

中華民國第 64 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 地球科學科

(鄉土)教材獎

080509

指有土色-以土壤製作色粉之研究

學校名稱：臺中市南屯區惠文國民小學

作者： 小六 鄧詠欣 小六 蔡欣霓 小六 盧均苓 小六 蘇享芯	指導老師： 陳俊明 陳姿杏
---	-----------------------------

關鍵詞：土壤、礦物、指甲油

摘要

本研究利用處處可見的土壤進行色粉的研究，在採集 5 處土壤樣本中，不同區域的土壤均具有獨特的特性。大肚山土壤的黏性較高，含有較大比例的細顆粒黏土，製作出來的色粉也較重；相對地，溪河砂土製作的色粉較輕，這可能是因為較粗的沙子成分居多。在土質分類上，高美土和大肚山土屬於黏土含量較高的埴土，菜園土和阿嬾田土則是黏土含量次之的埴壤土，而溪土和溪沙則是黏土含量較低的壤土和砂土。通過一系列的製作流程，我們能夠從原土中提取出細緻的礦物色粉，這些礦物色粉不僅能用於水彩畫顏料，還能與鹿膠等材料混合製作成膠彩畫顏料。最後，我們將自製的礦物色粉製作出「環我大地指甲油」，除了增添趣味外，也是對自然資源的一種永續利用。

壹、前言

一、研究動機

岩石是組成地殼的物質，也是構成地球岩石圈的主要成分，這些岩石經過風化作用後，會逐漸分解成小顆粒，最終形成土壤。土壤的形成是一個複雜的過程，除了原始岩石的種類外，還會受到氣候、地形、生物及成土時間等多種因素的影響，這些因素共同決定了土壤的性質和分布。無論是岩石還是土壤，它們主要是由各種不同的礦物組成，這些礦物不僅創造了地球上豐富的生態系統，也提供人類社會發展的基礎，由於這些礦物的成分不同，其獨特化學成分使得不同礦物有不同的顏色。

古代藝術家們利用天然礦物顏料來創作，這些顏料不僅為作品增添了色彩，也與當時的自然環境和文化息息相關。隨著時間的推移，這些傳統礦物顏料反而變得難以取得，因此我們想要探索利用處處可見的土壤提取色粉的可能性，不僅是一種技術上的創新，也是對傳統和自然的一種致敬。

我在網絡上發現了洪皓倫老師使用土壤進行繪畫的作品，這種獨特的創作方式不僅能夠保留台灣這片土地的原始色彩，也體現了對自然環境的尊重與保護。還具有許多優點，比如色彩持久、容易取得以及易於保存等，因而引起我們的好奇心，除了想試試自己製作出礦物色粉外，還想用這些色粉來作畫，並探索自然與藝術結合的新途徑，讓人們可以通過創作來更親近自然，感受土地的溫度和質感。

二、研究目的

1. 蒐集不同區域土壤，並學習分析土壤的基本性質。
2. 了解土壤製作成色粉的流程。
3. 探討改進色粉製作程序。
4. 利用不同土壤製作成色粉並分析其性質。
5. 色粉的應用—製作繪畫顏料及環保無毒指甲油。

三、文獻探討

土壤由不同大小的顆粒組成，顆粒間充滿孔隙，具有獨特的物理結構。這些孔隙中含有液體和空氣，使土壤能夠儲存和調節水分及氣體的流動。此外，土壤是重要的生物棲息地，提供豐富的營養物質和適宜的生長條件，支持植物和微生物的生長。土壤的化學組成也至關重要，直接影響其肥沃程度和植物生長。土壤中的礦物質和有機質含量、pH 值及其他營養元素的比例，都是決定土壤質量的關鍵因素。不同的氣候和地理條件會導致土壤特性差異，形成多樣的土壤類型。

土壤是植物生長的基礎，它的性質會影響植物的健康。土壤有不同的類型，比如沙質土、壤土和黏土，每種土壤都有它獨特的特點。例如，沙質土壤顆粒較大，排水性好，但保水能力差，它通常富含礦物質，但缺乏有機質；壤土則是由細沙、粘土和腐植質混合而成，保水保肥能力都不錯，適合多種植物生長；黏土顆粒非常細小，使得這種土壤的保水性非常好，但排水性和通氣性較差，處理不當時，根部可能會發生腐爛。了解這些性質可以幫助我們更好地照顧植物。

礦物顏料，是從大自然中提取的無機物質，其來源主要有兩類：一是直接從天然礦石中經過選礦、粉碎、研磨和分級等過程精製而成；二是通過化學處理加工天然礦產品製成的化工合成顏料。在藝術創作中，礦物顏料不可或缺，從古代壁畫到現代藝術作品，這些顏料提供了持久且多變的色彩選擇，使藝術家能夠以豐富的色彩呈現他們的想法。除了藝術，礦物顏料還廣泛應用於建築材料、塑料、橡膠和化妝品等行業，提供色彩和功能性的增強。

講到環保，網路有許多自製無毒指甲油的製作方式，歷屆科展也有一些作品，例如：第 60 屆作品『首「麴」一指一天然無毒指甲油』，是以紅麴色素、玉米澱粉、矽油、明膠及海藻酸鈉為配方，我們在網路上也有找到直接以膠水和色粉混和製作，我們將參考這些配方，並改進缺點，設計出適合以土壤色粉為顏料的環保無毒指甲油，這樣自製的指甲油不僅對環境友好，對我們的健康也更有保障。

貳、研究設備及器材

一、研究設備器材：

鏟子、水桶、撈油勺、洗滌瓶、篩子、研鉢、湯匙、電子秤、燒杯、量筒、濾布袋、計時器、保鮮膜、滴管、咖啡濾紙、漏斗、汽水瓶、.盤子、保存容器、酸鹼度計、電導度計、顯微鏡、載玻片、蓋玻片、指甲片、水彩紙 (A5)、培養皿、溫度計、陶瓷纖維網、三腳架

二、研究材料：

水、PVA 膠水、吉利丁粉、75%酒精、鹿膠、矽油、玉米澱粉、膠礬水、原土



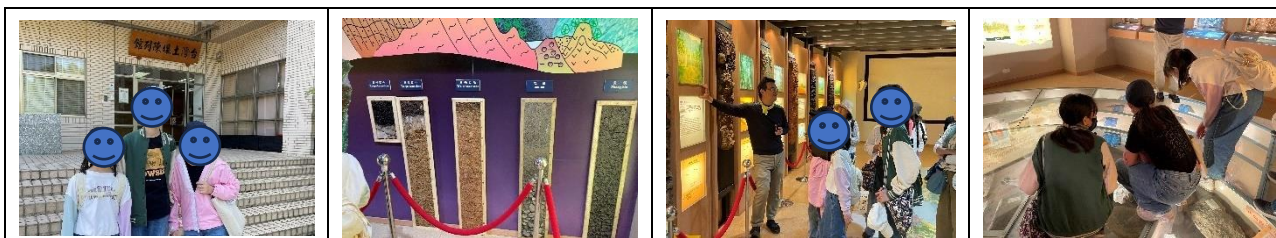
本頁照片由第一指導老師拍攝

參、研究過程、結果與討論

一、參觀學習

為了研究的需要，我們參觀了平時不對外開放的台灣土壤陳列館，恰逢農業試驗所所慶活動，得以一窺台灣各地豐富多彩的土壤樣本。透過解說員的詳盡介紹，我們對土壤研究有了更深入的認識。

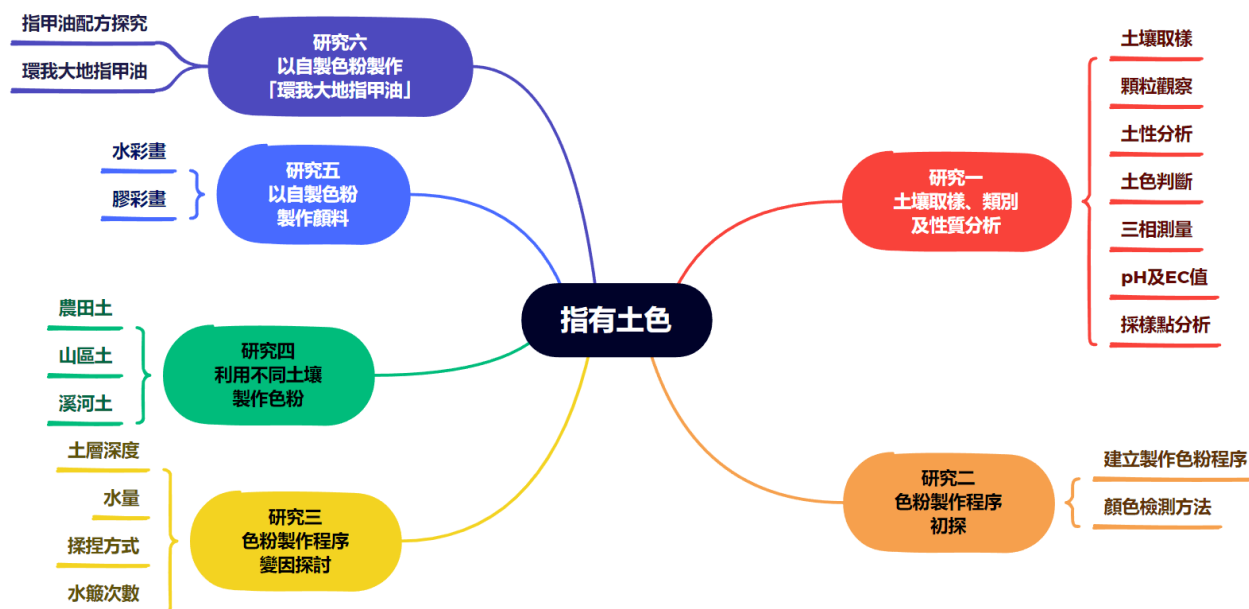
參觀心得：土壤陳列館內展示了自台灣海峽到太平洋、從濱海至高山的土壤標本，呈現出台灣土地的豐富面貌，我們在土壤陳列館中發現土壤的多樣性，原本看似不起眼的土壤，會因為在不同地區、環境、土層……，而在外觀、顏色、性質、導電度、酸鹼度…有不同的特性，不同特性的土壤可以提供不同的作物生長，隨著環境變遷，臺灣的土壤也面臨危機，我們要好好珍惜我們自己的土壤。



到霧峰農試所參觀「台灣土壤陳列館」，了解土壤的性質與台灣各地區土壤的特性。

本頁照片由第一指導老師拍攝

二、研究架構



三、實驗方法

研究一 土壤取樣、類別及性質分析

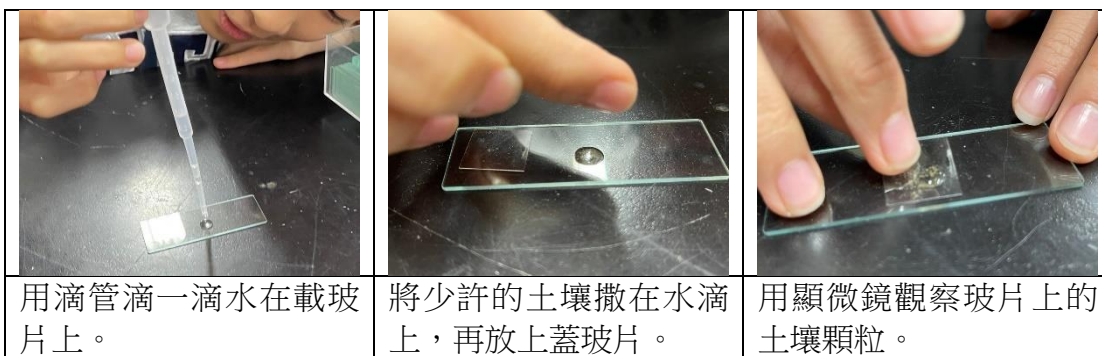
在校園漫步時，我們的視線經常被各式各樣的植物所吸引，它們在土壤中生根發芽，展現出生命的活力。但我們卻對這些土壤一無所知，在本研究，我們先以校園內菜園的土壤為研究的對象，希望透過各種科學的檢測方法，讓我們更深入了解土壤的基本性質，作為後續研究的基礎。確立可行研究方法後，我們再到不同區域採樣，獲得更多不同性質的土壤，以了解不同地區土壤的特性。

(一)、研究方法

1.土壤取樣:






2.顆粒觀察




3.土性分析(以手感判斷土性)







本頁照片皆由第一指導老師拍攝

		
將掉落在秤量紙上的土每 1g 搓成一顆圓球。	測試土壤是否能搓成條狀。	觀察條狀土壤的斷裂情形。





4. 土色判定

		<p>主要顏色 HEX #c0baae RGB (192,186,174)</p>
將原土平鋪在容器中。	使用平板近距離拍照。	利用 APP 得到土壤的 RGB 值，再轉換成最接近的顏色名稱。

5. 三相測量














			
將原土倒入模具中壓緊，並用尺將表面刮平。	連同模子和土一起秤重。	在鍋子上鋪上一層鋁箔紙，並開始加熱。	加熱後再秤重，將加熱前的重量減去加熱後的重量的差就是含水量。

6. pH 值及 EC

			
將 50 毫升的水和 100 公克的土倒入血清瓶。	搖晃 30 秒，靜置 20 分鐘。	使用電導度計 (EC meter) 檢測。	使用酸鹼度計 (pH meter) 檢測。

本頁照片皆由第一指導老師拍攝

7.擴大土壤採樣點：除了學校菜園外，我們把採樣點擴大到校園以外，詳細地點如下圖。

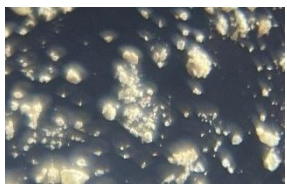
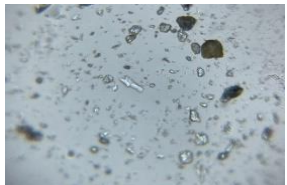
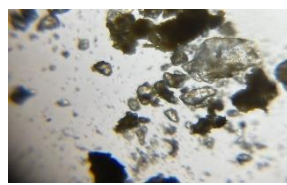
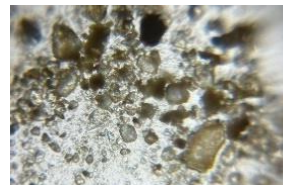
農田			
學校菜園	阿嬤田	高美土	
			
			
山區		溪河	
大肚山 1	大肚山 2	溪沙	溪土
			
			



本頁照片皆由第一指導老師拍攝，臺灣地圖取自 google earth。

二、研究結果與討論

1. 顆粒觀察

			
以微距鏡觀察(5 倍倍率)。	以低倍率顯微鏡觀察(10 倍倍率)。	以中倍率顯微鏡(30 倍倍率)觀察， 可以看到透明或半透明的顆粒。	

在顯微鏡下觀察菜園土壤時，可以發現許多透明的顆粒物質，具有玻璃光澤，**這些顆粒物質很可能是石英**。在自然課學習岩石礦物單元時，我們了解到石英是透明的。因此，我們的觀察結果與理論知識是相符合的。



