

海埔新生地——慈湖農場土質初探

高中組地球科學科第三名

金門地區金門農工

作者：王雅娟、董碧雲

指導教師：許志仁、葉鈞培

一、研究動機

地球是只有一個，由於人口的過度成長，可以想見生活的空間是愈來愈狹小了，我們需要更多的土地來居住，來生產糧食，世界上有許多與海爭地的例子，都極為成功，值得我們學習，今天在金門地區我們也接觸了幾個海埔新生地的開發及應用的例子，我們選了專為農漁生產的慈湖農場，作土質方面的分析調查配合實地的參觀訪問，希望能激起大家對於新生地的愛護與研究。

二、研究目的

土地是農業的根本，而土地的適合農業生產與否就要看土質的好壞，本研究以探討海埔新生地的土質為重點並且與一般的砂質壤土對照，希望對於慈湖農場往後的客土作業及政府的開發海埔新生地計畫，有所助益。

三、研究器材

自動上皿天平、盤稱、篩子一組、研鉢、PH計、烘乾箱、滴定裝置。

採集工具組（鏟子、鐵錘、塑膠採集管、包裝帶、尺等）。

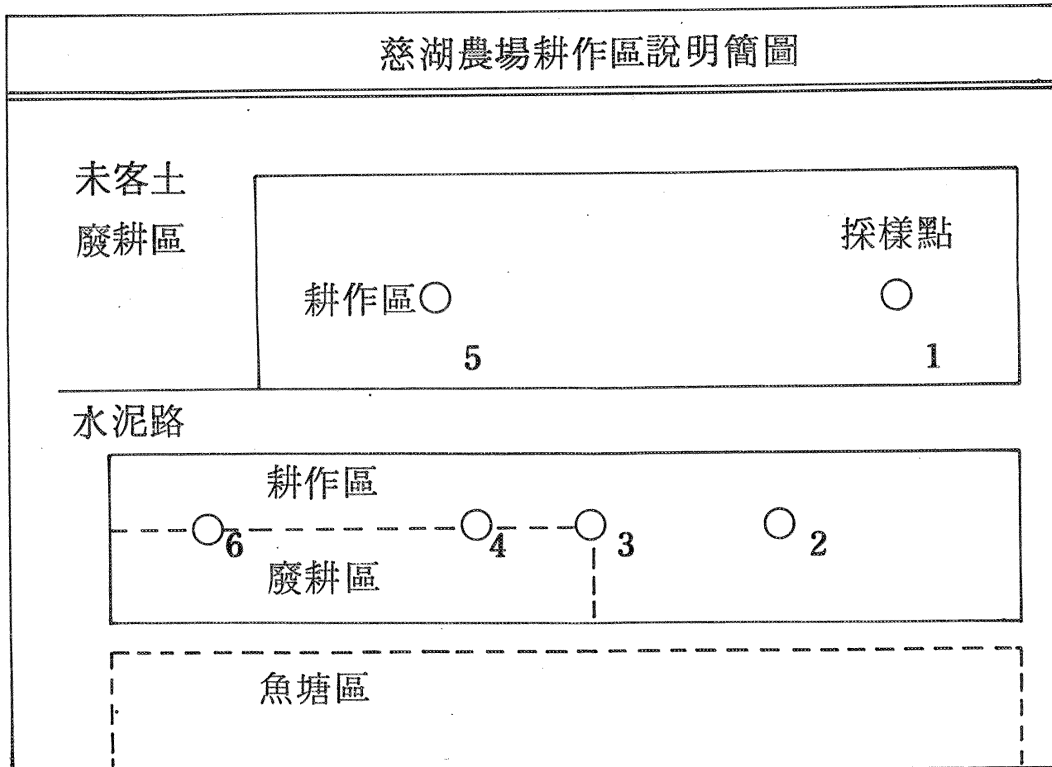
滴定藥品（0.1 M硝酸銀滴定液、鉻酸鉀指示劑）。

試管、燒杯、量筒等。

四、研究過程與結果

(一)土樣採集：

1. 下圖為慈湖農場目前土地使用簡圖。



2. 選用六個採樣點（如圖示）均勻分配於農場的代表性位置（相距 100 - 150 公尺）。

3. 每樣點取樣原則如下：

