

立霧溪河流特性之研究

國小教師組地球科學科第二名

花蓮市中正國民小學

作者：湯蔓嫻、謝湘榮

一、研究動機

立霧溪位於台灣中部，流域內地形陡峻，除了水力充沛之外，更是名聞遐邇的觀光勝地，由於流域內雨量豐富，上游支流甚多，目前溪畔設有主壩，並在下游設川流式取水壩（砂卡礑壩），截溪畔廠之尾水供應立霧電廠利用。

台灣地層經過長期的造山運動，拱陸曲隆，地盤大量隆起，河川侵蝕作用劇烈、地層下切、峽谷遍佈，掘鑿曲流、沖積扇、山崩等地形處處可見，立霧溪即是一大代表。由於本區地屬花蓮近郊，故為一值得研究的鄉土教材，盼對本流域之河流特性有一份較詳細之研討，俾作日後景觀維護，地形研究及教學之參考。

二、研究目的

- (一)利用等高線圖及野外實察，瞭解鄉土景觀及認識河流。
- (二)現況分析：高度、坡度、相對高度之計測。
- (三)分析流域內之地質構造。
- (四)研究本流域之水文，深入瞭解河流特性。
- (五)探討本流域內之氣象概況及植物生長情形。

三、研究器材

(一)聯勤 $\frac{1}{50,000}$ 花蓮縣地形圖。

(二)經濟部礦業司 $\frac{1}{250,000}$ 台灣地質圖。

(三)描圖紙、針筆、圓規。

(四)求積儀。

(五)花蓮縣 $\frac{1}{150,000}$ 等高線圖。

四、研究方法

(一)由花蓮縣誌得概略性資料後，再做野外實察，並以五萬分之一的等高線圖互相比照，瞭解流域內河流概況、地質、植物分佈情形，對較具特色的地區，拍照留存，並繪出流域概圖（如圖一：立霧溪流域圖）。

(二)高度計測：

1.以五萬分之一地形圖中每方格（ 1km^2 ）之交叉點為測定點，總共得709點，分別標明其海拔高度，依 $0\sim 100\text{m}$ 為一級， $100^+\sim 200\text{m}$ 為二級，餘者類推，將高度區分為三十七級，按測定之級數填入圖上，作成高度統計表。

