

主要作物의 葉汁酸도에 관한 研究(1)

朴 良 門

Studies on the Leaf Sap pH of Important Crops

Yang-mun Park

Summary

The pattern of pH changes in the leaf sap with changes of nutrient solution and soil pH were investigated. Further studies on the relation between sap pH and the growth and yield of major crops were made.

The results obtained are summarized as follows;

1. The sap pH of the terminal, basal and middle leaves of fifteen crops was measured. The average pH of the three different types of the leaves was the same in each crop.
2. Sap pH of corn, soybean and sweet potato showed low acidity in the morning and tended to strengthen in the afternoon.
3. No significant differences of sap pH existed between five varieties of sweet potatoes tested.
4. Sap pH was slightly affected by the stage of crop growth, there's being a tendency towards less acidity in the later stages of growth. A pH difference occurred between leaves attached at different places up the stem.
5. Sap pH measurements on major crops(37 species) and weeds(16 species) showed a pH range of 3.83~7.31. When classified into six groups: 19 species had a pH of 5.6~6.0, 17 species a pH of 6.1~6.5, four species (grape, ginkgo, persimmon, rumex) were below pH 4.5 and eight species (pumpkin, rice, soybean, ramie, perilla, rape, alfalfa and speedwell) showed sap pH above 6.6.
6. When crops (rice, corn, soybean, sweet potato, pumpkin) were cultivated in nutrient solutions different pH, strongly acid and alkaline solutions were neutralized by crop growth. Despite this little change was observed in plant leaf sap pH.

序 論

植物의 生育은 土壤溶液反應과 밀접한 關係를 가지며 土壤의 反應이 酸性 或은 알칼리성의 어느 한 쪽으로 強하게 偏向되면 作物은 正常한 生育을 하지 못하는 것으로 알려져 있다.

水稻의 生育最適 土壤酸도는 6.0程度로서 酸性土壤에 適한 作物의 하나로 알려져 있으며 其他 經濟作物

의 最適土壤酸도의 範圍는 이리 確立되어 있다.

Butler(1955)는 無機物과 植物細胞와의 關係에서 酸도가 높으면(pH 5.5以下) 細胞內的 鹽類가 새어나온다고 하였으며, 原子價가 同一한 陽이온 또는 陰이온이 土 以上 共存할 境遇 이온의 吸收는 相互拮抗의 現象을 나타냄을 報告한 바 있다.

Hide(1962)는 大部分의 作物의 最適土壤酸도는 6.0~6.8 範圍라 하였으며, 알파파(pH 6.8), 감자는 pH

2 논문집

5.0~5.2에서도 生育한다고 報告한 바 있다.

Smith(1962)는 감자의 塊莖肥大에는 pH5.0~7.0, 澱粉含量을 높이는 데는 pH5.5~6.5 範圍가 알맞다고 하였다.

雜草의 植生 및 生産力에 영향을 미치는 環境因子로 溫度, 光度, 土壤濕度, 土壤酸素, 土壤酸度, 土壤硬度, 土壤肥沃 등의 順序가 提示되었으며 土壤酸도가 植物生育에 重要な 영향을 미치고 있음을 報告한 바 있다. (Arai, 1965).

本 研究의 目的은 各種植物(53種)의 葉汁酸도를 測定하고, 水耕栽培時 水耕液의 酸도와 植物汁液의 酸도는 相互 어떤 영향을 미치는 지 아는 데 있다 하겠다.

材料 및 方法

各種 植物葉汁酸도의 變化(試驗1)와 水耕栽培에 따른 植物體汁液과 水耕液酸도의 相互關係(試驗2)를 究明하기 위하여 2個의 試驗을 수행하였다.

試驗1: 西歸浦 所在 大學實習農場內에 栽培되고 있던 作物 및 一般植物 53種(食用作物 9, 特用作物 7, 牧草 5, 菜蔬 9, 果樹 7, 雜草 16)을 對象으로 葉汁酸도를 測定하였다. 葉令別 葉汁酸도의 測定은 新葉, 中間葉, 老葉을 對象으로 하였으며, 葉汁酸도의 日中變化 調査는 옥수수, 大豆 및 고구마를 대상으로 1日 5回(午前 6時, 9時, 12時, 午後 3時 및 6時) 中間葉을 採取測定하였다. 同一作物에 대하여 生育時期別 葉汁酸도變化를 調査하였으며 옥수수는 6月 30日, 大豆는 7月 25日부터, 고구마는 7月 20日부터 各各 3週 간격으로 作物의 硬化期까지 酸도變化를 測定하였다. 고구마 品種間의 葉汁酸도變異를 比較하기 위하여 黃美, 新美, 水原97號, 水原98號 및 紅美 등 5個品種을 대상으로 調査하였다.

葉汁酸도測定은 試料 200~300g을 採取, 粉末器에서 一次 細切시킨 後 手動式 攪拌器로 壓碎하여 얻어진 葉汁을 即時 pH Meter(Corning-Eel)로 測定하였다.

試驗2: 水耕液은 Kasukyai(1935)(A)와 Sachs(1860)(B)法에 依하여 製造하였으며 KCl과 NaOH를 加하여 水耕液酸도를 4.5, 5.5, 6.5, 7.5 및 8.5로 調製하였다. A液에서 水稻(八錦)을, B液에는 옥수수

(水原19號), 大豆(Hill), 고구마(紅美), 호박(佛岩)을 各各 栽培하였다. 試驗區는 1ℓ 容器當 水稻 20本, 옥수수 7本, 大豆 10本, 고구마 7本, 호박 5本을 栽培하였으며 5×5水準 3反覆으로 配置하였다.

供試作物은 發芽시켰으며 고구마는 癒合組織이 形成된 것을 利用하였다.

水耕液은 2日 間隔으로 補充했으며 根部酸素供給을 위하여 1日 2回 콤프레샤로 壓縮供給하였다, 水溫 및 氣溫의 유지를 위하여 試驗Pot는 溫室內에서 氣溫 26~35°C, 水溫 22~28°C를 계속 유지시켰다.

水耕液 酸도는 栽培 20日부터 1週日 間隔으로 3回(20日, 27日, 34日), 作物의 葉汁酸도는 處理後 20日부터 4回(20日, 27日, 34日, 41日) 攪汁調査 하였다.

結果 및 考察

〔試驗 1〕

(1) 葉汁酸도 및 葉令: 禾本科外 8科 15種類의 作物을 對象으로 若葉, 中間葉 및 老葉의 葉汁酸도를 測定한 結果는 表1과 같다.

