

# <sup>32</sup>P를 이용한 大豆의 土壤別 磷酸 및 石灰 施用量에 關한 研究

鄭 錫 薰    盧 浚 晶    \* 朴 根 龍

農業技術研究所

作物試驗場

## Investigation with <sup>32</sup>P on the effects of phosphate and lime under difference soil fertility in soybean production.

S. H. Jung, C. J. Ro, and \*K. Y. Park.

Institute of Agricultural Science, \*Crop Experiment Station.

### Abstract

This experiment was carried out with <sup>32</sup>P labeled phosphate and lime to determine the optimum amount of phosphate and lime fertilizers to soybean under various types of soil. The determination was made by the index of absorption of phosphate by soybean plants. The index of phosphate was 854 (mg/100g) in non-matured soil. Due to the capability of neutralization of calcium the PH of the soil was raised to 6.5. The highest yield was obtained in matured soil at the index of phosphate absorption at 5% level. The degree of contribution of phosphate in nonmatured soil showed slightly higher tendency than that in matured soil.

### 緒 言

最近 農耕地擴大事業의 推進에 따른 開墾地 面積이 크게 늘고 있는데 이에 대한 適作物의 導入을 위한 一環의 試驗으로 大豆를 供試하고 <sup>32</sup>P를 利用하여 磷酸施用法에 대한 知見을 얻고자 하였다.

本 研究에 協力하여준 朴商地研究官에게 謝意를 表한다.

### 材料 및 方法

本 試驗은 1975~76年 2個年에 걸쳐 作物試驗場의 田作圃場(東經 126°59' 北緯 37°17' 海拔 36.7

m)인 砂壤土에서 實施하였다. 供試品種으로는 光教를 用하였고 供試土壤 既開墾地의 磷酸吸收係數는 854mg/100g와 未開墾地는 707mg/100g였으며 PH는 公히 6.5였다. 播種期는 6月3日에 石灰를 主區로 하고 磷酸을 細區로 하는 4反覆 分割區 配置法(The split plot design)으로 總 48plot의 9.6 m<sup>2</sup> 總面積 460.8m<sup>2</sup>였다.

1) 圃場試驗: 施肥量과 施肥法 Ca: 2水準으로 하여 中和量 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 3水準으로 하여 磷酸吸收係數의 0, 5, 15%로 하였다. 標識肥料로는 Ca(H<sub>2</sub><sup>32</sup>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O + Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O + Soil을 3水準으로 하여 使用하였으며 處理는 0.1, 0.2, 0.3 miu씩 各各 16, 32, 48g을 7月7日에 分施하였다. 이때 同位元素標識重過石處理 및 調製는 <sup>32</sup>P 5g + monocalcium phosphate + 風乾土 90g = 180g을 glove Box에서 完全 混合處理하였으며 分施後 3個月後 11月10日에 放射能計測機 (versa/Matic II와 Windowless Gas flow counter (Tracerrab))에 의해서 計測하였고 植物体内 含有 總磷酸量은 比色法에 의해서 spectro photometer (Bechman model B type)로써 optical density를 구하여 各各 大豆体에 含有되는 全磷酸과 施用肥料(重過石)로부터 由來된 磷酸量은 다음 計算式에 의하여 算出하였다.

$$S. P = \frac{\sum c. p. m.}{\sum P_2O_5} \quad S. F = \frac{\sum c. p. m.}{\sum P_2O_5}$$