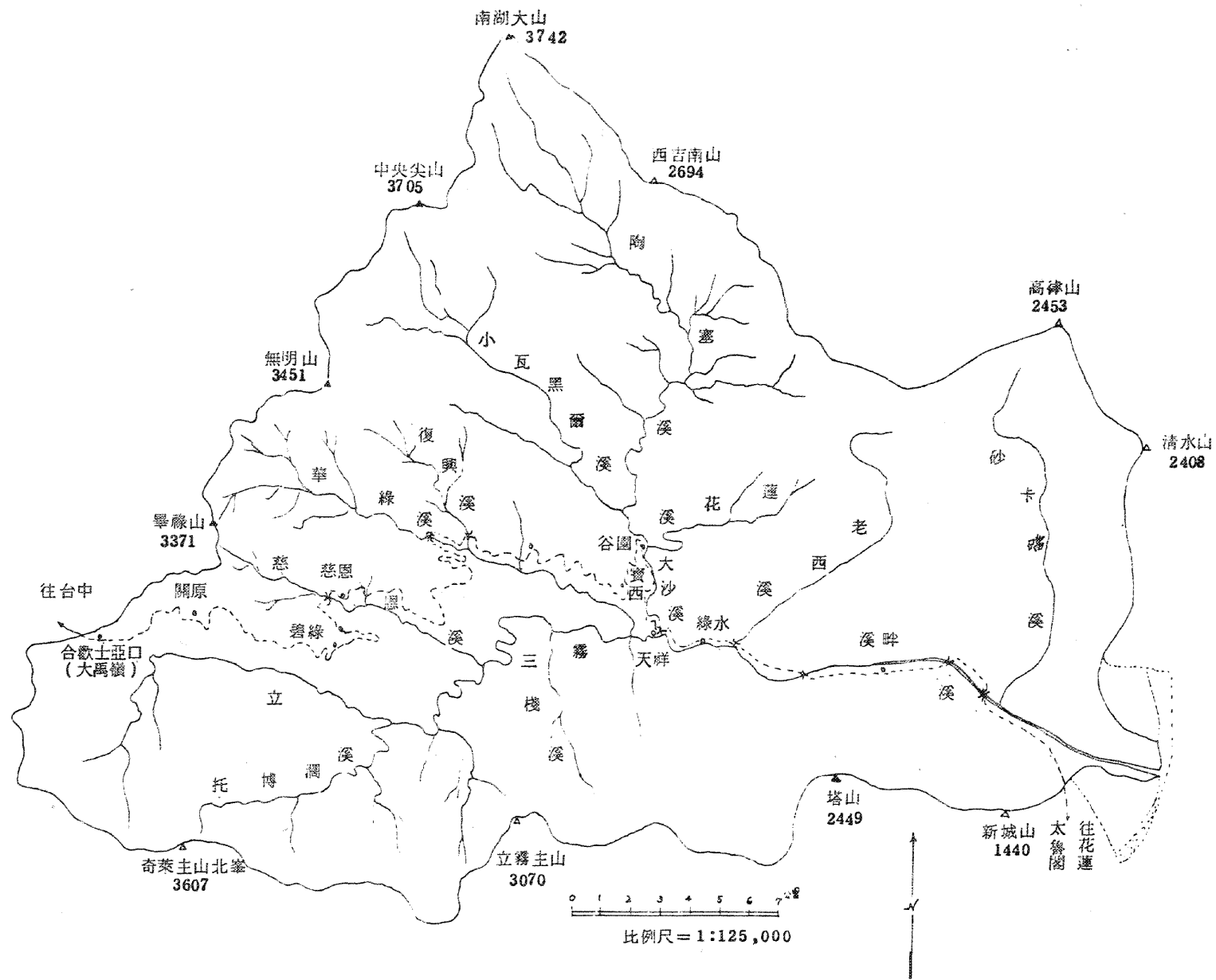
2.地形實測研究：

立霧溪位於花蓮北境，北鄰大濁水溪流域，南接三棧溪及花蓮溪流域，西隔中央山脈與大甲溪和濁水溪流域為鄰。

立霧溪主流發源於中央山脈之合歡山東峯及奇萊主山，北峯之間呈順向河，沿急峻溪谷東下，匯集大小各支流，經太魯閣峽谷於新城附近注入太平洋，主要支流有砂卡礑溪、老西溪、陶塞溪、小瓦黑爾溪、托博潤溪等，除砂卡礑溪和老西溪外，其他各支流均於天祥上游呈扇狀分佈。本流域面積 616.3km^2 ，河流流路全長 58.37km ，地層大部份屬於先第三級大南澳片岩山地。

本溪南岸支流均甚短，流路中常見瀑布，中游「太魯閣峽谷」的千尺絕壁（岩層以變質石灰岩為主）令人嘆為觀止，若以天祥為界，則內太魯閣峽谷—燕子口的「大斷崖」氣勢雄偉，最引人入勝，一般來說，本區內地層褶曲活動旺盛，且片岩之節理發達，故崩坍處處可見。

3.依高度分級統計表，繪成高度圖，以概觀高度分佈情形。



立霧河流域圖

(圖一)

(三)坡度計測：

- 1.以上述每方格之交叉點爲測定點，繪一直徑 1 cm (實長 250 cm) 圓圈，計算圈內通過的等高線數，通過一條爲一級，兩條爲二級，餘者類推。
- 2.再以水平距離與垂直高差用三角函數法求出角度共 21 級。
- 3.由函數關係求得之坡度，以 1 級 $4^{\circ}34'$ ，2 級 $9^{\circ}05'$ ，餘者類推製成坡度圖。
- 4.地形實測研究：

