

# 挑戰傳統漸變論的新學派——中斷平衡說

廖本揚

國立臺灣師範大學 生物系

一個有創見的新理論，必須能夠指出舊學派的問題，並在這些問題上提出合理的解釋。自達爾文(Charles Darwin)出版物種原始(The origin of species)以後，有關於生命起源及物種演化方式的論戰不斷，延續至今。因著時間演進；新資料的累積，原先達爾文的思想也跟著發生「演化」，形成現今所謂的新達爾文主義(Neo-Darwinism)。基本上，達爾文主義者對於生命演化的過程，特別是物種的形成，認為是由一個祖先經由長時間天擇的作用，後來累積足夠的變異，當生殖隔離發生(reproductive isolation)時，新種也隨之誕生，這一派的學者認為，「物種形成是一個逐漸而緩慢的過程」，因此他們又被稱之為漸變論者(phyletic gradualist)。至於新達爾文主義者較不堅持這樣的立場。

N. Eldredge 及 S. J. Gould (1972)首次提出中斷平衡說(punctuated equilibrium)，即在挑戰漸變論的觀點，該篇報告中並沒有提出新的發現，不過是重申長久以來古生物學家在地層中對化石進行的觀察結果：物種發生的過程相當迅速，而後產生的新種卻又是相當穩定的(常長達數百萬年之久在型態上都沒有發生變化)。這樣的觀察結果著實令漸變論者感到相當灰心，原先漸變論者以為應該可以在地層中發現大量一連串逐漸改變的化石序列，但實際上的觀察又與期待有相當的出入，在堆積如山的化石中，鮮少有支持漸變觀點的證據。但許多漸變論的忠實擁護者對這樣的現象仍然提出他們的另一種解釋，最常出現的理由是化石紀錄有缺失，基本上他們認為，在地層中所觀察到的化石型態上的變化並不足以代表生命真實的演化過程。

## 【中斷平衡說的基本內容】

中斷平衡說的內容可分為兩大主要的重點，一是「物種的穩定」(stasis)，表示一個物種在受到環境的壓力下仍然保持著穩定，種本身並沒有因環境的變化而在型態上發生改變。另一是「快速的種化」，乃指一旦發生種化(指隨著時間的演進一個物種分化成兩個以上的物種或成爲一個新的物種)，其過程是相當快速的，並不如一般我們所想的一般緩慢而漸進。

物種穩定的現象可以在相當多的化石記錄中發現，在某程度上這好像說明了沒有演化的發生，活化石便是一個很好的例子。在七零年代中斷平衡說提出以前，這樣的現象被許多人有意或無意地忽略，也從來沒有一位古生物學家寫過一篇討論這個現象的報告；更糟

的是，大部分的演化生物學家和這些古生物學家一樣，認為普遍上來說，生物的演化是逐漸連續性的改變，完全不知在化石的記錄上，物種普遍上來說相當穩定的。物種穩定的觀點，成為中斷平衡說的一個重心。中斷平衡說論者認為：物種在經歷高頻率的氣候變遷時，仍然能夠維持不變，顯示物種能夠對環境採取「主動」的反應，聽起來就如同恆定的調控機制一般，非如同傳統達爾文主義論者認為的：生物族群是完全被動地隨著環境的改變而變化。當然，這裡所說的調控和我們生理上認為的調控是完全不同的，要了解這種機制，我們需要對族群遺傳學上有更多的認識。

生物演化的速率到底是不是不變的呢？答案是否定的。受赫頓(James Hutton)的古今一致說(Uniformitarianism)影響，以往的學者因為在現今的生物中沒有觀察到快速演化的情形發生，因此認為過去生物也不可能發生快速演化的情形，生物演化的速率絕對是緩慢並且恆定的，但現在仍保持這種觀念的人已經越來越少了。中斷平衡說的另一個重要內容便是認為新物種的產生相當快速，人類的起源是一個最好的例子，就目前普遍認為的資料看來，就人屬(*Homo sp.*)腦部發育的進展而言，這樣的速度簡直是超乎想像，從人屬到現代人(*Homo sapiens*)的產生，前後大概不會超過兩百萬年的時間，在型態或本質上卻發生這麼大的改變，這在相對年代上看來不過是剎那而已。許多學者也認為，生物種快速的產生，和滅絕事件(extinction)通常也有一些關係；還是拿人屬來當例子，Vrba(1984)認為在兩百五十萬年前全球氣候的變遷導致了人屬的起源。

