

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

朴根濟 · 崔基準 · 李弼相

Studies on the Phosphatic Fertilizer Application in Grassland

IV. Effects of phosphatic fertilization levels on the botanical composition and mineral content of grasses, and chemical properties of soil

Geun Je Park, Gi Jun Choi and Pil Sang Lee

Summary

To find out the effects of phosphatic fertilizer application levels on the botanical composition, mineral contents and mineral nutrient deprivation of grasses and the chemical properties of soil, this experiment was arranged as a randomized complete block design with six treatments(0, 50, 100, 150, 200 and 250kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) and conducted at hilly land in Gwangju, Gyeonggi Province from September, 1989 to October, 1992. The results obtained are summarized as follows:

1. The botanical composition of grasses without phosphatic fertilizer application was poor but with 150kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha application, remarkably increased in legume of grasses and decreased in weed.
2. As the phosphatic fertilizer levels increase, P, Ca and Mg content of grasses were increased but N and K content tended not to be regular, and Ca/P and K/Ca + Mg equivalent ratio were lowered.
3. Up to 150kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha application level, the mineral nutrient content deprived by dry matter yield was increased but with that over application, tend not to be increased.
4. Most of applied mineral elements were accumulated at a subsurface of grassland and as the phosphatic fertilizer application levels increase, the available P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and exchangeable Mg contents of the soil tended to be remarkably increased and exchangeable K content tended to be decreased, but pH, OM and exchangeable Ca content tended not to be regular.

I. 緒 言

山地草地에서 磷酸質肥料 施用效果는 이미 보고한 바와 같이(朴 등, 1993, 1994) 현저하여 草地造成時와 管理時에 반드시 施用하여야 한다. 草地 造成時에 磷酸質肥料의 施用은 牧草의 定着 및 植生에 顯著的한 影響을 미치고(鄭, 1985), 管理時의 施用은 荳科牧草의 生育을 촉진시켜 牧草의 植生構成比率이 양호하여진다(朴 등, 1987).

Voigtlaender & Jacob(1987)은 荳科牧草의 比率은 보통 磷酸質肥料에 의해 增加되며 磷酸質肥料의 施用效果는 長期間 持續된다고 報告하였다. 특히 산지에서 磷酸의 이용 효율을 높이기 위해서는 석회를 사용하여 토양산도를 낮게 하여야 하는데(Jones, 1982; Zscheischler, 1993), Common 등(1991)은 低位生産 草地에 石灰와 磷酸을 施用하고 화이트클로버나 화이트클로버와 페레니알라이그라스를 補播하였던 바 이들의 草種 構成比率이 40~50% 向上되어 植生을 改良

할 수 있었다고 報告하였다. Gradl & Neuner(1993)는 클로버는 好光性 植物로서 上繁草인 禾本科의 草類 속에서 生育이 불량하지만 窒素肥料을 줄이고 磷酸과 加里質肥料을 施用하므로 화이트클로버가 增加되어 收量은 다소 감소하나 植生의 老朽化를 막을 수 있다고 하였다(Park, 1985).

한편 Marscher(1986)는 植物生育期의 適當한 磷酸要求量은 乾物의 0.3~0.5%이며, Wasshausen(1986)은 牧草의 利用에 의해 奪取되는 磷酸은 年間 62kg/ha 가량된다고 하였다. Vasiliauskiene & Kadziulis(1992)는 土壤의 有效磷酸含量은 施用初期에는 表土(0~10cm)에서 높았으며, Kreil & Oenema(1990)은 山地 傾斜草地에서 磷酸質肥料의 損失은 특히 土壤流失

및 地表流去水에 의한 것이 많다고 報告하였다.

## II. 材料 및 方法

### 1. 供試材料

本 研究는 第 III 報와 동일한 試驗으로서 供試된 草地의 草種은 orchardgrass(Potomac; 18), tall fescue (Fawn; 9), Kentucky bluegrass(Kenblue; 3), 및 white clover(Ladino Regal; 3kg/ha)였다. 試驗 處理內容은 表 I과 같으며 造成 및 管理肥料는 窒素, 磷酸, 加里를 尿素, 溶過磷 및 鹽化加里로, 石灰[Ca(OH)<sub>2</sub>]는 草地造成 작전에 ha당 3,000kg를 施用하였다. 以外 試驗圃 場概況 및 草地管理 方法은 III 報와 같다.

Table 1. Phosphatic fertilization schedule of the treatments.

