

草地에 대한 磷酸質肥料의 殘留效果에 관한 研究
II. 混播草地의 植生構成 및 牧草의 無機物含量에 대한 磷酸質肥料의
殘留效果

朴根濟 · 金正甲 · 徐成 · 金孟重

Studies on Residual Effect of Phosphate Fertilization in
Grassland

II. Residual effect of phosphate fertilization on botanical composition
and mineral contents of pasture plants in mixed sward

Geun Je Park, Jeong Gap Kim, Sung Seo and Meing Jooung Kim

Summary

To find out the residual effect of phosphate fertilization on botanical composition, mineral contents and mineral nutrient deprivation of pasture plants, this experiment was arranged as a randomized complete block design with six treatments(0-0, 50-50, 100-65, 150-65, 200-65 and 250-65kg P_2O_5 /ha), those were composed of three P_2O_5 fertilization level(0, 50 and 65kg P_2O_5 /ha) after phosphate fertilization trial with six treatments(0, 50, 100, 150, 200 and 250kg P_2O_5 /ha) from 1989 to 1992, and conducted at hilly land in Kwangju, Kyonggi Province from 1993 to 1994. The results obtained are summarized as follows:

The botanical composition of pasture plants without phosphate fertilization was very poor. With increasing available phosphate of soil, the percentage of grasses and legumes were remarkably increased and weeds was decreased.

With 150-65kg P_2O_5 /ha application for two years, the average DM yield was composed of 80.6% grasses, 15.4% legume and 4.0% weeds, the percentage was similar to that of 200-65kg P_2O_5 /ha.

As available phosphate of soil increase, P, K and Mg content of pasture plants were increased, but Ca/P ratio was lowed and the other mineral contents tended not to be regular.

The mineral nutrient contents deprived by DM yield was increased as available phosphate of soil was increased, but those were not different between 150-65 and 250-65kg P_2O_5 /ha. However, mineral nutrient of P_2O_5 , K_2O and MgO were higher in 200-65 and 250-65kg P_2O_5 /ha.

Most of applied mineral elements were accumulated at a subsurface(0~2.5cm) of grasslands, and mineral tended to be decrease than that of soil chemical analysis before the experiment of residual effect of phosphate fertilization.

I. 緒 論

草地에 대한 磷酸質肥料의 사용은 荳科牧草의 생육에 현저한 영향을 미친다고 많은 학자들이 보고한 바 있으며(Park, 1985; Voigtlaender와 Jacob, 1987; Beer 등, 1990; Glatzle, 1990; Gradl과 Neuner, 1993),朴 등(1993, 1994)은 荳科는 물론 禾本科牧草의 植生變化에도 크게 기여한다고 하였다. 또 인산질비료는 利用率이 10~20%로 낮은 반면 식물이 이용하고 남는 양은 대부분 토양에 집적된다(Vasiliauskiene과 Kadziulis, 1992). 그러므로 많은 양의 비료를 장기간 사용하는 것은 바람직하지 않으며 土壤을 檢定하여 植物生育에 필요한 일정량을 유지할 수 있도록 하는 것이 바람직할 것으로 사료된다. 柳(1987)는 밭 토양의 적정 有效磷酸含量은 토양 100g당 200ppm 이라고 하였으며, Mott 등(1984)은 草地土壤에서 바람직한 有效磷酸含量은 土壤 100g당 21~30mg 이라고 하였고, Ernst(1990)는 유효인산함량이 21~30mg인 草地는 年間 60kg의 磷酸質肥料을 사용하는 것이 바람직하다고 보고한 바 있다. 또 牧草生産에 의해 草地土壤으로부터 奪取되는 磷酸量은 Klapp(1971)은 76kg/ha, Wasshausen(1986)은 62kg/ha 가량 된다고 하였다. 그러므로 草地의 利用年限이 점차 경과하여 土壤中 有效磷酸含量이 바람직한 水準에 달하면 인산질비료의 사용은 年中 이용되는 牧草에 의해 奪取되는 양만 施用하는 것이 좋을 것으로 사료된다(Ernst, 1990; Nitsche, 1994). 또 牧草 收穫에 의해 奪取되는 양만 공급하게 되면 연간 施用하는 施肥量을 줄여 사료의 생산비를 낮추는 한 방법이 될 뿐 아니라 流去水나 溶脫水에 의한 河川이나 地下水 汚染도 줄일 수 있을 것으로 생각된다.

