

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/274084749>

Article · April 2015

---

CITATIONS

0

READS

162

2 authors:



[Tzu-Tung Sassa Chen](#)

National Taiwan University

4 PUBLICATIONS 1 CITATION

[SEE PROFILE](#)



[Ludvig Löwemark](#)

National Taiwan University

96 PUBLICATIONS 1,441 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



College Student Research Scholarship, MOST [View project](#)



Arctic paleoceanography [View project](#)



www.moeacgs.gov.tw

經濟部中央地質調查所

Central Geological Survey, MOEA.



調查臺灣地質環境  
掌握國家天然資源  
建立國土 永續經營的磐石

熱門地質資訊

經濟部中央地質調查所於民國 67 年成立，  
主要進行：  
基本地質調查、地質圖測製、環境地質、  
工程地質、地質災害、活動斷層監測、  
資源地質調查等工作，  
以提供國家各項建設需要之資料。

地質法地質敏感區

大臺北特殊地質災害觀測

臺灣活動斷層調查

地質災害潛勢評估與觀測

臺灣山區水文地質調查

ISSN 0303092-X



9 770303 092002  
GPN : 2006200028  
定價：新臺幣150元



社団法人中華民國地質學會 合辦  
經濟部中央地質調查所 發行

地質

二〇一五年第三十四卷第一期  
臺灣的山川土石

地質

本期專題 地質與防災e資訊

經濟部中央地質調查所

34-1

經濟部



www.moeacgs.gov.tw Central Geological Survey, MOEA.

科學的 · 知識的 · 生活的

臺灣的山川土石  
NO.1

34  
Volume

地質

第 34 卷第 1 期 / 中華民國 104 年 3 月出版

地質專題一

地質與防災e資訊

- 地質敏感區與土地開發
- 重要的保命水—臺灣地下水資源
- 水深火熱—美國火口湖國家公園
- 神祕海岸—北海岸地質探索
- 臺灣東北部中新世大寮層發現  
紅魚掠食海蛤蝦之證據
- 韓國科學啟蒙基地—國立果川科學館
- 淺談 19 世紀中葉之前美洲地質圖發展史





# 臺灣東北部中新世大寮層發現 魴魚掠食海蛞蝓之證據

文◎ 陳姿彤、施路易

當魴魚偵測到獵物後，會噴射出一道水流來掘出一個碗狀窪坑，使獵物由原先藏匿處被暴露出來。地質學家近來在臺灣東北部中新世時期外陸棚至近濱的大寮層砂岩中，發現了大量的碗狀生痕化石，推測這些平均直徑介於10至30公分的生痕化石，是魴魚覓食所遺留下來的痕跡，這個發現可能暗示當時的魴魚已具備以電流來定位獵物的能力…！

## 脊椎動物在海洋中活動所留下的生痕化石

生物的足跡、鑽孔、巢穴等「生痕化石」因為能指示生物活動的行為，所以對研究過去生物的活動方式幫助很大。我們知道有些脊椎動物群與生存環境的互動會在海洋環境中留下紀錄，如鯨魚在海床上掘出內底棲生物（生活在海洋底部沉積物裡的生物）時所留下的「犁痕」；鱒魚在搜索貝類、片腳類動物及蠕蟲時也會留下塞狀痕跡；海象挖掘海床以捕食軟體動物的痕跡；魴魚和鰈型目魚類（如比目魚）掠食軟體動物及甲殼類動物所製造出來的覓食窪坑；還有某些魚類也會建造用以養育及保護後代的巢狀構造。

實際上，海洋脊椎動物如魚類、鯨魚、海豹和爬蟲類等多在海水裡活動，因此遺留下來並保存於海洋環境中的生痕化石非常稀少。然而在某些幸運的情況之

下，意外保存下來並出露的生痕化石便成為彌足珍貴的線索及證據，讓我們得以揭露過去海洋脊椎動物掠食行為的神祕面紗。

## 魴魚的覓食生痕化石 *Piscichnus waitemata*

*Piscichnus waitemata*是軟骨魚綱板鰓亞綱魚類（刺魴、牛鼻魴等）的魴魚覓食窪坑生痕化石，牠們主要以掠食貝類、甲殼類、蠕蟲為主。過去研究發現在現代近濱與大陸棚環境中，許多軟骨魚綱板鰓亞綱魚類會使用背鰭先將海底的沉積物撥散開來，並且像山丘般拱起牠們扁平的身體—製造向上的吸力來移除上層的沉積物，接著再將獵物從沉積物當中直接掘出，或是用嘴巴噴射出一道有力的液壓流將獵物沖出。此外，魴魚利用嗅覺加上機械壓力感受器與電流接收器輔助來定位獵物，因此可以準確的找出隱藏在沉積物之下的獵物位置。

