

# 強酸性土壤改良

羅秋雄

桃園區農業改良場

## 一、何謂酸性土壤：

在土壤中之水溶解部分物質，構成土壤溶液，在土壤溶液中有氫離子( $H^+$ )與羥離子( $OH^-$ )存在，二者之比例不同，而有不同之酸鹼反應，稱之為土壤反應(Soil Reaction)，是土壤極重要的性質，通常以pH值表示之；即 $pH = \log[H^+]$ ， $H^+$ 濃度大( $OH^-$ 濃度低)，pH值小，土壤呈酸性反應， $H^+$ 濃度小( $OH^-$ 濃度高)，pH值大，土壤呈鹼性反應， $H^+$ 與 $OH^-$ 濃度相等時，pH值為7，即土壤呈中性反應。

土壤中的氫離子( $H^+$ )存在形態可分二部分，一部分存在於土壤溶液中，稱之為游離酸(活性酸)，另一部分吸附在土壤膠體的表面，稱為交換性酸或潛在酸，二者可以互動的，形成動態平衡，當土壤溶液中 $H^+$ 受外界的影響而使濃度增加時，則會有部分 $H^+$ 進入膠體表面成為吸附之 $H^+$ ，反之，土壤溶液 $H^+$ 濃度降低時，膠體表面吸附 $H^+$ 會釋放進入土壤溶液中，此種情形在改良酸性土壤上極具有意義。土壤pH值與酸鹼性等級區分表如后：

pH 範圍	土 壤 反 應
<4.5	極酸性(Extremely acid)
4.5-5.0	極強酸性(Very strongly acid)
5.1-5.5	強酸性(Strongly acid)
5.6-6.0	中酸性(Medium acid)
6.1-6.5	微酸性(Slightly acid)
6.6-7.3	中性(Neutral)
7.4-7.8	弱鹼性(mildly alkaline)
7.9-8.4	中鹼性(Moderately alkaline)
8.5-9.0	強鹼性(Strongly alkaline)
>9.0	極強鹼性(Very strongly alkaline)

## 二、酸性土壤對作物的影響：

(一)作物對土壤酸性之適應：

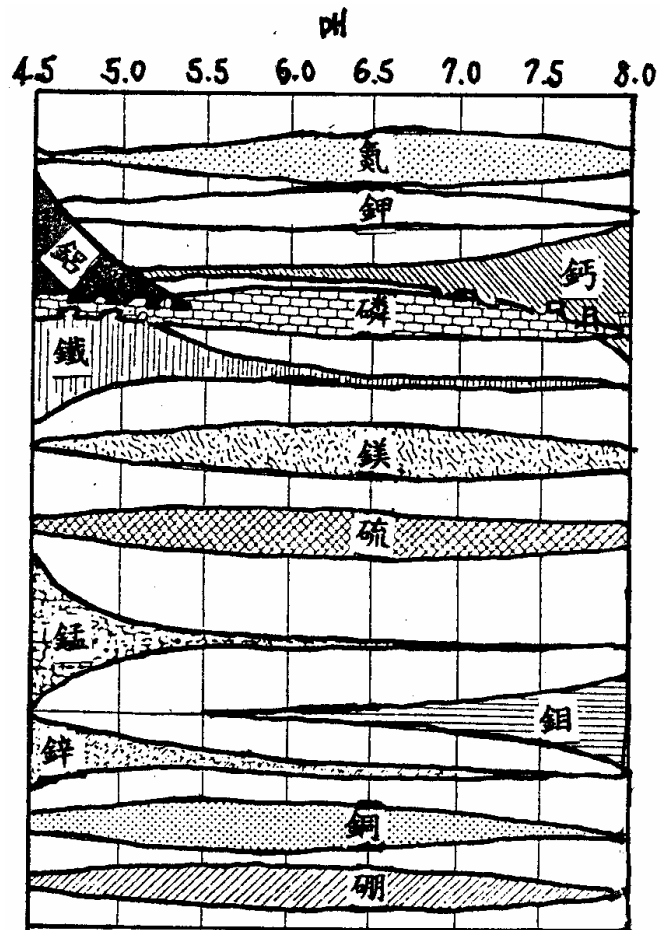
作物種類不同對土壤酸鹼性之適應能力也各異，作物栽培應擇適合之土壤環境，才能獲得良好的生產，也可增加不良外在條件之抵抗力，因此，選擇適宜之土壤反應範圍或調整土壤反應，使之適宜作物之需要，是作物栽培上不可或缺的要件，茲將重要作物適宜之土壤pH值範圍列如下表：