2. 土性分析

土：水	1：1	2：1	3：1	4：1	
能否塑型	太濕	太濕	剛好	太乾	
使用校園土在不同的土、水比例混合下，以食指和拇指像是搓紙擦一般的搓揉，透過感覺來判定土性。					

本頁照片皆由第一指導老師拍攝

參考相關文獻後發現，埴壤土含有較高比例的黏土，這使得土壤具有良好的成型性，能夠塑造成類似火柴棒的粗細度。這與我們實驗所觀察到的現象十分吻合。因此，**我們推斷學校菜園中的土壤為埴壤土或是壤土**，埴壤土的黏土比例略高於壤土，是由黏土和少量沙子混合而成，質地黏稠且手感略為粗糙但平滑，適合農作物的種植。

3. 土色判斷

	HEX	RGB	顏色	名稱 (最接近)
菜園土(一)	#cac7b8	(202,199,184)		霧灰色
菜園土(二)	#c0baac	(192,186,174)		茶色

根據參考資料顯示，土壤的顏色變化主要受到其成分的影響。我們這次使用的土壤樣本都取自同一地點，因此顏色上的差異相對較小。此外，利用網絡工具，我們能夠準確地比對土壤顏色的微小差別，並將其數據化記錄下來，以便於後續的實驗分析和使用。

4. 三相測量

	液相	固相	氣相
菜園土（一）	15.9%	57.34%	26.76%
菜園土（二）	41.78%	53.7%	4.52%

三相實驗是指研究土壤固體、液體和氣體這三個不同相態之間的相互作用和平衡，是顯示土壤物理性的重要指標。這種實驗通常包括測量土壤的孔隙度、水分保持能力以及氣體交換的能力。土壤三相的比例，對土壤的硬度、透水性與保水性有著極大的影響。一般認為，最適合作物生長的比例，是固相率占 45 至 50%，液相率和氣相率各佔 20%至 30%。我們兩次實驗中，固相的比率都在 50%至 60%之間，但液相和氣相的數據差距很大，推測可能是採樣時，因為無法在現場直接測量，必須將土樣取回進行實驗所致。

土壤三相的計算方式如下：(參考土壤的基礎知識)

液相：190g(土壤+容器重量)【加熱前總重量】- 174.1【加熱後的總重量】= 15.9...15.90%

固相： $\frac{174.1-25(\text{容器重})}{2.6(\text{土壤的真比重})} = 57.34...57.34\%$

氣相：100-(15.9+57.34)=26.76...26.76%

5. pH 值及 EC





項目	pH 值				EC 值(mS/cm)
	30 分鐘	60 分鐘	90 分鐘	120 分鐘	20 分鐘
數值	7.97	8.04	8.03	8.01	0.14

(1)在靜置的 120 分鐘內，土壤的 pH 值有輕微波動，但整體變化不顯著，仍舊維持在弱鹼性範圍內。至於 EC 值，根據農業試驗所的資料，一般土壤的飽和電導度若低於 2mS/cm，對多數作物的生長並不會造成負面影響。從我們收集的數據來看，菜園的土壤整體狀況良好。然而，如果計劃進行種植，可能需要添加適量的營養物質以調節土壤 pH 值和提升其電導度。

(2)農田土和山區土的 pH 值除菜園土之外，在在弱酸性的範圍，以大肚山土 1 的數值最低，只有 5.34。屬溪河的溪沙及砂土則是帶有弱鹼性。EC 值的部分，所有土壤的電導性都比較低。

6. 各採樣點土壤性質

	農田		
種類	學校菜園	阿嬤田	高美土
pH 值	7.97	6.68	6.58
EC 值 (mS/cm)	0.14	0.20	0.12
土性	埴壤土	埴壤土	埴土
			

類型	山區		溪河	
種類	大肚山 1	大肚山 2	溪沙	溪土
pH 值	5.34	6.58	7.86	8.04
EC 值 (mS/cm)	0.12	0.12	0.26	0.52
土性	埴土	埴土	砂土	壤土
				

本頁照片皆由第一指導老師拍攝

(1)參考網路資料，我們採集的各地區土壤特性為：

土壤	特色
學校菜園土	學校設立前為農地，在興建校舍時，已經將原有土壤移去，後來因規劃菜園種植，所以再植入的土屬於新成土。
阿嬤田土	位於嘉義縣中埔鄉，推斷為新成土，新成土主要分佈在地形較陡處，而其肥力較高，滲透性較佳且疏鬆，適合農耕，因此推斷此土壤應該富含氮、磷、鉀等能促進農作物生長之元素。
八掌溪土	八掌溪的砂土特性，是一種由顆粒大小在 0.05 至 2 毫米之間的礦物顆粒組成的土壤類型。
高美土	我們採集到的高美土呈現黑色，可能是因為高美土富含有機質，有機質主要來自高美濕地的植物的生長和分解，有機質的存在也有利於濕地植物的生長，而有機質含量越高，土壤顏色就會越深。
大肚山土	大肚山土是屬於土壤性質中的紅壤，是一種富含氧化鐵、氧化鋁的酸性土壤。

(2)依照藤原俊六郎所著、周若珍翻譯的《土壤的基礎知識》所提出的「以手感判斷土性的方法」,如果可以將土壤塑成長條狀,依照黏土含量由低到高分別為壤土(黏土 25-37.5%)、埴壤土(黏土 37.5-50%)和埴土(黏土 50%以上),無法成型的為砂土(黏土 12.5%以下)及砂壤土(黏土 12.5-25%),由實驗的結果,高美土、大肚山土為埴土,菜園土和阿嬤田土為埴壤土,溪土為壤土,溪沙為黏土含量最低的砂土。



(3)由以上數據可以了解土壤的基本性質,以學校菜園土壤為例,是具有部分黏性的埴壤土或壤土,酸鹼性為弱鹼性、導電度低,若需要耕種,可能要再調整土質。此外,我們也藉由不同區域所採集的土壤分析,了解到因為環境不同而造就了各地區不同種類的土壤。

研究二 色粉製作程序初探

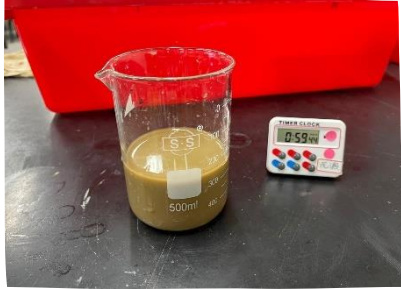



在網絡上發現了洪皓倫老師使用土壤進行繪畫的作品,這種獨特的創作方式不僅能夠保留台灣這片土地的原始色彩,還具有許多優點,比如色彩持久、易於保存等。我們參考洪老師網路上的資料嘗試自製土壤顏料,以了解由土壤製作色粉的程序。

(一)、研究方法



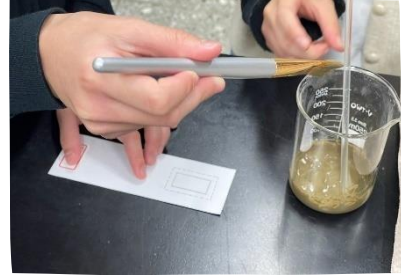
1.色粉製作


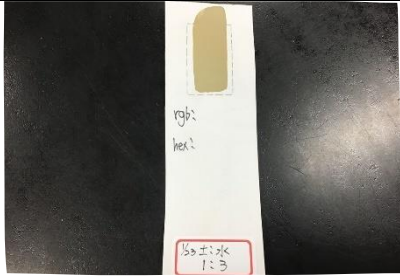

1.調配	2.撈雜質	3.粗濾
		
<p>挖取深度 10 公分的學校菜園土壤,調配出土和水比例為 1:8 的泥水。</p>	<p>使用撈油勺撈取浮起的雜質並重複兩次。</p>	<p>讓泥水經過 30 目篩網進行粗濾並捨去篩網上面的雜質。</p>

本頁照片皆由第一指導老師拍攝

<p style="text-align: center;">4.過濾</p> 	<p style="text-align: center;">5.水簸</p> 	<p style="text-align: center;">6.沉澱</p> 
<p>將泥水倒入布袋後浸泡 5 分鐘，對布袋內的泥土揉捏 5 分鐘，再重複上述步驟一次。</p>	<p>使用玻棒攪拌 5 圈泥水後，靜置 30 秒，將泥水倒入另一個容器直到看到沉澱物的一半，重複兩次。</p>	<p>讓泥水沉澱 1 小時後，吸出澄清水，只留下沉澱部分。</p>
<p style="text-align: center;">7.細濾</p> 	<p style="text-align: center;">8.陰乾</p> 	<p style="text-align: center;">9.搓粉</p> 
<p>將泥水倒入咖啡濾紙，靜置至隔日。</p>	<p>將咖啡濾紙攤開放置一天使其陰乾。</p>	<p>將咖啡濾紙上的色粉搓至研鉢裡。</p>
<p style="text-align: center;">10.研磨</p> 	<p style="text-align: center;">11.秤重</p> 	<p style="text-align: center;">12.保存與紀錄</p> 
<p>用研鉢將色粉研磨至更細。</p>	<p>秤量獲得的色粉重量。</p>	<p>將色粉放入保存容器中，並記錄重量及製作日期，密封保存</p>

2.顏色分析

<p style="text-align: center;">1.調配</p> 	<p style="text-align: center;">2.攪拌</p> 	<p style="text-align: center;">3.沾取</p> 
<p>秤取 1 克色粉，加入 3 毫升水。</p>	<p>以玻棒攪拌至均勻混和。</p>	<p>以水彩筆沾取配製好的自製顏料。</p>





4.著色	5.晾乾	6.測量
		
將已蘸顏料的畫筆在色卡紙上塗色。	放置 1 小時，等待色卡乾燥。	在設置的平台上，以檢測軟體測量 RGB 值。

(二)、研究結果與討論

- 在研究期間，我們有幸參與洪皓倫老師在國立台灣美術館開設的「採大地顏料，畫心中的話」課程。課程中，洪老師教導我們如何製作色粉，並詳細介紹了色粉的來源不僅限於土壤，還包括植物與動物。

參觀心得：我們在國美館參加了洪皓倫老師的舉辦的活動，讓我們了解到製作土壤色粉的作法，從挖土、研磨、粗濾、過濾及細濾等詳盡的步驟中，才能得到少量色粉，真是得來不易！也了解到除了土壤之外還有花瓣、果實等等的東西也可以做成色粉。


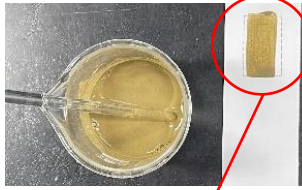
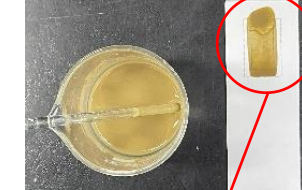



2.色粉製作

			
學校菜園原土。	將色粉以研鉢研磨的更細。	經實驗程序獲得的色粉，重量 3.46 公克。	將色粉裝入有蓋玻璃瓶保存。

經過實驗，確實可以從土壤裡取得色粉，**實驗流程接近三天，但所得到色粉的量卻只佔原土的 1~2%，真是得來不易呀!**此外，如需獲得更細的土粉，可增加研鉢磨粉的時間，再配合以 60 目以上的篩網過篩，可確保獲得更細緻的色粉。

3.顏色分析

本頁照片皆由第一指導老師拍攝

比例	色粉:水 1:1	色粉:水 1:3	色粉:水 1:6
調配的顏料和色卡			
塗層區域放大			

(1).進行土壤顏色分析時，必須固定色粉與水的比例。當水分較少時，顏色會呈現較深，顏料的黏度和顆粒的粗細也會增加；反之，若水分較多，則顏色會變淺，顏料的稀釋度和顆粒的細小程度也會提高。為了保持分析的一致性，測量顏色時應採用色粉與水 1:3 的固定比例。

(2).經由色粉和水以 1:3 比例調配的顏料，以水彩筆蘸顏料塗在我們設計的色卡紙上，再經過風乾程序後，以平板配合檢測軟體測量顏料的 HEX 與 RGB 值，分別為 HEX=#cab67f， RGB(202,182,127)，顏色接近深棕褐色。



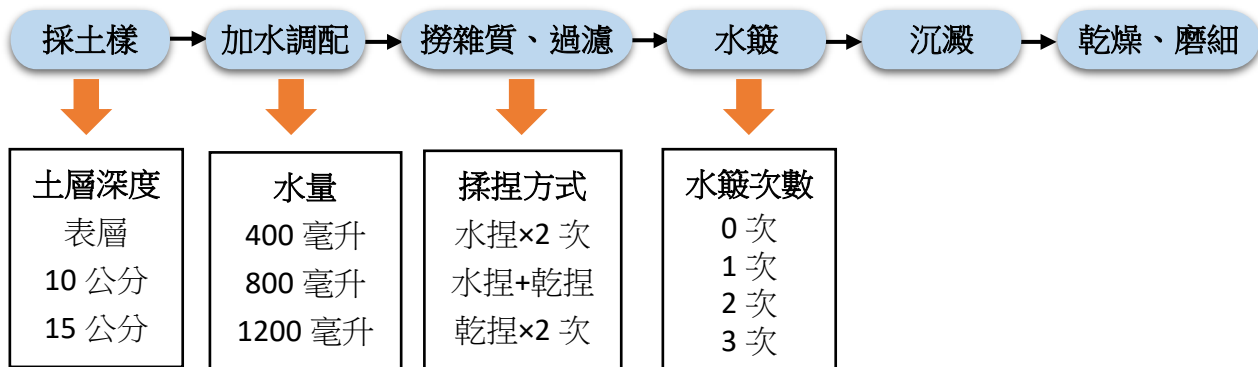
研究三 色粉製作程序變因探討

在研究二，我們參考了相關資料，並設計了一套製作色粉的流程。本研究將重點探討幾項關鍵程序，以期發現影響色粉品質的因素，來改進製作的流程。

(一)、研究方法

1. 變因探討

色粉製作流程：



2. 土壤取樣深度：為了瞭解土壤採樣深度對土質是否有影響，我們以學校的菜園土壤為對象分別採集表層土、挖掘 10 公分及 15 公分的土壤，探討不同深度土壤製作出來的色粉的差異性。



