

Carbon

(Kỷ – Hệ)

Tổng Duy Thanh. Khoa Địa chất
Trường ĐHKHTN (Đại học Quốc gia Hà Nội).
334 Nguyễn Trãi. Thanh Xuân. Hà Nội.

1. Giới thiệu

Carbon là kỷ (hệ) thứ năm của Paleozoi và là một kỷ (hệ) lớn trong lịch sử địa chất, kéo dài đến 60 triệu năm, từ cách nay 359,2 triệu năm đến cách nay 299 triệu năm. Hệ do W. Conybeare và W. Phillips đề xuất năm 1822 với tên gọi là Carboniferous (tức Tầng chứa than). Với tên gọi “Tầng chứa than” hệ Carbon phản ánh sự phát triển của giới thực vật tạo nguyên liệu thành tạo than đá. Cùng với sự phát triển phong phú thực vật là sự tiến hóa và phát triển của giới động vật.

Nghiên cứu ở vùng bắc nước Anh W. Conybeare và W. Phillips nhận thấy “Tầng chứa than” luôn luôn nằm trực tiếp trên một tầng đá vôi. Quang cảnh như vậy cũng gặp ở các nước Tây Âu lục địa và được xác định là đá vôi thuộc tướng biển, còn “Tầng chứa than” thuộc trầm tích vụn chứa những vỉa than đá, từ đó Carbon được phân thành hai – Carbon hạ hay Dinanti và Carbon thượng hay Silesi.

Do Carbon thượng ở Tây Âu thuộc tướng lục địa nên việc phân chia và đối sánh địa tầng không thuận. Các nhà địa chất Nga đã có cống hiến quan trọng cho việc phân chia địa tầng của hệ Carbon dựa trên trầm tích chứa phong phú hóa thạch biển ở Nga, mà trước hết là ở ngoại vi Moskva. Từ đó hệ Carbon được phân thành ba thống – hạ, trung và thượng. Hiện nay trừ hai bậc Tournais và Vise của Carbon hạ, các bậc khác của hệ Carbon đều có xuất xứ từ Nga [Bảng 1].

Trong khi đó ở Bắc Mỹ, tương ứng với Carbon là hai hệ Mississippi và Pennsylvan. Mississippi do A. Winchell đề nghị (năm 1869) tương ứng với Carbon hạ và Pennsylvan do H. S. Williams đề nghị (năm 1891), tương ứng với Carbon thượng ở Tây Âu. Năm 2008, Ủy ban Địa tầng Quốc tế đưa ra một sơ đồ dường như mang tính chất thỏa hiệp, theo đó hệ Carbon được phân thành hai phụ hệ từ dưới lên trên – phụ hệ Mississippi và phụ hệ Pennsylvan [Bảng 1], mỗi phụ hệ chia ra các thống hạ, trung, thượng gần tương đương như các bậc, trừ thống thượng của Pennsylvan gồm hai bậc là Kasimov và Gzhel.

Cùng với sự phân chia hệ Carbon làm hai thống với 7 bậc, Ủy ban Địa tầng Quốc tế cũng xác định thống nhất ranh giới dưới và trên của hệ. Theo đó, ranh giới dưới của hệ Carbon, cũng là ranh giới dưới của bậc Tournais, được xác định trên cơ sở mặt cắt ở Nam Pháp (Montagne Noire) bằng sự xuất hiện đầu tiên của đối Răng nón *Siphonodella sulcata*. Ranh giới trên của hệ Carbon, cũng là ranh giới dưới của hệ Permian, dựa trên mặt cắt ở Bắc Kazakhstan (thuộc nam dãy núi Ural), được xác định bằng sự xuất hiện đầu tiên của đối hình thái Răng nón *Streptognathodus “wabaunsensis”*.

Bảng 1. Phân chia địa tầng hệ Carbon
(Ủy ban Địa tầng Quốc tế, 2008)

Hệ	Phụ hệ	Thống	Bậc	Khởi đầu	Thời đoạn
Permian		Permian hạ	Assel	299	4,4
CARBON	Carbon thượng (Pennsylvan)	Thượng	Gzhel	303,4	4,4
			Kasimov	307,2	3,8
		Trung	Moscov	311,7	4,5
		Hạ	Bashkir	318,1	6,4
	Carbon hạ (Mississippi)	Thượng	Serpukhov	328,3	10,2
		Trung	Vise	345,3	17,0
Hạ		Tournais	359,2	13,9	
Devon		Devon thượng	Famen	374,5	15,3

Khởi đầu: Số triệu năm từ khi bắt đầu của mỗi bậc đến nay.
Thời đoạn: Số triệu năm hình thành mỗi bậc. (Ủy ban ĐTQT, 2008).

Kỷ Carbon có sự phát triển phong phú và đa dạng cả động vật cả ở biển và trên cạn, đặc biệt là sự phát triển phong phú thực vật trên cạn thân mộc. Về hoạt động địa chất, trong kỷ Carbon diễn ra sự xô húc của các mảng gây nên tạo núi Varisci (Hercyni) và xúc tiến mạnh mẽ sự hình thành siêu lục địa Pangea.

2. Sinh giới trong kỷ Carbon

2.1. Sự phát triển rầm rộ của thực vật

Đầu kỷ Carbon thực vật tiếp tục những dạng từ Devon muộn, nhưng sau đó nhanh chóng trở nên phong phú và đa dạng. Lần đầu tiên trong Paleozoi, thực vật trên cạn Carbon phát triển rầm rộ và hình thành những khu rừng thực sự [H. 1], bao gồm nhiều dạng thân mộc – Dương xỉ, Thạch tùng, Mộc tặc, v.v...

