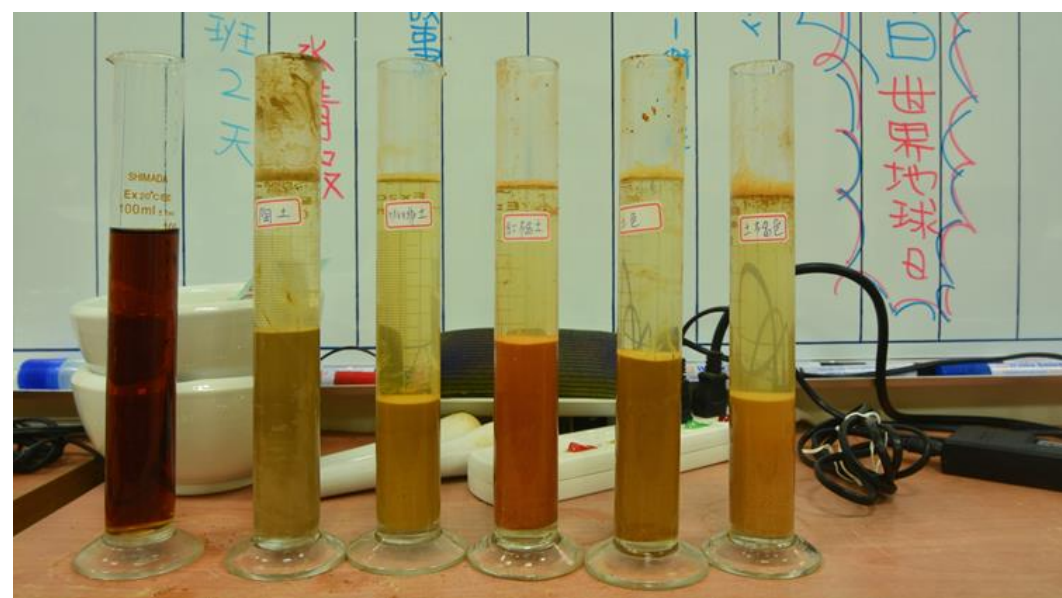


3、陶土與花嶼土壤，各取50g倒入100ml的可口可樂中，攪拌沉澱後，所有的土壤都有明顯的脫色現象，如下附表十二。

附表十二：陶土與花嶼土壤倒入可口可樂脫色變化觀察紀錄表

粘土顏色 顏色變化	陶土	咖啡色土壤	紅褐色土壤	土色土壤	土褐色土壤
第二天	透明無色	淡黃色	淡黃白色	透明無色	淡黃白色



花嶼粘土與陶土倒入可口可樂中脫色現象的情形。

伍、討論

一、什麼是脫色？

- (一)脫色的定義，在台灣Wiki網站的解釋：用化學方法去掉物質原來的色素。常用在各種生產加工中，為了使產品更美觀，會對原材料進行脫色。例如：將紅糖脫色後就變成白砂糖；或是除去天然水和廢水中的色度的水處理過程中，投加氯、臭氧等進行水的脫色處理，或是投加混凝劑進行水的脫色處理。
- (二)脫色劑，凡是能夠將影響產品外觀的顏色脫除的物質統稱為脫色劑。從脫色的定義及我們的實驗結果來看，粘土的確是一種很好的脫色劑。

二、什麼因素會影響粘土脫色的程度？

- (一)在科學寶庫書籍中，介紹的粘土脫色性質的實驗如下：
 - 1、將稀釋的藍墨水分別倒入兩隻試管中以便觀察。
 - 2、將完全磨碎的粘土放進一支試管。
 - 3、不久，放粘土的試管因墨水的色素被粘土吸收，顏色變淡。
 - 4、30分鐘後，裝粘土的試管更淡，土沉在底部。
 - 5、10個鐘頭後，放粘土的試管變得完全透明，沉在底部的土成藍色。
- (二)我們依照書上的實驗過程後，發現粘土確實可以讓水溶液進行脫色，但也並非如書上介紹的，每個都可以達成無色透明的結果？我們實驗的結果，發現影響粘土讓水溶液脫色的因素，可能有以下各種因素：
 - 1、粘土的量：相同比例稀釋下的水溶液，粘土量越多，脫色的效果越好。
 - 2、水溶液的稀釋比例(濃度)：相同的粘土量，稀釋比例1：20比1：10的藍色指示劑脫色的現象明顯；而我們實驗中，由於黑色墨水與紅色墨水，稀釋的比例更大於1：20以上，因此，相同過程的實驗中，脫色的結果更是快速而顯著。
 - 3、相同的陶土，也可能有脫色效果的差異，例如：在相同稀釋比例、相同的粘土量、相同容量的藍色指示劑，在不同的實驗結果中，有的可以達到無色透明的效果，但有的只呈現金黃色，這讓我們感到很疑惑？所以，經過我們討論，我們認為應是粘土品質的問題。
 - 4、我們稀釋過的藍色指示液，倒入量杯後，有時會產生偏藍或偏綠的顏色差異，在重新混合攪伴之後，仍是相同的現象，因此，在顏色的變化上產生的差異，也是實驗過程中讓我們產生的疑惑之一。
 - 5、有了以上的實驗觀察發現後，我們擔心學校自來水的品質可能也會影響脫色的情形，所以我們所有水溶液的稀釋及實驗器材的清洗，都使用學校經過RO逆滲透處理過的飲用水來處理。經實驗後的討論，我們認為在粘土與水溶液品質能夠控制的因數下，影響粘土脫色成效，粘土的量與水溶液的濃度是最重要的變因。因此，要得到與科學寶庫中介紹的實驗結果，指示劑稀釋的濃度與粘土量，也要經過縝密的控制才有可能達成。

