

Species diversity and status of key marine habitats in Cu Lao Cham Marine Protected Area, Quang Nam province

Nguyen Van Long^{1,2,*}, Vo Si Tuan¹, Nguyen Van Vu³

¹*Institute of Oceanography, VAST, Vietnam*

²*Graduate University of Science and Technology, VAST, Vietnam*

³*Management Board of Cu Lao Cham Marine Protected Area, Vietnam*

*E-mail: longhdh@gmail.com

Received: 19 May 2020; Accepted: 18 September 2020

©2021 Vietnam Academy of Science and Technology (VAST)

Abstract

In recent years, several studies relating to assessments of marine biodiversity conducted in the Cu Lao Cham Marine Protected Area. However, the data and information from these studies have not been synthesized. This study was based on analyses of data and information from 22 sites of coral reefs, ten sites of rocky shores, five sites of seagrass beds, eight sites of *Sargassum* beds, and four sites on soft-bottom communities conducted in 1994, 2004, 2008, 2016 and 2017. A total of 976 species belonging to 223 families of 9 common groups (330 species corals, 277 species of fishes, 156 species mollusks, 91 species seaweeds, 71 species of polychaetes, 24 species crustaceans, 22 species of echinoderms and five species of seagrasses) were found. Coral reefs supported the highest number of species (779 species) compared to that of the soft-bottom (135 species), seagrass beds (124 species), and rocky shores (58 species). In general, most of the coral reefs and seagrass beds were not in good condition, with a low mean cover of hard corals ($24,8 \pm 15,7\%$) and of seagrasses ($11,9 \pm 11,6\%$). Densities of target macro-invertebrates and fishes with large sizes and high value were extremely low, giving exception of a high density of large fishes of fusiliers, snappers, emperors, rabbitfishes, queenfishes, barracuda) found at Bai Dau Tai, Bai Bac, Hon Mo, Hon Tai and the submerged reefs (Ran La, Ran Manh).

Keywords: Species diversity, coral reefs, seagrass beds, rocky shores, soft bottoms, Cu Lao Cham.

Đa dạng loài và hiện trạng một số hệ sinh thái tiêu biểu ở Khu Bảo tồn biển Cù Lao Chàm, tỉnh Quảng Nam

Nguyễn Văn Long^{1,2,*}, Võ Sĩ Tuấn¹, Nguyễn Văn Vũ³

¹*Viện Hải dương học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Việt Nam*

²*Học viện Khoa học và Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Việt Nam*

³*Ban Quản lý Khu bảo tồn biển Cù Lao Chàm, Việt Nam*

*E-mail: longhdh@gmail.com

Nhận bài: 19-5-2020; Chấp nhận đăng: 18-9-2020

Tóm tắt

Trong những năm gần đây, có nhiều nghiên cứu liên quan đến đa dạng sinh học biển được tiến hành ở Khu Bảo tồn biển Cù Lao Chàm, tuy nhiên các tư liệu này chưa được tổng hợp và phân tích nhằm có được bức tranh tổng thể về các giá trị tài nguyên này. Việc đánh giá tính đa dạng loài và hiện trạng các hệ sinh thái tiêu biểu được dựa trên kết quả khảo sát tại 22 trạm rạn san hô, 10 trạm vùng triều bờ đá, 5 trạm thảm cỏ biển, 8 trạm thảm rong mơ và 4 trạm vùng đáy mềm thực hiện trong năm 2016. Bên cạnh đó, kết hợp cập nhật tư liệu thành phần loài các nhóm sinh vật chủ yếu từ các đề tài, dự án thực hiện vào năm 1994, 2004, 2008 và 2017 để thống kê thành phần loài tại từng trạm khảo sát. Kết quả tổng hợp ghi nhận được 976 loài thuộc 223 họ của 9 nhóm sinh vật (gồm 330 loài san hô, 277 loài cá, 156 loài thân mềm, 91 loài rong lớn, 71 loài giun nhiều tơ, 24 loài giáp xác, 22 loài da gai và 5 loài cỏ biển). Rạn san hô có tính đa dạng loài cao nhất (779 loài), tiếp theo là vùng đáy mềm (135 loài), thảm cỏ biển (124 loài) và vùng triều bờ đá (58 loài). Nhìn chung, các rạn san hô và thảm cỏ biển không còn duy trì trong tình trạng tốt với độ phủ thấp, trung bình tương ứng đạt $24,8 \pm 15,7\%$ và $11,9 \pm 11,6\%$. Nguồn lợi sinh vật trong các hệ sinh thái khá nghèo nàn, chủ yếu thuộc nhóm kích thước nhỏ và giá trị thấp, trừ khu vực Bãi Đầu Tai, Bãi Bắc, Hòn Mò, Hòn Tai và các dải rạn ngầm (Rạn Lá, Rạn Mảnh) có sự tập trung các đàn cá kích thước lớn (cá miền/cá chàm, cá hồng, cá gáy, cá dià, cá bẹ, cá nhồng).

Từ khóa: Thành phần loài, rạn san hô, thảm cỏ biển, vùng triều bờ đá, Cù Lao Chàm.

MỞ ĐẦU

Vùng nước xung quanh Khu Bảo tồn biển (KBTB) Cù Lao Chàm có điều kiện thuận lợi cho sự hình thành và phát triển các hệ sinh thái, có tiềm năng đa dạng sinh học cao [1, 2]. Sự hiện diện của các hệ sinh thái quan trọng (rạn san hô, thảm cỏ biển, vùng triều bờ đá và vùng đáy mềm lân cận) góp phần làm cho KBTB Cù Lao Chàm có tính đa dạng sinh học cao và là ngư trường quan trọng đối với hoạt động nghề cá của cộng đồng.

