

# 中華民國第42屆中小學科學展覽會

::: 作品說明書 :::

## 國小-應用科學科

科 別：生活與應用科學

組 別：國小組

作品名稱：水槽下的“寶藏”

---學校中水道廢棄土的研究與改良

關 鍵 詞：土 壤、環 保、種 植

編 號：080809

---

**學校名稱：**

高雄市小港區港和國民小學

**作者姓名：**

洪 嶺、宋芷萱、許耀元、沈盼盼

**指導老師：**

顏志昌、鄭琦蓉



# 中華民國第四十二屆中小學科學展覽會作品摘要表

作品名稱:水槽下的“寶藏”

## 一.研究動機：

有一次我們在地下室掃地的時候，發現自然科老師在大水槽裡挖出一坨坨的東西來，我們便好奇的問說：老師你在挖什麼東西呀!老師跟我們解釋，這是學校循環用水後，沉澱在水槽下的廢棄土，因沉澱太多會造成水槽不乾淨，所以要將廢棄土挖出並花錢請環保局處理，這時我們突發奇想的詢問，那我們能不能自己拿來研究，看怎樣的方式可以讓廢棄土再利用，於是我們就決定展開廢棄土的研究。

## 二.研究目的：

- (一).分析廢棄土與其他常見土壤的基本性質。
- (二).探討廢棄土與其他常見土壤的優缺點。
- (三).找出最省錢又符合環保的改良廢棄土方法，使其能再回收利用。
- (四).培養從事科學研究與注重環保的精神與態度。

## 三.研究過程:

- (一).探討學校廢棄土會不會含有有毒物質。
- (二).學校廢棄土到底可不可以直接拿來種植。
- (三).分析學校廢棄土與其他常見土壤的基本性質。
- (四).將廢棄土與培養土、黑沙混合是否能改善其缺點。
- (五).探討混合土壤以何種比例混合種植的效果最好。

## 四.研究結果:

- 1.根據我們向事務組長查詢的書面資料以及針對全校所做的用水問卷中，我們分析出學校中水道的廢棄土是不會含有有毒物質的。
- 2.由研究三的實驗(一)得知：我們發現土壤會結成硬塊都是顆粒較細小的，所以廢棄土曝曬後會結成硬塊，原因是顆粒細小所造成的。
- 3.由研究三的實驗(四)、實驗(五)、實驗(六)得知：
  - (1).廢棄土含水量明顯不足，而培養土、黑沙最高。
  - (2).水完全滲入廢棄土需較長時間，而培養土、黑沙所需時間較短。
  - (3).廢棄土排出定量的水需較長時間，而培養土、黑沙所需時間較短。

4.學校中水道的廢棄土不能直接拿來種植，因為土壤含水量不足、滲水、排水也不好，而且土壤會有乾硬現象。

5.由研究四的實驗（一） 實驗（二） 實驗（三） 實驗（四）得知：以混合土壤的方式來改良廢棄土，的確土壤的硬化現象、含水量、排水與滲水時間真的有所改善。

6.由研究五的實驗（一） 實驗（二）得知：

(1).因為廢棄土本身的土質條件不是很好，所以隨著混合比例越高，植物根部越有紮不入土裡的現象，並且莖、葉長出後都因太重，無法挺直生長。

(2).我們發現 A 組（培養土 + 廢棄土）平均生長高度都比 B 組（黑沙 + 廢棄土）高，所以混合土壤最好是與養分高的土壤混合。

(3).B 組（黑沙 + 廢棄土）的土壤仍不夠鬆軟，造成植物的根部不太容易紮入土裡，莖也無法挺直生長；再加上，生長高度都比 A 組低很多，所以我們淘汰 B 組。

(4).A 組當中 A-1、A-2、A-3 的生長狀況差不多、根部也都有紮入土裡，但因為我們最終的目的是要既省錢、又符合環保，所以我們決定取廢棄土比例較高的 A-3 為我們培養土與廢棄土的混合比例。

## 五.參考資料：

(一)全國科展優勝作品第二十二屆 沙的研究。

(二)全國科展優勝作品第二十三屆 土壤特性與植物生長。

(三)全國科展優勝作品第三十八屆 沙世界真奇妙。

(四)國小自然課本第二冊 豆子發芽了 康軒文教事業

(五)國小自然課本第四冊 沙和土 康軒文教事業

(六)中興大學農學院-土壤調查試驗中心 ( <http://www.sstc.nchu.edu.tw/html/home/index.html> )

# 水槽下的“寶藏”

## ----學校中水道廢棄土的研究與改良

### 壹、摘要:

在一次的打掃中，我們發現了廢棄土，並因好奇心的驅使，我們便開始著手於廢棄土的研究與改良。後來，我們發現廢棄土會有土壤硬化、含水量不足、排水與滲水時間太慢的缺點，所以我們取土質條件較好的培養土、黑沙與之混合。結果，廢棄土的缺點真的被改善了，於是我們混合各種比例來種植綠豆、辣椒，企圖從中找出最好的混合比例。最後，我們取培養土與廢棄土以一比三的比例混合最省錢又符合環保。

### 貳、研究動機:

有一次我們在地下室掃地的時候，發現自然科老師在大水槽裡挖出一坨坨的東西，我們便好奇的問說：老師你在挖什麼東西呀！老師跟我們解釋，這是學校循環用水後，沉澱在水槽下的廢棄土，因沉澱太多會造成水槽不乾淨，所以要將廢棄土挖出並花錢請環保局處理，這時我們突發奇想的詢問，那我們能不能自己拿來研究，看怎樣的方式可以讓廢棄土再利用，於是我們就決定展開廢棄土的研究。

本參展作品與教學單元之相關性有：

- 一.國小自然課本第二冊 豆子發芽了
- 二.國小自然課本第四冊 沙與土
- 三.國小自然課本第五冊 植物的根莖葉

### 參、研究目的:

- 一.分析廢棄土與其他常見土壤的基本性質。
- 二.探討廢棄土與其他常見土壤的優缺點。
- 三.找出最省錢又符合環保的改良廢棄土方法，使其能再回收利用。
- 四.培養從事科學研究與注重環保的精神與態度。

## 肆、研究器材:

一.材料：黑沙、培養土、一般種植土、雜土、廢棄土、種子。(白菜、綠豆、辣椒)

二.器材：放大鏡、紅(藍)色石蕊試紙、塑膠杯、750cc 杯子、三角架、100mL 量筒、200ml 量筒、250mL 燒杯、玻棒、碼錶、篩網、鏟子、128 孔塑膠培養盆、濾紙、瓶蓋、試管、竹籤。

## 伍、研究過程:

### 研究一：探討學校廢棄土會不會含有有毒物質？

想法：當我們挖出廢棄土時，第一個直覺便是，會不會有毒呀，如果真的有，那種出來的植物怎麼辦呢？

#### 實驗（一）：學校中水道循環用水系統書面資料查閱。

結果：根據我們向事務組長借的資料中，發現學校中水道循環用水系統是回收洗手臺、廁所用水，而我們所挖的廢棄土是系統的終沉池沈澱下來的污泥。事務組長也親自表示中水道循環系統產生的再生水，主要是植物灌溉用水、衛生器具沖洗，所以挖出的廢棄土不會含有毒物質。

#### 實驗（二）：調查全校教職員工、學生上學期洗手台、廁所用水狀況。

方法：1.大家共同編寫針對洗手台、廁所用水問卷。  
2.在晨會時間向所有教職員工、學生宣導問卷填寫。  
3.統一回收問卷再製成統計圖表，分析學校使用水的狀況。

結果：

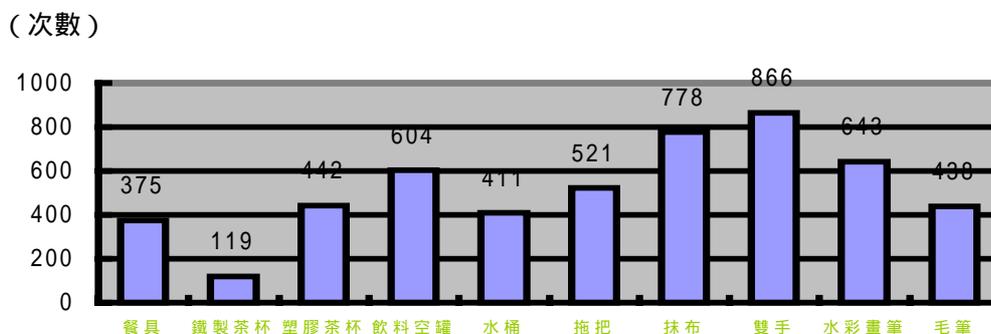


圖 1-2-1.全校教職員工、學生曾經在洗手臺、廁所清洗過的物品次數

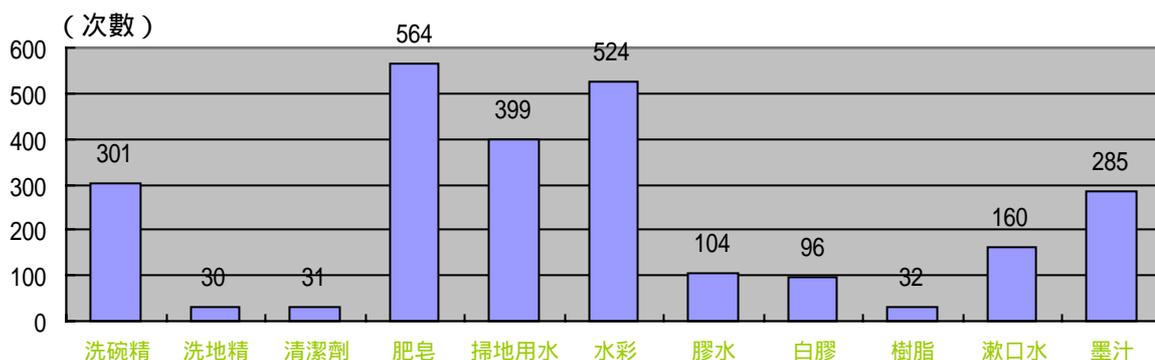


圖 1-2-2. 全校教職員工、學生曾經在洗手臺、廁所倒過的溶液或東西

### 發現：

1. 全校教職員工、學生曾經在洗手臺、廁所清洗過的物品，以用餐工具、茶杯類、清洗工具、繪圖工具、雙手為主。
2. 全校教職員工、學生曾經在洗手臺、廁所倒過的溶液或東西，以清潔用品、肥皂水、拖地用水、繪圖顏料、漱口水、墨汁、膠水類為主。

### 推想：綜合上述實驗一及實驗二，我們所得到的結論是

1. 依據我們所調查的書面資料及洗手台用水問卷顯示，學校的中水道廢棄土是沒有含有毒物質的。

## 研究二：學校廢棄土到底可不可以直接拿來種植呢？

**想法：**透過問卷的方式分析出學校的廢棄土沒有含有毒物物質後，我們決定直接拿來種植看看。

**方法：**1. 將挖來的廢棄土曝曬三天後，搗碎並用篩網濾過。

2. 將廢棄土以兩瓶蓋的量種植在培養盒中，共 40 個，為實驗組-A。

3. 另一邊，則同樣以兩瓶蓋的量種植培養土 40 個，為對照組-B。

4. 每個放一粒白菜種子。

5. 利用每天早上、中午、下午澆水並固定中午的時間做觀察紀錄。

### 結果：

1. 廢棄土栽種幾天後，會有嚴重乾裂、結成硬塊的現象發生。

2. 植物的根部無法往土裡紮根，且露在土壤外，導致無法存活。

**推想：**廢棄土雖然沒有含有毒物質，不過土壤的生長條件一定不太好。

## 研究三：分析學校廢棄土與其他常見土壤的基本性質

想法：由於廢棄土直接拿來種植失敗後，我們決定取其他常見的土壤與廢棄土進行下列的實驗，找出廢棄土的優缺點。

備註： 表 3-1-1.土壤來源分析

土壤種類	來源
黑沙	工地容易取得
培養土	園藝店都有在賣
雜土	學校後面荒地的土壤
一般種植土	學校栽種植物用的土壤
廢棄土	學校中水道系統的污泥

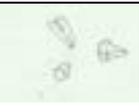
### 實驗（一）：各種土壤外觀的分析與比較。

方法：1.將 5 種土壤分別曝曬三天後，搗碎並用篩網濾過。

2.利用放大鏡及五官做基本的觀察。

結果：

表 3-1-2.土壤外觀分析與比較

測項 種類	形狀	顆粒 大小	顏色	觸覺	氣味	曬乾後的 現象	硬化 程度
黑沙 (A)		1	黑灰	可感覺到 一顆顆粗粗的	無	手一碰就散掉了， 很鬆散	4
培養土 (B)		2	紅褐	鬆鬆、粗粗的	有肥料的 味道	完全沒結塊， 非常的鬆散	5
雜土 (C)		3	土黃	有細顆粒 的感覺	土味	整個結成大硬塊 用力可捏碎	1
一般 種植土 (D)		4	深褐	顆粒細小	無	結成硬塊 用力可捏碎	2
廢棄土 (E)		5	灰白	顆粒小 有粉狀感	有濕氣 的味道	結成硬塊 稍用力可捏碎	3