三、藍色指示劑為什麼在脫色實驗中都會先呈黃色的情形？

脫色的實驗中，我們最常使用的就是學校現有的藍色指示劑了，根據我們的實驗，除了粘土量多與稀釋濃度較淡的比例，會呈現透明無色外，大部份都呈現不同色譜的黃色。在網路查詢後，我們得到了實驗結果中的一些答案：

- (一)溴瑞香草藍或稱溴百里酚藍，它的中文名稱頗多：有溴瑞香草酚藍、溴化麝香草酚藍、溴麝香草酚蘭、溴麝香草酚藍、溴苈香草藍、溴百里酚藍指示劑……)是測定弱酸弱鹼時使用的一種指示劑，其酸性時為黃色，鹼性時為藍色，中性時呈綠色。
- (二)從網路維基百科全書的說明與我們實驗結果比較，可得出以下的推論：
 - 1、藍色指示液與陶土攪拌後，呈現黃色，應是市售陶土本身偏酸性之土壤礦物。
 - 2、花嶼具脫色功效的土壤，與陶土比較，藍色指示液都呈現黃色或綠色，應是花嶼中、酸性岩石風化孕育而形成的粘土。



BTB指示劑在酸性、中性和鹼性溶液中的顏色(從左至右)-摘自維基百科網站。



陶土與花嶼粘土在藍色指示劑呈現之脫色顏色變化。

四、什麼是色素？為什麼大部份的飲料中都要放焦糖色素？

在我們常喝的飲料中，在成份的說明上，大部份都標示有焦糖色素的成份，在印象中，含色素的飲料，父母、老師乃至於媒體的宣導，都勸我們少喝含色素的飲料，但為什麼很多飲料中還添加焦糖色素呢？

- (一)我們上網查閱的資料指出，色素是一個比較寬泛的術語，但日常生活中我們已經習慣把食用色素稱為色素，而食用的色素可分為二類：
 - 1、天然色素：來自植物的根、莖、花、葉、果實與動物、昆蟲、微生物、礦物……等材料。
 - 2、人工合成色素：是指用人工化學合成方法所製得的有機色素，主要是以煤焦油中分離出來的苯胺染料為原料製成的。

- 而許多天然食品具有本身的色澤，這些色澤能促進人的食慾，增加消化液的分泌，因而有利於消化和吸收。因此，為了改善食品的色澤，人們常常在加工食品的過程中添加食用色素，以改善感官性質。在很長的一段時間裡，由於人們沒有認識到合成色素的危害，並且合成色素與天然色素相比較，具有色澤鮮艷、著色力強、性質穩定和價格便宜等優點，許多國家在食品加工行業普遍使用合成色素。隨著社會的發展和人們生活水平的提高，大量的研究報告指出，幾乎所有的合成色素都不能向人體提供營養物質，某些合成色素甚至會導致癌細胞，危害人體健康。因此，在食用色素的管理、合成色素的使用方面均有嚴格的規定，多種合成色素已被禁止或嚴格限量使用。
- (二)焦糖色素：或稱焦糖，是一種在食品工業中應用範圍十分廣泛的天然著色劑，是食品添加劑的重要一員。早期，焦糖色素曾一度被懷疑對人體有害而被各國政府禁用。經科學家們的多年研究，證明它是無害的。聯合國糧農組織(FAO)、世界衛生組織(WHO)、國際食品添加劑聯合專家委員會(JECFA)均確認焦糖色素是安全的。目前，焦糖色素使用範圍廣泛，可樂、調味乳、飲料、布丁、果醬、果凍、糕餅都會使用，烤麵包、咖啡也可能存在。但在台灣衛生福利部規定，生鮮肉類、生鮮魚貝類、生鮮豆類、生鮮蔬菜、生鮮水果、味噌、醬油、海帶、海苔、茶等不得使用。
- (三)我們實驗的結果顯示，無論是含焦糖色素的飲料，或是我們自製的果汁，經研磨的粘土(陶土)，都能使其脫色。因此，對未標示含色素的飲料，假如有疑慮，以後可以用便宜又容易取得的粘土來進行測試。至於被脫離的色素如何製造，品質的管控，我們無法知道，但含色素的市售食品，還是少飲用為妙。