試驗作物은 種類에 따라 葉汁酸도가 달라지고 있었고 葉이 老化될수록 酸도는 높아지는 傾向을 보였으며 中間葉이 pH平均値에 가장 가까웠다. 中間葉 葉汁酸도가 가장 강한 것은 3.83의 葡萄이었으며 가장 높은 것은 652인 大麥이었다. 中間葉 葉汁酸도는 若葉과 老葉의 中間을 나타내므로 그 作物의 葉汁酸도를 中間葉의 葉汁酸도로 表示하는 것이 좋을 것 같다.

中位葉을 그 植物體의 代表値로 使用할 境遇 平均値와 의 偏差를 最少로 줄일수는 있으나 實質的인 面에서 植物의 生育段階에 따라 中位葉의 葉汁酸도는 平均値와 달리할 可能性이 있게 된다.

이런 偏差를 시정하기 위하여 中位葉을 標本으로 採取하는 方法과 各部位別로 몇 개의 잎을 採取-混合, 標本으로 使用하는 方法도 고려할 수 있으며 이는 植物體의 各葉의 機能的 側面에서도 타당성이 있다고 思料된다.

(2) 葉汁酸도의 測定時期과 그 變異: 옥수수, 大豆 및 고구마를 對象으로 葉汁酸도의 日中變化를 調査한

Table 1. Relation of leaf age(position) and leaf sap pH measured at noon.

Families	Crops	Leaf position			Average
		Terminal	Middle	Basal	
<i>Gramineae</i>	Rice	6.68	6.62	6.55	6.62
	Barley	6.54	6.51	6.52	6.52
	Wheat	6.43	6.41	6.39	6.41
	Corn	5.60	5.38	5.34	5.44
<i>Fabaceae</i>	Soybean	6.65	6.49	6.40	6.51
	Garden bean	5.89	5.81	5.75	5.82
	Cowpea	6.14	6.09	6.05	6.09
<i>Polygonaceae</i>	Buckwheat	4.84	4.71	4.66	4.74
<i>Convolvulaceae</i>	Sweet potato	6.02	5.77	5.74	5.84
<i>Solanaceae</i>	Potato	6.12	6.06	6.02	6.07
<i>Cruciferae</i>	Radish	5.92	5.73	5.75	5.80
	Chinese cabbage	6.52	6.34	6.12	6.33
<i>Bromeliaceae</i>	Pine apple	4.90	4.91	4.81	4.87
<i>Rutaceae</i>	Orange	6.08	5.99	5.86	5.98
<i>Vitaceae</i>	Grape	3.95	3.83	3.70	3.83
Average		5.89	5.78	5.71	5.79
Difference		+0.10	-0.01	-0.08	-

* Terminal as young and newly developed leaves, middle as middle positioned and fully matured leaves and basal as basal positioned and partly discolored or be senescent.

結果는 表2-1과 같다.

作物의 葉汁酸도는 이른 아침에 弱하고 午後에 갈수록 強해졌으며 1日 平均値와 가장 近似한 pH를 나타낸 것은 正午에 測定한 값이었다.

葉汁酸度測定에서 고려되어야할 要因은 植物生理現狀의 1日 變化를 고려하지 않으면 안될 것이다. 즉 一般農家の 境遇, 여러가지 環境條件이 生育에 適合하다면 晝 12時 경에는 細胞內 CO₂ 抵抗의 增加와 光合成能力向上으로 細胞間극 사이의 CO₂ 濃도가 最少로 될 것이므로, 事實은 12時에는 細胞의 酸도가 最少로 되려는 과정속에 있다고 볼 수 있다. 따라서 보다 안정된 상태에서 葉汁酸도를 測定하려면 午前보다는 前後가 적절할 것으로 思料된다.

Aubert(1971)는 과일에 葉汁의 酸度變化를 說明함에 있어 酸도는 氣孔細胞의 개폐와 같이 하루 一定한 리듬 속에서 變하고 있다고 하였으며 그 原因으로

서 同化組織細胞內的 malte와 같은 有機酸이 分解하여 CO₂를 유리시키기 때문에 酸도가 떨어지게 된다고 하였다. 세포간극간의 CO₂ 增加는 孔邊細胞를 쇄해하므로써 化學的 자극에 대처하게 되고, 晝시간이 경과됨에 따라 光合作用으로 細胞內的 CO₂는 다시 감소함과 아울러 氣孔은 열리게 되며 밤에 細胞內에 有機酸을 生成하기 위하여 CO₂를 吸收, 有機酸은 結果의으로 細胞內的 酸도를 增加시키게 된다고 하였다.

Hesketh and Baker(1967) 및 Shulze(1970)이 報告한 바와 같이 CO₂ 交換과 日射量의 日中變化는 서로 상응하는 變化를 나타내고 있다면 時間要因 外에도 그 날의 氣象狀態가 細胞의 酸度變化에 큰 영향을 미칠 것이므로 標本을 採取하는 날의 氣象要件을 신중히 分析해야 할 것으로 사료되며 그날의 氣象이 正當에 가깝다 할지라도 일의 配列 特別히 植物群生狀態

4 논문집

Table 2-1. Changes of leaf sap pH in some crops at the different day time during the growth period.

Crops	Date	Time of Day					Average	C. V.
		6	9	12	15	19		
Corn (Native)	Jun. 30	5.62	5.60	5.37	5.30	5.46	5.47	
	Jul. 21	5.70	5.32	5.32	5.32	5.33	5.40	
	Aug. 11	5.74	5.73	5.70	5.66	5.60	5.69	
	Average	5.68	5.55	5.46	5.42	5.46	5.52	5.51
Soybean (Hill)	Jul. 25	6.67	6.80	6.41	6.50	6.40	6.56	
	Aug. 14	6.40	6.15	6.50	6.50	6.52	6.42	
	Sep. 4	6.56	6.50	6.48	6.42	6.56	6.50	
	Average	6.54	6.49	6.46	6.47	6.49	6.49	0.48
Sweet potato (Native)	Jul. 20	5.78	5.67	5.90	6.06	6.20	5.92	
	Aug. 10	5.88	6.04	6.17	6.00	6.00	6.02	
	Aug. 31	5.80	5.92	6.04	6.02	6.14	5.98	
	Sep. 21	5.79	6.02	6.00	6.00	5.94	5.95	
	Oct. 12	5.98	6.02	6.20	6.00	6.08	6.01	
	Nov. 3	6.20	6.00	6.20	6.00	6.08	6.10	
Average	5.91	5.95	6.09	6.01	6.05	6.00	1.22	

Table 2-2. Changes of leaf sap pH of orange in the day time during the crop season.

