Đá carbonat

Trần Nghi. Khoa Địa chất,
Trường Đại học Khoa học Tự nhiên (ĐHQGHN).

Giới thiệu

Đá carbonat là loại đá phổ biến trong nhóm đá trầm tích hóa học và sinh hóa, trong đó, đá vôi là loại phổ biến nhất và chiếm khối lượng chủ yếu, thứ đến là dolomit. Ngoài ra, trong đá carbonat còn có sự pha tạp giữa carbonat và thành phần phi carbonat như sét, silit, vụn cơ học, v.v... Khi đó tên gọi của đá carbonat thay đổi theo thành phần pha tạp.

Biển và đại dương là môi trường chủ yếu thành tạo trầm tích carbonat suốt trong lịch sử địa chất. Trầm tích carbonat đặc trưng cho biển có độ kiềm khá cao (pH > 8,5). Tuy nhiên, tính chất của carbonat cũng biến đổi theo thời gian gắn chặt với chế độ kiến tạo và kiểu bồn tạo carbonat. Ví dụ trong Cambri, Ordovic, Silur, carbonat thường có dạng phân lớp mỏng, phân dải, giàu bitum đặc trưng cho bồn dạng tuyến sâu. Song đến Devon đá vôi vừa có dạng dải, phân lớp mỏng máng sâu lại vừa có dạng khối thành tạo ở thềm nông. Đến Carbon - Permi và Trias đá vôi đồng nhất dạng khối điển hình đặc trưng cho bồn trầm tích đẳng thước nông.

Thành phần khoáng vật của đá trầm tích carbonat

Có thể chia khoáng vật của đá trầm tích carbonat thành 2 nhóm lớn – Nhóm hoà tan trong HCl và nhóm không hòa tan. Nhóm hoà tan chủ yếu là các khoáng vật carbonat như calcit, dolomit, aragonit, v.v... thường chiếm trên 75%, có khi xấp xỉ 100%, còn thành phần không hòa tan là các hợp phần vô cơ như sét, thạch anh, felspat, silit, v.v...

Nhóm khoáng vật hoà tan

Nhóm khoáng vật hoà tan chủ yếu gồm calcit, dolomit và một số biến thể của $CaCO_3$.

Calcit ($CaCO_3$)

Calcit là khoáng vật chủ yếu tạo nên đá vôi. Trong các đá trầm tích carbonat, calcit gặp ở nhiều dạng khác nhau – hạt lớn do tái kết tinh có thể chiếm tới 30%, calcit vi hạt, là thành phần chính của nền đá vôi hay mạch calcit nhiệt dịch.

Dolomit ($CaMg(CO_3)_2$)

Dolomit có thể thành tạo ở các thời kỳ khác nhau – đồng sinh, thành đá và hậu sinh. F. J. Pettijohn căn cứ vào đặc điểm này của khoáng vật dolomit để tiến hành phân loại đá dolomit. Dolomit đồng sinh thường có kích thước hạt nhỏ < 0,01mm, còn thành đá và hậu sinh thì có kích thước lớn và thường tạo thành những hình thoi phân đới. Đây là đặc điểm để phân biệt dolomit và calcit.

Aragonit ($CaCO_3$)

Aragonit kết tinh trong hệ thoi, thường gặp tinh thể hình kim, là khoáng vật rất kém bền vững, dễ dàng chuyển thành calcit. Aragonit thường gặp trong trầm tích hiện đại còn trong đá cổ rất ít gặp. Aragonit thường gặp ở dạng cấu tạo trứng cá của bùn vôi và thậm chí cả trong đá vôi trứng cá Đệ Tam nữa. Trong các ám tiêu san hô quần đảo Trường Sa hiện đại, aragonit tạo nên các bộ xương vôi của san hô.

Nhóm khoáng vật không hòa tan

Nhóm khoáng vật không hòa tan gồm những khoáng vật vô cơ tha sinh và tại sinh. Nhóm này được phân loại như sau.

Khoáng vật vụn tha sinh

Phổ biến có 3 loại – thạch anh, felspat và mảnh đá silica. Nghiên cứu thành phần khoáng vật vụn có ý nghĩa lớn đối với khôi phục hoàn cảnh cổ địa lý. Felspat vụn là khoáng vật rất hiếm gặp trong các đá carbonat, vì vậy cần phân biệt với felspat tại sinh.

Khoáng vật sét và khoáng vật tại sinh

Bao gồm sét, glauconit, chalcedon, felspat, các khoáng vật chứa sắt,v. v... Ngoài ra còn có khá nhiều các trầm tích silit, kết hạch siderit và bitum phân tán.

- Khoáng vật sét phổ biến nhất, gồm kaolinit, hydromica đôi khi có cả nhóm montmorillonit. Trong một số carbonat tướng biển nông và ven biển chứa sét thường có mặt glauconit.

- Felspat tại sinh có số lượng ít và hạt nhỏ nên khó phân biệt với felspat vụn tha sinh. Tuy nhiên sự khác nhau cơ bản là felspat tha sinh luôn luôn bị mài tròn cạnh còn felspat tại sinh (kết tinh) vừa tự hình vừa còn tươi chưa bị phong hóa.

- Thạch anh tại sinh trong đá carbonat do opal và chalcedon tái kết tinh thường có dạng nửa tự hình còn thạch anh vụn – bị mài tròn cạnh.

- Thạch cao và anhydrit chiếm tỷ lệ lớn thường là khoáng vật cộng sinh với calcit, dolomit trong trầm tích evaporit. Còn thạch cao và anhydrit chiếm tỷ lệ nhỏ dạng xâm tán là sản phẩm của biến đổi hậu sinh.

- Pyrit khá phổ biến trong đá vôi và cả trong dolomit, thường có dạng tinh thể màu kim loại đặc trưng, có kích thước một vài milimet, đôi khi tới một centimet.

- Siderit trong đá carbonat thường ở dạng kết hạch, kích thước kết hạch thường chỉ đạt tới một vài centimet. Siderit dễ bị biến đổi thành hydroxid sắt ở lớp ngoài tạo nên vỏ màu nâu đỏ không thấu quang, bên trong có cấu tạo sphaerolit.

