

金門前水頭「金沙土」的研究與分析

國中組地球科學科特別獎第三名

金門縣立金城國民中學

作者：洪如珊 黃文陽

蔡亮 陳啓展

指導教師：黃靜柯 許績川

一、研究目的

- (一)瞭解金砂土之分布情形。
- (二)由金砂土之物性：化性及肥力分析探討其用於花卉培養的優劣。
- (三)探討金黃色礦物的成分。

二、研究器材與藥品

掘土器、塑膠袋、標籤、量瓶、量筒、烘箱、漏斗、濾紙、三桿天平、滴定管、坩堝、蒸發皿、強力磁棒、放大鏡、土壤酸度計、土壤粒級分析篩、條痕比較表、水容器、瓶、過錳酸鉀、濃鹽酸、濃硫酸、濃硝酸、濃氨水、碳酸鈉、硝酸銨、氯化亞錫、氯化汞、硫酸錳、草酸銨、磷酸氫銨、碳酸鈣、氯化銨、碳酸銨、重鉻酸鉀、過氯酸磷酸、95%酒精、溴水、硫酸亞鐵銨、二苯胺、硫酸亞鐵、氫氧化鈉。

甲基紅指示劑，酚酞指示劑，溴甲酚綠—甲基紅混合指示劑。

三、研究過程

(一)實驗方法：

1.物理性質分析：

(1)土壤觀察。

(2)土壤反應的測定（酸鹼值測定）：

以土壤酸度計測定之。

(3)孔度試驗：

勺容重的測定：

$$\text{容重} = \frac{\text{烘乾土重}}{\text{土壤同體積（固體與空隙）之水重}}$$

又比重的測定：

$$\text{比重} = \frac{\text{土壤固體土粒的重量}}{\text{同容積水之重量}}$$

$$\square \text{土壤孔隙度}(\%) = \left(1 - \frac{\text{容量}}{\text{比重}}\right) \times 100\%$$

(4)結持度試驗：

勺取風乾土，觀察其結持度，紀錄。

又取風乾土，滴水使濕潤，觀察其結持度，紀錄。

□取風乾土，加水使成濕土，於指間搓揉，觀察其黏性及塑性。

(5)土壤質地試驗：

利用沈降法測定砂粒、粉砂粒、黏土粒，所佔百分比，再按“土壤組織分類名稱圖”（如附圖一）確認之。

實驗數據表

結果 取樣	項目	土壤顏色	酸鹼值 (PH值)	孔 隙 度			結 持 度			土壤質地
				容重	比重	孔度	乾	潤	濕	
前 水 頭 金 砂 土		暗棕帶白 色間有金 黃色微粒	6.75	1.40	2.64	47%	鬆	易 碎	無 黏 性	壤土質砂
備 註										

土壤質地實驗結果

結果 實驗次數	項目	取樣重	砂 粒		粉 砂 粒		黏 土 粒		土壤質地
			粒 重	百分比	粒 重	百分比	粒 重	百分比	
1		100	79.30 克	80.91 %	15.80 克	16.12 %	2.90 克	3.29 %	
2		100	82.86 克	84.04 %	13.50 克	13.69 %	2.64 克	2.46 %	
平 均				82.48 %		14.90 %		2.62 %	壤土質砂
平 均 備 註	1.本試驗 1 次損失約 2 %，第 2 次損失約 1.4 %。 2.土壤質地鑑別，依土壤組織分類名稱圖確認。								