3. 實驗步驟：同研究一

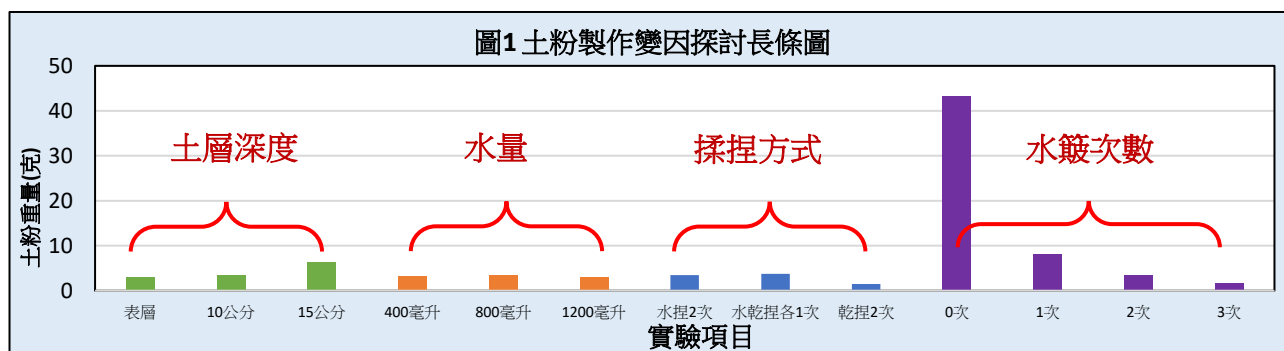
(二)、研究結果與討論

1. 研究結果

土層深度			水量		
實驗項目	色粉重量	色粉粗細	實驗項目	色粉重量	色粉粗細
表層	3.07 克	最粗	400 毫升	3.25 克	最粗
10 公分	3.46 克		800 毫升	3.46 克	
15 公分	6.32 克	最細	1200 毫升	2.93 克	最細
揉捏方式			水簸次數		
實驗項目	色粉重量	色粉粗細	實驗項目	色粉重量	色粉粗細
水捏 2 次	3.46 克		0 次	43.15 克	最粗
水乾捏各 1 次	3.75 克	最粗	1 次	8.09 克	
乾捏 2 次	0.46 克		2 次	3.46 克	
			3 次	1.61 克	最細

2. 以我們的製作程序做出來的土粉，除了以重量來評估之外，還有土粉的粗細也是要考慮的，由上項變因實驗數據顯示：

- (1) 土層深度，挖得越深，獲得的色粉重量最重，且顆粒也越細，可能因為深層越深，土壤越細的原因。
- (2) 加入的水量，水量的多寡對色粉的重量和粗細影響不大，但水量越多，越容易將雜質帶走，不會殘留在後續程序中，且色粉的細緻度較細。
- (3) 揉捏方式，要採用水捏法，也就是要將濾袋放入水裡，才能將濾袋裡的色粉擠壓出來。
- (4) 水簸次數，是影響土粉重量和粗細度最重要的因素，次數越多，因為顆粒越細，得到的色粉越少，重量也越輕。



3. 我們在網路影片中看到一則將繪畫顏料分出粗細的方式，利用大顆粒沙粒比較重，在水裡容易沉澱的原理，可以將原土裡的粗細沙粒分開來，經過越多次「水簸」步驟可逐步得到

更細的色粉。由實驗數據也發現，如果沒有進行「水簸」，得到的色粉有 43.15 克，但色粉顆粒較粗，不適合使用，但做了三次水簸後，得到的色粉雖只有 1.61 克，色粉也是最細緻的，由此可知，色粉的粗細關鍵是「水簸」的次數。

4. 為了進一步探討揉捏步驟對色粉產生量的影響，我們將濾袋放在清水中，在清水裡進行水簸，以了解單一次揉捏可以收集多少的色粉。由實驗結果顯示，單一次揉捏可得到 0.47 克色粉，**代表單以在水中揉捏一次可以增加 30%的色粉量。**



5. **根據實驗結果，要製作出更細膩的色粉，關鍵步驟包括：必須從地表層開始，至少向下挖掘 15 公分以獲得原土；水量增加雖會使收集的色粉減少，但可提高色粉的細緻度；以水捏方式也可增加色粉的重量，水簸作業是影響色粉重量和細緻度最重要的因素，建議多次為佳，最少需進行兩次。**

研究四 利用不同種類土壤製作色粉

為了製備多種色彩的色粉，我們將從數個採集點取得的土壤樣本進行實驗，這些實驗將根據研究二、三所確定的製粉流程進行。透過這個過程，我們能夠深入了解如何從自然界中提取並利用不同的顏色，進而創造出一系列豐富且多樣的色粉產品。

(一)、研究方法

1. 實驗步驟：色粉製作方法及性質分析參考研究二、三。

















本頁照片皆由第一指導老師拍攝















			
以咖啡濾紙進行細濾程序，靜置 24 小時使色粉餅乾燥。	將已乾燥的色粉餅從濾紙上取下，在以研鉢磨細。	將已磨細的色粉秤重、保存於密封玻璃罐中。	本研究處理各種色土使用的濾布。

(二)、研究結果與討論

1. 研究結果

土壤種類	學校菜園土	阿嬪田土	高美土	大肚山土 1
色粉重	3.46 克	16.13 克	2.40 克	15.69 克
原土				
色粉				
土粉色	HEX:#807040 RGB(128,112,64)	HEX:#998b58 RGB(153,139,88)	HEX:#494532 RGB(73,69,50)	HEX:#9b6330 RGB(157,99,48)
土壤種類	大肚山土 2	溪沙	溪土	
色粉重	17.98 克	0.75 克	8.92 克	
原土				
色粉				
土粉色	HEX:#8a5824 RGB(138,88,36)	HEX:#898159 RGB(137,129,89)	HEX:#746f41 RGB(116,111,65)	

- 土壤顏色：7種實驗的土壤，高美土因為富含有機質，顏色最深，學校菜園土和阿嬤田土偏黃，溪河的兩種土偏灰，大肚山土則是偏紅。
- 色粉重量：在進行色粉比較研究時，我們發現大肚山的兩種色粉樣本重量最重。這一結果可能與大肚山土壤的黏性有關，該土壤在過濾過程中顯示出較高的黏性，導致更多的砂粒被黏附並轉移到底層。此外，在農田土壤的比較中，高美地區的色粉重量相對較輕，這可能是因為高美土壤含有較高水分，使得在秤重時水分佔了一定比例的重量。至於溪沙的色粉重量是所有土壤中最輕的，這不僅僅是因為其濕度的影響，還因為含細砂粒比例較少所致。
- 以手機拍攝色粉可得到該顏色的色碼或 RGB 值，但不易理解所代表的意義，由參考資料知道可由孟塞爾土壤比色卡獲得相近的顏色，然而孟塞爾土壤比色卡價格很高，因此，我們利用網路上的「在線調色板」，輸入色碼來轉換成較為接近的顏色名稱。

土壤種類	學校菜園	阿嬤田	高美土	大肚山 1
色粉				
HEX 色碼	HEX:#807040	HEX:#998b58	HEX:#494532	HEX:#9b6330
RGB 比例	50%,44%,25%	60%,55%,35%	29%,27%,20%	61%,39%,19%
接近的顏色				
顏色名稱	深棕褐色	大麥玉米色	海帶色	烏賊皮色
土壤種類	大肚山 2	溪沙	溪土	
色粉				
HEX 色碼	HEX:#8a5824	HEX:#898159	HEX:#746f41	
RGB 比例	54%,35%,14%	54,51,35	47% ,43% ,30%	
接近的顏色				
顏色名稱	烏賊墨色	溪黏土色	深溪黏土色	

本頁照片皆由第一指導老師拍攝

5. **台灣的土壤顏色豐富多彩**。在山區，會發現那裡的土壤呈現出深沉的棕色調，這是由於山地土壤中含有豐富的有機物質。在河流附近，土壤則展現出黃色或是灰色的色澤，這些顏色的變化揭示了該地區土壤中含有的沙質和石礫成分。在農田裡，土壤多呈現紅色或黑色，這不僅反映了土壤中鐵質的豐富程度，也象徵著土壤的肥沃與適宜耕種的特性。
6. 台灣因位處板塊交界，這一地理特性不僅造就了島嶼多變的地形，也帶來了多樣的氣候條件。這些因素綜合作用，形成了豐富多彩的土壤類型。**從肥沃的黑土到含鐵量高的紅土，再到沿海地區常見的灰色沙質土壤，如果能夠收集各地方的各色土壤製作出五彩繽紛的色粉，相信一定能畫出非常美麗的圖畫。**

研究五 以自製土壤色粉製作顏料

我們收集了數個地區的土壤，並將它們製成了各種顏色的色粉。在本研究中，我們嘗試將這些獨特的土壤色粉混合到不同的介質中，製作出適合水彩和膠彩畫的顏料，利用這些顏料來畫出圖畫。




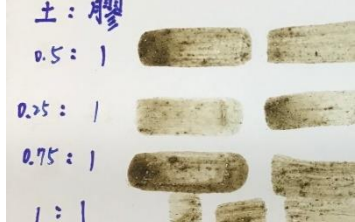

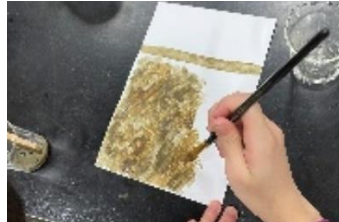
(一)、研究方法

1.水彩顏料及繪畫



		
1.秤取色粉，進行調配。	2.調配色粉和水的比例，有 1：1、1：5、1：10。	3.試畫在圖畫紙上。
		
4.用不同顏色的色粉，調製成水彩顏料。	5.以平板製作繪圖範本。	6.以自製水彩顏料進行繪圖。

本頁照片皆由第一指導老師拍攝

2. 膠彩顏料及繪畫

		
1. 在 A5 的圖畫紙上塗上一層膠礬水並陰乾。	2. 秤 1 公克的鹿膠，以隔水加熱直到鹿膠變成液體。	3. 分別加入 0.25、0.5、0.75、和 1.0 克的土壤色粉，調整濃淡。
		
4. 試畫在圖畫紙上。	5. 用不同土壤色粉製成各種膠彩畫顏料。	6. 以自製膠彩畫顏料進行繪圖。

(二)、研究照片

			
配製的水彩顏料因為色粉顆粒較重，使用前須攪拌均勻。	繪製水彩畫時，可以明顯看到有水份過多的情形。	水彩筆下筆和提起時，容易有積墨的現象。	「鹿膠」為膠彩會中，將顏料塗於畫紙的媒介。
			
直接將鹿膠與色粉混合，容易有結塊現象。	不同比例鹿膠和色粉可呈現濃淡墨色，也可用粗細不同色粉表現粗細的色澤。	膠彩畫的色彩呈現類似於油畫。	因為鹿膠降溫後容易回復膠狀型態而結塊，一次不宜配製太多。



本頁照片皆由第一指導老師拍攝

(二)、研究照片

			
配製的水彩顏料因為色粉顆粒較重，使用前須攪拌均勻。	繪製水彩畫時，可以明顯看到有水份過多的情形。	水彩筆下筆和提起時，容易有積墨的現象。	「鹿膠」為膠彩會中，將顏料塗於畫紙的媒介。
			
直接將鹿膠與色粉混合，容易有結塊現象。	不同比例鹿膠和色粉可呈現濃淡墨色，也可用粗細不同色粉表現粗細的色澤。	膠彩畫的色彩呈現類似於油畫。	因為鹿膠降溫後容易回復膠狀型態而結塊，一次不宜配製太多。

(三)、研究結果與討論

- 我們進行了一項實驗，嘗試僅用水和原土來進行繪畫。經過多次嘗試不同的混合比例後，我們發現這種「顏料」很難均勻地塗抹在畫紙上，且會有雜質留在紙上。這表明，**直接使用土壤作為繪畫材料的方法並不理想。**

以原土為顏料	以色粉為原料
	

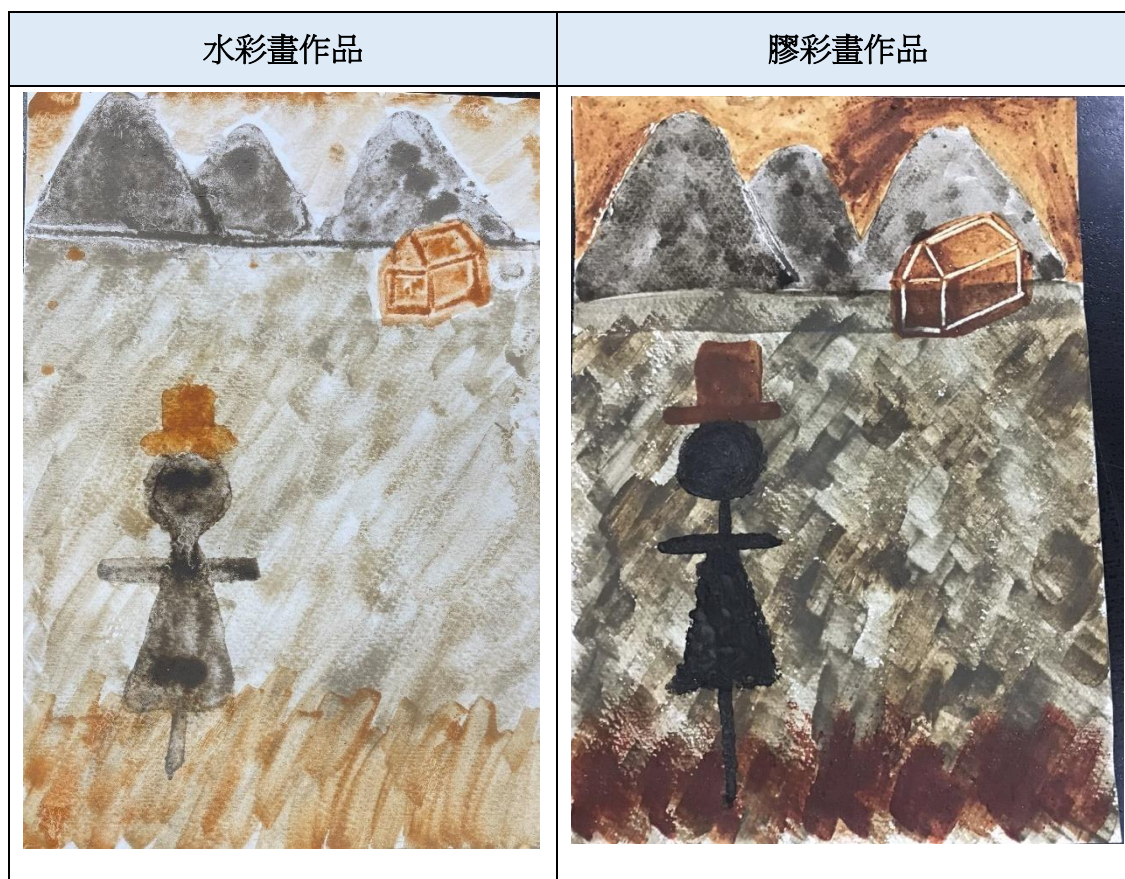
本頁照片皆由第一指導老師拍攝
繪畫部分由第四作者繪製

- 在色粉製作水彩畫顏料的實驗中，我們嘗試了多種不同的土水混合比例。經過仔細比較，我們發現**土與水按 1:5 的比例混合時，可以得到最佳的繪畫效果。這樣的混合物不僅顆粒細膩，而且在塗抹時顏色豐富，既不會過於粗糙也不會太淡。**

