

## Chương 5

# THỦY QUYỀN VÀ HOẠT ĐỘNG ĐỊA CHẤT CỦA BIỂN

### A. THỦY QUYỀN

#### 5.1. KHÁI NIỆM CHUNG

Thủy quyền là quyền nước phân bố không liên tục trên bề mặt Trái Đất, gồm nước biển và đại dương, nước vũng vịnh, sông hồ, nước dưới đất và băng tuyết. Có thể quan niệm ranh giới trên của thủy quyền là bề mặt của biển, đại dương, sông hồ; còn ranh giới dưới là đáy các tầng nước ngầm.

Trong số các dạng nước cấu thành thủy quyền thì biển và đại dương đóng vai trò chủ đạo. Chúng chiếm một diện tích trên 70% so với bề mặt hành tinh, tức  $361.10^6 \text{ km}^2$ . Vì vậy, tỉ lệ khối lượng giữa các dạng nước nói trên cũng không cân đối. Ví dụ, khối lượng nước sông hồ chỉ chiếm 0,02% là quá nhỏ bé so với nước biển và đại dương chiếm tới 97,4% (bảng 5.1).

**Bảng 5.1.** Tỉ lệ khối lượng các dạng nước khác nhau

Các dạng nước	Khối lượng nước (%)
Đại dương	97,4
Băng hà	1,89
Nước ngầm	0,60
Sông hồ, cơ thể sống và khí quyển	0,02

#### 5.2. CHU TRÌNH HOẠT ĐỘNG CỦA NƯỚC

Nước đóng vai trò quyết định sự sống. Trong cơ thể sinh vật nước chiếm trên 70% khối lượng, là thành phần cần thiết của tế bào sống và tham gia vào nhiều phản ứng hoá học của sự sống.

Nước là một trong các yếu tố quan trọng tham gia vào quá trình phong hoá phá huỷ các đá, xói mòn đất. Nước vận chuyển vật liệu trầm tích từ vùng xâm thực đến miền tích tụ tạo nên các đồng bằng sông, đồng bằng châu thổ rộng lớn và trầm tích đáy biển thêm lục địa.

Trong thủy quyền nước phân bố không đều (bảng 5.1), song nước không nằm yên tại chỗ mà luôn luôn vận động từ nơi này đến nơi khác tạo thành một vòng tuần hoàn khép kín gọi là “chu trình nước”.

Nước biển bốc hơi tạo thành nước khí quyển và mây → mưa xuống lục địa một phần tạo thành dòng chảy trên bề mặt (suối + sông + dòng chảy

tạm thời), một phần thấm xuống sâu tạo thành nước ngầm, một phần đổ vào biển và đại dương, một phần được tiêu thụ bởi thế giới sinh vật (động vật và thực vật).

Trên hành tinh có 4 đại dương (Thái Bình Dương, Đại Tây Dương, Ấn Độ Dương và Bắc Băng Dương) và hàng trăm biển lớn, nhỏ đón nhận nguồn nước ngọt và nước khoáng của hàng vạn dòng sông lớn, nhỏ từ lục địa đổ vào.

## **5.3. TÍNH CHẤT VẬT LÝ CỦA NƯỚC BIỂN**

### **5.3.1. Mật độ**

Mật độ nước biển được tính bằng tỉ số khối lượng một đơn vị thể tích nước biển ở nhiệt độ quan trắc  $t^{\circ}\text{C}$  trên khối lượng một đơn vị thể tích nước cất ở  $4^{\circ}\text{C}$  (nhiệt độ quan trắc thường lấy là  $17,5^{\circ}\text{C}$  hoặc  $0^{\circ}\text{C}$ ). Mật độ nước biển phụ thuộc vào độ muối và nhiệt độ nhưng luôn luôn lớn hơn 1 và dao động trong khoảng 1,0275 – 1,0220. Sự chênh lệch mật độ nước biển là một trong những nguyên nhân gây nên sự chuyển động của các khối nước và dòng chảy biển.

### **5.3.2. Nhiệt độ**

Nhiệt độ trung bình toàn đại dương thế giới là  $17,5^{\circ}\text{C}$ . Tuy nhiên, nhiệt độ sẽ thay đổi phụ thuộc vào vị trí địa lý, điều kiện khí hậu và hoạt động núi lửa, đặc biệt là hoạt động của các sống núi giữa đại dương. Ví dụ, nhiệt độ trung bình của Đại Tây Dương là  $16,5^{\circ}\text{C}$ ; Ấn Độ Dương là  $17,3^{\circ}\text{C}$ ; Thái Bình Dương là  $19,4^{\circ}\text{C}$ ; biển Đỏ và vịnh Pecxich là  $35^{\circ}\text{C}$  (nóng nhất) và Bắc Băng Dương là  $0,75^{\circ}\text{C}$ .

Nhiệt độ của nước biển được duy trì nhờ 2 nguồn nhiệt cung cấp là nhiệt từ ánh nắng Mặt Trời và nhiệt từ manti Trái Đất. Nhiệt từ Mặt Trời được cung cấp theo nguyên lý truyền bức xạ ánh sáng trong nước biển. Ánh sáng chiếu xuống mặt biển một phần được phản xạ, phần khác bị khúc xạ đi sâu vào lòng biển và bị yếu dần do nước hấp thụ và tán xạ. Vì vậy, ánh sáng trong biển bị phân tầng: từ 0 – 200m là đối sáng, từ 200 – 1.000m là đối sáng mờ, dưới 1.000m là đối hoàn toàn tối đen.

### **5.3.3. Sự thay đổi mực nước biển (biển thoái và biển tiến)**

Theo thời gian, mực nước đại dương thế giới thay đổi. Nguyên nhân làm mực nước biển hạ thấp (biển thoái) và dâng cao (biển tiến) là do Trái Đất bị lạnh đi và nóng lên theo chu kỳ. Thời kỳ xảy ra băng hà thì xảy ra biển thoái, thời kỳ tan băng hay gọi là gian băng thì xảy ra biển tiến. Các giai đoạn băng hà đã làm mực nước biển hạ thấp và để lại dấu ấn là các đường bờ cổ trên đáy biển thêm lục địa Việt Nam. Các giai đoạn gian băng

đã làm mực nước biển dâng cao và để lại dấu ấn các đường bờ cổ trên đất liền ven biển. Quy luật tương quan giữa thềm biển trên đất liền và thềm biển dưới đáy biển mang tính đối xứng về tuổi qua đường bờ hiện đại. Càng xuống sâu đường bờ có tuổi càng cổ và càng lên cao đường bờ cũng có tuổi càng cổ tương ứng.

Sự đóng băng của đợt băng hà cuối cùng kéo dài từ khoảng 70.000 năm đến 18.000 năm cách ngày nay đã làm hạ thấp mực nước biển xuống độ sâu 100m nước. Lúc bấy giờ từ Châu Úc có thể đi bộ sang đảo Tân Ghinê và Tasmania, từ Việt Nam sang Malaysia là cùng chung một lục địa.

#### **5.3.4. Thủy triều**

Mặt nước trung bình đại dương thế giới có thể coi xấp xỉ với mặt geoid (mặt trung bình của Trái Đất). Đó là mặt mốc để tính độ cao tuyệt đối trên lục địa và độ sâu tuyệt đối dưới biển.

Thủy triều là hiện tượng dao động tuần hoàn của mực nước đại dương trong một ngày do sức hút tương hỗ của Mặt Trời, Mặt Trăng và Trái Đất. Chu kỳ triều được đặc trưng bằng thời gian triều lên, thời gian triều rút, biên độ và độ lớn của triều.

Thủy triều xảy ra không giống nhau giữa các biển và đại dương thế giới: Ở các bờ biển Đại Tây Dương, Ấn Độ Dương và Bắc Băng Dương quan sát thấy bán nhật triều chiếm ưu thế. Còn ở các bờ biển Thái Bình Dương thì thủy triều hỗn hợp chiếm ưu thế.

Biên độ triều rất khác nhau ở các vùng biển khác nhau. Ví dụ, ở vịnh Phandi, bắc Canada biên độ triều đạt 18m; phía bắc vịnh Bắc Bộ, Việt Nam biên độ triều đạt 4 -5m.

Nhờ sự thay đổi con nước triều cường và triều kiệt mà ven biển mỗi quốc gia đã hình thành nên đới bãi triều với các hệ sinh thái rất đa dạng: bãi triều cát làm bãi tắm du lịch, bãi triều lầy phát triển rừng ngập mặn và bãi triều châu thổ bồi tụ làm tăng quỹ đất canh tác cho con người...

#### **5.3.5. Hải lưu**

Trên các đại dương thế giới xuất hiện các dòng hải lưu với quy mô hàng nghìn km. Theo nhiệt độ nước biển, người ta phân biệt các dòng hải lưu nóng như dòng Kuroshio, Gulf Stream và dòng hải lưu lạnh như dòng Peru.

Những dòng hải lưu có quy mô hành tinh là:

- Dòng hải lưu nóng Gulf Stream ở Đại Tây Dương, rộng vài trăm km, sâu 800m, tốc độ bề mặt khoảng 2,5m/s.

- Dòng hải lưu nóng Kuroshio ở Bắc Thái Bình Dương, rộng 80km, sâu 400m, di chuyển khối nước 45m<sup>3</sup>/s.

– Dòng hải lưu lạnh Peru chảy từ Nam Cực lên.

Các dòng hải lưu có tác dụng làm tăng sự trao đổi nước, phân bố lại nhiệt độ, độ muối, làm tăng tính đồng nhất về thành phần hoá học của nước biển, ảnh hưởng đến hoàn lưu khí quyển và khí hậu các vùng trên Trái Đất.

Nguyên nhân hình thành các dòng hải lưu là do sự tác động của khí quyển, bức xạ Mặt Trời, các lực hút tạo thuỷ triều và lực coriolit. Nhìn chung, các dòng hải lưu đều có mối quan hệ trực tiếp với lớp không khí sát mặt nước, đó chính là các hệ thống xoáy thuận và xoáy nghịch khổng lồ.

## **5.4. THÀNH PHẦN HOÁ HỌC CỦA NƯỚC ĐẠI DƯƠNG**

### **5.4.1. Độ muối**

Thành phần hoá học của nước biển được thể hiện qua độ muối. Độ muối được tính theo tỉ lệ khối lượng phần nghìn (S‰) của số gam tất cả chất rắn hoà tan trong 1kg nước biển. Nước biển tiêu chuẩn có độ muối là 35‰. Ngoài khơi các đại dương độ muối thay đổi trong khoảng 33– 38‰. Ở các vùng cửa sông độ muối hạ thấp xuống khoảng từ 15 – 20‰.

Nhìn chung, độ muối thay đổi phụ thuộc vào vị trí địa lý của biển, tức nhiệt độ và độ bốc hơi, nguồn cung cấp hàm lượng muối từ các dòng sông đổ vào biển. Ví dụ, biển Ban Tích có độ muối 35‰, Địa Trung Hải 39‰, Biển Đỏ 45 – 48‰, Biển Đông – Việt Nam chỉ khoảng 33 – 35‰.

Độ muối là yếu tố quan trọng quyết định cân bằng nhiệt muối ở biển, ảnh hưởng rất lớn đến môi trường và sự phân bố sinh vật trong biển. Vậy tại sao nước biển mặn? Độ muối có tăng lên theo thời gian không? Theo nghiên cứu của các nhà địa hoá, nguồn muối cung cấp cho biển khá đa dạng: từ lục địa do sông mang tới, từ hoạt động núi lửa dưới biển và từ sinh vật biển. Dưới đáy các biển và đại dương thế giới thường lộ ra lớp vỏ đại dương, sống núi giữa đại dương, vô số các núi lửa ngầm và các cung đảo núi lửa. Đó là nhân chứng lịch sử của quá trình hoạt động núi lửa mãnh liệt đã cung cấp các nguyên tố hoá học trực tiếp khi phun trào hoặc hoà tan các đá sau khi đã nguội lạnh. Điều hết sức ngạc nhiên là độ muối nước biển gần như không thay đổi qua mọi thời đại. Ngay cả thời Cambri cách đây 500 triệu năm, khi quá trình phong hoá hoà tan các đá từ lục địa vào biển vẫn chưa đáng kể thì biển Cambri đã “mặn” rồi, do đó mới thành tạo được các tầng đá vôi chứa sinh vật biển. Một loại đá muối nổi tiếng được thành tạo thời Kreta cách đây 146 – 65 triệu năm là do biển bị khép kín, bốc hơi rồi tạo thành hồ muối và mỏ muối. Lào không có biển hiện đại nhưng là nước giàu muối mỏ được thành tạo từ biển cổ cách đây trên 65 triệu năm.



#### 5.4.2. Thành phần hoá học

– Trong nước biển có đầy đủ các nguyên tố trong bảng tuần hoàn Mendeleev. Tuy nhiên, theo Clark F.W, Vecnatski V.L, Goldsmidt V.M thành phần hoá học (%) chủ yếu của nước biển như sau:

O: 85	Na: 1,07	Ca: 0,042	C: 0,002
H: 10,8	Mg: 0,13	K: 0,037	Sr: 0,001
Cl: 1,93	S: 0,088	Br: 0,0066	B: 0,0004

Khi độ muối trung bình là 35‰ thì trong nước biển hàm lượng (%) các ion chiếm chủ yếu là:

$\text{Cl}^-$ : 55,9	$\text{HCO}_3^-$ : 0,21	$\text{Na}^+$ : 30,59	$\text{Ca}^{2+}$ : 1,02
$\text{SO}_4^{2-}$ : 7,69	$\text{Br}^-$ : 0,19	$\text{K}^+$ : 1,11	$\text{Mg}^{2+}$ : 3,72

– Các nguyên tố dinh dưỡng trong nước biển bao gồm C, N, P và Si. Nguồn cung cấp các nguyên tố dinh dưỡng là từ lục địa, khí quyển và hoạt động núi lửa. Chúng tồn tại trong thuỷ quyển, được coi là một giai đoạn trong vòng tuần hoàn lâu dài của chúng. Nitơ tham gia vào thành phần của protein, axit nucleic và phản ứng trao đổi năng lượng. Nitơ trong nước biển tồn tại dạng:  $\text{N}_2$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  và  $\text{NH}_4^+$ , trong đó  $\text{N}_2$  không phải là chất dinh dưỡng. P phân bố theo chiều thẳng đứng rất khác nhau. Ở lớp nước trên mặt nghèo P hơn tầng đáy, vì tầng mặt có sự chiếu sáng của Mặt Trời và phát triển phong phú sinh vật phù du như rong tảo hấp thụ P. Ở tầng nước sâu không có ánh sáng nên cũng vắng mặt thực vật phù du, ở đó hàm lượng P tăng lên do phân huỷ xác sinh vật. Si trong nước biển tồn tại dưới dạng  $\text{H}_3\text{SiO}_4^-$ ,  $\text{SiO}_3^{2-}$ ,  $\text{Si}^{4+}$ . Tảo diatomea tiêu thụ một lượng lớn Si để cấu tạo nên cơ thể. Vì vậy, sinh vật đã làm nghèo Si ở tầng mặt và làm giàu Si ở tầng sâu.

– Các nguyên tố halogen phổ biến trong nước biển là Br, I. Cùng với nguyên tố B tạo thành một tổ hợp cộng sinh 3 nguyên tố đặc trưng cho môi trường nước biển. Br là nguyên tố điển hình của biển, chiếm khoảng  $6,6 \cdot 10^{-3}\%$ ; tỉ lệ Br/Cl trung bình khá ổn định, đạt 294. Ở trong các biển rìa và biển nội lục nghèo Br vì ở đó có nhiều sinh vật hấp thụ Br khi chết sẽ tích tụ Br ở đáy.

Iot (I) cũng là nguyên tố đặc trưng cho thuỷ quyển, tồn tại ở dạng  $\text{IO}_3^-$ . Sinh vật hấp thụ I rất mạnh, cao hơn trong nước biển khoảng 120.000 – 400.000 lần. Vì vậy, các nguồn thực phẩm từ hải sản và rau câu biển là nguồn I quan trọng cung cấp cho cơ thể con người.

Bo (B) có hàm lượng trung bình trong đại dương là  $4,6 \cdot 10^{-4}\%$ . Tỉ lệ B/Cl khá ổn định, trung bình khoảng  $2,4 \cdot 10^{-4}$ . Nguồn cung cấp B cho biển chủ yếu từ khí núi lửa và từ lục địa.

– Hoạt động của khí  $\text{CO}_2$ . Khí  $\text{CO}_2$  của khí quyển hoà tan trong lớp nước biển bề mặt. Sau đó  $\text{CO}_2$  được phân tán xuống dưới nhờ chuyển động của khối nước. Nhiều loại thực vật phù du sử dụng  $\text{CO}_2$  cho quang hợp và tạo thành vỏ vôi của cơ thể khi chết lắng xuống đáy biển thành vật liệu trầm tích cacbonat ( $\text{CaCO}_3$ ). Lượng  $\text{CO}_2$  còn lại tồn tại dưới dạng  $\text{HCO}_3^-$  và tạo thành cân bằng động trong nước biển là:



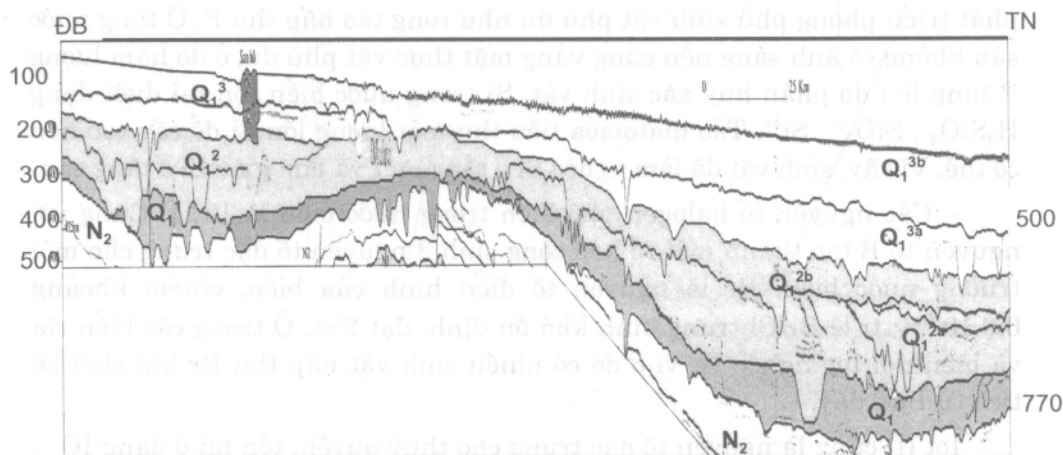
## B. HOẠT ĐỘNG ĐỊA CHẤT CỦA BIỂN

### 5.4. HOẠT ĐỘNG ĐỊA CHẤT THÊM LỤC ĐỊA VÀ SƯỜN LỤC ĐỊA

#### 5.4.1. Khái quát

Định nghĩa, nguồn gốc, cấu tạo địa chất của thêm lục địa đã được đề cập trong mục 3.1.2a (chương 3).

Thêm lục địa rất đa dạng về kích thước, địa hình, độ sâu và nguồn gốc thành tạo. Ở một số nơi thêm lục địa rộng tới 500 – 1500km song nơi khác lại chỉ là một dải hẹp 15 – 70km. Có những thêm địa hình đáy biển khá phẳng chỉ nhô lên ít núi san hô hoặc vài lòng chảo nông; trái lại có nơi lại hết sức phức tạp như ở thêm lục địa Việt Nam xuất hiện thêm các Canhon, các núi lửa ngầm và đảo san hô.

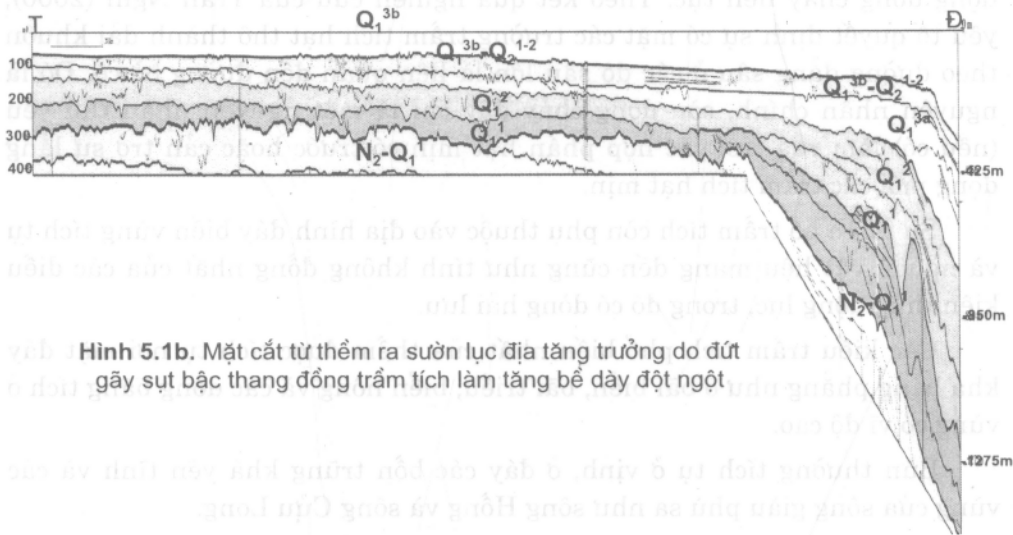


Hình 5.1a. Mặt cắt địa chất qua bồn Cửu Long và Nam Côn Sơn thấy rõ các rãnh đào khoét của lòng sông cổ

Mỗi thêm lục địa có một lịch sử phát triển lâu dài tuân theo quy luật “có sinh có diệt”. Thêm lục địa hiện đại của biển và đại dương thế giới bắt đầu từ Paleogen (65 triệu năm) đến Đệ tứ (1,8 triệu năm đến nay). Những thêm này phát triển kế thừa từ các thêm Jura – Kreta đã bị tiêu diệt. Các

thêm thời đại địa chất trước chỉ còn để lại các “di chỉ” trong thêm trẻ hơn, hầu như chúng tạo nền móng của cấu trúc thêm mới.

Sườn lục địa là phần dốc của thêm lục địa chuyển tiếp ra trung đại dương. Đây cũng là đối ngoại cùng của vỏ lục địa chuyển sang vỏ đại dương. Sườn lục địa có độ dốc và độ sâu lớn là do hai hệ thống đứt gãy kiến tạo: đứt gãy dọc tạo bờ dốc sụt bậc, đứt gãy ngang tạo nên các rãnh sâu gọi là Canhon. Hai hệ thống đứt gãy này tạo đường cho hoạt động núi lửa trên đối sườn lục địa. Vì vậy, địa hình sườn lục địa còn giữ lại dấu ấn của quá trình địa chất nội sinh là chủ yếu. Quá trình địa chất ngoại sinh được thể hiện bởi trầm tích bùn mặt chủ yếu là bùn sét, bùn vôi giàu sinh vật, bùn silic. Núi lửa và thành tạo các nón quạt (fans) turbidit ở chân sườn chính là đối chân dốc thêm lục địa.



Hình 5.1b. Mặt cắt từ thêm ra sườn lục địa tăng trưởng do đứt gãy sụt bậc thang đồng trầm tích làm tăng bề dày đột ngột

5.4.2. Trầm tích thêm lục địa

a) Trầm tích tàn dư lục địa

Phần lớn bề mặt thêm lục địa được phủ bởi lớp áo trầm tích bỏ rời. Theo Emery (1969), khoảng 70% diện tích bề mặt tạo các trầm tích bỏ rời có nguồn gốc môi trường trên cạn, chúng là các thành tạo tàn dư rất đa dạng: trầm tích băng hà, proluvi, aluvi. Vỏ phong hóa lục địa gặp ở thêm lục địa biển Cuba, Nhật Bản và Việt Nam. Có rất nhiều dẫn liệu về các châu thổ ngập nước cùng với trầm tích châu thổ sót lại trên đáy thêm lục địa.

b) Trầm tích thêm lục địa hiện đại nguồn gốc biển

Trầm tích biển được hình thành hoặc do tái tạo các trầm tích tàn dư, hoặc là từ vật liệu trầm tích có nhiều nguồn gốc khác nhau, chủ yếu là lục

nguyên được mang ra từ lục địa và từ vật liệu tại chỗ do bờ và đáy bị phá hủy, hoặc nhờ các hoạt động sinh hóa xảy ra ở chính đáy biển thêm lục địa.

F.S Shepard (1951) lần đầu tiên nhận thấy rằng một quan niệm khá phổ biến trước đây cho rằng các trầm tích thêm luôn lựa chọn tốt và biến đổi độ hạt từ hạt thô gần bờ đến hạt mịn xa bờ, thường ở mép thêm lục địa là một giáo điều địa chất. Sự phân dị như thế chỉ đặc trưng cho đới bờ trong điều kiện đơn nguồn của vật liệu dưới tác động của sóng. Khi vật liệu ban đầu đa nguồn thì quá trình phân dị rất phức tạp phụ thuộc vào các yếu tố động lực sóng, dòng chảy và địa hình.

Rìa ngoài của thêm lục địa thường phân biệt khá dễ dàng nhờ có cát thô, song đối giữa thêm lại giàu bùn. Sự gắn liền cát với đới ngoài của thêm lục địa đông Trung Quốc, đông Việt Nam được Shepard giải thích là do tác động dòng chảy liên tục. Theo kết quả nghiên cứu của Trần Nghi (2000), yếu tố quyết định sự có mặt các trường trầm tích hạt thô thành dải khuôn theo đường đẳng sâu ở các độ sâu lớn là liên quan đến đường bờ cổ. Đó là nguyên nhân chính, còn dòng chảy đáy chỉ là một nguyên nhân thứ yếu (nếu có) làm rửa trôi các hợp phần hạt mịn có trước hoặc cản trở sự lắng đọng mới các trầm tích hạt mịn.

Sự phân bố trầm tích còn phụ thuộc vào địa hình đáy biển vùng tích tụ và nguồn vật liệu mang đến cũng như tính không đồng nhất của các điều kiện thủy động lực, trong đó có dòng hải lưu.

Các kiểu trầm tích phổ biến nhất của thêm được tích tụ nơi mặt đáy khá bằng phẳng như ở bãi biển, bãi triều, biển nông và các dòng băng tích ở vùng có vĩ độ cao.

Bùn thường tích tụ ở vịnh, ở đáy các bồn trũng khá yên tĩnh và các vùng cửa sông giàu phù sa như sông Hồng và sông Cửu Long.

Bùn là loại trầm tích đặc trưng và rất phổ biến ở các thêm lục địa nhiệt đới xích đạo vì ở đây sự phong hóa hóa học xảy ra mãnh liệt. Cát gặp nhiều ở các thêm vùng có vĩ độ trung bình, vì ở đới khô nóng khí hậu ôn đới có phong hóa cơ học là chủ yếu, sạn và cuội gặp nhiều ở các thêm gần hai cực Trái Đất. Trầm tích san hô phát triển ở vùng biển nhiệt đới và xích đạo. Trầm tích sinh vật vỏ vôi ở rải rác, song có xu hướng tập trung nhiều hơn ở vùng khô hạn.

Ở thêm lục địa hai cực phát triển trầm tích băng trôi dạt (aisberg). Ở thêm biển nước lạnh phát triển trầm tích silic chứa phong phú gai bọt biển.

Từ các dẫn liệu trên cho thấy, yếu tố địa lý có vai trò quan trọng trong việc phân bố các loại trầm tích ở thêm lục địa. Vì vậy, trầm tích phân bố ở các thêm lục địa trên thế giới có tính phân đới theo địa đới và theo độ sâu

đáy biển. Theo độ sâu có thể thấy rất rõ sự phân bố trầm tích rất phức tạp, vì chúng bị biến động liên tục cả thành phần, tính chất và tỉ lệ giữa các hợp phần có nguồn gốc khác nhau (lục nguyên/hóa học và sinh hóa); đồng thời kích thước hạt vụn, độ chọn lọc, độ mài tròn các hạt vụn tha sinh cũng khác nhau. Điều đó được lý giải bởi sự thay đổi mực nước biển liên tục kéo theo sự thay đổi liên tục môi trường trầm tích. Nói cách khác, bất cứ một độ sâu nào trên thêm lục địa hiện tại cũng đã từng chứng kiến không ít hơn hai lần biến thành đất liền do các pha băng hà (biển lùi) tạo nên.

Cần nhấn mạnh thêm rằng: thêm lục địa là một vùng hoạt động tích cực của nhiều loại sinh vật, bởi vì thêm lục địa có độ sâu không lớn, ánh sáng Mặt Trời xuyên qua lớp nước nông đáp ứng nhu cầu cần thiết cho sinh vật quang hợp. Lục địa kề bên là nơi cung cấp nguồn đạm và P rất cần cho sinh vật hoạt động và sự chuyển động liên tục của nước làm cho môi trường luôn luôn đủ oxi. Do đó thêm lục địa là nơi thuận lợi cho việc tạo các trầm tích sinh vật, trong đó loại bầm đáy đóng vai trò quan trọng. Ở đới nước nông (0 – 100m) thuận lợi cho sự sinh sống của rong tảo và các động vật tạo nên quần thể (ví dụ san hô tạo ám tiêu). Sâu hơn một chút ở đới mép thêm là foraminifera, gai nhọn, chân riu... khi chết vỏ vôi của chúng tham gia vào trong trầm tích cacbonat với tư cách như một thành phần tạo đá.

Trên thêm lục địa cùng với bùn vôi được kết từ dung dịch thật khi độ pH > 8,5 thường chứa rất nhiều bùn diatome.

Đối với các trầm tích tái lắng đọng được tạo thành vào đầu chu kỳ biển tiến, do phá hủy các thành tạo lục địa như các trầm tích aluvi, băng hà và dụn cát tạo nên trong thời kỳ biển lùi và giờ đây lại bị tái tạo trong thời gian biển tiến để hình thành một tầng trầm tích có thành phần hỗn hợp bao gồm cuội sạn hoặc cát lẫn bùn sét, bùn vôi hiện đại. Tầng cuội sạn là thành phần đặc trưng cho đường bờ cổ khởi đầu của chu kỳ trầm tích biển tiến, đồng thời là dấu ấn của đường bờ cổ khi biển lùi cực đại.

Các trầm tích tại sinh tích tụ ở các độ sâu nhất định, ví dụ glauconit ở biển nông, photphorit ở mép ngoài thêm và giữa thêm phụ thuộc vào độ pH, chế độ oxi hóa khử và hiện tượng đối lưu của dòng đáy.

Thêm lục địa là vùng có năng lượng thủy động lực rất cao nên các thành tạo trầm tích có thể bị di chuyển dọc theo bờ hoặc di chuyển về phía sườn lục địa. G. Boillot (1983) đã nêu mô hình “sườn tăng trưởng”, ông cho rằng: trầm tích di động từ trong ra ngoài sườn lục địa và làm tăng trưởng diện tích của thêm lục địa.

Để nhận thức được sự đa dạng và tính quy luật của các kiểu trầm tích trên đáy biển thêm lục địa cần phải xét các yếu tố nội, ngoại sinh tương tác như mối quan hệ nhân quả:

- Sự thay đổi mực nước biển;
- Chuyển động sụt lún và phân bậc của thềm lục địa;
- Khối lượng trầm tích lục nguyên.

Theo mô hình đó cần chú ý tính đến ba yếu tố quan trọng:

### 1. Sự thay đổi mực nước biển

Độ sâu của môi trường trầm tích phụ thuộc vào vị trí đường bờ cổ, chúng điều tiết thành phần độ hạt và độ chọn lọc trầm tích. Cường độ các dòng chảy và sóng phụ thuộc vào địa hình đáy biển. Về nguyên tắc, sự vận chuyển của trầm tích phụ thuộc vào tương quan độ sâu trung bình  $H$  và độ sâu mép thềm. Nếu độ sâu thềm gần bằng  $H$  thì trầm tích tăng trưởng và có khả năng dịch chuyển về phía đại dương theo sườn lục địa. Ngược lại, độ sâu mép thềm lớn hơn  $H$  rất nhiều thì trầm tích không di chuyển ngang để tăng trưởng thềm lục địa mà chỉ lắng đọng lên cao đáy.

### 2. Chuyển động kiến tạo

- Nếu sự lún chìm mặt thềm không đáng kể thì vật liệu không được giữ lại ở thềm mà tiếp tục mang ra sườn lục địa và sẽ thành tạo các lớp trầm tích dịch chuyển về phía đại dương. Kích thước hạt giảm nhanh theo độ sâu.

- Nếu thềm lục địa bị lún chìm thì sẽ được bù trừ bởi sự tích tụ trầm tích và lúc đó độ sâu  $H$  vẫn không đổi. Sự tăng trưởng của sườn lúc này xảy ra chậm chạp hơn bởi vật liệu vụn rất khó mang tới chỗ gấp mép thềm.

Trong khi phần nâng cao ở ven bờ bị bào mòn thì phần rìa thềm sụt lún tích tụ và tạo nên loạt trầm tích tăng trưởng mới.

Độ nghiêng sườn càng tăng càng tạo nên trầm tích mới và "trẻ hóa" sườn lục địa. Quá trình tăng trưởng rìa thềm lục địa đưa đến sự mất cân bằng thủy tĩnh và hậu quả là đáy sườn chìm xuống được bù trừ bởi sự nâng và bào mòn ở rìa trong thềm lục địa. Như vậy, nếu quá trình liên tục tiếp diễn sẽ có hai trường hợp xảy ra: tiếp tục trầm tích  $\rightarrow$  lún chìm  $\rightarrow$  tích tụ trầm tích tạo nên tăng trưởng ở rìa ngoài; và nâng  $\rightarrow$  bào mòn  $\rightarrow$  nâng ở rìa trong thềm lục địa.

### 3. Khối lượng trầm tích lục nguyên

Quy mô của sự tăng trưởng sườn tùy thuộc lượng vật chất mang ra biển. Nếu lượng bồi tích mang đến ít thì quá trình này xảy ra yếu hoặc không xảy ra. Ngược lại, nếu lượng bồi tích mang ra nhiều sẽ tạo nên các thấu kính tăng trưởng và thềm lục địa lấn dần ra đại dương.

Trong trường hợp vật liệu trầm tích quá nhiều khi biển lùi rất thấp thì chân lục địa sẽ tạo nên các thấu kính trầm tích cực lớn.

Như vậy, có thể phân biệt hai loại tích tụ trầm tích có cơ chế thành tạo kiểu nón quạt châu thổ: loại sườn tăng trưởng trên vỏ lục địa gọi là nềm lấn

và loại phủ lên vỏ chuyển tiếp và đại dương gọi là thấu kính tăng trưởng. Sự hiểu biết về các cấu trúc này rất cần cho việc phân tích các mặt cắt địa chấn khi nghiên cứu địa chất biển.

#### 5.4.3. Cấu tạo địa chất thềm lục địa

Ở thềm lục địa, trầm tích tàn dư và hiện đại bao phủ phần lớn diện tích, tuy nhiên ở nhiều nơi lộ trầm tích trước Đệ tứ có các loại đá gốc khác nhau. Những nơi hay gặp đá gốc là đáy các eo biển, dọc bờ biển khúc khuỷu, vùng biển không có dòng chảy mạnh, sóng lớn tác động, vùng nước trôi như vùng biển ven bờ Nam Trung Bộ.

Nhờ các thiết bị cuốc đại dương và lưới vét đáy đã lấy được mẫu các loại đá của thềm để nghiên cứu. Trên cơ sở đó, từ lâu đã có khái niệm cho rằng các thềm lục địa nằm kề bên miền nền và các đảo lớn, biển và lục địa cùng có một cấu tạo địa chất gần giống nhau. Vài chục năm gần đây, nhờ có các phương pháp địa vật lý biển, đặc biệt là địa chấn mặt cắt và khoan thăm dò, nhất là thăm dò dầu khí cho phép khẳng định quan hệ địa chất thềm lục địa thực sự là phần kéo dài trực tiếp của lục địa kề bên.

Kết quả đo vẽ bản đồ, khoan thăm dò và khoan sâu đã chứng minh các đối kiến trúc quan trọng Dagestan và đông Azecbaizan kéo dài ra thềm lục địa biển Kaspien (Wapnob, 1964).

Rất nhiều lỗ khoan tìm dầu khí ở vịnh Mecxich cho thấy thềm lục địa ở đây theo cấu tạo địa chất là phần kéo dài của rìa lục địa chứa đá muối và thấy các cấu tạo vòm muối. Các loại như vậy cũng thấy ở trên đất liền.

O.K. Emery, người đầu tiên nhận thấy nhiều thềm lục địa có chiều dày của lớp phủ nền rất lớn và giảm dần về phía rìa ngoài của thềm. Điều này phù hợp với thực tế là nhiều thềm có rìa ngoài nâng lên và tạo thành các đảo. Bởi lẽ nhiều thềm lục địa như vịnh Bắc Bộ là phần kéo dài của các bồn trũng bắt nguồn từ trong lục địa, nghiêng dần về phía thềm và đạt độ dày lớn nhất (bể sông Hồng đạt tới 14km) trong phạm vi trung tâm của nó. Nhiều bồn trũng Kainozoi có chiều dày 8 – 12km nằm ở thềm lục địa. Các thành hệ lục nguyên là điều kiện thuận lợi thành tạo các đá sinh và chứa dầu khí. Chính vì vậy, thềm lục địa là nơi có triển vọng dầu khí lớn nhất.

Như vậy, quan điểm cho rằng thềm lục địa là một kiến trúc địa chất riêng biệt là sai với thực tế. Thềm lục địa là một khoảng lãnh hải rất tương đối, có thể thay đổi theo thời gian địa chất và chỉ tồn tại trong một khoảng thời gian nhất định, tạo nên một đối phụ thuộc vào sự thay đổi mực nước biển (biển tiến, biển lùi) khiến cho đáy biển lúc ngập nước, lúc khô cạn. Đó là đối thềm lục địa. Tuy nhiên, khái niệm này chỉ là tương đối do sự thay

đổi của đới xảy ra liên tục. Ở các miền nền sự thay đổi đới này chậm chạp, còn ở vùng uốn nếp, vùng hủy hoại và tái tạo rìa lục địa lại diễn ra rất nhanh.

*\* Các kiểu chính thêm lục địa:*

Nhiều nhà nghiên cứu thêm lục địa đã đưa ra các cách phân loại khác nhau. O.K.Leonchep chia ra 3 kiểu: biển tiến (chiếm 90 – 95% toàn bộ diện tích thêm), mài mòn (hay tái tạo) và tích tụ (avandelta).

K. Emery (1971) chia thêm lục địa ra 3 kiểu: lùi và tiến, biển san hô và vòm muối... Theo tiêu chuẩn địa kiến trúc, G.C.Ganhesin và nnk (1975) chia ra các loại Octo thêm (miền nền), Para thêm (vùng uốn nếp vỏ lục địa) và Hemi thêm (các thêm của địa máng và đảo đại dương). Có lẽ phân loại thêm của F. Shepard (1969) là đáng chú ý.

Các tài liệu mới thu được từ các mặt cắt địa chấn cho phép đưa ra các kiểu thêm lục địa như trên, tuy nhiên vẫn chưa tính đến thêm tạo ra do thay đổi dòng chảy, tác động của trượt ngầm và bào mòn.

Khi có các trũng xuất hiện do đứt gãy dạng bậc thang thì trầm tích lấp đầy cũng có dạng bậc thang. Loại này thấy ở thêm lục địa tích cực, bên cạnh các máng nước sâu. Như các thêm phía tây Mỹ, Canada,.. hoặc những nơi hay có động đất, có đứt gãy hoạt động như ở rìa thêm Nam Trung Bộ và đông nam Việt Nam.

#### **5.4.4. Nguồn gốc thêm lục địa**

Hiện nay vẫn tồn tại quan niệm cho rằng thêm lục địa được tạo thành nhờ sự mài mòn và tích tụ lâu dài, và gọi là thêm lục địa mài mòn – tích tụ. Thực ra thêm có nhiều nguồn gốc, thậm chí ngay trong một thêm các phần khác nhau cũng có nguồn gốc khác nhau, ví dụ thêm miền Nam Việt Nam.

Băng hà đóng vai trò to lớn trong việc tạo các thêm lục địa ở biển gần hai cực. Khi băng tan, các trầm tích băng hà tạo nên các dạng địa hình đặc trưng.

Có nhiều thêm lục địa đơn thuần do bồi tích, đối diện với các cửa sông lớn một khối lượng vật liệu trầm tích khổng lồ được mang vào tích tụ ở đáy biển như sông Hồng và sông Cửu Long, làm cho lục địa lấn dần ra biển mỗi năm từ 20 – 60m.

Thêm lục địa trước cửa sông Hồng và sông Cửu Long tạo nên một châu thổ có nhiều tuổi khác nhau, tạo ra điểm uốn chuyển từ tiền châu thổ sang sườn châu thổ (prodelta) ở độ sâu 20 – 30m nước.

Hàng loạt thêm lục địa biển và đại dương được tạo ra do kết quả nhấn chìm rìa lục địa lâu dài và tích tụ trầm tích trên mặt của chúng. Hơn nữa, phù sa và sự tạo châu thổ cũng có thể đóng vai trò quan trọng trong quá trình này.



Cuối cùng, nhiều thêm lục địa được tạo do kết quả mài mòn và tích tụ lâu dài trong thời kỳ băng hà. Rõ ràng, mực nước đại dương vào thời băng hà cực đại thấp hơn hiện nay 130 – 170m. Ở thêm lục địa nước ta không có trầm tích băng hà song phổ biến trầm tích aluvi. Đó là các lòng sông cổ. Nhiều nơi trên thế giới người ta thấy được các mảnh vỏ molusca nước ngọt. Tuổi xác định theo phương pháp  $C^{14}$  cho tuổi 19 – 20 ngàn năm. Tuy nhiên, cần lưu ý, các dấu ấn hoạt động địa chất của môi trường lục địa nhưng lại nằm ở độ sâu dưới đáy biển hàng ngàn mét là do sự sụt lún kiến tạo về sau.

Nhiều tài liệu thu được khi nghiên cứu các hẻm sâu và thung lũng cũng không mâu thuẫn với quan điểm này.

#### **5.4.5. Trầm tích đáy biển thêm lục địa Việt Nam và các vùng kế cận**

Đến nay tuy chưa có một công trình nào nghiên cứu toàn diện về địa chất Biển Đông nhưng đã có ba công trình nghiên cứu quan trọng thuộc đề tài nhánh của đề tài cấp nhà nước liên quan đến trầm tích thêm lục địa Việt Nam do GS. Trần Nghi (Chủ biên) là: (1) Thành lập bản đồ tướng đá – cổ địa lý thêm lục địa Việt Nam giai đoạn Pliocen – Đệ tứ, tỉ lệ 1/1.000.000; (2) Thành lập bản đồ trầm tích đáy biển thêm lục địa Việt Nam và kế cận, tỉ lệ 1/1.000.000; (3) Thành lập bản đồ địa chất Đệ tứ thêm lục địa Việt Nam và kế cận, tỉ lệ 1/1.000.000. Điều đó hết sức dễ hiểu, bởi lẽ công cuộc nghiên cứu địa chất biển nước ta thực sự được tiến hành mới bắt đầu từ những năm 60 với đề án hợp tác Việt – Trung ở vịnh Bắc Bộ. Điều quan trọng là việc nghiên cứu biển gặp phải những khó khăn quá lớn đối với một nước nghèo như Việt Nam. Nếu nghiên cứu địa chất Đệ tứ ở phần lục địa Việt Nam đã xuất hiện sự tranh luận sôi nổi mấy chục năm qua vì tính phức tạp và khó khăn thì nghiên cứu địa chất Đệ tứ ở thêm lục địa sẽ còn phức tạp hơn bội lần. Tuy nhiên, với kết quả nghiên cứu từ những góc độ khác nhau của các tác giả Việt Nam và nước ngoài từ trước tới nay, đặc biệt trên cơ sở ba công trình quan trọng nói trên có thể cho phép mô tả đặc điểm trầm tích và quy luật tiến hóa của chúng trong  $N_2 - Q$ .

Đặc điểm trầm tích và tướng đá – cổ địa lý Pliocen – Đệ tứ thêm lục địa Việt Nam là những sự kiện quan trọng đánh dấu một lịch sử địa chất lâu dài, ít nhất là sau 5 triệu năm trở lại đây. Những sự kiện đó được phát hiện và khôi phục lại hàng loạt bằng các phương pháp tiếp cận trên các lĩnh vực địa vật lý, thành phần trầm tích, cổ sinh, địa tầng, phân tích từ mẫu tầng mặt và từ các cột địa tầng lỗ khoan, ống phóng trọng lực...

Có thể nói, quá trình nghiên cứu khảo sát và lấy mẫu trên đáy biển thêm lục địa Việt Nam trong những năm gần đây được tiến hành khá rầm rộ. Nhiều tài liệu mới và có ý nghĩa lớn, góp phần làm sáng tỏ nguồn gốc trầm tích, tuổi địa chất các thành tạo địa chất Pliocen – Đệ tứ ở ven biển

đến các ngắn đường bờ cổ dưới biển ở độ sâu trên 1500m. Đó là những kết quả khảo sát của tàu Ponaga (Pháp), 1995 – 1997; tàu Sonne (Đức), 1996 – 1997 và tàu nghiên cứu hải sản của Nhật, 1998 đã bổ sung những vị trí quan trọng ở độ sâu từ 50 – 2500m nước. Từ 0 – 50m nước là đới được nghiên cứu chi tiết nhất do nhiều dự án của nhiều cơ quan triển khai, trong đó tài liệu có tính hệ thống và đồng bộ nhất là do Trung tâm Địa chất và Khoáng sản biển (nay là Liên đoàn Địa chất và Khoáng sản biển) thực hiện từ 1991 đến nay.

Để xây dựng các bản đồ địa chất Pliocen – Đệ tứ và bản đồ tướng đá – cổ địa lý qua các giai đoạn phát triển trong Pliocen – Đệ tứ, đòi hỏi phải có phương pháp luận và tư duy hết sức hợp lý, khoa học để xử lý, luận giải và chứng minh một cách chặt chẽ, sinh động, bảo đảm độ tin cậy cao nhất theo mức độ tài liệu nghiên cứu hiện có.

Các loại hình tài liệu được đưa vào phân tích, xử lý đều phải tuân theo nguyên tắc cơ bản sau:

- Thành phần trầm tích, bề dày các thành tạo Pliocen – Đệ tứ trên thêm lục địa Việt Nam có mối quan hệ nhân quả với sự thay đổi mực nước biển (tức các pha đóng băng và gian băng) và chuyển động kiến tạo.

- Trầm tích Pliocen – Đệ tứ có cấu tạo chu kỳ, khởi đầu một chu kỳ là trầm tích hạt thô, đặc trưng cho năng lượng cao của môi trường thủy động lực với trầm tích thuộc các tướng biển lùi (aluvi lòng sông hoặc aluvi – delta) và kết thúc là tập trầm tích hạt mịn, đặc trưng năng lượng thấp với trầm tích thuộc các tướng biển tiến (châu thổ, vũng vịnh, biển nông).

- Bề mặt tập biển tiến có sóng phản xạ địa chấn rõ nét do trầm tích hạt mịn và bị laterit hóa trong giai đoạn biển lùi sau đó. Trong Đệ tứ lấy tập biển tiến Vĩnh Phúc (gian băng Wurm 1–Wurm 2) làm tầng đánh dấu để đối sánh địa tầng vì có màu loang lổ vàng – đỏ đặc trưng cho một giai đoạn khí hậu khô nóng (băng hà Wurm 2) xảy ra sau khi trầm tích biển được thành tạo phổ biến rộng rãi, có tính khu vực trải rộng trên lục địa đến phần ngập nước tới độ sâu 120m nước.

- Đới đường bờ cổ là kết quả của điểm dừng lâu nhất của mực nước biển, chúng được nhận biết bởi các dấu hiệu sau đây: thêm mài mòn – tích tụ, nón quạt cửa sông, các tướng đê cát ven bờ, tướng sét – lagoon cổ hoặc trầm tích hạt thô bãi triều cổ. Trên mặt cắt địa chấn là các cấu trúc nón quạt tầng trưởng (fans), tại đó hệ thống điểm uốn phát triển theo ranh giới chéo (từ trong ra ngoài và từ dưới lên trên) với bề dày trầm tích tầng đột ngột.

- Sự khác nhau cơ bản các thành tạo Pliocen – Đệ tứ giữa các bồn trũng Kainozoi có cấu tạo đối xứng, còn thêm lục địa ở Trung Bộ và Nam Trung Bộ có cấu trúc đơn nghiêng hoặc dạng bậc thang.

– Nguyên lý của sự thay đổi mực nước biển trong Pliocen – Đệ tứ là sự dao động kiểu “con lắc đơn”, nghĩa là đường bờ càng cổ thì càng cao (trên lục địa) và càng sâu (dưới đáy biển), đường bờ càng trẻ thì càng thấp và càng nông, đường bờ hiện đại là vị trí cân bằng, điểm dừng tương đối của “con lắc đơn” sau một chu kỳ dao động lớn. Đó là đôi cân bằng được cấu thành bởi trầm tích Holocen muộn.

Nhận thức về mối quan hệ nhân – quả, tương quan nhiều chiều giữa ba nhóm yếu tố các tổ hợp cộng sinh tương, sự dao động mực nước biển và chuyển động kiến tạo là tư tưởng chủ đạo xuyên suốt trong việc xử lý số liệu để thành các bản đồ chuyên đề của theme lục địa Việt Nam.

Hoạt động địa chất của sườn lục địa, lòng chảo đại dương, các sống núi trung tâm đại dương đã được đề cập trong mục 3.1.2b, c (chương 3).

## **5.5. HOẠT ĐỘNG ĐỊA CHẤT CỦA CÁC SỐNG NÚI TRUNG TÂM ĐẠI DƯƠNG VÀ LÒNG CHẢO ĐẠI DƯƠNG**

Như đã trình bày ở chương 3, các sống núi trung tâm đại dương chiếm khoảng 1/3 diện tích đại dương và có địa hình dương khá rõ nét của đại dương thế giới (hình 3.10).

Các sống núi bị chia cắt bởi rất nhiều đứt gãy chuyển dạng (đứt gãy ngang) làm cho các khối bị xô dịch tương đối với nhau. Các trục đối xứng của sống núi (đường sống lưng hay đỉnh núi) thường trùng với thung lũng trung tâm với chiều rộng tương đối hẹp (gần 30km) và cắt sâu xuống (đến 2km). Các thung lũng này tương tự như rift lục địa nên gọi là rift đại dương. Sự có mặt của sống núi trung tâm đại dương là bằng chứng của sự tách giãn đáy đại dương. Nguồn dung thể magma mafic và siêu mafic từ manti đưa lên rất nhiều pha vừa xâm nhập, vừa phun trào tạo nên các đá có thành phần khác nhau: peridotit, gabbro, bazan...

Sống núi giữa đại dương của Đại Tây Dương là bằng chứng hùng hồn cho quá trình tách giãn, đáy tạo ra đại dương bắt đầu từ sự “nứt vỡ” của một lục địa thống nhất “Châu Phi – Nam Mỹ”. Sự chống khít đường bờ biển và sự đối xứng của sống núi đại dương cả về khoảng cách, địa hình, tuổi của đất đá từ trung tâm đến bờ biển Châu Phi và Nam Mỹ đã chỉ ra rằng hai mảng nói trên nguyên là từ một mảng đã trôi dạt về hai phía theo cơ chế của chuyển động phân kỳ. Lục địa 2 mảng trôi dạt về hai phía là do dòng nhiệt đối lưu của manti trên. Magma bazan phun trào lên bồi đắp về hai phía thung lũng sống núi đại dương và tạo nên một cấu trúc đối xứng qua trục thung lũng. Các lớp bazan càng xa trục thung lũng có tuổi càng già, càng gần thung lũng có tuổi càng trẻ. Quá trình tách giãn đáy đại dương đồng thời với việc tạo ra trung tâm đại dương cũng đối xứng qua sống núi giữa đại dương, đặc trưng cho rìa lục địa thụ động như Đại Tây Dương. Còn rìa

lực địa tích cực thì trung đại dương là một miền vỏ đại dương bị bầm nát, trên đó phát triển đan xen các cung đảo và quần đảo núi lửa với các hẻm vực sâu, thường là các bồn trước cung của đới hút chìm, các máng sâu trước đại dương (trench).

## 5.6. ĐỊA CHẤT ĐỚI BỜ

### 5.6.1. Những yếu tố thủy động lực ven bờ

#### a) Các yếu tố hình thành sóng

Sóng biển là yếu tố động lực vô cùng quan trọng trong hoạt động địa chất ngoại sinh ở biển. Sóng có thể đóng vai trò xói lở, phá huỷ các thành tạo địa chất ở ven bờ, thậm chí cả đá gốc khi ở đó thiếu hụt hoàn toàn trầm tích. Sóng đã xói lở ở đảo Cát Hải (Quảng Ninh) ở bờ phía đông, xói lở bờ biển Hải Hậu (Nam Định), Cảnh Dương (Quảng Bình), Thuận An (Thừa Thiên Huế) và hàng loạt các vùng bờ khác tới mức nghiêm trọng. Ngược lại, sóng biển cũng là yếu tố xây đắp nên các đê cát ven bờ kỳ vĩ ở miền Trung và Nam Trung Bộ qua các chu kỳ biển tiến trong Đệ tứ. Các cồn cát chắn cửa sông thuộc châu thổ bồi tụ mạnh như sông Hồng và sông Cửu Long được thành tạo cũng nhờ động lực sóng.

Sóng biển là một kiểu chuyển động dao động, trong đó các phần tử chuyển động theo một quỹ đạo nhất định, gồm các đại lượng đặc trưng sau:

- Bước sóng ( $\lambda$ ): là khoảng cách giữa hai đỉnh sóng.
- Độ cao sóng ( $h$ ): là khoảng cách từ đỉnh sóng tới chân sóng.
- Chu kỳ ( $T$ ): là thời gian một phần tử thực hiện trọn vẹn một quỹ đạo chuyển động (tức 1 chu kỳ).
- Tốc độ truyền sóng ( $C$ ): là tỉ số giữa chiều dài bước sóng với chu kỳ:

$$C = \lambda/T$$

Sóng biển được phân ra sóng biển sâu và sóng biển nông.

