

篇名：

台灣北部地區蜂窩岩與生痕化石相關性
之研究

作者：

黃予恩。麗山高中。高二 4 班

林厚安。麗山高中。高二 6 班

李家宇。麗山高中。高二 9 班

壹、前言

透過地理專題的野外實察，我們發現蜂窩岩地形在台灣東北部海岸地區普遍存在，經由仔細觀察這些多孔狀的蜂窩岩構造，其間有相當比例出現生痕化石的遺跡，讓我們不禁懷疑，這些生痕化石與那些岩石表面那看似蜂窩的多孔狀構造是否息息相關呢？

於是我們針對台灣北部地區的沿海進行評估，包括：金山、萬里、野柳、和平島、八斗子、番仔澳、水南洞以及鼻頭角等岩岸。我們發現番仔澳半島上的蜂窩岩數量較多，形狀較完整且分布較為密集，交通易達性較高的因素，因此我們選定番仔澳半島為本研究的主要研究區域。

本研究主要在探討蜂窩岩與生痕化石的相關性，研究內容包括：一、探討蜂窩岩與生痕化石的相關性。二、探討不同型態的蜂窩岩，其蜂窩岩洞數與生痕化石數量的相關性。三、探討不同型態的生痕化石，在蜂窩岩表面的分佈情形。

貳、文獻回顧：

有關蜂窩岩研究的相關文獻台灣數量不多，如王鑫(2003)地形學、黃盛璘(1994)北部海濱之旅，主要可以分成下列幾個主題，加以分析。

一、蜂窩岩的形成與特徵

台灣海岸地區常常見到一些外型如蘑菇的蕈狀岩，這些蕈狀岩的頂部上有許多的凹洞，遠處看似蜂窩一般，有時也稱為「蜂窩岩」。位於迎風面的岩石表面因海浪隨風噴灑到海岸上時會殘留在岩石表面的凹處形成積水，產生侵蝕，並逐漸形成凹洞而成為蜂窩岩。此種風化侵蝕作用可分為兩種，一為化學性侵蝕，由於凹洞中集積雨水或海水，經常含有有機物或海水蒸發後產生的結晶鹽粒，有機物腐壞後形成有機酸，而使得凹洞中的水變成酸性，酸性的水逐漸溶蝕凹洞周邊的岩石，結晶鹽粒也會破壞岩石的表面，形成凹洞。另一種物理性破壞，則是凹洞的積水會因日夜溫差變大，造成凹洞內液面周圍之岩石因溫度差異而有不同的熱漲冷縮量，因而產生物理性的破壞。

蜂窩岩的形成過程分為五期，一、生成期：海水侵蝕較軟的砂岩，留下較硬的岩層，露出蜂窩岩的頂期。二、無頸期：海水繼續侵蝕砂岩，此時只有上層較硬的岩層露出海平面，也就是蜂窩岩的頭頂露出，頸部尚未出現，如圖 1 所示。三、粗頸期：慢慢地海水侵蝕水位下降或是造山運動使地殼的抬升，使得海水沿著頭部下方較軟的砂岩侵蝕，留下與頭部差不多等粗的頸部。四、細頸期：當造山運動還是不停地在進行，地殼繼續上升，蜂窩岩逐漸脫離水面，使其受海水直接侵蝕的力量減弱。卻增加了海邊鹹溼空氣、風力及日晒、雨淋等風化作用，頸部越來越細，也越來越長，頭部也被侵蝕得比較小。五、斷頭：在冬天強烈的

