

投稿類別：地球科學類

篇名：

藉由臺灣東北角海岸的地質結構探討當地的地質歷史

作者：

吳欣俞。國立台南第一高級中學。高二 19 班

指導老師：

施怡如 老師

壹、前言

臺灣，舊稱「福爾摩沙」，東臨太平洋，西隔臺灣海峽與歐亞大陸相望，位於琉球群島與菲律賓群島之間，屬於東亞島弧。楊昭男（1995）指出：「**地處歐亞大陸板塊與菲律賓海板塊的碰撞帶前緣，擁有造山帶的各種構造特徵，可謂研習地質構造者的天堂。**」尤其是臺灣東北角，除了因板塊擠壓及造山運動所形成一系列的褶皺及逆斷層外，更因後期的擴張，在原有的地質構造線上產生張力作用，以致地質更趨複雜，包含「**3千多萬年前的古老沉積岩及其變質岩的石英岩與硬頁岩等岩層，以及約百萬年前由基隆火山活動所形的火山岩**」（莊文星，2012）。為重建臺灣東北角的地質歷史，在2019年4月29和30兩日，於鼻頭角、萊萊、豆腐岬三處觀察地質結構。

一、研究目的

- （一） 觀察臺灣東北角的岩層情形與初級、次級構造。
- （二） 觀察鼻頭角之節理並探討當地地質構造的發展。
- （三） 探討鼻頭角、萊萊、豆腐岬三處岩層之間的構造關係。
- （四） 探討臺灣東北角地質的地質歷史。

二、研究方法

觀察鼻頭角、萊萊、豆腐岬等三處岩層，判斷其岩石種類、初級和次級構造之走向、傾向與傾角，並畫下當地露頭，配合地質圖研究，探討三處岩層之間的構造關係，並試著重建當地地質構造的變化與受力方向之改變。

- （一） 利用手機的GPS定位系統查詢當地的經緯度座標，並記錄之。
- （二） 觀察當地地層及露頭，判斷其地層的岩石分類。
- （三） 觀察岩石內的構造、顏色、成分、結晶，判斷其岩石種類並記錄。
- （四） 利用地質錘敲擊岩層使其層面出露，測量岩層的層面並記錄。
- （五） 將傾斜儀的一面靠著層面，調整水平儀，讀取走向。
- （六） 將夾板緊靠層面，搭配傾斜儀觀察傾向。
- （七） 將傾斜儀垂直於水平面，調整轉軸，紀錄指針上讀數，其為傾角。
- （八） 觀察地層中是否有其他初級構造，如：生物痕跡、粒級層、波痕……並於野外紀錄本記錄走向、傾向、傾角和圖像。
- （九） 觀察地層中是否有次級構造，如：節理、斷層、褶皺……並於野外紀錄本記錄走向、傾向、傾角和圖像。
- （十） 於同一岩層之不同地點再進行測量，以提高測量準確性。
- （十一） 配合地質圖與當地實測資料，重建臺灣東北地質史。

貳、正文

一、測量結果與討論

(一) 豆腐岬

1、GPS 定位系統：(E121°52'24.0'', N24°35'.0'')

2、岩石種類：板岩

3、初級構造：層理

表一：豆腐岬的層理

	走向(°)	傾角(°)	傾向
第一次	198.0	34.0	東
第二次	179.0	36.0	東
第三次	187.0	33.0	東
平均	188.0	34.3	東

(表一來源：研究者整理)

4、次級構造：節理

表二：豆腐岬的節理

	走向(°)	傾角(°)	傾向
第一次	20.0	69.0	西
第二次	24.0	65.5	西
第三次	21.3	67.0	西
平均	21.8	67.2	西

(表二來源：研究者整理)

5、圖像記錄



圖一：豆腐岬圖像紀錄

(圖一來源：研究者拍攝)

(二) 萊萊

1、GPS 定位系統： $(E121^{\circ}59'56.0'', N25^{\circ}00'10.0'')$

2、岩石種類如（表三）所示。

表三：萊萊的岩石種類

圖片				
編號	岩層 A	岩層 B	岩層 C	岩層 D
岩石分類	火成岩	變質岩	沉積岩	沉積岩
岩石種類	火山岩	變質砂岩	砂岩	泥岩
顏色	紅褐色	灰綠色	黃棕色	黃褐色
礦物組成	氧化鐵、 石英、輝石	黑雲母、石英	長石、石英	石英

