

作品名稱：土壤也會生病？

初小組 地球科學科 第二名

縣市：高雄市

作者： 王藝真 王馨蕊

朱家正 蕭琮翰

校名：中山國小

指導老師：高月琴 梁太陽



土壤也會生病？

一、研究動機

前幾天，學校西側操場正在填土整地，同學們就去挖一些泥土回來種花。哪知沒過多久，一盆盆的花兒都陸續枯萎！大家百思不解，難道土壤也會生病嗎？爲什麼？如何改善？我們向環保媽媽們請教，才知道土壤的質地對植物生長影響很大，爲了深入了解土壤、植物和水之間的親密關係，所以激發我們做這個研究的興趣。

二、研究目的

- (一) 探討學校西操場所採集的土壤，爲何不適合種矮牽牛？
- (二) 想法子克服盆栽維護時最容易遇到的『爛根』問題。
- (三) 探討矮牽牛的幼苗較適合種在哪一種土壤裡。
- (四) 探討最適合動、植物生存的環境是哪一種土壤。
- (五) 改善不適合動、植物生存的土壤特性。
- (六) 覺察保護土壤的重要性，培養珍惜大地的情操。

三、研究器材與設備

- (一) 搜集各類土壤：
 1. 校園西側操場雜土。
 2. 柴山路段的黏土。
 3. 美濃菸田的壤土。
 4. 高屏溪沿岸的沖積土。
 5. 仁福村垃圾場旁邊的廢土。
 6. 蓋房子用的砂土。
- (二) 選擇矮牽牛幼苗 24 盆、蚯蚓數條。
選擇幼苗的依據標準是：
 1. 生長健壯、沒有出現黃葉的。
 2. 整株長得很勻稱，高約十公分左右，已可辨識花蕊顏色的。
- (三) 選擇栽種地點：我們認爲教室南面的陽台上最適，因陽光充足、空氣流通、澆花方便、同學們研究和觀察也比較容易。
- (四) 研究用具：
 1. 種花盆器：透明大塑膠碗（口徑 12 公分，深度 8 公分）
 2. 篩網、彈簧秤、小鏟子、澆灌器、電鑽、量筒、尺、碼表、放大鏡、標籤紙、記錄簿、紙杯、棉線、衛生紙、花剪、相機、底片、有機肥製作桶、菜渣、果皮。

四、研究過程與方法

研究流程：

1. 分組試種矮牽牛幼苗，發現『爛根問題』。
2. 成立研究小組，開始規劃研究行動。
3. 分析土質與排水問題。

4. 再種矮牽牛，探討矮牽牛幼苗最適合種在哪一種土壤裡？
5. 請小動物也來幫忙，讓它們用行動告訴大家土壤的秘密。
6. 我們發現土壤和動、植物之間的親密關係。
7. 土壤也會生病？怎麼改善？
8. 請環保媽媽來指導我們『如何幫土壤重現生機』？
9. 採取有效的行動策略，全校推廣『環保有機肥DIY』。
10. 土壤改善了，我們種出充滿生機的『矮牽牛王』。

研究一、學校西側操場所採集的土壤，為何不適合種矮牽牛？

我們從園藝行買了許多高約十公分的矮牽牛回來栽培，大家小心的把它從軟塑膠盆中移植到大一點的透明盆器裡，貼上標籤，擺放在南面陽台上。但沒過多久，一盆盆矮牽牛卻出現黃葉、陸續枯萎！矮牽牛的根部伸展到土壤中，從土裡攝取水份和養份，爲了深入了解土壤、矮牽牛和水之間的親密關係，所以我們就從土壤方面展開這個研究。

方法：搜集各類土壤、分辨土壤大概的質地。

(一) 共搜集研究器材與設備中的六類土壤。

(二) 分辨土壤大概的質地：

- 1 抓取一把風乾及篩過的土壤，捏捏搓搓，利用指頭的感覺來分辨土壤大概的質地。
- 2 將各類土壤加些水，再捏一捏、揉搓成長條或土團，分別用手觸壓，置於平台上風乾。

