

屎有明訊：恐龍便便裡的名堂(一)

文—鄭明倫·圖—鄭明倫·Flickr CC (FCC)·Wikimedia CC (WCC)

2006年夏天，倫敦的自然史博物館推出介紹恐龍食性的「Dino Jaws」特展，展期間卻失竊了一件不甚起眼卻奇特的展品：一塊約3吋長、據信是白堊紀晚期泰坦巨龍類(Titanosauria)植食性恐龍的便便化石(dinosaur coprolite，以下簡稱龍糞化石)。該案至今未破，竊賊動機不明。雖然龍糞化石不算罕見(圖1)，蒐藏市場上大塊一點的一般值幾十到幾百美元，但最大的損失是博物館的公共蒐藏提供給科學研究與知識產出與傳播的機會(2009年倫敦自然史博物館的



圖1 侏羅紀晚期的糞化石，德國 Braunschweig 自然史博物館藏品 (Daderot/ WCC)。



圖2 飽食未消化的黃藤果實的野生動物糞便(攝於越南)



圖3 倫敦自然史博物館的蛇頭龍化石與瑪莉安寧的介紹(Gary Todd/ FCC)



圖4 胃寶石是現生動物胃內未能消化的物質所凝集成的石狀物，過去常被當作解毒劑(Science Museum, London/ WCC)。

Tring 分館發生另一件更嚴重的竊案，推薦閱讀《羽毛賊》一書。

不就是塊石頭便便，真能研究出什麼名堂？如果知道科學家可以從野生動物糞便得到的豐富資訊(圖2)，就不難想像便便化石的潛力。吃了哪些東西(種類、部位、季節性豐度與轉變等)是最基本的

資訊；糞便的形狀、大小、顏色可以判別動物的體型大小、腸道形狀、食物偏好等；殘渣被消化的程度可以反映腸胃道的動態(dynamics)；寄生蟲卵來自腸道，菌相則可能來自腸道或是植物本身；糞便中的賀爾蒙含量可以反映動物的狀態(營養、逆壓、生殖等)；糞便的分布和內容物反映動物的活動範圍(面積與海拔)；藉由DNA分析可得知糞便的主人，來自多少個體而推估出族群大小、族群遺傳狀態與有效族群量；由糞便的環境DNA高通量分子條碼分析(eDNA metabarcoding)可以推測其生活的環境與習性、食物鏈與食物網；分析殘渣的元素可得知環境中物質循環的節點……等。如果說一沙一世界，則一坨屎或許可以讓我們看見一個生態系。

雖然無法在野外觀察已滅絕動物的生態和消失的環境，但是如糞化石(coprolite，希臘文字源直譯為「糞石」)這類的生痕化石(trace fossils)卻提供了科學家古生態學(paleoecology)的線索，這往往是實體化石(body fossils)無法直接呈現的。

特別是在埋藏學(taphonomy)上，糞化石的高磷酸微環境有利於保存其他環境下難以形成的軟組織化石，能藉以深入研究古生物之間的關聯。近年也有成功抽取更新世哺乳類糞化石中的古DNA(ancient DNA)案例，無怪乎有古生物學者主張糞化石是尚待開發的保存型化石寶庫(Konservat-



圖6 英國博物學家Henry De la Beche根據威廉巴克蘭對瑪莉安寧的發現所做的描述，在1830年繪製了這張「遠古時的多賽特」(Duria Antiquior)水彩畫(WCC)。



圖7 倫敦水晶宮公園裡1854年完成的Megalosaurus塑像。這時還是四足行走、半獸半蜥蜴造型。1858年才有雙足行走的恐龍概念(CGP Grey/ WCC)。

Lagerstätte，一般指保存了骨化微弱或軟組織等不易見得的生物群化石)，近20年來研究也不斷有新奇的發現。

且先從糞化石的發現談起。恐龍化石的挖掘與命名在1820年代興起，在英國的維多利亞時代晚期和美國的鍍金年代(gilded ages, 1870-1900)達到鼎盛，在美國甚至發生過兩大化石獵人陣營間的骨頭大戰(Bone Wars)。糞化石的發掘和研究大約也在同時開始，其濫觴不得不提到瑪莉安寧(Mary Anning, 1799-1847)這位長期被古生物學史忽略的女性化石發掘者(其生平可參閱《25種關鍵化石看生命的故事》一書)。

跟當時住在英國南部多賽特郡(Dorset)萊姆里傑斯(Lyme Regis)海邊的許多貧困家庭一樣，瑪莉安寧沒受過多少正規教育，從小跟著父兄到海邊岩層找化石出售給觀光客用來貼補家用。但是她的勤勉自學以及對解剖學和分類學的天分，不僅使得她後來成為專業的化石商，吸引許多知名的古生物學家親自到訪或向她購買化石，也讓她的發現產生了重要的科學價值。她除了發現近2億年前魚龍、蛇頸龍(圖3)、翼龍等爬蟲(非恐龍)化石，1820年代初她在魚龍化石的腹部部位找到一些當時被認為是胃寶石(bezoar stones, 圖4)的小石頭，打開來裡頭卻有魚骨頭和碎貝殼，因此她懷疑那可能是魚龍腸道內還沒排出的石化糞便(圖5)。

約略同時，時任西敏寺教務長(Dean of Westminster)，同時也是古生物學家及地質學家的威廉巴克蘭(William Buckland, 1784-1856)，在約克郡(Yorkshire)更新世的洞穴中也發現疑似為鬣狗(hyaenas)的石化糞便。1829年他將瑪莉安寧的發現發表為正式論文，並在另一篇文章中將石化的糞便稱為coprolite。他也用糞化石推測了千萬年前的食物鏈關係，例如魚龍的糞化石有些



圖5 魚龍的糞化石，維也納自然史博物館藏品(Paleobear/ FCC)。