

2025 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 成果報告表單

題目名稱：土石流偵測器

一、摘要

颱風和地震發生時，隨之而來的常有土石流這一災害，本實驗即是希望製作出一個土石流的偵測器；我們將從模擬土石流開始，找出測站的最佳安排位置、需要偵測的數值，從以前發生的環境條件整理出最合適的觸發條件，因為目前無法找到最合適的氣味分析晶片，我們要將小零件結合起來組裝晶片，測出土石流氣味的成分並設計氣味分析晶片的程式和使用，將其與市面上雨量和土壤含水量等偵測器結合，做出真正的偵測裝置。

二、探究動機

研究動機

2024年十月初，山陀兒颱風席捲台灣，很多地方單日降雨量突破350毫米大關，土石流事件也層出不窮，像是台東太麻里鄉等等地區，皆遭受重創，也有不少人因此流離失所。雖然土石流災情中大家都安然無恙，但是這起事件依舊引起了我們的注意。我們注意到了在有下雨的狀況下土石流發生前泥土會散發出一種特殊氣味，而且空氣出現這種氣味時土石流有極高機率會發生，所以我們想要結合這種氣味、雨量、土壤含水量等三種方向進行土石流的偵測，製作一個土石流偵測器，把土石流對人們的衝擊降到最低。

三、探究目的與假設

1. 製作偵測器
2. 土石流發生前造成特殊氣味的原因
3. 土石流氣味的成分
4. 結合自己設計的土石流偵測器實際實驗，看看裝置的準確度。

四、探究方法與驗證步驟

土壤分析實驗: 通過分析從不同環境下的土壤，去找出環境(像是陽光，雨水，人工栽培.....)對土壤各種方面的指數帶來的影響

土石流模擬實驗: 通過模擬土石流發生的情形，再在不同實驗中調整土坡斜率和降水量多寡，觀察土坡再怎麼樣的情況下會滑動，滑動的情形等等。

通過這個實驗的結果，我們可以參考我們土石流偵測器的擺設位置，讓土石流偵測器偵測到最準確的數據。

氣味擴散實驗: 在氣味分析晶片的城市模板做好後，我們會在土坡上不同地方擺設氣味擴散物，讓氣味分析晶片去偵測，去找到不同擺設位置不同地方的氣味濃度，以便找到氣味擴散的方式。