따라서 본 시험은 有效磷酸含量이 낮은 山地 新開懸地에서 草地에 대한 磷酸質肥料의 施用水準試驗後 殘留效果를 究明코자 1992년 11월부터 1994년 10월까지 경기도 광주 京畿道種畜場 野山地에서 遂行되었다.

II. 材料 및 方法

1. 圃場概況 및 試驗設計

圃場概況 및 試驗設計는 試驗 I 과 같으며 試驗에 供試된 混播草地의 草種(品種)은 orchardgrass (Potomac; 18), tall fescue(Fawn; 9), Kentucky bluegrass (Kenblue; 3) 및 white clover(Ladino Regal; 3kg/ha)였다. 處理內容은 표 1과 같이 1990~'92는 인산질비료의 施肥水準을 0, 50, 100, 150, 200 및 250kg/ha로 하였다. 본 試驗前의 土壤化學成分 分析중 磷酸施肥水準에 대한 토양층위별 有效磷酸含量은 試驗 I 과 같다.

1993~'94는 인산질비료의 殘留效果를 究明코자 磷酸施用量을 0, 50, 65kg/ha를 前試驗과 연계한 6처리(0-0, 50-50, 100-65, 150-65, 200-65 및 250-65kg P₂O₅/ha)로 하였으며, 磷酸 50kg/ha 이상은 乾物生産에 의한 평균 磷酸奪取量만 施用하였다. 草地造成 및 管理肥料는 질소, 인산 및 칼리비료를 尿素, 熔過磷 및 鹽化加里로 施用하였고, 石灰[Ca(OH)₂]는 草地造成 직전에 ha당 3,000kg, 硼素는 硼砂로 30kg/ha를 초지조성시에 施用하였다. 試驗區의 크기는 12m²(3 × 4m)이며, 亂塊法 3反復으로 配置하였다. 試驗圃 管理는 標準 草地 管理方法에 그리고 試驗遂行 方法은 農振廳 調査基準에 준하였다.

Table 1. Phosphate fertilization schedule of the treatment.

Treatment No.	1	2	3	4	5	6
P ₂ O ₅ - fertilization (kg/ha)						
1990~1992	0	50	100	150	200	250
1993~1994	0	50	65	65	65	65

2. 試驗遂行方法

草地植生調査는 Klapp(1930) 방법에 의해 遂行되었으며, 식물체의 無機物分析用 試料는 65℃의 dry oven에서 약 48시간 말린 다음 분쇄하여 일정한 시간이 경과된 후, 또 土壤試料는 표층 0~10cm를 0~2.5cm, 2.5~5.0cm 및 5.0~10cm로 나누어 試料

를採取하여 風乾한 후 分析하였다. 식물체의 無機物 및 土壤化學 成分은 農振廳 분석방법에 따라 수행되었다.

Ⅲ. 結果 및 考察

1. 植生變化

각 處理別 牧草의 植生變化는 그림 1에서 보는 바와 같다. 먼저 질소와 칼리 비료는 全量 施用하고 인산질 비료만 사용하지 않은 處理區(0-0)는 禾本科 牧草가 현저히 감소하고 잡초는 증가하였다. 禾本科 中에는 오차드그라스와 켄터키 블루그라스가 뚜렷이 감소되었으며, 툴 페스큐는 시험기간동안 5% 이하를 유지하였다. 또 화이트 클로버는 2~3% 이하를 유지하여 山地草地에서 인산질비료의 施用은 草

地의 좋은 植生維持에 필수적이었다(Park, 1985; Gradl과 Neuner, 1993). 한편 인산질비료를 施用한 처리구는 토양의 有效磷酸 含量이 많아짐에 따라 禾本科 牧草의 비율이 증가하거나 높은 비율을 계속 유지하는 경향을 보였다.

