

## Proterozoi

(Liên nguyên đại – Liên giới)

Tổng Duy Thanh. Khoa Địa chất,  
 Trường Đại học Khoa học Tự nhiên (ĐHQGHN).

### Giới thiệu

Liên nguyên đại Proterozoi là một giai đoạn lịch sử địa chất dài gần 2 tỷ năm, hiện nay được phân làm 3 nguyên đại là Paleoproterozoi, Mesoproterozoi và Neoproterozoi. Thời gian của Proterozoi dài như vậy, nhưng hiểu biết của các nhà địa chất về các sự kiện xảy ra trong liên nguyên đại này còn ít so với lịch sử 540 triệu năm của Phanerozozi (gồm 3 nguyên đại Paleozoi, Mesozoi và Kainozoi). Tuy vậy, so với lịch sử Arkei thì lịch sử Proterozoi cũng nhiều dẫn liệu hơn [Bảng 1], trước hết nhờ phát hiện nhiều hóa thạch, thứ nữa, do sự phá hủy biến dạng của đá Proterozoi cũng kém hơn nhiều so với đá của Arkei.

**Bảng 1.** Một số sự kiện địa chất trong Proterozoi.

Địa thời & tuổi (triệu năm)		Sự kiện lịch sử địa chất	
<b>P R O T E R O Z O I</b>	<b>Neoproterozoi</b>	540	Băng hà phổ biến Siêu lục địa Pannotia Phá vỡ Rodinia Tạo núi Toàn Phi
	<b>Mesoproterozoi</b>	900	Tách giãn nội lục Hoạt động magma Mesoproterozoi Tạo núi Grenville Tạo núi Baical
	<b>Paleoproterozoi</b>	1600	Trầm tích màu đỏ cổ nhất Hợp tụ Laurentia
	2000	Ophiolit cổ nhất Thành tạo phần lớn quartzit sắt phân dải	
<b>AR</b>		2500	Băng hà Arkei muộn (?) – Paleoproterozoi Biến dạng Arkei muộn

Chữ số trong bảng: triệu năm.

Đá Proterozoi rất phổ biến trên thế giới, tuy ngày nay chúng thường bị các đá trẻ hơn phủ kín một phần hay toàn bộ. Tư liệu định tuổi đồng vị cho thấy trong đá Proterozoi có nhiều phần là đá Arkei bị tái tạo; đó là trầm tích Proterozoi ở những

đai động, đã chịu tác động của nhiều pha biến dạng, biến chất và tác động của hoạt động magma. Nhiều vùng rộng lớn thuộc đới dịch trượt phản ánh khu vực hút chìm trong vỏ Proterozoi. Vỏ mới được hình thành do hoạt động của manti đã thấy rõ trong các đá Proterozoi ở Bắc Mỹ, Scandinavia và Arabia Saudi, v.v...

Đá xâm nhập granitoid (granit và granodiorit) Proterozoi xuyên nhập vào đá của vỏ trên. Vỏ Proterozoi cũng chứa gabro, xâm nhập phân tầng, anorthosit và vô số đai mạch mafic. Tuy phần lớn đá Proterozoi gắn gũi với đá dạng Arkei, nhưng những tổ hợp đá Proterozoi tương tự như Phanerozozi đã thể hiện khá rõ. Điều này chứng tỏ kiến tạo mảng kiểu mới đã được xác lập từ cách đây hơn 2 tỷ năm.

### Các tổ hợp đá Proterozoi

#### Tổ hợp đá của nền

Đá trầm tích nền phân bố khá rộng rãi trên các lục địa, điển hình ở các khiên Canada và Baltic. Trong nhiều trường hợp trầm tích chủ yếu gồm cát kết hạt thô, phân lớp xiên, tương biến ven bờ hoặc trầm tích sông, tuy đôi khi cũng gặp trầm tích vụn núi lửa, carbonat và pelit. Nhiều nơi cũng gặp tilit, chúng tỏ có hoạt động băng hà từ Paleoproterozoi đến Neoproterozoi. Cuội kết Paleoproterozoi chứa những vụn uraninit thể hiện môi trường khí quyển nghèo oxy, nhưng ở đôi nơi trầm tích màu đỏ lại gặp trong phần trên của mặt cắt Proterozoi, chứng tỏ môi trường oxy hóa đã tăng dần theo thời gian.

Một trong những loại đá Proterozoi phổ biến nhất của vỏ trên là cát kết thạch anh, có lẽ những vụn thạch anh của đá có nguồn gốc từ phong hóa, bào mòn đá granit và gneis. Để có được loại cát kết thạch anh như vậy phải có hoạt động phong hóa hóa học mạnh mẽ phá hủy fenspat để chỉ còn lại vụn thạch anh sạch không lẫn fenspat tích đọng trong các bồn trầm tích.

Tổ hợp trầm tích nền gặp trong ba bối cảnh kiến tạo là *ria lục địa thụ động*, *ria nền của các bồn sau cung* và *bồn nội nền* (bồn nội lục). Các loạt đá nền Paleoproterozoi - Mesoproterozoi rất phổ biến trên các lục địa, chúng tỏ các nền đã có vai trò quan trọng ngay từ Paleoproterozoi. Có đến 60% vỏ lục địa hiện nay đã trở thành nền bình ôn từ Paleoproterozoi, cách đây khoảng 2,4 tỷ năm.