（表三來源：研究者整理）

3、圖像記錄

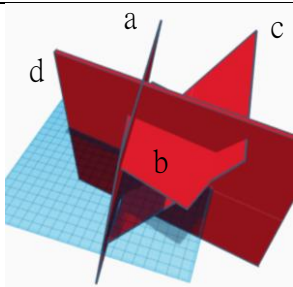
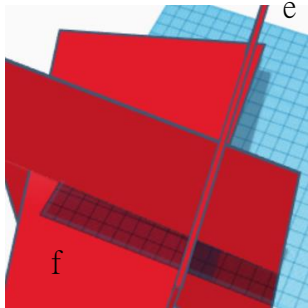
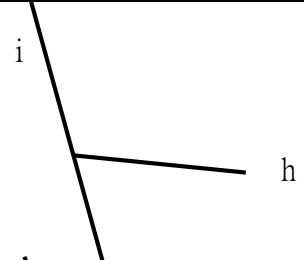
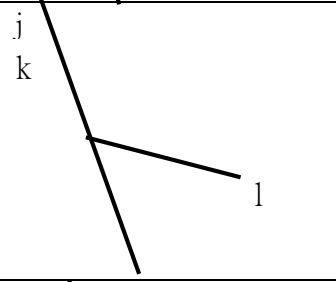
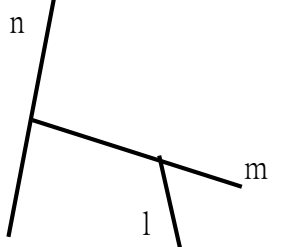


圖二：萊萊圖像紀錄

（圖二來源：研究者拍攝）

4、次級構造：節理

表四：萊萊的節理

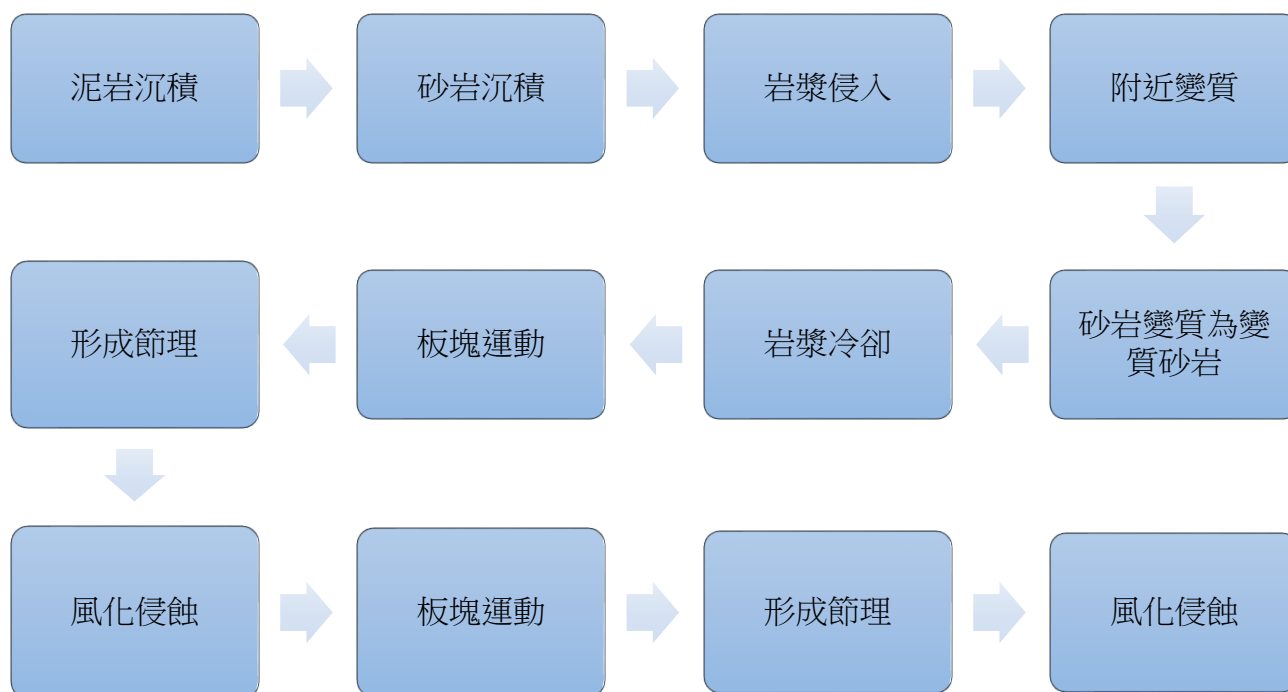
		編號	走向(°)	傾角(°)	傾向	圖示	備註
岩層 A	第一次	a	172.5	84.0	西		由圖示可知，僅編號 d 在不同平面測量。
		b	20.0	3.0	西		
		c	176.0	58.0	東		
		d	102.2	84.0	西		
	第二次	e	171.0	78.0	西		由圖示可知，e、g 和 a、d 走向相同，可能為同事件。
		f	73.0	8.0	西		
		g	92.0	79.0	西		
岩層 B	第一次	h	94.0	87.0	西		
		i	165.0	77.0	東		
	第二次	j	158.0	76.0	東		編號 j 和 k 位置雷同，可能為同一個地質事件的結果。
		k	161.0	73.0	東		
		l	101.0	85.0	西		
岩層 C		m	108.0	86.0	西		岩層 B 和此組數據在現場的分布情形類似。
		n	150.0	86.0	東		
		o	10.0	84.0	西		