- Phosphat calci - colophan thường ở dạng thay thế các hóa thạch. Trong các đá carbonat giàu thành phần không hòa tan còn có thể có một số khoáng vật nặng như zircon, sphen, apatit, tourmalin,...

- Vật liệu hữu cơ. Trong các đá carbonat, đặc biệt là đá vôi màu đen, thường chứa một lượng đáng kể carbon hữu cơ và bitum phân tán. Muốn xác định bitum ở lát mỏng thạch học thì trước khi dán lamen không được rửa lát mỏng bằng xăng để tránh hoà tan bitum.

Thành phần hóa học

Đá carbonat có thành phần chủ yếu là khoáng vật calcit, sau đó là dolomit vì vậy đá vôi thường chứa trên 85% $CaCO_3$ còn MgO rất thấp. Ngược lại, dolomit chứa trên 17,5% MgO. Lượng SiO_2 có thể tới 20% lúc đó gọi là đá vôi silit. Hàm lượng của Al_2O_3 cùng với SiO_2 biểu hiện thành phần sét hoặc felspat trong đá. Thành phần kiềm và nước trong trường hợp này cũng phong phú hơn. Trong trường hợp cá biệt, đá vôi giàu P_2O_5, Fe_2O_3, S,...

Đá vôi sinh hóa chứa xương sinh vật khác nhau sẽ có thành phần hóa học khác nhau vì thành phần hóa học tạo xương khác nhau tùy loại sinh vật [Bảng 1].

Kiến trúc và cấu tạo đá carbonat

Kiến trúc của đá carbonat

Kiến trúc của đá carbonat do điều kiện thành tạo chúng quyết định, nên việc phân loại kiến trúc

Bảng 1. Thành phần hóa học của một số sinh vật tạo đá.

Sinh vật	$CaCO_3$	$MgCO_3$	$Ca_3P_2O_5$	SiO_2	$(Al,Fe)_2O_3$
Trùng lỗ	77 - 90,1	1,8 - 11,2	Vết	0 - 15,3	0 - 4,0
Bọt biển vôi	77,1 - 85	4,6 - 14,1	0 - 10	0 - 7,8	1 - 5,7
San hô	97,6 - 99,7	0,1 - 0,8	Vết	0 - 1,2	0 - 0,6
Huệ biển	83,1 - 91,5	7,3 - 13,7	0 -1,1	0 - 2	0,1 - 1,4
Tay cuộn	88,6 - 98,6	0,5 - 8,6	0 - 0,6	0,1 - 0,5	0 - 0,5
Chân bụng	96,6 - 99,8	0 - 1,8	0 - 0,8	0 - 2,2	0 - 1,9
Chân đầu	93,8 - 99,5	0,2 - 6	Vết	0 - 0,2	0 - 0,1
Tảo	73,6 - 88,1	10,9 - 25,2	0 - 0,4	0 - 3,5	0 - 1,6

thường dựa vào tiêu chuẩn nguồn gốc. Liên Xô (cũ) đã xuất bản những bộ atlas kiến trúc của đá carbonat cũng như các loại đá trầm tích khác rất thuận tiện cho việc tra cứu.

Đá vôi có những loại kiến trúc thường gặp sau đây:

- Kiến trúc pelit (ẩn tinh) – đá vôi dạng bùn trong đó calcit ở dạng ẩn tinh.
- Kiến trúc vi hạt – kích thước hạt calcit < 0,1mm.
- Kiến trúc hạt nhỏ – kích thước calcit từ 0,1 - 0,25mm
- Kiến trúc hạt vừa – kích thước calcit từ 0,25 - 0,5mm
- Kiến trúc hạt lớn – kích thước calcit > 0,5mm

Kiến trúc giả dăm kết – mảnh vụn và xi măng đều là vôi, do đá vôi bị phá hủy kiến tạo rồi tái gắn kết.

Kiến trúc vụn sinh vật – mảnh vụn là vỏ sinh vật, nền là calcit làm nhiệm vụ xi măng gắn kết.

Cấu tạo của đá carbonat

- Cấu tạo khối đặc trưng cho đá vôi thềm lục địa [H.1; H.2].

- Cấu tạo phân lớp ngang song song [H.3].

- Cấu tạo dạng ổ (ổ silit trong đá vôi silit) do dòng chảy đáy bào mòn và tái phân bố [H.4].

- Cấu tạo vết hằn chữ cổ (hieroglyph) trên mặt lớp do dòng chảy đáy bào mòn [H.5].

- Cấu tạo dải, thường gặp trong đá vôi silit biển sâu [H.6].

- Cấu tạo đường khâu (stylolit) có dạng đường gấp khúc (ziczac) như đường cong giản đồ roentgen, thành tạo trong giai đoạn hậu sinh do nén ép tạo khe nứt, lấp đầy bằng Fe_2O_3 và vật liệu sét [H.7].

- Cấu tạo turbidit gặp trong đá vôi cổ cấu tạo rối loạn, thành phần phức tạp do dòng chảy rối đáy biển dốc ở sườn lục địa của bồn trầm tích dạng tuyến rất sâu [H.8].

- Cấu tạo nón chồng nón [H.9].

- Cấu tạo trứng cá, hạt đậu (pisolit) gặp ở đá vôi dạng khối biển nông [H.10].

Phân loại đá carbonat

Phân loại theo thành phần khoáng vật

Đá carbonat có hai loại chính là đá vôi và dolomit. Ngoài ra còn có những loại đá trung gian khác phụ thuộc vào các hợp phần phi carbonat tham gia như sét, cát, silit, bitum, v.v...