事實上，在研究現生的底棲型鯊魚與魴魚時，研究人員發現即使是受到魚餌吸引而趨近，牠們的攻擊反應卻幾乎完全仰賴於電流接收器，這種對電流敏感的反應強烈到牠們竟然忽略實驗人員置放的魚餌，反而偏好去攻擊被覆蓋在沉積物下模擬真實魚類發出的電流感器。而在化石紀錄中，早至侏羅紀的板鰓亞綱魚類就已具備可以感應電流的器官；加上基因研究認為，板鰓亞綱魚類發展出電流感受器的時間是在鯊魚與魴魚演化分歧之前。由此看來，電流感受器官極有可能在中新世軟骨魚綱魚類定位獵物上扮演著重要角色。

## 在野外觀察

### *Piscichnus waitemata*

在臺灣東北部的野柳層露頭（大寮層）、野柳半島及八斗子海岬都可以見到不同的生痕化石，如魴魚覓食窪坑生痕化石 *Piscichnus waitemata*、蠕蟲類

● 陳姿彤

國立臺灣大學地質科學系碩士。

生痕化石 *Schaubcylindrichnus coronus* 及蝦類生痕化石 *Ophiomorpha* isp.。在面向太平洋的波蝕平台上，有沉積物（中新世時期遠濱至濱面環境）經過長時間壓密、成岩作用後形成的厚砂岩層，新鮮的砂岩露頭加上此處的景觀特徵為大量的蕈岩與沿著節理面破裂的陡峭海蝕溝，使得這個區域十分有利於觀察沉積層的層面與橫切面。從外觀上看，魷魚覓食窪坑生痕化石在地層層面上為橢圓形，垂直剖面上則呈現碗狀或塞狀，填充於內部的沉積物則顯現出不同的顏色和組成成分，因此可由形狀和顏色差異所形成的邊界辨識出 *Piscichnus waitemata*。

在風化的砂岩表面上，生痕化石 *Piscichnus waitemata* 可能會因為與周圍砂岩外觀差異不大而不容易辨別；通常在雨水沖刷之下會展露出較新鮮的砂岩層表面，使得生痕化石 *Piscichnus waitemata* 外觀較為明顯。位於地質保護區的和平島是觀察 *Piscichnus waitemata* 垂直剖面構造的絕佳地點，在那裡有小且陡峭的海蝕溝，以幾乎垂直於層面的角度切穿波蝕平台，有一些樣本良好且完整地出露在岩壁上頭；然而化石經年累月受到如風化、出露程度以及侵蝕角度的差異，野外觀察到的生痕化石尺寸與數量可能跟初始狀態有所不同。

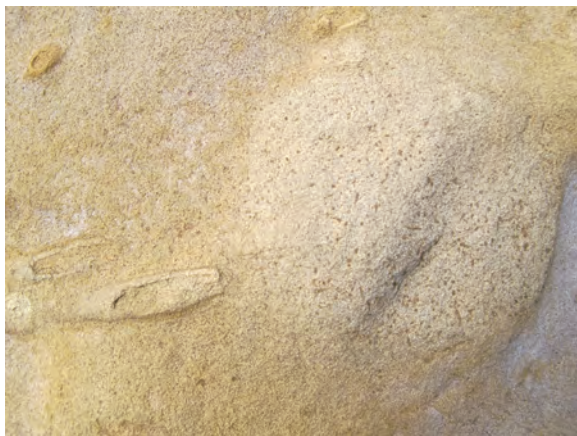
## 其它生痕化石在 *Piscichnus waitemata* 上的再造作用

生痕化石 *Piscichnus waitemata* 有時會被另一種生痕化石 *Ophiomorpha nodosa* 從中截穿，但更常見的是被類似 *Phycosiphon* 或 *Planolites* 的微小化石掘穴徹底再造作用。這些微小掘穴的再造作用僅限於 *Piscichnus waitemata*，很少穿透至旁邊的沉積物中。野柳半島及和平島的 *Piscichnus waitemata* 也可觀察到其中有一些明顯的紅棕色碎片、小碎屑及細顆粒的物質，這些小碎屑跟同一層位中的生痕化石 *Ophiomorpha nodosa*



