. J. Agric. Res.* 21: 341-353.
  15. Newton, G.L., J.P. Fontenot, R.E. Tucker and C.E. Polan. 1972. Effect of high dietary potassium intake on the metabolism of magnesium by sheep. *J. Anim. Sci.* 35: 440-445.
  16. Reid, R.L. and L.F. James. 1985. Forage-animal disorders. In 'Forages' (4th edition, Ed. by M.E. Heath, R.F. Barnes and D.S. Metcalfe). Iowa State Univ. Press. Iowa. pp.430-444.
  17. Russel, E.W. 1973. *Soil conditions and plant growth* (10th edition). Longman. London. pp.31-59.
  18. Wilkinson, S.R. and R.W. Lowrey. 1973. Cycling of mineral nutrients in pasture ecosystems. In 'Chemistry and biochemistry of herbage (Ed. by G.W. Butler and R.W. Bailey)'. Vol. 2. Academic Press. New York. pp. 247-315.
  19. 川越郁男, 住山良正. 1981. 乳牛の多量元素代謝におよぼす高カリウム含有乾草攝取の影響. *日畜會報* 52: 334-352.
  20. 川越郁男, 菊地正武, 住山良正. 1977. 草地農業體系におけるミネラルの循環, 1. 暖地鏽質土壤地帯における牧草地の生産量について. *日草誌* 23: 18-29.
  21. 北岸確三. 1962. 火山灰土壤における牧草の集約栽培に関する土壤肥料学的研究. 東北農業試験場研究報告. 23: 1-67.
  22. 沼野 貞. 1977. 草地調査法ハンドブック. 東京大学出版會. 東京. pp. 14-28
  23. 山根 一郎. 1984. 土壤学の基礎と應用. 農文協. 東京. pp. 117-121.
  24. 山崎 傳. 1981. 微量元素と多量要素(土壤・作物の診断・対策). 博友社. 東京. pp. 141-158.
  25. 李仁德. 1989. 山地草地 改良前と 後と 採食草類 利用回 關社 研究. *韓畜誌* 31: 462-485.