

一年生 및 多年生牧草에 있어서 磷酸吸收의 年次的 變化

鄭 燦·全 炳 台

Yearly Change of Phosphorus Absorption in Annual-and Perennial Grass

Chan Chung and Byong Tae Jeon

Summary

This experiment was carried out to determine the effects of soil phosphorus(P) level on growth environment of annual-and perennial plant. The results obtained are summarized as follow:

1. With increasing level of phosphorus fertilizer, plant length of Italian-and perennial ryegrass tended to increase.
2. After the second year, DM yield of perennial ryegrass was significantly higher than that of Italian ryegrass in all treatments.
3. In the difference of P-yield between high P-treatment and nil P-treatment, there was tendency for that of Italian ryegrass to be increased but for perennial ryegrass to be decreased throughout 3 years.
4. The growth of perennial ryegrass compared with Italian ryegrass was tended to profitable in low phosphorus environment than high phosphorus environment.

I. 緒 論

一年生植物은 種子 1粒中에 많은 量의 磷(以下 P)을 含有하여 初期生育은 種子自體의 P에 依存하지만, 定着後에는 根에 의한 吸收 P에 依存하여 生育을 하기 때문에 土壤溶液中的 P含量이 낮은 條件下에서는 生育이 현저하게 抑制된다.

한편, 多年生植物은 種子內의 P含量이 적기 때문에, 發芽後 當年の 生育에 있어서는 土壤 溶液中的 P이 중요한 制限要因이 된다. 그러나 多年生植物은 越冬 個體中에 多量의 P를 貯藏하며(鄭 등 1990), 그量은 經年的으로 增加하기 때문에 定着된 越冬個體는 一年生植物에 比하여 보다 낮은 P環境下에서도 優勢한 生長이 可能하다고 생각된다.

本 研究에서는 이러한 서로 다른 P의 動態를 나타내는 植物에 대한 土壤-P環境의 影響을 밝히기 위하여 牧草를 利用한 栽培試驗을 하였다. 一年生植物로서 Italian ryegrass, 多年生植物로서 同屬의 Perennial

ryegrass를 利用하여 P試肥水準에 따른 生育, P吸收量의 年次變化等の 差異에 관하여 調査하였다.

II. 材料 및 方法

1. 試驗設計

試驗地는 東北大學 川渡農場內의 草地試驗圃를 利用하였다. 1988年 9월에 耕耘한 後 土壤改良劑로써 石灰를 10a당 750kg 施用하였다.

試驗區는 無P區, 少P區, 多P區로 하여 分割區配置 3反復으로 1區의 面積은 4m²로 하였다.

基肥로써 窒素와 加里를 10a當 15kg씩, 磷酸은 無P區, 少P區, 多P區로 각 P₂O₅로써 0kg, 27kg, 및 135kg을 施用하였다. 窒素는 尿素, 磷酸은 熔磷酸과 中過石을 半量씩, 加里는 鹽化加里를 利用하였다.

공시草種은 Italian ryegrass(*Lolium multiflorum* Lam.), Perennial ryegrass(*Lolium perenne*)로써 各各

10a當 2.5kg을 播種하였다.

2年次부터 追肥는 兩草種모두 年間施肥量은 同量으로 하였고, 窒素와 加里는 年間 10a當 各 20kg을 施用하였다. 磷酸은 無P, 少P, 多P區로 各各 0kg, 5kg, 25kg을 施用하였다. 또한, Perennial ryegrass(以下 PRG)는 1988年 9월에 1回 播種하였으나, Italian ryegrass(以下 IRG)는 一年生植物로 취급하여 前年度에 남았던 地上部를 每年 봄에 刈取하여 通風乾燥한 後 粉末로하여 各 施肥區의 土壤에 還元한후 每年 4월에 再播種하는 方法을 利用하였다.

