

## 大豆의 土壤酸도에 따른 窒素反應 研究

I. 土壤 및 養液의 酸도와 窒素施用量이 콩의 根瘤着生, Allantoin 態窒素 및 全窒素含量에 미치는 影響

李弘柘\* · 權五河\* · 金光鎬\*\*

## Studies on the Varietal Response of Soybeans to Nitrogen Application Level Under the Different Soil Acidity

I. Effects of pH and Nitrogen Application Level on Nodulation, Allantoin-N and Total Nitrogen Content of Soybean Plants

Hong Suk Lee\*, Oh Ha Kwon\* and Kwang Ho Kim\*\*

### ABSTRACT

To determine the response of soybean cultivars to nitrogen in relation to acidity, nodulation, content of allantoin nitrogen and major chemical compositions of soybean plants were investigated with two cultivars under two levels of soil pH and four levels of nitrogen fertilization in a field and nutri-culture experiments.

Nodulation and contents of allantoin nitrogen, total nitrogen, potassium, calcium, magnesium and manganese of soybean plants decreased under acidic condition, but the degree of decrease was smaller in the variety Jangbaegkong compared to the variety Danyeobkong.

On the other hand, nodulation, content of allantoin nitrogen and potassium decreased with increased nitrogen fertilization, particularly under pH 7 condition. Nodulation was positively correlated with the content of allantoin nitrogen of soybean plants. The content of total nitrogen of soybean plants increased with increased nitrogen fertilization, and this tendency was remarkable under acidic condition and in the variety Jangbaegkong.

### 緒 言

大豆는 一般的으로 營養生長은 主로 地力 또는 施

肥窒素에 의존하고 生殖生長은 根瘤菌에 의하여 固定 供給되는 allantoin 態 窒素에 의하여 이루어지는 것으로 알려져 있어 地力 및 施肥와 아울러 根瘤菌의 繁殖 및 空中窒素의 固定能力이 콩의 生育과

\*서울大學校農科大學(Dept. of Agronomy, Seoul National University, Suwon 440-744, Korea)

\*\*建國大學校農科大學(College of Agriculture, Kon-Kuk University, Seoul 133-140, Korea) <88.2.3 接受>  
이 論文은 韓國學術振興財團의 1986년도 연구비에 의하여 研究되었음

收量에 크게 영향한다. 한편 콩의生育이나 根瘤의 形成 및 窒素固定에 알맞는 土壤酸度は pH 6.5 内外로서 酸性條件에서는 매우 떨어진다. 그런데 우리나라의 밭토양은 酸性化的 傾向이 현저하며 따라서 우리나라 大豆의 生産性이 낮은 重要한 要因의 하나가 되고 있다. 李 등<sup>4)</sup>은 이미 酸性 土壤에서 大豆의 生育 및 收量과 根瘤의 形成이 크게 떨어지고 土壤酸도에 대한 이와같은 反應은 品種間에 큰 차이가 있음을 報告하였다. Shuman 등<sup>13)</sup>은 土壤 pH가 낮은 條件에서는 大豆葉内の Mn 함량, Welch 등<sup>16)</sup>은 질소함량이 낮다고 하였으며 李 등<sup>4)</sup>은 土壤 pH가 5 인 酸性條件에서는 葉中の N, P, Ca, Mg 등의 含量이 낮다고 하였다. 또한 Keyser 등<sup>2)</sup>, Mengel 등<sup>10)</sup>, Munns 등<sup>11)</sup>은 土壤 pH가 낮아짐에 따라 根瘤의 着生數와 乾物重이 減少됨은 土壤의 酸性化에 의하여 大豆에 供給되는 窒素成分량이 적어졌기 때문임을 示唆하였다. 한편 Hashimoto<sup>1)</sup>는 大豆의 水耕栽培試驗 結果에서 窒素成分의 供給量, 供給期間 및 供給時期가 콩의 生育과 收量에 영향하였는데 無機質 窒素는 生育初期부터 開花 中期까지에 重要한 役割을 하고 開花中期 以後에는 根瘤菌에 의하여 固定 供給되는 窒素가 더 重要한 役割을 한다고 하였고 Lathwell 등<sup>6)</sup>과 Mann 등<sup>7)</sup>은 大豆는 뿌리에 共生하고 있는 根瘤菌의 窒素固定에 의하여 生育에 필요한 窒素成分을 상당량 供給 받고 있음에도 불구하고 大豆의 收量을 올리기 위하여는 모든 生育時期에 걸쳐 適當量의 無機質 窒素가 供給되어야 한다고 하였으며 Weber<sup>15)</sup>는 窒素 增施에 의하여 植物體中の 窒素含量과 收量이 增大함을 報告하였다.

本 研究은 大豆의 生育과 根瘤形成의 程度를 달리 하는 相異한 土壤條件에서 生産性을 向上시키기 위하여는 窒素肥料의 效果의인 施用이 必要하며 그 效果는 또한 品種에 따라 다를 것이라는 觀點에서 酸性 및 中性條件에서 窒素肥料의 增施效果를 追求하여 우리나라 大豆의 生産性 向上 및 그 安定化에 寄與하고자 일련의 試驗을 實施한 바 그 結果의 一部로서 酸도와 窒素施用量이 콩의 根瘤形成, allantoin 態窒素 및 主要無機成分의 吸收에 미치는 영향에 대하여 研究한 結果를 報告하는 바이다.

