

TRUNG TÂM KHOA HỌC TỰ NHIÊN VÀ CÔNG NGHỆ QUỐC GIA
CHƯƠNG TRÌNH BIỂN KT - 03
Chủ nhiệm Chương trình: **GS TS ĐẶNG NGỌC THANH**

ĐỀ TÀI: KT - 03 - 11

**SỬ DỤNG HỢP LÝ CÁC HỆ SINH THÁI TIÊU BIỂU
VÙNG BIỂN VEN BỜ VIỆT NAM
(Giai đoạn 1991 - 1995)**

Cơ quan chủ trì: **PHÂN VIỆN HẢI DƯƠNG HỌC TẠI HẢI PHÒNG**
Chủ nhiệm đề tài: **PTS NGUYỄN CHU HỒI**
Thư ký đề tài: **CN LĂNG VĂN KÉN**

BÁO CÁO

**HỆ SINH THÁI RẠN SAN HỒ
VÙNG BIỂN VEN BỜ VIỆT NAM**

Chủ trì: **CN NGUYỄN HUY YẾT**
CN LĂNG VĂN KÉN
CN VỐ SĨ TUẤN

Những người thực hiện

PGS. TS. NGUYỄN TÁC AN
CN. ĐỖ BÌNH CHIẾN
CN. NGUYỄN CHO
CN. NGUYỄN HỮU CỬ
CN. PHẠM THỊ DỰ
CN. ĐÀO VIỆT HÀ
CN. ĐOÀN NHƯ HẢI
PTS. TRỊNH THẾ HIẾU
CN. NGUYỄN PHƯƠNG HOA
CN. PHẠM NGỌC HÙNG
CN. NGUYỄN MINH HUYỀN

CN. PHAN VĂN HÙNG
CN. DƯƠNG TRỌNG KIẾM
CN. NGUYỄN NGỌC LÂM
CN. NGUYỄN VĂN LONG
CN. PHẠM VĂN LƯỢNG
PGS. PTS. NGUYỄN HỮU PHỤNG
CN. PHAN HỮU TÂM
PTS. NGUYỄN NHẬT THỊ
CN. NGUYỄN THỊ THU
CN. PHẠM VĂN THƠM
CN. CHU VĂN THUỘC

PTS. NGUYỄN VĂN TIẾN
CN. ĐÀM ĐỨC TIẾN
CN. NGUYỄN TRUNG TÍNH
CN. PHẠM ĐÌNH TRỌNG
KS. HỨA THÁI TUYẾN
CN. LÊ THỊ VINH
CN. NGUYỄN HUY YẾT
TNV. PHAN KIM HOÀNG
TNV. NGUYỄN PHI PHÁT
TNV. LÊ THỊ THÚY.

HẢI PHÒNG - 1995

2788-4/M

20/9/96

MỤC LỤC

Phần I. MỞ ĐẦU	Trang 1
Phần II. TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	
1. Tài liệu điều tra	Trang 3
2. Phương pháp nghiên cứu.	Trang 4
Phần III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU	
Chương 1. ĐẶC TRUNG CƠ BẢN CỦA KHU HỆ SAN HỒ CỨNG VÙNG BIỂN VEN BỜ VIỆT NAM	
I. Giới thiệu chung về đối tượng nghiên cứu	Trang 5
II. Đặc trưng khu hệ san hô cứng vùng biển ven bờ Việt Nam	Trang 7
III. Một số ý kiến thảo luận về địa động vật của khu hệ	Trang 10
Chương 2. BUỚC ĐẦU NGHIÊN CỨU CẤU TRÚC VÀ CHỨC NĂNG CỦA CÁC HST RSH Ở VÙNG BIỂN VEN BỜ	
I. Sơ bộ về cấu trúc và chức năng của HST RSH ven bờ nam Trung Bộ	Trang 17
1. Các hợp phần cấu trúc	Trang 17
2. Các quá trình sinh thái	Trang 31
II. Sơ bộ về cấu trúc và chức năng của HST RSH ở Cát Bà	
1. Các hợp phần môi sinh và vai trò sinh thái của chúng	Trang 44
2. Đặc điểm thành phần cấu trúc sinh vật và vai trò sinh thái của chúng	Trang 53
3. Các quá trình sinh thái chủ yếu trong HST RSH Cát Bà	Trang 64
Chương 3. TIỀM NĂNG NGUỒN LỢI RẠN SAN HỒ VÙNG BIỂN VEN BỜ	
1. Nguồn lợi sinh vật rạn san hô.	Trang 68
2. Các nguồn lợi phi sinh vật.	Trang 74
Chương 4. CÁC ĐE DOẠ ĐỐI VỚI RSH VÙNG BIỂN VEN BỜ	
1. Các đe dọa từ tự nhiên	Trang 76
2. Các đe dọa từ hoạt động của con người	Trang 79
Chương 5. ĐỀ XUẤT VIỆC SỬ DỤNG HỢP LÝ VÀ BẢO VỆ NGUỒN LỢI RSH VÙNG BIỂN VEN BỜ.	
I. Các giá trị của RSH và đề xuất việc quản lý, sử dụng hợp lý	Trang 83
II. Đề xuất việc xây dựng các khu MPAs ở ven bờ Việt Nam.	Trang 85
Phần IV. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.	
I. Các kết quả đã đạt được.	Trang 86
II. Một số kiến nghị	Trang 87
TÀI LIỆU THAM KHẢO.	Trang 88
PHẦN PHỤ LỤC	

Phần I

MỞ ĐẦU

Nằm trong vùng nhiệt đới gió mùa, vùng biển Việt Nam có điều kiện tự nhiên thuận lợi cho san hô (SH) và rạn san hô (RSH) phát triển. Mặt khác, lại nằm rất gần với trung tâm phát sinh phát triển san hô của vùng Ấn Độ - Thái Bình dương (vùng Philippine - Indonesia), vì thế khu hệ san hô vùng biển nước ta đa dạng và phong phú, phân bố phổ biến ở suốt vùng biển ven bờ, đặc biệt phát triển tươi tốt ở các quần đảo Hoàng Sa và Trường Sa.

Các kết quả nghiên cứu về san hô trong 10 năm qua của 2 chương trình Biển trước tuy chưa nhiều, song đã nêu được một số đặc trưng cơ bản của khu hệ san hô đánh giá được hiện trạng một số vùng RSH ven bờ Việt Nam và bước đầu đã đề xuất phương hướng khai thác và bảo vệ nguồn lợi quý giá này. Tuy vậy những hiểu biết của chúng ta về đối tượng này còn rất sơ lược và mới chỉ ở mức định tính, khái quát, chưa đủ cơ sở khoa học để đề xuất phương án sử dụng hợp lý, có hiệu quả và bảo đảm lâu bền.

Bên cạnh đó, với sự gia tăng không ngừng việc khai thác quá mức, khai thác và sử dụng bất hợp lý, cùng với hàng loạt các tác nhân sinh thái tác động tiêu cực lên RSH, đã làm cho nguồn lợi ngày càng suy thoái và cạn kiệt. Trước tình hình đó, việc "Nghiên cứu sử dụng hợp lý HST RSH" là một yêu cầu bức xúc của nước ta.

Nghiên cứu sử dụng hợp lý HST RSH ven bờ biển Việt Nam là một mảng nội dung (gọi tắt là Mảng san hô) của đề tài KT.03.11 thuộc chương trình biển KT.03, giai đoạn 1991 - 1995. Có 2 nhiệm vụ cơ bản đặt ra đối với mảng san hô là:

1. Tiếp tục khảo sát mặt rộng nhằm đánh giá đầy đủ hơn về khu hệ san hô biển Việt Nam, quy luật phân bố của chúng và phát hiện các tiềm năng bảo vệ RSH, trên cơ sở đó lựa chọn và đề xuất một hệ thống các khu bảo tồn thiên nhiên biển ven bờ.
2. Tập trung nghiên cứu sâu vào 2 vùng (1 ở Cát Bà và 1 ở vịnh Nha Trang) nhằm có những hiểu biết kỹ hơn về các quá trình vận động trong HST RSH, trên cơ sở đó đề xuất mô hình sử dụng hợp lý HST RSH ở vùng biển ven bờ.

Các nghiên cứu thực địa được thực hiện chính trong 3 năm từ 1992 - 1994, với tổng kinh phí 18 - 20 triệu đồng cho mỗi năm. Phạm vi nghiên cứu từ vịnh Bắc Bộ tới vịnh Thái Lan. Thực hiện các nhiệm vụ nghiên cứu trên bởi 2 tập thể các nhà khoa học tại 2 cơ quan: *Phân viện Hải Dương học tại Hải Phòng* (thực hiện ở phía Bắc từ Quảng Ninh tới đèo Hải Vân) và *Viện Hải Dương học tại Nha Trang* (thực hiện ở phía Nam từ đèo Hải Vân trở vào).

Tổ chức của Mạng san hô gồm 1 trường mạng (NCS. Nguyễn Huy Yết) và 2 phó mạng (CN. Lãng Văn Kên - chủ trì nghiên cứu ở phía Bắc và NCS. Võ Sỹ Tuấn - chủ trì nghiên cứu ở phía Nam). Tham gia nghiên cứu còn có hàng chục các nhà chuyên môn về Sinh học, Địa chất, Thủy - Địa hoá, Sinh thái - Môi trường của 2 cơ quan nói trên.

Trong thời gian thực hiện đề tài này, viện Hải Dương học (cả ở Nha Trang và Hải Phòng) có chương trình hợp tác với *Quy Thế giới vì Thiên nhiên (WWF)* trong khuôn khổ đề án VN0011, đã tiến hành "*Khảo sát đa dạng sinh học, sử dụng nguồn lợi và tiềm năng bảo vệ*" trên 7 vùng rạn san hô ven bờ Việt Nam. Các kết quả khảo sát này đã đóng góp phần quan trọng trong kết quả chung của đề tài. Đặc biệt nhờ có chương trình hợp tác quốc tế với WWF đã đào tạo được một đội ngũ hàng chục thợ lặn SCUBA (lặn khí tài) từ các nhà khoa học và các thiết bị đi kèm. Chính nhờ đó đã áp dụng được một cách có hiệu quả các quy trình khảo sát quốc tế, nâng cao được chất lượng công trình.

Ngoài ra, còn có sự tham gia của nhiều đồng nghiệp nước ngoài trong một số chuyến điều tra, trong đó đáng chú ý nhất là sự có mặt của TS. J. E. N. Veron và TS. G. Hodgson - những chuyên gia nổi tiếng Thế giới trong lĩnh vực nghiên cứu san hô và RSH.

Nhìn chung, sau 4 năm khảo sát, nghiên cứu, những hiểu biết về san hô và RSH ở vùng biển ven bờ Việt Nam đã được nâng cao ở mức độ nhất định, những tư liệu thu được là cơ sở quan trọng cho việc đề ra các chính sách quản lý về sử dụng nguồn lợi hợp lý đồng thời định hướng công tác nghiên cứu cho những năm tiếp theo. Báo cáo này được biên soạn dựa trên cơ sở tài liệu của 2 báo cáo chuyên đề:

- Nghiên cứu sử dụng hợp lý RSH ven bờ miền Bắc Việt Nam do CN. Lãng Văn Kên, Nguyễn Hữu Cử biên soạn.

- Nghiên cứu sử dụng hợp lý RSH ven bờ miền Nam Việt Nam do CN. Võ Sỹ Tuấn chủ biên, có sự tham gia của PGS. Nguyễn Hữu Phụng, CN. Nguyễn Văn Thơm và PGS. Nguyễn Tác An.

- Bộ san hô cứng *Scleractinia* và RSH vùng biển phía tây vịnh Bắc Bộ, luận án PTS của Nguyễn Huy Yết, 1995.

Ngoài ra, chúng tôi còn sử dụng các kết quả nghiên cứu của các giai đoạn trước đây cũng như của các đề tài có liên quan tới việc đánh giá nguồn lợi trên các RSH ven bờ.

Phần II

TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

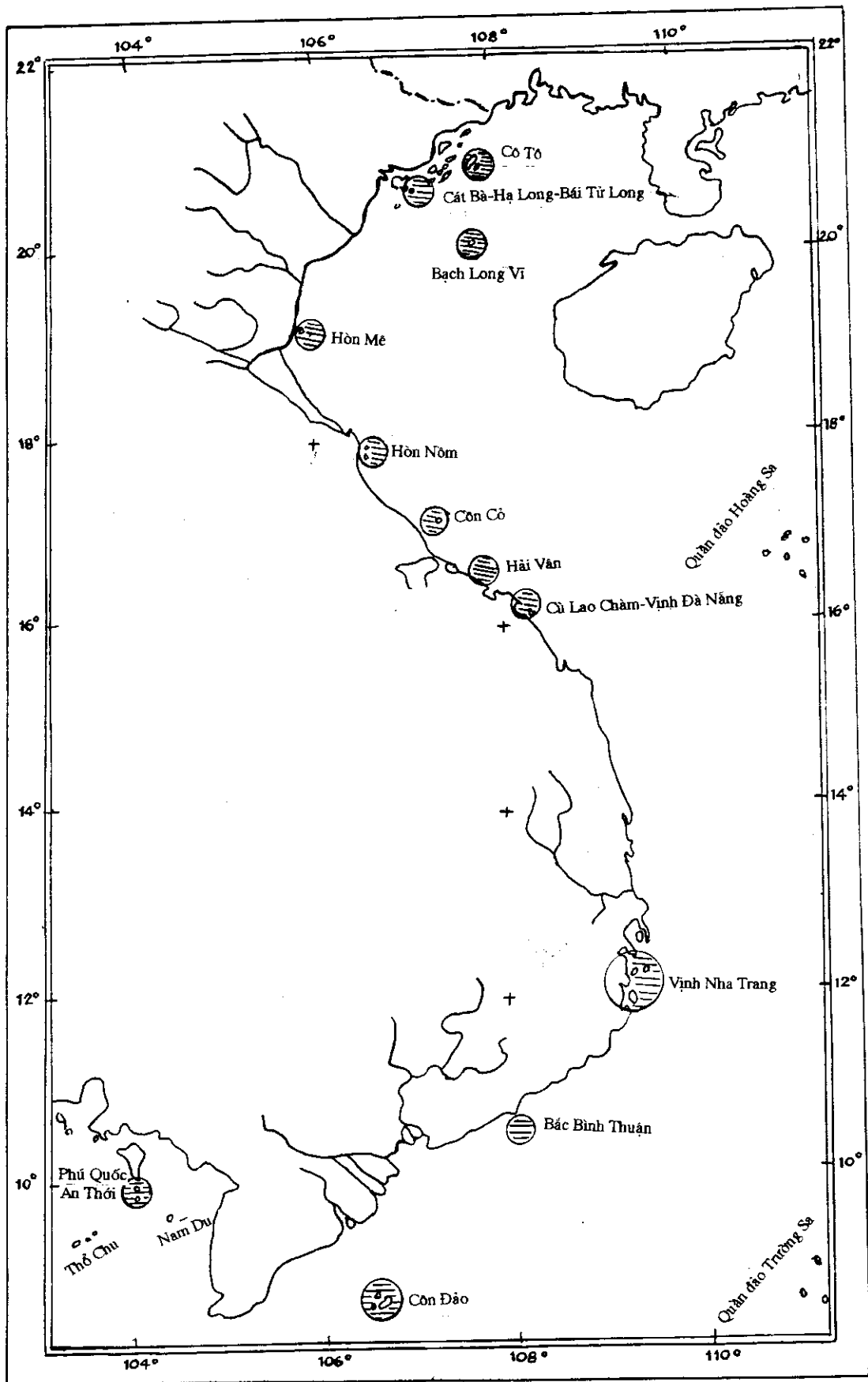
1. Tài liệu điều tra:

Trong 3 năm điều tra thực địa, nhiều chuyến khảo sát đã được thực hiện trên hầu khắp các vùng RSH ven bờ từ Quảng Ninh tới Kiên Giang (hình 1), thống kê theo năm như sau:

- **Năm 1992:** Thực hiện 3 đợt (1 ở Cát Bà, 2 ở Phú Quốc).
 - Khảo sát thành phần quần xã sinh vật và năng suất sinh học sơ cấp trên các RSH Cát Bà (10/1992).
 - Khảo sát các RSH ở quần đảo Phú Quốc (tháng 6 và 10/ 1992)

- **Năm 1993** gồm các đợt sau:
 - Khảo sát đa dạng sinh học, sử dụng nguồn lợi và tiềm năng bảo vệ vùng RSH Cát Bà vào tháng 6 và tháng 11/ 1993.
 - Khảo sát các RSH và nguồn lợi trên rạn ở đảo Bạch Long Vĩ tháng 7/1993.
 - Khảo sát thành phần loài và sự phân bố của SH ở các đảo Hòn Mê, Hòn Nôm, Cồn Cỏ và Hải Vân. (tháng 8 và 9 /1993).
 - Khảo sát nguồn lợi sinh vật trên RSH quần đảo Cô Tô vào tháng 10/1993.
 - Khảo sát đa dạng sinh học ở Hòn Mun, Hòn Hố, Hòn Đụn, Bích Đàm, Hòn Một, Hòn Miêu (Vịnh Nha Trang) vào tháng 2/1993.
 - Nghiên cứu tính chất môi trường RSH ở vịnh Nha Trang vào tháng 5, tháng 11 - 12/ 1993.
 - Khảo sát đặc trưng môi trường và đa dạng sinh học của các RSH ở ven bờ huyện Tuy Phong và khu vực Cù Lao Cau (bắc tỉnh Bình Thuận) vào tháng 5 và tháng 7/1993.

- **Năm 1994** gồm:
 - Khảo sát đa dạng sinh học, sử dụng nguồn lợi và tiềm năng bảo tồn RSH quần đảo Cô Tô (6/1994).
 - Khảo sát đa dạng sinh học và môi trường sinh thái RSH Cát Bà (tháng 9/1994).
 - Khảo sát thành phần loài và sự phân bố của san hô vịnh Hạ Long và Bái Tử Long (tháng 10/1994).
 - Điều tra RSH quần đảo An Thới (Phú Quốc) tháng 3/ 1994.
 - Điều tra đa dạng sinh học, sử dụng nguồn lợi về tiềm năng bảo vệ RSH Cù Lao Chàm và bán đảo Sơn Trà (QN - ĐN) vào tháng 4 - 5 /1994.
 - Điều tra quần đảo Côn Đảo vào tháng 7/1994.



Hình 1: Các vùng khảo sát năm 1992 - 1994.

2. Phương pháp:

Trong các chuyến khảo sát, thiết bị lặn SCUBA đã được sử dụng thường xuyên, vì thế đã cho phép nghiên cứu tương đối kỹ về hình thái RSH, thành phần quần xã sinh vật sống trên RSH bao gồm SH và các Sinh vật khác. Đặc biệt đã thu được nhiều số liệu cơ bản của các hợp phần sinh học và phi sinh học của HST RSH ở 2 vùng trọng điểm là Cát Bà và vịnh Nha Trang. Khảo sát đa dạng sinh học áp dụng các phương pháp mặt cắt - điểm (trên mặt cắt thẳng đứng) và mặt cắt khung định lượng (trên mặt cắt song song với bờ), cụ thể là:

Tại từng địa điểm khảo sát, một sợi dây được đánh dấu từng mét một, đặt vuông góc với bờ đảo, chạy từ mép bờ tới hết RSH. Đánh giá độ phủ cũng như đa dạng sinh học thông qua tần số xuất hiện các *Taxon* bị dây đề qua dưới các điểm đánh dấu. Đồng thời, 2 mặt cắt dài 50m được đánh dấu từng mét một, nằm cắt qua mặt cắt thẳng đứng, song song với bờ (*gọi là mặt cắt ngang*). Trên mỗi mặt cắt ngang đặt 10 - 15 khung định lượng 1m x 1m (chia thành 25 ô vuông nhỏ) để đánh giá sự phân bố của sinh vật theo các thành phần cấu trúc RSH.

Một số nhóm sinh vật như rong biển và sinh vật phù du được thu mẫu theo qui phạm điều tra biển (UBKHKTNN, 1981). Thành phần và sinh vật lượng của động vật đáy có kích thước nhỏ được thu thập theo phương pháp của Gurianova (1972). Các yếu tố phi sinh học được khảo sát theo phương pháp của UNESCO (1978) và ASEAN/AIDAB (1994).

Trong xử lý số liệu, các chỉ số sau đây được áp dụng:

- Chỉ số đa dạng Shannon - Weaver (H')

$$H' = -\sum P_i \log P_i$$

P_i là tần số xuất hiện của đối tượng nghiên cứu thứ i .

- Chỉ số giống nhau (S).

$$S = 2C / A + B.$$

Trong đó: C : Số loài chung giữa 2 vùng so sánh.

A, B: Số loài của mỗi vùng.

Tóm lại, dù trong điều kiện còn gặp nhiều khó khăn, đặc biệt là nguồn kinh phí được cấp quá ít so với yêu cầu, mảng đề tài đã cố gắng tận dụng được nhiều cơ hội để thu thập số liệu điều tra mới, trên nhiều vùng từ trước tới nay còn chưa được điều tra. So với các chương trình biển trước đây (chương trình 48 và 48B), nội dung nghiên cứu HST RSH lần này có mang nhiều sắc thái mới, được thể hiện:

- Tăng cường khảo sát đánh giá đa dạng sinh học và các giá trị bảo tồn nhằm xác lập hệ thống khu bảo tồn thiên nhiên biển dựa trên các HST RSH ở vùng biển ven bờ. Đây là những cơ sở bước đầu để tham gia chương trình hành động bảo vệ đa dạng sinh học toàn cầu và trong khu vực.

- Bằng việc sử dụng các thiết bị lặn SCUBA, đã kết hợp nghiên cứu đồng bộ các yếu tố sinh học và phi sinh học từ một số vùng trọng điểm nhằm tìm hiểu các đặc trưng cơ bản của RSH, vai trò của các yếu tố này trong các quá trình sinh thái cơ bản của hệ. Những nghiên cứu cơ bản này là cơ sở để đề xuất chiến lược sử dụng lâu bền HST RSH.

Phần III

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Chương 1. ĐẶC TRƯNG CƠ BẢN CỦA KHU HỆ SAN HÔ CỨNG VÙNG BIỂN VEN BỜ VIỆT NAM.

I. GIỚI THIỆU CHUNG VỀ ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU:

1. San hô:

" San hô " là một khái niệm để chỉ một lớp động vật (lớp san hô *Anthozoa*) nằm trong ngành xoang tràng *Coelenterata*, chúng bao gồm nhiều bộ như san hô cứng (*Scleractinia*), bộ san hô mềm (*Alcyonacea*), bộ san hô sừng (*Gorgonacea*) bộ san hô thân bò (*Stolonifera*), bộ san hô xanh (*Coenothecalia*), bộ san hô đen (*Antipathidea*) ... Trong phạm vi của đề tài, bộ san hô cứng là đối tượng chính trong nghiên cứu đa dạng sinh học và cấu trúc quần xã, bởi vì đây là nhóm động vật chủ yếu tạo nên các RSH hiện đại. Xét theo vai trò sinh thái học, bộ san hô cứng *Scleractinia* được chia thành 2 nhóm là nhóm san hô tạo rạn (*reef building corals* hay *Hermatypic*) và nhóm san hô không tạo rạn (*none - reef building corals* hay *Ahermatypic*). Sự khác nhau chủ yếu của 2 nhóm san hô cơ bản này là nhóm đầu có tảo cộng sinh *Zooxanthellae* trong mô mềm, nhóm sau không có. Cũng vì thế 2 nhóm này có sự khác nhau về các đặc điểm sinh lý, sinh thái và phân bố. San hô tạo rạn chỉ có ở vùng biển nông, nhiệt đới và á nhiệt đới nước ấm, còn SH không tạo rạn không cần ánh sáng nên có thể phân bố ở sâu, cả ở vùng biển lạnh.

2. Rạn san hô:

Rạn san hô là các thực thể địa lý tự nhiên có nguồn gốc từ sinh vật. Trong đó quan trọng nhất là san hô tạo rạn và rong đỏ có vôi (*Calcareous Red Algae*) hay còn

gọi là rong san hô (*Coralline Algae*). Những nghiên cứu cấu trúc nền đáy RSH cho phép hình dung rạn giống một toà kiến trúc gồm 2 phần: phần "khung cứng" và phần "không gian bị vùi lấp". Phần khung cứng do SH tạo rạn và rong SH tạo ra (rong vôi giữ vai trò liên kết). phần không gian bị vùi lấp do các mẫu vụn SH bờ rời, vỏ và xương sinh vật sau khi chết đi còn để lại, quan trọng nhất là nhóm thân mềm. Nhóm sinh vật tạo ra khung cứng cũng là nhóm tạo ra *habitat* RSH, còn các nhóm sinh vật khác tạo nên các hợp phần sinh học của hệ sinh thái.

3. Quần xã sinh vật RSH (*Coral reef communities*):

Gồm hàng nghìn loài trong đó có cả SH và sinh vật ngoài SH, các nhóm động thực vật từ đơn bào đến đa bào, các loài nấm và vi sinh vật ... cùng tham gia vào các quá trình chuyển hoá vật chất và năng lượng của HST RSH. Chúng là các nhóm sinh vật giữ các chức năng cơ bản như nhóm sinh vật sản xuất sơ cấp, các nhóm sinh vật tiêu thụ và chuyển hoá, và nhóm sinh vật phân huỷ. Chúng sống trong đáy rạn SH, trên mặt đáy và cả trong tầng nước trên rạn.

4. Môi trường sinh thái của san hô tạo rạn và RSH:

Những điều kiện quyết định nhất đối với phân bố toàn cầu của san hô tạo rạn là nhiệt độ, dòng chảy đại dương và độ sâu của đáy biển, trong đó nhiệt độ là yếu tố giới hạn chỉ cho phép SH tạo rạn và RSH phát triển thành đai ở 2 bên đường xích đạo, tới gần vĩ độ 35° bắc và 32° nam bán cầu. Dòng chảy đại dương và độ sâu đã chi phối sự phân bố của san hô theo hướng đông tây của Thái Bình Dương, nhìn chung vùng tập trung là tây Thái Bình dương.

Yếu tố quyết định chi phối sự phân bố địa phương của SH là độ muối, địa hình, chế độ thủy học, chất đáy và độ trong của nước biển. Tất cả các SH tạo rạn đều có nhu cầu nhiệt độ 18 - 32°C, độ muối 28 - 40‰, ngoài các giới hạn trên SH sẽ tồn tại khó khăn hoặc bị chết. Vì thế RSH không có ở những vùng gần cửa sông lớn. Do có tảo cộng sinh nên SH tạo rạn rất cần ánh sáng mặt trời. Điều này không cho phép san hô sống ở vùng nước quá đục hoặc ở vùng có độ sâu lớn. Liên quan đến độ trong còn do vật lơ lửng trong nước.

Ở vùng biển ven bờ Việt Nam, nhiệt độ và cường độ ánh sáng thường xuyên thuận lợi cho sự phân bố của RSH. Yếu tố quyết định lớn nhất là ảnh hưởng của các hệ thống sông lớn thông qua độ muối, chất đáy và độ trong của nước. Nhìn chung có thể chia thành 5 vùng phân bố khác nhau của SH ven bờ Việt Nam:

- Vùng biển phía tây vịnh Bắc Bộ chịu ảnh hưởng của hệ thống sông Hồng.
- Vùng biển bắc Trung Bộ từ đèo Hải Vân tới mũi Varrella (khoảng 13°N)
- Vùng biển nam Trung Bộ từ mũi Varrella tới Nam Bình Thuận.
- Vùng đông Nam Bộ chịu ảnh hưởng của hệ thống sông Mê Kông.

- Vùng tây Nam Bộ chịu ảnh hưởng của chế độ ven bờ vịnh nông và dòng lục địa (run-off) từ Kiên Giang, Minh Hải và cả trên đất Campuchia.

II. ĐẶC TRƯNG KHU HỆ SAN HỒ CỨNG VÙNG BIỂN VEN BỜ VIỆT NAM:

1. Thành phần loài:

Tổng kết các kết quả nghiên cứu trên toàn vùng biển ven bờ từ trước tới nay, đã phát hiện khoảng 350 loài thuộc 79 giống và 16 họ thuộc bộ *Scleractinia*. Vịnh Bắc Bộ đã phát hiện được 166 loài, vùng biển miền nam (từ Đà Nẵng trở vào) phát hiện được 325 loài. Kết quả khảo sát trong phạm vi của đề tài KT.03.11 đã phát hiện được 77 loài mới cho khu hệ san hô biển Việt nam, chủ yếu là ở vùng biển miền nam Việt Nam. Kết quả này chắc chắn chưa đầy đủ, nhưng nếu so sánh với các vùng biển giàu san hô trên thế giới cũng có thể thấy khu hệ SH cứng vùng biển ven bờ nước ta không thua kém (bảng 1).

Bảng 1. Số lượng loài san hô ở một số vùng Tây-Nam Thái Bình dương.

Việt Nam	350 loài
Philippines	411 loài
Nam Papua New Guinea	282 loài
Biển san hô (<i>Coral sea</i>)	239 loài
Bãi rạn chắn lớn (<i>Great Barrier reef</i>)	324 loài
Giữa rạn chắn lớn	343 loài
Đông Indonesia	350 loài
Nhóm đảo Yaeyama (Nhật)	363 loài

Theo ý kiến của Veron (1993), vùng có đa dạng san hô cao nhất tập trung ở Indonesia, Philippines, nam Nhật Bản và GBR. Trong số 700 loài SH tạo rạn của thế giới thì 600 loài đã phát hiện có ở vùng này. Sự đa dạng về san hô sẽ kéo theo sự giàu có thành phần loài của quần xã động thực vật RSH.

Xét ở mức độ giống, trong số 79 giống đã phát hiện, có 69 giống đã phát hiện là san hô tạo rạn (xem phụ lục).

Mặc dù có thành phần loài phong phú, song lại chỉ tập trung đông vào 3 họ là *Acroporidae*, *Faviidae* và *Poritidae*, chúng chiếm trên 60% số loài của khu hệ. Trong số 69 giống san hô tạo rạn, sự đa dạng về loài chỉ tập trung vào 7 giống: *Acropora* (47 loài), *Montipora* (31), *Porites* (19), *Goniopora* (13), *Favia* (12), *Turbinaria* (12) và *Fungia* (10), các giống khác có ít; có khoảng 35 giống là giống đơn loài.

2. Sự phân bố các giống san hô tạo rạn ở vùng biển ven bờ.

Do vùng biển nước ta trải dài trên 3.200km theo phương kinh tuyến, địa hình lại phức tạp với trên 4.000 đảo và quần đảo, đã tạo nên sự đa dạng và khác nhau lớn về

điều kiện tự nhiên giữa bắc và nam. Căn cứ vào sự phân vùng theo vùng địa lý tự nhiên, chúng tôi đã thống kê sự xuất hiện giống san hô tạo rạn trên 5 vùng thuộc vùng biển ven bờ: (1) vịnh Bắc Bộ; (2) vùng bắc Trung Bộ (Hải Vân - mũi Varella); (3) nam Trung Bộ (Khánh Hoà - Bình Thuận); (4) đông Nam Bộ (Côn Đảo) ; (5) tây Nam Bộ (Các đảo thuộc vịnh Thái Lan).

Kết quả thống kê thành phần và sự phân bố các giống SH tạo rạn được thể hiện ở bảng 2. Qua bảng này có thể thấy vùng biển ven bờ Nam Trung Bộ có sự đa dạng về giống cao nhất, 66 trong số 69 giống đã phát hiện ở ven bờ Việt Nam. Vùng biển Bắc Trung Bộ, vịnh Bắc bộ, và Đông Nam Bộ có số giống xấp xỉ nhau (46 và 48), vùng biển Tây Nam Bộ mới phát hiện 43 giống.

Bảng 2. Sự phân bố giống san hô tạo rạn ở các vùng địa lý ven biển Việt Nam.

STT	Tên giống	VBB	BTB	NTB	ĐNB	VTL
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	<i>Stylocoeniela</i>	+	-	+	-	-
2	<i>Pocillopora</i>	+	+	+	+	+
3	<i>Seriatopora</i>	-	+	+	+	+
4	<i>Stylophora</i>	+	+	+	+	+
5	<i>Madracis</i>	+	-	+	+	+
6	<i>Montipora</i>	+	+	+	+	+
7	<i>Anacropora</i>	-	+	+	-	-
8	<i>Acropora</i>	+	+	+	+	+
9	<i>Astreopora</i>	+	+	+	+	+
10	<i>Porites</i>	+	+	+	+	+
11	<i>Goniopora</i>	+	+	+	+	+
12	<i>Alveopora</i>	+	+	+	+	+
13	<i>Pseudosiderastrea</i>	+	+	+	+	+
14	<i>Psammocora</i>	+	+	+	+	+
15	<i>Coscinarea</i>	+	+	+	-	+
16	<i>Pavona</i>	+	+	+	+	+
17	<i>Leptoceris</i>	+	-	+	-	+
18	<i>Gardinoceris</i>	-	-	+	-	-
19	<i>Coeloseris</i>	-	-	+	-	-
20	<i>Pachyseris</i>	+	+	+	+	-
21	<i>Diaseris</i>	-	-	+	-	-
22	<i>Oulastrea</i>	+	+	+	-	+
23	<i>Cycloseris</i>	-	-	+	-	-
24	<i>Fungia</i>	+	+	+	+	+
25	<i>Ctenactis</i>	-	-	+	+	+
26	<i>Herpolitha</i>	+	+	+	+	+
27	<i>Polyphyllia</i>	+	+	+	-	+
28	<i>Halomitra</i>	+	-	-	-	-
29	<i>Sandalolitha</i>	+	-	+	+	-
30	<i>Lithophyllon</i>	+	+	+	-	-
31	<i>Podobacea</i>	+	+	+	+	+

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
32	<i>Galaxea</i>	+	+	+	+	+
33	<i>Echinophyllia</i>	+	+	+	+	-
34	<i>Oxypora</i>	+	-	+	-	-
35	<i>Mycedium</i>	+	+	+	+	-
36	<i>Pectinia</i>	+	+	+	+	-
37	<i>Blasstomussa</i>	-	-	+	-	-
38	<i>Cynarina</i>	+	-	+	-	-
39	<i>Scolymia</i>	-	+	+	+	-
40	<i>Australomussa</i>	-	-	+	-	-
41	<i>Acanthastrea</i>	-	+	+	+	+
42	<i>Lobophyllia</i>	+	+	+	+	+
43	<i>Symphyllia</i>	+	+	+	+	+
44	<i>Caulastrea</i>	-	-	+	+	-
45	<i>Favia</i>	+	+	+	+	+
46	<i>Australogyra</i>	-	+	+	-	-
47	<i>Barabatoia</i>	+	+	+	+	-
48	<i>Favites</i>	+	+	+	+	+
48	<i>Goniastrea</i>	+	+	+	+	+
50	<i>Platthygyra</i>	+	+	+	+	+
51	<i>Leptoria</i>	-	+	+	+	+
52	<i>Oulophyllia</i>	+	+	+	+	+
53	<i>Moseleys</i>	-	-	-	+	-
54	<i>Hydnophora</i>	+	+	+	+	+
55	<i>Montastrea</i>	+	+	+	+	+
56	<i>Plesiastrea</i>	+	+	+	+	+
57	<i>Diploastrea</i>	-	+	+	+	+
58	<i>Leptastrea</i>	+	+	+	+	+
59	<i>Cyphastrea</i>	+	+	+	+	+
60	<i>Echinopora</i>	+	+	+	+	+
61	<i>Trachyphyllia</i>	-	-	+	-	+
62	<i>Merulina</i>	+	+	+	+	-
63	<i>Scaphophyllia</i>	-	-	+	-	-
64	<i>Euphyllia</i>	+	+	+	+	+
65	<i>Catalaphyllia</i>	-	-	+	-	-
66	<i>Plerogyra</i>	-	+	+	+	-
67	<i>Physogyra</i>	-	-	+	+	-
68	<i>Turbinaria</i>	+	+	+	+	+
69	<i>Heteropsammia</i>	+	+	+	+	+
	Tổng số	47	46	65	48	43

So sánh sự tương đồng về giống giữa các vùng thấy trị số tương đồng đều đạt giá trị trên 0,75 như vậy là giữa các vùng ít có sự khác biệt (bảng 3). Tuy nhiên, qua phân tích kết quả có thể thấy hai vùng thuộc Trung Bộ và đông Nam Bộ có trị số S cao nhất, chứng tỏ 3 vùng này có sự giao lưu tốt hơn các vùng khác.

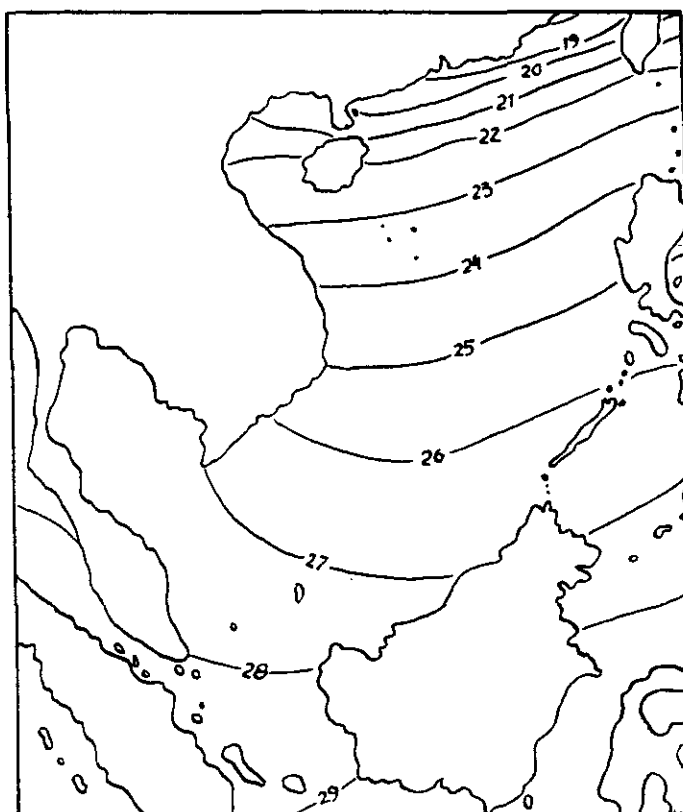
Bảng 3. Chỉ số tương đồng Sorrenson giữa các vùng phân bố

Tây VBB				
Bắc TB	0,8294			
Nam TB	0,8246	0,8214		
Đông NB	0,8333	0,8723	0,8421	
Tây NB	0,7912	0,8539	0,7523	0,8132

III. MỘT SỐ Ý KIẾN THẢO LUẬN VỀ ĐỊA ĐỘNG VẬT CỦA KHU HỆ:

Với tổng số 69 giống san hô tạo rạn đã phát hiện ở vùng biển ven bờ VN đã chứng tỏ đây là vùng biển có sự đa dạng cao. Yếu tố thuận lợi cơ bản dẫn đến sự đa dạng cao là vị trí của biển Việt Nam rất gần với trung tâm phát tán san hô bao trùm vùng biển Philippine - Indonesia, giới hạn phía Nam là nam Great Barrier reef, phía bắc tới nam Taiwan (H.7) . Tuy nhiên, với chiều dài đường bờ trên 3.200 km trải qua gần 8 vĩ tuyến, việc xem xét tính phân bố không thể đồng nhất cho toàn bộ vùng biển Việt Nam. Lý do là ở chỗ, phân bố theo vĩ tuyến liên quan đến các *gradient* môi trường vật lý và các diễn biến sinh thái theo thời gian. Đó chính là những yếu tố chi phối tính đa dạng của san hô (*Veron*, 1995).

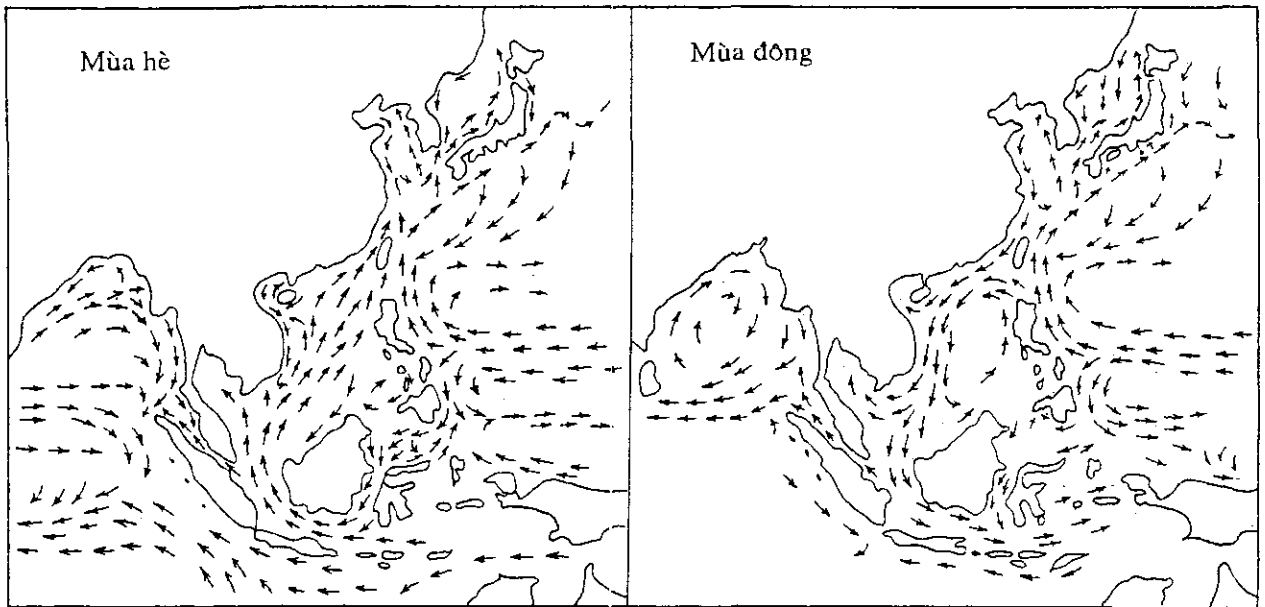
Đối với SH tạo rạn, nhiệt độ là yếu tố giới hạn phân bố toàn cầu. Độ giàu có của thành phần giống loài tăng lên cùng với sự tăng nhiệt độ từ vĩ tuyến cao đến vĩ tuyến thấp. Qua bản đồ phân bố nhiệt độ (Atlas biển, 1975 - theo *Evxeev*, 1988), có thể cho thấy vùng biển Việt Nam có nhiệt độ nằm trong giới hạn cho sự phát triển thuận lợi của SH và RSH, càng về phía nam càng thuận lợi hơn (xem h. 2). Một điều cần lưu ý là các đường đẳng nhiệt độ trên hình này lại không song song với vĩ tuyến mà lại thấp hơn ở gần bờ VN, rõ nhất ở gần bờ Trung Bộ. Nguyên nhân do tác động của dòng chảy ven bờ mà theo *Krempf* (1929) thì ở bờ biển Bắc Bộ và đến Trung Bộ có dòng chảy theo hướng bắc - nam thường mang theo khối nước lạnh làm nhiệt độ hạ thấp đi. Cũng theo Ông, vùng biển Việt Nam được chia làm 3 vùng với đặc điểm nhiệt độ khác nhau: vịnh Thái Lan, bờ biển Nam Bộ và nam Trung Bộ, bờ biển Bắc Trung Bộ và vịnh Bắc Bộ, ranh giới của 3 vùng này là mũi Cà Mau và Varella. Điều cần chú ý là ven bờ Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ có sự giảm rõ nhiệt độ tăng mật vào mùa đông, trong khi đó ở nam mũi Varella sự giảm này không rõ. Điều này có nghĩa là có sự thay đổi nhiệt độ tăng mật đột ngột qua mũi Varella.



