

鈣、鎂、硼對強酸性土壤落花生結莢與產量之改善¹林慶喜²

摘 要

本試驗在花蓮縣光復鄉大豐村之強酸性土壤 (pH 4.4) 進行期能減少落花生空莢，種仁不飽滿的問題。經74年春作試驗結果，施用消石灰 1.5公噸/公頃或3公噸/公頃顯著的提高土壤 pH 值及含鈣量，而矽酸爐渣 1.5公噸/公頃對土壤 pH 值及含鈣量的提昇很小但却顯著地增加土壤中二氧化矽的含量，施用硼砂 10 公斤/公頃很明顯地增加土壤中硼的含量。

施用消石灰或消石灰+硼砂或矽酸爐渣均對單株莢果數及根瘤數有顯著的增加，對空莢數則有顯著的減少。

施用消石灰 1.5公噸/公頃或消石灰 1.5公噸/公頃+硫酸鎂 0.2公噸/公頃分別比對照的莢果公頃產量 1837公斤增收 26% 及 36%，如施用消石灰 3公噸/公頃或消石灰 3公噸/公頃+硫酸鎂 0.2公噸/公頃則分別增收 30% 及 34%；單獨施用硫酸鎂 0.2公噸/公頃則祇增收 1% 可見硫酸鎂的效果不大。消石灰 1.5公噸/公頃+硫酸鎂 0.2公噸/公頃+硼砂 10公斤/公頃的處理可獲得最高產量，比對照增產 58%，比消石灰 1.5公噸/公頃+硫酸鎂 0.2公噸/公頃之處理增產 16%，即表示硼砂有 16% 的增產效果，此硼砂的效果可能是試區土壤硼含量過低 (熱水可溶性 B 0.07 ppm) 的關係。同樣施用 1.5公噸/公頃，矽酸爐渣的效果小於消石灰，前者比後者減收 4%，此矽酸爐渣的增產效果並非提高土壤 PH 值或鈣含量而是增加二氧化矽的緣故，可能與試區土壤二氧化矽含量過低 (有效性 SiO₂ 4ppm) 有關，至於二氧化矽與落花生生育與產量的關係值得進一步探討。

前 言

花蓮縣落花生 (*Arachis hypogaea* L) 之栽培面積約 4,900 公頃，僅次於雲林縣，但莢果公頃產量偏低，平均約 1,280 公斤，與雲林縣的平均產量 1730 公斤，減少約 26%，其低產原因除氣候與病蟲害的問題外，由土壤所引起的營養障礙亦為主因之一。在石灰質土壤發生的新葉黃化症，⁽²⁾ 在強酸性土壤所引起的空莢現象，均使收量及品質低劣。

酸性土壤栽植落花生於收穫時發生空莢或種仁不飽滿，乃是缺鈣的症候。⁽²⁵⁾ Cox 與 Reid⁽¹⁵⁾ (1964)，Harris 與 Brolman⁽¹⁷⁾ (1966) 均指出鈣缺乏症狀除種仁發育不全，萎縮外 (圖片 2)，亦包括黑色幼芽即所謂的黑心病 (圖片 1)。於酸性土壤施用石灰可中和土壤之水溶性及吸附性 H⁺ 提高土壤的 PH 及鈣的含量。⁽³⁾ Duggas 和 Funchess⁽¹⁶⁾ (1911) 於 1906 至 1910 年在美國阿拉巴馬州的中部及南部辦理的 11 個試驗發現施用石灰平均可增產 24%。Anderson⁽¹⁰⁾ (1970)，Hartzog 與 Adams⁽¹⁸⁾ (1973)，Laurence⁽²¹⁾ (1973)，Adams 與 Hartzog⁽⁸⁾ (1980) 均報導小粒種落花生所需之鈣，可迅速由適當的施用石灰質材而獲得，是故酸性土壤缺鈣所引起的空莢現象，施用石灰能迅速有效的矯正其缺失。

花蓮縣鳳林鎮，光復鄉及瑞穗鄉之部分地區發生落花生空莢現象，經測試土壤結果均顯示為強酸性土壤且質地粗糙，故除鈣的缺乏外，鎂也可能受劇烈洗滌作用而流失致有欠缺之疑，又該等土壤均為片岩沖積土，土壤中所含之硼均低，依據台灣省農業試驗所張淑賢⁽⁶⁾ 等 (1979~1981) 調查的數據顯示母岩為片岩之土壤硼含量 (HWS B 0.16ppm) 低於火岩，砂岩，泥岩及石灰岩等土壤，因之硼亦有缺乏的可能