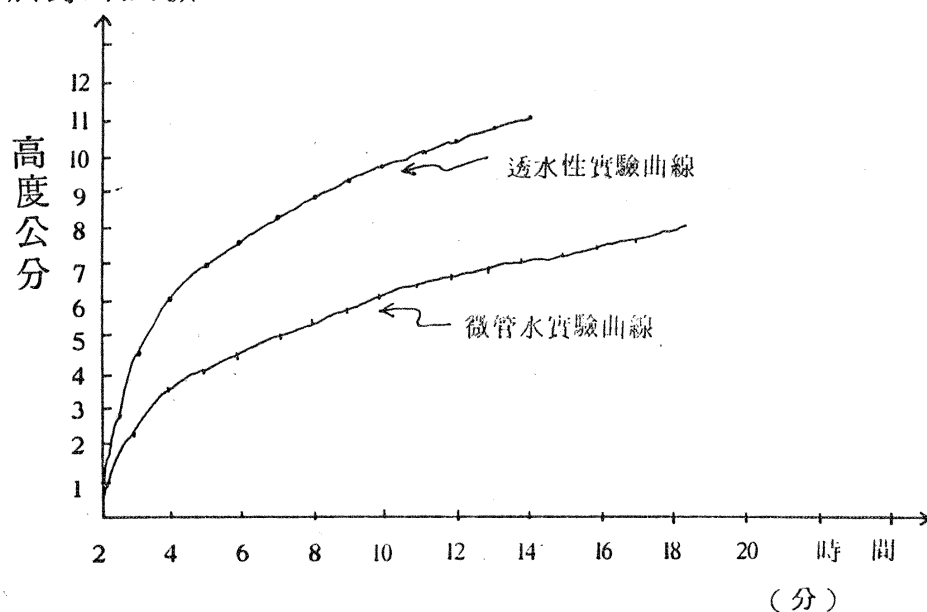
(6)土壤透水性實驗：

ㄅ微管水測定：

取玻管，底部用細布包紮，加入試樣土（金砂土），底部浸入水槽中紀錄上升高度與時間。

ㄅ透水性測定：

於野外試驗：



(7)粒度分析：

秤取適量金砂土，以不同篩號的分析篩過篩，分別秤重並計算其重量百分率。

實驗數據表

分析篩號 NO.	粒級度 (mm)	篩後重量 (克)	重量百分率%	
NO. 9.2	2 以上	7.16 克	2.39 %	石 樂
20	2 — 0.84 (mm)	41.31 克	13.77 %	
28	0.84 — 0.59	33.23 克	11.08 %	粗 砂
32	0.59 — 0.50	0.05 克	0.02 %	
36	0.50 — 0.46	19.60 克	6.53 %	
42	0.46 — 0.35	0.18 克	0.06 %	
48	0.35 — 0.297	28.69 克	9.56 %	中 粒 砂
60	0.297 — 0.25	21.44 克	7.15 %	
120	0.25 — 0.125	68.42 克	22.81 %	細 砂
250	0.125 — 0.063	37.21 克	12.40 %	
400	0.063 — 0.0039	32.53 克	10.84 %	粉 砂
	0.0039mm 以下	5.07 克	1.69 %	黏 土
		總重： 294.89克		
備 註	1. 本試驗取金砂土 300 克作粒級分析，其損失率達 1.7 %。 2. 0.063 mm 以下之粉砂與黏土分析採用沈降法。			

2. 化學成分分析：取樣地點均在前水頭

(1) 不溶物分析：

勺秤 2 克土壤放入燒杯中，加入 20ml 水及 10ml 6N HCL 攪動。

勺以熱水稀釋至 50ml，加熱 15 分鐘，過濾，殘渣以熱水洗滌數次，保留濾液。

口將殘渣與濾紙放入原燒杯，加 30ml，5 % 碳酸鈉溶液，加熱 15 分鐘，過濾，以熱水洗滌，續用 2N HCL 熱液洗滌，再用熱水洗滌（約 10 次）。濾液與步驟勺混合。

匕將濾物置入已稱量坩堝中，烘乾、灼熱，冷卻後稱重。

勺計算： 不溶物百分率 = $\frac{\text{殘餘物重}}{\text{試樣重}} \times 100 \%$

實驗結果：不溶物百分率 4.33 %

(2) 二氧化矽 (SiO_2) 分析：

勺秤 1 克試樣土置於蒸發皿中，加入 20ml 水攪拌。

勺加 20ml 濃鹽酸，攪拌，加熱至完全溶解。

口烘乾（約 1 小時）。

匕加 20ml 6N 濃鹽酸，煮沸 10 分鐘，加 20ml 熱水稀釋，過濾。

勺洗滌殘渣，保留濾液（供 R_2O_3 之實驗）。

匕將濾紙連同殘渣置於已稱重坩堝中，烘乾，灰化、灼熱、冷卻稱重。

勺計算： $\text{SiO}_2(\%) = \frac{\text{殘渣重}}{\text{試樣重}} \times 100 \% - \text{不溶物}\%$

