台灣二〇〇二年國際科學展覽會

科　　別：地球與太空科學科

作品名稱：臺灣桃園縣虎頭山的泥裂痕的分析和研究

學　　校：國立桃園高級中學

作　　者：游嘉慧　彭帆辰

作 者 簡 介

游嘉慧，目前就讀桃園高中，從小對於自然科學有興趣，有時會陪家人去爬虎頭山，喜歡由山頂往下看的感覺，由於高一時，老師提起了科展的事情時，我開始有種躍躍欲試的感覺，遂找個主題，就開始研究了，當我十月底時，當我在最後一日將報告送出去時，那刻的心情真有說不出言喻的快樂！

彭帆辰，就讀桃園高中二年級，在一年級時就與班上同學參加科展，假日在地科老師的帶領下常到虎頭山實地勘查，感覺滿好玩的，尤其是暑假時，時間充裕，大家一起找資料，打報告，做實驗忙得一個頭兩個大，但卻也甘之如飴，大家同心協力完成報告中的過程，回味起來都是美好的，雖然辛苦，但最後看到完整報告時，覺得一切都是值得的！

作品名稱：台灣桃園縣虎頭山的泥裂痕的分析與研究

中文作品摘要：

桃園虎頭山是位於林口臺地南端的低海拔(約 240~260m)丘陵地,表土層屬於紅土層,紅土成分主要爲細沙(直徑>50μm,約佔 50%)、粉砂(直徑 2~50μm,約佔 30%)、其餘以黏土爲主、加上少量含鐵礦物。採樣地點在圖二中的三聖宮旁的登山步道,其坡面面向東南方,對位處北緯 25°的桃園,屬於「向陽坡」, 經日曬適當的時間後¸所產生的龜裂現象¸是我們探討的對象。

Abstract：

We have focused the study on the sun cracks found in the Mts.Hu-to.Mts.Hu-to are located in the southern part of the Mesa Lin-kou, which are 240m to 260m above the sea level. Mainly red clay, the surface soil is a composition of fine sand (diameter＞50μm,up to 50%)and silt (diameter＞2~5μm,up to 30%),including clay and a limited amount of iron minerals. The soil sample was gathered at the trial beneath the Hill Gue-Lun(241m,see pic.l),from the southeastern slope which is an adret due to Taoyuan`s being at 25 in the northern latitudes.

壹、研究動機

桃園高中背後緊臨虎頭山(海拔約 260m)¸班上同學常相邀登山健行¸在蜿蜒的登山步道上¸有一種有趣的地質構造-----泥裂痕;激起我們想進一步研究它的動機。

貳、研究目的

一、 泥裂痕產生的「地質環境」探討。

二、 泥裂痕產生的「地形環境」探討。

三、 泥裂痕裂塊「形狀」與「邊數」的統計。

四、 室內實驗探討「改變黏土礦物的成分」對泥裂痕的影響。

五、 室內實驗探討「改變坡度」對泥裂痕的影響。

六、 室內實驗探討「改變粒徑」對泥裂痕的影響。

七、 室內實驗探討「改變植被情形」對泥裂痕的影響。

八、 室內實驗探討「改變顆粒的淘選度」對泥裂痕的影響。

參、文獻回顧

一、林口臺地的地質、地形背景:

林口臺地位於台灣西北部,是台灣所有台地中最北的。台地頂部極為平坦,海拔約 250m,昔日也稱坪頂臺地。林口臺地是由底層巨厚的礫石層,及表層厚約數公尺到十餘公尺的紅土層組成,屬於第四紀洪水期的河川沉積物。

二、採樣區的地質、地形背景:

桃園虎頭山是位於林口臺地南端的低海拔(約 240~260m)丘陵地,表土層屬於紅土層,成分主要為細沙(直徑>50μm,約佔 50%)、粉砂(直徑 2~50μm,約佔 30%)、其餘以黏土為主、加上少量含鐵礦物。紅土中的黏土礦物以高嶺石(kaolinite) 、禾樂石(7 埃-ysite)及依萊石(illite)

為主,局部含交錯層黏土及微量的綠泥石。採樣地點在圖一中的三聖宮旁的登山步道,其坡面面向東南方,對位處北緯 25 ° 的桃園,屬於「向陽坡」,日照時間長。

三、泥裂痕在地質上的意義:

當軟質泥土經日曬後,失去孔隙水,一旦土中的含水比例降低到某一程度後,所產生的表層脫水收縮現象。在平面上往往呈現多邊形的裂痕,包括四邊形、五邊形、及六邊形而泥裂的裂口成 v 字型且上寬下窄,所以岩化後可以提供人們,判定該地層的頂(Top)和底(Bottom)部的依據。進一步推斷該岩層是否發生倒轉等地質事件。