Trước hết, nhóm Cây vẩy của ngành Thạch tùng phát triển rất phong phú, thân cây có thể cao tới 30-40 m với đường kính gốc đạt tới vài mét. Thân của nhóm thực vật này có những vết sẹo gốc lá sắp xếp hình vẩy, từ đó mà có tên thực vật là Cây vẩy (Lepidophyta – gốc chữ Hy Lạp, lepidos là vẩy, phytos là thực vật). Thân cây không phân cành mà chỉ hình thành một túm nhánh phân đôi ở ngọn tạo thành một cái tán. Do sống trong điều kiện đầm lầy nên chúng có bộ rễ phân nhánh dẫu cộng tạo thành hệ rễ mang tên riêng là stigmaria. Các giống điển hình của nhóm Cây vẩy này là *Lepidodendron*, *Sigillaria* [H. 2].

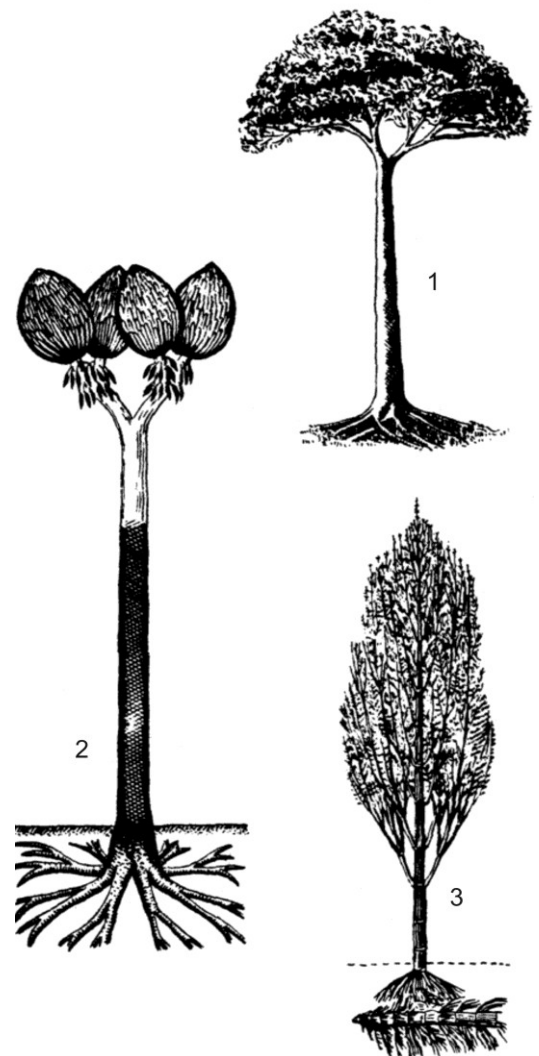
Cùng với thực vật Cây vẩy, Dương xỉ thân đốt và Dương xỉ có hạt cũng rất phát triển. Khác với Dương xỉ hiện tại, chúng là những cây cao to, ví dụ các giống *Neuropteris*, *Sphenopteris*. Ngoài ra còn có nhiều thực vật Thân đốt (Mộc tặc) như *Sphenophyllum*, *Calamites* và thực vật hạt trần cổ xưa như *Cordaites*. Trong các khu rừng ở kỷ Carbon vai trò đầu tiên thuộc thực vật Cây vẩy, sau đó là thực vật Thân đốt (*Calamites*, *Annularia*), ngoài ra còn có Dương xỉ có hạt và các đại biểu mới xuất hiện của Tuế (*Taeniopteris*).

Về phân bố địa lý, cũng giống như ở Devon thực vật ở Carbon sớm mang tính chất đồng nhất trên thế giới và phản ánh điều kiện khí hậu ẩm áp. Theo nhà cổ thực vật Nga Krishtofovich, từ Carbon trung bắt đầu sự phân hóa thành các khu hệ và tỉnh địa lý thực vật thích ứng với những điều kiện khí hậu khác nhau.

1. Khu hệ thực vật nhiệt đới bao trùm Bắc Mỹ,



Hình 1. Quang cảnh rừng cây trong kỷ Carbon



Hình 2. Vài dạng thực vật trong kỷ Carbon
1. *Lepidodendron*; 2. *Sigillaria*; 3. *Calamites*

Trung Âu và Nam Âu qua Trung Quốc phát triển đầy đủ các dạng đặc trưng nhất của thực vật Carbon như Cây vẩy (*Lepidodendron*, *Sigillaria*), Dương xỉ có hạt (*Neuropteris*, *Alethopteris*), Dương xỉ thân mộc (*Cordaites*). Hệ thực vật này gồm những cây cao to không có vòng gỗ hàng năm, chúng tỏ không có sự xen kẽ mùa nóng mùa lạnh; cây có lá lớn.

2. Khu hệ Tungusk hay Angara bao trùm Bắc Nga và Bắc Á, thể hiện tính chất ôn đới hoặc thậm chí khí hậu lạnh. Thực vật Cây vẩy mất vai trò chủ chốt và nhường chỗ cho Cordaitales. Trong khu hệ này cũng có mặt Dương xỉ như *Pecopteris*, *Gangamopteris* và Dương xỉ có hạt (*Neuropteris*). Cây có vòng gỗ hàng năm chứng tỏ có sự xen kẽ giữa mùa nóng và mùa lạnh.

3. Khu hệ Gondwana gồm Nam Mỹ, Nam Phi và Australia, cũng gọi là “khu hệ *Glossopteris*” theo tên dạng thực vật phổ biến của Gondwana – *Glossopteris*. Trong thành phần thực vật của khu hệ này vắng mặt Cây vẩy, Dương xỉ thân mộc và những dạng khác đặc trưng cho khu hệ nhiệt đới. Trong khi đó, Cordaitales đóng vai trò quan trọng cùng với một số Dương xỉ lá nhỏ.

