

石灰資材應用於大面積酸性土壤之改良成效(一) 苗栗通霄胡麻驗證

農試所農化組 江志峯

一、前言

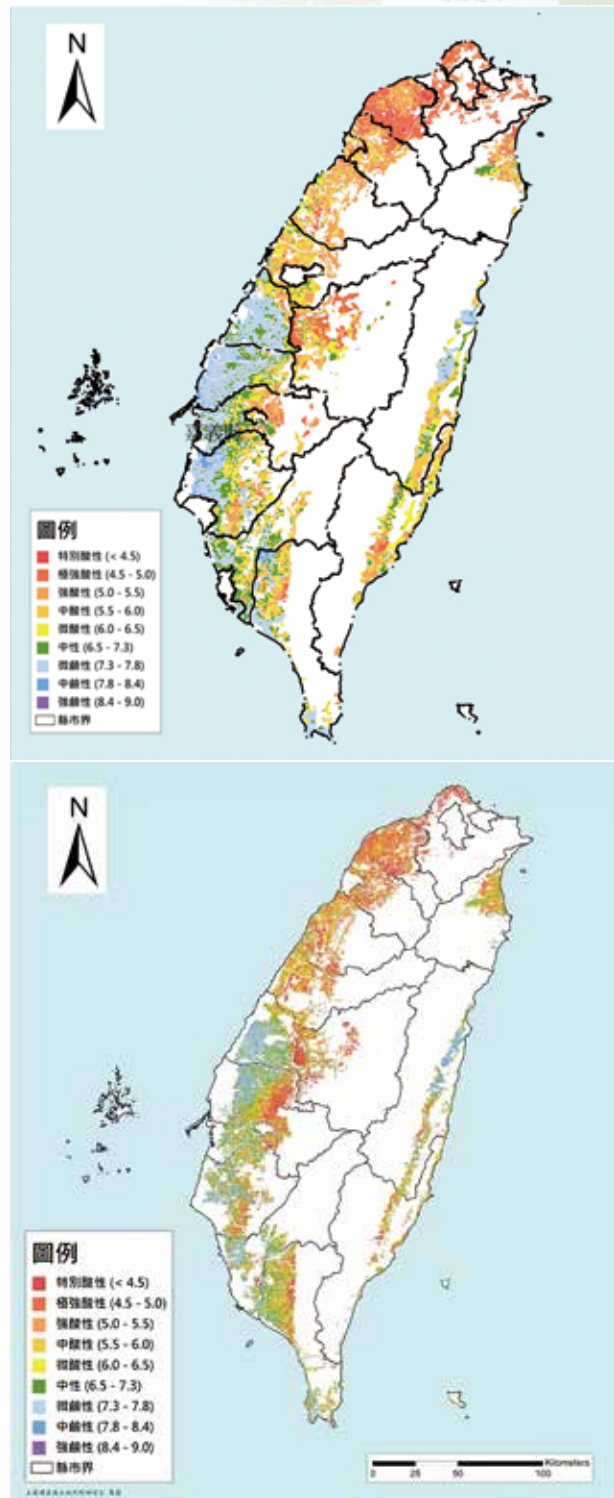
台灣由於地處熱帶和亞熱帶，高溫多濕，使土壤礦物風化迅速，而農民耕作頻繁，作物從土壤中吸取很多的鹽基養分，再加上化學肥料大量施用的影響下，土壤酸化相當普遍。根據農業試驗所統計，在已調查80萬公頃耕地土壤中，土壤酸鹼值(pH值)5.5以下之強酸性土壤有28萬公頃之多，占總面積35%。將1967年與1997年土壤pH值調查資料繪製成圖。由圖一可知，北部地區土壤pH值有提高的趨勢。1995年郭等人報導指出，自1967至1994年間，台南永康、西港、佳里、七股及安定等鄉鎮之土壤pH值已降低0.4至0.7個單位。土壤的酸鹼值和肥料的有效性有很大的關係，大多數養分在微酸性與中性的土壤中較易被作物吸收利用。酸性土壤中阻礙作物生長之因素，主要包括：(一)酸性對土壤中養分有效性之影響，例如：1.土壤磷被固定量增加，致使有效性降低，2.土壤中鈣、鎂、硼易流失，因而土壤中這些營養要素含量降低，3.土壤中鉬素溶解性減低，其有效性因而降低，4.土壤硝化作用受阻轉而累積銨含量，因拮抗作用減低作物對鉀、鈣、鎂的吸收力，並因硝酸態氮的減少而影響作物對氮的吸收，減低土壤氮的有效性，5.酸性土壤中鐵、錳、銅、鋅等要素的溶解性增加，有時會因含量過多，造成作物毒害與生長障礙；而另一方面，也可能會因土壤長年淋洗，導致這些營養元素缺乏。(二)土壤酸性增加時養分保持力隨鹽基交換容量減少而降低，故酸性土壤之施肥易導致鹽害也易致使養分的流失。(三)土壤酸性增加時降低細菌相對豐度與多樣性。根據報導指出，土壤細菌的相對豐度和多樣性都與pH值呈正相關，但土壤真菌的相對豐度不受pH值的影響，而真菌的多樣性也僅與pH值有微弱的相關性(Rousk et al. 2010)。研究顯示，施用石灰提高pH值，可以減少菸草青枯病的發生(Li et al. 2017)，另外，在未滅菌的酸性土壤中添加氫氧化鈣提高土壤pH值，可