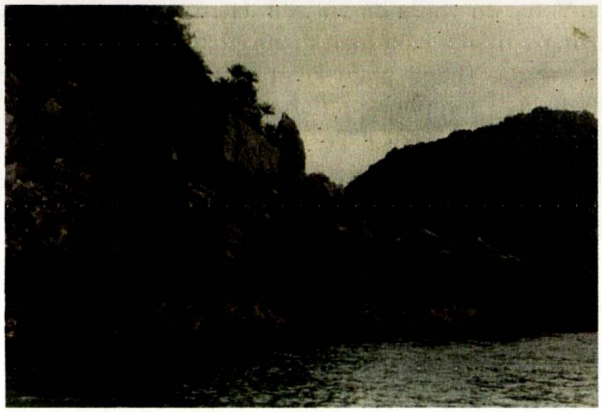
Trên cơ sở đó có thể phân loại đá carbonat thành 5 nhóm:

- Nhóm đá chuyển tiếp giữa đá vôi và dolomit, căn cứ vào hàm lượng calcit và dolomit để phân loại;

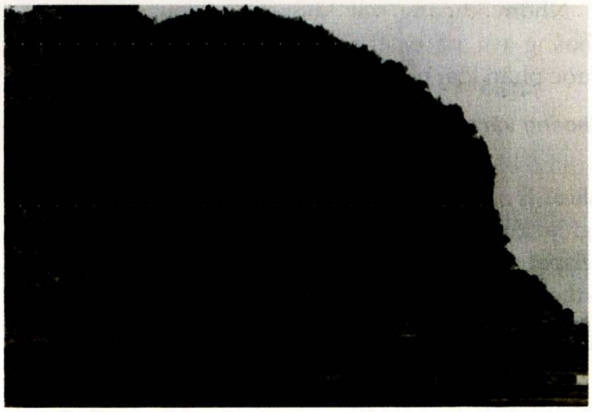
- Nhóm chuyển tiếp giữa đá vôi (dolomit) và cát kết;

- Nhóm chuyển tiếp giữa đá vôi và sét;

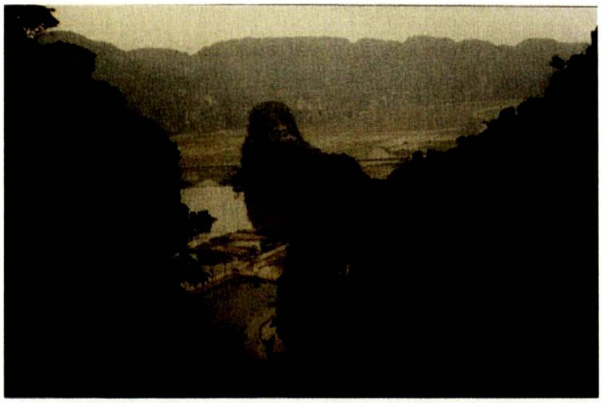
- Nhóm chuyển tiếp giữa đá vôi và silit (SiO_2);



Hình 1. Đá vôi Devon thượng - Carbon hạ (D_3-C_1) cấu tạo khối ở Cát Bà (ảnh: Trần Nghi, 2000).



Hình 2. Đá vôi Permi màu xám sáng cấu tạo khối ở Mạo Khê, Quảng Ninh (ảnh: Trần Nghi, 2000).



Hình 3. Đá vôi phân lớp dày Permi - Trias, Bích Động - Ninh Bình (ảnh: Trần Nghi, 2000).

Hình 4. Silit dạng ổ Devon thượng - Carbon hạ (D_3-C_1) ở đảo Cát Bà do tái phân bố bởi dòng chảy đáy (ảnh: Trần Nghi, 2000).

Hình 5. Cấu tạo vết hằn chữ cổ (hieroglyph) trên mặt lớp đá vôi Devon thượng- Carbon hạ (D_3-C_1) ở Cát Bà (ảnh: Trần Nghi, 2000).

Hình 6. Đá vôi silit Devon thượng - Carbon hạ (D_3-C_1) ở Cát Bà có cấu tạo phân dải (ảnh: Trần Nghi, 2000).

Hình 7. Đá vôi silit Devon thượng - Carbon hạ (D_3-C_1) ở Cát Bà tướng biển sâu có cấu tạo đường khâu (ảnh: Trần Nghi, 2000).

Hình 8. Đá vôi silit Devon thượng - Carbon hạ (D_3-C_1) ở Cát Bà có cấu tạo turbidit (ảnh: Trần Nghi, 2000).

- Nhóm chuyển tiếp giữa đá vôi và vật chất hữu cơ. Nhóm đá này thường có màu đen, xám đen, phân lớp dày, đập ra có mùi thối bitum do chứa vật chất hữu cơ loại 2 (sapropel). Tùy theo hàm lượng của bitum để gọi tên. Nếu hàm lượng bitum dưới 2% thì gọi là đá vôi chứa bitum, khi tăng lên 2% thì gọi là đá vôi bitum.

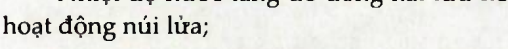
Đá vôi

Đá vôi là đá carbonat chủ yếu chứa $CaCO_3$ dưới dạng hai khoáng vật calcit và aragonit. Trong thực tế đá vôi có nhiều nguồn gốc và đặc điểm thạch học khác nhau.

Điều kiện thành tạo của đá vôi

Đá vôi có thể hình thành ở đáy biển thềm lục địa nông, có cấu tạo khối thuần khiết gọi là đá vôi thềm lục địa, ví dụ đá vôi Trias của hệ tầng Đồng Giao (T_2a *dg*) phân bố thành một dải từ Ninh Bình lên cao nguyên Mộc Châu; đá vôi Carbon-Permi phân bố rộng rãi ở Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ như ở khối Bắc Sơn, vịnh Hạ Long, Tây Thanh Hóa, v.v... Tiêu biểu là khối Phong Nha - Kẻ Bàng (Quảng Bình) và khối Bắc Sơn (Lạng Sơn). Cũng có thể gặp đá vôi phân lớp mỏng, phân dải chứa silica dạng lớp mỏng, dạng ổ, dạng thấu kính và turbidit, đặc

trưng cho biển sâu, máng nước sâu kiểu bồn hút chìm hay bồn rift dạng tuyến như đá vôi ở đảo Cát Bà. Sự đa dạng và phức tạp này của đá vôi là do ảnh hưởng của nhiều yếu tố nội sinh và ngoại sinh, dẫn đến thay đổi tính chất hóa lý môi trường nước biển. Đặc biệt là sự tham gia của một hay nhiều hợp phần phi carbonat vào môi trường kết tủa carbonat như vụn cơ học, silit núi lửa, tảo biển sâu, sét biển nông, biển sâu và vật liệu núi lửa ngầm. Tuy nhiên, bất luận trong môi trường nào, khi bùn vôi ($CaCO_3$) được kết tủa ở ạt đều tuân theo phương trình phản ứng thuận nghịch:



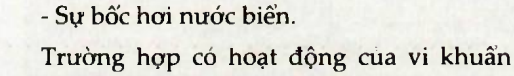
$$CaCO_3\downarrow + CO_2 + H_2O \Leftrightarrow Ca(HCO_3)_2$$

Như vậy điều kiện kết tủa $CaCO_3$ phụ thuộc vào sự giảm hàm lượng CO_2 trong nước bão hoà bicarbonat. Có các nguyên nhân làm giảm CO_2 như sau:

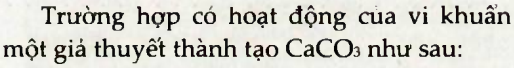
- Giảm áp suất CO_2: do đối lưu, xáo trộn dòng đáy;
- Nhiệt độ nước tăng do dòng hải lưu nóng hoặc hoạt động núi lửa;
- Quang hợp của thực vật biển thu CO_2;
- Sự bốc hơi nước biển.

Trường hợp có hoạt động của vi khuẩn còn có một giả thuyết thành tạo $CaCO_3$ như sau:

+ Từ nitrat nhờ vi khuẩn sẽ biến thành amoniac, sau đó tác dụng với CO_2 tạo thành carbonat amon:

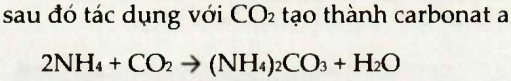


$$2NH_4 + CO_2 \rightarrow (NH_4)_2CO_3 + H_2O$$



$$(NH_4)_2CO_3 + CaSO_4 \Leftrightarrow CaCO_3 + (NH_4)_2SO_4.$$

+ Từ amoniac nhờ vi khuẩn chuyển ngay thành bicarbonat sau đó kết tủa carbonat:



$$NH_4(OH) \xrightarrow{\text{vi khuẩn}} Ca(HCO_3) \rightarrow CaCO_3 + (NH_4)_2CO_3 + H_2O.$$

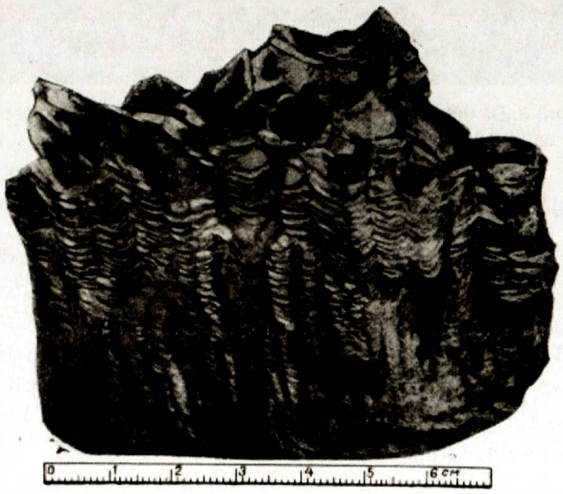
Thành phần của đá vôi

Thành phần khoáng vật của đá vôi. Thành phần chính tạo thành đá vôi là calcit, aragonit, dolomit. Aragonit là khoáng vật tương đối bền vững trong điều kiện trên bề mặt thạch quyển, chẳng những có thể gặp trong các trầm tích carbonat hiện đại, mà còn gặp cả trong đá vôi tuổi cổ. Ngoài những thành phần chính trên đây, còn có những khoáng vật sau đây thường có trong thành phần đá vôi. Dolomit trong đá vôi thường là sản phẩm sau trầm tích, có tinh thể hình thoi do thay thế calcit. Chalcedon là những khoáng vật tại sinh đáng lưu ý khi giải quyết những vấn đề về cổ địa lý. Siderit ít gặp hơn, rất dễ bị oxy hóa thành vỏ limonit bao bên ngoài, không thấu quang. Vật liệu sét tương đối phong phú, song việc xác định tên rất khó khăn, chưa nói đến những tính chất khác của sét. Trong đá vôi cũng thường chứa một lượng khá nhiều vật liệu hữu cơ và bitum làm cho đá vôi có màu xám đen. Glauconit có thể gặp một lượng không nhiều và thường có dạng hạt tròn, bầu dục màu xanh lục. Pyrit hay gặp hơn dạng tinh thể phân tán hoặc thành những ổ.

Thành phần hóa học. Đá vôi chứa trên 95% $CaCO_3$ thường có MgO dưới dạng dolomit, hàm lượng ít khi vượt quá 1%. Khi MgO đạt 1 - 2% ta gọi là đá vôi magnesi, lượng MgO chỉ cao khi đá vôi bị dolomit hóa. SiO_2 có thể tới 5 - 6%, là thành phần của thạch anh vụn và chalcedon. Sự có mặt của Al_2O_3 cùng SiO_2 biểu hiện sự có mặt của vật liệu sét hoặc felspat tại sinh.

Phân loại đá vôi

Sau những năm 60 vấn đề phân loại đá vôi mới được nghiên cứu, đặc biệt từ khi phát hiện những mỏ dầu lớn trong đá vôi. Chỉ trong một thời gian ngắn xuất hiện hàng loạt phương án phân loại đá vôi như của M. S. Svetsov; L. B. Rukhin, Frolov, I. V. Khvorova, W. H. Venhofen, F. J. Pettijohn, A. W. Grahai, A. V. Carozi, v.v...



Hình 9. Cấu tạo nón chồng nón trong đá vôi Krưm (Liên bang Nga). (theo Svetsov, 1959).

Hình 10. Cấu tạo trứng cá, nhân trứng cá là calcit, nền bao gồm các tinh thể calcit tái kết tinh (theo Svetsov, 1958).

Phân loại đá vôi theo thành phần khoáng vật

- Theo thành phần khoáng vật calcit và dolomit người ta chia đá carbonat thành 6 loại đá [Bảng 2]: 1) Đá vôi; 2) Đá vôi lẫn dolomit; 3) Đá vôi dolomit; 4) Dolomit vôi; 5) Dolomit chứa vôi; 6) Dolomit.

Bảng 2. Bảng phân loại đá carbonat theo hàm lượng calcit và dolomit.