Một số công bố bước đầu ghi nhận có trên 125 ha rạn san hô và 30 ha thảm cỏ biển phân bố xung quanh các đảo cùng với 4 loài cỏ biển, 122 loài rong lớn, 261 loài san hô tạo rạn, 83 loài thân mềm, 4 loài tôm hùm, 12 loài da gai và 200 loài cá rạn ở KBTB Cù Lao Chàm [2]. Nguồn lợi khai thác liên quan đến các hệ sinh thái bước đầu cũng thống kê được 506,52 tấn trên rạn san hô và 11.245,38 tấn ở vùng đáy mềm xung quanh Cù Lao Chàm [3]. Bên cạnh đó, nghiên cứu đánh về đặc trưng và thay đổi

quần xã san hô tạo rạn cũng đã được tiến hành gần đây [4].

Gần đây, một số đề tài và dự án tiếp tục nghiên cứu theo hướng này và đã bổ sung nguồn tư liệu phản ánh khá tổng thể về tài nguyên đa dạng sinh học trong vùng nước trong và xung quanh KBTB Cù Lao Chàm. Bên cạnh đó, việc sử dụng tài nguyên đa dạng sinh học phục vụ cho các mục tiêu phát triển kinh tế - xã hội (khai thác nghề cá, du lịch,...) và các tác động tiêu cực từ tự nhiên đã và đang làm suy giảm các giá trị đa dạng sinh học nói trên trong thời gian qua. Vì vậy, việc tổng hợp và phân tích nguồn tư liệu nhằm phản ánh được bức tranh tổng thể về các giá trị đa dạng sinh học biển làm cơ sở đánh giá sự thay đổi và góp phần định hướng quy hoạch và sử dụng bền vững tài nguyên ở Cù Lao Chàm trước mắt cũng như lâu dài là hết sức cần thiết.

VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Đánh giá hiện trạng các hệ sinh thái tiêu biểu được thực hiện trong khuôn khổ của dự án “Điều tra và đề xuất giải pháp quản lý, sử dụng bền vững đối với tài nguyên đa dạng sinh học ở Khu Dự trữ sinh quyển thế giới Cù Lao Chàm - Hội An” do TS. Nguyễn Văn Long, Viện Hải dương học chủ trì trong giai đoạn 2015–2016. Các nhóm sinh vật chủ yếu đánh giá gồm cỏ biển, rong lớn, san hô, giun nhiều tơ, thân mềm, giáp xác, da gai và cá rạn được tiến hành khảo sát tại 15 trạm rạn san hô, 5 trạm thảm cỏ biển, 8 trạm thảm rong mơ tương tự như năm 2004 và 2008. Bên cạnh đó, tiến hành khảo sát bổ sung quần xã sinh vật tại 10 trạm vùng triều bờ đá và 4 trạm vùng đáy mềm lân cận. Cụ thể như sau:

Đánh giá quần xã sinh vật vùng triều bờ đá

Khảo sát tại 10 trạm, gồm tây nam (TN) Hòn Khô (S1), vũng Đá Bao (S4), vũng Đá Bàn (S8), bãi Đậu Tai (S9), Bãi Bắc (S10), Sũng Bền 2 (S13), Sẹo Mô (S14), Bãi Bìm (S17), Bãi Hương (S18) và vũng Đá Đen (S20) vào tháng 6/2016 (hình 1). Tại mỗi trạm tiến hành đánh giá thành phần và mật độ các nhóm sinh vật chủ yếu (rong lớn, thân mềm, giáp xác và da gai) bằng khung định lượng $1/4 \text{ m}^2$ trên 2 đới triều giữa (midlittoral zone) và triều dưới (infralittoral fringe), mỗi đới đặt 3 khung.

Tiến hành thu toàn bộ mẫu trong khung, rửa sạch và rây qua lưới $0,5 \times 0,5 \text{ mm}$ để thu tất cả các nhóm sinh vật. Sau đó cố định mẫu bằng formol 10% pha với nước biển và thêm 15 g CaCO_3 vào 1 L formol và mang về phòng thí nghiệm Viện Hải dương học. Trong phòng thí nghiệm, mẫu được tách ra thành từng nhóm (rong, giun nhiều tơ, thân mềm, giáp xác và da gai), cố định lại bằng cồn 70% và thêm một lượng nhỏ glycerin bảo quản mẫu để phân tích. Định loại các nhóm động vật đáy dựa trên phương pháp giải phẫu so sánh đặc điểm hình thái ngoài (hình dạng, kích thước, màu sắc của các bộ phận khác nhau trên mẫu vật).

Đánh giá hiện trạng thảm cỏ biển

Việc khảo sát và đánh giá được thực hiện tại 5 trạm đại diện tương tự như đã khảo sát vào năm 2004 và 2008, gồm Bãi Bắc (C1), Bãi Ông (C2), Bãi Chông (C3), Bãi Bìm (C4) và Bãi Nân (C5) (hình 1). Thời gian khảo sát được tiến hành vào tháng 6/2016.

Tại mỗi trạm khảo sát, tiến hành đặt một mặt cắt vuông góc chạy từ bờ ra đến hết thảm cỏ biển. Thành phần loài và độ phủ cỏ biển được đánh giá bằng khung định lượng $0,5 \text{ m}^2$ đặt tại mỗi điểm cách nhau 5 m dọc theo mặt cắt từ bờ ra hết thảm cỏ biển theo phương pháp của Saito và Atobe (1970) [5]. Xác định mật độ được thực hiện bằng cách thu toàn bộ cỏ có trong khu định lượng có diện tích $1/16 \text{ m}^2$ ($0,0625 \text{ m}^2$) đặt tại 3 điểm đại diện dọc theo mặt cắt nói trên. Mẫu sau khi thu loại bỏ bùn đất và rửa sạch cỏ biển, đếm trực tiếp tại hiện trường.