2. 材料의 採取

無P區, 少P區와 多P區의 各區中에 20cm×20cm quadrat를 設置하여 quadrat內의 植物을 地表로부터 刈取하여 5cm以下의 部位를 株, 5cm以上의 部位를 地上部現存量으로 하였고 同時에 quadrat內 地下 30cm까지의 根系를 掘取, 水洗하여 地下部收量으로 하였다. 採取한 各部位는 70°C에서 48時間 通風乾燥後 乾物收量測定과 分析用 試料로 하였다. 또한 土壤은 造成前 試驗地에 있어서 6個所, 造成後는 每年 3月과 12月의 年 2回, 表層으로부터 20cm까지 5cm간격의 層別로 採取하여 自然通風乾燥한 後 分析用으로 하였다.

3. 化學 分析

植物體 試料는 초산-과염소산에 의한 濕式分解後 P을 Vanado molybdenum酸 ammonium 法에 의하여 定量하였다. 또한 土壤 有效態-P은 BrayII法, 磷酸吸收係數는 常法에 의하여 測定하였다.

III. 結 果

試驗圃場의 處理前土壤은 強酸性 火山灰土壤으로 磷酸吸收係數는 2000以上이었고 有效態-P은 P_2O_5 로서 0.82mg/100g으로 낮은치를 나타내었다.

表 1에는 IRG와 PRG의 草長에 미치는 磷酸施肥의 影響을 나타내었다. 播種後 約 2個月이 經過한 1988年 9月 下旬에서는 IRG의 草長이 PRG에 비하여 모든 處理區에서 約 2배정도 길었다.

다음해 봄(翌春 3月 下旬) 再播種 IRG는 種子로부터 출발하기 때문에 1989년 5월의 段階에서는 IRG의 草長이 PRG보다 짧았다. 그러나 磷酸施肥量이 많을수록 草長은 긴 傾向을 보였다.

表 2에는 PRG와 IRG의 年間 地上部 乾物生産量을 제시하였는데 1989年度 試驗 1年次에는 모든 處理區에서 IRG가 乾物量이 많았으나 1989年의 2年次 以後

Table 1. Effect of phosphorus fertilizer on plant length(cm).

Date	Italian ryegrass			Perennial ryegrass			
	nil	low	high	nil	low	high	
1988 Nov.	43.50	53.80	56.40	25.20	31.20	39.90	
1989							
May 11*	6.50	10.40	11.10	60.90	69.50	73.50	cutting
22	16.20	20.00	28.60	23.60	27.80	30.20	
Jun. 6	70.00	77.40	87.80	48.40	58.40	66.60	cutting
20	21.40	26.60	31.60	24.00	26.20	26.80	
Jul. 11	87.40	91.80	97.00	52.40	58.60	65.40	cutting
30	51.20	69.60	75.80	44.20	49.80	63.20	
Aug. 14	60.60	73.00	85.20	54.00	58.00	63.20	cutting
30	30.40	40.20	42.20	22.20	26.60	32.20	
Oct. 6	48.60	65.80	72.50	38.90	44.70	51.60	cutting
Nov. 13	19.20	24.00	30.90	14.50	19.10	22.50	cutting

*: Cutting perennial ryegrass only.

Table 2. Annual dry matter yield of Italian ryegrass and perennial ryegrass(g/m²).

years	Italian ryegrass			Perennial ryegrass		
	nil	low	high	nil	low	high
1988	234.10	242.10	248.00	92.80	162.70	189.30
RY	0.94	0.98	1.00	0.49	0.86	1.00
1989	988.10	1237.40	1730.00	1391.20	1708.40	2173.20
RY	0.57	0.72	1.00	0.64	0.79	1.00
1990	736.30	1021.80	1338.70	886.50	997.80	1266.50
RY	0.55	0.76	1.00	0.70	0.79	1.00

RY: Relative yield to high P application.

에는 모든 處理區에서 PRG의 乾物量이 많았다. 또한 多P區에 대한 無P區의 乾物量 比率은 初年度는 IRG가 PRG보다 높았고 2年次 以後는 逆으로 PRG가 IRG보다 높은 結果를 나타내었다.

