

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC
VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM

HỌC VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ



Đào Minh Đông

**NGHIÊN CỨU ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP QUẢN LÝ
ĐA DẠNG SINH HỌC VÙNG TRIỀU RẠN ĐÁ MỘT SỐ ĐẢO
TIÊU BIỂU VÙNG BIỂN ĐÔNG - BẮC VIỆT NAM**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ QUẢN LÝ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

Hà Nội - 2023

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC
VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM

HỌC VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ

Đào Minh Đông

NGHIÊN CỨU ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP QUẢN LÝ
ĐA DẠNG SINH HỌC VÙNG TRIỀU RẠN ĐÁ MỘT SỐ ĐẢO
TIÊU BIỂU VÙNG BIỂN ĐÔNG - BẮC VIỆT NAM

Chuyên ngành: Quản lý tài nguyên và môi trường

Mã số: 9850101

LUẬN ÁN TIẾN SĨ QUẢN LÝ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:

- GS.TS Đỗ Công Thung
- PGS. TS Nguyễn Văn Quân

Hà Nội - 2023

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan luận án với đề tài: “*Nghiên cứu đề xuất giải pháp quản lý đa dạng sinh học vùng triều rạn đá một số đảo tiêu biểu vùng biển Đông - Bắc Việt Nam*” là công trình nghiên cứu nghiêm túc, độc lập của tác giả. Các nội dung nghiên cứu phân tích, đánh giá do chính tác giả thực hiện

Các thông tin, số liệu trong luận án được thu thập và sử dụng một cách trung thực, có nguồn gốc, trích dẫn rõ ràng, được Viện tài nguyên và Môi trường biển, chủ nhiệm các đề tài cho phép sử dụng. Kết quả nghiên cứu được trình bày trong luận án không sao chép của bất cứ đề tài, công trình nghiên cứu và Luận án nào và cũng chưa được trình bày hay công bố ở bất cứ công trình nào khác trước đây.

Hà Nội, ngày 02 tháng 6 năm 2023

Tác giả Luận án

NCS. Đào Minh Đông

LỜI CẢM ƠN

Trong quá trình thực hiện luận án “*Nghiên cứu đề xuất giải pháp quản lý đa dạng sinh học vùng triều rạn đá một số đảo tiêu biểu vùng biển Đông - Bắc Việt Nam*” tôi đã nhận được sự giúp của nhiều tổ chức, cơ quan nghiên cứu, các nhà khoa học, các nhà quản lý, cán bộ và nhân dân tại các khu vực nghiên cứu.

Tôi xin trân trọng gửi lời cảm ơn sâu sắc đến tập thể thầy giáo hướng dẫn: Hướng dẫn 1: GS.TS. Đỗ Công Thung và Hướng dẫn 2: PGS.TS. Nguyễn Văn Quân đã dành nhiều thời gian, công sức chỉ bảo, định hướng chuyên môn, động viên cũng như sửa chữa về học thuật.

Tôi trân trọng cảm ơn ban Lãnh đạo Viện Tài nguyên và Môi trường biển (Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam), các nhà khoa học, các thầy cô của Học Viện Khoa học và Công nghệ, Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam đã giảng dạy, tạo điều kiện cho tôi hoàn thành chương trình đào tạo. Qua đó tôi đã nâng cao kiến thức chuyên ngành và hoàn thành luận án đúng tiến độ, đảm bảo các yêu cầu đề ra. Tôi cũng rất cảm ơn tập thể khoa học Viện Tài nguyên và Môi trường biển, Viện Nghiên cứu hải sản đã hỗ trợ tôi thu thập mẫu vật vùng dưới triều.

Đặc biệt cảm ơn lãnh đạo Ủy ban nhân dân các huyện Cát Hải, Bạch Long Vĩ (Tp. Hải Phòng) và huyện Cô Tô (Tỉnh Quảng Ninh), các đơn vị, tổ chức, cán bộ và người dân tại các khu vực nghiên cứu đã giúp đỡ tôi trong quá trình điều tra, khảo sát, tạo mọi điều kiện thuận lợi để tôi hoàn thành nhiệm vụ nghiên cứu.

Cuối cùng, tôi xin bày tỏ lòng kính trọng và biết ơn tới toàn thể gia đình và người thân đã luôn động viên, cổ vũ tôi trong suốt quá trình học tập và nghiên cứu để tôi có thể hoàn thành tốt luận án này.

Mặc dù đã cố gắng song luận án không tránh khỏi những thiếu sót, khiếm khuyết, tác giả rất mong nhận được sự quan tâm tham gia góp ý, xây dựng của các nhà khoa học, các chuyên gia đầu ngành và đồng nghiệp để luận án được hoàn thiện hơn.

Hà Nội, ngày 02 tháng 6 năm 2023
Tác giả luận án

NCS. Đào Minh Đông

MỤC LỤC

	Trang
LỜI CẢM ƠN	ii
MỤC LỤC.....	iii
DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT.....	vii
DANH MỤC CÁC BẢNG.....	viii
DANH MỤC CÁC HÌNH.....	ix
MỞ ĐẦU.....	1
1. Đặt vấn đề.....	1
2. Mục tiêu nghiên cứu	2
3. Nội dung nghiên cứu	2
4. Tóm tắt những đóng góp mới của Luận án	3
5. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của Luận án:	3
CHƯƠNG I. TỔNG QUAN	5
1.1. Cơ sở lý luận về đa dạng sinh học vùng triều rạn đá.....	5
1.1.1. Một số khái niệm về đa dạng sinh học vùng triều rạn đá.....	5
1.1.2. Tình hình nghiên cứu trên thế giới.....	9
1.1.3. Tình hình nghiên cứu trong nước và khu vực Đông - Bắc, Việt Nam. 10	10
1.2. Thực trạng quản lý đa dạng sinh học vùng triều rạn đá	19
1.3. Thực trạng sử dụng tài nguyên sinh vật biển vùng triều rạn đá khu vực Đông - Bắc, Việt Nam	21
1.4. Đặc điểm cấu trúc địa hình, địa mạo vùng triều rạn đá và điều kiện tự nhiên khu vực nghiên cứu	23
1.4.1. Đặc điểm điều kiện tự nhiên của Bạch Long Vĩ	23
1.4.1.1. Vị trí địa lý.....	23
1.4.1.2. Điều kiện khí hậu	23
1.4.1.3. Chế độ hải văn	25
1.4.1.4. Địa chất, địa hình, địa mạo	26
1.4.2. Đặc điểm điều kiện tự nhiên của Cô Tô.....	28
1.4.2.1. Vị trí địa lý.....	28
1.4.2.2. Đặc điểm khí hậu	28
1.4.2.3. Đặc điểm hải văn	29
1.4.2.4. Địa chất, địa hình, địa mạo	31
1.4.3. Đặc điểm tự nhiên của quần đảo Cát Bà.....	33

1.4.3.1. Vị trí địa lý	33
1.4.3.2. Địa hình, địa mạo, thổ nhưỡng	33
1.4.3.3. Điều kiện môi trường	35
CHƯƠNG II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	38
2.1. Đối tượng nghiên cứu	38
2.2. Khu vực nghiên cứu	38
2.3. Không gian nghiên cứu	39
2.4. Tài liệu nghiên cứu	40
2.5. Thiết lập các tuyến thu mẫu vùng triều	40
2.6. Phương pháp thu mẫu ngoài hiện trường	40
2.7. Phương pháp bảo quản và xử lý mẫu trong phòng thí nghiệm	41
2.7.1. Tách mẫu	41
2.7.2. Tiền xử lý mẫu tại hiện trường	41
2.7.3. Phương pháp phân tích mẫu và xử lý kết quả	42
2.7.4. Phương pháp nghiên cứu vai trò rạn đá trong liên kết sinh thái	43
2.7.5. Các chỉ số sinh thái	43
2.8. Phương pháp đánh giá mức độ suy giảm đa dạng sinh học	44
2.9. Phương pháp xây dựng các giải pháp quản lý đa dạng sinh học vùng triều rạn đá	44
2.9.1. Quy trình xây dựng bộ tiêu chí quản lý đa dạng sinh học vùng triều rạn đá	44
2.9.2. Phương pháp xây dựng quy trình đánh giá hiện trạng vùng triều rạn đá bằng thiết bị bay không người lái	49
2.9.3. Nguyên tắc cơ bản đề xuất giải pháp chính sách sử dụng hợp lý đa dạng sinh học vùng triều rạn đá	53
CHƯƠNG III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN	54
3.1. Hiện trạng đa dạng sinh học vùng triều rạn đá khu vực nghiên cứu	54
3.1.1. Hiện trạng động vật đáy khu vực nghiên cứu	54
3.1.1.1. Đa dạng thành phần loài và phân bố động vật đáy	54
3.1.1.2. Sinh vật lượng động vật đáy khu vực nghiên cứu	66
3.1.2. Hiện trạng rong biển vùng triều rạn đá khu vực nghiên cứu	72
3.1.3. Đánh giá mức độ đa dạng sinh học khu vực nghiên cứu	77
3.1.4. Các loài có giá trị kinh tế và bảo tồn	78

3.1.4.1. Các loài có giá trị kinh tế.....	78
3.1.4.2. Các loài quý hiếm có giá trị bảo tồn tại vùng triều rạn đá khu vực nghiên cứu	82
3.2. Tính liên kết sinh thái bãi triều rạn đá với khu hệ sinh thái lân cận.....	83
3.2.1. Vai trò của hệ sinh thái vùng triều rạn đá đối với nhóm sinh vật đáy .	83
3.2.2. Vai trò của bãi triều rạn đá đối với các loài cá biển.....	88
3.2.3. Hệ sinh thái vùng triều rạn đá là nơi bãi đẻ, bãi giống cung cấp con giống cho hệ sinh thái lân cận	93
3.2.4. Hệ sinh thái vùng triều rạn đá là nơi kiếm ăn của các loài thủy sinh ..	94
3.3. Suy giảm đa dạng sinh học và các yếu tố ảnh hưởng đến đa dạng sinh học vùng triều rạn đá	95
3.3.1. Mức độ suy giảm số lượng loài.....	95
3.3.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến đa dạng sinh học vùng bãi triều rạn đá.....	98
3.3.2.1. Ảnh hưởng bởi yếu tố điều kiện môi trường tự nhiên đến đa dạng sinh học	98
3.3.2.2. Ảnh hưởng từ hoạt động của con người	103
3.4. Đề xuất giải pháp quản lý đa dạng sinh học bãi triều rạn đá.....	105
3.4.1. Đề xuất bộ tiêu chí sử dụng bền vững bãi triều rạn đá và kiểm định thực tế	107
3.4.1.1. Đề xuất bộ tiêu chí sử dụng bền vững bãi triều rạn đá	107
3.4.1.2. Kiểm định việc sử dụng bộ tiêu chí đa dạng sinh học vùng triều rạn đá tại khu vực nghiên cứu.....	111
3.4.2. Đề xuất giải pháp quan trắc hiện trạng bãi triều rạn đá bằng thiết bị bay không người lái	120
3.4.3. Xây dựng các mô hình chuyên biệt nhằm bảo vệ bãi triều rạn đá	126
3.4.3.1. Căn cứ đề xuất	126
3.4.3.2. Đề xuất phân vùng chức năng quản lý vùng triều rạn đá Bạch Long Vĩ..	128
3.4.3.3. Các hoạt động cụ thể quản lý đa dạng sinh học bãi triều rạn đá Bạch Long Vĩ	131
3.4.4. Đề xuất giải pháp tổng thể quản lý và sử dụng các bãi triều rạn đá khu vực nghiên cứu	133
3.4.4.1. Giải pháp chính sách.....	133
3.4.4.2. Các giải pháp về tổ chức quản lý.....	134
3.4.4.3. Các giải pháp khoa học công nghệ và kỹ thuật.....	135
3.4.4.4. Các giải pháp tuyên truyền, giáo dục, nâng cao nhận thức và hợp tác quốc tế.....	135

3.4.4.5. Các giải pháp định hướng quy hoạch quản lý và sử dụng hợp lý đa dạng sinh học vùng triều rạn đá.....	136
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	137
DANH MỤC CÔNG TRÌNH CỦA TÁC GIẢ.....	139
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	140
PHỤ LỤC.....	a

DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT

Chữ viết tắt	Giải nghĩa
BLV	<i>Bạch Long Vĩ</i>
CR	<i>Critically Endangered - rất nguy cấp</i>
DL	<i>Dược liệu</i>
ĐDSH	<i>Đa dạng sinh học</i>
ĐVĐ	<i>Động vật đáy</i>
ĐVPD	<i>Động vật phù du</i>
EN	<i>Endangered - nguy cấp</i>
HST	<i>Hệ sinh thái</i>
KBTB	<i>Khu bảo tồn biển</i>
Khung SPRB	<i>S - hiện trạng, P - áp lực, R - đáp ứng, B- lợi ích</i>
MN	<i>Mỹ nghệ</i>
NTTS	<i>Nuôi trồng thủy sản</i>
RSH	<i>Rạn san hô</i>
TP	<i>Thực phẩm</i>
TVPD	<i>Thực vật phù du</i>
VU	<i>Vulnerable - sẽ nguy cấp</i>

DANH MỤC CÁC BẢNG

<i>Bảng 1.1.</i> Phân bố của một số loài rong biển theo đới triều	17
<i>Bảng 1.2.</i> Một số đặc trưng trầm tích vùng biển ven đảo Bạch Long Vĩ	27
<i>Bảng 2.1.</i> Bảng câu hỏi cốt lõi xây dựng bộ chỉ số đa dạng sinh học vùng triều rạn đá	45
<i>Bảng 2.2.</i> Tiêu chí lựa chọn tiêu chí	47
<i>Bảng 2.3.</i> Thông số kỹ thuật thiết bị Phantom 4 Multispectral	50
<i>Bảng 3.1.</i> Cấu trúc thành phần loài Động vật đáy vùng triều rạn đá khu vực nghiên cứu	55
<i>Bảng 3.2.</i> Mức độ đa dạng sinh vật đáy trên bãi triều rạn đá Bạch Long Vĩ.....	62
<i>Bảng 3.3.</i> Mức độ tương đồng phân bố loài giữa các khu vực nghiên cứu	64
<i>Bảng 3.4.</i> Sinh vật lượng trung bình của ĐVĐ tại vùng biển Cô Tô - Thanh Lân ...	70
<i>Bảng 3.5.</i> Cấu trúc thành phần loài rong biển vùng triều rạn đá khu vực nghiên cứu	73
<i>Bảng 3.6.</i> Chỉ số tương đồng rong biển tại bãi triều rạn đá khu vực nghiên cứu	77
<i>Bảng 3.7.</i> Danh sách các loài quý hiếm tại vùng triều rạn đá khu vực nghiên cứu ..	83
<i>Bảng 3.8.</i> Biến động về mật độ, độ phong phú tương đối (RA) và tần suất xuất hiện (FA) trên các địa điểm nghiên cứu của 3 loài cá kinh tế	88
<i>Bảng 3.9.</i> Mật độ cá thống kê ở các khu vực khảo sát theo nhóm kích thước.....	89
<i>Bảng 3.10.</i> Mật độ cá thống kê ở các khu vực khảo sát theo nhóm kích thước vào mùa gió Đông - Bắc	90
<i>Bảng 3.11.</i> Mật độ cá thống kê ở các khu vực khảo sát theo nhóm kích thước vào mùa gió Tây - Nam.	90
<i>Bảng 3.12.</i> Phân tích hồi quy tuyến tính số liệu thô (untransformed data) về mật độ của cá (400m ² quan trắc) khu vực nghiên cứu của hai loài Dìa chấm (<i>S. fuscescens</i>) và Hồng bạc (<i>L. argentimaculatus</i>).	91
<i>Bảng 3.13.</i> Biến động loài và nguồn lợi của ĐVĐ và rong biển khu vực nghiên cứu	95
<i>Bảng 3.14.</i> Tổng hợp các cơ sở khoa học, pháp lý quản lý bãi triều rạn đá	106
<i>Bảng 3.15.</i> Bộ tiêu chí đa dạng sinh học cốt lõi để quan trắc vùng triều rạn đá	108

<i>Bảng 3.16.</i> Kết quả phân loại đối tượng trên bản đồ hiện trạng bãi triều rạn đá khu vực bay chụp bằng thiết bị bay không người lái tại Bạch Long Vĩ	121
<i>Bảng 3.17.</i> Độ chính xác ảnh giải đoán chụp tầm thấp tại Bạch Long Vĩ.....	122
<i>Bảng 3.18.</i> Khóa giải đoán phân bố nền đáy	125

DANH MỤC CÁC HÌNH

<i>Hình 1.1.</i> Biến thiên nhiệt độ trung bình tháng tại BLV (Đài KTTV Đông Bắc)	23
<i>Hình 1.2.</i> Lượng mưa (mm) trung bình tháng tại BLV (Đài KTTV Đông Bắc)	24
<i>Hình 1.3.</i> Hình thái, địa hình đảo Bạch Long Vĩ	27
<i>Hình 1.4.</i> Hoa gió thời kỳ 1960 - 2008	29
<i>Hình 1.5.</i> Hoa sóng thời kỳ 1960 - 2008.....	30
<i>Hình 1.6.</i> Bản đồ địa chất huyện Cô Tô, tỉnh Quảng Ninh	31
<i>Hình 1.7.</i> Bản đồ địa mạo huyện đảo Cô Tô.....	32
<i>Hình 1.8.</i> Sơ đồ vị trí đảo Cát Bà	33
<i>Hình 1.9.</i> Mô phỏng cấu trúc địa hình Karst tại khu vực đảo đá vôi Cát Bà - HạLong	34
<i>Hình 2.1.</i> Sơ đồ khu vực nghiên cứu.....	39
<i>Hình 2.2.</i> Sơ đồ nghiên cứu ứng dụng thiết bị bay không người lái trong việc đánh giá hiện trạng hệ sinh thái vùng triều rạn đá	51
<i>Hình 2.3.</i> Quy trình xây dựng kế hoạch thu ảnh của thiết bị bay không người lái ...	52
<i>Hình 2.4.</i> Sơ đồ xử lý ghép ảnh trên phần mềm Agisoft Metashape Professional	53
<i>Hình 3.1.</i> Cấu trúc thành phần loài theo bậc phân loại	61
<i>Hình 3.2.</i> Biến động mật độ sinh vật đáy trên bãi triều đá Bạch Long Vĩ.....	67
<i>Hình 3.3.</i> Phân bố mật độ và sinh khối của loài Vọp (<i>Gafrarium pectinatum</i>)	67
<i>Hình 3.4.</i> Phân bố mật độ và sinh khối loài Ốc đen (<i>Planaxis sulcatus</i>).....	68
<i>Hình 3.5.</i> Biến động mật độ theo thời gian	68
<i>Hình 3.6.</i> Biến động sinh khối theo không gian.....	69
<i>Hình 3.7.</i> Biến động sinh khối theo thời gian	69
<i>Hình 3.8.</i> Mật độ trung bình theo không gian.....	71
<i>Hình 3.9.</i> Phân bố sinh khối trung bình sinh vật đáy theo khu vực khảo sát.....	71

<i>Hình 3.10.</i> Cấu trúc thành phần loài rong biển theo bậc phân loại.....	76
<i>Hình 3.11.</i> Kết quả chỉ số đa dạng sinh học (H') tại khu vực nghiên cứu.....	78
<i>Hình 3.12.</i> Nhóm loài động vật đáy có giá trị kinh tế tại khu vực nghiên cứu.....	79
<i>Hình 3.13.</i> Vòng đời một loài sinh vật đáy.....	85
<i>Hình 3.14.</i> Chỉ số tương đồng nhóm động vật đáy tại hệ sinh thái ven bờ Đông Bắc.....	86
<i>Hình 3.15.</i> Sơ đồ dòng chảy vùng biển vịnh Bắc Bộ.....	87
<i>Hình 3.16.</i> Mối quan hệ giữa sinh cảnh nền đáy và mật độ cá khu vực nghiên cứu...	92
<i>Hình 3.17.</i> Khu vực quản tụ của đàn cá Hồng Bạc vào thời điểm tháng 8/2018 tại Hòn Đặng Văn Châu (bãi Thanh Lân, Cô Tô).....	92
<i>Hình 3.18.</i> Khảo sát vùng hạ triều tại vùng triều rạn đá Bạch Long Vĩ.....	94
<i>Hình 3.19.</i> Một số loài cá rạn thường gặp tại vùng triều rạn đá Bạch Long Vĩ.....	94
<i>Hình 3.20.</i> Biểu đồ thể hiện mối tương quan giữa chỉ số đa dạng sinh học (H') và một số yếu tố môi trường tại Bạch Long Vĩ.....	99
<i>Hình 3.21.</i> Chỉ số đa dạng sinh học H' và các kiểu nền đáy vùng triều rạn đá BLV.....	101
<i>Hình 3.22.</i> Biểu đồ mật độ trung bình và chỉ số H' theo vùng triều.....	102
<i>Hình 3.23.</i> Giao diện tạo kế hoạch bay trên phần mềm DJI GS Pro.....	124
<i>Hình 3.24.</i> Phân khu theo vùng chức năng quản lý bãi triều rạn đá Bạch Long Vĩ	130

MỞ ĐẦU

1. Đặt vấn đề

Việt Nam là quốc gia biển, có chiều dài hơn 3.260 km bờ biển, sở hữu nhiều đảo, quần đảo với nhiều hệ sinh thái (HST) có tính đa dạng sinh học (ĐDSH) rất cao, như HST rừng ngập mặn, HST rạn san hô, HST vùng triều,... Trong đó, HST vùng triều rạn đá có những nét rất đặc trưng về sinh thái, môi trường, ĐDSH và nguồn lợi bởi vì tính độc đáo trong cấu tạo nội tại của chúng [1].

Với đặc trưng chế độ thủy triều ở các vùng có sự khác nhau, do đó các bãi triều nằm ở các đảo đá Việt Nam cũng có hình thái, cấu trúc khác nhau. Biên độ thủy triều dải ven bờ khu vực Vịnh Bắc Bộ và Nam Bộ thường rất lớn, triều cường cao nhất đến 4,5 m, chênh lệch giữa biên độ thủy triều có thể đạt đến hơn 4 m, do đó đã hình thành các bãi triều rộng lớn hàng ngàn ha và hình thành lên các sinh cảnh khác nhau, từ đó sự khác nhau về sinh thái, môi trường, ĐDSH cũng có sự những sự khác biệt.

Một số nghiên cứu đã xác định HST vùng triều có vai trò hết sức quan trọng trong hệ sinh thái biển, giúp duy trì và bảo vệ ĐDSH. Vùng triều còn là bức tường che chắn cho phần lục địa, tránh đi mọi tai biến thời tiết, xâm nhập mặn hay xử lý các chất ô nhiễm từ đất liền thải ra. Hầu như các hoạt động phát triển kinh tế - xã hội dải ven bờ Việt Nam đều có liên quan mật thiết đến HST vùng triều. Đặc biệt là hoạt động NTTS, bảo tồn ĐDSH đang là những vấn đề trọng tâm và diễn ra ngay trong nội tại hệ sinh thái vùng triều. Hệ sinh thái vùng triều không chỉ là một trong những HST lớn của biển Việt Nam mà còn liên quan trực tiếp đến đời sống của trên 40 triệu người dân, sống ở 28 tỉnh, thành phố ven biển [2].

Các nghiên cứu liên quan đến các HST ven một số đảo phía Đông - Bắc Vịnh Bắc Bộ cho thấy vùng triều ven đảo có ý nghĩa quan trọng đối với ĐDSH và phát triển nguồn lợi, là nơi sinh cư, sinh sản của các loài thủy sinh và bổ sung, tái tạo nguồn lợi cho các vùng biển. Khu vực ven biển quanh một số đảo khu vực Đông Bắc, Việt Nam có một số HST đặc trưng như: HST bãi triều cát; HST rạn san hô; HST vùng triều rạn đá; HST rừng ngập mặn... trong đó tiêu biểu nhất là HST rạn san hô và HST vùng triều rạn đá. Hệ sinh thái vùng triều rạn đá mặc dù mức độ ĐDSH không lớn bằng HST rạn san hô, nhưng có vai trò hết sức quan trọng, góp phần bổ sung độ ĐDSH cho các HST lân cận [2].

Nước ta có hơn 3.000 đảo lớn nhỏ, trong đó phần lớn tập trung ở khu vực Vịnh Bắc Bộ với 2.300 đảo, trải dài từ Quảng Ninh đến Quảng Trị. Riêng khu vực Hải Phòng - Quảng Ninh có hàng ngàn đảo lớn nhỏ với 04 huyện đảo (Cô Tô, Vân Đồn, Cát Hải, Bạch Long Vĩ). Đảo xa bờ nhất là Bạch Long Vĩ (Tp. Hải Phòng) và quần đảo Cô Tô (Quảng Ninh); Đại diện cho các đảo ven bờ là quần đảo Cát Bà với hàng trăm đảo lớn nhỏ. Các đảo khu vực phía Đông Bắc đều có vị trí hết sức quan trọng và có tính chiến lược về an ninh - quốc phòng, tạo nên thế trận phòng thủ trên biển vững chắc, che chắn vùng biển phía Bắc của tổ quốc. Mặt khác, các đảo còn là nơi cư trú, sinh sản của các loài thủy sinh với các HST đặc trưng, mà tiêu biểu là hệ sinh thái vùng triều rạn đá và HST rạn san hô, tạo lên sự phong phú và đa dạng của các giống loài thủy sinh, góp phần tái tạo, bổ sung nguồn lợi cho các ngư trường phía Bắc, đóng góp hết sức quan trọng cho phát triển kinh tế biển, mà trọng tâm là lĩnh vực khai thác và NTTS.

Với những giá trị và vai trò quan trọng của vùng triều rạn đá cả trên khía cạnh về ĐDSH, sinh thái học, địa chất và môi trường... Đây là đối tượng rất quan trọng để nghiên cứu về tác động của biến đổi khí hậu tới đời sống sinh vật biển nói chung và cảnh quan vùng biển đảo nói riêng. Tuy nhiên, hiện nay các HST vùng triều rạn đá chịu nhiều tác động đến từ thiên nhiên (bão và nước biển dâng) cũng như các hoạt động của con người. Trong khi đó hầu như chưa có được những giải pháp quản lý cũng như bảo vệ ĐDSH vùng triều rạn đá nhằm hướng đến sự phát triển bền vững cho khu vực ven biển, đảo. Chính vì vậy, trong khuôn khổ Luận án Tiến sĩ, nghiên cứu sinh lựa chọn đề tài *“Nghiên cứu đề xuất giải pháp quản lý đa dạng sinh học vùng triều rạn đá một số đảo tiêu biểu vùng biển Đông - Bắc Việt Nam”*.

2. Mục tiêu nghiên cứu

(1). Đánh giá được giá trị đa dạng sinh học vùng triều rạn đá của 3 đảo chính vùng biển Đông - Bắc Việt Nam (Bạch Long Vĩ, Cô Tô, Cát Bà).

(2). Xác định các yếu tố ảnh hưởng đến đa dạng sinh học và đề xuất giải pháp bảo vệ, quản lý, bảo tồn đa dạng sinh học của khu vực nghiên cứu.

3. Nội dung nghiên cứu

Nội dung 1: Xác định các đặc điểm cơ bản về ĐDSH vùng triều rạn đá đảo Bạch Long Vĩ, Cô Tô, Cát Bà

- Các dạng sinh cảnh của ĐDSH vùng triều rạn đá.

- Môi trường sống HST vùng triều rạn đá.
- Thành phần loài và phân bố sinh vật biển vùng triều rạn đá.
- Xác định các loài quý hiếm có giá trị bảo tồn.
- Các loài có giá trị kinh tế: Thành phần loài, trữ lượng một số loài tiêu biểu.

Nội dung 2: Xác định các yếu tố ảnh hưởng đến ĐDSH các vùng triều rạn đá

- Tác động do con người: Khai thác quá mức, khai thác bằng các phương thức hủy diệt (chất độc, nổ mìn, ngư cụ,...) và các hoạt động nuôi trồng và du lịch.
- Ảnh hưởng của ô nhiễm môi trường biển.
- Ảnh hưởng của một số yếu tố tự nhiên: bão, gió,...
- Dự báo xu thế biến đổi ĐDSH bãi triều rạn đá.

Nội dung 3: Đề xuất giải pháp quản lý ĐDSH trên bãi triều rạn đá

- Xây dựng bộ tiêu chí sử dụng bền vững HST vùng triều rạn đá.
- Quan trắc hiện trạng bãi triều rạn đá bằng thiết bị bay không người lái.
- Xây dựng các mô hình chuyên biệt nhằm bảo vệ bãi triều rạn đá.
- Giải pháp tổng thể quản lý và sử dụng các bãi triều rạn đá.

4. Tóm tắt những đóng góp mới của Luận án

Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu của đề tài kết hợp với những dữ liệu, tài liệu có được, nghiên cứu sinh đã trình bày và lập luận làm sáng tỏ được hai mục tiêu đặt ra. Qua đó đưa ra được những điểm mới như sau:

- Có được bộ số liệu cập nhật đầy đủ về thành phần loài các nhóm loài sinh vật sống cố định trên vùng triều rạn đá tại 3 đảo Bạch Long Vĩ, Cát Bà (Tp. Hải Phòng) và Cô Tô (tỉnh Quảng Ninh). Xác định đặc trưng khu hệ và tính liên kết khu hệ giữa vùng triều rạn đá và các hệ sinh thái lân cận.

- Xây dựng thành công bộ tiêu chí về quản lý ĐDSH vùng triều rạn đá dựa trên mô hình Hiện trạng - Áp lực - Đáp ứng - Lợi ích (S-P-R-B) phục vụ công tác quan trắc và quản lý ĐDSH.

- Lần đầu tiên có được mô hình tổng thể với phân vùng chức năng chi tiết phục vụ công tác quản lý vùng triều rạn đá áp dụng cho cấp huyện đảo.

5. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của Luận án:

Ý nghĩa khoa học:

- Cập nhật, bổ sung cơ sở khoa học về ĐDSH tại vùng triều rạn đá khu vực Đông - Bắc Việt Nam. Những dữ liệu khoa học này có ý nghĩa hết sức quan trọng đối

với sự ĐDSH, phát triển nguồn lợi và bảo tồn biển. Các kết quả về tính liên kết giữa vùng triều rạn đá với các HST lân cận (rạn san hô, thảm cỏ biển) là cơ sở khoa học quan trọng trong việc xây dựng các vành đai sinh thái biển giữa các khu hệ và khu vực di cư của sinh vật.

- Bộ tiêu chí ĐDSH vùng triều rạn đá thực sự góp phần quan trọng trong việc xác định và đánh giá nhanh hiện trạng ĐDSH tại các vùng triều rạn đá. Mặc dù chưa bao phủ được toàn bộ các đặc tính của các khu vực khác nhưng là cơ sở, tiền đề cho việc phát triển bộ chỉ số cũng như việc quản lý và bảo vệ hệ sinh thái vùng triều rạn đá.

Ý nghĩa thực tiễn:

- Kết quả nghiên cứu là dữ liệu quan trọng cho ba huyện đảo nghiên cứu trong việc đánh giá thực trạng, cũng như định hướng quy hoạch và giải pháp quản lý vùng triều rạn đá nói riêng và các HST biển nói chung.

- Giúp cho các chính quyền địa phương, cơ quan quản lý nhà nước thấy được hiệu quả và những tồn tại của công tác quản lý hiện nay. Từ đó có những hoạt động triển khai việc xây dựng các giải pháp khai thác, bảo tồn và phát triển bền vững HST vùng triều rạn đá phù hợp hơn trong tại địa phương.

- Mô hình phân vùng chức năng quản lý vùng triều rạn đá đảo Bạch Long Vĩ giúp địa phương quản lý tốt ĐDSH của đảo. Bên cạnh đó việc áp dụng thiết bị bay không người lái vào giám sát bãi triều rạn đá là phương pháp nhanh và hiệu quả trong quản lý hiện trạng các bãi triều.

Trong quá trình nghiên cứu, nghiên cứu sinh đã có nhiều cố gắng, cùng với sự hướng dẫn, giúp đỡ của tập thể cán bộ hướng dẫn. Tuy nhiên, do đây là lĩnh vực nghiên cứu chuyên sâu lại mang tính tổng hợp từ ĐDSH - kinh tế - xã hội và môi trường nên còn nhiều điểm cần tiếp tục hoàn thiện. Nghiên cứu sinh trân trọng cảm ơn và rất mong nhận được sự góp ý của các quý thầy, cô và các nhà khoa học.

CHƯƠNG I. TỔNG QUAN

1.1. Cơ sở lý luận về đa dạng sinh học vùng triều rạn đá

1.1.1. Một số khái niệm về đa dạng sinh học vùng triều rạn đá

Thuật ngữ đa dạng sinh học (Biological Diversity/Biodiversity) đã xuất hiện từ những năm 1980. Thuật ngữ này xuất hiện nhằm nhấn mạnh sự cần thiết trong các hoạt động nghiên cứu và bảo tồn tính đa dạng và phong phú của sự sống trên trái đất [3].

Hiện nay, có rất nhiều định nghĩa về đa dạng sinh học (ĐDSH). Theo Quỹ Bảo vệ Thiên nhiên Quốc tế - WWF (1989) quan niệm: “ĐDSH là sự phồn thịnh của sự sống trên trái đất, là hàng triệu loài thực vật, động vật và vi sinh vật, là những gen chứa đựng trong các loài và là những hệ sinh thái vô cùng phức tạp cùng tồn tại trong môi trường”. Theo Công ước ĐDSH năm 1993: “ĐDSH là sự phong phú của mọi cơ thể sống có từ tất cả các nguồn trong các HST trên cạn, dưới nước, ở biển và mọi tổ hợp sinh thái mà chúng tạo nên” [4]. Theo Luật Đa dạng sinh học (Luật số: 20/2008/QH12): “ĐDSH là sự phong phú về gen, loài sinh vật và HST trong tự nhiên”. Như vậy, ĐDSH có thể tổng hợp theo 3 cấp độ: đa dạng nguồn gen, đa dạng thành phần loài và đa dạng HST [5]. Đa dạng loài bao gồm tất cả các loài sinh vật sinh sống trên trái đất, từ các loài động vật, thực vật đến các loài vi khuẩn và các loài nấm. ĐDSH xét ở mức độ vi mô hơn, bao gồm cả sự khác biệt về gen giữa các loài, khác biệt về gen giữa các quần thể sống cách ly về địa lý cũng như sự khác biệt giữa các cá thể cùng chung sống trong một quần thể. ĐDSH còn bao gồm cả sự khác biệt giữa các quần xã sinh vật mà trong đó các loài sinh sống, các HST nơi mà các loài, các quần xã sinh vật tồn tại và cả sự khác biệt của các mối tương tác giữa chúng với nhau.

ĐDSH là một chỉ số rất quan trọng của sức khỏe tổng thể của HST. Mức độ ĐDSH thể hiện khả năng thích ứng đối với sự biến động môi trường sống [6]. Tuy nhiên, hoạt động của con người đã dẫn đến suy thoái môi trường sống và khai thác quá mức các nguồn tài nguyên môi trường [7] dẫn đến mức độ ĐDSH suy giảm chưa từng có. Ngoài ra, biến đổi khí hậu đã góp phần ngày càng tăng cho sự mất mát các loài trong tương lai [8]. Để bảo vệ các dịch vụ và chức năng HST thì điều quan trọng là phải kết hợp các chiến lược hỗ trợ khả năng phục hồi hệ sinh thái vào quản lý và bảo tồn. Chính vì vậy, cần phải có những nghiên cứu xác định các động lực tác động

lên ĐDSH của HST là rất cần thiết để xây dựng và phát triển các chiến lược quản lý và biện pháp bảo tồn phù hợp.

Việc bảo tồn và phát triển bền vững ĐDSH là định hướng mang tính chiến lược của các quốc gia nhằm bảo vệ tính đa dạng loài, bảo vệ các loài sinh vật bản địa và hướng đến sự phát triển hài hòa giữa các lợi ích phát triển kinh tế - xã hội. Thuật ngữ “*Phát triển bền vững đa dạng sinh học*” được đề cập trong Luật Đa dạng sinh học, năm 2008; theo đó: *Phát triển bền vững ĐDSH* là việc khai thác, sử dụng hợp lý các HST tự nhiên, phát triển nguồn gen, loài sinh vật và bảo đảm cân bằng sinh thái, phục vụ phát triển kinh tế - xã hội.

Hệ sinh thái vùng triều (Littoral hoặc tidal ecosystem) là HST đặc trưng cho sự giao thoa giữa lục địa và đại dương. Môi trường của HST này thường xuyên biến động dưới tác động mạnh của thủy triều. Hệ sinh thái này thường nằm trên đường bờ ven biển và đảo, như các bờ đá và bãi cát. Hệ sinh thái vùng triều trải qua hai trạng thái khác nhau: khi thủy triều xuống phần lớn diện tích bề mặt nền đáy lộ ra, tiếp xúc trực tiếp với không khí và khi thủy triều lên sẽ bị ngập trong nước biển [9, 10].

Vùng triều rạn đá là một phần cấu thành HST vùng triều. Vùng triều rạn đá có nền đáy cứng, được hình thành từ đá gốc trong quá trình kiến tạo vỏ trái đất, hoặc hình thành từ rạn san hô. Với cấu trúc phức tạp của rạn đá kết hợp với sự biến động về môi trường vùng triều đã tạo nên những tiểu sinh cảnh khác nhau, chúng có mối quan hệ chặt chẽ với khuynh hướng (gradient). Môi trường vùng triều rạn đá được quy định bởi hai phương chính gồm: phương thẳng đứng và phương ngang [11]. Trong đó, phương thẳng đứng được xác định bởi chế độ thủy triều, theo đó thời gian ngập nước và phơi bãi tùy thuộc vào đặc điểm thủy triều của mỗi vùng khác nhau. Thời gian phơi bãi của các bãi triều rạn đá diễn ra khi triều thấp, khi đó bề mặt bãi tiếp xúc với không khí và bị ảnh hưởng trực tiếp của nhiệt độ, ánh sáng mặt trời và khô hạn [11, 12]. Trong khi đó, theo phương ngang thì có liên quan đến mức độ tác động trực tiếp của sóng biển, có những nơi chịu tác động lớn ở những vùng biển hở (đảo xa bờ, bờ biển hở), hay những nơi ít chịu tác động của sóng biển như vũng, vịnh nơi được che chắn bởi các hệ thống đảo nhỏ, hay những dải đất/đảo ngang. Chính sự thay đổi mạnh môi trường tự nhiên đã tạo nên những tiểu sinh cảnh như vũng nước khi triều thấp, hang hốc, bề mặt nền đáy phẳng. Tại các tiểu sinh cảnh đó lại có những loài sinh vật có khả năng thích nghi và cư trú tạo nên HST đặc trưng cho vùng triều

ran đá. Mặc dù, diện tích vùng triều ran đá chỉ bao phủ phần nhỏ so với diện tích bề mặt trái đất, nhưng đây là trong khu hệ sinh thái có mức độ ĐDSH cao, với sự phân bố từ vi tảo nhỏ (micro algage), thân mềm, giáp xác, tảo lớn cho đến động vật có xương sống cỡ lớn (chim biển, hải cẩu và con người) [13].

Đặc điểm cơ bản vùng triều ran đá:

Thủy triều: Thủy triều là hiện tượng nước biển, nước sông... lên xuống trong một chu kỳ thời gian phụ thuộc biến chuyển thiên văn. Sự thay đổi lực hấp dẫn từ Mặt Trăng (phần chủ yếu) và từ các thiên thể khác như Mặt Trời (phần nhỏ) tại một điểm bất kỳ trên bề mặt Trái Đất trong khi Trái Đất quay đã tạo nên hiện tượng nước dâng (triều lên thường gọi là "nước lớn") và nước rút (triều xuống, tức "nước ròng") vào những khoảng thời gian nhất định trong một ngày [14].

Đặc điểm cấu trúc ran đá: Sự ổn định của nền đáy là nền tảng cơ sở cho các sinh vật cư trú, sinh sản và kiếm ăn tại các vùng triều ran đá. Tuy nhiên, với sự hình thành từ đá gốc do hoạt động kiến tạo địa chất nên cấu trúc ran đá ở mỗi khu vực là rất khác nhau. Hơn nữa, tác động của các điều kiện tự nhiên (sóng, bão, nước biển dâng) đã có những tác động lớn đến cấu trúc địa chất, địa mạo và hình thái ran. Những đặc điểm chính cấu trúc bề mặt ran đá tác động lớn đến sự phân bố của các quần xã sinh vật như: bề mặt nhẵn hay đá cuội thường nghèo nàn do các sinh vật không có khả năng bám trụ được nền đáy dưới tác động của sóng biển; các khe đá được tạo ra do các lớp đá hay các phiến đá lớn là nơi cư trú của nhiều loài sinh vật thân mềm và rong biển. Ngoài ra, hầu hết các bãi triều ran đá đều có hình thành các hồ nước (pool), đây là nơi cư trú của rất nhiều loài sinh vật từ sinh vật di cư (ân náu khi nước triều rút), đến những loài cư trú thường xuyên phát triển trên các ran đá. Tuy nhiên, các sinh vật này cũng phải có khả năng thích ứng tốt do môi trường nước có những biến động lớn như nhiệt độ, pH, độ mặn, nồng độ oxy và chất dinh dưỡng. Tại các hồ nước trên bãi triều ran đá thường có sự phân bố của các loài rong biển, các động vật như ốc, cầu gai...

Đặc điểm sinh vật trên vùng triều ran đá: Không như các hệ sinh thái biển khác, vùng triều ran đá chịu tác động lớn từ hoạt động thủy triều và cấu trúc bề mặt ran nên sự phân bố của các loài sinh vật tại HST này cũng mang nét đặc trưng riêng.

Sinh vật bám dính trên bề mặt nền đáy: Đây là nhóm sinh vật bám trực tiếp vào nền đá như các động vật đáy bám dính như Porifera (Bọt biển), Cnidaria (Hải

quỳ), Annelida (Giun đốt), Echinodermata (Da gai), Mollusca (Thân mềm), Đây là những loài bám chắc vào nền đá và thường ăn lọc sinh vật phù du và vật chất hữu cơ lơ lửng, chúng thường có cơ chế ngậm nước giúp chúng có khả năng chịu được nóng và có lớp vỏ cứng tránh sinh vật ăn thịt.

Rong cỏ biển là sinh vật nhóm tảo đa bào, được ghi nhận nhiều ở vùng triều rạn đá, chủ yếu thuộc ba Ngành là rong Đỏ (Rhodophyta), rong Lục (Chlorophyta) và rong Nâu (Phaeophyta/Orchrophyta). Chúng là những sinh vật chiếm ưu thế tại vùng này, đặc biệt là các dải từ vùng triều thấp xuống đến dải trên của vùng dưới triều, với nền đáy cứng lại nhiều hang hốc giúp cho bào tử dễ dàng bám được và phát triển. Rong biển mang nhiều đặc điểm hình thái thích nghi với vùng triều rạn đá nơi có nền đáy cứng và thường xuyên chịu tác động của sóng biển. Quần xã rong biển không những là nguồn thức ăn quan trọng đối với sinh vật vùng triều rạn đá mà còn là nơi trú ẩn, sinh sản và cư trú của nhiều loài thủy sinh. Đặc biệt, tại các hồ nước trên bãi triều, chúng làm giảm nhiệt độ nước, đồng thời cung cấp ôxy cho các loài sinh vật trong hồ nhằm giảm stress trong thời gian triều thấp.

Sinh vật di cư, di chuyển: Có hai hình thức di chuyển của nhóm sinh vật này, đó là di chuyển thụ động và di chuyển chủ động. Nhóm sinh vật bị động tức là quá trình di chuyển phụ thuộc vào các yếu tố sóng, dòng chảy, đây là nhóm sinh vật phù du như các loài động và thực vật phù du. Đây là nguồn thức ăn của một số loài cá nhỏ và sinh vật ăn lọc nên có vai trò quan trọng trong chuỗi thức ăn của vùng triều rạn đá.

Nhóm sinh vật di chuyển chủ động tức là chúng có thể tự di chuyển, thường là những động vật cỡ lớn có xương sống hoặc không có xương sống. Nhóm động vật có xương sống thường thấy ở vùng triều rạn đá. Nhóm sinh vật này thường di cư tìm thức ăn khi triều lên và rời khỏi vùng triều khi triều xuống hay trong giai đoạn vòng đời như các con non, hoặc một số loài vào vùng triều để sinh sản... như các loài cá biển thường có chiều dài cơ thể nhỏ hơn 10 cm.

Nhóm động vật không xương sống thường là ĐVĐ. Nhóm sinh vật cư trú ở vùng triều trong phần lớn vòng đời của chúng như Turbellaria (Giun dẹp), Giáp xác (Cua, Tôm, động vật chân cụt), Annelida (lớp giun Nhiều tơ), Gastropoda (Ốc, Ốc song kính (chitons), và Echinodermata (Hải sâm, Nhím biển, Sao biển).

1.1.2. Tình hình nghiên cứu trên thế giới

Nghiên cứu HST bãi triều rạn đá được các nhà sinh thái học trên thế giới tiến hành nghiên cứu từ sớm. Các bãi triều rạn đá phân bố ven bờ, được xác định rõ ràng, nhưng có sự biến động lớn về quần xã sinh vật do thường xuyên chịu tác động của điều kiện tự nhiên và tác động của con người. Tổng hợp các nghiên cứu về vùng triều rạn đá có thể chia ra các giai đoạn như sau:

Nghiên cứu trước năm 1960: Các nghiên cứu trong giai đoạn này tập trung chủ yếu vào việc mô tả các rạn đá ven bờ và suy đoán về nguyên nhân của sự phân chia vùng triều. Trước những năm 1960, các nhà sinh thái học đã công bố các mô tả về các khu vực triều rạn đá ở khu vực địa lý rộng lớn trải dài trên phần lớn địa cầu và bao gồm cả hai bên của Bắc Thái Bình Dương và Bắc Đại Tây Dương; Greenland; Tây Ấn; Nam và Trung Mỹ; các bờ biển của Châu Phi; Địa Trung Hải; biển Đen; Quần đảo Ấn Độ Dương; Singapore; Quần đảo Thái Bình Dương, Úc và Tasmania. Những tài liệu sơ khai về bãi triều đá vẫn có giá trị để so sánh với các mô hình phân bố loài đương thời do sự du nhập và tuyệt chủng của các loài địa phương [15].

Nghiên cứu giai đoạn 1960-1980: Ở giai đoạn này các nghiên cứu thực nghiệm với đối tượng là các loài sinh vật cư trú và di cư ở trên vùng triều rạn đá, các nghiên cứu tập trung vào quan hệ vật ăn mồi và con mồi, các kết quả nghiên cứu cho thấy khả năng săn mồi của sinh vật di cư là yếu tố quan trọng, tạo nên cấu trúc của các tổ hợp bãi triều đá [15].

Nghiên cứu giai đoạn 1980 - 2005: Nghiên cứu giai đoạn này tập trung vào vai trò của HST và tác động bên ngoài. Trong giai đoạn này, các nhà sinh thái học biển đã nghiên cứu về chức năng nơi ương và bãi đẻ của một số loài thủy sinh tại các bãi triều rạn đá. Các kết quả cho thấy bãi triều rạn đá có vai trò quan trọng trong việc phát tán nguồn giống (ấu trùng, hợp tử và bào tử). Bên cạnh đó, các nhà nghiên cứu cũng xác định được hai nguyên nhân tác động đến khả năng phát tán và lưu giữ nguồn giống ở vùng triều rạn đá đó là sóng biển và các dòng hải lưu. Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy tính liên kết sinh thái giữa các khu hệ khác nhau. Nhiều loài sinh vật phù du hay loài di cư thì rạn đá có thể là nơi kiếm ăn, cư trú hoặc sinh sản (cá biển), nhiều ấu trùng sinh vật được sinh ra ở ngoài đại dương được dòng nước đưa đến cư trú tại vùng triều (cua biển), hay những bào tử rong biển thường có xu hướng bám nền đáy [15].

Nghiên cứu giai đoạn từ 2005 đến nay: Các nghiên cứu giai đoạn này đã cung cấp các thông tin khoa học rất chi tiết về vùng triều rạn đá, từ thành phần loài, tính liên kết sinh thái hay sự phân bố loài đến các đới triều khác nhau. Tuy nhiên, do sự phát triển của các hoạt động con người tại khu vực ven biển và khu vực vùng triều rạn đá nên đã và đang tác động nhiều đến HST này. Nhiều hoạt động đã làm suy giảm nguồn lợi và tính đa dạng loài trong khu hệ như khai thác quá mức, chuyển đổi diện tích bãi triều thành các công trình ven biển. Chính vì vậy, các nhà khoa học trong giai đoạn này tập trung vào nghiên cứu đánh giá mức độ ảnh hưởng các mối quan hệ giữa con người và môi trường sinh thái. Đặc biệt là những nhóm loài sinh vật đang có nguy cơ tuyệt chủng như loài thú (hải cẩu), chim biển. Việc quản lý, bảo vệ ĐDSH vùng triều rạn đá là một trong những thách thức lớn để có thể hài hoà các mối quan hệ giữa phát triển kinh tế - xã hội và môi trường sinh thái. Chính vì vậy, việc nghiên cứu xác định các động lực chính tác động đến sự phát triển và bảo tồn các bãi triều rạn đá đang được đặt ra [15].

Hơn nữa, bãi triều rạn đá là nơi tiếp giáp giữa biển và đất liền nên thường xuyên chịu tác động lớn từ sóng biển, điều kiện khô hạn do hoạt động thủy triều và là khu vực chịu ảnh hưởng lớn của hiện tượng mực nước biển dâng. Do vậy, các nhà khoa học cũng đang tiến hành đánh giá mức độ ảnh hưởng và giải pháp ứng phó các hiện tượng thời tiết cực đoan này nhằm giảm bớt tác động từ các động lực xáo trộn và thay đổi trong giới hạn địa lý các vùng triều.

1.1.3. Tình hình nghiên cứu trong nước và khu vực Đông - Bắc, Việt Nam

Việt Nam có đường bờ biển trải dài với 3.260 km, kéo dài từ vĩ độ 23°23' Bắc đến 8°27' Bắc với đủ chế độ thủy triều của thế giới như nhật triều, nhật triều không đều, bán nhật triều và bán nhật triều không đều phân bố xen kẽ, kế tiếp nhau. Cùng với hệ thống cửa sông dày đặc trải dài từ phía Bắc xuống Nam đã tạo ra những bãi triều rộng lớn. Đặc biệt là hai khu vực phía Bắc với bãi triều tại khu vực cửa sông hệ thống sông Hồng và sông Thái Bình và khu vực phía Nam với hệ thống sông Đồng Nai và sông Cửu Long. Sự phát triển của bãi bồi vùng triều đã tạo nên vùng bãi triều rộng lớn ở hệ thống cửa sông tại hai khu vực này [16]. Nơi đây được ghi nhận là khu vực có mức độ ĐDSH rất cao, là nơi cư trú và sinh sản của rất nhiều khu hệ sinh vật thủy sản.

Những nghiên cứu đầu tiên về vùng triều ở Việt Nam được mô tả bởi Fischer vào những năm 1950 về các quần xã phân bố tại vùng triều Vũng Tàu [17]. Sau đó, một nghiên cứu chi tiết về vùng triều của các rạn đá chủ yếu ở Vịnh Nha Trang được thực hiện bởi Trần Ngọc Lợi [18] và Phạm Hoàng Hộ chủ yếu nghiên cứu về thực vật học [19-23]. Năm 1961, trong khuôn khổ chương trình hợp tác nghiên cứu Liên Xô-Việt Nam đã nghiên cứu vùng triều của Vịnh Bắc Bộ [24]. Một số đợt nghiên cứu của Liên Xô - Việt Nam trên vùng biển và vùng biển ven bờ miền Nam Việt Nam đã được thực hiện trong những năm 1980 -1984. Kết quả của những chuyến khảo sát này đã được tổng hợp bởi Kostina [25]. Năm 2005, các cuộc khảo sát vùng triều được thực hiện trong chuyến đi của tàu R/V Akademik Oparin ở vịnh Nha Trang và Vân Phong. Công trình này tóm tắt kết quả của các nghiên cứu về vùng triều Việt Nam từ những năm 1950 đến 2005. Theo đó tác giả đã tổng hợp kết quả nghiên cứu tại 22 khu vực từ Bắc đến Nam Việt Nam. Kết quả cho thấy hệ sinh vật vùng triều có mối tương quan đến các yếu tố môi trường, như các đặc điểm của địa tầng và hoạt động của sóng, ảnh hưởng của việc giảm độ muối của nước biển và các đặc điểm tự nhiên khác như: vũng triều, thảm thực vật trên cạn. Thành phần loài phân bố tại khu vực bãi triều có nền đáy cứng là phong phú nhất, và quần thể của tầng nền mềm là nghèo nhất. Tác giả đã thống kê có 1.664 loài và dưới loài thuộc sinh vật đáy cỡ lớn (278 loài thực vật và 1.386 loài động vật) phân bố vùng bãi triều Việt Nam. Trong đó ngành rong Đỏ có 154 loài, là loài chiếm ưu thế trong số các loài thực vật, và chiếm ưu thế trong số các loài động vật là động vật chân bụng (334 loài) và thú ăn thịt (275 loài) [25].

Khu vực Đông - Bắc Việt Nam với đặc điểm địa hình là quần thể núi đá vôi nhỏ thẳng đứng trải dài từ Vịnh Bái Tử Long đến Cát Bà đã tạo nên một kiểu hình bãi triều rạn đá mang nét đặc trưng của vùng triều khá thú vị chủ yếu theo phương thẳng đứng quanh chân núi đá vôi. Ngoài ra, các dãy núi đâm xuyên ra biển như khu vực Hải Hà (Quảng Ninh), hay dãy núi ngang tạo nên hệ thống đảo Cái Rồng, Cái Chiên đã tạo nên những vịnh nhỏ phía trong. Mặc dù, bãi triều rạn đá ở khu vực này có diện tích nhỏ nhưng lại có điều kiện môi trường ổn định, ít chịu tác động của sóng do được hệ thống đảo che chắn. Trong khi đó, bãi triều rạn đá ở những đảo xa bờ như Bạch Long Vĩ, Cô Tô lại có diện tích bãi triều rộng lớn, có những điểm chiều rộng của bãi triều rạn đá lên đến 500 m (Bạch Long Vĩ). Mặc dù bãi triều rạn đá ở khu vực

này tương đối thoải, bằng phẳng, nhưng do không được che chắn nên bãi triều rạn đá ở đây thường xuyên chịu tác động lớn của sóng biển. Với chế độ nhật triều đặc trưng tại khu vực biển Đông Bắc, khu vực Hòn Gai, Hải Phòng thuộc nhật triều rất thuận nhất với số ngày nhật triều hầu hết trong tháng. Độ cao thủy triều trong ngày nước cường cực đại có thể đạt 4 - 4,5 m. Đặc biệt, chế độ nhật triều tại trạm Hòn Dấu (Đồ Sơn - Hải Phòng) là điển hình trên thế giới [26]. Chế độ nhật triều ở khu vực vịnh Bắc Bộ với mức triều cao (4,0 - 4,5 m) đã hình thành những bãi triều rộng lớn ở khu vực này. Hơn nữa, với chế độ nhật triều điển hình ở khu vực này đã tạo nên HST vùng triều rất đặc trưng với thời gian chuyển giữa các trạng thái (ngập nước và phơi bãi) là rất dài. Sự biến đổi về điều kiện môi trường diễn ra rất lớn hàng ngày không chỉ mang lại năng lượng, trao đổi chất cho bãi triều mà còn tạo ra tính nhịp điệu trong đời sống sinh vật ở vùng triều [16].

Qua quá trình nghiên cứu tài liệu về đặc điểm tự nhiên và điều kiện kinh tế - xã hội tại khu vực Đông Bắc cho thấy 03 huyện đảo gồm Cô Tô, Cát Bà (huyện Cát Hải) và Bạch Long Vĩ là những đảo tiêu biểu cho hệ thống đảo vùng biển Đông Bắc được thể hiện qua những điểm giống và khác nhau, cụ thể như sau:

- Điểm giống nhau: HST vùng triều rạn đá tại ba đảo nghiên cứu đều thuộc hệ thống đảo, vùng triều rạn đá phân bố quanh đảo và đều chịu tác động rất lớn của chế độ nhật triều điển hình tại vịnh Bắc Bộ với biên độ triều lớn 3 - 4 m nên vùng triều rạn đá tại 3 đảo nghiên cứu có biên độ triều lớn và thời gian phơi bãi lớn khi triều xuống. Đặc biệt, về phân cấp hành chính thì cả 3 đảo nghiên cứu đều là huyện đảo.

- Điểm khác nhau: Sự khác nhau về cấu trúc nền đáy của vùng triều rạn đá và vị trí đảo nghiên cứu có sự khác biệt đáng kể.

Về vị trí đảo: Cát Bà với vị trí gần bờ nên chịu tác động lớn của nguồn nước từ lục địa và có hệ thống rất nhiều đảo che chắn nên không chịu tác động lớn bởi sóng biển và bão. Trong khi đó, đảo Bạch Long Vĩ và đảo Cô Tô là đảo xa bờ nên ít chịu tác động của nguồn nước từ lục địa. Hơn nữa, đảo BLV với vị trí nằm giữa vịnh Bắc Bộ nên chịu tác động rất lớn từ sóng, gió trong năm cũng như bão gió hàng năm.

Về cấu trúc nền đáy: Hầu hết các đảo thuộc quần đảo Cát Bà có cấu trúc địa hình Karst như mô tả của Waltham nên vùng triều rạn đá ở đây rất đặc trưng cho hệ thống đảo đá vôi ven biển với sự phân bố quanh chân các đảo. Tại đảo Cô Tô và Bạch Long Vĩ với cấu trúc nền đáy bằng phẳng với nền đá gốc và trải dài từ chân đảo có

điểm chiều rộng bãi lên đến 500 - 600m. Đặc biệt khu vực Bạch Long Vĩ với cấu trúc nền đáy cấu tạo từ các phiến đá bằng phẳng xếp thành từng tầng.

a) Đa dạng sinh học Hệ sinh thái vùng triều Cô Tô

Năm 1994, WFF và Phân viện Hải dương học tại Hải Phòng công bố 102 loài san hô cứng thuộc 13 họ, 37 giống. Kết quả nghiên cứu của đề tài và tham khảo các tư liệu có được từ năm 1973 đến 2000 ở Cô Tô - Thanh Lân đã ghi nhận ĐVPD có 97 loài; ĐVĐ có 208 loài, thuộc 128 giống, 63 họ, trong đó: Thân mềm (Mollusca) 151 loài, lớp Giáp xác (Crustacea) có 36 loài, ngành Giun đốt (Annelida) có 15 loài và ngành Da gai (Echinodermata) có 5 loài [27-30].

Năm 2005, Viện nghiên cứu Hải sản thực hiện đề tài: “*Nghiên cứu bổ sung cơ sở khoa học cho việc quy hoạch, quản lý các KBTB Cát Bà và Cô Tô*” đã thống kê tổng hợp đa dạng thành phần loài tại Cô Tô, Thanh Lân có: Thực vật ngập mặn có 15 loài; rong biển có 66 loài, thuộc 4 ngành; thực vật phù du 213 loài; động vật phù du 97 loài; động đáy 208 loài; san hô cứng 76 loài; 133 loài cá rạn san hô. Một số loài động thực vật biển được xếp loại quý hiếm thuộc Sách Đỏ Việt Nam cần được bảo vệ bao gồm: Nhóm rong biển như rong Đại bò (*Codium repens*), rong Guột chùm (*Caulerpa racenmosa*), rong Đá cong (*Gelidella acerosa*), rong Mơ mềm (*Sargassum tenerrimum*), rong Chũn đẹp (*Gratelonia livida*), rong Thun thút (*Catenelanipae*), rong Nhút (*Dermonema pulvinata*), rong Thuộc giun (*Caloglossa leprienrii*). Nhóm ĐVĐ như Trai ngọc (*Pinctada margaritifera*), Vẹm xanh (*Perna viridis*), con Sút (*Anomalodiscus squamosa*), ốc Đụn cái (*Trochus niloticus*), ốc Đụn đực (*Trochus pyramis*), Bào ngư (*Haliotis diversicolor*), con Ba khía (*Gafrarium tumidum*), mực Nang vân hổ (*Sepia tigris*) và nhóm cá quý hiếm: 3 loài cá, gồm cá Mòi mõm tròn (*Nematalosa nasur*), cá Cháo biển (*Elops saurus*), cá Ngựa (*Hipocampus sp.*)[31].

Đến năm 2008, Đỗ Văn Khương và cộng sự ghi nhận về sự phân bố của ĐVĐ ở vùng biển Cô Tô - Thanh Lân trên các mặt cắt khảo sát cho thấy sự phân bố không đồng đều. Hầu hết số lượng loài chỉ khoảng từ 10 - 25 loài ở các bãi cát, cao nhất chỉ phát hiện 18 - 25 loài tại bãi Nam Hải và Hồng Vân. Tại các bãi triều rạn đá, ĐVĐ phân bố với số lượng thành phần loài lớn, với hơn 100 loài. Tại các bãi triều rừng ngập mặn, hệ sinh vật đáy khu vực này tương đối nghèo; phát hiện được tổng số 15 loài, trong đó điển hình gồm *Cerithidea cingulata*, *Littorinopsis scabra* (ốc), Cua giống (*Sesarma spp.*).. Vùng dưới triều phát hiện được 90 loài phân bố, trong đó:

Ngành Thân mềm 62 loài; Ngành Giun đốt 6 loài; Ngành Chân đốt với lớp Giáp xác 17 loài; Ngành Da gai có 5 loài, nhóm cá rạn san hô có 45 loài, 29 giống, 20 họ [32].

Năm 2016, nghiên cứu ĐDSH vùng triều phía Tây Vịnh Bắc Bộ tác giả Đỗ Công Thung chỉ ra rằng: Nền đáy hệ sinh thái vùng triều ven các đảo thường là đáy cứng (rạn đá) ở vùng triều và đáy cát hoặc cát - bùn ở vùng dưới triều. Sinh vật lượng ĐVĐ thuộc HST vùng triều Cô Tô đạt trung bình 717 con/m² và khối lượng 42,95 g/m². Mật độ vùng triều (1.323 con/m²) cao hơn nhiều so với vùng dưới triều (111 con/m²), khối lượng cũng tương tự, vùng triều 52 g/m², vùng dưới triều 33,3 g/m² [33].

b) Đa dạng sinh học hệ sinh thái vùng triều Cát Bà

Kết quả nghiên cứu của Nguyễn Tiến Cảnh (năm 1978) ghi nhận nhóm tảo độc hại và thực vật phù du có 287 loài, 71 chi thuộc 4 lớp tảo [34]. Nguyễn Thị Thu (1996) ghi nhận có 79 loài động vật phù du ở Đông Nam đảo Cát Bà.

Tác giả Nguyễn Văn Tiến đã ghi nhận rong biển có 75 loài thuộc 27 họ, 4 ngành rong. Trong đó, rong Nâu có 5 họ, 27 loài; rong Đỏ có 13 họ, 31 loài [35, 36]. Kết quả phân tích bổ sung năm 2003-2004 đã xác định thêm 4 loài mới thành tổng số 79 loài rong thuộc 4 ngành (rong Nâu, rong Đỏ, rong Lam và rong Lục). Kết quả nghiên cứu cũng đã ghi nhận được 79 loài ĐVPD ở khu vực Đông Nam đảo Cát Bà. Riêng khu vực biển mà dự kiến thành lập khu bảo tồn biển, đã xác định được 75 loài ĐVPD. So với thành phần loài thu được ở toàn dải ven bờ Quảng Ninh - Hải Phòng, số loài ĐVPD ở đây chỉ bằng 65,6 % và so với toàn Vịnh Bắc Bộ bằng 50,6 % [37].

Kết quả nghiên cứu của Bùi Đình Chung (năm 1999) về Nhóm cá biển đã ghi nhận 124 loài, 89 giống, 56 họ. Kết quả khảo sát năm 2003 - 2004 ghi nhận 79 loài cá rạn san hô, 58 giống, 37 họ [38].

Tác giả Đỗ Công Thung ghi nhận được 532 loài động vật không xương sống đáy thuộc 270 giống, 115 họ, 11 lớp của 4 ngành: Giun đốt (Annelida), Chân khớp (Arthropoda); Thân mềm (Mollusca) và Da gai (Echinodermata) tại vùng biển Cát Bà [27, 39]. Trong số này, số loài thân mềm nhiều nhất với 261 loài, chiếm 49,1 % số loài, Giun đốt 145 loài (27,3 %), Giáp xác 113 loài (21,2 %), Da gai 13 loài (2,4 %) [40]. Các kết quả nghiên cứu khu vực vịnh Lan Hạ và lân cận, trong hai năm 2003 - 2004 đã xác định 311 loài, 210 giống và 105 họ ĐVĐ tại đây, bằng khoảng 58,4 % tổng số loài đã tìm thấy tại Cát Bà.

Kết quả nghiên cứu ĐDSH tại quần đảo Cát Bà đã xác định quần đảo Cát Bà và Long Châu ghi nhận có đầy đủ 6 hệ sinh thái điển hình cho đảo đá vôi trên biển của vùng nhiệt đới, gồm: HST rừng mưa nhiệt đới; HST rừng ngập mặn; HST vùng triều; HST hồ nước mặn; HST rạn san hô và HST đáy mềm [41].

Năm 2005, Viện nghiên cứu Hải sản thực hiện đề tài: “Nghiên cứu bổ sung cơ sở khoa học cho việc quy hoạch, quản lý các khu bảo tồn biển Cát Bà và Cô Tô” đã ghi nhận tại Cát Bà: rong biển có 79 loài, TVPD có 207 loài, ĐVPD có 79 loài, ĐVĐ có 532 loài, 81 loài san hô cứng, 196 loài cá. Ghi nhận 21 loài quý hiếm, trong đó có 2 loài ghi trong danh mục CITES, 7 loài ghi trong Sách Đỏ Việt Nam và đề xuất đưa thêm 5 loài mới vào danh mục [42].

Tuy nhiên, theo kết quả kiểm kê lại các loài quý hiếm đã công bố trước đây và hiện nay vẫn tồn tại trong khu vực, nhưng cũng có nhiều loài trước đây đã từng được công bố thì hiện nay không còn thấy xuất hiện. Cụ thể như sau:

+ Toàn bộ 8 loài rong đã được đưa vào Sách Đỏ để bảo vệ vẫn tồn tại và xuất hiện ở khu vực này, gồm có: rong Đại bò, rong Guột chùm, rong Đá cong, rong Mơ mềm, rong Chũn đẹp, rong Thun thút, rong Nhút, rong Thuộc giun.

+ Động vật đáy 7 loài, gồm: Trai ngọc (*P. margaritifera*); Bàn mai (*P. atropurpurea*); con Sút (*A. squamosa*); Vẹm xanh (*P. viridis*); Mực nang vân hổ (*S. tigris*), trai Ngọc nữ (*P. penguin*), Tu hài (*L. hychaena*) vẫn tồn tại ở khu vực nghiên cứu.

+ Tu hài bị khai thác quá mức nên đang có nguy cơ cạn kiệt. Các loài trong họ tôm Hùm (Palinuridae), ốc Đụn đực (*Trochus pyramis*), Bào ngư (*Haliotis diversicolor*), ốc Đụn cái (*Trochus niloticus*), hai loài cá ngựa sống trên rạn san hô cũng không bắt gặp. Đền vảy bụng không đều (*Thalassophina viperina*), Vích (*Chelonia mydas*) vẫn bắt gặp nhưng ở tần suất rất thấp.

Kết quả nghiên cứu của Đỗ Công Thung (năm 2012) về ĐDSH vùng triều tại vùng biển Cát Bà cho thấy sinh vật lượng ĐVĐ thuộc HST vùng triều đạt trung bình 173,25 con/m² và khối lượng 130,4 g/m² [41]. Kết quả nghiên cứu cũng xác định sinh vật lượng tại vùng triều thường cao hơn nhiều so với khu vực dưới triều. Mật độ vùng triều trung bình 279,5 con/m², vùng dưới triều từ 67 con/m²; khối lượng cũng tương tự, vùng triều 258,3 g/m², vùng dưới triều 2,5 g/m².