主要作物適宜土壤酸鹼度(pH)範圍

作物	最適pH	作物	最適pH	作物	最適pH	作物	最適pH
水稻	5.0-7.0	香蕉	6.0-6.7	蘭類	4.0-5.0	甘藍	5.5-6.8
大麥	6.5-8.0	柑桔	5.2-6.4	菊花	5.5-6.5	白菜	5.5-6.8
小麥	5.5-7.0	鳳梨	5.0-6.0	天竺葵	5.0-7.0	芹菜	5.5-6.8
蕎麥	5.5-7.0	枇杷	5.0-6.0	非洲菊	6.0-7.0	韭菜	6.0-6.8
燕麥	5.5-7.5	荔枝	5.0-6.5	秋海棠	5.0-7.0	大蒜	5.5-7.2
黑麥	5.0-7.0	番石榴	5.5-6.5	翠菊	6.0-8.0	洋蔥	5.5-6.8
玉米	5.0-7.0	釋迦	5.5-6.5	金魚草	6.0-7.5	蘆筍	6.0-6.8
小米	5.0-6.5	蓮霧	5.5-6.5	波斯菊	5.5-6.5	花椰菜	5.0-6.8
甘藷	5.5-7.0	芒果	5.5-6.5	百日草	6.0-8.0	馬鈴薯	6.0-7.0
花生	5.5-7.0	木瓜	5.5-6.5	三色堇	6.0-6.5	蘿蔔	4.8-5.4
蜀黍	5.5-7.5	楊桃	6.0-6.5	矮牽牛	6.0-7.5	胡蘿蔔	5.0-6.8
大豆	5.5-7.0	棗	5.5-6.5	萬壽菊	5.5-6.5	番茄	5.0-6.8
紅豆	5.0-7.2	葡萄	6.0-7.4	唐菖蒲	6.0-7.5	草莓	5.0-6.8
茶	4.5-6.0	梨	5.2-6.1	孤挺花	5.5-6.5	胡瓜	5.5-6.8
食用甘蔗	5.5-7.5	桃	4.9-6.0	美人蕉	6.0-7.0	洋香瓜	5.5-6.8
向日葵	6.0-7.5	李	5.0-6.0	大岩桐	5.0-6.5	西瓜	5.5-6.8
油菜	6.0-7.5	梅	5.0-6.0	大理花	6.0-8.0	西瓜	5.5-6.8
菸草	5.5-7.5	蘋果	5.5-6.6	仙客來	5.5-6.5	毛豆	6.0-6.7
蕪菁	5.5-6.8	柿	5.5-6.6	風信子	6.0-7.5	菜豆	5.5-6.8
甘蔗	6.0-8.0	栗	4.6-5.6	火鶴花	5.5-6.5	豌豆	5.5-6.8

(二)土壤pH對植物營養要素之影響：

土壤中植物營養要素之存在量與存在型態，均與土壤pH值有密切關係，尤其是營養要素的有效性受pH值之影響至大，茲以下圖表明各種植物營養要素之效率與土壤pH值之關係，圖中線條寬度之大小，表示其效率之大小。