2.2. Sinh vật biển

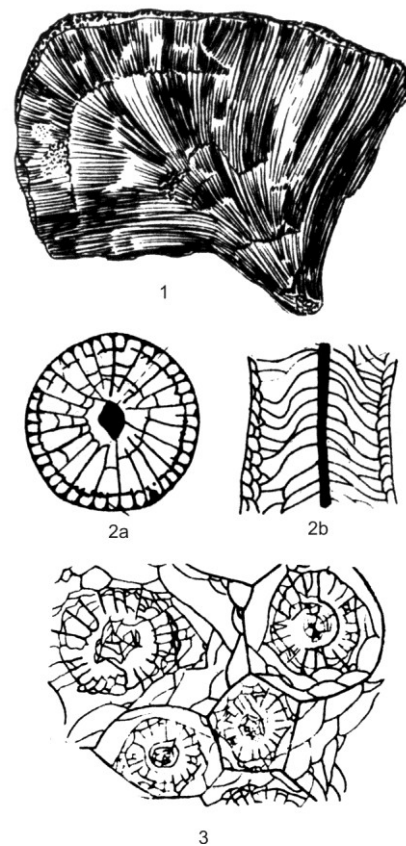
Do điều kiện khí hậu ẩm nên sinh vật biển ở kỷ Carbon rất phong phú và đa dạng, đặc biệt là các nhóm tạo ám tiêu như San hô, Huệ biển, Rêu động vật, Tảo vôi. Trùng thoi thuộc Trùng lỗ bắt đầu phát triển và đóng vai trò quan trọng trong địa tầng Carbon. Sinh vật bơi lội cũng phát triển như nhóm Goniatid của lớp Chân đầu và các loại cá.

Động vật không xương sống

Động vật nguyên sinh. Lớp Trùng lỗ (Foraminifera) với bộ Trùng thoi (Fusulinida) phát triển rất phong phú và trở thành một trong những nhóm hóa thạch chỉ đạo chủ yếu của hệ Carbon, mà trong nhiều trường hợp vỏ Trùng thoi đã trở thành yếu tố tạo đá vôi. Trong Carbon sớm chỉ gặp những dạng hóa thạch kích thước nhỏ ý nghĩa địa tầng còn hạn chế. Các giống hay gặp ở Việt Nam là *Archaeodiscus*, *Plectogyra*, *Parathurammina*. Từ cuối Carbon sớm Trùng thoi bắt đầu đóng vai trò lớn không những về địa tầng mà cả ý nghĩa tạo đá nữa. Những giống thường gặp nhất trên thế giới cũng như ở Việt Nam là *Fusulina*, *Fusulinella*, *Staffella*, *Nankinella*.

Động vật Sợi chích [H. 3]. Trong Paleozoi muộn San hô bốn tia và San hô vách đáy đều trên đường tiêu giảm và đang trong quá trình bị tuyệt chủng, còn Lỗ tầng có thể coi như đã bị biến mất từ khi kết thúc hệ Devon. San hô vách đáy chỉ còn lại một số dạng của Syringoporoida, *Michelinia* và vài dạng khác. San hô bốn tia tuy cũng giảm sút nhiều so với kỷ Devon, nhưng cũng có nhiều dạng đặc trưng cho loại cấu trúc San hô ba đới với cột trụ ở giữa.

Tay cuộn [H. 4]. Trong Paleozoi muộn Tay cuộn cũng còn có ý nghĩa địa tầng tuy có giảm sút so với Devon. Từ kỷ Carbon Productida phát triển phong phú, nhiều nơi vỏ của chúng tạo thành những tầng đá khá dày.



Hình 3. Dạng hoá thạch San hô Carbon
1: Hoá thạch xương quần thể *Chaetetes*; 2: San hô bốn tia *Lithostrotion irregularis* Lát cắt ngang (2a) và dọc (2b) thể hiện cấu trúc 3 đới với cột trụ ở giữa; 3: Lát cắt ngang San hô bốn tia quần thể *Lonsdaleia floriformis*.

Thân mềm. Trong lớp Chân đầu nhóm tites phát triển, đường thùy yên dạng góc, chỉ mới có đường gấp bậc một. Ở nhiều nước *Goniatites* được sử dụng để phân chia địa tầng tỉ mỉ các trầm tích tương biển sâu tuổi Carbon thành các đới. Bên cạnh lớp Chân đầu, các đại biểu của lớp Chân riu cũng có nhiều dạng có ý nghĩa tốt đối với địa tầng.

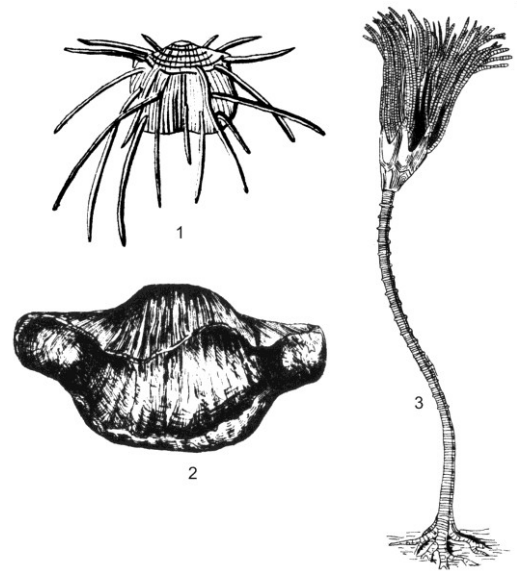
Trong số động vật không xương sống ở biển còn có mặt các đại biểu của ngành Da gai, phát triển nhất là Huệ biển [H. 4], Cầu gai; Bọ ba thùy chỉ còn những dạng cuối cùng.

