

一年生과 多年生 植物의 競爭에 미치는 磷酸의 効果

鄭 燦 · 全炳台

The Effect of Phosphorus on Competition in Annual and Perennial Plants

Chan Chung and Byong Tae Jeon

Summary

The purpose of this experiment was to determine the effect of soil phosphorus level on plant length, dry matter yield and competition in annual and perennial plants.

The effect of phosphorus fertilizer on the plant length and dry matter yield was low in the perennial plant of *Miscanthus sinensis*, *SaSa palmata* and *Artemisia princeps*, but was high in the annual plant of *Polygonum thunbergii* and *Echinochloa crus-galli*.

The plant length, density and dry matter yield of Italian ryegrass in individual natural community did not depend on relative photosynthetic photon flux density but on total and available phosphorus of soil.

I. 緒 論

自然草地的 二次遷移의 進行은, 初期生育이 빠른 一年生 草本이 優占하는 群落으로부터 시작되어 草本期 最後의 段階는 多年生 禾本科 草本이 優占하는 群落을 形成한다(林, 1967, 1969).

이처럼 一年生 植物로 부터 多年生 植物로 優占種이 遷移하는 要因으로서 光環境, 營養, 水分, 土壤環境, 種子의 크기, 發芽能力 및 他感作用(Alleropathy) 등이 關係된다(沼田, 1987). 그중에서도 遷移에 가장 重要한 要因은, 光環境 즉, 植物種間의 光競合이라고 생각되고(黑岩, 1971, 小川, 1972), 이러한 植物間의 光競合에 가장 關係가 깊은 個體의 生長速度는, 營養條件에 의해 크게 左右된다.

鄭 等(1991)은 Italian ryegrass와 perennial ryegrass의 栽培試驗에서 強酸性 火山灰 土壤과 같은 磷酸吸收係數가 높고, 有效態 磷酸이 결핍된 土壤環境下에서는 一年生 植物은 多年生 植物에 비하여, 土壤溶液中의 磷(以下, P) 濃도가 生長의 制限要因이 되기 쉽다는 것을 報告하였다. 따라서 本報에서는 自然草地 群落에 P肥料를 施肥하여 土壤中 P濃도를 높일 경우 植物生育의 影響에 關하여 調査하였다. 또한, 一年生 植物인 Italian ryegrass

(以下, IRG)를 野草地 植群內에 播種하여, IRG의 定着과 生育에 미치는 P施肥의 效果를 調査하고, 一年生 植物과 多年生 植物과의 競爭關係에 미치는 土壤 P濃度의 影響을 究明하기 위하여 實施하였다.

II. 調査地 및 方法

本 試驗은 東北大學 川渡農場內에 있는 *Polygonum thunbergii*(以下, *Polygonum*), *Artemisia princeps*(以下, *Artemisia*), *Miscanthus sinensis*(以下, *Miscanthus*), *Sasa palmata*(以下, *SaSa*)의 4草種으로 各各 純群落을 構成하는 곳으로, *Polygonum*과 *Artemisia*는 平坦地, *Miscanthus*, *SaSa*는 標高 500-600m의 丘陵地에 위치한 곳에서 1989년과 1990년에 實施하였다. 또한, 土壤은 土壤酸性이 강하고, 磷酸吸收係數가 約 2000-2200, 有效態-P은 1.0-10.0mg/100g이었다.

試驗 1

自然에 成立되어 있는 多年生의 *Miscanthus*, *SaSa* 및 *Artemisia*群落과 一年生의 *Polygonum*群落에 P 無施肥區와 施肥區를 設置하여, 施肥區는 4월에 P肥料를 熔性磷肥로 單位面積當 P_2O_5 로써 27g을 施用하였으나

窒素 및 加里肥料은 施用하지 않았다. 施肥區와 無施肥區의 6, 8月的 草長과 現存量을 調査하여 P施用에 대한 反應性을 調査하였다. 또한 一年生의 *Echinochloa crus-galli*(以下, *Echinochloa*)를 耕耘地에 播種하여, 위와 같은 方法으로 P施用의 效果를 調査하였다. P施用은 自然群落과 같은 量으로 播種 種子量은 約 12g/m²으로 하였다.