특히 본 시험전 磷酸質肥料의 施用水準에 의해 토양의 有效磷酸 含量이 높아짐에 따라 荳科 牧草의 증가는 현저하였으며 켄터키 블루그라스는 감소하였으나 오차드그라스는 점진적으로 增加하는 경향을 보였다. 그러나 툴 페스큐는 큰 변화가 없는 것으로 보아 툴 페스큐는 오차드그라스나 켄터키 블루그라스에 비해 土壤有效磷酸 含量의 영향을 덜 받은 것이 아닌가 여겨진다. 또 雜草는 감소되었는데 이것은 均衡施肥에 의한 牧草의 生育이 왕성한 반면 잡초는 일반적으로 牧草와 달리 好肥性이 아니기 때문인 것으로 사료된다(Park, 1985).

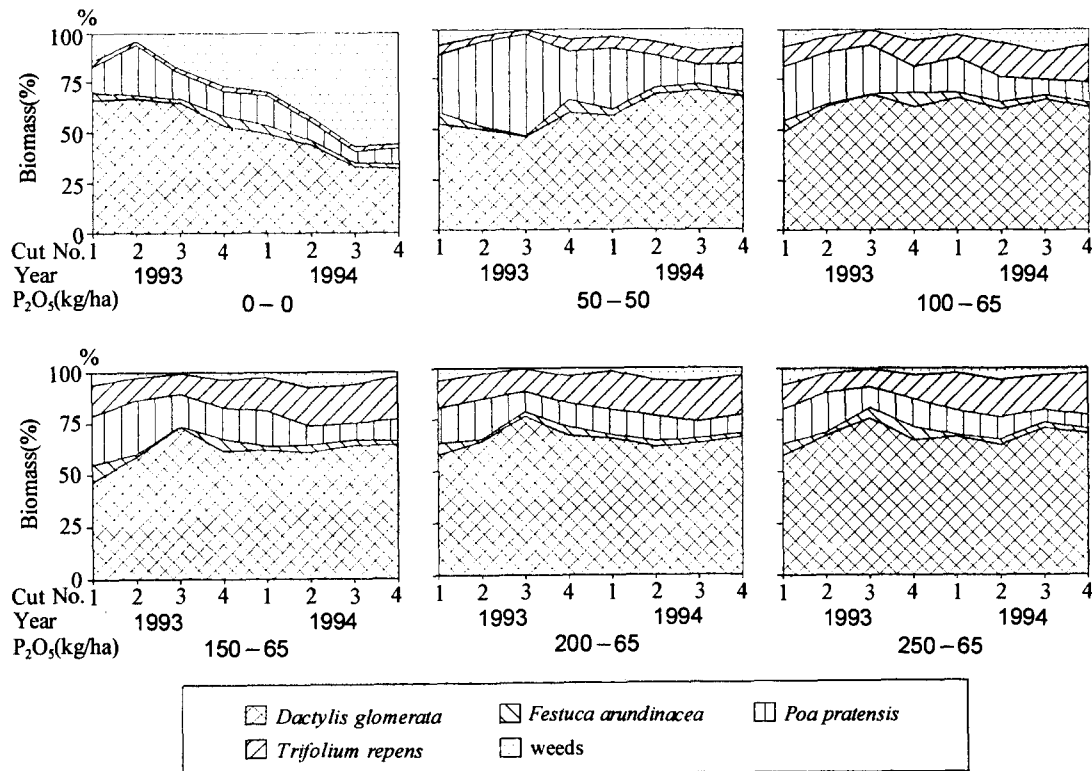


Fig. 1. Changes in botanical composition of pasture plants affected by different phosphate fertilization.

