# 石灰石粉對水稻、紫雲英及大豆之肥效

連　深　溫西濱　林國謙

## 一、前　　言

關於作物施用石灰的研究，過去海內外學者發表之報告甚多，一般均認爲其肥效顯著。臺灣之酸性土壤施用石灰，根據張守敬，步焕昇二氏所作試驗(1)，亦認爲在大多數情形之下，可以增加水稻之谷薁產量。

石灰施用於水田能增加產量，其原因一般皆歸於 (1) 供給有效性鈣，(2) 減少磷酸之被固定，(3) 分解有機質，供給有效性氮素。張步二氏綜合多處試驗結果，並認爲本省水田以 (3) 之作用最爲重要。

關於石灰促進有機質之分解而增加氨態氮之含量，據三井氏試驗結果(3)，施用 $CaCO_3$ 並無此種效果，即使施用量極高時亦復如是，因其鹼性不及 CaO 故。省農業試驗所在1953～55年間比較生石灰與石灰石粉對於水稻之增產效果(2)亦示後者之肥效不及前者，連續使用後效果始漸顯著。可見石灰石粉之能否在水田使用頗屬疑問。尤有進者，本省過去對水稻以外之作物鮮有石灰試驗之舉行。爲進一步明瞭石灰石粉之肥效，乃就水稻以外增加紫雲英，大豆等作物進行肥效試驗。爰就1958～59年間各地試驗結果報告如下，尙祈農業界先進指正。

## 二、石灰石粉對水稻之肥效試驗

1. 試驗方法

A. 試驗地點及土壤

表一　試驗地點及土壤

| 地　　點 | 土　　壤 | 土 壤 質 地 | pH |
|---|---|---|---|
| 臺北縣新莊 | 砂岩頁岩質冲積土 | 泥砂質壤土 | 5.3 |
| 桃園埔仔 | 紅　　壤 | 粘質壤土 | 5.1 |

B. 試驗處理係施用量（分3噸與6噸）與施用時期（分提早施用與插秧前施用）各兩變級之組合共四種，另設一對照區不施石灰，故總共爲五處理。田間排列方法採用拉丁方（5 × 5），試驗小區面積爲 1/1000 公頃。又提早施用區係於前年度第二期作收刈後施用者，插秧前施用區則於第一期作插秧二週前使用。第二期作時各區不再施用石灰，保持原試驗區劃繼續試驗以觀殘效。

C. 三要素施用量，各處理區每期作均爲80:40:40公斤/公頃以硫酸銨，過磷酸鈣及硫酸鉀加入。石灰石粉係臺灣肥料公司所供給，細度爲 100 mesh 含 $CaCO_3$ 99 %。

2. 試驗結果及討論

A. 石灰石粉對水稻生育之影響

石灰石粉在水稻生育初期顯然有抑低株高和分蘗之現象，到生育中期以後各區株高才趨相同。兩處田間試驗均有如斯傾向。爲補充田間試驗並闡明石灰石粉在氮肥不同施量下對水稻之效應所設之盆栽試驗最能表明此種傾向(如表二)。

本試驗經費承農復會補助，並蒙該會朱技正海帆先生賜予指導，作者等謹此誌謝。

表二　石灰石粉對水稻生育之影響盆栽試驗成績

| 處理別 ＼ 調查日期 ／ 〃項目 | 插秧後20日 | 插秧後40日 | | 插秧後65日 | | 插秧後120日 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 株高 | 株高 | 分蘖 | 株高 | 分蘖 | 株高 | 分蘖 |
| 無氮對照區($N_0L_0$) | 47.0 | 66.0 | 14.8 | 86.5 | 13.8 | 115.0 | 11.0 |
| 無氮石灰石粉少量區($N_0L_1$) | 44.7 | 62.3 | 13.0 | 90.0 | 14.8 | 110.3 | 12.3 |
| 無氮石灰石粉多量區($N_0L_2$) | 42.3 | 57.3 | 11.0 | 89.5 | 15.0 | 115.3 | 13.0 |
| 施氮對照區($N_1L_0$) | 47.5 | 70.3 | 21.0 | 103.0 | 29.5 | 127.5 | 26.3 |
| 施氮石灰石粉少量區($N_1L_1$) | 38.0 | 63.0 | 14.3 | 104.3 | 21.0 | 126.8 | 17.8 |
| 施氮石灰石粉多量區($N_1L_2$) | 36.8 | 61.3 | 11.3 | 100.0 | 21.0 | 126.0 | 18.8 |

