

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
朴根濟 · 李弼相 · 崔基準 · 黃石重

Studies on the Phosphatic Fertilizer Application in Grassland
II. Effects of phosphatic fertilizer application at the establishment
and management of grassland on the botanical composition and
mineral content of grasses

Geun Je Park, Pil Sang Lee, Gi Joon Choi and Suk Joong Hwang

Summary

With a purpose of finding out the effects of phosphatic fertilizer application at the grassland establishment and management on the botanical composition, mineral content of grasses and the chemical properties of soil, a field experiment was arranged with four treatments as a randomized complete block design and lasted from September, 1989 to October, 1991 in hilly area near Suweon. The results obtained are summarized as follows;

1. The botanical composition of grassland that phosphatic fertilizer was not applied was poor and the rate of legumes was increased with phosphatic fertilizer application and the effect of phosphatic fertilizer applications was obvious at the grassland management.
2. The mineral contents, N, P, Ca, Mg of grasses were increased with phosphatic fertilizer application but the K/Ca+Mg equivalent ratio of grasses was lowered and K content and Ca/P ratio tended not to be regular.
3. The available phosphorus contents and exchangable cation, Ca, Mg, contents of grassland soil were increased with phosphatic fertilizer applications but potasium contents tended not to be regular.
4. It was necessary to apply phosphatic fertilizer for the establishment and management of grassland. The botanical composition of grassland that phosphatic fertilizer was not applied at the establishment could be corrected into good stand with continuous phosphatic fertilizer applications at the management.

I. 緒 論

有效磷酸 含量이 부족한 山地의 酸性土壤에서 磷酸의 施用效果는 窒素보다도 크므로 有效磷酸 含量은 地方의 尺度로 인정하리만큼 중요하며(柳, 1987), 有效磷酸의 增加는 곧 收量의 增加를 意味한다 (Zuern, 1968).

鄭(1985)에 의하면 山地土壤에는 有效磷酸 含量이

매우 不足하므로 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한 影響을 미친다고 하였으며, 朴 등(1987)은 草地管理時에 磷酸質 肥料를 施用하지 않으면 豨科牧草의 定着이 不良하여 植生構成 比率이 顯著히 낮았다고 報告하였다.

磷酸의 利用率은 土壤酸度의 影響을 받는데 Jones (1982)는 산도가 높으면 磷酸의 利用性이 낮아지며 pH 6.3일때 높았다고 하였으며, Zscheischler(19

93)는 石灰를 施用하여 pH 5.6을 6.3으로 높여 줌으로 有效磷酸含量이 增加되었다고 하였다.

또 Baines 등(1982)는 草地에서 磷酸質 肥料의 施用은 窒素를 施用하지 않은 곳의 클로버의 收量에 좋은 影響을 미쳤다고 하였으며, 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. 한편 Park(1985) 및 Voigtlaender & Jacob(1987)에 의하면 山地 自然草地에 磷酸 및 加里肥料의 施用으로 禾本科 및 莎草科 山野草는 현저히 減少하고 荳科牧草의 比率이 증가되어 良質의 山地草地 植生으로 改良되었고, Common 등(1991)은 低位生産 草地에 石灰와 磷酸을 施用하고 화이트클로버나 화이트클로버와 케레니알 라이그라스를 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하였으며, Gradl & Neuner(1993)은 클로버는 好光性 植物로서 上繁草인 禾本科의 그늘속에서 生育이 불량하지만 窒素 肥料을 줄이고 磷酸과 加里質 肥料를 施用하므로 화이트클로버가 增加되어 收量은 다소 감소하나 植生의 老朽化를 막을 수 있다고 하였다.

한편 Marscher(1986)은 植物生育期の 적당한 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/ha이나 放牧畜의 糞尿에 의해 많은 量이 草地

에 되돌려 진다고 하였다. 또 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 地表流水에 의한 것이 많다고 報告하였다.

II. 材料 및 方法

1. 供試材料

本 研究은 第I報와 동일한 試驗으로서 供試된 草地의 草種은 orchardgrass(18), tall fescue(9), Kentucky bluegrass(3), 및 ladino clover(3kg/ha)였다. 試驗 處理內容은 表 1과 같으며 造成 및 管理肥料은 窒素, 磷酸 및 加里를 尿素, 熔過燐 및 鹽化加里로, 石灰[Ca(OH)₂]는 草地造成 직전에 ha당 3,000 kg를 施用하였다. 以外 試驗圃場 概況 및 草地管理 方法은 I報와 같다.