Tên đá	Hàm lượng (%)		CaO : MgO
	Calcit	Dolomit	
Đá vôi	100 - 95	0 - 5	0 - 50,1
Đá vôi lẫn dolomit	95 - 75	5 - 25	50,1 - 9,1
Đá vôi dolomit	75 - 50	25 - 50	9,1 - 4,0
Dolomit vôi	50 - 25	50 - 75	4,0 - 2,2
Dolomit lẫn vôi	25 - 5	75 - 95	2,2 - 1,5
Dolomit	5 - 0	95 - 100	1,5 - 1,1

- Theo hàm lượng (%) thành phần khoáng vật phi carbonat bao gồm hạt vụn tha sinh và xi măng phi carbonat và khoáng vật calcit người ta chia làm 6 loại đá [Bảng 3]: 1) Cát kết; 2) Cát kết lẫn vôi; 3) Cát kết vôi; 4) Đá vôi cát; 5) Đá vôi chứa cát; 6) Đá vôi.

Bảng 3. Đá chuyển tiếp giữa đá vôi (dolomit) với cát kết.

TT	Tên đá	Hàm lượng (%)	
		Cát	Calcit (Dolomit)
1	Cát kết	100 - 95	0 - 5
2	Cát kết lẫn vôi (dolomit)	95 - 75	5 - 25
3	Cát kết vôi (dolomit)	75 - 50	25 - 50
4	Đá vôi (dolomit) cát	50 - 25	50 - 75
5	Đá vôi (dolomit) chứa cát	25 - 5	75 - 95
6	Đá vôi (dolomit)	5 - 0	95 - 100

- Theo thành phần hàm lượng (%) và thành phần khoáng vật calcit và sét người ta chia ra 6 loại đá [Bảng 4]: 1) Đá vôi; 2) Đá vôi chứa sét; 3) Đá vôi sét; 4) Đá sét vôi; 5) Đá sét chứa vôi; 6) Đá sét.

Bảng 4. Những đá chuyển tiếp giữa đá vôi và sét.

TT	Tên đá	Hàm lượng (%)	
		Calcit	Sét
1	Đá vôi	100 - 95	0 - 5
2	Đá vôi chứa sét	95 - 75	5 - 25
3	Đá vôi sét	75 - 50	25 - 50
4	Đá sét vôi	50 - 25	50 - 75
5	Đá sét chứa vôi	25 - 5	75 - 95
6	Đá sét	5 - 0	95 - 100

Phân loại đá vôi theo bối cảnh kiến tạo và cổ địa lý của bể trầm tích

- Đá vôi bitum. Phân lớp dày màu đen, xám đen, được thành tạo ở môi trường biển sâu, tương đối kín, chế độ khử yếu.

- Đá vôi silit. Cấu tạo phân dải, được thành tạo ở môi trường biển sâu dạng tuyến dòng chảy đáy yếu.

- Đá vôi xen kẽ silit. Phân lớp ngang song song mỏng, được thành tạo ở môi trường biển sâu dạng tuyến dòng chảy đáy yếu, chuyển động kiến tạo nhịp nhàng giữa vùng nâng và sụt lún đáy bồn trũng.

- Đá vôi xen silit dạng ổ thấu kính. Bề mặt có vết hằn dạng chữ cổ (hieroglyph), được thành tạo ở các biển sâu dạng tuyến có dòng chảy đáy mạnh.

- Đá vôi silit có cấu tạo turbidit. Được thành tạo ở sườn lục địa dốc biển sâu dạng tuyến, có dòng chảy đáy rối loạn liên quan đến những pha sụt lún có trượt lở sườn.

- Đá vôi thuần khiết cấu tạo dạng khối kiểu đá vôi thềm lục địa. Được thành tạo ở các bồn trũng nước nông dạng đẳng thước của thềm lục địa tuổi Carbon - Permi - Trias (C - P - T).

Phân loại đá vôi dựa vào cấu tạo

Đá vôi trứng cá. Đá vôi trứng cá là một loại đá vôi có cấu tạo dạng trứng cá, các hạt được gắn kết bằng xi măng calcit vi hạt hoặc bằng calcit kết tinh. Đá có độ hạt tương đối đều và kích thước nhỏ hơn 2mm đôi khi lớn hơn gọi là hạt đậu (pisolit). Hạt trứng cá thường có một nhân là mảnh vụn sinh vật, hoặc mảnh vụn thạch anh, cũng có khi chỉ là bọt khí tạo thành trung tâm kết tinh, sau đó là những vòng tròn đồng tâm xen kẽ calcit với hidroxid sắt. Hạt trứng cá có dạng cầu hoặc dạng bầu dục. Hiếm khi gặp hạt có cấu tạo toả tia, đó là sản phẩm tái kết tinh của xi măng calcit. Số lượng hạt trứng cá trên một diện tích thay đổi, có khi rất thưa, có khi lại dày đặc phụ thuộc vào môi trường thủy động lực và nồng độ bicarbonat [H.10].

Đá vôi vụn sinh vật. Đá vôi vụn sinh vật được phân thành đá hạt thô và hạt vừa theo kích thước mảnh vụn; phân theo trình độ kết tinh của xi măng sẽ có đá vôi vụn sinh vật xi măng vi hạt và đá vôi vụn sinh vật xi măng kết tinh. Thành phần vụn của đá chủ yếu là mảnh vụn của Trùng lỗ, Tay cuộn, Chân rìu, Chân bụng, v.v... Mảnh vụn ít nhiều đã bị vận chuyển, chịu tác động của sóng và dòng chảy nên hầu như đều bị mài tròn. Các mảnh vụn này có vai trò như những mảnh tha sinh lục nguyên, chúng được gắn kết bằng calcit.

- *Đá vôi hóa học.* Theo đặc điểm kiến trúc đá vôi được phân thành hai loại – đá vôi vi hạt và đá vôi kết tinh. Trong thực tế cần đề cập một số dạng đặc biệt nữa là đá vôi hóa học, loại đá vôi này chiếm một khối lượng lớn trong số đá vôi có mặt trên vỏ Trái Đất, dưới đây là một số loại trong chúng.

