MỘT SỐ NÉT VỀ LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN CÁC RẠN SAN HÔ Ở KHU VỰC QUẦN ĐẢO TRƯỜNG SA VÀ CÁC VÙNG BIỂN KẾ CẬN

Nguyễn Ngọc
Phân Viện Hải Dương Học tại Hà Nội

TÓM TẮT *Quần đảo Trường Sa được cấu tạo từ các rạn san hô. Quần đảo bao gồm hàng trăm bãi ngầm và các đảo nổi phân bố rải rác trong một vùng biển rộng lớn. Các tài liệu về địa chất khu vực cho thấy các thành tạo rạn san hô cổ nhất có tuổi Oligocen phát triển chủ yếu ở phía Đông Bắc của quần đảo. Phổ biến là các thành tạo đá vôi rạn san hô phát triển từ Miocen tới nay. Trong các giếng khoan sâu ở khu vực quần đảo Hoàng Sa, thềm lục địa miền Trung nước ta (Tri Tôn-Quảng Ngãi, Tư Chính-Vũng Mây v.v...) đều gặp chúng nằm trực tiếp trên các đá cổ có tuổi Tiền Cambri, Mezozoi.*

Việc phân tích thành phần của san hô tạo rạn ở cấp giống cho thấy trong phạm vi quần đảo Trường Sa và các vùng biển kế cận lịch sử phát triển của các rạn san hô gồm 3 giai đoạn chính là:

- Giai đoạn trước Neogen (Creta? - Paleogen): các rạn san hô phát triển hạn chế ở phía Đông Bắc của quần đảo.
- Giai đoạn Miocen-Pleistocen: các rạn san hô phát triển rộng rãi trên toàn vùng.
- Giai đoạn Holocen-hiện đại: về cơ bản có hiện trạng như ngày nay.

Theo các tài liệu địa tầng khu vực (đặc biệt là tài liệu các giếng khoan sâu) có thể thấy là lịch sử phát triển nói trên có một số lần gián đoạn xảy ra ở các ranh giới địa tầng Miocen giữa/Miocen trên và Miocen trên/Pliocen, Pliocen/Pleistocen và Pleistocen/Holocen. Bài viết trình bày chi tiết lịch sử phát triển của các rạn san hô ở khu vực quần đảo Trường Sa và các vùng biển kế cận.

SOME FEATURES ON DEVELOPMENT HISTORY OF THE CORAL REEFS IN SPRATLY ARCHIPELAGO AND ADJACENT MARINE AREAS

Nguyen Ngoc
Branch of Institute of Oceanography (Ha Noi)

ABSTRACT *Spratly Archipelago consists of hundreds of submerged and emerged coral reefs, distributed all over a large region. The regional geological data show that the oldest coral reef formations distribute in the NE part of study region and are Oligocene in age. The data of deep wells in the Paracel Archipelago and on continental shelf of Central Vietnam (Quang Ngai-Tri Ton, Tu Chinh-Vung May areas) show that lower Miocene coral reefs, laying directly on the ancient (Precambien, Mezozoic) rocks had been discovered.*

Analysis on genus composition of the reef-building corals shows that the development history of coral reefs here consists of three following main periods:

- The Praeneogene (Cretaceous? – Paleogene) period: coral reefs were mainly developed in the NE part of the Archipelago.

- The Miocene-Pleistocene period: coral reefs were largely developed over the whole region.

- The Holocene-Recent period: the situation of coral reefs is similar to present one.

According to the regional stratigraphical data (especially the data of deep wells), the above-mentioned development of the coral reefs has been interrupted for several times at the boundaries between middle Miocene/upper Miocene, upper Miocene/Pliocene, Pliocene/Pleistocene and Pleistocene/Holocene. This paper presents in detail this development history of the coral reefs in the Spratly Archipelago and adjacent marine areas.

Rạn san hô là các thành tạo cacbonat canxi nguồn gốc sinh vật, trong đó san hô tạo rạn là thành phần quan trọng nhất. Chúng tạo nên hàng trăm bãi cạn, bãi ngầm và đảo nổi ở khu vực quần đảo Trường Sa và các vùng biển lân cận. Ngoài ý nghĩa an ninh quốc phòng, bảo vệ chủ quyền lãnh thổ-lãnh hải, là các nguồn tài nguyên vô giá về hải sản, khoáng sản, v.v... Các rạn san hô còn có ý nghĩa quan trọng về mặt khoa học. Nghiên cứu lịch sử phát triển của các rạn san hô ở đây trong trường hợp cụ thể này nhằm góp phần làm sáng tỏ cấu tạo địa chất, tiến hóa địa chất và cổ địa lý khu vực và sự phát triển tiến hóa của san hô tạo rạn.