### 材料 및 方法

本 研究은 1987 年에 서울大學校 農科大學 附屬農

場에서 圃場試驗과 降雨만을 막아주기 위해 上部에 만 비닐을 덮은 vinyl house 내에서의 養液栽培試驗을 동시에 實施하였다. 供試品種은 토양산도에 대한 反應을 달리하는 것으로 보고된<sup>4)</sup> 長白콩과 短葉콩을 使用하였으며 처리내용은 다음 表에서 보는 바와 같이 pH 5와 7의 2수준과 4수준의 질소시용량으로 시험하였다.

養液栽培試驗은 PVC 파이프를 이용하여 자유로운 排水가 이루어질 수 있도록 만든 포트에 질석을 3.5 l 씩 채우고 養液을 담기 위하여 마련한 plastic tray 위에 설치한 스티로폼에 구멍을 뚫어 고정시켰는데 이때 포트의 밑면이 養液에 닿지 않도록 하였다.

Treatment designations, levels of pH and nitrogen amounts in nutri-culture and field experiment.

Treatment designation	Type of experiment			
	Nutri-culture experiment		Field experiment	
	Levels of solution pH	Nitrogen amounts (ppm)	Levels of soil pH	Nitrogen amounts (kg/10a)
P5N0		0		0
P5N1	5	195	5	4
P5N2		390		8
P5N3		585		12
P7N0		0		0
P7N1	7	195	7	4
P7N2		390		8
P7N3		585		12

養液은 大豆用인 Munns 養液을 사용하였는데 그 조성은 다음 表에서 보는 바와 같으며 養液의 調製는 窒素를 제외한 基本養液을 먼저 만든 다음 처리 계획에 따라 所定量의 질소를 첨가하고 0.1 N의 HCl 과 NaOH로 pH를 5와 7로 조정하였다. 養液의 供給은 포트당 하루에 2회씩 1 l를 공급하였는데 포트 밑으로 흘러내린 養液은 pH를 5와 7로 각각 조정된 다음에 다시 포트에 供給하는 表面 灌肥方法을 사용하였으며 養液은 10日마다 完全히 새로운 양액으로 교환하였다.

그리고 大豆를 계속 栽培하여온 pH가 5와 7인 圃場에서 각각 토양을 채취하여 이를 곱게 쳐서 포트당 5g씩 골고루 뿌려주므로써 根瘤菌을 接種하였다.

Basic culture solutions, excepting nitrogen, used in nutri-culture experiment.

Flements	Salts used	Concentration(ppm)
N	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> , Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , 4H <sub>2</sub> O	N was supplied according to the treatment shown in Table 1.
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> , Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O	62
K <sub>2</sub> O	KCl, KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	189
CaO	CaCl <sub>2</sub> , Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , 4H <sub>2</sub> O	220
MgO	MgSO <sub>4</sub> , MgCl <sub>2</sub>	98
B	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	0.1
Cu	CuCl <sub>2</sub>	0.02
Mn	MnCl <sub>2</sub>	0.25
Fe	Fe-FDTA	10.0
Mo	H <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub>	0.01
Zn	ZnCl <sub>2</sub>	0.1

- Note 1) Solutions were renewed every 10 days.  
 2) Tap water was used for the solutions.  
 3) The solution pH was daily checked and adjusted to 5.0 or 7.0 respectively with 0.1N HCl or NaOH.  
 4) When nitrogen was not added to the nutrient solutions, calcium was supplied solely as calcium chloride.

播種은 6月 11日에 풋트당 5粒씩 파종을 하고 出芽後 第2本葉期에 속아내어 풋트당 4本植으로 하고 5反復으로 試驗하였다. 그런데 試驗過程에 있어서 實際의 養液 pH는 pH 5 처리구는 4.8~5.4 이었고 pH 7 처리구는 6.6~7.1 범위에서 조절 유지되었다.

圃場試驗은 토양 pH가 5 정도인 포장을 선정하여 이를 反復別로 2等分하고 4月 15日에 各半分の 포장에 시료토양의 실내실험을 통하여 算定된 所定量의 石灰量을 施用하고 이를 토양과 均一하게 混合하므로써 pH가 7内外가 되도록 조절하여 品種을 主區로 하고 토양 pH를 5와 7의 2 수준으로 하여 이를 細區에 配置한 다음 窒素施用量을 0, 4, 8, 12(kg / 10 a)의 4 수준으로 하여 이를 細細區에 配置하는 3反復의 細細區 配置法으로 試驗하였다.

播種은 5月 24日에 이랑너비 60cm 에 포기사이를 15cm 로 하는 1株 2本植으로 하였으며 질소 시비량은 처리계획에 따라 各各 施肥하였고 인산과 칼리는 各各 7, 6(kg / 10 a)을 施用하였으며 其他 管理는 標準耕種法에 準하였다. 그런데 土壤酸度處理區의 實際의 pH는 다음 表에서 보는 바와 같이 精確하게 pH 5와 7에 이르지는 못하였지만 大體로 期待하는 토양 pH와 큰 차이는 없었다.

養液栽培試驗에서는 營養生長期(7月 11日)에 根瘤의 着生數와 乾物重을 조사하였고 開花期(8月 3日)와 登熟期(8月 24日)에 各各 시료를 채취하여 줄기와 葉中の allantoin 태질소 및 全窒素含量을, 그리고 葉中の 인산, 칼리, 칼슘, 마그네슘 및 망간 함량 등을 분석 조사하였다. allantoin 태질소 함량은 Young & Conway의 方法<sup>17)</sup>으로, 그리고 全窒素含量은 Micro-Kjeldhal 法에 의하여 定量하였으며 인산함량은 比色法으로 칼리, 칼슘, 마그네슘, 망간 함량 등은 atomic absorption spectrophotometer 를 이용한 원자흡광법으로 分析하였다.

