

ỦY BAN NHÂN DÂN TỈNH KHÁNH HÒA
SỞ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

-----o0o-----

VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM
VIỆN HẢI DƯƠNG HỌC

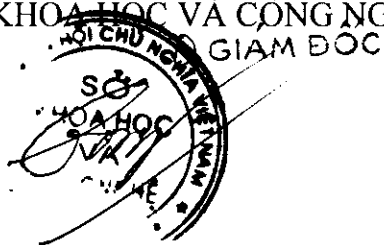
-----o0o-----

BÁO CÁO TỔNG KẾT ĐỀ TÀI:

**ĐIỀU TRA HIỆN TRẠNG PHÂN BỐ HỆ SINH THÁI
RẠN SAN HỒ VÙNG BIỂN VEN BỜ TỈNH KHÁNH
HÒA LÀM CƠ SỞ QUY HOẠCH, BẢO VỆ, PHỤC
HỒI VÀ SỬ DỤNG BỀN VỮNG**

CƠ QUAN QUẢN LÝ:

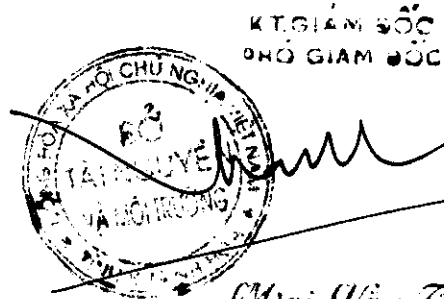
SỞ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ



Dỗ Phi Phong

CƠ QUAN CHỦ TRÌ:

SỞ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG



Mai Văn Cường

CƠ QUAN THỰC HIỆN:

VIỆN HẢI DƯƠNG HỌC
VIỆN TRƯỞNG



Bùi Hồng Long

CHỦ NHIỆM ĐỀ TÀI:

CN. TÔNG PHƯỚC HOÀNG SƠN

Nha Trang, 9 - 2008

7066

16 / 1 / 09

ỦY BAN NHÂN DÂN TỈNH KHÁNH HÒA
SỞ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

-----o0o-----

VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM
VIỆN HẢI DƯƠNG HỌC

-----o0o-----

BÁO CÁO TỔNG KẾT ĐỀ TÀI:

**ĐIỀU TRA HIỆN TRẠNG PHÂN BỐ HỆ SINH THÁI
RẠN SAN HỒ VÙNG BIỂN VEN BỜ TỈNH KHÁNH
HÒA LÀM CƠ SỞ QUY HOẠCH, BẢO VỆ, PHỤC
HỒI VÀ SỬ DỤNG BỀN VỮNG**

Chủ nhiệm đề tài: TÔNG PHƯỚC HOÀNG SƠN

Nha Trang, 9 - 2008

DANH SÁCH NHỮNG NGƯỜI THỰC HIỆN

TT	Họ và tên	Chức vụ	Học vị
A	Tổng Phước Hoàng Sơn	Trưởng phòng Chủ nhiệm đề tài	Cử nhân
B	Cán bộ tham gia nghiên cứu		
1	<i>Nhóm điều tra kinh tế-xã hội</i>		
1.1.	Lê Thị Thu Hà	Nghiên cứu viên	Thạc sĩ
2	<i>Nhóm nghiên cứu đa dạng sinh học nguồn lợi trên rạn san hô</i>		
2.1.	Hoàng Xuân Bền	Nghiên cứu viên	Thạc sĩ
2.2.	Nguyễn Văn Long	Trưởng phòng	Thạc sĩ
2.3.	Phan Kim Hoàng	Nghiên cứu viên	Kỹ sư
2.4.	Nguyễn Phi Uy Vũ	Nghiên cứu viên	Cử nhân
2.5	Phạm Bá Trung	Nghiên cứu viên	Cử nhân
3	<i>Nhóm nghiên cứu, đánh giá tác động môi trường</i>		
3.1	Phạm Văn Thơm	Trưởng phòng	Cử nhân
3.2	Lê Thị Vinh	Nghiên cứu viên	Cử nhân
3.3	Phạm Hữu Tâm	Nghiên cứu viên	Cử nhân
3	<i>Nhóm nghiên cứu viễn thám, xây dựng bản đồ</i>		
3.1.	Tổng Phước Hoàng Sơn	Trưởng phòng	Cử nhân
3.2.	Lâu Và khin	Phó trưởng phòng	Thạc sĩ
3.3.	Ngô Mạnh Tiến	Nghiên cứu viên	Cử nhân
3.4	Phan Thành Bắc	Nghiên cứu viên	Cử nhân
4	<i>Nhóm xây dựng CSDL - GIS</i>		
4.1.	Tổng Phước Hoàng Sơn	Trưởng phòng	Cử nhân
4.2.	Lâu Và khin	Phó trưởng phòng	Thạc sĩ
4.3.	Ngô Mạnh Tiến	Nghiên cứu viên	Cử nhân

MỤC LỤC

	Trang
Mở đầu	1
Phần I: Tổ chức thực hiện	3
Chương I: Tổng quan tài liệu, tổ chức thực hiện và phương pháp nghiên cứu	4
1. Tổng quan về tình hình nghiên cứu	4
1.1. Điều tra khảo sát rạn san hô trước năm 1975	4
1.2. Giai đoạn hợp tác nghiên cứu Việt – Nga trong nghiên cứu sinh thái rạn san hô	5
1.3. Các nghiên cứu và hợp tác nghiên cứu rạn san hô của Viện Hải dương học	5
1.4. Điềm qua các công trình nghiên cứu về tài nguyên môi trường vùng ven bờ Khánh Hòa	6
1.5. Các kết quả nghiên cứu về ứng dụng công nghệ viễn thám trong đánh giá sự phân bố rạn san hô ở vùng ven bờ Việt Nam	8
2. Phạm vi đề tài và tổ chức thực hiện :	9
2.1. Phạm vi và đối tượng nghiên cứu	9
2.2. Phân công nhân lực	9
2.3. Tổ chức thực hiện	11
2.3.1.- Tổng quan, tập hợp các tài liệu nghiên cứu đã có	11
2.3.2. Khảo sát bổ sung, điều tra mới	12
2.3.3.- Nghiên cứu trong phòng thí nghiệm	13
2.3.4.- Hội thảo khoa học	14
2.5.- Tổng hợp tài liệu, báo cáo tổng kết	15
3. Tài liệu và phương pháp nghiên cứu	15
3.1. Các phương pháp khảo sát đa dạng sinh học, nguồn lợi	15
3.2. Sử dụng tư liệu ảnh viễn thám và khảo sát ngầm	17
3.2.1. Thu thập các nguồn ảnh viễn thám từ nhiều nguồn khác nhau	17
3.2.2. Phương pháp khảo sát thực địa xây dựng các điểm chia khóa	19
3.2.3. Quy trình giải đoán về phân bố rạn san hô	22
3.3. Phân tích các điều kiện tự nhiên – môi trường và tác động của các hoạt động nhân sinh ảnh hưởng lên hệ sinh thái rạn san hô	23

3.3.1.- Nghiên cứu các điều kiện tự nhiên – môi trường ảnh hưởng lên hệ sinh thái rạn san hô	23
3.3.2.- Nghiên cứu các tác động kinh tế xã hội lên hệ sinh thái rạn san hô	23
3.3.2.1. Phương pháp đánh giá nhanh có sự tham gia (PRA)	23
3.3.2.2. Phương pháp phân tích hệ thống	24
3.3. Phương pháp xử lý số liệu	28
3.4. Phương pháp xây dựng CSDL-GIS	28
Phần II: Kết quả nghiên cứu	30
Chương II: Đặc điểm đa dạng sinh học và nguồn lợi trên rạn san hô ở vùng ven bờ tỉnh Khánh Hòa	31
1. Phân bố địa lý rạn san hô ở vùng ven bờ Khánh Hòa	31
1.1. Phân bố rạn san hô vùng ven bờ Khánh Hòa từ tư liệu ảnh viễn thám kết hợp khảo sát ngầm	32
1.2. Độ chính xác của phép giải đoán phân bố rạn san hô vùng ven bờ Khánh Hòa dựa trên các loại ảnh vệ tinh khác nhau	35
1.3. Nhận xét	36
2. Hình thái và cấu trúc của các rạn san hô ở vùng ven bờ Khánh Hòa	42
2.1. Hình thái và cấu trúc của các rạn san hô dạng riềm (fringing reef)	42
2.1.1. Rạn trong vịnh kín (rạn kín):	42
2.1.2. Rạn eo biển (rạn nửa kín)	43
2.1.3. Rạn ở các mũi đất và đảo mở (rạn hở)	44
2.1.4. Các tiểu rạn vòng (micro atoll)	45
2.2.- Hình thái và cấu trúc của các rạn san hô dạng nền	46
3. Đặc điểm đa dạng sinh học và nguồn lợi rạn san hô vùng ven bờ Khánh Hòa	47
3.1.- Đặc điểm đa dạng sinh học thành phần loài	47
3.1.1. Thành phần loài san hô	48
3.1.2. Thành phần loài cá rạn san hô	48
3.1.3. Thành phần loài động vật không xương sống	48
3.2.- Độ phủ của san hô	53
3.2.1. Độ phủ của san hô và các hợp phần nền đáy vùng ven bờ Khánh Hòa từ kết quả khảo sát Manta Tow	53
3.2.2. Độ phủ san hô và các hợp phần nền đáy khác từ kết quả khảo sát bằng phương pháp mặt cắt điểm (reef check)	60

3.3. Mật độ cá rạn san hô	62
3.4. Mật độ động vật đáy có kích thước lớn	65
4. Độ bền vững của hệ sinh thái rạn san hô vùng ven bờ Khánh Hòa	68
Chương III: Các tác động tự nhiên và hoạt động kinh tế xã hội ảnh hưởng đến tình trạng sức khỏe rạn san hô	72
1. Các tai biến thiên nhiên	72
1.1. Tác động của bão lên rạn san hô	72
1.2. Ảnh hưởng của dòng vật chất từ lục địa, ô nhiễm và lắng đọng trầm tích	73
1.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ nước biển lên rạn san hô	77
2. Các hoạt động kinh tế xã hội ảnh hưởng đến hệ sinh thái rạn san hô vùng biển ven bờ Khánh Hòa	78
2.1. Khai thác thủy sản không hợp lý	78
2.1.1. Khai thác quá mức	78
2.1.2. Khai thác hủy diệt	80
2.2. Khai thác khoáng sản	80
2.2.1. Khai thác nguyên liệu san hô sống, san hô chết	80
2.2.2. Khai thác khoáng sản rắn vùng ven bờ	82
2.3. Ảnh hưởng trực tiếp của các hoạt động nhân sinh ở vùng ven bờ	82
2.3.1. Các hoạt động phát triển vùng bờ	82
2.3.2. Hoạt động nuôi trồng thủy sản	84
2.3.3. Ảnh hưởng của hoạt động du lịch	85
2.4.- Sinh vật địch hại và bệnh san hô	86
2.4.1. Sinh vật địch hại	86
2.4.2. Bệnh san hô	86
3.- Đánh giá mức độ đe dọa rạn san hô theo mô hình Reef at Risk	87
Chương 4: Cơ sở dữ liệu GIS quản lý đa dạng sinh học và nguồn lợi rạn san hô vùng ven bờ tỉnh Khánh Hòa	91
1. Hệ thống bản đồ GIS	92
2. Hệ thống dữ liệu về đa dạng sinh học rạn san hô	96
2.1. Các dữ liệu khảo sát về độ phong phú trên rạn san hô	96
2.2. Các dữ liệu khảo sát về tính đa dạng sinh học	99
2.3. Cảnh quan hình thái và cảnh quan nền đáy	100

3. Dữ liệu thông tin nguồn (Metadata)	102
4.- Các tính năng khác	103
5. Nhận xét	105
Chương 5: Các giải pháp bảo vệ, phục hồi và phát triển bền vững rạn san hô vùng ven bờ tỉnh Khánh Hòa	107
1. Thực trạng quản lý rạn san hô vùng ven bờ Khánh Hòa	107
2. Giải pháp quản lý và sử dụng bền vững rạn san hô	108
2.1. Khu vực vịnh Bến Gỏi (Tây Bắc vịnh Vân Phong)	108
2.1.1. Đặc điểm sinh thái và điều kiện tự nhiên	109
2.1.2. Mục tiêu	110
2.1.3. Giải pháp thực hiện	110
2.2. Khu vực bờ Đông Vịnh Vân Phong	110
2.2.1. Đặc điểm sinh thái và điều kiện tự nhiên	110
2.2.2. Mục tiêu	111
2.2.3. Giải pháp thực hiện	111
2.3. Khu vực bờ Tây Nam Vịnh Vân Phong và khu vực vịnh Bình Cang	113
2.3.1. Đặc điểm sinh thái và điều kiện tự nhiên	113
2.3.2. Mục tiêu	114
2.3.3. Giải pháp thực hiện	114
2.4. Vịnh Nha Trang	114
2.4.1. Đặc điểm sinh thái và điều kiện tự nhiên	114
2.4.2. Mục tiêu	115
2.4.3. Giải pháp thực hiện	115
2.5. Vịnh Cam Ranh	116
2.5.1. Đặc điểm sinh thái và điều kiện tự nhiên	116
2.5.2. Mục tiêu	117
2.5.3. Giải pháp thực hiện	117
3. Giải pháp phục hồi, tạo rạn nhân tạo	117
4. Giải pháp sử dụng hiệu quả, hợp lý cơ sở dữ liệu – GIS	122
Kết luận và kiến nghị	123
Tài liệu tham khảo	126

MỤC LỤC HÌNH

	Trang
Chương 1	
Hình 1: Sơ đồ các vị trí khảo sát chính	16
Hình 2: Phạm vi phủ các loại ảnh viễn thám hiện có phục vụ cho việc giải đoán phân bố rạn san hô vùng ven bờ Khánh Hòa	17
Hình 3: Ảnh tổ hợp màu AVNIR2-321 (10m) chụp toàn cảnh Vân Phong – Nha Trang (trên) và Nha Trang – Cam Ranh (dưới) vào ngày 17/7/2007	18
Hình 4: Sơ đồ các vùng khảo sát lặn điểm phục vụ xây dựng bản đồ phân bố rạn san hô vùng ven bờ Khánh Hòa bằng phương pháp viễn thám	20
Hình 5: Ảnh máy bay tổ hợp màu toàn cảnh khu vực Hòn Mai (vịnh Vân Phong), mô tả các điểm khảo sát và một vài ảnh chụp đi kèm ở điểm khảo sát 1	21
Hình 6: Mô hình phân tích cấu trúc hệ thống rạn san hô	25
Hình 7: Biểu đồ SAM của một hệ thống với n tiêu chí	26
Hình 8: Biểu đồ EDI của một hệ thống rạn san hô	27
Hình 9: Sơ đồ phân rã các chức năng hiện có trong chương trình quản lý CSDL – GIS	29
Chương 2	
Hình 10 : Vị trí phân bố của các rạn san hô vùng ven bờ tỉnh Khánh Hòa	31
Hình 11: Quan hệ tuyến tính loga giữa từng cặp băng phổ trên ảnh AVNIR2 chụp khu vực Vân Phong – Nha Trang ngày 17/7/2007	33
Hình 12: Quan hệ tuyến tính loga giữa từng cặp băng phổ trên ảnh AVNIR2 chụp khu vực Nha Trang – Cam Ranh ngày 17/7/2007	34
Hình 13: Phân bố các rạn san hô ở trong vịnh Vân Phong giải đoán từ ảnh ALOS – AVNIR2 (10m) chụp ngày 17 tháng 7 năm 2007	39
Hình 14: Phân bố các rạn san hô ở trong vịnh Bình Cang – Nha Trang giải đoán từ ảnh ALOS – AVNIR2 (10m) chụp ngày 17 tháng 7 năm 2007	40
Hình 15: Phân bố các rạn san hô ở trong vịnh Cam Ranh giải đoán từ ảnh ALOS – AVNIR2 (10m) chụp ngày 17 tháng 7 năm 2007	41
Hình 16: Hình thái và cấu trúc cơ bản của rạn ở trong vịnh kín (Cùm Meo)	43
Hình 17: Hình thái và cấu trúc cơ bản của rạn san hô ở vịnh nửa kín (Hòn Miếu)	44
Hình 18: Hình thái và cấu trúc cơ bản của rạn san hô ở đảo hở (Nam Hòn Mun)	45
Hình 19: Các tiêu rạn vòng Porites với kích thước từ 1 km ở Hòn Tri đến 200 m ở vũng Ké tồn tại trong vịnh Vân Phong	45

Hình 20: Các tiểu rạn vòng thuộc giống <i>Porites</i> và cả <i>Millepora</i> với kích thước từ vài mét ở Bích Đầm	46
Hình 21: Hình thái và cấu trúc cơ bản của rạn san hô ở rạn Chảo (Ninh Vân)	47
Hình 22: Bản đồ phân bố thành phần loài san hô của toàn tỉnh Khánh Hòa , của 3 vùng vịnh cũng như ở 19 điểm rạn tiêu biểu	50
Hình 23: Bản đồ phân bố thành phần loài cá rạn san hô của toàn tỉnh Khánh Hòa , ở 3 vùng vịnh cũng như ở 19 điểm rạn tiêu biểu	51
Hình 24: Bản đồ phân bố thành phần loài thân mềm trên rạn của toàn tỉnh Khánh Hòa, ở 3 vùng vịnh cũng như ở 19 điểm rạn tiêu biểu	52
Hình 25: Phân bố bậc độ phủ san hô sống (a), san hô mềm (b) và san hô chết (c) ở khu vực Diệp Sơn – Hòn Bịp - Vịnh Vân Phong từ tài liệu khảo sát Manta-Tow	54
Hình 26: Phân bố bậc độ phủ san hô cứng (a), san hô mềm (b) và san hô chết (c) ở khu vực Rạn Trào – Xuân Tự - Vịnh Vân Phong từ tài liệu khảo sát Manta-Tow	55
Hình 27: Phân bố bậc độ phủ san hô cứng (a), san hô mềm (b) và san hô chết (c) ở khu vực Ninh Vân – Rạn Chảo từ tài liệu khảo sát Manta-Tow	56
Hình 28: Phân bố bậc độ phủ san hô cứng (a), san hô mềm (b) và san hô chết (c) ở khu vực khu bảo tồn biển Nha Trang từ tài liệu khảo sát Manta-Tow	58
Hình 29: Phân bố bậc độ phủ san hô cứng (a), san hô mềm (b) và san hô chết (c) ở khu vực ven bờ Cam Ranh từ tài liệu khảo sát Manta-Tow	59
Hình 30: Bản đồ phân bố chỉ số đánh giá độ bền vững sinh thái EDI và biểu đồ SAM trên toàn vùng vịnh Nha Trang	69
Hình 31: Bản đồ phân bố chỉ số đánh giá độ bền vững sinh thái EDI và biểu đồ SAM trên toàn vùng vịnh Vân Phong	70
Hình 32: Bản đồ phân bố chỉ số đánh giá độ bền vững sinh thái EDI và biểu đồ SAM trên toàn vùng vịnh Cam Ranh	71

Chương 3

Hình 33: Sự phân bố của hàm lượng chlorophyll-a trung bình tháng vào các thời kỳ khác nhau	74
Hình 34: Phân bố hàm lượng vật lơ lửng ở Nha Trang trong và sau đợt mưa lớn ngày 28 -29 tháng 9 năm 2007	75
Hình 35: Tốc độ lắng đọng trầm tích và độ trong suốt của nước biển ở khu vực các đảo quanh vịnh Nha Trang (Theo Latypov and Sellin 2005)	76
Hình 36: Hoàn lưu dòng chảy vùng ven bờ Khánh Hòa vào mùa hè (trái) và mùa Đông (phải) chiết xuất từ ảnh AVHRR	76
Hình 37: Biến trình nhiệt độ nước biển tầng mặt (ban ngày) ở vùng ven bờ vịnh Vân Phong, vịnh Nha Trang và vịnh Cam Ranh từ 2002 – 2008	77

Hình 38 a, b, c, d: Khai thác nguyên liệu san hô sống, san hô chết ảnh hưởng trực tiếp đến rạn san hô	81
Hình 39 a, b, c: Sự mở rộng bãi cho hoạt động du lịch làm thu hẹp diện tích hoặc xóa sổ hoàn toàn các rạn san hô	83
Hình 40: Các bãi vật liệu đồ đồng ở phía Bắc bãi cạn Thủy Triều (3/2004) các bãi này có thể gây bồi lắng vật liệu và ảnh hưởng lên các rạn san hô ở Hòn Tằm, Hòn Mun	84
Hình 41: Các khu vực NTTS làm gia tăng sự lắng đọng trầm tích đáy, gây ưu dưỡng cục bộ góp phần hạn chế sự phát triển và tăng khả năng suy thoái của các rạn san hô	86
Chương 4	
Hình 42: Giao diện chính của Cơ sở dữ liệu GIS về quản lý rạn san hô vùng ven bờ Khánh Hòa	92
Hình 43: Giao diện liệt kê các nhóm bản đồ chính trong CSDL – GIS	93
Hình 44a: Giao diện hiển thị bản đồ phân bố các yếu tố môi trường toàn tỉnh Khánh Hòa	94
Hình 44b: Giao diện hiển thị bản đồ phân bố san hô và các hợp phần nền đáy khác từ phân tích tài liệu ảnh viễn thám	94
Hình 44c: Giao diện hiển thị bản đồ phân bố các yếu tố môi trường vịnh Vân Phong với các công cụ cập nhật ghi chú, cập nhật bản đồ định vị	95
Hình 45a: Giao diện hiển thị các dữ liệu về độ phủ san hô (trên) và mật độ động vật đáy kích thước lớn chỉ thị tình trạng rạn san hô	96
Hình 45b: Giao diện hiển thị các dữ liệu về mật độ cá rạn và sinh vật đáy (trên) và nguồn lợi chủ yếu trên rạn san hô	97
Hình 45c: Giao diện hiển thị các dữ liệu về các tác động có hại lên rạn (trên) và vị trí chi tiết vùng khảo sát (dưới)	98
Hình 46: Giao diện hiển thị các dữ liệu về thành phần loài của san hô, phương thức cập nhật dữ liệu theo trạm và thông tin chi tiết của từng loài (tự điển loài)	99
Hình 47: Cảnh quan nền đáy cập nhật các ảnh chụp (trên) hoặc băng quay video (dưới) ở khu vực khảo sát	100
Hình 48: Cảnh quan hình thái cho phép quản lý bộ ảnh chụp dưới nước liên kết với mặt cắt khảo sát thẳng góc với bờ	101
Hình 49: Cơ sở dữ liệu thư viện thông tin liên quan đến các luật định chính sách	102
Hình 50a: Các công cụ quản lý vùng nghiên cứu, thời gian khảo sát trong CSDL	103
Hình 50b: Các công cụ quản lý trạm cho phép cập nhật trạm khảo sát mới, tọa độ địa lý của trạm và cả sơ đồ vị trí trạm lấy từ bản đồ GIS map	104
Hình 50c: Công cụ quản lý danh mục các lớp bản đồ trong CSDL	105

MỤC LỤC BẢNG

	Trang
Chương 1	
Bảng 1: Đánh giá mức độ đe dọa của các hoạt động kinh tế xã hội đến rạn san hô	27
Chương 2	
Bảng 2: Đánh giá độ chính xác của phương pháp giải đoán phân bố rạn san hô theo từng loại ảnh vệ tinh khác nhau	36
Bảng 3: Thứ hạng độ phủ nền đáy ở các khu vực khảo sát bằng mantatow	54
Bảng 4: Kết quả phân trăm độ phủ của san hô và các hợp phần khác tại các điểm khảo sát ở Nha Trang	60
Bảng 4: Kết quả phân trăm độ phủ của san hô và các hợp phần khác tại các điểm khảo sát ở Nha Trang (tt)	61
Bảng 5: Độ phủ (%) của hợp phần đáy tại các điểm khảo sát vịnh Cam Ranh	61
Bảng 6: Mật độ (con/400m ²) cá rạn san hô theo nhóm kích thước ở các điểm khảo sát trong vịnh Vân Phong năm 2006 (có đối sánh với số liệu khảo sát năm 2004*)	62
Bảng 7: Mật độ trung bình (cá thể/500m ²) của một số họ cá ưu thế tại các điểm khảo sát trong vịnh Vân Phong (số liệu 2005)	63
Bảng 8: Mật độ cá rạn san hô theo kích thước (cá thể/500m ²) tại các điểm khảo sát ở vịnh Nha Trang (tổng hợp số liệu năm 2005)	64
Bảng 9: Mật độ trung bình (cá thể/500m ²) của một số họ cá ưu thế tại các điểm khảo sát trong vịnh Nha Trang (số liệu 2005)	64
Bảng 10: Mật độ (cá thể/400m ²) của cá rạn san hô tại các vị trí khảo sát vịnh Cam Ranh số liệu khảo sát năm 2007	65
Bảng 11: Mật độ (con/400m ²) của một số nhóm cá tại các điểm khảo sát vịnh Cam Ranh số liệu khảo sát năm 2007	65
Bảng 12: Mật độ (con/400m ²) của một số nhóm động vật không xương sống kích thước lớn	66
Bảng 13: Mật độ (con/500m ²) động vật không xương sống kích thước lớn tại các điểm nghiên cứu	67
Bảng 14: Mật độ (con/400m ²) của ĐVKXS tại các điểm khảo sát vịnh Cam Ranh	67
Bảng 15: Bảng liệt kê một số cơn bão chính đổ bộ lên vùng biển Khánh Hòa và vùng lân cận từ 1990 đến 2006	72

Bảng 16: Tổng hợp kết quả điều tra ngư dân về tình hình khai thác và sử dụng nguồn lợi thủy sản vùng vịnh Vân Phong - Bến Gôi (n = 120)	79
Bảng 17: Tổng hợp kết quả điều tra ngư dân về nguyên nhân gây suy giảm nguồn lợi thủy sản vùng ven bờ Khánh Hòa (n = 120)	80
Bảng 18 : Một số chỉ tiêu đánh giá mức độ đe dọa đối với các vùng rạn san hô ở vùng ven bờ Khánh Hòa	87
Bảng 18 : Một số chỉ tiêu đánh giá mức độ đe dọa đối với các vùng rạn san hô ở vùng ven bờ Khánh Hòa (tt)	88
Bảng 18 : Một số chỉ tiêu đánh giá mức độ đe dọa đối với các vùng rạn san hô ở vùng ven bờ Khánh Hòa (tt)	89
Bảng 19: Tình trạng bị đe dọa của các rạn san hô vùng ven bờ Khánh Hòa	90

CÁC CHỮ VIẾT TẮT

- GIS – Geography Information System : Hệ thống thông tin địa lý
- CSDL : Cơ sở dữ liệu
- SAM – Sustainable Assessment Mapping : Biểu đồ đánh giá độ bền vững
- EDI – Ecology Downjone Index : Chỉ số sinh thái Downjone
- GPS – Global Position System : Hệ thống định vị toàn cầu
- D.I.I – Depth Invariance Index : Chỉ số bất biến theo độ sâu
- DN – Digital Number : giá trị số trên ảnh đa phổ (0 – 255)
- TSS – Total Suspended Solid : Tổng vật chất lơ lửng
- SST – Sea Surface Temperature : Nhiệt độ nước biển tầng mặt
- SCUBA : Lặn có khí tài
- Manta Tow: Phương pháp khảo sát đánh giá nhanh độ phủ san hô theo mặt cắt dọc bờ
- Reef Check : Phương pháp khảo sát đánh giá chi tiết độ phủ của san hô và các hợp phần nền đáy theo mặt cắt cạn và mặt cắt sâu
- WWF – World Wildlife Foundation: Quỹ Bảo tồn thiên nhiên quốc tế
- UNEP – United Nation Environment Program : Chương trình môi trường liên hiệp quốc
- GEF : Global Environment Facility : Quỹ môi trường toàn cầu
- ICRAN : International Coral Reef Action Network : Mạng lưới hoạt động san hô quốc tế
- NOAA : National Oceanic Atmospheric Administration: Trung tâm Hải dương Khí quyển quốc gia (Mỹ)

MỞ ĐẦU

Rạn san hô tham gia hình thành và bảo vệ hàng ngàn hòn đảo lớn nhỏ trên toàn thế giới và có ý nghĩa thật sự đối với các cộng đồng dân cư ở nhiều đảo và vùng ven biển trong phương diện bảo tồn đất đai và phục vụ cuộc sống của con người. Vai trò hàng đầu của rạn san hô là sự giàu có về thành phần giống loài các sinh vật sống trên rạn. Nếu xét trên cùng một đơn vị diện tích thì rạn san hô được xem là nơi đa dạng nhất về thành phần giống loài sinh vật so với các hệ sinh thái biển khác. Tính đa dạng của các loài trên rạn san hô cao đến mức nhiều loài, đặc biệt là động vật không xương sống như giun, giáp xác, thân mềm... vẫn chưa được mô tả hết. Rạn san hô là nơi cho nhiều loài tôm, cá, sò... sống phụ thuộc hoàn toàn hoặc một số giai đoạn nhất định trong chu trình sống của chúng. Nền đáy cứng với nhiều hang hốc trong đó là nơi trú ẩn thuận lợi cho nhiều loài sinh vật như cá con, động vật không xương sống trong giai đoạn còn non. Rạn san hô thường gắn bó chặt chẽ với rừng ngập mặn, thảm cỏ biển nên chúng tạo cho vực nước có tinh năng suất sinh học cao và tạo mối liên kết sinh thái cho sự phát triển qua các giai đoạn của nhiều thủy sinh vật. Hàng năm rạn san hô cung cấp hàng triệu tấn carbon cho các vùng nước lân cận phục vụ cho hàng loạt quá trình sống khác nhau trong đại dương. Rạn san hô còn là nơi cung cấp hàng loạt các nguồn lợi thủy sản, đặc biệt là các loài có giá trị cao. Trong những năm gần đây, du lịch biển đang khai thác tài nguyên rạn san hô cho mục tiêu giải trí và mang lại nhiều lợi ích cho một số quốc gia đảo và ven biển.

Vị trí địa lý và điều kiện tự nhiên của vùng biển Việt Nam nói chung là thuận lợi cho sự phát triển của san hô tạo rạn. Trừ các vùng chịu ảnh hưởng của các lưu vực sông với độ muối thấp và độ đục cao, rạn san hô phân bố ở hầu hết các vùng nước nông ven bờ, ven đảo có nền đáy chắc và rất giàu có ở các quần đảo Trường Sa và Hoàng Sa. Ở vùng biển thềm lục địa Việt Nam, chỉ mới ghi nhận hai kiểu cấu trúc là rạn viền (fringing reef) và rạn dạng nền (platform reef). Ở vùng biển khơi xa, rạn san hô thuộc về một kiểu cấu trúc hoàn toàn khác - đó là các đảo san hô vòng (Võ Sĩ Tuấn và cộng sự, 2005)

Vùng biển Việt Nam trải dài với nhiều vĩ tuyến khác nhau và nằm gần với trung tâm phát tán của khu hệ động thực vật trên thế giới nên rạn san hô ở đây tương đối giàu có về thành phần loài san hô. Những kết quả nghiên cứu đã ghi nhận gần 400 loài san hô cứng, thành phần chính hình thành nên các rạn san hô, trong đó một số vùng như vịnh Nha Trang, vịnh Vân Phong, vùng ven biển Ninh Thuận, quần đảo Côn Đảo có đến trên 300 loài.

Hiếm có một tỉnh ven biển nào có điều kiện thuận lợi cho sự phát triển của rạn san hô như Khánh Hòa, dọc theo đường bờ và ven đảo hầu hết đều có phân bố của rạn san hô, đặc biệt một số khu vực như vịnh Vân Phong, vịnh Nha Trang, sự có mặt một cách phong phú và đa dạng của hệ sinh thái rạn san hô đã góp phần cung cấp các nguồn lợi hải sản và đưa Khánh Hòa thành những tâm điểm chú ý về du lịch sinh thái biển đối với cả nước và trên thế giới.

Nhận thức được tầm quan trọng của rạn san hô và các hệ sinh thái có liên quan ở vùng ven bờ tỉnh Khánh Hòa đối với mục tiêu bảo tồn thiên nhiên gắn liền với các hoạt động phát triển kinh tế trong vùng, Sở Tài nguyên Môi trường tỉnh Khánh Hòa đã ký kết hợp đồng nghiên cứu khoa học với Viện Hải dương học Nha Trang nhằm thực hiện đề tài **“Điều tra hiện trạng phân bố hệ sinh thái rạn san hô vùng biển ven bờ tỉnh Khánh Hòa làm cơ sở quy hoạch, bảo vệ, phục hồi và sử dụng bền vững”**.

do Cử nhân Tống Phước Hoàng Sơn làm chủ nhiệm đề tài. Đề tài được tiến hành trong hai năm 2006 – 2007 với kinh phí tổng cộng là: 486.396.000 đ.

Mục tiêu chính của đề tài là:

- Đánh giá diện tích phân bố và hiện trạng hệ sinh thái rạn san hô vùng ven bờ tỉnh Khánh Hòa.
- Xây dựng cơ sở dữ liệu về hệ sinh thái rạn san hô vùng ven bờ tỉnh Khánh Hòa làm cơ sở quy hoạch, bảo vệ, phục hồi và sử dụng bền vững.

Các nội dung công việc cụ thể của đề tài được thể hiện chi tiết trong hợp đồng nghiên cứu khoa học ký kết giữa Sở Tài nguyên Môi trường và Viện Hải dương học Nha Trang cũng như trong quyết định số 683/QĐ-KHCN của Sở Khoa Học Công nghệ tỉnh Khánh Hòa về phê duyệt đề cương và dự toán kinh phí thực hiện đề tài có tên trên.

Nhân dịp này chúng tôi gửi lời cảm ơn đến toàn thể cán bộ khoa học, những người tham gia khảo sát, nghiên cứu và làm nên thành công của đề tài. Xin chân thành cảm ơn lãnh đạo và các cán bộ thuộc Sở Tài Nguyên Môi Trường tỉnh Khánh Hòa, Sở Khoa Học Công Nghệ tỉnh Khánh Hòa đã tạo điều kiện cho Viện Hải Dương Học Nha Trang dần đưa những nghiên cứu của mình vào ứng dụng thực tế. Đặc biệt xin chân thành cảm ơn Tiến sĩ Võ Sĩ Tuấn, chuyên gia nghiên cứu về sinh thái rạn san hô người đã phê bình, góp ý, hiệu đính các nội dung chuyên môn và tạo điều kiện để báo cáo tổng kết của đề tài đạt chất lượng tốt nhất.

PHẦN I:

TỔ CHỨC THỰC HIỆN

CHƯƠNG I: TỔNG QUAN TÀI LIỆU, TỔ CHỨC THỰC HIỆN VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

---o0o---

1. Tổng quan tài liệu: về tình hình nghiên cứu, điều tra khảo sát rạn san hô ở Việt Nam và tỉnh Khánh Hòa

1.1. Điều tra khảo sát rạn san hô trước năm 1975

Bao gồm chủ yếu các công trình của các tác giả người Pháp. Theo Dawydoff (Dawydoff 1952) trong vùng biển Nam Trung Hoa, các tập đoàn san hô tầng *Madréporaires* gặp điều kiện thuận lợi phát triển rất mạnh bao phủ nền đá ngầm dưới đáy dọc theo bờ biển tạo thành rạn ngầm trải dài. Các rạn ngầm này phát triển nhiều ở vùng biển phía nam Việt Nam như Côn Đảo, miền Trung Việt Nam trong các vùng biển kín như vịnh Nha Trang, vịnh Bến Gò, vịnh Vũng Rô. Các vùng biển kín này rất thuận lợi cho các tập đoàn san hô tầng phát triển, nhưng đây cũng là nơi chịu ảnh hưởng trực tiếp của các dòng trầm tích do sông đổ ra. Ngay trong vịnh Hạ Long lượng bùn từ sông đổ ra quá nhiều đã ngăn chặn sự phát triển và hủy diệt các tập đoàn san hô *Madréporaires*, còn rất nhiều vết tích khung san hô chết dọc theo chân núi.

Trong các vùng ven bờ vịnh Thái Lan, ngay trong các vùng có điều kiện khí tượng thủy văn và điều kiện hình thành nền đáy rất thích hợp cho các tập đoàn san hô *Madréporaires* phát triển, nhưng san hô ở đây rất ít so với các vùng bờ biển phía nam Việt Nam và Côn Đảo. Thậm chí không tìm thấy vết tích rạn san hô trên các bờ đá của quần đảo Thổ Chu các bờ đá ở đây được hình thành từ cát kết màu sắc sặc sỡ, và vùng nước ở đây không bao giờ bị vẩn đục do trầm tích (Krempf 1929, Krempf 1930)

Theo Krempf (1930) hình thái và cấu trúc các rạn san hô không thuần nhất ngay trong vùng biển Đông Dương. Các loài san hô *Madréporaires* khác nhau sẽ tạo nên hình dạng của các rạn ngầm và thường gặp là hình lá hoặc hình cành cây

Khác với các rạn ngầm trải dài do các tập đoàn *Madréporaires* hình thành, các tập đoàn san hô *Astreidae* và san hô *Porites* tạo nên hình khối cầu. Theo C. Dawydoff (1952), sự hình thành các tập đoàn san hô khối *Madréporaires* rất đặc trưng ở các bờ đá ven biển Việt Nam, đặc biệt ở các bờ đá ven đảo nơi hình thành các dải san hô ngầm (Dawydoff, 1952).

Dawydoff (1952) cũng đã phát thảo kích thước và phạm vi phân bố của các rạn san hô, các rạn này có chiều rộng từ 10 mét (điểm phía Đông của Hòn Miếu) đến 30 mét (phía Đông Nam của Hòn Lớn), và các rạn ở Hòn Tằm rộng đến 1 km và ở Hòn Lớn rộng đến vài km. Độ sâu ở đây dao động từ 1 – 8 mét. Nhưng theo C. Dawydoff (1952), ở độ sâu 2-3 mét các loài san hô *Madréporaires* là đa dạng nhất.

Một số kết quả nghiên cứu của Kremp (Krempf 1927) đã phát hiện ra sự hình thành và tồn tại các tiểu san hô dạng vòng (micro – atoll coral) ở nhiều nơi của ven bờ Việt Nam như ở trong vịnh Bến Gò, Vịnh Nha Trang, Côn Đảo... Nhưng hiện nay chỉ còn sót lại vài tiểu dạng vòng trong vịnh Bến Gò như ở Rạn Cầu - Sùng Rong, Vũng Ké.

Các ảnh máy bay chụp chi tiết về khu vực vịnh Nha Trang ở tỉ lệ lớn 1/1000 cũng đã được lưu trữ ở Viện Hải dương học Nha Trang cho đến ngày nay. Qua các bức ảnh này cho thấy sự phong phú của rạn san hô vào thời kỳ trước đây.

1.2. Giai đoạn hợp tác nghiên cứu Việt – Nga trong nghiên cứu sinh thái rạn san hô:

Hợp tác nghiên cứu Việt – Nga về khảo sát rạn san hô trên qui mô lớn chủ yếu tập trung vào những năm trước 1990, một số ít được hợp tác sau năm 1990 ở đây chúng tôi tổng hợp một số kết quả chủ yếu sau:

- Chương trình hợp tác Việt – Xô (1981 – 1986) về "điều tra khu hệ động vật vùng triều ven biển Phú Khánh" đã tiến hành điều tra, nghiên cứu khảo sát một cách chi tiết các khu hệ động vật vùng triều vùng ven biển Phú Yên và Khánh Hòa. Khảo sát trên tàu NCB-04 vào tháng 4.1982, tàu Berril vào tháng 7.1982 và tháng 3.1984, tàu Viện sĩ Nesmeyanov vào tháng 6.1984 và các chuyến khảo sát ven bờ khác từ tháng 12.1982 và các đợt ngắn ngày trong hai năm 1987 – 1988 (tuy thời gian khảo sát trước năm 1990 nhưng kết quả khảo sát chúng tôi tham khảo trong tuyển tập Nghiên Cứu Biển xuất bản năm 1991 vì vậy có thể đưa vào giai đoạn 1990). Kết quả khảo sát trong thời gian này tương đối rộng và đồng bộ kéo dài từ vịnh Vân Phong đến vịnh Nha Trang với 24 trạm khảo sát và 51 mặt cắt. Phương pháp tiến hành cho giai đoạn này là dùng mặt cắt dọc vuông góc với bờ kéo dài từ 100 – 200m, đánh giá độ phủ trung bình của san hô trên toàn bộ diện tích nền đáy bằng các khung vuông 1 m^2 và thu mẫu định lượng sinh vật đáy bằng các khung 1 m^2 và $\frac{1}{4}\text{ m}^2$ (Võ Sĩ Tuấn, Đào Tấn Hồ, 1991).

- Hợp tác khảo sát giữa Viện Hải dương học và tàu Akademik Oparin từ 7 - 19/01/2005 tại vịnh Vân Phong, phương pháp chủ yếu là lặn và dùng cào thu mẫu san hô để phân tích hóa sinh. Tuy nhiên đây cũng là một trong kết quả hợp tác về điều tra san hô tại Vân Phong.

Một số kết quả nghiên cứu chi tiết về đặc trưng, hình thái, cấu trúc và đa dạng sinh học ở các khu vực Nha Trang, Bến Gò, Cù Lao Ré (Lý Sơn), Côn Đảo, Phú Quốc, Nam Du, Thổ Chu được trình bày trong các công trình nghiên cứu của Latypov, Titlyanov...

1.3. Các nghiên cứu và hợp tác nghiên cứu rạn san hô của Viện Hải dương học

- Dự án hợp tác giữa Viện Hải dương học và WWF về bảo tồn biển đã tiến hành khảo sát tại vịnh Nha Trang từ 23/2 – 3/3 năm 1993. Đây là một khảo sát tương đối đầy đủ về hiện trạng rạn san hô cho vịnh Nha Trang, với phương pháp chủ yếu là mặt cắt dọc và hai mặt cắt ngang để xác định thành phần loài, mật độ, kích thước và độ phủ của cá rạn, san hô, động vật không xương sống đáy.

- Đề tài nghiên cứu "Đánh giá khả năng khai thác các hệ sinh thái điển hình phục vụ hoạt động du lịch vịnh Vân Phong - Đại Lãnh" do Viện Hải dương học thực hiện (PGS.TSKH Nguyễn Tác An làm chủ nhiệm) vào năm 1999 cũng đã tiến hành khảo sát rạn san hô tại 8 khu vực của vịnh Vân Phong kéo dài từ Hòn Đen đến Bãi Cỏ - Ninh Tịnh.

- Trong chương trình nghiên cứu hợp tác với Thụy Điển (dự án SAREC) có hợp phần khảo sát hiện trạng rạn san hô tại 8 điểm chia làm 3 khu vực của vịnh Nha Trang đó là khu vực Hòn Mun và lân cận, khu vực Hòn Miếu và lân cận, Khu vực bãi Tiên Hòn Rùa. Với sự hỗ trợ của thiết bị lặn SCUBA, các kiểu hợp phần nền đáy rạn, cá rạn san hô và sinh vật đáy kích thước lớn được nghiên cứu bởi các thợ lặn chuyên môn. Các chuyến điều tra khảo sát này tiến hành vào hai đợt là tháng 1 và tháng 4 năm 1999.

- Chuyến khảo sát tổng hợp vùng rạn san hô tại các vùng trọng điểm ven biển Khánh Hòa từ ngày 23/7 đến 01/8/2001 tại 4 khu vực nuôi trồng chủ yếu là khu vực Hòn Nưa – Đại Lãnh có 2 điểm, vịnh Vân Phong: 4 điểm, Hòn Rùa – Nha Trang: 2 điểm và vịnh Cam Ranh: 2 điểm. Về phương pháp, mỗi điểm rạn được chọn khảo sát được tiến hành quan sát trên bề mặt trước khi tiến hành đặt mặt cắt. Rạn san hô được chọn lựa về mặt tổng quát phải đa dạng về thành phần và có độ phủ san hô sống cao. Khi một điểm rạn đã được chọn theo tọa độ của máy định vị vệ tinh (GPS), một mặt cắt dọc (vertical transect) được đặt vuông góc với bờ đảo và chạy dài từ bờ ra đến hết chiều dài của rạn. Với sự hỗ trợ của thiết bị lặn SCUBA, các kiểu hợp phần nền đáy rạn, cá rạn san hô và sinh vật đáy kích thước lớn được nghiên cứu bởi các thợ lặn chuyên môn.

- Đề tài hiện trạng và giải pháp quản lý phục hồi nguồn lợi tại khu vực thôn Diệp sơn - Vịnh Vân Phong Khánh Hòa hợp tác giữa Viện Hải dương học với hợp phần SUMA trong đó có nội dung khảo sát hiện trạng rạn san hô tại 6 điểm thuộc Vịnh Vân Phong vào tháng 3 năm 2004 theo các phương pháp của English et al (1997). Kết quả đã đánh giá lại toàn bộ hiện trạng rạn san hô ở các khu vực phía đầu nguồn vịnh Vân Phong.

- Năm 2001 một số khảo sát về hiện trạng rạn và giám sát san hô phía Nam vịnh Vân Phong bao gồm các khu vực Xuân Tự và đảo Mỹ Giang do Liên Minh Sinh Vật Biển Quốc Tế tại Việt Nam (IMA-Việt Nam) và đề tài cơ sở của Viện Hải dương học thực hiện với mục đích hình thành một vùng bảo tồn dựa trên cơ sở cộng đồng tại Xuân Tự và giám sát các điểm rạn của vùng biển Mỹ Giang.

- Năm 2004 Viện Hải dương học thực hiện đề tài: “nghiên cứu phân vùng chức năng khu bảo tồn biển rạn trào Vạn Ninh” (do Ths. Hoàng Xuân Bền làm chủ nhiệm). Khu vực nghiên cứu là vùng biển Xuân Tự, các phương pháp thực hiện theo English et al (1997). Kết quả đề tài đã phân thành 5 vùng chức năng: là vùng bảo vệ nghiêm ngặt, vùng phục hồi nguồn lợi và phát triển du lịch, vùng bảo tồn các thảm cỏ biển, vùng nuôi trồng hải sản và vùng khai thác hợp lý. Đề tài đã điều tra, nghiên cứu chi tiết về đa dạng sinh học của các hệ sinh thái đặc biệt là hệ sinh thái rạn san hô tại khu vực ven bờ Xuân Tự.

- Trong khuôn khổ của dự án Khu bảo tồn biển vịnh Nha Trang, tỉnh Khánh Hòa các khảo sát khoa học về hệ sinh thái rạn san hô đã được tiến hành liên tục từ năm 2002 – 2005 với mục đích chung của việc đánh giá mức độ đa dạng sinh học trong khu bảo tồn biển nhằm cung cấp những dẫn liệu về hiện trạng đa dạng sinh học, xác định các vùng ưu tiên cho công tác bảo tồn, và xây dựng hệ thống giám sát sự biến đổi về tình trạng của hệ sinh thái và nguồn lợi biển. Để đạt được mục tiêu này, cần thiết lập một hệ thống giám sát các đặc trưng sinh-lý của hệ sinh thái nhằm xác định các tác động từ những thay đổi trong cơ chế quản lý của khu bảo tồn biển. Khu vực nghiên cứu trong vịnh Nha Trang được chia theo các vùng là vùng lõi, vùng đệm, vùng phục hồi và vùng chuyển tiếp. Phương pháp nghiên cứu dựa theo tài liệu về điều tra sinh vật biển nhiệt đới của English et al, 1997.

1.4. Điềm qua các công trình nghiên cứu về tài nguyên môi trường vùng ven bờ Khánh Hòa

Các điều tra nghiên cứu về tài nguyên môi trường ở vùng biển ven bờ Khánh Hòa đã được tiến hành từ khá sớm.

Trong chương trình nghiên cứu (1976 – 1978) điều tra tổng hợp vùng biển ven bờ Phú Khánh (nay là hai tỉnh Khánh Hòa và Phú Yên) do Viện Hải dương học chủ trì, các vấn đề khác nhau về điều kiện địa hình – địa chất, điều kiện tự nhiên, môi trường cũng như các đặc điểm về tài nguyên, nguồn lợi, đặc điểm đa dạng sinh học trên toàn dải ven bờ Khánh Hòa đã được nghiên cứu một cách chi tiết và đồng bộ. Các kết quả này là nền tảng cho các nghiên cứu sâu trong các giai đoạn tiếp theo.

Trong giai đoạn từ thập kỷ 90 đến 2000, các nghiên cứu tập trung vào các vấn đề môi trường, nguồn lợi ở các vịnh ven bờ.

Hiện trạng môi trường vịnh Nha Trang trong từng thời kỳ khác nhau đã được nghiên cứu một cách chi tiết thông qua các đề tài, dự án sau:

- Đề tài "Tình trạng nhiễm bẩn ở vùng biển ven bờ Nha Trang, hậu quả sinh thái và các biện pháp phòng chống" (1990 - 1991) do PGS.TSKH Nguyễn Tác An chủ trì.
- Đề tài "Hiện trạng môi trường nước biển vịnh Nha Trang – Cam Ranh" (1996) do TS Bùi Hồng Long chủ trì
- Đề tài "Điều tra hiện trạng môi trường ven biển thành phố Nha Trang, đề xuất các giải pháp cải thiện và phát triển môi trường" (1997 – 1998) do PGS.TSKH Nguyễn Tác An chủ trì.

Các đề tài này đã nêu lên được thực trạng môi trường vịnh Nha Trang vào các thời kỳ khác nhau cũng như đề xuất các giải pháp hiệu quả nhằm cải thiện môi trường nước vùng vịnh Nha Trang.

Ngoài ra các công trình nghiên cứu của Phạm Văn Thơm và đồng nghiệp như: Đề tài "Chất lượng nước sông Cái Nha Trang" (1996 – 1997), Đề tài "Chất lượng môi trường nước tỉnh KH" (2003-2004) đã đánh giá chất lượng môi trường nước của sông Cái (Nha Trang), sông Dinh (Ninh Hòa) cũng như ảnh hưởng của chúng đến môi trường xung quanh và vùng ven bờ vịnh Bình Cang – Nha Trang.

Điều kiện tự nhiên, môi trường và nguồn lợi khu vực ven bờ vịnh Vân Phong – Bến Gỏi cũng được quan tâm đầu tư nghiên cứu, có thể kể đến các công trình tiêu biểu:

- Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ "Xây dựng cơ sở khoa học cho việc quy hoạch, sử dụng có hiệu quả vịnh Vân Phong – Bến Gỏi." – 1996 do Bùi Hồng Long chủ trì.
- Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ "Định hướng quy hoạch khai thác, sử dụng có hiệu quả vịnh Vân phong – Bến gỏi" – 1997 do Bùi Hồng Long chủ trì.
- Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ: "Nghiên cứu đề xuất một số biện pháp bảo vệ môi trường trong quy hoạch xây dựng cảng biển Vân Phong, Khánh Hòa" – 1996 do PGS.TSKH Nguyễn Tác An chủ trì.
- Báo cáo thực hiện hợp đồng khoa học với UBND tỉnh Khánh Hòa "Nghiên cứu các đặc điểm sinh thái, nguồn lợi và định hướng quy hoạch tổng thể phát triển kinh tế hải sản vùng ven bờ vịnh Vân Phong" – 1998 –do PGS.TSKH Nguyễn Tác An chủ trì.

- Báo cáo thực hiện hợp đồng với tổng cục du lịch "Đánh giá khả năng khai thác các hệ sinh thái biển điển hình phục vụ hoạt động du lịch vịnh Vân Phong – Đại Lãnh, Khánh Hòa", 1998 do PGS.TSKH Nguyễn Tác An chủ trì.
- Báo cáo tổng kết dự án hợp tác Việt Nam - Úc "Quản lý tổng hợp vịnh Vân Phong Bến Gỏi", 1996 – 1998.

Các công trình này đã chỉ ra một cách chi tiết các đặc điểm điều kiện tự nhiên, môi trường và nguồn lợi vùng ven bờ vịnh Vân Phong. Một số kết quả nghiên cứu, khảo sát vào thời kỳ này vẫn còn có giá trị tham khảo và sử dụng tốt cho ngày nay.

Trong các báo cáo tổng kết đề tài cấp nhà nước như

- Đề tài KHCN 06 -14 "Nghiên cứu một số giải pháp kỹ thuật cải thiện chất lượng môi trường để phát triển bền vững nguồn lợi thủy sản và du lịch vùng biển ven bờ Việt Nam", 2001 do PGS.TSKH Nguyễn Tác An chủ trì
- Đề tài KC 09-07 "Nghiên cứu các giải pháp bảo vệ, phục hồi các hệ sinh thái san hô, cỏ biển và khắc phục ô nhiễm môi trường biển tự sinh", 2003 – 2005 do PGS.TSKH Nguyễn Tác An chủ trì

Ngoài việc bổ sung, đánh giá và hoàn thiện cơ sở dữ liệu về điều kiện môi trường, tài nguyên, nguồn lợi,... một số vùng biển ven bờ Việt Nam, các công trình này đã đề xuất các giải pháp hợp lý trong việc cải thiện chất lượng môi trường cũng như các giải pháp quản lý, bảo tồn và phục hồi các hệ sinh thái biển (như san hô và cỏ biển), ở các khu vực ven bờ thuộc tỉnh Bình Định, Khánh Hòa.

1.5. Các kết quả nghiên cứu về ứng dụng công nghệ viễn thám trong đánh giá sự phân bố rạn san hô ở vùng ven bờ Việt Nam

Việc ứng dụng công nghệ viễn thám trong nghiên cứu các hệ sinh thái ven bờ còn là một vấn đề mới mẻ đối với các nhà khoa học Việt Nam.

Trong giai đoạn 2003-2004 một dự án quốc tế do chương trình bảo vệ môi trường Liên hợp quốc (UNEP) và mạng lưới giám sát rạn san hô toàn cầu (ICRAN) đã hỗ trợ cho Viện Hải dương học Nha Trang thử nghiệm áp dụng phương pháp viễn thám và GIS trong xây dựng bản đồ phân bố các hợp phần của rạn san hô ở vùng ven bờ tỉnh Ninh Thuận (là một trong những điểm trình diễn quốc tế UNEP/GEF "Ngăn chặn xu thế suy thoái môi trường ở biển Nam Trung Hoa (Biển Đông) và vịnh Thái Lan" – hợp phần san hô (Tổng Phước Hoàng Sơn và cộng sự, 2004).

Sau hai năm thực hiện dự án đã thu được một số kết quả bước đầu đáng khích lệ, đó là:

- Đã áp dụng có hiệu quả phương pháp viễn thám và GIS trong xây dựng bản đồ phân bố các hợp phần của rạn san hô và cỏ biển vùng ven bờ tỉnh Ninh Thuận. Nhờ việc sử dụng các nguồn ảnh có độ phân giải trung bình như Landsat (ĐPG-30m), ASTER (ĐPG-15m) và cả các ảnh máy bay (TL 1/33.000), bản đồ phân bố về các thành phần ưu thế của rạn san hô như san hô cứng, san hô chết, cỏ biển, cát, nền đá... ở vùng ven bờ tỉnh Ninh Thuận đã được xây dựng, các hợp phần nền đáy đã được khoanh định và tính diện tích. Một số rạn san hô ở vùng nước sâu ở Vĩnh Hy – Thái An (H > 25m) đã được phát hiện bằng phương pháp gộp ảnh.
- Đã xây dựng được một phần mềm quản lý cơ sở dữ liệu bản đồ về rạn san hô và các đặc điểm môi trường sinh thái, đa dạng sinh học có liên quan. Đây là một

cơ sở dữ liệu bản đồ ở dạng “mở”, người sử dụng có thể quản lý, cập nhật, truy vấn và cả phân tích thông tin.

Một số công trình viễn thám đã bước đầu ứng dụng hiệu quả phương pháp này trong đánh giá phân bố rừng ngập mặn ở đồng bằng sông Cửu Long (Tổng Phước Hoàng Sơn và cộng sự 2005b, 2006), đánh giá phân bố rạn san hô ở vùng ven bờ Ninh Thuận, Phú Quốc và cả các yếu tố môi trường ảnh hưởng đến sự tồn tại và phát triển rạn san hô ở Côn đảo (Tổng Phước Hoàng Sơn và cộng sự 2005a, 2005c, 2005d, 2006a, 2006b).

Một số kết quả mới về giải đoán rạn san hô và các hệ sinh thái ven bờ khác bằng phương pháp viễn thám đã được tiến hành ở vùng biển Đà Nẵng, Phú Quốc. Từ các đề tài, dự án như vừa nêu trên, một số kết quả đáng khích lệ đã đạt được và làm tiền đề và luận cứ khoa học cho các nghiên cứu tiếp theo.

Xuất phát từ mục tiêu của đề tài, tận dụng hợp lý các kết quả đã thu được từ các nghiên cứu trước đây, đề tài sẽ tiến hành tập hợp dữ liệu, nghiên cứu khảo sát bổ sung, thu thập dữ liệu ảnh viễn thám, đánh giá chi tiết hiện trạng phân bố và các đặc trưng đa dạng sinh học nguồn lợi trên rạn, xây dựng CSDL - GIS từ đó đề xuất ra các giải pháp bảo vệ, phục hồi và sử dụng bền vững rạn san hô vùng ven bờ Khánh Hòa.

Các bước tiến hành, thực hiện đề tài được trình bày cụ thể ở phần tiếp theo

2.- Phạm vi đề tài và tổ chức thực hiện :

2.1.- Phạm vi của đề tài và đối tượng nghiên cứu:

Đề tài được thực hiện trong phạm vi vùng ven bờ Khánh Hòa trong khoảng tọa độ địa lý

- Từ 109° 00' đến 109° 30' kinh độ Đông

- Từ 11°45' đến 12° 50' vĩ độ Bắc

và đường bờ cho đến 50 m nước sâu

Đối tượng nghiên cứu của đề tài là rạn san hô vùng ven bờ Khánh Hòa bao gồm các nghiên cứu về đặc điểm đa dạng sinh học, nguồn lợi trên rạn san hô, các tác nhân ảnh hưởng đến tình trạng sức khỏe của rạn và cả đặc điểm phân bố không gian của rạn san hô và các hợp phần nền đáy có liên quan.

2.2.- Phân công nhân lực:

Để thực hiện các nội dung công việc của đề tài, các cán bộ Viện Hải dương học Nha Trang đã tham gia theo các nhóm chuyên đề khác nhau:

- Nhóm nghiên cứu về hiện trạng hệ sinh thái rạn san hô vùng ven bờ tỉnh Khánh Hòa do Thạc sĩ Hoàng Xuân Bền chủ trì, các cán bộ tham gia chính gồm:
 - Th.S Hoàng Xuân Bền, phòng nguồn lợi thủy sinh: tham gia khảo sát, đánh giá thành phần độ phủ rạn san hô, tổng hợp kết quả, viết báo cáo chuyên đề
 - Th.S Nguyễn Văn Long, phòng nguồn lợi thủy sinh: tham gia khảo sát, đánh giá thành phần mật độ cá rạn, viết báo cáo chuyên đề.
 - CN Phan Kim Hoàng, phòng nguồn lợi thủy sinh: tham gia khảo sát, đánh giá thành phần độ phủ rạn san hô

- CN. Phạm Bá Trung, phòng Địa chất biển: tham gia khảo sát, đánh giá hình thái và cấu trúc rạn.
- CN. Nguyễn Phi Uy Vũ, phòng Động vật có xương sống: tham gia khảo sát, biên tập ảnh chụp dưới nước.
- Nhóm nghiên cứu về các tác nhân tự nhiên và nhân sinh ảnh hưởng đến tình trạng sức khỏe của rạn san hô vùng ven bờ Khánh Hòa do Cử nhân Phạm Văn Thơm chủ trì, các cán bộ tham gia chính gồm:
 - CN. Phạm Văn Thơm, phòng Thủy Địa Hóa: tổng quan tài liệu, tổng hợp kết quả, phân tích các đặc điểm môi trường ảnh hưởng đến rạn san hô, viết báo cáo chuyên đề
 - Th.S. Lê Thị Vinh, phòng Thủy Địa Hóa: tổng quan tài liệu, phân tích kết quả.
 - CN. Phạm Bá Tâm, phòng Thủy Địa Hóa: tổng quan tài liệu
 - CN. Tống Phước Hoàng Sơn, phòng GIS và viễn thám: phân tích các tư liệu viễn thám, bổ sung các thông tin về các bằng chứng các tác nhân tự nhiên và nhân sinh ảnh hưởng đến tình trạng sức khỏe của rạn san hô vùng ven bờ Khánh Hòa.
 - Th.S Lê Thị Thu Hà: thu thập, phỏng vấn cư dân vùng ven bờ và cán bộ địa phương, phân tích các tài liệu kinh tế xã hội và xác định các tác nhân nhân sinh ảnh hưởng đến tình trạng sức khỏe của rạn san hô vùng ven bờ Khánh Hòa.
 - CN. Nguyễn Chí Công, phòng Vật lý: bổ sung tài liệu viễn thám, xây dựng các bản đồ phân bố hàng tháng về hàm lượng vật lơ lửng, chlorophyll-a và nhiệt độ nước biển tầng mặt.
 - CN. Phan Thành Bắc, phòng GIS và Viễn thám biển: bổ sung tài liệu viễn thám, xây dựng các bản đồ phân bố hàng tháng về hàm lượng vật lơ lửng, chlorophyll-a và nhiệt độ nước biển tầng mặt.
- Nhóm nghiên cứu sử dụng công nghệ GIS và viễn thám nhằm xây dựng bản đồ phân bố chi tiết, đánh giá diện tích phân bố của rạn san hô vùng ven bờ tỉnh Khánh Hòa do CN Tống Phước Hoàng Sơn chủ trì, các cán bộ tham gia chính gồm:
 - CN Tống Phước Hoàng Sơn, phòng GIS và Viễn thám biển: tham gia khảo sát, xử lý ảnh viễn thám, tổng hợp kết quả, báo cáo chuyên đề
 - Th.S. Lâu Và Khìn, phòng CSDL biển: tham gia khảo sát, xử lý ảnh viễn thám.
 - CN. Ngô Mạnh Tiến, phòng CSDL biển: tham gia khảo sát, xử lý ảnh viễn thám
 - CN. Phan Thành Bắc, phòng GIS và Viễn thám biển: tham gia khảo sát, xử lý ảnh viễn thám
- Nhóm nghiên cứu xây dựng Cơ sở dữ liệu về hệ sinh thái rạn san hô vùng ven bờ tỉnh Khánh Hòa do Thạc sĩ Lâu Và Khìn chủ trì, các cán bộ tham gia chính gồm:

- Thạc sĩ Lâu Và Khin, phòng CSDL biển: thiết kế hệ thống, lập trình CSDL, báo cáo chuyên đề
- CN. Tống Phước Hoàng Sơn, phòng GIS và Viễn thám biển: thiết kế hệ thống, thẩm định hoạt động của chương trình.
- CN. Ngô Mạnh Tiến, phòng CSDL biển: lập trình CSDL, cập nhật thông tin, dữ liệu
- CN. Phan Thành Bắc, phòng GIS và Viễn thám biển: tham gia khảo sát, thu thập dữ liệu, số hóa, biên tập bản đồ, cập nhật thông tin, dữ liệu
- CN. Phạm Bá Trung, phòng Địa chất biển: tham gia khảo sát, thu thập dữ liệu, số hóa, biên tập bản đồ, cập nhật thông tin, dữ liệu
- Th.S. Nguyễn Đình Đán, phòng Địa chất biển: tham gia khảo sát, thu thập dữ liệu, cập nhật thông tin, dữ liệu
- CN. Nguyễn Phi Uy Vũ, phòng Động vật có xương sống: tham gia khảo sát, thu thập dữ liệu.

2.3- *Tổ chức thực hiện*: đề tài đã tiến hành các nội dung công việc khác nhau, bao gồm

2.3.1.- Tổng quan, tập hợp các tài liệu nghiên cứu đã có:

Trong khuôn khổ của đề tài, chúng tôi đã tiến hành thu thập, sử dụng và phân tích các nguồn tài liệu, số liệu về đa dạng sinh học, nguồn lợi trên rạn san hô, các dữ liệu môi trường ảnh hưởng trực tiếp và gián tiếp đến tình trạng sức khỏe rạn san hô và các ảnh hưởng viễn thám chụp ở vùng ven bờ Khánh Hòa, bao gồm

- Tổng hợp số liệu khảo sát về đặc điểm đa dạng sinh học và nguồn lợi tháng 3 năm 2004 ở khu vực Điệp Sơn (Tây Bắc vịnh Vân Phong) thuộc đề tài “Hiện trạng và giải pháp quản lý phục hồi nguồn lợi tại khu vực thôn Điệp sơn - Vịnh Vân Phong Khánh Hòa”.

- Tổng hợp các số liệu khảo sát về đặc điểm đa dạng sinh học và nguồn lợi vào tháng 10 năm 2004 ở 3 khu vực Rạn Trào, Rạn Tượng, Cùm Meo (Tây vịnh Vân Phong) thuộc đề tài “Nghiên cứu phân vùng chức năng khu bảo tồn biển rạn Trào Vạn Ninh” .

- Tổng hợp các số liệu khảo sát (12 điểm) trong vịnh Nha Trang về đặc điểm đa dạng sinh học và nguồn lợi năm 2005 thuộc dự án Khu bảo tồn biển vịnh Nha Trang, tỉnh Khánh Hòa.

- Tổng hợp, phân tích các kết quả nghiên cứu về môi trường nước và trầm tích vùng ven bờ tỉnh Khánh Hòa (từ năm 2000 – 2005) (Phạm Văn Thơm, 2007). Đánh giá các điều kiện môi trường ảnh hưởng trực tiếp và gián tiếp đến tình trạng sức khỏe rạn san hô.

- Thu thập các ảnh vệ tinh và ảnh máy bay từ nhiều nguồn khác nhau, thời gian khác nhau chụp vùng ven bờ Khánh Hòa, cụ thể là:

+ Nguồn ảnh vệ tinh:

- ✓ 1 ảnh SPOT5 chụp ngày 11 tháng 3 năm 2004 phủ khu vực Nha Trang – Cam Ranh với độ phân giải 10 m (ảnh đa phổ) và 5m (ảnh toàn sắc).

- ✓ 1 ảnh SPOT4 chụp ngày 13 tháng 8 năm 2000, phủ khu vực từ phía nam vịnh Bến Gò đến Hòn Mun (Vịnh Nha Trang) với độ phân giải 20m.
- ✓ 2 ảnh Landsat với độ phân giải 30m (một là Landsat TM4 chụp ngày 18 tháng 6 năm 2001, một là ảnh Landsat7 ETM+ chụp ngày 14 tháng 1 năm 2002). Các ảnh này bao phủ khu vực từ Nha Trang đến Bắc Bình Thuận.
- ✓ 2 ảnh ASTER với độ phân giải 15m (một phủ khu vực từ Cam Ranh đến Mỹ Hòa chụp ngày 26 tháng 12 năm 2000, một phủ khu vực phía Bắc vịnh Vân Phong - Nha Trang chụp ngày 18 tháng 1 năm 2001).
- ✓ Bộ ảnh ALOS do Trung tâm vũ trụ Nhật cung cấp, chụp ngày 17 tháng 7 năm 2007 bao gồm 2 ảnh AVNIR2 (đpg: 10m) và 3 ảnh PRISM (ảnh toàn sắc – đpg: 2.5m).

+ Nguồn ảnh máy bay:

- ✓ Các ảnh máy bay tỉ lệ lớn 1/1000 chụp năm 1942 ở các khu vực đảo Trí Nguyên, Hòn Tằm, Hòn Một, ven bờ Tây Nam Hòn Tre.
- ✓ Các ảnh máy bay cấp độ xám (grey scale) chụp năm 1969 do Hải quân Mỹ bay chụp phục vụ xây dựng bản đồ địa hình vùng ven bờ.
- ✓ Các ảnh máy bay - ảnh tổ hợp màu ở bán đảo Hòn Gôm, vịnh Nha Trang, vịnh Cam Ranh ở các tỉ lệ 1/10.000; 1/5.000.
- ✓ Các ảnh toàn sắc (ảnh cấp độ xám – gray scale) với tỉ lệ gốc là 1/33.000.