I. MỘT SỐ NÉT VỀ ĐẶC ĐIỂM ĐIỀU KIỆN TỰ NHIÊN KHU VỰC QUẦN ĐẢO TRƯỜNG SA VÀ CÁC VÙNG BIỂN LÂN CẬN

Quần đảo Trường Sa nằm ở phía Nam trũng sâu Biển Đông, trong khung tọa độ 6^0 50'-12^0 00' vĩ độ Bắc và 111^0 20'-117^0 20' kinh độ Đông, nằm trong đơn vị hành chính huyện đảo Trường Sa thuộc tỉnh Khánh Hòa, có diện tích khoảng 180.000km^2; Nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa Đông Nam Á, một năm có 2 mùa là mùa hè (tháng V-X) và mùa đông (tháng XI-IV năm sau), nhiệt độ nước tầng mặt trung bình mùa hè 29^0C, mùa đông 27-27,5^{0}C, tầng 150m mùa hè và mùa đông hầu như không thay đổi: 17-18,5^{0}C; Hướng gió thịnh hành mùa hè: Tây Nam, mùa đông: Đông Bắc; tổng lượng mưa trung bình năm là 2.575mm; Hàm lượng muối trong nước biển tầng mặt mùa hè ít thay đổi: 33-35,5‰, tầng 150m mùa hè và mùa đông cũng ít thay đổi: 34,4-34,6‰; Độ trong của nước biển cao; Chế độ sóng phụ thuộc vào chế độ gió, độ cao trung bình của sóng vào mùa đông: 2,5m với chu kỳ trung bình 6,8 giây, mùa hè 1,65m với chu kỳ trung bình 5,3 giây; Chế độ triều: nhật triều không đều, tốc độ lên xuống khoảng 10cm/s; Dòng chảy biển

thay đổi theo mùa cả về hướng và tốc độ vận chuyển và bị chi phối bởi 2 xoáy địa chuyển cơ bản là xoáy thuận Tây Bắc và Bắc Biển Đông và xoáy nghịch là Trung và Tây Nam Biển Đông kèm theo các dải phân kỳ và hội tụ [9, 11, 43].

Về đặc điểm địa chất, địa mạo và đặc điểm địa mạo san hô khu vực nghiên cứu đã được nhiều tác giả đề cập tới [2, 4, 7, 8, 10, 13-14, 22-27, 29, 32, 34-37, 43-44]. Nói chung, bình đồ cấu trúc-kiến tạo Biển Đông trong đó có quần đảo Trường Sa hiện tại là do kết quả của hoạt động kiến tạo mảng xảy ra trong Kainozoi. Cụ thể là do sự chuyển động và va chạm của các mảng lục địa Âu-Á ở phía Tây, mảng Thái Bình Dương ở phía Đông và mảng Ấn-Úc ở phía Tây và Tây Nam đã dẫn tới sự tách dãn đáy Biển Đông và hình thành nên các địa khối Trường Sa và Hoàng Sa. Cùng với các hoạt động địa chất này, nước biển ở Thái Bình Dương đã tràn vào và tạo nên Biển Đông.

Các điều kiện tự nhiên nói trên, đặc biệt là nhiệt độ, độ trong và độ muối của nước biển, động lực dòng chảy, nền đáy cứng, v.v... rất thích hợp và thuận tiện cho việc phát triển của các san hô tạo rạn và các rạn san hô. Các tài liệu địa chất khu vực và địa chất san hô cho thấy ở vùng biển Trường Sa các ám tiêu san hô phát triển từ Oligocen tới Đệ Tứ và hiện còn đang phát triển rất rộng rãi trong vùng [5, 15-21, 24-26, 29, 32-34, 38-42, 44].