$$F. D = \frac{S. P \times 100}{S. F}$$

S. P=大豆의 比放射能

S. F=標識肥料의 比放射能 ( $^{32}\text{P}$  標識重過石)

F. D=施用磷酸算肥料에 緣由된 磷酸寄与度

$\Sigma$  c. p. m. =總分当同位元素放出量

$\Sigma \text{P}_2\text{O}_5$  =總磷酸含量

## 結果 및 考察

### 1. 生育狀況

表1, 写真1에서 보는 바와 같이 경장, 경태, 주경절수, 분지수, 근류균수 등을 조사하였으며 경장에

Table 1 soybean growth in the matured and non-matured soil

Treatment			Length of main stem (cm)	Diameter of main stem (cm)	No. of branches per plant	No. of total branch nodes per plant	No. of total nodule bacterial per plant
Matured soil	$\text{Ca}^+ \text{P}_2\text{O}_5$	0	58.5	0.60	14.0	2.2	110.6
	"	5	78.6	0.73	17.2	4.4	170.4
	"	15	82.8	0.68	15.9	4.3	172.1
	$\text{Ca}^- \text{P}_2\text{O}_5$	0	55.9	0.53	13.5	2.6	106.0
	"	5	70.8	0.77	16.0	4.2	155.3
	"	15	73.2	0.76	15.6	3.4	139.8
Non-matured soil	$\text{Ca}^+ \text{P}_2\text{O}_5$	0	64.2	0.66	13.5	2.6	103.6
	"	5	80.4	0.72	14.1	4.2	157.0
	"	15	82.8	0.74	14.1	3.4	169.0
	$\text{Ca}^- \text{P}_2\text{O}_5$	0	76.1	0.53	12.2	2.6	152.0
	"	5	77.8	0.88	14.4	3.6	152.0
	"	15	75.6	0.76	14.8	3.5	160.0

있어서는  $\text{Ca}^+ \text{P}_2\text{O}_5$  15%처리구에서 가장 旺盛한 生育을 보였으며 경태에 있어서는 기개간지 5%처리구에서 무처리에 비해  $0.13\text{cm}^2$ 로 근소한 차이를 보였다. 또한 주경절수, 분지수, 근류균수도 무처리에 비해서는 월등한 차를 볼 수 있었으며 기개간지는 인산흡수계수 5%, 미개간지는 15%처리구에서 좋은 경향을 보였다.

#### 1) 주경절수 및 분지수

기개간지에서의 주경절수 및 분지수는  $\text{Ca}^+$  인산 5%구에서 生育이 양호하였으며 미개간지에서는 15%구에서 주경절수와 분지수가 왕성한 生育을 나타내고 있다. 기개간지 공히  $\text{Ca}^+$ 구에서 또한 生育이 양호하였다.

#### 2) 근류균수

根瘤菌은 生育의 母体가 되고 있는 反面에 大豆栽培의 土壤適格判定에도 사용되고 있다. 이는 表1에서도 본 바와 같이 공히  $\text{Ca}^+$ 구에서 根瘤菌數

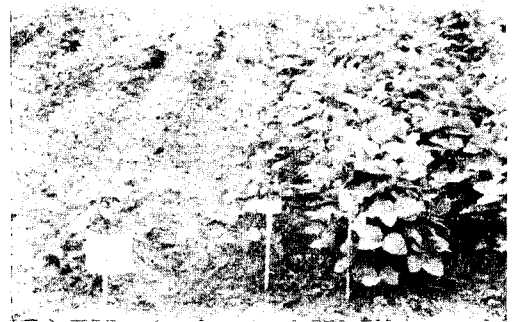


Fig. 1. Growth of Soybean in each Treatment.

가 많고 기개간지에서는  $\text{Ca}^+$  5%구에서 미개간지에서는  $\text{Ca}^+$  15%구에서의 뿌리혹박테리아 숫자가 제일 많음을 보여주고 있다.

### 2. 収量調査

#### 1) 협수 및 수량

협수와 수량은 表2에서 본 바와 같이 土壤別

인산수준별로 区分하여 살펴보면  $\text{Ca}^+$  5%가 70.8로서 32.1에 비해 배이상 差異가 있고 인산의 施肥量의 差異에 따라 미개간지에서도  $\text{Ca}^+$  15%区에서 60.2개에 비해 30.6개로 2배 이상의 차이를 나타내고 있으며  $\text{Ca}^+$ 의 良否에 따라서는 인산 5%수준에서 59.2에 비해 62.1로서 近少한 差異를 나타내고 있다. 收量은 협수와 有意한 고도의 正의 相関이 認定되며  $\text{Ca}^+$  5%구에서 126.7kg에 비해 190.6kg으로 約 64kg/10a이 增收되었고 同一한 인산수준에서도  $\text{Ca}^+$ 의 良否에 따라 10% 이상의 收量差異를 나타내고 있으며 개간지에서는 인산 15%구에서 收量이 가장 많게 나타났으며 이는 인산 使用差에 따라 約 27%의 增收를 나타내고 있으며  $\text{Ca}^+$ 의 良否에 따라서는 7~10%의 差異를 나타내고 있다. 그리고 土壤別 收量關係는 (그림 2)에 表示한 바와 같이 各 土壤別  $\text{Ca}^+$ 의 效果가 認定되었으며  $\text{Ca}^+$ 과 인산의 相互關係는 認定되지 않았다.

