

## Alfalfa-Grass 混播草地에 대한 3要素 施肥 研究

### II. 磷酸質肥料의 施用水準이 alfalfa-grass 混播草地의 乾物 및 養分收量에 미치는 影響

朴根濟 · 金英鎮 · 崔基準 · 李弼相\*

## Studies on the N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O-Application in the Mixed Sward of Alfalfa-Grasses

### II. Effect of phosphate fertilization levels on dry matter and nutrition yield of forages in the mixed sward of alfalfa-grasses

Geun Je Park, Young Jin Kim, Gi Jun Choi and Pil Sang Lee\*

#### Summary

To investigate the effects of phosphate(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) fertilization levels on the dry matter(DM) yield, nutrition yield, and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> efficiency of forages in mixed sward of alfalfa-grasses, a field experiment arranged by randomized complete block design with five treatments(0, 50, 100, 150 and 200kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) was conducted at Livestock Experiment Station in Suwon, September, 1990 to February, 1993.

During two years, average DM yields of forages increased as P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> fertilization level was increased, but no significant difference was found between DM 10,754kg of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 150kg/ha and DM 10,845kg of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 200kg/ha.

Crude protein and energy productivity of forages increased as P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> fertilization level was increased, and the increasing degree was highest between P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 100kg and 150kg/ha fertilization. With increasing P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> fertilization, mineral contents tended to increase in P, K and K/Ca+Mg equivalent ratio, but not to be regular in the other elements.

Efficiency of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> was highest at P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 150kg/ha fertilization, which produced DM 12.8kg, net energy lactation 75.4MJ, starch equivalent 6.1kStE, and total digestible nutrients 8.6kg per 1kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

#### I. 緒 論

많은 량의 磷酸質肥料의 施用은 작물이 완전히 이용하지 못하고 土壤에 蓄積되며 적정 水準보다 많으면 도리어 牧草의 收量에 부정적인 영향을 미친다 (Vasiliauskienė과 Kadziulis, 1992). 그러나 草地에 磷酸質肥料를 적당히 施用하면 荳科(특히 클로버) 및 禾本科牧草는 증가하고, 가치없는 禾本科 野草는 점차

減少된다고 Baines 등(1982), Park(1985), Beer 등(1990), Glazle(1990), 朴 등(1993, 1994)의 많은 학자들이 報告하였으며, 또 Fink(1989)는 적당한 磷酸質肥料의 공급은 綠色植物의 粗蛋白質과 炭水化合物含量을 증가시킨다고 하였다. Paynter와 Dampney(1991)는 磷酸質肥料의 施用時期와 分施方法은 牧草의 乾物收量과 植物體의 磷含量에 아무런 영향을 미치지 않는다고 보고한 바 있으며, Fink(1991)는 대부분의 土壤에

畜産技術研究所(National Livestock Research Institute, RDA, Suwon 441-350, Korea)

\* 農業科學技術院(Agricultural Science and Technology Institute, RDA, Suwon 441-707, Korea)

서 磷酸質肥料은 施用 첫 해에는 15% 가량 利用되고 일부는 土壤에 固定되었다가 오랜 기간동안 이용된다고 하였다.

한편 Noesberger와 Opitz(1986)에 의하면 有效磷酸含量이 土壤 100g당 10mg 이하일 때는 磷酸 缺乏現象이 초래되나 30mg 이상일 때는 공급하지 않아도 되므로 草地에 대한 磷酸質肥料의 施用은 有效磷酸含量的 변화에 따라 주기적으로 조절하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

따라서 본 시험은 集約草地에서 알팔파를 混播할 경우 磷酸質肥料가 牧草의 收量 및 養分生産量에 미치는 影響을 究明하여 草地施肥法 改善에 기여코자 1990년 9월부터 1993년 2월까지 畜産技術研究所에서 遂行되었다.

## II. 材料 및 方法

### 1. 供試材料

本 試驗에 供試된 草地는 orchardgrass(18), tall

fescue(9), perennial ryegrass(7), Kentucky bluegrass(3), alfalfa(3kg/ha) 등 5草種 40kg/ha의 종자를 혼합하여 1990년 9월 7일 耕耘한 圃場에서 散播로 造成되었다.