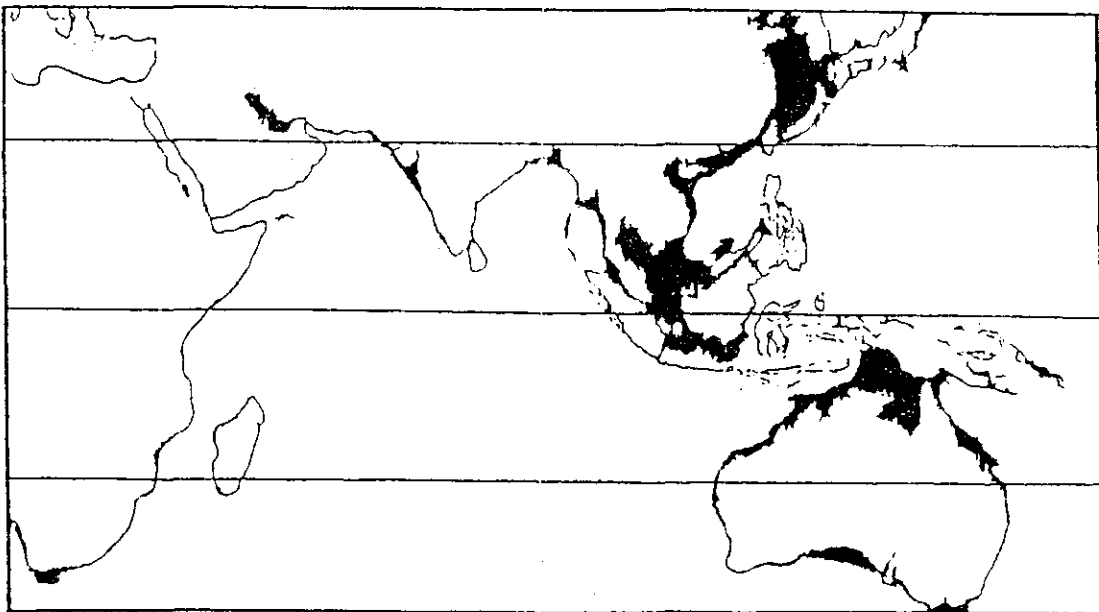
Hình 2. Nhiệt độ nước tầng mặt mùa đông ở Biển Đông (theo Evceev, 1988).

Tác động chi phối chế độ nhiệt nêu trên là do dòng chảy ven bờ. Trong khi đó, dòng chảy toàn vùng biển Đông Nam Á có vai trò quan trọng trong việc phát tán ấu trùng và mở rộng vùng phân bố từ trung tâm đa dạng của san hô bao gồm vùng biển Philippine - Indonesia. Chính trung tâm này cũng được tạo nên bởi dòng chảy tầng mặt của Thái Bình dương (Veron, 1995). Theo Hann et al, 1981, chế độ dòng chảy Đông Nam Á khác nhau giữa 2 mùa gió và được thể hiện trên hình 3 (Meith and Helmer, 1983). Như vậy mức độ giao lưu với trung tâm đa dạng san hô được coi là thuận lợi nhất đối với vùng biển miền Trung và Đông Nam Bộ. Vịnh Bắc Bộ và vịnh Thái Lan có mức độ giao lưu kém hơn.

Một yếu tố quan trọng khác liên quan chặt chẽ đến mức độ đa dạng của san hô là sự thay đổi mực nước biển trong lịch sử. Mực nước biển 18.000 năm trước được chú ý xem xét vì nó chi phối việc hình thành trung tâm đa dạng san hô ở Ấn Độ - Thái Bình dương (Veron, 1995). Vào thời kỳ đó, đường bờ biển vùng phía bắc Philippine và đông Indonesia cũng như bắc Papua New Guinea gần giống như ngày nay (Hình 4). Đây là vùng trốn tránh để tồn tại của các quần xã san hô dưới những tai biến do thay



Hình 3. Sơ đồ dòng chảy tầng mặt ở vùng biển Đông Nam Á (Meith & Helmer, 1983)



Hình 4. Đường bờ biển 18.000 năm trước đây (Veron 1995).

đổi mực nước biển. Mực nước càng dâng lên theo lịch sử, các vùng biển mới được ngập nước ở phía tây, bắc và nam của vùng trên được tái định cư các quần xã san hô (Veron, 1995). Theo logic này, san hô tạo rạn ở miền Trung có lịch sử phát triển dài hơn và có lợi thế về thời gian trong việc tiếp nhận nguồn phát tán từ trung tâm đa dạng san hô vùng Ấn Độ - Thái Bình dương do đường bờ biển ít thay đổi. Các vùng biển còn lại (vịnh Bắc Bộ, Đông Nam Bộ, Tây Nam Bộ) đều là đất liền ở thời điểm 18.000 năm trước nên có thời gian tiếp nhận sự phát tán của san hô ngắn hơn.

Ngoài ra, một yếu tố có tác động nhỏ hơn và chỉ mang tính chất khu vực cũng cần được xem xét là ảnh hưởng của chế độ trầm tích đối với tính đa dạng của san hô thông qua tính chất nền đáy, sự lắng đọng trầm tích, độ đục, cường độ chiếu sáng (Veron, 1995). Về phương diện này, vùng biển miền Trung thuận lợi cho sự đa dạng của san hô so với các vùng khác. Theo Parke et al, 1971 và Nguyễn Chu Hồi, 1991, vùng biển Đông, Tây Nam Bộ và vịnh Bắc Bộ đều chịu ảnh hưởng bởi vật lơ lửng từ sông đưa ra.

Tổng hợp các tác động của các yếu tố trên đây đối với tính đa dạng của san hô tạo rạn (bảng 2) cho thấy vùng biển Nam Trung Bộ có môi trường thuận lợi nhất và vịnh Bắc Bộ kém thuận lợi nhất cho tính đa dạng của san hô.

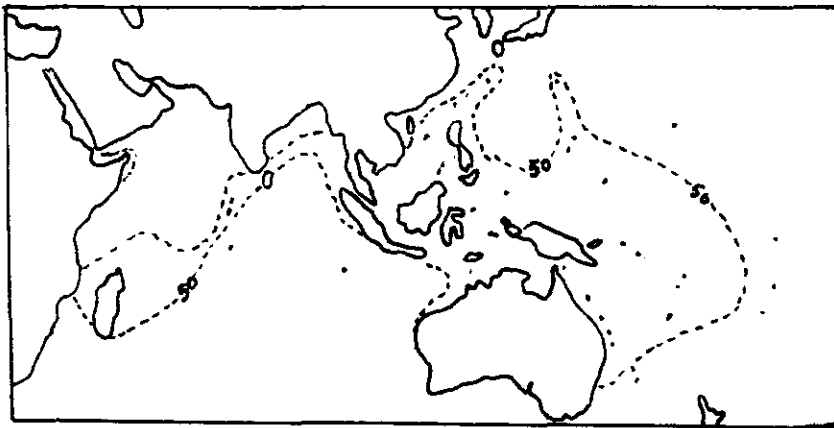
Từ kết quả nghiên cứu và phân tích tác động của các điều kiện tự nhiên đối với phân bố của san hô tạo rạn, có thể cho rằng 5 vùng địa lý đã phân chia thuộc về 5 vùng phân bố của san hô tạo rạn. Trong đó, 2 vùng Nam Trung bộ và Đông Nam Bộ có tính chất khu hệ gần giống nhau do cùng có 2 điều kiện thuận lợi quan trọng nhất (nhiệt độ và mức độ giao lưu với trung tâm phát tán) đối với tính đa dạng của san hô.

Bảng 4: Ảnh hưởng của các yếu tố quyết định tính đa dạng của san hô tạo rạn
(- ít thuận lợi, + thuận lợi)

Vùng	Nhiệt độ	Mức độ giao lưu	Biến đổi đường bờ	Chế độ trầm tích
Vịnh Bắc Bộ	-	-	-	-
Bắc Trung Bộ	-	+	+	+
Nam Trung Bộ	+	+	+	+
Đông Nam Bộ	+	+	-	-
Tây Nam Bộ	+	-	-	-

Tuy nhiên, ranh giới giữa các vùng phân bố lại không trùng với ranh giới giữa các vùng địa lý. Như đã thấy ở kết quả nghiên cứu, mặc dù được nghiên cứu kỹ, ở Tây

bắc và tây vịnh Bắc Bộ, một số giống san hô không được phát hiện, trong đó có *Seriatopora* và *Pocillopora*. Giới hạn phía bắc của 2 giống này là đảo Côn Cỏ (*Lăng Văn Kên và Nguyễn Huy Yết* 1993; *Nguyễn Huy Yết*, 1995). Vì vậy có thể coi đảo Côn Cỏ như là ranh giới giữa 2 vùng phân bố Tây vịnh Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ. Mặt khác, khi xem xét đặc điểm phân bố của *Seriatopora* trên toàn thế giới (*Veron*, 1993)

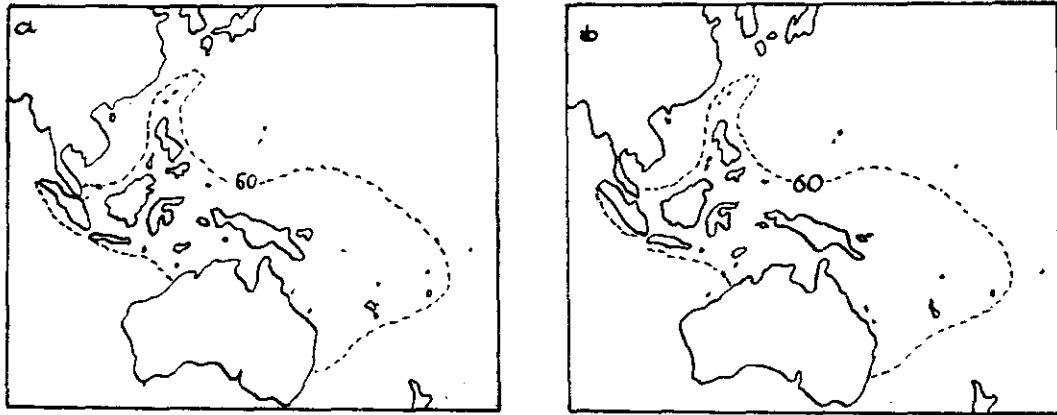


Hình 5. Phân bố của *Seriatopora* và đường đẳng 50 giống san hô tạo rạn (*Veron* 1993)

có thể nhận thấy giống này hầu như chỉ phân bố ở những vùng thành phần san hô tương đối đa dạng (hình 8). Sự thay đổi lớn về chế độ nhiệt qua mũi Varella có thể sẽ tạo nên sự khác biệt lớn về tính chất thành phần san hô giữa vùng phía nam và phía bắc của nó. Thực tế cũng cho thấy một số giống như *Blastomussa*, *Australomussa*, *Catalaphyllia*, *Gardineroseris* được phát hiện ngay tại Khánh Hoà, liền kề phía nam mũi Varella. Đây có thể coi là giới hạn giữa 2 vùng phân bố Bắc Trung Bộ và Nam Trung Bộ.

Vùng biển Tây Nam Bộ nằm ở phía đông vịnh Thái lan, nơi có chế độ cũng như mức độ giao lưu với đại dương khác biệt rõ rệt với các vùng biển phía Đông nam Việt Nam. Có thể coi đây là một vùng phân bố riêng biệt với mũi Cà Mau là ranh giới phía đông. Vấn đề còn lại là phải xác định ranh giới giữa 2 vùng phân bố Nam Trung Bộ và Đông Nam Bộ. Một điểm khác biệt quan trọng giữa chúng là mức độ ảnh hưởng của sông MeKong. Kết quả nghiên cứu vấn đề này chưa nhiều nhưng nếu chấp nhận quan điểm về thủy địa hoá (*Phạm Văn Thơm*, thông báo cá nhân), vùng nam Bình Thuận

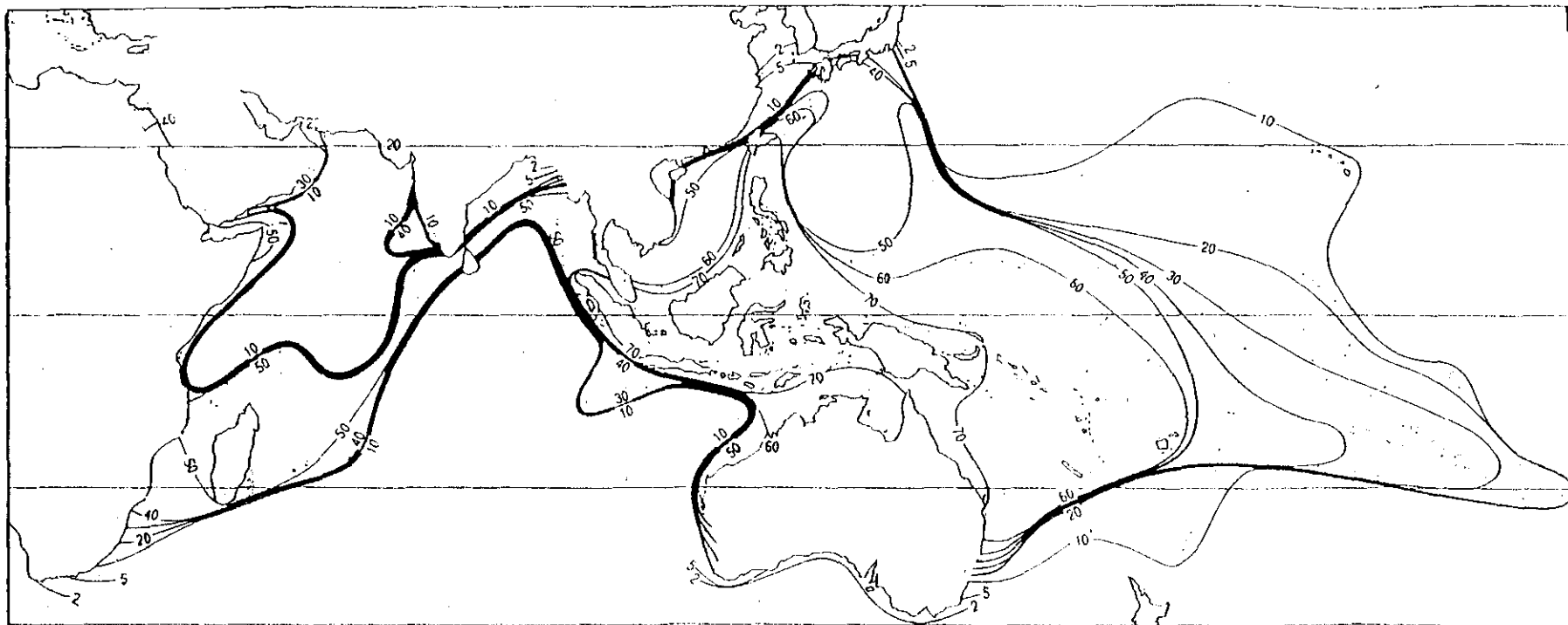
được coi như giới hạn phía bắc của vùng ảnh hưởng bởi sông Mekong và là ranh giới giữa hai vùng phân bố SH đang xem xét.



Hình 6. Phân bố của *Heliofungia*(a) & *Archelia*(b) và đường đẳng 60 giống san hô tạo rạn (theo Veron 1993).

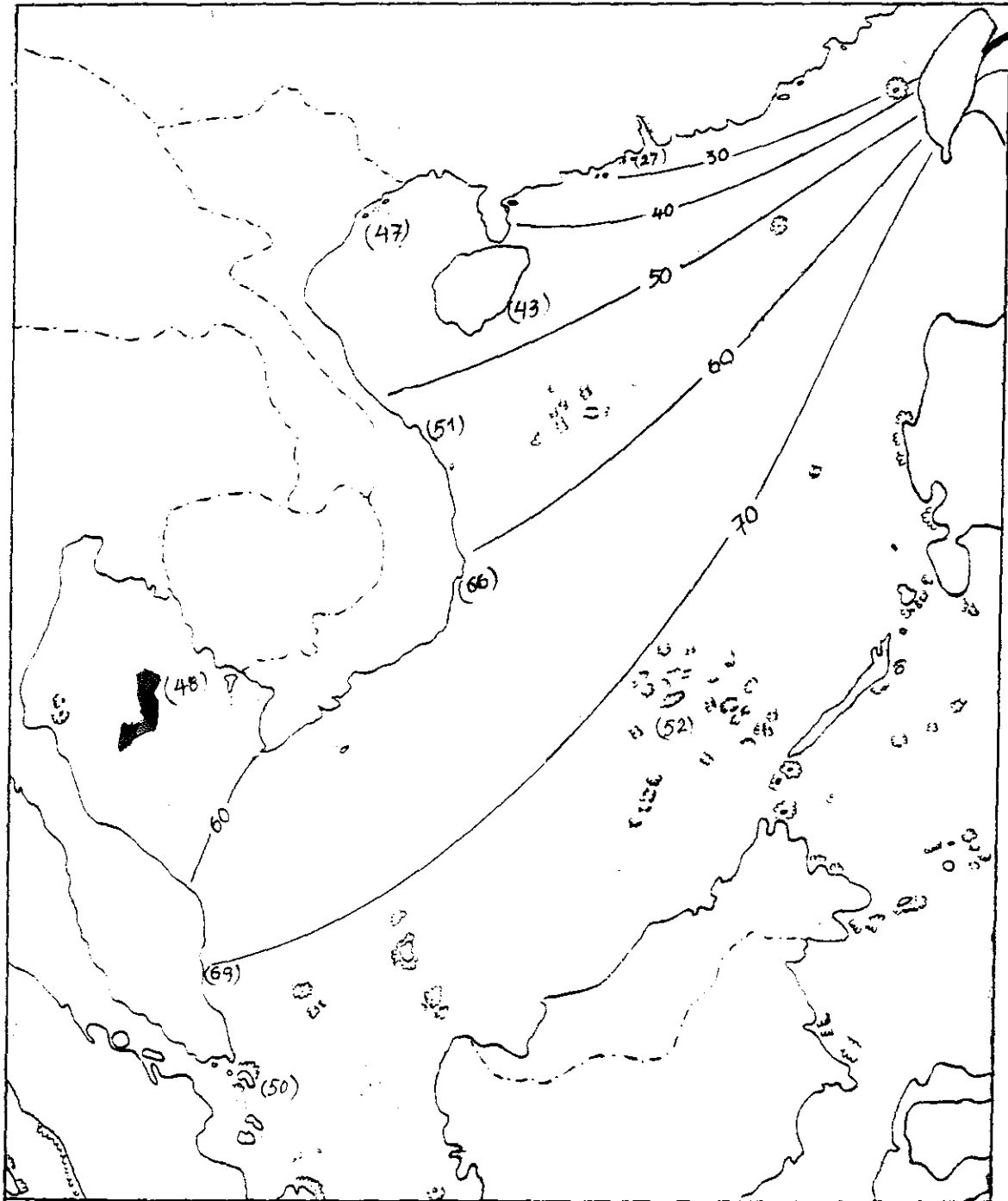
Một vấn đề nữa cần được xem xét là khu hệ SH ở các vùng biển ngoài khơi nam Việt Nam như các quần đảo Hoàng Sa, Trường Sa nên xếp vào vùng phân bố nào. Theo Chevey (1935), vùng biển Hoàng Sa có chế độ nhiệt mùa hè khác với vùng biển Trung Trung Bộ và giống với Nam Trung Bộ. Mặt khác, những nghiên cứu về san hô đã phát hiện giống *Heliofungia* ở quần đảo Hoàng Sa (Zou Renlin, 1975) và *Archelia* ở phía tây quần đảo Trường Sa (Võ Sĩ Tuấn và Nguyễn Huy Yết, 1995). Theo sơ đồ phân bố của Veron (1993), các giống này hầu như chỉ phân bố ở những vùng có độ giàu có thành phần giống rất cao (hình 9). Mặc dù còn ít được điều tra, số lượng các giống SH tạo rạn phát hiện được ở quần đảo Trường Sa mới chừng trên 50, song với điều kiện tự nhiên rất thuận lợi, lại nằm kế cận trung tâm phát tán san hô, chúng tôi tạm xếp quần đảo này vào vùng có số giống tương đương với vùng có đa dạng trên 70 giống).

Trên cơ sở các dẫn liệu hiện có và phân thảo luận trên đây có thể cho phép sửa đổi các đường đẳng phân bố giống san hô tạo rạn được thiết lập bởi Veron, 1993 (hình 7) trong phạm vi vùng biển Đông (hình 8). Theo đó, vịnh Bắc Bộ nằm trong vùng phân bố 40 - 50 giống, đường đẳng 50 giống chạy vào sát đảo Hải Nam và xuống đảo Côn Cỏ. Đường đẳng 60 giống chạy từ mũi Varella vòng lên phía bắc Trường Sa tới đảo Taiwan và từ Cà Mau tới phía bắc Malaixia (hình 11). Đường đẳng 70 giống chạy ôm lấy quần đảo Trường Sa. Như vậy là vùng biển vịnh Bắc Bộ nằm trong vùng có 40 - 50 giống, vùng biển Trung Bộ và Hoàng Sa, vịnh Thái Lan nằm trong vòng 50 - 60 giống,



Hình. 7 Phân vùng đa dạng sinh học giống san hô tạo rạn (Veron, 1993)

vùng Nam Trung Bộ và Đông Nam Bộ - trong vòng 60 - 70 giống, vùng quần đảo Trường Sa - trong vùng có đa dạng cao nhất - trên 70 giống.



Hình 8. Phân vùng đa dạng sinh học giống San hô tạo rạn biển Việt Nam

Chương 2.

BƯỚC ĐẦU NGHIÊN CỨU CẤU TRÚC VÀ CHỨC NĂNG CỦA CÁC HỆ SINH THÁI RẠN SAN HỒ Ở VÙNG BIỂN VEN BỜ.

Kết quả khảo sát trong những năm trước đây đã nêu lên một bức tranh tổng quát về các kiểu loại RSH ở vùng biển ven bờ VN. Mỗi kiểu loại đều có sự khác nhau cơ bản về hình thái rạn, chế độ thủy học... Hệ sinh thái RSH thuộc loại có cấu trúc vô cùng phức tạp, nhiều bậc dinh dưỡng đan xen nhau thành chuỗi, lưới thức ăn. Quần xã sinh vật của RSH thuộc loại đa dạng nhất, mỗi rạn đều chứa đựng hàng ngàn loài động thực vật, mỗi loài hoặc nhóm loài đều có giữ một chức năng nhất định, cùng phối hợp để tạo nên sự cân bằng sinh thái. Vì thế, trong khuôn khổ của một nội dung nghiên cứu nhỏ bé và ít được đầu tư thì việc nghiên cứu đầy đủ về cấu trúc và chức năng của hệ sinh thái RSH là một việc làm không thực tế. Mặc dù vậy đề tài đã tổ chức nghiên cứu sâu ở hai vùng nhằm bước đầu tìm hiểu các đặc trưng định lượng của các hợp phần và các quá trình vận động trong hệ sinh thái RSH. Ở vùng biển phía bắc đã tập trung nghiên cứu trên các RSH đông nam Cát Bà, còn ở phía nam đã tập trung nghiên cứu tại 2 điểm là vịnh Nha Trang (hình 9) và khu vực bắc Bình Thuận (hình 10).

Do đặc điểm điều kiện tự nhiên các vùng phía Nam và phía Bắc rất khác nhau, các hợp phần sinh học và phi sinh học có những đặc tính định lượng khác nhau, mức độ điều tra nghiên cứu ở các vùng lại không đồng đều, vì thế kết quả nghiên cứu vẫn được trình bày riêng từng vùng để tiện việc đánh giá và sử dụng.

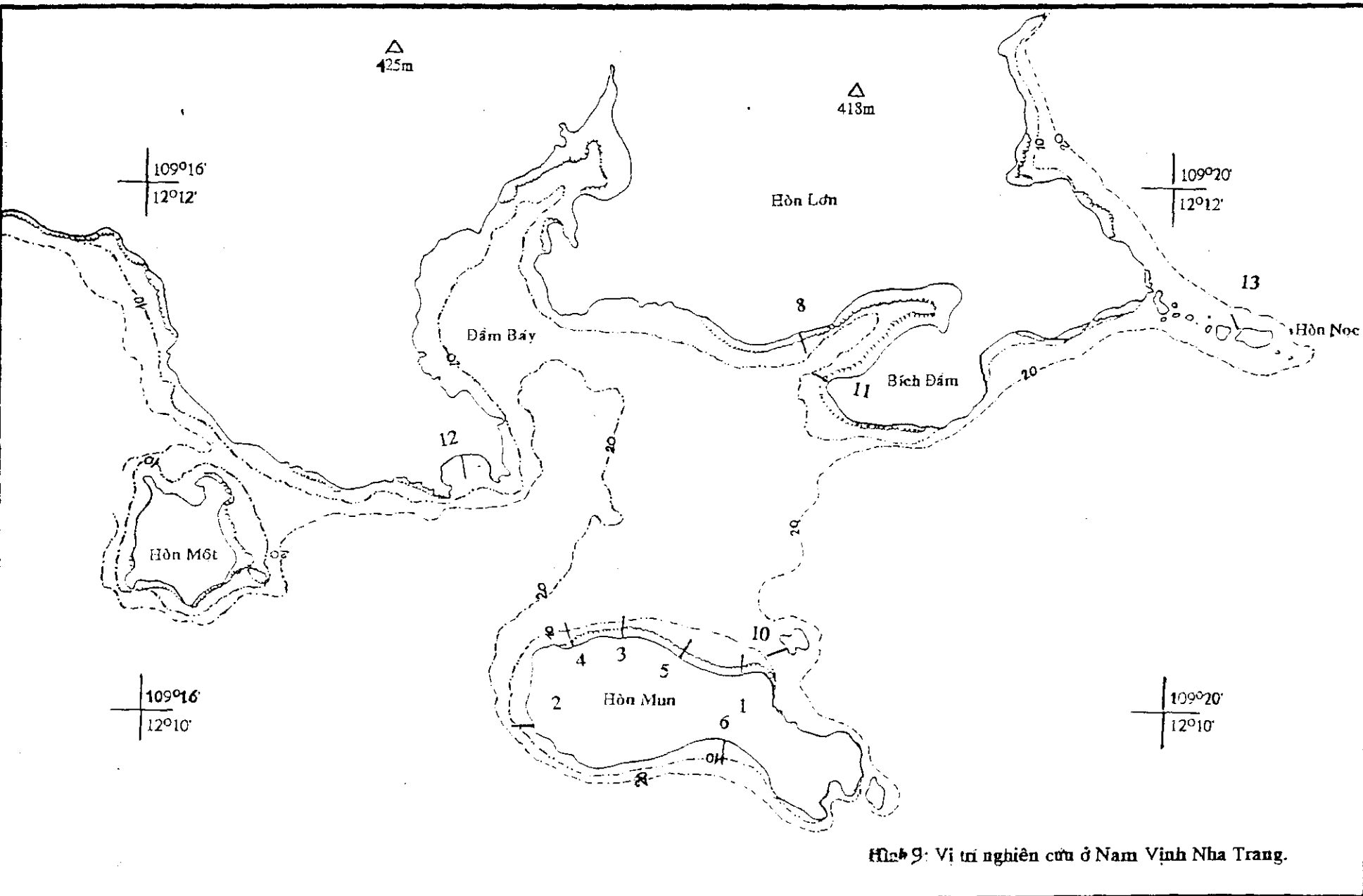
I. SƠ BỘ VỀ CẤU TRÚC VÀ CHỨC NĂNG CỦA HỆ SINH THÁI RSH VEN BỜ NAM TRUNG BỘ.

Trong phần này, chúng tôi tập trung phân tích các vấn đề có liên quan tới cấu trúc và chức năng của HST RSH ở vịnh Nha Trang (thuộc Khánh Hoà-H.9) và khu vực Hòn Cầu - Cà Ná (bắc tỉnh Bình Thuận-H.10).

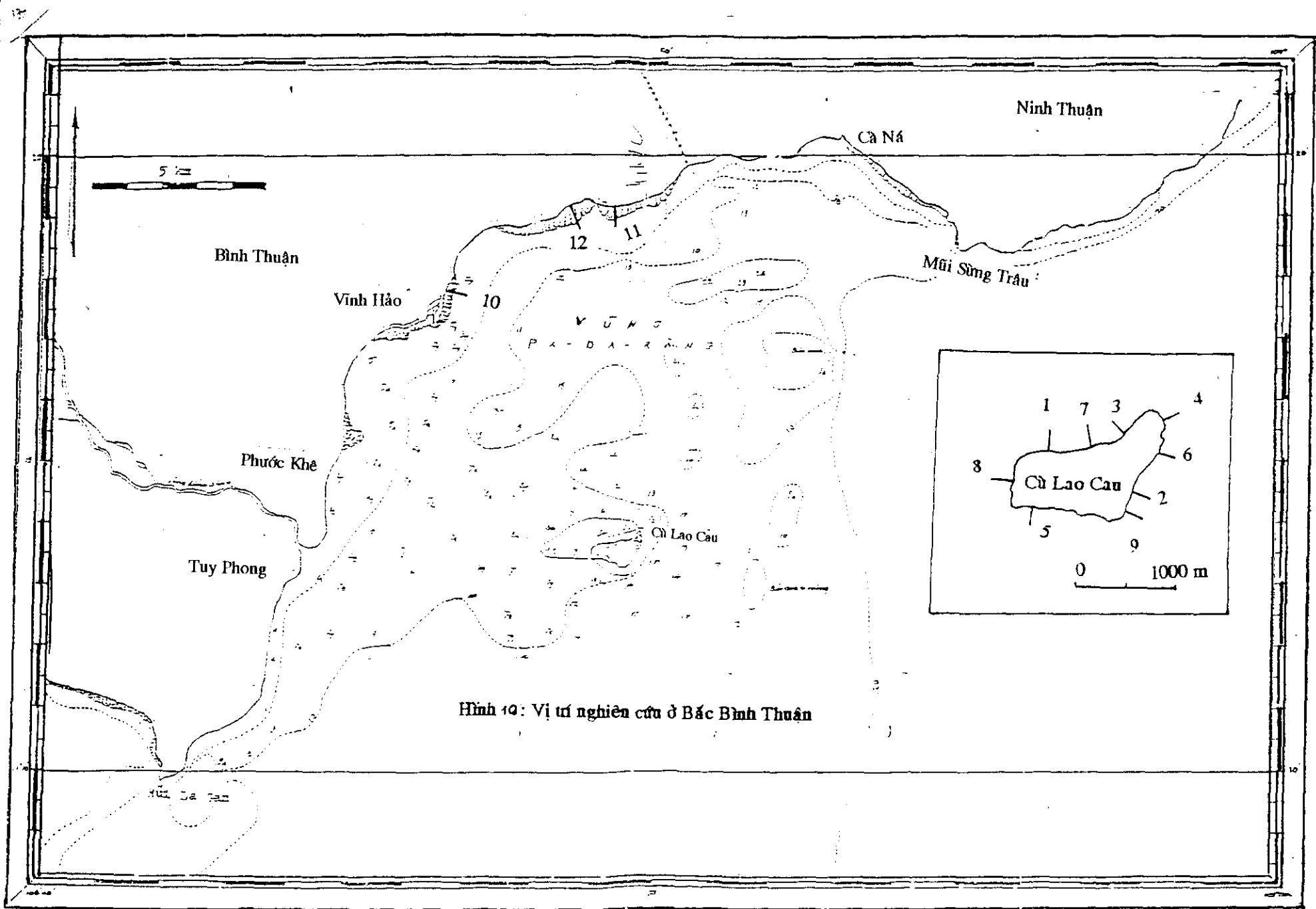
1. Các hợp phần cấu trúc:

1.1. Cấu tạo nền đáy:

Sự hình thành, tồn tại và phát triển của RSH gắn liền với các quá trình địa chất biển. ở Bãi Cạn Lớn (vịnh Nha Trang), RSH hình thành từ trước *Holocen* trên nền đá *macma*. Đến thời kỳ biển lùi *Holocen*, vùng này nằm trên lục địa và bị bao phủ bởi các vật liệu *alluvi*. Trong thời kỳ biển tiến *Fradrien*, các rạn cũ bị phá huỷ một phần tạo ra



Hình 9: Vị trí nghiên cứu ở Nam Vinh Nha Trang.



Hình 10: Vị trí nghiên cứu ở Bắc Bình Thuận

vật liệu sinh lưu chuyển (*bioclastic*) và khi mực biển thuận lợi, các rạn san hô phát triển lại dưới dạng các vết trên nền đáy cũ. Ở bắc Bình Thuận, RSH phát triển trong vùng có địa hình đáy rất phức tạp với sự hình thành các bãi cạn và rãnh sâu. Vật liệu tạo thành các bãi cạn *Breda* và Hòn Cau là các đá trầm tích giàu *Carbonate* tuổi đệ tam, trên bề mặt của các đá này thường có các trầm tích sinh lưu chuyển và một số đã bị *phosphat* hoá (Phạm Văn Thom, 1980).

Tuy nhiên, nền đáy hiện tại của RSH phụ thuộc vào nhiều yếu tố như địa hình, động lực và trạng thái phát triển của san hô và được phản ánh thông qua độ phủ nền đáy của các hợp phần không sinh vật. Ở nam vịnh Nha Trang (bảng 5) nền đáy đá chiếm ưu thế tuyệt đối trên hầu hết các rạn. Điều đó chứng tỏ hình thái rạn phụ

Bảng 5. Độ phủ (%) của các hợp phần không sinh vật trên rạn san hô ở nam vịnh Nha Trang (xem vị trí mặt cắt tại H.9)

Mặt cắt	Đá	Cát	Gravel	San hô chết
1	18	8	8	28
2	46		4	6
3	28	26	2	4
4	54	16	8	
5	8		8	48
6	50	16	2	
7	48		6	12
8	28	22	6	10
9	10			38
10	43	5	7	11
11	47	17		10
12	4	13	8	35
13	60			1

thuộc chủ yếu vào địa hình nền đáy. Chính vì vậy, các đơn vị hình thái rạn không thể hiện rõ nét. Không một rạn nào có thành phần *lagoon* riềm (*fringing*), mặt bằng rạn (*reef flat*) không hoàn toàn bằng phẳng, mào rạn (*crest*) cũng không điển hình.

Trong khi đó ở bắc Bình Thuận, san hô chết là thành phần quyết định nền đáy (bảng 6). Điều đó chứng tỏ rạn đã phát triển theo các lớp tiếp nhau và theo quy luật chung hình thành nên vùng có điều kiện thuận lợi. Các *lagoon* riềm điển hình và mặt bằng rạn rộng hàng trăm mét được quan sát thấy ở dải ven biển từ Cà Ná - Vĩnh Hảo và tây Hòn Cau.

Bảng 6. Độ phủ (%) của các hợp phần không sinh vật trên rạn san hô ở bắc Bình Thuận (xem vị trí mặt cắt tại H.10)

Mặt cắt	Đá	Cát	Gravel	San hô chết
1	1	8	11	35
2		6	14	13
3		2		26
4	19	1	3	21
5	14	2		46
6	14	13	4	13
7	1		2	65
8		6	27	35
9		32	5	18
10			2	45
11		5	5	32
12		18	5	36

1.2 Quần xã san hô tạo rạn:

- **Độ phong phú:** Độ phong phú của san hô được biểu thị thông qua độ phủ của san hô trên nền đáy. Ở vùng biển Nam vịnh Nha Trang, độ phủ (tính theo phương pháp mặt cắt điểm) của san hô nói chung và giá trị trung bình là 31,4%, trong đó san hô cứng đạt 25%. San hô cứng chiếm ưu thế hầu hết trên các rạn với thành phần ưu thế thuộc về giống *Acropora*, *Porites*, *Montipora*, *Fungia*. Tuy nhiên, tính ưu thế của chúng không cao, chỉ một số ít rạn được ưu thế bởi san hô mềm. Điều cần chú ý là một vài rạn có độ phủ đáng kể của thủy tức san hô *Millepora* (bảng 7). Theo phân loại mức độ độ phủ đáng kể của English et al. (1994), 54% số rạn thuộc vùng nghiên cứu đạt vào loại trung bình (31-50%) và 46% được xếp vào loại thấp (11-30%).

Vùng biển bắc Bình Thuận có độ phủ san hô khá cao với giá trị trung bình 43%, riêng san hô cứng đạt giá trị 34%. Trong tổng số rạn nghiên cứu có đến 25% đạt loại độ phủ cao (51-75%), 67% -trung bình (31-50%) và chỉ 8% - thấp (11-30%). San hô cứng vẫn đóng vai trò chủ đạo trên hầu hết các rạn, nhưng san hô mềm có tính quyết định ở những rạn hướng ra biển khơi. Trong thành phần san hô cứng, tính ưu thế thuộc về các giống *Montipora*, *Acropora*. Độ phủ của chúng gần như quyết định độ phủ nhiều rạn (bảng 8)

Bảng 7. Độ phủ (%) của san hô ở các địa điểm nghiên cứu ở Nam vịnh Nha Trang .

Mặt cắt	San hô cứng	San hô mềm	Nhóm ưu thế	Độ phủ
1		0	<i>Montipora</i> <i>Acropora</i>	16 10
2	22	16	<i>Alcyonaria</i> <i>Millepora</i>	16 10
3	44	0	<i>Fungia</i>	20
4	20	0	<i>Porites</i>	14
5	42	0	<i>Acropora</i>	20
6	18	6	<i>Porites</i>	12
7	27	0	<i>Porites</i>	9
8	14	0	<i>Acropora</i>	12
9	8	42	<i>Alcyonaria</i>	42
10	17	4	<i>Porites</i>	16
11	23	0	<i>Porites</i> <i>Fungia</i>	13 10
12	27	6	<i>Acropora</i>	11
13	30	4	<i>Pocillopora</i> <i>Porites</i>	5 5

- *Tính đa dạng:* Tính đa dạng của san hô bao gồm rất nhiều thông số và chịu ảnh hưởng phức tạp của các yếu tố tự nhiên và quá trình phát triển của rạn. Độ giàu có thành phần của các vùng biển và quan hệ với các yếu tố chủ yếu đã được đề cập trong mục II, chương I. Một số thông số chi tiết trên các mặt cắt nghiên cứu cụ thể sẽ được đề cập đến trong phần này bao gồm số lượng giống, chỉ số đa dạng *Shanon - Weaver* tính từ tần số xuất hiện của các giống và độ đa dạng thành phần trong phạm vi nhỏ.

Vịnh Nha Trang có thể coi là vùng có tính đa dạng cao của san hô cứng, nghiên cứu bước đầu đã xác định 165 loài. Đây là con số đáng kể ở một số vùng biển không rộng. Đặc biệt một số giống hiếm gặp cũng được ghi nhận ở đây như *Austrlomussa*, *Blastomussa*. Số giống bắt gặp trên mặt cắt dao động từ 6 -27, chỉ số đa dạng biến thiên từ 0,49 - 1,23. Bảng 9 cho thấy nhiều rạn có chỉ số đa dạng cao do giàu có số lượng giống và tần số xuất hiện của các giống thường không quá cao.

Bắc Bình Thuận cũng nằm trong vùng có độ giàu có thành phần loài san hô. Nghiên cứu sơ bộ đã xác định 120 loài san hô tạo rạn. Số lượng giống xuất hiện trên các mặt cắt nghiên cứu giao động từ 3-22 và chỉ số đa dạng biến thiên từ 0,20 - 1,08 (bảng 8). Như vậy, vùng biển này tuy có độ phủ khá và số loài cũng nhiều nhưng tính đa dạng không cao do chỉ có một số loài phát triển ưu thế.

*Bảng 8. Độ phủ của san hô ở các địa điểm nghiên cứu ở bắc Bình Thuận (%)
(Phương pháp mặt cắt - điểm)*

Mặt cắt	San hô cứng	San hô mềm	Nhóm ưu thế	Độ phủ
1	34	2	<i>Montipora</i>	31
2	51	13	<i>Montipora</i> <i>Acropora</i>	24 24
3	43	4	<i>Acropora</i>	8
4	27	30	<i>Alcyonacea</i>	30
5	29	8	<i>Acropora</i>	14
6	27	31	<i>Alcyonacea</i>	31
7	19	1	<i>Montipora</i>	15
8	28	4	<i>Montipora</i>	26
9	28	17	<i>Montipora</i> <i>Sarcophyton</i>	15 15
10	35		<i>Montipora</i>	28
11	47		<i>Acropora</i> <i>Montipora</i>	33 14
12	40		<i>Acropora</i> <i>Montipora</i>	25 12

Bảng 9. Đánh giá tính đa dạng của san hô cứng trên các rạn nghiên cứu ở Vịnh Nha Trang.

Mặt cắt	H'	Số lượng giống	Giống thường gặp	Tần số (%)
1	1,23	27	<i>Porites</i> <i>Montipora</i> <i>Fungia</i> <i>Acropora</i>	15,4 10,1 8,1 6,7
2	1,01	16	<i>Pocillopora</i> <i>Millepora</i> <i>Porites</i> <i>Acropora</i>	25,4 23,9 11,9 10,4

Tiếp bảng 9...

3	0,95	15	<i>Fungia</i>	28,4
			<i>Millepora</i>	17,5
			<i>Porites</i>	15,9
			<i>Stylopora</i>	7,9
			<i>Pocillopora</i>	9,5
4	1,03	19	<i>Porites</i>	24,4
			<i>Acropora</i>	12,2
			<i>Pocillopora</i>	11,0
			<i>Millepora</i>	9,8
			<i>Fungia</i>	8,5
5	1,11	18	<i>Acropora</i>	25,0
			<i>Pocillopora</i>	10,3
			<i>Porites</i>	6,9
			<i>Favia</i>	6,9
6	1,07	12	<i>Acropora</i>	28,8
			<i>Porites</i>	19,2
			<i>Millepora</i>	16,9
			<i>Stylophora</i>	13,7
7	1,16	21	<i>Porites</i>	18,7
			<i>Favia</i>	16,8
			<i>Leptoria</i>	9,3
			<i>Millepora</i>	8,4
8	0,99	17	<i>Acropora</i>	31,7
			<i>Pocillopora</i>	12,2
			<i>Fungia</i>	9,8
9	1,14	21	<i>Pocillopora</i>	15,3
			<i>Porites</i>	12,5
			<i>Acropora</i>	11,1
10	0,63	18	<i>Porites</i>	59,0
			<i>Acropora</i>	15,7
11	0,49	6	<i>Porietes</i>	44,1
			<i>Fungia</i>	44,1
12	0,81	16	<i>Fungia</i>	36,4
			<i>Acropora</i>	22,5
			<i>Porites</i>	20,2
13	1,13	18	<i>Porites</i>	13,1
			<i>Leptastrea</i>	8,3
			<i>Cyphastrea</i>	8,3

Bảng 10. Đánh giá tính đa dạng sinh học của san hô cứng trên các rạn nghiên cứu ở Bắc Bình Thuận

Mặt cắt	H'	Số lượng giống	Giống thường gặp	Tần số (%)
1	0,79	15	<i>Montipora</i> <i>Millepora</i> <i>Acropora</i>	43,8 16,2 15,2
2	0,74	20	<i>Montipora</i> <i>Hydropora</i> <i>Heropora</i>	42,1 18,9 17,7
3	0,95	22	<i>Montipora</i> <i>Acropora</i> <i>Pocillopora</i>	39,3 18,0 10,0
4	1,08	16	<i>Montipora</i> <i>Platygyra</i> <i>Acropora</i>	15,5 15,5 14,4
5	0,81	12	<i>Acropora</i> <i>Pocillopora</i> <i>Montipora</i>	40,0 15,0 16,3
6	1,01	19	<i>Millepora</i> <i>Leptastrea</i> <i>Pocillopora</i>	14,4 13,5 11,5
7	0,52	7	<i>Montipora</i> <i>Acropora</i> <i>Pocillopora</i>	62,4 14,5 9,2
8	0,20	3	<i>Montipora</i> <i>Pototes</i>	87,5 8,3
9	0,73	14	<i>Acropora</i> <i>Montipora</i>	26,4 42,9
10	0,54	8	<i>Montipora</i> <i>Acropora</i> <i>Goniastrea</i>	63,4 12,7 11,3
11	0,35	6	<i>Acropora</i> <i>Montipora</i>	62,3 34,0
12	0,43	16	<i>Acropora</i> <i>Montipora</i>	59,1 32,3

1.3. Rong biển:

Rạn san hô là sinh cảnh thuận lợi cho sự phát triển của rong biển. Tuy nhiên, số lượng loài và phân bố thành phần lại không giống nhau trên các rạn khác nhau (bảng 11).