Treatment No.	1	2	3	4	5	6
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -fertilization (kg / ha)	0	50	100	150	200	250

### 2. 調査方法

草地植生調査는 Klapp(1930) 方法에 의해 遂行 되었으며, 分析用試料는 65~70℃의 dry oven에 약 48 時間 乾燥시켜 일정한 時間이 경과된 후, 또 土壤試料는 表層 0~10cm의 土壤을 採取하여 風乾한 後 分析하였다. 植物體의 無機物 및 土壤化學成分은 農振廳 分析法에 準해 遂行되었다.

## III. 結果 및 考察

### 1. 植生變化

磷酸質肥料의 施肥水準別 植生變化는 그림 1에서 보는 바와 같이 오차드그라스는 전처리 공히 刈取 回收가 진행됨에 따라 점차 감소하는 경향이었으나 시험 1년차의 4차 刈取 이후에는 다시 증가되어 60% 내외를 유지하는 경향을 보였으며 톨페스큐는 전처리 공히 10% 내외를 유지하였는데 이것은 播種比率 27% 보다 현저히 낮은 것으로 牧草의 草種競合에 의하여 감소된 것으로 생각된다(Park, 1985). 켄터키 블루그라스는 磷酸質肥料의 施肥水準에 관계없이 보

는 처리가 거의 일정한 비율을 유지하였는데 특히 上繁草인 오차드그라스가 감소될 때는 약간 증가되는 경향을 보였다. 이와 같이 磷酸質肥料의 施用水準이 禾本科 牧草의 草種別 植生構成比率에 미치는 영향은 적었으나 生育에는 현저한 차이가 있었다(朴 등, 1994). 그러나 이에 반하여 荳科牧草의 植生構成 비율은 뚜렷이 증가되었으며 특히 磷酸質肥料의 施肥水準에 따라서 현저하게 변화되었는데 磷酸質肥料을 施用하지 않거나 施肥量이 적은 곳은 試驗期間이 진행됨에 따라 점차 증가하다가 다시 감소하는 경향을 보였으나 磷酸質肥料을 150kg/ha 이상 施用한 곳에서는 荳科牧草가 증가되어 계속 유지되었으며 반면에 雜草는 감소하는 경향을 보였다. 이와 같이 山地草地에 磷酸을 施用하므로 荳科牧草의 植生構成比率이 증가되는 것은 草地管理時에 磷酸質肥料을 施用하므로 荳科牧草의 比率이 크게 높아졌다고 報告한 朴 등(1987, 1993)이나 Spatz(1981), Common 등(1991) 및 Gradl & Neuner(1993)의 결과와 비슷하였으며, 또 Park(1985)이 山地草地에 磷酸과 加里肥料을 施用하므로 荳科牧草가 증가됨은 물론 山野草가 현저히 감소되었다고 보고한 것까지도 같은 경향이였다.