Kết quả nghiên cứu của Đỗ Văn Khương (năm 2012), tại Cát Bà xác định nhóm TVPD 95 loài, ĐVPD 90 loài, trứng cá, cá con có 11 họ, cá rạn có 79 loài, san hô 115 loài, ĐVD có 306 loài, rong biển 66 loài, thực vật ngập mặn 30 loài [43].

c) Đa dạng sinh học Hệ sinh thái vùng triều Bạch Long Vĩ

Đã có nhiều nghiên cứu về vùng triều hoặc liên quan đến các bãi triều được thực hiện tại Bạch Long Vĩ. Tuy nhiên, các nghiên cứu này thường rời rạc, ít có tính đồng bộ về thời gian. Các nghiên cứu đi sâu về một đối tượng nhỏ và tập trung đánh giá về thành phần loài. Nghiên cứu về các mối quan hệ sinh học, biến động và tiềm năng phát triển của sinh vật còn rất ít.

Tổng hợp kết quả nghiên cứu của các tác giả cho thấy: Bãi triều ở Bạch Long Vĩ chủ yếu được cấu tạo bởi đá vôi và đá ngầm có diện tích khoảng 1km² với ba dạng sinh cảnh tiêu biểu là bãi triều đá tảng, bãi triều cát và bãi triều sỏi đá. Bãi triều cát có diện tích khoảng 12ha tập trung nhiều ở bờ phía Nam đảo. Bãi triều sỏi đá (88 ha còn lại) chiếm phần lớn các mặt đảo còn lại [44].

Vùng triều đáy đá có mức độ đa dạng sinh vật phong phú hơn vùng triều cát với đặc trưng là các bãi rong biển, các động vật đáy sống bám nền đá. Tổng số loài sinh vật đáy của vùng triều đáy cát chiếm khoảng 10% sinh vật đáy của đảo với đặc trưng là các loài cua đào hang. Sinh vật vùng triều đáy đá có vùng cao triều đặc trưng bởi thực vật ưa mặn phát triển; vùng trung triều và thấp triều có sự phát triển phong phú bởi các dạng sinh vật thích nghi với sự biến động thủy triều. Trong vùng triều này đặc trưng bởi sự phân bố của nhiều loài rong biển [45] các động vật đáy sống bám [46].

Sinh vật vùng triều tương đối đa dạng, nghiên cứu của Bùi Đình Chung đã ghi nhận được 312 loài động vật đáy bao gồm 3 loài Thủy tức, 109 loài Giáp xác, 121 loài Thân mềm, 29 loài Da gai. Những loài có ý nghĩa kinh tế hoặc là thức ăn của cá phần lớn thuộc vào Lớp Giáp xác với 59 loài và nhiều loài thuộc họ tôm He (Penaeidae) [38]. Mật độ sinh vật đáy khoảng 71 cá thể/m², sinh vật lượng 8,51g/m² bao gồm các loài Da gai và Giáp xác chiếm ưu thế về khối lượng nhưng Giáp xác và Giun nhiều tơ có số lượng cá thể chiếm ưu thế. Phía Tây đảo có ghi nhận được sự xuất hiện của các loài lưỡng tiêm (*Branchiostoma belcheri* và *Asymmetron cultellum*), một loài động vật có dây sống [47]. Bào ngư (*Haliotis diversicolor*) trước đây còn tương đối phong phú ở Bạch Long Vĩ, thường phân bố ở nơi có nền

đáy đá tảng, ít bùn với độ sâu từ 5 - 12 m; sản lượng khai thác hàng năm từ 30 - 40 tấn/năm [47].

Nguồn lợi rong biển đóng vai trò quan trọng của vùng triều Bạch Long Vĩ. Về thành phần loài, trữ lượng và phân bố của rong biển tại Bạch Long Vĩ đã được Đàm Đức Tiến (năm 2016) đánh giá khá chi tiết tại bảng 1.1. Bằng phương pháp lặn quan sát và thu mẫu trực tiếp, tác giả đã xác định được 46 loài rong biển thuộc 3 ngành rong Đỏ (26 loài), rong Nâu (10 loài), rong Lục (10 loài) phân bố ở xung quanh đảo Bạch Long Vĩ nhưng với mức độ tập trung khác nhau [45].

Bảng 1.1. Phân bố của một số loài rong biển theo đới triều

Vùng trên triều		Bọt sóng, không có rong biển
Vùng triều	Cao Triều	Không xuất hiện rong biển
	Trung Triều	<i>Hypnea, Gigartina, Chaetomorpha, Neomeris...</i>
	Thấp Triều	<i>Caulerpa, Polysiphonia, Laurencia, Codium...</i>
Vùng dưới triều		<i>Sargassum, Turbinaria, Pockiella, Dictyota, Padina, Lobophora, Galaxaura, Peyssonella...</i>

Nguồn: Đàm Đức Tiến [45].

Trong thành phần rong biển ở Bạch Long Vĩ có rất nhiều loài có giá trị, vừa làm thức ăn cho các động vật biển, vừa có giá trị kinh tế, như: chi *Gelidium* có hàm lượng agar cao; rong Mơ (*Sargassum*), rong Loa (*Turbinaria*) dùng để chế alginate; rong Đông (*Hypnea*), rong Mào gà (*Laurencia*) dùng để chế keo carrageenan; một số loài rong có hàm lượng hoạt chất sinh học cao dùng trong y dược và thực phẩm là rong Quạt (*Padina* spp.), rong Đại (*Codium* spp.), rong Guột (*Caulerpa* spp.) [44].

Ngoài ra, còn có một số loài sinh vật khác hay bắt gặp ở vùng triều ven biển Bạch Long Vĩ như nguồn lợi tôm biển có khoảng 100 loài, trong đó có khoảng 50 loài có giá trị kinh tế và có khả năng khai thác cho sản lượng lớn, đặc biệt là Tôm sú *Penaeus monodon* (Lê Đình Cờ, 1998), 6 loài Mực ống (*Loligo* spp.) và 6 loài Mực lá (*Sepia* spp.) với sản lượng khai thác lên tới hàng ngàn tấn mỗi năm [48].

Theo công bố của Đỗ Văn Khương (năm 2010) ghi nhận một số loài sinh vật quý hiếm có nguy cơ bị tuyệt chủng được ghi trong Sách Đỏ Việt Nam năm 2007 và trong danh mục các loài thủy sinh quý hiếm có nguy cơ bị tuyệt chủng ở Việt Nam cần được bảo vệ ở Bạch Long Vĩ đó là loài cá Bàng chài đầu đen (*Thalasoma lunare*) ở mức VU, loài Bào ngư (*Haliotis diversicolor*) ở mức CR; loài Ốc đụn đực (*Tectus*

pyramis) ở mức EN; loài Trai bàn mai (*Pteria pengiun*) ở mức EN và loài Trai ngọc môi đen (*Pteria margaritifera*) ở mức VU [49].

Kết quả nghiên cứu của Nguyễn Văn Hiếu (năm 2014) về ĐVĐ tại BLV đã xác định được ĐVĐ có 15 loài giá trị kinh tế tại Bạch Long Vĩ với trữ lượng là 289.190 kg, trong đó có 7 loài có khả năng khai thác bền vững với trữ lượng ước tính khoảng 75.243 kg và đưa ra một số nguyên nhân tác động chính đến nguồn lợi tại Bạch Long Vĩ: áp lực khai thác bằng phương thức hủy diệt, khai thác quá mức, [50].

Theo Quyết định số 2630/QĐ-TTg ngày 31/12/2013 của Thủ tướng Chính phủ về việc thành lập Khu bảo tồn biển Bạch Long Vĩ gồm có rất nhiều mục tiêu quan trọng, trong đó có 2 mục tiêu cần quan tâm về nghiên cứu bảo vệ các loài sinh vật bên trong và xung quanh KBTB như sau: (1) Bảo tồn và phát triển bền vững các loài sinh vật sống và phát triển trong KBTB, các loài thủy sinh hoang dã, các loài đặc hữu và quý hiếm có nguy cơ tuyệt chủng, đặc biệt là các loài (22 loài) đặc hữu (được xác định cụ thể tại Khu bảo tồn); 11 loài được ghi nhận trong Sách Đỏ Việt Nam (2007) và 1 loài trong Danh lục Đỏ IUCN (2012); (2) Duy trì và bảo vệ nguồn tài nguyên, ĐDSH biển, bao gồm HST rạn san hô, HST rong - cỏ biển, HST vùng triều và HST rừng.

Kết quả công bố của Đỗ Công Thung (2016) cho thấy sinh vật lượng ĐVĐ trung bình tại đảo Bạch Long Vĩ đạt 510 con/m² và khối lượng 902,1 g/m². Giá trị sinh vật lượng vùng triều cũng cao hơn nhiều so với vùng dưới triều. Mật độ vùng triều đạt trung bình 900 con/m², vùng dưới triều 120 con/m²; khối lượng vùng triều 1750 g/m², vùng dưới triều 54,2 g/m² [1]. Kết quả này cũng ghi nhận đảo Bạch Long Vĩ có sinh vật lượng động vật đáy cao nhất trong tất cả các đảo vùng Đông Bắc Việt Nam.

Năm 2017, Ban quản lý KBTB Bạch Long Vĩ phối hợp với Viện Nghiên cứu Hải sản triển khai Hợp đồng “Nghiên cứu, đánh giá hiện trạng nguồn lợi, đề xuất giải pháp bảo tồn, phục hồi và phát triển loài Bào ngư chín lỗ (*Haliotis diversicolor*) trong KBTB Bạch Long Vĩ, Hải Phòng”. Kết quả đã xác định phân bố của loài bào ngư Chín lỗ (*H. diversicolor*) tại các trạm khảo sát là rất thấp; mật độ phân bố trung bình chỉ ghi nhận từ 0 đến 4 cá thể/500m², mật độ trung bình toàn bộ khu vực khảo sát là 1,25 cá thể/500m². Trữ lượng Bào ngư chín lỗ tức thời còn rất ít, khoảng 0,05 tấn. Đồng thời

đã chỉ ra một số nguyên nhân dẫn của sự suy giảm nguồn lợi và đề ra được những giải pháp góp phần bảo tồn và phát triển nguồn lợi [51].

Năm 2018, Viện Nghiên cứu Hải sản và Ban quản lý KBTB Bạch Long Vĩ thực hiện nghiên cứu, đánh giá hiện trạng nguồn lợi Bào ngư (giống *Haliotis*) tại KBTB Bạch Long Vĩ, đã xác định được 02 loài Bào ngư thuộc giống *Haliotis* là loài Bào ngư chín lỗ (*Haliotis diversicolor*, Reeve 1846) và loài Bào ngư lỗ hay Bào ngư xanh (*Haliotis varia*, Linnaeus 1758). Kích thước chiều dài vỏ của loài (*Haliotis varia*) dao động từ 20 - 48 mm, chiếm ưu thế ngoài tự nhiên là nhóm kích thước từ 30 - 40 mm. Trữ lượng tức thời Bào ngư chín lỗ (*Haliotis diversicolor*) khoảng 0,05 tấn (52,54 kg) và Bào ngư xanh (*Haliotis varia*) là 0,113 tấn (113,54 kg) [52].

1.2. Thực trạng quản lý đa dạng sinh học vùng triều rạn đá

Việt Nam được ghi nhận là quốc gia có tính ĐDSH cao với khoảng 7.500 loài chủng vi sinh vật; thực vật bậc cao dưới nước và trên cạn có khoảng 20.000 loài; động vật trên cạn 10.500 loài; cá nước ngọt 1.000 loài; có trên 6.000 loài động vật không xương sống dưới biển, cá biển có khoảng 2.500 loài và có khoảng 50 loài rùa biển, rắn biển và thú biển [5]. Tuy nhiên, tài nguyên ĐDSH của Việt Nam trong những năm gần đây dần suy giảm do các áp lực từ biến đổi khí hậu và hoạt động xâm hại của con người. Do đó, việc đưa ra các vấn đề ưu tiên trong quản lý ĐDSH của Việt Nam là việc quan trọng cần thực hiện [53]. Các nội dung được Quỹ môi trường toàn cầu xác định như sau: (1) Củng cố hệ thống chính sách và pháp luật về ĐDSH; (2) Tăng cường hệ thống tổ chức quản lý, phân công, phân cấp; (3) Tăng tính hiệu quả của việc thực thi pháp luật; (4) Tăng cường nguồn lực tài chính cho ĐDSH.

Hiện nay, việc quản lý tài nguyên sinh vật và ĐDSH cũng như nguồn lợi hải sản ở Việt Nam dựa trên các quy định tại hệ thống văn bản pháp luật của nhà nước và địa phương như:

- Luật Thủy sản số 18/2017/QH14 ngày 21/11/2017, tại Điều 7. Các hành vi bị nghiêm cấm trong hoạt động thủy sản có quy định về việc nghiêm cấm hủy hoại nguồn lợi thủy sản, hủy hoại HST thủy sinh, khu vực tập trung sinh sản, khu vực thủy sản còn non tập trung sinh sống, nơi cư trú của các loài thủy sản.

- Luật Đa dạng sinh học số 20/2008/QH12 ngày 13/11/2008 quy định về bảo tồn và phát triển bền vững ĐDSH; quyền và nghĩa vụ của tổ chức, hộ gia đình, cá nhân trong bảo tồn và phát triển bền vững ĐDSH tại Việt Nam.

- Nghị định 42/2019/NĐ-CP, ngày 16/5/2019 của Chính phủ Quy định về xử phạt vi phạm hành chính trong lĩnh vực thủy sản, đã có nhiều thay đổi về mức xử phạt vi phạm.

- Nghị quyết số 36-NQ/TW ngày 22/10/2018 của BCH Trung ương Đảng (khóa XII) về Chiến lược phát triển bền vững kinh tế biển Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045; Nghị quyết số 26/NQ-CP ngày 05/3/2020 của Chính phủ ban hành Kế hoạch tổng thể và Kế hoạch 5 năm của Chính phủ thực hiện Nghị quyết số 36-NQ/TW, ngày 22/10/2018;

- Các Quyết định của Thủ tướng Chính phủ như: Quyết định số 126/2005/QĐ-TTg ngày 01/6/2005, về một số chính sách khuyến khích phát triển NTTS trên biển và hải đảo; Quyết định số 48/2010/QĐ-TTg ngày 13/7/2010 về một số chính sách khuyến khích, hỗ trợ khai thác, NTTS và dịch vụ khai thác hải sản trên các vùng biển xa; Quyết định số 1216/QĐ-TTg ngày 05/9/2012 phê duyệt chiến lược bảo vệ môi trường quốc gia đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2030; Quyết định số 1250/QĐ-TTg ngày 31/7/2013 về phê duyệt chiến lược quốc gia về ĐDSH đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2030; Quyết định số 1570/QĐ-TTg ngày 06/9/2013 về phê duyệt chiến lược khai thác, sử dụng bền vững tài nguyên và bảo vệ môi trường biển đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2030; Quyết định số 45/QĐ-TTg ngày 08/01/2014 về phê duyệt quy hoạch tổng thể bảo tồn ĐDSH của cả nước đến năm 2020, định hướng đến năm 2030; Quyết định số 225/QĐ-TTg ngày 25/02/2021 về việc phê duyệt kế hoạch cơ cấu lại ngành nông nghiệp giai đoạn 2021-2025; Quyết định số 339/QĐ-TTg ngày 11/3/2021 về phê duyệt chiến lược phát triển thủy sản Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045; Quyết định số 1960/QĐ-BNN-TCTS ngày 06/5/2021 của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn ban hành Kế hoạch hành động thực hiện Quyết định số 339/QĐ-TTg, ngày 11/3/2021 của Thủ tướng Chính phủ.

Hiện nay, các cấp chính quyền địa phương ven biển đã bám sát các quy định pháp luật để quản lý ĐDSH tại vùng triều rạn đá. Việc quản lý vùng triều rạn đá được lồng ghép trong công tác quản lý toàn bộ vùng biển và bãi triều theo phạm vi quản lý của ngành, địa phương. Công tác quản lý ĐDSH vùng triều rạn đá cơ bản được thực hiện tốt hơn tại các địa phương đã thành lập KBT biển, vườn Quốc gia... Tại các khu vực khác, việc quản lý ĐDSH vùng triều rạn đá còn nhiều hạn chế như: Diện tích vùng triều bị xâm lấn do xây dựng các công trình dân sinh; khai thác thủy sản trái phép, khai

thác bằng phương thức huỷ diệt; khai thác quá mức nguồn lợi thủy sản. Do đó, rất cần tăng cường công tác quản lý ĐDSH tại các vùng triều rạn đá, nhất là đối với các địa phương, khu vực chưa thành lập KBT biển.

1.3. Thực trạng sử dụng tài nguyên sinh vật biển vùng triều rạn đá khu vực Đông - Bắc, Việt Nam

Việc quản lý tài nguyên thiên nhiên vùng triều rạn đá tại khu vực Đông - Bắc, Việt Nam đang được quản lý về mặt pháp luật theo luật ĐDSH, các khu bảo tồn biển và các chính sách của địa phương như giao khoán mặt nước và bãi triều cho người dân khai thác và quản lý. Hiện nay, trong khu vực nghiên cứu đã có thành lập các khu bảo tồn biển như:

KBTB Bạch Long Vĩ được thành lập theo Quyết định số 2630/QĐ-TTg ngày 31/12/2013 của Thủ tướng Chính phủ, với tổng diện tích là 27.008,93 ha, trong đó 2.570,15 ha thuộc phạm vi bảo vệ nghiêm ngặt. Mục tiêu tiêu là: Bảo tồn và phát triển bền vững các loài động, thực vật sống và phát triển trong KBTB, các loài động vật thủy sinh hoang dã, các loài đặc hữu và quý hiếm có nguy cơ tuyệt chủng; Phục vụ các hoạt động nghiên cứu khoa học, du lịch sinh thái, tham quan và hợp tác quốc tế; Duy trì và bảo vệ nguồn tài nguyên, ĐDSH biển, bao gồm HST rạn san hô, HST rong - cỏ biển, HST vùng triều và hệ sinh thái rừng; xây dựng và thực nghiệm các mô hình bảo tồn và sử dụng bền vững tài nguyên; Góp phần tăng cường công tác bảo vệ an ninh, quốc phòng và chủ quyền biển đảo của Tổ quốc.

KBTB Cô Tô, đảo Trần được thành lập theo quyết định số 1614/QĐ-UBND ngày 19/5/2020 của Ủy ban nhân dân tỉnh Quảng Ninh về việc phê duyệt Quy hoạch chi tiết Khu bảo tồn biển Cô Tô, Đảo Trần, tỉnh Quảng Ninh với phân loại là Khu bảo tồn loài, sinh cảnh cấp Tỉnh. Mục tiêu là: bảo vệ, phục hồi và phát huy giá trị ĐDSH, đặc biệt là đa dạng các HST tự nhiên quan trọng, đặc thù, các loài, nguồn gen quý cấp, quý, hiếm được ưu tiên bảo vệ, nét đẹp, cảnh quan tự nhiên độc đáo của vùng biển Cô Tô, Đảo Trần phục vụ phát triển nghiên cứu khoa học, du lịch, giáo dục phù hợp với các quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội, an ninh - quốc phòng và tăng cường vai trò đồng quản lý của cộng đồng quản lý khai thác và sử dụng tài nguyên thiên nhiên. Khu bảo tồn biển Cô Tô, Đảo Trần được phân chia thành hai phân vùng: Cô Tô và Đảo Trần, nằm trong ranh giới hành chính của 03 đơn vị: Thị trấn Cô Tô, Xã Đồng Tiến,

và xã Thanh Lân, trên địa bàn huyện Cô Tô (Quảng Ninh) với tổng diện tích quy hoạch là: 18.414,92 ha.

Tại quần đảo Cát Bà, hệ sinh thái bãi triều rạn đá nằm trong khu vực quản lý của Vườn quốc gia Cát Bà. Chính quyền thành phố Hải Phòng đang triển khai các bước quy trình xây dựng, thành lập mới KBTB Cát Bà - Long Châu để tăng cường công tác quản lý, bảo tồn ĐDSH tại khu vực này.

Tuy nhiên, ngoài những khu vực thuộc khu vực bảo tồn được quản lý chặt chẽ theo quy chế của KBTB, thì hầu hết các bãi triều rạn đá trong khu vực chưa có được mô hình quản lý và khai thác hợp lý. Các bãi triều vẫn đang bị lấn chiếm như xây dựng cảng cá tại Bạch Long Vĩ với 29,9 ha vào năm 2008 và 74,91 ha (2019), cảng du lịch, các công trình hạ tầng du lịch tại Cát Bà có xu hướng tăng lên cụ thể 12 ha vào năm 2000; 20 ha (2008) và 40 ha (2019), khai thác quá mức các loài sinh vật có giá trị kinh tế làm suy giảm nghiêm trọng HST vùng triều rạn đá, làm mất đi các bãi giống, bãi đẻ của khu vực này. Nguồn lợi các loài rong biển hầu hết bãi triều ven biển trong khu vực đều có dấu hiệu suy giảm. Sự suy giảm không những ảnh hưởng đến nguồn lợi sinh vật biển mà còn dẫn đến ô nhiễm môi trường do bởi mất cân bằng sinh thái khi các loài sinh vật thủy sản vốn được biết là có khả năng hấp thụ lượng lớn nguồn dinh dưỡng hữu cơ trong nước biển. Mặt khác, rong biển còn là nguồn thức ăn của nhiều loài thủy sản như cá đìa, các loài thân mềm, do đó việc suy giảm nguồn lợi rong biển còn ảnh hưởng đến sản lượng một số loài thủy sản, đặc biệt là Bào ngư tại BLV.

Vì lý do này, hai mục tiêu của luận án:

- (1) Đánh giá được giá trị ĐDSH vùng triều rạn đá của 3 đảo chính vùng biển Đông - Bắc Việt Nam (Bạch Long Vĩ, Cô Tô, Cát Bà);
- (2) Xác định các yếu tố ảnh hưởng đến ĐDSH và đề xuất giải pháp bảo vệ, quản lý, bảo tồn đa dạng sinh học của khu vực nghiên cứu.

Là hết sức cấp bách và có ý nghĩa khoa học và thực tiễn, nhằm quản lý tốt nhất HST vùng triều rạn đá vùng biển Đông - Bắc, Việt Nam.

1.4. Đặc điểm cấu trúc địa hình, địa mạo vùng triều rạn đá và điều kiện tự nhiên khu vực nghiên cứu

1.4.1. Đặc điểm điều kiện tự nhiên của Bạch Long Vĩ

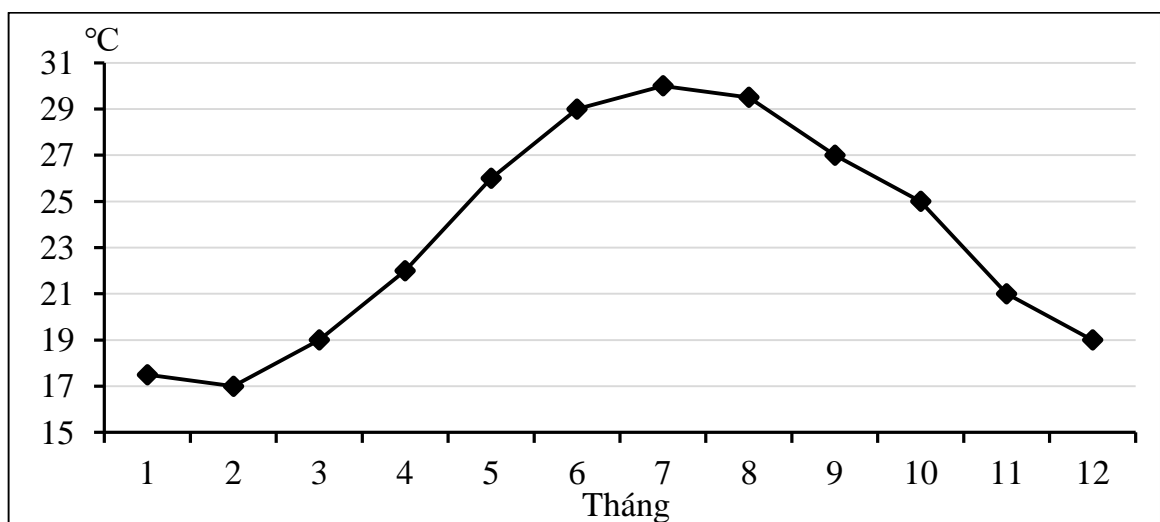
1.4.1.1. Vị trí địa lý

Đảo Bạch Long Vĩ (BLV) nằm ở giữa Vịnh Bắc Bộ, cách Hải Phòng khoảng 133km về phía Đông, cách Hòn Dấu (Đồ Sơn) khoảng 110 km, cách mũi Tachiao Tou của đảo Hải Nam (Trung Quốc) khoảng 130km về phía Tây. Toạ độ địa lý từ 20°07'35" đến 20°08'36" vĩ độ Bắc và từ 107°42'20" đến 107°44'15" kinh độ Đông.

Đảo có vị trí rất quan trọng trong việc mở rộng các vùng biển và phân định biển Việt Nam trên vịnh Bắc Bộ. Đảo nằm tại một trong tám ngư trường lớn, có vị trí chiến lược và tầm quan trọng đặc biệt về an ninh - quốc phòng và trong chiến lược phát triển kinh tế biển của nước ta ở khu vực vịnh Bắc Bộ.

1.4.1.2. Điều kiện khí hậu

Hoàn lưu khí quyển và chế độ gió: Khí hậu BLV đại diện cho vùng khơi VBB với hai mùa chính: Mùa mưa giao động trong thời gian từ tháng 5 - 9 với thời tiết nóng ẩm và mưa nhiều, gió mùa Tây Nam với tần suất hướng Nam 74 - 88 %, tốc độ gió đạt trung bình 5,9 - 7,7 m/s. Vào mùa khô, từ tháng 11 đến tháng 3 năm sau với thời tiết lạnh, ít mưa, hướng gió thịnh hành là Đông - Bắc và Đông chiếm tần suất 86 - 94%, tốc độ gió trung bình 6,5 - 8,2 m/s.



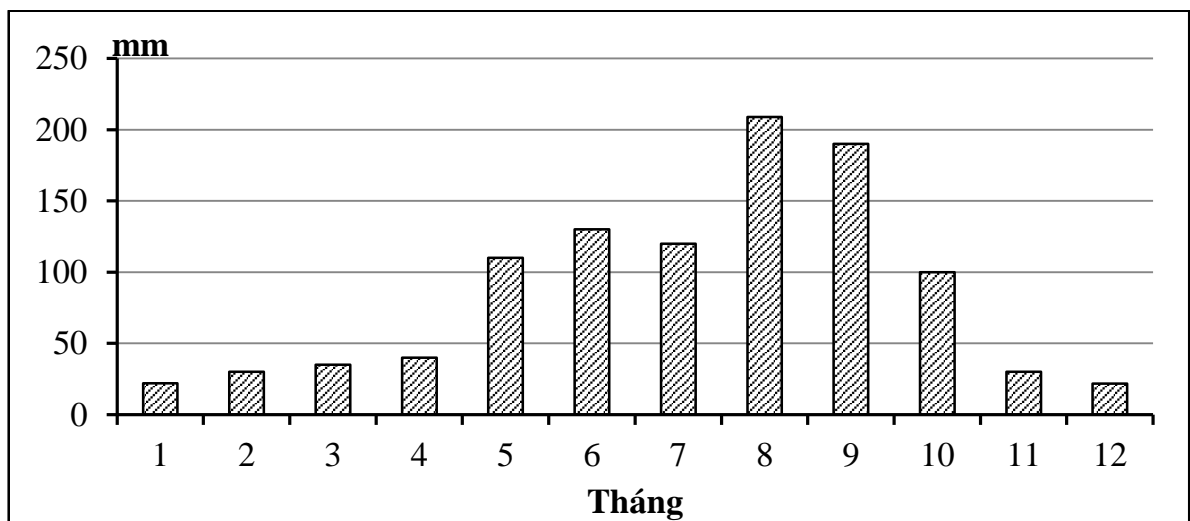
Hình 1.1. Biên thiên nhiệt độ trung bình tháng tại BLV (Đài KTTV Đông Bắc)

Nhiệt độ và độ ẩm không khí: Nhiệt độ không khí trung bình năm 23,3 °C, cao nhất tuyệt đối 33,9°C, thấp nhất tuyệt đối là 7°C, cao vào các tháng 6, 7 và 8 (trung bình trên 28°C, cao nhất 28,7°C). Biên độ nhiệt trong năm dao động từ 9,6 - 13,8°C

(hình 1.1). Độ ẩm không khí trung bình là 86%, cao nhất vào tháng 3 và 4 (92%) và thấp nhất vào tháng 11 (69%).

Nắng và bức xạ nhiệt: Hàng năm có 1.600 - 1.900 giờ nắng và phân bố khá đều. Nắng thường nhiều vào cuối mùa Hè sang đầu mùa Thu, nắng ít hơn vào các tháng 2 và 3 do thường có mưa phùn và độ ẩm cao. Tổng lượng bức xạ nhiều năm đạt trung bình khoảng 132,5 Kcal/cm², cao hơn các đảo ven bờ (Cát Bà - 108,49 Kcal/cm²).

Lượng mưa, độ ẩm và lượng bốc hơi: Lượng mưa thấp hơn so với ven bờ Bắc bộ, trung bình năm đạt 1.031 mm, từ tháng 5 đến tháng 10 chiếm khoảng 83% cả năm, trung bình tháng đều trên 100mm, cao nhất vào tháng 8 (208,8 mm). Cả năm trung bình có khoảng 107 ngày mưa, nhiều nhất vào tháng 8 và 9, ít nhất vào tháng 12; lượng cực đại 167,5 mm (hình 1.2). Lượng bốc hơi cả năm đạt 1.461 mm, vào các tháng 6 đến tháng 1 năm sau lượng bốc hơi đều cao trên 100 mm, trùng thời kỳ độ ẩm nhỏ.



Hình 1.2. Lượng mưa (mm) trung bình tháng tại BLV (Đài KTTV Đông Bắc)

Bão và các hiện tượng thời tiết đặc biệt: Đảo BLV thường xuyên chịu ảnh hưởng của hầu hết các cơn bão và áp thấp nhiệt đới đổ bộ vào bờ tây VBB. Thống kê trong 34 năm qua, trung bình 3,5 cơn bão/năm hoạt động trong VBB, trong đó tràn qua khu vực đảo BLV có 1-2 cơn. Mùa mưa bão thường từ tháng 5 hoặc tháng 6 và kết thúc vào tháng 10 hoặc 11, tập trung chủ yếu vào khoảng từ tháng 7 đến tháng 9. Đã có nhiều cơn bão lớn, ghi nhận được đến cấp 17. Số lượng ngày dông trung bình mỗi tháng có 2 - 3 ngày. Sương mù thường xuất hiện nhiều hơn vùng ven bờ và chủ yếu vào mùa Đông. Hàng năm có từ 25 đến 30 đợt gió mùa Đông - Bắc tràn qua với

sức gió ghi nhận tới cấp 9, cấp 10. Mỗi tháng mùa Đông thường có 2 - 5 đợt gió mùa Đông - Bắc.

1.4.1.3. Chế độ hải văn

Chế độ thủy triều và mực nước: Thủy triều vùng biển BLV là triều toàn nhật đều với hầu hết số ngày trong tháng là nhật triều. Trong chu kỳ 18,6 năm, năm ứng với dao động triều lớn sẽ là 2005, 2006, 2007. Triều lớn nhất vào tháng 6 và 12, nhỏ nhất vào tháng 3 và 6. Trong các tháng 3, 4, 8 và 9 độ lớn triều giảm và xuất hiện triều bán nhật 3 - 4 ngày mỗi tháng. Mực nước trung bình là 1,82 m, mực nước cường cao nhất là 3,76m, thấp nhất đạt trên 3,0 m vào giữa mùa Đông. Mực nước ròng thấp nhất là 0,16m.

Chế độ sóng: Chế độ sóng phụ thuộc chế độ gió. Mùa Đông thịnh hành sóng hướng Đông - Bắc, độ cao trung bình đạt 0,8 - 1,0 m, trong các đợt gió mùa sóng lớn nhất tới 3,0 - 3,5 m. Vào mùa Hè, gió thịnh hành là Đông Nam, Nam, tần suất 22,9 %, độ cao trung bình là 0,6 - 0,9 m. Trong thời gian bão đổ bộ vào, sóng cao nhất đạt từ 5 - 6m, có lúc đến 7m.

Dòng chảy: Ở phía Tây Nam đảo, dòng chảy ưu thế theo hướng Bắc, Đông Bắc và Tây, Tây Nam; ở phía Đông Bắc đảo, dòng chảy ưu thế hướng Đông Bắc, Đông và Nam, Tây Nam; dòng chảy ưu thế hướng Tây Nam ở phía Đông Nam đảo. Tốc độ cực đại đạt 0,65 m/s, trung bình 0,28 m/s tại Đông - Nam đảo. Tốc độ dòng chảy tại phía Tây là 0,20 m/s, phía Nam là 0,58 m/s, Đông là 0,25 m/s, Bắc là 0,13 m/s.

Hải lưu: Hải lưu vùng biển quanh đảo Bạch Long Vĩ, ở trung tâm vịnh Bắc Bộ, phía Bắc vĩ tuyến 20⁰, hoạt động theo 4 mùa. Vào mùa Thu và mùa Hè, dòng chảy theo hướng thuận chiều kim đồng hồ, đạt tốc độ trung bình 0,4 - 0,8 hải lý/giờ. Vào mùa Đông và mùa Xuân, dòng chảy theo hướng ngược chiều kim đồng hồ với tốc độ trung bình 0,3 - 0,6 hải lý/giờ.

Các yếu tố hoá lý của nước biển: Nhiệt độ của nước biển dao động trung bình trong khoảng 18,7 đến 29,7°C, trung bình 24,4°C, thấp vào khoảng tháng 11 đến tháng 4, trung bình từ 18,7 đến 20,9°C, cao nhất vào tháng 7 - 8. Nước biển ven đảo Bạch Long Vĩ có độ mặn cao và khá ổn định, dao động trong khoảng 32,2 đến 33,8‰, trung bình 33,1‰ và có biểu hiện theo hai mùa mưa và khô. Độ pH của nước biển khoảng 7,9 - 8,4. Độ pH có xu hướng giảm thấp từ tháng 2 đến tháng 5.

1.4.1.4. Địa chất, địa hình, địa mạo

Đảo Bạch Long Vĩ có dạng một hình tam giác. Chu vi của đảo dài khoảng 6,5 km. Chiều dài nhất của đảo khoảng 3km theo hướng Đông Bắc - Tây Nam. Diện tích phần nổi của đảo khoảng 2,0 km², nếu tính tới mép thềm đá, ở mực triều thấp nhất thì đảo rộng tới 3 km². Cảnh quan đảo nổi có nét đặc trưng nổi bật nhất là địa hình phân bậc, thực vật nghèo, phổ biến là trảng cây bụi và trảng cỏ mọc trên các tầng đất mỏng vài chục cm, nơi dày nhất cũng chỉ hơn 100cm. Phần ngầm quanh đảo BLV, địa hình cũng có tính chất phân bậc. Trong khoảng 10m độ sâu trở lại, sinh vật bám đáy phong phú và có giá trị như bào ngư, san hô và các loài rong tảo. Ngoài độ sâu 10m tới 25-30 m, các loài có thể kể tới thuộc san hô sừng và cỏ biển.

Địa tầng khu vực: Trên cơ sở khảo sát địa chất chi tiết và nghiên cứu các phức hệ bào tử phấn hoa chứa trong trầm tích, Phạm Quang Trung, Nguyễn Dịch Dỹ và các đồng nghiệp đã phân chia địa tầng trầm tích đảo BLV ra các hệ tầng: Hệ tầng Phù Thủy Châu, tuổi Oligocen (P₃ptc), dày khoảng 200 m; Hệ tầng Hoạ Mi, tuổi Mioxen giữa - Pliocen (N₁₂ - N₂hm), bề dày 55 - 60m, gồm 2 tập và phủ bất chỉnh hợp lên hệ tầng Phù Thủy Châu;

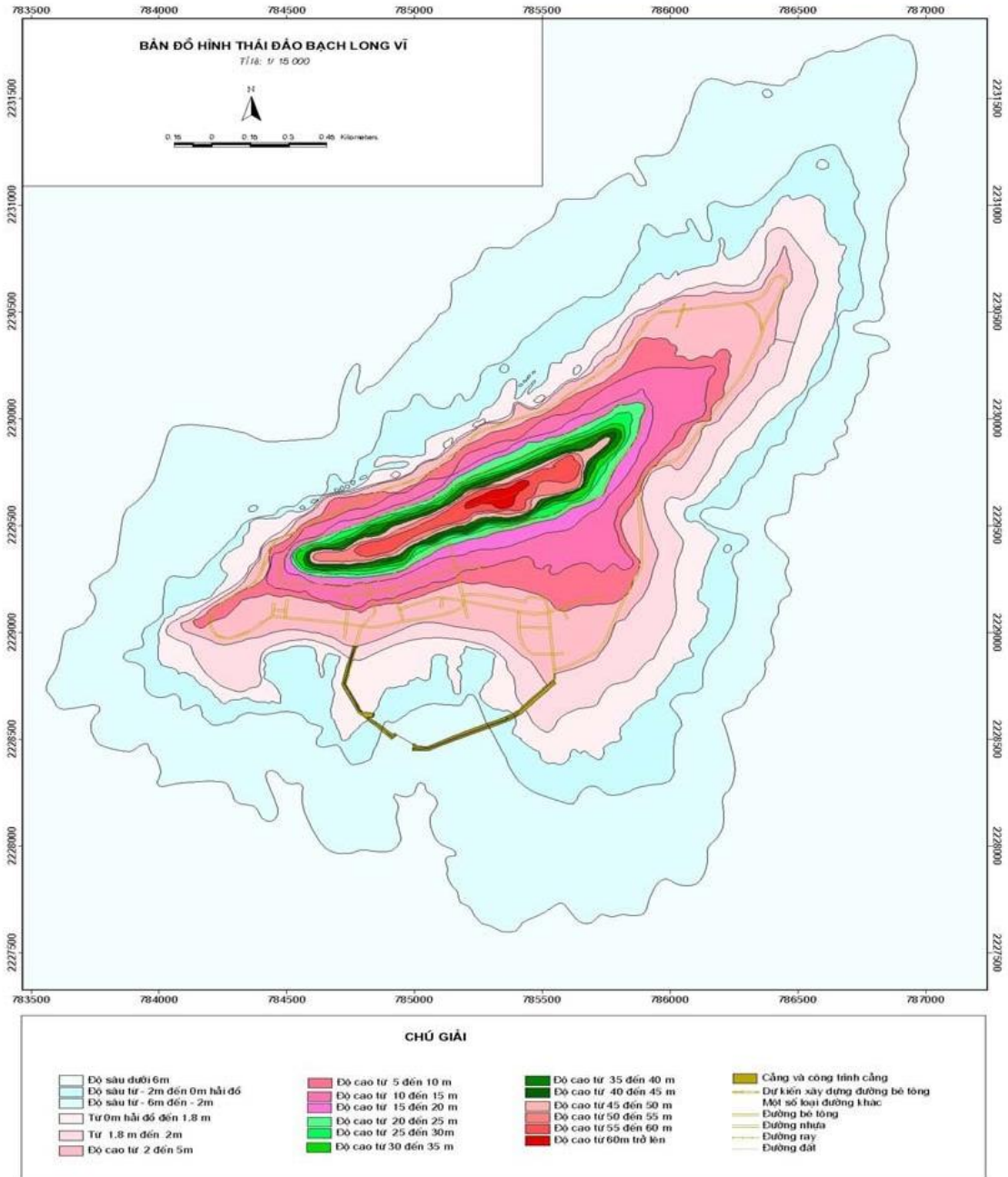
Trầm tích Đệ tứ: Trầm tích Đệ tứ trên đảo Bạch Long Vĩ có bề dày 0,5 - 1,5 m, chủ yếu gồm cát nguồn gốc biển. Ngoài ra còn có eluvi (trên đỉnh đồi), proluvi (sườn đồi). Trầm tích biển gồm có cát, cuội, sỏi, mảnh vụn sinh vật, là sản phẩm quan trọng tạo nên các thềm biển cao 10m, 5m và 2 - 3m, và bãi biển hiện đại (bãi cát, bãi cuội tảng) [54].

Trầm tích hiện đại: Trầm tích hiện đại vùng biển ven bờ gồm có nhóm vụn thô và nhóm nguồn gốc sinh vật (san hô, thân mềm ...). Nhóm vụn thô gồm trầm tích lục nguyên có nguồn gốc chủ yếu từ phá huỷ bờ đảo, thành phần tảng cuội và phân bố ở đới triều. Trầm tích vụn thô cacbonat thành phần sỏi, cuội, sạn, cát có nguồn gốc phá huỷ và tái lắng đọng từ trầm tích sinh vật, phân bố từ đới triều cho đến độ sâu 10 - 15m. Từ độ sâu 25 - 30m trở ra, chiếm ưu thế là cát lục nguyên [54].

Bảng 1.2. Một số đặc trưng trầm tích vùng biển ven đảo Bạch Long Vĩ

Khu vực	Gavels			Cát lớn - cát trung		
	Md	So	Sk	Md	So	Sk
Vùng triều Tây và Nam	1,36-2,72	1,6-2,1	0,4-0,9	0,35-0,79	1,3-1,7	0,9-1,3
Đáy biển Tây và Nam đảo	1,05-1,31		1,6-2,2	0,9-1,1		

(Nguồn: Báo cáo Quy hoạch chi tiết Khu bảo tồn biển BLV, 2010, Tổng cục Thủy sản, Cục Khai thác và Bảo vệ nguồn lợi Thủy sản)



Hình 1.3. Hình thái, địa hình đảo Bạch Long Vĩ

(Nguồn: Báo cáo Quy hoạch chi tiết Khu bảo tồn biển BLV, 2010, Tổng cục Thủy sản, Cục Khai thác và Bảo vệ nguồn lợi Thủy sản)

1.4.2. Đặc điểm điều kiện tự nhiên của Cô Tô

1.4.2.1. Vị trí địa lý

Vùng biển Cô Tô - Đảo Trần (Quảng Ninh) nằm ở vùng biển Tây - Bắc vịnh Bắc Bộ, giáp vùng biển Cái Chiên (huyện Quảng Hà) ở phía Tây Bắc; phía Tây giáp vùng biển Vân Hải (Minh Châu - Quan Lạn) huyện Vân Đồn; về phía Nam giáp vùng biển Bạch Long Vĩ (Tp. Hải Phòng); về phía Đông giáp hải phận quốc tế và xa hơn là vùng biển đảo Hải Nam (Trung Quốc). Vùng biển Cô Tô - Đảo Trần còn là một ngư trường khá rộng lớn với nguồn lợi hải sản đa dạng, có nhiều HST đặc trưng như HST vùng triều, HST san hô và HST rừng ngập mặn [55, 56].

Quần đảo Cô Tô: Từ 20°58'11" đến 21°03'05" vĩ độ Bắc; Từ 107°44'48" đến 107°49'48" kinh độ Đông; Đảo Trần: Từ 21°12'55" đến 21°15'42" vĩ độ Bắc; Từ 107°55'26" đến 108°00'09" kinh độ Đông.

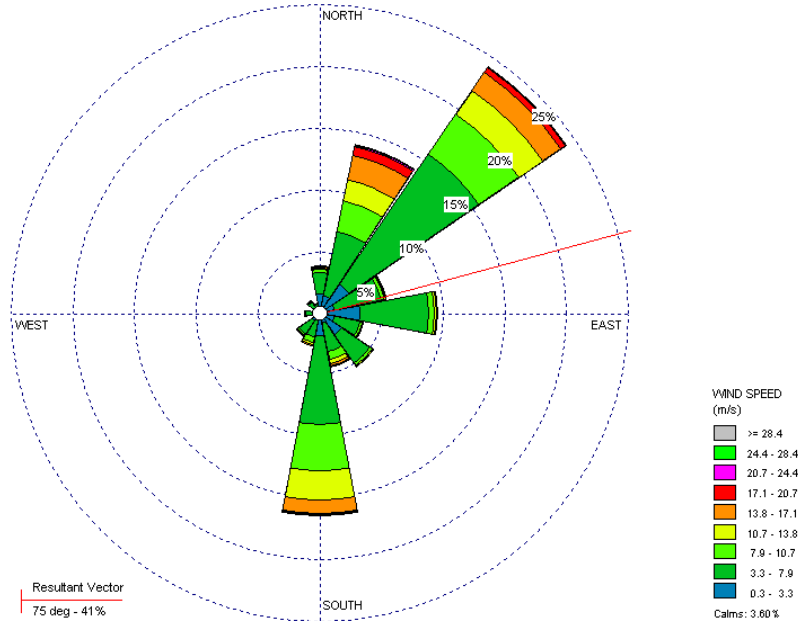
1.4.2.2. Đặc điểm khí hậu

Khu vực nghiên cứu nằm trong khu vực khí hậu nhiệt đới gió mùa hải đảo, có nhiều cơn bão đi qua, chia thành hai mùa: Mùa Đông và mùa Hè. Mùa Hè từ khoảng tháng 5 đến tháng 8, với đặc điểm nóng ẩm và mưa nhiều, nhiệt độ cao nhất có thể đạt đến 37 - 38°C, gió Nam thịnh hành. Mùa Đông khoảng từ tháng 10 đến tháng 3 năm sau, với đặc điểm khí hậu rét và khô, lượng mưa ít, nhiệt độ thấp nhất 4 - 5°C, gió Đông Bắc chiếm ưu thế.

Chế độ gió: Các kết quả quan trắc về gió tại trạm Cô Tô từ năm 1960 đến 2008 cho thấy, hằng năm ở vùng biển Cô Tô có hai mùa gió chính: Gió mùa Hè từ tháng 5 đến tháng 8, thịnh hành là hướng Nam. Tần suất lớn nhất đạt được là 49,52 % vào tháng 7, vận tốc gió Nam trung bình đạt 7,14 m/s, cực đại lên đến 35 m/s. Gió mùa Đông Bắc đầu từ tháng 10 kéo dài đến tháng 3. Hướng gió thịnh hành là Đông Bắc. Vào khoảng tháng 1 thịnh hành Gió Đông Bắc có tần suất xuất hiện lớn nhất đạt 43,09%, vận tốc cực đại đạt hơn 27 m/s, trung bình đạt 7,4 m/s. Các tháng 4 và 9 là các tháng giao mùa. Kết quả thống kê số liệu gió tại trạm Cô Tô từ năm 1960 đến 2008 cho thấy gió Đông Bắc có tần suất xuất hiện vượt trội hơn.

Lượng mưa: Mùa mưa tại vùng biển Cô Tô thường bắt đầu từ tháng 7 và kết thúc vào tháng 9. Tuy mùa mưa thường chỉ kéo dài 3 tháng, nhưng lượng mưa chiếm quá nửa tổng lượng mưa cả năm, trung bình chiếm tới 57 % tổng lượng mưa năm. Lượng mưa trung bình năm đạt khoảng 1685,0 mm; cực đại khoảng 2589,8 mm.

Bão và áp thấp nhiệt đới (ATNĐ): Nằm ở rìa Tây Bắc của vịnh Bắc Bộ, vùng biển Cô Tô - Đảo Trần chịu ảnh hưởng của bão và ATNĐ chung theo toàn vùng vịnh Bắc Bộ. Mùa bão trên khu vực vịnh Bắc Bộ bắt đầu vào tháng 6 và kết thúc vào tháng 11. Tháng xuất hiện nhiều nhất là tháng 8 và 9. Trung bình một năm vào khoảng 8 - 10 cơn. Bão đổ bộ mạnh nhất vào đoạn cực bắc của vịnh và ít nhất vào đoạn phía Nam và phân bố gần như đồng đều trong các đoạn còn lại.



Hình 1.4. Hoa gió thời kỳ 1960 - 2008

Nguồn: Vũ Hải Đăng [57].

1.4.2.3. Đặc điểm hải văn

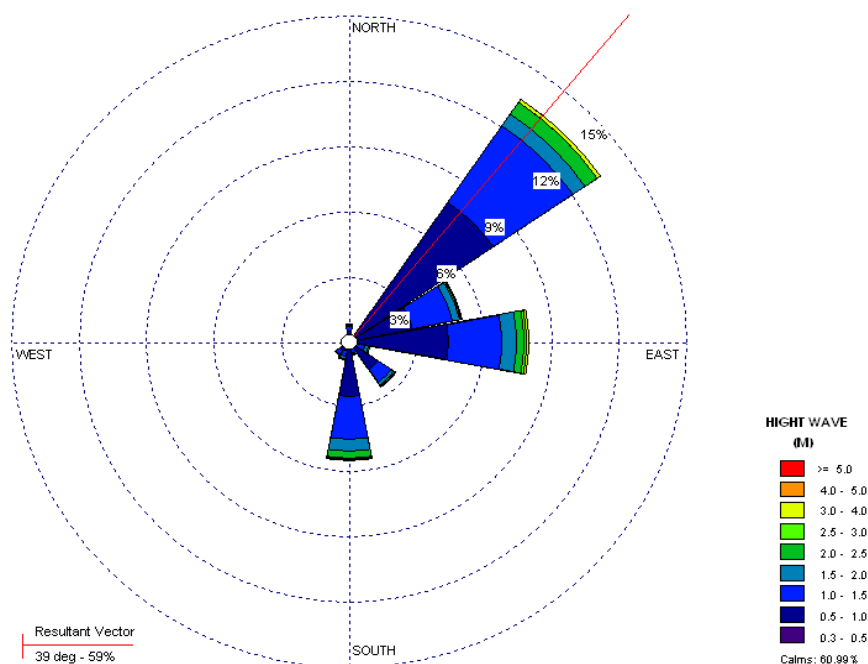
Mực nước và thủy triều: Phân tích điều hoà thủy triều ở trạm Cô Tô cho thấy vùng biển này thủy triều mang tính chất nhật triều đều, hầu hết các ngày trong tháng mực nước lên một lần xuống một lần, chỉ có khoảng 1 - 3 ngày mực nước lên xuống hai lần. Biên độ thủy triều rất cao (từ 4,2 - 4,5 m), trung bình khoảng 2 m. Mực nước biển được đặc trưng bởi mực nước cao nhất 4,59 m, thấp nhất -0,14 m và trung bình 2,49 m. Vào các tháng 10 và 11 mực nước trung bình đạt các giá trị cao nhất, và thấp nhất vào các tháng 2, tháng 3.

Nhiệt độ nước biển: Nhiệt độ cao nhất vào khoảng tháng 9 và đạt giá trị khoảng 29 - 31 °C, thấp nhất thường xảy ra vào tháng 2, đạt khoảng 18 - 20°C.

Độ muối: Chênh lệch độ mặn nước biển tại vùng biển Cô Tô giữa các tháng trong năm không lớn, nhỏ hơn 2‰. Vào tháng 1 độ mặn đạt giá trị cao nhất (31,8‰) và vào tháng 9 thấp nhất (28,9‰).

Chế độ sóng: Chế độ sóng phụ thuộc chặt chẽ vào chế độ gió, do đó cũng phân thành hai mùa rõ rệt theo mùa gió. Trong các tháng mùa Đông, sóng thịnh hành hướng Đông Bắc, tần suất lớn nhất đạt được là 26,82%; độ cao sóng trung bình 0,61m, cực đại đạt 4,6 m. Trong mùa Hè (từ tháng 6 đến tháng 8), thịnh hành sóng hướng Nam với tần suất xuất hiện lớn nhất đạt 21,18 %, độ cao trung bình 0,69 m, cực đại đạt 6 m. Trong thời kỳ này thường có bão và áp thấp nhiệt đới đổ bộ vào khu vực này gây sóng to, gió lớn. Tháng 5 và tháng 9 là các tháng giao mùa. Phân tích thống kê số liệu sóng tại trạm Cô Tô từ năm 1960 đến 2008 cho thấy tần suất xuất hiện của sóng Đông Bắc vượt trội so với các hướng còn lại. Tuy nhiên, vùng nghiên cứu là vùng biển nước nông ven bờ có cấu tạo địa hình đáy rất phức tạp, cùng với biên độ triều lớn sẽ làm thay đổi bức tranh về trường sóng trên toàn khu vực.

Dòng chảy của biển: Chế độ dòng chảy khu vực nghiên cứu khá phức tạp do đặc điểm địa hình, đường bờ, biên độ triều lớn và chịu tác động của hệ thống gió mùa. Do đặc điểm dòng triều là thuận nghịch nên nhìn chung xu hướng dòng chảy theo mùa tại khu vực khá trùng với hướng gió. Vào mùa Đông, do tác động của hệ thống gió mùa Đông Bắc dòng chảy tầng mặt có hướng Tây Nam chiếm ưu thế, tốc độ trung bình khoảng 25 - 40 cm/s. Vào mùa hè tháng 7, do chịu ảnh hưởng của hệ thống gió mùa Tây Nam, dòng chảy tầng mặt vịnh Bắc Bộ có hướng thịnh hành là hướng Bắc, tốc độ trung bình khoảng 15 - 25cm/s.



Hình 1.5. Hoa sóng thời kỳ 1960 - 2008

Nguồn: Vũ Hải Đăng [57].

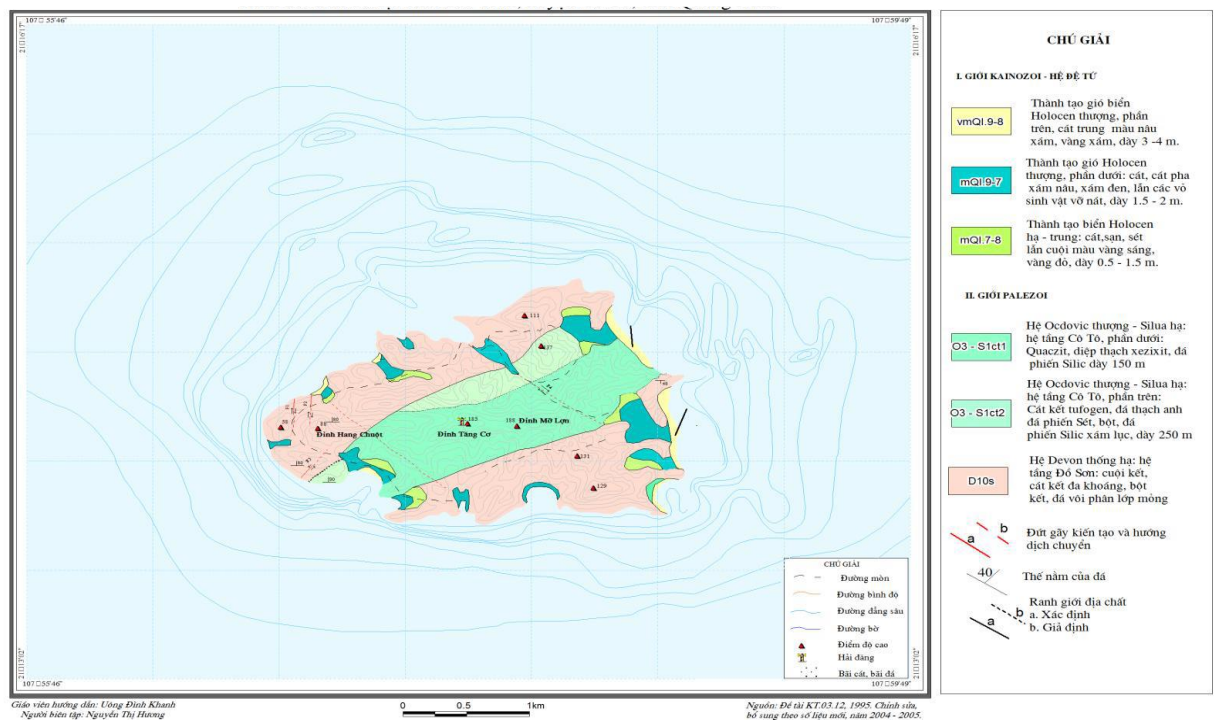
1.4.2.4. Địa chất, địa hình, địa mạo

a) Địa chất:

Trên 30 hòn đảo thuộc huyện đảo Cô Tô được cấu thành bởi thành tạo trầm tích khá đồng nhất có tuổi Ocdovic muộn - Silur sớm, hệ tầng Cô Tô (O_3-S_{1ct1}). Xét về cấu trúc kiến tạo, thì quần đảo Cô Tô thuộc phức nếp lồi Quảng Ninh. Các thành tạo trầm tích được tồn tại dưới dạng flis, thuộc các đá lục nguyên, được chia thành hai phụ hệ tầng: dưới và trên.

- Phụ hệ tầng dưới (O_3-S_{1ct1}): Chủ yếu gồm cát kết tufogen, cát kết, xen các thấu kính sạn kết và các lớp mỏng bột kết chứa hoá đá, chiều dày khoảng 800m.

- Phụ hệ tầng trên (O_3-S_{1ct2}): Bột kết, sét kết, xen kẽ dạng nhíp với cát kết tufogen và đá phiến silic, chứa hoá đá; dày khoảng 700m. Khu vực đảo Trần còn tồn tại hệ tầng Đồ Sơn ($D_{1đs}$) phân bố thành một dải ở phía Bắc, phía Tây và phía Nam đảo, nằm bất chỉnh hợp trên trầm tích Ocdovic - Silur của hệ tầng Cô Tô.



Hình 1.6. Bản đồ địa chất huyện Cô Tô, tỉnh Quảng Ninh

Nguồn: Đỗ Văn Khương [49].

Quần đảo Cô Tô (Quảng Ninh) bị sự chi phối, tác động mạnh mẽ của các yếu tố biển và hải dương, thường xuyên phải chịu tác động của áp thấp nhiệt đới, các trận bão lớn, chế độ thủy triều, gió mùa,... đã gây ra các tai biến như bồi tụ, xói lở, mài mòn đường bờ. Khu vực đảo Cô Tô nằm trong khu vực được dự báo động đất với cường độ đạt mức 4 - 4,5 độ Richtre [57].

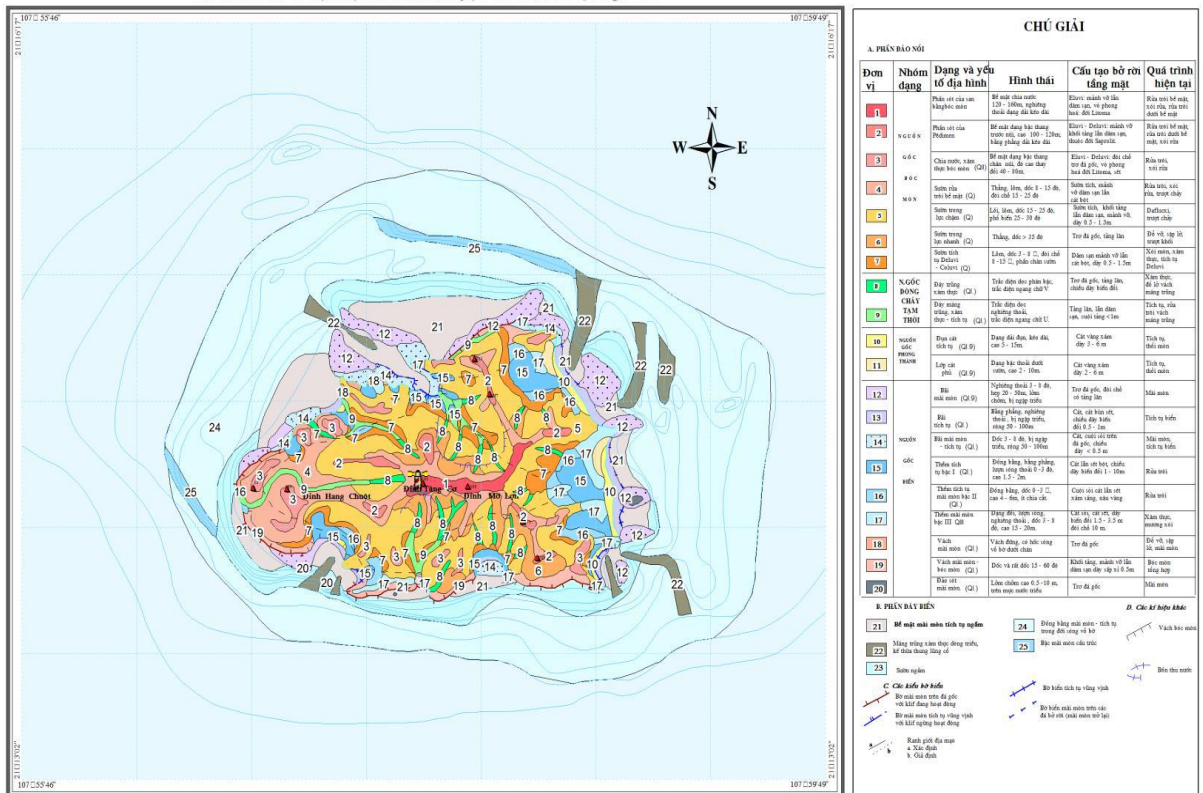
b) Địa hình:

- Quần đảo Cô Tô có địa hình dạng đồi núi thấp, bị chia cắt mạnh, sườn dốc, không đối xứng. Đỉnh cao nhất trên các đảo có độ cao không quá 200 m, đảo Thanh Lân cao nhất (199 m), đảo Trần (đỉnh Mỡ Lợn 187 m), đảo Cô Tô (núi Ngang 174 m).

- Sự phân bố xen kẽ các đồng bằng giữa khu vực đồi núi: Do có đảo Thanh Lân nằm che chắn nên địa hình đồng bằng được hình thành do tác động của biển. Diện tích của các đảo Cô Tô và Thanh Lân thuộc loại trung bình, nên hình thành những bồn thu nước, tạo điều kiện cho hình thành dòng chảy, nhất là có các dòng chảy thường xuyên, đã góp phần tạo nên các vạt tích tụ thung lũng, chúng khá bằng phẳng, chủ yếu gồm các vật chất được rửa trôi từ trên sườn xuống nên đã tạo ra một dạng đất màu, thích hợp để sản xuất nông nghiệp. Đây là các khu vực mà người dân định cư nhiều.

c) Địa mạo:

Theo Bản đồ địa mạo, huyện đảo Cô Tô được phân ra thành 25 dạng địa hình, trong đó phần đảo nổi có 21 dạng địa hình thuộc và đáy biển ven đảo có 4 dạng địa hình (hình 1.7).

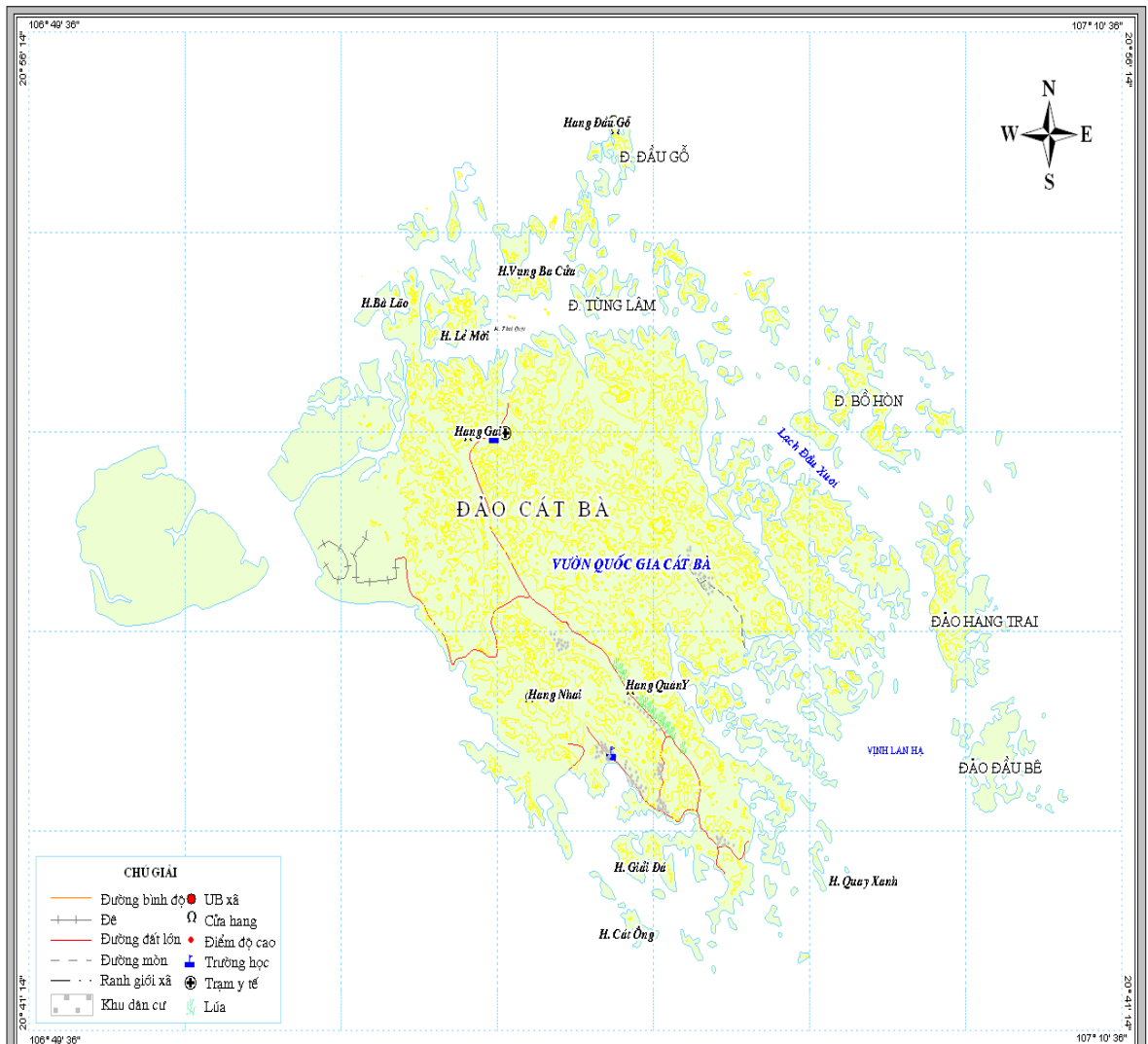


Hình 1.7. Bản đồ địa mạo huyện đảo Cô Tô
 Nguồn: Đỗ Văn Khương [49].

1.4.3. Đặc điểm tự nhiên của quần đảo Cát Bà

1.4.3.1. Vị trí địa lý

Đảo Cát Bà cách Hải Phòng 45 km về phía Đông, cách thành phố Hạ Long 25km về phía Nam. Đảo Cát Bà có tọa độ trung tâm từ 20^o43'15" vĩ độ Bắc đến 107^o06'14" kinh độ Đông. Diện tích đảo là 9.200 ha bao gồm: Phía Bắc Từ Hòn Soi Cỏ Dài đến Hòn Hang Dù, dài 8,1 km; Phía Đông: Từ Hòn Hang Dù qua Hòn Đầu Bê Cụt, dài 10,6 km; Phía Đông Nam: Từ Hòn Đầu Bê - Vạ Thảm, dài 12,5 km; Phía Tây: Từ Hòn Vạ Thảm đến Tùng Giở - Soi Cỏ Dài dài khoảng 13,5 km.