+ *Thạch nhũ.* Là loại đá vôi thành tạo thuần túy hóa học, thường gặp trong các hang động đá vôi. Măng đá và cột đá tạo thành do nước chứa $CaCO_3$ bão hoà nhỏ từng giọt, khi nước bốc hơi đi, $CaCO_3$ kết tủa rồi sinh thành aragonit và có cấu tạo tỏa tia.

+ *Travertin.* Là loại đá vôi hóa học, nhẹ xốp, màu vàng nhạt hoặc màu trắng phớt vàng, không đồng nhất, có phân lớp; có thể tìm thấy di tích thực vật

trong đá. Sự thành tạo cũng có liên quan với dung dịch giàu carbonat calci, rồi nước bay hơi đi và kết tủa thành. Tốc độ lắng đọng travertin khác nhau, đôi khi rất lớn (ở Mỹ người ta quan sát được tốc độ kết tủa đạt tới 60 - 80cm/4 tháng).

- *Đá vôi vi hạt.* Đá vôi này chặt sít, hạt rất nhỏ, dưới kính hiển vi thấy chúng có kiến trúc vi tinh hoặc ẩn tinh. Do kích thước hạt quá nhỏ, nhỏ hơn cả bề dày lát mỏng, nên ngay dưới kính cũng thấy hạt sẫm màu và khó xác định rìa hạt. Đá thường có màu xám nhạt đến xám đen hoặc tím nhạt đến nâu xám. Bề dày của tầng thay đổi nhiều. Thường có cấu tạo phân lớp mỏng hoặc dạng dải. Trong đá vôi vi hạt còn hay gặp các kết hạch silit, cát thạch anh, bột thạch anh.

- *Đá vôi kết tinh.* Đá vôi vi hạt ở giai đoạn thành đá muộn hoặc hậu sinh thì một phần hoặc toàn bộ tái kết tinh thành đá vôi kết tinh. Đá vôi kết tinh gồm toàn calcit hạt lớn có song tinh liên phiến, sạch và trong suốt. Đá vôi màu trắng, trắng sữa rất ít khi gặp kết hạch silit.

- *Đá vôi sinh hóa (Biolithite).* Đáng chú ý nhất của đá vôi sinh hóa là đá vôi ám tiêu. Ngoài ra còn một số dạng khác.

- *Đá phấn.* Đá vôi còn bở rời, màu trắng như phấn, có khi có màu vàng nhạt hoặc xám nhạt, hạt mịn, mềm, sờ bẩn tay, có thể gặp kết hạch silit và phosphorit. Ở Châu Âu và Bắc Mỹ, đá phấn phát triển trong các trầm tích Creta. Thành phần của phấn: 97% là calcit, 1 - 3% là vật liệu hữu cơ chủ yếu là các loại Trùng lỗ, Tảo vôi, Cầu gai, động vật thân mềm. Đá phấn được thành tạo ở biển khơi không sâu lắm, cũng có thể có nguồn gốc biển nông.

- *Đá vôi tảo calci.* Phân bố được thành tạo chủ yếu ở biển nông, cũng có thể trong những hồ nước ngọt, ấm. Khi sống tảo vôi cần ánh sáng mặt trời để quang hợp, lấy CO_2 ở trong nước, đồng thời gây ra kết tủa $CaCO_3$, nên nơi nào có đá vôi tảo calci thường cũng có đá vôi hóa học và marne. Tảo vôi trong đá có kích thước vài centimet đến hàng chục centimet, dạng vòng ôm lấy nhau (tảo vòng). Dưới kính hiển vi thấy nhiều dạng khác nhau của tảo.

- *Đá vôi ám tiêu.* Đá vôi ám tiêu là một loại bẫy chứa dầu quan trọng, cho nên trong vài thập kỷ gần đây được rất nhiều người nghiên cứu. Trước đây, thuật ngữ "đá vôi ám tiêu san hô", được thông dụng, nhưng thực tế không phải chỉ có san hô tạo ám tiêu, có khi san hô lại chỉ chiếm một tỷ lệ thấp. Tuy vậy, ngày nay theo tập quán, "đá vôi ám tiêu san hô" vẫn được sử dụng. Đá vôi ám tiêu san hô gồm các loại vỏ, xương San hô, Tảo, Tay cuộn, Chân rìu, Huệ biển, v.v... được vùi lấp cùng các loại trầm tích khác tạo nên, hình thành những thể hình cung, đảo vòng (atoll) hay dạng khối. Một ám tiêu hiện đại ở vùng Honolulu được thành tạo gồm 24% San hô, 44% tảo Lithothanium, 32% các mảnh sinh vật khác. Do tốc độ sinh trưởng mạnh của sinh vật, có loại ám tiêu mọc cao trung bình vài centimet trong một năm. Ám tiêu hiện đại gồm các loại sau đây.

Ám tiêu bờ là dạng ám tiêu phát triển trên các đá gốc ở ven bờ, chủ yếu có tuổi Đệ Tứ. Hiện tại ven bờ biển và đảo Việt Nam gặp rất nhiều các thềm san hô bằng phẳng rộng từ vài chục mét đến hàng nghìn mét nằm ở độ sâu khác nhau: 1m, 3m, 10m, 25 - 30m, v.v... Trên bề mặt thềm san hô có mặt cả khối, tảng, cuội, sạn san hô nằm ngổn ngang trên một nền cát bùn pha trộn giữa san hô, trầm tích lục nguyên cùng với vỏ động vật Thân mềm. Trên các khối tảng vụn san hô lại gặp nhiều cây san hô hiện đại phong phú về màu sắc (trắng, hồng, đỏ, tím, đen) tạo nên một hệ sinh thái san hô độc đáo ở ven biển nước ta (vịnh Hạ Long, quần đảo Cô Tô, ven biển và các đảo ven biển Miền Trung, vịnh Thái Lan). Các thềm san hô là bằng chứng của một giai đoạn biển lùi so với mực nước biển hiện tại, sóng biển là động lực phá hủy và san bằng các ám tiêu san hô được thành tạo trong các pha biển tiến trước đó.