四、參考前人資料:

我們找尋資料過程中,發現到第二十六屆全國科展宜蘭高中曾對蘭陽溪泥裂痕做分析與研究,十分具有參考價值。但蘭陽溪泥的成分屬於現代沖積層,成分包括粉砂、砂、黏土,其中黏土主要由依萊石與綠泥石組成,偶含少量高嶺石;與虎頭山黏土迥異。

肆、實驗器材

50 ㎝×50 ㎝的木箱 9 個、28 ㎝×39 ㎝的不鏽鋼盆兩個、米尺、250 目(1/16mm)、120 目（1/8mm）、60 目（1/4mm）、35 目（1/2mm）、10 目(2mm)的濾網、秤子、傾斜儀、空盒氣壓計、電子溫度計，電子溼度計、50 ㎝×50 ㎝鐵絲網一個、林口地區的地質圖(1：50000)、膨土(Bentonite)2 kg、高嶺土(Kaolin)2kg、紅土(red clay)2 kg

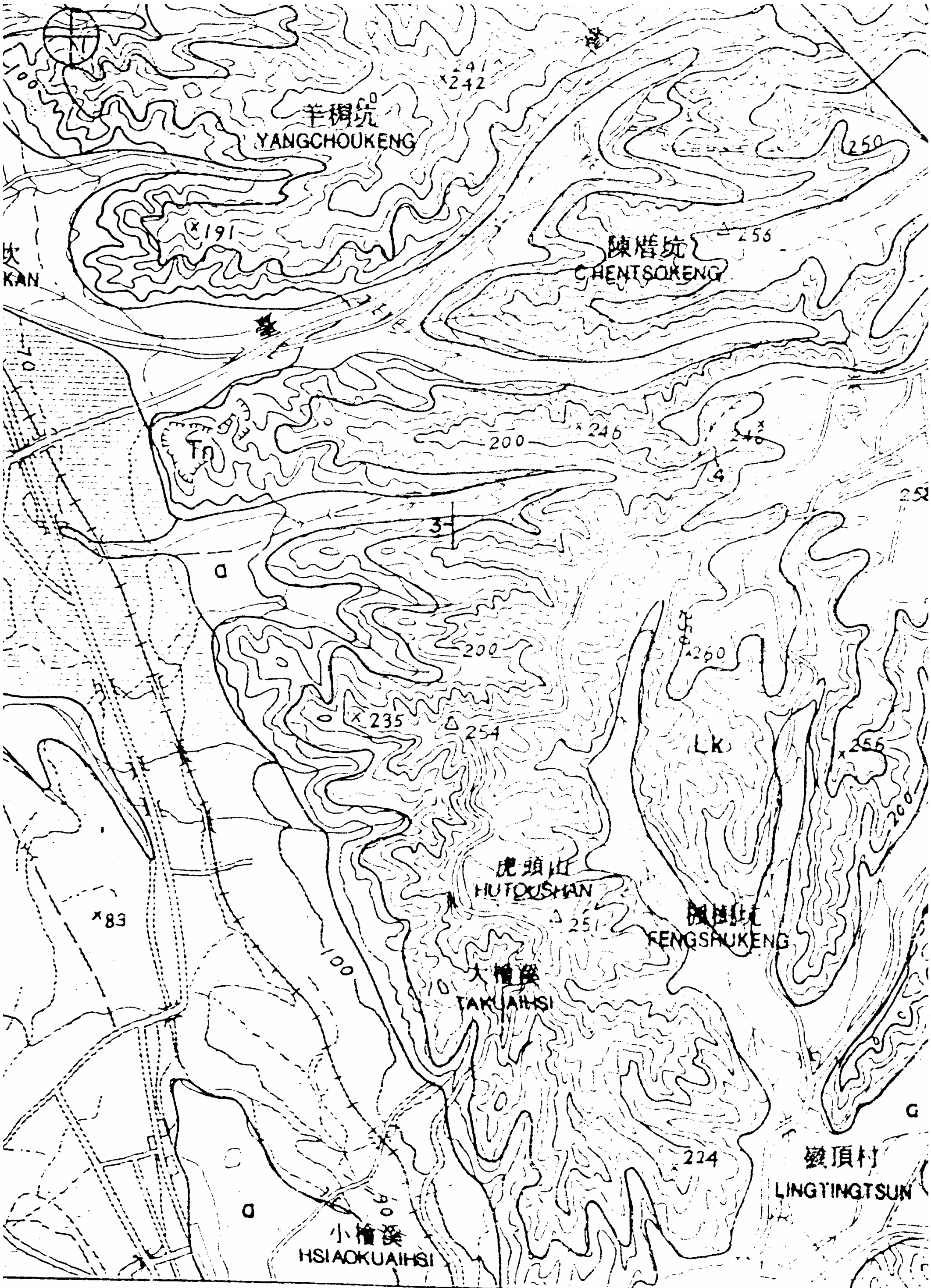
、蘭陽溪泥 2 kg。

伍、實驗

一、室外工作：從 90 年 3 月起到 90 年 10 月,由三聖宮旁登山口起,沿此山的向陽坡步道,向前一直到步道的最高點。總長約 100m,在此段步道上,已生龜裂的紅土層上採樣及量取數據(入山口爲 0 M) 。量取方法:以鐵絲(長 50CM、寬 50CM)置於採樣點上,如此可讓每次測量均呈相同面積。

1.地圖(地質圖、地形圖)：標出採樣的路線。

圖一：地形圖



1:50,000

1 0 1 2 3 4km

等高線間距25公尺

CONTOUR INTERVAL 25 METERS

圖二：地質圖

2.結果：共測十個地點，每個點間距約 5~10m。

3.觀察討論：

a.此處泥裂痕以四邊形多。

b.坡度與泥裂總數沒有相關。

c.此處一級裂痕寬平均約 3.22±1.0mm，二級裂寬平均為 0.98

±0.26mm。

地點	採樣路面的方向	採樣路面的坡度(度)	出現四邊形總數(個)	出現五邊形總數(個)	出現六邊形總數(個)	泥裂痕總數(個)	一級裂寬(mm)	二級裂寬(mm)	平均直徑(L+d+s) /3 (cm)	近似外接圓比例(實際面積 A) /(外接圓面積 A`) (平方公分)	相鄰兩點最長邊長(cm)	相鄰兩點最短邊長(cm)	相似形狀
1	東南	4	10	0	0	10	1	0.5	16	0.664	13	10	四邊形
2	東南	12	5	2	1	8	1	0.5	8.7	0.548	9	6	四邊形