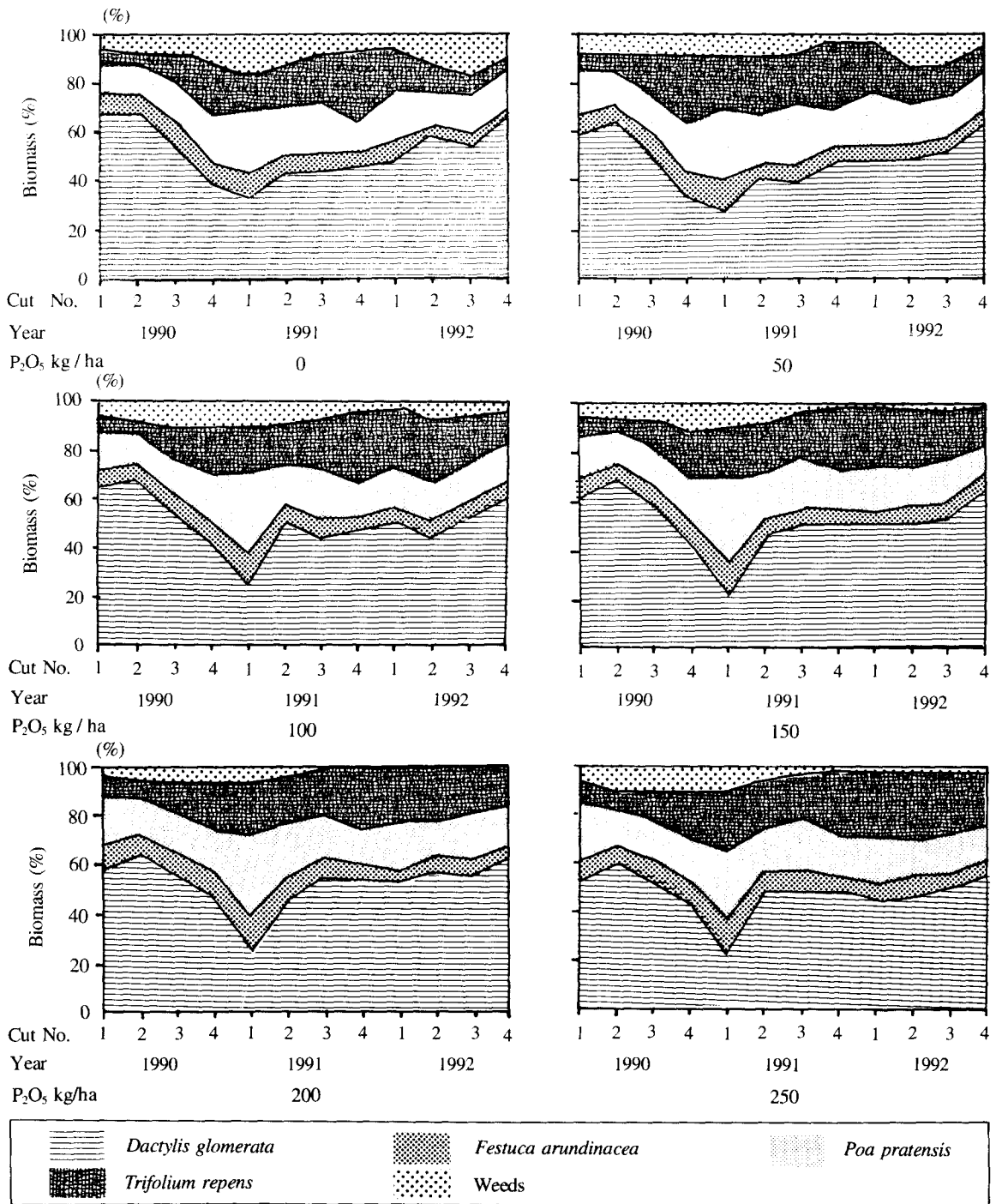


Fig. 1. Changes in botanical composition of grasses affected by phosphatic fertilization.

## 2. 牧草의 無機物含量

牧草의 無機物含量은 表 2와 같이 磷酸質肥料의 施用水準에 따라 다소 차이가 있었는데 먼저 窒素含

量은 2.77~3.02%로서 일정한 경향이 없었으나 Fink (1982)가 報告한 식물체의 適正含量인 2.5~4.0% 범위 내에 속하였다.

Table 2. Mineral contents in percentage, Ca /P ratios, and K /(Ca + Mg) equivalent ratios of grasses.

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -fertilization (kg / ha)	N	P	K	Ca	Mg	Ca/P	K/Ca+ Mg
0	3.02	0.20	3.53	0.58	0.22	2.89	2.15
50	2.97	0.23	3.35	0.55	0.21	2.36	2.16
100	2.89	0.26	3.19	0.57	0.22	2.25	2.04
150	2.87	0.31	3.40	0.63	0.23	2.03	2.04
200	2.77	0.31	3.33	0.58	0.23	1.82	2.05
250	2.90	0.32	3.06	0.65	0.24	1.94	1.83

인(P)함량은 無施用區의 0.20%에 비해 磷酸質肥料의 施肥量이 많아짐에 따라 증가하였으나 150kg/ha 이상 施用區에서만 Paynter & Dampney(1991)이 報告한 植物體의 인(P)함량 0.28~0.31% 範圍에 속하였으나 牧草의 適正함량인 0.45% 보다 현저히 낮은 수준이었다(Fleischel, 1973).

또 牧草의 칼륨(K) 함량은 3.06~3.53%로서 磷酸質肥料의 施用수준이 높아짐에 따라 다소 낮아지는 傾向을 보였으나 Fleischel(1973)나 Fink(1982)가 報告한 牧草의 適正함량 2.0~2.5%나 2.0~3.0% 보다 현저히 높았다.

Fink(1989)는 家畜에 적합한 牧草의 칼슘함량의 最低値는 0.54%라고 하였으며 高能力젖소의 粗飼料內에는 0.7% 含有되어야 한다고 報告하였는데 本 試驗에서 牧草의 칼슘함량은 磷酸施用區에서 0.55~0.65%로서 磷酸質肥料의 施用수準이 높은 곳이 이 범위에 속하였다.