(表四來源：研究者整理)

5、當地的地質事件發生順序

藉由（表三）、（表四）的數據資料可以推測得知萊萊的地質事件發生順序，並由此繪製出（圖三）：

- （1）泥岩沉積於砂岩下，由疊置定律可知，砂岩較泥岩晚生成。
- （2）火成岩侵入沉積岩，由截切定律可知，火成岩較沉積岩晚產生。
- （3）因變質砂岩僅出現在火成岩和沉積岩之交界處，且在變質砂岩與火成岩交界處有石英晶體，因此，此處的變質砂岩應是接觸變質後由砂岩所變質而成。
- （4）每個岩層中皆有一組趨近於南北向的節理和一組趨近於東西向的節理，因此，節理構造應是在火成岩侵入後才生成的。
- （5）每個岩層中至少包含了兩個節理，一組趨近於南北向的節理和一組趨近於東西向的節理，每一組的走向、傾角、傾向類似，因此這兩組主要的地質次級構造應個是由同一事件發生。且受力方向應為東北－西南向或西北－東南向。
- （6）由於當地的板塊運動和地表的風化作用，其火山岩、變質砂岩在地表上不連續，也就是說，在地表上這些構造被截成好幾部分。



圖三：萊萊的地質事件發生順序

（圖三來源：研究者繪製）

(三) 鼻頭角

1、GPS 定位系統： $(E121^{\circ}55'11.0'', N25^{\circ}07'12.0'')$

2、岩石種類：砂岩

3、初級構造：

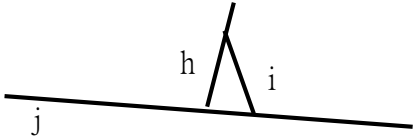
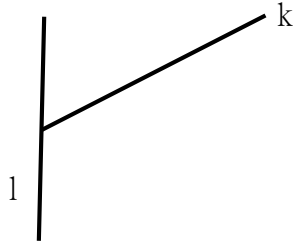
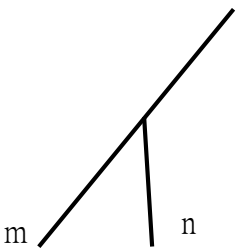
表五：鼻頭角的初級構造

層面					生痕	交錯層	粒級層
	第一次	第二次	第三次	平均			
走向(°)	59.0	65.0	63.0	62.3			
傾角(°)	2.0	1.0	8.0	3.7			
傾向	西	西	西	西			

(表五來源：研究者整理)