2. 乾物收量 構成要素

牧草의 乾物收量を 禾本科, 荳科 및 雜草(野草)로 分類한 처리별 收量構成 比率을 보면 표 2와 같이 인산질비료를 施用하지 않은 곳의 평균 乾物收량은 2,595 kg/ha로서 이 중 禾本科牧草 66.5%, 荳科牧草 2.3% 및 雜草 31.2%로서 목초의 生産量은 현저히 감소 되었고, 雜草乾物量은 뚜렷이 증가되었다. 따라서 窒素와 加里肥料를 全量 施用하여도 磷酸質肥料를 施用하지 않아 토양에 有效磷酸 含量이 낮으면 牧草의 植生이 급격히 衰退하여 草地가 不實化되는데(朴 등, 1993), 이러한 원인은 磷酸缺乏에 의한 것으로 사료된다(Noesberger와 Opitz, 1986). 그러나 磷酸施用區는 토양 중 有效인산 含量이 증가함에 따라 累年平均 乾物收量이 현저히 많아지는 경향을 보이고 있어 山地草地에 대한 磷酸質肥料의 施用效

果가 뚜렷하였다($P < 0.01$). 특히 토양중 有效磷酸 含量의 증가에 따라 禾本科牧草와 荳科牧草의 수량이 현저히 증가하였으나($P < 0.01$), 雜草의 乾物量은 磷酸質肥料를 施用한 모든 처리가 366~495 kg/ha로서 큰 차이를 보이지 않았다.

이와같이 인산질비료의 시비수준에 의해 토양의 有效인산함량이 증가함에 따라 化분과목초와 두과목초의 수량이 증가한 것은 山地草地 造成時 토양중에 부족한 인산을 시용하므로 施肥均衡이 맞아 牧草의 生育이 현저히 좋아진 것과 또 有效磷酸의 증가에 따라 클로버의 生育이 왕성하여진데 기인된 것으로 사료된다(柳, 1987; DLG, 1987; Beer 등, 1990; Huche 등, 1990). 이와 같은 결과는 磷酸質肥料의 施肥水準에 따라 草地土壤에 有效磷酸 含量의 증가에 의해 磷酸質肥料의 殘留效果가 나타난 것으로 여겨진다.

Table 2. Average DM yield component of forages under the different phosphate fertilization treatment.

P ₂ O ₅ - fertilization (kg/ha)	DM yield component in kg/ha			
	Grasses	Legumes	Herbs	Total
0- 0	1,726 (66.5%)	60 (2.3%)	809 (31.2%)	2,595
50- 50	5,867 (88.6)	371 (5.6)	384 (5.8)	6,622
100- 65	6,843 (81.6)	1,048 (12.5)	495 (5.9)	8,386
150- 65	7,949 (80.6)	1,519 (15.4)	394 (4.0)	9,862
200- 65	7,970 (80.6)	1,533 (15.5)	385 (3.9)	9,888
250- 65	8,348 (82.1)	1,454 (14.3)	366 (3.6)	10,168
L. S. D. 0.05	626	98	70	766
0.01	891	140	99	1,089

따라서 이상의 성적을 종합하여 볼 때 年間 磷酸質肥料 150 kg/ha씩 3년간 시용하면 토양 중 有效磷酸 含量이 증가하여 그 후 2년간은 인산의 殘留效果가 지속되므로 年間 牧草生産에 의해 토양으로부터 奪取되는 인산량 65 kg/ha만 시용하여도 牧草의 總收量과 收量 構成比率에 문제가 없을 것으로 사료된다. 그러나 본 시험전의 有效磷酸 含量은 Ernst(1990)가 토양 100g당 有效인산 含量이 21~30mg일때 草地에 연간 60 kg/ha의 인산질비료를 시용하는 것이 바람직하다고 보고한 것이나 Noesberger와 Opitz

(1986)가 토양 중 有效인산 含量이 30mg/100g 일때 인산질비료를 시용하지 않아도 된다고 보고한 것보다는 현저히 낮은 경향이였다.