1. 花蓮區農業改良場研究報告第16號

2. 作物環境課副研究員兼課長

。本試驗之目的即在探討強酸性土壤施用鈣以防治空莢之效果外，對於鎂與硼是否亦有缺乏而加劇落花生發育不良與質量的低劣，亦加以探討。

材料與方法

本試驗於74年春在光復鄉大豐村之強酸性片岩沖積土舉行。以台南選9號為供試品種，採逢機完全區集設計，四重複，八處理，行株距30公分×10公分，小區面積12平方公尺（3公尺×4公尺）。

一、試驗處理：

1. CK：對照， $N-P_2O_5-K_2O=20-60-60$ 公斤/公頃。
2. L_1 ：施用消石灰（含CaO 65%）1.5公噸/公頃。
3. Mg ：施用硫酸鎂（ $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ）200公斤/公頃。
4. L_1Mg ：處理2+處理3。
5. S：施用矽酸爐渣（含CaO 39%， SiO_2 23%，MgO 7%）1.5公噸/公頃。
6. L_1MgB ：處理4+硼砂10公斤/公頃。
7. L_2 ：施用消石灰3公噸/公頃。
8. L_2Mg ：處理7+硫酸鎂200公斤/公頃。

二、肥料施用法：

- (一) 全量磷、鉀、硼砂及硫酸鎂當基肥施用，氮肥於發芽後20天施用。
- (二) 消石灰、矽酸爐渣於播種前3週撒施於表土8-10公分處

三、土壤性質及農藝性狀之測定與調查：

- (一) 土壤性質之測定：分別於試驗前及收穫後採集約15公分深表土樣本作土壤分析，項目包括質地、pH（1:1，玻璃電極法）、有機質（比色法）、有效性 SiO_2 （今泉與吉田方法）、水溶性硼（FW.S方法）、微量元素Fe、Mn、Cu、Zn用0.1N HCl抽出以原子吸光儀測定。
- (二) 於成熟期調查落花生株高、莢數、實莢數、種仁重、根瘤數、稔實率及莢果產量。

結 果

一、土壤性質之變化：

未種植前試驗區土壤經分析結果（表1）為強酸性片岩沖積土而富石礫之壤質砂土，有機質、有效性鉀、矽、鈣、鎂之含量均低，而有效性磷含量甚豐。

表1：試驗前試區土壤性質

Table 1: Soil properties of the experimental plot before planting.

土 系 Soil series	質 地 Texture				pH	OM	有 效 性 Available									
	Sand	Silt	Clay	名 稱 Classi fication			P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	SiO_2	Fe	Mn	Cu	Zn	B
	%	%	%	1:1			%	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
JS	85	10	5	LS	4.4	1.2	315	38	587	35	4	82	102	3.6	2.5	0.07

落花生收穫後於各處理區分別採表土樣本分析土壤性質（表2）顯示消石灰，矽酸爐渣的施用可提高土壤pH約2單位，從pH 4.4（對照）上升到pH 6.1~6.8，而消石灰施用3公噸比1.5公噸對pH

之提升稍有較佳的效果，消石灰 1.5 公噸比矽酸爐渣 1.5 公噸對 pH 的提升具有顯著的優越效果，矽酸爐渣對 pH 的提高，並無明顯的效果。另外對土壤中 CaO 含量的增加亦以消石灰 3 公噸最大，1.5 公噸次之，矽酸爐渣的效果甚微。對土壤中 P_2O_5 、Mg、 SiO_2 、Zn、Fe、Cu 等均有顯著的增加，但對 K_2O 、Mn 則無多大影響，對 B 則反有減少的效果。施用硫酸鎂並無提高土壤 pH 值，但稍有增加 MgO 的含量。施用矽酸爐渣很顯著地增進土壤中 SiO_2 的含量（從 4 ppm 增加到 30 ppm）。施用硼砂亦明顯地增加土壤中 B 的含量（從 0.07 ppm 增至 0.12 ppm）。

表 2：收穫後試區土壤有效元素之變化

Table 2: Changes of available elements in the soils of the experimental plot after harvesting.