上述盆栽試驗係配合田間同時舉行者。所用土壤爲本所農場所採，(爲砂岩頁岩質冲積土，pH：4.7) 每盆裝土10公斤。試驗處理係N兩變級 (每盆各0克，1克，以硫酸銨供給) 與石灰石粉三變級 (每盆各0,30，60克) 之組合，共六種，四重覆。除試驗處理外，各盆均施 $P_2O_5$ 及 $K_2O$ 各1克。第二期作仍如田間試驗，不再施用石灰石粉以觀殘效。

B. 土壤 pH 值測定結果 (Soil water ratio 1:1)

表三　土壤 pH 值測定結果

| 處理別 ＼ 地點 ／ 測定時期 | 桃園 | | 新莊 | |
|---|---|---|---|---|
| | 施用前 | 二期作收穫後 | 施用前 | 二期作收穫後 |
| 對照區(不施石灰石粉) | 5.1 | 5.1 | 5.3 | 5.0 |
| 3 ton/ha 石灰石粉提前施用區 | 5.1 | 5.4 | 5.3 | 5.5 |
| 3 ton/ha石灰石粉插秧前施用區 | 5.1 | 5.5 | 5.3 | 5.5 |
| 6 ton/ha 石灰石粉提前施用區 | 5.1 | 6.3 | 5.3 | 6.0 |
| 6 ton/ha石灰石粉插秧前施用區 | 5.1 | 6.8 | 5.3 | 6.0 |

C. 石灰石粉對水稻收量之影響

表四　田間試驗水稻谷產量比較

| 處理別 ＼ 期作 試驗地 產量及指數 | 第一期作 新莊 | | 第一期作 桃園 | | 第二期作 新莊 | | 第二期作 桃園 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 谷產量 | 指數 | 谷產量 | 指數 | 谷產量 | 指數 | 谷產量 | 指數 |
| 對照區(不施石灰石粉) | 3,290 | 100 | 3,416 | 100 | 4,002 | 100 | 4,741 | 100 |
| 3 ton/ha 石灰石粉提早施用區 | 3,514 | 107 | 3,302 | 97 | 4,073 | 102 | 4,600 | 97 |
| 3 ton/ha石灰石粉插秧前施用區 | 3,376 | 103 | 3,576 | 108 | 4,042 | 101 | 4,592 | 97 |
| 6 ton/ha 石灰石粉提早施用區 | 3,562 | 108 | 3,424 | 100 | 3,851 | 96 | 4,640 | 98 |
| 6 ton/ha石灰石粉插秧前施用區 | 3,452 | 105 | 3,524 | 107 | 3,856 | 96 | 4,530 | 96 |
| L. S. D. 5% / 1% | N. S. | | 120 / 168 | | N. S. | | N. S. | |
| C. V. (%) | 4.2 | | 2.6 | | 3.5 | | 3.4 | |

表五　田間試驗水稻藁產量比較

| 期作 / 試驗地 / 處理別 / 產量及指數 | 第一期作 | | | | 第二期作 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 新莊 | | 桃園 | | 新莊 | | 桃園 | |
| | 藁產量 | 指數 | 藁產量 | 指數 | 藁產量 | 指數 | 藁產量 | 指數 |
| 對照區（不施石灰石粉） | 2,124 | 100 | 2,784 | 100 | 3,710 | 100 | 3,570 | 100 |
| 3 ton/ha 石灰石粉提早施用區 | 2,250 | 106 | 2,734 | 98 | 3,700 | 100 | 3,582 | 100 |
| 3 ton/ha石灰石粉插秧前施用區 | 2,200 | 104 | 2,890 | 104 | 3,730 | 101 | 3,610 | 101 |
| 6 ton/ha 石灰石粉提早施用區 | 2,422 | 114 | 2,862 | 103 | 3,570 | 96 | 3,500 | 98 |
| 6 ton/ha石灰石粉插秧前施用區 | 2,292 | 108 | 2,800 | 101 | 3,720 | 100 | 3,412 | 96 |
| L. S. D. 5% | 164 | | N. S. | | N. S. | | N. S. | |
| L. S. D. 1% | 229 | | | | | | | |
| C. V. (%) | 5.3 | | 7.4 | | 2.8 | | 3.7 | |

