

植物汁液의 反應에 대한 土壤酸度の 影響

朴 良 門

Influence of Soil Acidity on the pH of Plant Sap

Park, Yang Mun

- Summary -

An original soil pH of 5.3 was changed to 5.5, 6.5 and 7.5 by applying calcium carbonate. The resulting various in growth, yield and leaf sap pH were observed in corn (bantam), soybean (hill) and buckwheat (native). Sample were taken at 3 week intervals during the growing stage 5 times a day every 3 hours starting at 6 a.m. At the same intervals another 8 species were investigated at 9 a.m., noon and 3 p.m. irrespective of growth condition.

Average plant leaf sap pH occurred at noon, plant sap acidity seemed to be changed by some factors including plant species, sampling time of the day, growing stage and soil acidity.

The average pH of leaf sap of corn was 5.52, of baryard grass 5.85, of buckwheat 4.83, soybean 6.64, garden pea 5.99, sweet potato 5.98, oriental cocklebur 5.99, speedwell 5.98, siegesbekia 7.13, and common nightshade 6.79.

Soil acidity influenced the pH of leaf sap very slightly. Also differences leaf sap pH seemed to affect the length of time taken for germination, plant length, heading date, ripening period, weight of 100 grain and yields in the same plant.

I. 序 論

植物의 生育은 植物을 둘러 쌓은 外部 環境要因에 依하여 支配되며 最適環境을 形成하여 作物의 生育을 最上으로 이끄러 주는 것은 耕種農業의 基本으로 되고 있다. 火山土壤으로 構成된 濟州道의 土壤은 他地域에 比해 特異한 土壤條件을 지니 土壤酸도가 酸性에 가까운 土壤인 Allophan에 의한 作物의 磷酸吸收係數의 低下等으로 作物의 生育은 많은 制限을 받고 있다.

植物의 生育環境中 土壤酸도에 對해서는 只今까지 많은 研究 (Butler: 1955, Arai: 1965, Teem: 1974, Buchanan: 1975) 가 進行되어 왔으며, 作物別 最適土壤 pH는 水稻 (pH 6.0), 麥類 (pH 6.0 ~ 7.8), 옥수수 및 수수 (pH 5.0 ~ 8.0) 로 알려져 있다.

土壤酸도와 作物의 生育과의 關係에 對하여 Butler (1957) 는 無機物과 細胞와의 關係를 究明, 細胞外液의 酸度 (pH 5.5) 가 높아지면 細胞內의 鹽類가 流出되어 拮抗作用이 나타남을 報告하였다.

Hide (1962) 등은 大部分의 作物은 土壤 pH 6.0 ~

* 이 論文은 1979年度 文教部 學術研究助成費에 依하여 研究된 것임 *

6.8이 가장 理想的이라고 하였으며, 알파파는 6.8이 適當하고, 감자는 pH 5.0 - 5.2 범위에서도 生育可能하다고 報告하였다.

Arai (1965)는 雜草의 植生 및 生産力에 影響을 끼치는 環境因자의 順序는 溫度 > 光度 > 土壤湿度 > 土壤酸素 > 土壤酸度 > 土壤硬度 > 土壤肥沃度 等이라 하였으며, Kamprath (1967)는 土壤酸도와 石灰施用反應에서 酸度矯正의 重要性을 認定하였다.

Craft (1968)는 土壤酸도가 雜草의 生長에 重要한 影響을 끼치며, 고사리屬의 種들은 pH 4.3 ~ 5.0의 酸性土壤에서 生長하고, 알카리雜草 (*Cressa* sp.)는 단지 알카리性土壤에서만 生長하는 習性이 있다고 하였다. 매듭풀은 酸性과 알카리性 모두 生育이 可能하여 土壤 pH 5.6 ~ 8.4 사이에서 生育한다고 하였고 중대가리풀科 (*Compositae*)나 마디풀科 (*Polygonaceae*)와 같은 特別한 種類는 塩化나트륨이 1.2 ~ 1.5% 包含된 塩基性土壤에서 잘 生長한다고 하였다.

黃 (1973)은 우리나라 代表土壤의 pH에 關한 調查研究에서 代表土壤 160點을 土壤統別로 調查한 土壤利用別 表層土의 平均 pH (H₂O) 값은 畚土壤 5.3 ± 0.6, 田土壤 5.5 ± 0.9, 林野地 5.4 ± 0.5, 草地 5.3 ± 0.6이었으며, 全体平均은 5.4 ± 0.7이었고, 層位別로는 A層보다 B層, B層보다 C層으로 갈수록 높은 傾向을 나타낸다고 報告하였다.