1年次로부터 3年次에 걸쳐서 IRG의 경우 每年 多P處理區와 無P處理間의 乾物比率이 커지는 것에 대하여 PRG의 경우는 거의 一定해지는 傾向을 보였다. 즉, PRG는 每年 P施肥에 대한 增收效果가 작아지는 結果를 나타내었다.

그림 1, 2에는 PRG와 IRG의 地上部, 刈株 및 地下部 P含有量의 季節別 變化를 나타내었다. 兩草種 모두 多P>少P>無P 順이었지만, 特히 그 差는 地上部에서 컸다. 이것은 地下部の 刈取가 없는 11月로 부터 5月

까지 土壤의 可給態-P이 많은 區에서, 特히 많은 P를 吸收, 貯藏한 것을 나타낸다.

그후 刈取에 의한 地上部 收奪에 따른 減少를 持續하여 겨울의 11月에는 가장 낮은 含有量을 나타냈다. 이것에 대하여 地下部 P含有量은 5月 上旬에 最代值를 보여 地下部와 같은 形을 나타냈지만 變動 폭은 작았고, PRG의 경우 여름의 8월까지 減少한 後 겨울의 11月에는 增加하는 傾向을 나타냈다. 刈株는 地上, 地下部の 中間의 形態를 나타냈다. 또한 IRG의 地下部 P含有量은 生育期間을 통하여 處理區間의 差異가 거의 一定하게 維持되었으며, 7月에 1회째의 Peak를 나타낸후 刈取에 의해 減少하였지만 다시 增加하여 10月에 2회째의 Peak를 나타냈다. 그후는 PRG와 똑같

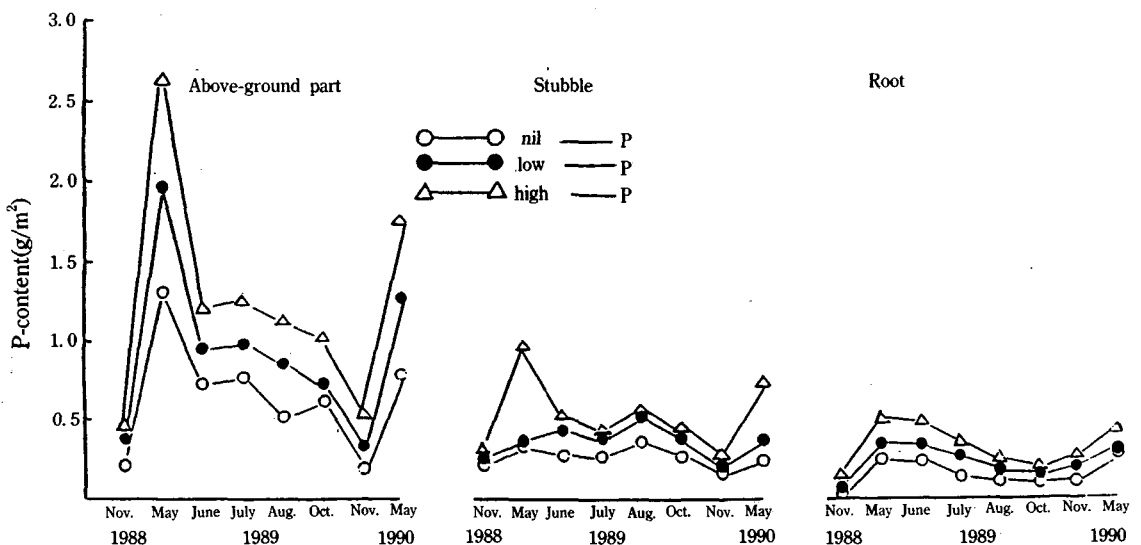


Fig. 1. Seasonal changes of P-content of perennial ryegrass.

