

金門地區紅土礫層之分佈調查與研究

國中教師組地球科學科特別獎第二名

金門縣立金寧國民中小學

作者：吳啟騰、陳成
李尙武



一、研究動機

金門本島之基盤組織大都以花崗片麻岩爲主，但由於長年受到風化、淘洗、沉積的影響，因而造成了陸上坡崗起伏，質土種類繁雜；其中包含有白淨的砂砂，乳白色的陶土、黃色的鋁土、紅色的黏土、土黃色之砂質壤土，以及各種不同的岩石和礦物等，其中以沉積之紅土礫層在本島上分佈最廣，且形成了各種紅土台地，地層的顏色大部份由暗紅色至橙黃色之含礫泥質砂岩和含礫砂質粘土所組成。雖然土質貧瘠，不宜耕作，但其中却富於礦質，可供開採。而且若能利用各種改良方法，也可開墾種植一般耐旱性雜糧作物，如：花生、甘藷、

高粱…等，以增進地區農民收益。

每當上班途中，看到路旁紅土遍地，大都無人利用，雖然有幾處已在政府的輔導下開闢為農地（如：昔果山一帶），其餘的也都種植樹木，以利水土保持，其實紅土變為農地，若能改良得宜，其作物成長比一般土壤為佳，且紅土層內夾雜了不少的礦物，雖有部分已在進行開採，但大部分礦物仍尚待開發與利用。

如上述理由，引起我們對地區紅土礫層研究之興趣，並期望藉此研究能使全體軍民對紅土礫層作更進一步的認識與利用且能提供有關單位參考。

二、研究目的

將金門地區紅土礫層之分佈情形及其所含之礦物，岩石和土質，利用一般物理及化學方法作一番調查與探討，進而考究其利用價值，並提供有關單位參考。

三、研究過程

(一)準備程序：

1. 收集各種有關資料及參考用書。
2. 至各地勘測調查，並採集各種不同之土樣、礦物及岩石。
3. 配製所需藥品：
NaOH (2 M, 0.5 N, 33 %)， H_2SO_4 (0.5 N)， $BaCl_2$ (10 %) 氨水 (25 %)，HCl (6 N)，
 $KMnO_4$ (0.2 N)， $MnSO_4$ (1 M)， $SnCl_2$ (0.2 N)
4. 準備各項器材及用品。

(二)調查及測定程序：

1. 紅土礫層之分佈調查及採樣：
 - (1)按照地圖與實地勘察之位置配合畫出分佈圖，再依照比例，計算出各鄉鎮所佔面積之百分率。
 - (2)在各地採集不同的土樣，礦物及岩石進行各項測定與分析，並調查其地層結構情形。

(3)調查各地在紅土礫層上利用的情形，面積比例及價值的探討。

2. 樣土之物理測定：

(1)水分測定：一般土壤中所含水分大致分為兩種，也即自由水和附著水，但因自由水常會自然消失，而附著水則是土粒與離子電荷吸引形成之水膜水，因此我們只測定其附著水。

[方法]

將樣土稱重→放入100 ml 燒杯→靜置兩天→
放入烘箱→調節溫度 110 ~ 120 °C→烘乾12 hrs
取出稱重→直至重量不變為止。

[計算]

$$W\% = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \quad W\% : \text{含水百分率}$$

W_w : 蒸發水重

W_s : 樣土重

(2)比重測定：土壤比重大致可分為真比重，假比重和容積比重三種，但大都以容積比重表示之。

[方法]

將樣土置入烘箱→烘乾1小時→取出樣土放入量筒→並測出體積和重量。

[計算]

$$S = \frac{W_s}{V} \quad S : \text{容積比重}$$

W_s : 樣土重量 (g)

V : 樣土體積 (ml)

(3)孔隙測定：本測定以紅色壤土之通氣孔隙為主。

[方法(一)]