2. 調査方法

草地植生 調査는 Klapp(1953) 方法에 의해 遂行되었으 며, 分析用 試料는 65~70℃의 dry oven에 약 48時間 乾燥시켜 일정한 시간이 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 無期物 및 土壤化學成分은 農振廳 分析法에 準해 遂行되었다.

Table 1. Fertilization schedule of the treatments

Variable No.	At establishment (kg/ha)					At management (kg/ha)				
	N	-	P ₂ O ₅	-	K ₂ O	N	-	P ₂ O ₅	-	K ₂ O
1	80	-	0	-	70	280	-	0	-	240
2	80	-	0	-	70	280	-	150	-	240
3	80	-	150	-	70	280	-	0	-	240
4	80	-	150	-	70	280	-	150	-	240

III. 結果 및 考察

1. 植生變化

各 處理別 牧草의 植生變化는 表 2에서 보는 바와 같이 草地 造成時에 磷酸質 肥料를 施用하지 않은

處理區는 禾本科 爲主의 混播草地로서 荳科의 比率은 造成 1년차에는 2.3%에서 5.3%로 增加하는 傾向이 있었으나 2년차에는 3.0~3.7%로서 큰 變化를 보이지 않았다. 그러나 雜草는 試驗初期에는 큰 變化를 보이지 않았으나 2년차에는 刈取回數가 經過함에 따라 점차 增加되었다.

Table 2. Changes in biomass of species groups affected by phosphatic fertilization

Variable	Cutting time(1990)				Cutting time(1991)				
	No.	1st	2nd	3rd	4th	1st	2nd	3rd	4th
1	Grasses	96.6	96.3	92.0	93.3	96.0	95.7	94.7	91.0
	Legumes	2.3	2.7	4.0	5.3	3.0	3.0	3.3	3.7
	Weeds	1.1	1.0	2.0	0.7	1.0	1.3	2.0	5.3
2	Grasses	97.3	94.6	95.3	93.6	88.3	87.3	89.3	85.0
	Legumes	2.0	4.3	3.7	5.7	10.0	9.7	8.3	13.0
	Weeds	0.7	1.1	1.1	0.7	1.7	3.0	2.4	2.0
3	Grasses	93.2	90.2	90.6	85.3	86.8	90.9	90.8	90.6
	Legumes	6.1	9.3	9.1	14.2	12.3	8.0	7.2	7.5
	Weeds	0.7	0.5	0.3	0.5	0.9	1.1	2.0	1.9
4	Grasses	94.0	91.4	91.1	83.4	78.6	79.1	80.5	80.3
	Legumes	5.3	8.3	8.7	16.0	19.3	18.2	17.5	17.9
	Weeds	0.7	0.3	0.2	0.6	2.1	2.7	2.0	1.8

造成時에 磷酸質肥料을 施用하지 않고 管理時에만 磷酸質 肥料을 施用한 處理區는 試驗년차와 刈取回數가 進行됨에 따라 禾本科 牧草는 減少되고 荳科牧草는 磷酸 無施用區에 비하여 顯著히 增加되는 傾向을 보였으며, 雜草의 비율도 점차 增加되었으나 牧草의 비율에 큰 影響을 미치지 않은 적은 量이었다.

또 草地造成時 磷酸質 肥料을 施用하고 管理時에는 磷酸質 肥料을 施用하지 않은 處理는 造成 1년차에는 그 效果가 顯著하여 禾本科 牧草는 감소하고 荳科 牧草는 현저히 증가하는 傾向을 보였으나 2년차에는 刈取回數가 經過함에 따라 禾本科는 增加되고 荳科는 減少하였으며 雜草도 많아지는 趨勢를 보여 草地管理時에만 磷酸質 肥料을 施用한 곳보다 점차 磷酸의 效果가 적어지는 경향이였다.

한편 草地造成時와 草地管理時에 磷酸質 肥料을 施用한 處理區는 試驗年次가 進行되고 또 刈取回數가 經過됨에 따라 禾本科 牧草는 80.3%로 減少되고 荳科 牧草는 17.9%로서 顯著하게 增加되어 混播牧草의 適正植生 比率에 거의 達하였으며 雜草의 比率은 2.0~2.7%로서 큰 意味가 없었다(Park, 1985).