**Tổ hợp đá tạo núi xô húc (collision)**

Tổ hợp đá lục của Proterozoi rất giống với đá lục Arkei, nhưng thường vắng mặt komatiit. Đá lục thường chứa một lượng lớn grauwack có nguồn gốc turbidit như thó lớp tầng cấp, nhiều vụn núi lửa ngầm, có dạng của trầm tích cung và basalt dạng gôi (đặc trưng của dung nham ngầm dưới biển). Ngoài đá lục ra ta còn gặp cuội kết, đá phiến silic, quartzit sắt, đá phiến và cả carbonat nữa. Đôi khi các phức hệ đá lục Proterozoi cũng khó phân biệt với đá lục Arkei. Tuy nhiên, có thể phân biệt là trong tổ hợp đá lục - granitoid tuổi Arkei tonalit thường chiếm tỷ lệ áp đảo, còn đá lục Proterozoi chỉ bị nhiều loại đá xâm nhập dạng cung xuyên nhập, bao gồm các đá từ tonalit đến granit, granodiorit. Trái lại, phần lớn đá lục Proterozoi có những nét gắn gũi với các loạt đá Phanerozoi và đặc biệt là các loạt trầm tích cung rìa lục địa.

Tư liệu về tạo núi cung xô húc Proterozoi được phát hiện ở nhiều nơi như ở Tây Bắc Canada, Scandinavia, Brazil và Tây Châu Phi. Di tích của chu kỳ Wilson thể hiện rõ nét ở dải Dahomay-Pharusi (Tây Châu Phi), do sự tách nền Tây Châu Phi tạo thành một đại dương nhỏ vào khoảng 800 triệu năm trước đây [H.1]. Một cung rìa lục địa phát triển dọc theo phía đông của bồn cho thấy bồn bắt đầu đóng lại vào khoảng cách nay 700 triệu năm.

**Tổ hợp đá tách giãn lục địa**

Hiện tượng tách giãn lục địa đã bắt đầu từ Paleoproterozoi, cách nay 2 - 2,3 tỷ năm, nhưng phổ biến nhất là trong Mesoproterozoi, cách nay khoảng 1 tỷ năm. Các tổ hợp đá tách giãn lục địa Proterozoi rất khác nhau. Đá núi lửa gồm basalt, ryolit và cả các loại dung nham ngầm, dung nham lục địa. Kết quả nghiên cứu cho thấy basalt có nguồn gốc từ manti, các đá núi lửa tổ hợp felsit và granit có nguồn gốc vỏ. Ryolit và các đá liên quan thường có dạng dòng tro, trầm tích thường ở dạng arkos, cuội kết có lẽ được tạo thành trong quá trình các rìa rift nâng trôi nhanh. Phần lớn các loạt đá tách giãn được thành tạo trong các rift nội nền và máng nền, một số rift Paleoproterozoi là một phần của những hệ rift rộng lớn như ở Nam Phi (1,8 - 1,7 tỷ năm). Khoảng 1.000 - 700 triệu năm trước đây (Neoproterozoi) là thời gian thui chột rift trong các lục địa - rift không phát triển để tách các lục địa. Nhiều rift Neoproterozoi đã được phát hiện ở Bắc Mỹ và Đông Âu, nhưng rift có thể phát triển để tách lục địa chỉ được xác nhận ở Bắc Đại Tây Dương để phân tách lục địa và hình thành đại dương Iapetus.

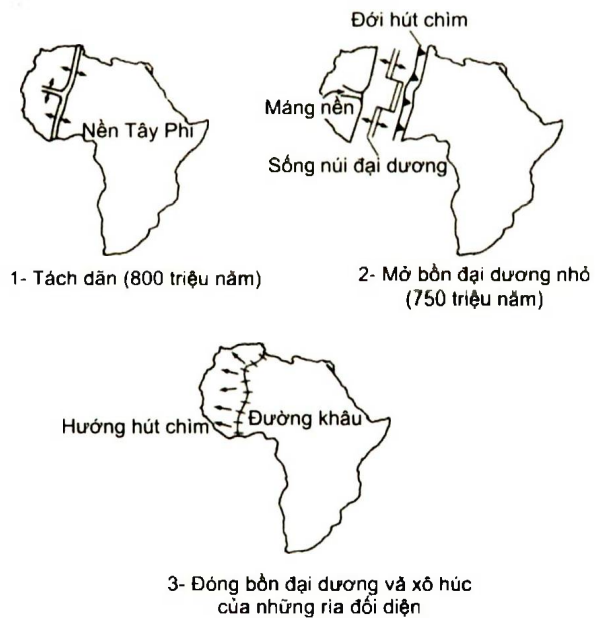
**Tổ hợp đai mạch diabas**

Đai mạch diabas rất phổ biến trong các khiên Tiền Cambri. Chúng xuyên cắt lục địa Proterozoi, có

những nơi các mạch lộ ra trên một diện rộng tới 500km, dài đến 3.000km. Mỗi mạch có bề ngang từ dưới 1m đến hơn 500m (trung bình 40-120m) và dài đến 500km. Những mạng mạch thường xuyên lên vào các thời điểm 2.500; 2.380; 2.150; 1.850; 1.270 và 1.150 triệu năm.