土壤曝曬



搗碎



篩網濾過



土壤外觀分析



曬乾後硬化比較

**發現：**

- 1.曬乾後的雜土、一般種植土、廢棄土會結成硬塊，這三種都是顆粒細小的。
- 2.黑沙、培養土曬乾後，都非常鬆軟，完全沒有結成硬塊。

**推想：**

- 1.雜土、一般種植土、廢棄土曬乾後會有結成硬塊的現象，是由於土壤顆粒較細小所造成的。
- 2.由於黑沙、培養土顆粒都較大，所以曬乾後不會結成硬塊。

## 實驗(二): 學校廢棄土與其他土壤的酸鹼性比較。

想法：在購買培養土時，園藝店老闆跟我們說：比較好的土壤是呈現弱酸性，所以我們決定利用五年級剛學過的紅（藍）色石蕊試紙來檢測這五種土壤的酸鹼性。

### 土壤酸鹼性的文獻探討：

我們上網查詢及翻閱書籍查到的資料如下：

- 1.土壤 pH 在 6.0~6.5 者，稱微弱酸性土壤。一般而言，大部分的作物（除耐酸或嗜酸之茶樹、鳳梨、蘭花、彩葉芋、洋繡球等，或需生長在弱鹼至鹼性環境之仙人掌、滿天星 外）均適合在此 pH 環境下生長，且在此範圍內的土壤養分有效性較高。
- 2.簡言之，弱酸性土壤對一般作物而言甚適合，但還需視種植作物的種類和特性，對喜歡較低或較高土壤 pH 環境的作物而言，則屬不是較好的 pH 條件。

方法：1.燒杯中倒入一個塑膠杯的土量，再倒入 50cc 的水，並使用玻棒攪拌至均勻。

2.分別拿紅（藍）色試紙放入土壤中，測試土壤的酸鹼性。

結果：

表 3-2.土壤的酸鹼性

測項 種類	紅色試紙	藍色試紙	結論
黑沙	不變	不變	中性
培養土	不變	微紅色	偏弱酸性
雜土	微藍色	不變	偏弱鹼性
一般種植土	不變	微紅色	偏弱酸性
廢棄土	不變	微紅色	偏弱酸性



將土壤與 50cc 的水混合



使用試紙來檢測土壤的酸鹼性

### 發現：

1. 酸鹼測試呈現弱酸反應為培養土、一般種植土、廢棄土。
2. 酸鹼測試呈現弱鹼反應為雜土。
3. 酸鹼測試呈現中性為黑沙。

### 推想：

1. 土壤養分有效性較高為培養土、一般種植土、廢棄土，再來是黑沙，最差的是雜土。
2. 廢棄土本身的土壤養分含量可能不錯。

### 實驗（三）：排水孔在飲料杯底部的位置會影響排水量的穩定嗎？

**想法：**進行土壤含水量實驗前，我們發現大家打排水孔的位置都不同，這樣到底會不會影響每次的排水量呢？

- 方法：**
1. 將一個 750cc 杯子底部畫出八等分點，並利用螺絲起子在這八等分點鑽出直徑 0.2cm 大小的洞。
  2. 另一個杯子則同樣利用螺絲起子任意鑽出八個直徑 0.2cm 大小的洞。
  3. 將杯子底部綁上兩層濾紙，再加入一個塑膠杯的黑沙量，放在自製的固定架，底下放一燒杯。
  4. 把 100cc 的水沿著玻棒倒入杯子內。
  5. 計時兩分鐘後，將固定架移開。
  6. 把排在燒杯中的水倒入量筒中，測量排水量。



有格線與不規則的杯子



把排出來的水倒入量筒中測量



自製的排水裝置固定架



自製固定架說明圖

結果：

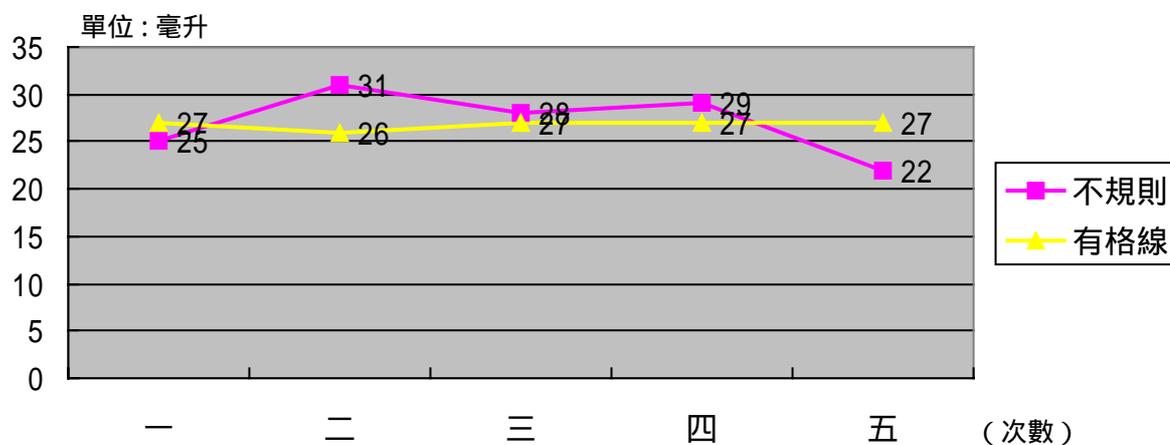


圖 3-3.不同排水孔的位置所排出的排水量

發現：

- 1.有格線的飲料杯，實驗 1 到 5 次排水量都很接近。
- 2.不規則的飲料杯，實驗 1 到 5 次排水量都不一樣而且差距很大。

推想：

- 1.因為有格線的排水量都很接近，數值比較穩定；所以大家決定採用有畫格線的飲料杯來進行以後的實驗。

### 實驗（四）：學校廢棄土與其他土壤的含水量比較。

**想法：**一個土壤的好壞，不外乎三個條件。第一、滲水要容易，第二、含水量要好，第三、排水也要不錯；所以我們便做了以下的實驗。

**方法：**1.在有格線的 750cc 杯子底部綁上兩層濾紙，再倒入一個塑膠杯的土量，並放在自製的固定架上，底下放一燒杯。

2.將 200cc 的水沿著玻棒倒入杯內。

3.計時 1 小時後，將固定架移開。

4.把排在燒杯中的水倒入量筒中，測量土壤的排水量。

5.把塑膠杯中尚未甚完的水利用滴管吸入量筒中，測量土壤的積水量。

6.再用 200cc 加水量 - (排水量 + 積水量) = 土壤含水量。

**結果：**

表 3-4.廢棄土與其他土壤的含水、排水、積水量比較

次數 種類	一			二			三			平均		
	排水量	含水量	積水量	排水量	含水量	積水量	排水量	含水量	積水量	排水量	含水量	積水量
黑沙	107	93	0	108	92	0	110	90	0	108.3	91.7	0
培養土	102	98	0	105	95	0	103	97	0	103.3	96.7	0
雜土	37	76	87	47	80	73	42	70	108	42	75.3	89.3
一般 種植土	129	71	0	127	73	0	126	74	0	127.3	72.7	0
廢棄土	119	81	0	122	78	0	119	81	0	120	80	0

備註：由於濾紙全部都統一使用，所以大家討論後，決定將濾紙吸收水的部分予以忽略。

單位：毫升



準備一個塑膠杯的土量



將 200cc 的水倒入杯中



計時 1 小時所能排出的水量

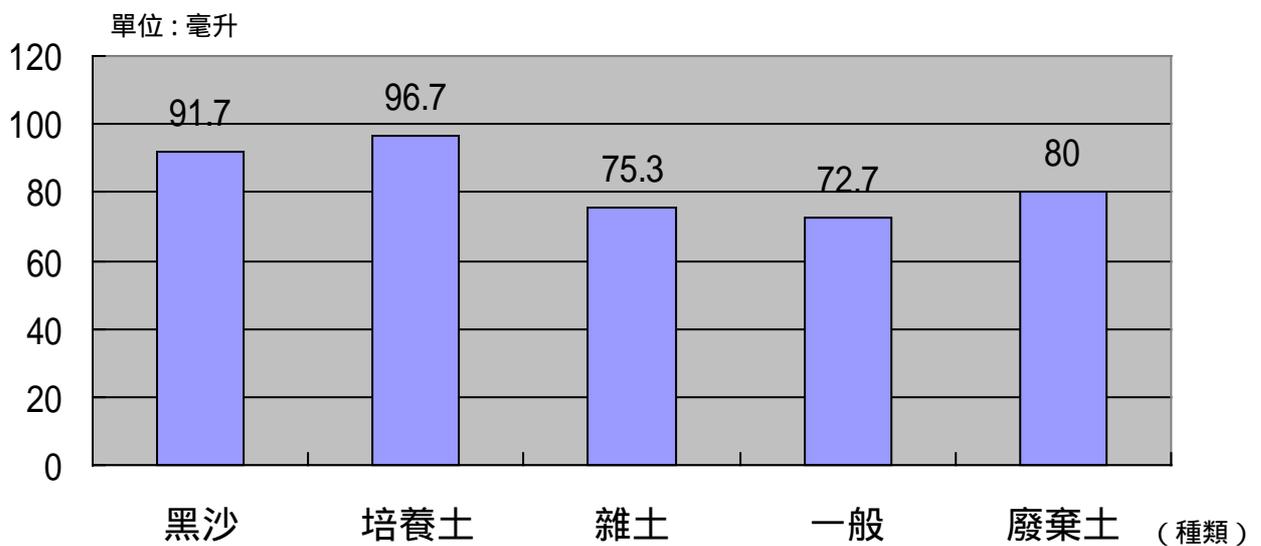


圖 3-4.廢棄土與其他土壤的含水量比較

**發現：**

- 1.土壤含水量多寡分別為：培養土 > 黑沙 > 廢棄土 > 雜土 > 一般。
- 2.五種土壤中，就只有雜土有積水。

**推想：**

1. 由於培養土是園藝店調配好拿來種植用的，所以我們決定取培養土為比較的標準；發現培養土、黑沙的含水量比較好，如果拿來種植應該會不錯而雜土、一般種植土、廢棄土則含水量不是很理想，可能會影響植物以後的生長。
2. 雜土在含水量實驗的過程中，都有積水在表面的現象，表示滲水不容易，這樣很容易造成植物種子死亡。

### 實驗（五）：學校廢棄土與其他土壤的滲水時間比較

方法：1.與實驗（四）的方法 1、2 相同。

2.按碼錶計時，以一小時為限；滲水標準則以水完全滲進土中即停止計時。

3.記錄滲水所需的時間。

結果：

表 3-5 廢棄土與其他土壤的滲水時間比較

種類 \ 次數	一	二	三	平均
黑沙	2 ' 12	2 ' 19	2 ' 25	2 ' 19
培養土	34	38	32	35
雜土	尚未滲完	尚未滲完	尚未滲完	尚未滲完
一般種植土	22 ' 10	23 ' 52	23 ' 06	23 ' 03
廢棄土	10 ' 10	11 ' 12	9 ' 33	10 ' 18

單位：秒

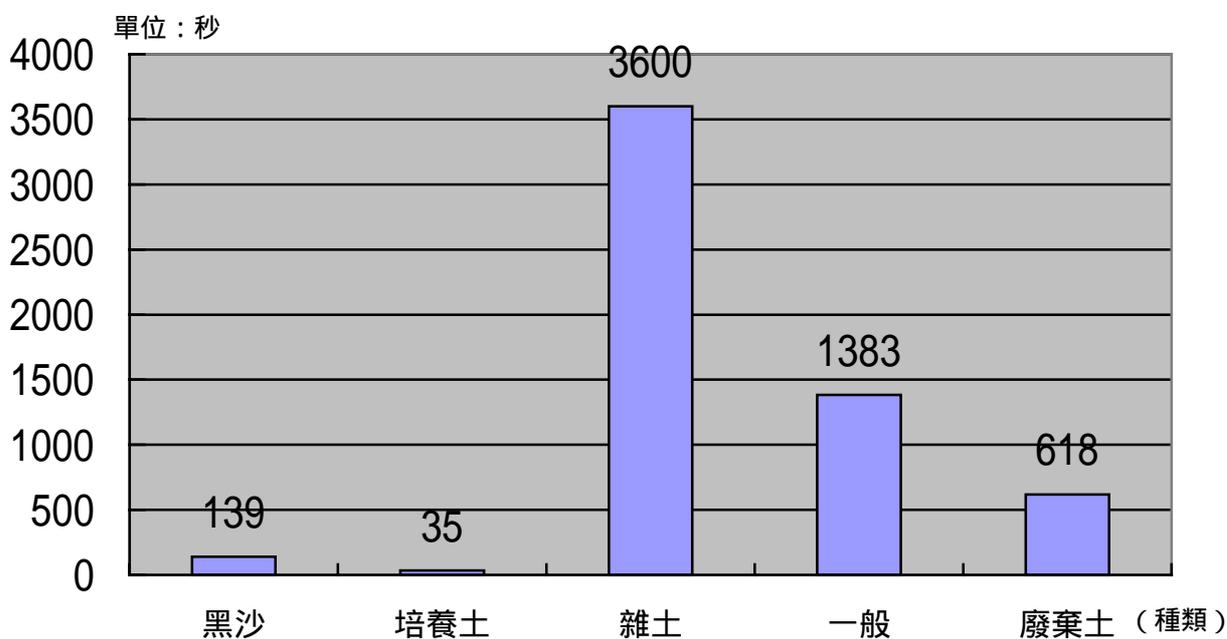


圖 3-5 廢棄土與其他土壤的滲水時間比較



將水倒入杯中並開始計時



以水完全滲入土壤中為標準

**發現：**

- 1.土壤滲水時間快慢為：培養土 > 黑沙 > 廢棄土 > 一般 > 雜土。
- 2.培養土滲水時間最快；黑沙與培養土最為接近。
- 3.五種土壤中，雜土滲水最緩慢，一小時後仍然沒辦法全部滲入。