這裡我們隨後產生一個問題：難道是神蹟？這樣快的演化速度，簡直令人感到不可思議！其實支持中斷平衡說的學者並不主張創造論(creationism)，他們認為推動物種快速演化的力量可能與創始者效應(founder effect)或瓶頸效應(the bottleneck effect)有關，即當新族群是由原來族群中的少數個體組成時，很容易使得新族群與母族群產生相當大的變異。另外如果環境給與的天擇壓力相當大時，也可能會加速遺傳變異的累積，但後者較無法解釋物種穩定的現象，除非天擇只單單作用在某個小族群中，並且小族群與母族群間少有基因的交流(gene flow)發生。無論如何，其作用的機制還在討論的階段。

個人認為其實漸變論與中斷平衡說在背後有其不同的邏輯思考，基本上漸變論是認為新種的發生是物競天擇的結果，後來較優勢的子代會將較不適應的個體淘汰掉，適者生存，演化也隨著發生。然而中斷平衡說的機制就如同是一些群體中較特別的個體從團體中分離出來到別處去生活，最後在當地繁衍出新的種類。

### 【支持中斷平衡說的證據】

就如同漸變論者所提出的證據一般，中斷平衡說也有支持其理論的科學證據。其實並不是我們今天所觀察到地層中的化石中，有穩定的種以及有突然性的新種化石出現都可以

拿來作為中斷平衡說的證據。有人會說：可能生物種還是逐漸在改變，只是我們在化石上看不出來（漸變論者常如此辯稱）。或是說：這些突然加入的新生物種也有可能根本不是從原來存在的物種發源出來的，例如就有可能是從遠方遷移進來的入侵者啊！其實這些顧慮都是對的，因此在確定這些化石序列是否能夠成為中斷平衡說的證據時，必須要有兩項重要的工作：首先必須要使用系統分類（phylogenetic systematics）的方式將欲研究對象的整個分類群（taxa）的親源關係弄清楚，再看當新種發生時，祖先種是否仍然發現有存活的個體，以確定新種的確是在演化的過程中，從這個祖先分支出來的。

Williamson(1981)在非洲的 Turkana 盆地針對軟體動物的化石研究結果，是被討論得最廣泛也是引起許多場辯論的資料。雖然乍看之下，化石在地層中的的演進蠻符合中斷平衡說，但好像又不是那麼一回事；因為這份報告的其中一個結果，是觀察到已經在地層中消失的祖先種，經過一段時間後又出現在新的地層當中。Schankler(1981)對美國 Bighorn 盆地的馴鹿（elk）化石進行研究，也是同樣的結果；此篇報告的作者認為這些鹿的演替是肇因在原來種因為生存競爭而被其他的入侵種所取代，後來原先在這地區的馴鹿又成為優勢種重新在原地區尋回自己的生存空間，這種群落的演替過程和演化其實並沒有很大的關係。這在說明研究中斷平衡說的學者不能夠單單研究某一地區的化石資料就下定論，必須要廣泛地研究同時代不同地區的化石，才能夠確定所取得的資料是否可以作為證據。

關於中斷平衡說，目前最完整又詳盡的資料是 Cheetham(1986)對加勒比海地區第三紀地層苔蘚動物所做的報告，值得一提的是，特別原先 Cheetham 是質疑中斷平衡說的，研究的結果非但不支持漸變的理論，反而合乎中斷平衡說的兩大原則，許多因素也被考慮進去。此篇報告的可貴在於當中所運用資料的完整性。有興趣的可以去參考一下原始的報告。

談到化石，如果要漸變論者拿出化石上的證據時，許多人會拿馬的化石序列來說明，其實這是最普遍而且嚴重的錯誤，基本上從 *Meshippus* 到 *Miohippus* 的化石序列並不符合漸變論，反而符合中斷平衡說。Prothero 及 Shubin (1989) 即談到：大部分的人都接受馬演化的過程是逐漸改變且連續的神話，實際的情況卻是相反的，因為在新種產生之時，舊有的種類並沒有滅絕。觀看整個馬的演化歷史，其中出現的每一個種之間都有很明顯的差異，並且數百萬年都維持著相當穩定的狀態。如果以漸變的觀點把馬的演化歷史繪成演化樹的話，結果將會成為一個相當複雜的灌叢，並且在相近的種之間還會有交疊的情況。

### 【平衡中斷式演化在演化事件中所佔的比例】

中斷平衡式的演化在地層中並不罕見，也有越來越多的報告結果支持這樣的理論。Fortey(1985)對三葉蟲（trilobite）及筆石（graptolite）的觀察作了以下的總結：漸進的演化模式只特別發生在浮游生物，但其中所佔的比例也不過 10% 或更低，真的是相當稀少。