Bảng 11. So sánh độ giàu có thành phần loài rong ở các rạn san hô vịnh Nha Trang.

Mặt cát	<i>Rodophyta</i>	<i>Phaeophyta</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Cyanophyta</i>	Tổng số
1	24	3	1	2	30
2	15	1	0	1	17
3	15	2	0	2	19
4	14	4	2	0	20
5	19	1	0	0	20
6	30	7	0	2	39
7	2	3	2	1	8
8	18	3	2	4	27
9	28	6	4	0	38
10	21	3	2	1	27

Mặt khác, số lượng loài và phân bố thành phần còn có sự thay đổi lớn giữa các tháng trong năm. Nghiên cứu ở Cù Lao Cau (bảng 12) cho thấy có sự giảm đáng kể số lượng loài từ tháng 4 đến tháng 7 (127 và 105 ở 4 vị trí được nghiên cứu lặp lại), trong đó sự giảm thành phần của rong nâu (*Phaeophyta*) là đáng kể nhất. Sự thay đổi giống ưu thế từ *Sargassum* sang *Caulerpa* có thể coi là sự biểu hiện của sự thay đổi môi trường. Vào tháng 4, nhiệt độ nước cao (27-30%), lượng mưa thấp, rong mơ *Sargassum* phát triển cực đại. Vào tháng hiện tượng nước trời làm giảm nhiệt độ nước xuống 25 - 27°C, mùa mưa bắt đầu. Sự xuất hiện của các yếu tố đó phù hợp với sự suy giảm đáng kể rong Mơ.

Một nghiên cứu so sánh ở Vịnh Hào và Hòn Nha (ven bờ bắc Bình Thuận) cho thấy trên các rạn này so với san hô chết ưu thế, độ giàu có của loài rong khá thấp (39 và 10 loài tương ứng). Hơn nữa thành phần loài ở đây còn khác biệt với Cù Lao Cau mà biểu hiện là chỉ số giống nhau Sorrenson (S) rất thấp (bảng 13).

Bảng 12. Thay đổi theo mùa của các quần xã rong ở các rạn san hô Cù Lao Cau.

Mặt cát	Tháng 4.1993					Tháng 7.1993				
	Cya.	Rho.	Pha.	Chl.	Tổng	Cya.	Rho.	Pha.	Chl.	Tổng
1	1	18	22	14	55	0	28	6	9	43
2	2	36	17	14	69	1	36	2	6	45
3	2	24	14	9	49	3	33	8	12	56
4	4	30	11	17	62	2	27	6	15	50
5						0	31	3	12	46
6						0	32	8	8	48

Bảng 13. Chỉ số giống nhau (S) giữa các mặt cát nghiên cứu ở bắc Bình Thuận.

2	0,42				3	2	1	MC
3	0,44	0,43			0,34	0,44	0,40	4
4	0,47	0,54	0,53			0,42	0,47	3
5	0,53	0,52	0,43	0,54			0,60	2
5	0,35	0,49	0,40	0,57	0,51			
VH	0,27	0,26	0,30	0,42	0,26	0,30		
H	0,29	0,07	0,15	0,23	0,21	0,17	0,29	
Mặt cát	1	2	3	4	5	6	VH	

1.4. Sinh vật nổi:

Thực vật nổi rạn san hô đã được nghiên cứu sơ bộ ở bắc Bình Thuận. Số liệu phân tích cho phép nêu lên một số nhận xét về tính chất của nhóm sinh vật này ở vùng biển xung quanh Cù Lao Cau (bắc Bình Thuận) vào hai thời điểm khảo sát (tháng 5 và tháng 7/1993), Tổng số loài thực vật thu qua lưới thăng đứng *Juday* và lọc nước qua lưới 180s đã xác định là 159 loài trong đó *Bacillariophyta* chiếm 90,5%, *Dinophyta* 6,9 %, *Cyanophyta* 2,7% và *Dictyochlorophyta* 0,7%. 39 loài sống bám trên đáy (*periphyton*) mà chủ yếu là tảo khuê lông chim được thu bằng cách đặt lam trên rạn san hô. Thành phần loài vào tháng 5 (108 loài) đa dạng hơn vào tháng 7 (84 loài) và có sự thay thế thành phần loài khá nhiều với chỉ số khác nhau (D) lên tới 0,8. Một điều đặc biệt khác với sinh cảnh khác là tần số xuất hiện thấp của tảo giáp (*Dinophyta*). Sự đa dạng và phong phú của tảo sống bám cũng là một điểm cần chú ý.

Sinh vật lượng thực vật nổi vùng khảo sát khá thấp so với những khảo sát ở vùng đáy mềm của tỉnh Bình Thuận chỉ ở mức dưới 1 triệu tb/m³. Mặc dù vậy độ sâu của các rạn không lớn nhưng sự khác nhau về sinh vật lượng giữa tầng mặt và tầng đáy lại rất rõ. Kết quả khảo sát bằng trạm liên tục trên rạn (hình 11) và các trạm thu mẫu khác đều cho kết quả như nhau. Sinh vật lượng tầng mặt luôn luôn cao hơn tầng đáy và có thể lớn hơn đến 10 lần. Các trạm khảo sát ở ngoài rạn không cho thấy hiện tượng này và có sinh vật lượng tầng đáy cao hơn tầng đáy trên rạn san hô, có nơi đạt tới 85 triệu tb/m³ (tháng 7/1993)

Những kết quả bước đầu này dù còn ít nhưng cho thấy rạn san hô có quần xã sinh vật nổi tương đối khác biệt với các quy luật của thực vật nổi vùng ven bờ và cần được kiểm tra ở qui mô rộng lớn hơn trong thời gian tới.

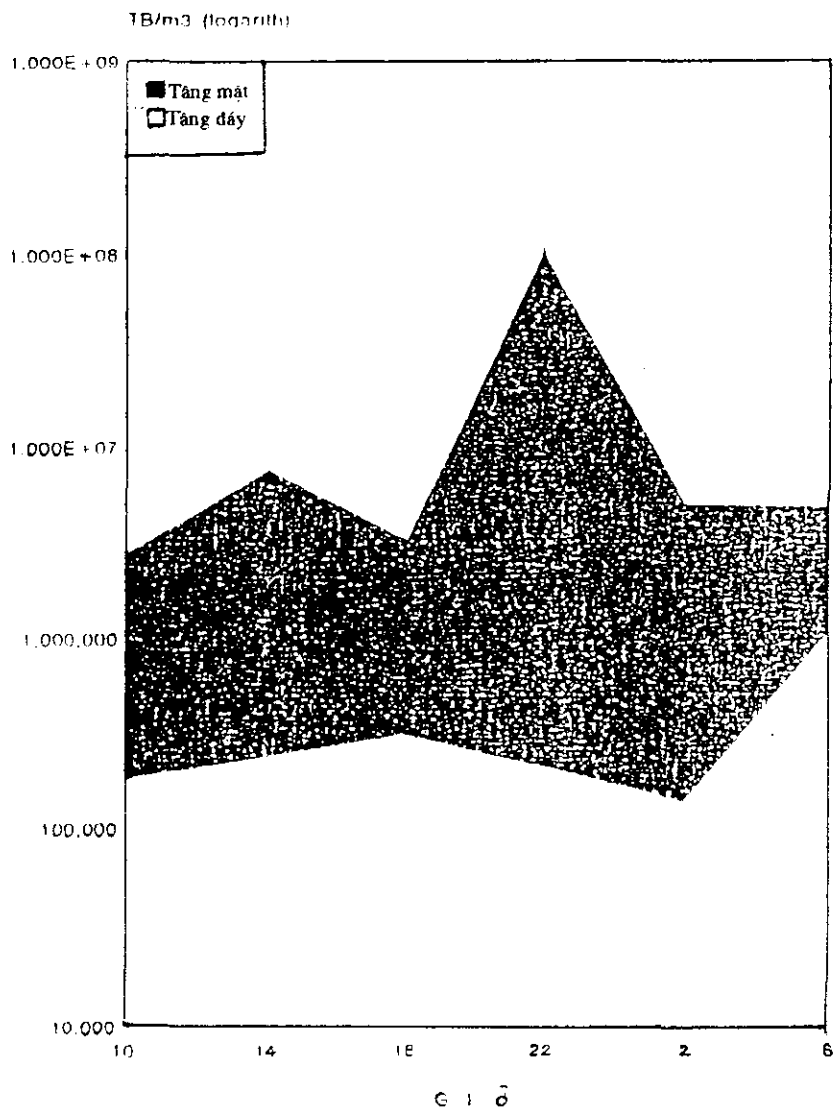
Tính chất của động vật nổi rạn san hô cũng mới được nghiên cứu xung quanh Cù Lao Cau và chủ yếu quan tâm đến sinh vật lượng. Bảng 14 cho thấy sinh vật lượng động vật nổi rạn san hô vùng biển nghiên cứu tương đối cao, đặc biệt là về số lượng. Trong thành phần các nhóm động vật nổi (như những vùng biển khác) chân kiếm (*Copepoda*) có mật độ cao nhất. Điều đặc biệt là nhóm râu nhánh (*Claodocera*) đạt tới số lượng lớn và thậm chí ưu thế ở một số trạm với mật độ trung bình đạt 46 con/m³ ở lưới 38 và 2.968 con/m³ ở lưới 15.

Bảng 14. So sánh sinh vật lượng động vật nổi Khối lượng (KL, g/m³),
Số lượng (SL, con/m³)

Vùng điều tra		Cà Ná-Hàm Tân		Miền Trung	NT-BT	NT1	NT2	Cù Lao Cau	
		4,93	7,93					8-9,92	6-8,92
Lưới 38	KL	131						19	
	SL	3417	4281	471	451	767	3281	3186	
Lưới 15	KL			42,6	71,0				167,0
	SL	1894	4281	152	185				4946

Tuy nhiên lọc nước bằng lưới 180s lại cho kết quả là bọ động vật nổi cỡ nhỏ có mật độ khá thấp (bảng 15)

Kết quả phân tích trạm liên tục cho thấy trên rạn san hô Cù Lao Cau động vật nổi hầu như không có hiện tượng di cư thẳng đứng ngày đêm mà có xu thế tập trung chủ yếu ở tầng mặt (8703 con/m³), cao hơn tầng đáy (3950 con/m³) hơn 2 lần.



Hình 11: Biến thiên số lượng thực vật nổi (tế bào/m³) trên rạn san hô Cù Lao Cau theo thời gian.

Bảng 15. Mật độ động vật nổi cỡ nhỏ trên rạn san hô Cù Lao Cau (con/m³)

Nhóm động vật	Động vật nổi chung	<i>Cope-poda</i>	<i>Tunicata</i>	Ấu trùng giáp xác	<i>Chaet.</i>	Ấu trùng <i>Bivalvia</i>	<i>Clad.</i>
Mặt	7344	3037	1075	2200	49	511	157
Đáy	7511	3031	218	3360	23	402	15
Tổng SVL	7566	3034	649	2689	37	457	86

1.5. Động vật đáy:

Động vật Thân mềm có thể coi là một nhóm sinh vật đáy đa dạng nhất của RSH. Nghiên cứu tương đối đầy đủ ở Hòn Mun đã ghi nhận có tới 112 loài thân mềm thuộc vào 4 nhóm sinh vật khác nhau. Nhóm 1 sống tự do trên rạn san hô hoặc nền đáy cứng khác chiếm tới 76 loài (68%), nhóm 2 sống bám trên san hô, đá, hải miên... bao gồm 22 loài (20%). Nhóm 3 đục lỗ vào đá, san hô sống, san hô chết và nhóm 4 sống trên đáy cát trong hoặc kề rạn san hô có số lượng loài tương đối ít. Ở bắc Bình Thuận, bước đầu đã xác định được 79 loài với 4 nhóm sinh thái nói trên. Nhìn chung, hai vùng nghiên cứu có số lượng thân mềm hai mảnh đục lỗ trong san hô không đáng kể.

Số loài giáp xác có kích thước lớn đã ghi nhận là 69 loài ở Hòn Mun và 46 loài ở Cù Lao Cau trong số đó có rất nhiều loài có đời sống cộng sinh chặt chẽ với san hô, nhất là san hô cành *Acropora*, *Pocillopora* và cả trong thủy tức san hô *Millepora*.

Động vật da gai có số lượng loài ít (27 loài ở Hòn Mun, 26 loài ở Cù Lao Cau). Nhưng đa số trong chúng (trừ sao biển rắn - *Ophiuroidea*) có kích thước lớn và có vai trò quan trọng về sinh thái và cảnh quan. Động vật da gai đóng vai trò quan trọng với trầm tích đáy và kiểm soát sự phát triển của rạn trong các vịnh. Chúng có thể phá huỷ rạn san hô khi đạt đến số lượng lớn (Wells and Hanna, 1992). Đặc biệt sự phát triển của cầu gai (*Diadema setosum*) còn liên quan đến quá trình suy thoái của rạn san hô và sự bùng nổ số lượng sao biển gai ăn san hô *Acanthaster planci* như là dấu hiệu của sự suy thoái môi trường.

1.6. Cá rạn san hô:

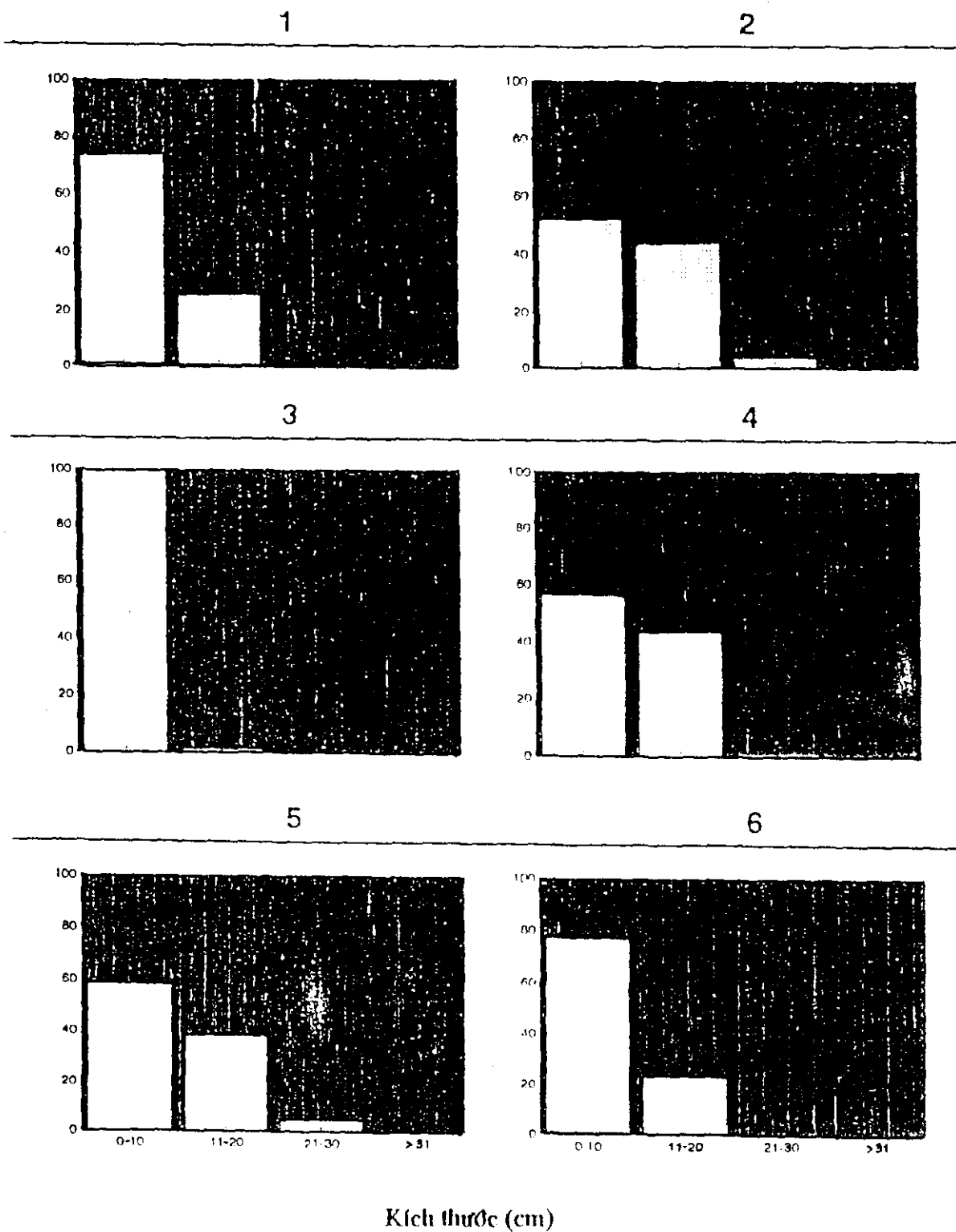
Cho đến nay đã xác định được 256 loài cá rạn san hô ở vùng biển Nha Trang và 159 loài ở bắc Bình Thuận. Nha Trang được coi là vùng biển đa dạng nhất về thành phần cá rạn san hô. Trong số 42 họ cá đã xác định, họ cá Bàng chài chiếm 14%, họ cá

Thia 13,7%, các họ cá Sơn, cá Bướm mỗi họ 9,7%, họ cá Mỏ 7,4%, họ cá Đuôi gai - 6,3%, nhiều họ cá chỉ gặp ở Nha Trang như họ cá Nheo *Plotosidae*, họ cá Kim *Hemirhamphidae*, họ cá Ngọc *Carapidae*, họ cá Chia vôi *Sygnathidae*, họ cá Mặt quỷ *Synancejidae*, họ cá Lưỡi dong *Antennaridae*. ở bắc Bình Thuận, trong tổng số loài của 36 họ đã ghi nhận, họ cá Thia chiếm 20,1%, mỗi họ các Bàng chài, cá Bướm chiếm 13,8%, họ cá Mỏ - 5,3%... hai vùng nghiên cứu đều có tính đa dạng thành phần loài cá rạn san hô rất cao. Điều đó góp phần tạo nên sự đa dạng chung. Các nghiên cứu chi tiết trên các mặt cắt dài 50 m song song với bờ cho thấy số lượng loài khác nhau giữa các rạn và giữa các thành phần cấu trúc của rạn (bảng 15) tuy nhiên sự khác biệt về thành phần loài không lớn mà biểu hiện là chỉ số giống nhau Sorrenson hầu như trên 0,5.

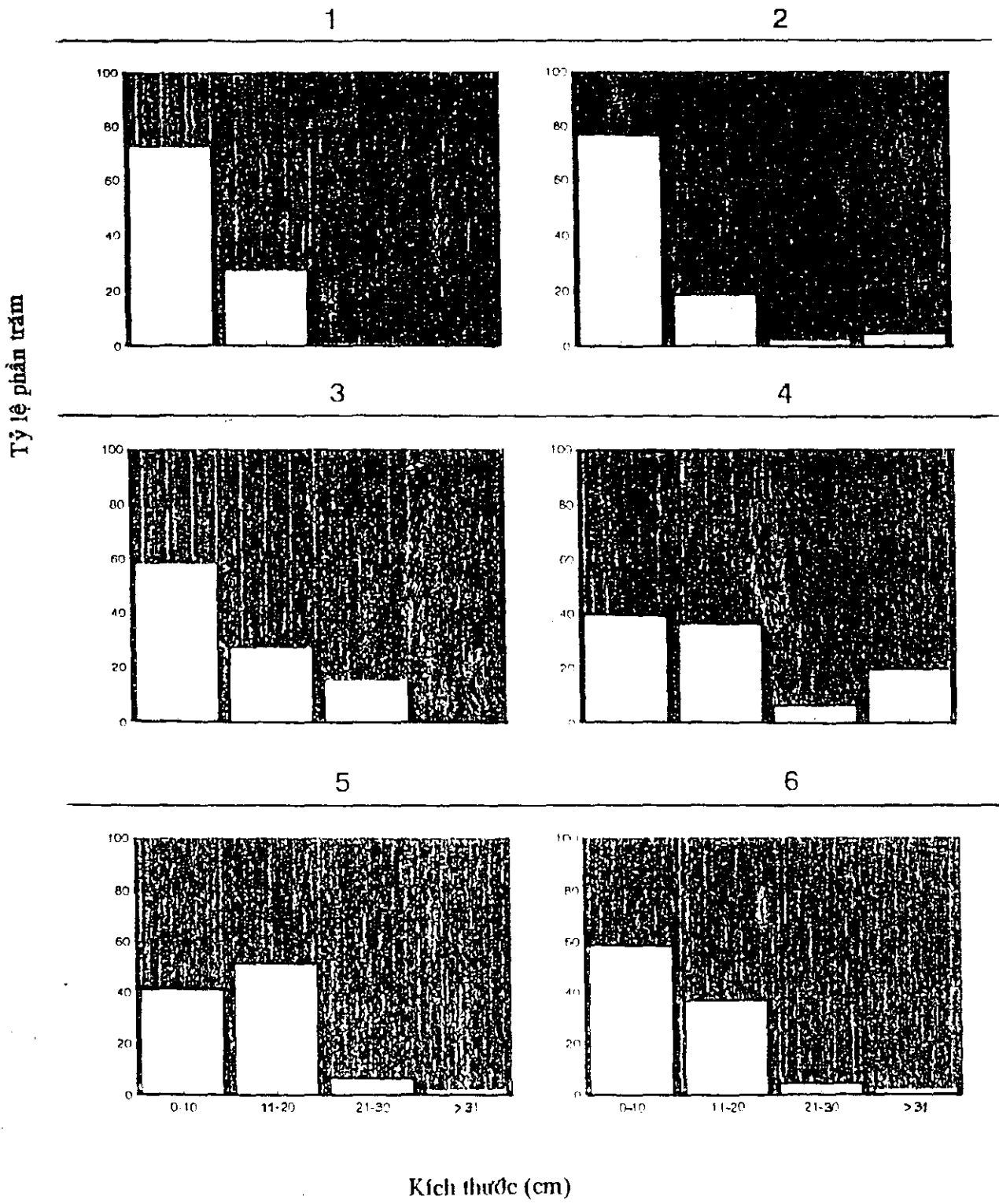
Bảng 16. Số lượng loài cá rạn san hô ở các vùng nghiên cứu (phương pháp mặt cắt ngang)

Địa điểm	Mặt bằng rạn	Sườn dốc rạn	Tổng số
Nha trang			
1	20	25	38
2	18	15	27
3	20	15	29
4	21	17	37
5	24	21	36
6	28		28
7	24		24
8	38	28	49
9	28	26	38
Bình Thuận			
1	20	27	42
2	26	21	38
3	10	34	37
4	25	26	42
5	23	36	45
6	18	29	38

Tỷ lệ phần trăm



Hình 12 a: Phân bố kích thước cá trên mặt bằng rạn ở Cù Lao Cau.



Hình 12 b: Phân bố kích thước cá trên sườn dốc rạn ở Cù Lao Cau.

Nghiên cứu định lượng tương đối trên cùng các mặt cắt ngang ở vịnh Nha Trang cho phép nhận xét số lượng cá trên mặt bằng rạn (trung bình là 119), lớn hơn đáng kể so với trên sườn dốc rạn (62). Trong khi đó tỉ lệ cá có kích thước lớn nhiều hơn rõ rệt trên sườn dốc rạn so với mặt bằng rạn (hình 12). Tuy nhiên, trên tổng thể cá thể có kích thước nhỏ chiếm ưu thế trên tất cả các rạn.

2. Các quá trình sinh thái.

2.1. Về đặc điểm hoá môi trường vùng rạn san hô:

Cho đến nay các nghiên cứu về đặc điểm hoá môi trường của các khu vực RSH vùng biển ven bờ phía nam Việt Nam (bao gồm cả vịnh Thái Lan) chưa được nhiều. Hầu hết các khu vực chỉ mới được khảo sát một lần, có khu vực chỉ được khảo sát rất sơ lược, các thời gian khảo sát lại rất khác nhau: khu vực nam vịnh Đà Nẵng Cù lao Chàm (tháng 4 - 5/1994); Phú Yên (tháng 10/1992); Văn Phong - Bến Gò (tháng 5/1994); Phú Quốc (tháng 3/1994). Do đó rất khó có những nhận xét đầy đủ về đặc điểm hoá học của các khu vực này. Trong lúc đó, các RSH trong khu vực vịnh Nha Trang và bắc Bình Thuận (chủ yếu là khu vực Cà Ná, Cù lao Cau) được khảo sát nhiều hơn theo những định hướng nhất định. Do đó phần dưới đây chỉ đề cập đến các đặc điểm môi trường các khu vực RSH trong vịnh Nha Trang và vùng biển ven bờ bắc Bình Thuận.

2.1.1. Vịnh Nha Trang:

Theo các số liệu được ghi nhận trong các năm 1966 (*Shirota et al.*, 1967) và 1991 - 1994 (*Phạm Văn Thơm và Lê Thị Vinh*, 1991; *Phạm Văn Thơm*, 1992; *Phạm Văn Thơm et al.*, 1994) các đặc điểm môi trường chủ yếu của khu vực này có thể tóm tắt như dưới đây:

- Độ muối: Vào các tháng mùa khô độ muối ở khu vực các rạn cao và sự khác nhau về độ muối so với khu vực gần cửa sông không lớn (<0.5‰). Trong các thời gian có mưa sự chênh lệch có thể lên tới 4 - 5‰. Các trị giá độ muối thấp nhất được ghi nhận ở khu vực các rạn dao động trong khoảng 25 đến 30‰.
- Nhiệt độ: Các số liệu quan trắc năm 1966 (*ibid*) cho thấy nhiệt độ nước biển tăng mặt dao động trong khoảng 26^o6 vào mùa đông đến 29^o7 vào mùa hè.
- Hàm lượng vật lơ lửng: hàm lượng vật lơ lửng tương đối thấp. Giá trị trung bình của vật lơ lửng là 25.9 mg/l, khoảng dao động khá rộng (292 mg/l) Các giá trị >50mg/l chỉ gặp ở các rạn gần cửa sông.

- COD $KMnO_4$: Yếu tố này có giá trị trung bình của hàm lượng *Phosphate-P*, *nitrate-N* và *silicate-S* được trình bày ở bảng 17 . Bảng này cho thấy các khu vực rạn san hô có hàm lượng các muối dinh dưỡng *phosphate* và nhất là *nitrate* cao hơn toàn vịnh Nha Trang khá nhiều.

- Các kim loại nặng: Kết quả thống kê các số liệu kim loại nặng của các mẫu nước thu trong khu vực các rạn san hô trong khoảng thời gian 1991 - 1993 cho thấy phạm vi dao động hàm lượng và hàm lượng trung bình của Fe, Mn, Zn, Cu và Pb như sau:

- Fe: 61 - 415 $\mu\text{g/L}$; trung bình 185 $\mu\text{g/L}$
- Mn: 0,4 - 36,0 $\mu\text{g/L}$; trung bình 10,3 $\mu\text{g/L}$
- Zn: 1,4 - 35,6 $\mu\text{g/L}$; trung bình 11,1 $\mu\text{g/L}$
- Cu: 0,3 - 18,5 $\mu\text{g/L}$; trung bình 7,6 $\mu\text{g/L}$
- Pb: 0,7 - 3,8 $\mu\text{g/L}$; trung bình 2,1 $\mu\text{g/L}$

Bảng 17 . Khoảng dao động và giá trị trung bình của hàm lượng *Phosphate - P*, *nitrate - N* và *silicate - S* ($\mu\text{g/L}$)

Yếu tố	Khoảng dao động hàm lượng	Hàm lượng trung bình
<i>phosphate-P</i>	1-46	9,8
<i>nitrate-N</i>	10-32000	1716
<i>silicate-S</i>	20-1480	201

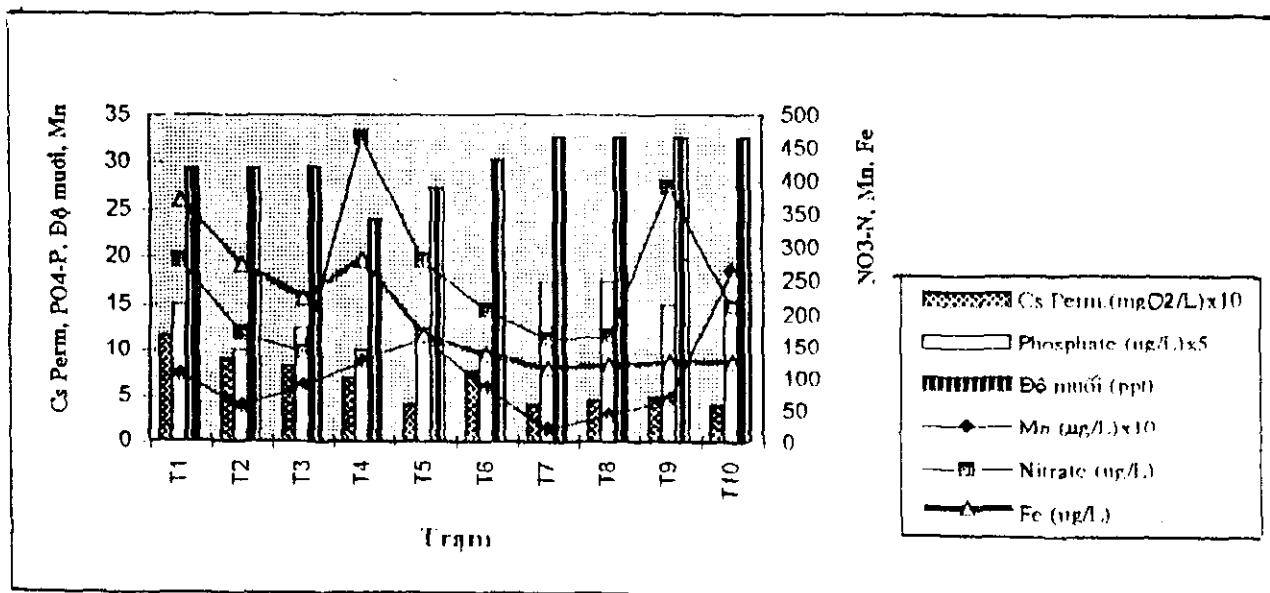
Các dẫn liệu này cho thấy sự ô nhiễm kim loại nặng chỉ đáng quan tâm đối với các trường hợp của Cu và Pb.

Nếu xem xét một cách chi tiết hơn có thể phân biệt các RSH theo 3 khu vực (1) khu vực I bao gồm các rạn ở Đồng Đé, Bãi Tiên, Hòn Rùa; (2) khu vực II gồm các rạn dọc theo bờ bắc phía Hòn Lớn và (3) khu III nằm về phía nam của Hòn Lớn. Các khu vực san hô này có những khác biệt nhất định về các đặc điểm thủy văn, muối dinh dưỡng, kim loại nặng... Như ở phần trên đã trình bày khu vực I chịu ảnh hưởng của sóng mạnh nhất nên có độ muối thấp nhất, hàm lượng vật lơ lửng lớn nhất. Kết quả tính hàm lượng trung bình của các muối dinh dưỡng, chỉ số *Permanganate* và kim loại nặng tại các khu vực I, II và III được tóm tắt trong bảng 18 .

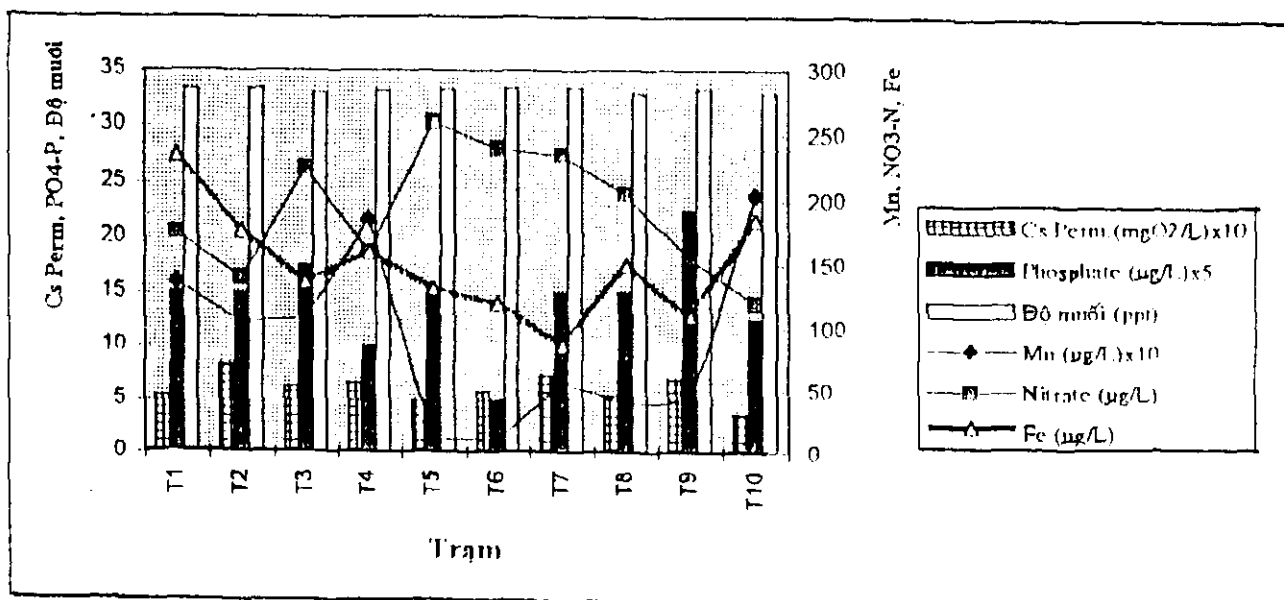
Qua các số liệu có thể thấy rõ mức độ ưu dưỡng hoá ở phần phía bắc vịnh Nha Trang, nhất là khu vực II mạnh hơn nhiều so với phần phía nam. Phần phía nam ít chịu ảnh hưởng của sóng, do đó, cũng như độ muối hàm lượng vật lơ lửng ở khu

vực III và Fe, Mn nhỏ nhất trong lúc các kim loại như Zn, Cu lại có hàm lượng lớn nhất. Sự biến động của một số yếu tố từ gần cửa sông Cái đến khu vực III được minh họa qua hình 13.

a: Tầng Mặt



b: Tầng Đáy



Hình 13 : Biến động của một số yếu tố theo mặt cắt từ cửa sông đến Hòn Mun

Các điều trình bày trên đây cho thấy mặc dù ảnh hưởng của sông giảm từ khu vực I đến khu vực III nhưng các muối dinh dưỡng lại tập trung cao nhất ở khu vực II và các kim loại như Cu, Zn lại tập trung cao nhất ở khu vực III. Điều này gợi ý là ngoài vật chất từ sông còn có những tác nhân khác có thể ảnh hưởng đến các đặc điểm hoá học của các khu vực RSH trong vịnh Nha Trang.

- Trầm tích: Các số liệu về thành phần hoá học của trầm tích trong các khu vực RSH còn rất ít và chỉ giới hạn trong khu vực III (xem bảng 19). Các số liệu này cho thấy hàm lượng C và N hữu cơ khá thấp và tỉ số N/P rất nhỏ. Ngoài ra, sự tập trung của các kim loại Zn, Cu và Pb không kém các trầm tích hạt mịn. Như vậy các trầm tích giàu *carbonate* có thể đóng vai trò quan trọng trong sự kiểm soát hàm lượng của P và một số kim loại nặng trong môi trường nước.

2.1.2. Biển ven bờ bắc Bình Thuận:

Trong phạm vi vùng biển ven bờ bắc Bình Thuận (Cà Ná Liên Hương) có khá nhiều RSH trong số đó các rạn ở lân cận Cù Lao Cau được nghiên cứu nhiều nhất. Các đặc điểm hoá môi trường của khu vực các RSH trong vùng biển này có thể tóm tắt như dưới đây.

Môi trường nước:

Kết quả các đợt khảo sát cho thấy độ muối ở vùng này cao, nhất vào thời kỳ có hoạt động nước trời và thấp nhất vào khoảng tháng 10-11 (32,45 - 33,37‰ được ghi nhận trong chuyến khảo sát tháng 10/1994). Sự phân bố của độ muối trong vùng vào thời kỳ này có tính chất bất thường: khu vực quanh Cù lao Cau có độ muối thấp hơn vùng gần bờ, khu vực phía đông đảo có độ muối thấp hơn khu vực phía tây. Cũng trong thời kỳ này pH của nước biển thấp tương đương với thời kỳ có hoạt động nước trời (khoảng 8,0). Vào các thời kỳ khác pH có giá trị khoảng 8,3.

Hàm lượng ô xy hoà tan thấp nhất vào thời kỳ tháng 4 hoặc tháng 5 (giá trị trung bình khoảng 4mg/L vào ban ngày) và tăng lên đến 6.21 mg/L vào khoảng tháng 10; 11. Chỉ số *permanganate* thường dao động lân cận 0.5 mg O₂/L và tăng cao một ít dưới ảnh hưởng của hoạt động nước trời và của nước sông. Hàm lượng của vật lơ lửng ít khi vượt quá 50 mg/L.

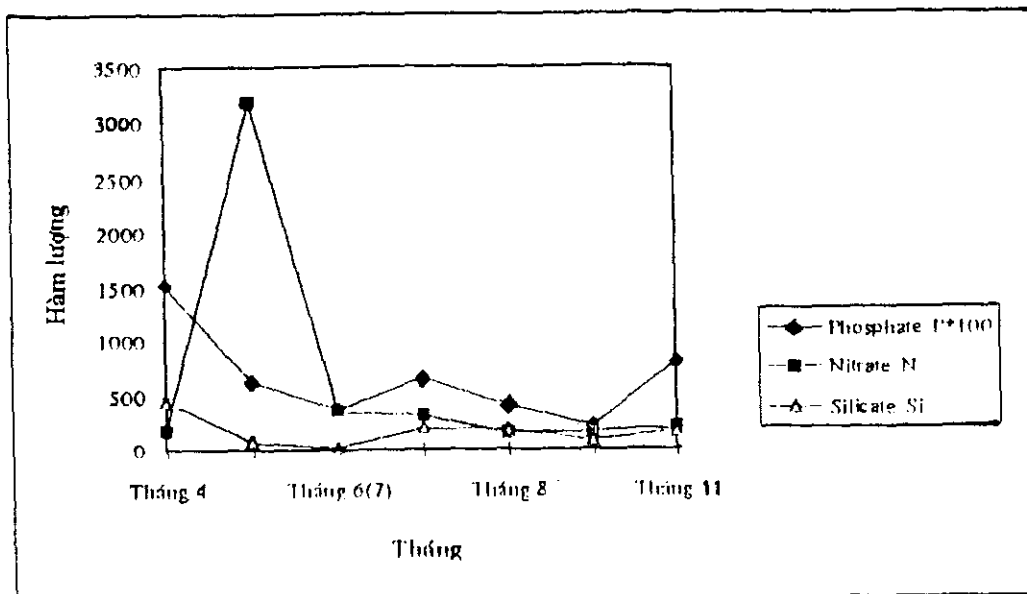
Bảng 18 . Hàm lượng trung bình và phạm vi dao động hàm lượng các yếu tố tại các khu vực rạn san hô khác nhau trong vịnh Nha Trang.

Yếu tố	Khu vực I Hàm lượng TB (Khoảng dao động)	Khu vực II Hàm lượng TB (Khoảng dao động)	Khu vực III Hàm lượng TB (Khoảng dao động)
Vật lơ lửng (mg/L)	30,8 (2-92)	25,3 (14-47)	22,7 (19-30)
COD KMnO4 (mgO2/L)	0,46 (0.10 - 1.01)	0,51 (0,23-0,91)	0,53 (0,21 -1,52)
phosphate-P (µg/L)	5,7 10,0-12,0)	14,1 (0,5-30)	10,4 (4 - 4,6)
nitrate-N (µg/L)	340 10-2134)	10478 (250-32000)	148 (30 - 390)
silicate-S (µg/L)	149 (25-395)	542 (135-1480)	136 (20 - 697)
Fe (µg/L)	326 (237-415)	232 (61-415)	160 (75 - 268)
Mn (µg/L)		16,2 (6-23,2)	9,1 (0,4 - 36)
Zn (µg/L)		8,0 (1,4 -16,7)	15,7 (2 - 35,6)
Cu (µg/L)		42 (0,3-11,2)	12,2 (3,1 - 18,5)
Pb (µg/L)		2.2 (1,1,- 3,8)	

Bảng 19 . Thành phần hoá học của một số mẫu trầm tích giàu *carbonate* thu trong khu vực lân cận Hòn Mun (theo Phạm văn Thom, 1993b).

Mẫu	C.hữu cơ (ppm)	N.hữu cơ (ppm)	P ts (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)
1	1700	313	70	800	28	1,0	1,1	0,1
2	6200	87	283	800	28	1,8	1,2	0,2
3	3500	112	94	600	20	1,7	1,8	0,3

Các số liệu ghi nhận được từ 1992 đến nay cho thấy các muối dinh dưỡng có sự biến động khá rõ qua các thời kỳ trong năm. Hàm lượng trung bình của phosphate - P cao nhất vào tháng 4 (15.2 microg/L) và thấp nhất vào khoảng tháng 8, tháng 9 khi hoạt động nước trời đã gần kết thúc (2,2micro g/L). Nitrate - N có giá trị trung bình cao nhất vào tháng 5 (3170 microg/L) thấp nhất vào tháng 8 (144 microg/L). Các giá trị trung bình cao nhất và thấp nhất của silicate - S lần lượt là 20 microg/L (cuối tháng 6, đầu tháng 7) và 445 mircog/L (tháng 4). Sự biến động của hàm lượng các yếu tố này qua các thời kỳ khác nhau trong năm được trình bày trong hình 14 .