Cá tiếp tục phát triển, đặc biệt là cá mập, cá xương có mặt trong cả môi trường biển và môi trường nước lợ. Cá giáp bị giảm sút, cá vây mấu (*Crossopterygii*) chỉ còn sót một vài dạng.

2.3. Động vật trên cạn. Liên quan với sự phát triển phong phú của thực vật trên cạn, ở kỷ Carbon phát triển nhiều loại Côn trùng, có dạng chuồn chuồn đạt tới kích thước khổng lồ, bề dài sải cánh tới 1,5 m [H. 5.3]. Có thể nói sâu bọ chiếm vai trò độc tôn trong không trung ở kỷ Carbon, vì chúng không gặp một kẻ thù nào cạnh tranh trong điều kiện lá cây là thức ăn dồi dào.

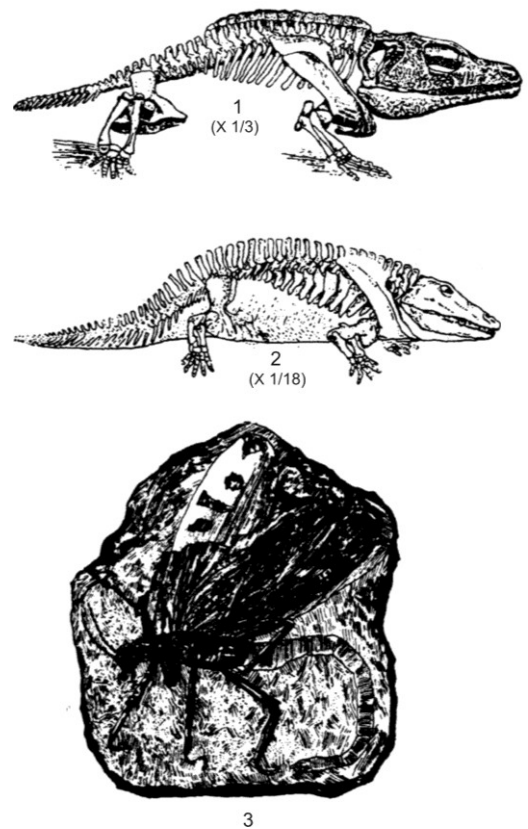
Trong động vật có xương sống trên cạn đáng chú ý nhất là Lưỡng cư cổ [H. 5.1-2], nhóm Đầu giáp (*Stegocephali*) đã xuất hiện từ Devon tiếp tục phát triển trong Carbon. Chúng khá đa dạng, nhưng cấu tạo giải phẫu vẫn cổ xưa gần gũi với tổ tiên chúng là Cá vây mấu. Đai vai còn liên hệ chặt chẽ với đầu, xương chậu chưa có mối liên kết chặt chẽ với cột sống, phương thức cử động của chúng thể hiện tính chất rất lạc hậu. Do đai vai và đùi sắp xếp theo vị trí thẳng góc với trục thân và nằm ngang nên sự di động của con vật trở nên rất nặng nề; muốn nâng thân mình lên khỏi mặt đất chúng phải tốn một năng lượng lớn. Với cấu tạo chi như vậy, trong thực tế con vật không thể bước chân đi như các động vật bốn chi hiện nay, mà là trườn trên cạn. Như vậy là mặc dầu đã lên cạn, nhưng Lưỡng cư cổ vẫn còn giữ tính chất “bơi trườn” của tổ tiên nó ở dưới nước là Cá vây mấu.

Hóa thạch Bò sát đầu tiên được phát hiện từ bậc Bashkir (đầu Pennsylvan), nhưng cũng chỉ mới có một số dạng nhỏ, còn nguyên thủy, sang Moskov chúng đã khá phong phú nhưng vai trò của chúng vẫn chưa đáng kể so với Lưỡng cư cổ. Từ đây chúng tiến hóa nhanh và đến cuối kỷ (Gzhel) đã phong phú và đa dạng, đặc biệt là nhóm *Pelicosau-*



Hình 4. Tay cuộn và Huệ biển Carbon

1: *Productus longispinosus*; 2. *Gigantoproductus giganteus*; 3. Tái dựng hình dạng Huệ biển *Orophocrinus fussiformis*.



Hình 5. Vài dạng động vật trên cạn trong kỷ Carbon. Lưỡng cư cổ (1-2): 1. *Cacops*; 2. *Erygops*. Hóa thạch Chuồn chuồn: 3. *Protosplasma dumassi*.

ria, trở thành ưu trội trong động vật bốn chi trong môi trường trên cạn và môi trường đầm lầy.

2.4. Biến động môi trường đối với sinh giới

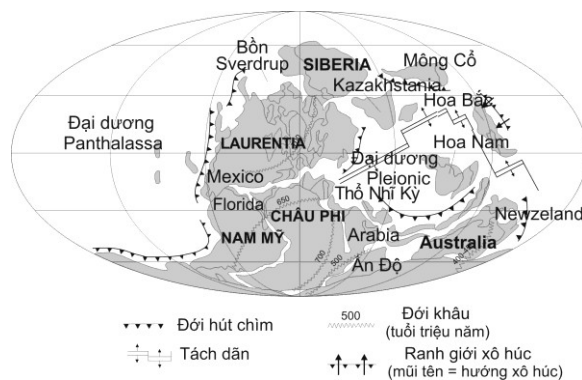
Có nhiều biến động xảy ra trong Carbon, như sự chuyển động của các mảng dẫn đến xô húc giữa Laurasia (các mảng ở bán cầu bắc – Laurussia, Siberia v.v...) và Gondwana trong tiến trình hình thành Pangea. Sự thành tạo Pangea dẫn đến sự thay đổi lớn về điều kiện khí hậu, phổ biến điều kiện lục địa nhiệt đới khô nóng để hình thành trầm tích màu đỏ.

