

苗栗珊瑚湖地滑之謎探究

國中組地球科學科第三名

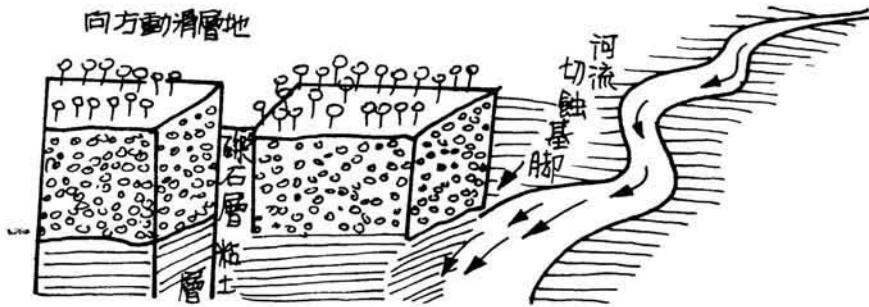
苗栗縣立照南國民中學

作者：陳銘強等四人

指導教師：鍾文治

一、研究動機

(一)民國59年9月6日珊瑚湖大塊地滑往河谷下滑約三百公尺，該處是茶園，被分為二：



圖一 苗栗珊瑚湖之地滑

是日颱風帶來豪雨，為直接觸發。當日雨量約364公厘，大量雨水滲入地下後，其裂痕漸又擴大，突然整個離原位置，徐徐向東滑去移置中港溪河灘上，受災住戶14家，房屋全燬12戶，罕見奇觀者數萬人，更見興起探究之意。

(二)地球科學學過常見地質作用，有關流水作用，地殼變動，有關斷層。而珊瑚湖台地昔為一村莊。上下岩層不相整合，本台地在地形面上層紅壤，緩起伏面，簡稱LH面，珊瑚湖台地扇頂有部份較低陷，由於較低，侵蝕力弱。原地形面保持完整，與其他各原面有別，如此構成一個珊瑚湖台地更複雜的地形景觀

，此一低陷部份如何造成，節理罕見，而值得深思的地形差異，仍試加探討。

(三)珊瑚湖位中港溪中游右岸之台地上，海拔高度45公尺，為低位河階。有鬆軟小礫石層斷丘平舖其上。受中港溪切蝕，台地在溪之右岸形成一S形曲流，部分丘陵凸出地表小山丘形成陡崖。沿河有小沖積平原。構成珊瑚湖台地之岩層在地質構造上為紅土礫石層，其下岩層以石英砂岩為主。石質砂岩及頁岩等，傾斜且互層成薄層及厚層的沈積岩。甚薄，容易發生下坡運動。在台灣北部斷層活動帶（圖二）仍舊活躍。為何會形成S形曲流，值得深思、探討。