東北季風挾雜著鹹溼的空氣，日以繼夜地侵蝕下，蜂窩岩的頸部會越來越細。等到頸部承受不了頭部的重量時，就會斷裂而掉落。

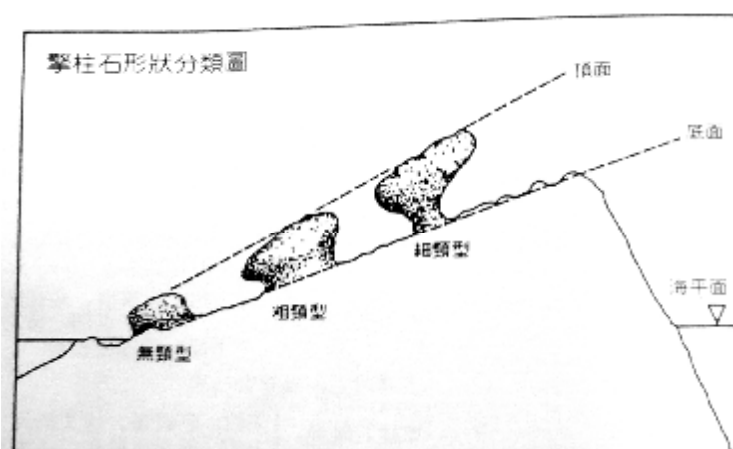


圖 1 蜂窩岩形態分類

二、生痕化石的形成與特徵

生痕化石為生物活動時的痕跡所形成的結構。同一種生物在相同環境中可能會有不同的行為，不同生物在相同環境下亦可能會形成相同的痕跡。生痕化石可依外型以及運動形態來分類。外型的分類是基於幾何圖形作為分類依據，如豎管、U型管、直線型、分叉型、弧型、彎曲型、螺旋型、球型、橢圓型與星型；位態有垂直、斜交、水平與隨意狀；大小比率以及痕跡的結構等等亦可作為分類依據。繩痕化石依運動形態可區分為五類，包括：1.生物的居住巢穴，居住構造的形狀，一般為豎管或U型等簡單形式的垂直管。是由底棲或半底棲性的攝食性生物建造，形成永久性或半永久性的居住結構。為防止管洞四周砂層崩塌，生物會分泌出膠質物、利用排泄物或泥球等做為壁襯來強化管壁的結構。2.生物的匍匐痕跡，底棲性生物於海床上行進時遺留下連續且無間斷的痕跡。移動方式有走、跑、爬行或蠕行等行為，形成淺凹型的槽狀爬痕，具有直線型與弧狀彎曲型。3.生物的覓食痕跡，底棲性生物為了有效的攝取沉積物，因此在海床表面覓食時，其爬痕具有蜿蜒彎曲的痕跡且不會互相重疊，此種行為出現於食物缺乏的半深海至深海環境。4.生物的休息痕跡：生物在海床表面作短暫停留時造成淺凹型的槽狀印痕。5.生物的脫逃痕跡被掠奪者追捕或因環境突然改變，造成生物逃跑所遺留的痕跡。例如：暴風時強勁的海流與波浪的作用造成海床表層沈積層快速的沉積或侵蝕，迫使居住在表層沉積層中的生物向下或往上脫逃。

參、研究方法與步驟

經由文獻回顧與相關資料綜合整理後，本研究的方法與流程如下所示：

- 一、蒐集相關資料：尋找台灣北部主要蜂窩岩的聚集地點。
- 二、實地考察：利用假日親自到研究區進行計量統計與研究分析。
- 三、亂數取樣：利用統計學中的亂數表，以電腦程式進行蜂窩岩取樣，並以形態不同加以分類。
- 四、統計：將蒐集的蜂窩岩進行數量、面積、密度、生痕化石含量的統計。
- 五、分析：將統計後的資料加以分析，提出初步的結論。