**推想：**綜合上述實驗 4 和實驗 5，我們得到以下的結論

- 1.培養土、黑沙易滲入水分，而且含水量也充足，如果拿來種植應該會不錯。
- 2.雜土、一般種植土、廢棄土不容易滲入水分；尤其是雜土，在一小時後仍然無法滲完，而且這三種土壤的含水量也都不足，如果拿來種植，可能對植物的生長條件不會很好。

## 實驗(六): 學校廢棄土與其他土壤的排水時間比較

方法: 1.與實驗(四)的方法 1、2 相同。

2.按碼錶計時, 水排出 50cc 則停止計時。

3.記錄各土壤排水所需的時間。

結果:

表 3-6.廢棄土與其他土壤的排水時間比較

種類 \ 次數	一	二	三	平均
黑沙	1 ' 05	1 ' 01	1 ' 23	1 ' 10
培養土	27	38	40	35
雜土	62 ' 07	57 ' 22	55 ' 53	58 ' 27
一般種植土	7 ' 20	10 ' 06	8 ' 47	8 ' 44
廢棄土	4 ' 42	5 ' 10	5 ' 36	5 ' 09

單位: 秒

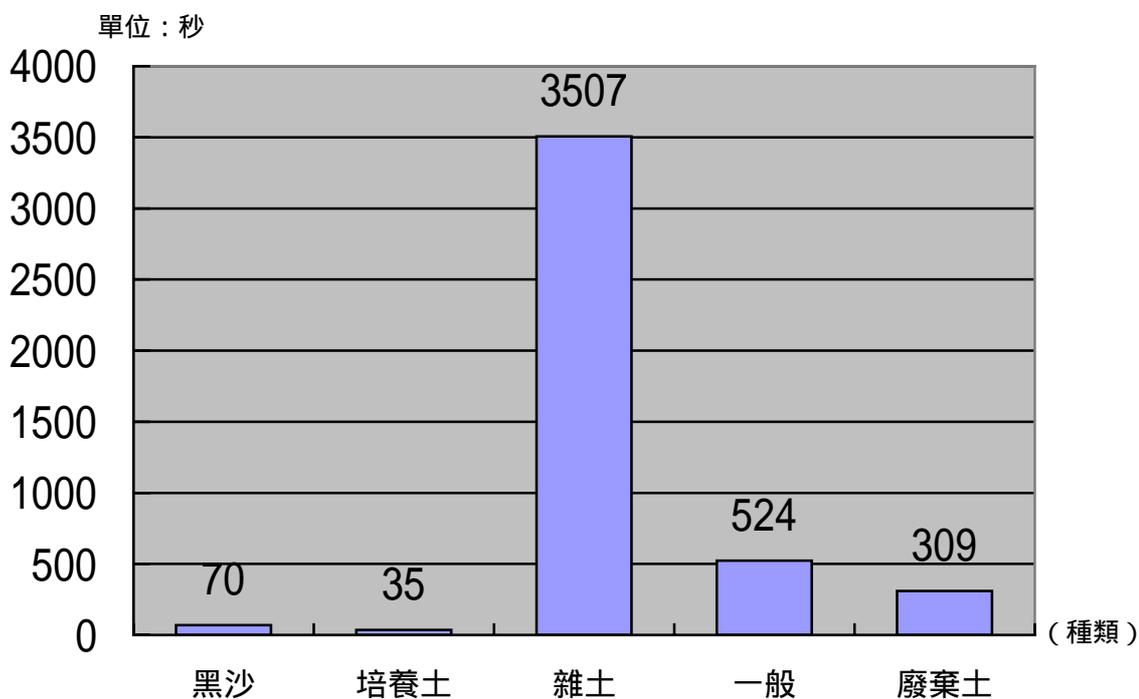


圖 3-6.廢棄土與其他土壤的排水時間比較



將水倒入杯中並開始計時



水排出 50cc 則計時停止

**發現：**

- 1.土壤排水時間快慢為：培養土 > 黑沙 > 廢棄土 > 一般 > 雜土。
- 2.培養土排水時間最快；黑沙與培養土最為接近。
- 3.雜土、一般種植土、廢棄土排水都不好，尤其是雜土最為緩慢。

**推想：**綜合上述實驗 4、實驗 5 及實驗 6，我們得到以下的結論

- 1.培養土、黑沙容易滲入水分、排水不錯而且含水量也適中，是五種土壤中條件最好的，如果拿來種植應該效果不錯。
- 2.雜土、一般種植土、廢棄土的滲水及排水都不好，而且這三種土壤的含水量都不足，是條件不好的土壤，如果拿來種植，會影響植物的生長。
- 3.廢棄土的土質缺點，包括滲水時間、排水時間都太慢，而且含水量也不足。

## 研究四：將廢棄土與培養土、黑沙混合是否能改善其缺點？

想法：由前面的實驗裡，我們發現培養土、黑沙是條件最好的土壤，若將廢棄土與這兩種混合，說不定可以改良廢棄土的排水時間、滲水時間、含水量及硬化現象，所以我們先以等比例混合來試看看。

### 實驗（一）：混合土壤後，是否有改善廢棄土的含水量？

方法：與研究三之實驗（四）步驟相同。

結果：

表 4-1.混合土壤的含水、滲水、積水量比較

次數 種類	一			二			三			平均		
	排水量	含水量	積水量									
黑沙 + 廢棄土 ( 1 : 1 )	116	84	0	118	82	0	117	83	0	117	83	0
培養土 + 廢棄土 ( 1 : 1 )	108	92	0	103	97	0	107	93	0	106	94	0

備註：由於濾紙全部都統一使用，所以在大家討論後，決定將濾紙吸收水的部分予以忽略。

單位：毫升

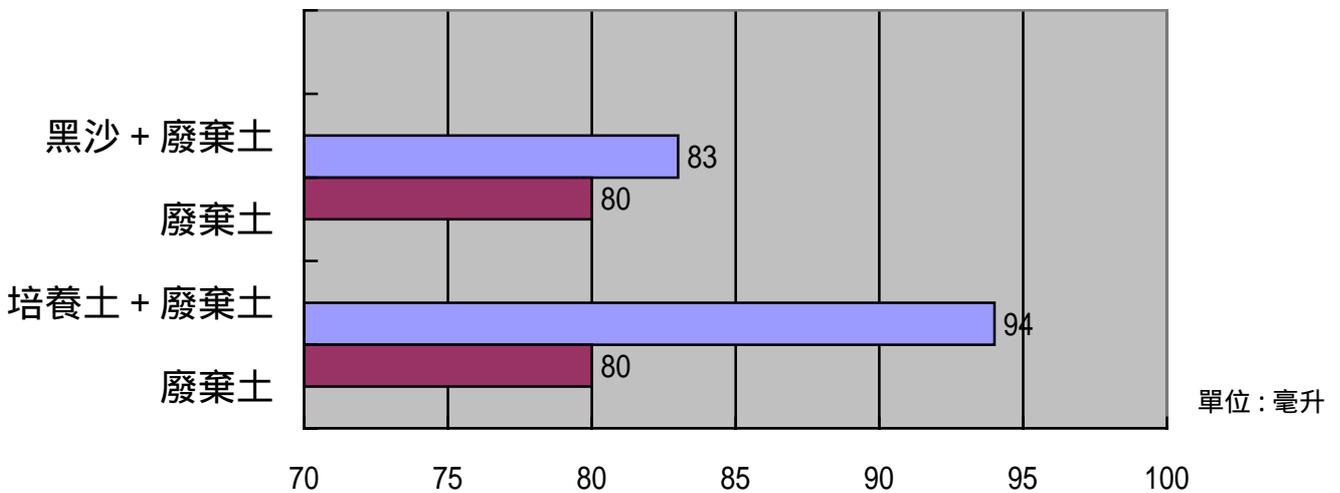


圖 4-1.混合土壤與廢棄土的含水量比較



將水倒入混合土壤裡並開始計時



計時 1 小時所排出的水量

**發現：**

- 1.等比例的混和土壤含水量為；培養土 + 廢棄土 > 黑沙 + 廢棄土。
- 2.兩種等比例的混合土壤，含水量都比廢棄土高。

**推想：**

- 1.由於培養土、黑沙本身的含水量高，所以將廢棄土與這兩種土壤混合後，果然有提高廢棄土的含水量。
- 2.以混合土壤的方法，除了改善廢棄土的含水量外，應該也可以改善硬化現象、滲水、排水時間。

**實驗(二)：混合土壤後，是否有改善廢棄土的曝曬後硬化現象？**

- 方法：**
- 1.依續實驗 1，把兩種實驗後的混合土壤分別倒在報紙上。
  - 2.將廢棄土以實驗 1 的步驟完成後，同樣倒在報紙上。
  - 3.曝曬三天後，觀察記錄土壤的硬化現象。

**結果：**

表 4-2 混合土壤與廢棄土曬乾後現象

種類 \ 測項	曝曬後硬化現象	
黑沙 + 廢棄土 (A)	摸起來鬆鬆的、沒有結成硬塊的現象發生	
培養土 + 廢棄土 (B)	非常鬆散，而且完全沒有結成硬塊的現象	
廢棄土 (C)	仍然結成一塊，變的有點硬	

**發現：**

- 1.曝曬後沒有硬化現象為黑沙 + 廢棄土及培養土 + 廢棄土。
- 2.唯一有結成硬塊的仍然是廢棄土。

**推想：**

- 1.以混合土壤的方式，可以改善廢棄土曝曬後的硬化現象。
- 2.由於黑沙、培養土的顆粒較大，與廢棄土混合後，可使廢棄土不會因顆粒細小太過緻密而結成硬塊。

### 實驗（三）：混合土壤後，是否有改善廢棄土的滲水時間？

方法：與研究三之實驗（五）步驟相同。



觀察水是否已經完全滲入土中



當水完全滲入土中則計時停止

結果：

表 4-3.混合土壤的滲水時間

種類 \ 次數	一	二	三	平均
黑沙 + 廢棄土 ( 1 : 1 )	5 ' 18	4 ' 30	5 ' 49	5 ' 12
培養土 + 廢棄土 ( 1 : 1 )	2 ' 49	2 ' 45	2 ' 38	2 ' 44

單位：秒

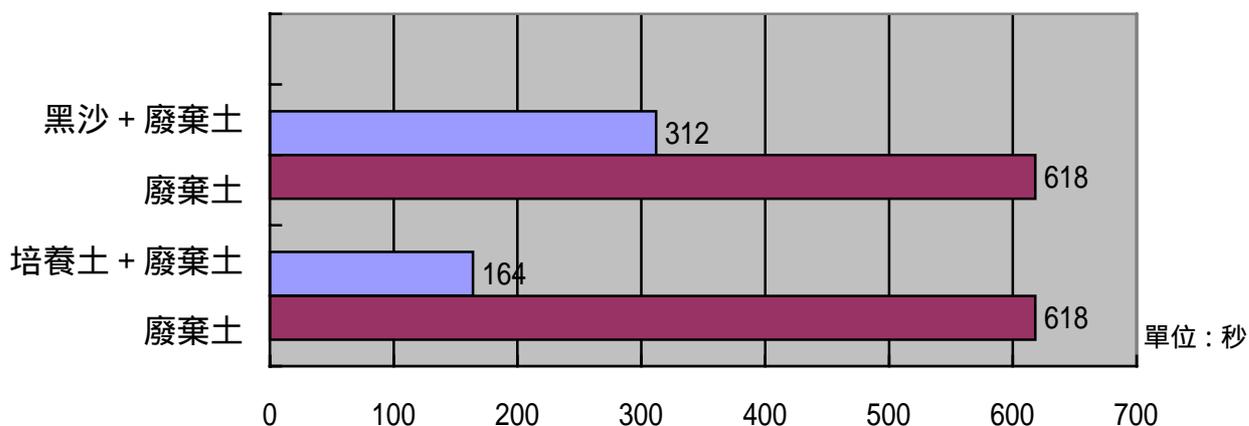


圖 4-2.混合土壤與廢棄土的滲水時間比較

發現：

- 1.混合土壤的滲水時間快慢為：培養土 + 廢棄土 > 黑沙 + 廢棄土。
- 2.混合土壤的滲水時間都比廢棄土要快。

推想：綜合上述實驗 1、實驗 2 和實驗 3，我們得到以下的結論

- 1.因為培養土、黑沙顆粒大，相對的空隙較多，所以廢棄土與之混合後，可以讓其較為膨鬆並加快滲水時間。
- 2.以混合土壤的方式，可以改善廢棄土的硬化現象、含水量並加快滲水時間。

### 實驗（四）：混合土壤後，是否有改善廢棄土的排水時間？

方法：與研究三之實驗（六）步驟相同。



將水倒入混合土壤中



當水排出 50cc 則計時停止

結果：

表 4-4.混合土壤的排水時間

種類 \ 次數	一	二	三	平均
黑沙 + 廢棄土 ( 1 : 1 )	3 ' 10	2 ' 13	2 ' 30	2 ' 38
培養土 + 廢棄土 ( 1 : 1 )	1 ' 25	1 ' 21	1 ' 35	1 ' 27