以上으로 보아 植物의 生育에 미치는 土壤酸度の 影響은 大端히 重要하며, 우리나라의 土壤 pH는 全般的으로 植物의 生育에 不適當한 便이라 하겠다.

本 研究는 植物의 生育에 要求되는 最適土壤酸도를 植物의 葉汁酸度の 測定에 依해서 判定할 수 있는 基

礎資料를 찾아 作物의 生産性을 增大시키는데 그 目的이 있다.

II. 材料 및 方法

1. 1日中 및 生育期間中에 植物葉汁酸度 調査

栽培調査된 田土壤의 條件은 pH 5.3程度의 火山灰土였으며, 試驗區의 配置는 1區面積 20㎡의 任意配置法 3反復으로 하였으며, 肥料는 10 a當 堆肥 1, 500 kg (大豆除外), N - P₂O₅ - K₂O를 15-7-9 kg씩을 施肥하였다. 옥수수, 고구마, 大豆는 慣行栽培法에 依해서 栽培하고 生育盛期부터 始作하여 3週間隔으로 3回, 午前 6時부터 3時間差로 5回 採葉하여 搾汁, pH를 調査 (硝子電極 pH meter) 하였으며, 同時に 8種의 植物에 對해서는 生育盛期에 午前 9時, 正午, 午後 3時에 搾汁 調査하였다.

2. 土壤酸度 및 葉汁酸度 調査

土壤酸도가 植物의 葉汁酸도에 미치는 影響을 調査하기 爲해서 試驗區의 土壤 pH 5.3을 炭酸石灰를 施用하여 5.5, 6.5 및 7.5로 矯正하고, 堆肥 1,500 kg (옥수수에만), N - P₂O₅ - K₂O를 15-7-9 kg을 施肥한 後에 옥수수, 蕎麥, 大豆를 栽培하여 土壤酸度別 및 生育時期別 (幼苗期, 伸長期, 開花期, 成熟期等) 葉汁酸도를 測定하였다.

生育 및 收量調査는 農村振興庁 農事試驗研究調査基準에 準하여 調査하였다.

Soil chemical characteristics

pH	P ₂ O ₅	C.E.C. (me/100 g)	Exch-K (me/100 g)	Av.-P (me/100 g)	OM (%)
5.3	39	18.2	0.53	2042	8.7

III. 結果 및 考察

生育盛期부터 始作하여 3週間隔으로 3回, 午前 6時부터 3時間 單位로 5回씩 調査한 平均葉汁酸度は 表 1에서 보는바와 같이 옥수수 5.52, 고구마 5.98,

大豆 6.49로 植物에 따른 差異가 컸고, C.V. (%)는 옥수수 (5.51) > 고구마 (2.38) > 大豆 (0.48)의 順序로 옥수수가 가장 變異가 컸다.

圖 1에서 보는바와 같이 大豆와 옥수수는 溫度의 上昇에 따라서 葉汁酸도가 높아지는 傾向을 보였으나 고구마는 反對 傾向을 보였다.

Table 1. Variation of leaf sap pH in some crops for a day and a life

Crops	Times Date	A. M.		Noon	P. M.		Ave.	C.V.(%)
		6	9		3	6		
Corn (Bantam)	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	
	Ave.	5.68	5.55	5.46	5.42	5.46	5.52	5.51
Sweet potato (Shinmi)	Jul. 20	5.78	5.67	5.90	6.06	6.20	5.92	
	Aug. 31	5.80	5.92	6.04	6.02	6.14	5.98	
	Oct. 12	5.98	6.02	6.20	6.00	6.08	6.01	
	Ave.	5.79	5.87	6.05	6.03	6.14	5.98	2.38
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	
	Ave.	6.54	6.48	6.46	6.47	6.49	6.49	0.48

Note.: (1) Soil pH = 5.3, (2) Soil moisture = 60-80% (3) Normal season culture.

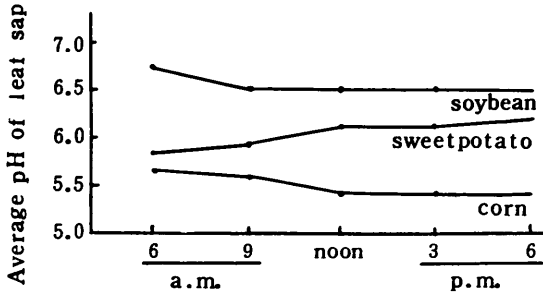


Fig. 1. Variation the pH of leaf sap in a day

한편 豌豆等 8個 植物의 搾汁調査 結果는 表 2에서 보는바와 같이 C.V.(%) 20.9로 植物間에 差異가 컸으며, 平均葉汁 pH는 豆豉마리 5.99, 우실 5.89, 豌豆 5.99, 개망초 6.27, 수영 3.05, 진득찰 7.13, 돌피 5.85, 까마중 6.79이었다.