3	東南	10	11	1	0	12	3	1	10	0.566	8	5	五邊形
4	東南	8	7	0	2	9	3	1	8	0.728	10	6	不規則
5	東南	11	5	0	0	5	10	3	15	0.624	15	13	不規則
6	東南	19	10	0	1	11	1	0.5	9	0.662	6	4	四邊形
7	東南	30	10	2	2	14	2	1	9	0.713	10	5	四邊形
8	東南	11	19	1	0	20	1	0.5	8.3	0.707	8	4	四邊形
9	東南	22	4	1	1	6	6	0.8	7.7	0.611	6	5	四邊形
10	東南	20	13	1	2	16	2	0.5	9	0.631	7	3	四邊形

表一爲我們的實地勘察的紀錄表格

地點	溫度(℃)	溼度(%)	氣壓值(百帕)
1	22	75	1012
2	24	63	1018
3	23	67	1016
4	23	67	1014
5	23	67	1013
6	21	67	1014
7	21	67	1014
8	21	67	1014
9	21	67	1015
10	23	67	1013

表二：採樣地的溫度、溼度與氣壓值

二、室內工作：

討論黏土成分、坡度、顆粒淘選度、粒徑、植被和〈泥裂痕形狀〉、〈邊數〉、與〈平均直徑〉、〈近似外接圓比例〉的相關性。

1.黏土礦物的成分：(膨土、高嶺土、蘭陽溪泥)

a.設計方法：利用膨土、高嶺土、蘭陽溪泥與紅土的土壤特性不同，而作出對照組，來觀察之間的差異性在哪裡。

土壤特性

高嶺土：以高嶺石爲主要成分的一種黏土，以往主用於燒陶瓷器與耐火器材，高嶺石爲黏土礦物的一種，爲極細之結晶體，其粒子要在高倍顯微鏡下或電子顯微鏡之下方才能見到，高嶺土有化學成分單純，化學性不活潑和粒子微小(多在 2 微米以下)之特性。一般高

嶺土粒度之中數多在 10 到 0.5 微米之間，比重 2.6。

膨土：爲一種蒙脫石爲主要成分之黏土。它觸摸有膩感之黏土，色不一有白、灰、淺綠、淡紅、褐黃等色。最顯目之特性即爲遇水膨脹的特質，不過其膨脹程度，依種類不一，含鈉之膨土吸水後至其完全散解爲止，可增體積 10 至 20 倍，而鈣質之膨土則不過 2 至 5 倍。膨土之可塑性和黏度都比其他黏土爲高，化學成分比高嶺土複雜而多變，平均粒子則比高嶺土更微小；比重 2.2 至 2.7。