牧草의 마그네슘 함량은 0.21~0.24%로서 Fleischel(1973)이 報告한 牧草의 適正함량 0.20~0.25%의 범위에 속하며 磷酸 施肥수準이 높아짐에 따라 다소 많아지는 傾向을 보였다.

관련 牧草의 Ca:P 含量比 1.82~2.89로서 磷酸質肥料의 施用수準이 증가함에 따라 감소하는 傾向을 보였으며 磷酸質肥料 150kg/ha 이상 施用區에서는 Menke & Huss(1980)가 적정 비율로 보고한 1.8~2.0:1 과 비슷하였다.

牧草의 K/Ca+Mg 當量比는 2.2이상에서 家畜의 血中 低 Mg症(grass tetany)의 발생 可能 要因이 되는바(Fink, 1989), 本 試驗에서는 1.83~2.15로서 全處理 모두 適正함량 범위내에 속하였으나 磷酸施用量이 많아짐으로 當量比가 낮아지는 傾向을 보였다.

### 3. 無機養分 奪取量

各 處理別 牧草生産에 의한 無機物 奪取量은 표 3에서 보는 바와 같이 磷酸質肥料의 施肥수準이 높아짐에 따라 현저히 증가하는 傾向을 보였는데 窒素는 磷酸 150kg/ha 施用區에서 290.2kg/ha로서 많았으며 이보다 磷酸施用量이 증가하여도 窒素奪取量은 거의 비슷한 傾向이었는데 이러한 결과는 Zuern(1968)과 같았으나 Klapp(1971)보다는 현저히 높았다. 磷酸奪取量은 無施用區의 23.4kg/ha에 비해 磷酸施用수準이 높아짐에 따라 뚜렷이 증가하는 傾向을 보였는데(Voigtlaender & Jacob; 1987), 磷酸 150kg/ha 施用區에서 牧草生産에 의한 연간 磷酸奪取量은 71.8kg/ha로서 Wasshausen(1986)이 보고한 62kg/ha 보다 약간 많았다. 加里의 奪取量은 磷酸施肥수準에 따른 牧草의 수량증가에 기인하여 뚜렷이 증가되었는데 磷酸 150kg/ha 施用할 때의 奪取量 414.2kg/ha로서 가장 많았으나 이보다 施用量이 높아지면 奪取量은 감소되는 傾向을 보였다. 石灰와 苦土의 奪取量도 磷酸質 肥料의 施肥수準이 높아짐에 따라 증가되었으나 磷酸 150kg/ha 施用區에서 각각 89.2 및 38.5kg/ha로서 최고수준에 달하였으며 이보다 磷酸의 施肥수準이 높아도 奪取量에는 차이가 없었다. 石灰의 奪取量은 Zuern(1968)이나 Klapp(1971)보다 다소 적은 량이었으나 苦土의 奪取量은 Klapp(1971) 보다 다소 적었으나 Zuern(1968)과는 서로 일치하는 결과를 보였다.

### 4. 土壤의 化學成分 變化

試驗前 및 各 處理別 試驗後 土壤의 化學成分은 表 4에서 보는 바와 같으며 試驗後 土壤의 化學成分

은 表土에 施用한 肥料의 垂直移動을 검토회차 세분하여 分析하였다.

먼저 試驗前 土壤은 pH 4.32였는데 여기에 中和量의 石灰를 施用하였던 바 표토인 0.0~2.5cm는 전처리

공히 목초생육에 적합한 pH 6.5~7.0 범위에 속하였으나(柳, 1987) 土深이 깊어짐에 따라 점차 pH 값이 낮아지는 경향을 보였으나 試驗前보다는 현저히 개량되었다.

Table 3. Mineral nutrient deprived by dry matter yield under different phosphatic fertilization in grassland (kg /ha).

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -fertilization (kg /ha)	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
0	154.4	23.4	217.4	41.5	18.7
50	186.9	33.1	253.9	48.4	21.9
100	242.9	50.1	323.0	67.1	30.7
150	290.2	71.8	414.2	89.2	38.5
200	278.1	71.3	402.7	81.5	38.3
250	290.5	73.3	369.3	91.2	39.9

Table 4. Soil chemical analysis before and after the experiment depending on the different treatments.