將樣土放入量筒並測體積 (V_1) → 研磨成粉狀，並用力夯實 → 再測夯實後之體積 (V_2)。

[計算]

$$\text{孔隙率 (n \%)} = \frac{V_1 - V_2}{V_1} \times 100\%$$

[方法(一)]

將乾燥樣土測其體積 (V_s) → 加水至原體積 → 測加入水之體積 (V_w)。

[計算]

以 V_s 為縱座標， V_w 為橫座標作圖，在近似直線之函數圖作切線交於 Y 軸，即為乾土之孔隙率

(註)：因上述二法不同，可將求出之結果加以比較。

(4) 顆粒分析測定：由於本研究以紅土礫層為對象，依據國際土壤科學會之標準，紅色粘土之顆粒大小在 0.002—0.005 mm，而篩分析只能測至 0.074 mm，故本測定用比重計分析法，至於礫層所含之砂粒或岩石，將列入討論與成分分析。

[方法] — Stokes' Law 沉澱分析法

將懸液放入大量筒 → 加水至 1000 cc. →

用手掌壓住大量筒口，上下翻倒 → 使充分混合 →

迅速將大量筒穩定桌面 → 開始計時 → 小心放入比重計。

自開始計時，於 1/4、1/2、1、2、5、15、30、60、

250 及 1440 分鐘之時刻，記測比重計讀數。

(註)：於記測 2 分鐘讀數後，取出比重計，放入另一盛蒸餾水之大量筒中，在每一讀數之前 30 秒，才把比重計放入懸浮液中。

[計算]

t 時間內，自水面下沉至 Z 深度之土粒直徑 D (公釐)，以 Stokes' law 計算之。

$$D = \sqrt{\frac{1800U}{rs - rw}} \cdot \frac{Z_r}{t} = K \sqrt{\frac{Z_r}{t}}$$

D：土粒直徑 (mm)

rs：土粒比重 (g/cm³)

Z_r : 沉降深度 (cm) r_w : 水之比重 (g/cm^3)

U : 水的粘滯係數

(5) 水分蒸發速率測定：利用本測定可計算土壤水分的收入、貯存和損失，以應植物需要。

[方法]

勺將烘乾樣土各取 50 g 置於燒杯→各加水 5 g →在日光下照射 4 小時→測定水分蒸發量

勺同勺法改加水 10 g , 15 g →於日光照射 4 小時。

勺同勺、勺法分別將照射時間改爲 8 小時、12 小時。

[計算]

$$V_b = \frac{W_w}{t} \qquad V_b : \text{蒸發速率 (g/hr)}$$

W_w : 水分蒸發量 (g) t : 時間 (hr)

3. 樣土之化學測定及礦物 (岩石) 之成分分析：

(1) PH 值 (酸鹼) 測定：我們可由樣土之酸鹼性，探討其開發利用及客土改良之可行性。

[方法]

將樣土放入燒杯→加水攪拌→使其充分溶解→靜置 1 小時→用 PH 計或廣用試劑測定各樣土溶液之 PH 值。

[說明] 依其 PH 值的大小，測知其酸鹼性，以了解是否適於植物的生長。因一般植物適於 PH = 6 ~ 7 的土壤，而不適於 PH = 5 以下及 PH = 8 以上之土壤。

(2) 有機質測定：土壤所含之有機質，大部是由動植物屍體腐化而成，故測定其腐植質，即可測知有機質的含量。

[方法]

稱取土樣 50 克→各加入適量之 2 N 的氫氧化鈉→充分攪拌→使其溶解成赤棕色的腐植質溶液→將溶液過濾→再把濾液陰乾稱重。

[計算]

$$\text{有機質百分率 (org \%)} = \frac{W'}{W} \times 100 \%$$

W' : 有機質重 (g) (即瀘液陰乾重)

W : 樣土重 (g)

(3) 無機物測定: 植物需要的無機物很多, 但主要的是氮、磷、鉀三種, 故利用化學方法來測定土壤中含有這三種元素, 或其化合物的含量。

↘ 氮的定量法:

(1) 取樣土 100 克 → 放入 250ml 的蒸餾瓶中 → 加 100 ml 的蒸餾水 → 再加 33% NaOH 溶液 10 ml → 使呈鹼性。

(2) 另取錐形瓶加入 50ml 之 0.5N 的 H_2SO_4 標準液 (含數滴甲基紅)。

(3) 將 I 加熱蒸餾, 使液體自冷凝管流入 II → 直至氨氣全部蒸出為止 → 取下承接管 → 並以蒸餾水洗滌 → 洗液流入 II 之溶液中 → 以 0.5N 之 NaOH 標準液滴定殘留之 H_2SO_4 。

[計算]

利用 $N_1V_1 = N_2V_2$ 及 0.5N, H_2SO_4 1ml ⇨
0.007 g 之 N, 求出土壤中有效氮的量及百分率。

↘ 磷的定量法:

(1) 取樣土 25—50 g 研碎粉末 → 加 300ml HCl 及 100ml HNO_3 → 煮沸 30 分鐘 → 冷卻 → 取溶液 25ml 加甲基橙兩滴以氨水鹼化後 → 再加硝酸中和之 → 並多加硝酸使溶液呈酸性 → 稀釋成 100ml → 再加熱至 65°C → 加鉬酸鉍繼續加熱 → 直至生成黃色沉澱。

(2) 將沉澱冷卻 → 用硝酸鉍洗滌沉澱 → 加 30ml, 25% 氨水將沉澱溶解 → 加 2—3 滴之溴瑞香草藍 → 再以 6N 之鹽酸中和 → 加 10ml 鎂的混合液 → 加 2—3 滴的酚酞溶液 → 加氨水至溶液呈淡紅 → 靜置 2 小時 → 使沉澱完全 → 乾燥後 → 再強熱成焦磷酸鎂 ($Mg_2P_2O_7$) →

稱重。

[計算]

磷化合物百分率 (P_2O_5 %)

$$= \frac{\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7 \text{ 重} \times 0.6377}{\text{樣 土 重}} \times 100 \%$$

□ 鉀的定量法：

- (1) 取樣土 25 ~ 50 g 加 200ml 的水 → 以 HCl 使其酸化 → 取 50 ml 溶液 → 加 10% $BaCl_2$ 使生沉澱 → 趁熱過濾 → 於濾液中加入 1ml 濃氨水 → 加 $(NH_4)_2CO_3$ 飽和溶液 → 加熱 → 再加入 0.5 克草酸 → 過濾 → 將濾液蒸乾。
- (2) 將殘留物以熱水溶解 → 過濾 → 蒸發至少量 → 加 5 ml $HClO_4$ → 加熱至白烟發生 → 冷卻 → 再加 20ml 之 $HClO_4$ 之酒精溶液 → 攪拌使生沉澱 → 靜置 → 蒸乾 → 將沉澱 ($KClO_4$) 稱重。

[計算]

$$\text{鉀化合物百分率 (} K_2O \text{) \%} = \frac{\text{KClO}_4 \text{ 重} \times 0.3399}{\text{試 料 重}} \times 100\%$$

□ 鐵鋁無機礦物之分析：

[方法]

- (1) 將樣品磨細 → 稱取 5 克 → 放入坩堝強熱 10 分鐘 (除去有機物) → 移入燒杯 → 加入 20ml 6N, HCl → 加熱 30 分鐘 (至有暗紅色粒子產生) → 加 5ml, 12 N, HCl 再加熱 20 分鐘加水 25 ml → 過濾 → 用熱水洗滌殘渣 → 濾液備用。
- (2) 稱取殘渣重，即為 SiO_2 和 Al_2O_3 之混合物。
- (3) 取 (1) 之濾液 → 加入 30ml $HgCl_2$ → 至生白色絲狀沉澱 → 靜置 5 分鐘 → 稀釋至 400ml → 加入 25ml 之 $MnSO_4$ 滴定液 → 用標準之 $KMnO_4$ 液滴定 → 至桃紅色產生。

