

# 酸性紅壤施用石灰磷肥與接種對於 荳料作物效應之研究

## I. 接種根瘤菌對琉球大豆之影響

張國勤 梁燦生<sup>2</sup>

### 一、緒 言

在本省臺地紅壤上之果園及牧草地，以土壤地力瘠薄、酸性強，致荳科作物生育欠佳，生草收量甚低，農民得不償失，因此荳科綠肥及牧草栽培不廣。

最近經筆者在此等地區舉行精密田間試驗結果，若能加施石灰（調整土壤 pH）及施用足量磷肥，可使秋植紫雲英及苕子之生草收量達到 25,000 公斤／公頃以上，春植琉球大豆達到 20,000 公斤／公頃；同時發現如連續種植某一種荳科作物時，逐年增加生產量甚多。根據中興大學吳敏慧教授之多篇報告，此可能因根瘤菌之作用而提高其收量，祇以根瘤菌種類繁多，且各有其一定之寄主，接種效果難期一致。以筆者上年度試驗結果為例，苕子根瘤菌接種效果良好，但琉球大豆接種後則無效果可言，此殆琉球大豆非大豆根瘤菌之合適寄主所致。茲為求得一適於琉球大豆根瘤菌以供接種而增加其產量，特再以自琉球大豆本身分離出之根瘤菌重作試驗，觀察其增產效果。

### 二、研究方法及步驟

（一）田間設計仍用上年度之試驗地，除新接種外，餘不再行處理，原設計為複製區，4 重複，石灰 2 平準，磷肥 3 平準，接種 2 平準，共 12 種處理列如下：

- |  |                |
|--|----------------|
| 1. 大區 (1) 石灰 500 公斤／公頃 (條施)                      | L <sub>1</sub> |
| (2) 石灰 5,000 公斤／公頃 (撒施)                          | L <sub>2</sub> |
| 2. 中區 (1) P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 80 公斤／公頃 | P <sub>1</sub> |
| (2) P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 120 公斤／公頃      | P <sub>2</sub> |
| (3) P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 160 公斤／公頃      | P <sub>3</sub> |
| 3. 小區 (1) 不接種根瘤菌                                 | I <sub>0</sub> |
| (2) 接種根瘤菌  | I <sub>1</sub> |

小區面積 20m<sup>2</sup>，長 5m，寬 4m。供試品種為琉球大豆 (*Glycine Koidzumi*)，條播，行距 80cm，每小區種植 5 行，播種量 15 公斤／公頃，即每小區播種量為 30 公克。氮肥暫不施用，視以後生長情形酌予追肥，但以不超過 20 公斤／公頃為度；鉀肥用氯化鉀 100 公斤／公頃，作為基肥施用；磷肥及石灰不再施，但接種根瘤菌。試驗地點係在桃園縣平鎮鄉。

（二）根瘤菌之調查方法如下：

本試驗係作者接受國家長期發展科學委員會研究計劃之一，其經費由農復會補助。所用之琉球大豆根瘤菌，由本所農業化學系土壤微生物研究室林技正敬德供應，謹致謝忱。

1. 試驗報告農試字第五四〇號
2. 臺灣省農業試驗所技士、技佐。

1. 在收刈時（始花期）每處理之各小區選擇中庸者 5 株，分別調查其主根及第一分出之支根上根瘤數目。
2. 再將紅色及非紅色之根瘤菌分別計數。
3. 將有效根瘤（紅色）用清水洗淨後烘乾，再秤其乾物重。

（三）化學分析：

1. 土壤有效磷之測定 試驗地於供試前混合採取表土一份，試驗後各處理每小區分別採土，分析其有效性磷素。
2. 土壤 PH 之測定 前述之土壤以玻璃電極法測定其 PH 值。