土壤pH與植物養分有效性之關係圖

酸性土壤對植物營養關係說明如下：

1. 溶解性鐵、鋁、錳之毒害，土壤酸性愈強則溶解性鐵、鋁、錳愈多，對許多作物造成毒害，也影響作物之生產。
2. 磷的效率低，磷多與鐵、鋁結合形成不溶解性之磷酸鐵與磷酸鋁等化合物，有礙作物對磷之吸收。
3. 有機態氮、磷、硫等元素，不易釋放供作物攝取，因在酸性土壤中微生物分解有機物受阻。
4. 鈣、鉀、鎂要素缺乏，土壤受雨水之淋洗，土壤中鈣、鉀、鎂等元素流失，造成這些元素之缺乏，也影響作物之攝取。
5. 鉬之溶解度低，植物難以攝取利用，對需要鉬之作物容易缺乏。
6. 土壤中有益微生物分解受阻，如分解有機物之放射菌及細菌、固氮菌、硝化細菌等，其繁殖活性受阻，影響作物之生育及產量。

三、酸性土壤分布：

台灣地區之土壤，受先天成土條件及雨水淋洗，及後天長期集約耕種利用，長期施用化學肥料，工業發展造成酸雨等之影響，除部分之沖積土外，大部分地區土壤屬酸性土壤，依據省農試所於民國四十八年至五十六年採樣

調查，有60 %之農田土壤屬酸性土壤，其中有33 %為強酸性土壤，其pH值在5.5以下，又山坡地土壤受雨水沖刷，土壤中許多鹽基元素流失，除泥岩(青灰岩)及東部海山脈地區外，一般多屬酸性土壤，可見台灣地區酸性土壤之分布相當普遍，又大多數作物適宜的pH值範圍在6.0至7.0之間，顯示酸性土壤之改良對農業生產之重要性。

#### 四、酸性土壤之測定方法：

##### (一)試紙呈色反應法：

將具有代表性之土壤樣品放入試碟或試管中，定量之蒸餾水，充分攪拌後靜置一小時後，取其澄清液滴在反應試紙上，觀察其變色反應，再對照標準比色表，即可查出其pH值，其數值較粗放，在田間速測時可使用。

##### (二)試劑比色測定：

其原理與前法相同，其製備需土壤加入pH抽取液(Extractor)及pH值指示劑(pH Indicator)作用呈現出顏色，再以比色表查出pH值，在市面上可購得，如FHK土壤酸度檢定器 Sudbury soil Test Kit和Green OM-2pH檢定器等，詳細用法參閱說明書內容。

##### (三)金屬電極檢測：

利用金屬電極面與土壤溶液接觸法的原理製成，可在田間將酸度計金屬面完全插入土壤中一分鐘後，其指針穩定後之數值即可讀之。使用前如土壤過乾或肥料過多時，宜以適量清水或蒸餾水灌施20~30分鐘後再測定，如日「本竹村」儀器公司產品—土壤酸濕度計等。

##### (四)玻離電極法：

即現行之測定法，在農業改良場均採用之，其原理是將玻離電極與基準電極插入試液中時，即形成一種化學電池，其電動勢即可得知試液的pH值，除測定器具外，尚須要有pH 4、7及10之緩衝液供為校正之用，測定時須將土壤加蒸餾水充分攪拌混合，土壤與水的比例不同其測值也不同，一般土壤目前所採用的比例為1：5。

#### 五、土壤酸性之矯正

##### (一)適於減低土壤酸性之化合物：

酸性土壤係因缺少交換性陽離子所致，因此施用含所需一種或數種金屬陽離子的化合物，即可矯正土壤酸性，而此種化合物必須價格低廉，來源充裕，確實能減少土壤溶液中 $H^+$ 的濃度，與土壤發生反應作用不過於激烈，所供應之陽離子具有可促進土壤膠體團粒作用，不易由排水流失。因此以鈣、鎂二元素最適合，可以符合前述條件。以此二種元素之碳酸鹽及氧化物、氫氧化物為理想之改良資材，亦稱為石灰資材。