試驗 2

1990년 봄에 *Miscanthus*, *SaSa* 및 *Artemisia*群落의 地上部를 刈取한 후, 그 곳에 試驗 1과 같은 方法으로 溶性磷肥를 單位面積當 P₂O₅로써 27g을 施肥한 P區와 無 P區를 設定하였다. 各 處理區에 IRG 種子를 單位面積當 約 12g/m² 播種하였고, 또한 *SaSa*群落에 있어서는 地下部에 存在하는 根部를 完全 제거하여 裸地로 하였다. 各 處理區는 1×1m의 面積을 3反復으로 하였다.

光量子密度는 光量子計(日本小系工業社製品)를 利用하여, 群落上層과 IRG葉上을 各各 1區當 15點씩 測定하여, 群落上層值에 대한 IRG葉上值의 比를 相對光量子密度로써 算出하였다. 또한 試驗地 土壤의 全磷酸 및 可給態-P를 調査하였고, 이 土壤의 採取 및 P의 測定은 鄭等(1991)과 같은 方法으로 하였다. 群落中 各 植物의 被度는 1×1m quadrat內에 占有하는 面積으로 기록하여, 3區의 平均을 구하여 IRG와 多年生 植群으로 나누어 集計하였다.

Ⅲ. 結 果

1. P施肥에 대한 野草의 反應性

表 1은 P施肥를 한 경우 野草의 草長과 地上部 乾物量의 變化를 나타냈다. 多年生植物인 *Miscanthus*, *SaSa*는 草長 및 乾物量에 있어서 無 P區에 대한 P區의 比率은 거의 1.0에 가깝고 差가 보여지지 않았지만, *Artemisia*에서는 8月的 乾物量에서 1.13을 나타내어 P施肥의 效果가 약간 認定되었다. 한편 一年生의 *Polygonum* 및 *Echinochloa*에서는 草長과 乾物量에서 그 比率이 1.0 이상을 나타내었고, 특히 *Echinochloa*의 7月 乾物量의 比率은 2.2로써 P施肥에 의한 效果가 현저히 認定되었다.

2. 野草地에 있어서 一年生 植物의 定着

表 2에 各 處理區에 播種한 IRG와 各野草의 被度變化를 나타내었다.

無P區의 *Miscanthus*와 *SaSa*群落에서 IRG의 被度는 1-2%로 完全히 野草에 억압 되었다. 無P區의 *Artemisia*群落에서는 5월에 被度が 17%를 占有 하였지만, 6월에 억압되어 10%로 減少되었다. *SaSa*群落을 地上, 地下部를 完全히 제거한 區(以下, 裸地區)에서는 IRG와 野草地 둘다 被도가 낮았고, 어느쪽도 상대편을 억압할 정도의 生長을 보이지 않았다. 한편, P區의 *Miscanthus*와 *SaSa*群落에서는 5월에 16%, 17%로 無P區에 比較하면, IRG 被度는 높아졌지만, 6월에 兩區 다 같이 既存植生에 억압되어 被度는 減少하였다.

Table 1. The effect of P-fertilizer on plant length and dry matter yield.