作者：江志峯助理研究員
連絡電話：04-23317404

抑制甜菜立枯病菌(*Rhizoctonia solani* Kühn)的發病率(Watanabe et al. 2011)。過去試驗研究已證實，施用石灰資材對中和土壤酸性、增進地力有顯著的效果，本文乃簡介在酸性土壤地區大面積施用3種主要石灰資材，包括石灰石粉(碳酸鈣)、苦土石灰(碳酸鈣鎂)及矽酸鈣對酸敏感作物改善其生長的具體成效，以供農友參考應用。期能建立區域性大規模施作模式，改善土壤性質，提高農民實質收益。至於施用石灰資材對於瓜果類等其他作物生產的效果驗證，將於陸續另篇敘明。

二、作物耐酸與需鈣、鎂和矽要素的特性及酸性土壤施石灰的好處

土壤溶液中之氫離子濃度為土壤酸性強度之指標，在土壤酸性(pH 4~6)範圍內，氫離子濃度不會構成作物生育阻礙之直接因素。各種作物所適合的土壤pH值範圍因作物之耐酸性不同而有所差異，而土壤施用石灰只有對土壤酸度耐性弱的作物效果較明顯。根據文獻報告載明，一般蔬菜作物之酸性耐度弱，雜糧作物次之，而鳳梨、水稻、茶及一些禾本科草類則強。



圖一、台灣地區農田土壤pH值等級分布圖(上圖根據1967年土壤調查資料繪製，下圖根據1997年土壤調查資料繪製)。

鈣、鎂要素一般稱為次量要素，因其需要量僅次於氮、磷、鉀三要素。在酸性土壤栽培旱作時，此等要素極易缺乏。而土壤酸性本身亦影響作物對鈣、鎂的吸收，且作物對鈣、鎂要素的需求特性不同，均會影響酸性土壤施用石灰的效果。有些作物雖然耐酸性較強，但它們需鈣或鎂較多，此種作物施石灰也有較好效果。另外，矽雖非一般所稱之必需要素，惟對禾本科植物非常重要，酸性土壤又普遍缺乏有效性矽酸，故酸性土壤之稻田需施用矽酸肥料，以增強抗耐病蟲害及抗倒伏性。