Sự giảm độ mưa ngăn cản việc thành tạo than bùn ở vùng gần nhiệt đới và kèm theo đó là sự tiêu diệt của nhiều nhóm động vật và thực vật. Thực vật của những vùng cao khô khan bắt đầu di chuyển về phía đất thấp và cũng lúc này xuất hiện dạng thực vật tiến hóa hơn – nhóm tùng bách. Ở các vĩ độ nam thực vật mang tính đặc trưng rõ nét của Carbon, gồm Dương xỉ, Dương xỉ có hạt, Tiền tùng bách, Mộc tặc và Thạch tùng lùn. Nhìn chung, sinh giới cuối kỳ Carbon có giảm sút, nhưng không xảy ra hiện tượng tuyệt chủng, chúng có sự chuyển tiếp dần sang sinh giới Permian.

Một hiện tượng cũng đáng chú ý là di tích của than tro hóa thạch đã được phát hiện khá nhiều trong trầm tích Carbon ở nhiều nơi trên thế giới. Những di tích than tro này chỉ có thể là hậu quả từ những vụ cháy rừng đã xảy ra trong Carbon. Sự phân đới và biến đổi khí hậu đã xảy ra, những nhiễu loạn chế độ khí hậu như kiểu El Nino xảy ra đã dẫn đến sự khô nóng cục bộ và nạn cháy rừng bùng phát như kiểu đã xảy ra ở Borneo năm 1982-1983, ở Indonesia năm 2005 và ở gần Moskva năm 2010. Thông thường nạn cháy rừng lại kèm theo giông tố, sau đó gây nên sự bào mòn và than tro bị vận chuyển rồi đọng lại ở các vùng trũng.

3. Hoạt động kiến tạo và cổ địa lý

Hoạt động kiến tạo trong Carbon khá sôi động, đó là kỷ của hoạt động tạo núi Varisci (Hercyni) do sự xô húc các mảng ở bán cầu bắc hiện nay. Đó là sự xô húc Siberia với rìa đông Châu Âu của mảng Laurussia để tạo dãy núi Ural. Kết quả là sự hình thành lục địa Laurasia ở bán cầu bắc, đối trọng với Gondwana ở bán cầu nam [H. 6]. Sự gắn kết các mảng ở Đông Á phức tạp hơn, Siberia nằm ở vĩ độ trung bình (cũng gọi là Angara); Trung Quốc gồm hai khối – Hoa Bắc và Hoa Nam trong Carbon cùng nằm ở bán cầu bắc, gần xích đạo có lẽ cũng gắn kết với nhau thành một khối (Cathaysia). Song song với những sự kiện vừa nêu là sự xô húc của Laurasia với Gondwana tạo nên dãy núi Hercynid ở Tây Âu và dãy Appalach ở Bắc Mỹ. Đó là xu hướng chung của chuyển động hội tụ hai khối lục địa bắc và nam trong tiến trình thành tạo siêu lục địa Pangea. Tất cả những hoạt động kiến tạo sôi động này và vị trí của các lục địa trong từng thời kỳ đều đã được minh chứng bằng những tư liệu cổ từ.



Hình 6. Cổ địa lý thế giới trong Carbon sớm

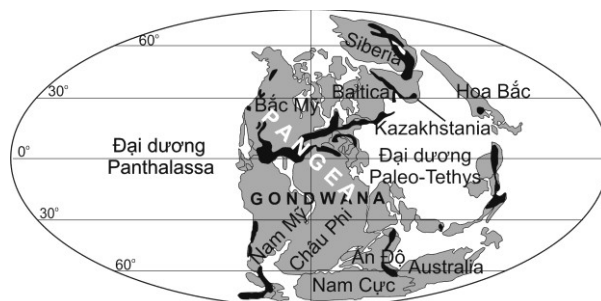
3.1. Các mảng lục địa và đại dương trong Carbon

Từ kỷ Devon hai mảng lục địa Baltica và Laurentia đã gắn liền nhau thành một lục địa thống nhất, như vậy ở bán cầu bắc có hai lục địa lớn là Laurussia (Euramerica) và Siberia cùng với một vài khối nhỏ như Kazakhstan và Hoa Bắc (có thể còn cả Cathaysia), còn ở phía nam

vẫn là lục địa khổng lồ Gondwana. Về đại dương, ngoài đại dương Panthalassa (Toàn Đại Dương) cũng xuất hiện các đại dương Paleotethys [H. 6; H. 7] và Pleionic (xem mục từ Devon). Trong kỷ Carbon các hoạt động kiến tạo diễn ra do sự di chuyển hội tụ của các lục địa trên đây.