Month	Date	Time of Day					Average	C. V.
		6	9	12	15	19		
Jan.	15	5.72	5.72	5.70	5.70	5.70	5.71	
Feb.	15	5.74	5.74	5.70	5.70	5.71	5.71	
Mar.	15	5.77	5.77	5.75	5.75	5.79	5.77	
Apr.	15	5.80	5.77	5.80	5.75	5.76	5.77	
May.	15	5.94	5.92	5.82	5.77	5.79	5.85	
Jun.	15	6.02	6.02	5.90	5.78	5.82	5.91	
Jul.	15	6.04	6.00	6.00	5.78	5.79	5.92	
Aug.	17	6.04	6.00	5.90	5.76	5.80	5.90	
Sep.	15	6.04	5.98	5.87	5.75	5.80	5.89	
Oct.	16	6.00	5.82	5.77	5.74	5.76	5.82	
Nov.	15	5.97	5.96	5.90	5.72	5.72	5.78	5.87
Dec.	15	5.99	5.92	5.88	5.72	5.82	5.87	
Average		5.92	5.87	5.88	5.74	5.78	5.83	1.76
Difference		+0.09	+0.04	0.00	-0.09	-0.05	—	

에 따라 그날에 가려져 있는 잎과 엽벌을 잘 받고 있는 葉의 酸度は 현저한 差異가 생기게 된다. 이와 같은 현상은 옥수수의 細胞液酸도가 콩이나 고구마에 비해 아침시간과 正午에 현저한 差異를 나타내고 있었던 結果이며 이는 C₄作物인 옥수수가 C₃作物인 다른 두 作物에 비해 溫度에 대한 적응범위가 높아 高溫에서 光合成能力이 增加되어 細胞內的 CO₂를 充分히 소비한 結果라고 생각된다.

(3) 生育時期와 葉汁酸度の 變化: 各作物의 生育時期에 따르는 葉汁酸度の 變化를 살펴보면(表2-1參照) 正午 測定値는 옥수수, 大豆 및 고구마 모두 生育時期에 葉汁酸도가 높았고 成長함에 따라 낮아지는 傾向을 보이고 있었으나 生育初期 부터 成熟期까지에 葉汁酸度の 變化幅은 0.1以內로써 큰 變異를 나타내지 않았다.

(4) 고구마品種間 葉汁酸度の 變化: 고구마 葉汁酸度の 變異(表3參照)를 調査하기 위하여 黃美, 新美, 水原97號, 水原98號 및 紅美의 5個品種을 6月 30日 부터 3週日 간격으로 4회에 걸쳐 正午葉汁酸도를 測定한 結果는 表3에서 보는 바와 같다.

8月 11日의 測定値가 다른 날 보다 근소한 變異를 나타낸 것은 氣象條件의 變化에 따른 結果로 추정된다.

그러나 塊莖에 同化澱粉을 저장하고 있는 고구마의 境遇 낮 12時頃에 오히려 細胞液의 酸도가 增加한 原因에 대하여는 確實한 理由를 규명할 수가 없었다. 그러나 C₄作物의 細胞液酸度の 日中變化가 C₃보다 현저할 것으로 이론 아침과 밤에 가장 높은 酸도를, 한 낮을 中心으로 가장 낮은 酸도를 나타내는 結果로 추정된다.

Table 3. Changes of leaf sap pH of sweet potatoes during the crop season (Data measured at 12 o'clock of the day).

Varieties	Date				Average	C. V.
	Jun. 30	Jul. 21	Aug. 11	Sep. 1		
Hwangmi	6.00	6.00	6.08	6.00	6.02	
Shinmi	6.00	5.90	5.94	5.90	5.94	
Suwon 97	6.01	5.91	5.92	6.04	5.97	
Suwon 98	6.04	6.02	5.93	5.98	5.99	
Hongmi	6.04	6.02	5.96	5.98	6.00	
Average	6.02	5.97	5.97	5.98		0.02

* Soil moisture 60~70%.
Experimental field was volcanic soil.
Conventional culturing.

(5) 各種作物의 葉汁酸度: 食用作物, 特用作物, 果樹, 菜蔬, 飼料作物, 雜草에 대하여 生育盛期에 中間 葉을 午前 9時, 正午 및 午後 3時에 採取, 葉汁酸도를 測定한 結果는 表4~7과 같다.

調査 植物種類 間에 큰 變異를 보였으며 作物別 日中酸度變化는 아침에 大体로 높은 pH價를, 한 낮에는 가장 낮은 pH價를, 그리고 午後에는 다시 pH價가 增加하는 傾向을 나타내고 있었다. 이것은 앞에서 論議한 Aubert(1971)의 V字曲線 모양과 거의 일치하고 있었다.

53種의 植物을 葉汁酸度 4.5以下, 4.6~5.0, 5.1~

5.5, 5.6~6.0, 6.1~6.5, 6.6以上の 6個水準으로 分類하여 보면(表8參照) pH 4.5以下에 屬하는 것은 薔薇, 銀杏, 감 및 소리쟁이의 4種으로서 全体の 7.5%에 該当하며, pH 4.6~5.0範圍에 속하는 것은 상치 및 薔薇의 2種으로서 3.7%, 5.1~5.5 範圍를 보인 것은 옥수수 및 옥수수의 3種으로 5.6%였고, 5.6~6.0 範圍를 보인것은 무우, 고추, 陸稻, 조, 小豆, 고구마, 차즈기, 柑橘, 마디풀 가지, 토마토, 토란, 복숭아, 호두, 메밀풀, 흰토끼풀, 益母草, 亡草 및 머의 19種으로 35.8%를 占하고 있었다. pH 6.1~6.5 範圍에 있는 것은 菜豆, 동부, 大麥, 小麥

Table 4. Color and pH of leaf sap of various crops.