3. 在膠彩畫部分：

- (1) 將鹿膠與土壤色粉按 1 比 0.75 的比例混合是最理想的，這樣既不會過於稀薄也不會過於濃稠。
- (2) 在混合前，應先將鹿膠加熱，這樣能使顏料更加均勻地分佈。由於鹿膠在冷卻後容易凝固成塊，因此一次不宜製作過多。
- (3) 在等待膠彩乾燥的過程中，紙張容易卷曲，所以在乾燥後應該用重物壓平以保持平整。
- (4) 大肚山土 1 的色粉顆粒相對較粗，使用前需要磨細。

4. 綜合以上討論，以土壤製作的色粉，不僅可以做為水彩畫的顏料，也可以當作膠彩畫的顏料使用。





本頁照片皆由第一指導老師拍攝
繪畫部分由第四作者繪製

研究六 以自製土壤色粉製作「環我大地指甲油」

在研究五中，我們成功製作了水彩和膠彩顏料。基於這一成果，我們繼續探索是否能利用土壤色粉來製作指甲油。市面上的指甲油常含有對人體有害的化學物質，如甲醛、甲苯和鄰苯二甲酸二丁酯等。為了避免這些成分，我們尋找了一些安全且對指甲無害的配方，以此來嘗試製作新的指甲油。

(一)、研究方法


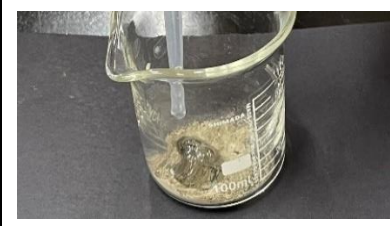

1. 第一次測試配方：350cps 矽油+玉米澱粉溶液+吉利丁溶液+菜園土色粉。

		
在預備實驗先確認各配方比例。350cps 矽油 9ml+玉米澱粉：水（1：15）3ml+吉利丁粉：水（1：4）0.1ml（約）+1g 菜園土色粉。	把 9ml 矽油、3ml 玉米澱粉溶液和 0.1ml（約）吉利丁溶液混合攪拌均勻，再加入 1g 土壤色粉攪拌均勻。	把指甲油均勻塗佈在指甲片上，等待乾燥後再觀察。

2. 第二次測試配方：吉利丁溶液+酒精+大肚山 2 色粉


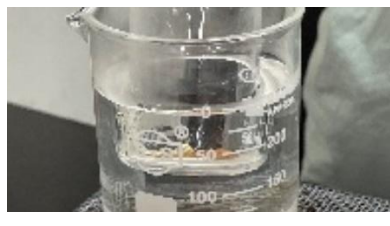

		
吉利丁粉：水（1g：4ml）+1ml 酒精+0.75g 大肚山 2 色粉。	把吉利丁溶液和 1ml 酒精混合攪拌均勻，再加入 1g 土壤色粉攪拌均勻。	把指甲油均勻塗佈在指甲片上，等待乾燥後再觀察。

3. 第三次測試配方：膠水+溪土色粉

		
準備色粉：膠水 1：3、1：5 和 1：10 所需的材料，找出最佳比例配方進行實驗。	將膠水和色粉混合攪拌均勻。	把指甲油均勻塗佈在指甲片上，等待乾燥後再觀察。

本頁照片皆由第一指導老師拍攝

4. 第四次測試配方：鹿膠+大肚山 1 色粉


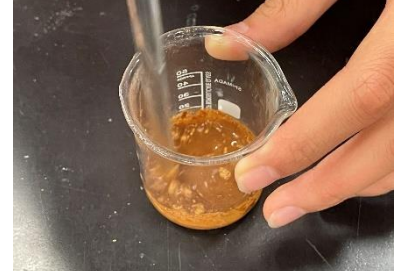

		
準備色粉：鹿膠 1：1、1：2 和 1：4 所需的材料，找出最佳比例配方進行實驗。	將鹿膠單獨隔水加熱至完全溶解，再加入色粉攪拌均勻	把指甲油均勻塗佈在指甲片上，等待乾燥後再觀察。

5. 第五次測試配方(改良第四次測試配方)：

A. 第一次改良

		
準備色粉：鹿膠 1：4、玉米澱粉：水 1:15 和吉利丁粉：水 1:4 所需的材料。	將鹿膠單獨隔水加熱至完全溶解	加入色粉攪拌均勻。


B. 第二次改良

		
(1)將吉利丁粉和水混合，再一邊隔水加熱一邊攪拌至完全溶解	用滴管吸取 1ml 的吉利丁溶液，再滴入鹿膠+色粉的溶液中並攪拌均勻。	把指甲油均勻塗佈在指甲片上，等待乾燥後再觀察。
(2)將玉米澱粉和水混合，再一邊加熱一邊攪拌至完全溶解。		
(3)分別秤取和吸取 0.5g 的玉米澱粉溶液和 0.5ml 的吉利丁溶液。		

本頁照片皆由第一指導老師拍攝

(二)、研究結果與討論


1. 實驗一：測試玉米澱粉與水、吉利丁粉與水的最佳比例並做出指甲油 A。

	1:5 和 1:10 乾燥冷卻後太濃稠， 1:15 水分較多，也較易塗佈，所以我們選擇比例 1:15 的玉米澱粉溶液來製作指甲油 A。
	1:2 較濃稠，不易塗佈，1:8 太稀，塗完後會往指甲片兩側流，1:4 好塗佈，也不會太稠或太稀，所以我們選擇比例 1:4 的吉利丁溶液來製作指甲油 A。
	顆粒多，且乾燥時間久，放置兩天才完全乾燥

(1). 我們先參考屆科展作品及網路資料，測試了多種配方，因為我們使用的是自製色粉和其他參考資料使用的顏色特性不同，製作也不相同。

(2). 實驗一是參考第 60 屆全國科展作品，以玉米澱粉+明膠+矽油以及色粉配製而成，結果做出來的指甲油很稀、很容易流動，也不容易乾，我們放到第二天仍未完全乾。此外，明膠溶液冷卻後會慢慢變成有點果凍狀，然後變硬，所以加熱完後要趕快塗佈。

2. 實驗二：製作指甲油 B

	顆粒非常多，乾燥後查看時背面出了非常多油，甚至還流到培養皿裡。因為有油，輕輕一推就剝離了，剝離後的那一層指甲油整個變得很脆。
---	--

本頁照片皆由第一指導老師拍攝

實驗二為參考嘉義市科展作品的配方，以明膠+酒精+色粉調配而成，結果做出來的指甲油，可能因為有酒精，將明膠裡的油溶出，整個表面有出油的情形，同時也導致塗好後乾燥的指甲油輕輕一推就剝離了，剝離後的那一層指甲油整個變得很脆。

3. 實驗三：測試膠水：色粉的最佳比例並做出指甲油 C



顆粒很多，1:3 較濃稠，較難塗佈 1:10 太稀，塗完之後久往兩邊流，1:5 容易塗佈，也不會流到旁邊，所以我們選擇 1:5 來製作指甲油 C。

實驗三是參考網路的製作方式，直接把膠水和色粉膠再一起，結果發現色粉顆粒溶不掉容易結塊，攪拌時也有很多泡泡，明顯看到色粉顆粒，但不會從指甲片上脫落。

4. 實驗四：測試鹿膠：色粉的最佳比例並做出指甲油 D



1:1 和 1:2 較濃稠，所以不會往兩邊流，但乾燥後顆粒較大；1:4 容易塗佈，乾燥後顆粒也是所有指甲油裡最小、最少的，但因為濃度較稀，會往兩邊流，所以我們決定嘗試改良指甲油 D。

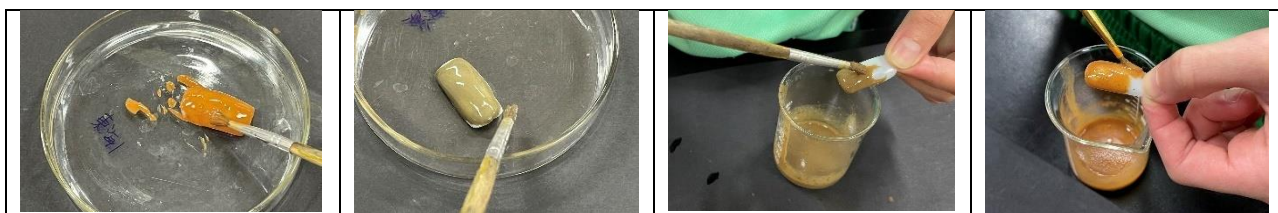
實驗四是我們在製作膠彩畫時發現，既然使用鹿膠可以將色粉塗佈在畫紙上，那是不是也可以製作成指甲油？首先我們直接將鹿膠和色粉混合，結果發現 1:1 和 1:2 較濃稠，所以不會往兩邊流，但乾燥後顆粒較大；1:4 容易塗佈，乾燥後顆粒也是所有指甲油裡最小、最少的，但因為濃度較稀，會往兩邊流，所以我們再以這個配方進行改良。

5. 實驗五：改良 D 配方指甲油



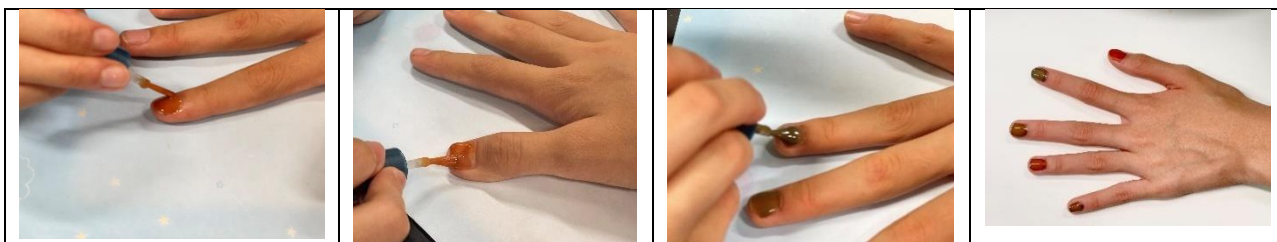
只有加玉米澱粉溶液和玉米澱粉溶液跟吉利丁溶液都有加的指甲油 D，乾燥後雖然顆粒小，但還是會往兩邊流；只有加吉利丁溶液的指甲油 D，顆粒小也不會往兩邊流，所以我們決定用吉利丁溶液 + 指甲油 D 來製作改良版的指甲油 D。

實驗五是最終改良版，除了鹿膠和色粉外，再添加明膠，使流動性降低。雖然添加明膠會使指甲油的味道稍重，在塗抹的過程還是會有往兩側流動的情形，但以色澤、顆粒粗細、塗抹難易和乾燥時間考量，還是實驗五還是優於其他實驗的結果。



以實驗五配方製作的各色指甲油，塗在指甲片情形

本頁照片皆由第一指導老師拍攝



以實驗五配方製作的各色指甲油，實際塗在指甲上的情形

6. 利用改良版配方製作各種顏色指甲油(「環我大地指甲油」)



我們製作的指甲油雖然和市售指甲油相比，在色澤、乾燥速度及塗抹便利性等方面都沒有比較好，但我們的指甲油無毒環保，更重要的是，顏色是來自孕育我們的大地—土壤!

左手塗的是市售指甲油，右手塗的是「環我大地指甲油」



本頁照片皆由第一指導老師拍攝

肆、結論

一、不同區域土壤有其特性

1. 在顯微鏡下觀察菜園土壤時，可以發現許多透明的顆粒物質，它們可能是風化殘留下來的礦物—石英。
2. 山區土壤製作的色粉最重，可能與大肚山土壤的黏性較高有關，溪沙製作的色粉最輕，可能是因為含細砂粒比例較少所致。
3. 高美土、大肚山土為植土，黏土含量最高，菜園土和阿嬤田土為植壤土，黏土含量其次，溪土為壤土，溪沙為黏土含量最低的砂土。
4. 山區土壤和農田土壤多呈現弱酸性，溪河土壤則呈現弱鹼性。所有研究的土壤電導度低，雖無汙染，若要耕種可能還需調整土質。

二、利用不同土壤製作出大地的色彩

1. 色粉製作流程為：調配原土和水、去除雜質、濾布過濾、水簸取細粉、沉澱、細濾、取粉磨細等步驟。
2. 為了獲得極細的色粉，重量僅為原土的一小部分，不易大量製作。如需要更細緻色粉，可配合研鉢研磨的方式。
3. 挖取原土的土層越深，越容易得到細致色粉，建議至少 15 公分深度。
4. 調配成泥水的水量與土粉的細緻度有關，而揉捏方式所產生土粉的重量大約佔整個實驗過程總土粉量的 30%。
5. 水簸次數，是影響土粉重量和粗細度最重要的因素，次數越多，因為顆粒越細，得到的色粉越少，重量也越輕。
6. 台灣的土壤顏色豐富多彩。從肥沃的黑土到含鐵量高的紅土，再到沿海地區常見的灰色沙質土壤，如果能夠收集各地方的各色土壤製作出五彩繽紛的色粉，相信一定能畫出非常美麗的圖畫。

三、土製色粉增添趣味

1. 以原土加水無法作為水彩畫的顏料，因為不易上色。
2. 以色粉製作水彩畫顏料時，土與水按 1:5 的比例混合時，可以得到最佳的繪畫效果。這樣的混合物不僅顆粒細膩，而且在塗抹時顏色豐富，既不會過於粗糙也不會太淡。
3. 以色粉製作膠彩畫顏料時，將鹿膠與土壤色粉按 1 比 0.75 的比例混合是最理想的，這樣既不會過於稀薄也不會過於濃稠。
4. 以鹿膠、明膠和色粉調配的指甲油，在色澤、顆粒粗細、塗抹難易和乾燥時間來考量，可以製作出安全環保土色粉指甲油，我們稱之為「環我大地指甲油」。

伍、參考資料

一、書籍

1. 藤原俊六郎著，周若珍譯，《土壤的基礎知識》，晨星出版社，2017年。
2. 陳尊賢、許正一合著，《台灣的土壤》，遠足文化，民國91年。

二、科展說明書

1. 黃宸微、游致儀、蘇芳禾、林家瑄、王彥鈞，《首「麴」一指-天然無毒指甲油》，60屆全國中小學科展。
2. 《好色之塗-自製兒童安全指甲油之探究》，第38屆嘉義市科展。
3. 黃雅琳、林伊涵、連家妤、賴韻如、陳家惠、李承耘，《地理的秘密》，51屆全國中小學科展。
4. 陳逸雲、王妤晴、蔣承璋、左莫野、林煒智，《土壤 BAR》，52屆全國中小學科展。