3. 牧草의 無機物含量

각 處理別 牧草의 無機物含量은 표 3과 같다. 먼저 磷(P) 含量은 본 시험전 인산질비료의 施用水準시험에 의해 토양중 有效磷酸 含量이 높아짐에 따라 증가되는 경향을 보였다. 磷酸無施用區의 磷含量 0.22%에 비해 施用區는 0.29~0.40%로서 Paynter와

Dampney(1991)가 보고한 식물체의 인 함량 0.28~0.31% 범위에 속하거나 이보다 다소 높은 경향을 보였으나 Fink(1989)가 보고한 고능력 젖소의 粗飼料의 적정함량 0.43%보다는 낮은 경향을 보였다.

牧草의 적정 칼륨(K) 함량은 2.0~2.5%라고 Mott 등(1984)이 보고하였는데 본 시험에서 각 처리별 칼륨 함량은 2.81~3.90%로서 이보다 현저히 높은 수준을 보였으며 토양 중 有效磷酸 함량이 증가함에 따라 약간씩 높아지는 경향을 보였다.

Fink(1989)는 家畜에 적합한 牧草의 칼슘 함량의 최저치는 0.54%라고 하였으며, 고능력 젖소의 粗飼料의 칼슘 함량은 0.7% 함유되어야 한다고 하였다. 그러나 본 시험에서 牧草의 칼슘 함량은 0.45~0.49%로서 이보다 다소 낮았으며 土壤 有效磷酸 함량과도 일정한 경향을 보이지 않았다.

Mott 등(1984)은 적정 牧草의 마그네슘 함량은 0.20~0.25%라고 하였으며 Fink(1989)는 高能力 젖

소의 粗飼料중 마그네슘 함량은 0.18%라고 하였으나 본 시험의 처리별 마그네슘 함량은 0.17~0.32%로서 대부분 이 범위에 속하는 경향이였다.

그러나 牧草의 Ca:P의 含量比는 1.20~1.55:1로서 대부분의 처리구가 적정 범위인 1.8~2.0:1보다 낮았으나(Menke와 Huss, 1980), Fink(1989)가 보고한 1.5~2.0:1의 범위와 비슷하거나 약간 낮은 경향이였으며, 牧草의 K/Ca + Mg 當量比는 2.2보다 적어야 하는데(Fink, 1989) 본 시험에서는 1.80~1.97의 범위였다.

牧草의 無機物 含量은 磷, 칼륨 및 苦土를 제외하고는 토양 중 有效磷酸 含量에 따른 일정한 경향을 보이지 않았다. 그러나 여러가지의 無機物 含量을 종합적으로 검토하여 볼 때 草地에서 磷酸質肥料 150 kg/ha를 3년간 施用한 후 2년간은 牧草生産에 의해 奪取되는 평균 磷酸量 65 kg/ha만 施用하여도 될 것으로 사료된다.

Table 3. Mineral content in percentage, Ca/P ratio, and K/(Ca + Mg) equivalent ratio of forage.

P ₂ O ₅ - fertilization (kg/ha)	P	K	Ca	Mg	Ca/P	K/Ca + Mg
0 - 0	0.22	2.64	0.41	0.20	1.86	1.82
50 - 50	0.32	2.85	0.46	0.17	1.44	1.97
100 - 65	0.29	2.81	0.45	0.20	1.55	1.84
150 - 65	0.34	2.97	0.49	0.20	1.44	1.85
200 - 65	0.33	2.96	0.49	0.22	1.48	1.80
250 - 65	0.40	3.90	0.48	0.32	1.20	1.96

4. 無機物 奪取量

各 處理別 牧草生産에 의해 土壤으로부터 奪取된 無機物量은 표 4와 같이 본 시험전 토양의 有效磷酸 含量이 높아짐에 따라 牧草의 生産量이 많아져 無機物 총 奪取量은 현저히 증가 되었다 (P<0.01). 그러나 본 시험전 磷酸質肥料 150~200 kg/ha 施用區 間에는 有意性이 인정되지 않았으나, 200~250 kg/ha 施用구間에는 일부 無機物 즉 磷酸, 加里 및 苦土의 奪取量은 有意性이 있었다(P<0.01).

