

【基礎科研】【戰略】恐龍的起源

2018-10-23 15:48:00

原文網址：<http://blog.udn.com/MengyuanWang/118448301>

一般人在少年期，對恐龍會有或多或少的興趣。但是像我這一代人，在40年前的那個人生階段，如果問起恐龍的起源，是無法得到確切解答的。當時的科普文章對這件事支支吾吾、語焉不詳，倒不是因為在互聯網出現之前，沒有人願意傳播這種知識，而是因為當時的古生物學界真的不知道答案。

那時的理解，是在Triassic Period（三疊紀，251.9 - 201.3Mya）開始不久，最早的恐龍（嚴格來說，是Proto-Dinosaur）就演化出來，但是遠遠不是陸上大型動物（Major Terrestrial Fauna）中的主角；最大和最普遍的的草食動物和肉食動物，都是更“原始”的爬蟲類（Reptiles），或是哺乳類的先祖（Proto-mammals）。可是在三疊紀結束之前，恐龍早已成為地球陸地的王者。

這樣的敘事，對接觸過古生物學的人來說，是很奇怪的。演化的過程，並不是持續的緩慢演進，而是在長期的穩定之後，會突然發生短暫的巨變。這是因為，基因的突變固然是隨時間慢慢持續累積，但是如果環境的變動緩慢，那麼每一個生態界的活動角色（Ecological Niche）都很難換手，既有的角色占有者早已為其優化，不容許新的競爭者進入。所以這些基因突變一般就只能在次要的、隱藏的功能上做小小的改進，像是外形反而不動如山。只有在地球環境本身有了突然的改變，空出了活動角色的空間（Niche），後續的基因突變才有動力推動外形的變化，以占領新的生活空間。

自從多細胞生物在地球上擴展開來，並開始留下化石之後，在生態史上有過6次最大規模的物種滅絕（第6次是人類造成的，正在進行之中）。而古生物/地質學（地質學關心環境變化對地殼岩石的影響，古生物學則研究環境變化對古生物的影響；地質學可以追溯更早遠，所以這些定義其實來自地質學）所說的“紀”（“Period”）或者“代”（“Era”，比紀高一級，每個代含3-6個紀）的邊界一般就對應這這些大滅絕事件。例如三疊紀的起源是Permian-Triassic（P-T）Extinction Event（二疊紀-三疊紀滅絕事件），又叫做Great Dying（大死亡），因為它是物種滅絕最徹底的一次，96%的海洋物種和75%的陸上物種滅絕了，並且因而推翻了原本陸上的霸主：兩棲類。三疊紀的結束，則是Triassic-Jurassic Extinction Event（三疊紀-侏羅紀滅絕事件），同樣名列6大滅絕事件之一。

現在讀者可以理解前述的謎題：新一類的生物大規模取代原始物種，應該是在一個紀剛開始的階段，那麼恐龍取代爬蟲類和哺乳類，為什麼是反其道而行呢？這個問題的答案，一直到最近20年，隨著一系列新的研究結果，才逐漸揭曉。

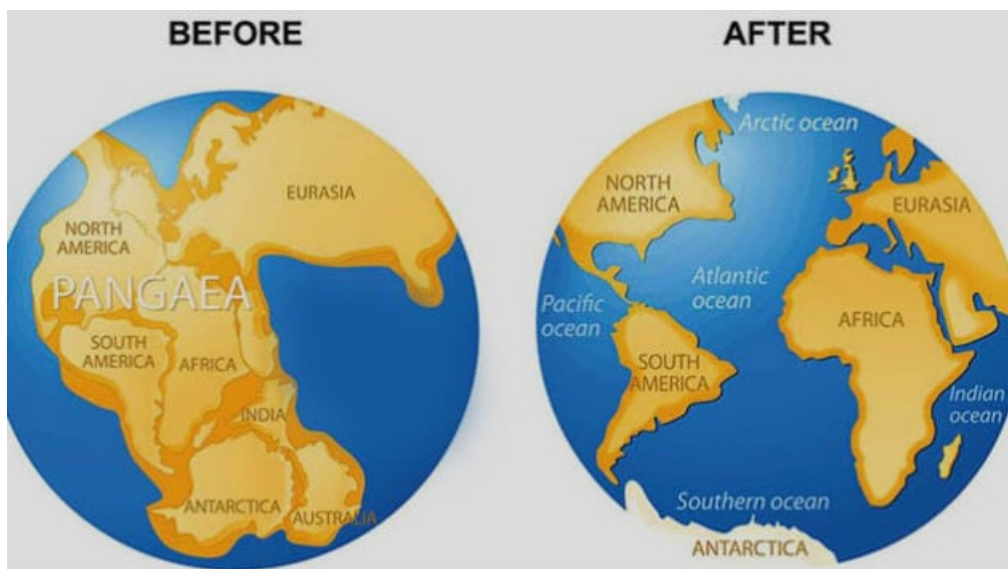
首先，環境的改變，來源可以有很多種，例如隕石撞地、火山爆發、新生物功能的演化（例如葉綠素的演化，為大氣層帶來氧氣）、大型露天煤床的燃燒、板塊漂移等等。它們的影響，有大有小，並不是只有超大型一級。所以地質學在Era之上，還有Eon（宙）；而在每一個Period之下，又分Epoch（世）；Epoch之下，還分了Age（期）。但是請注意，定義這些世代的，是地質學家，他們根據的是岩石結構的變化和主要化石（Index Fossil）的出現頻率。這些世代通常和古生物的演化過程有很好的對應，但是也有例外。