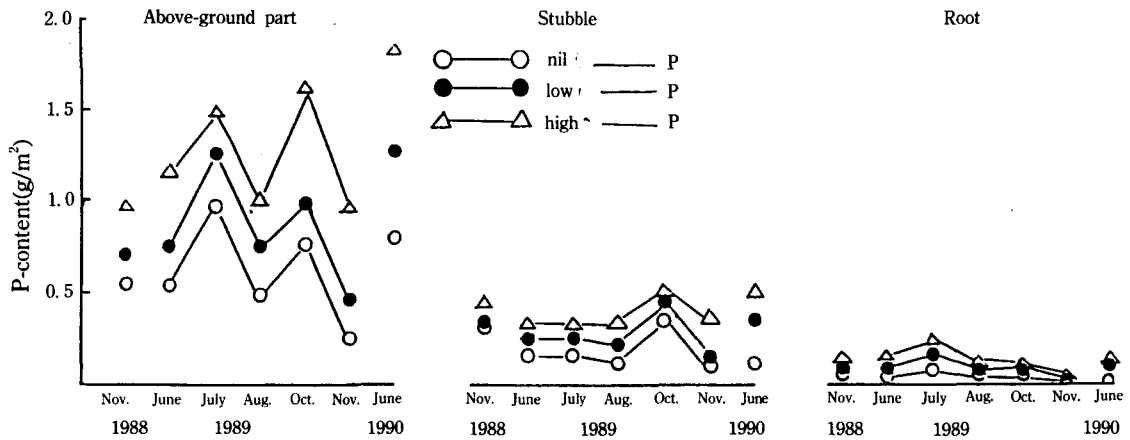


Fig. 2. Seasonal changes of P-content of Italian ryegrass.

이 겨울을 맞이하여 減少하는 傾向을 나타냈다. 또한 地下部 P含有量은 年間을 통하여 커다란 差는 없었고 PRG가 겨울에 P含有量이 增加하는 것에 대하여 IRG는 減少하였다.

表 3은 PRG와 IRG의 年間 P收量을 나타냈다. 造成初年度の 1988年 P收量은 IRG가 PRG보다 많았지만 2년째인 1989年은 PRG가 IRG보다 높은 P收量을 나타냈다. 한편 多P處理에 대한 無 P處理의 P收量 比率은 1년째부터 3년째에 걸쳐 IRG의 경우 乾物量과 같이 毎年 比率이 커지는 것에 대하여 PRG의 경우는 毎年 오히려 處理間의 差가 작아지는 傾向을 나타냈다.

表 4에는 土壤의 有效態-P含有量을 나타내었다. 모든 處理區에서 0~5cm까지 有效態-P의 集積이 보였지만, 2年째는 특히 顯著하게 나타나, 0~10cm까지

追肥에 의한 影響이 보였다. 여기서 0~10cm까지의 有效態-P의 動態를 보면, 造成初年度는 IRG와 PRG모두 各 處理區의 有效態-P値는 거의 같은 量이었지만 2年째는 兩草種의 土壤이 P追肥에 의한 蓄積傾向을 나타내었다.

그 중에서 PRG의 有效態-P가 少, 多-P處理 모두 IRG보다 높은 値를 나타내어, 草種에 의한 土壤-P의 利用性의 差가 顯著함을 나타내었다. 또한 이것은 無 P區의 土壤變化에도 나타나 IRG는 土壤中 有效態-P이 減少하는 반면 PRG는 15cm까지 增加하는 傾向을 보였다.

IV. 考 察

兩草種 모두 種子로 부터 出發한 造成當年の 越冬

Table 3. Annual P-yield of Italian ryegrass and perennial ryegrass(g/m²).

years	Italian ryegrass			Perennial ryegrass		
	nil	low	high	nil	low	high
1988	0.59	0.68	0.94	0.20	0.36	0.45
RY	0.63	0.72	1.00	0.44	0.80	1.00
1989	3.06	4.20	6.28	4.14	5.68	7.78
RY	0.49	0.67	1.00	0.53	0.73	1.00
1990	2.11	3.51	5.32	2.54	3.36	4.65
RY	0.40	0.66	1.00	0.55	0.72	1.00

RY: Relative yield to high P application.