3. 大豆에 对한 处理別  $\text{P}^{32}$  比放射能 및 肥料의 寄与度

1) 既開墾地

肥料의 寄与度和 比放射能을 算出한 結果는 表 3에서 表示한 바와 같이 미개간지에서는 인산비

Table 2. Quantity in the matured and non-matured soil

Treatment		No. of filled pods per plant	Yields of grain (Kg/10a)	Yield Index
Matured Soil	$\text{Ca}^+\text{P}_2\text{O}_5$ 0	32.1	126.7	100
	" 5	70.8	190.2	151
	" 15	65.3	170.6	127
	$\text{Ca}^-\text{P}_2\text{O}_5$ 0	28.2	122.3	99
	" 5	66.1	179.3	141
	" 15	60.6	153.0	121
Non Matured Soil	$\text{Ca}^+\text{P}_2\text{O}_5$ 0	30.6	128.3	100
	" 5	59.2	159.5	123
	" 15	60.2	162.6	127
	$\text{Ca}^-\text{P}_2\text{O}_5$ 0	26.2	119.6	93
	" 5	62.1	146.0	113
	" 15	59.4	158.2	123

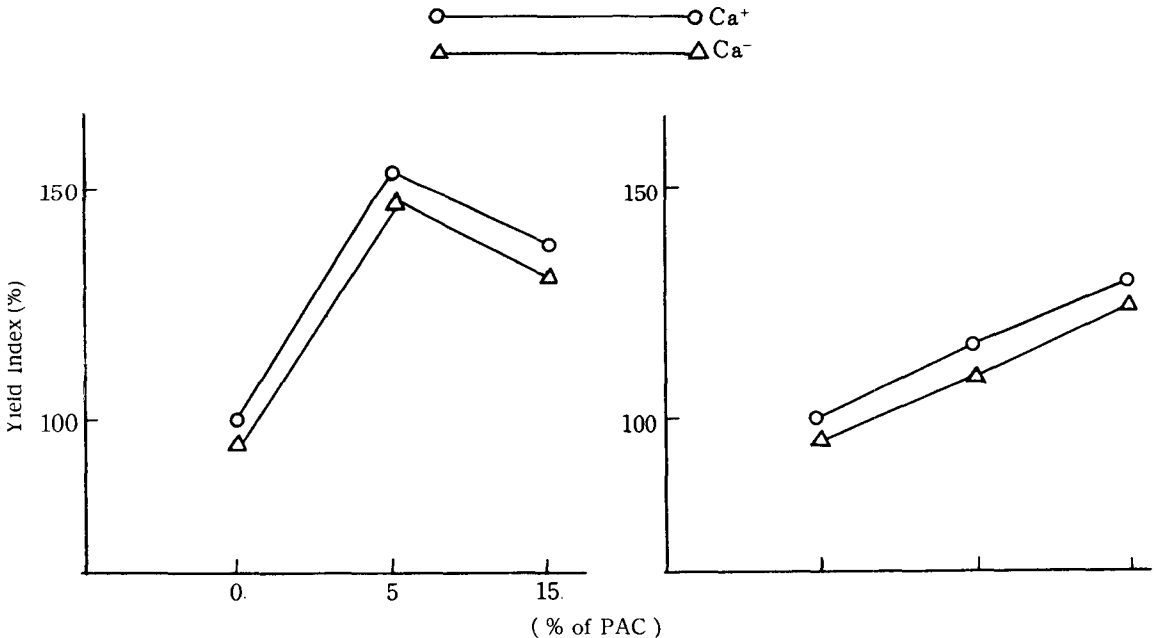


Fig. 2 Yield Index in the matured and non-matured Soil

료의 寄与度가 높게 나타났고 개간지 石灰 施用 区 21%가 磷酸 無施用区 14~17%에 비해 높은 경향을 나타내고 있으며 Standard fertilizer가 기

개간지에서 Cpm/g이 70.426이고 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mg/g이 542로 計測되어 磷酸의 施肥差와 Ca의 良否에 따른 差異는 表 3에 表示된 바와 같다.