2.3.2. Khảo sát bổ sung, điều tra mới:

- Khảo sát bổ sung về cấu trúc, hình thái, đa dạng sinh học, nguồn lợi:

- + Khảo sát bổ sung về đa dạng sinh học và nguồn lợi trong vịnh Vân Phong ở 8 điểm rạn san hô vào tháng 9 năm 2006 bao gồm: Bãi Ông, Lạch Cỏ Cò, Bãi Tre, Hòn Đen, Bắc Mỹ Giang, Nam Mỹ Giang, Rạn Ngâm, Đá Đò.
- + Khảo sát bổ sung về đa dạng sinh học và nguồn lợi ở Rạn Chảo và Bãi Dài Ninh Vân vào tháng 10 năm 2006.
- + Khảo sát đa dạng sinh học và nguồn lợi, đo sâu – chụp ảnh nền đáy, phân tích hình thái cấu trúc ở hai bãi cạn san hô ven bờ Khánh Hòa: Bãi cạn Lớn (Rạn Cạn) và bãi Cạn Thủy triều vào tháng 4 năm 2006.
- + Khảo sát đa dạng sinh học và nguồn lợi ở khu vực ven bờ Cam Ranh và chi tiết ở 3 điểm rạn san hô: Bãi Nôm, Bãi Chương và Mũi Bình Tiên vào tháng 11 năm 2006 và tháng 8 năm 2007.
- + Khảo sát hình thái, cấu trúc rạn san hô, chụp ảnh nền đáy theo các mặt cắt thẳng góc với bờ ở Lạch Cỏ Cò, Bãi Ông, Hòn Đen, Cùm Meo, Rạn Chảo, Hòn Mun và Hòn Miếu vào tháng 4 và tháng 10 năm 2006.

Thông qua các đợt khảo sát này đã thu thập hơn 700 bức ảnh chụp nền đáy và 12 băng quay video ở các khu vực khác nhau. Các tư liệu này đã được chọn lọc và lưu vào cơ sở dữ liệu GIS về quản lý đa dạng sinh học và nguồn lợi rạn san hô vùng ven bờ Khánh Hòa.

- Khảo sát xây dựng bộ điểm chia khóa phục vụ giải đoán về phân bố rạn san hô và các hợp phần nền đáy ở vùng ven bờ Khánh Hòa.

- + Khảo sát vùng ven bờ vịnh Vân Phong vào tháng 9 năm 2006, bao gồm: Hòn Ngang – Bãi cát Thắm (5 điểm); Tuần Lễ - Hòn Tri (7 điểm); Xuân Tự (10 điểm); Mỹ Giang (12 điểm); Ninh Vân (8 điểm).
- + Khảo sát vùng ven bờ vịnh Nha Trang vào tháng 3 năm 2006, bao gồm: Bãi cạn Lớn (8 điểm); Mũi Cò (6 điểm); Bãi Bàng (4 điểm); Hòn Miếu (6 điểm); Hòn Mun (5 điểm); 12 Bãi cạn Thủy Triều (8 điểm); 13 Bãi Nồm (5 điểm); Mũi Bình Tiên (6 điểm).
- + Khảo sát vùng ven bờ vịnh Cam Ranh vào tháng 11 năm 2006, bao gồm: Bãi cạn Thủy Triều (8 điểm); Bãi Nồm (5 điểm); Mũi Bình Tiên (6 điểm), Tây Mũi Sóp (8 điểm).

- Điều tra kinh tế xã hội học: phục vụ đánh giá ảnh hưởng của các hoạt động nhân sinh đến tình trạng sức khỏe rạn san hô

- + Tiến hành điều tra kinh tế xã hội học vào tháng 3 năm 2006 ở một số xã đảo và vùng ven bờ ở các khu vực gần các rạn san hô như: xã Vạn Thạnh (Vạn Ninh), Vạn Thắng (Vạn Ninh), Vạn Hưng (Vạn Ninh), Ninh Phước (Ninh Hòa), Ninh Vân (Ninh Hòa), Vĩnh Nguyên (Nha Trang), Cam Lập (Cam Ranh), Cam Bình (Cam Ranh). Đã phỏng vấn 120 cư dân vùng ven bờ thông qua các phiếu phỏng vấn phát ra ở các khu vực vừa nêu trên.
- + Các đối tượng được phỏng vấn bao gồm ngư dân, người buôn bán sản phẩm biển (các nậu), cư dân ven biển làm nghề khác. Các thông tin chi tiết của phiếu phỏng vấn được chỉ ra ở phụ lục.
- + Phỏng vấn bán chính thức các nhà quản lý ở cấp xã, huyện và các doanh nghiệp kinh doanh du lịch, nuôi trồng thủy sản nhằm xác định độ tin cậy từ các thông tin có được từ phiếu điều tra; phát hiện các giải pháp quản lý, sử dụng rạn san hô của cộng đồng; thăm dò mức độ tham gia của cộng đồng vào công tác quản lý, sử dụng bền vững rạn san hô.

2.3.3.- Nghiên cứu trong phòng thí nghiệm:

- Nghiên cứu các đặc điểm cấu trúc hình thái, đa dạng sinh học, nguồn lợi: xử lý thông tin, biên tập ảnh chụp và các băng quay video, phân tích kết quả đánh giá đặc điểm đa dạng sinh học, thành phần loài, nguồn lợi, độ phủ, các tác nhân có hại lên rạn san hô.

- Đánh giá các điều kiện tự nhiên, môi trường và tác động nhân sinh ảnh hưởng đến tình trạng sức khỏe rạn san hô, bao gồm:

- + Đánh giá các tai biến thiên nhiên và sự cố môi trường
- + Phân tích các đặc điểm môi trường
- + Phân tích các đặc điểm kinh tế xã hội, các hoạt động nhân sinh.
- + Phân tích, xử lý ảnh viễn thám bổ sung các thông tin, các bằng chứng có liên quan về các ảnh hưởng của điều kiện tự nhiên, môi trường và hoạt động nhân sinh ảnh hưởng đến tình trạng sức khỏe rạn san hô.

- Sử dụng tư liệu ảnh viễn thám và khảo sát ngầm trong xây dựng bản đồ phân bố rạn san hô và các hợp phần nền đáy cũng như xác định vị trí và diện tích của các rạn ở vùng ven bờ Khánh Hòa, bao gồm các công việc sau:

- + Thử nghiệm các phương pháp xử lý ảnh khác nhau trên các loại ảnh viễn thám khác nhau nhằm giải đoán phân bố rạn san hô vùng ven bờ Khánh Hòa.
 - + Đánh giá độ chính xác của các phép giải đoán phân bố rạn san hô trên các loại ảnh khác nhau.
 - + Chọn lọc loại ảnh thích hợp nhất, chuẩn hóa xây dựng một quy trình giải đoán về phân bố rạn san hô.
 - + Giải đoán phân bố rạn san hô và các hợp phần nền đáy khác ở vùng ven bờ Khánh Hòa.
 - + Chuyển đổi dữ liệu ảnh sang dữ liệu số GIS, xây dựng, biên tập bản đồ số và tính toán diện tích phân bố.
- Xây dựng cơ sở dữ liệu GIS về đa dạng sinh học và nguồn lợi trên các rạn san hô ở vùng ven bờ Khánh Hòa, bao gồm các công cụ sau:
- + Công cụ quản lý bản đồ số.
 - + Công cụ quản lý thư viện thông tin:
 - + Công cụ quản lý các đặc điểm đa dạng sinh học, nguồn lợi.

Kết quả:

Đã cập nhật vào cơ sở dữ liệu trên 300 bản đồ, sơ đồ GIS (trên hệ lưới chiếu VN2000 ở các tỉ lệ khác nhau) về điều kiện tự nhiên, môi trường, tài nguyên, nguồn lợi trên rạn san hô. Một số bản đồ chọn lọc đã được giới thiệu minh họa ở phần phụ lục hình.

Đã cập nhật các dữ liệu về đa dạng sinh học, nguồn lợi, các ảnh chụp và băng quay video cảnh quan nền đáy ở các khu vực khảo sát. Thông qua việc thiết kế hợp lý cơ sở dữ liệu, các dữ liệu thuộc tính vừa nêu đã liên kết chặt chẽ với các bản đồ GIS tạo nên một bức tranh tường minh, sinh động về đa dạng sinh học, nguồn lợi rạn san hô vùng ven bờ tỉnh Khánh Hòa.

Đã cập nhật các dữ liệu thông tin nguồn và thông tin chi tiết (t toàn bộ văn bản) vào cơ sở dữ liệu Metadata. Bao gồm các tài liệu về các luật định, chính sách, các nghị định về bảo vệ, sử dụng hợp lý bền vững tài nguyên, nguồn lợi rạn san hô. Các quyết định về quy hoạch tổng thể về phát triển kinh tế, quy hoạch phát triển ngành (du lịch, kinh tế thủy sản, các khu kinh tế,...) cũng được cập nhật và đưa vào cơ sở dữ liệu.

Ngoài ra các dữ liệu metadata về các ảnh viễn thám thu thập của đề tài cũng được cập nhật vào cơ sở dữ liệu.

2.3.4.- Hội thảo khoa học: đã tổ chức hai hội thảo chuyên đề báo cáo các kết quả của đề tài, trao đổi thông tin, tập hợp các ý kiến phê bình, góp ý từ các nhà khoa học, các nhà quản lý nhằm hoàn thiện hơn báo cáo và các kết quả của đề tài.

- Hội thảo chuyên đề về “Các giải pháp về bảo tồn, phát triển bền vững rạn san hô vùng ven bờ Khánh Hòa” tổ chức vào tháng 12 năm 2007 tại Sở Tài Nguyên và Môi Trường Khánh Hòa.

- Hội thảo báo cáo các kết quả đạt được của đề tài tổ chức vào tháng 3 năm 2008 tại Viện hải Dương Học Nha Trang.

2.3.5.- Tổng hợp tài liệu, báo cáo tổng kết: đề xuất các giải pháp về bảo tồn, phát triển bền vững, tạo rạn nhân tạo và cả các kiến nghị khác.

3. Tài liệu và phương pháp nghiên cứu:

Để thực hiện các nội dung công việc của đề tài, các cán bộ Viện Hải dương học đã tham gia theo các nhóm chuyên đề như vừa nêu trên, ở mỗi nhóm chuyên môn đã tiến hành nghiên cứu bằng các phương pháp khác nhau.

3.1. Các phương pháp khảo sát đa dạng sinh học, nguồn lợi : trong đánh giá hiện trạng phân bố rạn san hô:

1.1.- Phương pháp mặt cắt khung sinh vật lượng: Cho phép đánh giá hình thái-cấu trúc rạn san hô. Phương pháp này tiến hành bằng cách rải dây đo khoảng cách theo mặt cắt dọc mặt cắt vuông góc với bờ. Đánh giá độ phủ trung bình của san hô theo mặt cắt trên nền đáy bằng các khung vuông 1m². Các hợp phần trên nền đáy, thành phần loài và tính đa dạng sinh học, vị trí cách bờ bao xa, độ sâu bao nhiêu, thành phần nền đáy như thế nào sẽ được mô tả chi tiết và cả ảnh chụp đi kèm theo mặt cắt...

1.2.- Phương pháp Mantatow (English et al,1997): được sử dụng để đánh giá nhanh thành phần và độ phủ của san hô và các hợp phần nền đáy theo chiều dọc bờ. Với gương lặn và ống thở, người quan sát được canô kéo chậm ở vùng sườn dốc rạn, quan sát theo từng đoạn 100m một và đánh giá độ phủ của san hô cứng (HC), san hô mềm (SC), san hô chết (DC), cỏ biển (SG), rong biển (SW) và vụn san hô (Gravel) và được phân chia theo các bậc độ phủ từ 0 đến 5. Giá trị độ phủ bằng 0 tức là độ phủ bằng 0%, bậc 1 cho nhóm độ phủ từ 1 – 10%, bậc 2: 11 – 30%, bậc 3: 31 – 50%, bậc 4: 51 – 75% và bậc 5: 76 – 100% độ phủ nền đáy.

1.3.- Phương pháp mặt cắt điểm - Reefcheck (Hodgson và Waddell, 1997) được sử dụng để đánh giá chi tiết độ phủ của san hô tại các điểm đã được xác định tọa độ bằng định vị vệ tinh GPS. Hai mặt cắt dài đặt song song với bờ một MC cạn và một MC sâu được khảo sát chi tiết theo từng mét dưới sự hỗ trợ của thiết bị lặn SCUBA.

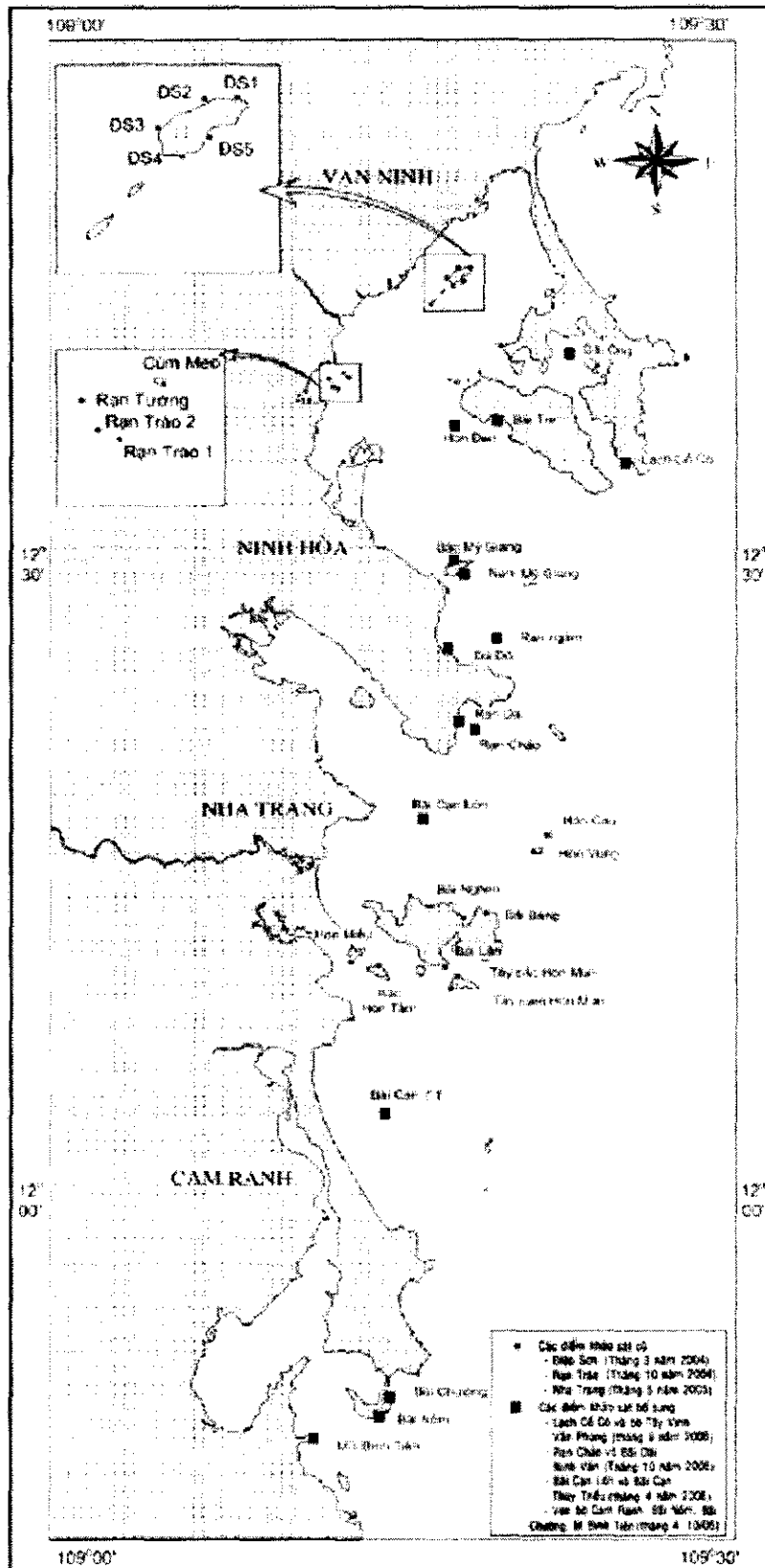
Các thông số giám sát san hô ở phương pháp mặt cắt - điểm là các hợp phần đáy như san hô cứng (ký hiệu HC), san hô mềm (SC), san hô chết (DC), đá (RC), san hô vỡ vụn (RB), rong lớn (FS), hải miên (SP), cát (SD), bùn (SI), các dạng khác (OT).

Cá rạn san hô bao gồm cá Mú (Groupers), cá Kẽm (Sweetlips); cá Bướm (Butterflyfishes); cá Mú gù (Bumphead parrotfish); cá Bàng chài (Humpheadfish); cá Hồng (Snappers); cá He (*Lethrinidae*); cá Thiên thần (*Pomacanthidae*); cá Dia (Rabbitfishes).

Một số loài động vật không xương sống đáy đóng vai trò quan trọng về mặt sinh thái và thực phẩm trên rạn như tôm Béc sĩ (*Stenopus hispidus*); Cầu Gai đen (*Diadema*); Cầu gai bút chì (*Heterocentrotus mammaillatus*); Hải sâm (Sea cucumber); Sao biển gai (*Acanthaster planci*), Trai tai tượng (*Tridacna*), ốc Đụn (*Trochus*), ốc Tù và (*Charonia tritonis*), tôm Hùm (Lobster).

Ngoài ra, còn quan sát san hô bị hư hại do thả neo, do đánh mìn và do cả do các nguyên nhân khác như : bệnh san hô, do sao biển gai ăn san hô...các loại rác lưới đánh cá mắc trên rạn, các loại dây câu, vỏ đồ hộp, túi nilon... cũng được ghi nhận.

Sơ đồ các vị trí khảo sát chính về hiện trạng và đặc điểm đa dạng sinh học rạn san hô và các hệ sinh thái khác ở vùng ven bờ tỉnh Khánh Hòa được chỉ ra ở hình 1.



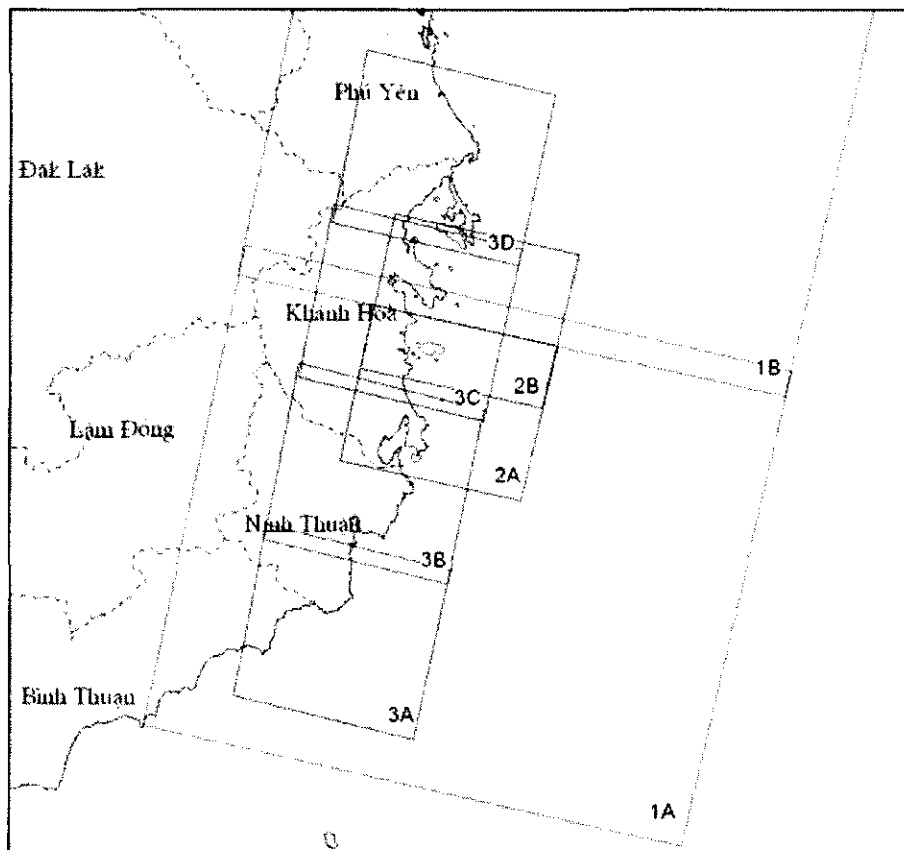
Hình 1: Sơ đồ các vị trí khảo sát chính (tập hợp tài liệu hiện có và bổ sung mới) về hiện trạng và đặc điểm đa dạng sinh học rạn san hô và các hệ sinh thái khác ở vùng ven bờ tỉnh Khánh Hòa

3.2. Sử dụng tư liệu ảnh viễn thám và khảo sát ngầm: nhằm xây dựng bản đồ phân bố chi tiết, đánh giá diện tích phân bố của rạn san hô vùng ven bờ tỉnh Khánh Hòa

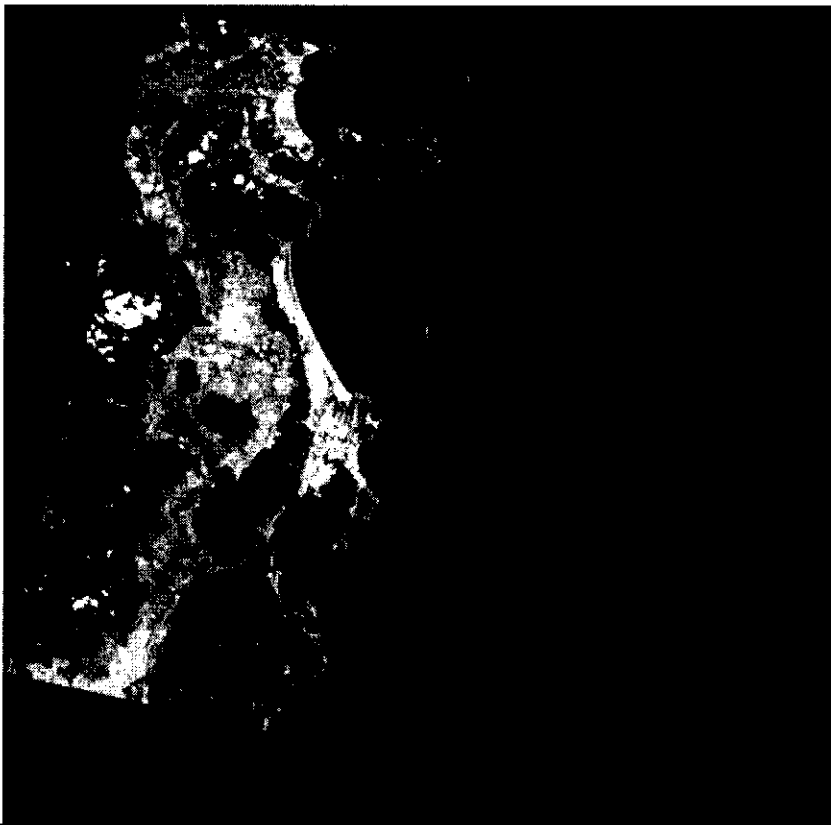
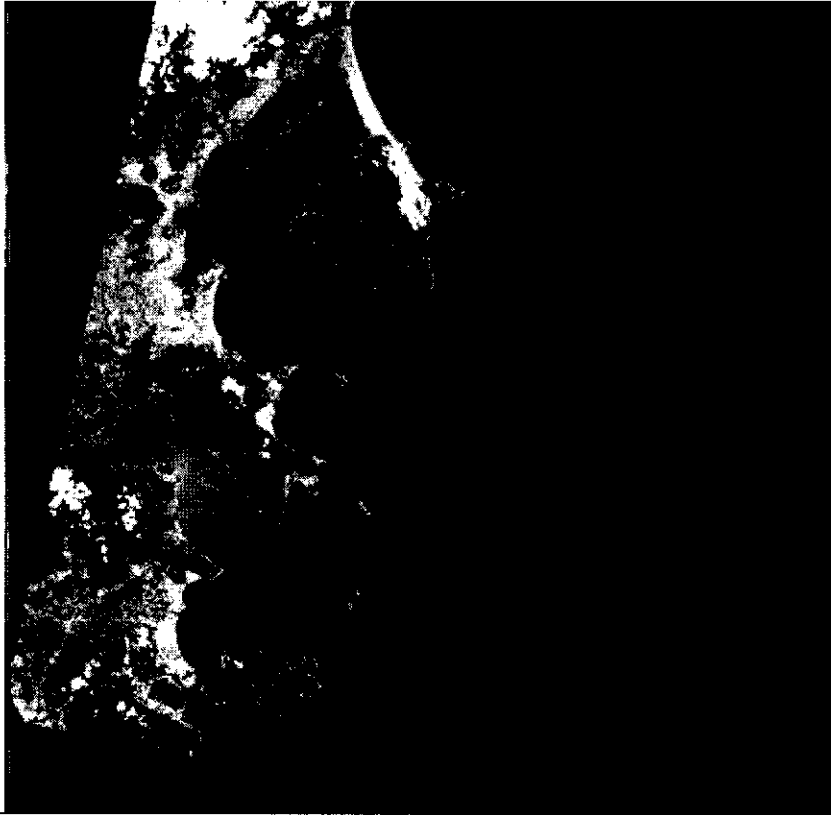
3.2.1.- Thu thập các nguồn ảnh viễn thám từ nhiều nguồn khác nhau: Đề tài đã tiến hành tập hợp, phân tích tư liệu viễn thám từ nhiều khác nhau và thời gian khác nhau (hình 2), như đã nêu ở chương I, phần 2.2.1

Các kết quả phân tích về sau cho thấy ảnh ALOS (bao gồm cả AVNIR2 và PRISM) chụp ngày 17 tháng 7 năm 2007 là nguồn ảnh quan trọng nhất trong giải đoán phân bố rạn san hô ở khu vực ven bờ Khánh Hòa (hình 3). Nguồn ảnh này có độ phân giải cao (10m đối với các băng phổ màu và 2.5 m đối với băng toàn sắc), ảnh mới nhất (chụp ngày 17 tháng 7 năm 2007), có độ nét cao, ít phủ mây (độ phủ mây $\approx 0\%$). Đặc biệt hơn, ảnh này có cả băng xanh lam ở dải phổ (420 – 500 nm), băng này có khả năng xuyên suốt qua lớp nước khá tốt, phục vụ phân biệt tốt các đối tượng ở vùng nước sâu.

Ở một số khu vực bãi dốc, rạn hẹp, san hô phân bố ở độ sâu lớn như bờ Đông vịnh Vân Phong, quá trình phân tích xử lý ảnh viễn thám không cho những kết quả mong muốn. Trong trường hợp này, phương pháp chuẩn của trung tâm khí tượng hải dương Hoa Kỳ (NOOA, 2001) về phân tích các hợp phần phân bố rạn san hô bằng ảnh máy bay đã được sử dụng.



Hình 2: Phạm vi phủ các loại ảnh viễn thám hiện có phục vụ cho việc giải đoán phân bố rạn san hô vùng ven bờ Khánh Hòa - Ninh Thuận (1A: ảnh Landsat ETM+, 2A, 2B; 2C; 2D: ảnh ASTER và PRISM; 3A,3B; ảnh SPOT4, SPOT5, AVNIR2



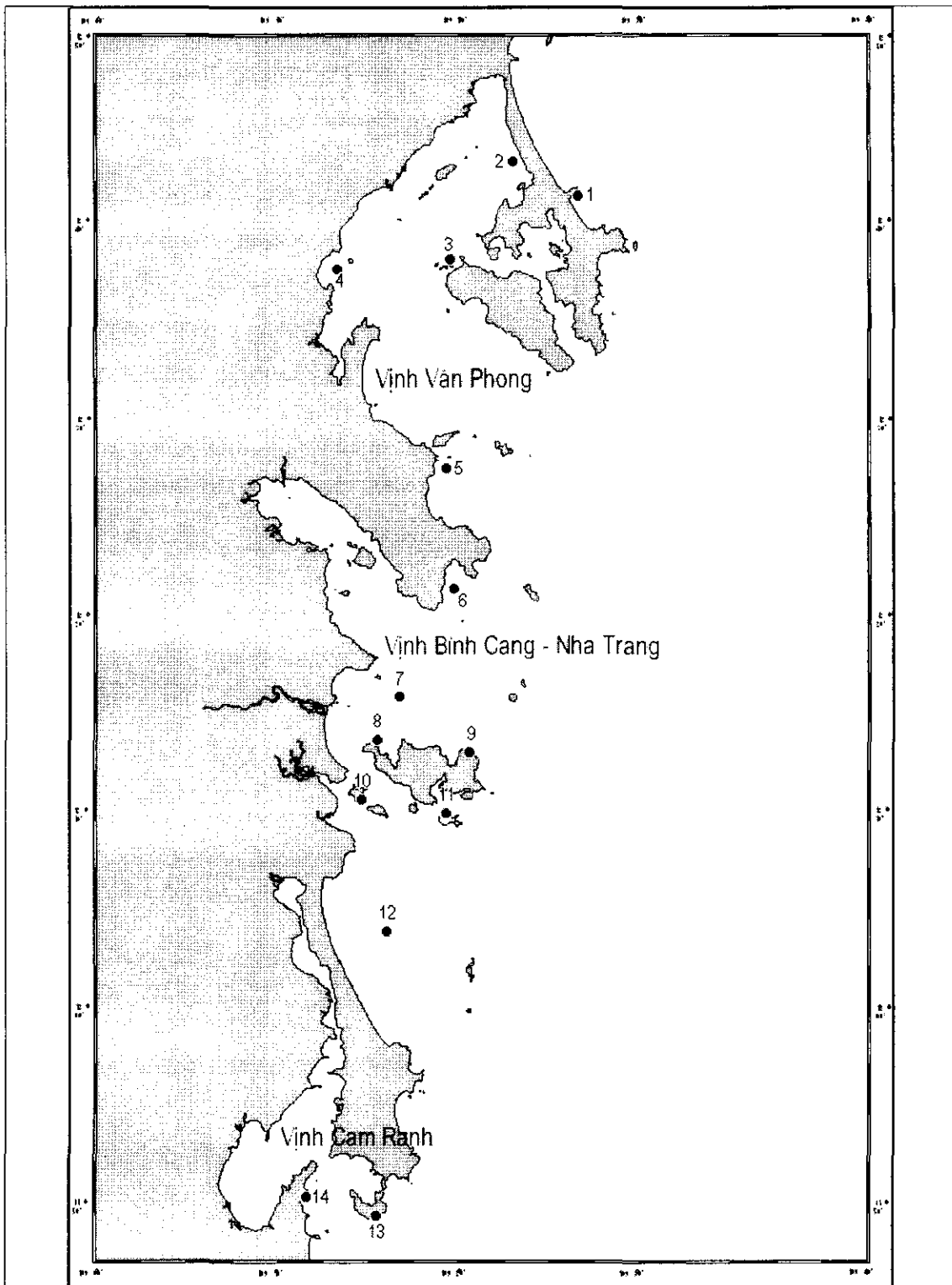
Hình 3: Ảnh tổ hợp màu AVNIR2-321 (10m) chụp toàn cảnh Vân Phong – Nha Trang (trên) và Nha Trang – Cam Ranh (dưới) vào ngày 17/7/2007 là nguồn ảnh chính để phân lập phân bố rạn san hô ven bờ Khánh Hòa

3.2.2. Phương pháp khảo sát thực địa xây dựng các điểm chia khóa: phục vụ giải đoán ảnh về phân bố rạn san hô

Phương pháp này sử dụng trực tiếp để chọn điểm chia khóa cho việc phân lập ảnh. Phương pháp này được thực hiện dựa trên các vị trí chọn lọc sau khi xem xét ảnh tổ hợp màu hoặc ảnh gộp (từ ảnh máy bay và ảnh viễn thám). Có 3 nhóm điểm khảo sát chính được chọn là:

- Nhóm điểm khảo sát vật liệu nền đáy là cát theo các độ sâu khác nhau. Thực tế chúng tôi đã chọn 192 điểm nền đáy cát ở vùng Vân Phong Nha Trang và 161 điểm cát ở vùng Nha Trang – Cam Ranh phục vụ tính chỉ số bất biến theo độ sâu của từng cặp băng phục vụ giải đoán ảnh.
- Nhóm điểm khảo sát dùng cho phân lập ảnh: bao gồm các điểm khảo sát có nền đáy khác nhau như: san hô cứng, san hô chết, nền đá + san hô, nền đá, cát, rong và cỏ biển. Các điểm này một phần được rút ra trực tiếp từ các khảo sát mặt cắt ngang – khung sinh vật lượng, một số được khảo sát bổ sung lặn điểm trên các bãi rạn, bãi cạn ngầm, bãi rong, thảm cỏ biển...
- Nhóm điểm khảo sát dùng để đánh giá sai số, hiệu chỉnh kết quả và hoàn thành bản đồ tác giả. Các điểm này được chọn sau khi có bản đồ phân lập các kiểu nền đáy, một số khác chọn ngẫu nhiên.
- Sử dụng các ảnh máy bay làm cơ sở chủ yếu cho việc chọn các điểm khảo sát chia khóa chi tiết phục vụ cho phân lập ảnh.
- Sơ đồ các vị trí khảo sát phục vụ xây dựng bộ điểm chia khóa phục vụ giải đoán về phân bố rạn san hô vùng ven bờ Khánh Hòa được chỉ ra ở hình 4.
- Sơ đồ minh họa một vị trí khảo sát chi tiết phục vụ giải đoán phân bố san hô ở Hòn Mài (Vịnh Vân Phong) được chỉ ra ở hình 5

2.3. Phương pháp đo sâu : Ở các khu vực bãi rạn ngầm như ở Bãi Cạn lớn, Bãi Cạn Thủy Triều, ngoài các khảo sát sinh học chúng tôi đã tiến hành đo sâu và chụp ảnh mặt cắt bằng máy đo sâu hồi âm G3300P đính kèm định vị GPS. Các số liệu đo sâu (phụ lục) là tài liệu để xây dựng bộ khóa giải đoán địa hình đáy các bãi cạn và tính toán diện tích các bãi cạn ngầm.



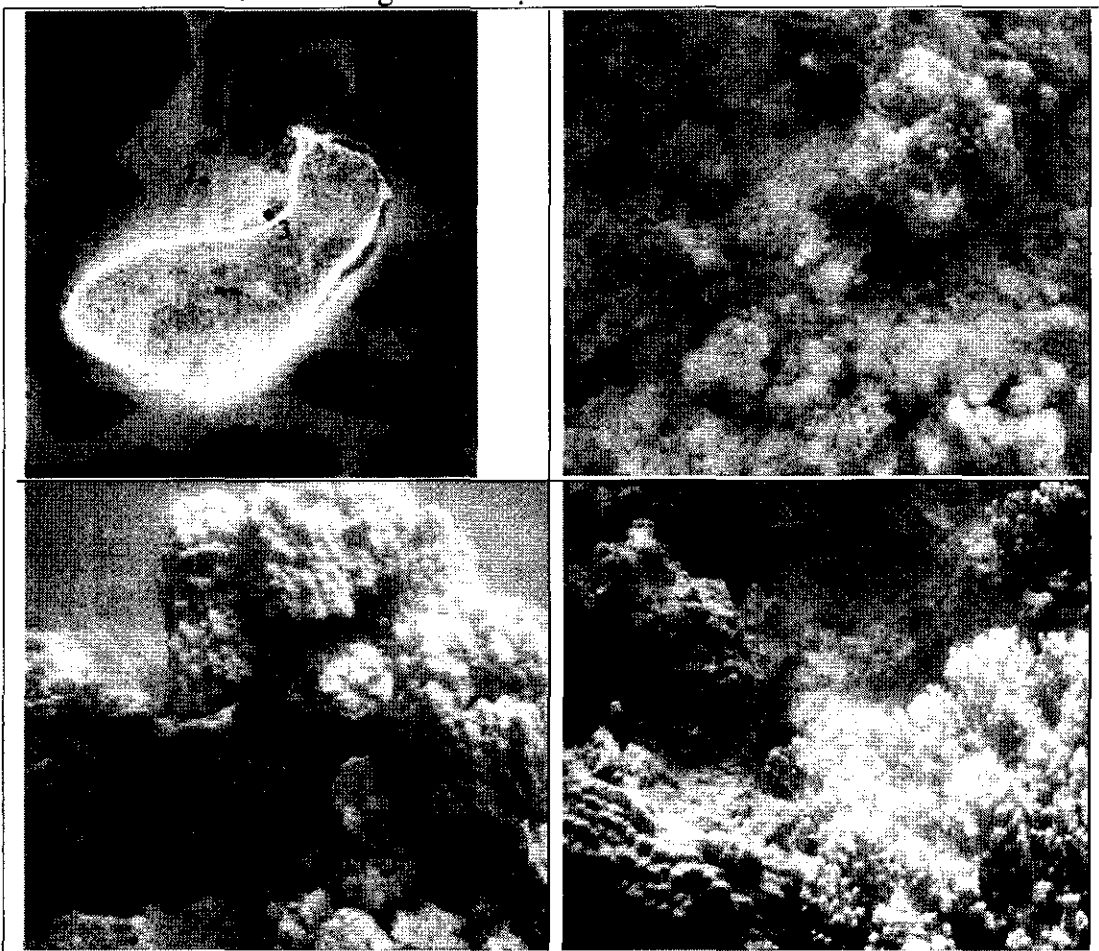
Hình 4: Sơ đồ các vùng khảo sát lặn điểm phục vụ xây dựng bản đồ phân bố rạn san hô vùng ven bờ Khánh Hòa bằng phương pháp viễn thám

- 1) Hòn Ngang – Bãi cát Thắm (5 điểm); 2) Tuần Lễ - Hòn Trì (7 điểm); 3) Bắc Hòn Tre (16 điểm); 4) Xuân Tự (10 điểm); Mỹ Giang (12 điểm); 6) Ninh Vân (8 điểm); 7) Bãi cạn Lớn (8 điểm); 8) Mũi Cò (6 điểm); Bãi Bàng (4 điểm); 10) Hòn Miếu (6 điểm); 11) Hòn Mun (5 điểm); 12) Bãi cạn Thủy Triều (8 điểm); 13) Bãi Nôm (5 điểm); Mũi Bình Tiên (6 điểm).

Hòn Mài:

- Bao gồm các điểm khảo sát:

1) 109.29684° E	12.63958° N
2) 109.29564° E	12.63913° N
3) 109.29594° E	12.63896° N
- Ảnh chụp tọa độ 1 từ số SUNP0022 đến số SUNP0027, tọa độ 2 từ số SUNP0001 đến số SUNP0008, tọa độ 3 từ số SUNP0010a đến số SUNP0020
thư mục: *D:\Khanh Hoa\Anh thuc dia dot 1 (September)\Hòn Mài*
- Lặn theo hướng từ tọa độ 2 đến 3 kết thúc ở 1
- Qua khảo sát thực tế cho thấy
 - + Tại tọa độ 2 thì đây là nền San hô chết chiếm 90%
 - + Tại tọa độ 3 thì đây là nền San hô chết chiếm 97%, 3% còn lại là san hô sống dạng khối Poritest
 - + Tại tọa độ 1 thì đây là nền San hô chết, nhưng phía trong bờ là đá, ở độ sâu 2.5-3m có San hô sống chiếm diện tích từ 10 đến 15%



Hình 5: Ảnh máy bay tổ hợp màu toàn cảnh khu vực Hòn Mài (vịnh Vân Phong), mô tả các điểm khảo sát và một vài ảnh chụp đi kèm ở điểm khảo sát 1

3.2.3. Quy trình giải đoán về phân bố rạn san hô

Dựa trên nguyên lý của việc giải đoán rạn san hô bằng phương pháp tính toán chỉ số bất biến theo độ sâu (Edmun et al 2000, Nyoman et al 2003, Tống Phước Hoàng Sơn, 2004), một quy trình giải đoán rạn san hô phù hợp với điều kiện thực tế ở vùng ven bờ Khánh Hòa đã được đề xuất. Quy trình này được tiến hành theo các bước sau:

a) Nắn chỉnh hình học: nhằm đưa dữ liệu ảnh vệ tinh (ở đây là bộ ảnh AVNIR2, chụp ngày 17/7/2007) về tọa độ địa lý thực tế ở khu vực Khánh Hòa theo hệ lưới chiếu VN2000, múi 3°, kinh độ chuẩn 108°15' E.

b) Hiệu chỉnh bức xạ: là phép chuyển ảnh từ giá trị thô (DN – Digital number) trên ảnh sang bức xạ phổ. Phương trình chuyển đổi từ giá trị DN (0 ÷ 255) sang bức xạ phổ ở đầu dò biểu diễn ở dạng

$$\text{Rad} = a * \text{DN} + b \text{ (a: gain – độ dốc; b: offset – kinh độ góc)}$$

Gain và offset của từng băng phổ của ảnh AVNIR2 được thể hiện trên leader file đi kèm theo ảnh.

c) Hiệu chỉnh khí quyển: cho phép hiệu chỉnh giá trị bức xạ phổ sau khi loại trừ các ảnh hưởng của khí quyển, chuyển đổi bức xạ phổ sang phổ phản xạ trên bề mặt nước.

Ở đây chúng tôi đã sử dụng bộ công cụ “dark subtract” trong phần mềm ENVI 4.2 nhằm hiệu chỉnh khí quyển. Nguyên lý và các thuật toán cụ thể của phương pháp loại bỏ ảnh hưởng khí quyển theo phương pháp loại trừ điểm tối đã được chúng tôi giới thiệu cụ thể trong báo cáo tổng hợp “Sử dụng công nghệ viễn thám trong giải đoán phân bố rạn san hô ở ven bờ Ninh Thuận” (Tống Phước Hoàng Sơn, 2004).

d) Hiệu chỉnh cột nước: cho phép chuyển đổi phổ phản xạ bề mặt về phản xạ nền đáy. Đây là giai đoạn quan trọng nhất trong phép xử lý ảnh nhằm giải đoán phân bố rạn san hô và các hợp phần nền đáy khác.

Quan hệ tuyến tính (logarit) giữa phổ phản xạ bề mặt của băng thứ i và băng thứ j theo các điểm nền đáy cát chọn ngẫu nhiên ở các độ sâu khác nhau là cơ sở của phép tính chỉ số bất biến theo độ sâu (D.I.I – Depth Invariance Index).

$$\text{D.I.I}_{ij} = a * \text{Ln}(\rho_i) - \text{Ln}(\rho_j) + b$$

Trong đó:

ρ_i, ρ_j : là phổ phản xạ bề mặt của cặp băng (i,j) lấy từ các điểm nền đáy cát.

a, b : là hệ số góc và kinh độ góc thu được từ đường hồi quy tuyến tính thể hiện quan hệ giữa phổ phản xạ bề mặt giữa băng i và băng j.

e) Che khuất (mask) khu vực không nghiên cứu : Khu vực lục địa và vùng nước sâu được che khuất (bằng phép gán giá trị DN = 0) nhằm loại bỏ phổ của các đối tượng không nằm trong phạm vi nghiên cứu và làm tăng cường độ rõ nét của các đối tượng cần thiết trong phép phân lập.

f) Phân loại có giám sát (supervised classification): sử dụng phép phân loại “khoảng cách Mahalobich” trong phần mềm ENVI 4.2 dựa trên 106 điểm khảo sát trên các hợp phần nền đáy khác nhau nhằm nhận dạng các đối tượng nền đáy cần phân lập.

g) Chuyển đổi dữ liệu dạng raster sang dữ liệu GIS: cho ta bức tranh phân bố của rạn san hô và các hợp phần nền đáy có liên quan ở vùng ven bờ Khánh Hòa.

3.3. Phân tích các điều kiện tự nhiên – môi trường và tác động của các hoạt động nhân sinh: ảnh hưởng lên tình trạng sức khỏe rạn san hô ở vùng ven bờ Khánh Hòa.

3.3.1.- Nghiên cứu các điều kiện tự nhiên – môi trường ảnh hưởng lên tình trạng sức khỏe rạn san hô:

- Đề tài đã tập hợp, tổng quan đánh giá chất lượng nước và trầm tích ở vùng ven bờ Khánh Hòa ảnh hưởng trực tiếp và gián tiếp đến tình trạng rạn san hô dựa trên bộ dữ liệu về điều kiện tự nhiên -môi trường tổng hợp khảo sát ở vùng ven bờ Khánh Hòa từ trước đến nay (Phạm Văn Thơm, 2007 – báo cáo chuyên đề, Nguyễn Tác An - 1998a, 1998b, 2002, 2005, Bùi Hồng Long 1996a, 1996b, 1997, 2004)

- Thông qua phương pháp sử dụng ảnh viễn thám, biến động theo không gian và thời gian (theo tháng) của các yếu tố như: nhiệt độ nước biển tầng mặt, hàm lượng chlorophyll-a tầng mặt, hàm lượng vật lơ lửng và hoàn lưu dòng chảy ở vùng biển ven bờ Khánh Hòa đã được phân tích một cách chi tiết từ các tư liệu ảnh viễn thám màu.

Thuật toán xử lý nhiệt độ nước biển tầng mặt SST của Minnet và đồng nghiệp đề nghị năm 1999 được sử dụng.

Thuật toán xử lý chlorophyll-a tầng mặt của Litelier và Abbott đề nghị năm 1996 được sử dụng.

Thuật toán giải đoán hàm lượng vật lơ lửng rút ra từ ảnh MODIS 250m ở vùng ven bờ Khánh Hòa như sau:

$$TSS = - 4,92 + 1250,35 RS1 \quad (n = 42 ; r = 0.76)$$

Trong đó TSS: hàm lượng vật lơ lửng xử lý phân tích từ ảnh viễn thám

RS1: giá trị số DN trên băng 1 của ảnh MODIS 250m

n : số số liệu (42) các trạm khảo sát hàm lượng vật lơ lửng ven bờ từ Khánh Hòa đến Bình Thuận thu thập từ 2000 – 2005.

Ảnh MODIS 1km từ thu thập hàng ngày từ website <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/> và <http://reason.gsfc.nasa.gov/Giovanni/>. Ảnh MODIS 250m từ thu thập hàng ngày từ website <http://ladsweb.nascom.nasa.gov/data/search.html>

Ngoài ra dựa trên các nguồn ảnh viễn thám hiện có của đề tài, đã phân tích các bằng chứng cụ thể ảnh hưởng đến tình trạng rạn san hô như ảnh hưởng của nước ngọt và vật chất từ sông đổ ra, nuôi trồng thủy sản, các hoạt động phát triển vùng ven bờ,...

3.3.2.- Nghiên cứu các tác động kinh tế xã hội lên rạn san hô:

Nguồn tài liệu được sử dụng để đánh giá các hoạt động kinh tế xã hội vùng ven bờ Khánh Hòa được thu thập từ các báo cáo của tỉnh Khánh Hòa cũng như tiến hành phỏng vấn, phát phiếu điều tra để thu thập các số liệu về tình hình khai thác, sử dụng nguồn lợi san hô cũng như tình hình kinh tế - xã hội, môi trường khu vực nghiên cứu.

Các phương pháp nghiên cứu tác động của các hoạt động kinh tế xã hội đến rạn san hô được sử dụng trong đề tài là phương pháp đánh giá nhanh có sự tham gia (McCracken et al, 1988), phương pháp phân tích hệ thống (Clayton et al- 1996, IUCN- 1996, Nguyễn Đình Hòa - 1999), mô hình Reefs at Risk (Dyrk Bryan, 1998) .

3.3.2.1. Phương pháp đánh giá nhanh có sự tham gia (PRA)

Đã sử dụng phương pháp đánh giá nhanh có sự tham gia PRA (Participatory Rapid Appraisal) để thu thập các số liệu về tình hình kinh tế xã hội, tình hình khai thác và sử dụng nguồn lợi trong cộng đồng trong khoảng 10 năm trở lại đây (từ năm 2000 đến nay) với sự tham gia và ủng hộ của các cấp chính quyền và cộng đồng trong việc đề xuất các giải pháp... thông qua bộ công cụ của RRA gồm xây dựng bảng câu hỏi chốt (questionair board) và thể hiện bằng các câu hỏi cụ thể trong phiếu điều tra, phỏng vấn ngư dân và các cán bộ quản lý.

a. Thiết kế bảng các câu hỏi chốt

Căn cứ vào mục tiêu và nhiệm vụ của đề tài chúng tôi xây dựng các câu hỏi chốt như:

- Trong những năm gần đây có những thay đổi gì về điều kiện tự nhiên, tình hình phát triển kinh tế - xã hội khu vực ven bờ Khánh Hòa
- Những thay đổi về điều kiện tự nhiên, kinh tế - xã hội có ảnh hưởng gì đến hiện trạng của rạn san hô ở vùng ven bờ tỉnh Khánh Hòa
- Tình hình khai thác, sử dụng nguồn lợi, các vấn đề môi trường và các tác động khác đến rạn san hô trong khu vực vịnh trong thời gian 10 năm gần đây như thế nào?
- Đã có những giải pháp nào sử dụng bền vững rạn san hô ở vùng ven bờ Khánh Hòa

b. Xây dựng phiếu điều tra

Các câu hỏi chốt được thể hiện thành các câu hỏi ở phiếu điều tra để thu thập các thông tin về khai thác và sử dụng nguồn lợi biển, về chất lượng môi trường vùng nghiên cứu cũng như tìm hiểu sự ủng hộ, kinh nghiệm tham gia và những mô hình quản lý, sử dụng san hô đã có trong cộng đồng.

c. Tiến hành điều tra: Đã tiến hành điều tra đặc điểm kinh tế xã hội học thông qua 120 phiếu phỏng vấn phát ra ở một số xã đảo và vùng ven bờ ở các khu vực gần các rạn san hô như: xã Vạn Thạnh (Vạn Ninh), Vạn Thắng (Vạn Ninh), Vạn Hưng (Vạn Ninh), Ninh Phước (Ninh Hòa), Ninh Vân (Ninh Hòa), Vĩnh Nguyên (Nha Trang), Cam Lập (Cam Ranh), Cam Bình (Cam Ranh).

Các đối tượng được phỏng vấn gồm ngư dân, người buôn bán sản phẩm biển (các nậu), cư dân ven biển làm nghề khác. Các thông tin chi tiết của phiếu phỏng vấn được chỉ ra ở .

Phỏng vấn bán chính thức các nhà quản lý ở cấp xã , huyện và các doanh nghiệp kinh doanh du lịch, nuôi trồng thủy sản nhằm xác định độ tin cậy từ các thông tin có được từ phiếu điều tra; phát hiện các giải pháp quản lý, sử dụng rạn san hô của cộng đồng; thăm dò mức độ tham gia của cộng đồng vào công tác quản lý, sử dụng bền vững rạn san hô.

3.3.2.2. Phương pháp phân tích hệ thống

a. Phân tích cấu trúc hệ thống rạn san hô

Rạn san hô là một hệ thống sinh thái riêng biệt và khá nhạy cảm đối với các biến động của chất lượng môi trường biển ven bờ cũng như những tác động của con người. Vì thế, các rạn san hô ven bờ cần phải được xem là các hệ thống sinh thái nhân văn.

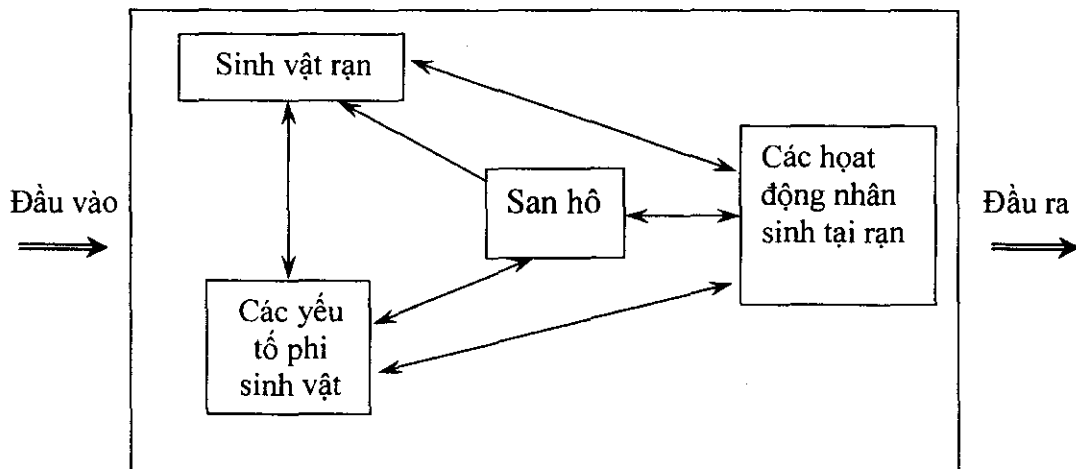
Ở các hệ thống sinh thái, các hoạt động của con người là yếu tố đầu vào (input) của hệ thống và tác động đến các yếu tố cấu trúc của hệ thống. Ở hệ thống rạn san hô ven bờ, các hoạt động nhân sinh vừa là yếu tố đầu vào (input), vừa là yếu tố nội tại

của chính hệ thống, nó tác động đến các yếu tố cấu trúc của hệ thống và bị các yếu tố đó tác động ngược trở lại.

Trong hệ thống rạn san hô, các yếu tố cấu trúc của hệ thống là san hô (yếu tố quan trọng nhất của hệ thống); yếu tố sinh vật rạn gồm cá rạn, một số động vật không xương sống đáy có vai trò rất quan trọng về mặt sinh thái, ngoài ra còn có cầu gai đen, sao biển gai, ốc gai; yếu tố phi sinh học gồm san hô chết sau một năm (bị rong phủ), đá, cát, bùn, rác...yếu tố nhân sinh tại rạn bao gồm các hoạt động khai thác, đánh bắt, nuôi trồng, thả neo, du lịch...

Dựa trên nguyên lý nhân - quả của phương pháp phân tích hệ thống (Dyrk Bryan, 1998), mối tương tác giữa 4 yếu tố cấu trúc của hệ thống rạn san hô với những ảnh hưởng của các yếu tố đầu vào sẽ quyết định trạng thái rạn và đầu ra của rạn.

Với nguồn tài liệu, số liệu hiện có việc đánh giá hiện trạng rạn san hô bằng phương pháp phân tích hệ thống chủ yếu thông qua 4 yếu tố cấu trúc của hệ thống là san hô, sinh vật rạn, các tác động nhân sinh, các yếu tố phi sinh vật (hình 6).



Hình 6: Mô hình phân tích cấu trúc hệ thống rạn san hô

b. Thiết lập biểu đồ SAM

Biểu đồ SAM là “Biểu đồ đánh giá độ bền vững” (Sustainable assessment mapping) được đề xuất lần đầu năm 1996 bởi Clayton và đồng nghiệp (Clayton et al 1996). Biểu đồ SAM dùng để hiển thị chất lượng hiện trạng của một hệ thống bằng cách so sánh với chất lượng kỳ vọng (tức là chất lượng bền vững).

Biểu đồ SAM có dạng một hình tròn, phân làm nhiều múi (hình quạt), mỗi hình quạt được dành cho một yếu tố của hệ thống hoặc một tiêu chí để đánh giá hệ thống. Nếu các tiêu chí đều có trọng số ngang nhau (đều bằng 1,0) thì các hình quạt được chia ra có diện tích bằng nhau. Bán kính R của hình tròn luôn có giá trị $R=1,0$ (= 100%).

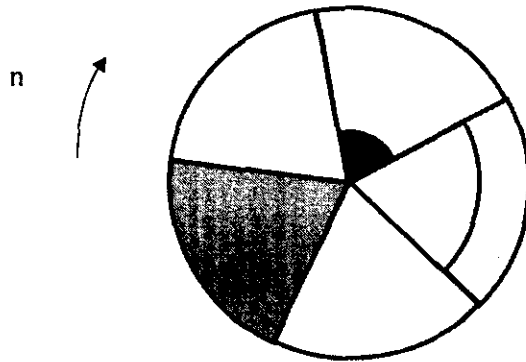
Giá trị chất lượng của tiêu chí i (T_i) được tính bằng phương trình tương quan:

$$T_i = \frac{T_{thuc} - T_{min}}{T_{max} - T_{min}}$$

Với T_{thuc} (giá trị thực tế) = T_{min} , ta có $T_i = 0,0$, vùng biểu diễn giá trị của tiêu chí i trùng với tâm hình tròn ($T_i = R_i = 0$).

Với $T_{thuc} = T_{max}$, ta có $T_i = 1,0$, vùng biểu diễn giá trị của tiêu chí i trùng với toàn bộ hình quạt ($T_i = R_i = 1,0$).

Kết quả cuối cùng ta sẽ có một biểu đồ SAM với n tiêu chí (hình 7)



Hình 7: Biểu đồ SAM của một hệ thống với n tiêu chí

Phần bôi đen là hiện trạng, vòng tròn là trạng thái kỳ vọng hoặc bền vững của một hệ sinh thái cụ thể.

Sử dụng biểu đồ SAM để hiển thị hiện trạng rạn san hô với các tiêu chí kỳ vọng là:

T_1 : là tỷ lệ độ phủ san hô sống thực tế so với độ phủ kỳ vọng (max); với $T_{max} = 0,75$ (độ phủ san hô sống đạt giá trị 75 % trở lên); $T_{min} = 0$.

T_2 : là tỷ lệ giữa số lượng các loài cá rạn chỉ thị của rạn san hô thực tế so với số lượng các nhóm cá rạn chỉ thị kỳ vọng. $T_{max} = 10$ (chỉ tính 10 loài cá chỉ thị của rạn san hô: cá Mú, cá Kẽm, cá Mú gù, cá Mỏ gù, cá Bàng chài, cá Hồng, cá Hè, cá Dia, cá Bướm, cá Thiên thần). $T_{min} = 0$.

T_3 : là tỷ lệ giữa số lượng các nhóm động vật không xương sống đáy có lợi cho rạn san hô thực tế so với số lượng các nhóm kỳ vọng (max); với $T_{max} = 7$ (chỉ tính 7 nhóm đặc trưng gồm: tôm Hùm, tôm Bắc sĩ, Cầu gai bút chì (còn gọi là nhum đá), Hải sâm, Trai tai tượng, ốc Đụn, ốc Tù và); $T_{min} = 0$.

Với các tiêu chí không kỳ vọng là (T_4, T_5):

$$\text{Vì } T_i \text{ là không mong muốn nên } T_i = 1 - T'_i = 1 - \frac{T_{thuc} - T_{min}}{T_{max} - T_{min}} \rightarrow T_i = \frac{T_{max} - T_{thuc}}{T_{max} - T_{min}}$$

T_4 : là sự vắng bóng của các nhóm động vật đáy không có lợi cho rạn san hô và các tác động nhân sinh khác như ; với $T_{max} = 3$ (ốc Gai, Sao biển gai, Cầu gai đen), $T_{min} = 0$.

T_5 : là sự vắng bóng các dấu hiệu đặc trưng phản ánh các sự suy thoái, sức ép lên rạn san hô. $T_{max} = 6$ (các yếu tố phi sinh vật: san hô bị chết, san hô vụn, đá, cát, bùn và các loại khác), $T_{min} = 0$.

c. Tính toán chỉ số EDI : EDI (Ecological Downjone Index) là chỉ số sinh thái đo độ bền vững của hệ thống (Nguyễn Đình Hòa, 1999). EDI có giá trị từ 0,0 đến 1,0, phản ánh những giá trị chưa đạt được mức kỳ vọng của hệ sinh thái, những khoảng chưa thành công của công tác bảo vệ hệ sinh thái .

Nếu gọi EDI là những giá trị chưa đạt được của tiêu chí i, ta có:

$$EDI_i = 1 - T_i$$

Một hệ thống có n tiêu chí, EDI sẽ là:

$$EDI = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (1 - T_i)$$

EDI chính là giá trị trung bình chưa đạt được của tiêu chí i. EDI biến đổi từ 1,0 (không đạt được gì cả) đến 0,0 (đạt được giá trị kỳ vọng)

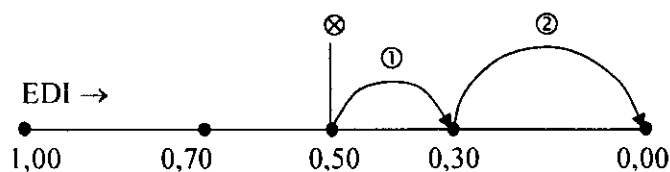
Với: EDI = 1,00 : giá trị trung bình chưa đạt được của tiêu chí

EDI = 0,70 : giá trị ngưỡng tai biến của hệ thống

EDI = 0,30 : giá trị ngưỡng an toàn của hệ thống

EDI = 0,00 : giá trị kỳ vọng

Để lượng hóa sức ép lên rạn san hô cũng như mục tiêu kỳ vọng bảo vệ rạn san hô, giá sử hệ thống rạn san hô (X) có EDI = 0,50, biểu diễn hệ thống rạn san hô như sau (hình 8).



Hình 8: Biểu đồ EDI của một hệ thống rạn san hô

Việc cải thiện chất lượng hệ thống rạn san hô X sẽ thực hiện một lộ trình hai giai đoạn gồm:

- Giai đoạn 1: đưa rạn san hô X về giá trị 0,30 (ngưỡng an toàn)
- Giai đoạn 2: Đưa rạn san hô X về giá trị EDI = 0,0 (giá trị kỳ vọng)

Chỉ số EDI là cơ sở của hoạch định lộ trình chiến lược bảo vệ hệ sinh thái san hô.

c.- Đánh giá mức độ đe dọa đến rạn san hô bằng một số chỉ tiêu định lượng của mô hình Reefs at Risk (Dyrk Bryan, 1998)

Bảng kỹ thuật chấp bản đồ theo mô hình Reef at Risk (Dyrk Bryan, 1998) đã đánh giá mức độ đe dọa của các hoạt động kinh tế xã hội đến rạn san hô bằng một số chỉ tiêu có yếu tố định lượng cụ thể (bảng 1).

Bảng 1: Đánh giá mức độ đe dọa của các hoạt động kinh tế xã hội đến rạn san hô

STT	Tên chỉ thị	Mức độ	Đe dọa cao	Đe dọa trung bình
<i>I</i>	<i>Phát triển đới bờ</i>			
1	Các điểm dân cư	Bất kể to nhỏ	-	≤ 8 km
2	Khai mỏ	Bất kể kiểu gì	< 10 km	-
3	Điểm du lịch	Kể cả lặn	-	≤ 8 km
4	Nuôi trồng thủy sản	Bao gồm cả nuôi ven	<10 km	≤ 8 km

		bờ và nuôi biển		
II	Ô nhiễm biển			
	Cảng	Cảng vừa	≤ 10 km	≤ 30 km
		Cảng nhỏ	-	≤ 10 km
III	Khai thác quá mức và đánh bắt hủy diệt			
1	Mật độ dân số vùng bờ	Mật độ dân số vùng bờ > 100 người / km ²	≤ 20 km	-
2	Đánh bắt hủy diệt	Vùng đánh mìn hay chất độc	≤ 20 km	-

Theo phân loại của mô hình Reef at Risk , rạn được xem là bị đe dọa cao nếu có ít nhất một kiểu đe dọa cao; rạn được xem là bị đe dọa trung bình nếu không có kiểu đe dọa nào cao và có ít nhất một kiểu đe dọa trung bình; rạn được xem là ít bị đe dọa nếu có một kiểu đe dọa trung bình (Dyrk Bryan, 1998).

3.3. Phương pháp xử lý số liệu:

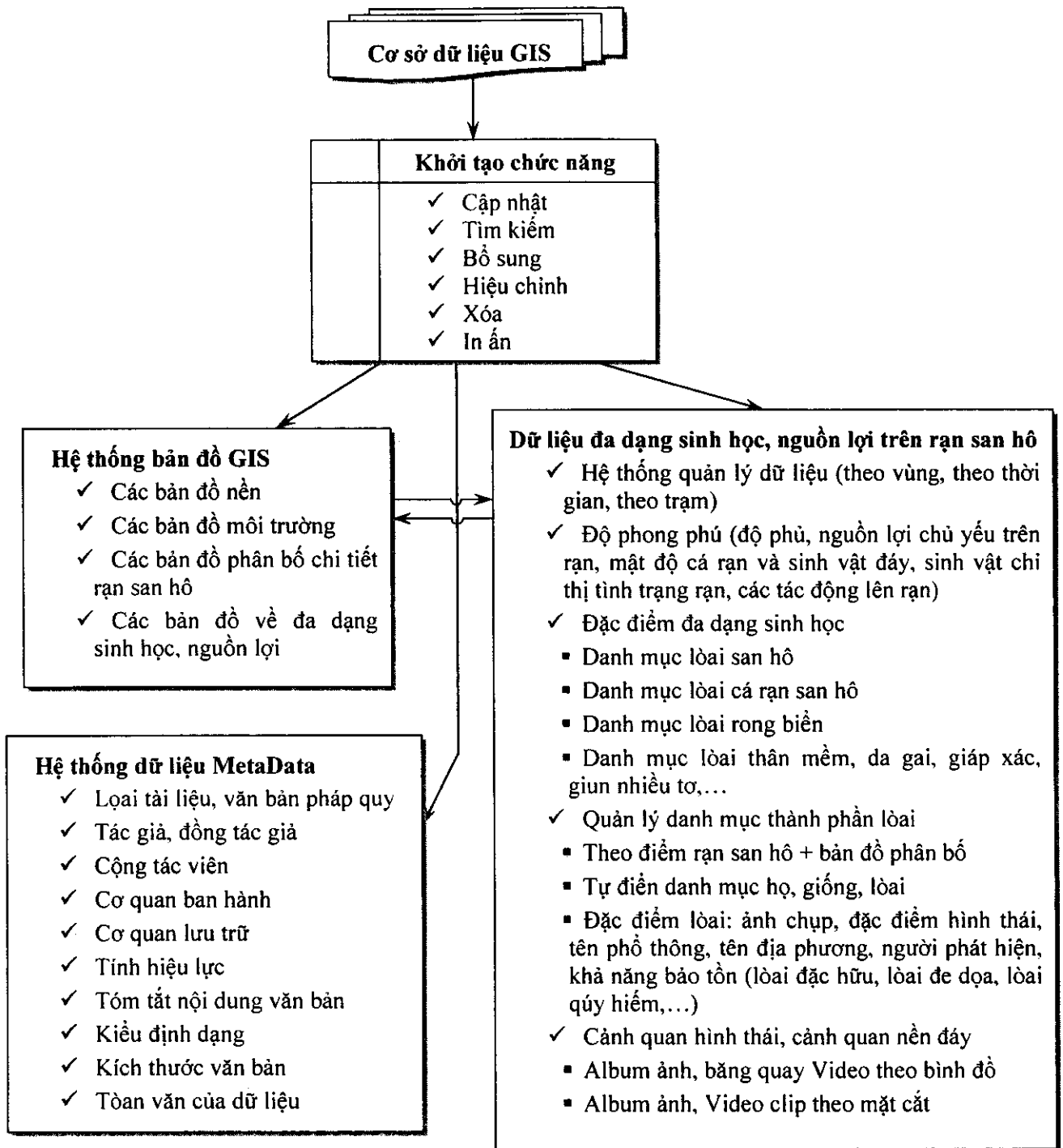
Sử dụng phần mềm EXEL để xử lý các số liệu thu thập về đa dạng sinh học rạn san hô ở từng điểm rạn khảo sát (bao gồm 30 điểm rạn : 14 ở vịnh Vân Phong ; 12 điểm ở vịnh Nha Trang và 4 điểm ở vịnh Cam Ranh).

Sử dụng các phần mềm GIS (MapInfor 7.5) để kết nối dữ liệu phi không gian về đa dạng sinh học rạn san hô với các dữ liệu không gian về vị trí trạm. Xây dựng hệ thống bản đồ - biểu đồ thể hiện các đặc trưng đa dạng sinh học rạn san hô và các chỉ số sinh thái của toàn vùng ven bờ Khánh Hòa cũng như từng vùng cụ thể.

3.4. Phương pháp xây dựng CSDL-GIS: quản lý đa dạng sinh học và nguồn lợi trên rạn san hô vùng ven biển Khánh Hòa

CSDL-GIS về quản lý rạn san hô vùng ven biển Khánh Hòa được xây dựng trên cơ sở lập trình hướng đối tượng và được tích hợp từ các phần mềm và hệ CSDL.

- Phần mềm Visual Studio.Net 2.0 được sử dụng chính cho công tác lập trình xây dựng hệ CSDL và liên kết với các bản đồ số.
- Các phần mềm MapInfor 7.5 và MapBasic 4.0 được sử dụng để quản lý, tìm kiếm, hiển thị và cập nhật mới các bản đồ số GIS
- Hệ dữ liệu bản đồ GIS được xây dựng trên hệ lưới chiếu VN 2000 tỉ lệ 1/50.000, múi 6° và tỉ lệ 1/25.000, múi 3°, kinh độ độ gốc 108° 15'.
- Các hợp phần chính trong Cơ sở dữ liệu – GIS bao gồm: hệ thống bản đồ GIS, Dữ liệu về đa dạng sinh học và Thư viện thông tin (Meta Data) .
- Sơ đồ phân rã các chức năng chính trong cơ sở dữ liệu – GIS về quản lý đa dạng sinh học và nguồn lợi rạn san hô vùng ven bờ Khánh Hòa được chỉ ra ở hình 9.