1日中의 變化를 보면 午前 9時 (5.95) > 正午 (5.87) > 午後 3時 (5.82)로 溫度의 上昇에 따라서 酸度가 높아지는 傾向을 보이고 있었다.

Table 2. Leaf sap pH in some plants

Scientific name	Investigation times			Ave.
	9a.m.	Noon	3p.m.	
<i>Xanthium strumarium</i> L.	6.02	6.00	5.96	5.99
<i>Achyranthes japonica</i> NAKAI	6.10	5.98	5.87	5.98
<i>Pisum sativum</i> L.	6.33	5.88	5.75	5.99
<i>Erigeron annus</i> L.	6.34	6.24	6.22	6.27
<i>Rumex acetosa</i> L.	2.96	3.09	3.09	3.05
<i>Siegesbeckia glabrescens</i> MAKINO	7.17	7.12	7.09	7.13
<i>Echinochloa macrorovi</i> NAKAI	5.89	5.84	5.82	5.85
<i>Solanum nigrum</i> L.	6.82	6.79	6.77	6.79
Ave.	5.95	5.87	5.82	5.88

Note: (1) C.V.(%) = 20.9

表 3에서 보는바와 같이 옥수수의 平均葉汁酸度는 와 比較할때 pH 5.5에서 + 0.10, 6.5에서 + 0.04, 幼苗期 5.57, 伸長期 5.58, 開花期 5.45, 成熟期 5.46이었고, 土壤酸도에 따라 土壤 pH 5.5에서는 5.62, 7.5에서 -0.15로 土壤酸도에 따라 僅少한 差異를 나타내고 있었다.

Table 3. Variation of leaf sap pH under rectified soil pH in corn (Bantam)

Soil pH	Investigation times				Ave.	d
	Seedling stage	Elongating stage	Flowering stage	Maturing stage		
5.5	5.70	5.69	5.57	5.53	5.62	+ 0.10
6.5	5.62	5.64	5.46	5.50	5.56	+ 0.04
7.5	5.39	5.42	5.32	5.36	5.37	- 0.15
Ave.	5.57	5.58	5.45	5.46	5.52	-

Note: (1) C.V. (%) = 1.93

生育 <表 4>에 있어 發芽期, 草長, 分蘗數, 雌穗出現日, 雌穗長, 成熟期等은 處理間에 相當한 差異를 보이고 있었으며 草長에서 C.V. (%) 23.7, 雌穗長에서 21.3이었다.

Table 4. Growth of corn under rectified soil pH

Soil pH	Germinating (date)	Length of plant (cm)	No. of tillers	Heading of female (date)	Maturing (date)	Length of ear (cm)
5.5	4.23	83.2	0.1	7.6	8.17	14.1
6.5	4.25	127.6	0.7	7.10	8.28	21.3
7.5	4.28	130.4	0.2	7.7	8.30	16.4
Ave.	-	113.7	0.3	7.8	8.25	17.3

Note: (1) C.V. (%) of length of plant = 23.7

(2) C.V. (%) of length of ear = 21.3

表 5에서 보는바와 같이 土壤 pH 6.5에서 100粒重 7 kg / 10a) 增收되었다. 平均値 보다 0.9 g가 무거웠고, 收量은 21% (18).

Table 5. Yield of corn under rectified soil pH

Soil pH	No. of plant (hill)	No. of ear per plant	No. of grain per ear	100 grain wt. (g)	Grain yield (kg / 10a)	% of grain yield
5.5	5,400	1.2	378	10.4	89.6	100
6.5	5,400	1.2	399	11.6	108.3	121
7.5	5,400	1.2	382	10.0	100.2	112
Ave.	-	1.2	386	10.7	99.4	-

Note: (1) C.V. (%) of yield = 9.46

蕎麥의 葉汁酸度 (表 6 參照) 는 幼苗期 4.84, 伸長期 4.83, 開花期 4.82, 成熟期 4.81 로 平均 4.83 이었으며, 土壤酸度別로는 土壤 pH 5.5 에서 4.86, 6.5

에서 4.82, 7.5 에서 4.80 으로 平均値 4.83 과 比較할 때 pH 5.5 区에서는 + 0.03, 6.5 区에서는 - 0.01, 7.5 区에서는 - 0.03 의 差異를 보였다.