牧草 生産에 의한 窒素의 탈취량은 磷酸質肥料

150-65 kg/ha를 施用할 때 298.9 kg/ha로서 많았으며 이보다 土壤有效磷酸 含量이 높아도 奪取量은 증가하지 않고 이와 비슷한 양을 유지하였는데, 이것은 Zuern(1968)의 결과와는 비슷하였으나 Klapp(1971) 보다는 현저히 많았다.

또 磷酸奪取量은 인산질비료 150-65 kg/ha 施用區가 76.7 kg/ha였으며, 250-65kg/ha 施用구의 탈취량은 93.1 kg/ha로서 인산탈취량간에 차이가 있었다 (P<0.01). 한편 Klapp(1971)은 ha당 보통 76kg의 磷酸이 牧草 生産에 의해 奪取된다고 하였으나 Wasshausen (1986)은 이보다 적은 62 kg/ha 라고 하

여 본 시험결과와 비슷하거나 적었다.

칼리의 奪取量은 인산질비료 150-65kg/ha 시용구가 352.8 kg/ha이었고, 250-65kg/ha 시용구는 477.7kg/ha로서 Zuern(1968)이 보고한 결과와 같거나 많은 량이었다. 石灰와 苦土의 탈취량은 인산질비료 150-65

kg/ha 시용구가 각각 67.7 및 32.7 kg/ha로서 石灰의 탈취량은 Zuern(1968)이나 Klapp(1971)보다 현저히 적었으나 苦土의 奪取量은 Zuern (1968)과 서로 일치하는 결과를 보였다.

Table 4. Mineral nutrient deprived by dry matter yield under different phosphate fertilization in grassland(kg/ha).

P ₂ O ₅ - fertilization (kg/ha)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
0- 0	77.9	13.1	82.5	14.9	8.6
50- 50	191.9	48.5	227.3	42.6	18.7
100- 65	248.2	55.7	283.9	52.8	27.8
150- 65	298.8	76.7	352.8	67.7	32.7
200- 65	288.7	74.7	352.6	67.8	36.1
250- 65	299.9	93.1	477.7	68.5	53.9
L. S. D. 0.05	22.6	5.7	28.1	2.9	2.8
0.01	32.2	8.1	39.9	4.2	4.0

5. 土壤의 化學成分 變化

試驗後 토양의 化學成分은 표 5와 같이 본 시험 전 토양의 化學成分(磷酸施用水準試驗後 土壤의 化學成分)에 비하여 일부 低水準 磷酸施用區를 제외하고 전반적으로 낮아진 경향을 보였는데 이것은 계속적인 牧草生産에 의해 많은 養分이 土壤으로 부터 탈취된 것에 기인된 것으로 사료된다.

土壤 酸度는 본 시험 전보다 현저히 높아졌으며 表土의 pH는 5.14~5.80으로 石灰施用이 요구 되었다(류, 1987).

토양의 有機物 含量은 全處理 공히 밭 토양의 適正 含量 3.0% 보다 현저히 높는데 이것은 牧草 栽培에 의한 枯葉이나 牧草 뿌리의 腐植에 의한 것으로 여겨진다(Klapp, 1971).

한편 각 처리별 토양의 有效磷酸 含量은 磷酸施用水準이 낮은 구에서는 다소 높아졌으나 150-65kg/ha 이상 施用區에서는 낮아지는 경향을 보였는데 이것은 牧草生産에 의한 奪取量보다 磷酸施用量이 다소 많아 토양에 축적된 것으로 사료된다. 그러나 試驗

區 모두 草地의 적정 유효인산 함량 21~30 mg/100g에는 미치지 못하였다(Mott 등, 1984; Ernst, 1990).

이 외 置換性 양이온 함량도 현저히 감소되어 밭 토양의 적정 함량에 크게 미달되는 경향을 보였는데 石灰는 最上層 0~2.5cm에 많이 집적되었으며, 土深이 깊어짐에 따라 현저히 낮아졌는데 置換性 마그네슘 함량도 같은 경향을 보였다. 또한 치환성 칼리의 함량은 본 試驗 착수전 토양의 칼리 함량보다 현저히 감소되는 경향이었는데 이와 같은 결과는 牧草가 마그네슘이 다소 부족한 土壤狀態에서 奢侈性肥料인 칼륨을 필요 이상으로 많이 吸收한 데 기인되는 것으로 여겨진다(Fink, 1989).