表一、各種土壤質地的分析記錄表

觀察項目 土壤種類	指頭的感覺	加水捏搓 的情形	用手觸壓 的情形	風乾後 的情形
操場正在整地的雜土	細細的，粉粉的	可搓成不易斷的長細條	觸壓硬硬的，會裂開	乾時很硬，但有裂縫
高雄柴山上的黏土	顆粒很小，粉粉的	滑滑的、可搓成光亮不易斷長細條	外形改變、有彈性，不會裂開	形成很硬的土塊緊密、形狀最完整
美濃菸草田的壤土	顆粒均勻，有細顆粒的感覺	可搓成細條，但易斷	觸壓會裂開	乾後結成土團，稍用力捏就散開
高屏溪下游的沖積土	顆粒均勻含有一些砂質	可搓成細條但易斷	觸壓易裂，鬆鬆軟軟的感覺	乾後結成土團，稍用力捏就散開
仁福村垃圾場旁邊的廢土	顆粒鬆鬆軟軟的，有發現蚯蚓。	可搓成細條但易斷	觸壓易裂，鬆鬆軟軟的感覺	乾後結成土團稍用力捏就散開
建築用砂土	砂粒鬆鬆的、粒粒都可分辨	無法搓出細條，可結土團	輕輕觸摸就散掉了	砂粒鬆鬆的散開

我們發現：土壤的質地不盡相同：

- 1 校園中西操場正在整地時所使用的雜土和柴山上的黏土，顆粒最細，黏度最強，質地較接近。
- 2 美濃菸草田取得的壤土顆粒稍大，高屏溪沖積土顆粒較細，仁福村垃圾場的廢土顆粒鬆鬆軟軟的，不太均勻。
- 3 在垃圾場旁邊的廢土中，發現好幾條蚯蚓，咦！別處的土壤裡怎麼沒挖到蚯蚓？難道蚯蚓喜歡在這種土壤裡棲息？

二、如何突破『因爛土而出現黃葉、枯萎』的盲點，讓照顧矮牽牛時根部伸展情形和土壤滲水、排水情形都能明顯地觀察得到？

爲了探討學校西側操場所採集的土壤，爲什麼種不好矮牽牛，所以我們改製種花的實驗盆器，用透明的大塑膠碗來種花，這樣一來根就看得見了，『別人賞花我們看根，根兒健壯花就美』，這不就可以進一步來研究「植物、土壤和水」之間的親密關係了嗎？

(一) 動手製作透明塑膠盆：

- (1) .到五金材料行，採購透明大塑膠碗。
- (2) .請家長幫忙鑽 15 個排水孔，以利排水和透氣。
- (3) .剪一塊與底部同樣大小的紗網，墊在盆底當過濾網。
- (4) .測試盆中水的滲透情形和排水量。

(二) 測試土壤的保水、排水情形：

我們將篩過的土壤樣品分類裝好備用，並註明採集地點、名稱，以便裝盆、編號。再將這六種不同土壤分別裝入透明的塑膠盆器中，直接注水量 100cc，仔細觀察記錄盆中水的滲透情形和排水量的多寡，以作爲各類土壤的保水、排水情形之判斷依據。

表二、測試盆土的滲透情形和排水量記錄表

編號	1 甲	1 乙	2 甲	2 乙	3 甲	3 乙	4 甲	4 乙	5 甲	5 乙	6 甲	6 乙
土壤的種類	校園 雜土	校園 雜土	黏 土	黏 土	壤 土	壤 土	沖積 土	沖積 土	垃圾 場土	垃圾 場土	砂 土	砂 土
盆中水滲透完 所需時間(分)	8	7	8.5	9	4	4	5	4	2	3	1	1
排水量(cc)	8	5	5	4	18	22	20	25	24	20	60	55

結果發現：

盆中水的滲透情形和水的排出情形：

- 1.滲透最快、排水量最多的是：砂土質
- 2.滲透速度、排水量次多的是：壤土質、高屏溪沖積土、垃圾場廢土。
- 3.水份最不容易滲透、排水量最少的是：校園雜土、黏土質。