Community		Nil P		P		Length P/Nil P	DM P/Nil P
		Length	DM	Length	DM		
		cm	g/m ²	cm	g/m ²		
<i>Sasa</i>	Jun.	119.2	1006.7	122.4	1026.7	1.0	1.0
	Aug.	132.2	1363.6	134.7	1337.7	1.0	1.0
<i>Miscanthus</i>	Jun.	126.0	240.3	122.5	262.9	1.0	1.1
	Aug.	189.6	930.4	189.8	953.8	1.0	1.0
<i>Artemisia</i>	Jun.	87.8	500.3	88.4	522.5	1.0	1.0
	Aug.	138.6	969.8	141.6	1092.9	1.0	1.1
<i>Polygonum</i>	Jun.	21.6	107.2	24.6	154.5	1.1	1.4
	Aug.	63.3	211.6	75.9	332.7	1.2	1.6
<i>Echinochloa</i>	Jun.	44.6	135.6	74.7	295.2	1.7	2.2
	Aug.	123.3	448.6	178.3	719.0	1.4	1.6

Table 2. Establishment of Italian ryegrass in native grasses(relative coverage %).

Community		Nil P		P	
		Italian	Native	Italian	Native
		ryegrass	grass	ryegrass	grass
<i>Miscanthus</i>	May	2	98	16	84
	Jun.	1	99	10	90
<i>Sasa</i>	May	1	99	17	83
	Jun.	1	100	7	93
<i>Artemisia</i>	May	17	83	17	83
	Jun.	10	90	25	75
Bare land	May	10	27	77	23
	Jun.	15	18	100	0

裸地區에서는 5월에 IRG가 77%, 野草가 23%를 나타냈지만, 6월에는 IRG의 被도가 100%를 占有하여, 野草에 대하여 완전히 優勢함을 나타내었다.

表 3은 IRG의 定着과 生長에 미치는 P施肥의 效果를 나타내었다. 無P區에서 IRG의 草長 및 地上部 乾物量은 5, 6月 다같이 *Miscanthus*와 *Artemisia*群落에서 높았고, *SaSa*群落과 裸地區에서 낮았다. 이것에 비하여 P區에서는 裸地區에서 높았고, *Artemisia* < *Miscanthus* < *SaSa*群落의 順을 나타내었다.

*SaSa*群落에서 無P區에 대한 P區의 比率은 5월과 6月 모두 草長은 2.5와 2.3배로 양쪽 모두 2배 이상의 差를 보였고 地上部 乾物量은 5월에 約 5배인 것에 반하여, 6월에는 2배까지 減少하였지만 P施肥區에서 높은 値를 나타냈다.

*Miscanthus*群落에서는 無P區에 대한 P區의 比率을

보면 草長은 5월과 6월에서 差가 나타나지 않았다. 그러나 乾物量은 5월에 約 6배, 6월에는 約 4배의 差를 보였다. 또한 *Artemisia*群落에서 IRG의 草長은 無 P區와 P區에서 差가 보여지지 않았지만, 乾物量으로는 5월에 約 7배, 6월에는 約 5배의 差를 보였다. 한편, 裸地區에서 無P區에 대한 P區의 草長은 5월의 4배로부터 6월에는 12배로 크게 差가 벌어졌고, 地上部 乾物量도 約 7배로부터 29배의 差를 나타내어 P施肥의 效果가 크게 나타났다.

表 4는 IRG葉上의 相對光量子密度를 나타냈다.

모든 處理區에서 P區 쪽이 1-7% 높은 値를 나타냈지만, 현저한 差는 없었다. P區, 無P區 다 같이 裸地區가 가장 밝았고, *Miscanthus*, *SaSa*, *Artemisia*群落의 順을 나타냈지만, 群落內 地上部の 相對照度는 모든 區가 22% 以下를 나타내었다.

Table 3. The effect of P-fertilizer on establishment of Italian ryegrass(20×20cm).