Chemical properties of the soil measured at each growth stage in field experiment.

Treatment		pH(1:5)			T-N (%)			O.M. (%)			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (me/100g)			K <sub>2</sub> O (me/100g)			Ca <sup>++</sup> (me/100g)			Mg <sup>++</sup> (me/100g)		
Level of soil pH (Expected soil pH)	Nitrogen amount (Kg/10a)	V	F	S	V	F	S	V	F	S	V	F	S	V	F	S	V	F	S	V	F	S
		5	0	5.1	5.1	5.2	0.36	0.11	0.11	1.85	2.13	2.05	164	177	160	0.20	0.24	0.55	1.5	1.9	1.9	0.61
	4	5.2	5.2	5.3	0.45	0.15	0.12	1.74	2.21	2.12	166	185	169	0.18	0.25	0.49	2.3	2.5	2.8	0.99	1.18	0.74
	8	5.2	5.3	5.2	0.65	0.15	0.13	2.05	2.39	2.55	171	186	170	0.28	0.23	0.63	2.5	2.5	2.8	0.95	1.13	1.57
	12	5.4	5.3	5.1	0.71	0.15	0.12	2.15	2.40	2.67	171	188	172	0.23	0.20	0.84	2.2	2.0	2.9	0.82	0.62	0.64
7	0	6.8	6.6	6.5	0.41	0.09	0.11	1.95	2.31	2.43	160	171	160	0.26	0.28	0.53	4.7	5.6	6.9	1.11	1.34	0.75
	4	6.3	6.7	6.5	0.47	0.10	0.10	1.82	2.32	2.26	163	180	159	0.25	0.24	0.34	6.4	6.8	6.8	0.93	1.25	0.64
	8	6.5	6.9	6.6	0.66	0.10	0.12	2.20	2.49	2.51	165	184	165	0.26	0.24	0.54	6.1	4.9	6.6	1.11	1.29	0.74
	12	6.4	6.7	6.5	0.61	0.11	0.12	1.77	2.04	2.10	166	184	170	0.26	0.23	0.62	5.0	4.5	6.5	0.95	1.11	0.71

\*V: Vegetative growth stage F: Flowering stage S: Seed filling stage

한편 供試土壤의 化學的 組成은 대체로  $Ca^{++}$  함량이 pH 7區에서 현저히 많을 뿐 pH 5와 7區 사이에 큰 차이가 없었으며 窒素施用량을 증가함에 따라 土壤中的 全窒素含量과 인산함량이 대체로 증가하였으나 다른 成分含量에는 큰 차이가 없었다.

## 結果 및 考察

### 1. 根瘤의 形成

養液의 pH와 窒素施用량이 根瘤의 着生數 및 乾物重에 미치는 영향은 그림 1에서 보는 바와 같다. 根瘤의 着生數는 pH에 따른 有意的인 차이가 인정되어 pH 5에서 根瘤 着生數가 현저히 떨어졌고 질소 표준구는 無窒素區에 比하여 根瘤 着生數가 증가되었으나 窒素增施에 의하여 계속 減少하였는데 이 結果는 Norman<sup>12)</sup>과 Thornton<sup>14)</sup>이 報告한 窒素施用량과 窒素固定量間에 負의 相關이 있다는 結果를 間接적으로 確認하는 것이라 하겠다.

또한 pH와 品種間의 相互作用效果도 有意性이 인정되어 根瘤의 着生數에 미치는 pH의 영향은 品種에 따라 차이가 있으며 pH가 낮은 酸性條件에서 長白콩은 根瘤의 着生數가 현저히 떨어졌는데 比하여 短葉콩에서는 그 減少가 적은 편이었다. 또한 品種間에 pH 수준에 따른 窒素增施에 대한 反應에도 차이가 있어 長白콩의 경우에는 pH 7 수준에서는 標準窒素濃度인 195 ppm 이상의 窒素增施에 의하여 根瘤 着生數가 현저하게 떨어지는 반면에 pH 5 수준의 酸性條件에서는 減少程度가 작은 편이었다. 그리고 短葉콩에서는 pH 수준에 따른 窒素增施의 영향에 차이가 없었다.

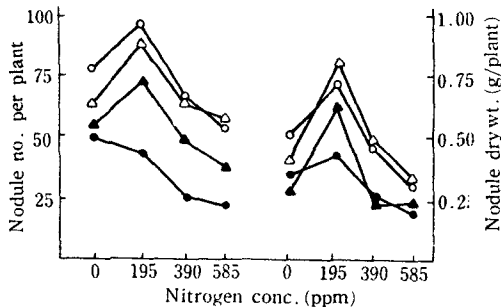


Fig. 1. Nodulation at vegetative growth stage of soybeans as affected by solution pH and nitrogen amounts in nutri-culture.