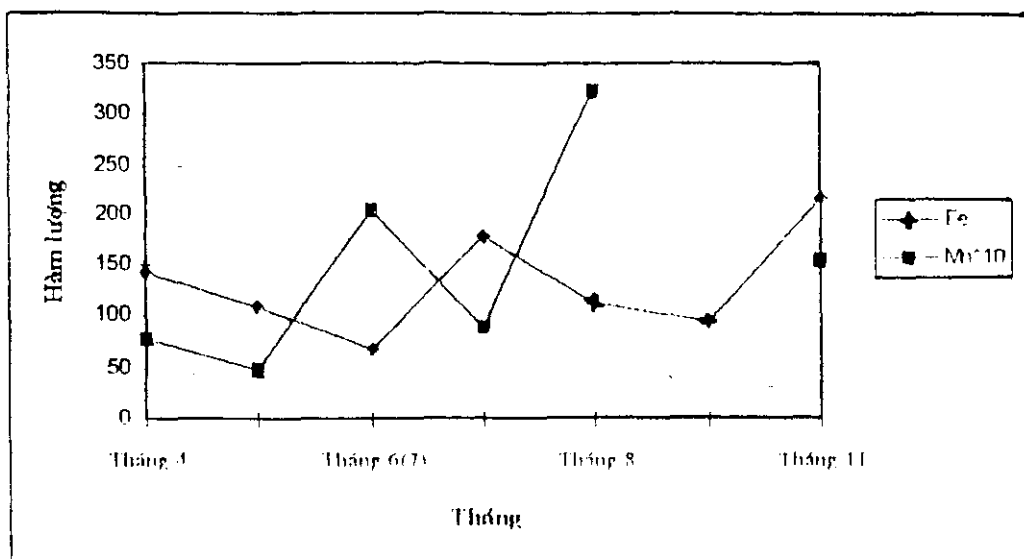
Hình 14. Biến động hàm lượng (microg/L) các muối dinh dưỡng qua các thời kỳ trong năm.

Các đặc điểm đáng chú ý nhất là hàm lượng cao dị thường của *nitrate* - N cũng thường được ghi nhận vào tháng 5 và các giá trị hàm lượng cao nhất của *phosphate* - P và *silicate* - S thường gặp vào thời kỳ không có mưa cũng như không có hoạt động nước trời mạnh. Hiện tượng này có thể giải thích là do hoạt động khoáng hoá các chất hữu cơ trên nền đáy. Các lý do hỗ trợ cho các giải thích này là trong thời kỳ tháng 4 hàm lượng oxy hoà tan rất thấp và hàm lượng các kim loại hoà tan cao, tỷ số Fe^{2+}/Fe^{3+} khá lớn. Trong hầu hết các tháng trong năm *phosphate* đều đóng vai trò của yếu tố dinh dưỡng giới hạn (vào thời kỳ tháng 10, tháng 11 vai trò này thuộc về *nitrate*).

Hàm lượng Fe vào các tháng 4, 7 và 11 cao hơn các tháng khác (hình 15) do quá trình khoáng hoá và sự cung cấp của dòng trời và của sông; hàm lượng Mn cao nhất vào tháng 8 và thấp nhất vào tháng 5. Về các kim loại nặng khác các số liệu ghi nhận được vào các tháng 5 và 7/1993 cho thấy hàm lượng của Zn dao động trong khoảng 2,3 - 30,3 $\mu\text{g/L}$ (trung bình 14,2 $\mu\text{g/L}$) của Cu trong khoảng 0,6- 0,8 $\mu\text{g/L}$ (trung bình 3,8 $\mu\text{g/L}$) và của Pb từ 0,5- 2,6 $\mu\text{g/L}$ (trung bình 1,3 $\mu\text{g/L}$) các số liệu này phản ánh sự nhiễm bẩn nhẹ các kim loại nặng.

Trầm tích:

Vùng biển ven bờ bắc Bình Thuận được phủ chủ yếu bởi các trầm tích hạt thô, hàm lượng C hữu cơ nhỏ hơn 0,2 %, hàm lượng của N hữu cơ, dao động từ 53 - 217 ppm và hàm lượng P tổng số thay đổi từ 35-117 ppm.



Hình 15 . Biến động của hàm lượng Fe và Mn (microg/L) theo các tháng

Trầm tích ở các khu vực RSH có hàm lượng C cao nhất so với các khu vực còn lại (có thể do sự tích tụ của rong chết) trong lúc hàm lượng N hữu cơ, P tổng số, Fe và Mn thấp nhất. Do đó tỷ số C/N ở trầm tích khu vực rạn lớn nhất. Tỷ số N/P ở khu vực này cũng lớn nhất. Trong số các kim loại nặng Zn có sự tập trung nhiều nhất ở khu vực rạn. Các đặc trưng hoá học của trầm tích ở khu vực này được thể hiện qua kết quả thống kê hàm lượng các yếu tố dinh dưỡng và kim loại nặng theo các đới RSH, bãi cạn và nền đáy phẳng được trình bày ở bảng 20. Kết quả này cũng cho thấy ở các RSH trong vùng biển bắc Bình Thuận Fe được tập trung nhiều hơn so với RSH ở Hòn Mun, Nha Trang trong lúc các yếu tố khác đều có sự tập trung kém hơn.

Bảng 20. Hàm lượng trung bình và phạm vi dao động của các yếu tố dinh dưỡng và kim loại nặng (ppm) trong trầm tích theo các đới.

Yếu tố	Đới	Rạn san hô	Bãi cạn	Nền đáy phẳng
C hữu cơ		2230 (600-9100)	1175 (900-1400)	1212 (700-1900)
N hữu cơ		111 (35-116)	157 (67-217)	131 (53-187)
P tổng số		57 (35-77)	96,5 (59-117)	75 (35-100)
Fe		1240 (500-2000)	1867 (610-3510)	1347 (58-3010)
Mn		10,6 (3,0-18,6)	14,3 (12,0-18,3)	23,8 (4,3-117,6)
Zn		0,20 (0,07-0,58)	0,14 (0,04-0,28)	
Cu		0,14 (0,02-0,28)	0,26 (0,03-0,90)	
Pb		0,08 (0,07-0,12)	0,08 (0,04-0,11)	

Các điều trình bày trên đây cho thấy ở các RSH trong vùng biển bắc Bình Thuận cũng có sự xuất hiện của các hàm lượng dị thường *nitrate*. Về các yếu tố thủy văn có sự khác biệt ở mức độ nào đó giữa hai vùng này về nhiệt độ và độ muối. Ngoài ra, qua sự tập trung của các kim loại nặng Zn, Cu và Pb trong trầm tích có thể thấy khu vực các rạn ở bắc Bình Thuận ít bị ô nhiễm hơn và sự tập trung cao của Fe có thể do ảnh hưởng của hoạt động nước trời.

2.2. Chu trình dinh dưỡng và năng lượng:

Cơ chế chuyển hoá năng lượng và vận động dinh dưỡng mang tính đặc thù của các quần xã san hô đã tạo nên chu trình khép kín trong quá trình phát triển nên nghiên cứu đặc điểm và cường độ vận động dinh dưỡng, chuyển hoá năng lượng đối với từng vùng biển cụ thể là việc cấp thiết trong quá trình tìm hiểu và đề xuất các giải pháp kỹ thuật, công nghệ để bảo vệ và khai thác, sử dụng các RSH có hiệu quả.

Phần trình bày dưới đây là tổng quan các kết quả nghiên cứu cường độ vận động, chuyển hoá dinh dưỡng, năng lượng của các quần xã san hô ở vùng biển ven bờ Khánh Hoà trong các chương trình hợp tác nghiên cứu vùng biển nhiệt đới. Tổng quan sử dụng những tài liệu nghiên cứu thực nghiệm trong các đợt điều tra từ năm 1980 - 1995 tại các vùng biển ven bờ Khánh Hoà: Vũng Rô, Văn Phong - Bến Gò, vịnh Nha Trang, vịnh Cam Ranh, đặc biệt tập trung nghiên cứu chi tiết ở RSH Hòn Mun.

Các tham số xác định gồm:

- Hình thái san hô: diện tích bề mặt san hô ($S\text{-cm}^2$), sinh khối san hô ($M\text{-mg}$).
- Số lượng tảo cộng sinh và sinh khối của chúng.
- Hàm lượng *Chlorophyll*, hàm lượng hữu cơ.
- Sức sản xuất sơ cấp của san hô, của thực vật nổi, của thực vật sống bám (*Periphyton*), của trầm tích.
- Cường độ trao đổi chất của san hô
- Cường độ dinh dưỡng của san hô

Phương pháp để xác định các thông số trên đã được thảo luận, phân tích và công bố (*Sorokin*, 1988, *Nguyễn Tác An*, 1989).

Tư tưởng chỉ đạo của tổng quan là xem xét những kết quả nghiên cứu được, đi sâu phân tích vai trò của các quần xã san hô ở ven bờ Khánh Hoà đối với việc cung cấp và chuyển hoá năng lượng, đối với vấn đề làm sạch môi trường biển và khả năng mô phỏng các rạn để phát triển nghề nuôi trồng hải đặc sản trong vùng.

2.2.1. Đặc điểm và cường độ chuyển hoá dinh dưỡng:

Cho đến nay, đặc điểm dinh dưỡng của san hô tự dưỡng hoặc dị dưỡng đã được giải quyết bằng các kết quả nghiên cứu thực nghiệm (*Goreau et al.* 1971). Đặc điểm dinh dưỡng hỗn hợp "tự dưỡng - dị dưỡng" của quần xã san hô đã tạo điều kiện cho rạn phát triển mạnh, có năng suất sinh học cao trong môi trường biển nhiệt đới nghèo dinh dưỡng.

Khả năng dinh dưỡng tự dưỡng của san hô do các tảo cộng sinh *Zooxanthelia* thực hiện trong điều kiện có độ chiếu sáng thích hợp. Trong điều kiện chiếu sáng thích hợp ($60 - 140\text{ W/m}^2$), quá trình tự dưỡng cung cấp hơn 50% dòng năng lượng cho quần xã (*McCloskey*, 1978; *Sorokin*, 1979) ở vùng biển Khánh Hoà, trong giải chiếu sáng từ 90 - 80% đến 30 - 15% lượng bức xạ quang hợp ở tầng mặt, phần lớn các loài san hô trong vùng đều có cường độ quang hợp ổn định và có giá trị cao, có khả năng cung cấp phần lớn nhu cầu năng lượng của các quần xã.

Song song với quá trình tự dưỡng hấp thụ *Carbon*, san hô còn có khả năng hấp thụ dinh dưỡng theo phương thức dị dưỡng: ăn dữ và hấp thụ các chất hữu cơ hoà tan.

Về mặt cơ chế, san hô tạo rạn có thể thực hiện 4 phương thức dinh dưỡng (*Mscatine*, 1973; *Sorokin*, 1979):

- Quang hợp bằng các tảo cộng sinh (*Zooxanthellae*) và chuyển hoá tiếp tục vào tế bào của các mẫn.
- Bắt mồi trực tiếp bằng các xúc tu và chuyển vào khoang ruột.
- Hấp thụ các xác bã, mảnh vỡ hữu cơ và vi sinh vật
- Hấp thụ các chất dinh dưỡng hoà tan nhờ hệ thống men đặc thù. San hô có thể hấp thụ lượng hữu cơ hoà tan rất nhỏ trong môi trường nước xung quanh (Sorokin.1982).

Quá trình dinh dưỡng của san hô phụ thuộc chủ yếu vào đặc trưng sinh học như mật độ cạnh, số lượng mẫn, hình dáng và hoạt tính của các xúc tu... và các điều kiện sinh thái: độ chiếu sáng, số lượng sinh vật nổi ở trong môi trường nước xung quanh và mức độ dinh dưỡng của khu vực nước...

Cơ chế dinh dưỡng hỗn hợp đó cho phép các quần xã san hô phát triển thích ứng trong điều kiện nhiệt đới nghèo dinh dưỡng, đặc biệt là thiếu *Nitơ* và *Phốtpho*. Theo Johannes et al. (1970), các quá trình dinh dưỡng đồng thời trong một quần xã: tự dưỡng tạo hữu cơ và dị dưỡng phân huỷ hữu cơ đã thiết lập chu trình năng lượng khép kín trong các RSH với sự mất năng lượng cho môi trường bên ngoài không đáng kể.

Cũng như vùng biển có san hô khác, vùng ven bờ Khánh Hoà có năng suất sinh học cao (bảng 21), dao động trong khoảng từ 57 đến 100mgC/ m³ngày. Giá trị phân tích trong cột nước có diện tích 1m², dao động trong khoảng 50 - 250mgC/m²ngày, tương đương với dòng năng lượng sơ cấp 0,5 - 2,5kcal/m²ngày.

Bảng 21. Năng suất sinh học sơ cấp ở các vực nước của rạn san hô tỉnh Khánh Hoà.

TT	Địa điểm của rạn	Thời gian	Năng suất sinh học mgC/m ³ ngày
1	Vân Phong - Bến Gòì	4 -1981	53,06 ± 31,93
2	Vân Phong - Bến Gòì	3 - 1983	57,33 ± 34,99
3	Vân Phong - Bến Gòì	1982 - 1983	1000,00 ± 57,64
4	Đảo Hòn Mun	2 - 3/1993	145,70 ± 76,60
5	Đảo Hòn Mun	8 - 9/1993	73,54 ± 47,45
6	Đảo Hòn Mun	3/1995	99,75 ± 26,70

Giá trị năng suất sinh học sơ cấp của chính các loài san hô cao hơn hàng trăm lần so với năng suất sinh học sơ cấp của các loài tảo đơn bào sống trên rạn. Kết quả nghiên cứu năng suất sinh học sơ cấp của một số loài san hô tạo rạn, cho thấy năng

suất sinh học sơ cấp của chúng dao động trong khoảng 170 đến 312 mgC/kg san hô ngày, cao hơn khoảng 1,5 đến 3 lần cường độ hô hấp của san hô (bảng 22). Chính vì vậy, phần lớn các quần xã san hô tự cung cấp dòng năng lượng sơ khởi cho hệ do quá trình quang hợp của tảo cộng sinh. Nghiên cứu thực nghiệm cho thấy, chỉ vài giờ sau, hơn 50% sản phẩm quang hợp sơ cấp của các tảo cộng sinh (*Zooxanthellae*) đã được chuyển hoá vào các tế bào của mầm san hô (*Muscatine*, 1967, 1973). Hệ số P/B ngày của *Zooxanthellia* rất cao, trung bình là 5. Ngoài sản phẩm quang hợp sơ cấp, *Zooxanthellia* còn đóng vai trò chuyển hoá *canxi* trong quá trình tạo rạn. Phương pháp

Bảng 22. Năng suất sinh học sơ cấp của một số loài san hô ở Hòn Mun.

TT	Tên loài	Ngày xác định	Năng suất sinh học	
			mgC/kg san hô ngày	mgC/cm ³ san hô ngày
1	<i>Acropora nasuta</i>	23/2/1993	1,32	0,057
2	<i>Porites nigrescens</i>	26/2/1993	1,76	0,086
3	<i>Millepora tenera</i>	27/2/1993	1,98	0,483

đánh dấu *Canxi* phóng xạ (Ca^{45}) cho thấy, quá trình hấp thụ *Canxi* của san hô phụ thuộc số lượng *Zooxanthellia* và cường độ chiếu sáng.

Phương pháp đánh dấu phóng xạ *Cacbon* đồng vị (C^{14}) cho thấy quá trình dị dưỡng như bất môi động vật nổi, thực vật nổi và vi sinh vật của một số loài san hô, phổ biến như *Pocillopora*, *Porites*, *Fungia*, *Montipora*... chỉ cung cấp khoảng 10% năng lượng chi phí cho trao đổi chất hàng ngày. Sở dĩ quá trình dị dưỡng cung cấp dòng năng lượng không lớn, theo Johannes et al (1970) là vì dòng năng lượng chủ yếu được cung cấp nhờ quá trình quang hợp của *Zooxanthellae*, và nguồn dinh dưỡng quan trọng chính là các muối dinh dưỡng, các vitamin, các nguyên tố vi lượng và có thể một số các loại axit amin không thay thế mà bản thân các *Zooxanthellae* không tổng hợp được.

Quá trình dị dưỡng có thể tăng lên, thoả mãn cỡ 15% tổng số năng lượng của rạn trong mùa phát triển cực đại của động vật và thực vật nổi trên rạn hoặc vào mùa sinh sản của động vật Thân mềm, lúc đó có nhiều ấu thể trôi nổi, là nguồn dinh dưỡng tương đối phong phú ở các vùng biển nhiệt đới.

Với hàm lượng hữu cơ có hiệu ứng dinh dưỡng ở Hòn Mun và các đảo khác ven bờ Khánh Hoà, trong khoảng 1-2,5mgC/L, tương đương hàm lượng hữu cơ trong các vùng biển khác, khả năng sử dụng hữu cơ hoà tan của các loài san hô là tương đối lớn, có thể cung cấp đến 15% năng lượng cần thiết cho toàn bộ RSH. Kết quả thí nghiệm

bằng phương pháp đánh dấu phóng xạ, thấy có hơn 50% lượng hữu cơ hoà tan được hấp thụ vào các tế bào của các mầm san hô. Một số loài san hô như *Pocillopora*, có thể hấp thụ hữu cơ hoà tan ở hàm lượng rất nhỏ, cỡ 0,1 mgC/l nhờ hệ men tiêu hoá đặc biệt, làm cho san hô có thể thích ứng phát triển trong điều kiện thiếu dinh dưỡng ở nhiệt đới.

Qua phân tích chu trình dinh dưỡng, có thể phán đoán rằng, các loài san hô tạo rạn phát triển, lớn lên nhờ quá trình hấp thụ *Canxi*, hấp thụ hữu cơ và quang hợp trong điều kiện có chiếu sáng đầy đủ. Trong điều kiện thiếu độ chiếu sáng hay bị che tối, san hô thường bị tàn lụi trong vài tháng. Trong điều kiện chiếu sáng tối ưu, tập đoàn san hô có thể phát triển, tăng chiều cao khoảng 2-3 cm sau 1 năm. Tuổi trung bình của tập đoàn san hô trong vùng phát triển mạnh (FL, Br, But) khoảng 5 năm, tối đa 140 năm (Sorokin, 1977)... Tốc độ chết của các tập đoàn san hô trẻ tương đối lớn, khoảng 20 - 40% trong 3 năm (Connel, 1973). Tuy các tập đoàn san hô non đều có tốc độ phát triển tương đối nhanh, nhưng phục hồi các rạn san hô bị phá huỷ hoặc bị suy thoái, đòi hỏi thời gian rất lớn. Theo Stoddart (1974) và Glynn (1973), khoảng thời gian để bào tử bám và bắt đầu giai đoạn phát triển đầu tiên của quần xã cũng mất khoảng 5 - 3 năm, còn phục hồi hoàn toàn cũng phải mất 30 năm.

2.2.2. Cường độ vận động năng lượng trong rạn:

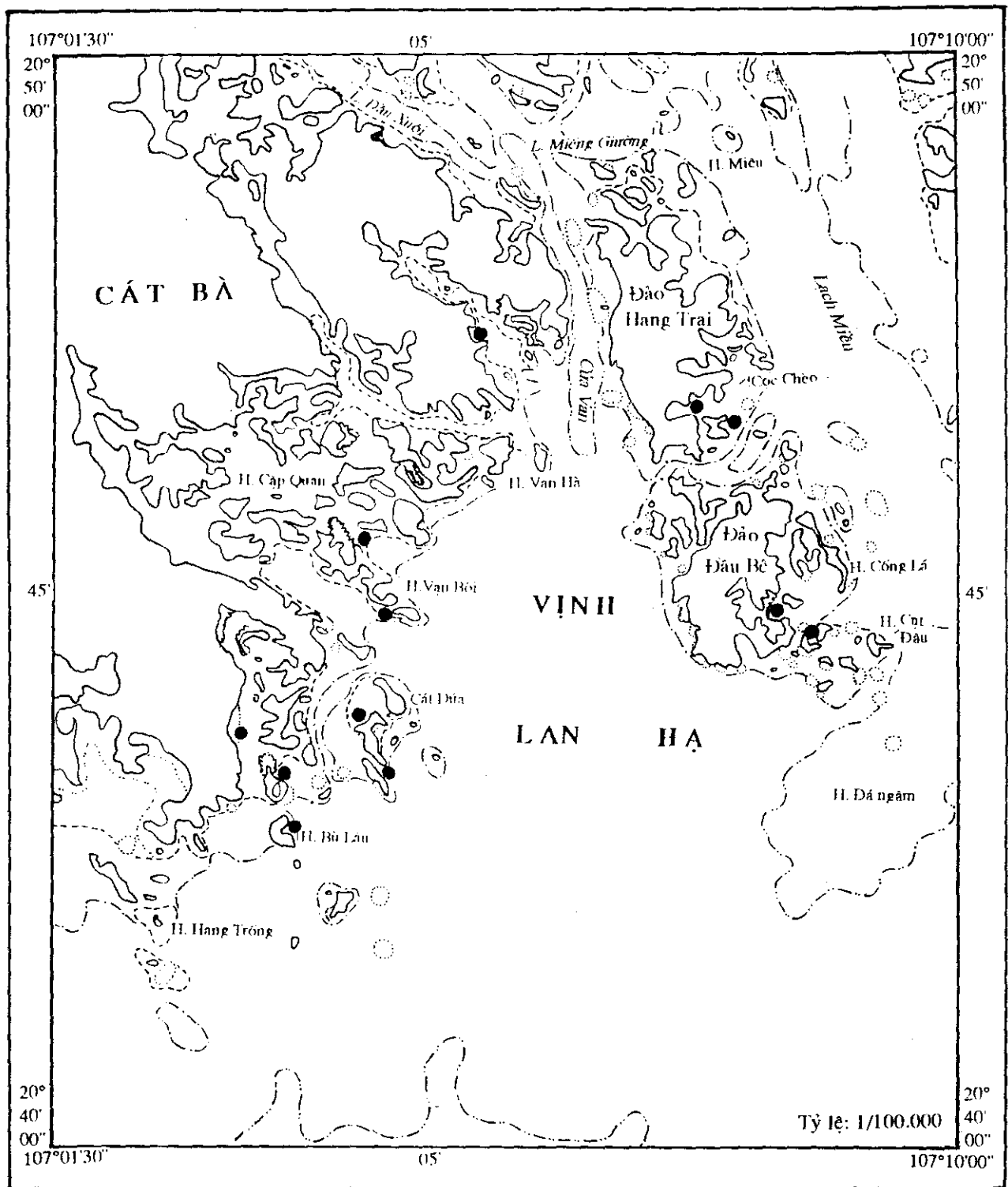
Khi xét cơ sở năng lượng của quần xã san hô, chúng ta đã phân tích cường độ dinh dưỡng tự dưỡng và dị dưỡng của chúng. Nguồn cung cấp năng lượng cho rạn, ngoài các muối dinh dưỡng như *Phốtphát*, *Nitơ* (bảng 20), còn các chất hữu cơ và các sản phẩm quang hợp của các loài thực vật nổi, các loài tảo đơn bào sống bám (*Periphyton*). Các loài tảo đơn bào sống bám thường là các dạng tảo hình chỉ, tảo nhày của Tảo Lam và *Diatomea* như *Osterobium*, *Calotrix*, *Microcolens*, *Shizotrix*, *Rivularia*, *Nizschia*, *Navicula*, *Cymbella*. Sinh khối trung bình của tảo bám là 2 - 5 mg/g, năng suất sinh học sơ cấp của tảo sống bám rất lớn, đặc biệt là đối với các vật bám như mảnh san hô chết, trung bình đạt 100 - 500 mgC/g khô ngày, tương đương nguồn năng lượng khoảng 30 - 50 kcal/m² ngày, ít hơn 10 - 18 lần so với tảo bám đơn bào.

Phân tích quá trình chuyển hoá năng lượng của các loài tảo bám, ta thấy nhu cầu năng lượng để trao đổi chất của chúng rất lớn, thường xấp xỉ nguồn năng lượng sơ cấp tổng hợp được. Như vậy, cũng như quần xã san hô sống, các loài tảo bám đã thực hiện chu trình dinh dưỡng khép kín, do đó có thể giải thích được rằng, các vực nước tiếp cận với rạn san hô thường nghèo dinh dưỡng - phần lớn dinh dưỡng đều do tảo bám và san hô hấp thụ trong quá trình quang hợp.

Bảng 23. Hàm lượng muối dinh dưỡng ở vùng rạn san hô Hòn Mun.

Trạm	Vị trí	Tầng	Muối dinh dưỡng $\mu\text{g/l}$			
			NO ₂	NO ₃	NH ₄	PO ₄
1	Cách mép rạn 5 m	0	1,75	281,8	3,44	6,20
		Đáy	0,58	9 114,3 6	3,05	3,10
2	Cách mép rạn 1 m	0	1,17	17,10	4,58	6,20
		Đáy	0,58	23,88	3,82	3,10

Nguồn dinh dưỡng và năng lượng khác đối với các quần xã san hô là vi sinh vật và nguyên sinh động vật, với số lượng khoảng 1 - 5 tỷ tế bào/g chất đáy, 3 - 6 tỷ tế bào/g mảnh vỡ sinh vật chết và đến 10 tỷ tế bào/g chất đáy giàu chất hữu cơ, có sinh khối khoảng 50 - 500 mgC/kg chất đáy, tương đương khoảng 5 gam tươi, chiếm 2 - 3% lượng hữu cơ của chất vật bám. Sức sản xuất sơ cấp của các trầm tích và vật bám dao động khoảng 20 - 200 mgC/kg vật bám ngày, hệ số P/B ngày chỉ khoảng 0,2 - 0,7. Như vậy chu trình năng lượng của quần xã sinh vật trong RSH thường dao động trong thời gian 2 - 5 ngày.



Hình 16. Sơ đồ vị trí khảo sát vùng Đông Nam Cát Bà.

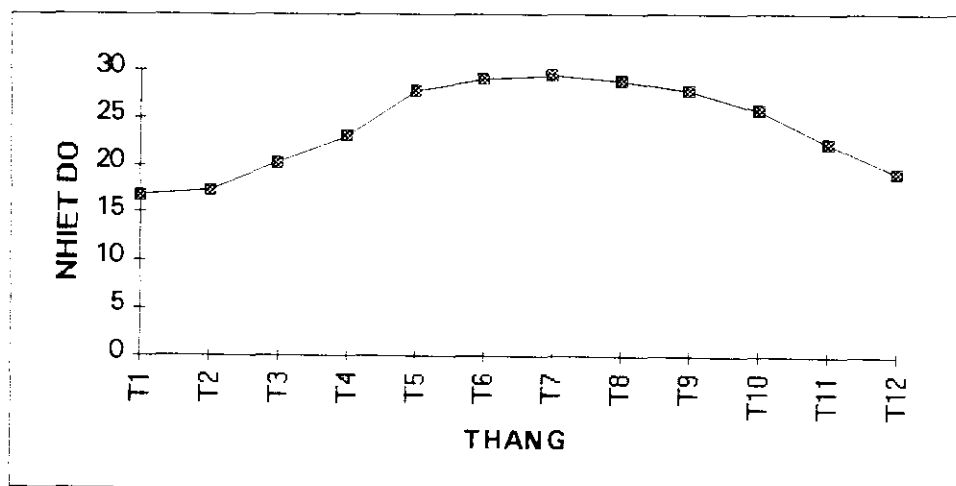
II. SƠ BỘ VỀ CẤU TRÚC VÀ CHỨC NĂNG CỦA HỆ SINH THÁI RSH CÁT BÀ.

Trong phần này sẽ tập trung giới thiệu về các hợp phần cấu trúc và chức năng của chúng trên các rạn san hô vùng đông nam Cát Bà (h.16), nơi có RSH phân bố rộng rãi và được nghiên cứu kỹ hơn cả nhằm xây dựng khu vực này thành khu bảo tồn thiên nhiên biển trong tương lai.

1. CÁC HỢP PHẦN MÔI SINH VÀ VAI TRÒ SINH THÁI CỦA CHÚNG.

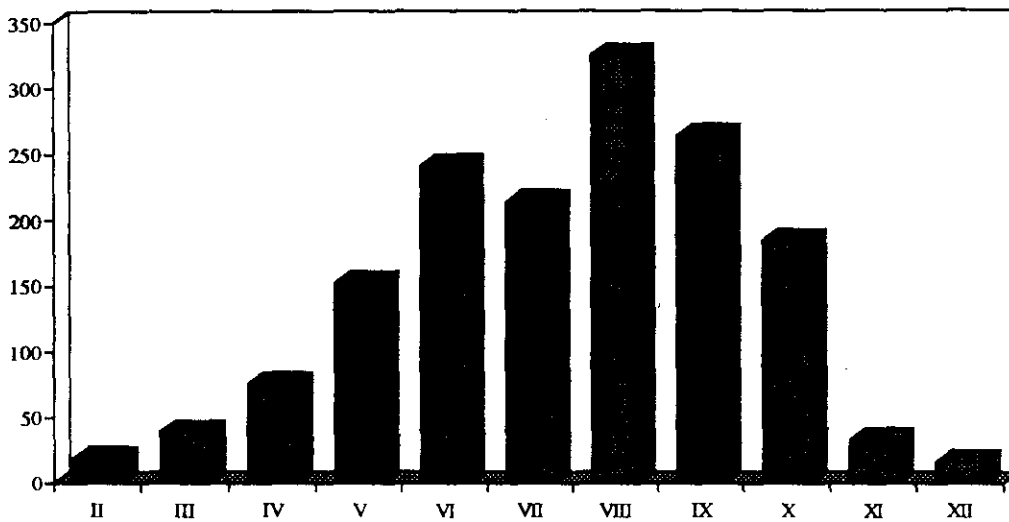
1.1. Các yếu tố khí hậu - khí tượng khu vực.

Nhìn chung, khí hậu vùng Cát Bà nói riêng và miền bắc Việt Nam nói chung mang tính nhiệt đới gió mùa. Trong đó có 2 mùa chính là mùa hè từ tháng 5 đến tháng 10 và mùa đông từ tháng 11 đến tháng 4 năm sau. Giá trị của các yếu tố khí hậu, khí tượng được thể hiện trên bảng 24. Trong đó đáng chú ý hơn cả đối với san hô và các rạn san hô là nhiệt độ và lượng mưa hàng năm. Qua bảng 24 thấy rằng, nhiệt độ không khí trung bình năm vào khoảng 24°C. Chế độ nhiệt thay đổi theo mùa rõ rệt. Về mùa nóng (từ tháng 5 - tháng 10), nhiệt độ không khí tăng cao và tăng cao nhất vào tháng 7 - nhiệt độ trung bình 29,4 °C và cao nhất tới 37 °C. Về mùa đông, nhiệt độ giảm đi rõ rệt, thấp nhất vào tháng 1 - tới 16,8°C. Sự giảm thấp và tăng cao nhiệt độ đã làm ảnh hưởng tới nhiệt độ của vùng nước nông trên các rạn san hô và như vậy phần nào ảnh hưởng tới sự tồn tại và phát triển của san hô trong khu vực (hình 17).



Hình 17. Biến thiên nhiệt độ trung bình của các tháng trong năm.

Ngoài yếu tố nhiệt độ, lượng mưa và đặc điểm của chúng cũng là yếu tố có ảnh hưởng tới san hô và rạn san hô. Lượng mưa trung bình trong năm khoảng 1100 - 1880 và phân bố rất không đều theo mùa. Lượng mưa mùa mưa (từ tháng 5 tới tháng 10, hình 18) chiếm 80 - 90% lượng mưa cả năm và tập trung chủ yếu vào các tháng 7, 8, và 9. Tổng số ngày mưa trung bình năm đạt 118 ngày và phân bố ngày mưa hợp với phân bố lượng mưa. Đối với san hô, đặc biệt là trên những vùng rạn nông, những cơn mưa lớn cộng thêm triều rút kiệt thường gây cho san hô chết hàng loạt do bị ngọt hoá. Mặt khác, các đảo cát hay đá vôi karst như vùng đông nam Cát Bà thường tích tụ và tạo thành lượng nước ngầm làm ngọt hoá tầng đáy trên rạn, ảnh hưởng tới sự phát triển của san hô.



Hình 18. Lượng mưa trung bình của các tháng trong năm (Trạm Hòn Dấu)

Gió, bão. Trong mùa gió đông bắc, gió B và gió ĐB thịnh hành từ tháng 11 tới tháng 1, với tốc độ trung bình 4,0 m/s, gió chuyển hướng Đ - ĐB, từ tháng 2 tới tháng 3 với tốc độ trung bình 4,5 m/s. Trong tháng 4 chuyển tiếp, gió Đ và ĐN xuất hiện, đạt tốc độ trung bình 4,9 m/s. Trong mùa gió tây nam, gió Đ và ĐN thịnh hành từ tháng 5 tới tháng 9, gió ĐN và N thịnh hành nhất trong tháng 7, đạt tốc độ trung bình 5,5 m/s. Trong tháng 10 chuyển tiếp, gió chuyển hướng về B và ĐB. Ngoài ra hàng năm còn thường có gió tây, kèm theo thời tiết khô nóng (nhiệt độ không khí có thể tới 39 °C và độ ẩm không khí có thể xuống dưới 55%), thường xuất hiện vào các tháng 5, 6, 7. Mỗi năm thường có 2 đợt, có năm tới 5 đợt, và có đợt kéo dài tới 10 ngày.

Gió không có tác động trực tiếp tới san hô và rạn san hô, tuy nhiên, gió thường gây ra sóng và đây là một yếu tố quan trọng góp phần làm tăng lượng ô xy trong nước, cũng như làm tăng sự trao đổi nước và các chất dinh dưỡng khác cho sinh vật tự dưỡng, đặc biệt là rong biển, phát triển tốt.

Hàng năm có 1 - 2 trận bão gây ảnh hưởng trực tiếp, 3 - 4 trận gây ảnh hưởng gián tiếp tới vùng đảo Cát Bà và thường xuất hiện vào các tháng 7, 8 và 9, có khi sớm hơn - tháng 5 và tháng 6, muộn hơn tháng 10 và tháng 11. Sức gió trong bão đạt tốc độ trung bình 30 - 40 m/s, sức gió mạnh nhất 50 m/s. Đó là chưa kể các trận áp thấp nhiệt đới gây động biển. Bão thường kèm mưa lớn, lượng mưa trong bão có thể tới 100 - 300 mm. Sự kết hợp giữa bão và mưa to khi triều rút có thể gây chết cho san hô ở vùng nước nông (Stoddart, 1979, Iatypov, 1978).

Bảng 22. Giá trị trung bình tháng và năm của một số yếu tố khí hậu - khí tượng khu vực. 1. Trạm Phú Liễn, 2. Trạm Phú Liễn, 3. Cát Hải, 4. Cát Hải, 5. Hòn Dấu, 6. Cát Hải.

Tháng	Nắng (giờ)	Bức xạ nhiệt kcal/cm ²	Nhiệt độ không khí (°C)	Độ ẩm tương đối (%)	Lượng mưa (mm)	Thời gian có mưa (ngày)
I	84	6,20	16,8	75	26	6
II	47	5,84	17,4	84	19	8
III	42	6,32	20,3	86	39	10
IV	85	9,26	23,0	88	76	7
V	184	12,25	27,8	83	152	9
VI	175	10,16	29,0	86	241	15
VII	182	11,20	29,4	84	214	14
VIII	162	10,72	28,8	84	325	15
IX	179	10,56	27,8	81	264	16
X	194	10,74	25,7	81	184	10
XI	157	8,59	22,3	77	33	4
XII	125	6,77	19,1	78	16	4
	1616	108,61	23,95	82	1589	118

Bảng 25. Tần suất bão các tháng đổ bộ vào khu vực (%).

Tháng	1 - 5	6	7	8	9	10	11	12
Tần.suất	2	11	28	21	29	8	1	0

Qua các số liệu đã nêu ra ở trên chúng ta thấy rằng khí hậu của vùng biển đông nam Cát Bà mang tính nhiệt đới gió mùa: đó là mùa hè nóng, ẩm mưa nhiều, hay có bão lớn và mùa đông khô hanh, ít mưa và thường có các đợt gió mùa đông bắc tràn về làm cho nhiệt độ không khí và sau đó là nhiệt độ nước tầng mặt giảm mạnh. Đặc điểm này đã có ảnh hưởng rất lớn đến các yếu tố của môi trường nước, ảnh hưởng tới sự hình thành và phát triển của các rạn san hô trong khu vực. Với sự mưa nhiều vào mùa hè, lượng nước từ đất liền đổ ra biển mang theo nhiều phù sa đã làm tăng độ đục của vùng biển ven bờ, hạn chế sự phân bố xuống sâu của san hô do thiếu

ánh sáng, đẩy một số loài phân bố dưới sâu như *Pachyceris speciosa*, *Mycedium elephantotus*, *Turbinarea peltata* lên độ nông hơn. Đồng thời nước ngọt đổ ra đã làm ngọt hoá một số khu vực.

Các RSH vùng đông nam Cát Bà nằm ở nội chí tuyến bắc, lượng bức xạ lớn, 105 - 115kcal/cm².năm. Cùng với nhiệt độ môi trường, chúng là nguồn năng lượng đủ để duy trì các hoạt động trao đổi chất và quang hợp của tảo cộng sinh, thực vật phù du và rong tảo bám đáy. Giữa cường độ ánh sáng, độ trong của nước và mực nước có mối liên hệ chặt chẽ và cùng với các yếu tố khác chi phối sự phát triển và phân bố RSH. Vì thế không phải bất cứ đảo nào của Cát Bà cũng có san hô.

Lưu thông nước tương đối mạnh là rất cần thiết nhằm cung cấp o₂ và các chất dinh dưỡng (Kinsman, 1965), đảm bảo tính đồng nhất tương đối của khối nước trên RSH mà năng lượng của hoàn lưu do vai trò rất lớn của gió sinh dòng gió và sóng gió. Ở vùng biển Cát Bà, phân bố của các RSH đều hợp với các trường gió chính và sóng. Tuy nhiên, sóng gió lại là tác nhân phá huỷ cơ học đối với RSH - gây đục nước và đập vỡ san hô.

1.2. Các yếu tố môi trường nước.

1.2.1. các yếu tố thủy lý.

• Nhiệt độ nước biển .

Nhiệt độ nước biển tầng mặt trung bình năm đạt 23 - 25 °C, cao hơn về các tháng mùa hè (từ tháng 5 tới tháng 10), cao nhất vào tháng 7 - trung bình 29,8 °C (xem bảng 26) thấp hơn về các tháng mùa đông và thấp nhất vào tháng 1 - trung bình 18,1 °C.

Bảng 26. Nhiệt độ trung bình nước biển tầng mặt (°C).

Tháng	Trung bình	Trung bình cao nhất	Trung bình thấp nhất
1	18,1	22,0	14,0
2	17,5	22,0	12,1
3	19,8	24,3	15,1
4	23,0	28,0	18,6
5	27,5	31,7	23,8
6	28,9	33,3	26,6
7	29,8	33,4	26,5
8	29,3	34,2	26,6
9	29,1	32,7	25,3
10	26,6	31,3	22,3
11	23,6	29,2	19,2
12	19,5	24,3	15,5
Năm	24,39	28,8	20,46

• *Sóng (xem bảng 27).*

Vùng biển đông nam Cát Bà chịu ảnh hưởng của các trường sóng hợp với các trường gió hoạt động theo mùa gồm sóng ĐB mùa đông, sóng Đ mùa chuyển tiếp và sóng N và ĐN mùa hè. Sóng ĐB, thường xuất hiện vào thời gian từ tháng 10 tới tháng 2, có tần suất đạt 30% và độ cao lớn nhất đạt 1,5 m. Sóng N có thể đạt tới độ cao 1,8 m và tần suất đạt 43% vào tháng 6, 34% vào tháng 7 và 24% vào tháng 8. Các tháng chuyển tiếp giữa hai mùa gió mùa thường xuất hiện sóng Đ, độ cao sóng nhỏ và không ổn định.

Bảng 27. Tần suất (%) các sóng (hướng) theo độ cao (m) tại Hòn Dấu.

Sóng Độ cao	B	ĐB	Đ	ĐN	N	TN	T	TB	Tổng
Lãng									17,87
0,5-1,0	5,14	5,44	15,84	18,68	6,02	1,85	0,34	0,87	54,18
1,0-2,0	1,51	1,81	7,80	6,60	6,52	2,14	0,08	0,08	26,54
2,0-3,0	0,06	0,06	0,24	0,37	0,37	0,11	0,008	0,008	1,22
3,0-4,0			0,09	0,04	0,03	0,03	0,004	0,004	0,19

• *Dòng chảy.*

Hải lưu ven bờ xuất hiện theo mùa chỉ ảnh hưởng phần biển phía ngoài cửa Lan Hạ. Phần còn lại dòng chảy chủ yếu là dòng triều. Vùng biển ĐN Cát Bà chịu ảnh hưởng của chế độ nhật triều đều biên độ lớn (4,3 m; 0,0 - 4,3 m) với hầu hết số ngày trong tháng (22 -24 ngày) thuộc hai kỳ nước cường. Độ lệch pha so với Hòn Dấu là 0,0 phút. Ven bờ Lan Hạ có nhiều tùng, áng thông với vịnh qua các lạch triều ngầm sâu và vì thế dòng triều khá mạnh, mạnh nhất ở Cửa Vạn. Tại Vạn Bội, Cát Dứa tốc độ dòng triều lên ghi được 0,3 m/s; tại Lã Vọng - cũng xấp xỉ 0,3 m/s. Do vịnh Lan Hạ thông với vịnh Hạ Long qua lạch rất sâu (Cửa Vạn), vịnh Lan Hạ cũng bị ảnh hưởng ít nhiều bởi chế độ thủy văn vịnh Hạ Long và tính chất triều Cửa Lục. Điều đó dẫn đến triều lưu vịnh Lan Hạ có đặc điểm sau: khi triều lên, dòng triều từ phía Đầu Bè và phía Hòn Mây cùng chảy về Cửa Vạn tiến vào vịnh Hạ Long nhưng khi triều xuống, khoảng 2 giờ đầu chỉ có dòng chảy về phía Hòn Mây là dòng xuống, còn dòng từ Đầu Bè tiếp tục lên tới gần Cửa Vạn và hợp vào dòng triều xuống chảy về phía Hòn Mây. Sau đó dòng triều mới hình thành hai hướng ngược với lúc triều lên.

Dòng chảy, mà đặc biệt là dòng triều, đã có vai trò quan trọng ấu trùng phân bố san hô ở vùng đông nam Cát Bà. Nhờ vào dòng chảy mà san hô đã phân bố tới nhiều nơi, nhiều chỗ như ngày nay. Ngoài san hô, dòng chảy còn có vai trò trong việc trao đổi nước, phân tán bào tử, cung cấp các chất dinh dưỡng cho các sinh vật tự dưỡng, góp phần nâng cao năng suất sinh học cho thủy vực.

Bảng 28. Các trị số trung bình giao động triều Cát Bà như sau:

Trung bình cao nhất	4.30 m
Trung bình cao kỳ nước cường	3.80 m
Trung bình cao kỳ nước kém	2.90 m
Trung bình	2.06 m
Trung bình thấp kỳ nước kém	1.10 m
Trung bình thấp kỳ nước cường	0.30 m
Trung bình thấp nhất	0.00 m

1.2.2 Các yếu tố thuỷ hoá.

- *Độ muối nước biển.*

Vùng biển đông nam Cát Bà có độ muối cao và khá ổn định. Về mùa khô, độ muối đạt trung bình 30 - 32‰ và về mùa mưa - đạt 25 - 30‰. Ngay trong kỳ mưa 9/1994, độ muối tầng mặt còn ghi được 22,53‰ ở Bãi Bèo, nơi bị ảnh hưởng đồng thời nước mưa và nước nhạt hơn từ Áng Vẹm đổ ra liên tục trong vài ngày. Có thể do ảnh hưởng của nước ngầm karst mà một số tầng áng kín có nước nhạt hơn. Các đợt khảo sát 1989 và 1992 ghi được độ muối ở Áng Vẹm là 17,7‰.