Đối với nguồn lợi cá, việc đánh giá được thực hiện bằng quan sát trực tiếp dọc theo mặt cắt chạy từ bờ ra hết thảm cỏ biển trong phạm vi quan sát 5 m ngang, tức 2,5 m về mỗi bên của dây mặt cắt. Đối với quần xã động vật đáy, tiến hành thu 3 mẫu lập tại 3 đới đại diện (trong, giữa và ngoài) dọc theo mặt cắt nói trên bằng khung định lượng $15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$ ($0,225 \text{ m}^2$) có túi vải phủ kín bề mặt để hạn chế sinh vật thất thoát. Mẫu thu xong được rửa sạch bùn đất, loại bỏ cỏ và rác, lọc qua rây có đường kính $500 \mu\text{m}$, sau đó cố định trong formol 10% đem về phân tích trong phòng thí nghiệm của Viện Hải dương học. Tương tự, mẫu được tách ra làm 4 nhóm chính gồm giun nhiều tơ, thân mềm, giáp xác và da gai, sau đó cố định lại bằng cồn

70% và thêm một lượng nhỏ glycerin để lưu trữ và phân tích.

Đánh giá hiện trạng các thảm rong mơ

Tiến hành thu mẫu và đánh giá thành phần loài, độ phủ và mật độ rong tại 8 thảm rong mơ phân bố chính (R1-8) tương tự như đã được thực hiện vào các năm 2004 và 2008 (hình 1). Tại mỗi trạm, đặt 3 khung định lượng 1/4 m² dọc theo đới phân bố chính của thảm rong. Sau đó, tiến hành thu mẫu thành phần loài và đánh giá độ phủ, mật độ rong trong 3 khung nói trên. Thời gian khảo sát được tiến hành vào tháng 6/2016.

Đánh giá quần xã sinh vật và hiện trạng rạn san hô

Đặc trưng quần xã sinh vật rạn

Tương tự như các đợt khảo sát vào năm 2004 và 2008, việc đánh giá cấu trúc quần xã sinh vật rạn san hô được tiến hành tại 15 trạm rạn, gồm TN Hòn Khô (S1), Vũng Ráng (S3), vũng Đá Bao (S4), Vũng Nhân (S7), vũng Đá Bàn (S8), bãi Đầu Tai (S9), Bãi Bắc (S10), vũng Bến Lãng (S11), Sừng Bền 2 (S13), Sọc Mô (S14), vũng Cây Chanh (S15), Bãi Bìm (S17), Bãi Hương (S18), vũng Đá Đen (S20) và Vũng Thùng (S21) vào tháng 6/2016 với sự hỗ trợ của thiết bị lặn sâu SCUBA. Các trạm rạn này phân bố rộng khắp ở các đảo và tiêu biểu cho các quần xã sinh vật rạn san hô cũng như sự thay đổi về các yếu tố môi trường đặc trưng cho từng phân vùng của KBTB Cù Lao Chàm. Điều này làm tối ưu hóa thành phần loài ghi nhận được trong vùng nước của KBTB với khoảng thời gian khảo sát hạn hẹp. Vị trí các trạm khảo sát được trình bày trong hình 1.

Tại mỗi trạm, hai mặt cắt, mỗi mặt cắt dài 50 m, được bố trí trên đới mặt bằng rạn (đới cạn - reef flat) ở độ sâu từ 2–4 m và sườn dốc rạn (đới đới sâu - reef slope) từ 5–8 m tùy thuộc vào hình thái và cấu trúc của rạn. Trên từng mặt cắt, mỗi chuyên gia tiến hành bơi chậm theo đường zíc zắc dọc theo mặt cắt để đánh giá thành phần loài và độ phong phú các nhóm sinh vật chủ yếu (rong lớn, san hô, thân mềm, giáp xác, da gai và cá rạn) với sự hỗ trợ của thiết bị lặn sâu (SCUBA diving) trong một khu vực xấp xỉ 250 m² (5 m rộng và 50 m dài) theo phương pháp đánh giá nhanh sinh thái

(Rapid Ecological Assessments - REA). Phương pháp này cho phép các chuyên gia khảo sát tối ưu hóa việc ghi nhận thành phần loài so với phương pháp đánh giá trong một khu vực ô vuông hoặc một đường mặt cắt đã xác định trước [6].

Hiện trạng rạn san hô

Đánh giá hiện trạng rạn san hô được thực hiện tại 10 trạm rạn cố định tương tự như đã thực hiện vào năm 2004 và 2008, gồm TN Hòn Khô (S1), vũng Đá Bao (S4), vũng Đá Bàn (S8), Bãi Đầu Tai (S9), Bãi Bắc (S10), Sừng Bền 2 (S13), Sọc Mô (S14), Bãi Bìm (S17), Bãi Hương (S18) và vũng Đá Đen (S20) (hình 1). Thời gian khảo sát được tiến hành vào tháng 6/2016. Tại mỗi trạm khảo sát, hai mặt cắt ngang (mặt cắt cạn và sâu) có chiều dài 100 m được đặt tại 2 đới rạn (mặt bằng và sườn dốc rạn). Các mặt cắt này được cố định bằng các trụ sắt đóng vào nền đáy ở 2 đầu của mỗi dây mặt cắt (mặt cắt sâu đặt trên sườn dốc rạn: 5–8 m dưới mức triều thấp và mặt cắt cạn đặt trên mặt bằng rạn: 2–4 m tùy thuộc vào cấu trúc của mỗi rạn). Trên mỗi mặt cắt được chia thành 4 đoạn, mỗi đoạn dài 20 m. Phương pháp và các chỉ tiêu đánh giá được tiến hành dựa theo phương pháp giám sát của Mạng lưới giám sát rạn san hô toàn cầu [7] và Kiểm tra rạn - Reefcheck [8], đồng thời có bổ sung thêm một số chỉ tiêu phù hợp với điều kiện tại địa phương. Các chỉ tiêu giám sát cụ thể như sau:

Độ phủ thành phần nền đáy rạn san hô: Các dạng thành phần nền đáy được ghi nhận theo từng điểm chạm 0,5 m trong từng đoạn của dây mặt cắt.

Cá rạn san hô: Việc đánh giá cá rạn cũng được thực hiện theo từng đoạn của mỗi dây mặt cắt trong phạm vi 100 m² (5 m rộng, 5 phía trên và 20 m dài của từng đoạn mặt cắt). Trong từng đoạn, người quan sát bơi chậm và ghi nhận số lượng và kích thước cụ thể của từng loài cá xuất hiện. Thời gian tiến hành trên mỗi mặt cắt là khoảng 60 phút.

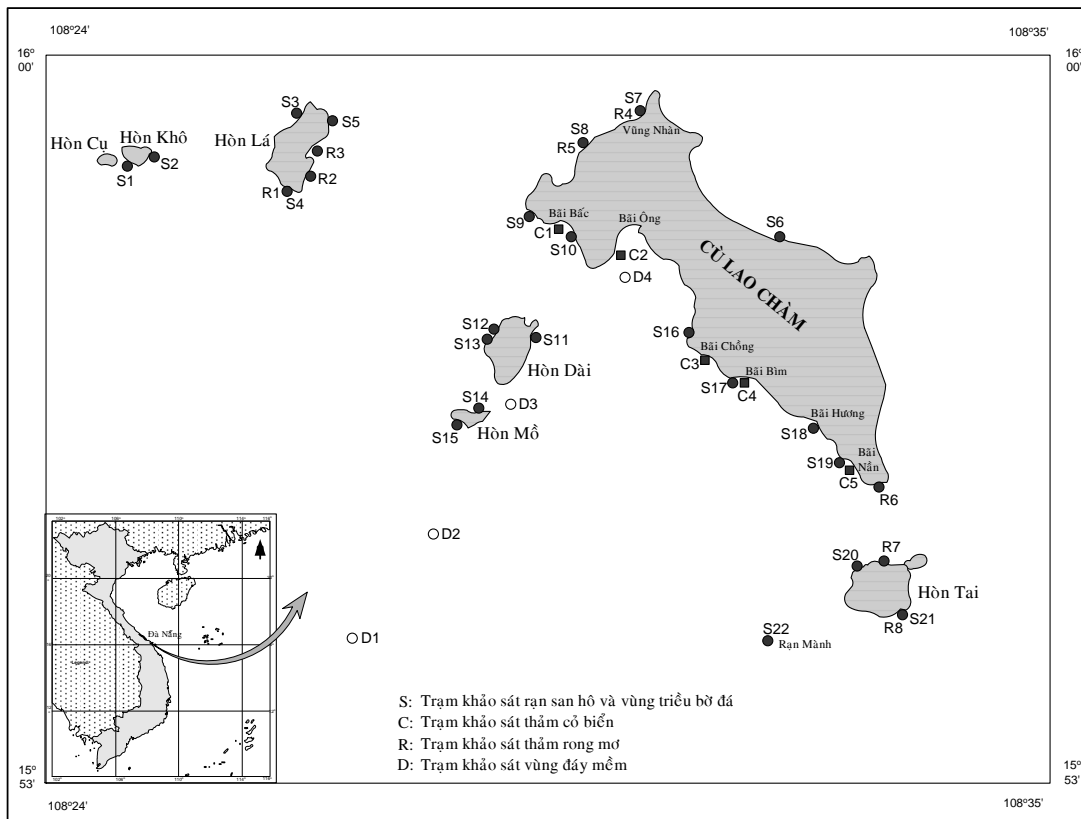
Động vật đáy lớn: Phương pháp đánh giá các nhóm động vật đáy (ĐVD) lớn sống trên rạn được tiến hành tương tự như cá rạn theo từng đoạn với phạm vi diện tích 100 m². Các chỉ tiêu ĐVD lớn được đánh giá dựa theo hướng dẫn của phương pháp Reefcheck cho vùng biển Ấn Độ - Thái Bình Dương, gồm ốc

tù và (*Charonia tritonis*), ốc đụn (*Trochus & Tectus* spp.), trai tai tượng (*Tridacna* spp.), tôm bác sĩ (*Stenopus hispidus*), tôm hùm (*Panulirus* spp.), cầu gai bút chì (*Heterocentrotus mammilatus*), cầu gai đen (*Diadema* spp.), hải sâm (tất cả) và sao biển gai (*Acanthaster planci*).