이와 같은 結果는 自然草地에 石灰 및 磷酸을 施用하였던 바 라디노클로버의 生育에 效果가 현저하였다고 한 尹(1965)과 石灰, 磷酸 및 加里 肥料의 增施로 화이트클로버의 生育이 促進되어 걸쭉

3년차에는 荳科 優占草地가 되었다고 보고한 金(1979)의 結果와 같았으며, 草地管理時에 磷酸質 肥料을 施用하지 않은 處理는 荳科 牧草의 比率이 현저히 낮았다고 報告한 朴 등(1987)의 結果와 같은 傾向이었다. 또 Spatz(1981)가 磷酸/加里 施肥로 클로버가 증가되었는데 특히 라디노클로버의 地上匍莖의 형성이 강하였다고 報告한 結果나, Park(1985)이 P/K 施肥로 荳科 牧草의 比率이 試驗 着手 2년만에 植生比率이 24%로 증가되었다고 한 경과와도 비슷하였다. 그리고 Common 등(1991)이 緬羊 放牧地에 石灰와 磷酸을 施用하고 화이트클로버와 케레니알라이그라스를 補播하였던 바 收量이 增加되고 이들 草種은 13년 후에 까지 植生構成 比率이 40~50%를 維持하여 草地植生을 改良할 수 있었다고 報告한 것이나, Gradl & Neuner(1993)이 光을 좋아 하는 화이트클로버는 禾本科의 그늘속과 上繁草와의 競爭關係로 감소되었는데 여기에 窒素를 줄이고 磷酸과 加里 肥料을 施用하므로 클로버가 증가되어 植生の 老化를 막을 수 있었다고 報告한 結果와 같은 傾向을 나타내었다.

2. 牧草의 無機物 含量

牧草의 無機物 含量은 表 3과 같이 磷酸質 肥料의 施用에 따라 현저한 차이가 있는데 먼저 窒素 含量

을 보면 磷酸質 肥料 無施用區의 2.09%에 비해 草地 造成時에만 磷酸을 施用한 處理區는 2.21%로서 높았으며 管理時에만 施用한 處理區는 2.36%였다. 또 草地造成時와 管理時 모두 磷酸質 肥料를 施用한 處理區는 2.60%로서 施用效果가 현저하였는데 이러한 결과는 磷酸質 肥料의 施肥水準이 增加함에 따라

植物體의 粗蛋白質 含量이 증가하였다고 報告한 Brandt & Jende(1959) 및 Fink(1989)의 結果와 같은 傾向이었으나 磷酸質 肥料를 施用하지 않거나 造成時 또는 管理時에만 施用한 處理區의 窒素 含量은 Fink(1982)가 報告한 食物體의 適正含量인 2.5~4.0% 보다는 다소 낮았다.

Table 3. Mineral contents in percentage, Ca / P ratios, and K / (Ca+Mg) equivalent ratios of grasses.

Variable No.	N	P	K	Ca	Mg	Ca/P	K/Ca+Mg
1	2.09	0.14	2.65	0.57	0.21	4.07	1.48
2	2.36	0.28	3.03	0.97	0.26	3.46	1.11
3	2.21	0.23	2.21	1.29	0.27	5.61	0.66
4	2.60	0.29	2.57	0.82	0.25	2.83	1.08

植物體의 磷(P) 含量은 無施用區에 비하여 造成時에만 施用한 곳은 0.23%로서 비교적 높았으나 管理時에만 施用한 處理區와 造成時 및 管理時 모두 施用한 區는 각각 0.28 및 0.29%로서 큰 차이를 보이지 않았는데 이것은 Paynter & Dampncy(1991)이 報告한 植物體의 磷(P) 含量 0.28~0.31% 範圍에 속하였으나 牧草의 適正含量인 0.45%보다 현저히 낮은 수준이었다(Fleischel, 1973).

또 牧草의 칼륨(K) 含量은 磷酸質 肥料의 施用方法이나 施用量에 따라 일정한 傾向을 찾을 수 없이 2.21~3.03%로서 Fleischel(1973)이 報告한 牧草의 適正含量 2.0~2.5% 보다는 草地管理時에만 施用한 處理區는 3.03%로서 다소 높았으나 Fink(1982)의 2.0~3.0%와는 비슷한 傾向을 보였다.

Fink(1989)는 家畜에 적합한 牧草의 칼슘 含量의 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 0.57~1.29%로서 이 범위에 속하지만 草地造成時와 管理時의 磷酸 無施用區는 0.57%로서 낮았으며 磷酸質 肥料 施用區에서는 施用方法에 無關하게 높은 傾向을 보여 草地에 磷酸質 肥料를 施用하므로 牧草의 칼슘 利用效率이 높아지는 것으로 思料된다.