시험포의 토양은 赤褐色 微砂質壤土로서 地下水位가 약간 높은 곳으로 排水는 중 정도로서 東남향으로 7%의 緩傾斜를 이루고 있다. Soil Series는 元谷統으로 pH는 4.37로서 강한 산성토이며, 有機物含量은 3.18%로서 높으나 有效磷酸含量은 적었다. 置換性陽이온중 石灰와 苦土含量은 적었으나 加里含量은 비교적 많았으며, 시험포의 토양조건은 중간 정도로서 시험전 土壤分析結果는 시험 I과 같다.

### 2. 試驗設計

處理內容은 표 1과 같이 연간 磷酸施肥水準을 0, 50, 100, 150 및 200kg/ha의 5處理를 亂塊法 3反復으로 圃場配置하였으며, 試驗區의 크기는 10m<sup>2</sup>(2×5m)로 하여 1990년 9월 부터 1993년 2월까지 수행되었다.

Table 1. Phosphate fertilization schedule of the treatments

| Treatment No.                                    | 1 | 2  | 3   | 4   | 5   |
|--|---|----|-----|-----|-----|
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -fert. (kg/ha/yr). | 0 | 50 | 100 | 150 | 200 |

草地造成時의 施肥量은 N:80, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:200, K<sub>2</sub>O:70kg/ha를 각각 尿素, 熔過磷 및 鹽化加里로 使用하였으며 石灰는 消石灰 3,000kg/ha를 전량 耕耘時 施用하였고, 硼素는 Borax로 30kg/ha을 播種直前에 각 시험구별로 使用하였다. ha당 年間 管理肥料는 질소 280kg, 磷酸은 처리내용에 준하였고 加里는 240kg을 使用하였다. 施肥方法은 窒素와 加里質肥料는 이른 봄에 35%, 1차예취시 30%를 使用하였고 2차 예취시 25%, 4차 예취시 10%를 使用하였으며 磷酸質肥料는 봄철에 50%, 나머지 50%는 4차 刈取時 施用하였다.

### 3. 營養分析

分析用 試料는 65℃의 乾燥機에서 약 48시간 말린후 分쇄하여 일정한 시간이 경과된 후 分析하였

다. 一般粗成分 및 無機物 分析은 農振廳 분석방법에 따라 수행되었으며, 正味에너지(net energy lactation; NEL)는 Van Es(1978), 澱粉當量(starch equivalent; StE)은 Burgstaller(1983) 그리고 可消化養分總量(total digestible nutrients;TDN) Menke와 Huss(1980)의 방법을 利用하여 계산하였고, 에너지계산을 위한 消化率은 DLG(1968, 1991)의 飼料成分表를 利用하였다.

## III. 結果 및 考察

### 1. 牧草生育 및 乾物收量

刈取時 平均草長은 표 2에서 보는 바와 같이 磷酸肥料를 施用하지 않은 處理의 60.8cm에 비하여 施

肥水準이 증가됨에 따라 약간 컸으며 磷酸 100kg과 150kg/ha 施用區에서 각각 63.5 및 63.2cm로서 가장 길었고 200kg/ha 시용구는 61.8cm로서 다소 작아지는 경향을 보였다.

한편 牧草의 乾物收量은 시험 1년차인 1991년에는 각 處理平均 10,284kg/ha였으며, 2년차인 1992년도의 평균 乾物收量은 9,580kg/ha로서 1년차보다 7% 감소되었는데, 인산질비료 시용에 의한 년차간 감소폭은 질소시용보다 적은 것으로 나타났다(朴 등, 1994).

특히 2년 평균 건물수량은 처리에 따라 有意性이 있었으며( $P < 0.05$ ), 標準施肥區인 磷酸質肥料 200kg/ha 施用할 때의 乾物收量 10,845kg/ha와 25% 감량한 150kg/ha 시용구의 건물수량 10,754kg/ha 간에는 有意性이 나타나지 않았으나 100kg과 150kg/ha 시용구간에는 有意性이 있었다( $P < 0.05$ ).

이상의 試驗結果에서 볼 때 알팔과 混播草地에서 의 연간 磷酸質肥料의 施肥量은 150kg/ha 施用하는 것이 바람직하였다.