（四）盆栽試驗主要係觀察根瘤菌接種效果，盆栽所用之土壤，係採自田間試驗地附近未曾做過試驗者，以供盆栽之用，其處理計有：

1. 不施石灰及磷肥，亦不接種根瘤菌。（L<sub>0</sub> P<sub>0</sub> I<sub>0</sub>）
  2. 不施石灰及磷肥，但接種根瘤菌。（L<sub>0</sub> P<sub>0</sub> I<sub>1</sub>）
  3. 施石灰 5,000 公斤/公頃及 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 120 公斤/公頃，但不接種根瘤菌。（L<sub>1</sub> P<sub>1</sub> I<sub>0</sub>）
  4. 施石灰 5,000 公斤/公頃及 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 120 公斤/公頃，並接種根瘤菌。（L<sub>1</sub> P<sub>1</sub> I<sub>1</sub>）
- 以上各處理重複 6 次，每盆土壤 8 公斤，各種琉球大豆 3 株，調查方法與田間試驗同。

### 三、結果及討論

本項研究之田間試驗部份，琉球大豆於 58 年 4 月 28 日播種，9 月 19 日收刈；盆栽試驗部份在臺北本所舉行，於 58 年 5 月 8 日播種，8 月 23 日收刈。

田間試驗結果，鮮莖葉收量列於表 1，其變方分析示如表 2，差異顯著性比較示於表 3。

表 1. 田間試驗琉球大豆鮮莖葉收量表

Table 1. Green weights of *Glycine koidzumii*

處理代號 Treatment	公斤/小區 kg/Plot				平均 Average	收量 Yield
	I	II	III	IV	公斤/小區 kg/plot	公斤/公頃 kg/ha
L <sub>1</sub> P <sub>1</sub> I <sub>0</sub>	21.50	16.10	17.50	19.25	18,588	9,294
L <sub>1</sub> P <sub>1</sub> I <sub>1</sub>	22.50	14.70	14.17	18.50	17,468	8,734
L <sub>1</sub> P <sub>2</sub> I <sub>0</sub>	20.50	20.00	20.00	18.75	19,813	9,907
L <sub>1</sub> P <sub>2</sub> I <sub>1</sub>	19.00	30.50	20.00	22.50	23,000	11,500
L <sub>1</sub> P <sub>3</sub> I <sub>0</sub>	28.75	22.50	20.00	18.00	22,313	11,157
L <sub>1</sub> P <sub>3</sub> I <sub>1</sub>	39.63	25.00	19.50	23.75	26,970	13,485
L <sub>2</sub> P <sub>1</sub> I <sub>0</sub>	19.00	23.00	16.00	20.00	19,500	9,750
L <sub>2</sub> P <sub>1</sub> I <sub>1</sub>	21.00	25.70	21.00	15.75	20,863	10,432
L <sub>2</sub> P <sub>2</sub> I <sub>0</sub>	35.30	31.10	20.00	28.50	28,725	14,363
L <sub>2</sub> P <sub>2</sub> I <sub>1</sub>	32.63	32.20	31.67	25.00	30,375	15,188
L <sub>2</sub> P <sub>3</sub> I <sub>0</sub>	38.00	35.80	33.50	21.00	32,075	16,038
L <sub>2</sub> P <sub>3</sub> I <sub>1</sub>	50.80	44.20	42.50	33.00	42,625	21,313

表 2, 琉球大豆鮮莖葉收量變方分析表

Table 2. Analysis of variance of the yield of *Glycine koidzumii*

變異原因 Source of variation	自由度 Degree of freedom	平方和 Sum of squares	均方 Mean squares	F 值 F-Value	理論 F 值 Theoretical F-Value at	
					5 %	1 %
區集 Block	3	387.62				
大區試因(L) Main-Plot	1	706.34	706.34	28.41*	10.13	34.12
大區機差 (Ea) Error a	3	74.57	24.86			
中區試因 (P) Sub-plot	2	1133.79	566.90	7.81**	3.88	6.93
L×P	2	562.23	281.11	3.73	3.88	6.93
中區機差 (Eb)Error b	12	870.67	72.56			
小區試因 (I) Plot	1	137.80	137.80	3.71	4.41	8.28
P×I	2	1263.52	631.76	17.08**	3.55	6.01
L×I	1	384.07	384.07	10.33**	4.41	8.28
L×P×I	2	383.72	191.86	5.16	3.55	6.01
小區機差 (Ec)Error c	18	669.45	37.15			
總計 Total	47	3338.57				