牧草의 마그네슘 함량은 0.21~0.27%로서 Fleischel(1973)이 報告한 牧草의 適正含量 0.20~0.25%의 범위에 속하나 磷酸 無施用區는 0.21%로서 가장

낮았으며 磷酸 施用區는 모두 비슷한 傾向으로 높았는데 이것은 磷酸과 마그네슘은 서로 밀접한 관계가 있어 마그네슘의 증가에 따라 植物體의 磷酸 吸收가 增加된다는 Fleischel(1973)의 報告와 비슷하였다.

한편 牧草의 Ca:P 含量比를 Menke & Huss(1980)는 1.8~2.0:1 정도가 적당하다고 하였는데 本試驗結果에서는 全處理 公히 2.83~5.61로서 이 범위보다 현저히 높았다. 이 결과는 山地草地에서 有效磷酸 含量이 부족하여 牧草의 磷酸 含量이 적정함량보다 현저히 낮은데 그 원인이 있는 것으로 사료된다. 그러나 造成時보다 管理時에 磷酸質 肥料를 施用함으로써 Ca:P의 比가 다소 낮아졌다.

牧草의 K/Ca+Mg 當量比는 2.2 이상에서 家畜의 血中 低 Mg症(grass tetany)의 발생 가능 要因이 되는 바(Fink, 1989), 本試驗에서는 0.66~1.48로서 全處理 모두 適正含量 범위내에 속하였는데 이것은 牧草의 칼륨 함량에 비해 칼슘의 함량이 적정함량보다 다소 많은데 起因되는 것으로 여겨진다.

3. 土壤의 化學成分 變化

試驗前 및 각 處理別 試驗後 土壤의 化學成分은 表 4에서 보는 바와 같이 試驗前 土壤은 pH 5.1이었는데 여기에 中和量의 石灰를 施用하였으나 酸度는 柳(1987)가 報告한 作物生育에 적합한 pH 6.5 내외로 改善되지 않았으나, 磷酸施用區는 pH 5.4~5.5로서 Jones(1982)이 報告한 대부분 作物의

生育最適 pH 5.0~7.0에 속하나 牧草栽培를 위해서는 보다 더 土壤酸度を 改善하여야 할 것으로 思料된다.

土壤有機物 含量은 試驗前의 0.7%에 비하여 試驗

區 全處理 공히 1.7~2.2%로서 顯著히 높아졌는데 이것은 磷酸施用에 의한것 보다는 牧草栽培에 의한 증가로 思料되며, 作物生育에 적합한 밭 土壤의 有機物 含量 3.0%에는 미흡한 실정이었다(柳, 1987).

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

Variable No.	Depth (cm)	pH (1:5 H ₂ O)	OM (%)	Av. P ₂ O ₅ (ppm)	Exch. cation(me/100g)		
					Ca	Mg	K
1	0-10	5.2	2.0	6.0	3.3	0.5	0.5
2	0-10	5.4	1.7	33.8	3.8	1.1	0.3
3	0-10	5.5	2.1	16.6	5.0	1.0	0.3
4	0-10	5.5	2.2	51.2	4.8	1.2	0.4
Before the experiment	0-10	5.1	0.7	7.0	0.6	0.4	0.4

한편 각 처리별 土壤의 有效磷酸 含量은 試驗前 土壤의 7.0 ppm에 비하여 磷酸 無施用區는 6.0 ppm으로서 다소 감소되었으며 草地 造成時에만 施用한 處理는 16.6 ppm, 管理時에만 施用한 區는 33.8 ppm, 草地造成時 및 管理時에 施用한 處理區는 51.2 ppm으로서 磷酸의 施用程度에 따라서 有效磷酸 含量에 차이가 있었다. 그러나 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 비해 현저히 개량되었다. 특히 토양 100 g당 칼슘의 含量은 試驗前의 0.6 me에 비하여 磷酸 質 肥料 施用區는 3.3~5.0 me로서 顯著히 改良되었는데 이것은 酸度矯正을 위해 中和量의 石灰를 施用하였기 때문이며, 磷酸 質 肥料 施用區에서 다소 칼슘 含量이 높았던 것은 施用한 磷酸이 酸性化의 원인이 되는 Al 이온과 結合한데 그 원인이 있는 것으로 思料된다. 토양의 마그네슘 置換容量은 試驗前 土壤의 0.4 me에 비하여 磷酸 無施用區는 0.5me 이었는데 磷酸 質 肥料 施用區는 1.0~1.2 me로 顯著히 改良되었으나 밭 토양의 改良目標인 칼슘 6.0 및 마그네슘 2.0 me에는 부족하였다(Fleischel, 1973; 류, 1987). 그러나 加里 含量은 試驗前 土壤의 0.4 me에 비하여 試驗後 土壤은 磷酸 施用方法에 無關하게 0.3~0.5 me로서 適正含量 0.5 me에 거의 達하는 양이었다(Fleischel, 1973).