三、網路資料

1. 維基百科，”台灣土壤”
<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%8F%B0%E7%81%A3%E5%9C%9F%E5%A3%A4>
2. 台灣大地原色-洪皓倫(fb 網頁)
https://www.facebook.com/anghelun/?locale=zh_TW
3. 漫談礦物用途(自然科學博物館數位典藏)
<http://digimuse.nmns.edu.tw/da/collections/gg/m0/ex/0b00000181f4c783>
4. 陳淑嬌膠彩畫工作室(fb 網頁)
https://www.facebook.com/csjtch/?locale=zh_TW
5. 農業兒童網
https://kids.moa.gov.tw/theme_data.php?theme=kids_travel&sub_theme=T01&id=78
6. 維基百科，”大肚山”
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%A4%A7%E8%82%9A%E5%B1%B1>
7. 在線調色盤
<https://color.d777.com/>

四、影音資料

1. 繪畫材料分析與研究 - 礦物顏料的分號與水簍法
<https://www.youtube.com/watch?v=QtYkRCYwkDQ>

【評語】 080509

研究主題與鄉土及應用相關，採集不同區域的土壤，進行觀察與分析。之後再進行數個步驟，萃取細質黏土，配置成不同色粉。團隊想將大自然產物加以應用的概念很好，值得鼓勵，不過似乎缺少”科學的討論”，對萃取後的土壤成分未有太多著墨。土壤的觀察與萃取後色粉的關係，似乎也有些疑問。

作品簡報

指 有 土 色 -

以土壤製成色粉之研究

摘要

本研究利用處處可見的土壤進行色粉的研究，在採集5處土壤樣本中，不同區域的土壤均具有獨特的特性。大肚山土壤的黏性較高，含有較大比例的細顆粒黏土，製作出來的色粉也較重；相對地，溪河砂土製作的色粉較輕，這可能是因為較粗的沙子成分居多。在土質分類上，高美土和大肚山土屬於黏土含量較高的埴土，菜園土和阿嬾田土則是黏土含量次之的埴壤土，而溪土和溪沙則是粘土含量較低的壤土和砂土。通過一系列的製作流程，我們能夠從原土中提取出細緻的礦物色粉，這些礦物色粉不僅能用於水彩畫顏料，還能與鹿膠等材料混合製作成膠彩畫顏料。最後，我們將自製的礦物色粉製作出「環我大地指甲油」，除了增添趣味外，也是對自然資源的一種永續利用。

研究方法、結果與討論

研究目的

1. 蒐集不同區域土壤，並學習分析土壤的基本性質。
2. 了解土壤製作成色粉的流程。
3. 探討改進色粉製作程序。
4. 利用不同土壤製作成色粉並分析其性質。
5. 色粉的應用—製作繪畫顏料及環保無毒指甲油。

參觀學習

為了研究的需要，我們參觀了平時不對外開放的臺灣土壤陳列館，恰逢農業試驗所所慶活動，得以一窺台灣各地豐富多彩的土壤樣本。透過解說員的詳盡介紹，我們對土壤研究有了更深入的認識。



本研究單元照片由第一指導老師拍攝

研究一 土壤取樣、類別及性質分析

(一)、研究方法

1. 土壤取樣與顆粒觀察:

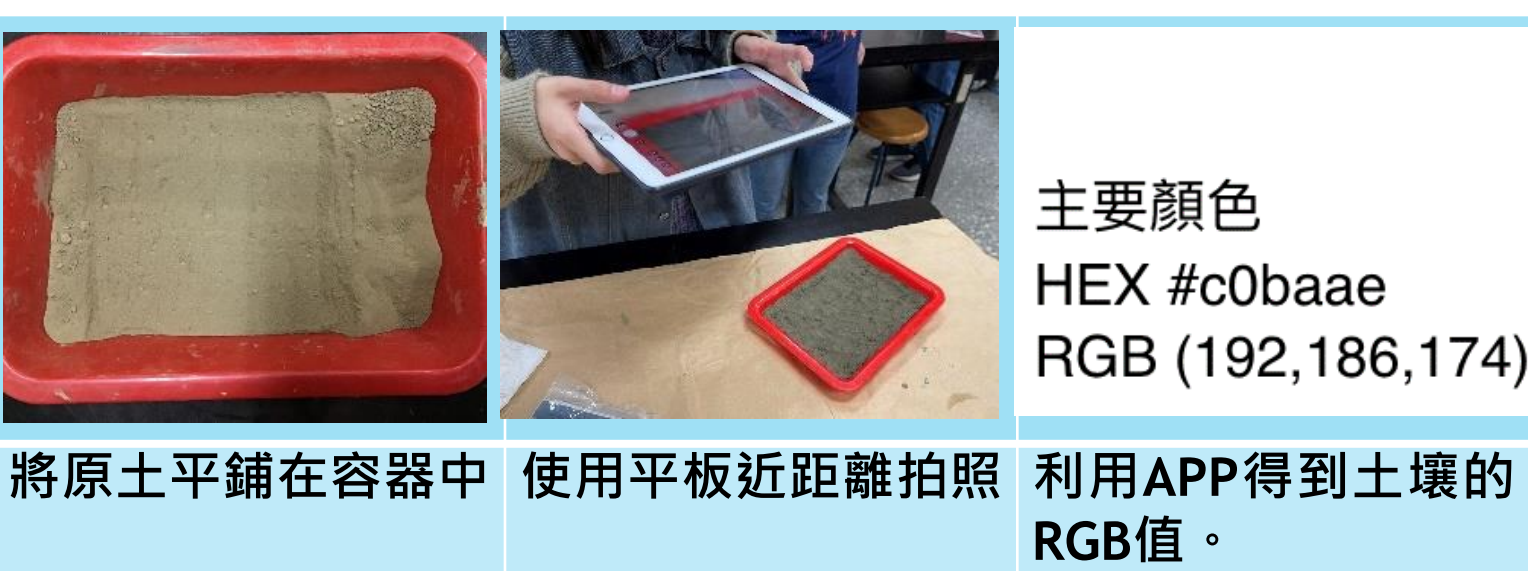


本研究單元照片由第一指導老師拍攝

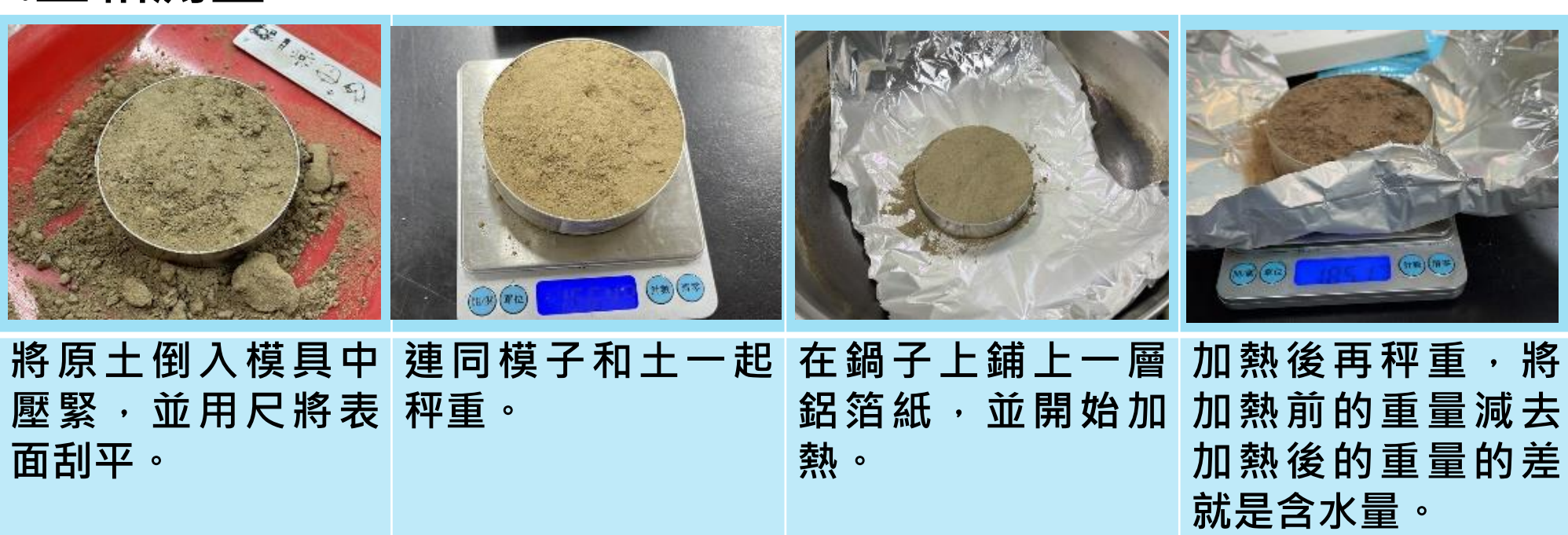
2. 土性分析(以手感判斷土性):



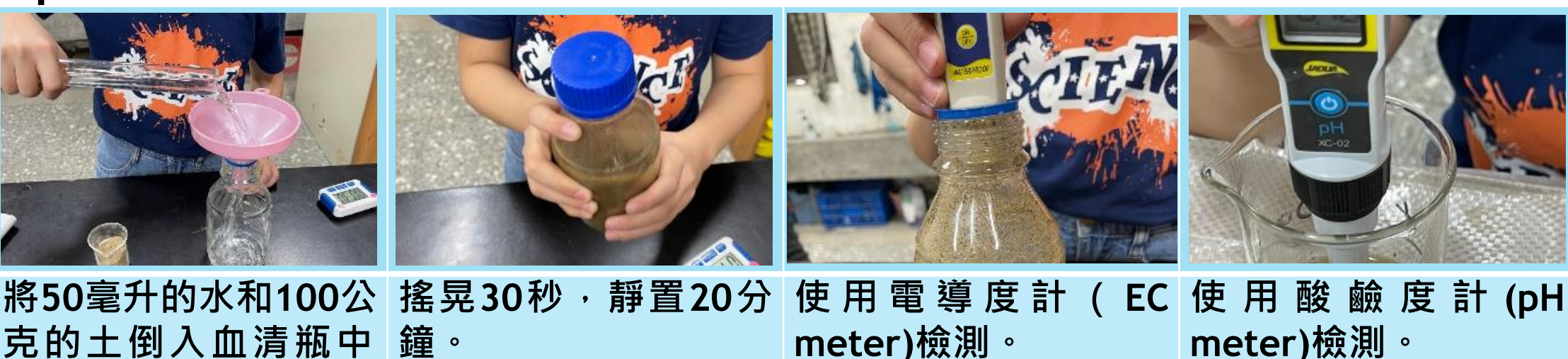
3. 土色判定



4. 三相測量



5. pH值及EC

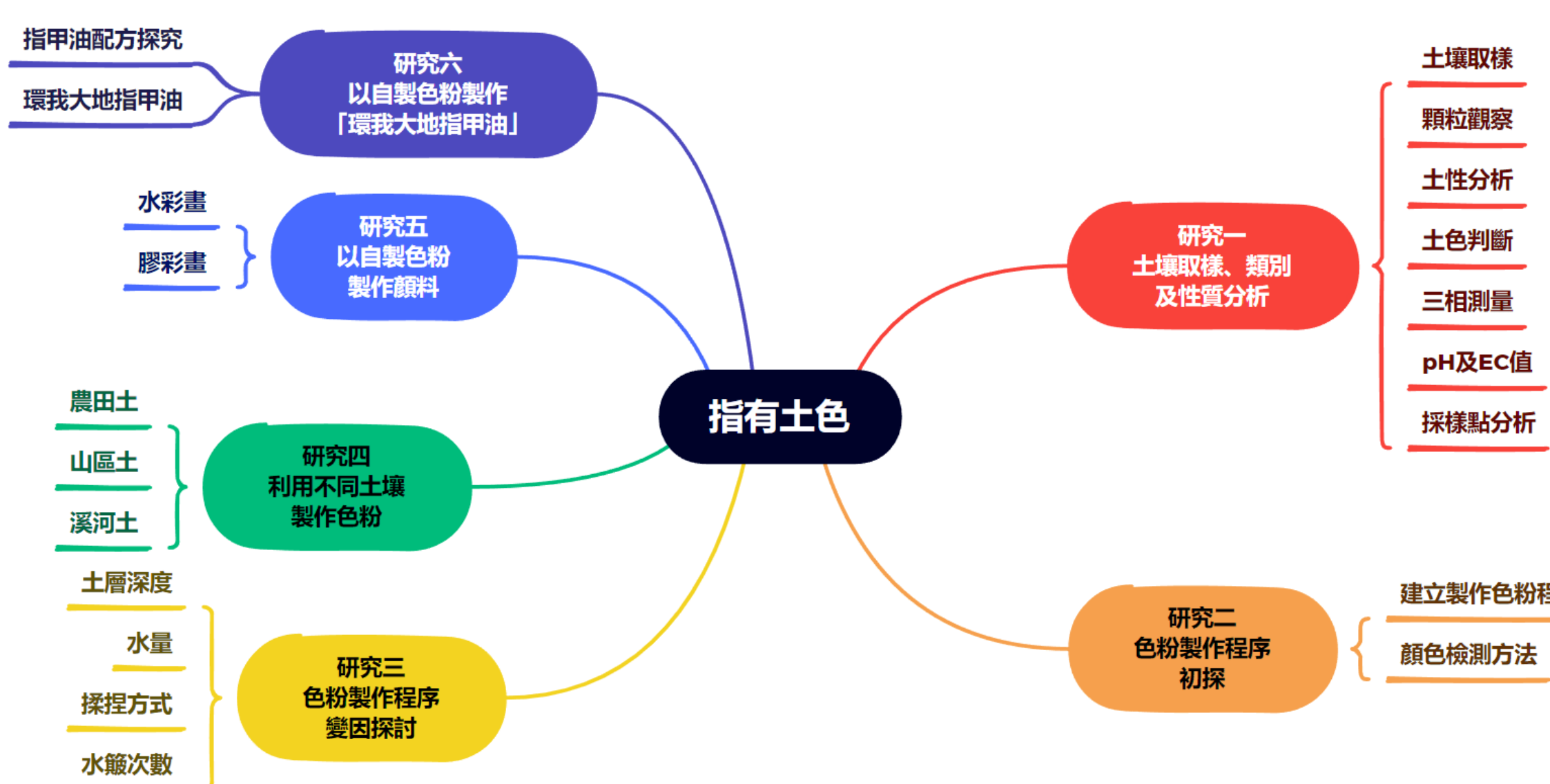


6. 擴大土壤採樣點：除了學校菜園外，我們把採樣點擴大到校園以外，詳細地點如下圖。



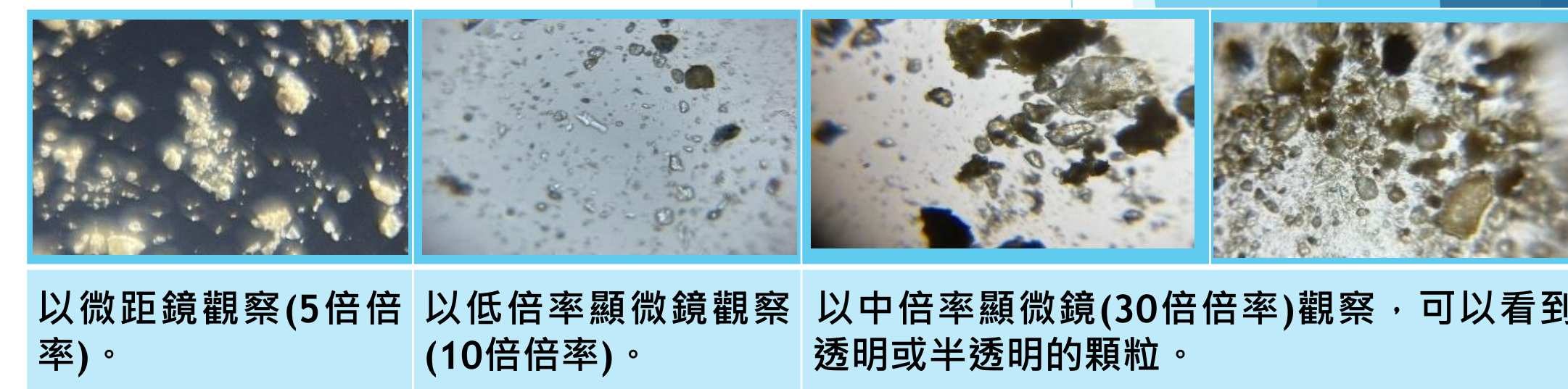
臺灣地圖取自google earth

研究架構



(二)、研究結果與討論

1. 顆粒觀察:



2. 土性分析:

土：水	1：1	2：1	3：1	4：1
能否塑型	太濕	太濕	剛好	太乾

使用校園土在不同的土、水比例混合下，以食指和拇指像是搓紙捻一般的搓揉，透過感覺來判定土性。

3. 土色判定:

	HEX	RGB	顏色	名稱 (最接近)
菜園土 (一)	#cac7b8	(202,199,184)		霧灰色
菜園土 (二)	#c0baae	(192,186,174)		茶色

4. 三相測量:

	液相	固相	氣相
菜園土 (一)	15.9%	57.34%	26.76%
菜園土 (二)	41.78%	53.7%	4.52%

土壤三相的計算方式如下：(參考土壤的基礎知識)

$$\text{液相} = \frac{190g(\text{土壤} + \text{容器重量}) - 174.1 \times \text{【加熱後的總重量】}}{\text{【加熱前的總重量】}} = 15.9\% \dots 15.90\%$$

$$\text{固相} = \frac{174.1 - 25(\text{容器重})}{2.6(\text{土壤的真比重})} = 57.34\% \dots 57.34\%$$

$$\text{氣相} = 100 - (15.9 + 57.34) = 26.76\% \dots 26.76\%$$

5. pH值及EC:

項目	pH值				EC值(mS/cm)
	30分鐘	60分鐘	90分鐘	120分鐘	20分鐘
數值	7.97	8.04	8.03	8.01	0.14

6. 各採樣點土壤性質:

	農田			山區		溪河	
種類	學校菜園	阿嬾田	高美土	大肚山1	大肚山2	溪沙	溪土
pH值	7.97	6.68	6.58	5.34	6.58	7.86	8.04
EC值 (mS/cm)	0.14	0.20	0.12	0.12	0.12	0.26	0.52
土性	埴壤土	埴壤土	埴土	埴土	埴土	砂土	壤土

參考網路資料，我們採集的各地區土壤特性為：

土壤	特色
學校菜園土	學校設立前為農地，在興建校舍時，已經將原有土壤移去，後來因規劃菜園種植，所以再植入的土屬於新成土。
阿嬾田土	位於嘉義縣中埔鄉，推斷為新成土，新成土主要分佈在地形較陡處，而其肥力較高，滲透性較佳且疏鬆，適合農耕，因此推斷此土壤應該富含氮、磷、鉀等能促進農作物生長之元素。
八掌溪土	八掌溪的砂土特性，是一種由顆粒大小在0.05至2毫米之間的礦物顆粒組成的土壤類型。
高美土	我們採集到的高美土呈現黑色，可能是因為高美土富含有機質，有機質主要來自高美濕地的植物的生長和分解，有機質的存在也有利於濕地植物的生長，而有機質含量越高，土壤顏色就會越深。
大肚山土	大肚山土是屬於土壤性質中的紅壤，是一種富含氧化鐵、氧化鋁的酸性土壤。

研究二 色粉製作程序初探

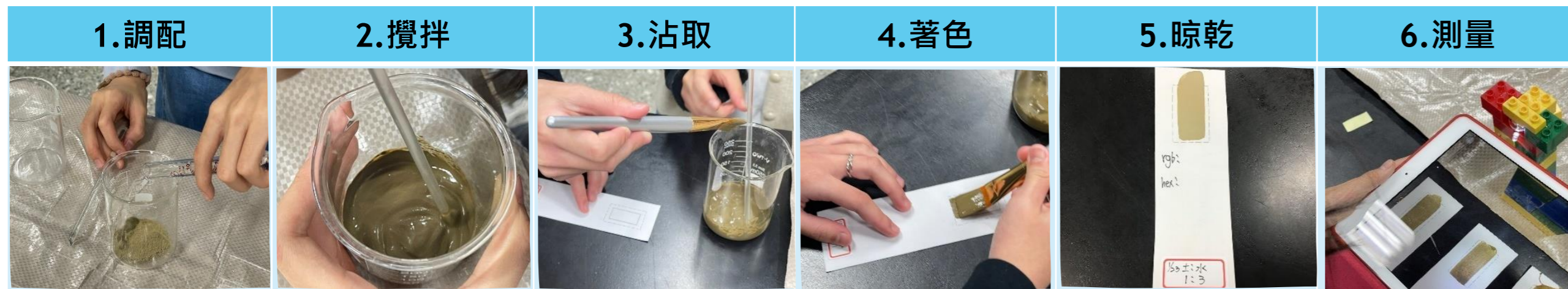
(一)、研究方法

1. 色粉製作

本研究單元照片由第一指導老師拍攝



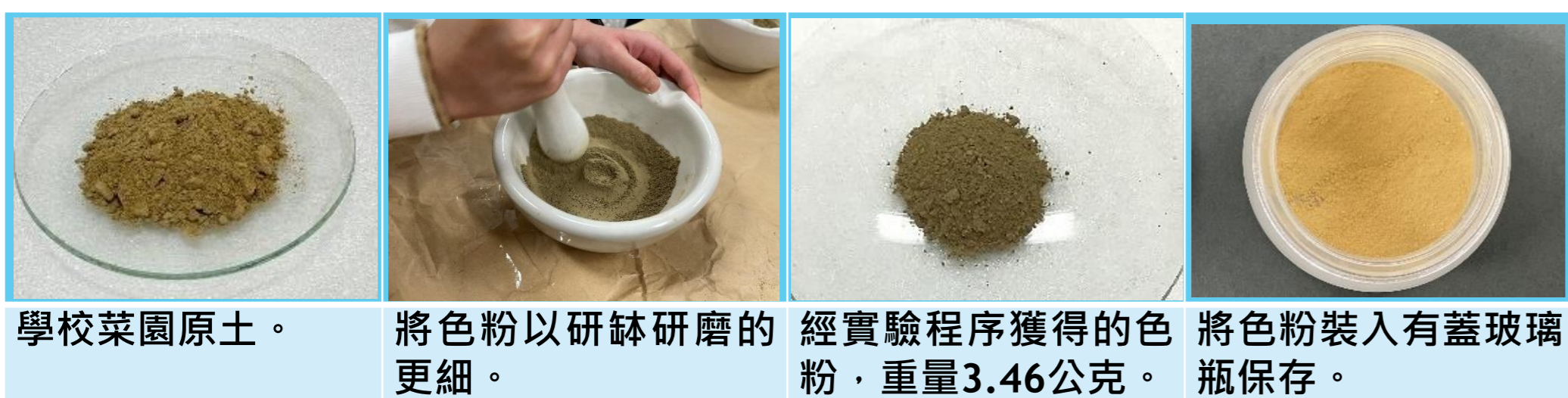
2. 顏色分析



(二)、研究結果與討論

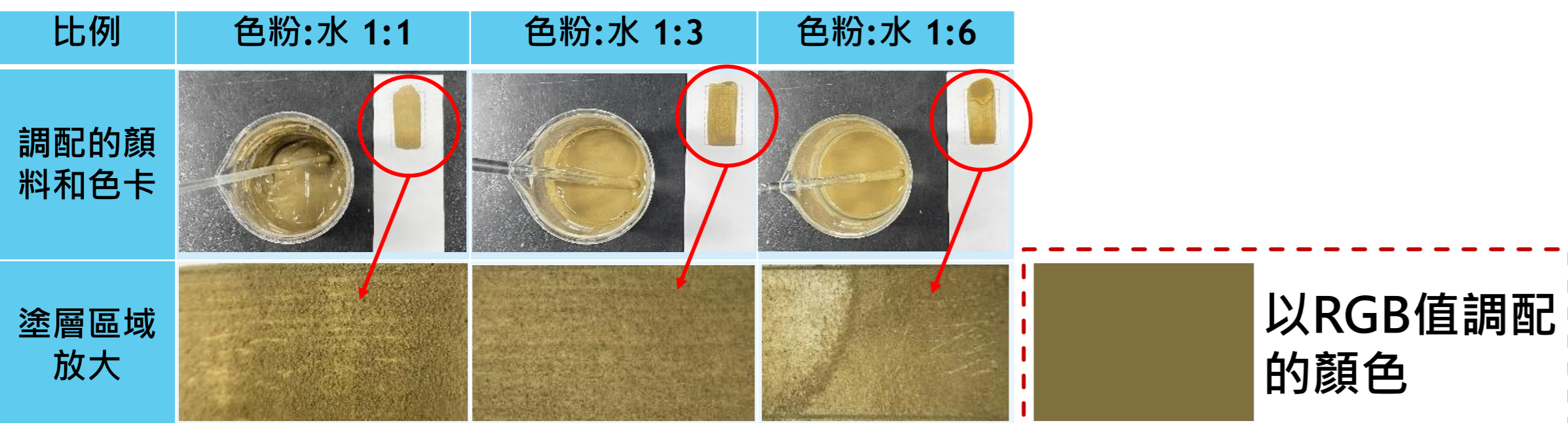
- 在研究期間，我們有幸參與洪皓倫老師在國立台灣美術館開設的「採大地顏料·畫心中的話」課程。課程中，洪老師教導我們如何製作色粉，並詳細介紹了色粉的來源不僅限於土壤，還包括植物與動物。

2. 色粉製作



學校菜園原土。將色粉以研鉢研磨的更細。經實驗程序獲得的色粉，重量3.46公克。將色粉裝入有蓋玻璃瓶保存。

3. 顏色分析



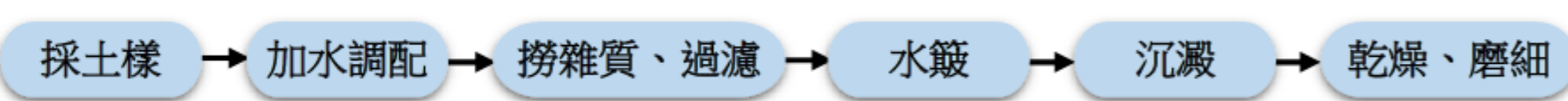
- 為了保持分析的一致性，測量顏色時應採用色粉與水1:3的例。
- 以平板配合檢測軟體測量顏料的HEX與RGB值，分別為HEX=#cab67f，RGB(202,182,127)，顏色接近深棕褐色。

研究三 色粉製作程序變因探討

(一)、研究方法

1. 變因探討

色粉製作流程：



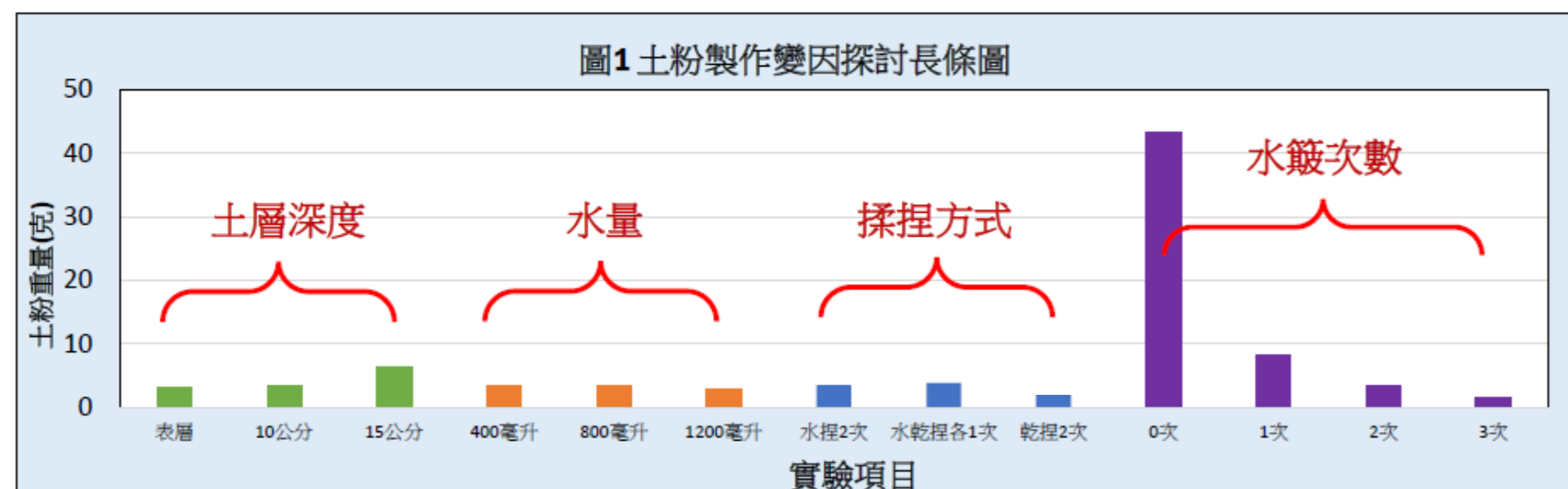
土層深度	水量	揉捏方式	水簸次數
表層	400 毫升	水捏×2 次	0 次
10 公分	800 毫升	水捏+乾捏	1 次
15 公分	1200 毫升	乾捏×2 次	2 次
			3 次

2. 實驗步驟：同研究一

(二)、研究結果與討論

1. 實驗結果:

土層深度			水量		
實驗項目	色粉重量	色粉粗細	實驗項目	色粉重量	色粉粗細
表層	3.07克	最粗	400毫升	3.25克	最粗
10公分	3.46克		800毫升	3.46克	
15公分	6.32克	最細	1200毫升	2.93克	最細
揉捏方式			水簸次數		
實驗項目	色粉重量	色粉粗細	實驗項目	色粉重量	色粉粗細
水捏2次	3.46克		0次	43.15克	最粗
水乾捏各1次	3.75克	最粗	1次	8.09克	
乾捏2次	0.46克		2次	3.46克	
			3次	1.61克	最細