Ám tiêu vòng (atoll) có dạng vành khăn bầu dục hoặc vòng tròn không khép kín, bao quanh một vụng nước nông. Phần lộ của ám tiêu vòng trên mặt biển thường có đường kính trên 1km và có độ cao từ 0,5 - 2m. Khi có nhiều cửa cho nước chảy ra vào, vòng ám tiêu trở thành nhiều đảo nhỏ. Loại ám tiêu này rất phổ biến ở quần đảo Trường Sa và Hoàng Sa. Các quần đảo này có một lịch sử phát triển lâu dài từ Oligocen đến nay, ám tiêu bám trên các đảo đá phun trào và lục nguyên.

Biến đổi thứ sinh của đá vôi

Đá vôi dễ bị biến đổi ở giai đoạn hậu sinh và biến sinh. Những quá trình biến đổi thứ sinh thường gặp là dolomit hóa, silit hóa, sulfat hóa.

Dolomit hóa

Hiện tượng biến đổi thứ sinh phổ biến nhất trong đá vôi là dolomit hóa, tạo nên kiểu đá vôi dạng da báo. Cường độ dolomit hóa phụ thuộc nhiều yếu tố, có khi xảy ra rất yếu, chỉ quan sát được một vài tinh thể dolomit hình thoi trong lát mỏng, nhưng cũng có khi dolomit đạt tới 90 - 95% đá. Tinh thể dolomit phân bố trong các đá vôi khác nhau cũng khác nhau và thường phụ thuộc vào đặc điểm kiến trúc nguyên sinh của đá. Trong đá vôi vi hạt, đồng nhất, dolomit phần lớn là loại bốn cạnh với kích thước nhỏ, còn trong đá vôi hạt lớn hơn thì tinh thể dolomit cũng lớn hơn. Khi quá trình dolomit hóa mạnh, sẽ xuất hiện dolomit hạt tương đối đều.

Đá vôi tái kết tinh không có những tinh thể dolomit đẹp chứng tỏ dolomit hóa đã xảy ra trước khi tái kết tinh. Khe nứt trong đá vôi cũng có thể có những tinh thể dolomit khá đẹp, loại dolomit này thường hình thành ở giai đoạn muộn hơn.

Một hiệu ứng hết sức đáng lưu ý của quá trình dolomit hóa là tăng thể tích và làm tăng độ rỗng lên 12 - 15%, rất có ý nghĩa đối với những tầng chứa dầu.

Silit hóa

Silit hóa là hiện tượng biến đổi thứ sinh đôi khi đối với cả dạng kết hạch trong đá vôi. Trong đá vôi sinh vật, ở khoang trống sinh vật hoặc phần xương của sinh vật thường có silit nhóm thạch anh - chalcedon kết tinh thành tinh thể lớn. Ở lỗ hổng, chalcedon thường phát triển thành vòng đồng tâm xung quanh lỗ hổng còn thạch anh lại ở giữa lỗ hổng, trong trường hợp này thường gặp chalcedon rẻ quạt hoặc tỏa tia. Đôi khi còn thấy ở những lỗ hổng có dolomit tinh thể 4 cạnh đẹp và calcit bị silit thay thế. Silit hóa càng phát triển thì dần dần thạch anh tựa như những hạt vụn trên nền đá vôi. Sự thành tạo các kết hạch silit trong đá vôi là quá trình thay thế calcit bằng silit và xảy ra muộn hơn dolomit hóa. Phần lớn quá trình silit hóa xảy ra sau khi tái kết tinh và sau khi hình thành khe nứt.

Sulfat hóa

Trong đá vôi có thể gặp thạch cao, anhydrit, đôi khi cả celestin nữa. Thạch cao, anhydrit thường thành những vi hạt phân tán nhỏ đến mức chỉ phát hiện được dưới kính hiển vi phân cực, thường thành mạch hay có hình dạng phức tạp do lấp đầy khe nứt, thay thế vỏ sinh vật hay xi măng trong đá vôi vụn và đá vôi sinh vật. Khe nứt chứa thạch cao có khi có cả trong cuội kết vôi. Trình độ và đặc điểm sulfat hóa có quan hệ trực tiếp với thành phần hóa học và kiến trúc của đá. Sulfat hóa kém phát triển ở đá vôi vi hạt, phổ biến hơn trong đá vôi hạt lớn, nhất là kiểu lấp đầy khe nứt.

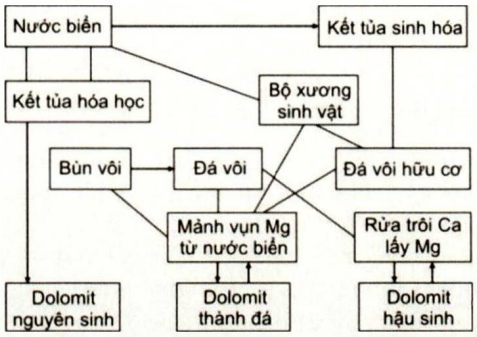
Tóm lại, thứ tự xảy ra các quá trình biến đổi thứ sinh trong đá vôi là dolomit hóa - silit hóa - sulfat hóa.

Dolomit

Dolomit là loại đá tương đối phổ biến, thường đi với đá vôi, và vì thế giữa đá vôi và dolomit có nhiều dạng chuyển tiếp – đá vôi - đá vôi magnesi - đá vôi dolomit - dolomit vôi - dolomit. Dolomit thường có màu trắng, xám, vàng nhạt, nâu xám; khi dolomit chứa nhiều di tích hữu cơ, đá có màu xám, nếu chứa bitum thường có màu nâu. Trình độ kết tinh cũng như độ rỗng của dolomit rất thay đổi. Về thành phần khoáng vật, ngoài dolomit còn gặp calcit, nhiều khi có hàm lượng tương đối cao; khá nhiều khoáng vật phụ khác như thạch cao, anhydrit, thạch anh - chalcedon, oxid và hydroxid sắt, celestin, fluorit, khoáng vật muối pyrit, marcasit, hydromica, momoriolit, các vật liệu hữu cơ phân tán. Vật liệu vụn trong dolomit rất ít gặp, không nhiều như trong đá vôi. Quá trình phân dị cơ học kết thúc khi thành tạo dolomit. Trong các mặt cắt địa chất có thể gặp những tầng dolomit dày và độc lập hoặc xen kẽ với đá vôi, với đá vụn, thậm chí xen kẽ với những loại muối, thạch cao, anhydrit.

