

野柳的化石

王家慶 耿文溥

經濟部中央地質調查所地層古生物組

野柳風景區位於臺灣北海岸的萬里與金山之間，距離基隆約 15 公里遠，為一東北—西南延長的海岬。構成此海岬之岩層為新第三系之中新統下部的大寮層，其形成之年代為距今約二千二百萬年前的中新世阿啓坦期。此處之大寮層由厚層砂岩及薄層粉砂岩構成，砂岩較堅硬而耐侵蝕，相形之下薄層之粉砂岩即較軟弱。此種岩性的不同經過海浪之差異侵蝕（differential erosion）後即在地形上表現得很明顯，厚層砂岩突出成岬，粉砂岩則侵蝕一空或僅在低潮時依稀可見。由於此處岩層之走向為東北—西南，故野柳岬亦呈東北—西南方向延長。又因岩層向東南傾斜約 20 度，因此野柳岬在地形上為一東緩西陡之單面山。

野柳一向以其各種奇形岩石而聞名，其中以蕈狀石及燭臺石最具特色。蕈狀石是因砂岩中有一層特別富含鈣質，此層含鈣質砂岩與其上下砂岩相較更耐侵蝕，因之在海水之雕鑿下成為頭大頸細之蕈狀石，其中尤以女王頭最享盛名。又由於蕈狀石含鐵，故風化後成為紅褐色。由遠處觀

之，紅褐色的蕈狀石隱隱然分布在一個向東南方傾斜之平面上，可由此遙想當初那富含鈣質與鐵質之砂岩層，本來是水平的，今天已受變動而傾斜。至於燭臺石尤為世界上獨一無二之特殊地形景觀，其形成係因砂岩中局部富含鈣質而形成結核，再經海水之差異侵蝕而成，女王頭雖享盛名，燭臺石則尤為珍奇難得。

一般人到野柳僅知與奇形岩石合照，却少有人懂得欣賞那遍地分布的化石。事實上野柳岬可算是臺灣北部最理想的觀賞化石的地方，理由如下：(1)交通方便，(2)安全性高，(3)化石數量多，(4)海水已將化石表面之砂岩侵蝕掉，故可以不費吹灰之力而盡情觀賞，(5)一般在臺灣以貝類化石最常見，野柳却有大量的海膽化石，(6)一般人所知的化石為體殼化石（body fossil），如貝殼、海膽等，而野柳還有許多生痕化石（trace fossil），可讓我們了解在二千二百萬年前的海底生物的居住及覓食等情形。鑑於此，本文特將野柳岬所產的化石配合相片加以說明，並附有化石產地圖，以供各位老師在帶學生前往參觀時之

解說用。

(一) 海膽化石：野柳岬所產化石中當以海膽化石最爲顯眼，走在草狀石中間，地上滿布之紅褐色略呈圓形之化石就是它們。彼等體型甚大，直徑可達 13 公分左右。野柳岬共產出兩屬兩種海膽化石，均爲臺灣特有種，已經本文作者分別命名爲「野柳圓碟海膽」及「野柳星盾海膽」。

(1) 「野柳圓碟海膽」(學名 *Echinodiscus yeliuensis* Wang, 1982)。(見附圖圖版 I，圖 1)——圓碟海膽爲沙錢目海膽之一屬，體前方呈圓形，後方較平直，側面觀之形狀呈極度扁平(便於在沙中潛行)；頂面中央附近有 5 條明顯的瓣帶(petals)，其中後方兩條瓣帶與體緣之間各有一個月孔(lunules)，使其身體好似有兩個洞一般，但在化石中此兩個月孔常爲砂粒所填充。野柳圓碟海膽之月孔甚長，略呈橢圓形，其長軸方向與瓣帶中線之方向斜交。五條瓣帶會集處(約在頂面中央)有四個小孔，是爲生殖孔，海膽活著時即由生殖孔中排放精子或卵子。每一條瓣帶明顯地分爲三部分，中央爲間孔帶，兩側梳齒狀的爲孔帶。孔帶上有足孔，海膽活著時由足孔伸出管足(tube-foot)呼吸。活的圓碟海膽殼上有許多短棘(spines)，但在化石中均未保存。又由於這些圓碟海膽化石的口面均附於砂岩上，因此無法看到口、肛門及食物槽等構造。