實驗結果：二氧化矽含量為 64.37 %。

(3) R_2O_3 之分析（含 Fe_2O_3 及 Al_2O_3 總重）

勺將 B 之濾液稀釋至 250ml，加 10ml 濃鹽酸及 3ml 溴水。

勺煮沸。

口加 1—2 滴甲基紅，再滴入稀氨水至剛呈黃色，續沸，靜置使沈澱。

⌒過濾，以 2 %硝酸鉍溶液洗滌。

ㄉ將沈澱物連同濾紙置於已秤重坩堝中，烘乾，灼熱至恒重，秤量。

$$\text{去計算： } R_2O_3 (\%) = \frac{\text{殘渣重}}{\text{試樣重}} \times 100 \%。$$

(4)氧化鐵 (Fe_2O_3) 之分析：

ㄅ將C中之殘物加入 4 克硫酸氫鉀，攪和，加熱熔化，待完全反應，冷卻。

ㄆ將坩堝連內容物放入燒杯中加少量熱水及 5ml 6N 硫酸，加熱，洗出坩堝，續熱至產 SO_3 白煙，冷卻（若有白色沈澱物，過濾，烘乾並列入 SiO_2 計算）。

⌒加熱溶液，徐徐滴入氯化亞錫溶液（至溶液黃色恰消失）。

⌒立即以水冷卻，並加入 20ml 氯化汞溶液，靜置 5 分鐘，稀釋到 400ml 。

ㄉ加 25ml 硫酸錳溶液，立即以 0.1N 過錳酸鉀標準液滴定至剛呈紅色，紀錄所用毫升數。

$$\text{去計算： } Fe_2O_3 (\%) = \frac{\text{ml 數} \times N_s \times 0.0798}{\text{試樣重}} \times 100 \%$$

$$\text{3 計算： } Al_2O_3 \% = R_2O_3 \% - Fe_2O_3 \%$$

實驗結果： R_2O_3 （包括 Fe_2O_3 及 Al_2O_3 ）重量百分比為 24.33 % 其中 Fe_2O_3 為 10.53 %， Al_2O_3 為 13.80 %。

(5)氧化鈣 (CaO) 分析：

ㄅ由分析 R_2O_3 % 之濾液，加入 2 — 3 滴甲基紅指示劑，續加鹽酸至溶液變色。

ㄆ熱至沸騰，加 25ml 草酸鉍之飽和溶液，滴入 6N 氨水剛至黃色，續沸 15 分鐘，放置水浴熱 30 分鐘使沈澱。

⌒上澄液傾析於濾紙過濾，留於燒杯之沈澱物，用 20ml 熱水洗滌數次。

⌒將沈澱物連濾紙置於燒杯，以洗瓶沖洗濾紙沈澱物加入 150ml 溫水及 60ml 6N 硫酸，熱至溶解（70 °C）。

勿以 0.1N 過錳酸鉀溶液滴定剛呈紅色，紀錄所耗 ml 數。

$$\text{去計算： 氧化鈣 (CaO \%)} = \frac{\text{ml}_s \times N_s \times 2.80}{\text{試樣重}}$$

(6) 氧化鎂 (MgO) 分析：

勺將 F 所得濾液，加入 10ml 濃鹽酸，並濃縮至約 150ml 冷卻。

勺加入 15ml 10% 磷酸氫銨溶液及 2 滴甲基紅，後滴入濃氨水至呈黃色，續加 40ml 濃氨水，靜置 4—6 小時。

口過濾，以稀氨水洗滌。

匕將沈澱物與濾紙置於坩堝中，烘乾，灼熱，秤重。

$$\text{勿計算： MgO \%} = \frac{\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7 \text{ 重} \times 36.23}{\text{試樣重}}$$