伊萊石：爲似雲母類之黏土礦物的通稱，含有較多的水，且其 K 被部分之 Ca 和 Mg 所取代。伊萊石爲許多頁岩內之主要成分。

b.結果：

紅土

膨土

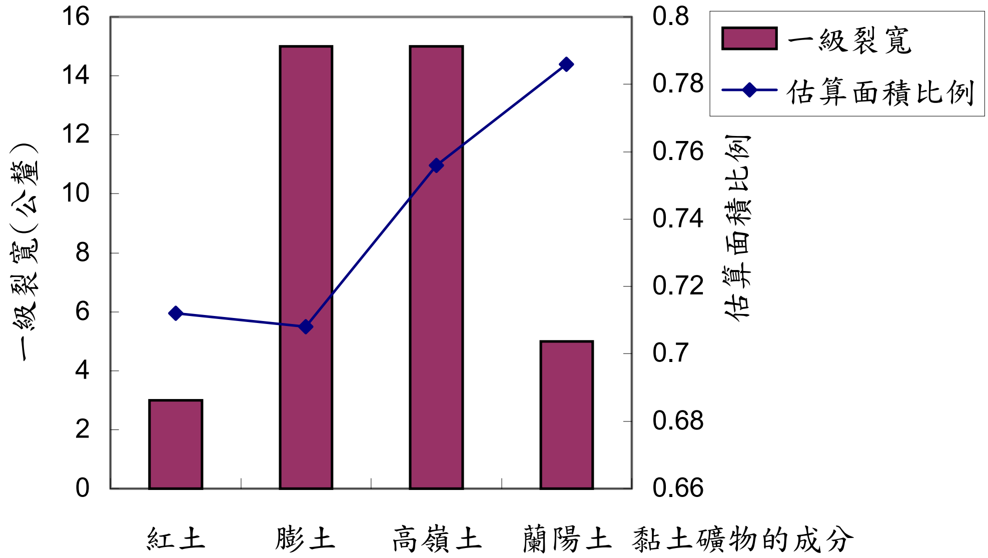
高嶺土

蘭陽土

表三

黏土礦物的成分	出現四邊形總數(個)	出現五邊形總數(個)	出現六邊形總數(個)	泥裂痕總數(個)	一級裂寬(mm)	二級裂寬(mm)	平均直徑(L+d+s)/3(cm)	近似外接圓比例(實際面積 A)/(外接圓面積 A`)(平方公分)	相鄰兩點最長邊長(cm)	相鄰兩點最短邊長(cm)	相似形狀
紅土	3	1	2	6	1	0.5	6	0.712	9	5	四邊形
膨土	7	4	0	11	15	7	10	0.708	12	8	四邊形
高嶺土	2	4	2	8	15	5	7	0.756	9	4	五邊形
蘭陽土	2	6	3	11	5	1	11	0.786	11	15	五邊形

圖三、黏土礦物成分與泥裂痕之關係圖



c.觀察討論：

(a)膨土置入水中後，其體積會膨脹至原來的數倍以上，且會成糊狀，滑滑的，非常的黏，在數天後，膨土竟然縮起來了，而且狀況非常的明顯。他的一級裂痕，是四種土中最大的，約 15mm，裂痕面積大。

(b)高嶺土從乾燥到發生裂痕所需時間最久，一級裂痕的寬度約 15mm。

(c) 紅土的泥裂面積最小，裂痕總數最多，屬於易破裂不穩定地層。

(d) 膨土加水後膨脹速率比其他大很多。泥裂明顯多為四邊形，一級裂寬大多超過 10mm。邊緣明顯向上翻曲，且上翻處厚度比較薄。蘭陽土泥裂形狀多接近四或六邊形面積大到 121 平方公分