Nguồn gốc dolomit

Vấn đề nguồn gốc thành tạo dolomit rất phức tạp và đã thu hút sự chú ý của nhiều nhà nghiên cứu. Dolomit có thể có nhiều nguồn gốc thành tạo khác nhau [H.11].



Hình 11. Sơ đồ nguồn gốc thành tạo dolomit (F. J. Pettijohn).

Dolomit nguyên sinh

Trong một số bùn biển hiện đại đã tìm thấy những tinh thể hình thoi tự hình của dolomit, như ở hồ Bankhat (Liên Xô cũ). Ngày nay, dolomit đã được cho kết tủa trực tiếp từ dung dịch; điều kiện hóa lý cần thiết để cho sự kết tủa này là hàm lượng Mg trong dung dịch rất cao, có dự trữ kiềm lớn, pH > 8,3; áp suất carbonic cao và nhiệt độ thích hợp. Phản ứng thích hợp trong điều kiện khí hậu khô, còn khí hậu ẩm dự trữ kiềm và pH không đạt được giá trị cần thiết. Điều kiện quan trọng nhất cho kết tủa dolomit là áp suất CO_2, điều này không gặp hiện nay, nhưng trong những điều kiện địa chất xa xưa với khí quyển giàu CO_2 thì đủ khả năng cho kết tủa dolomit.

Dolomit có thể là kết quả của quá trình biến đổi bùn vôi do tác dụng thành đá. Hiện tượng này đã quan sát được trong trầm tích hiện đại, ở những nơi có dự trữ kiềm và hàm lượng Mg đủ lớn.

Quá trình hậu sinh

Dolomit hóa đá vôi cũng dẫn đến thành tạo dolomit. Nhiều nhà nghiên cứu đề cập đến vấn đề nguồn gốc "trao đổi biến chất" (metasomatic) của dolomit, họ nhấn mạnh rằng những điều kiện của biển và đại dương hiện nay không thích hợp cho kết tủa dolomit, vì thông thường lượng $MgCO_3$ không đủ cao, còn sự có mặt của trầm tích dolomit càng cổ lại càng nhiều. Kiến trúc và cấu tạo cũng cho thấy dolomit biến đổi từ đá vôi – Tỉ số $CaCO_3/MgCO_3$ trước Devon là 1,39; trong Devon – 4,49; C:8,89; Creta – 40,23; Đệ Tam – 37,29; Đệ Tứ – 25,00; Điều này chứng tỏ trầm tích dolomit trước Carbon chiếm

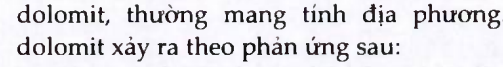
vị trí chủ yếu và đây là loại dolomit thứ sinh. Mặt khác, từ những tài liệu đồng vị carbon trong dolomit cho thấy giá trị $^{12}C/^{13}C$ của dolomit (81,1 - 88,7) thấp hơn giá trị trung bình của đá vôi (89,3) – chứng tỏ nguồn gốc thứ sinh của dolomit.

Dolomit được tạo thành từ xương của sinh vật

Dolomit được tạo thành từ xương của sinh vật, nhiều quan sát cho thấy lượng Mg trong xương của những sinh vật khi còn sống không cao; sau khi chết, lượng Mg trong chúng lại tăng lên. Thí dụ ở Tảo Lithothamnium khi sống có 2,5% $MgCO_3$, nhưng khi chết lượng $MgCO_3$ tới 6,2%.

Biến đổi thứ sinh của dolomit

Biến đổi thứ sinh rõ rệt nhất của dolomit và đá vôi dolomit là khử dolomit và hình thành vụn dolomit. Hiện tượng khử dolomit phát triển trong các đới phong hóa trên mặt của dolomit và đá vôi dolomit, thường mang tính địa phương. Sự khử dolomit xảy ra theo phản ứng sau:



$$CaCO_3 + MgCO_3 + CaSO_4 \rightarrow 2CaCO_3\downarrow + MgSO_4$$

Nghiên cứu lát mỏng cho thấy quá trình khử dolomit xảy ra theo hai phương thức và nảy sinh ra những loại hình khác nhau của đá. Loại 1 – xuất hiện bao thể không quy tắc, calcit trong dolomit tự hình. Ở giai đoạn đầu, calcit chỉ gặm mòn dolomit, tiến tới tinh thể dolomit chỉ còn hình dáng lờ mờ, phát triển hơn nữa thì lát mỏng chỉ phát hiện tàn dư của tinh thể dolomit, calcit dường như thay thế toàn bộ dolomit. Có những lát mỏng đã quan sát được tinh thể dolomit 4 cạnh đẹp được thay thế toàn bộ bằng calcit. Loại 2 – dolomit calcit hạt lớn. Kiến trúc đá nguyên thuỷ nói chung được bảo tồn. Khử dolomit cũng dẫn đến thành tạo lỗ hổng và khe nứt thứ sinh. Xác định và phân biệt dolomit hóa và khử dolomit là việc cần thiết, song không phải lúc nào cũng phân biệt được. Cần thiết xác định điều này để xác định chính xác loại đá biến đổi là gì. Cả hai quá trình đều cần lưu ý trong quá trình tìm kiếm thăm dò dầu khí.

Dolomit có thể bị phá vụn thành cuội, thậm chí thành cát dolomit bở rời. Thành phần hóa học của vụn dolomit cũng giống như dolomit.

Dolomit còn bị sulfat hóa, thành tạo thạch cao, anhydrit thứ sinh. Hiện tượng này cần hết sức lưu ý khi tìm kiếm thạch cao, muối mỏ.

Tài liệu tham khảo

Trần Nghi, 2013. Trầm tích học. *NXB Đại học Quốc gia Hà Nội*. 471 tr. Hà Nội.

Логвиненко В. Н., 1976. Петрография осадочных пород. *Научное издательство*. 400 стр. Ленинград.

Рухин Л. Б., 1969. Основы литологии. Госгеотехиздат. 850 стр. Москва.

Мильнер Г. Б., 1968. Петрография осадочных пород, Том II. *Недра издательство*. 574 стр. Москва.