●, ▲: pH5 ○, △: pH7 ○, ●: Jangbaekgong  
△, ▲: Danyubkong

한편 根瘤의 乾物重도 根瘤의 着生數와 大體로 같은 傾向이었으며 pH가 낮을 때, 그리고 窒素施用량이 증가함에 따라 減少하였다. 그러나 pH에 관계 없이 窒素를 供給하지 않았을 때는 標準인 195ppm 施用區보다 根瘤의 着生이 적었는데 이는 根瘤着生의 初期에 寄主植物의 根瘤菌 繁殖에 필요한 營養供給이 부족하기 때문인 것으로 생각된다. 그런데 根瘤의 着生數와는 달리 乾物重에서는 pH와 窒素濃度間의 相互作用效果가 인정되어 pH 5의 酸性條件에서는 窒素增施에 따른 根瘤乾物重의 減少程度가 적은 편이었으나 pH 7 수준에서는 그 정도가 현저하였다.

### 2. 植物體中の allantoin 態 窒素含量

植物體中の allantoin 태 질소함량은 근류균에 의한 질소고정과 밀접한 關係가 있는데<sup>3,8,9)</sup> 開花期와 登熟期에 줄기와 葉中の allantoin 태 질소함량의 變化는 表 1과 2에서 보는 바와 같다. 全體的으로 볼 때 養液栽培試驗과 圃場試驗의 結果가 비슷한 傾向으로서 줄기와 葉中の allantoin 태 질소함량은 開花期보다 登熟期에 현저히 많았는데 이는 Kushizaki<sup>9)</sup>가 開花盛期以後에 allantoin 태 질소함량이 급격히 增加한다는 報告와 一致한다. 또한 葉中含量보다 줄기 중 함량이 현저히 많았다.

各 生育時期에 걸쳐 植物體中の allantoin 태 질소함량은 포장시험과 養液栽培試驗에서 모두 pH間, 窒素施用량에 有意性이 인정되어 pH가 낮은 酸性條件과 窒素施用량이 증가될 때에 현저히 減少하였다. 그러나 양액 재배시험에서는 窒素濃도가 195ppm 일 때에 根瘤着生의 경우와 마찬가지로 無窒素區에 比하여 allantoin 태 질소함량이 더욱 많았다.

한편 줄기중의 allantoin 태 질소함량은 pH와 窒素施用량間의 相互作用效果가 인정되어 pH 5의 酸性條件에서는 窒素增施에 의한 allantoin 태 窒素含量的 감소정도가 적은 편이었으나 pH 7 수준에서는 감소정도가 현저하여 pH에 따라 窒素增施의 영향이 다르다는 것을 알 수 있다.

또한 圃場試驗에서는 양액 재배시험에서와는 달리 開花期에 植物體中の allantoin 태 질소함량은 品種에 따라 窒素施用량의 效果에 차이가 있어 品種間에 窒素反應의 차이를 볼 수 있었는데 長白콩은 窒素增施에 의한 allantoin 태 질소함량의 減少程度가 적은 편이었으나 短葉콩에서는 그 정도가 현저하였다. 다음으로 이와같은 allantoin 태 질소함량

**Table 1.** Changes in contents of allantoin nitrogen of soybean plant parts as affected by solution pH and nitrogen amounts in nutri-culture experiment. (mg/plant)

Variety	Treatment	Flowering stage			Seed filling stage		
		Stem	Leaf	Total	Stem	Leaf	Total
Jangbaeg-Kong	P5N0	2.22	1.12	3.34	8.33	2.31	10.64
	P5N1	14.74	5.65	20.39	57.89	7.62	65.51
	P5N2	13.00	5.05	18.05	55.30	7.01	62.31
	P5N3	9.85	3.40	13.20	32.64	6.08	39.62
	P7N0	3.02	1.38	4.40	17.22	3.01	20.23
	P7N1	20.85	8.27	29.12	65.89	9.27	75.16
	P7N2	14.26	5.93	20.19	51.30	8.21	59.51
	P7N3	11.19	5.42	16.61	47.19	8.06	55.25
Danyub-Kong	P5N0	2.49	1.71	4.20	11.93	3.23	15.16
	P5N1	17.99	9.36	27.35	51.19	8.65	59.84
	P5N2	15.35	5.51	20.86	48.48	7.44	55.92
	P5N3	9.57	5.01	14.58	33.36	7.05	40.41
	P7N0	2.57	1.91	4.48	12.26	9.18	21.44
	P7N1	21.46	10.62	32.08	61.14	11.42	72.56
	P7N2	16.89	7.22	24.11	55.32	11.37	66.69
	P7N3	11.33	6.56	17.89	50.12	10.06	60.18
Significance	Variety(A)	NS	•	NS	NS	•	NS
	pH(B)	•	•	**	•	•	**
	Nitrogen(C)	**	•	**	•	•	•
	AB	NS	NS	NS	NS	•	NS
	BC	•	NS	NS	•	NS	•
	AC	NS	NS	•	NS	NS	NS
	ABC	NS	NS	NS	NS	NS	NS

**Table 2.** Changes in contents of allantoin nitrogen of soybean plant parts as affected by soil pH and nitrogen amounts in field experiment. (kg/10a)