Trong trường hợp lý tưởng, sóng biển sâu có đặc trưng là các phần tử dao động theo quỹ đạo hình tròn và mặt phẳng hình tròn vuông góc với mặt nước yên tĩnh. Nửa trên các phần tử chuyển động theo hướng truyền sóng, còn nửa dưới thì theo hướng ngược lại. Đường kính các vòng tròn quỹ đạo càng xuống sâu càng giảm, được biểu diễn bằng công thức sau đây:

$$H_z = h_0 \cdot e^{(-2)\pi z/\lambda_0}$$

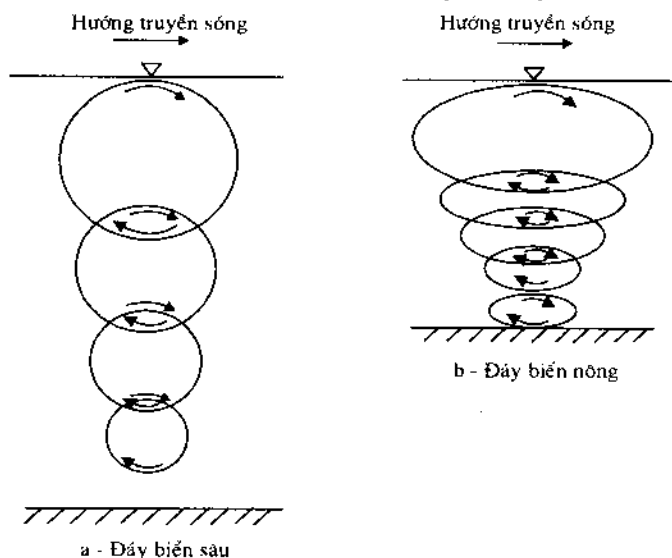
Trong đó:  $z$  là độ sâu kể từ mặt biển;  $h_0$  và  $\lambda_0$  là độ cao sóng và bước sóng ở trên bề mặt biển;  $h_z$  là độ cao sóng tại độ sâu  $z$ .

Đối với vùng biển nông, quỹ đạo của sóng có hình ellip và mặt phẳng ellip cũng vuông góc với mặt biển yên tĩnh. Nửa trên hướng vào bờ, nửa dưới hướng ra biển.

Càng gần tới bờ quỹ đạo càng không khép kín, lượng nước di chuyển càng tăng và sóng tiến biến thành sóng dồn. Khi độ sâu tăng theo cấp số cộng thì kích thước quỹ đạo (tức tốc độ truyền sóng) giảm theo cấp số nhân.

Ví dụ: Trên mặt biển, độ cao sóng là 15m,  $\lambda = 150\text{m}$  thì tại độ sâu 50m, đường kính quỹ đạo chỉ còn 2m, ở độ sâu 100m chỉ còn 0,25m và độ sâu 150m chỉ còn 0,0032m.

Người ta xác định được rằng độ sâu mà tại đó thực tế sóng đã tắt bằng khoảng 1/2 chiều dài bước sóng trên bề mặt:  $z_1 = 1/2\lambda_1$ .



Hình 5.2. Quỹ đạo chuyển động của các phần tử  
Biển sâu: Vòng tròn tắt dần; Biển nông: Hình elip tắt dần

## b) Hoạt động địa chất của sóng ven bờ

*Đới sóng đỏ (hay đới phá huỷ của sóng)*

Quá trình biến dạng sóng của vùng biển nông dẫn đến bị phá huỷ. Đó là hiện tượng ngọn sóng đổ nhào.

Dyrbaic đã đưa ra phương trình sau đây để xác định độ cao sóng tại thời điểm phá huỷ:

$$\frac{h_p}{h_0} = \sqrt{\frac{\lambda_0}{\lambda_p} - \frac{1}{1 + \frac{2KH_p}{9h_0}}}$$

Phương trình này phù hợp với các số liệu thực nghiệm trong điều kiện độ dốc của sóng từ 0,02 – 0,04.

V.P. Zencovich có nhận xét về độ dốc của đáy biển đóng vai trò quyết định trong việc phá huỷ của sóng. Nếu độ dốc lớn như ở bờ biển Trung Bộ

và Nam Trung Bộ thì không xảy ra hiện tượng đổ nhào của sóng mà xuất hiện một sóng phản xạ. Hiệu ứng phản xạ lớn nhất khi độ dốc đáy  $\geq 45^\circ$ .

Ở những vùng biển ven bờ rất thoải như ở Đồng Châu phía bắc của Ba Lạt, sóng bị đổ nhào nhiều lần ở ngoài xa nên khi vào sát bờ chỉ quan sát thấy sự di chuyển êm nhẹ kiểu nước dồn.

Đôi sóng đổ nhào có thể gặp rất phổ biến ở bờ biển nước ta như từ Đồ Sơn đến bờ đông của bán đảo Cà Mau. Riêng ở Nam Trung Bộ chỉ thấy rõ ở các đoạn bờ cát và bờ đông bắc của các doi cát nổi đảo. Việc thành tạo đôi đổ nhào của sóng liên quan chặt chẽ tới địa hình đáy biển mà chính sóng là một trong những yếu tố thủy động lực tạo ra. Đó là quá trình bồi tụ, san lấp đáy biển được thực hiện trong một giai đoạn dài để có độ dốc thích hợp và độ sâu bằng độ cao của sóng. Nhờ có sóng đổ nhào mà val cát được hình thành song không nhô cao khỏi mặt nước. Ngược lại, các cồn cát chắn của sông là sản phẩm của đợt đổ nhào đầu tiên của vùng tiến châu thổ có phù sa lớn như của Ba Lạt, cửa sông Cửu Long, Cồn Ngạn, Cồn Vành, Cồn Lu, Cồn Mỏ là các thể hệ cồn cát tiến hoá theo tiến trình lịch sử có tính chu kỳ. Mỗi cồn cát có lịch sử hình thành và đời sống phát triển hết sức chuẩn mực. Giai đoạn tạo "mầm" cát ngầm dưới đáy nông của cửa sông là do sóng đổ nhào, lớn lên theo mực nước triều cường và mực nước dâng do bão. Cuối cùng, một thể cát ngầm trở thành một đảo cát chắn cửa sông.

#### *Hoạt động địa chất của sóng.*

– Sóng tạo đê cát ven bờ: Đê cát ven bờ là những thể trầm tích đặc biệt, có hình dáng một đê chạy song song với đường bờ, có hàm lượng thạch anh rất cao ( $> 90\%$ ), độ chọn lọc và mài tròn tốt, được thành tạo do sóng, đặc biệt là sóng bão, tạo nên dòng bồi tích ngang trong pha biển tiến và ngăn cách với đất liền bằng một thủy vực lagoon chạy dọc theo đê cát.

Điều kiện để hình thành đê cát ven bờ:

+ Phải có nguồn cát ở sườn bờ ngầm được tích tụ từ trước, gần gũi với nơi tạo đê cát.

+ Đáy biển sườn bờ ngầm không dốc lắm.

+ Bờ biển phải có cấu trúc địa chất dạng địa lũy và địa hào khối tảng chạy song song với đường bờ. Địa lũy là khối nhô móng tương đối phía ngoài có vai trò như barie chắn cát. Địa hào là khối sụt phía trong, nơi thành tạo lagoon khi đê cát được nổi cao trên mực nước biển triều cường.

+ Bờ biển trực diện với hướng sóng.

+ Sóng bão là nhân tố quyết định tôn cao đợt ngọt đê cát trong các pha biển tiến.

- Sóng tạo doi cát nổi đảo. Doi cát nổi đảo (tombolo) là một bán đảo nhỏ một đầu nối liền với bờ biển, đầu kia nối với đảo đá gốc. Chúng ta có thể gặp doi cát nổi đảo rất phổ biến ở Nam Trung Bộ như: bán đảo Hòn Gốm, Hòn Khói, Degi v.v... Nhờ có doi cát nổi đảo mà bên thủy vực có góc nhọn tạo ra một vịnh nhỏ cộng sinh với bán đảo Hòn Gốm (Khánh Hoà), vịnh Nước Ngọt cộng sinh với bán đảo Degi (Quy Nhơn).

Điều kiện để tạo doi cát nổi đảo:

+ Đảo liên hệ với đất liền (bờ) bằng một cấu trúc nâng hay dưới dạng một dãy đá ngầm.

+ Đáy biển xung quanh giàu cát và tương đối nông. Phải có dòng bồi tích dọc bờ.

+ Bờ biển phía góc tù của doi cát là biển hở, động lực sóng mạnh.

+ Sóng bão là nhân tố quyết định tôn cao doi cát nổi đảo trong các pha biển tiến tương đối với các đê cát ven bờ.

+ Sóng tạo thêm mài mòn ven biển, thêm san hô và thêm mài mòn tích tụ đường bờ cổ.

Thêm mài mòn đá gốc: Sóng có thể san mòn các lớp đá gốc tạo ra các bề mặt thêm gọi là thêm mài mòn (bench). Hiện tại gặp các thêm này ở Nam Trung Bộ, Côn Đảo ở bãi triều, độ sâu 0,5 – 1m; đôi nơi khoảng –3m.

Dưới đáy biển thêm lục địa của các biển rìa cũng như thêm lục địa rìa thụ động có thể gặp thêm mài mòn do sóng nằm ở các độ sâu khác nhau. Ở thêm lục địa Việt Nam gặp nhiều bậc thêm mài mòn ở độ sâu 200m, 400 – 500m, 700m và > 1000m liên quan đến các pha biển thoái trong Độ tứ.

- Sóng thành tạo các cồn cát cửa sông (sandy ridge). Tàn dư các cồn cát cửa sông còn để lại trên đồng bằng châu thổ bồi tụ mạnh như sông Hồng và sông Cửu Long dưới dạng các gò cát hình cánh cung, hình lưỡi liềm quay ra biển, chạy song song với bờ, người dân gọi là các “giồng cát”. Các cồn cát có thể mọc riêng lẻ song phổ biến hơn là mọc thành từng chùm có gốc ở phía bắc, các nhánh phát triển về phía nam (đồng bằng sông Hồng) và đông nam (đồng bằng sông Cửu Long). Rõ ràng nhất là các cồn cát đang hình thành và phát triển như Cồn Vành, Cồn Lu, Cồn Mờ và các cồn cát trước cửa sông Cửu Long có thể coi là những mô hình tiêu biểu và sinh động nhất, đặc trưng cho kiểu tiến hoá của sông châu thổ nhiệt đới phù sa bồi tụ mạnh.

Điều kiện để hình thành và phát triển các cồn cát cửa sông:

+ Phải có lượng phù sa lớn do sông mang tới.

+ Phải có đới sóng đổ nhào. Đáy biển tiến châu thổ (vùng trước cửa sông) đã tích tụ trầm tích theo cơ chế tăng trưởng đạt độ sâu  $H = 1,28h$ .

+ Cửa sông là vùng biển hở, hướng lan truyền của sóng vuông góc hoặc gần vuông góc với đường bờ.

### c) Hoạt động địa chất của thủy triều

Thủy triều có nhật triều và bán nhật triều. Hoạt động của thủy triều là hoạt động địa chất ngoại sinh quan trọng tạo nên các cảnh quan trầm tích (môi trường trầm tích): bãi triều, lạch triều, đồng bằng triều, môi trường mangro, vũng vịnh cửa sông, đầm lầy ven biển.

Bãi triều là phần diện tích nằm giới hạn giữa mực nước triều cao nhất (triều cường) và mực nước triều thấp nhất (triều kiệt).

Tuỳ thuộc vào các yếu tố nội, ngoại sinh mà có các loại bãi triều sau:

- Bãi triều cuội - sạn pha cát: phát triển vùng bờ có đá gốc hoặc tái trầm tích.

- Bãi triều cát: đặc trưng cho vùng biển hở (miền Trung Việt Nam).

- Bãi triều lầy: thành phần trầm tích chủ yếu là sét, đặc trưng cho vùng bờ biển kín và nửa kín.

- Bãi triều hỗn hợp: ở những vùng bờ động lực thay đổi, giàu phù sa, bờ biển bồi tụ mạnh.



Hình 5.3. Bãi triều đá cát kết tuổi Devon, động lực sóng yếu chưa bị mài mòn

Đồ Sơn, Hải Phòng (Ảnh Trần Nghi, 2000)

Điều kiện để thành tạo các dạng bãi triều khác nhau:

- Bãi triều cuội - sạn: cuội sạn mài tròn tốt, trục dài, hạt cuội xếp song song với hướng bờ.

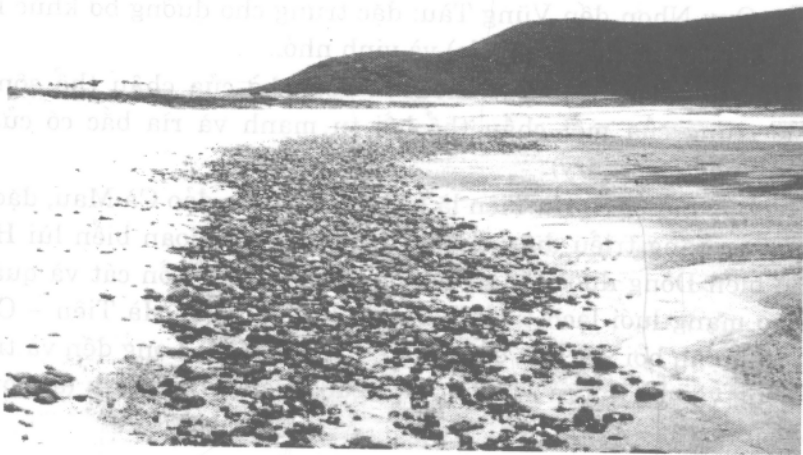
- Bãi triều cát:

- + Bờ biển hở, động lực sóng hoạt động mạnh.

- + Bờ biển được cấu thành bởi các thành tạo cát cổ.

- + Đáy biển sườn bờ ngầm nông, thoải và giàu cát.





**Hình 5.4.** Bãi triều cuội – sạn – cát xói lở mạnh, tái trầm tích cuội sạn Neogen bắc Cửa Lò – Nghệ An (Ảnh Trần Nghi, 1996)

- Bãi triều lầy: Bờ biển nửa kín, yên tĩnh; giàu vật liệu phù sa mịn (sét – bột).
- Bãi triều hỗn hợp:
  - + Động lực thay đổi theo mùa; hình thái, động lực yên tĩnh của bãi triều lầy được xen kẽ với hình thái năng lượng cao của bãi triều cát.
  - + Giàu phù sa, thành phần cấp hạt sét – bột – cát chưa được phân dị chọn lọc khi môi trường năng lượng thấp, và chọn lọc trung bình khi năng lượng cao hơn.

Trên cơ sở hình thái, bản chất các thể địa chất nội, ngoại sinh và cơ chế thành tạo đới bờ có thể phân loại đới bờ như sau:

1– Từ Móng Cái đến Hải Phòng: đặc trưng đường bờ khúc khuỷu, núi tiếp giáp với biển vịnh nửa kín. Các vùng cửa sông thiếu hụt trầm tích, quá trình triều thắng thế, phát triển cửa sông hình phễu (estuary), bãi triều lầy mangro và bãi triều hỗn hợp. Cửa sông Bạch Đằng là tiêu biểu của một kiểu estuary do phá huỷ một châu thổ được thành tạo trong Holocen muộn ( $Q_2^{2-3}$ ).

2– Từ Hải Phòng đến Nga Sơn: điển hình của một châu thổ bồi tụ mạnh, tăng trưởng trầm tích theo phương thức các thể hệ cồn cát ghép nối với nhau nhờ quá trình lấp đầy hồi quy trầm tích.

Cửa Ba Lạt – cửa Đáy là đoạn bờ nhạy cảm đan xen giữa bồi tụ và xói lở.

3– Từ Nga Sơn đến Quy Nhơn: đặc trưng của vùng bờ biển hở, sóng hoạt động mạnh, bãi triều cát thạch anh chọn lọc, mài tròn tốt. Bờ biển còn bảo tồn hiện trạng của một tổ hợp cộng sinh tương tiêu biểu là đê cát ven bờ cổ và lagoon được thành tạo qua 5 chu kỳ biển tiến trong Đệ tứ.

4- Từ Quy Nhơn đến Vũng Tàu: đặc trưng cho đường bờ khúc khuỷu, phát triển doi cát nổi đảo (tombolo) và vịnh nhỏ.

5- Từ Vũng Tàu đến Bạc Liêu: là đoạn bờ của châu thổ sông Cửu Long, đặc trưng của một châu thổ bồi tụ mạnh và rìa bắc có cửa sông Soirap hình phễu (estuary).

6- Từ Bạc Liêu đến Hà Tiên là bờ biển của bán đảo Cà Mau, đặc trưng cho một đồng bằng triều được thành tạo trong giai đoạn biển lùi Holocen muộn. Bờ biển Đông được thành tạo do ghép nối các cồn cát và quá trình lấp góc tạo mạng lưới lạch triều hồi quy. Bờ biển Tây Hà Tiên – Cà Mau được bồi tụ mạnh bởi vật liệu được mang từ sông Cửu Long đến và tích dồn từ biển nông vào bờ tạo ra sự phân dị ngược: gần bờ hạt mịn (sét bùn), xa bờ hạt thô (cát, cát – sạn).

### **5.6.2. Tiến hoá thành hệ cát ven biển miền Trung trong mối quan hệ với sự dao động mực nước biển trong Đệ tứ**

#### **a) Khái quát**

Thành hệ cát thạch anh ven biển miền Trung là một thực thể địa chất nói chung và trầm tích nói riêng rất đặc trưng và phổ biến, đặc biệt từ Hà Tĩnh vào đến Ninh Thuận và Bình Thuận. Chúng là đối tượng quan tâm của nhiều nhà địa chất Đệ tứ trong và ngoài nước, được xem xét trên góc độ khác nhau như Địa lý học (Lê Bá Thảo, 1989), Địa mạo học (Trần Đình Gián, 1981; Zencovich, 1970), Thổ nhưỡng học (Phan Liêu, 1987) và Địa chất Đệ tứ (Hoàng Ngọc Kỳ, Nguyễn Đức Tâm, 1982; Lê Đức An, 1970...). Ngoài ra, hàng loạt các tờ bản đồ tỉ lệ 1/200.000 cũng đã đề cập đến nguồn gốc các thành tạo cát ven biển như tờ Thanh Hoá – Vinh, Kỳ Anh – Hà Tĩnh, Đồng Hới – Mahaxay, Lệ Thuỷ – Quảng Trị, Huế – Quảng Ngãi, Hội An – Đà Nẵng...

Cho đến nay vẫn chưa có một công trình nào công bố về nguồn gốc, lịch sử hình thành và tiến hoá của các thực thể trầm tích này trên cơ sở trầm tích luận và xem xét trong mối tương quan nhân quả giữa chúng với các chu kỳ dao động mực nước biển. Trên cơ sở các tài liệu nghiên cứu về trầm tích và địa mạo tác giả đã thu thập trong nhiều năm, được xử lý và tổng hợp nhờ hỗ trợ của đề tài nghiên cứu cơ bản (KT 046210) năm 1994, một số vấn đề được gợi mở hướng vào các mục tiêu sau đây:

- Làm sáng tỏ nguồn gốc và cơ chế thành tạo, nói cách khác là trả lời câu hỏi cát miền Trung sinh ra từ đâu và từ bao giờ? Lịch sử tiến hoá qua từng giai đoạn?

- Giải thích bản chất màu sắc của cát: màu đỏ, màu vàng nghệ, màu vàng rơm, màu tuyết trắng và màu nâu vàng.

-- Quy luật xuất hiện và phân bố sa khoáng, tức mối quan hệ giữa quá trình tạo cát ven biển và sa khoáng.

**b) Vai trò các doi cát và đê cát ven biển đầu Đệ tứ, lịch sử kiến lập bình đồ trầm tích và cảnh quan hiện đại**

Các kiểu tướng trầm tích cát và mối quan hệ của chúng với các chu kỳ biển thoái và biển tiến:

1- Nhóm tướng cát đỏ, cát xám của doi cát nổi đảo và đê cát ven biển đầu tiên thành tạo trong pha biển lùi đầu Pleistocen sớm ( $Q_1^1$ ). Vị trí của các doi cát, đê cát lúc bấy giờ cơ bản trùng với vị trí của các đê cát, cồn cát, doi cát và doi cát nổi đảo hiện đại với độ cao rất khác nhau. Đồng thời, vị trí đó trùng với các gờ nâng tương đối có tác dụng như các "bẫy" để cát tích tụ. Các đê cát xuất hiện có vai trò quyết định khai sinh ra hàng loạt các vịnh ven biển cổ trong Đệ tứ như vịnh Diên Châu, Kỳ Anh, Ba Đồn, Lệ Thủy, Thừa Thiên - Huế, Tam Giang, Văn Phong, Cam Ranh, Nước Ngọt... Trong số đó, nhiều vịnh đã thoái hoá, được lấp đầy trầm tích, tạo nên hàng loạt các đồng bằng tích tụ ven biển và cũng chỉ mới cơ bản hoàn thành vào Holocen muộn. Còn hàng loạt các vịnh ở bờ biển Nam Trung Bộ tạo ra nhờ các doi cát nổi đảo thì thời gian thoái hoá còn rất lâu dài và tùy thuộc vào xu thế kiến tạo ở đó.

2- Nhóm tướng cát đỏ, vàng, xám của đê cát, bãi triều, biển ven bờ dính kết yếu thành tạo vào pha biển tiến cuối Pleistocen sớm phân bố trên diện rộng, chạy từ đê cát xa nhất của pha biển lùi cực đại nói trên đến ven bờ cổ của pha biển tiến cực đại. Các trường cát này phân bố ở độ cao từ 10m từ đáy biển ven bờ đến 60-80m, thậm chí > 90m ở Ninh Thuận và Bình Thuận. Độ cao mực nước biển tiến lúc bấy giờ chắc chắn là thấp hơn vị trí cát đỏ hiện tại rất nhiều, song do nâng kiến tạo khá mạnh mẽ trong Đệ tứ đối với vùng ven rìa đồng bằng và ven biển nên mới có độ cao hiện tại như vậy.

3- Nhóm cát đỏ, cát xám dính kết yếu của tướng đê cát, doi cát ven biển, doi cát nổi đảo của pha biển lùi mãnh liệt vào đầu Pleistocen giữa - muộn ( $Q_1^{2-3}$ ).

Các hệ thống cảnh quan đê cát, doi cát và doi cát nổi đảo được hình thành trong chu kỳ trước tiếp tục phát triển với quy mô lớn và lâu dài. Thậm chí giai đoạn này còn thiết lập nên nhiều hệ thống đê cát và doi cát mới nhờ nguồn vật liệu dồi dào hơn. Song các vùng không ngập nước thì các thành tạo trước bị mài mòn, chia cắt hoặc bị phá hủy.

4- Nhóm cát đỏ dính kết yếu thuộc tướng đê cát, bãi triều, thành tạo trong các chu kỳ biển tiến Pleistocen. Trầm tích cát giai đoạn này nằm ở vị

trí thấp nhất trong mặt cát và không còn được giữ lại đầy đủ trên diện tích do bị bào mòn và xáo trộn trong pha biển lùi về sau.

Sự có mặt của cát đỏ Phan Thiết, Phan Rang ở địa hình cao 40 – 160m là bằng chứng của các pha biển tiến cực đại xảy ra từ Pleistocen sớm đến Pleistocen muộn. Mặt cát đầy đủ là ở Hòn Rơm, Mũi Né – Phan Thiết.

5- Nhóm cát vàng nghệ dính kết yếu thuộc tướng dề cát, doi cát ven biển, doi cát nổi đảo cũng được thành tạo trong các pha biển tiến Pleistocen. Nhóm cát đỏ, cát màu vàng có mặt cả trong các dề cát, doi cát và trên các thềm cao 15 – 25m. Đó là dấu ấn của mực nước biển dao động từ cực tiểu đến cực đại. Các thành tạo cát vàng còn sót lại nhiều dạng khác nhau: nằm trong chân các dề cát ven biển, doi cát, chân các cồn cát nổi cao trên thềm cát của chu kỳ biển tiến sau và tướng cát ven bờ phân bố trên sườn núi và ven rìa đồng bằng.

6- Nhóm cát trắng, cát vàng rơm không dính kết yếu thuộc tướng dề cát, doi cát ven biển, doi cát nổi đảo, bãi triều cổ và lagoon thành tạo vào pha biển tiến Holocen giữa. Sự phân bố của nhóm tướng này gặp phổ biến trên các doi nổi đảo, các cồn cát và dề cát ven biển đến các thềm cao 10 – 15m, bao gồm nền là cát vàng nghệ, lớp phủ dày từ 0,2 – 0,5m là cát trắng.

7- Nhóm cát xám vàng, xám nâu của tướng dề cát và doi cát nổi đảo có độ cao không quá 6m được thành tạo vào pha biển lùi cuối Holocen giữa và pha biển lấn Holocen muộn.

8- Nhóm cát xám nâu, xám vàng của tướng bãi triều, bãi trên triều hiện đại đang được thành tạo trong pha biển tiến hiện đại.

9- Ngoài ra, có một loại thực thể trầm tích đã và đang hình thành do quá trình thổi bay và tích tụ của gió – bão dưới dạng các dụn cát, có tính chất cục bộ và không gian, làm thay đổi cảnh quan trầm tích và địa mạo nguyên thủy.

### **c) Nguồn gốc của cát và cơ chế thành tạo**

Nguồn gốc ở đây bao gồm nguồn gốc đúng nghĩa theo quan niệm trầm tích luận và quan điểm địa mạo.

Những câu hỏi đã từng đặt ra đối với các nhà nghiên cứu song vẫn chưa được trả lời một cách thoả đáng là: cát sinh ra từ đâu? từ bao giờ và tại sao lại có một khối lượng khổng lồ như vậy? Đã có nhiều ý kiến cho rằng cát miền Trung có nguồn gốc từ sông Hồng. Nhiều ý kiến khác nêu nguồn gốc biển gió (mv) với sự giải thích mập mờ hoặc sai cơ bản về cơ chế thành tạo. Ở đây tác giả không có ý định phê phán mà chỉ muốn nêu lên một quan điểm mới trên cơ sở các mối quan hệ nhân quả giữa: Nguồn gốc – Cổ khí hậu – Dao động mực nước biển.

Trong phần này, chỉ đề cập tính chất khái quát về cổ khí hậu như một nguyên nhân trong lịch sử tiến hoá trầm tích.

Trước hết, nguồn cát khổng lồ ven biển miền Trung có nguồn gốc tại chỗ do các sông mang ra; biển (sóng, dòng ven và thủy triều) đóng vai trò vận chuyển, phân dị và tái phân bố trong khung cảnh biển tiến và thoái.

Tại sao có nguồn gốc cát khổng lồ? Đó là kết quả quá trình phong hoá vật lý chiếm ưu thế của sườn phía đông dãy Trường Sơn, trong điều kiện khí hậu khô nóng nhưng khô và xen với những cơn mưa lũ dữ dội kéo dài từ Pleistocen sớm đến Pleistocen giữa – muộn. Thành phần sạn – sỏi tương proluvi và lòng sông phân bố trong lục địa do phân dị cơ học, hiện nay chúng ở độ sâu 30 – 80m. Cấp hạt cát, bột được mang ra biển nhờ hàng chục con sông ngắn và dốc phân bố dày đặc từ Thanh Hoá đến Tuy Hoà. Tầng cát này tương đương với tầng cuội sạn thuộc hệ tầng Lê Chi và Hà Nội trên đồng bằng sông Hồng ( $Q_1^{1c}$  ap  $Q_1^{2-3hn}$ ) và hệ tầng Trảng Bom, Thủ Đức... của miền đông Nam Bộ ( $aQ_1^{1tb}$ ,  $aQ_1^{2td}$ ).

Nguồn cát được tích dồn ra biển trong các pha biển lùi và được sóng biển kiến lập nên các dạng trầm tích như mô tả ở trên trong các pha biển tiến. Các dề cát và doi cát nổi đảo thường phát triển dựa trên các mỏm núi nhô ra biển dần dần nổi cao khỏi mặt nước tựa như các “dây cung” và bắt đầu xuất hiện các vũng vịnh phía trong.

Giai đoạn biển lùi đầu Pleistocen muộn ứng với phần dưới tầng Vĩnh Phúc là một giai đoạn tạo cát lần thứ hai trong Đệ tứ ở khu vực miền Trung song với quy mô nhỏ hơn giai đoạn trước. Giai đoạn biển tiến cuối Pleistocen muộn thành tạo cát ở rìa đồng bằng trên các bậc thềm cao 15–20m.

Cát trắng Holocen sớm – giữa được thành tạo trong chu kỳ biển tiến Flandrian, chủ yếu do quá trình phá huỷ và tái trầm tích cát xám, cát đỏ và cát vàng nghệ. Đồng thời, cát Holocen muộn màu xám nâu, xám vàng là sản phẩm tái trầm tích của các thành tạo trước đó. Chế độ phong hoá học ưu thế hơn phong hoá vật lý, động lực của dòng sông yếu dần và biển lấn át. Vì vậy, vật liệu do sông mang ra từ đó đến nay chiếm tỉ lệ nhỏ bé.

Sóng biển và các dòng triều thoát từ vũng vịnh ra biển đã kiến trúc một hình thái cảnh quan đặc trưng gồm các nhóm tướng và nhóm tướng dề cát, dề cát bị sóng chia cắt, các đụn cát do sóng, các vũng bùn sét, vũng cát bùn (bầu) và các bãi triều cổ (nay là thềm cát) cộng sinh với nhau.

#### **d) Những dấu hiệu trầm tích tiêu biểu thể hiện môi trường thành tạo biển của cát miền Trung**

– Cát có thành phần đơn khoáng và ít khoáng; độ chọn lọc và mài tròn rất tốt, tăng dần từ cát đỏ đến cát vàng và cát trắng.

– Đường cong phân bố độ hạt một đỉnh gần đối xứng, các thể trầm tích thể hiện cảnh quan ven bờ. Hình thái dề cát nhiều thể hệ xen kẽ với lagoon.

– Trên bề mặt và bên trong các dôi cát, dề cát (xưa nay vẫn gọi là dụn cát do gió) ở độ cao khác nhau đều gặp vỏ sò, ốc và các mảnh cuội mài kích thước từ 0,5–5cm lắng đọng đồng sinh với cát.

– Các dụn cát có cấu tạo phân lớp ngang song song và ngang lượn sóng, đặc trưng cho môi trường sóng và triều.

– Trên các dề cát cao từ 15–30m gặp các thềm biển bằng phẳng.

– Bằng chứng của đợt biển tiến trong Đệ tứ là những thềm biển có độ cao khác nhau: 100 – 90m, 90–80m, 80–60m, 60–40m, 40–20m, 20–10m, 10–6m và 1m có mặt ở nhiều nơi ven biển và các đảo ven bờ. Chúng có quan hệ chặt chẽ với các giai đoạn tạo cát, vị trí phân bố và độ cao của chúng.

#### **e) Vài nét về vai trò cổ khí hậu trong thành tạo cát miền Trung**

– Các pha biển lùi đầu Đệ tứ và giữa Đệ tứ ( $Q_1^1$ – $Q_1^{2-3}$ ) trùng hợp với khí hậu khô–mát và mưa lũ liên tục với cường độ lớn trên toàn quốc là giai đoạn quyết định tạo nguồn cát cho vùng biển ven bờ cổ.

– Ứng với pha biển lùi đầu Pleistocen muộn, cuối Pleistocen muộn khí hậu nóng ẩm và khô nóng xen kẽ nhau. Cơ chế phong hoá hoá học theo phương thức thấm đọng, do khô – ẩm định kỳ, nước ngầm giàu sắt đã nhuộm cát thạch anh  $Q_1^3$  thành màu vàng nghệ và cát  $Q_1$ ,  $Q_1^{2-3}$  thành màu đỏ do thấm đọng nhiều lần hơn trong môi trường nước ngầm giàu  $Fe^{+2}$ .

Mùa mưa nước ngầm dâng cao tạo môi trường khử, mùa khô nước ngầm hạ thấp, môi trường oxi hoá  $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$  dưới dạng  $Fe_2O_3.nH_2O$  màu vàng – nâu bao quanh các hạt thạch anh. Trong đới khí hậu khô nóng ở Phan Rang, Phan Thiết, nước bốc hơi triệt để biến limonit ( $Fe_2O_3.nH_2O$ ) thành hematit ( $Fe_2O_3$ ).

– Sự xuất hiện cát trắng miền Trung là chỉ thị của một giai đoạn khí hậu ẩm áp, độ ẩm lớn, môi trường trầm tích và môi trường thành đá sớm có chế độ khử thống trị.

– Cát xám vàng, xám nâu ven biển phân bố ở các dụn cát do sóng ven bờ đến các bãi triều, bãi trên triều là các thực thể pha trộn của các loại cát đỏ, cát vàng và cát trắng do quá trình xói lở của biển tiến hiện đại.

– Trong Holocen giữa – muộn có những thể cát màu vàng rơm nguyên sinh phân bố ở ven biển Diễn Châu và Quỳnh Lưu nằm trên cát trắng. Màu vàng này là màu nguyên thủy của trầm tích Jura và Creta.

## CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Định nghĩa thủy quyển và chu trình hoạt động của nước.
2. Tính chất vật lý của nước biển.
3. Độ muối của biển và đại dương.
4. Thành phần hóa học của biển và đại dương.
5. Hoạt động địa chất của thềm lục địa bao gồm những quá trình nào?
6. Khái niệm trầm tích tàn dư thềm lục địa.
7. Trầm tích thềm lục địa hiện đại nguồn gốc biển.
8. Trầm tích đáy biển thềm lục địa Việt Nam và các vùng kế cận.
9. Địa chất thềm lục địa. Sườn lục địa. Trùng sâu đại dương. Sóng núi đại dương.
10. Phân loại đới bờ. Đới bờ Việt Nam được phân loại như thế nào?
11. Các yếu tố động lực gây nên quá trình địa chất đới bờ.
12. Đê cát và lagoon ven bờ: Định nghĩa. Cơ chế hình thành.
13. Ý nghĩa việc nghiên cứu đới bờ.

## Chương 6

# KHÍ QUYỂN

### 6.1. CẤU TRÚC, THÀNH PHẦN VÀ NGUỒN GỐC KHÍ QUYỂN

#### 6.1.1. Cấu trúc của khí quyển

Khí quyển là lớp vỏ quan trọng bao quanh Trái Đất và mở rộng ra khoảng không gian xung quanh. Khí quyển không đồng nhất cả theo phương ngang lẫn theo phương thẳng đứng. Tuy nhiên, sự khác biệt thể hiện rõ nét hơn theo phương thẳng đứng, đặc biệt là sự khác biệt về chế độ nhiệt. Ngoài ra còn có sự khác biệt theo khí áp, tính ion hóa.

Theo phương thẳng đứng có thể chia khí quyển thành 5 tầng: đối lưu, bình lưu, trung lưu, nhiệt quyển và ngoại quyển.

*Tầng đối lưu:* nằm ở độ cao 10–15km dưới cùng của khí quyển, tập trung 4/5 khối lượng không khí của khí quyển. Đặc điểm chính của tầng đối lưu là: giảm nhiệt độ theo chiều cao, trung bình  $\sim 0,6^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ; xáo trộn mạnh theo chiều thẳng đứng (đối lưu), đặc biệt là có sự trao đổi với mặt đệm; trong tầng này tập trung hầu như toàn bộ lượng hơi nước của khí quyển, ở đây cũng xảy ra các quá trình thời tiết chủ yếu.

Độ cao tầng đối lưu thay đổi phụ thuộc vào vĩ độ, thời gian và tính chất của mặt đệm. Tính trung bình năm, độ cao tầng đối lưu ở cực khoảng 9km, ở miền ôn đới từ 10–12km, ở miền nhiệt đới và xích đạo là 16–17km.

Lớp không khí mỏng dưới cùng của tầng đối lưu với chiều dày từ vài mét đến vài chục mét tiếp xúc trực tiếp với mặt đất là lớp không khí sát đất. Do ở sát mặt đất, nên quá trình vật lý xảy ra trong lớp này rất đặc biệt. Tại đây sự biến đổi của nhiệt độ trong quá trình ngày đêm đặc biệt rõ nét, nhiệt độ ban ngày giảm nhanh theo chiều cao, ban đêm nhiệt độ tăng theo chiều cao do mặt đất bị phát xạ mất nhiệt nên có nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ không khí. Tầng từ mặt đất cao 1–1,5km gọi là tầng ma sát, trong tầng này gió yếu so với tầng trên, càng gần mặt đất gió càng yếu.

*Tầng bình lưu:* Trên tầng đối lưu đến độ cao  $\sim 50 - 60\text{km}$  là tầng bình lưu. Đặc trưng của tầng này là nhiệt độ trung bình tăng theo chiều cao. Lớp chuyển tiếp giữa tầng đối lưu và tầng bình lưu gọi là đỉnh tầng đối lưu (đối lưu hạn).



Phần dưới tầng bình lưu ít nhiều có tính đẳng nhiệt. Song từ độ cao khoảng 25km nhiệt độ trong tầng bình lưu bắt đầu tăng nhanh theo chiều cao, tới độ cao khoảng 50km thì nhiệt độ đạt giá trị cực đại. Sự tăng nhiệt độ ở đây là do các quá trình hấp thụ bức xạ Mặt Trời của ozon tại các độ cao này. Do nhiệt độ tăng theo chiều cao nên loạn lưu ở đây xảy ra rất yếu và chuyển động không khí chủ yếu xảy ra theo chiều ngang, cũng vì vậy tầng này được gọi là tầng bình lưu. Lượng hơi nước trong tầng bình lưu rất nhỏ.

Trong tầng bình lưu, ở độ cao từ 18 – 25km có mặt một lượng lớn khí ozon tạo nên "tầng ozon", có vai trò hấp thụ phần lớn các tia tử ngoại, ngăn không cho chúng xuyên tới bề mặt Trái Đất. Vai trò bảo vệ sự sống này của tầng ozon có ý nghĩa đặc biệt đối với loài người và các sinh vật trên Trái Đất.

*Tầng trung quyển (tầng trung gian):* nằm trên tầng bình lưu cho tới độ cao khoảng 80km. Trong tầng trung gian, chế độ nhiệt thay đổi từ chế độ giảm dần theo chiều cao ở phần sát với tầng bình lưu dần sang chế độ tăng dần theo chiều cao ở phần tiếp xúc trên. Do nhiệt độ giảm nhanh theo chiều cao, nên trong tầng khí quyển giữa hiện tượng loạn lưu phát triển mạnh.

*Tầng nhiệt quyển:* nằm ở độ cao từ 80 – 500km, có bề dày lớn nhất, nhiệt độ trong tầng này tăng liên tục theo độ cao và phụ thuộc vào tác động trực tiếp của bức xạ Mặt Trời. Trong tầng này xảy ra quá trình hấp thụ bức xạ Mặt Trời của phân tử oxy để phân ly thành nguyên tử oxy.

*Tầng ngoại quyển:* nằm ở độ cao hơn 500km, kéo dài tới 2.000km. Nhiệt độ của tầng ngoại quyển không thay đổi theo chiều cao hoặc tăng chút ít. Trong tầng này tốc độ chuyển động của các hạt khí, nhất là của các hạt nhẹ có thể đạt tốc độ rất lớn do không khí ở độ cao này rất loãng, do đó xảy ra hiện tượng các chất khí bay khỏi khí quyển vào không gian vũ trụ. Phần lớn các phân tử trong tầng này tồn tại dưới dạng ion, trong một số trường hợp người ta còn gọi phần thấp của tầng này là tầng ion.

### 6.1.2. Thành phần của khí quyển

Khí quyển cấu tạo bởi hỗn hợp một số loại khí gọi là không khí. Ngoài ra, trong khí quyển còn có các loại chất lỏng và chất rắn ở trạng thái lơ lửng. Khối lượng của các hạt này nhỏ so với toàn bộ khối lượng khí quyển. Ở mặt đất, không khí khí quyển thường là không khí ẩm, tức là ngoài các loại khí khác còn có nước ở trạng thái hơi. Khác với các thành phần khí khác, lượng hơi nước trong không khí biến đổi rất lớn. Đó là do trong điều kiện khí quyển, hơi nước có thể chuyển sang trạng thái rắn hay lỏng, ngược lại nó thâm nhập vào khí quyển do quá trình bốc hơi từ mặt đất và mặt biển. Không khí không chứa hơi nước hay chưa bão hoà hơi nước được gọi là không khí khô.

## Thành phần không khí khô

Ở mặt đất, 99% thể tích không khí khô là nitơ và oxi, tồn tại dưới dạng phân tử hai nguyên tử  $N_2$  và  $O_2$ . Argon (Ar) hầu như chiếm hết 1% còn lại của không khí khô. Ở lớp dưới của khí quyển (đến độ cao khoảng 20–25km) thành phần các khí hầu như không thay đổi. Điều đó chứng tỏ có một sự khuấy trộn khá quan trọng theo chiều thẳng đứng ở quy mô lớn để phá vỡ xu thế phân tán của các khí theo trọng lượng phân tử tương ứng của chúng. Lớp này được gọi là tầng đồng nhất (homosphere). Phía trên tầng homosphere là tầng heterosphere, gọi là tầng khí nhẹ trong khí quyển, đặc trưng bởi sự giảm trọng lượng phân tử trung bình theo độ cao. Ở lớp này sự phân ly do khuếch tán xuất hiện, các khí nhẹ có xu hướng tập trung ở các lớp trên cao còn các khí nặng hơn nằm ở phía dưới. Khác với tầng khí quyển đồng nhất, ở đó sự xáo trộn rối chiếm ưu thế. Ở các độ cao lớn, thành phần khí chính gồm heli và hidro.

**Bảng 6.1.** Thành phần không khí khô ở độ cao ~25km

Thành phần khí	Tỉ lượng (%)	Thành phần khí	Tỉ lượng (%)
Nitơ	78,09	Krypton	$1,0 \times 10^{-4}$
Oxi	20,95	Hidro	$5,0 \times 10^{-5}$
Argon	0,93	Xenon	$8,0 \times 10^{-6}$
$CO_2$	0,03	Ozon	$1,0 \times 10^{-6}$
Neon	$1,8 \times 10^{-3}$	Radon	$6,0 \times 10^{-18}$
Heli	$5,24 \times 10^{-4}$		

Theo chiều ngang, thành phần của hầu hết các chất khí ít biến đổi. Duy chỉ có khí  $CO_2$  có thay đổi mang tính chất địa phương. Lượng khí  $CO_2$  trong khí quyển thay đổi và phân bố không đồng đều vì phụ thuộc vào nguồn cung cấp  $CO_2$  do hít thở, cháy, các khu công nghiệp, núi lửa,... Khí carbonic tuy có ít trong khí quyển nhưng lại rất quan trọng đối với thực vật. Đặc biệt, khí  $CO_2$  là tác nhân quan trọng gây nên hiệu ứng nhà kính của Trái Đất, bằng cách cho ánh sáng Mặt Trời xuyên tới mặt đất, nhưng cản trở sự bức xạ nhiệt từ mặt đất vào không gian.

## Hơi nước trong khí quyển

Hơi nước có trong khí quyển xuất hiện do sự bốc hơi từ mặt nước và sự thoát hơi nước từ cây, sau đó lan truyền vào khí quyển dưới ảnh hưởng của các quá trình xáo trộn thẳng đứng. Do tính chất bão hoà của hơi nước mà khí quyển chỉ chứa một lượng hơi nước nhất định. Khi đạt tới trạng thái bão hoà, hơi nước thừa phải ngưng kết thành giọt nước. Nhìn chung, lượng hơi nước giảm dần theo chiều cao. Hơi nước có trong khí quyển đóng vai trò

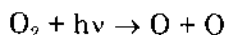
quan trọng trong việc hấp thụ bức xạ và phát xạ. Ngoài ra, các quá trình ngưng kết của hơi nước tạo thành mây, mưa là đối tượng nghiên cứu cơ bản của khí tượng học.

### **Ozon trong khí quyển**

Trong khí quyển, lượng ozon ( $O_3$ ) chiếm tỉ lệ không lớn nhưng lại có vai trò đặc biệt quan trọng đối với các quá trình vật lý xảy ra ở các lớp khí quyển trên cao. Nếu số lượng ozon được đưa xuống mực mặt biển thì nó chỉ tương đương với một lớp có độ dày xấp xỉ 0,3cm. Ozon phân bố rải rác trong lớp khí quyển từ mặt đất tới độ cao 50–60km, nhưng tập trung phần lớn ở độ cao 20–35km. Theo chiều cao, từ mặt đất đến độ cao 10km, lượng ozon thay đổi không theo quy luật. Từ 10km trở lên (đặc biệt 12–15km) lượng ozon tăng theo chiều cao và đạt cực đại ở độ cao 20–25km. Sau đó lượng ozon giảm và trở nên không đáng kể ở độ cao 55–60km.

Ozon có khả năng hấp thụ mạnh các tia bức xạ Mặt Trời, đặc biệt là các tia tử ngoại có bước sóng trong khoảng 0,22–0,29 $\mu$ m. Việc hấp thụ các tia tử ngoại ngay ở những lớp cao có tác dụng lớn đối với sự sống trên Trái Đất. Bởi vì, tia tử ngoại cường độ vừa phải sẽ có tác dụng sinh hoá lớn, có khả năng diệt nhiều loại vi trùng, kích thích tạo vitamin D trong cơ thể sống. Nhưng tia tử ngoại cường độ lớn lại gây nhiều nguy hại cho cơ thể sống, đặc biệt là con người. Các quá trình vật lý, hoá học dẫn đến thành tạo  $O_3$  trong khí quyển khá phức tạp và diễn ra đồng thời với việc phân huỷ  $O_3$ .

– Dưới tác dụng của tia tử ngoại, phân tử oxi phân ly thành 2 nguyên tử:

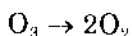


với:  $h\nu$ : năng lượng tia tác động,  $h$ : hằng số Plank ;  $\nu$ : tần số.

– Quá trình tạo ozon do sự va chạm giữa các nguyên tử oxi và các phân tử trong sự hiện diện của một hạt thứ ba (M):



– Sự phá huỷ ozon xảy ra theo phản ứng ngược lại:



Ngoài sự thay đổi theo chiều cao, lượng ozon còn biến thiên theo thời gian và theo vĩ độ địa lý. Ở tất cả các vĩ độ, nhìn chung  $O_3$  đều tăng vào mùa xuân, giảm vào mùa thu và mùa đông. Vào cùng thời điểm trong năm, lượng ozon ở xích đạo nhỏ, càng về phía cực, lượng ozon càng tăng.

### **Sol khí**

Ngoài hơi nước, trong khí quyển luôn có mặt những sản phẩm ngưng kết của hơi nước (giọt nước, tinh thể băng), hạt bụi, khói, ion mang điện,... Tập hợp tất cả các hạt nhỏ này ở trạng thái rắn và lỏng, bay lơ lửng trong

khí quyển được gọi chung là sol khí. Các hạt này tồn tại được trong khí quyển do kích thước của chúng rất nhỏ (bán kính nhỏ hơn 10–20µm). Ngoài sol khí, trong khí quyển còn có các hạt kích thước lớn nhưng chúng không thể tồn tại lâu mà phải rơi xuống mặt đất dưới dạng mưa hay tuyết,...

Các hạt sol khí đều hấp thụ, phản xạ bức xạ Mặt Trời làm thay đổi nhiệt độ không khí. Ngoài ra, nó làm giảm độ trong suốt của khí quyển và góp phần đẩy nhanh quá trình ngưng kết hơi nước, gọi là những nhân ngưng kết. Các hạt sol khí có nguồn gốc từ mặt đất và vũ trụ. Từ mặt đất: bụi đất, bụi nước, bụi hữu cơ (phấn hoa, vi khuẩn,...), khói, bụi núi lửa, cháy rừng, các sản phẩm công nghiệp. Từ vũ trụ: các hạt rơi từ không gian vũ trụ vào khí quyển, sinh ra do quá trình phân hủy sao băng.

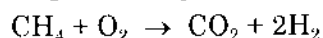
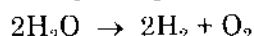
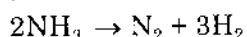
Do các hạt sol khí có kích thước nhỏ nên tồn tại lơ lửng. Sự phân bố theo chiều thẳng đứng của sol khí do nhiều yếu tố quyết định, trong đó có sự xáo trộn theo chiều ngang và thẳng đứng của không khí, sự liên kết các hạt, lắng đọng trọng lực, sự tạo thành giọt nước và rơi xuống dưới dạng mưa (giáng thủy).

### 6.1.3. Nguồn gốc khí quyển

Trái Đất của chúng ta hình thành cách đây khoảng 4,5 đến 5 tỉ năm. Khi đó, khí quyển sơ sinh rất nghèo nàn, không có hơi nước, oxi và nhiều khí khác như bây giờ mà chỉ có chủ yếu là H, He và bụi vũ trụ. Những biến động của Trái Đất sau đó đã làm thoát ra từ Mantia nhiều loại khí (tương tự như các khí thoát ra từ hoạt động núi lửa hiện nay) như: HBr, HI, HCl, HF, NH<sub>3</sub>, S, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, CO và hơi nước cùng với H và Ar...

Bầu khí quyển như vậy hoàn toàn mang đặc trưng khử, còn gọi là bầu khí quyển khử và đặc trưng này duy trì tương đối ổn định cho tới cách đây 3 tỉ năm. Kể từ khi hình thành, nhất là thời điểm cách đây 3 tỉ năm, bầu khí quyển khử liên tục bị biến đổi dưới tác động của rất nhiều quá trình, trong đó có 3 quá trình chủ yếu là quang hóa, quang hợp và oxi hóa.

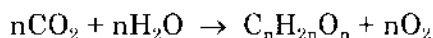
– Các phản ứng quang hóa phân hủy các phân tử khí dưới tác động của tia bức xạ vũ trụ. Ví dụ:



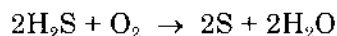
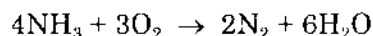
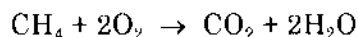
Thời kỳ Trái Đất mới hình thành, khí quyển còn đơn giản nên các tia bức xạ dễ dàng xâm nhập tới cả bề mặt hành tinh, do đó các phản ứng quang hóa phân hủy phân tử khí xảy ra ở mọi độ cao trong bầu khí quyển. Theo thời gian, thành phần định tính và định lượng của khí quyển tăng dần, nhất là sự xuất hiện của O<sub>2</sub> đã ngăn cản rất nhiều sự phá hoại của các

tia vũ trụ. Ngày nay, tác động của quá trình này chỉ còn ý nghĩa ở các lớp trên cao.

-- Sự quang hợp của thực vật (xuất hiện cách đây chừng 2 – 3 tỉ năm) đã bổ sung vào khí quyển oxi tự do và đưa C từ CO<sub>2</sub> vào liên kết thành tạo chất hữu cơ theo các phản ứng quang hợp, được viết đơn giản như sau:



– Oxi hóa các khí (kể từ khi khí quyển có oxi tự do):



Do ảnh hưởng liên tục của 3 quá trình trên mà bắt đầu từ khoảng 2 – 3 tỉ năm về trước, khí quyển giàu có dần N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, đặc trưng khử của khí quyển cũng chuyển dần sang đặc trưng oxi hóa.

Cách đây khoảng 1 tỉ năm, lượng oxi trong khí quyển đạt được 0,6%, trong khoảng 300 triệu năm tiếp đạt tới 8% và cho đến cách đây 400 – 600 triệu năm đạt 20,94%. Kể từ đó tới nay, lượng oxi trong khí quyển hầu như không biến đổi. Đó cũng là thời điểm quan trọng nhất trong lịch sử tiến triển của khí quyển – thời điểm khí quyển chuyển hoàn toàn từ đặc trưng khử sang đặc trưng oxi hóa và thành phần định tính của khí quyển tương tự như ngày nay, nghĩa là không có loại khí mới nào xuất hiện thêm trong khí quyển. Mặc dù cả 2 quá trình nêu trên vẫn tiếp tục diễn ra, song kể từ thời điểm khí quyển mang tính oxi hóa, nó chỉ làm biến đổi về tỉ lệ định lượng giữa các thành phần khí.

## **6.2. CÁC CHUYỂN ĐỘNG TRONG KHÍ QUYỂN**

### **6.2.1. Các dạng chuyển động của khí quyển**

Trong khí quyển có 2 dạng chuyển động chính là hoàn lưu chung khí quyển và hoàn lưu địa phương.

Hoàn lưu chung khí quyển là hệ thống dòng khí khí quyển cơ bản, quy mô lớn tạo nên sự trao đổi không khí theo chiều thẳng đứng và theo chiều nằm ngang. Những dòng khí quy mô lớn trong hoàn lưu chung khí quyển này tương đối ổn định và bao quát những vùng địa lý rộng lớn: chẳng hạn như đới gió tây thịnh hành ở miền ôn đới, đới gió đông miền nhiệt đới, tín phong, gió mùa. Xoáy thuận và xoáy nghịch một mặt là những nhiễu động trong đới gió tây ôn đới và đới gió đông nhiệt đới của hoàn lưu chung, mặt khác, chúng là những cơ chế cơ bản của sự trao đổi không khí giữa các vĩ

độ. Cùng với các khối khí, các đới front, dòng xiết, xoáy nghịch và xoáy thuận tạo thành hệ thống những yếu tố cấu trúc của hoàn lưu chung khí quyển.

Hoàn lưu địa phương là những hoàn lưu quy mô vừa và nhỏ như gió núi thung lũng, gió đất, gió biển, vòi rồng v.v... có ý nghĩa địa phương và chỉ đặc trưng cho một khu vực địa lý nhất định, không ảnh hưởng nhiều tới các dòng hoàn lưu chung. Thông thường, dưới tác động của hoàn lưu quy mô lớn, những chuyển động quy mô vừa có thể tăng cường nếu cùng hướng, giảm nếu ngược hướng so với hoàn lưu quy mô lớn (như gió đất-biển, gió núi -thung lũng), hoặc đối với sự khởi đầu các hiện tượng như vòi rồng, giông tố v.v...).