Table 3 P<sup>32</sup> Contributed to Sybean in the matured soil

Treatment	parts	Cp m/g	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/g	S.P	F.D (%)
Ca <sup>+</sup> P <sup>32</sup> 0.1 miμ	L	154	8.3	18.5	13.7
	F	223	12.9	17.4	
	Total	377	21.5	17.8	
	$\bar{X}$	188.5	10.6	17.8	
Ca <sup>+</sup> P <sup>32</sup> 0.2 miμ	L	232	6.4	36.2	21.4
	F	310	11.8	26.4	
	Total	542	18.2	29.8	
	$\bar{X}$	271	9.8	27.8	
Ca <sup>+</sup> P <sup>32</sup> 0.3 miμ	L	242	7.9	30.6	21.4
	F	280	12	23.3	
	Total	522	19.9	26.2	
	$\bar{X}$	261	9.5	27.6	
Ca <sup>-</sup> P <sup>32</sup> 0.1 miμ	L	138	8.6	16.0	12.0
	F	190	11.7	16.3	
	Total	318	20.3	15.7	
	$\bar{X}$	159	10.1	15.6	
Ca <sup>-</sup> P <sup>32</sup> 0.2 miμ	L	287	9	31.8	17.7
	F	201	12.3	16.3	
	Total	488	21.3	22.9	
	$\bar{X}$	244	10.6	23.0	
Ca <sup>-</sup> P <sup>32</sup> 0.3 miμ	L	204	10.1	20.1	14.3
	F	223	12.7	17.6	
	Total	427	22.8	18.7	
	$\bar{X}$	214	14.1	18.7	
Standard Fertilizer		70.426	542	129.9	

L : Leaf F : Fruit

## 2) 未開墾地

未開墾地の 比放射能과 肥料寄与度の 算出 結果는 表 4에 表示되었으며 標識重過石에 依한 施用 磷酸의 寄与度는 未開墾地에서는 石灰施用区 14~16% 磷酸無施用区 14~17%로 거의 差異를 보이지 않았다. 未開墾地에서의 Standard fertilizer에서도 Cpm/g이 70.426이고 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mg/g이 542로 나타

났다. 磷酸의 施肥差와 Ca의 良否에 따라서는 表 4에 表示된 바와 같다.

그림 3은 이에 대한 寄与도를 나타낸 것이다.

이와같은 一連의 結果로(表 1, 2, 3, 4) 大豆栽培는 土壤中の 有効態 磷酸의 維持, 土壤酸度 調節, 대기중의 질소固定 등 어느 作物보다 地力增進 效果가 크다고 할 수 있다.<sup>21,22)</sup> 石灰施用

Treable 4 Contributed to Soybean in the Non-matured Soil

Treatment	Parts	CP m/g	P2O5 mg/g	S.P	F.D (%)
Ca <sup>+</sup> P <sup>32</sup> 0.1 miμ	L	151	10	15.1	10.2
	F	150	12.6	11.9	
	Total	301	22.6	13.3	
	X	150.5	11.3	13.3	
	Ca <sup>+</sup> P <sup>32</sup> 0.2 miμ	L	136		
F	290	11.8	22.8	16.5	
	Total	406	18.8		21.5
X	203	9.4	21.5	14.3	
Ca <sup>+</sup> P <sup>32</sup> 0.3 miμ	L	104	7.5		13.8
F	282	13	21.7		
Total	386	20.5	18.8	14.3	
X	193	10.3	18.7		
Ca P <sup>32</sup> 0.1 miμ	L	160	9.3	17.2	7.8
	F	130	11.1	11.7	
	Total	290	20.4	14.2	
	X	145	10.2	10.2	
	Ca <sup>-</sup> P <sup>32</sup> 0.2 miμ	L	224	7.2	
F	176	13.7	12.8	14.6	
	Total	400	20.9		19.1
X	200	10.5	19.0	17.1	
Ca <sup>-</sup> P <sup>32</sup> 0.3 miμ	L	322	9.1		33.5
F	166	12.8	12.8		
Total	488	21.9	22.3	17.1	
X	244	10.9	22.3		
Standard Fertilizer		70.426	542	129.9	