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -fertilization (kg /ha)	Depth (cm)	pH (1:5 H <sub>2</sub> O)	OM (%)	Av. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	Exch. cations (me/100g)		
					Ca	Mg	K
0	0.0 - 2.5	7.13	6.48	9.48	17.62	0.74	2.51
	2.5 - 5.0	5.90	4.49	5.42	5.43	0.30	1.71
	5.0-10.0	5.42	3.72	4.61	2.03	0.18	0.95
50	0.0 - 2.5	7.42	7.75	35.76	17.75	1.11	1.80
	2.5 - 5.0	6.26	4.39	7.31	7.92	0.54	1.73
	5.0-10.0	5.68	2.11	4.88	2.78	0.27	0.93
100	0.0 - 2.5	7.01	7.43	45.78	16.73	1.38	1.54
	2.5 - 5.0	6.22	5.13	11.11	8.96	0.59	1.04
	5.0-10.0	5.47	3.25	6.77	2.86	0.28	0.55
150	0.0 - 2.5	6.22	6.90	136.81	13.69	1.75	1.05
	2.5 - 5.0	5.73	4.60	23.84	5.51	0.59	0.74
	5.0-10.0	5.50	2.69	9.48	2.98	0.33	0.43
200	0.0 - 2.5	6.49	7.59	187.20	13.05	1.66	1.05
	2.5 - 5.0	5.72	4.33	28.17	5.53	0.65	0.73
	5.0-10.0	5.44	2.58	7.59	2.44	0.33	0.41
250	0.0 - 2.5	6.76	6.11	260.88	17.17	2.03	0.79
	2.5 - 5.0	5.83	4.55	33.32	6.40	0.73	0.46
	5.0-10.0	5.40	3.25	27.36	3.47	0.42	0.34
Before the experiment	0.0-10.0	4.32	4.43	20.27	0.96	0.22	0.37

土壤有機物 含量은 試驗前의 4.43%에 比하여 全處理 公히 磷酸施用과 關係없이 표토 최상층은 6.11~7.59%로서 아주 높았으나 5.0~10.0cm 깊이는 2.11~3.72%로서 낮은 경향이었는데 이것은 牧草栽培에 의해 枯葉이나 상층부 뿌리의 腐植에 의한 것으로 사료 된다.

한편 각 처리별 土壤의 有效磷酸 含量은 試驗前 土壤의 20.27ppm에 比하여 磷酸 無施用區는 현저히 감소되었으나 磷酸施用區는 施肥水準에 따라 뚜렷이 증가되었는데 특히 표토 0.0~2.5cm에 集積現象이 현저하였으며 土深과 施肥水準에 따라 현저한 차이가 있었다. 이러한 결과는 토양중에서 磷酸의 移動이 매우 느리게 進行되는 것으로 사료되며, 표토의 含量도 밭 土壤의 적정 有效磷酸 含量 20~30mg/100g에는 현저히 부족한 양이었다(Fleischel, 1973).

또한 각 處理別 土壤의 置換性 양이온 含量도 試驗前에 比해 현저히 改良되었다. 특히 토양 100g당 칼슘의 含量은 試驗前의 0.96me에 比하여 磷酸質肥料 施用에 關係없이 7.01~9.52me로서 밭토양 改良목표인 6.0me 보다 현저히 높았는데 이것은 酸度矯正을 위해 다량의 石灰를 施用하였기 때문인 것으로 사료 된다.

토양의 마그네슘 置換容量은 磷酸施用水準이 높아짐에 따라 증가되었으며, 試驗前 土壤의 0.22me에 比하여 磷酸 無施用區는 0.41me이었는데 磷酸質肥料 施用區는 0.64~1.06me로 顯著히 改良되었으나 밭 토양의 改良目標인 2.0me에는 부족하였다(류, 1987). 그러나 加里 含量은 磷酸質肥料의 施用量이 증가함에 따라 감소하였으며 試驗前 土壤의 0.37me에 比하여 試驗後 土壤은 0.53~1.49me로서 適正含量 0.5me 보다 다소 많은 양이었다(Fleischel, 1973).

#### IV. 摘 要

山地 混播草地에서 磷酸質肥料의 施肥水準이 牧草의 植生構成, 無機物含量, 無機養分奪取量 및 土壤에 미치는 影響을 구명코자 施肥水準을 달리한 6처리 (0, 50, 100, 150, 200 및 250kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha)를 亂塊法 3反復으로 配置하여 1989년 9월부터 1992년 10월까지 京畿道 種畜場內 野山地에서 本 試驗을 遂行하였던 바 그 結果를 요약하면 다음과 같다.

1. 磷酸質肥料 無施用區의 植生은 不良하였으며

磷酸 150kg/ha 施用에 의해서 豆科牧草의 比率이 현저히 增加되었으며 雜草는 감소하였다.