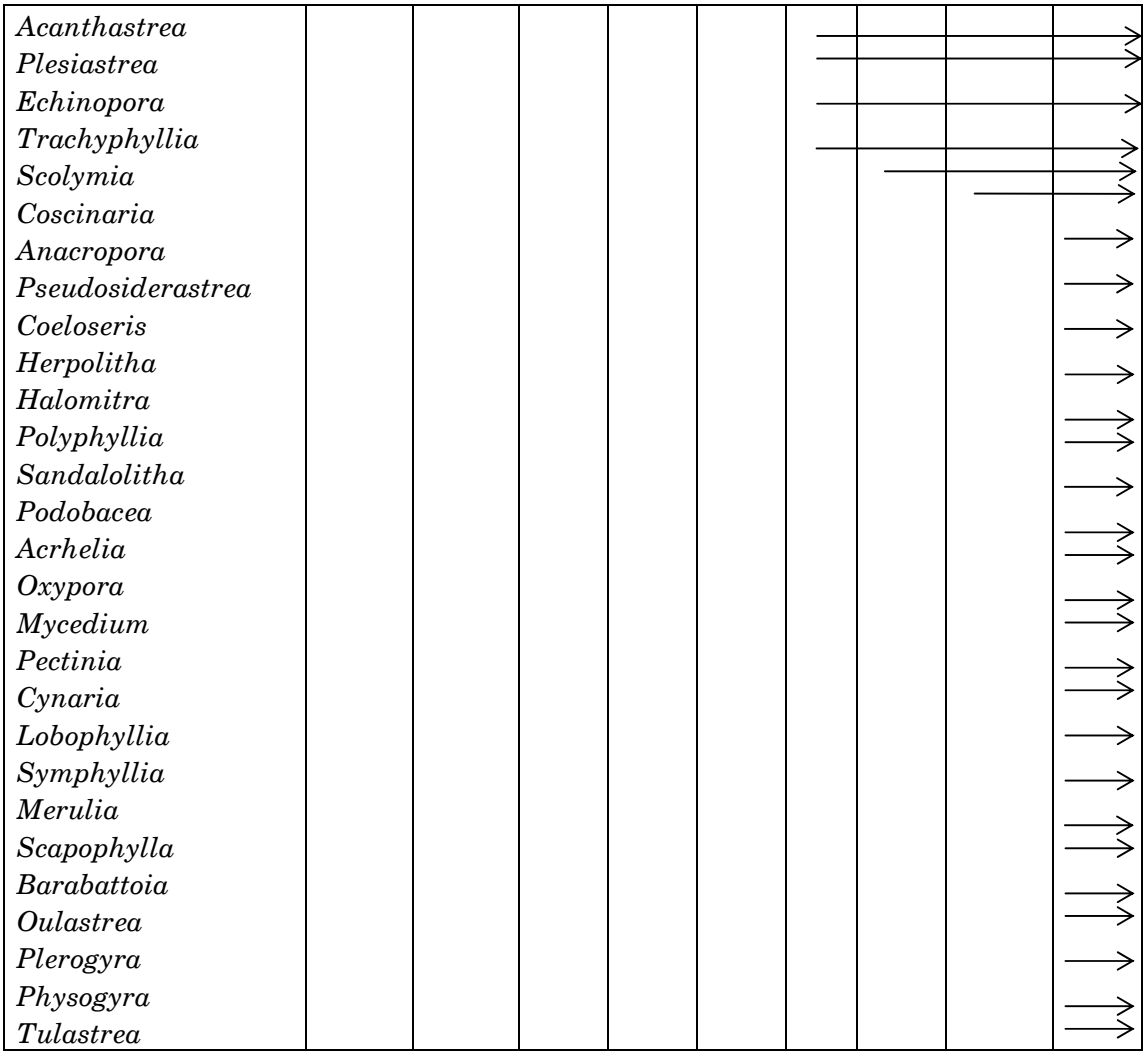
II. KHÁI QUÁT VỀ SAN HÔ TẠO RẠN Ở KHU VỰC QUẦN ĐẢO TRƯỜNG SA VÀ CÁC VÙNG BIỂN LÂN CẬN

Một trong những yếu tố quan trọng nhất để các rạn san hô có thể hình thành và phát triển là sự tồn tại và phát triển của các sinh vật tạo rạn, đặc biệt là san hô tạo rạn. Ở khu vực quần đảo Trường Sa và các vùng biển lân cận, nhóm sinh vật này đã và đang được một số tác giả nghiên cứu [5, 8, 16-21, 38-42]. Các kết quả nghiên cứu bước đầu cho thấy san hô tạo rạn ở đây rất phong phú và đa dạng. Tuy mức độ nghiên cứu còn rất sơ lược và hạn chế cả về không gian và chiều sâu phân bố của sinh vật, cho tới nay cũng đã xác định được trên 200 loài thuộc 69 giống san hô cứng, trong đó có 68 giống tạo rạn (Bảng 1). Nhưng sự đa dạng và phong phú này chỉ tập trung vào một số họ và trong mỗi họ cũng chỉ tập trung vào một số giống. Cụ thể, ở rạn san hô Thuyền Chài [theo 41] các loài san hô tạo rạn tập trung chủ yếu vào một số họ như họ Acroporidae có tới 66 loài (chiếm tới 32,8% tổng số loài chung), Faviidae-46 loài (22,9%), Poritidae-17 loài (8,5%), Fungiidae-14 loài (7%), Agariciidae-13 loài (6,5%), Pectiniidae-11 loài (5,5%), các họ khác đều có dưới 8 loài. Ở cấp giống, trong mỗi họ sự đa dạng và phong phú của loài cũng chỉ tập trung vào một số giống như ở giống san hô cành *Acropora* có tới 45 loài (chiếm 21% số loài của bộ), giống *Montipora*-15 loài (7,2%), *Porites*-11 loài (5,5%), *Favia*-10 loài (4,8%), các giống *Favites* và *Pavona*-mỗi giống đều có 7 loài (3,4%), *Fungia* và *Goniastrea* đều có 5 loài (2,4%), v.v... Nói chung, cấu trúc thành phần khu hệ các rạn ở khu vực quần đảo Trường Sa và các vùng biển lân cận đều giống nhau.

Chính các giống san hô tạo rạn nói trên cùng với các sinh vật tạo rạn khác trong lịch sử địa chất Kainozoi khu vực Trường Sa đã tạo nên hàng trăm rạn có kích thước và hình dáng khác nhau, ngày nay chúng vẫn đang tiếp tục tồn tại và phát triển.