註 \* 表示達顯著平準 \*\* 表示達極顯著平準

表 3. 琉球大豆鮮莖葉收量差異比較表

Table 3. Difference among treatments

項 目 Item	大 區 Main plot		中 區 Sub-plot			小 區 Plot	
	L <sub>2</sub>	L <sub>1</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>	I <sub>1</sub>	I <sub>0</sub>
處 理 代 號 Treatment							
平 均 產 量 Average yield (kg/ha)	8,708	6,407	6,199	5,096	3,820	8,065	7,050
指 數 Index	135	(100)	162	133	(100)	114	(100)
顯 著 變 域 Significant ranges	5 %						
	1 %						

根據以上分析結果顯示：琉球大豆鮮莖葉收量以施用磷肥為優，已達 1% 顯著平準；而施石灰區以撒施 5,000 公斤/公頃較條施 500 公斤/公頃為優，達 5% 顯著平準。接種根瘤菌之效果略優於未接種者，但不顯著。

琉球大豆盆栽試驗鮮莖葉收量列於表 4，其變方分析示於表 5，差異顯著性比較示於表 6。

表 4. 琉球大豆盆栽試驗鮮莖葉收量表

Table 4. Green weight of potting *Glycine koidzumii*

處 理 代 號 Treatment	重 複 Replication						平 均 Average
	I	II	III	IV	V	VI	
L <sub>0</sub> P <sub>0</sub> I <sub>0</sub>	108.5	84.5	89.0	84.7	74.0	64.5	84.2
L <sub>0</sub> P <sub>0</sub> I <sub>1</sub>	92.2	113.5	38.5	57.5	194.0	67.5	93.9
L <sub>1</sub> P <sub>1</sub> I <sub>0</sub>	129.0	151.5	170.0	248.0	240.0	149.5	181.3
L <sub>1</sub> P <sub>1</sub> I <sub>1</sub>	109.2	271.5	324.5	158.0	196.0	206.0	210.9

表 5. 琉球大豆盆栽試驗鮮莖葉收量變方分析表

Table 5. Analysis of variances of the yield of *Glycine koidzumii*

變 因 Source of variation	自 由 度 Degree of freedom	平 方 和 Sum of squares	均 方 Mean squares	F 值 F-Value	理 論 F 值 Theoretical F-Value	
					5 %	1 %
區 集 Block	5	11932.31	2386.46			
處 理 Treatment	3	71676.61	23892.20	7.57*	3.29	5.42
機 差 Error	15	47293.29	3152.88			
總 數 Total	23	130902.21				

表 6. 琉球大豆盆栽試驗鮮莖葉收量差異比較表

Table 6. Difference among treatments

處 理 代 號 Treatment	L <sub>1</sub> P <sub>1</sub> I <sub>1</sub>	L <sub>1</sub> P <sub>1</sub> I <sub>0</sub>	L <sub>0</sub> P <sub>0</sub> I <sub>1</sub>	L <sub>0</sub> P <sub>0</sub> I <sub>0</sub>
平 均 收 量 (克/盆) Average yield (g/pot)	201.9	161.3	93.9	84.2
指 數 Index	262	191	111	(100)
顯 著 變 域 Significant ranges	5 %	_____		
	1 %	_____		