相關流程如圖 2 所示。所使用的蜂窩岩及生痕化石之統計表則如表 1 所示。

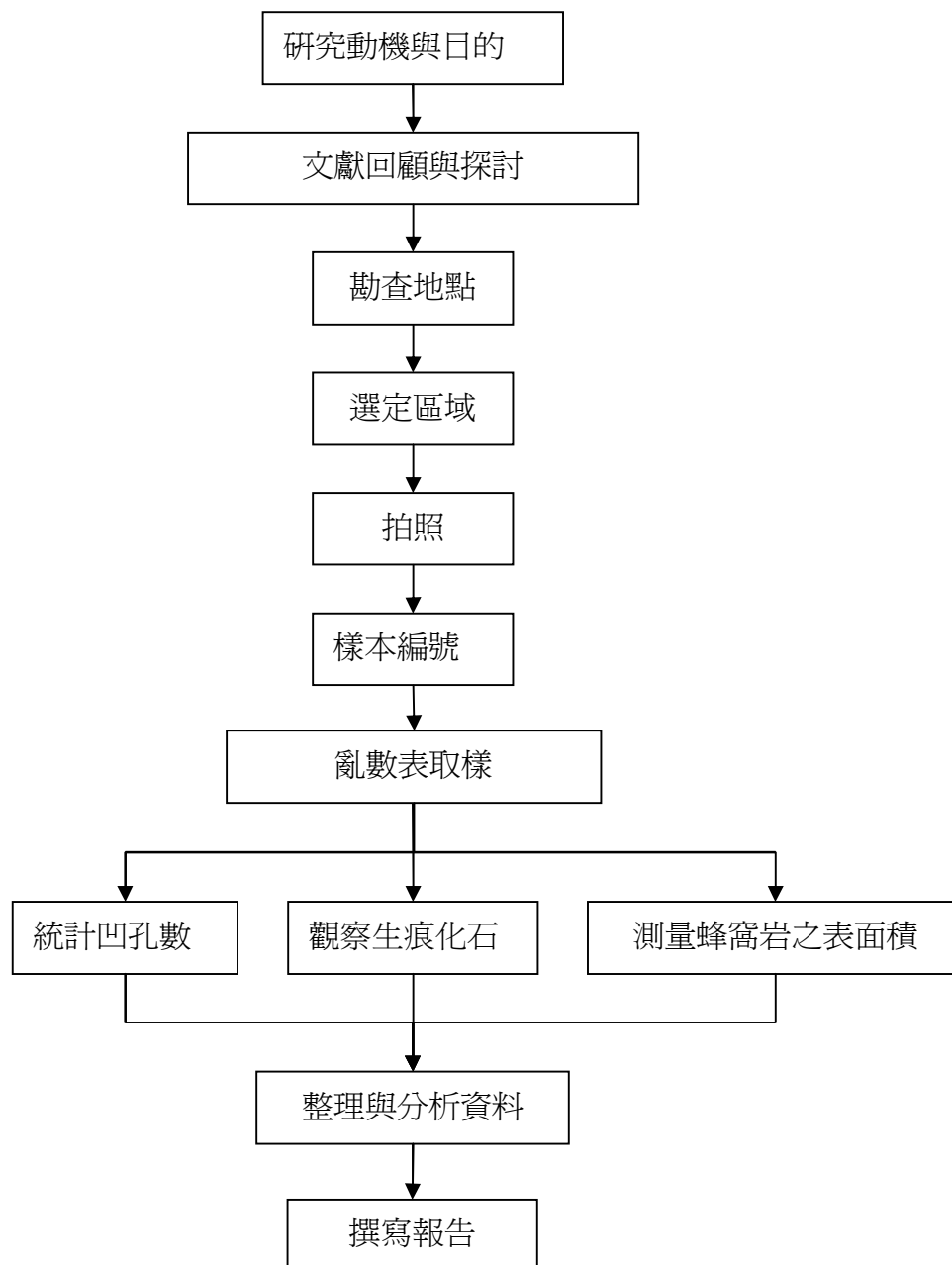


圖 2 研究流程圖

表 1 蜂窩岩凹孔數及生痕化石統計表

編號	頸部型態			凹孔數 (個)	存在生痕化 石凹孔數(個)	百分比 (%)	生痕化石			表面積 m ²
	無頸	粗頸	細頸				A	B	合計	

肆、結果與討論

一、蜂窩岩型態特徵與岩洞中的生痕化石型態觀察

蜂窩岩型態可概分為三類，圖 3 之照片為本研究所取樣的蜂窩岩型態，分別為無頸、粗頸以及細頸之蜂窩岩。(a)圖之無頸蜂窩岩呈現只有頂部表面有蜂窩岩洞，而尚無側面之頸部形成；(b)圖之粗頸蜂窩岩則除了頂部表面有蜂窩岩洞之外，側面之頸部亦已形成，但寬度與頂面同寬；(c)圖之細頸蜂窩岩呈現頸部已向內縮的細頸形成。