處理 Treatment	項別 Item	pH	OM	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	SiO_2	Fe	Mn	Cu	Zn	B
		1:1	%	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
1. CK		4.4	1.6	315	87	579	33	4	132	71	2.1	4.5	0.07
2. L_1		6.3	1.7	464	84	3903	61	10	162	68	2.5	9.8	0.04
3. Mg		4.5	1.5	400	91	520	63	11	144	71	2.3	22.9	0.05
4. L_1 Mg		6.5	1.7	452	82	3651	72	11	162	64	2.9	11.1	0.03
5. S		4.6	1.4	492	87	755	62	30	172	68	2.1	8.2	0.04
6. L_1 MgB		6.4	1.4	481	79	3231	65	11	162	63	2.7	4.7	0.12
7. L_2		6.6	1.4	481	89	4935	64	13	162	64	2.7	5.5	0.04
8. L_2 Mg		6.8	1.6	481	82	4731	74	17	204	70	2.8	6.2	0.03

二消石灰、矽酸爐渣、硫酸鎂及硼砂對落花生農藝性狀及產量的影響：

根據田間生育觀察落花生生育初期各處理間並無差異，生育中期以後則以處理 L_1 MgB 即施用消石灰 1.5 公斤/公頃 + 硫酸鎂 200 公斤/公頃 + 硼砂 10 公斤/公頃為最佳，植株長得較茂盛青綠，而以對照 (CK) 之植株較差。接近成熟期以處理 Mg 即施用硫酸鎂 200 公斤/公頃之植株葉色最為青綠，而以處理 L_1 MgB 之植株葉片較其他處理約早一週枯萎脫落。

從落花生農藝性狀調查 (表 3) 結果，單株成熟莢果數以處理 L_1 MgB 最佳，而以處理 CK 及處理 Mg 最差。單株實莢果數處理間之差異量極顯著，除硫酸鎂之處理外，施用矽酸爐渣，消石灰或與硼砂之處理均比對照有極顯著的增加實莢果數，其中以處理 L_1 MgB 最佳，單株平均有 4.7 果莢，其次為處理 L_2 及 L_1 分別為 3.9 及 3.7 果莢，而對照祇有 2.1 果莢。單株成熟莢果數中空莢果數所占比率以處理 Mg 最高達 55.5%，處理 CK 44.8% 次之，而以處理 L_1 MgB 最低祇有 11.3%，其次為處理 L_1 及 L_2 ，分別為 21.3% 及 23.5%，可見增產之主因為結莢的增加及空莢數的減少。根瘤數各處理亦有所差異，以處理 L_1 最多，處理 L_1 MgB 次之，處理 CK 最少，其次為處理 Mg。

表 3：鈣、鎂、硼處理對農藝性狀及產量的影響。

Table 3: Effects of Ca, Mg, B on major agronomic characters and yields of peanut.

Code of treatment 處理代號	1. CK	2. L ₁	3. Mg	4. L ₁ Mg	5. S	6. L ₁ MgB	7. L ₂	8. L ₂ Mg
Height 株高 cm	45.4	47.3	44.8	47.2	46.3	51.6	48.3	45.6
Branch 分支 br	3.4	3.1	2.9	2.9	3.3	3.2	3.1	3.2
Mature pods 成熟莢果數 pod	4.1	4.7	4.0	5.1	5.1	5.3	5.1	4.4
Unfilled pods 空莢果數 pod	2.0	1.0	2.2	1.7	2.0	0.6	1.2	1.1
Wt. of pods 空莢果重 g	0.60	0.25	0.67	0.50	0.45	0.36	0.37	0.37
Shell wt. of pops 空莢果殼重 g	0.42	0.16	0.42	0.26	0.24	0.16	0.18	0.17
Kernel wt. of pops 空莢果種仁重 g	0.18	0.09	0.25	0.24	0.23	0.20	0.19	0.20
Solid pods 實莢果數 pod	※ ^a 2.1	^b 3.7	1.8 _b	3.4 _b	3.1 _c	4.7 _{bc}	3.9 _b	3.3
Wt. of solid pods 實莢果重 g	※ ^{ab} 2.52	^{cd} 4.05	^b 1.38 _{ac}	2.70	2.89 ^{ac}	4.64 _{ac}	3.45 _{abc}	2.78
Shell wt. of solid pods 實莢果殼重 g	※ ^a 0.72 _{bc}	1.07 _d	0.39 _{ab}	0.76 _{ab}	0.76	1.13 _{abc}	0.92 _{ab}	0.77
Kernel wt. of solid pods 實莢果種仁重 g	※ ^{ab} 1.80 _{cd}	2.98 _b	0.99 _{abc}	1.94 _{ac}	2.13	3.51 _{acd}	2.53 _{abc}	2.01
Nodules 根瘤數 nod	4.3	12.4	5.3	9.5	6.7	11.1	8.8	8.8
Ratio of pops 空莢果所占比率%	48.8	21.3	55.5	33.3	39.2	11.3	23.5	25.0
Pod yields 乾莢果產量 kg/ha	※ ^a 1837 _b	2319 _a	1852 _b	2497 _b	2234 _c	2903 _b	2381 _b	2458
Index 指數 %	100	126.2	100.8	135.9	121.6	158.0	129.6	133.8