(三) 推測校園中的雜土，會一直出現黃葉、枯萎的原因：

1. 實驗發現：黏土和校園中的雜土，滲水都相當不容易，每次澆水時都會形成積水，且只看見由上往下滲約 1~2 公分而已，底部的根很難吸到

水，所以連續觀察四週了，還看不到矮牽牛的根。

2.黏土和校園中的雜土，排水都很慢，易造成積水；矮牽牛的根部因為長期泡在水中，所以會一直出現黃葉、陸續枯萎而死。

(四).設法突破『種不好矮牽牛』的盲點：

我們從醫生幫病人打點滴的印象，而聯想到『細水長流、毛細現象供水法』，在黏土和校園裡的雜土所種的矮牽牛盆栽上方，各置放一杯(100cc)的水，利用吸水性強的棉線、衛生紙來當導管，藉著毛細現象的作用，而將上方杯子裡的水，源源不絕『細水長流』的引流到下面的盆土中澆水。

表三、『細水長流的毛細現象供水法』實驗情形記錄表

校園中的土壤		實驗前		實驗後		
日期		10/28	11/04	11/11	11/18	11/25
根部伸展情形	甲盆	沒看到根	沒看到根	長很多根	長很多根	長很多根
	乙盆	沒看到根	沒看到根	長很多根	長很多根	長很多根
莖葉生長情形	甲盆	枝葉細小	枝葉仍細小	枝葉茂盛	枝葉茂盛	枝葉茂盛
	乙盆	枝葉細小	枝葉仍細小	枝葉茂盛	枝葉茂盛	枝葉茂盛
開花情形	甲盆	沒開花	只開 1 朵花	開出 3 朵花	開出 6 朵花	開出 9 朵花
	乙盆	沒開花	只開 1 朵花	開出 2 朵花	開出 5 朵花	開出 8 朵花

討論：

水份能適量的控制是這個實驗成功的原因，這個實驗設計徹底的改善了積水和吸不到水的問題，結果第一週後就有明顯的改善，不久之後整個盆栽欣欣向榮。

三、矮牽牛幼苗較適合種在哪一種土壤裡？

(一).土壤類別：我們將土壤風乾、壓碎、過篩處理，再將篩好的土壤樣品分類裝好備用，註明採集地點，以便裝盆、編號。

項次	土壤類別	盆土的重量	盆器編號			
1	校園中的雜土	800 公克	1 甲	1 乙	1 丙	1 丁
2	黏土	800 公克	2 甲	2 乙	2 丙	2 丁
3	壤土(田土)	800 公克	3 甲	3 乙	3 丙	3 丁
4	高屏溪沖積土	800 公克	4 甲	4 乙	4 丙	4 丁
5	垃圾場的廢土	800 公克	5 甲	5 乙	5 丙	5 丁
6	建築用的砂土	800 公克	6 甲	6 乙	6 丙	6 丁

(二).選購矮牽牛幼苗，並幫它移植到透明的塑膠盆器中。

(三).維護細則說明：

(1) 盆土重量各取 800 公克(八分滿)，澆水時水份較不會流失。

(2) 每天早上 8:00 左右澆水，澆水量每次每盆 100cc。

(3) 記錄時間：每天早上 10:20 分(第二大節下課時間)。

(4) 測量要點：從透明的盆壁上觀察根部，並記錄所發現的結果。

(5) 連續觀察四星期，比較不同土壤中根莖葉生長和開花情形。

表四、不同土壤對矮牽牛『根部伸展』的影響

根部伸展情形 土壤類別	記 錄 時 間			
	一週後 10/21	兩週後 10/28	三週後 11/04	四週後 11/11
校園雜土	沒看到根	沒看到根	沒看到根	還沒看到根
黏 土	沒看到根	沒看到根	沒看到根	還沒看到根
壤 土	沒看到根	看到一條細根	看到三條細根	看到五條細根
高屏溪的 沖積土	看到兩條白白的 的根.約 2 公分	看到五條白白的 的根, 約 4 公分	看到許多白白的 的根, 約 6 公分	看到許根, 繞 得密密麻麻
垃圾場的 廢土	沒看到根	看到四條根, 根 較粗些約 2 公分	看到較粗些的 根, 長約 6 公分	看到許多根, 繞得密密麻麻
細砂土	沒看到根	出現枯萎現象	枯萎	枯萎