由表四、五知石灰石粉對水稻之肥效不甚顯著；雖然各石灰施用區之谷藁收量均稍優於對照區，惟差異不過爲5%左右。石灰石粉之提早約2～3個月前施用，效果並不優於其在插秧前使用者。又第一期作所施石灰石粉在第二期作亦無殘效表現；此種結果均與一般所料不同，尙待注意。

根據張守敬氏報告，石灰對於水稻增產之效果，似與土壤之肥沃度有關，凡土壤肥沃或施用大量有效性化學肥料（尤其是氮肥）時效果常小；反之凡土壤瘠瘦或僅施緩效性之自給肥料者，其效果甚爲顯著（此時氮爲水稻生長之限制因子）。故石灰對水稻生長之良好作用似以分解有機質，供給有效性氮爲主。惟據三井氏報告，石灰之解放土壤中有效性氮素之能力在其施用後 pH 能一度提高至 8.5 以上者爲顯明，石灰石粉之鹼性較 CaO 或 $Ca(OH)_2$ 低，故無此種效果。以往試驗以及本試驗所示石灰石粉肥效之不顯著，似均可以此解釋。盆栽試驗，不同施氮量下石灰石粉對水稻肥效之差別如下：

表六　盆栽試驗谷產量比較

| 期作 / 氮素施用量 / 石灰石粉施用量 g/Pot | 第一期作 | | | | 第二期作 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 g/Pot | | 1 g/Pot | | 0 g/Pot | | 1 g/Pot | |
| | 收量 g/Pot | 與對照區之差 g/Pot | 收量 g/Pot | 與對照區之差 g/Pot | 收量 g/Pot | 與對照區之差 g/Pot | 收量 g/Pot | 與對照區之差 g/Pot |
| 0（對照區） | 14.9 | | 39.9 | | 10.0 | | 25.1 | |
| 30 | 21.5 | 6.6 | 21.9 | −14.0** | 13.5 | 3.5 | 19.9 | −5.2* |
| 60 | 19.7 | 4.8 | 31.4 | − 4.5 | 12.0 | 2.0 | 23.1 | −2.0 |
| L. S. D. 5% | | 7.9 | | 7.9 | | 3.87 | | 3.87 |
| L. S. D. 1% | | 11.1 | | 11.1 | | 5.31 | | 5.31 |
| C. V. (%) | 18.4 | | | | 15.0 | | | |

表七　盆栽試驗藁產量比較

| 期作 / 氮素施用量 / 石灰石粉施用量 g/Pot | 第一期作 | | | | 第二期作 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 g/Pot | | 1 g/Pot | | 0 g/Pot | | 1 g/Pot | |
| | 收量 g/Pot | 與對照區之差 g/Pot | 收量 g/Pot | 與對照區之差 g/Pot | 收量 g/Pot | 與對照區之差 g/Pot | 收量 g/Pot | 與對照區之差 g/Pot |
| 0（對照區） | 19.8 | | 52.3 | | 19.5 | | 63.0 | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 30 | 24.9 | 5.1* | 35.7 | −16.6** | 19.5 | 0.0 | 45.9 | −17.1* |
| 60 | 24.4 | 4.6 | 38.4 | −13.9** | 21.6 | 2.1 | 43.0 | −20.0** |
| L. S. D. 5% | | 4.85 | | 4.85 | | 5.17 | | 5.17 |
| L. S. D. 1% | | 6.65 | | 6.65 | | 7.08 | | 7.08 |
| C. V. (%) | 10.0 | | | | 9.8 | | | |

由表六及七知石灰石粉在施氮 (1gN/Pot) 情形下對水稻谷藁收量非但沒有增產，反而抑低產量。在缺氮之情形下（即不施氮）才有稍許的正效果。

根據山口氏報告[4]，幼穗形成期之石灰追肥可抑止水稻無效分蘗，增加粒數及千粒重，但石灰之多量基肥卻能抑止分蘗而致使減產。又石灰對水稻的氨態氮素吸收實具有阻止的作用。石灰既可解放土壤中有機態氮以供水稻利用，另一方面又阻其吸收，此兩相反因子如何影響水稻對氮素之吸收或如何影響水稻之生育和收量，當依土壤肥沃度，施用量以及石灰之施用時期等因素而不同。