Bảng 1: **Phân bố địa tầng của một số giống san hô tạo rạn [Theo 1, 6, 31]**

Địa tầng / *Tên giống*	Mezozoi		Paleogen			Neogen		Đệ Tứ	
	Jura	Creta	Paleo.	Eoc.	Oligo.	Mio.	Plio.	Pleist.	Hol.
Montastrea									
Diploastrea									
Favia									
Hydnophora									
Cycloseris									
Goniopora									
Madracis									
Astreopora									
Leptoria									
Acropora									
Montipora									
Porites									
Stylocoeniella									
Pocillopora									
Stylophora									
Alveopora									
Favites									
Caulastrea									
Goniastrea									
Platygyra									
Euphyllia									
Pavona									
Lithophyllon									
Cyphastea									
Oulophyllia									
Turbinaria									
Leptastrea									
Seriatopora									
Psammocora									
Pachyseris									
Galaxea									
Echynophyllia									



III. VỀ LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN CÁC RẠN SAN HÔ Ở KHU VỰC QUẦN ĐẢO TRƯỜNG SA VÀ CÁC VÙNG BIỂN LÂN CẬN

Trong điều kiện hiện nay, khi mà tài liệu thực tế còn nhiều hạn chế, địa chất san hô còn kém phát triển, việc nghiên cứu phân loại và phân bố địa tầng san hô tạo rạn hóa thạch ở khu vực quần đảo Trường Sa hầu như chưa phát triển thì việc nghiên cứu lịch sử phát triển của các rạn san hô ở đây gặp nhiều khó khăn. Để khắc phục những hạn chế này, tác giả sử dụng phương pháp phân tích các tài liệu địa chất khu vực và các tài liệu cổ sinh vật học san hô tạo rạn để nghiên cứu, phân tích đặc điểm phân bố địa tầng, quá trình phát triển của nhóm sinh vật này và từ đó rút ra các nhận xét về lịch sử phát triển của các rạn san hô.

Phân tích sự phân bố địa tầng của san hô tạo rạn ở cấp giống trong bảng 1 ta có thể phân chia các giống ở khu vực nghiên cứu thành 3 nhóm chính (Bảng 2):

- Nhóm 1 (nhóm trước Neogen) gồm các giống xuất hiện từ trước Neogen và tiếp tục tồn tại cho tới Holocen và tới hiện nay.

- Nhóm 2 (nhóm Neogen) gồm các giống xuất hiện từ Miocen-Pliocen và muộn hơn nhưng vẫn tiếp tục tồn tại cho tới Holocen và ngày nay.

- Nhóm 3 (nhóm Đệ Tứ-Hiện đại) gồm các giống xuất hiện chủ yếu từ Holocen và tiếp tục tồn tại cho tới ngày nay.

Bảng 2: **Các giai đoạn phát triển của san hô tạo rạn và rạn san hô ở khu vực quần đảo Trường Sa và các vùng biển lân cận**

Giai đoạn	Thành phần giống san hô tạo rạn	Nhóm giống
Đệ Tứ (chủ yếu từ Holocen)	- Các giống của nhóm 1: *Acropora, Montipora, Porites, Styloconiella, Pocillopora, Stylophora, Favites, Goniastrea, Leptastrea, Platygyra, Cyphastrea*, v.v... - Các giống của nhóm 2: *Psammocora, Pchyseris, Fungia, Ctenacris, Galaxea, Echynaphylla, Plesiastrea, Echinopora*, v.v... - Các giống mới xuất hiện (nhóm 3): *Anacropora, Cosinaria, Herpolithea, Polyphyllia, Tubastrea, Sandalolitha, Podobacea, Symphyllia, Mycedium, Lobophyllia, Merulia, Barabatoia, Oxypora,* v.v...	Nhóm 3
Neogen	- Các giống của nhóm 1: *Acropora, Montipora, Porites, Styloconiella, Pocillopora, Stylophora, Favites, Goniastrea, Leptastrea, Platygyra, Cyphastrea,* v.v... - Các giống mới xuất hiện (nhóm 2): *Psammocora, Pchyseris, Fungia, Ctenacris, Galaxea, Echynaphylla, Plesiastrea, Echinopora,* v.v...	Nhóm 2
Trước Neogen	- Các giống của nhóm 1: *Acropora, Montipora, Porites, Styloconiella, Pocillopora, Stylophora, Favites, Goniastrea, Leptastrea, Platygyra, Cyphastrea,* v.v...	Nhóm 1