Table 4. Available-P content in soil after experiment(mg/100g).

	Italian ryegrass				Perennial ryegrass		
	cm	nil-p	low-p	high-p	nil-p	low-p	high-p
1988 Nov.	0-5	0.72	0.91	2.10	0.72	0.91	2.10
	5-10	0.54	0.72	0.91	0.54	0.54	0.91
	10-15	0.45	0.63	0.63	0.45	0.45	0.63
	15-20	0.45	0.54	0.54	0.45	0.36	0.63
1989 Dec.	0-5	0.71	0.99	3.12	0.99	1.45	4.32
	5-10	0.34	0.52	1.45	0.80	1.08	1.91
	10-15	0.34	0.34	0.80	0.52	0.52	0.52
	15-20	0.25	0.15	0.52	0.43	0.43	0.34

前은 IRG의 草長이 PRG보다 길었고 初期生育은 一年生이 多年生보다 優勢하였다. 이것은 種子重의 差에서 나타나듯이 種子中의 貯藏物質이 PRG에 比較하여 IRG가 많기 때문이라고 생각된다.

한편 다음해 봄(5月)에, PRG는 個體로써 越冬하지만 IRG에 冬期에 枯死하여 이른 봄에 再播種되기 때문에 一番草 刈取까지의 草長은 IRG에 比較하여 PRG가 더 길었다. 즉 多年生植物은 地下部에 貯藏한 養分으로 越冬芽가 生長을 開始하기 때문에 새로이 種子로부터 出發하는 一年生植物보다 이른봄의 伸張과 個體重의 增加速度가 빠르다.

植物의 光競爭에 있어서 草長이 긴 것이 有利하기 (Bobbink 등, 1988; Boysen-Jenson, 1949; Mahmoud 등, 1976; Roush 등, 1985; Spitters 등, 1983; Tilman, 1985), 때문에 봄철의 伸張, 繁茂期에 이와 같이 多年生植物이 一年生植物에 비하여 經年的으로 競爭上 有利해 진다고 생각된다.

本 試驗에서는 IRG, PRG 모두 磷酸施肥量이 많을수록 草長이 길어지는 傾向을 나타냈다. 原田(1965)도 洪積土壤을 利用한 試驗에서 磷酸肥料가 增加함에 따라서 Alfalfa와 Orchardgrass의 草長은 增大하였다고 報告하였다.

本 試驗地의 土壤은 磷酸吸收係數가 높고 有效態-P가 不足하기 때문에 磷酸施肥의 效果가 더욱 크게 나타났다고 생각된다. 또한 本 試驗에서 少P區에 대하여 多P區의 施肥P量은 5배이었음에 불구하고 土壤의 磷酸吸收係數가 높기 때문에 造成初年度와 2年度 土壤의 有效態-P量은 約 2~3배의 差를 나타냈다.

2年째 以後는 PRG의 모든 처리구가 IRG에 비하여

乾物量이 많은 것은 역시 經年的으로 個體를 增加시켜 組織中에 貯藏物質을 蓄積하는 多年生植物의 有利性이 나타났다고 생각된다.

火山灰土壤에서 磷酸의 施用效果가 가장 잘 나타나는 時期는 牧草가 根系을 確立하는 初期生育 段階로 그 後의 效果는 顯著하지 않다고 알려져 있다(早川 등, 1959; 北岸 등, 1959). 本 試驗의 結果에도 PRG의 乾物量이 다음해 부터 多P區와 無P區의 差가 작아지는 傾向을 보였다. 이것은 貯藏養分에 크게 依存하는 多年生牧草의 特徵이라고 생각된다.

한편 草地는 刈取에 의하여 土壤中-P이 收奪되어 土壤의 有效態-P水準이 떨어지면 每年 種子로부터 出發하는 IRG는 施肥水準의 影響이 특히 크게 나타난다고 생각된다. 이러한 結果는 表3의 P收量에 있어서도 認定되었다.