2. 牧草의 無機物 含量中 磷, 칼슘, 마그네슘 등은 磷酸 施用水準이 높아짐에 따라 증가되었고 Ca/P 및 K/Ca+Mg 當量比는 낮아졌으나, N 및 K는 일정한 傾向이 없었다.

3. 牧草生産에 의한 無機養分 奪取量은 磷酸 150kg/ha 施用까지는 점차 증가하였으나 이보다 磷酸施用量이 많아도 奪取量은 증가되지 않은 경향이 었다.

4. 草地에 施肥한 無機養分은 土壤表面에 대부분 集積되었으며 磷酸 施用水準에 따라 土壤의 有效磷酸 含量, 置換性 Mg 含量은 현저히 증가되었으며, 置換性 K 含量은 감소하는 傾向이 없었다. 그러나 pH, OM 및 置換性 Ca 含量은 일정한 경향이 없었다.

#### V. 引用文獻

1. Common, T.G., E.A. Hunter, M.J.S. Floate and J. Eadie. 1991. The long-term effects of a range of pasture treatments applied to three semi-natural hill grassland communities. I. Pasture production and botanical composition. *Grass and Forage Science* 46 (3):239-251.
2. Fink, A. 1982. Pflanzenernährung in Stichworten. Verlag Ferdinand Hirt, Kiel. 88-90.
3. Fink, A. 1989. Dünger und Düngung. VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim. 390-391.
4. Fleischel, H. 1973. Düngung und Tiergesundheit, Verlag Gerhard Rautenberg, Leer, 14-19.
5. Gradl, G. und K.H. Neuner. 1993. Dreischnittwiesen vorsichtig mit Stickstoff düngen. *BSW*, 183(23):23-25.
6. Jones, U.S. 1982. Fertilizers and Soil Fertility. Reston Publishing Company, Virginia, 219-222.
7. Klapp, E. 1930. Zum Ausbau der Graslandbestandesaufnahme zu landwirtschaftswissenschaftlichen Zwecken. *Pflanzenbau* 6:197-210.
8. Klapp, E. 1971. Wiesen und Weiden. Paul Parey, Berlin und Hamburg. 151-253.
9. Kreil, W. and O. Oenema. 1990. Grassland Fertilization and Environment. *Proc. of the 13th Gen. Meet.*

- EGF, Vol. I, 132-143.
10. Marschner, H. 1986. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press Inc. (London) Ltd. 235.
  11. Menke, K. H. und W. Huss. 1980. Tierernahrung und Futtermittelkunde. UTB Ulmer, Stuttgart, 38-41.
  12. 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.
  13. 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 Science 46(1):131-137.
  14. Spatz, G. 1981. Die Weidewirtschaft im Gebirge und ihre Auswirkung auf die Bodenerosion. Bericht ueber Landwirtschaft, 197. Sonderheft:49-54.
  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. Voigtlaender, G. und H. Jacob. 1987. Gruenlandwirtschaft und Futterbau. Eugen Ulmer, Stuttgart, 141-145.
  17. Wasshausen, W. 1986. Zum Problem des Phosphatkreislaufes auf beweidetem Gruenland. VDLUFA, Reihe Kongressberichte, Kongressband 537-546.
  18. Zscheischler, J. 1993. Mit weniger Duenger den Ertrag verdoppelt. BLW. 183(16):37.
  19. Zuern, W. 1968. Neuzeitliche Duengung des Gruenlandes. DLG-Verlag, Frankfurt(Main). 126-127.
  20. 朴根濟, 申載珣, 金在圭, 李赫浩, 李鍾烈. 1987. 草地에 對한 複合肥料 施用에 關한 研究. I. 草地에 對한 複合肥料 施用이 牧草의 乾物收量 및 植生에 미치는 影響. 農試論文集(畜産, 家衛) 29 (1):74-78.
  21. 朴根濟, 李弼相, 崔基準, 黃石重. 1993. 草地에 對한 磷酸質肥料의 施用에 關한 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. 韓草地. 13 (4):268-273.
  22. 朴根濟, 李弼相, 崔基準, 鄭在斗. 1994. 草地에 對한 磷酸質肥料의 施用에 關한 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.
  23. 柳寅秀. 1987. 밭 土壤管理와 施肥. 加里研究會. 140-142.
  24. 鄭連圭. 1985. 土壤 및 生態面에서의 草地維持 및 效率的 更新. 韓-獨 草地 세미나 資料: 45-52.