(2) 「野柳星盾海膽」(學名 *Ast-*

riclypeus yeliuensis Wang, 1986)(見圖版 I，圖 2)——星盾海膽類係由圓碟海膽類演化而來，二者之形貌頗爲近似，不同處在於星盾海膽之每一瓣帶之外側均有一個月孔，亦即共有五個月孔。現生之星盾海膽全世界僅有一種，即產在中國大陸及日本之 *Astriclypeus manni* Verrill，至於化石則僅產於臺灣、琉球與日本，其中尤以臺灣所產者種類及數量最多，化石之保存狀態亦最好，足堪供作演化史之研究。

全世界星盾海膽類中最古老且原始的一種爲「外武崙星盾海膽」(學名 *Astriclypeus waiwulunensis* Wang, 1983)，產於臺灣北海岸萬里附近之漸新統上部之五指山層中，時代距今約二千五百萬年，其次即爲「野柳星盾海膽」，時代距今約二千二百萬年。星盾海膽類有一共同特徵，即其後方兩個月孔比前方三個月孔長。而由不同時代的標本中可看出一項演化趨勢，即年代較古老的標本其前方三個月孔比後方二個月孔要短得多；年代愈新的標本則前後方月孔長度之差距漸漸變小。舉例而言，最古老的「外武崙星盾海膽」其前方三個月孔長度僅及後方月孔之半，而在「野柳星盾海膽」中此項長度比已增爲 7/10 左右。不過作者在此要說明一點：世界上絕沒有兩個形態完全相同的野柳任何一種生物之個體間均有形態差異。上述者乃是一個巨觀的演化趨勢，並不表示野柳岬之所有星盾海膽化石之前、後方

月孔長度比均為 7/10，而事實上星盾海膽之分類尚須參考其他許多特徵。在「野柳星盾海膽」上亦可觀察到瓣帶、孔帶、間孔帶、生殖孔等特徵。

(二) 貝類化石：臺灣之地層中以貝類化石最常見，但在野柳岬却以海膽化石為主，貝類化石很少，且作者只發現一種牡蠣化石（*Ostrea*）（圖版 I，圖 3）。

(三) 生痕化石：生痕意即“生命之痕”（traces of life），係指生物之行爲動作留在沈積物或硬質基底中之痕跡，例如螃蟹鑽的洞穴，螺的爬痕，鳥的爪痕等等。生痕化石係指各地質時代之生痕經成岩作用而保存於岩石中者，例如我們熟知的恐龍脚印等。臺灣有非常豐富的生痕化石，可惜還沒有人作有系統的研究。野柳岬的生痕化石非常多，這裏擇要介紹一些。

(1) 「星狀生痕化石」（star-like trace fossils）——此等生痕化石有放射狀外形，通常產於海相沈積岩中。根據對現生生物之觀察，雙殼貝類、多毛類蠕蟲及螃蟹等均會造成星狀生痕。通常這些星狀生痕之中央部位有一開口直通入基底，形成一管狀生痕，此爲該等生物之穴居痕（dwelling burrows）。生物住在此洞穴中，又向周圍挖掘一條管狀洞穴攝食（吃沈積物中之有機質），待挖掘至相當距離後即退回中央之“家”，再另外挖一條洞穴攝食，於是乃漸漸形成放射狀之攝食痕（feeding burrows）。野柳岬之星狀生

痕數量不算太少，作者曾找到十多個，但大多已不完整。附圖圖版 II，圖 1 爲一保存較好的星狀生痕，圖版 II，圖 2 中甚至可見到中央穴居痕之圓形開口（箭頭所指處）。

(2) 「疣壁蛇形管痕」（*Ophiomorpha nodosa* Lundgren, 1891）——這種生痕化石形狀甚不規則，有時爲一單純之管狀痕，較常見的都有分叉而呈樹枝狀。日據時代時曾有日本學者將之誤認作植物化石，時至今日仍有許多地質學者逕以「砂棒」（sand pipe）稱呼這類管狀生痕。「砂棒」一辭並不適當，因其無法使人產生「由生物形成」的聯想。

「疣壁蛇形管痕」可能係由某些節肢動物造成的，它們挖穴而居並同時攝取沈積物中之有機質。尤有甚者，它們將排泄物黏附於洞穴之壁上，因此洞穴之外壁滿布疣狀突起，此亦爲「蛇形管痕」之最大特徵（「蛇形管痕」類並不僅限「疣壁蛇形管痕」一種）。因此這種生痕可說是穴居痕、穴食痕及糞痕（faecal pellets）之組合。

