

# 三葉蟲「微」化石

Trilobite “Microfossils”

吳天偉 國立臺北教育大學自然科學教育學系

NG, Tin-Wai

本文簡單介紹古生代海洋中最常見化石之一的三葉蟲，文中談及為何會叫做三葉蟲：常見三葉蟲的體型大小，及因為其個體發育、微構造及球接子的觀察需要，與其它微體化石一樣會使用到光學及電子顯微鏡技術來幫助觀察。

說到化石，可能大家的第一個印象會是恐龍。不過化石何其多？在恐龍之外，其實化石的世界非常廣大，而三葉蟲(trilobite)應該也算是當中最出名的化石之一。三葉蟲屬於節肢動物門(Arthropoda)，自成一類三葉蟲綱(Trilobita)，只在古生代產生的海洋沉積岩層中被發現。從寒武紀的初期到二疊紀的結束，牠們存活的三億多年裡，可以在不同的海洋環境中生活，有著很強的適應能力，在古生物學、地層學及生物演化等研究上，都提供了難得的研究材料。

說到三葉蟲，顧名思義，其外形有如三片葉子疊在一起。一般說到三葉蟲的「三葉」，指的是「左」和「右」兩個側葉(pleural lobe)，「中」則是中軸/中葉(axis / axial lobe)，合起來共有三個葉

(lobe)，這也是三葉蟲名稱的由來。同時，三葉蟲也和現在昆蟲類似，由前到後分為「頭(cephalon)」、「胸(thorax)」和「尾(pygidium)」三個部份，所以，無論是從左到右，還是由前至後，三葉蟲都可以分為三個不同的部份。在美國的寒武系第三統地層中常見的*Elrathia kingi* (圖1)及常見於美國和摩洛哥的*Flexicalymene*屬(圖2)中均清楚見到這樣的身體構造。

對於三葉蟲的其中一個「迷思」就是三葉蟲都會完整的保存下來，就像是商店裡面看到的一樣(如圖1和2)。事實上，很大部份的三葉蟲化石都是頭、臉頰、胸、尾等各部位分開的狀態下被保存下來的。例如圖3可見採集於中國山東省地區寒武系地層中的*Neodrapanura* (新蝙蝠蟲)，其尾部加上兩支長刺的外型讓古人聯想到蝙蝠，故名之。新蝙蝠蟲在中國的歷史記錄中，早在明朝崇禎年間就已經有記載。

平常大家也許受到很多商業販售的化石所影響，常常都可以見到幾十厘米(cm)大的三葉蟲化石在販售，以為三葉蟲體型都很大。但是事實上卻並不是如此，至今已發表的三葉蟲超過兩萬個種(species)，大部份的體型其實都不算太大。絕大部份的三葉蟲成體只有一至二厘米到十厘米的大小，當中還有一些個體特別細小的種屬，成蟲只有不到幾毫米(mm)的大小。

一般來說，在化石的處理上，需要使用到光學和電子微顯鏡才足以觀察其外型的化石才會稱為「微化石」和「超微化石」。三葉蟲雖然成體不少都

可以長的很大，但是由於不同的研究需求，在三葉蟲化石的研究上，常常都需要使用到顯微鏡來幫助觀察，也就是為何這一篇會以三葉蟲「微」化石為題的原因。

以下主要分為三個部份來介紹：

## 個體發育

個體發育(ontogeny)指的是生物如何從出生到長大到成年的整個發育過程。就算是體型巨大的三葉蟲，在牠們剛孵化時，常常都是體型非常細小的幼蟲。因此，在研究三葉蟲的個體發育過程中，顯微鏡的使用就變得相當的重要。三葉蟲的個體發育研究之所以能夠進行是因為和很多的節肢動物一樣，



圖3 中國寒武系華北地台上的石灰岩層中，頗為常見的*Neodrapanura* (新蝙蝠蟲)化石，尾部帶兩支長刺，形如蝙蝠。圖中亦可見其它的三葉蟲骨片，以及球接子化石。筆者採集自中國山東省臨沂地區。筆者研究室收藏品

在成長過程中都會脫殼，特別的是三葉蟲在每一個脫殼的過程中，都會把舊外殼丟掉，再重新長出新的外殼，所以整個成長的過程都有機會被保存在化石記錄裡面。

三葉蟲的個體發育過程，一般可以分為幾個不同的期間(圖4)。在授精之後，最早期一小段時間有可



圖1 美國大盤地(Great Basin)地區寒武系第三統地層中常見的*Elrathia kingi*，可見三葉蟲的基本結構。筆者研究室收藏品

圖2 *Flexicalymene*屬為常見於美國和摩洛哥的三葉蟲化石。筆者研究室收藏品



圖4 寒武紀三葉蟲*Sao hirsuta*的個體發育過程。可見左上角的原甲期的三葉蟲，頭尾並沒有明顯分離，而且標本只有針頭般的大小。筆者攝於法國巴黎古生物及比較解剖學博物館(Galerie de Paléontologie et d'Anatomie comparée)