Scientific name	Sap color	Time of Day			Average	C V.
		9	12	15		
<i>Fagopyrum esculentum</i> MCENCH	Blue green	4.88	4.70	4.62	4.70	
<i>Solanum tuberosum</i> L.	Black green	6.00	6.12	6.07	6.06	
<i>Sorghum vulgare</i> PERC.	Dark green	5.67	5.50	5.63	5.51	
<i>Zea mays</i> L.	"	5.62	5.37	5.30	5.43	
<i>Ipomea batatas</i> poiret SYN.	Black green	6.20	6.12	6.00	6.11	
<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Dark green	5.94	5.80	5.64	5.79	
<i>Oryza sativa</i> L.	"	6.56	6.62	6.54	6.57	
<i>Glycine max</i> (L.) Merrill SYN.	"	6.67	6.41	6.50	6.53	
<i>Vigna sinens</i> ENDL	"	6.12	6.10	6.06	6.09	
<i>Ricinus communis</i> L.	Green	6.08	6.60	6.72	6.47	
<i>Boehmeria nivea</i> Hooker et ARNOTT	Black brown	6.99	6.72	6.60	6.77	
<i>Brassica napus</i> L.	Dark green	6.84	6.72	6.60	6.72	
<i>Perilla frutescens</i> Britton var. <i>japonica</i> HARA	"	6.82	6.72	6.60	6.71	
<i>Cannabis sativa</i> L.	"	6.38	6.22	6.06	6.22	
<i>Gassia tora</i> L.	Green	6.20	6.52	6.60	6.44	
<i>Perilla sikokiana</i> NAKAI	Red brown	6.80	6.54	6.42	6.59	
<i>Trifolium repens</i> L.	Chrome green	6.15	6.05	5.70	5.97	
<i>Dactylis glomerata</i> L.	Black green	6.29	6.10	5.98	6.12	
<i>Cassia nommame</i> HONDA	Green	6.42	6.22	6.06	6.23	
<i>Medicago sativa</i> L.	Dark green	7.20	7.00	6.92	7.04	
<i>Lespedeza</i> spp.	"	5.86	5.70	5.52	5.70	
Average		6.22	6.13	6.03	6.13	9.17

* Sap color by color standard.

Leaf sap pH measurement by electric pH meter(CORNING-EEL Model 12).

胡荽, 감자 大麗, 아주까리, 배추, 오차드그라스, 차풀, 고사리, 비름, 매꽃, 파스파룸, 바랭이 및 명아주의 17種으로 32.0%, pH 6.6以上이 되는 것은 호박, 水稻, 大豆, 모시, 들깨, 油菜 알파파 및 우슬초외 8種으로 15.1%였다.

以上에서 보는 바와 같이 大部分의 植物은 葉汁酸도가 5.6~6.5 範圍에 있었고 이 範圍을 벗어나는 것은 極히 적었다.

다만 作物의 種類에 따라 細胞液酸도가 變化의 差異가 있다는 것은 各作物의 外部環境에 대한 反應이

다르며, 反應이 민감한 것은 氣象條件이 적당하지 못할 경우에 아침 일찍부터 光合能力이 떨어져 되고 그 結果 細胞液의 CO₂ 濃도가 增加되어 細胞液의 pH가 일찍부터 떨어져진다고 볼 수 있다.

이는 Schulze et al. (1972)가 저명한 植物의 旱拔에 대한 저항성, 光合成量의 日中變化의 相關關係의 結果라 思料된다.

Table 5. Color and leaf sap pH of vegetables.

Scientific name	Sap color	Time of Day			Average
		9	12	15	
<i>Oenanthe stolonifera</i> (Roxburgh) DC.	Black green	5.72	5.51	5.40	5.54
<i>Raphanus sativa</i> L.	Dark green	5.90	5.74	5.82	5.75
<i>Brassica pekinensis</i> PUPR.	Yellow green	6.55	6.34	6.08	6.32
<i>Cucurbita spp.</i>	Chrome green	7.55	7.33	7.00	7.31
<i>Capsium annuum</i> L.	Green	6.04	5.90	5.65	5.86
<i>Lactuca sativa</i> L.	Black green	4.92	4.80	4.68	4.80
<i>Colocasia antiquorum</i> SCHOTT	Dark green	5.83	5.62	5.50	5.65
<i>Solanum melongena</i> L.	Black brown	5.79	5.62	5.52	5.64
<i>Lycopersicum esculentum</i> MILL.	Dark green	5.92	5.74	5.62	5.76
Average		6.02	5.85	5.70	5.85

Table 6. Color and pH of leaf sap of fruit trees sampled on June 15, 1977.

Scientific name	Sap color	Time of Day			Average
		9	12	15	
<i>Ananus comosus</i> (L.) MERR.	Yellow green	5.04	4.92	4.80	4.92
<i>Prunus persica</i> BATSCH	Green	5.80	5.66	5.50	5.65
<i>Citrus unshiu</i> MASCOV	Brown	6.05	5.90	5.78	5.91
<i>Juglans regia</i> L.	Yellow green	5.92	5.80	5.66	5.76
<i>Diospyros kaki</i> Thunb. var. <i>domestica</i> MAK.	"	4.12	4.00	3.78	3.97
<i>Ginkgo biloba</i> L.	"	4.12	4.00	3.78	3.97
<i>Vitis vinifera</i> L.	Brown	3.99	3.84	3.70	3.83
Average		5.02	4.88	4.72	4.87

Table 7. Color and pH of leaf sap in weeds collected from upland and natural grassland.

Scientific name	Sap color	Time of Day			Average
		9	12	15	
<i>Pteridium aquilium</i> KUHN	Light brown	6.50	6.35	6.20	6.35
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	Black brown	5.62	5.50	5.33	5.50
<i>Leonurus sibiricus</i> L.	Light green	6.29	6.14	6.00	6.14
<i>Erigeron canadensis</i> L.	Yellow ochre	6.00	5.84	5.76	5.87
<i>Amaranthus mangostanus</i> L.	Light gray	6.48	6.30	6.20	6.33
<i>Calystegia japonica</i> CHOISY	Black	6.25	6.10	6.00	6.12
<i>Paspalum thunbergii</i> KUNTH.	Black green	6.15	6.00	5.88	6.01
<i>Phytolacca kaempferi</i> A. GRAY	Dark green	6.45	6.28	6.20	6.31
<i>Digitaria adscendens</i> HENR.	"	6.65	6.46	6.30	6.47
<i>Achyranthus japonica</i> NAKAI	Black green	7.02	6.94	6.92	6.96
<i>Setaria gigantea</i> MAKINO	Dark green	5.97	5.82	5.70	5.83
<i>Rumex crispus</i> L.	Green	4.08	3.90	3.78	3.92
<i>Houttuyia cardata</i> THUNB.	Black brown	5.51	5.00	4.88	5.01
<i>Imperata cylindrica</i> P. Beauv. var. <i>hoenigii</i> DURAND	Green	5.80	5.68	5.60	5.69
<i>Chenopodium album</i> L.	Dark green	6.62	6.42	6.30	6.45
<i>Zizania caduciflora</i> NAKAI	Green	6.46	6.32	6.20	6.33
Average		6.09	5.94	5.83	5.96

Table 8. Classification of plants in terms of leaf sap pH.