(1) 0 ~ 20 公分表層土取樣約 3 公斤分別標示。

(2) 20 ~ 40 公分底層土取樣約 3 公斤分別標示。

4. 未客土廢耕區採集約 3 公斤樣土。

5. 採樣點 1 以直徑 4.5 cm 長 32 cm 塑膠管垂直打入土中，整管連土壤取出封好。

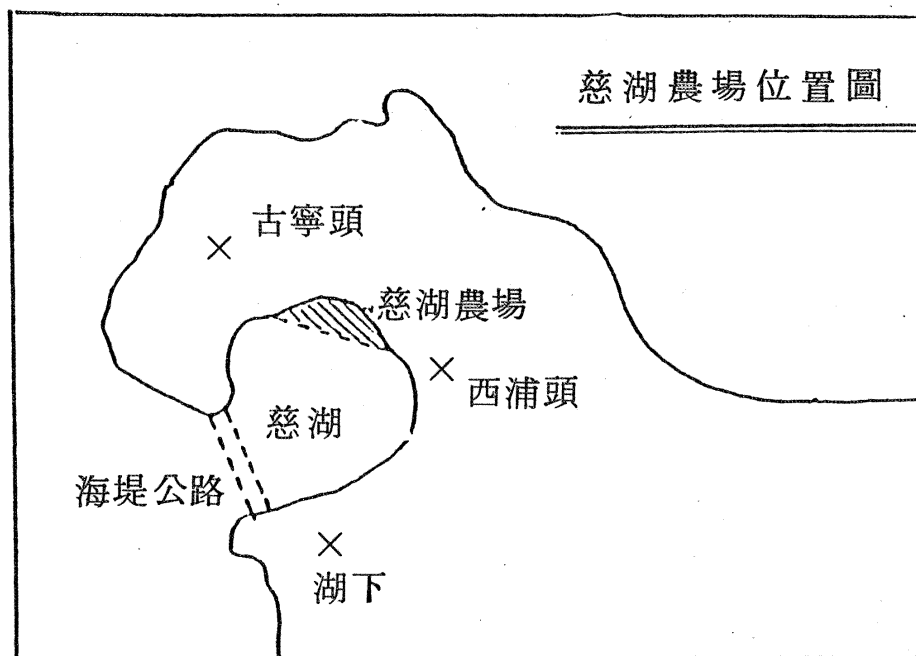
6. 湖前村採比較用砂質土壤土如 3 及 5。

7. 取慈湖農場堆放的客土紅沙及海沙。

(二)現況訪問觀察：

與農場住戶討論耕作情形，客土開發歷史，並實地田間觀察結果如下：

1. 農場位於金門西北部，屬金寧鄉在西浦頭與古寧頭之間（如簡圖）修築海堤公路完成後於民國六十六年成立命名為慈湖富康農莊。
2. 十餘年中政府分年（到目前已四次）補助經費每戶達五萬元配合農家進行客土改良目前各區農地客土深度約在10至15公分。
3. 目前農場共有12戶，每戶擁有1公頃土地及魚塘。
4. 進行開發時間約為10年，自5、6年前才能正常耕作，但是農作物生長不良，常有枯死腐爛現象。
5. 排水系統不良，下雨有積水現象，較低窪處目前有7戶各有約 $\frac{1}{3}$ 公頃無法耕作任其荒蕪有些寸草不生，魚塘專業飼養的很少。
6. 10至15公分以下底層土及未客土田地為灰黑色海積土，質地黏細，乾旱時堅硬無比。
7. 作物以高粱為主，甘薯、蔬菜等生長不良。