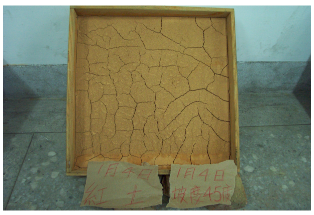
2.坡度

a 設計方法：把木箱倚在牆上，用磚塊阻止木箱下滑，利用傾斜儀求出坡度值，以如此的方式，設計出 0˚ 、 20 ˚ 、45 ˚ 、50 ˚ 四種坡度。

b.結果：

坡度 0 度

坡度 20 度



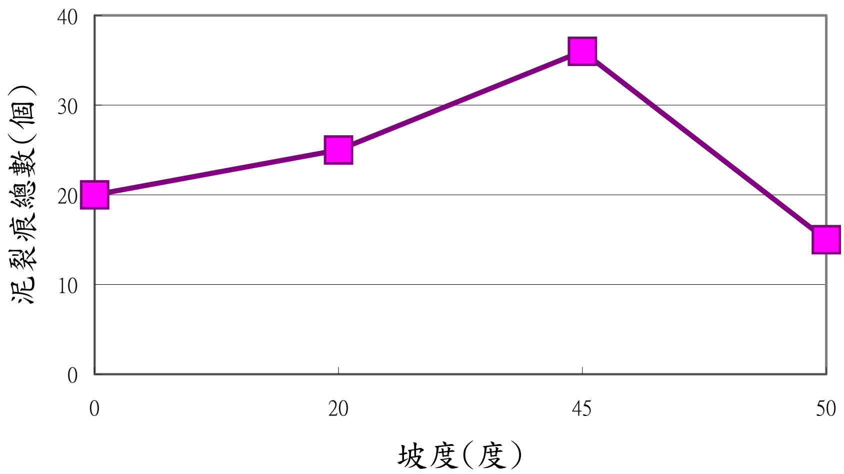
坡度 45 度

坡度 50 度

表四

坡度(度)	出現四邊形總數(個)	出現五邊形總數(個)	出現六邊形總數(個)	泥裂痕總數(個)	一級裂寬(mm)	二級裂寬(mm)	平均直徑(L+d+s)/3(cm)	近似外接圓比例(實際面積 A)/(外接圓面積 A`)(平方公分)	相鄰兩點最長邊長(cm)	相鄰兩點最短邊長(cm)	相似形狀
0	6	3	3	20	5	1	8	0.796	11	6	四邊形
20	10	4	3	25	5	1	10	0.715	15	6	四邊形
45	13	6	4	36	4	1	7	0.743	10	5	四邊形
50	8	1	0	15	7	0	11	0.557	16	5	四邊形

圖四、坡度與泥裂痕之關係



c.觀察討論

(a)在 45° 以下，坡度越大，出現的泥裂痕總數越多；超過 45 ˚以上，則會有減少的趨勢，太陡直時，土壤會滑下來。

(b) 坡度與裂寬較無相關。

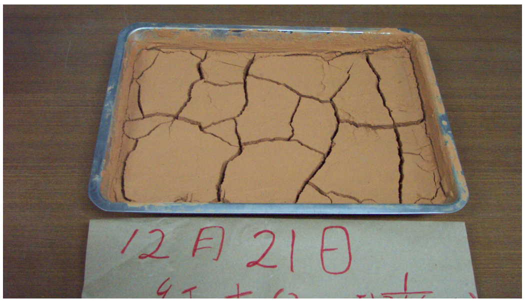
(c) 坡度越大，泥裂痕形狀較呈長條狀。

3.粒徑

a. 設計方法：先把粒徑分類再選出 2mm 以上和介於 2mm 到 1/16mm 之間的粒徑，再以這兩種為主要粒徑，再控制使紅土呈淘選度良好的狀態，等泥裂現象出現後再做比較。

b. 結果

粒徑 2 mm以上



粒徑 2~1/16 mm

表五

粒徑(mm)	出現四邊形總數(個)	出現五邊形總數(個)	出現六邊形總數(個)	泥裂痕總數(個)	一級裂寬(mm)	二級裂寬(mm)	平均直徑(L+d+s)/3(cm)	近似外接圓比例(實際面積 A)/(外接圓面積 A`)(平方公分)	相鄰兩點最長邊長(cm)	相鄰兩點最短邊長(cm)	相似形狀
2 以上	15	3	0	18	5	3	6	0.764	7	7	四邊形
2~1/16	5	1	1	7	6	3	8	0.657	11	6	四邊形

c.討論

粒徑為 2 (mm)，泥裂痕總數較多，實際面積較小。

4.植被情形

a. 設計方法：先種 50 顆和 30 顆有綠豆的土，等長到 1 公分以上，確定無澆水狀況下尚可存活時，即停止澆水，隨即作一盆紅土但無植物的土壤，待泥裂後，再討論實驗情況。

b. 結果

表六

無植物　　30 顆綠豆　　50 顆綠豆

種子數量(個)	出現四邊形總數(個)	出現五邊形總數(個)	出現六邊形總數(個)	泥裂痕總數(個)	一級裂寬(mm)	二級裂寬(mm)	平均直徑(L+d+s)/3(cm)	近似外接圓比例(實際面積 A)/(外接圓面積 A`)(平方公分)	相鄰兩點最長邊長(cm)	相鄰兩點最短邊長(cm)	相似形狀
0	3	1	2	6	1	0.5	6	0.712	9	5	四邊形
30	13	1	0	14	2	1	6	0.682	7	5	四邊形
50	18	4	2	24	3	1	4	0.661	6	3	四邊形

c.結論

在種植 50 顆綠豆的範圍內，泥裂痕總數有隨顆數上升的趨勢。

5.顆粒的淘選度

a. 設計方法：淘選度是利用 10 目(2 ㎜)、35 目（1/2 ㎜）、60 目(1/4

mm)、120 目（1/8 mm）、250 目（1/16 mm）五個篩網，篩出 6 種顆粒大小的紅土，秤出各粒徑之重量百分比，也就是(ω/ω總)× 100 % 再做出累積百分比的曲線，最後求出三種不同淘選係數，做實驗組比較。