(註)：(4)之濾液需再加熱至沸騰，逐滴 SnCl_2 至黃色消失。

[計算]

$$(1) \text{Fe}_2\text{O}_3 \% = \frac{\text{mls} \times \text{Ns} \times \text{Fe}_2\text{O}_3 / 2000}{\text{樣品試料重}} \times 100 \%$$

$$(2) \text{Fe} \% = \frac{\text{mls} \times \text{Ns} \times \text{Fe} / 1000}{\text{樣品試料重}} \times 100 \%$$

$$(3) (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2) \% = \frac{\text{殘渣重}}{\text{樣品重}} \times 100 \%$$

(註)：mls：滴定所需 KMnO_4 之 ml 數。

Ns： KMnO_4 之規定濃度。

四、結果與分析

1 金門地區紅土礫層分佈圖：(如圖一)

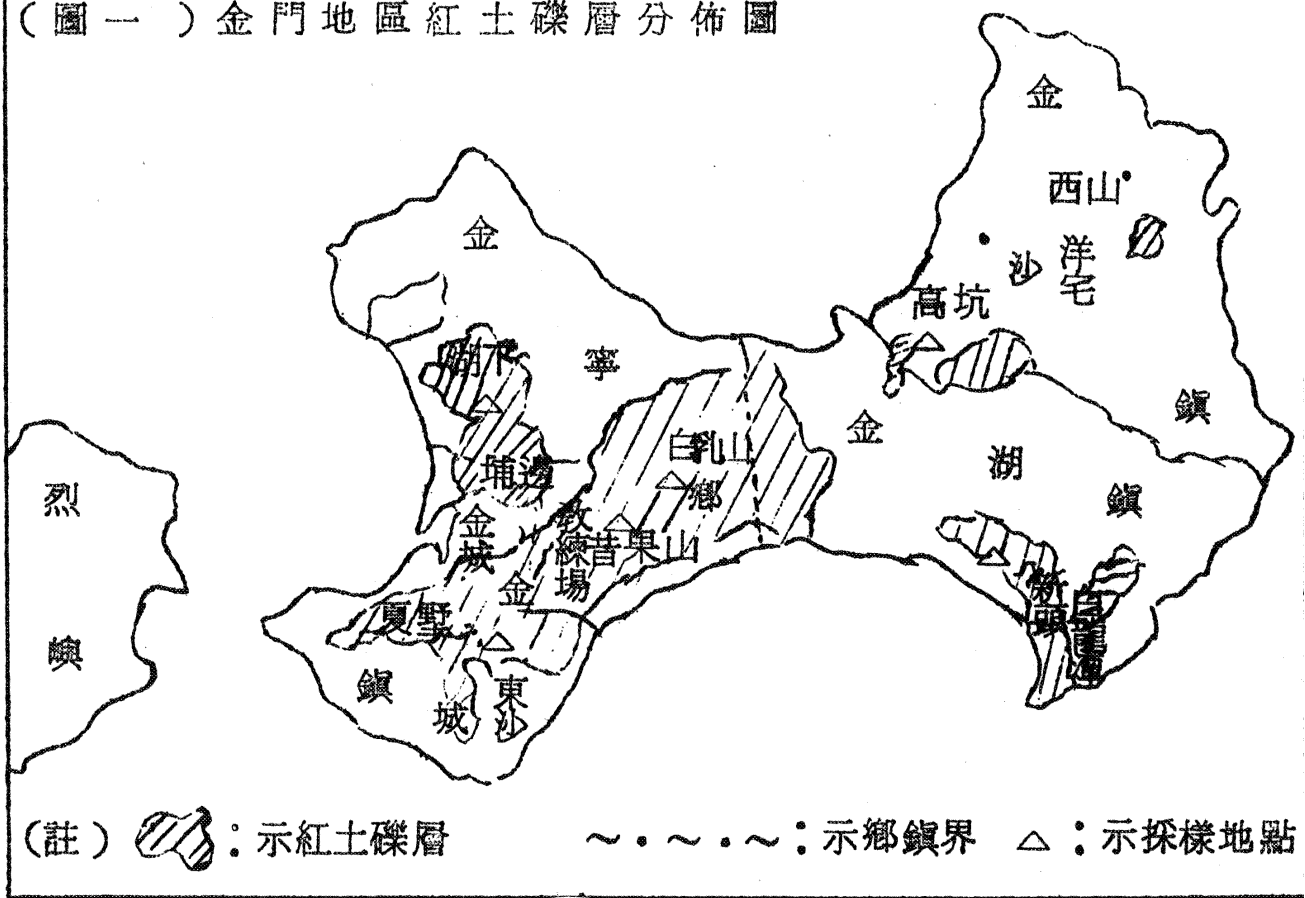
2 金門地區紅土礫層所佔面積比率表：(表一) 單位： KM^2

數據 鄉鎮	項目	全面積	方格數	紅土層 方格數	紅土層 面積	紅土層 百分率%
金	城	21.4	77.74	34	9.32	43.55
金	寧	28.8	104.62	55.4	15.21	52.81
金	湖	41.6	151.12	16.6	4.53	10.89
金	沙	39.9	144.95	6.2	1.68	4.21
合	計	131.7	478.43	111.7	30.74	23.34

[分析討論]

- (1)本表依據縣志資料及在方格紙上所佔方格數計算而成，其紅土礫層之方格數及面積仍實際調查而得。