Community		Nil P			P			P/Nil P		
		Length	Density	DM	Length	Density	DM	Length	Density	DM
		cm		g	cm		g	cm		g
<i>Sasa</i>	May	4.0	14.0	0.1	10.0	33.0	0.3	2.5	2.4	4.7
	Jun.	15.5	15.0	0.4	35.6	28.0	0.7	2.3	1.9	1.7
<i>Miscanthus</i>	May	5.0	11.0	0.1	11.0	40.0	0.7	2.2	3.6	5.9
	Jun.	28.6	14.0	0.7	35.0	26.0	2.8	1.2	1.9	3.9
Bare land	May	4.0	34.0	0.2	16.0	47.0	1.3	4.0	1.4	7.0
	Jun.	5.9	28.0	0.3	71.0	61.7	9.2	12.0	2.2	28.8
<i>Artemisia</i>	May	11.0	33.0	0.2	20.0	110.0	1.2	1.8	3.3	6.9
	Jun.	26.9	26.5	0.7	45.6	41.5	3.5	1.7	1.6	4.7

Table 4. Relative photosynthetic photon flux density (% μ Ec) on top of Italian ryegrass. Investigation was carried out on 19, June.

Community	Nil P	P
<i>Miscanthus</i>	20.48(9.94)	22.33(14.25)
<i>Sasa</i>	11.45(4.62)	13.09(6.65)
<i>Artemisia</i>	6.36(1.53)	7.76(2.28)
Bare land	46.68(9.53)	53.93(27.23)

Note: standard deviations are in parentheses.

表 5는 試驗地 土壤의 表層으로부터 5cm까지의 土壤中 全磷酸 및 有效態-P濃度を 나타냈다. 全磷酸 및 有效態-P은 *Artemisia*群落의 가장 높았고, *Miscanthus*>*SaSa*群落=裸地區의 順이었다.

Table 5. Total and available-P content in soil from 0 to 5 cm layer (mg / 100g).

Community	Total-P	Available-P
<i>Miscanthus</i>	279.2	1.55
<i>Sasa</i>	230.3	1.07
<i>Artemisia</i>	396.3	2.83
Bare land	230.3	1.07

IV. 考 察

數種의 野草地 群落에 P肥料를 施肥하여, 그 反應性을 調査한 結果, 多年生의 *Miscanthus*, *SaSa* 및 *Artemisia*群落에서 草長, 乾物量에 대한 P施肥의 效果는 적었지만, 一年生의 *Polygonum* 및 *Echinochloa*群落에서는 效果가 크게 나타났다. 이것은 多年生植物은 일단 安定된 群落을 形成할 경우, 個體의 貯藏養分에 대한 依存度가 높기 때문에(鄭 等, 1990), P의 施肥效果가 나타나기 어렵고, 한편 一年生 植物은 種子中의 養分以外는 土壤溶液으로부터 吸收되는 養分에 크게 依存하기 때문에 P施肥의 效果가 크게 나타났다고 생각된다.

無P區에서 *Artemisia*群落中에 播種한 IRG의 被度 및 草長은 無P區의 *Miscanthus*, *SaSa*群落 및 裸地區보다 높은 値를 보였다. *Artemisia*群落은 다른 區에 比較하여 相對光量子密度가 가장 낮았지만, 土壤의 全磷酸 및

有效態-P含量이 높았고, 그것이 IRG의 被度, 草長의 增加에 연결된 것이라고 생각된다. 또한, 無P區의 地上部 乾物量도 有效態-P이 높을수록 많아지는 傾向을 나타내었고, 이러한 傾向은 相對光量子 密度보다도 컸다. 즉, 本 試驗地와 같이 磷酸吸收係數가 높은 土壤에서는 生存 可能한 光條件만 채울 수 있다면 光量의 增加보다도 可給態-P量의 增加가 植物生育에 커다란 影響을 미친다고 생각된다. 이와같이, P이 커다란 制限要因이 되는 土壤環境下에서는 光에 대한 競爭이 생기면 더욱 더 이러한 傾向이 加速化 될 것이라고 생각된다.

牧草의 競爭試驗에서 窒素肥料의 施肥量이 增加함에 따라서 地上部 生長이 增大되고 나아가서 個體間의 競爭에 있어서 間接的으로 效果가 컸다고 하는 報告가 있지만(Donald, 1958; 佐藤, 1985; Stern 等, 1962), 本 試驗의 結果에서는 土壤中의 有效態-P水準도 地上部 競爭과 커다란 關係를 갖는다고 생각된다.