淘選度算法：

(2) 篩分析求不同粒徑：2 mm、1/2 mm、1/4 mm、1/8 mm、1/16 mm。

(3) 求各粒徑的重量百分比：(ω/ω總) ×100%

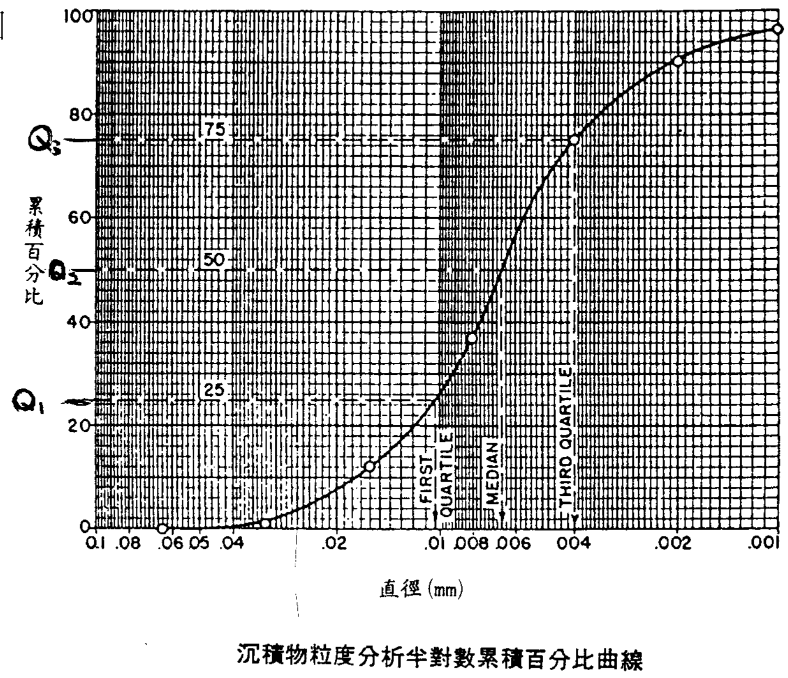
(4) 求累積百分比曲線：

Q1=25%的值，Q2=50%的值(Md 中值)，Q3=75%的值。

(5) 淘選係數 S=√‾Q1/Q3

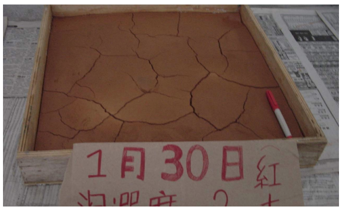
良好 S＜2.5；中等介於 2.5~4；不良 S＞4

例圖

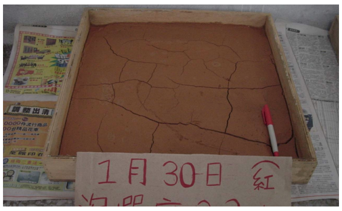


沉積物粒度分析半對數累積百分比曲線

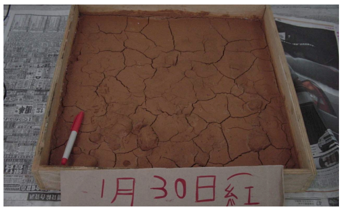
b.結果



淘選度良好(2)



淘選度中等(2.8)