- (2)本表不包括烈嶼及烏坵地區。
- (3)所佔百分率以各鄉鎮及總面積分別計算。
- (4)由本表可知紅土層所佔面積最大的為金寧鄉其次為金城、金湖、金沙，而所有紅土礫層面積和，則佔金門地區（不含烈嶼、烏坵）總面積的 23.34 %。

(圖一) 金門地區紅土礫層分佈圖



[分析討論]

- (1)由調查知東沙、夏墅一帶之紅土礫層是被少數之花崗片麻岩及沉積之砂質壤土所披覆，且大部分早已形成農地而耕作利用。
- (2)埔邊、湖下一帶雖然有少數裸露之紅土層，其餘的也是大部

分利用種植農作物，同時也被一層砂質壤土所披蓋。

- (3)昔果山、教練場一帶則是一片裸露的紅土，僅有少數闢為農地。但因人力有限，大部分不被利用，但仍種植樹木，用於遮風及水土保持，而表層則為鋁土礦及褐鐵礦之散佈區。
- (4)白乳山尙義一帶地表之上層為裸露的紅土層，下層則為乳白磁土礦之分佈區可用來開發利用。
- (5)新頭、白龍潭一帶之地表為磁土層，而磁土之下層則為紅土層。

3. 樣土之物理測定結果：

- (1)本地區紅土礫層的樣土含水率均偏低，此乃因土層之孔隙較小，以及水源缺乏之故。
- (2)樣土比重介於 1.51 ~ 1.73 之間，其差距大小與孔隙率及所含成分有關。
- (3)本測定之粒徑大小是由 Stokes Law 計算而得，故其誤差可能較大，但由其結果可知；本地區之紅土礫層之土層均由細顆粒組成故有利於地形沉積，又因所含礦物多（如磁土礦、褐鐵礦、鋁土礦），故黏性大，因此造成了許多山坡起伏之丘陵和谷地。
- (4)由結果推知；紅土層之孔隙小，水分滲透率以及水分蒸發率低，故較有利於水土保持，但因富黏性，不易耕作，故可用來改良砂質壤土，以利水分之保持。
- (5)本測定之水分蒸發率是以各不同之水量和照射時間，取其平均值而得。