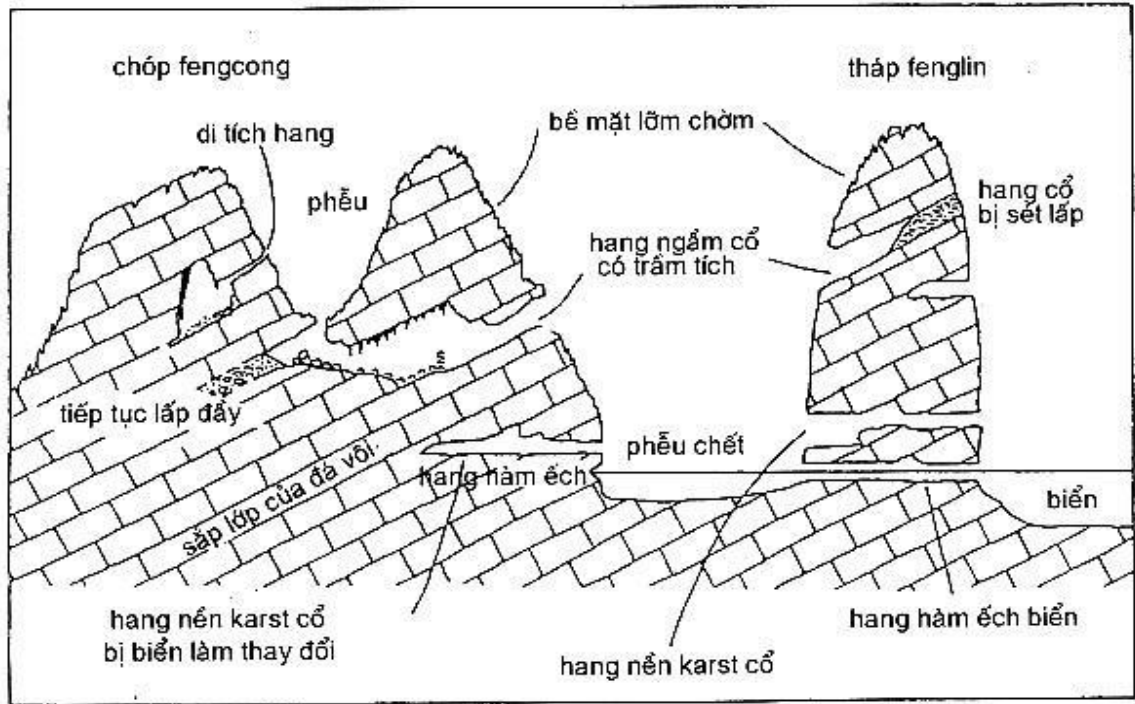
Hình 1.8. Sơ đồ vị trí đảo Cát Bà

Nguồn: Đỗ Văn Khương [58]

1.4.3.2. Địa hình, địa mạo, thổ nhưỡng

Đảo Cát Bà nằm ở khu vực được bao bọc bởi 366 hòn đảo lớn nhỏ khác nhau. Với địa hình đặc trưng là các vách dốc đứng lởm chởm tai mèo, các đỉnh, chóp của các khối núi đá vôi hiểm trở; các túng, áng ăn sâu vào bờ đảo (Tùng Giở, Tùng Gấu,

Tùng Chàng...); các bãi cát vỏ vôi sinh vật và thân, cảnh san hô (Cát Dứa, Cát Tiên ...); thềm san hô viền quanh chân đảo từ Vạn Bội đến Ba Trái Đào, Hang Trai, Đầu Bê là nơi có dạng địa hình đặc sắc của đảo Cát Bà. Các ngân mài mòn, ăn mòn của nước biển viền quanh đảo, các rạn san hô ngầm, các hệ thống kênh lạch triều là dạng địa hình chiếm ưu thế tại khu vực này [59].



Hình 1.9. Mô phỏng cấu trúc địa hình Karst tại khu vực đảo đá vôi Cát Bà - Hạ Long

Nguồn: Waltham [60]

Các dạng có nguồn gốc bóc mòn - xâm thực lục địa có độ cao tương ứng từ 200 - 400 m. Dạng mài mòn, ăn mòn, xâm thực biển Đông Nam và Đầu Bê phổ biến vách đứng. Quá trình ăn mòn tạo ra các hang Luồn và cửa thông hẹp tạo nên cảnh quan đẹp. Các dạng địa hình có nguồn gốc tích tụ bao gồm các bãi cát biển, các bãi triều, các doi cát nối các đảo với nhau như Hòn Tai Kéo là dạng hình bờ độc đảo.

Đới triều ven vịnh có tính chất căn bản giống đới triều cửa sông nhưng có diện phân bố hẹp hơn nhiều, có mặt ven rìa bờ đảo Cát Bà và rất hẹp ở ven một số đảo đá vôi nhỏ, ở đây động lực sóng mạnh hơn. Hai dạng địa hình quan trọng của đới triều ven vịnh là bãi cát biển và thềm mài mòn [61].

c) Đặc điểm khí tượng - thủy văn

Đảo mang tính đặc trưng của khí hậu chuyển tiếp giữa khu vực vịnh Hạ Long và Cát Hải - Hòn Dấu.

Chế độ gió: Mang đặc điểm của chế độ gió vùng ven biển Quảng Ninh - Hải Phòng với hai mùa gió chính đó là gió mùa Tây Nam và gió mùa Đông Bắc.

Chế độ mưa và độ ẩm: Mùa mưa tập trung vào khoảng tháng 5 - 10 với tổng lượng mưa trung bình là 1772mm, chiếm 88% tổng lượng mưa trung bình năm (1992 mm). Lượng mưa cao nhất vào tháng 8, đạt 446 mm. Độ ẩm trung bình năm đạt 82%, vào tháng 3 độ ẩm cao nhất (88%).

Bão và dông: Thường xuất hiện vào khoảng thời gian từ tháng 5 đến tháng 9, trung bình hàng năm có 87 ngày dông.

Chế độ thủy triều: Khu vực nghiên cứu có tính chất nhật triều đều, biên độ cực đại 4,3 m và chậm pha hơn Hòn Dấu 20 - 30 phút. Mỗi tháng có 2 kỳ triều cường, mỗi kỳ từ 11 - 13 ngày xen kẽ 2 kỳ triều kém, mỗi kỳ 3 - 4 ngày.

Chế độ sóng: Có 3 hướng sóng chính là hướng Đông Bắc (độ cao trung bình 1,0 - 1,5 m), xuất hiện vào mùa khô; hướng Đông, thường xuất hiện vào các tháng chuyển tiếp giữa hai mùa gió; Đông Nam (chiếm tần suất 25,6%, chủ yếu ở độ cao 1,0 - 1,5 m), xuất hiện vào mùa mưa.

Dòng chảy: Hệ thống hoàn lưu vịnh Bắc Bộ ảnh hưởng đến dòng chảy. Dòng chảy khu vực này có đặc điểm riêng của vùng biển kín ven bờ Tây Bắc vịnh. Do đặc điểm địa hình và hình thái bờ phức tạp nên hệ thống dòng chảy biến đổi mạnh. Mùa gió Đông Bắc dòng chảy hướng Tây Nam đạt vận tốc trung bình 20 - 30 cm/s. Giá trị trung bình đạt 12 cm/s thịnh hành hướng Bắc khi triều lên và hướng Nam, hướng Đông - Nam, Tây - Nam khi triều xuống.

1.4.3.3. Điều kiện môi trường

a) Nhóm thông số nền (nhiệt độ, độ mặn, DO, pH, độ đục)

Nhiệt độ: Trong năm, nước biển có nhiệt độ thấp nhất vào khoảng tháng 2, tháng 3 và biến đổi trong khoảng 19,5°C - 33,5°C; cao nhất vào tháng 7, nhiệt độ của lớp nước mặt có thể đạt tới 33,5°C. Vào mùa mưa (từ tháng 5 đến tháng 10) nhiệt độ nước biển nằm trong khoảng từ 21°C đến 34°C. Trong mùa khô (từ tháng 11 đến tháng 4) nhiệt độ nước khoảng từ 15°C đến 23,5°C.

Độ mặn: Độ mặn của nước biển thể hiện sự dao động lớn từ 17 - 34‰. Vào mùa khô, độ mặn khá cao và ổn định, dao động từ 31 - 34‰. Độ muối trung bình khoảng 32,5‰. Mùa mưa, độ muối thay đổi trong một khoảng khá rộng, từ 17- 30‰ do ảnh hưởng của nước lợ địa, trung bình là 28‰.

pH: pH nước biển Cát Bà biến đổi trong một khoảng khá hẹp, từ 7,9 đến 8,3. Mùa khô, pH nằm trong khoảng từ 7,8 - 8,2, trung bình khoảng 8,0. Trong mùa mưa, pH cao hơn so với mùa khô, trong khoảng từ 8,1 - 8,3, trung bình 8,2.

DO: Hàm lượng ôxy hoà tan trong nước biển Cát Bà trong nhiều năm không có sự thay đổi nhiều, DO biến đổi trong khoảng từ 5,12 - 7,27 mg/l.

Độ đục: Vào mùa khô, độ đục của nước nằm trong khoảng từ 8 – 12 FTU, trung bình là 10 FTU. Vào mùa mưa, độ đục của nước tăng cao, dao động từ 10 - 20FTU, trung bình là 15 FTU.

b) Nhóm dinh dưỡng hữu cơ (NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^{3-})

NO_2^- : Hàm lượng nitrit trong nước biển Cát Bà biến đổi rất thấp từ 0,2 - 1,9 $\mu\text{g/l}$ [45,46]. Vào mùa khô, hàm lượng nitrit trong lớp nước mặt từ 5,0 - 8,8 $\mu\text{g/l}$, trung bình là 6,7 $\mu\text{g/l}$. Trong lớp nước đáy, các giá trị tương ứng là 5,7 - 8,9 $\mu\text{g/l}$ và trung bình là 7,4 $\mu\text{g/l}$. Hàm lượng nitrit trong lớp nước biển có xu hướng gia tăng vào mùa mưa ở lớp nước tầng mặt từ 9,1 - 23,6 $\mu\text{g/l}$, trung bình là 13,6 $\mu\text{g/l}$. Trong lớp nước đáy, các giá trị tương ứng là 8,5 - 19,7 $\mu\text{g/l}$ và trung bình là 13,3 $\mu\text{g/l}$.

NO_3^- : Hàm lượng nitrat biến đổi theo mùa và theo từng khu vực khác nhau, hàm lượng trong toàn vịnh biến đổi từ 49,5 $\mu\text{g/l}$ (Tùng Gấu) - 200 $\mu\text{g/l}$ (Cửa Vạn). Vào mùa khô, hàm lượng nitrat lớp nước mặt từ 83,7 $\mu\text{g/l}$ (Tùng Gấu) - 200 $\mu\text{g/l}$ (Cửa Vạn), trung bình là 137,7 $\mu\text{g/l}$; trong lớp nước đáy thấp hơn là 49,5 $\mu\text{g/l}$ (Tùng Gấu) - 160,9 $\mu\text{g/l}$ (Cửa Vịnh Lan Hạ), trung bình 113,5 $\mu\text{g/l}$. Vào mùa mưa, hàm lượng nitrat trong nước biển có xu hướng tăng; lớp nước mặt trung bình 146,2 $\mu\text{g/l}$ và biến đổi từ 99, 5- 185,8 $\mu\text{g/l}$ (Vạn Bội); lớp nước đáy là 63,0 - 160,9 $\mu\text{g/l}$, trung bình 113,3 $\mu\text{g/l}$.

NH_4^+ : Hàm lượng NH_4^+ biến động mạnh theo mùa và theo không gian, dao động trong khoảng 13 $\mu\text{g/l}$ (Vạn Hà) - 90 $\mu\text{g/l}$ (Vạn Bội). Vào mùa khô, hàm lượng amonium trong lớp nước mặt từ 51,3 (giữa vịnh Lan Hạ) - 80,9 $\mu\text{gN/l}$ (Vạn Bội), trung bình là 71,9 $\mu\text{gN/l}$. Trong lớp nước đáy, các giá trị này cao hơn, tương ứng là 65,1 (Cửa Vạn) - 90,2 $\mu\text{g/l}$ (Vạn Bội), trung bình 74,9 $\mu\text{g/l}$. Như vậy sự chênh lệch giữa các tầng nước là không nhiều. Vào mùa mưa, hàm lượng amonium trong nước biển có xu hướng thấp hơn. Lớp nước mặt trung bình 32,8 $\mu\text{g/l}$ và biến đổi từ 13,9 $\mu\text{g/l}$ (Vạn Hà) - 69,9 $\mu\text{g/l}$ (Cát Dứa). Trong lớp nước đáy các giá trị này cao hơn và

trung bình 36,28 $\mu\text{g/l}$ và biến đổi trong khoảng 17,2 $\mu\text{g/l}$ (Hòn Tai Quéo) - 62,1 $\mu\text{g/l}$ (Hang Tối).

PO_4^{3-} : Hàm lượng photphat trong nước biển Cát Bà biến đổi từ 2,8 - 5,0 $\mu\text{g/l}$. Nhưng đến nay hàm lượng photphat trong nước biển đã thay đổi đáng kể, biến đổi từ 6,3 - 37,8 $\mu\text{g/l}$.

Nhận xét: Sự phân dị cao về địa chất, địa mạo, địa hình bờ đảo cùng với yếu tố môi trường của 3 khu vực nghiên cứu phần lớn đều rất thuận lợi cho sự phát triển của sinh vật, tạo nên mức độ ĐDSH cao cho HST vùng triều, bao gồm cả vùng triều rạn đá. Tuy nhiên, do tác động của con người, yếu tố môi trường như nắng, nóng, lạnh kéo dài, mưa bão, sóng gió là nguyên nhân chính gây ra sự suy giảm ĐDSH bãi triều rạn đá. Các giải pháp bảo vệ, quản lý vẫn còn chung chung nên rất cần phải có những nghiên cứu chi tiết về ĐDSH và sự suy giảm nhằm đề xuất giải pháp quản lý phù hợp.

CHƯƠNG II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là ĐDSH vùng triều rạn đá. Tuy nhiên, để xác định được cơ sở khoa học cho việc quản lý và đánh giá nhanh mức độ ĐDSH tại các vùng triều rạn đá, nghiên cứu này tập trung vào hai nhóm động vật đáy và rong biển vì đây là hai nhóm sinh vật chủ yếu và cư trú thường xuyên trên bãi triều rạn đá. Bên cạnh đó là một số loài cá kinh tế (cá Dìa chấm trắng, cá Hồng bạc, cá Kẽm) và cá rạn ăn nổi (cá dìa, cá âu bộ, cá sơn...) tại khu vực rạn đá và hệ sinh thái lân cận để làm rõ vai trò của bãi triều rạn đá trong việc tạo ra sinh cảnh liên kết sinh thái và kiếm ăn của các loài thủy sinh.

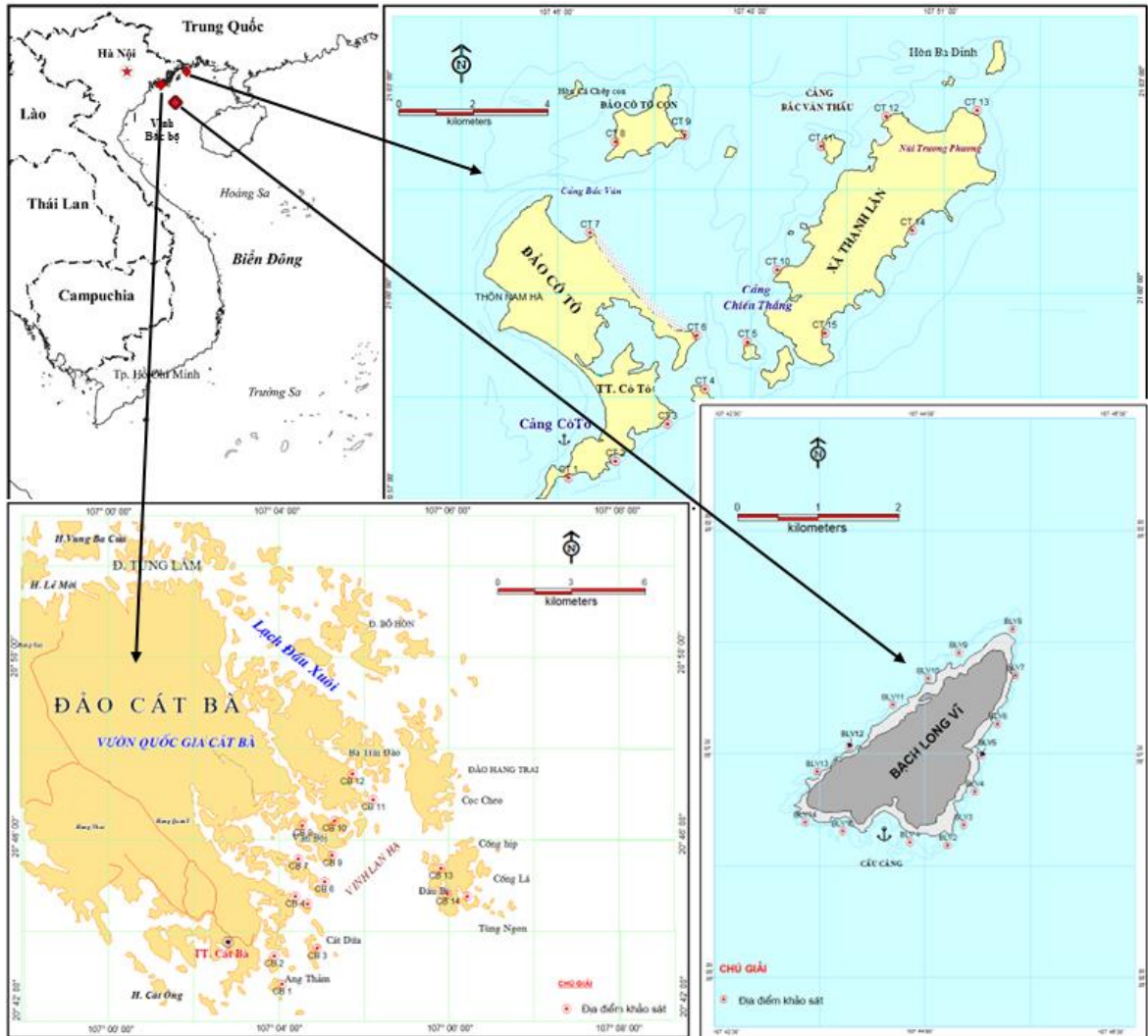
2.2. Khu vực nghiên cứu

Khu vực tiến hành nghiên cứu là bãi triều rạn đá tại ba đảo ở khu vực Đông Bắc gồm: Bạch Long Vĩ (Tp. Hải Phòng), Cô Tô (Tỉnh Quảng Ninh) và Cát Bà (Tp. Hải Phòng).

Khu vực đảo Bạch Long Vĩ: Đặt 8 mặt cắt xung quanh đảo (Kí hiệu MC 01, MC 03, MC 05, MC 07, MC 09, MC 11, MC13, MC 15). Thu mẫu từ tháng 8/2017 đến tháng 7/2018 (mỗi tháng thu mẫu 1 lần).

Khu vực đảo Cô Tô: Tiến hành thu mẫu tại các bãi triều rạn đá tại khu vực đảo Cô Tô (Quảng Ninh) bao gồm các điểm khảo sát Cô Tô Con (các điểm khảo sát xung quanh Cô Tô Con CT5.1, CT 5.3, CT5.4, CT6), Cô Tô (CT1, CT2, CT3), Mã Chấu (CT8, CT9, CT10, CT11, CT12). Thời gian thu mẫu: mùa gió Đông - Bắc vào tháng 10 - 11 năm 2017 và gió mùa Tây - Nam vào tháng 5 - 6 năm 2018.

Khu vực đảo Cát Bà: Cát Dứa (CB 3), Vạn Bội (CB 11; CB 12), Đầu Bê (CB 13; CB 14). Thời gian thu mẫu vào tháng 12/2017 và tháng 8/2018.



Hình 2.1. Sơ đồ khu vực nghiên cứu

2.3. Không gian nghiên cứu

Không gian nghiên cứu được giới hạn ở khu vực vùng triều tại bãi rạn đá ven đảo theo khái niệm của Vaillant (1899). Theo đó vùng triều là không gian có giới hạn trên từ mực triều trung bình cao nhất của con nước lớn và giới hạn dưới là mực triều trung bình thấp nhất của con nước lớn. Tầng triều lại chia ra thành 3 khu triều (phụ tầng):

- + Triều cao: Được giới hạn trên bởi mực triều trung bình cao nhất của con nước lớn và giới hạn dưới là mực triều trung bình cao nhất của con nước nhỏ.
- + Triều giữa: Giới hạn trên là mực triều trung bình cao nhất của con nước nhỏ và giới hạn dưới là mực triều trung bình thấp nhất của con nước nhỏ.
- + Triều thấp: Giới hạn trên là mực triều trung bình thấp nhất của con nước nhỏ và giới hạn dưới là mực triều thấp nhất của con nước lớn.

Mặt khác, do đặc điểm các bãi đá khu vực Cô Tô và Bạch Long Vĩ có đặc điểm thoải đều, kéo dài liên tục từ vùng trên triều, đến vùng triều, xuống vùng dưới triều nên sinh vật các vùng này có mối liên kết chặt chẽ với nhau. Do vậy, để đánh giá toàn diện thì cần phải nghiên cứu thêm ĐDSH vùng dưới triều tiếp giáp này với không gian giới hạn đến độ sâu 6m nước.

2.4. Tài liệu nghiên cứu

Kết quả nghiên cứu này được Nghiên cứu sinh trực tiếp thu thập ngoài thực tế và được kế thừa từ đề tài KC.09.11/16-20 “Nghiên cứu đa dạng sinh học các đảo đá vôi, quần đảo đá vôi vùng biển Việt Nam; đề xuất giải pháp và mô hình sử dụng, bảo tồn và phát triển bền vững”; Đề tài ĐT.MT.2019.8649 “Nghiên cứu ứng dụng thiết bị không người lái cỡ nhỏ dân dụng đánh giá hiện trạng hệ sinh thái ven biển và đảo Hải Phòng”; Tiểu dự án I.8b, đề án 47 “Đánh giá hiện trạng đa dạng sinh học và biến động nguồn lợi các hệ sinh thái ven biển, 2016-2020”; Dự án “Quy hoạch chi tiết khu bảo tồn biển Cô Tô, đảo Trần, tỉnh Quảng Ninh, 2017-2018”; Các kết quả điều tra, khảo sát của nghiên cứu sinh tại Khu bảo tồn biển Bạch Long Vĩ và các tài liệu nghiên cứu có liên quan.

2.5. Thiết lập các tuyến thu mẫu vùng triều

Các tuyến thu mẫu được đặt theo chiều phân bố từ vùng triều cao đến hết ranh giới vùng dưới triều. Các tuyến phải song song với nhau, số lượng tuyến phụ thuộc vào mức độ đa dạng về sinh cảnh và độ dài của bãi triều. Trong một khu vực điều tra được đặt tối thiểu là 3 tuyến (tuyến đầu, giữa và tuyến cuối). Trên mỗi tuyến thu mẫu thiết lập các trạm thu mẫu, số lượng trạm biến động từ 5 - 10 trạm, thường có 1 trạm tại tầng trên triều; 3 trạm ở tầng triều, tương ứng với triều cao, triều giữa và hạ triều và 1 trạm ở tầng dưới triều. Trong trường hợp bãi triều rộng thì tăng cường số lượng trạm đảm bảo thu được đầy đủ các mẫu đại diện.

2.6. Phương pháp thu mẫu ngoài hiện trường

Thu mẫu theo phương pháp của Eleftheriou và McIntyre năm 2005; Quy trình điều tra, khảo sát tài nguyên và môi trường biển năm 2014 [62, 63].

Tại mỗi khu vực nghiên cứu tiến hành phân thành các mặt cắt dọc từ bờ hướng biển sao cho số lượng mặt cắt phù hợp và thể hiện được toàn bộ sinh cảnh trong khu vực. Trên mỗi mặt cắt tiến hành thu mẫu định tính dọc tuyến và 03 mẫu định lượng

với các điểm trải đều trên mặt cắt đại diện cho khu vực cao triều, trung triều và hạ triều. Cách thức tiến hành thu mẫu định lượng và định tính như sau:

Thu mẫu định lượng: Chọn vị trí trạm thế nào để phản ánh được tình hình phân bố của sinh vật. Có thể chọn ngẫu nhiên (bằng cách ném khung) hoặc chọn có chủ ý (chỗ nhiều, chỗ ít...). Thường dùng khung có diện tích $1/4 \text{ m}^2$ ($50 \times 50\text{cm}$ cho trường hợp sinh vật phân bố rải rác), nhưng khi - sinh vật sống tập trung (thường đối với các loài ốc Tectarius ở vùng triều cao và hầu Ostrea ở vùng triều giữa...) thì phải dùng khung nhỏ hơn ($1/16 \text{ m}^2$: $25 \times 25\text{cm}$; $1/25\text{m}^2$: $20 \times 20\text{cm}$; $1/40 \text{ m}^2$: $15,8 \times 15,8\text{cm}$...). Sau đó thu (bằng cách nhặt, cạy hoặc nạo...) tất cả mẫu vật có trong khung bỏ vào lọ, kèm nhãn, xử lý hóa chất rồi đem về phòng thí nghiệm để xác định thành phần loài và sinh vật lượng.

Thu mẫu định tính: Ngoài thành phần sinh vật thu trong khung định lượng, cần phải ghi chép thành phần và mức độ ưu thế của sinh vật ở chung quanh trạm thu mẫu để nắm được khu hệ của toàn bộ sinh vật nói chung. Nếu chưa biết tên thì phải thu mẫu, đánh số đem về định tên (nếu đã biết tên thì không cần thu mẫu).

Thu mẫu vùng dưới triều: Sử dụng phương pháp lặn với sự trợ giúp của thiết bị Scuba và do các nhà khoa học của Viện Tài nguyên và Môi trường biển, Viện Nghiên cứu Hải sản hỗ trợ.

2.7. Phương pháp bảo quản và xử lý mẫu trong phòng thí nghiệm

2.7.1. Tách mẫu

Nhóm động vật đáy: Sau khi trút mẫu từ dụng cụ thu mẫu ra ngoài, phải tách riêng ngay các nhóm động vật và phải tách riêng động vật cần gây mê và không cần gây mê. Tách riêng các loài có cơ thể mềm yếu và các loài có vỏ cứng hay có gai để tránh va chạm làm dập nát mẫu.

Nhóm rong biển sẽ được tách riêng ngay khi sàng và cân trọng lượng rong tươi thu được.

2.7.2. Tiền xử lý mẫu tại hiện trường

a) Đối với nhóm sinh vật đáy

+ Nuôi và gây mê

- Để mẫu vật sau khi được cố định vẫn giữ nguyên dạng như lúc sống, cần phải tiến hành nuôi và gây mê trước khi ngâm giữ mẫu, như Hải Quỳ (ruột khoang), Chân đầu và Mang tám (thân mềm), Hải sâm và Đuôi rắn (da gai).

- Trước khi gây mê cần phải nuôi cho sinh vật hồi phục trong bình chứa nước biển sạch; khi đã hồi phục và hoạt động bình thường, cho dần thuốc gây mê vào (menthol, sulfat manhe). Khi gây mê, thuốc được chia thành nhiều đợt, khối lượng thuốc không nhiều quá, khi động vật đã hoàn toàn mất cảm giác mới cho vào dung dịch cố định để ngâm giữ.

+ *Ngâm giữ và bảo quản mẫu vật*

Mẫu vật sau khi đã xử lý được cho trực tiếp vào chai lọ có chứa cồn từ 70% để lưu giữ. Các mẫu sau đó được định loại trong phòng thí nghiệm để phân tích định tính và định lượng mẫu vật.

b) *Đối với nhóm rong biển*

Rong biển sau khi được rửa sạch bằng nước biển, phân loại sơ bộ và được cố định ngay tại hiện trường bằng dung dịch formol 5%. Các loài có kích thước nhỏ được lọc qua lưới và bảo quản trong formol 5%. Đối với những loài rong có kích thước lớn như rong Mơ (Sargassum) thì rong được làm vệ sinh loại bỏ các sinh vật bám và phơi khô trước khi bảo quản trong túi trong túi nylon kín.

2.7.3. Phương pháp phân tích mẫu và xử lý kết quả

Mẫu sinh vật được bảo quản trong các dung dịch cố định mẫu và phân tích đến bậc phân loại loài dựa vào các tài liệu định loại đã được công bố

a) *Đối với nhóm sinh vật đáy*

Phân loại mẫu hai mảnh vỏ và nhóm động vật chân đầu theo tài liệu “Bivalves of Australia vol 1 - 2” của Kevin Lamprell & Thora Whitehead (1992), “Classification of Bivalves” and “Mollusk of Vietnam” của Jorgen Hylleberg (1998), “Mollusk of Japan” của Takashi Okutani (2000), “Lớp Thân mềm kinh tế hai mảnh vỏ biển Việt Nam” của Đỗ Công Thung và Lê Thị Thúy (2015) [64-71].

Phân loại nhóm giun nhiều tơ dựa theo các tài liệu của Day, Fauchal, và Fauvel [72-74].

Phân loại nhóm giáp xác dựa theo các tài liệu của Sakai; Chaitiamvong; Holthui...[64, 65, 76-79]

Phương pháp phân loại nhóm da gai dựa theo tài liệu của Calrk; Colin,.. [64, 66, 77, 80-95].

b) *Đối với nhóm rong biển*

Rong biển được tiến hành phân loại bằng phương pháp hình thái tại phòng thí nghiệm của Viện Tài nguyên và Môi trường biển dựa trên các tài liệu phân loại các tác giả: Phạm Hoàng Hộ [96]; Nguyễn Hữu Dinh và cs. [97]; Nguyễn Hữu Đại [98]; Lê Như Hậu, Nguyễn Hữu Đại [99].

2.7.4. Phương pháp nghiên cứu vai trò rạn đá trong liên kết sinh thái

a) Thu thập mẫu cá

Sử dụng lưới bện để thu mẫu đối với loài cá Dia Chấm trắng khi nước thủy triều lên và xuống tại Bãi Hồng Vân và Thanh Lân. Lưới được trải dài ở điểm tiếp giáp cuối có sự phân bố của các thảm rong cỏ biển, các cụm tập đoàn san hô và khu vực rạn đá phân bố ở phần phía sát bờ tới độ sâu 5 m nước.

Phương pháp sử dụng quan sát trực tiếp bằng thiết bị lặn SCUBA được sử dụng đối với 2 đối tượng còn lại: cá Kẽm chấm (*Plectorhinchus pictus*) và Cá Hồng bạc (*Lutjanus argentimaculatus*) theo English và cs., 1997. Mặt cắt khảo sát vuông góc với bờ từ khu vực có sự phân bố của các rạn đá cho tới khi tiếp giáp với khu vực có phân bố của các sinh cảnh khác như san hô (sống, vụn san hô) và thảm rong cỏ biển.

b) Phân loại cá biển:

Mẫu cá thu được bằng hình ảnh được phân loại (tại hiện trường và phòng thí nghiệm) dựa theo phương pháp phân loại hình thái trên các sách phân loại của: Myers RF, Lieske E and Meyers R, Randall JE, Allen GR and Steene RC, Eschmeyer W N., Allen G.R và Nakabo T. [100-107]. Tên đồng vật (synonym) được đối chiếu với Froese R, Pauly D [106]. Thành phần loài cá trong khu hệ được đối chiếu với danh lục cá biển Việt Nam của Orsi J.J., Nguyễn Hữu Phụng và cs. [108-111], Nguyễn Nhật Thi và Nguyễn Văn Quân [112].

2.7.5. Các chỉ số sinh thái

+ Xác định sinh khối và sinh lượng: Đếm số lượng, cân trọng lượng của từng cá thể; các kết quả phân tích được cập nhật dưới dạng bảng sau: Bảng thống kê thành phần loài; Bảng phân bố nguồn lợi; Bảng thống kê sinh vật lượng.

Sinh vật lượng được tính theo công thức $W = B \times S$

Trong đó: W - Sinh vật lượng, B - khối lượng trung bình trên một đơn vị diện tích, S - diện tích thu mẫu.

+ Chỉ số về độ phong phú tương đối (relative abundance - RA):

$$RA = \frac{\text{Mật độ cá thể của loài } i}{\text{Mật độ cá thể của tất cả các loài}}$$

+ Tần suất xuất hiện trên các mặt cắt (Frequency of appearance-FA):

$$FA = \frac{\text{Tổng số mặt cắt có loài } i}{\text{Tổng số mặt cắt được khảo sát}}$$

+ Tính chỉ số đa dạng Shannon-Weiner H' theo công thức:

$$H' = -\sum_{i=1}^S \left(\frac{N_i}{N}\right) \log_2\left(\frac{N_i}{N}\right)$$

Trong đó: - N_i : Số lượng cá thể của loài thứ i trong mẫu

- N : Tổng số lượng cá thể của tất cả các loài

+ Chỉ số tương đồng hay còn gọi là chỉ số Sorensen Index (SI) được xác định dựa theo công thức $SI = 2C/(A+B)$ trong đó: C = số lượng loài xuất hiện cả ở 2 khu vực A và B; A = số lượng loài của khu vực A; B = số lượng loài của khu vực B.

+ Chỉ số phong phú Margalef theo công thức: $d = S-1/\ln N$

Trong đó: - d : chỉ số đa dạng Margalef

- S : tổng số loài trong mẫu

- N : Tổng số lượng cá thể trong mẫu

Tính toán thống kê: Các chỉ số được tính toán bằng các phần mềm MS EXCEL và PRIMER v6.1.

2.8. Phương pháp đánh giá mức độ suy giảm đa dạng sinh học

Mức độ suy giảm ĐDSH được đánh giá dựa trên những biến động về số lượng loài và mật độ phân bố, cũng như sinh khối của đối tượng nghiên cứu là nhóm động vật đáy và rong biển giữa kết quả nghiên cứu này so với những kết quả công bố từ các nhà khoa học ở khu vực nghiên cứu.

2.9. Phương pháp xây dựng các giải pháp quản lý đa dạng sinh học vùng triều rạn đá

2.9.1. Quy trình xây dựng bộ tiêu chí quản lý đa dạng sinh học vùng triều rạn đá

a) Xác định mục tiêu quản lý

Mục tiêu quản lý HST vùng triều rạn đá đó là phải hướng đến việc khai thác và sử dụng hợp lý nguồn tài nguyên tại chỗ, bảo vệ các loài sinh vật bản địa, hướng đến sự phát triển bền vững.

b) Xác định các hỏi cốt lõi

Xác định các hỏi cốt lõi cho việc xây dựng bộ chỉ số ĐDSH vùng triều rạn đá nhằm mục đích giới hạn những vấn đề cốt lõi đối với từng mục tiêu quản lý. Từ đó

tập trung vào những vấn đề chính để khai thác, phân tích hiện trạng cũng như các nguy cơ tác động đến ĐDSH vùng triều rạn đá. Việc trả lời được các câu hỏi cốt lõi sẽ đưa ra được bức tranh rõ nét về những vấn đề cần phải được quan tâm, giải quyết đối với từng vùng hay địa điểm cụ thể. Với mỗi mục tiêu quản lý, nghiên cứu sinh lựa chọn các câu hỏi nhằm xác định nội hàm của vấn đề, bao gồm các câu hỏi về hiện trạng ĐDSH, các áp lực đối với ĐDSH, các hoạt động đáp ứng và về lợi ích của việc bảo tồn và sử dụng bền vững tài nguyên sinh vật (bảng 2.1).

Các áp lực (mối đe dọa) tới ĐDSH vùng triều rạn đá:

Khu vực vùng triều rạn đá hiện đang bị tác động bởi một số áp lực: i) Các hoạt động xây dựng cầu cảng, công trình ven biển; ii) Khai thác trái phép và khai thác quá mức nguồn lợi sinh vật; iii) Ô nhiễm môi trường nước do các chất thải công nghiệp, nông nghiệp, khu dân cư; iv) Du nhập các loài ngoại lai thiếu kiểm soát và chưa đánh giá được đầy đủ tác động, ảnh hưởng của chúng tới HST; v) Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, nước biển dâng.

Bảng 2.1. Bảng câu hỏi cốt lõi xây dựng bộ chỉ số đa dạng sinh học vùng triều rạn đá

Mục tiêu quản lý	Câu hỏi cốt lõi			
	Hiện trạng	Áp lực	Lợi ích	Phản hồi
Bảo vệ vùng triều rạn đá	1.1. Có thay đổi nào về diện tích vùng triều rạn đá?	1.2. Có hoạt động lấn chiếm đất đai, phá hoại cảnh quan vùng triều rạn đá? 1.3. Có công trình, dự án xây dựng trên vùng triều rạn đá?		
Khai thác bền vững nguồn lợi tự nhiên	2.1. Các loại hình hoạt động NTTS? 2.2. Biện pháp quản lý khai thác khu vực vùng triều quản lý (giao cho cộng đồng, quản lý tổng thể...)?	2.3. Có hoạt động khai thác hủy diệt trong vùng?	2.4. Mật độ các đối tượng có giá trị kinh tế 03 năm? 2.5. Hiệu quả của các hình thức chế biến, bảo quản sau thu hoạch nguồn lợi sinh vật vùng triều?	2.6. Sản lượng đánh bắt một số loài thủy sinh có giá trị kinh tế 03 năm?

Mục tiêu quản lý	Câu hỏi cốt lõi			
	Hiện trạng	Áp lực	Lợi ích	Phản hồi
Bảo vệ và sử dụng bền vững các tài nguyên sinh vật	3.1. Có sự thay đổi về sự đa dạng của các loài động vật đáy và rong biển? 3.2. Biện pháp phục hồi các sinh vật bản địa và sinh vật trong danh mục Sách Đỏ IUCN và Việt Nam?	3.3. Chiều hướng và tác động của các hoạt động của con người lên tài nguyên sinh vật bản địa?	3.4. Chiều hướng về năng suất thu hoạch các loài thủy sinh chính? Có bền vững không? 3.5. Tiếp cận nào sẽ có hiệu quả để bảo tồn và sử dụng tốt hơn các nguồn tài nguyên sinh vật vùng triều hiện có?	3.6. Cần có nỗ lực gì để bảo tồn các sinh vật đặc hữu?
Nâng cao nhận thức cộng đồng và quản lý rủi ro thiên tai	4.1. Mức độ nhận thức như thế nào về tầm quan trọng của bãi triều rạn đá?		4.2. Lợi ích của hệ sinh thái bãi triều rạn đá đối với đời sống của người dân địa phương?	

Lựa chọn các tiêu chí ĐDSH phù hợp:

Bộ tiêu chí ĐDSH bãi triều rạn đá được xây dựng trên phương pháp sàng lọc bằng cách cho điểm các tiêu chí theo các tiêu chí được đề xuất bởi Hoàng Thị Thanh Nhân và cs. năm 2013 [113], cụ thể như sau: i) Có ý nghĩa khoa học và phù hợp với chính sách và mục đích sử dụng; ii) Tính phù hợp với năng lực kỹ thuật; iii) Khả năng tài chính; iv) Tính phù hợp với nguồn nhân lực thực hiện.

a) Mục tiêu và nguyên tắc xây dựng bộ tiêu chí

Mục tiêu: Xây dựng bộ tiêu chí ĐDSH để quan trắc hiện trạng đa dạng vùng triều rạn đá.

Nguyên tắc xây dựng bộ tiêu chí:

- Bộ tiêu chí được xây dựng dựa trên căn cứ khoa học thực tiễn về đặc điểm sinh học và điều kiện tự nhiên của khu vực nghiên cứu;

- Phù hợp, có ý nghĩa về mặt chính sách và thống nhất với các văn bản pháp luật về ĐDSH như Luật Đa dạng sinh học, Chiến lược quốc gia về ĐDSH và các công ước quốc tế liên quan như Công ước Đa dạng sinh học, Công ước về vùng đất ngập nước Ramsar...;

- Với mỗi tiêu chí, chọn tiêu chí đơn giản, dễ hiểu, có thể đo đếm được, ít tốn kém, có thể quan trắc được, có độ nhạy bén với sự thay đổi và mang tính đại diện.

- Bộ tiêu chí xây dựng theo mô hình P-S-R-B (Áp lực - Hiện trạng - Đáp ứng - Lợi ích) từ đó hướng đến trả lời những câu hỏi như: Hiện trạng ĐDSH như thế nào? Mức độ áp lực lên ĐDSH? Các đáp ứng nhằm bảo tồn và sử dụng bền vững ĐDSH? ĐDSH đưa lại lợi ích gì cho cộng đồng?. Các tiêu chí được xây dựng một cách cân đối giữa đỉnh của mô hình và mang tính tổng quát các vấn đề liên quan.

b) Chỉ tiêu đánh giá lựa chọn tiêu chí

Các tiêu chí được lựa chọn dựa trên bộ chỉ tiêu đánh giá lựa chọn tiêu chí được đề xuất bởi Hoàng Thanh Nhân và cs. năm 2013 được mô tả trong bảng 2.2, theo đó tác giả đề xuất các tiêu chí xác định chỉ thị ĐDSH ở Việt Nam: (i) Phù hợp với chính sách và/hoặc mục tiêu quản lý; (ii) Mức độ đại diện cho các thành phần của Khung PSRV (P - áp lực, S - hiện trạng, R - đáp ứng, V - giá trị); (iii) Có khả năng xác minh, đo đếm; (iv) Tính nhạy bén với sự thay đổi; và (v) Tính khả thi [113].

Theo đó lựa chọn 5 đến 10 tiêu chí có số điểm cao nhất trong các nhóm tiêu chí. Sử dụng mô hình khái niệm để đánh giá mối quan hệ giữa các chỉ thị. Các chỉ thị có mối quan hệ chặt chẽ theo mô hình chỉ thị sẽ được lựa chọn. Các chỉ thị không thuộc mô hình chỉ thị sẽ bị loại bỏ [113]. Trong nghiên cứu này, nghiên cứu sinh đã gửi bộ bản thảo tiêu chí đến các chuyên gia, nhà khoa học, nhà quản lý và người dân địa phương để lựa chọn bộ tiêu chí một cách khách quan cho việc cho điểm.

Bảng 2.2. Bộ chỉ tiêu đánh giá lựa chọn tiêu chí

TT	Chỉ tiêu đánh giá	Ý nghĩa	Cơ sở tính điểm	Điểm số
1	Phù hợp với chính sách	Chỉ thị có thể chuyển tải thông điệp rõ ràng và cung cấp thông tin cần thiết theo yêu cầu của các chính sách.	Phù hợp với yêu cầu của Công ước ĐDSH	0 - 5
			Phù hợp với các mục tiêu quốc gia	0 - 5
			Phù hợp với mục tiêu của địa phương	0 - 5
			Tính liên kết, kế thừa với các chương trình thống kê, quan trắc hiện có	0 - 5

TT	Chỉ tiêu đánh giá	Ý nghĩa	Cơ sở tính điểm	Điểm số
2	Phù hợp về tính ĐDSH (mức độ đại diện cho các thành phần của Khung PSRV)	Thể hiện mức độ đại diện của chỉ thị trong các thành phần của Khung PSRV. Thông tin về mối quan hệ nguyên nhân-kết quả có thể xác định và định lượng được, nhằm liên kết giữa các chỉ thị áp lực, hiện trạng và đáp ứng. Những mô hình quan hệ này cho phép phân tích các kịch bản và cơ sở của phương pháp tiếp cận HST	Mức độ đại diện cho các thành phần PSRV trong mỗi thành phần	0 - 5
			Khả năng thể hiện mối quan hệ nguyên nhân-kết quả	0 - 5
3	Có khả năng xác minh, đo đếm	Có cơ sở khoa học và thông tin có độ tin cậy, phù hợp với phương pháp đo đạc của chỉ thị	Mức độ phù hợp	0 - 5
4	Tính nhạy bén với sự thay đổi	Chỉ thị phải nhạy bén mới có thể chỉ ra các xu hướng, cho phép phân biệt được sự khác biệt giữa những thay đổi do con người và những thay đổi tự nhiên. Do đó, chỉ thị phải có khả năng phát hiện ra những thay đổi trong hệ thống với khung thời gian và phạm vi phù hợp với những quyết định, nhưng chỉ thị cũng phải đủ mạnh để những sai số trong đo đạc không ảnh hưởng tới việc diễn giải.	Mức độ biến động của chỉ thị khi có sự thay đổi do con người và tự nhiên	0 - 5
5	Tính khả thi	Tính khả thi trong việc thực hiện quan trắc chỉ thị	Tính khả thi về tài chính	0 - 5
			Tính khả thi về kỹ thuật: Có tồn tại phương pháp đáng tin cậy đo chỉ thị.	0 - 5

TT	Chỉ tiêu đánh giá	Ý nghĩa	Cơ sở tính điểm	Điểm số
			Tính khả thi về nguồn nhân lực.	0 - 5
Với bộ tiêu chí				
1	Tính đại diện	Tập hợp chỉ thị mang lại một cái nhìn bao quát về các áp lực, trạng thái ĐDSH, các đáp ứng, cách sử dụng và năng lực.		
2	Số lượng nhỏ	Tổng số chỉ thị càng nhỏ, khả năng tiếp cận của chúng với những nhà hoạch định chính sách và công chúng càng lớn và chi phí càng thấp.		
3	Hợp nhất và linh hoạt	Chỉ thị nên được thiết kế nhằm thể hiện sự hợp nhất ở nhiều phạm vi cho nhiều mục đích khác nhau. Sự hợp nhất của các chỉ thị ở cấp độ của những hình thức HST hoặc cấp độ quốc gia hay quốc tế đòi hỏi sử dụng những tập hợp chỉ thị có sự liên kết chặt chẽ và những mối thích hợp. Điều này cũng được áp dụng cho ảnh hưởng, giải pháp, cách sử dụng và khả năng thực hiện chỉ thị.		

2.9.2. Phương pháp xây dựng quy trình đánh giá hiện trạng vùng triều rạn đá bằng thiết bị bay không người lái

Nghiên cứu ứng dụng các thiết bị hiện đại trong công tác quản lý sẽ góp phần làm tăng hiệu quả và có độ chính xác cao. Trong nghiên cứu này, tác giả sẽ xây dựng quy trình đánh giá hiện trạng HST vùng triều rạn đá từ đó đề xuất công cụ quản lý ĐDSH vùng triều rạn đá.

a) Thông tin thiết bị sử dụng

Thiết bị bay *Phantom 4 Multispectral* là thiết bị bay với máy ảnh có độ chính xác cao, khả năng thực hiện các chức năng chụp ảnh đa mặt. Phantom 4

Multispectral tích hợp công nghệ hình ảnh đa quang phổ đầu tiên trên thế giới được thiết kế cho nông nghiệp chính xác và quản lý môi trường.

Bảng 2.3. Thông số kỹ thuật thiết bị Phantom 4 Multispectral

Tên thiết bị	Phantom 4 Multispectral
Nhà sản xuất	DJI
Trọng lượng	1.4 kg (tính gồm cả cánh và pin)
Tốc độ tối đa	72 km/giờ (tối đa 54 km/h trong Chế độ lái tự động)
Thời gian bay	27 phút (khuyến nghị 15 phút)
Phạm vi điều khiển	7 km
Chiều cao	500 m
Độ phân giải	20 triệu Pixel
Pin	Lithium-ion (LiPo) 5,870 mAh / 89.2 Wh
Bộ nhớ	Micro SD UHS Speed Class 3 (U3)
GPS	GPS & GLONASS

b) Phương pháp xây dựng quy trình đánh giá hiện trạng vùng triều rạn đá bằng thiết bị bay không người lái dân dụng cỡ nhỏ

Quy trình xây dựng quy trình đánh giá hiện trạng HST biển được thiết kế theo sơ đồ hình 2.2. Theo đó, các phương pháp nghiên cứu xây dựng quy trình được trình bày cụ thể theo các nội dung nghiên cứu được trình bày dưới đây.

b.1. Phương pháp xây dựng qui trình bay chụp cho thiết bị bay không người lái với máy ảnh đa phổ

Dựa vào các thông số kỹ thuật, tính năng của từng thiết bị để nghiên cứu xây dựng qui trình bay tương ứng giữa thiết bị bay và máy ảnh khác nhau để thực hiện ở vùng triều rạn đá Bạch Long Vĩ. Quy trình bay được xây dựng dựa trên sơ đồ tại hình 2.2.

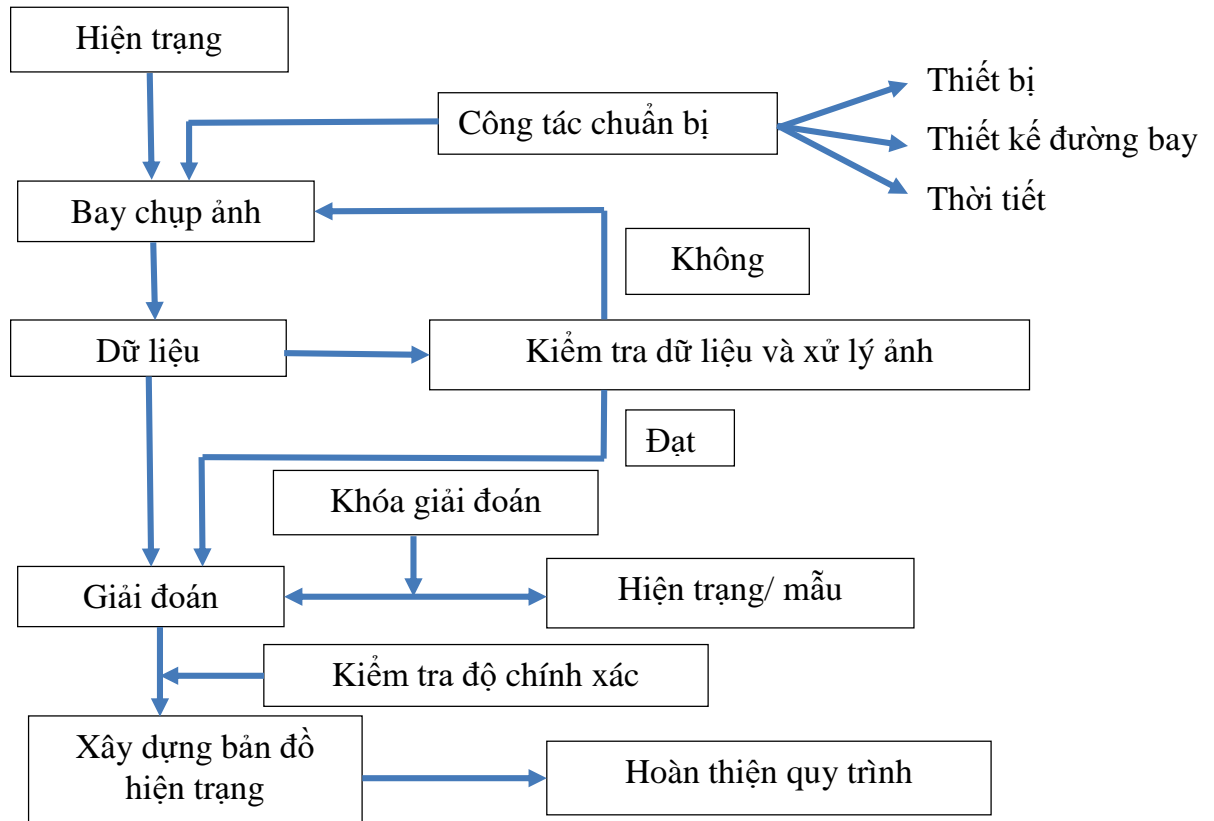
b.2. Phương pháp xây dựng khoá giải đoán ảnh chụp từ thiết bị bay không người lái

- Thu thập mẫu vật làm cơ sở xây dựng khoá giải đoán: Dựa trên kết quả bay, phân chia độ phủ của đối tượng sinh thái từ 0 - 100% ra thành 5 phần tương ứng với 5 dải màu thu được từ máy ảnh đa quang phổ của thiết bị bay. Lựa chọn 5 điểm đại diện cho 5 dải màu được xác định ở trên, tại mỗi điểm tiến hành thu 3 ô tiêu chuẩn (10x10m).

- Chọn vùng mẫu: Chọn vùng mẫu để tiến hành phân loại các đối tượng (đặc biệt là phân loại có giám sát). Việc chọn các vùng mẫu được dựa vào các đặc điểm

ảnh: hoa văn, độ xám, cấu trúc, v.v. và tài liệu thực địa. Nên chọn mỗi vùng mẫu đồng nhất (có màu và cấu trúc đồng đều trên ảnh) chứa các giá trị lớn nhất, nhỏ nhất, trung bình của đối tượng.

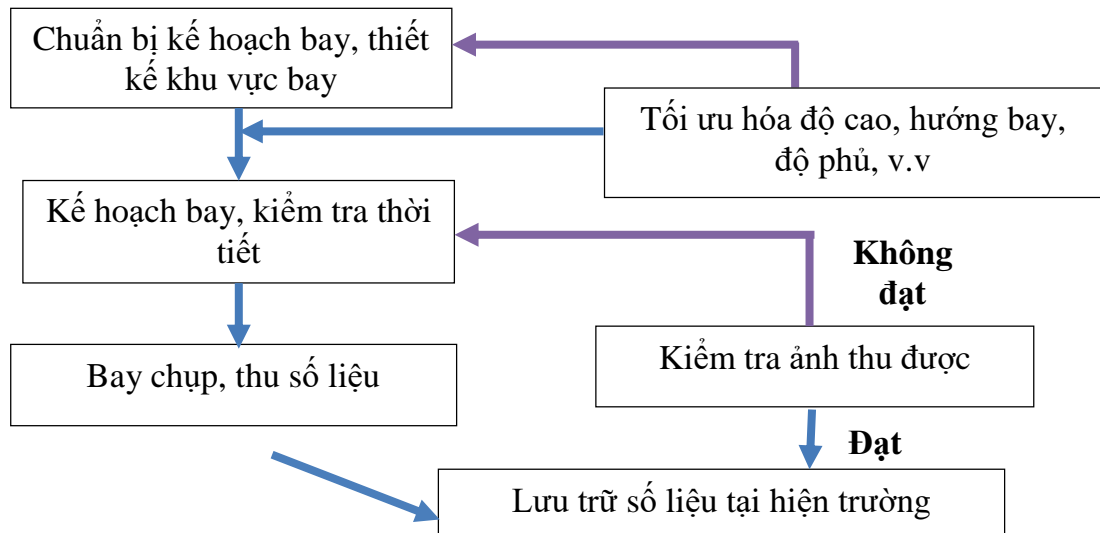
- Phân loại có giám sát (Supervised classification): Là phương pháp phân loại giá trị đồng nhất tối đa cho tổ hợp tất cả các băng của các ảnh đa phổ.



Hình 2.2. Sơ đồ nghiên cứu ứng dụng thiết bị bay không người lái trong việc đánh giá hiện trạng hệ sinh thái vùng triều rạn đá

b.3. Phương pháp bay chụp tầm thấp bằng thiết bị bay không người lái trong việc đánh giá hiện trạng hệ sinh thái vùng triều rạn đá

Tiến hành bay chụp ảnh tầm thấp bằng thiết bị bay không người lái tại HST bãi triều rạn đá Bạch Long Vĩ. Các đường bay chụp được thiết kế trên phần mềm chuyên dụng DJI GS Pro. Như xác định diện tích bay, số đường bay, độ cao và tốc độ bay từ đó xác định được lượng pin sử dụng, số lượng ảnh chụp.



Hình 2.3. Quy trình xây dựng kế hoạch thu ảnh của thiết bị bay không người lái

b.4. Phương pháp xử lý ảnh chụp từ thiết bị bay không người lái

Ghép ảnh chụp từ thiết bị bay không người lái: Quy trình xử lý ghép ảnh chụp bằng thiết bị bay không người lái tầm thấp bao gồm các bước: (1) Nhập dữ liệu ảnh chụp - (2) Sắp xếp ảnh theo không gian - (3) Tạo đám mây điểm - (4) Tạo Mô hình số độ cao (DEM) và - (5) Tạo ảnh trực giao.

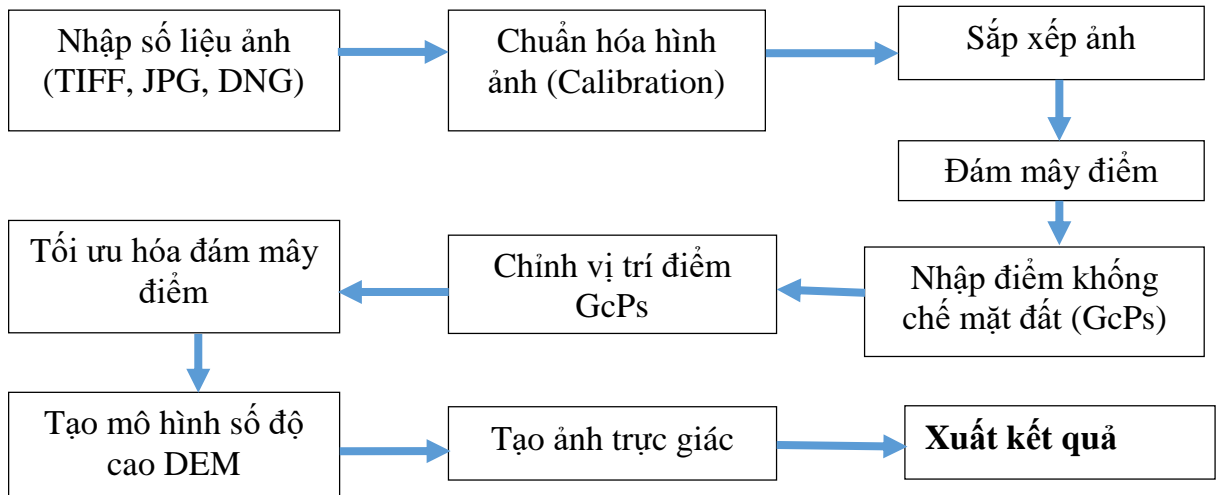
b.5. Phương pháp xác định độ chính xác của ảnh

Để đánh giá được độ chính xác của ảnh giải đoán nghiên cứu này đã thực hiện đối chiếu kết quả phân loại bằng ảnh chụp và số liệu điều tra thực tế tại các điểm có tọa độ được xác định, theo đó 3 mặt cắt được thiết kế từ bờ hướng biển trải đều trên khu vực bay, tại mỗi mặt cắt đặt 15 điểm kiểm tra trong đó mỗi đới triều (cao triều, trung triều và thấp triều) sẽ có 05 điểm kiểm chứng trên một mặt cắt.

b.6. Phương pháp thành lập bản đồ

Phương pháp GIS được sử dụng để lập bản đồ phân bố các đối tượng ĐDSH trong hệ sinh thái vùng triều rạn đá. Ảnh UAV sau khi xử lý từ dạng ảnh Raster chuyển qua dạng Vector tệp (shp.) trong phần mềm QGIS, hệ tọa độ VN2000, múi 6 độ.

Sử dụng phần mềm QGIS để biên tập bản đồ phân bố vùng triều rạn đá tại Bạch Long Vĩ tại tỉ lệ 1:3.500. Các bước biên tập kỹ thuật chủ yếu gồm: thiết lập tỉ lệ bản đồ, thiết lập lưới chiếu hệ tọa độ VN2000, thiết kế chú giải, lên điểm địa danh, xây dựng thước tỉ lệ và hướng bản đồ, xây dựng hệ thống ký hiệu cho chú giải, xây dựng lớp thông tin và diện tích của đối tượng v.v.



Hình 2.4. Sơ đồ xử lý ghép ảnh trên phần mềm Agisoft Metashape Professional

2.9.3. Nguyên tắc cơ bản đề xuất giải pháp chính sách sử dụng hợp lý đa dạng sinh học vùng triều rạn đá

Nguyên tắc 1: Việc quản lý, bảo vệ ĐDSH phải tuân theo Hiến pháp, pháp luật của Việt Nam, Công ước Đa dạng sinh học năm 1992 (CBD) và tiếp cận theo hai nhóm là vùng triều rạn đá thuộc phạm vi và ngoài phạm vi các khu bảo tồn biển.

Nguyên tắc 2: Bảo vệ và phát triển ĐDSH vùng triều rạn đá ven đảo phải kết hợp cân đối với phát triển kinh tế, hài hoà lợi ích của các ngành, các địa phương, đồng thời cũng phải có trọng tâm, trọng điểm.

Nguyên tắc 3: Bảo vệ và phát triển ĐDSH vùng triều rạn đá ven đảo đi đôi với tăng cường kiểm soát khai thác nguồn lợi hải sản tự nhiên và kiểm soát môi trường nhằm đảm bảo sự cân bằng sinh thái tự nhiên của khu vực.

Nguyên tắc 4: Bảo vệ ĐDSH vùng triều rạn đá ven đảo là yêu cầu cấp thiết trước mắt và lâu dài, là trách nhiệm của toàn xã hội, trong đó trách nhiệm của cộng đồng ngư dân là rất quan trọng. Do vậy, phải thực hiện tốt chính sách xã hội hoá để bảo vệ và phát triển ĐDSH và nguồn lợi thủy sản vùng triều rạn đá.

Nguyên tắc 5: Bảo vệ các dạng sinh học vùng triều rạn đá phải gắn liền với việc bảo vệ các HST gắn liền và xung quanh.

CHƯƠNG III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hiện trạng đa dạng sinh học vùng triều rạn đá khu vực nghiên cứu

3.1.1. Hiện trạng động vật đáy khu vực nghiên cứu

3.1.1.1. Đa dạng thành phần loài và phân bố động vật đáy

a) Đa dạng thành phần loài động vật đáy

Động vật đáy là nhóm sinh vật có mức độ cư trú chiếm ưu thế ở các sinh cảnh và hệ sinh thái vùng triều. Tại các khu vực vùng triều rạn đá, nhóm sinh vật này thường là những sinh vật có khả năng bám dính trước tác động của dòng chảy và sóng biển. Ngoài ra, nhóm sinh vật này còn chịu được sự biến động khắc nghiệt về môi trường khi thủy triều xuống, khi đó nhiều vùng nền đáy bị lộ ra, tiếp xúc trực tiếp với nắng và không khí và thường có nhiệt độ bề mặt cao hơn so với khi ngập triều.

Kết quả khảo sát về động vật đáy phân bố tại vùng triều rạn đá khu vực nghiên cứu được trình bày tại phụ lục 1.1. Kết quả ghi nhận được 170 loài thuộc 81 Họ, 38 Bộ và 9 Lớp, 4 Ngành. Trong số này ngành Thân mềm (Mollusca) có số loài nhiều nhất, 92 loài, chiếm 51,1% tổng số loài; tiếp theo ngành Giun đốt (Annelida) 29 loài, 17,0%; ngành Da gai (Echinodermata) 26 loài, 15,3% và thấp nhất ngành Chân khớp (Arthropoda) 23 loài, chiếm 13,5% tổng số loài (bảng 3.1).

Trong số 9 lớp ĐVĐ bãi triều rạn đá, lớp Chân bụng (Gastropoda) chiếm số loài cao nhất 49 loài, chiếm 28,8% tổng số loài; tiếp đến lớp Hai mảnh vỏ (Bivalvia) với 41 loài, tương ứng với 24,1%; lớp Giun nhiều tơ (Polychaete) 29 loài (17%); lớp Giáp xác mềm (Mollacostraca) với 23 loài, tương ứng với 13,5% tổng số loài. Các lớp còn lại gồm Hải sâm, Sao biển, Cầu gai, Đuôi rắn, lớp Nhiều tấm có số loài ít, dao động từ 3 loài - 9 loài/lớp (bảng 3.1).

Số lượng loài ở từng khu vực nghiên cứu cũng rất khác nhau và cấu trúc thành phần loài cũng thể hiện những nét riêng biệt. Kết quả phân tích cho thấy Bạch Long Vĩ có số loài nhiều nhất, ghi nhận được 102 loài, tiếp theo là Cô Tô ghi nhận được 71 loài và nhỏ nhất là Cát Bà ghi nhận được 61 loài (hình 3.1).