(a)



(b)



(c)

圖 3 三種蜂窩岩型態，(a)無頸、(b)粗頸和(c)細頸

進一步觀察蜂窩岩洞中所存有的生痕化石時，發現其型態分為兩類：一類為直管狀生痕化石，另一類則為束管狀生痕化石，其外型如圖 4 照片所示，(a)圖中的直管狀生痕化石之特徵為垂直地面的直管狀結構，中間有一尖形筍狀之凸出結構，此乃生物的排泄物留在岩石表面，逐漸形成的生痕化石。(b)圖中的束管狀生痕化石之特徵為平行於地面的束管狀結構，有一端已風化而露出圓洞結構，其外圍呈現明顯的凸緣結構。



圖 4 蜂窩岩洞中的生痕化石(a)直管式生痕化石；(b)束管式生痕化石

(二) 蜂窩岩洞與生痕化石數量

表 2 所列為本研究取樣之蜂窩岩岩洞與生痕化石數量統計表，利用亂數取樣方式共選取 25 顆蜂窩岩，其中有 13 顆屬於無頸型態，9 顆屬於粗頸型態，3 顆屬於細頸型態，三種型態的分佈比率如圖 5 所示。其中無頸佔 52%；粗頸佔 36%；細頸佔 12%。由此可知無頸的比率最高；其次是粗頸；最低的是細頸。細頸比率最低的原因是蜂窩岩在形成過程中，最先形成無頸形態，隨時間增加而逐漸變成粗頸，再隨著形成時間愈久，頸部因風化而越來越細，最後頸部因無法承受頭部的重量而斷裂毀壞，因此數量最少，比率最低。在考察區域的確發現了許多蜂窩岩斷落的殘骸，都是細蜂窩岩頸部斷裂後所形成。

表 2 蜂窩岩洞數和生痕化石

頸部 型態	數量(個)	凹孔		存在生痕化石 凹孔數(個)		生痕化石佔有 百分比(%)	生痕化石型態			
		總數	平均	總數	平均		A		B	
							個	比率	個	比率
無頸	13	2463	189.5	340	26.2	15.3	209	61.5	131	38.5
粗頸	9	2495	277.2	257	28.6	11.4	134	52.1	123	47.9
細頸	3	436	145.3	63	21.0	18.5	32	50.8	31	49.2

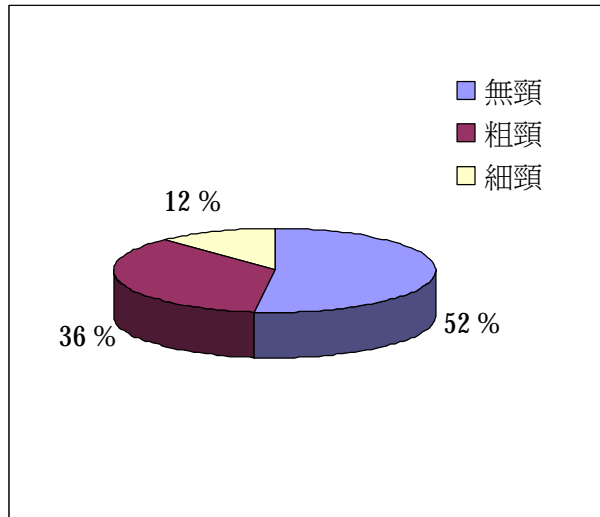


圖 5 三種蜂窩岩型態之比率圓餅圖

進一步計算三種類型蜂窩岩之每顆平均所含有的岩洞數，同樣列於表 2，並繪成圖 6 之長條圖，圖中粗頸蜂窩岩的每顆平均岩洞數最高，其次是無頸形態，最低則是細頸形態。由於所取樣的蜂窩岩，粗頸形態的體積較大，表面所形成的蜂窩岩洞較多，因此每顆平均所含有之蜂窩岩洞數最多。而細頸形態因風化最嚴重而體積最小，因而平均每顆所含有之蜂窩岩洞數最少。