三、石灰資材種類與過去大面積施用的困難點

一般改良酸性土壤之資材為鈣、鎂之氧化物、氫氧化物、碳酸鹽或矽酸鹽。由於酸性土壤本身，鈣、鎂、矽等要素之供應較低，作物栽培上易缺此等要素，是故上述石灰資材既為改善土壤酸性之改良劑，亦為植物營養上之鈣、鎂、矽之肥料。惟石灰資材如施用過量，短期將導致鐵、錳、銅、鋅及硼等要素之溶解度減低，易導致其缺乏，故其施用亦應注意適量。

石灰資材雖有許多優點，然過去

國內尚未大面積施行，綜整推展的阻礙因子包括：

- (一) 施用困難且效率低：現階段政府推動的石灰施用改良酸性土壤，因無專門的施用業者，農民根據申請補助的石灰資材自行以手工或小型噴肥機械施用，由於目前石灰只有粉狀劑型，造成施用時的「揚灰」情形，嚴重影響個人健康而降低施用意願。
- (二) 不知該施多少量：由於不同土壤酸化情形不一，無法明確決定該施用多少石灰量，以進行改善。
- (三) 當期作效果不顯著：進行一次石灰施用後，由於土壤酸度改良的效果是漸進式，若一次施用量不足或過量，一些作物無法立即見到成效，農民當期若無法獲得顯著的效果，便不會繼續使用。

表一、不同土地利用調整表土層鈣飽和度至40~60%及土壤pH至6.5時土壤的石灰石粉施用量²

田區	項 目	目 標 值	土壤CEC值 (cmol(+)/kg soil)				
		鈣飽和度 (%)	< 4	4 - 8	8 - 12	12 -16	>16
水田	5.0以下	47	60	120	180	240	300
旱田		60	90	200	320	440	560
水田	5.0-5.5	47	30	75	90	120	150
旱田		60	60	120	180	240	300
水田	5.5-6.0	47	15	30	45	60	75
旱田		60	30	75	90	120	150
水田	6.0-6.5	47	0	15	30	45	60
旱田		60	15	30	45	60	75
6.5以上			0	0	0	0	0

²施用苦土石灰(白雲石)需將表中施用量除以1.09，若施用矽酸鈣則需將表中施用量除以0.86。

單位：(公斤/分地)

四、石灰需要量估算

施用石灰資材不僅能滿足作物對鈣要素需要，而且還能改良土壤的某些物理性狀，促使土壤膠體凝聚，有利於土壤良好結構的形成，目的為提高土壤養分之有效性並改良土壤物理性，使其適合於作物生育。對於不耐酸的作物在酸性下生長受抑制，需以石灰質材料調整土壤pH值達6或6.5以上才能正常生長。

田間計算石灰需要量比較廣泛的使用方法是利用土壤pH值來決定，然而，因土壤的緩衝能力不同，利用土壤pH值估算石灰用量時也應考慮土壤質地，愈粘的土壤應增施石灰用量。考慮作物的特性及農民查用的方便性，農業試驗所農業化學組利用土壤資料庫中土壤酸鹼度、交換性鈣飽和度與陽離子交換容量初步訂定酸性土區所需石灰用量(表一)，並利用機械大面積施布，均勻施用於農田(圖二)，期以增加石灰資材來增

進養分的有效性。同時為考慮不同作物的需鈣性，如耐酸性中等，需鈣較高的大豆作物，在決定土壤石灰施用量時，除提高土壤pH至6.0~6.5之間外，也應提高鈣飽和度50%以上，鹽基飽和度80%以上為理想目標。

五、大面積施用石灰資材對酸性土改良成效與經濟效益估算

案例一：苗栗通霄6公頃，土壤pH平均5.3

- (一) 供試作物：水稻與胡麻輪作。
- (二) 石灰資材：苦土石灰每分地施用200公斤。
- (三) 成果：施用苦土石灰對一期作水稻與後作胡麻生長之影響(圖三)顯示，稻田施用石灰，因減少當季稻熱病發生，可增加10%的稻穀產量。由於稻熱病是由真菌引起，施用石灰可降低土壤酸性，推測因而降低稻熱病發生機率。胡麻吸收過量氮時