pH	Ranges			Slightly acid 6.1-6.5	Neutral 6.6-
	4.6-5.0	5.1-5.5	5.6-6.0		
-4.5	Lettuce	Wormweed	Radish	Garden bean	Pumpkin
	Buckwheat	Corn	Pepper	Cowpea	Rice
	Persimmon	Sorghumu	Upland rice	Barley	Soybean
	Rumex		Millet	Wheat	Ramie
			Small red bean	Rye	Perilla
			Sweet potato	Potato	Rape
			Beef-steak plant	Hemp	Alfalfa
			Citrus	Castor-bean	Speedwell
			Dropweed	Chinese cabbage	
			Egg plant	Orchard grass	
			Tomato	Senna	
			Taro	Brackern fern	
			Peach	Amaranth	
			Walnut	Bindweed	
			Korean lespedeza	Paspalum	
			White clover	Larger crab	
			Motherwort	grass	
			Horse weed	White goose	
			Needle grass	foot	

[試驗 2]

水稻에 있어서 水耕液의 酸도와 葉汁酸도의 變化 (表9, 表10, 그림1 參照)를 보면 處理後 34日에 水耕液 pH 4.5區는 5.3, 5.5區는 5.9, 6.5區는 6.6, 7.5區는 7.1, 8.5區는 7.7로 全体平均値에 比해 各各

+0.8, +0.4, +0.1, -0.4, -0.8의 變化를 나타냈다. 葉汁酸도는 pH 4.5區와 8.5區에서 變化가 크고 平均値 6.6에 가까운 6.5區에서는 큰 變化가 보이지 않고 있었다.

Table 9. Nutrient solution(A) of Kasukyai(1935) and nutrient solution(B) of Sachs(1860).

Elements	Salts	mg/liter(A)	Salts	g/liter(B)
N	(NH ₄) ₂ SO ₄	4-40	KNO ₃	1.0
P ₂ O ₅	Na ₂ HPO ₄ ·12H ₂ O	2-20	Ca ₃ (PO ₄) ₂	0.5
K ₂ O	KCl	3-30	MgSO ₄ ·7H ₂ O	0.5
CaO	CaCl ₂	0.4-4	CaSC ₄ ·2F ₂ ⌒	0.5
MgO	MgCl ₂ ·2H ₂ O	0.6-6	NaCl	0.25
Fe ₂ O ₃	Fe ₂ Cl ₃	0.1-5	FeSO ₄ ·7H ₂ O	0.05

Table 10. Changes of pHs of nutrient solution and leaf sap of crops cultivated in the different initial pH conditions which adjusted by diluted HCl and NaOH solution. pHs were measured weekly from the day of treatment.

Crops	Items Days(1)	pH of nutrient solution					pH of leaf sap						
		O(A)	20	27	34	Ave.	(A)-(B)	20	27	34	41	Ave.	C.V.(%)
Rice (Palgum)	4.5	4.8	5.0	5.3	4.9	+0.8	6.5	6.5	6.4	6.4	6.5	0.9	
	5.5	5.7	5.8	5.9	5.7	+0.2	6.6	6.6	6.5	6.4	6.5	1.5	
	6.5	6.5	6.5	6.6	6.5	+0.1	6.7	6.7	6.7	6.6	6.7	0.6	
	7.5	7.4	7.2	7.1	7.3	-0.2	6.8	6.7	6.7	6.7	6.7	0.7	
	8.5	8.1	7.8	7.7	8.0	-0.8	6.9	6.8	6.8	6.8	6.8	0.7	
	Ave.	6.5	6.5	6.5	6.5	-	6.7	6.7	6.6	6.6	6.6	-	
Corn (Suwon 19)	4.5	4.7	5.0	5.2	4.9	+0.7	5.7	5.7	5.5	5.5	5.6	2.0	
	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	0.0	5.7	5.7	5.6	5.5	5.6	2.0	
	6.5	6.3	6.0	5.8	6.2	-0.7	5.6	5.6	5.5	5.5	5.6	1.0	
	7.5	7.2	7.0			-0.9	5.4	5.4	5.3	5.4	5.4	1.0	
	8.5	8.0	7.7	7.3	7.9	-0.6	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	0.0	
	Ave	6.3	9.2	6.1	6.3	-	5.5	5.5	5.4	5.4	5.5	-	
Soybean (Hill)	4.5	5.2	6.3	6.5	5.6	+2.0	6.7	6.8	6.8	6.8	6.8	0.7	
	5.5	6.1	5.4	6.6	6.2	+1.1	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	0.0	
	6.5	6.5	6.7	6.7	6.6	+0.2	6.7	6.6	6.6	6.6	6.6	0.8	
	7.5	7.3	7.0	6.8	7.2	-0.7	6.7	6.6	6.6	6.5	6.6	1.2	
	8.5	7.8	7.6	7.0	7.7	-1.5	6.6	6.5	6.5	6.5	6.5	0.0	
	Ave.	6.6	6.8	6.7	6.7	-	6.7	6.6	6.6	6.6	6.6	-	

Crops \ Items	Days (1)	pH of nutrient solution					(A)-(B)	pH of leaf sap					C.V.(%)
		0(A)	20	27	34	Ave.		20	27	34	41	Ave.	
Sweet Potato (Hongmi)	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	0.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	0.0
	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	0.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	0.0
	6.5	6.3	6.3	6.2	6.3	6.3	-0.3	6.1	6.2	6.2	6.2	6.2	0.8
	7.5	7.2	6.8	6.4	6.9	6.9	-1.1	6.3	6.3	6.3	6.4	6.3	0.8
	8.5	8.0	7.7	7.5	7.9	7.9	-1.0	6.5	6.6	6.8	6.8	6.7	2.2
	Ave.	6.3	6.2	6.0	6.2	6.2	-	6.2	6.2	6.2	6.3	6.2	-
Pumpkin (Bulam)	4.5	4.8	4.8	4.7	4.7	4.7	+0.2	6.5	6.4	6.2	6.2	6.3	2.4
	5.5	5.5	5.6	5.6	5.6	5.6	+0.1	7.0	6.8	6.7	6.4	6.7	3.7
	6.5	6.5	6.6	6.6	6.6	6.6	+0.1	7.3	7.0	7.0	7.0	7.1	2.1
	7.5	7.3	7.3	7.2	7.3	7.3	-0.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	0.0
	8.5	8.4	8.3	8.3	8.4	8.4	-0.2	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	0.0
	Ave.	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	-	7.0	7.1	6.9	6.8	6.9	-

* Days from treatment(Interval : one week)
(A) are rectified pH of nutrient solution(At first time)

植物葉汁의 酸度變化를 보면 酸度 4.5區와 5.5區에서 낮아지고 7.5區와 8.5區에서 높아지는 傾向을 보였으며 C.V.(%) 19.0에 比較하면 僅少한 變化를 보이고 있었다.