在野柳觀察到的魷魚覓食窪坑生痕化石 *P. waitemata*，可由其外觀邊緣差異辨識出來，內部時常可看到經過其他生物再造作用後所形成的生痕化石，例如 *Phycosiphon incertum*。





■ 魷魚覓食窪坑生痕化石*Piscichnus waitemata*周圍有時可見到蠕蟲類鑽孔生痕化石*Schaubcylindrichnus*的管壁碎片。

管壁組成物質十分相似。在和平島的海蝕溝垂直岩壁上，有少數*Piscichnus waitemata*的樣本中可以看到底部的*Schaubcylindrichnus coronus*蟲管碎片。

## 現代魷魚覓食行為觀察與可能的獵物

在美國加州灣潮埔地上所進行的現代觀察可以證實，不同種的魷魚會製造出類似的覓食痕跡，也會因體型大小的差

異而製造出不同尺寸的生痕化石。對現存牛鼻魷（*Rhinoptera bonasus*，為魷魚的近親）的研究揭露了魷魚在海床上掘出窪穴狀構造的方法：牠們用嘴部持續重複排水與吸水約6秒鐘左右，就可以製造出一個直徑 20 公分、深度 5 公分的橢圓形掠食窪坑；而捕食到獵物後，魷魚會再運用口器將貝類的外殼或蝦的外骨骼排出。

軟骨魚綱板鰓亞綱魚類結合視覺、味覺、嗅覺加上電

流感應來定位獵物。觀察生痕化石*Piscichnus waitemata*的填實以及周圍基質的殘餘化石，可以

推論出魷魚掠食的可能獵物。雖然海膽類棘皮動物或牡蠣體化石在此處都相當常見，但海膽類棘皮動物化石上卻不見遭受捕食的痕跡，而牡蠣化石堆則可能是現地保存的結果，由這些觀察結果可以推測海膽類棘皮動物與牡蠣不是魷魚掠食的主要食物來源。相對的，此處常見排列狀掘穴系統，特別是像蠕蟲製造的生痕化石*Schaubcylindrichnus coronus*和甲殼類動物製造的生痕化石*Ophiomorpha nodosa*密集集中在某些層位中，且同一區域*Piscichnus waitemata*豐度較高，由此可以推測甲殼類動物與蠕蟲為魷魚偏好掠食的獵物群。

現代魷魚的掠食行為研究指出，魷魚掠食行為的頻率與獵物豐度增加大有關係，這個發現解釋了為何地層中生痕化石*Piscichnus waitemata*的高豐度，常伴隨著高密度的生痕化石*Ophiomorpha*