(三)土樣處理：

按採樣地點及表層土、底層土分組進行處理。

1.風乾土壤

把土壤樣品平鋪於舊報紙上，靜置於空氣流通的實驗室內三天，使水分自行蒸發逐漸變乾。

2.磨散土團

把風乾土壤樣品用研鉢小心把土粒團塊壓散。

3.篩掉石塊

以自製簡單篩子（42目／平方公分）篩去過大的石塊及未散開的土粒團塊，完成風乾土樣品，準備作土壤實驗。

(四)土壤實驗：

1.土壤水分的測定

測量風乾土中吸著水的含量，操作如下：

(1)測量培養皿重量W₁

(2)取適量風乾土於培養皿中測量其重量W₂。

(3)風乾土含皿裝入電烤箱中，調節溫度至105℃烘乾24小時。

(4)取出樣土（含培養皿）秤其重量W₃。

(5)計算得：風乾土重量W₄ = W₂ - W₁

烘乾土重量W₅ = W₃ - W₁

水分含量% = (W₄ - W₅) / W₅ × 100%。

2.總體密度的測定

測量單位體積的烘乾土所含的質量，操作如下：

(1)用自動天平秤烘乾土的質量M。

(2)用量筒測量烘乾土的體積V（含孔隙）。

(3)計算得：總體密度 = M / V。

3.土粒密度的測定

測量土壤固體物質的真正密度（不含孔隙）操作如下：

(1)用天平測量烘乾土的質量M，用量筒測量其體積V₁

(2) 烘乾土灑入 V_2 體積的水中，記錄最後總體積 V_T

(3) 計算得：土壤真正體積（不含孔隙） $V = V_T - V_2$

$$\text{土粒密度 } D = M / V$$

4. 孔度的測定

測量土壤中未被固體所佔的空間（此部分常被空氣及水填滿）

操作如下：

(1) 以量筒量得烘乾土體積 V_1 灑入有 V_2 體積的水中。

(2) 記錄水加烘乾土的體積 V_T 。

(3) 計算得：孔隙體積 $V_{\text{孔}} = V_1 + V_2 - V_T$

$$\text{孔度 } (\%) = V_{\text{孔}} / V_1 \times 100\%$$

5. 粗孔隙率的測定

測量土壤中易為空氣流通的孔隙，一般粗孔隙直徑多在 0.06 公厘以上，又可稱為通氣孔度，操作如下：

(1) 以長 32 公分，直徑 4.5 公分的塑膠管打入田中取樣，取出塑膠管（滿管土壤）。

(2) 塑膠管底部以一張濾紙包好，直立於水桶上，使管底恰與水面接觸，任其充分吸水直到全部潤濕。

(3) 取出塑膠管直立讓多餘的水滴出。

(4) 含塑膠管稱樣土重，搗出樣土置於盤中於烘箱中烘 24 小時（ 105°C ）。

(5) 稱烘乾土重量求濕土與烘乾土的重量差 W ，即為失水重。

(6) 求管的體積 $V = 3.1416 \times (4.5 / 2)^2 \times 32 = 509$

(7) 計算得：含水體積百分率 $(\%) = W / V$

(8) 由孔度測定實驗中查得平均孔度體積 $(\%)$

(9) 計算得：粗孔隙體積 $(\%) = \text{孔度體積 } (\%) - \text{水體積 } (\%)$

6. 酸鹼度測定

測量土壤的酸鹼性，操作如下：

(1) 取樣土 20 克於小燒杯中，加入 20 克蒸餾水攪拌成糊狀，靜置一日沉殿。

(2) 校正 PH 計。

(3)測量浸泡液酸鹼值。

(4)用蒸餾水清洗並重複實驗。

7.土壤顆粒分析

測量土壤中固體組成的粗細情形，操作如下：

(1)取每平方公厘40目、100目、150目、200目篩子重疊而下備用。

(2)取樣土 200 克由40目篩子傾入篩選。

(3)測量未通過40目，未通過100目，未通過150目，未通過200及通過200目的重量百分率。

8.相對含鹽量滴定分析

測量相對氯離子(Cl^-)濃度推測土壤中鹽 $NaCl$ 的含量多寡，操作如下：

(1)取 20g 樣土於小燒杯中加入20克蒸餾水充分攪拌，靜置一天沉澱。

(2)抽取沉清浸泡液以濾紙過濾，取15cc於小試管中備用。

(3)以 0.1 M 硝酸銀 $AgNO_3$ 溶液為滴定液鉻酸鉀 K_2CrO_4 為指示劑，當化學反應完成時顏色由黃變成紅棕色，滴定即完成，反應式如下：



(4)由滴定量多寡推定含 ($NaCl$) 鹽量的相對數量。

9.田間容水量的測定

測量土壤所含全部吸著水及微管水之含量，操作如下：

(1)取磨細風乾土60克於量筒中測土壤體積。

(2)由土壤實驗中總體密度測定表中查取總體密度值。

(3)吸取 3 cc 蒸餾水自土面各部徐徐滴入，使上層土壤全部潤濕，筒口密蓋。

(4)放置 1 小時，觀察濕土位置，再放置 24 小時再觀察濕土位置，記錄濕土體積。

(5)計算得：潤濕土壤重量 = 濕土體積 × 總體密度。

$$\text{田間容水量 (\%)} = (\text{加入水重} / \text{濕土重量}) \times 100\%$$

10.最大容水量的測定