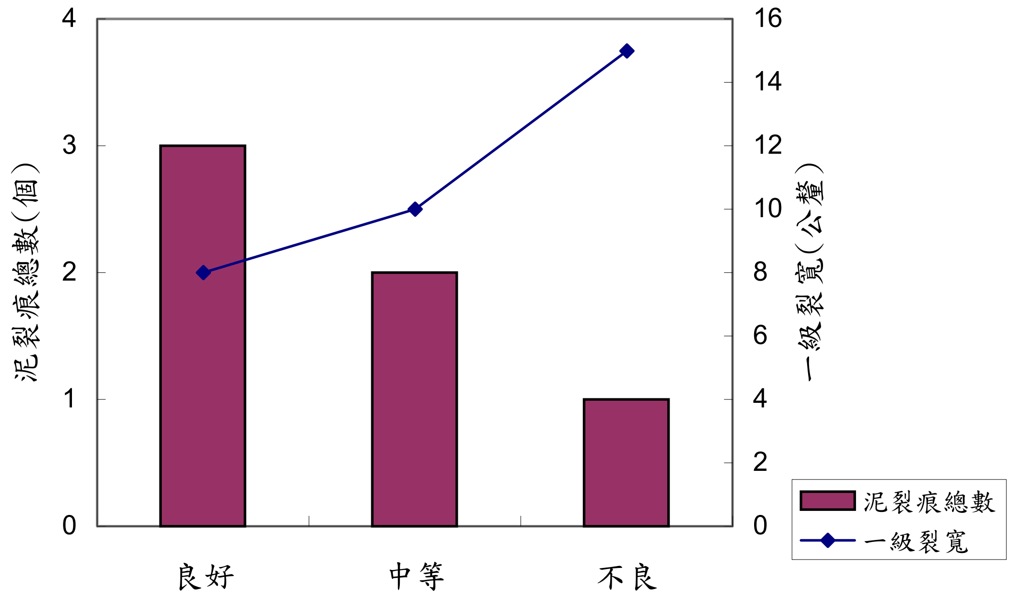


淘選度不良(8.8)

表七

淘選度係數	出現四邊形總數(個)	出現五邊形總數(個)	出現六邊形總數(個)	泥裂痕總數(個)	一級裂寬(mm)	二級裂寬(mm)	平均直徑(L+d+s)/3(cm)	近似外接圓比例(實際面積 A)/(外接圓面積 A`)(平方公分)	相鄰兩點最長邊長(cm)	相鄰兩點最短邊長(cm)	相似形狀
2	7	1	0	8	3	1	10	0.572	13	8	四邊形
2.8	8	2	0	10	2	1	12	0.545	16	9	四邊形
8.8	10	3	2	15	1	0.5	8	0.815	10	5	四邊形

圖五、淘選度與泥裂痕之關係圖



淘選度（良好：淘選係數小於2.5；中等：淘選係數介於2.5至4；不良：淘選係數大於4）

c.觀察討論

淘選度越好，泥裂塊的形狀越大。

淘選度越好，出現的一級裂寬越大。

淘選度越差，出現的泥裂痕總數越多。

陸、討論與應用

一、虎頭山地質環境

桃園虎頭山表土層屬於紅土層,成分主要為細沙(直徑>50 μ m,約佔 50%)、粉砂(直徑 2~50 μ m,約佔 30%)、其餘以黏土為主、加上少量含鐵礦物。紅土中的黏土礦物以高嶺石(kaolinite) 、禾樂石(7 埃-ysite)及依萊石(illite)為主,局部含交錯層黏土及微量的綠泥石。

二、虎頭山產生的地形環境

桃園虎頭山是位於林口臺地南端的低海拔(約 240~260m)丘陵地，而林口臺地位於台灣西北部,是台灣所有台地中最北的。台地頂部極爲平坦,海拔約 250m,昔日也稱坪頂臺地。

三、泥裂痕的裂塊形狀與邊數的統計

以四邊形與六邊形，偶見五邊形爲主，其中以四邊形與梯形的數最多。

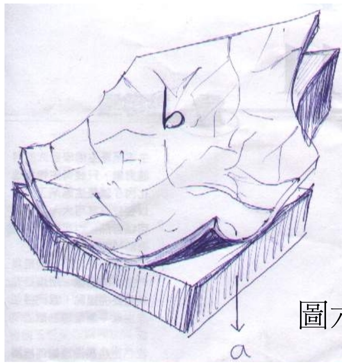
四、表土的黏土礦物**收縮性**會影響著裂寬，尤其膨土變化最明顯。

五、坡度：

當坡度越大時，泥裂的形狀會土條狀，特別是在五十度時，把它跟零度時做比較，會更容易發現這個現象，在中山自然科學大辭典的地形學第六冊發現到坡度在零度時，泥地會成土網或是土球形(較偏圓形)；在五度到十五度，則是土花綵狀(舌狀或是橢圓形)；而十五度到三十度，則是土條(土條或是縞狀圖案地)。探討其力學機械如下：因爲土石流與高角度的坡度有著密卻的關係，我們或許可以在有泥裂的土地上，看看他的形狀，是否呈現土條狀？如果是，該反應屬於高危險區，如此可利用泥裂痕形狀，達到預警土石流的效果!!