※英文字母相同者，表示差異未達 5% 平準

※Means followed by the same letters are not significantly different at 5% level.

落花生於3月17日播種，7月3日收穫。各小區落花生乾莢果產量經變方分析結果，各處理間產量差異達極顯著，現將土壤增施各種改良資材的效果討論如下：

- (一) 硫酸鎂的效果：由於缺鎂易導致老葉黃化，而該地區栽植大豆、落花生時，常有植株發生黃化現象，疑有缺鎂的可能，故增施硫酸鎂以究明有否缺鎂及其效果。如比較處理Mg與處理CK，兩者莢果產量無多大差異，但如比較處理L₁Mg與處理L₁，處理L₂Mg與處理L₂，前者比後者稍優，分別增收9.7%及4.2%由上可知單獨施用硫酸鎂並無效果，如與消石灰并用則稍有效果。
- (二) 消石灰的效果：試區土壤呈強酸性(pH 4.4)，落花生莢果中種仁不含飽滿及幼芽變黑，乃因土壤pH過低，土壤膠粒吸附性H⁺過多，Ca過少的關係，如何增加Ca²⁺含量以減少花生種子不充實的現象，以施用石灰最有效。比較處理L₁，處理L₂與處理CK乾莢果收量數據，其差異極顯著，處理L₁比處理CK增收26.2%，處理L₂比處理CK增收29.6%，但處理L₂比處理L₁祇增收2.7%（莢果62公斤/公頃），增產效果不大，可知每公頃消石灰施用量1.5公噸即可，不必施至3公噸的用量，以節省投資費用。施用消石灰能有效提高土壤pH值及CaO的含量，而土壤pH值與莢果產量呈極顯著的正相關（圖一），即莢果產量與土壤pH值有密切的關係。土壤pH值與土壤CaO含量呈極顯著的正相關（圖二），即pH愈高，CaO含量愈多。
- (三) 矽酸爐渣的效果：矽酸爐渣含CaO 39%，施於土壤中亦能增加土壤中鈣的含量。比較處理S與處理CK，處理S的莢果產量比處理CK有顯著的增加，增產率達21.6%，可見矽酸爐渣確有增產的效果。比較處理S與處理L₁，兩者產量差異不顯著，前者比後者減少約4.6%，此即表示每公頃同樣施用1.5公噸的用量，矽酸爐渣的效果略遜於消石灰，但矽酸爐渣的價格低於消石灰，因此兩者之取捨端賴於成本及其他因素的考慮。
- (四) 硼砂的效果：硼在酸性土壤中的溶解度高，常不虞缺乏，但在母岩為片岩之沖積土兼質地粗之土壤時或有欠缺之可能，又硼因石灰之施用而形成硼酸鈣使其溶解度減低，因此酸性土壤施用石灰常導致硼之欠缺，為此於施用石灰的處理中再增施硼砂以避免硼之缺乏。比較處理L₁Mg B與處理L₁Mg，前者比後者對莢果產量有極顯著的增加，增收多達16.2%（406公斤莢果/公頃），可知硼的效果極大，也顯示此地硼亦有欠缺，除施用消石灰外再增施硼砂可獲得最大的效果。