如果恐龍的崛起，發生在兩個Epoch的交界處，古生物學界或許早就有結論了。如果是發生在兩

個Age交界處，大概也不會拖到21世紀才搞清楚。偏偏它是前述的，地質世代不對應著古生物演化節奏的最重要例子。

這個在地殼岩石裏沒有留下很大痕跡，卻對古生物有極大影響的氣候變化，叫做Carnian Pluvial Event（CPE，Carnian期多雨事件）。Carnian期是三疊紀中7個期的第五個，對應著237-227Mya（Million Years Ago，百萬年前）。CPE發生在230Mya前後，持續了大約200萬年。

顧名思義，CPE指的是降雨量的大幅增加，在很多地方高達三倍。三疊紀本身是地球歷史上最乾燥的時期之一；這是因為當時所有的陸地板塊剛好都撞到一起，形成一個超級大洲，叫做Pangaea（盤古大陸）。雨雲一般不能深入幾千公里的內陸，所以除了海岸綫附近之外，當時的生態環境以沙漠和乾燥草原為主（我說“草原”，但是其實青草還沒有演化出來，這裏指的是占據同一個Niche的原始植物）。Pangaea的分裂，是一個緩慢逐漸的過程，和CPE沒有決定性的關係。



目前的猜測，是當時因為地質（剛好同時，阿拉斯加有火山運動）原因，有了大量的二氧化碳排放，經過嚴重的全球暖化之後，大氣包容水汽的能力也大幅增加，使得雨雲能深入內陸。

我以前曾經提過，恐龍的生理機制，比起哺乳類和爬蟲類有幾個優勢。其中之一是它們的呼吸系統不是死巷子，而是一個圓環，效率很高。但是CPE並沒有減低大氣的含氧量，所以這不像是恐龍崛起的決定因素。另一個優勢是它們蛋白質代謝的最終產物，毒性較低，不需要大量的水來稀釋成為尿。這應該在乾燥環境下很重要；CPE是短暫（從地質學的觀點來看）的多雨期，或許其他動物在適應了潮濕環境後，一旦CPE結束，就由奢入儉難。

但是還有另一個可能，CPE期間的雨量，容許新的、更高的植物（不是現代意義的樹木）演化出來；恐龍的體內有氣囊，所以單位重量密度低，強度卻沒有下降，容易長大長高（這也是為什麼後世的恐龍能演化到比大象大得多的程度），所以可以很快適應新食物，獨占新的生存空間。恐龍對食物的分解，除了牙齒之外，還應用胃石（Gastrolith）來研磨，效率高，吸收比率好，也是另一個小小的優勢。

不論細節為何，CPE在短短的200萬年裏，先是變得很潮濕，然後又變回乾燥，強迫著所有的陸上大型動物做出兩次同步起跑點的公平新競賽，也就給予了恐龍崛起的極佳機遇。恐龍從CPE之前佔陸上大型動物的5%，一下上升到其後的90%。它的霸主地位，延續過了前面提到的三疊紀-侏羅紀滅絕事件，一直到66Mya的Cretaceous-Tertiary（K-T）Extinction Event（白堊紀 - 第三紀滅絕事件），才讓位給哺乳類。

