

恆春半島四重溪畔橫臥褶皺露頭之研究

國中教師組地球科學科第二名

高雄市立德國中

作者：李堂福、林明良



一、研究動機

在一項南台灣恆春半島的採集活動中，很難得地目睹了一處生平難得一見，且極具奇特美麗紋理的褶皺露頭，如（照片一）。對於這個位處四重溪，溪谷曲流外灣侵蝕區的褶皺，其奇特的外形及如何形成？使我們產生莫大的興趣，於是數度回到此露頭區，做一詳細的勘察與探究。

二、研究目的

探討褶皺奇特的外形與成因，並藉以推論古大陸海岸斜坡之可能方向。

三、研究設備器材（略）

四、研究方法與過程

(一) 相關之重要引言

1 地理背景

(1)位置：約位於緯度 $22^{\circ}, 4', 30''$ ，經度 $120^{\circ}, 46', 00''$ 。

(2)交通：

(3)景觀：

2 地質背景：

(1)地質概述：四重溪位於恒春半島的西坡，而民國63年台灣地質調查所詹新甫先生定名了一個地層，叫墾丁層，此層出露在恒春半島的西半部。本層位於歐亞大陸板塊之上，也就是台灣二個板塊界線的西側呈北北東方向延展。墾丁層位於未受變質的中新世岩層上，並且沿着這些岩層延展。

(2)構造特性：根據詹新甫先生及美國史丹佛大學構造地質教授裴其先生（Benjamin M. Page）來台實地調查證實墾丁層就是一種混同層或傾瀉層，裴其教授主張，凡是有各類岩塊混雜在泥質填充物中的岩層都叫做混同層，傾瀉層是專指由海底大規模山崩動作所造成的混同層，除了崩瀉作用外，混同層尚可以由大規模逆掩斷層的推磨或強大壓力的擠壓所成的破碎岩塊造成。

(3)主要岩石之系統性質：墾丁層由泥岩、頁岩及砂岩之薄互層構成其特色在含有外種外來岩石之巨塊，墾丁層內各岩石之比例，隨地而異，就四重溪來說砂岩、頁岩之薄互層有最明晰之剖面，而本露頭為砂岩較薄頁岩較厚的互層。

(二)野外實地地質勘測。

(三)依據勘測所得事實加以分析推論。

(四)測量所得數，據以電腦分析作業方式，驗證推理的可靠性。

(五)岩層受力的分析：

將測量數據輸入電腦，分成二部份以力的分析 ρi 圖，分別分析出岩層受力的方向，如後所示：

1 岩層走向 ρi 圖的電腦分析結果：

(1) ρi 圖中，多數點集中的指向，為東北偏東的方向，此即為岩層之面向。

(2)與面向垂直的方向，即為所求岩層之走向約為 $N 24^\circ W$ 。

2 岩層受力方向 ρi 圖的電腦分析結果：

(1) ρi 圖中多數點集中於左下及左上二處，此二處與圓心之夾角分、角線，所分成之角，應小於 75° 。

(2)此分角線之指向，即為受力之方向，為東北西南方向。

(六)古大陸斜坡方向之推論：

由前述多方面的分析推理，本褶皺露頭的原始岩層，在沉積之同時，由古大陸海岸斜坡上滑落，既為滑落，則不論其為重力自由滑落，或因其它不可知的外力作用而滑落，其運動路徑仍是相同的沿着古大陸斜坡滑落。當一個物體由斜面上滑落時，其所受主要的力有二：一為下滑力，一為接觸面的阻力，即磨擦力。下滑力若為自由落體時，即是重力在斜面上的分力。若非自由落體，則下滑力即為外力與重力在斜面上分力之合力。而下滑力與磨擦力均為與斜面平行之力，其力的方向即為斜坡之方向。(面向)

據此我們以電腦分析所得岩層受力的方向為東北西南，推論之古大陸海岸斜坡之方向可能為東北西南。

五、實驗結果：結論與檢討

(一)四重溪溪谷曲流外灣侵蝕區，所出露的露頭區，其整體原是一個砂、頁岩互層的沉積層，具有相當的厚度與面積，由古大陸

斜坡上傾瀉滑落，而成一向斜褶皺。其褶脊部份由於長時間的風化、崩落及四重溪的侵蝕，出露成現今的露頭，平均岩層的走向為西北方向 $N 24^{\circ} W$ ，傾角為往西傾約 40° 。

(二)露頭區中所出露的封閉性橫臥褶皺是一個因受擠入作用而在局部發展的獨立褶皺，由砂岩上所得的振盪波紋記號知褶皺中心為年青的岩層，此一局部褶皺的形成時期為柔軟可塑性狀態。

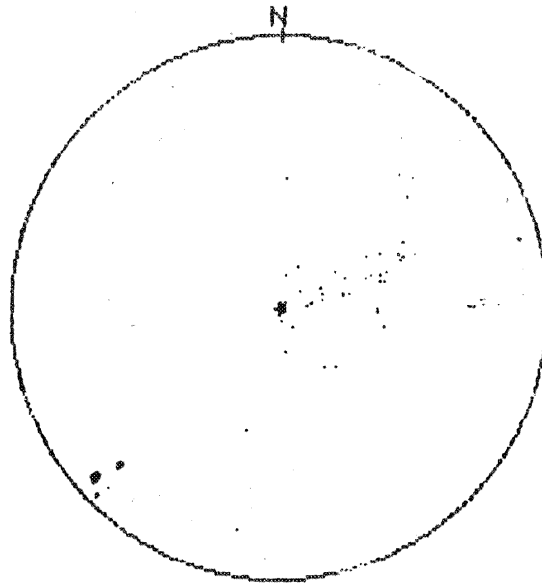
(三)全區為砂岩、頁岩互層系統、砂岩薄，頁岩厚，並有少數巨大之外來岩塊，互層中並見少數方解石礦脈，本區為墾丁層混同岩體之部份出露。