Variety	Treatment	Flowering stage			Seed filling stage		
		Stem	Leaf	Total	Stem	Leaf	Total
Jangbaeg-Kong	P5N0	0.28	0.12	0.40	0.65	0.11	0.76
	P5N1	0.26	0.11	0.37	0.56	0.09	0.65
	P5N2	0.26	0.10	0.36	0.54	0.07	0.61
	P5N3	0.26	0.10	0.36	0.54	0.07	0.61
	P7N0	0.44	0.16	0.60	1.12	0.14	1.26
	P7N1	0.43	0.13	0.56	0.83	0.12	0.95
	P7N2	0.41	0.13	0.54	0.67	0.12	0.79
	P7N3	0.37	0.12	0.49	0.67	0.11	0.78
Danyub-Kong	P5N0	0.30	0.11	0.41	0.34	0.12	0.46
	P5N1	0.29	0.10	0.39	0.32	0.09	0.41
	P5N2	0.24	0.09	0.33	0.30	0.08	0.38
	P5N3	0.19	0.06	0.25	0.28	0.06	0.34
	P7N0	0.40	0.14	0.54	0.59	0.12	0.71
	P7N1	0.37	0.13	0.50	0.50	0.11	0.61
	P7N2	0.29	0.11	0.40	0.51	0.11	0.62
	P7N3	0.25	0.09	0.34	0.40	0.09	0.49
Significance	Variety(A)	NS	•	NS	**	NS	•
	pH(B)	**	•	**	**	•	**
	Nitrogen(C)	•	NS	•	•	•	•
	AB	•	NS	NS	•	NS	•
	BC	NS	NS	NS	•	NS	•
	AC	•	•	•	NS	NS	NS
	ABC	NS	NS	NS	NS	NS	NS

**Table 3.** Changes in contents of total nitrogen of soybean plant parts as affected by solution pH and nitrogen amounts in nutri-culture experiment. (mg/plant)

Variety	Treatment	Flowering stage			Seed filling stage		
		Stem	Leaf	Total	Stem	Leaf	Total
Jangbaeg-Kong	P5N0	10.5	22.6	33.1	17.7	60.5	78.5
	P5N1	56.5	75.7	132.2	74.4	213.2	287.6
	P5N2	61.3	129.3	190.6	78.9	217.2	296.1
	P5N3	48.7	116.8	165.5	50.0	232.2	282.2
	P7N0	16.9	26.5	43.4	48.2	85.2	133.4
	P7N1	69.6	119.4	189.0	84.4	282.7	367.1
	P7N2	64.5	147.8	211.3	70.1	311.1	381.2
Danyub-Kong	P5N0	8.9	28.1	38.0	31.4	67.3	98.7
	P5N1	33.3	130.6	163.9	63.6	249.8	313.4
	P5N2	36.3	140.3	176.6	70.0	284.0	354.0
	P5N3	39.3	161.0	200.3	65.0	320.1	385.1
	P7N0	13.4	32.3	45.7	51.9	118.4	170.3
	P7N1	38.2	154.3	192.5	120.6	349.9	470.5
	P7N2	60.6	172.6	233.2	118.0	414.1	532.1
Significance	Variety(A)	.	.	NS	NS	NS	**
	pH(B)	.	**	**	.	.	**
	Nitrogen(C)	.	.	.	.	**	.
	AB	NS	NS	NS	**	.	**
	BC	NS	NS	NS	**	.	**
	AC	NS	.	.	NS	NS	NS
	ABC	.	NS	NS	NS	NS	NS

**Table 4.** Changes in contents of total nitrogen of soybean plant parts as affected by soil pH and nitrogen amounts in field experiment. (kg/10a)

Variety	Treatment	Flowering stage			Seed filling stage		
		Stem	Leaf	Total	Stem	Leaf	Total
Jangbaeg-Kong	P5N0	0.53	2.00	2.53	0.98	2.12	3.10
	P5N1	0.54	2.04	2.58	1.18	2.22	3.40
	P5N2	0.69	2.17	2.86	1.91	3.02	4.93
	P5N3	0.93	2.45	3.38	2.33	3.65	5.98
	P7N0	0.68	2.38	3.06	1.96	2.46	4.42
	P7N1	1.01	2.75	3.76	2.11	3.24	5.35
	P7N2	1.11	3.42	4.53	2.39	3.63	6.02
Danyub-Kong	P5N0	0.70	1.58	2.28	1.25	1.93	3.18
	P5N1	0.72	2.22	2.94	1.44	2.79	4.23
	P5N2	0.92	2.40	3.32	2.05	3.23	5.28
	P5N3	0.85	2.43	3.28	2.48	4.10	6.58
	P7N0	0.98	2.00	2.98	2.18	2.62	4.80
	P7N1	1.21	3.34	4.55	2.30	4.21	6.51
	P7N2	1.03	3.14	4.17	2.93	4.24	7.17
Significance	Variety(A)	NS	NS	NS	.	.	.
	pH(B)	.	.	**	.	.	**
	Nitrogen(C)	.	.	.	.	.	.
	AB	NS	NS	NS	.	NS	NS
	BC	NS	.	.	NS	**	.
	AC	.	NS	.	NS	NS	NS
	ABC	NS	NS	NS	NS	NS	NS

**Table 5.** Changes in contents of major nutrients of soybean plants affected by pH and nitrogen, amounts in Nutri-culture experiments.