3.2. Hoạt động tạo núi Varisci (Hercyni)

Hoạt động tạo núi Varisci là một quá trình kiến tạo lớn diễn ra vào cuối nguyên đại Paleozoi, bắt đầu từ cuối kỷ Devon qua suốt kỷ Carbon cho đến cuối Permi, gồm đến hàng chục pha, nhưng có ba pha được nhắc đến nhiều là pha Sudet diễn ra ở Carbon sớm, pha Asturi – Carbon muộn và pha Ural diễn ra ở Permi. Ảnh hưởng của tạo núi Varisci rộng lớn, qua hàng chục pha hoạt động tạo núi này đã tạo nên những vùng núi uốn nếp lớn trên thế giới [H. 7], gọi là vùng núi uốn nếp Hercynid (cũng gọi là Variscid, nhưng trong tiếng Việt nên viết Hercynid để tránh sự nhầm lẫn với gọi tên khoáng vật ngọc variscit). Trước hết là ở Tây Âu như bán đảo Iberia (Tây Ban Nha và Bồ Đào Nha), Pháp, Đức, Italia, vùng Balcan và Tây Bắc Châu Phi. Ở Nga là dãy núi Ural và vùng Pamir và Viễn Đông, ở Trung Á, Mông Cổ, Thiên Sơn và Bắc Trung Quốc. Ở Bắc Mỹ hoạt động tạo núi Varisci được gọi tên là tạo núi Alleghen hay tạo núi Appalach, tạo nên dãy núi Appalach chạy dọc theo rìa phía đông bắc Hoa kỳ.



Hình 7. Pangea và các dãy núi ở cuối kỷ Carbon. Những dải núi Hercynid thể hiện bằng màu đen

Tạo núi Varisci ở Tây Âu, Tây Bắc Phi và Đông Bắc Mỹ là hệ quả của chuyển động hội tụ và xô húc của hai mảng Gondwana và Laurussia. Trong Carbon muộn diễn ra sự xô húc của Kazakhstan với Siberia, rồi sau đó là xô húc của Nội Mông với Siberia. Pha tạo núi Urali do sự xô húc của phần tây nam mảng Siberia và mảng Kazakhstan. Kết quả của những hoạt động địa chất trên đây dẫn đến diện tích của lục địa tăng lên gấp bội, đồng thời các lục địa cũng được nâng cao hơn. Nếu ở Carbon sớm diện tích các vùng biển nông thêm lục địa khá rộng, thì sang Carbon muộn với xu thế nâng của các lục địa nên nhiều phần của đại dương bị thu hẹp bớt, trở thành những biển rìa. Điều này được minh chứng bằng sự phổ biến những bất chỉnh hợp trong các tầng đá tuổi Carbon. Cuối cùng, tất cả những chuyển động tạo núi Varisci dẫn đến sự hình thành siêu lục địa Pangea vào cuối nguyên đại Paleozoi, làm thay đổi bộ mặt của thế giới – toàn bộ thế giới chỉ còn một lục địa bao gồm tất cả các lục địa ta biết ngày nay, bao quanh siêu lục địa Pangea là đại dương không bị chia cắt mà là một đại dương thống nhất – “Toàn Đại Dương” tức là Panthalassa.

4. Thành tạo than đá – một đặc điểm nổi bật của kỷ Carbon.

Một đặc điểm nổi bật của trầm tích của hệ Carbon là những tầng chứa than đá rất phổ biến ở nhiều nơi trên thế giới như Tây Âu, Bắc Mỹ, Nga, Trung Quốc, v.v... Đây là lần đầu tiên hình thành những mỏ lớn than đá có ý nghĩa kinh tế trong lịch sử Trái Đất. Những tầng chứa than này là nguồn năng lượng chủ yếu cho phát triển công nghiệp ở thế kỷ 19 và ngày nay cũng vẫn còn có ý nghĩa kinh tế quan trọng.

Trong kỷ Carbon, ở những khu vực nhiệt đới, xích đạo phổ biến các lớp trầm tích biển nông với sự xen kẽ với những lớp tương đầm hồ, tam giác châu chứa các vỉa than [H. 8]. Các nhịp trầm tích như vậy lặp đi lặp lại nhiều lần, có khi đạt tới bề dày hàng nghìn mét. Điều này chứng tỏ trong Carbon ở những nơi này đã có nhiều đợt biển ngập và biển rút, khi biển rút điều

kiện đầm hồ, tam giác châu hình thành và là nơi phát triển những khu rừng phong phú thực vật trong môi trường đầm lầy. Khi đó vi khuẩn phân hủy chất hữu cơ chưa phát triển, do đó gỗ của những thân cây chết được tích lũy và qua thời gian lâu dài vẫn không bị phân hủy nên chất đọng lại rồi bị chôn vùi dưới những lớp trầm tích mới. Đó chính là nguồn tạo than đá trong trầm tích hệ Carbon.

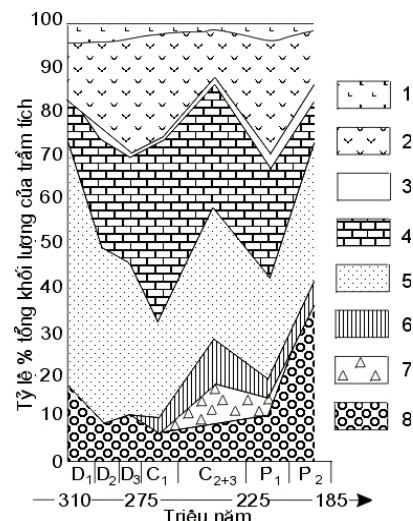
5. Khí hậu và môi trường trong kỷ Carbon

Trong kỷ Carbon có sự phân biệt khá rõ nét của sáu đới khí hậu: 1) Đới khí hậu ẩm và ẩm phía bắc; 2) Đới khô hạn bắc; 3) Đới nhiệt đới ẩm; 4) Đới khô hạn nam; 5) Đới ẩm và ẩm phía nam; 6) Đới lạnh nam.