IV. 摘 要

本 試驗은 草地造成時와 管理時에 施用하는 磷酸 質 肥料의 施用이 草地植生, 牧草 및 土壤의 無機物 含量에 미치는 影響을 究明코자 無施用區의 3處理를 亂塊法 3反復으로 圃場 配置하여 1989年 9月부터 1991年 10月까지 水源 近郊에서 遂行되었던 바, 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 磷酸 質 肥料 無施用區의 植生은 不良하였으며 磷酸施用에 의해서 荳科 牧草의 比率이 增加되었는데 특히 草地管理時의 磷酸效果가 顯著하였다.

2. 牧草의 無機物 含量中 窒素, 磷, 칼슘, 마그네슘 등은 磷酸 施用區에서 증가되었고 K/Ca+Mg 當量比는 낮아졌으나, K 및 Ca/P는 일정한 傾向을 보이지 않았다.

3. 磷酸 施用에 의해 表土(0~10cm)의 有效磷酸 含量, Ca 및 Mg의 置換容量은 현저히 증가되었으나 칼슘은 일정한 傾向이 없었다.

4. 山地 草地造成 및 管理時에 磷酸 質 肥料의 施用은 필수적이며 특히 草地管理時의 지속적인 施用은 造成時의 無施用을 거의 보완할 수 있었다.

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 seards. Proceedings of the 9th General Meeting of European Grassland Federation, Reading 217-221.
2. Brandt, J. und R. Jende. 1959. Der Einfluss langjahriger Phosphatduengung auf Ertrag, Pflanzenbestand und Futterwert von Dauerweiden. *Die Phosphorsaeure* 19:76.
 3. 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.
 4. Fink, A. 1982. Pflanzenernaehrung in Stichworten. Verlag Ferdinand Hirt, Kiel. 88-90.
 5. Fink, A. 1989. Duenger und Duengung. VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim. 390-391.
 6. Fleischel, H. 1973. Duengung und Tiergesundheit, Verlag Gerhard Rautenberg, Leer, 14-19.
 7. Gradl, G. und K.H. Neuner. 1993. Dreischnittwiesen vorsichtig mit Stickstoff duengen. *BSW*, 183(23):23-25.
 8. Jones, U.S. 1982. Fertilizers and Soil Fertility. Reston Publishing Company, Virginia, 219-222.
 9. Klapp, E. 1930. Zum Ausbau der Grassland bestandesaufnahme zu landwirtschaftswissenschaftlichen Zwecken. *Pflanzenbau* 6:197-210.
 10. Kreil, W. and O. Oenema. 1990. Grassland Fertilization and Environment. Proc. of the 13th Gen. Meet. EGF, Vol. I:132-143.
 11. Marschner, H. 1986. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press Inc. (London) Ltd. 235.
 12. Menke, K.H. und W. Huss. 1980. Tierernaehrung und Futtermittelkunde. UTB Ulmer, Stuttgart, 38-41.
 13. 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.
 14. 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.
 15. Spatz, G. 1981. Die Weidewirtschaft im Gebirge und ihre Auswirkung auf die Bodenerosion. Bericht ueber Landwirtschaft, 197. Sonderheft: 49-54.
 16. 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.
 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, Frankfurt (Main). 126-127.
 - 20.金正甲. 1979. 걸뿌림 山地草地에서 石灰, 燐酸, 窒素, 燐酸 및 加里 施用이 牧草의 定着, 收量 및 植生構成에 미치는 影響. 忠北大學院 論文集 4:83-100.
 21. 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.
 22. 柳寅秀. 1987. 밭 土壤管理와 施肥. 加里研究會. 140-142.
 23. 尹益錫. 1965. 自然草地的 植生改良에 關한 研究. 第2報. 라디노클로바의 追播草地에 對한 石灰 및 燐酸의 效果. 韓畜誌. 7:99-105.
 24. 鄭連圭. 1985. 土壤 및 生態面에서의 草地維持 및 效率의 更新. 韓-獨草地 세미나 資料:45-52.