IV. 摘 要

山地 混播草地에서 磷酸質肥料의 殘留效果를 구명코자 施肥水準을 달리한 6處理(0, 50, 100, 150, 200 및 250 kg P₂O₅/ha)를 亂塊法 3反復으로 圃場配置하여 1989년 부터 1992년 까지 京畿道 種畜場內

Table 5. Soil chemical analysis after the experiment depending on the different phosphate fertilization(1993~'94).

P ₂ O ₅ - fertilization (kg/ha)	Soil depth (cm)	pH (1:5H ₂ O)	OM (%)	Av. P ₂ O ₅ (ppm)	Exch. cations(me/100g)		
					Ca	Mg	K
0- 0	0.0- 2.5	5.14	5.52	13.58	5.68	0.32	0.28
	2.5- 5.0	4.53	4.41	28.88	1.61	0.16	0.82
	5.0-10.0	4.36	3.48	26.73	0.91	0.15	0.69
50- 50	0.0- 2.5	4.55	7.50	64.88	9.59	0.60	1.07
	2.5- 5.0	4.95	4.30	25.00	2.71	0.22	0.63
	5.0-10.0	4.64	3.85	21.12	1.86	0.17	0.32
100- 65	0.0- 2.5	5.51	8.68	117.91	8.68	1.33	0.88
	2.5- 5.0	4.89	4.85	26.08	2.85	0.46	0.38
	5.0-10.0	4.47	3.23	28.67	2.17	0.34	0.33
150- 65	0.0- 2.5	5.80	7.21	117.69	8.24	0.70	0.46
	2.5- 5.0	4.68	4.42	42.03	4.34	0.37	0.31
	5.0-10.0	4.92	3.43	28.45	1.48	0.16	0.16
200- 65	0.0- 2.5	5.16	6.42	114.46	4.29	0.69	0.40
	2.5- 5.0	4.88	4.44	33.84	2.26	0.29	0.17
	5.0-10.0	5.04	3.70	27.16	1.64	0.20	0.07
250- 65	0.0- 2.5	5.54	6.61	157.57	5.87	0.53	0.18
	2.5- 5.0	4.99	4.54	20.48	1.42	0.20	0.24
	5.0-10.0	4.68	3.70	25.43	1.87	0.22	0.33

野山地에서 施用量 시험을 실시한 후 계속해서 1993년부터 1994년까지 인산질비료 3수준(0, 50 및 65kg P₂O₅/ha)을 前試驗과 연계한 6처리(0-0, 50-50, 100-65, 150-65, 200-65 및 250-65kg P₂O₅/ha)를 구성하여 本試驗을 遂行하였던 바 그 結果를 요약하면 다음과 같다.

1. 磷酸無施用區의 植生狀態는 불량하였으며 磷酸施用區에서는 토양의 有效磷酸 含量이 증가함에 따라 荳科 및 禾本科牧草는 현저히 증가하였고 雜草는 크게 감소하였다.
2. 2년 평균 乾物收量 構成比率은 磷酸質肥料 150-65 kg/ha 施用區가 禾本科 80.6%, 荳科 15.4% 및

雜草 4.0%로 가장 양호하였으며 磷酸質肥料 200-65kg/ha 施用區도 이와 비슷한 경향을 보였다.

3. 牧草의 無機物 含量은 土壤의 有效磷酸 含量이 증가함에 따라 磷, 칼륨 및 마그네슘은 증가하였고, Ca/P는 감소하였으며 그 외는 일정한 경향이 없었다.
4. 牧草生産에 의한 無機物 奪取量은 土壤有效磷酸 含量이 많아짐에 따라 현저히 증가하였으나 磷酸質肥料 150-65 kg과 250-65 kg/ha 施用區間에는 뚜렷한 차이가 없었다. 그러나 200-65kg과 250-65 kg/ha 시용구간에서 磷酸, 加里 및 苦土는 奪取量이 증가되었다.