- 揉捏方式要採用水捏法，而水簸次數，是影響土粉重量和粗細度最重要的因素，經過越多次「水簸」步驟可逐步得到更細的色粉。
- 為了進一步探討揉捏步驟對色粉產生量的影響，我們將濾袋放在清水中，在清水裡進行水簸，以了解單一次揉捏可以收集多少的色粉。由實驗結果顯示，單一次揉捏可得到0.47克色粉，代表單以在水中揉捏一次可以增加30%的色粉量。
- 根據實驗結果，要製作出更細膩的色粉，關鍵步驟包括：必須從地表層開始，至少向下挖掘15公分以獲得原土；水量增加雖會使收集的色粉減少，但可提高色粉的細緻度；以水捏方式也可增加色粉的重量，水簸作業是影響色粉重量和細緻度最重要的因素，建議多次為佳，最少需進行兩次。

研究四 利用不同種類土壤製作色粉

(一)、研究方法

1. 色粉製作方法及性質分析參考研究二、三。

本研究單元照片由第一指導老師拍攝



農田採土樣時，可將土樣混合一定量的水，再經過靜置、沉澱、細濾、廢棄物保留在裡面濾、水簸等程序。將已磨細的色粉秤重、保存於密封玻璃罐中。本研究處理各種土使用的濾布。

(二)、研究結果與討論

1. 實驗結果:

土壤種類	學校菜園土	阿嬤田土	高美土	大肚山土1	大肚山土2	溪沙	溪土
色粉重	3.46克	16.13克	2.40克	15.69克	17.98克	0.75克	8.92克
原土							
色粉							
土粉色碼	HEX:#807040	HEX:#998b58	HEX:#494532	HEX:#9b6330	HEX:#8a5824	HEX:#898159	HEX:#746f41
RGB值	RGB(128,112,64)	RGB(153,139,88)	RGB(73,69,50)	RGB(157,99,48)	RGB(138,88,36)	RGB(137,129,89)	RGB(116,111,65)
RGB比例	50%,44%,25%	60%,55%,35%	29%,27%,20%	61%,39%,19%	54%,35%,14%	54%,51%,35%	47%,43%,30%
接近的顏色							
顏色的名稱	深棕褐色	大麥玉米色	海帶色	烏賊皮色	烏賊墨色	溪黏土色	深溪黏土色

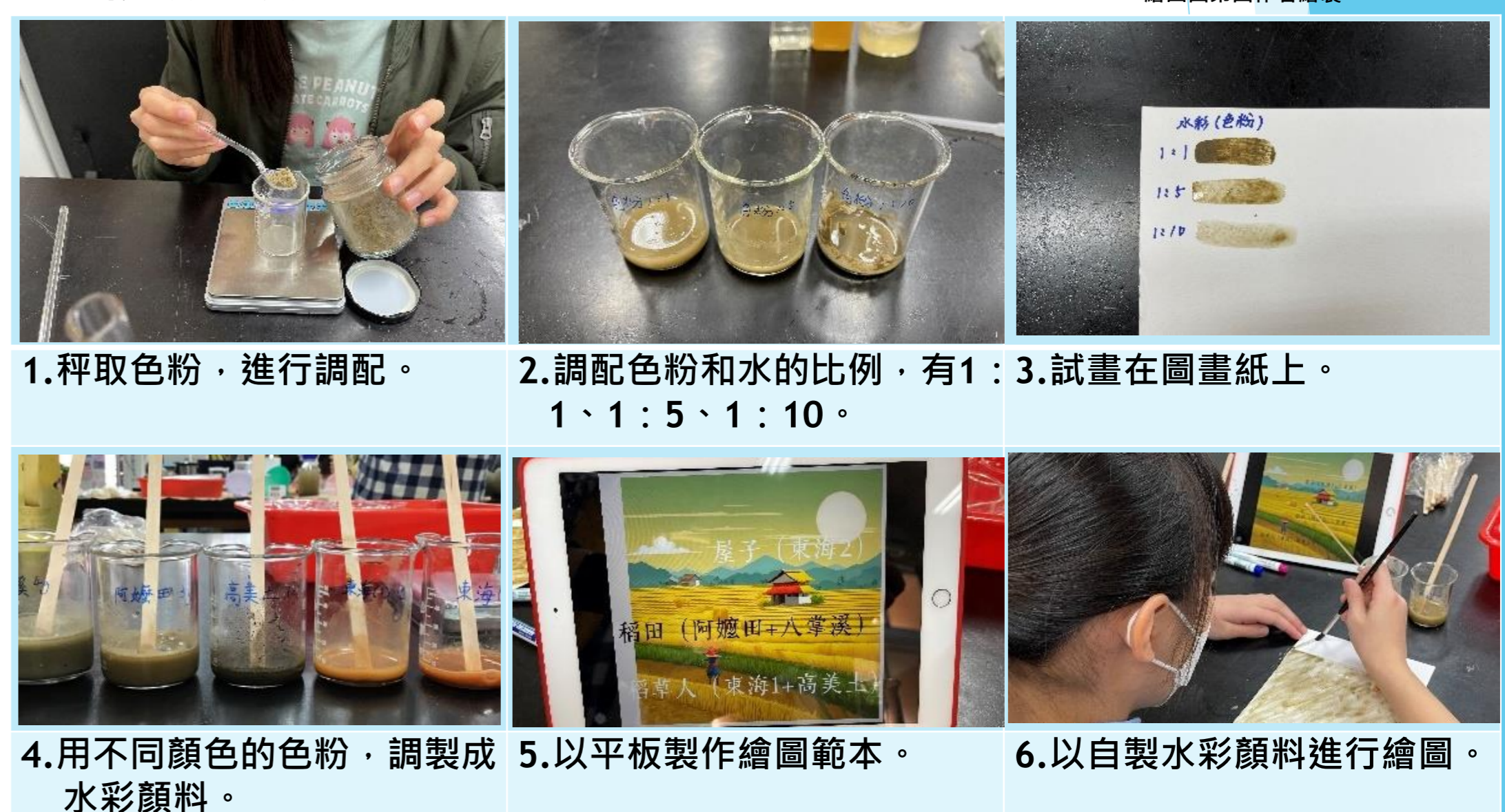
- 土壤顏色：7種實驗的土壤，高美土因為富含有機質，顏色最深，學校菜園土和阿嬤田土偏黃，溪河的兩種土偏灰，大肚山土則是偏紅。
- 色粉重量：在進行色粉比較研究時，我們發現大肚山的兩種色粉樣本重量最重，這一結果可能與大肚山土壤的黏性有關。溪沙的色粉重量是所有土壤中最輕的，可能是因為含細砂粒比例較少所致。
- 臺灣的土壤顏色豐富多彩，從肥沃的黑土到含鐵量高的紅土，再到沿海地區常見的灰色沙質土壤，如果能夠收集各地方的各色土壤製作出五彩繽紛的色粉，相信一定能畫出非常美麗的圖畫。

研究五 以自製土壤色粉製作顏料

(一)、研究方法

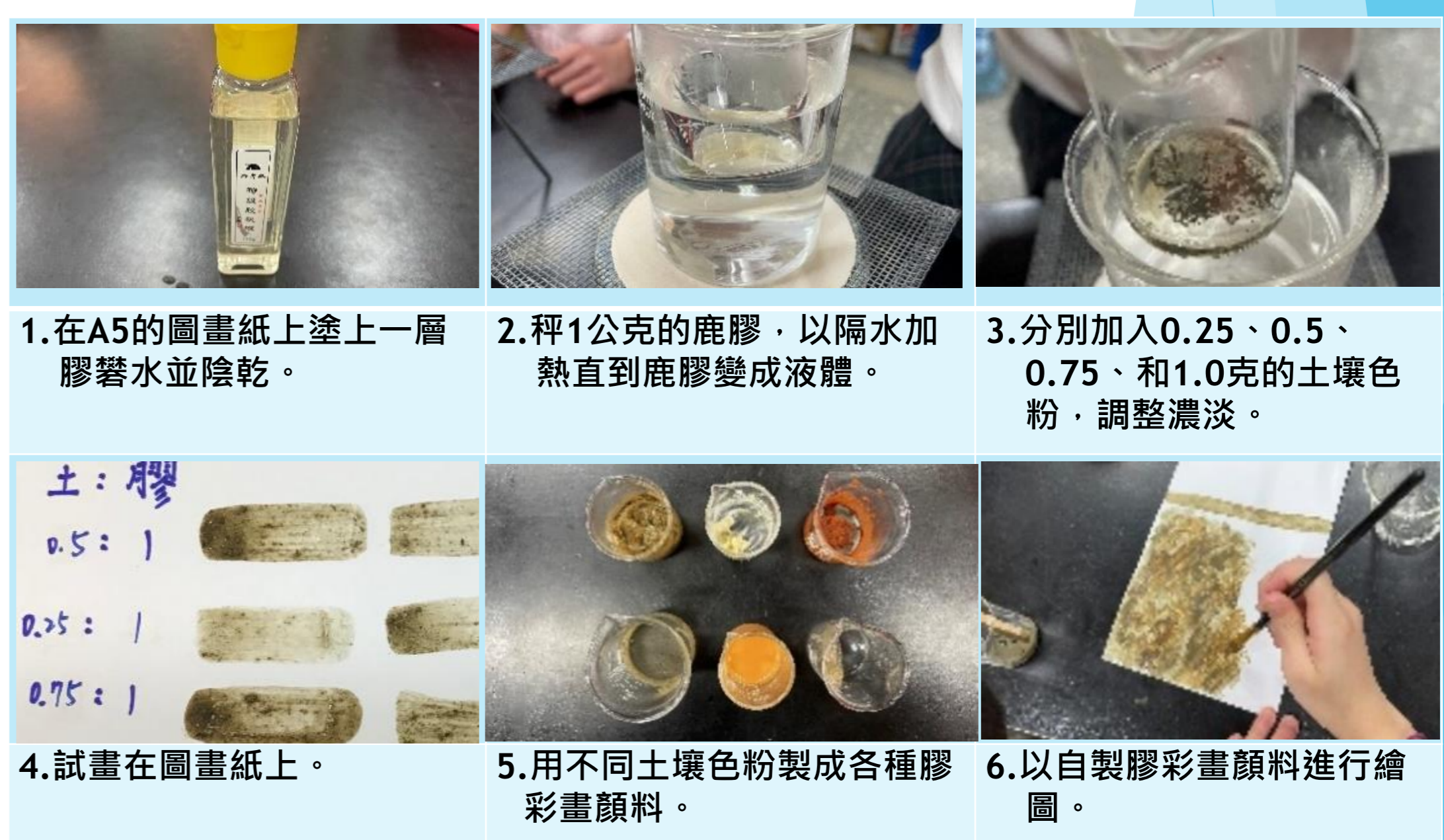
1. 水彩顏料及繪畫

本研究單元照片由第一指導老師拍攝
繪圖由第四作者繪製



1. 秤取色粉，進行調配。 2. 調配色粉和水的比例，有1:3、1:5、1:10。 3. 試畫在圖畫紙上。 4. 用不同顏色的色粉，調製成水彩顏料。 5. 以平板製作繪圖範本。 6. 以自製水彩顏料進行繪圖。

2. 膠彩顏料及繪畫



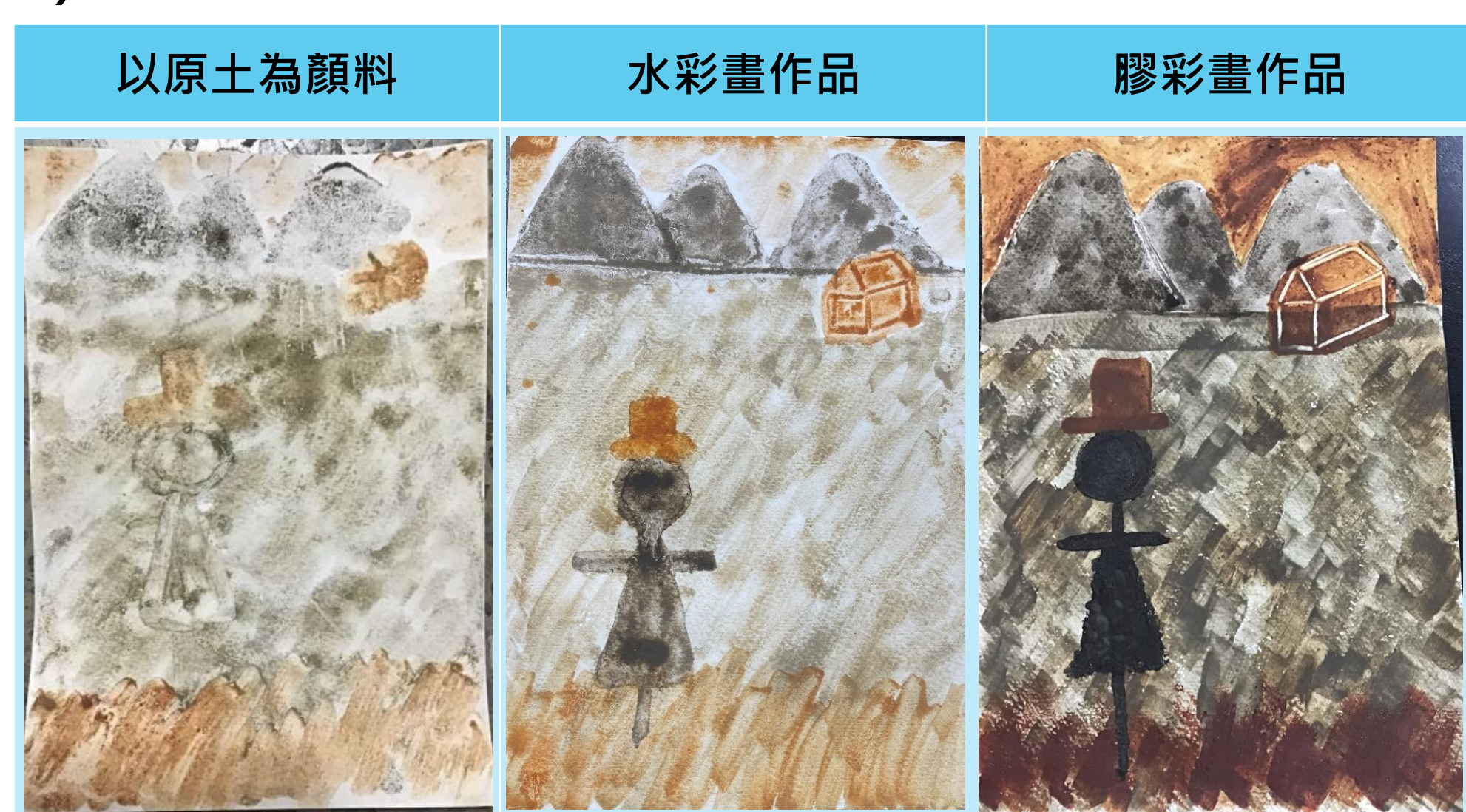
1. 在A5的圖畫紙上塗上一層膠彩水並陰乾。 2. 秤1公克的鹿膠，以隔水加熱直到鹿膠變成液體。 3. 分別加入0.25、0.5、0.75、和1.0克的土壤色粉，調製濃淡。 4. 試畫在圖畫紙上。 5. 用不同土壤色粉製成各種膠彩顏料。 6. 以自製膠彩顏料進行繪圖。