Bảng 3.1. Cấu trúc thành phần loài Động vật đáy vùng triều rạn đá khu vực nghiên cứu

Ngành - Lớp		Bộ		Họ		Giống								
Tên khoa học	Số loài	Tên khoa học	Số loài	Tên khoa học	Số loài	Tên khoa học	Số loài							
I. ANNELIDA - NGÀNH GIUN ĐỐT	29													
1. Class POLYCHAETA- Lớp Giun nhiều tơ	29	1. Order Amphinomida - Bộ Giun nhiều tơ	2	1. Amphinomidae	2	1. <i>Amphinome</i>	1							
						2. <i>Eurythoe</i>	1							
		2. Order Eunicida	5	2. Eunicidae	5	3. <i>Eunice</i>	1							
						4. <i>Leodice</i>	3							
						5. <i>Nicidion</i>	1							
		3. Order Phyllodocida - Bộ Rươi	13			3. Chrysopetalidae	1	6. <i>Bhawania</i>	1					
						4. Iphionidae	1	7. <i>Iphione</i>	1					
						5. Glyceridae	1	8. <i>Glycera</i>	1					
						6. Nephtyidae	1	9. <i>Aglaophamus</i>	1					
						7. Nereididae	6	10. <i>Namalycastis</i>	1					
								11. <i>Neanthes</i>	1					
								12. <i>Nereis</i>	1					
								13. <i>Perinereis</i>	3					
						8. Sigalionidae	2	14. <i>Pholoe</i>	2					
		9. Syllidae	1	15. <i>Syllis</i>	1									
		4. Order Sabellida - Bộ Giun nang hoa	4			10. Sabellidae	3	16. <i>Dialychone</i>	1					
						17. <i>Jasmineira</i>		1						
						18. <i>Sabella</i>		1						
		11. Serpulidae	1	19. <i>Hydroides</i>	1									
		5. Order Sipuncula - Bộ Sá sùng	1	12. Sipunculidae	1	20. <i>Sipunculus</i>	1							
		6. Order Spionida - Bộ Giun gián điệp	1					21. <i>Laonice</i>	1					
								7. Order Terebellida - Bộ Giun lông	3				14. <i>Cirratulidae</i>	1
													15. <i>Sternaspidae</i>	1
													16. <i>Terebellidae</i>	1
						22. <i>Timarete</i>	1							
						23. <i>Sternaspis</i>	1							
						24. <i>Lysilla</i>	1							

Ngành - Lớp		Bộ		Họ		Giống					
Tên khoa học	Số loài	Tên khoa học	Số loài	Tên khoa học	Số loài	Tên khoa học	Số loài				
II. MOLLUSCA NGÀNH THÂN MỀM	92										
2. Class BIVALVIA- Lớp Hai mảnh vỏ	41	8. Order Arcida - Bộ Sò huyết	5	17. Arcidae	5	25. <i>Barbatia</i>	3				
						26. <i>Senilia</i>	1				
						27. <i>Tegillarca</i>	1				
		9. Order Cardiida - Bộ Sò	4	18. Cardiidae	1	28. <i>Vasticardium</i>	1	28. <i>Vasticardium</i>	1		
								19. Psammobiidae	2	29. <i>Asaphis</i>	2
								20. ellinidae	1	30. <i>Arcopaginula</i>	1
		10. Order Carditida - Bộ Trai vân tỏa	2	21. Carditidae	2	31. <i>Cardita</i>	2				
		11. Order Mytilida - Bộ Vẹm	7	22. Mytilidae	7	32. <i>Perna</i>	1	32. <i>Perna</i>	1		
								33. <i>Leiosolenus</i>	2		
								34. <i>Lithophaga</i>	1		
								35. <i>Modiolus</i>	1		
								36. <i>Septifer</i>	1		
		37. <i>Mytilisepta</i>	1								
		12. Order Ostreida - Bộ Hàu	14	23. Isognomonidae	3	38. <i>Isognomon</i>	3	38. <i>Isognomon</i>	3		
								24. Margaritidae	2	39. <i>Pinctada</i>	2
								25. Gryphaeidae	2	40. <i>Hyotissa</i>	2
								26. Ostreidae	4	41. <i>Magallana</i>	1
										42. <i>Saccostrea</i>	3
								27. Pinnidae	2	43. <i>Atrina</i>	1
								28. Pteriidae	1	44. <i>Pinna</i>	1
29. Chamidae	2	45. <i>Pteria</i>	1								
13. Order Venerida	9	30. Veneridae	7	46. <i>Chama</i>	2	46. <i>Chama</i>	2				
						47. <i>Anomalodiscus</i>	1				
						48. <i>Paratapes</i>	1				
						49. <i>Gafrarium</i>	2				
						50. <i>Ruditapes</i>	1				
51. <i>Tapes</i>	1										
52. <i>Venerupis</i>	1										

Ngành - Lớp		Bộ		Họ		Giống	
Tên khoa học	Số loài	Tên khoa học	Số loài	Tên khoa học	Số loài	Tên khoa học	Số loài
3.Class POLYPLACOPHORA - Lớp Nhiều tấm	2	14. Order Chitonida - Bộ Song kính	2	31. Chitonidae	2	53. <i>Chiton</i>	1
						54. <i>Liolophura</i>	1
4.Class GASTROPODA - Lớp Chân bụng	49	15. Order Caenogastropoda - Bộ Ốc mới	10	32. Batillariidae	1	55. <i>Batillaria</i>	1
				33. Cerithiidae	7	56. <i>Cerithium</i>	3
						57. <i>Clypeomorus</i>	3
						58. <i>Rhinoclavis</i>	1
				34. Planaxidae	1	59. <i>Planaxis</i>	1
		35. Thiaridae	1	60. <i>Melanoides</i>	1		
		16. Order Cycloneritida - Bộ Ốc đĩa	3	36. Neritidae	3	61. <i>Nerita</i>	2
						62. <i>Neripteron</i>	1
		17. Order Lepetellida - Bộ Bào ngư	2	37. Haliotidae	2	63. <i>Haliotis</i>	2
		18. Order Littorinimorpha - Bộ Ốc sứ	11	38. Cypraeidae	6	64. <i>Arestorides</i>	1
						65. <i>Naria</i>	1
						66. <i>Bistolida</i>	1
						67. <i>Erronea</i>	1
						68. <i>Mauritia</i>	1
						69. <i>Monetaria</i>	1
						70. <i>Echinolittorina</i>	2
		71. <i>Littoraria</i>	2				
		19. Order Neogastropoda - Bộ Ốc hiện đại	10	41. Pisaniidae	1	72. <i>Ovula</i>	1
						73. <i>Pisania</i>	1
						74. <i>Conus</i>	1
42. Conidae	1			75. <i>Strigatella</i>	2		
				76. <i>Chicoreus</i>	1		
43. Mitridae	2			77. <i>Drupella</i>	2		
				78. <i>Semiricinula</i>	1		
44. Muricidae	6			79. <i>Morula</i>	1		
				80. <i>Reishia</i>	1		

Ngành - Lớp		Bộ		Họ		Giống	
Tên khoa học	Số loài	Tên khoa học	Số loài	Tên khoa học	Số loài	Tên khoa học	Số loài
		20. Order Lottioidea - Bộ Ốc Vú	1	45. Lottiidae	1	81. <i>Nipponacmea</i>	1
		21. Order Patelloidea - Bộ Vú nàng	3	46. Patellidae	1	82. <i>Scutellastra</i>	1
				47. Nacellidae	2	83. <i>Cellana</i>	2
		22. Order Siphonariida - Bộ Ốc giả vú nàng	1	48. Siphonariidae	1	84. <i>Siphonaria</i>	1
		23. Order Trochida - Bộ Ốc đụn	7	49. Tegulidae	2	85. <i>Tectus</i>	1
				50. Trochidae	2	86. <i>Chlorostoma</i>	1
				51. Turbinidae	3	87. <i>Monodonta</i>	1
						88. <i>Trochus</i>	1
		89. <i>Lunella</i>	1				
		90. <i>Turbo</i>	2				
24. Order Seguenziida - Bộ Ốc bơ	1	52. Chilodontaidae	1	91. <i>Euchelus</i>	1		
III. ARTHROPODA NGÀNH CHÂN KHỚP	23						
5. Class MALACOSTRACA - Lớp Giáp xác mềm	23	25. Order Decapoda - Bộ Giáp xác mười chân	20	53. Alpheidae	1	92. <i>Alpheus</i>	1
				54. Calappidae	1	93. <i>Calappa</i>	1
				55. Eriphiidae	1	94. <i>Eriphia</i>	1
				56. Leucosiidae	1	5. <i>Philyra</i>	1
				57. Menippidae	1	96. <i>Menippe</i>	1
				58. Oziidae	2	97. <i>Epixanthus</i>	1
						98. <i>Ozius</i>	1
				59. Penaeidae	2	99. <i>Mierspenaeopsis</i>	1
						100. <i>Metapenaeus</i>	1
				60. Pinnotheridae	1	101. <i>Pinnotheres</i>	1
				61. Porcellanidae	1	102. <i>Petrolisthes</i>	1
				62. Portunidae	4	103. <i>Charybdis</i>	1
						104. <i>Portunus</i>	2
						105. <i>Thranita</i>	1

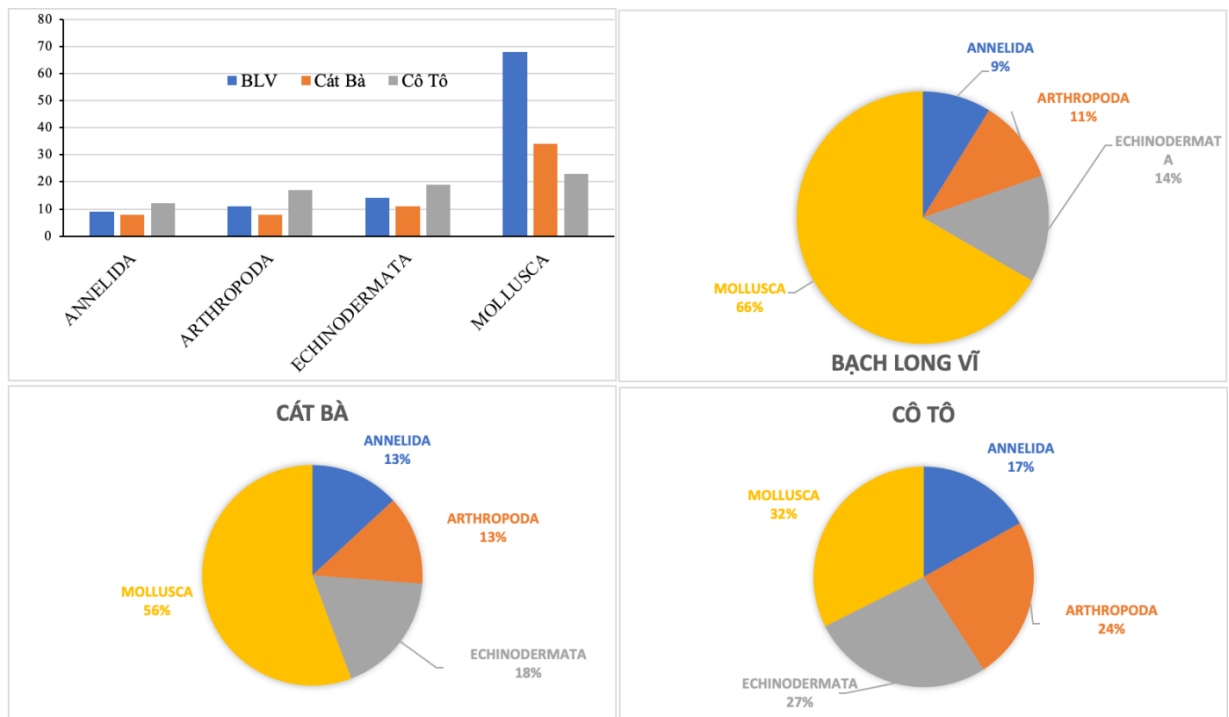
Ngành - Lớp		Bộ		Họ		Giống		
Tên khoa học	Số loài	Tên khoa học	Số loài	Tên khoa học	Số loài	Tên khoa học	Số loài	
				63. Xanthidae	5	<i>106. Atergatis</i>	2	
						<i>107. Etisus</i>	2	
						<i>108. Gaillardiiellus</i>	1	
		26. Order Stomatopoda - Bộ Tôm bọ ngựa	3	64. Gonodactylidae	1	<i>109. Gonodactylus</i>	1	
				65. Squillidae	2	<i>110. Cloridopsis</i>	1	
						<i>111. Oratosquilla</i>	1	
IV. ECHINODERMATA NGÀNH DA GAI	26							
6. Class ASTEROIDEA- Lớp Sao biển		27. Order Valvatida - Bộ Sao biển gai chân ống	3	66. Oreasteridae	3	<i>112. Protoreaster</i>	1	
							<i>113. Anthenea</i>	1
							<i>114. Pentaceraster</i>	1
7. Class HOLOTHUROIDEA - Lớp Hải sâm		28. Order Apodida - Bộ Không chân	1	67. Synaptidae	1	<i>115. Synapta</i>	1	
		29. Order Dendrochirotida - Bộ Dưa chuột biển	2	68. Cucumariidae	2	<i>116. Colochirus</i>	1	
						<i>117. Cercodemus</i>	1	
		30. Order Holothuriida - Bộ Hải sâm	4	69. Holothuriidae	4	<i>118. Holothuria</i>	4	
	31. Order Synallactida	2	70. Stichopodidae	2	<i>119. Stichopus</i>	1		
						<i>120. Thelenota</i>	1	
8. Class ECHINOIDEA - Lớp Cầu gai		32. Order. Camarodonta - Bộ Nhím biển hình cầu	2	71. Echinometridae	2	<i>121. Echinostrephus</i>	1	
						<i>122. Heliocidaris</i>	1	
		33. Order Clypeasteroidea - Bộ Cầu gai dẹt	1	72. Clypeasteridae	1	<i>123. Arachnoides</i>	1	
		34. Order Diadematoida - Bộ Nhím biển	2	73. Diadematidae	2	<i>124. Diadema</i>	1	
						<i>125. Echinothrix</i>	1	
	35. Order Echinolampadacea - Bộ Nhím biển không đều	1	74. Mellitidae	1	<i>126. Mellita</i>	1		

Ngành - Lớp		Bộ		Họ		Giống	
Tên khoa học	Số loài	Tên khoa học	Số loài	Tên khoa học	Số loài	Tên khoa học	Số loài
		36. Order Spatangoida - Bộ Nhím biển tím	1	75. Loveniidae	1	127. <i>Echinocardium</i>	1
9. Class OPHIUROIDEA- Lớp Đuôi rắn		37. Order Amphilepidida - Bộ Đuôi rắn đào hang	5	76. Amphiuridae	2	128. <i>Amphipholis</i>	2
				77. Ophiactidae	1	129. <i>Ophiactis</i>	1
				78. Ophionereididae	1	130. <i>Ophionereis</i>	1
				79. Ophiotrichidae	1	131. <i>Macrophiothrix</i>	1
		38. Order Ophiacanthida Bộ Đuôi rắn	2	80. Ophiacanthidae	1	132. <i>Ophiacantha</i>	1
				81. Ophiocomidae	1	133. <i>Ophiomastix</i>	1
Tổng cộng: 4 ngành - 9 lớp - 38 bộ - 81 họ - 133 giống - 170 loài							

- **Khu vực Bạch Long Vĩ**

Qua kết quả phân tích trong các đợt thu mẫu, đã xác định được 102 loài ở 8 mặt cắt. Ở các mặt cắt 11 và 13 có 30 - 33 loài, các mặt cắt còn lại có trên 37 đến 45 loài phân bố. Cấu trúc thành phần loài nhóm sinh vật đáy trên các bãi triều rạn đá đảo Bạch Long Vĩ gồm các nhóm: Thân mềm 68 loài, chiếm tỉ lệ cao nhất (chiếm 66,67% tổng số loài), tiếp theo là Da gai 14 loài (13,73%), Chân khớp 11 loài (chiếm 10,78%) và thấp nhất là Giun đốt 9 loài (8,82%)(Phụ lục 1.1, Hình 3.1).

Chiếm ưu thế trong cấu trúc quần xã sinh vật đáy là nhóm Thân mềm với 68 loài thuộc 55 họ, trong đó họ có nhiều loài nhất chỉ có 3 - 6 loài/họ (Cypraeidae- 6 loài, Muricidae - 6 loài; Veneridae 5 loài; Ốc vôi - 5 loài...vv.) còn lại chỉ từ 1-2 loài/họ.



Hình 3.1. Cấu trúc thành phần loài theo bậc phân loại

Một trong những đặc trưng của bãi triều rạn đá Bạch Long Vĩ là sự chiếm ưu thế của các loài sinh vật bám lên các đá tảng, rạn đá vĩa khá bằng phẳng, với mật độ tập trung cao tại một số điểm, tạo thành dạng khảm sinh vật bám; điển hình là loài *Hau Saccostrea glomerata*, *Saccostrea echinata*, *Saccostrea scyphophilla*, chúng phân bố rộng trên vùng triều, tập trung nhiều ở vùng cao triều và trung triều với đặc tính không phân bố rải rác mà chúng phân bố tập trung với mật độ cao tại các điểm, mật độ cao nhất ghi nhận được là 430 cá thể/m².

Nhóm giun nhiều tơ (Polychaeta) với 9 loài, gồm các loài có phân bố rộng theo các kiểu sinh cảnh như thuộc họ Eunicidae - 3 loài hoặc các loài đặc trưng cho kiểu sinh cảnh rạn san hô thuộc họ Sabelidae - 3 loài. Phân Ngành Giáp xác (Crustacea) gồm 11 loài, chủ yếu là các loài có kích thước nhỏ, sống ẩn nấp dưới khe hở của các tảng đá trên vùng triều hoặc sống trong các tảng san hô chết. Da gai gồm 2 nhóm chính là Hải sâm và Cầu gai, trong đó loài kinh tế chủ yếu là hải sâm đen. Tuy mật độ và khối lượng nhỏ nhưng đây là loài có giá trị kinh tế cao.

Bảng 3.2. Mức độ đa dạng sinh vật đáy trên bãi triều rạn đá Bạch Long Vĩ

Mặt cắt	N	d	J'	H'(loge)	1-Lambda'
MC 01	4479.00	4.52	0.51	1.85	0.75
MC 03	8868.00	4.84	0.55	2.10	0.83
MC 05	11080.00	3.76	0.54	1.93	0.82
MC 07	8358.00	4.43	0.47	1.75	0.69
MC 09	3512.00	5.14	0.58	2.19	0.84
MC 11	8878.00	3.52	0.48	1.68	0.77
MC 13	4828.00	3.42	0.46	1.55	0.69
MC 15	2684.00	4.56	0.68	2.45	0.89
Toàn đảo	52687.00	8.55	0.48	2.19	0.85

Trong đó N: Tổng số cá thể, d: chỉ số phong phú loài Margalef; J': Chỉ số cân bằng loài (chỉ số đồng đều) Pielou; H': Chỉ số đa dạng Shannon-Weiner.

Qua thu mẫu, phân tích mẫu, tác giả đã tiến hành phân tích ADN để phân loại đối với các mẫu bào ngư tại BLV. Kết quả đã xác định được 02 loài bào ngư phân bố tại BLV là Bào ngư chín lỗ (*Haliotis diversicolor*) và Bào ngư dài (*Haliotis varia*). Đây là lần đầu tiên xác định loài Bào ngư dài (*Haliotis varia*) phân bố tại Bạch Long Vĩ mà các kết quả nghiên cứu trước đây chưa đề cập đến.

Mức độ đa dạng sinh vật đáy trên bãi triều rạn đá Bạch Long Vĩ: Chỉ số đa dạng Shannon Index (H') của toàn đảo đạt 2,19; chỉ số phong phú Margalef đạt 8,55 và chỉ số đồng đều Pielous đạt 0,48 cho thấy mức độ đồng đều đạt trạng thái trung bình.

- **Khu vực Cô Tô**

Kết quả khảo sát tại vùng biển Cô Tô phát hiện 71 loài sinh vật đáy gồm các nhóm Giun nhiều tơ, giáp xác và Da gai. Kết quả hình 3.1 cho thấy tại Cô Tô số loài động vật

đáy của các Ngành không khác biệt nhiều. Trong đó Thân mềm phát hiện được 23 loài chiếm 32,39 % tổng số loài; tiếp theo là Da gai 19 loài, chiếm 26,76% tổng số loài; nhóm Giáp xác phát hiện được 17 loài chiếm 23,94% tổng số loài, và cuối cùng Giun đốt phát hiện được 12 loài, chiếm 16,9% tổng số loài. Các loài Giáp xác và Da gai phát hiện ở khu vực Cô Tô chủ yếu là các loài tôm, cua nhỏ cũng như các loài đười rấn sống ẩn nấp trong các hang hốc của các tầng san hô sống và san hô chết. Các loài có kích thước lớn và có giá trị kinh tế thường gặp trong các mẫu thu nguồn lợi. Các loài có giá trị kinh tế trong khu vực bao gồm các loài thuộc họ Tôm he như: *Metapenaeus intermedius*, *Parapenaeus hardwickii*, *Parapenaeus stridulans*. Các loài trong họ Cua bơi (Portunidae) như Ghe xanh (*Portunus pelagicus*), Ghe ba chấm (*Portunus sanguinolentus*), Ghe cát (*Charybdis hellerii*) và *Charybdis japonica*. Một số loài Bê bê cũng được phát hiện có mặt trong khu vực gồm: *Oratosquilla oratoria* và *Cloridopsis scorio*. Nhóm Da gai thì chỉ phát hiện ít loài có giá trị kinh tế hơn nhóm Giáp xác, phát hiện chủ yếu là loài Hải sâm đen (*Holothuria atra*) và Cầu gai (*Diadema setosum*) (phụ lục 1.1)

- **Khu vực Cát Bà**

Kết quả khảo sát tại vùng biển Cát Bà phát hiện 61 loài Động vật đáy sống trên các bãi triều rạn đá, gồm các nhóm Giun nhiều tơ, Thân mềm, Giáp xác và Da gai. Trong đó, nhóm Thân mềm có 34 loài, chiếm tỉ lệ cao nhất 55,74% tổng số loài, tiếp theo là Da gai 11 loài (chiếm 18,03%); hai nhóm có số loài bằng nhau là Giáp xác có 08 loài, Giun nhiều tơ 08 loài, chiếm 13,11% tổng số loài (phụ lục 1.1, Hình 3.1).

b) Phân bố động vật đáy khu vực nghiên cứu

- **Phân bố địa lý**

Trong số 3 khu vực nghiên cứu, đảo Bạch Long Vĩ, đảo xa bờ nằm giữa Vịnh Bắc Bộ, có số loài cao nhất, đạt 102 loài bằng 60%. Cô Tô là đảo chuyên tiếp giữa Bạch Long Vĩ với đảo Cát Bà, có số loài nhiều thứ 2, bao gồm 71 loài, chiếm 41,76% tổng số loài. Quần đảo Cát Bà nằm gần bờ hơn, có số loài ít nhất, với 61 loài, tương ứng 35,88% tổng số loài (Phụ lục 1.1). Như vậy có thể thấy đảo càng xa bờ thì mức độ đa dạng loài ĐVĐ bãi triều rạn đá càng cao.

Kết quả phân tích về độ tương đồng thành phần loài giữa 3 khu vực nghiên cứu. Kết quả cho thấy động vật đáy phân bố ở Bạch Long Vĩ có mức độ tương đồng so với

Cô Tô là 0,39, mức độ này cao hơn so với Cát Bà - Cô Tô (0,35) và Bạch Long Vĩ - Cát Bà (0,33) (Bảng 3.3). Sự khác biệt là do cấu trúc rạn đá và môi trường sống của các khu vực là khác nhau. Cát Bà (thuộc huyện Cát Hải) và Cô Tô là hai huyện đảo ven bờ chịu nhiều tác động của môi trường lục địa, có mức độ tương đồng về điều kiện môi trường (độ mặn, pH...). Trong khi đó Bạch Long Vĩ là đảo xa bờ chịu ảnh hưởng lớn từ các dòng hải lưu và ít chịu tác động của lục địa.

Bảng 3.3. Mức độ tương đồng phân bố loài giữa các khu vực nghiên cứu

	Cô Tô	Bạch Long Vĩ	Cát Bà
Cô Tô	1	0,39	0,35
Bạch Long Vĩ		1	0,33
Cát Bà			1

Tuy nhiên, mức độ tương đồng giữa các khu vực là rất thấp và không có sự chênh lệch lớn từ 0,33 đến 0,39 (Bảng 3.3). Kết quả này cho thấy, mặc dù có sự tương đồng về điều kiện tự nhiên nhưng các loài động vật đáy có sự phân bố phụ thuộc rất lớn về điều kiện môi trường sống. Qua kết quả này cũng cho thấy Cô Tô có sự phân bố của các loài chuyển tiếp giữa Cát Bà (ven bờ) và Bạch Long Vĩ (đảo xa bờ). Nhận định này tương đối phù hợp với những kết quả ghi nhận được trong nghiên cứu của Kostina và cs. (2016) về động vật đáy vùng triều ở Việt Nam. Theo đó, các loài động vật đáy ít di chuyển giữa các vùng, do vậy chúng phải có khả năng thích ứng cao với đặc điểm môi trường sống tại khu vực đó [25]. Chính vì vậy, thành phần loài động vật đáy mang nhiều nét đặc trưng riêng cho các khu vực vùng triều rạn đá.

- ***Phân bố theo vùng triều***

Kết quả khảo sát thực tế cho thấy có những khác biệt đáng kể giữa các kiểu rạn đá cũng như giữa các phân vùng triều. Sự khác biệt này là do khả năng thích nghi của ĐVĐ với môi trường vùng triều. Có thể thấy, Giun nhiều tơ thích nghi với nơi có độ ẩm cao hơn nên không có ở khu cao triều, phân bố ít ở khu trung triều và phong phú hơn ở khu thấp triều. Các nhóm Giáp xác và Thân mềm đều có những phân bố tương tự như Giun nhiều tơ, nghĩa là chúng tập trung nhiều hơn ở khu thấp triều và trung triều, nhưng khác với Giun nhiều tơ, các loài Thân mềm thuộc họ Littorinidae vẫn có một số loài phân bố ở khu cao triều.

Tại các đảo nhỏ vùng triều thường ngắn, dốc và khu thấp triều hầu như nối trực tiếp với các RSH. Vì vậy, những nơi có san hô phát triển, thì các tảng san hô chết nằm ở vùng rạn lại là nơi cư trú lý tưởng cho động vật đáy, đặc biệt là đối với Giun nhiều tơ, cua Xanthidae, tôm Gõ mõ, Đuôi rắn và các loài Thân mềm thuộc họ Myrilidae.

Các bãi triều rạn đá có nền đáy là các vỉa đá, đá tảng, đá cục. Đặc trưng của hệ sinh vật vùng triều này là sự chiếm ưu thế của các quần xã sinh vật bám dạng khảm với đại diện điển hình là các loài thuộc họ Hàu (Ostreidae) phân bố ở khu trung triều. Trong các khảm này thường có nhiều loài sinh vật khác cùng chung sống như: cua, ốc sống bờ hoặc các loài sống bám khác như sò đá có hệ chân tơ phát triển.

- ***Phân bố theo sinh cảnh nền đáy***

Tại các vùng đảo nghiên cứu có địa hình nền đáy khá đa dạng. Vùng triều rạn đá thường có hai kiểu bãi với sự khác nhau về chất đáy: *Kiểu thứ nhất* là bãi có đáy là đá tảng xếp thành lớp chiếm toàn bộ mặt bãi; *kiểu thứ hai* có cấu tạo phân đới, vùng cao triều là bãi đá hoặc vách đá dựng đứng, vùng trung triều và thấp triều là bãi cát thô lẫn mảnh vụn san hô chết và mảnh vỏ sinh vật, dưới nữa là bãi cuội và đá tảng trên có san hô sống.

Do địa hình, địa chất có sự khác nhau theo chiều thẳng đứng đã tạo ra các đới có cảnh quan đồng nhất theo đường đồng mức song song với bờ biển. Qua điều tra cho thấy trên toàn bộ mặt cắt đều bắt gặp động vật giáp xác, chúng phân bố từ cao triều tới vùng chân rạn. Tuy nhiên, trên mỗi đới lại tồn tại một nhóm loài động vật giáp xác đặc trưng. Dựa theo sinh cảnh nền đáy có thể chia động vật giáp xác thành 5 nhóm như sau:

- Nhóm ưa sống ở kiểu đáy đá vùng triều: Tập trung ở hai họ, họ Cua mai vương (*Grapsidae*) tập trung ở vùng trung triều và cao triều, họ Cua quạt (*Xanthidae*) tập trung ở vùng hạ triều, trong khe đá cuội.

- Nhóm ưa sống ở kiểu đáy cát: Tập trung vào hai họ gồm: họ Cua mắt dài (*Ocyrodidae*) ở vùng triều và họ *Calappidae* ở vùng dưới triều.

- Nhóm ưa sống trong các tảng đá san hô chết: Tập trung nhiều nhất trong họ Xanthidae, Alpheidae, các loài này có kích thước nhỏ, song mật độ lại tương đối cao.

- Nhóm ưa sống trên san hô sống: Chủ yếu là các loài thuộc họ Hapalocarcinidae, Alpheidae. Các loài này di chuyển và bám trên các tập đoàn san hô sống. Bên cạnh đó còn có thể gặp đại diện của họ Cua bơi (*Portunidae*) cư trú dưới các bụi san hô cành.

- Nhóm phân bố ở vùng rạn: Ưu thế thuộc về họ Cua bơi, các loài tôm do chúng có khả năng bơi, đời sống của chúng không phụ thuộc vào một loại chất đáy nào. Một số loài Da gai như Nhím biển, Hải sâm và các loài Giun nhiều tơ *Prinereis nuntia var. brevicirris*, *P. nuntia var. typica*, *P. vancaurica*, *Laonice cirrata*, *Syllis (T.) variegata...* hoặc có loài sử dụng san hô là giá thể để làm tổ dạng ống như *Hydroides minax*.

3.1.1.2. Sinh vật lượng động vật đáy khu vực nghiên cứu

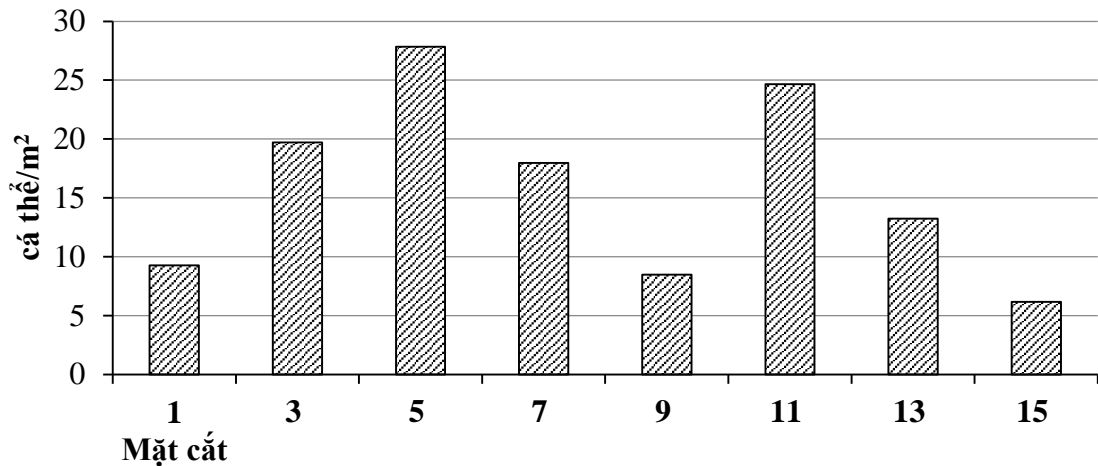
Trên vùng triều rạn đá ở 3 khu vực nghiên cứu có sinh vật lượng ĐVĐ tương đối khác nhau về mật độ cũng như khối lượng. Sinh vật lượng cao nhất thuộc về vùng triều rạn đá Bạch Long Vĩ và thấp nhất tại quần đảo Cát Bà. Cụ thể từng khu vực được trình bày chi tiết dưới đây.

a) Đảo Bạch Long Vĩ

- **Biến động mật độ theo không gian**

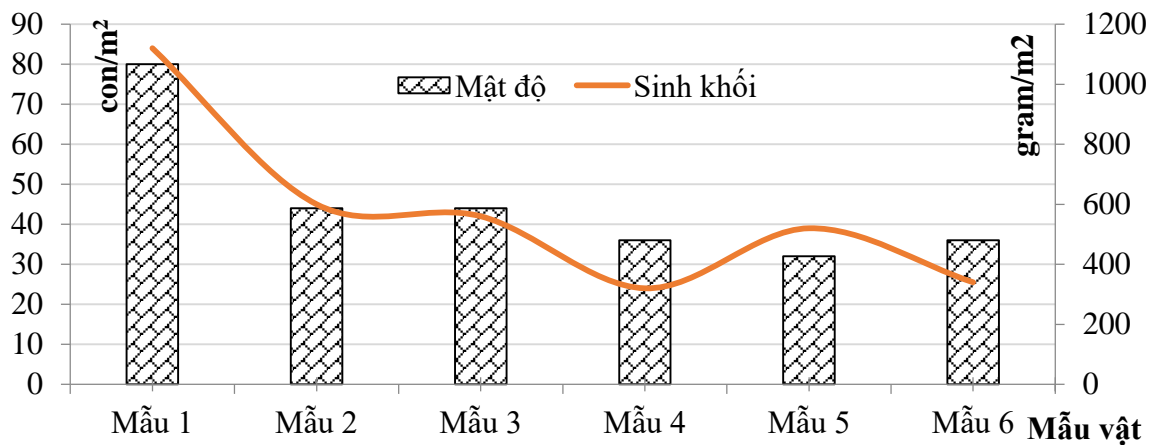
Tại các mặt cắt khảo sát ta thấy, mật độ sinh vật đáy không cao trên các bãi triều đá, các mặt cắt MC 01, MC 09, MC 15 chỉ có mật độ dưới 10 cá thể/m², MC 07 và MC 13 chỉ đạt 13-18 cá thể/m², các mặt cắt còn lại trên 20 nhưng chưa đạt 30 cá thể/m².

Mặt cắt số MC 01, MC 03, MC 07 và MC 09 tuy có mật độ ĐVĐ chỉ từ 10 - 20 con/m² nhưng đây là những mặt cắt có mức độ đa dạng loài cao, thường xuyên bắt gặp một số loài ốc điển hình vùng triều, như ốc Đen (*Planaxis sulcatus*) xuất hiện với mật độ cao, lên tới 60 con/m² và ốc sừng hai vạch (*Clypeomorus bifasciatus*) (14-56 con/m²), cũng bắt gặp một số loài thường được khai thác làm thực phẩm như Bọp (*Gafrarium pectinatum*) xuất hiện với mật độ 4-10 con/m² và đặc biệt loài ốc Hương (*Nerita albicilla*) với mật độ 10 con/m².



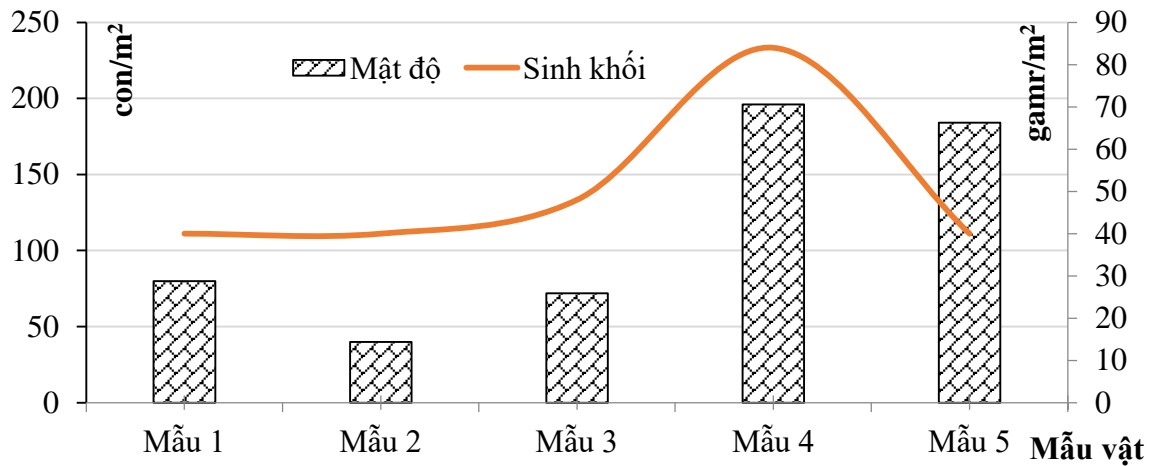
Hình 3.2. Biến động mật độ sinh vật đáy trên bãi triều đá Bạch Long Vĩ

Tại mặt cắt MC 03 với nền đáy là đáy đá vôi, xen lẫn là các vụn cát san hô, phía cao triều là san hô chết bị sóng đẩy lên bãi và MC 07 với nền đáy ở phần cao triều là cát san hô vụn thành bãi, trung triều là đáy đá tảng xen vụn san hô và đá cuội nhỏ, có vôi hào hào kích thước nhỏ bám và tạo thảm với diện tích nhỏ rất thích hợp cho sự phát triển của loài Vẹm (*Gafrarium pectinatum*) với mật độ dao động từ 3-10 con/m² và sinh khối từ 300 - 600 gr/m² cá biệt có mẫu lên tới 1.120 g/m².



Hình 3.3. Phân bố mật độ và sinh khối của loài Vẹm (*Gafrarium pectinatum*)

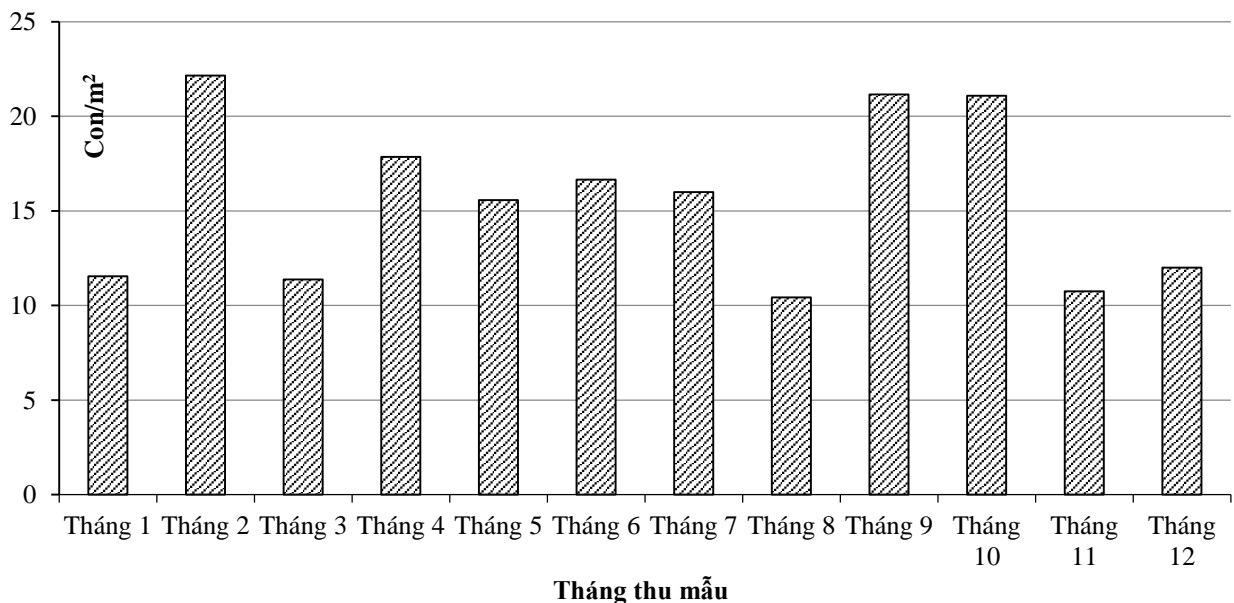
Trong các mặt cắt khảo sát, chiếm ưu thế chính là loài ốc đen (*Planaxis sulcatus*) điển hình cho vùng triều rạn đá, đây là loài có kích thước nhỏ. Để so sánh tương quan giữa mật độ và sinh khối, chúng tôi tiến hành thu mẫu và cân khối lượng. Kết quả được thể hiện tại hình 3.4.



Hình 3.4. Phân bố mật độ và sinh khối loài Ốc đen (*Planaxis sulcatus*)

- Biến động mật độ theo thời gian

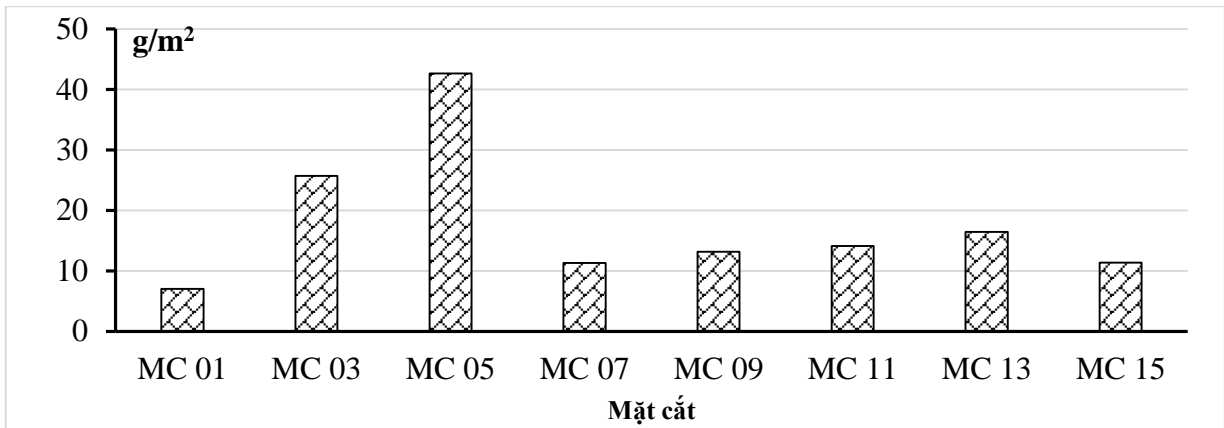
Khi xem xét kết quả theo thời gian ta thấy: Tại các thời điểm khảo sát, độ đa dạng về thành phần loài không có sự khác nhau đáng kể, dao động từ 26-32 loài/thời gian khảo sát. Chỉ có tháng 8 số lượng loài có mức độ cao nhất phát hiện được 40 loài/toàn đảo. Tuy nhiên, khi xem xét về biến động mật độ, tháng 1, tháng 3, tháng 8 và tháng 11 lại là những tháng có mật độ thấp nhất, chỉ với 10-11 con/m². Các tháng còn lại có mật độ cao hơn, từ 17-22 con/m². Tháng 8 do có tới 21 loài chỉ bắt gặp 1-2 cá thể/m² như Ốc mặt trắng (*Turbo bruneus*), Cua đá (*Thalamita crenata*), Vẹm xanh (*Perna viridis*) ...v.v nên kéo theo mật độ trung bình của tháng 8 giảm, chỉ còn trung bình 10 con/m².



Hình 3.5. Biến động mật độ theo thời gian

- Biến động sinh khối theo không gian

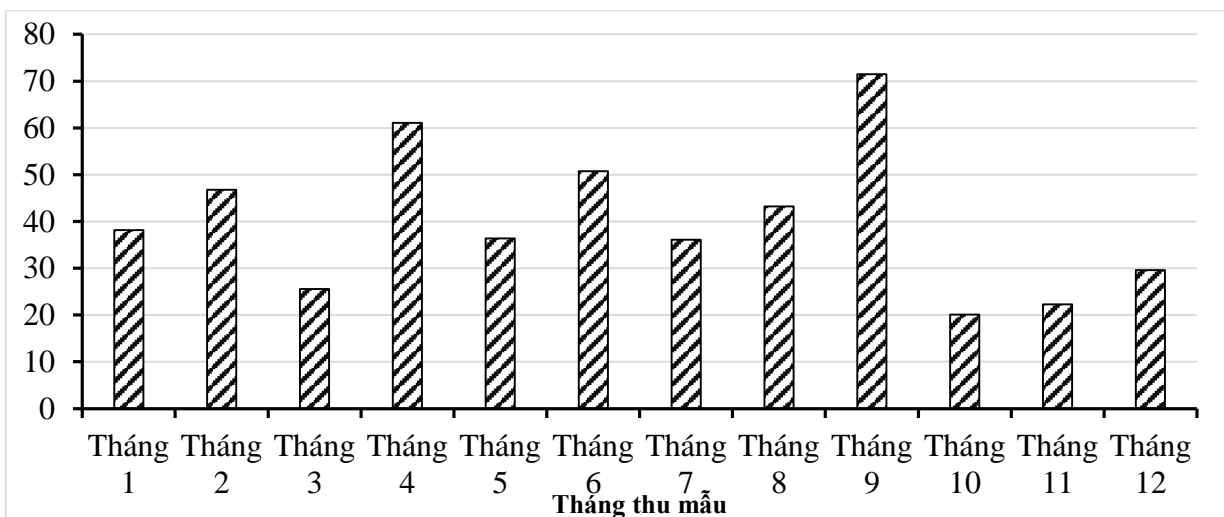
Sinh khối nhóm sinh vật đáy trên bãi triều rạn đá đảo Bạch Long Vĩ đạt $42,6 \text{ g/m}^2$, trong đó đóng góp chính là nhóm thân mềm. Tại các mặt cắt khảo sát MC03 và MC05 có sinh khối cao nhất do có sự xuất hiện của loài Hàu (*Saccostrea scyphophilla*) với sinh khối trung bình đạt 58 g/m^2 và 109 g/m^2 . Các trạm khảo sát còn lại dao động trong khoảng $20 - 40 \text{ g/m}^2$.



Hình 3.6. Biến động sinh khối theo không gian

- Biến động sinh khối theo thời gian

Sinh khối nhóm sinh vật đáy biến động không lớn theo thời gian (hình 3.7). Vào thời gian tháng 4 và tháng 9 có sinh khối cao nhất đạt lần lượt 61 và 71 g/m^2 do có sự phát triển mạnh của loài hàu (*Saccostrea scyphophilla*) và phù hợp với quy luật phát triển của nhóm sinh vật đáy vào mùa mưa và mùa khô. Các tháng còn lại sinh khối trung bình dao động từ khoảng $20 - 40 \text{ g/m}^2$.



Hình 3.7. Biến động sinh khối theo thời gian

b) Đảo Cô Tô

- Sinh vật lượng ĐVĐ vùng triều tương đối thấp, mật độ trung bình đạt 132,3 con/m², khối lượng 52,6 g/m² (Bảng 3.4), so sánh với các đảo lân cận thì thấp hơn khá nhiều như Hạ Mai (170 g/m²), Bạch Long Vĩ (1000 g/m²).

- Khu vực dưới triều có xu thế hoàn toàn ngược lại, sinh vật lượng đạt cao, tại vịnh Cô Tô mật độ thấp nhất đạt tới 111 con/m² và 33 g/m² và cao nhất 354,6 con/m² và 65,2 g/m² (Bảng 3.4).

- Biến động theo mùa : Biến động mật độ không nhiều, mùa mưa trung bình đạt 317,7 con/m² và mùa khô 315,5 con/m². Khối lượng ĐVĐ chênh lệch lớn, mùa mưa đạt trung bình 57,2 g/m², mùa khô chỉ đạt 22,6 g/m² (Bảng 3.4).

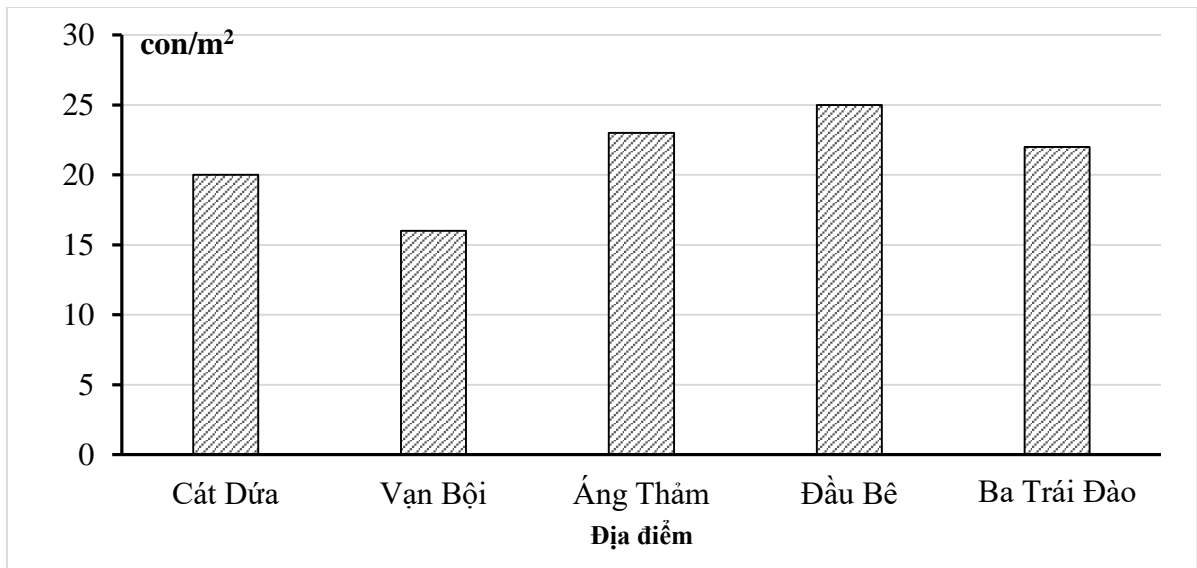
Bảng 3.4. Sinh vật lượng trung bình của ĐVĐ tại vùng biển Cô Tô - Thanh Lân

Địa điểm	Mật độ (con/m²)	Khối lượng (g/m²)
Vùng triều	132,3	52,6
Vùng dưới triều vịnh Cô Tô	111 - 354,6	33,3- 65,2
Mùa mưa	317,7	57,2
Mùa khô	315,5	22,6

c) Đảo Cát Bà

- Mật độ

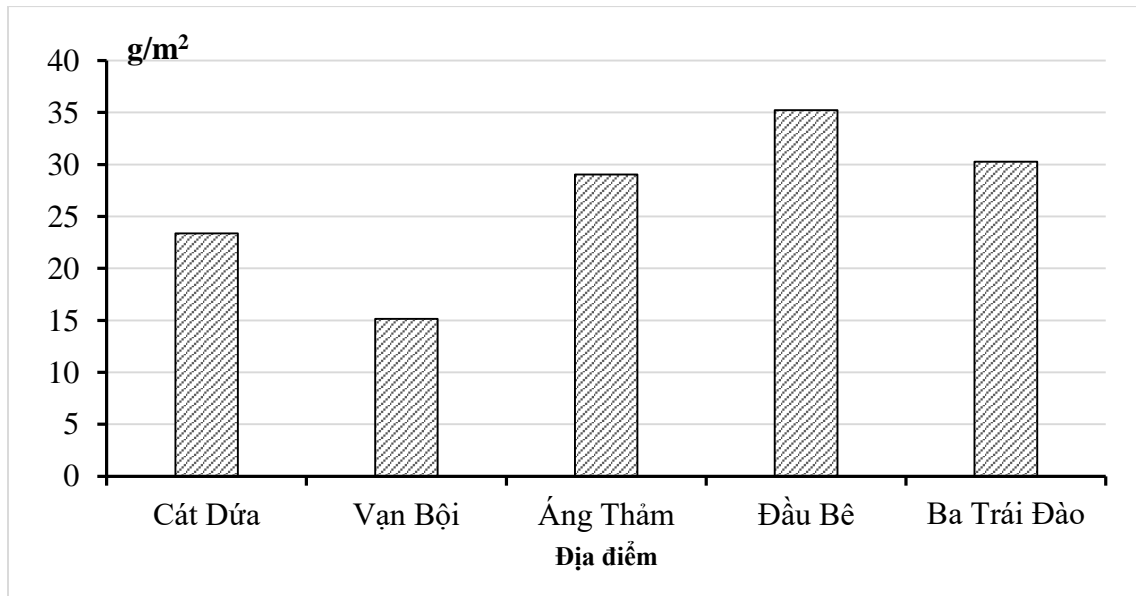
Mật độ trung bình tại các trạm khảo sát thuộc các khu vực nghiên cứu không có sự chênh lệch đáng kể, mật độ ĐVĐ dao động từ 16 con/m² đến 25 con/m² (hình 3.8), trung bình 21,2 con/m². Khu vực Vạn Bội có mật độ trung bình thấp, đạt 16 con/m². Các trạm còn lại có mật độ trung bình dao động trong khoảng 20 - 25 con/m². Mật độ của ĐVĐ tại Cát Bà là không lớn so với các khu vực rạn đá khác như Bạch Long Vĩ và Cô Tô. Nguyên nhân là do đặc điểm của núi đá vôi dạng Karst nên diện tích vùng triều rạn đá thấp, thường là khoảng vách đá dưới chân núi đá vôi.



Hình 3.8. Mật độ trung bình theo không gian

- Sinh khối

Do cấu trúc thành phần loài có nhiều nhóm nên đặc trưng sinh khối cũng có giá trị khác nhau, trong đó khu vực Đầu Bê có sinh khối trung bình vượt trội với gần 35,24 g/m². Khu vực Ba Trái Đào và Áng Thảm có mật độ tương ứng là 30,08 g/m² và 29,04 g/m². Khu vực Vạn Bội có sinh lượng thấp nhất với 15,14 g/m², chủ yếu là các loài giun nhiều tơ sinh sống trong các vỏ sinh vật hoặc kẽ đá.



Hình 3.9. Phân bố sinh khối trung bình sinh vật đáy theo khu vực khảo sát

3.1.2. Hiện trạng rong biển vùng triều rạn đá khu vực nghiên cứu

Rong biển là nhóm thực vật thủy sinh bậc thấp thường phân bố ở khu vực vùng triều nền đáy cứng hay trên các rạn san hô. Rong biển đóng vai trò quan trọng trong hệ sinh thái biển, đây là nguồn dinh dưỡng sơ cấp trong chuỗi thức ăn của sinh vật biển. Rong biển còn là nơi trú ẩn, sinh sản của nhiều loài động vật biển. Tại hệ sinh thái vùng triều sự phân bố của rong biển không những góp phần vào sự ổn định và đa dạng thành phần loài sinh vật cho khu hệ mà còn là nơi trú ẩn, giảm tác động của sóng và ánh sáng mặt trời tác động trực tiếp đến sinh vật cư trú trong khu hệ.

Do rong biển có đặc điểm phát triển theo mùa nên trong quá trình thu mẫu, tại mỗi khu vực, tác giả đã lựa chọn thời gian rong biển phát triển để tiến hành thu mẫu, chủ yếu tập trung vào những tháng cuối mùa Xuân đến đầu mùa Hè.

Kết quả khảo sát rong biển tại vùng triều rạn đá tại ba khu vực Cô Tô, Bạch Long Vĩ và Cát Bà đã phát hiện được 92 loài rong biển thuộc 34 chi, 22 Họ, 14 Bộ, 4 Lớp, 2 dưới Lớp và 04 Ngành. Trong đó Ngành rong Đỏ (Rhodophyta) và rong Nâu (Phaeophyta/Orchophyta) chiếm ưu thế với tỉ lệ lần lượt là 44% và 34% tổng số loài, tiếp theo là rong Lục (Chlorophyta) chiếm 21% và cuối cùng là Tảo lam (Cyanobacteria) với 1% (Bảng 3.5, Phụ lục 1.2).

Bảng 3.5. Cấu trúc thành phần loài rong biển vùng triều rạn đá khu vực nghiên cứu

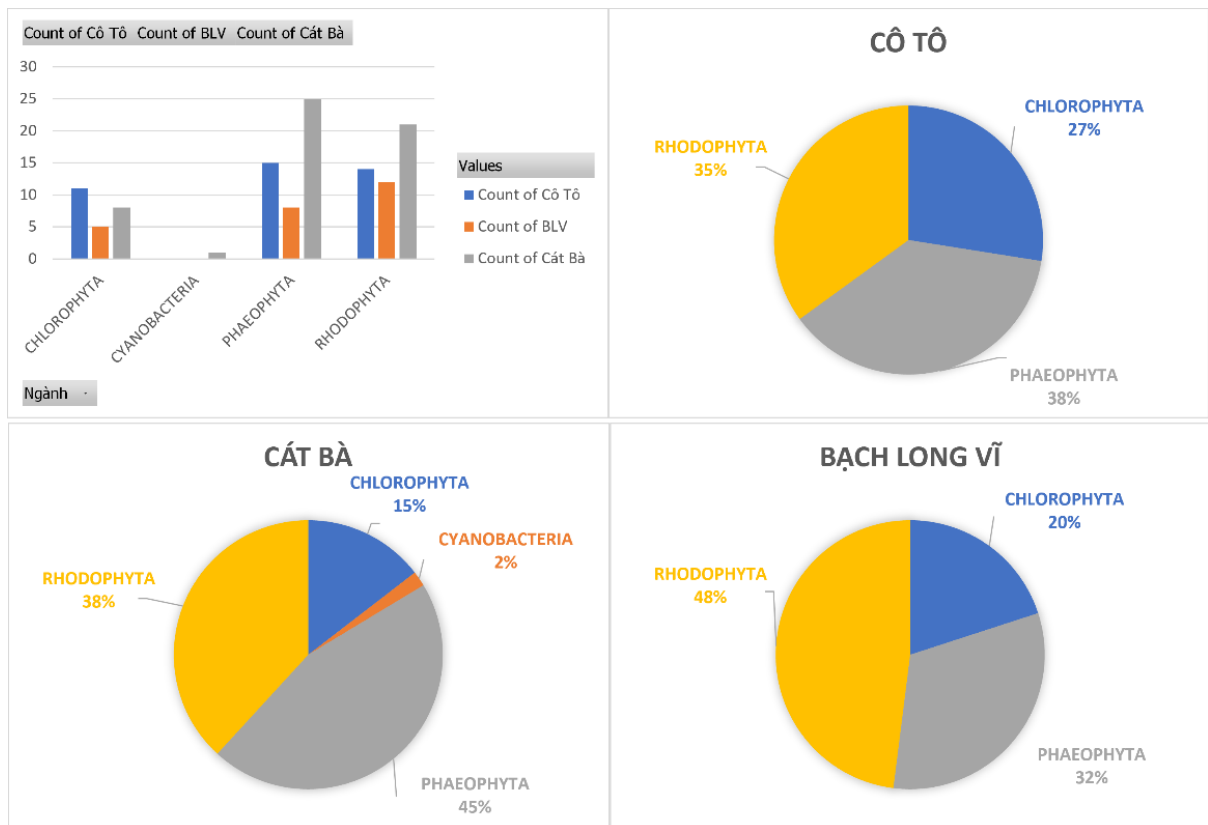
Ngành - Lớp - Dưới lớp			Bộ		Họ		Chi	
Tên khoa học	Số loài	Số loài dưới lớp	Tên khoa học	Số loài	Tên khoa học	Số loài	Tên khoa học	Số loài
I. CYANOBACTERIA - NGÀNH TẢO LAM								
Lớp Tảo lam Cyanophyceae	1		I. Order Nostocales	1	1. Symphyonemataceae Họ Rong túi	1	<i>1. Brachytrichia</i>	1
II. RHODOPHYTA NGÀNH RONG ĐỎ								
Lớp Florideophyceae	41							
- Dưới lớp Nemaniophycidae		6	II. Order Nemaliales	6	2. Galaxauraceae Họ Rong Vú bò	6	<i>2. Galaxaura</i> <i>3. Dermonema</i> <i>4. Actinotrichia</i>	4 1 1
- Dưới lớp Rhodymeniophycidae		35	III. Order Gigartinales - Bộ Rong Cạo	17	3. Gelidiaceae Họ Rong thạch	9	<i>5. Gelidiella</i> <i>6. Gelidium</i> <i>7. Perocladia</i> <i>8. Wurdemannia</i>	1 5 2 1
			IV. Order Gracilariales- Bộ Rong Câu	9	4. Hypneaceae Họ Rong Đông 5. Phylloporaceae 6. Gigartinaceae Họ Rong Cạo 7. Gracilariaceae Họ Rong câu	5 2 1 6	<i>9. Hypnea</i> <i>10. Gymnogongrus</i> <i>11. Chondracanthus</i> <i>12. Gacilaria</i>	5 2 1 6

Ngành - Lớp - Dưới lớp			Bộ		Họ		Chi		
Tên khoa học	Số loài	Số loài dưới lớp	Tên khoa học	Số loài	Tên khoa học	Số loài	Tên khoa học	Số loài	
					8. Rhodymelaceae Họ Rong Màng đỏ	3	13. <i>Botryocladia</i>	1	
							14. <i>Rhodymenia</i>	2	
			V. Order Ceramiales - Bộ Rong Lôg hồng	9	9. Ceramiaceae Họ Rong Lôg hồng		15. <i>Ceramium</i>	1	
								16. <i>Polysiphonia</i>	2
							10. Rhodomelaceae	17. <i>Acrocystis</i>	1
								18. <i>Laurencia</i>	3
								19. <i>Acanthophora</i>	1
					11. Champiaceae Họ Rong Sơn biển		20. <i>Champia</i>	1	
III. PHAEOPHYTA (OCHROPHYTA)- NGÀNH TẢO NÂU	2		VI. Order Ectocarpales Bộ Ectocarpales	2	12. Ectocarpacea Họ Ectocarpacea	2	21. <i>Ectpcarpus</i>	2	
- Lớp Phaeophyceae		32	VII. Order Sphacelariales Bộ Rong Đầu đen	1	13. Sphacelariacea Họ Rong Đầu đen	1	22. <i>Sphacelaria</i>	1	
			VIII. Order Dictyotales Bộ Rong Vĩng	6	14. Dictyotaceae Họ Rong Vĩng	6	23. <i>Dictyopteris</i>	1	
							24. <i>Padina</i>	5	
			IX. Order Scytosiphonales	4	15. Scytosiphonaceae	4	1	25. <i>Colpomenia</i>	1
							1	26. <i>Petalonia</i>	1
							1	27. <i>Rosenvingea</i>	1
			X. Order Fucales	19	16. Chnoosporaceae Họ Lôg bao	19	1	28. <i>Chnoospora</i>	1
17. Sargassaceae Họ Rong Mỡ	19	29. <i>Sargassum</i>					19		

Ngành - Lớp - Dưới lớp			Bộ		Họ		Chi	
Tên khoa học	Số loài	Số loài dưới lớp	Tên khoa học	Số loài	Tên khoa học	Số loài	Tên khoa học	Số loài
IV. CHLOROPHYTA - NGÀNH TẢO LỤC	8		XI. Order Cladophorales Bộ Rong Lông cứng	1	18. Cladophoraceae Họ Rong Lông cứng	1	<i>30. Cladophora</i>	1
Class Ulvophyceae		18	XII. Order Ulvales	5	19. FamilyUlvaceae Họ Rong Cải biển	5	<i>31. Ulva</i>	5
			XIII. Order Ulotrichales	1	20. Monostromaceae Họ Rong Giấy	1	<i>32. Monostromaoxy</i>	1
			XIV. Order Bryopsidales	11	21. Caulerpaceae Họ Rong Guột	6	<i>33. Calerpa</i>	6
					22. Codiaceae	5	<i>34. Codium</i>	5
Tổng cộng: 4 ngành - 4 lớp và 2 dưới lớp - 14 bộ - 22 họ - 34 giống - 92 loài								

Kết quả trong hình 3.10 cho thấy sự đa dạng về cấu trúc các bậc phân loại tại ba khu vực nghiên cứu. Kết quả này cho thấy sự phân bố giữa các Ngành rong có sự khác biệt đáng kể giữa các vùng nghiên cứu. Ngành rong Đỏ (Rhodophyta) có sự phân bố đều ở cả 3 vùng Cát Bà (21 loài), Cô Tô (14 loài) và Bạch Long Vĩ (12 loài). Trong khi đó:

Ngành rong Nâu (Phaeophyta) có sự khác biệt lớn Cát Bà (24 loài), Cô Tô (15 loài) và cuối cùng là Bạch Long Vĩ chỉ phát hiện 8 loài. Ngành rong Lục (Chlorophyta) có ghi nhận phân bố tại ba khu vực nghiên cứu với số lượng loài phân bố khác nhau giữa các khu vực: tại Cát Bà ghi nhận 8 loài, Cô Tô có 11 loài và Bạch Long Vĩ có 5 loài. Kết quả điều tra về rong Lam (Cyanobacteria) lại chỉ có ghi nhận 01 loài tại khu vực Cát Bà.



Hình 3.10. Cấu trúc thành phần loài rong biển theo bậc phân loại

Kết quả tính chỉ số tương đồng phân bố rong biển trên bãi triều rạn đá giữa ba khu vực nghiên cứu được trình bày trong bảng 3.6. Qua kết quả này cho thấy khu vực Cát Bà và Cô Tô có mức độ tương đồng cao nhất 0,40, trong khi đó mức độ tương đồng giữa Bạch Long Vĩ với Cô Tô là 0,22 và Bạch Long Vĩ với Cát Bà là 0,19 (Bảng 3.6). Sự tương đồng cao về thành phần loài rong biển phân bố tại Cô Tô và Cát Bà cho thấy hai

khu vực đảo ven bờ và được che chắn bởi hệ thống đảo xung quanh nên ít chịu tác động của sóng và dòng chảy đã tạo điều kiện thuận lợi cho nhiều loài rong biển cư trú và phát triển. Do khu vực bãi triều rạn đá thường xuyên chịu tác động của sóng biển nên đối với những vùng biển mở, hay đảo xa bờ đã tác động lớn đến khả năng cư trú của các loài sinh vật biển, trong đó rong biển là thực vật thủy sinh bậc thấp, chúng sinh sản và phát tán nguồn giống chủ yếu bằng bào tử nên dưới tác động mạnh của sóng biển sẽ ảnh hưởng lớn đến khả năng cư trú của bào tử.

Bảng 3.6. Chỉ số tương đồng rong biển tại bãi triều rạn đá khu vực nghiên cứu

	Cô Tô	BLV	Cát Bà
Cô Tô	1	0,22	0,40
BLV		1	0,19
Cát Bà			1

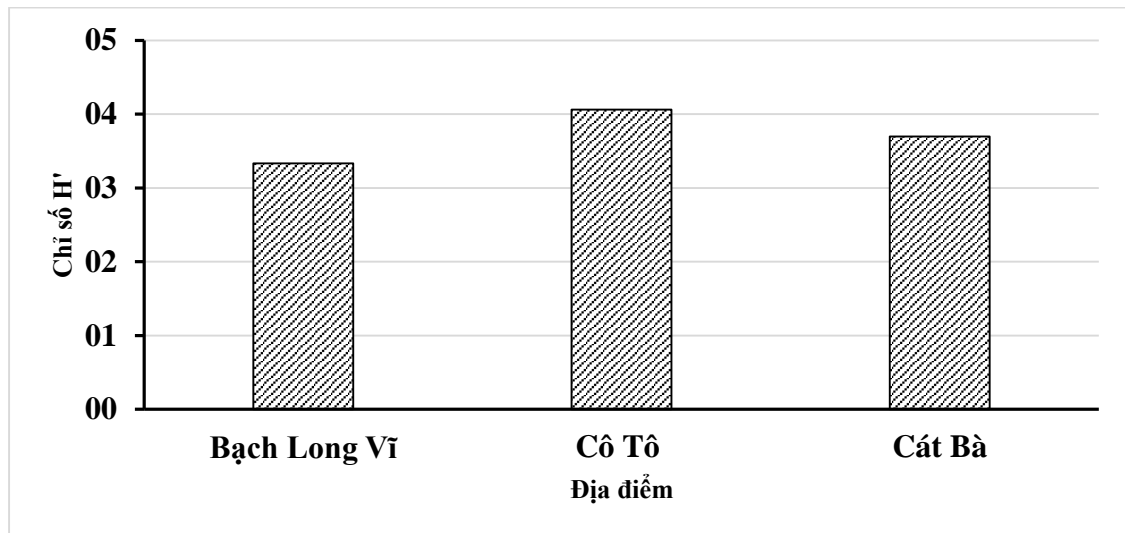
Hơn nữa, rong biển phát triển theo mùa vụ và khả năng bám dính trên bề mặt nền đá không lớn. Do vậy, nếu có tác động lớn của sóng và dòng chảy thì rất khó cho các loài rong biển cư trú. Kết quả về thành phần loài phù hợp với lập luận trên. Khu vực Cát Bà là quần thể núi đá vôi nên sóng biển đã bị phân tán, hơn nữa cấu tạo nhám của đá vôi giúp cho các bào tử rong biển dễ dàng cư trú và phát triển. Kết quả phát hiện được 54 loài rong biển phân bố tại vùng triều rạn đá tại Cát Bà. Trong khi đó, tại Cô Tô và Bạch Long Vĩ là những đảo mở và ngoài khơi nên chịu tác động lớn của sóng biển cũng như dòng chảy đại dương, kết quả là số lượng loài rong biển phân bố tại hai khu vực này là thấp hơn với số lượng loài rong biển lần lượt là 40 loài và 25 loài (phụ lục 1.2).

3.1.3. Đánh giá mức độ đa dạng sinh học khu vực nghiên cứu

Tác giả sử dụng phân tích chỉ số ĐDSH Shannon Index (H') để đánh giá mức độ ĐDSH tại ba khu vực nghiên cứu. Chỉ số Shannon Index (H') được xây dựng bằng phép thống kê có sự tổ hợp của cả 2 yếu tố: Thành phần số lượng loài và tính đồng đều phân bố hay là khả năng xuất hiện của các cá thể trong mỗi loài.

Kết quả hình 3.11 cho thấy có sự khác biệt về chỉ số ĐDSH giữa các khu vực nghiên cứu. Khu vực Cô Tô có sự ĐDSH cao nhất 4,06 và thấp nhất là tại Bạch Long Vĩ là 3,33 và tiếp theo là Cát Bà là 3,70. Sự khác biệt về chỉ số ĐDSH giữa các khu vực là

hoàn toàn bình thường do sự khác biệt về cấu trúc nền đá và điều kiện tự nhiên có nhiều điểm khác nhau. Tuy nhiên, kết quả ghi nhận về thành phần loài phân bố tại ba khu vực nghiên cứu lại có sự khác biệt đáng kể so với chỉ số ĐDSH (H'), trong khi Bạch Long Vĩ là khu vực mức độ đa dạng thành phần loài phân bố là lớn nhất với 127 loài ghi nhận (102 loài ĐVĐ và 25 loài rong biển), tiếp theo là Cô Tô với 111 loài (ĐVĐ 71 loài và 40 loài rong biển), thấp nhất là Cát Bà với 115 loài (ĐVĐ 61 loài và 54 loài rong biển). Qua kết quả khảo sát thực tế sự phân bố của các loài và số lượng cá thể tại các ô tiêu chuẩn cho thấy, Bạch Long Vĩ là khu vực có bãi triều rạn đá xung quanh đảo với nhiều kiểu nền đáy khác nhau nên đã tạo nên sự đa dạng về sự phân bố thành phần loài.



Hình 3.11. Kết quả chỉ số đa dạng sinh học (H') tại khu vực nghiên cứu

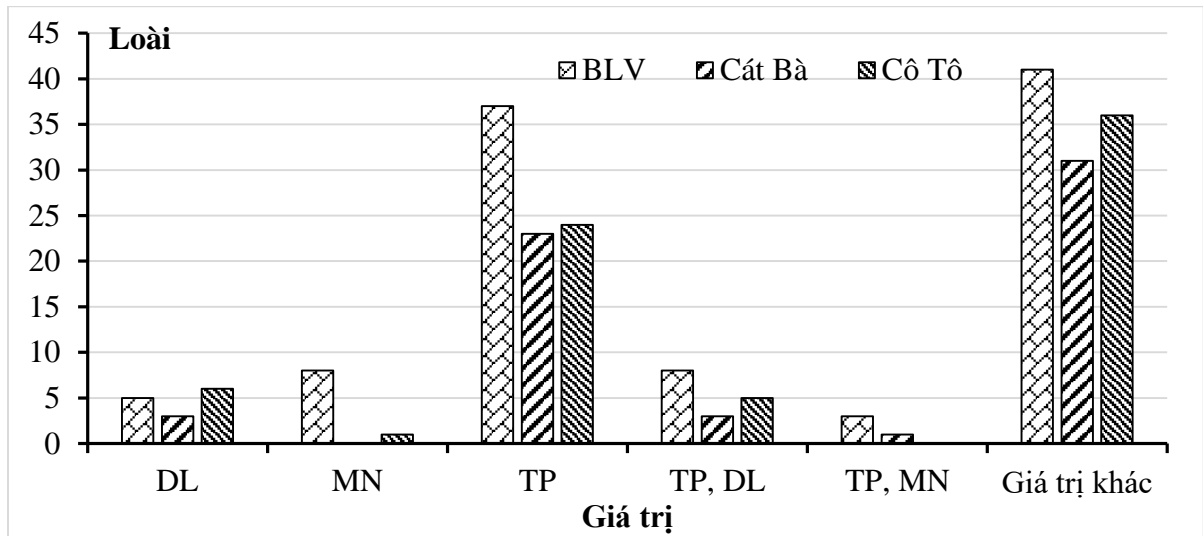
Tuy nhiên, do sự phân bố không đồng đều về số lượng cá thể giữa các nhóm loài trong các ô tiêu chuẩn nên chỉ số đa dạng sinh học thấp nhất so với các vùng còn lại. Trong khi đó, bãi triều rạn đá tại Cô Tô và Cát Bà có sự đồng nhất cao về cấu trúc nền đáy giữa các điểm nghiên cứu và được che chắn bởi hệ thống đảo đã tạo môi trường ổn định cao. Chính vì vậy, có sự đa dạng về số lượng cá thể các loài phân bố trong các ô tiêu chuẩn. Đây chính là nguyên nhân dẫn đến sự khác biệt giữa chỉ số ĐDSH và thành phần loài phân bố tại khu vực nghiên cứu.