**Tổ hợp granit-anorthosit**

Các tổ hợp granit-anorthosit rất phổ biến trong Proterozoi. Có những đai rộng lớn kéo dài từ Bắc Mỹ đến Labrador chạy qua Greenland và đến tận Scandinavia; ở Siberie cũng có những đai tương tự. Anorthosit là loại đá xâm nhập hạt thô gồm chủ yếu là plagioclas. Tuổi của tổ hợp granit-anorthosit vào khoảng 1.000-1.750 triệu năm, những loại phân bố rộng nhất và cổ nhất gặp ở Phần Lan, có tuổi 1.750 triệu năm. Thành phần hóa học của granit trong tổ hợp granit-anorthosit có lẽ thuộc bối cảnh tách giãn (rift) hoặc nền.



Hình 1. Chuỗi sự kiện tách và xô húc nền Tây Phi trong Neoproterozoi (Condie K.C. & Sloan R.E., 1998).

**Hoạt động kiến tạo**

**Tiến hóa vỏ trong Paleoproterozoi**

Trong Paleoproterozoi, cách nay 1,8 - 2 tỷ năm, diễn ra quá trình hoạt động tạo núi, xuất hiện những đới biến dạng, nhiều hoạt động biến chất và xâm nhập, từ đó Laurentia được hợp tụ [Bảng 1]. Đó là giai đoạn tăng trưởng lục địa, các khối nền (craton) Arkei xô húc và khâu nối lại, hình thành nền lớn gồm Greenland, Canada, miền giữa Hoa Kỳ và xa hơn là vùng Baltic ngày nay. Những xâm nhập phổ biến ở Baltica là chứng cứ của hoạt động tạo núi, đó là siêu mafic tuổi 2,4 tỷ năm và granit, migmatit tuổi 2 - 2,2 tỷ năm, loạt đá xâm nhập granit rapakivi

(granit màu đỏ do có những tinh thể lớn orthoclas màu hồng) có tuổi 1,65 - 1,7 tỷ năm.

### Tiến hóa vỏ trong Mesoproterozoi

#### Hoạt động magma Mesoproterozoi

Hoạt động magma diễn ra khá mạnh mẽ trong Mesoproterozoi, nhưng không liên quan với hoạt động tạo núi và không góp phần tăng trưởng diện tích các khối nền. Chúng rất phổ biến trong các thành hệ Mesoproterozoi, thường nằm dưới các trầm tích Phanerozoi hoặc lộ ra ở những cấu trúc nâng trồi như khiên Canada, khiên Baltic và các khiên khác ở Siberie, Trung Quốc, v.v... Ở Việt Nam cũng rất phổ biến đá có nguồn gốc magma, như trong hệ tầng Nậm Su Lu (MP *nl*), và các hệ tầng có lẽ cổ hơn như Sơn Kỳ (PP *sk*) và Ba Điểm (PP *bd*). Trong Mesoproterozoi nhiệt độ của manti nằm dưới các lục địa cao hơn nhiều so với sau này, do đó dẫn đến hiện tượng magma nâng trồi lên dưới các siêu lục địa.

#### Các quá trình tạo núi và tách giãn trong Mesoproterozoi

Sau quá trình hợp tụ Laurentia (1,8 - 2 tỷ năm trước đây) là quá trình tạo núi Greenville, diễn ra vào khoảng 1,3 - 1 tỷ năm trước đây [Bảng 1]. Đá được thành tạo trong tạo núi Greenville phân bố rộng rãi ở Canada, Greenland và Scandinavia. Loạt đá Greenville gồm cát kết, đá phiến sét và carbonat bị biến dạng mạnh mẽ, biến chất và bị nhiều khối xâm nhập xuyên cắt trong quá trình tạo núi Greenville. Hoạt động tạo núi Greenville là biểu hiện giai đoạn hoàn thành sự bồi tụ lục địa Proterozoi của Laurentia.

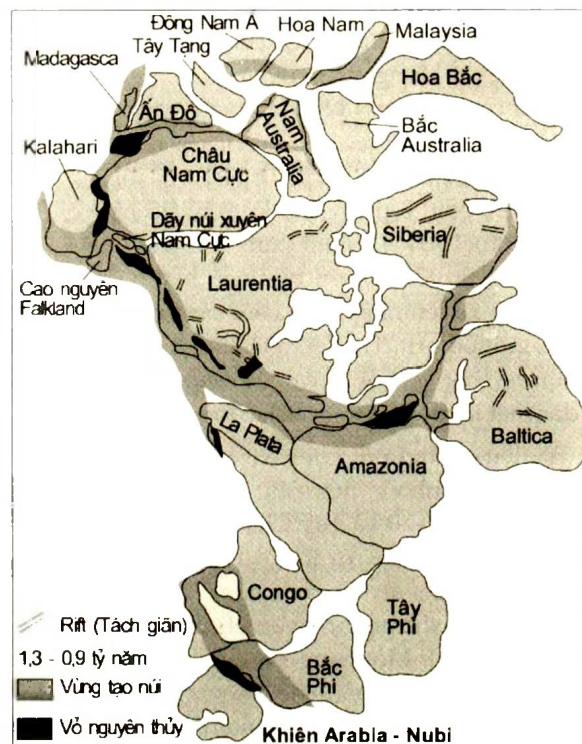
#### Sự hình thành siêu lục địa Rodinia

Đến cuối Mesoproterozoi, trên Trái Đất đã hình thành các khối vỏ lục địa tương đương với một nửa hoặc thậm chí đến hai phần ba khối lượng vỏ lục địa hiện nay. Sự xô húc các lục địa trong Proterozoi đã tạo nên siêu lục địa Rodinia (gốc tiếng Nga có nghĩa là đất mẹ, tổ quốc) [H.2]. Quá trình xô húc tạo siêu lục địa này có thể đã diễn ra từ cách nay 1,9 tỷ năm tức là từ Paleoproterozoi.