根據以上分析結果顯示，琉球大豆接種根瘤菌之結果，在施石灰及磷肥之情況下有效，其差異已達 1% 顯著水準；而在未施石灰及磷肥情況下，雖略有差異，但不顯著。

琉球大豆田間試驗及盆栽試驗之根瘤數與乾物調查結果，示於表 7 及表 8。

表 7. 田間試驗琉球大豆根瘤數及乾物重

Table 7. Number and dry weight of nodules obtained by field test

處理代號 Treatment	根瘤數目 (個/株) Number of nodules (No./Plant)	指數 Index	根瘤乾物重(公克/株) Dry weight of nodules (g/Plant)	指數 Index
L <sub>1</sub> P <sub>1</sub> I <sub>0</sub>	55.5	(100)	0.53	(100)
L <sub>1</sub> P <sub>1</sub> I <sub>1</sub>	127.5	229.7	0.97	183.0
L <sub>1</sub> P <sub>2</sub> I <sub>0</sub>	60.8	109.5	0.29	54.7
L <sub>1</sub> P <sub>2</sub> I <sub>1</sub>	208.5	375.7	1.31	247.2
L <sub>1</sub> P <sub>3</sub> I <sub>0</sub>	35.8	64.5	0.40	75.5
L <sub>1</sub> P <sub>3</sub> I <sub>1</sub>	320.8	578.0	1.97	371.7
L <sub>2</sub> P <sub>1</sub> I <sub>0</sub>	16.5	29.7	0.17	32.1
L <sub>2</sub> P <sub>1</sub> I <sub>1</sub>	281.5	507.3	1.14	215.1
L <sub>2</sub> P <sub>2</sub> I <sub>0</sub>	52.5	94.6	0.57	75.5
L <sub>2</sub> P <sub>2</sub> I <sub>1</sub>	435.5	784.6	1.68	317.0
L <sub>2</sub> P <sub>3</sub> I <sub>0</sub>	60.8	109.5	0.47	88.7
L <sub>2</sub> P <sub>3</sub> I <sub>1</sub>	359.5	647.7	1.68	317.0

註：以上數字係由每重複每區採樣 5 株，計 20 株之平均數。

表 8. 盆栽試驗琉球大豆根瘤數及乾物重

Table 8. Number and dry weight of nodules obtained by Potting test

處理代號 Treatment	根瘤數目 (個/盆) Number of nodules (No./Pot)	指數 Index	根瘤乾物重(公克/盆) Dry weight of nodules (g/Pot)	指數 Index
L <sub>0</sub> P <sub>0</sub> I <sub>0</sub>	57	(100)	0.70	(100)
L <sub>0</sub> P <sub>0</sub> I <sub>1</sub>	69	121.1	0.64	91.4
L <sub>1</sub> P <sub>1</sub> I <sub>0</sub>	343	601.8	2.65	378.6
L <sub>1</sub> P <sub>1</sub> I <sub>1</sub>	370	649.1	2.51	358.6

註：以上數字係由每盆 3 株，計 18 株之平均數。

根據上表看出，田間試驗各處理間根瘤菌數及其乾物重對於接種琉球大豆根瘤菌所生之差異甚大，但盆栽試驗所生之差異較小，此可能在生長初期遭受病蟲害影響所致。

田間試驗琉球大豆收割後採取土壤分析整理結果，示於表 9 及表 10。

表 9. 土壤中殘存  $P_2O_5$  量 (kg/ha)Table 9. Amount of residual  $P_2O_5$ 

處 理 Treatment	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	平 均 Average
P <sub>1</sub>	122.3	76.8	99.6
P <sub>2</sub>	242.5	92.5	167.5
P <sub>3</sub>	334.2	147.0	240.6
平 均 Average	233.0	105.6	

註：該試地未施磷肥處理前，其土壤含磷素〔0〕。

根據上表看出，土壤中殘存之磷素與當初施用量間有直接之關係。在石灰多量區之處理殘存磷素較少，此可能因 Bray No. 1 法所施用之磷肥與石灰結合，而抽出效果較差之故。

表10. 跡地土壤 PH值

Table 10. PH value of soil after harvest

處 理 項 目 Treatment	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	平 均 Average
P <sub>1</sub>	5.15	6.05	5.60
P <sub>2</sub>	4.95	6.15	5.55
P <sub>3</sub>	5.15	6.10	5.62
平 均 Average	5.08	6.10	

註：該試地未施石灰處理前，其土壤 PH 值為4.8。

根據上表看出，在紅壤上施用多量石灰區，經過二年種植三期作豆科植物，仍可維持土壤 pH在 6.0以上，然該試地土壤之 pH 僅降低 0.8左右，由此推測再二年以後，可能該土壤 pH 尚不致降低至 5.0以下。