立霧溪坡度分布與高度分布有相反之勢，高度爲西高東低，地勢向東傾，坡度卻有東陡西緩的情形，各河道兩側坡度較大，此乃受本區峽谷地形發達的影響。

(四)相對高度計測：

- 1.以五萬分之一地形圖中，每一方格 (實爲 1 km^2) 爲測定範圍，每方格佔有一半以上面積者取之，不足者捨之，共得 709 個方格。
- 2.找出每方格中最高與最低點，其高度差即爲相對高度。
- 3.依 $0 \sim 50 \text{ m}$ 爲一級， $50^+ \sim 100 \text{ m}$ 爲二級，餘者類推，共分 24 級。
- 4.製成統計圖表。
- 5.地形實測研究：

以分級圖看，十三級 ($600 \sim 650 \text{ m}$) 相對高度分佈最多，集中於東北側老西溪和陶塞溪河谷，及西側合歡東坡畢祿山、東北坡等地，四級相對高度，遍布於托博濶溪畔，五六級相對高度較零散，而太魯閣峽谷中相對高度大而且集中是爲特色。

(五)立霧河流域氣象統計與分析：

- 1.收集台灣電力公司在立霧河流域的合歡垵口、洛韶、綠水、溪畔四個氣象測站所測得的降雨資料，近五年 ($1979 \sim 1983$ 年) 的各月平均雨量及降雨日數。
- 2.立霧河流域綠水站測得之蒸發量統計 ($1979 \sim 1983$)。
- 3.統計綠水觀測站近 28 年 ($1956 \sim 1983$) 相對濕度之月平

均。

- 4.統計綠水觀測站近五年的氣壓記錄。
- 5.由綠水觀測站測得之水溫，統計近五年之平均。
- 6.綠水站歷年之最高、最低氣溫總平均（1954～1983）。
- 7.綠水觀測站1954～1983年各月平均氣溫。
- 8.綠水觀測站近五年之風速統計表。
- 9.綠水站於1979～1983年各月份出現最多風向統計。
- 10.綠水站於1979～1983年各年流量統計。

(六)立霧溪流域河流概況（各主支流長度及流域面積、河階）探討。

五、研究結果

(一) 1.從四—(二)高度計測得到立霧溪流域高度統計表。

2.利用 $M = \frac{f_m p}{N}$ 的公式，找出 M 為17.94級（2434.27 m）。

3.利用 $Md = L + \frac{\frac{N}{2} - F_1}{f} i$ 的公式計算，找出 Md 為17.98級（1700.63 m）。

4.利用 $Q_1 = L_1 + \frac{1}{f_1} \left(\frac{1}{4} N - F_1 \right)$

$$Q_3 = L_3 + \frac{1}{f_3} \left(\frac{3N}{4} - F_3 \right)$$

$$QD = \frac{Q_3 - Q_1}{2}$$

上述各項公式，分別算出 Q_1 為12.76級（1276.09 m）， Q_3 為25.82級（2481.90 m），得到 QD 為6.53級（602.91 m）， $M \pm QD$ 為2434.27 m～602.9 m。