Variety	Treatment	Flowering stage					Seed filling stage				
		P	K	Ca	Mg	Mn	P	K	Ca	Mg	Mn
Jangbaeg-Kong	P5N0	1.16	2.01	1.01	0.41	0.21	1.20	1.94	0.94	0.39	0.15
	P5N1	0.58	1.86	1.11	0.40	0.15	0.75	1.85	1.01	0.39	0.14
	P5N2	0.50	1.61	1.01	0.43	0.13	0.70	1.60	0.97	0.42	0.14
	P5N3	0.48	1.60	0.92	0.40	0.12	0.70	1.60	0.90	0.40	0.13
	P7N0	1.26	2.23	1.15	0.51	0.30	1.31	2.04	1.01	0.50	0.19
	P7N1	0.66	2.01	1.17	0.50	0.19	0.76	2.00	1.11	0.44	0.20
	P7N2	0.50	1.98	0.98	0.50	0.15	0.72	1.86	0.98	0.50	0.19
	P7N3	0.50	1.75	0.90	0.53	0.15	0.70	1.70	0.91	0.51	0.19
Danyub-Kong	P5N0	1.04	2.17	1.02	0.41	0.16	1.12	1.99	0.87	0.37	0.15
	P5N1	0.66	2.14	1.17	0.40	0.14	0.81	1.90	1.10	0.35	0.16
	P5N2	0.52	2.06	1.19	0.42	0.12	0.72	1.91	1.13	0.39	0.18
	P5N3	0.50	2.01	1.19	0.42	0.13	0.73	1.82	1.09	0.41	0.14
	P7N0	1.08	2.51	1.09	0.54	0.35	1.15	2.12	1.01	0.45	0.21
	P7N1	0.68	2.44	1.24	0.55	0.31	0.88	2.07	1.13	0.44	0.18
	P7N2	0.54	2.30	1.20	0.50	0.30	0.75	2.01	1.16	0.40	0.18
	P7N3	0.50	2.14	1.13	0.51	0.25	0.70	2.02	1.13	0.47	0.18
Significance	Variety(A)	NS	*	*	NS	NS	NS	*	*	NS	NS
	pH(B)	NS	*	NS	*	*	NS	*	*	*	*
	Nitrogen(C)	*	*	NS	NS	NS	*	*	NS	NS	NS
	AB	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS
	BC	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	AC	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS
	ABC	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

**Table 6.** Changes in contents of major nutrients of soybean plants affected by soil pH and nitrogen amounts in field experiment.

Variety	Treatment	Flowering stage					Seed filling stage				
		P	K	Ca	Mg	Mn	P	K	Ca	Mg	Mn
Jangbaeg-Kong	P5N0	1.21	2.35	1.61	0.71	0.42	1.35	2.11	1.55	0.65	0.21
	P5N1	1.20	2.11	1.60	0.68	0.40	1.37	2.07	1.50	0.63	0.22
	P5N2	1.16	2.10	1.60	0.73	0.40	1.30	2.01	1.51	0.62	0.20
	P5N3	1.18	2.10	1.63	0.73	0.39	1.33	1.91	1.51	0.63	0.16
	P7N0	1.17	2.75	1.81	0.84	0.49	1.35	2.31	1.76	0.72	0.27
	P7N1	1.23	2.41	1.84	0.81	0.49	1.37	2.18	1.70	0.70	0.25
	P7N2	1.18	2.10	1.79	0.80	0.51	1.35	2.10	1.76	0.71	0.29
	P7N3	1.18	2.13	1.80	0.81	0.50	1.38	2.01	1.75	0.72	0.21
Danyub-Kong	P5N0	1.51	2.61	1.76	0.68	0.37	1.74	2.41	1.71	0.63	0.17
	P5N1	1.43	2.57	1.75	0.65	0.41	1.67	2.30	1.70	0.67	0.17
	P5N2	1.50	2.50	1.80	0.66	0.40	1.69	2.30	1.63	0.66	0.18
	P5N3	1.41	2.50	1.77	0.66	0.40	1.72	2.31	1.70	0.66	0.20
	P7N0	1.60	2.83	1.90	0.77	0.62	1.81	2.51	1.91	0.71	0.30
	P7N1	1.63	2.71	1.89	0.81	0.60	1.80	2.42	1.93	0.70	0.33
	P7N2	1.61	2.70	1.88	0.78	0.60	1.79	2.41	1.85	0.70	0.35
	P7N3	1.60	2.61	2.01	0.80	0.60	1.83	2.41	1.84	0.75	0.33
Significance	Variety(A)	*	*	*	NS	NS	*	*	*	NS	NS
	pH(B)	NS	*	*	*	*	NS	*	*	*	*
	Nitrogen(C)	NS	*	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS
	AB	*	NS	NS	NS	*	*	NS	NS	NS	*
	BC	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	AC	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	ABC	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

과 根瘤着生과의 關係를 살펴본 바 開花期에 있어서 줄기중의 allantoin 태 질소함량은 營養生長期에 調査한 根瘤의 着生數( $r = 0.559 *$ ) 및 根瘤의 乾物重( $r = 0.680 **$ )과 各各 有意的인 正의 相關을 나타내어 allantoin 태 질소함량은 근류군에 의한 질소고정과 밀접한 關係가 있다는 證據의 報告<sup>3,8,9</sup>와 一致하는 結果라 할 것이다.