4、次級構造：節理

表六：鼻頭角的節理

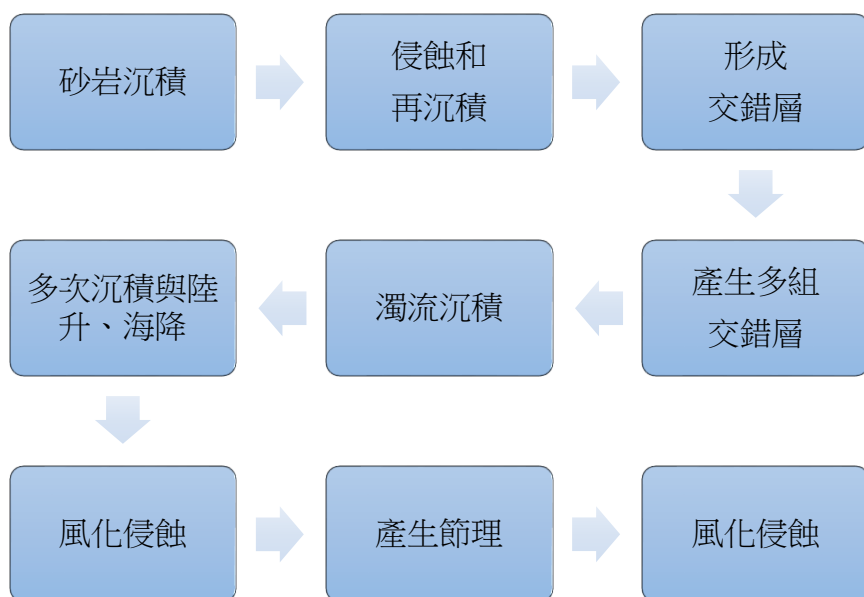
編號	走向(°)	傾角(°)	傾向	圖示
a	103.0	79.0	西	(1) 
b	65.0	79.0	東	
c	163.0	89.0	東	
d	80.0	89.0	西	
e	171.0	85.0	東	(2) 
f	95.0	90.0		
g	40.0	56.0	東	
h	11.0	75.6	東	
i	162.0	84.0	西	(3) 
j	94.0	72.0	西	
k	63.0	89.0	西	
l	182.0	79.0	西	
m	38.0	88.0	西	
n	176.0	68.0	西	

(表六來源：研究者整理)

5、當地的地質事件發生順序

藉由（表五）、（表六）推知地質事件順序並繪製（圖四）：

- （1）生物痕跡的洞口朝上，因此地層未被倒轉。
- （2）交錯層與層面的交角角度較小者在上，較大者在上，且在上方與層面接觸處的交錯層，感覺有被侵蝕風化的痕跡，因此地層未被倒轉，且發生陸升或是海降。
- （3）粒級層中粒徑較小者在上，較大者在下，因此地層未被倒轉，且此處曾經發生濁流沉積。
- （4）交錯層在粒級層之上，粒級層在有生物痕跡的地層之上。
- （5）當地地層最長且未被其他節理截斷的的節理方向接近南北向，如：（表六）中節理 e、l，其受風化侵蝕的效果最嚴重，再加上該處為地質保護區，無法利用地質錘敲擊岩層使其產生新的岩石表面，因此，可測量的數據不多。
- （6）第三長的節理為大約東北東－南南西方向的節理，如：h 和 m。
- （7）剩餘的節理方向錯亂且各個方向的節理互相交雜且無法看出特定的順序或節理組，可能是因為是由減壓或多次板塊運動造成。
- （8）觀察（表六）中節理 l 和 n，雖然走向近乎相同，但傾角和傾向差異極大。因此，由此可知，不同的地質事件，也有可能產生相同的走向，傾角和傾向也會有所不同。