Đới khí hậu nhiệt đới ẩm và ẩm phổ biến rộng rãi, từ Bắc Mỹ qua Tây Âu, Bắc Phi, qua Nam Nga, Tây Á, Trung Quốc và Đông Nam Á. Tính ưu trội của đới khí hậu ẩm và nhất là hai đới khí hậu nhiệt đới ẩm thể hiện rõ nét ở sự phát triển phong phú ở các trầm tích carbonat, quặng sắt, bauxit và đặc biệt là than đá. Đồng thời với sự phát triển của thực vật tạo than là sự phát triển số lượng trầm tích carbonat, chủ yếu do sản phẩm của sinh vật ưa khí hậu ẩm. Khối lượng chủ yếu của trầm tích carbonat và than trong Paleozoi muộn tập trung trong các trầm tích tuổi từ Carbon đến Permi sớm [H. 8].

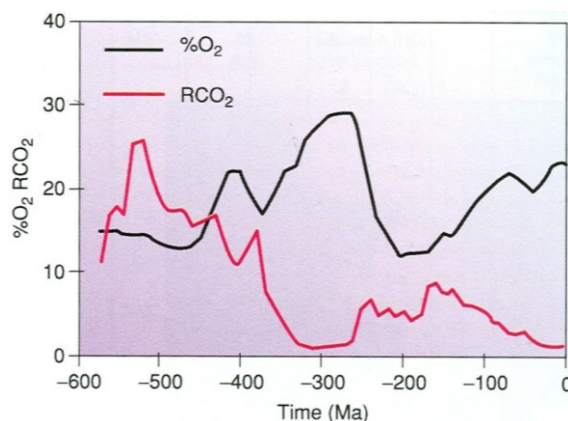
Khí hậu ôn đới ẩm phía bắc bao gồm Tây Bắc Canada, Siberie và Đông Bắc Nga, là nơi cũng gặp các mỏ than đá. Thực vật của đới khí hậu này khác với khí hậu nhiệt đới là có vòng gỗ hàng năm, chứng tỏ có sự phân chia mùa nóng lạnh trong năm. Khí hậu ôn đới ẩm phía nam bao trùm đại bộ phận lục địa Gondwana. Đới khí hậu khô hạn thành tạo trầm tích lục địa màu đỏ, dolomit, thạch cao, muối mỏ, v.v..., Đới khí hậu này mở rộng vào cuối Permi. Cuối cùng, trong Carbon còn có điều kiện khí hậu địa cực thành tạo trầm tích tilit ở Nam Mỹ, Nam Phi, Ấn Độ và Australia.

Sự kiện rất quan trọng đối với điều kiện địa lý tự nhiên trong Paleozoi muộn là sự biến đổi của sinh quyển và liên quan nó là tính chất và thành phần của khí quyển và môi trường. Thực vật trên cạn phát triển phong phú và rậm rạp, đồng thời động vật trên cạn cũng phát triển và phân bố rộng rãi. Sự phong phú của thực vật trong kỷ Carbon đã tạo nên ảnh hưởng làm thay đổi sự cân bằng mới trong tỷ lệ các thành phần khí quyển [H. 9]. Nhu cầu hoạt động quang hợp của thực vật rất lớn đã thu hút một lượng khổng lồ khí carbonic trong không khí và trả lại một lượng oxy tương ứng cho khí quyển. Sự tăng cường tỷ lệ oxy dẫn đến đẩy mạnh tốc độ phong hóa, vì chính oxy là một trong những tác nhân quan trọng của quá trình phong hóa hóa học. Cùng với quá trình phát triển rậm rạp của thực



Hình 8. Tỷ lệ các loại trầm tích tuổi Paleozoi muộn

1. Phun trào lục địa; 2. Phun trào ngầm; 3. Trầm tích muối, thạch cao; 4. Trầm tích carbonat; 5. Trầm tích lục nguyên; 6. Trầm tích chứa than; 7. Tilit; 8. Trầm tích lục địa màu đỏ. (Ronov & Khain).



Hình 9. Biến đổi thành phần khí quyển từ Proterozoi đến Phanerozoi – Trong kỷ Carbon (360-300 triệu năm) độ CO₂ giảm, độ O₂ tăng (Bermer R A (2003). Nature, 426: 323-326).

vật, quá trình phong hóa tăng cường dẫn đến sự thay đổi hiển nhiên của bề mặt thạch quyển, lớp vỏ những hình thành nhanh chóng. Chính điều kiện khí hậu thuận lợi đã là một trong những tác nhân quan trọng cho sự phát triển của thực vật. Sự phát triển phong phú của thực vật lại có tác dụng quan trọng cho sự thay đổi lớp bề mặt của thạch quyển, thay đổi thành phần khí quyển, thúc đẩy sự phát triển của động vật trên cạn lúc đó. Mối quan hệ hữu cơ của các tác nhân trên đây đã đưa đến sự thay đổi cảnh quan của thế giới lúc đó.

6. Trầm tích Carbon ở Việt Nam

Trầm tích Carbon ở Việt Nam rất phổ biến, với thành phần chủ yếu là đá vôi. Đá vôi tuổi từ Carbon sớm đến Permi sớm có thể gặp cả ở Đông và Tây Bắc Bộ cũng như ở Bắc Trung Bộ, như Thanh Hóa, Nghệ An, Hà Tĩnh và Quảng Bình. Loại đá vôi tuổi Carbon-Permi rất dễ nhận biết; đó là loại đá vôi màu xám sáng, phân lớp dày đến dạng khối chứa nhiều hóa thạch Trùng lỗ (Foraminifera), Huệ biển và San hô.