古生物學，算是一個很純的科學，也就是說，它基本沒有經濟上的實用價值。本文前面的討論，

似乎有關於全球暖化的效應，可以用來借鏡，但是實際上古氣候學是獨立於古生物學的。這裏是後者應用前者的結論，並不能代表後者有了什麼應用。而且當前全球暖化的速度，比CPE高1000倍左右，所需的研究精度也相對更高，原本就有其他更可靠、更精確的研究手段（例如計算機模擬），不能說古氣候學有什麼重要的應用價值。然而我仍然喜歡研究瞭解這些議題，因為它們擴展我的視野、提升我的思考層次。我在前文《漫談兩個假說（一）》裏面曾經提到，從人類整體的觀點來看，純科學是滿足求真的自然欲望；但是從個人的角度來看，對純科學的涉獵，其意義就在於擴展視野和提升思考層次。希望我的科普系列文章，對讀者也有這方面的幫助。

【後註一】我想了想，覺得本文的引申意義，還是寫得太隱晦了，應該點明比較好。如果讀者在第一次閱讀的時候，沒有想到下面所提的對比（亦即生態空間=國際地位，所以兩棲類=英國，爬蟲類=美國，恐龍=中國；當然這並不代表大型動物=大型國家，或者黃色動物=黃種人國家），我建議你重讀全文一次。

我說“擴展視野和提升思考層次”，就是要瞭解這個引申的類比，尤其是文中的第三段，有關既有生態地位，一般是相對穩定的，沒有背景環境變化的助力，就不容易被取代；這個論述對當前的國際情勢，也是完全適用的。中國如果不先想清楚自己崛起要靠的CPE在哪裏，以為美國自然會像英國一樣和平讓位，就完全忽略了一戰和二戰那種歷史性的外來環境因素，理所當然是會被打臉的。

【後註二】我想補充一下細節，詳細解釋為什麼地質學家在制定三疊紀的7個期的時候，沒有注意到CPE。

地質學家分隔地質歷史的朝代所用的根據，是最方便、最常見的證據，所以一般是某一個紀裏最普通的化石，叫做Index Fossil。三疊紀的Index Fossil是Conodonts，這是一種原始魚類，有許多物種，對應著不同的時期，而且很容易分辨。

CPE的問題，在於它主要影響Pangaea的內陸，對海裏的Conodonts生態沒有什麼波及，所以就被上一代的地質學家忽視了。

4 条留言

mgs

2018-10-25 15:21:00

你如果用计算机模拟进化，把种群每一代的平均适应度画出来，你会发现适应度曲线并不是平缓的，而是有一些地方会突然跳跃。这里环境一直没有变化，只是纯粹的概率问题，少数非常有利的新策略偶然诞生了而已。就像科技创新导致世界排名靠前的公司不断变化一样。弱者要战胜强者要么就营造更自由的环境，让创新更有可能出现在自己这边。要么就好好学习老老实实积累等待强者犯错。自己不改革还各种倒退，想着让其他人倒霉好让自己上位的存量思维，实在令人作呕

“

你該不會是聯想的員工吧？

南山臥蟲

2018-10-26 11:23:00

呵呵，與王兄有差不多的童年求知經驗。古生物學和古氣象學，就實用和經濟而言，不妨視為未來（不會太久）外星拓展/移民的技術儲備——即使是電腦模擬，也有了堅實的數據基礎。中國人多地狹（可用地），資源緊拙，外太空動力科技的基礎和應用都很扎實，將來應大有可為。

“ 外太空開發，最終還是必須有經濟效益，所以必然是由AI和機器人來進行。 科幻小說的情節很浪漫，我小時候很愛看，但是後來懂經濟之後，就知道它完全不切實際。

南山臥蟲

2018-10-26 14:41:00

外星拓展的經濟效益問題，很有興趣聽聽王兄的高見，而且可以為此實地增加點擊率（絕對吸睛呀，三體話體在大陸很盛行），有暇時可以另闢一欄專門談談呀 - - 太巧了，五分鐘前，我剛看完盜版的星戰外傳韓索羅，臨完場居然見到達斯魔復活了，我想是截體培育吧，反正，加上原力，沒甚麼是不可以做的。 其實還有些想法，但先看了王兄的回覆（若有興趣）再寫吧。

“

如果我在腦海中醞釀一陣之後，覺得有足夠的材料寫一篇正文，那麼自然是一個合適的題材。 不過我先在這裏透露結局：大部分常見的猜想，都是過度的吹噓。

AbzX5

2021-06-25 17:14:00

重读此文, 惊出一身冷汗. 幸亏王先生高瞻远瞩, 用语委婉, 希望好莱坞电影人千万不要读懂此文, 否则他们若是拍一部三流阴谋科幻片, 将当下正在发生的事影射为故意为之的CPE, 后果不堪设想. 请王先生读完此次留言后速速删除本留言.

[返回索引页](#)