Ba nhóm giống trên phản ánh 3 giai đoạn phát triển mạnh mẽ nhất của san hô tạo rạn trong Kainozoi ở khu vực quần đảo Trường Sa và các vùng biển lân cận. Giai đoạn đầu (giai đoạn trước Neogen) gồm các giống, loài phát triển từ Jura, Creta và Paleogen ở các nơi khác di cư tới. Cấu trúc thành phần

sinh vật của giai đoạn này tuy còn tương đối đơn giản nhưng những giống có mặt ở đây là những thành phần cơ bản phát triển xuyên suốt lịch sử phát triển của hệ động vật san hô tạo rạn ở khu vực quần đảo Trường Sa và các vùng biển lân cận. Đáng chú ý là bắt đầu từ Oligocen các tài liệu địa chất khu vực đã ghi nhận sự có mặt của các ám tiêu san hô đầu tiên phát triển ở phía Đông Bắc khu vực nghiên cứu [3, 5, 7] nên đại biểu của các giống *Pavona, Lithophyllon, Cyphastea, Oulophyllia, Turbinaria* và các giống khác đóng vai trò quan trọng trong việc thành tạo các ám tiêu cổ ở đây.

Bắt đầu từ Miocen sớm hàng loạt giống mới xuất hiện (*Seriatopora, Psammocora, Pachyseris, Galaxea, Echynophyllia, Acanthastrea, Plesiastrea, Echinopora, Trachyphyllia*, v.v...) đánh dấu sự bắt đầu của một giai đoạn phát triển mới, giai đoạn phát triển mạnh mẽ và rộng khắp ở Biển Đông cả về san hô tạo rạn và các rạn san hô. Bằng chứng là các thành tạo cacbonát ám tiêu san hô cổ có tuổi từ Miocen sớm đã được phát hiện cả ở khu vực quần đảo Hoàng Sa và ở ngoài khơi thềm lục địa miền Trung Việt Nam, Tây Nam khu vực quần đảo Trường Sa, v.v... [3, 5, 7, 12, 37]. Ở giai đoạn này số lượng giống của san hô tạo rạn tăng lên đáng kể so với giai đoạn trước.

Giai đoạn thứ 3 là giai đoạn phát triển từ khi biển tiến Holocen bắt đầu. Đợt biển tiến này xảy ra tiếp theo sau thời kỳ biển thoái Pleistocen muộn tương ứng với thời kỳ băng hà cuối cùng của kỷ Đệ Tứ (băng hà Vuộc) xảy ra rộng khắp toàn cầu. Trong thời kỳ biển thoái này mực nước Biển Đông hiện ghi nhận được trong các cột mẫu ống phóng trọng lực, hạ thấp tới đường đẳng sâu hiện tại - (âm) 100-130m. Như vậy, rõ ràng là biển thoái Pleistocen muộn đã làm thay đổi cơ bản môi trường sinh thái, nên khi biển tiến Holocen bắt đầu làm cho môi trường sống của san hô tạo rạn được hồi phục, tái tạo lại và xuất hiện hàng loạt giống mới: (*Pseudosiderastrea, Coeloseris, Herpolitha, Halomitra, Polyphyllia, Sandalolitha, Podobacea, Acrhelia, Oxypora, Mycedium, Pectinia, Cynaria, Lobophyllia, Symphyllia, Merulia, Scapophylla, Barabattoia, Oulastrea, Plerogyra*,v.v...). Khung xương cacbonat canxi của các sinh vật này cùng với các sinh vật của 2 giai đoạn trước đó tiếp tục tồn tại ở đây là vật liệu chính tạo nên các rạn san hô ở khu vực nghiên cứu làm cho chúng phát triển rộng khắp và tạo nên cảnh quan rạn san hô hiện nay.

Qua trên ta thấy, các giai đoạn phát triển của san hô tạo rạn nói trên liên quan chặt chẽ với các giai đoạn phát triển địa chất khu vực. Cứ mỗi lần sau khi các hoạt động địa chất xảy ra mạnh mẽ làm thay đổi về cơ bản cảnh quan môi trường và điều kiện sống thì hệ sinh thái mới lại được phục hồi, tái tạo lại và đó là nguyên nhân làm nảy sinh sự sống mới (các giống loài mới xuất hiện) kéo theo sự phát triển mới của các rạn san hô.

Các tài liệu địa chất khu vực Trường Sa và Biển Đông nói chung ít nhiều liên quan đến các thành tạo san hô cổ (hay ám tiêu san hô cổ) đã được một số tác giả đề cập tới [3, 5, 7, 12, 15, 26, 29, 32-34, 37]. Lần theo các mốc

thời gian phát triển tiến hóa của san hô tạo rạn, đối chiếu, liên hệ với các tài liệu địa chất khu vực ta thấy các thành tạo đá vôi ám tiêu san hô (reefal limestone) cổ nhất ở khu vực nghiên cứu được ghi nhận có tuổi Oligocen [5, 44]. Chúng phát triển ở phía Đông Bắc quần đảo Trường Sa, đó là đá vôi Nedo (Nedo limestone) trong lỗ khoan Sampaguita-1. Muộn hơn một chút về thời gian, từ đầu Miocen sớm các thành tạo đá vôi ám tiêu san hô phát hiện được là những bằng chứng về sự phát triển rộng rãi của chúng ở nhiều nơi như khu vực quần đảo Hoàng Sa, ngoài khơi vùng biển miền Trung và miền Nam Việt Nam (khu vực Tri Tôn), Tây Nam quần đảo Trường Sa (khu vực Tư Chính-Vũng Mây) và bồn trũng Nam Côn Sơn ở phía Nam thềm lục địa Việt Nam, v.v...