- *Độ pH nước biển.*

Nước biển ở đây có thuộc tính kiềm khá cao với độ pH trung bình 8,0 - 8,5, thay đổi theo mùa (mưa - khô) cùng với sự tham gia của độ muối. Ngoài ra, độ pH còn thay đổi theo ngày đêm gây ra do các hoạt động sống, phân huỷ chất hữu cơ và sự thay đổi nhiệt độ môi trường. Số liệu khảo sát tại Bãi Bèo 6/1992 cho thấy độ pH về ban ngày 8,2 - 8,4 và ban đêm 8,0 - 8,2.

- *Độ bão hoà o xy (OS)*

Kết quả khảo sát 9/1994 cho thấy độ bão hoà o xy trong nước tầng mặt vào khoảng 67 - 92%, trung bình 80%, luôn cao hơn tầng đáy 56 - 81% và trung bình 70%.

- *Hàm lượng một số muối dinh dưỡng.*

Kết quả khảo sát về hàm lượng muối dinh dưỡng tại 2 trạm liên tục Cọc Chèo và Cát Dứa vào tháng 10 được thể hiện trên bảng 29.

Bảng 29. Hàm lượng muối dinh dưỡng trên trạm liên tục vùng ĐN Cát Bà.

Địa điểm	NO ₂ ⁻ (µg/l)		PO ₄ ³⁻ (µg/l)		SiO ₃ ²⁻ (µg/l)	
	Dao động	Trung b.	Dao động	Trung b.	Dao động	Trung b.
Cát Dứa	0.2 - 0.5	0.36	2.9 - 4.8	3.91	670 - 1000	806
Cọc Chèo	0.2 - 0.5	0.38	1.9 - 5.7	3.83	590 - 1120	823

Bảng trên cho thấy hàm lượng các muối dinh dưỡng ở vùng đông nam Cát Bà tương đối thấp.

- *Độ đục, độ trong của nước biển.*

Độ đục đo bằng máy Water Quality checker tháng 9/1994 cho thấy độ đục nước tầng mặt trong khoảng 20 - 40 mg/l, trung bình 29 mg/l, luôn thấp hơn tầng đáy 20 - 45 mg/l và trung bình 32 mg/l. Ở vùng trung tâm và cửa vịnh Lan Hạ, độ đục thấp (20 - 30 mg/l) và chênh lệch giữa tầng mặt và tầng đáy không đáng kể. Ở vùng nước ven bờ vịnh, một mặt độ đục cao hơn (40 - 45 mg/l) nhưng mặt khác độ lệch giữa hai tầng cũng cao hơn. Độ đục đo bằng máy chứa đựng cả sinh vật phù du không thấu quang và vì thế hàm lượng chất trầm tích lơ lửng chỉ chiếm 60 - 70%.

Độ trong của nước cũng thay đổi tùy từng nơi tương đồng với độ đục. Độ trong lớn nhất ghi được 9/1994 vào khoảng 7,5 m độ sâu đĩa secchi và trung bình 4,5 - 6,0 m.

- *Nồng độ dầu trong nước.*

Kết quả phân tích nồng độ dầu trong nước biển đông nam Cát Bà năm 1993 và năm 1994 đều thấy cao hơn nồng độ cho phép đối với vùng nước ven bờ (0,3 mg/l theo tiêu chuẩn Việt nam và 0,5 mg/l theo tiêu chuẩn Liên Xô), vùng nuôi trồng hải sản (0,03 mg/l theo tiêu chuẩn Liên Xô) và vùng nước tắm (0,0 mg/l theo tiêu chuẩn Việt Nam). Những điểm có nồng độ dầu cao thì nồng độ dầu tầng mặt cao hơn tầng đáy (Bãi Bèo, mặt 1,15 mg/l và đáy 0,93 mg/l) và ngược lại những điểm có nồng độ dầu thấp thì nồng độ dầu tầng mặt thấp hơn tầng đáy (Đầu Bè, mặt - 0,53 mg/l và đáy - 1,13 mg/l).

Môi trường nước đóng vai trò quyết định sự tồn tại của RSH. Một vùng nước cụ thể, nơi có RSH, giữ vai trò điều hoà tác động của tất cả các quyền kể cả các khối nước xung quanh, tạo ra những thuộc tính hợp với khả năng thích nghi của san hô. Do đó, mỗi sự thay đổi của môi trường nước bắt nguồn từ các quyền khác nhau, kể cả các hoạt động của con người, đều tác động trực tiếp tới HST RSH. Đứng trước sự thay đổi các yếu tố môi trường, san hô chỉ có khả năng chống chịu trong một khoảng biến thiên nhất định với độ muối (27 - 40 ‰) và nhiệt độ nước (16 - 36 °C) (*Kinsman, 1965*).

Ở vùng biển Cát Bà, nhiệt độ nước trung bình năm 24,39 °C và trung bình thấp nhất không dưới 20 °C (lớp nước tầng mặt), rất phù hợp cho sự phát triển của san hô. So với giới hạn tối ưu về độ muối (34 - 36 ‰) thì ở Cát Bà chưa đạt tới nhưng hoàn toàn nằm trong giới hạn chống chịu của san hô.

Độ đục của nước có ảnh hưởng lớn tới san hô. Sở dĩ trong một số vùng áng (Tùng Giỏ, Tai Kéo, Hai Hẹn...) nơi tích tụ các vật liệu mịn ở đáy (sâu trung bình 3 - 4 m) mà vẫn có san hô là do tương đối kín gió, sóng không khuấy đục đáy và chỉ có

dòng triều hoạt động thường xuyên đủ cho hoàn lưu cung cấp o xy và các chất dinh dưỡng.

Vùng biển Cát Bà tuy nhỏ nhưng phân dị phức tạp về môi trường, đặc biệt là môi trường nước do các nguồn tác động khác nhau. Điều đó chi phối tính chất phân bố của RSH trong toàn vùng.

1.3. Các thành tạo địa chất và vai trò của chúng.

Trên 360 hòn đảo lớn nhỏ của khu vực, tập trung thành 3 cụm đảo chính (cụm đảo Cát Bà, cụm đảo Đầu Bê và cụm đảo Hang Trai), cấu tạo từ các đá vôi, đá vôi dolomit, đá vôi dạng trứng cá, phân lớp dày hoặc dạng khối, đá vôi silic, đá phiến silic, xen kẹp hoặc phân lớp mỏng, hoặc phân phiến, tuổi Paleozoi giữa, thuộc hệ tầng Cát Bà (Clcb) và hệ tầng Lương Kỳ (C - P EK). Các quá trình địa chất đã gây biến dạng, phá huỷ, chia cắt và tạo hình các dạng địa hình karst nhiệt đới rất phức tạp trên lục địa một thời, và cho tới biển tiến Holocene, khu vực biến thành hải đảo và các quá trình địa chất biển hiện đại một lần nữa biến cải diện mạo các thành tạo cacbonate, tạo ra nhiều dạng địa hình phức tạp gồm:

- Các loại hình thủy vực ven bờ (vũng vịnh, tùng, áng...)
- Các lạch triều ngầm hoạt động kế thừa các rãnh karst bị ngập chìm, có các mực xâm thực cơ sở 1,5-2,0 m; 3,0 - 3,5 m; 6 - 7 m; 12 - 15 m; 20 - 22 m và 35 - 40 m.
- Các dạng địa hình bờ đảo như vách biển, thềm mài mòn, ngấn ăn mòn, hang thùng, mũi nhô, đá xốt.

• *Trầm tích RSH và vũng vịnh xung quanh.*

Trầm tích RSH gồm chủ yếu là cát, sạn, mảnh vụn vỏ vôi sinh vật, lẫn cuội, tảng và ít bùn sét ở chân rạn, Trầm tích RSH chủ yếu có nguồn gốc sinh vật tại chỗ, nhưng cũng đồng thời là nguồn cung cấp cho các bãi và vì thế trầm tích RSH có thành phần hạt thô hơn trầm tích bãi (Xem bảng 30).

Trầm tích vũng vịnh ở đây gồm chủ yếu là bùn sét, lẫn ít mảnh vụn vôi vỏ sinh vật. Trầm tích vũng vịnh (vịnh Lan Hạ) có hàm lượng carbonate thấp (20 - 40%). Điều đó cho thấy có sự ảnh hưởng của vật chất từ các vùng cửa sông lân cận. Phần bắc vịnh Lan Hạ, do ảnh hưởng chung của các sông chảy vào vịnh Hạ Long, có trầm tích đáy thô hơn - cát: 22,32% và bột sét 77,68%, trong khi ở phần trung tâm vịnh - cát: 0,33% và bột sét tới 99% (bảng 30).

Bảng 30. Đặc trưng trầm tích RSH Mũi Bèo và bãi có liên quan.

Vị trí cấu trúc rạn	Trầm tích	Cao độ so với 0 m HD	Hàm lượng (%) thành phần độ hạt (mm)					Hàm lượng (%) carbonate
			5,0 - 2,5	2,5- 1,0	1,0-0,1	0,1-0,01	<0,01	
Bãi	Cát với vỏ sinh vật	2,2	6,71	15,25	75,69	1,12		>50
Ranh giới trên của RSH	Cát với vỏ sinh vật	-0,1		16,76	78,93	0,30		>90
Mặt RSH	Cát với vỏ sinh vật	-0,5		27,73	63,34	0,32		>50
Chân RSH	Sét, bột, chừa mảnh vụn với vỏ sinh vật	-60	3,68			15,03	81,29	70

Các RSH đông nam Cát Bà đều thuộc kiểu rạn viền bờ do nhiều nguyên nhân khác nhau, trong đó có nguyên nhân địa chất. Sự dâng cao mực nước đại dương thế giới sau băng hà lần cuối mang tính toàn cầu ở vào khoảng 19.500 năm trước (Curry, 1964). Tiến trình dâng cao mực nước là chậm dần và ghi nhận thành 3 pha, trong đó pha cuối cùng ở vào khoảng 3.000 năm trước tới nay, tốc độ dâng nhỏ nhất. Điều đó có nghĩa là theo thời gian, sự ổn định của khối nước tăng dần, kèm theo sự ổn định tương đối của các quá trình địa chất đới bờ. Trong lịch sử Holocene, nhiều nơi trên thế giới (Indonesia) ghi nhận có sự ổn định tương đối môi trường nước đánh dấu bằng sự có mặt của RSH chết. Trong điều kiện đó, phân bố của san hô sống đương thời phụ thuộc vào các yếu tố địa chất, địa hình, sự dâng cao mực nước và đặc điểm kiến tạo khu vực, và kết quả là hầu hết các RSH ven bờ thuộc kiểu rạn viền bờ.

Ở vùng Cát Bà - một vùng nâng kiến tạo hiện đại, ghi nhận một thể hệ các RSH chết rất phổ biến, hiện ở độ cao xấp xỉ 0m hải đồ tới khoảng 0,8 - 1,0 m. Cũng như các RSH hiện đại, chúng là các RSH kiểu viền bờ. Các RSH hiện đại phát triển kế thừa trên các dạng địa hình bờ ngầm của đảo và phân biệt thành hai phụ kiểu - thềm (Tùng Giỏ, Tùng Ngón, Vụng Vua, Ba Cát Dài....) và sườn (Cọc Chèo, Cát Dứa, Áng Thảm, Hòn Mây...). Ranh giới của RSH phụ thuộc nhiều vào các yếu tố địa chất. Chẳng hạn, ranh giới trên có thể nằm cao hơn mực 0m hải đồ, tùy thuộc vào nơi có giá thể (đá tảng) bám, như ở Vụng Vua - đạt tới 0,1 m, Cọc Chèo: 0,5 m và ở Hòn Mây tới 0,9 m/0m hải đồ. Ranh giới dưới hoàn toàn phụ thuộc vào nơi có lắng đọng trầm tích hạt mịn, (cỡ <0,1 mm) và khả năng khuấy đục đáy. Ở Cát Dứa, ranh giới dưới đạt đến 7,0 m, ở Hòn Mây: 6,2 m, trong khi ở Vụng Vua: 3,3 m và Tùng Ngón chỉ có 2 m.

Vai trò của các hợp phần phi sinh học đối với rạn san hô Cát Bà được thể hiện tóm tắt trong bảng 31.

Bảng 31. Vai trò sinh thái của các hợp phần phi sinh học đối với HST RSH.

Các hợp phần môi sinh	Vai trò sinh thái	
	Tích cực	Tiêu cực
1. Khí hậu khí tượng khu vực	<ul style="list-style-type: none"> - Cung cấp năng lượng cho quang hợp. - Cung cấp nhiệt năng cho môi trường. - Cung cấp năng lượng cho hoàn lưu trao đổi chất. 	<ul style="list-style-type: none"> - Gây phá huỷ cơ học. - Cung cấp năng lượng cho các quá trình gây hại. - Tác động trực tiếp tới sinh lý và khả năng chống chịu của sinh vật.
2. Các yếu tố môi trường nước.	<ul style="list-style-type: none"> - Môi trường sống của sinh vật thủy sinh. - Cung cấp ô xy và các chất dinh dưỡng - Điều hoà các tác động của khí quyển, thạch quyển, thủy quyển và sinh quyển vào hệ 	<ul style="list-style-type: none"> - Gây ngọt, gây đục. - Môi trường lan truyền các chất nhiễm bẩn. - Phá huỷ (ảnh hưởng) trực tiếp khi các yếu tố môi trường nước bị thay đổi.
3. Các thành tạo địa chất khu vực.	<ul style="list-style-type: none"> - Giá thể cho các sinh vật bám và cư trú. - Không gian phân bố (xác định phạm vi qui mô) của một RSH. - Tham gia vào quá trình tạo rạn. 	<ul style="list-style-type: none"> - Gây bồi lắng trên RSH.

2. ĐẶC ĐIỂM THÀNH PHẦN CẤU TRÚC SINH VẬT VÀ VAI TRÒ SINH THÁI CỦA CHÚNG TRÊN RẠN SAN HÔ VÙNG ĐÔNG NAM CÁT BÀ.

2.1. Đặc điểm cấu trúc của các rạn san hô và quần xã san hô.

Các rạn san hô vùng đông nam Cát Bà đều thuộc kiểu rạn viền bờ (fringing reef) không điển hình, phân bố quanh các đảo đá vôi, trong các tùng, áng, vũng vịnh với mức độ lưu thông nước khác nhau. Do sự phức tạp của địa hình và mức độ lưu thông nước khác nhau, các rạn san hô ở mỗi chỗ lại có hình thái khác nhau. Căn cứ vào hình thái các mặt cắt điều tra, sơ bộ phân chia chúng thành 3 kiểu phụ:

- Kiểu thoải đều (h.17): độ dốc của rạn từ bờ ra không có thay đổi đột ngột, điển hình là các rạn san hô Cọc Chèo, Cát Dứa, Hòn Mây, Áng Thảm.
- Kiểu bậc thềm (terras, h. 18): Các rạn san hô này thường có độ dốc biến đổi đột ngột, tạo ra đới sườn rạn dốc gần đứng điển hình, đới mặt bằng của rạn khá rộng, bằng phẳng. Điển hình là các rạn Tùng Giỏ, Tùng Ngón, Vụng Vua, Ba Cát Dài.
- Kiểu giả atoll (h. 19): Các rạn này phát triển trong các Tùng kín như Tùng Tai Quéo, Tùng Vạn Hà. Phần nào các rạn này có cấu trúc gần tương tự như kiểu rạn bậc thềm nhưng quay quanh cả vụng như một atoll.

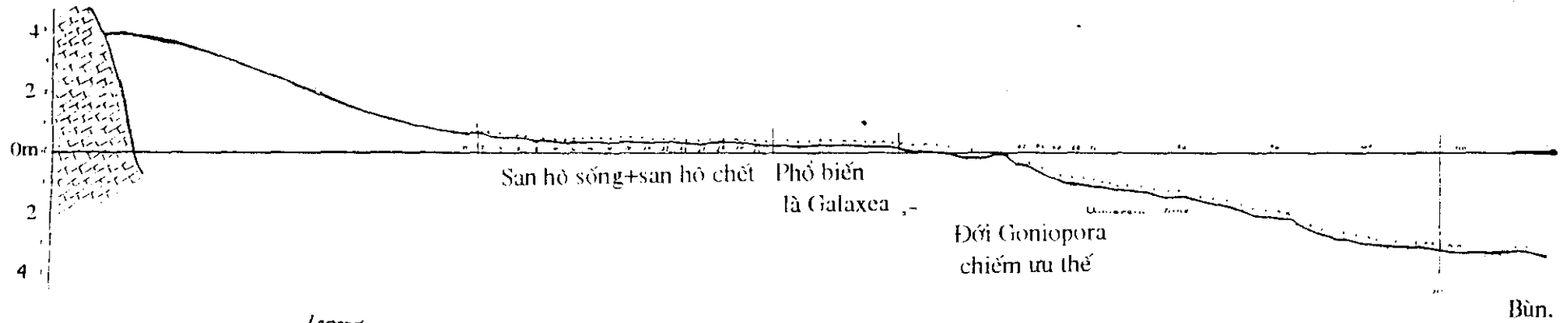
Tuy các rạn san hô vùng đông nam Cát Bà có cấu trúc không điển hình (không có đủ 5 đới) nhưng các quần xã sinh vật trên rạn vẫn có thứ tự và cấu trúc đặc trưng. Đó là:

- Quần xã rong - san hô cứng ở vùng gần bờ với ưu thế là các loài rong biển vào mùa xuân - đầu hè, với ưu thế là các loài *Sargassum*, *Padina*, *Asparagopsis*, *Turbinaria* cùng với các loài san hô tảng như *Porites*, *Leptastrea*, *Goniastrea*, *Pavona*, *Galaxea*;
- Quần xã san hô cứng ở vùng mặt bằng rạn và sườn rạn với ưu thế là các loài san hô cứng có thành phần loài phong phú như *Acropora*, *Montipora*, *Cyphastrea*, *Goniopora*, *Platygyra* ...;
- Quần xã san hô cứng - san hô sừng ở cuối rạn với ưu thế là san hô cứng ở phần trên như *Acropora*, *Goniastrea*, *Lobophyllia* và san hô sừng ở phần dưới mà thường gặp hơn cả là *Junceella spp.*

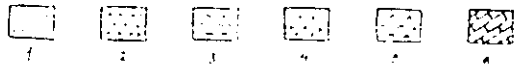
Như đã trình bày ở phần trên, điều kiện tự nhiên của vùng bờ tây vịnh Bắc Bộ chịu ảnh hưởng mạnh của khí hậu nhiệt đới gió mùa, chịu tác động mạnh của các quá trình lục địa như ngọt hoá, bùn hoá vào mùa mưa và nhiệt độ thấp vào mùa đông. Điều này đã để lại dấu ấn trong sự phát triển của các rạn san hô trong khu vực. Theo *Latypov* (1992), sự phát triển của các rạn san hô trong điều kiện tương tự thường bị chết hàng loạt theo từng chu kỳ. Tuy nhiên, tác động xấu này, nhìn chung, không tồn tại lâu và vì vậy các rạn san hô lại hồi phục và tiếp tục tồn tại với các đặc điểm như đã nêu ở trên. Nhận định này cần được tiếp tục nghiên cứu trong tương lai.

* *Đa dạng sinh học.* Với 148 loài San hô cứng và 20 loài San hô mềm đã phát hiện được ở vùng biển đông nam Cát Bà (xem phụ lục) đã cho thấy rằng thành phần loài của san hô ở vùng biển này khá phong phú. Các khảo sát sinh thái học cho thấy chỉ số đa dạng sinh học của các vùng rạn san hô ở vùng này dao động trong khoảng 0,51 - 0,82. Các giống phổ biến là *Goniopora*, *Galaxea*; *Porites*, *Pavona*, *Acropora*, *Favia*. Trong đó chiếm ưu thế trên các rạn thường là *Goniopora*, *Pavona*, *Galaxea* và *Porites* (bảng 32).

H 17 . Sơ đồ mặt cắt qua rạn san hô Cọc Chèo.

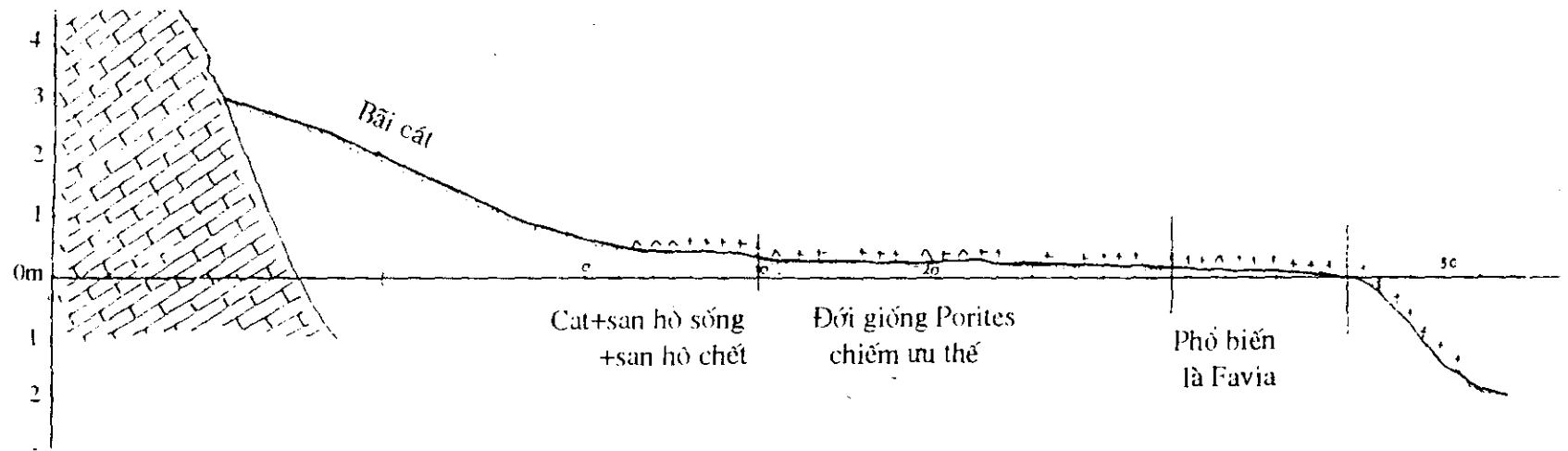


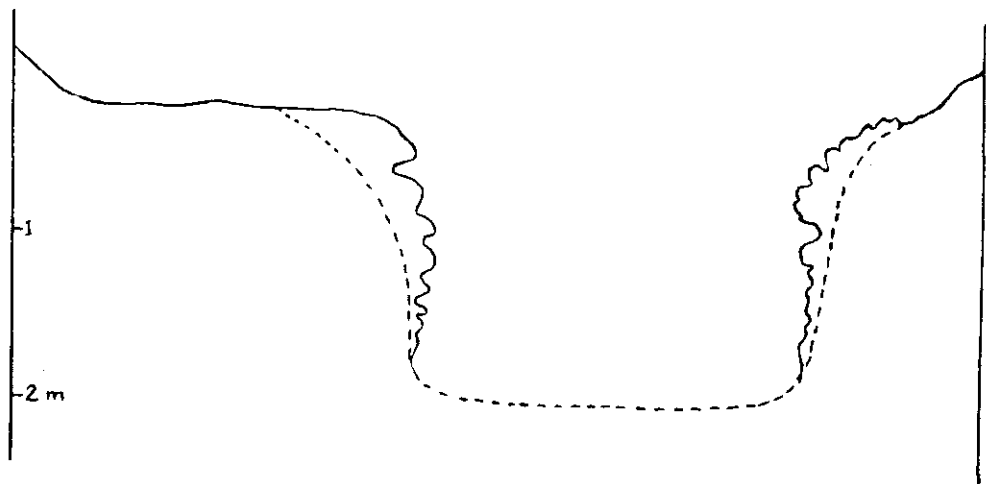
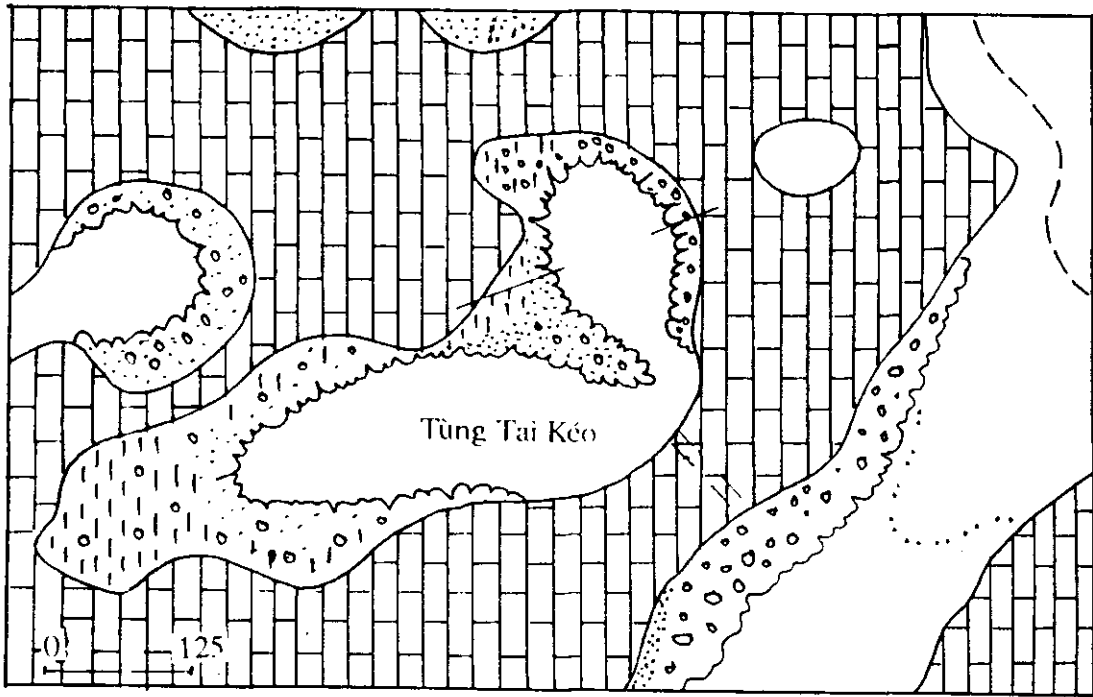
Legend:



- 1. Cát; 2. Cuội sỏi; 3. Bùn; 4. San hô sống;
- 5. San hô chết; 6. Đá vôi.

H 18 . Sơ đồ mặt cắt qua rạn san hô Tùng Ngón.





II 19 . Sơ đồ hình thái của Tùng Tai Kéo và sơ đồ cấu trúc mặt cắt ngang qua Tùng.

Bảng 32. Một số chỉ tiêu sinh thái học của các rạn san hô vùng đông nam Cát Bà.
(WWF - International, 1993).

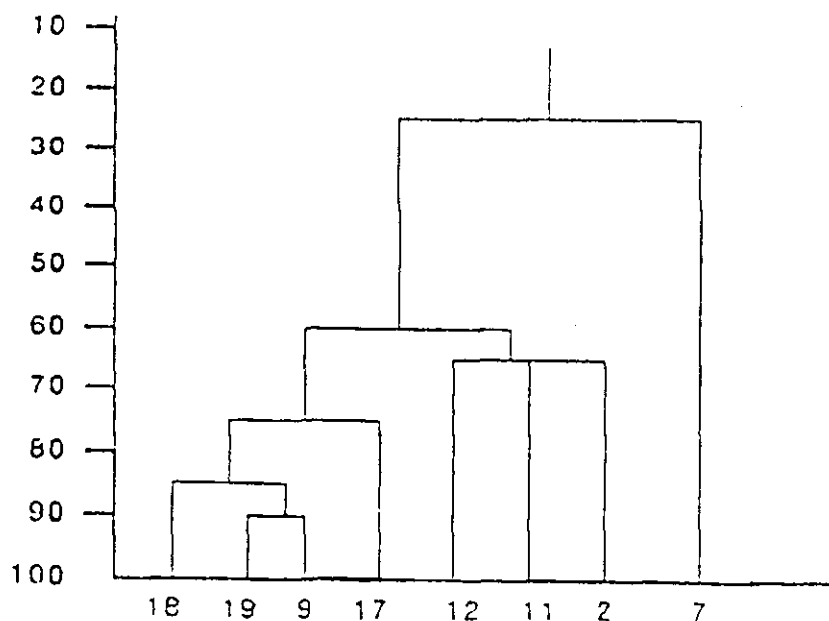
Đ. điểm	H'	Giống phổ biến	Tần xuất, %	Giống ưu thế	Độ phủ (%)
Cọc Chèo (2)	0,58	<i>Goniopora</i> <i>Galaxea</i> <i>Porites</i> <i>Favia</i>	53,8 12,5 11,3 8,8	<i>Goniopora</i>	68,4
Tùng Gió (7)	0,51	<i>Pavona</i> <i>Favites</i>	53,3 13,3	<i>Pavona</i>	65,4
Cát Dứa (9)	0,82	<i>Galaxea</i> <i>Alcyonaria</i> <i>Montipora</i> <i>Favia</i> <i>Oxypora</i>	30,4 12,5 8,9 7,1 7,1	<i>Galaxea</i>	65,1
Tùng Ngón (11)	0,64	<i>Porites</i> <i>Favites</i> <i>Goniopora</i> <i>Pavona</i>	45,5 18,2 6,1 6,1	<i>Porites</i>	64,7
Vụng Vua (12)	0,65	<i>Pavona</i> <i>Porites</i> <i>Favia</i> <i>Goniopora</i>	28,0 20,0 20,0 12,0	<i>Pavona</i>	49,0

Tiếp bảng 32

Ba Cát Dài (17)	0,59	<i>Porites</i> <i>Favites</i> <i>Galaxea</i> <i>Goniopora</i>	30,6 13,9 13,9 11,1	<i>Porites</i>	50,7
Hòn Máy (18)	0,65	<i>Galaxea</i> <i>Montipora</i> <i>Porites</i>	34,0 10,0 10,0	<i>Galaxea</i>	50,0
Áng Thâm (19)	0,72	<i>Galaxea</i> <i>Porites</i> <i>Acropora</i> <i>Echinophyllia</i>	29,1 12,7 9,1 7,3	<i>Galaxea</i>	53,9

Bảng 33. Sự Tương đồng ở cấp giống giữa các rạn san hô vùng đông nam Cát Bà

Địa điểm	C. Chèo (2)	T. Giò (7)	C. Dứa (9)	T. Ngón (11)	V. Vua (12)	B.C. Dài (17)	H. Mây (18)
(7)	52,6						
(9)	62,1	36,4					
(11)	66,7	30,0	62,1				
(12)	47,6	25,0	48,0	66,7			
(17)	54,6	23,5	74,1	63,6	52,6		
(18)	57,1	28,6	77,4	57,1	32,0	69,2	
Á Thâm(19)	62,1	25,0	88,2	62,1	46,2	74,1	78,8



Hình 19. Biểu đồ hình cây so sánh sự tương đồng giữa các rạn san hô vùng đông nam Cát Bà.

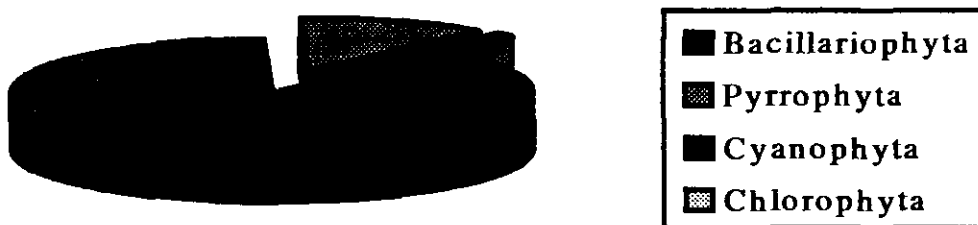
Độ phủ của san hô sống là một chỉ tiêu quan trọng để đánh giá hiện trạng rạn san hô. Trên các rạn san hô còn nguyên vẹn, độ phủ dao động trong khoảng 49 - 70% (bảng 31). Các rạn bị phá huỷ có độ phủ thấp hơn. Do độ phủ thấp nên chúng đã không được khảo sát trong các đợt nghiên cứu.

Để so sánh sự giống nhau giữa các rạn san hô ở các vùng khác nhau, đã tiến hành so sánh thành phần các giống theo công thức của *Sorenson* của 8 vùng nghiên cứu (xem bảng 32, hình 24). Kết quả cho thấy có sự khác nhau giữa các rạn ở về 2 phía của vịnh Lan Hạ, 18, 19, 9, 17 với 12, 11, 2. Trong khi đó đó rạn Tùng Giò khác hẳn 2 nhóm trên. Điều này có thể do Tùng Giò nằm vào giữa hai vùng trên.

2.2. Thực vật phù du.

Thực vật phù du (TVPD) sống trôi nổi, di chuyển thụ động theo khối nước. Vì vậy việc thu mẫu được tiến hành cả trên và ngoài rạn san hô. Cho đến nay đã phát hiện được 218 loài thuộc 45 chi, 3 ngành tảo phân bố trên và quanh rạn san hô vùng biển Cát Bà (h. 20) (Trương Ngọc An, 1989; Chu Văn Thuộc, 1992, 1994). Trong thành phần loài, ngành tảo Khuê (*Bacillariophyta*) chiếm ưu thế với 189 loài, 40 chi (87,2 %). Tiếp theo là ngành tảo Giáp (*Pyrrophyta*) 26 loài, 3 chi (12%), ngành tảo lam (*Cyanophyta*), 2 loài, và cuối cùng là tảo lục (*Chlorophyta*) - 1 loài.

Thành phần các ngành



Hình 20. Tỷ lệ thành phần các ngành của TVPD ở đông nam Cát Bà.

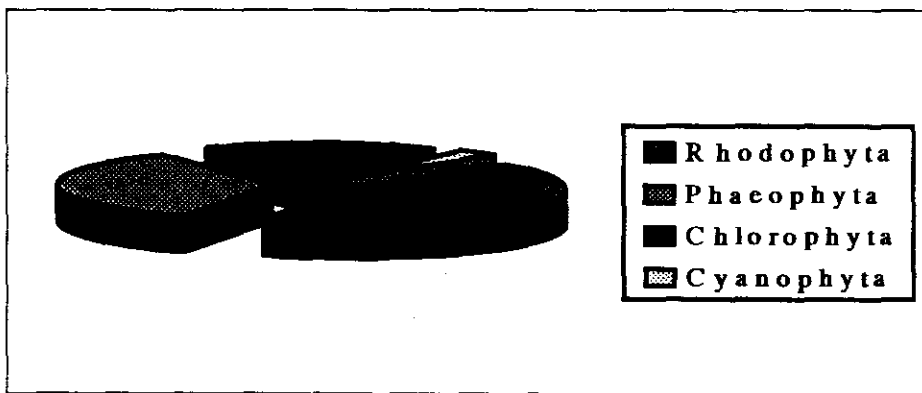
Về tính chất khu hệ, hầu hết các loài phát hiện được đều thuộc nhóm ven bờ nhiệt đới và á nhiệt đới. Thành phần khu hệ pha trộn từ các loài rộng nhiệt, rộng muối như *Chaetoceros lorenzianus*, *Ch. compressus*, *Thalassiothrix spp.*, mang tính chất của vùng ven bờ đến các loài biển khơi như điển hình như *Rhizosolenia robusta*, *Rh. calcaavis*, *Rh. cochlea*... Đặc biệt loài *Ch. compressus* rất phổ biến ở vùng đông Nam Cát Bà.

Sinh lượng của TVPD dao động trong khoảng $10^5 - 10^7$ tế bào/ m^3 phụ thuộc vào thời gian thu mẫu. Các kết quả quan trắc tại các trạm liên tục vào tháng 6 và tháng 11/1993 cho thấy, mật độ tế bào cao nhất vào lúc triều cường. Còn trong năm, đỉnh cao của mật độ xảy ra vào tháng 6 và đỉnh cao thứ hai vào tháng 10 (Trương Ngọc An, 1979). Các tháng khác mật độ tế bào của TVPD thấp hơn.

Thực vật phù du có vai trò quan trọng trong HST rạn san hô. Cùng với tảo cộng sinh (*Zooxanthellae*) và rong biển, TVPD đã tham gia đồng hoá các chất hữu cơ từ các chất vô cơ nhờ năng lượng mặt trời, góp phần cung cấp năng lượng cho toàn bộ thủy vực trong đó có HST rạn san hô. TVPD là thức ăn cho các loài động vật dị dưỡng bậc một, trong đó quan trọng hơn cả là thức ăn cho các loài ấu trùng và con non của sinh vật khác, các loài thân mềm ăn lọc...

2.3. Rong biển.

Dựa trên các tài liệu công bố của *Nguyễn Văn Tiến*, (1994) và khảo sát trong các năm 1992 - 1994, bước đầu đã thống kê được 94 loài thuộc 51 chi, 28 họ của 4 ngành rong biển trên các rạn san hô vùng biển đông nam Cát Bà (h. 21). Trong đó 42 loài (44,7%) thuộc ngành rong Đỏ (*Rhodophyta*), 32 loài (34,8%) thuộc ngành rong Nâu (*Phaeophyta*), 17 loài (18,0%) thuộc ngành rong Lục (*Chlorophyta*) và 3 loài (3,2%) thuộc ngành rong Lam (*Cyanophyta*).



Hình 21. Tỷ lệ loài của các ngành rong biển vùng đông nam Cát Bà.

Rong biển vùng đông nam Cát Bà mang tính mùa vụ, vì vậy sinh khối của chúng có sự biến đổi rất lớn trong năm. Rong thường phát sinh vào tháng 10 -11, phát triển tốt nhất vào tháng 3 - 4, sinh sản vào các tháng 4 - 5, sau đó chúng bắt đầu tàn lụi. Điều này có thể do tác động của các yếu tố nhiệt độ và độ đục gây ra. Vào mùa đông - xuân khí hậu ôn hoà, nước trong, tạo điều kiện thuận lợi cho rong biển sinh trưởng và phát triển. Ngoài tính mùa vụ, sự sinh trưởng và phát triển của rong biển còn phụ thuộc nhiều vào các yếu tố môi sinh, đặc biệt là vật bám, mức độ lưu thông của nước nhằm đảm bảo sự cung cấp chất dinh dưỡng. Với nhu cầu như vậy thì rạn san hô là môi trường có chất đáy, đá phong hoá và cành san hô chết, lý tưởng cho rong biển phát triển.

Vai trò sinh thái của hợp phần rong biển trên rạn san hô rất khác nhau, vừa có tác động tích cực, vừa có tác động tiêu cực:

- *Tác động tích cực:* Rong biển, cùng với TVPD và tảo cộng sinh, đã tổng hợp nên các chất hữu cơ cho HST. Do phát triển theo mùa vụ, nên sinh khối của rong biển đạt cực đại vào tháng 4 - 5 với trữ lượng toàn vùng lên đến 300 tấn tươi với thành phần chủ yếu là rong mơ.

Nhiều loài rong ưa đá có vai trò rất lớn trong quá trình tạo rạn. Chúng có khả năng hấp thụ can xi từ đá, san hô, vỏ sinh vật... và gắn kết chúng với nhau để tạo ra các bộ khung bền vững trong quá trình tạo rạn để chống lại sự phá huỷ của các yếu tố môi trường.

- *Tác động tiêu cực:* Với sinh khối 10 - 15 kg/m² vào tháng 4 - 5, rong mơ đã phủ kín bề mặt đáy, hạn chế sự quang hợp của tảo cộng sinh trong san hô ở phía dưới và như vậy chúng đã gián tiếp ảnh hưởng đến sự phát triển của san hô.

2.4. Động vật phù du.

Cho đến nay đã phát hiện được 88 loài và 9 nhóm ĐVDP khác trên các vùng rạn san hô Cát Bà (Nguyễn Thị Thu, 1993). Trong số loài đã xác định được thì bộ Chân kiem (*Copepoda*) có số loài phong phú nhất (70 loài, chiếm 79,5% tổng số loài). Các bộ, nhóm khác chỉ có từ 1 - 5 loài, chiếm tỉ lệ không đáng kể trong thành phần khu hệ. Cũng như TVPD, động vật phù du của vùng đông nam Cát Bà cũng thuộc nhiều nhóm sinh thái khác nhau: nhóm loài ven bờ nhiệt đới, nhóm loài biển khơi thích nghi rộng, nhóm loài rộng nhiệt-rộng muối, và nhóm loài nước lợ.

Sinh lượng của ĐVDP biến đổi theo mùa, dao động từ 1.650 con/m² vào mùa khô, tới 4.000 con/m² vào mùa mưa (bảng 34). Ngoài sự biến động theo mùa, sinh lượng còn phụ thuộc vào mực triều, như ở Cát Dứa, khi triều cao nhất thì sinh lượng đạt tới 5.925 con/m³, còn khi triều thấp nhất chỉ còn 1.359 con/m³, còn ở Cọc Chèo con số này là 9.030 và 4.606. Điều này cho thấy, ảnh hưởng của yếu tố độ muối đến sự thay đổi về sinh khối của ĐVDP là rất lớn.

Mặc dù mùa mưa có sinh lượng cao nhưng số loài lại thấp hơn mùa đông (57 và 62 loài như ở Cát Dứa), trong đó có sự thay thế các loài đặc trưng. Mùa đông đa phần là các loài ưa độ muối cao như *Undinula vulgaris*, còn mùa hè các loài nước lợ như *Acartia spinicauda* xuất hiện và có số lượng cao.

Bảng 34. Biến động số lượng loài và sinh khối của ĐVPD tại các điểm khảo sát.

Thời gian Địa điểm	Mùa mưa		Mùa khô	
	Số loài	Sinh khối (con/m ²)	Số loài	Sinh khối (con/m ²)
Cọc Chèo	60	6.689	58	1.568
Cát Dứa	57	2.977	62	1.896
Vạn Bội		5.577		1488
Đầu Bê		2.900		
Tùng Ngón		1663		

Vai trò sinh thái của ĐVPD trên rạn san hô rất lớn, hầu hết chúng là sinh vật dị dưỡng đầu tiên trong chuỗi thức ăn của hệ sinh thái, là một mắt xích quan trọng trong chu trình vật chất và năng lượng của hệ. Chính chúng là thức ăn cho nhiều loài động vật khác như tôm, cua, cá góp phần duy trì sự bền vững của HST nói chung.

2.5. Động vật đáy.