3年間の P收量으로 부터 土壤에서 收奪된 P量을 보면 모든 處理에서 PRG가 IRG보다 많았다. 그러나 土壤表層의 有效態-P은 2年次부터 IRG草地보다 높았다. 즉 PRG는 土壤中의 有效態-P을 높게 維持하는 機構가 作用하고 있다고 생각된다. 그 理由로써 PRG는 IRG에 비하여 根圈이 넓고 下層土로부터도 P의 吸收를 할 수 있다는 것과 地表에 形成된 litter와 root-mat의 分解에 의하여 常時表層에 P이 供給된다고 생각된다. 또한 이러한 litter의 分解에 의하여 土壤有機物量의 增加로 인하여 土壤의 物理性이 改良되어, P의 土壤粒子와의 接觸이 적어져 P의 吸收, 固定을 防止하기 때문이라고 생각된다.

以上の 結果로부터 多年生の PRG는 一年生の IRG에 비하여 高磷酸 環境下보다 低磷酸 環境下에서의

生育이 有利하여지는 傾向이 있고 그것이 連年的으로 增加하는 것과, 또한 PRG는 生育土壤의 有效態-P을 높게 維持하는 機構가 作用하여 高磷酸 環境下에 비하여 低磷酸 環境下에서는 多年生植物이 一年生植物에 비하여 競爭上 有利하다고 생각된다.

V. 摘 要

一年生과 多年生植物의 生育環境으로써 土壤磷酸 水準의 影響에 관하여 檢討하였다.

1. 一年生の IRG(Italian ryegrass)와 多年生の PRG(Perennial ryegrass) 모두 磷酸施肥量이 많을수록 草長이 길어지는 傾向을 나타내었다.

2. 2年次 以後는 모든 處理區에서 PRG가 IRG에 비하여 乾物量이 많았다.

3. 多P處理에 대한 無P處理의 P收量 比率은 1년째 부터 3년째에 걸쳐 IPG의 경우 乾物量과 같이 每年 比率이 커지는 것에 대하여 PRG의 경우는 每年 오히려 處理間의 差가 작아지는 傾向을 나타냈다.

4. 多年生の PRG는 一年生の IRG에 비하여 高磷酸 環境下에서 보다 低磷酸 環境下에서의 生育이 有利하여지는 傾向을 나타내었다.

VI. 引用文獻

1. Bobbink, R., Bik, L. and Willems, J. H. 1988. Effects of nitrogen fertilization on vegetation struc-

ture and dominance of *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv. in chalk grassland. Acta Botanica neerlandica, 37: 231-242.

2. Boysen-Jenson, P. 1949. Casual plant geography, Danske vidensk. selskab, Biol. Medd, 21, No. 3.
3. 鄭 燦, 菅原和夫, 伊藤 巖. 1990. 野草地における P의 動態에 關する 研究. 日草誌. 36(別): 87-88.
4. 原田 勇. 1965. 牧草의 發芽ならびに 初期生育におよぼす 肥料濃度의 影響. 土肥誌. 36: 386-392.
5. 早川康夫, 橋本久夫. 1959. 根釧地方火山灰地における 牧草地土壤의 理化學的 特性とその 施肥法에 關する 研究. 北海道立農試集報. 4: 9-19.
6. 北岸確三, 宮里原, 沖田正. 1959. 施肥에 對する 多年生 牧草의 反應. 土肥誌. 36: 386-392.
7. Mahmoud, A. and Grime, J. P. 1976. An analysis of competitive ability in three perennial grasses. New phytologist. 77: 431-435.
8. Roush, M. L. and Rado sevich, S. R. 1985. Relationships between growth and competitiveness of four annual weeds. J. of applied Ecology. 22: 895-905.
9. Spitter, C. J. T. and Aerts, R. 1983. Simulation of competition for light and water in crop-weed associations. Aspects of applied Biology. 36: 386-392.
10. Tilman, D. 1985. The resource ratio hypothesis of succession. American naturalist. 125: 827-852.