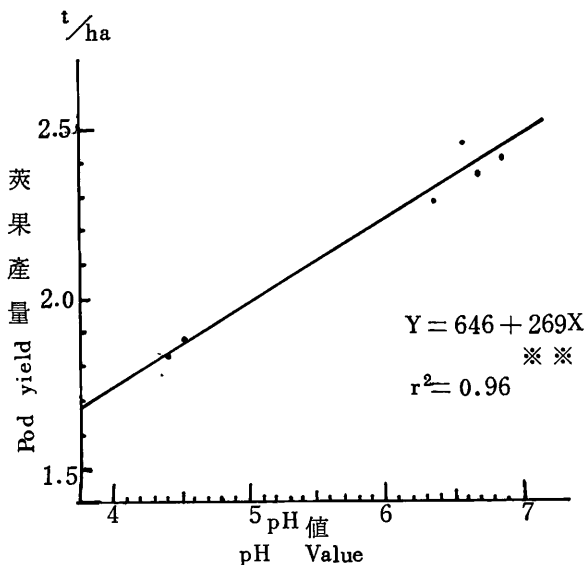


圖1. 土壤pH值與產量的關係

Fig 1. Relation of peanut yields to soil pH values.

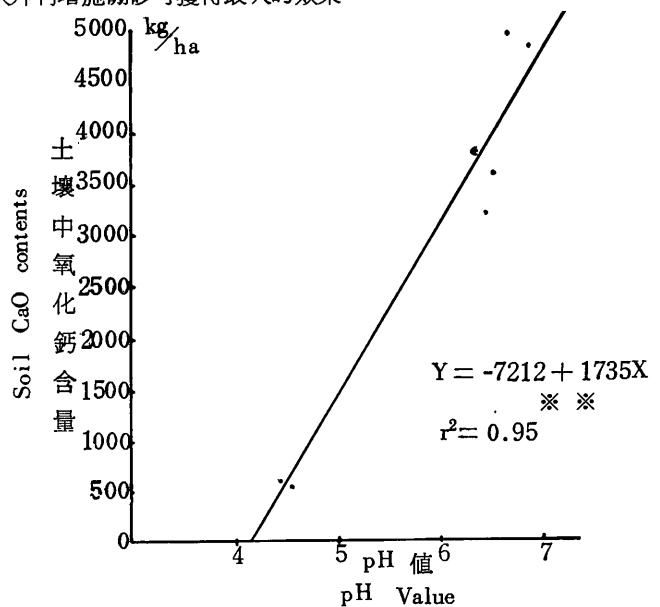
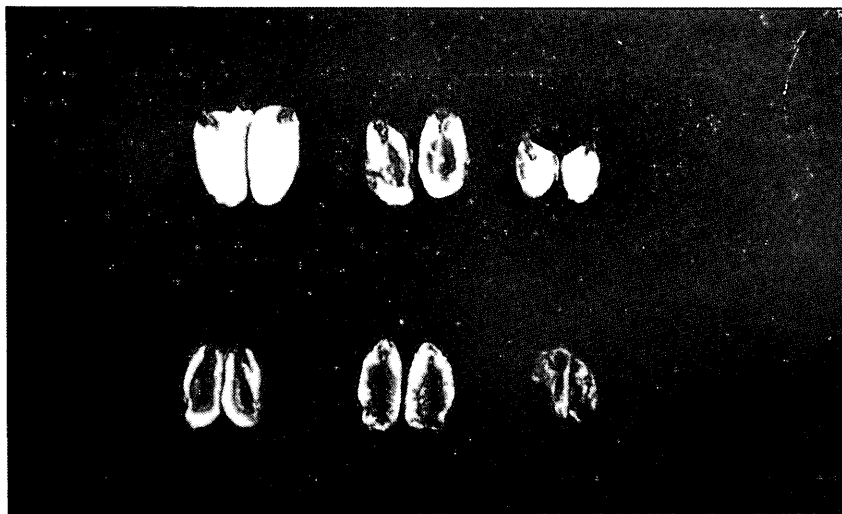


圖2. 土壤pH與CaO含量的關係

Fig 2. Relation of soil pH values to CaO contents.



圖片一 缺鈣會形成黑芽“黑心”

Plate 1 Calcium deficiency as indicated by the black plumule. "Black heart".



圖片二 缺鈣會形成空莢

Plate 2 Calcium deficiency as indicated by the unfilled pods. "Pops."