在本試驗中，無論盆栽或是田間，石灰石粉施用區之水稻在其生育初期葉色均較對照區稍黃，株高和分蘗亦略低少，尤以盆栽試驗最爲明顯。可見石灰石粉既無一般石灰之解放土壤有機態氮素之能力反而有抑抵氨態氮素吸收之可能。

在盆栽試驗中，有施硫銨之情形下，鈣對谷藁產量均呈顯著之負效果但在不施硫銨之情形下(即缺氮)，石灰石粉之施用與不施用在收量間則無顯著之差異，此種結果如以上面現象說明，或許爲施用硫安各區之土壤中氨態氮素濃度較高故水稻吸收時，其所受鈣之影響相對的大所致，惟是否如此屬尙待證實。

## 三、石粉對紫雲英及大豆之肥效試驗

1. 試驗方法

A. 試驗地點及土壤

表八 試驗地點及土壤

| 作物 | 試驗地點 | 土類 | 土壤質地 | pH |
|---|---|---|---|---|
| 紫雲英 | 桃園東埔 | 紅壤 | 粘質壤土 | 4.9 |
| 大豆 | 竹北 | 砂岩頁岩質冲積土 | 壤土 | 5.8 |
| 大豆 | 屏東麟洛 | 粘板岩及砂頁岩質冲積土 | 泥砂質粘壤土 | 5.1 |

B. 田間設計採用隨機區集法五重覆，小區面積爲 1/1,000公頃。試驗處理分如下六種。

(1) 對照區　不施石灰石粉及磷鉀
(2) 磷鉀區　施用磷鉀各40 kg/ha
(3) 4噸/公頃　石灰石粉施用區(但不施磷鉀)
(4) 2噸/公頃　石灰石粉＋磷鉀($\frac{P_2O_5}{40}$—$\frac{K_2O}{40}$kg/ha) 施用區
(5) 4噸/公頃　〃　〃
(6) 6噸/公頃　〃　〃

磷鉀各以過磷酸鈣及硫酸鉀供之。

C. 各種作物之播種以及其他栽培管理方法均按照一般農家慣例行之。播種時期，紫雲英在11月初係利用水田冬季裏作，屏東大豆（百美豆）爲10月20日亦爲水田裏作（或稱秋作大豆）。竹北大豆(三國種)則於第一期作水田收穫後之7月中旬播種，屬夏作大豆。各地石灰石粉之施用日期均較播種期提前1～2星期。

2. 試驗結果

① 紫雲英

表九　紫雲英收量 (kg) 及 pH 測定結果

| 處理別 | 鮮態莖葉 | | 子實 | | 收穫時土壤pH |
|---|---|---|---|---|---|
| | 產量 | 指數 | 產量 | 指數 | |
| (1) 對照區 | 12,600 | 100 | 500.8 | 100 | 4.7 |
| (2) 磷鉀區 | 16,150 | 128 | 503.8 | 101 | 5.0 |
| (3) 4 ton/ha 石灰石粉施用區 | 12,120 | 96 | 500.4 | 100 | 7.1 |
| (4) 2 ton/ha 石灰石粉+磷鉀施用區 | 13,940 | 111 | 543.8 | 109 | 6.2 |
| (5) 4 ton/ha 石灰石粉+磷鉀施用區 | 15,340 | 122 | 481.0 | 96 | 6.7 |
| (6) 6 ton/ha 石灰石粉+磷鉀施用區 | 15,300 | 122 | 464.6 | 93 | 7.0 |
| L. S. D. 5% | 1,540 | | 30.5 | | |
| L. S. D. 1% | 2,100 | | 41.5 | | |
| C. V. | 8.2 | | 4.6 | | |

再就本試驗中第 1, 2, 3, 5 處理，即石灰石粉 (L) 與磷鉀 (PK) 各兩施用平準之因子試驗部分加以試因之再分析測驗 F 值如下：

表十　各種試因之再分析（紫雲英試驗）

| 試因 | 鮮態莖葉收量F值 | 子實收量F值 | 理論F值 |
|---|---|---|---|
| 石灰石粉 L | 2.56 | 1.37 | 4.73 / 9.33 |
| 磷鉀 PK | 69.00** | 0.68 | 〃 |
| 石灰石粉×磷鉀 L×PK | 0.22 | 1.27 | 〃 |