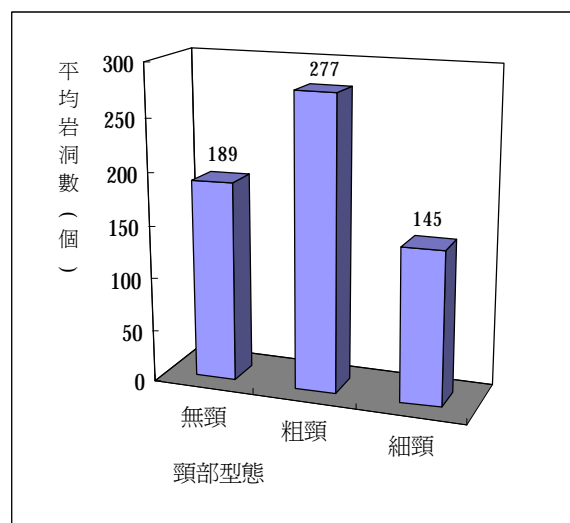


圖 6 三種頸部型態之平均每顆含有之岩洞數比較圖

圖 7 為三種類型之蜂窩岩含有生痕化石比率之比較圖，從圖中可清楚看到細頸蜂窩岩含有生痕化石的比率最高，達 18.5%，其次是無頸 15.3%，最低是粗頸 11.4%。此結果之原因還是在於細頸蜂窩岩乃最早形成，其受到海水侵蝕及風化的時間最久且最嚴重。因生痕化石的成份較蜂窩岩中的沈積砂岩為硬，所以在風

化時，較軟的砂岩先被侵蝕，留下質地較堅硬的生痕化石，使得裸露蜂窩岩表面的生痕化石數量因而較多，造成細頸蜂窩岩含有生痕化石的比率相對較高。

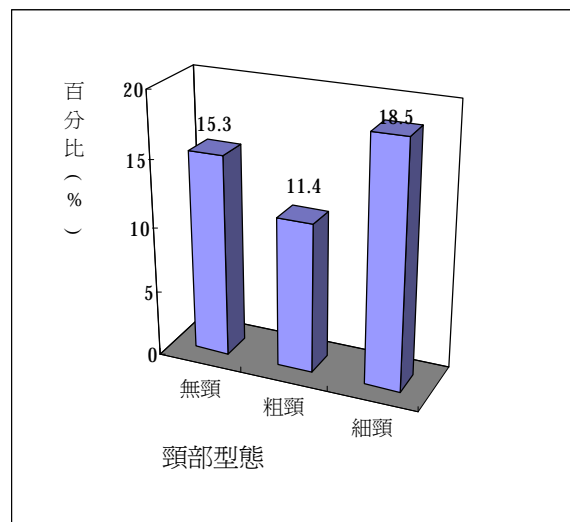


圖 7 三種型態之蜂窩岩含有生痕化石比率比較圖

三、蜂窩岩洞涵蓋之表面積統計

將三種型態蜂窩岩之表面岩洞所涵蓋的面積總合再除以各形態之顆數，得到每顆之平均表面積，示於圖 8。圖中顯示，粗頸蜂窩岩具有最大的平均表面積，其次為細頸蜂窩岩，最小則為無頸蜂窩岩。由於無頸蜂窩岩所涵蓋的面積只有一