討 論

酸性粗質地土壤，落花生產量的營養限制因子以缺鈣的原因常高於其他植物營養元素的欠缺。Burkhart 和 Collins⁽¹²⁾、Colwel 和 Brady⁽¹⁴⁾ 等遠在 1740 年代已明確地建立植株所需要的鈣必須存在於結莢地域，即表土 7-9 公分處，故消石灰撒施後必須予與耕犁使與土壤充分混合，效果才佳。Mengel 和 Kikby⁽²³⁾ 指出被吸收的鈣量端賴於土壤溶液中的鈣濃度及被植物體所吸收之水量而決定，Adams 和 Har-tzog⁽⁸⁾ 最近指出中間型品種 (Florunner) 土壤中交換性鈣的缺乏臨界濃度為 120 ppm (0.6 me / loog 或 300 kg / ha)，Middleton⁽²⁴⁾ 等認為西班牙型品種則缺乏之臨界濃度可能更低，Walker⁽²⁸⁾ 等則認為大粒種品種的臨界濃度為 250 ppm (1.25 me / loog 或 625 kg / ha)，Beringer 和 Taha⁽¹¹⁾ 指出防止落花生空莢之發生，於土壤中結莢處附近之鈣濃度依品種而異。在光復試區調查結果，對照區 (1. CK) 或施硫酸鎂區 (3. Mg) 空莢所占的比率相當高，而施用矽酸鹽渣區 (5. S) 空莢率則較低，有施用消石灰之處理 (L₁, L₁Mg, L₁MgB, L₂, L₂Mg) 空莢的發生甚少。由此假定本區栽植之台南選 9 號 (西班牙

型) 品種在土壤中鈣的有效性濃度在 165 ppm (0.81 me/100g 或 413 kg/ha) 會發生空莢現象, 在 215 ppm (1.07 me/100g 或 539 kg/ha) 仍會發生空莢但程度減輕很多。此可作為落花生土壤營養診斷之參考數據。由於大粒種落花生鈣的需要量比小粒種多, 因此本區將來推廣大粒種落花生時, 空莢的發生將更形嚴重。

連深⁽⁴⁾等於 1983 年春作在瑞穗鄉強酸性土壤 (1:1 pH 4.4) 試驗結果施用石灰石粉 2 公噸/公頃其黑芽率及剝實率為 0.4% 及 77.9%, 而對照則分別為 16.4% 及 69.3%。Inanaga⁽²⁰⁾等用盆栽試驗兩種不同含鈣量土壤, 一為 1.7 me/100g, 另一為 5.0 me/100g, 結果發現低鈣土壤栽種之莢果及子實發育受阻且空莢所占比率顯著提高, 如於此種低鈣土壤增加鈣的含量則減少空莢率, 增加果莢重量。Sanchez⁽²⁰⁾等於 1970—4 年的田間試驗, 每公頃施用 2 或 3 公噸石灰可使空莢率從 47.1% (無施用石灰) 降至 8.3%。Laurence⁽²²⁾於 1977—9 年的試驗指出施用石灰石粉或石膏對維吉尼亞型品種可增產 16%, 西班牙型品種可增產 46%。本試驗的結果, 施用消石灰 1.5 公噸/公頃可增產 26%, 3 公噸/公頃可增產 30%。由上述可知強酸性土壤施用石灰不但可減少黑芽率、空莢率、增加剝實率, 並可促進莢果的收量。

消石灰與矽酸爐渣每公頃同樣施用 1.5 公噸, 前者很明顯地提高土壤 pH 值, 從 4.4 升至 6.3, CaO 含量從 579 增加到 3903 公斤/公頃, 但後者土壤 pH 祇提高至 4.6, CaO 含量也祇提高到 755 公斤/公頃, 可見矽酸爐渣對土壤 pH 及 CaO 含量的提昇遠不及消石灰, 雖然如此兩者莢果產量的差異卻相差不大, 前者比對照增收 26% 後者增收 22%, 由此推測後者增產的效果並非土壤 Ca 濃度增加的關係。可能是增加 SiO₂ 含量的關係。從表 2 也很清楚的看出, 消石灰對土壤中 SiO₂ 的增加遠不如矽酸爐渣的增產效果, SiO₂ 扮演相當重要的角色。連深⁽⁵⁾等於 1984 年春作在光復鄉強酸性土壤施用石灰石粉與矽酸爐渣的效果比較試驗, 發現同樣施用 1.5 公噸用量, 前者子實增產 37%, 後者增產 16%, 但同樣施用 3 公噸時, 前者增產 41%, 後者增產 40%, 此顯示石灰石粉之效果優於矽酸爐渣。至於有關 SiO₂ 對落花生生育與產量關係之文獻很少, 故有關此方面的研究值得進一步探討。