單位：秒

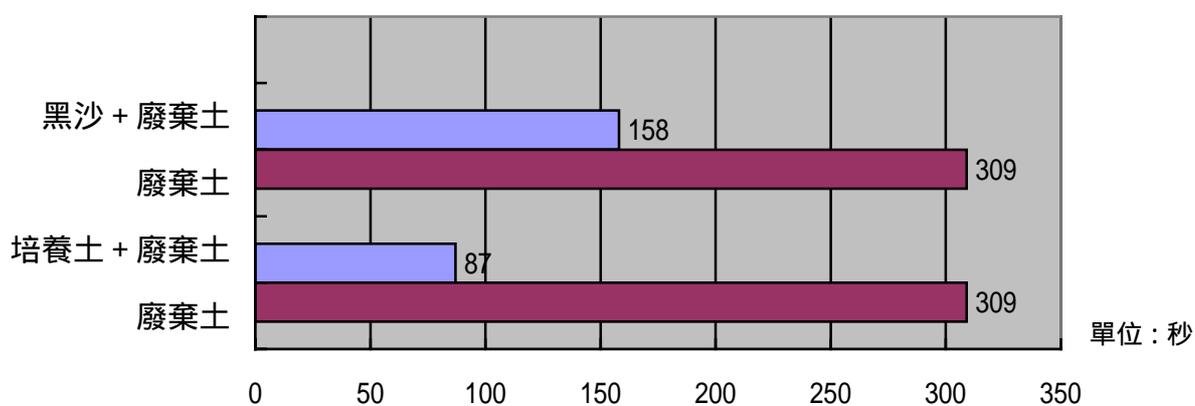


圖 4-3.混合土壤與廢棄土的排水時間比較

發現：

- 1.混合土壤的排水時間快慢為：培養土 + 廢棄土 > 黑沙 + 廢棄土。
- 2.混合土壤的排水時間都比廢棄土要快。

推想：綜合上述實驗 1、實驗 2、實驗 3 和實驗 4，我們得到以下的結論

- 1.由於培養土、黑沙顆粒大，空隙較多，所以把廢棄土與之混合後，可以讓其較為膨鬆並加快排水時間。
- 2.混合土壤的方式，可以改良廢棄土的硬化現象、含水量、滲水及排水時間。

## 研究五：探討混合土壤以何種比例混合種植的效果最好？

**想法：**由研究四得知，以混合土壤的方式的確可以改良廢棄土的缺點，那到底哪一種比例是最好的呢？我們決定混合各種比例來試種看看。但因為，我們的目的是要能花最少的錢又能兼顧環保；所以，我們捨棄培養土、黑沙較高的配比，保持培養土、黑沙比例為一。

### 實驗（一）：種植綠豆、辣椒種子，觀察各比例的生長狀況。

- 方法：**
- 1.將廢棄土與培養土、黑沙各混合出五種比例，分別為 1：1、1：2、1：3、1：4 及 1：5。
  - 2.培養土 + 廢棄土這一組代號為 A，其五種比例為 A-1、A-2、A-3、A-4、A-5，把這五種比例以每個洞兩瓶蓋的土量，種植一排(8 顆)在培養盒中。
  - 3.黑沙 + 廢棄土這一組代號為 B，其五種比例為 B-1、B-2、B-3、B-4、B-5，同樣以每個洞兩瓶蓋的土量，種植一排在培養盒中。
  - 4.在 A、B 的左邊種植一排培養土，代號為 C。
  - 5.最後每個洞放一粒綠豆種子。
  - 6.每天固定時間澆水，並利用中午時間作植物生長記錄。  
(使用滴管固定澆水量並沿著土壤周圍滴水)
  - 7.以同樣的步驟，再種植一批辣椒。



綠豆種植全圖



將竹籤插入有生長狀態的土壤中



利用竹籤測量綠豆高度



使用滴管保持澆水量

結果：

表 5-1.綠豆 A、B 兩組各比例植物根部情況比較

組別 生長情形	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5
進入生長狀態	2	3	3	3	2	4	3	3	6	0
根紮入土裡	2	3	3	0	0	0	0	0	0	0
根部裸露	0	0	0	3	2	4	3	3	6	0
生長高度 (3/26)	16.3	15.5	15.67	7.67	16.15	4.78	9.46	5.9	8.08	0

單位：顆數

表 5-2.辣椒 A、B 兩組各比例植物根部情況比較

組別 生長情形	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5
進入生長狀態	8	8	7	8	8	8	8	8	7	8
根紮入土裡	5	5	5	4	3	2	2	1	0	1
根部裸露	3	3	2	4	5	6	6	7	7	7
生長高度 (4/9)	4.528	5.04	5.23	5.44	5.52	2.925	3.51	4.04	3.34	4.26

單位：顆數



植物根部外露現象



植物根部外露現象

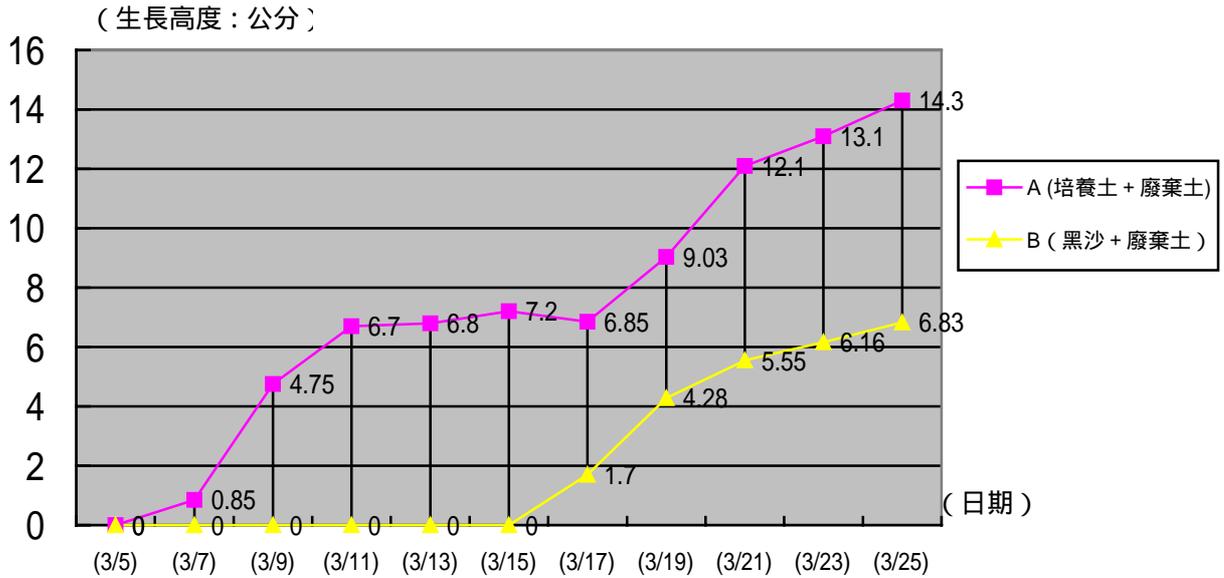


圖 5-1.綠豆在混合土壤 A、B 的生長狀態比較

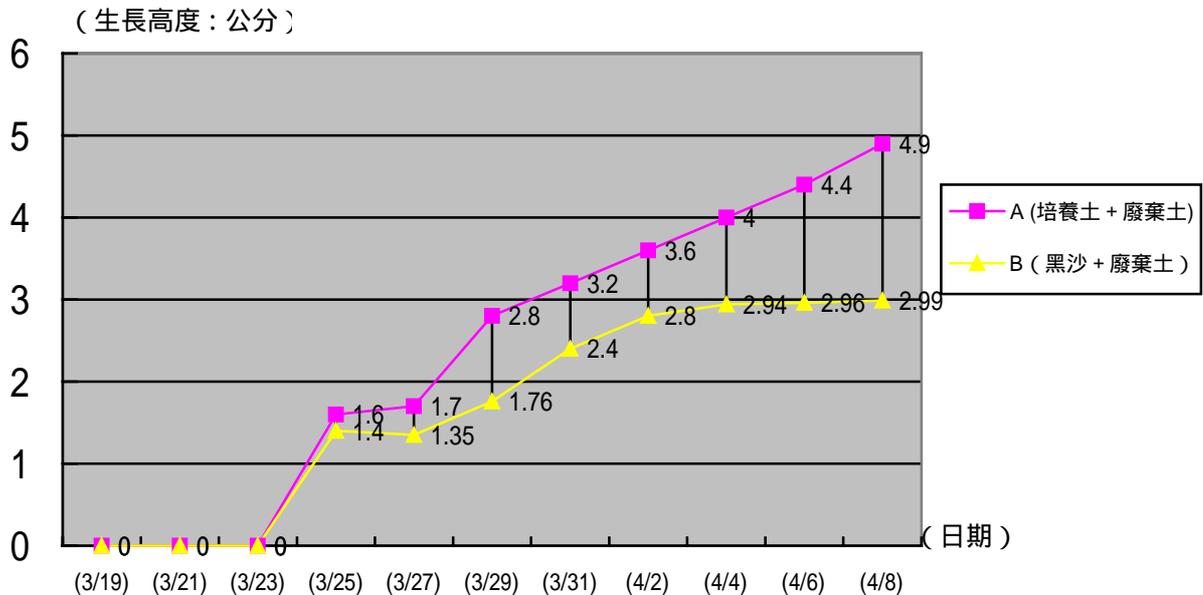


圖 5-2.辣椒在混合土壤 A、B 的生長狀態比較

**發現：**

- 1.在 A 組當中，A-1、A-2、A-3 的綠豆、辣椒根部大部分都有紮入土壤裡，而 A-4、A-5 的根部則有一半以上是裸露的。
- 2.在 B 組當中，B-1 到 B-5 的綠豆、辣椒根部幾乎都有裸露現象。
- 3.植物根部露在土壤外的，最後都會造成莖無法挺直生長。
- 4.在整個種植綠豆、辣椒的過程中，A 組的生長高度都比 B 組高。

### 推想：

1. 由於廢棄土本身的顆粒細小，所以隨著混合比例越高，植物根部越有紮不入土裡的現象，並且莖、葉長出後都因太重，最後導致莖無法挺直生長。
2. 因為 A 組生長高度都比 B 組高，再加上 B 組植物的根部幾乎都無法紮入土壤裡，所以我們淘汰 B 組的比例。
3. 在 A-1 到 A-3 的比例中，植物的根部大部分都有紮入土裡，生長高度也都差不多，而 A-4、A-5 的植物根部則有一半以上是無法紮入土壤裡，所以我們取 A-3 為最能發揮廢棄土效益的比例。
4. 在綠豆的成長過程中，A 組的生長高度都比 B 組高，可能是因為與培養土混合的養分比黑沙高所造成的。

### 陸、討論：

- 一.當我們在挖排水孔時，由於飲料店賣的 750cc 杯子底部很脆弱，幾乎每用螺絲起子挖一次就裂開，經過大家討論過後，結論是螺絲起子的面積太大了，所以一挖就會造成底部裂開，所以後來我們就改用圖釘鑽洞，再用較小號的螺絲起子鑽更大的洞，以漸進的方式，鑽到直徑為 0.2 公分的螺絲起子為止，才解決這問題。
- 二.在進行排水孔的位置是否會影響排水量的實驗時，一開始，有格線的杯子其排水量也呈現不穩定狀態，後來我們發現，每次排出來的水當中都會含有黑沙，由於黑沙排出的量不同，會影響測量的排水量，於是我們在杯子底部加裝濾紙並且將水沿著玻棒倒入杯中，才使有格線的杯子其排水量呈現穩定狀態。
- 三.在實驗之初，我們原本是要測量土壤的排水量，但是我們發現一個問題，培養土、黑沙的含水量比較高，相對的，會排出來的水就比較少，造成培養土、黑沙因為含水量較高，所以排水量就變低。後來，大家討論後決定把加水量提高為 200ml，並將排水量改為測量排出 50ml 的水所需要的排水時間，才找出數據的變化。
- 四.在綠豆的種植過程中，由於一開始沒有特別挑選綠豆，所以有一些綠豆是壞掉的，導致最後都發霉了，但因為兩邊都是隨機選取的，於是我們討論後認為不會影響實驗的數據。之後在種植辣椒時，我們有特別挑選過，以避免問題重複發生。

五.當我們在拿尺測量植物的生長高度時，發現尺太寬會影響測量而且容易傷到植物的根部，所以我們改用細小的竹籤並劃上十六公分的刻度來代替尺的缺點。

六.我們判斷混合土壤適不適合拿來種植，是以植物的生長狀態及根部是否有紮入土裡，而經過我們大家討論之後，根部紮入土裡的標準是以第一、莖必須挺直生長，第二、用手輕輕地拉植物的莖，能感覺到拉不太起來。

## 柒、結論：

一.根據我們向事務組長查詢的書面資料以及針對全校所做的用水問卷中，我們分析出學校中水道的廢棄土是不會含有有毒物質的。

二.由研究三的實驗（一）得知：我們發現土壤會結成硬塊都是顆粒較細小的，所以廢棄土曝曬後會結成硬塊，原因是顆粒細小所造成的。

三.由研究三的實驗（四）、實驗（五）、實驗（六）得知：

（一）廢棄土含水量明顯不足，而培養土、黑沙最高。

（二）水完全滲入廢棄土需較長時間，而培養土、黑沙所需時間較短。

（三）廢棄土排出定量的水需較長時間，而培養土、黑沙所需時間較短。

四.學校中水道的廢棄土不能直接拿來種植，因為廢棄土的含水量不足、滲水時間、排水時間也不好，而且土壤會有乾硬現象。

五.由研究四的實驗（一）、實驗（二）、實驗（三）、實驗（四）得知：以混合土壤的方式來改良廢棄土，的確土壤的硬化現象、含水量、排水時間、滲水時間真的有所改善。

六.由研究五的實驗（一）、實驗（二）得知：

（一）因為廢棄土本身的土質條件不是很好，所以隨著混合比例越高，植物根部越有紮不入土裡的現象，並且莖、葉長出後都因太重，無法挺直生長。

（二）我們發現 A 組（培養土 + 廢棄土）平均生長高度都比 B 組（黑沙 + 廢棄土）高，所以混合土壤最好是與養分高的土壤混合。

（三）B 組（黑沙 + 廢棄土）的土壤仍不夠鬆軟，造成植物的根部不容易紮入土裡，莖也無法挺直生長；再加上，生長高度都比 A 組低很多，所以我們淘汰 B 組。

（四）A 組當中 A-1、A-2、A-3 的生長狀況差不多、根部也都有紮入土裡，但因為我們最終的目的是要既省錢、又符合環保，所以我們決定取廢棄土比例較高的 A-3 為我們培養土與廢棄土的混合比例。