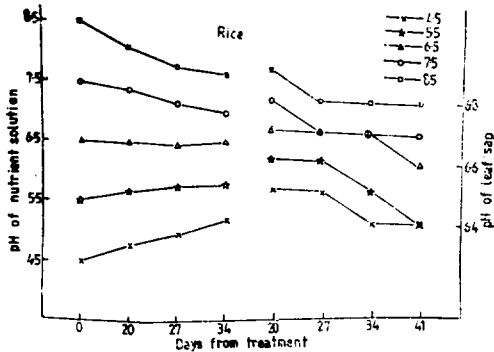


Fig1. Changes of nutrients solution pH and plant sap pH according to days from treatment.

水耕液의 酸度變化의 傾向을 보면 汁液의 平均酸度 方向으로 移行하여 平衡을 이루려는 傾向을 볼 수 있었다.

옥수수에 있어서 水耕液의 酸도와 옥수수 汁液의 酸도의 變化(表10, 그림2 參照)는 處理後 34日에 水耕液의 酸도 4.5區는 5.2, 5.5區는 變化가 없었고, 6.5區는 5.5, 7.5區는 6.6, 8.5區는 7.3으로 變化하여 全体平均値에 比較 各各 +0.7, 0.0, -0.7, -0.9, -1.2의 幅을 나타내고 있었다. 汁液의 酸도 變化는 水耕液의 酸도 4.5, 5.5 및 6.5에서는 높고, 7.5와 8.5에서는 낮아져 水稻와 反對의 傾向을 나타냈으며 C.V.(%)18.9에 대하여 적은 變異를 나타내었다.

水稻에서와 같이 옥수수의 水耕液酸도도 汁液의 平均酸도 方向으로 變하여 역시 平衡을 이루려는 傾向을 볼 수 있었다.

大豆에 있어서 水耕液의 酸도와 汁液의 酸도變化(表10, 그림3 參照)를 보면 處理後 34日에 水耕液의 酸도 4.5區는 6.5, 5.5區는 6.6, 6.5區는 6.7, 7.5區는 6.8, 8.5區는 7.0으로 變하여 平均値에 比較하여 各各 +2.0, +1.1, +0.2, -0.7 및 -1.5의 變化를 나타냈다. 汁液의 酸도變化는 水耕液의 酸도 6.5에서 變化가 없었고 4.5區와 5.5區에서 높아졌으며, 7.5區와 8.5에서 낮아진 傾向을 나타내고 있었다.

C.V.(%)는 1.7로 水耕液의 C.V.(%) 12.4에 比較하면 그 變化는 크지 않았으며 水耕液의 酸도와 汁

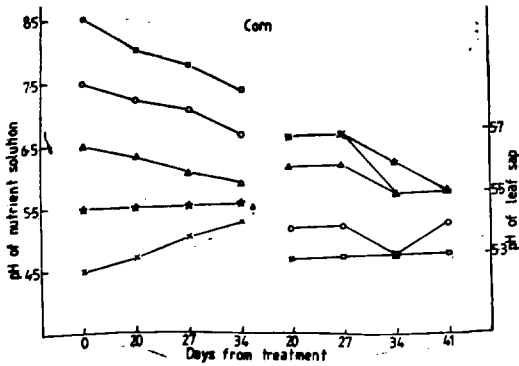


Fig 2. Changes of nutrients solution pH and plant sap pH according to days from treatment.

液의 酸도가 急速度로 平衡을 이루려는 傾向을 보였다.

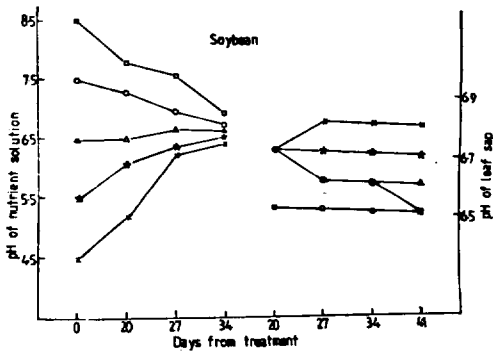


Fig 3. Changes of nutrients solution pH and plant sap pH according to days from treatment.

고구마에 있어서 水耕液의 酸도와 汁液酸도의 變化(表10, 그림 4參照)를 보면 處理後 34日에 水耕液의 酸도는 4.5區와 5.5區에서 變化가 없었고, 6.5區는 6.2, 7.5區는 6.4, 8.5區는 7.5로 變하여 全体平均値에 비해 各各 -0.3, -1.1, -1.0의 變化를 나타냈다. 汁液의 酸도는 水耕液의 酸도가 높으면 높을수록 높은 傾向을 보였고, 汁液의 C.V.(%)는 4.6으로 水稻(2.0), 옥수수(2.6), 大豆(1.7)에 比較하면

훨씬 變異가 컸다.

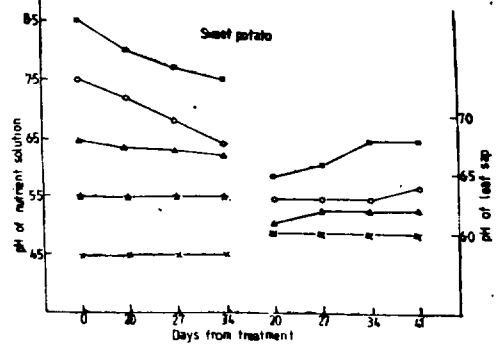


Fig 4. Changes of nutrients solution pH and plant sap pH according to days from treatment.

호박에 있어서 水耕液의 酸도와 汁液의 酸도變化(表10, 그림5參照)를 보면 處理後 34日에 水耕液의 酸도 4.5區는 4.7, 5.5區는 5.6, 6.5區는 6.6, 7.5區는 7.2, 8.5區는 8.3으로 變하여 全体平均値에 비해 各各 +0.2, +0.1, +0.1, -0.3, -0.2의 變化를 나타냈다. 汁液의 酸도는 水耕液의 酸도가 높을수록 높은 傾向을 보였고 汁液의 C.V.(%)는 6.2로 試驗作物中에 가장 變異가 컸다.

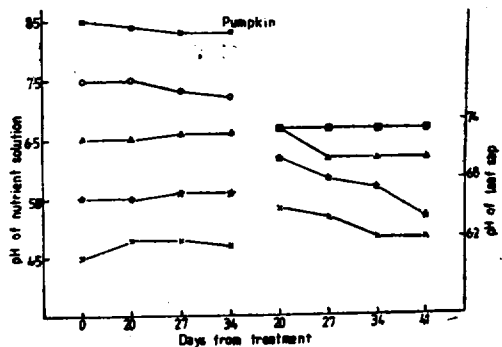


Fig 5. Changes of nutrients solution pH and plant sap pH according to days from treatment.