Hình 9: Sơ đồ phân rã các chức năng hiện có trong chương trình quản lý CSDL – GIS

PHẦN II:
KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

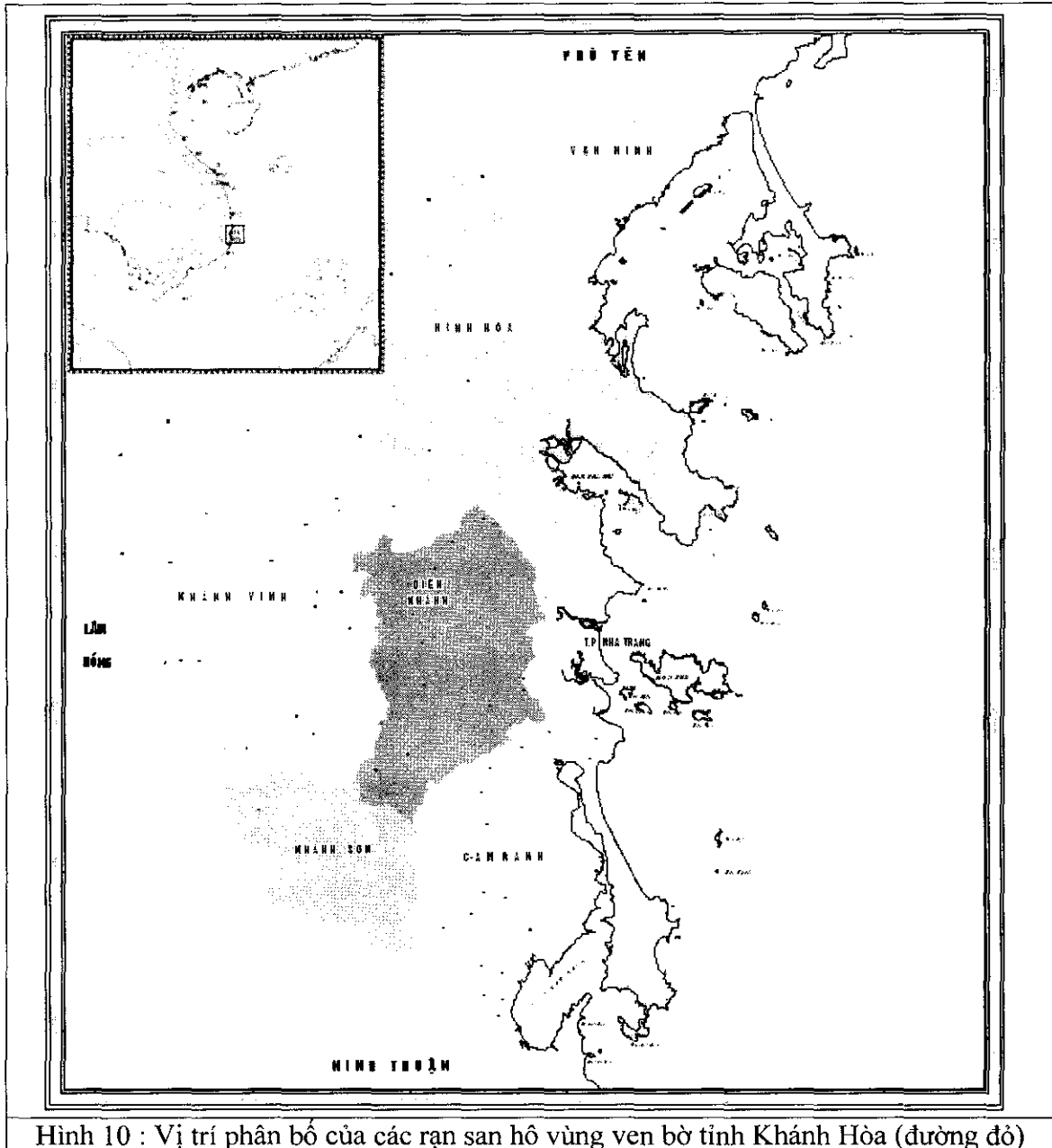
CHƯƠNG II : ĐẶC ĐIỂM ĐA DẠNG SINH HỌC VÀ NGUỒN LỢI TRÊN RẠN SAN HỒ VÙNG VEN BỜ KHÁNH HÒA

---o0o---

1. Phân bố địa lý rạn san hô ở vùng ven bờ Khánh Hòa :

Vị trí địa lí và điều kiện tự nhiên của vùng biển Việt Nam nói chung là thuận lợi cho sự phát triển của san hô tạo rạn, trừ các vùng chịu ảnh hưởng của các lưu vực sông với độ muối thấp và độ đục cao.

Theo Võ Sĩ Tuấn và cộng sự (2005), rạn san hô phát triển tốt ở dải ven bờ Việt Nam và cả ở ngoài khơi xa (quần đảo Trường Sa và Hoàng Sa), trong đó vùng ven bờ Khánh Hòa là một trong những khu vực rạn san hô phát triển tốt (vịnh Vân Phong, vịnh Nha Trang và cả ở Cam Ranh) với độ đa dạng sinh học cao (hình 10)



1.1.- Phân bố rạn san hô vùng ven bờ Khánh Hòa từ tư liệu ảnh viễn thám kết hợp khảo sát ngầm:

Dựa trên bộ ảnh viễn thám (bao gồm cả ảnh vệ tinh và ảnh máy bay) như đã nêu ở phần phương pháp kết hợp với 106 điểm khảo sát chìa khóa thu thập bằng phương pháp khảo sát điểm theo các hợp phần nền đáy khác nhau như: san hô cứng (32 điểm), san hô chết (23 điểm), Rong + cỏ biển (10 điểm), san hô chết + đá (13 điểm), nền đá (11 điểm), nền cát (17 điểm), chúng tôi đã thu được một số kết quả sau:

- Đã xây dựng các phương trình tính chỉ số bất biến theo độ sâu của từng cặp băng từ ảnh ALOS-AVNIR2 dựa trên bộ dữ liệu phổ phản xạ nền đáy cát cho cả hai khu vực

- Khu vực Vân Phong – Nha Trang (192 điểm cát)

$$D.I.I_{12} = 1.2842 * \ln(\rho_1) - \ln(\rho_2) - 0.7753$$

$$D.I.I_{13} = 0.6784 * \ln(\rho_1) - \ln(\rho_3) + 0.746$$

$$D.I.I_{14} = 0.4976 * \ln(\rho_1) - \ln(\rho_4) + 1.25$$

$$D.I.I_{23} = 0.258 * \ln(\rho_2) - \ln(\rho_3) + 2.0762$$

$$D.I.I_{24} = 0.1773 * \ln(\rho_2) - \ln(\rho_4) + 2.3044$$

$$D.I.I_{34} = 0.4162 * \ln(\rho_3) - \ln(\rho_4) + 1.6926$$

- Khu vực Nha Trang – Cam Ranh (161 điểm cát)

$$D.I.I_{12} = 1.2695 * \ln(\rho_1) - \ln(\rho_2) - 0.7197$$

$$D.I.I_{13} = 0.707 * \ln(\rho_1) - \ln(\rho_3) + 0.7812$$

$$D.I.I_{14} = 0.2913 * \ln(\rho_1) - \ln(\rho_4) + 2.0442$$

$$D.I.I_{23} = 0.1957 * \ln(\rho_2) - \ln(\rho_3) + 2.3116$$

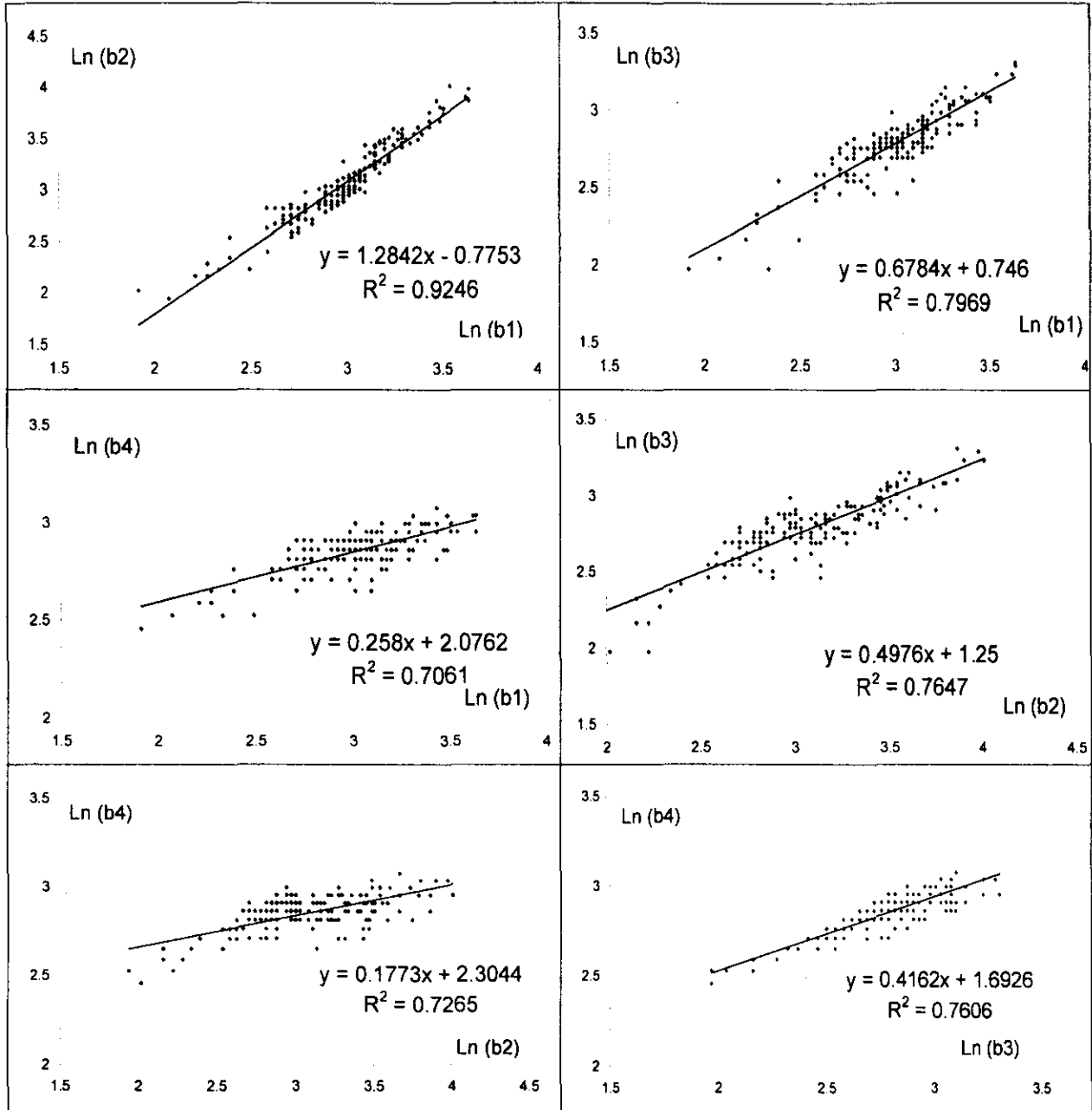
$$D.I.I_{24} = 0.5473 * \ln(\rho_2) - \ln(\rho_4) + 1.2134$$

$$D.I.I_{34} = 0.3926 * \ln(\rho_3) - \ln(\rho_4) + 1.7773$$

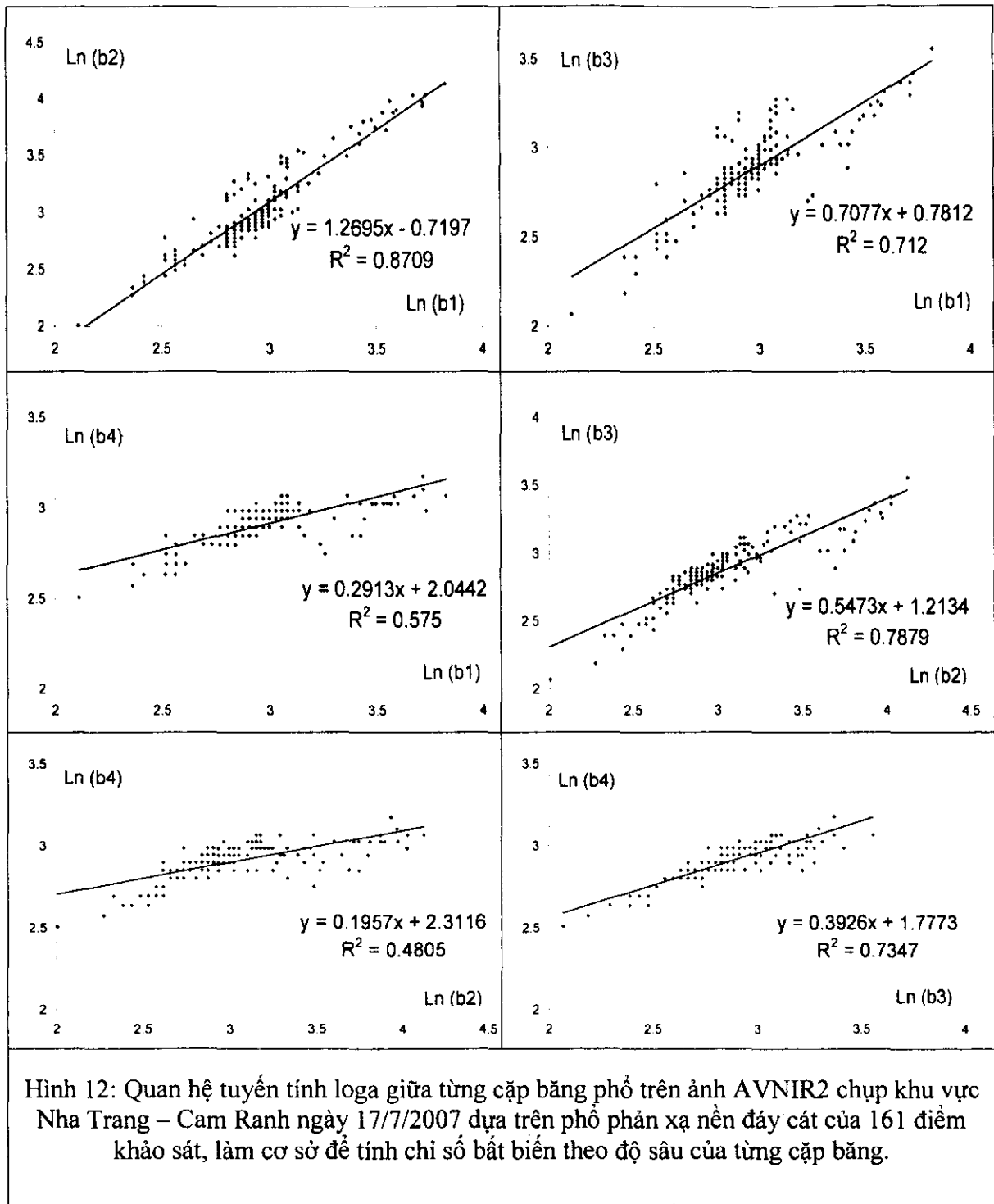
Kết quả chi tiết về phân tích tương quan và hồi quy trên từng cặp băng được chỉ ra ở hình 11 và hình 12

Như vậy, từ 4 băng phổ của ảnh AVNIR2 chúng tôi đã tạo ra 6 băng phổ mới là cơ sở quan trọng để giải đoán phân bố rạn san hô.

Bằng phép phân loại có giám sát “khoảng cách Mahalobich” dựa trên 6 băng phổ D.I.I, đã tạo ra được bản đồ phân bố chi tiết của rạn san hô và các hợp phần nền đáy khác ven bờ tỉnh Khánh Hòa.



Hình 11: Quan hệ tuyến tính loga giữa từng cặp bằng phổ trên ảnh AVNIR2 chụp khu vực Vân Phong – Nha Trang ngày 17/7/2007 dựa trên phổ phản xạ nền đáy cát của 192 điểm khảo sát, làm cơ sở để tính chỉ số bất biến theo độ sâu của từng cặp bằng.



- Kết quả đánh giá độ chính xác của phép phân lập trên ảnh AVNIR2 cũng như các loại ảnh vệ tinh khác được chỉ ra ở phần 1.2.
- Sử dụng phương pháp giải đoán bằng mắt (visual method) dựa trên bộ ảnh máy bay đa phổ (TL 1/5.000) bao gồm 14 cảnh chụp ở bán đảo Hòn Gôm ngày 19 tháng 3 năm 2005, cho phép bổ sung những thông tin về phân bố rạn san hô ở khu vực phía đông vịnh Vân Phong nơi mà các rạn san hô có độ rộng hẹp làm kết quả giải đoán bằng phương pháp tính chỉ số bất biến theo độ sâu có độ chính xác thấp.
- Sử dụng phương pháp phân tích phổ trên ảnh SPOT5 chụp ngày 11 tháng 3 năm 2004 cho phép nhận dạng địa hình bãi Cạn Lớn (Nha Trang) và Bãi cạn Thủy Triều cũng như một số khu vực ven bờ khác.
- Tổng hợp các kết quả nghiên cứu, chúng tôi đã xây dựng được bộ bản đồ phân bố rạn san hô cho toàn tỉnh Khánh Hòa bao gồm 17 mảnh ở TL 1/25.000 chỉ ra ở phụ lục và 3 mảnh TL 1/75.000 thể hiện phân bố rạn san hô ở Khánh Hòa theo 3 vùng vịnh Vân Phong, Vịnh Nha Trang và Vịnh Cam Ranh. Kết quả phân bố rạn san hô thể hiện ở các hình 13, 14, 15.
- Kết quả phân tích ảnh viễn thám cũng đã chỉ ra phân bố chi tiết của rạn san hô ở 6 khu vực chủ yếu ven bờ Khánh Hòa: vịnh Bến Gò (bờ Tây Bắc vịnh Vân Phong), bán đảo Hòn Gôm và Hòn Lớn (bờ Đông vịnh Vân Phong), ven bờ Mỹ Giang và vùng lân cận (bờ Tây Nam vịnh Vân Phong), ven bờ Ninh Vân (vịnh Bình Cang), khu vực Hòn Mun và vùng lân cận (vịnh Nha Trang), ven bờ vịnh Cam Ranh. 114 điểm rạn san hô ở 6 khu vực nêu trên với các đặc trưng về địa danh, vùng khảo sát, vị trí địa lý (kinh, vĩ độ), diện tích, độ dài, độ rộng, chất lượng rạn cũng đã được chỉ ra (xem phụ lục). Toàn bộ bản đồ của 114 điểm rạn được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu – GIS.

1.2.- Độ chính xác của phép giải đoán phân bố rạn san hô vùng ven bờ Khánh Hòa dựa trên các loại ảnh vệ tinh khác nhau:

Như đã nêu ở phần phương pháp, đề tài đã sử dụng các loại ảnh vệ tinh khác nhau như ảnh Landsat ETM+, ảnh ASTER, ảnh SPOT4, SPOT5 và ảnh ALOS (bao gồm AVNIR2 và PRISM). Độ chính xác của phép giải đoán phân bố rạn san hô theo từng loại ảnh khác nhau là hoàn toàn khác nhau (bảng 2)

Kết quả phân tích cho thấy ảnh ALOS (AVNIR2 +PRISM) có độ phân giải không gian và độ phân giải phổ cao, độ phủ mây không đáng kể đã cho phép giải đoán tốt phân bố của rạn san hô và các hợp phần nền đáy ở vùng ven biển Khánh Hòa.

Độ chính xác của phép giải đoán tổng hợp trên ảnh ALOS là 80.2 %, đối với san hô cứng và san hô chết phép giải đoán có độ chính xác tương ứng là 78.1 % và 82.6%. Phép giải đoán phân bố rạn san hô trên ảnh SPOT5, cho kết quả kém hơn đôi chút song cũng có thể chấp nhận được.

Các nguồn ảnh khác như ASTER, Landsat ETM+ và cả SPOT4 cho kết quả kém, thậm chí một số nơi có rạn dốc, nước sâu các ảnh này hầu như không thể giải đoán được.

Bảng 2: Đánh giá độ chính xác của phương pháp giải đoán phân bố rạn san hô theo từng loại ảnh vệ tinh khác nhau

Loại ảnh	Phạm vi chụp	Độ phân giải (m)	Ngày chụp	Độ phủ mây (%)	Các hợp phần nền đáy						Độ chính xác (%)
					HC	DC	SW	DC + RC	RC	SD	
Landsat ETM+	VP - NT	30m & 15m	13/8/2000	0 %	13 / 28	11 / 20	4 / 7	5 / 9	4 / 8	7 / 15	87
					75.0	80.0	71.4	77.7	75.0	80.0	51.8
Landsat ETM+	NT - CR	30m & 15m	14/2/2002	10 %							không giải đoán
ASTER	VP	15m	18/1/2001	0 %	13 / 24	10 / 17	3 / 5	4 / 7	4 / 6	5 / 9	68
					54.2	58.8	60.0	57.1	66.6	55.6	57.7
ASTER	NT	15m	04/10/2003	65 %							không giải đoán
ASTER	CR	15m	18/12/2002	40 %							không giải đoán
SPOT4	NT	20m	13/8/2000	10 %							không giải đoán
SPOT5	NT - CR	10m & 5m	11/3/2004	0 %	21 / 28	16 / 20	5 / 7	7 / 9	6 / 8	12 / 15	87
					75.0	80.0	71.4	77.7	75.0	80.0	76.5
AVNIR2 + PRISM	KH	10m & 2.5m	17/7/2007	0 %	28 / 32	19 / 23	8 / 10	9 / 12	10 / 12	14 / 17	106
					78.1	82.6	80.0	75.0	83.3	82.4	80.2

1.3.- Nhận xét: từ kết quả phân tích cho thấy

- Diện tích phân bố của rạn san hô ở vùng ven bờ Khánh Hòa được ước tính tổng cộng là 3266 ha, tập trung ở các khu vực chính như sau :

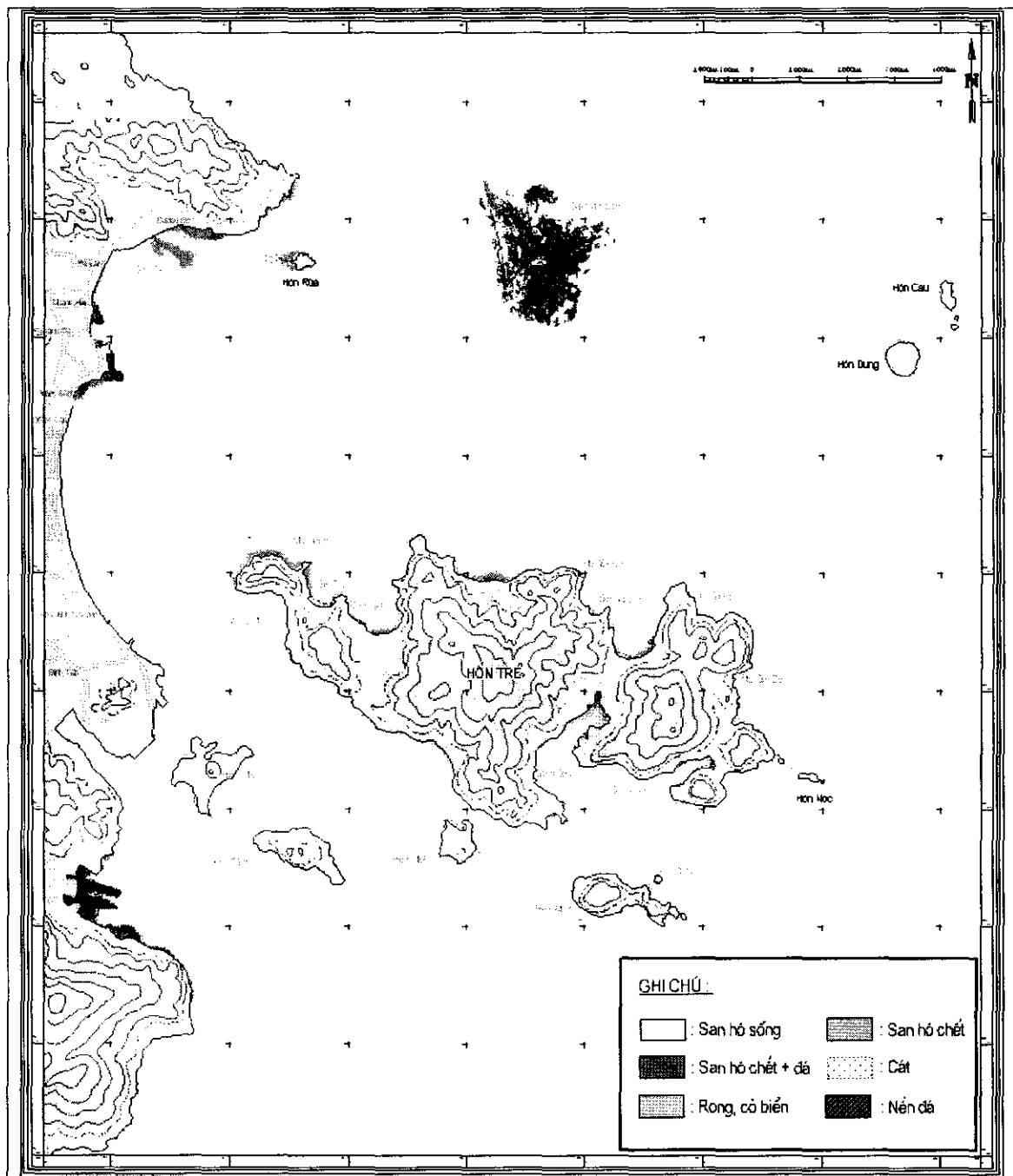
- Rạn san hô trong vịnh Bến Gỏi có diện tích 584.3 ha, phân bố chủ yếu ở Hòn Bịp, Hòn Ó, Hòn Dút, Cùm Meo, Rạn Trào, Rạn Tượng, ven bờ Tây Bắc vịnh Vân Phong cũng như hàng loạt bãi cạn ngầm kích thước nhỏ tồn tại trong khu vực.
- Rạn san hô ở bờ Đông vịnh Vân Phong diện tích 476.6 ha phân bố ở Đông Bán đảo Hòn Gốm, Lạch Cỏ Cò, Hòn Tre và một số đảo nhỏ phía Bắc Hòn Lớn.
- Rạn san hô ở ven bờ Tây Nam vịnh Vân Phong diện tích 337.1 ha phân bố ở Mũi Dù, Hòn Khói, Mỹ Giang, Bãi Cỏ,... và một vài bãi cạn ngầm nằm cách ly với bờ không xa.

- Rạn san hô ở vịnh Bình Cang (bao gồm cả các rạn ở Ninh Vân , Hòn Thị - Đầm Nha Phu) diện tích 142.4 ha, phân bố chủ yếu ở Vịnh Cây Bàng, bãi Dài Ninh Vân , rạn Chảo,...
- Rạn san hô ở vịnh Nha Trang diện tích 775.9 ha, phân bố chủ yếu ở quanh Hòn Tre, các đảo ở phía Nam Hòn Tre như Hòn Mun, Hòn Một, Hòn Tằm, Hòn Miếu, Hòn Vung và Hòn Cau (phía Bắc vịnh Nha Trang), Sông Lô và ở bãi Cạn lớn.
- Rạn san hô ở vịnh Cam Ranh có diện tích 325 ha, phân bố chủ yếu ở mặt Đông bán đảo Cam Ranh, quanh đảo Bình Ba, phía Đông Nam Mũi Sốp, các đảo nhỏ như Hòn Nội, Hòn Ngoại và ở bãi cạn Thủy Triều

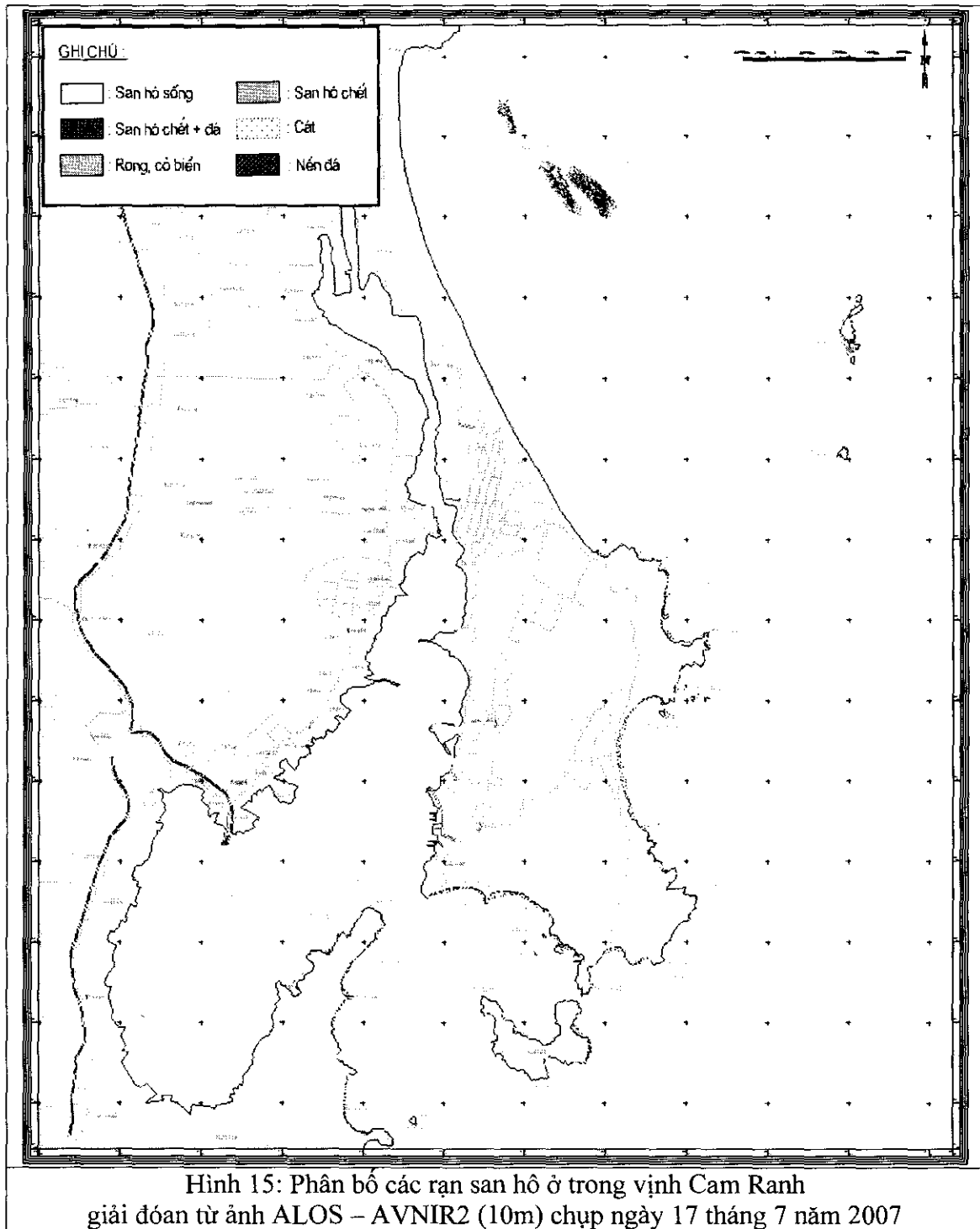
Có thể mô tả một cách chi tiết sự phân bố các rạn san hô ở từng khu vực ở vùng ven bờ Khánh Hòa như sau:

- Các rạn san hô trong vịnh Bến Gỏi (Tây Bắc vịnh Vân Phong): ở khu vực này san hô sống phát triển tốt tập trung chủ yếu ở thôn Điệp Sơn (xã Vạn Thắng - Huyện Vạn Ninh) và Thôn Xuân Tự (xã Vạn Hưng – Huyện Vạn Ninh). Các khu vực này tuy đã được đưa vào các khu bảo tồn biển nhưng hiện tại diện tích phân bố của san hô sống không đáng kể, chúng nằm thành các mảng rải rác ở phía Bắc và phía Đông của Hòn Bịp (rộng 400m, 107 ha), phía Đông Hòn Dút (rộng 150m, 35 ha), Cùm Meo (350m, 28 ha) và Rạn Trào (200m, 18 ha). Các khu vực còn lại (kể cả các bãi cạn ngầm kích thước nhỏ) chủ yếu là các rạn phủ san hô chết.
- Các rạn san hô ở bờ Đông vịnh Vân Phong, bao gồm:
 - Các rạn san hô ở Đông bán đảo Hòn Gốm có tổng diện tích 38.5 ha, bãi hẹp (D ≈ 70m) và dốc đứng ở đây hình thành một số rạn san hô bãi đẹp, san hô phát triển tốt, độ phủ cao phù hợp với các hoạt động du lịch như : các rạn ở bãi cát Thắm và mũi Đá Chồng (rộng 100m, 16 ha); mũi Cột Buồm (rộng 90m, 1.5 ha), vụng Hòn Khố (50m, 29 ha).
 - Các rạn san hô trong lạch Cổ Cò (bao gồm cả Bắc đảo Hòn Lớn) có tổng diện tích 394 ha, trong đó các rạn có san hô sống độ phủ cao chỉ tập trung ở phần phía Nam của lạch Cổ Cò như Bãi Giếng (rộng 50m, 0.9 ha), bãi ở làng chài Khải Lương (30m, 3 ha), ..., các bãi này thường hẹp và dốc. Phần phía bắc lạch Cổ Cò chủ yếu là các nền san hô chết, bãi rộng, diện tích lớn, san hô sống ở khu vực này thường có độ phủ thấp.
 - Ở phía Tây Nam của đảo Hòn Lớn là khu vực có nhiều rạn san hô phát triển tốt như Hòn Tai (rộng 80m, 3.2 ha), bãi Giâm (rộng 120m, 9.6 ha), bãi Tre (rộng 90m, 14.2 ha), Hòn Đen (rộng 150m, 1.5 ha),...
 - Phần phía Tây Bắc đảo hòn Lớn bao gồm tổ hợp của 7 rạn ngầm phủ san hô chết nằm liền kề nhau.
- Các rạn san hô ở bờ Tây Nam vịnh Vân Phong, kéo dài từ mũi Dù đến Bãi Cỏ bao gồm:
 - Rạn san hô ở khu vực mũi Dù (90m – 12 ha) và Bắc Mũi Dù (65m – 4.6 ha) là nơi rạn có san hô sống độ phủ cao, bãi hẹp

- Các rạn san hô quanh Hòn Mỹ Giang có tổng diện tích 234 ha, trong đó Bắc Hòn Mỹ Giang (rộng 120m, diện tích 36 ha) san hô sống phát triển tốt ở rìa ngoài. Rạn ở Nam Hòn Mỹ Giang (rộng 300m, diện tích 88 ha), chủ yếu san hô chết, san hô sống chỉ còn rải rác. Rạn ở bãi Cò (rộng 280m, 33.5ha) là rạn có san hô sống phát triển tốt ở phần rìa ngoài.
- Ngoài ra ở bờ bãi Cò khoảng 2.5 km tồn tại hai bãi cạn ngầm (rộng 200m, 40ha) là các rạn san hô chết phủ rong với mật độ cao.
- Các rạn san hô ở vịnh Bình Cang có tổng diện tích 121 ha, trong đó:
 - Rạn san hô ở bãi dài Ninh Vân (140m – 24 ha), Bắc vịnh Cây Bàng (90m – 12.4 ha) là các khu vực có san hô sống phát triển tốt.
 - Rạn Chảo là rạn san hô dạng nền (rộng 500m, 13ha) trước đây là bãi rạn với san hô sống phát triển tốt, độ phủ cao (Latupov, 1982), nhưng những kết quả khảo sát reef check (Hoàng Xuân Bền và cộng sự, 2007 – báo cáo chuyên đề) và xử lý ảnh viễn thám, cho thấy hiện nay rạn này đang bị suy thoái nghiêm trọng.
- Vịnh Nha Trang diện tích 775.9 ha là khu vực có nhiều rạn san hô sống phát triển tốt, tuy nhiên bãi ở đây thường hẹp, rạn rất dốc. Một số rạn san hô điển hình ở khu vực này như :
 - Ở hòn Tre, rạn san hô hầu như tồn tại quanh đảo, tuy nhiên chỉ một số khu vực san hô sống phát triển tốt đó là: Bãi Nghéo (80m – 6.1 ha), Bãi Bàng (50m – 3.1 ha), Đông Hòn Tre (40m – 9.3 ha), Đông Nam Hòn Tre (55m – 11 ha), Tây Bích Đầm (55m – 8.2 ha), Nam Đầm Báy (70m – 6.5 ha), Tây bãi Lặn (50m – 8.2 ha).
 - Ở các đảo khác quanh vịnh Nha Trang, đều phủ san hô sống với một tỉ lệ tương đối cao. Diện phân bố chi tiết và độ rộng của rạn san hô ở các đảo này như sau : Hòn Mun (50m – 22 ha), Hòn Tâm (40m – 20 ha), Hòn Miếu (40m – 7.4 ha), Hòn Một (70m – 15 ha), Hòn Rơm (30m – 3.2 ha), Hòn Vung (40m – 4.6 ha), Hòn Cau (30m – 2.4 ha).
 - Bãi cạn Lớn (Grand Bank) là rạn san hô dạng nền (platform reef) đặc trưng ở Khánh Hòa. Nó vươn lên từ độ sâu 10m, có tổng diện tích xấp xỉ 426 ha. San hô sống tồn tại ở vài nơi trên rạn nhưng có độ phủ thấp.
- Khu vực vịnh Cam Ranh, chủ yếu là các nền san hô chết, các rạn san hô sống chỉ phát triển ở Bãi Chướng (rộng 200m, 7.3 ha), mũi Giải Nanh (60m, 4.4 ha), Hòn Nội (rộng 40m, 5.4 ha). Bãi Cạn Thủy Triều (Cam Ranh, 255 ha) là một rạn ngầm dạng nền có diện tích rạn lớn nhất trong tỉnh, ở đây chủ yếu phủ san hô chết và lẻ tẻ các mảng nhỏ san hô mềm.



Hình 14: Phân bố các rạn san hô ở trong vịnh Bình Cang – Nha Trang
 giải đoán từ ảnh ALOS – AVNIR2 (10m) chụp ngày 17 tháng 7 năm 2007



2. Hình thái và cấu trúc của các rạn san hô ở vùng ven bờ Khánh Hòa :

Từ các kết quả khảo sát về cấu trúc hình thái cho thấy rạn san hô ở vùng ven bờ Khánh Hòa chủ yếu là kiểu rạn riềm không điển hình và cả các rạn san hô dạng nền. Dựa trên các kết quả khảo sát ở vùng ven bờ Khánh Hòa kết hợp các kết quả nghiên cứu của Latupov (IU. IA Latupov 1982, 2005) có thể đánh giá đặc điểm hình thái và cấu trúc của rạn san hô như sau:

2.1. Hình thái và cấu trúc của các rạn san hô dạng riềm (fringing reef) :

2.2.1.- Rạn trong vịnh kín (rạn kín): Đó là những rạn quanh đảo và lục địa, về mặt địa chất, nền đáy ở đây thường cấu tạo bởi các đá có tuổi Holocene (IU. IA Latupov 2005). Có thể chia cấu trúc rạn ra thành các đới sau:

- Sát bờ là khu vực rong biển với các loài ưu thế là *Sargassum polycystum*, *Padina australis*, giữa chúng đôi khi có những tập đoàn nhỏ khảm các loài san hô cứng kích thước lớn *Montipora*, *Porites*, *Goniastrea*, *Favia*. Các loài *Acropora*, *Pocillopora* cũng có ở dạng cá thể. Ở xa bờ thì có sự thay đổi về rong *Chnoospora* and *Halimeda*. Độ phủ của san hô nền và sự phong phú của chúng tăng lên.

- Cách bờ 40-50 m, ở độ sâu 1-1,5 m, thì các khu vực rong-san hô chuyển thành san hô-rong. Các quần xã san hô phiến nhánh, mỏng *Acropora*, *Pocillopora*, *Montipora*, *Porites* chiếm ưu thế. Ở một vài khu vực đặc biệt (5 -10 m²), các loài san hô cứng *Acropora formosa*, *Acropora cytherea*, *Montipora digitata*, *Porites nigrescens* có thể sống và che phủ cao. Nhìn chung, độ phủ của san hô ở những khu vực rạn kiểu này thường rất thấp.

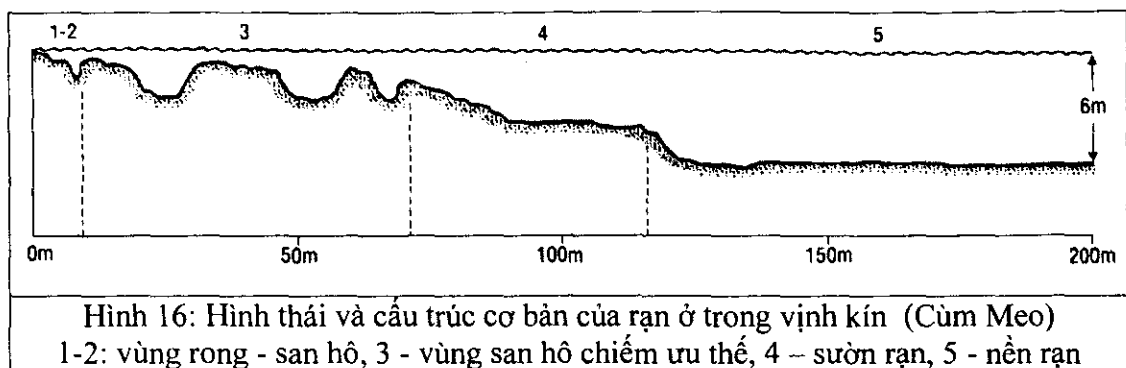
- Ở khu vực cách bờ 50-70 m (sâu 2-3 m) thường có sự định cư của riêng một loài san hô *Acropora* ưu thế (*Acropora formosa*, *Acropora nobilis*, *Acropora hyacinthus*, etc.). Ngoài loài ưu thế ra, trong khu vực này còn có 5-7 loài *Acroporids*, *Pocilloporids*, *Poritids*, *Faviids* khác, *Fungiids* (san hô nấm) và 2 loài thùy tức san hô *Millepora*. Vùng san hô chiếm ưu thế này kéo dài đến 110-120 m tính từ bờ cho đến sườn rạn ở độ sâu tới 4-5 m.

Khu vực nhiều loài san hô sống tập trung thành rạn dạng đôi bắt đầu từ giữa sườn rạn với mức độ phong phú cao. Các loài san hô quan trọng trong cấu trúc ở đây là: *Acropora formosa*, *Acropora florida*, *Acropora digitifera*, *Pocillopora verrucosa*, *Porites lobata*, *Goniastrea australiensis*, *Leptoria phrygya*, *Goniastrea pectinata*, *Podobacia crustacea*, *Pachyseris speciosa* và nhiều loài san hô cứng khác, san hô mềm và hải miên cũng đóng một vai trò đáng kể trong quần xã ở đây.

- Khu vực cách đường bờ 200 đến 300 m (độ sâu 6-8 m) là một khu vực rạn sinh vật dạng đôi, kéo dài vuông góc với đường bờ, với các loài *Porites cylindrica* và *Acropora palifera*. Ngoài ra, các loài *Lobophyllia hemprichii*, *Montipora verrucosa*, *Euphyllia fimbriata*, *Favia speciosa*, *Favites abdita*, san hô mềm và san hô sừng góp phần hình thành nên cấu trúc rạn sinh vật ở đây.

- Cách bờ 300 m trên nền cát bằng phẳng là các tập đoàn riêng rẽ *Porites lobata*, *Porites cylindrica*, *Favia speciosa*, *Merulina ampliata*, *Pectinia paeonia*.

Rạn kiểu này tồn tại ở Sông Lô, Bãi Tiên (Nha Trang), Cù Meo (Vân Phong) (hình 16). Tuy nhiên do các hoạt động kinh tế ven bờ nên hiện nay các rạn kiểu này đã bị suy thoái nghiêm trọng hầu như chỉ còn tro bụi nền san hô chết hoặc có san hô sống chủ yếu là *Porites* với độ che phủ rất thấp



Hình 16: Hình thái và cấu trúc cơ bản của rạn ở trong vịnh kín (Cùm Meo)
1-2: vùng rộng - san hô, 3 - vùng san hô chiếm ưu thế, 4 - sườn rạn, 5 - nền rạn

2.2.2.- *Rạn eo biển (rạn nửa kín)*: Đây là những rạn và khu san hô định cư kế nhau ở nhiều khu vực các đảo Hòn Tằm, Hòn Miếu, Hòn Một, Hòn Đen và các đảo nhỏ trong vịnh Vân Phong... Chúng thường hình thành trên các nền đá và đôi khi trên nền cát, và có độ dốc biến đổi khi cách bờ không xa (IU. IA Latypov 2005). Theo quy luật phân bố chung:

- Ở vùng sát bờ tạo thành những thảm rong *Chnoospora implexa*, *Padina australis* và một số loài thực vật lớn khác.

- Cách bờ khoảng 10 - 15, độ sâu 1-1,5 m, ta gặp các tập đoàn san hô riêng lẻ như *Pocillopora verrucosa*, *Favites abdita*, *Porites lobata*, *Acropora digitifera*, *Montipora nodulosa*, v.v.

- Từ độ sâu 2 - 2,5 m (cách bờ 20 - 25 m), số lượng và sự đa dạng của san hô cứng tăng lên, và số lượng rong *Chnoospora implexa* cũng tăng lên do chúng xâm nhập vào khoảng trống giữa các loài thuộc lớp Acropora và Porit. Trong cấu trúc quần xã, chiếm ưu thế là các loài *Montipora aequituberculata*, *Porites cylindrica* (hay *Porites nigrescens*), *Acropora diversa* và *Chnoospora implexa*. Độ phủ chung của nền đáy đạt tới 50%.

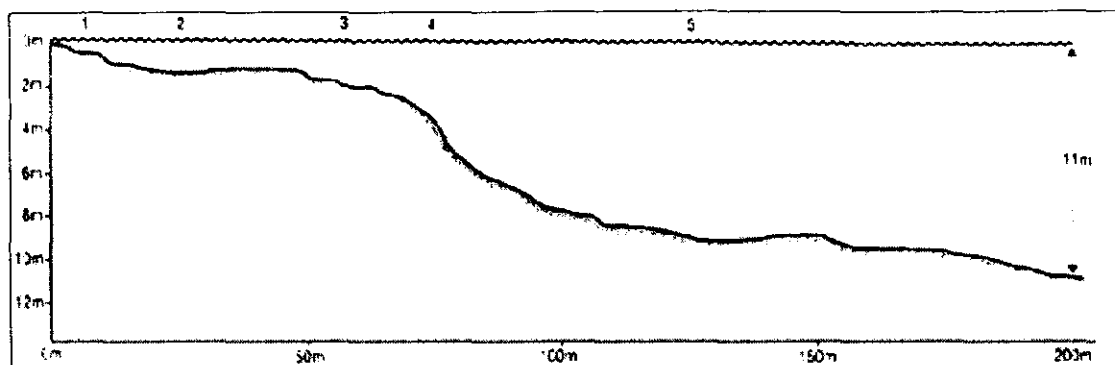
- Cách bờ khoảng 40 - 50 m, ở độ sâu 3 - 4 m, độ phủ nền đáy tăng cao, có nơi đạt tới 100% do sự phát triển của các đơn loài *Montipora aequituberculata*, *Montipora vietnamensis*, *Acropora diversa*, *Acropora pulchra*, *Acropora formosa*, *Porites nigrescens*, *Porites cylindrica* và sự suy giảm số lượng *Chnoospora*.

Ngoài các loài ưu thế, còn có 50 - 60 loài san hô tạo rạn khác. Giữa những tập đoàn san hô có các khoảng trống với chất nền cát hình thành từ các mảnh cành, khối san hô cứng hay san hô nấm fungi bị chết. Những vùng san hô sống thành mảng khảm như vậy kéo dài đến 60 - 80 m tính từ đường bờ (độ sâu 7 - 9 m). Càng cách xa bờ số lượng các loài san hô *Acropora* tạo nên các tập đoàn đơn loài bị giảm đi. Trong thành phần chung của san hô cứng có những thay đổi rõ rệt. Các loài thường thấy ở sườn rạn như *Fungia*, *Herpolitha*, *Turbinaria*, *Porites* (các tập đoàn lớn), *Galaxea*, *Podobacia*, *Montastrea*, *Euphyllia*... đóng vai trò đáng kể trong thành phần các quần xã ở đây.

- Đi xa bờ hơn ở độ sâu hơn (> 9,5 m), các loài *Acropora* và nói chung là các loài san hô dạng cành đã nhường chỗ cho các tập đoàn *Porites*, *Pectinia*, *Psammocora*, *Echinopora*, *Micedium*, *Leptoria*, *Favia*, *Sarcophyton*.

- Ở vùng biển cách bờ 120 - 140 m, san hô chỉ có ở dạng các tập đoàn riêng lẻ trên các khối đá riêng rẽ giữa nền bùn được phủ bởi các mảnh xương động vật không xương sống và các khóm cỏ biển *Halophila ovalis*.

Hình thái và cấu trúc cơ bản rạn san hô ở Đông Nam Hòn Miếu đặc trưng cho rạn kiểu này (hình 17).



Hình 17: Hình thái và cấu trúc cơ bản của rạn san hô ở Hòn Miếu
1: vùng rong - san hô, 2 – vùng san hô – rong, 3: Vùng san hô chiếm ưu thế, 4 – sườn rạn san hô phát triển còn khá tốt, 5 - nền rạn

2.2.3.- Rạn ở các mũi đất và đảo mờ (rạn hờ): Các rạn gần các đảo Hòn Đen, Lạch Cỏ Cò, Hòn Chà Là (Vân Phong), Hòn Vung, Hòn cau, Hòn Mun (Nha Trang), Hòn Nội (Cam Ranh),... phần lớn ở phía đông và đông bắc. Theo quy luật phân bố chung các tập đoàn san hô đông đúc trên các vách đá dốc đứng và thay đổi dần theo hướng xuống sâu (IU. IA Latypov 2005).

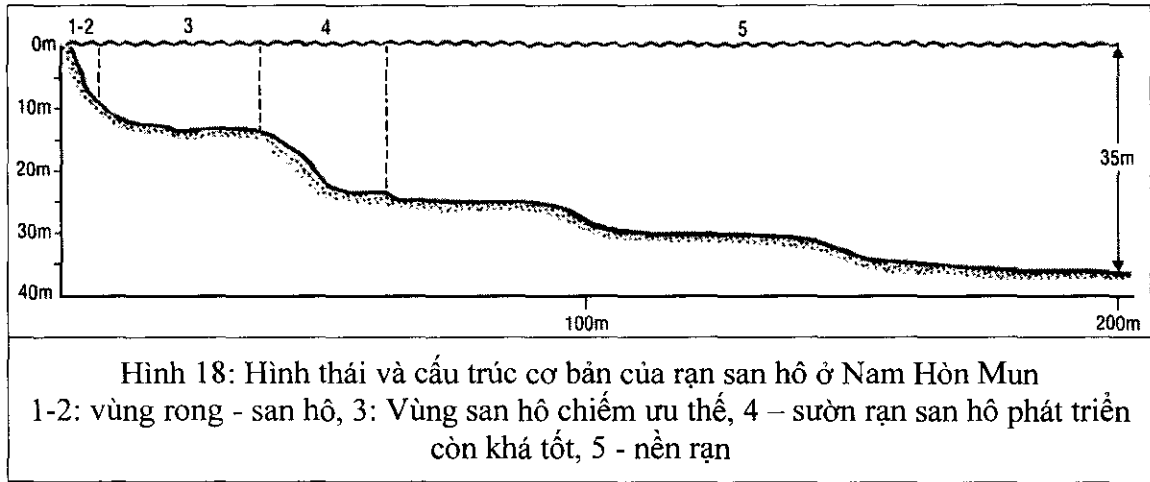
Vùng triều ven bờ thường được che phủ bởi thực vật vĩ mô như *Chnoospora* và *Halimeda*, các tập đoàn riêng lẻ *Dendrophyllia*, *Balanophyllia*, *Acropora*, *Pocillopora*, *Porites*, *Leptastrea*, *Millepora*. Trên nền đáy của vùng ven bờ thường phân bố theo sườn dốc vô số tập đoàn của nhiều loài san hô cứng (40-50 loài). Ở đó, phần đầu dốc là các tập đoàn san hô cành dày và phiến mỏng *Acropora palifera*, *Acropora florida*, *Acropora digitifera*, và *Acropora cytherea* chiếm ưu thế. Phần giữa và phần chân dốc là các dạng san hô khảm lớn như *Podobacia*, *Astreopora*, *Porites*, *Favia*, *Favites*, *Echinopora*, *Micedium*, *Turbinaria*, *Pectinia*, *Scolymia*.

Từ chân của vách dốc đứng (ở độ sâu 10-12 m) cách bờ khoảng 60-65 m là các tập đoàn san hô cứng đa loài (80-90 loài). Giữa chúng có thể có các loài *Acropora cytherea*, *Acropora hyacinthus*, *Acropora florida* (tới 2 m), *Porites lobata*, *Turbinaria peltata*, *Diploastrea heliopora*, *Pocillopora verrucosa*, *Millepora platyphylla* với kích thước và số lượng của nhiều tập đoàn.

Ở độ sâu 25 m (65-70 m từ bờ) thành phần loài san hô bị giảm đáng kể cùng với sự thay đổi thành phần của nó. Ở đây có các tập đoàn san hô nhỏ và các san hô đơn lẻ. Các loài san hô *Trachyphyllia*, *Flabellum*, *Euphyllia*, *Dendrophyllia*, *Fungia*, *Goniopora*, *Coscinarea* là những loài ưu thế ở đây.

Ở độ sâu 30 m và sâu hơn là các loài san hô sừng cành nhỏ và các loài san hô lông vũ và hải quỳ.

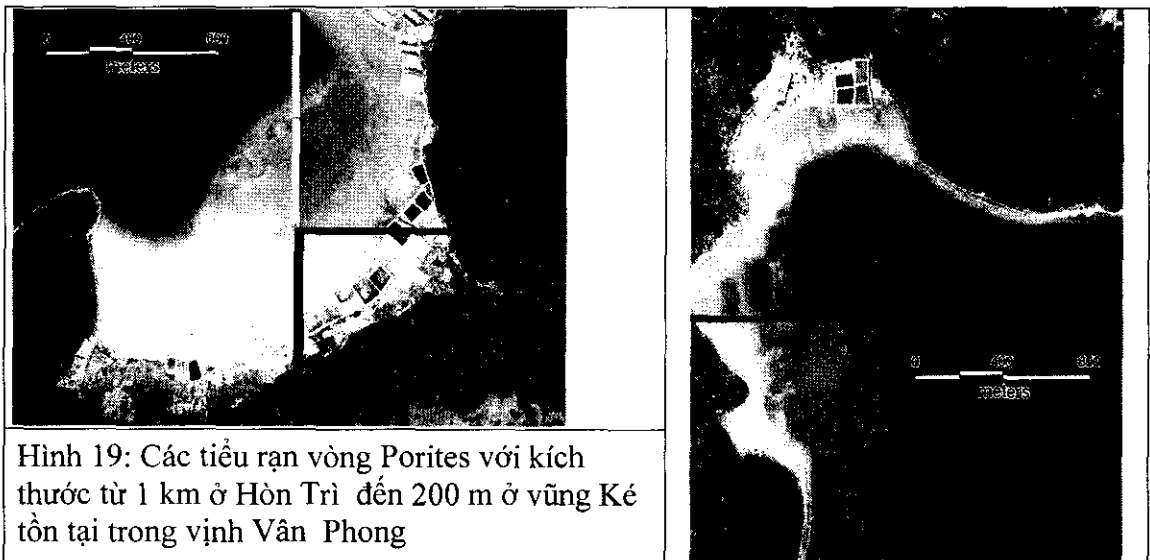
Hình thái và cấu trúc cơ bản rạn san hô ở Đông Nam Hòn Miếu đặc trưng cho rạn kiểu này (hình 18).

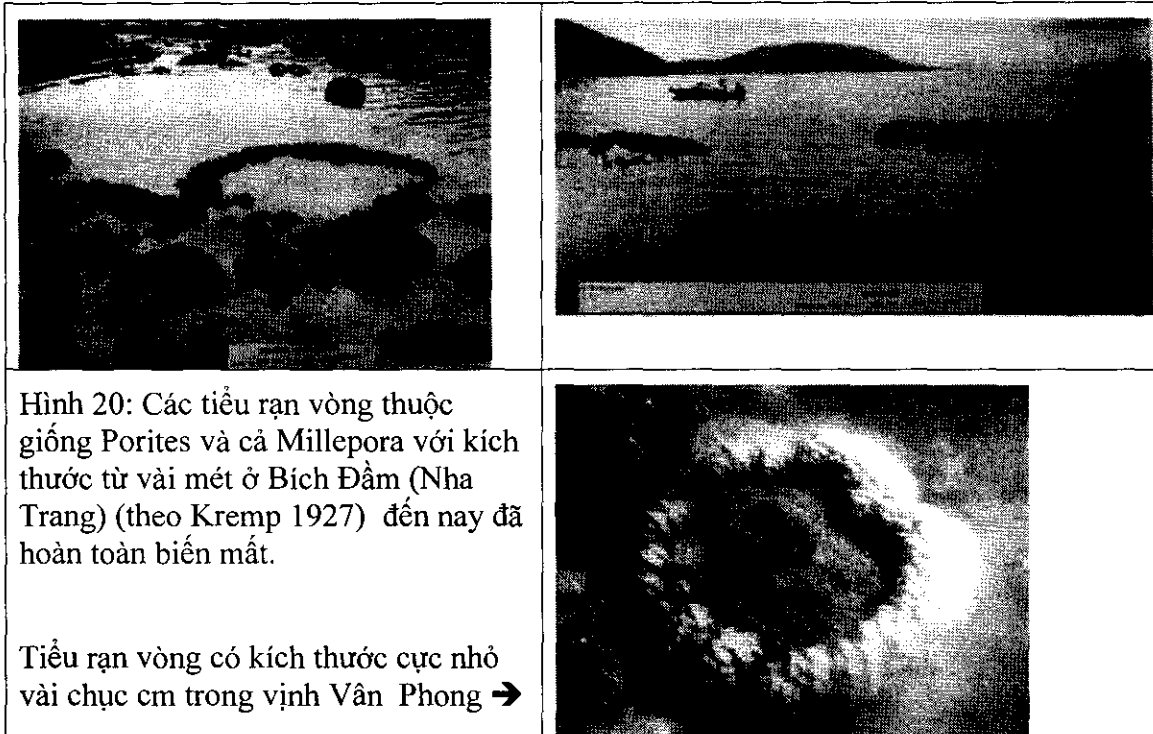


2.2.4. Các tiểu rạn vòng (micro atoll): Có thể liệt loại này như là một phụ kiểu rạn riềm, chúng phát triển ở phần đỉnh của rạn riềm. Ở vùng ven bờ Khánh Hòa chúng tồn tại chủ yếu trong vịnh Vân Phong Hòa với kích thước từ vài km đến vài trăm mét như các rạn ở Hòn Tri, Vũng Ké trong vịnh Vân Phong (hình 19), thậm chí vài chục m đến vài mét ở Đầm Báy – Vịnh Nha Trang (hình 20).

Theo Kremp (1927), nguyên nhân chính để hình thành nên chúng là hoàn lưu dòng chảy cục bộ kích thước nhỏ trong các vịnh kín tạo ra bởi dòng triều và gió địa phương (gió đất biển – gió brize), dòng này mang theo các polip san hô kích thước nhỏ, tích tụ dần để tạo nên các tiểu rạn vòng.

Theo Võ Sĩ Tuấn và cộng sự (2005), các tập đoàn san hô khối không thể sinh trưởng cao hơn do mực nước thấp mà chỉ phát triển theo chiều ngang, phần trung tâm bị chết và lõm xuống và hình thành nên các tiểu rạn vòng. San hô sống chỉ tồn tại chủ yếu ở mép trong của sườn rạn với độ phủ thấp, thành phần san hô chủ yếu thuộc các giống *Goniastrea*, *Porites*. Nền đáy của vũng bên trong chủ yếu phủ cát san hô





Hình 20: Các tiểu rạn vòng thuộc giống *Porites* và cả *Millepora* với kích thước từ vài mét ở Bích Đầm (Nha Trang) (theo Kremp 1927) đến nay đã hoàn toàn biến mất.

Tiểu rạn vòng có kích thước cực nhỏ vài chục cm trong vịnh Vân Phong →

2.2.- *Rạn san hô dạng nền*: tạo thành các bãi cạn nằm cách ly với bờ. Ở Khánh Hòa rạn dạng nền phân bố ở các khu vực bãi cạn Lớn (Nha Trang), bãi cạn Thủy Triều (Cam Ranh), rạn Chảo - Ninh Vân, rạn Trào (Xuân Tự), rạn Ngâm (Ninh Phước) và các bãi cạn nhỏ hẹp phủ chủ yếu san hô chết ở phía đỉnh vịnh Vân Phong. Dựa vào kết quả khảo sát hình thái cấu trúc, chúng tôi mô tả các đặc trưng của cấu trúc rạn ở khu vực Rạn Chảo (Ninh Vân) một trong những rạn nền (platform reef) điển hình ở Khánh Hòa, như sau (hình 21):

a) Phần sườn ngoài của rạn được đặc trưng bằng 2 mức hình thái khác nhau: phần chân rạn và phần trên của sườn rạn.

- Phần chân rạn có độ sâu từ 10 – 12m. Tại phần này đặc trưng sự phát triển của các loài san hô *Tubastrea*, *Derdrophyllia*, *Balanophyllia* và *Germatip* san hô cứng, và các loài san hô có dạng ống và khảm *Pachyseris*, *Leptoseris*, *Pectinia*, *Echinophyllia*, *Micedium*, *Podobacia*. Mức độ san hô phủ nền đáy thấp chỉ từ 0,1 đến 1 – 2%,

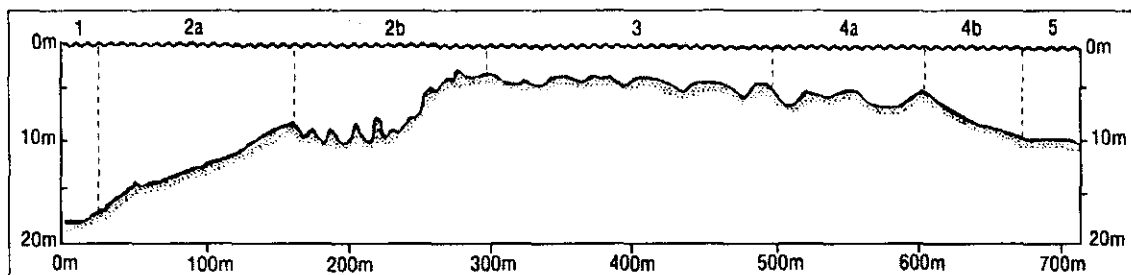
- Phần trên sườn rạn nằm ở độ sâu 3 – 5m đến 10 – 12m. Tại phần này của sườn san hô phát triển đa dạng, mức độ phủ nền đáy cao hơn đôi chút, ở đây thường bắt gặp các quần thể đơn loài đặc biệt *Acropora*, *Porites*, *Millepora*, *Heliopora*. Điểm đặc trưng của đới là sự phát triển của hệ thống các máng xói và rãnh cát (grove /spoor). Ở phần thấp của sườn chủ yếu bao gồm các loài san hô dạng khối và dạng khảm phát triển các loài *Goniopora*, *Goniastrea*, *Porites*, *Palatygyra*, *Turbinaria*, *Echinophyllia*, *Montipora*. Trên tầng trên ưu thế lại là các dạng cành và đứng đầu là *Acropora*. Một số loài có thể đóng vai trò chỉ thị của phần trên của sườn ngoài của rạn: *Acropora digitifera*, *Pocillopora damicornis*, *Goniastrea retiformis*, *Millepora platyphylla*, *Heliopora coerulea*.

- Ở đới này mức độ san hô che phủ nền đáy không cao và dao động trong khoảng từ 1 – 3% đến 12 – 15%, hiếm hoi mới đạt tới 20%.

b) Phần sườn trong của rạn: Về mặt hình thái cũng giống như phần sườn ngoài, được đặc trưng bằng hai phần có hình thái khác nhau. Phần trên của sườn với mức độ san hô phủ đáy cao cùng với sự đa dạng lớn của các loài. Những đốm các quần thể nhiều dạng đặc thù xen kẽ với các quần thể san hô đơn loài trên một diện tích lớn. Trong những quần thể này chiếm ưu thế là *Acropora*, *Montipora* và *Porites* dạng cành. Ở phần giữa của sườn trong chiếm ưu thế của các loài của *Pachyseris* và *Merulina*. Phần sườn dưới được phân biệt bằng sự giảm mức độ che phủ nền đáy, vắng mặt rất nhiều quần thể san hô đơn loài thay vào đó là sự phát triển các khối lớn của san hô dạng khối và chuyển dần sang nền cát. Trên nền cát bắt gặp rất nhiều các loài động vật thân mềm và da gai *Olivia*, *Terebra*, *Toxopneuster*, *Protoreaster*.

c) Mặt bằng rạn: nằm ở độ sâu 3 – 5m, hình thành một đới rộng với nền đáy bị bao phủ dày đặc bởi các máng xói và rãnh cát (grove/spoor) bị chia cắt. Hình thái rạn tại đây được đặc trưng bởi sự phát triển các loài ưu thế của *Acropora*, *Montipora* và *Porites* dạng cành. Vai trò chủ đạo trong sự hình thành quần xã ở đới mặt bằng rạn là rong *Chnoospora*, *Hyphnea*, *Amphiza*, *Peissonelia*. Tại đới này chiếm ưu thế là 3 loài san hô cứng: *Acropora formosa*, *Porites iwayamaensis*, *Montipora foliosa*.

Ở các khu vực tồn tại các khối nhô và máng xói đặc trưng cả về mức độ che phủ cao cả về tính đa dạng cao của các loài. Về tổng thể đó là dạng đốm với các quần thể san hô đơn loài dày đặc hoặc là những quần thể với sự phổ biến của hai ba loài ưu thế. San hô ở đây chủ yếu là dạng cành và số khác là dạng phiến hoặc dạng phễu với ưu thế của các loài *Acropora formosa*, *Acropora cytherea*, *Acropora florida*, *Acropora diversa*, *Porites nigrescens*, *Porites cylindrica*, *Millepora platyphyea*, *Millepora dichotoma*, *Heliopora coerulea* hoặc cùng tương hợp với *Millepora foliosa*, *Pachyseris rugosa*, *Merulina ampliata*, *Echinopora gemmacea*



Hình 21: Hình thái và cấu trúc cơ bản của rạn san hô ở rạn Chảo (Ninh Vân)

1,5 : chân rạn; 2a, 4b: sườn ngoài rạn; 2b, 4a: sườn trong rạn; 3: đỉnh rạn

(Latupov, 2005)

Hình thái của các rạn nền điển hình khác ở Bãi Cạn Lớn (Nha Trang), Bãi Cạn Thủy Triều cũng được giới thiệu trong phần phụ lục hình

3. Đặc điểm đa dạng sinh học và nguồn lợi rạn san hô vùng ven bờ Khánh Hòa :

3.1.- Đặc điểm đa dạng sinh học thành phần loài :

Vùng ven bờ Khánh Hòa là khu vực rạn san hô phát triển tốt và có mức độ đa dạng sinh học cao, tổng hợp các kết quả nghiên cứu cho thấy:

3.1.1. Thành phần loài san hô: Đã xác định được 435 loài san hô thuộc 79 giống và 21 họ (hình 22) trong đó họ *Acroporidae* có số lượng loài nhiều nhất (124 loài), *Faviidae* (86 loài), *Poritidae* (46 loài), *Fungiidae* (36 loài)... Các giống ưu thế chủ yếu thuộc về *Acropora*, *Porites*, *Goniopora*, *Montipora* và *Favia*.