한편 裸地에서 IRG는 P施用區에서 野草에 대하여 競爭上 優位를 보였지만, 無P區에서는 野草가 優位를 나타냈다. 裸地에서 自然草地群落의 形成되는 過程에서, 土壤中의 有效態-P이 높을 경우는 一年生植物이 신속히 群落을 形成하지만, 有效態-P이 낮을 경우는 一年生植物의 定着이 어렵고, 多年生植物에게 有利하게 作用될 것이라고 생각된다.

또한, *Miscanthus*, *SaSa*, *Artemisia*群落中의 IRG定着에 미치는 影響을 보면, 土壤의 P水準이 改善되어져도, 一年生植物 群落으로의 移行은 일어나기 어려울 것으로 사료된다.

以上の 結果에서 보면 自然群落에서 一年生植物은 多年生植物에 比하여 土壤中의 P濃도가 生育에 커다란 制限要因이 된다는 것이 確認되어, 이러한 競爭에는 P이 커다란 影響을 미치는 것이 밝혀졌다. 즉, 土壤中의 有效態-P含量이 높을 경우에는 一年生植物이 쉽게 優占하고, 그 후에 서서히 多年生植物로 變遷되는 遷移系列이 생각되어지지만 土壤中의 有效態-P 含量이 낮을 경우에는 一年生植物이 優占되기 어렵고 一年生과 多年生植物이 동시에 侵入할 경우 比較的 빠르게 多年生植物이 優占되어 自然草地의 植生遷移에는 土壤中 P含量이 重要한 要因이 되는 것으로 推察되었다.

V. 摘 要

自然群落에 磷酸肥料를 施用하여 土壤溶液中的 磷酸濃

도를 높일 경우, 一年生 및 多年生植物의 草長, 乾物量의 反應性을 調査하였다. 또한, Italian ryegrass를 自然群落中에 播種하여, 그 후의 定着과 成長에 미치는 磷酸肥料의 影響을 調査함으로써 一年生植物과 多年生植物과의 競爭關係에 미치는 土壤中 磷酸 濃度の 影響을 檢討하였다.

多年生植物인 *Miscanthus*, *SaSa* 및 *Artemisia*群落에서는 草長, 乾物量에 대한 磷酸 施肥의 效果는 작었지만, 一年生植物인 *Polygonum* 및 *Echinochloa*群落에서는 效果가 크게 나타났다.

各 自然群落內的 Italian ryegrass의 草長, 密度 및 地上部 乾物量은 土壤의 全磷酸과 有效態 磷酸 水準에 크게 依存하였고, 群落中 相對光量子密度에는 依存도가 낮았다.

VI. 引用文獻

1. 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.
2. 鄭 燦, 全炳台. 1991. 一年生 및 多年生 牧草에 있어서 磷酸吸收의 年次的 變化. 韓草誌. 11(4):230-235.
3. Donald, C.M. 1958. Aust. J. Agric. Res. 9:421-435.
4. 林一六. 1967. 菅平地方における植生遷移の研究(1). 菅平研報. 1:1-18.
5. 林一六. 1969. 菅平地方における植生遷移の研究(2). 日生態會誌. 19:75-79.
6. 黑岩燈雄. 1971. 作物の光合成と物質生産(戸刈義次監修. 養賢堂. 251-261.
7. 沼田 眞. 1987. 植物生態學論考. 東海大學出版會. 370-377.
8. 小川 潔. 1972. 日本生態學會關東地區會會報. 第22輯.
9. 佐藤健次. 1985. 草地群落におけるイネ科牧の草種間競爭に關する生態學的 研究. 東北大學博士學位論文.
10. Stern, W.R. and C.M. Donald. 1962. Aust. J. Agric. Res. 13:599.