량은 置換性 Al含量에 근거하여 中和量法에 依하였으며 이는 곧 置換酸도를 中和시키는데 따라 石灰量이 決定되며 同位元素(標識元)의 吸收程度는 (R.I이용률) 肥料中 標識元素가 土壤中에서 対応하는 다른 元素와 置換되므로 期待値보다 낮은데 P<sup>32</sup>는 土壤中 Al, Fe 등과 結合하여 不可給態 磷酸으로 變하여 作物의 실제 吸收量은 施用量보다는 減少하지만 수도나 옥수수를 利用한 實驗에서는 近少한 差異<sup>4)</sup>임이 報告된 바 있다.

大豆에 對한 磷酸成分은 水稻와 달리 開花 종료까지 種實生産에 影響을 미치고 더욱 開花期間의 磷酸供給은 收量을 크게 左右한다<sup>12)</sup>고 하였다. 石灰施用은 土壤酸도가 上昇하고 기경지 土壤에서의

大豆生育은 新開墾地보다 旺盛하고 石灰를 撒布하고 根瘤苗을 接種한 것은 기경지에서는 增收效果가 적었으나 신개간지에서는 2.5배의 收量增加를 보였다<sup>6)</sup> 土壤에 磷酸의 供給이 많을 경우 脂肪含量도 增加하고 利用面에서 살펴보면 磷酸은 春期 低温은 층적토인 경우 作物에 많이 利用되나 化石 회토인 경우는 作物利用이 매우 낮다고 하여 夏期 高温 時利用이 크다<sup>18)</sup>고 하였다.

大豆의 生育 및 收量은 施肥差보다 土壤差에 크게 支配된다고 하였으며<sup>5, 12, 13, 19)</sup> 또 大豆의 生育 및 收量에 미치는 磷酸加里 石灰의 量的關係를 밝히기 爲하여 磷酸加里의 增施에 依하여 根瘤菌 數와 重量이 增加되었고 發育이 良好하였으므로 石