表五、不同土質對矮牽牛『枝幹生長』的影響

枝葉生長情形 土壤類別	記 錄 時 間			
	一週後 10/21	兩週後 10/28	三週後 11/04	四週後 11/11
校園中的雜土	枝幹變細弱	枝幹細弱	枝幹細弱	枝幹細弱
黏 土	枝幹變細弱	枝幹細弱	枝幹細弱	枝幹細弱
壤 土	枝幹正常	枝幹正常	枝幹正常	葉片變大
高屏溪沖積土	枝幹正常	枝幹正常 葉片變大	枝幹正常 葉片變大	枝幹正常 葉片變大
垃圾場的廢土	枝幹正常 葉片變大	葉片變大 枝幹茂盛	葉片變大 枝幹茂盛	葉片變大 枝幹茂盛
砂 土	枝幹細弱	出現枯萎現象	枯 萎	

表六、不同土質對矮牽牛『開花情形』的影響

開花情形 土壤類別	記 錄 時 間			
	一週後 10/21	兩週後 10/28	三週後 11/04	四週後 11/11
校園中的雜土	無	無	無	無
黏土	無	無	無	無
壤土	無	無	開始吐花蕾	開 1 朵花
高屏溪沖積土	無	有花蕾形成	開 2 朵花	開 4 朵花
垃圾場的廢土	開始吐蕊	開 2 朵花	開 5 朵花	開 7 朵花
砂 土	無	無	無	無

綜合以上研究發現：

矮牽牛幼苗種在垃圾場廢土、沖積土、壤土的土壤裡都很合適：

- 1.矮牽牛的根在垃圾場廢土中伸展最快，沖積土第二，壤土第三，在黏土和校園雜土中伸展最慢，砂土因不易保水，缺少水份，很快就枯萎。
- 2.矮牽牛的枝葉、開花情形，也會因不同的土壤而有差別：

- (1) 種在垃圾場的廢土中的矮牽牛，枝葉長得最茂盛，開的花最多、最大朵。
 - (2) 種在沖積土、壤土中的矮牽牛，枝葉開花也很均勻。
 - (3) 種在黏土中的矮牽牛，出現黃葉，開花數量又少又小朵。
3. 花卉種在合適的土壤才能生長良好。據園藝行的叔叔、阿姨口述：種矮牽牛以富含有機質的砂質壤土最好。

（四）哪一種土壤較適合動、植物生存？

問題質疑：爲什麼會在仁福村垃圾場的廢土中，發現好幾條蚯蚓？蚯蚓爲何喜歡在這種土壤裡棲息？

在國小 4 上自然課本裡介紹「蚯蚓有棲息於暗處的習性」，所以想請蚯蚓來告訴我們有關土壤的秘密，看看哪種土壤較適合蚯蚓生存？

方 法：

- 1 分頭去挖幾條蚯蚓。
- 2 將這六類土壤，四周用黑紙罩住，再把蚯蚓置於土壤上面。
- 3 若蚯蚓有往土裡鑽，表示這一種土壤十分良好，若蚯蚓有逃避離開的反應，則表示這類土壤很不理想，比較不適合種矮牽牛。

表七、觀察蚯蚓在不同土壤上的反應記錄表

土壤種類	觀察次數	蚯蚓往下鑽入土中的時間（秒）						蚯蚓的反應	
		第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次		平 均
校園中的雜土		55	45	67	61	48	72	58	慢吞吞的鑽入。
黏 土		78	67	59	79	55	94	37	慢吞吞的鑽入。
壤 土		34	57	52	18	37	54	37	慢吞吞的鑽入
高屏溪沖積土		15	23	41	47	27	17	23	有稍微快些鑽入
垃圾場的廢土		5	12	3	7	19	6	7	一下子就鑽入土中
砂 土		無	無	無	無	無	無	無	根本沒反應

結果發現：

1. 從觀察蚯蚓在不同土壤上的反應實驗中，我們發現蚯蚓在垃圾場土壤上很快就鑽進去躲藏起來，「垃圾場土壤」可能是蚯蚓最理想的家吧！
2. 垃圾場土壤摸起來較鬆軟，溼溼潤潤的，矮牽牛的枝葉長得最茂盛，開的花最多、最大朵，應該是『動、植物們最愛住的好地方』。