Động vật đáy (ĐVD) trong HST rạn san hô rất phong phú bao gồm nhiều nhóm sinh vật khác nhau, nhưng do các nguyên nhân khách quan và chủ quan, chúng tôi chưa có điều kiện nghiên cứu kỹ, thực tế đây là một việc không thể làm nổi. Vì vậy chúng tôi mới chỉ tập trung vào một số nhóm cơ bản sau (hình. 22):

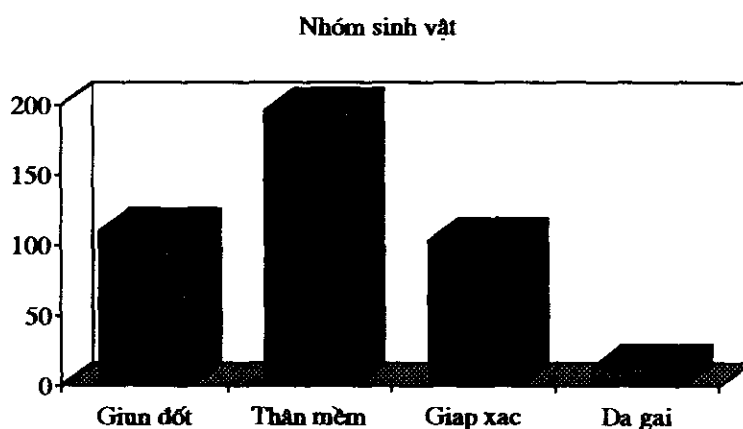
- **Giun đốt:** Đã phát hiện được 110 loài ở vùng đông nam Cát Bà, chủ yếu thuộc lớp giun nhiều tơ (*Polychaeta*) - 108 loài, 23 họ và 2 bộ. Chúng chiếm tỷ lệ đáng kể về mật độ con trên một đơn vị diện tích hay thể tích (tầng san hô) nhưng trọng lượng thấp. Giun nhiều tơ thường tập trung cao về số lượng loài và cá thể ở độ sâu 1,5 - 2m, nơi có thành mật độ rong biển phong phú hơn cả. Bởi vì rong biển là một trong những loại thức ăn ưa thích của giun nhiều tơ (*Bujinckaia 1978*).
- **Thân mềm:** với 196 loài thuộc 108 giống, 53 họ, 7 bộ và 3 lớp, Thân mềm là nhóm sinh vật phong phú nhất trong quần xã sinh vật của RSH vùng đông nam Cát Bà, trong đó có 76 loài được phát hiện lần đầu ở vùng này. Ngoài ra, rất nhiều loài

thân mềm có kích thước nhỏ(dưới 10mm) còn chưa được xác định do thiếu tài liệu phân loại. Về mặt sinh lượng, thân mềm cũng có tỷ lệ cao trong tổng lượng sinh vật đáy: 39,7% về mật độ và 64,4% về khối lượng.

Sự phân bố thẳng đứng của thân mềm có thể chia theo điều kiện ngoại cảnh trên rạn, tương ứng với các quần xã sinh vật đặc trưng của rạn. Nhìn chung, các loài thân mềm phân bố đông đúc trên đới rong - san hô đá ven bờ, nơi phong phú nguồn thức ăn là rong biển và xác sinh vật chết do sóng biển đưa lên, đồng thời có nhiều khe rãnh làm nơi trú ẩn tốt(Lăng Văn Kèn và Nguyễn Duy Đạt 1994). Trên đới sườn rạn thường tập trung các loài ốc lớn, khoẻ, các loài chân tơ bám chặt vào đáy, Các loài sống đào trong cát(*Conus*, *Pinna*, *Spondylus*, *Chama*, *Gafrarium*, ...). Tiếp theo là nhóm ưa sống trên đáy cát - bùn ở cuối rạn, chủ yếu thuộc lớp *Scaphopoda*, tuy nhiên chúng tôi chưa có điều kiện nghiên cứu.

Dựa vào các đặc điểm phân bố có thể chia các loài thân mềm thành các nhóm sinh thái sau:

- a. Nhóm sống tự do trên rạn san hô, đá và các loại nền đáy cứng khác. Thuộc nhóm này là các loài ốc di động tự do trên nền đáy như *Thais echinata*, *Trochus pyramis*, *Trochus niliticus*...
- b. Nhóm sống cố định ở mọi nơi, mọi chỗ, mật độ có thể thưa thớt hoặc tập trung như *Mytilus smaragdinus*, *Pteria formosa*, *P. martensii*, *Pinna strangei*, *Ostrea echinata*, *O. mordax*... Nhìn chung chúng đều là các loài thân mềm hai vỏ.
- c. Nhóm đào hang trong đá, trong san hô chết như *Lithophaga spp.*, *Pholas*, *Brachiodontes*...



Hình 22. Số lượng loài của các nhóm động vật đáy đã phát hiện ở trên các rạn san hô đông nam Cát Bà.

d. Nhóm sống lân cận rạn san hô nhưng có quan hệ mật thiết với rạn như *Arca subcrenata*, *Isognomum isognomum*, *Cypraea teres* ...

- **Giáp xác:** Đã phát hiện được 103 loài giáp xác, trong đó chủ yếu thuộc bộ 10 chân (*Decapoda*) thuộc 12 giống, 12 họ, nhiều nhất là cua - 75 loài, tôm - 14 loài, bẹ bẹ - 1, đuôi lếch - 6 và chân tơ - 4 loài. Do giáp xác có khả năng di động nhanh nên việc định lượng bằng khung rất khó khăn. Định lượng bằng các tầng san hô cho thấy giáp xác chiếm 12,8% về mật độ bình quân và 8,3% về khối lượng bình quân trên 1 kg tầng san hô.

Qua khảo sát cho thấy, các loài giáp xác phân bố rộng khắp trên toàn rạn và lên cả vùng triều. Căn cứ vào nơi cư trú có thể chia chúng thành các nhóm sinh thái sau: nhóm vùng triều gồm các loài như *Sesarma haematocheir*, *Metopograpsus spp.*, *Grapsus striosus*, *Macrophthalmus spp.*. Nhóm sống trên san hô sống như *Alpheus spp.*, nhiều loài tôm, cua, đặc biệt là các loài có kích thước nhỏ, màu sắc sặc sỡ. Nhóm sống hội sinh (*commensal*) với san hô, thủy tức v. v... Nhóm này còn chưa được nghiên cứu. Cuối cùng là nhóm sống ở mọi nơi, mọi chỗ. Thuộc nhóm này chủ yếu là những loài thuộc họ *Xanthidae*.

- **Da gai:** da gai là một hợp phần quan trọng còn ít được nghiên cứu của quần xã rạn san hô miền bắc Việt Nam. Cho đến nay, mới phát hiện được 13 loài da gai trên rạn san hô ở vùng đông nam Cát Bà. Đặc biệt loài *Echinothrix diadema* rất phổ biến trên rạn trong các tầng, áng, mật độ lên tới 15 con/m².

Vai trò sinh thái của ĐVĐ rất đa dạng trong đó bao gồm:

- Tham gia vào chu trình chuyển hoá vật chất và năng lượng ở các cấp khác nhau, góp phần nâng cao năng suất sinh học cho rạn san hô.
- Các loài ăn trâm tích và rong tảo bám trên đá san hô chết đã làm sạch mặt bám để ấu trùng san hô có thể bám định cư tạo cho rạn tiếp tục phát triển.
- Một số loài ăn sinh vật chết như *Conus spp.* ốc mượn hồn *Anomura* đã tham gia làm vệ sinh cho rạn. Mặt khác chúng cũng là một yếu tố chỉ thị cho hiện trạng của rạn: nơi nào mật độ của chúng lớn thì ở đó rạn san hô đang bị phá huỷ hay thoái hoá (Naumov, 1985).

- Nhiều loài sinh vật đáy, mà đặc biệt là Thân mềm, có vỏ đá vôi khi chết đã cung cấp một phần vật liệu đáng kể cho việc hình thành các rạn san hô.

2.6. Cá rạn san hô.

Các kết quả nghiên cứu cho thấy, đã phát hiện được ở vùng đông nam Cát Bà 136 loài cá thuộc 91 giống, 57 họ. Trong đó riêng cá san hô, nhờ có thiết bị lặn SCUBA, nên đã phát hiện chính xác được 34 thuộc 27 giống, 16 họ. Phong phú hơn cả là họ cá Thia (*Pomacentridae*) - 6 loài, cá Mú (*Serranidae*) - 4 loài. Phổ biến hơn cả là các loài *Neopomacentrus bankieri*, *Chaetodon fasciatus*, *Siganus oramin* & *Haliichoerus trimaculatus* xuất hiện ở mọi điểm khảo sát.

Thuật ngữ *cá san hô* hoàn toàn mang ý nghĩa sinh thái học, bởi vì chúng có quan hệ với nhau bởi môi trường sống (*habitat*) và có những đặc điểm giống nhau như hình dáng, màu sắc sặc sỡ, có cùng loại thức ăn là san hô và các sinh vật trên rạn san hô. Bởi mối quan hệ mật thiết như vậy nên hiện trạng của các rạn san hô có vai trò rất lớn đối với sự tồn tại và phát triển của cá. Có còn rạn san hô thì cá san hô mới còn nơi cư trú và kiếm ăn, trốn tránh kẻ thù... Ngoài ra, cá cũng có tác động đáng kể đến hiện trạng của rạn, nhiều loài cá ăn san hô như cá mó (*Scarridae*), cá bướm (*Chaetodontidae*), cá bò (*Monocanthidae*)... tạo điều kiện thuận lợi cho ấu trùng san hô bám và phát triển. Khu hệ cá san hô nghèo nàn như vậy có thể là do sự khai thác cá không hợp lý làm tổn hại đến số lượng của cá và tổn hại đến rạn san hô như sử dụng thuốc nổ và các hoá chất độc hại.

Vai trò sinh thái của cá rạn san hô rất đa dạng, bao gồm:

- Tham gia vào chu trình vật chất và năng lượng: các loài cá đều nằm ở các khâu cuối của chu trình này, sau chúng là đến giai đoạn phân huỷ của vi khuẩn và mất mát năng lượng và vật chất ra ngoài hệ.
- Nhiều loài cá thuộc họ cá bướm (*Chaetodontidae*), cá mó (*Scarridae*), cá bò (*Monocanthidae*) đều ăn san hô, cho nên chúng có liên quan mật thiết với rạn. Do có sự liên quan mật thiết với rạn san hô nên mật độ, số lượng của chúng được coi là chỉ thị cho hiện trạng của rạn (Hourigan et al. 1987, White 1988).

Vai trò sinh thái của các hợp phần sinh học của hệ sinh thái rạn san hô vùng biển Cát Bà được tóm tắt trên bảng 35.

Bảng 35. Các hợp phần sinh học và vai trò sinh thái của chúng trên rạn san hô vùng đông nam Cát Bà.

STT	Hợp phần	Vai trò tích cực	Vai trò tiêu cực
1	San hô	Tạo rạn, tạo habitat cho các sinh vật khác sinh sống và phát triển, tham gia vào chu trình chuyển hoá vật chất và năng lượng trong hệ	
2.	TVPD	Tham gia vào quá trình tổng hợp các chất hữu cơ trong HST. là thức ăn cho nhiều loài sinh vật trên rạn.	
3.	Rong biển	Tham gia quá trình tạo rạn. Tham gia tổng hợp các chất hữu cơ, là thức ăn cho nhiều loài sinh vật trên rạn.	Che phủ làm giảm sự quang hợp của tảo cộng sinh trong san hô. Đến mùa tàn lụi có thể gây ô nhiễm cục bộ trên rạn
4.	ĐVPD	Tham gia vào chu trình vật chất và năng lượng của hệ, là thức ăn cho nhiều loài sinh vật trên rạn	
5	Sinh vật đáy	Tham gia vào chu trình vật chất và năng lượng; ăn rong, tảo bám đá, san hô chết lấy chỗ cho ấu trùng san hô bám; ăn sinh vật chết làm vệ sinh cho rạn; góp phần tạo rạn.	Nhiều loài sinh vật đáy ăn san hô sống, gây chết cho san hô.
6.	Cá san hô	Tham gia chu trình vật chất và năng lượng; là chỉ thị cho hiện trạng của rạn.	Nhiều loài cá ăn san hô sống, làm ảnh hưởng tới san hô.

3. CÁC QUÁ TRÌNH SINH THÁI CHỦ YẾU TRONG HST RẠN SAN HÔ CÁT BÀ.

3.1. Năng suất sinh học sơ cấp HST rạn san hô Cát Bà.

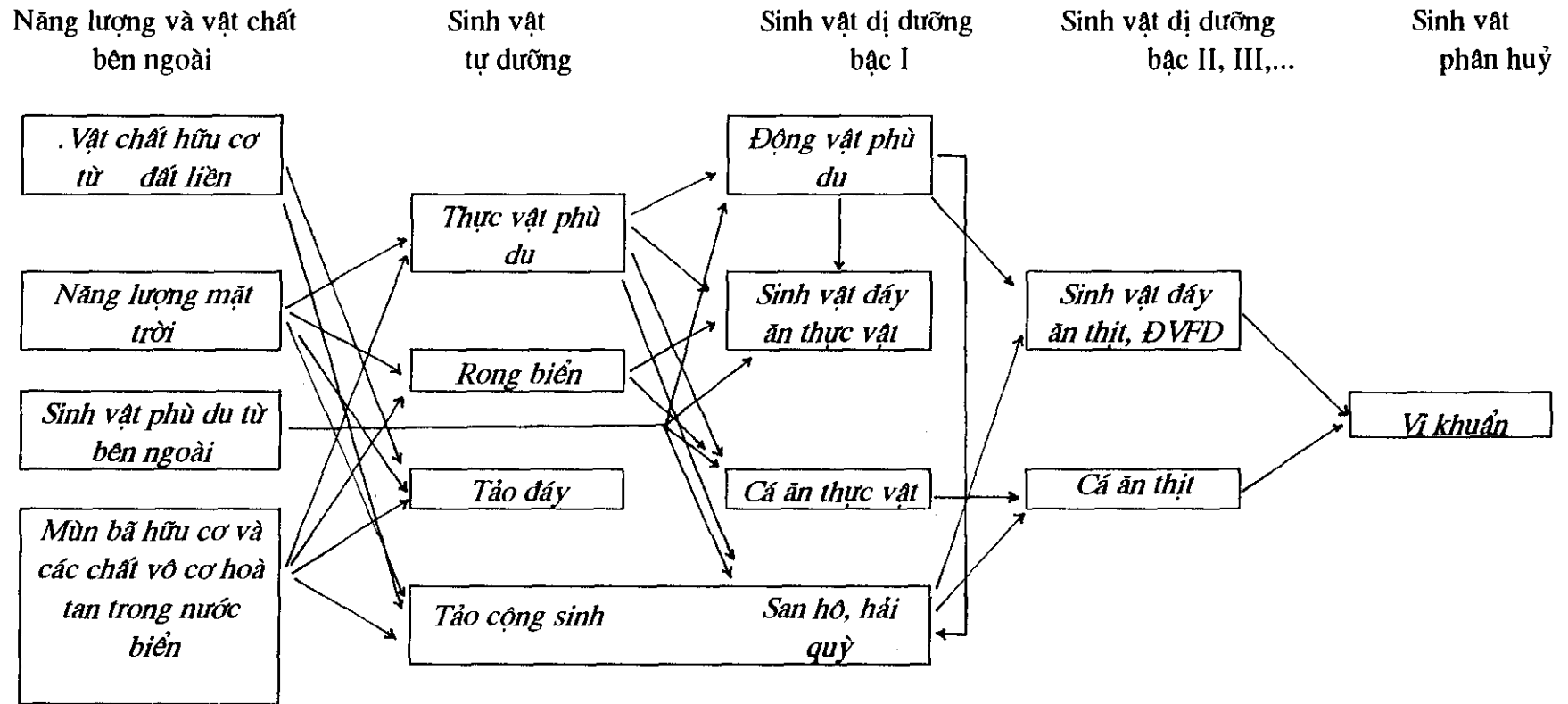
Trong vùng biển đông nam Cát Bà, đã tiến hành 2 đợt khảo sát năng suất sinh học sơ cấp của TVPD trên rạn san hô. Các thí nghiệm thực hiện theo phương pháp

bình đen - trắng đã cho thấy, năng suất sinh học sơ cấp của TVPD dao động trong khoảng 136 - 173 mgC/m³. ngày với trị số trung bình là 147 mgC/m³.ngày. So với kết quả nghiên cứu ở miền nam Việt Nam (*Sorokin 1991*) ta thấy, giá trị này tương đối phù hợp. Nếu tính trung bình cho cột nước vùng rạn san hô Cát Bà (2 - 7 m), năng suất sinh học sơ cấp dao động trong khoảng 294 - 1.029 mgC/m². ngày.

3.2 Mô hình cấu trúc và vận động của hệ.

Để xây dựng mô hình cấu trúc của HST rạn san hô sao cho thể hiện hết được sự phức tạp của nó và qua đó thấy được sự vận động của hệ quả thật rất khó khăn. Từ trước đến nay đã có nhiều mô hình xây dựng theo các bậc dinh dưỡng trong hệ. Một trong những mô hình như vậy đã được *Sorokin (1991)* lập một cách chi tiết cho các HST các rạn san hô miền nam Việt Nam. Dựa vào mô hình của *Sorokin*, chúng tôi thử thiết lập một mô hình cấu trúc theo các bậc dinh dưỡng của HST rạn san hô vùng biển Cát Bà (h. 23).

- Nguồn năng lượng bên ngoài: Nguồn này sẽ bao gồm năng lượng mặt trời, sinh vật phù du của vùng nước xung quanh rạn, các biogen hoà tan (bao gồm từ đất liền và từ biển vào).
- Nhóm sinh vật tự dưỡng: trên các rạn san hô nhóm này gồm có thực vật phù du, tảo đáy, rong biển và tảo cộng sinh trong san hô, chúng có khả năng sử dụng năng lượng mặt trời tổng hợp nên các chất hữu cơ cho cơ thể, tạo ra năng suất sơ cấp cho HST rạn san hô.
- Nhóm sinh dị dưỡng:
 - * Bậc 1: san hô, động vật phù du, sinh vật đáy ăn thực vật, ăn lọc, cá ăn thực vật.
 - * Bậc 2: động vật đáy ăn động vật phù du, ăn các loài bậc 1, cá ăn san hô hay các loài cá ăn thực vật.
 - * Bậc 3 trở lên: chủ yếu là các loài cá dữ.
- Nhóm sinh vật phân huỷ: đây là nhóm cuối cùng của các chuỗi thức ăn, bao gồm các loài vi khuẩn, nấm men, nấm hoại sinh. Chúng phân huỷ các sinh vật chết và mùn bã hữu cơ. Nhờ có chúng các vật chất hữu cơ trở về trạng thái vô cơ để tham gia vào một chu trình mới, còn năng lượng thì đã được sử dụng hết đến calo cuối cùng cho sinh vật phân huỷ.



Hình 23. Sơ đồ cấu trúc và vận động của HST Rạn san hô.

Dựa trên sơ đồ hình 23 và những phát hiện của *Sorokin*, chúng tôi thấy rằng: nguồn năng lượng bên ngoài vào chủ yếu là năng lượng mặt trời và nguồn vật chất hữu cơ từ lục địa. Trong khi năng lượng mặt trời cung cấp năng lượng cho TVPD, tảo đáy và tảo cộng sinh trong san hô để tổng hợp các chất hữu cơ thì nguồn vật chất hữu cơ từ lục địa cung cấp thẳng cho HST RSH. Khâu tiếp theo chủ yếu là rong biển và tảo cộng sinh trong san hô, trong đó tảo cộng sinh cung cấp năng lượng cho san hô, còn rong tảo cung cấp năng lượng cho động vật đáy, cá ăn thực vật và vi sinh vật đáy; Ngoài ra, TVPD cũng tham gia cung cấp năng lượng cho ĐVPD và động vật đáy của hệ. Bắt đầu từ khâu này là những chuỗi dinh dưỡng đan xen vào nhau rất phức tạp, tham gia vào mạng lưới này bao gồm vi khuẩn phù du, ĐVPD, vi khuẩn sống đáy, san hô, động vật đáy và khâu cuối cùng là cá. Tất cả các sinh vật chết đi đều được các vi khuẩn trên rạn phân huỷ, trả lại nguồn vật chất cho HST rạn san hô. Trong quá trình hoạt động, một phần vật chất và năng lượng của hệ đã bị mất mát ra ngoài thông qua các sinh vật ra khỏi hệ. Đây là một mô hình vận động sơ lược, chủ yếu là định tính. Do hạn chế về khả năng và phương tiện, chúng tôi chưa thể xác định được về mặt định lượng.

Trong quá trình vận động và phát triển qua các giai đoạn: xuất hiện, phát triển, cực thịnh, tàn lụi và huỷ diệt, HST rạn san hô đã dần dần tích lũy một lượng lớn carbonat canxi, cùng với thời gian chúng đã làm thay đổi cả địa hình đáy biển, như trong Tùng Hai Hẹn, tùng Tai Kéo, Tùng Ngón, Tùng Vạn Hà...

Mỗi một rạn san hô khi đã đạt đến cực thịnh thường tồn tại rất lâu. Chúng chỉ bị tàn lụi và huỷ diệt khi gặp các tai biến gây ra biến đổi môi trường làm cho chúng không còn khả năng phục hồi. Vì vậy, trong quản lí và sử dụng cần chú ý không gây ra những biến đổi lớn, đặc biệt là môi trường, trong một thời gian dài. Điều này sẽ gây ra sự tàn lụi của những rạn san hô. Còn những biến đổi cục bộ trong một thời gian ngắn các rạn san hô có khả năng chống chịu và phục hồi lại bằng những cơ chế hoạt động của hệ.

Chương 3. TIỀM NĂNG NGUỒN LỢI RẠN SAN HỒ VÙNG BIỂN VEN BỜ

Từ thừa xa xưa, RSH đã được người dân ven biển khai thác và sử dụng với 2 mục đích chính: thực phẩm và vật liệu xây dựng. Trong tiến trình phát triển của các yếu tố kinh tế, xã hội và văn hoá do nhu cầu nghỉ ngơi, giải trí tăng cao, RSH là nơi được chú ý khai thác du lịch. Cho đến nay khi du lịch đã trở thành một trong các ngành công nghiệp mang lại lợi ích kinh tế lớn nhất, RSH với vẻ đẹp tự nhiên có một không hai trên hành tinh (Veron, 1986, Wells and Price, 1972), đã thực sự trở thành "nguồn thu nhập lớn" đối với các nước có nguồn lợi này.

Các giá trị có ý nghĩa kinh tế là rõ ràng và dễ nhận thấy. Bên cạnh đó, RSH còn nhiều giá trị về khoa học, về sinh thái môi trường và bảo vệ bờ biển còn ít người biết đến. Các giá trị này, đặc biệt giá trị về sinh thái học đôi khi còn lớn hơn những giá trị kinh tế trông thấy. Sự hình thành và phát triển các RSH với sự đa dạng cao thành phần quần xã sinh vật rạn đã tham gia giữ cân bằng cho cả vùng biển nhiệt đới. Các HST RSH với khả năng sản xuất rất cao đã tạo ra cơ sở dinh dưỡng hữu cơ phong phú, cung cấp thức ăn cho không chỉ sinh vật trong hệ rạn, còn cho cả vùng biển xung quanh.

Vì thế, để khai thác sử dụng RSH trên quan điểm bền vững, trước hết cần đánh giá đúng đắn giá trị của RSH cùng những đặc trưng nguồn lợi của nó. Đối với một nước như nước ta, do còn rất nhiều hạn chế về nghiên cứu khoa học, đời sống của nhân dân còn thiếu thốn, trình độ nhận thức về tài nguyên và môi trường chưa cao, giá trị tài nguyên của RSH được đánh giá còn phiến diện. Trong khuôn khổ của báo cáo này, chúng tôi đề cập đến 2 dạng nguồn lợi: Sinh vật và Phi sinh vật, đã và đang được sử dụng rộng rãi và gây nhiều tác động tới RSH ở nước ta.

1. Nguồn lợi sinh vật RSH:

1.1. Sự đa dạng sinh học:

Những nghiên cứu bước đầu về tính đa dạng trên các RSH ven bờ đã cho thấy đây là loại sinh cảnh có sự đa dạng cao nhất về các thứ hạng Taxon. Về mặt này, Các RSH được đánh giá tương đương với HST rừng nhiệt đới. Bảng 36 dưới đây sẽ chỉ ra một số kết quả thống kê sơ bộ về đa dạng các nhóm động vật có ý nghĩa kinh tế trên một số vùng không rộng ở ven bờ biển nước ta.

Bảng 33 không nhằm thống kê tính đa dạng của quần xã RSH, vì thế số loài bị hạn chế. Song đây lại là nguồn gen rất quý của quần xã này, là cơ sở để phát triển kinh tế trong tương lai của các vùng biển.

Trong các RSH ở biển Đông (*South China Sea*) thường có chứa khoảng 3000 loài động thực vật biển (Chou I. M., 1992). Song việc điều tra thống kê được đầy đủ để

đánh giá cho từng vùng rạn ven bờ nước ta là một điều không đơn giản do nhiều nguyên nhân, trong đó có việc thiếu các chuyên gia định loại.

Bảng 36. Thống kê số lượng loài đã biết của một số nhóm sinh vật có ý nghĩa kinh tế trên một số vùng.

Vùng RSH	Cá SH	Thân mềm	G.xác	Da gai	Rong biển
Cát Bà - Hạ Long	33	263	108	36	175
Cô Tô	35	81	3	8	74
Bạch Long Vĩ	-	62	8	-	35
Cù Lao Chàm - Vịnh Đà Nẵng	187	86	-	12	122
Vịnh Nha Trang	256	112	69	27	69
Bắc Bình Thuận	211	83	46	26	163
Côn Đảo	158	152	110	-	84
Phú Quốc	125	46	-	32	98

Trên cơ sở số liệu đã có, tổng kết thành phần các nhóm sinh vật có liên quan trực tiếp tới chu trình vật chất và năng lượng của HST RSH ở vùng biển tây vịnh Bắc Bộ, đã thống kê được 1.681 loài, trong đó có khoảng 1.000 loài có đời sống gắn bó mật thiết với RSH (*Nguyễn Huy Yết*, 1995). Nếu chỉ tính riêng các nhóm động vật không xương sống (Động vật đáy) đã có khoảng 725 loài, bằng 81% số loài động vật đáy vịnh Bắc Bộ, nhiều gấp 2 lần so với động vật đáy của rừng Mangrove ở vùng bờ biển Bắc VN.

Như mục 1.2.2 của chương 2 đã trình bày tương đối kỹ chu trình dinh dưỡng và năng lượng trong HST RSH ven bờ, thông qua đó đã đánh giá vai trò sinh thái của san hô trong việc cung cấp thức ăn. Môi trường sống RSH với nguồn dinh dưỡng phong phú và nhiều chỗ trú ẩn rất thuận lợi cho sự phát triển của các loài sinh vật. Đây còn là nơi đẻ trứng, ương trứng, ấu trùng, nơi kiếm ăn của nhiều loài sinh vật ngoài RSH (*Odum*, 1982). Như vậy, sự đa dạng của RSH bảo đảm tính cân bằng sinh thái cho cả vùng biển nhiệt đới.

Sự đa dạng về loài kéo theo sự đa dạng trong phương thức sống và cạnh tranh. Nhiều loài động vật sống bám thuộc nhóm Xoang tràng và Hải miên vốn rất phong phú trên RSH, để cạnh tranh được trong điều kiện sống có mật độ cao, đã sản sinh ra nhiều loại độc tố để tự vệ. Các chất hoạt tính này đã được khoa học xác minh là rất có ích cho công nghệ hoá dược. Về mặt này, RSH có tiềm năng lớn nhất trong môi trường biển.

1.2. Nguồn lợi hải sản và hiện trạng sử dụng:

Nhìn tổng quát, tất cả các vùng RSH ven bờ nước ta đã và đang bị khai thác với tốc độ ngày một tăng cho nhu cầu cuộc sống hàng ngày và cho xuất khẩu. Các địa phương có RSH chưa quan tâm theo dõi và quản lý nguồn lợi. Do tính đặc thù về môi trường sống, kiểu khai thác, việc đánh giá sản lượng của các đối tượng gặp nhiều khó khăn. Mặt khác, điều kiện của đề tài không cho phép nghiên cứu chuyên đề về mặt này, vì thế các số liệu thu thập được trong quá trình khảo sát thực tế và thông tin từ ngư dân địa phương chỉ cho phép nêu lên một số nhận định khái quát.

. *Cá rạn san hô*: Trong nguồn lợi sinh vật rạn, cá chiếm tỉ trọng lớn nhất. Theo Nguyễn Hữu Phụng (1995), các chuyến khảo sát ở RSH ven bờ trong các năm 1992 - 1994 đã xác định được 455 loài, thuộc 157 giống, 53 họ và 14 bộ. phong phú nhất là họ cá Thia *Pomacentridae* có 65 loài, chiếm 14,3%; Họ cá Bàng chài *Labridae*: 61 loài (13,4%), họ cá Bướm *Chaetodontidae* 40 loài (8,8%), Họ cá Mố *Scaridae* và họ cá Sơn *Apogonidae*, mỗi họ 30 loài (6,6%), Họ cá Mú *Serranidae* 25 loài (5,5%), Họ cá Đuôi gai *Acanthuridae* 22 loài (4,8%), Họ cá Hồng *Lutjanidae* 16 loài (3,5%), Họ cá Dìa *Siganidae* 12 loài (2,6%) ... (Bảng 37)

Căn cứ vào tính chất sử dụng có thể chia cá san hô làm 2 nhóm: Cá thực phẩm và cá cảnh.

Những loài cá có ý nghĩa thực phẩm chủ yếu thuộc các họ: cá Mú *Serranidae*, cá Hồng *Lutjanidae*, cá Chình *Muraenidae*, cá Mố *Scaridae*, cá Sáo *Pomadasyidae*, cá Hè *Lethrinidae*, cá Đổng *Nemipteridae* ... các loài khai thác quan trọng là cá Mú chấm tổ ong *Epinephelus merra*, cá Mú vàng nghệ *E. amplycephalus*, cá Mú hoa nâu *E. fuscoguttatus*, cá Kẽm đen *Plectorhynchus gibbosus*, cá Kẽm bông *P. chaetodonoides*, Cá Dơi sọc lưng *Scolopsis frenatus*, cá Hè sọc dọc *Lethrinus semicunatus*. Sản lượng thống kê sơ bộ (ở miền Trung khoảng 1.800 - 3.000 tấn/ năm) là không cao nhưng hầu hết trong chúng có giá trị cao đặc biệt cho xuất khẩu hàng tươi sống. Nghề nuôi cá Mú bằng lồng đang phát triển đe dọa sự tồn tại của nguồn lợi nếu không có các nghiên cứu bổ sung nguồn giống. Các nghiên cứu so sánh cho thấy nguồn lợi cá thực phẩm trên RSH ở Tây Nam Bộ đa dạng và phong phú hơn so với các vùng biển khác ở ven bờ Việt Nam. Ở quần đảo An Thới có tới 14 loài cá Mú, 12 loài cá Mố, 6 loài cá Hồng. Nguồn lợi này ở Côn Đảo cũng đáng kể với 13 loài cá Mố, 8 loài cá Mú và 8 loài cá Hồng.

Nguồn lợi Cá cảnh mới được quan tâm nghiên cứu gần đây và cũng bắt đầu được khai thác ở một số vùng. Cá cảnh tự nhiên tiêu điểm cho vẻ đẹp độc đáo của rạn san hô là cơ sở quan trọng cho du lịch lặn. Chúng còn được khai thác cho dịch vụ nuôi cá cảnh biển. Thành phần cá cảnh chủ yếu thuộc các họ cá Bướm *Chaetodontidae*, cá Thia *Pomacentridae*, cá Dìa *Siganidae*, Cá thù lù *Zanclidae*, cá Bò *Balistidae*, cá Nóc *Tetraodontidae*, cá Sơn đá *Holocentridae*, cá Mù lùn *Scorpaenidae*. Trong các vùng biển nghiên cứu ở ven bờ Việt Nam, nguồn lợi này đặc biệt phong phú ở miền Trung

Bảng 37. Thành phần họ cá rạn san hô vùng biển ven bờ Việt Nam.

Thành phần họ	Ven bờ VN	Cố Tô	Cát Bà	C.Lao Chàm	Nha Trang	C.Lao Cầu	Côn đảo	An Thới
<i>Dasyatidae</i>	1	-	-	-	-	-	-	1
<i>Synodontidae</i>	3	-	-	-	1	2	1	-
<i>Ophichthidae</i>	1	-	-	-	-	-	-	1
<i>Muraenidae</i>	7	-	2	1	4	1	-	2
<i>Plotosidae</i>	1	-	-	-	1	-	-	-
<i>Hemirhamphidae</i>	1	-	-	-	1	-	-	-
<i>Carapidae</i>	1	-	-	-	1	-	-	-
<i>Holocentridae</i>	8	-	-	4	6	1	3	1
<i>Anlostomidae</i>	1	-	-	1	1	1	-	1
<i>Fistularidae</i>	3	-	-	1	2	1	1	-
<i>Centriscidae</i>	2	-	-	-	2	-	-	-
<i>Sygnathidae</i>	6	-	-	-	6	-	-	-
<i>Sphyraenidae</i>	1	-	-	1	-	-	-	-
<i>Centropomidae</i>	1	-	-	-	-	-	1	-
<i>Serranidae</i>	25	5	4	9	8	4	8	14
<i>Pseudocromidae</i>	1	-	-	1	-	-	1	-
<i>Glaucosomidae</i>	1	-	-	-	-	1	-	-
<i>Priacanthidae</i>	1	-	-	-	-	1	-	-
<i>Malacanthidae</i>	2	-	-	2	-	-	-	-
<i>Apogonidae</i>	29	-	2	4	25	7	7	4
<i>Carangidae</i>	2	-	-	-	-	-	-	2
<i>Lutjanidae</i>	16	3	1	5	5	3	8	6
<i>Caesionidae</i>	7	1	1	4	1	2	4	5
<i>Nemipteridae</i>	9	-	1	4	5	6	4	5
<i>Gerridae</i>	1	-	-	-	-	1	-	-
<i>Pomadasydae</i>	9	1	1	2	2	5	3	2
<i>Lethrinidae</i>	9	-	1	3	1	3	5	1
<i>Mullidae</i>	9	2	1	5	5	6	6	4
<i>Pempheridae</i>	1	1	1	-	1	-	-	1
<i>Kyphosidae</i>	2	-	-	2	-	-	-	-
<i>Scatophagidae</i>	1	-	-	-	1	-	-	-
<i>Ephippidae</i>	3	-	-	-	2	-	1	-
<i>Chactodontidae</i>	40	3	2	29	25	22	17	4
<i>Pomacentridae</i>	65	5	7	35	35	32	40	24
<i>Labridae</i>	61	5	2	26	36	22	23	27
<i>Scaridae</i>	30	2	-	10	19	9	13	12

Thành phần họ	Ven bờ VN	Cô Tô	Cát Bà	C.Lao Chàm	Nha Trang	C.Lao Cau	Côn Đảo	An Thới
<i>Cirrhitidae</i>	3	1	-	1	2	-	-	-
<i>Mugiloididae</i>	2	-	-	-	1	1	1	-
<i>Blennidae</i>	9	-	-	4	3	5	1	1
<i>Gobiidae</i>	6	-	2	-	1	1	2	-
<i>Microdesmidae</i>	2	-	-	1	2	1	-	-
<i>Acanthuridae</i>	22	-	-	12	16	7	1	-
<i>Zanclidae</i>	1	-	-	1	1	1	1	-
<i>Siganidae</i>	12	1	2	9	6	3	1	5
<i>Scorpaenidae</i>	10	1	-	3	7	1	-	-
<i>Synancejidae</i>	2	-	-	-	2	-	-	-
<i>Balistidae</i>	6	1	-	3	4	1	2	-
<i>Monocanthidae</i>	5	1	1	2	-	1	1	-
<i>Ostraciontidae</i>	1	-	-	1	1	1	-	-
<i>Tetraodontidae</i>	8	2	1	2	5	4	1	-
<i>Diodontidae</i>	3	-	-	1	3	1	1	1
<i>Gobiesocidae</i>	1	-	-	1	1	1	-	1
<i>Antennaridae</i>	1	-	-	-	1	-	-	-
Tổng cộng	455	35	32	188	256	159	158	125

(Cù lao Chàm, Nha Trang, bắc Bình Thuận). Vùng Côn Đảo có số loài cá cảnh nhiều nhưng rất ít hoặc không có những loài đặc sắc, giá trị cao trong các họ cá Mù làn và cá Bướm. Vùng quần đảo An Thới (Tây Nam Bộ) và Tây vịnh Bắc Bộ vừa thiếu vắng các loài có màu sắc đẹp thuộc các họ cá Mù làn, cá Bướm và cá Thù lù.

. Động vật thân mềm:

Nguồn lợi động vật Thân mềm trên rạn khá đa dạng, một số dùng làm thực phẩm cao cấp, số khác làm đồ mỹ nghệ. Nhóm ốc (*Gastropoda*) có giá trị làm mỹ nghệ quý gồm các loại ốc Đụn *Trochus niloticus*, ốc Xà cừ *Turbo marmoratus*, ốc Kim khôi *Cassis cornuta*, ốc Tù và *Charonia tritons*, ốc Tắc kè *Lambis scorpius*, ốc Ngà vòng vàng *Cypraea annulus*, ốc Ngà trắng *Cypraea moneta*... Sản lượng của chúng không lớn, chỉ khoảng 200 tấn /năm, nhưng có giá trị lớn do quý hiếm và làm đồ mỹ nghệ xuất khẩu. Nhóm có giá trị thực phẩm quan trọng nhất là ốc Cừ khổng (*Haliotis spp*), có vùng phân bố rộng từ Tây vịnh Bắc Bộ tới Tây Nam Bộ. Sản lượng của chúng không lớn, vùng Cô Tô - Bạch Long Vĩ khoảng 20 - 30 tấn /năm trước năm 1989, vùng Phú Yên - Khánh Hoà khoảng 50 - 100tấn/ năm. Do khai thác quá mức mà nguồn lợi này đã bị cạn kiệt, một số vùng có nguy cơ tuyệt giống như ở Bạch Long Vĩ, Cô Tô.

Nhóm 2 mảnh vỏ (*Bivalvia*) chủ yếu khai thác để làm đồ mỹ nghệ. Các loài có giá trị gồm Trai ngọc môi đen *Pinctada margaritifera*, Trai ngọc môi vàng *P. maxima*, Ngọc nữ *Pteria penguin* ở Trung Bộ, Trai ngọc *Pteria martensii* ở Cù Tô. Riêng loài Ngọc nữ trước đây có sản lượng cỡ 30 - 50 tấn/năm, hiện nay số lượng giảm nghiêm trọng. Loài 2 vỏ làm thực phẩm quan trọng là loài Tu hài vùng Cát Bà - Hạ Long với trữ lượng 60 tấn/năm (1979), nay còn không đáng kể.

Nhóm Chân đầu (*Cephalopoda*) có 2 loài thường gặp là Mực nang vân hổ (*Sepia tigris*) có sản lượng 2.200 - 2.700 tấn / năm, loài thứ 2 là Mực tuộc (*Octopus sp.*) có sản lượng 4.000 - 6.000 tấn /năm.

• *Giáp xác:*

Giá trị nguồn lợi (thực phẩm và mỹ nghệ) thuộc về Tôm hùm với 7 loài, trong đó 4 loài quan trọng nhất là Tôm hùm đỏ (*Panulirus longipes*), Tôm hùm xanh (*P. omatus*), Tôm hùm đá (*P. homarus*) và Tôm hùm lông (*P. stimpsoni*). Nguồn lợi này chủ yếu tập trung ở vùng biển từ Quảng Nam- Đà Nẵng đến Bình Thuận và không đáng kể ở vùng biển Tây vịnh Bắc Bộ và Tây Nam Bộ. Sản lượng chung cỡ 250 - 300 tấn/ năm. Hiện nay, nuôi Tôm hùm lông đang phát triển mạnh ở các tỉnh miền Trung. Trước mắt, nghề này đang mang lại lợi nhuận lớn nhưng cũng đang đặt ra nhiều vấn đề cần giải quyết. Ở Khánh Hoà hiện đang có trên 100 lồng nuôi và tập trung khá dày đặc ở một số vùng. Tình trạng ô nhiễm đã bắt đầu xảy ra. Mặt khác, nguồn giống tự nhiên ngày càng bị khai thác triệt để và nguy cơ bị tiêu diệt nguồn lợi đang đến gần.

• *Da gai:*

Hải sâm là nguồn lợi đang được quan tâm nhiều do giá trị dinh dưỡng cao và được thị trường nước ngoài ưa chuộng. Các loài có giá trị sống trên RSH gồm Hải sâm mít (*Actynopyga echinites*), Hải sâm dứa (*A. mauritiana*), Hải sâm vú (*Microthele nobilis*), Hải sâm lựu (*Theleota ananas*). Nguồn lợi này phân bố rộng khắp các vùng biển nhưng hiện rất hiếm ở các vùng nước gần bờ. Sản lượng ở miền Trung cỡ 150 - 200 tấn /năm.

Một nguồn lợi da gai mới được khai thác từ năm 1993 là Cầu gai sọ dứa (*Tripneustes gratilla*) với sản lượng trong năm ở vịnh Nha Trang cỡ trên 500 tấn và khối lượng tuyển sinh dục xuất khẩu đạt 25 - 30 tấn. Mặc dù mới được khai thác nhưng dấu hiệu của khai thác quá mức đã xuất hiện. Kích thước khai thác càng về sau càng nhỏ. Mùa vụ khai thác tập trung trước mùa sinh sản (tháng 9 - 11) không chỉ có hại cho sự phục hồi nguồn lợi mà còn làm giảm giá trị kinh tế do khối lượng tuyển sinh dục chưa đạt cực đại.

• *Nguồn lợi rong biển trên RSH:*

Quan trọng nhất là nhóm rong Mơ *Sargassum*, phân bố rộng rãi khắp nơi, song đặc biệt phong phú ở vùng biển miền Trung, nhất là Nam Trung Bộ. Rong Mơ *Sargassum* là đối tượng đã từng được khai thác với sản lượng 4.000 - 5.000 tấn/năm. Hiện nay việc sử dụng nguồn lợi này bị đình trệ do những khó khăn về kỹ thuật chế biến và thị trường tiêu thụ (chủ yếu là sản xuất *alginat* phục vụ trong công nghiệp nhẹ). Trong khi đó rong Hồng Vân đang thu hút sự quan tâm do có hàm lượng Carrageenan cao. Chỉ một số vùng có phân bố loài rong này: *Eucheuma okamurai* ở Lý Sơn (Quảng Ngãi), Mỹ Trường (Phan Rang- Bình Thuận) và *Eucheuma geletiniae* ở Mỹ Trường (Phan Rang- Bình Thuận) và Phú Quý (Bình Thuận). Sản lượng tự nhiên của chúng rất thấp. Vì vậy, cần nghiên cứu sử dụng RSH như là môi trường để phát triển nguồn lợi.

. Nguồn lợi Rùa biển:

Tập trung ở vùng biển Trung Bộ và Nam Bộ. Do khai thác quá mức nên sản lượng giảm dần, biểu hiện thấy rõ ở vùng Khánh Hoà: cỡ 2.000 con/năm trong thời kỳ 1985 - 1990, 1.000 con/năm ở thời kỳ 1991 - 1992, tới 1993 chỉ còn cỡ 500 con/năm.