5.根據高度統計表，繪出立霧溪的高度統計圖。

(二) 1.從四—(三)坡度計測得到立霧溪流域坡度統計表。

2.利用五—(一)—2、3、4之公式分別算出 Q_1 為8.25級（

級數	高 度 (m)	次 數	%	累加%
1.	0 — 100	18	2.5	2.5
2.	100 ⁺ — 200	5	0.7	3.2
3.	200 ⁺ — 300	2	0.3	3.5
4.	300 ⁺ — 400	4	0.6	4.1
5.	400 ⁺ — 500	8	1.1	5.2
6.	500 ⁺ — 600	12	1.7	6.9
7.	600 ⁺ — 700	12	1.7	8.6
8.	700 ⁺ — 800	13	1.8	10.4
9.	800 ⁺ — 900	17	2.4	12.8
10.	900 ⁺ — 1000	17	2.4	15.2
11.	1000 ⁺ — 1100	23	3.2	18.4
12.	1100 ⁺ — 1200	29	4.1	22.5
13.	1200 ⁺ — 1300	23	3.2	25.7
14.	1300 ⁺ — 1400	35	4.9	30.6
15.	1400 ⁺ — 1500	29	4.1	34.7
16.	1500 ⁺ — 1600	42	5.9	40.6
17.	1600 ⁺ — 1700	26	3.7	44.3
18.	1700 ⁺ — 1800	40	5.6	49.9
19.	1800 ⁺ — 1900	40	5.6	55.5
20.	1900 ⁺ — 2000	50	7.1	62.6
21.	2000 ⁺ — 2100	33	4.7	67.3
22.	2100 ⁺ — 2200	42	5.9	73.2
23.	2200 ⁺ — 2300	30	4.2	77.4
24.	2300 ⁺ — 2400	30	4.2	81.6
25.	2400 ⁺ — 2500	23	3.2	84.8
26.	2500 ⁺ — 2600	23	3.2	88
27.	2600 ⁺ — 2700	23	3.2	91.2
28.	2700 ⁺ — 2800	14	2.0	93.2
29.	2800 ⁺ — 2900	15	2.1	95.3
30.	2900 ⁺ — 3000	6	0.8	96.1
31.	3000 ⁺ — 3100	12	1.7	97.8
32.	3100 ⁺ — 3200	7	1.0	98.8
33.	3200 ⁺ — 3300	4	0.6	99.4
34.	3300 ⁺ — 3400	1	0.1	99.5
35.	3400 ⁺ — 3500	0	0	99.5
36.	3500 ⁺ — 3600	0	0	99.5
37.	3600 ⁺ — 3700	1	0.1	99.6
合計		709	99.6	99.6

[illegible]

$33^{\circ}37'$), Q_3 爲 12.21 級 ($44^{\circ}40'$), QD 爲 1.98 級 ($5^{\circ}17'$), $M \pm QD$ 爲 $36^{\circ} \sim 5^{\circ}17'$ 。

3. 根據坡度統計表, 繪出立霧溪流域的坡度統計圖。

級數	坡 度	次 數	%	累 加 %
0.	0°	14	2.0	2.0
1.	$4^{\circ}34'$	2	0.3	2.3
2.	$9^{\circ}05'$	0	0	2.3
3.	$13^{\circ}30'$	1	0.1	2.4
4.	$17^{\circ}45'$	5	0.7	3.1
5.	$21^{\circ}48'$	12	1.7	4.8
6.	$25^{\circ}38'$	41	5.8	10.6
7.	$29^{\circ}15'$	75	10.6	21.2
8.	$32^{\circ}37'$	109	15.4	36.6
9.	$35^{\circ}45'$	101	14.2	50.8
10.	$38^{\circ}40'$	99	14.0	64.8
11.	$41^{\circ}38'$	76	10.7	75.5
12.	$43^{\circ}50'$	64	9.0	84.5
13.	$46^{\circ}07'$	33	4.7	89.2
14.	$48^{\circ}14'$	29	4.1	93.3
15.	$50^{\circ}12'$	21	3.0	96.3
16.	52°	11	1.6	97.9
17.	$53^{\circ}40'$	7	1.0	98.9
18.	$55^{\circ}13'$	3	0.4	99.3
19.	$56^{\circ}40'$	2	0.3	99.6
20.	58°	3	0.4	100
21.	$59^{\circ}20'$	1	0.1	100.1
合計		709	100.1	100.1

(三)從四—(四)相對高度計測得到立霧溪流域相對高度統計表。

利用前述公式，找出 M 為13.14級(629.83m)， Md 為13.10級(610.28m)， Q_1 為11.32級(515.99m)， Q_3 為15.16級(707.09m)， QD 為2.92級(95.55m)。故 $M \pm QD$ 為629.83m ~ 95.55m。