Table 6. Variation of leaf sap pH under rectified soil pH in buckwheat

Soil pH	Investigation times				Ave.	d
	Seedling stage	Elongating stage	Flowering stage	Maturing stage		
5.5	4.87	4.86	4.85	4.84	4.86	+ 0.03
6.5	4.84	4.82	4.80	4.80	4.82	- 0.01
7.5	4.81	4.82	4.80	4.78	4.80	- 0.03
Ave.	4.84	4.83	4.82	4.81	4.83	-

Note: (1) C.V. (%) of leaf sap pH = 0.63

蕎麥의 生育 및 収量은 表 7 에서 보는바와 같이 草長은 土壤 pH 7.5 区에서 가장 컸고, 収量은 pH 6.5 区

에서 보다 5.5 区에서 14% (11.4 kg / 10a) 가 增收되었다.

Table 7. Growth and yield of buckwheat under rectified soil pH

Soil pH	Germinating (date)	Length of stem (cm)	Flowering (date)	Maturing (date)	Grain yield (kg / 10a)	% of grain yield
5.5	8.15	94.3	9.7	11.16	83.4	100
6.5	8.17	97.2	9.9	11.18	72.0	86
7.5	8.17	102.4	9.9	11.18	40.2	48
Ave.	-	98.0	-	-	65.2	-

Note: (1) C.V. (%) of grain yield = 34.3

大豆의 生育時期別 平均葉汁酸度 (表 8 參照) 는 幼苗期 6.72, 伸長期 6.63, 開花期 6.61, 成熟期 6.60 으로 平均 6.64 였다.

에서 6.64, 7.5 区에서 6.59 로 平均値와 比較할 때 PH 5.5 区에서 + 0.05, 6.5 区에서 0.0, 7.5 区에서 - 0.05 로 나타났다.

土壤酸度別로 보면 土壤 pH 5.5 区에서 6.69, 6.5 区

Table 8. Variation of leaf sap pH under rectified soil pH in soybean (Hill)

Soil pH	Investigation times				Ave.	d
	Seedling stage	Elongating stage	Flowering stage	Maturing stage		
5.5	6.74	6.69	6.67	6.67	6.69	+ 0.05
6.5	6.72	6.62	6.60	6.60	6.64	0.00
7.5	6.69	6.58	6.56	6.54	6.59	- 0.05
Ave.	6.72	6.63	6.61	6.60	6.64	-

Note: (1) C.V. (%) of leaf sap pH = 0.75

大豆의 生育 (表 9 參照) 은 土壤 pH가 높아짐에 따라 草長 및 稈長의 有意의인 增加를 나타내고 있는 한편 分枝數, 着莢數, 成熟日數에는 큰 영향을 주지 못하고 있었다.

株當 莢數, 莢當種實數, 100 粒重은 土壤酸度에 따라 多少의 差異가 나타났으며, 土壤 pH 6.5 區에서 5.5 區 보다 收量 (表 10 參照) 34% (22.4 kg/10 a) 의 增收를 보였다.

Table 9. Growth of soybean under rectified soil pH

Soil pH	Germinating (date)	Length of plant (cm)	Length of stem (cm)	No. of node in main stem	Flowering (date)	Maturing (date)
5.5	6.25	70.6	42.2	12.2	8.13	10.18
6.5	6.23	75.8	46.0	12.3	8.15	10.21
7.5	6.23	78.3	48.4	12.7	8.15	10.21
Ave.	-	74.9	45.5	12.4	-	-

Note : (1) C.V. (%) of plant length = 5.24
(2) C.V. (%) of stem length = 6.87

Table 10. Yield of soybean under rectified soil pH

Soil pH	No. of plant (hill)	No. of pods per plant	No. of seeds per pod	100 grain wt. (g)	Grain yield (kg/10 a)	% of grain yield
5.5	16200	49.1	3.8	13.5	72.4	100
6.5	16200	49.0	3.8	14.0	96.8	134
7.5	16200	50.6	4.7	13.8	62.3	86
Ave.	-	49.6	4.1	13.8	77.2	-

Note : (1) C.V. (%) of grain yield = 23.0

圖 2에서 보면 土壤 pH 6.5 區는 5.5 區에 비해 옥수수와 大豆는 增收되었으나 蕎麥은 減收되었다.