Đánh giá hiện trạng quần xã động vật vùng đáy mềm

Mẫu động vật đáy vùng đáy mềm được thu tại 4 trạm (D1-4) (hình 1). Tại mỗi trạm, dùng cuộc thu mẫu trầm tích có diện tích 1/25 m² thu mẫu trong nền đáy mềm, thu lập lại 3 mẫu ở 3

điểm đại diện. Mẫu sau khi thu xong được rửa và rây qua lưới 500 μm để thu tất cả các nhóm sinh vật. Sau đó cố định mẫu bằng formol 10% và chuyển về phòng thí nghiệm Viện Hải dương học để phân tích. Trong phòng thí nghiệm, mẫu được tách ra làm 4 nhóm chính là giun nhiều tơ, thân mềm, giáp xác và da gai, sau đó cố định lại bằng cồn 70% và thêm một lượng nhỏ glycerin để bảo quản mẫu để phân tích. Định loại động vật đáy được thực hiện theo phương pháp và các tài liệu phân loại tương tự như trong thảm cỏ biển.



Hình 1. Vị trí các trạm khảo sát đa dạng sinh học các hệ sinh thái tiêu biểu từ các đề tài, dự án tiến hành ở KBTB Cù Lao Chàm trong giai đoạn 1994–2017

Ghi chú: Năm 1994 (S1, S3, S6, S9, S10, S11, S13, S14, S16, S17, S18, S19, S20, S21); năm 2004 và 2008 (S1, S3, S4, S7, S8, S9, S10, S11, S13, S14, S15, S17, S18, S20, S21; C1-5; R1-8); năm 2016 (S1, S3, S4, S7, S8, S9, S10, S11, S13, S14, S15, S17, S18, S20, S21; C1-5; R1-8; D1-4); và năm 2017 (S2, S5, S7, S9, S12, S14, S15, S17, S21, S22).

Xử lý và phân tích số liệu

Thành phần loài sinh vật: Số lượng loài tổng số và từng nhóm sinh vật trình bày trong báo cáo là số loài được thống kê trên cơ sở

tích hợp kết quả khảo sát hiện trạng năm 2016 với các chuyến khảo sát và công trình công bố thực hiện từ một số đề tài, dự án trước đó. Sau đó, cập nhật lại tên khoa học

theo cơ sở dữ liệu nghề cá thế giới (Fishbase) và thành phần loài sinh vật biển thế giới (World Register of Marine Species - WORMS). Cụ thể gồm:

Báo cáo tổng kết dự án “Điều tra đa dạng sinh học, sử dụng nguồn lợi và tiềm năng bảo tồn ở Cù Lao Chàm - Survey report on the biodiversity, resource Utilization and conservation potential of Cu Lao Cham islands” do WWF chủ trì thực hiện năm 1994.

Báo cáo tổng kết dự án “Điều tra nghiên cứu các hệ sinh thái và tài nguyên biển của Khu bảo tồn biển Cù Lao Chàm, tỉnh Quảng Nam, Việt Nam” do TS. Võ Sĩ Tuấn, Viện Hải dương học chủ trì thực hiện năm 2004.

Báo cáo tổng kết dự án “Đa dạng sinh học và chất lượng môi trường Khu bảo tồn biển Cù Lao Chàm: 2004–2008” do TS. Nguyễn Văn Long, Viện Hải dương học chủ trì thực hiện năm 2008.

Báo cáo tổng kết đề tài cấp Viện Hàn lâm KH & CN Việt Nam “Nghiên cứu tính liên kết một số nguồn lợi cá giữa các hệ sinh thái ở Khu Dự trữ sinh quyển thế giới Cù Lao Chàm - Hội An”, Mã số: VAST06.02/17–18 do TS. Nguyễn Văn Long, Viện Hải dương học chủ trì thực hiện giai đoạn 2017–2018.

Các công trình xuất bản liên quan về cá rạn san hô [9, 10], san hô mềm [11].

Lựa chọn nhóm loài có nguy cơ đe dọa cao, gồm rất nguy cấp (Critically Endangered - CR) và nguy cấp (Endangered - EN) theo tiêu chí phân cấp trong Sách đỏ thế giới (IUCN, 2014) [12] và Sách đỏ Việt Nam (2007) [13].

Độ phủ và mật độ các nhóm sinh vật trong từng hệ sinh thái là giá trị trung bình của các mẫu lập tại từng trạm từ chuyên khảo sát gần nhất (tháng 6/2016).

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Thành phần loài sinh vật chủ yếu trong các hệ sinh thái

Tập hợp kết quả từ trước đến nay đã thống kê được 976 loài thuộc 223 họ của 9 nhóm sinh vật phân bố liên quan đến các hệ sinh thái tiêu biểu trong vùng nước của KBTB, trong đó san hô có số loài nhiều nhất với 330 loài, chiếm 33,8% (gồm 292 loài san hô cứng và 38 loài san hô mềm), 277 loài cá (28,4%), 156 loài

thân mềm (16%), 91 loài rong lớn (chiếm 9,3%), 71 loài giun nhiều tơ (7,3%), 24 loài giáp xác (2,5%), 22 loài da gai (2,2%) và 5 loài cỏ biển (0,5%). So với một số kết quả đánh giá trước đây thì số lượng loài trong nghiên cứu này cao hơn 1,4 lần so với năm 2004 (686 loài; [2]) và 2 lần với năm 2011 (495 loài; [14]). Điều này cho thấy những nghiên cứu gần đây đã bổ sung thêm khá nhiều loài cho khu hệ sinh vật tại KBTB Cù Lao Chàm.