五、土壤不適合動、植物生長應該怎麼改善？

爲了改善「矮牽牛不喜歡、小蚯蚓也不愛」的不健康土壤，所以我們就打電話邀請環保媽媽們到學校裡來指導我們自製環保有機肥的要領。

（一）環保有機堆肥 DIY

1. 廚餘堆肥的材料：各類菜渣、果皮、茶葉渣、花土、菌種。
2. 製作過程：
 - （1）準備大型可完全密封，下方附有水龍頭之耐酸、鹼之塑膠桶備用。
 - （2）將菜渣、果皮切碎或細絲狀，瀝乾水份，以一層廚餘上舖一層泥土，

每日處理完畢，立即蓋上桶蓋以免蚊蟲侵入。

- (3) 約一週後，將下方水龍頭打開，將已醱酵之廢液排出，排出液加水稀釋後，當作花木蔬果之追肥。
- (4) 當廚餘、泥土重覆交疊至八分滿後，在最上層覆上較厚泥土，即可密封。
- (5) 放置二至三個月，(此時每日仍需排除醱酵液)，等土壤呈現茶褐色或黑褐色，即表示堆肥已完全腐熟。

(二) 追蹤觀察：

爲了慎重起見，我們決定用『少量多餐』的方式來做追肥實驗，每隔一星期澆一次，每次每盆只澆稀釋液 20cc，等它枝葉較茂盛後再增加用量。

哇！驚人發現：

陽台上有一盆矮牽牛，本來只開五、六朵花，聖誕節前幾天，我們把它移植在埋有環保有機堆肥的花壇中，還不到一個月就枝葉茂盛起來，大家眼睜睜的看著它一直開一直開……哇！又鮮艷又美麗，數也數不清！大概超過一百多朵吧！它就是同學們親手種的『矮牽牛王』！

討 論：

- 1 經過專家的指導，讓我們知道：利用有機堆肥施用於作物和花卉土中，可以改變土壤性質，將廚餘菜渣製成有機堆肥，不但垃圾減量，而且可以省下一筆購買肥料的費用，更可以讓土壤肥沃起來，變成動植物喜歡生長的健康土壤。
- 2.矮牽牛經施用環保自製的有機追肥後效果很好，其中以開花情形最爲明顯，我們的校園裡，若能適量的施用有機肥料，必能改善土質，使校園美化綠化做得更好。

五、研究結論與建議

- (一) 我們從土壤滲水性、排水性的實驗中發現：黏土和校園中的雜土滲水都相當不容易，每次澆水時都會形成積水，且只看見由上往下滲透大約 1~2 公分而已，底部的根可能較難吸到水，所以連續觀察四週了，還看不到種在其中的矮牽牛伸展出根來，枝幹都細細弱弱的，花朵也開得小小的、少少的，甚至出現許多黃葉。
- (二) 針對黏土質和校園裡的雜土排水不良的問題，我們使用『少量多餐、毛細現象供水法』，水徐徐的由表層土壤，逐漸潤濕到盆土各處，再讓根部吸收，既不會造成積水，又可讓矮牽牛的盆土保持滋潤，所以實驗設計徹底的改善積水和吸不到水的問題，不到一星期整個盆栽就欣欣向榮了。(由開兩朵花變成開五、六朵花！)
- (三) 用各種土壤試種矮牽牛幼苗發現：
 - 1 矮牽牛的根在垃圾場廢土中伸展最快，沖積土第二，壤土第三，在黏土和校園雜土中伸展最慢，砂土因不易保水，很快就枯萎。
 - 2 矮牽牛的枝葉、開花情形，也因不同質地的土壤而有差別：
 - (1) 種在垃圾場廢土中的矮牽牛，枝葉長得最茂盛，開的花最多又

最大朵。

(2) 種在沖積土、壤土中的矮牽牛，枝葉和開花較次之。

(3) 種在校園雜土和黏土中的矮牽牛出現許多黃葉，開的花又少又小朵。

3. 花卉種在合適的土壤才能生長良好，由園藝專家口述得知：以富含有機肥的砂質壤土來種矮牽牛最好。

(四) 爲什麼會在垃圾場的廢土中，發現好幾條蚯蚓？別處的土壤裡我們怎麼沒挖到蚯蚓？蚯蚓喜歡在這種土壤裡棲息，是不是因爲這種土壤比較安全、健康？我們從整個養殖蚯蚓的實驗中發現：