### **6.2.2. Hoàn lưu khí quyển**

#### **a) Những quy luật cơ bản của hoàn lưu chung khí quyển**

Trước khi xét những cơ chế cụ thể, những khâu chính của hoàn lưu chung khí quyển ta hãy điểm qua những đặc trưng chủ yếu nhất của hoàn lưu chung khí quyển:

(1) Trong các quá trình quy mô lớn chuyển động ngang chiếm ưu thế so với chuyển động thẳng đứng, trừ quá trình đối lưu quy mô nhỏ nhưng lại có tốc độ thẳng đứng rất lớn.

(2) Các dòng khí vĩ hướng (dọc theo vùng cung vĩ tuyến) chiếm ưu thế so với các dòng khí kinh hướng.

(3) Các chuyển động của khí quyển phần lớn có đặc tính xoáy và thường kèm theo những chuyển động sóng.

(4) Các chuyển động của không khí khí quyển có đặc tính bất ổn định, có sự biến đổi không ngừng của hoàn lưu khí quyển và các phần tử cấu trúc của chúng: front, khối khí, xoáy.

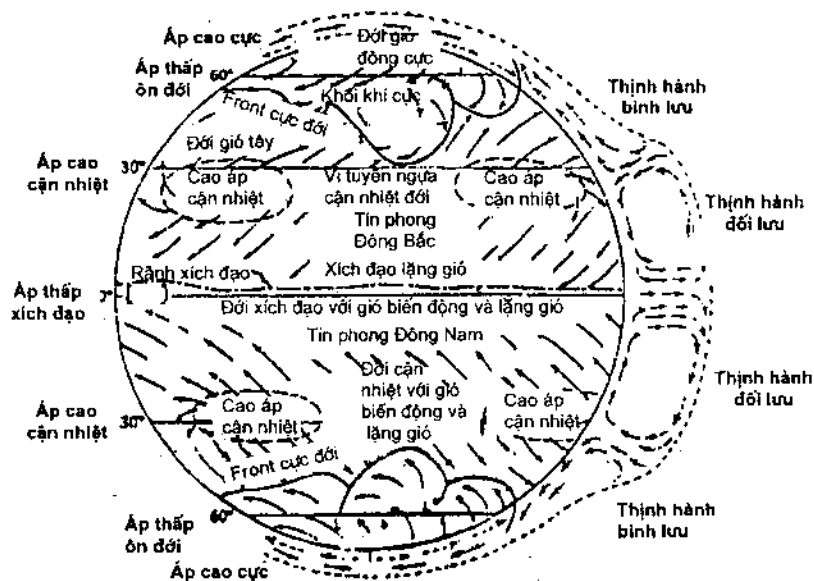
(5) Các dòng khí biến đổi từ lớp này sang lớp kia của khí quyển, động năng phân bố không đồng đều theo chiều nằm ngang và chiều thẳng đứng.

(6) Các dòng khí biến đổi theo mùa, tùy thuộc vào thông lượng bức xạ Mặt Trời, nhất là ở Bắc Bán cầu, nơi lục địa chiếm diện tích lớn hơn so với Nam Bán cầu.

#### **b) Đới khí áp và đới gió hành tinh**

Ở đây ta chỉ xét đới khí áp và đới gió mặt đất. Từ xích đạo về phía cực là một đới áp thấp xích đạo (khí áp trung bình 1010mb) còn gọi là dải áp thấp xích đạo, về phía cực ở 30° vĩ hai bán cầu là hai đới áp cao cận nhiệt, hai đới áp thấp ôn đới ở 60° và hai đới áp cao trên cực.

Từ rìa hướng về phía xích đạo của áp cao cận nhiệt hai bán cầu gió thổi về phía đối áp thấp xích đạo. Hai đới gió này là hai đới tín phong. Tín phong Bắc Bán cầu có hướng đông bắc, còn tín phong Nam Bán cầu có hướng đông nam do tác động của lực Coriolis về phía phải chuyển động ở Bắc Bán cầu và về phía trái chuyển động ở Nam Bán cầu. Từ rìa hướng về phía cực của áp cao cận nhiệt không khí nhiệt đới thổi về miền ôn đới còn không khí lạnh khô miền ôn đới thổi về phía cận nhiệt và nhiệt đới. Từ áp cao cực về miền ôn đới là gió đông bắc ở Bắc Cực và đông nam ở Nam Cực.



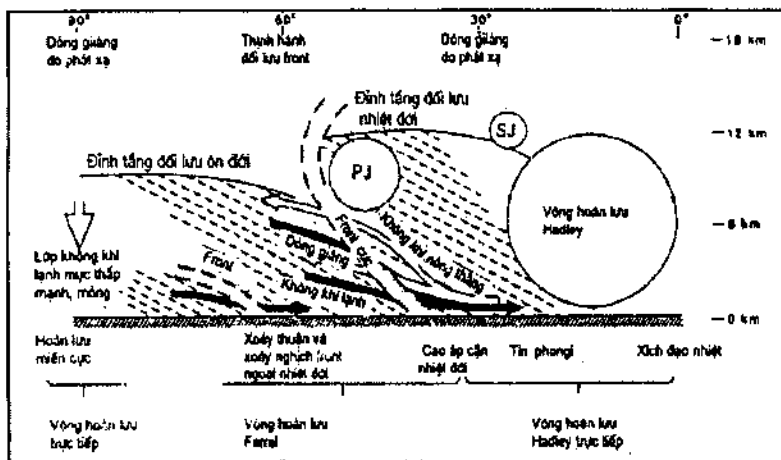
Hình 6.1. Các đới gió và đới khí áp hành tinh ở mặt đất

### c) Sơ đồ hoàn lưu chung khí quyển

Để tổng hợp những đặc trưng chủ yếu của hoàn lưu khí quyển trên Trái Đất theo chiều ngang và theo chiều thẳng đứng nhiều sơ đồ hoàn lưu khí quyển đã được thiết lập (hình 6.2). Đây là hình ảnh chi tiết của các vòng hoàn lưu theo chiều thẳng đứng liên quan với mặt đất. Ở miền nhiệt đới mỗi bán cầu là vòng hoàn lưu Hadley, được cấu thành bởi nhánh phía dưới tín phong thổi từ hai trung tâm cao áp cận nhiệt ( $30^\circ$ ) về phía xích đạo, đưa không khí nóng từ miền cận nhiệt về phía xích đạo.

Trong quá trình di chuyển trên đại dương nóng ẩm, không khí trong tín phong sẽ ẩm lên và nhiệt độ tăng. Khi tới xích đạo tín phong hai bán cầu gặp nhau và bốc lên cao tạo dòng thẳng ở dải áp thấp xích đạo; nơi thịnh hành đối lưu, các dòng khí nóng ẩm bốc lên cao trong dải hội tụ nhiệt

đôi sẽ tạo nên những hệ thống mây tích, cho mưa rào và nhiều khi có giông. Ở phía trên cao trong vòng hoàn lưu Hadley, khối khí sau khi trút hết hơi ẩm dưới dạng những trận mưa rào và trở nên khô lại thổi về phía cực, ngược hướng với tín phong ở dưới thấp và giáng xuống ở  $30^\circ$  vĩ. Có giả thuyết cho rằng, dòng giáng này tạo nên áp cao cận nhiệt ở phía bắc. Nhưng trên thực tế, dải áp cao là do sự xâm nhập vào miền cận nhiệt của áp cao kết thúc trong các chuỗi xoáy trên front cực, trong đó vận chuyển ngang của không khí đóng vai trò quan trọng hơn so với vận chuyển theo chiều thẳng đứng như phần trên đã nói. Không khí nóng ẩm từ miền cận nhiệt đới này cũng thổi về phía cực, bốc lên cao trên các front cực (mũi tên trắng) (hình 6.2). Ở phía bắc front này là không khí lạnh từ các miền ôn đới xâm nhập xuống các miền cận nhiệt và nhiệt đới (mũi tên đen). Đây là khu vực thịnh hành chuyển động bình lưu và vòng hoàn lưu Ferrel. Cần lưu ý, trong không khí lạnh ở phía bắc front cực ở sát mặt đất hơn là front Bắc Băng Dương ngăn cách khối khí Bắc Băng Dương và khối khí cực.



Hình 6.2. Sơ đồ vị trí những khối khí, front, dòng chảy xiết và đỉnh tầng đối lưu cơ bản vào mùa đông (PJ – Dòng xiết cực; SJ – Dòng xiết cận nhiệt) (Palmen và Newton, 1969)

Dòng xiết cận nhiệt nằm ở trên cao tại nơi dứt đoạn của đỉnh tầng đối lưu nhiệt đới, là kết quả sự hội tụ của đới gió tây trên cao miền ôn đới và đới gió tây nam của rìa phía bắc cao áp cận nhiệt. Dòng xiết cực là dòng xiết mạnh hơn trong đới gió tây ở rìa hướng về phía xích đạo của xoáy thuận hành tinh. Trên cao, dòng xiết này mạnh lên rõ rệt và đạt cường độ cực đại ở độ cao 10–12km. Hai dòng xiết này là nguồn dự trữ năng lượng cho các xoáy mặt đất.

#### d) Dải hội tụ nhiệt đới

“Dải hội tụ nhiệt đới là dải thời tiết xấu hình thành bởi sự hội tụ của tín phong hai bán cầu, của tín phong một bán cầu với tín phong bán cầu kia



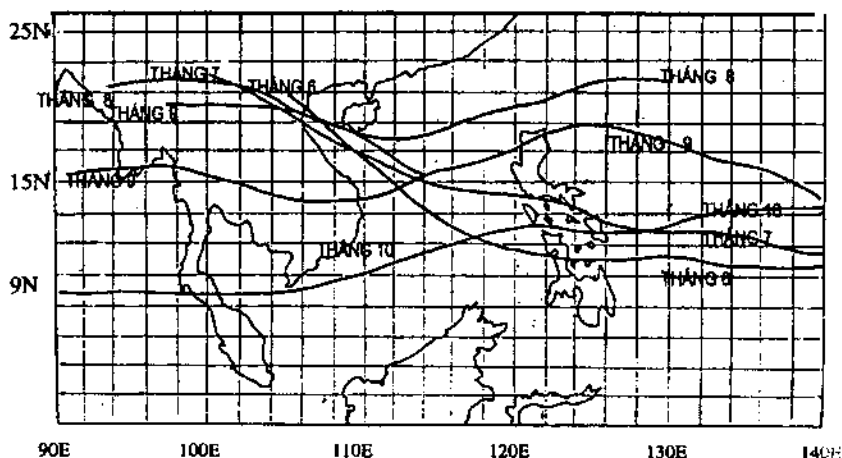
sau khi vượt xích đạo và chuyển hướng, và tín phong mỗi bán cầu với đối gió tây xích đạo mở rộng”.

#### *Sự dịch chuyển của dải hội tụ nhiệt đới*

Khi gió mùa tây nam tiến đến vị trí khí hậu của nó trong tháng có thể sẽ suy yếu. Trong từng đợt vị trí dải hội tụ nhiệt đới trong một số ngày có thể dao động không lớn nhưng không có sự lùi về phía nam của dải hội tụ nhiệt đới. Có thể nói sự di chuyển của dải hội tụ nhiệt đới lên phía bắc là do sự chủ động tiến của gió mùa tây nam trong giai đoạn phát triển của nó.

Theo mùa, vị trí của dải hội tụ nhiệt đới trong năm phụ thuộc vào nguyên nhân hình thành, đó là sự chuyển của đối gió hành tinh theo hướng bắc nam làm cho đối tín phong dịch chuyển theo. Mặt khác, do gần với dải nhiệt độ mặt biển cực đại nên dải hội tụ nhiệt đới cũng dịch chuyển theo đối có cường độ bức xạ cực đại. Trên hình 6.3 là vị trí trung bình của dải hội tụ nhiệt đới xác định theo trường áp và trường gió trên lưới  $2 \times 2^\circ$  kinh vĩ trên Biển Đông và Đông Dương từ tháng 6 đến tháng 10. Tháng 6, dải hội tụ nhiệt đới có hai phần: phần phía tây từ  $105^\circ\text{N}$  đến  $115^\circ\text{N}$  có thành phần kinh hướng rõ rệt liên quan với rãnh áp thấp kéo dài sang phía đông từ áp thấp Nam Á; phần phía đông có thành phần vĩ hướng.

Tháng 7, phần phía đông dải hội tụ nhiệt đới dịch chuyển lên phía bắc cùng với cao áp cận nhiệt. Đến tháng 8 cao áp cận nhiệt ở vị trí cao nhất và dải hội tụ nhiệt đới cũng nằm ở vị trí cao nhất trong năm và vắt qua Bắc Bộ.

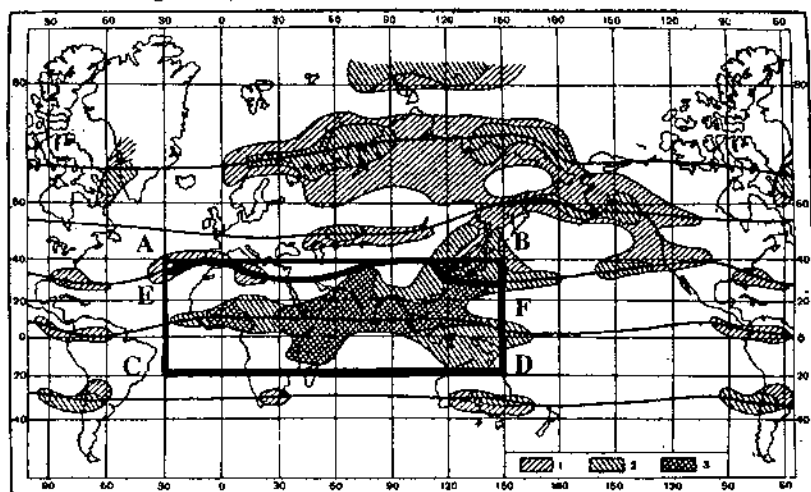


Hình 6.3. Vị trí trung bình của dải hội tụ nhiệt đới trên khu vực Đông Dương và Biển Đông xác định theo đường tần suất cao nhất trong lưới  $2 \times 2^\circ$  kinh vĩ

#### e) Gió mùa

Theo Khromov: "Gió mùa là chế độ dòng khí của hoàn lưu chung khí quyển trên một phạm vi đáng kể của bề mặt Trái Đất, trong đó ở mọi nơi

gió thịnh hành chuyển ngược hướng hay gần như ngược hướng từ mùa đông sang mùa hè và từ mùa hè sang mùa đông". Khromov cũng đưa ra khái niệm góc gió mùa là góc giữa hướng gió thịnh hành mùa đông và mùa hè là  $120-180^\circ$ . Tiêu chuẩn về tần suất gió thịnh hành là khu vực có xu thế gió mùa với tần suất hướng gió thịnh hành  $< 40\%$  và khu vực gió mùa điển hình khi tần suất gió thịnh hành  $> 60\%$ .



**Hình 6.4.** Phân vùng gió mùa của S.P.Khromov (1957). Đường đậm nét (EF) là ranh giới phía bắc của khu vực có tần suất chuyển đổi nhỏ giữa xoáy thuận và xoáy nghịch vào mùa hè và mùa đông ở Bắc Bán cầu (Klein, 1957). Phần giới hạn trong hình chữ nhật là khu vực gió mùa Đông Nam Á (bao gồm: Việt Nam, Lào, Campuchia, Thái Lan, Brunei, Tây Malaysia và Singapo) theo số liệu mới (Ramage, 1971). 1-Khu vực có xu thế gió mùa; 2- Khu vực gió mùa; 3-Khu vực gió mùa điển hình.

## f) Áp thấp nhiệt đới và bão

Theo Atkinson (1971): “Bão là xoáy thuận quy mô synop không có front phát triển trên miền biển nhiệt đới hay cận nhiệt đới ở mực bất kỳ và có hoàn lưu xác định”.

Bão là hệ thống hoàn lưu với đường đẳng áp có dạng gần tròn và gradient khí áp ngang tới  $20\text{mb}/100\text{km}$  gây tốc độ gió rất lớn. Trong nghiệp vụ và thực tế, người ta phân biệt áp thấp nhiệt đới khi tốc độ gió cực đại ở trung tâm  $< 17,1\text{m/s}$  và bão khi tốc độ gió cực đại ở trung tâm  $\geq 17,1\text{m/s}$ .

Bão được đặt tên hay đánh số cho từng năm. Ở Tây Thái Bình Dương và Biển Đông bão được gọi là Typhoon, ở miền biển Đại Tây Dương là Caraip Hurricane, ở Châu Úc gọi là Vili Vili.

Ban đầu bão là một vùng áp thấp với dòng khí xoáy vào tâm vùng áp thấp ngược chiều kim đồng hồ ở Bắc Bán cầu. Trong những điều kiện thuận lợi vùng áp thấp này có thể khơi sâu thêm, gió vùng trung tâm mạnh lên

trở thành áp thấp nhiệt đới và sau đó là bão. Trong giai đoạn phát triển ổn định có thể thấy mắt bão, khu vực đường kính 30–40km với áp thấp nhất, lặng gió hay gió yếu. Do trong mắt bão có dòng giáng nên nhiệt độ ở đây cao hơn xung quanh, ít mây hay quang mây.

Theo tốc độ gió mạnh nhất ở gần trung tâm xoáy, Tổ chức Khí tượng thế giới quy định phân loại xoáy thuận nhiệt đới thành:

(1) Áp thấp nhiệt đới (Tropical depression): Xoáy thuận nhiệt đới với hoàn lưu mặt đất giới hạn một hay một số đường đẳng áp khép kín và tốc độ gió lớn nhất ở vùng trung tâm từ 10,8–17,2m/s.

(2) Bão nhiệt đới (Tropical storm): Bão với các đường đẳng áp khép kín và tốc độ gió lớn nhất ở vùng gần trung tâm từ 17,2 đến 24,4m/s.

(3) Bão mạnh (Severe Tropical storm): Bão với tốc độ gió lớn nhất vùng gần trung tâm từ 24,5–32,6m/s.

(4) Bão rất mạnh (Typhoon/Hurricane): Bão với tốc độ gió lớn nhất vùng gần trung tâm từ 32,7m/s trở lên.

Hàng năm có 80 cơn bão trung bình trên toàn cầu. Trên 50% số cơn bão toàn cầu là ở Bắc Thái Bình Dương (trong đó 38% ở Tây Thái Bình Dương và 17% ở Đông Bắc Thái Bình Dương). Bắc Bán cầu chiếm 73% bão toàn cầu, Nam Bán cầu là 17%. Nam Bán cầu cực đại bão vào tháng 1, ở Bắc Bán cầu vào tháng 8 và tháng 10 (Neuman, 1990).

### 6.2.3. Sự di chuyển của các khối không khí

Không khí ở tầng đối lưu được chia ra thành các khối riêng biệt, mỗi khối được phát sinh trên một đối địa lý xác định và mang những đặc tính riêng, phù hợp với đối phát sinh ra chúng. Đặc tính đó được thể hiện bởi chế độ nhiệt, chế độ ẩm, tầm nhìn xa và mật độ không khí.

Căn cứ vào nguồn gốc phát sinh, chế độ khí hậu, người ta chia mỗi bán cầu thành 4 khối khí chính: khối khí bắc cực (nam cực – A), khối khí ôn đới (khối khí cực – P), khối khí nhiệt đới (T) và khối khí xích đạo (E). Căn cứ vào hướng di chuyển hay tính trội (nóng hay lạnh hơn) so với khối không khí nơi nó chuyển đến ta phân biệt khối không khí đó là nóng hay lạnh.

Khối khí di chuyển từ vùng lạnh đến vùng nóng (thường từ vĩ độ cao đến vĩ độ thấp) gọi là khối không khí lạnh. Khối khí lạnh đi đến đâu thì thời tiết ở đó sẽ lạnh đi, còn chính bản thân nó lại bị nóng dần lên, nhất là lớp không khí sát mặt đất được nóng lên nhanh, làm cho gradient nhiệt độ thẳng đứng lớn lên, đối lưu nhiệt được tăng cường, mây tích, vũ tích được hình thành và tạo ra mưa rào.

Khối khí di chuyển từ vùng nóng đến vùng lạnh (từ vĩ độ thấp đến vĩ độ cao) được gọi là khối khí nóng. Những vùng khí nóng đi qua và dừng lại

được sưởi ấm lên, nhưng bản thân khối khí này bị lạnh đi vì mất nhiệt, làm cho gradient nhiệt độ thẳng đứng nhỏ, có thể xảy ra nghịch nhiệt, khối khí trở nên bền vững, đối lưu nhiệt không phát triển được, mây tầng và sương mù chiếm ưu thế.

Trong cùng một khối khí, người ta còn căn cứ vào chế độ nhiệt, ẩm,... để chia thành khối khí lục địa và khối khí đại dương. Khối khí đại dương có thể chiếm vị trí thống trị trên lục địa và khối khí lục địa có thể thống trị trên đại dương. Vì vậy, không nên căn cứ vào mặt đệm để xác định bản chất của khối khí vì nó còn phụ thuộc vào hoàn lưu của khí quyển.

### **6.3. NHIỆT ĐỘ KHÍ QUYỂN VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU TRÁI ĐẤT**

#### **6.3.1. Nhiệt độ khí quyển**

##### **\*Chế độ nhiệt của lớp không khí sát đất**

Trong lớp không khí sát đất do có sự ma sát với mặt đất nên tốc độ gió tới gần mặt đất giảm nhanh, ở lớp mỏng sát đất chuyển động ngang của không khí gần như ngừng lại, do đó sự trao đổi loạn lưu giữa các lớp ở gần mặt đất và khí quyển cũng yếu đi nhiều.

Lớp không khí sát đất chịu ảnh hưởng của mặt trái dưới, lớp phủ thực vật, địa hình... Bề dày của lớp không khí sát đất phụ thuộc vào các nhân tố trên, thay đổi từ 1 – 1,5m, có khi lên đến hàng chục mét. Chế độ nhiệt của lớp không khí sát đất được phản ánh bằng giá trị gradient nhiệt độ thẳng đứng. Ban ngày, mặt đất được chiếu nắng làm cho các phân tử khí ở sát đất nóng lên mạnh, nhưng càng xa mặt đất về phía trên nhiệt độ giảm càng nhanh. Ngược lại, vào ban đêm, do bức xạ sóng dài của mặt đất mà lớp không khí sát đất có nghịch nhiệt, tức là nhiệt độ tăng theo độ cao ( $\gamma < 0$ ).

Giá trị tuyệt đối của gradient nhiệt độ thẳng đứng trong lớp không khí sát đất vào ban ngày cũng như ban đêm rất lớn ( $\gamma \gg \gamma_d$ ).

Đặc điểm biến trình ngày của nhiệt độ trong lớp không khí sát đất:

– Biến trình ngày của nhiệt độ không khí lớp sát đất là một dao động tuần hoàn đơn giản với một cực đại và một cực tiểu.

– Cực đại xảy ra vào khoảng 14h, cực tiểu xảy ra khoảng lúc Mặt Trời mọc.

– Biên độ hàng ngày của nhiệt độ không khí nhỏ hơn biên độ của nhiệt độ mặt đất. Biên độ hàng ngày của nhiệt độ không khí còn chịu ảnh hưởng của một số nhân tố:

+ Vĩ độ địa lý  $\varphi$ :  $\varphi$  tăng thì biên độ giảm.

+ Mùa: Vào mùa hạ biên độ lớn nhất (tháng 7), còn vào mùa đông biên độ nhỏ nhất (tháng 1).

+ Lượng mây: ngày quang mây biên độ lớn hơn, những ngày đầy mây biên độ nhỏ hơn.

+ Mặt trái dưới: có sự khác nhau rõ rệt trên đất liền và trên biển. Trên biển, biên độ chỉ khoảng 1,5°; bên trong lục địa, biên độ khoảng 15–20°.

+ Dạng địa hình: Tại nơi địa hình nhô cao (đỉnh núi, sườn núi) biên độ ngày của nhiệt độ không khí nhỏ so với vùng đồng bằng; còn ở địa hình dạng trũng (thung lũng, khe núi) biên độ ngày tăng. Nguyên nhân là do ở vùng địa hình nhô cao, không khí ít tiếp xúc với mặt đất và luôn có khối khí mới nhanh chóng thổi qua thế chỗ. Tại vùng địa hình trũng, không khí ban ngày bị mặt đất đốt nóng mạnh hơn và giữ lại lâu hơn, ban đêm không khí lạnh đi mạnh hơn và trườn xuống theo sườn. Ở những khe hẹp, nơi thông lượng bức xạ hữu hiệu giảm, biên độ ngày nhỏ hơn ở thung lũng rộng.

+ Lớp phủ thực vật: sự có mặt của cây cối làm dịu bớt dao động nhiệt độ, mặt đất có cây che phủ sẽ có dao động ngày của nhiệt độ không khí nhỏ hơn.

+ Độ cao trên mặt đất: khi lên cao, biên độ dao động của nhiệt độ giảm.

+ Quá trình bình lưu nhiệt, tức là phụ thuộc vào quá trình di chuyển tới của các khối khí có nhiệt độ khác biệt thay thế khối khí tại địa phương. Do những nguyên nhân này cực tiểu nhiệt độ có thể xuất hiện ban ngày.

Quy luật phân bố của nhiệt độ theo độ cao trong lớp không khí sát đất được thể hiện qua công thức:

$$T = T_0 + (T_1 - T_0) \frac{\ln(z/z_0)}{\ln(z_1/z_0)}$$

trong đó:  $z_1 = 1\text{m}$ ;  $z_0$  là tham số gồ ghề của mặt trái dưới.

Đây là định luật phân bố logarit của nhiệt độ. Ở gần mặt đất ( $z_1$  nhỏ), nhiệt độ biến đổi theo độ cao rất mạnh: nếu  $T_1 > T_0$  thì nhiệt độ tăng theo độ cao và ngược lại, quy luật này phù hợp với quan trắc thực tế.

#### \* Chế độ nhiệt của khí quyển tự do

Trong tầng đối lưu, thực tế sự giảm nhiệt độ không diễn ra đều đặn, theo độ lớn của gradient nhiệt độ thẳng đứng người ta chia tầng đối lưu nằm cao hơn lớp không khí sát đất thành 4 lớp nhỏ sau:

- Lớp biên (1–1,5km):  $\gamma$  trung bình ngày 0,3–0,4°/100m.
- Lớp đối lưu giữa (1,5–6km):  $\gamma$  trung bình ngày 0,5–0,6°/100m.
- Lớp đối lưu trên (6–9km):  $\gamma = 0,65\text{--}0,75^\circ/100\text{m}$ .
- Lớp đối lưu hạn (9–12/16km):  $\gamma$  giảm,  $\gamma = 0,5\text{--}0,2^\circ/100\text{m}$ .

$\gamma$  trong lớp biên kém bền vững nhất. Vì chịu ảnh hưởng trực tiếp của mặt trái dưới nên  $\gamma$  biến đổi theo ngày và theo mùa trong năm.

### 6.3.2. Các đới khí hậu

Các đới khí hậu được phân chia dựa trên những đặc điểm địa lý quy mô lớn, chủ yếu theo phân vùng khí hậu của Alisôp.

#### a) Khí hậu nhiệt đới

Ở những vĩ độ gần xích đạo (đến  $5-10^{\circ}\text{C}$  ở mỗi bán cầu), thông lượng bức xạ ít biến đổi trong một năm, chế độ nhiệt độ rất điều hoà. Trên biển cũng như trên lục địa, nhiệt độ trung bình nhiều năm của mọi tháng biến đổi trong giới hạn từ  $24^{\circ}\text{C}$  đến  $28^{\circ}\text{C}$ .

Biên độ hằng năm của nhiệt độ có thể không lớn hơn  $1^{\circ}\text{C}$  và thường không vượt quá  $5^{\circ}\text{C}$ . Dĩ nhiên, theo chiều cao nhiệt độ giảm song biên độ năm vẫn nhỏ. Ví dụ, Manaoso thuộc Bredin ( $3,1^{\circ}\text{S}$ ;  $60,0^{\circ}\text{W}$ ) nhiệt độ trung bình tháng 9 là  $28,2^{\circ}\text{C}$ ; tháng 3 là  $26,5^{\circ}\text{C}$ ; biên độ năm là  $1,7^{\circ}\text{C}$ . Ở Kitô thuộc Ecuador, ngay trên xích đạo ( $0,2^{\circ}\text{S}$ ;  $78,5^{\circ}\text{E}$ ) ở độ cao 2.850m nhiệt độ trung bình tháng 9 là  $12,7^{\circ}\text{C}$ ; còn 5 tháng khác là  $12,5^{\circ}\text{C}$ ; biên độ năm  $0,2^{\circ}\text{C}$ .

Biên độ nhiệt độ ngày trong loại khí hậu này khoảng  $10-15^{\circ}\text{C}$ . Do độ ẩm không khí cao, bức xạ nghịch lớn, nhiệt độ không thể giảm nhanh, thậm chí vào những đêm quang đãng. Nhiệt độ tối cao ít khi vượt  $35^{\circ}\text{C}$ , nhiệt độ tối thấp thường nhỏ hơn  $20^{\circ}\text{C}$  (tất nhiên là trên mực biển và ở miền thấp).

Độ bốc hơi lớn nên độ ẩm tuyệt đối lớn (có thể  $> 30\text{g/cm}^3$ ). Độ ẩm tương đối cũng lớn, thậm chí lớn hơn 70% vào những tháng khô nhất. Có những nơi như cửa sông Amazon, độ ẩm tương đối trung bình năm lớn hơn 90%.

Mưa trong loại khí hậu này có tổng lượng lớn và có đặc tính mưa rào thường kèm theo giông. Phần lớn mưa rơi trong dải hội tụ nhiệt đới. Trên biển, mưa không có cường độ mạnh và tần suất lớn như trên lục địa.

Nói chung trong đới này tổng lượng mưa trong năm từ 1.000 – 3.000mm. Song ở nhiều nơi, chẳng hạn như ở vùng núi Indonesia và Nam Phi tổng lượng mưa này lớn hơn 6.000mm. Ở Debunze, dưới chân núi Cameroon ( $4,1^{\circ}\text{N}$ ;  $9,0^{\circ}\text{E}$ ) mưa rơi 9.470mm trong một năm.

Trong đại bộ phận các vùng thuộc đới này, lượng mưa trong một năm phân bố ít nhiều điều hoà; trên lục địa đó là khu vực rừng nhiệt đới ở Nam Mỹ, Châu Phi, Indonesia.

Tuy nhiên, ngay gần xích đạo cũng có những khu vực lượng mưa trong 1 năm phân bố không đều. Chẳng hạn như ở Manaoso từ tháng 6 đến tháng 10, nghĩa là vào mùa đông, lượng mưa chỉ có 400mm, còn từ tháng 12 đến tháng 9 là 1.320mm, tổng lượng mưa trong năm là 2.060mm. Biến trình mưa ở Librevin ở ngay xích đạo ( $0,4^{\circ}\text{N}$ ;  $9,6^{\circ}\text{E}$ ) còn rõ nét hơn. Ở đây,

trong những tháng từ tháng 10 đến hết tháng 5 lượng mưa mỗi tháng khoảng 200 đến 380mm, còn vào tháng 6 và tháng 7 mỗi tháng chỉ là 5mm.

Biến trình năm của mưa như trên xảy ra do ở nhiều khu vực, thậm chí sát ngay xích đạo hoàn lưu khí quyển có đặc tính gió mùa. Sự dịch chuyển của dải hội tụ nhiệt đới từ xích đạo về phía những vĩ độ cao hơn vào mùa hè Bắc Bán cầu gây nên ở xích đạo thời kỳ khô, còn dải hội tụ nhiệt đới trở về xích đạo gây nên ở đây thời kỳ mưa.

Trên đại dương thuộc miền xích đạo, thậm chí có các khu vực khô hạn. Ví dụ như đảo Môden ở Pôlinhêzi (0,4°N; 155,0°E) tổng lượng mưa nhỏ so với nhiệt độ trung bình tháng ở đó khoảng 29°C. Từ tháng 9 đến tháng 12 tổng lượng mưa tháng trên đảo Môden từ 20 đến 25mm. Đó là do dải hội tụ nhiệt đới quanh năm ở khu vực đại dương này nằm ở Bắc Bán cầu, không tới xích đạo, và quanh năm đảo Môden nằm trong phạm vi tác động của tín phong đông nam.

*\* Khí hậu nhiệt đới (cận xích đạo)*

Ở một số khu vực thuộc đại dương nhiệt đới như Ấn Độ Dương và miền Tây Thái Bình Dương cũng như miền Nam Á và ở vùng nhiệt đới thuộc Châu Phi và Nam Mỹ, chế độ gió mùa nhiệt đới chiếm ưu thế. Dải hội tụ nhiệt đới cùng với dải thấp áp xích đạo di chuyển qua các khu vực này hai lần một năm – từ phía Nam lên phía Bắc và từ phía Bắc xuống phía Nam.

Vì vậy, mùa đông ở đây thịnh hành gió đông (tín phong) và vào mùa hè chuyển biến thành gió tây. Nói cách khác, ở đây có sự thay thế của gió mùa mùa đông và gió mùa mùa hè. Biến trình năm của khí hậu khác với loại tín phong. Theo Alisôp, loại khí hậu này gọi là khí hậu cận xích đạo.

Ở đây, ngoài sự thay thế theo mùa ít nhiều đột ngột của các dòng không khí thịnh hành, không khí nhiệt đới cũng được thay thế bởi không khí xích đạo từ mùa đông sang mùa hè.

Nhiệt độ không khí trong đới nhiệt đới gió mùa trên đại dương cũng cao và có biên độ năm nhỏ như trong khí hậu xích đạo. Trên lục địa, biên độ năm của nhiệt độ lớn hơn và tăng theo vĩ độ. Điều đó đặc biệt biểu hiện rõ ở miền Nam Á, nơi hoàn lưu gió mùa nhiệt đới tiến xa nhất lên phía bắc.

Ở Cuap thuộc Bredin (15,6°S; 56,1°E) nhiệt độ trung bình tháng 10 là 28°C. Nhiệt độ hơi giảm khi gió mùa mùa hè bắt đầu đưa không khí từ biển vào lục địa, nhiệt độ tháng 1 là +27°C, mùa đông (tháng 6) nhiệt độ giảm đến 24°C. Như vậy, biên độ năm không lớn lắm, chỉ khoảng 4°C.

Ở Mandrat, Ấn Độ gần như trên cùng vĩ độ đó (13,1°N; 80,3°E) nhiệt độ tháng 1 là 25°C; tháng 6 là 32°C; biên độ khoảng 8°C. Song ở Benaret (25°N; 83°E) vào tháng 5 nhiệt độ là 33°C; vào tháng 6 sau khi gió mùa mùa hạ

bắt đầu, nhiệt độ là 29°C; còn tháng 1 nhiệt độ giảm đến 16°C. Như vậy, biên độ năm ở Benaret là 17°C – đại lượng này rất lớn đối với các vĩ độ này.

Ở miền đông Trung Quốc, hoàn lưu gió mùa nhiệt đới còn thâm nhập sâu lên phía bắc, chẳng hạn ở Thượng Hải (31,2°N, 121,4°E) vào tháng 8 nhiệt độ trung bình là 27°C. Song gió mùa mùa đông từ vĩ độ cao Hồng Hải thuộc Erittoro, đôi khi có gió mùa hè từ Nam Bán cầu thổi tới sau khi vượt qua các dãy núi Abisini. Khi đó nhiệt độ tăng thêm do quá trình phơn. Vì vậy, trên bờ biển Erittoro nhiệt độ không khí thường rất cao. Ở Masau (15,5°N; 39,5°E) nhiệt độ trung bình tháng 1 và tháng 2 là +26°C; tháng 7 là +35°C; còn nhiệt độ trung bình năm là +30°C.

*\* Khí hậu gió mùa trên các cao nguyên nhiệt đới*

Trên cao nguyên Abisini có khí hậu nhiệt đới gió mùa do độ cao lớn trên mực biển. Ở Aditxo–Aboca (9,0°N; 38,2°E) trên độ cao 2.440m, nhiệt độ tháng nóng nhất (tháng 1) là 17°C; tháng lạnh nhất (tháng 12) là 13°C. Như vậy, biên độ năm nhỏ: chỉ có 4°C, song giá trị tuyệt đối của nhiệt độ thấp so với nhiệt độ vùng đồng bằng. Biên độ ngày của nhiệt độ lớn; đôi khi nhiệt độ cực tiểu hạ xuống tới – 3°C. Mùa đông rất ít khi có tuyết.

Tổng lượng mưa năm ở Aditxo–Aboca là 1.260mm. Thời kỳ mưa kéo dài từ tháng 6 đến hết tháng 9, vào tháng 7 lượng mưa là 300mm, còn vào tháng 12 là 5mm.

Trên các cao nguyên cao thuộc Peru và Bolivia (cao hơn 2.500m) cũng có khí hậu gió mùa lạnh với mưa mùa hè.

*\* Khí hậu tín phong*

Loại khí hậu nhiệt đới thứ hai và là loại chiếm diện tích lớn nhất ở miền nhiệt đới là khí hậu tín phong, điển hình trên các đại dương ở những vĩ độ quanh năm dải hội tụ nhiệt đới không di chuyển tới.

Ở đây, theo rìa hướng về phía xích đạo của các xoáy cận nhiệt quanh năm thịnh hành tín phong ổn định với những điều kiện thời tiết và khí hậu đặc trưng. Các khu vực trung tâm xoáy nghịch cận nhiệt đới gần với các khu vực gió tín phong theo điều kiện nhiệt độ và lượng mưa cũng có thể xếp vào loại này.

Khí hậu tín phong theo điều kiện nhiệt độ tương đối cao và tăng về phía xích đạo. Ở phần phía đông của đại dương, đối tín phong thổi từ vĩ độ cao hơn với tốc độ gió hướng về phía xích đạo lớn có bình lưu lạnh, nhiệt độ thấp nhất.

Trong đối tín phong, nhiệt độ trung bình các tháng mùa hè theo vĩ độ biến đổi từ 20 – 27°C. Mùa đông, ở các vĩ độ cao của đối tín phong, nhiệt độ



giảm xuống tới 10°C; như vậy gradient nhiệt độ trong đới tín phong vào mùa đông lớn hơn mùa hè.

Ở tầng thấp tín phong có thành phần hướng về phía xích đạo, nghĩa là ngược lại với gradient nhiệt độ mặt nước biển, trong không khí tín phong hình thành tầng kết nhiệt bất ổn định lớn và đối lưu phát triển. Tuy nhiên, sự tồn tại của nghịch nhiệt tín phong ở độ cao khoảng 1–1,5km cản trở không cho đối lưu phát triển theo chiều cao.

Mây tích và mây vũ tích xuất hiện với lượng lớn: lượng mây trung bình khoảng 50% và lớn hơn; lượng mây chỉ giảm ở tây lục địa. Lượng mây lớn hơn nhiều trong front tín phong – rãnh phân chia các cao áp cận nhiệt của một bán cầu. Ở đây bầu trời thường bị che phủ hoàn toàn.

Tuy nhiên, trong miền tín phong không có lượng mưa lớn, ngoại trừ các đảo do các điều kiện địa hình thuận lợi. Trong điều kiện thuận lợi, trên đảo có núi Kaiau thuộc quần đảo Hawaii (22°N; 1547m) lượng mưa trung bình năm khoảng 12.000mm, nghĩa là còn lớn hơn ở Cherapunzi. Ở đây tín phong đông bắc bị đẩy lên cao ở sườn núi phía đông đảo. Trên sườn khuất gió lượng mưa năm chỉ khoảng 560mm.

Ngoài biển khơi thời tiết trong đới tín phong phần lớn là khô, vì mây không đạt được tới mức băng kết. Mưa nhỏ do sự liên kết các giọt nước trong mây không làm thay đổi tình trạng này. Chỉ một số đám mây có sự phát triển đối lưu rất mạnh mới có thể chọc thủng tầng nghịch nhiệt và cho mưa rào lớn. Mưa lớn cũng còn do bão hoạt động ở đây.

#### *\* Khí hậu sa mạc nhiệt đới*

Dạng lục địa của khí hậu tín phong quan sát thấy ở miền bắc và miền nam Châu Phi, bán đảo Ả-rập, ở phần lớn Châu Úc, ở Mexico, ở phần trung tâm của Nam Mỹ – đó là những khu vực ở hai bên xích đạo không có sự thay thế của gió mùa, nghĩa là quanh năm thịnh hành không khí nhiệt đới.

Chế độ gió ở các khu vực lục địa này không đặc trưng và ổn định như tín phong trên đại dương, vì chúng có thể chịu ảnh hưởng không những của các xoáy nghịch mà mùa hè còn chịu ảnh hưởng của các vùng thấp áp mờ.

Những khu vực kể trên tạo nên đới sa mạc nhiệt đới, trong đó có Sahara, sa mạc Ả-rập, sa mạc Châu Úc v.v... Lượng mây và lượng mưa ở đây rất nhỏ. Cân bằng bức xạ của mặt đất nhỏ hơn trong xích đạo nhiều do ở đây không khí khô và albedo của mặt đất lớn. Tuy nhiên, do nhiệt cung cấp cho bốc hơi nhỏ nên nhiệt độ không khí ở đây rất cao.

Mùa hè ở miền này rất nóng, nhiệt độ trung bình tháng nóng nhất xuống dưới 26°C. Ở thung lũng chết thuộc California (36°N ; 117°E) nhiệt độ vùng thấp hơn mực biển giữa núi hoặc chỉ lên tới 39°C. Ở đây quan trắc

được nhiệt độ cực đại tuyệt đối trên Trái Đất (khoảng 57–58°C). Mùa đông ở miền này ấm, nhiệt độ của tháng lạnh nhất trong khoảng +10 đến +22°C.

Ở Atsoan thuộc Cộng hoà Ả-rập thống nhất (24,0°N ; 32,9°E) nhiệt độ trung bình tháng 6 và tháng 7 là +33°C, tháng 1 là +15°C. Ở Alit Spring thuộc Châu Úc (23,6°N ; 133,6°E) nhiệt độ trung bình tháng 1 là +28°C, tháng 7 là +12°C. Như vậy, biên độ năm đối với vùng nhiệt đới lớn (trung bình là 15–20°C). Dao động ngày của nhiệt độ rất lớn, đôi khi vượt quá 40°C.

Lượng mưa nhỏ, song đôi khi cũng có mưa rào lớn (đến 80mm trong một ngày đêm ở Sahara). Tổng lượng mưa năm phần lớn nhỏ hơn 250mm, có nơi nhỏ hơn 100mm. Ở Atsoan có những thời gian không có mưa hàng mấy năm liền.

Khi gió yếu, ở sa mạc nhiệt đới thường có xoáy cát và thậm chí bão cát, cuốn đi lượng cát rất lớn. Xoáy và bão cát này hình thành do lớp không khí dưới cùng bị đốt nóng quá mạnh.

Trên miền bờ biển phía đông của lục địa, trong đới tín phong, nhiệt độ tương đối thấp vì ở đây không khí thâm nhập rất nhanh từ các vĩ độ cao theo rìa phía đông của xoáy nghịch cận nhiệt, hơn nữa không khí di chuyển qua vùng nước lạnh. Cũng như trên biển, biên độ năm của nhiệt độ nhỏ.

Lượng mưa ở đây rất nhỏ (nhỏ hơn 100mm trong một năm) do nhiệt độ của nước thấp và do nghịch nhiệt tín phong thấp. Tuy nhiên, ở đây độ ẩm cao (80–90%) và thường có sương mù. Đó là khí hậu miền sa mạc gần bờ biển như miền tây của Sahara, miền nam California, sa mạc Namip (Nam Phi) và Ataca (Nam Mỹ).

Chẳng hạn, ở Svacopmun trên miền bờ biển của sa mạc Namip, tây nam Châu Phi (22,7°N ; 14,5°E) nhiệt độ trung bình tháng 2 là +18°C, tháng 8 là +14°C, lượng mưa năm là 20mm.

Trên miền bờ đông lục địa nơi tín phong có thành phần hướng về phía vĩ độ cao (thổi theo rìa phía tây của xoáy nghịch cận nhiệt) nhiệt độ cao hơn ở miền bờ tây. Ví dụ, ở Rio de Janeiro (22,9°N ; 43,2°W) nhiệt độ không khí tháng 1 là +26°C, tháng 7 là 20°C, còn tổng lượng mưa là 1.100mm.

Ở các vĩ độ cận nhiệt khoảng 25–40°C, các điều kiện khí hậu xác định bởi sự thay thế theo mùa rõ rệt của các điều kiện hoàn lưu.

Mùa hè, dải áp cao và front cực di chuyển về phía vĩ độ cao hơn. Không khí nhiệt đới từ vĩ độ thấp hơn khống chế miền cận nhiệt đới hay chính miền này trở thành các trung tâm hình thành không khí nhiệt đới. Do các xoáy nghịch cận nhiệt di chuyển về phía vĩ độ cao vào mùa hè, khí áp ở miền cận nhiệt trên các đại dương sẽ tăng. Ngược lại, trên lục địa khí áp giảm do mặt đất bị đốt nóng, ở đây thịnh hành xoáy thuận.

Mùa đông, các front cực di chuyển về phía vĩ độ thấp, vì vậy vùng cận nhiệt đới khổng lồ bị khống chế bởi không khí cực, hoạt động xoáy thuận lan đến đại dương miền cận nhiệt. Khí áp trên lục địa cận nhiệt vào mùa đông tăng vì có xoáy nghịch lục địa lan đến những vĩ độ cận nhiệt trên các lục địa lạnh. Từ đó cho thấy sự khác biệt theo mùa của thời tiết và khí hậu miền cận nhiệt.

## **b) Khí hậu cận nhiệt đới**

### *\* Khí hậu lục địa cận nhiệt đới*

Mùa hè, các miền cận nhiệt trên lục địa chịu tác động của các khu vực thấp áp mờ không có front. Ở đây hình thành các khối không khí nhiệt đới lục địa với nhiệt độ cao, lượng ẩm và độ ẩm tương đối nhỏ. Thời tiết ít mây, khô, nóng. Nhiệt độ trung bình của các tháng mùa hè khoảng 30°C hoặc hơn.

Mùa đông, hoạt động xoáy thuận lan tới các khu vực này vì ở đây thường hình thành front cực hay ít nhất là có các front cực di chuyển qua. Thời tiết không ổn định với nhiệt độ và lượng mưa biến đổi nhiều. Lượng mưa năm ở đây không quá 500mm và có khi ít hơn nhiều. Đó là đới thảo nguyên và bán sa mạc.

Chẳng hạn, ở Teheran (35,7°N ; 51,5°E, độ cao 1160m) nhiệt độ trung bình tháng 8 là +29°C, còn tháng 1 là +1°C; có những năm có băng giá và nhiệt độ hạ xuống tới -20°C. Lượng mưa trong một năm là 250mm, trong đó từ tháng 7 đến hết tháng 9 trong một tháng chỉ có 1mm, còn từ tháng 11 đến hết tháng 4 (trong suốt nửa năm) mỗi tháng là 220mm.

Phần sa mạc lớn phía nam miền đất thấp Turan Trung Á cũng thuộc đới có khí hậu lục địa cận nhiệt. Ở đây mùa đông không khí cực chiếm ưu thế, còn mùa hè trên sa mạc hình thành các khối không khí lục địa nhiệt đới với nhiệt độ rất cao, độ ẩm tương đối thấp và lượng mây rất nhỏ. Mùa hè số ngày nắng nhiều như ở vùng sa mạc nhiệt đới. Chẳng hạn, ở Têrômetgiơ trong một năm có 207 ngày quang mây và chỉ có 37 ngày trời mù.

Ở Tasken (41,16°N ; 69,16°E), nhiệt độ trung bình tháng 7 là +27°C, tháng 1 là -1°C, lượng mưa năm 350mm, vào thời kỳ từ tháng 6 – 9 chỉ có 20mm. Tuy nhiên, ở Tasken lượng mưa tương đối lớn. Ở đại bộ phận Trung Á, lượng mưa trong năm chỉ có từ 100 – 200mm. Chẳng hạn như ở Bairam-Ali (37,36°N ; 62,11°E) lượng mưa năm chỉ là 120mm, vào tháng 7, 8, 9 nói chung không có mưa.

Có những ngày hè, nhiệt độ ở một số nơi của nước Cộng hòa Turkmenistan tăng đến 50°C. Song mùa đông ở vùng đất thấp Turan có thể có băng giá (đến -30°C hay thấp hơn) do không khí lạnh thâm nhập dễ dàng từ Siberia và từ các vĩ độ cao.

Ở lục địa cận nhiệt đới (Mecxich, Arizona, miền đông California, Nevada) do địa hình cản trở, các khối khí ẩm xâm nhập từ phía tây và phía đông không thâm nhập tới được. Tính lục địa và khô hạn của khí hậu ở đây biểu hiện rất rõ. Chẳng hạn ở Lum ( $32,7^{\circ}\text{N}$  ;  $114,6^{\circ}\text{E}$ ) nhiệt độ trung bình tháng 7 là  $+32^{\circ}\text{C}$ , tháng 1 là  $+12^{\circ}\text{C}$  với nhiệt độ tối thấp trung bình năm là  $-2^{\circ}\text{C}$ , lượng mưa chỉ có 90mm. Đó là dải sa mạc. Trong lòng miền chảo sâu của thung lũng chết California ( $36,5^{\circ}\text{N}$  ;  $117,5^{\circ}\text{E}$ ) thậm chí nhiệt độ trung bình tháng 7 tới  $39^{\circ}\text{C}$ , còn nhiệt độ cực đại tuyệt đối là  $57^{\circ}\text{C}$ .

Ở Nam Mỹ, kích thước của lục địa không lớn, ảnh hưởng của biển lớn. Chẳng hạn ở San Luis thuộc Argentina ( $33,3^{\circ}\text{S}$  ;  $66,3^{\circ}\text{E}$ ) nhiệt độ trung bình tháng 1 là  $24^{\circ}\text{C}$ , tháng 7 là  $9^{\circ}\text{C}$ , tổng lượng mưa năm là 570mm.

Ở Châu Phi và Châu Úc không có loại khí hậu này.

*\* Khí hậu vùng núi cận nhiệt*

Dạng đặc biệt của khí hậu lục địa cận nhiệt quan sát thấy ở vùng núi cao Châu Á – ở Tây Tạng và Pamia trên độ cao 3.500–4.000m. Khí hậu ở đây có tính lục địa rõ rệt; mùa hè mát còn mùa đông lạnh. Lượng mưa nói chung nhỏ, đó là khí hậu sa mạc trên cao.

Trên trạm Léc ở Katsmia thuộc Ấn Độ ( $34,2^{\circ}\text{N}$  ;  $77,6^{\circ}\text{E}$ ; 3508m) tháng 7 nhiệt độ trung bình là  $18^{\circ}\text{C}$  và tháng 1 là  $-7^{\circ}\text{C}$ . Lượng mưa năm chỉ có 80mm, trong đó 25mm rơi vào tháng 7 và tháng 8.

Ở Đulanhi ( $33,3^{\circ}\text{N}$  ;  $98,6^{\circ}\text{E}$ ) nhiệt độ trung bình tháng 7 là  $+16^{\circ}\text{C}$ , tháng 1 là  $-9^{\circ}\text{C}$ , lượng mưa năm là 130mm.

Ở Pamia trên trạm Mugáp ( $38,2^{\circ}\text{N}$  ;  $62,0^{\circ}\text{E}$  ; 3.650m) nhiệt độ trung bình tháng 7 là  $+14^{\circ}\text{C}$ , tháng 1 là  $-18^{\circ}\text{C}$ . Băng giá mùa đông đạt tới  $-50^{\circ}\text{C}$ . Biên độ ngày của nhiệt độ rất lớn. Lượng mưa ở miền trung tâm và miền đông rất nhỏ; ở Mugáp chỉ có 77mm. Lượng mưa lớn ở miền tây (Xôroc, 286mm) nhất là ở vùng núi (Băng Hà Fetchencơ, 1.130mm).

Ở miền đông nam cao nguyên Tây Tạng, lượng mưa mùa hè lớn do sự lan tràn của gió mùa Ấn Độ. Ví dụ, ở Lókhatơ ( $29,8^{\circ}\text{N}$  ;  $91,0^{\circ}\text{E}$ ; 3.700m) lượng mưa năm là 1.600mm, trong đó 1.580mm rơi vào trong 5 tháng (từ tháng 5 – 9). Có năm lượng mưa ở đây lớn hơn 5.000mm, cũng có năm gió mùa yếu, lượng mưa nhỏ hơn 400mm. Nhiệt độ trung bình biến đổi từ  $+17^{\circ}\text{C}$  trong tháng 7 đến  $0^{\circ}\text{C}$  trong tháng 1.

Phía đông Pamia là vùng Simizian thấp hơn với độ cao trung bình trên mực biển 1.000–2.000m. Miền này được núi cao bao bọc mọi phía trừ hướng đông. Lượng mưa ở đây nhỏ và cảnh quan là sa mạc với mùa hè nóng, mùa

đông lạnh. Ở Kasgarơ ( $39,5^{\circ}\text{N}$  ;  $76,1^{\circ}\text{E}$ ; 1230m), nhiệt độ trung bình tháng 7 là  $+28^{\circ}\text{C}$ , tháng 1 là  $-6^{\circ}\text{C}$ , lượng mưa năm là 100mm.

Ở Urumchi ( $43,9^{\circ}\text{N}$  ;  $87,6^{\circ}\text{E}$  ; 880m) nhiệt độ trung bình vào tháng 7 là  $+24^{\circ}\text{C}$ , tháng 1 là  $-19^{\circ}\text{C}$ , lượng mưa 100mm.

#### *\* Khí hậu Địa Trung Hải*

Đây là loại khí hậu vùng bờ tây của lục địa trong miền cận nhiệt đới. Mùa hè vùng bờ tây thuộc miền này nằm ở rìa phía đông của các xoáy nghịch cận nhiệt đới hay các nhánh của chúng với thời tiết phần lớn quang đãng và khô. Ở đây mùa đông thường có sự di chuyển qua hay xuất hiện của front cực với hoạt động xoáy trên đó và mưa. Như vậy, mùa hè tương đối nóng và khô, mùa đông mưa và ôn hoà.