測量土壤全部孔隙為水所充滿時之土壤含水量，操作如下：

(1)取20克烘乾土於燒杯中，用蒸餾水滴於土中，記錄滴水重量

(2)攪拌土壤直到全部孔隙為水充滿為止。

(3)計算得：最大容水量(%) = (滴水重量 / 烘乾土重量) × 100%

五、結論與討論

- 1.由水分測定發現沙質土(紅色沙及白色沙)的吸著水最小，慈湖農場灰黑色海積土吸著水最多，一般壤土則介於其中。
- 2.由總體積密度的測定知道，沙質土的總體密度值最大，慈湖農場黏土雖然質地細密，但由於孔度較大，在烘乾磨散情況下其總體密度值反而最小，大約為 1.27 g/cm^3 。
- 3.由土粒密度實驗知道，除了紅色沙密度較小，白色沙較大外，其餘耕作壤土的數值都很接近，大約為 2.4 g/cm^3 。
- 4.實驗顯示，慈湖農場黏性土的孔度較一般壤土為大，但是其粗孔隙率則較小，因此農場土壤中空氣與水分的移動較難，但是保水力較強。其孔度平均48%接近一般土壤，而粗孔隙率則只14%，證諸農場的排水不良，乾燥時堅硬無比可以說明。
5. PH值在6~7.5之間最適合大部份植物生長，慈湖農場的土質 PH值高達8.2左右屬於中等鹼性，不適合耕作，如何降低其鹼性是一個最重要的工作。
- 6.湖前村的壤土呈現中等酸性(PH=5.3)可能是缺少有機肥，大量使用化學肥料造成。或許可用實驗中微鹼性的白色沙加以改善。
- 7.慈湖農場目前使用的紅色沙客土其 PH值為6.01 屬微酸性，符合酸鹼中和原則，可以改善耕作品質。
- 8.慈湖農場中有部份農家自作主張以海吹沙(白色沙)作為客土材料，經實驗發現雖然經過久放其 PH值乃呈7.11 的微鹼性，或許可以改善土壤的通氣性，但是對於酸鹼值卻是有害而無益，應

該提醒注意。

9. 慈湖農場土壤大部份(60%左右)為直徑 0.42 mm 以上的中、粗沙顆粒，另部分(35%左右)為直徑 0.149 mm 左右的中、細沙，和湖前村壤土比較顯有差異，它是含約27%的中、粗沙及65%左右的中細沙，兩者能夠通過 150 目篩子(直徑 0.105 mm)的比例均甚微。
10. 慈湖農場的黑灰色黏土，質地細黏為何不能穿透較細的網目，表現出來的數據反而顯示「顆粒較粗」值得再加深究，並且加強研散手續。
11. 實驗中農場的客土，白沙的質地極細，95%左右均能通過40目篩子，而紅色沙的顆粒較粗，86%左右不能通過40目篩子。
12. 經由實地觀察及實驗室模型製作，我們發現農場土壤在水分蒸後，會在表面留下一些白色的結晶鹽，增加表層土壤的鹽度，這是因為毛細現象把底部的鹽水送至表層蒸發結晶造成，因此農戶最怕雨後的大晴天作物常會枯死。
13. 由硝酸銀溶液滴定，檢驗相對氯離子含量發現慈湖農場的 Cl^- 含量比湖前村壤土大許多可以推論其含鹽量 (NaCl) 也是如此。
14. 由硝酸銀溶液滴定量發現，農場表層土需 1.92 cc. 比底層土的 1.12 cc. 大 70%，可以說明表層土反而較鹹和討論之結果相符。
15. 湖前村壤土及紅色沙的滴定，一點點的滴定液加入即讓指示劑由黃色變為紅棕色，代表反應完成，含氯量極微，可以說明滴定的正確性。
16. 農場的鹽分定量分析及對作物的影響，可以作為深入研究的題材，相信必對海埔地的客土有所助益。
17. 普通鹽類 (NaCl ， MgSO_4 ， Na_2SO_4 ， Na_2CO_3 等) 的濃度過高時由於滲透壓的關係，植物細胞會脫水而漸漸枯死，慈湖農場正亦面臨這個困擾。
18. 部分農場耕地拋荒，任其淋洗，表層土壤愈來愈鹽化惡性循環，建議應該多種植耐鹽類作物(如高粱、玉米、大麥等)作為被覆

作物減少淋洗作用。

19. 據訪問該農場深水井水質良好含鹽量低，為降低土壤含鹽量應該加強灌溉洗除表面鹽分尤其更應加強排水設施排去含鹽水份。
20. 為降低毛細現象把底層的鹽份帶到土壤表面；雨後應實施淺耕，切斷毛細作用。
21. 黏土的孔度大，最大容水量也大農場的底層土質正具有這種特質，但是由於排水的不良透氣性不良。
22. 農場表層土由於大量客土關係，在孔度百分率，田間容水量及最大容水量有顯著差別，其餘性質則改變不大。
23. 農場表層土的田間容水量比一般的砂質壤土的為小，代表耕地排水的迫切性較強，因此排水系統的改善最是重要。
24. 綜合以上討論，我們認為：
 - (1) 農場底層土質黏性較強，含水量過大，排水不良須加改善。
 - (2) 農場客土深度不夠，僅10~15公分，應增加至40公分左右。
 - (3) 農場土壤鹽分過高，宜加強客土作業，選用酸性砂質土為材料，不可再用海沙混用。
 - (4) 農場應多種植耐鹼性植物（高粱、玉米、大麥）避免農地拋荒，任由雨水淋洗，防止土質更惡化。
 - (5) 農場宜廣鑿深水井，利用良質淡水充分灌溉配合排水系統修築，使土壤慢慢淡化。

評 語

- 一 主題適合所處環境，能激起對於新生地的關心與愛護。
- 二 採樣相當合理，分析工夫可嘉。
- 三 結論豐碩，具實用價值。