Laurentia có thể là nhân của siêu lục địa, bao quanh là Baltica, Siberie, và một số bộ phận của Gondwana, như châu Nam Cực, Australia, v.v... Trong quá trình tồn tại Rodinia thể hiện tính chất của vùng nền ổn định, nhưng ở nhiều nơi đã có hoạt động tách giãn nội lục hình thành dạng máng nền (aulacogen). Cho đến khi bắt đầu bị phá vỡ thì siêu lục địa Rodinia cũng chưa phải là một siêu lục địa thống nhất và hoàn chỉnh như một lục địa toàn khối.

Trên thế giới, phần lớn các rift Proterozoi hình thành trong khoảng 1 - 1,2 tỷ năm trước đây, nhưng hoạt động phun trào chỉ diễn ra trong khoảng 20 - 30 triệu năm. Toàn bộ khối lượng basalt rất lớn,

khoảng 1 triệu km<sup>3</sup>, nhưng cũng không có vùng nào vượt khối lượng dung nham basalt đã phun trào trong Kainozoi.



**Hình 2.** Trong Proterozoi muộn, cách nay 0,9 - 1,3 tỷ năm siêu lục địa Rodinia tách thành nhiều phần. (Phục dựng theo cổ từ (Phỏng theo Condie K.C. & Sloan R.E., 1998).

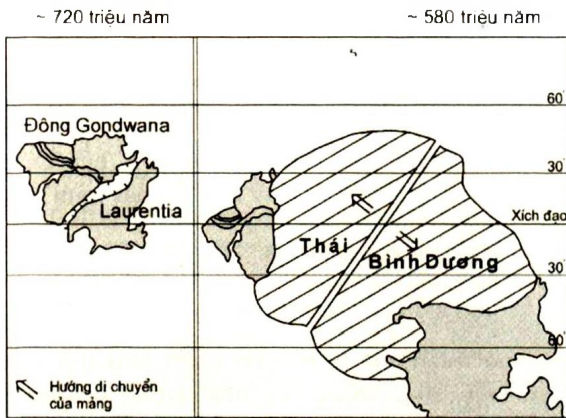
### Tiến hóa vỏ trong Neoproterozoi

Neoproterozoi, nhất là nửa sau của nguyên đại này, là giai đoạn có nhiều hoạt động sôi động trong lịch sử tiến hóa vỏ Trái Đất. Đó là sự phá vỡ siêu lục địa Rodinia, sự hình thành đại dương Prototethys rồi hình thành các đại dương Paleozoi, các hoạt động tạo núi Toàn Phi và Baicali.

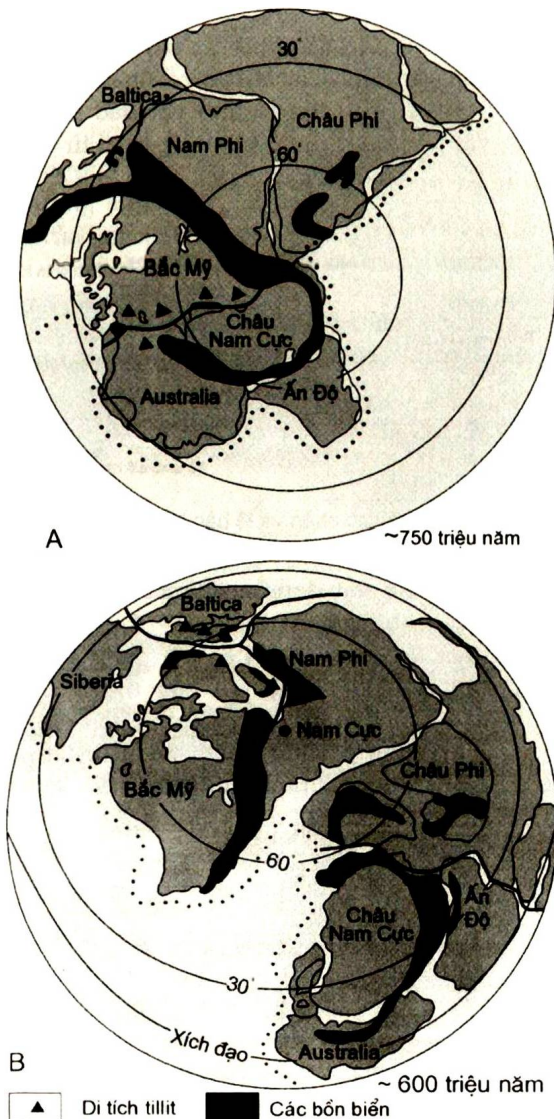
Cách nay khoảng 750 triệu năm, siêu lục địa Rodinia bị tan vỡ thành nhiều lục địa để rồi cách nay khoảng 600 triệu năm lại tụ hợp thành siêu lục địa Pannotia và siêu lục địa này lại bị phá vỡ vào sát trước Cambri, cách nay 540 triệu năm.