(四)局部褶皺露頭節理數量甚多，這些節理可能在滑落傾覆的當時所造成，由數據分析知當初岩層所受的力可能有本身重量之重力，及滑落加速度、摩擦力，及地槽之抗力。另外可能是地槽內充填物的邊界限制力，也造成二邊所受之水平壓力。

(五)由測量所得諸節理，利用電腦分析出原始岩層，當初受力的方向為東北方向，此方向經推論為古大陸斜坡之可能方向。亦即為東北西南方向。

(六)節理測量採取樣的方法，可能造成不精確，但露頭岩層傾斜太大，且又極鬆動，攀登困難危險，此為遺憾為地方。

(七)相關勘測地區的範圍，如果再擴大，則所得的，可能更有利於推論古大陸斜坡方向的準確性。

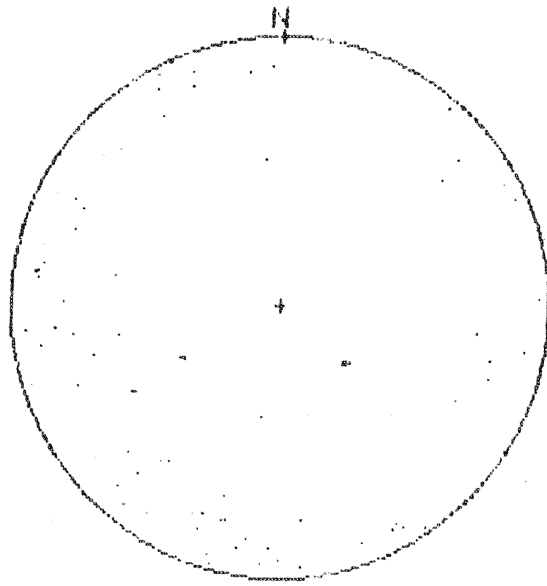


岩層走向的pi圖

(走向，傾角)
(strike, dip)

岩層走向數據資料

(n48w, 56sw)	(n44w, 58sw)	(n30w, 31sw)
(n70e, 00nw)	(n54w, 00sw)	(n16e, 02nw)
(n40w, 08sw)	(n04w, 08sw)	(n10w, 10sw)
(n40e, 02nw)	(n56e, 07nw)	(n82e, 04nw)
(n18w, 28sw)	(n80e, 13nw)	(n72w, 10sw)
(n42w, 03sw)	(n12w, 22sw)	(n10w, 13sw)
(n15w, 32sw)	(n24w, 40sw)	(n20w, 30sw)
(n28e, 00nw)	(n12e, 02nw)	(n25w, 14sw)
(n00e, 24nw)	(n22w, 40sw)	(n02e, 30nw)
(n42w, 02sw)	(n10w, 10sw)	(n20w, 14sw)
(n68w, 14sw)	(n75w, 38ne)	(n80w, 10sw)
(n00w, 30sw)	(n14w, 33sw)	(n87w, 40sw)



岩層受力的方向分析圖

(走向, 傾角)
(strike, dip)

節理數據資料

(n80w, 34ne)	(n20e, 90se)	(n84e, 46se)
(n68w, 72ne)	(n44e, 72se)	(n88e, 78se)
(n80w, 90ne)	(n55e, 90nw)	(n80w, 90ne)
(n80e, 74nw)	(n25w, 90ne)	(n60w, 90ne)
(n70w, 90ne)	(n00e, 90se)	(n56e, 90se)
(n88w, 78ne)	(n26e, 82se)	(n65e, 89se)
(n26e, 70se)	(n70w, 70ne)	(n25e, 63se)
(n08w, 66ne)	(n76w, 70ne)	(n10e, 52se)
(n40e, 90se)	(n85e, 85nw)	(n00e, 90se)
(n08e, 90se)	(n70w, 90ne)	(n00e, 90se)
(n00e, 90se)	(n10e, 90se)	(n70w, 90ne)
(n55w, 60ne)	(n40e, 76se)	(n70w, 76ne)

六、參考資料

- (一)台灣地質概論—台灣地質圖說明書，中華民國經濟部 1975 年 12 月出版。
- (二)台灣地體構造的演變—台灣地體構造圖說明書，中華民國經濟部 1982 年 7 月出版。
- (三)構造地質學—An Outline of Structural Geology.
作者：Bruce E. Hobbs, Winthrop D. Means, Paul F. Williams. 譯述者：吳柏裕，出版：科技圖書股份有限公司，1983 年 5 月初版。
- (四)中山科學大辭典—第六冊—地球科學，主編：林朝榮，出版：台灣商務印書館，1980 年 11 月二版。
- (五)大學地質學課本第三冊，P.672 ~ P.685。
- (六)Foundations of structural Geology. P.8- P.15
- (七)Relationship of Geologic structure to Topography.
P.339 - P.359.
- (八)Structural Geology. 作者：Marland P. Billings
南山堂出版社，1972 年出版。

評語：作者研究恒春半島四重溪畔橫臥褶皺形成之情形富有創意，作者對構造地質方向十分了解，並列舉甚多之參考文獻，作者係農學院畢業但對地質方面努力自學頗值嘉許。