Ở khu vực quần đảo Hoàng Sa hiện đã có nhiều lỗ khoan khoan vào các thân rạn san hô cổ, trong đó lỗ khoan Xiyong-1 đã xuyên qua một thân rạn tới độ sâu 1.384m vào đá móng Tiền Cambri có niên đại đồng vị Rb/Sr là 627 triệu năm. Thân rạn cổ này có bề dày 1.251m (từ miệng lỗ khoan tới độ sâu 1.251m) và có tuổi liên tục từ Miocen sớm đến Holocen muộn [7, 44].

Ở ngoài khơi thềm lục địa miền Trung Việt Nam, tại khu vực khối nâng Tri Tôn lỗ khoan 115-A-!X đã xuyên qua các thành tạo cacbonát ám tiêu vào đá móng có thành phần là đá syenit tuổi Mezozoi. Các thành tạo ám tiêu này cấu tạo cứng rắn và thể hiện rõ trên các băng địa chấn. Các đá cacbonat ám tiêu này có chứa các dấu hiệu dầu khí (đặc biệt là khí) [12].

Ở khu vực đới nâng Tư Chính, một trong những cấu trúc chính của nhóm bể trầm tích Kainozoi Tư Chính-Vũng Mây đã có lỗ khoan PV-94-2X xuyên qua các thành tạo trầm tích Kainozoi tới đá móng trước Đệ Tam có tuổi Triat? là các đá ryolit, tuf ryolit xen các lớp mỏng andezit. Trong lỗ khoan này các thành tạo cacbonat ám tiêu phân bố từ độ sâu 2.000m tới miệng lỗ khoan và có tuổi liên tục từ Miocen giữa đến Holocen. Ở đây, giữa các thành tạo cacbonat ám tiêu thường có xen các lớp trầm tích cacbonat dạng nền chứa phong phú hóa thạch biển đảm bảo cho độ chính xác về tuổi của các đá cacbonat ám tiêu. Các đá cacbonat ám tiêu ở đây cũng được các nhà địa chất dầu khí đánh giá là có khả năng chứa dầu khí tốt [15].

Ở bồn trũng Nam Côn Sơn các thành tạo cacbonat ám tiêu cũng phát hiện được trong một số lỗ khoan và chúng thường nằm xen trong các thành tạo trầm tích cacbonat dạng nền và chúng cũng ít nhiều liên quan tới dầu khí.

Qua trên ta thấy ở khu vực quần đảo Trường Sa và các vùng biển lân cận các thành tạo rạn san hô cổ phát triển liên tục từ Oligocen (có khả năng từ Oligocen muộn) tới Đệ Tứ và tới nay. Ba giai đoạn phát triển chính của chúng tương ứng với 3 giai đoạn phát triển quan trọng của địa chất khu vực. Mỗi giai đoạn đặc trưng bằng một tập hợp san hô tạo rạn với sự phát triển chiếm ưu thế của một số giống. Tuy nhiên, các tài liệu địa chất khu vực chi tiết cho thấy trong mỗi giai đoạn phát triển chính nói trên còn có thể chia ra các thời kỳ phát triển ngắn hơn như

trong giai đoạn 2 có các thời kỳ Miocen sớm, Miocen giữa, Miocen muộn, Pliocen và Pleistocen. Trong các mặt cắt địa chất khu vực, các thời kỳ này thường được phân biệt với nhau bởi các bề mặt gián đoạn trầm tích. Hiện nay các lỗ khoan đã xuyên qua các thành tạo ám tiêu san hô cổ còn ít và mức độ nghiên cứu địa chất san hô còn sơ lược nên chưa thể nhận biết được các dấu hiệu này trong các mặt cắt của các rạn san hô. Do đó không loại trừ khả năng trong tương lai có thể phân chia chi tiết hơn lịch sử phát triển các rạn san hô ở khu vực quần đảo Trường Sa và các vùng biển lân cận khi có thêm các tài liệu mới.

IV. KẾT LUẬN

Từ những tài liệu trình bày ở trên, trong mức độ nghiên cứu hiện nay, có thể đi đến kết luận sau. Lịch sử phát triển các rạn san hô ở khu vực quần đảo Trường Sa và các vùng biển lân cận gồm ít nhất 3 giai đoạn chính sau:

- Giai đoạn trước Neogen.
- Giai đoạn Neogen (từ Miocen sớm và có thể tới Pleistocen).
- Giai đoạn Đệ Tứ (chủ yếu từ Holocen tới nay).