2. Các nguồn lợi phi sinh vật:

2.1. Vật liệu xây dựng:

Cùng với các quá trình địa chất biển phức tạp, hàng loạt RSH trong quá khứ đã bị chôn vùi dọc dải ven biển miền Trung từ Quảng Nam-Đà Nẵng đến Ninh Thuận. Bằng nguyên liệu san hô chết, công nghiệp vật liệu xây dựng đang phát triển ở vùng này bao gồm sản xuất vôi và xi măng. Hiện nay, hai nhà máy xi măng sử dụng nguyên liệu san hô chết đang hoạt động là Hòn Khói (Khánh Hoà) và Phương Hải (Ninh Thuận). Theo báo cáo của Nguyễn Bá Cường (1981), vùng Ninh Hải (Ninh Thuận) có trữ lượng đá vôi san hô lên tới 2.549.877 tấn. Việc khai thác nguồn lợi này ít gây tác động xấu đối với môi trường biển do hầu hết các mỏ này đều nằm trên đất liền. Vì vậy, nếu chỉ sử dụng nguyên liệu này cho sự tồn tại của các nhà máy xi măng là cần thiết và góp phần giải quyết nhu cầu của xã hội ở vùng thiếu nguyên liệu đá vôi.

Tuy nhiên việc khai thác san hô chết ở vùng triều để làm xi măng và đặc biệt là nung vôi lại gây nhiều hậu quả nghiêm trọng. Thống kê sơ bộ cho thấy ở Khánh Hoà, mỗi năm có tới 20.000 tấn đá vôi san hô bị lấy đi ở vùng triều. Hoạt động này làm mất ổ sinh thái của nhiều sinh vật đáy, gây thay đổi cân bằng động lực vùng rạn và tăng lắng đọng trầm tích trên rạn.

Một nguồn vật liệu khác là các san hô cành gãy vụn tấp lên bờ sau các cơn bão. Chúng cũng được khai thác để nung vôi và làm xi măng nhưng chưa được khảo sát đáng giá.

Tại vùng Cát Bà không có hoạt động khai thác san hô chết làm vôi và xi măng, song hầu hết các bãi cát có nguồn gốc từ RSH ở phía trên rạn đều bị khai thác để xây

dụng. Mặc dù bãi cát là một loại hình tài nguyên tiêu hao, có tái tạo một cách chậm chạp, việc khai thác với tốc độ ngày càng tăng sẽ làm thay đổi cảnh quan trên các bãi tắm, mất đi vẻ đẹp của các điểm du lịch. Một số bãi cát còn là nơi đẻ trứng của rùa biển.

2.2. Du lịch biển

Các RSH tươi tốt với sự đa dạng cao về thành phần loài SH cứng, cá cảnh và các nhóm sinh vật đặc trưng khác có màu sắc sặc sỡ là cơ sở phát triển du lịch bơi lặn. Tiềm năng du lịch lặn ở các RSH miền Trung và Nam Bộ lớn hơn ở tây vịnh Bắc Bộ, do có nhiều nhóm loài sinh vật nhiệt đới điển hình, độ trong của nước biển cao. Thành phố Nha Trang là địa điểm khởi đầu của ngành kinh tế này, riêng năm 1994 có khoảng 26.000 lượt khách du ngoạn các vùng đảo. Trong số này có nhiều người đã bơi lặn để xem thảng cảnh RSH ở Hòn Mun, Hòn Một, Hòn Tằm ... Các hoạt động chụp ảnh dưới nước, câu cá RSH bước đầu thu hút sự quan tâm của nhiều người.

2.3. Các nguồn lợi khác

- Do có tính đa dạng sinh học cao và vai trò sinh thái rất quan trọng đối với vùng biển, các RSH là tiền đề quan trọng để thiết lập các khu bảo tồn thiên nhiên biển. Bên cạnh mục đích chủ yếu là bảo vệ môi trường và tài nguyên biển, các vùng bảo tồn thiên nhiên còn được sử dụng như những mẫu hình để nghiên cứu khoa học và giáo dục dân trí về môi trường.

- RSH ven biển còn có giá trị lớn trong việc che chắn chống xói lở nhiều vùng ven bờ và đảo. Mặt khác, rạn còn có khả năng xử lý chất thải nhất định. Hệ thống RSH có khả năng tiếp nhận một lượng chất thải vừa phải và phân huỷ chúng nhờ có hoạt động của vi khuẩn và các thành phần khác của hệ (*Kennington and Hodgson, 1988*).

Chương 4. CÁC ĐE DOẠ ĐỐI VỚI RẠN SAN HỒ Ở VÙNG BIỂN VEN BỜ

Khác với các nhóm sinh vật khác, san hô tạo rạn là một tổ hợp cộng sinh giữa động vật san hô và tảo san hô *Zooxanthellae*, các yêu cầu về điều kiện sống của chúng rất khắt khe, không phải chỉ giành cho một đối tượng là san hô hay tảo mà cho cả 2. Nói chung các RSH chỉ phát triển tốt trong môi trường có điều kiện chuẩn mực như đã nêu ở chương 1. Vì thế chúng thường bị nhiễu loạn, hoặc bị suy thoái bởi những tác động bất thường của cả tự nhiên và con người nếu những tác động đủ gây ra sự biến đổi các điều kiện sinh thái tới mức phá vỡ cân bằng hay vượt quá ngưỡng chịu đựng của chúng. Bản thân RSH giống như một cơ thể, có tồn tại và phát triển và rất nhạy cảm, còn các tác động của các tác nhân sinh thái thì lại rất đa dạng, đôi khi là đơn lẻ, đôi khi là tổ hợp nhiều tác nhân cùng tác động. Nếu xét theo nguồn gốc có thể quy về 2 nhóm tác nhân sinh thái: từ tự nhiên và từ con người.

1. Các đe dọa từ tự nhiên:

Các RSH thường bị tác động bởi các yếu tố tự nhiên như bão, sự thay đổi bất thường của nhiệt độ, sự phát triển quá mức của động vật ăn thịt (Sao biển gai *Acanthaster planci*), dòng chảy từ lục địa (nước ngọt, bùn cát ...) và những thay đổi của khí hậu (thay đổi mực biển, triều rút, mưa to + triều rút, ...). Ở mỗi vùng trên thế giới có những đặc thù riêng và vì thế mức độ tác động của các tác nhân tự nhiên có khác nhau. Trong phạm vi vùng biển ven bờ Việt Nam, 3 tác nhân gây hại thường xuyên và quan trọng nhất là bão, dòng từ lục địa và hoạt động của thủy triều kết hợp với mưa lớn và biến đổi thời tiết.

1.1. Bão:

Vùng biển Việt Nam nằm trong vùng tây bắc của Thái Bình dương, nơi được coi là trung tâm bão của thế giới. Hàng năm, vùng này chiếm tới 36% tổng số bão trên toàn thế giới (Nguyễn Ngọc Thủy, 1988). Thống kê trong 34 năm (1955 - 1988), chỉ riêng vùng vịnh Bắc Bộ đã có 118 cơn bão đi qua, bình quân tới 3,5 cơn/năm, tốc độ gió đạt tới 40 - 50m /s. Trong toàn dải ven bờ Việt Nam, vùng vịnh Bắc Bộ và Trung Trung Bộ là những nơi có nhiều bão, các RSH ven bờ ở 2 vùng này cũng bị tổn thất nặng nhất so với các vùng Nam Trung Bộ trở vào. Bão thường gây sóng lớn, nước dâng ... phá huỷ trực tiếp các vùng rạn nông, trước tiên bẻ gãy các tập đoàn dạng cành. Các cành bị bẻ gãy bị sóng cuộn lên, cùng với đá sỏi ở đáy, trà sát lên các tập đoàn dạng khối trên đới mặt bằng và phần trên của sườn dốc. Sau các cơn bão lớn, tỷ lệ san hô chết tăng lên rõ rệt, đồng thời cũng có sự thay đổi đáng kể về cấu trúc rạn.

Các đám san hô cành chết cũ đã quan sát được vào 1986 - 1987 tại RSH ở Vạn Hà, Vạn Bội và ở Long Châu (1991) là hậu quả của cơn bão Joe rất lớn đã đi qua đây vào 1980 còn để lại vết tích. Đi kèm với bão là mưa lớn làm ngọt hoá vùng nông, kéo

theo dòng bùn cát từ trên xuống phủ lên RSH. Ở các vùng biển nông, đáy có nhiều bùn như tây vịnh Bắc Bộ, còn bị ảnh hưởng bởi nước đục do bùn từ phía biển.

Trong điều kiện cụ thể, đề tài chưa đánh giá được tốc độ phục hồi qua bão, song cũng phải mất 2,5 - 3 năm ở vùng nhẹ và tới 7 năm ở vùng bị nặng (Dai, 1988), hoặc có thể lâu hơn rất nhiều (tới 50 năm theo Harmelin và Laboute, 1988).

Mặc dù bão là tác nhân làm tổn thất cho rạn SH song chính bão lại là yếu tố tác động làm tăng tính đa dạng của RSH. Bão phá huỷ đi các loài dạng cành có tốc độ sinh trưởng nhanh, tạo không gian cho các loài dạng khối có tốc độ sinh trưởng chậm được phát triển tốt hơn. Tác động của bão mang tính qui luật chung mà trong quá trình hình thành và phát triển các RSH ở vịnh Bắc Bộ và Trung Bộ đã được tự nhiên chọn lọc.

1.2. Dòng từ lục địa:

Đây là một trong những tác nhân được coi là nguy hiểm nhất cho các RSH ven bờ ở khu vực Đông Á. Tác nhân này tuy trực tiếp từ tự nhiên gây ra, song xét nguyên nhân sâu xa lại có sự đóng góp quan trọng của con người: chủ yếu do các hoạt động chặt cây, khai hoang trên đảo, phá rừng đầu nguồn ... Ảnh hưởng của dòng từ lục địa rất rõ trên các rạn san hô ven bờ tây vịnh Bắc Bộ và vùng vịnh Nha Trang.

Vùng bờ tây vịnh Bắc Bộ với hàng chục con sông đổ nước và phù sa ra biển, tổng lượng nước hàng năm khoảng 190 tỷ m³ và 180 triệu tấn bùn cát. Do các hoạt động phá rừng ngày càng tăng với tốc độ 9% năm làm cho cường độ gây lũ tăng nhanh. Khối nước nhạt ven bờ phát triển nhanh chóng vào mùa hè, xâm lấn tới các vùng RSH Cát Bà - Hạ Long, làm hạ độ mặn của nước và tăng độ đục. Tác động này ảnh hưởng trực tiếp tới các loài san hô dạng cành *Acropora* vốn là nhóm loài ưa nước trong và độ muối cao. Mặc dù thành phần loài san hô gốc khu vực Cát Bà và Cô Tô không sai khác nhiều, song cấu trúc độ phủ lại rất khác, *Acropora* ưu thế trên các RSH Cô Tô, còn *Goniopora* và các đại diện của *Galaxea*, *Pavona*, *Favia*, *Favites*, lại ưu thế ở vùng Cát Bà. Các thí nghiệm phục hồi san hô ở đông nam Cát Bà trong các năm 1994 - 1995 cũng thể hiện điều này. Toàn bộ san hô dạng cành *Acropora* trồng ở khu vực gần bờ đảo lớn Cát Bà đều bị chết sau đợt mưa lớn vào tháng 7 - 8 /1995, trong khi đó ở các địa điểm xa đảo lớn, *Acropora* vẫn còn tồn tại. Khác với các tác động của bão, RSH bị suy thoái do tác động của dòng từ lục địa thường không thể phục hồi được. Ảnh hưởng trực tiếp tới sự đa dạng về loài, sau đó là độ phủ giảm đi. Trên mặt đáy RSH thường có nhiều bùn không cho phép ấu trùng san hô bám để tái tạo rạn, sự phục hồi RSH hoàn toàn phụ thuộc vào hình thức sinh sản vô tính. Việc suy thoái dần sau đó mất hẳn là điều không thể tránh khỏi.

Tác động của sự lắng đọng trầm tích cũng xảy ra ở vùng RSH ở vịnh Nha Trang (Khánh Hoà). Những quan sát sơ bộ cho thấy sự lắng đọng trầm tích đã xảy ra

theo một dãy song song với bờ và có ảnh hưởng về phía nam lớn hơn về phía bắc. Kết quả nghiên cứu về độ trong suốt của Shirota từ những năm 1963, 1966 đã thể hiện xu thế này. Cùng với sự gia tăng hoạt động của con người trên đất liền và ven biển, chắc chắn rằng hàm lượng vật lơ lửng và sự bùn hoá nền đáy đã tăng lên. Do vậy, các san hô ưu thế trước đây gồm *Acropora*, *Pocillopora*, *Montipora* ở Hòn Chồng, Giếng Đá, Bãi Than, Hòn Miếu (*Trần Ngọc Lợi*, 1962) đã biến mất chỉ còn số lượng ít. Đây là những loài san hô có sức chịu đựng kém với sự lắng đọng trầm tích, bùn hoá nền đáy và sự ngọt hoá nước biển. Tuy nhiên, nhiều loài san hô có khả năng đẩy trầm tích ra khỏi mô của chúng bởi sự phồng lên của mô bao liên kết chung (*coenosare*) trong nước và hoạt động của tiêm mao có thể đẩy lùi hiệu ứng gây chết của sự lắng đọng trầm tích (*Grigg and Dollar, in press*). Khả năng này còn phụ thuộc vào thời gian chịu tác động. Khi san hô bị phủ trầm tích và độ đục cao kéo dài, chúng sẽ mất tạo cộng sinh, polyp phồng lên, tiết nhầy không bình thường và có thể chết (*Marzalek*, 1981). Mặt khác, cấu trúc tập đoàn đóng vai trò quan trọng tạo nên sự khác nhau về khả năng chống chịu. San hô dạng cành hình trụ chống chịu tốt hơn dạng cành tạo phiến, kích thước nhỏ tốt hơn kích thước lớn (*Grigg and Dollar, in press*) dạng thùy, cành hơn dạng phiến (*Brown and Howard*, 1985). Từ dạng hình thái tập đoàn có thể cho rằng vùng Hòn Chồng tuy rất gần cửa sông Cái nhưng tác động của lắng đọng trầm tích lại không lớn bằng vùng phía bắc, tây và tây nam Hòn Miếu. Cả hai nơi đều có độ phủ của san hô không cao nhưng RSH ở Hòn Chồng phân bố nhiều san hô mềm dạng tán và các san hô khối có *polyp* lớn như *Galaxia fascicularis*, *Favia speciosa* ... Ngược lại ở Hòn Miếu lại còn lại chủ yếu là *Porites* cành hoặc khối nhỏ, cả hai đều có *polyp* rất nhỏ. Từ cấu trúc quần xã san hô có thể cho rằng, ảnh hưởng của sự lắng đọng trầm tích là không đáng kể đối với các rạn ở phía ngoài Hòn Một. Vùng này đang tái sinh mạnh mẽ các san hô "biển mở" như: *Echinopora*, *Hydnophora*, *Seriatopora*, *Acropora* ...

1. 3. Hoạt động của thủy triều và biến đổi nhiệt độ:

Tác nhân này ảnh hưởng rất rõ tới san hô vùng Quảng Ninh - Hải Phòng do biên độ thủy triều lớn. Mặc dù hoạt động của thủy triều ở vùng biển này mang tính tích cực là tăng cường trao đổi nước cho các vùng rạn phát triển ở các tầng áng tương đối kín song có một số tác động tiêu cực sau:

- Thủy triều rút kiệt kèm mưa lớn: nếu kéo dài sẽ hạn chế sự phát triển hay giết chết các tập đoàn san hô vùng triều thẳng.
- Thủy triều rút kiệt trong lúc rét đậm hoặc nắng gắt đều ảnh hưởng đến sinh lý quang hợp và trao đổi chất của san hô. Đặc biệt với nhiệt độ trên 30°C đã có thể làm chết các loài dạng cành, trên 32°C còn làm chết cả các tập đoàn dạng khối.

Các tập đoàn san hô chết vì nhiệt độ, hoặc nước mưa đều có màu trắng do san hô bị mất tạo cộng sinh và biến màu đi. Các hiện tượng này gặp tương đối phổ biến trên các đới nông của RSH tây vịnh Bắc Bộ vào mùa hè.

2. Các đe dọa từ hoạt động của con người:

2.1. Khai thác quá mức và không hợp lý:

Việc khai thác quá mức các nguồn lợi hải sản gây sự mất cân bằng sinh thái trong hệ RSH đã được đề cập tới trong chương 3, nhiều loài đặc sản trên RSH ở các vùng ven bờ đã có nguy cơ bị tuyệt giống. Đây là một tổn thất về khoa học và về kinh tế kể cả trước mắt và lâu dài. Song nguy hiểm nhất vẫn là các hình thức khai thác mang tính huỷ diệt. Ở hầu hết các vùng biển ven bờ (chỉ trừ tây Nam Bộ), đánh cá bằng thuốc nổ vẫn còn rất phổ biến, gây nên sự tàn phá rất lớn tới cấu trúc và sinh thái RSH. Việc sử dụng độc tố NaCN tương đối phổ biến ở Cô Tô, Bạch Long Vĩ, Côn Đảo ... gây ô nhiễm môi trường đáy, huỷ diệt quần xã, gây các tác động cực kỳ nguy hiểm và lâu dài. Nguồn lợi bào ngư hoàn toàn bị mất ở Cô Tô và Bạch Long Vĩ, có liên quan tới việc khai thác cá bằng chất độc trong khoảng 5 năm qua.

Do khai thác kiệt quệ và bằng các phương pháp huỷ diệt, cá rạn đã trở nên thưa thớt không đủ số lượng để duy trì cân bằng cho quần xã RSH. Hậu quả sinh thái chắc chắn sẽ xảy ra. Nhiều công trình nghiên cứu RSH của thế giới đã chứng minh việc giảm số lượng các loài cá ăn rong sẽ tạo điều kiện cho một số loài rong phát triển quá mức, gây hại cho một số sinh vật khác trước hết là SH cứng. Khai thác quá mức ốc tù và *Charonia tritons* sẽ làm mất nhân tố kiểm soát đối với loài sao biển gai *Acanthaster planci* - một kẻ thù nguy hiểm của san hô cứng.

Việc khai thác san hô cảnh để bán còn rất phổ biến ở Nam Trung Bộ và khu vực Quảng Ninh - Hải Phòng. Hoạt động này không chỉ làm giảm đa dạng về loài san hô trên các vùng rạn cụ thể mà còn gây ảnh hưởng tới cấu trúc quần xã RSH và tới *habitat* trên rạn. Ngoài ra, tốc độ sinh trưởng của san hô rất chậm (trung bình chỉ 1 - 2 cm/năm) vì thế khai thác san hô sống sẽ gây các bất lợi về tính cân bằng sinh thái trong một thời gian dài.

Tình trạng khai thác vật liệu san hô cho xây dựng cũng tác hại ở nhiều nơi. Các bãi triều san hô chết ở nhiều tỉnh miền trung đang bị đào xói. Ở những vùng này, cân bằng động lực bờ bị thay đổi và tình trạng xói lở bờ biển xảy ra. Khai thác bãi triều san hô chết còn làm mất ổ sinh thái của một số sinh vật đáy nguồn lợi như Hải sâm và Thân mềm đồng thời tăng cường sự lắng đọng trầm tích trên rạn gây hại cho san hô.

2.2. Hoạt động du lịch không hợp lý:

Du lịch biển tuy chỉ mới bắt đầu ở Việt Nam nhưng đã gây tác động xấu đối với RSH. Điều nguy hiểm là hiểu biết về du lịch sinh thái của các cơ sở làm du lịch còn rất thấp. Tại Hòn Mun (Nha Trang) nơi được đề xuất làm công viên biển, khai thác rạn cho du lịch lặn (có hoặc không thiết bị lặn SCUBA) đang rất nhộn nhịp. Mỗi ngày trong mùa du lịch trung bình có tới 10 tàu chở khách đến bơi lặn quanh đảo. Riêng việc thả

neo liên tục trên rạn của một số lượng lớn tàu thuyền đã tiêu diệt RSH trong thời gian ngắn. Rác thải cũng đang trở thành vấn đề trên các rạn xung quanh đảo. Với đà phát triển du lịch biển như hiện nay, rạn san hô ở các vùng khác sẽ chịu chung cảnh ngộ trong thời gian không xa.

2. 3. Ô nhiễm môi trường ven biển do các hoạt động trên bờ:

Các hoạt động trên bờ như chặt phá cây trên các đảo có san hô, khai hoang nông nghiệp vùng ven bờ, xây dựng và đô thị hoá (T.P Hạ Long, Cát Bà, T. P Nha Trang ...) nạo vét luồng lạch và các hoạt động giao thông - cảng, khai thác than (ở Quảng Ninh) và san hô chết (Khánh Hoà) ... đã đóng góp phần gia tăng độ đục đáng kể ở vùng ven bờ, gây ảnh hưởng trực tiếp cho RSH vùng Quảng Ninh - Hải Phòng và Nha Trang. Ngoài ra, ô nhiễm do dầu và phì dinh dưỡng đã xảy ra ở một số vùng.

a/ Ô nhiễm dầu ở Cát Bà - Hạ Long:

Các kết quả phân tích hàm lượng dầu trong nước ở Vụng Bèo, Cát Cò, Cửa Vạn, Dầu Bè (1994) đều thấy cao hơn 2 lần tới hơn 10 lần so với tiêu chuẩn quốc gia tạm thời quy định cho vùng nước tắm và nuôi trồng thuỷ sản. Hàm lượng này mới dừng ở mức hiện tại có khoảng 2.000 tàu lớn nhỏ qua lại và hoạt động trên vùng biển Cát Bà. Trong tương lai khi cụm cảng Quảng Ninh - Cát Bà - Trà Báu được nâng cấp cùng với việc phát triển du lịch Cát Bà - Hạ Long thì lượng dầu thải và các chất thải sinh hoạt thật sự trở thành mối đe dọa nguy hiểm cho các RSH Cát Bà - Hạ Long.

b/ Tác động do sự giàu dinh dưỡng ở vịnh Nha Trang (Khánh Hoà):

Nghiên cứu về tác động của các chất ô nhiễm hoá học chưa được nghiên cứu nhiều. Những số liệu ban đầu cho thấy, sự giàu dinh dưỡng trong nước đang tác động lên một số vùng rạn san hô, trong đó có Nha Trang.

Những nghiên cứu tổng quan các rạn san hô trong vịnh Nha Trang cho thấy sự khác nhau về mức độ suy thoái giữa phần phía bắc (Bắc Hòn Lớn, Mũi Nam, Bãi Tiên, Hòn Rùa, Đồng Đé) với phần phía nam vịnh (Hòn Mun, Bích Đàm, Hòn Một, Hòn Miêu). Các rạn ở phía Bắc suy thoái rất nhanh chóng và trầm trọng, san hô rất khó được phục hồi thay vào đó là sự phát triển mạnh của rong (trong đó có Rong mơ *Sargassum* và Cầu gai đen *Diadema*). Nghiên cứu so sánh vào 2 thời kỳ 1984 - 1988 ở Bãi Tiên - Hòn Rùa (bảng 38.) cho thấy sự giảm sút rất nhanh chóng cả về tính đa dạng và độ phong phú. Đồng thời vào thời kỳ nghiên cứu, Sao biển gai *Acanthaster planci* cũng phát triển đáng kể với khoảng cách trung bình giữa các cá thể là 2,5m, khối lượng trung bình là 508 g/con (180 đến 1.240 g).

Các số liệu so sánh về độ phủ của san hô, rong biển (thu được bằng phương pháp nghiên cứu điểm) và số lượng cầu gai *Diadema* (phương pháp khung vuông trên

Bảng 38. Biểu hiện suy thoái của các rạn san hô ở Bãi Tiên - Hòn Rùa.

Chỉ tiêu đánh giá	1984	1988
Số lượng loài	60	30
Độ phủ chung	31	01
Trong đó: - Dạng cành	20	
- Dạng khối	08	< 1
- Dạng phủ	03	<1

mặt cắt dọc) cho thấy sự khác nhau về hiện trạng RSH giữa 2 vùng bắc và nam vịnh Nha Trang (bảng 39). sự suy thoái nhanh chóng của quần xã san hô và khả năng phục hồi kém của các rạn ở phía bắc vịnh so với các vùng khác trong điều kiện chịu tác động khai thác gần như nhau là điều cần phải xem xét.

Bảng 39: So sánh độ phủ san hô, rong biển và số lượng cầu gai giữa bắc và nam vịnh Nha Trang.

Thông số	Bắc vịnh Nha Trang			Nam vịnh Nha Trang		
	Bãi Trũ	Mũi Nam	Bãi Tre	Hòn Mun	Hòn Một	Hòn Tâm
San hô (%)	0	8.1	0	26.7	11.3	0
San hô chết	40.0	1.4	12.0	37.0	44.0	27.4
Rong (%)	8.0	28.4	0	0	0	0
Rong Mỡ (%)	2.1	5.5	0	0	0	0
Cầu gai (con/m ²)	5.0	0.0	8.6	3.2	2.7	0.5

Những nghiên cứu về chất lượng môi trường cho thấy có sự khác biệt của hàm lượng các chất dinh dưỡng giữa phần phía bắc và phía nam vịnh (bảng 40). Vùng phía bắc đặc trưng bởi hàm lượng cao của NO_3 trong nước biển. Mặc dù hàm lượng *phosphate* xấp xỉ nhau giữa các vùng và không vượt quá $15 \text{ Mg PO}_4 - \text{P/l}$, nhưng sự ưu dưỡng là một thực tế ở phần phía Bắc. Sự trùng hợp giữa hiện tượng này với đặc trưng quần xã san hô cho phép nêu lên một giả thuyết.

Khi một số san hô hay một phần các tập đoàn san hô bị chết do tác động của con người, độ phủ của những vật không sống tăng lên. Trong điều kiện thủy vực giàu *nitrate*, rong biển là nhóm ưa NO_3 sẽ có sức cạnh tranh giá bám tốt nhất và phát triển trở nên ưu thế. Quá trình phục hồi của rạn bị hạn chế do không còn giá bám cho ấu trùng *planulae*. Trong khi đó, sự phục hồi của rạn chủ yếu nhờ vào sự hình thành những tập đoàn mới từ ấu trùng hơn là sự tái sinh của các tập đoàn còn sống sót

(Brown and Howard, 1985). Một số nghiên cứu cũng đã chỉ ra rằng trong hầu hết các trường hợp, sự ưu dưỡng gây chết hoặc làm suy giảm san hô không phải một cách trực tiếp do gây độc mà do sự cạnh tranh với rong biển về không gian và ánh sáng (Grigg and Dollar, in press).

Bảng 40 : Chất lượng nước biển ở các khu vực rạn san hô vịnh Nha Trang

	PO ₄ - P (mg/l)	NO ₃ - N (mg/l)	C.O.D. (mg O ₂ /l)
Tiêu chuẩn nước			
Thủy sản Trung Quốc	0.0150	0.100	3.00
Bãi Tiên-Hòn Rùa	0.0057	0.340	0.46
Bắc Hòn Lớn	0.0141	10.478	0.51
Nam Hòn Lớn	0,0104	0,148	0,53

Rong biển phát triển là một điều kiện thuận lợi cho Cầu gai đen *Diadema* - "động vật ăn cỏ" - phát triển theo và trở nên rất phong phú, chiếm giữ một diện tích lớn của nền đáy. Về địa hình thái học (*physiography*), quan hệ giữa san hô và Cầu gai đen chủ yếu được xác định bởi mâu thuẫn giữa động vật đáy sống bám và Cầu gai "ăn cỏ". Sự bám thành công của san hô chỉ diễn ra ở những nơi có địa hình gồ gề không thích hợp cho "động vật ăn cỏ" (Schulmacher, 1988). Tuy nhiên, sự làm sạch nền đáy nhờ Cầu gai tạo điều kiện cho sự bám của ấu trùng san hô trong một mức độ nhất định.

Hiện tượng bùng nổ của Sao biển gai ăn san hô *Acanthaster planci* cũng có thể là do tính ưu dưỡng của vực nước (Veron, 1990). Tuy nhiên, nếu cho đây là nguyên nhân chính gây suy thoái ở phía bắc vịnh Nha Trang thì không hợp lý. Bởi lẽ rạn bị tàn phá do sao biển gai sẽ được phục hồi nhanh chóng sau 4 - 5 năm và có thể trở lại trạng thái gần như trước suy thoái (Veron, 1990). Trong khi đó, cho đến năm 1993 sự phục hồi mới được ghi nhận ở một vài nơi (tây Hòn Rùa, Mũi Nam) với các đám nhỏ *Porites cylindrica* và *Fungia spp.*

Nhìn chung, tuy chưa đủ số liệu để đánh giá toàn diện tác động của điều kiện môi trường đối với rạn san hô ở vịnh Nha Trang, những kết quả bước đầu cũng cho thấy đã xuất hiện những nguy cơ đối với sự tồn tại của rạn, khu vực phía bắc vịnh Nha Trang có điều kiện môi trường khá đặc biệt với hàm lượng *nitrate* cao hơn hẳn vùng phía nam làm cho hệ sinh thái trở nên kém bền vững trước những tác động của con người. Một số hoạt động vô ý thức dù không nghiêm trọng lắm vẫn có thể gây ra những hậu quả khó lường.

Chương 5. ĐỀ XUẤT VIỆC SỬ DỤNG HỢP LÝ VÀ BẢO VỆ NGUỒN LỢI RẠN SAN HỒ VÙNG BIỂN VEN BỜ

I. CÁC GIÁ TRỊ CỦA RSH VÀ ĐỀ XUẤT VIỆC QUẢN LÝ, SỬ DỤNG HỢP LÝ

Trong các chương trên đã đề cập đến vai trò của san hô và RSH đối với đời sống kinh tế của nhân dân ven biển và vai trò sinh thái của chúng đối với môi trường biển nhiệt đới. Để sử dụng hợp lý HST RSH, trước hết cần có sự đánh giá đúng đắn các giá trị và vai trò của chúng.

Cần phải khẳng định lại một lần nữa, vai trò lớn nhất của RSH thuộc về ý nghĩa sinh thái học: là nguồn cung cấp dinh dưỡng cho thủy vực, *habitat* cho hàng loạt sinh vật, nơi bảo tồn sự đa dạng sinh học của vùng biển nhiệt đới. Các giá trị này tuy không mang lại hiệu quả kinh tế trông thấy nhưng có ý nghĩa kinh tế và khoa học vô cùng to lớn.

Giá trị mang tính truyền thống và dễ thấy là RSH cung cấp hàng loạt sinh vật có giá trị thực phẩm, mỹ nghệ, dược phẩm ... Sản lượng của chúng không lớn nhưng độc đáo và có giá trị rất cao. Ví dụ 1 kg tôm hùm hoặc bào ngư có giá trị tương đương hàng trăm kg cá thường. Đa số sinh vật này sống lâu năm, sinh trưởng chậm và thường sinh sản ở kích thước lớn. Trong khi đó, nhu cầu của thị trường nhiều hơn rất nhiều lần so với khả năng nguồn lợi tự nhiên và đôi khi lại ra chuồng các kích thước vừa và nhỏ. Việc khai thác quá mức đối với tất cả các vùng RSH là điều tất yếu xảy ra và đã diễn ra trong nhiều năm, gây hậu quả nghiêm trọng làm mất cân bằng sinh thái. Bên cạnh đó, việc khai thác tới tận khốc các loài có giá trị mỹ nghệ, trong đó có cả san hô đang xảy ra ở nhiều nơi trên suốt dải ven bờ, khai thác nguồn vật liệu xây dựng cũng đang được đẩy mạnh ở nhiều nơi, nhất là ở Trung Bộ nơi thiếu đá vôi tự nhiên. Như vậy, hầu hết những nguồn lợi do sinh vật RSH mang lại đều đã và đang bị khai thác bất hợp lý, thậm chí dùng cả các hình thức khai thác phản sinh thái và kinh tế như thuốc nổ, thuốc độc.

Một nguồn lợi có tiềm năng to lớn và đáng khuyến khích được khai thác là cảnh quan RSH cho du lịch, bước đầu phát triển có tính tự phát ở Nha Trang, song đã nhìn thấy trước những thảm họa cho RSH nếu không có quy định tốt và tổ chức lại.

Trước tác động của việc khai thác nguồn lợi và những thay đổi của điều kiện môi trường, rạn san hô càng ngày càng bị suy thoái nhiều hơn. Việc quản lý và bảo vệ nguồn lợi là một nhu cầu cấp thiết mà tất cả mọi người đều nhận thức được. Nhưng việc thực hiện lại không đơn giản trong điều kiện kinh tế xã hội hiện nay. Khi đời sống của nhân dân vùng ven biển còn thấp, trong cơ cấu tàu thuyền loại có công suất nhỏ chiếm ưu thế, không có khả năng ra khơi xa thì sức ép của hoạt động khai thác vẫn còn đe dọa sự tồn tại của các RSH và những qui định về bảo vệ nguồn lợi vẫn mang tính chất hình thức nhiều hơn là thực tiễn. Tuy nhiên, một số qui định vẫn có thể thực hiện được như cấm đánh bắt bằng chất nổ, chất độc, cấm khai thác san hô làm hàng mỹ

nghệ nếu các nhà chức trách cương quyết hơn và biết tổ chức hoạt động một cách hợp lý.

Từ những đặc điểm sinh học và nhu cầu thị trường, nguồn lợi sinh vật chỉ có thể được khai thác hợp lý bằng cách khống chế số lượng khai thác theo kiểu các quota cho người khai thác và người tiêu thụ hoặc xuất khẩu.

Việc quản lý nguồn lợi sinh vật trên các rạn là vấn đề phức tạp ở ven bờ Việt Nam. Điều kiện xã hội hiện nay có thể cho phép áp dụng kinh nghiệm của một số quốc gia đảo ở Thái Bình dương. Các tài nguyên rạn được chia cho các cộng đồng quản lý sử dụng (*Wells and Hanna, 1992*). Các nguồn lợi được kiểm soát theo các qui định truyền thống dưới sự lãnh đạo của những người đứng đầu cộng đồng. Hệ thống quản lý tài nguyên theo truyền thống đã được chấp nhận chính thức ở nhiều quốc gia. Ở Papua New Guinea, trên 90% đảo và vịnh rạn san hô được quản lý bởi những người chủ truyền thống và dưới sự bảo trợ của các cơ quan Nhà nước.

Phân vùng sử dụng cũng là một ý tưởng đang được sử dụng (*Wells and Hanna, 1992*). Điều này cho phép tránh mâu thuẫn giữa các hoạt động khai thác rạn khác nhau. Một số loại hình sử dụng đặc biệt là hình thành các vùng bảo tồn thiên nhiên biển (MPAs). Đối với nam Việt Nam, đây là vấn đề cấp bách nhằm giữ lại một phần hệ sinh thái và một phần các quần thể sinh vật nguồn lợi trong quá trình hoạt động kinh tế đang gia tăng nhanh chóng. Tính chất của các vùng MPAs có thể có mục tiêu khác nhau tùy thuộc vào tính chất của rạn san hô và điều kiện kinh tế - xã hội.

Nhiệm vụ quan trọng nhất của các vùng MPAs là duy trì sự tồn tại bền vững của hệ sinh thái và các loài bị đe dọa. Song song với sự phục hồi tự nhiên sau khi được bảo vệ, việc di chuyển các sinh vật quý hiếm đến khu bảo tồn cần được tiến hành có chọn lọc. Đối với ven bờ Việt Nam các loài cần quan tâm gồm bào ngư, Trai ngọc, một số loài Tôm hùm, Hải sâm, các loài trai ốc mỹ nghệ có giá trị cao. Chúng phải được theo dõi thường xuyên để xem xét khả năng thích nghi, phát triển, bổ sung nguồn giống cho thủy vực xung quanh và tác động của chúng đối với hệ sinh thái.

Ở một số MPAs, hoạt động du lịch biển, trong đó đặc biệt là du lịch bơi lặn cần được ưu tiên. Tuy nhiên, cần phải có sự quản lý chặt chẽ theo các qui định nhằm mang lại hiệu quả kinh tế và bảo vệ sự bền vững của hệ sinh thái.

MPAs còn là nơi thuận lợi để tiến hành nuôi trồng "biển mở". Đây là biện pháp nhằm sử dụng sự tồn tại của rạn với tư cách là một nguồn lợi và chủ động bảo vệ hữu hiệu nguồn lợi sinh vật. Tuy nhiên, điều cần chú ý là nuôi trồng sao cho không gây hại cho khu bảo tồn và đảm bảo giá trị kinh tế. Các đối tượng có thể chọn lựa tùy theo đặc điểm của rạn san hô ở mỗi vùng. Đối với các hoạt động nuôi trồng, việc nghiên cứu thiết lập một cân bằng sinh thái mới là rất cần thiết nhằm tránh cho HST kém bền vững trước những tác động tự nhiên và nhân tạo. Mặt khác, để bảo tồn lâu dài các

MPAs, kiểm soát môi trường phải được tiến hành liên tục nhằm phát huy tác động có lợi và hạn chế tác động bất lợi của các yếu tố môi trường.

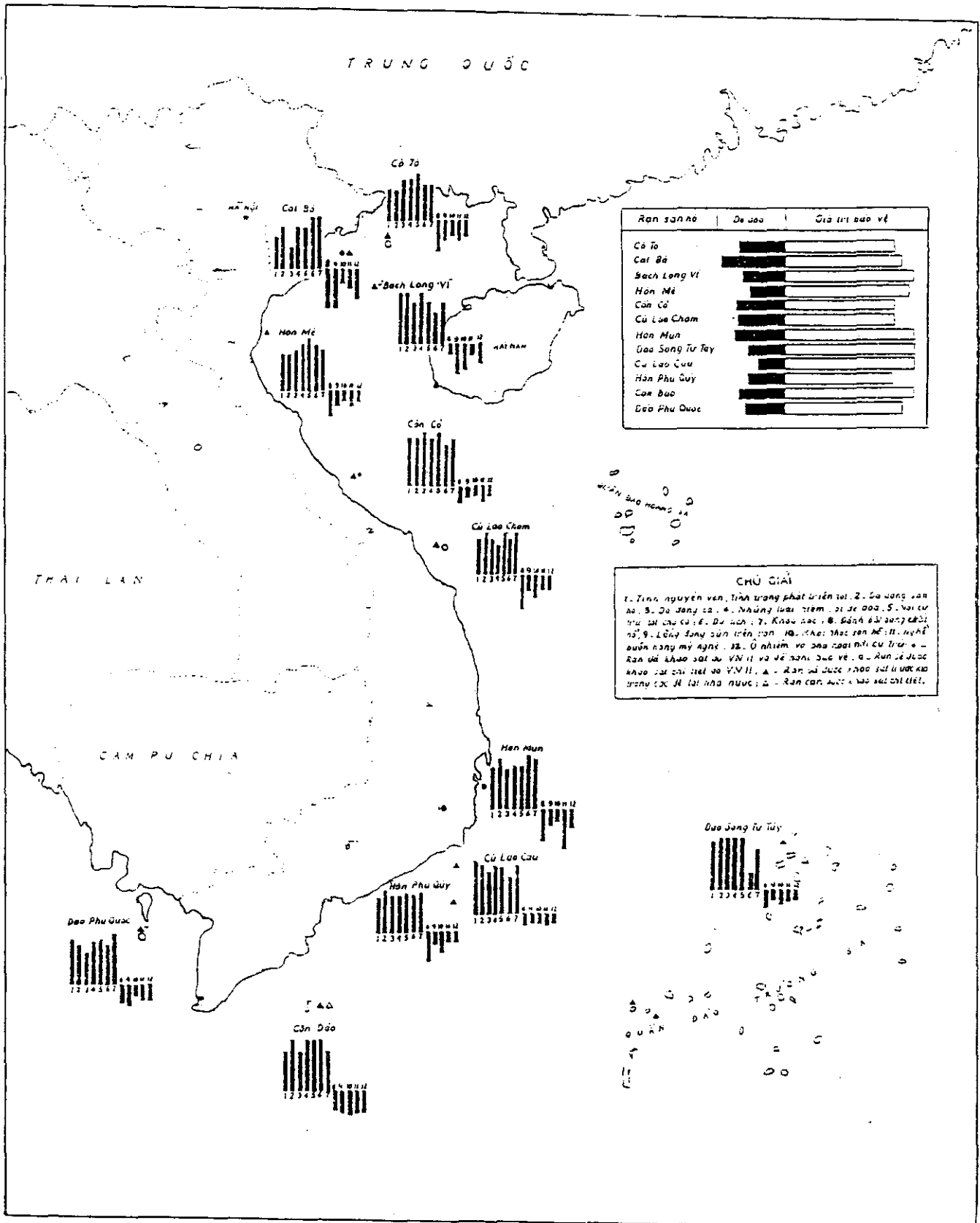
II. ĐỀ XUẤT VIỆC XÂY DỰNG CÁC KHU MPAS Ở VEN BỜ VIỆT NAM

Bảo vệ môi trường và nguồn lợi hải sản ven bờ rõ ràng đã là một yêu cầu bức xúc đối với nước ta. Cho đến 5/1994 Nhà nước đã ban hành 29 văn bản pháp quy bao gồm các văn bản luật và dưới luật để thực hiện việc quản lý vĩ mô (Hà Kỳ, 1994). Có ý nghĩa nhất là việc ban hành "*pháp luật bảo vệ và phát triển nguồn lợi thủy sản*" (25/4/1989) và thành lập "*Cục bảo vệ nguồn lợi thủy sản*" (20/4/1991). Bên cạnh đó, việc xây dựng "*Chiến lược kinh tế biển*" và "*chiến lược phát triển kinh tế - xã hội của ngành Thủy sản giai đoạn 1991 - 2000*" vấn đề bảo vệ môi trường và nguồn lợi hải sản được coi là một vấn đề quan trọng. Trong thời gian 1992 - 1993, Việt Nam đã xây dựng "*Chương trình bảo vệ đa dạng sinh học*" (BAP), cùng với WWF, đề tài đã đề xuất việc xem xét lại hệ thống khu bảo tồn biển của Việt Nam gồm 14 khu bảo tồn, cho tới nay đã khảo sát sơ bộ được 7 khu.

Căn cứ vào tài liệu "*Hướng dẫn xây dựng các khu MPAs*" của IUCN và vào kết quả khảo sát mặt rộng trong các năm 1992 - 1994, chúng tôi đề nghị xúc tiến xây dựng hệ thống khu bảo tồn thiên nhiên biển ven bờ gồm 14 khu vực sau:

1. Quần đảo Cô Tô (Quảng Ninh)
2. Cát Bà - Hạ Long (Cát Bà - Quảng Ninh)
3. Bạch Long Vĩ (Hải Phòng)
4. Hòn Mê (Thanh Hoá)
5. Côn Cỏ (Quảng Trị)
6. Cù Lao Chàm (Quảng Nam - Đà Nẵng)
7. Lý Sơn (Quảng Ngãi)
8. Vịnh Nha Trang (Khánh Hoà)
9. Cù lao Câu (Bình Thuận)
10. Phú Quý (Bình Thuận)
11. Côn Đảo (Vũng Tàu - Bà Rịa)
12. An Thới (Kiên Giang)
13. Thổ Chu (nt)
14. Nam Du (nt)

PHÂN HẠNG TƯƠNG ĐỐI GIÁ TRỊ BẢO VỆ VÀ ĐE ĐOÀ Ở 12 VÙNG RSH ĐÃ ĐƯỢC KHẢO SÁT TẠI BIỂN VIỆT NAM (*)



(*) Theo WWF, 1992

Phần IV

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

I. CÁC KẾT QUẢ ĐÃ ĐẠT ĐƯỢC CỦA ĐỀ TÀI.

1/ Khu hệ san hô cứng vùng biển ven bờ Việt Nam có thành phần loài phong phú. Mặc dù trong điều kiện hiện tại chưa thể nói là đã phát hiện được đầy đủ, song đã thống kê được khoảng 350 loài san hô cứng, cũng tương đương với số loài ở Great Barrier Reef của Australia. Trong số trên, đề tài đã phát hiện được thêm 77 loài mới cho khu hệ biển ven bờ Việt Nam. Nếu so sánh về tính đa dạng ở mức giống, khu hệ san hô biển ven bờ Việt Nam cũng đạt ở mức rất cao, chỉ hơi thấp hơn nơi đa dạng nhất ở trung tâm phát tán giống san hô Ấn Độ - Thái Bình dương.