世界上其它國家所產之「疣壁蛇形管痕」其分叉處多爲雙叉，但臺灣常見到三叉形的。如附圖圖版 III，圖 1 所示，其分叉處有雙叉與三叉等變化且顯而易見，圖版 III，圖 2 可見整片皆爲糞石。

「疣狀蛇形管痕」通常可指示潮間帶至淺海之古沈積環境，爲臺灣之地層中最常見之生痕化石之一。

(3) 「海草痕」（*Phycodes* ichnosp.）

(圖版Ⅲ, 圖 3)——此種化石在靠近野柳岬之尖端(最深入海處)非常多, 體積大且特徵明顯, 很容易辨認。它是很典型的穴食痕, 由一個“主管”向同一方向發散出數條或十數條“支管”, 整體觀之像一把掃帚或扇子, 長度約 20~30 公分, 亦有更長的。

(4) 「逃生構造」(escaping structure)(附圖版Ⅳ, 圖 1)——此為典型之穴居痕, 生物居住於洞穴中較不易受攻擊, 但洞穴之深度往往維持定值。以雙殼貝類為例, 居住於洞穴中而以細長之水管伸至洞外攝食, 因此其洞穴之深度往往維持定值。設若沈積速率很快, 不停地有沈積物堆積, 則相形之下其洞穴即變深; 此時生物若欲維持洞穴之深度(以免遭到掩埋)則須抬高其身體之位置, 亦即將其洞穴之底部加高, 因此就造成一系列的 U 字型構造。除了可以指示沈積速率的快慢外, U 字型逃生構造還可以指示層上層下, 因為 U 字型管大致垂直於基底面, 因此在岩層中 U 字型管的開口處即指示岩層之上方。

(5) 「未定名管狀生痕」(indeterminate tube-like burrow)(圖版Ⅳ, 圖 2)——此管狀生痕之外壁已被侵蝕, 因此可看見內部構造。此為生物在洞穴中攝食前進時所留下的一輪一輪的痕跡, 在許多管狀生痕中均可見到此種構造(例如上述之「疣狀蛇形管痕」及「海草痕」), 因此無法據此鑑定生痕種類, 不過可看出

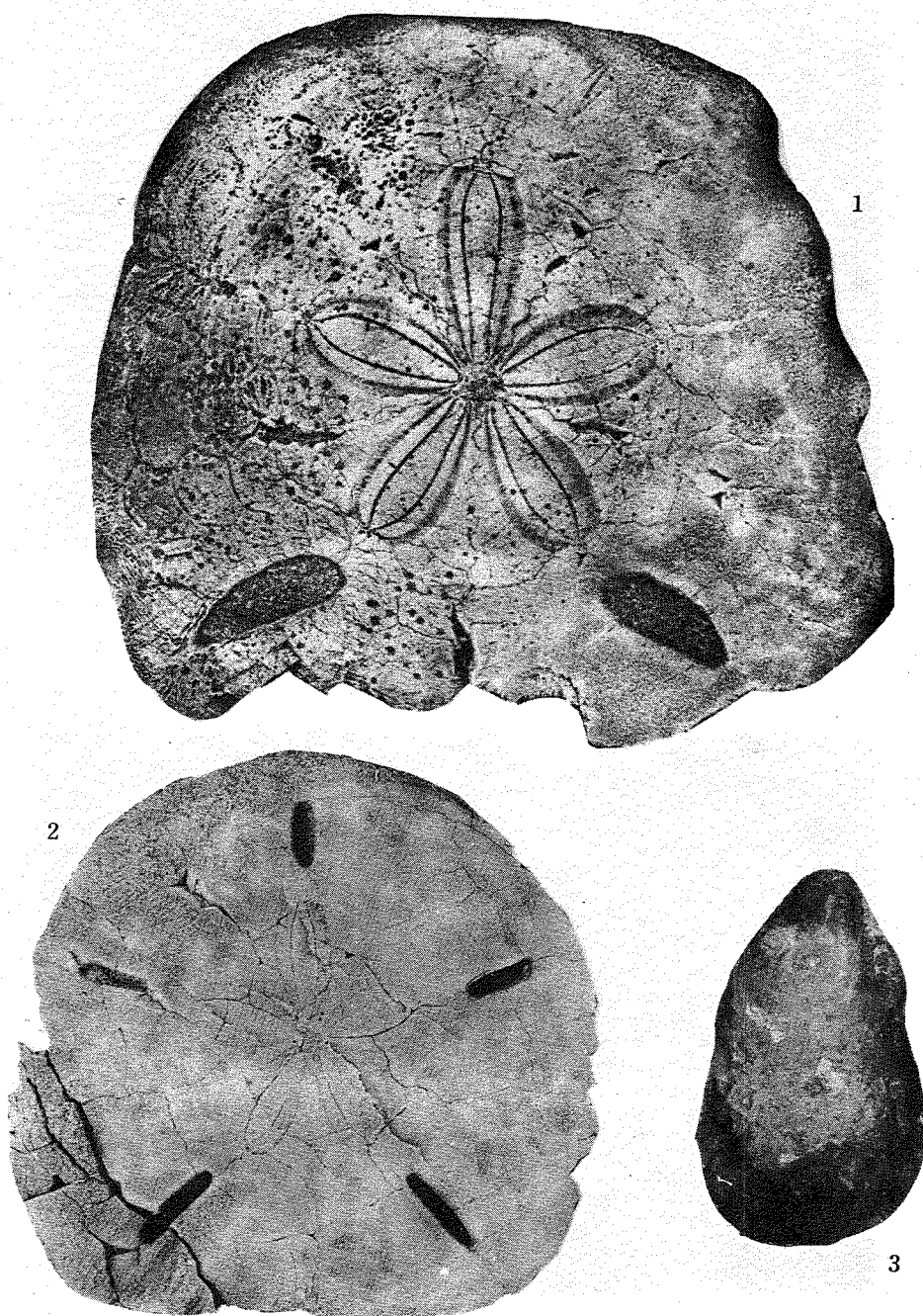
生物之行進方向為由相片之右方至左方。且因一輪一輪構造之間距極大, 因此可以猜測該生物之挖掘力量很強。