Hàng năm có thể có tuyết tuy không hình thành lớp tuyết phủ. Lượng mưa nói chung không lớn lắm, lượng mưa thuỷ lớn vào mùa hè làm cho khí hậu có đặc tính hơi khô. Lượng mưa lớn có thể quan sát thấy trên các sườn núi hứng gió, ví dụ trên bờ biển Adriatic của Nam Tư.

Tại Roma ( $41,9^{\circ}\text{N}$  ;  $12,5^{\circ}\text{E}$ ) nhiệt độ trung bình tháng 7 là  $+25^{\circ}\text{C}$ , tháng 1 là  $7^{\circ}\text{C}$ ; tổng lượng mưa năm là 830mm. Trong 6 tháng từ tháng 4 đến hết tháng 9 lượng mưa chỉ có 270mm (vào tháng 7 chỉ có 20mm), còn trong 6 tháng mùa đông là 560mm. Tuy nhiên, tổng lượng mưa dẫn ra ở Roma quá lớn đối với khí hậu điển hình ở Địa Trung Hải. Chẳng hạn ở Aфин ( $38,0^{\circ}\text{N}$  ;  $23,7^{\circ}\text{E}$ ) lượng mưa chỉ có 390mm chứng tỏ tính khô hạn của khí hậu.

Giới hạn phía bắc của khí hậu Địa Trung Hải ở Châu Âu là bờ biển phía nam Crime. Điển hình là Ianta ( $44,5^{\circ}\text{B}$  ;  $34,2^{\circ}\text{E}$ ) có nhiệt độ trung bình tháng 7 là  $+24^{\circ}\text{C}$ , tháng 1 là  $+4^{\circ}\text{C}$ , tổng lượng mưa năm là 600mm, hơn nữa vào nửa năm mùa hè (từ tháng 4 đến hết tháng 9) lượng mưa là 230mm. Những điều kiện tương tự cũng quan sát thấy ở miền bờ biển Hắc Hải sát dãy Kapcat.

Loại khí hậu Địa Trung Hải cũng thấy ở ngoài phạm vi miền bờ biển California, Oregon, Washington thuộc Bắc Mỹ, ở miền trung Chile, miền nam Châu Úc, miền cực nam Châu Phi (bán đảo Cap). Khí hậu Địa Trung Hải ở đây có đặc tính biển hơn: mùa hè mát, mùa đông ôn hoà hơn và biên độ năm của nhiệt độ nhỏ hơn.

Ví dụ, ở Sanfransisco ( $37,8^{\circ}\text{N}$  ;  $122,4^{\circ}\text{W}$ ) ảnh hưởng của dòng biển lạnh California rất lớn, nhiệt độ trung bình tháng 9 là  $15^{\circ}\text{C}$ , tháng 1 là  $10^{\circ}\text{C}$ , tổng lượng mưa năm là 560mm, trong đó có 480mm rơi vào mùa lạnh từ tháng 10 đến hết tháng 2. Vào tháng 7 và tháng 8 nói chung không có mưa. Ở Keptao, Nam Phi ( $33,9^{\circ}\text{S}$  ;  $18,5^{\circ}\text{E}$ ) nhiệt độ trung bình tháng 1 và tháng 2

là +21°C, tháng 7 là +12°C, tổng lượng mưa năm là 640mm, trong đó hơn 500mm rơi vào mùa lạnh từ tháng 4 đến hết tháng 9.

Khí hậu ở đây được đặc trưng bởi một số loại thực vật, kể cả những loại chịu khô; đó là rừng và bụi rậm kèm theo các loại cây xanh quanh năm.

*\* Khí hậu gió mùa cận nhiệt đới*

Trên miền bờ đông của lục địa thuộc miền cận nhiệt đới thường thấy loại khí hậu gió mùa. Mùa đông, các khu vực này chịu ảnh hưởng của không khí từ biển. Ở đây biến trình năm của lượng mưa ngược với biến trình khí hậu Địa Trung Hải.

Mùa đông thời tiết quang mây và khô; ngược lại, mùa hè lượng mưa lớn rơi trong các xoáy thuận trên lục địa, một phần là mưa do đối lưu, một phần do front. Lượng mưa lớn trên các sườn đón gió cũng đóng vai trò đáng kể.

Lượng mưa nói chung lớn nên loại khí hậu này được đặc trưng bởi rừng phát triển mạnh với các loại cây lá to, thực vật leo, bò sát. Tuyết trong loại khí hậu này thường rơi nhưng lớp tuyết phủ không ổn định.

Chẳng hạn, ở Châu Á, Bắc Kinh (39,9°N ; 116,5°E) có nhiệt độ trung bình tháng 8 là 16°C, tháng 1 là 4°C, tổng lượng mưa năm là 640mm, trong đó vào tháng 6 là 260mm và tháng 12 là 2mm.

Trên miền bờ đông Bắc Mỹ ở Washington (38,9°N ; 77,0°E) nhiệt độ trung bình tháng 7 là +25°C, tháng 1 là +1°C, tổng lượng mưa năm là 1030mm, trong đó 110mm rơi vào tháng 7 và 60mm rơi vào tháng 10.

Ở Nam Mỹ, loại khí hậu này thấy ở khu vực Laplat thuộc Buênôt Airt (34,6°N ; 58,5°E) nhiệt độ trung bình tháng 1 là +23°C, tháng 7 là +9°C, tổng lượng mưa năm là 940mm, trong đó 110mm rơi vào tháng 2 và 60mm rơi vào tháng 7.

Loại đặc biệt của khí hậu cận nhiệt đới thấy ở miền Tây ngoại Kapkat đặc biệt là vùng đất thấp Konkhit, nơi sự phân bố của lục địa và biển rất đặc biệt và địa hình ảnh hưởng lớn đến khí hậu. Mùa đông ở đây ấm nhất trên toàn lãnh thổ Liên Xô, còn mùa hè mặc dù không quá nóng song rất khó chịu do độ ẩm cao.

Xét theo loại thực vật, khu vực này gần giống các khu vực khí hậu gió mùa cận nhiệt đới.

*\* Khí hậu đại dương cận nhiệt đới*

Ở các vĩ độ cận nhiệt đới của các đại dương, mùa hè thời tiết quang đãng và khô trong xoáy nghịch với gió nhẹ chiếm ưu thế, còn mùa đông hoạt động của xoáy thuận mạnh kèm theo mưa, gió mạnh, thường có tố.

Biên độ năm của nhiệt độ ở đây dĩ nhiên nhỏ hơn trong loại khí hậu lục địa (trung bình khoảng  $+10^{\circ}\text{C}$ ).

Ở miền đông đại dương, mùa hè tương đối mát vì có các dòng khí từ các vĩ độ cao hơn (theo rìa phía đông của các xoáy nghịch) và có các dòng biển lạnh. Ngược lại, ở miền tây đại dương, mùa hè nóng, mùa đông không khí lạnh từ các lục địa thổi tới (từ Châu Á, Bắc Mỹ) nên nhiệt độ thấp hơn ở miền đông đại dương.

Ở vùng trung tâm đại dương Bắc Bán cầu, nhiệt độ trung bình của các tháng mùa hè ở vùng cận nhiệt đới là  $+15^{\circ}\text{C}$  đến  $+25^{\circ}\text{C}$ , vào những tháng mùa đông  $+5^{\circ}\text{C}$  đến  $+15^{\circ}\text{C}$ . Ở Nam Bán cầu, nhiệt độ mùa đông lớn hơn, còn mùa hè nhỏ hơn và như vậy biên độ năm nhỏ hơn.

### c) Khí hậu miền ôn đới

Ở miền ôn đới trong điều kiện bức xạ thường có sự khác biệt theo mùa lớn. Mùa hè, cân bằng bức xạ của mặt trái dưới lớn, còn có những khu vực với độ mây không lớn lắm thì cân bằng bức xạ gần với các điều kiện của miền nhiệt đới, mùa đông cân bằng bức xạ âm.

Miền ôn đới cũng là miền hoạt động của xoáy thuận trên các front cực và front Bắc Băng Dương mạnh nhất, vì vậy chế độ thời tiết ở đây biến đổi rất lớn. Ở đây thường có sự xâm nhập của các khối không khí từ cực như từ vùng cận nhiệt đới và như vậy nhiệt độ thường biến đổi đột ngột.

Ở Bắc Bán cầu, các điều kiện hoàn lưu có sự khác biệt rất lớn giữa lục địa và đại dương, do đó ở đây hình thành loại khí hậu biển và lục địa rõ rệt. Ở Nam Bán cầu thuộc miền ôn đới thực tế không có loại khí hậu lục địa vì phần lớn ở đây là biển.

Sự khác biệt của khí hậu ở miền bờ đông và bờ tây các lục địa vùng ôn đới rất lớn. Khí hậu bờ tây thường chịu tác động thường xuyên của không khí biển là khí hậu chuyển tiếp từ khí hậu biển sang khí hậu lục địa; thường người ta vẫn gọi loại khí hậu này là khí hậu biển. Trên bờ phía đông thường thấy loại khí hậu gió mùa đặc biệt ở Châu Á.

#### \* Khí hậu lục địa ôn đới

Loại khí hậu này thấy ở lục địa Âu, Á và Bắc Mỹ. Khí hậu ở đây đặc trưng bởi mùa hè nóng và mùa đông lạnh với lớp tuyết phủ ổn định. Biên độ năm của nhiệt độ lớn và tăng khi vào sâu trong lục địa. Các điều kiện tưới ẩm thay đổi từ phía nam lên phía bắc cũng như từ phía tây sang đông.

Trên lục địa Âu, Á, ở phần phía nam của miền ôn đới lục địa Âu, Á, mùa đông chế độ thời tiết cao áp thịnh hành. Trên bản đồ khí hậu vùng này có trung tâm xoáy nghịch Châu Á; mùa đông với nhánh hướng về phía

nam Châu Âu. Vì vậy, lượng mưa càng giảm, lớp tuyết phủ không dày, mùa đông ở đây rất khắc nghiệt.

Mùa hè ở miền này cũng có các xoáy nghịch có đặc tính cận nhiệt gây nên thời tiết nóng khô. Lượng mưa mùa hè lớn nhưng không đủ so với khả năng bốc hơi do nhiệt độ mùa hè cao, vì vậy độ tươi ẩm ở phần phía nam miền ôn đới không đủ. Nói chung, trong một năm lượng mưa ở đây từ 200–450mm.

Vì vậy, thảo nguyên kéo dài từ Mondavi qua miền nam Châu Âu của Liên Xô tới Uran qua Mông Cổ, ở đây nhiều khi khô hạn. Ở miền đất thấp thuộc biển Kaspian thảo nguyên biến thành bán sa mạc. Ở miền đông Uran, phần phía bắc miền đất thấp Turan (ở Kazakhstan) thảo nguyên thậm chí đã biến thành sa mạc (khu vực khí hậu khô hạn thường xuyên).

Ở Kherson (46,6°S ; 32,6°E) nhiệt độ trung bình tháng 7 là +23°C, tháng 1 là -4°C, tổng lượng mưa năm là 380mm. Ở Actubơ (48,3°S ; 46,1°E) nhiệt độ trung bình tháng 7 là +25°C, tháng 1 là -10°C, tổng lượng mưa năm là 240mm. Ở Bankhatơ (46,9°S ; 75,0°E) nhiệt độ trung bình tháng 7 là +25°C, tháng 1 là -16°C, tổng lượng mưa năm là 100mm. Trên cùng một vĩ độ, nhưng càng về phía đông nhiệt độ mùa đông và lượng mưa càng giảm, cảnh quan thay đổi từ thảo nguyên sang bán sa mạc, sau đó là sa mạc.

Ở những vĩ độ cao hơn của vùng ôn đới lục địa Âu, Á mùa hè ít nóng hơn, mùa đông khắc nghiệt hơn (đối với kinh độ nhất định), tổng lượng mưa lớn (300–600mm). Tính lục địa tăng từ tây sang đông (chủ yếu do nhiệt độ mùa đông giảm). Lớp tuyết phủ cao hơn và tồn tại lâu hơn. Nơi đây có những dải rừng hỗn hợp hay rừng cây lá nhỏ.

Ở Moscow (55,8°N ; 37,6°E) nhiệt độ trung bình tháng 7 là +18°C, tháng 1 là -10°C, tổng lượng mưa năm là 590mm. Ở Cadan (55,8°N ; 49,1°E) vào tháng 7 nhiệt độ trung bình là +20°C, vào tháng 1 là -13°C, tổng lượng mưa năm là 410mm. Ở Nôvôsiбіéc (55,0°N ; 82,9°E) nhiệt độ trung bình tháng 7 là +19°C, tháng 1 là -19°C, tổng lượng mưa năm là 410mm. Lượng mưa ở mọi nơi có cực đại vào mùa hè.

Lên quá phía bắc là dải rừng cây lá nhọn Taiga kéo dài từ Scandinavo đến Thái Bình Dương với cùng những quy luật biến đổi khí hậu từ tây sang đông nhưng với mùa đông khắc nghiệt hơn. Giới hạn phía nam của đới rừng Taiga càng về phía đông càng lệch về phía vĩ độ thấp.

Ở vùng ngoại Baican khí hậu Taiga tiếp cận với khí hậu thảo nguyên: ở đây đới rừng cây lá nhọn nằm giữa rừng Taiga và thảo nguyên biến mất.



Trong đới Taiga mùa hè cũng nóng như ở các vĩ độ thấp hơn nhưng mùa đông lạnh hơn. Chính do tính khắc nghiệt của mùa đông này, khí hậu phía đông có tính lục địa lớn nhất. Lượng mưa ở đây nói chung cũng bằng ở đới rừng cây lá nhọn, độ tươi ẩm nói chung đủ, ở miền tây Siberia thậm chí hình thành đầm lầy.

Ở Capôlôn (61,5°N ; 38,9°E) nhiệt độ trung bình tháng 7 là +17°C, tháng 1 là -13°C, tổng lượng mưa năm là 540mm. Ở Tênhisêi (58,4°N ; 92,1°E) nhiệt độ trung bình tháng 7 là +18°C, tháng 1 là -22°C, tổng lượng mưa năm là 430mm. Ở Iakutxơ (62,0°N ; 129,6°E) nhiệt độ trung bình tháng 7 là +19°C, tháng 1 là -44°C, tổng lượng mưa năm là 190mm, chính ở đây tính lục địa của khí hậu đạt tới giá trị cực đại.

Ở Bắc Mỹ cũng có những loại khí hậu lục địa ôn đới tương tự, song chúng phân bố rất phức tạp, một phần là do địa hình. Ở miền tây lục địa, do dãy Thạch Sơn chặn các dòng không khí từ Thái Bình Dương thổi vào, bán sa mạc và thảo nguyên chiếm ưu thế. Ở miền đông là rừng cây lá to. Về phía bắc, phần lớn Canada là rừng Taiga, ở miền Alaska rừng Taiga lan xa nhất lên phía bắc, còn vùng cực bắc của Canada là đài nguyên.

Các điều kiện khí hậu cũng phân bố tương ứng với sự phân bố này. Ví dụ:

Ở vùng thảo nguyên Sônâycositi (40,8°N ; 11,9°W) trên độ cao tương đối lớn so với mực biển (1.300m), nhiệt độ trung bình tháng 2 là +25°C, tháng 1 là -2°C, tổng lượng mưa năm là 420mm. Lên phía bắc, ở Khavơ (48,6°N ; 109,7°W) nhiệt độ trung bình tháng 7 là +21°C, tháng 1 là -10°C, tổng lượng mưa năm là 350mm.

Ở những vùng có vĩ độ cao hơn, trong vùng rừng Taiga trên trạm Prinơ Anbec (53,2°N ; 105,6°W) nhiệt độ trung bình tháng 7 là +17°C, tháng 1 là -20°C, tổng lượng mưa năm là 400mm.

#### *\* Khí hậu vùng núi ôn đới*

Ở vùng núi thuộc dãy Thiên Sơn, lượng mưa lớn hơn ở miền đất thấp Turan và ở Pamia. Trong những điều kiện địa hình thuận lợi, lượng mưa có khả năng vượt quá 2.000mm, đi từ tây sang đông lượng mưa giảm. Chẳng hạn, ở Prôgievanxơ (42,4°N ; 78,4°E ; 1744m) nhiệt độ trung bình tháng 7 là +7°C, tháng 1 là -5°C.

Ở khu vực núi cao Saian và Antai, chế độ nhiệt độ rất đa dạng tùy thuộc vào độ cao và địa hình. Lượng mưa đáng kể ở các sườn đón gió (ở miền tây Antai đến 1.500mm hay hơn nữa) và nhỏ ở sườn phía nam và các vùng lòng chảo bị che kín (ở Antai: nhỏ hơn 200mm). Ở Saian, trên các sườn phía tây và tây bắc, tổng lượng mưa năm vượt quá 1.000mm. Vì vậy,

trên các sườn núi hứng gió tích tụ lớp tuyết dày và giới hạn băng tuyết hạ thấp.

Ở Bắc Mỹ, trên các sườn hứng gió của dãy Kapkat lượng mưa rơi với một lượng rất lớn: hơn 200mm trong một năm. Vào mùa đông mưa cực đại do hoạt động của xoáy thuận mạnh lên, lớp tuyết có nơi cao quá 5m. Ở miền đông dãy Thạch Sơn lượng mưa nhỏ hơn; trên các sườn núi phía tây là 100mm, ở các thung lũng có nơi chỉ có 150–200mm. Nhiệt độ trung bình tháng 1 ở những thung lũng khép kín và trên cao nguyên khoảng  $-5^{\circ}\text{C}$  đến  $-10^{\circ}\text{C}$  hay thấp hơn.

Dao động rất lớn của nhiệt độ vào mùa đông thường liên quan với gió Chinúc (gió phơn trên cao sườn phía tây của dãy Thạch Sơn). Đã quan trắc thấy trong tháng 1 do có gió Chinúc nhiệt độ tăng từ  $-31$  đến  $+19^{\circ}\text{C}$  trong thời gian dài (khoảng vài chục giờ). Mùa hè khô và không nóng nực; song nhiệt độ còn phụ thuộc vào vĩ độ và độ cao trên mực biển.

Những điều kiện đặc biệt của khí hậu vùng thảo nguyên cao và bán sa mạc thường thấy ở Mông Cổ. Ở độ cao 700–1.200m và cao hơn nữa có mùa hè nóng, mùa đông rất lạnh và ít tuyết; lượng mưa nói chung không lớn và phần lớn rơi vào mùa hè, về mùa đông vùng này nằm ở trung tâm của xoáy nghịch Châu Á.

Ở Ulan Bato – Mông Cổ ( $47,9^{\circ}\text{N}$ ;  $106,8^{\circ}\text{W}$ ; 1.309m) nhiệt độ trung bình tháng 7 là  $+17^{\circ}\text{C}$ , tháng 1 là  $-24^{\circ}\text{C}$ ; biên độ ngày của nhiệt độ rất lớn. Lượng mưa còn nhỏ hơn, khoảng 100mm, hơn nữa đó là mưa mùa hè điển hình, mùa đông hầu như không có tuyết.

*\* Khí hậu miền tây lục địa ôn đới*

Ở miền tây lục địa Âu, Á và Bắc Mỹ thuộc miền ôn đới vận chuyển của không khí biển thịnh hành cả vào mùa đông và mùa hè. Vì vậy, ở đây khí hậu chịu ảnh hưởng rất lớn của đại dương và là khí hậu biển. Khí hậu được đặc trưng bởi mùa hè không quá nóng và mùa đông ôn hoà, lượng mưa tương đối lớn với sự phân bố theo mùa tương đối đồng đều. Điều đó quy định cảnh quan rừng cây lá to và đồng cỏ. Lượng mưa rất lớn ở các sườn núi phía tây.

Ở Bắc Mỹ do có dãy Thạch Sơn và Kapkat, loại khí hậu này chỉ có ở vùng ven bờ biển tương đối hẹp, còn ở Tây Âu thì lan sâu vào lục địa với tính lục địa tăng dần.

Chẳng hạn, ở Pari ( $48,8^{\circ}\text{N}$ ;  $2,5^{\circ}\text{E}$ ) nhiệt độ trung bình tháng 7 là  $+18^{\circ}\text{C}$ , tháng 1 là  $+2^{\circ}\text{C}$ , lượng mưa năm là 490mm. Về phía đông, ở Praha ( $50,1^{\circ}\text{N}$ ,  $14,4^{\circ}\text{E}$ ) nhiệt độ trung bình tháng 7 là  $+19^{\circ}\text{C}$ , tháng 1 là  $+2^{\circ}\text{C}$ , lượng mưa năm là 490mm.

Ở các vĩ độ cao hơn như Becghen (60,4°N; 5,3°E) do ảnh hưởng của địa hình, lượng mưa tháng 7 là 1.730mm (Becghen ở phía tây dãy núi Scandinvao, trên vùng bờ biển). Về phía đông dãy núi này, ở miền trung tâm và miền đông bán đảo, tính lục địa tăng và ở Stockholm vào tháng 7 nhiệt độ trung bình là +17°C, tháng 2 là +3°C, còn mưa 540mm, về cảnh quan thì đây đã là miền nam của rừng Taiga.

Khí hậu biển ở miền tây Bắc Mỹ được đặc trưng bởi số liệu của trạm Sitka ở Alaska (57,0°N; 135,3°E) nhiệt độ trung bình tháng 8 là +13°C, vào tháng 1 là 0°C và lượng mưa năm là 2.180mm.

*\*Khí hậu miền đông lục địa ôn đới*

Ở miền đông Châu Á khí hậu gió mùa điển hình. Gió mùa của miền ôn đới ở đây là sự tiếp tục của gió mùa nhiệt đới và cận nhiệt đới, được biểu hiện rất rõ và còn thấy ở các vĩ độ phía bắc đảo Sakhalin. Miền nam Kamchatca không có gió mùa, còn ở biển Ôkhốt và miền Bắc Kamchatca chỉ có xu hướng gió mùa.

Tóm lại, khí hậu gió mùa miền ôn đới thấy ở miền bờ biển đông Liên Xô, miền đông bắc Trung Quốc, miền bắc Nhật Bản và trên đảo Sakhalin.

Mùa đông, miền bờ của lục địa nằm ở rìa của xoáy nghịch Châu Á và ở đây không khí lạnh thâm nhập từ biển đông Siberia chiếm ưu thế. Vì vậy, mùa đông ở đây ít mây, khô lạnh với lượng mưa tối thiểu. Còn mùa hè trên miền đông Châu Á hoạt động của xoáy thuận với mưa tương đối lớn chiếm ưu thế.

Ví dụ, vùng Khabarôp (48,5°N; 135,0°E): nhiệt độ trung bình tháng 7 là +20°C, tháng 1 là -23°C, lượng mưa năm là 560mm, trong đó vào mùa đông (tháng 10 – tháng 2) chỉ có 74mm.

Ở Nhật Bản, vào mùa đông thường có xoáy thuận với mưa do front và mạnh lên do địa hình, khí hậu phức tạp hơn. Ngược lại, vào giữa mùa hè lượng mưa tương đối nhỏ do hoạt động của xoáy thuận dịch về phía bắc. Kết quả là mùa đông lượng mưa cũng nhỏ hơn nhiều lượng mưa mùa hè. Chẳng hạn, ở Sapôrô (43,1°N; 141,4°E) nhiệt độ trung bình tháng 8 là +21°C, tháng 1 là -6°C, lượng mưa năm là 1.040mm (vào mùa lạnh là 540mm, vào mùa nóng là 500mm).

Ở những khu vực phía bắc vùng bờ biển đông Liên Xô, chế độ gió mùa ít biểu hiện hay không tồn tại do hoạt động của xoáy thuận vào mùa đông mạnh, khí hậu ôn hoà hơn và sự phân bố của lượng mưa trong năm điều hoà. Ví dụ, ở Kluchapski ở Kamchatca (56°N; 160°E) nhiệt độ trung bình tháng 7 là 15°C, tháng 1 là -18°C, lượng mưa năm là 460mm, trong đó 210mm rơi vào mùa lạnh.

Ở miền bờ biển Đại Tây Dương của Canada và Newfoundland, hoàn lưu gió mùa biểu hiện yếu hay không tồn tại. Mùa đông ở đây không quá lạnh như ở miền đông Châu Á, còn mùa hè tương đối nóng. Chẳng hạn, ở Halifax (44,6°N; 63,6°E) vào tháng 7 và tháng 8 nhiệt độ trung bình là +18°C, vào tháng 1 là -4°C, lượng mưa năm là 1.420mm; sự phân bố lượng mưa tương đối đều theo các mùa.

Ở Nam Mỹ có thể coi toàn bộ Patagonia khoảng từ 38 đến 52°S và từ miền tiền sơn dãy Andes đến Đại Tây Dương là phần phía đông của lục địa ở miền ôn đới. Hoàn cảnh địa lý ở đây tạo nên khí hậu đặc biệt của vùng bán sa mạc ở sát ngay đại dương. Nguyên nhân là do dãy Andes đã chắn Patagonia, song khi đi trên vùng dòng biển lạnh Föncolen sẽ có tầng kết ổn định nên cũng không cho lượng mưa lớn.

Ở phần lớn Patagonia lượng mưa năm là 120–200mm, những tháng mùa hè lượng mưa nhỏ (không quá 20–30mm trong ba tháng). Nhiệt độ trung bình tháng 1 từ +20°C ở miền bắc đến +10°C ở miền nam, nghĩa là mùa hè lạnh so với lục địa Bắc Bán cầu trên cùng vĩ độ. Nhiệt độ trung bình tháng 7 gần bằng +5°C, song ở các cao nguyên cao giảm tới -5°C, nghĩa là mùa đông ôn hoà hơn ở các sa mạc ngoại nhiệt đới Bắc Bán cầu.

#### *\* Khí hậu đại dương miền ôn đới*

Đại Tây Dương và Thái Bình Dương chiếm những diện tích rất lớn ở miền ôn đới thuộc hai bán cầu, còn Ấn Độ Dương ở miền ôn đới Nam Bán cầu. Trên đại dương gió, tây thịnh hành biểu hiện rõ nét hơn trên lục địa, nhất là ở Nam Bán cầu. Tốc độ gió ở đại dương cũng lớn hơn trên lục địa.

Ở các vĩ độ 40°N và 50°N giữa dải cao áp cận nhiệt và những vĩ độ cận cực thường xuyên có các trung tâm xoáy thuận nhiệt đới đi qua, tốc độ gió trung bình 10–15m/s. Ở đây thường xuyên có tố kéo dài; không phải vô cớ mà các thủy thủ gọi vĩ tuyến 40°N là vĩ tuyến “gào thét”.

Sự phân bố của nhiệt độ trên đại dương có tính địa đới rõ nét hơn lục địa trên cùng vĩ độ, còn sự khác biệt giữa mùa đông và mùa hè ít biểu hiện hơn. Do mùa hè lạnh cảnh quan đài nguyên ở trên các đảo giữa đại dương còn thấy ở các vĩ độ thấp hơn so với đới cảnh quan đài nguyên trên lục địa.

Ví dụ, các đảo Aleut và Comandor ở 55–52°N bao phủ bởi đài nguyên; ở Nam Bán cầu đài nguyên bao phủ các đảo Föncolen ở vĩ độ 52°S, các đảo miền nam Giêôgôri, các đảo nam Cocônhay v.v...

Ở Bắc Bán cầu, mùa đông miền tây đại dương lạnh hơn miền đông rõ rệt vì ở đây thường có không khí lạnh từ lục địa tràn tới. Mùa hè sự khác biệt này ít hơn. Lượng mây ở trên các đại dương miền ôn đới và lượng mưa rất lớn, nhất là ở những vĩ độ cận cực thường có xoáy thuận sâu nhất.

Trong miền giữa 40 và 60° vĩ của hai đại dương Bắc Bán cầu, nhiệt độ trung bình tháng 8 dao động giữa +22°C và +8°C vào tháng 2, ở Đại Tây Dương nhiệt độ thấp hơn (từ +10°C đến -10°C). Nói chung, hiệu nhiệt độ giữa các vĩ tuyến 40 và 60 giảm từ mùa đông sang mùa hè. Biên độ năm của nhiệt độ ở đây khoảng 10–15°C.

Ở Nam Bán cầu nhiệt độ trung bình của các đại dương giữa 40 và 60°, nhiệt độ trung bình tháng 2 biến đổi từ +15 đến 0°C, vào tháng 8 từ 10°C đến -10°C. Ở đây gió tây thịnh hành rất ổn định, rất mạnh và thường có tố.

### c) Khí hậu miền cực

#### *\* Khí hậu cận cực*

Các vĩ độ cận cực của miền bắc lục địa Âu, Á và Bắc Mỹ nằm trong đới đài nguyên. Ở đây mùa đông kéo dài và khắc nghiệt, mùa hè lạnh và có băng giá. Nhiệt độ trung bình tháng nóng nhất không cao hơn +10°C đến +20°C, đó là giới hạn cây mọc. Mùa hè lạnh quy định cảnh quan đài nguyên. Lượng mưa ở đây nhỏ hơn trong đới Taiga – nhỏ hơn 300mm, còn ở miền đông Siberia xoáy thuận ít thâm nhập vào miền đài nguyên, lượng mưa thậm chí nhỏ hơn 100mm.

Tuy lượng mưa nhỏ song lượng mây và số ngày có mưa lớn; như vậy cường độ mưa nhỏ hơn do lượng ẩm của không khí nhỏ, còn nhiệt độ thấp. Lượng mưa cực đại quan trắc được vào mùa hè. Mặc dù lượng mưa rất nhỏ, song dưới nhiệt độ thấp vẫn vượt quá khả năng bốc hơi; vì vậy trong vùng đài nguyên thường hình thành băng vĩnh cửu và đầm lầy.

Ở vùng đài nguyên hoàn lưu gió mùa ít nhiều biểu hiện rõ; mùa hè thịnh hành gió với thành phần hướng về phía lục địa, còn mùa đông với thành phần hướng về phía biển.

Trên đại dương Nam Bán cầu ở phía nam vĩ tuyến 60° đến miền bờ nam Châu Phi, khí hậu cận cực được đặc trưng bởi sự phân bố rất đồng đều của nhiệt độ vào mùa hè (nhiệt độ ở phần lớn đại dương gần tới 0°C). Song mùa đông nhiệt độ giảm rất nhanh và đạt tới -20°C hay thấp hơn ở miền bờ Châu Nam Cực. Ở những vĩ độ này, các trung tâm xoáy thuận thường xuyên đi qua. Vì vậy, ở đây lượng mây cũng như tần suất mưa và sương mù rất lớn. Ở lục địa, gió tây thịnh hành được thay thế bởi gió đông thịnh hành.

#### *\* Khí hậu Bắc Băng Dương*

Khí hậu khu vực Bắc Băng Dương trước hết được xác định bởi sự phát xạ và lạnh đi rất mạnh của mặt băng tuyết vào thời gian đêm vùng cực và thông lượng bức xạ Mặt Trời lớn vào mùa hè. Cân bằng bức xạ năm của bề

mặt các biển Bắc Băng Dương nói chung dương; chỉ ở trên cao nguyên băng tuyết Greenland cân bằng bức xạ âm.

Tuy nhiên, nhiệt độ mùa hè không cao vì bức xạ cung cấp cho băng và tuyết tan, nhiệt độ của mặt băng tuyết và của không khí vẫn gần bằng  $0^{\circ}\text{C}$ . Ở các đảo và miền bờ biển mùa hè tuyết tan hết, tất nhiên nhiệt độ cao hơn.

Ngoài ảnh hưởng của các điều kiện bức xạ còn có tác động rất mạnh của hoàn lưu chung khí quyển. Ở khu vực Bắc Băng Dương hoạt động của xoáy thuận mạnh quanh năm. Các nhiễu động khí quyển thường xuất hiện trên các front Bắc Băng Dương cũng như thâm nhập từ các vĩ độ thấp hơn, hình thành trên front cực.

Những khái niệm trước kia về một xoáy nghịch cố định hay ổn định ở Bắc Băng Dương thực ra không đúng. Cao áp chỉ thịnh hành quanh năm ở trên cao nguyên Greenland. Song ở các khu vực khác thuộc Bắc Băng Dương, khí áp từ tháng này sang tháng khác biến đổi rất nhiều và các hệ thống xoáy nghịch trên các bản đồ trung bình chiếm một diện tích không lớn lắm ở những phần khác nhau ở đại dương, còn mùa đông khống chế cả Alaska và miền đông bắc Châu Á. Lượng mây ở Bắc Băng Dương nói chung lớn, gió mạnh. Dĩ nhiên hoạt động xoáy thuận làm cho các khối khí nóng tràn từ các đại dương miền ôn đới (còn mùa hè kể cả từ lục địa) vào Bắc Băng Dương làm cho khí hậu Bắc Băng Dương trở nên ôn hoà.

Nhiệt độ trung bình tháng ở Bắc Băng Dương từ  $-40^{\circ}\text{C}$  vào mùa đông đến  $0^{\circ}\text{C}$  vào mùa hè. Nhiệt độ 3 tháng mùa đông (tháng 1, 2, 3) gần bằng nhau.

Khu vực Bắc Băng Dương tiếp cận Đại Tây Dương và Châu Âu ấm hơn cả. Ở đây, do hoạt động của xoáy thuận không khí nóng Đại Tây Dương thường xuyên thâm nhập rất xa lên các vĩ độ cao làm tăng nhiệt độ vào mùa đông. Chẳng hạn, ở Grinhabo thuộc miền bắc Tpisbecghen ( $78,0^{\circ}\text{N}$ ;  $14,2^{\circ}\text{E}$ ) nhiệt độ trung bình tháng 1 là  $-16^{\circ}\text{C}$ , tháng 7 là  $+5^{\circ}\text{C}$ , năm là  $-8^{\circ}\text{C}$ , tổng lượng mưa là 320mm. Ở các khu vực khác của Bắc Băng Dương nhiệt độ trung bình tháng 1 thấp hơn  $-30^{\circ}\text{C}$ .

Ở phía tây của biển Bêrinh, hoạt động của xoáy thuận mạnh đến mức lượng mưa năm đạt tới khoảng 500mm. Về phía đông, lượng mưa giảm rất nhanh.

Ở khu vực Bắc Băng Dương kế cận Châu Á (miền đông Siberia), Canada và Thái Bình Dương, mùa đông lạnh hơn khu vực Bắc Băng Dương kế cận Đại Tây Dương và Châu Âu nhiều, nhưng mùa hè nói chung cũng tương tự.

Ở trung tâm Bắc Băng Dương, nhiệt độ trung bình khoảng từ  $-40^{\circ}\text{C}$  vào mùa đông đến  $0^{\circ}\text{C}$  vào mùa hè.

Băng đảo Grenland với độ cao trên mực biển lớn và chế độ xoáy nghịch thịnh hành, có khí hậu lục địa đặc biệt khắc nghiệt. Ở trạm Aismit (70,9°N; 40,6°E; 3300m) trên cao nguyên nhiệt độ trung bình tháng 7 là -14°C, tháng 1 là -49°C, hằng năm -32°C. Rất có thể đây chưa phải là giới hạn khắc nghiệt của khí hậu Grenland. Nhiệt độ tối thấp cực tiểu khoảng -65°C.

Miền nam băng đảo Greenland thường có xoáy thuận đi qua, vì vậy nhiệt độ ở đây cao hơn và tổng lượng mưa hằng năm hơn 100mm, song về phía bắc lượng mưa giảm rất nhanh và ở miền bắc đảo lượng mưa không vượt quá 100mm.

#### *\* Khí hậu Châu Nam cực*

Đại dương Nam Bán cầu với khí hậu cận cực như đã nói ở trên, bao quanh lục địa Châu Nam Cực. Khí hậu của lục địa băng này khắc nghiệt nhất trên Trái Đất. Nhiệt độ trung bình năm ở đây từ -10°C trên biên bờ ở vĩ độ cùng cực, đến -50 đến -60°C ở trung tâm lục địa. Tổng lượng mưa trung bình năm cho toàn lục địa khoảng 120mm; từ miền bờ biển vào sâu trong lục địa lượng mưa giảm rất nhanh.

Nhân tố chủ yếu gây nên tính khắc nghiệt và khô hạn của khí hậu Châu Nam Cực là mặt tuyết phủ của lục địa, độ cao trên mực biển lớn (trung bình khoảng 3.000m còn ở trung tâm miền đông Châu Nam Cực đến 3500m hay hơn nữa) và chế độ hoàn lưu xoáy nghịch thịnh hành. Tuy thông lượng bức xạ Mặt Trời vào mùa hè rất lớn, song albedo của mặt tuyết phủ và bức xạ hữu hiệu rất lớn làm cho cân bằng bức xạ âm này được hoàn lại bằng thông lượng nhiệt từ khí quyển.

Hoạt động xoáy thuận ở Nam Bán cầu phát triển rất mạnh trên đại dương bao quanh Châu Nam Cực. Song xoáy thuận phần lớn thâm nhập vào miền tây của lục địa Nam Cực nơi bờ biển bị chia cắt nhiều và có các vịnh ăn sâu vào trong lục địa. Ở miền đông Châu Nam Cực, xoáy thuận rất ít khi thâm nhập.

Trên bản đồ trung bình của mặt đẳng áp 700mb (nằm ở độ cao trung bình của lục địa) trên miền đông Châu Nam Cực quanh năm có xoáy nghịch, ở đây thịnh hành chế độ áp cao. Ở những tầng cao hơn, xoáy nghịch được thay thế bởi xoáy thuận cận cực như ở Bắc Bán cầu.

Miền bờ biển Châu Nam Cực có khí hậu ẩm, ôn hoà và tương đối dịu. Mùa hè ở đây nhiệt độ cực đại đôi khi lớn hơn 0°C, tuyết tan rất nhanh. Gió mạnh từ các cao nguyên cao của lục địa thổi xuống đặc trưng cho nhiều vùng ven bờ.

Ngoài các xoáy thuận di chuyển gần lục địa, loại gió này làm cho tốc độ gió ở nhiều vùng bờ biển (chẳng hạn ở vùng bờ Sự Thật, trên đất Aden) đạt

tới 15–20m/s. Ở đây thịnh hành gió đông và đông bắc. Khi có gió này, trời thường quang mây, mùa hè trên các vùng bờ biển thuộc Châu Nam Cực trời nắng và tương phản rất rõ với trời mây mù trên đại dương.

Lượng mưa tuyết ở vùng bờ biển thuộc miền đông Nam Cực là 400–500mm, miền tây là 600–700mm. Nhiệt độ trung bình trên trạm Hoà Bình (65,55°S; 93,0°E) vào tháng 12 và tháng 1 là –2°C, tháng 8 và tháng 9 là –18°C, trung bình năm là –11°C, tổng lượng mưa năm là 630mm.

Trên trạm Litton – Mỹ (78,3°S; 162,5°E) nằm xa phía nam so với trạm Hoà Bình và gần cách với đại dương bởi băng hà Rôtsoo vào tháng 7, 9 nhiệt độ trung bình là –36°C, vào tháng 1 là –6°C, trung bình năm là –24°C.

Trên các sườn băng hà với chiều ngang 600–800km (ở miền đông Châu Nam Cực) cũng thường thấy có gió băng mạnh gây nên bão tuyết. Tốc độ gió trung bình tháng ở đây là 8–13m/s. Lượng mây không lớn lắm song khu vực này thường chịu ảnh hưởng của xoáy thuận đi qua đại dương hay vào sâu trong lục địa; vì vậy bão tuyết ở đây thường thấy hơn ở giữa lục địa, còn ở chân sườn núi bão tuyết thậm chí còn thường xuyên hơn ở vùng bờ.

Trên trạm Tiên Phong (69,7°S; 95,5°E; 2700m) nhiệt độ trung bình tháng 8 là –48°C, tháng 12, 1 là –23°C, hằng năm –38°C, tổng lượng mưa năm là 960mm. Trên cao nguyên cao bị che kín miền đông Châu Nam Cực với chế độ xoáy nghịch thịnh hành, tốc độ gió trung bình giảm tới 3–4m/s. Ở đây, trên mặt tuyết thường xuyên có nghịch nhiệt gần mặt đất rất dày, mùa đông quan trắc thấy nhiệt độ mặt đất rất thấp (gần đến –90°C).

Nhiệt độ trung bình các tháng mùa đông là –70°C, các tháng mùa hè là –30°C, thậm chí vào mùa hè nhiệt độ cực đại thấp hơn –20°C. Thời tiết quang đãng thịnh hành, lượng mưa tuyết rất nhỏ, khoảng 30–50mm trong một năm. Một phần ba đến một nửa lượng mưa tuyết này là do sương gió từ mây băng rơi trên lớp tuyết phủ. Lượng ẩm ở các khu vực trung tâm Châu Nam Cực rất nhỏ. Trên trạm Phương Đông sức tương hơi nước trung bình năm nhỏ hơn 0,1mb, mùa đông giảm gần tới không.

Miền đông Châu Nam Cực lạnh hơn miền tây trên cùng vĩ độ; các khu vực giữa lục địa lạnh hơn (gần bằng –30°C). Điều đó không những do độ cao của địa phương mà còn do miền tây Nam Cực xoáy thuận đưa không khí biển nóng vào lục địa tương đối thường xuyên.

Trạm Phương Đông (72,1°S; 96,6°E; 3420m) đặc trưng cho khí hậu cao nguyên miền đông Nam Cực. Ở đây nhiệt độ trung bình tháng 8 là –71°C, tháng 12 là –32°C, năm là –55°C. Lượng mưa tuyết năm khoảng 50mm. Ở điểm cực nam gần biển chịu ảnh hưởng của hoạt động xoáy thuận nhiều hơn cả (trạm Amutsenxkôt, 2.880m) khí hậu có ôn hoà hơn. Ở đây nhiệt độ



trung bình tháng 8 và tháng 9 là  $-60^{\circ}\text{C}$  vào tháng 1 là  $-27^{\circ}\text{C}$ , năm là  $-49^{\circ}\text{C}$ . Tổng lượng mưa năm là 180mm.

### 6.3.3. Biến đổi khí hậu Trái Đất

#### a) Biến đổi khí hậu trong thời kỳ lịch sử

Biến đổi của khí hậu dĩ nhiên tiếp diễn ngay cả trong thời kỳ lịch sử và tiếp tục đến ngày nay. Trong khoảng thời gian vài nghìn năm, sự biến đổi này có thể rất lớn như trong các thời kỳ địa chất và việc phát hiện ra chúng khó khăn hơn.

Tuy nhiên, trong thời kỳ lịch sử, ngoài những dấu hiệu tự nhiên của biến đổi của khí hậu như sự mở rộng và rút lui của các băng hà, tăng của mỏ than bùn, biến đổi trạng thái của hồ và sông, tích tụ của đất sét dạng dải ở bờ, biến đổi độ dày các lớp gỗ của cây, còn có các tài liệu kiến trúc cổ về điều kiện sống và những kết quả hoạt động của con người với mức độ nhất định phụ thuộc vào khí hậu.

Thêm vào đó còn có các truyền truyền khẩu, di tích văn học, đặc biệt là các biên niên sử có ghi các hiện tượng biến động của thời tiết và khí hậu, trạng thái của sông và mùa màng v.v... Đôi khi việc ghi chép về thời tiết và khí hậu khoảng mấy trăm năm trước đây đã có tính chất thường xuyên và thậm chí có tính chất khoa học, chẳng hạn như ghi chép của Tikhơ và Bơraghe từ thế kỷ thứ XVI.

Cuối cùng, khoảng hai ba trăm năm gần đây, bắt đầu thời đại quan trắc khí tượng bằng dụng cụ, tuy vào thời gian này còn ít và chưa hoàn hảo. Đối với nhiều trạm chúng ta có dãy số liệu thế kỷ của nhiệt độ và mưa với thời gian kéo dài khoảng 100–200 năm và hơn nữa.

Đối với Châu Âu có thể điểm qua trình tự biến đổi của khí hậu trong vài nghìn năm gần đây như sau:

Trong quá trình 5.000 năm trước kỷ nguyên của chúng ta, khí hậu nóng và khô nhiều lần được thay thế bằng khí hậu ẩm và lạnh hơn. Khoảng 500 năm trước kỷ nguyên, lượng mưa tăng rất nhanh và khí hậu trở nên lạnh hơn thế kỷ trước nhiều.

Vào thế kỷ XI – XIII, khí hậu Châu Âu ôn hoà và khô hơn thời kỳ đầu kỷ nguyên, băng hà ít phát triển nhất, ở băng đảo Grenland chăn nuôi phát triển tốt. Vào thế kỷ thứ XIV – XVI khí hậu rất lạnh, băng trên biển tăng.

Từ thế kỷ XVII đến giữa thế kỷ XIX khí hậu lạnh và ẩm, băng hà phát triển. Chính vào thời kỳ này, việc quan trắc khí tượng được bắt đầu ở Châu Âu. Từ nửa sau của thế kỷ XIX, sự phát triển của khí hậu có chuyển biến

mới, tương đối đột ngột – bắt đầu đột nóng. Tóm lại, sự biến đổi của khí hậu trong thời kỳ lịch sử có đặc tính dao động theo chu kỳ.

Nói chung, trong quá trình lịch sử, khí hậu có thể coi là ổn định, chỉ dao động gần trạng thái trung bình. Để hiểu là trong thời kỳ lịch sử không có những biến đổi đáng kể trong sự phân bố của biển, lục địa, địa hình và sự phân bố các cực. Vì vậy, có thể vững tin hơn khi đặt mối liên hệ giữa những biến đổi lịch sử của khí hậu với những yếu tố bên ngoài Trái Đất, đặc biệt là với sự biến đổi của hoạt động Mặt Trời.

Bắt đầu từ thế kỷ XVIII người ta tiến hành xác định về mặt định lượng hoạt động của Mặt Trời (bằng lượng tương đối của vết đen Mặt Trời và các chỉ số khác). Điều này tạo khả năng đối chiếu hoạt động của Mặt Trời với những biến đổi đồng thời và tiếp sau của các yếu tố khí tượng và bằng những mối liên hệ để ngoại suy cho thời gian đã qua (nếu tính đến những nhịp điệu đã tìm thấy được trong hoạt động của Mặt Trời).

Người ta cũng cho rằng lực triều phụ thuộc vào vị trí của Mặt Trăng và Mặt Trời tương ứng với Trái Đất đạt tới cực đại qua những khoảng thời gian không đều nhau với chu kỳ trung bình khoảng 1.700 năm. Những dao động của lực triều này có thể ảnh hưởng đến trạng thái lớp băng trên biển của miền cực và thông qua đó ảnh hưởng đến hoạt động của xoáy thuận. Cực đại của hoạt động triều phải tương ứng với những thời kỳ ẩm nhất.

#### **b) Tác động tự nhiên đối với biến đổi khí hậu**

Tài liệu địa chất cho thấy biến đổi sâu sắc trong khí hậu đã xảy ra trong quá khứ. Những biến đổi này xảy ra từ khi con người còn chưa xuất hiện, chiếm phần lớn thời gian quá khứ, gọi là những biến đổi tự nhiên của khí hậu. Việc hiểu biết về những biến đổi tự nhiên này của khí hậu là một thách thức, và là một vấn đề quan trọng giúp con người có thể hiểu và dự báo được những biến đổi tự nhiên và những biến đổi do con người mang lại trong khí hậu tương lai.

Nếu coi khí quyển, đại dương và bề mặt đất như là những nhân tố bên trong của hệ thống khí hậu, thì những nhân tố trong lòng Trái Đất và bên ngoài Trái Đất là nhân tố bên ngoài của hệ thống khí hậu. Bởi vậy, những biến đổi của hàng số Mặt Trời, quỹ đạo Trái Đất xung quanh Mặt Trời, sự phun trào núi lửa,... tất cả được coi là những cơ chế tác động bên ngoài.

Sự tương tác này là một chiều. Lục địa trôi cũng có thể được xem là một ngoại lực đối với khí hậu, vì sự di chuyển của các lục địa được điều khiển bởi đối lưu trong lớp manti (lớp ở trạng thái lỏng phía dưới thạch quyển) của Trái Đất, mà nó được coi là không nhạy cảm đối với những biến

động bình thường của nhiệt độ bề mặt Trái Đất, là yếu tố được các nhà khí hậu học quan tâm.

*\* Biến động của bức xạ Mặt Trời*

Năng lượng tổng cộng của Mặt Trời phát ra là yếu tố quyết định khí hậu Trái Đất. Sự biến đổi cường độ bức xạ Mặt Trời sẽ tác động trực tiếp đến biến đổi khí hậu. Lý thuyết về sự tiến hóa của các hành tinh cho rằng, bức xạ của Mặt Trời tăng ổn định khoảng 30% kể từ khi hình thành hệ Mặt Trời. Sự tăng này có liên quan đến sự chuyển hoá H thành He, dẫn tới tăng đồng thời của bức xạ Mặt Trời, nhiệt độ nhân Mặt Trời, tốc độ nóng chảy và sự sản sinh năng lượng.

Nếu bức xạ của Mặt Trời đột ngột giảm 30% thì Trái Đất sẽ nhanh chóng trở thành một hành tinh lạnh hơn nhiều. Bằng chứng địa chất của những đá trầm tích 3,8 tỉ năm tuổi cho thấy nước đã có mặt trên Trái Đất vào thời gian này. Những bằng chứng khác dường như cũng cho thấy trong lịch sử phát triển của Trái Đất, thực tế thời kỳ đầu Trái Đất đã ấm hơn, vì không có bằng chứng nào về sự tồn tại của băng hà trước thời kỳ 2,7 tỉ năm trước. Sự kết hợp các sự kiện Mặt Trời ban đầu ít sáng chói hơn và khí hậu bề mặt Trái Đất thời kỳ ban đầu ấm hơn được gọi là "vấn đề Mặt Trời lạnh khi mới hình thành" (faint young sun problem) (Kasting & Grinspoon, 1991).

Giải thích có vẻ đúng nhất cho nghịch lý này dường như là hiệu ứng nhà kính đã mạnh hơn nhiều trong thời kỳ đầu của lịch sử Trái Đất, có lẽ điều đó liên quan đến sự tăng của carbon dioxide hoặc một số chất khí khác điều khiển quá trình sinh địa hoá.

Hầu hết năng lượng nhận được từ Mặt Trời bắt nguồn trong quyển sáng Mặt Trời, có nhiệt độ phát xạ khoảng 6.000K. Những đặc tính có ưu thế hơn được thấy trong quyển sáng là những vết tối – vết đen Mặt Trời (sunspot), chúng có thể được nhận ra trong cả ánh sáng nhìn thấy và trong phát xạ dải rộng tổng cộng của Mặt Trời.

Tâm của vết đen Mặt Trời tiêu biểu có nhiệt độ phát xạ khoảng 1.700K, thấp hơn nhiệt độ trung bình của quyển sáng, vì vậy năng lượng phát xạ chỉ bằng khoảng 25% giá trị trung bình. Bóng tối của vết đen Mặt Trời được tạo ra bởi sự đánh thủng của dòng năng lượng pháp tuyến hướng ra ngoài do những nhiễu động từ trường mạnh liên quan đến vết đen Mặt Trời.

Vết đen Mặt Trời là đặc điểm nhất thời, biến thiên trong đường kính vài trăm km và kéo dài một hoặc hai ngày, cho đến hàng chục nghìn km và kéo dài vài tháng. Trung bình những vết đen Mặt Trời tồn tại một hoặc hai tuần. Diện tích đĩa sáng của Mặt Trời bị phủ bởi vết đen Mặt Trời biến thiên từ 0 đến khoảng 0,1%. Đi kèm với những vùng tối của vết đen Mặt

Trời là những vùng sáng bao phủ phần diện tích đĩa Mặt Trời lớn hơn nhiều so với các vết đen Mặt Trời được gọi là vết sáng Mặt Trời. Vết sáng Mặt Trời có nhiệt độ cao hơn nhiệt độ trung bình của quyển sáng khoảng 1.000K và phát xạ năng lượng nhiều hơn khoảng 15%.

Vì vết đen Mặt Trời có thể nhìn thấy bằng mắt thường qua màn mờ đục lúc Mặt Trời lặn, những báo cáo chính thức về vết đen Mặt Trời có thể tìm thấy trong các tài liệu của Trung Quốc bắt đầu từ thế kỷ IV. Galileo đã quan trắc vết đen Mặt Trời bằng kính viễn vọng nhỏ vào năm 1609. Ông và đồng nghiệp đã phát hiện ra vết sáng Mặt Trời và gọi nó bằng tên latin là "torches". Do dễ dàng quan trắc được nên đã có những chuỗi số liệu ghi chép về sự xuất hiện của vết đen Mặt Trời và chu kỳ xuất hiện không đều của nó, và người ta đã chứng minh được bằng tư liệu rằng chu kỳ này khoảng 11 năm. Số lượng vết đen Mặt Trời biến thiên từ 0 tới vài trăm.

Tính đối lập từ (magnetic) giữa các cặp vết đen Mặt Trời luân phiên nhau giữa các cực đại vết đen Mặt Trời, do đó chu kỳ đầy đủ của hoạt động Mặt Trời vào khoảng 22 năm. Những tài liệu đáng tin cậy về số vết đen trung bình hàng năm có được từ khoảng năm 1848, khi Wolf xác định bằng số lượng vết đen.

Những biến đổi quan trọng của chu kỳ Mặt Trời là rõ ràng, với việc quan tâm đến sự giảm hoạt động của vết đen bắt đầu từ thế kỷ XIX. Việc tập hợp tài liệu tản mạn và đôi khi ít chính xác cho thấy vết đen hầu như không có trong suốt thời kỳ 1645 – 1715, và được gọi là thời kỳ cực tiểu. Thời kỳ này gần phù hợp với thời kỳ băng hà ngắn ở Châu Âu.

Mặt Trời mọc, tia sáng của quang Mặt Trời là những hình ảnh ngoạn mục và là nguyên nhân làm tăng tia cực tím, tia X và tia gama. Biến đổi năng lượng bức xạ cao và những phần nhỏ liên quan đến tia sáng Mặt Trời có ảnh hưởng quan trọng đối với giới hạn trên đỉnh khí quyển. Tuy nhiên, ảnh hưởng của những tia sáng và sự nhô lên của Mặt Trời đối với toàn bộ năng lượng phát ra của Mặt Trời là không đáng kể và ảnh hưởng của chúng lên khí hậu bề mặt được coi là nhỏ.