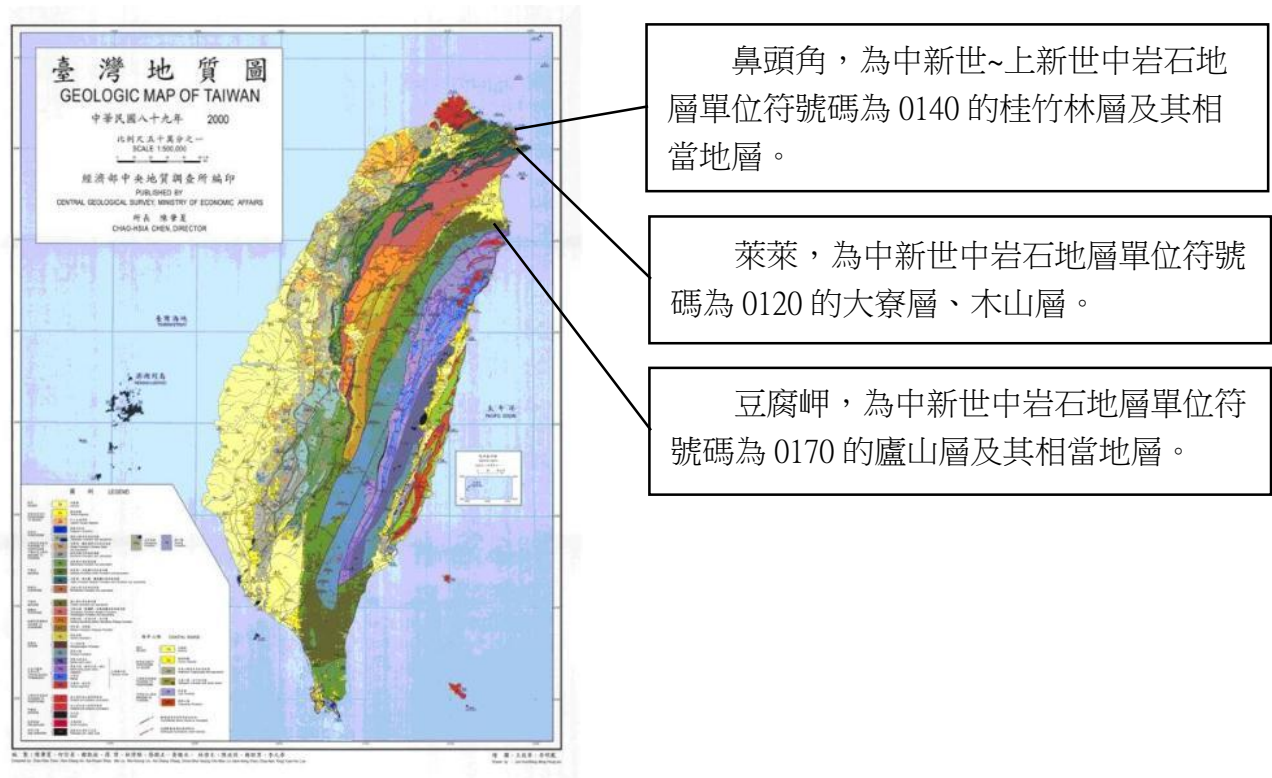


圖四：鼻頭角的地質事件發生順序
（圖四來源：研究者繪製）



圖五：鼻頭角圖像
（圖五來源：研究者拍攝）

二、地質圖



圖五：地質圖

（圖五來源：經濟部中央地質調查所（2000）。**臺灣地質圖**〔1:500,000〕。新北市中和區：經濟部中央地質調查所。）

將地質圖上資訊，與實際觀測到的結果進行比較分析，並繪製（表七）。

表七：地質圖與數據的比較

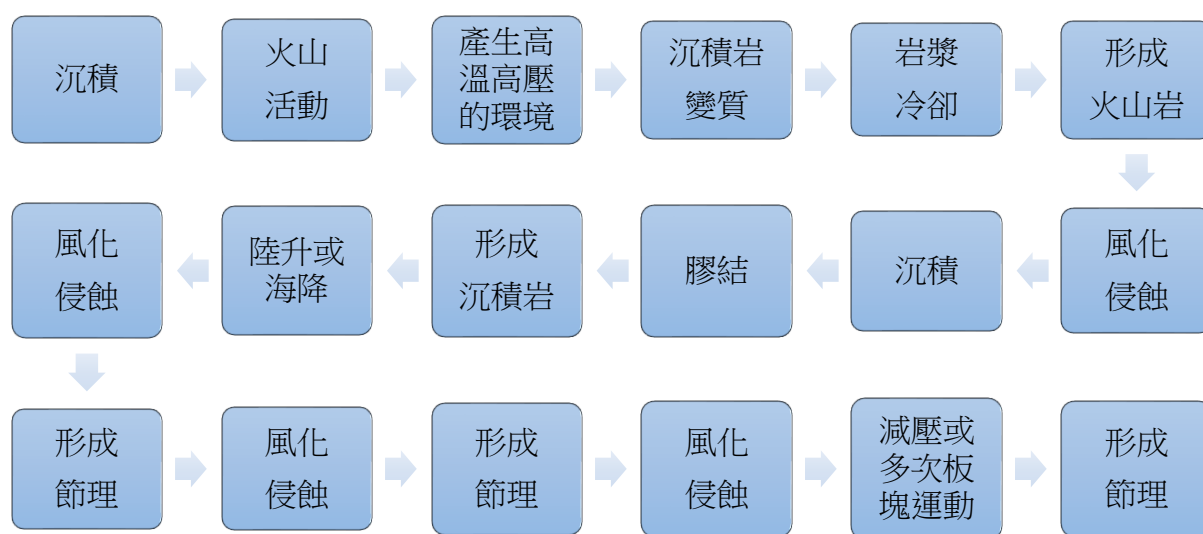
	豆腐岬	萊萊	鼻頭角	備註
地質圖上 岩石總類	沉積岩(頁岩) 變質岩(板岩)	火成岩(玄武岩) 沉積岩(砂岩)	沉積岩(砂岩、頁岩)	地質圖上的資 訊與當地相似。
實際觀測 岩石種類	變質岩(板岩)	變質岩(變質砂岩) 火成岩(火山岩) 沉積岩(砂岩) 沉積岩(泥岩)	沉積岩(砂岩)	
附近斷層	有(北北東)	有(東北)	無	
當地地層 節理走向	第一組趨近於南北向			符合第一組節 理的數據。
	無	第二組趨近於東西向		