3.1.2. Thành phần loài cá rạn san hô: Đã xác định được 274 loài cá rạn san hô thuộc 111 giống và 35 họ (hình 23) trong đó họ cá Thia - *Pomacanthidae* có số lượng loài nhiều nhất (47 loài), *Kyphosidae* (37 loài), *Chaetodontidae* (24 loài), *Labridae* (20 loài), *Scaridae* (19 loài)... các giống ưu thế chủ yếu thuộc về *Chaetodon*, *Scarus*, *Halichoeres*, *Pomacentrus* và *Siganus*.

3.1.3. Thành phần loài động vật không xương sống trong các rạn san hô ở vùng ven bờ Khánh Hòa cũng được xác định là khá phong phú với 121 loài Thân mềm thuộc 62 giống và 34 họ (hình 24) trong đó các họ chiếm số lượng loài nhiều nhất là Ốc Cối (*Conidae*), Ốc Gai (*Muricidae*), Ốc sứ (*Cypraeidae*). Giáp xác có 73 loài thuộc 41 giống, Da gai có 30 loài thuộc 28 giống.

Xét chi tiết ở từng vùng vịnh cho thấy:

a. Vịnh Vân Phong :

Đã xác định được 215 loài san hô cứng thuộc 52 giống và 14 họ, trong đó họ *Faviidae* có số lượng loài nhiều nhất (23 loài), *Acropora* (21 loài), các giống ưu thế chủ yếu thuộc về *Acropora*, *Porites*, *Goniopora*, *Montipora* và *Favia*. Về cá rạn san hô đã ghi nhận được 185 loài thuộc 38 họ, một số họ có thành phần loài cao như họ cá Thia (*Pomacentridae*) 40 loài, họ cá Bàng Chài (*Labridae*) 33 loài, cá Bướm (*Chaetodontidae*) 17 loài. Tại các điểm khảo sát cho thấy Lạch Cỏ Cò có thành phần loài cao nhất 80 loài, tiếp đến là Hòn Đen 75 loài, Bãi Tre và Bắc Mỹ Giang 74 loài. . Nhiều loài thường xuyên bắt gặp ở hầu hết các vị trí khảo sát như *Chaetodon auriga*, *Chaetodon melannotus*, *Chaetodon trifasciatus* (họ cá Bướm Chaetodontidae), *Dascyllus trimaculatus*, *Pomacentrus chrysurus*, *Pomacentrus vaiuli*, *Stegastes lividus* (họ cá Thia Pomacentridae), *Halichoeres hortulanus*, *Halichoeres melanurus*, *Labroides dimidiatus*, (họ cá Bàng Chài Labridae)...

- Động vật không xương sống kích thước lớn trên rạn đã xác định được 46 loài bao gồm Thân mềm 36 loài và da gai 10 loài. Trong các loài thân mềm thì loài đục lỗ *Pedum spondyloideum* và *Seftifer bilocularis* có tần số xuất hiện cao nhất tiếp đến là các loài Ốc như *Chicoreus bruneus*, *Drupella cornus*, *Turbo chrysostomus* và *Isognomon sp.* Về Da gai có nhiều loài ưu thế như Cầu gai đen *Diadema sectosum* xuất hiện ở tất cả các điểm khảo sát với mật độ cao. Sao biển xanh *Linckia laevigata* và Sao biển gỏi (*Oreasteridae*) cũng là các loài thường xuyên xuất hiện, một số loài hải sâm tương đối có giá trị như *Holothuria atra*, *Stichopus chloronotus* và *Bohadschia graeffei* cũng bắt gặp tuy với mật độ thấp. Đặc biệt, sao biển gai ăn san hô *Acanthaster planci* ghi nhận hầu hết trên các rạn ở đây. Về rong biển cũng xác định được 80 loài sống trên nền san hô chết và trên nền đá.

b. Vịnh Nha Trang:

Đã xác định được trên 350 loài thuộc 64 giống san hô tạo rạn, trong đó có 24 loài thuộc 5 giống san hô mềm, 3 loài san hô sừng và hai loài thủy tức san hô đã được ghi nhận trên các rạn san hô trong vịnh Nha Trang. So với các vùng ven bờ khác của Việt Nam, vịnh Nha Trang được xếp vào loại đa dạng nhất về thành phần giống loài san hô tạo rạn.

Về thành phần loài cá rạn san hô, vịnh Nha Trang hiện có 202 loài thuộc 97 giống và 39 họ cá rạn san hô đã được ghi nhận tại 12 điểm rạn khảo sát trong khu bảo tồn vịnh Nha Trang trong đó các điểm rạn khu vực Hòn Mun (Tây Bắc Hòn Mun: 108 loài, Tây Nam Hòn Mun: 89 loài) và Eo Cỏ (90 loài) có số lượng loài phong phú nhất. Các điểm khảo sát có số lượng loài thấp là tại Hòn Vung (68 loài), Hòn Miếu (70 loài), Hòn Tằm (71 loài). Nhìn chung, sự phong phú thành phần loài của cá rạn san hô có xu hướng tăng dần tại các điểm rạn thuộc các đảo gần đất liền ra xa, ngoại trừ khu vực Hòn Vung.

Động vật không xương sống trong các rạn san hô ở vịnh Nha Trang cũng được xác định là khá phong phú với 106 loài Thân mềm thuộc 52 giống và 33 họ, trong đó các họ chiếm số lượng loài nhiều nhất là Ốc Cối (*Conidae*), Ốc Gai (*Muricidae*) Ốc sừ (*Cypraeidae*). Giáp xác có 69 loài thuộc 39 giống, Da gai có 27 loài thuộc 20 giống và trên 252 loài rong biển sống trên rạn san hô cũng được ghi nhận tại vịnh Nha Trang.

c. Vịnh Cam Ranh :

Về thành phần loài san hô, đã xác định được 118 loài thuộc 36 giống và 12 họ trong đó ưu thế thuộc về các giống *Acropora*, *Pocillopora*, *Galaxea*, *Fungia*, *Millepora* và *Cyphastrea*.

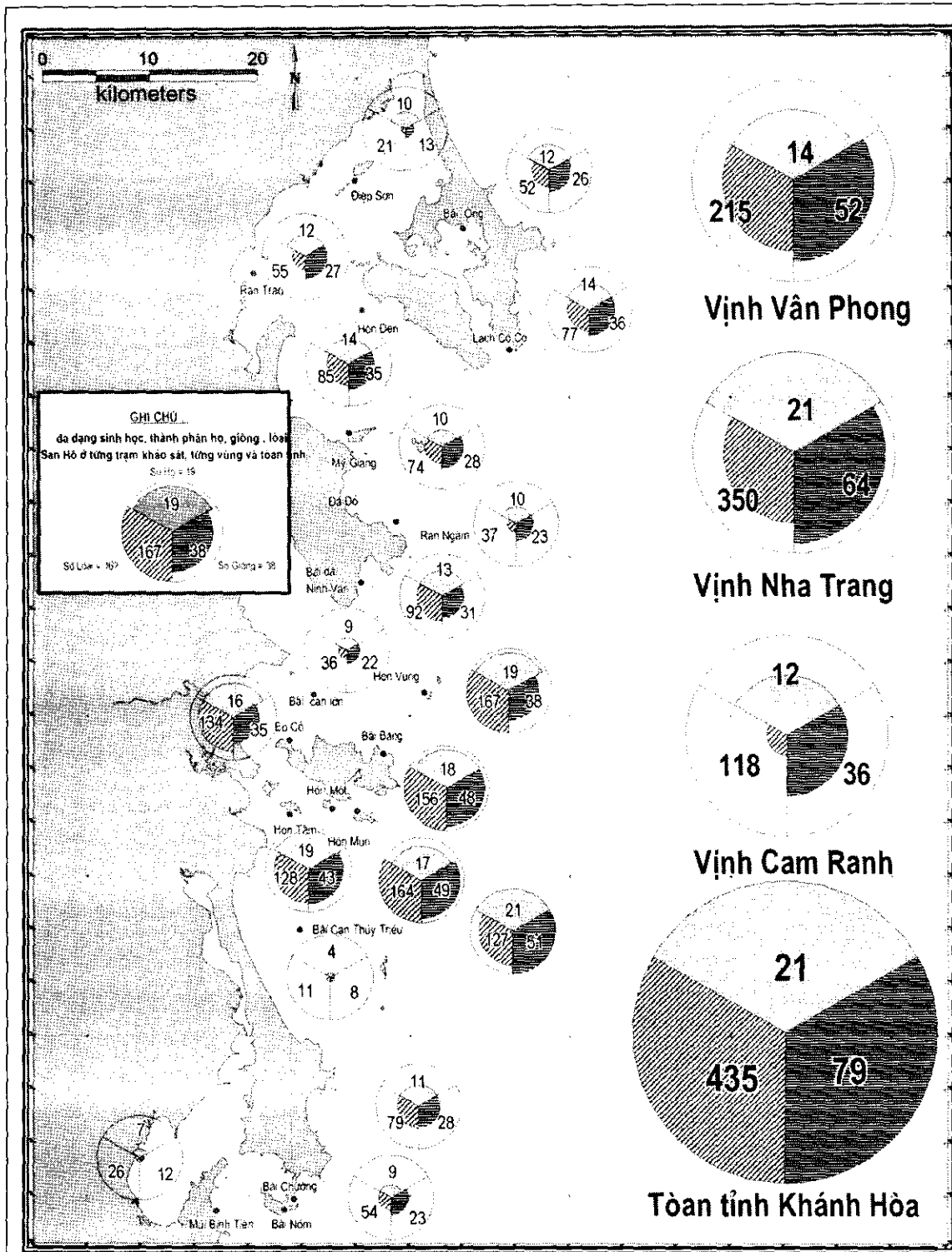
Đối với cá rạn san hô, về thành phần loài đã xác định được 147 loài thuộc 35 họ, trong đó cá Bàng Chài (*Labridae*) có số lượng loài nhiều nhất 32 loài, cá Thia (*Pomacentridae*) 28 loài, cá Bướm (*Chaetodontidae*) 14 loài một số họ khá như cá Mồm Ông (*Aulostomidae*), Cá Hồng (*Lujanidae*), cá Thù Lù (*Zanclidae*) chỉ có 1 loài. Thành phần loài cao nhất tại Bãi Chướng 95 loài, tiếp đến là Bãi Nồm 75 loài và Mũi Bình Tiên 57 loài.

Trong 10 họ cá có giá trị thực phẩm và làm cảnh tại các điểm khảo sát cho thấy, đối với nhóm cá cảnh ở Bãi Chướng và Mũi Bình Tiên tập trung chủ yếu vào họ cá Bàng chài (*Labridae*) và cá Thia (*Pomacentridae*), trong khi ở Bãi Nồm ngoài ưu thế vượt trội của cá Bàng chài thì các họ cá khác như Đuôi gai (*Acanthuridae*), cá Thia cũng chiếm số lượng tương đối. Đối với nhóm cá thực phẩm ưu thế thuộc vào họ cá Mỏ (*Scaridae*), tiếp đến là họ cá Mú (*Serranidae*) và cá Dĩa (*Siganidae*). Tuy nhiên, mật độ của nhóm này không cao so với nhóm cá cảnh

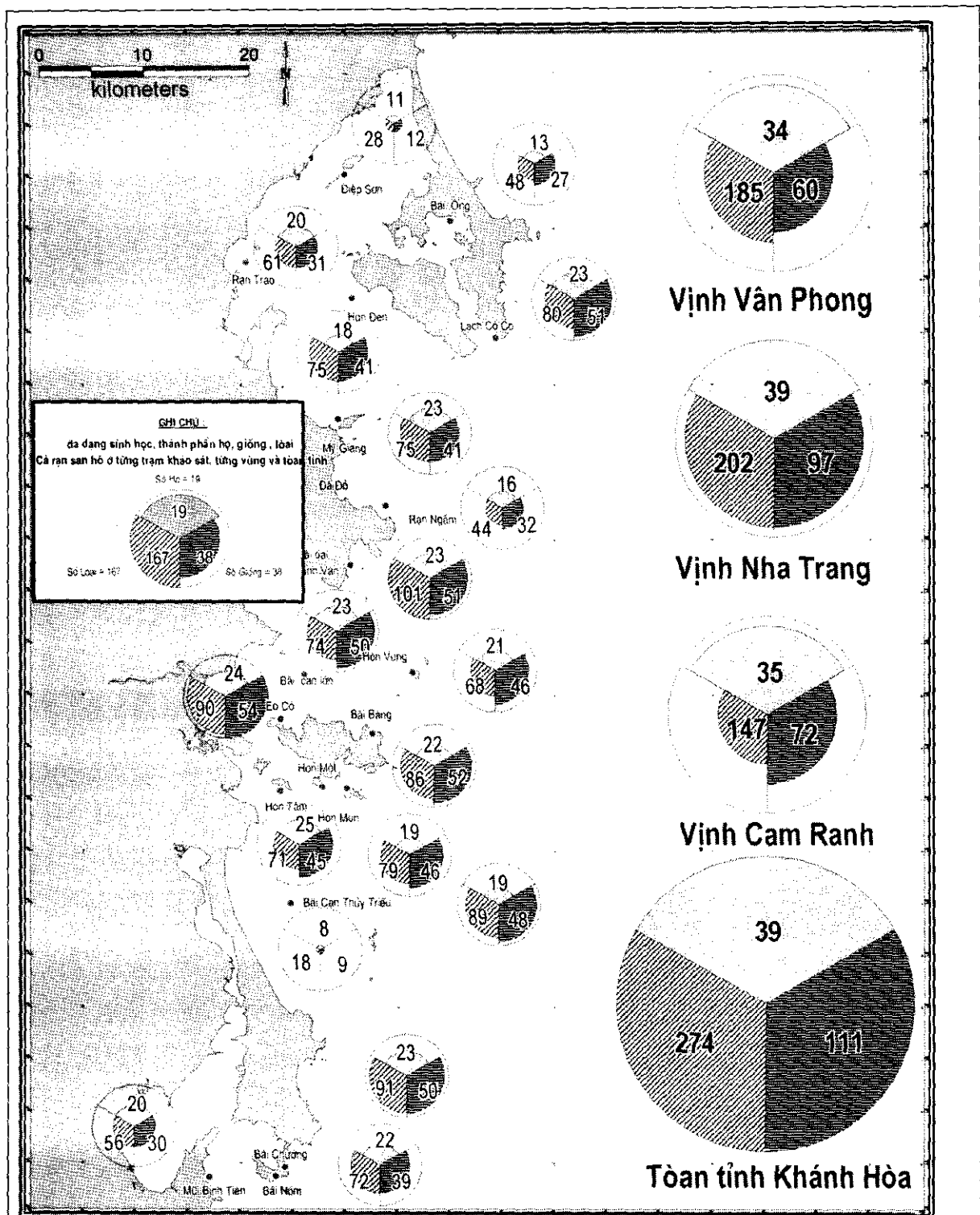
Phân bố chi tiết về thành phần loài của san hô, các rạn san hô và cả các loài động vật đáy kích thước lớn (thân mềm) được chỉ ra ở hình 17, 18 và 19.

Từ các bản đồ này cho thấy :

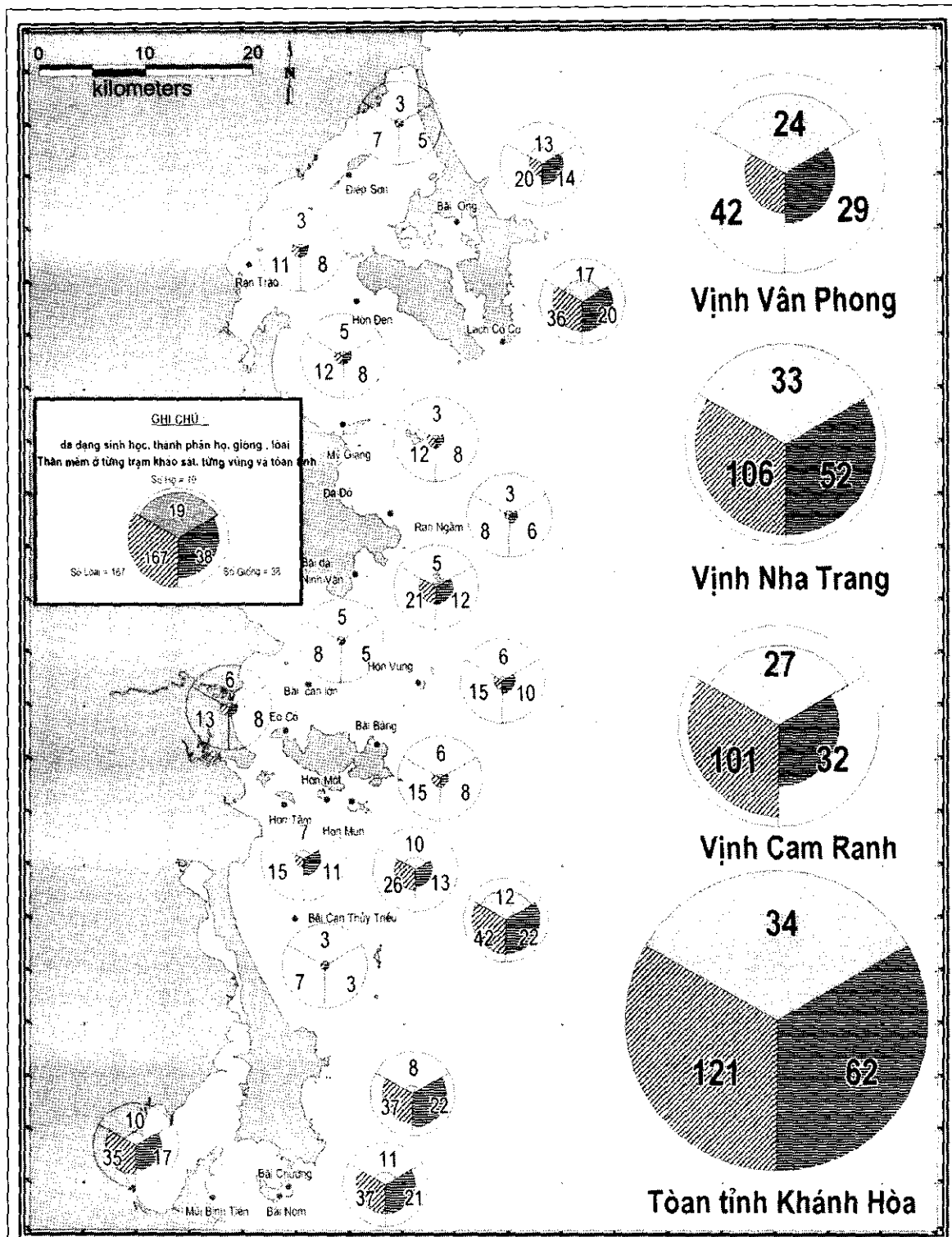
- Vịnh Nha Trang là khu vực có tính đa dạng sinh học cao với sự tồn tại nhiều loài san hô, cá rạn san hô và cả bọn động vật đáy kích thước lớn.
- Vịnh Vân Phong có tính đa dạng sinh học trung bình, với số lượng họ, giống và loài san hô, cá rạn san hô và động vật đáy kích thước lớn thấp hơn hẳn so với vịnh Nha Trang.
- Vịnh Cam Ranh là khu vực có thành phần loài san hô thấp nhất so với 2 vùng Nha Trang và Cam Ranh, nhưng số lượng loài cá rạn san hô và bọn động vật đáy kích thước lớn là khá cao, xấp xỉ so với số lượng loài ở vịnh Nha Trang và cao hơn hẳn so với vịnh Vân Phong.



Hình 22: Bản đồ phân bố thành phần loài san hô của toàn tỉnh Khánh Hòa, của 3 vùng vịnh cũng như ở 19 điểm rạn tiêu biểu.



Hình 23: Bản đồ phân bố thành phần loài cá rạn san hô của toàn tỉnh Khánh Hòa, ở 3 vùng vịnh cũng như ở 19 điểm trạm tiêu biểu.



Hình 24: Bản đồ phân bố thành phần loài thân mềm trên rạn của toàn tỉnh Khánh Hòa , ở 3 vùng vịnh cũng như ở 19 điểm rạn tiêu biểu.

3.2.- Độ phủ của san hô :

3.2.1.- Độ phủ của san hô và các hợp phần nền đáy vùng ven bờ Khánh Hòa từ kết quả khảo sát Manta Tow: tổng hợp các số liệu đánh giá nhanh về phân bố độ phủ san hô theo phương pháp Manta tow ở các khu vực Hòn Bịp (số liệu năm 2004), Rạn Trào (năm 2004), Ninh Vân – Rạn Chảo (2006), vịnh Nha Trang (2005) và ven bờ Cam Ranh (2007) chúng tôi đã phát thảo bức tranh phân bố về độ phủ san hô ở toàn vùng Khánh Hòa như sau:

a) Khu vực Điệp Sơn (Vạn Giã)

Hòn Bịp: Vùng triều đáy cát nằm ở phía tây nam của đảo trong khi các vùng còn lại là nền san hô chết mà một phần đã bị khai thác cho nhu cầu xây dựng. Vùng dưới triều là nơi phân bố của rạn san hô và các thảm cỏ biển. Ở khu vực phía đông của đảo hình thành một đai rong biển *Sargassum polycystum* với chiều rộng của đai này khoảng 5 m và chiều dài khoảng hơn 1km. Ở vài nơi đã phát hiện nền đáy bùn mềm, với vài khối đá lớn, một ít san hô khối *Porites* và *Astrea*, *Favia* và một ít mảnh vụn san hô thuộc giống *Arcopora*.

Khu vực phía đông nam của đảo san hô cứng có độ phủ bậc 3 (30 – 50% tổng hợp phần nền đáy). Thành phần của san hô cứng khá đơn điệu, chủ yếu là loài *Goniopora pandoraensis*. San hô ở khu vực này bị phủ một lớp mỏng trầm tích và lác đác xuất hiện hiện tượng san hô chết.

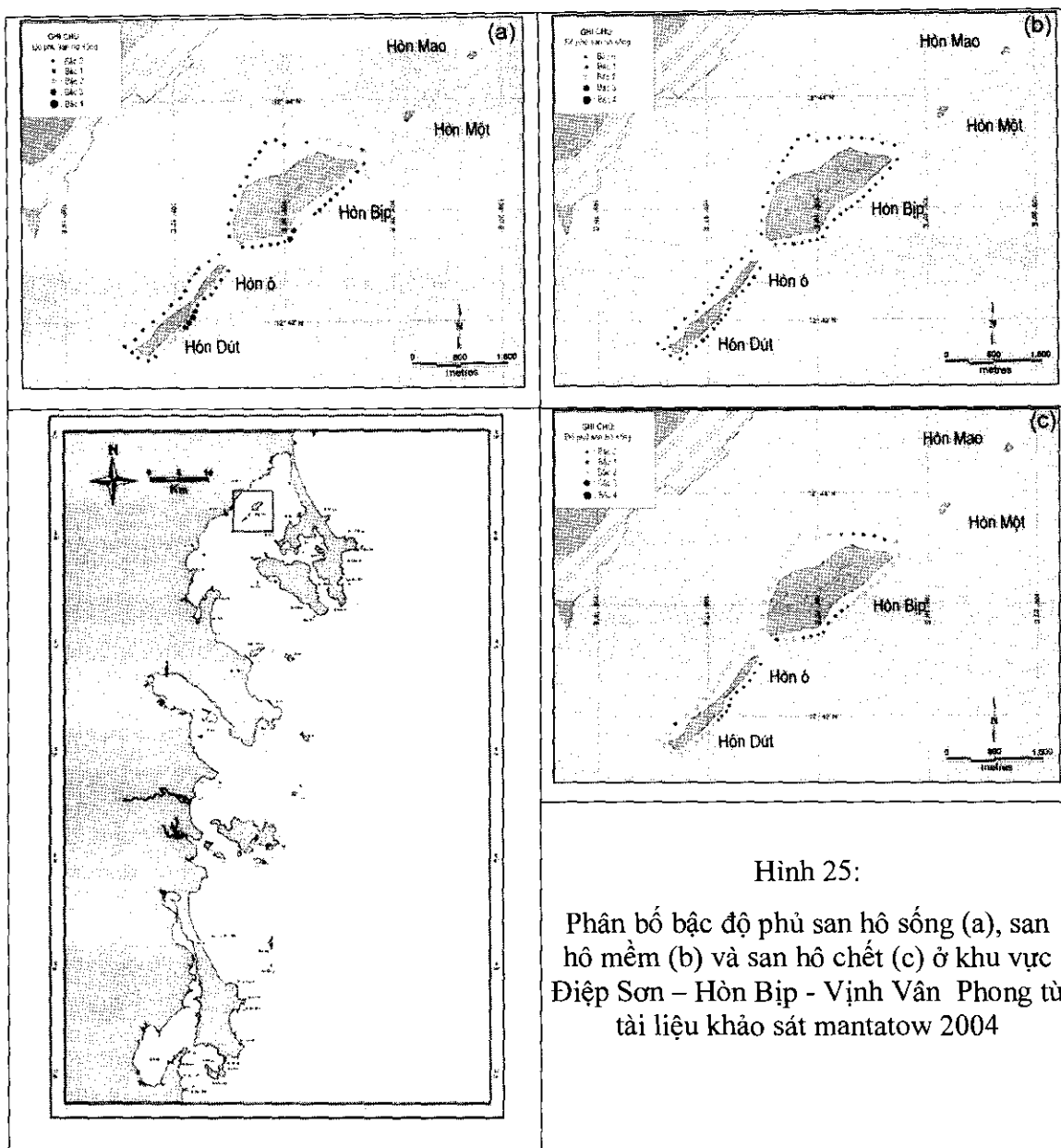
Ở khu vực phía Bắc độ phủ san hô thấp xen kẽ rải rác với vài điểm độ phủ cao (bậc 2). Thành phần chủ yếu ở khu vực này là san hô khối lớn thuộc giống *Porites*, rong biển phát triển tốt với các loại rong cùi bắp, rong quạt và rong vôi. San hô ở vùng này có độ phủ thấp, có nơi chỉ xuất hiện với độ phủ khoảng 1 – 2%. Khu vực còn lại nằm ở phía tây nam của đảo, nơi có thảm cỏ biển phân bố với độ phủ đạt giá trị từ bậc 1 đến 2. Loài ưu thế là cỏ lá dứa *Enhalus acoroides*. Sinh vật ghi nhận được trong khảo sát này là các loài Bàn Mai *Pinna bicolor*, *Isognomon sp.* và *Malleus albus* thuộc thân mềm hai mảnh vỏ, chúng có mặt rải rác xung quanh đảo. Cầu gai đen *Diadema setosum* xuất hiện rải rác ở vài nơi

- *Hòn Ó:* Ở phía bắc hòn Ó có một ít cỏ biển phân bố. Đó cũng là loài cỏ lá dứa *Enhalus acoroides* nhưng độ phủ rất thấp (chỉ một vài đốm nhỏ trên nền đáy cát và cát pha sỏi. Khu vực phía đông nam Hòn Ó kéo dài đến đông bắc Hòn Dút là rạn san hô với độ phủ khá cao (bậc 3-4) và phân bố tập trung ở độ sâu khoảng 1 – 4m sâu. Thành phần ưu thế là san hô dạng khối và một vài khối có kích thước lớn (> 2m đường kính) thuộc giống *Porites*. Càng về phía nam Hòn Dút, độ phủ san hô giảm dần. Ở mặt phía tây, thành phần nền đáy chủ yếu và san hô chết, cát, sỏi và một ít rong biển. Loài chủ yếu là rong cùi bắp. Sinh vật đáy cũng khá nghèo nàn, chỉ xuất hiện vài cá thể thân mềm hai mảnh vỏ (*Pedum spondyloideum*, *Isognomon isognomon* và *Malleus albus*)

Phân bố bậc độ phủ san hô sống, san hô mềm và san hô chết ở khu vực Điệp Sơn – Hòn Bịp - Vịnh Vân Phong từ tài liệu khảo sát mantatow 2004 được chỉ ra ở hình 25

b) *Khu vực Xuân Tự:* Độ phủ của san hô cứng giao động trong khoảng 10 – 20% tổng độ phủ nền đáy. Độ phủ trung bình của san hô cứng đạt cao nhất ở khu vực rạn Trào (bậc 2) với giá trị cao nhất ở phía bắc rạn (bậc 3). Thành phần ưu thế của san hô cứng là các san hô dạng khối như các giống *Porites*, *Diploastrea* có kích thước từ 10cm đến > 1m đường kính. San hô mềm thuộc giống *Sinularia* cũng chiếm ưu thế ở

khu vực rạn Trào với giá trị độ phủ > 30% (bậc 2,2). Khu vực ưu thế của san hô mềm nằm ở phía đông rạn Trào với một vài giá trị bậc 3. (bảng 2, hình 26).



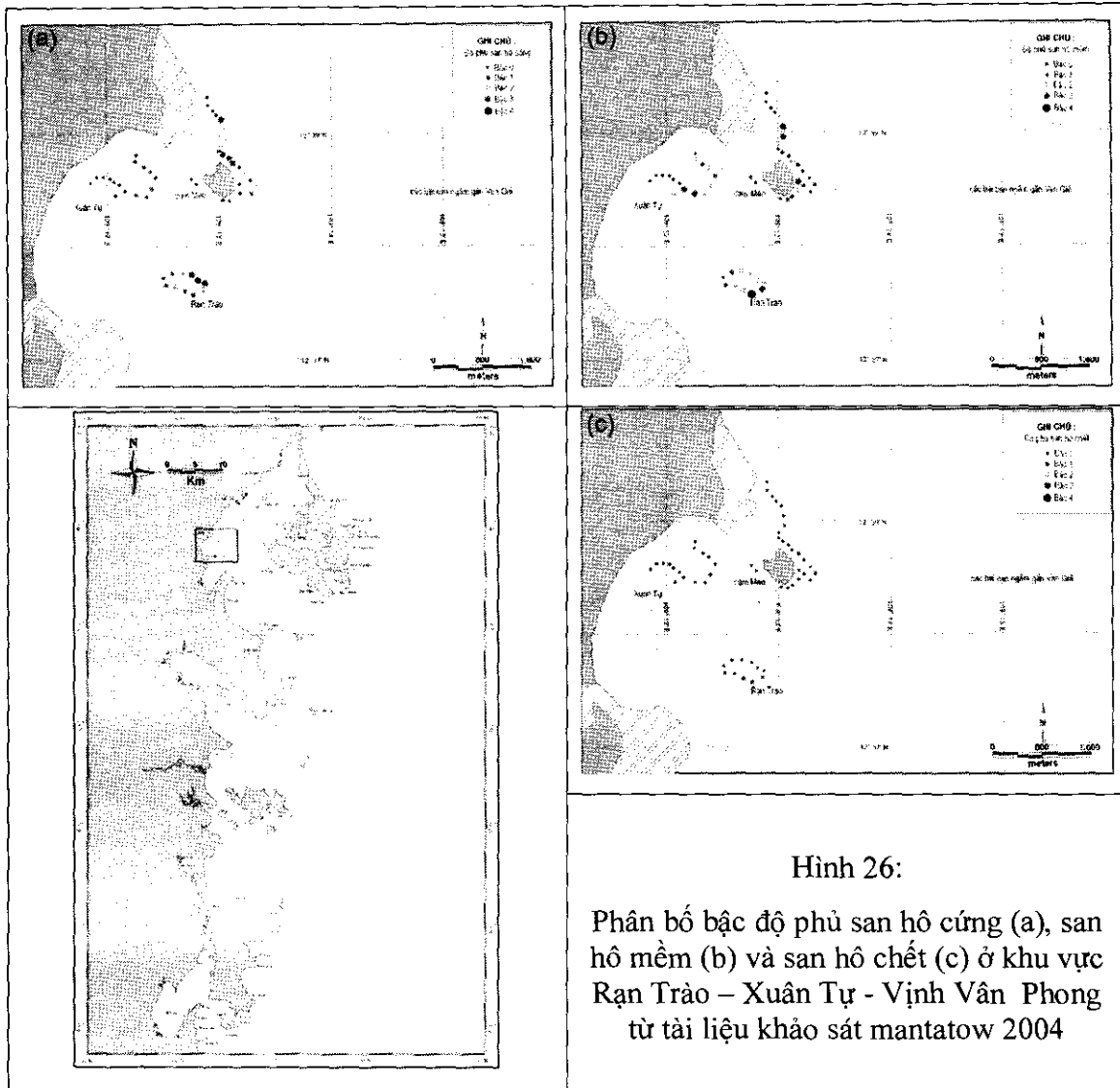
Hình 25:

Phân bố bậc độ phủ san hô sống (a), san hô mềm (b) và san hô chết (c) ở khu vực Diệp Sơn – Hòn Bịp - Vịnh Vân Phong từ tài liệu khảo sát mantatow 2004

Bảng 2: Thứ hạng độ phủ nền đáy ở các khu vực khảo sát bằng mantatow

Khu vực	Số tow	S. hô cứng (HC)	S. hô chết (DC)	S. hô mềm (SC)	Rong (SW)
Bờ Xuân Tụ – Cùm Meo	24	1,38	0,13	0,96	0,96
Rạn Trào	10	2,00	0,10	2,20	0,10
Rạn Tượng	15	0,73	0,07	1,07	0,60
Trung bình		1,31	0,10	1,24	0,67

Các thành phần khác như Sao biển Gai *Acanthaster planci* và Trai tai tượng *Tridacna spp.* không thấy xuất hiện trong khu vực khảo sát. Cầu gai đen *Diadema sectosum* chỉ xuất hiện một vài cá thể nhỏ ở khu vực rạn Trào.

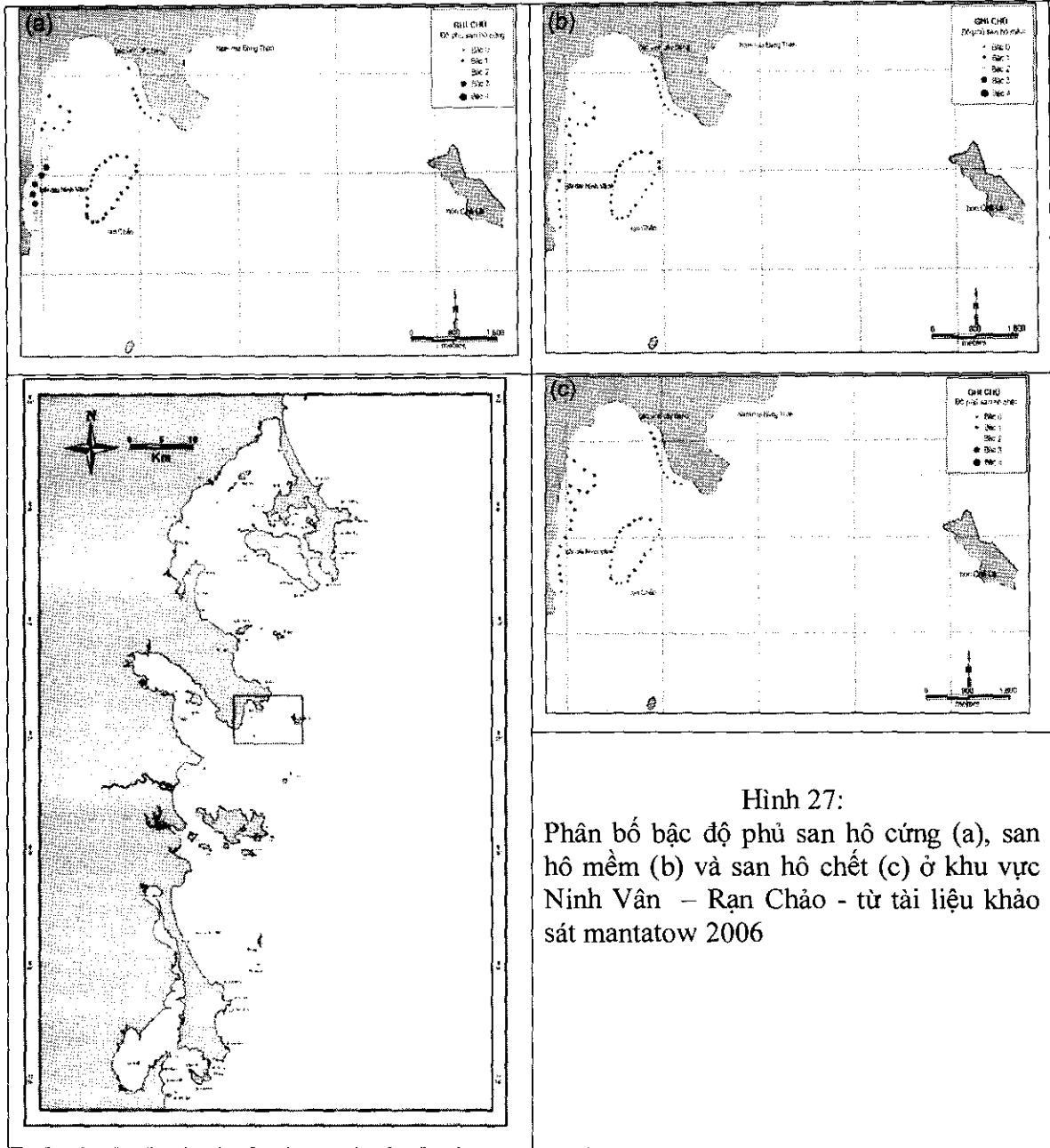


c) Khu vực Ninh Vân :

San hô cứng có bậc độ phủ giao động trong khoảng 20% - 30% tổng hợp phần nền đáy. San hô mềm có độ phủ thấp và phân bố rải rác trong vùng điều tra. Tổng hợp phần san hô sống bao gồm san hô cứng và san hô mềm chiếm gần 1/3 diện tích nền đáy với khoảng 32%. Các hợp phần không sống bao gồm cát, vụn san hô/ sỏi, san hô chết chiếm đa số phần còn lại.

Khu vực bãi dài Ninh Vân là nơi san hô phát triển tốt với độ phủ cao, nhiều nơi san hô cứng đạt giá trị độ phủ bậc 3.

Phân bố bậc độ phủ san hô cứng, san hô mềm và san hô chết ở khu vực Ninh Vân – Rạn Chảo - từ tài liệu khảo sát mantatow 2006 được chỉ ra ở hình 27.



Hình 27:
Phân bố bậc độ phủ san hô cứng (a), san
hồ mềm (b) và san hô chết (c) ở khu vực
Ninh Vân - Rạn Chảo - từ tài liệu khảo
sát mantatow 2006

d) Vịnh Nha Trang:

Theo kết quả đánh giá về các quần cư ven bờ khu bảo tồn vịnh Nha Trang năm 2005 bằng phương pháp manta tow đã xác định độ phủ san hô phân bố không đều quanh khu bảo tồn, dao động từ < 1% (các khu vực đá-cát) đến > 50% và lên tới gần 100% ở các khu vực nhỏ giàu san hô (ví dụ như Tây Nam Hòn Mun, các phần của Đông Hòn Tre, Tây Nam Hòn Một, nam Hòn Tằm). Có sự khác nhau rõ ràng về độ phủ san hô giữa các đảo và ngay trong phạm vi đảo (Hòn Tre) trong Khu bảo tồn (hình 23). Nhìn chung, độ phủ san hô cứng xấp xỉ 13% nền đáy vùng dưới triều ở các khu vực khảo sát, độ phủ san hô chết khoảng 8% và san hô mềm là xấp xỉ 5%. Độ phủ trung bình của san hô cứng cao nhất ở Hòn Mun (27%), Hòn Vung (23%) và Hòn Cau (22%), giải thích cho sự lựa chọn ưu tiên các “Vùng Trọng Điểm” trong Kế Hoạch Phân Vùng Tạm Thời của khu bảo tồn. Độ phủ trung bình cao nhất của san hô mềm

cũng phân bố ở Hòn Cau (22%), Hòn Vung và Hòn Tằm cũng duy trì độ phủ san hô mềm cao (trung bình > 10%).

Cỏ biển xuất hiện rải rác ở một số khu vực bao gồm Hòn Miếu, Hòn Mun và Hòn Tre, giá trị độ phủ không cao nhưng ở một số khu vực có cỏ phân bố tập trung thì giá trị độ phủ có thể đạt bậc 3, 4, thậm chí là bậc 5 như ở một vài tow ở khu vực đầm Tre thuộc Hòn Tre.

Xét riêng từng đảo thì ở Hòn Cau san hô phân bố chủ yếu mặt phía tây của đảo. Tổng độ phủ san hô sống là 2,8, san hô chết hiện diện ít ở khu vực này. Một điều cũng cần lưu ý là sự xuất hiện của một vài cá thể sao biển gai trong khu vực và cả những vết tẩy trắng san hô mà nguyên nhân là do sao biển gai và các loài sinh vật ăn thịt khác như ốc gai *Drupella spp.*

Ở khu vực Hòn Vung, san hô sống phân bố tập trung ở mặt bắc và tây bắc đảo. Phía đông bắc có nền đáy dốc, nước sâu. Các khu vực còn lại san hô cứng và mềm phân bố rải rác và thưa thớt.

Hòn Tre là nơi có nhiều cỏ biển phân bố nhất. Các khu vực cỏ biển có mật độ cao là Đầm Tre và đầm Già. Thảm cỏ biển phân bố ở hai đầm này kéo dài từ bờ ra đến có thể hơn 16m sâu. Một số khu vực khác như bãi Con Sẻ Tre, bờ tây Đầm Bảy, Bãi Lặn và tây nam Hòn Tre cũng có cỏ biển phân bố. Về san hô sống, chúng phân bố rải rác dọc ven bờ đảo. Khu vực phân bố tập trung là phía đông của đảo với độ phủ trung bình từ 10 – 30% tổng độ phủ nền đáy. Ưu thế về san hô cảnh tập trung ở khu vực phía đông của đảo. San hô khối xuất hiện nhiều ở khu vực Đầm Bảy và dải phía tây nam là sự ưu thế của một số loài san hô dạng nấm.

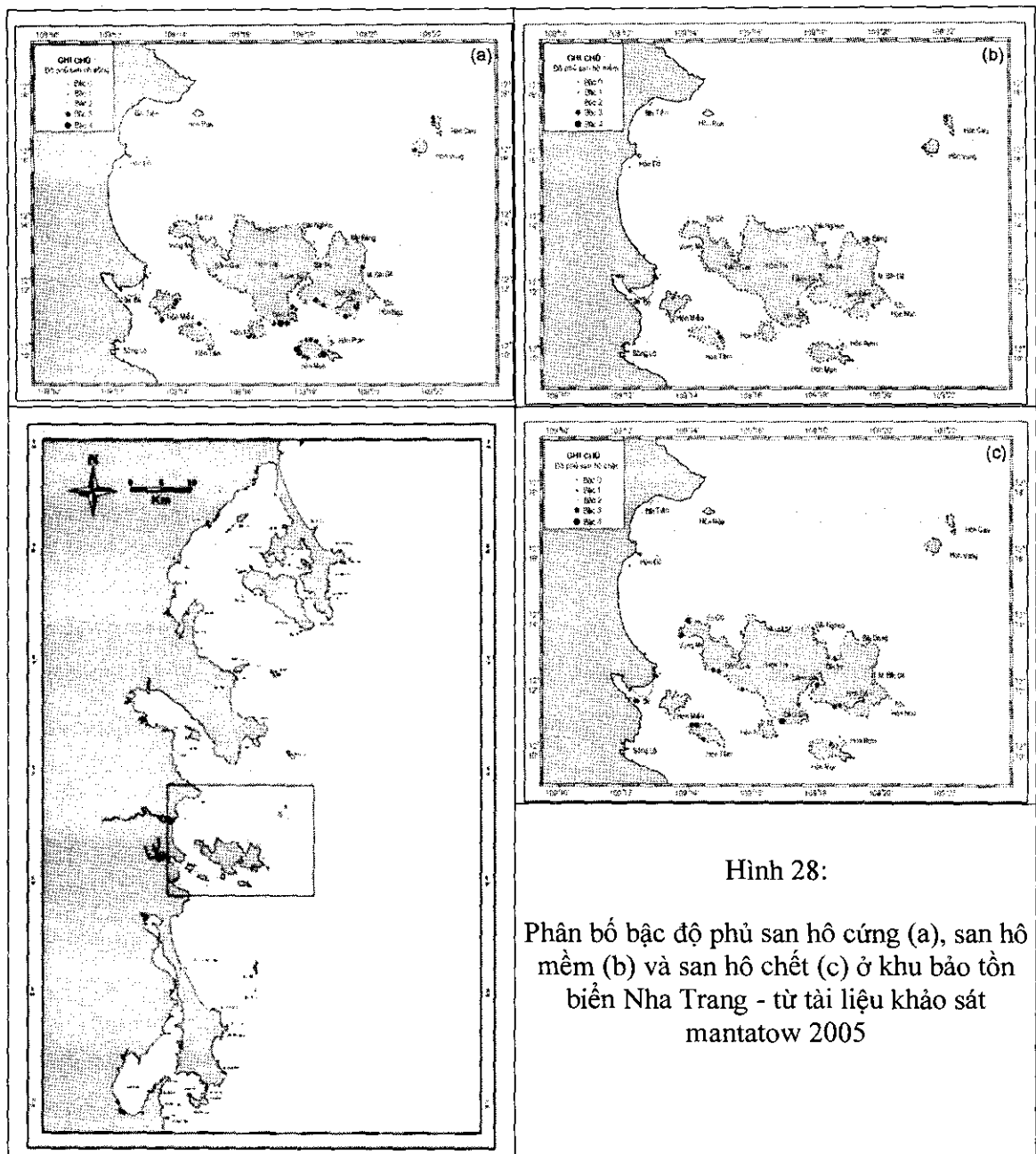
Ở Hòn Mun san hô sống phân bố tập trung với độ phủ trung bình là 4,2. Trong đó độ phủ san hô cứng là 3,0 và san hô mềm là 1,2. Khu vực phân bố tập trung là tây bắc, tây nam và nam đảo.

Độ phủ san hô cứng ở khu vực Hòn Một đạt giá trị trung bình 20%. Ưu thế của san hô cứng ở mặt phía đông đảo là *Montipora*, *Millepora* xen lẫn với vài khối *Porites* kích thước lớn. Mặt phía tây đảo có sự ưu thế của *Millepora* với độ phủ tương đối thấp (<10% tổng độ phủ các hợp phần đáy). Phía bắc của đảo là khu dân cư và khu vực nuôi trồng thủy sản nên việc đánh giá không thực hiện được.

Mặt phía bắc của Hòn Tằm có sự ưu thế của san hô dạng khối và *Millepora*. Độ phủ san hô cứng ở khu vực này đạt giá trị bậc 2. Phía đông bắc Hòn Tằm là sự phát triển của san hô trên các vách đá và đá khối lớn. Phía đông nam của đảo san hô tương đối phát triển (bậc 2) trong khi ở tây nam và tây của đảo san hô có độ phủ rất thấp. Không có cỏ biển xuất hiện ở xung quanh hòn Tằm.

San hô sống phân bố chủ yếu ở mặt đông và đông nam Hòn Miếu với độ phủ tương đối thấp. Xen kẽ với phân bố của rạn san hô, các thảm cỏ biển cũng xuất hiện ở phía đông nam và tây nam hòn Miếu với độ phủ trung bình ở mức 2 – 3, cá biệt có nơi độ phủ đạt cao, từ 51 – 75% tổng độ phủ các hợp phần đáy.

Phân bố bậc độ phủ san hô cứng, san hô mềm và san hô chết ở khu bảo tồn biển Nha Trang từ tài liệu khảo sát mantatow 2005 được chỉ ra ở hình 28



Hình 28:

Phân bố bậc độ phủ san hô cứng (a), san hô mềm (b) và san hô chết (c) ở khu bảo tồn biển Nha Trang - từ tài liệu khảo sát mantatow 2005

e) Vịnh Cam Ranh:

Độ phủ của san hô cứng và san hô mềm ở khu vực này có giá trị thấp chỉ từ bậc 1 và 2. Ở vài nơi ghi nhận phân bố của cỏ biển có nơi đạt độ phủ rất cao. Cầu gai, sao biển gai *Acanthaster planci* và dấu vết san hô gãy do neo đậu tàu thuyền được phát hiện ở vài nơi.

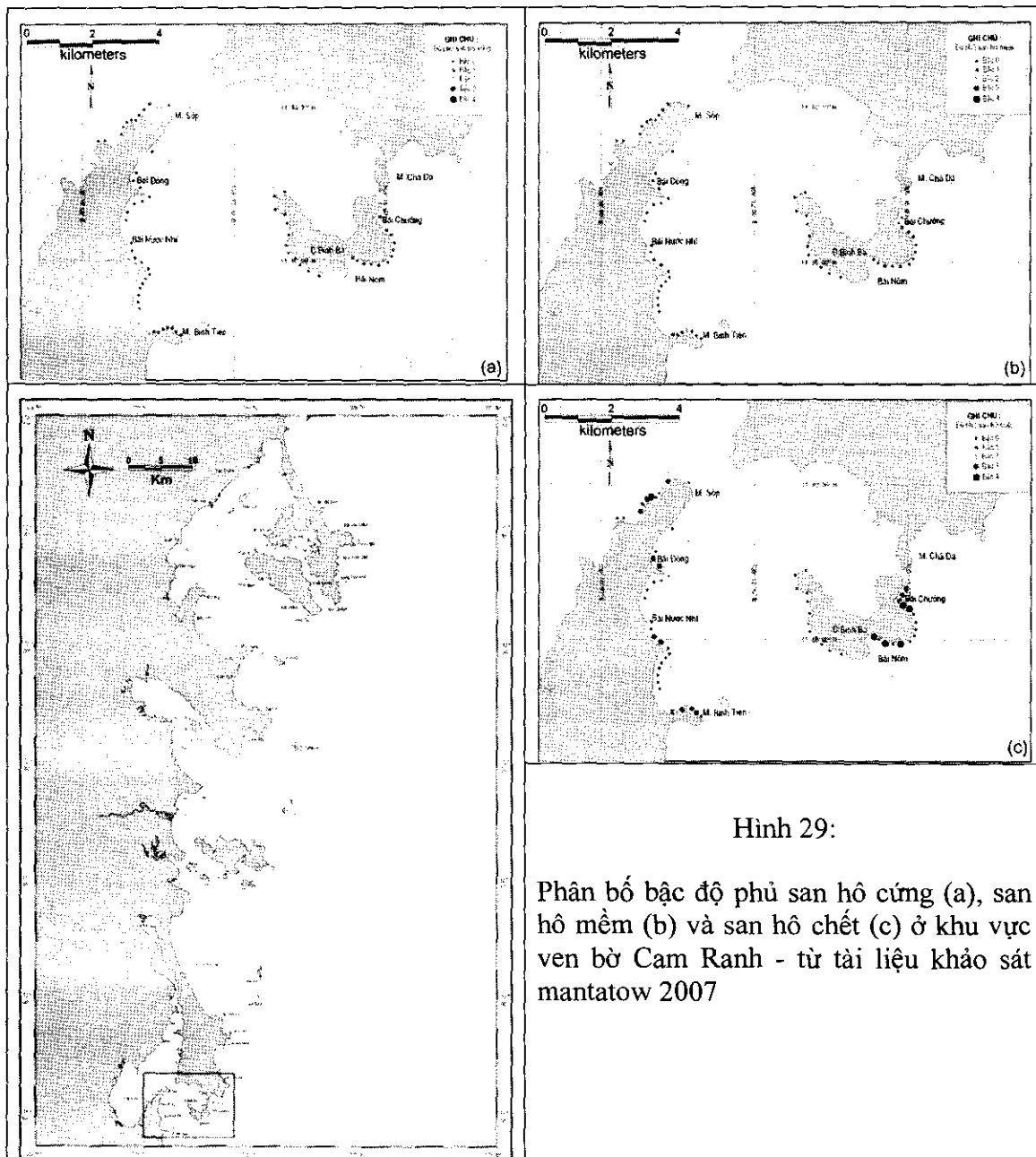
Khu vực đảo Bình Ba, các hợp phần san hô phân bố chủ yếu ở mặt phía Đông đảo và độ phủ tương đối thấp, nhìn chung san hô chỉ tập trung ở 2 khu vực đó là Bãi Chướng và Bãi Nôm với độ phủ dao động từ bậc 1 - 2. Khu vực Nam và Tây đảo rải rác trên nền đáy là đá tảng và vách đá dọc ven bờ Thủy tức san hô (*millepora*) bám trên bề mặt với độ phủ khá thấp.

Khu vực ven bờ, san hô cứng và mềm phân bố chủ yếu ở vùng giáp ranh với

tỉnh Ninh Thuận (Mũi Bình Tiên). Tuy nhiên, ở vùng này sự phân bố của rạn tương đối hẹp (có nơi chỉ cách bờ 10 – 15m). Dải ven bờ mặt phía đông chủ yếu là nền đáy cát và hiện tại ngư dân sử dụng cấm cọc làm giá thể cho khai thác tôm hùm. Mặt phía tây dải ven bờ có nền đáy chủ yếu là san hô chết với 1 phần chưa được sử dụng và phần còn lại được khoan lại sử dụng cho mục đích du lịch.

Cỏ biển có xuất hiện ở mặt Tây nam của đảo Bình Ba (khu vực lân cận Bãi Nồm) với độ phủ thấp. Bên trong cửa vịnh (khu du lịch Ngọc Sương) chủ yếu là nền san hô chết có độ phủ từ bậc 1 – 3. Rong biển cũng xuất hiện rải rác ở khu vực Tây đảo Bình Ba và bên trong cửa vịnh

Kết quả khảo sát độ phủ san hô từ tài liệu khảo sát manta tow chỉ ra ở hình 29.



Hình 29:

Phân bố bậc độ phủ san hô cứng (a), san hô mềm (b) và san hô chết (c) ở khu vực ven bờ Cam Ranh - từ tài liệu khảo sát mantatow 2007

3.2.2.- Độ phủ san hô và các hợp phần nền đáy khác từ kết quả khảo sát bằng phương pháp mặt cắt diêm (reef check): độ phủ san hô trung bình toàn tỉnh đạt 20.7% (xếp vào nhóm độ phủ bậc 2 theo English et al,1997) độ phủ san hô ở Vinh Nha Trang và Vân Phong gần bằng nhau, trong khi đó, ở Cam Ranh độ phủ đạt rất thấp (chỉ bằng 50% hai khu vực còn lại).

Đánh giá chi tiết về từng khu vực vịnh cho thấy:

a)Vịnh Vân Phong :

Độ phủ trung bình của san hô cứng là 22.2% và san hô mềm là 2.4%. Độ phủ này cao nhất ở Bãi Dài Ninh Vân với độ phủ đạt 50% và thấp nhất ở Đá Đỏ - Ninh Tịnh chỉ chưa tới 2% độ phủ .

Nhìn chung độ phủ san hô cứng ở hầu hết các điểm khảo sát vịnh Vân Phong tại mặt cắt cạn đều lớn hơn so với mặt cắt sâu, với giá trị tương ứng giữa hai mặt cắt là 27.6% và 16.7% đối với san hô cứng và 2.8% và 2.0% đối với san hô mềm. (bảng 3).

b) Vịnh Nha Trang: Độ phủ của san hô chết dao động từ <1% đến xấp xỉ 50% (bảng 4). Ảnh hưởng xấu nhất ở các khu vực rạn của Hòn Tre. Độ phủ san hô chết cao nhất ở Nam Hòn Tre và Hòn Vung (12-13%).. Tỷ lệ cao nhất độ phủ san hô sống : chết là ở Đông Hòn Tre (> 6), Hòn Cau (>4) và Hòn Mun (~ 3). Chỉ có một khu vực có tỷ lệ < 1 là Bắc Hòn Tre.

Bảng 4: Kết quả phân trăm độ phủ của san hô và các hợp phần khác tại các điểm khảo sát ở Nha Trang

Điểm kh. sát	Đới	HC	SC	RKC	DCA	CA	TA	NIA
Hòn Một	Cạn	25	1,9	0	0,6	1,3	0,6	0
	Sâu	23	1,9	0	0	3,1	1,3	0
Bãi Rạn	Cạn	1,9	0,6	0,6	0	10	12	0
	Sâu	2,5	0,6	0	0	12	5	0
Eo Cò	Cạn	42	1,9	0,6	1,3	5,6	5,6	0
	Sâu	38	0	0,6	0,6	2,5	3,8	0
Hòn Tằm	Cạn	33	0	0	0	1,3	11	0
	Sâu	3,8	0	0	0	1,9	8,1	0
Bãi Bàng	Cạn	36	1,3	1,3	2,5	7,5	2,5	0
	Sâu	59	0	0	0	0	1,9	0
Hòn Vung	Cạn	14	3,1	0	0	0	7,5	0
	Sâu	6,3	1,9	0	0	1,9	1,3	0
Hòn Cau	Cạn	26	22	0	1,3	0,6	3,1	0,6
	Sâu	3,8	12	0	0	0	0	0
Hòn Miếu	Cạn	6,9	0	0	0	16	23	0
	Sâu	8,1	1,9	0	0	1,3	2,5	0
TB Hòn Mun	Cạn	43	2,5	0	0	0	0	0
	Sâu	39	0,6	0	0	0	0	0
Bãi Lặn	Cạn	7,5	3,1	0	0	10	11	0
	Sâu	5	2,5	0	0	5	22	0
Bãi Nghé	Cạn	7,5	0	0	0	14	8,8	0
	Sâu	7,5	0,6	0	0	0,6	4,4	0
TN Hòn Mun	Cạn	74	1,9	0	2,5	0,6	0,6	0
	Sâu	34	21	0	0	1,3	0	0

Bảng 4: Kết quả phân trăm độ phủ của san hô và các hợp phần khác tại các điểm khảo sát ở Nha Trang (tt)

Điểm kh. sát	Đới	FS	SP	RC	RB	SD	SI	OT
Hòn Một	Cạn	0	0	49	15	6,9	0	0
	Sâu	0	0,6	44	12	11	3,1	0,6
Bãi Rạn	Cạn	8,1	0,6	31	21	14	0	0
	Sâu	1,9	1,9	41	25	6,3	0	3,8
Eo Có	Cạn	0	0	24	14	5,6	0	0
	Sâu	0,6	0,6	29	16	8,8	0	0
Hòn Tằm	Cạn	18	0	18	10	8,1	0	0
	Sâu	3,1	0	46	3,8	30	3,1	0,6
Bãi Bàng	Cạn	1,9	0,6	40	4,4	1,9	0	0
	Sâu	1,3	0	20	8,1	9,4	0	0,6
Hòn Vung	Cạn	8,1	1,3	52	11	3,1	0	0
	Sâu	7,5	1,9	53	16	8,8	0	1,3
Hòn Cau	Cạn	0,6	0	39	1,9	1,3	0	3,1
	Sâu	1,9	0	38	26	17	0	1,9
Hòn Miếu	Cạn	6,9	0	0	0	16	23	0
	Sâu	8,1	1,9	0	0	1,3	2,5	0
TB Hòn Mun	Cạn	43	2,5	0	0	0	0	0
	Sâu	39	0,6	0	0	0	0	0
Bãi Lặn	Cạn	7,5	3,1	0	0	10	11	0
	Sâu	5	2,5	0	0	5	22	0
Bãi Nghéo	Cạn	7,5	0	0	0	14	8,8	0
	Sâu	7,5	0,6	0	0	0,6	4,4	0
TN Hòn Mun	Cạn	74	1,9	0	2,5	0,6	0,6	0
	Sâu	34	21	0	0	1,3	0	0

Chú thích: HC: san hô cứng, SC: san hô mềm, RKC: san hô mới chết, DCA: san hô chết bị phủ rong, CA: rong vôi, TA: rong sợi, FS: rong lớn, SP: hải miên, RC: đá, RB: san hô vỡ vụn, SD: cát, SI: bùn hay đất sét và OT: các loại khác

c) Vịnh Cam Ranh :

Các khảo sát rạn san hô ở khu vực ven bờ vịnh Cam Ranh cho thấy rằng thành phần độ phủ của san hô sống là rất thấp, độ phủ trung bình chỉ có 12% đối với san hô cứng và 1% đối với san hô mềm, trong đó Bãi Chương là nơi có độ phủ cao nhất khu vực khảo sát cũng chỉ đạt giá trị độ phủ 17% (bảng 5).

Bảng 5: Độ phủ (%) của hợp phần đáy tại các điểm khảo sát vịnh Cam Ranh

Hợp phần	Bãi Nôm		Bãi Chương		Mũi Bình Tiên	Trung bình	
	cạn	sâu	cạn	sâu	sâu	cạn	sâu
HC	12,3	7,8	15,8	18,0	3,8	14,0	9,8
SC	0,3	1,3	0,3	0,0	5,8	0,3	2,3
RKC	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
DCA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CA	1,0	0,3	0,5	2,3	0,3	0,8	0,9
TA	9,0	1,0	1,3	1,8	2,5	5,1	1,8
FS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SP	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,3
RC	5,5	10,8	15,3	14,0	22,3	10,4	15,7
RB	10,3	12,5	4,5	1,3	3,0	7,4	5,6
SD	0,8	6,0	2,5	2,8	1,8	1,6	3,5
SI	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
OT	0,8	0,3	0,0	0,0	0,0	0,4	0,1

Các bản đồ phân bố chi tiết về độ phủ cho toàn vùng ven bờ Khánh Hòa và cho từng vùng vịnh được chỉ ra ở các hình phụ lục cũng như lưu trữ trong cơ sở dữ liệu.

3.3.- Mật độ cá rạn san hô:

Mật độ cá rạn san hô trung bình toàn tỉnh đạt 275 con/400m², thấp nhất vẫn là khu vực Cam Ranh (137 con/400m²), khu vực Nha Trang có mật độ vượt trội hơn nhiều so với hai khu vực còn lại (516 con/400m²) kết quả cũng cho thấy mật độ các rạn san hô chủ yếu tập trung vào nhóm cá có kích thước nhỏ hơn 10 cm chiếm tỉ lệ trên 80%. Nguồn lợi cá trên rạn san hô vùng ven bờ Khánh Hòa cũng biến thiên nhiều giữa các vị trí khảo sát

Xét chi tiết cho từng vùng vịnh.

a)Vịnh Vân Phong:

Mật độ trung bình cá rạn san hô vịnh Vân Phong khá thấp chỉ đạt 171 cá thể/400m², trong đó mật độ cao nhất thuộc về Bãi Dài trung bình 680 cá thể/400m² và thấp nhất ở Đá Đò trung bình chỉ đạt 75 cá thể/400m². Mật khác mật độ cá rạn san hô ở các điểm nghiên cứu tập trung chủ yếu vào nhóm cá có kích thước nhỏ hơn 10cm (bảng 6).

Bảng 6: Mật độ (con/400m²) cá rạn san hô theo nhóm kích thước ở các điểm khảo sát trong vịnh Vân Phong năm 2006 (có đối sánh với số liệu khảo sát năm 2004*)

Địa điểm	Mặt cắt	Nhóm kích thước				Tổng cộng
		1-10cm	11-20cm	21-30cm	>30cm	
Bãi Ông Cỏ	sâu	103	25	0	0	128
	cạn	90	8	0	0	98
Lạch Cỏ Cỏ	sâu	60	18	0	1	79
	cạn	78	25	0	0	103
Bãi Tre	sâu	41	8	0	1	50
	cạn	97	43	0	0	140
Bãi Tre*	sâu					
	cạn	306	30	0	2	338
Hòn Đen	sâu	75	43	0	0	118
	cạn	109	46	0	0	155
Hòn Đen*	sâu					
	cạn	761	74	4	0	839
Bắc Mỹ Giang	sâu	83	43	0	0	126
	cạn	75	46	0	1	122
Bắc Mỹ Giang*	sâu					
	cạn	244	42	1	0	287
Nam Mỹ Giang	sâu	62	25	0	0	87
	cạn	116	57	0	0	173
Nam Mỹ Giang*	sâu					
	cạn	245	46	0	0	291
Rạn Ngâm	sâu	57	36	2	0	95
	cạn	34	26	0	0	60
Đá Đò	sâu	40	26	1	0	67
	cạn	57	25	0	0	82
Bãi Dài	Sâu	412	85	1	0	498
	Cạn	788	81	1	0	870
Rạn Chảo	Sâu	161	11	0	0	172
	Cạn	166	33	0	0	199
Trung bình		109.4	32	0.4	0.2	142

Trong số 10 họ cá có giá trị làm thực phẩm và làm cảnh (bảng 7) thì mật độ của họ cá Thia và cá Bàng chài chiếm ưu thế, đây là những loài phân lớn có kích thước nhỏ, chiếm tỉ lệ từ 27% (họ Cá Thia) và 29% (họ cá Bàng chài) tổng số mật độ. Đối với những loài có giá trị thực phẩm tập trung vào hai họ là cá Mố (13 – 18 con/400m²) và cá Dia (5 – 6con/400m²) với mật độ trung bình dao động từ 13 – 18 con/400m² và từ 5 – 6con/400m². (bảng 7)

Bảng 7: Mật độ trung bình (cá thể/500m²) của một số họ cá ưu thế tại các điểm khảo sát trong vịnh Vân Phong (số liệu 2005)

Địa điểm	Mật cá	Các họ cá											Tổng cộng
		Cá Bướm	Đuôi Gai	Bàng Chài	Thiên Thân	Cá Thia	Cá Kềm	Cá Hồng	Cá Mú	Cá Mố	Cá Dia	Họ khác	
Bãi Ông	sâu	8	0	18	0	65	0	0	3	0	1	33	128
	cạn	5	0	19	0	59	0	0	0	1	1	13	98
Lạch Cỏ Cò	sâu	10	5	12	0	21	0	0	1	2	0	46	97
	cạn	7	8	40	0	27	0	0	0	6	1	14	103
Bãi Tre	sâu	2	1	12	0	21	0	0	0	6	1	7	50
	cạn	2	10	39	0	42	0	0	2	8	5	32	140
Hòn Đen	sâu	3	3	24	0	46	0	0	3	10	3	26	118
	cạn	0	4	37	0	67	0	0	0	7	13	27	155
Bắc Mỹ Giang	sâu	12	9	29	0	33	1	0	1	15	3	23	126
	cạn	5	5	32	0	39	0	0	2	9	6	24	122
Nam Mỹ Giang	sâu	6	1	34	0	17	0	0	1	12	12	4	87
	cạn	15	13	55	0	56	1	0	0	9	9	15	173
Rạn Ngâm	sâu	5	3	34	0	14	2	0	1	15	10	11	95
	cạn	0	3	20	0	10	0	0	0	15	8	4	60
Đá Đò	sâu	9	2	24	0	6	1	0	0	13	2	10	67
	cạn	2	9	38	0	26	0	0	1	5	0	1	82
Bãi Dài	sâu	46	21	95	5	164	0	0	2	50	26	89	498
	cạn	87	12	283	0	294	0	0	7	112	4	71	870
Rạn Chảo	sâu	3	2	32	0	54	1	8	7	2	2	61	172
	cạn	5	2	56	0	64	0	0	2	23	11	36	199
Trung bình	sâu	10.5	4.7	31.4	0.5	44.1	0.5	0.8	1.9	12.5	6	31	143.8
	cạn	11.6	6.0	56.3	0.0	62.2	0.1	0.0	1.3	17.7	5.3	21.5	182.0

b) Vịnh Nha Trang:

Mật độ cá rạn san hô ở vịnh Nha Trang có sự khác nhau tương đối lớn giữa các điểm rạn và giữa các đảo (bảng 8). Mật độ cá thể trung bình chung theo từng điểm khảo sát dao động từ 315 (Bãi Rạn) đến 1,168 cá thể (Hòn Cau), trung bình $772,9 \pm 87,7$ cá thể/500m². Nhìn chung mật độ của cá rạn san hô có giá trị thấp tại các đảo vùng gần đất liền (Hòn Miếu, Hòn Tằm, Hòn Một) và khu vực phía bắc Hòn Tre, trong khi đó giá trị này lại cao hơn so với các rạn vùng xa bờ, ngoại trừ khu vực Hòn Vung (347 cá thể/500m²). Cá nhóm kích thước bé 1-10 cm chiếm > 80 % số lượng cá thể bắt gặp ở hầu hết các rạn khảo sát đại diện trong vùng với mật độ trung bình dao động từ 310 (Hòn Vung) đến 1,065 cá thể/500m² (Hòn Cau), trong đó họ cá Thia *Pomacentridae* chiếm ưu thế. Nhóm cá có kích thước lớn 21- 30cm và >30cm có mật độ rất thấp, trung bình < 7 cá thể/500m². Khu vực Hòn Mun có mật độ cá rạn nhóm kích thước > 20 cm cao hơn so với các khu khác (bảng 8).