二、研究目的

(一)珊瑚湖的地滑舊探討。

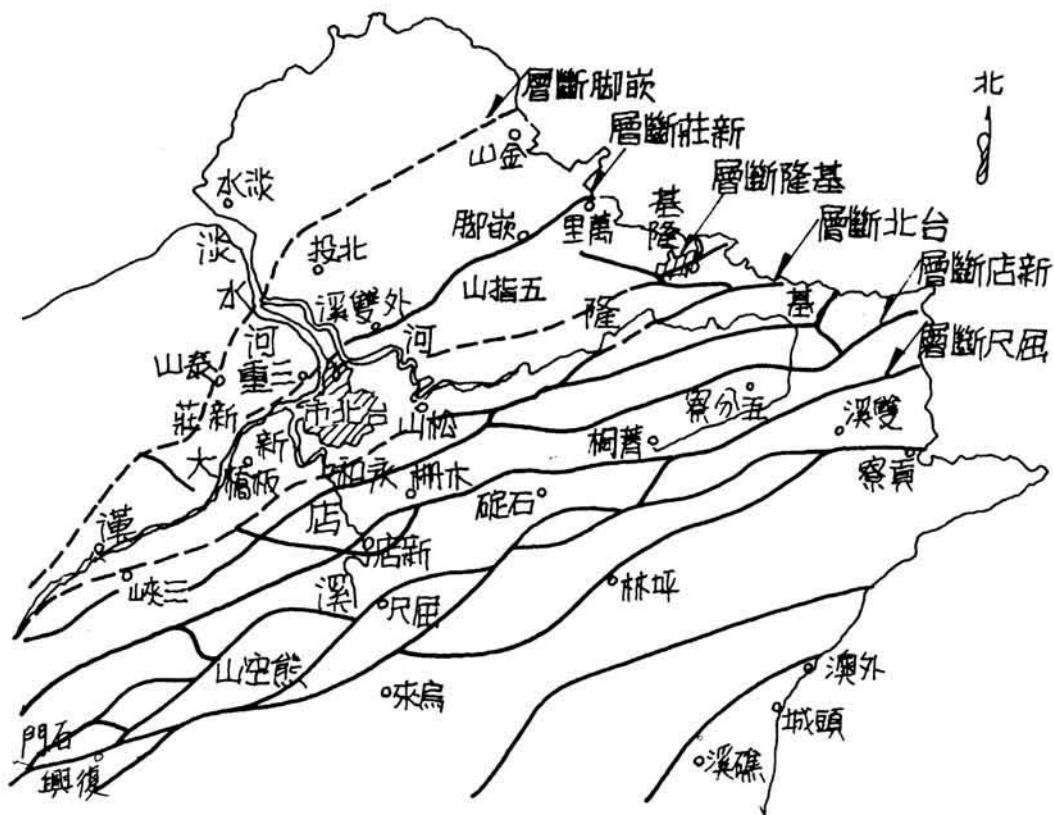
(二)瞭解珊瑚湖馬路的土質結構。

(三)研究車子的交通流量對地形影響。

(四)瞭解各地地形面土壤床質粒度分析，可否判斷各地地形面由同一沖積環境所形成。

(五)熟悉含水層的孔隙率和透水性之簡單測定與粒徑分布

(六)瞭解地層下陷原因，提出有效防治對策。



圖二、台灣北部主要斷層圖

三、研究設備

- (一)準備器材：篩具分4mm、2mm、1mm、0.5mm、0.25mm等多孔金屬板、彈簧秤、鋪地原布、鐵鏟、細繩、塑膠帶、捲尺、照相機等。

早上：07:00~08:00(甲)

中午：12:00~13:00(乙)

下午：17:00~18:00(丙)

(3)設站地點：珊瑚湖

(4)因機車、腳踏車、手推車……等重量不足一公噸，因而省略不計。

(5)將所有車子簡單區分為二：一為重型車包括大卡車、大客車、大貨車；另一輕型車、小貨車、計程車、小型腳踏車。

(6)重型車估計其重量平均約8公噸，輕型車估計重量平均為2公噸。

2. 依據耿文溥博士所畫1/4000地形圖至研究區詳細考察(圖三)，觀察地形特徵，土質結構，河床狀態。分層隨機採樣。採樣深度大約在表面土深20~30公分處，採取五袋紅土樣本，攜回做床質粒度分析，並拍攝照片五十餘張，以資存證。
3. 選定可代表河床砂礫大小，用鐵鏟將砂礫挖取五個不同地點，25袋置於鋪在地面上的原布，一般採集範圍，在半徑五十公分內，遇粒徑在64mm以上用曲尺個別測得。以下用篩具分級稱重，留下約300g~400g。裝入pvc袋帶回室內分析，先烘乾再細篩，分礫石(大於2mm)、極粗沙(2-1mm)、粗沙(1-0.5mm)、中沙(0.5-0.25mm)、細粉粒(0.005-0.002mm)以及粘粒(小於0.002mm)個別篩出。稱各分級重量，求取個別粒徑，並對全量所占的百分率($Q = \log_2 1/D$, D為粒徑，單位毫米mm)