2/ Sự phân bố thành phần loài của san hô cứng vùng ven biển không theo qui luật phân bố thông thường của động vật biển nói chung là thành phần loài tăng dần từ bắc xuống nam, mà cao nhất ở Nam Trung Bộ (Phạm vi từ mũi *Varella* tới mũi Cà Ná), giảm dần cả số lượng loài và giống về 2 phía nam và bắc, 2 vịnh Thái Lan và Bắc Bộ có số loài và giống thấp hơn cả. Căn cứ vào sự phân bố thành phần giống san hô tạo rạn, đã tiến hành vẽ các đường đẳng phân bố giống ở ven bờ Việt Nam và cả biển Đông: vùng nam Trung Bộ cùng với Trường Sa và Hoàng Sa nằm trong vùng có 60 - 70 giống, vùng Trung Trung Bộ và Đông Nam Bộ trong vùng 50 - 60 giống, vịnh Thái Lan và vịnh Bắc Bộ trong vùng 40 - 50 giống. Mức độ đa dạng về giống loài của các vùng có liên quan tới sự giao lưu trao đổi với trung tâm phát tán mà chế độ dòng chảy ở biển Đông là yếu tố chi phối, đồng thời liên quan đến mực nước biển trong quá khứ.

3/ Các nghiên cứu về đa dạng sinh học tại 7 vùng rạn san hô: Cò Tô, Cát Bà, Cù Lao Chàm, Hòn Mun, Hòn Cau, Côn Đảo và An Thới cho thấy sự đa dạng sinh học cao của các RSH so với các sinh cảnh xung quanh. Đặc biệt là đã phát hiện nhiều loài là động vật đặc sản, là nguồn gen quý hiếm để phát triển sản xuất và triển khai các ứng dụng công nghệ sinh học cho các địa phương. Các tư liệu của các đợt khảo sát là cơ sở khoa học cho việc thiết lập các khu MPAs vùng biển ven bờ Việt Nam.

4/ Quần xã sinh vật RSH vùng biển ven bờ nước ta có thành phần rất phong phú. Mặc dù việc định loại mới chỉ thực hiện được ở một số nhóm, song đã thống kê được gần 2.000 loài động thực vật thuộc thành phần quần xã RSH. Điều quan trọng là trong đó có rất nhiều loài có ý nghĩa kinh tế và khoa học thuộc nhóm loài quý hiếm. Đó là cơ sở quý báu để phát triển công nghệ sinh học và phát triển sản xuất. Ngoài ra, đa số các loài sống trên RSH có màu sắc sặc sỡ, tạo nên cảnh quan thiên nhiên độc đáo, là cơ sở để phát triển ngành du lịch biển.

5/ Các kết quả nghiên cứu các quá trình vận động trong HST RSH đã làm sáng tỏ thêm vai trò to lớn của san hô trong việc cung cấp dinh dưỡng cho vùng biển. Sức

sản xuất sơ cấp do các sinh vật trong RSH (đặc biệt san hô tạo rạn) rất cao, gấp hàng trăm lần so với vùng ngoài rạn. Cơ chế chuyển hoá năng lượng và vận động dinh dưỡng mang tính đặc thù, và tạo nên chu trình khép kín trong quá trình phát triển.

6/ Các RSH ven bờ nước ta đang chịu những áp lực rất lớn của việc khai thác quá mức nguồn lợi và bằng nhiều phương pháp khai thác mang tính huỷ diệt. Bên cạnh đó, nhiều tác động tiêu cực của tự nhiên và các hoạt động của con người cũng gây những nhiễu loạn và những tổn thất rất nặng cho các RSH ven bờ. Các tác động tiêu cực cùng với những khai thác sử dụng không hợp lý đã dẫn đến những suy thoái nghiêm trọng cho các RSH ven bờ, tiêu biểu là ở vịnh Nha Trang và vùng Cát Bà - Hạ Long.

7/ Căn cứ vào các kết quả khảo sát, đề tài đã bước đầu xác định 14 vùng có RSH *phát triển tốt* giữ vai trò quan trọng trong việc điều hoà cân bằng sinh thái cho các khu vực ven bờ là: Cô Tô, Cát Bà - Hạ Long, Bạch Long Vĩ, Hòn Mê, Côn Cỏ, Cù Lao Chàm, Lý Sơn, vịnh Nha Trang, Hòn Cầu, Phú Quý, Côn Đảo, An Thới, Thổ Chu, Nam Du.

II. MỘT SỐ KIẾN NGHỊ.

1/ Những hiểu biết về HST RSH ở nước ta mới ở bước đầu. Việc đánh giá đa dạng sinh học trên các RSH đối với tất cả các nhóm sinh vật quần xã là điều hết sức cần thiết, trên cơ sở đó mới có thể đánh giá nguồn lợi một cách chính xác và đặt cơ sở để nghiên cứu hệ sinh thái (đặc biệt các quá trình vận động). Vì thế trong thời gian tới cần đẩy mạnh các điều tra về tiềm năng nguồn lợi RSH trên quy mô lớn hơn và đầy đủ hơn. đồng thời đẩy mạnh hơn việc nghiên cứu các quá trình Sinh - Địa - Hoá của HST ở các vùng tiêu biểu, trên cơ sở đó đề xuất các giải pháp kỹ thuật, công nghệ để bảo vệ và khai thác, sử dụng có hiệu quả RSH.

2/ Trong tình hình nguồn lợi ven bờ và các RSH đang bị suy thoái mạnh do các tác động của hoạt động phát triển kinh tế, xã hội, cần xây dựng sớm một số MPAs đã có cơ sở tư liệu tương đối đầy đủ như Cát Bà - Hạ Long, Cô Tô, vịnh Nha Trang, Hòn Cầu, Côn Đảo,... Bên cạnh đó, cần tiếp tục khảo sát đánh giá đa dạng sinh học và xây dựng các bộ tư liệu theo tiêu chuẩn IUCN cho các vùng đã được phát hiện và đề nghị. Cố gắng tới năm 2000, Việt Nam có một hệ thống MPAs thực sự và hoạt động.

3/ Điều tra nghiên cứu san hô và HST RSH là một công việc đặc thù, đòi hỏi các trang thiết bị đặc chủng, đắt tiền và với quy trình kỹ thuật nghiêm ngặt & an toàn tuyệt đối. Cần có những đầu tư thích đáng về kinh phí để xây dựng một đội ngũ "*cán bộ khoa học - thợ lặn*" và các trang thiết bị đi kèm tương ứng, đủ điều kiện hoạt động, đáp ứng yêu cầu của nhiệm vụ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Nguyễn Tác An, 1989.* Năng suất sinh học vùng biển ven bờ Việt Nam và các điều kiện sinh thái của chúng. Luận án TS. M. 440 tr. (tiếng Nga)
- Nguyễn Tác An, 1994.* Năng suất sinh học vùng biển Việt Nam. Chuyên khảo biển Việt Nam, T. IV. Trung tâm KHTN & CNQG, Hà Nội, trang 502 -518.
- Lăng Văn Kên, 1991a.* San hô đá ở vùng biển Việt Nam. Tuyển tập Tài nguyên và Môi trường biển, tập I. Nhà xuất bản KHKT, trang 127 - 135.
- Lăng Văn Kên, 1991b.* San hô đá và các rạn san hô ở quần đảo Cát Bà. Tuyển tập Tài nguyên và Môi trường biển, tập I. Nhà xuất bản KHKT, trang 146 - 151.
- Lăng Văn Kên, 1994.* Hiện trạng và xu thế phát triển của các rạn san hô ở quần đảo Cát Bà - Long Châu (Hải Phòng). Tài nguyên và Môi trường biển, tập II. Nhà xuất bản KHKT, trang 126 - 130.
- Lăng Văn Kên, Nguyễn Duy Đạt, 1994.* Các loài thân mềm chân bụng (Gastropoda) sống trên các rạn san hô vùng Quảng Ninh - Hải Phòng. Tài nguyên và Môi trường biển, tập II. Nhà XB KHKT, trang 137 -140.
- Hà Kỳ 1994.* Một số vấn đề chính sách bảo vệ và phát triển nguồn lợi Việt Nam. Hội thảo Quốc gia về môi trường và phát triển nuôi trồng thủy sản. Hải Phòng 17 - 19/5/1994
- Phạm Văn Thom 1980.* Các đá trầm tích thu thập trên phần phía Nam vùng thềm lục địa Việt Nam. Báo cáo đề Tài Thuận Hải - Minh Hải.
- Chu Văn Thuộc, 1994.* Thành phần loài thực vật phù du trên các rạn san hô vùng Cát Bà - Long Châu, Hải Phòng. Tài nguyên và Môi trường Biển, tập II. Nhà XB KHKT, trang 131 - 136.
- Phạm Đình Trọng, 1994.* Về nguồn gen giun nhiều tơ (Polychaeta) trên các rạn san hô quần đảo Cát Bà - Long Châu (Hải Phòng). Tài nguyên và Môi trường biển, tập II. Nhà XB KHKT, trang 146 - 150.
- Nguyễn Văn Tiến, 1994.* Thành phần loài rong biển đảo Long Châu (Hải Phòng). Tài nguyên và Môi trường biển, tập II. Nhà XB KHKT, trang 111 - 113.
- Nguyễn Văn Viết, 1985.* Đặc điểm khí hậu vùng biển Việt Nam, Bộ tư lệnh Hải Quân, Trang 1 - 215.
- Nguyễn Huy Yết, 1989.* San hô và rạn san hô bờ Tây vịnh Bắc Bộ. Tạp chí Hải Quân 6 (143). Trang 35 - 36.

- Nguyễn Huy Yết, 1990.* San hô cứng ven bờ Tây bắc vịnh Bắc Bộ, hiện trạng và vấn đề bảo vệ tài nguyên rạn san hô. Báo cáo của hội nghị KHKT ngành thủy sản 1986 - 1990. Hà Nội.
- Nguyễn Huy Yết, 1991a.* Cấu trúc rạn và độ phủ san hô sống trên các rạn san hô ven bờ Tây vịnh Bắc Bộ. Tuyển tập báo cáo khoa học, Hội nghị toàn quốc về Biển lần thứ 3, tập I. Hà Nội, trang 352 - 358.
- Nguyễn Huy Yết, 1991b.* Một số dẫn liệu về san hô tạo rạn ở cụm đảo Song Tử thuộc quần đảo Trường Sa. Tài nguyên và Môi trường biển, tập I. Nhà XB KHKT, trang 135 - 146.
- Nguyễn Huy Yết, 1993.* Kết quả nghiên cứu san hô đá và các rạn san hô vùng biển ven bờ Việt Nam. Tuyển tập báo cáo khoa học Hội thảo Quốc gia "Nghiên cứu và quản lý vùng ven biển Việt Nam". VKHVN/UB IOC VN, trang 60 - 66.
- Nguyễn Huy Yết, 1994a.* Hệ sinh thái rạn san hô biển Việt Nam. Chuyên khảo biển Việt Nam, tập IV. Trung tâm KHTN và CNQG. Hà Nội, trang 387 - 420.
- Nguyễn Huy Yết, 1994 b.* Thành phần loài và phân bố của cua biển trên các rạn san hô vùng quần đảo Cát bà (Hải Phòng). Tài nguyên và Môi trường biển, tập II. Nhà XB KHKT, trang 141 - 144.
- Nguyễn Huy Yết, 1995.* Kết quả nghiên cứu hệ sinh thái san hô và xác định các khu bảo tồn thiên nhiên biển Việt Nam. Tạp chí HDKH, Bộ KH-CN và MT, số 6. Trang 22 - 23.
- Nguyễn Huy Yết, Lăng Văn Kèn, 1995.* Thành phần loài và sự phân bố của san hô vịnh Hạ Long. Báo cáo của Hội nghị khoa học Sinh vật biển lần thứ nhất, Nha Trang 10/1995.
- Nguyễn Huy Yết và nnk, 1991.* Điều tra thống kê nguồn gen trên các rạn san hô vùng biển Quảng Ninh - Hải Phòng, đề xuất phương hướng sử dụng hợp lý và bảo vệ nguồn lợi. Báo cáo khoa học lưu trữ tại phân viện HDH tại Hải Phòng.
- Nguyễn Huy Yết và nnk, 1995.* Nghiên cứu sử dụng hợp lý hệ sinh thái rạn san hô vùng biển ven bờ Việt Nam. Báo cáo của đề tài KT - 03 - 11, chương trình biển giai đoạn 1991 - 1995.
- Nguyễn Huy Yết, Võ Sỹ Tuấn, 1990.* Nghiên cứu sinh thái rạn san hô vùng biển ven bờ Việt nam, đề xuất biện pháp sử dụng hợp lý và bảo vệ nguồn lợi. Báo cáo tổng kết đề tài 48B - 04 - 02. Chương trình biển giai đoạn 1986 - 1990.
- Brown B. E., Howard 1985.* Assessing the effects of "stress" on reef corals. In: Advances in Marine Biology. Vol. 22. Academic Press Inc. (London) Ltd.
- Chou I. M., Alino P. M., 1992.* An underwater guide to the South China sea. Times Edit., p. 1 - 144.

- Connel* 1973. Population ecology of reef - building corals. Biol. and Geol. of reef corals. No. 2:20 - 24.
- Dawydoff C. M., 1952*: Contribution à L'etude des invertébrés de la faune marine benthique de L'Indochine. Bull. Biol. France et Belg., No 32., p. 1- 158.
- Glynn*1973. Aspects of the ecology of coral reefs in the western Atlantic region. In: Biol. and Geol. of Coral reefs. 2. New York, London. 214 - 237.
- Gurianova E.F.& Chang Huu Phuong, 1972*. Intertidal zone of the Tonking Gulf. In: The fauna of the Tonking Gulf and conditions of life in it. Leningrad, 179 - 197.
- IUCN., 1988*: Coral reefs of the World. Vol. 2, p. 1 - 389.
- IUCN., 1988*: Coral reefs of the World. Vol. 3, p. 43 -174.
- IUCN., 1992*: Guidelines for Establishing Marine Protected Areas. p. 1 - 90.
- Kinsman D. J. J., 1965*: Reef coral tolerance of high temperatures and salinities. Inter. Indian Ocean Exp. (IIOE), Coll. Pepr. III. UNESCO, p. 289.
- Krempf A., 1929*: Rapport sur le fonctionnement du service Océanographique des Pêches de L'Indochine pendant L'année 1928 - 1929. Note serv. Océan. Pêches Indochine, No 13.
- Latypov Yu. Ya., 1986*: Coral communities of the Namsu islands (Gulf of Siam, South China sea). Mar. Ecol. Progr. Ser. Vol. 29. p. 261 - 270.
- Loya Y., 1978*: Plotless and transect methods. UNESCO. Monogr. Oce. Method, 5. p. 197 - 218.
- Loya Y., Slobodkin L. B., 1971*: The coral reefs of Eilat (Gulf of Eilat, Red sea). Symp. Zool. Lond. No 28. p. 117 - 139.
- Marzalek D. S. 1981*. Impact of dredging on subtropical community, Southeast Florida. 4 th Inter. Coral Reef Sym.
- Meith N. and Helmer M.1983*. Mar. Env: and Coast. Res. in Southeast Asia: A threatened Heritage. OCEAN. Yearbook 4. Int. Ocean Ins. The Univ. of Chicago Press: 180 - 185
- McCloskey L. R., Wethey D. S., Porter J. N. 1978*. The measurements and interpretation of photosynthesis and respiration in reef corals. Monogr. Oceanogr. Methodol., Vol. 5: 283 - 287.
- Muscantine L. 1967*. Glycerol excretion by symbiotic algae from corals and Tridacna and its control by the host. Science, No. 156:180 - 185
- Muscantine 1973*. Nutrition of corals. Biol. and Geol. of coral reefs. Vol. 2, Biol. N. Y. Press. 77 - 115.
- Odum E.P.,1978*. *Cơ sở sinh thái học*. NXB Đại học và Trung học chuyên nghiệp. Hà Nội, hai tập: 750 trang.

- Sorokin Iu. I., 1973:* Microbiological aspects of productivity of coral reef ecosystems. Biology and geology of coral reef. V. I., N. Y. London acad. Press. p. 17 -45.
- Sorokin Iu. I., 1977:* Quần xã san hô. Sinh học Hải dương, T. 2. Năng suất sinh học các đại dương. M. 133 - 155(tiếng Nga)
- Sorokin Iu. I. 1979:* Sinh khối và trao đổi chất của các mành và tảo cộng sinh ở vài loài san hô tạo rạn. DAM, CCCP, T. 284, No. 4:1010 - 1013 (tiếng Nga).
- Sorokin Iu. I., 1991:* Parameters of productivity and metabolism of coral reef ecosystem off central Vietnam. Estuary coastal and shelf Sciences, 33, p. 159 - 280.
- Stoddart D. R., 1974:* Post hurrique changes on the British Honduras reefs. Resurvey of 1972. Proc. 2nd Internat. Coral Reef Sym. Brishane: 170 - 178.
- Tran Ngoc Loi, 1962:* Ecologie de la Baie de Nha Trang. Annale de la Faculte de Science.
- UNESCO, 1985:* Coral Taxonomy. UNESCO report on Marine Science. 33, 1985.
- UNESCO - COMAR/UNEP, 1986:* Coral Taxonomy research workshop and advanced training course. Bolinao Philippines.
- Veron J. E. N., 1980:* Hermatypic Scleractinia of Hong Kong an annotated list of species. Procc. First Inter. Mar. Biol. Worshop, Hong Hong Univ. Press. p., 111-125.
- Veron J. E. N., 1986:* Corals of Australia and the Indo - Pacific. Argus and Robertson Publ. Sydney, Lon Don, p. 1 - 664.
- Veron J. E. N., 1992:* Hermatypic corals of Japan. Aust. Inst. Mar. Sci. Monogr. Ser. Vol. 9, p. 1 - 234.
- Veron J. E. N., 1993:* A biogeographic database of Hermatypic corals. Species of the Central Indo - Pacific genera of the World. Aust. Inst. Mar. Sci. Monogr. Ser., Vol. 10, p. 1 - 433.
- Veron J. E. N., 1995:* Corals in space and time. The Biogeography and Evolution of the Scleractinia VNSW press.T. J., 1979 p., 1 - 321.
- Veron J. E. N., Done T.J.,1979 :* Corals and coral communities of Lord Howe Island. Aust. J. Mar. Freshwater Res. 30, p. 203 - 236.
- Veron J. E. N., Hodgson G. A., 1989:* Annotated checklist of the hermatypic corals of the Phillipines. Pac. Sci., 43 (3). p. 234 - 287.
- Veron J. E. N., Pichon M., 1976:* Scleractinia of Eastern Australia Pt. I - Families Thamnastreidae, Astrocoeniidae, Pocilloporidae. Aust. Inst. Mar. Sci. Mongr. Ser., Vol. 1. p. 1 - 86.
- Veron J. E. N., Pichon M., 1980:* Scleractinia of Eastern Australia Pt. III - Families Agariciidae, Siderastreidae, Fungiidae, Oculinidae, Merulinidae, Pectiniidae,

- Caryophylliidae, Dendrophylliidae. Aust. Inst. Mar. Sci. Mongr. Ser. Vol. 4, p. 1 - 422.
- Veron J. E. N., Pichon M., 1982: Scleractinia of Eastern Australia Pt. IV - Family Poritidae. Aust. Inst. Mar. Sci. Mongr. Ser. Vol. 5, p. 1 - 159.*
- Veron J. E. N., Pichon M., Wijsman - Best M., 1977: Scleractinia of Eastern Australia Pt. II - Families Faviidae, Trachyphyllidae. Aust. Inst. Mar. Sci. Mongr. Ser. Vol. 3. p. 1 - 233.*
- Veron J.E.N., Wallace C. C., 1984: Scleractinia of Eastern Australia pt. V - Family Acroporidae. Aust. Inst. Mar. Sci. Mongr. Ser. Vol. 6, p. 1 - 485.*
- Võ Sĩ Tuan, Nguyen Huy Yet, 1995: Coral reefs and reef building corals of Viet Nam. Collection of Marine Research Works. VI (in press).*
- Wells S. M., Price A. R. G., 1992: Coral reefs - Valuable but vulnerable. WWF International Discussion Paper. p. 1 - 39.*
- Zou R. L., 1975a: Studies on the corals of the Xisha Islands. Stud. Mar. Sin. 12.*
- Zou R. L., 1975b: reef building corals in Shallow water around Hainan Island. Sci. Publ. Ser. China Sci. Publ. House, Peking, p. 1 - 66.*

Phụ lục 1.

DANH MỤC SAN HỒ CỦA 4 VÙNG BIỂN VIỆT NAM

Taxon	VBB	BTB	NTB	ĐNB	TNB
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
phylum COELENTERATA					
Class Anthozoa					
Order Scleractinia					
Fam. Astrocoeniidae					
Stylocoeniela guentheri B. - Smith	+		+		
Fam. Pocilloporidae					
Pocillopora damicornis (L.)	+	+	+	+	+
P. verrucosa (Ell. et Sol.)	+	+	+	+	+
P. eydouxi Edw. et H.	+	+	+	+	
P. meandrina Dana		+		+	+
P. woodjonesi Vau.			+		+
Seriatopora hystrix Dana			+	+	+
S. caliendrum Ehr.			+		
Stylophora pistilata Esper	+	+	+	+	+
Madracis kirbyi V. & P.	+		+	+	+
Fam. Acroporidae					
Montipora monasteriata (For.)		+	+		
M. turtlensis Veron et Pichon	+				
M. tuberculosa (Lam.)	+		+		
M. hoffmeisteri Wells			+	+	
M. millepora Cros.		+	+	+	+
M. turgescens Ber.	+		+		+
M. spongodes Ber.	+		+		
M. undata Ber.	+		+		
M. danae Edw. et H.	+	+	+		
M. verrucosa (Lam.)	+	+	+	+	
M. floweri Wells	+				
M. foveolata (Dana)	+				
M. peltiformis Ber	+				
M. venosa (Ehr.)	+	+	+	+	+
M. caliculata (Dana)	+		+		
M. angulata (Lam.)		+	+		+
M. digitata (Dana)	+	+	+	+	+
M. hispida (Dana)	+		+		+
M. efflorescens Ber.		+	+		+
M. nodosa (Dana)	+		+	+	
M. informis Ber.	+	+	+	+	+
M. foliosa (Pallas)			+		+
M. aequituberculosa Ber.	+	+	+		
M. marshalensis Wells					+
M. elschneri Vau.	+				+
M. spummosa (Lam.)				+	

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
M. aequituberculosa Ber.	+	+	+	+	+
Acropora palifera (Lam.)	+		+	+	+
A. humilis (Dana)	+		+	+	+
A. gemmifera (Brook)	+	+			
A. samoaensis (Brook)	+	+	+		+
A. digitifera (Dana)	+		+	+	+
A. bushyensis V. & P.	+				
A. glauca (Brook)	+				
A. robusta (Dana)	+	+	+	+	+
A. danai (Edw. & H.)			+		+
A. nobilis (Dana)	+	+	+	+	+
A. grandis (Brook)	+		+	+	
A. formosa (Dana)	+	+	+		
A. acuminata (Verrill)	+	+			
A. palmerae Wells	+				
A. valenciennesi (Edw. & H.)	+	+	+		+
A. microphthalma (Verrill)	+		+	+	
A. kirstyae Veron & Wallace				+	
A. horrida (Dana)	+				
A. vaughani Wells			+		
A. austera (Dana)	+				
A. aspera (Dana)	+		+	+	+
A. pulchra (Brook)	+		+	+	
A. millepora (Ehr.)	+	+	+	+	+
A. tenuis (Dana)	+		+		+
A. selago (Studer)	+	+	+	+	+
A. yongei Veron & Pichon	+		+		
A. cytherea (Dana)	+	+	+	+	+
A. paniculata Verrill		+			
A. hyacinthus (Dana)	+	+	+	+	+
A. anthocersis (Brook)	+				
A. latistella (Brook)	+				
A. aculeus (Dana)		+	+		
A. cerealis (Dana)	+		+	+	+
A. nasuta (Dana)			+	+	+
A. valida (Dana)	+		+		+
A. luttkeni Cros.	+				
A. secale (Studer)		+	+		
A. clathrata (Brook)	+		+		
A. divaricata (Dana)	+	+	+		
A. echinata (Dana)			+		
A. subgrabra (Brook)			+		
A. longicyanthus (Edw. & H.)		+	+	+	
A. loripes (Brook)			+		
A. granulosa (Edw. & H.)			+	+	
A. florida (Dana) 100	+	+	+		+
A. sarmentosa (Brook)	+		+		
A. verweyi Veron & Wallace			+		
A. carduus (Dana)			+	+	
A. spicifera (Dana)	+	+			

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>Astreopora gracilis</i> Ber.		+	+	+	+
<i>A. myriophthalma</i> (Lam.)	+	+	+	+	+
<i>A. ocellata</i> Ber.	+		+		+
Fam. : Poritidae					
<i>Porites solida</i> (Forsk.)	+		+	+	
<i>P. lobata</i> Dana	+	+	+	+	+
<i>P. murrayensis</i> Vau.	+		+	+	+
<i>P. australiensis</i> Vaughan	+		+	+	+
<i>P. lutea</i> Edw. & H.	+	+	+	+	+
<i>P. stephensoni</i> Cros.	+				+
<i>P. mayeri</i> Vaughan	+		+		
<i>P. densa</i> Vaughan	+				+
<i>P. cylindrica</i> Dana			+	+	
<i>P. nigrescens</i> Dana	+		+	+	
<i>P. lichen</i> Dana	+	+	+		
<i>P. annae</i> Cros.	+			+	
<i>P. vaughani</i> Cros.	+		+		
<i>P. rus</i> (For.)	+		+		
<i>P. cumulatus</i> Nemenzo	+				
<i>Goniopora djiboutiensis</i> Vau.	+	+	+		+
<i>G. stokesi</i> Edw. et H.	+		+		+
<i>G. lobata</i> Edw. & H.	+	+	+	+	+
<i>G. columna</i> Dana	+	+	+		+
<i>G. elipsensis</i> V. & P.		+			
<i>G. tenuidens</i> Quench			+		
<i>G. fruticosa</i> Saville-Kent		+			
<i>G. stuchburyi</i> Welis	+				+
<i>G. duofasciata</i> Thiel	+				
<i>G. minor</i> Cros.		+	+		
<i>G. palmensis</i> Veron & Pichon				+	
<i>G. pandoraensis</i> V. & P.		+	+		+
<i>Alveopora allingi</i> Hoff.	+		+	+	+
<i>A. catalai</i> Wells			+		
<i>A. spongiosa</i> Dana		+			
<i>A. gigas</i> Veron		+			
Fam. : Siderastreidae					
<i>Pseudosiderastrea tayamai</i> Y. & S.	+	+		+	+
<i>Psammocora contigua</i> (Esper)	+	+	+	+	+
<i>P. nierstraszi</i> V. d. Horst	+		+	+	+
<i>P. superficialis</i> Gar.	+	+	+		
<i>P. explanata</i> V. d. Horst					+
<i>P. digitata</i> Edw. & H.	+		+	+	+
<i>P. Profundacella</i> Gar.	+		+	+	+
<i>P. hameiana</i> Edw. & H.		+			+
<i>Coscinarea exesa</i> Dana	+		+		
<i>C. columna</i> (Dana)	+	+	+		+
<i>C. crassa</i> Veron & Pichon			+		

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Fam. Agariciidae					
<i>Pavona cactus</i> (For.)	+	+	+	+	+
<i>P. decussata</i> (Dana)	+	+	+	+	+
<i>P. explanulata</i> (Lam.)	+	+	+		+
<i>P. clavus</i> (Dana)	+	+	+	+	+
<i>P. minuta</i> Wells	+		+		+
<i>P. varians</i> Verrill	+	+	+		
<i>P. venosa</i> (Ehr.)		+	+		
<i>P. mandivensis</i> (Gar.)					+
<i>P. frondifera</i> Lam.			+		+
<i>Pachyseris speciosa</i> (Dana)	+	+	+	+	
<i>P. rugosa</i> (Lam.)	+	+	+	+	
<i>Leptocerus explanulata</i> Y. & S.			+		+
<i>L. mycetoceroides</i> Wells	+		+		
<i>L. hawaiiensis</i> Vau.			+		
<i>L. yabeyi</i> (Pillai & Sch.)			+		
<i>Gardinocerus planulata</i> (Dana)			+		
<i>Coeloseris mayeri</i> Vaughan			+		
<i>Diaseris distorta</i> (Michelin)			+		
Fam. Fungiidae					
<i>Cycloseris patellioformis</i> B.			+		
<i>C. cyclorites</i> (Lam.)			+		
<i>Fungia fungites</i> (L.)	+		+	+	+
<i>F. corona</i> dodderlein	+				
<i>F. danai</i> Edw. & H.	+		+		+
<i>F. repanda</i> Dana	+	+	+	+	
<i>F. concinna</i> Verrill				+	
<i>F. granulosa</i> Klunz.	+				
<i>F. scutaria</i> Lam.			+	+	
<i>F. paumotensis</i> Studer			+		+
<i>F. echinata</i> (Pallas)			+	+	+
<i>F. klunzingeri</i> Dana	+				
<i>F. moluccensis</i> V. d. Horst			+		+
<i>Herpolitha limax</i> (Hout.)	+	+	+	+	+
<i>Polyphyllia talpina</i> (Lam.)	+	+	+		+
<i>Halomitra robusta</i> Quelch	+			+	
<i>H. pileus</i> (Lam.)	+				
<i>Sandalolitha robusta</i> (Quelch)	+		+		
<i>Lithophyllon edwardsi</i> R.	+	+	+		+
<i>L. levistei</i> Nemenzo	+	+			
<i>Podobacea crustacea</i> (Pallas)	+	+	+	+	+
Fam. Oculinidae					
<i>Galaxea astreata</i> (Lam.)	+	+	+	+	+
<i>G. fascicularis</i> (L.)	+	+	+	+	+
Fam. Pectinidae					
<i>Echinophyllia aspera</i> (Edw. & H.)	+	+	+	+	
<i>E. orpheensis</i> Veron & Pichon	+		+		

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>E. echinata</i> (Saville-Kent)	+		+	+	
<i>E. echinoporoides</i> Veron & Pichon		+	+	+	
<i>Oxypora lacera</i> Verrill	+		+		
<i>Mycedium elephantotus</i> (Pallas)	+	+	+		
<i>Pectinia lactuca</i> (Pallas)	+		+		
<i>P. paeonia</i> (Dana)	+	+	+	+	
<i>P. alcornis</i> (Savile Kent)			+	+	
Fam. Mussidae					
<i>Cynarina lacrymalis</i> (Edw. & H.)	+		+		
<i>Scolymia vitiensis</i> (Brook)		+	+	+	
<i>Acanthastrea echinata</i> (Dana)		+	+	+	+
<i>A. hillae</i> Wells			+	+	
<i>Lobophyllia hemprichi</i> (Ehr.)	+	+	+	+	+
<i>L. corymbosa</i> (Forscal)	+		+		+
<i>L. hattae</i> Y.S. & E.	+	+	+	+	+
<i>Symphyllia radians</i> Edw. & H.	+	+	+	+	+
<i>S. recta</i> (Dana)	+	+	+	+	+
<i>S. agaricia</i> Edw. & H.	+		+	+	
<i>S. valenciennesi</i> Edw. & H.	+		+		+
Fam. Faviidae					
<i>Caulastrea tumida</i> Mathai	+		+	+	
<i>Favia stelligera</i> (Dana)	+	+		+	+
<i>F. laxa</i> Klunz.	+		+	+	+
<i>F. favus</i> (Fors.)	+		+	+	+
<i>F. pallida</i> (Dana)	+	+	+	+	+
<i>F. rotumana</i> (Gar.)	+		+	+	+
<i>F. speciosa</i> (Dana)	+	+	+	+	+
<i>F. matthai</i> Vaughan	+		+		+
<i>F. maxima</i> Veron & Pichon	+	+	+	+	+
<i>F. lizardensis</i> V. & P.	+		+		+
<i>F. marina</i> Nemenzo	+		+		+
<i>F. veroni</i> Moll & Borel-Best		+	+		
<i>Barabatoia amicorum</i> E. & H.	+		+	+	
<i>Favites chinensis</i> (Verrill)	+		+		+
<i>F. abdita</i> (Ellis & Solander)	+	+	+	+	+
<i>F. halicora</i> (Ehr.)		+	+	+	+
<i>F. flexuosa</i> (Dana)	+	+	+	+	+
<i>F. rotundata</i> Veron & Pichon			+		+
<i>F. complanata</i> (Ehr.)	+		+	+	
<i>F. pentagona</i> (Esper)	+			+	
<i>Goniastrea retiformis</i> (Lam.)	+	+	+	+	+
<i>G. edwardsi</i> chevalier		+	+		+
<i>G. aspera</i> Verrill	+	+	+	+	+
<i>G. pectinata</i> (Ehr.)	+	+	+	+	+
<i>G. favulus</i> (Dana)	+				
<i>G. australiensis</i> (Edw. & H.)			+		
<i>Platygrya daedalea</i> (Edw. & H.)	+	+	+	+	+
<i>P. lamellina</i> (Ehr.)	+	+	+	+	+

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>P. pini</i> Ch.	+	+	+	+	+
<i>P. sinensis</i> (Edw. and H.)	+	+	+	+	+
<i>Australogyra zelli</i> V. P. & B.	+				
<i>Leptoria phrygia</i> (Ell. et Sol.)	+	+	+	+	+
<i>Oulophyllia crispa</i> (Lam.)	+	+	+		+
<i>O. benettae</i> (V., P. & W.-Best)			+	+	
<i>Hydnophora microconos</i> (Lam.)	+	+	+	+	+
<i>H. rigida</i> (Dana)			+	+	+
<i>H. exesa</i> (Pallas)	+	+	+	+	+
<i>Montastrea curta</i> (Dana)	+	+	+	+	+
<i>M. valenciennesi</i> (E. & H.)	+	+	+	+	
<i>M. magnistellata</i> Che.		+		+	
<i>M. anuligera</i> (Edw. & H.)			+	+	
<i>Plesiastrea versipora</i> (Lam.)	+	+	+	+	+
<i>Diploastrea heliopora</i> (Lam.)		+	+	+	+
<i>Leptastrea inaequalaris</i> (Klunz.)	+				
<i>L. transversa</i> Klunzinger	+	+	+	+	+
<i>L. bottae</i> Edw. et H.	+				
<i>L. purpurea</i> (Dana)	+	+	+	+	+
<i>L. pruinosa</i> Cros.	+	+	+		+
<i>L. immensa</i> Klunz.	+				
<i>Cyphastrea serailia</i> (Forscal)	+	+	+		+
<i>C. chancidicum</i> (Fors.)	+	+	+	+	+
<i>C. microphthalma</i> (Lam.)	+			+	
<i>Echinopora lamellosa</i> (Esper)	+	+	+	+	+
<i>E. gemmacea</i> (Lam.)	+	+	+	+	
<i>E. hirsutissima</i> Edw. & H.			+		+
<i>Oulastrea alta</i> Nem.	+				
<i>O. crispata</i> (Lam.)		+			
Fam. Trachyphyllidae					
<i>Trachyphyllia geoffroyi</i> (Au.)			+	+	
Fam. Merulinidae					
<i>Merulina ampliata</i> (Ell. et Sol.)	+	+	+	+	
<i>M. scabricula</i> Dana			+		
Fam. : Caryophyllidae					
<i>Euphyllia grabrescens</i> (Ch. & Ey.)	+	+		+	
<i>E. fimbriata</i> (Spengler)	+		+		+
<i>E. ancora</i> Veron & Pichon		+	+	+	
<i>Catalaphyllia jardinei</i> (Saville-Kent)			+		
<i>Pterogyra sinuosa</i> (Dana)		+	+	+	+
<i>Physogyra lichtensteini</i> (Edw. & H.)			+	+	
<i>Flabellum stokesi</i> Edw. & H.			+		
<i>Culisia stellata</i> (Dana)	+		+		
<i>Heterocyathrus aequicostatus</i> Edw. & H.			+		+
Fam. : Dendrophyllidae					
<i>Turbinaria frondens</i> (Dana)	+	+	+	+	+

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
T. peltata (Dana)	+	+	+	+	+
T. patula (Dana)					+
T. mesenterina (Lam.)	+	+			+
T. reniformis Ber.	+	+	+	+	+
T. stellulata (Lam.)	+				
T. diversa Nemenzo	+				
T. bifrons Brug.	+				+
T. conspicua Ber.		+	+		
T. radicalis Bernard					+
Duncanopsammia axifuga (Edw. & H.)	+		+		+
Heteropsammia cochlea (Spengler)					+
Dendrophyllia gracilis Edw. & H.	+		+		
D. sphaeurica Nemenzo	+				+
D. horsti Gar. & Vaughan	+			+	
D. robusta (Bourne)			+		
D. arbuscula V. d. Horst					+
D. japonica Rehberg				+	+
D. cornigera Lam.		+			
D. aculeata sp. nov. (Latypov)				+	
Balanophyllia gemmifera Klunz.	+		+		
B. cumingii Edw. & H.	+				+
Tubastrea aurea (Quoy & Gaimard.)			+	+	+
T. diaphanta (Dana)		+	+	+	+
T. micranthus (Ehr.)	+		+	+	+
T. coccinea (Erh.)	+	+	+	+	+
Order Coenothecalia					
Fam. Helioporidae					
Heliopora coerulea (Pallas)		+			
Class Hydrozoa					
Order Milleporina					
Fam. Milleporidae					
Millepora platyphyllia Hemp. et Ehr.	+	+			

Phụ lục 2.

DANH MỤC SAN HỒ MỀM VIỆT NAM

STT	Taxon	VBB	NTB	TNB
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	Phylum COELENTERATA			
	Class ANTHOZOA			
	Subclass OCTOCORALLIA			
	Order STOLONIFERA			
	Fam.: Clavulariidae			
1.	<i>Clavularia coronata</i> Burch.	+		
	Order TELESTACEA			
	Fam.: Telestidae			
2.	<i>Telesto arborea</i> W. et St.	+	+	
	Order ALCYONACEA			
	Fam.: Alcyonidae			
3	<i>Alcyonium mole</i>		+	
4	<i>Cladiella conifera</i> (T. - D.)	+	+	+
5	<i>C. australis</i>		+	+
6	<i>C. kemfi</i>		+	
7	<i>Sinularia dura</i> (Pratt)	+	+	+
8	<i>S. abrupta</i>		+	+
9	<i>S. capillosa</i>		+	
10	<i>S. capitalis</i>		+	
11	<i>S. cruciata</i>		+	+
12	<i>S. depressa</i>		+	
13	<i>S. dumosa</i>			+
14	<i>S. flexibilis</i>		+	+
15	<i>S. fungoides</i>			+
16	<i>S. gibberosa</i>		+	
17	<i>S. inelegans</i>			+
18	<i>S. lamellata</i>		+	
19	<i>S. leptoclados</i>		+	
20	<i>S. polydactyla</i>		+	
21	<i>S. querciformis</i>		+	
22	<i>S. ramulosa</i>			+
23	<i>S. rigida</i>		+	+
24	<i>S. whiteleggei</i>			+
25	<i>S. sp.</i>	+		
26	<i>Sarcophyton cinereum</i>		+	

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
27	<i>S. crassocaule</i>		+	
28	<i>S. ehrenbergi</i>		+	+
29	<i>S. elegans</i>		+	+
30	<i>S. glaucum</i>		+	+
31	<i>S. mililatensi</i>		+	
32	<i>S. mole</i>		+	+
33	<i>S. poculiforme</i>		+	
34	<i>Sarcophyton</i> sp.	+		
35	<i>Lobophytum batarum</i>		+	
36	<i>L. cf. cryptocormum</i>		+	
37	<i>L. compactum</i>		+	
38	<i>L. crassospiculatum</i>		+	
39	<i>L. hirsutum</i>		+	
40	<i>L. pauciflorum</i>			+
41	<i>L. ransoni</i>		+	
42	<i>L. roxasi</i>		+	
43	<i>L. undatum</i>		+	
44	<i>L. sp.</i>			+
	Fam.: Nidaliidae			
45	<i>Siphonogorgia densa</i> Chal.	+		
46	<i>S. gracilis</i> (Harrison)	+		
	Order GORGONACEA			
	Fam.: Anthothelidae			
47	<i>Solenocaulon jedanesis</i> Nutt.	+		
	Fam.: Melithaeidae			
48	<i>Melithaea ochracea</i>	+		
49	<i>Mopsella aurantia</i> (Esper)	+		
50	<i>Acabaria</i> sp.	+		
51	<i>A. bicksoni</i>		+	
	Fam.: Plexauridae			
52	<i>Euplexaura pendula</i> Kuk.	+		
53	<i>E. rhipidalis</i> Studer	+		
54	<i>E. recta</i>	+		
55	<i>E. sp.</i>		+	
56	<i>Echinogorgia rigida</i>	+		
57	<i>E. flora</i> Nutt.	+		
58	<i>E. flexilis</i> Ths. et Stim.	+		
59	<i>Menella praelonga</i> (Riedley)	+		

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
60	<i>M. lezii</i>	+		
61	<i>Menella</i> sp.	+		
62	<i>Psammogorgia nodosa</i>	+		
63	<i>Heterogorgia ramosa</i>	+		
64	<i>Echinomuricea pulchra</i>	+		
65	<i>E. coccinea</i>	+		
66	<i>Astrogorgia sinensis</i> Verrill	+		
67	<i>Periscelles foliata</i>	+		
68	<i>Rumphella aggregata</i>		+	+
	Fam.: Pramuriceidae			
69	<i>Anthomuricea sanguinea</i> Nutt.	+		
70	<i>Hicksonella princeps</i>	+		
	Fam.: Subergorgiidae			
71	<i>Subergorgia suberosa</i> (Pallas)	+		
	Fam.: Nephthaidae			
72	<i>Dendronephthya gigantea</i>		+	
73	<i>Lithophylon arboreum</i>		+	
74	<i>Stereonephthya</i> sp.		+	
	Fam.: Ellisellidae			
75	<i>Ellisella anomala</i> (Simp.)	+		
76	<i>E. gracilis</i> (W. et St.)	+		
77	<i>E. rubra</i> (W. et St.)	+		
78	<i>E. laevis</i> Verrill	+		
79	<i>Ellisella</i> sp.	+		
80	<i>Junceella gemmacea</i> (Val.)	+		
81	<i>J. squamata</i> Toepl.	+		
82	<i>J. fragilis</i> Pallas	+	+	+
83	<i>J. juncea</i>	+	+	
84	<i>J. lichtenfelderi</i>	+		
85	<i>Verrucella umbaculum</i> (E. et S.)	+		