Bảng 8: Mật độ cá rạn san hô theo kích thước (cá thể/500m²) tại các điểm khảo sát ở vịnh Nha Trang (tổng hợp số liệu năm 2005)

STT	Điểm khảo sát	1-10cm	11-20cm	21-30cm	>30cm	Tổng cộng
1	Bãi Nghé	363	53	0	1	417
2	Bãi Rạn	233	82	0	0	315
3	Eo cò	386	78	2	2	468
4	Hòn Miếu	515	36	0	0	551
5	Hòn Tằm	705	89	0	1	794
6	Hòn Một	447	101	2	0	550
7	Bãi Lặn	438	47	2	3	490
8	Tây Bắc Hòn Mun	847	80	6	1	934
9	Tây Nam Hòn Mun	802	99	3	1	905
10	Bãi Bàng	669	126	0	1	796
11	Hòn Vung	310	35	1	3	347
12	Hòn Cau	1065	102	0	1	1168
	Trung bình	688,4	81,3	1,9	1,3	772,9

Các họ cá chiếm ưu thế có mật độ trung bình > 1 % số lượng cá thể tại mỗi điểm rạn được trình bày chi tiết trong bảng 9.

Trong số 20 loài ưu thế nhất trong toàn vịnh Nha Trang, có đến 13 loài thuộc họ cá Thia, trong đó loài cá Thia Đòng tiền *Dascyllus reticulatus*, Cá Thia *Chromis weberi*, cá Thia *Pomacentrus chrysurus* chiếm mật độ cao nhất. Cá Mỏ *Scarus sordidus* ($34 \pm 7,8$ cá thể/500m²) và cá Dia *Siganus canaliculatus* ($13,5 \pm 5,1$ cá thể/500m²) được ghi nhận với mật độ cao hơn ở các điểm rạn của các đảo gần bờ như Hòn Miếu, Hòn Tằm, Hòn Một so với các đảo xa bờ (Hòn Mun, Hòn Vung). Cá Thia *Plectroglyphidodon lacrymatus* ($22,8 \pm 7,6$ cá thể/500m²) và loài cá Bàng chài *Cirrhitilabrus punctatus* ($41,1 \pm 20,0$ cá thể/500m²) phổ biến trên các rạn xa bờ (bảng 9).

Bảng 9: Mật độ trung bình (cá thể/500m²)

của một số họ cá ưu thế tại các điểm khảo sát trong vịnh Nha Trang (số liệu 2005)

TT	Họ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TB	SE
1	Poc	137	94	239	195	619	249	241	598	615	387	83	956	367,5	78,3
2	Lab	52	57	82	135	49	104	50	169	100	256	169	33	104,3	19,2
3	Sca	61	35	25	114	13	85	93	53	44	32	30	33	51,4	8,9
4	Aca	9	11	9	8	9	41	14	12	69	29	4	68	23,3	6,7
5	Sig	22	59	13	53	16	18	7	1	2	6	10	0	17,0	5,6
6	Cha	9	7	17	2	2	6	9	29	46	17	4	34	15,0	4,1
7	Tet	34	31	20	4	9	12	14	15	5	9	8	6	13,8	2,8
8	Apo	44	12	12	20	6	2	32	34	2	1	0	0	10,1	4,1

Poc: Pomacentridae; Lab: Labridae; Sca: Scaridae; Aca: Acanthuridae; Sig: Siganidae; Cha: Chaetodontidae; Tet: Tetraodontidae; Apo: Apogonidae; (1): Bãi Nghé; (2) Bãi Rạn; (3) Eo Cò; (4) Hòn Miếu; (5) Hòn Tằm; (6) Hòn Một; (7) Bãi Lặn; (8) Tây Bắc Hòn Mun; (9) Tây Nam Hòn Mun; (10) Bãi Bàng; (11) Hòn Vung; (12) Hòn Cau; TB: Trung bình; SE: Sai số chuẩn.

- b) Vịnh Cam Ranh: mật độ trung bình cho các điểm khảo sát đạt 137 cá thể/400m² trong đó thấp nhất ở bãi Nồm trung bình chỉ đạt 124 cá thể/400m² và cao nhất tại Bãi Chường trung bình 154 cá thể/400m². Mật độ cá rạn ở Vịnh Cam Ranh cũng tập trung vào nhóm có kích thước nhỏ hơn 10cm (chiếm 72% tổng số), nhóm cá từ 10 – 20 cm chiếm tỉ lệ 28% (bảng 10).

Bảng 10: Mật độ (cá thể/400m²) của cá rạn san hô tại các vị trí khảo sát vịnh Cam Ranh số liệu khảo sát năm 2007

Vị trí	Mật cắt	Nhóm kích thước			Tổng cộng
		1-10 cm	11-20 cm	>30 cm	
Bãi Chướng	Sâu	138	36	0	174
	Cạn	88	45	0	133
Bãi Nồm	Sâu	71	43	0	114
	Cạn	95	38	0	133
Mũi Bình Tiên	Sâu	100	33	0	133
Trung bình		98,4	39	0	137,4

Trong 10 họ cá có giá trị thực phẩm và làm cảnh tại các điểm khảo sát cho thấy, đối với nhóm cá cảnh ở Bãi Chướng và Mũi Bình Tiên tập trung chủ yếu vào họ cá Bàng chài (*Labridae*) và cá Thia (*Pomacentridae*), trong khi ở Bãi Nồm ngoài ưu thế vượt trội của cá Bàng chài thì các họ cá khác như Đuôi gai (*Acanthuridae*), cá Thia cũng chiếm số lượng tương đối. Đối với nhóm cá thực phẩm ưu thế thuộc vào họ cá Mỏ (*Scaridae*), tiếp đến là họ cá Mú (*Serranidae*) và cá Dia (*Siganidae*). Tuy nhiên, mật độ của nhóm này không cao so với nhóm cá cảnh (bảng 11).

Bảng 11: Mật độ (con/400m²) của một số nhóm cá tại các điểm khảo sát vịnh Cam Ranh số liệu khảo sát năm 2007

Nhóm cá	Bãi Chướng		Bãi Nồm		Mũi Bình Tiên
	M/c sâu	M/c cạn	M/c sâu	M/c cạn	M/c sâu
Cá Bướm Chaetodontidae	7	4	9	5	5
Đuôi Gai Acanthuridae	12	17	11	21	12
Bàng Chài Labridae	56	45	29	56	30
Thiên Thần Pomacanthidae	2	0	0	0	0
Cá Thia Pomacentridae	66	41	13	11	40
Cá Kẽm Haemulidae	0	1	1	0	0
Cá Hồng Lutjanidae	0	0	1	0	0
Cá Mú Serranidae	2	2	2	7	4
Cá Mỏ Scaridae	8	9	8	13	11
Cá Dia Siganidae	2	3	1	1	3
Họ cá khác	19	11	39	19	28
Tổng cộng	174	133	114	133	133

Các bản đồ phân bố chi tiết về độ phủ cho toàn vùng ven bờ Khánh Hòa và cho từng vùng vịnh được chỉ ra ở các hình phụ lục cũng như lưu trữ trong cơ sở dữ liệu.

3.4.- Mật độ động vật đáy có kích thước lớn:

Mật độ của các nhóm động vật không xương sống kích thước lớn trung bình 62 con/400m², nhìn chung mật độ các nhóm này không khác nhau nhiều giữa các khu vực và chủ yếu ưu thế vẫn là nhóm cầu gai đen (*Diadema spp*) trên 90%, các nhóm có giá trị kinh tế và sinh thái như Tôm hùm, Ốc tù và, Trai tai tượng, hải sâm... hầu như không gặp hoặc chỉ xuất hiện một vài cá thể.

Xét chi tiết cho từng vùng vịnh:

a) Vịnh Vân Phong:

Mật độ các nhóm động vật không xương sống đáy kích thước lớn nhìn chung khá thấp, trung bình đạt 53 cá thể/400m², trong đó cao nhất ở Bãi Ông (237 cá thể/400m²) và thấp nhất tại Lạch Cỏ Cò (không có cá thể nào). Kết quả cũng cho thấy, mật độ động vật không xương sống kích thước lớn tập trung chủ yếu vào nhóm Cầu gai đen (*Diadema spp*) chúng chiếm tỉ lệ trung bình từ 88% ở mặt cắt cạn và 97% ở mặt cắt sâu. Các nhóm có giá trị kinh tế và sinh thái Tôm hùm, Ốc tù và, Trai tai tượng, hải sâm... hầu như không gặp hoặc chỉ xuất hiện một vài cá thể. Cũng đáng lưu ý là Sao biển gai (*Acanthaster planci*) xuất hiện ở hầu hết các điểm khảo sát, trong đó một số điểm như Bãi Tre, Bắc Mỹ Giang, Nam Mỹ Giang mật độ khá cao (bảng 12).

Bảng 12: Mật độ (con/400m²) của một số nhóm động vật không xương sống kích thước lớn

Địa điểm	Mặt cắt	Nhóm sinh vật								Tổng cộng
		Tôm bác sỹ	Tôm hùm	Cầu gai bút chì	Cầu gai đen	Sao biển gai	Hải sâm	Ốc tù và	Trai Tai Tượng	
Bãi Ông	Cạn	0	0	0	115	0	0	0	0	115
	Sâu	0	0	0	359	1	0	0	0	360
Bãi Tre	Cạn	0	0	0	0	6	0	0	1	7
	Sâu	2	0	0	0	3	0	0	1	6
Bãi Tre*		0	0	-	3	6	0	0	0	9
Hòn Đen	Cạn	0	0	0	82	2	1	0	0	85
	Sâu	0	0	0	310	2	1	0	1	314
Hòn Đen	Cạn	0	0	-	8	1	0	0	1	10
	Sâu	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lạch Cỏ Cò	Cạn	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sâu	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Khải Lương		0	0	-	37	1	0	0	0	38
B. Mỹ Giang	Cạn	0	0	0	0	1	2	0	2	5
	Sâu	0	1	0	68	0	1	0	0	70
Bắc Mỹ Giang	Cạn	0	0	-	1	1	1	0	1	4
	Sâu	0	0	0	0	9	0	0	0	9
N. Mỹ Giang	Cạn	0	0	0	0	4	0	0	0	4
	Sâu	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nam Mỹ Giang	Cạn	0	0	-	2	11	0	0	1	14
	Sâu	0	0	-	6	0	0	0	0	6
Rạn Trào		0	0	-	0	0	0	0	0	0
Rạn Tượng		0	0	-	2	0	0	0	0	2
Cùm Meo		0	0	-	0	0	0	0	0	0
Rạn Ngâm	Cạn	0	0	0	11	3	0	0	0	14
	Sâu	0	0	0	25	4	0	0	0	29
Đá Đỏ	Cạn	0	0	1	16	2	0	0	0	19
	Sâu	0	0	0	6	2	0	0	0	8
Bãi Dài	Cạn	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sâu	0	0	0	72	2	0	0	0	74
Bãi cây Bàng		0	0	-	22	4	2	0	0	28
Rạn Chảo	Cạn	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sâu	0	0	0	15	2	0	0	0	17
Rạn Chảo		0	0	-	8	2	5	0	0	15

b) Vịnh Nha Trang:

Kết quả khảo sát tại 12 điểm ở vịnh Nha Trang (2005) về một số loài động vật không xương sống kích thước lớn cho thấy, mật độ trung bình đạt 97 con/500m², mật độ cao nhất tại Hòn Cau (312 con/500m²) và thấp nhất tại Nam Hòn Miếu (25 con/500m²). Mật độ động vật không xương sống đáy tập trung chủ yếu vào nhóm Cầu gai đen (*Diadema spp*). Một số loài có giá trị về kinh tế và có vai trò về sinh thái như Tôm Hùm, Ốc Tù Và hầu như vắng bóng tại các điểm khảo sát (bảng 13).

Bảng 13: Mật độ (con/500m²) động vật không xương sống kích thước lớn tại các điểm nghiên cứu

Địa điểm	1	2	3	4	5	6	7	8	Tổng
Hòn Cau	5	2	288	6	2	2	7	0	312
Hòn Vung	0	0	200	2	1	1	3	0	207
Bãi Bàng	4	0	35	0	0	0	0	0	39
Bãi Nghéo	1	0	74	0	3	7	2	0	87
Bãi Rạn	0	0	57	1	1	2	3	0	64
Eo Cò	0	0	11	1	6	1	1	0	20
Tây Nam Hòn Mun	0	0	109	0	0	1	0	0	110
Tây Bắc Hòn Mun	3	0	108	1	1	3	7	0	123
Bãi Lặn	0	0	39	5	4	0	1	0	49
Hòn Một	0	0	37	1	1	2	16	0	57
Hòn Tằm	0	0	63	1	0	1	0	0	65
Hòn Miếu	1	0	21	2	0	0	1	0	25
Tổng cộng	14	2	1042	20	19	20	41	0	1158

Chú thích: 1: Tôm bác sỹ (*Stenopus hispidus*), 2: Tôm Hùm (*Panulirus sp*), 3: Cầu gai đen (*Diadema sp*), 4 Hải Sâm (*Holothuridae*), 5: Sao biển gai (*Acanthaster planci*), 6: Trai Tai Tượng (*Triadacna sp*), 7 Ốc Đụn (*Trochus sp*), 8: Ốc Tù Và (*Charonia tritonis*)

c) Vịnh Cam Ranh:

Nhìn chung mật độ động vật không xương sống kích thước lớn ở Cam Ranh khá thấp trung bình chỉ đạt 54 cá thể/400m² và chỉ tập trung vào một số đối tượng như Cầu gai đen, Hải sâm (*Holothuria atra*), các đối tượng khác như Ốc tù và, cầu gai bút chì, Tôm hùm hầu như không bắt gặp (bảng 15).

Bảng 14: Mật độ (con/400m²) của ĐVKXS tại các điểm khảo sát vịnh Cam Ranh

Nhóm sinh vật	Địa điểm				
	Bãi Chướng		Bãi Nôm		Mũi Bình Tiên
	Cạn	Sâu	Cạn	Sâu	Sâu
Tôm bác sỹ	0	0	0	5	0
Tôm hùm	0	0	0	1	0
Cầu gai bút chì	0	0	0	0	0
Cầu gai đen	0	2	16	27	168
Sao biển gai	0	2	0	0	3
Hải sâm	19	11	11	1	1
Trai tai tượng	0	2	0	0	4
Ốc tù và	0	0	0	0	0
Tổng cộng	19	17	27	34	176

Bức tranh phân bố chung của các loài động vật đáy kích thước lớn của toàn tỉnh Khánh Hòa đã chỉ ra ở các hình phụ lục cũng như lưu trong cơ sở dữ liệu.

Từ các kết quả này cho thấy:

- + Mật độ các nhóm này không khác nhau nhiều giữa các khu vực và chủ yếu ưu thế vẫn là nhóm có hại cho rạn san hô như: Cầu gai đen (*Diadema spp*) và cả Sao biển gai (*Acanthaster planci*) chúng chiếm trên 90% các đối tượng khác.
- + Các nhóm có giá trị kinh tế và sinh thái như Tôm bác sĩ, Tôm Hùm, Ốc Tù Và, Trai Tai tượng, Hải Sâm... hầu như rất hiếm gặp hoặc chỉ xuất hiện một vài cá thể, điều này cũng phản ánh tình trạng khai thác quá mức nguồn lợi các sinh vật sống trên rạn san hô ở ven bờ Khánh Hòa.
- + Mật độ ĐVCXS có lợi cho rạn chiếm tỉ trọng cao ($> 7 \text{ Con}/400 \text{ m}^2$) chỉ tồn tại ở các khu vực: Bãi Chướng, Bãi Nôm, Mũi Bình Tiên (Vịnh Cam Ranh), Hòn Cau, Bãi Nghé, Hòn Mun (Vịnh Nha Trang). Đây là các khu vực xa bờ chưa bị ảnh hưởng nhiều của các tác động nhân sinh.

4. - Độ bền vững của hệ sinh thái rạn san hô vùng ven bờ Khánh Hòa:

Đề lượng hóa các sức ép lên rạn san hô hiện tại ở vùng ven bờ Khánh Hòa cũng như xác định các mục tiêu (kỳ vọng) để bảo vệ và sử dụng bền vững rạn san hô, cần có một số công cụ thích hợp. Biểu đồ đánh giá độ bền vững – SAM (SAM – Sustainable Assessment Mapping) và chỉ số an toàn sinh thái EDI (EDI : Ecological Dowjoint Index) là các công cụ chính để thực hiện các mục tiêu trên.

Biểu đồ SAM dùng để hiển thị hiện trạng rạn san hô ở vùng ven bờ Khánh Hòa với 5 tiêu chí kỳ vọng là:

T₁: là tỷ lệ độ phủ san hô sống .

T₂: là tỷ lệ giữa số lượng các loài cá rạn chỉ thị tình trạng rạn.

T₃: là tỷ lệ giữa số lượng các nhóm động vật không xương sống đáy có lợi cho rạn san hô

T₄: là sự vắng bóng của các nhóm động vật đáy không có lợi cho rạn san hô.

T₅: là sự vắng bóng các dấu hiệu đặc trưng phản ánh các sự suy thoái, sức ép lên rạn san hô.

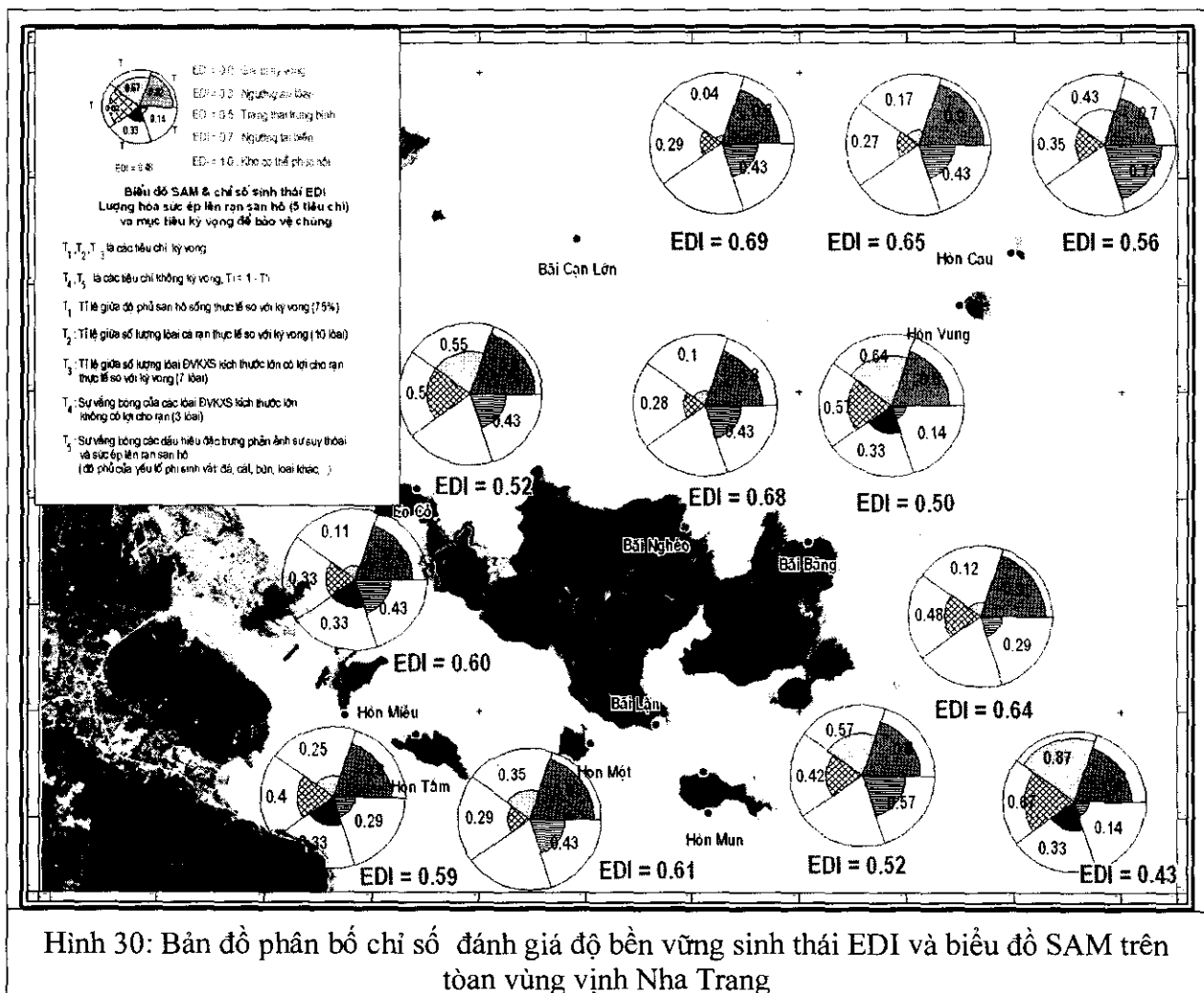
Các tiêu chí được tính toán trực tiếp từ các số liệu khảo sát mặt cắt điểm (reef check) như đã nêu ở phần phương pháp và sau đó được tổng hợp để tính chỉ số bền vững sinh thái EDI . Chỉ số EDI là cơ sở của hoạch định lộ trình chiến lược bảo vệ hệ sinh thái san hô ở từng khu vực rạn cụ thể.

Kết quả phân tích (hình 30, hình 31, hình 32) cho thấy:

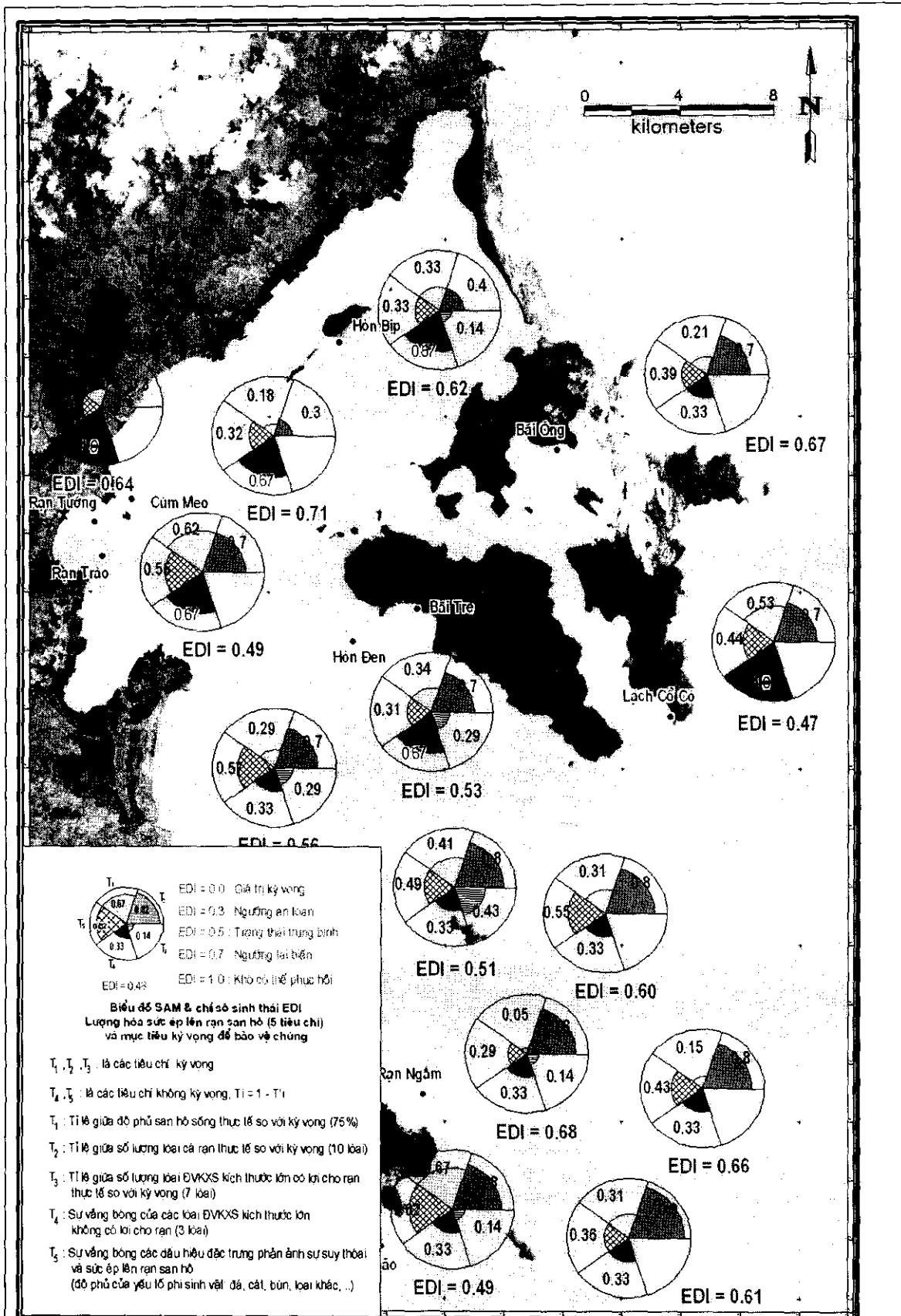
- + Hầu hết các rạn san hô ở Khánh Hòa đều vượt qua ngưỡng an toàn sinh thái (EDI > 0.3) theo các mức độ khác nhau
- + Các khu vực có EDI tương đối thấp như TN Hòn Mun (0.43), Lạch Cỏ Cò (0.47), Rạn Trào (0.49), Bãi Dài Ninh Vân (0.49), Bãi Bàng (0.50),... là các khu vực hiện nay tính đa dạng sinh học còn tương đối cao với độ phủ san hô (cả san hô cứng lẫn san hô mềm) cao, thành phần loài cá phong phú, tỉ lệ của các

thành phần phi sinh vật như cát, bùn, đá thường thấp. Đây là các khu vực các ưu tiên bảo vệ.

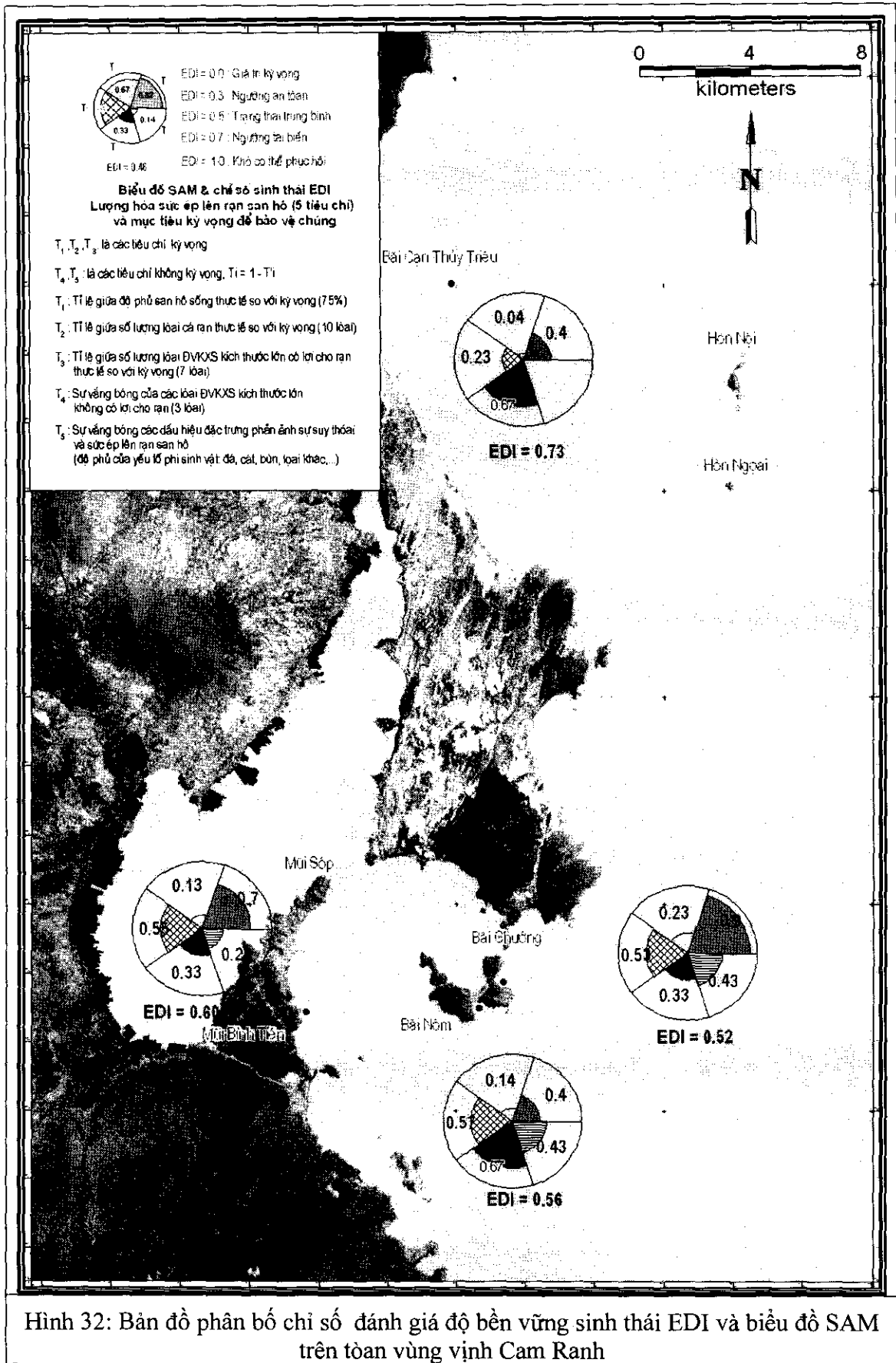
- + Các khu vực có EDI cực kỳ cao vượt quá ngưỡng hoặc gần chạm ngưỡng tai biến ($EDI = 0.7$) như Bãi cạn Thủy Triều (0.72), Cùm Meo (0.71), Bãi cạn lớn (0.69), Bãi Nghéo (0.68), Đá đỏ - Rạn ngầm (0.68) là có khu vực bị suy thoái nghiêm trọng. Cần có biện pháp phục hồi, cải tạo rạn ở các khu vực này.
- + Một điểm đáng chú ý khác là : trong khi ở Nha Trang và Cam Ranh thành phần các loài động vật không xương sống đáy kích thước lớn có lợi cho rạn còn xuất hiện nhiều, thì ở vịnh Vân Phong số lượng của loài này bị suy giảm đáng kể thậm chí nhiều nơi hầu như không phát hiện được cá thể nào.
- + Chỉ số EDI và biểu đồ SAM chỉ là điều kiện cần trong việc xác định các khu vực ưu tiên bảo vệ, phục hồi, cải tạo rạn. Để có những nhận định chính xác hơn về khu vực cần ưu tiên bảo vệ, phục hồi, cải tạo rạn, ngoài các tiêu chí về đa dạng sinh học như vừa nêu trên, cần phải có các khảo sát bổ sung về môi trường – nguồn lợi, đặc điểm kinh tế xã hội,...



Hình 30: Bản đồ phân bố chỉ số đánh giá độ bền vững sinh thái EDI và biểu đồ SAM trên toàn vùng vịnh Nha Trang



Hình 31: Bản đồ phân bố chỉ số đánh giá độ bền vững sinh thái EDI và biểu đồ SAM trên toàn vùng vịnh Vân Phong



Hình 32: Bản đồ phân bố chỉ số đánh giá độ bền vững sinh thái EDI và biểu đồ SAM trên toàn vùng vịnh Cam Ranh

CHƯƠNG III: CÁC TÁC ĐỘNG TỰ NHIÊN VÀ HOẠT ĐỘNG KINH TẾ ẢNH HƯỞNG ĐẾN TÌNH TRẠNG SỨC KHỎE RẠN SAN HỒ.

---o0o---

Tập hợp các kết quả nghiên cứu về chất lượng môi trường vùng biển ven bờ Khánh Hòa từ năm 2000 đến nay, có thể nói chất lượng môi trường nước biển ven bờ tỉnh Khánh Hòa còn khá tốt. Tuy nhiên, có vấn đề cần lưu ý là:

- Hàm lượng các muối dinh dưỡng nitrate trong đầm Nha Phu; phosphate và amonia ở Cửa Bé khá cao

- COD đôi khi rất cao ở Cửa Bé kèm theo hiện tượng oxi hòa tan rất thấp

- Tuy tình trạng nhiễm bản Zn không nghiêm trọng nhưng thỉnh thoảng vẫn có những hàm lượng rất lớn của kim loại này được ghi nhận ở vịnh Vân Phong và cửa sông Cái.

Nhìn chung, vùng biển ven bờ Khánh Hòa hiện tại có 3 khu vực đang rơi vào tình trạng suy thoái là đầm Nha Phu, Cửa Bé và khu vực ven bờ tây nam đầm Thủy Triều. Đối với khu vực Cửa Bé và đầm Thủy Triều tình trạng này xảy ra chủ yếu là do chất thải từ sinh hoạt và các hoạt động kinh tế ở ven bờ. Các nguồn thải có ảnh hưởng đến chất lượng nước ở đây có thể được mang ra từ sông Dinh và các ao nuôi. Khu vực tây nam vịnh Vân Phong (Mỹ Giang) có nguy cơ nhiễm bản kim loại nặng rất cao. Mặc dù hiện nay các hàm lượng kim loại nặng cao thỉnh thoảng mới được ghi nhận trong nước và trầm tích nhưng hiện tượng nhiễm kim loại nặng trong động vật thân mềm rất rõ ràng (Phạm Văn Thơm et al., 2002). Đối với vùng biển này các nguy cơ lớn nhất là: lượng kim loại có thể phóng thích vào môi trường từ gần một triệu tấn xi đồng, tràn dầu do các sự cố từ hoạt động chuyển tải dầu.

Riêng đối với hệ sinh thái rạn san hô, những ảnh hưởng trực tiếp và gián tiếp của các tác động tự nhiên và hoạt động kinh tế lên hệ sinh thái này có thể kể:

1) Các tai biến thiên nhiên:

1.1.- Tác động của bão lên rạn san hô:

Khánh Hòa nằm trong khu vực có số lượng cơn bão và áp thấp nhiệt đới đổ bộ vào bờ hàng năm ít hơn so với các khu vực khác của cả nước. Tính từ 1956 - 2006, trung bình có 0.4 cơn bão mỗi năm đổ bộ vào bờ tỉnh Khánh Hòa. Một số cơn bão chính đổ bộ vào tỉnh Khánh Hòa và vùng lân cận từ năm 1990 đến nay được liệt kê ở bảng 17.

Bão có ảnh hưởng rõ rệt đến rạn san hô thông qua phá hủy cơ học làm gãy nát san hô, nhất là nhóm rạn cành ở vùng rạn nông cũng như tác động gián tiếp khác.

Tác động của bão lên rạn san hô ở tỉnh Khánh Hòa tuy không lớn lắm, nhưng cũng để lại dấu vết thông qua một số cơn bão mạnh đổ bộ trực tiếp vào vùng biển Khánh Hòa như cơn bão Lingling ngày 10 tháng 11 năm 2001. Nhiều thảm san hô cành bị gãy nát đùn đống ở ven bờ khu vực Tây Nam vịnh Vân Phong từ Mỹ Giang đến tận bãi Cỏ là vết tích để lại của các cơn bão trong nhiều năm ở khu vực này.

Bảng 16: Bảng liệt kê một số cơn bão chính đổ bộ lên vùng biển Khánh Hòa và vùng lân cận từ 1990 đến 2006

Tên cơn bão	Thời gian xuất hiện	Tốc độ di chuyển trung bình (km/h)	Vận tốc cực đại (knot)	Đổ bộ vào tỉnh
IRRA	02 – 03 /10/1990	25.4	35	Phú Yên
LOLA	17 – 20/10/1990	14.9	35	Bình Định
NEIL	10-12/11/1990	12.8	50	Khánh Hòa
ANGELA	17 -29/10/1992	7.9	65	Ninh Thuận
COLLEN	18 – 28 /10/1992	14.8	55	Phú Yên
KYLE	19 – 24/11/1993	22.6	70	Khánh Hòa
YVETT	25 – 26/10/1995	22.0	50	Bình Định
DAWN	19-20/11/1998	19.5	35	Khánh Hòa
FAITH	09 – 14/12/1998	24	65	Khánh Hòa
LINGLING	06 – 12/11/2001	15.2	85	Khánh Hòa
CHANGTHU	10 – 13/6/2004	22.7	60	Ninh Thuận
KAITAK	29/10-02/11/05	10.3	80	Quảng Nam
SANGXAN	26-28/9/2006	18.1	85	Quảng Nam

Nguồn : http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/search_place.html.en

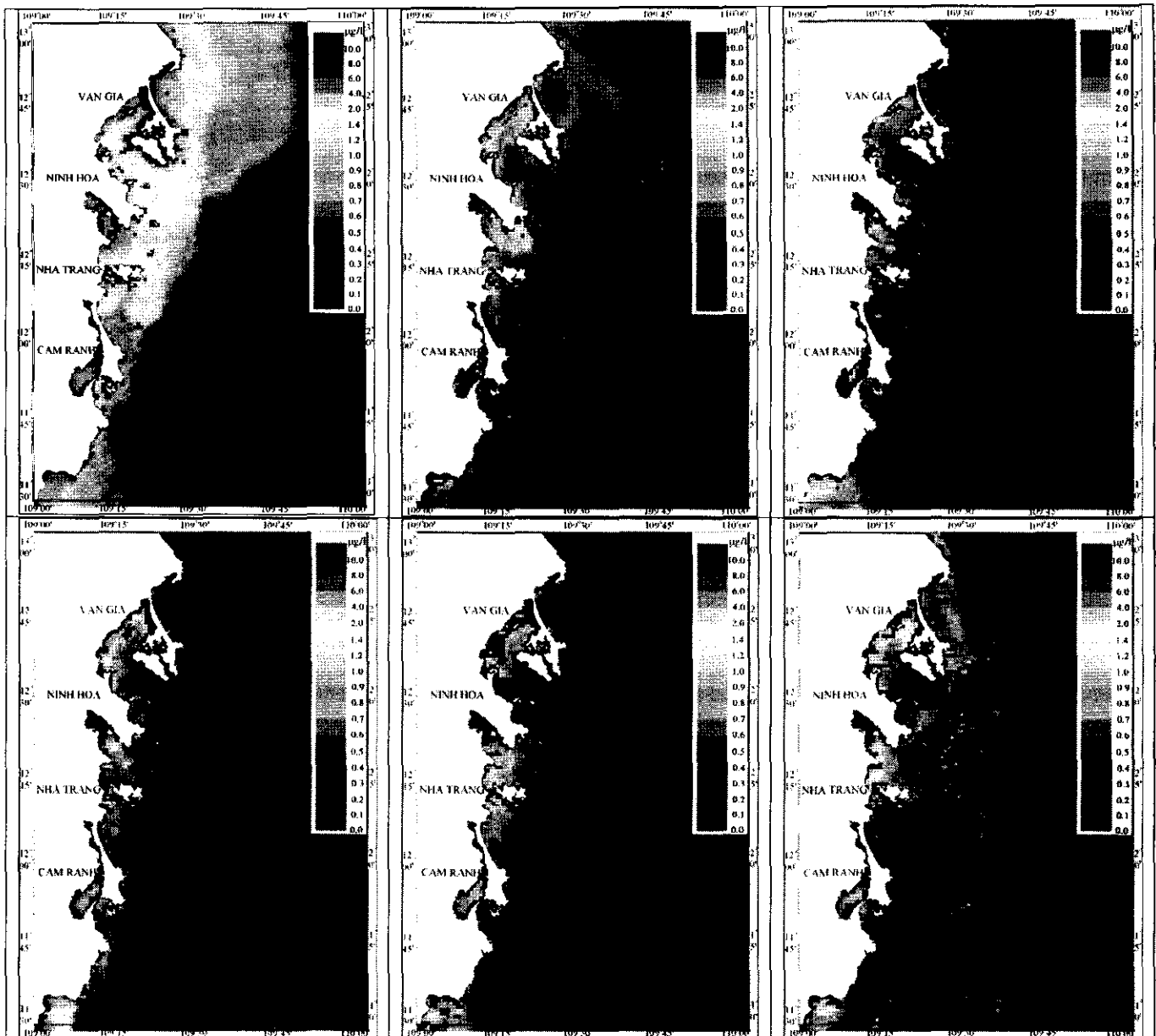
Bão còn gây nhiễm bùn do đa số các rạn san hô bờ tây vịnh Vân Phong đều nằm ở vùng đáy nông, phía ngoài có nhiều bùn. Bão to gây sóng lớn làm khuấy đục đưa bùn phủ lên rạn gây chết các rạn san hô.

1.2.- Ảnh hưởng của dòng vật chất từ lục địa, ô nhiễm và lắng đọng trầm tích:

Dòng vật chất từ lục địa bao gồm nguồn nước ngọt và lượng phù sa đổ vào từ các sông ven bờ, các dòng chảy từ đất liền đổ xuống sau các trận mưa lớn kéo dài có ảnh hưởng đáng kể lên tình trạng các rạn san hô thông qua sự bùn hóa nền đáy, giảm độ muối, làm tăng cường độ đục và cả các tác nhân hóa học.

Các kết quả phân tích hàm lượng Chlorophyll-a và bức xạ thâm nhập vào nước K490 trung bình tháng từ ảnh MODIS hàng năm (hình 33) cho thấy, khu vực bờ Tây vịnh Vân Phong là khu vực thường xuyên có hàm lượng vật lơ lửng cao, độ muối thấp và gây nên tình trạng bùn hóa nền đáy ở khu vực này. Đây là một quá trình tự nhiên với sự xâm lấn của nền đáy bùn phía ngoài rạn san hô, vốn là nền đáy phổ biến ở khu vực này. Các tác động này đôi khi còn nguy hiểm hơn phá hủy bằng cơ học của bão, nó ngăn cản ánh sáng xâm nhập vào trong nước ảnh hưởng tới quá trình quang hợp của tảo cộng sinh, phá vỡ cân bằng ngay trong san hô (Nguyễn Thu Hồng, 2005). Một số rạn san hô ở phía Bắc vịnh Vân Phong (như xung quanh cụm đảo Hòn Bịp, Vũng

Trâu năm, Xuân Tụ) đang bị suy thoái do tình trạng bùn hóa nền đáy như vừa nêu nhất là ở đới chân rạn (Võ Sĩ Tuấn và cs, 2005).



Hình 33: Sự phân bố của hàm lượng chlorophyll-a trung bình tháng vào các thời kỳ khác nhau (các tháng 1, 3, 5, 7, 9, 11) ở vùng ven bờ Khánh Hòa từ phân tích tài liệu ảnh MODIS

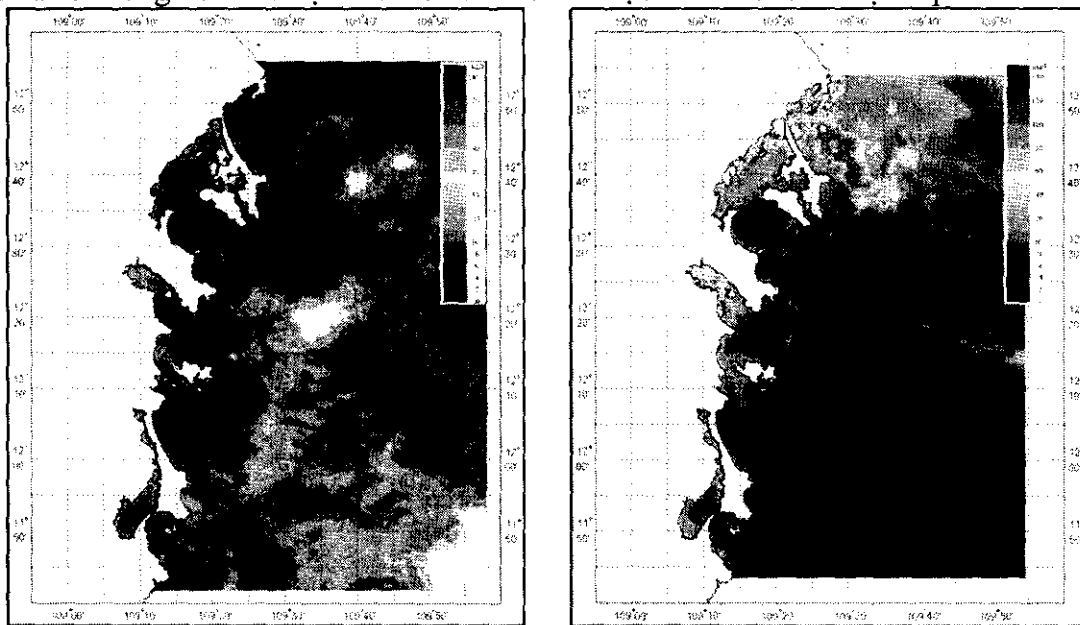
Khu vực tây nam vịnh Vân Phong (Mỹ Giang) có nguy cơ nhiễm bẩn kim loại nặng rất cao. Mặc dù hiện nay các hàm lượng kim loại nặng cao thỉnh thoảng mới được ghi nhận trong nước và trầm tích nhưng hiện tượng nhiễm kim loại nặng trong động vật thân mềm rất rõ ràng (Lê Thị Vinh và cs 2005).

Do đặc điểm địa lý đặc biệt (được bao quanh bởi các dãy núi cao và dốc) lạch Cồ Cò ở bờ Đông vịnh Vân Phong đôi khi chịu những tác động xấu bởi lượng vật chất được rửa trôi từ các triền núi khi có mưa lớn. Lượng vật chất này làm tăng giá trị của COD và hàm lượng các kim loại nặng có nguồn gốc từ tự nhiên như Fe, Mn (Phạm Văn Thom, 1998).

Hai sông chảy vào vịnh Nha Trang bao gồm Sông Cái ở phía Bắc và Sông Cửa Bé ở phía Nam đều có tiềm năng gây ảnh hưởng đến chất lượng nước và sự nguyên vẹn của các quần cư trong vịnh Nha Trang. Một số nghiên cứu trước đây cho thấy là lượng nước đổ ra từ sông Cái trong một trận mưa gây lũ có thể lên đến 10% lưu lượng nước của cả năm (Phạm Văn Thơm, 1996). Các tác động này có ảnh hưởng nhất định đến các rạn san hô ở phía Tây Bắc đảo Hòn Tre và các đảo ven bờ như Hòn Miếu, Hòn Tằm, Hòn Một...

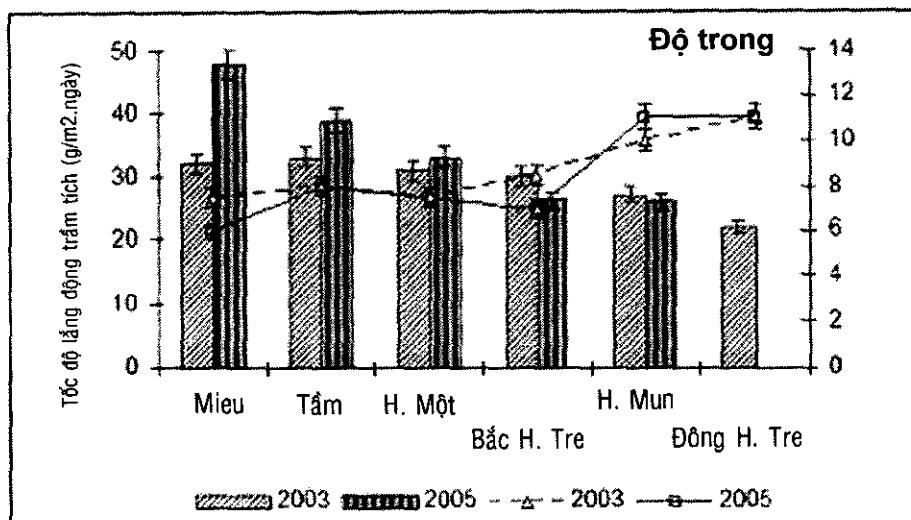
Các rạn phía bắc của Hòn Tre đều bị suy thoái với sự gia tăng của san hô chết và san hô vỡ vụn cùng với sự phát triển quá mức của rong lớn (hầu hết là *Sargassum spp.* và *Padina spp.*). Các kết quả nghiên cứu cho thấy rằng sự phát triển nhanh của rong lớn khu vực phía bắc Hòn Tre có liên quan đến sự ưu dưỡng (Phạm Văn Thơm và Võ Sĩ Tuấn, 1996) mà nguồn cung cấp có thể từ sông Cái và cả sông Đà Rằng (vào mùa mưa). Những ảnh hưởng của sông ngòi đã hạn chế khả năng phục hồi và phát triển của các rạn san hô vùng ven bờ phía bắc Hòn Tre, Hòn Miếu, Hòn Tằm và Hòn Một.

Cũng cần lưu ý là khi có mưa lũ, vịnh Nha Trang có thể chịu ảnh hưởng của nước ngọt và lượng vật chất lơ lửng rất lớn. Phân tích ảnh MODIS 250m, vào các ngày 28-29 tháng 9 năm 2007 sau đợt mưa lớn ở Nha Trang (hình 34) cho thấy dòng vật liệu từ sông Cái đổ vào vịnh Nha Trang, hầu như mang phần lớn vật liệu xuống phía Nam và chỉ ảnh hưởng đến khu vực ven bờ của các khu vực như vừa thảo luận ở phần trên.



Hình 34: Phân bố hàm lượng vật lơ lửng ở Nha Trang trong và sau đợt mưa lớn ngày 28 -29 tháng 9 năm 2007

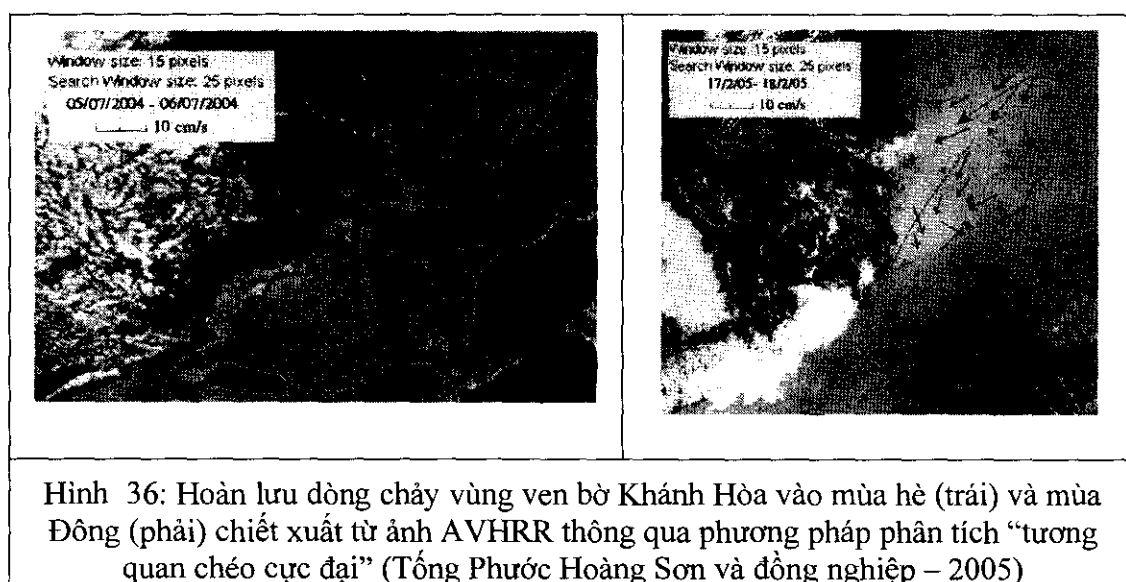
Các kết quả khảo sát về nhịp độ lắng đọng trầm tích trong vịnh Nha Trang (Latypov và Sellin, 2005) cũng cho những nhận định tương tự. Mức độ lắng đọng trầm tích ảnh hưởng nhiều đến các đảo gần bờ phía Nam vịnh Nha Trang, như Hòn Miếu, Hòn Tằm, càng ra xa bờ ở các đảo Hòn Một, Hòn Mun, Đông Hòn Tre và cả ở phía Bắc Hòn Tre tác động bồi lắng càng giảm dần (hình 35).



Hình 35: Tốc độ lắng đọng trầm tích và độ trong suốt của nước biển ở khu vực các đảo quanh vịnh Nha Trang (Theo Latypov and Sellin 2005)

Các kết quả phân tích ảnh MODIS như vừa nêu trên cũng cho thấy sự xuất hiện của dòng bồi tích dịch chuyển từ Bắc xuống Nam có quy mô lớn ở vùng ven bờ Khánh Hòa (hình 31). Với hàm lượng vật lơ lửng khoảng 25 – 30mg/l, dòng này ít có ảnh hưởng đến sự bồi lấp, ngăn cản sự phát triển rạn san hô, mà ngược lại dòng vật liệu này có tác dụng tạo nguồn thức ăn và bổ sung nguồn giống dòi đào trong vùng.

Bằng phương pháp thủy văn động lực (Võ Văn Lành, Tổng Phước Hoàng Sơn, 2004) cũng như chiết xuất dòng chảy tổng hợp từ ảnh viễn thám AVHRR (hình 36) (Tổng Phước Hoàng Sơn và cs, 2005) các tác giả đã chỉ ra được sự hình thành một hoàn lưu xoáy thuận ép sát bờ Nam Trung Bộ, trong cả hai thời kỳ mùa mưa và mùa khô. Các kết quả này đã khẳng định hơn, nhận định về ảnh hưởng dòng chảy thường kỳ hướng Bắc - Nam ở khu vực ven bờ Khánh Hòa, dòng này đem một phần vật liệu từ sông Ba (Tuy Hòa) và ở vùng ven bờ Bắc Khánh Hòa xuống phía Nam và như đã chỉ ra ở phần trước.



Hình 36: Hoàn lưu dòng chảy vùng ven bờ Khánh Hòa vào mùa hè (trái) và mùa Đông (phải) chiết xuất từ ảnh AVHRR thông qua phương pháp phân tích “tương quan chéo cực đại” (Tổng Phước Hoàng Sơn và đồng nghiệp – 2005)

1.3.- Ảnh hưởng của nhiệt độ nước biển lên rạn san hô:

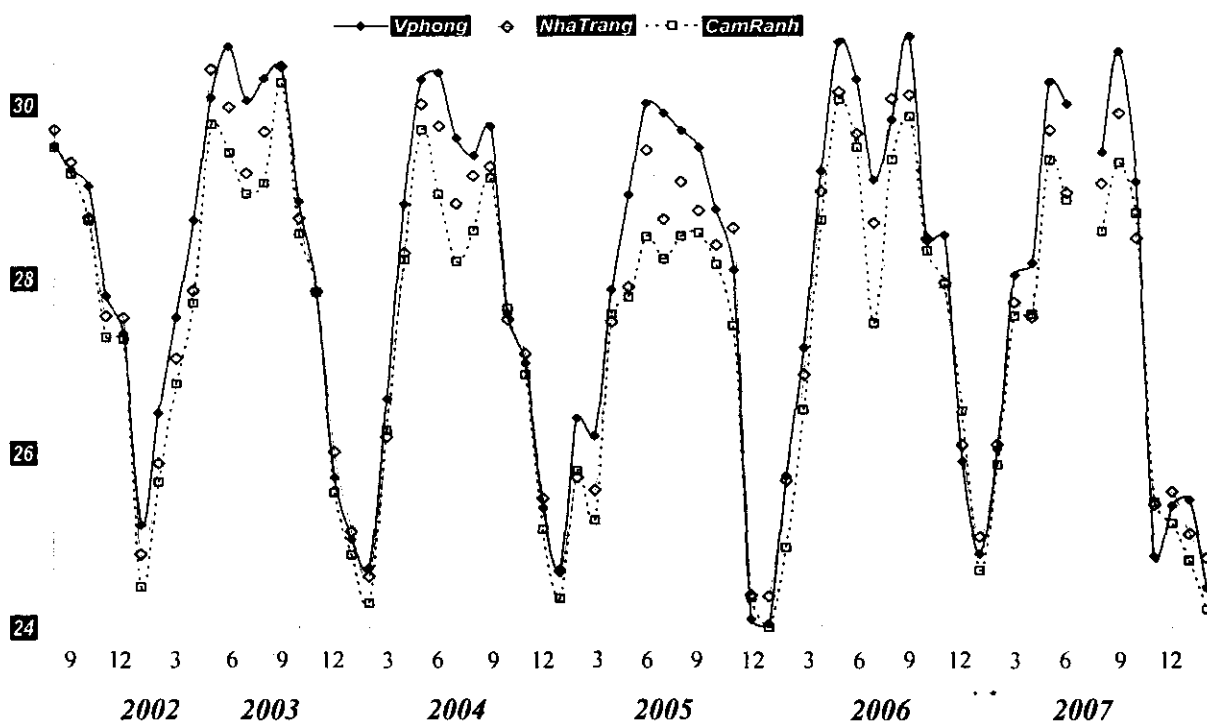
Nhiệt độ nước biển là yếu tố ảnh hưởng trực tiếp đến sự tồn tại và phát triển của rạn san hô. Các loài san hô sống trong một giới hạn nhiệt độ tương đối hẹp, các dị thường nhiệt độ cao và nhiệt độ thấp đều có thể gây ra hiện tượng tẩy trắng san hô và tiếp theo sau là chết san hô hàng loạt. (Buddemier, 1993). Ảnh hưởng của El Nino và hiện tượng nóng lên toàn cầu (rõ rệt nhất là vào năm 1998, 2005) đã gây nên sự tẩy trắng và chết hàng loạt san hô ở Nam Việt Nam như ở Côn Đảo là những bằng chứng cụ thể về hiện tượng này (Võ Sĩ Tuấn, 1998, Tống Phước Hoàng Sơn và cs, 2006).

Tuy nhiên ở vùng biển Khánh Hòa ảnh hưởng của nhiệt độ nước biển lên tình trạng sức khỏe rạn san hô là chưa rõ rệt lắm.

Phân tích biến trình của nhiệt độ nước biển tầng mặt ở vùng nước ven bờ Khánh Hòa từ chuỗi ảnh MODIS từ năm 2002 đến 2008 (hình 37) cho thấy:

Vào mùa Đông (từ tháng 11 đến tháng 3 năm sau), ảnh hưởng rõ rệt của lưỡi nước lạnh từ phía Bắc xuống làm nhiệt độ nước biển tầng mặt ở Khánh Hòa bị hạ nhiệt đi đáng kể. Vào thời kỳ này nền nhiệt chung trong giao động từ 24 – 27°C.

Vào mùa hè (từ tháng 4 đến tháng 9), nền nhiệt độ chung tăng cao và cả sự xuất hiện của hiện tượng nước trời (thông qua sự giảm nhiệt độ vào tháng 6) cũng thể hiện rõ. Một đặc điểm đáng chú ý khác vào mùa hè là sự tăng cao của nhiệt độ nước trong vịnh Vân Phong so với các khu vực Nha Trang và Cam Ranh. Sự tăng cao đặc trưng của nhiệt độ nước biển trong vịnh Vân Phong (đạt đến 29 – 30°C) có thể gây ra những tác động tiêu cực lên rạn nước nông ven bờ Tây vịnh Vân Phong tuy nhiên chưa có một bằng chứng cụ thể nào về hiện tượng này được ghi nhận ở đây.



Hình 37: Biến trình nhiệt độ nước biển tầng mặt (ban ngày) ở vùng ven bờ vịnh Vân Phong, vịnh Nha Trang và vịnh Cam Ranh từ 2002 – 2008

Nguồn: <http://reason.gsfc.nasa.gov/Giovanni/>

2.- Các hoạt động kinh tế xã hội ảnh hưởng đến hệ sinh thái rạn san hô vùng biển ven bờ Khánh Hòa : Các hoạt động kinh tế xã hội ở vùng ven bờ Khánh Hòa đã và đang làm suy giảm chất lượng môi trường và các rạn san hô.

2.1.- Khai thác thủy sản không hợp lý

2.1.1.- Khai thác quá mức:

Các kết quả điều tra kinh tế xã hội học ở các vùng ven biển Khánh Hòa cho thấy :

Ngư trường khai thác nguồn lợi chủ yếu tập trung ở 3 khu vực chính: trên rạn san hô và cỏ biển, khu vực ngoài rạn san hô, cỏ biển và khu vực ngoài khơi xa. Tuy nhiên đại bộ phận cư dân ở gần các khu vực có rạn san hô là dân nghèo, không có vốn nên phương tiện làm ăn của họ chỉ là các tàu thuyền nhỏ tập trung khai thác vùng ven bờ, chủ yếu ngay trên các rạn san hô và thảm cỏ biển.

Nghề soi, lặn, đánh lưới nổi, lưới chìm, lưới ba mảnh và lưới 1,3 là những loại nghề khai thác trực tiếp trên các rạn san hô. Một số nguồn lợi được khai thác chủ yếu trên rạn là lặn bắt cá Mú sống, cá Kẽm, Cá Hồng, Cá Hè, Cá Bò, Dia,... cùng nhiều loài sinh vật đáy như Ốc nhảy, Sò lông, Tu Hải, Bàn mai, Trai rá, Trai ngọc môi đen,...

Kết quả phỏng vấn cũng như kết quả đánh giá hiện trạng các vùng rạn san hô ở phần trước cho thấy nhiều loài sinh vật rạn có giá trị kinh tế trước đây có rất nhiều ở vùng ven bờ: cá Mú, cá Hồng, cá Giò, cá Dia, cá Phèn, cá Đổng, cá Mỏ, Mực, Tôm Hùm, Hải sâm, Bào ngư, Ốc nhảy, Ốc đụn, Điệp, Sò... nhưng đến nay hầu như không còn hoặc còn rất ít, sản lượng đánh bắt được rất thấp, ngư dân làm nghề khai thác thủy sản rất muốn chuyển sang làm nghề khác để có thu nhập cao hơn.

Kết quả tổng hợp từ phiếu điều tra (bảng 17), 58 % số người được hỏi đều cho rằng sản lượng thủy sản khai thác ngoài tự nhiên hiện nay so với 10 năm trước đây đã giảm nhiều, 28 % số người đánh giá sản lượng thủy sản giảm nhưng không xác định được mức độ. 42 % số người đánh giá nguồn lợi thủy sản hiện nay giảm chỉ còn rất ít, 34 % đánh giá là còn ít, 14 % cho rằng bình thường.

Theo đánh giá của ngư dân, 22 % cho rằng nguyên nhân suy giảm nguồn lợi thủy sản là do khai thác quá mức, 38 % cho rằng khai thác bằng các hình thức hủy diệt gây suy giảm nguồn lợi, 20 % cho rằng khi phá hủy nơi cư trú của sinh vật biển sẽ làm giảm sản lượng thủy sản, 12 % cho rằng sản lượng giảm do ô nhiễm môi trường và 8 % trả lời không biết nguyên nhân.

Nguyên nhân suy giảm nguồn lợi thủy sản, được thống kê ở bảng 18.

Phát triển nuôi tôm hùm, cá mú lồng dày đặc ở vịnh Vân Phong, vịnh Nha Trang đã làm gia tăng cường lực đánh bắt các loài thủy sản (kể cả những loài không có giá trị kinh tế) đều bị khai thác để làm thức ăn các đối tượng nuôi.

Phát triển nghề nuôi biển đã làm gia tăng cường độ lặn bắt con non từ nguồn giống tự nhiên, làm suy giảm các loài này ở các rạn san hô. Lặn bắt hoặc đánh bẫy tôm hùm con diễn ra phổ biến ở các rạn san hô trong vùng vịnh. Thông tin từ ngư dân cho biết, mùa lặn bắt đầu từ tháng 1 đến tháng 5 hàng năm, tổng số tôm hùm con bị bắt khoảng 1.000.000 đến 1.500.000 con/năm.

Có thể nói, việc khai thác quá mức các nguồn lợi sinh vật rạn sẽ dẫn tới mất cân bằng sinh thái ở các rạn san hô. Kết quả nghiên cứu ở chương 2 cho thấy tỷ lệ các loài cá có giá trị kinh tế (cá Mú, cá Hồng, cá Chình, cá Kẽm) hiện nay không còn hoặc còn rất ít ở các rạn san hô nghiên cứu. Các loài động vật không xương sống đáy cũng bị khai thác cạn kiệt và không thể phục hồi. Một số loài sinh vật đáy không xương sống có hại cho san hô như Sao biển gai, Ốc gai ăn san hô phát triển, gây suy giảm độ phủ san hô cứng tại các vùng rạn.

Bảng 17: Tổng hợp kết quả điều tra ngư dân về tình hình khai thác và sử dụng nguồn lợi thủy sản vùng vịnh Vân Phong - Bến Gỏi (n = 120)

Vấn đề nghiên cứu	Số hộ ngư dân	Tỷ lệ đánh giá (%)
1. Hình thức khai thác		
- Nghề khai thác truyền thống (câu, lưới mảnh, bắt cua, ốc, ghẹ ở bãi triều...)	32	26
- Các hình thức khai thác khác (nuôi tôm Sú, tôm Hùm, cá Mú, ốc Hương, trồng rong câu...)	89	74
2. Sản lượng khai thác hiện nay so với 10 năm trước đây		
- Tăng hơn rất nhiều	0	0
- Tăng hơn nhiều	0	0
- Không thay đổi	10	8
- Giảm	34	28
- Giảm nhiều	70	58
- Không biết	7	6
3. Nguồn lợi thủy sản trong khu vực hiện nay so với 10 năm trước đây		
- Còn rất nhiều	0	0
- Còn nhiều	7	6
- Bình thường	17	14
- Còn ít	41	34
- Rất ít	50	42
- Không biết	5	4

Bảng 18: Tổng hợp kết quả điều tra ngư dân về nguyên nhân gây suy giảm nguồn lợi thủy sản vùng ven bờ Khánh Hòa (n = 120)

Nguyên nhân suy giảm nguồn lợi thủy sản	Số hộ ngư dân	Tỷ lệ đánh giá (%)
- Khai thác quá mức (đánh bắt con non, con mang trứng)	26	22
- Khai thác bằng các hình thức hủy diệt (chất nổ, chất độc, xiết điện, giã cào, giã nhũi, đèn công suất cao...)	46	38
- Phá hủy nơi cư trú của sinh vật (phá rừng ngập mặn, thảm cỏ biển, rạn san hô)	24	20
- Do ô nhiễm môi trường	15	12
- Không biết	10	8

2.1.2 Khai thác hủy diệt:

Vịnh Nha Trang: Kết quả đánh giá nhanh trong năm 2002 cho thấy có khoảng 10% số tow có dấu hiệu của việc đánh bắt bằng chất nổ. Sự phá hủy do dùng thuốc nổ trên diện rộng và được ghi nhận nhiều nhất ở phía Bắc Hòn Tre, nơi gần như 1/3 số điểm bị tác động với các mức độ khác nhau. Các khu vực khác có sự phá hủy do đánh mìn đáng chú ý là ngoài khơi đảo Hòn Vung và Hòn Cau (Võ Sĩ Tuấn và cs, 2005). Do sự khan hiếm nguồn cá và việc thực thi các biện pháp quản lý trong Khu Bảo Tồn vịnh Nha Trang, đặc biệt khu vực vùng lõi ở Hòn Mun trong những năm qua nên kiểu đánh bắt này đang giảm rất rõ rệt. Tuy nhiên hiện tượng đánh bắt bằng thuốc nổ vẫn đang tiếp tục diễn ra ở những khu vực khác nhau trong vịnh. Mặc dù các chứng cứ đánh bắt bằng chất độc trên rạn là không rõ ràng nhưng các dấu hiệu của hình thức đánh bắt này đã được ghi nhận ở Hòn Mun, Hòn Một, Hòn Miếu, Hòn Tre và nhiều nhất ở Hòn Vung. Vô các chai xịt hóa chất dùng để bắt cá được vứt bỏ trên các rạn san hô ở Hòn Một (Võ Sĩ Tuấn và cs, 2005).

Tại Vịnh Vân Phong, trong quá trình khảo sát vẫn còn nghe những tiếng mìn nổ dưới nước, đặc biệt khi khảo sát ở Lạch Cỏ Cò năm 2006 đã bắt gặp một ghe đánh cá bằng chất độc và mìn (do đợt khảo sát đi bằng tàu của Biên phòng nên ghe trên bỏ chạy) đã thu được 3 trái thuốc nổ và khoảng 20kg cá (bị xịt cyanua) do phương tiện này vứt lại dưới nước. Tại Cam Ranh, nhiều vết tích để lại cho thấy san hô bị đổ rạn do những tác động cơ học và đánh chất nổ trong những năm trước đây. Điều này chứng tỏ khai thác hủy diệt vẫn đang tiếp tục là mối đe dọa nghiêm trọng đến sự nguyên vẹn của hệ sinh thái đặc biệt ở những vùng khó khăn về công tác tuần tra của các lực lượng chức năng.