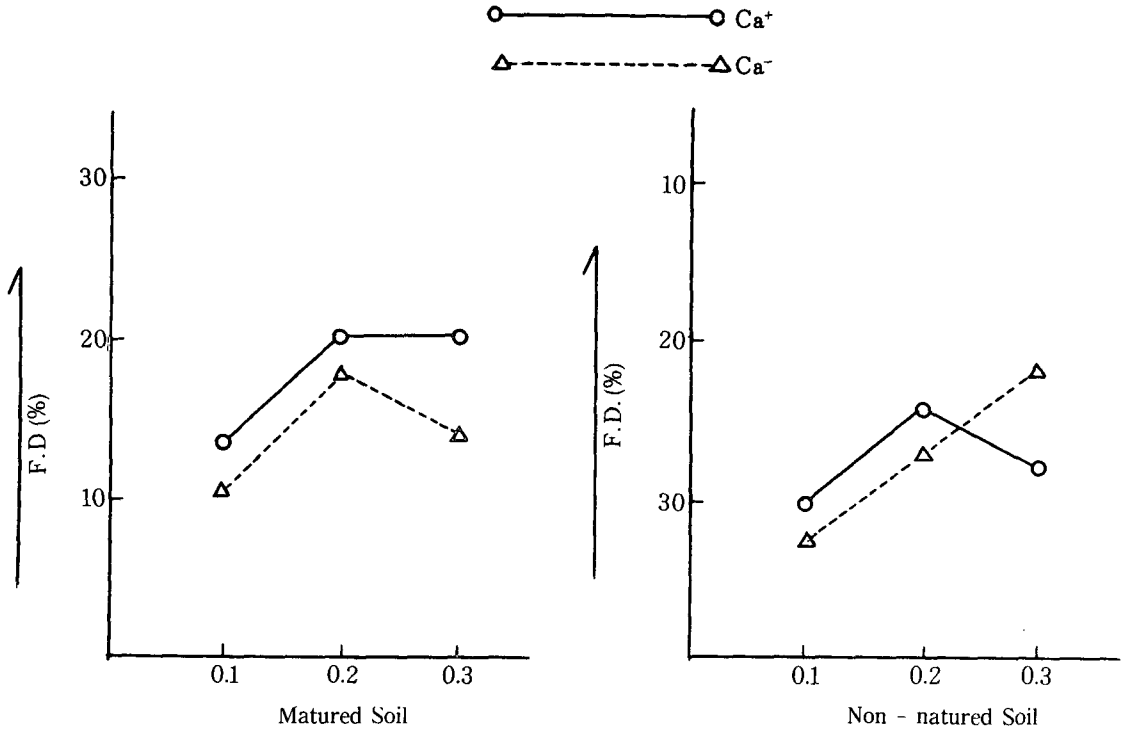


Fig. 3 P<sup>32</sup> Fertilizer Contribution to Soybean by Treatment

灰를 同時에 使用할 경우 더욱 効果的이라고 하였  
다. 그리고 土壤因子는 收量과 高度의 有意한 正  
의 相関이 認定되고 石灰는 다만 收量과 有意性이  
있는 正의 相関이 認定되었고 減収因子로 影響을  
미친 土壤因子는 Mo, 石灰, 有機物 等이라고 했으  
며<sup>17)</sup> Mox-Pesek는 磷酸을 石灰와 並用함으로  
큰 增收로 나타낸다고 하였고<sup>18)</sup> 石灰施用에 依하  
여 根瘤菌 착생 收量 및 蛋白質 含量까지도 增加  
되었다는 報告도 있다. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 含有率과 生育關係  
가 매우 密接한 關係를 나타낸다는 것은 磷酸多用  
施肥試驗에서 發表된 바와같이 主로 土壤의 養分  
供給에 起因된다고 할 수 있다. 大豆幼植物에 同  
位元素가 處理되어 体内移行關係를 實驗하기 위해  
(<sup>15</sup>N) 標識重窒素의 体内移行과 (<sup>14</sup>N) 非標識重窒  
素間의 体内移行結果를 보면 줄기에 流入된 窒素  
는 (<sup>14</sup>N)가 현저히 높고 잎에 박피처럼 유입된  
바를 보면 (<sup>14</sup>N)와 (<sup>15</sup>N)의 構成比는 中間値를 보  
였으나 대체로 (<sup>14</sup>N)가 地上部에서 줄기 및 生長部  
위에 가까와짐에 따라 연속적으로 增加하는 경향  
을 보였고<sup>8)</sup> 水稻에서의 P<sup>32</sup>標識 重過石을 추적한  
結果 幼穗形成期에서는 窒素 施肥量이 많을수록  
磷酸의 利用率도 比較的 많았으며 (평균 20~30%

level) 收穫期에서는 窒素 施用量에 對하여 反比例  
的인 利用率 (평균 15% level)을 나타낸다는 報告  
도 있다.<sup>3)</sup> 또 水稻, 小麥 共히 生育前 질소의 낮  
은 수준에서 人산칼슘의 肥効가 컸으며 土壤에 施  
用한 磷酸으로 水溶態의 것은 土壤中에서 固定되  
어 不溶態의 것을 可給態化하여 높은 可給態率을  
보였다.<sup>20)</sup> 이에 本 報告는 石灰와 磷酸과의 相互  
關係를 究明하고 石灰의 含量과 磷酸의 含量을 適  
切히 調整하여 施用하기 爲하여 P<sup>32</sup>를 利用하여  
肥料의 寄與度를 算出하여 生育과 收量 關係를 밝  
혔다.

### 摘 要

P<sup>32</sup> 표지 중과석과 칼슘으로 대두에 있어서 밭토  
양별 인산흡수계수에 의한 인산질 비료와 석회의  
합리적인 사용량을 알고자 본시험이 수행되었다.

1) 석회의 사용은 기계간지, 미개간지 공히 생  
육 및 수량을 좋게 하였다.

2) 인산사용은 기계간지는 인산흡수계수 5%  
미개간지는 15%에서 좋은 경향을 보였으며 석회  
와 인산간의 상호관계는 인정할 수 없었다.

3) P<sup>32</sup> 표지 중과석에 의한 사용인산의 기여도

는 기개간지는 미개간지보다 다소 높은 수치를 나타내었다.