## 捌、參考資料:

- 一、全國科展優勝作品第二十二屆 沙的研究。
- 二、全國科展優勝作品第二十三屆 土壤特性與植物生長。
- 三、全國科展優勝作品第三十八屆 沙世界真奇妙。
- 四、國小自然課本第二冊 豆子發芽了 康軒文教事業
- 五、國小自然課本第四冊 沙和土 康軒文教事業
- 六、中興大學農學院-土壤調查試驗中心

( <http://www.sstc.nchu.edu.tw/html/home/index.html> )

## 玖、心得與展望:

回想起，當初在進行廢棄土的實驗及記錄植物的那段時間裡，真的是有歡笑、有淚水，不過，這項研究總算是完成了。我想，這將會是我最珍貴，也是最難忘的經驗。

由於學校預計要在暑假八月份進行美綠化的活動，我們會將此廢棄土的研究結果與總務主任報告，並希望能依據我們的研究結果來進行大規模的種植，這樣學校除了能節省一大筆開銷外，我們也可以再做更進一步的驗證及研究。

# 原始記錄資料

# 附件一

# 實驗手稿

# 實驗紀錄紙

1. 實驗項目：各種土壤外觀的分析與比較

2. 操縱變因：

控制變因：

應變變因：

3. 實驗結果：

土質	形狀	大小	顏色	觸感	氣味	註明
黑沙	○	1	黑灰	粗粗的	X	
培養土	○	2	紅褐	鬆鬆的	○	有肥料的味
雜土	○	3	土色	沙沙的	○	土味
一般種植	○	4	深褐	有點鬆沙	X	
廢棄土	·	5	灰白	顆粒小 有粉狀感	○	溼氣

※ 1~5 由大到小

※ 沒氣味的打X, 有氣味的打○, 味道寫在註明的地方。

4. 發現：

1. 曬乾後的雜土、一般種植土、廢棄土都會結成硬塊,

而這三種土顆粒都是細小的。

2. 曬乾後的黑沙、培養土摸起來非常鬆軟, 而

這兩種土顆粒都是大的。

# 實驗紀錄紙

1. 實驗項目：其他土壤與廢棄土的酸鹼性比較

2. 操縱變因：土壤

控制變因：一個塑膠杯的土壤, 50CC的水量, 紅, 藍試紙

應變變因：土壤的種類

3. 實驗結果：

土壤	紅色試紙	藍色試紙	性質
黑沙	X	X	中性
培養土	X	√(微紅)	偏弱酸
一般種植土	X	√(微紅)	偏弱酸
雜土	√(微藍)	X	偏弱鹼
廢棄土	X	√(微紅)	偏弱酸

\* X 是屬於沒變色, √ 是屬於變色的, 那旁邊都會註明變色的顏色。

\* 我們有上網查詢資料和問園藝店的老闆, 說, 偏弱酸的土壤養育容易保存大部分的植物較適合偏弱酸的土壤

4. 發現：

1. 黑沙呈現的是中性。

2. 培養土, 一般種植土, 廢棄土呈現的弱酸性。

3. 雜土呈現的是弱鹼性。

# 實驗紀錄紙

1. 實驗項目：排水孔位置的實驗

2. 操縱變因：

控制變因：

應變變因：

3. 實驗結果：

杯子 孔數 總數	一.	二.	三.	四.	五.
①	21	21	27	27	27
②	25	31	28	29	22

\* ①：有規格的 ② 孔比較密的

\* 固定的變因：

1. 土質 → 黑沙

2. 水量 → 100ml

3. 單位 → 一個塑膠杯的量

4. 測滲水時間 = 2 min

5. 負責工作項目：輝元 → 倒土、做實驗、裝土、裝水、洪

誌、記錄、盼盼：記錄、芷萱：拍照。

4. 發現：

① 有規格的數據較準確、穩定，孔較密的數據較不穩定，起伏較大。

② 一開始挖洞時，都會把洞挖破，最後我就用小圖釘慢慢用到大碟絲起子才成功。

# 實驗紀錄紙

1. 實驗項目：含水量實驗

2. 操縱變因：土壤

控制變因：<sup>①</sup>一個杯子的容量，<sup>②</sup>水量 200cc，<sup>③</sup>同一個杯子，<sup>④</sup>1小時的時間

應變變因：含水量

3. 實驗結果：單位 = ml (毫升)

土壤 種類	一	二	三	平均
①	93	92	90	91.7
②	98	95	97	96.7
③	76	80	70	75.3
④	71	73	74	72.7
⑤	81	78	81	80

控制變因：<sup>⑤</sup>2張濾紙

① = 黑沙

② = 培養土

③ = 雜土

④ = 一般種植土

⑤ = 廢棄土

含水量 = 200cc 的加水量 - 排水量 - 積水量

P.S: 排水量是指一小時後排出的水量

積水量是指一小時後沒有完全滲進土裡的水積在土上面

P.S: 我們把濾紙的水量扣掉，是因為每種土壤量含水量時，都有在杯子底下包上濾紙，那因為每種土壤的杯子下都包上

4. 發現：濾紙，所以我們討論決定把濾紙上的水也省路掉

1. 黑沙、培養土的含水量不錯。

2. 雜土、一般種植土、廢棄土的含水量不足。

# 實驗紀錄紙

1. 實驗項目：排水時間

2. 操縱變因：土的種類

控制變因：一個杯子的土量，水量200ml，同一個杯子，固定50cc的排水量

應變變因：排水時間

3. 實驗結果：

次數 種類	一.	二.	三.	平均
①	1'05	1'01	1'23	1'10
②	27	38	40	35
③	62'07	57'22	55'53	58'27
④	11'20	10'06	8'47	8'44
⑤	4'42	5'10	5'26	5'09

P.S ①黑沙 ②培養土 ③雜土 ④  
一般種植土 ⑤廢棄土

4. 發現：

① 培養土、黑沙排水時間都不錯

② 一般種植土、雜土和廢棄土排水時間不好。

# 實驗紀錄紙

1. 實驗項目：滲水時間

2. 操縱變因：土的種類

控制變因：一個杯子的土量，水量 200 ml，同一個杯子，滲水標

應變變因：滲水時間

3. 實驗結果：

次數 種類	一	二	三	平均
①	2'12	2'19	2'25	2'19
②	34	38	33	35
③	尚未 滲完	尚未 滲完	尚未 滲完	尚未 滲完
④	22'10	23'10	22'06	22'03
⑤	10'10	11'12	9'33	10'18

P.S ①黑沙 ②培養土 ③雜土  
④一般種植土 ⑤廢棄土

4. 發現：

③雜土滲水時間是五種土壤最慢的，1小時之後仍無法滲完。

①培養土和黑沙滲水速度都滿快的

⑤廢棄土的滲水不好。

# 實驗紀錄紙

1. 實驗項目：混合土壤的含水量

2. 操縱變因：土壤 (培養土+廢棄土) (黑沙+廢棄土)

控制變因：每個杯子的土壤水量 200cc 同一個杯子 111 時的時間 2 張濾紙

應變變因：含水量

3. 實驗結果：水率 = 111 (毫升)

次數 和 箱	一	二	三	平均
①	92	97	93	93.3
②	84	82	83	84.4

\* ① 培養土+廢棄土  
② 黑沙+廢棄土

P.S. 我們用等比例來混合土壤

## 4. 發現：

1. 培養土+廢棄土和黑沙+廢棄土的含水量都不錯

2. 這兩種混合土壤的含水量都比廢棄土的比例還高。

3. 以混合方式的確可以提高廢棄土的含水量。

# 實驗紀錄紙

1. 實驗項目：混合土壤硬化實驗

2. 操縱變因：土的種類

控制變因：一個杯子的土量，水量20ml，同一個杯子。

應變變因：混合土壤乾裂現象

3. 實驗結果：

次數 種類	曝曬硬化現象
黑沙+廢棄土	摸起來鬆鬆的，沒有結成硬塊的現象
鏟土+廢棄土	手一碰土就散掉了，鬆鬆的也沒結成硬塊
廢棄土	結成硬塊，硬硬的

4. 發現：

② 只有廢棄土有結成硬塊，其它土壤都沒有

---

---

---

---

# 實驗紀錄紙

1. 實驗項目：混合土壤排水時間的實驗。
2. 操縱變因：混合土壤的種類  
控制變因：一個杯子的土量，水量200ml，同一個杯子  
應變變因：排水時間
3. 實驗結果：

次數 種類	一	二	三	平均
黑沙+廢棄土 (C1=1)	3'10	2'12	2'30	2'38
培養土+廢棄土 (C1=2)	1'25	1'21	1'35	1'27

## 4. 發現：

①混合土壤的排水時間都比廢棄土還快。

---

---

---

---

# 實驗紀錄紙

1. 實驗項目：混合土壤滲水時間的實驗

2. 操縱變因：土壤(培養土+腐葉土)(黑沙+腐葉土)

控制變因：一個杯子的土壤水量200c.c. 同一個杯子，滲水體積

應變變因：滲水時間

3. 實驗結果：

次數 種類	一	二	三	平均
①	2'49	2'45	2'38	2'44
②	7'18	4'30	5'49	5'12

① 培養土 + 腐葉土  
② 黑沙 + 腐葉土

4. 發現：

1. 培養土+腐葉土和黑沙+腐葉土的滲水時間都不錯

2. 這兩種混合土壤的滲水時間都比腐葉土還快

3. 以混合方式的確可以提高腐葉土的滲水時間。

# 植物記錄手稿

## 中水道系統廢棄土之栽種植物記錄表

記錄者：\_\_\_\_\_ 年級： 五

◎日期： 91年 4月 9日 (AM  PM) 12:40

◎天氣： 晴 日照： ☀ 氣溫： 27° 澆水量： 30ml

1、植物名稱： 辣椒

2、土壤編號： B, C (A. 培養土+廢棄土 A-1、A-2、A-3、A-4、A-5)  
(B. 黑沙+廢棄土 B-1、B-2、B-3、B-4、B-5) (C. 培養土)

3、栽種數量： B=40 ; 發芽數量： C=8  
C=8 ; B=39

4、植物平均生長高度： B=3.17 m • 葉片平均寬度 \_\_\_\_\_  
C=3.35 m

5、生長狀況描述：

a、種子有外殼剝落以○表示

b、種子剛發芽以△表示

c、植物在成長狀態中以☆表示

C根有整入土的→C3, C4, C5, C6, C7, C8

B1根有整入土的→B12, B13

B2根有整入土的有→B24, B24

B3根有整入土的→B33

B4根有整入土的有B42, B45

B5根有整入土的→B51

6、特殊發現：

1. 倒下來的水果有(20)棵

8	☆	☆	☆	☆	☆	☆
7	☆	☆	☆	☆	☆	☆
6	☆	☆	☆	☆	☆	☆
5	☆	☆	☆	☆	☆	☆
4	☆	☆	☆	☆	☆	☆
3	☆	☆	☆	☆	☆	☆
2	☆	☆	☆	☆	☆	☆
1	☆	☆	☆	☆	☆	☆