易造成植株生長旺盛，葉片大而薄，枝莖細小且軟弱，易倒伏，抗病蟲害能力降低。施用苦土石灰後，改善酸性土壤之鈣、鎂有效性，增進地力及氮肥的利用效率，減少倒伏與病蟲危害，植株生長健壯。



圖二、石灰資材施布機大面積的施用，廣泛均勻的施用於農田，並減少揚灰現象。

案例二：苗栗通霄5公頃，土壤pH平均4.9

- (一) 供試作物：胡麻連作。
- (二) 石灰資材：苦土石灰每分地施用210公斤。
- (三) 成果：胡麻栽培常遇連作障礙，109年經施用苦土石灰後，不但胡麻可連作(圖四)，且可經年性的種植，與不施石灰相同期作胡麻相較，平均產量每公頃由480公斤增加至540~600公斤，產量提高約

12.5~25%；同時60公斤胡麻可榨油量也由對照區21公斤提高至25.5公斤，且因品質好市售單價高，農友平均每分地粗收益提高至34,000元。由於改良當地約100公頃的酸性土壤的生產力，增加胡麻種植面積及產能，也減少政府每年約需進口4萬公噸胡麻缺口，有利擴大本土種植胡麻之競爭力。

六、結語

施用石灰資材之目的為提高土壤養分之有效性，使其適合於作物生育，對於一般作物而言，其目標pH值為6.0~6.5，但會因作物種類而異。幾乎所有的蔬菜作物(特別是甘藍、白菜、菠菜、芹菜等)和豆科作物(例如：大豆、花生等)均不耐酸，而玉米及果樹(柑桔、梨等)則居中。一般而言，耐酸性弱的作物施用石灰效果較好。又酸性土壤中鈣、鎂、矽等要素之供應亦是較低，作物栽培上易缺乏這些要素，石灰資材既是改善土壤酸性之改良劑，亦為植物營養上之鈣、鎂、矽質肥料，據此，有些作物雖耐酸性較強，如水稻，但對於鈣、鎂、矽等要素需求大，施石灰資材也有較好效果。



圖三、施用苦土石灰減少一期作水稻稻熱病的發生(上圖)，並增進後作胡麻對土壤對鈣鎂肥有效性，減少倒伏與病蟲害的危害(下圖)。

施用石灰對作物的栽培生產有很多好處，但過去受限於施用機具未普及，以及缺乏大面積施用之效果驗證及效益評估等因素，導致無法大面積的推廣。近年來，由於施用技術與機械不斷的改進，具改良廣大農田土壤酸度的潛力可提高土地生產力，是值得推廣給農民的一項施肥措施。

七、參考文獻

郭鴻裕、朱戢良、江志峰、吳懷國。

1995。台灣地區土壤有機質含量及有機資材之施用狀況。有機質肥料合理施用技術研討會專刊。台灣省農業試驗所特刊第50號。台中。P72-83。

Li S, Liu Y, Wang J, Yang L, Zhang S, Xu C, Ding W. 2017. Soil Acidification Aggravates the Occurrence of Bacterial Wilt in South China. *Front Microbiol.* 8:703.

Rousk J., Bååth E., Brookes P. C., Lauber C. L., Lozupone C., Caporaso J. G., et al. 2010. Soil bacterial and fungal communities across a pH gradient in an arable soil. *ISME J.* 4, 1340-1351.

Watanabe, K., Matsui, M., Honjo, H., Becker, J. O., and Fukui, R. 2011. Effects of soil pH on

Rhizoctonia damping-off of sugar beet and disease suppression induced by soil amendment with crop residues. Plant Soil 347:255-268.

八、誌謝

本篇報告承農業委員會農業試驗所農業化學組張翊庭助理研究員提供農田土壤反應圖資料；農業委員會農糧署「友善環境農業資材推廣計畫」經費大力的支持，謹此致謝。



圖四、連續種植兩期胡麻，第二期作生長不良(上圖)，施用苦土石灰改良後，第二期作生長良好(下圖示範區)。