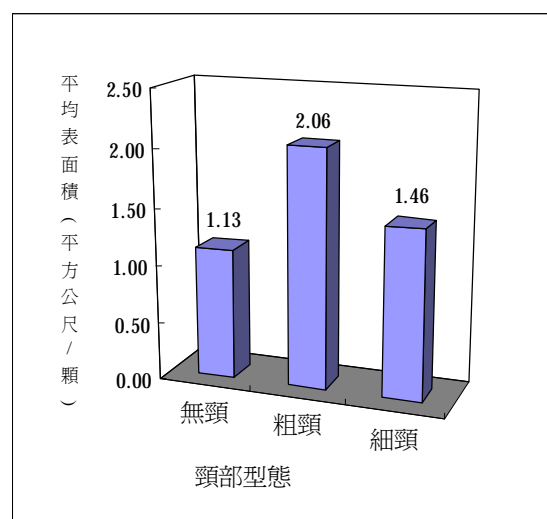


圖 8 三種頸部型態之蜂窩岩平均表面積比較圖

個頂面，側面尚未形成，所以表面積較少，而細頸蜂窩岩雖然體積較小，但因具有頸部，所以連同涵蓋頸部區域的表面積，總合較無頸蜂窩岩為大。而粗頸蜂窩

岩之頂面又較細頸蜂窩岩大，因此總表面積較細頸大，因而形成此一結果。

四、生痕化石之比率分析

由於本研究觀察到蜂窩岩洞中含有之生痕化石分為兩類，A類為直管狀生痕化石；B類為束管狀生痕化石。進一步統計兩類的個別數量，圖中顯示出，三種型態之蜂窩岩的直管狀生痕化石(A類)數量均較束管狀生痕化石(B類)為高。

直管狀生痕化石在蜂窩岩形成之前即已存在，因此在岩石遭侵蝕會風化到化石所在位置，即會使之露出而形成具又筍狀的凹洞。而束管狀生痕化石則會在蜂窩岩洞形成時，露出岩石表面而行程凹洞與一般岩洞並存於岩石表面，所以此兩類都會促成蜂窩岩的形成。

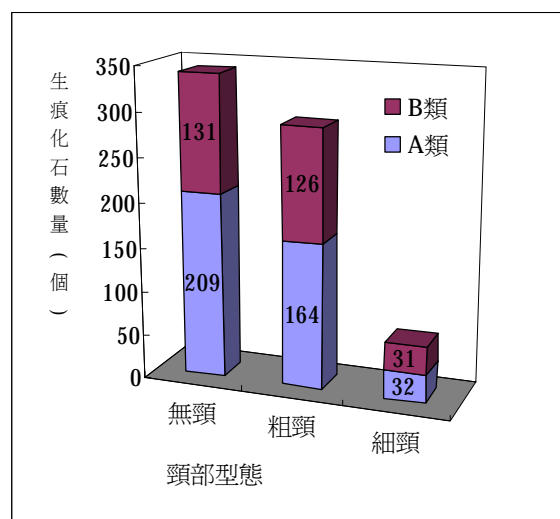


圖 9 三種頸部型態之生痕化石數量比較圖

伍、結論

本研究所獲得的結論包括：

一、蜂窩岩洞中所觀察到的生痕化石共有兩類，一類為直管狀生痕化石；另一類為束管狀生痕化石，兩種生痕化石皆會影響生痕化石的形成。

二、細頸形態之蜂窩岩，平均每顆含有生痕化石之比率最高，表示蜂窩岩形成時間愈久，生痕化石出現愈多。

三、無頸蜂窩岩的分佈比率最高，其次是粗頸蜂窩岩，最低則是細頸蜂窩岩。

陸、參考文獻

- 一、黃盛璘(1994)北部海濱之旅，遠流出版社。
- 二、王鑫(2003)地形學，聯經出版社
- 三、http://ashan.gl.ntu.edu.tw/chinese/GeoClass/fossil/index-GC_main01_for_subpage_usage.html
- 四、http://ashan.gl.ntu.edu.tw/chinese/GeoPark/YehLiu/index-YehLiu_main03_06.html
- 五、<http://library.taiwanschoolnet.org/cyberfair2002/C0225200325/3/31.html>