(二)、研究照片



配製的水彩顏料因為色粉顆粒較重，使用前須攪拌均勻。繪製水彩畫時，可以明顯看到有水份過多的情形。水彩筆下筆和提起時，容易有積墨的現象。「鹿膠」為膠彩會中，將顏料塗於畫紙的媒介。直接將鹿膠與色粉混合容易有結塊現象。不同比例鹿膠和色粉可呈現濃淡墨色，也可用粗細不同色粉表現粗細的色澤。膠彩畫的色彩呈現類似於油畫。因為鹿膠降溫後容易回復膠狀態而結塊，一次不宜配製太多。

(三)、研究結果與討論



1. 我們嘗試僅用水和原土來進行繪畫，發現這種「顏料」很難均勻地塗抹在畫紙上，且會有雜質留在紙上。這表明，**直接使用土壤作為繪畫材料的方法並不理想。**
2. 在色粉製作水彩畫顏料的實驗中，我們嘗試了多種不同的土水混合比例。經過仔細比較，我們發現**土與水按1:5的比例混合時，可以得到最佳的繪畫效果。**
3. 在膠彩畫部分：
 - (1) **將鹿膠與土壤色粉按1比0.75的比例混合是最理想的**，這樣既不會過於稀薄也不會過於濃稠。
 - (2) **在混合前，應先將鹿膠加熱，能使顏料更加均勻地分佈。**由於鹿膠在冷卻後容易結塊，因此一次不宜製作過多。
 - (3) 東海土1的色粉顆粒相對較粗，使用前需要磨細。
4. **綜合以上討論，以土壤製作的色粉，不僅可以作為水彩畫的顏料，也可以當作膠彩畫的顏料使用。**

研究六 以自製土壤色粉製作指甲油

(一)、研究方法

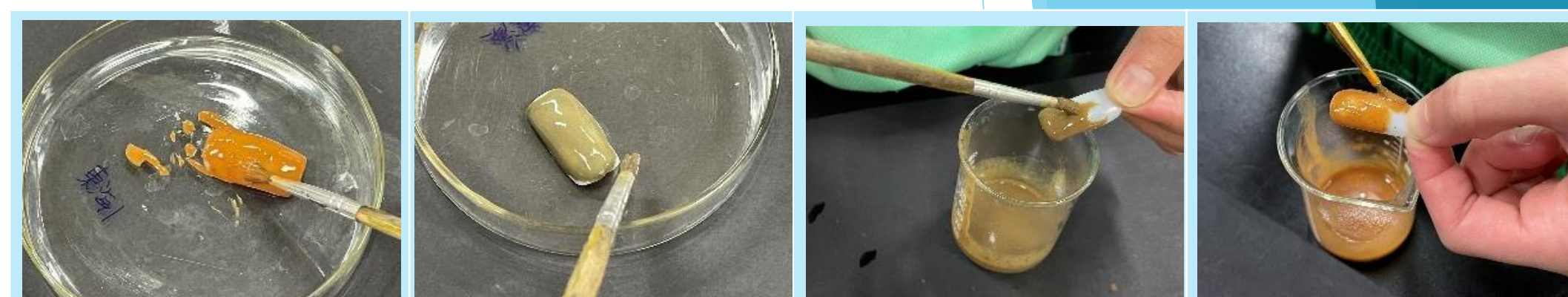
測試次數	配方
1	350cps矽油+玉米澱粉溶液+吉利丁溶液+色粉
2	吉利丁溶液+酒精+色粉
3	膠水+色粉
4	鹿膠+色粉
5	鹿膠+吉利丁溶液+玉米澱粉+色粉 鹿膠+吉利丁溶液+色粉

(二)、研究結果

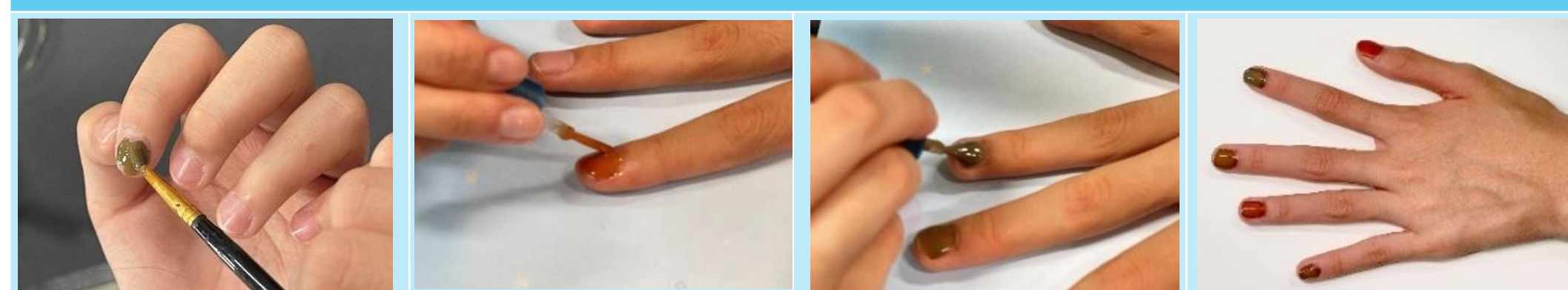
本研究單元照片由第一指導老師拍攝

測試版本	照片	說明
1		顆粒多，且乾燥時間久，放置兩天才完全乾燥
2		顆粒非常多，乾燥後查看時背面出了非常多油，甚至還流到培養皿裡。因為有油，輕輕一推就剝離了，剝離後的那一層指甲油整個變得很脆。
3		顆粒很多，1:3較濃稠，較難塗佈1:10太稀，塗完之後久往兩邊流，1:5容易塗佈，也不會流到旁邊，所以我們選擇1:5來製作指甲油。
4		1:1和1:2較濃稠，所以不會往兩邊流，但乾燥後顆粒較大；1:4容易塗佈，乾燥後顆粒也是所有指甲油裡最小、最少的，但因為濃度較稀，會往兩邊流，所以我們決定嘗試改良指甲油。
5		只有加吉利丁溶液的指甲油，顆粒小也不會往兩邊流，所以我們決定用吉利丁溶液+指甲油+鹿膠來當作最終版的指甲油。

1. 實驗一是參考第60屆全國科展作品，以玉米澱粉+明膠+矽油以及色粉配製而成，結果**做出來的指甲油很稀、很容易流動，也不容易乾**，我們放到第二天仍未完全乾。此外，明膠溶液冷卻後會慢慢變成有點果凍狀，然後變硬，所以加熱完後要趕快塗佈。
2. 實驗二為參考嘉義市科展作品的配方，以明膠+酒精+色粉調配而成，結果做出來的指甲油，可能**因為有酒精，將明膠裡的油溶出，整個表面有出油的情形**，同時也導致圖好後乾燥的指甲油輕輕一推就剝離了，剝離後的那一層指甲油整個變得很脆。
3. 實驗三是參考網路的製作方式，直接把膠水和色粉膠再一起，結果發現色粉顆粒溶不掉容易結塊，攪拌時也有很多泡泡，**明顯看到色粉顆粒，但不會從指甲片上脫落。**
4. 實驗四是我們在製作膠彩畫時發現，既然使用鹿膠可以將色粉塗佈在畫紙上，那是不是也可以製作成指甲油?首先我們直接將鹿膠和色粉混合，結果發現1:1和1:2較濃稠，所以不會往兩邊流，但乾燥後顆粒較大；1:4容易塗佈，**乾燥後顆粒也是所有指甲油裡最小、最少的，但因為濃度較稀，會往兩邊流，所以我們再以這個配方進行改良。**
5. **實驗五是最終改良版，除了鹿膠和色粉外，再添加明膠**，使流動性降低。雖然添加明膠會使指甲油的味道稍重，在塗抹的過程還是會有往兩側流動的情形，但以色澤、顆粒粗細、塗抹難易和乾燥時間考量，還是實驗五還是優於其他實驗的結果。



以實驗五配方製作的各色指甲油，塗在指甲片情形



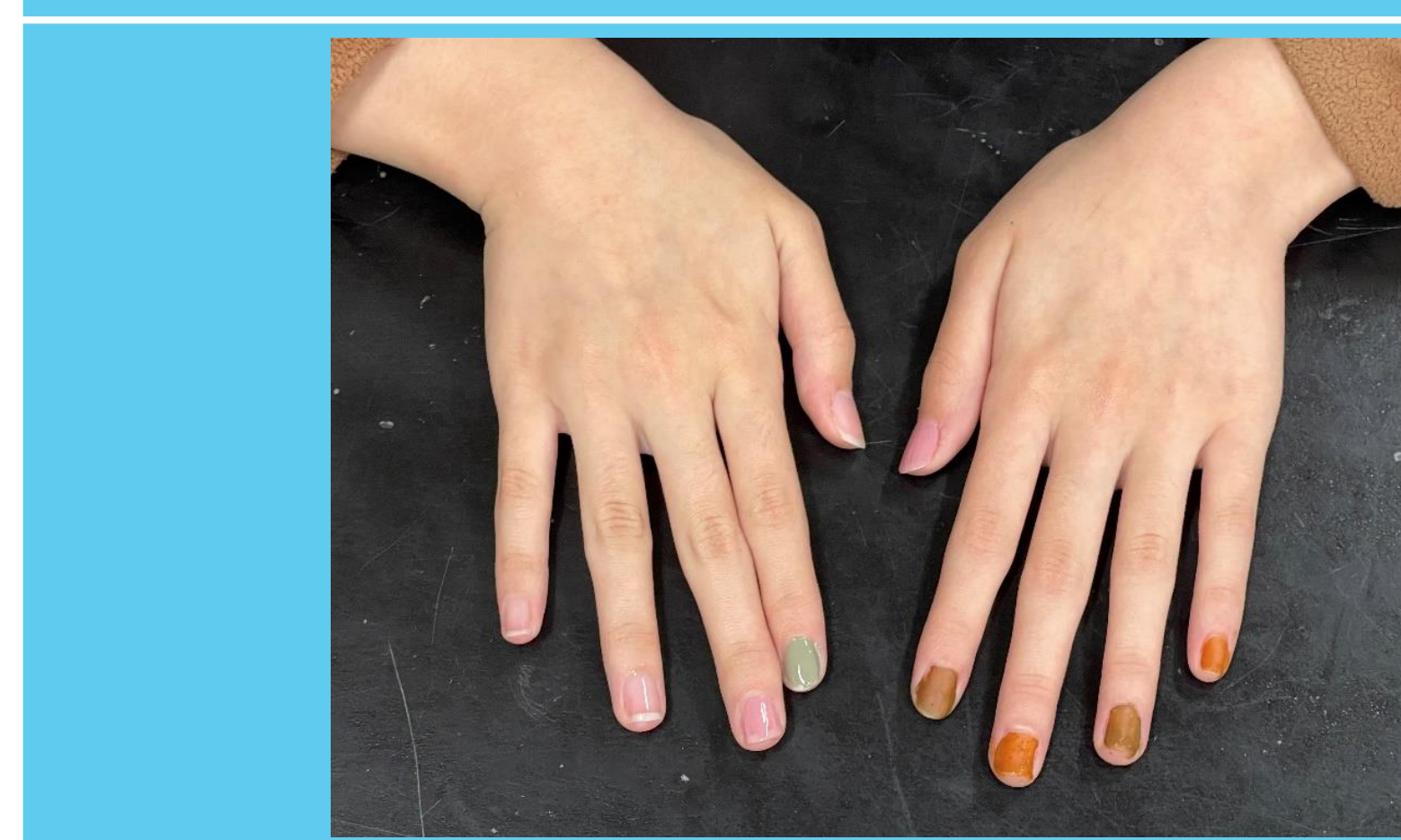
以實驗五配方製作的各色指甲油，實際塗在指甲上的情形

6. 利用改良版配方製作各種顏色指甲油(「環我大地指甲油」)



7. 我們製作的指甲油雖然和市售指甲油相比，在色澤、乾燥速度及塗抹便利性等方面都沒有比較好，但我們的指甲油無毒環保，更重要的是，**顏色是來自孕育我們的大地——土壤!**

左手塗的是市售指甲油，右手塗的是自製土粉指甲油



研究結論

一、不同區域土壤有其特性

1. 在顯微鏡下觀察菜園土壤時，可以發現許多透明的顆粒物質，它們可能是風化殘留下來的礦物—石英。
2. 山區土壤製作的色粉最重，可能與大肚山土壤的黏性較高有關，溪沙製作的色粉最輕，可能是因為含細砂粒比例較少所致。
3. 高美土、大肚山土為植土，黏土含量最高，菜園土和阿嬤田土為植壤土，黏土含量其次，溪土為壤土，溪沙為黏土含量最低的砂土。
4. 山區土壤和農田土壤多為弱酸性，溪河土壤則為弱鹼性。所有研究的土壤電導度低，雖無汙染，若要耕種可能還需調整土質。

二、利用不同土壤製作出大地的色彩

1. 色粉製作流程為：**調配原土和水、去除雜質、濾布過濾、水篩取細粉、沉澱、細濾、取粉磨細等步驟。**
2. 為了獲得極細的色粉，重量僅為原土的一小部分，不易大量製作。如需要更細緻色粉，可配合研鉢研磨的方式。
3. 挖取原土的土層越深，越容易得到細緻色粉，建議至少15公分深度。
4. 調配成泥水的水量與土粉的細緻度有關，而**揉捏方式所產生土粉的重量大約佔整個實驗過程總土粉量的30%。**
5. **水篩次數，是影響土粉重量和粗細度最重要的因素，次數越多，因為顆粒越細，得到的色粉越少，重量也越輕。**
6. 台灣的土壤顏色豐富多彩。**從肥沃的黑土到含鐵量高的紅土，再到沿海地區常見的灰色沙質土壤**，如果能夠收集各地方的各色土壤製作出五彩繽紛的色粉，相信一定能畫出非常美麗的圖畫。

三、土製色粉增添趣味

1. 以原土加水無法作為水彩畫的顏料，因為不易上色。
2. 以色粉製作水彩畫顏料時，土與水按1:5的比例混合時，可以得到最佳的繪畫效果。
3. 以色粉製作膠彩畫顏料時，將鹿膠與土壤色粉按1比0.75的比例混合是最理想的，這樣既不會過於稀薄也不會過於濃稠。
4. 以鹿膠、明膠和色粉調配的指甲油，在色澤、顆粒粗細、塗抹難易和乾燥時間來考量，可以製作出安全環保土色粉指甲油，我們稱之為「環我大地指甲油」。