Trong số 976 loài kể trên, có 4 loài bị đe dọa ở mức nguy cấp (Endangered - EN) gồm 2 loài san hô cành dạng ngón (*Porites ornata*) và San hô lỗ đỉnh (*Stylophora pistillata*) theo Sách đỏ thế giới [12], ốc đụn đực (*Tectus pyramis*) và bân mai (*Atrina vexillum*) theo Sách đỏ Việt Nam năm 2007 [13]. Tuy nhiên, loài San hô cành dạng ngón được ghi nhận vào năm 1994 đã không còn được tìm thấy trong các đợt khảo sát gần đây vào năm 2004, 2008 và 2016 nên không còn được xem là loài bị nguy cấp hiện có. Trong số 3 loài bị nguy cấp còn lại, Bân mai được ghi nhận tại hầu hết các trạm khảo sát, còn ốc đụn đực và san hô lỗ đỉnh có phạm vi phân bố rất hẹp và chỉ được ghi nhận tại 1/22 trạm rạn khảo sát (hình 2).

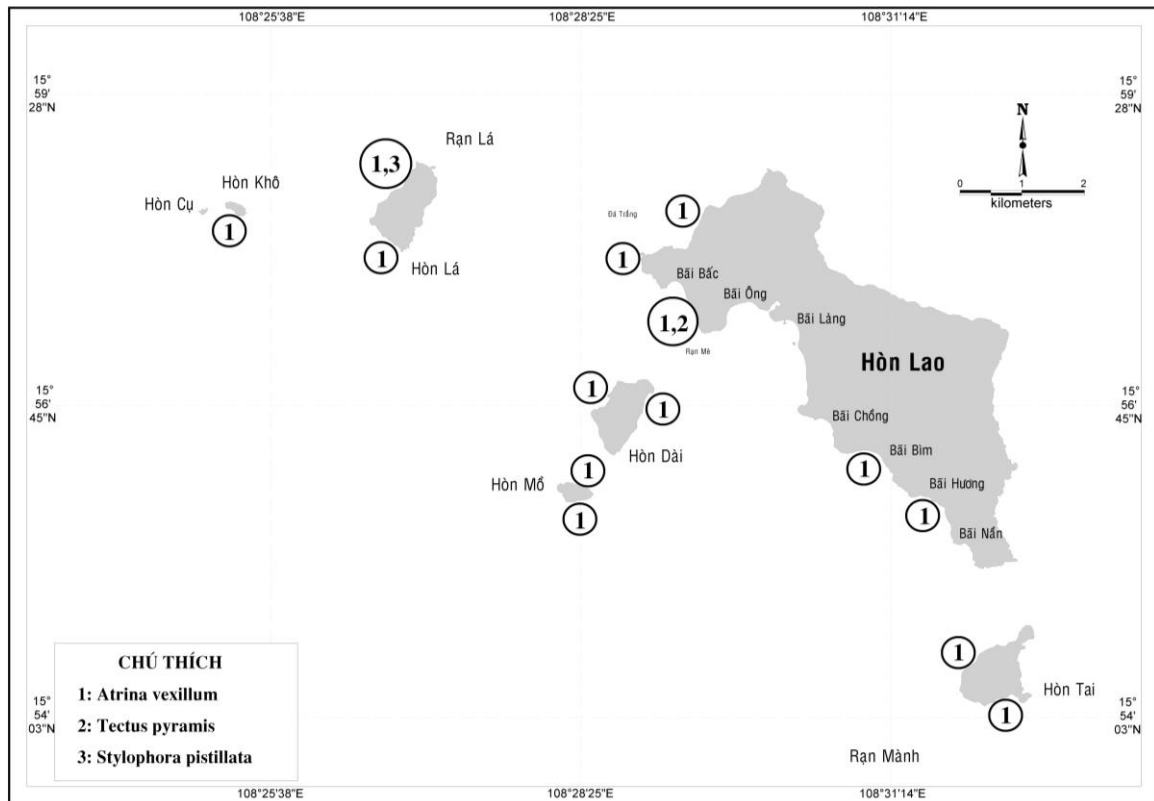
So với một số khu vực trọng điểm khác trong hệ thống các KBTB trong vùng biển ven bờ Việt Nam thì số loài của 8 nhóm sinh vật chủ yếu (rong lớn, cỏ biển, san hô cứng, giun nhiều tơ, thân mềm, giáp xác, da gai và cá) ở KBTB Cù Lao Chàm cao gấp 2,3–3,3 lần so với một số khu vực trong vịnh Bắc Bộ (Đảo Trần, Cô Tô, Cát Bà, Bạch Long Vĩ, Hòn Mê); gấp 1,7–1,9 lần khu vực Bắc Trung Bộ (Cồn Cỏ, Hải Vân-Sơn Chà); gấp 1,3–1,7 lần khu vực Nam Trung Bộ (Lý Sơn, Núi Chúa, Hòn Cau); biển Đông Nam (Côn Đảo) và biển Tây Nam (Phú Quốc, Thổ Chu) [14].

Vùng triều bờ đá: Bước đầu đã ghi nhận được 58 loài thuộc 35 họ và 5 ngành, trong đó thân mềm có 38 loài (chiếm 66% tổng số loài vùng triều) với họ ốc mút (Littorinidae) là đa dạng nhất (8 loài), ốc gai (Muricidae: 5 loài) và họ ốc mắt trâu/ốc ngọt (Neritidae: 3 loài) và các họ còn lại dao động từ 1–2 loài/họ. Trong thành phần rong biển kích thước lớn, ngành rong đuôi ngựa (Ochrophyta) có 5 loài (chiếm 9%), chủ yếu là họ rong mơ (Sargassaceae), ngành rong đỏ (Rhodophyta) có 4 loài (chiếm 7%), ngành

rong khuẩn (Cyanobacteria) chỉ ghi nhận được 1 loài.