### 3. 植物體中の 主要成分含量

酸도와 窒素施用량이 줄기와 葉中の 窒素含量에 미치는 영향은 表 3 및 4와 같다. 植物體中の 全窒素含量은 대체로 養液栽培試驗과 圃場試驗의 結果가 비슷하며 開花期보다 登熟期에 현저히 많았고 또 줄기중의 窒素含量이 葉中の 그것보다 많았다. 그리고 pH가 낮은 酸性條件에서 줄기와 葉中の 全窒素含量이 떨어졌는데 이 結果는 Welch<sup>16</sup> 등의 結果와 一致한다. 그런데 酸性條件에 의한 全窒素含量의 減少程度는 品種에 따라 差異가 있어 短葉콩에서는 減少程度가 현저하였으나 長白콩에서는 적은 편이었는데 이는 長白콩의 耐酸性의 一面을 보여 주는 것이라 고찰된다. 한편 窒素施用량을 增加함에 따른 植物體中の 全窒素含量의 增加는 미미하거나 過度의 增施에 의하여 오히려 減少하는 경향이었는데 이러한 경향은 品種, 酸度 및 生育時期 등에 따라 차이가 있어 窒素施用량의 增加에 의한 植物體中の 全窒素含量의 增加는 短葉콩에서 현저하였고 長白콩에서 적게 나타났으며 이와같은 現象은 특히 開花期에서 현저하게 나타났다. 또한 窒素施用량과 pH間의 相互作用效果도 인정되어 pH 5의 酸性條件에서는 窒素施用량의 增加에 의하여 植物體中の 全窒素含量의 增加가 현저하였으나 pH 7의 中性條件에서는 그 증가정도가 微微하거나 過多한 窒素施用에 의하여 오히려 若干 減少하는 傾向을 나타내었다. 그러나 養液栽培試驗의 開花期에 조사한 植物體中の 全窒素含量은 이와같은 pH와 窒素施用量間의 相互作用效果가 인정되지 않았다.

다음으로 酸도와 窒素施用량이 葉中の 主要成分含量에 미치는 영향은 表 5 및 6과 같다.

葉中の 磷酸含量은 開花期보다 登熟期에 많았는데 이는 生殖生長의 進전과 더불어 葉中の 인산함량이 增加됨을 나타내고 있다. 葉中の 磷酸含量은 酸도에 따른 차이를 별로 인정할 수 없으나 圃場施驗에서는 品種과 pH間에 相互作用效果가 인정되어 短葉콩에서는 pH가 낮을 때 葉中の 인산함량이 減少

하였고 養液栽培試驗에서는 窒素增施에 의하여 葉中の 인산함량이 減少하는 경향을 나타내었다.

葉中の 칼리함량은 開花期에 若干 높은 편이며 品種間, 窒素水準間 및 酸度間에 各各 有意的이 인정되어 短葉콩에서 長白콩에 比하여 若干 높고 pH 5의 酸性條件과 窒素施用량의 增加에 따라 減少하는 경향이였다.

葉中の Ca 함량은 生育時期에 따른 큰 차이는 없었으나 開花期에 다소 減少하는 경향이였으며 品種 및 酸도에 따라 다소 차이가 있어 大體로 短葉콩에서 많았고 酸性條件에서 낮았다.

葉中の Mg含量은 品種과 窒素施用량에 따른 차이는 없었으나 酸도에 따른 차이가 인정되어 pH 5의 酸性條件에서 減少하는 경향이였다.

葉中の Mn含量은 生殖生長의 進전에 따라 多少 減少하는 傾向이었는데 酸性條件에서 낮았고 그 정도는 品種에 따라 차이가 있어 短葉콩에서는 酸性條件에 의한 葉中の Mn含量의 減少程度가 현저한데 比하여 長白콩에서는 적은 편이었다.

### 綜 合 考 察

大豆品種의 酸도에 따른 窒素反應을 究明하기 위하여 根瘤의 着生程度와 植物體中の allantoin 태 질소 및 전질소 함량과 主要無機成分含量을 調査分析하여 그 結果를 살펴 보았는데 이를 綜合的으로 검토해 보면 根瘤의 形成程度를 나타내는 根瘤의 着生數 및 乾物重은 pH 5의 酸性條件에서 減少하여 Keyser<sup>2)</sup> 및 Munns 등<sup>3)</sup>의 結果와 같았으며 窒素施用량의 增加에 따라 減少하므로서 負의 相關을 나타내어 Norman<sup>12)</sup>과 Thornton<sup>14)</sup>의 報告와 一致하였다. 그런데 窒素增施에 의한 根瘤乾物重의 減少程度는 pH 7의 中性條件에서는 현저한데 比하여 酸性條件에서는 적은 편이었는데 이와같은 反應은 品種에 따라 차이가 있었다. 植物體中の allantoin 태 窒素含量은 開花期보다 登熟期에 많았고 앞에서 보다 줄기중에 많았는데 酸性條件 및 窒素增施에 의하여 현저히 減少하였으며 특히 中性條件에서 窒素增施에 의한 減少程度가 현저하였고 이와같은 경향은 短葉콩에서 더욱 현저하였다. 이와같은 根瘤의 着生과 植物體中の allantoin 태 질소함량간에는 有意的인 相關關係가 인정되어 酸性條件은 根瘤形成을 억제하여 窒素固定을 떨어뜨림으로서 allantoin 태 질소함량을 減少시키는 것으로 고찰된다. 한편 植物體中の 全窒素



함량도 酸性條件에서 減少하였는데 그 정도는 長白콩에 比하여 短葉콩에서 현저하여 李 등<sup>4)</sup>의 報告와 같은 傾向이었다. 또한 植物體中の 全窒素含量은 窒素增施에 의하여 增加하였는데 특히 酸性條件에서 현저하였고 이와같은 경향은 短葉콩에서 잘 나타났으며 窒素過用時에는 窒素含量이 오히려 減少하였다. 以上에서 살펴본 바와 같이 酸性條件에 의한 根瘤形成과 植物體中の allantoin 태 질소 및 전질소함량의 減少程度가 長白콩에서 적게 나타난 것은 品種의 耐酸性程度의 一面을 나타내는 것으로 생각된다. 植物體中の K, Ca, Mg, Mn 함량 등도 酸性條件에서 減少하였는데 이는 李 등<sup>4)</sup> 및 Shuman<sup>13)</sup> 등의 報告와 一致한다. 그러나 李 등<sup>4)</sup>이 인산함량은 pH가 낮아짐에 따라 減少한다고 하였는데 本試驗에서는 그 減少程度가 매우 微微하였다. 한편 窒素增施에 따른 植物體中の 칼리함량은 減少하는 傾向이었다. 大體로 植物體中の 無機成分含量은 品種, 酸度 및 窒素水準의 相互作用效果가 나타나는 成分도 있으나 養液栽培試驗과 圃場試驗 結果에 차이가 있고 分명한 傾向을 나타내지 않았다.