（表七來源：研究者整理）

參、結論

臺灣位處歐亞大陸板塊與菲律賓海板塊擠壓衝撞帶上，長期的擠壓下，山地與丘陵比例高，山脈大多呈東北－西南走向，僅臺灣西部與東部地區縱谷內有平原，地形海拔變化大。利用鼻頭角、萊萊、豆腐岬三處的地質結構，如（表八），重建當地地質史。藉由測量結果搭配地質圖判斷這四個地點的地質事件發生順序，如（圖六）：

- 一、萊萊的火成岩截切原沉積構造並導致區域變質，變質面積較原地層渺小，由此可知，該沉積物較火山活動的時間早發生形成。而豆腐岬的沉積物，由裸露可見的海邊懸崖可知，僅由一種變質砂岩所組成，因此推論萊萊的沉積構造較豆腐岬早。
- 二、當板塊活動時，有些地區可能有火山活動，例如：萊萊，有些地區可能有高壓作用，例如：豆腐岬。另外，鼻頭角與這兩處距離相近，卻無火山活動的痕跡與變質岩存在，因此判斷鼻頭角的地層為三個地點中最晚形成。
- 三、由鼻頭角的沉積構造，如：交錯層等等，可判斷原來的岩層皆在海平面下形成，陸升後地層浮出海面。
- 四、萊萊和鼻頭角所記錄的第一組節理走向、傾向、傾角相近，因此第一次的節理應為同一地質事件的結果。由此可知，鼻頭角的沉積物在這一個地質事件前，火山活動後沉積。然而，雖然豆腐岬的傾向、傾角，但走向接近，或許是後來的褶皺構造造成傾向和傾角改變，其仍為同一地質事件。
- 五、萊萊和鼻頭角所記錄的第二組節理的資料相近，因此第二次的節理應為同一地質事件的結果。然而，雖然豆腐岬無此節理方向，但方向固定且大型的節理為板塊運動的結果，豆腐岬的褶皺構造可能為同一地質事件的結果，僅產生褶皺而無節理。
- 六、由鼻頭角的節理可知，除了前兩次的節理外，還有許多大小不等的節理，因此，附近地地層可能經歷減壓或多次板塊移動。



圖六：當地的地質歷史
（圖六來源：研究者繪製）

表八：地質圖與數據的比較

		豆腐岬	萊萊	鼻頭角	備註
岩石		變質岩 (板岩)	變質岩(變質砂岩)、 火成岩(火山岩)、 沉積岩(砂岩、泥岩)	沉積岩(砂岩)	
原生構造	層面走向(°)	188.0	B：5.0，C：10.0	62.3	傾角小，誤差大。
	層面傾向	東	西	西	豆腐岬數據不同，有褶皺。
	層面傾角(°)	34.3	10.5	3.7	
	其他沉積構造	無	有(泥裂)	有(生物痕跡、 交錯層、 粒級層)	
	地層是否倒轉	無法判斷	否		由沉積構造判斷。
次生構造	第一組走向	趨近於南北向			第一次節理的數據接近，因此第一次三處的受力情形相同。萊萊在第二次的受力無紀錄。
	第二組走向	無	趨近於東西向		
	節理傾向(°)	第一組：西			
	第一組傾角(°)	67.2	74.0	82.0	
	第二組傾角(°)	無	82.6	81.0	

(表八來源：研究者整理)

在海平面上的風化侵蝕作用明顯，逐漸形成現今的地質景觀。由此研究中可得的臺灣東北地質發展史可知，此處千奇百怪的地形面貌，和板塊活動節節相關，僅透過東北角的海岸地形重建臺灣地質發展史有所限制和困難，期盼未來能夠觀察更多不同地點的地質情形，能夠再次驗證此研究的結果。

肆、引註資料

楊昭男（1995）。**臺灣地質系列第 6 號：臺灣的地質構造現象**。臺北市：經濟部中央地質調查所。

莊文星（2012）。東北角海岸鼻頭角－龍洞地質公園與地形自然景觀數位典藏。**國立自然科學博物館館訊**，27（10），7。

經濟部中央地質調查所（2000）。**臺灣地質圖〔1:500,000〕**。新北市中和區：經濟部中央地質調查所。