Những phép đo chính xác sự chiếu sáng của Mặt Trời có thể được thực hiện từ các vệ tinh quay theo quỹ đạo Trái Đất và được lấy từ một số vị trí ngoài vũ trụ theo chu kỳ Mặt Trời. Những phép đo này cho thấy sự chiếu sáng trung bình của Mặt Trời khoảng  $1.367 \text{ Wm}^{-2}$  tại khoảng cách trung bình giữa Trái Đất và Mặt Trời. Chúng chỉ ra một phần bụi xạ, nhỏ hơn khoảng 0,1% hay  $1,5 \text{ Wm}^{-2}$ , năng lượng Mặt Trời toả ra tăng từ vết đen nhỏ nhất (1985) tới vết đen lớn nhất (1980 và 1990).

Nhìn chung, việc đo mức độ chiếu sáng của Mặt Trời lớn hơn sự chính xác tuyệt đối của chúng, vì vậy những đánh giá khác nhau về sự biến đổi

lớn trong chu kỳ của Mặt Trời phù hợp hơn những đánh giá về chiều sáng trung bình của Mặt Trời. Phép đo này quan tâm đến sự chiếu sáng lớn nhất của Mặt Trời xảy ra tại vết đen lớn nhất khi số chấm đen xuất hiện trên quyển sáng lớn nhất.

Biểu thị diện tích quyển sáng trên Mặt Trời là dòng  $\alpha$  - Lyman cho thấy, vết sáng trên Mặt Trời chiếu sáng chi phối vùng tối do những vết đen và dẫn đến hằng số Mặt Trời tăng khi Mặt Trời hoạt động mạnh nhất. Quan hệ thống kê giữa số lượng vết sáng và vết đen của Mặt Trời có thể được sử dụng kết hợp với sự biến đổi của ánh sáng Mặt Trời đã quan trắc trên quỹ đạo Mặt Trời gần đây nhất để đánh giá sự thay đổi của quyển sáng trong thế kỷ trước. Theo những đánh giá này, vết đen mờ và vết sáng có tương quan lớn và cùng cân bằng, tác động của vết sáng lớn hơn không đáng kể, đặc biệt là trong những thập niên gần đây. Theo những phân tích này, hằng số Mặt Trời lớn nhất đã quan trắc được Mặt Trời hoạt động mạnh nhất vào năm 1980 gây ra bởi một tỉ lệ lớn dị thường của vết sáng và vết đen mờ.

Sự biến đổi của sáng Mặt Trời phối hợp với chu kỳ 11 năm của vết đen rất đáng quan tâm, nhưng nó chỉ ảnh hưởng rất nhỏ đối với khí hậu. Ánh sáng Mặt Trời thay đổi  $1\text{Wm}^{-2}$  tác động tới khí hậu với lượng  $0,175\text{Wm}^{-2}$ , với độ thích ứng của khí hậu  $\lambda_R = 0,5\text{K}/(\text{Wm}^{-2})$  mang lại thích ứng của cân bằng khí hậu  $< 0,1^\circ\text{C}$ .

Hơn nữa, chu kỳ 11 năm ngắn hơn đáng kể so với thời gian ổn định của khí hậu do nhiệt dung lớn của lớp xáo trộn đại dương. Vì vậy, giá trị của thích ứng tức thời nhỏ hơn nhiều so với thích ứng liên tục với cùng một lực tác động, và có thể nhỏ hơn sự thích ứng quan trắc được. Điều đó phù hợp với sự thể hiện không rõ của chu kỳ 11 năm trong khí hậu bề mặt.

Tóm lại, tổng ánh sáng Mặt Trời có thể quan trắc trực tiếp cho thấy sự biến đổi quyển sáng ảnh hưởng không đáng kể đối với biến đổi khí hậu. Tuy nhiên, ta chỉ có thể quan sát chính xác một phần của thập niên nhưng nó có thể chứng minh sự biến đổi của Mặt Trời là nhân tố quan trọng tới thời gian 80 năm của chu kỳ Gleissberg và dài hơn. Để nghiên cứu các cơ chế khác của biến đổi khí hậu, người ta giả thuyết rằng sự chiếu sáng của Mặt Trời rất ổn định và ta sẽ tìm hiểu những biến đổi trước đây trên cơ sở này.

#### *\* Sol khí tự nhiên và khí hậu*

Sol khí là một dạng huyền phù (lơ lửng) của chất lỏng hay chất rắn trong không khí. Theo định nghĩa này, mây được hình thành từ những giọt nước, nhưng chúng ta sẽ sử dụng chung từ sol khí để chỉ toàn bộ sol khí không phải là mây.

Vì hầu hết sol khí có chứa nước và những giọt mây bắt đầu nguồn từ sự ngưng kết một phần tử sol khí nhỏ nên sự phân biệt giữa mây và sol khí không phải mây không rõ ràng. Sự khác biệt ở chỗ, mây ở trạng thái cân bằng trong không khí khi độ ẩm tương đối vượt quá 100%, trong khi những sol khí không phải mây có thể cân bằng khi độ ẩm tương đối thấp hơn.

Kích cỡ của sol khí lớn hơn những phần tử khí riêng lẻ không nhiều, khoảng vài chục  $\mu\text{m}$ . Những sol khí lớn hơn  $20\mu\text{m}$  di chuyển nhanh do lực hấp dẫn bề mặt. Những sol khí nhỏ nhất chiếm đa số trong khí quyển, nhưng có khối lượng và diện tích bề mặt nhỏ, chúng ít ảnh hưởng trực tiếp tới khí hậu.

Diện tích bề mặt của sol khí có ý nghĩa trong vai trò hạt nhân ngưng kết mây cũng như đối với ảnh hưởng trực tiếp của chúng lên tia bức xạ. Mật độ sol khí lớn nhất từ  $10^3\text{cm}^{-3}$  trong không khí sạch trên đại dương tới  $10^5$  hay  $10^6\text{cm}^{-3}$  trong không khí ô nhiễm ở thành phố.

Sol khí được sinh ra từ một số lớn các quá trình và thành phần hoá học khác nhau. Sol khí có thể xâm nhập trực tiếp vào khí quyển, hay được hình thành do ngưng kết, do sự chuyển đổi trạng thái hóa học của hơi nước trừ lượng nhỏ sol khí bắt nguồn tại bề mặt, những mảnh vỡ của thiên thạch.

Những sol khí trực tiếp tách ra từ bọt nước trên bề mặt đại dương, tạo thành những hạt nhỏ bay hơi – sol khí muối biển, chiếm khối lượng lớn nhất (bảng 6.2). Nguồn trực tiếp khác của sol khí bao gồm bụi khoáng chất từ bề mặt đất khô bay lên do gió; tro, đá từ núi lửa; muối tro từ cháy rừng; mảnh vỡ thiên thạch và từ nguồn gốc sinh học như bào tử, phấn hoa. Tuy chiếm khối lượng lớn nhưng sol khí muối biển và sol khí vô cơ ít ảnh hưởng tới khí hậu.

**Bảng 6.2.** Nguồn sol khí (khối lượng)

Dạng nguồn	Peterson và Junger (1971)		SMIC (1971)
	Mọi cỡ	$r < 2,5\mu\text{m}$	
<b>Các nguồn tự nhiên</b>			
<i>Nguồn phát trực tiếp</i>			
Muối biển	1000	500	300
Khoáng chất (nguồn vô cơ-ND)	500	250	100 – 500
Núi lửa	25	25	25 – 150
Cháy rừng	35	5	3 – 150
Mảnh thiên thạch	10	–	–
Vật chất sinh vật	–	–	–

Dạng nguồn	Peterson và Junger (1971)		SMIC (1971)
	Mọi cỡ	$r < 2,5\mu\text{m}$	
Tổng	1540	780	428 – 1100
<i>Nguồn biến từ chất khí thành hạt rắn</i>			
Sunfat	244*	220	130 – 200
Nitrat	75	60	140 – 200
Hidrocarbon	75	75	75 – 200
Tổng	394	355	345 – 1100
Tổng các nguồn tự nhiên	1964	1135	773 – 2200
Các nguồn do hoạt động của con người			
<i>Nguồn phát trực tiếp</i>			
Giao thông	2,2	1,8	
Các nguồn ổn định	43,4	9,6	
Các nguồn công nghiệp	56,4	12,4	
Chất thải rắn	2,4	0,4	
Hỗn hợp	28,8	5,4	
Đốt sản phẩm nông nghiệp	–	–	
Tổng	133,2	29,6	10 – 90
<i>Nguồn biến từ chất khí thành hạt rắn</i>			
Sunfat	220	200	130 – 200
Nitrat	40	35	30 – 35
Hidrocarbon	15	15	15 – 90
Tổng	275	250	175 – 325
Tổng các nguồn do hoạt động của con người	408	280	185 – 415
Tổng cộng	2372	1415	958 – 2615

*\* Sol khí từ núi lửa phun trào và trong tầng bình lưu*

Núi lửa đóng vai trò quan trọng đối với khí hậu nhờ vòng tuần hoàn của những yếu tố khí quyển như các bon và lưu huỳnh giữa thạch quyển và khí quyển. Những vụ nổ dữ dội của núi lửa có thể đưa vào tầng bình lưu bụi và nhiều nguồn sol khí, ở đó chúng được giữ lại nhiều tháng và có thể tác động lớn đối với khí hậu.

Mặc dù tro và những hạt đá nhỏ có thể được đưa lên cao trong tầng bình lưu nhờ vụ nổ dữ dội, nhưng phần lớn những sol khí này quá lớn nên không giữ lại được lâu trong khí quyển. Những hạt nhỏ không bị rơi xuống là những hạt nhân ngưng kết axit sulfuric hay hơi nước. Hầu hết sol khí

tầng bình lưu là một hỗn hợp gồm có 75%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  và 25% nước. Một lớp sol khí không phải do núi lửa tạo ra được duy trì trong tầng bình lưu nhờ dòng khí chứa lưu huỳnh đi lên từ tầng đối lưu.

Vì sol khí mây tăng cường từ một vụ nổ riêng lẻ ảnh hưởng đến tầng bình lưu trong một hay hai năm, và nhiệt dung của lớp xáo trộn đại dương có thích ứng nhiệt với quy mô thời gian hàng chục năm nên thích ứng của hệ thống khí hậu tới một núi lửa phun trào riêng biệt thường không lớn trừ khi đó là một vụ nổ lớn với hàm lượng lưu huỳnh cao.

Tuy nhiên, hệ quả của các vụ nổ núi lửa phun trào lớn cách nhau khoảng 1 năm có thể dẫn đến dấu hiệu thích ứng khí hậu đáng quan tâm. Phạm vi những sol khí mây từ núi lửa phun trào có tác động đến khí hậu quá khứ còn chưa được biết đến, nhưng là đối tượng đáng lưu ý.

Ảnh hưởng của một vụ nổ núi lửa phun trào đối với khí hậu phụ thuộc vào lượng sol khí đã mà nó tạo ra tồn tại lâu trong tầng bình lưu, phụ thuộc vào cả cường độ của vụ nổ và lượng lưu huỳnh trong những khí được giải phóng từ vụ nổ.

### c) Biến đổi khí hậu do hoạt động của con người

#### *\*Hoạt động của con người và hiệu ứng nhà kính*

Khí nhà kính tồn tại trong thời gian dài là hậu quả trực tiếp từ hoạt động của con người gồm khí  $\text{CO}_2$ , metan ( $\text{CH}_4$ ), oxit nito ( $\text{N}_2\text{O}$ ) và halocarbon. Một phần nhỏ những khí này có nguồn gốc tự nhiên. Hầu hết những khí này có thời gian tồn tại rất dài trong khí quyển. Vì vậy, lượng khí thải do con người đưa vào khí quyển ngày nay được giữ lại ở đó trong suốt hai thế kỷ, tùy thuộc từng loại khí (bảng 6.3).

Khi xem xét những biến đổi trong thời gian dài tác động tới hệ thống khí hậu, ta quan tâm tới những biến đổi của dung lượng hơi nước như là một quá trình hồi tiếp. Mặc dù vậy cần chú ý rằng, sự biến đổi bất kỳ của nhiệt độ nào đó kết hợp với hoạt động của con người là tập hợp bởi những đóng góp lớn liên quan với sự hồi tiếp của hơi nước và những quá trình hồi tiếp khác đối với hệ thống khí hậu. Ảnh hưởng của những quá trình hồi tiếp này chưa được biết rõ.

$\text{CO}_2$  đã đóng góp hơn một nửa tác động tạo dị thường khí hậu, khí CFC đóng góp khoảng 1/4 tổng tác động của thời kỳ này. Tùy thuộc ảnh hưởng của lượng CFC đối với tầng ozon mà phần đóng góp của  $\text{CO}_2$  sẽ tăng trong tương lai, trong khi tốc độ tăng của CFC lại giảm. Như vậy,  $\text{CO}_2$  là khí nhà kính quan trọng nhất đối với sự biến đổi khí hậu, mặc dù những đóng góp của một số phần tử phụ khác hỗ trợ tác động đáng kể tới khí hậu.



**Bảng 6.3.** Đặc trưng của một số khí nhà kính cơ bản do hoạt động của con người

Tham số	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	CFC-11	CFC-12	N <sub>2</sub> O
Nồng độ trong khí quyển thời kỳ tiền công nghiệp (1750 – 1800)	280 ppmvb	0,8 ppmv	0	0	288 ppbv
Nồng độ trong khí quyển hiện tại (1990) <sup>c</sup>	353 ppmv	1,72 ppmv	280 pptvb	484 pptv	310 ppbv
Tốc độ tích lũy trong khí quyển hàng năm hiện nay	1,8 ppmv (0,5%)	0,015 ppmv (0,9%)	9,5 pptv (4%)	17 pptv (4%)	0,8 ppbv (0,25%)
Thời gian tồn tại trong khí quyển (năm)	(50 – 200)	10	65	130	150

*\* Sol khí do hoạt động của con người và lưu huỳnh trong khí quyển*

Sol khí tầng đối lưu có ảnh hưởng trực tiếp và gián tiếp tới cân bằng bức xạ. Sol khí ảnh hưởng trực tiếp đến sự vận chuyển bức xạ Mặt Trời và bức xạ sóng dài. Chúng cũng là hạt nhân ngưng kết của mây ảnh hưởng đến số lượng, kích cỡ và thời gian tồn tại trong khí quyển của các giọt nước hoặc các phân tử mây.

Lượng và tính bức xạ của mây có ảnh hưởng lớn đến cân bằng bức xạ thuần của Trái Đất. Như đã thảo luận ở trên, chất phân ly quan trọng của sol khí trong tầng đối lưu được tạo ra do sự chuyển hoá của SO<sub>2</sub> thành sol khí lưu huỳnh và hơn một nửa sol khí sunfat là do hoạt động của con người, chủ yếu do đốt cháy nhiên liệu hoá thạch.

Sự phát sinh khí lưu huỳnh này nhiều nhất ở Bắc Bán cầu, dẫn đến một vấn đề nghiêm trọng là mưa axit. Sự phát sinh ra khí lưu huỳnh ở Bắc Bán cầu bắt đầu suy yếu trong thập niên cuối của thế kỷ XX.

*\* Sự biến đổi điều kiện bề mặt*

Việc đốt phá rừng ở miền vĩ độ trung bình và miền nhiệt đới, sự mở rộng và thu hẹp của sa mạc, quá trình đô thị hóa trên vùng đất canh tác có thể ảnh hưởng lớn đối với những điều kiện bề mặt và khí hậu địa phương.

Nguyên nhân của một trong những ảnh hưởng trực tiếp là do biến đổi albedo bề mặt có ảnh hưởng lớn đối với cân bằng năng lượng. Khi một phần tương đối nhỏ của vùng đất liền trên Trái Đất và hiệu ứng của mây bao phủ làm biến đổi albedo bề mặt được tính đến, thì sự biến đổi albedo mặt đất do con người dường như ảnh hưởng rất nhỏ (nhỏ hơn 0,1 Wm<sup>-2</sup>) đối với cân bằng năng lượng trung bình toàn cầu.

Mặc dù vậy, sự biến đổi albedo của mặt đất có thể không phải có tầm quan trọng lớn nhất đối với khí hậu toàn cầu. Sự biến đổi khí hậu địa phương, môi trường sinh thái do việc đốt phá rừng và đô thị hóa lại có thể có ý nghĩa lớn đối với cư dân. Chẳng hạn, người ta đã ước lượng rằng khi loại bỏ rừng mưa Amazon có thể sẽ gây ảnh hưởng lớn đối với nhiệt độ bề mặt và chế độ thủy văn địa phương. Khoảng một nửa lượng mưa rơi trên lưu vực sông Amazon là do bốc thoát hơi nước từ rừng. Sự biến đổi của rừng làm biến đổi tỉ lệ lưu lượng so với sự bốc thoát hơi nước, và do đó cân bằng thủy văn của vùng có thể thay đổi rất lớn. Việc tăng albedo bề mặt cũng làm giảm đốt nóng do Mặt Trời, làm giảm dòng thăng và hội tụ ẩm mực thấp. Một số mô phỏng cho thấy việc loại bỏ rừng mưa Amazon có thể làm giảm hội tụ ẩm và bốc thoát hơi nước, do đó dòng chảy có thể giảm đáng kể.

#### *\* Sự biến đổi mực biển*

Những ước lượng từ đo thủy triều cho thấy mực biển toàn cầu nâng cao khoảng 10cm trong thế kỷ qua và tiếp tục nâng lên với tốc độ 1–2 mm/năm.

Sự nâng lên của mực biển song song với sự tăng lên của nhiệt độ, và tồn tại mối quan hệ nhân quả giữa hai quá trình này.

Dải băng Greenland dường như chìm xuống, nhưng khối băng Nam Cực rất có thể mở rộng trong khí hậu ấm áp, do nhiệt độ không khí ở trên cao lớn hơn sẽ mang ẩm nhiều hơn tới đỉnh lớp phủ băng nơi chúng có thể ngưng kết lại dưới dạng tuyết và bổ sung khối lượng cho khối băng.

Nếu sự nóng lên của bề mặt gây ra do con người là chủ yếu, nó có thể liên quan với sự nâng cao mực nước biển. Với giả thiết cực đoan nhất thì khối băng phía tây Nam Cực có thể tách rời khỏi khối chính và di chuyển về phía đại dương Nam Bán cầu. Nhưng điều đó không có thực.

Phần lớn các đánh giá đều dự đoán mực nước biển sẽ nâng lên khoảng  $50 \pm 30$ cm trong thế kỷ tới. Trong 50 năm tới, mực nước biển nâng cao do sự nâng lên, mở rộng và tan chảy băng hà tỉ lệ với sự dâng lên của mực biển trong thế kỷ trước.

#### **d) Nguyên nhân các dao động hiện nay của khí hậu**

Gần đây, dao động của khí hậu đã được nghiên cứu theo tài liệu quan trắc ở Châu Âu. Người ta dùng bản đồ synôp để đối chiếu những dao động của khí hậu với những biến đổi đặc tính (tính vĩ hướng) và cường độ của hoàn lưu chung khí quyển.

Người ta cho rằng có thể dùng mối quan hệ giữa dao động của hoàn lưu chung và dao động của khí hậu trong một thời kỳ dài.

Tuy nhiên, lại xuất hiện vấn đề về nguyên nhân những dao động của hoàn lưu đó. Như đã nói ở phần trên, hiện nay chủ yếu người ta tìm những nguyên nhân hay sự tác động của hoạt động Mặt Trời đối với khí quyển. Dao động của hoạt động Mặt Trời với chu kỳ 11 hay 80 năm có thể dẫn tới sự xuất hiện tính chu kỳ trong hoàn lưu và khí hậu.

Cũng có thể còn có những biến đổi có chu kỳ của tốc độ quay của Trái Đất ít nhiều làm biến đổi lực coriolit. Có ý kiến cho rằng, sự nóng lên trong trường hợp này là kết quả của sự xếp chồng chu kỳ 80 năm và 250 năm của hoạt động Mặt Trời, cực tiểu của chúng trùng với nửa đầu thế kỷ XX.

Mối liên quan giữa khí hậu, hoàn lưu chung và hoạt động của Mặt Trời chỉ mới được xác định bằng phương pháp thống kê. Tuy nhiên, những biến đổi của hoạt động Mặt Trời ảnh hưởng đến hoàn lưu chung khí quyển bằng cách nào, cơ chế vật lý của các hiện tượng này như thế nào hoàn toàn chưa rõ.

Chỉ có thể nói hoạt động Mặt Trời nhất định có tác động lên trạng thái vật lý của tầng khí quyển trên cùng (tầng ion). Tuy vậy, kể cả những biến đổi ở tầng trên cùng này ảnh hưởng đến hoàn lưu chung khí quyển ở gần mặt đất như thế nào cũng chưa rõ.

#### **e) Khả năng cải tạo khí hậu**

Như trên đã nói, hiện nay có những khả năng tác động nhân tạo lên vi khí hậu – khí hậu của lớp không khí sát mặt đất. Khi thay đổi đặc tính của mặt trái dưới bằng phương pháp tưới, trồng các dải rừng và các biện pháp tương tự khác trong chừng mực nào đó có thể thay đổi đặc tính của lớp không khí sát mặt đất, thậm chí trên phạm vi lớn. Song những tác động này không thể làm cho khí hậu biến đổi sâu sắc.

Khí hậu không những phụ thuộc vào trạng thái địa phương của mặt đất mà còn phụ thuộc vào trạng thái của mặt đất trên quy mô hành tinh, cũng như phụ thuộc vào hoàn lưu chung khí quyển. Để biến đổi khí hậu trong quy mô lớn phải gây ra những biến đổi rất lớn trong các yếu tố địa lý của khí hậu như địa hình, dòng biển, lớp băng phủ v.v... Chỉ bằng phương pháp này mới có thể biến đổi đặc trưng của hoàn lưu nhiệt, ẩm và hoàn lưu chung khí quyển, nghĩa là biến đổi khí hậu với quy mô đáng kể.

Không có gì sai sót trong các dự kiến tưởng tượng biến đổi của khí hậu bằng sự biến đổi quy mô lớn trên mặt đất. Đó chính là các dự án xây dựng các đập nước quy mô khác nhau trên đại dương thế giới, chúng làm biến đổi hoàn lưu nước của đại dương và điều kiện khí quyển; dự án phá các dãy núi hay dựng tường chắn các khối khí v.v... Những dự án này là không tưởng không phải vì chúng không thực hiện được về mặt kỹ thuật. Trái lại, những điều mà kỹ thuật hôm nay không làm được có thể thực hiện được trong

tương lai. Tính không tương của các dự án này chính là ở chỗ các tác giả không có cơ sở xác minh khi thực hiện sẽ có kết quả như họ dự đoán. Thậm chí, nếu có tính toán về sự biến đổi của khí hậu ở khu vực nào đó dưới ảnh hưởng trực tiếp của các biện pháp đề ra, thì sẽ không tính được những biến đổi ở những khu vực khác, hay những biến đổi này sẽ ảnh hưởng đến trạng thái khí hậu ở khu vực cần cải tạo khí hậu như thế nào.

Trái Đất nằm trong trạng thái cân bằng động đã được thành lập trong quá trình rất dài của lịch sử và sự phá vỡ những điều kiện hình thành ở một phần tự nhiên nào đó có thể dẫn tới những biến đổi sâu sắc trong toàn bộ hệ thống.

Rõ ràng là những biến đổi quy mô lớn mặt trái dưới trong khu vực lớn sẽ biến đổi cơ chế của hoàn lưu chung, song rất khó đoán trước được là hoàn lưu sẽ biến đổi như thế nào. Có thể xảy ra trường hợp ở một khu vực hay một đới khí hậu biến đổi thuận lợi, song ở các nơi khác trên Trái Đất xảy ra những biến đổi có hại.

M.I.Buducô chỉ ra rằng, nếu lớp băng phủ vĩnh cửu của các miền Bắc Cực bị phá vỡ sẽ không thể hình thành lại trong những điều kiện khí hậu hiện đại. Lượng bức xạ Mặt Trời mùa hè ở Bắc Cực rất lớn.

Hiện nay, bức xạ Mặt Trời phần lớn bị lớp băng tuyết phản hồi, phần còn lại cung cấp cho quá trình tan băng từng phần; mùa đông các khối băng này được bù đắp lại. Nhưng nếu lớp băng của miền Bắc Cực khi nào đó bị mất đi thì sự hấp thụ bức xạ ở Châu Bắc Cực sẽ mạnh lên nhiều, nhiệt độ của không khí và nước tăng lên rất mạnh, cả vào mùa đông và mùa hè. Cùng với tăng nhiệt độ, các khối khí Bắc Băng Dương thường xuyên thâm nhập vào miền ôn đới, nhiệt độ trung bình ở miền ôn đới cũng tăng.

Rất có thể sự phá vỡ các lớp băng của miền Bắc Cực sẽ được kỹ thuật giải quyết trong tương lai gần đây. Tuy vậy, chúng ta vẫn phải nhớ rằng sự biến đổi của nhiệt độ và giảm độ tương phản theo đới trên Trái Đất làm cho hoàn lưu chung khí quyển biến đổi, đứng về quan điểm kinh tế có thể hoàn toàn không theo ý muốn.

Chẳng hạn, khi Châu Bắc Cực nóng lên, hoạt động xoáy thuận ở Bắc Bán cầu nói chung có thể yếu đi, còn cường độ hoạt động cực đại của nó rất có thể chuyển lên các vĩ độ cao. Điều đó làm cho dải cao áp cận nhiệt chuyển lên phía bắc và tính khô hạn ở miền nam ôn đới tăng.

Những biến đổi trái ý muốn có thể xảy ra ở các khía cạnh khác. Chẳng hạn, sự nóng lên của khu vực Châu Bắc Cực theo thời gian có thể dẫn tới phá vỡ Greenland. Khi đó ở miền cực, đại dương thế giới sẽ tăng lên 6m. Điều đó có thể gây ra những khó khăn và bất lợi cho kinh tế. Nếu lớp băng

phủ Châu Nam Cực bị phá vỡ sẽ làm tăng mực đại dương lên 60m hay hơn nữa, đó sẽ là một tai hoạ đối với loài người.

Tóm lại, ngay cả khi những biến đổi quy mô hành tinh của mặt đất tương tự như trên có thể thực hiện được vẫn còn vấn đề khó khăn là dự đoán tất cả hậu quả của những biến đổi này và phải hết sức thận trọng khi thực hiện chúng.

## **CÂU HỎI ÔN TẬP**

1. Trình bày cấu trúc và nêu đặc điểm chủ yếu của các tầng trong cấu trúc thẳng đứng của khí quyển Trái Đất.
2. Nêu các đặc điểm phân bố và biến động của các thành phần vật chất chính của khí quyển Trái Đất.
3. Nêu đặc điểm hoàn lưu khí quyển và các hiện tượng chuyển động chủ yếu của khí quyển Trái Đất.
4. Nêu các đặc trưng của đối khí hậu nhiệt đới và cận nhiệt đới, liên hệ với điều kiện cụ thể của Việt Nam.
5. Nguyên nhân và sự khác biệt về biến đổi khí hậu Trái Đất trong lịch sử và hiện đại là gì?
6. Trình bày các tác động của biến đổi khí hậu Trái Đất đến con người và giải pháp giảm thiểu tác động tiêu cực của loài người.

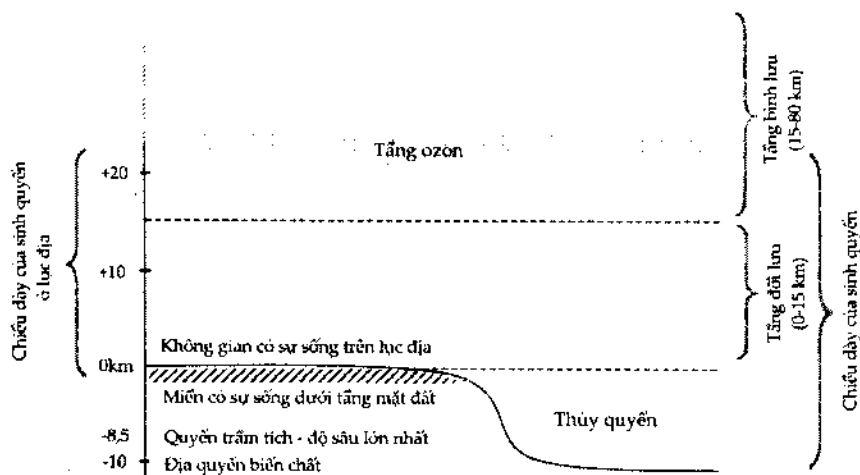
## Chương 7

# SINH QUYỂN

### 7.1. CẤU TRÚC VÀ NGUỒN GỐC CỦA SINH QUYỂN

#### 7.1.1. Cấu trúc của sinh quyển: sinh quyển, sinh đới, hệ sinh thái, quần xã, quần thể

Sinh quyển (Biosphera) là một phần của Trái Đất, là khoảng không gian có sinh vật cư trú, bao phủ bề mặt Trái Đất, sâu tới 100m trong thạch quyển, toàn bộ thủy quyển tới đáy biển sâu trên 8km, lên cao tới 20km trong khí quyển. Ước tính có tới hàng chục triệu loài sinh vật cư trú trong sinh quyển. Sinh quyển của Trái Đất bao gồm các loài sinh vật sống trên Trái Đất, từ sinh vật nguyên thủy đến các sinh vật tiến hóa bậc cao.



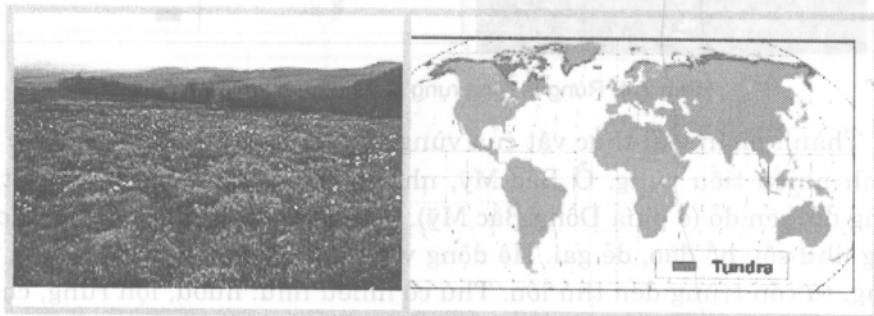
**Hình 7.1.** Sơ đồ về vị trí của sinh quyển (theo V.I. Vernadski, 1942)

Sinh đới (Biom) là một phần của sinh quyển tồn tại và phát triển ổn định trong các đới khí hậu của Trái Đất. Theo các tư liệu hiện có, trong số 12 sinh đới lớn trên Trái Đất có 6 sinh đới trên đất liền (sinh đới đồng rêu hoặc đài nguyên, đỉnh núi cao, rừng, thảo nguyên, savan và sinh đới sa mạc). Mỗi sinh đới có đặc trưng riêng về tổng sinh khối, các loài sinh vật đặc hữu và được cấu thành từ các hệ sinh thái đặc trưng.

#### a) Đồng rêu hay đài nguyên (Tundra)

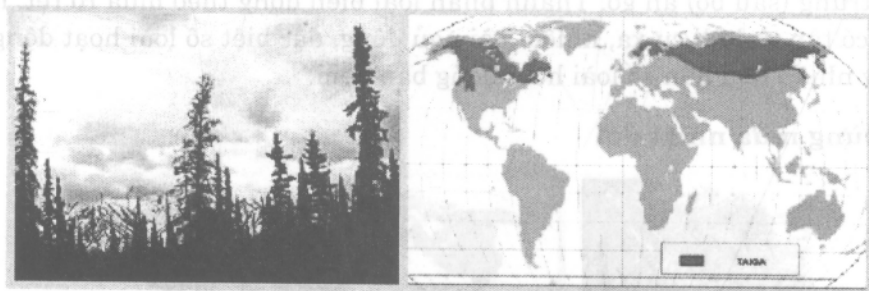
Đồng rêu bao quanh Bắc cực, Greenland và một vòng đai phần bắc của lục địa Âu - Á, Bắc Mỹ. Đây là một đồng bằng không cây cối, nhiều đầm

lầy, giá lạnh, băng tuyết. Nhiệt độ rất thấp, độ ngưng tụ hơi nước rất kém, mùa sinh trưởng của sinh vật ngắn (khoảng 60 ngày); nền đất bị đông cứng. Do đó, đời sống ở đây rất khắc nghiệt. Số lượng loài thực vật ít, chủ yếu là cỏ bông, rêu và địa y. Động vật đặc trưng cho vùng là hươu tuần lộc (*Rangifer tarandus*), hươu kéo xe (*R. caribou*), thỏ, chó sói Bắc cực, *Lemmus*, *Tarmigan*, gấu trắng Bắc cực, chim cánh cụt,... Chúng có thời gian ngủ đông dài, nhiều loài chim sống thành đàn lớn, di cư xa xuống vùng vĩ độ thấp để tránh rét vào mùa đông.



Hình 7.2. Sinh đới đồng rêu hay đài nguyên

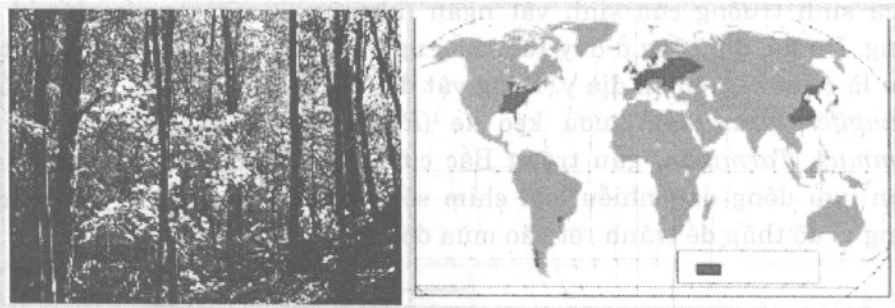
#### b) Rừng lá kim (Taiga)



Hình 7.3. Rừng lá kim (Taiga)

Khu sinh học này nằm kế sau đồng rêu về phía nam, kéo dài từ Bắc Mỹ sang Châu Âu. Đặc trưng của vùng là đất bị phủ băng tuyết, mùa đông cực kỳ lạnh và khắc nghiệt nhưng không lạnh bằng khu sinh học đồng rêu. Lượng mưa thấp, khoảng 300 – 500mm/năm. Đất nghèo muối dinh dưỡng, thuộc loại Potzon, đất chua và có tầng thảm mục cây lá kim bán phân hủy dày. Trong vùng có nhiều đầm lầy, hồ, suối,... Thực vật gồm cây lá kim thường xanh, thân thẳng, ken dày, che bóng như các loài thông (*Pinus*), cây bụi và thân thảo do đó kém phát triển. Trong vùng còn có một số loài cây lớn, cổ thụ. Hệ động vật đa dạng hơn so với đồng rêu. Ngoài các loài côn trùng, những động vật bậc cao gồm hươu Canada (*Cervus canadaensis*), nai sừng tấm (*Alches machlis*), thỏ, linh miêu, cáo, chó sói, gấu,... chim định cư không nhiều.

### c) Rừng lá rộng rụng lá theo mùa vùng ôn đới



Hình 7.4. Rừng lá rộng rụng lá theo mùa vùng ôn đới

Thành phần loài thực vật của vùng rất đa dạng về chi, loài; được phân thành nhiều tiểu vùng. Ở Bắc Mỹ, những loài đặc trưng là thông trắng, thông đỏ, sến đỏ (ở phía Đông Bắc Mỹ). Các tiểu vùng khác có nhiều loài gỗ cứng như sồi, hồ đào, dẻ gai. Hệ động vật giàu có về thành phần loài và số lượng, từ côn trùng đến thú lớn. Thú có nhiều như: hươu, lợn rừng, chó sói, cáo, các loài gặm nhấm,... Những loài động vật sống trên cây cũng rất đa dạng như: sóc, chuột sóc; nhiều loài chim leo trèo như gõ kiến; nhiều loài côn trùng (sâu bọ) ăn gỗ. Thành phần loài biến động theo mùa rõ rệt, nhiều loài có tập tính di cư xa, nhiều loài ngủ đông, đặc biệt số loài hoạt động ban ngày nhiều hơn hẳn số loài hoạt động ban đêm.

### d) Rừng mưa nhiệt đới



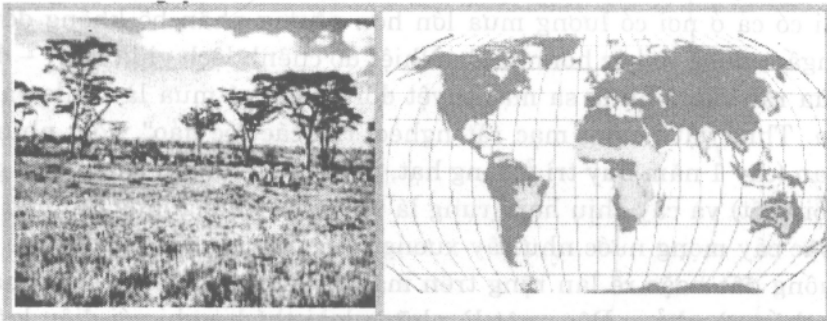
Hình 7.5. Rừng mưa nhiệt đới

Đây là thảm thực vật phát triển phong phú nhất trong các thảm thực vật trên Trái Đất, quê hương của các loài lim, lát, samu, tếch, đinh,... Khí hậu vùng nhiệt đới nóng và ẩm, nhiệt độ trung bình năm cao ( $24 - 30^{\circ}\text{C}$ ) và gần như ổn định quanh năm, lượng mưa lớn (đến  $4.500\text{mm}$ ), có nơi lượng mưa đạt kỷ lục cao như Cameroon ( $10.170\text{mm}/\text{năm}$ ). Đất đa dạng, giàu chất dinh dưỡng. Đặc trưng của rừng mưa nhiệt đới là phân tầng, tán hẹp chen nhau, thường có 5 tầng, trên cùng là các tầng ưa sáng với nhiều cây cao. Có



nhiều dây leo thân gỗ, nhiều loài cây sống khí sinh, bì sinh. Trên mặt đất cây cỏ nghèo nàn, chỉ có những loài cây chịu bóng ưa ẩm, các loài nấm, mốc, địa y mọc trên lá mục, trên thân cây. Các loài thực vật nhiệt đới có nhiều đặc điểm như hoa trái phát triển xung quanh thân; cây phát triển bạnh gốc hay có rễ phụ, rễ bò nổi trên mặt đất. Động vật giới đa dạng và phong phú về thành phần loài. Do tán rừng là thảm liên tục nên nhiều nhóm động vật chuyên sống ở đây giỏi leo trèo, di chuyển từ cây này sang cây khác như khỉ, vượn, sóc bay, cây bay. Dưới đất là voi, lợn rừng, bò rừng, trâu rừng, hươu, hoẵng, nai, gấu, hổ, báo,... Ngoài ra, động vật không xương sống cũng rất phong phú và đa dạng; côn trùng, nhện, bọ cạp, muỗi, vắt,... rất nhiều.

#### e) Thảo nguyên và savan nhiệt đới

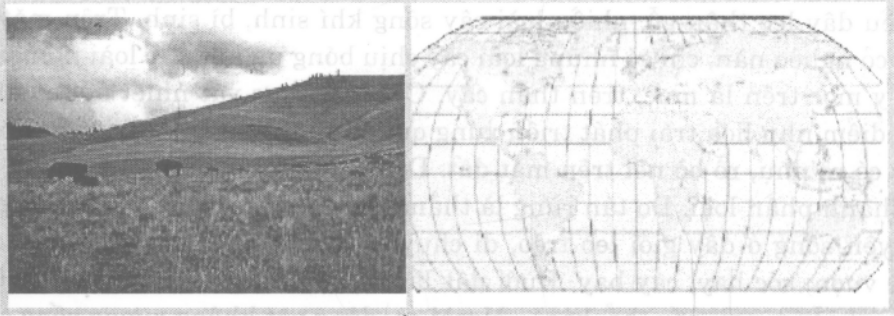


Hình 7.6. Thảo nguyên và savan nhiệt đới

Savan nhiệt đới là thảm thực vật thân cỏ, có một số ít cây gỗ hay nhóm cây gỗ phân bố trong vùng, lượng mưa cao (1.000 – 1.500mm), nhưng có một hoặc hai mùa khô kéo dài, thường xuất hiện những đám cháy. Vùng rộng lớn nhất của khu sinh học này nằm ở Trung và Đông Phi, sau nữa là vùng Nam Mỹ và Châu Đại Dương. Thành phần các loài thực vật nghèo, ưu thế là những loài thuộc họ Cỏ. Đây cũng là nơi tập trung những đàn lớn sơn dương, gnu, trâu, ngựa vằn,... thuộc tập đoàn móng guốc và những loài ăn thịt chúng như sư tử, báo, linh cẩu,...

#### h) Thảo nguyên vùng ôn đới

Thảo nguyên vùng ôn đới phân bố ở những nơi có lượng mưa trung bình năm nằm giữa hoang mạc và rừng (250 – 750mm). Những thảo nguyên rộng lớn tập trung ở nội địa Âu – Á, Bắc và Nam Mỹ và Châu Đại Dương. Ở Bắc Mỹ, thảo nguyên phân thành thảo nguyên cỏ cao với các loài thân cỏ cao 150 – 240cm, thảo nguyên cỏ thấp trung bình (60 – 120cm), và thảo nguyên cỏ thấp (dưới 60cm). Động vật trong vùng là những loài ăn cỏ, ưu thế là tập đoàn móng guốc và nhiều loài ăn thịt như sư tử, chó rừng,...



Hình 7.7. Thảo nguyên vùng ôn đới

### k) Sa mạc

Sa mạc phân bố trong vùng có lượng mưa rất thấp (dưới 250mm/năm), đôi khi có cả ở nơi có lượng mưa lớn hơn nhưng phân bố không đều, khả năng ngấm nước và bốc hơi nhanh. Nhiệt độ chênh lệch giữa ngày – đêm và các mùa rất lớn. Những sa mạc tuyệt đối không có mưa là Chile và trung Sahara. Thực vật hoang mạc rất nghèo, trừ các "ốc đảo", gồm những cây trồn hạn (cây 1 năm duy trì ở dạng hạt, phát triển nhanh trong thời gian có mưa rồi chết) và cây chịu hạn (rụng lá vào mùa không mưa, lá biến thành gai, hoặc cây mọng nước như cây xương rồng. Những cây hoặc có rễ ăn rất sâu xuống đất hoặc rễ lan rộng trên mặt đất để hút sương, song thân cây lại rất thấp và nhỏ,... Động vật là những loài thích nghi với điều kiện khô hạn, nóng, gồm những loài ăn đêm, các loài động vật có xương sống cỡ lớn như: lạc đà một bướu, linh dương, báo, sư tử, ngoài ra các loài gặm nhấm trong đất rất phong phú. Chim phần lớn là chim chạy,... Côn trùng nhiều vô kể. Những loài đặc trưng là chuột nhảy (*Dipodonyes*), chuột Gecbin, thằn lằn, chó dingo (Australia), chó hoang (Châu Phi), các loài cáo,...

Hệ sinh thái là hệ thống bao gồm các quần thể sinh vật và môi trường có mối quan hệ chặt chẽ với nhau, tồn tại và phát triển trong một giới hạn không gian cụ thể. Trong hệ sinh thái tồn tại hai loại yếu tố: vô sinh (yếu tố phi sinh học), hữu sinh (yếu tố sinh học). Nhân tố vô sinh bao gồm nhân tố vật lý và hoá học của môi trường sống. Trong các yếu tố vô sinh, một số yếu tố có vai trò đặc biệt quyết định sự phát triển của sinh vật thường được gọi là yếu tố sinh thái hạn chế, như: N và P đối với tảo trong môi trường nước, nhiệt độ không khí và lượng mưa đối với rừng,... Yếu tố sinh học của hệ sinh thái chính là các cơ thể sống, bao gồm thực vật, động vật và cả con người. Sinh vật trong hệ sinh thái chia thành 3 nhóm chính: sinh vật sản xuất có chức năng tổng hợp chất dinh dưỡng từ các chất vô cơ ban đầu (thực vật, tảo, vi khuẩn,...); sinh vật tiêu thụ có chức năng tiêu thụ chất dinh dưỡng được sinh vật sản xuất tạo ra và chuyển năng lượng, vật chất tới các

vị trí khác nhau của hệ sinh thái; sinh vật phân huỷ có chức năng phân huỷ chất hữu cơ dư thừa và xác chết động, thực vật thành các chất vô cơ, trả lại môi trường xung quanh. Các nhóm sinh vật trên luôn có sự trao đổi thông tin, vật chất, năng lượng thông qua chuỗi thức ăn, nhờ đó duy trì sự ổn định động của hệ sinh thái.

Tập hợp các loài sinh vật khác nhau cùng chung sống ổn định trong một khoảng không gian của hệ sinh thái hay một vùng địa lý nhất định gọi là quần xã sinh vật. Mỗi quần xã sinh vật bao gồm nhiều loài (quần thể) sinh vật sống trong một không gian hoặc một vùng địa lý nhất định. Đặc trưng cơ bản của cá thể thuộc một loài sinh vật là khả năng giao phối để sinh ra các con non có khả năng sinh sản, trong khi các cá thể khác loài khi giao phối chỉ có thể tạo ra thế hệ tiếp theo không có khả năng sinh sản. Số lượng các loài sinh vật sống trên Trái Đất khá lớn, hiện chúng ta chỉ thống kê và mô tả được gần 10 triệu loài. Theo dự báo, số lượng các loài sống trên Trái Đất có thể tới 30 triệu, thậm chí tới 100 triệu. Mỗi quan hệ của các loài sinh vật vô cùng phức tạp, trong đó chủ yếu gồm: quan hệ trung lập, quan hệ lợi một bên, quan hệ hạn chế, quan hệ ký sinh, quan hệ cộng sinh, quan hệ cạnh tranh, quan hệ thú dữ – con mồi. Mỗi sinh vật có thể tham gia vào các mối quan hệ khác nhau với các sinh vật khác trong các chuỗi thức ăn khác nhau, tạo thành hệ thống sống vô cùng phức tạp trong sinh quyển. Ví dụ: loài chuột là thú dữ đối với côn trùng nhỏ, nhưng lại là con mồi đối với rắn và các thú lớn hơn.

Các cơ thể sinh vật dù là đơn giản hay phức tạp thường được cấu thành từ một tổ chức cơ bản là các tế bào. Mỗi tế bào cấu tạo từ 3 thành phần cơ bản: màng sinh chất, tế bào chất và nhân. Trong cơ thể sinh vật đa bào, các tế bào tập hợp với nhau cùng thực hiện một chức năng của cơ thể gọi là mô. Nhiều mô tập hợp thành cơ quan hay hệ cơ quan của cơ thể, cùng thực hiện một chức năng sống của cơ thể sinh vật.

Trong quá trình hình thành sinh quyển, có sự tham gia tích cực của các yếu tố bên ngoài như năng lượng Mặt Trời, sự nâng lên và hạ xuống của vỏ Trái Đất, các quá trình tạo núi, băng hà,... Các cơ chế xác định tính thống nhất và sự toàn vẹn của sinh quyển là sự di truyền và tiến hoá của thế giới sinh vật, vòng tuần hoàn sinh địa hoá của các nguyên tố hoá học, vòng tuần hoàn nước tự nhiên. Sinh quyển tồn tại trên Trái Đất trong mối cân bằng động.

### **7.1.2. Nguồn gốc của sinh quyển và quá trình phát triển sinh quyển trên Trái Đất**

Chi tiết về nguồn gốc sự sống nói chung và sinh quyển nói riêng trên Trái Đất vẫn chưa được khám phá hết, tuy nhiên, để tồn tại sự sống cần

phải có các điều kiện nhất định: nhiệt độ, nước và khí oxi. Một số nhà khoa học tin rằng, sự sống, hay ít nhất là các thành phần hữu cơ, có thể đã tới Trái Đất từ vũ trụ; tuy vậy, những cơ cấu theo đó sự sống có thể được phát sinh, có lẽ tương tự với sự sống có nguồn gốc trên Trái Đất. Đa số các nhà khoa học tin rằng, sự sống có nguồn gốc Trái Đất, nhưng thời gian của sự kiện này rất khác biệt, có lẽ là vào khoảng 4 tỉ năm trước.

Vì một lý do chưa xác định, trong sự hoạt động hóa học mạnh mẽ thời kỳ đầu của Trái Đất, một phân tử ADN (hay thậm chí là một thứ gì khác) đã có khả năng tự phân chia thành các bản sao của chính nó. Bản chất của phân tử này vẫn còn chưa được biết tới, từ đó các chức năng của nó được truyền lại cho các thế hệ bản sao về sau. Khi tự mô phỏng, bản sao không phải bao giờ cũng thể hiện chính xác tương tự như thế hệ trước: một số bản sao có chứa "lỗi". Nếu sự thay đổi tiêu diệt khả năng tự mô phỏng của phân tử, thì nó sẽ mất đi, và con đường phát triển bị "tắt ngấm". Nếu không, một số thay đổi hiếm hoi sẽ làm cho phân tử được mô phỏng và được tái tạo một cách nhanh chóng hơn và với khả năng tốt hơn: những "dòng dõi" đó sẽ trở nên đông đảo và "thành công" hơn. Nhiều kiểu phát triển khác nhau đã được đưa ra nhằm giải thích tại sao một bản sao lại có thể phát triển hơn. Nhiều bản sao đã được thử nghiệm, gồm cả các hóa chất hữu cơ như các protein hiện đại của các acid nucleic, phospholipid, crystal, hay thậm chí các hệ lượng tử. Hiện nay, không có phương pháp nào có thể xác định kiểu nào trong số các kiểu trên, nếu có, là tương thích nhất với nguồn gốc sự sống trên Trái Đất.

Một trong những lý thuyết trước kia – lý thuyết đã được chứng minh là có tính đúng đắn, sẽ được đem ra làm ví dụ về việc tại sao quá trình này có thể xảy ra. Năng lượng cao từ các núi lửa, sét,... có thể làm cho các phản ứng hóa học tạo ra nhiều phân tử phức tạp hơn từ các hợp chất đơn giản như methan và amoniắc. Trong số chúng có nhiều hợp chất đơn giản là những nguyên tố cơ bản của sự sống. Khi số lượng của những nguyên tố đó tăng lên, các phân tử khác nhau phản ứng lẫn nhau. Thỉnh thoảng, các phân tử phức tạp hơn có thể tạo thành các cơ thể sống, tạo ra một tổ chức để tập hợp và tập trung các vật chất hữu cơ. Tất cả tiếp diễn trong một thời gian dài, với các phản ứng thường ít xảy ra ngẫu nhiên, tới khi nó may mắn tạo nên một phân tử mới. Nó có tính chất kỳ dị thúc đẩy các phản ứng hóa học tạo thành bản sao của chính nó, và quá trình tái tạo thực sự bắt đầu. Các lý thuyết khác đưa ra các kiểu tái tạo khác. Trong bất kỳ trường hợp nào, ADN đều chiếm vai trò chức năng của các phân tử tái tạo; tất cả các hình thức sự sống từng được biết (ngoại trừ một số loại virus) hầu hết sử dụng ADN làm hình thức tái tạo.

Sự sống hiện đại có nguyên liệu tái tạo được đóng gói gọn trong một tế bào sống. Tìm hiểu nguồn gốc màng tế bào dễ dàng hơn so với việc tìm hiểu nguồn gốc chất tái tạo, bởi vì các phân tử photpholipit tạo thành màng tế bào thường ở dạng tự sinh khi được đặt trong nước. Thuyết phổ biến nhất cho rằng chất tái tạo ARN cùng bộ máy tái tạo của nó và có lẽ cả các phân tử sinh học (biomolecules) khác đã tham gia vào quá trình. Các tế bào phân tử ban đầu có lẽ đã vỡ ra khi chúng phát triển quá lớn; những thứ bên trong có lẽ đã xâm lấn sang các "bong bóng" khác. Các protein làm ổn định màng, sau này giúp quá trình phân chia có trật tự, đã thúc đẩy quá trình tăng trưởng của các tế bào đó. ARN cũng có thể là ứng cử viên của một chất tái tạo ban đầu, bởi vì nó vừa có thể lưu giữ thông tin di truyền, vừa làm chất xúc tác cho các phản ứng. Ở một số mặt, ADN đã chiếm giữ vai trò lưu giữ di truyền của ARN, và các protein được gọi là enzym chiếm vai trò xúc tác để ARN chuyển thông tin và điều chỉnh quá trình này. Ngày càng có nhiều người tin rằng, những tế bào ban đầu đó có thể đã tham gia cùng với các chất thoát ra từ miệng núi lửa dưới đáy biển được gọi là "black smoker". Tuy nhiên, mọi người tin rằng trong vô số những tế bào hay những tiền tế bào này chỉ có một còn sống sót. Những bằng chứng hiện nay cho thấy, vị tổ tiên của thế giới đã sống trong buổi đầu thời kỳ Archean, có lẽ khoảng 3,5 tỉ năm trước. Tế bào này là tổ tiên của mọi tế bào và vì thế là tổ tiên của mọi sự sống trên Trái Đất. Có lẽ nó là một tế bào đặc biệt, có một màng tế bào và có lẽ có cả ribosom, nhưng không có nhân. Giống như mọi tế bào hiện đại, nó sử dụng ADN làm mã di truyền, ARN để trao đổi thông tin và tổng hợp protein, và các enzym làm xúc tác cho phản ứng. Một số nhà khoa học tin rằng, tế bào này không chỉ là một cá thể duy nhất mà là một số lượng các sinh vật trao đổi gen. Có lẽ tất cả các tế bào ban đầu đều sử dụng những phân tử hữu cơ (kể cả từ những tế bào khác) như nguyên liệu sống và một nguồn năng lượng.