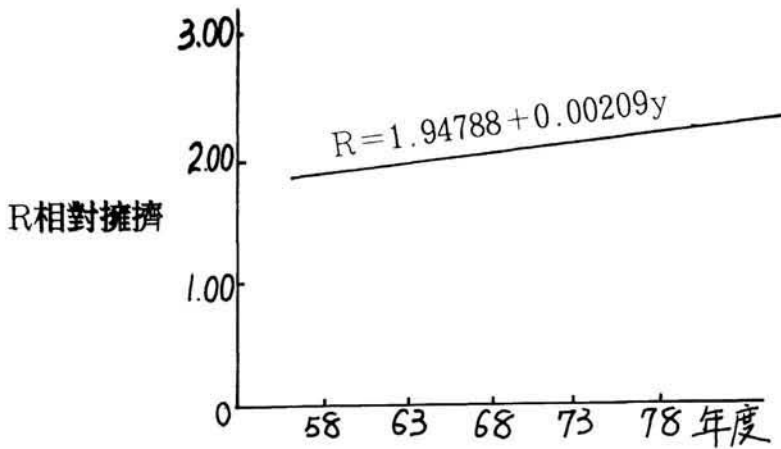
五、實驗結果

表(一)珊瑚湖台地交通流量時段相對擁擠程度計算表。

項目 結果 時間	重型車輛 總數		重型車輛 總數		輕型車輛 總數		輕型車輛 總數		車輛 總 流量 數	(單 道 位 區 面 公 積 項)	平均 T /A 量	指 數	相 對 擁 擠 程 度	總 載 重 量 (B)	(單 位 公 噸 /分 鐘)	
	單 輛 位	指 數	單 公 位 噸	指 數	單 輛 位	指 數	單 公 位 噸	指 數								
58年度 日 公路局 資 料	957	68.7	7,656	89.8	437	31.3	874	10.2	1,394	0.2316	250.04	1.00	1.00	8,530	5.90	
78	甲	55	37.9	440	71.0	90	62.1	180	29.0	145	0.2316	626.08	2.50	2.50	620	10.3
	乙	51	32.7	408	66.0	105	67.3	210	34.0	156	0.2316	673.58	2.69	2.69	618	10.3
7	丙	70	35.4	560	68.6	128	64.6	256	31.4	198	0.2316	854.92	3.42	3.42	816	13.6
18	小 計	176	35.2	1408	68.5	323	64.7	646	31.5	499	0.2316	718.19	2.87	2.87	2054	11.4
78	甲	47	29.7	376	62.9	111	70.3	222	37.2	158	0.2316	682.21	2.72	2.72	598	10.0
	乙	53	34.6	424	67.9	100	65.4	200	32.1	153	0.2316	660.62	2.64	2.64	624	10.4
8	丙	61	32.3	488	65.6	128	67.7	256	34.4	189	0.2316	816.06	3.26	3.26	744	12.4
15	小 計	161	32.2	1288	65.5	339	67.8	678	34.5	500	0.2316	719.63	2.87	2.87	1966	10.9
78	甲	51	29.0	408	62.0	125	71.0	250	38.0	176	0.2316	759.93	3.04	3.04	658	11.0
	乙	56	33.7	446	67.1	110	66.3	220	32.9	166	0.2316	716.75	2.87	2.87	668	11.1
9	丙	64	32.8	512	66.1	131	67.2	262	33.9	195	0.2316	841.97	3.37	3.37	774	12.9
28	小 計	171	31.8	1368	65.5	366	68.2	732	34.7	537	0.2316	772.88	3.09	3.09	2100	11.6
78	甲	50	27.6	400	60.4	131	72.4	262	39.6	181	0.2316	781.52	3.13	3.13	662	11.0
	乙	55	31.8	440	65.1	118	68.2	236	34.0	173	0.2316	746.98	2.99	2.99	676	11.3
10	丙	70	35.9	560	69.1	125	64.1	250	30.9	195	0.2316	841.97	3.37	3.37	810	13.5
9	小 計	175	31.9	1400	66.2	374	68.1	748	34.8	549	0.2316	790.16	3.16	3.16	2148	11.9
78	甲	61	28.9	488	61.9	150	71.1	300	38.1	211	0.2316	911.05	3.64	3.64	788	13.1
	乙	62	32.3	496	65.6	130	67.1	260	34.4	192	0.2316	829.02	3.32	3.32	756	12.6
11	丙	82	37.8	656	70.8	135	62.2	270	29.2	217	0.2316	936.96	3.75	3.75	926	15.4
12	小 計	205	33.1	1640	66.4	415	66.9	830	33.6	620	0.2316	829.34	3.57	3.57	2470	13.7
78	甲	60	38.7	480	71.6	956	61.3	190	28.4	155	0.2316	669.26	2.68	2.68	670	11.2
	乙	72	34.0	576	67.3	140	66.0	280	32.7	212	0.2316	915.37	3.66	3.66	856	14.3
12	丙	92	38.0	736	71.0	150	62.0	300	29.0	242	0.2316	1044.90	4.18	4.18	1036	17.3
24	小 計	224	36.8	1792	70.0	385	63.2	770	30.0	609	0.2316	876.51	3.51	3.51	2562	14.2
總 合 計	1112	33.6	8896	66.9	2202	66.4	4404	33.1	3314	0.2316	794.95	3.18	3.18	13300	12.3	