Trong đó mỗi giai đoạn đặc trưng bằng một tập hợp các giống san hô tạo rạn riêng-thành phần vật chất cơ bản của rạn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bayer F. M., 1963. Treatise on Invertebrate Paleontology. Part F-Coelenterata. GSA and Univ. Kansas press.
2. Bùi Công Quế và nnk, 2001. Các đặc trưng địa vật lý và vật lý khí quyển vùng quần đảo Trường Sa. BCKH thuộc chương trình phát triển kinh tế biển, Hà Nội.
3. CCOP Technical Bulletin, vol. 23/1991, 116p. Total sedimentary isopach maps offshore East Asia.
4. Emery K. O. and Zvi B. A., 1972. Structure and stratigraphy of the China basin. CCOP Technical Bulletin, vol. 6, 117-140.
5. Guo Li-fen, Nie Bao-fu *et al*., 1994. Modern coral reefs in South China Sea. Oceanology of China Sea, vol. 2, 447-456. Dordrech/Boston/London.
6. Hamilton E. L., 1964. Suken islands of the Mid-Pacific mountains. Geol. Soc. Am., memoir 64, 55p.
7. He Q., Zhang M., Li H., 1988. Study on reef stratigraphy since Miocene in China. INQUA Intrn. symp. on Stratigraphy and correlation of Quaternary deposits of the Asian and Pacific regions 1988. Nakhotka.
8. Lăng Văn Kẻn, Nguyễn Huy Yết, 1996. Dẫn liệu về thành phần loài san hô đá và rạn san hô đảo Nam Yết, quần đảo Trường Sa. Tài nguyên và Môi trường biển, tập III, 288-297. Hà Nội.
9. Lê Duy Bách, Phạm Văn Ninh, Đỗ Ngọc Quỳnh, Đặng Ngọc Thanh, 1993. Kết quả điều tra nghiên cứu về điều kiện tự nhiên, tài nguyên

thiên nhiên vùng quần đảo Trường Sa ... BCKH, TLLT. Hà Nội.

10. Lê Đức An, 1991. Vài đặc điểm địa mạo đáy biển quần đảo Trường Sa và các vùng kế cận. Tuyển tập BCKH HNKH biển 1991, tập II, 200-205. Hà Nội
11. Lương Xuân Thiều, 1988. Đặc điểm khí tượng thủy văn đảo Trường Sa. TC Khí tượng thủy văn, 11(335), 13-21. Hà Nội.
12. Lý Trường Phương, 1998. Đá cacbonat thềm lục địa miền Trung Việt Nam. TC Dầu khí số 7, 2-9. Hà Nội.
13. Međvedev V. X., Ionin A. X., Pavliđic Yu. A., 1985. Tiến hóa các rạn san hô và sự hình thành các thềm lục địa nguồn gốc rạn. Trong "Địa chất và địa mạo các thềm và sườn lục địa", 35-47. Neđra, Moskva. (Tiếng Nga).
14. Ngô Gia Thắng, Lê Duy Bách, 1998. Về tiến hóa kiến tạo Biển Đông Việt Nam. TC các KH về TĐ, 3(20), 215-227. Hà Nội.
15. Ngô Xuân Vinh, 2000. Địa chất và tiềm năng dầu khí khu vực đới nâng Tư Chính, Tây Nam quần đảo Trường Sa trên cơ sở nghiên cứu giếng khoan PV-94-2X. TC Dầu khí, số 4+5, 2-14. Hà Nội.
16. Nguyễn Huy Yết, 1989. Kết quả nghiên cứu san hô ở các đảo Trường Sa, Đá Nam và Song Tử Tây. BCKH chương trình 48B. TLLT. Hải Phòng.
17. Nguyễn Huy Yết, 1991. Một số dẫn liệu về san hô tạo rạn ở cụm đảo Song Tử Tây thuộc quần đảo Trường Sa. Tài nguyên và Môi trường biển, 135-144. Hà Nội.
18. Nguyễn Huy Yết, 1991. Thành phần loài san hô cứng và cấu trúc rạn san hô đảo Thuyền Chài (quần đảo Trường Sa). Tuyển tập các CTNC về điều kiện tự nhiên và tài nguyên thiên nhiên vùng quần đảo Trường Sa, 351-365. Hà Nội.
19. Nguyễn Huy Yết, Lăng Văn Kẻn, 1999. Thành phần loài san hô đá và cấu trúc rạn san hô ở đảo Sơn Ca (quần đảo Trường Sa). Tài nguyên và Môi trường biển, tập III, 319-328. Hà Nội.
20. Nguyễn Huy Yết, Võ Sỹ Tuấn, 1997. Động vật ruột khoang sống đáy ở các rạn ngầm vùng biển Bắc quần đảo Trường Sa. Tuyển tập Nghiên cứu biển, tập VIII. Nha Trang.
21. Nguyễn Huy Yết, Võ Sỹ Tuấn, Lăng Văn Kẻn, 1989. Dẫn liệu bước đầu về thành phần loài san hô cứng (Scleractinia-Hexacorallia) ở quần đảo Trường Sa. TC Sinh học, số tháng 3/1989. Hà Nội.
22. Nguyễn Ngọc, 1998. Xác định thành phần sinh vật tạo rạn san hô các đảo thuộc quần đảo Trường Sa. BCCĐ, TLLT. 39tr., 5 bản vẽ, 2 ảnh. Hà Nội.
23. Nguyễn Ngọc, 1999. Rạn san hô và sinh vật tạo rạn vùng quần đảo Trường Sa. BCCĐ, TLLT, 52tr., Hà Nội.
24. Nguyễn Ngọc, 2000. San hô tạo rạn và rạn san hô quần đảo Trường Sa. BCCĐ, TLLT, 73tr., Hà Nội.
25. Nguyễn Ngọc, 2001. Nghiên cứu cấu trúc, cơ chế hình thành và sự