六、粒徑：

2㎜以上的從整體來看，裂塊多且面積小。從側面看，泥土分離成a.b二層（圖六），粒度由下向上逐漸由粗變細。重者沉入底層（以a層表示），較輕的就在表面（以b層表示），經日曬後，b層較薄水分蒸發的快，收縮之力都指向裂塊中心，而產生裂縫，於是b層較薄較重量較輕者，當然邊緣部分就容易向上翻翹，a層沉積較厚，當其收縮時，泥塊較重不易被帶動，不易翻翹，b層表面再度分裂為多數泥裂塊，如圖（六）。粒徑為2~1/16，裂塊完整，二級裂痕少，形狀多為四邊形。



圖六

七、植被情形

植物種的越多.泥裂痕塊數越多,植物的根插入泥土中,當其生長時,體積會擴大.會撐大裂痕,使裂塊邊緣局部破裂，也就是「生物作用」。

八、淘選度：

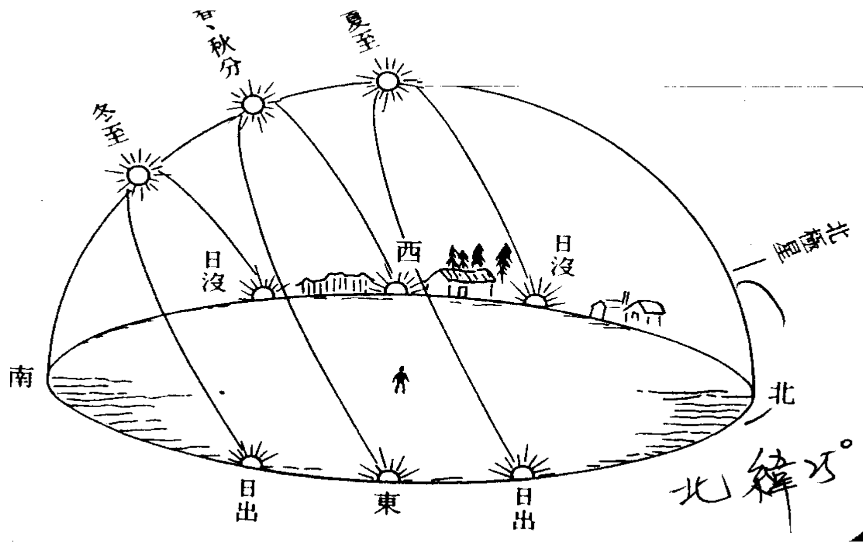
由此實驗，發現到淘選度對於泥裂的大小有很大的關係，淘選度越好，泥裂塊的形狀越大，反之，淘選度越小，泥裂塊的形狀則越小。由此，可用泥裂大小作判斷淘選度好壞的依據。

柒、結果

一、山坡上的泥裂痕常出現在{向陽坡}坡面上。因為裂痕需要環境

是：泥地受足夠日照量，使水分降低到一定程度，所表生的表層脫水現象。桃園位於北緯 25°，太陽長年出現方向皆偏南，此處坡面恰面向東南，故日照時間長的會出現裂痕現象。(圖七)

圖七



二、裂塊的形狀與面積，裂寬主受黏土成分的收縮性質(膨脹係數)與土壤的質地(粒徑、淘選度、…等)影響。

三、裂縫延伸到另一粒徑較大的泥質底層就不往下裂，同時上面薄層往往受向泥裂中心力作用，而向上翻起。

四、裂痕形狀若明顯呈現土條狀(縞狀)時，可以用來做該區土石流的預警。尤其是台灣西岸紅土沖積層分布廣闊，對紅土層的進一步研究，可提供紅土山坡地開發的參考。

五、泥裂痕的形狀以四邊形與六邊形居多。

捌、參考文獻

一、萬獻銘、陳淑華，民國 77 年，**林口台地礫石風化之礦物學及化學特性研究及其與紅土形成之關係**，地質 8 卷，1~2 期，27~39 頁，。

二、師 康、詹豐誠等六人，指導老師：陳可恭，**蘭陽溪泥裂痕之分析與研究**，高中組地科學科第三名。

三、堆積學，地球科學第 15 章，480~483 頁

四、莊文星、陳汝勤，**岩石學**，第七章，沉積物之組織與構造，178~181 頁。

五、**中山自然科學大辭典**，第六冊地球科學，第十二章，土壤學，362~365 頁。

六、黃怡禎譯，**礦物學**，地科科學文教基金會發行 532~535 頁。

七、**台灣地質概論**，第四紀地層，87~89 頁。

八、陳培源，**台灣之黏土礦藏和黏土礦物**，民國 46 年 12 月 30 日台灣省礦業研究會發行，第 9 卷。

九、何春蓀，**新編台灣地質圖中地層分類的探討**， 170 頁。

十、何春蓀，**普通地質學**，96~99、132 頁。