Vì nguồn cung cấp dinh dưỡng hạn chế, một số tế bào đã phát triển cách thức hấp thụ dinh dưỡng mới. Thay vì dựa vào số lượng các phân tử hữu cơ tồn tại tự do đang ngày càng giảm sút, chúng hấp thụ ánh sáng Mặt Trời như một nguồn năng lượng. Các con số ước lượng được đưa ra không đồng nhất, nhưng vào khoảng 3 tỉ năm trước, một thứ tương tự như sự sống hiện đại ngày nay có lẽ đã bắt đầu phát triển. Việc này khiến không chỉ thực vật mà cả sinh vật dị dưỡng lợi dụng được năng lượng Mặt Trời. Quang hợp sử dụng  $\text{CO}_2$  và nước vốn rất phong phú cùng với năng lượng từ ánh sáng Mặt Trời để sản xuất những phân tử hữu cơ giàu năng lượng. Ngoài ra, khí oxi được sản xuất như một phế phẩm của quá trình quang hợp. Đầu tiên nó liên kết với sắt, và những chất khoáng khác, nhưng khi số lượng tất cả các khoáng chất sử dụng tăng lên, oxi bắt đầu tích tụ trong khí

quyển. Dù mỗi tế bào chỉ sản xuất ra một lượng oxi nhỏ, tổng các quá trình trao đổi chất của nhiều tế bào sau thời gian dài đã biến khí quyển Trái Đất trở thành tình trạng như hiện nay. Đây là thời kỳ khí quyển thứ ba của Trái Đất. Một số oxi phản ứng để hình thành nên ozon, tạo thành một lớp nằm ở phần trên cùng của khí quyển. Tầng ozon đã hấp thụ, và vẫn đang hấp thụ, một lượng lớn bức xạ cực tím mà trước kia có thể xuyên qua khí quyển. Điều này cho phép các tế bào di chuyển lên bề mặt đại dương và cuối cùng là đất liền. Nếu không có tầng ozon, bức xạ cực tím sẽ đi tới bề mặt Trái Đất và gây ra tình trạng biến đổi lớn cho các tế bào. Các hình thái sự sống thích nghi được đã tồn tại và phát triển, và một số đã phát triển khả năng sử dụng oxi để tăng cường sự trao đổi chất và hấp thụ được nhiều năng lượng hơn từ cùng loại thực phẩm. Sự tích tụ khí oxi trong khí quyển Trái Đất dẫn tới việc hình thành ozon, tạo nên một lớp ngăn chặn tia cực tím trong tia sáng Mặt Trời. Vì thế, các sinh vật đơn bào đi lên mặt đất sẽ có cơ hội sống sót cao hơn, các sinh vật chưa có nhân đã bắt đầu sinh sôi và trở nên thích ứng tốt hơn với môi trường sống bên ngoài đại dương. Có lẽ các sinh vật chưa có nhân đã chinh phục mặt đất ngay từ 2,6 tỉ năm trước, thậm chí trước cả khi sinh vật có nhân chuẩn xuất hiện. Trong một thời gian dài, lục địa vẫn là nơi không thể sinh sống đối với các sinh vật đa bào.

Cá là động vật có xương xuất hiện đầu tiên tại các đại dương từ khoảng 530 triệu năm trước. Nhiều triệu năm trước, thực vật (có lẽ giống với tảo) và nấm bắt đầu mọc trên rìa mặt nước, sau đó tách hẳn khỏi mặt nước lên đất liền. Những hóa thạch nấm và thực vật cổ nhất trên đất liền có niên đại từ 480 – 460 triệu năm trước, dù bằng chứng phân tử cho thấy nấm có thể đã xâm chiếm đất liền ngay từ 1 tỉ năm trước và thực vật là 700 triệu năm. Ban đầu chúng vẫn ở gần mặt nước, các sự kiện đột biến và biến thể khiến chúng ngày càng xâm chiếm sâu hơn vào môi trường mới. Thời gian những động vật đầu tiên rời đại dương hiện vẫn chưa được biết chính xác, có bằng chứng sớm nhất khoảng 450 triệu năm trước, có lẽ chúng đã phát triển và trở nên thích nghi với môi trường nhờ vào nguồn thực phẩm phong phú từ các loài thực vật trên đất liền. Cũng có một số bằng chứng chưa được xác nhận cho rằng những động vật chân đốt có thể đã xuất hiện đầu tiên trên mặt đất ngay từ 530 triệu năm trước.

Khoảng 380 – 375 triệu năm trước, những động vật bốn chân đầu tiên xuất hiện từ loài cá. Nhiều người cho rằng, có lẽ các vây đã phát triển thành chi cho phép những động vật bốn chân đầu tiên nhấc cao đầu khỏi mặt nước để hít thở không khí. Điều này giúp chúng sống được ở những vùng nước ít oxi hay đuổi theo những con mồi nhỏ vào trong vùng nước nông. Có thể sau này chúng đã tiến vào đất liền trong những khoảng thời

gian ngắn. Cuối cùng, một số loài trở nên thích ứng tốt đến mức chấp nhận cuộc sống trên mặt đất và toàn bộ thời gian trưởng thành chúng đều sống trên đất liền, dù chúng sinh sản trong nước và quay lại đó để đẻ trứng. Đây là nguồn gốc của các loài lưỡng cư. Khoảng 365 triệu năm trước, một giai đoạn tuyệt chủng khác đã diễn ra, có lẽ là do sự lạnh đi toàn cầu. Thực vật tiến hóa thêm hạt, giúp chúng tiến sâu hơn rất nhiều vào đất liền (khoảng 360 triệu năm trước). Khoảng 20 triệu năm sau, quá trình tiến hóa đã cho phép trứng được ấp trên đất liền, chắc chắn đó là một lợi thế tồn tại cho phôi của loài động vật bốn chân. Điều này dẫn tới sự phân nhánh động vật có màng ối ra khỏi động vật lưỡng cư. 30 triệu năm sau nữa, sự phân nhánh giữa Synapsida (các loài động vật có vú) với Sauropsida (các loài chim và những loài không bay hay không phải là động vật có vú) diễn ra.

Tất nhiên, những nhóm sinh vật khác tiếp tục tiến hóa và phân nhánh thành cá, côn trùng, vi khuẩn và các loài khác, nhưng chúng ta không có nhiều thông tin chi tiết như các loài trên. 300 triệu năm trước, siêu lục địa gần đây nhất hình thành, được gọi là Pangaea. Sự tuyệt chủng sinh vật lớn nhất cho tới nay diễn ra 250 triệu năm trước, ở khoảng thời gian phân tách giữa kỷ Permian và Trias; 95% các loài sinh vật trên Trái Đất biến mất. Nhưng sự sống vẫn tồn tại, khoảng 230 triệu năm trước, các loài bắt đầu chia tách khỏi tổ tiên bò sát của chúng. Một cuộc tuyệt chủng xảy ra giữa hai kỷ Trias và Jura 200 triệu năm trước nhưng không ảnh hưởng nhiều tới loài khủng long, chúng nhanh chóng chiếm vai trò thống trị trong số động vật có xương sống. Dù một số loài có vú cũng bắt đầu phân chia tương tự trong thời gian này, các loài có vú thời đó có lẽ đều nhỏ như chuột ngày nay. 180 triệu năm trước, Pangaea vỡ thành Laurasia và Gondwana. Sự xuất hiện loài chim thường được xem là bắt đầu từ loài khủng long bay và không bay *Archaeopteryx* vào khoảng 150 triệu năm trước. Bằng chứng sớm nhất về tiến hóa thành các loài có hoa là ở thời kỳ Creta, khoảng 20 triệu năm sau (132 triệu năm trước). Cuộc cạnh tranh với những loài chim khiến nhiều loài tuyệt chủng, và những con khủng long có lẽ cũng đã ở thời kỳ suy thoái vì một số nguyên nhân. 65 triệu năm trước, một thiên thạch đường kính 10km dường như đã đâm vào Trái Đất ngay ngoài khơi Yukatan (Bắc Mỹ), tung một lượng lớn vật chất và hơi nước lên không trung, che khuất ánh sáng Mặt Trời, ngăn cản quang hợp. Đa số các loài động vật lớn, gồm cả những loài khủng long không bay bị tuyệt chủng. Sau đó, ở thời kỳ Paleogen, các loài động vật có vú nhanh chóng phân chia, trở nên lớn hơn và chiếm vai trò thống trị trong số các động vật có xương sống. Có lẽ vài triệu năm sau (khoảng 63 triệu năm trước), động vật linh trưởng đã có mặt trên mặt đất. Tới cuối thời kỳ Eocen, 34 triệu năm trước, một số loài động vật có vú trên mặt đất đã quay trở về biển để trở thành các loài

động vật như cá heo và cá voi. Nguồn gốc loài người thường gắn với một loài khỉ họ người đã xuất hiện ở Châu Phi khoảng 6 triệu năm trước đây. Chỉ hai nhánh trong loài khỉ họ người này có hậu duệ tồn tại tới ngày nay. Ngay sau khi phân nhánh, vì các lý do hiện còn chưa được xác định, các giống khỉ họ người trong một nhánh đã phát triển khả năng đứng thẳng, kích thước não tăng nhanh chóng. Hai triệu năm trước đây, những động vật đầu tiên được xếp loại, con người đã xuất hiện. Cùng khoảng thời gian này, nhánh kia chia thành các tổ tiên của các loài tinh tinh và loài linh trưởng hiện đại khác.

Sự gia tăng số lượng các loài sinh vật được D.P. Phixuenco tính toán, minh họa trên số liệu của các loài thực vật theo thời gian địa chất (bảng 7.1).

**Bảng 7.1.** Sự gia tăng số lượng các loài thực vật theo thời gian địa chất

TT	Thời kỳ địa chất (kỷ)	Thời gian cách đây (triệu năm)	Số lượng loài
1	Silua	440	1
2	Devon	405	21
3	Carbon	350	60
4	Đá phấn	195	100
5	Paleogen	67	308
6	Neogen	30	344
7	Hiện nay	—	265.000

### 7.1.3. Tiến hoá của sinh quyển

Bức tranh về sinh quyển và sự phát triển của nó đã được các nhà khoa học trên thế giới quan tâm nghiên cứu. Vào cuối thế kỷ XVIII, nhiều nhà tự nhiên học cho rằng, lịch sử tiến hóa của sinh vật gắn liền với lịch sử tiến hóa của Trái Đất. Tuy nhiên, chỉ có Jean Baptiste Lamarck (1744 – 1829) là người đã phát triển một học thuyết tương đối hoàn chỉnh về sự tiến hóa của sinh vật. Ông thu thập và phân loại các động vật không xương sống tại Viện Bảo tàng Lịch sử tự nhiên ở Paris. Bằng cách so sánh những loài còn sống với các dạng hóa thạch, Lamarck thấy rằng, có sự biến đổi theo trình tự thời gian từ các hóa thạch cổ đến các hóa thạch trẻ hơn, dẫn đến các loài hiện tại (các dạng phức tạp hơn xuất phát từ các dạng đơn giản). Lamarck công bố học thuyết tiến hóa của ông vào năm 1809: không còn nghi ngờ gì nữa, tạo hóa tạo ra mọi vật từng tí một và nối tiếp nhau trong thời gian vô hạn định. Quan niệm của Lamarck về nguyên nhân tiến hóa có thể tóm tắt như sau: một tính trạng có thể thu nhận được thông qua việc sử dụng thường xuyên, và có thể mất đi khi không được sử dụng; một tính trạng tập nhiễm (tính trạng thu được do thường xuyên sử dụng) có thể di truyền từ thế hệ này sang thế hệ khác; trong quá trình tiến hóa, sinh vật phát triển



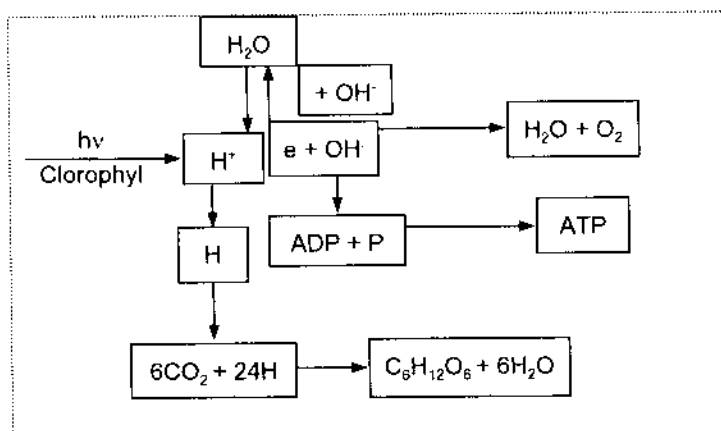
theo hướng ngày càng phức tạp; một lực siêu hình trong tự nhiên luôn luôn thúc đẩy quá trình tiến hóa hướng tới sự hoàn thiện. Nhà tự nhiên học vĩ đại Darwin (1809 – 1882) đưa ra học thuyết tiến hóa bằng chọn lọc tự nhiên dựa trên ba sự kiện: (1) Khả năng sinh sản to lớn trong tự nhiên. Ví dụ: một con cá hồi đẻ từ 3 đến 5 triệu trứng, một con sò đẻ 60 triệu trứng, thậm chí voi là một động vật sinh đẻ chậm cũng có khả năng sinh sản khổng lồ. (2) Mặc dù số lượng cá thể của mỗi loài có xu hướng gia tăng theo cấp số nhân, số lượng cá thể của loài được duy trì tương đối ổn định. Từ hai sự kiện trên, Darwin đã đưa đến một kết luận đấu tranh sinh tồn (struggle for existence) là quy luật tự nhiên để duy trì sự sống sót của các cá thể và loài sinh vật. Như vậy, có một sự đấu tranh để sinh tồn giữa hàng triệu cá thể con được sinh ra từ một loài cá (giữa cá lớn và cá bé cùng loài) và giữa các loài cá khác nhau sống trong cùng một vùng cư trú. (3) Những biến dị cá thể xảy ra trong loài. Thật vậy, có vô số biến dị giữa các cá thể trong cùng một loài. Mặc dù thoát nhìn thì tất cả các con bò trong một đàn đều giống nhau, nhưng nếu quan sát kỹ sẽ thấy những biến dị cá thể về hình dạng, kích thước, màu lông, tính nết,... Từ sự kiện này, Darwin đã đưa ra một kết luận thứ hai quan trọng hơn: sự sống sót của các dạng thích nghi nhất xảy ra dưới tác dụng của chọn lọc tự nhiên. Trong các cá thể biến dị của một quần thể, những cá thể nào có các tính trạng thích nghi nhất với môi trường sẽ có nhiều cơ hội sống sót và sinh sản, con cái cũng mang những đặc điểm biến dị đó. Ngoài ra, ông còn cho rằng, tất cả các động vật tương tự nhau phải tiến hóa từ một tổ tiên chung và tất cả các sinh vật phải tiến hóa từ một vài hoặc một tổ tiên chung đã sống cách đây nhiều triệu năm.

## 7.2. VAI TRÒ VÀ CHỨC NĂNG CỦA SINH QUYỂN

### 7.2.1. Quang hợp và hô hấp

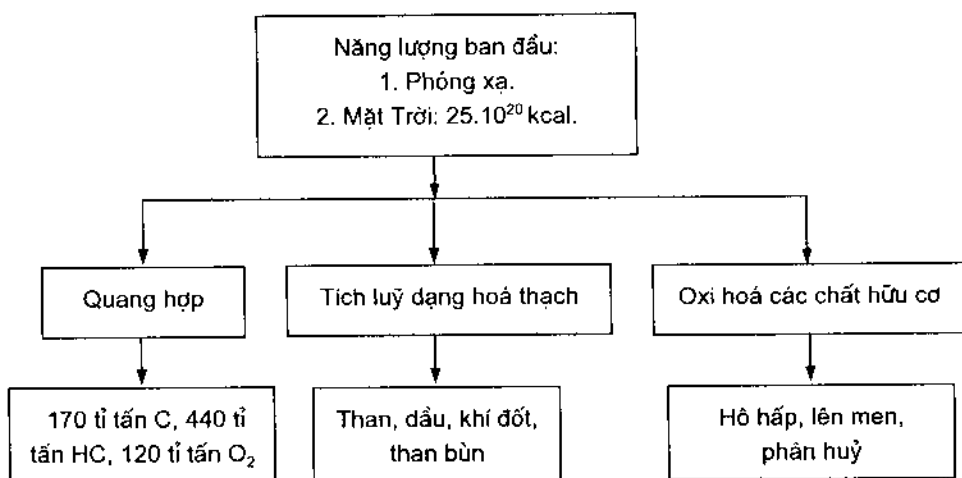
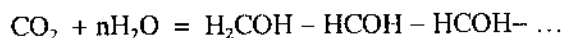
Quang hợp và hô hấp là hai khía cạnh của quá trình chuyển hóa năng lượng bên trong sinh vật và trong sinh quyển. Dưới góc độ nhiệt động học, quang hợp là quá trình giảm entropy của hệ sinh thái, nhằm tạo ra các hợp chất hữu cơ phức tạp từ các hợp chất hoá học đơn giản là  $\text{CO}_2$  và  $\text{H}_2\text{O}$  dưới tác động của ánh sáng Mặt Trời. Ngược lại, hô hấp là quá trình làm tăng entropy của hệ sinh thái do sự phân huỷ hợp chất hữu cơ thành  $\text{CO}_2$  và  $\text{H}_2\text{O}$ . Do vậy, để quá trình quang hợp xảy ra, cần có năng lượng từ bên ngoài, đó là năng lượng Mặt Trời. Lịch sử địa chất đã chứng minh rằng, quang hợp xuất hiện trước khi có sự xuất hiện hô hấp bằng không khí. Vào thời điểm tiến hoá sơ khai của sự sống, khí quyển của Trái Đất chứa rất ít oxi hoặc hoàn toàn không có oxi tự do. Các sinh vật lúc bấy giờ lấy năng

lượng sống từ các phản ứng tỏa nhiệt khác. Một số vi khuẩn yếm khí ngày nay đang tiếp tục hoạt động theo các cơ chế đó. Ví dụ, vi khuẩn nitơ lấy năng lượng bằng cách phân huỷ muối nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) thành muối nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) hoặc  $\text{N}_2$ . Các loại khác chuyển muối sunfat canxi thành sunfua hidro ( $\text{H}_2\text{S}$ ), hoặc biến đổi hợp chất hữu cơ thành khí metan ( $\text{CH}_4$ ).



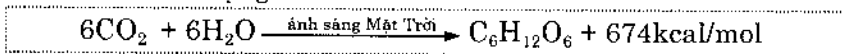
Hình 7.8. Cơ chế của quá trình quang hợp

Quang hợp là tổ hợp phức tạp của các phản ứng khác nhau về bản chất. Trong quá trình này xảy ra sự tái tạo các mối liên kết trong các phân tử  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , từ các mối liên kết kiểu carbon - oxi và hidro - oxi, xuất hiện một kiểu liên kết mới carbon - hidro và carbon - carbon:



Hình 7.9. Sơ đồ dòng năng lượng do quang hợp trong sinh quyển

Kết quả các biến đổi trên đã xuất hiện phân tử carbon là nguồn tích lũy năng lượng trong tế bào. Phương trình tổng quát quá trình quang hợp, có thể biểu diễn dưới dạng:



Cơ chế của quá trình quang hợp có thể tóm tắt trong sơ đồ hình 7.8.

Chu trình tuần hoàn của dòng năng lượng trong sinh quyển tính trong một năm được minh họa trong sơ đồ hình 7.9.

### 7.2.2. Phân huỷ sinh học

Phân huỷ sinh học được hiểu là quá trình biến đổi sinh khối thành các chất đơn giản hơn ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,...) dưới tác động của sinh vật (chủ yếu là vi sinh vật, nấm), enzym và các yếu tố môi trường. Trong đó, phân huỷ sinh học yếm khí là quá trình có ý nghĩa lớn đối với môi trường. Phân huỷ sinh học yếm khí gồm một chuỗi quá trình vi sinh học chuyển hoá các hợp chất hữu cơ thành khí  $\text{CH}_4$ . Quá trình tạo khí  $\text{CH}_4$  là một hiện tượng thông thường trong một số môi trường tự nhiên khác nhau, như băng sơn, các lớp trầm tích, đầm lầy, dạ dày các loài ăn cỏ hay ở các giếng dầu. Quá trình hình thành khí  $\text{CH}_4$  của vi sinh tự nhiên được phát hiện từ hơn một thế kỷ trước. Các vi sinh liên quan đến quá trình hiếu khí, yếm khí hầu hết đều từ vi khuẩn.

Có bốn nhóm vi khuẩn liên quan đến chuyển hóa các chất phức hợp thành những phân tử đơn giản như  $\text{CH}_4$  và  $\text{CO}_2$ . Những nhóm vi khuẩn này hoạt động trong mối quan hệ đồng bộ, nhóm này phải thực hiện việc trao đổi chất của nó trước khi chuyển phần việc còn lại cho nhóm khác,...

**Nhóm 1. Vi khuẩn thủy phân:** Vi khuẩn yếm khí cắt vỡ các hợp chất hữu cơ phức hợp (protein, cellulose, gỗ và mỡ) thành các đơn phân tử dễ hoà tan như: axit amin, gluco, axit béo và glycerin. Các đơn phân tử này sẵn sàng làm thức ăn cho nhóm vi khuẩn kế tiếp. Sự thủy phân các phân tử phức hợp được xúc tác bởi các enzym cellulose phụ trội như: cellulases, proteases và lipases. Tuy nhiên, giai đoạn thủy phân này tương đối chậm và có thể bị giới hạn trong quá trình phân huỷ chất thải yếm khí như chất thải cellulose thủy phân thô, có chứa chất gỗ.

**Nhóm 2. Vi khuẩn tạo axit lên men:** Nhóm vi khuẩn tạo axit (acidogenic) chuyển đường, axit amin, axit béo thành những axit hữu cơ (acetic, propionic, formic, lactic, butyric, succinic), rượu và các ketone (ethanol, methanol, glycerol, acetone), acetate,  $\text{CO}_2$ , và  $\text{H}_2$ . Acetate là sản phẩm chính của quá trình lên men carbon hidrat. Các sản phẩm tạo ra thay đổi tùy theo loại vi khuẩn cũng như điều kiện nuôi cấy (nhiệt độ, độ pH, khả năng oxi hóa và khử oxi).

*Nhóm 3. Vi khuẩn tạo aceton:* Chuyển các axit béo (propionic và butyric), rượu thành acetate, hidro và  $\text{CO}_2$ , những chất này sẽ được sử dụng bởi nhóm vi khuẩn tạo  $\text{CH}_4$ . Nhóm này đòi hỏi nồng độ hidro thấp để chuyển hoá các axit béo và do đó cần phải theo dõi sát nồng độ hidro. Dưới điều kiện nồng độ hidro cục bộ cao, sự tạo thành acetate giảm và chất nền sẽ chuyển thành axit propionic, butyric và ethanol thay vì  $\text{CH}_4$ .

*Nhóm 4. Vi khuẩn tạo khí  $\text{CH}_4$ :* Sự phân huỷ chất hữu cơ trong môi trường sẽ thải vào khí quyển khoảng 500 – 800 triệu tấn  $\text{CH}_4$  mỗi năm, tương ứng 0,5% chất hữu cơ tạo ra từ quang hợp. Trong tự nhiên, vi khuẩn tạo  $\text{CH}_4$  khó tính này thường có ở các lớp bùn trầm tích hoặc trong dạ dày của các loài ăn cỏ. Nhóm này được tạo thành bởi các vi khuẩn gram âm và gram dương với các hình dạng khác nhau. Các vi sinh tạo  $\text{CH}_4$  sinh trưởng chậm trong nước thải, chu kỳ sinh có thể từ 2 ngày ở  $35^\circ\text{C}$  cho đến 50 ngày ở  $10^\circ\text{C}$ . Khoảng 2/3  $\text{CH}_4$  được tạo ra từ sự chuyển hoá acetate của nhóm vi khuẩn này, 1/3 còn lại là do sự giảm  $\text{CO}_2$  tạo ra bởi hidro.

Để tạo ra ethanol từ cellulose, các nhà nghiên cứu trên thế giới đang sử dụng các enzym do nấm tạo ra để phân huỷ chất cellulose từ các phần sợi của cây, như thân cây, thành đường. Sau đó, họ lên men loại đường này. Còn đối với phương pháp sản xuất ethanol truyền thống, men được sử dụng để phân huỷ đường từ các phần chứa tinh bột của cây, như hạt ngô. Hiện nay, phân huỷ yếm khí và sử dụng enzym, kết hợp với các quá trình vật lý và hoá học khác đang được ứng dụng rộng rãi trong các ngành công nghiệp sản xuất thực phẩm, thức ăn gia súc, đặc biệt là nhiên liệu sinh học.

Theo Mark Emalfarb, Chủ tịch hãng Dyadic International Inc tại Florida, nấm là những kẻ ăn xác thối trong tự nhiên. Chúng phân huỷ cellulose. Các loại nấm mà hãng Dyadic sử dụng để làm mềm và sáng quần áo bò màu xanh có thể phân huỷ thân cây ngô, bã mía, mảnh gỗ nhỏ, cỏ và rơm thành nhiên liệu. Chính phủ Mỹ ước tính, hiện nước này có hơn 1 tỉ tấn chất thải nông, lâm nghiệp. Lượng phế thải này có tiềm năng tạo ra chừng 300 tỉ tấn ethanol, đáp ứng khoảng 1/3 nhu cầu xăng dầu ở Mỹ. Brazil đã giảm mạnh lượng dầu nhập khẩu từ Trung Đông bằng cách mở rộng chương trình sản xuất ethanol bằng phương pháp thông thường. Nếu có thể chuyển đổi gen của nấm và vi khuẩn để chúng phân huỷ bã mía, nước này thậm chí không phải phụ thuộc vào nguồn dầu mỏ nội địa. Glenn Nedwin, Chủ tịch công ty sản xuất enzym Novozymes của Đan Mạch, cho biết, giá hiện tại của ethanol sản xuất từ cellulose vẫn còn cao, chừng 2 – 3 USD/galon (3,78 lít) so với 1,07 USD/galon đối với ethanol bình thường. Tuy nhiên, khi các nhà máy thương mại đầu tiên được xây dựng và quy trình sản xuất được hoàn thiện, giá thành sẽ nhanh chóng được hạ thấp. Dự kiến

nhà máy đầu tiên sản xuất ethanol thương mại từ cellulose sẽ đi vào hoạt động trong năm 2006 tại Tây Ban Nha, do công ty SunOpta sở hữu. Còn hãng Iogen dự định xây dựng một nhà máy thương mại trị giá 350 triệu USD tại vùng Trung Tây nước Mỹ hoặc Canada vào năm 2007.

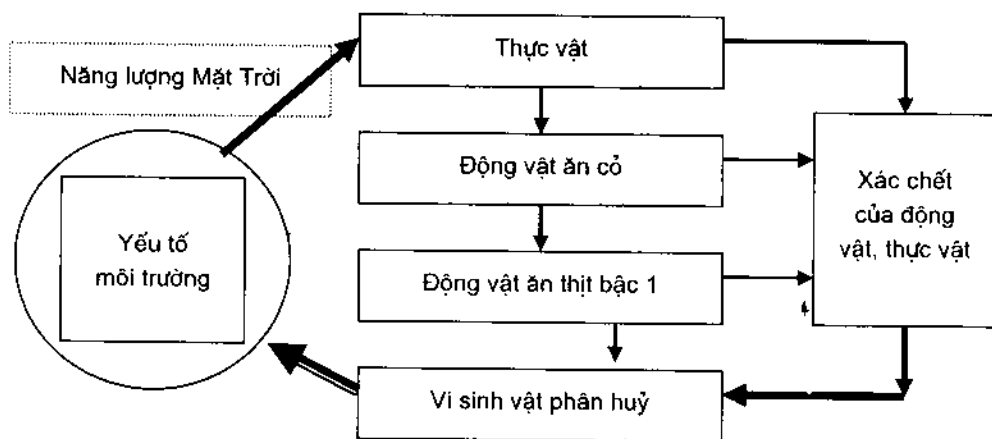
### 7.2.3. Tương tác giữa sinh quyển với khí quyển và thủy quyển

Tương tác này được thực hiện thông qua các chu trình sinh địa hoá, cũng như vòng tuần hoàn của nước trong tự nhiên.

Sinh quyển thực hiện vai trò điều khiển các chu trình tuần hoàn sinh địa hoá của các nguyên tố hoá học trên bề mặt Trái Đất, giữ cho chất lượng các thành phần môi trường Trái Đất luôn ở trạng thái ổn định. Các chu trình chủ yếu đó bao gồm: chu trình carbon hữu cơ, chu trình nitơ, chu trình photpho, chu trình nước,...

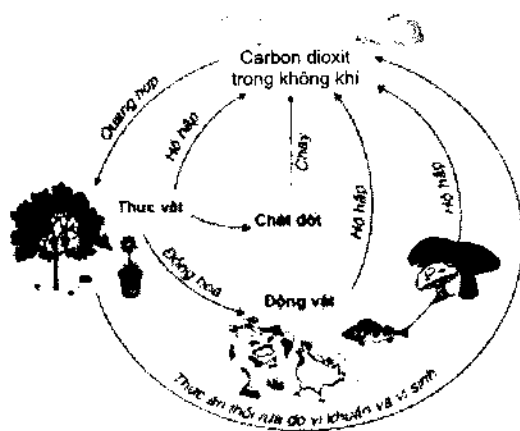
Chu trình sinh địa hóa (hay vòng tuần hoàn vật chất) là chu trình vận chuyển các chất vô cơ trong hệ sinh thái từ môi trường xung quanh chuyển vào cơ thể sinh vật, rồi từ cơ thể sinh vật chuyển trở lại môi trường. Khác với sự chuyển hóa khối lượng, năng lượng giảm đi khi qua các bậc dinh dưỡng, trong chu trình sinh địa hóa, khối lượng vật chất được bảo toàn. Do đó, trong chu trình sinh địa hóa, vòng tuần hoàn vật chất là khép kín, còn năng lượng vận chuyển theo dòng là hở. Chu trình tuần hoàn sinh địa hóa của các nguyên tố hóa học được chia làm 2 loại: các chu trình sinh địa hóa chủ yếu: C, P, N, S; các chu trình của các nguyên tố thứ yếu còn lại.

Sơ đồ chung của chu trình sinh địa hoá trong sinh quyển nói chung và hệ sinh thái nói riêng có thể trình bày bằng sơ đồ tổng quát trên hình 7.10.



Hình 7.10. Sơ đồ chu trình sinh địa hoá tự nhiên của sinh quyển

Chu trình carbon bắt đầu từ  $\text{CO}_2$  của khí quyển được thực vật quang hợp biến thành chất hữu cơ. Chất hữu cơ được động vật ăn cỏ tiếp nhận chuyển vào động vật ăn thịt bậc tiếp theo, một phần bị hô hấp trở lại khí quyển, phần còn lại có thể tích lũy trong thạch quyển biến thành nhiên liệu hoá thạch. Việc sử dụng nhiên liệu hoá thạch lại đưa  $\text{CO}_2$  trở lại khí quyển. Khối lượng carbon trong sinh quyển được ước lượng và trình bày trong bảng 7.2



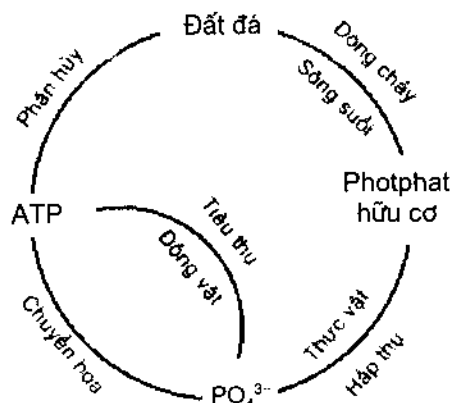
Hình 7.11. Sơ đồ chu trình carbon

Bảng 7.2. Khối lượng carbon trong sinh quyển

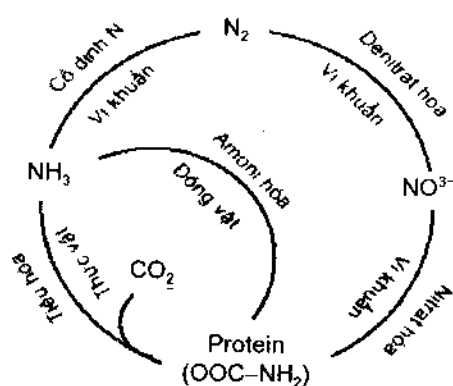
– Khí quyển	692
– Nước đại dương	35.000
– Trong trầm tích	> 10.000.000
– Cơ thể sinh vật	3.432 (đang sống: 529; chết: 1.840)
– Nhiên liệu hóa thạch	> 5.000
+ Tổng carbon hữu cơ	8.432
+ Tổng carbon vô cơ	10.035.692

Chu trình photpho bắt đầu từ P nằm trong khoáng sản apatit và photphorit chuyển thành phân lân sử dụng trong hoạt động canh tác nông nghiệp. P di chuyển từ thực vật vào động vật, giải phóng vào môi trường đất và nước dưới dạng hợp chất photphat hoà tan.

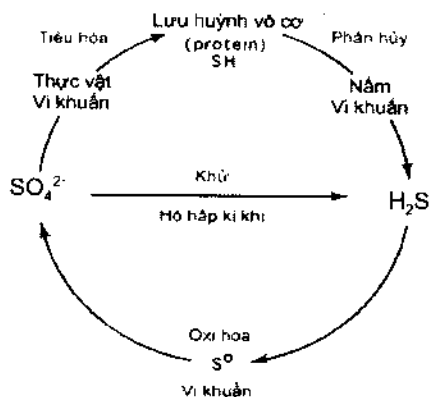
Chu trình nitơ (N) bắt đầu từ N của khí quyển được các vi khuẩn cố định N chuyển vào đất và nước, hoặc được con người đưa vào canh tác nông nghiệp dưới dạng phân bón nitơ. Từ đó N đi vào chất hữu cơ, tích lũy trong thực vật, chuyển vào động vật, thức ăn của con người. Một phần N sẽ bị trả lại môi trường không khí, phần khác hoà tan trong nước và đất.



Hình 7.12. Chu trình photpho



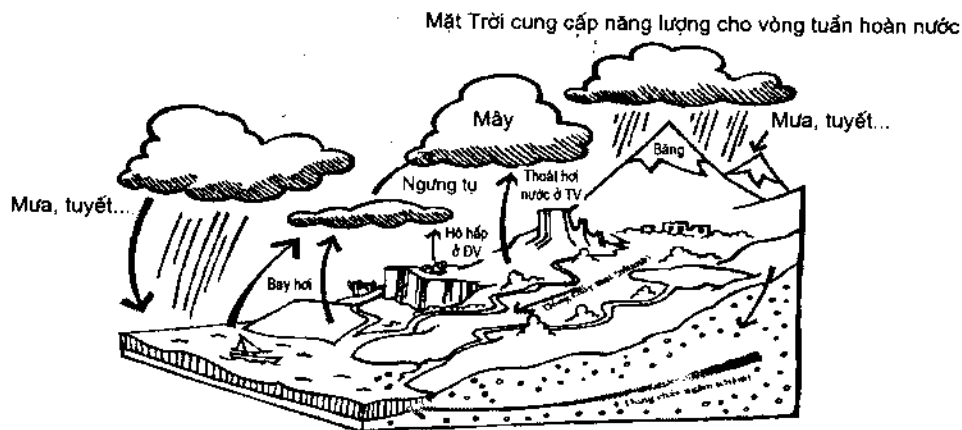
Hình 7.13. Chu trình nitơ



Hình 7.14. Chu trình lưu huỳnh

Chu trình lưu huỳnh (S) bắt nguồn từ  $\text{SO}_2$  trong không khí và các hợp chất chứa S trong đất và nước. S tích lũy trong sinh khối thực vật, chuyển vào sinh khối động vật và một phần quay trở lại thạch quyển.

Vòng tuần hoàn nước trong tự nhiên có vai trò quan trọng trong liên kết các quyển của Trái Đất. Hơi nước bốc lên từ biển và đại dương tạo thành mây trong khí quyển. Khi vào trong đất liền tạo hơi nước chuyển thành mưa và tuyết rơi xuống bề mặt Trái Đất, cung cấp nước cho thực vật, đồng thời tạo thành dòng chảy mặt và nước ngầm chảy xuống hạ lưu. Trên đường đi, các dòng chảy mặt lúc này là suối và sông bào mòn và rửa trôi các chất dinh dưỡng và vật liệu mịn, mang chúng tới các lưu vực nước đứng và biển. Thủy quyển có lượng hơi nước trung bình chiếm 0,001% khối lượng trong khí quyển; 0,002% trong sinh quyển và 0,00007% dưới dạng nước mặt trong sông, suối. Tổng khối lượng nước mưa trên toàn Trái Đất khoảng  $105.000\text{km}^3/\text{năm}$ . Sơ đồ vòng tuần hoàn nước trong tự nhiên được minh họa ở hình 7.15.



Hình 7.15. Vòng tuần hoàn nước trong tự nhiên

### **CÂU HỎI ÔN TẬP**

1. Trình bày khái niệm sinh quyển, sinh đới và hệ sinh thái.
2. Trình bày các mốc lớn trong lịch sử phát triển và tiến hoá của sinh quyển.
3. Trình bày bản chất và chức năng của quá trình quang hợp.
4. Phân biệt quan niệm hô hấp và phân huỷ sinh học.
5. Sinh quyển có vai trò và chức năng gì trong chu trình sinh địa hoá tự nhiên?



## Chương 8

### TRÁI ĐẤT VÀ CON NGƯỜI

#### 8.1. LỊCH SỬ XUẤT HIỆN VÀ PHÁT TRIỂN CỦA LOÀI NGƯỜI

Đặc điểm nổi bật nhất trong lịch sử phát triển sinh giới và phát triển tự nhiên nói chung là sự xuất hiện và tiến hoá của loài người. Cùng với sự ra đời của loài người, xã hội loài người cũng được khai sinh và ngày càng phát triển theo hướng tiến lên. Các thời kỳ văn hoá cổ xưa với những di tích của xương người cổ hoá thạch và những công cụ lao động, sinh hoạt của họ luôn có mối quan hệ chặt chẽ với nhau, bổ sung cho nhau chính là những bằng chứng rõ ràng, không thể chối cãi cho sự tiến hoá đó.

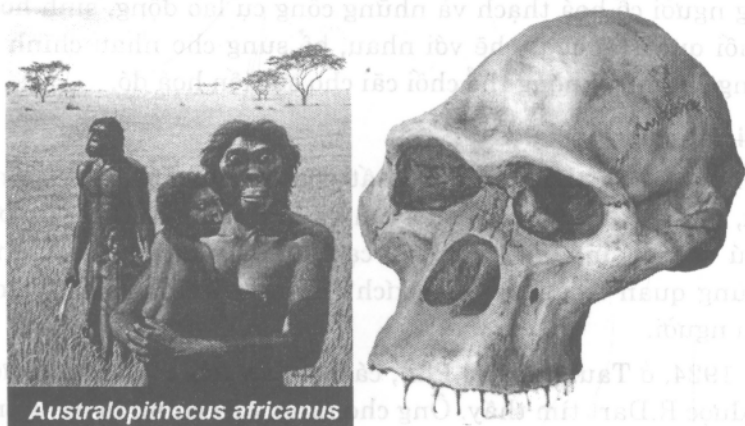
##### 8.1.1. Giai đoạn tiến cổ đại

Quê hương đầu tiên, xa xưa nhất của loài người được khẳng định ở Châu Phi, nơi có khí hậu nhiệt đới ẩm và ánh nắng Mặt Trời, nơi vô cùng phong phú về giới sinh vật (cả ở trên cạn lẫn dưới nước). Đây chính là điều kiện vô cùng quan trọng, là "mắt xích" trong quá trình vượn bậc cao tiến hoá thành người.

Năm 1924, ở Taung (Nam Phi), cá thể đầu tiên của người vượn cổ hoá thạch đã được R.Dart tìm thấy. Ông cho rằng, đây chính là dạng trung gian giữa vượn cổ và người và đã đặt tên là *Australopithecus Africanus*, nghĩa là Vượn người phương Nam ở Châu Phi. Nhiều học giả còn cho rằng *Australopithecus* là tổ tiên trực tiếp của giống người (*Homo*). Vượn người phương Nam được tìm thấy trong các lớp đất đá Pliocen, cách ngày nay khoảng 5,5–5 triệu năm. Năm 1936, R.Brom cũng tìm thấy di tích xương của *Australopithecus* ở Nam Phi, ông khẳng định đây là "hoá thạch vượn người cổ đã tiến đến gần người nhất mà chúng ta có được hiện nay". Sau đó, *Australopithecus* được tìm thấy ở nhiều nơi khác nhau trên thế giới như: Makapansgat (Nam Phi), Olduvai (Đông Phi), Đông Nam Á, Jordan (Tiểu Á),...

*Australopithecus* là giống vượn người có thể tích não lớn, khoảng 530–600cm<sup>3</sup>, vượt xa tất cả các giống vượn bậc cao hiện đại. Trọng lượng não của *Australopithecus* so với trọng lượng cơ thể là 13%; trong khi vượn bậc cao hiện đại không quá 9%. *Australopithecus* có trán dốc thoải, xương trên vành mi mắt nhô cao, hàm mặt còn dõ kiểu mõm (giống với khỉ), song lại có nhiều đặc điểm gần gũi với người như cấu tạo bộ răng (răng nanh không nhô khỏi hàng răng và không nhọn, số máu răng cũng giống người...). Cấu tạo xương chậu thể hiện thể đứng bằng hai chân, tuy kiểu đi của

Australopithecus còn vụng về và còn dùng chân để cầm, nắm,... Australopithecus có khả năng sử dụng công cụ (người ta đã tìm thấy nhiều mảnh xương động vật bị giập vỡ bên cạnh các bộ xương của Australopithecus) song chưa thấy dấu hiệu gì để khẳng định giống vượn người này đã biết chế tạo công cụ. Người ta cũng xếp một số dạng hoá thạch vượn người khác được coi là cùng thời với Australopithecus như Gigantopithecus (tìm thấy ở Trung Quốc, Ấn Độ), Meganthropus Paleojavanicus (ở Java, Indonesia). Tuy nhiên, sau khi các hoá thạch người “khéo léo” được tìm thấy nhiều và càng có niên đại cổ thì nhiều người lại không muốn coi Australopithecus là đối tượng nằm trên con đường tiến hoá tới người (Trần Quốc Vượng, Hà Văn Tấn, Diệp Đình Hoa, 1978).



Hình 8.1. Người vượn Châu Phi

Ngày 17/7/1959, vợ chồng nhà khảo cổ người Anh, L.S.B. Leakey đã tìm ra xương người cổ sống cách đây 2 triệu năm ở khe Olduvai, cách thành phố Nairobi (Kenya – Đông Phi) khoảng 200km. Khe Olduvai dài khoảng 40km, sâu 100m, rất hẹp, chứa 4 lớp trầm tích Đệ tứ phủ bất chỉnh hợp trên trầm tích tiền Cambri. Trong lớp từ nằm bất chỉnh hợp phủ trên trầm tích tiền Cambri, họ đã tìm thấy 450 mảnh xương sọ của một chiếc sọ bị vỡ ra cùng một số mảnh xương chậu, xương tay và răng. Họ đã đặt tên là Zinjanthropus boisei (Zinj, tiếng A Rập cổ có nghĩa là



Hình 8.2. Sọ "người khéo léo" Leakey đã tìm ra

Đông Phi, anthrop là người, boisei là tên nhà tài trợ cho cuộc khai quật tại Olduvai năm 1848). Một năm sau (1960), Leakey phát hiện thêm xương hàm, xương sọ, xương ngón tay, xương bàn tay của một loài linh trưởng rất tiến hoá (*Zinjanthropus*) và ông đặt tên là *Homo habilis* (người khéo léo). Phân tích tuổi tuyệt đối tại Trường Đại học Tổng hợp California cho tuổi 1,75 triệu năm (V.Laritriev, 1978). Sự kiện này mở đầu một thời kỳ xuất hiện dồn dập các phát hiện quan trọng về người cổ ở Châu Phi, làm đảo lộn nhiều giả thuyết đã từng được công nhận trước đó. Cho tới trước năm 1959, đa số các nhà nghiên cứu đều cho rằng người cổ nhất trên thế giới là người Java tìm thấy ở Indonesia.

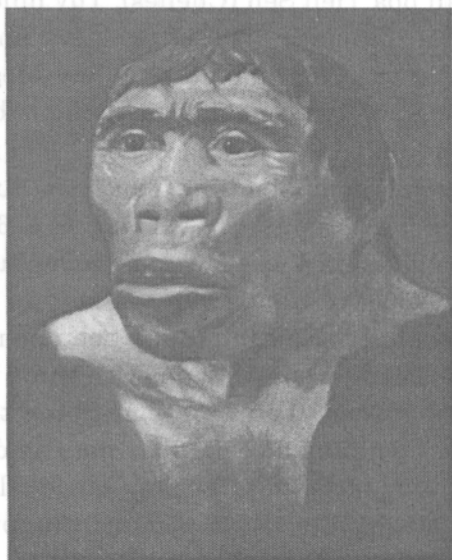
Một số nhà nghiên cứu thừa nhận *Zinjanthropus* là người (*Homo*) vì đây là một dạng linh trưởng rất tiến hoá, cằm không dô, sọ không co hẹp về phía sau hố mắt, mặt không lõm, hàm không rộng ngang như *Australopithecus*, răng cũng lớn hơn. Bàn tay rất giống bàn tay người nhưng xương to hơn và vết bám gân cũng lớn hơn. Xương bàn chân chứng tỏ *Zinjanthropus* đã đi hai chân như người nhưng ngón chân dài hơn, xoè rộng nhưng vẫn còn giữ ở một mức độ nào đó để cầm, nắm. Người ta cũng phỏng đoán rằng, *Homo habilis* đã biết chế tạo công cụ và có thể là chủ nhân của Văn hoá cuội và văn hoá Tiên Sen (Chelles). Tuy nhiên, một số nhà nghiên cứu khác lại phủ nhận *Zinjanthropus* là người và không coi đây là loài mới mà chỉ là một dạng của *Australopithecus* hay *Meganthropus*, và không thừa nhận hoạt động chế tạo công cụ của *Homo habilis*, đồng thời cũng bác bỏ quyền đặt tên linh trưởng này theo giống, loài mới. Ý kiến phản đối chủ yếu tập trung vào hai luận điểm sau: Thứ nhất, dung tích hộp sọ của người tiền Đông Phi (*Zindjanthropus*) chỉ khoảng 675–680cm<sup>3</sup>, tuy dung tích hộp sọ lớn hơn dung tích hộp sọ của vượn người phương Nam (*Australopithecus*) với độ lớn 500–600cm<sup>3</sup> nhưng vẫn còn kém xa dung tích sọ của người *Pithecantropus* Java hoặc Bắc Kinh (dung tích nhỏ nhất là 775cm<sup>3</sup>, dung tích trung bình là 1.000cm<sup>3</sup>), trong khi dung tích trung bình của người hiện đại (*Homo Sapiens*) là 1.500cm<sup>3</sup>. Thứ hai, phải chăng tất cả những bộ xương mà Leakey tìm được ở những độ sâu khác nhau ấy đều thuộc cùng một loài? Khi phát hiện ra *Zinjanthropus*, Leakey coi đó là giống người khéo léo và cho rằng *Australopithecus* đã bị *Zinjanthropus* giết chết. Người ta nghi ngờ rằng: Tại sao trong cùng một không gian và thời gian mà 2 loài linh trưởng này lại song song tồn tại? Phải chăng đây chỉ là một loài nhưng khác nhau về tuổi tác?

Cuộc thảo luận xung quanh *Homo habilis* mà Leakey phát hiện ra chưa kết thúc thì năm 1972, R.E.F Leakey, con trai họ, đã phát hiện ở phía đông hồ Rudolf (Kenya) một xương sọ còn xương hàm trên. Dung tích của

hộp sọ vượt quá  $800\text{cm}^3$ , lớn hơn nhiều so với *Homo habilis* mà bố ông đã tìm ra, và xấp xỉ với sọ của *Pithecantropus*. Sọ không có u mày nhô ra như *Homo habilis* hay *Pithecantropus Java* mà có nhiều đặc điểm gần với người hiện đại. Tuổi của sọ người này được xác định là cổ hơn người vượn Java 2 triệu năm. Và nhiều nhà nghiên cứu thừa nhận sọ này mới là đại diện xưa nhất của loài người.

Năm 1976, trong cuộc khai quật lớn ở Afar (phía đông Ethiopia), các nhà khoa học đã phát hiện được những di tích của một cô gái cổ, sau này được đặt tên là Lucy, gồm : sọ, xương cánh tay, xương cẳng chân, xương chậu, xương sườn, xương đùi,... cùng với sọ bò cổ, trứng cá sấu, voi, lợn, hươu cao cổ... Kết quả phân tích tuổi tuyệt đối bằng phương pháp Kali-Argon cho giá trị 3,01 triệu năm (Nguyễn Quang Quyền, 1977).

Dù có nhiều tranh cãi về giống loài (*Homo* hay *Australopithecus*) hoặc về tuổi (2 hay 3 triệu năm) thì người cổ xưa nhất được tất cả các học giả thừa nhận vẫn là vượn người *Pithecantropus* tìm thấy ở Java từ những năm cuối của thế kỷ trước. Di tích xương của người vượn Java được nhà giải phẫu người Hà Lan, tiến sĩ Eugene Dubois, tìm thấy ở gần làng Trinil, miền trung Java (Indonesia) vào năm 1891, gồm : một chòm sọ, một xương đùi, một răng hàm. Đầu tiên, ông đặt tên cho nó là *Anthropopithecus* (*Anthrop* là người, *pithecus* là vượn). Sau khi nghiên cứu kỹ xương sọ và xương đùi, ông đổi lại tên thành *Pithecantropus erectus* (*Pithecantropus* là đi thẳng). Sau đó, nhiều cá thể của vượn người Java đã được tìm thấy ở Java năm 1936, 1937, 1941. Ngày nay, trong các văn liệu chính thức, người ta vẫn sử dụng tên *Pithecantropus erectus* do Dubois đặt chứ không đặt tên là *Homo erectus* (hoàn toàn có đủ cơ sở để xác định *Pithecantropus* là thuộc giống người (*Homo*) (Nguyễn Duy, 1980).

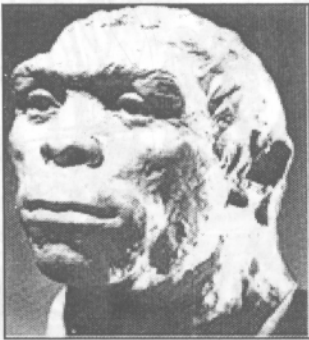


Hình 8.3. Người vượn *Pithecantropus Java* đã được phục chế

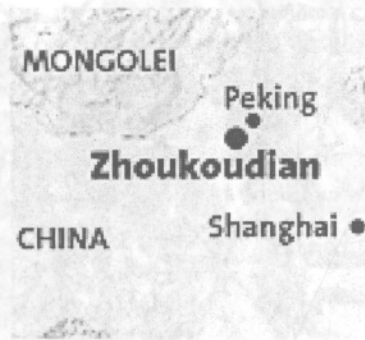
Người vượn *Pithecantropus Java* có trán thấp bẹt ra sau, u mày nổi cao như vượn người nhưng thể tích sọ não đã khá lớn ( $750\text{--}900\text{cm}^3$ ), vượt xa thể tích của sọ não vượn người hoá thạch ( $400\text{--}600\text{cm}^3$ ). Xương đùi thể hiện thể đứng thẳng, hai tay tự do có

thể sử dụng và chế tạo công cụ. Mặc dù chưa tìm thấy các công cụ chế tạo nhưng từ cấu tạo xương tay, xương chân, người ta tin rằng người vượn Java đã biết chế tạo công cụ bằng đá hay xương. Tuổi của người vượn Java được xác định là 600–800 nghìn năm cách ngày nay.

Năm 1929, Bùi Văn Trung lần đầu tiên phát hiện ra Người vượn Bắc Kinh, hay *Sinanthropus* (hay *Sinanthropus pekinensis*) tại vùng đồi Chu Khẩu Điếm, cách Bắc Kinh 45km về phía nam. Sau đó, Davidson Black và Franz Weidenreich đã tiến hành khai quật Chu Khẩu Điếm. Từ năm 1927–1937, các nhà khoa học đã phát hiện tới 40 cá thể của người vượn Bắc Kinh (4 sọ còn nguyên, 6 mảnh xương mặt, 11 mảnh xương hàm dưới, 147 răng, 11 mảnh xương chi cùng với nhiều tro than và công cụ đá). Các sọ người vượn này có hình dáng giống như sọ *Pithecantropus Java*. Người vượn Bắc Kinh có kích thước sọ não trung bình khoảng  $1.050\text{cm}^3$  ( $915\text{--}1.225\text{cm}^3$ ), trán thấp, bợt ra sau nhưng vẫn cao hơn *Pithecantropus* ở Java, xương đùi và xương chày rất gần người, xương cánh tay và xương vai giống với người hiện đại, điều đó chứng tỏ rằng *Sinanthropus* đã đi thẳng trên 2 chân.