Tabel 2. The growth and dry matter(DM) yield of forages as affected by different phosphate fertilization

| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -fertilization<br>(kg/ha) | Plant ht.<br>(cm) | DM yield in kg/ha |        |         |
|---|-------------------|-------------------|--------|---------|
|   |                   | 1991              | 1992   | Average |
| 0   | 60.8              | 8,617             | 9,064  | 8,841   |
| 50  | 61.9              | 9,291             | 9,360  | 9,326   |
| 100   | 63.5              | 10,213            | 9,580  | 9,897   |
| 150   | 63.2              | 11,501            | 10,006 | 10,754  |
| 200   | 61.8              | 11,799            | 9,890  | 10,845  |
| LSD   | 0.05              | 883               | 911    | 703     |
|   | 0.01              | 1,285             | 1,325  | 1,023   |

## 2. 牧草의 養分含量

### 가. 牧草의 에너지 生産量

단위면적당 에너지 生産量은 표 3에서 보는 바와 같다. 粗蛋白質 生産量은 磷酸質肥料를 시용하지 않은 구의 1,525kg/ha에 비하여 磷酸質肥料의 施

肥水準이 증가함에 따라 현저히 많아지는 경향을 보였다. 그러나 標準施肥區인 磷酸質肥料 200kg/ha 施用區의 粗蛋白質 生産량은 1,854kg/ha로서 가장 많이 생산되었으며, 이보다 25% 감량한 인산질비료 150kg/ha 시용구는 1,824kg/ha로서 큰 차이를 나타내지 않았다.

Tabel 3. Crude protein(CP) and energy(NEL, StE and TDN) yields as affected by different phosphate fertilization

| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -fertilization<br>(kg/ha) | CP<br>(kg/ha) | N E L<br>(MJ/ha) | kStE/ha | T D N<br>(kg/ha) |
|---|---------------|------------------|---------|------------------|
| 0   | 1,525         | 52,790           | 4,989   | 5,918            |
| 50  | 1,568         | 55,773           | 5,184   | 6,259            |
| 100   | 1,623         | 58,772           | 5,411   | 6,606            |
| 150   | 1,824         | 64,103           | 5,904   | 7,205            |
| 200   | 1,854         | 64,581           | 6,049   | 7,243            |

\* 1 MJ = 238.9 kcal, 1 StE = 2.36 kcal, TDN 1kg = 4,395.8 kcal DE.

한편 낫생산을 위한 正味에너지(NEL) 생산량은 磷酸標準 施肥區의 64,581MJ/ha에 비하여 인산비료 25% 감량구는 64,103MJ/ha로서 대차없었으며, 無磷酸區는 52,790MJ/ha로서 標準施肥區의 82% 였고, 건물 1kg당 정미에너지 함량은 평균 5.96MJ로서 Noesberger와 Opitz(1986)의 결과보다 다소 낮은 경향이였다.

또 澱粉當量 에너지생산량은 표준시비구는 6,049 kStE/ha였으며 磷酸質肥料 150kg/ha 施用區는 5,904 kStE/ha로서 2% 감소되는 결과를 보였으며, 可消化養分 總量(TDN)도 이와 비슷한 경향을 보였는데 이러한 결과는 Fink(1989)나 Rieder(1983) 등의 보고와 일치하였다.

#### 나. 牧草의 無機物含量

磷酸質肥料의 施肥水準에 따른 牧草의 無機物含量은 표 4와 같다. 먼저 牧草의 磷含量은 施肥水準이 높아짐에 다소 많아지는 경향을 보였으나 표준시비구보다 25% 감량한 150kg/ha 시용구는 0.28%로서 Paynter와 Dampney(1991)이 보고한 0.28~0.31%의

범위에 속하였다.

칼슘함량은 인산무시용구를 제외하고 磷酸質肥料의 施肥水準에 따라 증가하는 경향이였으나 함량범위는 2.09~3.66%로서 인산질비료 200kg/ha 시용구를 제외한 기타 처리는 비교적 적당한 수준이었다(Fink, 1989).

한편 牧草의 칼슘 및 마그네슘함량은 磷酸質肥料의 施肥水準에 따른 뚜렷한 경향없이 施肥水準間에 비슷한 경향을 보였다. 칼슘함량은 전처리 공히 적정 함량보다 현저히 적었으나 마그네슘함량은 적정 함량범위에 속하였다(Mott 등, 1984).

牧草의 Ca:P 含量比는 1.5~1.7 범위로서 다소 낮았으며 磷酸質肥料의 施肥水準에 따른 일정한 경향을 보이지 않았으며, Menke와 Huss(1980)가 보고한 적정 범위에는 달하지 못하였다.