3.1.4. Các loài có giá trị kinh tế và bảo tồn

3.1.4.1. Các loài có giá trị kinh tế

a) Sinh vật đáy: Kết quả điều tra của nghiên cứu này vào năm 2017 và 2018 khu vực vùng triều rạn đá khu vực nghiên cứu đã xác định được 85 loài có giá trị kinh tế

phân bố trên các bãi triều. Các loài này được chia theo các nhóm giá trị sử dụng như làm thực phẩm (TP), dược liệu (DL), mỹ nghệ (MN) (phụ lục 1.1 và hình 3.12). Cụ thể số loài từng lớp như sau: Lớp hai mảnh vỏ (Bivalvia) có 32 loài; Lớp Chân bụng 29 loài; Giáp xác 10 loài; Hải sâm (9 loài); Sao biển (3 loài); Cầu gai (2 loài). Như vậy có thể nhận định rằng các nhóm Thân mềm, Giáp xác đóng vai trò chủ đạo trong cấu trúc các loài động vật đáy có giá trị kinh tế.



Hình 3.12. Nhóm loài động vật đáy có giá trị kinh tế tại khu vực nghiên cứu

Kết quả phân tích tại hình 3.12 cho thấy có sự khác biệt lớn giữa các nhóm loài có giá trị kinh tế tại các khu vực nghiên cứu. Nhóm loài có giá trị thực phẩm chiếm số lượng lớn với 69 loài chiếm 81,18% tổng số loài có giá trị kinh tế, tiếp theo là nhóm có giá trị dược liệu có 15 loài và 12 loài có giá trị mỹ nghệ. Trong đó nhiều loài có cả hai giá trị như làm thực phẩm và dược liệu hay mỹ nghệ. Tuy nhiên một số lượng lớn số loài còn lại chưa xác định được giá trị kinh tế (86 loài chiếm trên 50% tổng số loài).

Kết quả hình 3.12 cũng cho thấy Bạch Long Vĩ là khu vực có nhiều loài có giá trị kinh tế nhất với 61 loài, tiếp theo là Cô Tô với 36 loài và cuối cùng là Cát Bà với 30 loài. Kết quả này cũng phản ánh được phần nào mức độ khai thác những loài có giá trị kinh tế trên khu vực bãi triều rạn đá. Trong khi Bạch Long Vĩ đã có nhiều chương trình hành động của chính quyền huyện và Ban quản lý khu bảo tồn biển nên số loài có giá trị kinh tế có phần lớn hơn so với hai khu vực còn lại. Qua đó cho thấy, để có thể bảo vệ được tính đa dạng sinh học, đặc biệt là các loài có giá trị kinh tế dễ bị tổn thương thì cần phải có những hoạt động xác định và quy hoạch vùng chức năng đảm bảo hài hòa giữa các

mối quan hệ xã hội và môi trường sinh thái. Hơn nữa, cần có những nghiên cứu chuyên sâu xác định giá trị cho phần lớn số loài còn lại để có được chiến lược bảo vệ và khai thác hợp lý nguồn tài nguyên sinh vật trên khu vực bãi triều rạn đá.

Lớp Chân bụng (GASTROPODA):

Gồm 29 loài có giá trị kinh tế như: Ốc đụn (*Trochus maculatus*); Ốc xà cừ (*Lunella coronata*), Ốc đĩa (*Neritina violaceum*); Ốc hương (*Nerita albicilla*); Ốc lúra (*Nerita balteata*); Ốc đen (*Planaxis sulcatus*); Ốc mặt trắng miệng vàng (*Turbo bruneus*) (phụ lục 1.1). Đặc biệt là loài Bào ngư chín lỗ (*Haliotis diversicolor*) phân bố có tại Bạch Long Vĩ và Cô Tô và loài Bào ngư dài (*Haliotis varia*) mới ghi nhận tại Bạch Long Vĩ là những loài có giá trị kinh tế cao (phụ lục 1.1). Đây là nhóm bị khai thác nhiều nhất do chúng có khả năng di chuyển chậm nên việc đánh bắt không gặp nhiều khó khăn.

Lớp Hai mảnh vỏ (BIVALVIA)

Nhóm loài thuộc lớp này có khả năng ngậm nước để thích nghi khi triều xuống, chính vì vậy đây là nhóm loài phân bố với số lượng và mật độ cao nhất với môi trường vùng triều rạn đá. Đây cũng là nhóm sinh vật có số lượng loài có giá trị kinh tế cao nhất tại vùng triều rạn đá khu vực nghiên cứu, với 32 loài trong 85 loài có giá trị kinh tế ghi nhận tại khu vực nghiên cứu. Một số loài có giá trị thực phẩm như: Ngao gạo (*Tegillarca nodifera*), Sò kẹp đá (*Barbatia decussata*), Vọp trắng (*Asaphis dichotoma*), Vọp tím (*Asaphis violascens*), Ngao (*Cardita variegata*), Ngao xám (*Cardita leana*), Ngao sino (*Callista chinensis*), Hàu cửa sông (*Magallana rivularis*), Hàu đá (*Saccostrea scyphophilla*), Gọ (*Gafrarium pectinatum*), Vẹm xanh (*Perna viridis*)... Một số loài có giá trị mỹ nghệ như: Trai ngọc nữ (*Pteria penguin*), Trai ngọc (*Pinctada fucata*), Trai ngọc môi đen (*Pinctada margaritifera*) (phụ lục 1.1).

Lớp Giáp mềm (Malacostraca) thuộc phân Ngành Giáp xác (CRUSTACEA)

Đây là nhóm loài có giá trị cao về thực phẩm. Tuy nhiên, đây là nhóm loài có tính di chuyển cao theo thủy triều nên tần suất bắt gặp trong quá trình khảo sát là không cao. Trong nghiên cứu này xác định được 10 loài có giá trị kinh tế, các loài chủ yếu gồm: Cua (*Ozius guttatus*), Tôm rảo đuôi xanh (*Metapenaeus intermedius*), Ghẹ Nhật Bản (*Charybdis japonica*), Ghẹ xanh (*Portunus pelagicus*), Ghẹ ba chấm (*Portunus sanguinolentus*), Bề bề (*Cloridopsis scorpius*)...(phụ lục 1.1).

Lớp Hải sâm (HOLOTHUROIDEA)

Có 9 loài hải sâm được đưa vào danh sách các loài ĐVĐ có giá trị kinh tế, phân bố ở HST vùng triều rạn đá khu vực nghiên cứu. Trong số này có 3 loài thuộc họ Dưa chuột biển (*Cucumariidae*) mới được đưa vào danh sách các loài có giá trị dược liệu gồm có: Hải sâm gai (*Colochirus quadrangularis*), Hải sâm hồng (*Cercodemus anceps*), Dưa chuột biển xanh (*Stichopus chloronatus*); 6 loài hải sâm có giá trị dược liệu còn lại gồm 4 loài thuộc họ Hải sâm (*Holothuriidae*), 1 loài thuộc họ Synaptidae và 1 loài thuộc họ Stichopodidae (phụ lục 1.1).

Lớp Sao biển (ASTEROIDEA)

Tại khu vực nghiên cứu ghi nhận được 3 loài có giá trị dược liệu gồm có: Sao biển sừng (*Protoreaster nodosus*), Sao biển Si-bo (*Anthenea sibogae*), Sao biển gai (*Pentaceraster gracilis*).

b) Rong biển: Kết quả điều tra khảo sát về giá trị kinh tế của rong biển được trình bày trong phụ lục 1.2. Nghiên cứu này xác định được 38 loài rong biển có giá trị kinh tế chủ yếu là giá trị thực phẩm (TP) trong tổng số 92 loài rong xác định được trong khu vực nghiên cứu (phụ lục 1.2). Trong đó có 25 loài vừa có giá trị thực phẩm lại có giá trị dược liệu (phụ lục 1.2). Họ rong Mơ có số loài có giá trị kinh tế cao nhất với 19 loài phân bố tại khu vực nghiên cứu như: Rong Mơ đỉnh lá kép (*Sargassum duplicatum*), Rong Mơ sừng (*S. siliquosum*), Rong Mơ chổi (*S. virgatum*), Rong Mơ ô rô (*S. ilicifolium*), Rong Mơ Heclot (*S. herklotsii*)... Đây cũng là nhóm loài có trữ lượng lớn tại khu vực nghiên cứu như Cát Bà trữ lượng tươi của Chi rong mơ (*Sargassum*) khoảng 1,6 tấn, tại Cô Tô khoảng 14 tấn [114].

Nghiên cứu này ghi nhận 7 loài có giá trị thực phẩm thuộc họ Gelidiaceae gồm: Rong Thạch cuông (*Gelidium heteroplatos*), Rong Thạch sợi (*G. crinale*), Rong Thạch tiên (*G. pulchellum*), Rong Thạch trạc (*G. divaricatum*), Rong Thạch (*G. tenue*), Rong Đốt cánh (*Perocladia tenuis*), Rong Đốt cánh mịn (*P. capilacea*) và 6 loài thuộc họ Rong câu (*Gracilariaceae*) gồm: Rong câu (*Gacilaria* sp.), Rong Câu (*G. firma*), Rong Câu đốt (*G. cacalia*), Rong Câu cước (*G. heterocladia*), Rong Câu (*G. crassa*), Rong Câu thắt (*G. blodgrtii*). Ngoài ra, ghi nhận 06 loài có giá trị thực phẩm và dược liệu thuộc họ Caulerpaceae gồm: Rong Guột chùm (*Caulerpa racemosa*), Rong Nho (*Caulerpa*

lentillifera), Rong Guột Việt (*C. mexicana*), Rong Guột lông chim (*C. sertularioides*), Rong Guột dao (*C. scalpelliformis*), Rong Guột liềm (*C. taxifolia*).

Kết quả các loài rong biển tại phụ lục 1.2 cho thấy có sự khác biệt về số lượng loài có giá trị kinh tế giữa các khu vực nghiên cứu. Số loài có giá trị kinh tế cao nhất là tại Cát Bà với 28 loài, Cô Tô với 9 loài và Bạch Long Vĩ là 5 loài.

3.1.4.2. Các loài quý hiếm có giá trị bảo tồn tại vùng triều rạn đá khu vực nghiên cứu

Dưới tác động của các biến đổi tự nhiên như nước biển dâng, nhiệt độ nóng lên của trái đất đã và đang tác động lớn đến các hệ sinh thái ven biển, đặc biệt là tính ĐDSH của các HST có dấu hiệu suy giảm đáng kể. Bên cạnh đó, các tác động của hoạt động con người như săn bắt quá mức, đánh bắt bằng các hình thức hủy diệt đã làm cho nhiều loài sinh vật biển nói chung và sinh vật biển vùng triều nói riêng đang bị suy giảm cả về số lượng loài và mật độ phân bố cũng như sản lượng khai thác của những loài có giá trị kinh tế và sinh thái.

Việc quản lý, đánh giá hiện trạng những loài quý hiếm có ý nghĩa rất quan trọng trong công tác bảo tồn và bảo vệ tính ĐDSH trong các HST. Những loài sinh vật này cần phải có những chính sách ưu tiên bảo vệ, cũng như có chương trình phục hồi nguồn lợi.

Bảng 3.7 liệt kê một số loài quý hiếm được phát hiện tại khu vực nghiên cứu theo các mức cảnh báo của IUCN và Sách Đỏ Việt Nam (2007). Kết quả bảng 3.7 cho thấy Bào ngư là loài được xếp loại rất nguy cấp (CR), đây là loài đặc hữu và có giá trị về mặt kinh tế cũng như sinh thái ở khu vực đảo BLV. Tuy nhiên, hiện nay do nguyên nhân chủ quan và khách quan nên sản lượng Bào ngư tại đây đang bị suy giảm đáng kể. Liên quan đến nguyên nhân suy giảm còn do nguồn lợi rong biển ở khu vực này cũng suy giảm dẫn đến thức ăn cho loài Bào ngư bị đe dọa. Chính vì vậy, bên cạnh việc phục hồi nguồn giống Bào ngư thì cũng cần phải có nghiên cứu phục hồi nguồn lợi rong biển tại đảo Bạch Long Vĩ.

Kết quả điều tra, khảo sát về hiện trạng nguồn lợi Bào ngư tại Bạch Long Vĩ cho thấy Bào ngư (*Haliotis diversicolor*) nằm trong danh mục trong 22 loài được ưu tiên bảo vệ của KBTB Bạch Long Vĩ. Vào những năm 1987, sản lượng khai thác Bào ngư đạt 37 tấn/năm, đến năm 1992 sản lượng giảm xuống còn 5 tấn/năm, đến khoảng năm 2013 sản lượng khai thác còn rất thấp (dưới 1 tấn/năm). Kết quả điều tra năm 2017 cho thấy, mật

độ Bào ngư còn rất thấp (từ 01 đến 04 cá thể/500 m²), trung bình toàn bộ vùng biển quanh đảo là 1,25 cá thể/500m², ước tính trữ lượng tức thời của Bào ngư còn khoảng 0,05 tấn. Việc suy giảm nguồn lợi bào ngư có nhiều nguyên nhân, trong đó có thể do việc khai thác quá mức, khai thác bằng phương thức hủy diệt, nguồn thức ăn của bào ngư bị suy giảm, sự phát triển cơ sở hạ tầng không đồng bộ, ô nhiễm môi trường... [51]

Bảng 3.7. Danh sách các loài quý hiếm tại vùng triều rạn đá khu vực nghiên cứu

TT	Loài	Tên Tiếng Việt	Sách Đỏ (2007) /QĐ82/2008
1	<i>Haliotis diversicolor</i> (Reeve, 1846)	Bào ngư	CR
2	<i>Turbo marmoratus</i> (Linnaeus, 1758)	Ốc xà cừ	CR
3	<i>Tectus pyramis</i> (Born, 1778)	Ốc đụn đực	EN
4	<i>Atrina vexillum</i> (Born, 1778)	Bàn mai	EN
5	<i>Ovula costellata</i> (Lamarck, 1810)	Ốc sứ trắng nhỏ	VU
6	<i>Pteria penguin</i> (Röding, 1798)	Trai ngọc nữ	VU
7	<i>Pinctada margaritifera</i> (Linnaeus, 1758)	Trai ngọc môi đen	VU

Ghi chú: VU: Vulnerable - sẽ nguy cấp, EN: Endangered - nguy cấp, CR: Critically Endangered - rất nguy cấp.

Qua đó cho thấy, việc xác định và đánh giá hiện trạng, từ đó đưa ra những giải pháp về chiến lược hành động, cũng như hoạt động thực tế cần phải được xem xét và xây dựng ngay, nhằm bảo vệ tính đa dạng loài cũng như nguồn lợi của sinh vật biển trong vùng triều rạn đá nói riêng và các HST biển nói chung.

3.2. Tính liên kết sinh thái bãi triều rạn đá với khu hệ sinh thái lân cận

3.2.1. Vai trò của hệ sinh thái vùng triều rạn đá đối với nhóm sinh vật đáy

Bãi triều rạn đá được coi là một hệ sinh thái chuyển tiếp giữa môi trường đất liền và môi trường biển. Đây là dạng bãi triều phổ biến ở các khu vực ven biển trên khắp thế giới được hình thành bởi các tảng đá rạn, tạo thành các môi trường sống khác nhau, như các vách đá dựng đứng, nền đá, bề đá và bãi đá tảng.

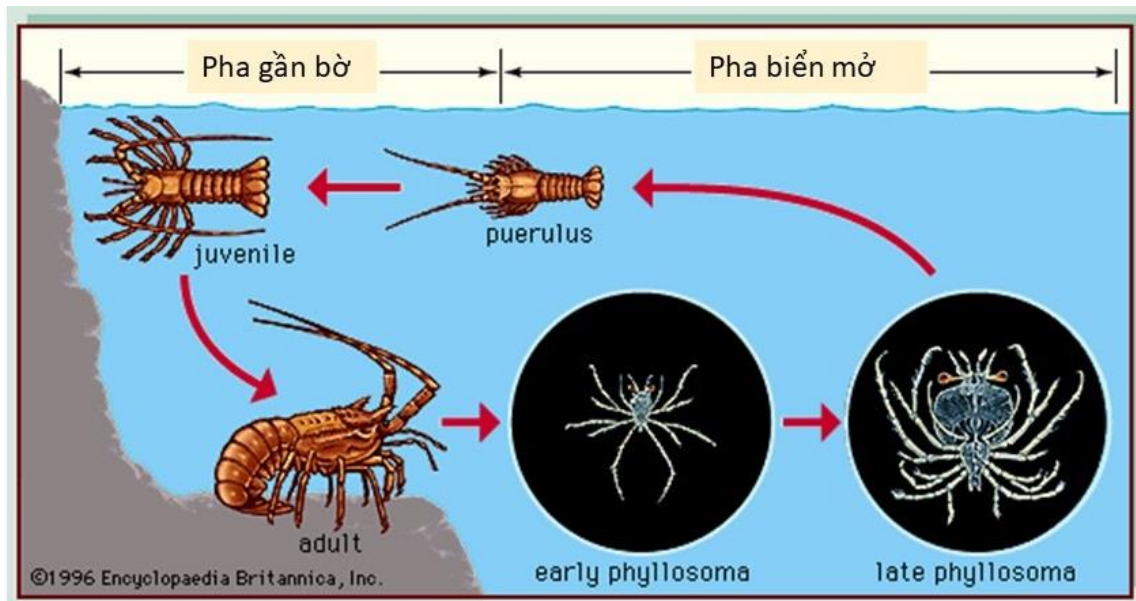
Hệ sinh thái bãi triều rạn đá mang lại cho con người nhiều giá trị kinh tế từ nguồn lợi thủy sản, cảnh quan thiên nhiên, du lịch,... Động vật thân mềm hai mảnh vỏ, cá và rong biển được thu thập và đánh bắt trên các rạn đá. Các sinh vật biển sống và chết cộng với các hóa thạch cung cấp các vật dụng trang trí và trở thành vật phẩm dùng để trao đổi

thành tiền tệ trong một số xã hội cổ xưa. Ngày nay áp lực đến các bãi triều rạn đá tăng lên do phát triển kinh tế. Những sản phẩm từ bãi triều rạn đá rất quan trọng để duy trì cuộc sống của nhiều người ở các quốc gia kém phát triển như châu Mỹ Latinh, châu Phi và châu Á. Ngay cả ở các quốc gia phát triển hơn, các loại thực phẩm trước đây được sử dụng để tự cung tự cấp ngày càng trở thành những mặt hàng xa xỉ (ví dụ như các loài song kinh thu thập và đánh bắt ở khu tự trị Azores (Bồ Đào Nha) [115] gây thêm áp lực làm giảm nguồn lực do nguồn cung không đáp ứng đủ nhu cầu. Quá trình thương mại hóa, sự phát triển nhanh chóng về kinh tế đều làm tăng nhu cầu về thực phẩm. Chức năng quan trọng nhất của các bãi triều đá là việc tái phân bố lại các mảnh vụn từ rong, tảo ở cả vùng bãi triều và vùng dưới triều [116], là nguồn cung cấp năng lượng cho nhiều hệ thống ven bờ và ven biển. Là hệ thống có năng suất cao và có cấu trúc phức tạp, các bờ đá là khu vực kiếm mồi quan trọng của chim và các loài cá, đồng thời là nơi ươm mầm của cá và động vật không xương sống di động [116].

Rạn đá cũng là một trong những khu vực có mức độ khắc nghiệt cao nhất về các điều kiện vật lý do phơi bãi và ngập triều. Cùng với đó là sự phụ thuộc của các sinh vật trên bãi triều vào lớp nền đáy, có nghĩa là các sinh vật trên các bãi triều rạn đá phải thích nghi với các điều kiện khắc nghiệt và bất thường nhiều hơn các sinh vật trên các hệ sinh thái khác. Khả năng phát tán bào tử và ấu trùng trên diện rộng của các sinh vật đồng nghĩa với việc quần thể có khả năng phục hồi sau các tác động như khai thác quá mức hoặc ô nhiễm cấp tính trong khoảng thời gian dưới 10 năm. Ngoại trừ trường hợp điều kiện vật chất bị thay đổi vĩnh viễn, như khi bờ biển thay đổi chế độ thủy động lực, dẫn tới việc không cần sự can thiệp tích cực để khôi phục lại quần thể [117].

Tuy phần lớn sinh vật đáy là nhóm sống cố định như Thân mềm, Giun nhiều tơ v.v. một số nhóm khác vẫn có khả năng bơi lội chủ động nên chúng vẫn có khả năng di cư đến từng địa điểm dựa theo khả năng di chuyển kết hợp với các dòng chảy trong khu vực vùng biển vịnh Bắc Bộ. Thông thường các cá thể bố mẹ sẽ đẻ trứng tại các sinh cảnh thích hợp, như trên rạn san hô, trong các bãi triều rừng ngập mặn. Ấu trùng của chúng phát triển ở dạng sinh vật phù du, di chuyển thụ động từ nơi này sang nơi khác nhờ bám vào các giá thể trôi nổi trên biển, hoặc nhờ các dòng hải lưu, sau đó một số nhóm bám vào nền đáy và phát triển thành các cá thể trưởng thành (Giun, thân mềm). Ấu trùng của

sinh vật đáy thường phân tán từ các địa điểm tự nhiên và sau đó di chuyển đến nơi cư trú thích hợp, sau đó chúng nhanh chóng thích nghi với chất nền đáy mới trong quá trình định cư (hình 3.13) .



Hình 3.13. Vòng đời một loài sinh vật đáy

(mô phỏng theo Department of Marine Resources)

Chú thích: Cá thể trưởng thành (adult) sinh sống và sinh sản vùng ven bờ, sau đó ấu trùng giai đoạn đầu Phyllosoma di chuyển ra ngoài khơi và phát triển theo các giai đoạn Phyllosoma muộn đến giai đoạn Puerulus thì di chuyển dần vào vùng bờ và phát triển đến giai đoạn con non (Juvenile) thì đi vào vùng ven biển để sinh sống và kiếm ăn.

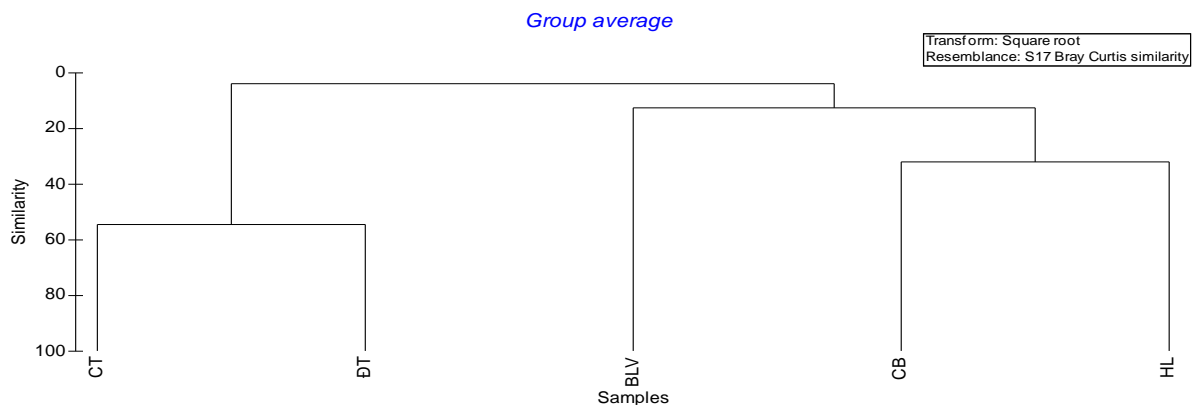
Việc nghiên cứu mối liên kết nguồn lợi giữa các HST thông qua việc đánh giá khu vực phân bố các nhóm nguồn lợi sinh vật biển phục vụ cho việc xác định phạm vi, quy hoạch và phân vùng chức năng nhằm nâng cao hiệu quả bảo tồn và quản lý tài nguyên đối với hệ thống các KBTB hoặc các khu bảo vệ đã được tiến hành ở nhiều quốc gia trên thế giới.

Từ kết quả của nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng, trong vòng đời một số đối tượng nguồn lợi như động vật đáy, cá rạn sử dụng rừng ngập mặn và thảm cỏ biển ở vùng cửa sông như là nơi định cư, phát triển và tìm kiếm thức ăn trong giai đoạn còn non trước khi di chuyển và sống trên rạn san hô ở giai đoạn trưởng thành. Những phát hiện này cung cấp cơ sở khoa học, góp phần nâng cao hiệu quả quản lý tài nguyên ở các KBTB trên thế giới.

Khi xem xét cấu trúc thành phần loài nhóm sinh vật đáy tại các HST bãi triều rạn đá và các HST lân cận như HST rạn san hô, HST rừng ngập mặn ven biển Quảng Ninh

ta thấy, thành phần loài tại khu vực Cô Tô - Đảo Trần tạo thành một nhóm với chỉ số tương đồng cao hơn so với các khu vực khác như Bạch Long Vĩ, Cát Bà. Quần xã sinh vật khu vực Cát Bà có mức độ tương đồng cao, tạo thành một nhóm với thành phần loài khu vực Bạch Long Vĩ (hình 3.14).

Theo các kết quả nghiên cứu về trường dòng chảy khu vực vịnh Bắc Bộ cho thấy, vào tháng 12 là mùa gió mùa Đông Bắc, các dòng hoàn lưu sẽ chảy từ phía trên xuống, cung cấp các ấu trùng của các loài sinh vật đáy, sinh vật phù du và cá cho khu vực các hệ sinh thái ven bờ Bạch Long Vĩ.



Hình 3.14. Chỉ số tương đồng nhóm động vật đáy tại hệ sinh thái ven bờ Đông Bắc

Vào mùa mưa, dòng chảy có xu hướng đi từ phía dưới khu vực Bạch Long Vĩ đi lên các khu vực Hạ Long - Cát Bà và Cô Tô ở phía trên. Tuy nhiên vào khoảng thời gian mùa khô (tháng 2), hệ thống dòng chảy lại có xu hướng đi từ phía trên khu vực Cô Tô - Thanh Lân và Hạ Long - Cát Bà xuống khu vực phía dưới của vùng biển vịnh Bắc Bộ, trong đó có khu vực Bạch Long Vĩ. Do đó có thể coi Bạch Long Vĩ với rạn san hô khoảng 400ha cùng với các bãi triều rạn đá như là nơi sinh sản của các cá thể sinh vật đáy trưởng thành, và là nơi phát tán nguồn giống cho các HST ven bờ như vùng ven biển Cô Tô và khu vực Hạ Long - Cát Bà (hình 3.15).



Hình 3.15. Sơ đồ dòng chảy vùng biển vịnh Bắc Bộ

Nguồn: nguồn Atlas Quốc gia năm 1996 [118].

Khi xem xét thêm về thành phần loài một số loài sinh vật đáy lớn, có giá trị kinh tế ta thấy thành phần loài tương đối giống nhau. Các loài sinh vật đáy có giá trị kinh tế khu vực Bạch Long Vĩ bao gồm các loài có giá trị kinh tế và quý hiếm như Bọp (*Gafrarium pectinatum*), Ốc mặt trắng (*Turbo bruneus*), Ốc đĩa (*Nerita albicilla*), Trai ngọc (*Pinctada margaritifera*), Ngao Nhật bản (*Ruditapes philippinarum*), Vẹm Xanh (*Perna viridis*), Ghẹ Nhật Bản (*Charybdis japonica*), ốc Đụn đực (*Tectus pyramis*), Hải sâm vẫn bắt gặp trong đợt khảo sát này nhưng mật độ không cao, đặc biệt loài Bào ngư chín lỗ (*Haliotis diversicolor*) và Bào ngư dài (*Haliotis varia*) có mật độ rất thấp, tần suất bắt gặp rất ít.

Trong khi đó các loài có giá trị kinh tế tại khu vực Cô Tô - Đảo Trần bao gồm các loài thuộc họ Tôm he, như *Metapenaeus intermedius*, *Parapenaeus hardwickii*. Các loài trong họ Cua bơi (Portunidae) như: Ghẹ xanh (*Portunus pelagicus*), Ghẹ ba chấm (*Portunus sanguinolentus*), Ghẹ Nhật Bản (*Charybdis japonica*). Một số loài họ Tôm tít cũng được phát hiện trong khu vực gồm Tôm tít Nhật Bản (*Oratosquilla oratoria*) và Tôm bọ ngựa (*Cloridopsis scorpio*). Nhóm Da gai thì chỉ phát hiện ít loài có giá trị kinh tế hơn nhóm giáp xác, phát hiện chủ yếu là loài Hải sâm đuôi hổ (*Holothuria hilla*) và Cầu gai đen gai dài (*Diadema setosum*).

Còn khu vực Cát Bà chủ yếu bắt gặp một số loài sinh vật đáy có giá trị kinh tế, như Sò kẹp đá (*Barbatia decussata*), Ngao hòm (*Barbatia foliata*), Tôm tít Nhật Bản (*Oratosquilla oratoria*), Hải sâm đen *Holothuria atra*.

Có thể thấy các loài sinh vật đáy có giá trị kinh tế, thường được khai thác sử dụng làm thực phẩm bắt gặp trong các bãi triều rạn đá, trong bãi triều rừng ngập mặn và trong rạn san hô trong vùng biển Đông Bắc có sự tương đồng; phần lớn các loài đều có thể bắt gặp giai đoạn con non trên các bãi triều rạn đá. Có thể nói, bãi triều rạn đá đã cung cấp sinh cảnh quan trọng để các ấu trùng con non của các loài sinh vật đáy trú ẩn, kiếm ăn và phát triển thành các cá thể trưởng thành.

3.2.2. Vai trò của bãi triều rạn đá đối với các loài cá biển

Kết quả thu thập mẫu vật và quan trắc sự xuất hiện của 3 loài cá nghiên cứu ở Cô Tô trên 2 dạng sinh cảnh chủ yếu: rong - cỏ biển, vụn san hô chết và rạn đá (bảng 3.8) cho thấy ở khu vực có sự phân bố của các thảm rong cỏ biển, vụn san hô thì loài cá Dìa chấm trắng (*Siganus fuscescens*) là loài chiếm ưu thế nhất (RA = 45,6 %) và phân bố rộng trên các địa điểm khảo sát (FA=86,36 %).

Bảng 3.8. Biến động về mật độ, độ phong phú tương đối (RA) và tần suất xuất hiện (FA) trên các địa điểm nghiên cứu của 3 loài cá kinh tế

STT	Tên khoa học	Số lượng cá thể	RA (%)	FA (%)
A	Khu vực rong - cỏ biển, vụn san hô chết			
1	<i>Siganus fuscescens</i>	215	45,6	86,36
2	<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	35	25,7	68,33
3	<i>Plectorhinchus pictus</i>	25	8,3	42,35
B	Rạn đá			
1	<i>Siganus fuscescens</i>	165	32,4	30,53
2	<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	59	42,5	65,68
3	<i>Plectorhinchus pictus</i>	16	7,3	21,67

RA: Chỉ số phong phú tương đối; FA: Tần số xuất hiện

Tuy nhiên, xét về phân bố, mật độ và kích thước cá thể giữa các địa điểm điều tra đã cho kết quả như sau:

Bảng 3.9. Mật độ cá thông kê ở các khu vực khảo sát theo nhóm kích thước

Đơn vị: (con/400m²)

TT	Khu vực	Chiều dài toàn thân (TL)				Tổng
		< 10cm	11-20cm	21-30cm	> 30cm	
I	Khu vực rong, cỏ biển, vụn san hô					
1	<i>Siganus fuscescens</i>	186	29	0	0	215
2	<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	27	8	0	0	35
3	<i>Plectorhinchus pictus</i>	23	2	0	0	25
II	Khu vực rạn đá					
1	<i>Siganus fuscescens</i>	38	127	0	0	165
2	<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	5	10	6	38	59
3	<i>Plectorhinchus pictus</i>	2	4	10	0	16

Qua bảng 3.9 cho thấy, phần lớn nhóm cá có kích thước nhỏ (hoặc ở giai đoạn con non) có mật độ cá thể lớn và phân bố chủ yếu ở các thảm rong cỏ biển. Ví dụ: đối với cá Kẽm (*Plectorhinchus pictus*) nhóm kích thước <10 cm chiếm tới 92% tổng mật độ của loài, tiếp đến là cá Dìa chấm trắng (*S. fuscescens*): 86,51 % và cá Hồng bạc (*L. argentimaculatus*): 77,1%. Trong khi đó, nhóm cá đạt kích thước ở giai đoạn thành thực sinh dục lại bắt gặp chủ yếu ở khu vực rạn đá. Trong đó, cá Dìa chấm trắng (*S. fuscescens*) (11-20 cm) chiếm tới 76,97% tổng mật độ của loài, tiếp đến là cá Hồng bạc (*L. argentimaculatus*) (21-30 cm và >30 cm) chiếm 74,58% và cá Kẽm (*P. pictus*) (21-30 cm) chiếm tới 62,5%.

*** Sự biến động về mật độ cá thể theo mùa**

Mùa vụ là yếu tố tác động tới các chu kỳ sinh trưởng, phát triển, thành thực và sinh sản của cá cũng như các loài sinh vật biển nói chung. Đối với 3 loài cá được lựa chọn cũng cho thấy có sự thay đổi khá rõ rệt về mật độ cũng như kích thước cá thể theo mùa. Kết quả khảo sát về mật độ cá thể vào mùa gió Đông Bắc (tháng 11 đến tháng 4 năm sau) của năm 2018 được thể hiện ở bảng 3.10.

Bảng 3.10. Mật độ cá thống kê ở các khu vực khảo sát theo nhóm kích thước vào mùa gió Đông - Bắc

Đơn vị: con/400m²

TT	Khu vực	Chiều dài toàn thân (TL)				Tổng
		< 10cm	11-20cm	21-30cm	> 30cm	
I	Khu vực rong, cỏ biển, vụn san hô					
1	<i>Siganus fuscescens</i>	143	7	0	0	150
2	<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	26	2	0	0	28
3	<i>Plectorhinchus pictus</i>	19	0	0	0	19
II	Khu vực rạn đá					
1	<i>Siganus fuscescens</i>	43	17	0	0	50
2	<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	7	2	0	0	9
3	<i>Plectorhinchus pictus</i>	2	1	0	0	3

Mật độ cá thể của cá khu vực rong, cỏ biển, vụn san hô cao tới gấp 3 lần so với khu vực rạn đá (cá Dia chấm trắng (*S. fuscescens*)) và hầu như chỉ bắt gặp cá ở kích cỡ cá thể chưa trưởng thành (<10 cm) và tương tự với các loài cá Hồng bạc (*L. argentimaculatus*) và cá Kẽm (*Plectorhinchus pictus*). Vào mùa gió Đông - Bắc, khu vực rạn đá hầu như không thấy sự xuất hiện của nhóm cá trưởng thành (đàn cá bố mẹ) cho cả 3 đối tượng cá quan trắc. Kết quả điều tra về mật độ cá thể của 3 loài cá nghiên cứu vào mùa gió Tây Nam (từ tháng 5 đến tháng 10) được thể hiện ở bảng 3.11.

Bảng 3.11. Mật độ cá thống kê ở các khu vực khảo sát theo nhóm kích thước vào mùa gió Tây Nam.

TT	Khu vực	Chiều dài toàn thân (TL)				Tổng
		< 10cm	11-20cm	21-30cm	> 30cm	
I	Khu vực rong, cỏ biển, vụn san hô					
1	<i>Siganus fuscescens</i>	59	6	0	0	65
2	<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	5	2	0	0	7
3	<i>Plectorhinchus pictus</i>	4	2	0	0	6
II	Khu vực rạn đá					
1	<i>Siganus fuscescens</i>	68	47	0	0	115

TT	Khu vực	Chiều dài toàn thân (TL)				Tổng
		< 10cm	11-20cm	21-30cm	> 30cm	
2	<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	1	7	4	38	50
3	<i>Plectorhinchus pictus</i>	1	2	10	0	13

*** Mối quan hệ giữa cá và sinh cảnh**

Trong 3 loài cá được điều tra, chỉ có 2 loài cá Địa chấu (*S. fuscescens*) và Hồng bạc (*L. argentimaculatus*) có mật độ cá thể tương đối cao, đủ để đáp ứng yêu cầu về số liệu phục vụ cho phân tích sâu hơn về mối tương quan giữa cá và độ phủ của san hô sống. Do bởi hai loài này có độ phong phú tương đối RA lần lượt là 45,6% và 42,5% ở khu vực có rong cỏ biển và rạn đá. Dựa vào kết quả phân tích hồi quy tuyến tính số liệu thô (untransformed data) về mật độ cá thể của Địa chấu trắng (*S. fuscescens*) và Hồng bạc (*L. argentimaculatus*) (bảng 3.12) đều cho một kết quả trùng hợp về mối tương quan chặt chẽ được mối tương quan chặt chẽ giữa mật độ cá thể của cá Địa chấu trắng (*S. fuscescens*) và Hồng bạc (*L. argentimaculatus*) với rong cỏ biển và rạn đá với $R^2 = 0,8$ ở rong cỏ biển và 0,84 ở rạn đá (hình 3.16).

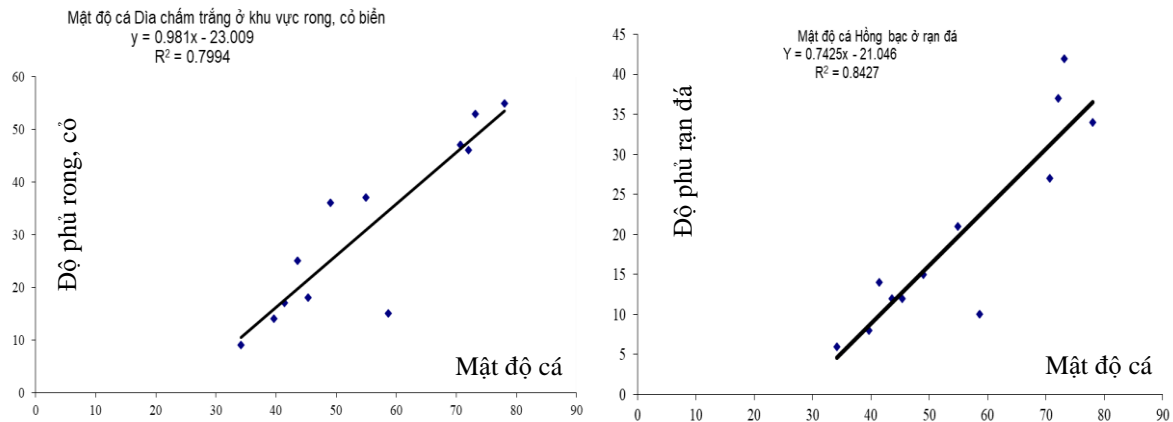
Bảng 3.12. Phân tích hồi quy tuyến tính số liệu thô (untransformed data) về mật độ của cá (400m² quan trắc) khu vực nghiên cứu của hai loài Địa chấu (*S. fuscescens*) và Hồng bạc (*L. argentimaculatus*).

Yếu tố so sánh	Phương trình tuyến tính	R ²
A. Khu vực rong, cỏ biển Mật độ <i>Siganus fuscescens</i>	$Y = 0.981x - 23.009$	0,8
B. Rạn đá Mật độ <i>Lutjanus fuscescens</i>	$Y = 0.7425x - 21.046$	0,84

Qua các kết quả nghiên cứu trên có thể thấy vai trò của vùng triều rạn đá trong việc duy trì các mối liên kết về mặt sinh thái học giữa các hệ sinh thái biển ven bờ khu vực nghiên cứu như sau:

- Vùng triều rạn đá là nơi trú ẩn cho các loài cá, đặc biệt vào mùa sinh sản. Ngoài ra còn có thể diễn ra sự di cư theo thời gian (ngày/đêm) đối với nhóm cá ăn cỏ (Địa chấu trắng (*S. fuscescens*)) từ khu vực có thảm cỏ sang rạn đá trú ẩn vào buổi tối. Trong nghiên cứu này, phần lớn nhóm cá trưởng thành (đàn cá bố mẹ) phân bố tập trung tại các khu

vực rạn đá, trong khi con non chủ yếu tập trung ở khu vực có các thảm cỏ biển. Như vậy, vai trò vùng triều rạn đá là “trạm dừng chân” hay “mái nhà an toàn” là khá rõ ràng.



Hình 3.16. Mối quan hệ giữa sinh cảnh nền đáy và mật độ cá khu vực nghiên cứu

- Trong mùa gió Tây - Nam (mùa vụ sinh sản của cá), vùng triều rạn đá là nơi tập trung của các đàn cá bố mẹ di cư từ khu vực biển khơi vào ven bờ để tập trung sinh sản. Trong trường hợp này, đã phát hiện được đàn cá Hồng bạc tập trung ở khu vực rạn đá Thanh Lân với mật độ lên đến hàng trăm cá thể ở vào tháng 8/2018 (hình 3.17).



Hình 3.17. Khu vực quần tụ của đàn cá Hồng Bạc vào thời điểm tháng 8/2018 tại Hòn Đặng Văn Châu (bãi Thanh Lân, Cô Tô)

- Trong mùa gió Đông - Bắc, là thời điểm mà các thảm rong, cỏ biển đóng vai trò là nơi ương dưỡng các ấu trùng, con non do đàn cá bố mẹ sản sinh vào mùa gió Đông

Nam. Khi đến giai đoạn trưởng thành chúng lại di cư ra khu vực vùng triều rạn đá sinh sống hoặc khu vực ngoài khơi. Điều này bắt gặp ở loài cá Kẽm và cá Hồng bạc.

- Sự tồn tại song song của vùng triều rạn đá khu vực Cô Tô với các HST ven biển khác góp phần làm tăng cơ hội sống sót và sinh trưởng cho các loài sinh vật biển trong đó có nhóm cá, do hiện nay rạn san hô khu vực Cô Tô đã bị suy thoái và cần nhiều thời gian hơn để hồi phục.

Các HST vùng triều rạn đá khu vực Cô Tô (Quảng Ninh) đóng vai trò quan trọng đối với việc duy trì ĐDSH, bảo vệ các quần đàn cá trong vòng đời sinh trưởng và phát triển của chúng.

Vùng triều rạn đá là nơi cư trú của các quần đàn cá bố mẹ vào mùa vụ sinh sản, duy trì các bãi đẻ truyền thống, là “trạm dừng chân” cho các đàn cá di cư từ vùng nước xa bờ tới tập trung sinh sản vào mùa gió Tây Nam. Cùng với các thảm rong, cỏ biển, các rạn san hô phân bố ven bờ của đảo Cô Tô, vùng triều rạn đá làm gia tăng tính liên kết về mặt sinh thái học cho các quần xã sinh vật biển, làm tăng sự chống chịu của HST ven biển trước biến đổi khí hậu cũng như các hành động khai thác quá mức nguồn lợi.

3.2.3. Hệ sinh thái vùng triều rạn đá là nơi bãi đẻ, bãi giống cung cấp con giống cho hệ sinh thái lân cận

Kết quả khảo sát vùng triều rạn đá tại thời điểm khi thủy triều xuống cạn từ mép nước đến độ sâu 0,5 - 1m cho thấy vào mùa sinh sản, các loài ốc Đụn (*Trochus maculatus*), ốc Đụn đực (*Tectus pyramis*), Bào ngư chín lỗ (*Haliotis diversicolor*),... có tỷ lệ cá thể trưởng thành cao hơn bình thường. Kết quả này cho thấy đặc điểm sinh sản của các loài này, chúng có xu hướng di chuyển vào vùng triều theo con nước và thực hiện quá trình sinh sản tại đây.

Kết quả khảo sát tại vùng triều rạn đá Bạch long Vĩ (tại vùng triều thấp) cho thấy Hải sâm đen nhóm kích cỡ dưới 10 cm có tần xuất bắt gặp cao tại các mặt cắt, có những mặt cắt bắt gặp 5 - 8 cá thể cùng một điểm, thường ẩn trú dưới các khe đá. Trong khi ở vùng dưới triều (từ độ sâu 2 - 5 m) rất ít gặp các cá thể nhóm kích thước này mà chỉ có dạng cá thể trưởng thành. Như vậy, các cá thể con non hải sâm lấy môi trường vùng triều rạn đá làm nơi sinh cư trước khi trưởng thành, di cư ra vùng nước sâu.

Một vấn đề khác đặt ra, liệu HST vùng triều nói chung, vùng triều rạn đá có thể là một trong những mấu chốt chính cho một số loài thủy sinh phải trải qua giai đoạn sinh cư tại đây để thành thực sinh dục và sinh sản. Vấn đề này cần có những nghiên cứu cụ thể và sâu hơn.

Từ những kết quả điều tra cơ bản về một số loài có đặc điểm sống, vòng đời gắn liền với các HST xung quanh các đảo nghiên cứu cho thấy, vùng triều rạn đá có mối quan hệ liên kết sinh thái quan trọng với hệ sinh thái lân cận, là bãi đẻ, bãi giống cung cấp con giống cho hệ sinh thái lân cận.



Hình 3.18. Khảo sát vùng hạ triều tại vùng triều rạn đá Bạch Long Vĩ

3.2.4. Hệ sinh thái vùng triều rạn đá là nơi kiếm ăn của các loài thủy sinh

Vùng triều nói chung là nơi kiếm ăn của các loài thủy sinh, nhiều nhất là các loài cá. Các loài thủy sinh như giáp xác, cá nhỏ thường có xu hướng theo con nước thủy triều tiến vào khu bãi triều để tìm kiếm thức ăn. Đặc tính này đã bị con người lợi dụng để khai thác đánh bắt từ lâu đời.



Hình 3.19. Một số loài cá rạn thường gặp tại vùng triều rạn đá Bạch Long Vĩ

Đánh giá vai trò của HST vùng triều rạn đá là nơi kiếm ăn của các loài thủy sinh. Kết quả khảo sát, thu thập các mẫu thủy sinh (chủ yếu nhóm cá) từ ngư dân đánh lưới

ven bờ, thu mẫu trực tiếp khi thủy triều rút, các nhóm cá được bắt gặp nhiều là các loài cá nổi như cá diều, cá âu bộ, cá sơn, Từ các mẫu thu được cho thấy các loài cá nổi thường có đặc tính sinh sống là di cư theo thủy triều vào vùng rạn đá để kiếm thức ăn, trôi dạt theo con nước. Trong đó có một số loài dựa vào bãi triều rạn đá vừa là nơi kiếm ăn, nơi thành thực sinh dục và sinh sản. Ấu trùng và con non của chúng dựa vào các bãi đá để trú ẩn và kiếm ăn, đến khi trưởng thành thì di chuyển ra ngoài.

3.3. Suy giảm đa dạng sinh học và các yếu tố ảnh hưởng đến đa dạng sinh học vùng triều rạn đá

3.3.1. Mức độ suy giảm số lượng loài

Đối chiếu kết quả nghiên cứu này so với những công bố trước đây về ĐDSH vùng triều rạn đá khu vực Cô Tô, Bạch Long Vĩ và Cát Bà cho thấy có sự suy giảm về cả số lượng loài, được thể hiện cụ thể trong bảng 3.13.

Bảng 3.13. Biến động loài và nguồn lợi của ĐVĐ và rong biển khu vực nghiên cứu

Thông số		Bạch Long Vĩ			Cát Bà			Cô Tô		
		1993	2008	2018-2019	1993-	2003	2018-2019	1999	2005-2015	2018-2019
Số loài	Động vật đáy	76 [31]	125 [33]	102	252 [39]	109 [41]	61	165 [119]	208 [31]	71
	Rong biển	65 [120]	46 [33]	25	75 [120]	79 [31]	54	90 [119]	66 [31]	40
Mật độ	Động vật đáy (con/m ²)	71 [31]	900 [31]	203,37	296 [121]	279,5 [31]	21,2	-	1.323 [31]	48,67
Khối lượng	Động vật đáy (g/m ²)	8,51 [31]	1750 [31]	203,69	130,64 [121]	130,4 [31]	26,61	-	52,6 [31]	71,22
	Rong biển(g/m ²)		33 [32]	24,6			10,6			20,18
Diện tích ổ sinh thái	Bãi triều rạn đá (ha)	163,19 [122]	128,65 [122]	110,8	330	295	295	199,48	149,48	145,48
	Ấu cảng (ha)	0	29,91 [122]	74,91	12	20	40	0	2,5	6,5

Ghi chú: Số trong [] thể hiện số tài liệu tham khảo; giai đoạn 2018-2019 là kết quả của nghiên cứu này.

Mặc dù thống kê chưa đầy đủ nhưng kết quả tại bảng 3.13 cũng cho thấy sự biến động về số loài, mật độ và sinh lượng của hai nhóm sinh vật thường xuyên cư trú tại bãi

triều rạn đá là động vật đáy và rong biển. Theo đó, cả hai nhóm sinh vật này đều có sự suy giảm về mặt số lượng loài, mật độ và sinh lượng ở cả ba khu vực nghiên cứu.

Qua đó cho thấy, sự suy giảm về cả số lượng và chất lượng của hai nhóm sinh vật này đã phân nào đánh giá được sự phát triển kinh tế - xã hội cũng như diện tích bãi triều rạn đá và áp lực từ việc xây dựng cầu cảng đã có tác động không nhỏ đến sự ổn định của khu hệ bãi triều rạn đá tại khu vực nghiên cứu.

Động vật đáy: Kết quả nghiên cứu này ghi nhận 71 loài ĐVĐ khu vực vùng triều rạn đá Cô Tô, kết quả này thấp hơn ghi nhận của Đỗ Văn Khương vào năm 2008 (hơn 200 loài) (bảng 3.13). Tuy nhiên, sự khác biệt này có thể lý giải bởi địa điểm và thời điểm khảo sát biến động lớn theo mùa vụ. Nhưng sự suy giảm này cho thấy mức độ suy thoái về mật độ và thành phần loài tại vùng triều rạn đá Cô Tô cần phải được quan tâm và có biện pháp phục hồi.

Tại khu vực Cát Bà: Theo kết quả kiểm kê lại các loài quý hiếm đã công bố trước đây và thấy rằng một số loài vẫn tồn tại trong khu vực, nhưng có nhiều loài đã từng được công bố trước đây, nay không còn có ghi nhận hoặc rất ít khi bắt gặp. Cụ thể như sau:

+ Động vật đáy 9 loài, gồm: ốc Đụn (*Trochus maculatus*); ốc Đụn đực (*Tectus pyramis*); Trai ngọc (*Pinctada margaritifera*); Bàn mai (*Pinna atropurpurea*); con Sút (*Anomalodiscus squamosa*); Vẹm xanh (*Mytillus smaragdinus*); Mực nang vân hổ (*Sepia tigris*), Trai ngọc nữ (*Pteria penguin*), Tu hài (*Lutraria rhychaena*) vẫn tồn tại ở khu vực nghiên cứu.

+ Tu hài bị khai thác đang có nguy cơ cạn kiệt, khu vực Vạn Bội được coi là trung tâm Tu hài thì nay không còn bắt gặp. Tu hài chỉ còn phân bố tại Ba Trái Đào, Hang Cả và ở Đầu Bê. Các loài trong họ tôm Hùm (Palinuridae), Bào ngư (*Haliotis diversicolor*) hiện nay hoàn toàn mất hẳn ở khu vực này. Hai loài cá ngựa sống trên rạn san hô cũng hoàn toàn biến mất.

+ Đền vảy bụng không đều (*Thalassophina viperina*), Vích (*Chelonia mydas*) vẫn bắt gặp nhưng ở tần xuất rất thấp.

Rong biển: Rong biển là đối tượng sinh vật phát triển theo mùa vụ, do vậy việc đánh giá số liệu về thành phần loài cũng như mật độ phân bố giữa các thời điểm khác nhau sẽ cho thấy sự biến động khá lớn. Kết quả nghiên cứu này so với những ghi nhận

trước đây cũng cho thấy sự suy giảm đáng kể về thành phần loài rong biển, như tại Cát Bà - Hạ Long tác giả Nguyễn Văn Tiến công bố năm 1996 có tới 92 loài rong biển phân bố tại khu vực vùng triều [123], đến nay chỉ ghi nhận được 54 loài rong biển (bảng 3.13). Toàn bộ 8 loài rong đã được đưa vào Sách Đỏ Việt Nam để bảo vệ vẫn tồn tại và xuất hiện ở khu vực này, bao gồm: rong Đại bò (*Codium repens*); rong Đá cong (*Gelidella acerosa*); rong Mơ mềm (*Sargassum enerrimum*); rong Chùn dẹp (*Gratelonpia livida*); rong Thun thút (*Catenela nipae*); rong Nhút (*Dermonema pulvinata*); rong Thuốc giun (*Caloglossa leprieurii*). Tại khu vực Bạch Long Vĩ, số lượng loài rong biển (25 loài) thấp hơn so với ghi nhận của Đỗ Anh Duy (năm 2013) với 45 loài rong biển [124].

b) Suy giảm nguồn lợi vùng triều rạn đá

Diện tích phân bố và sản lượng khai thác nguồn lợi Bào ngư (*H. diversicolor*) đang bị suy giảm nghiêm trọng, đe dọa tuyệt chủng loài này của Việt Nam.

Diện tích phân bố Bào ngư của đảo Bạch Long Vĩ trước năm 1998 từ bờ đến độ sâu 20m, tập trung thành hai khu vực khai thác lớn ở phía Đông, Đông Nam đảo. Hiện nay, diện tích phân bố bị thu hẹp ở độ sâu 5m vào bờ và giảm hẳn trữ lượng khai thác. Trước năm 1998, sản lượng Bào ngư khai thác hằng năm đạt 30 - 40 tấn. Nhưng hiện nay, sản lượng chỉ còn khoảng 50 kg (kết quả khảo sát năm 2017 của Ban Quản lý KBTB Bạch Long Vĩ) và nghề khai thác Bào ngư có nguy cơ không còn là nghề quan trọng có thu nhập kinh tế cao trên đảo Bạch Long Vĩ. So sánh với kết quả đánh giá của tác giả năm 2017 thì năm 2018 có sự thay đổi nhưng không nhiều. Cụ thể, mật độ trung bình toàn khu vực Bạch Long Vĩ (năm 2017) là 1,25 cá thể/500 m² so với năm 2018 là 1,58 cá thể/500 m². Tuy nhiên, theo Nguyễn Văn Hiếu (năm 2014) ghi nhận mật độ trung bình toàn đảo là 16,3 cá thể/500 m² [50]. So sánh với thời điểm hiện tại thì mật độ phân bố hiện nay giảm đi khoảng 10 lần. Các nguồn lợi hải sản khác tại vùng biển quanh đảo cũng bị suy giảm lớn, đặc biệt các loài hải sản có giá trị như: cá Song, mực, cá Hồng, cá Chình và cá cảnh biển giảm hẳn về trữ lượng.

Tại vùng triều rạn đá Cô Tô, mật độ ĐVĐ trong nghiên cứu này (2017-2018) dao động từ 126 con/m² đến 141 con/m², thấp hơn nhiều so với kết quả ghi nhận của Đỗ Công Thung (năm 2008) với mật độ cao nhất ghi nhận tại khu vực vùng triều là 717 con/m².

Kết quả đánh giá biến động nguồn lợi của hai loài thân mềm kinh tế ở vùng triều quanh đảo Bạch Long Vĩ, Cô Tô, Cát Bà cho thấy tốc độ suy giảm nguồn lợi nhanh chóng khi con người chỉ chú ý đến khai thác mà không quan tâm đến bảo vệ. Kết quả nghiên cứu sự biến đổi về mật độ và sinh khối của loài thân mềm *Asaphis dichotoma* trong năm 1996 và năm 1999 cho thấy ở tất cả các điểm theo dõi đều giảm, mật độ giảm 17,9 % và khối lượng giảm 15,2 %. Đặc biệt sự suy giảm sinh vật lượng ở họ ốc hương là rất đáng kể, mật độ giảm 43,23 % và khối lượng giảm 45,76 %. Nguyên nhân chính của sự suy giảm nguồn lợi này là do cường độ khai thác ngày càng tăng cao của cư dân trên đảo.

Rong biển cũng là đối tượng có mức độ suy giảm cao về nguồn lợi tại khu vực nghiên cứu. Mặc dù chưa có đánh giá cụ thể về mức độ suy giảm nguồn lợi rong biển tại khu vực nghiên cứu, nhưng theo ghi nhận của các chuyên gia của Viện Tài nguyên và Môi trường biển và Viện Nghiên cứu Hải sản thì sản lượng rong Mơ tại khu vực Đông-Bắc suy giảm đáng kể. Trong 10 năm trở lại đây thì rong Mơ chỉ còn phân bố rải rác tại một số khu vực với sinh lượng rất thấp. Theo kết quả điều tra năm 2017-2018 của Đỗ Anh Duy và cs. cho thấy sinh lượng rong Mơ tại Cô Tô là 220 g/m², và có ghi nhận sinh lượng thấp tại Bạch Long Vĩ [125]. Các nhóm rong khác tại Cô Tô và Bạch Long Vĩ có sinh lượng dao động từ 28-152 g/m² và 8-168 g/m² [125]. Việc suy giảm nguồn lợi rong biển gây ảnh hưởng lớn đến nguồn thức ăn cho động vật đáy cũng như sinh vật khác.

3.3.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến đa dạng sinh học vùng bãi triều rạn đá

3.3.2.1. Ảnh hưởng bởi yếu tố điều kiện môi trường tự nhiên đến đa dạng sinh học

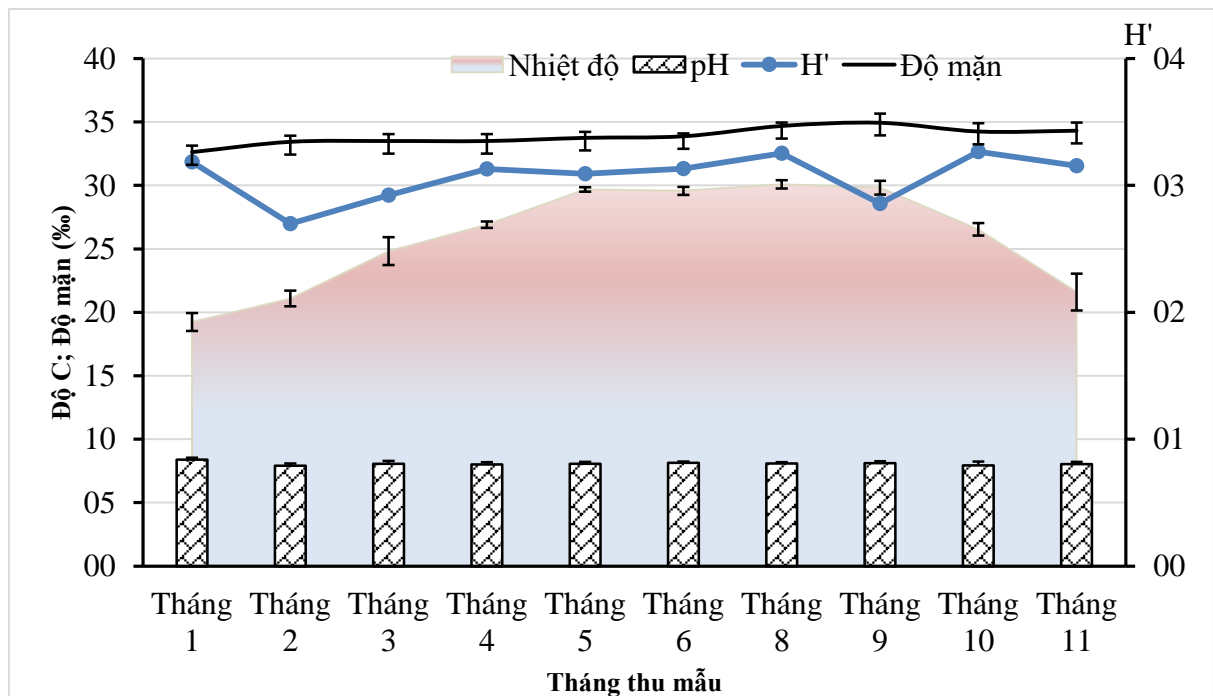
a) Ảnh hưởng bởi yếu tố môi trường tự nhiên

Để đánh giá mức độ ảnh hưởng của các yếu tố môi trường tự nhiên, tác giả đã quan trắc các yếu tố môi trường cơ bản như nhiệt độ, độ mặn và pH của nước biển trong thời gian một năm tại vùng triều rạn đá huyện đảo Bạch Long Vĩ. Tác giả đã tiến hành so sánh, đánh giá các yếu tố này với chỉ số ĐDSH của từng đợt điều tra, kết quả về mối tương quan này được thể hiện trong biểu đồ hình 3.20.

Kết quả quan trắc giữa các tháng trong năm tại Bạch Long Vĩ cho thấy độ mặn và pH không có sự biến động lớn. Kết quả này khá phù hợp với đặc điểm của đảo xa bờ như Bạch Long Vĩ, khi mà khu vực biển đảo xa bờ ít chịu tác động của nguồn nước ngọt trong lục địa. Tuy nhiên, do Bạch Long Vĩ nằm trong khu vực vùng biển Đông

Bắc nên chịu ảnh hưởng của vùng nhiệt đới gió mùa, do vậy nhiệt độ môi trường có sự khác biệt đáng kể giữa các tháng trong năm. Nhiệt độ nước trên vùng triều rạn đá dao động từ 19,25 °C đến 30,09 °C.

Kết quả biểu đồ cho thấy chỉ số đa dạng sinh học (H') có sự biến đổi không đồng nhất với nhiệt độ môi trường. Kết quả này khá phù hợp khi nhiệt độ tăng cao (từ tháng 5 đến tháng 9) và nhiệt độ xuống thấp từ (tháng 11 đến tháng 1 năm sau) đều làm cho chỉ số ĐDSH (H') giảm, do một số loài phân bố theo mùa vụ như rong biển, hay một số loài động vật đáy có khả năng di chuyển khi nhiệt độ tăng, hoặc giảm thấp chúng sẽ có xu hướng tránh nóng/lạnh bằng cách di chuyển xuống vùng dưới triều. Như vậy, nhiệt độ là yếu tố có gây ảnh hưởng đến sự phân bố và chỉ số ĐDSH vùng triều. Do các bãi triều rạn đá khi thủy triều xuống thấp có thời gian phơi bãi khá dài, lúc này bãi triều đá thay đổi nhiệt độ nhanh theo nhiệt độ không khí. Tuy nhiên, hệ số tương quan giữa nhiệt độ và chỉ số H' chưa thực sự có mức độ tương quan cao (0,185).



Hình 3.20. Biểu đồ thể hiện mối tương quan giữa chỉ số đa dạng sinh học (H') và một số yếu tố môi trường tại Bạch Long Vĩ

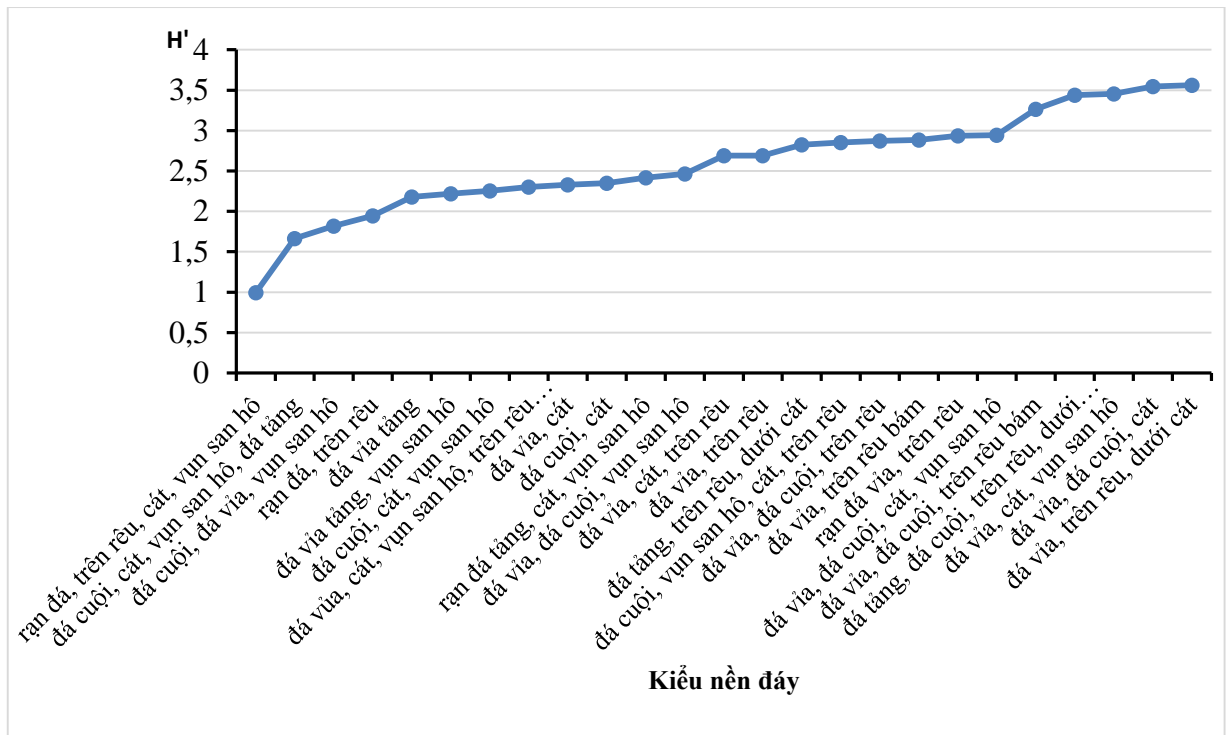
Qua đó cho thấy, mặc dù nhiệt độ là yếu tố có thể dẫn đến sự biến động về quần xã sinh vật tại vùng triều rạn đá, nhưng với đặc điểm cấu trúc nền đáy khác nhau thì có thể mức độ cư trú của các loài sinh vật tại khu vực vùng triều rạn đá cũng khác nhau.

b) Ảnh hưởng bởi cấu trúc nền đáy vùng triều rạn đá

Kết quả hình 3.21 là sự so sánh chi tiết tại 7 mặt cắt và 3 ô tiêu chuẩn/vùng triều trong thời gian 10 tháng tại đảo Bạch Long Vĩ. Với sự phân chia khá chi tiết với 25 kiểu nền đáy với cấu trúc từng đặc điểm tại các ô tiêu chuẩn điều tra thực tế.

Kết quả hình 3.21 cho thấy có sự khác biệt đáng kể về chỉ số ĐDSH (H') giữa các cấu trúc nền đáy khác nhau. Kết quả này cho thấy có sự khác biệt lớn về chỉ số ĐDSH (H') giữa các kiểu nền đáy. Chỉ số H' dao động từ 0,99 tại nền rạn đá, trên rêu, cát đến 3,55 với cấu trúc nền đáy là đá vôi, trên rêu, dưới cát. Qua phân tích sự khác biệt về chỉ số ĐDSH giữa các kiểu nền đáy khác nhau cho thấy, khu vực có nền đá cuội là có mức độ đa dạng thấp, đây là khu vực có nhiều đá cuội, khả năng bám của sinh vật là khá thấp khi có tác động của sóng, hơn nữa sự không ổn định giữa các viên đá cuội cũng làm cho nhóm động vật đáy không có nơi cư trú.

Mặt khác, khu vực đá vôi lại có sự đa dạng cao hơn, với cấu trúc nhiều tầng lớp đá chồng lấn xếp thành những phiến đá. Hầu hết với cấu trúc này giữa các độ cao khác nhau tạo nên những vĩa đá, qua đó tạo môi trường trú ẩn cho các loài động vật đáy. Chính sự khác biệt về độ cao đã tạo nên những vũng nước trên bãi triều khi nước rút. Đây không chỉ là nơi cư trú của các loài động vật đáy mà còn là nơi sinh sống của một số loài rong đã làm giảm tác động của nhiệt độ của môi trường. Do vậy một số loài cá, tôm cũng thường bắt gặp trong các vũng nước trên bãi triều.