級數	相 對 高 度 (m)	次 數	%	累 加 %
0.	0 — 20	9	1.3	1.3
1.	20 ⁺ — 50	1	0.1	1.4
2.	50 ⁺ — 100	1	0.1	1.5
3.	100 ⁺ — 150	1	0.1	1.6
4.	150 ⁺ — 200	0	0	1.6
5.	200 ⁺ — 250	3	0.4	2.0
6.	250 ⁺ — 300	0	0	2.0
7.	300 ⁺ — 350	7	1.0	3.0
8.	350 ⁺ — 400	21	3.0	6.0
9.	400 ⁺ — 450	49	7.0	13.0
10.	450 ⁺ — 500	58	8.2	21.2
11.	500 ⁺ — 550	86	12.1	33.3
12.	550 ⁺ — 600	88	12.4	45.7
13.	600 ⁺ — 650	97	13.7	59.4
14.	650 ⁺ — 700	54	7.6	67
15.	700 ⁺ — 750	62	8.7	75.7
16.	750 ⁺ — 800	51	7.2	82.9
17.	800 ⁺ — 850	31	4.4	87.3
18.	850 ⁺ — 900	26	3.7	91
19.	900 ⁺ — 950	26	3.7	94.7
20.	950 ⁺ — 1000	14	2.0	96.7
21.	1000 ⁺ — 1050	10	1.4	98.1
22.	1050 ⁺ — 1100	8	1.1	99.2
23.	1100 ⁺ — 1150	4	0.6	99.8
24.	1150 ⁺ — 1200	2	0.3	100.1
合計		709	100.1	100.1

(四)把立霧溪流域合歡埡口、洛韶、綠水、溪畔四個測站的近五年降雨日數及降雨量繪成曲線圖以資比較。

(五)從統計分析中得知本流域主要降雨季節是每年的五月到九月，以上游地區降雨較多。而每年的12月至翌年2月蒸發量較低，6~9月較高，氣壓的平均值為719.4mb。4月~11月的相對濕度在71%~81%左右，是個很好的避暑勝地；流域內平均風速0.38 m/s~0.47 m/s，多吹NE方向的風。加上剩水量多，水力充沛是一條值得多加利用的河流，可以增設電廠以廣闢電力來源。

六、結 論

- (一)立霧溪流域的河階是重要的景觀，如太魯閣附近，立霧溪兩岸的羅前，富世河階群，西寶河階等；岩層屬於古生代晚期至中生代早期之岩層，即大南澳片岩，本流域之主要岩類有黑色片岩，綠色片岩、砂質片岩、結晶石灰岩、片麻岩、輝綠岩、石英及方解石之岩脈浸染，表上非常淺薄，河階之主要成分為砂和黏土，以及扁平圓礫石或亞角礫石等，常受石灰質溶液之滲入而緊密膠結，礫石大小以礫徑10~20公分左右者居多，亦有更大者。中上游一帶河床堆積物含砂較多，以礫徑20~30公分之大礫石為主。
- (二)綜合各種資料可知，立霧溪流域位於脊樑山脈主分水嶺東坡，高度及坡度都很大，由於本流域居於全島之中央位置，受長期造山曲隆之影響，地盤隆起量最大，由高度計測得知本流域之平均高度為2434.27m，平均坡度為36°，平均相對高度為629.83m，從河床的劇烈下切，及河階上的堆積物來判斷，立霧溪屬於幼年期之先行谷。

七、參考資料

(一)地形學講義 中山科學大辭典 商務 p207~238
62.12. 初版

(二)普通地質學 何春蓀著 五南圖書出版公司 73.7 修訂初版

評 語

本研究作者親自調查立霧溪之坡度、流量、曲度，並考慮地質氣象等因素，對立霧溪之影響。

在地形上，高度與坡度之分類研究過細，似可再加以改進。