土壤酸度處理에 따른 植物汁液의 酸度差異는 全般的으로 僅少하였던 것으로 보아 植物은 自体 汁液酸度를 調節하는 機能이 있는 것으로 推定된다.

汁液酸度間의 差異는 적었으나 汁液酸도와 土壤酸度の 差異가 커짐에 따라 收量에 影響을 주며, 僅少한 植物汁液酸度の 差라 할지라도 收量에는 至大한 影響을 주고 있었다.

IV. 摘 要

옥수수, 大豆 및 고구마의 葉汁酸度の 變化를 試驗하기 爲해서 生育期에 3週間隔으로 3回, 午前 6時부터 3時間差로 5回씩 調査하였고, 한편 以外에 8種의 植物에 對해서도 生育地 土壤條件을 考慮하지 않고 午前 9時, 正午 및 午後 3時에 調査하였다.

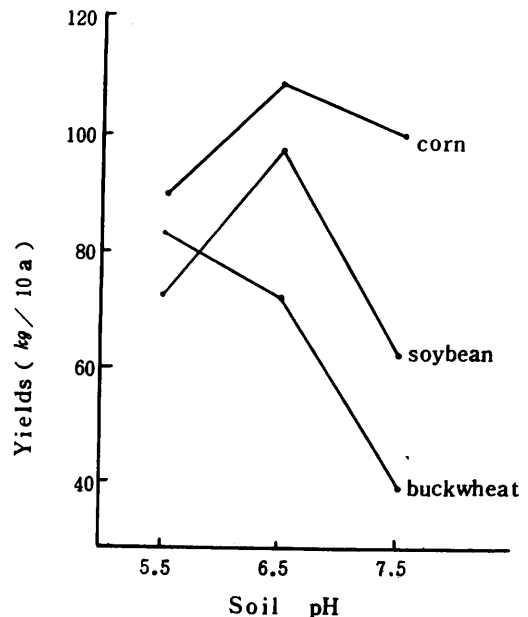


Fig. 2. Soil pH and crop yields-

試驗園의 土壤酸度 5.3을 炭酸石灰를 施用하여 土壤 pH 5.5, 6.5 및 7.5로 矯正하고 土壤酸度 差異가 植物의 葉汁 pH, 生育 및 収量에 미치는 影響에 對해서 옥수수, 蕎麥 및 大豆를 가지고 調査했다.

다음과 같이 綜合할 수 있었다 :

1. 植物葉汁의 平均酸度는 正午頃에 나타났다.
2. 植物葉汁酸度는 植物의 種類, 1日中試料採取時刻, 生育程度 및 土壤酸度 등의 因子에 依해서 變化하는 것 같다.

3. 葉汁의 平均酸度는 옥수수 5.52, 들피 5.58, 蕎麥 4.83, 大豆 6.64, 豌豆 5.99, 고구마 5.98, 도꼬마리 5.99, 우실 5.98, 개망초 6.27, 수영 3.05, 진득찰 7.13, 까마중 6.79로 나타났다.
4. 土壤酸도가 葉汁酸도에 미치는 影響은 僅少했으나 葉汁 pH에 差異가 생기므로 因해서 同一作物에 있어서도 發芽期間, 草長, 出穗期, 成熟期 1,000粒重 및 収量에는 影響을 미치는 것 같다.

引 用 文 獻

1. Alexander, K. M., Sadanandan, N. and V. K. Sasidhar. 1973. Effect of graded 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. Arai, Masao. 1965. Practical significance of autoecological research of weeds. *Jap. Weed Research* No. 4:1-10.
3. Butler, G. W. 1955. Minerals and living cells. *Jour. New Zeal. Inst. Chem.* 19(3):66-75
4. D. H. Teem, C. S. Hoveland and G. A. Buchanan. 1974. Primary elongation of three weed species. *Weed Science*: 47.
5. G. A. Buchanan, C. S. Hoveland, and M. C. Harris. 1975. Response of weeds to soil pH. *Weed Science*: 473.
6. 黃慶善, 1973. 우리나라 代表 土壤의 pH에 관한 調査研究, *韓土肥誌* vol. No 3.
7. Kamprath, E. J. 1967. Soil acidity and response to liming. *Tech. Bull.* No. 4:1-18
8. Leo L. Kuntz, Milton Korpi. and J. C. Hide. 1962. Profitable soil management. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N. J.:144-145
9. National Academy of Sciences. 1968. Weed control. Washington, D. C.
10. Russell, E. John. 1937. Soil conditions and plant growth. Longmans, Green & company. New York: 655.