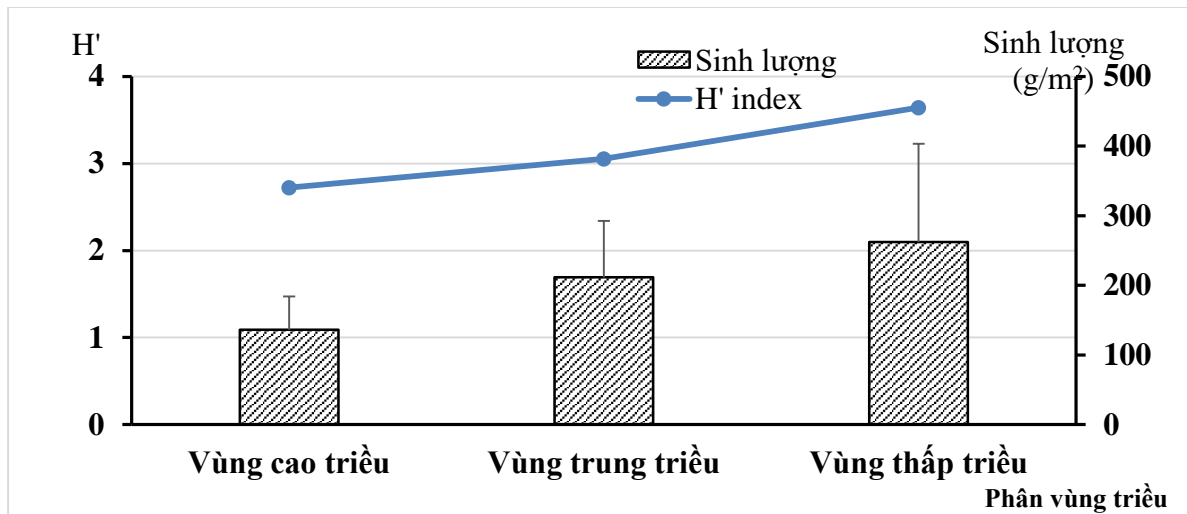
Hình 3.21. Chỉ số đa dạng sinh học H' và các kiểu nền đáy vùng triều rạn đá BLV

Như vậy có thể thấy đặc điểm nền đáy có ảnh hưởng đến mức độ ĐDSH tại khu vực vùng triều rạn đá.

c) Ảnh hưởng bởi thời gian phơi bãi của vùng triều

Mức độ ĐDSH bãi triều rạn đá hoàn toàn phụ thuộc thời gian phơi bãi của vùng. Ở vùng biển Đông - Bắc Việt Nam, vùng dưới triều, gần như toàn bộ thời gian được nước bao phủ bởi nước thủy triều; vùng triều thuộc loại nhật triều đều nên 1 ngày thường có ½ thời gian phơi bãi và ½ thời gian ngập nước; vùng cao triều, phần lớn thời gian phơi bãi, chỉ ngập nước khi triều lên cao nhất.

Để đánh giá mối quan hệ giữa mức độ ĐDSH (H') với khối lượng sinh vật phân bố loài giữa các vùng triều khác nhau, tác giả đã xây dựng biểu đồ hình vẽ chỉ số ĐDSH (H') và khối lượng sinh vật phân bố ở ba vùng triều tại bãi triều rạn đá khu vực Bạch Long Vĩ (hình 3.22).



Hình 3.22. Biểu đồ mật độ trung bình và chỉ số H' theo vùng triều

Số liệu thống kê này được tác giả thu thập tại 03 ô tiêu chuẩn ngẫu nhiên/vùng triều trong thời gian 10 tháng. Kết quả hình 3.22 cho thấy vùng thấp triều có khối lượng và chỉ số H' là cao nhất tương ứng là 262,43 g/m² và H' =3,64; vùng có khối lượng và chỉ số H' thấp nhất là vùng cao triều với số liệu tương đương là 136,14 g/m² và 2,72; Vùng triều có mật độ trung bình cũng như chỉ số đa dạng H' tương ứng là 211,53 g/m² và 3,05.

Kết quả phân tích này hoàn toàn phù hợp với những nghiên cứu trước đây cũng như đặc điểm tự nhiên khu vực vùng triều. Khu vực thấp triều với đặc điểm thường xuyên ngập triều nên mức độ tác động của nhiệt độ lên bãi triều thấp hơn so với vùng cao triều. Do khu vực thấp triều thường xuyên ngập nước nên ngoài những loài thường xuyên cư trú như nhóm động vật đáy và rong biển thì còn có sự phân bố của một số loài không thường xuyên như một số loài cá đến tìm kiếm thức ăn. Chính vì vậy, đây là khu vực có mật độ và ĐDSH cao nhất tại khu vực vùng triều rạn đá. Vùng triều cao do có thời gian phơi bãi dài nên tạo ra điều kiện môi trường khá bất lợi cho sinh vật cư trú. Nhiệt độ là yếu tố môi trường chính tác động đến khả năng cư trú của các loài khu vực này. Do đó, những loài thích nghi tốt tại khu vực này chủ yếu là loài có khả năng giữ nước trong cơ thể (đa số là loài hai mảnh vỏ), hay những loài di chuyển từ vùng triều khác lên khi nước triều lên. Trong khi đó, tại khu vực trung triều, mặc dù thời gian phơi bãi cũng khá dài, cũng có nhiều điều kiện bất lợi cho sự phân bố của sinh vật, nhưng khu vực này thường có các vũng nước đọng trên bãi triều nên đây là điều kiện quan trọng giúp cho một số loài cư trú tại đây, cũng như tạm trú ẩn trong thời gian triều xuống.

d) Ô nhiễm môi trường biển

Do có sự gia tăng dân số trong những năm gần đây [128], dẫn đến làm gia tăng hàm lượng các muối dinh dưỡng trong nước khu vực quanh đảo và đặc biệt là vùng nước gần khu vực nơi tập trung các hoạt động cảng khai thác thủy sản. Hiện nay đang có biểu hiện ô nhiễm bởi nitrat (NO_3^-) và Nitrit (NO_2^-) trong nước. Nguồn gia tăng hàm lượng muối dinh dưỡng trong vùng nước ven đảo chủ yếu là nước thải sinh hoạt của các cụm dân cư ven đảo. Đây là một dấu hiệu về sự suy giảm chất lượng nước có liên quan đến các nguồn chất thải sinh hoạt trong vùng ven đảo.

Hàm lượng dầu trong nước biển quanh đảo tăng khá cao qua các năm. Theo kết quả quan trắc năm 2007 cho thấy nồng độ dầu trong nước biển tăng cao so với năm 1999 và cao hơn nhiều so với năm 1995 (tăng 5 lần) và cao hơn giới hạn cho phép đến 1,7 lần. Nguồn gây ô nhiễm dầu chủ yếu do hoạt động của các tàu thuyền khai thác thủy sản trên ngư trường, từ hoạt động nuôi thủy, hải sản, sơ chế/chế biến nguyên liệu thực phẩm thủy hải sản, đặc biệt là tại các khu vực âu cảng, cầu cảng.

3.3.2.2. Ảnh hưởng từ hoạt động của con người

a) Khai thác hủy diệt

Tình trạng sử dụng hóa chất xyanua để khai thác cá diễn ra ở nhiều vùng biển, nhất là các khu vực rạn san hô. Tại khu vực các đảo phía Đông Bắc, tình trạng sử dụng xyanua diễn ra khá nhiều, tập trung nhiều ở khu vực biển quanh đảo Bạch Long Vĩ và Cô Tô; hàm lượng xyanua trong nước tại các khu vực trên đã tăng rất cao, vượt giới hạn cho phép nhiều lần, đến nay có nơi đã vượt giới hạn cho phép khoảng 70 lần. Hóa chất Xyanua (CN^-) đã làm hủy hoại HST, nhất là hủy hoại các rạn san hô.

Tình trạng khai thác hải sản bằng thuốc nổ (đánh mìn) diễn ra ở nhiều nơi. Những năm từ 2010 trở về trước, tình trạng khai thác hải sản bằng thuốc nổ diễn ra nhiều ở cả Cát Bà, Cô Tô và Bạch Long Vĩ. Tuy nhiên, do chính quyền huyện đảo Cát Hải và huyện đảo Cô Tô đã triển khai quản lý chặt chẽ và xử lý nghiêm các đối tượng vi phạm nên tình trạng khác bằng thuốc nổ tại Cát Bà và Cô Tô được hạn chế. Song, tại Bạch Long Vĩ vẫn chưa ngăn chặn tốt tình trạng trên. Hàng năm tại Bạch Long Vĩ vẫn ghi nhận được từ 15 - 20 vụ khai thác trái phép bằng thuốc nổ. Mặc dù các lực lượng chức năng và chính quyền địa phương đã tăng cường các giải pháp kiểm soát nhưng do đặc thù tại Bạch Long Vĩ thường

xuyên có sóng lớn, lại tập trung một lượng lớn tàu thuyền của ngư dân từ Nam Trung Bộ trở ra đến khai thác nên gây khó khăn cho các lực lượng chức năng trong việc kiểm soát, ngăn chặn và xử lý.

Hoạt động khai thác hải sản bằng xung điện còn diễn ra ở nhiều nơi mà chưa được ngăn chặn triệt để. Trong đó, khu vực Bạch Long Vĩ diễn ra thường xuyên hơn. Hình thức chủ yếu là dùng giã cào có gắn sung điện và súng bắn điện. Bên cạnh đó là các hình thức khai thác mang tính hủy diệt khác như: Khai thác tận diệt, khai thác cả cá thể non chưa trưởng thành, khai thác vào mùa vụ sinh sản, khai thác trong các rạn san hô và phá hoại các rạn san hô...

b) Khai thác quá mức các nguồn lợi biển

Đây là vấn đề thường hay xảy ra khi cường độ khai thác ngày càng gia tăng. Khu vực biển Cô Tô, Cát Bà và BLV là những ngư trường lớn của vịnh Bắc Bộ, thường xuyên thu hút hàng nghìn tàu thuyền của ngư dân từ Nam Trung Bộ trở ra đến khai thác, trong đó có một lượng lớn khai thác ven bờ các đảo. Cường độ khai thác ngày càng tăng thì sản lượng thu được ngày càng giảm. Cũng do sản lượng giảm mà ngày càng gia tăng tình trạng khai thác tận diệt.

Theo điều tra của Ban quản lý KBTB Bạch Long Vĩ từ các ngư dân: Trước đây mỗi năm có thể thu được từ 30 - 50 tấn bào ngư, trên 50 tấn cá song, nay chỉ còn rất thấp. Năm 1995 và 1996, mỗi ngày chỉ có khoảng dưới 10 người khai thác các loài này. Từ năm 1999 trở lại đây, do mật độ dân trên đảo tăng cao, có tới trên 1.000 người, số người bắt ốc Hương và Vọp ở bãi triều Bạch Long Vĩ tăng lên tới 40 - 50 người mỗi ngày. Mỗi người thường bắt 4-5 kg, như vậy mỗi ngày có khoảng 200 kg các loài này bị khai thác. Nếu với mức độ khai thác vùng triều như hiện nay, có thể trong vòng 5-10 năm tới nguồn lợi các loài kinh tế ở đây sẽ bị suy giảm nghiêm trọng.

c) Hoạt động xây dựng các công trình biển

Các hoạt động xây dựng các công trình ven biển như khu nghỉ dưỡng, nhà máy và các cầu cảng đã làm giảm diện tích ổ sinh thái đồng thời gây áp lực lớn đến môi trường sinh thái khu vực ven biển nói chung và vùng triều rạn đá nói riêng. Tại khu vực nghiên cứu, ghi nhận có sự suy giảm về diện tích bãi triều rạn đá tại bảng 3.13. Theo đó, tại Bạch Long Vĩ diện tích bãi triều rạn đá giảm 21,2 % từ giai đoạn 1990-1999 đến 2005-2015 và

giai đoạn 2018-2019 giảm 13,8 % so với 2005-2015. Sự suy giảm diện tích là do các hoạt động xây dựng công trình ven biển, đặc biệt là xây dựng hai âu cảng là âu cảng Tây Nam (29,9 ha, năm 2000) và âu cảng Tây Bắc (74,9 ha, năm 2015). Tại khu vực Cát Bà và Cô Tô, việc xây dựng cầu cảng có ghi nhận tại bảng 3.13 nhưng diện tích là không lớn. Tuy nhiên, khu vực Cát Bà có ghi nhận việc san lấp lấn biển để xây dựng các khu nghỉ dưỡng, khách sạn ven biển đã và đang làm suy giảm diện vùng triều rạn đá.

d) Biến đổi khí hậu: Theo các kịch bản biến đổi khí hậu (BĐKH) thì các hệ sinh thái vùng ven biển, trong đó Việt Nam là nước chịu tác động rất lớn của hiện tượng BĐKH. Theo đó, các vùng triều ven biển như vùng triều cửa sông, rạn đá, rạn san hô, rừng ngập mặn có thể bị tác động mạnh khi nước biển dâng với ba kịch bản vào cuối thế kỷ, mực nước biển dâng ở khu vực Biển Đông gồm:

- Theo kịch bản RCP2.6, mực nước biển dâng khoảng 46cm (28cm ÷ 70cm);
- Theo kịch bản RCP4.5, mực nước biển dâng khoảng 55cm (34 cm ÷ 81cm);
- Theo kịch bản RCP8.5, mực nước biển dâng khoảng 77cm (5 cm ÷ 106cm).

Với các kịch bản này thì hầu hết các vùng triều, trong đó có vùng triều rạn đá sẽ bị chìm trong nước biển. Ngoài ra, với kịch bản nhiệt độ trung bình tăng và hiện tượng khí hậu cực đoan sẽ làm gia tăng tác động lên vùng triều rạn đá như nhiệt độ bãi triều sẽ tăng lên rất cao khi triều xuống, hay tác động thường xuyên của gió mùa lớn, các cơn bão,... Như vậy, hiện tượng biến đổi khí hậu là yếu tố tác động không nhỏ đến sự đa dạng của bãi triều rạn đá.

3.4. Đề xuất giải pháp quản lý đa dạng sinh học bãi triều rạn đá

Kết quả đánh giá mức độ ĐDSH và nguồn lợi sinh vật biển sống cố định ở vùng triều rạn đá đã được trình bày trong các mục 3.1, 3.2, 3.3 cho thấy vùng triều rạn đá là nơi có mức độ đa dạng sinh học cao và nhiều loài có giá trị kinh tế, quý hiếm, nhưng cũng đang bị ảnh hưởng nghiêm trọng bởi yếu tố môi trường và các hoạt động phát triển kinh tế - xã hội.

Các giải pháp và kỹ thuật cho quản lý ĐDSH bãi triều rạn đá phải dựa trên các cơ sở khoa học và pháp lý được trình bày trong bảng 3.14 dưới đây: Kết quả đánh giá cho thấy trong bối cảnh ĐDSH bãi triều rạn đá đang bị suy giảm nghiêm trọng, nhưng cũng mới chỉ được bảo vệ chung với các sinh cảnh khác trong các KBTB. Chưa có quy định

riêng, cụ thể cho dạng sinh cảnh này. Các mô hình bảo vệ ĐDSH cũng chưa chú trọng đến các bãi triều rạn đá. Vì vậy, rất cần đề xuất những giải pháp, những mô hình cụ thể nhằm bảo vệ các bãi triều rạn đá, một trong những sinh cảnh sẽ không thể khôi phục nếu chúng bị suy thoái.

Bảng 3.14. Tổng hợp các cơ sở khoa học, pháp lý quản lý bãi triều rạn đá

Stt	Cơ sở khoa học, pháp lý	Đặc điểm	Dự báo tác động hoặc giá trị
1	Đa dạng sinh học cao	Ghi nhận 262 loài, trong đó: ĐVĐ ghi nhận 170 loài thuộc 133 giống, 81 Họ, 38 Bộ, 9 Lớp, 4 Ngành; Rong biển ghi nhận 92 loài, thuộc 34 chi, 22 Họ, 14 bộ, 4 lớp và 2 dưới lớp, 04 Ngành.	Là sinh cảnh có ĐDSH cao, nơi dự trữ nguồn gen cho vịnh Bắc Bộ
2	Giá trị kinh tế, bảo tồn	- Các loài có giá trị kinh tế: 123 loài, gồm 85 loài động vật đáy và 38 loài rong. - 7 loài ĐVĐ ghi trong Sách đỏ Việt Nam.	Bãi triều rạn đá có giá trị kinh tế và bảo tồn cao.
3	Giá trị môi trường	- Nơi sống, bãi đẻ và phát triển của con non. - Là nơi kiếm ăn lý tưởng của các loài cá.	- Thể hiện qua tính liên kết sinh thái cao. - Các khảm sinh vật bám vừa là nơi ở, vừa là thức ăn cho các loài sinh vật khác .
4	Suy giảm đa dạng sinh học	- Suy giảm số loài: Giảm từ 18,4-75,8%, trung bình cả 3 khu vực nghiên cứu là 52,2%. - Suy giảm mật độ: Mật độ ĐVĐ suy giảm từ 77,4-96,3%. - Suy giảm sinh vật lượng: Sinh khối suy giảm khoảng 80%.	Mức độ suy giảm nhanh.
5	Các nguyên nhân gây suy giảm	- Ô nhiễm môi trường biển. - Khai thác hủy diệt. - Khai thác quá mức các nguồn lợi biển. - Hoạt động xây dựng các công trình biển.	Đây là các yếu tố chính gây suy giảm ĐDSH bãi triều rạn đá.

Stt	Cơ sở khoa học, pháp lý	Đặc điểm	Dự báo tác động hoặc giá trị
		- Biến đổi khí hậu.	
6	Các cơ sở pháp lý bảo vệ	Quan điểm về quản lý ĐDSH của Việt Nam.	- củng cố hệ thống chính sách và pháp luật về ĐDSH. - Tăng cường hệ thống tổ chức quản lý, phân cấp. - Tăng tính hiệu lực, hiệu quả của thực thi pháp luật. - Tăng cường các nguồn lực tài chính cho ĐDSH.
		Hệ thống văn bản pháp luật của nhà nước.	Luật Thủy sản, Luật Đa dạng sinh học, Luật Di sản, Nghị định 42/2019/NĐ-CP, Quyết định số 339/QĐ-TTg ngày 11/3/2021 của Thủ tướng Chính phủ
		Hệ thống văn bản của địa phương.	Nhằm bảo vệ các loài quý hiếm, các sinh cảnh đặc thù
7	Các mô hình bảo vệ đã thực hiện	Các KBTB, Vườn Quốc gia	- KBTB Bạch Long Vĩ - Khu bảo tồn Cô Tô - Vườn Quốc gia Cát Bà - Khu Dự trữ sinh quyển thế giới Cát Bà
8	Sự đồng thuận của cộng đồng	Nhận thức cộng đồng ngày càng cao về việc bảo vệ và khai thác hợp lý nguồn tài nguyên vùng triều rạn đá.	Dựa vào cộng đồng có thể xây dựng các mô hình bảo vệ các bãi triều rạn đá

3.4.1. Đề xuất bộ tiêu chí sử dụng bền vững bãi triều rạn đá và kiểm định thực tế

3.4.1.1. Đề xuất bộ tiêu chí sử dụng bền vững bãi triều rạn đá

Dựa vào 8 vấn đề đã được tổng hợp về cơ sở khoa học, pháp lý quản lý các bãi triều rạn đá, các căn cứ đề xuất bộ tiêu chí sử dụng bền vững vùng triều rạn đá phải dựa trên 4 nguyên tắc dưới đây:

- Bộ tiêu chí được xây dựng dựa trên căn cứ khoa học thực tiễn về đặc điểm sinh học và điều kiện tự nhiên khu vực nghiên cứu;

- Phù hợp, có ý nghĩa về mặt chính sách và thống nhất với các văn bản pháp luật về ĐDSH, như Luật Đa dạng sinh học, Chiến lược quốc gia về ĐDSH và các công ước quốc tế liên quan, như Công ước Đa dạng sinh học, Công ước về vùng đất ngập nước Ramsar...;

- Với mỗi tiêu chí, chọn tiêu chí đơn giản, dễ hiểu, có thể đo đếm được, ít tốn kém, có thể quan trắc được, có độ nhạy bén với sự thay đổi và mang tính đại diện.

- Bộ tiêu chí xây dựng theo mô hình P-S-R-B (Áp lực -Hiện trạng -Đáp ứng -Lợi ích) từ đó hướng đến trả lời những câu hỏi như: Hiện trạng ĐDSH như thế nào? Mức độ áp lực lên ĐDSH? Các đáp ứng nhằm bảo tồn và sử dụng bền vững ĐDSH? ĐDSH đưa lại lợi ích gì cho cộng đồng?

Bộ tiêu chí ĐDSH vùng triều rạn đá khu vực Đông Bắc được xác định để trả lời các câu hỏi cốt lõi với 20 tiêu chí, thuộc 04 nhóm cụ thể như sau: Nhóm tiêu chí hiện trạng (S) gồm 5 tiêu chí, nhóm tiêu chí áp lực (P) có 07 tiêu chí, nhóm tiêu chí đáp ứng (R) có 05 tiêu chí và nhóm tiêu chí lợi ích (B) có 03 tiêu chí và được trình bày chi tiết trong bảng 3.15.

Hầu hết các nhóm tiêu chí hiện trạng, áp lực, đáp ứng và lợi ích phù hợp với yêu cầu, hướng dẫn của Công ước Ramsar và đáp ứng cơ bản những đề xuất của Công ước về ĐDSH (CBD) đối với các tiêu chí ĐDSH để giám sát việc thực hiện Công ước.

Tần suất giám sát được xác định trên cơ sở phù hợp với các quy định pháp luật có liên quan, phù hợp với yêu cầu kỹ thuật và điều kiện thực tế các khu vực vùng triều rạn đá.

Bảng 3.15. Bộ tiêu chí đa dạng sinh học cốt lõi để quan trắc vùng triều rạn đá

Ký hiệu	Tiêu chí	Đơn vị đo đếm	Tần suất giám sát	Phương pháp
S	Nhóm tiêu chí hiện trạng (S)			
S1	Biến động diện tích bãi triều rạn đá do các hoạt động tự nhiên và con người.	m ²	2 - 5 năm	Đo đạc thực tế/ảnh chụp từ thiết bị bay không người lái hoặc ảnh vệ tinh.
S2	Đa dạng loài động vật đáy.	Loài	2 lần/năm	Khảo sát thu thập mẫu vật thực tế theo tuyến/mặt cắt trong các ô tiêu chuẩn.

Ký hiệu	Tiêu chí	Đơn vị đo đếm	Tần suất giám sát	Phương pháp
S3	Đa dạng loài rong biển.	Loài	2 lần/năm	Khảo sát thu thập mẫu vật thực tế theo tuyến/mặt cắt trong các ô tiêu chuẩn.
S4	Số lượng loài có nguy cấp trong Sách Đỏ IUCN/Sách Đỏ Việt Nam.	Loài	2 lần/năm	Khảo sát, thu mẫu thực tế theo tuyến/mặt cắt trong các ô tiêu chuẩn.
S5	Sản lượng các loài có giá trị kinh tế.	kg	Hàng năm	Thu thập số liệu từ Phòng thủy sản, phỏng vấn người khai thác và thu mua.
P	Nhóm tiêu chí áp lực (P)			
P1	Mức độ phân mảnh bãi triều rạn đá do các công trình xây dựng.	Mảnh	Hàng năm	Điều tra dựa trên quy hoạch phát triển vùng và khảo sát thực tế các công trình xây dựng chia cắt sinh thái và thay đổi dòng chảy tự nhiên.
P2	Chất lượng môi trường nước: muối dinh dưỡng, DO, pH, Độ mặn và các kim loại nặng.	Thông số	2 lần/năm	Thu thập và đo đạc thực tế và gửi mẫu nước phân tích cho các cơ quan/đơn vị có khả năng phân tích.
P3	Hoạt động khai thác trái phép.	Hoạt động	Hàng năm	Điều tra/phỏng vấn và thông tin từ cơ quan quản lý.
P4	Số lượng các loài ngoại lai (do di cư tự nhiên/ đối tượng nuôi trồng).	Loài	2 lần/năm	Khảo sát thu mẫu thực tế theo tuyến/mặt cắt trong các ô tiêu chuẩn.
P5	Tỉ lệ diện tích nuôi trồng trên diện tích bãi triều rạn đá tự nhiên.	%	Hàng năm	Đo đạc thực tế/ảnh chụp từ thiết bị bay không người lái hoặc ảnh vệ tinh.
P6	Áp lực dân số, sự phát triển khu đô thị/ khu công nghiệp và du lịch.	Người/ha vùng triều	Hàng năm	Điều tra/phỏng vấn và thông tin từ cơ quan quản lý.

Ký hiệu	Tiêu chí	Đơn vị đo đếm	Tần suất giám sát	Phương pháp
P7	Số lượng cơn bão tác động đến khu vực trong năm.	Cơn bão	Hàng năm	Tổng hợp từ trạm khí tượng/ cơ quan chức năng.
R	Nhóm tiêu chí đáp ứng (R)			
R1	Mức độ tuyên truyền phổ biến pháp luật/ hoạt động sinh kế cho người dân.	Buổi	5 năm	Điều tra/ phỏng vấn và tổng hợp thông tin từ cơ quan chức năng.
R2	Số lượng vụ bắt giữ vi phạm quy định trong hoạt động khai thác/ nuôi trồng/ xây dựng.	Số lần	Hàng năm	Điều tra và tổng hợp thông tin từ cơ quan chức năng.
R3	Số lượng các văn bản được ban hành để quản lý vùng triều rạn đá.	Văn bản	Hàng năm	Tổng hợp thông tin từ cơ quan chức năng.
R4	Số lượng cơ sở sản xuất nguồn giống bản địa/phục hồi sinh vật nguy cơ.	Cơ sở	Hàng năm	Điều tra và tổng hợp thông tin từ cơ quan chức năng.
R5	Số lượng mô hình sinh kế bền vững được nghiên cứu hoặc triển khai thực tế.	Mô hình	Hàng năm	Điều tra và tổng hợp thông tin từ cơ quan chức năng.
B	Nhóm tiêu chí lợi ích (B)			
B1	Năng suất và thu nhập bình quân từ hoạt động khai thác/nuôi trồng tại vùng triều rạn đá.	Tấn/năm và đồng/năm	Hàng năm	Điều tra và tổng hợp thông tin từ cơ quan chức năng.
B2	Số lượng nhà khoa học/ giáo viên/ học sinh tham gia hoạt động nghiên cứu và giáo dục.	Người	Hàng năm	Điều tra và tổng hợp thông tin từ cơ quan chức năng.
B3	Số lượng khách du lịch đến tham quan hàng năm.	Người	Hàng năm	Điều tra, tổng hợp thông tin từ cơ quan chức năng.

3.4.1.2. Kiểm định việc sử dụng bộ tiêu chí đa dạng sinh học vùng triều rạn đá tại khu vực nghiên cứu

Trên cơ sở các chỉ tiêu được lựa chọn, nghiên cứu sinh đã tiến hành đánh giá về mức độ triển khai, tính khả thi và độ chính xác của phương pháp quan trắc trên thực tiễn tại khu vực bãi triều rạn đá khu vực đảo Bạch Long Vĩ, Cô Tô và Cát Bà để đối chiếu xem xét khả năng ứng dụng và áp dụng trong thực tiễn của bộ tiêu chí đa dạng sinh học vùng triều rạn đá.

a) Nhóm tiêu chí về hiện trạng

Tiêu chí S-1: Biến động diện tích bãi triều rạn đá do các hoạt động tự nhiên và con người

Bãi triều rạn đá thường có diện tích nhỏ, lại có cấu trúc khá cứng nên ít bị biến động về diện tích do tác động tự nhiên. Do đó, việc biến động diện tích bãi triều rạn đá thường là do tác động của con người, như: xây dựng nhà hàng ven biển, xây dựng cảng hoặc các công trình thủy, lấn chiếm, hay chuyển đổi mục đích khác. Việc biến động này có tác động rất lớn đối với phân bố các quần xã sinh vật tại khu hệ. Trong khi đó, sự ổn định về môi trường sống là nhân tố đặc biệt quan trọng đối với việc điều tra, giám sát mức độ ĐDSH của khu hệ nghiên cứu. Do vậy, tiêu chí về biến động diện tích vùng triều rạn đá là thể hiện mức độ ổn định của môi trường sống.

Kết quả điều tra tại ba đảo nghiên cứu (Bạch Long Vĩ, Cát Bà và Cô Tô) cho thấy, mặc dù diện tích bãi triều rạn đá tại các khu vực nghiên cứu khá hẹp, nhưng cho đến hiện nay chưa ghi nhận sự xâm chiếm trái phép đến diện tích tự nhiên. Tuy nhiên, việc xây dựng các khu cầu cảng, âu cảng phục vụ dân sinh tại Bạch Long Vĩ và Cô Tô có ảnh hưởng đến diện tích tự nhiên, làm giảm diện tích bãi triều rạn đá.

Tiêu chí S-2: Đa dạng loài động vật đáy

Động vật đáy là quần xã sinh vật sống cố định tại khu vực bãi triều rạn đá. Chúng có khả năng bám dính rất cao với nền đá cứng để có thể tồn tại và chịu được tác động của sóng biển, dòng chảy. Do đó, việc lựa chọn đa dạng loài động vật đáy là tiêu chí đa dạng cho khu vực vùng triều rạn đá là rất thiết thực và mang ý nghĩa cũng như tính khả thi cao. Sinh vật đáy thường là những sinh vật đầu tiên đến cư trú tại khu hệ bãi triều và nền đáy cứng là tiền đề cho sự cư trú của các loài sinh vật khác như cá đến

kiếm ăn, hay các bào tử của rong, san hô có điều kiện để cư trú và phát triển. Nên mức độ đa dạng về thành loài ĐVĐ là yếu tố quan trọng để xác định mức độ ổn định môi trường sống, cũng như mức ĐDSH của vùng triều rạn đá. Kết quả điều tra trong nghiên cứu này phát hiện 170 loài ĐVĐ, trong đó Cô Tô có 71 loài, Bạch Long Vĩ có 102 loài và Cát Bà có 61 loài. Kết quả này cho thấy sự biến động rất lớn về cấu trúc thành phần loài cũng như mật độ phân bố và sinh lượng quần thể (bảng 3.13). Trong những năm qua, số loài tại các khu vực nghiên cứu đã suy giảm đáng kể. So với hơn 10 năm trước đây, số loài ĐVĐ suy giảm từ 18,4 % - 75,8 %, trung bình cho cả ba khu vực nghiên cứu giảm 52,2 % (bảng 3.13). Mật độ phân bố của ĐVĐ cũng suy giảm trung bình so với hơn 10 năm trước là từ 77,4 % - 96,3 % và sinh khối suy giảm khá lớn khoảng trên 80 % (bảng 3.13). Qua đó cho thấy đây là những cơ sở quan trọng nhằm đánh giá mức độ ĐDSH cho khu hệ.

Tiêu chí S-3: Đa dạng loài rong biển

Mặc dù rong biển phát triển theo mùa vụ, nhưng cũng là những sinh vật sống bám đáy. Rong biển phân bố tại khu vực bãi triều rạn đá là những loài có khả năng bám dính tốt, giúp cho chúng có thể bám trụ được dưới sự tác động của sóng biển và dòng chảy. Rong biển có vai trò đặc biệt quan trọng đối với HST vùng triều rạn đá. Sự phân bố của nhóm loài này không những là nguồn thức ăn cho các loài sinh vật trong khu hệ, mà còn là nơi trú ẩn và tránh nhiệt độ cao trên bề mặt bãi triều khi nước triều rút.

Kết quả điều tra thực tế tại khu vực vùng triều rạn đá khu vực Đông Bắc đã ghi nhận rong biển có tới 92 loài phân bố, trong đó Cô Tô có 40 loài, Bạch Long Vĩ có 25 loài và Cát Bà có 54 loài. Mặc dù ghi nhận số lượng lớn loài rong biển phân bố ở khu vực bãi triều rạn đá, nhưng so với hơn 10 năm trước thì vẫn có sự suy giảm khoảng 43,6% (bảng 3.13). Đây sẽ là cơ sở quan trọng trong việc quan trắc mức độ suy giảm ĐDSH tại khu hệ này.

Tiêu chí S-4: Số lượng loài nguy cấp trong Danh lục Đỏ IUCN/Sách Đỏ Việt Nam

Những loài nguy cấp trong Danh lục Đỏ IUCN/Sách Đỏ Việt Nam là những loài có nguy cơ cao tuyệt chủng, hoặc bị khai thác quá mức dẫn đến cạn kiệt nguồn tài nguyên. Để có thể đảm bảo mức độ ĐDSH cao của khu hệ vùng triều rạn đá, cũng như các khu hệ khác, thì nhóm loài có nguy cơ tuyệt chủng cần được đặc biệt quan tâm và

quan trắc thường xuyên. Qua đó, để có được giải pháp hiệu quả nhằm bảo vệ, phục hồi sinh vật bản địa dễ bị tổn thương. Số lượng loài Bào ngư (*Haliotis diversicolor*) và tần suất bắt gặp trong các năm qua cho thấy có sự suy giảm nghiêm trọng về mật độ và sinh lượng. Như vậy, rõ ràng hiện trạng các loài quý hiếm là chỉ số quan trọng để đánh giá hiện trạng ĐDSH bãi triều rạn đá Bạch Long Vĩ.

Tiêu chí S-5: Sản lượng các loài có giá trị kinh tế

Những loài sinh vật có giá trị kinh tế thường bị khai thác quá mức nếu không có được những giải pháp quản lý, phục hồi và bảo vệ hợp lý. Do vậy, việc quan trắc các loài có giá trị kinh tế nhằm xác định được những đối tượng sinh vật dễ bị tổn thương và sẽ đánh giá được mức độ, nguy cơ suy giảm nguồn lợi, từ đó có được giải pháp hợp lý. Chính vì vậy, sản lượng các loài có giá trị kinh tế được xây dựng thành tiêu chí quan trọng trong việc đánh giá mức độ ĐDSH của khu vực vùng triều rạn đá.

Kết quả điều tra (năm 2017 và 2018) tại khu vực nghiên cứu đã xác định được 85 loài có giá trị kinh tế. Các loài có giá trị kinh tế được chia theo các nhóm giá trị sử dụng, như làm thực phẩm (TP), dược liệu (DL), mỹ nghệ (MN). Cụ thể số loài của từng lớp như sau: Lớp hai mảnh vỏ (Bivalvia) có 32 loài, Lớp Chân bụng 29 loài, Giáp xác có 10 loài, Hải sâm có 9 loài, Sao biển có 3 loài, Cầu gai có 2 loài. Đây là những đối tượng cần phải được quản lý và giám sát chặt chẽ, cho thấy việc lựa chọn tiêu chí về sản lượng các loài có giá trị kinh tế là hợp lý và có tính khả thi cao.

b) Nhóm tiêu chí áp lực (P)

Tiêu chí P-1: Mức độ phân mảnh bãi triều rạn đá do các công trình xây dựng

Việc các công trình xây dựng ven biển được bồi đắp làm thay đổi tính liên kết giữa các khu vực triều và các đới do làm thay đổi dòng chảy, chiều hướng sóng tác động lên bề mặt rạn đá làm cho thay đổi về cấu trúc phân bố. Do vậy, việc phân mảnh bãi triều làm mất đi tính liên kết sinh thái tự nhiên, gây ảnh hưởng đến mức độ phân bố của nhiều loài trong khu hệ. Do đó, việc lựa chọn tiêu chí mức độ phân mảnh bãi triều sẽ cho thấy được nguy cơ giảm khả năng phân bố tự nhiên làm cho một số loài phát triển mạnh mẽ (phù hợp với môi trường mới), nhưng lại làm suy giảm đi những sinh vật khác. Đây cũng chính là nguyên nhân của sự suy giảm ĐDSH cho khu hệ. Tại ba khu vực nghiên cứu, mặc dù có các công trình cảng được xây dựng trên bãi triều rạn đá, nhưng kết quả điều

tra thực tế cho thấy các hoạt động này không có hoạt động san lấp diện tích lớn, nên mức độ phân mảnh bãi triều rạn đá thấp.

Tiêu chí P-2: Chất lượng môi trường nước: muối dinh dưỡng, DO, pH, Độ mặn và các kim loại nặng

Muối dinh dưỡng cũng một số thông số môi trường sẽ phản ánh mức độ phú dưỡng ở khu vực rạn và các điều kiện sống của sinh vật khu vực này. Việc tăng giảm các muối dinh dưỡng sẽ dẫn đến một số loài sinh vật phát triển vượt bậc (rong biển/phù du). Nhưng đó cũng là dấu hiệu gây áp lực lên tính ĐDSH cho khu hệ, bởi nhóm các loài thực vật biển sử dụng ánh sáng và dinh dưỡng để tổng hợp năng lượng và phát triển. Do đó, tiêu chí P-2 được lựa chọn để nhằm kiểm soát được môi trường sống đến giải pháp bảo vệ tính ĐDSH cho khu vực. Đối với khu vực Cô Tô và Bạch Long Vĩ là những đảo xa bờ, ít chịu tác động từ lục địa nên chất lượng môi trường hiện đang được ghi nhận ở mức tốt. Tuy nhiên, chất lượng môi trường tại Cát Bà chịu tác động lớn từ nguồn nước lục địa cũng như các hoạt động du lịch và nuôi trồng thủy sản. Hiện nay, vấn đề chất lượng môi trường tại Cát Bà đã và đang được quản lý chặt chẽ và quy hoạch các khu vực nuôi trồng thủy sản hướng đến phát triển kinh tế biển bền vững. Như vậy, vấn đề chất lượng môi trường tại ba huyện đảo nghiên cứu đều cơ bản đảm bảo chỉ tiêu về chất lượng môi trường.

Tiêu chí P-3: Hoạt động khai thác trái phép

Các hoạt động khai thác trái phép tiềm ẩn rất nhiều nguy cơ dẫn đến suy giảm nguồn lợi và thành phần loài. Việc quản lý và tuyên truyền người dân không thực hiện các hoạt động khai thác trái phép là biện pháp cần thiết và cần được quan tâm đúng mức. Nhận thức được tầm quan trọng của việc xác định và đánh giá hoạt động khai thác trái phép là một trong những tiêu chí áp lực trong việc bảo vệ ĐDSH. Kết quả điều tra thực tế cho thấy việc khai thác trái phép giảm về số lượng vụ đánh bắt cũng như hình thức đánh bắt hủy diệt. Do khu vực Bạch Long Vĩ và Cô Tô đã thành lập khu bảo tồn biển, trong khi đó Cát Bà là Vườn quốc gia nên thường xuyên có lực lượng chức năng giám sát và quản lý. Theo thống kê của Ban quản lý KBTB Bạch Long Vĩ, số lượng hoạt động khai thác trái phép trong khu bảo tồn biển từ năm 2016 đến năm 2021 lên đến 8.612 vụ vi phạm, trong đó có tới 7.105 vụ khai thác tại vùng bãi triều. Tuy nhiên, trong những

năm gần đây, số vụ đánh bắt vi phạm đã giảm đáng kể. Kết quả này cho thấy việc xây dựng các khu vực bảo vệ và có lực lượng chức năng sẽ góp phần quan trọng trong việc quản lý và bảo vệ các khu vực vùng bãi triều rạn đá.

Tiêu chí P-4: Số lượng các loài ngoại lai (do di cư tự nhiên/đối tượng nuôi trồng)

Sinh vật ngoại lai xâm nhập vào môi trường mới cho thấy chúng có khả năng thích nghi và sống rất mạnh mẽ. Một số loài đã và đang gây những tác động lớn đến quần xã sinh vật bản địa. Do vậy, tiêu chí về số lượng loài ngoại lai cần phải được quan tâm, từ đó đánh giá mức độ xâm hại của những sinh vật ngoại lai đối với sinh vật bản địa. Đây là tiêu chí quan trọng ảnh hưởng đến mức độ đa dạng và sự ổn định của quần xã sinh vật.

Hiện nay, chưa có ghi nhận loài sinh vật ngoại lai xâm hại tại vùng triều rạn đá ở khu vực nghiên cứu. Nhưng các KBTB và Vườn quốc gia cần phải lưu ý để quản lý các hoạt động nuôi trồng, cũng như thường xuyên giám sát những loài sinh vật ngoại lai để tránh gây hại đến sinh vật bản địa.

Tiêu chí P-5: Tỷ lệ diện tích nuôi trồng trên diện tích bãi triều rạn đá tự nhiên

Nuôi trồng thủy sản là một trong những hoạt động diễn ra mạnh mẽ ở khu vực vùng triều. Việc nuôi thương phẩm các loài sinh vật có giá trị kinh tế thường có nguồn giống nhập hoặc bản địa. Trong quá trình NTTS, con người thường chú trọng đến các loài vật nuôi và tiêu diệt các loài khác có thể gây hại đến loài vật nuôi. Do đó dẫn đến nguy cơ làm suy giảm mức độ đa dạng sinh vật tại khu hệ. Chính vì vậy, tiêu chí tỷ lệ diện tích nuôi trồng trên diện tích tự nhiên cần phải được xác định để có được kết quả về tỷ lệ giới hạn vẫn đảm bảo được mức độ bền vững của ĐDSH.

Việc quản lý và quy hoạch khu vực NTTS tại khu vực vùng triều rạn đá ở cả ba khu vực nghiên cứu được thực hiện tốt. Hầu hết các bãi nuôi thủy sản hay lồng bè ảnh hưởng đến bãi triều rạn đá đều được bỏ, thay vào đó là các hoạt động nuôi trồng được quy hoạch ngoài khu vực bãi triều rạn đá. Chính vì vậy, cả ba huyện đảo nghiên cứu đều đạt tiêu chí P-5.

Tiêu chí P-6: Áp lực dân số, phát triển khu đô thị/khu công nghiệp và du lịch

Các hoạt động của con người như phát triển khu công nghiệp, đô thị hay khu vui chơi giải trí... đã và đang gây áp lực không nhỏ đến quần xã sinh vật trong các hệ sinh

thái ven biển. Việc xác định được số lượng người và sức tải của hệ sinh thái đối với các tác động của con người có vai trò quan trọng đến việc đưa ra các giải pháp hạn chế và bảo vệ tính ĐDSH và phân bố của quần xã sinh vật.

Tại ba huyện đảo nghiên cứu không có khu công nghiệp gây áp lực trực tiếp lên HST vùng triều rạn đá và mật độ dân số tại các huyện đảo thấp. Tuy nhiên, hiện nay tại khu vực Cát Bà và Cô Tô, các hệ sinh thái biển đang chịu tác động rất lớn từ các hoạt động du lịch. Lượng khách du lịch tăng đột biến trong một vài thời điểm trong năm (chủ yếu là mùa Hè) đã tác động lớn đến nguồn lợi hải sản, cũng như gây áp lực đến môi trường sinh thái, trong đó có khu vực vùng triều rạn đá. Trong khi đó, do Bạch Long Vĩ là đảo xa bờ, việc đi lại chưa được thuận tiện nên áp lực P-6 là không lớn. Tuy nhiên, do đảo có diện tích nhỏ nhất trong ba đảo nghiên cứu nên rất nhạy cảm với những áp lực này nếu không có được sự quản lý và quy hoạch phát triển mang tính bền vững.

Tiêu chí P-7: Số lượng cơn bão tác động đến khu vực trong năm

Vùng triều rạn đá là khu hệ chịu tác động rất lớn từ sóng biển và các dòng chảy đại dương. Do vậy, những trận bão đổ bộ sẽ gây lên mức độ tác động rất lớn đối với quần xã sinh vật cư trú trong khu hệ. Với năng lượng sóng lớn từ bão sẽ làm cho nhiều sinh vật bị đánh bật khỏi nền đáy, gây lên biến động lớn về sự ổn định trong quần xã. Chính vì vậy, việc đưa chỉ số các cơn bão tác động đến khu vực trong năm là tiêu chí quan trọng nhằm đánh giá và lý giải về mức độ ổn định của khu hệ phù hợp với đặc điểm, điều kiện tự nhiên của khu vực giám sát.

Trong nghiên cứu này, chúng ta thấy rất rõ sự khác biệt về tác động từ điều kiện tự nhiên. Khu vực đảo BLV nằm ở giữa vịnh Bắc Bộ, thường xuyên chịu tác động của sóng biển. Trong khi đó, khu vực rạn đá ở Cát Bà và Cô Tô là những khu vực ven bờ, được che chắn nên giảm được những tác động của sóng biển cũng như năng lượng từ bão.

c) Nhóm tiêu chí đáp ứng (R)

Tiêu chí R-1: Mức độ tuyên truyền phổ biến pháp luật/hoạt động sinh kế cho người dân

Công tác tuyên truyền, hướng dẫn người dân hiểu và làm việc theo quy định của pháp luật là rất cần thiết. Khi người dân hiểu được ý nghĩa của hoạt động bảo vệ ĐDSH hướng đến phát triển bền vững thì họ sẽ chủ động và thực hiện bảo vệ chính nơi tạo nên

sinh kế cho họ. Do vậy, mức độ tuyên truyền phổ biến và hướng dẫn hoạt động sinh kế bền vững cho người dân cần phải được quan sát trong việc điều tra đánh giá ĐDSH cho khu hệ.

Theo kết quả điều tra thống kê tại Bạch Long Vĩ, từ năm 2016 đến 2021 đã tuyên truyền trực tiếp cho 2.162 lượt trường hợp bắt ốc, bắt cá, đào vọp, bắt cua tại vùng triều trong khu vực cấm; tuyên truyền và yêu cầu rời vị trí đến 137 lượt trường hợp tàu, thuyền neo đậu trái quy định (trong khu vực cấm). Tại Cát Bà và Cô Tô, mặc dù không có dữ liệu cụ thể nhưng tại đây đã có những hoạt động bảo vệ và quản lý theo các chương trình hoạt động theo Luật Thủy sản năm 2017, Luật Đa dạng sinh học năm 2008, Nghị định số 42/2019/NĐ-CP và các quy định về bảo tồn biển, vi phạm khai thác, mua bán, tàng trữ, sử dụng các loài thủy sinh quý, hiếm có nguy cơ bị tuyệt chủng trong khu bảo tồn.

Tiêu chí R-2: Số lượng vụ bắt giữ vi phạm quy định trong hoạt động khai thác/nuôi trồng/xây dựng

Số lượng các vụ vi phạm quy định trong hoạt động khai thác/nuôi trồng và xây dựng trên khu vực bãi triều rạn đá sẽ cho thấy mức độ hiểu và làm theo quy định, cũng như công tác quản lý của chính quyền địa phương. Dữ liệu này sẽ cho thấy được hiện trạng quản lý và bảo vệ khu hệ bãi triều rạn đá tại khu vực quan sát.

Tại khu vực Bạch Long Vĩ, hàng năm Ban quản lý KBTB phát hiện và ngăn chặn được hàng nghìn trường hợp vi phạm về khai thác thủy sản trái phép trong khu bảo tồn biển, khai thác trái phép các loài trong danh mục bảo tồn, sử dụng phương tiện, dụng cụ khai thác trái phép. Riêng năm 2021 đã phát hiện và xử lý 2005 vụ vi phạm. Mặc dù số lượng vụ vi phạm hoạt động khai thác đã giảm đáng kể so với những năm trước đây, nhưng cho thấy việc tuyên truyền nâng cao nhận thức cho người dân cần được mở rộng không chỉ với người dân địa phương mà đến cả các ngư dân đến hoạt động tại vùng biển.

Tiêu chí R-3: Số lượng văn bản được ban hành để quản lý vùng triều rạn đá

Dữ liệu thống kê về số lượng văn bản được ban hành trong quản lý vùng triều rạn đá hoặc khu vực vùng triều/đất ngập nước cho thấy việc quan tâm của chính quyền các cấp đối với việc bảo vệ và định hướng phát triển khu hệ này. Việc số lượng văn bản càng lớn cho thấy được sự chủ động trong công tác quản lý. Kết quả sự thay đổi chính sách sẽ

góp phần quan trọng trong việc bảo vệ cũng như phát triển và sử dụng hợp lý nguồn tài nguyên từ bãi triều rạn đá.

Hiện nay, hệ thống văn bản quản lý vùng triều rạn đá được bao hàm trong các Luật và Nghị định của Chính phủ như: Luật Thủy sản năm 2017, Luật Đa dạng sinh học năm 2008, Nghị định 42/2019/NĐ-CP của Chính phủ quy định xử phạt vi phạm hành chính trong lĩnh vực thủy sản và rất nhiều văn bản pháp luật về quy hoạch, phát triển và bảo vệ nguồn lợi hải sản khác. Các văn bản của các Chính quyền địa phương hay các Thông báo của KBTB cũng được triển khai phù hợp với tình hình thực tế.

Tiêu chí R-4: Số lượng cơ sở sản xuất nguồn giống bản địa/phục hồi sinh vật nguy cơ

Cơ sở sản xuất giống bản địa và phục hồi sinh vật nguy cơ là dấu hiệu cho thấy khả năng phục hồi và bảo tồn các loài sinh vật bản địa. Việc phát triển các cơ sở này sẽ cho thấy khả năng đáp ứng được với những nguy cơ về suy giảm nguồn lợi và tác động trực tiếp đến sinh vật có nguy cơ tuyệt chủng. Hiện nay, các trại giống tại khu vực ven biển đang hoạt động có hiệu quả, đem lại nguồn giống bản địa. Một số dự án đã nuôi dưỡng và bảo vệ nguồn giống bố mẹ như tại Bạch Long Vĩ đã có được đề án xây dựng bảo vệ nguồn giống bào ngư bố mẹ, đối tượng có dấu hiệu suy giảm mạnh về sản lượng cũng như mức độ phong phú loài.

Kết quả điều tra thực tế cho thấy tại khu vực Bạch Long Vĩ và Cô Tô đã có Trại sản xuất giống Bào ngư nhằm bảo vệ nguồn giống bố mẹ và sản xuất giống để thả tái tạo, phục hồi nguồn lợi. Tại Cát Bà hiện tại có hai trung tâm giống của Bộ Nông nghiệp phát triển nông thôn đã góp phần quan trọng trong việc sản xuất nguồn giống hải sản trong nuôi thương phẩm và trong việc phát triển nguồn hải sản bản địa, như tu hài, hào... Như vậy, cả ba khu vực nghiên cứu đều đạt tiêu chuẩn R-4.

Tiêu chí R-5: Số lượng mô hình sinh kế bền vững được nghiên cứu hoặc triển khai thực tế

Các nghiên cứu tại địa phương về sinh kế bền vững, hay các nghiên cứu bảo tồn ĐDSH sẽ đưa ra được các giải pháp khắc phục và phát triển bền vững. Tuy nhiên, các nghiên cứu khoa học chưa được áp dụng nhiều trong thực tiễn, dẫn đến các điểm hạn chế vẫn chưa được giải quyết triệt để, hoặc chỉ trong thời gian dự án thực hiện. Do vậy, tiêu

chỉ số lượng mô hình sinh kế bền vững được nghiên cứu và triển khai thực tế là chỉ số cho thấy mức độ đáp ứng của các nhà khoa học và chính quyền địa phương đối với khả năng bảo vệ và phát triển bền vững khu hệ vùng triều rạn đá.

Chưa có ghi nhận mô hình sinh kế bền vững được nghiên cứu và triển khai thực tế tại khu vực nghiên cứu. Do vậy, tiêu chí R-5 cần được các cấp chính quyền và nhà khoa học cần có những nghiên cứu để sớm xây dựng được mô hình sinh kế phù hợp hướng đến bảo vệ và khai thác hợp lý nguồn tài nguyên vùng triều rạn đá.

d) Nhóm tiêu chí lợi ích (B)

Tiêu chí B-1: Năng suất và thu nhập bình quân từ hoạt động khai thác/nuôi trồng tại vùng triều rạn đá

Thu nhập bình quân và năng suất khai thác thủy sản trong khu vực cho thấy lợi ích thu được từ nguồn lợi của bãi triều rạn đá. Qua dữ liệu sẽ có được đánh giá về khả năng khai thác và tiềm năng phát triển các ngành nghề liên quan. Đặc biệt là sẽ làm cho người dân nhận thức rõ được tầm quan trọng của việc bảo vệ rạn san hô, bãi triều rạn đá.

Hầu như các hoạt động khai thác tại vùng triều rạn đá là khai thác thủ công nên năng suất chưa cao. Cũng như do đặc điểm nền đá nên việc nuôi trồng các loài thủy sản còn rất nhiều hạn chế. Chính vì vậy, với tiêu chí này cho thấy cần phải có những mô hình nuôi trồng và khai thác thực sự hiệu quả và phù hợp với điều kiện đặc điểm của nền đáy, nhằm hướng đến sự ổn định sinh kế cho người dân trong khu vực.

Tiêu chí B-2: Số lượng nhà khoa học/giáo viên/học sinh tham gia hoạt động nghiên cứu và giáo dục

Dữ liệu về số lượng nhà khoa học/giáo viên và học sinh tham gia nghiên cứu hoặc tập huấn, tham quan mục đích giáo dục sẽ thể hiện mức độ quan tâm của xã hội đến ĐDSH vùng triều rạn đá. Các công trình nghiên cứu sẽ đưa ra được các giải pháp cho việc bảo vệ và phát triển bền vững hệ sinh thái vùng triều rạn đá. Trong khi đó, học sinh/sinh viên tham quan với mục đích giáo dục sẽ cho thấy thế hệ tương lai quan tâm bảo vệ vùng triều rạn đá.

Mặc dù tại ba khu vực nghiên cứu đều đã có những đề tài/dự án các cấp tiến hành nghiên cứu về ĐDSH, nhưng theo thống kê thì các đề tài/dự án này vẫn mang tính tổng quát cho toàn khu vực và còn rất ít đề tài nghiên cứu chuyên sâu về vùng triều rạn đá.

Do vậy để đạt được tiêu chí này thì các nhà khoa học cũng như quản lý cần phải thúc đẩy các hoạt động nghiên cứu/giáo dục nhằm tìm được những giải pháp cho sự phát triển bền vững. Nghiên cứu này cũng là nghiên cứu đầu tiên về việc xây dựng các giải pháp quản lý và giám sát cho vùng triều rạn đá.

Tiêu chí B-3: Số lượng khách du lịch đến tham quan hàng năm

Dữ liệu khách du lịch đến tham quan hàng năm cho thấy được tiềm năng khai thác du lịch và những lợi ích của bãi triều rạn đá đem lại. Phát triển du lịch là một trong những định hướng nền công nghiệp không khói, sẽ góp phần làm giảm áp lực lên tài nguyên sinh vật cho khu vực. Mặt khác, việc phát triển du lịch quá mức kéo theo nhu cầu sử dụng nguồn lợi hải sản lớn và gây áp lực về môi trường sinh thái từ rác thải sinh hoạt, cũng tác động rất lớn đến nguồn lợi ĐDSH cho khu hệ.

Tại Cát Bà và Cô Tô đang có rất nhiều chương trình và hoạt động trải nghiệm thu hút khách du lịch đến tham quan. Số lượng khách du lịch tăng lên rất nhanh theo từng năm. Theo thống kê năm 2018, lượng du khách đến Cô Tô đạt 320.000 lượt, tập trung chủ yếu vào các tháng mùa Hè. Mặc dù ảnh hưởng của dịch Covid-19, nhưng năm 2020 Cô Tô cũng đón được 150.000 lượt khách. Theo thống kê năm 2019, Cát Bà đón khoảng 1,5 triệu lượt khách. Năm 2020 do ảnh hưởng của dịch bệnh Covid-19 nên lượng khách giảm khoảng 47%. Qua đó cho thấy, bên cạnh lợi ích của du lịch đem lại cho người dân một sinh kế mới, nhưng hai huyện đảo này cũng đối mặt với sức ép đến ĐDSH rất lớn và cần có những đánh giá sức tải môi trường và sinh thái nhằm có giải pháp ổn định và bền vững. Trong khi đó, Bạch Long Vĩ có số lượng khách du lịch chưa nhiều, chủ yếu là khách du lịch trải nghiệm và thăm thân nên hầu như các hoạt động du lịch chưa có tác động nhiều đến môi trường và sinh thái.

3.4.2. Đề xuất giải pháp quan trắc hiện trạng bãi triều rạn đá bằng thiết bị bay không người lái

Để có thể quản lý và khai thác bền vững các HST, trong đó có HST vùng triều, đặc biệt là các bãi triều rạn đá thì việc xây dựng được những công cụ về bộ chỉ số như phần trên là điều cần thiết. Bên cạnh đó, với sự phát triển của công nghệ thiết bị bay không người lái đã và đang được ứng dụng rất lớn vào trong cuộc sống, như xây dựng bản đồ địa hình, giám sát rừng, động vật hoang dã, quan trắc các HST nông nghiệp. Việc

ứng dụng thiết bị bay không người lái đã làm giảm nhân công và có được công cụ quan trắc đơn giản cho các nhà quản lý, đặc biệt là trong thời đại công nghệ số như hiện nay. Chính vì vậy, việc xây dựng thành công phương pháp quan trắc ĐDSH bãi triều rạn đá bằng thiết bị bay không người lái sẽ góp phần quan trọng vào trong công tác quản lý, bảo vệ HST vùng triều rạn đá.

Từ kết quả thực hiện bay chụp thực tế tại bãi triều rạn đá Bạch Long Vĩ, tác giả đã xây dựng được Bản đồ hiện trạng vùng triều rạn đá khu vực bay chụp bằng thiết bị bay không người lái trên diện tích 30ha, được xây dựng đúng với quy định của Bộ Tài nguyên và Môi trường với tỉ lệ 1:3.500 (phụ lục 3.6) và đã phân loại được 05 đối tượng tại bảng 3.16.

Bảng 3.16. Kết quả phân loại đối tượng trên bản đồ hiện trạng bãi triều rạn đá khu vực bay chụp bằng thiết bị bay không người lái tại Bạch Long Vĩ

TT	Đối tượng	Diện tích (ha)
1	Khu vực bao phủ bởi nước biển	12,411
2	Hải miên	0,101
3	Rong biển	4,102
4	Hàu biển	0,48
5	Nền đáy đá sỏi	12,85
	Tổng cộng	30

Theo đó, các đối tượng được phân loại theo diện tích thực tế, phản ánh đầy đủ hiện trạng sinh vật phân bố tại các đới triều trong khu vực tiến hành bay chụp.

Kết quả kiểm định độ chính xác được so sánh với phân loại các đối tượng chất đáy từ ảnh đa phổ tầm thấp phân lớn trùng với kết quả khảo sát thực địa (bảng 3.17).

Bảng 3.17. Độ chính xác ảnh giải đoán chụp tầm thấp tại Bạch Long Vĩ

TT	Đối tượng giải đoán	Số điểm ghi nhận được thực tế	Tỉ lệ chính xác trung bình (%)
I	Cao triều	15	100
1.1	Nền đá	15	100
1.2	Rong biển	8	100
1.3	Động vật đáy (hàu)	3	100
II	Trung triều	15	99,33
2.1	Nền đá	15	100
2.2	Rong biển	10	100
2.3	Động vật đáy	8	98,0
III	Thấp triều	15	95,33
3.1	Nền đá	15	100
3.2	Rong biển	8	95,0
3.3	Động vật đáy	12	92,5
	Trung bình	45	98,22

Tỉ lệ phần trăm chính xác khi so sánh giữa ảnh giải đoán và thực tế cho thấy khu vực trên triều có tỉ lệ chính xác rất cao (100%) đối với rong biển cũng như các sinh vật đáy. Tuy nhiên, khu vực này có sự ghi nhận rất nghèo nàn phân bố của sinh vật. Do nước triều không thường xuyên ngập nên khu vực này có điều kiện khắc nghiệt khi nền đá thường xuyên phơi bãi (nóng, khô hạn). Tần suất bắt gặp sinh vật (rong biển và động vật đáy) ở khu vực trung triều là lớn hơn 10/15 điểm đối với rong biển và 8/15 điểm đối với động vật đáy (chủ yếu là Hàu bám đá). Kết quả so sánh ảnh giải đoán và điều tra thực tế cho thấy tỉ lệ chính xác đối với nền đá và rong biển là 100%. Nhưng tỉ lệ này giảm ở đối tượng động vật đáy (98%). Theo quan sát thực tế, cho thấy Hàu bám đá có độ phản chiếu tương đối ở một số vùng nền cát và Hải miên thường bị nhầm lẫn với rong biển hoặc nền đá sẫm màu, còn lại các sinh vật đáy nhỏ bám viền đá thì không thể hiện rõ trên ảnh giải đoán.

Tỉ lệ chính xác này giảm dần khi bãi triều ngập nước. Trong thời gian chụp ở độ sâu 1-2 m thì tỉ lệ chính xác trung bình là 95,33%. Trong đó, nền đá vẫn có độ chính xác là 100%, tỉ lệ này giảm ở rong biển (95%). Mặc dù với ảnh đa phổ, việc phân loại dựa

trên chỉ số thực vật NDVI là có sự khác biệt rất rõ so với nền đá, nhưng do tác động của tầng nước đã gây ra sự sai lệch nhỏ. Kết quả độ chính xác đối với động vật đáy có sự suy giảm đáng kể ở vùng thấp triều (92,5%), vì khu vực này Hầu biển phân bố ít hơn các nhóm động vật đáy khác. Mặc dù điều tra thực tế có tần suất bắt gặp lớn (12/15 điểm), nhưng chủ yếu là các loài ốc, vẹm bám dưới các khe đá, nên việc xác định được trên ảnh là rất hạn chế. Kết quả xác định được độ chính xác trung bình cho toàn vùng bãi triều rạn đá là 98,22%.

Kết quả này cho thấy, việc phân loại đối tượng từ ảnh chụp tầm thấp của thiết bị bay không người lái có độ tin cậy rất cao và có thể sử dụng để xây dựng bản đồ hiện trạng bãi triều rạn đá. Tuy nhiên, độ chính xác ngày càng giảm khi bãi triều bị ngập nước. Chính vì vậy, để có thể ứng dụng trong thực tiễn thì khi bay chụp cần phải chọn được tại thời điểm nước triều kiệt để lộ bãi với diện tích lớn và phải chụp tại nhiều sinh cảnh khác nhau để có thể hoàn thiện khoả giải đoán.

Từ những kết quả nghiên cứu đạt được, một quy trình quan trắc HST vùng triều rạn đá gồm 8 bước được đề xuất như sau:

- Bước 1: Công tác chuẩn bị

- Kiểm tra thiết bị bay tầm thấp: Trước khi tiến hành bay cần phải kiểm tra thiết bị bay không người lái. Thiết bị bay cần phải đầy đủ về các phụ kiện như: Cánh bay, bộ phận điều khiển và pin (phụ lục 3.1).

- Kiểm tra máy ảnh: Máy ảnh là bộ phận rất quan trọng của thiết bị không người lái. Việc kiểm tra máy ảnh thực hiện trên phần mềm điều khiển DJI GS pro (phụ lục 3.2).

- Chuẩn bị các vật tư tiêu hao: Các vật tư khác cần phải chuẩn bị, như pin cần phải được sạc đầy và đủ số lượng cho kế hoạch bay, dây kết nối thiết bị điều khiển và phần mềm bay DJI GS pro, thiết bị điểm làm dấu trên mặt đất và thiết bị định vị vệ tinh để làm điểm khống chế mặt đất (ground control) (phụ lục 3.3).

- Bước 2: Thiết lập kế hoạch bay

Sau đây là các điểm cần được cân nhắc kỹ khi xác định khu vực khảo sát. Có thể phải kiểm tra hiện trường:

- Bảo đảm điểm điều khiển không quá xa khu vực khảo sát. Khoảng cách đề xuất từ điểm điều khiển đến điểm khảo sát xa nhất là trong vòng 3km.

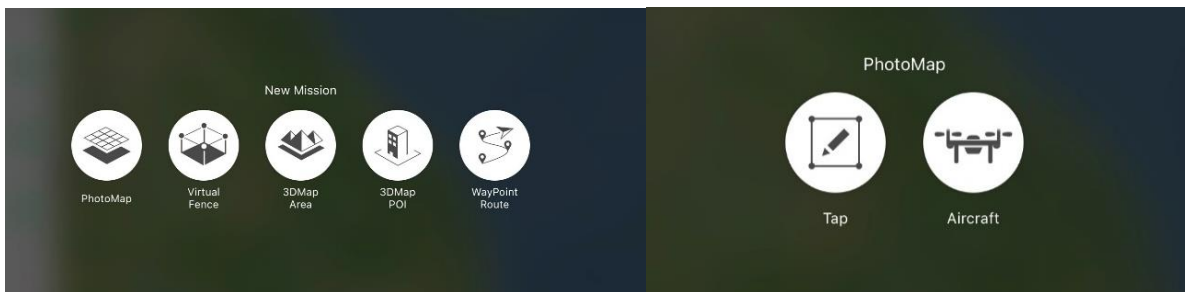
- Bảo đảm có nguồn điện tại điểm khảo sát để khảo sát bay liên tục. Nếu không có điện, cần xem xét kế hoạch nguồn điện dự phòng.

- Bảo đảm không có vật cản cho hoạt động bay an toàn như từ trường, dây điện.

- Bước 3: Xây dựng kế hoạch bay chụp

Để đảm bảo việc ghép ảnh chụp trong quá trình bay thì kế hoạch bay được thiết lập theo chế độ bay tự động và theo quy trình bay được xác lập trên phần mềm DJI GS pro. Tùy theo điều kiện và đối tượng bay thực tế để xác định độ cao bay phù hợp. Kết quả nghiên cứu này cho thấy độ cao phù hợp cho khu vực bãi triều rạn đá là 150 m đến 200m.

Bước 1: Mở và đăng nhập tài khoản trên phần mềm DJI GS Pro trên Ipad



Hình 3.23. Giao diện tạo kế hoạch bay trên phần mềm DJI GS Pro

Bước 2: Tạo kế hoạch bay mới: My missions → New Mission → PhotoMap → Tap (lựa chọn vị trí trên bản đồ số).

Bước 3: Thiết lập đường bay: Dựa trên địa hình và khung hình cần chụp tiến hành xác định diện tích bay, đường bay, góc chụp phù hợp với thời gian chụp, tránh các yếu tố ảnh hưởng bởi chiếu sáng của mặt trời, đặc biệt khi chụp khu vực bãi triều có phản chiếu ánh sáng từ mặt nước làm cho chất lượng ảnh không tốt (phụ lục 3.4).

- Bước 4: Kiểm tra điều kiện thời tiết trước khi bay

Việc kiểm tra thời tiết cần phải thực hiện trước, nhằm đảm bảo kế hoạch bay được thực hiện an toàn và có hiệu quả nhất. Hiện nay, có nhiều phần mềm chuyên dụng trên các thiết bị di động thông minh (điện thoại, máy tính bảng) hay các website chuyên về dự báo thời tiết cho việc vận hành thiết bị bay không người lái như UAV Forecast, Windy, Drone Buddy-Flying, Dronecast Weather,... Trong đó phần mềm UAV Forecast được sử dụng rộng rãi nhất. UAV Forecast không chỉ cung cấp thông tin về thời tiết mà còn thông tin về những “khu vực cấm bay” (ví dụ như: xung quanh sân bay, khu vực đông dân cư, v.v.).







- Bước 5: Tiến hành bay chụp và ghép ảnh

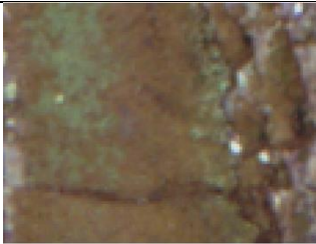
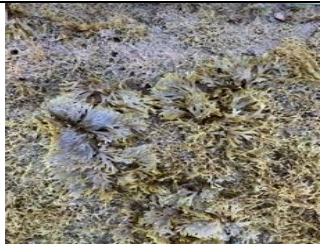
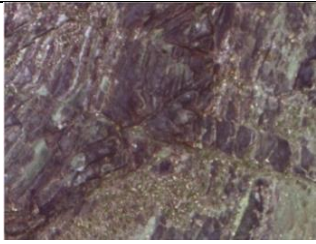

Quá trình bay chụp được thực hiện một cách tự động theo kế hoạch bay đã được thiết lập trên phần mềm DJI GS Pro. Kết quả ghép ảnh được thực hiện trên phần mềm Agisoft Metashape Professional như đã trình bày trong phương pháp nghiên cứu (kết quả ghép ảnh chụp tại Bạch Long Vĩ tại phụ lục 3.5).

- Bước 6: Xây dựng khoá giải đoán hệ sinh thái vùng triều rạn đá

Dựa trên kết quả xử lý ảnh chụp từ thiết bị bay không người lái và kết quả điều tra mẫu đối chứng ngoài thực tế tại thời gian bay chụp, tiến hành xây dựng khoá giải đoán cho ảnh chụp tầm thấp từ thiết bị bay không người lái. Khoá giải đoán là cơ sở quan trọng để xác định, hiệu chỉnh các chỉ số trong khi xây dựng bản đồ hiện trạng cho toàn khu vực bay chụp. Dựa trên khoá giải đoán, các đối tượng được mô tả đối chiếu ảnh tổ hợp màu (kênh 3:2:1) và ảnh ngoài thực tế. Kết quả xây dựng khoá giải đoán đã xác định được 05 đối tượng gồm: nền đáy chìm dưới nước (nước biển), Hải miên, Hàu biển, rong biển và nền đáy đá (bảng 3.18).