4. 樣土之化學測定結果：

- (1)由 PH 值測定結果知；本地區紅土層均屬於酸性土壤，且較不適用於耕作，必須作各種客土改良，才可用作耐旱性農作物之種植。
- (2)紅土層之有機質含量甚少，因此也不利於植物之生長，因有機質對土壤水分之保持，植物營養素之供給及微生物活動能力之來源均有莫大的功能。

- (3)由結果推知；其有效氮之含量由 1.76 %至 3.84 %其含量甚低，此與肥料之施用有關，因埔邊、湖下一帶之土樣是在農地之下層取得，故有效氮就偏高。
 - (4)有效磷之測定：我們只測定到五氧化二磷之含量百分率，其結果也較低，尤其白乳山及白龍潭一帶更低。
 - (5)有效鉀之測定：也以鉀的氧化物之含量百分率為準，也出現偏低現象。
 - (6)由以上分析知：紅土層之肥力均偏低，不適宜耕作。
5. 礦物成分分析結果：
- (1)由資料得知：紅土礫層是由含礫之泥質砂岩和含礫砂質粘土所構成，其礫石包含有石英岩、粘板岩、鋁土化之玄武岩、鐵質砂岩及白色之磁土斑紋……等，而本測定限於能力及設備，僅以昔果山、寧山一帶之鋁化玄武岩、褐鐵礦及白乳山、尚義、白龍潭一帶之磁土礦為分析對象。
 - (2)由於昔果山一帶之紅土礫層非常顯著，大部分均裸露於表層，且厚度有達十公尺以上者，而表面却含有大量的鐵質砂岩及鋁土玄武岩，可供開採。曾於民國37年、39年間由台灣鋁業公司來金開採，但由於運費昂貴及砂質含量較高，故未再開採，今後若能在金設廠，將會有更高的開採價值及經濟利益。
 - (3)由結果得知：磁土中之($Al_2O_3 + SiO_2$) %含量比鋁土礦還高，但因鋁土礦之含砂率較低，而磁土之含砂(SiO_2) 率則高達60%以上，故鋁土礦之含鋁率將比磁土礦高達30%左右。

五、結 論

1. 由調查得知：沉積的紅土礫層在金門分佈甚廣，尤其在中部地區裸露的紅土披覆於金門層之上而造成一紅土台地，而部分地區可能受塊狀斷層的影響而翹起形成雙乳山和乳山，其他地區也常見紅土層散佈於各片麻岩丘阜之周緣地帶。

2. 金門地區之紅土礫層是屬於移積型之土層，其底部也常有白色高嶺土之小礫，但可能由於當初沉積後受到地面泛流之沖刷和蝕剝，已數度播遷重積而造成許多不整合之蝕溝，如昔果山至岳飛崗一帶，則是屬於這種地形。
3. 由實驗得知：紅土礫層是由細顆粒結成複雜的構造，其土質由於酸性强，有機質少，且氮、磷、鉀之含量也偏低，故較不宜耕作，但由於凝聚力大，故在國防工事上具有很大效益，且若加以開墾改良仍然可種植多種農作物的。
4. 由結果得知，紅土礫層除含有黃褐色之鋁石岩塊和白色之磁土外，尚含有硬質鐵磐之褐鐵礦層及石英砂層，其礦物豐富，可待開採，早年雖然已開採過，然而因時局變遷及運費高昂，除了磁土外，其他尚無繼續開採，企盼今後政府能有計劃的探測與開採。
5. 由調查得知：紅土礫層為一沖積土，細緻而滑膩的粘土，是燒製磚塊之好原料，若能在地區設立一磚窰廠，供應地區之建築材料，如此將不必仰賴台灣之大量水泥或磚塊。

評語：作者調查金門紅土礫層之分佈具有鄉土價值。作者實地工作之勤奮精神值得嘉許。特給予特別獎（第二名）