Sinanthropus pekinensis tìm được  
tại Chu Khẩu Điếm



Vị trí tìm được Sinanthropus  
pekinensis

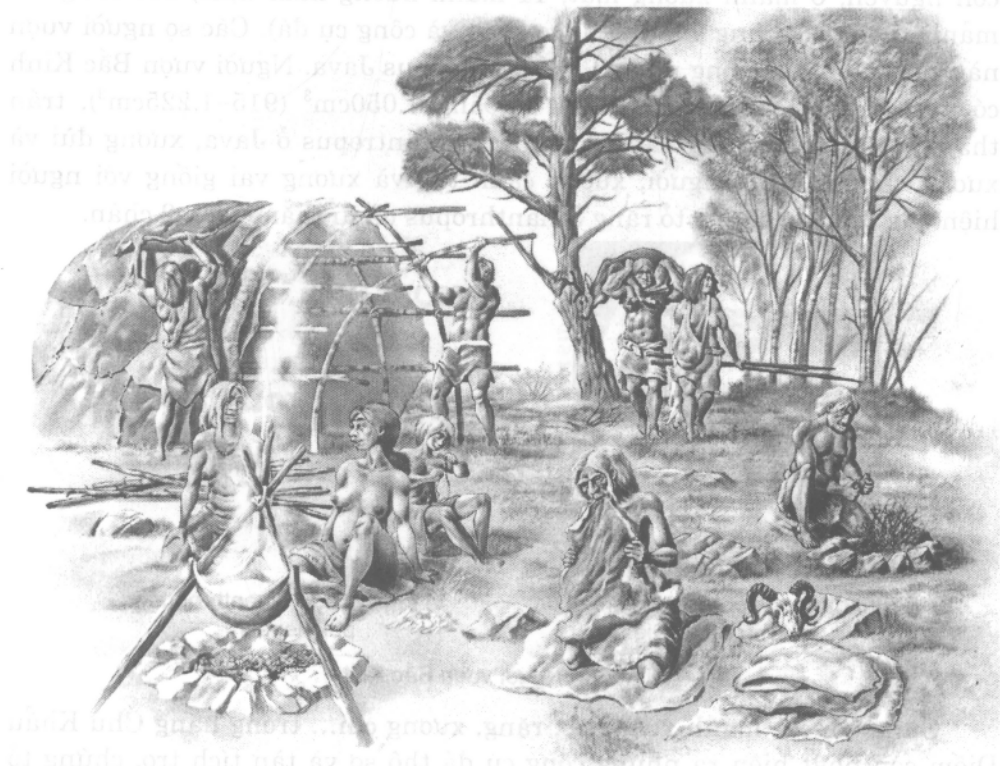
Hình 8.4. Người vượn Bắc Kinh

Cùng với các mảnh xương sọ, răng, xương chi... trong hang Chu Khẩu Điếm còn phát hiện ra những công cụ đá thô sơ và tàn tích tro, chứng tỏ *Sinanthropus* đã biết chế tạo công cụ và đã biết dùng lửa. *Sinanthropus* ở một trình độ phát triển cao hơn *Pithecantropus Java*. Niên đại của *Sinanthropus pekinensis* được xác định khoảng 350–400 nghìn năm. Nguyễn Duy có đưa ra một số dẫn liệu về tuổi của *Sinanthropus* có niên đại cổ hơn nhiều, khoảng 600 nghìn năm (Nguyễn Duy, 1980). Ngoài ra, ở huyện Lam Điền, tỉnh Thiểm Tây, Trung Quốc, người ta còn tìm được xương hàm dưới của một dạng người vượn có những đặc điểm cơ thể và niên đại gần với *Pithecantropus Java*, gọi là người vượn Lam Điền (*Sinanthropus lantienensis*). Ngoài Indonesia và Trung Quốc, người ta còn tìm thấy rất nhiều cá thể của người

đứng thẳng (*Homo erectus*) như Heidelberg, Pehaloma, Vertenzollos, Mayer (Châu Âu), Bắc Phi, Nam Phi, Zambia... với niên đại từ 300–700 nghìn năm.

### 8.1.2. Giai đoạn người *Homo sapiens*

Vào đầu Pleistocen thượng (Q<sub>III</sub> – cách ngày nay 350.000 năm) có một dạng người rất tiến hoá về cơ thể và trí óc, sống chủ yếu ở Châu Âu, Trung Á,... Đó là người Neanderthal (*Homo neanderthalensis* hay *Homo primigenius*). Di cốt của người Neanderthal được lần đầu phát hiện ở thung lũng Neander, gần thành phố Duesseldorf (Đức) và sau đó ở hàng loạt địa điểm khác như Bỉ, Pháp, Palestin, Ucraina, Nam Phi,...



Hình 8.5. Cảnh sinh hoạt của người Neanderthal

Dựa theo đặc điểm tiến hoá và vị trí phân bố, người ta phân thành 2 nhóm người Neanderthal: Nhóm Tây Âu sớm và nhóm Tây Âu muộn. Người Neanderthal Tây Âu sớm có nhiều nét gần với người hiện đại hơn người Neanderthal muộn. Người Neanderthal sớm có nhiều nét gần với người hiện đại như thể tích óc trung bình ( $1.300\text{cm}^3$ ), hộp sọ tương đối cao, trán cao và thẳng hơn người Neanderthal muộn, đầu tròn, lỗ cằm lớn. Người Neanderthal muộn có u mày to, thô, nhô ra trước, gần giống người vượn, trán thấp lượn ra sau, sọ thấp, thể tích óc lớn ( $1.300\text{--}1.700\text{cm}^3$ ); có u cằm,

xương mặt lớn, hàm dưới to, khoẻ và không có cằm. Trên cơ sở phân biệt những điểm khác biệt đó, nhóm Neanderthal Tây Âu sớm được xếp vào loài người hiện đại (*Homo sapiens*), còn nhóm Neanderthal Tây Âu muộn xếp vào loài *Homo erectus*.

Người Neanderthal sống chủ yếu ở Châu Âu suốt từ Tây Ban Nha tới Ucraina trong thời kỳ băng hà Wurm, nên có nhiều tác giả gọi người Neanderthal là "Người tuyết". Cùng với các dụng cụ lao động bằng đá, người Neanderthal đã biết chế tạo các dụng cụ bằng xương, biết tạo ra lửa; dùng hang đá, mái đá làm nơi trú ngụ, đã sáng tạo ra nền văn hoá đồ đá cũ (Mousterian) và có thể biết khâu quần áo bằng lông thú, vỏ cây; biết dùng thuyền vượt sang Châu Mỹ qua eo Bering... Nhóm Neanderthal Tây Âu muộn bị tuyệt diệt, còn nhóm Neanderthal Tây Âu sớm tiến hoá thành người khôn ngoan.

Vào giữa Pleistocen muộn (cách đây 80.000–40.000 năm), con người thuộc loại hình hiện đại xuất hiện, đó chính là *Homo sapiens sapiens*. Người hiện đại được tìm thấy đầu tiên vào năm 1868 tại một hang đá gần làng Cromagnon (Pháp). Nhiều người cho rằng Cromagnon là tổ tiên trực tiếp của người da trắng hiện đại ngày nay. Ngoài ra, người ta còn tìm thấy nhiều di tích của loài người này ở khắp Châu Âu như Pháp, Italia, Tiệp Khắc trước đây; Đông Nam Á: Lào, Java; Bắc Phi: Sahara; Australia; Trung Quốc,...

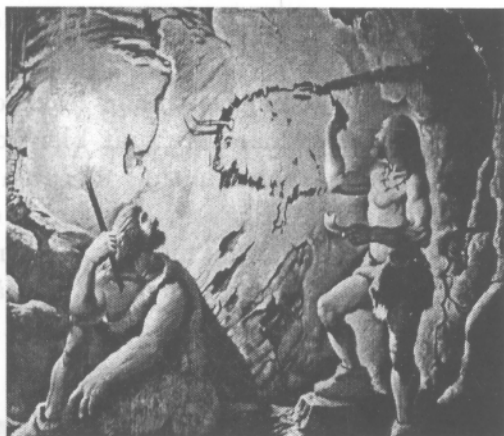


Hình 8.6. Cảnh sinh hoạt của người Cromagnon



Người Cromagnon có trán cao, mắt thẳng, có lồi cằm, dung tích óc tuy không lớn hơn người Neanderthal nhưng có cấu tạo hiện đại hơn nhiều. Về cơ bản, cấu tạo cơ thể người ở hậu thời kỳ đồ đá cũ rất giống người hiện nay, duy chỉ có răng của họ to, khỏe và bị ăn mòn nhiều hơn do chế độ ăn nhiều thức ăn rắn chưa được chế biến. Mặt khác, răng khôn của người Cromagnon thường mọc sớm hơn người hiện đại.

Người Cromagnon sống chủ yếu trong hang đá, săn bắt các loài thú có vú lớn như voi, hổ, hươu, bò rừng, tê giác,... Công cụ của người Cromagnon tuy vẫn bằng đá, xương song đã tinh xảo hơn, có thể họ đã biết mặc các loại quần áo bằng sợi dệt thô như gai, da,... và cũng có khả năng sáng tạo nghệ thuật biểu hiện ở một số hình vẽ trên các hang đá.



Hình 8.7. Hình vẽ trên hang đá của người Cromagnon

Ở Việt Nam chưa tìm thấy dấu tích của người tối cổ nào ngoài một số răng được phát hiện vào năm 1964–1965 ở hang Thẩm Hai, Thẩm Khuyên, Lạng Sơn. Theo Lê Trung Khá, răng của người vượn Lạng Sơn có hình thái không khác nhiều so với răng của người vượn Bắc Kinh nhưng lại có một số nét giống răng của người Neanderthal. Niên đại của bộ xương người vượn Lạng Sơn được cho là 250.000–300.000 năm (Lê Trung Khá, 1976).

### 8.1.3. Đặc điểm của sự phát triển dân số thế giới

Sự phát triển dân số thế giới thực tế phụ thuộc nhiều vào trình độ phát triển kinh tế – xã hội của loài người. Có thể chia quá trình phát triển dân số theo các giai đoạn lịch sử như sau:

#### a) Giai đoạn sơ khai

Tổ tiên loài người vài triệu năm trước đây (*Australopithecus* và họ hàng) có khoảng 125.000 người sống tập trung ở Châu Phi. Ngay từ thuở



đó, tổ tiên chúng ta đã biết tư duy sáng tạo và kinh nghiệm lao động được truyền từ đời này sang đời sau. Đương nhiên, sự “sáng tạo” của thời Australopithecus rất thấp so với hiện nay. Thời kỳ này, văn hoá được truyền khẩu và biểu diễn trực tiếp từ người già sang người trẻ trong bộ lạc. Nội dung gồm: cách thức săn bắn, hái lượm, chế biến thức ăn, quy ước xã hội, xác định kẻ thù,... Do đã hình thành một nền văn hoá nên xã hội loài người đã phân biệt so với loài vật. Sự tiến hoá của loài người gắn liền với sự phát triển của não bộ (Australopithecus có não bộ chừng 500cm<sup>3</sup>). Nhân loại đã tích lũy dần tri thức, học hỏi và tìm tòi, phát triển tri thức, xây dựng các tổ chức xã hội từ những cá thể sống sót qua thử thách. Não bộ phát triển vừa là kết quả, vừa là động lực cho sự phát triển văn hoá, xã hội. Sự tiến hoá não bộ như vậy diễn ra liên tục cho đến thời điểm cách đây khoảng 200.000 năm, khi trên Trái Đất xuất hiện cá thể mới khác hẳn về thể chất, đó là người khôn ngoan Homo sapiens. Homo sapiens có não bộ khoảng 1.350cm<sup>3</sup>.

Sự tiến hoá về mặt văn hoá đã có một số tác động phụ. Dân số thời tiền sử có tỉ lệ sinh ước khoảng 0,4--0,5%. Tiến bộ về văn hoá đưa đến việc giảm phần nào tỉ lệ nữ. Nhưng tỉ lệ tử vong trung bình cho 1.000 dân không lớn hơn tỉ lệ sinh, dẫn đến tỉ lệ tăng dân số tuyệt đối vào khoảng 0,00004%.

## **b) Giai đoạn cách mạng nông nghiệp**

Chưa thể xác định rõ ràng từ khi nào người Homo sapiens bắt đầu canh tác nông nghiệp. Các nghiên cứu khảo cổ cho thấy canh tác nông nghiệp đã xuất hiện vào khoảng 7.000 – 5.500 B.C ở vùng Trung Đông, ngày nay thuộc Iran và Iraq. Ở đây, người dân đã trồng trọt nhiều loại cây và chăn nuôi gia súc. Nếu trước đây, họ chủ yếu sống dựa vào nguồn lợi động vật và thực vật của tự nhiên, thì nay đã bắt đầu tự sản xuất. Đây thực sự là bước ngoặt quyết định của lịch sử nhân loại. Thành quả là đã làm cho dân số tăng lên đáng kể (tỉ lệ sinh tăng, tỉ lệ tử giảm). Nguyên nhân là khi tự túc được thức ăn, loài người trở nên mạnh khoẻ hơn do có đủ thức ăn, dẫn tới tỉ lệ sinh tăng. Ngoài ra, việc sản xuất thức ăn thay vì phải thường xuyên đi tìm kiếm cho phép con người định cư lâu dài tại một nơi. Con người đã có khả năng dự trữ thức ăn vào kho để sử dụng lâu dài. Sản xuất nông nghiệp phát triển, nhà nông có khả năng nuôi sống không chỉ gia đình mình. Cộng đồng các gia đình đã chuyển hướng sang làm các công việc khác. Cơ cấu tổ chức xã hội mới theo hướng phân công lao động xuất hiện. Mức sống cùng với các công cụ canh tác nông nghiệp và giao thông vận chuyển được cải tiến đã thúc đẩy mạnh đà tăng dân số. Ở thời kỳ này, bắt đầu xuất hiện sự phân hoá về mặt chính trị, xã hội. Quá trình đô thị hoá cũng bắt đầu manh nha. Cuộc sống của con người đã an toàn hơn, ít hiểm

hoạ hơn, tuổi thọ tăng hơn mức nguyên thủy (mức nguyên thủy chỉ khoảng 20–25 tuổi).

Cách đây không lâu, giữa các nhà dân số học xuất hiện ý kiến cho rằng Cuộc cách mạng nông nghiệp thực ra chỉ làm giảm tỉ lệ tử vong mà thôi. Tuy vậy, những dấu hiệu thu được ở các bộ lạc Châu Phi cho thấy mấu chốt của Cách mạng nông nghiệp là làm gia tăng tỉ lệ sinh. Những nghiên cứu này chứng minh rằng: các bộ lạc khác nhau lúc trước Cách mạng nông nghiệp rất quan tâm đến áp lực dân số và những gì liên quan đến hôn nhân, sinh đẻ. Họ đã hạn chế sinh đẻ phù hợp với khả năng cung ứng nguồn thức ăn (nghề nghiệp, sở hữu đất đai trước hôn nhân). Chỉ đến khi có Cách mạng nông nghiệp, những hạn chế sinh đẻ mới được bỏ dần, khiến tỉ lệ sinh gia tăng. Hơn nữa, đối với xã hội nông nghiệp thì việc có nhiều con trở thành động lực cho sự phát triển.

### **c) Giai đoạn sau Cách mạng nông nghiệp**

Sau Cách mạng nông nghiệp, sự gia tăng dân số không tiếp diễn liên tục mà lúc tăng, lúc giảm, tuy về cơ bản xu thế là tăng. Nền văn minh nhân loại lúc tiến triển, khi tụt hậu, suy thoái. Các thời điểm khí hậu lúc tốt, lúc xấu, thiên tai, bệnh dịch, đói kém, chiến tranh,... đều là những yếu tố tác động trực tiếp hay gián tiếp đến gia tăng dân số. Mặc dù không có các ghi nhận thống kê tin cậy về dân số vào thời kỳ này, chúng ta có thể phác thảo được diễn biến dân số như sau: nhìn chung, dân số thế giới tăng, nhưng khác nhau giữa các vùng. Ví dụ, bệnh dịch hạch đã làm giảm dân số Châu Âu đến 25% trong những năm 1348–1350; có nước mất đến 50% dân số vì nạn dịch. Đây thực sự là thảm họa cho nhân loại. Bên cạnh dịch bệnh là nạn đói do mất mùa bởi thiên tai như: hạn hán, lũ lụt. Người ta đã tính từ năm 10 đến năm 1848, ở nước Anh đã có hơn 200 lần gặp nạn đói. Nạn đói cũng hoành hành ở Trung Quốc, Ấn Độ và Nga. Chiến tranh giữa các nước và trong nội bộ từng nước, kèm theo đó là dịch bệnh, đã trở thành thảm họa cho nhân loại. Chiến tranh đã huỷ diệt dân số nhiều vùng, đặc biệt đối với những dân tộc yếu thế hơn. Trong lịch sử văn minh phương Tây, chiến tranh kéo dài liên miên cho mãi đến khi Hiệp ước Hoà bình Westphalia được ký kết vào năm 1643. Quyền lực của nhà nước phong kiến tập trung bị suy yếu và tan rã. Tiểu công nghiệp trở thành trung tâm của trật tự kinh tế mới. Nhà nước làm quy hoạch đáp ứng các yêu cầu kinh tế của nhân dân. Dân số thế giới nhìn chung là tăng.

### **d) Giai đoạn tiền Cách mạng công nghiệp (1650–1850)**

Từ giữa thế kỷ XVII, thế giới bước sang một giai đoạn tương đối ổn định sau chế độ kinh tế phong kiến. Cùng với cuộc Cách mạng nông nghiệp

ở Châu Âu, cuộc Cách mạng thương mại thế giới đã trở thành động lực phát triển kinh tế – xã hội thế giới vào thế kỷ XVIII. Giá cả và nhu cầu cung cấp nông sản cho các thành phố tăng đã đẩy mạnh phát triển nông nghiệp. Sự tan rã của chế độ phong kiến đã phá bỏ dần chế độ chiếm hữu thái ấp. Đất nông nghiệp và hoạt động canh tác nông nghiệp trở thành những đối tượng được xã hội quan tâm. Sự chiếm hữu đất đai của các ông chủ đất mới dồn những người nông dân ra khỏi đất đai lâu đời của họ. Quá trình này diễn ra rất sôi nổi ở Anh với hàng loạt các luật được Quốc hội thông qua liên quan đến vấn đề sở hữu đất đai. Những người nông dân làm thuê bị mất việc làm, dẫn tới các tiến bộ canh tác nông nghiệp và cạnh tranh. Sản phẩm nông nghiệp đã trở thành hàng hoá cho ngành thương mại. Hàng loạt cây trồng và vật nuôi mới xuất hiện. Trồng trọt và chăn nuôi đều phát triển, đói kém bị đẩy lùi, dịch bệnh ít có nguy cơ bùng phát. Kết quả là dân số thế giới, đặc biệt là dân số Châu Âu gia tăng mạnh mẽ. Dân số Châu Âu và Nga từ 103 triệu đã tăng lên 144 triệu trong giai đoạn này.

Sự khám phá ra Châu Mỹ mở đường cho việc tăng diện tích đất canh tác nông nghiệp. Năm 1500, bình quân đất canh tác ở Châu Âu là 10 người/km<sup>2</sup>, sau khi mở mang sản xuất ở Châu Mỹ thì tỉ lệ trên là 2 người/km<sup>2</sup>. Sự mở mang về diện tích đất canh tác đã làm cho nhiều quốc gia và dân tộc trở nên giàu có, đồng thời dân số gia tăng. Nhờ việc khai phá Tây Bán cầu, con người biết thêm 2 giống cây lương thực mới có sản lượng cao là ngô và khoai tây. Nhờ vậy, dân số Châu Âu đã tăng khá rõ. Trong khi đó, do gặp nhiều khó khăn trong khoảng thời gian từ năm 1650–1750, dân số Châu Á chỉ tăng 50–75%. Ở Trung Quốc, sau khi nhà Minh sụp đổ (năm 1644), có một thời kỳ hoà bình, làm ăn thịnh vượng, tỉ lệ tử giảm và kết quả là dân số cũng tăng.

Tóm lại, nhờ sản xuất lương thực phát triển, y tế cải thiện, đói kém và bệnh tật giảm, dân số Châu Âu đã tăng khoảng 2 lần trong thời gian này. Mặc dù vậy, giai đoạn này xuất hiện hai hiện tượng ngăn cản sự gia tăng dân số: tỉ lệ người sống độc thân cao và nạn đẻ trẻ em chết non như ở thời Trung cổ xảy ra phổ biến ở Anh, Pháp, Đức. Thời gian này, dân số Hoa Kỳ đã tăng từ 4 triệu năm 1970 lên 23 triệu năm 1850 do di dân từ Châu Âu sang. Dân số Châu Á tăng chậm hơn, chỉ khoảng 50% vì các tiến bộ văn hoá, khoa học, y tế ở đây diễn ra chậm chạp hơn, với con số ước lượng không chính thức vào thời gian này là 100 triệu.

#### **e) Giai đoạn Cách mạng công nghiệp (1850–1930)**

Tỉ lệ tử vong ở Châu Âu và Bắc Mỹ giảm trong giai đoạn 1850–1900 chủ yếu nhờ cải thiện điều kiện sinh hoạt trong cuộc Cách mạng công

ng nghiệp. Các tiến bộ nông nghiệp, công nghiệp, giao thông, vệ sinh dịch tễ, y tế đã làm cho tỉ lệ tử ở Châu Âu giảm từ 22–24/1000 xuống 18–20/1000 vào năm 1900. Đến gần cuối thế kỷ XIX xuất hiện một khuynh hướng khác kéo theo tỉ lệ sinh giảm ở các nước phương Tây gọi là sự chuyển tiếp dân số (transition) – giảm tỉ lệ sinh cùng với giảm tỉ lệ tử do công nghiệp hoá. Có nhiều cách giải thích nhưng nhìn chung, các học giả về dân số đều cho rằng, nhờ có công nghiệp hoá và điều kiện sống tăng lên, yêu cầu phải có đông con để lao động mất dần ý nghĩa; thêm vào đó, khuynh hướng thích sống độc thân tăng. Quá trình chuyển tiếp dân số không chỉ ở thành thị mà diễn ra ở cả nông thôn. Ngoài ra, còn có xu hướng di cư từ nông thôn ra các đô thị để tìm kiếm việc làm.

Cách lập luận về sự chuyển tiếp dân số do công nghiệp hoá như trên không áp dụng cho Hoa Kỳ và Hungary. Ở Hoa Kỳ, quá trình chuyển tiếp dân số bắt đầu sớm hơn cuộc Cách mạng công nghiệp, còn ở Hungary thì lại muộn hơn. Quá trình chuyển tiếp dân số trên đây tiếp diễn ở các nước phương Tây sang cả thế kỷ XX. Mặc dù số lượng sinh giảm và một lượng lớn dân di cư sang Châu Mỹ, tại nhiều nước Châu Âu, dân số vẫn gia tăng đáng kể, thậm chí ở một số nước sự gia tăng dân số mang tính đột biến. Tỉ lệ tăng bình quân dân số thế giới trong thời gian này khoảng 0,8%/năm (từ 1850–1950). Dân số thế giới tăng từ 1 tỉ lên 2,5 tỉ người. Trong thời gian này, dân số Châu Á tăng dưới 2 lần, Châu Âu và Châu Phi tăng 2 lần, Bắc Mỹ tăng 6 lần, Nam Mỹ tăng 5 lần.

#### **h) Giai đoạn hiện đại (từ 1930 đến nay)**

Sang thế kỷ XX, khuynh hướng gia tăng dân số trên có sự thay đổi. Đến những năm 30, ở vài nước Châu Âu, tỉ lệ sinh giảm nhanh hơn tỉ lệ tử làm cho tỉ lệ tăng dân số chậm lại. Sau chiến tranh thế giới lần thứ hai, điều kiện sinh sống được cải thiện nhiều, tỉ lệ sinh cũng tăng nhanh hơn tỉ lệ tử cho đến tận những năm 60. Sau đó lại diễn ra quá trình giảm tỉ lệ sinh, làm cho một số nước Châu Âu có mức tăng dân số bằng 0. Trong khi các nước công nghiệp hoá có tỉ lệ tăng dân số giảm (do tỉ lệ sinh giảm) thì tại các nước đang phát triển lại tăng cao do điều kiện sống và phòng dịch bệnh được cải thiện. Ở Châu Âu, sau những năm 40–50, dân số tăng nhanh do đẩy lùi được dịch bệnh, tỉ lệ tử mới giảm. Nhưng mức giảm của tỉ lệ tử lúc này thấp hơn nhiều so với thời kỳ Cách mạng nông nghiệp và Cách mạng thương mại. Ở các nước đang phát triển, tỉ lệ sinh tiếp tục cao. Từ những năm 40, dân số thế giới bước vào giai đoạn mới: chuyển từ tỉ lệ tử và sinh cao sang tỉ lệ tử thấp và tỉ lệ sinh cao, và đây chính là “*giai đoạn bùng nổ dân số*”. Nếu quãng thời gian từ 1940–1950 tỉ lệ tăng hằng năm là 0,9%

thì từ năm 1950–1980 lại là 1,8%. Đây là thời kỳ dân số thế giới tăng từ 2 tỉ năm 1930 lên 5 tỉ vào năm 1987, trong đó các nước đang phát triển và kém phát triển có tỉ lệ tăng dân số cao hơn nhiều những nước phát triển.

## 8.2. VAI TRÒ CỦA TRÁI ĐẤT ĐỐI VỚI CUỘC SỐNG CON NGƯỜI

### 8.2.1. Trái Đất là không gian sinh sống của con người và che chở cho con người trước các tai biến thiên nhiên

Mỗi người đều có yêu cầu về số lượng không gian cần thiết cho các hoạt động sống như: nhà ở, nhà nghỉ, đất dùng sản xuất lương thực, thực phẩm, tái tạo chất lượng môi trường sống (rừng, biển, không gian,...). Mỗi người một ngày cần 4m<sup>3</sup> không khí sạch để thở; 2,5 lít nước để uống; một lượng thực phẩm và lương thực tương ứng 2.000–2.500cal. Nói cách khác, môi trường là không gian sống của con người.

Diện tích không gian sống bình quân trên Trái Đất của con người đang bị thu giảm, điều này được minh họa trong bảng 8.1.

**Bảng 8.1.** Suy giảm diện tích đất bình quân đầu người trên thế giới (ha/người)

Năm tính	-10 <sup>6</sup>	-10 <sup>5</sup>	-10 <sup>4</sup>	0 (CN)	1650	1840	1930	1987	2010
Dân số (triệu người)	0,125	1,0	5,0	200	545	1.000	2.000	5.000	7.000
Diện tích (ha/ng)	120.000	15.000	3.000	75	27,5	15	7,5	3,0	1,88

Yêu cầu về không gian sống của con người thay đổi theo trình độ kỹ thuật và công nghệ sản xuất, trình độ phát triển của loài người ngày càng được nâng cao thì nhu cầu về không gian sản xuất càng giảm. Tuy nhiên, con người luôn cần một khoảng không gian riêng cho nhà ở, sản xuất lương thực và tái tạo chất lượng môi trường. Con người có thể gia tăng không gian sống cần thiết nhất cho mình bằng việc khai thác và chuyển đổi chức năng sử dụng của các loại không gian khác như: khai hoang, phá rừng, cải tạo các vùng đất và vùng nước mới. Con người luôn cần không gian sống chất lượng tốt. Vì vậy, họ cần có một không gian sống để tái tạo lại chất lượng môi trường đã bị hoạt động sản xuất làm suy giảm. Việc khai thác quá mức không gian sống và các dạng tài nguyên thiên nhiên làm cho chất lượng không gian sống trên Trái Đất không thể phục hồi được. Có thể phân loại chức năng không gian sống của con người thành các dạng cụ thể sau đây:

- Chức năng xây dựng: cung cấp mặt bằng và nền móng cho các đô thị, khu công nghiệp, kiến trúc hạ tầng và nông thôn.

- Chức năng vận tải: cung cấp mặt bằng và không gian cho việc xây dựng các công trình giao thông thủy, bộ, hàng không.

- Chúc năng cung cấp mặt bằng cho sự phân hủy chất thải.
- Chúc năng giải trí của con người: cung cấp mặt bằng và không gian cho các hoạt động giải trí ngoài trời của con người.
- Chúc năng cung cấp mặt bằng, không gian cho việc xây dựng nhà máy, xí nghiệp.
- Chúc năng cung cấp mặt bằng và các yếu tố cần thiết khác cho hoạt động canh tác nông nghiệp, nuôi trồng thủy, hải sản,...

### **8.2.2. Trái Đất là nguồn tài nguyên của con người**

Môi trường là nơi con người khai thác nguồn vật liệu và năng lượng cần thiết cho các hoạt động sản xuất và cuộc sống như: đất, nước, không khí, khoáng sản và các dạng năng lượng như: gỗ, củi, nắng, gió,... Mọi hoạt động sản xuất công nghiệp, nông, lâm, ngư nghiệp, văn hóa, du lịch của con người đều bắt nguồn từ các dạng vật chất tồn tại trên Trái Đất và không gian bao quanh Trái Đất. Các nguồn năng lượng, vật liệu, thông tin sau mỗi lần sử dụng được tuần hoàn quay trở lại dạng ban đầu thường được gọi là tài nguyên tái tạo. Trái lại, nếu bị mất mát, biến đổi hoặc suy thoái, không trở lại dạng ban đầu thì được gọi là tài nguyên không tái tạo.

Việc khai thác nguồn tài nguyên đang có xu hướng làm tài nguyên không tái tạo bị cạn kiệt, tài nguyên tái tạo không được phục hồi, dẫn đến cạn kiệt tài nguyên và suy thoái môi trường. Theo các số liệu thống kê, tài nguyên dầu khí của thế giới chỉ còn đáp ứng 50 năm, than đá chỉ có khả năng đáp ứng tối đa được 250 năm nữa,... Với sự phát triển của khoa học kỹ thuật, con người đang ngày càng tăng cường khai thác các dạng tài nguyên mới, tạo ra các dạng sản phẩm mới có tác động mạnh mẽ tới chất lượng môi trường sống.

### **8.2.3. Trái Đất là nơi chứa đựng và phân hủy các chất thải**

Phế thải do con người tạo ra trong quá trình sản xuất và tiêu dùng thường được đưa trở lại môi trường. Tại đây, nhờ hoạt động của vi sinh vật và các thành phần môi trường khác, phế thải sẽ biến đổi trở thành các dạng khác nhau trong một chu trình sinh địa hóa phức tạp. Khả năng tiếp nhận và phân hủy chất thải của môi trường (trong điều kiện chất lượng môi trường khu vực tiếp nhận không thay đổi) được gọi là khả năng đồng hoá chất thải hoặc khả năng nền (buffer capacity) của môi trường. Khi lượng chất thải lớn hơn khả năng nền, hoặc thành phần chất thải khó phân hủy và xa lạ với sinh vật, chất thải sẽ bị tích lũy trong môi trường, chất lượng môi trường sẽ bị suy giảm, dẫn tới ô nhiễm. Có thể phân loại chi tiết chức năng này của Trái Đất thành:

- Chức năng biến đổi lý hóa pha loãng, phân hủy hóa học nhờ ánh sáng Mặt Trời, tách chiết vật thải và độc tố bởi các thành phần môi trường.
- Chức năng biến đổi sinh hóa: hấp thụ chất dư thừa; tuần hoàn của chu trình carbon, nitơ; phân hủy chất thải nhờ vi khuẩn, vi sinh vật,...
- Chức năng biến đổi sinh học: khoáng hóa chất thải hữu cơ, mùn hóa,...

#### **8.2.4. Trái Đất là nơi cung cấp các thông tin cho con người**

Môi trường Trái Đất là nơi lưu trữ và cung cấp thông tin cho con người, bao gồm :

- Ghi chép và lưu trữ lịch sử địa chất, lịch sử tiến hóa của vật chất và sinh vật, lịch sử xuất hiện và phát triển văn hóa của loài người. Nhờ đó, con người có thể hiểu biết được quá khứ và dự báo được tương lai của mình.

- Cung cấp các chỉ thị không gian và tạm thời mang tính chất báo động sớm các nguy hiểm đối với con người và sinh vật sống trên Trái Đất như: các phản ứng sinh lý của cơ thể sống trước khi xảy ra các tai biến thiên nhiên và hiện tượng thiên nhiên đặc biệt như bão, động đất, v.v. Trong thực tế, không chỉ các loài sinh vật có khả năng phản ứng với các tai biến thiên nhiên, mà một số người có được các khả năng đó, trở thành những người tiên tri và dự báo về môi trường.

- Lưu trữ và cung cấp cho con người sự đa dạng các nguồn gen, các loài động thực vật, hệ sinh thái tự nhiên và nhân tạo, các vẻ đẹp và cảnh quan có giá trị thẩm mỹ, tôn giáo và văn hóa khác. Các nguồn gen, các giá trị tự nhiên và nhân tạo của Trái Đất trong tương lai sẽ là nguồn để tạo ra các giống cây trồng, thuốc chữa bệnh, cũng như các giá trị sử dụng đa dạng khác.

Như vậy, con người có thể tạo ra nhiều loại vi phạm chức năng của môi trường sống của Trái Đất:

- Làm cạn kiệt nguyên liệu và năng lượng cần cho sự tồn tại và phát triển của các cơ thể sống.
- Làm ứ thừa phế thải trong không gian sống.
- Làm mất cân bằng sinh thái giữa các loài sinh vật với nhau và giữa chúng với các thành phần môi trường.
- Vi phạm chức năng giảm nhẹ tác động của thiên tai.
- Vi phạm chức năng lưu trữ và cung cấp thông tin cho con người.

### **8.3. CÁC TÁC ĐỘNG CỦA CON NGƯỜI TỚI TRÁI ĐẤT**

#### **8.3.1. Tác động thay đổi địa hình cảnh quan**

Đất thổ nhưỡng là lớp ngoài cùng của thạch quyển. Thành phần chính của đất gồm: khoáng chất (40%), nước (35%), không khí (20%), mùn (5%) và

các loại sinh vật. Mỗi loại đất phát sinh trên mỗi loại đá, trong điều kiện thời tiết và khí hậu khác nhau sẽ có cấu trúc khác nhau. Sự hình thành đất là một quá trình phức tạp và lâu dài, gồm: quá trình phong hóa, quá trình tích lũy và biến đổi chất hữu cơ trong đất, quá trình di chuyển khoáng chất và vật liệu hữu cơ trong đất. Tham gia vào sự hình thành đất có các yếu tố: đá gốc, sinh vật, chế độ khí hậu, địa hình, thời gian. Các yếu tố trên tương tác phức tạp với nhau, tạo nên sự đa dạng của các loại đất trên bề mặt thạch quyển.

Bên cạnh quá trình hình thành đất, địa hình bề mặt Trái Đất còn chịu sự tác động phức tạp của nhiều hiện tượng tự nhiên khác như động đất, núi lửa, nâng cao và sụt lún bề mặt, tác động của nước mưa, dòng chảy, sóng biển, gió, băng hà và hoạt động của con người. Thạch quyển thường bị phá hủy mạnh mẽ (sụt lún, xói mòn, trượt lở,...) do các yếu tố tự nhiên như động đất, phun trào núi lửa,...

Tuy nhiên, dưới tác động của con người, hiện tượng này còn được tăng cường mạnh mẽ hơn. Ngay từ xa xưa, trong nền văn minh nông nghiệp, con người đã biết biến đổi tự nhiên. Việc đắp đê làm nông nghiệp gây ra sự biến đổi dòng chảy của các dòng sông. Các hoạt động của con người như: khai thác khoáng sản trong lòng đất, xây dựng các hồ chứa nước lớn đôi khi gây ra động đất, kích thích tạo thành các khe nứt nhân tạo, gây ra sụt lún cục bộ. Hơn nữa, việc con người chặt phá rừng khiến cho thảm thực vật suy giảm nghiêm trọng. Mất lớp che phủ, đất dễ dàng bị xói mòn hơn. Các hoạt động của con người như: mở đường, khai thác khoáng sản đang làm xuất hiện các địa hình nhân tạo; đồng thời tạo ra trượt lở các tầng đất đá.

### **8.3.2. Tác động tới sinh quyển và hệ sinh thái**

Con người là một sinh vật của hệ sinh thái, có số lượng lớn và khả năng hoạt động được nâng cao nhờ khoa học kỹ thuật. Tác động của con người đối với hệ sinh thái hiện nay là rất lớn, có thể phân ra các loại tác động chính sau đây:

#### **a) Tác động vào cơ chế tự ổn định, tự cân bằng của hệ sinh thái**

Cơ chế tự ổn định và tự cân bằng của hệ sinh thái là tiến tới hệ sinh thái đỉnh cực với tỉ lệ  $P/R \approx 1$ ;  $P/B \approx 0$  (P: sản xuất; R: sinh khối; B: sinh khối). Cơ chế này không có lợi cho con người, vì con người cần có năng lượng tinh cần thiết cho mình, nên con người thường cải tạo các hệ sinh thái đã có để tạo ra hệ sinh thái có  $P/R > 1$  và  $P/B > 0$ . Các hệ sinh thái nhân tạo do con người tạo ra thường không tự ổn định và tự cân bằng như: đồng cỏ chăn nuôi, đất trồng lương thực, thực phẩm. Để duy trì các hệ sinh thái kém



ổn định trên, con người phải bổ sung vào hệ sinh thái nhân tạo năng lượng dưới dạng: sức lao động, xăng dầu, phân bón,..

### **b) Tác động vào cân bằng của các chu trình sinh địa hóa tự nhiên**

Con người sử dụng năng lượng hóa thạch, tạo thêm một lượng lớn khí  $\text{CO}_2$ ... Ví dụ, mỗi năm con người tạo thêm 550 tỉ tấn  $\text{CO}_2$  do đốt các loại nhiên liệu hóa thạch. Nguồn chất thải bổ sung vào khí quyển đang làm thay đổi cân bằng chu trình sinh địa hoá tự nhiên của Trái Đất, dẫn tới thay đổi chất lượng và quan hệ của các thành phần môi trường tự nhiên. Hiệu ứng nhà kính gia tăng và biến đổi khí hậu Trái Đất hiện nay là hậu quả trực tiếp của việc tăng xả thải khí nhà kính của con người trong thế kỷ XX. Đồng thời, các hoạt động của con người trên Trái Đất ngăn cản chu trình tuần hoàn nước. Ví dụ, đắp đập, xây nhà máy thủy điện, phá rừng đầu nguồn,... có thể gây ra úng ngập hoặc khô hạn nhiều khu vực, thay đổi điều kiện sống bình thường của các sinh vật nước,...

### **c) Thay đổi và cải tạo hệ sinh thái tự nhiên**

Con người còn tác động vào các hệ sinh thái tự nhiên bằng cách thay đổi hoặc cải tạo thành hệ sinh thái mới theo ý muốn của mình như:

- Chuyển đất rừng thành đất nông nghiệp: làm mất đi nhiều loại động thực vật quý hiếm, tăng xói mòn đất, thay đổi khả năng điều hòa nước và biến đổi khí hậu,...

- Cải tạo đầm lầy thành đất canh tác: làm mất đi các vùng đất ngập nước có tầm quan trọng đối với môi trường sống của nhiều loài sinh vật và con người.

- Chuyển đất rừng, đất nông nghiệp thành các khu công nghiệp, khu đô thị, tạo nên sự mất cân bằng sinh thái khu vực và ô nhiễm cục bộ.

- Gây ô nhiễm môi trường ở nhiều dạng hoạt động kinh tế – xã hội khác nhau.

### **d) Tác động vào cân bằng sinh thái tự nhiên**

Tác động của con người vào cân bằng sinh thái tự nhiên thể hiện ở:

- Săn bắn quá mức, đánh bắt quá mức gây ra sự suy giảm, thậm chí làm biến mất một số loài và gia tăng sự mất cân bằng sinh thái.

- Săn bắt các loài động vật quý hiếm như: hổ, tê giác, voi,... có thể dẫn đến sự diệt chủng của nhiều loài động vật quý hiếm.

- Chặt phá rừng tự nhiên lấy gỗ, làm mất nơi cư trú của động, thực vật.

- Lai tạo các loài sinh vật mới làm thay đổi, mất cân bằng sinh thái tự nhiên. Một mặt, các loài lai tạo thường kém tính chống chịu với môi trường

tự nhiên, dễ bị suy thoái. Mặt khác, các loại lai tạo có thể tạo ra một nhu cầu thức ăn hoặc tác động có hại đến các loài đã có hoặc đối với con người.

– Đưa vào hệ sinh thái tự nhiên các hợp chất nhân tạo mà sinh vật không có khả năng phân hủy như: các loại chất tổng hợp, dầu mỡ, thuốc trừ sâu, kim loại độc hại,...

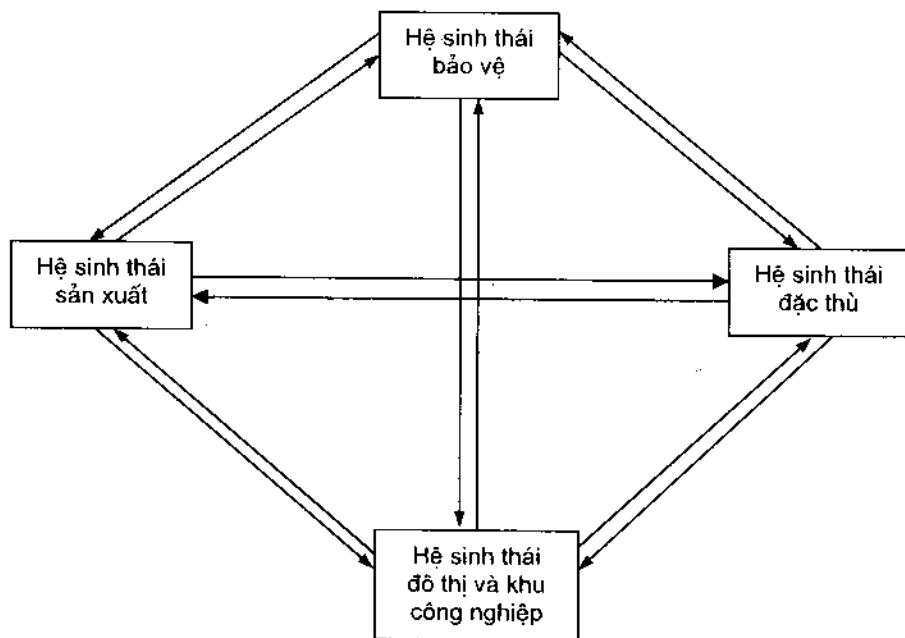
***Các biện pháp hạn chế tác động tiêu cực của con người:***

– Đầu tư nghiên cứu và đánh giá đầy đủ các đặc điểm của hệ sinh thái như: thành phần và cấu trúc của các quần xã sinh vật, trạng thái hoạt động của hệ sinh thái, các quan hệ sinh thái chủ yếu. Trên cơ sở đó, xây dựng các biện pháp quản lý và bảo vệ.

– Điều tra và đánh giá điều kiện tự nhiên, hiện trạng và xu hướng phát triển kinh tế – xã hội của khu vực. Trên cơ sở đó xây dựng các phương án sử dụng hợp lý tài nguyên và phát triển bền vững kinh tế – xã hội.

– Xây dựng mô hình phát triển dựa trên việc bảo vệ và phát triển hợp lý 4 loại hệ sinh thái, gồm: hệ sinh thái bảo vệ, hệ sinh thái sản xuất, hệ sinh thái đô thị và khu công nghiệp, hệ sinh thái đặc thù (hình 8.8).

– Xây dựng các chiến lược, chính sách, kế hoạch và các biện pháp quản lý, bảo vệ môi trường quốc tế, quốc gia, khu vực và vùng lãnh thổ, thực hiện mục tiêu phát triển bền vững.



**Hình 8.8.** Mô hình tương tác các hệ sinh thái trong phát triển bền vững

### **8.3.3. Tác động tới khí quyển, thủy quyển**

#### **a) Tác động tới khí quyển**

Khí quyển là lớp vỏ ngoài cùng của Trái Đất, với ranh giới dưới là bề mặt thủy quyển, thạch quyển, ranh giới trên là khoảng không gian giữa các hành tinh. Thành phần của khí quyển Trái Đất khá ổn định theo phương nằm ngang và phân dị theo phương thẳng đứng. Mặc dù chỉ chiếm 0,05% khối lượng thạch quyển, khí quyển Trái Đất có vai trò rất quan trọng đối với đời sống Trái Đất. Khí quyển không chỉ là nơi cung cấp không khí cho hoạt động sống của sinh vật mà còn là màn chắn đối với các tác động có hại của tia sáng Mặt Trời. Trong những năm gần đây, nhiệt độ Trái Đất liên tục tăng do hiệu ứng nhà kính. Khí hậu của Trái Đất bị biến đổi sâu sắc, các đới khí hậu có xu hướng thay đổi. Điều kiện sống của tất cả các quốc gia bị xáo trộn, hoạt động sản xuất nông nghiệp, lâm nghiệp, thủy-hải sản bị ảnh hưởng nghiêm trọng, xuất hiện nhiều loại bệnh tật mới đối với con người.

Nguyên nhân chủ yếu là do sự gia tăng tiêu thụ nhiên liệu hóa thạch của loài người làm cho nồng độ khí  $\text{CO}_2$  của khí quyển tăng lên. Sự gia tăng khí  $\text{CO}_2$  và các khí nhà kính khác trong khí quyển khiến nhiệt độ Trái Đất tăng. Các số liệu quan trắc cho thấy, trong khoảng thời gian từ năm 1885 đến 1940, nhiệt độ Trái Đất tăng thêm  $0,5^\circ\text{C}$ . Dự báo, nếu không có các biện pháp khắc phục hiệu ứng nhà kính, nhiệt độ Trái Đất sẽ tăng thêm  $1,2-4,5^\circ\text{C}$  vào năm 2050. Vai trò gây nên hiệu ứng nhà kính của các chất khí được xếp theo thứ tự:  $\text{CO}_2$ , CFC,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{NO}_2$ . Theo mức độ tác động đến việc gia tăng nhiệt độ Trái Đất thì trước tiên là do sử dụng nhiên liệu, tiếp theo là công nghiệp là các hoạt động gây ra tác động lớn nhất.

#### **b) Tác động tới thủy quyển**

Thủy quyển là lớp vỏ lỏng không liên tục bao quanh Trái Đất gồm: nước ngọt, nước mặn ở cả ba trạng thái cứng, lỏng và hơi. Thủy quyển gồm đại dương, biển, ao hồ, sông ngòi, nước ngầm và băng tuyết (chiếm 7% khối lượng thạch quyển). Ranh giới trên của thủy quyển là mặt nước của đại dương, biển, ao hồ. Ranh giới dưới của thủy quyển khá phức tạp: từ đáy đại dương sâu hàng chục km đến vùng đất ngập nước sâu vài chục cm.

Con người là sinh vật cấp cao nhất trên Trái Đất nên đương nhiên, con người luôn chịu tác động và thường xuyên tác động lên thủy quyển. Con người sử dụng nước ngọt trong đời sống sinh hoạt hằng ngày. Nước ngọt lục địa (gồm nước mặt và nước ngầm) chiếm khoảng 2,3% khối lượng thủy quyển nhưng có vai trò cực kỳ to lớn đối với đời sống trên Trái Đất. Trước hết, đây là nguồn cung cấp nước ngọt chủ yếu của Trái Đất, giữ vai trò điều hòa khí hậu của lục địa, tạo ra dự trữ năng lượng sạch của con người. Nước

ngọt trên lục địa gồm các dòng chảy, nước ngầm và nước ao hồ, hơi nước trong khí quyển. Chính vì nước ngọt có vai trò to lớn như vậy nên khi dân số ngày càng tăng, nhu cầu sử dụng nước ngọt của con người ngày càng tăng dẫn tới nguy cơ cạn kiệt nguồn tài nguyên vô cùng quý giá này.

Những năm gần đây, sự gia tăng của nhiệt độ khí quyển toàn cầu bởi hiệu ứng nhà kính do con người gây ra đang làm cho tốc độ tan băng ở hai cực và mực nước biển tăng lên. Với tốc độ tăng này, vào cuối thế kỷ XXI, sự tan băng ở vùng cực và núi cao sẽ làm cho mực nước biển dâng cao từ 65–100cm. Mực nước biển dâng cao do tan băng có thể gây ra các hiện tượng:

- Ngập úng các miền đất thấp, các vùng bờ và đảo thấp. Hiện nay, đây là các vùng tập trung đông dân cư và các kho lương thực của loài người.
- Đường bờ biển lấn sâu vào lục địa, xói mòn bờ biển gia tăng.
- Nước biển với độ mặn đặc trưng sẽ xâm nhập sâu vào các lưu vực sông, các tầng nước ngọt ven bờ.
- Chế độ dòng chảy biển, chế độ thủy triều và ảnh hưởng của biển, đại dương tới khí hậu và thời tiết sẽ thay đổi.

#### **8.3.4. Tác động tới nguồn tài nguyên và dự trữ năng lượng của Trái Đất**

Tài nguyên, theo nghĩa rộng là tất cả các dạng vật chất, tri thức, thông tin được con người sử dụng để tạo ra của cải vật chất, hoặc tạo ra giá trị sử dụng mới. Theo quan hệ với con người, có thể chia ra làm hai loại lớn là tài nguyên thiên nhiên và tài nguyên xã hội. Tài nguyên xã hội là dạng tài nguyên tái tạo đặc biệt của Trái Đất, thể hiện bởi sức lao động chân tay và trí óc, khả năng tổ chức và chế độ xã hội, tập quán, tín ngưỡng của các cộng đồng người. Theo phương thức và khả năng tái tạo, có thể chia thành hai loại là tài nguyên tái tạo và tài nguyên không tái tạo. Tài nguyên tái tạo như: nước ngọt, đất, sinh vật,... là tài nguyên mà sau một chu trình sử dụng sẽ trở lại dạng ban đầu. Dạng tài nguyên này có thể tự duy trì hoặc bổ sung liên tục khi được quản lý một cách hợp lý. Tài nguyên không tái tạo là dạng tài nguyên bị biến đổi và mất đi sau quá trình sử dụng. Dạng tài nguyên này thường giảm dần về số lượng sau quá trình khai thác và sử dụng của con người. Tài nguyên không tái tạo là tài nguyên khoáng sản và gen di truyền. Theo bản chất tự nhiên, tài nguyên lại được phân loại thành tài nguyên: nước, đất, rừng, biển, khoáng sản, năng lượng, khí hậu cảnh quan, di sản văn hóa, kiến trúc, tri thức khoa học và thông tin.

##### **a) Con người tác động tới tài nguyên đất**

Đất là dạng tài nguyên vật liệu của con người. Đất thường có hai nghĩa: đất đai (land) là nơi ở, xây dựng cơ sở hạ tầng của con người và thổ nhưỡng (soil) là mặt bằng để sản xuất nông nghiệp. Tài nguyên đất của thế

giới theo số liệu thống kê năm 1980 như sau: Tổng diện tích 14.777 triệu ha, với 1.527 triệu ha đất đóng băng và 13.251 triệu ha đất không phủ băng. Trong đó, 12% tổng diện tích là đất canh tác, 24% là đồng cỏ, 32% là đất rừng và 32% là đất cư trú, đầm lầy.

Tài nguyên đất của thế giới hiện đang bị suy thoái nghiêm trọng do xói mòn, rửa trôi, bạc màu, nhiễm mặn, nhiễm phèn, ô nhiễm đất và biến đổi khí hậu. Nguyên nhân của hiện tượng này không chỉ do tác động của tự nhiên mà phần lớn do tác động của con người gây ra. Do dân số tăng nhanh, nhu cầu về diện tích nhà ở, khu đô thị, khu công nghiệp tăng nên diện tích đất dùng cho canh tác nông nghiệp trên thế giới, đặc biệt là ở các quốc gia đang phát triển, ngày càng bị thu hẹp. Rừng bị chặt phá bừa bãi để cung cấp nguyên liệu, nhiên liệu cho quá trình sản xuất; do canh tác không hợp lý khiến đất đai bị suy thoái, xói mòn. Cơ cấu đất không được sử dụng hợp lý. Loại đất trồng lúa ở khu vực đồng bằng ngày nay đang bị chuyển đổi thành đất đô thị và đất khu công nghiệp

#### **b) Con người tác động tới tài nguyên rừng**

Rừng là thảm thực vật của những cây thân gỗ trên bề mặt Trái Đất, giữ vai trò to lớn đối với con người: cung cấp gỗ, củi, điều hòa khí hậu, tạo oxi, điều hòa nước, là nơi cư trú của động, thực vật và lưu giữ nguồn gen quý hiếm. Căn cứ vào mục đích sử dụng chủ yếu, rừng được phân thành các loại rừng: phòng hộ, đặc dụng và sản xuất. Rừng phòng hộ được dùng để bảo vệ nguồn nước, bảo vệ đất chống xói mòn, hạn chế thiên tai, điều hòa khí hậu, bảo vệ môi trường. Rừng phòng hộ được phân thành rừng phòng hộ đầu nguồn; rừng phòng hộ chắn gió, chắn cát; rừng phòng hộ chắn sóng, lấn biển, rừng phòng hộ bảo vệ môi trường sinh thái. Rừng đặc dụng được dùng chủ yếu để bảo tồn thiên nhiên, mẫu chuẩn của hệ sinh thái rừng quốc gia, nghiên cứu khoa học, bảo vệ di tích lịch sử, văn hóa và danh lam, thắng cảnh, phục vụ nghỉ ngơi, du lịch. Rừng đặc dụng được phân thành: vườn quốc gia, khu bảo tồn thiên nhiên, khu văn hóa xã hội, nghiên cứu thí điểm. Rừng sản xuất được sử dụng để sản xuất, kinh doanh gỗ, các loại lâm sản, động vật rừng và kết hợp phòng hộ, bảo vệ môi trường sinh thái.

Tài nguyên rừng trên Trái Đất ngày càng bị thu hẹp về diện tích và trữ lượng. Diện tích rừng trên thế giới từ đầu thế kỷ XX là 6 tỉ ha thì đến năm 1995 chỉ còn 2,8 tỉ ha. Tốc độ mất rừng hàng năm của thế giới là 20 triệu ha, trong đó, rừng nhiệt đới bị suy giảm với tốc độ lớn nhất.

#### **c) Con người tác động đến tài nguyên nước**

Nước là tài nguyên quan trọng nhất của loài người và sinh vật trên Trái Đất. Nước chiếm 99% trọng lượng sinh vật sống trong môi trường nước

và 44% trọng lượng cơ thể con người. Tài nguyên nước trên thế giới theo tính toán hiện nay là 1,39 tỉ km<sup>3</sup>, tập trung chủ yếu trong thủy quyển (97,2%), phần còn lại chứa trong khí quyển và thạch quyển. 97% lượng nước của Trái Đất là nước mặn ; 2% là nước ngọt tập trung ở 2 cực ; 0,6% là nước ngầm, còn lại là nước sông và hồ.