由以上簡單的介紹可以了解體殼化石固然珍貴, 生痕化石也可以告訴我們不少「故事」。只要細心觀察和推敲, 可以由生痕化石得到不少學問和樂趣。作者曾在一次地質旅行中向一位北一女中的地球科學老師介紹生痕化石, 因而激起她的興趣。後來她與學生到淡水紅樹林中觀察螃蟹所挖掘的洞穴以與管狀生痕化石比較, 並以此在科學展覽中得獎。

讀者若有意到野柳岬作一次「化石之旅」, 記得帶著你的相機和記事簿; 至於鐵鎚則不用攜帶, 因為野柳風景管理區內禁止採化石標本。

參考文獻

1. 王家慶(1982): 臺灣北部野柳中新世早期大寮層所產沙錢類海膽化石 *Echinodiscus yeliuensis* n. sp.。中國地質學會會刊, 第 25 號, 第 150—157 頁, 4 圖版(英文)。
2. 王家慶(1983): 臺灣基隆附近五指山層所產海膽 *Astriclypeus* 之一新種。經濟部中央地質調查所彙刊, 第 2 號, 第 113—120 頁, 2 圖版(英文)。
3. 王家慶(1986): 臺灣產星盾科海膽化石研究。中國地質學會會刊, 第 29 號(印刷中)。