其他也有一些報告，分析全部能取得的分類群資料之後，結論是中斷平衡式的演化其實是比較顯著的。Stanley 及 Yang (1987)觀察墨西哥灣和大西洋海岸第三紀的軟體動物門化石，結論是並沒有看見漸變式的演化出現。Hallam (1978)對歐洲所有侏儸紀時期的二枚貝(斧足類)進行分析，發現除了 *Gryphaea* 這一屬以外，發現並不存在有線系演化 (phyletic evolution, 係指單一血統譜系在時間進程中產生種或型的次序) 的情形，只有個體的大小有變化而已。Kelly (1983,1984)觀察 Maryland Miocene sequence 中的軟體動物，結果支持中斷平衡說，而 Vrba (1984)對非洲牛這類動物的觀察結果亦是如此。其實針對新生代哺乳動物，還有許多的化石資料支持中斷平衡說。

S. J. Gould & N. Eldredge (1993)說到：在查考以往的文獻時，發現大部分的結論都偏向於忽略物種穩定的情況而將之視為資料不足，並且預先就假設了漸變式演進的過程。或許在以後，我們可以有一個新的觀點來看這些資料。

### 【總結】

演化生物學有許多地方立論不是很紮實，在每個學派間也有許多想法上的衝突，漸變論與平衡中斷說之間，或許也不是那樣的水火不容，可能我們可以在當中找到一個平衡點，反過來說，也或許有一天，無論是中斷平衡說或是漸變說，都不是正確的。

在科學的歷史上，也曾出現了許多的理論與學派，當時他們也擁有所謂的證據在各說各話，但後來發現完全不是那麼一回事，地球中心說便是一個相當好的例子。許多一時無法被接受，而被視為無稽之談的說法，後來卻來個大翻身成為學術上的主流，大陸漂移說便是如此。今天許多人只知道演化的基本概念，以為證據鑿鑿，卻不去了解其理論的基礎，這樣下去，「演化」這兩個字也不過是帶著科學假面具的高級迷信罷了。

中斷平衡說的興起，是看見傳統演化論上的一個大問題，或許還有許多的問題等待著我們去發掘。當我們面對生命起源的問題時，我們實在需要存著一顆謙卑的心去尋找。

### 【致謝】

感謝國立台灣師範大學地球科學系副教授米泓生老師在撰寫本文及修稿時提供非常寶貴的建議，使本文章得以順利完成。

### 【參考資料】

1. Cheetham, A. H., 1986. *Paleobiology*. 12, pp.190-202.
2. Eldredge, N. & Gould, S. J., 1972. in *Models in Paleobiology* (eds Schoof, T.J.M.), Freeman, Coope, San Francisco. pp.82-115.

3. Fortey, R. A., 1985. *Sp. Pap. Palaeotol.*33, pp.17-28.
4. Hallam, A., 1978. *Paleobiology*.4, pp.16-25.
5. Kelley, P. H., 1983. *J. Paleontol.*57, pp.581-598.
6. Kelley, P. H., 1984. *J. Paleontol.*58, pp.1235-1250.
7. Gould, S. J. & Eldredge, N., 1993. *Nature*.366, pp.223-227.
8. Prothero, D. R. & Shubin, N., 1989. in *The Evolution of Perissodactyls* (eds Prothero, D. R. & Schoch, R. M.), Oxford Univ. Press, Oxford. pp.142-175.
9. Schankler, D. M., 1981. *Nature*.293, pp.135-138.
10. Stanley, S. M. & Yang, X., 1987. *Paleobiology*.13, pp.113-139.
11. Vrba, E. S., 1984. in *Living Fossils* (eds Eldredge, N. & Stanley, S. M.), Springer, New York, pp.62-79.
12. Williamson, P. G., 1981. *Nature*.293, pp.437-443.

---

( 上接 13 頁 )

The conception and methods of self-evaluation for science teachers  
*Miao-Li Chang Lai, Graduate Institute of Science Education,  
National Taiwan Normal University*

Abstract

This paper introduced the conception and methods of self-evaluation for science teachers. Six sections were included as follow: (1) the importance of teacher self-evaluation; (2) the conception and characteristics of science teacher self-evaluation; (3) the procedures of self-evaluation for science teachers; (4) seven methods of self-evaluation for science teachers; (5) the factors that affect implementation of self-evaluation by science teachers; (6) the conditions of successful self-evaluation for science teachers.

Key words: Self-evaluation, Science teacher