## (二)石灰之種類：

- 1.生石灰或稱氧化石灰(CaO)：一般農用者純度為85-95%，其餘尚有夾什物如粘土及鐵化物，因鹼性最強，處理上較困難，使用時先將生石灰浸入水中3-4分鐘，待氣泡不再冒出時，取出堆積於地上，固塊逐漸崩解成為粉末狀，隨即可撒佈於田間。
- 2.消石灰或稱熟石灰(Ca(OH)<sub>2</sub>)：是生石灰加水消解而成之氫氧石灰，白粉末狀，其純度約為95%，鹼性強，需裝袋，通常保有相當量之氧化物及其他石灰化合物。
- 3.碳酸石灰或石灰石粉：主要化合物為碳酸鈣與白雲石，其所含之比例各不同，純度由79%至99%不等。
- 4.副產石灰：以碳酸石灰為主的工業副產品，亦可作農用石灰，其來源不同，成分亦不一，如矽酸爐渣含有矽。作肥料用者須依法辦理登記，除保證成分氧化鈣、氧化鎂等外，其有害成分之含量也加以限制，以免施用後污染土壤。

## (三)石灰資材之選用：

選用石灰種類應由下列因子來決定：

- 1.成分與價格：按石灰之成分與價格為基準求出所施石灰之當量價值，以求同樣的價錢，那一種石灰的中和力強者即為選用之目標。
- 2.與土壤反應之速度：石灰成分不同，其反應速度也異，如要求速效者以生石灰及消石灰為宜，但其持久性則不若石灰石粉。
- 3.細度：顆料之細度影響其中和力，顆料細小者其表面積大，作用也快速，但持久性差，因此細度也是石灰材料規格之一，一般以60%可通過60篩目者為標準，含有大小不同粒子，施用後可有快慢不同效力。
- 4.作物的需要：石灰材料不同，成分亦不一，如禾木料作物需要矽者選用含的資材如矽酸爐渣，果樹類需鎂則以白雲石之石粉如苦土石灰。
- 5.使用及管理難易：石灰材料之搬運及貯存是否方便也是重要因素，此外在目前人工費用高，機械施用之方便也是決定因子。

## (四)石灰需要量：

一般而言，將每公頃的表土土壤反應提高到所需要的pH值所需石灰量，稱之石灰需要量，可參照前表之不同作物調整至所需要的pH值範圍。因為土壤質地及有機物含量不同影響石灰用量，可採土壤樣品測定石灰需要量來估算之。又為不使土壤反應過於激烈，不宜一次就調到所需要的pH值，即不要一次施用大量的石灰，分次逐步改良方法，達到下限之pH值，一般作物以pH 6即可，目前由府推廣之酸性土壤改良，以pH值5.5以下之強酸性土為實施改良之目標。以矽酸爐渣為例長期作物施用3噸/公頃，短期作物2噸/公頃。如改用其他資材其中和力強者用量可酌減，參考下表調整石灰材料用量。

### 常用石灰資材之中和力

名稱	化學式	中和能力 (以碳酸鈣為100)
貝殼粉	CaCo3	95
石灰石灰粉(碳酸鈣)	CaCo3	100
消石灰	Ca(OH)2	120-135
生石灰	CaO	150-175
白雲石粉	CaCo3. MgCo3	110
矽酸爐渣	CaSiO2	60-80

#### (五)石灰使用應用注意事項：

- 1.避免過量施用，以免引起土壤pH值劇烈變動，作物難以適應，土壤微量元素有效性劇減，發生缺乏，且會造成土壤結塊或變硬，最好採土壤送當地農業技術單位分析，依據其推薦量施用為宜。
- 2.配合有機肥料使用，以免使土壤物理性變劣，養分元素逐漸枯竭，因此需配合有機材料施用。
- 3.使用方法要正確，用量要適當外，施用時要與土壤充分混合，不宜條施或穴施或表面撒施。
- 4.避免與酸性化學肥料混合施用，以減少肥分之揮發或固定，降低肥效。