Sự giống nhau của các mặt cắt Neoproterozoi của hai khu vực cách xa nhau là Tây Bắc Mỹ, và Australia, Châu Nam Cực có thể là dẫn liệu cho sự hình thành Thái Bình Dương. Cách nay 750 - 700 triệu năm, những khu vực này từng cùng thuộc một lục địa, sau đó xảy ra hoạt động rift nội lục rồi chuyển thành tách giãn để hình thành Thái Bình Dương phôi thai [H.3]. Cuối Neoproterozoi diễn ra sự di chuyển lớn của Gondwana, phần phía đông của lục địa này vòng qua phía tây Gondwana và nối liền với rìa đông của phần phía tây này của Gondwana. Điều này dẫn đến biên Mozambic bị

khép lại cách nay khoảng 600 triệu năm [H.4] và đã được minh chứng bằng tài liệu cổ từ. Như vậy, Thái Bình Dương không phải là một đại dương cô và không thể coi đó là sự kế thừa của Panthalassa (Toàn Đại Dương).



Hình 3. Mô hình về sự xuất hiện Thái Bình Dương của K. Pawell (theo Khain V. và nnk., 1997).



Hình 4. Sơ đồ vị trí các lục địa trong Neoproterozoic (Khain và nnk., 1997).

**Proterozoi ở Việt Nam**

Trầm tích Tiền Cambri ở Việt Nam chủ yếu thuộc Proterozoi (Tổng Duy Thanh và nnk., 2005). Những hệ tầng được định tuổi Paleoproterozoi và Mesoproterozoi đều là những thể đá biến chất cao, chủ yếu gồm amphibolit, plagiogneis, đá phiến kết tinh chứa graphit-granat và quartzit. Đó là các hệ tầng Suối Chiềng, Sin Quyển (loạt Xuân Đài) và hệ tầng Nậm Sư Lư ở Bắc Bộ; các hệ tầng Ba Điền, Sơn Kỳ (loạt Sông Re) và Đắc My ở địa khối Kon Tum.

Neoproterozoi phân bố rộng rãi hơn, ở Bắc Bộ có các hệ tầng Cha Pà và Đá Đình (loạt Sa Pa), Thác Bà và An Phú (loạt Sông Chày), hệ tầng Nậm Cô. Ở Bắc Trung Bộ là hệ tầng Bù Khạng, còn ở địa khối Kon Tum có các hệ tầng Nước Lay và Sơn Thành (loạt Núi Vú), hệ tầng Đắc Long và Chư Sê (loạt Pô Cô), các hệ tầng Trà Đơn, Trà Tập và Nước Lah (loạt Sông Tranh).

Ở địa khối Kon Tum có loạt Sông Re gồm các loại gneis migmatit, amphibolit, đá phiến kết tinh tương amphibolit thuộc Paleoproterozoi-Mesoproterozoi với số liệu tuổi đồng vị 2.300 triệu năm. Tổ hợp đá này cũng tương ứng với thành phần cung đảo và lục địa kiểu chuyển tiếp trên móng sẫm màu. Các bồn trầm tích tiếp tục mở rộng dần về phía bắc và phía tây hiện tại của khối nhô Kon Tum, đồng thời xuất hiện những vòm nâng cục bộ ở các lưu vực sông Re, sông Tranh, Tà Ma chứa các tổ hợp gneis migmatit có độ silic cao bão hòa nhôm, kali trội hơn natri, chỉ thị cho việc hình thành vỏ lục địa mới.

Đọc rìa Tây Bắc Bộ, hệ tầng Nậm Cô ngoài thành phần lục nguyên - carbonat còn có những lớp amphibolit, đá phiến lục hình thành trong bối cảnh cung đảo trên đới hút chìm Sông Mã. Về phía nam đới khâu Sông Mã, các tổ hợp gneis, đá phiến mica, migmatit thuộc hệ tầng Bù Khạng và gneis, amphibolit của hệ tầng Nậm Sư Lư được xem như những vi lục địa trong Neoproterozoi - Paleozoi giữa. Xa hơn về phía nam, ngoài các trầm tích thêm kiểu bồn cận lục địa như loạt Pô Cô còn phổ biến basalt tholeiit, phun trào vôi - kiềm, flysh trong các loạt Núi Vú, Sông Tranh thuộc hệ cung đảo và tổ hợp ophiolit Hiệp Đức là di chỉ vỏ đại dương của Prototethys trôi chờm còn sót lại ở khối nhô Kon Tum hiện nay.