5種作物에 대한 水耕液의 酸도와 汁液의 酸도와의 相互關係를 보면 水耕液의 酸도는 作物体汁液의 酸

도는 水耕液의 酸度に 相互영향을 미치는 것으로 나타나고 있다.

植物은 自体汁液의 酸度を 維持하려는 緩衝力을 가지고 있는 것으로 推定되지만 水耕液의 酸度差異에 따라 汁液의 酸도가 크게 영향을 받는 作物(例, 호박)은 適應性이 弱한 作物으로 보여진다.

水耕栽培에서 水耕液의 酸도가 植物汁液의 酸도가 가까울수록 植物体汁液의 酸度の 變化는 적어졌으며 水耕液의 酸도는 그 植物汁液에 類似하도록 調節해주는 것이 植物의 生育에 有利할 것으로 思料된다.

Butler(1955)는 酸度 5.5程度로 細胞外液의 酸도가 높으면 細胞內의 鹽類가 새어나온다고 하였고, 酸도는 養分變化의 操縱者라 주장했는데, 生細胞內에 있는 物質이 單純히 濃도에 의해서 出入하는 것이 아니라 原形質膜과 細胞膜을 通過해야 되기 때문에 原形質膜이나 細胞膜의 性質이 耐酸, 耐알카리성을 크게 左右할 것이라 하였다. 酸도는 養分操縱의 主要因子라고 생각된다면(Butler, 1955), 營養液의 酸도는 植物体의 酸도를 左右하는 직접적인 原因으로 보기에는 너무나 많은 外的 혹은 中間段階의 要因이 관여하고 있을 것으로 推定된다. Truog(1947)나 Schroeder(1969)가 곡기영양의 有効도와 土壤酸度の 關係에서 지적한 바와 같이 營養액중의 各種要素가 제각기 特정한 酸度에서 그 移動性이 增加된다고 한다면 各水準의 酸度에서 栽培된 各作物의 反應에서는 一定한 傾向을 찾기는 어려운 문제라 생각된다. 이 경우에 植物 細胞液의 酸도는 간접적인 效果로 나타나는 것이므로 그 中間過程이나 栽培環境의 엄격한 규제 없는 營養액의 酸도와 細胞液의 酸度間에 어떠한 관련성을 규제하기 위해서는 人工氣象條件에서 根系에 充分한 酸素를 供給함으로써 가능한 문제라고 생각한다.

各 作物에서 水溶液의 酸도가 時間이 경과됨에 따라 中心点으로 수렴하는 현상을 나타낸 것은 作物의 生育過程에서 수용액중의 鹽基를 어떠한 形式으로든 吸收하기 때문이며(높은 pH價의 경우), 또한 初期의 營養액 酸도를 調節하기 위하여 使用된 HCl이나 NaOH가 時間이 지남에 따라 그 機能上的 變質(낮은 酸도가 높아지는 경우) 때문이 아닌가 생각 된다. 植物体의 酸度變化는 높은 pH 水溶液에서 栽培된 植物은 根細胞의 原形質에 浸한 養분 받기 때문에 營養의 吸收, 光利用能率의 低下 등이 일어나게 되고 이러

한 生理的 阻害는 같은 環境條件, 예컨대 같은 光條件에서도 光利用能率에 差異가 일어날 수 있으며, 이러한 差異는 細胞內의 有機酸集積과 差異를 나타내게 된 것으로 보인다.

水溶液酸도에 대한 各作物의 反應에 있어서 생기는 差異는 各作物에 극단적인 酸도에 대한 저항성한계(Tolerance limits)나 要求가 다르기 때문이라고 思料되며, Ellenberg(1958) 및 Knapp(1967)가 主要한 pH 依存度에 대한 加설에 일치하는 것으로 보여진다.

摘 要

本 研究는 主要作物의 汁液(葉汁)의 酸度を 測定한는 한편 水耕液 및 土壤酸도가 植物体汁液酸도에 미치는 영향을 살피는 同時에 이들과 作物의 生育과의 關係를 追究한 바 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 15種類의 作物에 대하여 新葉과 老葉 그리고 그 中間葉의 葉汁酸度を 測定한 바 모든 作物에 있어서 中間葉의 葉汁酸도는 新葉과 老葉의 平均値에 近似한 값을 보였다.

2. 作物葉汁酸度の 日中變化는 옥수수, 大豆 및 高구마 모두 그 酸도는 아침에 弱하고 午後 늦을수록 强하게 나타났다.

3. 高구마品種 5個의 葉汁酸度を 測定하여 比較한 바 品種間에 뚜렷한 差異를 認定할 수 없었다.

4. 作物의 生育時期에 따르는 葉汁酸度の 變化는 크지 않았으나 生育後期로 갈수록 酸도는 强해지는 傾向을 보였으며 葉位置 즉 葉숨에 따르는 差異가 오히려 컸다.

5. 主要作物 37種 및 雜草 16種의 葉汁酸度を 測定한 바 모든 植物의 葉汁酸도는 pH 3.83~7.31 範圍에 있었으며 pH 5.6~6.0 範圍에 屬하는 것이 19種이고, 6.1~6.5 範圍의 것이 17種으로서 그 大部分을 차지하며, 4.5以下가 되는 것은 葡萄, 銀杏, 감, 소리쟁이, 그리고 6.6以下인 것은 호박, 水稻, 大豆, 모시, 들깨, 油菜, 알파파, 쇠무릎이었다.

6. 水耕液의 酸도를 달리하여 水稻, 옥수수, 大豆, 高구마, 호박을 栽培한 바 强酸性 및 强알카리性 水溶液은 作物이 生育함에 따라 中性에 가까우게 변하였으며 作物葉汁酸도는 若干의 變化를 보였을 뿐이다.