Hiện nay, con người tác động rất tiêu cực tới tài nguyên nước trên quy mô toàn cầu. Con người khai thác và sử dụng nhiều tài nguyên thiên nhiên hơn trước. Lượng nước ngầm khai thác trên thế giới năm 1990 gấp 30 lần năm 1960, làm cho nguồn nước ngọt sạch có nguy cơ suy giảm về trữ lượng, gây ra các thay đổi mạnh mẽ tới cân bằng tự nhiên. Con người cũng đang gây ra ô nhiễm cho các nguồn nước trên thế giới như: ô nhiễm nước mặt, nước ngầm, nước biển bởi các tác nhân như NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, thuốc trừ sâu và hóa chất, kim loại nặng, vật chất hữu cơ, các vi sinh vật gây bệnh,... Nước phân bố không đều trên bề mặt Trái Đất theo vùng địa lý và theo mùa. Lượng mưa trung bình ở sa mạc là dưới 100mm/năm, trong khi lượng mưa ở vùng nhiệt đới có thể đạt tới 5.000mm/năm. Do vậy, nơi thiếu nước bị hạn hán, trong khi đó, nơi thừa nước thường bị ngập lụt hằng năm. Tình trạng thiếu nước về mùa khô và lũ lụt về mùa mưa xảy ra ở nhiều nơi đang tác động tiêu cực tới các hoạt động canh tác, sản xuất nông nghiệp và đời sống. Hiện nay, sự biến đổi khí hậu do con người gây ra đang làm trầm trọng thêm sự phân bố không đồng đều tài nguyên nước ngọt của Trái Đất.

#### **d) Con người tác động tới tài nguyên khoáng sản**

Tài nguyên khoáng sản là tích tụ vật chất dưới dạng hợp chất hoặc đơn chất trong vỏ Trái Đất mà ở điều kiện hiện tại, con người có đủ khả năng lấy ra các nguyên tố có ích hoặc sử dụng trực tiếp chúng trong đời sống hằng ngày; có vai trò quan trọng trong phát triển kinh tế của loài người. Khai thác, sử dụng tài nguyên khoáng sản có tác động mạnh mẽ đến môi trường sống. Một mặt, tài nguyên khoáng sản là nguồn vật liệu tạo nên các dạng vật chất có ích và của cải của con người. Mặt khác, việc khai thác tài nguyên khoáng sản thường tạo ra các chất ô nhiễm như bụi, kim loại nặng, các hóa chất độc và hơi khí độc.

Hiện nay, do nhu cầu phát triển kinh tế, tài nguyên khoáng sản trên thế giới ngày càng bị khai thác cạn kiệt, tàn phá môi trường, gây ô nhiễm không khí và ô nhiễm nước.

#### **e) Con người tác động tới tài nguyên năng lượng**

Năng lượng là một dạng tài nguyên vật chất, xuất phát từ hai nguồn chủ yếu là năng lượng Mặt Trời và năng lượng lòng đất. Năng lượng Mặt

Trời tồn tại ở các dạng: bức xạ Mặt Trời ; năng lượng sinh học dưới dạng sinh khối động, thực vật ; năng lượng chuyển động của khí quyển và thủy quyển (sóng, gió, các dòng hải lưu, thủy triều, dòng chảy sông suối,...) ; năng lượng hóa thạch nằm trong lòng đất (than, dầu, khí đốt, đá chứa dầu,...). Năng lượng lòng đất gồm nhiệt độ cao của lòng đất với các dạng chính như: nguồn nước nóng, núi lửa và năng lượng phóng xạ của các mỏ Uranium, Thallium, Polonium,...

Do nhu cầu năng lượng của con người ngày càng tăng nên năng lượng hiện nay đang bị khai thác triệt để. Than đá là nguồn năng lượng chủ yếu với tổng trữ lượng trên 2.000 tỉ tấn. Khai thác than đá bằng phương pháp lộ thiên hiện nay tạo nên lượng đất, đá thải lớn, ô nhiễm bụi, ô nhiễm nước, mất rừng. Khai thác than bằng phương pháp hầm lò làm mất 50% trữ lượng, gây lún đất, ô nhiễm nước, tai nạn hầm lò,... Chế biến, sàng tuyển than gây ra bụi, nước thải chứa than và kim loại nặng. Đốt than tạo ra khí  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  gây hiệu ứng nhà kính. Dầu và khí đốt đang và sẽ là nguồn năng lượng quan trọng của loài người. Khai thác dầu khí trên thềm lục địa gây lún đất, ô nhiễm dầu, ô nhiễm không khí. Khai thác trên biển gây ô nhiễm biển (50% lượng dầu ô nhiễm trên biển gây ra là do khai thác trên biển). Chế biến dầu gây ra ô nhiễm dầu và kim loại nặng, kể cả kim loại phóng xạ cho môi trường nước và đất trong khu vực khai thác. Đốt dầu tạo ra khí  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  là nguyên nhân của hiệu ứng nhà kính. Thủy năng được xem là năng lượng sạch của con người. Tuy nhiên, việc xây dựng các hồ chứa nước lớn tạo ra nhiều tác động tiêu cực đến môi trường như: động đất cường bức, thay đổi khí hậu, mất đất canh tác, tạo ra lượng  $\text{CH}_4$  do phân hủy lượng chất hữu cơ ở lòng hồ, tạo ra các biến đổi về thủy văn hạ lưu, thay đổi độ mặn của nước khu vực cửa sông ven biển, ngăn chặn sự phát triển bình thường của quần thể cá trên sông, tiềm ẩn tai biến môi trường cho hệ thống đê điều và các công trình xây dựng trên sông. Năng lượng hạt nhân là nguồn năng lượng giải phóng trong quá trình phân hủy hạt nhân các nguyên tố U, Th hoặc tổng hợp nhiệt hạch. Theo tính toán, năng lượng giải phóng ra từ 1g U tương đương với năng lượng do đốt 2 tấn than đá. Năng lượng hạt nhân không tạo ra khí nhà kính nhưng các nhà máy điện hạt nhân lại là nguồn nguy hiểm đối với môi trường bởi sự cố rò rỉ chất thải phóng xạ. Các nguồn năng lượng khác bao gồm năng lượng gió, bức xạ Mặt Trời, thủy triều được xếp vào dạng năng lượng sạch, có công suất nhỏ và thích hợp cho khu vực xa nguồn năng lượng truyền thống. Gỗ, củi thích hợp cho sử dụng quy mô nhỏ của dân cư trong nền kinh tế công nghiệp kém phát triển. Địa nhiệt thích hợp với các vùng có núi lửa và hoạt động địa chất mạnh.

## **f) Con người tác động tới tài nguyên biển**

Biển và đại dương chiếm 71% diện tích Trái Đất. Môi trường biển là nơi tiếp nhận mọi nguồn dinh dưỡng, các chất ô nhiễm, các loại muối tan từ lục địa, khí CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>,... và là môi trường phát sinh, phát triển sự sống trên Trái Đất. Tài nguyên biển và đại dương rất đa dạng, gồm: nguồn lợi hóa chất và khoáng chất chứa trong khối nước và đáy biển, nhiên liệu hóa thạch (chủ yếu là dầu và khí tự nhiên), nguồn năng lượng sạch khai thác từ gió, nhiệt độ nước biển, các dòng hải lưu và thủy triều. Mặt biển và vùng thềm lục địa là đường giao thông đường thủy. Biển còn là nơi chứa đựng tiềm năng phát triển du lịch, thăm quan, nghỉ ngơi, giải trí, nguồn lợi sinh vật biển. Sinh vật biển là nguồn lợi quan trọng nhất của con người gồm động vật, thực vật và vi sinh vật biển. Sinh khối của biển và đại dương như sau: thực vật nổi 550 tỉ tấn; thực vật đáy 0,2 tỉ tấn; các loài động vật tự bơi (cá, mực,...) 0,2 tỉ tấn. Theo đánh giá của FAO, lượng thủy sản có thể khai thác tối đa từ biển và đại dương là 100 triệu tấn. Biển và đại dương là kho chứa hóa chất vô tận. Tổng lượng muối tan chứa trong biển là 48 triệu km<sup>3</sup>. Hoạt động khai thác thăm dò và khai thác khoáng sản từ biển và đại dương đang được triển khai với quy mô ngày một tăng. Các loại khoáng sản khai thác từ biển là dầu khí, quặng sắt, mangan, quặng sa khoáng, vàng, titan và các loại muối. Năng lượng sạch từ biển và đại dương hiện đang được khai thác trong vận tải biển, chạy máy phát điện và nhiều lợi ích khác.

Tuy nhiên, hiện nay, do khai thác quá mức tài nguyên sinh học biển, một số loài động, thực vật quý hiếm như san hô bị tận diệt. Ô nhiễm biển từ các hoạt động khai thác dầu khí, vận tải biển, đổ chất thải độc hại và chất thải phóng xạ xuống biển, đưa nước thải và chất thải từ lục địa ra biển. Biểu hiện rõ nhất của hiện tượng ô nhiễm biển là hiện tượng thủy triều đỏ đang xuất hiện ở nhiều vùng trên thế giới.

## **g) Con người tác động đến tài nguyên khí hậu, cảnh quan**

Tài nguyên khí hậu, cảnh quan bao gồm các yếu tố về thời tiết, khí hậu (khí áp, nhiệt độ, độ ẩm, bức xạ Mặt Trời, lượng mưa,...) địa hình, không gian trống, cảnh đẹp thiên nhiên,... Các yếu tố khí hậu có vai trò to lớn trong đời sống và sự phát triển của sinh vật, con người. Tác động của khí hậu đến con người trước hết thông qua nhịp điệu của chu trình sống: nhịp điệu ngày đêm, nhịp điệu mùa trong năm, nhịp điệu tháng và tuần trăng. Theo nghiên cứu của nhiều nhà khoa học: tình trạng sức khỏe, tốc độ phát triển của sinh vật phụ thuộc mạnh mẽ vào quá trình sống nói trên. Cường độ và đặc điểm của bức xạ Mặt Trời tác động tới sự phát triển của sinh vật và tăng trưởng sinh khối động, thực vật. Khí hậu, thời tiết ảnh hưởng tới



tình trạng sức khỏe của con người, làm tăng độ tử vong ở một số bệnh tim mạch, các loại bệnh tật theo mùa,... Khí hậu, thời tiết đang trở thành một dạng tài nguyên vật chất quan trọng của con người. Khí hậu, thời tiết thích hợp tạo ra các khu du lịch, nuôi trồng một số sản phẩm động, thực vật có giá trị kinh tế cao (hoa, cây thuốc, các nguồn gen quý hiếm khác,...). Địa hình, cảnh quan là một dạng tài nguyên quan trọng, tạo ra không gian của môi trường bảo vệ, nghỉ ngơi. Địa hình hiện tại của Trái Đất là sản phẩm của các quá trình địa chất lâu dài (nội sinh, ngoại sinh). Đó là: đồi núi, đồng bằng, địa hình karst, địa hình ven bờ, các kho nước lớn (biển, sông hồ). Mỗi loại hình thái địa hình trên chứa đựng những tiềm năng phát triển kinh tế đặc thù như du lịch, phát triển nông-lâm-công nghiệp.

### **8.3.5. Tác động tới chất lượng môi trường sống của con người và sinh vật**

Sự phát triển ngày càng cao của loài người đang làm gia tăng tác động của Nhân quyền tới môi trường và tài nguyên chung của Trái Đất, cho phép con người ngày càng ít phụ thuộc vào thiên nhiên, có nhiều phương tiện kỹ thuật để nâng cao chất lượng cuộc sống và có điều kiện nghiên cứu, tìm cách vượt ra khỏi ranh giới Trái Đất,...

Đồng thời, sự phát triển đó cũng tạo ra các hậu quả, trước hết là phát sinh ngày càng nhiều và với mức độ cao các tai biến, sự cố,... ảnh hưởng trực tiếp tới sự an toàn và sinh mạng của mỗi thành viên. Mỗi ngày con người khai thác và sử dụng số lượng lớn hơn tài nguyên từ lòng đất và nguồn nước, đồng thời cũng gia tăng phát tán trong thiên nhiên chất ô nhiễm. Ngày càng có nhiều hơn các loại hoá chất được con người tổng hợp, nhiều phát minh công nghệ hiện đại đi kèm với việc gia tăng nhiều hơn các tiềm ẩn tiêu cực tới sức khỏe của con người. Trong một số trường hợp đặc biệt, các phát minh, sáng chế lại được các quốc gia và nhóm người quá khích trong quốc gia sử dụng cho các mục đích chiến tranh, khủng bố.

Con người ngày càng lao động với cường độ và hiệu suất cao hơn, phụ thuộc nhau nhiều hơn, nhưng với mục tiêu tương lai ngày càng thiếu rõ ràng hơn. Chất lượng cuộc sống của từng cá nhân trong xã hội phụ thuộc ngày càng nhiều vào sự hợp tác chung trong đối phó với thiên nhiên, phòng ngừa các hậu quả, tai biến và sự cố. Tác động của sự phát triển loài người tới chất lượng cuộc sống từng dân cư trên Trái Đất ngày càng đa dạng và phức tạp.

## **8.4. BẢO VỆ TRÁI ĐẤT VÀ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG**

### **8.4.1. Các định hướng bảo vệ Trái Đất và môi trường sống trên Trái Đất**

Để duy trì sự sống của bản thân và tiếp tục phát triển nòi giống, ngay từ thời nguyên thủy, con người đã có những hoạt động khai thác tài nguyên

thiên nhiên, chế biến thành những vật phẩm cần thiết cho mình, hoặc để cải thiện những điều kiện thiên nhiên, tạo nên môi trường sống thích hợp với mình. Trong lúc tiến hành các hoạt động đó, con người ít nhiều đã biết rằng mọi can thiệp vào tài nguyên thiên nhiên và môi trường luôn luôn có hai mặt lợi, hại đối với cuộc sống trước mắt và lâu dài. Một số kiến thức và biện pháp thiết thực để ngăn ngừa những tác động thái quá đối với môi trường đã được đúc kết và truyền đạt từ thế hệ này sang thế hệ khác dưới dạng tín ngưỡng và phong tục.

Trong xã hội công nghiệp, với sự phát triển của những nguồn năng lượng mới, vật liệu mới và kỹ thuật sản xuất tiến bộ hơn nhiều, con người đã tác động mạnh mẽ vào tài nguyên thiên nhiên và môi trường, can thiệp một cách trực tiếp và nhiều khi thô bạo vào các hệ thiên nhiên. Để “chế ngự” thiên nhiên, con người nhiều khi đã tạo nên những mâu thuẫn sâu sắc giữa mục tiêu phát triển của xã hội loài người với diễn biến của tự nhiên. Để đạt năng suất cao trong sản xuất nông nghiệp, con người đã chuyển đổi các dòng năng lượng tự nhiên, cắt nối các mắt xích thức ăn vốn có của thiên nhiên, đơn điệu hóa các hệ sinh thái, sử dụng năng lượng bổ sung để duy trì những cân bằng nhân tạo mong manh.

Đặc biệt là cuối thế kỷ XX, sau những năm hồi phục hậu quả của thế chiến lần thứ hai, hàng loạt nước tư bản chủ nghĩa cũng như xã hội chủ nghĩa tiếp tục đi sâu vào công nghiệp hóa, nhiều nước mới được giải phóng khỏi chế độ thực dân cũng có điều kiện phát triển mạnh mẽ nền kinh tế của mình. Một số nhân tố mới như cách mạng khoa học – kỹ thuật, sự bùng nổ dân số, sự phân hóa các quốc gia về thu nhập đã tạo nên nhiều nhu cầu và khả năng mới về khai thác tài nguyên thiên nhiên và can thiệp vào môi trường. Trật tự bất hợp lý về kinh tế thế giới đã tạo nên hai loại ô nhiễm: “ô nhiễm do thừa thãi” tại các nước tư bản phát triển và “ô nhiễm do đói nghèo” tại các nước chậm phát triển.

Có thể nói rằng, mọi vấn đề về môi trường đều bắt nguồn từ phát triển. Nhưng con người cũng như tất cả mọi sinh vật khác không thể đình chỉ tiến hóa và ngừng sự phát triển của mình. Đó là quy luật của tạo hóa mà vạn vật đều phải tuân theo một cách tự giác hay không tự giác. Con đường để giải quyết mâu thuẫn giữa môi trường và phát triển là phải chấp nhận phát triển nhưng giữ sao cho phát triển không tác động tiêu cực tới môi trường. Phát triển đương nhiên sẽ biến đổi môi trường, nhưng làm sao để môi trường vẫn đầy đủ ba chức năng quan trọng nhất: đảm bảo không gian sống với chất lượng tốt cho con người; cung cấp cho con người các loại tài nguyên cần thiết; tái xử lý các phế thải từ hoạt động của con người. Hay nói cách khác, giữ cân bằng giữa hoạt động bảo vệ môi trường và phát triển kinh tế – xã hội.

Phát triển bền vững (PTBV) là sự phát triển nhằm thỏa mãn các nhu cầu hiện tại của con người nhưng không tổn hại tới sự thỏa mãn các nhu cầu của thế hệ tương lai. PTBV là một phương hướng phát triển được các quốc gia trên thế giới ngày nay hướng tới, đó là niềm hy vọng của toàn thế giới.

#### **8.4.2. Phát triển bền vững cuộc sống loài người trên Trái Đất**

Hội nghị Thượng đỉnh về Môi trường và PTBV tại Rio de Janeiro (Braxin) tháng 6 năm 1992 đã đưa ý kiến thống nhất của 172 quốc gia về sự cần thiết phải xây dựng một xã hội PTBV trên Trái Đất. Đây là xã hội biết kết hợp hài hòa giữa việc phát triển kinh tế với việc bảo vệ môi trường, một xã hội có nền kinh tế và môi trường bền vững.

Để xây dựng một xã hội PTBV, các nhà môi trường đã đề ra 9 nguyên tắc:

##### ***1. Tôn trọng và quan tâm đến cuộc sống cộng đồng***

Đây là nguyên tắc vô cùng quan trọng. Nguyên tắc này nói lên trách nhiệm phải quan tâm đến mọi người xung quanh và các hình thức khác nhau của cuộc sống hiện tại cũng như trong tương lai. Đó là một nguyên tắc đạo đức đối với lối sống. Điều đó có nghĩa là, sự phát triển của nước này không làm thiệt hại đến quyền lợi của những nước khác, cũng như không gây tổn thất đến thế hệ mai sau. Chúng ta phải chia sẻ công bằng những phúc lợi và chi phí trong việc sử dụng tài nguyên và bảo vệ môi trường giữa các cộng đồng, giữa những con người và giữa thế hệ chúng ta với thế hệ mai sau. Tất cả các dạng sống trên Trái Đất tạo thành một hệ thống lớn lệ thuộc lẫn nhau. Vì vậy, việc làm rối loạn một yếu tố nào đó trong tự nhiên sẽ ảnh hưởng đến cả hệ thống từ tự nhiên cho đến xã hội loài người. Thế hệ tương lai phải chịu ảnh hưởng của những hành động ngày nay của chúng ta, cũng như thế giới thiên nhiên luôn bị con người tác động. Trong các mối quan hệ hữu cơ như vậy, về đạo đức, chúng ta phải sử dụng thiên nhiên môi trường một cách khôn khéo, thận trọng để đảm bảo sự sống còn của các loài khác hoặc không làm mất nơi sinh sống của chúng.

##### ***2. Cải thiện chất lượng cuộc sống của con người***

Mục đích cơ bản của phát triển là cải thiện chất lượng cuộc sống. Con người phải nhận biết được khả năng của mình, xác lập một niềm tin vào cuộc sống vinh quang và thành đạt. Việc phát triển kinh tế là một yếu tố quan trọng trong sự phát triển. Mỗi dân tộc có những mục tiêu khác nhau trong sự nghiệp phát triển, nhưng lại có một số điểm thống nhất. Đó là mục tiêu xây dựng đảm bảo cho cuộc sống không những cho riêng mình mà cho cả thế hệ mai sau, có quyền tự do, bình đẳng, được đảm bảo an toàn và không có bạo lực, mỗi thành viên xã hội đều mong có cuộc sống ngày càng tốt hơn.

### **3. Bảo vệ sự sống và tính đa dạng của Trái Đất**

Sự phát triển trên cơ sở bảo vệ đòi hỏi phải có những hành động thích hợp, thận trọng để bảo tồn chức năng và tính đa dạng của các hệ sinh thái. Đa dạng sinh học tích lũy trong tự nhiên của Trái Đất mà loài người chúng ta đều phải lệ thuộc vào đó. Vì vậy, chúng ta phải có trách nhiệm bảo vệ hệ thống nuôi dưỡng sự sống. Hệ thống này là những quá trình sinh thái bảo đảm sự nuôi dưỡng và phát triển sự sống. Chính hệ thống này có vai trò cực kỳ quan trọng trong việc điều chỉnh khí hậu, cân bằng nước, làm cho không khí trong lành, điều hòa dòng chảy, chu chuyển các yếu tố cơ bản, cấu tạo và tái tạo đất màu, phục hồi các hệ sinh thái,...

Bảo vệ tính đa dạng sinh học có nghĩa là không chỉ bảo vệ tất cả các loài động vật, thực vật trên hành tinh mà còn bao gồm cả gen di truyền có trong mỗi loài. Bảo vệ đa dạng sinh học là bảo vệ cuộc sống cho các thế hệ chúng ta và mai sau, vì đa dạng sinh học giữ vai trò quan trọng trong phát triển nông nghiệp, thủy sản, công nghiệp và du lịch cũng như bảo vệ môi trường, đồng thời bảo vệ đa dạng sinh học góp phần nâng cao tri thức, thúc đẩy tiến tới một xã hội văn minh.

### **4. Hạn chế đến mức thấp nhất việc làm suy giảm các nguồn tài nguyên không tái tạo**

Tài nguyên không tái tạo như quặng, dầu, khí đốt, than đá,... trong quá trình sử dụng sẽ bị biến đổi, không thể bền vững được. Theo dự báo, một số khoáng sản chủ yếu trên Trái Đất, với tốc độ khai thác và sử dụng như hiện nay sẽ bị cạn kiệt trong tương lai gần, ví dụ: khí đốt khoảng 30 năm, dầu mỏ khoảng 50 năm, than đá khoảng 150 – 200 năm,... Trong khi loài người chưa tìm được các loại thay thế, cần phải sử dụng tài nguyên không tái tạo một cách hợp lý và tiết kiệm bằng cách: quay vòng tái chế chất thải, sử dụng tối đa các thành phần có ích có trong từng loại tài nguyên, dùng tài nguyên tái tạo khác nếu có thể thay thế chúng,...

### **5. Giữ vững trong khả năng chịu đựng được của Trái Đất**

Như chúng ta đã biết, mức độ chịu đựng của Trái Đất nói chung hay của một hệ sinh thái nào đó, dù là tự nhiên hay nhân tạo, đều có giới hạn. Con người có thể mở rộng giới hạn đó bằng kỹ thuật truyền thông hay áp dụng công nghệ mới để thỏa mãn nhu cầu của mình. Nhưng nếu không dựa trên quy luật phát triển nội tại của tự nhiên thì thường phải trả giá rất đắt bằng sự suy thoái, nghèo kiệt đa dạng sinh học, hoặc suy giảm chức năng cung cấp. Các nguồn tài nguyên không phải là vô tận mà bị giới hạn trong khả năng tự phục hồi của hệ sinh thái, hoặc khả năng hấp thụ các chất thải một cách an toàn. Sự bền vững sẽ không thể có được nếu dân số thế giới ngày càng tăng. Do dân số tăng, nhu cầu sử dụng nguồn tài nguyên ngày

càng lớn, vượt quá khả năng chịu đựng của Trái Đất. Muốn tìm giải pháp đúng đắn để quản lý, sử dụng bền vững các tài nguyên, chúng ta phải tạo ra một dải an toàn giữa toàn bộ các tác động của con người với ranh giới mà ta ước lượng môi trường Trái Đất có thể chịu đựng được. Muốn vậy, nguyên tắc thứ năm đề xuất:

- Những người sống ở các nước có thu nhập cao, thích sống xa hoa, tiêu thụ nhiều tài nguyên, cần phải giảm bớt tiêu dùng và nên tiết kiệm.

- Người sống ở các nước thu nhập thấp thường bị bệnh suy dinh dưỡng, đói nghèo, không có điều kiện học tập. Vì vậy, họ phải cố gắng phát triển kinh tế để nâng cao điều kiện sống.

- Các quốc gia giàu phải có trách nhiệm giúp đỡ các nước nghèo.

Muốn đứng vững trong khả năng chịu đựng của Trái Đất và đảm bảo điều kiện để cải thiện chất lượng cuộc sống của con người, các dân tộc trên thế giới, không phân biệt màu da, dân tộc, thu nhập cần có những hành động ưu tiên như:

- Quản lý các nguồn tài nguyên một cách bền vững.
- Thống nhất việc quản lý dân số và tiêu dùng tài nguyên.
- Giảm bớt việc tiêu dùng quá mức và lãng phí tài nguyên.
- Cung cấp thông tin, phương tiện chăm sóc y tế và kế hoạch hóa gia đình.
- Nâng cao dân trí, tiến hành các biện pháp để cho tất cả mọi người hiểu rằng khả năng chịu đựng của Trái Đất không phải là vô hạn.

### **6. Thay đổi tập tục và thói quen cá nhân**

Trước đây và ngay cả hiện nay, nhiều người trong chúng ta không biết cách sống bền vững. Sự nghèo khổ buộc con người phải tìm mọi cách để tồn tại như: phá rừng làm nương rẫy, săn bắn chim thú,... Những hoạt động đó xảy ra liên tục đã gây tác động xấu đến môi trường sinh thái, làm nghèo kiệt quỹ đất, suy giảm tài nguyên. Nạn đói nghèo thường xuyên xảy ra với các nước có thu nhập thấp. Còn những nước có thu nhập cao thì nhu cầu sử dụng tài nguyên ngày càng cao, ở đó họ dùng lãng phí quá mức chịu đựng của thiên nhiên, nên đã làm ảnh hưởng lớn đến các cộng đồng. Vì lẽ đó con người nhất thiết phải thay đổi thái độ và hành vi của mình, không những để cho cộng đồng biết sử dụng bền vững nguồn tài nguyên mà còn để thay đổi chính sách hỗ trợ về kinh tế và buôn bán trên thế giới.

Mọi người trên hành tinh này, không phân biệt giàu nghèo, dân tộc, tôn giáo, tuổi tác đều cần quan niệm đúng đắn về giá trị của nguồn tài nguyên thiên nhiên hiện có trên Trái Đất và những tác động của mình đối với chúng. Việc thay đổi thái độ và hành vi của con người đòi hỏi phải có

một chiến dịch tuyên truyền đồng bộ. Cần có chương trình giáo dục trong các nhà trường, từ cấp học mẫu giáo, phổ thông tới đại học để mọi người ý thức được rằng: Nếu con người có thái độ và hành vi đúng đắn với môi trường thiên nhiên thì tất nhiên con người sẽ được tận hưởng những vẻ đẹp của thiên nhiên và chính bản thân thiên nhiên sẽ phục vụ lợi ích con người tốt hơn, lâu bền hơn. Nhưng nếu con người có thái độ tàn nhẫn với thiên nhiên, thì lúc nào đó họ sẽ gặp phải bất hạnh do chính bản thân mình gây ra. Vì lẽ đó, bất cứ kế hoạch hành động nào trong cuộc sống cũng phải dựa trên sự hiểu biết đúng đắn về môi trường.

### **7. Để cộng đồng tự quản lý môi trường của mình**

Môi trường là ngôi nhà chung, không phải của riêng một cá nhân nào, cộng đồng nào. Vì vậy, việc “cứu lấy Trái Đất” và xây dựng một cuộc sống bền vững phụ thuộc vào niềm tin và sự đóng góp của mỗi cá nhân. Khi nào người dân biết tự tổ chức cuộc sống bền vững cho cộng đồng của mình, họ sẽ có một sức sống mạnh mẽ cho dù cộng đồng của họ là giàu hay nghèo, thành thị hay nông thôn. Một cộng đồng muốn được sống bền vững, trước hết phải quan tâm và bảo vệ cuộc sống của chính mình và không làm ảnh hưởng tới môi trường của cộng đồng khác. Họ phải biết cách sử dụng tài nguyên của mình tiết kiệm, bền vững và có ý thức về việc thải các chất phế thải độc hại và xử lý một cách an toàn. Họ phải tìm cách bảo vệ hệ thống nuôi dưỡng sự sống và tính đa dạng của hệ sinh thái của địa phương. Họ hoàn toàn có khả năng thực hiện được việc quản lý môi trường được giao đầy đủ quyền lực và trách nhiệm. Tất nhiên Chính phủ cần quan tâm đến nhu cầu kinh tế và xã hội của họ cũng như giúp đỡ, hướng dẫn họ. Muốn thực hiện được mục tiêu quan trọng đó, cần phải tổ chức giáo dục, tuyên truyền và đào tạo, đồng thời phải có những hành động ưu tiên sau đây:

- Cho phép cộng đồng có thể điều khiển toàn bộ cuộc sống của mình, bao gồm việc được hưởng sử dụng nguồn tài nguyên, đồng thời có trách nhiệm quản lý nguồn tài nguyên ở địa phương mình, được tham gia bàn bạc, thảo luận các dự án bảo vệ tài nguyên thiên nhiên và bảo vệ môi trường.

- Cho phép cộng đồng sử dụng tài nguyên trong vùng thỏa mãn một số nhu cầu trong cuộc sống.

- Tạo mọi điều kiện giúp đỡ cộng đồng bảo vệ môi trường sống của mình. Nếu mỗi cộng đồng tự quản lý được nguồn tài nguyên và phân phối phù hợp với lợi ích đa số người sử dụng thì công việc sẽ thuận lợi.

### **8. Tạo ra một khuôn mẫu quốc gia thống nhất, thuận lợi cho việc phát triển và bảo vệ**

Một xã hội muốn bền vững phải biết kết hợp hài hòa giữa phát triển và bảo vệ môi trường, phải xây dựng được sự đồng tâm nhất trí và đạo đức

cuộc sống bền vững trong các cộng đồng. Các chính quyền Trung ương cũng như địa phương phải có cơ cấu thống nhất về quản lý môi trường, bảo vệ các dạng tài nguyên. Hiện nay, trên thế giới có hơn 100 cơ quan chuyên trách về công tác bảo vệ môi trường. Bên cạnh hệ thống quyền lực cũng cần phải có luật bảo vệ môi trường một cách toàn diện. Vì luật là công cụ quan trọng để đảm bảo thực hiện những chính sách, đảm bảo cuộc sống bền vững, bảo vệ và khuyến khích mọi người tuân theo luật pháp. Khi luật được ban hành, tất cả mọi người trong xã hội phải nhắc nhở nhau để thi hành. Tất cả các cấp chính quyền dù ở Trung ương hay địa phương đều phải thực hiện nghiêm túc. Muốn có một cơ cấu quốc gia thống nhất, phải thống nhất kết hợp nhân tố con người, sinh thái và kinh tế.

Muốn chương trình hành động thực sự có hiệu quả, điều quan trọng là phải biết chọn lựa những mục tiêu và chương trình ưu tiên như cơ chế hoạt động thống nhất, chính sách hữu hiệu và hợp pháp để bảo vệ quyền lợi con người; chính sách kinh tế, kỹ thuật hợp lý.

### ***9. Xây dựng một khối liên minh toàn cầu***

Như đã nêu, muốn bảo vệ môi trường bền vững, chúng ta không thể làm riêng lẻ được mà phải có một sự liên minh giữa các nước. Bầu khí quyển và đại dương tác động qua lại lẫn nhau tạo ra khí hậu trên Trái Đất, nhiều con sông lớn là chung của nhiều quốc gia. Vì vậy, bảo vệ là trách nhiệm chung của nhiều nước. Sự bền vững trong mỗi nước luôn phụ thuộc vào Hiệp ước Quốc tế để quản lý các nguồn tài nguyên chủ yếu. Do đó, các quốc gia phải nhận thức được quyền lợi chung của mình trong môi trường chung trên Trái Đất. Các quốc gia cần tích cực tham gia ký kết và thực hiện các công ước quốc tế quan trọng về môi trường như: Công ước CITES, Công ước Bảo vệ tầng ozon, Công ước RAMSA, Công ước Luật biển,...

## **CÂU HỎI ÔN TẬP**

1. Trình bày quá trình xuất hiện và phát triển loài người qua các giai đoạn lịch sử.
2. Trình bày sự bùng nổ dân số thế giới và các hậu quả của nó đối với môi trường sống của con người trên Trái Đất.
3. Nêu các chức năng chủ yếu của môi trường và tài nguyên trên Trái Đất đối với con người trong quá khứ và hiện tại.
4. Con người đã tác động như thế nào tới môi trường và tài nguyên của Trái Đất ?
5. Con người phải làm gì để bảo vệ môi trường Trái Đất và duy trì sự phát triển bền vững của mình ?

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lưu Đức Hải, *Cơ sở khoa học môi trường*, Nxb ĐHQG Hà Nội, 2000.
2. Lưu Đức Hải, Nguyễn Ngọc Sinh, *Quản lý môi trường cho sự phát triển bền vững*, Nxb ĐHQG Hà Nội, 2006.
3. Lưu Đức Hải, Chu Văn Ngợi, *Tài nguyên Khoáng sản*, Nxb ĐHQG Hà Nội, 2002.
4. Nguyễn Việt Long, *Thiên văn và Vũ trụ*, Nxb Khoa học và Kỹ thuật, 2006.
5. Trịnh Xuân Thuận, *Hỗn độn và hài hoà*, Nxb Khoa học và Kỹ thuật, 2005.
6. Phạm Việt Trinh, Nguyễn Đình Noãn, *Giáo trình Thiên văn*, Nxb Giáo dục, 2006.
7. Phạm Thành Hồ, *Nguồn gốc loài người*, Nxb Giáo dục, 1998.
8. Lê Huy Bá (Chủ biên), *Độc học môi trường cơ bản*, NXB. ĐHQG Tp. Hồ Chí Minh, 2006.
9. Nguyễn Cẩn, *Tại biến môi trường*, Nxb ĐHQG Hà Nội, 2006.
10. Đặng Kim Chi, *Hoá học môi trường*, Nxb Khoa học và Kỹ thuật, 2001.
11. Hoàng Xuân Cơ, *Tài nguyên khí hậu*, Nxb ĐHQG Hà Nội, 2002.
12. Phạm Ngọc Hồ, Hoàng Xuân Cơ, *Đánh giá tác động môi trường*, Nxb ĐHQG Hà Nội, 2000.
13. Nguyễn Xuân Cự, Nguyễn Đình Sâm, *Tài nguyên rừng*, Nxb ĐHQG Hà Nội, 2004.
14. Phạm Ngọc Đăng, *Môi trường không khí*, Nxb Khoa học và Kỹ thuật, 2003.
15. Nguyễn Trọng Hiếu (Chủ biên), Phùng Ngọc Đình, *Địa lý tự nhiên đại cương 1 - Trái Đất và Thạch quyển*, Nxb ĐH Sư phạm, 2006.
16. Nguyễn Chu Hồi, *Cơ sở tài nguyên và môi trường biển*, Nxb ĐHQG Hà Nội, 2005.
17. Nguyễn Đình Hoà, Nguyễn Thế Thôn, *Địa chất môi trường*, Nxb ĐHQG Hà Nội, 2001.
18. Lê Văn Khoa (Chủ biên), *Khoa học môi trường*, Nxb Giáo dục, 2002.
19. Nguyễn Phương Loan, *Tài nguyên nước*, Nxb ĐHQG Hà Nội, 2005.
20. Hoàng Ngọc Oanh (Chủ biên), Nguyễn Văn Âu, Lê Thị Ngọc Khánh; *Địa lý tự nhiên đại cương 2 - Khí quyển và Thủy quyển*, Nxb ĐH Sư phạm, 2006.
21. Mai Trọng Nhuận, *Địa hoá môi trường*, Nxb ĐHQG Hà Nội, 2002.
22. Vũ Trung Tạng, *Sinh học và sinh thái học biển*, Nxb ĐHQG Hà Nội, 2004.
23. Vũ Quyết Thắng, *Quy hoạch môi trường*, Nxb ĐHQG Hà Nội, 2003.
24. Trịnh Xuân Thuận, *Những con đường của ánh sáng - Vật lý siêu hình học của ánh sáng và bóng tối*, Tập I, NXB Trẻ, 2008.
25. Đặng Trung Thuận, *Địa hóa học*, Nxb ĐHQG Hà Nội, 2005.
26. Đỗ Thị Vân Thanh, *Khoáng vật học*, Nxb ĐHQG Hà Nội, 2003.
27. Tạ Trọng Thắng và nnk, *Địa kiến tạo đại cương*, Nxb ĐHQG Hà Nội, 2005.
28. Tống Duy Thanh và nnk, *Địa chất cơ sở*, Nxb ĐHQG Hà Nội, 2003.
29. Trần Nghi, *Trầm tích học*, Nxb ĐHQG Hà Nội, 2003.
30. Trần Nghi, *Địa chất biển*, Nxb ĐHQG Hà Nội, 2005.
31. Nguyễn Vi Dân và nnk, *Địa lý tự nhiên đại cương*, Nxb ĐHQG Hà Nội, 2006.
32. Trần Nghi, Ngô Quang Toàn, *Đặc điểm các chu kỳ trầm tích và lịch sử tiến hóa địa chất Đệ tứ của đồng bằng sông Hồng*, Tạp chí Địa chất, 206 – 207: 65 – 77, Hà Nội, 1991.
33. Trần Nghi, Phạm Văn Cự, *Đánh giá khoáng sản than bùn và sét trong lãnh thổ Long An trên quan điểm địa chất và kinh tế*, Tạp chí Địa chất, Hà Nội, 1991.



34. Trần Nghi, Phạm Văn Cự, *Đặc điểm trầm tích và lịch sử phát triển địa chất kỷ thứ tư vùng rìa phía bắc đồng bằng sông Cửu Long*, Tạp chí Khoa học Trái Đất, 13/2: 40 – 45, Hà Nội, 1991.
35. Trần Nghi, Nguyễn Văn Hoài, Nguyễn Trọng Chi, *Đặc điểm thạch học – tướng đá biến trung Núi Sơn trong giai đoạn cuối cùng của Trias muộn và khoáng sản Urani liên quan*, Tạp chí Địa chất, A/216 – 217: 24 t 32, Hà Nội, 1993.
36. Mai Trọng Nhuận, Đào Mạnh Tiến, *Một số đặc điểm về địa chất môi trường ven bờ 0 – 30m nước đoạn Dêo Ngang – Nga Sơn*, Tạp chí Địa chất số A/235: 9 – 19, Hà Nội, 1996.
37. Đinh Văn Thuận, Nguyễn Dịch Dỹ, Nguyễn Bảo Khanh, *Đặc điểm phân bố thực vật ngập mặn trong trầm tích Holocen ở các đồng bằng ven biển Việt Nam*, Tạp chí Khoa học Trái Đất, 18(2): 96 – 98, Hà Nội, 1996.
38. Ngô Quang Toàn và nnk, *Báo cáo địa chất và khoáng sản nhóm tờ Hà Nội tỷ lệ 1/50.000*, Lưu trữ Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, Hà Nội, 1994.
39. Ngô Quang Toàn và nnk, *Vỏ phong hóa và trầm tích Đệ tứ Việt Nam. Thuyết minh bản đồ vỏ phong hóa và trầm tích Đệ tứ Việt Nam tỷ lệ 1/1.000.000*, Liên đoàn Bản đồ địa chất miền Bắc, Hà Nội, 1999, tr 315.
40. Nguyễn Tiền Hải, Nguyễn Văn Bách và nnk, *Vài nét về vấn đề phân loại các thành tạo cát dài ven biển Nam Quảng Bình*, Công trình nghiên cứu Địa chất và địa vật lý biển, tập III, Hà Nội, 1997, tr 213-221.
41. Nguyễn Thế Tiệp, *Khái quát địa chất và địa mạo khu vực đáy biển miền Trung*, Tuyển tập các công trình nghiên cứu địa chất, địa vật lý biển, Nxb Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 1995.
42. Phạm Hồng Quế, *Lịch sử phát triển địa chất bể Cửu Long*, Tạp chí Dầu khí số 1, 1994.
43. Frances Cairncross, *Lượng giá Trái Đất*, Nxb Havard (Bản dịch của Cục Môi trường), 2000.
44. Samuel Huntington, *Sự va chạm của các nền văn minh*, Nxb Lao động, 2003.
45. A.M. Vladimirov, Iu.I. Liakhin, L.T. Matveev, V.G. Orlov, *Bảo vệ môi trường*, 1991 (Bản dịch của Phạm Văn Huấn, Nguyễn Thanh Sơn và Dư văn Toán), 2005.
46. Alan E. Kehew, *Địa chất học cho kỹ sư xây dựng và cán bộ kỹ thuật môi trường*, Tập 1, II, Nxb Giáo dục, 1998.
47. Kevin T. Pickering and Lewis A. Owen, *An Introduction to Global Environmental Issues*, Publisher Routledge London and New York, 1997.
48. Chris Park, *The Environment - Principles and Applications*, Publisher Routledge London and New York, 1997.
49. Arescep E.G., Gaprilop V.P., Trần Lê Đông, Nguyễn Giao, Poppop O.K., Pospelop V.V., Ngô Thường San, Snip O.A., *Địa chất và độ chứa dầu khí của móng thềm Zond (tiếng Nga)*, Nxb Dầu mỏ và khí đốt, Matxcova, 1997.
50. Zhang Mingshu, *Climate evolution and sea-level changes in Xisha region since late Pleistocen*, IGCP, China Ocean Press, 1987.
51. Kudrass H.R. Jin Xiang Long et al, *Erosion and sedimentation in the Xisha trough at the continental margin of Southern China*, Marine geol and geophysics of South China, Ocean Press, 1990.
52. Barber A.J., *Geology and tectonic of Southeast Asia, lecture 10 in "Structural geology and tectonic"*, University of London geological research in Southeast Asia, 4/1992.
53. Chen P.P.H et al, *Sequence stratigraphy and continental margin development of the Northeastern shelf of the South China Sea*, Americal association of petroleum geologist bulletin, 1993, Vol 5, No 5.

## MỤC LỤC

<b>Lời nói đầu.....</b>	<b>3</b>
<b>Chương 1. TRÁI ĐẤT TRONG KHÔNG GIAN</b>	
1.1. Những hiểu biết cơ bản về vũ trụ, thiên hà, hệ Mặt Trời .....	5
1.1.1. Thiên hà .....	5
1.1.2. Thái Dương hệ – Hệ Mặt Trời của Trái Đất .....	14
1.2. Các học thuyết về nguồn gốc vũ trụ, Thái dương hệ và Trái Đất.....	25
1.2.1. Lý thuyết Vụ nổ lớn và nguồn gốc vũ trụ .....	25
1.2.2. Các lý thuyết về nguồn gốc Thái dương hệ và Trái Đất.....	30
1.3. Quy luật chuyển động và các đặc điểm của Trái Đất.....	31
1.3.1. Chuyển động của Trái Đất quanh Mặt Trời – Chu trình năm .....	31
1.3.2. Chuyển động của Trái Đất quanh trục – Chu trình ngày đêm .....	32
1.3.3. Hình dạng Trái Đất.....	33
1.3.4. Trọng trường Trái Đất .....	33
1.3.5. Từ trường Trái Đất.....	34
Câu hỏi ôn tập .....	35
<b>Chương 2. CẤU TRÚC VÀ THÀNH PHẦN TRÁI ĐẤT</b>	
2.1. Cấu trúc Trái Đất.....	36
2.1.1. Khái quát về cấu tạo phân đối của Trái Đất .....	36
2.1.2. Vỏ Trái Đất .....	36
2.1.3. Thạch quyển và quyển mềm (Lithosphera, Asthenosphera) .....	42
2.1.4. Manti.....	43
2.1.5. Nhân Trái Đất .....	44
2.2. Thành phần hóa học của Trái Đất.....	44
2.3. Khái quát các quyển ngoài của Trái Đất.....	47
Câu hỏi ôn tập .....	47
<b>Chương 3. ĐỊA HÌNH VÀ CẢNH QUAN TRÁI ĐẤT</b>	
3.1. Đường cong độ cao – sâu bề mặt Trái Đất.....	48
3.1.1. Địa hình lục địa .....	48
3.1.2. Địa hình biển và đại dương.....	56
3.2. Đặc điểm địa hình đáy Biển Đông Việt Nam và kế cận.....	66
3.2.1. Khái quát .....	66
3.2.2. Địa hình tích tụ và tích tụ – mài mòn trên thềm lục địa .....	67

3.2.3. Địa hình sườn lục địa .....	70
3.2.4. Địa hình chân lục địa .....	72
3.2.5. Địa hình đáy Biển Đông .....	72
Câu hỏi ôn tập .....	73

## **Chương 4. THẠCH QUYỂN VÀ HOẠT ĐỘNG ĐỊA CHẤT NỘI SINH, NGOẠI SINH CỦA VỎ THẠCH QUYỂN**

### **A. THÀNH PHẦN THẠCH QUYỂN**

4.1. Tinh thể và khoáng vật .....	74
4.1.1. Khái quát .....	74
4.1.2. Khái niệm về tinh thể .....	74
4.1.3. Tính chất vật lý của khoáng vật .....	75
4.1.4. Phân loại khoáng vật .....	79
4.2. Thành phần thạch học của thạch quyển .....	92
4.2.1. Khái quát một số khái niệm cơ bản .....	92
4.2.2. Đá magma .....	93
4.2.4. Đá biến chất .....	107
4.2.5. Khoáng sản .....	112

### **B. HOẠT ĐỘNG ĐỊA CHẤT NỘI SINH VÀ NGOẠI SINH CỦA VỎ THẠCH QUYỂN**

4.3. Hoạt động địa chất nội sinh .....	131
4.3.1. Kiến tạo các mảng thạch quyển (kiến tạo mảng) .....	131
4.3.2. Các kiểu thể nằm và biến dạng của đá trầm tích .....	140
4.3.3. Hoạt động đứt gãy và các yếu tố của đứt gãy .....	143
4.3.4. Núi lửa .....	144
4.3.5. Động đất .....	146
4.4. Các quá trình địa chất ngoại sinh .....	148
4.4.1. Quá trình phong hóa .....	148
4.4.2. Vỏ phong hoá .....	155
4.3.3. Hoạt động của nước và dòng chảy trên bề mặt lục địa .....	160
4.3.4. Hoạt động của gió .....	184
Câu hỏi ôn tập .....	185

## **Chương 5. THỦY QUYỂN VÀ HOẠT ĐỘNG ĐỊA CHẤT CỦA BIỂN**

### **A. THỦY QUYỂN**

5.1. Khái niệm chung .....	187
5.2. Chu trình hoạt động của nước .....	187
5.3. Tính chất vật lý của nước biển .....	188

5.3.1. Mật độ .....	188
5.3.2. Nhiệt độ.....	188
5.3.3. Sự thay đổi mực nước biển (biển thoái và biển tiến) .....	188
5.3.4. Thủy triều .....	189
5.3.5. Hải lưu .....	189
5.4. Thành phần hoá học của nước đại dương.....	190
5.4.1. Độ muối .....	190
5.4.2. Thành phần hoá học.....	191

## B. HOẠT ĐỘNG ĐỊA CHẤT CỦA BIỂN

5.4. Hoạt động địa chất trầm lục địa và sườn lục địa.....	192
5.4.1. Khái quát .....	192
5.4.2. Trầm tích trầm lục địa .....	193
5.4.3. Cấu tạo địa chất trầm lục địa .....	197
5.4.4. Nguồn gốc trầm lục địa .....	198
5.4.5. Trầm tích đáy biển trầm lục địa Việt Nam và các vùng kế cận..	199
5.5. Hoạt động địa chất của các sông núi trung tâm đại dương và lòng chảo đại dương.....	201
5.6. Địa chất đới bờ.....	202
5.6.1. Những yếu tố thủy động lực ven bờ .....	202
5.6.2. Tiến hoá thành hệ cát ven biển miền Trung trong mối quan hệ với sự dao động mực nước biển trong Đệ tứ.....	208
Câu hỏi ôn tập .....	213

## Chương 6. KHÍ QUYỂN

6.1. Cấu trúc, thành phần và nguồn gốc khí quyển.....	214
6.1.1. Cấu trúc của khí quyển.....	214
6.1.2. Thành phần của khí quyển.....	215
6.1.3. Nguồn gốc khí quyển.....	218
6.2. Các chuyển động trong khí quyển.....	219
6.2.1. Các dạng chuyển động của khí quyển .....	219
6.2.2. Hoàn lưu khí quyển.....	220
6.2.3. Sự di chuyển của các khối không khí.....	225
6.3. Nhiệt độ khí quyển và biến đổi khí hậu Trái Đất.....	226
6.3.1. Nhiệt độ khí quyển.....	226
6.3.2. Các đới khí hậu.....	228
6.3.3. Biến đổi khí hậu Trái Đất.....	247
Câu hỏi ôn tập .....	259

## **Chương 7. SINH QUYỂN**

7.1. Cấu trúc và nguồn gốc của sinh quyển.....	260
7.1.1. Cấu trúc của sinh quyển: sinh quyển, sinh thái, hệ sinh thái, quần xã, quần thể .....	260
7.1.2. Nguồn gốc của sinh quyển và quá trình phát triển sinh quyển trên Trái Đất.....	265
7.1.3. Tiến hoá của sinh quyển .....	270
7.2. Vai trò và chức năng của sinh quyển.....	271
7.2.1. Quang hợp và hô hấp .....	271
7.2.2. Phân huỷ sinh học.....	273
7.2.3. Tương tác giữa sinh quyển với khí quyển và thủy quyển .....	275
Câu hỏi ôn tập .....	278

## **Chương 8. TRÁI ĐẤT VÀ CON NGƯỜI**

8.1. Lịch sử xuất hiện và phát triển của Loài người.....	279
8.1.1. Giai đoạn tiền cổ đại .....	279
8.1.2. Giai đoạn người Homosapiens.....	284
8.1.3. Đặc điểm của sự phát triển dân số thế giới.....	286
8.2. Vai trò của Trái Đất đối với cuộc sống con người.....	291
8.2.1. Trái Đất là không gian sinh sống của con người và che chở cho con người trước các tai biến thiên nhiên .....	291
8.2.2. Trái Đất là nguồn tài nguyên của con người.....	292
8.2.3. Trái Đất là nơi chứa đựng và phân huỷ các chất thải.....	292
8.2.4. Trái Đất là nơi cung cấp các thông tin cho con người.....	293
8.3. Các tác động của con người tới Trái Đất.....	293
8.3.1. Tác động thay đổi địa hình cảnh quan .....	293
8.3.2. Tác động tới sinh quyển và hệ sinh thái.....	294
8.3.3. Tác động tới khí quyển, thủy quyển .....	297
8.3.4. Tác động tới nguồn tài nguyên và dự trữ năng lượng của Trái Đất .....	298
8.3.5. Tác động tới chất lượng môi trường sống của con người và sinh vật .....	303
8.4. Bảo vệ Trái Đất và phát triển bền vững.....	303
8.4.1. Các định hướng bảo vệ Trái Đất và môi trường sống trên Trái Đất.....	303
8.4.2. Phát triển bền vững cuộc sống loài người trên Trái Đất.....	305
Câu hỏi ôn tập .....	309
Tài liệu tham khảo .....	310

*Chịu trách nhiệm xuất bản:*

Chủ tịch HĐQT kiêm Tổng Giám đốc NGÔ TRẦN ÁI  
Phó Tổng Giám đốc kiêm Tổng biên tập NGUYỄN QUÝ THAO

*Tổ chức bản thảo và chịu trách nhiệm nội dung:*

Chủ tịch HĐQT kiêm Giám đốc Công ty CP Sách ĐH – DN  
TRẦN NHẬT TÂN

*Biên tập và sửa bản in:*

HOÀNG THỊ QUY

*Trình bày bìa:*

BÍCH LA

*Chế bản:*

HUYỀN TRANG

---

## **Giáo trình KHOA HỌC TRÁI ĐẤT**

**Mã số: 7K706Y8 - DAI**

In 1.000 bản (QĐ: 25), khổ 16 x 24cm. Công ty CP In Anh Việt.

Địa chỉ : Số 74, ngõ 310 đường Nghi Tâm, Tây Hồ, Hà Nội.

Số ĐKKH xuất bản : 10 – 2008/CXB/60 – 2061/GD.

In xong và nội lưu chiếu tháng 6 năm 2008.



CÔNG TY CỔ PHẦN SÁCH ĐẠI HỌC - DẠY NGHỀ  
**HEVOBCO**  
25 HÀN THUYỀN - HÀ NỘI  
Website : [www.hevobco.com.vn](http://www.hevobco.com.vn)



VƯƠNG MIỆN KIM CƯƠNG  
CHẤT LƯỢNG QUỐC TẾ

### TÌM ĐỌC SÁCH THAM KHẢO CỦA NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

- |   |                        |
|---|------------------------|
| 1. Khoa học môi trường                  | Lê Văn Khoa (Chủ biên) |
| 2. Chỉ thị môi trường                   | Lê Văn Khoa            |
| 3. Cẩm nang quản lí môi trường          | Lưu Đức Hải (Chủ biên) |
| 4. Môi trường và phát triển bền vững    | Nguyễn Đình Hoè        |
| 5. Kinh tế môi trường                   | Hoàng Xuân Cơ          |
| 6. Kinh tế chất thải                    | Nguyễn Đình Hương      |
| 7. Đánh giá tài nguyên nước Việt Nam    | Nguyễn Thanh Sơn       |
| 8. Kỹ thuật xử lý nước thải             | Trịnh Lê Hùng          |
| 9. Sinh thái học hệ sinh thái           | Vũ Trung Tạng          |
| 10. Sinh thái học các hệ sinh thái nước | Vũ Trung Tạng          |

Bạn đọc có thể mua sách tại các Công ti Sách - Thiết bị trường học ở các địa phương hoặc các cửa hàng sách của Nhà xuất bản Giáo dục :

- Tại TP. Hà Nội : 187 Giảng Võ ; 232 Tây Sơn ; 23 Tràng Tiền ; 25 Hàn Thuyên.
- Tại TP. Đà Nẵng : 78 Pasteur, Quận Hải Châu.
- Tại TP. Hồ Chí Minh : 104 Mai Thị Lựu, Quận 1 ; Số 5 Bình Thới, Quận 11 ; 240 Trần Bình Trọng, Quận 5.
- Tại TP. Cần Thơ : 5/5, đường 30/4.

Website : [www.nxbgd.com.vn](http://www.nxbgd.com.vn)



8 934980 871416



**Giá: 38.500đ**