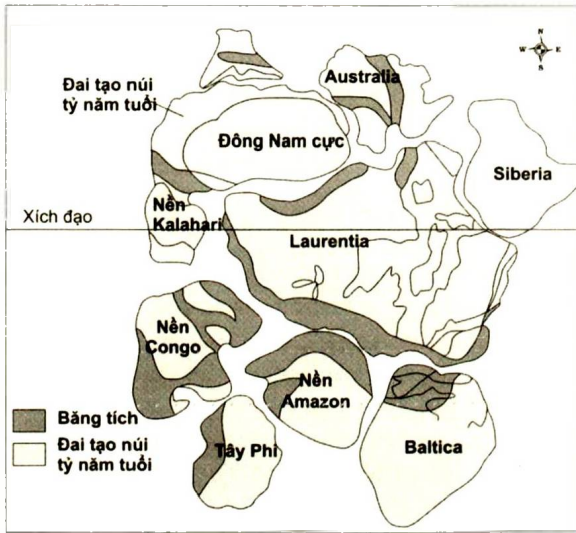
**Điều kiện địa lý tự nhiên**

**Điều kiện khí hậu Proterozoi**

Kết quả phân tích đồng vị oxy từ trầm tích silic biển cho ta thấy nhiệt độ bề mặt Trái Đất trong Proterozoi khoảng 40 - 50°C, trừ vùng có băng hà. Sự có mặt của bauxit và kaolinit trong trầm tích tuổi 1,7 tỷ năm cũng chứng tỏ điều kiện khí hậu ẩm ướt của Proterozoi.

*Băng hà trong Proterozoi.* Lần đầu tiên tillit xuất hiện trong Proterozoi, trên thế giới đã phát hiện đến

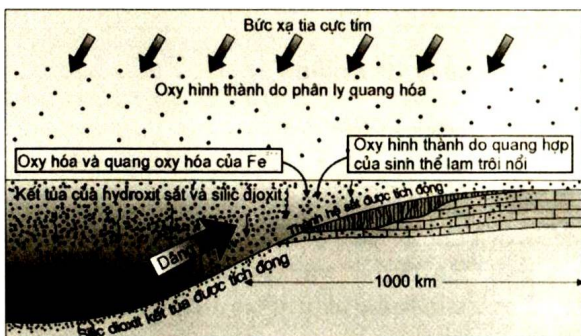
300 vị trí có di tích tilit, cùng với chúng còn có trăm tích hạt mịn phân lớp mỏng. Đó là những dẫn chứng của băng hà trong Proterozoi. Phần khá lớn trăm tích băng hà có tuổi 800 và 600 triệu năm, tuy cũng có một số ít có tuổi 1.000 triệu năm. Theo sơ đồ siêu lục địa Rodinia [H.5] thì băng hà phát triển cao ở vùng xích đạo cổ; đây là vấn đề khó hiểu vì tại sao ở vùng xích đạo lại có thể có khí hậu lạnh để hình thành lớp phủ băng. Một vấn đề khác nữa là trăm tích carbonat biển nông rất phổ biến và thường ứng với môi trường khí hậu ấm lại nằm xen kẽ với trăm tích băng hà.



Hình 5. Phân bố băng tích trên siêu lục địa trong Neoproterozoi (Condie K.C. & Sloan R.E., 1998).

**Điều kiện thành tạo quartzit sắt và trăm tích màu đỏ**

Trăm tích lục địa màu đỏ gồm cát kết và đá phiến, xuất hiện lần đầu cách nay 1,8 tỷ năm, tiếp sau sự hình thành quartzit sắt phân dải. Màu đỏ của loại trăm tích lục địa có nguồn gốc từ oxid sắt dưới dạng hematit (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), thường được tạo nên trong điều kiện môi trường oxy hoá [H.6]. Sự xuất hiện trăm tích màu đỏ là minh chứng rõ ràng cho sự có mặt oxy trong khí quyển, tạo điều kiện cho quá trình oxy hóa. Nhưng trong khí quyển Proterozoi, nhất là ở Paleoproterozoi, lượng oxy trong còn rất ít, chỉ khoảng 1 - 2%. Lượng oxy này chưa đủ để gây ra



Hình 6. Mô hình thành tạo quartzit sắt trong Tiền Cambri (Wicander R. & Monroe J. S., 1993).

quá trình oxy hóa tạo nên trăm tích quartzit sắt phân dải; do đó thuộc tính của khí quyển Proterozoi vẫn còn là vấn đề chưa được sáng tỏ.

Khi chưa có một lượng oxy tự do phong phú thì dĩ nhiên chưa thể có tầng ozon (O<sub>3</sub>) ở trên thượng tầng khí quyển. Do đó, một số oxy tự do (O<sub>2</sub>) tạo nên từ quá trình quang hợp lại bị tác dụng của tia cực tím để trở thành O và O<sub>3</sub>, cả hai đều có tác dụng mạnh hơn O<sub>2</sub> trong việc oxy hóa bề mặt vật chất. Khi tầng ozon được hình thành ở thượng tầng khí quyển, tia cực tím ít nhập được vào khí quyển, nên O<sub>2</sub> trở thành tác nhân chủ yếu để oxy hóa bề mặt trăm tích.

**Sinh giới trong Proterozoi**

**Sự xuất hiện kiểu tế bào mới**

Sự xuất hiện của tế bào có nhân (eukaryote) là một sự kiện quan trọng bậc nhất trong lịch sử sự sống. Tế bào có nhân có cấu trúc khá phức tạp so với tế bào không nhân (prokaryote), chúng có màng bao bọc nhân chứa các chất thể di truyền [H.7]. Phần lớn sinh vật tế bào có nhân là sinh vật đa bào, nhưng vẫn có nhiều sinh vật đơn bào như các đại biểu của giới Nguyên sinh vật. Sinh vật tế bào có nhân đều sinh sản hữu tính và phần lớn là sinh vật hiếu khí, như vậy sinh vật tế bào có nhân chỉ xuất hiện từ khi có oxy tự do trong khí quyển.