表(二)珊瑚湖區相對擁擠程度迴歸直線計算表

年 度 y	相對擁擠程 度 (R)	dy = y - \bar{y}	dR = R - \bar{R}	dr · dR	dr ²	dR ²
58	1.00	-10	-2.09	20.9	100	4.3681
78	3.18	10	2.09	20.9	100	4.3681
$\epsilon = 136$ $\bar{y} = 68$	$\epsilon R = 4.18$ $\bar{R} = 2.09$	$\epsilon dr = 0.0$	$\epsilon dR = 0.0$	$\epsilon dr \cdot dR = 4.18$	$\epsilon dr^2 = 200$	$\epsilon dR^2 = 8.7362$



$$R = a + by \therefore b = \frac{[n \epsilon drdR - \epsilon drdR]}{[n \epsilon dr^2 - (\epsilon dr^2)]} = \frac{[n(41.8) - 0]}{[n(200)^2 - (200)^2]}$$

$$= \frac{83.6}{40000} = 0.00209.$$

$$a = \bar{R} - b\bar{y} = 2.09 - (0.00209 \times 68) = 2.09 - 0.14212 = 1.94788$$

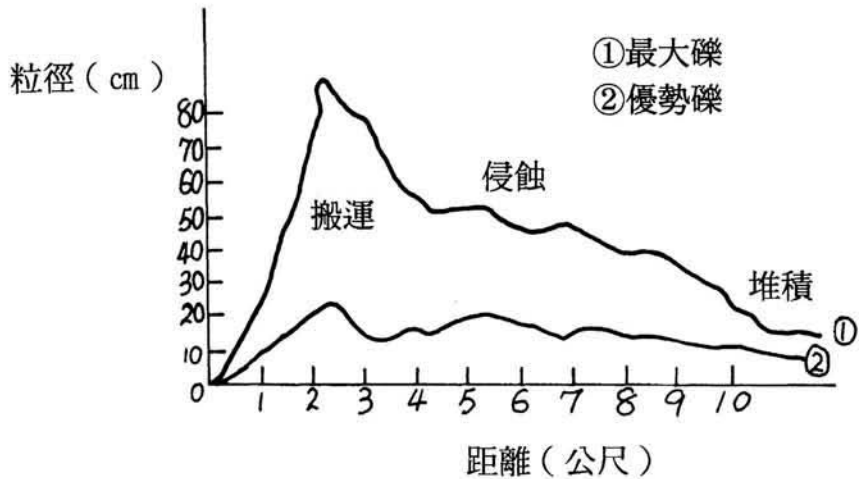
$$\therefore R = 1.94788 + 0.00209y$$

表(三) 珊瑚湖台地紅土粒度統計表

土樣編號	採集地點	PH值	P.S %					
			礫石 >2 (mm)	極粗沙 2-1 (mm)	粗沙 1-0.5 (mm)	中沙 0.5 0.25 (mm)	細粉粒 0.005 0.002 (mm)	粘粒 <0.002 (mm)
No.1	Qg	6.8	13.5	3.5	21.4	3.6	0	58.0
No.2	Ps	8.1	15.9	3.7	15.3	4.4	8.2	46.8
No.3	Rg	6.7	14.7	3.2	35.7	3.2	6.2	30.3
No.4	Rs	7.3	20.8	9.8	15.2	4.2	6.7	36.0
No.5	河床	7.3	22.3	1.3	53.1	3.1	2.7	10.2

表(四) 中港溪河段礫質河床最大礫與優勢礫的平均粒徑球形率和扁平率統計表

位置		河床					
		No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	
最大礫	平均粒徑	cm	23	50	53	90	62
		ϕ	4.12	9	9.06	9.80	9.24