就紫雲英莖葉產量觀之，(表九及十)磷鉀之肥效非常顯著，惟石灰石粉之效果却不顯著。石灰石粉與磷鉀之間亦無顯著的連應關係。

至於紫雲英子實產量則磷鉀之效果甚微。反之以 2 ton/ha 石灰石粉施用區爲最好。過多之石灰石粉施用又導致不良效果。此種結果顯然與莖葉產量所得者不符而令人費解。是否屬實或有他原因尙待繼續試驗，方可明瞭。

(2) 大豆

表十一大豆收量 (kg) 及 pH 測定 * 結果

| 處理別 | 竹北 | | | | | 屏東 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 子實 | | 鮮態莖葉 | | 收穫時 | 子實 | | 收穫時 |
| | 產量 | 指數 | 產量 | 指數 | 土壤pH | 產量 | 指數 | 土壤pH |
| (1) 對照區 | 2,368 | 100 | 3,132 | 100 | — | 417 | 100 | 5.3 |
| (2) 磷鉀區 | 2,448 | 103 | 3,440 | 110 | 5.4 | 453 | 109 | 5.3 |
| (3) 4 ton/ha 石灰石粉施用區 | 2,268 | 96 | 2,904 | 93 | — | 535 | 128 | 6.0 |
| (4) 2 ton/ha 石灰石粉+磷鉀區 | 2,516 | 106 | 3,528 | 113 | 7.1 | 387 | 93 | 6.0 |
| (5) 4 ton/ha 石灰石粉+磷鉀區 | 2,436 | 103 | 3,620 | 115 | 7.3 | 477 | 114 | 6.4 |
| (6) 6 ton/ha 石灰石粉+磷鉀區 | 2,472 | 104 | 3,248 | 104 | 7.3 | 402 | 96 | 6.4 |
| L. S. D. 5% | .N.S | | 431 | | | N. S. | | |
| L. S. D. 1% | | | 588 | | | | | |

如紫雲英，就竹北大豆根莖葉收量第 1, 2, 3, 5 處理所得數據加以試因之再分析，測驗 F 值如下：

表十二　竹北大豆莖葉產量試因再分析

| 變　　因 | 鮮態莖葉收量 F 值 | 理　論　F　值 |
|---|---|---|
| 石灰石粉 L | 0.027 | {4.75<br>{7.33 |
| 磷鉀 PK | 12.03** | |
| 石灰石粉 × 磷鉀 L × PK | 1.91 | |

由表十一及十二知大豆試驗部份，除屏東一地因氣候不良，收量不正常，誤差較大，致使處理間之效果差異無法顯著外，竹北試驗地仍如紫雲英表示磷鉀之效應無論在子實或植物體均屬良好。至於石灰石粉之效果則仍不顯著，石灰石粉與磷鉀之間亦無顯著的連應關係。

## 四、摘　　要

1. 石灰石粉對水稻之肥效並不甚顯著，雖然其施用區谷，藁產量均稍高於對照區，惟差異不多。第一期作所施石灰石粉在第二期作時並無殘效表現。

2. 石灰石粉對紫雲英及大豆亦無顯著肥效，惟磷鉀則有之。

## 參 考 文 獻

（1）張守敬、步淼昇：臺灣酸性土壤栽培水稻之石灰施用量試驗
第一報：農業研究 1 卷 2 期 1950
第二報：農業研究 2 卷 1 期 1951
（2）MITSUI S.: Inorganic nutrition fertilization and Soil amerioration for lowland rice, 1954.
（3）臺灣省農業試驗所、年報、民國四十六年
（4）山口正夫等：水稻に對する石灰施用意義の再檢討，第一～六報日本土壤肥料學雜誌 25 卷 No. 4, No. 6, 26 卷 No. 1, 27卷 No. 10, 28卷 No. 10及29卷 No. 5.

# EXPERIMENT OF GROUND LIMESTONE ON VARIOUS CROPS

by

S. LIAN, H. P. WEN & K. C. LIN

## SUMMARY

Experiment of ground limestone on rice, astragalus, and soybean were carried out during 1958-'59. The results obtained are briefly as follows.

1. The effect of ground limestone on the yield of rice was not very significant; the increase of yield caused by the application was merely about 5%.

2. Ground limestone also showed no significant effect upon the yield of astragalus and soybean. The P-K treatmuts, however, revealed considerably superior effect upon the yield of them.