또한 풀사료중 K/Ca + Mg 當量比는 磷酸質肥料의 施肥水準이 증가할수록 다소 높아지는 경향을 보였는데, 그 범위는 1.7~1.9로서 적정함량 2.2이하(Fink, 1989)에 속하였다.

Table 4. Mineral contents in percentage, Ca/P ratios, and K/(Ca+Mg) equivalent ratio of forages as affected by different phosphate fertilization

| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -fertilization<br>(kg/ha) | P<br>(%) | K<br>(%) | Ca<br>(%) | Mg<br>(%) | Ca/P | K/Ca + Mg |
|---|----------|----------|-----------|-----------|------|-----------|
| 0   | 0.24     | 2.45     | 0.41      | 0.23      | 1.87 | 1.78      |
| 50  | 0.24     | 2.09     | 0.35      | 0.22      | 1.65 | 1.70      |
| 100   | 0.25     | 2.37     | 0.38      | 0.23      | 1.68 | 1.87      |
| 150   | 0.28     | 2.55     | 0.38      | 0.24      | 1.45 | 1.87      |
| 200   | 0.25     | 3.66     | 0.39      | 0.22      | 1.60 | 1.93      |

### 3. 磷酸質肥料 利用效率

磷酸質肥料의 利用效率은 표 5와 같이 磷酸質肥料의 施肥水準이 증가함에 따라 증가하는 추세였으나 일정량 이상 시용시에는 다시 감소하는 경향을 보였다.

磷酸 1kg당 乾物生産量은 ha당 인산 150kg 施用時 12.8kg으로 가장 利用效率이 높았으나 이보다 25% 많은 표준시비구는 10.0kg으로서 인산 100kg/ha 시용

구의 1kg 생산량 10.6kg과 비슷한 利用效率을 보였다. 이러한 결과는 Zuem(1968)이 보고한 성적보다는 다소 적은 량이었으나 Beer 등(1990)의 결과와는 같은 경향이였다.

한편 낫생산을 위한 正味에너지(NEL) 生産量도 乾物生産量과 같은 경향을 보였는데 磷酸肥料 150kg/ha 施用區의 인산 1kg당 정미에너지 생산량은 75.4MJ로서 가장 많았으며 標準施肥區인 磷酸 200kg/ha 施用區의 磷酸 1kg당 생산량 59.0MJ은 磷酸

肥料 100kg/ha 시용구의 1kg당 생산량 59.8MJ 보다 약간 적었다.

澱粉當量이나 可消化養分總量도 이와 같은 경향으로 磷酸肥料 150kg/ha 施用區의 인산 1kg당 생산량이

각각 6.1kStE 및 8.6kg로서 가장 많았는데 이것은 Zuem(1968)의 인산 1kg당 9.2kStE나 Voightlaender (1952)의 10.8kStE 보다 현저히 적었다.

Tabel 5. Dry matter(DM) and energy(NEL, StE and TDN) yields as affected by one kilogram phosphate fertilizer

| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -fertilization<br>(kg/ha) | D M<br>(kg/kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha) | N E L<br>(MJ/kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha) | kStE/kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha | T D N<br>(kg/kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha) |
|---|--|--|---|--|
| 0   | —  | —  | —   | —  |
| 50  | 9.7  | 59.7   | 3.9                                       | 6.8  |
| 100   | 10.6   | 59.8   | 4.2                                       | 6.9  |
| 150   | 12.8   | 75.4   | 6.1                                       | 8.6  |
| 200   | 10.0   | 59.0   | 5.3                                       | 6.6  |

#### IV. 摘 要

알팔과 混播草地에 대한 磷酸質肥料의 施肥水準이 牧草의 乾物 및 養分收量과 磷酸質肥料의 利用效率에 미치는 영향을 구명코자 施肥水準을 0, 50, 100, 150 및 200kg/ha의 5處理를 亂塊法 3反復으로 圃場配置하여 1990년 9월부터 1993년 2월까지 畜産技術研究所에서 試驗하였다.

2년 평균 乾物收量은 施肥水準에 따라 증가하였으나(P<0.05) P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 150kg/ha 施用區의 乾物收量은 10,754kg/ha로서 표준시비구의 10,845kg/ha과 有意差가 없었다.