找到氣味擴散的方式可以給土石流偵測器擺設位置和方向做為參考，讓偵測器在製作完畢後偵測更即時，更準確。

氣味成分: 通過偵測土石流的土壤，並用氣味分析晶片做分析，找出土石流發生時氣味的種類及成分。

自製裝置: 在做完以上三個實驗後，組裝我們的自製土石流偵測器。



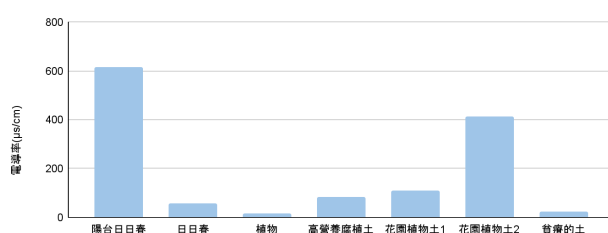
五、研究結果

1. 土壤分析儀測試

電導率: 測試電流大小，可以表示土壤內涵的電解質多寡。

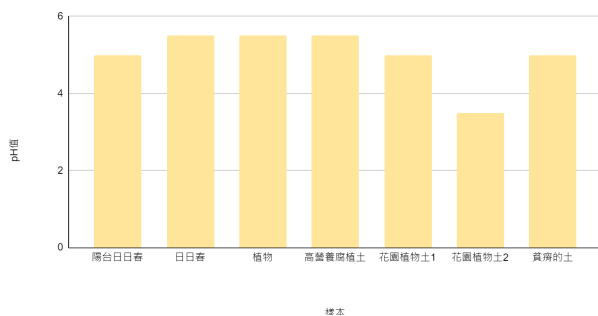
	電導率 ($\mu\text{S/cm}$)	水 (%)	pH值	溫度 ($^{\circ}\text{F}$)	陽光 (LX)	濕度 (%)
陽台日日春(有遮蔽物)	615	59	5.0	65.1	8160	70
日日春(花園取得，實驗室測)	58	0	5.5	68.3	28800	70
日日春(花園取得，實驗室測，密閉放置一個禮拜)	135	0	5.5	61.3	1330	59
植物(花園取得，實驗室測)	0	0	7.0	67.6	27500	70
植物(花園取得，實驗室測，密閉放置一個禮拜)	16	0	5.5	59.7	1235	60
高營養腐植土(實驗室內)	84	0	5.5	61.3	1204	62
花園植物土1(花園測)	110	40	5.0	64.5	10245	51
花園植物土2(花園測)	414	83	3.5	64.2	33900	52
貧瘠的土(陽台)	25	28	5.0	69	26225	51

土壤分析儀測試-電導率($\mu\text{S/cm}$)



圖六 土壤分析實驗電導率圖表
在陽台有遮蔽物的日日春電導率
($600 \mu\text{S/cm}$)明顯高於其他組。

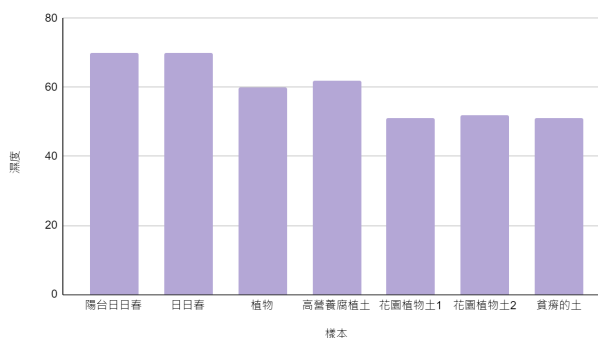
土壤分析儀測試-pH值



圖七 土壤分析實驗pH值圖表

由數據可知，檢測的組別酸鹼值都偏向酸性，其中一個更是低於4。

土壤分析儀測試-濕度(%)



圖八 土壤分析實驗濕度圖表

日日春的濕度都較高。

2.模擬實驗(1)

盒子長寬=57*39

土壤由48公分開始移動

	土高(cm)	水量(ml)	雨(≐mm/cm²)	土石移動時間(第_秒)	標的物移動距離(cm)
一	5	500	0.224	未移動	未移動
二	10	1000	0.523	未移動	未移動
三	5	1000	0.449	17	1.5
四	10	1500	0.674	未移動	未移動
五	10	2000	0.899	15	2.5

六、討論

一、實驗中遇到的困難

土壤分析:我們遇到的困難有很多，像是土壤的實驗要一次性做完，否則土壤放太久性質會發生改變。再來就是實驗室測量跟去戶外測量環境指數會不一樣，這也是我們需要克服的問題。

模擬土石流實驗:這個實驗中我們需要克服土壤消耗的問題，因為做一次實驗就會用到大量的土，實驗過程中會把土浸泡在水中，用過的土就不能再重複利用了(以防土壤數值不同)，土壤用完的處理方式，也是我們需要克服的問題。

二、偵測準確度的影響因素

環境因素：像是測量地點周圍陽光和空氣濕度都不大相同

實驗誤差：坡度、雨量的調節無法制式化，且要控制的變因太多

模擬還原度：可能與山地環境有差異，無法精準還原100%的環境

深層土壤濕度：雨水被上層土壤吸收，並未完全穿透至深層土壤，土壤移動有限，僅止於上層背水帶走的約0.5cm的土壤，沒有破壞土壤結構。

三、實驗結果分析

實驗一

我們取得了在不同條件下放置的土。我們可以從實驗結果中看到在花園取得的土(沒有刻意栽培)濕度偏高，反而是有遮蔽物遮擋的土壤(不包含澆花等人估栽培土)，雖然濕度也偏高，但是電導率不及在自然環境放置的土