圖5 志留紀三葉蟲 *Aulacopleura konincki* 胸節一直增加到成蟲時期22節的過程。標本可見從2到22節接近整套的標本。筆者攝於法國巴黎古生物及比較解剖學博物館 (Galerie de Paléontologie et d'Anatomie comparée)

能是沒有硬殼的，所以孵化後的樣子，目前還不怎麼清楚。孵化後很快就會變成帶殼的幼體三葉蟲，其體型相當的細小，常常只有針頭一樣大，在野外就算使用放大鏡也常常會錯過了發現牠們的機會。這個時期稱為原甲期(protaspid)，稚幼的三葉蟲看起來像是只有頭部，還沒有明顯的分節，之後可以看到頭部和尾部分別出現，而且個體會越來越大，分節也會越來越明顯。直到分節期(meraspid)，這是頭部和尾部明顯開始分開的時候。在尾部可以觀察到很多的分節，而三葉蟲的第一個胸節會開始出現，胸節其實是從尾部一節一節往前推出來的，整個分節期就是胸節數目一直增加的過程。最後，三葉蟲會進入到成蟲期(holaspid)，

這是指所有的胸節都已經長出來，達到一個固定的數字。絕大部份的三葉蟲成蟲胸節數目是一定的，有的多有的少，只要不再增加就算是進入了成年期，不過成年期並不代表三葉蟲的個體不會再長大(圖5)。很多三葉蟲在胸節數目固定之後還會繼續的長大，體形越來越大，表面上也可能會繼續長出不同的裝飾，像是瘤和刺等等。

### 微構造

就如學習人體構造一樣，肉眼可以觀察的大體解剖學(gross anatomy)與觀察微構造(microstructure)的組織學(histology)是不一樣的尺度。三葉蟲的研究，除了仔細觀察及描述其外形，也當然對於裡面

的微構造感到興趣。微構造的觀察大致可以分為表面構造及內部構造。表面構造可能使用光學顯微鏡，甚至是掃描式電子顯微鏡來幫助觀察，可以用來了解表面上的細微結構及其可能的功用。內部構造通常需要使用破壞性的研究方法，將含有三葉蟲化石的岩石製作成岩石薄片為最常見的方法之一。將岩石黏貼於玻璃片上，再研磨到透光至特定厚度，之後可置於偏光顯微鏡之下觀察。希望可以了解其殼體的生長方式，還有當中是否有礦物組成等各種不同的改變和是否有受到成岩作用等的影響，都可以透過對岩石薄片的觀察得到相關的證據。

### 球接子

傳統上球接子(agnostids)都被認為與三葉蟲屬同一類的生物，但是近年來一直有不同的聲音，認為球接子在構造上和三葉蟲有顯著的不同，可能只是三葉蟲的姐妹群(sister group)，而不應該放在同一個單系群(monophyletic group)之中，代表其與三葉蟲的親緣關係並不如之前想的密切。

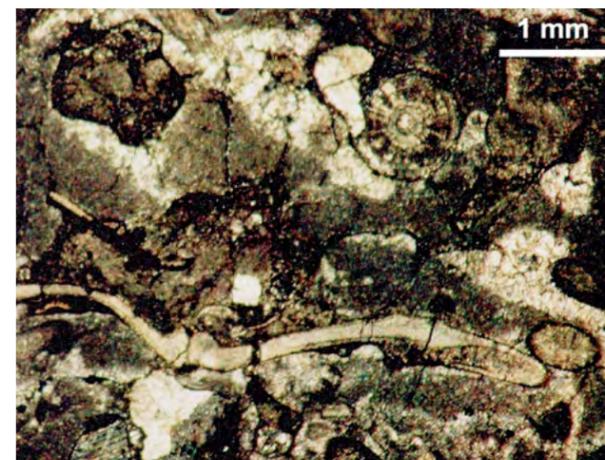


圖6 美國大盆地地區寒武系石灰岩層標本，可見下方有如S形的物體，其實是三葉蟲殼體的橫切面。比例尺為1毫米

球接子的體型一般較三葉蟲細小，常常成體亦只有幾毫米大小，雖然有一些體形較大的球接子可以長到一厘米以上，但是並不常見。因此，想要研究細小的牠們，顯微鏡的使用就變得非常重要。

一般相信球接子都是浮游性的生物，可以在海面附近以飄浮的方式生活，推測與現在海洋中的浮游性有孔蟲和放射蟲有點接近。

### 結語

透過本文及臺博館微美幻境—海洋微化石特展的介紹，讓我們對微化石有更深一步的認識。希望大家可以對三葉蟲的基本身體構造、個體發育、微構造及球接子有一些基本的了解。更希望拋磚引玉讓大家對微化石、三葉蟲、地質學及生物演化有進一步的興趣。

延伸閱讀  
吳天偉 (2017) 正確的演化觀念。地質，第36卷，第1期，第62-64頁。  
吳天偉 (2016) 單系群觀念的重要性。地質，第35卷，第3期，第72-74頁。  
英文網站：A Guide to the Orders of Trilobites <https://www.trilobites.info/>



圖7 可見石灰岩石板上滿是小小的圓形球接子化石。其成蟲的直徑大多只有幾毫米，常常只能依靠顯微鏡的幫助，才能對其外形進行觀察。筆者研究室收藏品