粗蛋白質 및 에너지 생산량은 磷酸質肥料의 施肥水準이 높아짐에 따라 현저히 증가하였는데 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 100kg과 150kg/ha 시용구간에는 현저히 증가되었으나 150kg과 200kg/ha 시용구간에는 큰 차이가 없었다.

목초의 無機物 含量은 磷酸質肥料의 施肥量이 많아짐에 따라 磷과 칼륨 및 K/Ca+Mg 당량비는 증가하는 경향을 보였으나 그 외는 일정한 경향이 없었다.

磷酸의 利用效率은 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 150kg/ha 施用區에서 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1kg당 乾物 12.8kg, 正味에너지(NEL) 75.4MJ, 澱粉當量 6.1kStE 및 可消化養分 總量(TDN) 8.6kg로서 처리

중 가장 높았다.

#### V. 引用文獻

1. Baines, R.N., J.H. Grieshaber-Otto and R.W. Snaydon. 1982. Factors affecting the performance of white clover in swards. Proc. of the 9th Gen. Meet. EGF, Reading, 217-221.
2. Beer, K., H. Koriath und W. Podlesak. 1990. Organische und mineralische Duengung. Deutscher Landwirtschaftsverlag, 338-347.
3. Burgstaller, G. 1983. Praktische Rinderfuetterung. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart:30-32.
4. DLG. 1968, 1991. DLG-Futterwertabelle fuer Wiederkaeuer. DLG-Velag, Frankfurt am Main.
5. Fink, A. 1989. Duenger und Duengung. VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim: 328-333, 390-391.
6. Fink, A. 1991. Mineralduengung gezielt. AID-Heft, Nr. 1167.
7. Glatzle, A. 1990. Weidewirtschaft in den Tropen und Subtropen. Eugen Ulmer, Stuttgart, 114-119.
8. Menke, K.H. und W. Huss. 1980. Tierernahrung und Futtermittelkunde. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart: 34-41, 103, 293-297.

9. Mott, N., J.B. Rieder, V. Buhlmann, P. Ernst und F. Roebbers. 1984. Wirtschaftliche Gruenlandpraxis. Landwirtschaftsverlag, Heft 21:27-40.
10. Noesberger, J. und W. Opitz. 1986. Grundfutterproduktion. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg: 86-88, 111-112.
11. Park, G.J. 1985. Oekologische und pflanzensoziologische Untersuchungen von Almweiden der bayerischen Alpen unter besonderer Beruecksichtigung der Moeglichkeiten ihrer Verbesserung. Diss. Lehrstuhl fuer Gruenland und Futterbau der TU-Muenchen, 144-162.
12. Paynter, R.M. and P.M.R. Dampney. 1991. The effect of rate and timing of phosphate fertilizer on the yield and phosphate oftake of grass grown for silage at moderate to high levels of soil phosphorus. *Grass and Forage Science* 46(1):131-137.
13. Rieder, J.B. 1983. Dauergruenland. BLV-Verlags-gesellschaft, Muenchen, 74-79.
14. Van Es, A.J.H. 1978. *Livestock Production Science*. 5:334.
15. Vasiliauskiene, V. and L. Kadziulis. 1992. Optimizing nutrient input for long-term sward persistence and soil nutrient status on sown pasture. Proc. of the 14th Gen. Meet. EGF, Lathi, 191-194.
16. Voiglaender, G. 1952. Phosphorsauereduengung auf der Weide. *Die Phosphosauere* 12:358.
17. Zuern, W. 1968. Neuzeitliche Duengung des Gruenlandes. DLG-Verlag, Frankfurt(Main):69-84.
18. 朴根濟, 李弼相, 崔基準, 黃石重. 1993. 草地에 대한 磷酸質肥料의 施用에 관한 研究. II. 草地造成 및 管理時에 磷酸質肥料의 施用이 草地植生 및 牧草의 無機物含量에 미치는 影響. *韓草誌* 13(4): 268-273.
19. 朴根濟, 崔基準, 李弼相. 1994. 草地에 대한 磷酸質肥料의 施用에 관한 研究. IV. 磷酸質肥料의 施用水準이 牧草의 植生構成과 無機物含量 및 土壤化學成分에 미치는 影響. *韓草誌* 14(3):223-229.