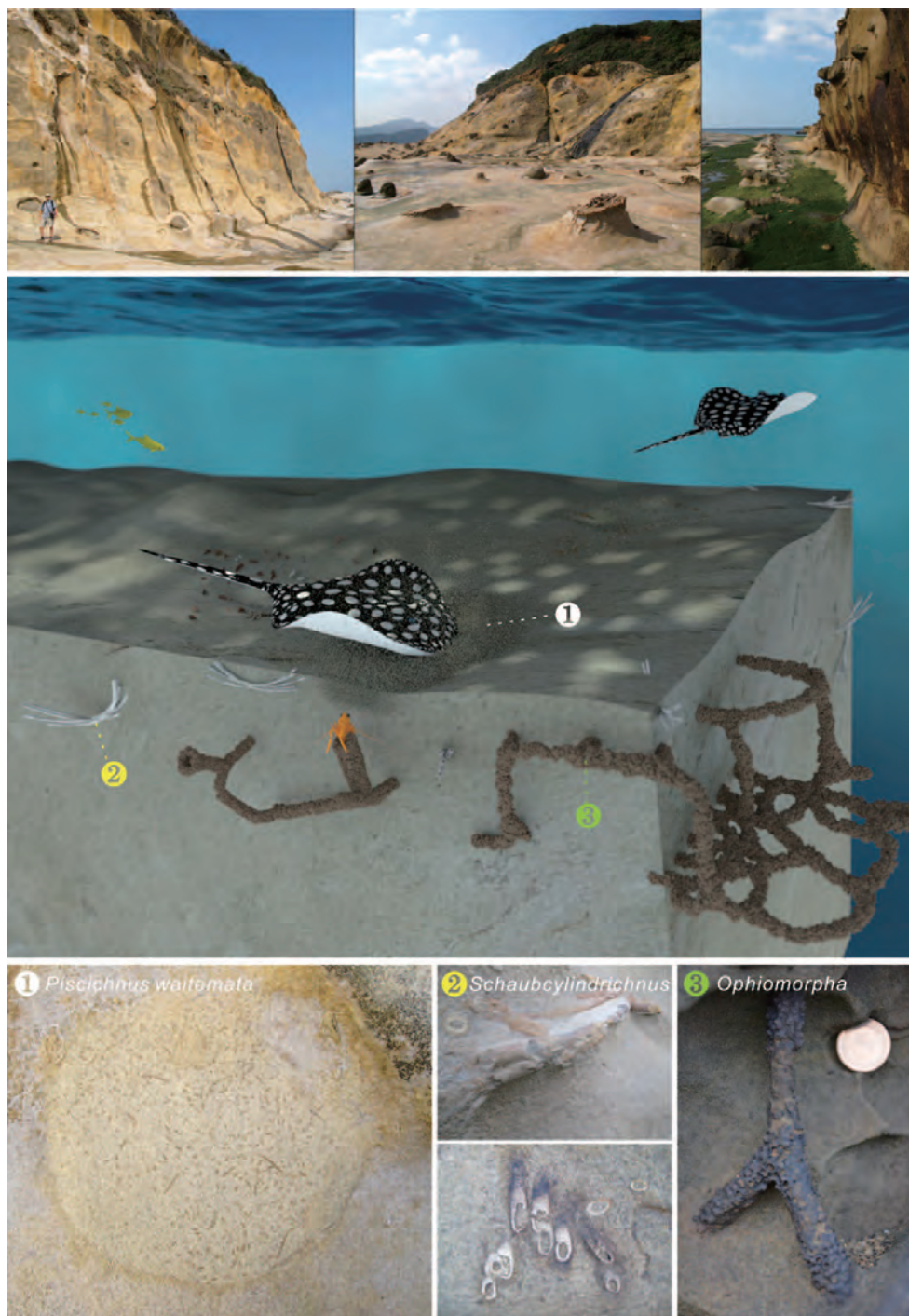
■ 在某些魷魚覓食窪坑生痕化石*Piscichnus waitemata*周圍可見到*Schaubcylindrichnus*的破碎蟲管（左）與*Ophiomorpha*管壁碎片（右），由此可推測蠕蟲類與蝦類可能為魷魚的獵食目標之一。



及*Schaubcylindrichnus*。因此，*Piscichnus waitemata* 填實部分中發現的 *Ophiomorpha* 管壁碎片，可能為魷魚掠食行為所造成的結果及化石證據。在幾個 *Piscichnus waitemata* 中央觀察到的垂向掘穴，更加可以證實居住在掘穴系統內的甲殼類動物正是魷魚獵食目標。魷魚的掠食或許也是 *Schaubcylindrichnus coronus* 上半部常見遭受破壞的其中一個原因。

## 魷魚的覓食演化

硬骨魚或海象等其它的動物，也可能像魷魚一樣利用噴射水流在沉積物上覓食而造成類似的生痕。即使在漸新世晚期已演化出海象的後代，加上在中新世早期西北太平洋區域發現的海象化石，早期鰐足類動物的掠食行為似乎是針對魚類，而非後期演化出對內底棲雙殼貝類的特化掠食。生存在白堊紀時期，並持續變異演化直至中新世早期的燕魷目（魷魚）魚類，類似在大寮層觀察到的生痕化石，已被歸屬為魷魚。因此，藉由調查較古老地層以及魷魚覓食所留下的生痕化石研究，可以幫助我們瞭解魷魚開始演化出掠食甲殼類動物的過程！



由上而下依序是東北角砂岩層景觀、魷魚覓食示意圖、常見的生痕化石如①魷魚覓食窟坑生痕化石*Piscichnus waitemata*、②蠕蟲鑽孔生痕化石*Schaubcylindrichnus*及③蝦類鑽孔生痕化石*Ophiomorpha*。

### 延伸閱讀

- Ludvig Löwemark (2015) Evidence for targeted elasmobranch predation on thalassinidean shrimp in the Miocene Taliao sandstone formation, NE Taiwan, *Lethaia*.