Thảm cỏ biển: Kết quả khảo sát đã ghi nhận được 124 loài thuộc 73 họ, gồm 5 loài cỏ biển (*Cymodocea rotundata*, *Halophila major*, *Halophila decipiens*, *Halodule uninervis* và *Halodule pinifolia*), 70 loài giun nhiều tơ, 15 loài thân mềm, 13 loài giáp xác, 5 loài da gai và

16 loài cá. Số loài sinh vật ghi nhận tại các trạm dao động trong khoảng 41–65 loài/trạm, trong đó thân mềm, da gai và một số họ cá (cá bò giấy Monacanthidae, cá phèn Mullidae, cá đổng Nemipteridae, cá nóc hòm Ostraciidae, cá lú Pinguipedidae và cá thia Pomacentridae) là thành phần phổ biến.



Hình 2. Khu vực phân bố các loài bị nguy cấp xung quanh KBTB Cù Lao Chàm

Rạn san hô: Là hệ sinh thái có tính đa dạng loài cao nhất với trên 779 loài thuộc 161 họ đã được ghi nhận, gồm 88 loài rong lớn, 292 loài san hô cứng tạo rạn, 113 loài thân mềm, 19 loài da gai và 267 loài cá. Một số vùng rạn nước sâu > 20 m có sự hiện diện của quần xã san hô khá đặc thù gồm một số nhóm san hô cứng có kích thước polyp lớn, màu sắc vàng hoặc đỏ rực (*Tubastrea micrantha*, *T. faulkneri* và *Balanophyllia* sp.) ở phía tây bắc Hòn Mồ và rạn ngầm Đá Trắng (hình 3). Khu vực rạn ngầm Rạn Lá và Rạn Mành ưu thế bởi san hô mềm (*Alcyonium* sp.), san hô gai (*Antipathes*

sp., *Cirripathes* sp.) và nhiều loại san hô sừng có kích thước nhỏ (hình 4, 5).

Vùng đáy mềm lân cận: Kết quả phân tích 12 mẫu động vật đáy thu tại 4 trạm vùng đáy mềm đã ghi nhận được 135 loài, trong đó giun nhiều tơ đa dạng nhất (87 loài), tiếp đến là giáp xác: 23 loài, thân mềm: 18 loài và ít nhất là nhóm da gai: 7 loài. Một số họ có số lượng loài nhiều như Spionidae (17 loài), Capitellidae (11 loài), Nereididae (8 loài), Syllidae (7 loài) đều thuộc nhóm giun nhiều tơ; các nhóm thân mềm và giáp xác thường tối đa chỉ 3–4 loài.



Hình 3. Quần xã san hô vùng nước sâu Hòn Mồ



Hình 4. Quần xã san hô trên nền đá tảng vùng nước sâu Rạn Lá



Hình 5. Quần xã san hô trên rạn đá ngầm vùng nước sâu Rạn Mành

Hiện trạng các sinh cư thái tiêu biểu

Vùng triều bờ đá: Độ phủ trung bình của các loại rong chỉ chiếm 3% diện tích 1 m², đáng kể ở vũng Đá Bao (S4) đạt 20% và Sẹo Mồ

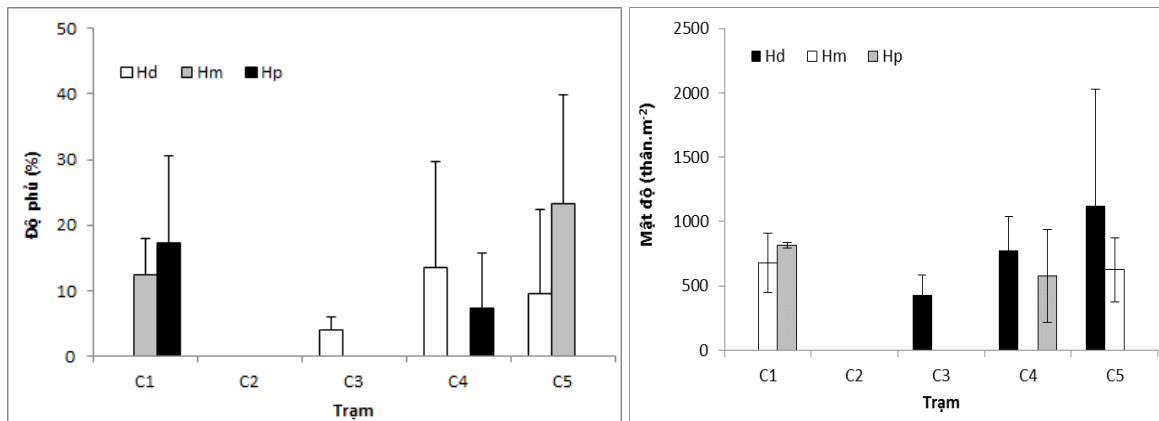
(S14) là 9%. Đối với nhóm giáp xác, mật độ trung bình là 172 cá thể/m² với thành phần chủ yếu là hà sum (*Balanus* sp.: 343 cá thể/m² và hà ngỗng (*Pollicipes* sp.: 1 cá thể/m²). Nhóm thân

mềm có mật độ trung bình là 45 cá thể/m², nhiều nhất là hào (trung bình: 107 cá thể/m²), tiếp theo là ốc nhớt (trung bình: 51 cá thể/m²). Ốc vú vàng và vẹm có mật độ thấp nhất, tương ứng là 10 cá thể/m² và 12 cá thể/m².