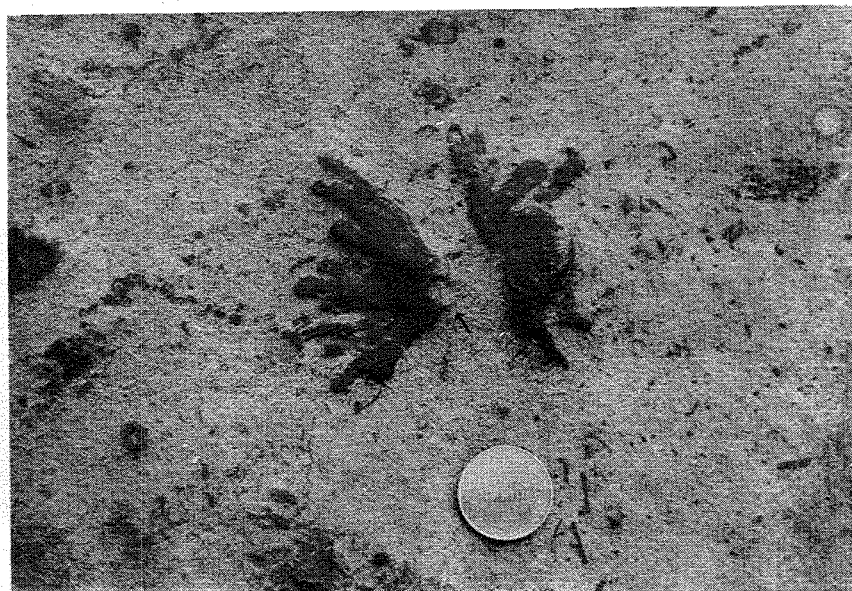


圖版 I 說明：

1. 「野柳圓碟海膽」 (*Echinodiscus yeliuensis* Wang, 1982)。
2. 「野柳星盾海膽」 (*Astriclypeus yeliuensis* Wang, 1986)。
3. 野柳岬產牡蠣化石 (*Ostrea* sp.)。



1



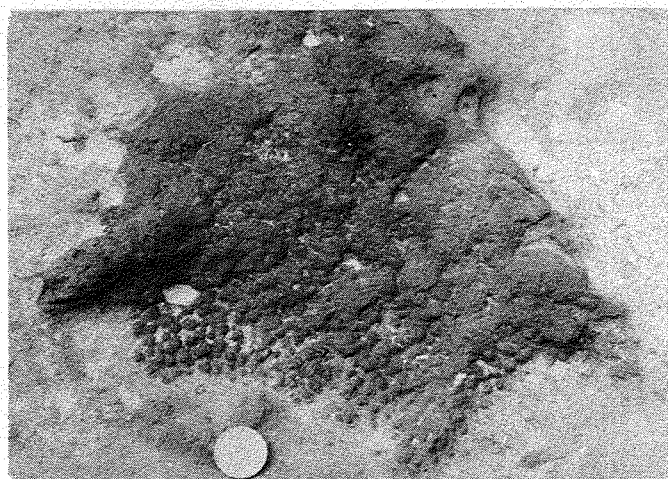
2

圖版Ⅱ說明：

1. 野柳岬產「星狀生痕化石」(star-like trace fossils)。
2. 星狀生痕化石之中央有一圓形開口(箭頭所指處)。



1



2



3

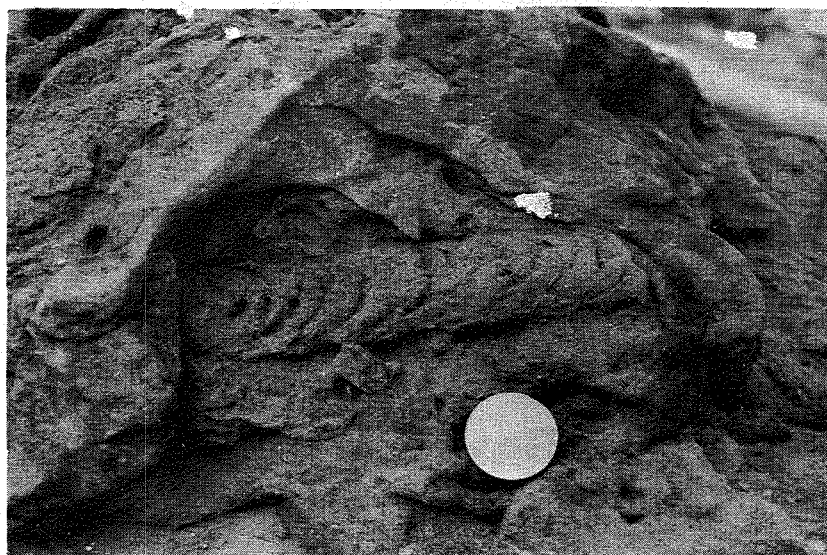
圖版Ⅲ說明：

1. 野柳岬產生痕化石「疣壁蛇形管痕」(*Ophiomorpha nodosa* Lundgren, 1891)，其疣狀外壁係糞便化石。
2. 「疣壁蛇形管痕」之疣狀糞石清晰可見。
3. 野柳岬產生痕化石「海草痕」(*Phycodes* ichnosp.)，此為生物之攝食痕。



1

2



圖版Ⅳ說明：

1. 野柳岬產生痕化石「逃生構造」(escape structure)。
2. 野柳岬產未定名生痕化石，乃一管狀攝食痕，生物行進方向由右至左。