Hình 7. Tế bào có nhân và tế bào không nhân (Wicander R. & Monroe J. S., 1993).

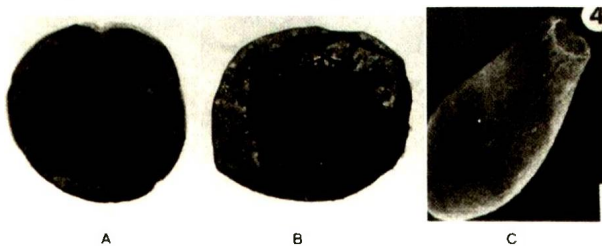
Hóa thạch sinh vật đơn bào đã được phát hiện trong các đá Proterozoi có tuổi 1,2 - 1,4 tỷ năm ở nhiều nơi trên thế giới. Ta chỉ có thể phân biệt hóa thạch tế bào có nhân khác với hóa thạch tế bào không nhân ở kích thước lớn và sự phức tạp của hóa thạch tế bào có nhân. Những hóa thạch có kích thước hơn 60 micron đã khá phong phú trong trăm tích có tuổi 1,4 tỷ năm.

**Sinh vật đa bào**

Sinh vật đa bào được cấu tạo từ hàng tỷ tế bào, và đã có những tế bào chuyên biệt, đảm nhiệm những chức năng riêng trong đời sống như hô hấp, tiêu hóa, sinh sản, v.v... Những hóa thạch sinh vật đa bào được phát hiện trong các đá Neoproterozoi nhưng chúng ta không có những chứng liệu về giai đoạn trung gian của sinh vật đơn bào và sinh vật đa bào. Kết quả nghiên cứu sinh vật hiện đại cho phép hình

đồng quá trình chuyển từ sinh vật đơn bào sang sinh vật đa bào. Một số đơn bào được phân chia tạo thành một nhóm tế bào, nhưng không tách rời nhau mà vẫn sống gộp cùng nhau, tạo nên kiểu như quần thể và một số tế bào có thể trở thành dạng có chức năng chuyên biệt như sinh sản, hô hấp, kiếm thức ăn.

Di tích sự sống của Proterozoi khá nhiều so với Arkei, chúng thường là các hóa thạch của stromatolit và tạo được bao tồn khá tốt trong các đá carbonat và đá phiến silic. Những hóa thạch dạng sợi và dạng cầu có lẽ là di tích của Vi khuẩn lam (Cyanobacteria). Cách nay 1,8 tỷ năm xuất hiện sinh vật thuộc nhóm Có nhân ứng với điều kiện oxy tự do đã tăng nhiều trong môi trường khí quyển và đại dương. Hóa thạch của nhóm Có nhân thường lớn hơn hóa thạch Không nhân chứa nhiều thể nhỏ được coi là di tích của các vi sinh thể (cấu trúc tế bào làm nhiều chức năng khác nhau). Một nhóm của vi hóa thạch xuất hiện cách nay dưới 1,5 tỷ năm là *Arccritacha*, đó là loại hóa thạch đơn bào dạng cầu, gặp nhiều trong các đá trầm tích khác nhau [H.8; H.9]. Sự phong phú của hóa thạch *Arccritacha* trong trầm tích sau 1,5 tỷ năm cho phép suy đoán rằng có thể đã có tầng ozon khá dày, nên lần đầu tiên sinh vật ở biển có thể sống trong môi trường biển nông. Phần lớn *Arccritacha* thuộc về những nhóm sinh vật trôi nổi (plancton) quang hợp ở biển đã nhanh chóng di chuyển đến môi trường sinh thái mới mà không còn chịu ảnh hưởng của bức xạ cực tím nguy hiểm nữa.



**Hình 8.** Hoá thạch sinh vật tế bào có nhân trong trầm tích Proterozoi. (a) và (b): *Acritarcha*; (c): xác bào của tảo. (Wicander R. J. & Monroe S., 1993).



**Hình 9.** Di tích hoá thạch *Arccritacha* (thuộc Eukaryote) trong đá phiến silic Neoproterozoi, hệ tầng Doushantuo (Trung Quốc). Đường kính khoảng 200 μ (Condie K.C. & Sloan R.E., 1998).

Di tích hóa thạch Proterozoi phổ biến nhất là stromatolit [H.10], hiện nay dạng stromatolit hình thành từ vi khuẩn lam, như trong vịnh Cá Mập (Shark Bay) ở biển Tây Australia. Stromatolit có nhiều hình dạng khác nhau như dạng gò, dạng đĩa, hoặc dạng phân tầng ngang và thường có thành phần hóa học là CaCO<sub>3</sub>.



**Hình 10.** Hoá thạch stromatolit tuổi Arkei muộn. Kích thước lớn nhất trong hình này có thể đạt tới 5cm. (Condie K.C. & Sloan R.E., 1998).