實驗結果：CaO 百分率為 0.86%，MgO 為 0.97%。

(7) 氧化鉀 (K₂O) 分析：

勺秤 0.1 克金砂土與 1.0 克碳化銨，5 克碳酸鈣混合研磨。

勺坩堝鋪上 1.5 克碳酸鈣，放入混合物，再鋪 1.5 克碳酸鈣，加蓋徐熱 15 分鐘，再強熱，冷卻。

口坩堝內容物，倒入蒸發皿中加水 75ml，水浴加熱。

匕過濾，洗滌（用熱水）。

勿加數滴 6 N 氨水及約 1.5 克碳酸銨於濾液中，煮沸靜置、過濾，以 1% 碳酸銨溶液洗滌。

去濾液蒸乾，強熱至不產生白煙，冷卻。

勺加入 10ml 水溶解並加 0.5ml 10% 氯化銨溶液，加熱。

力加 1ml 10% 碳酸銨及 1—2 滴 6 N 氨水，水浴加熱至乾。

再溶解、再過濾，濾液置入已秤重容器中蒸發、灼熱、冷卻、秤重、紀錄（KCl, NaCl 總重）。

《將殘渣溶於 20ml 水中，加入 5ml 20% 過氯酸，攪拌至漿狀。

勺加少量熱水，再蒸發至 HCl 完全去除。

厂冷卻，加入 20ml 80% 酒精，攪拌。

勺依傾析過濾（80% 酒精洗滌）。

＜殘渣烘乾，秤重即為 KClO_4 重。

$$\text{T 計算：K}_2\text{O}\% = \frac{\text{KClO}_4 \text{ 重} \times 33.98}{\text{試樣重}}$$

$$\text{Na}_2\text{O}\% = \frac{(\text{NaCl}, \text{KCl}) \text{ 總重} - (\text{KClO}_4 \text{ 重} \times 0.538)}{\text{試樣重}} \times 53.0$$

實驗結果： K_2O 含量為 4.48 %， Na_2O 含量為 3.84 %

3. 金砂土肥力分析：

(1) 有機質分析：

勺稱取 2 克土壤，加入 25ml 0.25 N 重鉻酸鉀溶液加 25ml 濃硫酸，靜置。

又加水 50ml，待冷加 5ml 85 % 磷酸及 5 滴二苯胺。

以 0.25 N 硫酸亞鐵銨標準液滴定。

紀錄所用 ml 數。另做空白對照實驗。

$$\text{勺計算：有機質}\% = \frac{N_s \times V_s \times 0.018}{\text{試樣重}} \times 100\%$$

(2) 氮 (N) 的測定：

勺稱 20g 土壤於 Kjeldahl's 蒸餾瓶中，加水 35ml 續加 25 ml 0.5 % 過錳酸鉀溶液。

又蒸餾液約 20ml，即停止蒸餾。

加入溴甲酚綠—甲基紅混合指示劑。

以 0.05 N 硫酸標準滴定之，紀錄。

勺計算：

(3) P_2O_5 的分析：

勺取土壤 2 g，加 30ml 濃鹽酸，10ml 濃硝酸，緩熱，煮沸（約 30min）。

又加 100ml 水，續沸，冷卻，稀釋至 500ml。

取 25ml 溶，加硝酸銨 15ml，再加 6 N 氨水至微有沈澱。

加濃硝酸 2ml，並加水稀釋至 100ml，加 35ml 硝酸銨溶液（水浴控溫 45°—50°C）激烈攪拌，過濾冷卻洗滌數次。

勿將沈澱物以 1 N NaOH 20 ml 溶解。

去加水稀釋至 50ml，滴加 2—3 滴酚酞指示劑。

3 以 0.5N HNO₃ 標準液滴定，紀錄，由溶解沈澱所耗之

NaOH 量計算 P₂O₅ 量 (1 N NaOH 1.0ml 相當於 0.003086 克 P₂O₅)。

(4) K₂O 的分析：

同化學分析 G：

實驗數據表：

結 果 取 樣 區	項 目	有 機 質 分 析		總 氮 量		P ₂ O ₅ 分 析		K ₂ O 分 析 百 分 率
		滴定所需 ml 數	百 分 率	滴定所需 ml 數	百 分 率	滴定所需 ml 數	百 分 率	
前 水 頭	1	4.2 ml	0.95 %	8.7 ml	0.030 %	36.7 ml	0.27 %	3.84 %
	2	3.7 ml	0.83 %	9.1 ml	0.032 %	37.2 ml	0.22 %	
	3	4.0 ml	0.90 %	9.3 ml	0.033 %	35.9 ml	0.32 %	
	平 均		0.89 %		0.032 %		0.27 %	
備 註		1. 0.05 NH ₂ SO ₄ 1.0ml ÷ 0.000700 N 2. 1 N NaOH 1.0ml ÷ 0.003086 P ₂ O ₅						