Bảng 3.18. Khoá giải đoán phân bố nền đáy

TT	Đối tượng	Mô tả	Tổ hợp màu (kênh 3:2:1)	Ảnh ngoài thực địa
1	Nền đáy chìm dưới nước	Màu xám xen lẫn xanh nhạt, diện tích lớn		
2	Hải miên phân bố thành cụm nhỏ	Màu đen, kích thước nhỏ, kiểu da báo		
3	Hàu biển	Màu trắng sáng, từng đám, kích thước nhỏ		

TT	Đối tượng	Mô tả	Tổ hợp màu (kênh 3:2:1)	Ảnh ngoài thực địa
4	Rong biển	Màu xám, xanh nhạt, mịn		
5	Nền đáy đá	Màu nâu, tím, bề mặt gồ gề, nhiều vân		

- Bước 7: Phân loại có kiểm định

Tiến hành lựa chọn mẫu và phân loại có kiểm định phương pháp Minimum Distance dựa trên khóa giải đoán ảnh. Ảnh sau khi phân loại cần xem xét sự sai khác do sóng, nhiễu xạ, loại bỏ các giá trị phản xạ kích thước nhỏ.

- Bước 8: Xây dựng bản đồ hiện trạng

Bản đồ hiện trạng vùng triều rạn đá khu vực bay chụp bằng thiết bị bay không người lái sẽ được xây dựng đúng theo quy định của Bộ Tài nguyên và Môi trường với tỷ lệ phù hợp và phải phân loại được hiện trạng các đối tượng thuộc bãi triều rạn đá (phụ lục 3.6).

3.4.3. Xây dựng các mô hình chuyên biệt nhằm bảo vệ bãi triều rạn đá

Do bãi triều rạn đá thường phân bố từ vùng cao triều đến phần dưới triều, nên rất nhạy cảm với tác động từ môi trường tự nhiên (nắng, gió, bão, gia tăng nhiệt độ), tác động từ con người (khai thác quá mức, xây dựng cảng, hạ tầng du lịch.v.v.) nên cần phải có những mô hình đặc biệt để quản lý, bảo vệ. Mô hình thí điểm thành công ở đảo Bạch Long Vĩ về phân vùng các bãi triều rạn đá thành các vùng đặc trưng với các giải pháp phù hợp đã cho những kết quả tốt nhằm bảo vệ đa dạng sinh học. Các kết quả nghiên cứu được trình bày dưới đây:

3.4.3.1. Căn cứ đề xuất

Theo kết quả khảo sát khi quy hoạch KBTB Bạch Long Vĩ, tổng diện tích vùng triều rạn đá là khoảng 130 ha. Năm 2017, tác giả đã tiến hành đo lại và xác định được

tổng diện tích rạn đá vùng triều quanh đảo Bạch Long Vĩ là 129,57 ha và phần còn lại là vùng triều bãi cát khoảng 1,17 ha, tổng diện tích là 130,74 ha.

Căn cứ vào kết quả khảo sát năm 2017 - 2018 (tác giả tiến hành khảo sát 8 mặt cắt rạn đá vùng triều xung quanh đảo Bạch Long Vĩ); căn cứ vào các đặc trưng của từng khu vực về địa hình, thành phần loài, phân bố mật độ, sinh vật lượng của các loài, đồng thời căn cứ vào quy hoạch các phân khu của khu bảo tồn biển.

Trên cơ sở dữ liệu thu thập được, tác giả tiến hành đánh giá mật độ, trữ lượng một số loài có giá trị kinh tế và trong danh mục 22 loài đặc hữu, quý hiếm được quy định của khu bảo tồn biển Bạch Long Vĩ, cụ thể như sau:

Theo kết quả khảo sát năm 2017 - 2018 cho thấy, mật độ cá thể trung bình từ 8 - 25 cá thể/m², sinh khối trung bình đạt 13,2 - 14,1 g/m². Trong đó MC 09 có mật độ trung bình là 8 cá thể/m² và sinh khối là 13,2 g/m²; MC11 có mật độ trung bình là 25 cá thể/m² và sinh khối đạt 14,1 g/m² (hình 3.2, hình 3.6).

Địa hình khu vực này có kết cấu khá đa dạng và có phân bố về mức độ đa dạng loài cao. Đây là khu vực tiếp giáp với Phân khu Bảo vệ nghiêm ngặt của KBTB nên vùng thấp triều tập trung chủ yếu là các loài ĐVĐ sống ở rạn san hô. Khu vực thấp triều cũng có nền đáy dạng đá tảng xen lẫn đá vĩa, là điều kiện thích hợp cho các loài như Bào ngư (*Haliotis diversicolor*), Ốc đụn đực (*Tectus pyramis*), Ốc đụn (*Trochus maculatus*), Hà đá (*Saccostrea scyphophilla*). Nền đáy vùng trung triều và cao triều là đá vĩa xen lẫn cát, vụn san hô, đá cuội nhỏ, là điều kiện thuận lợi cho các loài Vọp (*Gafrarium pectinatum*), Ốc hương (*Nerita albicilla*), Ốc đen (*Planaxis sulcatus*), Ốc vôi (*Clypeomorus bifasciatus*) sinh sống và phát triển.

Tại MC05 có mật độ trung bình là 28 cá thể/m² và sinh khối đạt 42,7 g/m²; MC 07 có mật độ là 18 cá thể/m² và sinh khối trung bình đạt 11,3g/m² (hình 3.2, hình 3.6). Mật độ cá thể trung bình phân bố của khu vực này 18 - 28 cá thể/m², khối lượng trung bình đạt 11,3 - 42,7 g/m².

Theo kết quả khảo sát thì ở vùng thấp triều khu vực này có nền đáy dạng đá vĩa, là điều kiện thuận lợi cho các loài như Bào ngư (*Haliotis diversicolor*), Hà đá (*Saccostrea scyphophilla*), nền đáy cao triều là cát san hô vụn thành bãi, trung triều là đáy đá tảng xen vụn san hô và đá cuội nhỏ, rất thích hợp cho các loài như Vọp (*Gafrarium*

pectinatum), Ốc hương (*Nerita albicilla*), Ốc đen (*Planaxis sulcatus*), Ốc vôi (*Clypeomorus bifasciatus*).

Khu vực vùng triều nằm phía Nam đảo, kéo dài từ mép phải của cảng Tây - Nam đến khu vực Âu 54. Khu vực này có mật độ trung bình từ 9 - 20 cá thể/m², sinh khối trung bình đạt 7,0 - 25,7 g/m². Trong đó MC01 có mật độ trung bình 9 cá thể/m² và sinh khối là 7,0 g/m²; MC03 có mật độ 20 cá thể/m² và sinh khối 25,7 g/m² (hình 3.2, hình 3.6). Khu vực này cũng có dạng nền đáy giống như khu vực vùng II, vùng thấp triều có nền đáy dạng đá vôi, vùng trung triều có nền đáy là đá vôi xen vụn san hô, vùng cao triều nền đáy là san hô chết sóng đẩy lên thành bãi. Nền đáy khu vực này cũng thích hợp cho các loài như Hà đá (*Saccostrea scyphophilla*), Vọp (*Gafrarium pectinatum*), Ốc hương (*Nerita albicilla*), Ốc đen (*Planaxis sulcatus*), Ốc vôi (*Clypeomorus bifasciatus*) phát triển.

Khu vực vùng triều bãi đá nằm ở phía Tây - Tây Nam đảo, kéo dài từ mép phải cảng Tây Nam đến mép trái cảng Tây Bắc. Mật độ trung bình của các loài động vật đáy ở khu vực này thấp nhất từ 6 - 13 cá thể/m², sinh lượng trung bình từ 11,4 - 16,4 g/m². Trong đó MC 13 có mật độ trung bình là 13 cá thể/m² và sinh khối 16,4 g/m²; MC15 có mật độ là 6 cá thể/m² và sinh khối 11,4 g/m². Kết quả khảo sát cho thấy đây là khu vực có mức độ đa dạng loài và mật độ thấp nhất. Nền đáy khu vực này là đá tảng xen lẫn đá cuội nhỏ và cát nên tập trung chủ yếu có sự phân bố của các loài như ốc đen (*Planaxis sulcatus*) và Vọp (*Gafrarium pectinatum*).

3.4.3.2. Đề xuất phân vùng chức năng quản lý vùng triều rạn đá Bạch Long Vĩ

Căn cứ vị trí của các bãi triều rạn đá có gắn kết chặt chẽ với từng phân khu chức năng của KBTB, mức độ dễ tổn thương, mức độ đa dạng sinh học, tác giả phân đã chia các khu vực bãi triều rạn đá thành 04 phân khu bảo vệ chuyên biệt dưới đây (hình 3.24).

Phân khu I: Từ mép trái cảng Tây Bắc đến Mỏm phía Đông đảo

Khu vực vùng triều nằm phía Bắc - Tây Bắc đảo, kéo dài từ mép trái cảng Tây Bắc đến Mỏm phía Đông đảo, có tổng diện tích khoảng 33,62ha và là vùng tiếp giáp với Phân khu Bảo vệ nghiêm ngặt - Khu bảo tồn biển Bạch Long Vĩ.

Phân khu II: Từ mỏm phía Đông đảo đến Âu 54

Đây là khu vực vùng triều nằm phía Đông - Đông Nam đảo, kéo dài từ âu 54 (âu cảng quân sự cũ trước đây) đến mỏm phía Đông đảo, tổng diện tích khoảng 18,55 ha và là vùng triều thuộc Phân khu Phục hồi sinh thái - KBTB Bạch Long Vĩ.

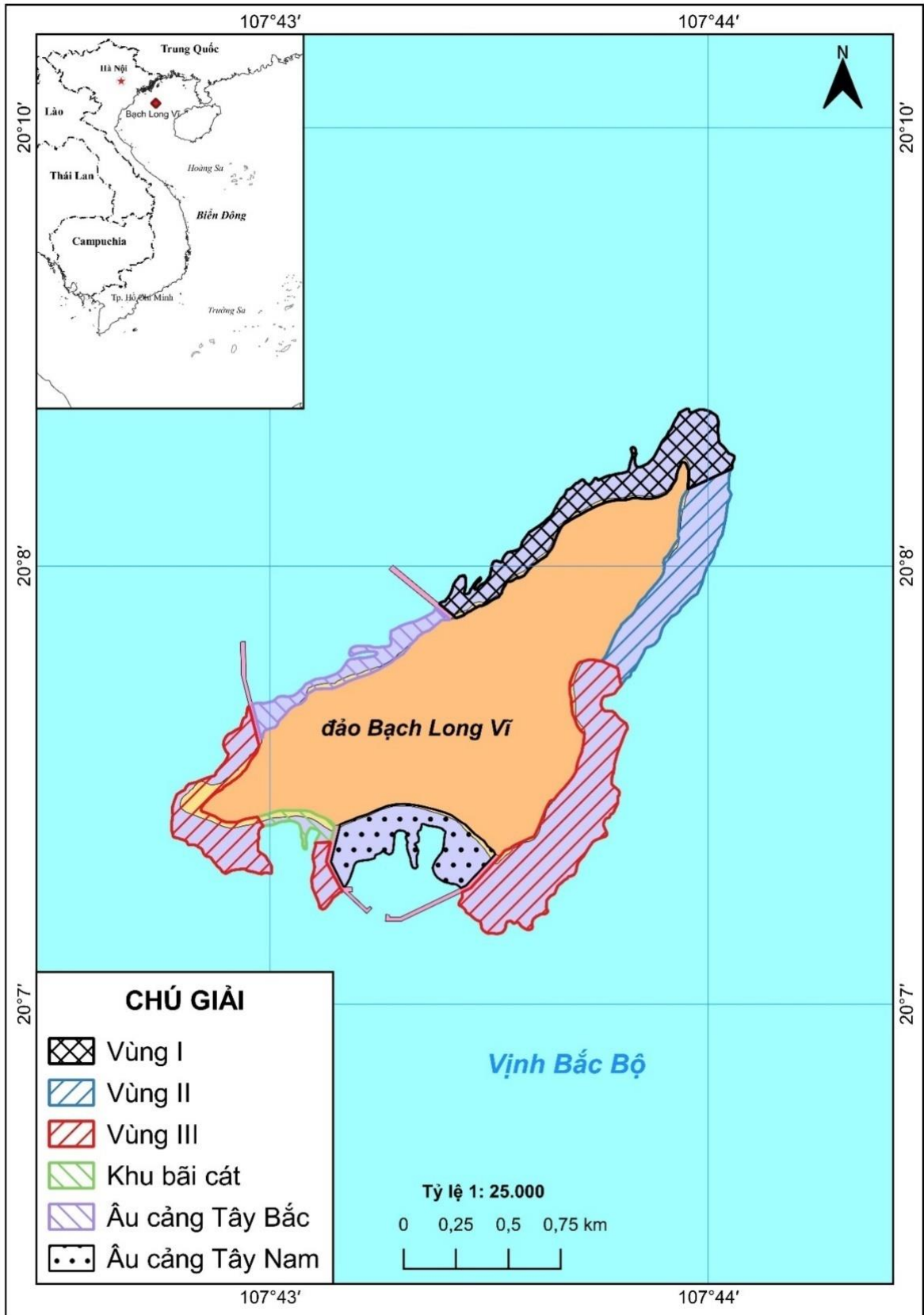
Phân khu III: Từ âu 54 đến sát cánh trái cảng Tây Nam và từ bãi tắm đến cảng Tây Bắc

Phân khu này thuộc khu Phục hồi sinh thái - KBTB Bạch Long Vĩ; bao gồm bãi triều đá nằm phía Nam đảo, kéo dài từ mép phải cảng Tây Nam đến khu vực Âu 54, tổng diện tích khoảng 28,44ha. Các bãi đá nằm ở phía Tây - Tây Nam đảo, kéo dài từ mép phải cảng Tây Nam đến mép trái cảng Tây Bắc, có diện tích khoảng 14,86ha.

Phân khu IV: Vùng triều rạn đá nằm trong âu cảng

- Các bãi triều nằm trong Âu cảng Tây Nam: Đây là khu vực vùng triều nằm phía Nam - Tây Nam đảo, là vùng bãi đá nằm trong Âu cảng Tây Nam đảo và có tổng diện tích khoảng 16,94 ha. Do vùng này nằm trong âu cảng Tây Nam nên không áp dụng giải pháp quản lý đa dạng sinh học vùng này.

- Các bãi triều đá nằm trong Âu cảng Tây Bắc: Đây là vùng triều nằm ở phía Tây Bắc đảo, là vùng bãi đá nằm trong âu cảng Tây Bắc và có tổng diện tích khoảng 17,16ha. Do vùng này nằm trong âu cảng Tây Bắc nên không áp dụng giải pháp quản lý vùng này.



Hình 3.24. Phân khu theo vùng chức năng quản lý bãi triều rạn đá Bạch Long Vĩ

3.4.3.3. Các hoạt động cụ thể quản lý đa dạng sinh học bãi triều rạn đá Bạch Long Vĩ

Hiện nay, người dân sinh sống trên đảo có một số lượng lớn sinh kế bằng nghề bắt ốc, cua, ghe, hải sâm, bào ngư, ốc nón khi nước triều cạn. Vì vậy việc cấm hoàn toàn việc đánh bắt, khai thác sẽ ảnh hưởng lớn đến đời sống người dân. Do đó, chính quyền địa phương và các cấp, các ngành cần có chính sách phù hợp như tạo điều kiện cho người dân chuyển đổi sinh kế, tạo việc làm khác có thu nhập để đảm bảo nhu cầu sống của người dân.

Mặt khác, cần tăng cường công tác tuyên truyền, giáo dục nâng cao nhận thức cho người dân trên đảo và ngư dân về công tác bảo vệ nguồn lợi hải sản nói chung, vùng triều rạn đá nói riêng thông qua các phương tiện loa truyền thanh, truyền thông, biển báo, pano, các tờ rơi và ấn phẩm, lồng ghép trong các cuộc họp, hội nghị...

Cần có chính sách xây dựng mô hình đồng quản lý với sự tham gia của cộng đồng người dân tại đảo cùng với Ban quản lý KBTB Bạch Long Vĩ trong quản lý, bảo tồn và phát triển nguồn lợi thủy sản có sự tham gia của cộng đồng. Tuy nhiên, trước hết, cần có các giải pháp quản lý tích cực đối với từng khu vực để đạt được hiệu quả tốt nhất.

Căn cứ vào đặc trưng, đặc thù của từng khu vực rạn đá đã phân chia ở trên, tác giả đề xuất các giải pháp quản lý cụ thể cho từng khu vực như sau:

Các hoạt động quản lý phân khu I:

Đây là vùng tiếp giáp với Phân khu Bảo vệ nghiêm ngặt của Khu bảo tồn biển, đồng thời là khu vực có mật độ, sinh khối và mức độ đa dạng loài cao, là nơi tập trung một số loài nằm trong danh mục các loài nguy cấp, quý hiếm của Khu bảo tồn biển, như Bào ngư (*Haliotis diversicolor*), Ốc đụn đực (*Tectus pyramis*), Ốc đụn (*Trochus maculatus*). Nên phải có biện pháp nghiêm cấm hoàn toàn các hoạt động khai thác thủy sản tại khu vực này, đặc biệt là khai thác các loài nằm trong danh mục đặc hữu, quý hiếm có nguy cơ tuyệt chủng.

- Khoanh vùng, đánh dấu, đặt biển cảnh báo khu vực và tổ chức tuần tra, kiểm soát chặt chẽ để ngăn chặn các vi phạm tại khu vực này.

- Nhanh chóng khoanh vùng và phục hồi các HST rạn san hô vùng dưới triều nhằm tạo sự liên kết, hỗ trợ nơi sinh cư cho các loài sinh vật biển quan trọng của vùng triều rạn đá lân cận.

- Tuyệt đối nghiêm cấm các hoạt động có thể gây hại cho cảnh quan và ĐDSH cho vùng này, như: Xây dựng, xả thải, khai thác vật liệu xây dựng...

Các hoạt động quản lý phân khu II:

- Đây là khu vực phân bố tập trung của loài Bào ngư chín lỗ (*Haliotis diversicolor*), vì vậy việc quản lý các hoạt động khai thác, mua bán, sử dụng loài này là cần phải cấm tuyệt đối và xử lý triệt để đối với các hoạt động vi phạm.

- Áp dụng quy định cấm tuyệt đối khai thác các loài khác trong danh mục 22 loài đặc hữu, quý hiếm (theo Quyết định 2630/QĐ-TTg ngày 31/12/2013 của Thủ tướng Chính phủ) phân bố tại vùng triều rạn đá như: Bào ngư, Ốc đụn, Ốc hương, Ốc xà cừ, Ốc sứ miệng trắng, hải sâm...

- Đối với các loài khác được khai thác thì cần có quy định về mùa vụ được khai thác, kích thước khai thác. Trong đó, căn cứ vào đặc tính sinh học mùa vụ sinh sản của các loài nhuyễn thể là thường vào các tháng cuối mùa Xuân, đầu mùa Hè và thời điểm sinh sản thường vào kỳ con trăng hoặc ngày thủy triều chảy mạnh. Từ đó, chính quyền địa phương (hoặc cơ quan chức năng) xây dựng quy định cụ thể để quản lý, trên cơ sở cụ thể hoá một số yêu cầu chung như sau:

+ Cấm khai thác vào khoảng thời gian từ tháng 3 - 5 dương lịch hàng năm.

+ Cấm khai thác vào các ngày trăng tròn (Từ ngày 13 - 16 âm lịch) hàng tháng.

+ Cấm khai thác vào những ngày thủy triều chảy mạnh (ngày 6 - 10 con nước).

+ Chỉ được khai thác ở vùng cao triều và vùng trung triều.

+ Chỉ được khai thác cá thể trưởng thành, không khai thác cá thể non.

+ Quy định lượng hải sản được khai thác tối đa trong ngày đối với mỗi người dân (hoặc mỗi hộ dân) theo hướng chỉ được khai thác vừa đủ để phục vụ nhu cầu thực phẩm cải thiện cho hộ gia đình.

+ Cần có quy định cấm, hoặc hạn chế hoạt động khai thác, thu mua với số lượng lớn (tận thu) trên cơ sở thẩm quyền quyết định của địa phương (hoặc cơ quan chức năng) theo quy định của pháp luật.

- Tại vùng này, cần áp dụng biện pháp nghiêm cấm các hoạt động có thể gây hại cho cảnh quan và ĐDSH như: Xây dựng, xả thải, khai thác vật liệu xây dựng...

Các hoạt động quản lý phân khu III:

- Đây là các khu vực có mức độ đa dạng loài và phân bố của các loài đặc hữu, quý hiếm là tương đối thấp so với 2 vùng trên. Vì vậy cần có các giải pháp quản lý hiệu quả nhằm phục hồi ĐDSH đối với khu vực này.

- Áp dụng các quy định như ở Vùng II đối với một số vùng là bãi giống của các loài trong danh mục 22 loài bảo tồn. Áp dụng quy định về mùa vụ khai thác, thời điểm khai thác, số lượng và kích cỡ khai thác để đảm bảo duy trì mật độ, sinh khối và trữ lượng các loài ở mức độ ổn định.

- Khoanh vùng bảo vệ hoặc di giống, khoanh vùng nuôi sinh thái trên bãi triều, nuôi bằng lồng chìm trong hồ nhân tạo, bảo vệ nguồn lợi các loài động vật đáy có giá trị kinh tế cao, quý hiếm ở vùng triều rạn đá.

- Vùng này là nơi sinh sản, phát triển của các loài ốc, là đối tượng kinh tế giúp cải thiện đời sống nhân dân. Các loài ốc có đặc điểm sinh trưởng nhanh, sinh sản khá nhiều nên cần hạn chế khai thác một số thời gian trong tháng.

- Nghiêm cấm và xử lý nghiêm các hoạt động khai thác thủy sản bằng phương thức cấm (xung điện, mìn, hóa chất) và khai thác các loài đặc hữu, quý hiếm. Quy định mùa vụ được khai thác, kích thước khai thác đối với một số loài thủy sản có giá trị kinh tế và xử lý triệt để đối với các hoạt động khai thác vi phạm.

3.4.4. Đề xuất giải pháp tổng thể quản lý và sử dụng các bãi triều rạn đá khu vực nghiên cứu

3.4.4.1. Giải pháp chính sách

- Cần hoàn thiện hệ thống cơ quan quản lý nhà nước về ĐDSH biển từ Trung ương đến địa phương, nhất là hoàn thiện tổ chức bộ máy, nâng cao năng lực của cơ quan quản lý nhà nước ở các địa phương ven biển, hải đảo.

- Tiếp tục hoàn thiện các văn bản luật, văn bản dưới luật, xây dựng chính sách, công cụ phục vụ công tác giám sát, quản lý, bảo tồn ĐDSH biển.

- Xây dựng cơ chế chia sẻ lợi ích tài nguyên ĐDSH biển cũng như đẩy mạnh phân cấp, phân quyền sở hữu tài nguyên ĐDSH biển đến các tổ chức, cá nhân (người dân, hộ dân, doanh nghiệp...) để nhanh chóng xã hội hóa công tác quản lý bảo tồn ĐDSH biển.

Xây dựng chính sách huy động các thành phần kinh tế tham gia quản lý bảo tồn ĐDSH biển, đặc biệt ĐDSH vùng triều ven các đảo.

- Có các chính sách cụ thể nhằm nâng cao chất lượng cuộc sống dân cư trên đảo thông qua mô hình phối hợp quản lý, bảo tồn ĐDSH biển có sự tham gia của cộng đồng với chuyển đổi nghề nghiệp, sinh kế của người dân. Kết hợp quản lý bảo tồn ĐDSH với du lịch giải trí và thám hiểm thiên nhiên. Có chính sách khuyến khích việc nghiên cứu và áp dụng các tri thức bản địa trong việc sử dụng và bảo tồn ĐDSH biển đảo.

3.4.4.2. Các giải pháp về tổ chức quản lý

- Về mặt quản lý, cần có sự phối hợp thống nhất giữa các Bộ, Ngành trung ương tham gia công tác bảo tồn, cụ thể như: Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, mà trực tiếp là Vụ Bảo tồn và Phát triển nguồn lợi thủy sản quản lý các KBTB; Bộ Tài nguyên và Môi trường quản lý các vùng đất ngập nước (RAMSAR), Bộ Văn hóa - Thể thao và Du lịch quản lý các khu di sản, khu dự trữ sinh quyển, các công trình văn hóa, danh thắng và lịch sử trên biển và vùng hải đảo. Các địa phương quản lý vùng đất và nước các KBTB. Xây dựng cơ chế phối hợp đa ngành, liên ngành hướng tới thống nhất trong quản lý bảo tồn ĐDSH biển, trú trọng ĐDSH các vùng triều ven đảo.

- Củng cố và mở rộng hệ thống quản lý các KBTB, đồng thời phân cấp mạnh về quản lý. Xây dựng hệ thống bảo tàng biển từ cấp quốc gia đến cấp cơ sở để phục vụ các hoạt động nghiên cứu khoa học, phổ biến kiến thức, thăm quan, học tập, tuyên truyền, giáo dục về thiên nhiên và bảo tồn ĐDSH biển đảo.

- Xây dựng hệ thống giám sát đánh giá ĐDSH biển nhằm đánh giá biến động ĐDSH biển nói chung và ĐDSH vùng triều ven đảo nói riêng. Chú ý gắn liền hệ thống giám sát đánh giá ĐDSH biển với hệ thống quan trắc giám sát môi trường biển đã có, đồng thời phối hợp với các Ban quản lý KBTB, lực lượng quản lý nguồn lợi thủy sản, hệ thống kiểm ngư và các lực lượng chức năng khác.

- Khuyến khích các cộng đồng xây dựng và thực hiện những quy ước chung (các khế ước) nhằm bảo vệ ĐDSH biển đảo tại địa phương. Nhân rộng một số mô hình đồng quản lý có sự tham gia của cộng đồng địa phương đang hoạt động rất có hiệu quả trong công tác bảo tồn ĐDSH các hệ sinh ven đảo...

3.4.4.3. Các giải pháp khoa học công nghệ và kỹ thuật

- Tiếp tục điều tra phát hiện các giá trị nguồn lợi, tập trung vào các khu vực còn chưa được quan tâm như hệ sinh thái vùng triều rạn đá ven đảo, cần được chú ý hơn nữa trong các chương trình điều tra nghiên cứu. Xây dựng hoàn thiện hệ thống cơ sở dữ liệu ĐDSH biển nói chung và vùng triều rạn đá ven đảo nói riêng; xây dựng hệ thống thông tin ĐDSH biển và cơ chế chính sách chia sẻ thông tin phục vụ quản lý bảo tồn ĐDSH biển đảo.

- Nâng cao năng lực đội ngũ cán bộ nghiên cứu, cán bộ quản lý các cấp về kiến thức, kỹ thuật, kỹ năng quản lý bảo tồn ĐDSH biển.

- Áp dụng công nghệ và kỹ thuật tiên tiến vào nghiên cứu, giám sát, đánh giá và quản lý bảo tồn ĐDSH biển. Nhanh chóng hoàn thiện các bộ chỉ tiêu giám sát ĐDSH biển nói chung và cho vùng triều rạn đá nói riêng cho các KBTB, các đảo nhằm cung cấp các công cụ hữu hiệu cho việc quản lý ĐDSH, nguồn lợi hải sản và các HST vùng triều rạn đá ven đảo. Việc giám sát phải được tiến hành hàng năm dựa trên bộ tiêu chí giám sát cho từng nhóm và phù hợp với bộ chỉ tiêu tổng hợp. Áp dụng bộ tiêu chí giám sát hiệu quả quản lý ĐDSH của Pomeroy và cs đề xuất năm 2005, bao gồm 3 tiêu chí chính là: tiêu chí về sinh học, tiêu chí về kinh tế - xã hội và tiêu chí về quản lý để giám sát công tác quản lý các HST biển ven đảo [126]. Tuy nhiên, các tiêu chí cụ thể cần được nghiên cứu lựa chọn cho từng khu vực trong và ngoài các KBTB.

- Nghiên cứu khả năng thích ứng của các loài đặc hữu, quý hiếm có giá trị kinh tế, sinh thái đặc trưng cho HST vùng triều rạn đá tại các đảo khác nhau đối với hiện tượng biến đổi khí hậu, mực nước biển dâng. Từ đó, sẽ có những biện pháp kỹ thuật cụ thể nhằm hạn chế tác động tiêu cực đến các quần thể sinh vật quan trọng này.

3.4.4.4. Các giải pháp tuyên truyền, giáo dục, nâng cao nhận thức và hợp tác quốc tế

- Nâng cao nhận thức về giá trị và vai trò quan trọng của ĐDSH vùng triều rạn đá ven đảo biển đối với nhân dân nói chung, nhân dân trên đảo nói riêng, với các cán bộ quản lý, các nhà hoạch định chính sách kinh tế và tài nguyên môi trường biển. Chỉ khi nhận thức được nâng cao mới tạo được động cơ, ý thức tích cực tham gia thực hiện các giải pháp, pháp luật, qui định của Nhà nước và cộng đồng một cách tự nguyện, chủ động và hiệu quả.

- Trang bị kiến thức cho cộng đồng dân cư trên các đảo về nguyên lý và kỹ năng bảo tồn biển nói chung, các đối tượng quan trọng đặc trưng cho vùng triều rạn đá cụ thể nói riêng (bào ngư, bàu mai, ốc đụn,...), gắn với quyền lợi và nghĩa vụ của cộng đồng.

- Tăng cường giáo dục chính khóa và ngoại khóa về bảo vệ ĐDSH và nguồn lợi sinh vật biển ven đảo cho các tầng lớp học sinh, sinh viên. Đưa các môn học, nội dung học liên quan đến việc bảo vệ ĐDSH biển đảo vào chương trình giáo dục, đào tạo từ cấp tiểu học đến đại học và lồng ghép vào trong các chương trình đào tạo, bồi dưỡng về chính trị, hành chính các cấp.

- Thường xuyên phối hợp với các đơn vị tổ chức du lịch biển đảo, cộng đồng dân cư sống trên đảo tổ chức các hoạt động cụ thể về bảo vệ môi trường và ĐDSH như thu dọn rác thải trên các bãi biển và trong môi trường nước, đặc biệt là rác thải nhựa.

3.4.4.5. Các giải pháp định hướng quy hoạch quản lý và sử dụng hợp lý đa dạng sinh học vùng triều rạn đá

- Giải pháp hành chính: Tăng cường năng lực quản lý nhà nước về bảo vệ và phát triển nguồn lợi thủy sản, bảo tồn ĐDSH cho cán bộ của các cơ quan chức năng như Vụ Bảo tồn biển, các Chi cục thủy sản của các địa phương, Ban quản lý các KBTB, các Vườn Quốc gia và chính quyền các cấp tại các đảo.

- Phải coi ĐDSH vùng triều ven đảo là nguồn tài nguyên quý giá của các đảo, cần được quy định sử dụng hợp lý. Các hoạt động chuyển đổi mục đích sử dụng hoặc xâm phạm cần phải được sự đồng ý của cơ quan quản lý theo đúng quy định của pháp luật.

- Mở rộng hợp tác quốc tế, trao đổi thông tin về ĐDSH và các HST biển đảo, tham gia các hoạt động khoa học và công nghệ trong điều tra, khảo sát, đánh giá ĐDSH, trao đổi kinh nghiệm về quản lý ĐDSH biển của các nước trong khu vực và trên thế giới...

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

I. Kết luận

1. Luận án đã đánh giá được giá trị đa dạng sinh học bãi triều rạn đá của khu vực nghiên cứu tại 03 đảo chính vùng biển Đông - Bắc, Việt Nam (Bạch Long Vĩ, Cô Tô và Cát Bà). Luận án tập trung phân tích hai đối tượng thường xuyên cư trú trên vùng triều rạn đá là động vật đáy và rong biển để làm cơ sở khoa học cho việc xây dựng bộ tiêu chí và đề xuất các giải pháp quản lý và phát triển bền vững vùng triều rạn đá khu vực Đông Bắc. Kết quả cứu này ghi nhận được 170 loài động vật đáy thuộc 133 giống, 81 Họ, 38 Bộ, 9 Lớp và 4 Ngành. Trong đó Bạch Long Vĩ có số loài nhiều nhất (102 loài), tiếp theo là Cô Tô (71 loài) và nhỏ nhất Cát Bà (61 loài)... Cũng đã ghi nhận được 92 loài rong biển thuộc 34 Giống, 22 Họ, 04 Lớp và 02 dưới Lớp, 04 Ngành; trong đó Ngành rong Đỏ (Rhodophyta) và rong Nâu (Phaeophyta) chiếm ưu thế với tỉ lệ lần lượt là 44% và 34% tổng số loài, tiếp theo là rong Lục (Chlorophyta) chiếm 21 % và Tảo lam (Cyanobacteria) với 1%.

2. Hệ sinh thái bãi triều rạn đá có mối quan hệ sinh thái chặt chẽ với các HST lân cận, đặc biệt là HST rạn san hô. Tại các đảo Bạch Long Vĩ, Cô Tô, Cát Bà cho thấy HST vùng triều rạn đá đóng vai trò quan trọng đối với việc duy trì ĐDSH, bảo vệ các quần đàn cá trong vòng đời sinh trưởng và phát triển của chúng; là bãi đẻ, nơi sinh cư của con non trước khi di cư ra khu hệ sinh thái khác có vùng nước sâu hơn. Đồng thời là nơi kiếm ăn của nhiều loài thủy sinh, trong đó các loài cá nổi chiếm số lượng lớn. Vùng triều rạn đá là nơi cư trú của các quần đàn cá bố mẹ vào mùa vụ sinh sản, duy trì các bãi đẻ truyền thống, là “trạm dừng chân” cho các đàn cá di cư từ vùng nước xa bờ tới tập trung sinh sản vào mùa gió Tây Nam.

3. Luận án đã xác định và đánh giá được các yếu tố ảnh hưởng (khu vực vùng triều, điều kiện tự nhiên và đặc điểm cấu trúc nền đáy) đến mức độ ĐDSH tại vùng triều rạn đá cũng như phân tích các tác nhân gây suy giảm ĐDSH vùng triều rạn đá như: ô nhiễm môi trường (ô nhiễm môi trường nước do hoạt động khai thác, nuôi trồng thủy sản, nguồn nước thải hay các hoạt động xây dựng công trình biển,...), các hoạt động khai thác hủy diệt (dùng xyanua, thuốc nổ, sung điện để đánh bắt thủy sản), các hoạt động khai thác quá mức nguồn lợi biển (đặc biệt là các loài có giá trị kinh tế cao như Bào ngư).

4. Nghiên cứu này cũng đã đề xuất được 4 giải pháp phục vụ cho quản lý, sử dụng bền vững bãi triều rạn đá gồm:

(i)- Đề xuất bộ tiêu chí quản lý ĐDSH vùng triều rạn đá khu vực Đông - Bắc với 20 tiêu chí thuộc 04 nhóm cụ thể như sau: nhóm tiêu chí hiện trạng (S) gồm 05 tiêu chí, nhóm tiêu chí áp lực (P) có 07 tiêu chí, nhóm tiêu chí đáp ứng (R) có 05 tiêu chí và nhóm tiêu chí lợi ích (B) có 03 tiêu chí.

(ii)- Xây dựng thành công quy trình 8 bước quan trắc hiện trạng bãi triều rạn đá bằng thiết bị bay không người lái.

(iii)- Nghiên cứu này đã đề xuất được các phân vùng chức năng chuyên biệt và các hoạt động quản lý cụ thể trong việc quản lý ĐDSH vùng triều rạn đá đảo Bạch Long Vĩ.

(iv)- Đã đề xuất 4 giải pháp tổng thể quản lý và sử dụng các bãi triều rạn đá khu vực nghiên cứu.

II. Kiến nghị

Cần phải tiếp tục có những nghiên cứu lượng giá các giá trị hệ sinh thái vùng triều rạn đá làm cơ sở cho việc xây dựng định hướng quy hoạch bảo vệ trong các khu bảo tồn và ngoài khu bảo tồn. Từ đó đánh giá được chi tiết các phân khu vùng triều cũng như các đới trong vùng triều rạn đá.

Bên cạnh việc xây dựng các chính sách về vùng triều, khu vực đất ngập nước thì các cấp chính quyền cần phải có những kế hoạch hành động cụ thể, những chính sách phù hợp cho khu vực vùng triều rạn đá.

DANH MỤC CÔNG TRÌNH CỦA TÁC GIẢ

Công bố trong nước

Tác giả chính

1. **Đào Minh Đông**, Đỗ Công Thung, 2019. *Nguồn lợi thân mềm ven các đảo Đông Bắc Việt Nam, định hướng quản lý khai thác bền vững*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển, Tập 19, Số 3A: Tr. 285-293.

2. **Đào Minh Đông**, Trần Văn Hương, Lương Hữu Toàn, 2019, *Hiện trạng và một số giải pháp khôi phục nguồn lợi bào ngư (*Haliotis diversicolor*) tại khu bảo tồn biển Bạch Long Vĩ*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển, Tập 19, Số 2. Tr. 255-261.

3. **Đào Minh Đông**, 2019. *Bào ngư Bạch Long Vĩ - Hiện trạng và giải pháp quản lý, bảo tồn phát triển nguồn lợi*. Tuyển tập báo cáo khoa học; Diễn đàn khoa học toàn quốc 2019 - Sinh học biển và phát triển bền vững: Tr. 401-424.

Đồng tác giả

4. Cao Duc Tuan, Vu Van Nam, Nguyen Mai Anh, Hoang Thi Hong Lien, **Đào Minh Đông**, Young-Ho Kim, Ke Thi Hong Minh, Pham Van Cuong, Doan Thi Mai Huong, Nguyen Van Hung, 2021. *Anti-Microbial diketopiperazines from the sea urchin-derived *Penicillium* sp. M408*. Journal of Medicinal Material, Vol.26, No.1+2. 60-65 pp.

5. Trần Mạnh Hà, **Đào Minh Đông**, Đậu Văn Thảo, Nguyễn Văn Minh, 2020. *Một số kết quả nghiên cứu về đa dạng sinh vật đáy cỡ lớn trong các bãi triều cát ven biển phía Bắc Việt Nam*. Kỷ yếu hội thảo khoa học kỷ niệm 45 năm Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam. DOI: 10.15625/vap.2020.000124.

Công bố nước ngoài

6. Do Cong Thung, Nguyen Dang Ngai, Dau Van Thao, Nguyen Van Sinh, **Đào Minh Đông**, Barbara Calcinaï, and Carlo CerranoMarine, 2021. *Biodiversity in Ha Long Bay and Cat Ba Archipelago (VietNam)*. In: Anderle, M. (eds) Innovations in Land, Water and Energy for Vietnam's Sustainable Development. UNIPA Springer Series. Springer, Cham. pp 37-43. https://doi.org/10.1007/978-3-030-51260-6_4

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đỗ Công Thung, 2016. *Nghiên cứu hiện trạng môi trường, biến động nguồn lợi, đa dạng sinh học hệ sinh thái vùng triều ven biển miền Bắc Việt Nam (từ Quảng Bình trở ra), đề xuất mô hình khai thác, nuôi trồng, bảo tồn và quản lý bền vững*. Báo cáo tổng kết đề tài KC09.07/11-15. Lưu trữ tại Viện Tài nguyên và Môi trường biển.
2. Đỗ Công Thung, 2010. *Nghiên cứu đa dạng sinh học Vịnh Hạ Long phục vụ cho việc quản lý phát huy giá trị đa dạng sinh học của Di sản*. Báo cáo lưu trữ tại Viện Tài nguyên và Môi trường biển.
3. Levin, S.A., 2013. *Encyclopedia of biodiversity*, <http://site.ebrary.com/id/10665741>.
4. Villiger, M.E., 2009. *History Of The Convention*. In the Commentary on the 1969 Vienna Convention on the Law of Treaties.
5. Lê Xuân Cảnh, 2007. *Đa dạng sinh học - Tiềm năng và bảo tồn bền vững*. NXB Nông Nghiệp, Hà Nội. 343 tr.
6. McCann, K.S., 2000. *The diversity-stability debate*. Nat. 2000 4056783. Nature Publishing Group 405 (6783): 228-233. doi:10.1038/35012234
7. Vitousek, P.M., Mooney, H.A., Lubchenco, J., Melillo, J.M., 1997. *Human Domination of Earth's Ecosystems*. Science 277 (5325): 494-499. doi:10.1126/science.277.5325.494
8. Johnson, J., Allain, V., Bell, J., Lehodey, P., Nicol, S., Senina, I., 2018. *Effects of Climate Change on Ocean Fisheries Relevant to the Pacific Islands*. Pacific Mar. Clim. Chang. Rep. Card Sci. Rev. 177-188.
9. Society, N.G., 2019. *Intertidal Zone | National Geographic Society*, <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/intertidal-zone/>. Truy cập ngày: 30/09/2021.
10. Robles, C., 2008. *Intertidal Zonation*. In the Encycl. Ecol. Five-Volume Set. Academic Press 2003-2010. 3107-311. doi:10.1016/B978-008045405-4.00565-6
11. Raffaelli, D., Hawkins, S., 1996. *Intertidal ecology*. Springer Natural. 356 p.
12. Garbary, D., 2007. *The Margin of the Sea*. In the Seckbach, J. (b.t.v) *Algae and cyanobacteria in extreme environments*. Springer, Dordrecht. 173-191. doi: 10.1007/978-1-4020-6112-7_9.
13. Petraitis, P.S., Fisher, J.A.D., Dudgeon, S., 2008. *Rocky Intertidal Zone*. In the Encycl. Ecol. Five-Volume Set. Academic Press 3107-3113. doi:10.1016/B978-008045405-4.00355-4

14. Wikipedia, *Thủy triều* - Wikipedia tiếng Việt, https://vi.wikipedia.org/wiki/Thủy_triều. Truy cập ngày 21/10/2021.
15. Petraitis, P.S., Fisher, J.A.D., Dudgeon, S., 2008. *Rocky Intertidal Zone*. In the Encyclopedia of Ecology, Five-Volume Set. Elsevier.
16. Vũ Trung Tạng, 2009. *Sinh thái học các hệ cửa sông Việt Nam*. NXB Giáo dục Việt Nam, Hà Nội. 327 tr.
17. Fischer, P.H., 1952. *Observations d'écologie littorale au Cap Saint-Jacques*. Bull. du Lab. Marit. Dinard. T37. 28-30.
18. Tran Ngoc Loi, 1967. *Peulements animaux et végétaux du substrat dur intertidal de la Baie de Nha Trang (Viet Nam)*. Viện Hải dương học Nha Trang. 236 p.+17 p. de pl.
19. Pham Hoang Ho, 1962. *Contribution a l'étude du peuplement du littoral rocheux du Vietnam (Sud)*. In Annales de la Faculté des Sciences de Saigon. Viện Hải dương học Nha Trang. 249-350.
20. Pham Hoang Ho, 1963. *Contribution à l'étude du peuplement du littoral rocheux du Viet-Nam*. nnales la Fac. des Sci. Univ. Saigon. Part 2. 53-118.
21. Pham Hoang Ho, 1958. *Aperçu sur le peuplement littoral de la Pointe de Câuda (Nha trang)*. Bul- letin la Société Bot. Fr. T. 105 (BN 3-4): 131-134.
22. Pham Hoang Ho, 1958. *Le peuplement du littoral de Hon Chong (Nha trang)*. Inst. Océa- nographique Nha Trang. N 33 189-192.
23. Pham Hoang Ho, 1964. *L'étagement du peuplement littoral sur les côtes rocheuses du Viet-Nam*. Davy De Virville, J. Feldmann (Eds.). Oxford: Pergamon Press.
24. Gurjanova, E., Chang Hiu Phuong, 1972. *Intertidal zone of the Tonkin Gulf*. Explor. Fauna Seas. V.10 (18): 179-197.
25. Kostina, E.E., Tsurpalo, A.P., Gulbin, V. V., 2016. *The species composition and distribution of macrobenthic communities in the intertidal zone of Vietnam*. In the Adrianov, A.V. và Lutaenko, K.A. (b.t.v) Biodiversity of the Western Part of the South China Sea. Dalnauka.
26. Nguyễn Ngọc Thụy, 1982. *Thủy triều vùng biển Việt Nam*. NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
27. Đỗ Công Thung, 2003. *Nghiên cứu đa dạng sinh học động vật đáy các đảo Đông Bắc Việt Nam, đề xuất định hướng sử dụng lâu bền*. Những vấn đề cơ bản trong khoa

học và đời sống. Báo cáo khoa học Hội nghị Khoa học và Công nghệ toàn quốc lần thứ II, 2003. Tr 252-255.

28. Đỗ Công Thung, 2003. *Điều tra nghiên cứu đa dạng sinh học phục vụ nuôi trồng hải sản và phát triển du lịch Vịnh Lan Hạ (Hải Phòng - Quảng Ninh)*. Báo cáo tổng kết đề tài cấp ngành. Lưu trữ tại Viện Tài nguyên và Môi trường biển.

29. Đỗ Công Thung, 2004. *Đa dạng sinh học động vật đáy dải ven bờ từ Trà Cổ đến Bắc đèo Hải Vân*. Kỷ yếu hội thảo quốc tế Việt Nam - Italia về Bảo tồn đa dạng sinh học dải ven bờ Việt Nam. Nxb. Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội. Tr 160-179.

30. Đỗ Công Thung, 2004. *Hệ sinh thái biển ven bờ Việt Nam*. Kỷ yếu hội thảo quốc tế Việt Nam - Italia về Bảo tồn đa dạng sinh học dải ven bờ Việt Nam. Nxb. Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội. Tr 55-72.

31. Đỗ Văn Khương, Đinh Thanh Đạt, Đàm Đức Tiến, 2005. *Đặc điểm khu hệ rong biển khu vực Cát Bà-Cô Tô*. Tuyển tập Nghiên cứu nghề cá biển, Hải Phòng. 415-432.

32. Đỗ Văn Khương, 2008. *Báo cáo tổng kết Đề tài: “Đánh giá nguồn lợi cá rạn san hô ở một số vùng dự kiến thiết lập KBTB và một số loài hải sản có giá trị kinh tế cao ở dọc thềm lục địa Việt Nam, đề xuất các giải pháp sử dụng bền vững nguồn lợi”*. Lưu trữ tại Viện Nghiên cứu Hải sản.

33. Đỗ Công Thung, 2008. *Đặc điểm khu hệ và cấu trúc thành phần loài quần xã động vật đáy khu bảo tồn biển Bạch Long Vĩ - Thuộc đề tài Xây dựng khu bảo tồn biển Bạch Long Vĩ*. Lưu trữ tại Viện Tài nguyên và Môi trường biển.

34. Nguyễn Tiến Cảnh, 1978. *Khối lượng sinh vật phù du và động vật đáy trong vịnh Bắc Bộ*. Tuyển tập các công trình nghiên cứu Nghề cá biển tập 1. NXB Nông nghiệp. Tr.43-55.

35. Nguyễn Văn Tiến, 1999. *Dẫn liệu về thành phần loài và phân bố của cỏ biển Việt Nam*. Tuyển tập Tài nguyên và Môi trường Biển. Tr.183-190.

36. Nguyễn Văn Tiến, Đàm Đức Tiến, 1997. *Thành phần loài và phân bố của rong biển Côn Đảo*. Tuyển tập Tài nguyên và Môi trường biển. Tập IV. Tr. 252-262.

37. Nguyễn Thị Thu, 1996. *Động vật phù du vùng biển Bạch Long Vĩ*. Tuyển tập Tài nguyên và Môi trường Biển. Tr.279-287.

38. Bùi Đình Chung, 1999. *Điều tra cơ bản nguồn lợi hải sản và điều kiện môi trường các vùng trọng điểm phục vụ mục tiêu phát triển bền vững ngành hải sản vùng biển gần bờ Việt Nam. Giai đoạn I; Vùng Tây Vịnh Bắc Bộ*. Lưu trữ tại Viện Nghiên cứu Hải sản.

39. Đỗ Công Thung, 2003. *Nghiên cứu đa dạng sinh học động vật đáy các đảo Đông, Bắc Việt Nam, đề xuất phương hướng sử dụng lâu bền*. Tuyển tập Những vấn đề nghiên cứu cơ bản trong khoa học sự sống. NXB Khoa học và Kỹ thuật.

40. Đỗ Công Thung, 2001. *Đánh giá tiềm năng nguồn lợi và đề xuất định hướng sử dụng bền vững một số nhóm sinh vật hải dương vùng biển đảo Đông Bắc Việt Nam*. Báo cáo Lưu trữ tại Viện Tài nguyên và Môi trường biển. 130 tr.

41. Đỗ Công Thung, 2012. *Hồ sơ trình UNESCO công nhận quần đảo Cát Bà - Long Châu là Di sản thiên nhiên thế giới về đa dạng sinh học*.

42. Đỗ Văn Khương, 2008. *Báo cáo tổng kết khoa học kỹ thuật đề tài: “Đánh giá nguồn lợi cá rạn san hô ở một số vùng dự kiến thiết lập khu bảo tồn biển và một số loài hải sản có giá trị kinh tế cao ở dọc thềm lục địa Việt Nam, đề xuất các giải pháp sử dụng bền vững nguồn lợi”*. Lưu trữ tại Viện Nghiên cứu Hải sản.

43. Đỗ Văn Khương, 2012. *Kết quả nghiên cứu của dự án: “Điều tra tổng thể đa dạng sinh học các hệ sinh thái rạn san hô và vùng ven đảo ở vùng biển Việt Nam phục vụ phát triển bền vững” trong năm 2010-2011*. Lưu trữ tại Viện Nghiên cứu Hải sản.

44. Lăng Văn Kên, Nguyễn Văn Tiên, 1999. *Báo cáo chuyên đề “Khu bảo tồn biển Bạch Long Vỹ” thuộc Dự án “Quy hoạch hệ thống các khu bảo tồn biển Việt Nam*. Lưu trữ tại Viện Tài nguyên và Môi trường biển.

45. Đàm Đức Tiến, 2016. *Thành phần loài và phân bố của rong biển vùng triều ven biển một số tỉnh từ Quảng Ninh đến Quảng Bình*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển. 2. Tr.58-64.

46. Lăng Văn Kên, Nguyễn Huy Yết, Nguyễn Đăng Ngải, Chu Thế Cường, 2003. *San hô ở khu Di sản thiên nhiên thế giới Vịnh Hạ Long*. NXB Lao động Xã hội.

47. Nguyễn Xuân Dục, 1985. *Những đặc trưng cơ bản về điều kiện tự nhiên và nguồn lợi sinh vật của dải vùng triều miền Bắc Việt Nam*. Báo cáo KH đề tài 48.06.02. Lưu trữ tại Viện Sinh thái và Tài nguyên sinh vật.

48. Đặng Ngọc Thanh, 2010. Tập IV. *Sinh vật và sinh thái biển*. Trong: Biển Đông. NXB Khoa học tự nhiên và công nghệ. 580 tr.

49. Đỗ Văn Khương, 2010. *Đánh giá điều kiện tự nhiên và kinh tế - xã hội các khu bảo tồn biển trọng điểm phục vụ cho xây dựng và quản lý*. Báo cáo khoa học đề tài cấp nhà nước, mã số KC09.04/06-10. Lưu trữ tại Viện Nghiên cứu Hải sản.

50. Nguyễn Văn Hiếu, 2014. *Báo cáo kết quả đề tài nghiên cứu khoa học: Nghiên cứu các biện pháp bảo tồn và phát triển nguồn lợi động vật đáy có giá trị kinh tế, quý hiếm ở vùng biển Bạch Long Vĩ và Cát Bà*. Lưu trữ tại Viện Nghiên cứu Hải sản.

51. Trần Văn Hương, 2017. *Báo cáo tổng kết “Nghiên cứu, đánh giá hiện trạng nguồn lợi, đề xuất giải pháp bảo tồn, phục hồi và phát triển loài bào ngư chín lỗ (Haliotis diversicolor) trong Khu bảo tồn biển Bạch Long Vĩ, Hải Phòng”*. Lưu trữ tại Viện Nghiên cứu Hải sản.

52. Trần Văn Hương, 2018. *Báo cáo tổng kết “Hiện trạng nguồn lợi bào ngư (giống Haliotis) tại Khu bảo tồn biển Bạch Long Vĩ, Hải Phòng”*. Lưu trữ tại Viện Nghiên cứu Hải sản.

53. Quỹ Bảo vệ môi trường Việt Nam, *Hoạt động Đa dạng sinh học tại Việt Nam. Quỹ Môi trường toàn cầu Việt Nam*, <http://www.gef.monre.gov.vn/vi/linh-vuc-trong-tam/da-dang-sinh-hoc/hoat-dong-da-dang-sinh-hoc-tai-viet-nam/>. Truy cập ngày 02/10/2021.

54. Trần Đức Thanh, 2010. *Quy hoạch chi tiết khu bảo tồn biển Bạch Long Vĩ - Hải Phòng*. Lưu trữ tại Viện Tài nguyên và Môi trường biển.

55. Lê Đức An, 2008. *Tài nguyên vị thế hệ thống đảo ven bờ Việt Nam*. Tuyển tập báo cáo Hội nghị toàn quốc lần I: Địa chất biển Việt Nam và phát triển bền vững, 9-10/10/2008, TP. Hạ Long. Tr.396-402.

56. Trần Đức Thanh, Lê Đức An, Nguyễn Hữu Cừ, Trần Đình Lân, Nguyễn Văn Quân, Tạ Hòa Phương, 2012. *Biển đảo Việt Nam - Tài nguyên vị thế và những kỳ quan Địa chất, sinh thái tiêu biểu*. NXB Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội. 324 tr.

57. Vũ Hải Đăng, Nguyễn Hồng Lân, Nguyễn Ngọc Tiên, Lê Đình Nam, Trần Hoàng Yến, Đỗ Ngọc Thực, Lư Quang Huy, Nguyễn Thanh Trang, 2014. *Hoạt động của bão và trường sóng trong bão tại vùng biển Cô Tô*. Tạp chí Khí tượng thủy văn. Số 1. Tr30-35.

58. Đỗ Văn Khương, 2005. *Báo cáo tổng kết đề tài “Nghiên cứu, bổ sung cơ sở khoa học cho việc qui hoạch, quản lý khu bảo tồn biển Cát Bà”*. Lưu trữ tại Viện Nghiên cứu Hải sản.

59. Nguyễn Chu Hồi, 1999. *Đánh giá khả năng khai thác các hệ sinh thái biển điển hình phục vụ các hoạt động du lịch khu vực Hạ Long-Cát Bà*. Lưu trữ tại Phân viện Hải dương học tại Hải Phòng (Viện Tài nguyên và Môi trường biển).

60. Waltham, T., 2005. *Karst and Caves of Ha Long Bay*. Virtual Sci. J. 3 (2): 24-31.

61. Trần Đức Thạnh, Bùi Quang Sản, Nguyễn Văn Cán, Trần Đình Lân, Nguyễn Văn Quân, Lưu Văn Diệu, Nguyễn Thị Thu, Trần Anh Tú, Nguyễn Thị Kim Anh, 2015. *Thiên nhiên và môi trường vùng ven bờ Hải Phòng*. NXB Khoa học tự nhiên và công nghệ. 308 tr.
62. Eleftheriou, A., 2013. *Methods for the study of marine benthos*. 4rd edition. Blackwell Publishing. 494 p.
63. Viện Hàn Lâm Khoa học và Công Nghệ Việt Nam, 2014. *Quy trình điều tra, khảo sát Tài nguyên và Môi trường Biển (Phần Sinh học và Hóa môi trường)*. NXB Khoa học Tự nhiên và Công nghệ Quốc Gia. 293 tr.
64. Colin, P.L., Arneson, C., 1995. *Tropical Pacific Invertebrates: A Field Guide to the Marine Invertebrates*. 296 p.
65. Carpenter, K.E., Niem, V.H., 1998. *The living marine resources of the Western Central Pacific*. Coral Reef Press. 303 p.
66. Abbott R. T., 1991. *Seashells of South East Asia*. Graham Brash (Pte.) Ltd., Singapore. 197 p.
67. Okutari, T., 2000. *Marine Mollusk in Japan*. 2nd edition. Tokai University Press. 1173 p.
68. Cernohorsky, W.O., 1972. *Marine shells of the Pacific*. Volume II. First edition. Pacific Publication. Sydney. 411 p.
69. Hylleberg, J., Kilburn, R., 2003. *Marine molluscs of Vietnam: annotations, voucher material, and species in need of verification*. Phuket Mar. Phuket Marine Biological Center Special Publication. 28. 300 p.
70. Abbott, R.T., Dance, S.P., 1986. *Compendium of Seashells A Full-Colour Guide to more than 4,200 of the World's Marine Shells*. Odyssey Pub
71. Đỗ Công Thung, Lê Thị Thúy, 2015. *Lớp Thân mềm kinh tế hai mảnh vỏ biển Việt Nam*. NXB Khoa học Tự nhiên và Công nghệ. 264 tr.
72. Fauvel, P., 1953. *The Fauna of India, Including Pakistan, Ceylon, Burma and Malaya. Annelida Polychaeta*. Indian Press. 507 p.
73. Fauchald K., 1977. *The Polychaeta worms: definition and keys to the order, families and genera*. Natural History Museum of Los Angeles County, Science Series. 28:1-188.
74. Day J. H., 1967. *A Monograph on the Polychaeta of Southern Africa. Part II: Sedentantaria*. London, BM(NH), 1967. 2: p 459-878.

75. Day J. H., 1967. *A Monograph on the Polychaeta of Southern Africa*. Part I: Errantia. London, BM(NH), 1967. 1: 1-458.
76. Mala Chaitiamvong somnuk, S., 1992. *A guide to penaeoid shrimps found in Thai waters*. Townsville, Qld. : Australian Institute of Marine Science. 77 p.
77. Gosliner, T., Behrens, D.W., Williams, G.C., 1996. *Coral reef animals of the Indo-Pacific: animal life from Africa to Hawaii exclusive of the vertebrates*. Illustrated edition. Sea Challengers. 288 p.
78. Sakai, T., 1976. *Crabs of Japan and the Adjacent Seas*. Kodansha Ltd. 251 p.
79. Holthuis L. B., 1993. *The recent genera of the cariden and srenopodidean shrimps (Crustacea, Decapoda) with an appendix on the order Amphionidacea*. Ridderprint offsetdnikkerij B.V. 328 pp.
80. Cherbonnier G., 1979. *Holothuries nouvelles ou peu connues de mer Rouge (Echinodermes)*. Bull. du Muséum Natl. d'Histoire Nat. Paris, quatrième série, 1, Sect. (4): 861-870.
81. Clark A. M. and F. W. E. Rowe, 1971. *Monograph of shallow-water Indo-West Pacific Echinoderms*. Trust. Br. Museum Natural Hist. London. 238 pp.
82. Coleman, N., 2007. *Sea Stars: Echinoderms of the Asia/Indo-Pacific, Identification, Biodiversity*. Neville Coleman's Underwater Geographic. 136 pp.
83. Schultz H., 2006. *Sea urchins*. H. & P. Schultz Partner Scientific Publications 484 p.
84. K., F.W., 1919. *Starfishes of the Philippine seas and adjacent waters*. Bull. United States Natl. Museum, 3(100). 1--547, 156 pls.
85. Gray J E., 2017. *Synopsis of the species of starfish in the British Museum*. Hansebooks. 60 pp.
86. D., V., Lane, D.J.W., Stampanato, S., M. Jangoux, 1998. *The asteroid fauna (Echinodermata) of Singapore, with a distribution table and an illustrated identification to the species*. Raffles Bull. Zool. 46 (2): p.1-40.
87. Linliao, Y., Clark, A.M., 1995. *The echinoderms of Southern China*. Sci. Press. Beijing, China. 614 pp.
88. Purcell, S., Samyn, Y., Conand, C., 2012. *Commercially Important Sea Cucumbers of the World*. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes No. 6. 223 pp.
89. Kogo I., 1998. *Crinoids from Japan and its adjacent waters*. Special Publications from Osaka Museum of Natural History. Vol. 30, 148 pp.

90. Cherbonnier G., 1967. *Deuxième contribution à l'étude des Holothuries de la mer Rouge collectées par des Israéliens*. Bull. Sea Fish. Res. 55-68.
91. Doderlein L., 1935. *Die Asteriden der «Siboga» Expedition*. III Oreasteridae. Siboga Expd. 46 : 71-110, pls 20-27.
92. Clark, H.L., 1938. *Echinoderms from Australia*. Memoirs of the Museum of Comparative Zoöology at Harvard College. 55: 1-597, 28 pls.
93. Imaoka T., Irimura, S., Okutani, T., Oguro, C., 1991. *Echinoderms from continental shelf and slope around Japan*. Kanazawa, T. Oji K. Japan Fish. Resour. Conserv. Assoc. Tokyo. 2. 203.
94. Guille A., (eds), P.L.& J.-L.M., 1986. *Guide des étoiles de mer, oursins et autres échinodermes du lagon de Nouvelle-Calédonie*. Paris. p109-197.
95. Cherbonnier G., Du, 1980. *Holothuries de Nouvelle - Calédonie*. Bull. Muséum Natl. d'Histoire Nat. Paris, quatrième série, 2. 659-700.
96. Phạm Hoàng Hộ, 1969. *Rong biển Việt Nam (phần phía Nam)*. Trung tâm học liệu xuất bản Sài Gòn. 558 tr.
97. Nguyễn Hữu Dinh, Huỳnh Quang Năng, Trần Ngọc Bút, Nguyễn Văn Tiến, 1993. *Rong biển Việt Nam (phần phía Bắc)*. NXB Khoa học Kỹ thuật Hà Nội. 364 tr.
98. Nguyễn Hữu Đại, 2007. *Bộ rong mơ (Sargasseae)*. Trong Thực Vật Chí Việt Nam. Nhà xuất bản Khoa học và Công nghệ Hà Nội. Tr.1-117.
99. Lê Như Hậu, Nguyễn Hữu Đại, 2010. *Rong câu Việt Nam- Nguồn lợi và sử dụng*. Nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ Hà Nội. 242 tr.
100. Myers, R.F., 1991. *Micronesian Reef Fishes (2nd Edition)*. Coral Graphics. 298 pp.
101. Lieske, E., Myers, R., 1996. *Coral Reef Fishes: Caribbean, Indian Ocean and Pacific Ocean Including the Red Sea - Revised Edition*. Princeton University Press. 400 pp.
102. Kühlmann, D.H.H., 1993. J. E. Randall, G. R. Allen and R. C. Steene: *Fishes of the Great Barrier Reef and Coral Sea*. Int. Rev. der gesamten Hydrobiol. und Hydrogr. 78 (4): 556-556. doi:10.1002/iroh.19930780413
103. Eschmeyer, W.N., 1998. *Catalog of Fishes*. Special Publication, California Academy of Sciences, San Francisco. 3 vols. 2905 p.
104. R., A.G., 2000. *Marine fishes of South-East Asia: a field guide for anglers and divers*. Periplus Editions. 611 p.

105. Nakabo, T., 2002. *Fishes of Japan with pictorial keys to the species, English edition*. Tokai University Press. v. 2: p 1-1749.
106. Froese, R., Pauly, D., 2020. *FishBase*. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (02/2021)
107. Orsi, J.J., 1974. *A check list of the marine and freshwater fishes of Vietnam*. Publ. Seto Mar. Biol. Lab. 21 (3-4): p 153-177.
108. Nguyễn Hữu Phụng, Trần Hoài Lan, 1994. *Danh mục cá biển Việt Nam - Tập I*. NXB Khoa học và Kỹ thuật. 115 tr.
109. Nguyễn Hữu Phụng, Nguyễn Nhật Thi, Nguyễn Phi Đính, Đỗ Thị Như Nhung, 1999. *Danh mục cá biển Việt Nam - Tập IV*. NXB Khoa học và Kỹ thuật. 424 tr.
110. Nguyễn Hữu Phụng, Lê Trọng Phán, Nguyễn Nhật Thi, Nguyễn Phi Đính, Đỗ Thị Như Nhung, Nguyễn Văn Lược, 1995. *Danh mục cá biển Việt Nam, Tập III*. NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội. 609 tr.
111. Nguyễn Hữu Phụng, Nguyễn Nhật Thi, 1994. *Danh mục cá Việt Nam, Tập II*. NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội. 269 tr.
112. Nguyễn Nhật Thi, Nguyễn Văn Quân, 2004. *Đa dạng sinh học và tiềm năng nguồn lợi cá rạn san hô quần đảo Trường Sa*. Tạp chí Khoa học Công nghệ biển. 4 (2): Tr.47-64.
113. Hoàng Thị Thanh Nhân, Hồ Thanh Hải, Võ Thanh Sơn, 2013. *Nghiên cứu hướng dẫn xây dựng bộ chỉ thị đa dạng sinh học phục vụ công tác quan trắc đa dạng sinh học cho khu bảo tồn tại Việt Nam*. Hội nghị Khoa học toàn quốc về Sinh thái và Tài nguyên sinh vật lần thứ 5. Tr.341-352.
114. Đỗ Văn Khương, 2005. *Nghiên cứu bổ sung cơ sở khoa học cho việc quy hoạch, quản lý các khu bảo tồn biển Cát Bà và Cô Tô*. Báo cáo tổng KHCN cấp Bộ NN&PTNT. Lưu trữ tại Viện Nghiên cứu Hải sản.
115. Hawkins, S., HBSM, C.-R., Pannacciulli, F., Weber, L.C., JDD, B., 2000. *Thoughts on the ecology and evolution of the intertidal biota of the Azores and other Atlantic Islands*. Hydrobiologia. 440 3-17. doi:10.1023/A:1004118220083
116. Nicholas V. C., Polunin, 2008. *Aquatic Ecosystems: Trends and Global Prospects*. doi:10.1525/bio.2009.59.10.16. Cambridge University Press; 1st edition. 512 p.

117. Branch, G., Thompson, R.C., Crowe, T., Castilla, J.C., Langmead, O., Hawkins, S., Polunin, N.V.C., 2008. *Rocky intertidal shores: Prognosis for the future*. Aquat. Ecosyst. Trends Glob. Prospect. 209-225. doi:10.1017/CBO9780511751790.020
118. Viện Khoa học và Công nghệ địa chính, 1996. *Atlas Quốc gia Việt Nam*. Bộ Khoa học và công nghệ môi trường. 163 tr.
119. Nguyễn Chu Hồi, Nguyễn Huy Yết, Đặng Ngọc Thanh, 1999. *Cơ sở khoa học quy hoạch các khu bảo tồn biển Việt Nam*. Báo cáo đề tài cấp Bộ Khoa học và Công nghệ. Lưu trữ tại Viện Tài nguyên và Môi trường biển.
120. Nguyễn Văn Tiến, 1999. *Tình hình nghiên cứu rong, cỏ biển ở Việt Nam*. Tuyển tập Tài Nguyên và Môi trường biển, Tập VI. Tr. 20-35.
121. Đỗ Công Thung, 2002. *Động vật không xương sống đáy ở vùng biển Cát Bà (Hải Phòng) - Đề tài Tài nguyên Sinh vật Cát Bà*. Lưu trữ tại Viện Tài nguyên và Môi trường biển.
122. Bùi Đức Quang, 2015. *Nghiên cứu hệ sinh thái vùng nước ven đảo Bạch Long Vỹ, Thành phố Hải Phòng phục vụ phát triển bền vững*. Luận án Tiến sĩ. Viện Sinh thái và Tài nguyên sinh vật, VAST. 209 tr.
123. Nguyễn Văn Tiến, 1996. *Rong biển vịnh Hạ Long*. Tuyển tập nghiên cứu biển. Tập VII Tr. 184-193.
124. Đỗ Anh Duy, Đỗ Văn Khương, 2013. *Hiện trạng về đa dạng thành phần loài rong biển ở các đảo đã khảo sát thuộc vùng biển Việt Nam*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển. Tập 13, số 105-115.
125. Đỗ Anh Duy, Đỗ Văn Khương, 2019. *Nghiên cứu, đánh giá tiềm năng nguồn lợi và khả năng khai thác, nuôi trồng các loài rong biển kinh tế tại các đảo tiền tiêu phục vụ phát triển kinh tế-xã hội, Hải Phòng*. Báo cáo tổng kết đề tài KC.09.05/16-20. 346 tr. Lưu trữ tại Viện nghiên cứu Hải sản.
126. Pomeroy, R.S., Watson, L.M., Parks, J.E., Cid, G.A., 2005. *How is your MPA doing? A methodology for evaluating the management effectiveness of marine protected areas*. Ocean Coast. Manag. Elsevier 48 (7-8): 485-502. doi:10.1016/J.OCECOAMAN.2005.05.004.
127. Nguyễn Văn Quân, Chu Thế Cường, Đào Minh Đông, Nguyễn Văn Công, Phan Văn Bắc, Nguyễn Đức Thế, 2021. *Vai trò của bãi triều rạn đá trong liên kết sinh thái*

vùng nước quanh đảo Cô Tô, tỉnh Quảng Ninh. Tạp chí Khoa học Công nghệ, Nông nghiệp và Phát triển nông thôn. Tr. 119-124.