	平均球形率		0.71	0.81	0.71	0.74	0.76
	平均扁平率		0.34	0.20	0.62	0.51	0.34
	平均圓磨度		0.21	0.23	0.18	0.18	0.21
優勢礫	平均粒徑	cm	6.30	9.20	8.20	9.30	8.40
		ϕ	5.96	6.42	6.27	6.43	6.30
	平均球形率		0.85	0.75	0.73	0.69	0.80
	平均扁平率		0.60	0.50	0.62	0.62	0.50
	平均圓磨度		0.21	0.19	0.18	0.17	0.19



表(五)中港溪河床床質分析統計表

土樣 編號	採集 深度 (範圍)	MD ϕ 中位數	QD ϕ 分級制	MD 算術 平均數	S 標準差	淘選 係數	歪度	PH值
No.1	Qg	7.24	3.25	3.99	1.10	0.86	0.30	6.8
No.2	Ps	6.34	4.25	4.13	1.55	0.76	0.34	8.1
No.3	Rg	7.25	3.25	4.25	1.07	0.77	0.16	6.7
No.4	Rs	6.30	4.50	4.33	0.93	0.73	0.07	7.3
No.5	河床	6.47	4.70	4.55	1.70	0.69	0.23	7.3

表(七) 測定土壤滲透快慢

土樣 名稱 刻度	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
100c.c	3分10秒	2分16秒	3分30秒	2分15秒	2分15秒
150c.c	4分5秒	4分15秒	3分40秒	3分40秒	3分08秒
200c.c	5分10秒	5分10秒	3分50秒	3分50秒	4分15秒

表(六)土壤含水層孔隙度有效空隙率

名稱 項目	礫石 砂層	粉砂	黏土
重量	50 g	50 g	50 g
烘乾量	40.3	38.8	44.2
含水量	19 %	22 %	21 %
有效 空隙率	0.20	0.18	0.05

六、討論

- (一)珊瑚湖台地應分為九芎林台地、珊瑚湖台地（最大）、斗煥坪台地，上層為礫石層，下層為黏土層。黏土層不透水（圖一），上下砂岩頁岩互層甚簿。砂岩由卓蘭層組成。礫石層之下砂岩孔隙度皆微小，非良好之含水層，表層的土質鬆軟，透水性良好，連日霪雨，水冲刷而下，可能深度遇岩盤，由於透水性差造成地滑。
- (二)調查珊瑚湖車子流量中，每小時交通量T和道路A之比值（表一），相對擁擠程度顯示每分鐘約12.3公噸，力量相當驚人。交通量擁擠和經濟成長相關，人口增加是造成擁擠原因。本區是對外聯絡通衢道路，尤其尖峰段，上下班車子下壓重量不易分散，又因人民出外旅遊著重輕便型。道路受擠壓力摺曲，向兩邊側壓而使地朝向河邊凸質塌陷移滑。