C B-1 B-2 B-3 B-4 B-5

# 植物記錄簿

C-1=



根有節  
支葉進土  
裡。  
高=4.5m

C-5=



根支有節  
露由現  
高=3.6m

C-2=



種皮  
根沒有完全  
進土裡。  
高=1.2m

C-6=



根已完全  
葉進  
土裡。  
高=3.7m

C-3=



根已完全  
葉進  
土裡。  
高=3.3m

C-7=



根已完全  
葉進  
土裡。  
高=3.2m

C-4=



根已完全  
葉進  
土裡。  
高=3.2m

C-8=



根已完全  
葉進  
土裡。  
高=4.1m

說明：  
倒下來的是=C-1

# 植物記錄簿



B1-1=

根 根沒有良  
全葉進土  
裡。  
高=20m



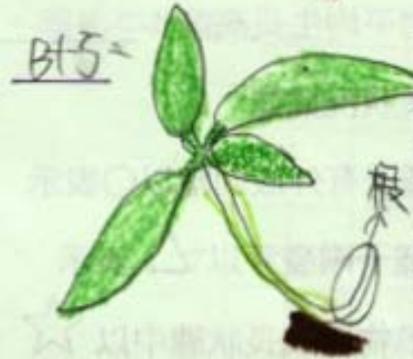
B1-4=

根沒有  
良全葉  
進土裡  
高=40m



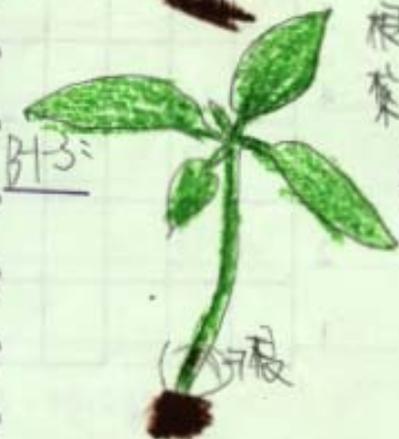
B1-2=

根有一小  
部分葉  
進土裡。  
高=2.20m



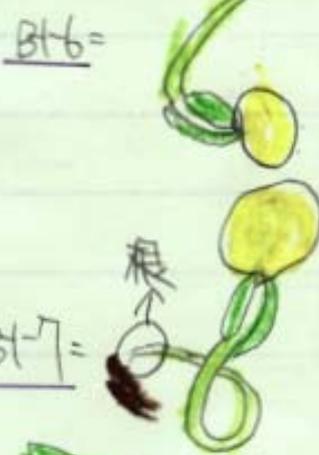
B1-5=

根有一大  
部分葉  
進土裡  
高=40m



B1-3=

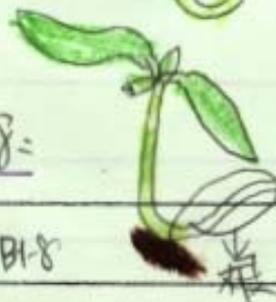
根沒有良  
全葉進土  
裡。  
高=40m



B1-6=

根沒有良  
全葉進土  
裡。  
高=2.20m

B1-7=

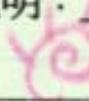


B1-8=

根沒有良  
全葉進土  
裡。  
高=1.70m

根沒有良  
全葉進土  
裡。  
高=20m

說明：



倒下來時有B1-5, B1-7, B1-8

# 植物記錄簿

B21=

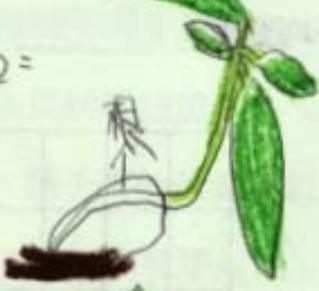


根有埋露的 B25  
現象。  
高=50m



根支完全 △根支有完全紮進土裡  
紮進土裡。 高=30m

B22=



高=20m

B26=



根支有完全  
紮進土裡

高=3.10m

B23=



根有一  
部分支紮  
進土裡

高=40m

B27=



B28



△根有一大部分  
支紮進土裡

高=1.80m

B24=



根已完全  
紮進土裡

高=4.10m

說明：



倒下來時有 B22, B25, B26

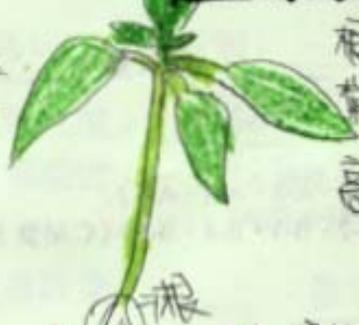
△根有一部  
分支紮  
進土裡

B27, B28

高=2.10m

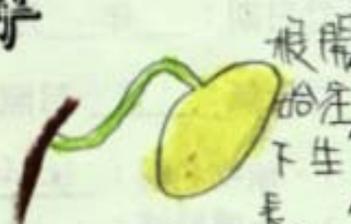
# 植物記錄簿

B31=



根沒有完全  
穿進土裡  
高=4.1m

B35=



根開始往  
下生長  
高=20m

B32=



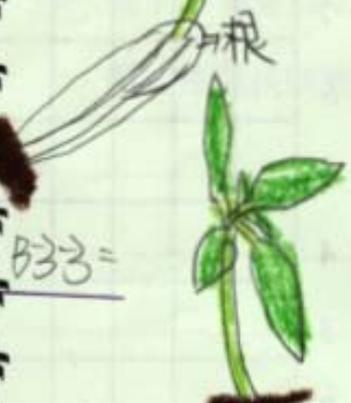
根有一大部  
分穿進土  
裡  
高=3.20m

B36=



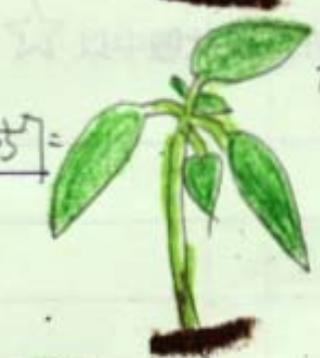
根已完全  
入土裡  
高=40m

B33=



根現完全  
穿進土裡  
高=3.10m

B37=



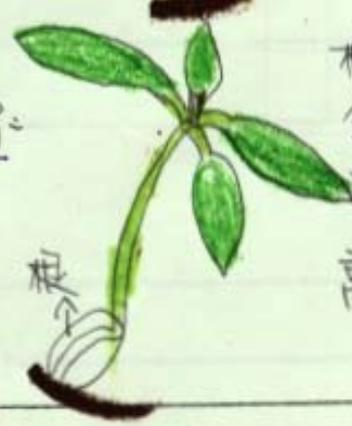
根沒有埋  
的現象  
高=3.20m

B34=



根有一部分  
穿進土裡  
高=3.40m

B38=



根沒有見  
完全入土  
裡  
高=330m

說明：

圖下來的有：B32, B34, B35

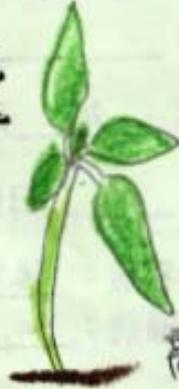
# 植物記錄簿

B41=



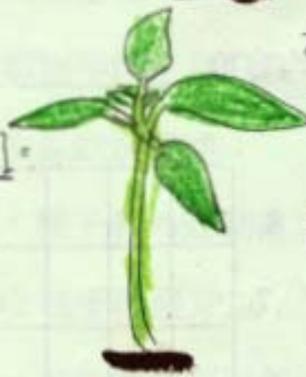
根沒有完全  
紮進土裡，  
高=3.10m

B45=



根已完全  
紮入  
土裡。  
高=2.10m

B47=



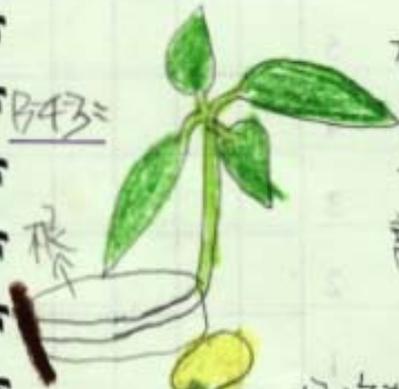
根已完全  
紮入土裡。  
高=2.20m

B46=



△根沒有完全紮進土裡。

B43=



根有大部分  
紮進  
土裡。  
高=3.10m

高=3.20m

B44=



根沒有完全  
紮入土裡。  
高=1.30m

B47=



△根有一小部分沒有紮進土裡。

說明：

倒下來的是 B41, B44, B46, B47.

高=2.40m

# 植物記錄簿

B5-1:



根已見全  
葉連土埋。

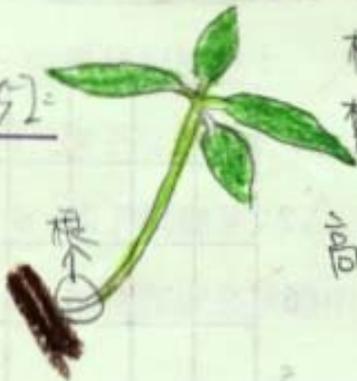
高=4.20M

B55=



根有部份  
露葉連土  
埋高=3.20M

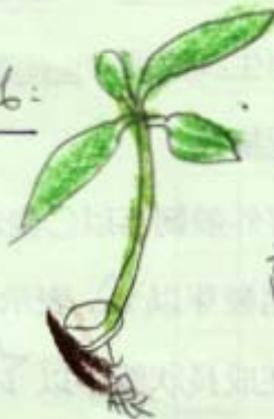
B52=



根沒有見全  
葉入土裡。

高=3M

B56=



根有裸露  
的現象。

高=3.20M

B53=



根有裸露  
的部份。

高=4.20M

B57=



根沒有見全  
葉入土裡。

高=3.20M

B54=



根有部  
分葉入  
土裡。

高=3.20M

B58=



根有裸露  
的現象。

高=4.50M

說明:

倒下來有=B52, B53, B57, B58

# 植物記錄簿



說明

設計表件

附件二一

### 90 學年度洗手台用水問卷調查

姓名 王國村 性別 男 職務 教師兼  
輔導主任 科目 體育

在學校的一天當中,洗手台・廁所的用水跟我們學校裡的每一個人,都有很密切的關係;所以,學校想要了解各位教職員工在上學期使用洗手台的情形請你仔細回想一下並填寫下列問題,以方便我們做調查.

請以打勾的方式來進行問卷並填寫會清洗的時間(午餐後・下課時間・掃地時間...等)

#### 1. 請您回想一下,你曾經在洗手台・廁所清洗過什麼東西

-----午餐餐具 是  否  清洗時間 午餐後

-----鐵製茶杯 是  否  清洗時間 \_\_\_\_\_

-----塑膠茶杯 是  否  清洗時間 \_\_\_\_\_

-----飲料空罐 是  否  清洗時間 喝完後

-----水桶 是  否  清洗時間 使用前後

-----拖把 是  否  清洗時間 使用後

-----抹布 是  否  清洗時間 使用後

-----雙手 是  否  清洗時間 使用粉筆後或手上體記

#### ● 還有哪一些是上面沒有提到,而你曾經清洗過的物品

1 \_\_\_\_\_ ; 清洗時間 \_\_\_\_\_ 5 \_\_\_\_\_ ; 清洗時間 \_\_\_\_\_

2 \_\_\_\_\_ ; 清洗時間 \_\_\_\_\_ 6 \_\_\_\_\_ ; 清洗時間 \_\_\_\_\_

3 \_\_\_\_\_ ; 清洗時間 \_\_\_\_\_ 7 \_\_\_\_\_ ; 清洗時間 \_\_\_\_\_

4 \_\_\_\_\_ ; 清洗時間 \_\_\_\_\_ 8 \_\_\_\_\_ ; 清洗時間 \_\_\_\_\_

2. 請您想一想,你曾經在洗手台・廁所倒過什麼溶液或東西

-----洗碗精用水 是  是  否  清洗時間 午餐後

-----洗地精用水 是  是  否  清洗時間 \_\_\_\_\_

-----玻璃清潔劑用水 是  是  否  清洗時間 \_\_\_\_\_

-----肥皂用水 是  是  否  清洗時間 \_\_\_\_\_

-----洗廁所的鹽酸 是  是  否  清洗時間 \_\_\_\_\_

-----掃地後的用水 是  是  否  清洗時間 清掃後

-----水彩 是  是  否  清洗時間 \_\_\_\_\_

-----膠水 是  是  否  清洗時間 \_\_\_\_\_

-----白膠 是  是  否  清洗時間 \_\_\_\_\_

-----樹脂 是  是  否  清洗時間 \_\_\_\_\_

-----墨汁 是  是  否  清洗時間 \_\_\_\_\_

● 還有哪一些是上面沒有提到,而你曾經在洗手台・廁所倒過的溶液或東西

1 \_\_\_\_\_ ; 清洗時間 \_\_\_\_\_ 5 \_\_\_\_\_ ; 清洗時間 \_\_\_\_\_

2 \_\_\_\_\_ ; 清洗時間 \_\_\_\_\_ 6 \_\_\_\_\_ ; 清洗時間 \_\_\_\_\_

3 \_\_\_\_\_ ; 清洗時間 \_\_\_\_\_ 7 \_\_\_\_\_ ; 清洗時間 \_\_\_\_\_

4 \_\_\_\_\_ ; 清洗時間 \_\_\_\_\_ 8 \_\_\_\_\_ ; 清洗時間 \_\_\_\_\_

90 學年度洗手台用水問卷調查

姓名 邱威德 性別 男 職務 教 科目 理化

在學校的一天當中,洗手台・廁所的用水跟我們學校裡的每一個人,都有很密切的關係;所以,學校想要了解各位教職員工在上學期使用洗手台的情形,請你仔細回想一下並填寫下列問題,以方便我們做調查.