4. 礦物分析：

(1) 礦物的鑑別：

取金砂土置於白紙上，觀察其外觀及成分，紀錄。

(2) 磁性物質的研究：

勺秤取 10.0 g “金砂土”磨成粉狀。

又以強力磁鐵吸附，稱量。

□將含磁性物質分別裝入試管，加入濃鹽酸、稀鹽酸、濃硝酸等酸性溶液中，分別觀察其反應情形，紀錄。

□利用條痕板觀察其條痕顏色。

(3)金黃色物質的研究：

勺用鑷子細心挑出含金黃色礦物，觀察其外觀。

勺與無機酸類溶液反應的情形，觀察。

□以鐵釘及磁棒分別接近，觀察其磁性。

□試探其延性及展性。

實驗觀察與數據表

1. 金砂土的礦物觀察與鑑別：					
取“金砂土”平鋪於白紙上、利用肉眼及放大鏡觀察內中含有明顯透明至半透明固體粒子—石英。以及甚多白色至肉色的長石類、金黃色片狀物點綴其間，褐色固體粒子於指間搓揉，碎成金黃色片狀物，更有多量微細物無法用肉眼判別。					
2. 磁性物質與金黃色物質的研究：					

實驗次數 礦物	1.	2.	3.	平均	磁性物質百分率%
磁性物重	0.05	0.07克	0.07克	0.063克	0.63 %

觀察情形 礦物	項目	以鐵釘接	以磁棒接	延、展	條痕顏色	外觀
黑褐色礦物	近	不相吸	相吸	無	黑	粒狀
金黃色礦物	近	不相吸	不相吸	無	無法看出	粒狀

續上頁

觀察情形 礦物	加酸		濃硫酸		稀硫酸		濃硝酸		稀硝酸		濃鹽酸	稀鹽酸
	冷	熱	冷	熱	冷	熱	冷	熱	冷	熱		
黑褐色礦物質	無反應	無反應	無反應	無反應	無反應	無反應	無反應	無反應	無反應	無反應	緩慢溶解 變黃色	緩慢溶解 變黃色
金黃色礦物質	無反應	金黃色消失	無反應	無反應	無反應	無反應	無反應	無反應	無反應	無反應	無反應	無反應
備註	1.黑褐色礦物在鹽酸中反應，逐漸溶解，隔日觀察有白色片狀物。											

四、討 論

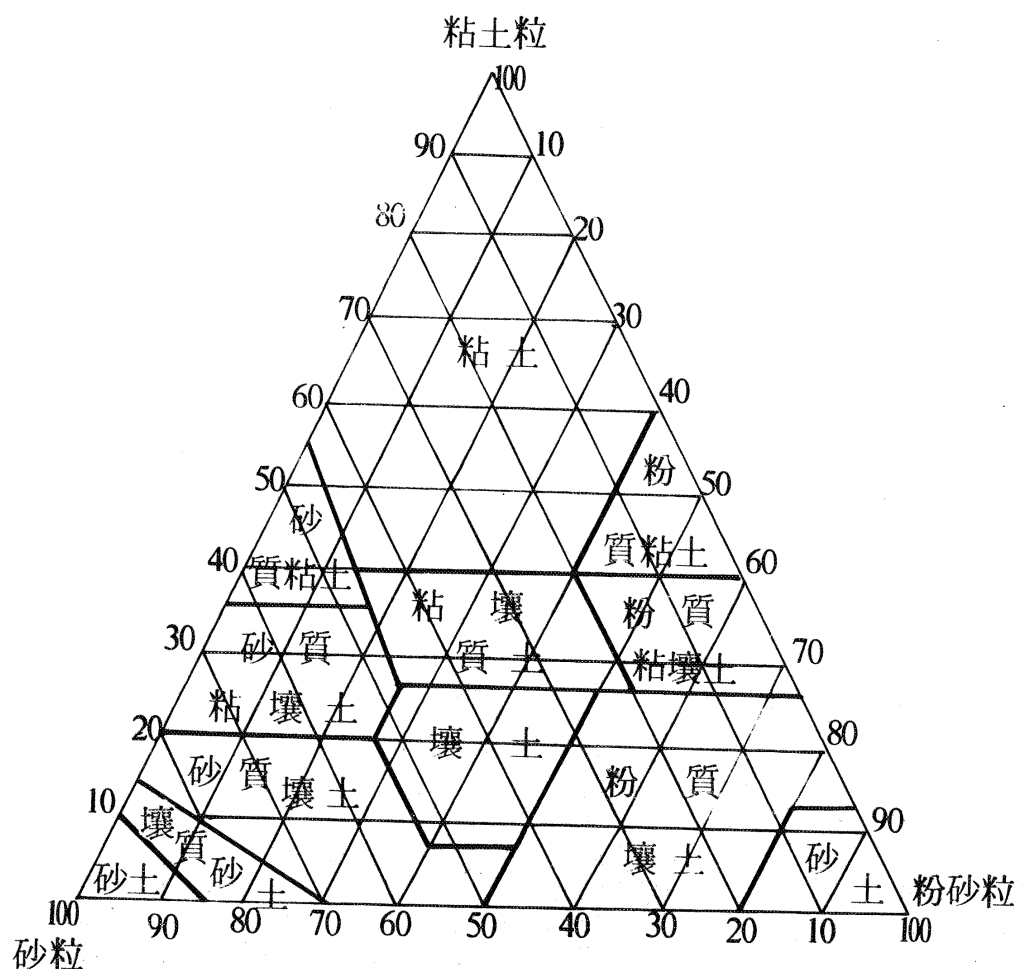
(一)通常土壤的顏色由白色（如石英），黑色（如有機質，角閃石等），紅色（如氧化鐵）之三種基本色各以不同比例配合而成。經由野外觀察，金砂土中含有黑褐色小粒物，金黃色片狀物之暗棕土壤，其反應測試，PH值約 6.75 接近中性土質。