Nằm chính hợp trên trầm tích Devon thượng, trầm tích Carbon chia ra làm hai phần khá rõ. *Dưới cùng* là đá vôi Carbon hạ, đôi khi có xen những lớp mỏng đá lục nguyên như hệ tầng La Khê ở Bắc Trung Bộ. Một vài nơi có trầm tích Carbon hạ là đá vôi phân lớp mỏng, chứa silic thuộc tương biến sâu như ở vùng Phố Hàn (Cát Bà), Cao Bằng và Đồng Văn (Hà Giang), chúng chuyển tiếp từ các hệ tầng trầm tích tương biến sâu, như Tóc Tát ở Cao Bằng và hạ lưu sông Đà.

Phần trên của trầm tích Carbon là đá vôi sạch, màu xám sáng chứa nhiều hóa thạch sinh vật đáy như San hô, Huệ biển, v.v. chuyển tiếp liên tục lên trầm tích Permi hạ. Điều đó chứng tỏ lãnh thổ Việt Nam trong Carbon thuộc biển nông vùng nhiệt đới. Mặt cắt địa tầng của đá Carbon và Permi không có dấu hiệu của một gián đoạn hoặc bất chỉnh hợp. Điều đó chứng tỏ lãnh thổ Việt Nam trong các kỷ Carbon và Permi không chịu ảnh hưởng của chuyển động tạo núi Varisci (Hercyni), như nhận định của các nhà địa chất Pháp của Sở Địa chất Đông Dương trước đây.

Những núi đá vôi tuổi Carbon-Permi tạo nên nhiều cảnh quan kỳ diệu của Việt Nam, đặc biệt là những hang động [H. 10] vừa đẹp lại chứa nhiều di tích của người tiền sử. Đá vôi Carbon cũng đóng vai trò quan trọng trong nền kinh tế đất nước; đó là nguồn nguyên liệu phong phú cho công nghiệp xi măng, cho vật liệu xây dựng các công trình dân dụng và các công trình cầu đường.

Những cảnh quan kỳ diệu của các hang động trong các dãy núi đá vôi Carbon-Permi là những điểm du lịch lôi cuốn khách tham quan trong nước và thế giới. Đó là quần thể các đảo của vịnh Hạ Long với các hang động mang trong mình những thạch nhũ lung linh làm đắm say khách du lịch muôn phương, như các hang Đầu Gỗ, Thiên Cung, Sừng Sốt [H. 10], v.v... Các hang động trong đá vôi Carbon-Permi còn gặp ở nhiều nơi, như Tam Thanh, Nhị Thanh ở Lạng Sơn, v.v...



Hình 10. Thạch nhũ trong hang Sừng Sốt ở vịnh Hạ Long.
(Wikipedia – Free Encyclopedia)

Một di chỉ đặc biệt là quần thể Vườn quốc gia Phong Nha - Kẻ Bàng nằm ở các huyện Bố Trạch và Minh Hóa, tỉnh Quảng Bình. Phong Nha - Kẻ Bàng nằm ở một khu vực núi đá vôi rộng khoảng 200.000 ha; vườn quốc gia này được thiết lập để bảo vệ một trong hai vùng karst lớn nhất thế giới với khoảng 300 hang động và các sông ngầm. Các hang động ở Phong Nha - Kẻ Bàng [H. 10] có tổng chiều dài khoảng hơn 80 km, nhưng mới chỉ 20 km được thám hiểm nghiên cứu, trong đó 17 km ở vùng Phong Nha và 3 km ở vùng Kẻ Bàng.

Trước khi phát hiện ra hang động Sơn Đoòng, động Phong Nha giữ nhiều kỷ lục của Việt Nam: 1) Hang nước dài nhất; 2) Cửa hang cao và rộng nhất; 3) Bãi cát, đá rộng và đẹp nhất; 4) Hồ ngầm đẹp nhất; 5) Thạch nhũ trắng lệt và kỳ ảo nhất; 6) Dòng sông ngầm dài nhất; 7) Hang khô rộng và đẹp nhất thế giới.

Năm 2009, hang Sơn Đoòng đã được phát hiện, đó là hang động có kích thước lớn nhất thế giới (dài ít nhất là 6,5 km, cao 200 m, và rộng 150 m) và cũng nằm trong quần thể hang động Phong Nha - Kẻ Bàng.

Tài liệu đọc thêm

1. Carboniferous: The Free Encyclopedia. [http:// Google.com](http://Google.com).
2. Condie K. C. & Sloan R. E., 1998. Origin and Evolution of Earth. Principles of Historical Geology. *Printice-Hall, Inc.* 498 pgs.
3. Selley R.C, Cocks L.R.M., Plimer I.R. (Editors), 2005. Encyclopedia of Geology. Volume 1-5. *Elsevier. Academic Press.*
4. Stanley S. M., 2009. Earth System History. 3rd Edition. *W.H. Freeman & Company.* New York. 551 pgs.
5. The Carboniferous: <http://www.ucmp.berkeley.edu/carboniferous/carboniferous.html>.
6. Tổng Duy Thanh, 2009. Lịch sử Tiến hóa Trái Đất (Địa sử). (Tái bản – Chỉnh sửa và cập nhật tài liệu mới). *NXB Đại học Quốc gia Hà Nội.* Hà Nội. 340 tr.
7. Tổng 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.
8. Trần Văn Trị, Vũ Khúc (Đồng chủ biên), 2009. Địa chất và Tài nguyên Việt Nam. *NXB Khoa học Tự nhiên và Công nghệ.* Hà Nội. 589 tr..
9. Wicander R. J. & Monroe S., 1993. Historical Geology. *West Publishing Compagny.* Minneapolis, St New York, Los Angeles. San Francisco. 640 pgs.
10. Хаин В. Е., Коровковский Н.В., Ясамнов Н. А., 1997. Историческая геология. *Издат. Московского Университета.* Москва. 448 стр.