2.2.- Khai thác khoáng sản

2.2.1.- Khai thác nguyên liệu san hô sống, san hô chết

Việc khai thác san hô chết và san hô khối để nung vôi, làm xi măng nếu không được kiểm soát sẽ gây những hậu quả nghiêm trọng do làm mất ổ sinh thái của nhiều

sinh vật đáy, gây thay đổi cân bằng động lực và gia tăng sự lắng đọng trầm tích trên rạn san hô.

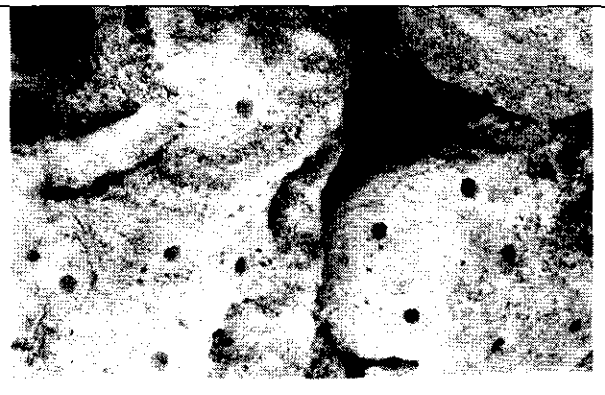
Nhà máy xi măng Hòn Khôi (Ninh Phước) với công suất 20.000 tấn xi măng/năm, trước đây sử dụng nguồn nguyên liệu là san hô chết và đá san hô khai thác ở khu vực Mỹ Giang. Từ khi có Chỉ thị số 37/UB ngày 10/5/1995 của UBND tỉnh Khánh Hòa về việc bảo vệ nguồn lợi thủy sản và bảo vệ san hô, nhà máy chỉ sử dụng khoáng sản san hô chết khai thác ở đảo Mỹ Giang, sản lượng san hô chết khai thác hàng năm từ 20.000 đến 40.000 tấn/năm (Nguyễn Thu Hồng, 2005). Việc khai thác san hô chết trên bờ có thể không gây tác động lớn đến san hô dưới biển nhưng vẫn có những ảnh hưởng nhất định đến xói lở ven bờ, gia tăng lượng trầm tích dưới nước.

Hiện tượng khai thác nền đáy san hô chết, san hô sống để đắp đìa nuôi tôm, kè bờ rào... (hình 38a, 38d) diễn ra phổ biến ở các xã ven bờ vịnh Vân Phong - Bến Gỏi như Ninh Phước, Ninh Hải, Ninh Diêm, Vạn Hưng, Vạn Thắng, Vạn Thọ, Vạn Thạnh... Việc khai thác này kéo dài khoảng 12 năm (1988 - 2000) đã phá hủy gần hết nền đáy và rạn san hô ở một số vùng trong vịnh (Lê Thu Hồng, 2005).

Từ năm 2001 đến nay, một số người dân ở các xã Vạn Hưng, Ninh Phước khai thác san hô sống (san hô khối), chẻ nhỏ thành từng cục nhỏ chất thành đồng to để bán vào thành phố Hồ Chí Minh (hình 38c). Qua điều tra, phỏng vấn cũng phát hiện ngư dân khai thác đá san hô sống để làm bẫy bắt tôm hùm con (hình 38b).



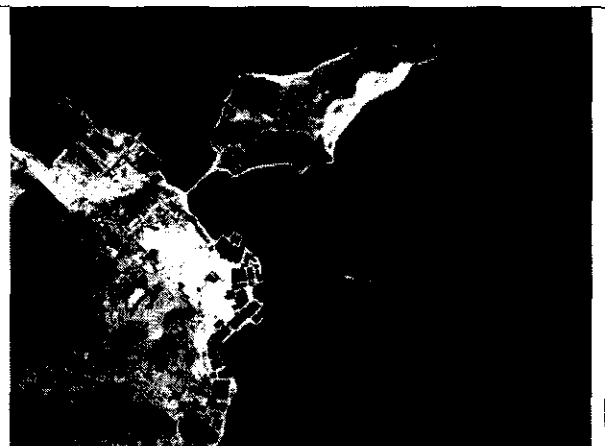
Hình 38a: San hô bị khai thác để kè tường rào



Hình 38b: San hô bị khai thác và đục lỗ làm bẫy tôm hùm con



Hình 38c: San hô khai thác để đắp đìa và bán



Hình 38d: Đào đìa nuôi tôm trên rạn san hô ở Nam Mỹ Giang (từ ảnh ALOS ngày 17/7/2007)

2.2.2.- Khai thác khoáng sản rắn vùng ven bờ :

Tính đến tháng 5/2006, ở khu vực Đầm Môn (xã Vạn Thạnh) có 01 xí nghiệp khai thác và tuyển rửa cát với công suất 220.000 tấn/năm, 11 doanh nghiệp khai thác và tuyển khoáng imenit với tổng công suất khai thác là 573.967,5 tấn/năm; 9 doanh nghiệp khai thác đá xây dựng ở các mỏ đá ven bờ với tổng công suất khai thác là 147.000 m³/năm.

Nước thải từ hoạt động tuyển rửa cát, imenit, nước mưa từ các công trình khai thác đá... không được xử lý, chảy tràn hoặc tự thấm cũng là một trong những nguyên nhân làm gia tăng lượng trầm tích và chất rắn lơ lửng trong nước biển. Các tác nhân này đều có ảnh hưởng trực tiếp lên tình trạng sức khỏe rạn san hô.

2.3.- Ảnh hưởng trực tiếp của các hoạt động nhân sinh ở vùng ven bờ:

2.3.1.- Các hoạt động phát triển vùng bờ

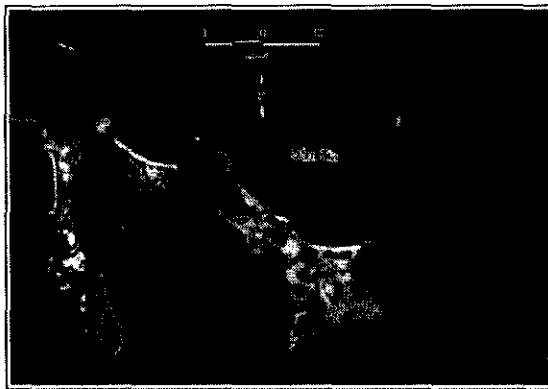
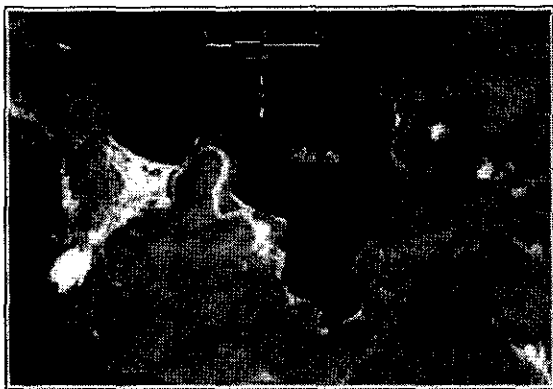
Từ 2000 đến nay, nhiều công trình ven bờ trong vùng vịnh Vân Phong - Bến Gỏi được xây dựng, cải tạo và nâng cấp: mở rộng cảng đóng tàu của nhà máy Hyundai Vinashin, nâng cấp khu du lịch Dốc Lết, xây dựng mới khu du lịch Ninh Thủy, làm mới đường Đầm Môn, xây dựng các khu nghỉ dưỡng cao cấp ven biển như bãi Ông Hào, Bãi Cát Thắm, Ninh Phước (vịnh Vân Phong), Bãi Dài – Ninh Vân, khu du lịch Phú Quý, Bãi Trũ, VinaPearl, Hòn Tằm (Nha Trang), Bãi Dài – Cam Ranh,... Các hoạt động thi công các công trình ven bờ là một trong những nguyên nhân làm gia tăng độ đục, hàm lượng chất rắn lơ lửng trong nước, dẫn đến sự lắng đọng trầm tích trong nước biển.

Việc đổ sản phẩm nạo vét khu vực cảng Nha Trang ở gần Hòn Miễu và Hòn Tằm, xây dựng các công trình, nhà nghỉ trên vùng ven bờ và các đảo (Phú Quý, Hòn Tre, Hòn Tằm, Rusanka, Bãi Tiên – Hòn Rùa) hoặc khai thác cát, đá vôi (Cam Ranh, Vân Phong...) đã tạo ra một lượng lớn vật chất bị rửa trôi xuống biển đã và đang đe dọa sự suy thoái hệ sinh thái rạn san hô ở những khu vực này

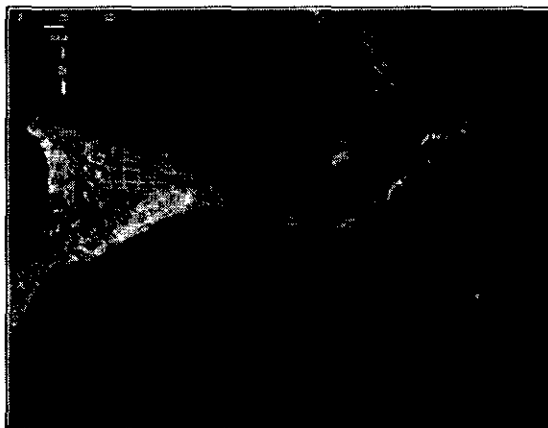
Sự mở rộng diện tích bãi của khu du lịch Hoàn cầu ở Đầm Già (Bắc Hòn Tre) đã xóa sổ hoàn toàn rạn san hô cùng với các thảm cỏ biển ở khu vực này. Các khu du lịch ở Mũi Kê Gà (khu du lịch Rusanka), khu du lịch ở bãi Tiên – Hòn Rùa, khu du lịch Sông Lô đã vùi lấp một phần đáng kể diện tích rạn của các khu vực này (hình 39).

Việc mở rộng mặt bằng của khu du lịch Phú Quý (Cầu Đá – Nha Trang) đã gây ra sự xáo trộn vật liệu và góp phần tăng khả năng bồi lắng vật liệu bùn cát ở các đảo ven bờ Hòn Tằm, Hòn Miễu, Hòn Một như đã thảo luận ở phần trên.

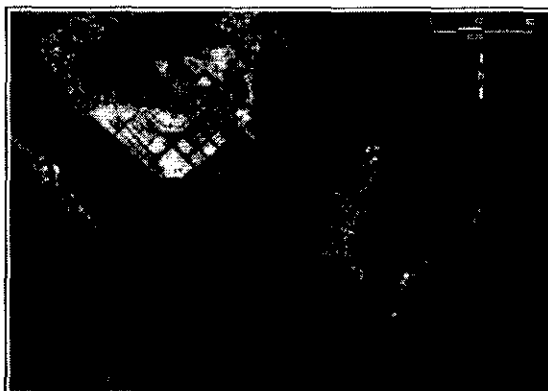
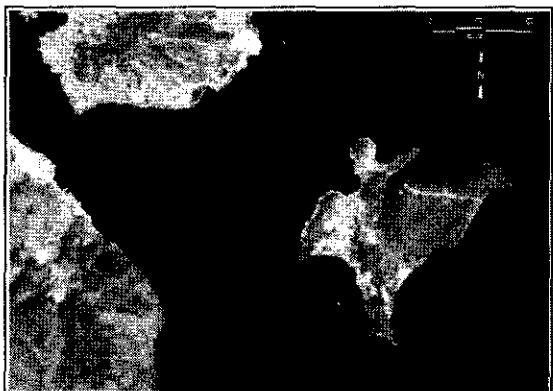
Một bằng chứng khác về sự đổ đọng vật liệu ngoài khơi vịnh Cam Ranh (phía Bắc Bãi Cạn thủy Triều) tạo ra các bãi vật liệu lớn, do đổ đọng vật liệu nạo vét (hình 40) cũng có ảnh hưởng nhất định đến sự bồi lắng vật liệu bùn cát lên các rạn san hô ở phía Nam vịnh Nha Trang như Hòn Miễu, Hòn Tằm, Hòn Một, Hòn Mun,....



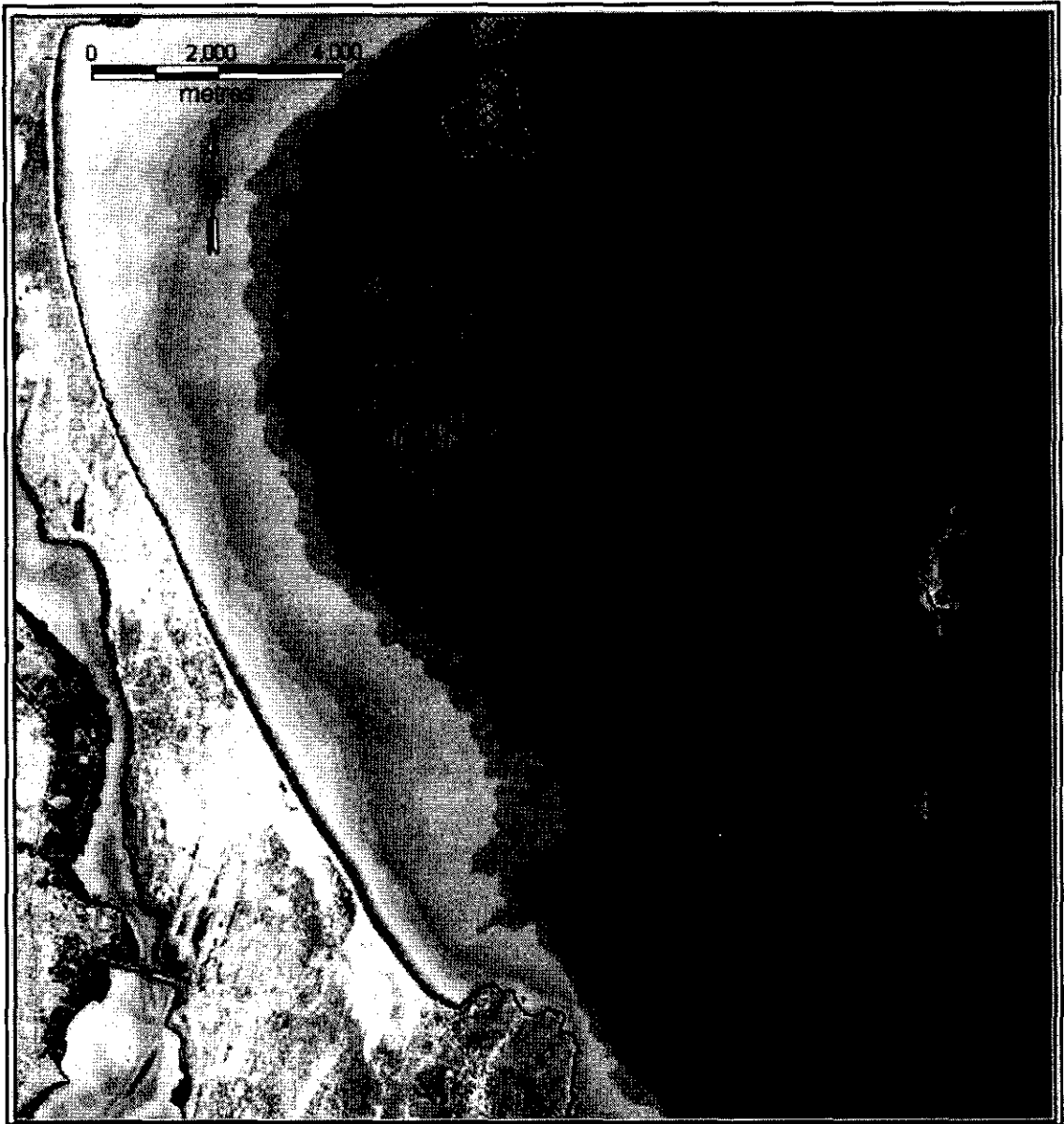
Hình 39a: Sự mở rộng bãi cho hoạt động du lịch ở Đầm Già (7/2007) đã làm xóa sổ hoàn toàn rạn san hô và thảm cỏ biển rộng khoảng 7 ha ở khu vực này (3/2004)



Hình 39b: Sự mở rộng bãi cho hoạt động du lịch ở Bãi Tiên và Mũi Kê Gà (7/2007) đã làm mất đi một phần diện tích rạn san hô ở khu vực này (3/2004)



Hình 39c: Sự mở rộng bãi cho hoạt động du lịch ở Phú Quý (7/2007) đã tạo ra một lượng lớn vật chất bị rửa trôi xuống biển và đe dọa sự suy thoái hệ sinh thái rạn san hô ở những đảo liền kề như Hòn Miễu, Hòn Tằm (3/2004)



Hình 40: Bãi cạn san hô Thủy Triều và các bãi vật liệu đồ đồng ở phía Bắc (3/2004) các bãi này có thể gây bồi lắng vật liệu lên các rạn san hô ở Hòn Tằm, Hòn Mun,...

2.3.2.- Hoạt động nuôi trồng thủy sản:

Sử dụng các bãi triều để làm địa nuôi tôm sú là hiện tượng phổ biến ở vùng bờ Khánh Hòa. Phần lớn những diện tích thuận lợi ven bờ đều bị chuyển sang nuôi tôm sú. Diện tích nuôi tôm sú liên tục gia tăng trong 10 năm trở lại đây. Hiện tượng phá hủy rừng ngập mặn, san ủi các diện tích trồng lúa hoặc các bãi biển, vùng triều để làm địa nuôi tôm phổ biến ở vùng ven bờ Khánh Hòa từ vịnh Vân Phong, Nha Trang và Cam Ranh.

Các kết quả khảo sát các khu vực nuôi thủy sản trong tỉnh Khánh Hòa (Vạn Giã, Xuân Tự, Đầm Môn, Nha Phu, Hòn Lao, Trí Nguyên, Bích Đầm, Thủy Triều, Cam Thịnh Đông, Cam Bình) vào tháng 1 và tháng 3 năm 2003 cho thấy là trong môi trường nước không có hiện tượng nhiễm bẩn vật lơ lửng.

Có thể nói là trong điều kiện hiện nay các tác động tiêu cực của hoạt động nuôi trồng chỉ thể hiện khá rõ ở xu thế gia tăng của hàm lượng muối phosphate trong nước.

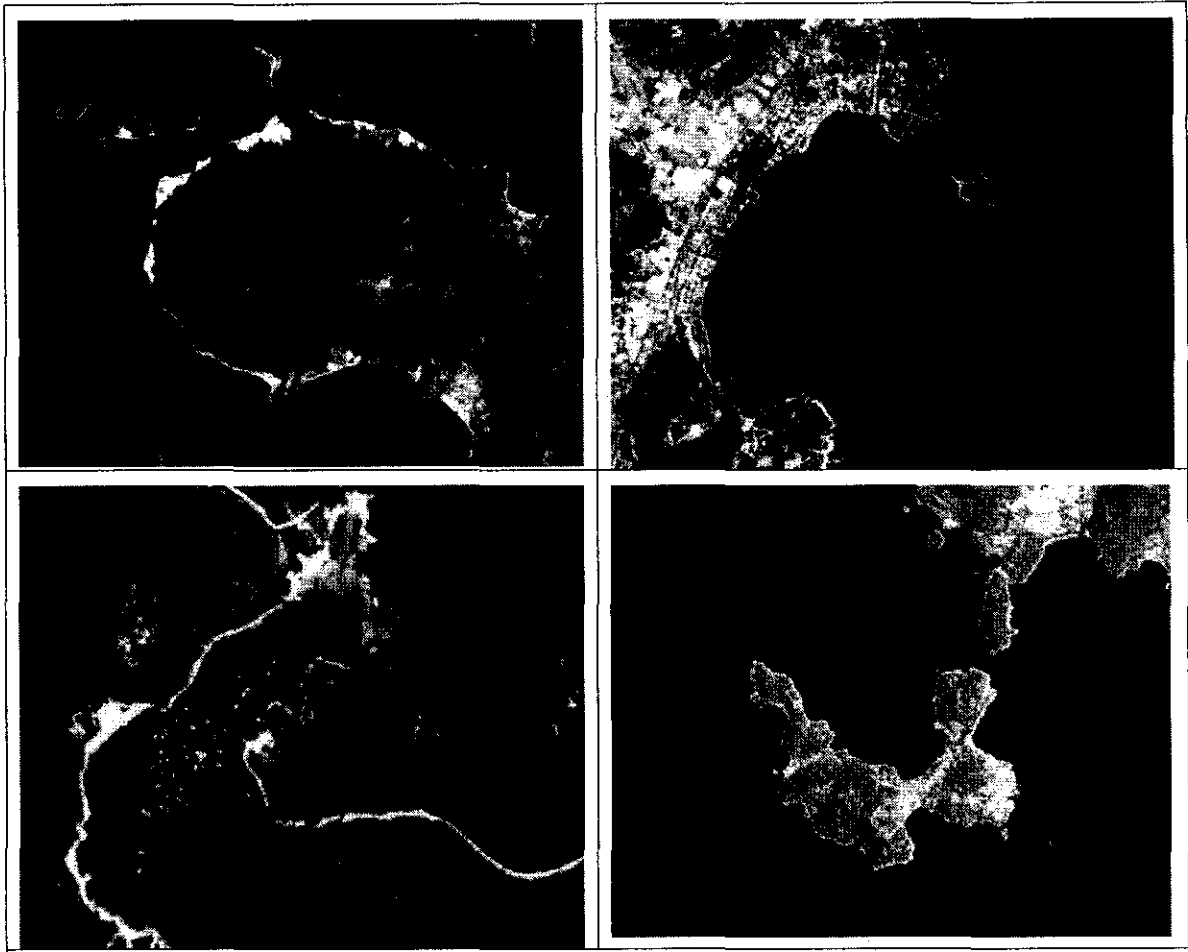
Ngoài ra, các diện tích mặt nước ở những vùng thuận lợi trong vịnh Vân Phong - Bến Gỏi, vịnh Nha Trang, vịnh Cam Ranh đều bị quây thành các vùng nuôi tôm Hùm, cá Mú, ốc Hương và Ngọc trai. Nhiều khu nuôi tôm thực sự là một làng nổi như ở Xuân Tự, Đầm Môn, Điệp Sơn (Vân Phong), Đầm Báy, Bích Đầm (Nha Trang), Bình Ba (Cam Ranh),... (hình 41). Sự phát triển mạnh của nghề nuôi biển đã góp phần làm tăng khả năng ưu dưỡng cục bộ và tăng khả năng phát triển của rong lớn trên những rạn gần khu vực lồng nuôi và điều này góp phần hạn chế sự phát triển và tăng khả năng suy thoái của các rạn trong khu vực này.

Chúng làm gia tăng hàm lượng chất rắn lơ lửng trong nước sẽ làm gia tăng sự lắng đọng trầm tích đáy, che phủ san hô và làm chết nghẹt các polyp san hô. Với những loài san hô có sức chịu đựng kém như các loài thuộc giống Acropora, Pocillopora, Montipora sẽ dần dần bị biến mất và bị thay thế bởi các giống san hô có khả năng chịu được độ đục, sự lắng đọng trầm tích, dẫn đến cấu trúc quần xã san hô có khả năng bị thay đổi.

2.3.3. Ảnh hưởng của hoạt động du lịch:

Hiện nay, Nha Trang đang là tâm điểm của các hoạt động du lịch. Việc neo đậu tàu thuyền du lịch và tàu cá diễn ra khá phổ biến ở nhiều nơi trên rạn, thậm chí ngay trong khu vực vùng lõi ở Hòn Mun của Khu Bảo tồn biển. Số liệu điều tra trong năm 2002 cho thấy có khoảng 10% số tow xung quanh đảo Hòn Mun có dấu hiệu bị ảnh hưởng do neo đậu tàu thuyền. Các rạn lân cận các làng chài ở đông nam Hòn Tre, Hòn Một và gần khu du lịch Hòn Tằm cũng bị ảnh hưởng đáng kể. Mặc dù sự phá hủy do neo đậu tàu thuyền được hạn chế đáng kể ở những vùng có hệ thống phao neo nhưng hiện tượng này lại có xu hướng gia tăng ở những nơi khác. Kết quả đánh giá lại trong năm 2005 phản ánh sự gia tăng gấp đôi về số tow có san hô bị phá hủy do neo tàu so với năm 2002 (Võ Sĩ Tuấn và cs, 2005b). Ngoài ra, du lịch còn gây hại rạn san hô do rác thải từ tàu du lịch, dẫm đạp của du khách khi bơi lặn và đánh bắt sinh vật rạn để ăn nhậu trong tua ra đảo.

Ở khu vực ven bờ vịnh Vân Phong, Cam Ranh hoạt động du lịch đang bắt đầu phát triển mạnh, một số khu du lịch đã hình thành như khu du lịch sinh thái Làng Chài Ninh Vân, Ninh Phước, khu du lịch ở bãi Ông Hào, khu du lịch bãi cát Thảm, khu du lịch ở Sài Gòn Pearl Resort, khu du lịch sinh thái Ngọc Sương (Cam Ranh) có ảnh hưởng nhất định đến chất lượng rạn san hô, tuy nhiên tác động hiện nay là chưa đáng kể.



Hình 41: Các khu vực bè nuôi tôm Hùm lông ở Lạch Cổ Cò, Xuân Tụ (Vịnh Vân Phong), Đầm Bảy (Vịnh Nha Trang), đảo Bình Ba (Cam Ranh) làm gia tăng sự lắng đọng trầm tích đáy, gây khả năng ưu dưỡng cục bộ góp phần hạn chế sự phát triển và tăng khả năng suy thoái của các rạn san hô ở các khu vực này

2.4.- Sinh vật địch hại và bệnh san hô:

2.4.1. Sinh vật địch hại:

Sự hiện diện với một số lượng lớn Sao biển gai (*Acanthaster planci*) đã gây những tổn thất nặng nề và gây suy thoái đối với các rạn san hô trong ở vùng biển ven bờ Khánh Hòa. Một số nơi như Mỹ Giang, Bãi Tre (vịnh Vân Phong), mật độ loài này từ 6 – 9 cá thể/400m². Tại vịnh Nha Trang kết quả khảo sát trong năm 2002 cho thấy một số rạn có mật độ Sao biển gai lên đến > 100 cá thể/ha (Bãi Lặn – nam Hòn Tre). Khu vực phía nam Hòn Vung và Hòn Miếu cũng có mật độ khá cao với khoảng 50 cá thể/ha. Từ năm 2002 – 2005 tổng số Sao biển gai bị bắt và chuyển ra khỏi Khu Bảo tồn lên đến khoảng 30.000 con. Điều này góp phần hạn chế đáng kể sự gia tăng tỉ lệ chết của san hô trên các rạn trong vùng. Mặc dù số lượng Sao biển gai trên các rạn trong vịnh Nha Trang giảm dần từ năm 2002 – 2005 nhưng chúng vẫn là mối đe dọa nguy hiểm đối với sự tồn tại và phát triển của các rạn san hô trong vịnh. ốc Gai *Drupella spp.* gây hại cho san hô cũng được bắt gặp khá phổ biến ở nhiều vùng rạn.

2.4.2 Bệnh san hô:

Kết quả khảo sát tại Vinh Nha Trang cho thấy, các bệnh san hô như "bệnh dải trắng" và "bệnh dải đen" đang có xu hướng tăng cao. Sự gia tăng bệnh san hô cao nhất được ghi nhận ở khu vực Hòn Mun và Hòn Tre, nơi khá phổ biến các tập đoàn san hô dạng bàn Acropora. Theo thông tin cung cấp của những người hoạt động dịch vụ lặn thì được biết rằng bệnh dịch tăng rõ ràng nhất vào năm 2004, khi mà một số lượng lớn các san hô dạng bàn xung quanh Hòn Mun bắt đầu chết.

3.- Đánh giá mức độ đe dọa rạn san hô theo mô hình Reef at Risk

Dựa vào một số chỉ tiêu có các yếu tố định lượng mức độ đe dọa đến các rạn san hô do Brucke *et al* đề xuất [38], chúng tôi đã xây dựng bảng 19 để xác định mức độ đe dọa của các hoạt động kinh tế xã hội đến các rạn san hô vùng ven bờ Khánh Hòa

Bảng 19 : Một số chỉ tiêu đánh giá mức độ đe dọa đối với các vùng rạn san hô ở vùng ven bờ Khánh Hòa

Chỉ tiêu đánh giá	Mức độ đe dọa cao		Mức độ đe dọa trung bình	
	Theo Reef at Risk	Khoảng cách từ các rạn san hô đến các vùng đánh giá	Theo Reef at Risk	Khoảng cách từ các rạn san hô đến các vùng đánh giá
I. Phát triển đới bờ				
1. Các điểm dân cư tập trung bất kể to, nhỏ	-		≤ 8 km	
+Thị trấn Vạn Giã				Rạn Trào: 6,5 km Điệp Sơn: 7,5 km
+Thị trấn Tu Bông				Điệp Sơn: 5 km
+ Thành phố Nha Trang		Eo Cỏ: 5km Hòn Miếu: 2 km Hòn Tằm: 4km Hòn Một: 4km		Bãi Lặn : 8km Hòn Mun : 10 km
+ Thành phố Cam Ranh				M. Bình Tiên 9km
2. Khai thác mỏ bất cứ loại hình nào	≤ 10 km		-	
+Mỏ cát, imenhit ở Đầm Môn		Bãi Ông Trang: 2,5 km		
+Mỏ đá ở Tân Dân (Vạn Thắng)		Điệp Sơn: 5 km		
+Mỏ san hô chết ở Mỹ Giang		Mỹ Giang: 1 km Đá Đỏ : 3 km Rạn ngầm : 4 km		

3.Điểm du lịch tập trung (kể cả lặn)	-		≤ 8 km	
+Dốc Lết (Ninh Hải)				Mỹ Giang: 7,5 km
+Hòn Ông (Vạn Thạnh)				Bãi Ông Trang: 3 km
+Hòn Đen				Xung quanh đảo Hòn Đen
+Khải Lương				Ngay tại rạn san hô Khải Lương
+ Ninh Phước + Bãi dài Ninh Vân		- Bãi Dài Ninh Vân : 2 km - Rạn Chảo: 3 km		
+ VinaPearl + Hòn Tằm + Hòn Mun + Ninh Vân		Eo Cò: 1 km Bãi Nghéo: 5km Bãi Bàng: 8km Hòn Tằm : 5 km Hòn Miếu: 5 km Hòn Một : 6 km Bãi Lặn: 7 km Hòn Mun 10 km		Bãi Dài Ninh Vân
+ Bãi Dài Cam Ranh		BCạn Thủy Triều		
4.- Nuôi trồng thủy sản		Điệp Sơn : 2km Bãi Ông: 4 km Rạn Trào: 3 km Bãi Dài Ninh Vân : 2 km		
II.Ồ nhiễm biển				
<i>1.Cảng vừa</i>	≤ 10 km		≤ 30 km	
+Cảng Huyndai Vinashin		Mỹ Giang: 2 km		Hòn Đen: 12 km Bãi Tre: 11km
+ Cảng trung chuyên dầu		Hòn Đen: 2 km Bãi Tre: 2,5 km		Khải Lương: 20 km Mỹ Giang: 22 km
+ Cảng Nha Trang		Hòn Miếu : 2km Hòn Tằm : 3 km Hòn Một: 7 km		Hòn Mun : 10 km Bãi Lặn: : 9km

+ Cảng Cam Ranh				Bãi Chướng : 10km Bãi Nồm: 10 km M. Bình Tiên 8 km
2.Cảng nhỏ	-		≤ 10 km	
+Cảng cát Đầm Môn				Bãi Ông Trang: 2 km Khải Lương: 10 km
+Cảng Hòn Khôi				Rạn Trào: 6 km
III.Khai thác quá mức và đánh bắt hủy diệt				
1.Mật độ dân số vùng bờ > 100 người /km ²	≤ 20 km		-	
+Vùng bờ huyện Vạn Ninh phía tây vụng Bến Gỏi có mật độ dân 215 người / km ²		Điệp Sơn: 3 km Rạn Trào: 2 km		
+Vùng bờ huyện Ninh Hòa, phía tây nam vịnh Vân Phong 179 người/km ²		Hòn Đen: 7 km Bãi Tre: 7 km Mỹ Giang: 0,5 km		
+ Ven bờ thành phố Nha Trang		Èo Cò: 5km Hòn Miếu: 2 km Hòn Tằm: 4km Hòn Một: 4km		Bãi Lặn : 8km Hòn Mun : 10 km
2.Đánh bắt hủy diệt (mìn, chất độc)	≤ 20 km	Xung quanh và ngay tại các vùng rạn san hô: Điệp Sơn, Rạn Trào, Hòn Đen, Bãi Tre, Khải Lương, Bãi Ông Trang, Mỹ Giang, Rạn Cạn, Eo Cò, Mũi Bình Tiên,	-	

Nhìn chung, tất cả các rạn san hô nghiên cứu đều ở mức độ đe dọa cao, mặc dù mới chỉ dựa vào một số chỉ tiêu về phát triển đới bờ, ô nhiễm biển, khai thác quá mức và đánh bắt hủy diệt. Trong số các rạn san hô nghiên cứu, rạn san hô ở Mỹ Giang, Hòn Miếu, Hòn Tâm, Hòn Một bị đe dọa cao nhất (bậc I), (có đến 4 kiểu đe dọa cao); các rạn san hô ở Rạn Trào, Điệp Sơn, Bãi Ông Trang, Hòn Đen, Bãi dài Ninh Vân, Rạn Chảo, thuộc loại bị đe dọa khá cao (bậc II); rạn san hô ở Khải Lương, Bãi Nghéo, Bãi Bàng, Bãi Chướng, Bãi Nôm bị đe dọa ở mức cao (bậc III), các bãi rạn ngầm bãi cạn lớn, bãi cạn thủy triều, Đá Đỏ, rạn ngầm ở mức đe dọa trung bình (bậc IV) (bảng 20). Điều này cho thấy phần lớn các rạn san hô ở Khánh Hòa đều nằm trong tình trạng bị đe dọa nghiêm trọng bởi các hoạt động con người, cần có những giải pháp quản lý và sử dụng bền vững.

Bảng 20: Tình trạng bị đe dọa của các rạn san hô vùng ven bờ Khánh Hòa

Thứ tự rạn	Tên rạn	Số lượng kiểu đe dọa cao	Số lượng kiểu đe dọa trung bình	Thứ bậc bị đe dọa (I: cấp cao nhất)
1	Điệp Sơn	3	2	II
2	Rạn Trào	2	2	II
3	Bãi Ông Trang	2	2	II
4	Lạch Cỏ Cò	1	3	III
5	Hòn Đen	3	2	II
6	Bãi Tre	3	1	II
7	Mỹ Giang	4	2	I
8	Đá Đỏ - Rạn Ngâm	2	1	III
9	Bãi Dài – Rạn Chảo (Ninh Vân)	2	1	II
10	Bãi Cạn Lớn	1	1	III
11	Eo Cỏ	2	1	III
12	Bãi Nghéo - Bãi Bàng	1	2	III
13	Hòn Miếu	4	2	I
14	Hòn Tâm – Mòn Một	4	2	I
15	Hòn Mun - Bãi Lặn	2	2	II
16	Bãi Cạn Thủy Triều	1	1	III
17	Bãi Chướng – Bãi Nôm	2	2	II
18	Mũi Bình Tiên	3	1	III

CHƯƠNG 4: CƠ SỞ DỮ LIỆU – GIS QUẢN LÝ ĐA DẠNG SINH HỌC VÀ NGUỒN LỢI RẠN SAN HỒ VÙNG VEN BỜ KHÁNH HÒA

---o0o---

CSDL_GIS quản lý môi trường, đa dạng sinh học và nguồn lợi trên rạn san hô vùng ven bờ sẽ được thiết kế theo phương thức lập trình hướng đối tượng, nó được xây dựng sao cho có thể thu thập đầy đủ các dữ liệu hiện có, để sử dụng, cập nhật phân tích các thông tin cơ bản có độ tin cậy và tính đại diện cao, kết hợp với việc sử dụng các hình vẽ, bản đồ, sơ đồ, giúp các đối tượng quan tâm đa ngành hiểu và dễ nắm bắt các vấn đề liên quan đến rạn san hô.

Cơ sở dữ liệu này sẽ bao gồm một số tính năng sau:

- Đây là một cơ sở dữ liệu mở cho phép cập nhật thường kỳ các số liệu, tài liệu và cả các lớp thông tin bản đồ GIS về môi trường, tài nguyên nguồn lợi trên các rạn san hô vùng ven bờ tỉnh Khánh Hòa.
- Cơ sở dữ liệu cho phép cập nhật, hiển thị và tìm kiếm dễ dàng các thông tin chi tiết về từng vùng rạn san hô có trên địa bàn tỉnh (thành phần loài, độ phủ, độ phong phú, nguồn lợi trên rạn, tình trạng (sức khỏe) rạn san hô và cả bản đồ phân bố san hô và các hợp phần nền đáy có liên quan).
- Cơ sở dữ liệu cho phép cập nhật, rà soát các văn bản, pháp quy và cả các tài liệu có liên quan đến sự phát triển, bảo tồn hệ sinh thái rạn san hô trên địa bàn tỉnh Khánh Hòa.

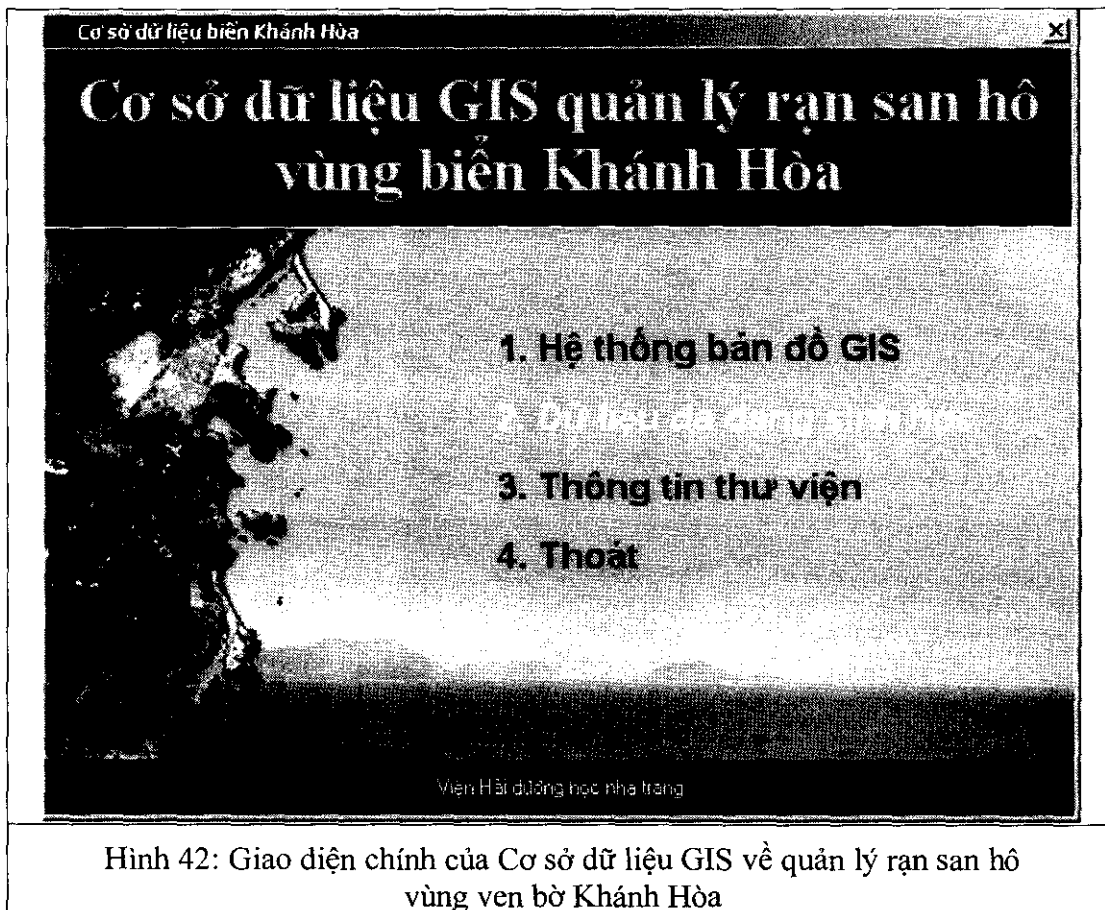
Về mặt ứng dụng cơ sở dữ liệu này có thể đáp ứng một số mục tiêu sau:

- Phục vụ các mục tiêu phát triển kinh tế bền vững đi đôi với việc bảo vệ môi trường (quảng bá hoạt động du lịch, phát triển đầu tư, bảo tồn biển, đánh giá tác động môi trường...).
- Từng bước đáp ứng các nhu cầu nghiên cứu khoa học, giáo dục và nâng cao nhận thức cộng đồng về tình trạng rạn san hô vùng ven bờ Khánh Hòa.

CSDL-GIS về quản lý rạn san hô vùng ven biển Khánh Hòa được xây dựng trên cơ sở lập trình hướng đối tượng và được tích hợp từ các phần mềm và hệ CSDL

- Phần mềm Visual Studio.Net 2.0 được sử dụng chính cho công tác lập trình xây dựng hệ CSDL và liên kết với các bản đồ GIS.
- Các phần mềm MapInfor 7.5 và MapBasic 4.0 được sử dụng để quản lý, tìm kiếm, hiển thị và cập nhật mới các bản đồ số GIS.
- Hệ dữ liệu bản đồ GIS được xây dựng trên cơ sở các bản đồ nền trên hệ lưới chiếu VN 2000 tỉ lệ 1/50.000, múi 6° và tỉ lệ 1/25.000, múi 3°, kinh độ gốc 108°15'. Các thông số chuẩn về hệ lưới chiếu VN2000 dùng cho khu vực Khánh Hòa như độ lệch Đông, độ lệch Bắc, hệ số giãn nở quả đất, kinh tuyến trực, vĩ độ gốc.... được thu thập từ tài liệu sử dụng chính thức về hệ lưới chiếu VN 2000 do Bộ Tài nguyên và Môi trường công bố.

Các hợp phần chính trong Cơ sở dữ liệu – GIS bao gồm: hệ thống bản đồ GIS, Dữ liệu về đa dạng sinh học và Thư viện thông tin Meta Data (hình 42).

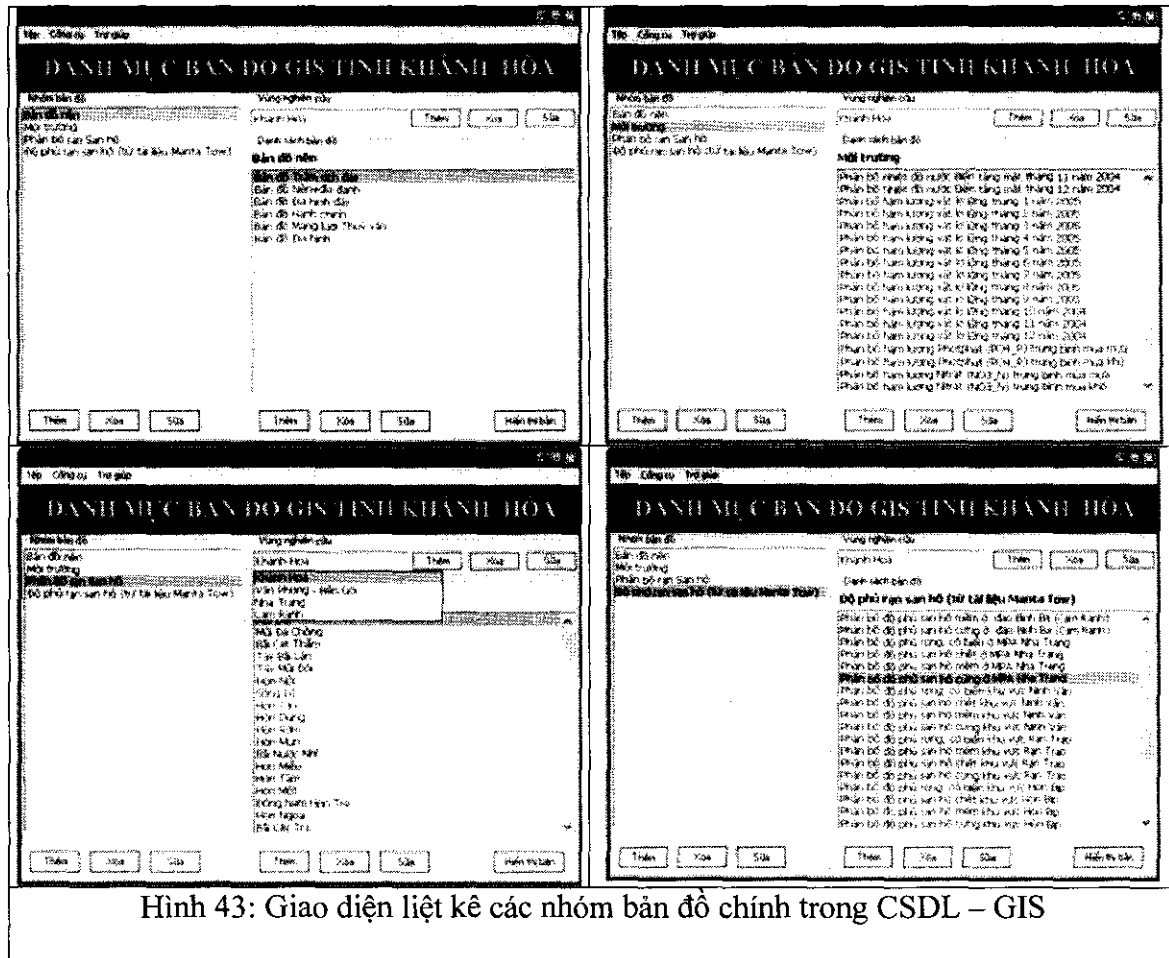


1.- Hệ thống bản đồ GIS:

Cho phép cập nhật các bản đồ theo các nhóm khác nhau (hình 43), bao gồm:

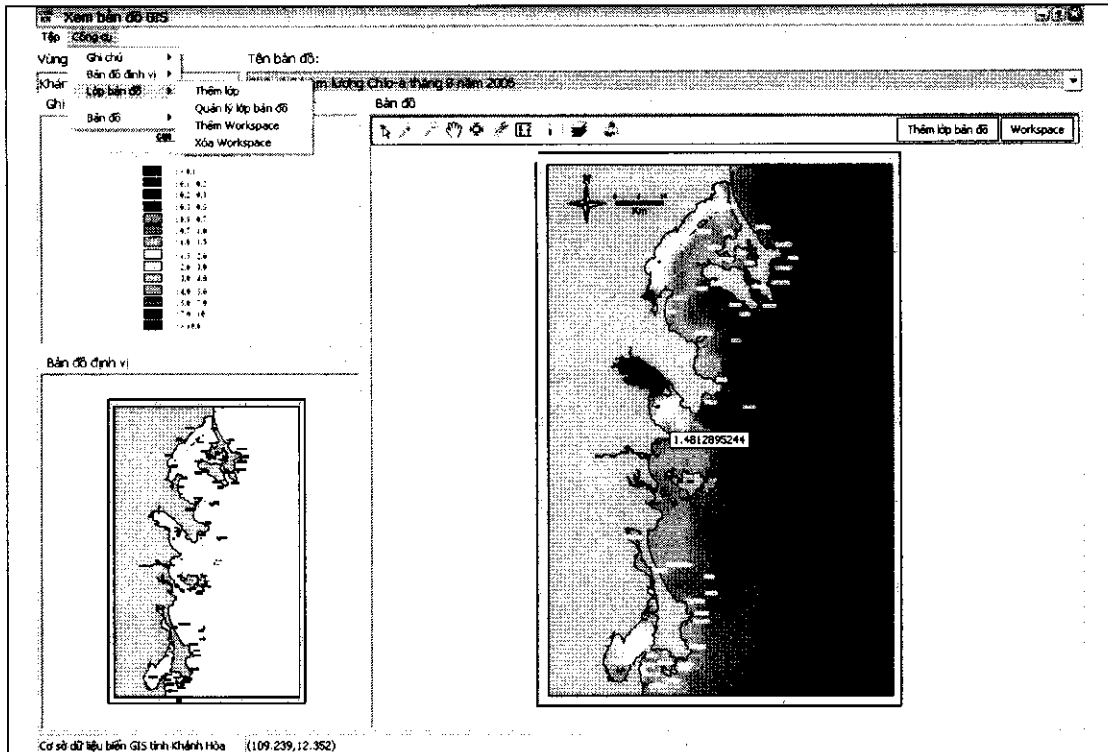
- Nhóm bản đồ nền (bản đồ hành chính, nền + địa danh, địa hình và mạng lưới thủy văn vùng bờ, bản đồ địa hình và trầm tích đáy)
- Nhóm bản đồ môi trường: bao gồm các bản đồ phân bố các yếu tố môi trường tập hợp từ số liệu thực đo cũng như từ số liệu phân tích xử lý ảnh viễn thám.
- Nhóm bản đồ về phân bố rạn san hô: bao gồm bản đồ chi tiết của 114 điểm rạn san hô xử lý từ tài liệu ảnh viễn thám.

Nhóm bản đồ về đặc điểm đa dạng sinh học và nguồn lợi vùng ven bờ Khánh Hòa .



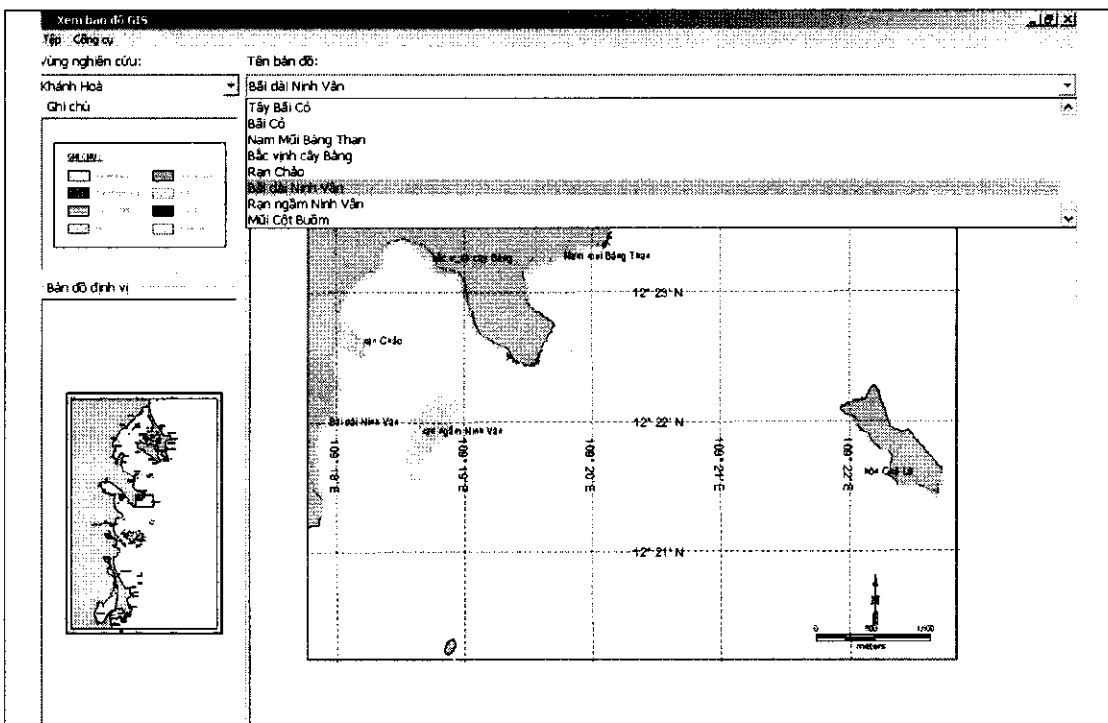
Hình 43: Giao diện liệt kê các nhóm bản đồ chính trong CSDL – GIS

- Hệ thống này quản lý dữ liệu bản đồ GIS cho toàn tỉnh Khánh Hòa và theo cả 3 vùng vịnh Vân Phong, vịnh Nha Trang và vịnh Cam Ranh. Các bản đồ chi tiết sẽ hiển thị thông qua phím hiển thị bản đồ. Các phím thêm, xóa, sửa cho phép cập nhật, xóa hoặc sửa chữa tên nhóm bản đồ, tên bản đồ.
- Trong giao diện xem thông tin bản đồ chứa đựng nhiều công cụ cho phép cập nhật thông tin.
- Cửa sổ bên phải cho phép cập nhật thêm, xóa sửa chữa từng lớp bản đồ cũng như nhiều lớp bản đồ (workspace) và cả các tính năng phóng to, thu nhỏ, rê kéo, hiển thị thông tin, dữ liệu số... (hình 44a).



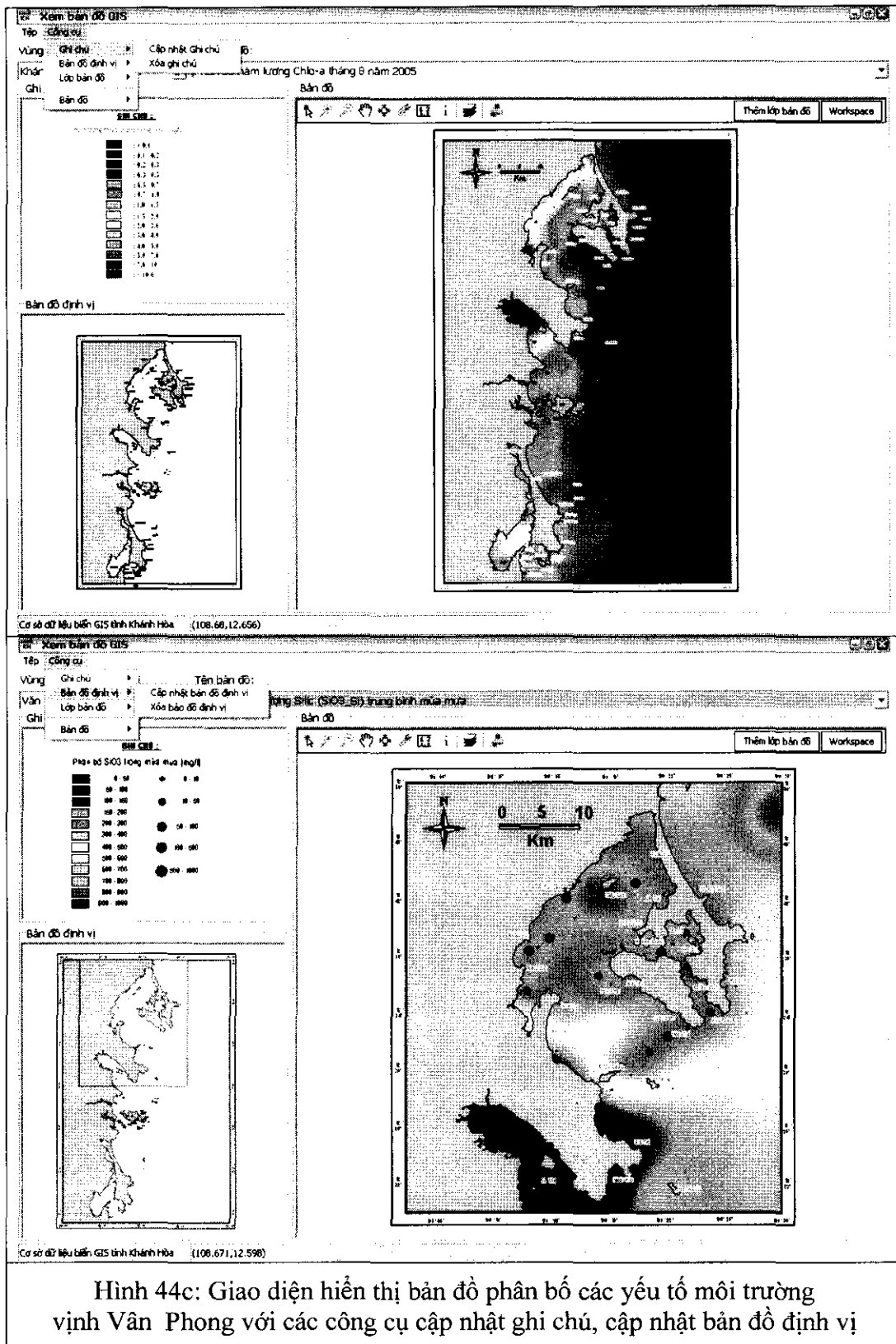
Hình 44a: Giao diện hiển thị bản đồ phân bố các yếu tố môi trường toàn tỉnh Khánh Hòa

- Bản đồ phân bố san hô và các hợp phần nền đáy của 114 điểm rạn cũng được liệt kê chi tiết và hiển thị cụ thể trong giao diện bản đồ GIS (hình 44b).



Hình 44b: Giao diện hiển thị bản đồ phân bố san hô và các hợp phần nền đáy khác từ phân tích tài liệu ảnh viễn thám

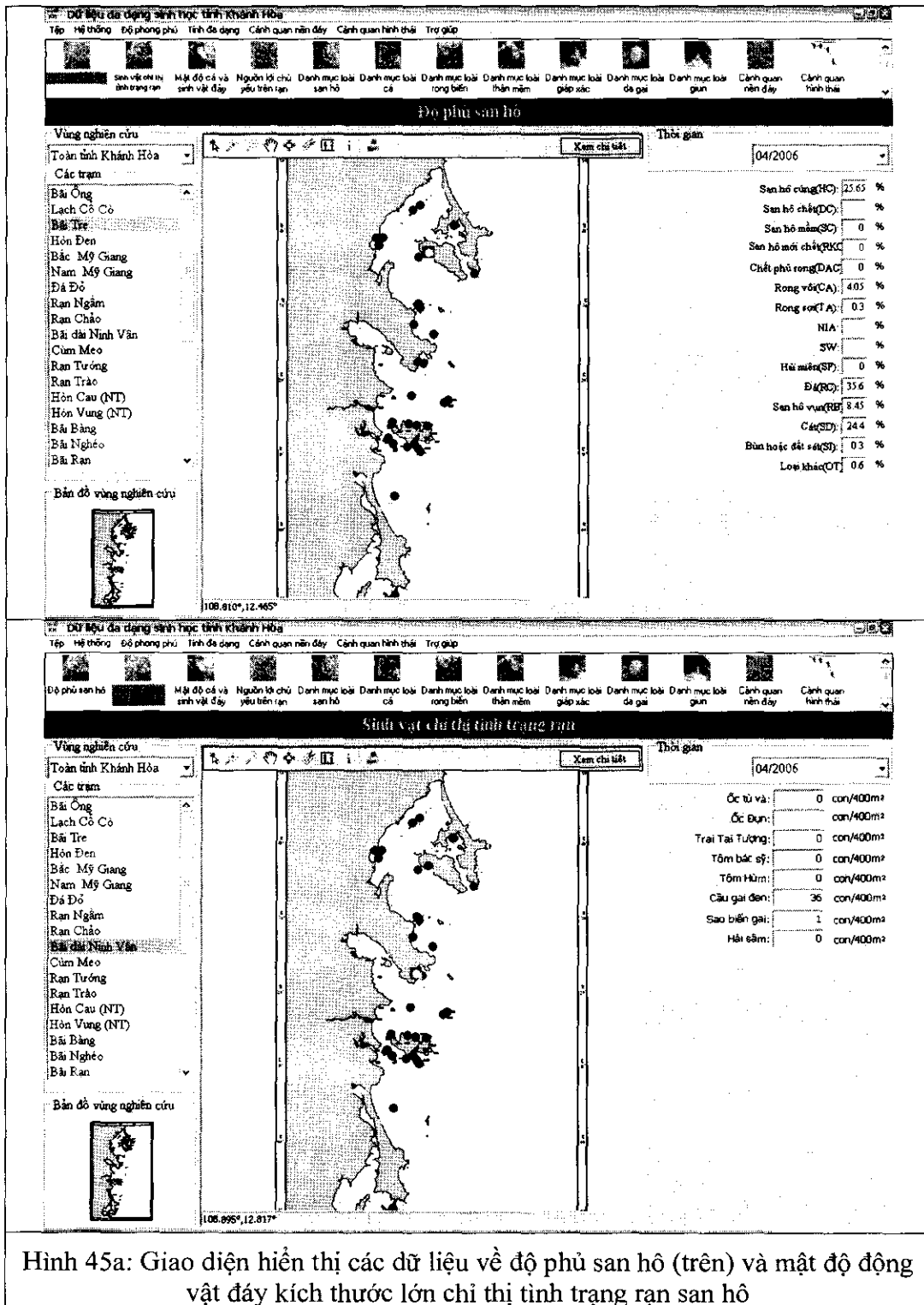
- Các công cụ thực hiện các tính năng bổ sung như tạo ghi chú, tạo bản đồ định vị (hình 44c) cũng được thiết kế và sử dụng hiệu quả trong chương trình.



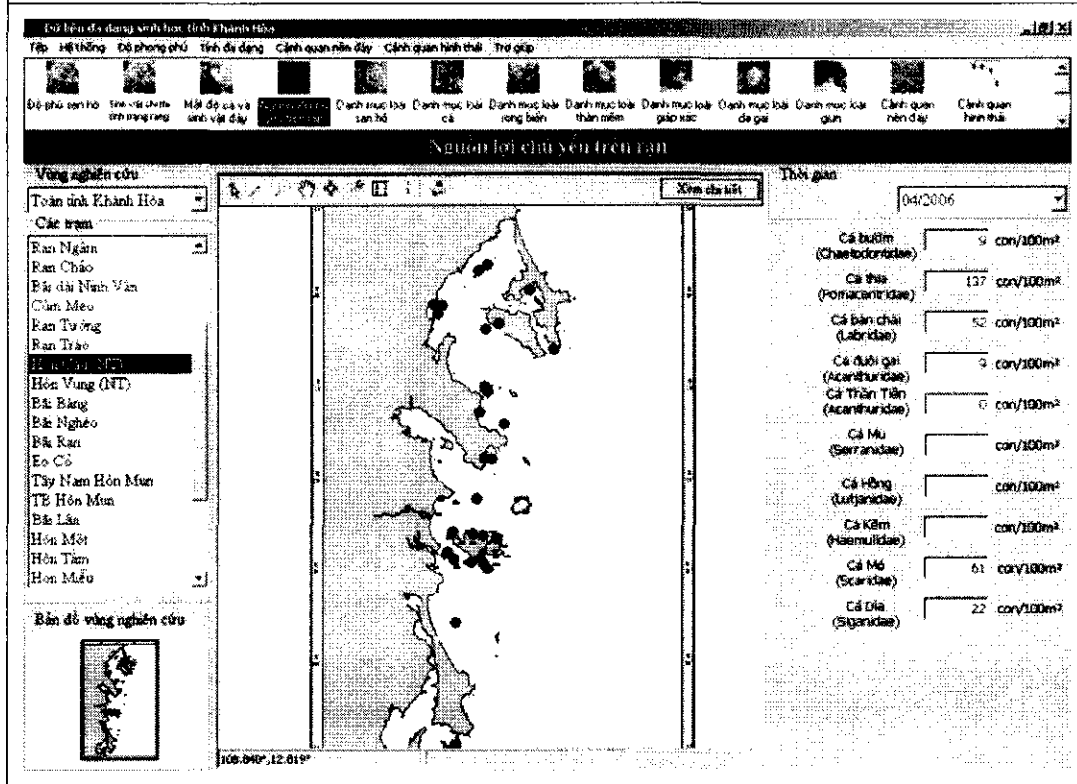
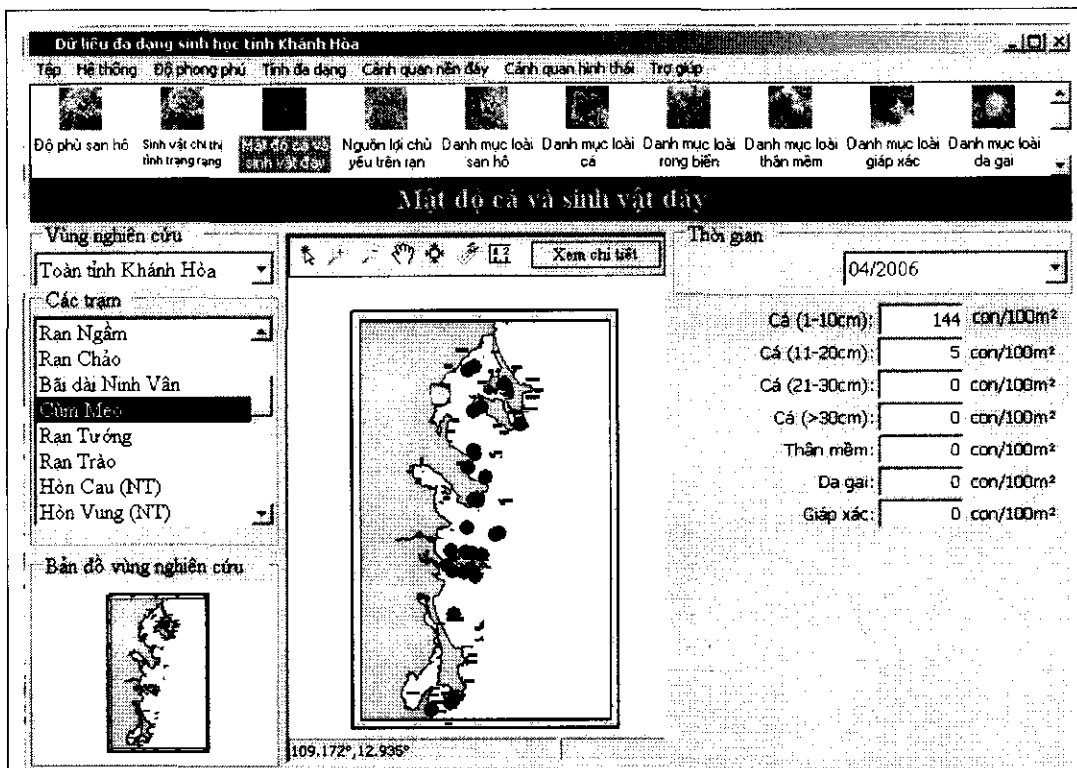
Hình 44c: Giao diện hiển thị bản đồ phân bố các yếu tố môi trường vịnh Vân Phong với các công cụ cập nhật ghi chú, cập nhật bản đồ định vị

2. Hệ thống dữ liệu về đa dạng sinh học rạn san hô:

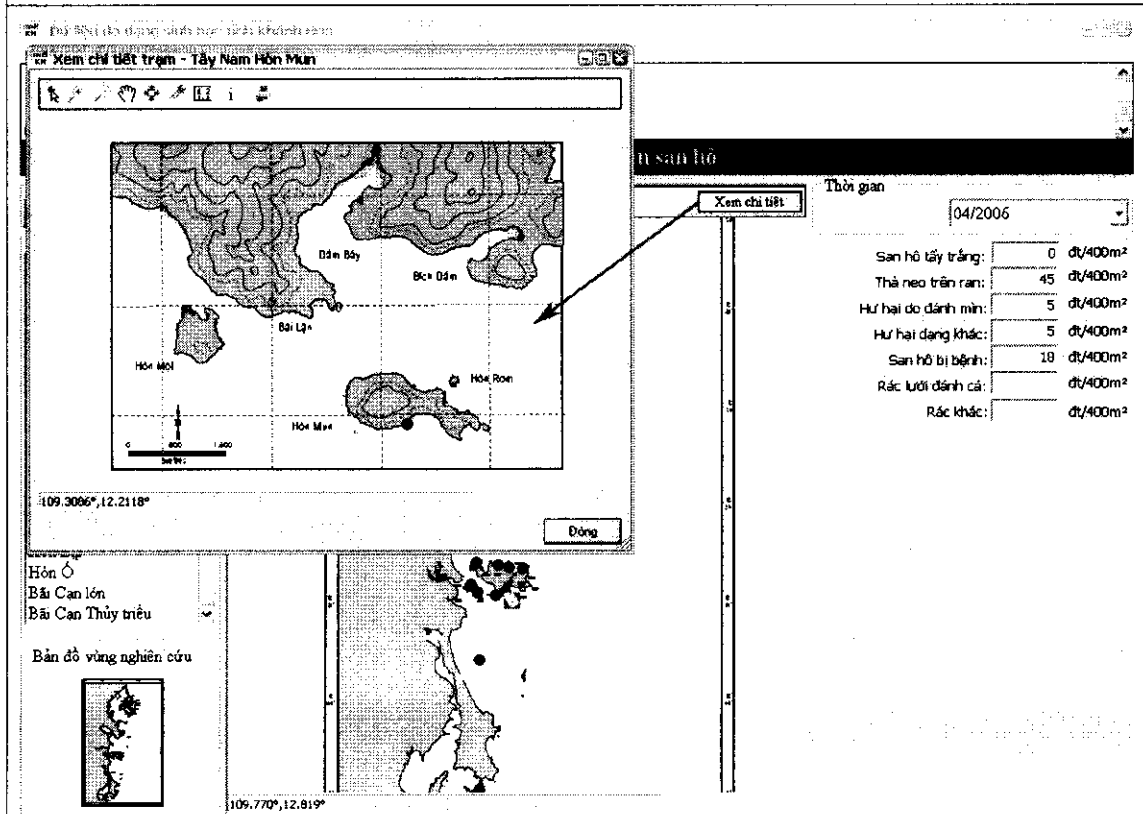
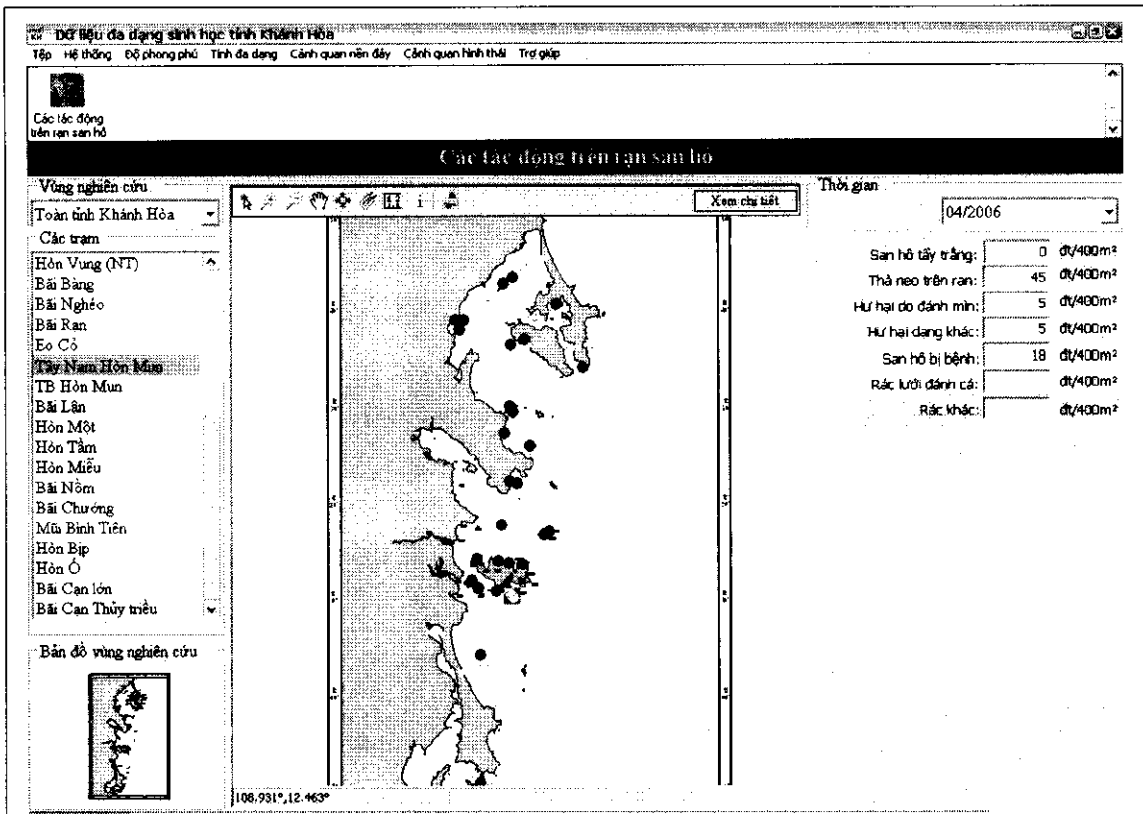
2.1.- Quản lý các dữ liệu khảo sát về độ phong phú trên rạn san hô: độ phủ san hô, các sinh vật đáy kích thước lớn chỉ thị tình trạng của rạn, mật độ cá và sinh vật đáy, nguồn lợi chủ yếu trên rạn và các tác động có hại lên rạn san hô (hình 45a, 45b và 45c). Bức tranh phân bố chi tiết về từng vùng rạn cũng như vị trí khảo sát một lần nữa lại được hiển thị chi tiết thông qua mối liên kết giữa hợp phần bản đồ GIS và dữ liệu đa dạng sinh học.