### Sinh giới của Neoproterozoi

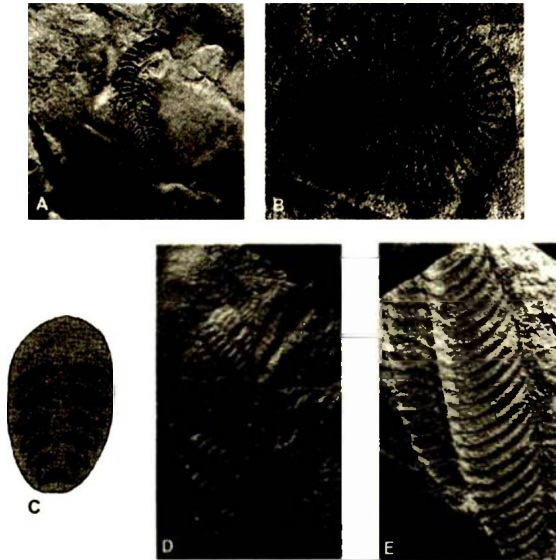
Những di tích động vật đa bào rất nguyên thủy được phát hiện lần đầu (1947) ở Australia trong đá có tuổi Neoproterozoi (570 triệu năm) tại đồi Ediacara, từ đó có tên gọi của hệ động vật Ediacara. Đó là những hóa thạch của những động vật có cơ thể mềm kiểu như sứa sống trong vùng biển ven bờ. Chúng là động vật đa bào có cấu trúc đã khá phức tạp, nhưng cấu tạo cơ quan bên trong còn đơn giản. Hai dạng hóa thạch điển hình là *Spiriggina* có dạng ngoài tựa như sứa bọ và *Dickinsonia* có kích thước tới 45cm [H.11]. Về sau, nhiều di tích của hệ động vật này cũng được phát hiện ở Nga, Bắc Mỹ và Namibia (Châu Phi), đặc biệt trong đá của hệ Venda ở Nga đã phát hiện được nhiều nhất các dạng hóa thạch thuộc hệ động vật Ediacara [H.11]. Đến nay đã phát hiện hàng nghìn hóa thạch của hệ động vật Ediacara với hàng trăm loài, trong số đó thành phần các nhóm như sau.

- 67% số loài thuộc động vật Sợi chích (Cnidaria) như kiểu Dạng sứa (Medusoida) và Dạng lông chim (Pennatulida), như các loài *Arborea*, *Charnia*, *Pteridinium*.

- 25% số loài thuộc Giun đốt vòng (Annelida), trong đó có hai loài được nói đến ở trên là *Spiriggina* và *Dickinsonia*. Chúng có nhiều đốt dày đến 3mm nhưng không thấy rõ cấu trúc phần trước.

- 5% số loài thuộc Chân khớp nguyên thủy như các loài *Vendia*, *Onega* được phát hiện ở Nga. Chúng có phần đầu ngực và những nếp đối xứng của thân rõ nét.

- 3% số loài khó định vị trí phân loại như *Tribrachidium*, tuy có người muốn coi chúng thuộc dạng Cầu gai nguyên thủy.



**Hình 11.** Hoá thạch của hệ động vật Ediacara (Neoproterozoi)

**A:** *Spiriggina*, **B:** *Dickinsonia* (Buffeteaut E. & Le Loeuff J., 1998); **C:** *Vendia* (Lethiers F., 1998); **D:** *Charnia*, **E:** *Pteridium* (Briggs D.E.G. & Crowther P.R., 1990).

Nếu trước đây các nhà địa chất khó hiểu về sự phong phú và đa dạng của hệ động vật Cambri trong khi ở các đá cổ hơn lại không có những dạng tiền thân của chúng, thì việc phát hiện hệ động vật Ediacara đã phần nào lấp được chỗ trống trong sự hiểu biết về bước tiến hóa sinh vật từ Neoproterozoi đến Cambri. Sự phân bố rộng rãi của hóa thạch sinh vật biên ven bờ này cũng minh chứng cho sự có mặt trong Neoproterozoi ở siêu lục địa Rodinia.

### Tài liệu tham khảo

- Condie K. C. & Sloan R. E., 1998. Origin and Evolution of Earth. Principles of Historical Geology. *Printice-Hall, Inc.* 498 pgs.
- Selley R.C, Cocks L.R.M., Plimer I.R. (Editors), 2005. Encyclopedia of Geology, Volume 1-5. *Elsevier. Academic Press.*
- Stanley S. M., 2009. Earth System History. 3<sup>rd</sup> Edition. *W.H. Freeman & Company.* 551 pgs. New York.
- Tống Duy Thanh, 2008. Lịch sử Tiến hóa Trái Đất (Địa sử). *NXB Đại học Quốc gia Hà Nội.* 340 tr. (Tái bản 2009). Hà Nội.
- Tống Duy Thanh, Vũ Khúc (Đồng chủ biên), 2005. Các phân vị địa tầng Việt Nam. *NXB Đại học Quốc Gia Hà Nội.* 504 tr. Hà Nội.
- Trần Văn Trị, Vũ Khúc (Đồng chủ biên), 2009. Địa chất và Tài nguyên Việt Nam. *NXB Khoa học Tự nhiên và Công nghệ.* 589 tr. Hà Nội.
- Vũ Khúc, Bùi Phú Mỹ (Đồng chủ biên), 1990. Địa chất Việt Nam. Tập I. Địa tầng. *Tổng cục Mô Địa chất.* 378 tr. Hà Nội.
- Wicander R. J. & Monroe S., 1993. Historical Geology. *West Publishing Company.* 640 pgs. Minneapolis, St New York, Los Angeles. San Francisco.
- Хайн В. Е., Коровковский Н.В., Ясамнов Н. А., 1997. Историческая геология. *Издат. Московского Университета.* 448 стр. Москва.