128. Cục Thống kê thành phố Hải Phòng, 2021. *Niên giám thống kê thành phố Hải Phòng năm 2021*. Nhà xuất bản Thống kê. 453 tr

129. Zhongmin SUN, Minh Dong DAO, Quoc Toan TRAN, Duc Tien DAM, 2021. *A new species Lobophoratsengiisp. nov. (Dictyotales; Phaeophyceae) from Bach Long Vy (Bailongwei) Island, Vietnam*. Journal of Oceanology and Limnology, Vol 39, No.6, P 2363-2369.

130. Thinh Dinh Do, Chien Pham Van, Minh Dong Dao, Thanh Vu Quyet, Van Quan Nguyen & Chang-Bae Kim (2021) *Sequencing and analysis of the mitochondrial genome of Pennahia anea (Bloch, 1793) (Perciformes: Sciaenidae)*, Mitochondrial DNA Part B, 6:4, 1389-1391.

PHỤ LỤC

I. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU THÀNH PHẦN LOÀI ĐỘNG VẬT ĐÁY VÀ RONG BIỂN KHU VỰC NGHIÊN CỨU

Phụ lục 1.1. Danh mục loài động vật đáy khu vực nghiên cứu

TT	Tên khoa học	Tên Tiếng Việt	Giá trị kinh tế	Sách Đỏ VN, 2007	Cát Bà	BLV	Cô Tô
	ANNELIDA	NGÀNH GIUN ĐỐT					
	Polychaeta	Lớp Giun nhiều tơ					
	Amphinomida	Bộ Giun nhiều tơ					
	Amphinomidae	Họ Giun nhiều tơ					
1	<i>Amphinome rostrata</i> (Pallas, 1766)	Giun nhiều tơ				x	
2	<i>Eurythoe complanata</i> (Pallas, 1766)	Giun nhiều tơ			x		
	Eunicida	Bộ Giun Euni					
	Eunicidae	Họ Giun Euni					
3	<i>Eunice indica</i> Kinberg, 1865	Giun chỉ thị			x		x
4	<i>Leodice laticeps</i> (Ehlers, 1868)	Giun Lati				x	
5	<i>Leodice antennata</i> Savigny in (Lamarck, 1818)	Giun anten				x	
6	<i>Leodice australis</i> (Quatrefages, 1866)	Giun Áo				x	
7	<i>Nicidion cincta</i> (Kinberg, 1865)	Giun Cinta			x		
	Phyllodocida	Bộ Rươi					
	Chrysopetalidae	Họ Giun quạt					
8	<i>Bhawania cryptocephala</i> (Gravier, 1901)	Giun quạt					x
	Iphionidae	Họ Giun Iphi					
9	<i>Iphione muricata</i> (Lamarck, 1818)	Giun Iphi					x
	Glyceridae	Họ Giun máu					
10	<i>Glycera longipinis</i> (Grube, 1878)				x		
	Nephtyidae	Họ Giun mèo					
11	<i>Aglaophamus dibranchis</i> (Grube, 1877)	Giun mèo			x		
	Nereididae	Họ Rươi					

TT	Tên khoa học	Tên Tiếng Việt	Giá trị kinh tế	Sách Đỏ VN, 2007	Cát Bà	BLV	Cô Tô
12	<i>Namalycastis indica</i> (Southern, 1921)	Rươi chỉ thị			x		
13	<i>Neanthes willeyi</i> (Day, 1934)	Rươi Wiley					x
14	<i>Nereis sp.</i>	Rươi				x	
15	<i>Perinereis nuntia</i> (Lamarck, 1818)	Con rươi					x
16	<i>Prinereis vancaurica</i> (Ehlers, 1868)	Con rươi					x
	Sigalionidae	Họ Giun Siga					
17	<i>Pholoe sp.</i>	Giun Pholou			x		
18	<i>Pholoe minuta</i> (Fabricius, 1780)	Giun đốt			x		
	Syllidae	Họ Giun silit					
19	<i>Syllis variegata</i> (Grube, 1860)	Giun biển hình					x
	Sabellida	Bộ giun Giun nang hoa					
	Sabellidae	Họ Giun nang hoa					
20	<i>Dialychone collaris</i> (Langerhans, 1880)					x	
21	<i>Jasmineira caudata</i> (Langerhans, 1880)					x	
22	<i>Sabella sp.</i>					x	
	Serpulidae	Họ Giun ống					
23	<i>Hydroides minax</i> (Grube, 1878)						x
	Sipuncula	Bộ Sá sùng					
	Sipunculidae	Họ Sá sùng					
24	<i>Sipunculus (Sipunculus) nudus</i> (Linnaeus, 1766)	Sá sùng				x	
	Spionida	Bộ Giun gián điệp					
	Spionidae	Họ Giun gián điệp					
25	<i>Laonice cirrata</i> (M. Sars, 1851)	Giun gián điệp					x
	Terebellida	Bộ Giun lông					
	Cirratulidae	Họ Giun lông					
26	<i>Timarete dasylophius</i> (Marenzeller, 1879)	Giun lông					x
	Họ Sternaspidae	Họ Giun cú bùn					

TT	Tên khoa học	Tên Tiếng Việt	Giá trị kinh tế	Sách Đỏ VN, 2007	Cát Bà	BLV	Cô Tô
27	<i>Sternaspis scutata</i> (Ranzani, 1817)	Giun cú bùn					x
	Terebellidae	Họ Giun nhiều đốt					
28	<i>Lysilla</i> sp.	Giun Lysil					x
	MOLLUSCA	NGÀNH THÂN MỀM					
	Bivalvia	Lớp Hai mảnh vỏ					
	Arcida	Bộ Sò huyết					
	Arcidae	Họ Sò huyết					
29	<i>Barbatia decussata</i> (G. B. Sowerby I, 1833)	Sò kẹp đá	TP		x	x	x
30	<i>Barbatia foliata</i> (Forsskål in Niebuhr, 1775)	Ngao hòm	TP		x	x	
31	<i>Barbatia virescens</i> (Reeve, 1844)	Ngao huyết	TP		x		
32	<i>Senilia senilis</i> (Linnaeus, 1758)	Ngao (nghêu)	TP			x	
33	<i>Tegillarca nodifera</i> (E. von Martens, 1860)	Ngao gạo	TP		x	x	x
	Cardiida	Bộ Sò					
	Cardiidae	Họ Sò					
34	<i>Vasticardium elongatum</i> (Bruguière, 1789)	Sò mỏng	TP			x	
	Psammobiidae	Họ Ngao vỏ tím					
35	<i>Asaphis violascens</i> (Forsskål in Niebuhr, 1775)	Vọp tím	TP			x	
36	<i>Asaphis</i> sp	Vọp trắng	TP			x	
	Tellinidae	Họ Tellinidae					
37	<i>Arcopaginula inflata</i> (Gmelin, 1791)	Den			x		
	Carditida	Bộ Trai vân tủa					
	Carditidae	Họ Trai vân tủa					
38	<i>Cardita leana</i> (Dunker, 1860)	Ngao xám	TP			x	
39	<i>Cardita variegata</i> (Bruguière, 1792)	Ngao			x		
	Mytilida	Bộ Vẹm					
	Mytilidae	Họ Vẹm xanh					
40	<i>Perna viridis</i> (Linnaeus, 1758)	Vẹm xanh	TP				x

TT	Tên khoa học	Tên Tiếng Việt	Giá trị kinh tế	Sách Đỏ VN, 2007	Cát Bà	BLV	Cô Tô
41	<i>Leiosolenus lischkei</i> (M. Huber, 2010)	Vẹm	TP		x		
42	<i>Leiosolenus malaccanus</i> (Reeve, 1857)	Vẹm	TP		x		
43	<i>Lithophaga teres</i> (Philippi, 1846)	Sò đục đá	TP		x		
44	<i>Modiolus barbatus</i> (Linnaeus, 1758)	con Quéo râu	TP			x	
45	<i>Septifer bilocularis</i> (Linnaeus, 1758)	Quéo	TP			x	
46	<i>Mytilisepta virgata</i> (Wiegmann, 1837)	Vẹm tía	TP		x		
	Ostreida	Bộ Hàu					
	Isognomonidae	Họ Vênh					
47	<i>Isognomon nucleus</i> (Lamarck, 1819)	Vênh mỏ quạ	TP		x	x	
48	<i>Isognomon isognomum</i> (Linnaeus, 1758)	Vênh			x		
49	<i>Isognomon ephippium</i> (Linnaeus, 1758)	Con vênh				x	
	Margaritidae	Họ Trai ngọc					
50	<i>Pinctada fucata</i> (A. Gould, 1850)	Trai ngọc Nhật Bản	TP, MN		x	x	
51	<i>Pinctada margaritifera</i> (Linnaeus, 1758)	Trai ngọc môi đen	TP, MN	VU		x	
	Gryphaeidae	Họ Hàu tổ ong					
52	<i>Hyotissa hyotis</i> (Linnaeus, 1758)	Hàu Tổ ong			x		
53	<i>Hyotissa sinensis</i> (Gmelin, 1791)	Hàu đá				x	
	Ostreidae	Họ Hàu					
54	<i>Magallana rivularis</i> (Gould, 1861)	Hàu cửa sông	TP		x		
55	<i>Saccostrea glomerata</i> (Gould, 1850)	Hàu đá	TP		x		
56	<i>Saccostrea kegaki</i> (Torigoe & Inaba, 1981)	Hàu kegaki			x		
57	<i>Saccostrea scyphophilla</i> (Peron & Lesueur, 1807)	Hàu đá	TP		x	x	x

TT	Tên khoa học	Tên Tiếng Việt	Giá trị kinh tế	Sách Đỏ VN, 2007	Cát Bà	BLV	Cô Tô
	Pinnidae	Họ Bàn mai					
58	<i>Atrina vexillum</i> (Born, 1778)	Bàn mai quạt	TP, Quý hiếm	EN		x	x
59	<i>Pinna atropurpurea</i> (G. B. Sowerby I, 1825)	Bàn mai	TP				x
	Pteriidae	Họ Tai ngọc nữ					
60	<i>Pteria penguin</i> (Röding, 1798)	Trai ngọc nữ	MN	VU			x
	Venerida	Bộ Venerida					
	Chamidae	Họ Trai hộp					
61	<i>Chama dunkeri</i> (Lischke, 1870)	Hàu hương				x	
62	<i>Chama limbula</i> (Lamarck, 1819)	Trai hộp				x	
	Veneridae	Họ Ngao					
63	<i>Anomalodiscus squamosus</i> (Linnaeus, 1758)	Sút	TP			x	
64	<i>Paratapes textilis</i> (Gmelin, 1791)	Chem chếp	TP				x
65	<i>Gafrarium dispar</i> (Holten, 1802)	Ngao	TP			x	
66	<i>Gafrarium pectinatum</i> (Linnaeus, 1758)	Bọp (Gọ)	TP			x	
67	<i>Ruditapes philippinarum</i> (Adams & Reeve, 1850)	Ngao Nhật	TP			x	
68	<i>Tapes conspersus</i> (Gmelin, 1791)	Ngao	TP				x
69	<i>Venerupis aspera</i> (Quoy & Gaimard, 1835)	Ngao	TP			x	
	Polyplacophora	Lớp Nhiều tấm					
	Chitonida	Bộ Song kinh					
	Chitonidae	Họ Song kinh					
70	<i>Chiton sp.</i>	Giáp áo				x	
71	<i>Liolophura japonica</i> (Lischke, 1873)	Song kinh				x	
	Gastropoda	Lớp Chân bụng					
	Caenogastropoda	Bộ Ốc mới					
	Batillariidae	Họ Ốc mút					

TT	Tên khoa học	Tên Tiếng Việt	Giá trị kinh tế	Sách Đỏ VN, 2007	Cát Bà	BLV	Cô Tô
72	<i>Batillaria zonalis</i> (Bruguère, 1792)		TP			x	
	Cerithiidae	Họ Ốc mút vùng triều					
73	<i>Cerithium</i> sp.	Ốc			x		
74	<i>Cerithium atromarginatum</i> (Dautzenberg & Bouge, 1933)	Ốc sừng				x	
75	<i>Cerithium traillii</i> (G. B. Sowerby II, 1855)	Ốc sừng				x	
76	<i>Clypeomorus bifasciata</i> (G. B. Sowerby II, 1855)	Ốc sừng hai vạch				x	
77	<i>Clypeomorus batillariaeformis</i> Habe & Kosuge, 1966	Ốc sừng			x		x
78	<i>Clypeomorus petrosa chemnitziana</i> (Pilsbry, 1901)	Ốc sừng				x	
79	<i>Rhinoclavis sinensis</i> (Gmelin, 1791)	Ốc sừng Trung Hoa				x	
	Planaxidae	Họ Ốc chóp					
80	<i>Planaxis sulcatus</i> (Born, 1778)	Ốc đen	TP		x	x	
	Thiaridae	Họ Thiaridae					
81	<i>Melanoides tuberculata</i> (O. F. Müller, 1774)	Ốc mút					x
	Cycloneritida	Bộ Ốc đĩa					
	Neritidae	Họ Ốc trần châu					
82	<i>Nerita albicilla</i> (Linnaeus, 1758)	Ốc hương	TP			x	
83	<i>Nerita balteata</i> (Reeve, 1855)	Ốc lúa	TP			x	
84	<i>Neripteron violaceum</i> (Gmelin, 1791)	Ốc đĩa	TP			x	
	Lepetellida	Bộ Bào ngư					
	Haliotidae	Họ Bào ngư					
85	<i>Haliotis diversicolor</i> (Reeve, 1846)	Bào ngư chín lỗ	TP, DL	CR		x	x
86	<i>Haliotis varia</i> (Linnaeus, 1758)	Bào ngư Vô tai	TP, DL			x	
	Littorinimorpha	Bộ Ốc súr					
	Cypraeidae	Họ Ốc súr					

TT	Tên khoa học	Tên Tiếng Việt	Giá trị kinh tế	Sách Đỏ VN, 2007	Cát Bà	BLV	Cô Tô
87	<i>Arestorides argus</i> (Linnaeus, 1758)	Ốc mắt chim trĩ	MN			x	
88	<i>Naria erosa</i> (Linnaeus, 1758)	Ốc sừ gặm nhấm	MN			x	
89	<i>Bistolida kieneri</i> (Hidalgo, 1906)	Ốc sừ Chăn bò	MN			x	
90	<i>Erronea erronea</i> (Linnaeus, 1758)	Ốc sừ Lang thang	MN			x	
91	<i>Mauritia arabica</i> (Linnaeus, 1758)	Ốc sừ Ả rập	MN			x	
92	<i>Monetaria annulus</i> (Linnaeus, 1758)	Ốc sừ trắng viền vàng	MN			x	
	Littorinidae	Họ Ốc vùng triều					
93	<i>Echinolittorina pascua</i> (Rosewater, 1970)	Ốc đá			x	x	
94	<i>Echinolittorina vidua</i> (Gould, 1859)	Ốc đá cạn	TP		x		
95	<i>Littoraria lutea</i> (Philippi, 1847)	Ốc leo cây	TP		x		
96	<i>Littoraria vespacea</i> (D. Reid, 1986)	Ốc leo cây	TP		x		
	Ovulidae	Họ Ovulidae					
97	<i>Ovula costellata</i> (Lamarck, 1810)	Ốc sừ trắng nhỏ	MN	VU		x	
	Neogastropoda	Bộ Ốc hiện đại					
98	Pisaniidae	Họ Ốc Pisa					
	<i>Pisania pusio</i> (Linnaeus, 1758)	Ốc đá				x	x
99	Conidae	Họ Ốc cối					
	<i>Conus coronatus</i> (Gmelin, 1791)	Ốc cối	TP			x	x
	Mitridae	Họ Mũ chụp					
100	<i>Strigatella coffea</i> (Schubert & J. A. Wagner, 1829)	Ốc bút Cà phê				x	
101	<i>Strigatella scutulata</i> (Gmelin, 1791)	Ốc bút					
	Muricidae	Họ Ốc gai					
102	<i>Chicoreus capucinus</i> (Lamarck, 1822)	Ốc gai	TP, MN			x	
103	<i>Drupella cornus</i> (Röding, 1798)	Ốc gai sừng				x	

TT	Tên khoa học	Tên Tiếng Việt	Giá trị kinh tế	Sách Đỏ VN, 2007	Cát Bà	BLV	Cô Tô
104	<i>Drupella margariticola</i> (Broderip, 1833)	Ốc gai đậu thầu dầu				x	
105	<i>Semiricinula fusca</i> (Küster, 1862)	Ốc fuca				x	
106	<i>Morula sp.</i>	Ốc Murex				x	
107	<i>Reishia bitubercularis</i> (Lamarck, 1822)	Ốc đá hạt dẻ	MN			x	
108	Tổng họ Lottioidea (không có taxon Bộ)	Ốc vú					
	Lottiidae	Họ Ốc vú					
109	<i>Nipponacmea schrenckii</i> (Lischke, 1868)	Ốc vú	TP			x	x
	Tổng họ Patelloidea	Tổng họ Vú nàng					
	Patellidae	Họ Chóp sao					
110	<i>Scutellastra flexuosa</i> (Quoy & Gaimard, 1834)	Ốc chóp sao	TP			x	
	Nacellidae	Họ Ốc vú nàng					
111	<i>Cellana nigrolineata</i> (Reeve, 1854)	Ốc vú sao			x	x	
112	<i>Cellana toreuma</i> (Reeve, 1854)	Ốc vú nàng			x	x	x
	Siphonariida	Bộ Ốc giả vú nàng					
	Siphonariidae	Họ Ốc giả vú nàng					
113	<i>Siphonaria atra</i> (Quoy & Gaimard, 1833)	Ốc phổi tròn tím			x	x	x
	Trochida	Bộ Ốc đụn					
	Tegulidae	Họ Ốc đụn đực					
114	<i>Tectus pyramis</i> (Born, 1778)	Ốc đụn đực	TP	EN	x	x	x
115	<i>Chlorostoma sp.</i>	Ốc đụn				x	x
	Trochidae	Họ Ốc đụn					
116	<i>Monodonta labio</i> (Linnaeus, 1758)	Ốc đá răng	TP			x	
117	<i>Trochus maculatus</i> (Linnaeus, 1758)	Ốc đụn	TP, DL		x	x	x
	Turbinidae	Họ Ốc xà cừ					
118	<i>Lunella coronata</i> (Gmelin, 1791)	Ốc xà cừ xoắn	TP		x	x	

TT	Tên khoa học	Tên Tiếng Việt	Giá trị kinh tế	Sách Đỏ VN, 2007	Cát Bà	BLV	Cô Tô
119	<i>Turbo bruneus</i> (Röding, 1798)	Ốc xà cừ nâu	TP		x	x	x
120	<i>Turbo marmoratus</i> (Linnaeus, 1758)	Ốc xà cừ xanh	TP	CR	x	x	x
	Bộ Seguenziida	Bộ Ốc bợ					
	Họ Chilodontaidae	Họ Chilodontaidae					
121	<i>Euchelus atratus</i> (Gmelin, 1791)	Ốc bợ màu đen	TP		x	x	x
	ARTHROPODA	NGÀNH CHÂN KHỚP					
	Malacostraca	Lớp Giáp xác mềm					
	Decapoda	Bộ Giáp xác mười chân					
	Alpheidae	Họ Tôm gõ mõ					
122	<i>Alpheus sp.</i>	Tôm gõ mõ			x	x	x
	Họ Calappidae	Họ Cua khúm núm					
123	<i>Calappa calappa</i> (Linnaeus, 1758)	Cua khúm núm			x		
	Eriphiidae	Họ Eriphiidae					
124	<i>Eriphia smithii</i> (MacLeay, 1838)	Cua đỏ				x	x
	Leucosiidae	Họ Cua đá					
125	<i>Philyra sp.</i>	Cua đá					x
	Menippidae	Họ Cua đá Macroom					
126	<i>Menippe rumphii</i> (J. C. Fabricius, 1798)	Cua đá rumphi			x	x	x
	Oziidae	Họ Cua rạn					
127	<i>Epixanthus dentatus</i> (White, 1848)	Cua kẹp					x
128	<i>Ozium guttatus</i> (H. Milne Edwards, 1834)	Cua kẹp bụng đốm	TP			x	x
	Penaeidae	Họ Tôm he					
129	<i>Mierspenaeopsis hardwickii</i> (Miers, 1878)	Tôm Choán	TP				x
130	<i>Metapenaeus intermedius</i> (Kishinouye, 1900)	Tôm rảo đuôi xanh	TP				x
	Pinnotheridae	Họ Cua đậu					
131	<i>Pinnotheres sp.</i>	Cua đậu			x		
	Porcellanidae	Họ Cua sứ					

TT	Tên khoa học	Tên Tiếng Việt	Giá trị kinh tế	Sách Đỏ VN, 2007	Cát Bà	BLV	Cô Tô
132	<i>Petrolisthes sp.</i>	Cua sù			x	x	x
	Portunidae	Họ Cua bơi					
133	<i>Charybdis japonica</i> (A. Milne-Edwards, 1861)	Ghẹ Nhật bản	TP			x	x
134	<i>Portunus pelagicus</i> (Linnaeus, 1758)	Ghẹ xanh	TP				x
135	<i>Portunus sanguinolentus</i> (Herbst, 1783)	Ghẹ ba chấm	TP				x
136	<i>Thranita crenata</i> (Rüppell, 1830)	Ghẹ đá gai	TP			x	
	Xanthidae	Họ Cua sỏi					
137	<i>Atergatis floridus</i> (Linnaeus, 1767)	Cua trứng hoa	Cua có độc			x	
138	<i>Atergatis reticulatus</i> (De Haan, 1835)	Cua Retic					x
139	<i>Etisus dentatus</i> (Herbst, 1785)	Cua gai				x	x
140	<i>Etisus sp.</i>	Cua E - ty			x		
141	<i>Gaillardiiellus rueppelli</i> (Krauss, 1843)	Cua Ru - pel					x
	Stomatopoda	Bộ Tôm bọ ngựa					
	Gonodactylidae	Họ Tôm tít					
142	<i>Gonodactylus sp.</i>	Tôm tít (Bè bè)	TP			x	
	Squillidae	Họ Tôm bọ ngựa					
143	<i>Cloridopsis scorpio</i> (Latreille, 1828)	Tôm bọ ngựa	TP		x	x	x
144	<i>Oratosquilla oratoria</i> (De Haan, 1844)	Tôm tít Nhật bản	TP		x		x
	ECHINODERMATA	NGÀNH DA GAI					
	Asteroidea	Lớp Sao biển					
	Valvatida	Bộ Sao biển gai chân ống					
	Oreasteridae	Họ Sao biển gai					
145	<i>Protoreaster nodosus</i> (Linnaeus, 1758)	Sao biển sùng	DL				x
146	<i>Anthenea sibogae</i> (Döderlein, 1915)	Sao biển Si-bo	DL		x		x

TT	Tên khoa học	Tên Tiếng Việt	Giá trị kinh tế	Sách Đỏ VN, 2007	Cát Bà	BLV	Cô Tô
147	<i>Pentaceraster gracilis</i> (Lütken, 1871)	Sao biển gai	DL		x	x	x
	Holothuroidea	Lớp Hải sâm					
	Apodida	Bộ Không chân					
	Synaptidae	Họ Hải sâm rắn					
148	<i>Synapta maculata</i> (Chamisso & Eysenhardt, 1821)	Hải sâm rắn	DL			x	x
	Dendrochirotida	Bộ Dưa chuột biển					
	Cucumariidae	Họ Dưa chuột biển					
149	<i>Colochirus quadrangularis</i> (Troschel, 1846)	Hải sâm gai	DL (độc tính)		x	x	x
150	<i>Cercodemus anceps</i> (Selenka, 1867)	Hải sâm hồng	DL (độc tính)			x	
	Holothuriida	Bộ Hải sâm					
	Holothuriidae	Họ Hải sâm					
151	<i>Holothuria</i> sp.	Hải sâm	TP, DL			x	x
152	<i>Holothuria (Mertensiothuria) leucospilota</i> (Brandt, 1835)	Hải sâm hắc ín	TP, DL			x	x
153	<i>Holothuria (Halodeima) atra</i> (Jaeger, 1833)	Hải sâm đen	TP, DL		x	x	
154	<i>Holothuria (Mertensiothuria) hilla</i> (Lesson, 1830)	Hải sâm đuôi hổ	TP, DL		x	x	x
	Synallactida	Bộ Synallactida					
	Stichopodidae	Họ Hải sâm lựu					
155	<i>Stichopus chloronotus</i> (Brandt, 1835)	Dưa chuột biển xanh	DL			x	x
156	<i>Thelenota</i> sp.	Hải sâm	TP, DL			x	
	Echinoidea	Lớp Cầu gai					
	Camarodonta	Bộ Nhím biển hình cầu					
	Echinometridae	Họ Nhím biển đối xứng					
157	<i>Echinostrephus aciculatus</i> (A. Agassiz, 1863)	Cầu gai				x	x

TT	Tên khoa học	Tên Tiếng Việt	Giá trị kinh tế	Sách Đỏ VN, 2007	Cát Bà	BLV	Cô Tô
158	<i>Heliocidaris tuberculata</i> (Lamarck, 1816)	Cầu gai đỏ			x	x	
	Clypeasteroidea	Bộ Cầu gai dẹt					
	Clypeasteridae	Họ Cầu gai dẹt					
159	<i>Arachnoides placenta</i> (Linnaeus, 1758)	Cầu gai bánh cát					x
	Diadematoidea	Bộ Nhím biển					
	Diadematidae	Họ Nhím biển					
160	<i>Diadema setosum</i> (Leske, 1778)	Cầu gai đen gai dài	TP				x
161	<i>Echinothrix diadema</i> (Linnaeus, 1758)	Cầu gai đen gai xanh	TP				x
	Echinolampadacea	Bộ Nhím biển không đều					
	Mellitidae	Họ Cầu gai cát đô la					
162	<i>Mellita quinquesperforata</i> (Leske, 1778)	Cầu gai cát đô la					x
	Spatangoida	Bộ Nhím biển tím					
	Loveniidae	Họ Nhím tím					
163	<i>Echinocardium cordatum</i> (Pennant, 1777)	Cầu gai tím					x
	Ophiuroidea	Lớp Đuôi rắn					
	Amphilepidida	Bộ Đuôi rắn đào hang					
	Amphiuridae	Họ Đuôi rắn đào hang					
164	<i>Amphipholis kochii</i> (Lütken, 1872)	Đuôi rắn koc			x		
165	<i>Amphiura koreae</i> (Duncan, 1879)	Đuôi rắn Hàn quốc			x		
	Ophiactidae	Họ Đuôi rắn bọt biển					
166	<i>Ophiactis savignyi</i> (Müller & Troschel, 1842)	Đuôi rắn savigny			x	x	x
	Ophionereididae	Họ Đuôi rắn vảy					
167	<i>Ophionereis</i> sp.	Đuôi rắn vảy				x	x
	Ophiotrichidae	Họ Đuôi rắn linh hoạt					
168	<i>Macrophiothrix</i> sp.	Đuôi rắn lớn			x		x
	Ophiacanthida	Bộ Đuôi rắn Canthi					

TT	Tên khoa học	Tên Tiếng Việt	Giá trị kinh tế	Sách Đỏ VN, 2007	Cát Bà	BLV	Cô Tô
	Ophiacanthidae	Họ Đuôi rắn Canthi					
169	<i>Ophiacantha pentagona</i> (Koehler, 1897)	Đuôi rắn			x		
	Ophiocomidae	Họ Đuôi rắn Comit					
170	<i>Ophiomastix</i> sp.	Đuôi rắn					x
	Tổng số loài			7	61	102	71

Ghi chú: BLV: Bạch Long Vĩ; TP: Thực phẩm; DL: Dược liệu; MN: Mỹ nghệ

Phụ lục 1.2. Danh mục loài rong biển vùng triều rạn đá khu vực nghiên cứu

TT	Tên Khoa học	Tên tiếng Việt	Giá trị kinh tế	Cô Tô	BLV	Cát Bà
	CYANOBACTERIA	NGÀNH TẢO LAM				
	Mastigocladaceae	Họ Rong túi				
1	<i>Brachytrichia balani</i> (Lloyd) Born. Et Flash.	Rong Sợi ngắn				x
	RHODOPHYTA	NGÀNH RONG ĐỎ				
	Galaxauraceae	Họ Rong Vú bò				
2	<i>Galaxaura rudis</i> Kjellm.	Rong Vú bò				
3	<i>G. fastigiata</i> Decne.	Rong Vú bò		x	x	x
4	<i>G. grabriuscula</i> Kjellm.	Rong Vú bò			x	
5	<i>G. obtusata</i> (Ell. et Sol.) Lamx.	Rong Vú bò			x	
6	<i>Dermonema pulvinata</i> (Grun.) Fan.	Rong Nhót				x
7	<i>Actinotrichia fragilis</i> (Forsk.) Boerg.	Rong Xạ mao giòn			x	
	Họ Gelidiaceae					
8	<i>Gelidiella acerosa</i> (Forsk.) Feld. & Ham.	Rong Đá cong				x
9	<i>Gelidium heteroplatus</i> (Boerg.) Feld. Et Ham.	Rong Thạch cuống	TP			x
10	<i>G. crinale</i> (Turn.) Lamx.	Rong Thạch sợi	TP	x		
11	<i>G. pulchelum</i> (Turn.) Kuetz.	Rong Thạch tiên	TP			x
12	<i>G. divaricatum</i> Mart.	Rong Thạch trạc	TP	x		
13	<i>G. tenue</i> Okam.	Rong Thạch	TP		x	
14	<i>Perocladia tenuis</i> Okam.	Rong Đốt cánh	TP			x
15	<i>P. capilacea</i> (Gmel.) Born. et Thur.	Rong Đốt cánh mịn	TP		x	
16	<i>Wurdemannia miniata</i> (Lmk. et DC) Feldm. Et Ham.				x	
	Hypneaceae	Họ Hypneaceae				
17	<i>Hypnea esperi</i> Bory	Rong Đông nhỏ		x		x
18	<i>Hypnea cervicornis</i> J. Ag.	Rong Đông				x
19	<i>H. charoides</i> Lamx.	Rong Đông nhánh vuốt		x		

TT	Tên Khoa học	Tên tiếng Việt	Giá trị kinh tế	Cô Tô	BLV	Cát Bà
20	<i>H. nidulans</i> Setch.	Rong Đông			x	
21	<i>H. pannosa</i> J. Ag.	Rong Đông thảm				x
	Gracilariaceae	Họ Rong câu				
22	<i>Gacilaria</i> sp.	Rong câu	TP			x
23	<i>G. firma</i> Chang et Xia	Rong Câu	TP			x
24	<i>G. cacalia</i> (J. Ag.) Daws.	Rong Câu đốt	TP			x
25	<i>G. heterocladia</i> Zhang et Xia	Rong Câu cước	TP			x
26	<i>G. crassa</i> (Harv.) J. Ag.	Rong Câu	TP			x
27	<i>G. blodgrtii</i> Harv.	Rong Câu thắt	TP			x
	Phylloporaceae	Họ Phylloporaceae				
28	<i>Gymnogongrus pygmaeus</i> (J. Agardh, 1851)	Rong Chạc				x
29	<i>G. densus</i> (Grev.) J. Ag.	Rong Chạc rậm		x		
	Gigartinaceae	Họ Gigartinaceae				
30	<i>Chondracanthus intermedius</i> (Suringar) (Hommersand, 1993)	Rong Cạo dẹp		x		
	Rhodymelaceae	Họ Rhodymelaceae				
31	<i>Botryocladia tenella</i> (Vahl.) J. Ag.			x		
32	<i>Rhodimena intricata</i> (Okam.) Okam.	Rong Màng đỏ phiến		x		
33	<i>R. liniformis</i>	Rong Màng đỏ sợi		x		x
	Ceramiaceae	Họ Ceramiaceae				
34	<i>Ceramium mazatlanense</i> Dawson	Rong Lông hồng				x
	Rhodomelaceae	Họ Rhodomelaceae				
35	<i>Polysiphonia subtilissima</i> Mont.	Rong Nhiều ống mảnh			x	
36	<i>P. tapinocarpa</i> Sur.	Rong Nhiều ống chùm				x
37	<i>Acrocystis nana</i> Zan.				x	
38	<i>Laurencia papilosa</i> (Forsk.) Grev.	Rong Mào gà			x	
39	<i>L. intermedia</i> Yam.	Rong Mào gà				x
40	<i>L. microclada</i>	Rong Mào gà		x		

TT	Tên Khoa học	Tên tiếng Việt	Giá trị kinh tế	Cô Tô	BLV	Cát Bà
41	<i>A. spicifera</i> I(Vall.) Boerg.	Rong Gai		x		x
	Champiaceae	Họ Champiaceae				
42	<i>Champia parvula</i> (C. Ag.) Harv.	Rong Sơn biển		x		
	PHAEOPHYTA	NGÀNH TẢO NÂU				
	Ectocarpacea	Họ Ectocarpacea				
43	<i>Ectocarpus siliculosus</i> (Vahl.) Boerg.			x		x
44	<i>Ectocarpus breviaticulatus</i> (J. Ag.)	Rong Nhót gai túi nhánh				x
	Sphacelariaceae	Họ Sphacelariaceae				
45	<i>Sphacelaria variabilis</i>	Rong Đầu đen		x		
	Dictyotaceae	Họ Dictyotaceae				
46	<i>Dictyopteris membranacea</i> Batt.	Rong võng gân		x		
47	<i>Padina australis</i> (Hauck.)	Rong Quạt Úc		x		x
48	<i>P. tetrastroma</i> Hauck.	Rong Quạt bốn lớp		x		x
49	<i>P. gymnospora</i> (Kuetz.) (Vick.)	Rong Quạt bắc			x	
50	<i>P. japonica</i> Yam.	Rong Quạt Nhật		x		
51	<i>P. crassa</i> Yam.	Rong Quạt		x		
	Scytosiphonaceae	Họ Scytosiphonaceae				
52	<i>Colpomenia sinuosa</i> (Roth.) Derb. et Sol.	Rong Bóng tròn		x		x
53	<i>Petalonia fascia</i> (Kuetz.)					x
54	<i>Rosenvingea intricata</i> (J. Ag.) Boerg.	Rong Rosenvin dính				x
	Chnoosporaceae	Họ Chnoosporaceae				
55	<i>Chnoospora minima</i> (Her.) Papenf.	Rong Lông bao chổi				x
	Sargassaceae	Họ Rong mơ				
56	<i>Sargassum duplicatum</i> J. Ag.	Rong Mơ đỉnh lá kép	TP, DL			x
57	<i>S. siliquosum</i> J. Ag.	Rong Mơ sừng	TP, DL			x
58	<i>S. binderi</i> Sond. Et J. Ag.	Rong Mơ Binder	TP, DL			x

TT	Tên Khoa học	Tên tiếng Việt	Giá trị kinh tế	Cô Tô	BLV	Cát Bà
59	<i>S. virgatum</i> (Mert.) C. Ag.	Rong Mơ chổi	TP, DL			x
60	<i>S. incanum</i> Grun.	Rong Mơ tro đối xứng	TP, DL			x
61	<i>S. duplicatum</i> J. Ag.	Rong Mơ đỉnh lá kép	TP, DL			x
62	<i>S. mcclurei</i> Setch.	Rong mơ lá	TP, DL			x
63	<i>S. gracillimum</i> Rbd.	Rong Mơ mảnh	TP, DL			x
64	<i>S. ilicifolium</i> (Turn.) C. Ag.	Rong Mơ ô rô	TP, DL			x
65	<i>S. tortile</i> J. Ag.	Rong Mơ cuộn	TP, DL			x
66	<i>S. henslowianum</i> J. Ag.	Rong Mơ Henslô	TP, DL	x		
67	<i>S. herklotsii</i> Setch	Rong Mơ Heclot	TP, DL	x		x
68	<i>S. heterocystum</i> Mont.	Rong Mơ dị nang	TP, DL			x
69	<i>S. glaucesen</i> J. Ag.	Rong Mơ tro	TP, DL			x
70	<i>S. paniculatum</i> J. Ag.	Rong Mơ thổi tán	TP, DL	x		x
71	<i>S. vachellianum</i> Grev.	Rong Mơ Vasen	TP, DL			x
72	<i>S. piluliferum</i> (Turn.) C. Ag.	Rong Mơ sợi	TP, DL	x		
73	<i>S. tenerrimum</i> J. Ag.	Rong Mơ mềm	TP, DL			x
74	<i>S. swartzii</i> J. Ag.	Rong Mơ Swat	TP, DL	x		
	CHLOROPHYTA	NGÀNH TẢO LỤC				
	Cladophoraceae	Họ Cladophoraceae				
75	<i>Cladophora fasciculata</i> (Kützing, 1845)	Rong Lòng cứng				x
	Ulvaceae	Họ Ulvaceae				
76	<i>Enteromorpha compressa</i> (L.) Grev.	Rong Cải biển		x		
77	<i>E. stipitata</i>	Rong Bún cuộn		x		
78	<i>E. stipitata</i> var. <i>catbaensis</i> A. Zin. et H. D. Nguyen	Rong Bún cuộn Cát Bà				x
79	<i>Ulva conglobata</i> Kjellm.	Rong Cải biển hoa		x		x
80	<i>U. fenestrata</i> Port. Et Rupp.	Rong Cải biển lỗ		x		x
	Monostromaceae	Họ Monostromaceae				
81	<i>Monostroma oxyspernum</i> (Doty)	Rong Giấy		x		
	Caulerpaceae	Họ Caulerpaceae				
82	<i>Calerpa racemosa</i> (Forsk.) J. Ag.	Rong Guột chùm	TP, DL		x	x

TT	Tên Khoa học	Tên tiếng Việt	Giá trị kinh tế	Cô Tô	BLV	Cát Bà
83	<i>Caulerpa lentillifera</i> (J. Agardh. 1837)	Rong nho	TP, DL			x
84	<i>C. mexicana</i> (Sold.) J. Ag.	Rong Guột Việt	TP, DL		x	
85	<i>C. sertularioides</i> (Gmel.) Howe.	Rong Guột lông chim	TP, DL		x	
86	<i>C. scalpelliformis</i> C. Ag.	Rong Guột dao	TP, DL	x		
87	<i>C. taxifolia</i> (Vahl.) C. Ag.	Rong Guột liềm	TP, DL	x		x
	Codiaceae	Họ Codiaceae				
88	<i>Codium arabicum</i> Kuetz.	Rong Đại Ả rập		x	x	x
89	<i>C. mamillosum</i>	Rong Đại		x		
90	<i>C. duthieae</i>	Rong Đại mềm		x		
91	<i>C. tenuie</i> Kuetz.	Rong Đại mịn			x	
92	<i>C. repens</i> (Crouan) Frat	Rong Đại bò		x		
	Tổng số loài			40	25	54

Ghi chú: BLV: Bạch Long Vĩ; TP: Thực phẩm; DL: Dược liệu.

PHỤ LỤC II. MỘT SỐ HÌNH ẢNH VÙNG TRIỀU RẠN ĐÁ, HOẠT ĐỘNG THU MẪU TRÊN VÙNG TRIỀU RẠN ĐÁ VÀ MỘT SỐ LOÀI SINH VẬT

Phụ lục 2.1. Vùng triều rạn đá Bạch Long Vĩ



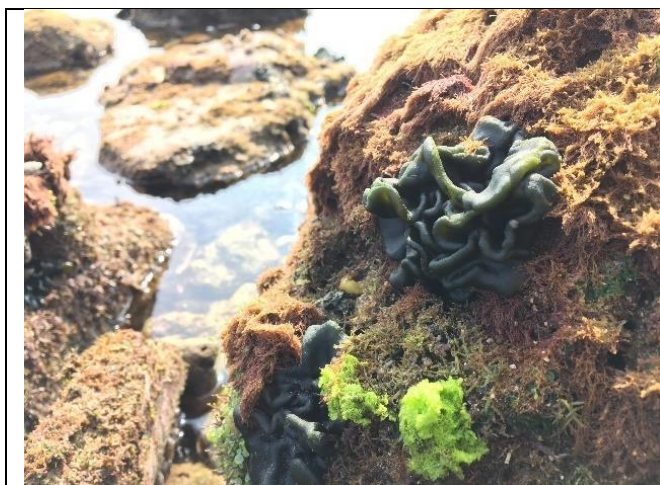
Phụ lục 2.2. Thu mẫu tại vùng triều rạn đá Bạch long Vĩ



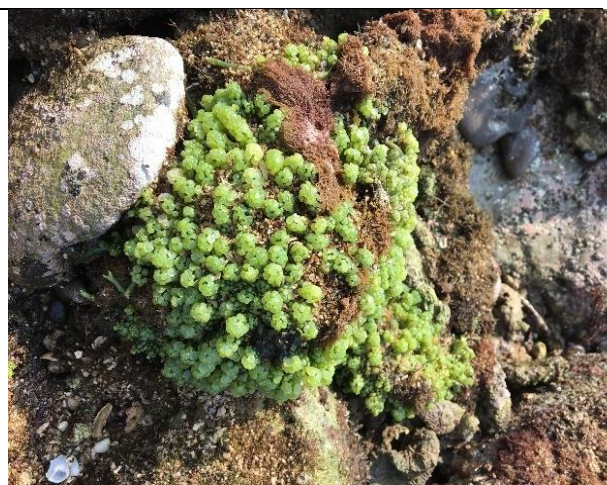
Phụ lục 2.3. Thu mẫu tại vùng triều rạn đá Cô Tô



Phụ lục 2.4. Một số loài Rong biển tại vùng triều rạn đá (Mẫu thu tại Bạch Long Vĩ, 2018)



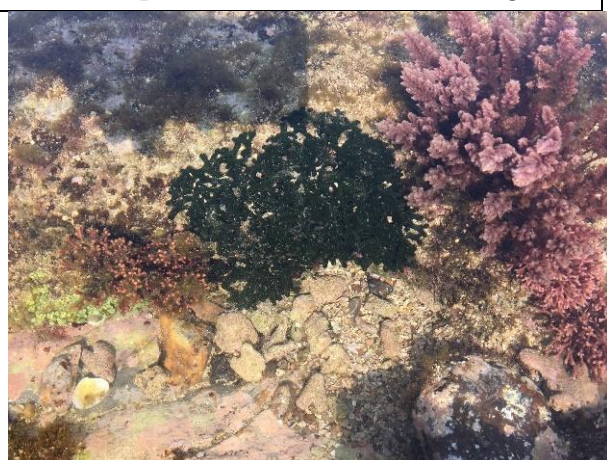
Rong Đại Ả rập
Codium arabicum Kuetz.



Rong guột chùm
Calerpa racemosa (Forsk.) J. Ag.



Rong bóng tròn
Colpomenia sinuosa (Roth.) Derb. et Sol.



Rong đại bò
Codium repens (Crouan) Frat



Rong quạt bắc
Padina gymnospora (Kuetz.) Vick.



Rong đông
Hypnea cervicornis J. Ag.

Phụ lục 2.5. Một số loài động vật đáy vùng triều rạn đá (mẫu thu tại Bạch Long Vĩ, 2018)



Bào ngư chín lỗ
Haliotis diversicolor (Reeve, 1846)



Ốc hương
Nerita albicilla Linnaeus, 1758



Vênh mỏ quạ
Isognomon nucleus (Lamarck, 1819)



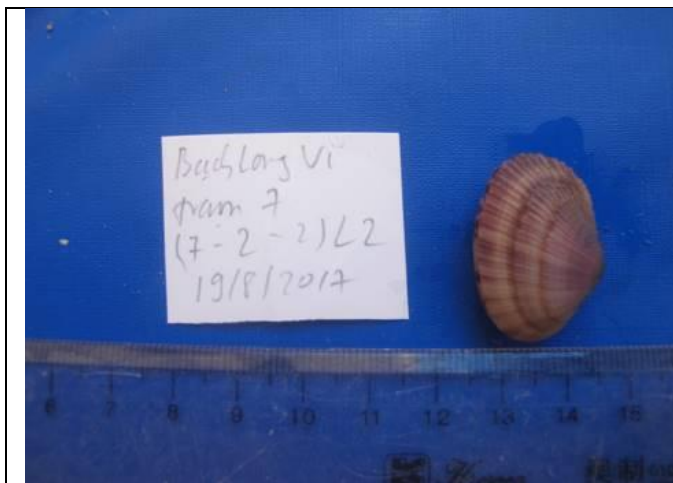
Ốc đá răng
Monodonta labio (Linnaeus, 1758)



Ốc sừng hai vạch
Clypeomorus bifasciata (G. B. Sowerby II, 1855)



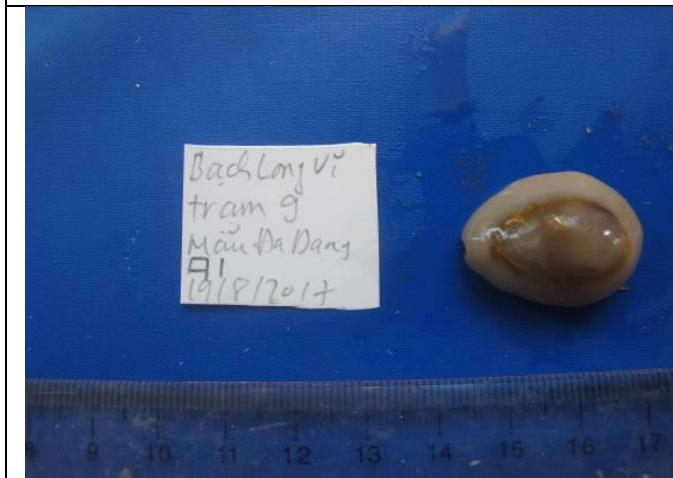
Ốc đen
Planaxis sulcatus (Born, 1778)



Vỏ tím
Asaphis violascens (Forsskål in Niebuhr, 1775)



Ốc xà cừ xoắn
Lunella coronata (Gmelin, 1791)



Ốc sứ trắng viền vàng
Monetaria annulus (Linnaeus, 1758)



Cua đỏ
Eriphia smithii (MacLeay, 1838)



Sá sùng
Sipunculus (Sipunculus) nudus
(Linnaeus, 1766)



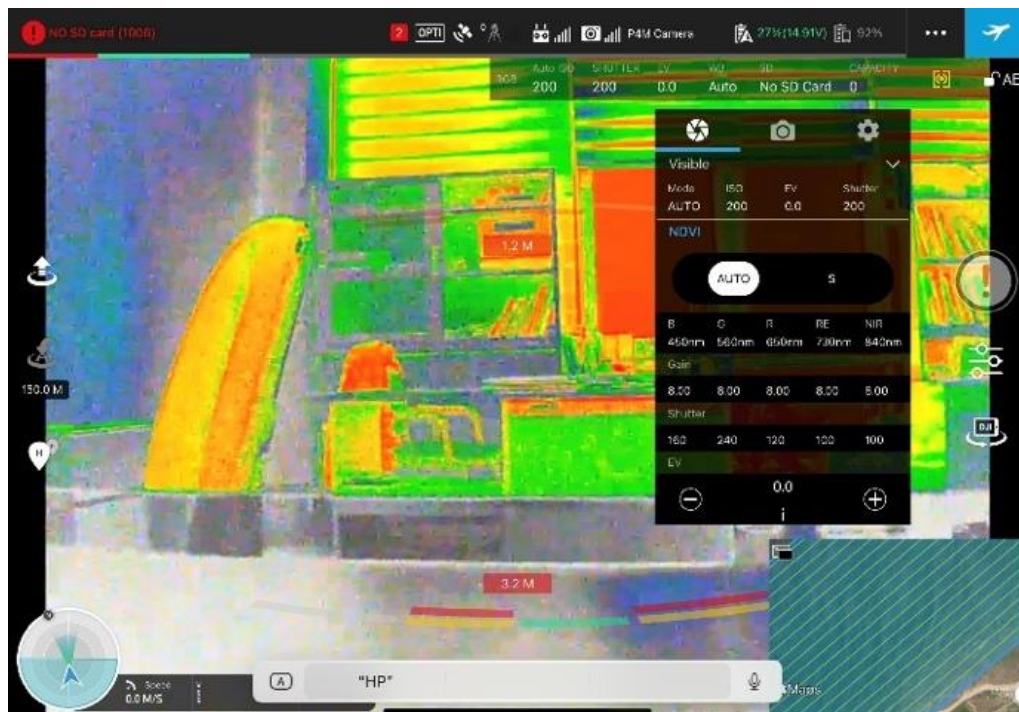
Hải sâm hắc ín
Holothuria (Mertensiothuria) leucospilota
(Brandt, 1835)

PHỤ LỤC III: MỘT SỐ HÌNH ẢNH THIẾT BỊ BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI VÀ SỬ DỤNG BAY CHỤP TẠI BẠCH LONG VĨ

Phụ lục 3.1. Thiết bị bay không người lái Phantom 4 Multispectral



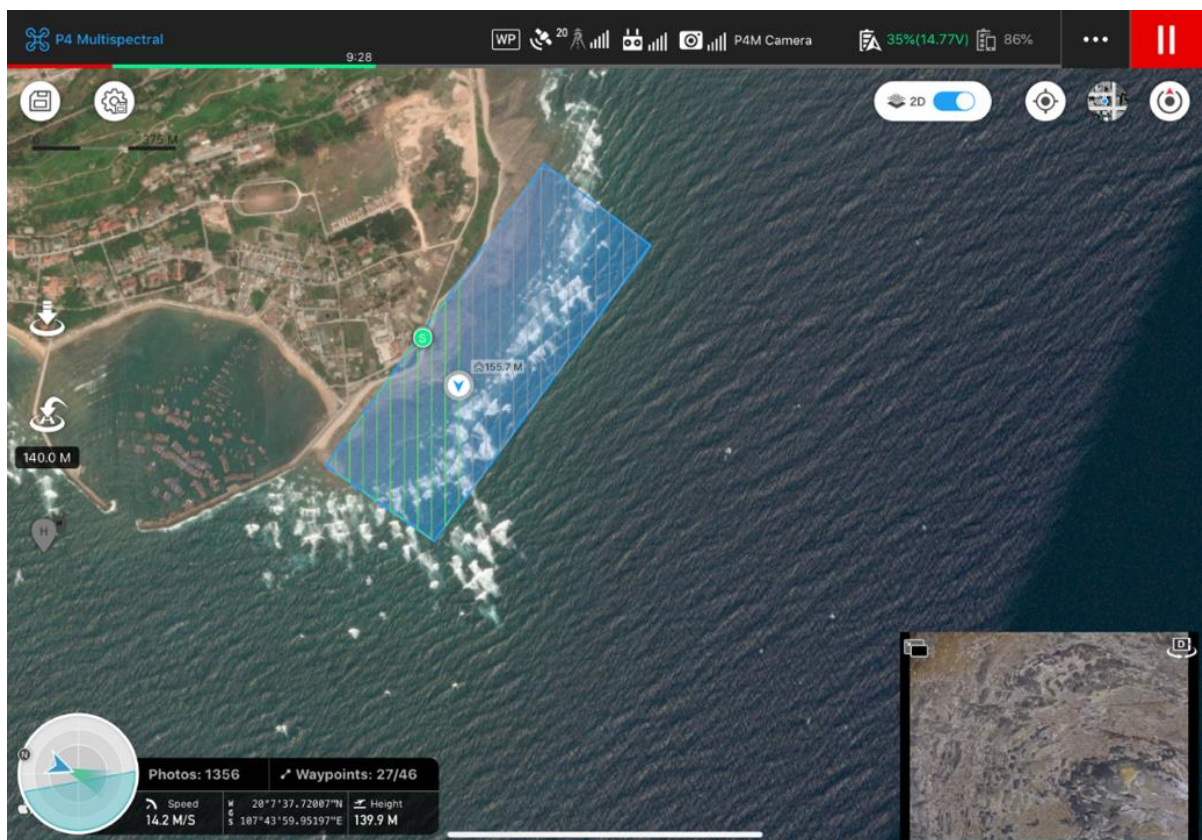
Phụ lục 3.2. Kiểm tra và thiết lập máy ảnh trên phần mềm DJI GS pro



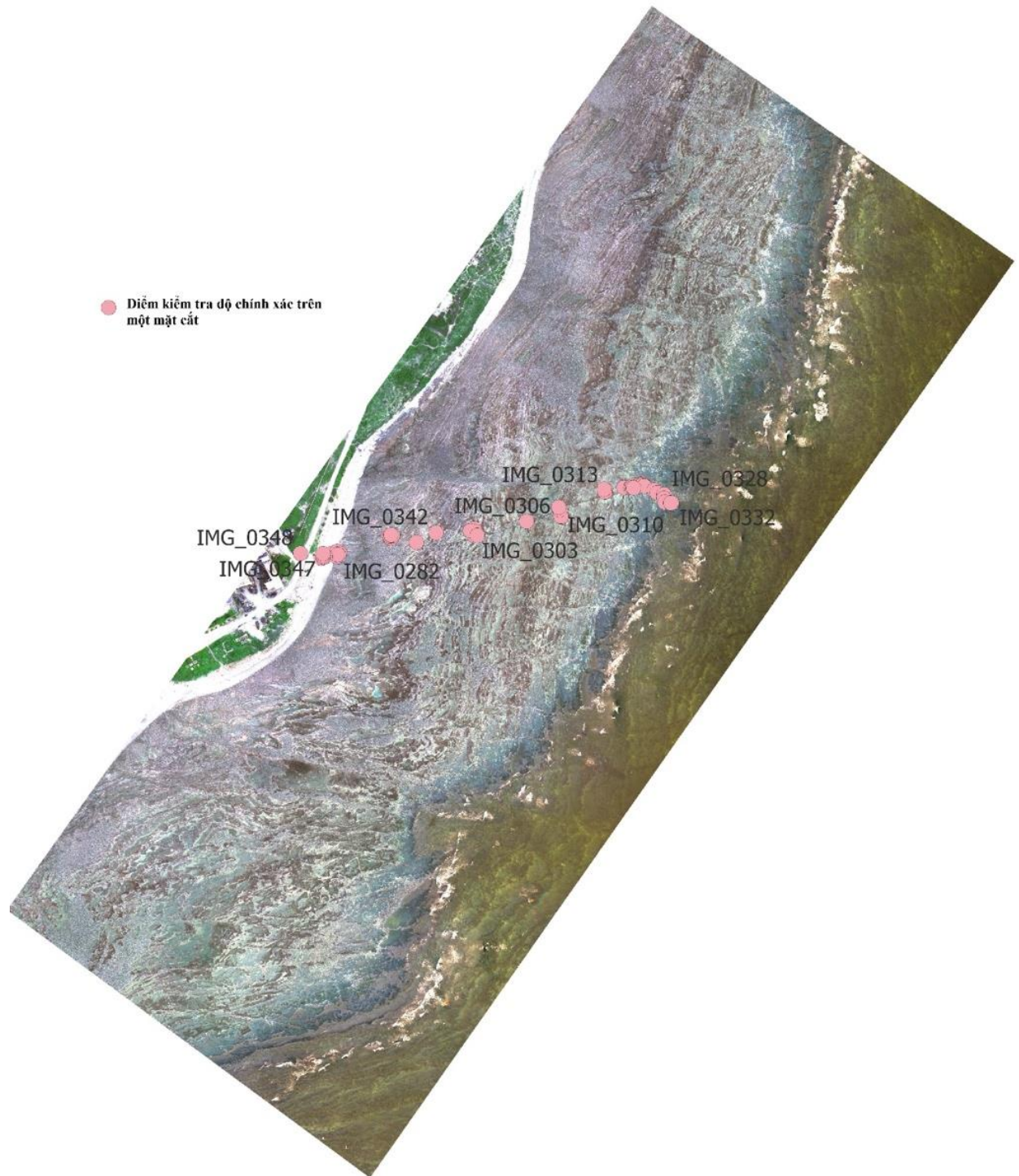
Phụ lục 3.3. Sạc pin và các dụng cụ cần thiết cho kế hoạch bay



Phụ lục 3.4. Giao diện tạo thiết lập đường bay trên phần mềm DJI GS Pro



Phụ lục 3.5. Kết quả chụp và ghép ảnh tại bãi triều rạn đá Đông - Nam đảo Bạch Long Vĩ

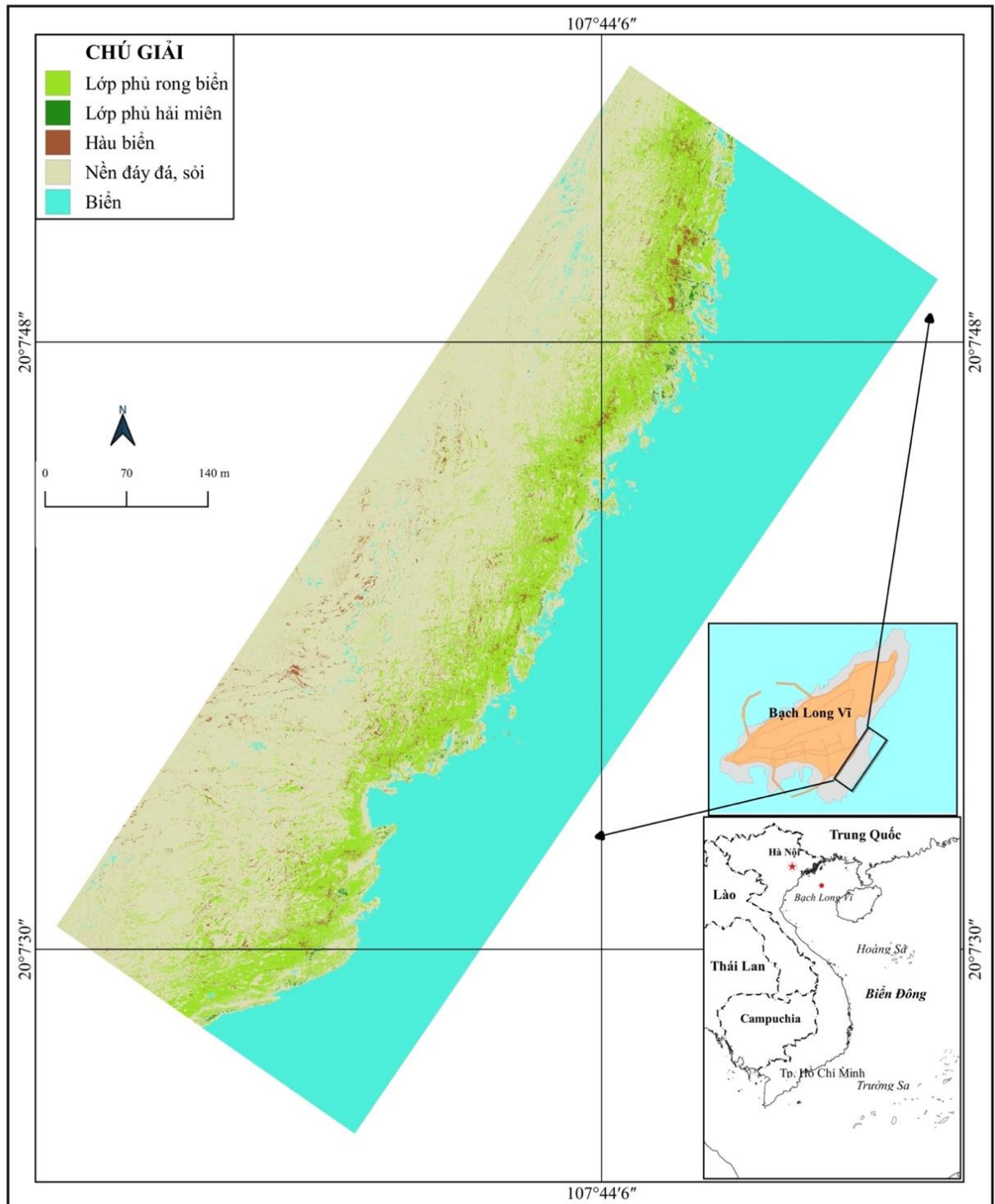


Phụ lục 3.6. Bản đồ vùng triều rạn đá được xây dựng trên kết quả bay chụp bằng thiết bị bay không người lái tại Bạch Long Vĩ

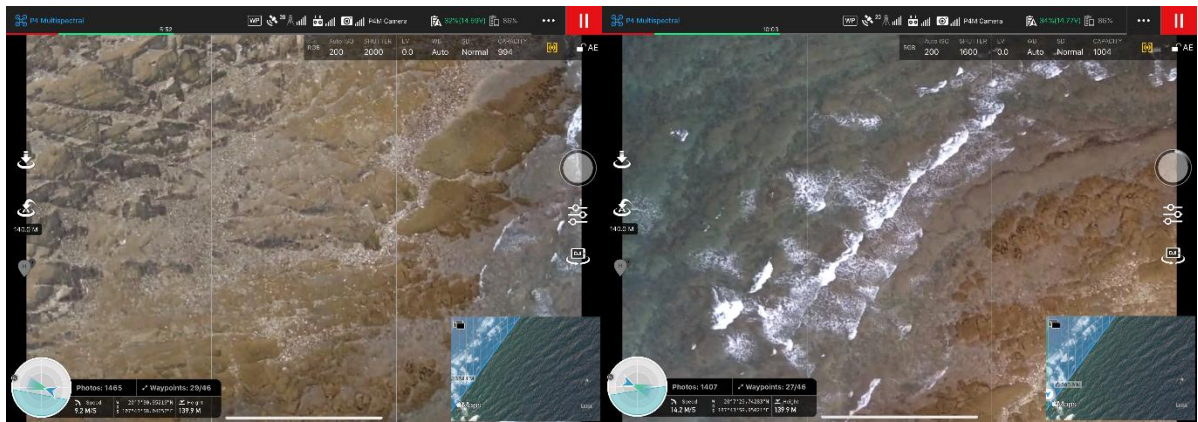
BẢN ĐỒ

HIỆN TRẠNG HỆ SINH THÁI BÃI TRIỀU TỪ DỮ LIỆU ẢNH CHỤP TẦM THÁP MÁY BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI TẠI ĐẢO BẠCH LONG VĨ

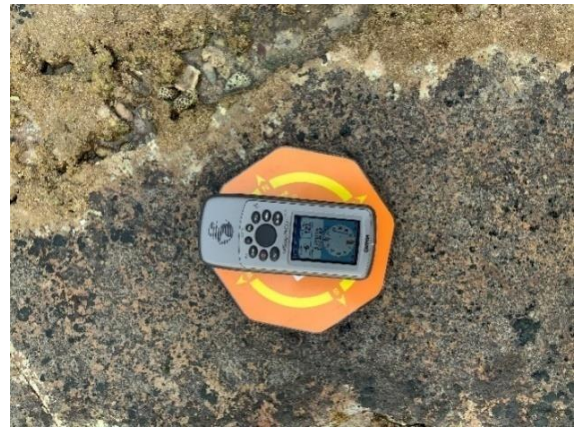
TỶ LỆ 1: 3.500



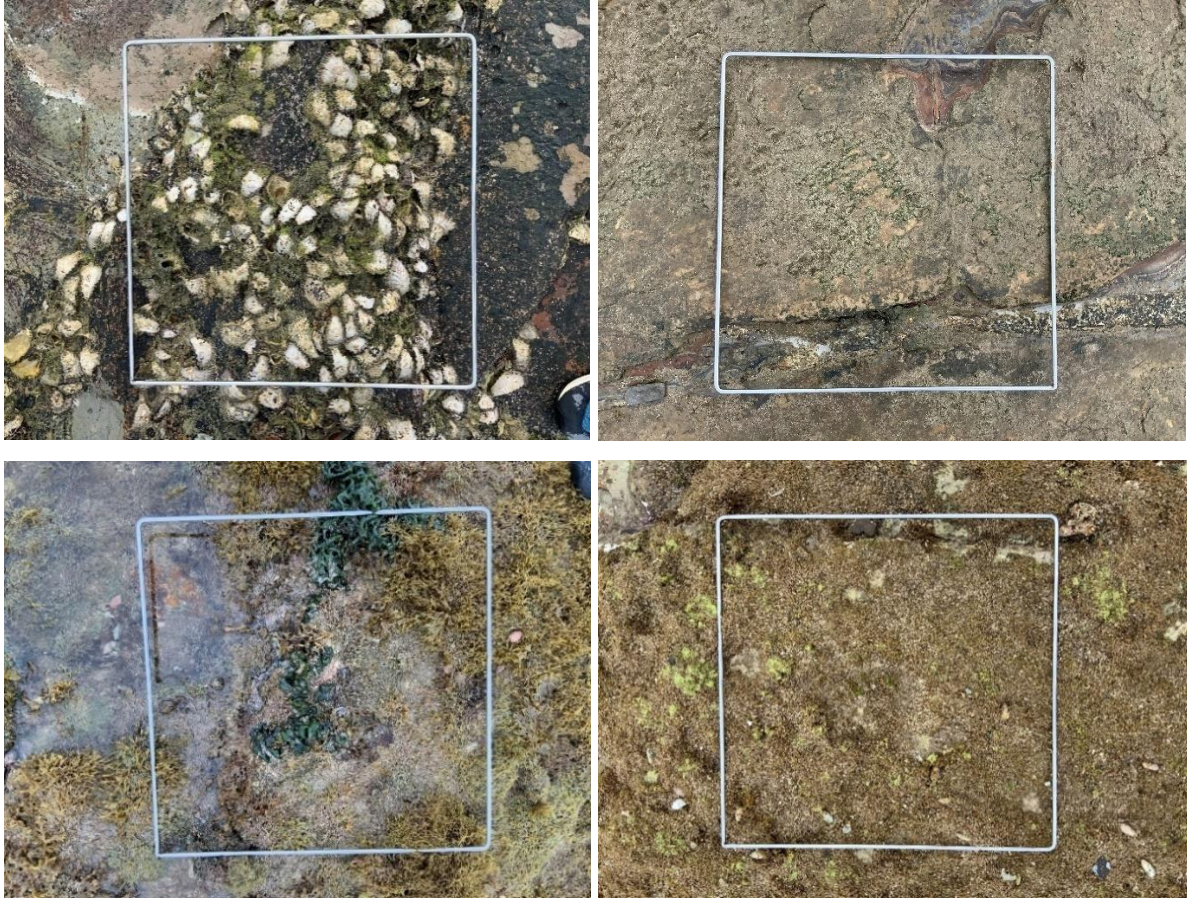
Phụ lục 3.7. Hình ảnh chụp từ trên cao từ thiết bị bay không người lái



Phụ lục 3.8. Hình ảnh điểm không chế mặt đất



Phụ lục 3.9. Hình ảnh ô định lượng động vật đáy (trên) và rong biển (dưới) làm cơ sở cho việc đánh giá độ chính xác của ảnh chụp từ thiết bị bay không người lái



PHỤ LỤC IV: TỔNG HỢP TÌNH HÌNH VI PHẠM KHAI THÁC THUỶ SẢN TẠI VÙNG TRIỀU RẠN ĐÁ BẠCH LONG VĨ GIAI ĐOẠN 2016-2021

Năm	Tổng số vụ, việc vi phạm	Hình thức vi phạm		
		<i>Khai thác loài trong danh mục cấm trên bãi triều rạn đá</i>	<i>Khai thác loài trong danh mục cấm vùng triều thấp đến độ sâu 6m nước</i>	<i>Vi phạm vùng cấm khai thác trong khu bảo tồn</i>
2016	321	264	42	15
2017	1408	1334	51	23
2018	1311	711	161	439
2019	1281	862	232	187
2020	2286	2027	84	175
2021	2005	1916	42	56
Tổng	8612	7105	612	895

Theo Báo cáo Tổng kết kết quả công tác Bảo tồn biển giai đoạn 2016-2021 của Ban quản lý KBTB Bạch Long Vĩ - Tp. Hải Phòng.