Hình 45a: Giao diện hiển thị các dữ liệu về độ phủ san hô (trên) và mật độ động vật đáy kích thước lớn chỉ thị tình trạng rạn san hô



Hình 45b: Giao diện hiển thị các dữ liệu về mật độ cá rạn và sinh vật đáy (trên) và nguồn lợi chủ yếu trên rạn san hô



Hình 45c: Giao diện hiển thị các dữ liệu về các tác động có hại lên rạn (trên) và vị trí chi tiết vùng khảo sát (dưới)

2.2.- Quản lý tính đa dạng sinh học:

Tính đa dạng sinh học của vùng rạn san hô được thể hiện thông qua dữ liệu khảo sát về thành phần loài San hô, Cá rạn san hô, Thân mềm, Da gai, Giáp xác, Giun nhiều tơ, Rong, Cỏ biển.

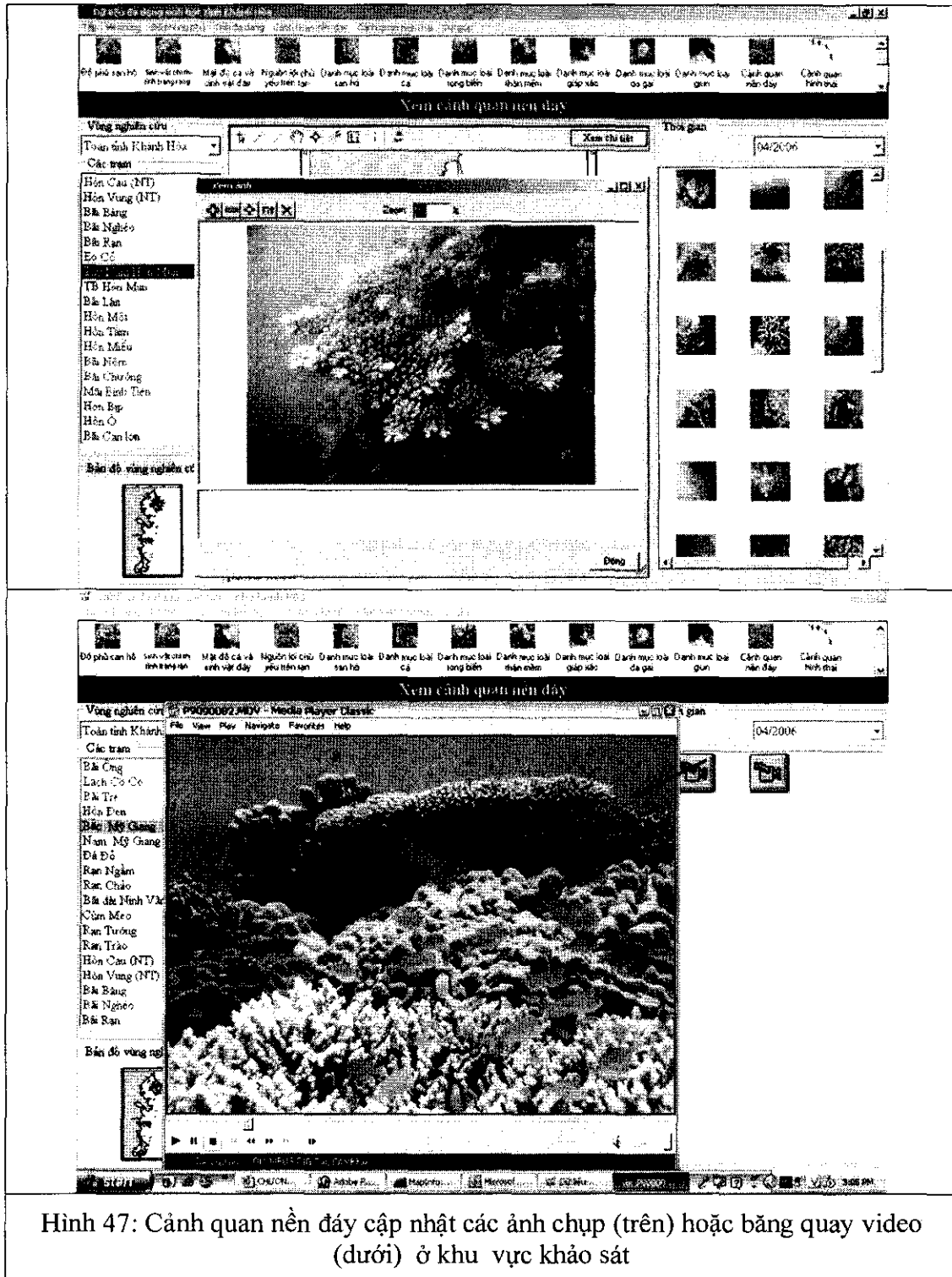
- Các dữ liệu này được thể hiện ở dạng biểu đồ hình cây về thành phần loài, cũng như thống kê số lượng họ, giống, loài ở từng trạm khảo sát (hình 46).
- Phương thức cập nhật dữ liệu thành phần loài của từng trạm được thực hiện thông qua công cụ quản lý danh mục loài.
- Cập nhật chi tiết thông tin của từng loài thông qua công cụ quản lý tự điển

The screenshot displays a software interface for biodiversity management. At the top, there is a menu bar with options like 'Tập', 'Hệ thống', 'Đồ phông phủ', 'Tính đa dạng', 'Cảnh quan nền đáy', 'Cảnh quan hình thái', and 'Trợ giúp'. Below the menu is a toolbar with icons for various data layers: 'Độ phủ san hô', 'sinh vật chính', 'Mật độ cá và sinh vật đáy', 'Nguồn lợi chủ yếu trên rạn', 'Danh mục loài san hô', 'Danh mục loài cá', 'Danh mục loài rong biển', 'Danh mục loài thân mềm', 'Danh mục loài giáp xác', 'Danh mục loài da gai', 'Danh mục loài giun', 'Cảnh quan nền đáy', and 'Cảnh quan hình thái'. The main window is titled 'Danh mục loài san hô' and features a map of the study area with several black dots representing sampling stations. On the left, there is a sidebar with a tree view of 'Vùng nghiên cứu' (Study Area) and 'Các trạm' (Stations), listing various islands and reefs in Khánh Hòa province. On the right, there is a 'Cây Danh Mục' (Taxonomic Tree) showing the hierarchy: 'Tổng: 15 họ, 42 giống, 165 loài', 'ACROPORIDAE', 'Acropora', 'Acropora', and 'ACROPORIDAE'. Below this is a list of species names, including *Acropora cytherea*, *Acropora digitifera*, *Acropora divaricata*, *Acropora florida*, *Acropora formosa*, *Acropora gemmifera*, *Acropora humilis*, *Acropora hyacinthus*, *Acropora insignis*, *Acropora latistella*, *Acropora lrxipes*, *Acropora microclados*, *Acropora microphthalma*, *Acropora nana*, *Acropora nasuta*, *Acropora nobilis*, *Acropora pallifera*, *Acropora paniculata*, *Acropora plana*, and *Acropora rosaria*. At the bottom, there is a 'Quản lý Danh Mục' (Manage Species List) window with a 'Tổ chức dữ liệu' (Data Organization) section showing a tree view of 'ACROPORIDAE', 'Acropora', and 'Acropora aculeata'. To the right of this window is a 'Vùng nghiên cứu: Toàn tỉnh Khánh Hòa' (Study Area: Khánh Hòa Province) section with a 'Thời gian: 4/11/2006' (Time: 4/11/2006) and a 'Cây phân loại' (Classification Tree) showing 'ACROPORIDAE' and 'Acropora aculeata'. The interface also includes a 'Quản lý chi tiết' (Manage Details) button and a 'Quản lý từ điển' (Manage Dictionary) button.

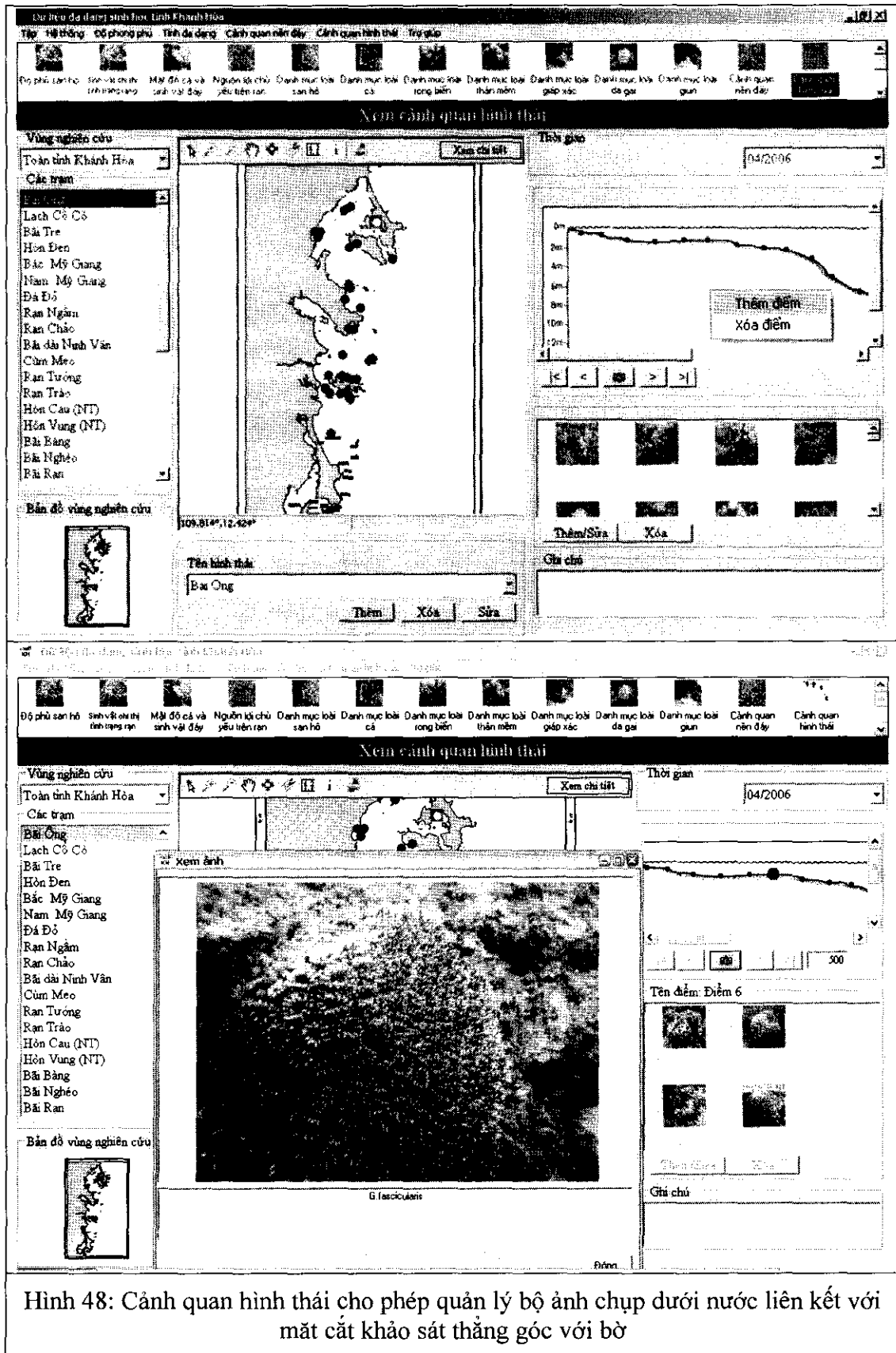
Hình 46: Giao diện hiển thị các dữ liệu về thành phần loài của san hô, phương thức cập nhật dữ liệu theo trạm và thông tin chi tiết của từng loài (tự điển loài)

2.3.- Cảnh quan hình thái và cảnh quan nền đáy:

Quản lý các bộ ảnh chụp về san hô, băng quay video về các vùng rạn khảo sát: Hơn 700 ảnh chụp và 12 đoạn băng quay video đã được thực hiện trong quá trình khảo sát. Các tư liệu này đã được cập nhật vào cơ sở dữ liệu ở mục cảnh quan nền đáy (theo mặt rộng – hình 47) hoặc cảnh quan hình thái (theo mặt cắt – hình 48) và được xem như tài liệu “sống” về tình trạng rạn san hô ở khu vực khảo sát.



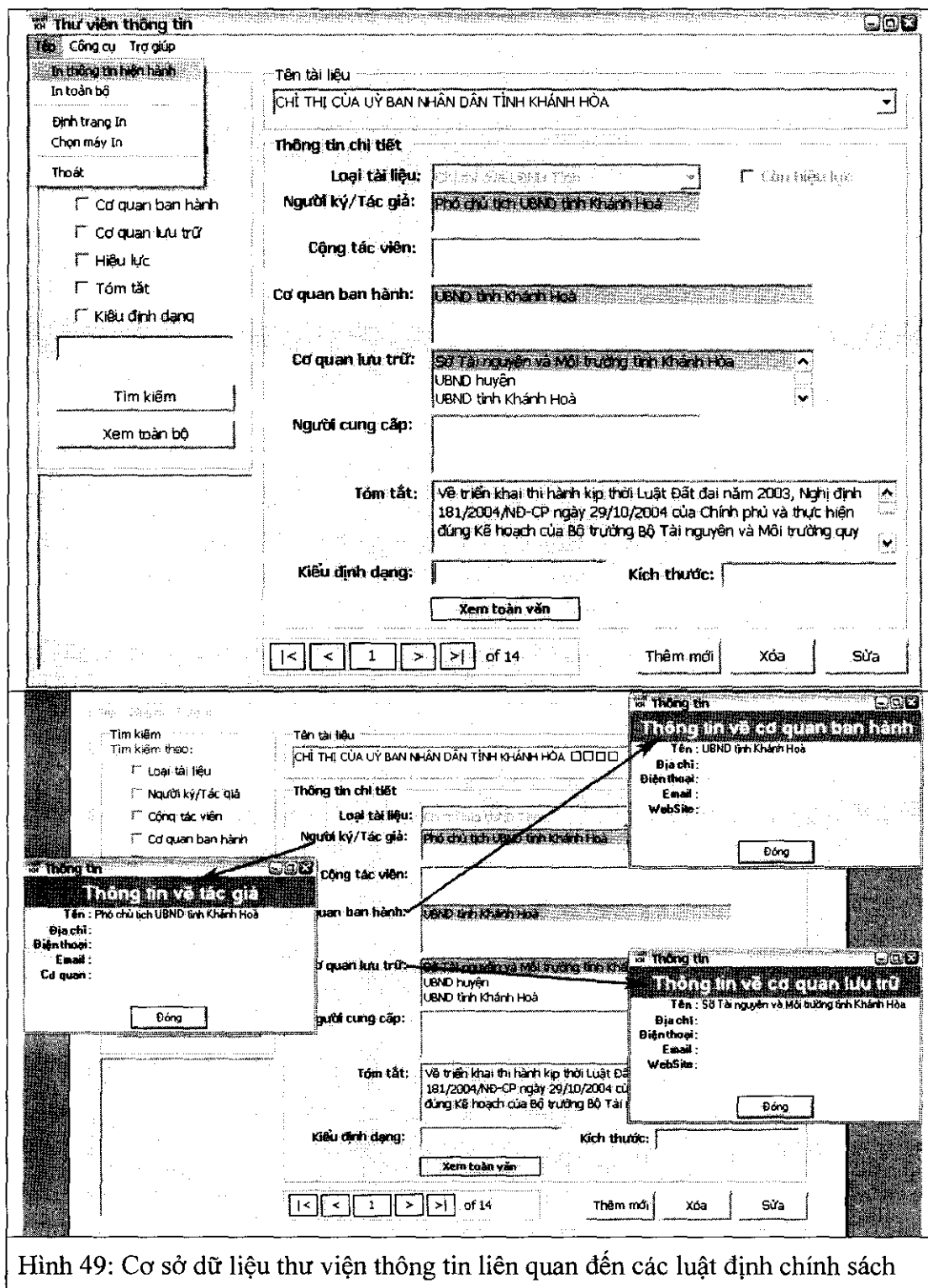
Hình 47: Cảnh quan nền đáy cập nhật các ảnh chụp (trên) hoặc băng quay video (dưới) ở khu vực khảo sát



Hình 48: Cảnh quan hình thái cho phép quản lý bộ ảnh chụp dưới nước liên kết với mặt cắt khảo sát thẳng góc với bờ

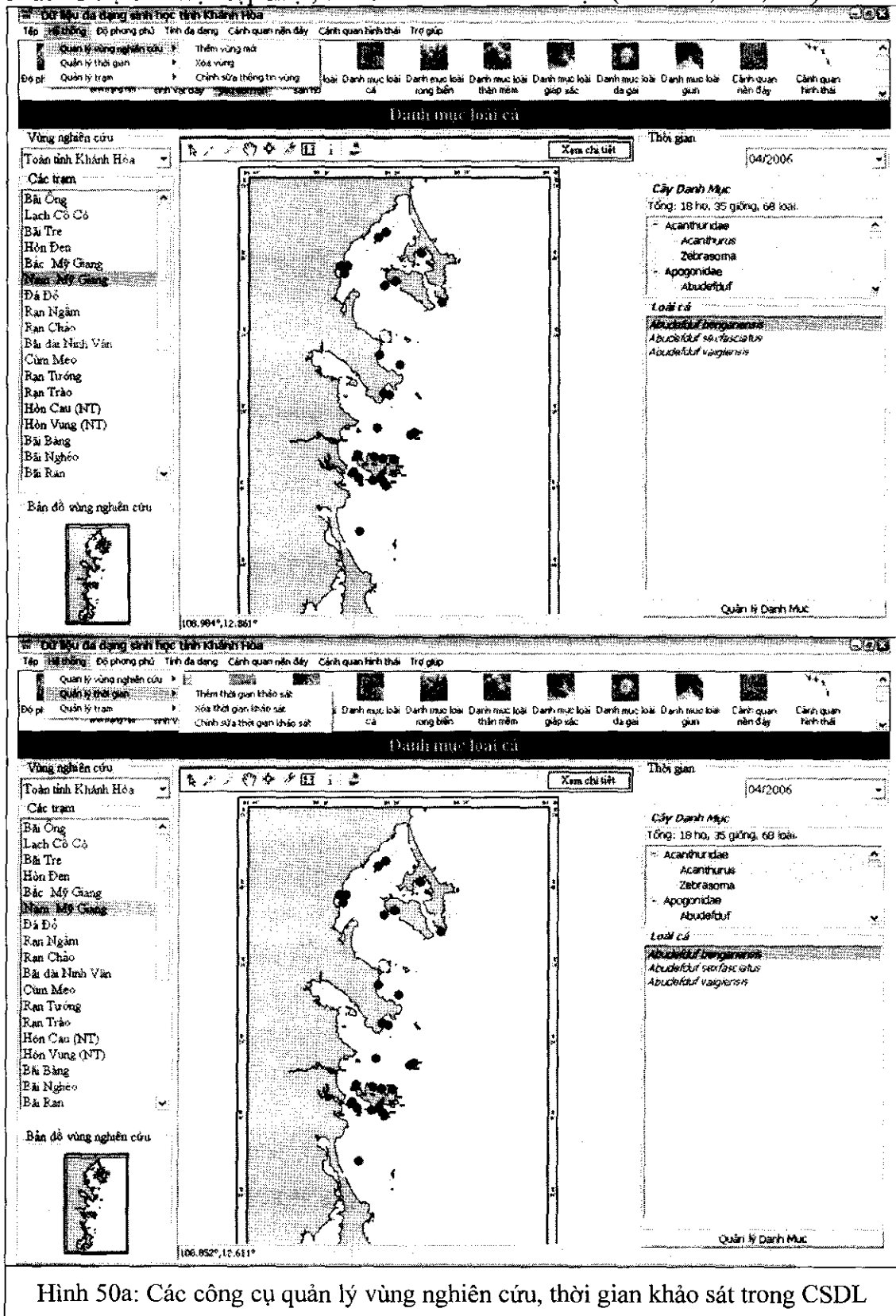
3. - Thư viện thông tin nguồn (MetaData):

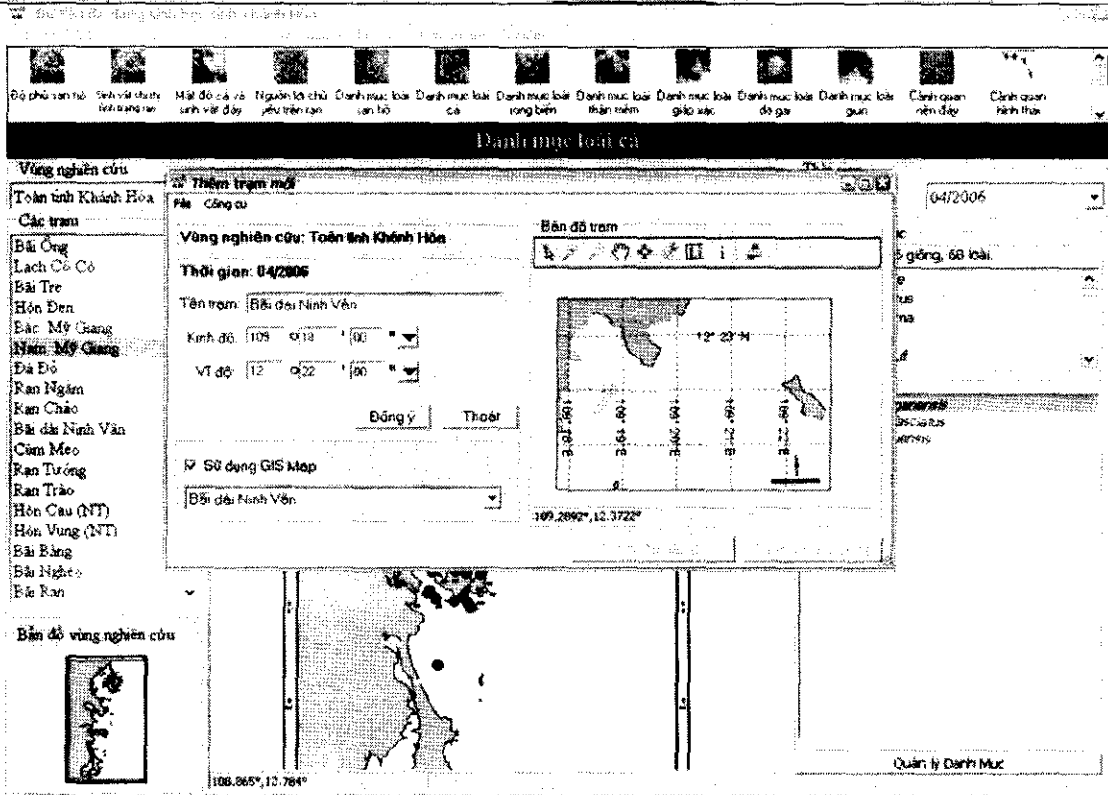
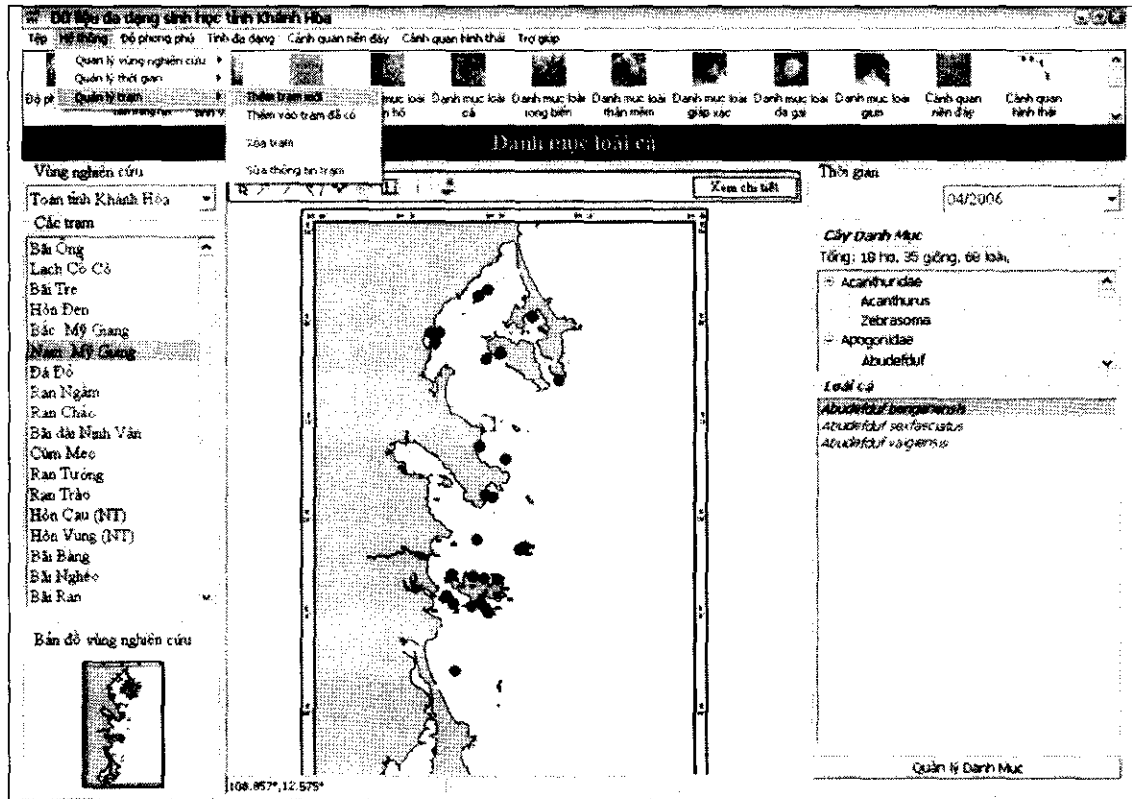
Thư viện thông tin cho phép cập nhật các văn bản pháp quy liên quan đến quản lý bảo vệ môi trường, bảo vệ đa dạng sinh học và các vấn đề có liên quan đến rạn san hô (hình 49).



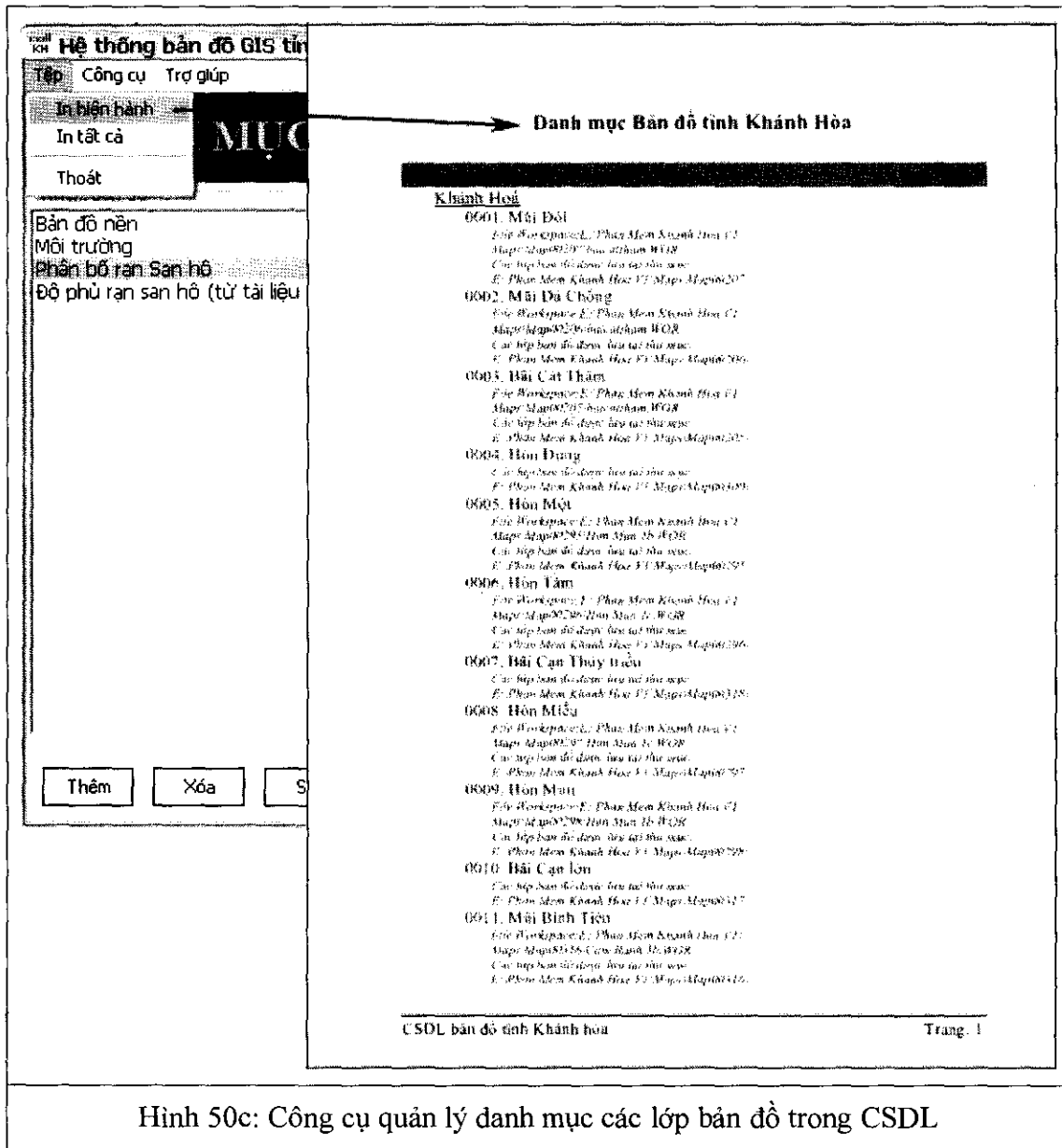
4.- Các tính năng khác:

Ngoài ra trong CSDL quản lý dữ liệu đa dạng sinh học còn có một số công cụ khác hỗ trợ cho việc cập nhật, tra cứu và tìm kiếm dữ liệu (hình 50a, 50b, 50c)





Hình 50b: Các công cụ quản lý trạm cho phép cập nhật trạm khảo sát mới, tọa độ địa lý của trạm và cả sơ đồ vị trí trạm lấy từ bản đồ GIS map



Hình 50c: Công cụ quản lý danh mục các lớp bản đồ trong CSDL

5. Nhận xét chung:

CSDL_GIS quản lý môi trường, đa dạng sinh học và nguồn lợi trên rạn san hô vùng ven bờ tỉnh Khánh Hòa được thiết kế, xây dựng hợp lý, nó có thể thu thập đầy đủ các dữ liệu hiện có, dễ sử dụng, cập nhật phân tích các thông tin cơ bản có độ tin cậy và tính đại diện cao.

Cơ sở dữ liệu này bao gồm một số tính năng sau:

- Đây là một cơ sở dữ liệu mở cho phép cập nhật thường kỳ các số liệu, tài liệu và cả các lớp thông tin bản đồ GIS về môi trường, tài nguyên nguồn lợi trên các rạn san hô vùng ven bờ tỉnh Khánh Hòa.
- Cơ sở dữ liệu cho phép cập nhật, hiển thị và tìm kiếm dễ dàng các thông tin chi tiết về từng vùng rạn san hô có trên địa bàn tỉnh (thành phần loài, độ phủ, độ phong phú, nguồn lợi trên rạn, tình trạng rạn san hô và cả bản đồ, sơ đồ, hình ảnh, băng video về phân bố san hô và các hợp phần nền đáy có liên quan.

- Cơ sở dữ liệu cho phép cập nhật, rà soát các văn bản, pháp quy và cả các tài liệu có liên quan đến sự phát triển, bảo tồn hệ sinh thái rạn san hô trên địa bàn tỉnh Khánh Hòa.

Đã cập nhật vào CSDL – GIS các thông tin sau :

+ Các lớp bản đồ nền, bản đồ - sơ đồ về môi trường nước (32 bản đồ), bản đồ phân bố chi tiết rạn san hô (114 bản đồ), bản đồ về đa dạng sinh học, nguồn lợi trên rạn san hô (24 bản đồ)

+ Các dữ liệu về đa dạng sinh học và nguồn lợi như độ phong phú (độ phủ của san hô và các hợp phần nền đáy, mật độ cá và sinh vật đáy theo kích thước, theo loài, các chỉ thị tình trạng rạn, các tác động tiêu cực lên tình trạng rạn); đa dạng sinh học (thành phần loài san hô, cá rạn san hô, cỏ biển, động vật đáy kích thước lớn); đã cập nhật hơn 700 bức ảnh, 10 băng quay video về cảnh quan nền đáy và cảnh quan hình thái ở các khu vực trọng điểm.

+ Một mối liên kết không gian, thời gian, thuộc tính được thiết kế và xây dựng trong CSDL – GIS nhằm liên kết giữa dữ liệu bản đồ, dữ liệu thuộc tính và cả dữ liệu đồ họa (ảnh chụp, băng Video,...). Nhờ đó CSDL- GIS đã cho một bức tranh tường minh, chi tiết về đặc điểm đa dạng sinh học và nguồn lợi của rạn san hô ở vùng ven bờ Khánh Hòa

+ Các luật định, chính sách, các quyết định, tài liệu (Metadata và văn bản toàn văn) liên quan tới việc bảo vệ và sử dụng hợp lý tài nguyên, môi trường - nguồn lợi ở vùng ven bờ Khánh Hòa cũng được cập nhật.

CSDL- GIS được thiết kế để sử dụng cho mọi đối tượng trong việc cập nhật, tìm kiếm, in ấn,... thông tin.

CSDL-GIS nếu được nâng cấp, cập nhật thường xuyên sẽ là công cụ hiệu quả cho việc quảng bá các hoạt động du lịch, đầu tư cũng như phục vụ cho các mục đích khác nhau như nghiên cứu, giáo dục, nâng cao nhận thức cộng đồng.

- Về mặt ứng dụng cơ sở dữ liệu này cơ bản đáp ứng một yêu cầu sau:

- Phục vụ các mục tiêu phát triển kinh tế bền vững đi đôi với việc bảo vệ môi trường, bảo tồn đa dạng sinh học trên vùng rạn san hô (quảng bá hoạt động du lịch, phát triển đầu tư, bảo tồn biển, đánh giá tác động môi trường...).
- Từng bước đáp ứng các nhu cầu nghiên cứu khoa học, giáo dục và nâng cao nhận thức cộng đồng về tình trạng rạn san hô vùng ven bờ Khánh Hòa.

- Về mặt phát triển trong thời gian tới:

- Cần xây dựng và hoàn thiện các bộ công cụ và các hệ hỗ trợ quyết định ở dạng mở cho phép cập nhật, phân tích các số liệu, dữ liệu bản đồ về điều kiện môi trường, tài nguyên, đa dạng sinh học trên rạn san hô và các hệ sinh thái khác.
- Cơ sở dữ liệu tài nguyên và môi trường vùng ven bờ tỉnh Khánh Hòa sẽ kế thừa các điểm mạnh của phần mềm hiện có, nâng cấp lên theo hướng quản trị dữ liệu phân tán, chia sẻ và xuất bản thông tin qua mạng.
- Hình thành một quy chế hợp lý, hiệu quả về sử dụng và chia sẻ thông tin dữ liệu (có chú ý đến tính bản quyền) về tài nguyên và môi trường vùng ven bờ tỉnh Khánh Hòa.

CHƯƠNG 5: CÁC GIẢI PHÁP BẢO VỆ, PHỤC HỒI VÀ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG RẠN SAN HỒ VÙNG VEN BỜ TỈNH KHÁNH HÒA

--o0o--

1. Thực trạng quản lý rạn san hô vùng ven bờ Khánh Hòa :

Vùng biển Khánh Hòa có 120 km đường bờ biển với nhiều hòn đảo lớn nhỏ và là nơi có tính đa dạng sinh học của hệ sinh thái rạn san hô cao nhất nước, những nguồn lợi kinh tế trực tiếp và gián tiếp từ rạn san hô đã góp phần không nhỏ vào nền kinh tế tỉnh nhà. Vấn đề đặt ra là làm sao quản lý có hiệu quả nguồn tài nguyên thiên nhiên quý giá này.

Cho đến nay, hiện có 3 vùng rạn san hô ở vùng biển ven bờ Khánh Hòa mới được quản lý chặt chẽ bằng các mô hình khác nhau đó là khu bảo tồn biển Rạn Trào và khu bảo vệ nguồn lợi Điệp Sơn, Khu bảo Tồn Vịnh Nha Trang. Tất cả các vùng còn lại mặc dù có nhiều nghiên cứu và đề xuất nhưng hiện nay vẫn còn bỏ ngõ và việc quản lý các vùng này chỉ dựa trên các văn bản quản lý chung về nguồn lợi của nhà nước với hai lực lượng tham gia chính là Chi Cục Bảo vệ Nguồn lợi và các Đoàn Biên Phòng ven biển. Với thực trạng chung trong việc quản lý như vậy chắc chắn rằng việc bảo vệ các vùng rạn này không đạt được hiệu quả cao nhất.

Ở Vịnh Vân Phong, việc quản lý các hệ sinh thái và nguồn lợi sinh vật biển trong vịnh chủ yếu dựa vào lực lượng của chi cục bảo vệ nguồn lợi và các đồn biên phòng ven biển. Phải ghi nhận rằng bộ đội biên phòng đã và đang đóng vai trò quan trọng trong việc ngăn chặn tình trạng đánh bắt bằng chất nổ và khai thác san hô. Tuy nhiên hiệu quả quản lý chưa cao do thiếu tính đồng bộ và hạn chế về phương tiện.

Mô hình quản lý hệ sinh thái với sự tham gia của chính quyền địa phương và cộng đồng đã mang lại một số kết quả nhất định ở Rạn Trào (Vạn Hưng), Điệp Sơn (Vạn Giá), đây là một hướng đi cần được ủng hộ. Vịnh Vân Phong cũng được xem là vùng trọng điểm phát triển nghề nuôi trồng thủy sản của tỉnh Khánh Hòa và vùng Nam Trung Bộ. Hoạt động nuôi trồng thủy sản ở đây tập trung chủ yếu là nghề nuôi tôm Sú, tôm hùm lông, trai Ngọc, cá Mú, cá Hồng, cá Bớp, . . . Qui hoạch nuôi trồng đã được thiết lập nhưng làm theo qui hoạch lại còn nhiều hạn chế do nhiều nguyên nhân.

Bên cạnh đó, quản lý việc khai thác tài nguyên phi sinh vật như cát trắng, quặng titan để xuất khẩu, việc xây dựng các khu công nghiệp tập trung trong vịnh Vân Phong đang là các mối quan tâm hiện nay.

Hiện nay khu vực vịnh Vân Phong đã được qui hoạch phát triển theo mô hình khu kinh tế mở, bao gồm xây dựng cảng nước sâu, trung chuyển dầu, nuôi trồng thủy sản và du lịch sinh thái. Có thể nhận thấy để các ngành này cùng phát triển và giải quyết mâu thuẫn lợi ích giữa chúng là một việc hoàn toàn không đơn giản. Vấn đề này cần phải thảo luận nghiêm túc và thẳng thắn để thiết lập phân vùng sử dụng mặt nước và đảo sao cho giảm thiểu mâu thuẫn giữa các ngành kinh tế và tránh những hậu quả nghiêm trọng đối với tài nguyên và môi trường biển.

Ở Vịnh Nha Trang, với sự hỗ trợ của Quỹ môi trường toàn cầu và Quỹ Quốc tế về Bảo tồn Thiên nhiên, Bộ Thủy sản đã cho thiết lập Khu Bảo tồn (KBT) biển Hòn Mun (nay là KBT vịnh Nha Trang). Phạm vi của KBT bao gồm cụm đảo ở phía nam vịnh và 2 đảo Hòn Đụn và Hòn Hố. Dự án đã đạt những kết quả bước đầu trong việc xây dựng bộ máy quản lý và nâng cao hiệu quả bảo tồn thiên nhiên nói chung và rạn

san hô nói riêng. Tuy nhiên, thực tế cũng cho thấy việc quản lý tài nguyên và môi trường biển chủ yếu thực thi trong phạm vi nhỏ và còn gặp nhiều trở ngại. Đó là sự thiếu phối hợp giữa các ngành, áp lực của phát triển du lịch, khai thác và nuôi trồng thủy sản, xây dựng công trình ven biển và trên đảo và cơ chế tài chính bền vững để duy trì hoạt động bảo tồn.

Các vùng rạn san hô ở phía bắc và giữa vịnh Nha Trang chưa được quan tâm quản lý đúng mức và chủ yếu mang tính tình hình.

Một vài cố gắng nhằm phục hồi nguồn lợi rạn san hô và xây dựng mô hình quản lý với sự tham gia của cộng đồng (như Viện Hải Dương Học đã làm ở Ninh Vân - Ninh Hòa) được sự ủng hộ nhiệt tình của cộng đồng và chính quyền xã nhưng lại bị thờ ơ ở cấp ra quyết định.

Rạn san hô trong vịnh Nha Trang chịu các mối tác động rất đa dạng cả trên bờ và dưới nước. Hơn nữa, đây là một vịnh thuộc câu lạc bộ các vịnh đẹp nhất thế giới. Vì vậy cần phải xây dựng một phương thức mang tính tổng hợp nhằm quản lý tài nguyên và môi trường biển của toàn vịnh cho sự phát triển kinh tế bền vững và bảo tồn một trong những vùng có tính đa dạng sinh học cao nhất của Việt Nam. Để làm được điều này, cần thiết phải có sự thống nhất, phối hợp và hợp tác giữa các cơ quan ban ngành chịu trách nhiệm đối với các hoạt động đang diễn ra trong vịnh.

Đối với KBT biển vịnh Nha Trang, việc duy trì và cải tiến các hoạt động sau khi dự án kết thúc cần được thảo luận với sự quan tâm đúng mức của lãnh đạo tỉnh nhằm đảm bảo sự cân bằng giữa phát triển và mục tiêu tổng thể của KBT, đặc biệt về mục tiêu bảo tồn đa dạng sinh học. Vai trò và trách nhiệm của Ban quản lý KBT vịnh Nha Trang cần phải được nâng lên và có thể được xem như là một cơ quan chịu trách nhiệm chính trong việc tham mưu và quản lý có hiệu quả các hoạt động phát triển kinh tế đang và sẽ diễn ra trong phạm vi của KBT và thậm chí ngoài KBT nhưng có thể tác động đến bảo tồn thiên nhiên.

Vấn đề phát triển các công trình trên đảo, nạo vét cảng, nuôi trồng thủy sản cần được quản lý theo một qui chế rõ rệt do tỉnh ban hành.

Du lịch là một ưu tiên trọng điểm trong chiến lược phát triển kinh tế xã hội của tỉnh Khánh Hòa. Tài nguyên rạn san hô trong vịnh Nha Trang đã và đang mang lại lợi ích lớn cho du lịch biển. Tiếc rằng, đóng góp của du lịch cho bảo tồn thiên nhiên chưa tương xứng với lợi ích mà nó được hưởng. Tỉnh cần có chính sách lôi kéo các đoàn thể, doanh nghiệp du lịch

Dựa trên các kết quả nghiên cứu tổng hợp về đặc điểm đa dạng sinh học và hiện trạng phân bố rạn san hô vùng ven biển Khánh Hòa, đặc điểm kinh tế xã hội, hiện trạng khai thác và sử dụng nguồn lợi, giám sát chất lượng môi trường, những tác động và thực trạng quản lý rạn san hô như vừa nêu trên, chúng tôi đề xuất một số giải pháp quản lý và sử dụng bền vững hệ sinh thái rạn san hô vùng biển ven bờ Khánh Hòa như sau:

2. Giải pháp quản lý và sử dụng bền vững rạn san hô:

Dựa vào các kết quả nghiên cứu của đề tài, chúng tôi chia ra 5 tiểu vùng với các đặc trưng sinh thái khác nhau đi kèm các giải pháp quản lý và sử dụng bền vững rạn san hô cho từng tiểu vùng sinh thái.

2.1.- Khu vực vịnh Bến Gỏi (thuộc phía Tây Bắc vịnh Vân Phong):

2.1.1.- Đặc điểm sinh thái và điều kiện tự nhiên:

Ở khu vực này san hô sống phát triển tốt tập trung chủ yếu ở thôn Điệp Sơn (xã Vạn Thắng - Huyện Vạn Ninh) và Thôn Xuân Tự (xã Vạn Hưng – Huyện Vạn Ninh). Các khu vực này tuy đã được đưa vào các khu bảo tồn biển nhưng hiện tại diện tích phân bố của san hô sống không đáng kể, chúng nằm thành các mảng rải rác ở phía Bắc và phía Đông của Hòn Bịp (rộng 400m, 107 ha), phía Đông Hòn Dút (rộng 150m, 35 ha), Cùm Meo (350m, 28 ha) và Rạn Trào (200m, 18 ha). Độ phủ trung bình của san hô sống ở Điệp Sơn và Rạn Trào tương ứng với 24.7% và 46.7 %, trong đó ở khu vực Rạn Trào, san hô mềm chiếm tỉ trọng cao (11.6%). Các khu vực còn lại (kể cả các bãi cạn ngầm kích thước nhỏ) chủ yếu là các rạn phủ san hô chết.

Ở đây thành phần loài có mức độ đa dạng sinh học thấp và trung bình.

Ở khu vực Điệp Sơn đã ghi nhận được 10 họ, 13 giống và 21 loài san hô chủ yếu tập trung thuộc các giống *Goniopora*, *Montipora*, *Acropora*, *Pectinia*, *Leptastrea*, *Fungia*, *Platygyra* (Nguyễn Thu Hồng, 2004). Thành phần cá rạn được ghi nhận có 11 họ, 12 giống và 28 loài với ưu thế thuộc các loài thuộc họ cá Thia (*Pomacentridae*), Cá Bàng Chài (*Labridae*), Cá Bướm (*Chaetodontidae*). các loài cá có giá trị kinh tế như cá Mú, cá Địa, cá Mỏ, cá Gáy... hầu như không thấy xuất hiện tại các điểm khảo sát. Về thành phần loài sinh vật đáy, đã xác định được 55 taxon thuộc 3 nhóm thân mềm, giáp xác, da gai có phân bố xung quanh đảo Điệp Sơn. Các sinh vật không xương sống đáy có lợi chỉ thị cho rạn san hô hầu như không phát hiện trong quá trình khảo sát.

Ở khu vực Rạn Trào đã ghi nhận được 12 họ, 27 giống và 55 loài san hô chủ yếu tập trung thuộc các giống *Goniopora lobata* và *Platygyra sinensis* (san hô cứng) và *Sinularia* (san hô mềm) (Lê Thu Hồng, 2004). Thành phần cá rạn được ghi nhận có 20 họ, 31 giống và 61 loài với ưu thế thuộc các loài thuộc họ cá Thia (*Pomacentridae*), Cá Bướm (*Chaetodontidae*) và cá Hồng (*Lutjanidae*). Về sinh vật đáy, Về thành phần loài, đã xác định được đã xác định được 72 taxon thuộc 3 nhóm thân mềm, giáp xác, da gai phân bố xung quanh Rạn Trào, Rạn Tượng và Cùm Meo. Các sinh vật không xương sống đáy có lợi chỉ thị cho tình trạng rạn san hô bắt gặp nhiều trong quá trình khảo sát như Bàn mai, Tu hài, Ốc Bàn Tay, Ốc Lợi đỏ,... Sự hiện diện với mật độ lớn của loài ốc Gai (*Drupella conus*) gây tác động tiêu cực cho rạn được phát hiện nhiều ở Rạn Trào, Cùm Meo.

Chỉ số bền vững sinh thái (EDI) của các rạn san hô ở Hòn Bịp, Cùm Meo, Rạn Tượng, Rạn Trào tương ứng là: 0.62, 0.64, 0.71 và 0.49. Nhìn chung các rạn ở khu vực này đang bị suy thoái nghiêm trọng cần có giải pháp hồi và sử dụng bền vững. Riêng rạn Trào là khu vực có tính đa dạng sinh học còn tương đối cao với độ phủ san hô (cả san hô cứng lẫn san hô mềm) cao, thành phần loài cá phong phú, tỉ lệ của các thành phần phi sinh vật như cát, bùn, đá thường thấp, là khu vực cần ưu tiên bảo vệ.

Hiện nay, ở đây có hai vùng rạn san hô đang được bảo tồn dựa trên cơ sở cộng đồng đó là Rạn Trào thuộc vùng biển Xuân Tự (do Trung tâm bảo tồn sinh vật biển và phát triển công đồng - MCD) hình thành năm 2001. Vào năm 2004, Viện Hải dương học thực hiện đề tài “nghiên cứu phân vùng chức năng cho khu bảo tồn biển Rạn Trào - Vạn Ninh”. Kết quả đã phân thành 05 vùng như sau: Vùng bảo vệ nghiêm ngặt, vùng phục hồi nguồn lợi và phát triển du lịch, vùng bảo tồn các thảm cỏ biển, vùng nuôi trồng hải sản và vùng khai thác hợp lí tổng diện tích cho các phân vùng này là 1.673 ha. Năm 2004, Viện Hải dương học cũng đã nghiên cứu đề xuất ở khu vực Điệp Sơn

và đề xuất 3 vùng chức năng gồm vùng khai thác hợp lý, vùng nuôi trồng hải sản và vùng nuôi biển và phát triển nguồn lợi với tổng diện tích 455 ha. Việc quản lý, bảo tồn và sử dụng bền vững rạn san hô ở vịnh Bến Gỏi nên tiếp tục tiến hành theo mô hình quản lý và sử dụng rạn san hô với sự tham gia của cộng đồng ở cả hai khu vực là Điệp Sơn và Rạn Trào.:

2.1.2.- Mục tiêu:

Nhằm duy trì độ phủ san hô hiện tại và tái tạo lại nguồn lợi thủy sản thông qua các hoạt động quản lý, sử dụng bền vững nguồn lợi san hô với sự tham gia của cộng đồng vào các quá trình xây dựng kế hoạch quản lý, thực thi các hoạt động bảo vệ và được hưởng lợi từ kết quả bảo vệ của mình, đảm bảo được đời sống vật chất và tinh thần.

2.1.3.- Giải pháp thực hiện:

Nguồn kinh phí đầu tư ban đầu cho các hoạt động triển khai xây dựng mô hình nên lấy từ nguồn ngân sách của UBND tỉnh Khánh Hòa hoặc của UBND huyện Vạn Ninh, Ninh Hòa, hoặc các nguồn tài trợ từ các tổ chức quốc tế, phi chính phủ, cá nhân... Về lâu dài, khi các hoạt động quản lý có hiệu quả, nguồn vốn chi cho các hoạt động của khu bảo tồn có thể là lệ phí đóng góp của các cá nhân, tổ chức, doanh nghiệp kinh doanh, sản xuất trong khu bảo tồn đóng góp...

Đây là mô hình quản lý theo hình thức khu bảo tồn biển do địa phương quản lý, vì vậy UBND huyện Vạn Ninh sẽ là cơ quan quản lý nhà nước cấp địa phương trực tiếp đầu tư và quản lý mô hình. UBND huyện là cơ quan ra quyết định thành lập Ban quản lý khu bảo tồn địa phương; lựa chọn nhân sự tham gia Ban quản lý; điều phối hoạt động của Ban quản lý; thành lập hội đồng tư vấn gồm các cơ quan liên quan, các nhà khoa học để tư vấn các hoạt động của khu bảo tồn; hỗ trợ và bảo lãnh tín dụng cho các hoạt động sinh kế của ngư dân; cấp và tìm kiếm nguồn kinh phí tài trợ cho khu bảo tồn...

Các Ban quản lý khu bảo tồn có thể được thành lập ở cấp địa phương cho mỗi vùng rạn san hô được đề nghị quản lý có sự tham gia của cộng đồng. Các Ban quản lý này chịu trách nhiệm tổ chức các hoạt động quản lý và sử dụng nguồn tài nguyên trong phạm vi khu bảo tồn. Thay mặt cho UBND huyện điều hành các hoạt động của khu bảo tồn như Lập kế hoạch và quản lý khu bảo tồn; điều tra và đánh giá tình hình kinh tế xã hội khu vực; lập ranh giới khu bảo tồn; lựa chọn các thành viên từ cộng đồng tham gia nhóm hạt nhân; đào tạo và nâng cao năng lực, kỹ năng bảo vệ, giám sát cho nhóm hạt nhân; xây dựng qui chế bảo vệ; tổ chức các hoạt động giáo dục nâng cao nhận thức cộng đồng; thực thi kế hoạch tuần tra, bảo vệ; tổ chức các hoạt động phát triển cộng đồng, hỗ trợ tín dụng tạo sinh kế cho cộng đồng; tổ chức các hoạt động nghiên cứu, phục hồi san hô, phục hồi nguồn lợi thủy sản.

2.2.- Khu vực bờ Đông Vịnh Vân Phong bao gồm các rạn san hô ở Bán đảo Hòn Gôm, lạch Cỏ Cò và các rạn quanh Hòn Lớn (vịnh Vân Phong).

2.2.1.- Đặc điểm sinh thái và điều kiện tự nhiên: Rạn san hô ở bờ Đông vịnh Vân Phong với diện tích 476.6 ha phân bố ở Đông Bán đảo Hòn Gôm, Lạch Cỏ Cò, Hòn Tre và một số đảo nhỏ phía Bắc Hòn Lớn. Độ phủ san hô sống ở các điểm rạn Lạch Cỏ Cò, Bãi Ông Trang, Bãi Tre, Hòn Đen tương ứng là 40.1%, 16,0%, 25.7% và 21.6%, trong đó san hô mềm có tỉ trọng cao tập trung ở Lạch Cỏ Cò (14.1%) và Hòn Đen (1.0%).

Các rạn san hô ở đây thường hẹp và dốc và hình thành một số rạn san hô bãi đẹp, san hô phát triển tốt, độ phủ cao phù hợp với các hoạt động du lịch như : các rạn ở bãi cát Thắm và mũi Đá Chông (rộng 100m, 16 ha); mũi Cột Buồm (rộng 90m, 1.5 ha), vụng Hòn Khô (50m, 29 ha), Bãi Giếng (rộng 50m, 0.9 ha), bãi ở làng chài Khải Lương (30m, 3 ha), ...

Phần phía bắc Hòn Tre chủ yếu là các nền san hô chết, bãi rộng, diện tích lớn, san hô sống ở khu vực này thường có độ phủ thấp.

Thành phần loài ở khu vực có mức độ đa dạng sinh học cao. Đã ghi nhận được 14 họ, 42 giống và 89 loài san hô chủ yếu tập trung thuộc các giống *Porites*, *Acropora*, *Fungia*, *Pocillopora*, *Millepora* (Hoàng Xuân Bền và cs, 2006). Thành phần cá rạn được ghi nhận có 25 họ, 54 giống và 85 loài với ưu thế thuộc các loài thuộc họ cá Thia (*Pomacentridae*), Cá Bàng Chài (*Labridae*), Cá Mỏ (*Scaridae*) và Cá Dia (*Siganidae*).

Chỉ số bền vững sinh thái (EDI) của các rạn san hô ở Bãi Ông Trang, Lạch Cò Cò, Bãi Tre, Hòn Đen tương ứng là: 0.67, 0.47, 0.53 và 0.56. Nhìn chung, ngoại trừ khu vực bãi Hòn Ông và các rạn ở phía Bắc Hòn Tre đang bị suy thoái nghiêm trọng, phần lớn các rạn ở bán đảo Hòn Gôm, Hòn Lớn là khu vực xa các khu dân cư, chưa bị tác động mạnh của các hoạt động nhân sinh, các rạn ở đây thường có tính đa dạng sinh học còn tương đối cao với độ phủ san hô (cả san hô cứng lẫn san hô mềm) cao, thành phần loài cá phong phú, tỉ lệ của các thành phần phi sinh vật như cát, bùn, đá thường thấp, cần có giải pháp khai thác và sử dụng hợp lý nguồn tài nguyên trên rạn san hô ở khu vực này.

Việc quản lý và sử dụng bền vững rạn san hô ở khu vực này nên tiến hành theo theo phương thức phát triển du lịch bền vững dựa vào nguồn tài nguyên san hô:

Định hướng qui hoạch phát triển kinh tế xã hội vùng vịnh Vân Phong đến năm 2020 của UBND tỉnh Khánh Hòa đã xác định phát triển du lịch với nhiều loại hình ở vịnh Vân Phong, Nha Trang và cả Cam Ranh. Một trong những loại hình đang được khách du lịch quốc tế và trong nước ưa chuộng là lặn xem san hô. Vì vậy, sử dụng nguồn tài nguyên san hô ở các rạn san hô có độ phủ khá vào phát triển du lịch là phù hợp với chủ trương của UBND tỉnh Khánh Hòa. Tuy nhiên, phát triển du lịch nhưng không gây tổn hại đến san hô đòi hỏi phải có phương thức quản lý phù hợp.

2.2.2.- Mục tiêu:

Sử dụng nguồn tài nguyên rạn san hô phục vụ cho hoạt động du lịch nhưng tránh gây những tác động tiêu cực cho môi trường và nguồn lợi biển, duy trì độ phủ san hô sống hiện tại, từng bước phục hồi và tái tạo san hô và nguồn lợi thủy sản, phục vụ phát triển du lịch và cuộc sống của cộng đồng dân cư địa phương.

2.2.3.- Giải pháp thực hiện:

Do rạn san hô phân bố rải rác trên toàn vịnh và ở những nơi không có dân cư sinh sống cũng như khó khăn trong công tác tuần tra kiểm soát của các cơ quan chức năng. Tuy vậy, hiện nay ở vịnh Vân Phong đã hình thành một số khu nghỉ dưỡng cao cấp như Hòn Ông, Bãi Ông Hào và đặc biệt là khu vực phía Đông của bán Đảo Hòn Gôm (Bãi Cát Thắm, Mũi Cột Buồm, Hòn Đồi...) ...các khu nghỉ dưỡng này đều có phần diện tích mặt nước và hầu hết đây là những vùng có sinh cảnh đẹp, có phân bố rạn san hô với độ phủ khá cao. Vì vậy, nên giao toàn bộ những vùng này cho các khu nghỉ dưỡng tự quản lý.

Khu vực làng chài Khải Lương rạn san hô dài 1.7 km, rộng 30 m và diện tích bãi rạn 3 ha, là vùng có sinh cảnh đẹp, phân bố rạn san hô với độ phủ khá cao. Mặc dù xa các trung tâm du lịch, nhưng các công ty du lịch thường xuyên tổ chức các tour du lịch tới điểm này. Việc cân đối hài hòa giữa quyền lợi và nghĩa vụ của các công ty du lịch với cộng đồng dân cư làng chài Khải Lương sao cho vừa sử dụng hợp lý nguồn tài nguyên du lịch ở đây vừa bảo vệ môi trường và nâng cao tính đa dạng sinh học của vùng là vấn đề cần quan tâm.

Ở một số khu vực khác tương đối cách xa các khu du lịch và nghỉ dưỡng Hòn Tài, Hòn Đen cũng giao luôn cho các doanh nghiệp kinh doanh du lịch gần nhất tự quản lý.

Để thực hiện kiểu quản theo mô hình trên vấn đề là các khu nghỉ dưỡng này phải chịu trách nhiệm và chịu sự giám sát theo định kỳ của các cơ quan chức năng (cơ quan quản lý và cơ quan khoa học). Hàng năm, toàn bộ các “vùng lõi” này đều được đánh giá, xem xét về hiện trạng cũng như hiệu quả quản lý. Nếu vấn đề này được triển khai và thực hiện một cách nghiêm túc thì đây sẽ là một mô hình quản lý rạn san hô có hiệu quả cao nhất và phù hợp với qui hoạch tổng thể của vịnh Vân Phong.

Để xây dựng mô hình phát triển du lịch dựa vào nguồn tài nguyên san hô ở các vùng rạn san hô phát triển tốt UBND tỉnh Khánh Hòa nên ban hành Qui định quản lý tài nguyên thiên nhiên biển kết hợp phát triển kinh tế từ nguồn lợi san hô; trong đó qui định rõ về nghĩa vụ, quyền lợi và trách nhiệm của các doanh nghiệp, tổ chức và các nhân tham gia đầu tư phát triển du lịch dựa vào nguồn tài nguyên san hô. Qui định này xác định rõ doanh nghiệp được chủ động trong các hoạt động đầu tư và phát triển du lịch nhưng không gây tổn hại đến tài nguyên và chất lượng môi trường; có trách nhiệm đầu tư bảo vệ và tái tạo rạn san hô trong vùng được giao; xây dựng các chương trình tuyên truyền, giáo dục nâng cao nhận thức cho cộng đồng địa phương và khách du lịch về bảo vệ san hô và nguồn lợi thủy sản, môi trường; tạo điều kiện cho người dân tham gia vào các hoạt động quản lý và sử dụng nguồn lợi phù hợp trong phạm vi cho phép; tạo việc làm cho cộng đồng địa phương trong khả năng của doanh nghiệp; tổ chức tuân tra, kiểm soát và xử lý các hành vi vi phạm về bảo vệ tài nguyên trong vùng được giao theo thẩm quyền qui định của pháp luật.

Các vùng rạn san hô được đề nghị quản lý theo mô hình này nằm trong địa bàn huyện Vạn Ninh, Ninh Hòa vì vậy UBND huyện cần ban hành chính sách, cơ chế thích hợp, tạo điều kiện cho các tổ chức, cá nhân đầu tư phát triển du lịch, kết hợp bảo vệ nguồn tài nguyên san hô trong vùng; tiến hành giao đất và mặt nước xung quanh vùng rạn san hô để doanh nghiệp thực hiện các biện pháp quản lý; chỉ đạo các phòng ban liên quan phối hợp với doanh nghiệp trong các hoạt động bảo vệ, xử lý các hành vi vi phạm...

Nguồn kinh phí đầu tư phát triển du lịch dựa vào nguồn tài nguyên ở các vùng rạn san hô Khải Lương, Bãi Ông, Hòn Đen, Bãi Tre do các tổ chức, cá nhân đầu tư. Tuy nhiên, để khuyến khích các thành phần kinh tế tham gia bảo vệ tài nguyên và phát triển kinh tế bền vững, UBND tỉnh Khánh Hòa nên hỗ trợ kinh phí đầu tư cho các hoạt động bảo vệ san hô và phục hồi nguồn lợi. Các tổ chức, cá nhân tham gia đầu tư du lịch dựa vào tài nguyên san hô sẽ đầu tư vốn để phát triển du lịch kết hợp bảo vệ san hô.

Hoạt động cần tiến hành khi doanh nghiệp đầu tư du lịch ở các vùng rạn san hô (gọi là công viên biển) là hình thành ngay Ban quản lý để triển khai việc thả phao ranh giới bảo vệ vùng rạn san hô được giao; nghiên cứu phân vùng để quản lý hiệu quả.

2.3.- Khu vực bờ Tây Nam Vịnh Vân Phong và khu vực vịnh Bình Cang:

- Khu vực bờ Tây Nam Vịnh Vân Phong kéo dài từ mũi Dù đến Bãi Cỏ bao gồm các rạn san hô ở ven bờ Ninh Phước (Mỹ Giang, Đá Đỏ, ...) Ninh Tịnh (Bãi Cỏ, Rạn ngầm) và Ninh Hải (Hòn Khói, Mũi Dù).

- Khu vực vịnh Bình Cang bao gồm các rạn san hô ở bãi Dài Ninh Vân và Rạn Chảo

2.3.1.- Đặc điểm sinh thái và điều kiện tự nhiên: Đây là vùng mà các rạn san hô đang bị suy thoái do các tác động của con người như khai thác san hô chết để làm xi măng, khai thác đá san hô để đắp đê và khai thác quá mức các nguồn lợi trên rạn. Hoạt động sản xuất công nghiệp của nhà máy đóng tàu Hyundai Vinashin cũng ảnh hưởng lớn đến chất lượng môi trường nước và trầm tích ở khu vực này. Có thể mô tả một số rạn san hô chính ở khu vực này như sau

- Các rạn san hô ở bờ Tây Nam Vịnh Vân Phong có diện tích 337.1 ha

- Rạn san hô ở khu vực mũi Dù (90m – 12 ha) và Bắc Mũi Dù (65m – 4.6 ha) là nơi rạn có san hô sống độ phủ cao, bãi hẹp
- Các rạn san hô quanh Hòn Mỹ Giang có tổng diện tích 234 ha, trong đó Bắc Hòn Mỹ Giang (rộng 120m, diện tích 36 ha), ở đây hình thành thảm cỏ biển phát triển tốt có mật độ cao. Rạn ở Nam Hòn Mỹ Giang (rộng 300m, diện tích 88 ha), độ phủ san hô sống đạt 30.9%.
- Rạn ở bãi Cỏ (rộng 280m, 33.5ha) là rạn có rạn san hô sống phát triển tốt ở phần rìa ngoài.
- Ngoài ra cách bờ bãi Cỏ khoảng 2.5 km tồn tại hai bãi cạn ngầm (rộng 200m, 40ha) là các rạn san hô chết phủ rong với mật độ cao.