- 4) 기여도를 산출한 결과 미개간지는 석회시용구 ( $P^{32}$  0.2~0.3mi $\mu$ ) 14~16%가 석회무시용구 14~17%로 근소한 차이를 보였다.
- 5) 기개간지에서는 석회시용구 ( $P^{32}$  0.2~0.3 mi $\mu$ ) 21%가 석회무시용구 14~17%에 비해 높은 경향을 보였다.

### 引用文献

1. 安鶴洙等：1968. 春播裸麥에 대한  $P^{32}$  - 標識重過石의 Soil別 利用率에 대하여 原研論集. vol 8, No.-1, part 2 69-74
2. 安鶴洙等：1970. 大豆의 品種別 A-Value 에 대하여, 한국 농화학회지. Vol 13. No.3. 261-268
3. 安鶴洙等：1975. 수도폼중의 영양생리 특성과 등숙에 관한 연구. 농진청 작물 시험장(방농편) 13-24
4. 趙伯顯 監修：1970. 新制 肥科学 卿文社
5. 趙載英, 孟道源：1962. 土壤과 施肥를 달리할 때 大豆生育에 미치는 加里의 影響. 韓農化誌. Vol 10. 107-112
6. 趙載英, 鄭吉雄：1972 既耕地와 新開地에 있어서 大豆 增收要因의 分析에 관한 연구. 高大農林論集 제13집 21-39.
7. 崔彰烈：1975. 土壤의 몇가지 理化學的 性質이 大豆의 生育根瘤形成 및 收量에 미치는 영향(忠南大). 農業技術研究報告集 2卷 2号 309-328
8. 加藤泰正：1973. 大豆의 チツン代謝에 관한 연구. 作物学会記事 42 (3) 322-326
9. 北村清功：1954. 開墾地 土壤における 大豆의 施肥法について 農及園 29. 1029-1030
10. 小林政明：1971. 大豆의 水田耕作 農業技術 26. 305-308
11. Moog, C. I & Pesek J：1970. Diffects of P, K, and Ca salts, on leaf composition yield and seed size of soybean l-

ines. Crop Sci. 10. Jan-Feb 72-77.

12. 村山登：1957. 大豆의 磷酸營養에 관한 연구 2報 磷酸의 生産能率について·日本土壤肥料学会 Vol 28. 第6号 247-249
13. 永松士：1949. 土壤の種類と作物の生育·農及園 21. 183-184
14. 農林部(農林統計年報)：1977
15. 農村振興庁：1968. 콩에 대한 石灰施用效果試驗 農試年報 p. 95
16. Ibid：1968. [콩에 대한 石灰施用效果試驗] 農試研年報 p. 95
17. Ibid：1969. p. 9. 103
18. 大庭寅雄, 桂勇, 工藤壯六, 木根：1958 大豆의 增收要因解析에 관한 연구 日本作物学 紀事 第32卷 233-236
19. 朴根龍：1974. 有無根型 大豆品種의 栽培條件에 따른 乾物생산 및 形質變異에 관한 연구 韓作学誌 Vol 17. 45-78
20. 朴商地：1976. 토양중에서 인산의 행동 연구. 농진청 작물 시험장(방농편) 307-309
21. 柳寅秀等：1974. 置換性 Al含量에 따른 石灰所要量 決定에 관한 研究. 한국토양학회지 Vol 7. No.3 185-191.

### SUMMARY

The present studies have been carried out to investigate the proper amount of phosphate and calcium fertilizers on the soybean production under certain soils with various fertility. The amounts were determined by the index of absorption of phosphate.

- 1) Calcium increased the growth and yield of soybean in matured soil as well as in nonmatured soil.
- 2) The phosphate absorption indexes are 50% in matured soil and 15% in nonmatured soil. However, the interaction between calcium and phosphate were negligible.
- 3) By application of  $P^{32}$ -double phosphate, the degree of contribution of phosphate was higher in matured soil than that in nonmatured soil.

4) In the nonmatured soil, the degree of contribution of lime in the plot with  $^{32}\text{P}$  0.2-0.3 $\mu\text{m}$  was 14~16% and that of control plot (without lime) was 14~17%. The difference between the two plots was negligible.

5) In the matured soil, the degree of contribution of lime application ( $^{32}\text{P}$  0.3-0.4 $\mu\text{m}$ ) was 21%. While that of control plot was 14-17%. So, the difference between them was significant.