5. 草地에 施肥한 無機養分은 주로 土壤表層(0~2.5 cm)에 대부분 集積되었으며, 대부분의 無機養分이 磷酸施用水準 試驗後 土壤의 無機物 含量보다 감소되었다.

V. 인용 문헌

1. Beer, K., H. Koriath und W. Podlesak. 1990. Organische und mineralische Duengung. Deutscher Landwirtschaftsverlag, 338-347.
2. DLG. 1987. Phosphatduengung im Ackerbau-heute. DLG-Merkblatt, Nr. 251.
3. Ernst, P. 1990. Gruenland richtig nutzen. AID-Heft, Nr. 1088.
4. Finck, A. 1989. Duenger und Duengung. VCH Verlagsgesellschaft, 390-391.
5. Gradl, G. und K. H. Neuner. 1993. Dreischnittwiesen vorsichtig mit Stickstoff duengen. BLW 183(23): 23-25.
6. Glatzle, A. 1990. Weidewirtschaft in den Tropen und Subtropen. Eugen Ulmer, 114-119.
7. Huche, L., R. Bonischot and J. Salette. 1990. The Phosphorus nutrition status of a permanent pasture : effect of P fertilization. Proc. 13th Gen. Meet. EFG, Vol. I: 233-237.
8. Klapp, E. 1930. Zum Ausbau der Grasslandbestandesaufnahme zu landwirtschafts wissenschaftlichen Zwecken. Pflanzenbau 6: 197-210.
9. Klapp, E. 1971. Wiesen und Weiden. Paul Parey, Berlin und Hamburg, 77-85, 151-153.
10. Menke, K.H. und W. Huss. 1980. Tierernaehrung und Futtermittelkunde. UTB Ulmer, Stuttgart, 38-41.
11. Mott, N., J.B. Rieder, V. Buhlmann, P. Ernst und F. Roebers. 1984. Wirtschaftliche Gruenlandpraxis. Landwirtschaftliche Schriftreihe, Heft 21: 27-40.
12. Nitsche, S. und L. Nitsche, 1994. Extensive Grueniandnutzung, Neumann Verlag GmbH, 98-104.
13. Noesberger, J. und W. Opitz. 1986. Grundfutterproduction. Paul Parey, 86-88.
14. Park, G.J. 1985. Oekologische und pflanzensoziologische Untersuchungen von Almweiden der bayerischen Alpen unter besonderer Beruecksichtigung der Moeglichkeiten ihrer Verbesserung. Diss. TU Muenchen-Weihenstephan:144-158.
15. Paynter, R. M. and P. M. R. Dampney. 1991. The effect of rate and timing of phosphate offtake of grass grown for silage at moderate to high levels of soil phosphorus. Grass and Forage Sci. 46(1) :131-137.
16. Vasiliauskiene, V. and L. Kadziulis. 1992. Optimizing nutrient input for long-term sward persistence and soil nutrient status on sown pasture. Proc. 14th Gen. Meet. EFG:191-194.
17. Voigtlaender, G. und H. Jacob. 1987. Gruenlandwirtschaft und Futterbau. Eugen Ulmer, Stuttgart, 141-145.
18. Wasshausen, W. 1986. Zum Problem des Phosphatkreislaufes auf beweidetem Gruenland. VDLUFA, Reihe Kongressberichte, Kongressband, 537-546.
19. Zuern, W. 1968. Neuzeitliche Duengung des Gruenlandes. DLG-Verlag-GmbH, Frankfurt, 43-44, 126-127.
20. 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.
21. 朴根濟, 李弼相, 崔基準, 鄭在斗. 1994. 草地에 대한 磷酸質肥料의 施用에 관한 研究. III. 磷酸質肥料의 施用水準이 牧草의 收量 및 養分 含量에 미치는 影響. 韓草誌 14(1):13-17.
22. 柳寅秀. 1987. 多收穫 栽培를 위한 밭 土壤 管理와 施肥. 加里研究會, 125-129.