### 摘 要

土壤 및 養液의 酸도와 窒素施用이 大豆의 根瘤着生과 植物體中の allantoin 態窒素 및 全窒素含量과 主要無機成分含量에 미치는 영향을 究明하여 酸도에 따른 窒素反應을 밝히기 위하여 長白콩과 短葉콩을 供試하여 酸도를 酸性(pH 5)과 中性(pH 7) 條件으로 하고 窒素施用量을 4수준으로 하여 養液栽培 및 圃場試驗을 實施하였는데 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 根瘤의 着生은 酸性條件에서 적었고 窒素增施에 의하여 減少하는 傾向이었는데 無窒素區는 標準窒素區보다 떨어져졌으며 특히 根瘤의 乾物重은 中性條件에서 窒素增施에 의하여 현저히 減少하였다.

2. 植物體中の allantoin 態 窒素含量은 葉보다 줄기중에 현저히 많았는데 酸性條件과 窒素增施에 의하여 減少하였고 특히 中性條件에서 窒素增施에 의한 allantoin 태 질소함량의 減少가 현저하였으며 이와같은 傾向은 短葉콩에서 더욱 현저하게 나타났다.

3. 根瘤의 着生程度는 植物體中の allantoin 태 질소함량과 有意的인 相關關係를 나타내었다.

4. 植物體中の 全窒素含量은 pH가 낮은 酸性條件에서 減少하였고 窒素增施에 의하여 增加하였는

데 그 정도는 酸性條件에서 현저하였고 특히 長白콩에서 잘 나타났다.

5. 植物體中の K, Ca, Mg, Mn 등의 함량도 酸性條件에서 減少하였고 칼리함량은 질소시용량의 增加에 의하여 減少하는 傾向이었다.

6. 酸性條件에 의한 根瘤의 着生, 植物體中の allantoin 態窒素 및 全窒素含量 등의 減少程度는 短葉콩에 比하여 長白콩에서 적게 나타나 耐酸性 品種의 特性을 나타내었다.

### 引 用 文 獻

1. Hashimoto, K. 1971. Hokkaido Nat. Agr. Exp. Sta. Res. Bull. 99 : 17-29
2. Keyser, H.H. and D.N.Munns. 1979. Tolerance of rhizobia to acidity, aluminum, and phosphate. Soil Sci. Soc. Am. J. 43 : 519-523.
3. 串崎光男·石塚潤爾·赤松房江. 1964. 日本土壤肥科學雜誌 35(9) : 323-327.
4. 李弘柘·鄭炳龍. 1987. 土壤酸도에 따른 大豆生育反應의 品種間 差異. 韓作誌 32(1) : 67-77.
5. 李弘柘·李錫河. 1986. 土壤酸도에 따른 大豆 品種의 生育 및 收量反應과 그의 品種間 差異. 韓國作物學會誌 31(4) : 483-492.
6. Lathwell, D.J. and C.E.Evans. 1951. Agron. J. 43 : 264-270.
7. Mann, J.D. and E.G.Jaworski. 1970. Crop Sci. 10 : 626-624.
8. Matsumoto, J. et al. 1977. Plant & cell physiol. 18 : 613.
9. McClure, P.R. et al. 1980. Evaluation of the relative ureide content of xylem sap as an indicator of N<sub>2</sub> fixation in soybean. Plant Phy. 66 : 720-725.
10. Mengel, D.B. and E.J.Kamprath. 1978. Effects of soil pH and nitrogen-fertilized soybeans. Agron. J. 70 : 959-963.
11. Munns, D.N. et al. 1981. Soil acidity tolerance of symbiotic and nitrogen-fertilized soybeans. Agron. J. 73 : 407-410
12. Norman, A.G. 1946. Soybeans and the fertility level. Soybean Dig. 6(11) : 35-37.
13. Shuman, L.M. et al. 1979. Soybean yield, leaf

- manganese, and soil manganese as affected by source and ratios of manganese soil pH.
14. Thornton, G.D. 1947. Greenhouse studies of nitrogen fertilization of soybeans and lespedeza using isotopic nitrogen. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 11 : 249-251.
  15. Weber, C.R. 1966. Nodulation and non-nodulation soybean isolines: II. Response to applied nitrogen and modified soil conditions. *Agron. J.* 58 : 46-49.
  16. Welch, C.D. and W.L.Nelson. 1950. Calcium and magnesium requirement of soybeans as related to the degree of base saturation of the soil. *Agron. J.* 58 : 46-49.
  17. Young, E.G. and C.F.Conway. 1942. On the estimation of allantoin by the rimini-schryer reaction. *J. Biol-Chem.* 142 : 839-853.