綜合以上試驗結果，可觀察得下列諸事實：

- (1) 就田間試驗鮮莖葉收量而言，仍以每公頃施用石灰 5,000公斤及磷肥  $P_2O_5$  160公斤為優；至於琉球大豆接種根瘤菌之效果，雖不顯著，但均優於未接種者。
- (2) 盆栽試驗鮮莖葉收量，施用石灰及磷肥均有顯著之效果，琉球大豆接種根瘤菌，在施石灰及磷肥之情形下有效；而在未施石灰及磷肥之情形下，雖略有差異，但不顯著，此可能在紅壤上種植豆科植物，土壤反應及有效性磷含量為其限制因子，不施石灰及磷肥，雖接種根瘤菌亦不能發生甚大作用。
- (3) 田間試驗各處理間根瘤菌數及其乾物重，對接種琉球大豆根瘤菌所生之差異甚大，有接種根瘤菌之處理，根瘤數目既多，且根瘤乾物重亦大；但盆栽試驗所生之差異較小，此可能在生長初期遭受病蟲害影響所致。
- (4) 土壤中殘存  $P_2O_5$  量與當初施用量有直接關係，施用多量石灰區，經過二年種植三期作豆科植物，仍可維持土壤 pH 在6.0以上，然該試地土壤之 pH 僅降低 0.8左右，可能再二年後

，該土壤 pH 尚不至於降低至5.0以下。

#### 四、摘要及結論

本試驗分田間及盆栽兩部份，其目的在探求適於琉球大豆根瘤菌，以供接種而增加其產量，特再以自琉球大豆本身分離出之根瘤菌重作試驗，以觀察其增產效果。可得結論如下：

- (1) 由本試驗結果，確定琉球大豆根瘤，非為一般大豆之根瘤菌，故必須自琉球大豆本身分離出之根瘤菌接種，方有顯著效果。
- (2) 在施用石灰及磷肥之情形下，接種琉球大豆根瘤菌有顯著之效果。
- (3) 田間試驗各處理間，接種琉球大豆根瘤菌與否，對根瘤數及乾物重所生之差異甚大，接種處理之根瘤數既多，根瘤乾物重亦大。
- (4) 施用石灰與磷肥之殘效，以每公頃施用5,000公斤及磷肥施用160公斤 ( $P_2O_5$ ) 為優。

#### 五、參考文獻

- (1) 吳敏慧 (1962)：大豆根瘤菌接種之研究。中華農學會報新39期。
- (2) 吳敏慧 (1962)：接種與磷肥對於大豆之效應。農林學報第12輯。
- (3) 張國勤 (1971)：酸性紅壤上施用石灰磷肥與接種對於豇科作物效應之研究。(中華農學會報新73期)。

# A STUDY ON THE RESPONSE OF LEGUME PLANT TO LIME, PHOSPHATE AND INOCULATION ON ACID RED SOILS'

1. The Effect of Inoculation on the  
Growth of *Clycine Koidzum*.

by

K.C. Chang and T.S. LIANG<sup>2</sup>

## Summary

Field experiments of double split Plot design with four replications were carried out at Ping-Cheng to investigate the effect of lime, phosphorus and inoculation on the growth of legume plant, *Clycine Koidzum*. A pot trial was carried out during the same time at TARI in Taipei for the same purpose but different treatments. In the field experiment, two levels of lime, three levels of phosphorus, two kinds of inoculation were involved. While in the pot trial, there were four treatments: (1) without lime, phosphorus and inoculation (2) without lime and phosphorus, with inoculation (3) with lime and phosphorus, without inoculation (4) with lime, phosphorus and inoculation.

The experimental results may be summarized as follows:

1. Results showed that *Rhizobium* bacteria isolated from the root nodules of *G. koidzum* was different from the other strains of *Rhizobium japonicum*. Inoculation of the said *Rhizobium* bacteria had a significant effect on growth of *G. koidzum*.
2. Data indicated that liming and phosphorus application had a better effect on the fresh weight of *G. koidzum* plants inoculated with the so-called *Rhizobium* bacteria.
3. The results of the yield experiments revealed marked difference in the number and dry weight of nodules between inoculation treatment. There were more number and higher dry weight of nodules in the plots with inoculation than that without inoculation.
4. Application of lime with 5 tons/ha. and phosphorus 160 kg/ha had a better results on the residual effect in fertility.

---

This study is a research Problem supported by the National Science Committee & JCRR.

1 Series No. 540(Q)

2 Junior Agronomist and Technician, TARI, respectively.