1 在有機質較多的垃圾場廢土中，蚯蚓會一下子就鑽進土裡去躲藏起來；在砂土、黏土和校園雜土上的蚯蚓，它們一隻隻的「逃亡」，而且會找到它理想的『家』再住進去，小動物蚯蚓好聰明喔！這個實驗真有趣！

2 從矮牽牛的試種實驗中，我們發現它種在富含有機肥的垃圾場土壤中生長最好，枝葉都長得很挺拔，葉片也都比較茂盛翠綠，而且很有生命力！

3 垃圾場的土壤摸起來較鬆軟，溼溼潤潤的，是動、植物們最愛居住的好地方。

(五) 土壤也會生病？本研究雖沒有用昂貴的『土質測試儀』來對土壤的健康把脈，但藉著矮牽牛幼苗『出現黃葉、枯萎』或『花枝招展、充滿活力』已經告訴我們答案了！而小蚯蚓也用行動『趕快鑽進去藏起來』或『搬家逃亡』來『洩漏土機』啦！

(六) 做任何事若沒有經驗、沒有用心思考、沒有專家的指導，就很容易事倍功半。感謝環保媽媽周春娣阿姨，親自到學校裡指導我們自製環保有機肥來改善不健康的土壤。她指導我們將學校辦營養午餐的菜葉、廚餘製成有機堆肥，這樣一來不但垃圾減量，而且可以省下一筆購買肥料的費用，更可以改善土壤的物理性質，讓土壤肥沃起來，變成動、植物們最喜愛的健康土壤。經過環保媽媽的指導後，我們知道利用有機堆肥施用於作物和土壤中，就可以讓土壤『出現生機』，達到『永續經營』的目的，並能維護自然生態環境的平衡。現在我們全校師生都一起推廣自製環保有機堆肥，希望把這些有機堆肥施用於校園花木和土壤中，讓校園的美化綠化做得更好。

七、參考資料

- (一) 國小自然二下『砂和土』、『種蔬菜』康軒版 民 89 年
- (二) 國小自然四上『陰溼環境中的小動物』康軒版 民 89 年
- (三) 危機與生機 P11 土壤酸化問題 民 89 年
- (四) 中興大學農業推廣研究所「土壤污染」網站
- (五) 環保媽媽周春娣阿姨蒞臨學校指導「校園堆肥之製造及利用」
- (六) 肥料要覽 台灣省政府農林廳編印 民 88 年

評語：

- 1 以一變因控制了解事物演變符合科學研究程序，本課題具實用性。
- 2 參與度高。
- 3 表達能力與操作熟練度尚可
- 4 本課題偏「生物」，若能加強對土壤的說明與探討更佳

作者簡介

王藝真

我們從一年級就開始再教室走廊的陽台上栽種矮牽牛，因為教室實在太美了，所以還得到教育局特別頒贈的『教學環境佈置優良獎』，大家都好高興。同學們爲了要趕快來看看花苗開出幾朵花，所以每天都早早就來上學，我們班每天都沉醉再矮牽牛栽培與土壤問題的研究中非常快樂。

王馨廷 朱家正

老師說：「能對一草一木施以關愛、細心照料的小朋友，將來必也會關懷他人、爲更多人服務」，看到妹妹班陽台上盛開的花兒，我們不禁被吸引了過去，一方面協助小朋友做「矮牽牛學習角」的觀察和紀錄，另一方面還可以比較不同土質對矮牽牛根、莖、葉及開花情形的影響，從中學習到許多寶貴的知識。

蕭琮翰

我很喜歡看課外書，特別對自然科學研究最感興趣。小時後和爸、媽到『有機蔬菜園』鬆土種菜時，常會挖到許多蚯蚓，所以心中早就埋下對土壤研究的興趣，這一次的科展我們以『土壤也會生病？』當主題，研究起來架構非常清晰，雖然沒有昂貴的『土質測試儀』來對土壤的健康把脈，卻能用『小動物蚯蚓』來洩漏『土』機，『嗯！實在非常有趣！』