tiến hóa rạn san hô khu vực đảo Trường Sa-Đá Tây trên cơ sở sinh vật tạo rạn. BCCĐ, TLLT, 58tr., 29 hình. Hà Nội.

26. Nguyễn Văn Lương, 2000. Đặc điểm địa chất, địa mạo các đảo Trường Sa, Đá Tây theo tài liệu địa vật lý. BCKH, TLLT. Hà Nội.
27. Nguyen Van Hoi, 1991. Biostratigraphy of the Nam Con Son basin. Review Petrovietnam, vol.1, 18-24. Hanoi.
28. Oxađtchaja Đ. V., Kraspov E. U., 1977. Sự tiến hóa của các sinh vật tạo rạn. Trong "Môi trường và sự sống trong quá khứ địa chất", 113-124. Nauka, Novosibirsk. (Tiếng Nga).
29. Phạm Năng Vũ, 1998. Kết quả khảo sát địa vật lý năm 1998 ở phần ngập nước khu vực đảo Phan Vinh, Tốc Tan, Núi Le. BCKH, TLLT. Hà Nội.
30. Preobrazhensky B. V., 1986. Các rạn san hô hiện đại, 224 tr., Nauka, Moskva (Tiếng Nga).
31. Sokolov B. X., 1962. Cơ sở cổ sinh vật học, tập: Porifera, Archaeocyatha, Coelenterata, Vermes. Moskva (Tiếng Nga).
32. Trần Đức Thạnh, 1989. Khái quát về cấu trúc và lịch sử phát triển địa chất quần đảo Trường Sa và Hoàng Sa. TC Hải quân, 3(140), 19-22. Hải Phòng.
33. Trần Đức Thạnh, 1991. Một số đặc điểm địa chất đảo san hô Trường Sa. TC Địa chất, số 206-207, 37-43. Hà Nội.
34. Trần Đức Thạnh, Nguyễn Đình Hồng, 1989. Cấu trúc và phân bố các hệ thống ám tiêu san hô vùng quần đảo Trường Sa. TC Hải Quân, 5(142). Hải Phòng.
35. Trịnh Thế Hiếu, 1991. Các kiểu rạn san hô vùng quần đảo Trường Sa. Tuyển tập BCKH HNKH biển 1991, tập II, 224-229. Hà Nội.
36. Trinh The Hieu, 1998. New data on morphological structure of relief and underwater landscape of the northern shoals of Truong Sa Archipelago from the trip of Vietnam-Philippine combined investigations during April-May 1996. Review Petrovietnam, May 1998, 36-44. Hanoi.
37. Truong Minh, 1999. The main sedimentary basins and their hydrocarbon potential. Geology and Petroleum in Vietnam, 33-43. Hanoi.
38. Võ Sỹ Tuấn, 1988. Khảo sát san hô Đá Lát. TLLT. Nha Trang.
39. Võ Sỹ Tuấn, 1988. Bước đầu nghiên cứu san hô tạo rạn ở các đảo Nam Yết, Sơn Ca (quần đảo Trường Sa). TLLT. Nha Trang.
40. Võ Sỹ Tuấn, 1989. Nghiên cứu san hô ở các đảo Phan Vinh, Tốc Tan và Trường Sa. TLLT, chương trình NC biển 48B. Nha Trang.
41. Vo Sy Tuan, Nguyen Huy Yet, 1995. Coral reefs and reef building corals of Vietnam. Collection of marine research works, vol. VI, 101-110. Nha Trang.
42. Võ Sỹ Tuấn, Nguyễn HuyYết, 1997. Rạn san hô các bãi cạn phía Bắc

Trường Sa. Tuyển tập NC biển, tập VIII. Nha Trang.

43. Võ Văn Lành, Tống Phước Hoàng Sơn, 2001. Các xoáy địa chuyển cơ bản của vùng biển khơi Biển Đông và các đặc trưng nhiệt muối của chúng trong chu kỳ năm. TC Khoa học và Công nghệ biển, tập 1, số 1, 27-38. Hà Nội.

44. Xia K. and Huang C., 1994. Geological structure and geophysical characteristics of Nansha block in southern South China Sea. Oceanology of China Seas, vol.2, 273-384. Dordrecht/Boston/London.