- Các rạn san hô ở vịnh Bình Cang có tổng diện tích 121 ha, trong đó:

- Rạn san hô ở bãi dài Ninh Vân (140m – 24 ha), Bắc vịnh Cây Bàng (90m – 12.4 ha) là các khu vực có san hô sống phát triển tốt, độ phủ san hô sống cực kỳ cao chiếm 50.1%.
- Rạn Chảo là rạn san hô dạng nền (rộng 500m, 13ha) trước đây là bãi rạn với san hô sống phát triển tốt, độ phủ cao (Latupov, 1982), nhưng những kết quả khảo sát reef check (Hàng Xuân Bền và cộng sự, 2007 – báo cáo chuyên đề) cho thấy hiện nay rạn này đang bị suy thoái nghiêm trọng.

Mức độ đa dạng sinh học trung bình, về thành phần loài san hô đã ghi nhận được 13 họ, 32 giống và 94 loài với các giống san hô cứng ưu thế như *Porites*, *Acropora*, *Pavona*, *Fungia*, *Cyphastrea*, *Montipora*. Về san hô mềm bắt gặp nhiều loài thuộc giống *Sinularia*. Về thành phần loài cá rạn đã ghi nhận được 23 họ, 42 giống và 78 loài. Nhóm cá rạn ưu thế thuộc về nhóm cá Thia (*Pomacentridae*), cá Bàng chài (*Labridae*) với mật độ tương đối cao; nhóm cá chi thị rạn san hô có giá trị kinh tế có cá Bò da (*Balistidae*), cá Mỏ (*Scaridae*), cá Dià (*Siganidae*), cá Mú (*Serranidae*) với mật độ thấp.

Chỉ số bền vững sinh thái (EDI) của một rạn san hô ở khu vực này như Bắc Mỹ Giang, Nam Mỹ Giang, Đá Đỏ, Bãi Dài Ninh Vân, Rạn Chảo tương ứng là: 0.51, 0.60, 0.68, 0.49 và 0.61. Nhìn chung, ngoại trừ các khu vực rạn ở Mỹ Giang, Mũi Dù, Bãi Dài Ninh Vân, các rạn san hô có tính đa dạng sinh học còn tương đối cao với độ phủ san hô (cả san hô cứng lẫn san hô mềm) cao, thành phần loài cá phong phú, tỉ lệ của các thành phần phi sinh vật như cát, bùn, đá thường thấp. Các khu vực còn lại như Đá Đỏ, Ninh Tịnh, Mũi Cò, Rạn Chảo và các rạn ngầm bên ngoài đều đang bị suy thoái nghiêm trọng.

2.3.2.- Mục tiêu: kết hợp hài hòa giữa phát triển kinh tế, bảo vệ môi trường và bảo vệ đa dạng sinh học rạn san hô ở trong khu vực

2.3.3.- Giải pháp thực hiện:

Đây là khu vực chịu nhiều tác động nhân sinh trong hiện tại và cả trong tương lai gần. Phần lớn khu vực này đều nằm trong qui hoạch tổng thể phát triển kinh tế của tỉnh nói chung và khu kinh tế mở vịnh Vân Phong nói riêng (như Hòn Mỹ Giang sẽ xây dựng kho xăng dầu ngoại quan) nên việc quản lý và sử dụng bền vững các rạn san hô ở khu vực này (đặc biệt các rạn san hô quanh khu vực Hòn Mỹ Giang) là một vấn đề khó khăn và thách thức lớn.

Cần có sự hợp tác chặt chẽ giữa chính quyền địa phương, ban quản lý khu kinh tế mở vịnh Vân Phong và cả các doanh nghiệp phát triển sản xuất trong vùng sao cho các hoạt động kinh tế không ảnh hưởng hoặc chỉ ảnh hưởng ở mức thấp nhất đến các rạn san hô ở các khu vực này.

Cần có chế tài giám sát các hoạt động sản xuất của các doanh nghiệp này, cũng như các hoạt động khác (xây dựng, làm cầu tàu, phát triển cảng...) nhằm tránh những tác động trực tiếp và gián tiếp lên rạn san hô ở trong khu vực.

Các rạn san hô có độ phủ khá ở khu vực này phần lớn đều nằm tương đối cách xa các khu du lịch và nghỉ dưỡng như Mũi Dù, Rạn Ngâm – Mũi Diêm, Rạn Chảo – Ninh Vân, Hòn Tãi, Hòn Đen, nên giao cho các doanh nghiệp kinh doanh du lịch gần nhất (ví dụ Mũi Dù giao cho khu du lịch Dốc Lết, Rạn Ngâm, Mũi Diêm giao cho khu du lịch Ninh Phước, Rạn Chảo, bãi Cây Bàng của Ninh Vân nên giao cho khu du lịch sinh thái Làng Chài Ninh Vân ...). Nếu chúng ta giám sát các hoạt động của những doanh nghiệp này thật chặt chẽ thì việc quản lý rạn san hô rất hiệu quả

Một số khu vực ven bờ trong vịnh Bến Gỏi như: vũng Trâu Nắm, Cồn Ngâm Vạn Giã, Hòn Dung, Hòn Mao... và các khu vực thuộc Đầm Môn như Hòn Gầm, Hòn Đỏ, Bãi Ông..., độ phủ san hô, mật độ cá rạn rất thấp và hết chúng đã bị suy thoái do nhiều nguyên nhân khác nhau và không còn khả năng phục hồi tự nhiên. Kết quả khảo sát cũng cho thấy, những vùng này rất khó để phục hồi rạn nhân tạo vì vậy những vùng này chỉ nên quản lý theo nguyên tắc của “vùng đệm” ngăn ngừa tình trạng khai thác hủy diệt, khai thác quá mức. Những vùng như thế này sẽ giao cho các ngành chức năng như Đồn Biên Phòng, Kiểm ngư tuần tra bảo vệ.

2.4.- Vịnh Nha Trang:

2.4.1.- Đặc điểm sinh thái và điều kiện tự nhiên: diện tích phân bố rạn 775.9 ha là khu vực có nhiều rạn san hô sống phát triển tốt, tuy nhiên bãi ở đây thường hẹp, rạn rất dốc. Một số rạn san hô điển hình ở khu vực này như :

- Ở hòn Tre, rạn san hô hầu như tồn tại quanh đảo, tuy nhiên chỉ một số khu vực san hô sống phát triển tốt đó là: Bãi Nghéo (80m – 6.1 ha), Bãi Bàng (50m – 3.1 ha), Đông Hòn Tre (40m – 9.3 ha), Đông Nam Hòn Tre (55m – 11 ha), Tây Bích Đầm (55m – 8.2 ha), Nam Đầm Bảy (70m – 6.5 ha), Tây bãi Lặn (50m – 8.2 ha).
- Ở các đảo khác quanh vịnh Nha Trang, đều phủ san hô sống với một tỉ lệ tương đối cao . Diện phân bố chi tiết và độ rộng của rạn san hô ở các đảo này như sau : Hòn Mun (50m – 22 ha), Hòn Tằm (40m – 20 ha), Hòn Miếu (40m – 7.4 ha), Hòn Một (70m – 15 ha), Hòn Rom (30m – 3.2 ha), Hòn Vung (40m – 4.6 ha), Hòn Cau (30m – 2.4 ha).
- Bãi cạn Lớn (Grand Bank) là rạn san hô dạng nền (platform reef) đặc trưng ở Khánh Hòa. Nó vươn lên từ độ sâu 10m, có tổng diện tích xấp xỉ 427 ha. San hô sống tồn tại ở vài nơi trên rạn nhưng có độ phủ thấp

Là khu vực có mức độ đa dạng thành phần đa dạng sinh học loài cao nhất so với toàn tỉnh và cả nước.

Đã xác định được trên 350 loài thuộc 64 giống và 21 họ san hô, trong đó có 24 loài thuộc 5 giống san hô mềm, 3 loài san hô sừng và hai loài thủy tức san hô đã được ghi nhận trên các rạn san hô trong vịnh Nha Trang, các giống san hô ưu thế thuộc về *Acropora*, *Montipora*, *Echinopora*, *Hydnophora*, *Porites*, *Merulina* và *Pachyseris* (Võ Sĩ Tuấn và cs , 2002)

Về thành phần loài cá rạn san hô đã phát hiện 202 loài thuộc 97 giống và 39 họ , trong đó các giống cá cảnh ưu thế thuộc về cá Bàng chài *Labridae* (41 loài), cá Thia *Pomacentridae* (38 loài), cá Bướm *Chaetodontidae* (19 loài), cá Mỏ *Scaridae* (15 loài), cá Đuôi gia *Acanthuridae*, cá Mú *Serranidae* (7 loài). Đối còn các họ cá có giá trị thực phẩm cao như cá Hồng *Lutjanidae*, cá Hè *Lethrinidae*, cá Kẽm *Haemulidae*, cá Bò da *Balistidae*, cá Bò giầy *Monacanthidae* và các họ cá có giá trị làm cảnh như cá Thiên thần *Pomacanthidae*, cá Mao Tiên *Scorpaenidae* chỉ ghi nhận < 5 loài trên các điểm rạn san hô đã khảo sát.

Mật độ động vật không xương sống đáy tập trung chủ yếu vào nhóm Cầu Gai đen (*Diadema spp*) chiếm tỉ lệ khá lớn (90%) tổng số mật độ. Kết quả cũng cho thấy một số loài có giá trị về kinh tế và có vai trò về sinh thái như Tôm Hùm, Ốc Tù Và hầu như vắng bóng tại các điểm khảo sát.

2.4.2.- Mục tiêu:

Sử dụng nguồn tài nguyên rạn san hô phục vụ cho hoạt động du lịch nhưng tránh gây những tác động tiêu cực cho môi trường và nguồn lợi biển, duy trì độ phủ san hô sống hiện tại, từng bước phục hồi và tái tạo san hô và nguồn lợi thủy sản, phục vụ phát triển du lịch và cuộc sống của cộng đồng dân cư địa phương.

2.4.3.- Giải pháp thực hiện:

Hiện nay, khu bảo tồn vịnh Nha Trang được xem như là một mô hình quản lý khu bảo tồn biển kiểu mẫu của cả nước, được sự đầu tư có chiều sâu của tỉnh cũng như các tổ chức quốc tế như quỹ môi trường toàn cầu và quỹ quốc tế về bảo tồn thiên, quỹ bảo tồn DANIDA ,... do đó nhiều hoạt động bảo tồn, quản lý tài nguyên, nguồn lợi ở khu bảo tồn biển vịnh Nha Trang đã, đang và sẽ tiếp tục thực hiện ở khu vực này.

Thông qua dự án khu bảo tồn biển Hòn Mun, một kế hoạch quản lý chi tiết, kế hoạch phân vùng khu bảo tồn biển Hòn Mun, Khánh Hòa, Việt Nam đã được xây dựng và được phê chuẩn ở cấp nhà nước. Có thể sử dụng các tài liệu này phục vụ công tác bảo tồn và phát triển bền vững rạn san hô ở vịnh Nha Trang (dự thảo toàn văn về kế hoạch quản lý, kế hoạch phân vùng khu bảo tồn biển Hòn Mun, Khánh Hòa, Việt Nam đã được lưu trong cơ sở dữ liệu GIS).

Ngoại trừ vùng lõi, các vùng khác cách quản lý nên giao cho các doanh nghiệp. Hiện nay, theo chúng tôi một số khu vực như Hòn Tằm, Hòn Một đã giao cho các doanh nghiệp quản lý. Nếu chúng ta giám sát các hoạt động của những doanh nghiệp này thật chặt chẽ thì việc quản lý rạn san hô rất hiệu quả. Hòn Vung, Hòn Cau công ty Yến Sào Khánh Hòa bảo vệ cấm xâm nhập cũng rất nghiêm túc, điều này thể hiện qua số liệu giám sát hàng năm về độ phủ san hô, mật độ cá rạn và động vật đáy ở hai đảo này.

Vào tháng 8 năm 2007 giám đốc doanh nghiệp tại Hòn Tằm đã có đề xuất với Viện Hải dương học giúp họ chỉ ra các vùng cụ thể trong Hòn Tằm nhằm phát triển và bảo tồn rạn san hô (bao gồm khu vực nào lặn sâu, ngắm san hô bằng snorkeling, khu vực phục hồi rạn...) điều này thể hiện tính nghiêm túc trong việc bảo vệ rạn san hô khu vực Hòn Tằm của doanh nghiệp.

Chính quyền các cấp và các cơ quan nghiên cứu phải giám sát hiệu quả bảo tồn rạn san hô hàng năm của các doanh nghiệp khi được giao quản lý, một vấn đề đặt ra là cần phải có chế tài giám sát các hoạt động bảo vệ và khai thác của các doanh nghiệp này, cũng như các hoạt động khác (xây dựng, làm cầu tàu...) nhằm tránh những tác động trực tiếp và gián tiếp lên rạn san hô ở những khu vực được giao.

Rạn san hô trong vịnh Nha Trang chịu các môi tác động rất đa dạng cả trên bờ và dưới nước. Hơn nữa, đây là một vịnh thuộc câu lạc bộ các vịnh đẹp nhất thế giới. Vì vậy cần phải xây dựng một phương thức mang tính tổng hợp nhằm quản lý tài nguyên và môi trường biển của toàn vịnh cho sự phát triển kinh tế bền vững và bảo tồn một trong những vùng có tính đa dạng sinh học cao nhất của Việt Nam. Để làm được điều này, cần thiết phải có sự thống nhất, phối hợp và hợp tác giữa các cơ quan ban ngành chịu trách nhiệm đối với các hoạt động đang diễn ra trong vịnh.

Đối với KBT biển vịnh Nha Trang, việc duy trì và cải tiến các hoạt động sau khi dự án kết thúc cần được thảo luận với sự quan tâm đúng mức của lãnh đạo tỉnh nhằm đảm bảo sự cân bằng giữa phát triển và mục tiêu tổng thể của KBT, đặc biệt về mục tiêu bảo tồn đa dạng sinh học. Vai trò và trách nhiệm của Ban quản lý KBT vịnh Nha Trang cần phải được nâng lên và có thể được xem như là một cơ quan chịu trách nhiệm chính trong việc tham mưu và quản lý có hiệu quả các hoạt động phát triển kinh tế đang và sẽ diễn ra trong phạm vi của KBT và thậm chí ngoài KBT nhưng có thể tác động đến bảo tồn thiên nhiên.

2.5.- Vịnh Cam Ranh:

2.5.1.- Đặc điểm sinh thái và điều kiện tự nhiên:

Khu vực vịnh Cam Ranh, chủ yếu là các nền san hô chết, các rạn san hô sống chỉ phát triển ở Bãi Chướng (rộng 200m, 7.3 ha), mũi Giải Nanh (60m, 4.4 ha), Hòn Nội (rộng 40m, 5.4 ha).

Bãi Cạn Thủy Triều (Cam Ranh, 255 ha) là một rạn ngầm dạng nền có diện tích rạn lớn nhất trong tỉnh, ở đây chủ yếu phù san hô chết và lẻ tẻ các mảng nhỏ san hô mềm.

Mức độ đa dạng sinh học thấp hơn nhiều so với các rạn san hô ở Nha Trang và Vân Phong.

Về thành phần loài san hô đã ghi nhận được 12 họ, 36 giống và 118 loài, trong đó ưu thế thuộc về các giống *Acropora*, *Pocillopora*, *Galaxea*, *Fungia*, *Millepora* và *Cyphastrea*.

Số lượng loài cá rạn san hô và bọt động vật đáy kích thước lớn là khá cao, xấp xỉ so với số lượng loài ở vịnh Nha Trang và cao hơn hẳn so với vịnh Vân Phong

Về thành phần loài cá rạn đã ghi nhận được 35 họ, 72 giống và 147 loài, ưu thế thuộc về các giống cá Bàng Chài (*Labridae*), cá Thia (*Pomacentridae*), cá Bướm (*Chaetodontidae*), cá Mồm Ống (*Aulostomidae*), Cá Hồng (*Lujanidae*) và cá Thù Lù (*Zanclidae*).

Thành phần các loài động vật không xương sống đáy kích thước lớn có lợi cho rạn xuất hiện nhiều ở Cam Ranh với mật độ 7 con/400 m² (tương đương mật độ ở Nha Trang), trong lúc đó ở vịnh Vân Phong số lượng của loài này bị suy giảm đáng kể thậm chí nhiều nơi hầu như không phát hiện được cá thể nào.

Nhìn chung, khu vực vịnh Cam Ranh diện tích rạn san hô không nhiều, chủ yếu tập trung vào ba bãi Cạn Thủy Triều (255 ha) chiếm trên 90% diện tích, và một số ít ở Đông Bắc Bán Đảo Cam Ranh. Đây là một trong những khó khăn cho việc đề xuất các giải pháp bảo vệ. Theo chúng tôi, đối với vùng phía Đông Bắc bán đảo Cam Ranh đây là khu vực quân sự nên giao do lực lượng Hải Quân quản lí. Khu vực phía Đông đảo Bình Ba có khoảng 7.3 ha rạn san hô, trên đảo có 01 đồn Biên Phòng vì vậy đồn biên phòng sẽ quản lí luôn diện tích san hô tại đảo này. Hiện nay tại Bãi Dài có nhiều doanh nghiệp đầu tư phát triển du lịch sinh thái và chắc chắn sẽ có mô hình đưa khách du lịch rạn Bãi Cạn, vì vậy có thể để cho các doanh nghiệp này quản lí. Giống như đã nêu ở trên, cần phải có cơ chế giám sát chặt chẽ hoạt động bảo vệ và khai thác rạn san hô của các doanh nghiệp được giao quản lí.

3. Giải pháp phục hồi, tạo rạn nhân tạo:

Ngoài các rạn san hô đang phát triển tốt, việc phục hồi tái tạo rạn nhân tạo cũng vô cùng cần thiết, một số tiêu chí để chọn các khu vực tạo rạn nhân tạo là:

- Nền đáy phù hợp đặc biệt là nền san hô chết có sẵn để tạo giá bám và san hô phát triển.
- Chất lượng môi trường tốt: nước trong, ít bị ảnh hưởng của lắng đọng trầm tích và chất ô nhiễm
- Thuận tiện trong việc di chuyển các tập đoàn san hô từ nơi khác đến
- Dễ bảo vệ hoặc có biện pháp bảo vệ tốt.
- Tạo điều kiện giảm khách du lịch đến các khu tham quan mới, giảm tải cho các khu du lịch đã phát triển đồng thời đa dạng hóa loại hình du lịch ở một số khu vực du lịch mới cần phát triển.

Dựa trên các kết quả nghiên cứu vừa nêu trên chúng tôi đề xuất một số khu vực có khả năng phục hồi và tạo rạn nhân tạo như sau:

- *Rạn ngầm Ninh Vân (51 ha):*

Đây là một rạn ngầm độ sâu khoảng 4 – 5m, mặt bằng rộng có chất lượng môi trường rất phù hợp cho sự phát triển của san hô và các hệ sinh thái khác. Các nghiên cứu trước đây của các tác giả người Nga (Latypov và đồng nghiệp (1984), đã chỉ ra rằng nhờ đặc trưng của các đồi ngầm và máng xói (grove/spoor) tồn tại ở khu vực đã tạo nên một vùng rạn san hô có tính đa dạng sinh học và độ phủ cao, đặc biệt ở phần đỉnh rạn. Tuy nhiên hiện nay do các hoạt động khai thác quá mức và đánh bắt không hợp lý, rạn này đã bị suy thoái phần đỉnh rạn chỉ còn trơ nền san hô chết với mật độ san hô sống thấp. Trong lúc đó ở vùng ven bờ lân cận của bãi dài Ninh Vân, Rạn Chảo, Bãi Cây Bàng san hô sống với độ phủ cao đang phát triển rất tốt. Cần đặt ra các phương án thích hợp để phục hồi, tạo rạn nhân tạo ở khu vực này. Tuy nhiên, hiện tại ở khu vực này một trung tâm giống thủy sản quốc gia đang dự định xây dựng, điều này sẽ ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng môi trường, rạn san hô hiện có và cả việc tạo rạn nhân tạo (nếu có) ở khu vực này. Cần có những cân nhắc chọn lựa thích hợp giữa các giải pháp phát triển kinh tế và bảo vệ môi trường ở khu vực này

- *Bãi Cỏ - Ninh Phước (33 ha),*

Bãi rộng 280 m hình thành một bãi san hô chết phía bên trong và dải san hô sống hẹp ở bên ngoài. Ngoài ra còn tồn tại 2 bãi cạn san hô chết nằm ở phía ngoài xa cách bờ khoảng 1 km. Vùng này cũng có điều kiện thuận lợi cho việc tạo rạn nhân tạo. Tuy nhiên hiện tại, biện pháp bảo vệ rạn nhân tạo ở khu vực này là khá khó khăn.

- *Bãi Nghé - Hòn Tre – Nha Trang (6.1 ha)*

Bãi rộng 80m: là khu vực nằm trong khu bảo tồn vịnh Nha Trang có nhiều điều kiện thuận lợi cho sự phát triển rạn san hô, sự phát tán các nguồn dinh dưỡng, nguồn giống từ phía Bắc xuống (vào mùa mưa) cũng tạo nhiều điều kiện thuận lợi cho khả năng tăng cao tính đa dạng sinh học và nguồn lợi ở khu vực này. Việc phục hồi và tạo rạn nhân tạo là hoàn toàn có thể thực hiện được ở khu vực này, vấn đề quan trọng là làm sao có biện pháp thích hợp để quản lý và bảo vệ rạn ở khu vực này một cách hiệu quả nhất.

- *Khu vực Đông Bắc Hòn Mun (4.5 ha) rộng 50m:*

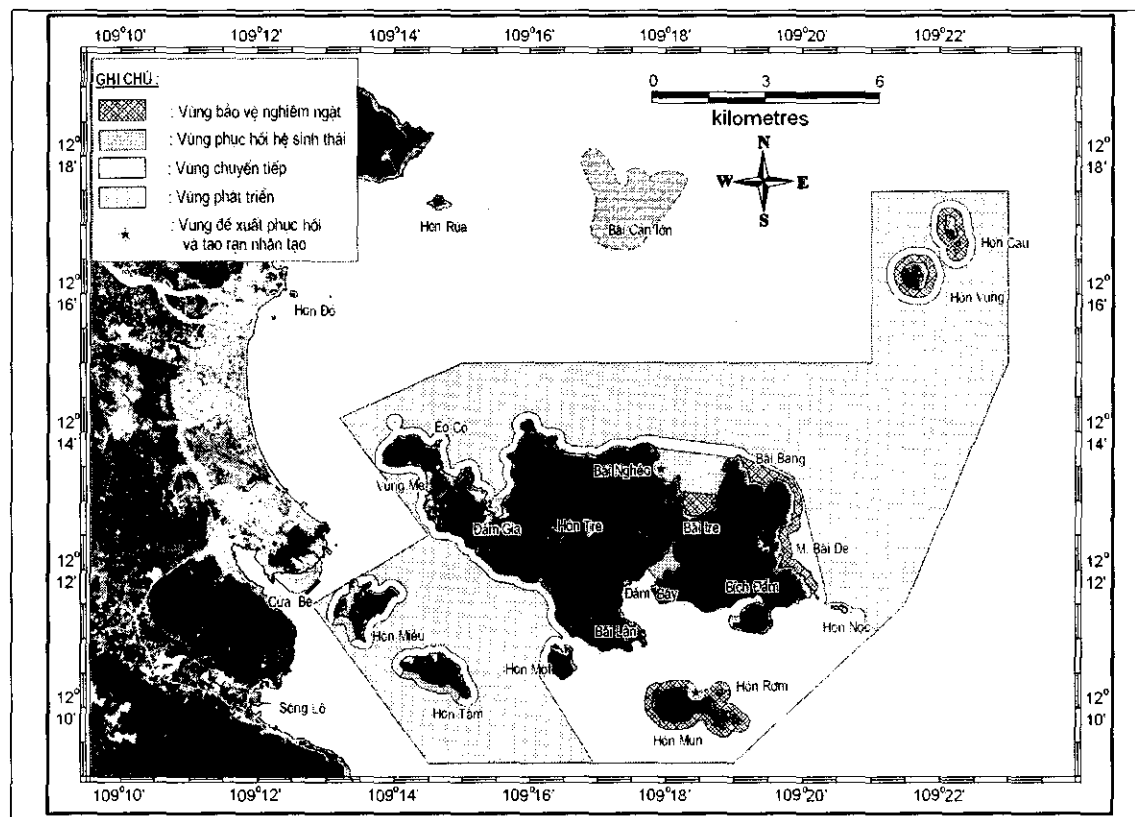
Trong lúc toàn bộ dải ven bờ quanh Hòn Mun san hô sống độ phủ cao, thì khu vực Đông Bắc Hòn Mun rạn san hô đang bị suy thoái, mật độ san hô sống chiếm tỉ lệ nhỏ. Cần phục hồi, bảo vệ và tạo rạn nhân tạo để hình thành một quần thể san hô quanh hòn Mun bao gồm rạn san hô tự nhiên và cả rạn nhân tạo có chất lượng tốt nhất.

- *Bãi Cạn Thủy Triều:*

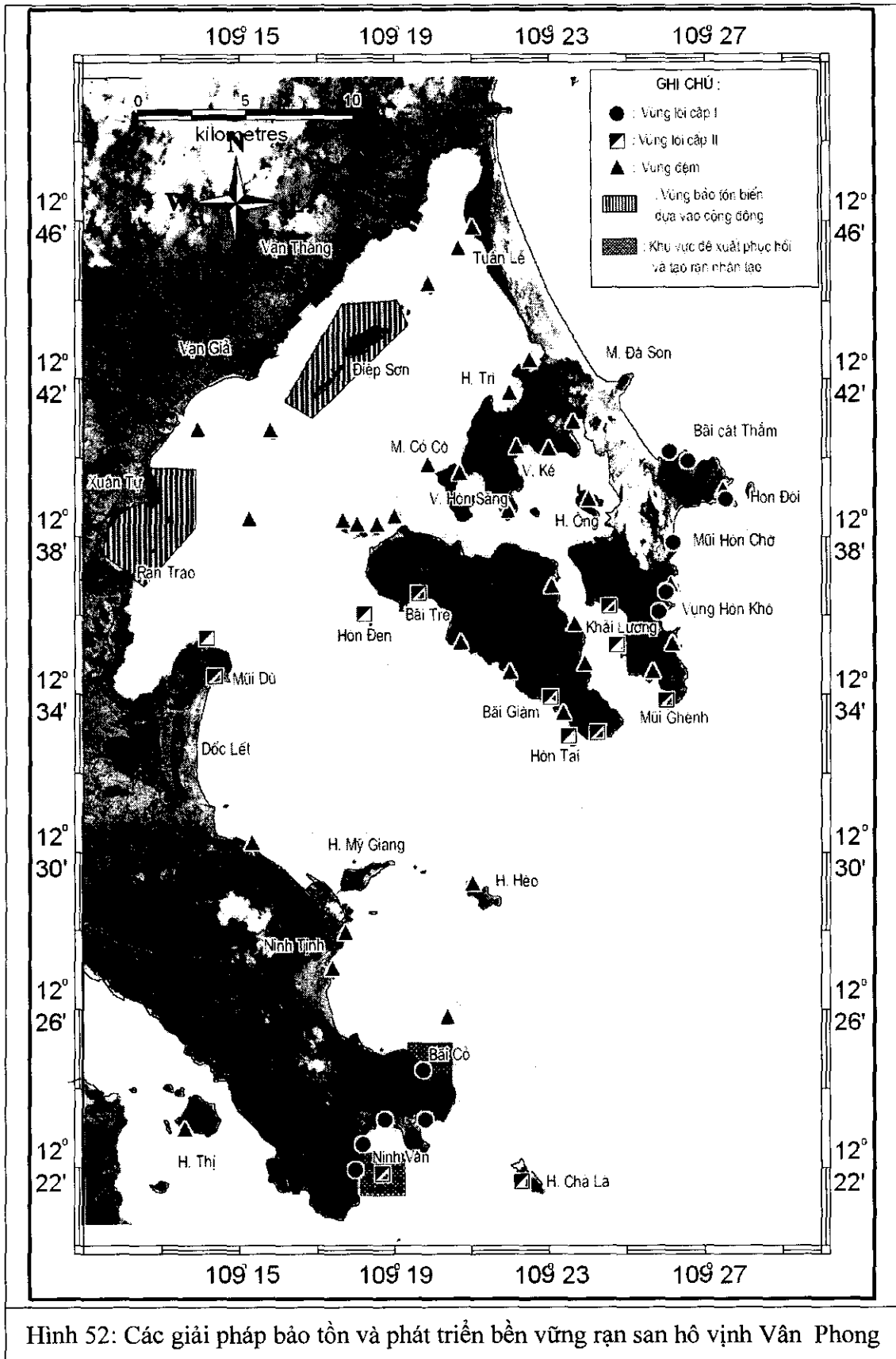
Rộng 255 ha, đây là vùng rạn san hô chiếm diện tích lớn nhất (trên 90%) ở vùng bờ Cam Ranh, san hô ở đây có độ phủ thấp với một vài tập đoàn san hô mềm (*Heliopora, Goniastrea, Lobophytum, Sacrophytum, Simularia,...*) và san hô cứng (*Pocillipora, Porites,...*) nằm rải rác trên nền rạn, thành phần loài nghèo nàn và độ đa dạng sinh học thấp. Một điều đáng ngạc nhiên là khu vực này có nhiều điều kiện thuận lợi cho sự phát triển rạn san hô với nền đáy thích hợp có nhiều hang hốc (grove/spoor) tạo giá bám tốt cho sự phát triển của san hô, ngoài ra vị trí của vùng này nằm gần luồng dòng chảy thường kỳ hướng Bắc Nam, chúng đem vật liệu cũng như phát tán thức ăn và nguồn giống từ phía Bắc xuống, đặc biệt vào mùa mưa, đây cũng là một điều kiện thuận lợi khác cho sự phát triển rạn và tăng cao độ đa dạng sinh học của vùng. Trong lúc khu vực các đảo trong vịnh Nha Trang rạn san hô phát triển tốt, mức

độ đa dạng sinh học cao thì vùng này như vừa thảo luận trên đang ở tình trạng ngược lại. Phải chăng đặc điểm dòng chảy phức tạp và điều kiện nước sâu (?) là các yếu tố gây cản trở đến sự phát triển san hô ở khu vực này. Một vấn đề được đặt ra trước mắt là cần thử nghiệm tạo rạn nhân tạo ở vài vị trí khác nhau trong mối liên quan với dòng chảy trong vùng (khu vực đón dòng chảy, khu vực khuất dòng, các khu vực trung gian,...). Đặc điểm dòng chảy ở khu vực này cũng cần được nghiên cứu chi tiết. Việc phát triển tạo rạn nhân tạo trên diện rộng sẽ được thực hiện sau khi tìm được giải pháp hiệu quả từ các nghiên cứu vừa nêu trên. Việc thành công tạo rạn nhân tạo ở khu vực này (nếu được) sẽ tạo điều kiện tốt hơn cho sự phát triển du lịch ở khu vực bãi Dài – Cam Ranh mà đã được chính phủ đưa vào quy hoạch tổng thể về du lịch tỉnh Khánh Hòa đến năm 2020. Hơn thế nữa sự thành công của kế hoạch tạo rạn nhân tạo ở khu vực này sẽ là tiền đề để hình thành nên một “đa giác” du lịch bền vững và bảo tồn biển “Hòn Mun – Sông Lô – Bãi Dài Cam Ranh - Bãi cạn Thủy Triều – Đảo Yên”

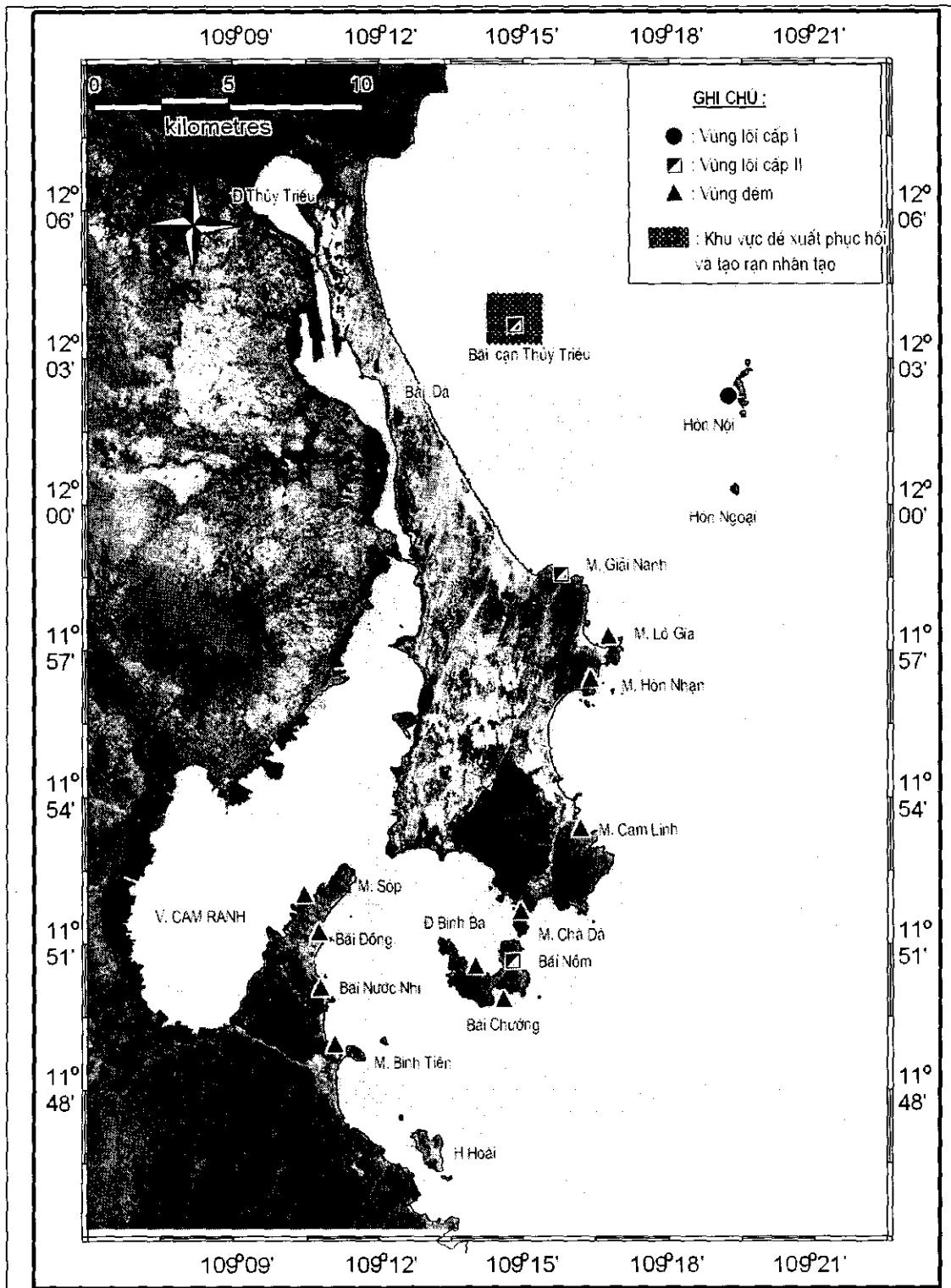
Các sơ đồ thể hiện các giải pháp bảo tồn và phát triển bền vững rạn san hô ở 3 khu vực Vân Phong, Nha Trang, Cam Ranh được chỉ ra ở các hình 51, 52 và 53.



Hình 51: Các giải pháp bảo tồn và phát triển bền vững khu bảo tồn biển vịnh Nha Trang (tham khảo bản đồ phân vùng chính thức đã được phê duyệt của MPA Hòn Mun – có bổ sung các điểm đề xuất phục hồi và tạo rạn nhân tạo)



Hình 52: Các giải pháp bảo tồn và phát triển bền vững rạn san hô vịnh Vân Phong



Hình 53: Các giải pháp bảo tồn và phát triển bền vững rạn san hô vịnh Cam Ranh

4.- Giải pháp sử dụng hiệu quả, hợp lý cơ sở dữ liệu – GIS trong việc tìm kiếm, xác định vị trí của các rạn san hô:

Kết quả của đề tài đã chỉ ra 114 điểm phân bố san hô của toàn tỉnh Khánh Hòa và được lưu vào CSDL-GIS về phân bố rạn san hô vùng ven bờ Khánh Hòa ở các sơ đồ tỉ lệ lớn. Việc sử dụng cơ sở dữ liệu này sẽ hỗ trợ đắc lực cho các nhà quản lý, các nhà hoạch định chính sách các nhà đầu tư xây dựng các dự án phát triển kinh tế ở vùng ven bờ tìm kiếm, xác định một cách nhanh nhất và chính xác vị trí phân bố, các đặc trưng về hình thái rạn san hô ở 114 điểm rạn nói trên, cũng như các đặc trưng về tính đa dạng sinh học, nguồn lợi ở một số rạn điển hình mà đề tài đã thực hiện. Từ đó giúp họ có cái nhìn tổng quan hơn về hiện trạng của khu vực, chọn lựa các vị trí thích hợp xây dựng dự án cũng như hỗ trợ một phần cho việc đánh giá tác động môi trường ở các khu vực này trước khi xây dựng dự án.

CSDL-GIS nếu được nâng cấp, cập nhật thường xuyên sẽ là công cụ hiệu quả cho việc quảng bá các hoạt động du lịch, đầu tư cũng như phục vụ cho các mục đích khác nhau như nghiên cứu, giáo dục, nâng cao nhận thức cộng đồng.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Từ các kết quả nghiên cứu, đề tài đã rút ra một số kết quả chính như sau:

1.- Đặc điểm phân bố và diện tích rạn san hô :

Bằng phương pháp xử lý ảnh viễn thám dựa trên nguồn ảnh ALOS – AVNIR2 chụp ngày 17 tháng 7 năm 2007, bức tranh chi tiết về phân bố rạn san hô vùng ven bờ tỉnh Khánh Hòa đã được xây dựng. Diện tích phân bố của rạn san hô ở vùng ven bờ Khánh Hòa được ước tính tổng cộng là 3266 ha tập trung ở các khu vực chính như: Rạn san hô trong vịnh Bến Gỏi (584.3 ha), bờ Đông vịnh Vân Phong (476.6 ha), bờ Tây Nam vịnh Vân Phong (337.1 ha), vịnh Bình Cang (142.4 ha), vịnh Nha Trang (775.9 ha), Cam Ranh (325 ha).

Kết quả xử lý viễn thám cũng đã chỉ ra 114 điểm phân bố rạn san hô với các chỉ tiêu cụ thể về vị trí (kinh, vĩ độ), độ dài, độ rộng, diện tích cũng như các đặc điểm khác nhau của từng vùng rạn.

1.- Đặc điểm đa dạng sinh học và nguồn lợi trên rạn san hô vùng ven bờ Khánh Hòa:

1.1.- Đặc điểm hình thái cấu trúc rạn san hô: các rạn san hô ở vùng ven bờ Khánh Hòa được đặc trưng bởi hai kiểu rạn chính là kiểu rạn riềm và rạn nền.

- + Rạn riềm ở vùng ven bờ Khánh Hòa chủ yếu là rạn riềm không điển hình với độ rộng bãi thường hẹp, bãi dốc đứng, san hô phát triển tốt đến vùng nước sâu.
- + Vùng ven bờ Khánh Hòa là khu vực tồn tại nhiều rạn nền có diện tích rộng, rất đặc trưng như Bãi Cạn lớn (Nha Trang), bãi cạn Thùy Triều (Cam Ranh), Rạn Chảo (Ninh Vân)

1.2. Đặc điểm đa dạng sinh học thành phần loài : vùng ven bờ Khánh Hòa là khu vực rạn san hô phát triển tốt và có mức độ đa dạng sinh học cao. Dựa trên các kết quả tổng hợp và các khảo sát bổ sung , đã xác định chi tiết thành phần loài của san hô, cá rạn san hô và các loài động vật đáy kích thước lớn trên các rạn san hô.

Về chi tiết:

- + Vịnh Nha Trang là khu vực có tính đa dạng sinh học cao với sự tồn tại nhiều loài san hô, cá rạn san hô và cả bọn động vật đáy kích thước lớn.
- + Vịnh Vân Phong có tính đa dạng sinh học trung bình, với số lượng họ, giống và loài san hô, cá rạn san hô và động vật đáy kích thước lớn thấp hơn hẳn so với vịnh Nha Trang.
- + Vịnh Cam Ranh là khu vực có thành phần loài san hô thấp nhất so với 2 vùng Nha Trang và Cam Ranh, nhưng số lượng loài cá rạn san hô và bọn động vật đáy kích thước lớn là khá cao, xấp xỉ so với số lượng loài ở vịnh Nha Trang và cao hơn hẳn so với vịnh Vân Phong.

1.3.- Độ phủ của san hô:

- Các kết quả đánh giá nhanh bằng phương pháp Mantatow cho thấy, hiện nay các khu vực san hô cứng còn có độ phủ cao là Rạn Trào, Bãi dài Ninh Vân , Hòn Mun, Hòn Vung và Hòn Cau. San hô mềm có độ phủ tồn tại ở các khu vực như Rạn Trào, Hòn Mun, Hòn Tằm và Hòn Vung.

- Từ kết quả khảo sát mặt cắt điểm (reef check) ở 30 điểm rạn cho thấy: độ phủ san hô trung bình toàn tỉnh đạt 20,7% , trong đó độ phủ san hô ở Vinh Nha Trang và Vân Phong gần bằng nhau, trong khi đó, ở Cam Ranh độ phủ đạt rất thấp (chỉ bằng 50% hai khu vực còn lại). Các khu vực bãi cạn ngầm chiếm một diện tích khá lớn gần bằng 50% diện tích rạn san hô toàn tỉnh, nhưng chủ yếu là nền san hô chết, độ phủ san hô và đặc điểm đa dạng sinh học thấp.

1.5.- Mật độ cá rạn san hô :

Qua 30 điểm rạn khảo sát, cho thấy mật độ cá rạn trung bình toàn tỉnh đạt 275 con/400m², khu vực Nha Trang có mật độ vượt trội hơn nhiều so với hai khu vực còn lại. Kết quả cũng cho thấy mật độ các cá rạn san hô chủ yếu tập trung vào nhóm cá có kích thước nhỏ hơn 10 cm chiếm tỉ lệ trên 80%.

1.6.- Mật độ của các nhóm Động vật không xương sống kích thước lớn :

Trung bình 62 con/400m², nhìn chung mật độ các nhóm này không khác nhau nhiều giữa các khu vực và chủ yếu ưu thế vẫn là nhóm có hại cho rạn san hô như: Cầu gai đen (*Diadema spp*) và cá Sao biển gai (*Acanthaster planci*) chúng chiếm trên 90% các đối tượng khác.

- Các nhóm có giá trị kinh tế và sinh thái như Tôm bác sĩ, Tôm Hùm, Ốc Tù Và, Trai Tai tượng, Hải Sâm... hầu như rất hiếm gặp hoặc chỉ xuất hiện một vài cá thể, điều này cũng phản ánh tình trạng khai thác quá mức nguồn lợi các sinh vật sống trên rạn san hô ở ven bờ Khánh Hòa.

- Một điểm đáng chú ý khác là : trong khi ở Nha Trang và Cam Ranh thành phần các loài động vật không xương sống đáy kích thước lớn có lợi cho rạn còn xuất hiện nhiều, thì ở vịnh Vân Phong số lượng của loài này bị suy giảm đáng kể thậm chí nhiều nơi hầu như không phát hiện được cá thể nào.

1.7.- Đã sử dụng biểu đồ đánh giá độ bền vững – SAM (SAM – Sustainable Assessment Mapping) và chỉ số an toàn sinh thái EDI (EDI : Ecological Dowjoint Index) Để lượng hóa các sức ép lên rạn san hô hiện tại ở vùng ven bờ Khánh Hòa cũng như xác định các mục tiêu (kỳ vọng) để bảo vệ và sử dụng bền vững rạn san hô.

Việc kết nối trực tiếp biểu đồ SAM và chỉ số EDI với các công cụ GIS đã cho ta một bức tranh trực quan về độ bền vững (an toàn) của hệ sinh thái san hô toàn vùng biển ven bờ Khánh Hòa thông qua 3 khu vực cụ thể với 30 điểm rạn khảo sát: Vịnh Vân Phong (14 điểm), Vịnh Nha Trang (12 điểm) và vịnh Cam Ranh (4 điểm).

Kết quả phân tích cho thấy:

2.- Đã đánh giá một cách chi tiết tác động tự nhiên và hoạt động nhân sinh ảnh hưởng trực tiếp và gián tiếp lên các rạn san hô ở vùng ven bờ Khánh Hòa dựa trên tài liệu khảo sát trực tiếp cũng như gián tiếp thông qua các bằng chứng nhận được từ phân tích ảnh viễn thám. Các tác động chính ảnh hưởng đến tình trạng sức khỏe rạn san hô ở vùng ven bờ Khánh Hòa là .

2.1.- Các tác động tự nhiên: bão, dòng vật chất từ lục địa, sự biến thiên nhiệt độ

2.2.- Các tác động nhân sinh: Khai thác quá mức, khai thác hủy diệt, khai thác nguyên liệu san hô , ô nhiễm môi trường, nuôi trồng thủy sản, phát triển vùng bờ và sinh vật địch hại.

2.3.- Bảng mô hình Reef at Risk đã xác định được các khu vực rạn san hô đang bị đe dọa nghiêm trọng bởi các hoạt động nhân sinh và sự cố môi trường .

3.- Đã xây dựng một cơ sở dữ liệu GIS quản lý hiệu quả các đặc điểm đa dạng sinh học, nguồn lợi trên rạn san hô ở vùng ven bờ Khánh Hòa.

Việc sử dụng cơ sở dữ liệu này sẽ hỗ trợ đắc lực cho các nhà quản lý, các nhà hoạch định chính sách, các nhà đầu tư xây dựng các dự án phát triển kinh tế ở vùng ven bờ tìm kiếm, xác định một cách nhanh nhất và chính xác vị trí phân bố, các đặc trưng về hình thái rạn san hô ở 114 điểm rạn nói trên, cũng như các đặc trưng về tính đa dạng sinh học, nguồn lợi ở 30 điểm rạn điển hình mà đề tài đã thực hiện. Từ đó giúp họ có cái nhìn tổng quan hơn về hiện trạng của khu vực, chọn lựa các vị trí thích hợp xây dựng dự án cũng như hỗ trợ một phần cho việc đánh giá tác động môi trường ở các khu vực này trước khi xây dựng dự án.

CSDL- GIS được thiết kế để sử dụng cho mọi đối tượng trong việc cập nhật, tìm kiếm, in ấn thông tin.

CSDL-GIS nếu được nâng cấp, cập nhật thường xuyên sẽ là công cụ hiệu quả cho việc quảng bá các hoạt động du lịch, đầu tư cũng như phục vụ cho các mục đích khác nhau như nghiên cứu, giáo dục, nâng cao nhận thức cộng đồng.

4.- Đã đề xuất một số giải pháp bảo tồn và phát triển bền vững rạn san hô ở vùng ven bờ Khánh Hòa.

4.1.- Việc quản lý, bảo tồn rạn san hô ở vùng ven bờ Khánh Hòa nên thực hiện theo một số mô hình sau:

a) Quản lý và sử dụng rạn san hô với sự tham gia của cộng đồng

b) Phát triển du lịch bền vững dựa vào nguồn tài nguyên san hô:

4.2.- Đã đề xuất một số khu vực cần phục hồi và tạo rạn nhân tạo ở: Rạn Ngâm - Ninh Vân , Bãi Cỏ - Ninh Phước, Bãi Nghé - Hòn Tre - Nha Trang, Tây Bắc - Hòn Mun và Bãi cạn Thủy Triều. Vị trí, diện tích, quy mô thực hiện đã được trình bày cụ thể trong báo cáo.

5.- Kiến nghị:

- Cần tiếp tục nghiên cứu đánh giá hiện trạng tài nguyên, nguồn lợi của các hệ sinh thái ven bờ khác như thảm cỏ biển, rừng ngập mặn và đất ngập nước,... ở vùng ven bờ Khánh Hòa phục vụ công tác quản lý tổng hợp vùng ven bờ , khai thác chúng một cách hiệu quả và bền vững.

- Cần nâng cấp cơ sở dữ liệu vừa nêu theo hướng quản lý tổng hợp vùng ven bờ. Ngoài việc quản lý tài nguyên, nguồn lợi của các hệ sinh thái ven bờ điển hình vừa nêu. Cần có các công cụ thích hợp (tích hợp trong cùng một CSDL) để quản lý tốt các vấn đề về kinh tế xã hội, quản lý cộng đồng, về quan trắc và giám sát môi trường ven bờ một cách hiệu quả nhất.

- Các hệ hỗ trợ quyết định (Decision Support System – DSS) cũng là một hợp phần không thể thiếu trong cơ sở dữ liệu nâng cấp.

- Cơ sở dữ liệu này cũng cần nâng cấp quản lý theo phương thức mạng Client – Server, sao cho các thành phần khác nhau trong tỉnh đều có thể sử dụng, cung cấp, và chia sẻ thông tin từ nguồn dữ liệu tổng hợp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Brown O.B and Minnet P.J, 1999. MODIS infrared Sea Surface Temperature Algorithm. Algorithm Theoretical Basic Document . University of Miami.
2. Buddemier RW, Fuatin DG (1993). Coral bleaching relative to elevated seawater temperature in the Andaman Sea (Indian Ocean) over the last 50 years. *Coral Reefs* 15: 151-152.
3. Bùi Hồng Long (chủ trì), 1996: Xây dựng cơ sở khoa học cho việc quy hoạch, sử dụng có hiệu quả vịnh Vân Phong – Bến Gỏi. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Viện KH-CN Việt Nam, 182 tr
4. Bùi Hồng Long, (chủ trì), 1996. Hiện trạng môi trường nước biển vịnh Nha Trang – Cam Ranh. Báo cáo hợp đồng với Sở KH-CN và MT tỉnh Khánh Hòa, 162 tr.
5. Bùi Hồng Long (chủ trì), 1997: Định hướng quy hoạch khai thác, sử dụng có hiệu quả vịnh Vân phong – Bến gỏi.- Báo cáo tổng kết đề tài cấp Viện KH-CN Việt Nam, 171 tr.
6. Bùi Hồng Long (chủ trì), 2004. Các đặc điểm thủy văn , động lực biển Khánh Hòa – Báo cáo tổng kết đề tài hợp đồng với Sở KH-CN và MT tỉnh Khánh Hòa, 95 tr.
7. Chi cục Thống kê Khánh Hòa, (2006). Niên giám thống kê tỉnh Khánh Hòa, năm 2006.
8. Clayton, A. M. H. and N. J. Radcliffe, (1996). *Sustainability: a systems approach*. Boulder, WestviewPress.
9. Cục Môi Trường, 1995. Một số qui định pháp luật về môi trường. Tập I – Nhà xuất bản Chính trị quốc gia.
10. Dawydoff. M.C. (1952). Contribution à l'étude des invertébrés de a fauna marine benthique de l'Indochine. Contribution No.9 . Instit. Océan. De Nhatrang 158 p.
11. Dyrk Bryan, Lauretta Burk, John Mc Manuc, Mark Spalding, 1998: *Reefs at Risk – A Map – Base Indicator of Threats to World's Coral Reef – Joint publication of WRI – ICLARM – WCMC – UNEP, Newyork, 1998, 60p.*
12. Edmund P. Green, Peter J. Mumby, Alandair J. Edwards and Christopher D. Clark. UNESCO 2000, *Remote Sensing Handbook for Tropical Coastal Management*.
13. English S., Wilkinson C. and V. Baker (1997): *Survey manual for tropical marine resource*. Australia Institute of Marine Science. Second Edition. Townsville, 390p.
14. Hodgson.G and S. Waddeell, 1997: *International Reef Check Core Method*
15. Hoàng Xuân Bền, 2004. Nghiên cứu phân vùng chức năng khu bảo tồn biển Rạn Trào Vạn Ninh. Báo cáo tổng kết đề tài. Viện Hải Dương Học, 68 trang.
16. *IUCN*. Assessing progress toward sustainability. Method and Field Experience 1996.
17. Jennifer Rietbergen-McCracken & Deepa Narayan, 2001. *Participation and Social Assessment Guidebook on Tools and Techniques* . World Bank,

18. Kế hoạch hành động Đa dạng Sinh học của Việt Nam được Thủ tướng chính phủ phê duyệt ngày 22 tháng 12 năm 1995.
19. Krempf .A (1927). La forme des récifs corallines et le régime des vents alternant . 2e mémoire de L'Institute Océanographique de L'Indochine. 33pp.
20. Krempf. A (1929). Những công trình nghiên cứu khoa học kỹ thuật năm 1928 – 1929. Báo cáo của Viện Hải dương học (bản dịch tiếng Việt). Sinh vật biển và nghề cá Việt Nam . Tổng cục Thủy sản, Hà nội 1976 : 39 – 57
21. Krempf.A (1930). Những công trình nghiên cứu khoa học kỹ thuật năm 1929 – 1930. Báo cáo của Viện Hải dương học (bản dịch tiếng Việt) . Sinh vật biển và nghề cá Việt Nam . Tổng cục Thủy sản, Hà nội 1976 : 66 – 67.
22. Latypov Iu. Ia (1982). Thành phần loài và phân bố của san hô cứng trên các rạn san hô Phú Khánh. Tạp chí sinh học biển, No 6 : 5 – 12 (tiếng Nga)
23. Latypov Iu. Ia (1983). Phân tích định tính và định lượng thành phần san hô cứng ven bờ Phú Khánh. Báo cáo điều tra đợt khảo sát hỗn hợp Việt Xô từ - 04 tháng 11 đến 29 tháng 12 năm 1982. 72 trang (tiếng Nga).
24. Latypov Iu. Ia (2000). Macrobenthos Communities on Reefs of the An Thoi Archipelago of the South China Sea . Russian Journal of Marine Biology, Vol 26, No 1,2000, pp 15-26.
25. Latypov Iu. Ia (1993). Benthic communities of the coral reefs of the Condao Islands in the South China Sea. Russian Journal of Marine Biology, Vol. 19, Nos. 5-6, 1993.
26. Latypov Iu. Ia (1986). Coral communities of the Nam Du Islands (Gulf of Siam, South China Sea) . Russian Journal of Marine Biology, Vol. 29., 1986 , 261-270 p.
27. Latypov Iu. Ia & N. I Sellin (2005). Some data on changes of coral communities on reefs at Van Phong and Nha Trang Bay. Tuyển tập báo cáo khoa học – Hội nghị khoa học Biển Đông lần thứ II năm 2005.
28. Lê Thị Thu Hồng (2002). Nghiên cứu hiện trạng các rạn san hô vịnh Văn Phong – Bến Gò, tỉnh Khánh Hòa nhằm đề xuất giải pháp sử dụng bền vững. Luận văn Thạc sĩ , Trường Đại Học Khoa Học Huế , 91 trang.
29. McCracken, Jennifer A., Jules N. Pretty, and Gordon R. Conway. 1988. *An Introduction to Rapid Rural Appraisal for Agricultural Development*. London: International Institute for Environment and Development.
30. NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration, Center for coastal monitoring and assessment biogeography program, 2001- Classification schema for benthic habitats : US Pacific Territories. *Silver Spring* . 2001.
31. Nguyễn Đình Hoà, 1999. Phương hướng giải các bài toán môi trường không chuẩn. Tạp chí bảo vệ môi trường N^o2 1999
32. Lê Thị Vinh, Nguyễn Hồng Thu, Dương Trọng Kiểm và Phạm Hữu Tâm, 2005. Hàm lượng các muối dinh dưỡng trong nước vịnh Nha Trang - Tạp chí Khoa Học và Công Nghệ Biển, trang 77-82.
33. Lê Thị Vinh, 2006. Đánh giá ảnh hưởng của kim loại từ nhà máy đóng tàu Huyndai-Vinashin đến vùng tây Nam vịnh Văn Phong (trong kỷ yếu hội thảo

“Tổng kết đề án VS/RDE/02: Giải pháp quản lý môi trường ven biển để phát triển bền vững”).

34. Litelier , R.M and Abbott, M.R 1996. An analysis of chlorophyll fluorescence algorithm for the Moderate Resolution Imaging Spectrometer (MODIS). *Remo. Sens. Environ* 58: 215 – 223 pp.
35. Minh. Đ Q. (2006). Modeling Late Pleistocene – Holocene coastline evolution of the Nha Trang Area, Central Vietnam. Ph D Thesis, Greifswald University – Germany, 97 p.
36. Nyoman Radiarta, Nitin Kumar Tripathi And Frederic Borne (STAR), K.R. Jensen (ITCZMP) – AIT, 2003. Coral Reef Habitat Mapping: A Case Study In Mensanak Island- Senayang Lingga, Riau Province, Indonesia.
37. Nguyễn Hữu Phụng, Nguyễn Văn Long, Trần Thị Hồng Hoa, 2001. Nguồn lợi cá rạn san hô ở Vịnh Nha Trang. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển*, T.1 (2001), số 2, tr.16-26. Trung tâm Khoa học Tự nhiên và Công nghệ Quốc Gia.
38. Nguyễn Tác An (chủ trì), 1994. Hiện trạng nhiễm bẩn vùng biển ven bờ Nha Trang và biện pháp khắc phục. Báo cáo đề tài cấp bộ , 60 tr
39. Nguyễn Tác An (chủ trì), 1996. Nghiên cứu đề xuất một số biện pháp bảo vệ môi trường trong quy hoạch xây dựng cảng biển Vân Phong, Khánh Hòa. Báo cáo đề tài cấp bộ , 250 tr
40. Nguyễn Tác An (chủ trì), 1997. Pollution prevention and management in the coastal waters of Vietnam. Phase 1: Water quality monitoring in Nha Trang bay. Sida/SAREC/IMO/MOSTE – ION.- Project report 1996-1997
41. Nguyễn Tác An (chủ trì), 1998. Điều tra hiện trạng môi trường ven biển thành phố Nha Trang, đề xuất các giải pháp cải thiện và phát triển môi trường. – Báo cáo hợp đồng với Sở KHCN và MT tỉnh Khánh Hòa, 121 tr.
42. Nguyễn Tác An (chủ trì), 1998. Đánh giá khả năng khai thác các hệ sinh thái biển điển hình phục vụ hoạt động du lịch vịnh Vân Phong – Đại Lãnh, Khánh Hòa. Báo cáo thực hiện hợp đồng với tổng cục du lịch , 132 tr
43. Nguyễn Tác An (chủ trì), 1998. Nghiên cứu các đặc điểm sinh thái, nguồn lợi và định hướng quy hoạch tổng thể phát triển kinh tế hải sản vùng ven bờ vịnh Vân Phong. Báo cáo hợp đồng với UBND vịnh Vân Phong , 180 tr
44. Nguyễn Tác An (chủ trì), 1999. Đánh giá khả năng khai thác các hệ sinh thái điển hình phục vụ hoạt động du lịch vịnh Vân Phong - Đại Lãnh. Báo cáo tổng kết đề tài. Viện Hải Dương Học, 104 trang
45. Nguyễn Tác An (chủ trì), 2001. Nghiên cứu một số giải pháp kỹ thuật cải thiện chất lượng môi trường để phát triển bền vững nguồn lợi thủy sản và du lịch vùng biển ven bờ Việt Nam. Báo cáo tổng kết ĐTNN KHCN 06-14, 204 tr
46. Nguyễn Tác An (chủ trì), 2002. Quy hoạch nuôi trồng thủy sản tỉnh Khánh Hòa đến 2010 . Dự án của UBND vịnh Vân Phong , 250 tr
47. Nguyễn Tác An (chủ trì), 2005. Nghiên cứu các giải pháp bảo vệ, phục hồi các hệ sinh thái san hô, cỏ biển và khắc phục ô nhiễm môi trường biển tự sinh. Báo cáo tổng kết đề tài nhà nước KC 09-07, 243 tr.

48. Nguyễn Văn Long, Hứa Thái Tuyên và Phan Kim Hoàng, 2001. Hiện trạng rạn san hô vùng biển ven bờ Khánh Hòa. Báo cáo chuyên đề rạn san hô. Viện Hải Dương Học, 19 trang.
49. Nghị định 175/2004/NĐ-CP và nghị định 143/2004/NĐ-CP về hướng dẫn chi tiết và các điều khoản sửa đổi, bổ sung thi hành luật bảo vệ môi trường.
50. Nghị định số 27/2005/NĐ-CP về hướng dẫn chi tiết thi hành Luật thủy sản
51. Phạm Văn Thơm, 1994. Vật chất từ sông Cái - Về cân cân vật chất vịnh Nha Trang. Báo cáo tổng kết đề tài cấp cơ sở Viện HDH Nha Trang
52. Phạm Văn Thơm, 1996. Báo cáo tổng kết đề tài KT 03-11 (chủ nhiệm: Nguyễn Hữu Phụng) - phần hóa học.
53. Phạm Văn Thơm, 1997. Đặc điểm hoá môi trường vịnh Vân Phong-Bến Gỏi - Tuyển Tập NCB, tập VIII.
54. Phạm Văn Thơm, Võ Sĩ Tuấn, 1997. Đặc điểm hoá môi trường và mối quan hệ có thể có đối với sự suy thoái rạn san hô ở vịnh Nha Trang - Tuyển Tập hội nghị Sinh học biển lần thứ I. Nha Trang 1997 . 5 – 61 pages.
55. Pham Van Thom, Duong Trong Kiem, Nguyen Hong Thu, Pham Huu Tam, Le Thi Vinh, 2002: Environmental impacts of economic activities on quality of southeast part of Van Phong Bay – Collection of marine research works – Vol. XII.
56. Phạm Văn Thơm (chủ trì), 2004. Chất lượng môi trường nước tỉnh KH năm 2003-2004. – Báo cáo tổng kết đề tài HD với Sở KHCN và MT tỉnh Khánh Hòa, 98 tr.
57. Phạm Văn Thơm, 2005. Hiện trạng môi trường vịnh Nha Trang – Báo cáo chuyên đề, đề tài cấp nhà nước “Nghiên cứu nguyên nhân gây tử vong cao cho trứng cá, cá con của một số loài cá ở vùng biển ven bờ Việt Nam”.
58. Phạm Văn Thơm, 2006a. Báo cáo các chuyến khảo sát của dự án Việt Đức (phần hóa học)
59. Phạm Văn Thơm, 2006b. Báo cáo các chuyến khảo sát của dự án NUFU (phần hóa học)
60. Quyết định số QĐ 52/2005/QH11 về ban hành các điều luật chi tiết của “Luật Môi Trường”
61. Quyết định số QĐ 17/2003/QH11 về ban hành các điều luật chi tiết của “Luật Thủy Sản”
62. Quyết Định 192/2003/QĐ-TTg về phê duyệt chiến lược quản lý hệ thống khu bảo tồn thiên nhiên Việt Nam đến năm 2010
63. Quyết định số 251/2006/QĐ-TTg “Phê duyệt Quy hoạch tổng thể phát triển kinh tế - xã hội tỉnh Khánh Hòa đến năm 2020”
64. Quyết định số 816 /QĐ – UBND: Nội dung về điều chỉnh về quy hoạch Tổng thể phát triển du lịch Khánh Hòa đến 2010 và định hướng đến năm 2020
65. Quyết định số 301/2002/QĐ-TTg về việc “Phê duyệt định hướng Quy hoạch chung khu vực vịnh Vân Phong, tỉnh Khánh Hòa đến năm 2020”

66. Quyết định số 51/2005/Qđ-TTg về “Phê duyệt Quy hoạch Khu kinh tế vịnh Vân Phong, tỉnh Khánh Hòa đến năm 2020”.
67. Quyết định số 92/2006/Qđ-TTg về việc “Thành lập và ban hành Quy chế hoạt động của Khu kinh tế Vân Phong, tỉnh Khánh Hòa”
68. Quyết định số 115/2005/QĐ-UB về quy chế “quản lý, bảo tồn và sử dụng bền vững nguồn tài nguyên san hô hiện có trên địa bàn tỉnh Khánh Hòa”
69. Tong Phuoc Hoang Son and others, 2004. “Application of Remote sensing and GIS techniques for coral mapping in coastal waters of Ninh Thuan province (2004-2005), 121 page , unpublished report of UNEP/ICRAN project.
70. Tong Phuoc Hoang Son, V.S.Tuan, L.V.Khin, 2005a. Application of Remote Sensing and GIS for coral reef mapping in the coastal waters of Ninh Thuan Province (Vietnam) – In Proceeding of the 8th International Conference on Remote Sensing for Marine and Coastal Environments at 17-18 May 2005 in Halifax – Canada.
71. Tong Phuoc Hoang Son and Phan Minh Thu, 2005b. Some pre-analysis techniques of remote sensing images for land-used in Mekong delta .- The international geoinformatic Journal – March/2005 - pages 25 – 29 .
72. Tong Phuoc Hoang Son, Lau va Khin and Vo van Lanh, 2005c. Using of maximum cross correlation (MCC) method for extracting sea surface current system and cyclone eddies in South China Sea.. The 26th Asian remote sensing conference, 7 – 11 November 2005 in Hanoi
73. Tong Phuoc Hoang Son, Nguyen Tac An, Phan Minh Thu 2005d. The temporal and spatial variability of Chlorophyll and Primary Production in upwelling region of coastal waters Vietnam from ocean color images and investigated data. In Proceedings of ACRS 2005 – 26th Asian Conference on Remote Sensing. CDROM.
74. Tong Phuoc Hoang Son, Bui Hong Long, Lau Va Khin, 2006 a. Application of Ocean Color Remote Sensing in coastal and marine studies in Vietnam sea waters - Status and Potential. In Proceeding ISRS 2006 PORSEC conference - Busan – Korea
75. Tong Phuoc Hoang Son, Lau Va Khin, Hoang Xuan Ben, Tan Chun Knee, Joji Ishizaka, Varis Ransi, Sarat Tripathy, 2006b. Discuss on the main reasons causing mass mortality of coral and benthos in Con Dao Island during October 2005 . In Proceeding of 2006 NAGISA Conference – Kobe – Japan.
76. UNEP/GEF – Võ Sĩ Tuấn (chủ biên), (2005). Bản dự thảo “Kế hoạch hành động về quản lý hệ sinh thái rạn san hô đến năm 2010”
77. Võ Sĩ Tuấn, Đỗ Hữu Hoàng, Hoàng Xuân Bền, Phan Kim Hoàng, Hứa Thái Tuyên, 2004. Báo cáo tổng kết hiện trạng và giải pháp quản lý phục hồi nguồn lợi tại khu vực thôn Điệp sơn - Vịnh Vân Phong - Khánh Hòa. Viện Hải Dương Học, 41 trang.
78. Võ Sĩ Tuấn (chủ biên) Nguyễn Huy Yết và Nguyễn Văn Long, 2005a. Hệ sinh thái rạn san hô biển Việt Nam. Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật, Chi nhánh thành phố Hồ Chí Minh, 212 trang.

79. Võ Sỹ Tuấn, Đào Tấn Hổ, 1991. Nghiên cứu rạn san hô ở vịnh Nha Trang và Vân Phong - Bến Gỏi. Tuyển tập Nghiên Cứu Biển, tập 3, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật., trang 150 -158.
80. Võ Sỹ Tuấn, Nguyễn Văn Long, Hứa Thái Tuyền, Nguyễn Xuân Hòa, và Lyndon M. DeVantier, 2005b. Báo cáo chuyên đề “Các khu hệ biển và ven bờ thuộc KBTB Vịnh Nha Trang – Đánh giá lại giai đoạn 2002 - 2005”, 78 trang.
81. Võ Sĩ Tuấn. Nguyễn Văn Long, Hoàng Xuân Bền, Phan Kim Hoàng, Nguyễn Xuân Hoà, Hứa Thái Tuyền và Lyndon de Vantier, 2005. Đánh giá đa dạng sinh học khu bảo tồn biển Hòn Mun giai đoạn 2002 – 2005. 61 trang.
82. WWF Vietnam Marine Conservation Southern Survey Team (1993). Survey report on the Biodiversity, Resource Utilization and Conservation Potential of Hon Mun. Institute of Oceanography and WWF. Unpublished report, 49p.