(二)土壤質地的辨認，我們利用沈降法將金砂土按黏土粒、粉砂粒、砂粒的三種粒級百分比，再由附圖(一)求得金砂土為壤土質砂（砂粒：82.48%，粉砂 14.90%，黏粒 2.62%），屬於排水甚佳的土壤，保肥力、保水力且相對較差。

- (三)金砂土之孔隙度約 47 %，通氣、排水良好，但由土壤肥力分析觀之，有機質僅 0.89 %，總氮量 0.032 %，總磷酐 (P_2O_5) 爲 0.27 %，這些似乎偏低，不利植物花卉的成長。
- (四)由氧化鉀 (K_2O) 的成分分析，約含 4.48 %，這應是很理想鉀肥來源，但我們推測這些仍以長石類的礦物結構存在，其有效性尚待研究。
- (五)由礦物成分觀察，金砂土中含有礦物結晶較大的石英，長石類礦物、雲母類礦物及其他微晶礦物，我們推測，這應來自花崗岩的風化。
- (六)從未完全風化的土壤剖面觀察，金砂土實由花崗岩或花崗片麻岩風化而成。
- (七)在化學分析過程中，曾利用電磁攪拌器協助攪拌，無意間發現磁攪子吸附許多暗褐色物質——它與磁有關，因此我們將金砂土儘量研磨，利用強力磁棒及電磁鐵分離出許多此類物質，經研究，可緩慢溶於鹽酸中呈黃色溶液，證明爲鐵的氧化物，可能是磁鐵礦。同時又由化學分析可知金砂土中氧化鐵成分頗高 (約 10.53 %) 佐證之。
- (八)金黃色小片狀礦物，由其“不溶於酸”，“具有完全底解理”，“反射出金黃色的光”以及條痕比對而知非真金，這可能是“金雲母”，爲愚人金之一種。
- (九)肥力分析主要要了解金砂土對於蘭花及其他花卉種植的基本肥效的認識。
- (十)黑褐色礦物片鹽酸中溶解，隔日觀察試管殘留白色片狀物，從其“解理”與“不溶於熱硫酸”而推測爲“白雲母”。

五、結 論

金砂土的礦物成分初步觀察是由石英、長石類 (鉀、鈉長石)、雲母 (金雲母和白雲母)、磁鐵礦以及其他微量礦物所構成，它之適合種花蘭是因其排水性，通氣性良好，但有效肥力似乎並非很好，也許花崗岩風化尚未完全而構成良好土壤。



評 語

本展品係討論金門前水頭“金砂土”之分布，以及其物理與化學性質，此外亦探討“金砂土”用於花卉培養的可行性。

本作品作者有四人能發揮團隊精神，研究過程符合科學精神，作品富鄉土性能就地取材，並能實際應用於花卉之培養。本作品弱點為對“金砂土”之礦物鑑定未能確定。