請以打勾的方式來進行問卷並填寫會清洗的時間(午餐後・下課時間・掃地時間...等)

1. 請您回想一下,你曾經在洗手台・廁所清洗過什麼東西

-----午餐餐具 是  否  清洗時間 \_\_\_\_\_

-----鐵製茶杯 是  否  清洗時間 \_\_\_\_\_

-----塑膠茶杯 是  否  清洗時間 \_\_\_\_\_

-----飲料空罐 是  否  清洗時間 \_\_\_\_\_

-----水桶 是  否  清洗時間 \_\_\_\_\_

-----拖把 是  否  清洗時間 \_\_\_\_\_

-----抹布 是  否  清洗時間 \_\_\_\_\_

-----雙手 是  否  清洗時間 \_\_\_\_\_

● 還有哪一些是上面沒有提到,而你曾經清洗過的物品

1 毛筆 : 清洗時間 課畢 5 \_\_\_\_\_ : 清洗時間 \_\_\_\_\_

2 盆栽 : 清洗時間 掃地 6 \_\_\_\_\_ : 清洗時間 \_\_\_\_\_

3 衛生會後的衣物等 : 清洗時間 \_\_\_\_\_ 7 \_\_\_\_\_ : 清洗時間 \_\_\_\_\_

4 \_\_\_\_\_ : 清洗時間 \_\_\_\_\_ 8 \_\_\_\_\_ : 清洗時間 \_\_\_\_\_

2. 請您想一想,你曾經在洗手台・廁所倒過什麼溶液或東西

-----洗碗精用水 是  否  清洗時間 約 1 分鐘

-----洗地精用水 是  否  清洗時間 \_\_\_\_\_

-----玻璃清潔劑用水 是  否  清洗時間 \_\_\_\_\_

-----肥皂用水 是  否  清洗時間 洗手

-----洗廁所的鹽酸 是  否  清洗時間 \_\_\_\_\_

-----掃地後的用水 是  否  清洗時間 \_\_\_\_\_

-----水彩 是  否  清洗時間 \_\_\_\_\_

-----膠水 是  否  清洗時間 課後

-----白膠 是  否  清洗時間 \_\_\_\_\_

-----樹脂 是  否  清洗時間 \_\_\_\_\_

-----墨汁 是  否  清洗時間 課後

● 還有哪一些是上面沒有提到,而你曾經在洗手台・廁所倒過的溶液或東西

1 花露水 ; 清洗時間 1 分鐘 \_\_\_\_\_ ; 清洗時間 \_\_\_\_\_

2 \_\_\_\_\_ ; 清洗時間 \_\_\_\_\_ 6 \_\_\_\_\_ ; 清洗時間 \_\_\_\_\_

3 \_\_\_\_\_ ; 清洗時間 \_\_\_\_\_ 7 \_\_\_\_\_ ; 清洗時間 \_\_\_\_\_

4 \_\_\_\_\_ ; 清洗時間 \_\_\_\_\_ 8 \_\_\_\_\_ ; 清洗時間 \_\_\_\_\_

3. 請各位導師及科任教師回想一下,在你上學期任教的科目當中,是否有某單元或者活動是需要結束後使用洗手台・廁所清洗的;請您列出來

(寫下您或小朋友清洗的東西;若有使用水以外的東西清洗,請一並列出來)

1 書法 ; 清洗時間 課後 5 \_\_\_\_\_ ; 清洗時間 \_\_\_\_\_

2 \_\_\_\_\_ ; 清洗時間 \_\_\_\_\_ 6 \_\_\_\_\_ ; 清洗時間 \_\_\_\_\_

3 \_\_\_\_\_ ; 清洗時間 \_\_\_\_\_ 7 \_\_\_\_\_ ; 清洗時間 \_\_\_\_\_

4 \_\_\_\_\_ ; 清洗時間 \_\_\_\_\_ 8 \_\_\_\_\_ ; 清洗時間 \_\_\_\_\_

90 學年度洗手台用水問卷調查

6 年 4 班 性別 男 姓名 金重長 座號 2

在學校的一天當中,洗手台・廁所的用水跟我們學校裡的每一個人,都有很密切的關係;所以,學校想要了解各位小朋友在上學期使用洗手台的情形,請你仔細回想一下並填寫下列問題,以方便我們做調查。

請以打勾的方式來進行問卷並填寫會清洗的時間(午餐後・下課時間・掃地時間...等)

1. 請你想想,你曾經在洗手台・廁所清洗過什麼東西

-----午餐餐具 是  否  清洗時間 \_\_\_\_\_

-----鐵製茶杯 是  否  清洗時間 \_\_\_\_\_

-----塑膠茶杯 是  否  清洗時間 下課

-----飲料空罐 是  否  清洗時間 下課

-----水桶 是  否  清洗時間 掃地時間

-----拖把 是  否  清洗時間 掃地時間

-----抹布 是  否  清洗時間 掃地時間

-----雙手 是  否  清洗時間 下課

-----水彩畫筆 是  否  清洗時間 美勞課時

-----毛筆 是  否  清洗時間 \_\_\_\_\_

● 還有哪一些是上面沒有提到,而你曾經清洗過的物品

拖鞋 : 清洗時間 下課 \_\_\_\_\_ ; 清洗時間 \_\_\_\_\_

膠水瓶 : 清洗時間 下課 \_\_\_\_\_ ; 清洗時間 \_\_\_\_\_

玻璃瓶 : 清洗時間 下課 \_\_\_\_\_ ; 清洗時間 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ ; 清洗時間 \_\_\_\_\_ ; 清洗時間 \_\_\_\_\_

2. 請你想一想,你曾經在洗手台・廁所倒過什麼溶液或東西

-----洗碗精用水 是  否  清洗時間 \_\_\_\_\_

-----洗地精用水 是  否  清洗時間 \_\_\_\_\_

-----玻璃清潔劑用水 是  否  清洗時間 \_\_\_\_\_

-----肥皂用水 是  否  清洗時間 洗手時

-----洗廁所的鹽酸 是  否  清洗時間 \_\_\_\_\_

-----掃地後的用水 是  否  清洗時間 掃地時間

-----水彩 是  否  清洗時間 美勞課後

-----膠水 是  否  清洗時間 \_\_\_\_\_

-----白膠 是  否  清洗時間 \_\_\_\_\_

-----樹脂 是  否  清洗時間 \_\_\_\_\_

-----墨汁 是  否  清洗時間 \_\_\_\_\_

● 還有哪一些是上面沒有提到,而你曾經在洗手台・廁所倒過的溶液或東西

墨汁水 ; 清洗時間 下課 \_\_\_\_\_ ; 清洗時間 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ ; 清洗時間 \_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_ ; 清洗時間 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ ; 清洗時間 \_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_ ; 清洗時間 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ ; 清洗時間 \_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_ ; 清洗時間 \_\_\_\_\_

參考資料

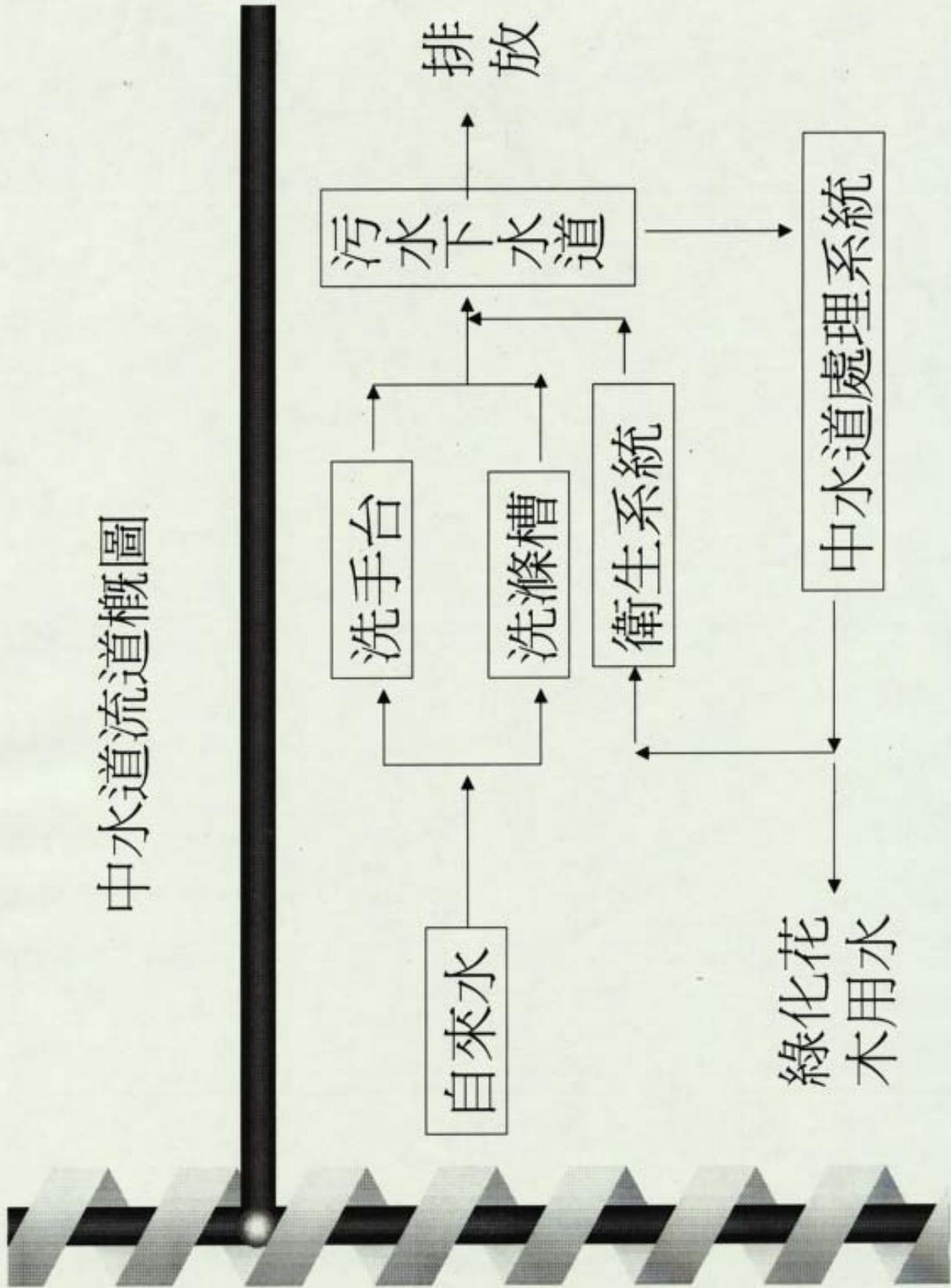
附件三

# 壹、本校中水道之設計及建構

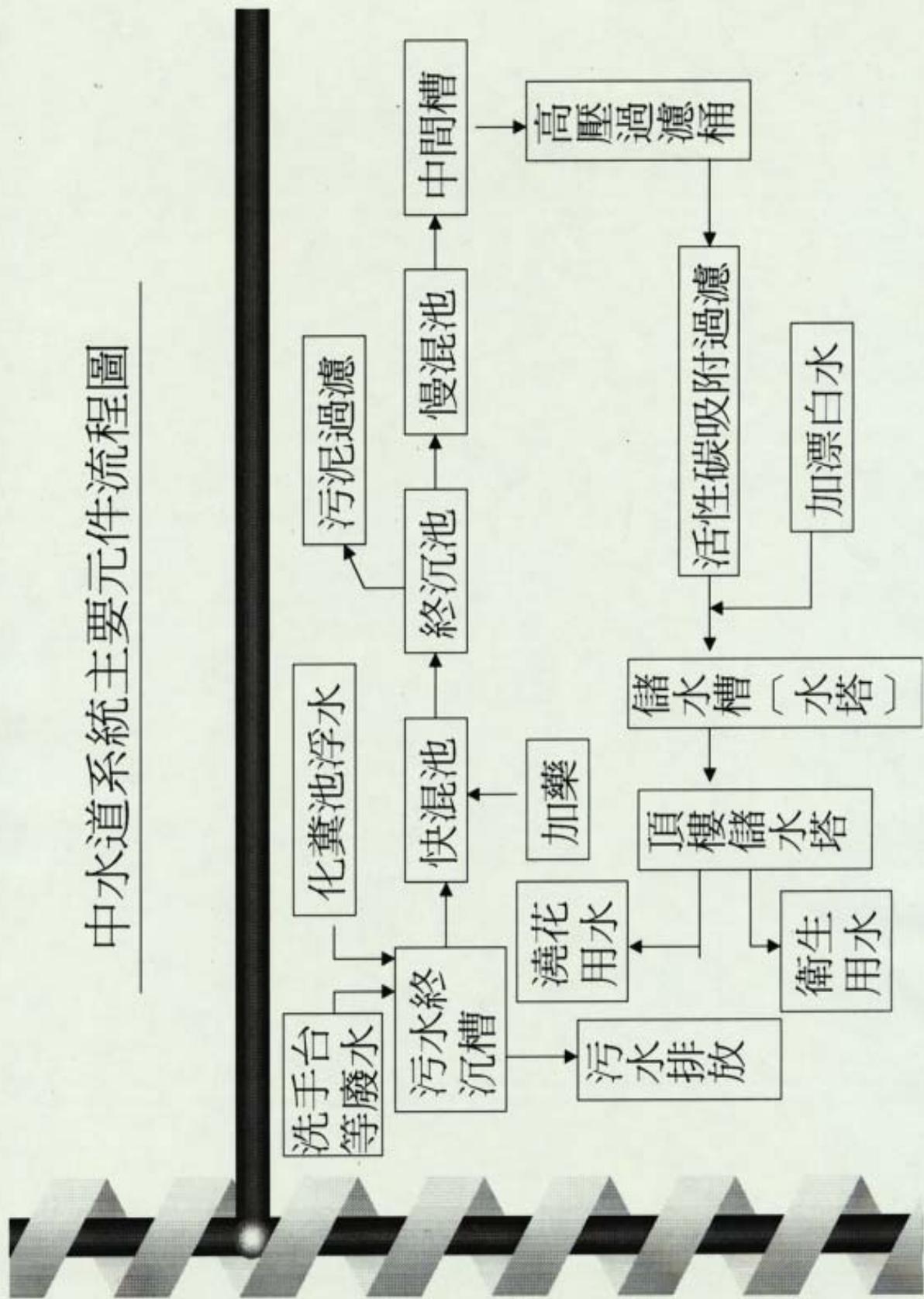
## 一、緣起

本校於一期工程籌建之初，鑒於創校乃百年大計，為達節約用水之功效，校長爰不斷爭取經費，經由經濟部水資局同意於本校設置高雄市第一座廢水再處理利用處理設備——中水道處理系統