我們把測量的土壤密閉放置了一個禮拜之後在拿出來測量，我們發現電導率上升，濕度下降，並且在我們放置土壤的透明塑膠盒內壁上有小水珠。我們推斷電導率上升的原因是因為土壤中有葉子，在這個禮拜中，土壤吸收了葉子的養分，因此其中所含的電解質也上升。濕度下降加上塑膠盒內壁有小水珠的這種現象我們推斷是因為在這個禮拜中，土壤中的水分有蒸發的現象，以至於濕度下降。在內壁看到的小水珠我們也推斷是因為在密閉環境，所以水蒸發後就附著在塑膠盒的內壁上。

實驗二

我們用養雞母蟲專用的腐植土去做這個實驗。在這個實驗中，我們更換了實驗中的土的陡峭程度(土坡斜率改變=>土高改變)和花灑內涵的水量(模擬降水量)。由編號一的實驗我們從透明盒子的側面發現水還未完全滲透至土壤底部(我們依據土壤的顏色的深淺變化去判斷)，所以土壤沒有滑動的現象(我們在土壤中放置小型立標，作為土石有無滑動的依據)，這個推測也在編號四的實驗中進一步被證實。

為了準確營造與土石流發生的山上相同的環境，降雨方式和涵蓋範圍、坡度的設計等都是需要考量的變因。因此，我們希望改良第一個版本的模擬實驗，設計新的降雨裝置(第一版本為澆花灑水器，無法同時覆蓋整個實驗裝置)，改良成能夠大面積同時降雨的灑水裝置。於是我們想要在未來使用透明的塑膠片覆蓋，在上面打上小洞，這樣子澆水時水可以同時流向四處，使土坡可以全面接受水的澆淋，可以更好的模擬山上降雨時土坡的環境。

七、結論與生活應用

1. 土壤分析實驗

- a. 我們可以從有無遮蔽物的植物數據樣本得知陽光很直接的影響了土壤的電導率(土壤內含電解質)

- b. 我們在這個實驗中觀察了在密閉空間放置過一個禮拜的土，沒有加任何外務干擾的情況，電導率會增加，土壤的濕度會變小。同時我們也在透明塑膠盒的內側杯壁觀察到了小水珠，我們就推測濕度的下降是因為蒸發，電導率上升是因為我們挖的土有一些落葉跟自然掉落的花瓣，所以在密閉的情況，養分就會被土壤吸收，因此電導率上升。

2. 模擬土石流實驗

- a. 從編號一和四的實驗結果中我們可以得到在水還沒達到土壤底層時(在自然環境中達到岩層)，土石不易滑動，所以我們可以用滲透至底部所需的水量去判斷其是否會滑動。

參考資料

1. 土石流及大規模崩塌防災資訊網:
2. <https://246.T.ardswc.gov.tw/>
3. 土石流為什麼會發生？一次說清楚！
4. <https://tydec.tyfd.gov.tw/EN/Subject/Info/ch47>
5. 土石流是什麼味道？唯一能靠「嗅覺」預警的危機 若聽到「1字+火光閃電」，農業部：別遲疑！跑！
6. <https://www.businesstoday.com.tw/article/category/183027/post/202308080012/>
7. 「土石流味道」究竟是什麼？專家曝真相
8. <https://reurl.cc/Y4dVNL>
9. 土石流警戒基準值
10. https://246.ardswc.gov.tw/Info/fancyBox_DebrisAlertValue
11. 土石流潛勢溪流黃色警戒值與紅色警戒值介紹
12. https://www.miaoli.gov.tw/economic_affairs/News_Content.aspx?n=563&s=678403
13. 6合1土壤ph測試儀 溫度陽光強度測量 土壤酸度測試
14. <https://reurl.cc/INZgjl>
15. 腐植土
16. <https://www.piggyfat.com/>
17. 氣味晶片
18. <https://shop.playrobot.com/products/mq-9-semiconductor-sensor-cocombustible-gas>