落花生顯然需要鎂, 但施用鎂肥而增產落花生的報導極少。1973 年 Hartzog 和 Adams⁽¹⁸⁾, 1980 年 Adams 和 Hartzog 在阿拉巴馬州表土交換性 Mg 的濃度在 3—10 ppm 的許多處理的田間試驗結果, 祇有一處增施鎂肥有增產的效果, Adams⁽⁹⁾ (1975) 認為在此濃度的範圍如對棉花或大豆, 增施鎂肥有增產的效果。Chesney⁽¹³⁾在 Guyana 褐色砂土而土中所含交換性 Mg 祇有微量存在所作四年的研究中, Mg 處理對落花生產量並無效果, 他很驚奇在此種淋洗強烈且陽離子低的情況下, Mg 對產量無反應。在日本如土壤中 Mg 的含量在 0.5 me/100g 則被視為缺鎂土壤⁽⁷⁾, 在美國南喬治亞州栽種落花生, 正常土壤 CaO 含量為 1160 公斤/公頃 (331 ppm 或 1.65 me/100g), 而不正常者為 460 公斤/公頃 (184 ppm 或 0.92 me/100g), 土壤 Mg 的含量正常土壤為 120 公斤/公頃 (48 ppm 或 0.4 me/100g) 而不正常土壤為 58 公斤/公頃⁽²⁹⁾ (23 ppm 或 0.19 me/100g), 而本試驗之試區土壤含有效性 Mg 為 21 公斤/公頃 (8 ppm 或 0.07 me/100g) 應屬缺鎂土壤, 但增施硫酸鎂 200 公斤/公頃並無效果, 可能是落花生能有效率地自土壤中吸收鎂的關係。

硼的缺乏通常並不造成落花生產量的減低, 但却降低其品質, 缺硼之子實形成不正常, 子葉凹陷並褪色, 即所謂的空心 (hollow heart)。1974 年 Hill 和 Morrill⁽¹⁹⁾在佛克萊荷馬州的 17 個地方評估施硼的效果, 他們發現硼對落花生的產量並無效應, 但因硼之缺乏 (HWS B < 0.15 ppm) 所引起的空心症却可降低。在石灰質土壤 HWS 的 B < 0.2 ppm 被認為缺乏, 在酸性土 HWS 之 B < 0.05 ppm 被視為缺乏, 這些 B 之臨界濃度祇適用於粗質地的土壤。因質地與 B 有效性有關。本試驗之試區土壤 HWS 之 B 含量為 0.07 ppm, 有缺硼之可能性, 收穫之子實亦有發現空心, 故土壤硼之不足應無疑問。在施用消石灰 1.5 公噸/公頃 + 硫酸鎂 200 公斤/公頃之處理中, 如再增施硼砂 10 公斤/公頃則莢果產量從 2497 公斤增至 2903 公斤, 增收 406 公斤 (16%), 此增產之效果為增施硼砂的關係。Muthuswamy 和 Sundarajan⁽²⁷⁾於 1973 年以直立型落花生品種供試結果, 每公頃施用硼砂 15 公斤比對照者 (莢果 1.49 t/ha) 增收 19%, 同時硼也可增加單株莢果數, 莢果重和子實重。硼之溶解度常隨石灰的施用而降低, 因此在強酸性土壤含 B