中水道流道概圖



中水道系統主要元件流程圖



# 土壤的特性與植物生長

高小組地球科學第三名

高雄市光華國小

作者：李承哲、蘇偉曉  
指導教師：李素貞、翁美珠

## 一、研究動機

學校舉行秋季旅行，一路上看見許多顏色不同的泥土，在成功路邊有堆積如山的紅土，却寸草不生；在阿公店水庫，又有黃色的泥土；後來到高雄縣田寮鄉月世界風景區土的顏色又不同了，一眼望去，都是灰色的泥岩，它的荒涼不毛，激起我們採集研究土壤的興趣。

## 二、研究目的

收集不同的土壤，探討各種土壤的特性及對植物生長的影響。

## 三、研究材料

砂土、黏土、黃土、紅土、黑土（泥炭土）、月世界風景區泥土、宜蘭多雨地區土壤、篩網、廣用試紙、紅色藍色石蕊試紙、顯微鏡、透明水箱、植物種籽或幼苗、小花盆、種植杯、紗布、碼錶、有機肥、蒸餾水、自來水。

## 四、研究過程及方法

- (一)風乾：將各種土壤舖在木板上，放置空氣流通的室內，使其自行蒸發其中之水分。
- (二)磨碎：已經風乾的土壤用橡皮塞或塑膠杯把土塊壓破，使土粒個別散開。
- (三)過篩：用直徑1公厘的篩孔篩土，將篩好的土壤分別用透明水箱裝好備用，並分裝樣品，註明採集地點、時間、名稱，以瓶塞塞緊。

# 沙的世界真奇妙

初小組地球科學科第三名

高雄市三民國民小學

作者：陳智煜、陳伯全、蕭琇尹、黃綺琪  
指導教師：許書維、王怡靜

## 一、研究動機

望著學校即將完工的美麗紅樓，心裡真是又期待又興奮。有一天大卡車載來了一堆一堆的沙子，我們很好奇這些沙子從哪裡運來的，下課時便去請教老師，才知道蓋房子是用河沙，海沙是不能用來蓋房子的，聽完老師的解釋，我們仍有滿肚子疑問，海沙和河沙有何不同？為何海沙不能蓋房子？為了解開疑惑，我們開始這次有趣的實驗。

## 二、研究目的

- (一) 比較海沙和河沙外貌、重量的不同。
- (二) 了解海沙和河沙的特性。
- (三) 探討海沙建屋可能帶來的後果。
- (四) 經由此次觀察研究，培養科學態度，並增強處理問題的能力。

## 三、研究設備

- (一) 材料：海沙（旗津海邊）、河沙（高屏溪沙石廠）、水泥、九公分鐵釘及鋼釘。
- (二) 儀器：放大鏡、量筒、公秤、紗布、塑膠器皿、漏斗、玻璃罐、手錶、燒杯、三角架、酒精燈、石棉心網、紙製便當盒。

## 四、研究過程

- (一) 研究一：比較海沙和河沙外貌、重量的不同。

實驗一：觀察海沙和河沙的外觀異同。

1. 方法：拿放大鏡觀看並用手觸摸，並作記錄。
2. 結果：

# 砂的研究

## 初小組地球科學科第三名

台南縣立鯤鯓國民小學

作者：陳麗秋、周惠珍  
周宏彥、周雪湄  
指導老師：陳慶飛、黃錦花

### 一、研究動機

在某個星期日，我們班上的同學在老師的領導下，到防風林烤肉，我們準備了許多的東西，大家吃得津津有味，這時候海水退潮了，我們到沙灘上拾貝殼，我發現在沙灘上有許多的腳印，乾的砂與濕的砂顏色都不一樣，也發現這些砂非常的細，與我家建築用的砂大不相同，於是我心裏想：「難道砂還有不相同的嗎？」因此，請問同學，還是得不到答案，祇好一塊去請教老師。老師說：「各種砂的確不一樣，河流中、海裏的、北部的紅砂……都不相同，它們的特性也不一樣，如果大家有興趣的話，共同來研究。」因此，我們在老師的指導下，進行研習活動。

### 二、研究目的

我們在老師的指導下，探討各種砂的密秘，進一步研究其特性和用途，並藉著培養研究科學的興趣。

### 三、研究問題

- 研究一：採集不同種類的砂。
- 研究二：觀察砂的外形。
- 研究三：砂的顆粒研究。
- 研究四：觀察砂的顏色。
- 研究五：砂的透水性研究。
- 研究六：砂的透氣性研究。

研究七：砂的密度研究。

研究八：砂的下陷性研究。

研究九：砂的功能研究。

#### 四、使用器具及材料

砂、牛奶空罐、千百樂空罐、紗布、放大鏡、玩具槍、塑膠盒、記錄簿、碼錶、鉛球、水族箱、水泥、磚、尺、篩網、直筒量筒。

#### 五、研究內容

研究一：採集不同種類的砂。

實驗方法：

利用假日到海邊、防風林、河流地帶……等地採集砂，分別用塑膠盒裝回學校。

研究二：觀察砂的外形

實驗方法：

將各種砂利用放大鏡觀察其外形，並分別將形狀描繪下來。

結果：

種類	1	2	3	4	5
外形					

我們發現：

各種砂的外形很相似。

研究三：砂的顆粒研究

實驗方法：

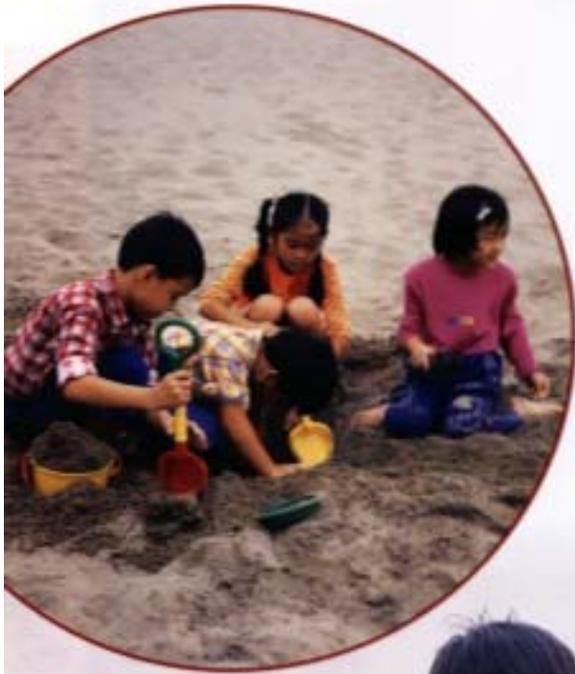
利用紗布製成篩網，將各種砂分別篩過，以量筒比較其透過篩網砂量之多少。

結果：

# 2

## 沙和土

好多地方都有沙和土，  
玩過沙和土的遊戲嗎？



## 給家長的話

本單元指導小朋友觀察沙和土，認識沙和土有顆粒大小等不同的特性，察覺沙和土是植物生長的地方；並從遊戲中讓孩子們盡情發揮想像力和創造力，以增進學習的興趣。希望家長有機會帶孩子到海邊或溪邊，玩一玩各種沙和土的遊戲。



呼花包在那裡

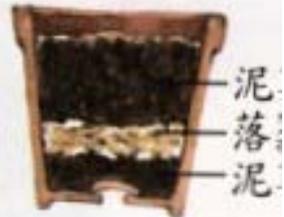
# (一) 大家來種辣椒

## 1. 播種

把辣椒的種子撒在鬆鬆的泥土上，每天澆水，觀察多久以後會發芽。



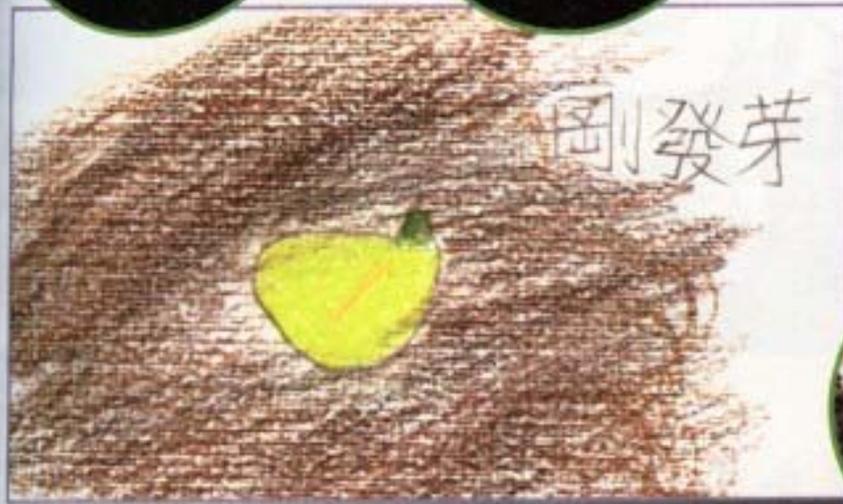
辣椒的種子



把落葉埋在泥土裡做肥料。

## 2. 發芽了

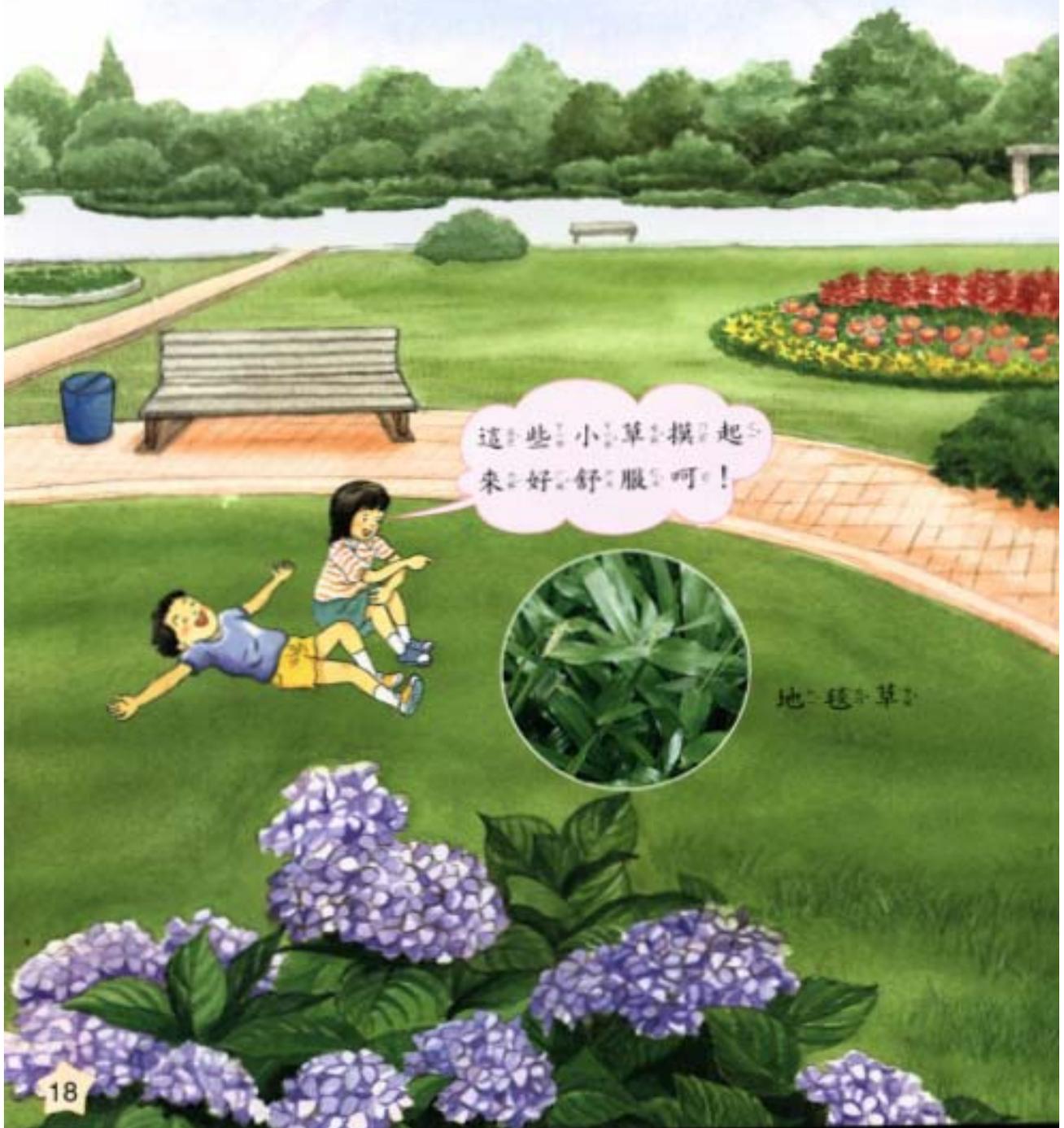
種子發芽了，有~~些~~些變化？觀察幼苗長得~~什麼~~什麼樣子？



# 2

## 植物的根、莖、葉

大樹和小草的根、莖、葉長得一樣嗎？



## (第一名)

從學校中水道研究與改良廢棄土頗具創新，又具有環保的概念與鄉土性，值得大家的重視。口頭報告及書面資料詳盡，有條理，應對自然，反應快速，實驗過程的控制變項嚴謹，結果凸顯頗具有實用的價值。展示板的圖表說明與照片清楚，美觀安排得宜頗具吸引力。



### 給家長的話

本單元透過認識植物活動，先讓小朋友了解植物具有根、莖、葉三部分，再進一步比較各種植物根、莖、葉的形態與功能。希望家長有機會能和小朋友一起認識各種植物的根、莖、葉，以培養接近、愛護植物的態度，並增加親子之情。

黑板樹

哇，這棵樹好高呵！