引 用 文 獻

1. Alexanber, K. M., Sadanandam N. and V. K. Sasidhar. 1973. Effect of greaded doses of nitrogen and phosphorus on the changes of soil pH during successive stages of growth of wet land rice. Agric. Res. J. Kerala 11(1) : 82~83.
2. Alex Laurie and Victor H. Ries. 1950. Floriculture. McGraw-Hill book company, Inc. New York, Toronto, London : 51.
3. Arai, Masao. 1965. Practical significance of autoecological research of weeds. Jap. Weed Research No. 4 : 1~10.
4. Basler, E., and K. Nakazawa. 1961. Some effects of 2,4-dichloro-phenoxy-acetic acid on nucleic acids of cotton cotyldon tissue. Bot. Gaz. 122 : 228~232.
5. Blackman, G.E. 1934. The control of annual weeds in cereal crops by dilute sulphuric acid. Empire Joun. Agr. 2 : 213~227.
6. Blady, N. C. 1947. The effect of period of calcium supply and mobility of calcium in the peanut fruit filling. Proc. Soil Sci. Amer. 12 : 336~347.
7. Buchanan. G. A., C. S. Hoveland and M. C. Harris. 1975. Response of weeds to soil pH. Weed Science : 473.
8. Butler, G. W. 1955. Minerals and living cells. Jour. New Zeal. Inst. Chem. 19(3) : 66~75.
9. 車鍾煥等, 1975, 植物生態學實驗, 日新社 : 247~248.
10. 趙伯顯監修, 1977, 土壤學, 鄭文社 : 196~220.
11. 崔鉉玉, 1977, 床土의 種類 및 pH가 苗의 生理 障害에 미치는 影響, 韓作誌, 22(2) : 27~31.
12. De Datta, S. K., J. C. Moomaw and R. T. Santilan. 1969. Effects of varietal type, methods of planting and nitrogen levels on competition between rice and weeds. Proc. 2nd Asian-Pacific Weed Control Intercha-nge, June 16 to 20, College, Laguna, Philippines.
13. Dekock, P. C. 1964. The physiological significanc of potassium-calcium relationship in plant growth. Outlook of Agr. N : 93~96.
14. Deszyck, E. J. 1958. Seasonal changes in acid content of Ruby Red grape fruits as affected by lead arsenate sprays. Proc. Amer Soc. Hort. Sci. 72 : 304.
15. Drake Mack, and J. M. White. 1961. Influence of nitrogen on uptake of calcium. Soil Sci. 1 : 66~69.
16. 李殷雄, 1977, 田作, 鄭文社, 352~404.
17. Elzam, O. E., and T. K. Hoges. 1967. Calcium inhibition of potassium absorption in corn root. Plant Physiol. 42 : 1483~1488.
18. Fujino, M. 1959a. The relation of pH salts, and starch to stomatal movement. Kagaku(Tokyo) 29 : 147~148.
19.1959b. Effect of the potassium ion and pH on the stomatal movement of the onion. Kagaku(Tokyo) 29 : 424~425.
20. 韓基鎔, 吳才燮, 1964, 우리나라 耕作地의 土壤反應(pH)에 關하여, 植環Vol 6, No.1.
21. Harold, K. Wilson and Will M. Myers. 1954. Field crops production. J. B. Lippin Cott. Company : 86~87.
22. Hartwell, B. L., and S. C. Damon. 1917. The persistence of lawn and other grasses as influenced by the effect of manures on the degree of soil acidity. R. I. Agr. Expt. Sta. Bul. : 170.
23. Hayman, J. M. 1964. Studies on legume on establishment and growth on an acid sulphur deficient soil. M. Agr. Sc. thesis, Lincoln. Univ. Canterbury.
24. Hiatt, A. J. 1967. Relationship of cell sap pH to organic acid changes during ion

- uptake. *Plant Physiol.* 42 : 294~298.
25. 黃慶善, 1973, 우리나라 代表土壤의 pH에 關한 調査研究, 韓土肥誌, Vol. No.3.
 26. Jan Platon. 1972. Use sulfur in fertilizer. *Hydrocarbon Processing* : 86~88.
 27. Kamprath, E. J. 1967. Soil acidity and response to liming. *Tech. Bull. No. 4* : 1~18.
 28. Kanareugsa, C. and Chantrataragul. 1974. Liming effects on growth and yield of rice in combination with various rates of nitrogen and phosphate. (In Thai) in Thailand. *Rice Dept. Annual Res. Report* : 269~275.
 29. Kunti, Leo L., Milton Korpi. and J. C. Hide. 1962. Profitable soil management. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N. J. : 144~145.
 30. Lahaye, P. A. and Emanuel. 1971. Calcium and salt toleration by bean plants. *Physiol. Plant*, 45(2) : 213.
 31. Lowther, W. L. 1965. Studies on legume establishment and growth in the tussock grassland. M. Agr. Sc. thesis Lincoln Coll. Univ. Canterbury.
 32. Martin, J. C., R. Overstreet and D. R. Hoagand. 1946. Potassium fixation in soils in replaceable and nonreplaceable forms in relation to chemical reactions in the soil. *Soil Sci. Amer. Proc.*(1945) 10 : 94~101.
 33. Miyahara, Masuzi. 1965. Auto-ecology of barnyardgrass (*Echinochloa crusgalli* Beauv.) *Jap. Weed Research* No. 4 : 11~19.
 34. Nagata, T. and I. Soda 1969. Effects of the yearly application of Ca and compost on clay minerals of paddy rice soils. (In Japanese) *Bull. Fac. Agr. Shizuoka Univ.* 19 : 135~137.
 35. National Academy of Science. 1968. *Weed Control*. Washington, D. C.
 36. Nelson, P. V. and Kuo-Hsien. 1971. Ammonium toxicity in *Chrysanthemum* : critical level and symptom. *Commun Soil Sci. Plant anal.* 2(6) : 439~448(from fertil, abst.).
 37. Robinson, I. N. 1958. The nutrition of the legumes(Ed. D. C. Hallsworth). Butterworths, London : 43~61.
 38. Russel, E. John. 1937. Soil conditions and plant growth. Longmans, Green & company, New York : 655.
 39. Shimizu, Masamoto. 1969. The succession of weeds following the fertilization of cultivated fields. *Jap. Weed Research* 8 : 10~19.
 40. Slack, C. H., R. L. Blevins. and C. E. Rieck .1978. Effect to soil pH and tillage on persistence of Simazine.
 41. 孫賢秀, 1967, 水稻의 營養狀態와 일에 關한 研究, 東亞大學學位論文.
 42. Teem, D. H., C. S. Hoveland and G. A. Buchanan. 1974. Primary root elongation of three weed species. *Weed Science* : 47.
 43. Turk, L. M. and Millar, C. E. 1936. The effect of different plant materials, lime, and fertilizers on the accumulation of organic matter. *Jour. of the American Society of Agronomy* 28 : 310~324.
 44. Vernetti, F. DE J. and Solon Cordeiro De Araujo. 1979. Effect to phosphorus fertilizers on the germination of soybean. *Pesqui. Agropecaur. Brazil* 5 : 2514(from fertil, abst.).
 45. Weier T. Elliott, C. Ralph Stocking, and Michael Geroge Barbour. 1957. *Botany : An introduction to plant biology(four edition)*. Printed in U. S. : 214.
 46. Welton, F. A. 1931. Soil reaction not an efficient method of controlling some lawn weeds. *Ohio Agr. Expt. Sta. 50th Ann. Rpt.* 40~41.