量不充足的條件下，以石灰矯正土壤 pH 值及增加 Ca 量，而使硼之欠缺更嚴重，故在該地區除施用消石灰外，另需增施硼砂才能獲得最高產量。

參 考 文 獻

1. 台灣省農林廳，1985，作物生產，台灣農業年報 PP. 50—51。
2. 林慶喜，1985，石灰質土壤落花生黃化症防治法之研究，花蓮區農業改良場研究彙報第一輯 PP. 107—124。
3. 郭魁士，1977，酸性土，土壤學 12: 235，中國書局印行，永和，台灣。
4. 連深、吳啓東，1983，酸性土壤之落花生營養障礙及施肥改進，農林廳土壤肥料試驗報告。
5. 連深、吳啓東、林慶喜，1984，酸性落花生田土壤施肥改進試驗，農林廳土壤肥料試驗報告。
6. 張淑賢、胡南輝、陳春泉、邱再發，1984，台東地區木瓜缺硼臨界濃度之測定與其土壤中含硼狀況之研究，農林廳土壤肥料試驗報告，6: 65—72。
7. 山崎傳，1966，多量要素編，微量要素與多量要素土壤作物之診斷與對策，PP. 175—185，博友社發行，日本。
8. Adams, F., and D. Hartzog. 1980 The nature of yield response of Florunner peanuts to lime. *Peanut sci.* 7: 120—123.
9. Adams, F. 1975. Field experiments with magnesium in Alabama. *Alabama Agric. Exp. Stn. Bull.* 472.
10. Anderson, G, D. 1970. Fertility studies on a sandy loam in semi-arid Tanzania. II. Effects of phosphorus, potassium, and lime on yield of groundnuts. *Expl. Agric.* 6: 213—222.
11. Beringer, H., and M. A. Taha. 1976. Calcium absorption by two cultivars of groundnut. *Expl Agric.* 12(1): 1—7.
12. Burkhart, L., and E. R. Collins. 1942. Mineral nutrients in peanut plant growth *Soil Sci Soc Amer. Proc.* 6: 272—280.
13. Chesney, H. A. D. 1975. Fertilizer studies with groundnuts on the brown sands of Guyana I. Effect of nitrogen, inoculum, magnesium, and fritted micronutrients. *Agron. J.* 67: 7—10.
14. Colwell, W. E., and N. C. Brady. 1945. The effect of calcium on yield and quality of large seeded type peanuts. *J. Amer. Soc. Agrom.* 37: 413—428.
15. Cox, F. R., and P. H. Reid. 1964. Calcium-boron nutrition as related to concealed damage in peanuts. *Agron. J.* 56: 173—176.
16. Duggar, F. E., and M. J. Funchess. 1911. Lime for Alabamas soils. *Alabama Agric. Exp. Stn. Bull.* 161.
17. Harris, H. C., and J. B. Bralmann. 1966. Comparisons of calcium and boron deficiencies in peanuts. II. Seed quality in relation to histology and viability. *Agron. J.* 58: 578—582.
18. Hartzog, D., and F. Adams. 1973. Fertilizer, gypsum, and lime experiments with peanuts in Alabama. *Alabama Agric. Exp. Stn. Bull.* 448

19. Hill, W. E., and L. G. Morill. 1974. Assessing boron needs for improving peanut yield and quality. *Soil Sci. Soc. Amer. proc.* 38:791–794.
20. Inanaga, S., Y. Nagasaki, T. Horigucki, T. Nishihara. 1979. Role of calcium in fruiting of groundnut. I Effect of calcium on fruit growth. *Bull of the Faculty of Agric. Kagoshima Uni.* 29: 134–142.
21. Laurence, R. C. N. 1973. Improvements of groundnut pod-filling by lime and gypsum application to some soils in northern Malawi. *Expl. Agric.* 9:353–360.
22. Laurence, R. C. N. 1982. The nutrition of peanuts on cockatoo sands of the Ord River Valley. *Australian J. of Exp. Agric. and Animal Husbandry.* 22(118/119) 407–411.
23. Mengel, K., and E. A. Kirkby. 1978. *Principle of plant nutrition.* Int. Potash Inst. Berne, Switzerland.
24. Middleton, G. K., W. E. Colwell, N. C. Brady, and E. F. Schultz, Jr. 1945. The behavior of four varieties of peanuts as affected by calcium and potassium variables. *J. Amer. Soc. Agron.* 37:443–457.
25. Nelson, W. L., S. A. Barber. 1951. Nutrient deficiencies for grain and forage, in H. B. Sprague (ed) *Hung signs in crops.* pp. 143–167. David McKay Company, New York, USA.
26. Sanchez, S., L. F., B. Owen, E. J. Effect of application of N. P. K and lime on the yield of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) grown in soils of the high terraces of the Eastern plains of Colombia. *FCA 1980 Vol. 33:*302.
27. Sundararajan, S. R., and T. D. Muthuswamy. 1973. Effect of boron on bunch groundnut. Dept. of Agric Parambikulam Aliyar Project, Pollachi, Tamil Nadu, India 60(6) 403.
28. Walker, M. E., R. A. Flowers, R. J. Henning, T. C. Keisling, and B. G. Mullinex. 1979. Response of Early Bunch peanuts to calcium and potassium fertilization. *Peanut Sci.* 6:119–123
29. Walsh, L. M., and J. D. Beator (ed). 1974. *Soil testing and plant analysis.* Soil Soc. of Amer. Madison, Wisconsin, USA. pp:323–327.