五、學校中常用的粘土，為什麼只有陶土能進行脫色？

粘土在學校的學習中，大概跟筆或簿本一樣的成為學習必需品了，種類非常的多，但我們常用的有以下三種，三種粘土的特性如下：

- (一)陶土：陶土，又稱陶泥，是燒製陶瓷器的原料。顏色有黃褐色、灰白色、紅紫色等等混雜而成。含有鐵質，具具吸水性和吸附性，加水後具可塑性。礦物成分複雜，主要由高嶺石、水、蒙脫石、石英和長石組成。
- (二)油土：油土是一種人工粘土，它是用硫磺、鉛鉛蠟等物質製成的，可用在汽車原型上，有細緻的質感。按照特性，可分為汽車油土及精雕油土。
- (三)超輕粘土：紙粘土裡的一種，簡稱超輕土。紙粘土乃是黏土的一種，以紙漿混合樹脂和黏土製成，價錢較其他的粘土便宜，與麵土、陶土等同屬常用的捏塑素材。

從上列的文獻資料中分析，可知除了陶土外，其它二種都是屬於人工合成的粘土。市售的粘土買來時，都非常的軟，因此，為了磨成粉，我們都必需將粘土進行烘乾的過程後再磨碎。超輕土與油土再烘烤的過程中，都會軟化或融化成粘液，很難磨成粉，我們只能剪成碎狀後再進行實驗，因而無法進行脫色。只有陶土成硬塊後能研磨成粉，因而有明顯的脫色現象。

六、花嶼的粘土有哪些特性，適合做為陶藝素材或脫色劑嗎？

在野外觀察與採集中，我們使用了色系不同的土壤進行脫色實驗，結果藍色指示劑與野外觀察土壤一樣的呈現多種顏色變化，非常的有趣！我們最後選了四種與陶土有相同脫色現象的土壤，進行比較：

- (一)花嶼土壤在沒有經過篩選處理的情形下，也有與陶土一樣的脫色效果。從脫色實驗產生顏色分層的現象來看，應該存有些雜質土壤。我們相信假如能經過處理篩選，花嶼應該也有與陶土一樣的粘土性質，可做為陶藝素材的來源。但粘土的產量有多少？可能還需要更深入去做調查與分析。
- (二)含色素的水溶液濃度會影響脫色顏色變化，可口可樂的脫色實驗中，焦糖色素的濃度比例不知有多少，但依規定應該是低濃度的色素飲料。實驗中的所有花嶼土壤跟陶土一樣，幾乎都能達到完全脫色的成效。因此，對測試低濃度的含色素飲料來說，花嶼的粘土可說是一項實用方便的脫色測試劑。

陸、結論

- 一、粘土(陶土)與花嶼的粘土，在磨成粉後，真的能把含色素的水溶液進行脫色。
- 二、影響粘土脫色的成效，粘土量與水溶液的濃度是重要的因素，要使水溶液達到無色透明的效果，二種因素應經過謹慎的控制。
- 三、粘土對市售含蔗糖或焦糖色素的飲料，有完全脫色的功效。因此，對標示不清或色素含量有疑慮的飲料，把粘土磨成粉後，是一種便宜又容易取得的脫色測試劑。
- 四、我們課堂上常用的粘土，並非都能對水溶液進行脫色。人工合成的粘土，如油土及紙粘土無法進行脫色的實驗。只有天然由岩石風化孕育生產的粘土礦物，磨成粉後，才能進行脫色的實驗及具有脫色的成效。
- 五、日常生活中土壤的種類很多，但根據我的實驗結果，只有粘土才有脫色的功效。
- 六、我們透過野外調查與實驗結果得知，花嶼部份的土壤具有粘土礦物的特性。在未經過篩選過慮的情形下，有跟陶土一樣可對水溶液進行脫色，特別是在對市售的飲料脫色的實驗中，達到完全脫的成效。因此，我們認為，假如經過篩選過慮後，一定跟市售陶土一樣，適合做為教學素材的來源。至於產量如何，是否值得大量使用，則必需再進一步的進行調查與研究。
- 七、粘土脫色的實驗，配合學校的「侏儸秘境、海峽飛羽」特色課程，不僅讓我們認識了花嶼的岩石與礦物種類，也知道了土壤中的粘土也是礦物之一。而我們常用的粘土不僅是捏塑的材料，竟然還有讓色素脫色的功能，更讓我們又增加了一項生活知識。

柒、參考資料及其他

- 一、陳從龍。科學寶庫(上)。台北市。國語週刊雜誌社。p.207~208。1990.01。
- 二、張培源、張卯生。澎湖之地質與地史。澎湖縣。澎湖縣立文化中心。p.157。1995.12。
- 三、焦糖色素-台灣Wiki。取自：<http://www.twword.com/wiki/%E7%84%A6%E7%B3%96%E8%89%B2%E7%B4%A0>
- 四、色素-台灣Wiki。取自：<http://www.twword.com/wiki/%E8%89%B2%E7%B4%A0>
- 五、Selma交誼廳。不說不知—生活中的大小事。2013.10.30。取自http://selmaselmblog.blogspot.tw/2013/10/blog-post_30.html。
- 六、維基媒體基金會。溴百里酚藍。2013.03.12。取自<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%BA%B4%E7%99%BE%E9%87%8C%E9%85%9A%E8%97%8D>