(三)由九芎林台地至內灣橋下，計採樣本五處，粒徑分布在2.64~8.82間，平均中數在6.8，極大值與極小值差平均 ϕ 0.17，是普通淘選，歪度平均0.22受流水會流影響。珊瑚湖台地河床表層中最大礫及優勢礫則採抽樣測其長、中、短徑（表四）。最大礫的粒徑平均達55公分，屬中巨礫級。優勢礫的平均粒徑8.82公分，屬中礫，其粒徑因搬運磨蝕的耗損機率高，大礫因受蝕順流減少較小至相當距離一致。球形率在0.69~0.81間，平均0.74屬半圓粒，隨河距變化不明顯。扁平率優勢礫粒徑易搬運，易生轉動滑移形式。

七、結論

- (一)珊瑚湖台地由卓蘭層組成，在構造上大部分是紅土礫石、石英砂岩、石質砂岩及頁岩等。傾斜是互層的沈積岩，容易發生下坡運動，如岩滑、土流、落盤、碎石滑落等情事，尤其遇豪雨而為觸發災變焦點。上層受雨水滲透軟化如泥漿，至此岩層整個滑下。又珊瑚湖東邊靠中港溪，此處曲流旺盛，下層黏土又夾有砂岩頁岩及泥質砂岩，不透水受河流切蝕（圖一），使基腳無法承受重力作用導致崩滑。
- (二)由分析結果顯示，河川堆積物因是土砂礫的集合點，砂礫堆積在坡度陡的河床上小砂丘狀地形。最大礫和優勢礫沈積應是不同流水條件堆積結果。在作紅土粒度分析實驗時，其沈積快速，沈積後管中水柱已無法懸浮土粒存在。野外工作時已注意觀察珊瑚湖台地紅土和礫層接觸帶多半有小礫石存存應為水流沈積。又流水淘選結果，中港溪河系中砂泥質河道坡降平緩呈曲流類型。最大礫及優勢礫粒徑相接近，礫石轉為砂泥質，由粒度分析看底下應有礫質沈積才對，又較低為南北兩側均為斷層線使之陷落而成，粒度大小分類並無垂直或水平漸粗細之意（昔日崩滑遺跡）。
- (三)今昔差異大，人車增加了，房屋蓋起大樓，填土換新生地。從

馬路土質結構看(表八)，新土鬆軟，粉粒大地下水流動，尤其洪水來臨容易帶動一些泥土，形成空中走廊，又由於抽取地下水源，黏土層厚度大而軟弱，至外力承受不住往外擁移造成土流。

表(八) 道路土質結構

土 壤 特 性	舊 有 土 壤	新 填 土 壤
顏 色	較深呈黃褐色	較淺呈土黃色
土 壤 成 分	黏土、小石頭、碎屑	礫石、磚塊、粗細砂
顆 粒	較 小	較 大
黏 結 性	較強(不易剝落)	較弱(用手可擦成浮狀)
硬 度	較 硬	較 鬆
隙 縫	很小(聚緊密)	很大(疏鬆)
透 水 性	比河沙差	比黏土好

八、參考資料

- (一)人文地理學 何金鑄編 中國文化學院
- (二)台北盆地的地層下陷 楊萬全著 中華學術院
- (三)濁水溪流域的地形學計量研究 鄧國雄、張瑞津、黃朝恩等著 台灣文獻
- (四)台灣地形 林朝榮編 台灣省通志稿
- (五)自然地理學 何金鑄編 中國文化學院
- (六)中港溪水文污染暨其防治探討 鍾文治著
- (七)小地形學 鄒豹君著 台灣開明書局
- (八)地形學 盧秀如譯 中國文化大學

(九)大溪河階群地形特徵的研究 許民陽著 師大地理系
(十)台灣地理概論 石再添主編 中華書局

評語

本作品係探討苗栗珊瑚湖地滑之原因，研究結果發現岩層（紅土礫石、砂岩及頁岩）之傾斜加上豪雨之發生是造成地滑之主要原因，另外交通流量之逐年增大亦有若干影響，本作品作者共七人實有團隊精神且多次赴野外考察實地了解地滑情形，製作過程考慮相當週詳。