Trong số 10 trạm vùng triều bờ đá được khảo sát vào tháng 6/2016, bãi Đâu Tai (S9) có mật độ cao nhất (353 cá thể/m²). Các trạm cũng có mật độ các nhóm ưu thế cao là TN Hòn Khô (S1: 129 cá thể/m²), Sẹo Mô (S14): 87 cá thể/m², vũng Đá Bàn (S8): 84 cá thể/m² và vũng Đá Đen (S20): 87 cá thể/m². Mật độ cao ở các trạm này là do sự xuất hiện với mật độ rất cao của các loài như hà sum, hào hoặc vẹm (bảng 6). Nhìn chung, phần lớn phần hào, Ốc vú vàng, vẹm, hà ngỗng và rong phân bố tập trung ở đới triều dưới và rất hiếm gặp ở

triều giữa, còn ốc nhớt và hà sum phân bố ở cả hai đới triều.

Thảm cỏ biển: Kết quả khảo sát tại 4 trạm các thảm cỏ biển vào tháng 6/2016 ghi nhận phần lớn đều có độ phủ và mật độ thấp. Độ phủ trung bình là $11,9 \pm 11,6\%$, cao nhất tại khu vực Bãi Bắc (C1) và thấp nhất tại Bãi Chồng (C3), trong đó *H. decipiens* chiếm trung bình là $7,8 \pm 10,7\%$, *H. major* là $15,3 \pm 10,3\%$ và *Halodule pinifolia* đạt $15,8 \pm 12,9\%$ (hình 6). Mật độ loài cỏ xoan đơn *H. decipiens* chiếm ưu thế cao nhất với dao động từ 320–1.760 cây (trung bình: 727 ± 502 cây/m²), cỏ xoan *H. major* trung bình đạt 656 ± 208 cây/m² (448–912 cây) và loài *Halodule pinifolia* dao động 576–816 cây/m² (hình 6).



Hình 6. Độ phủ (trái) và mật độ (phải) trung bình các loài cỏ biển tại Cù Lao Chàm, Hd: *Halophila decipiens*; Hm: *Halophila major*; Hp: *Halodule pinifolia*

Mật độ nguồn lợi kích thước lớn dao động từ 1,6–7,4 cá thể (trung bình: $3,6 \pm 2,4$ cá thể/100 m²) với sự ưu thế của nhóm cá (bảng 1). Mật độ động vật đáy nhỏ trong trầm tích thảm cỏ biển trung bình đạt 3.222 ± 1.397 cá thể/m², chủ yếu là giáp xác (1.244 cá thể/m²) và giun nhiều tơ (1.341 cá thể/m²), cao gấp 2,3 và 13,4 lần so với thân mềm và da gai (bảng 2).

Thảm rong mơ: Trong số 8 trạm khảo sát thì trạm R2 và R5 không còn có sự hiện diện của thảm rong mơ. Các thảm rong mơ ở vũng Đá Đen (R7) và Vũng Thùng (R8) của Hòn Tai có giá trị cao độ phủ đạt 85–90%, cao hơn các trạm khảo sát còn lại chỉ đạt khoảng 30–40% (hình 8). Mật độ trung bình toàn Cù Lao Chàm đạt 382 ± 187 cây/m², cao nhất tại Vũng

Thùng (R8) với 619 ± 197 cây/m² và thấp nhất tại trạm R1 là 181 ± 76 197 cây/m², còn các trạm R3, R4, R6 và R7 lần lượt tương ứng là 341 ± 191 ; 315 ± 82 ; 442 ± 113 và 395 ± 192 cây/m² (hình 7).

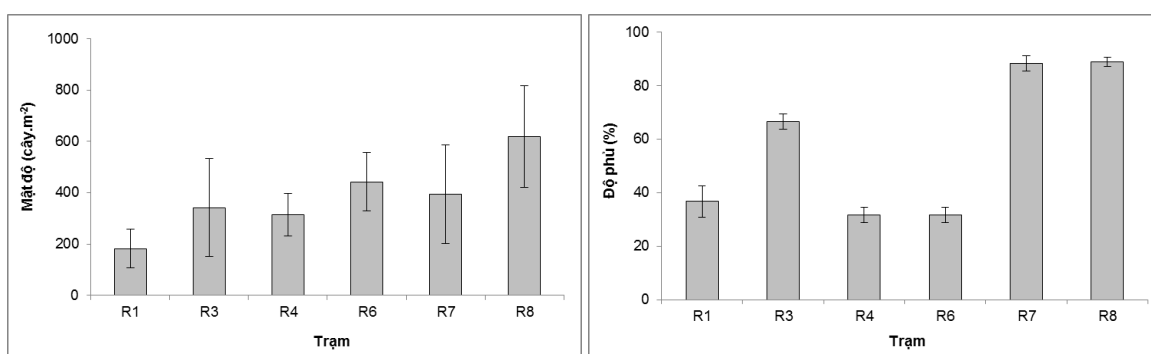
Rạn san hô: Số liệu khảo sát 10 trạm rạn tại các khu vực đại diện vào tháng 6/2016 ghi nhận tình trạng các rạn san hô ở Cù Lao Chàm không còn duy trì trong tình trạng tốt với độ phủ trung bình san hô sống đạt $24,8 \pm 15,7\%$ (dao động: 3,1–38,4%), san hô cứng chỉ chiếm $11,6 \pm 11,9\%$ và san hô mềm là $13,2 \pm 12,9\%$. Các khu vực có tình trạng rạn còn tương đối tốt với độ phủ san hô cứng cao gồm vũng Đá Đen, vũng Đá Bao và Sẹo Mô, còn TN Hòn Khô, bãi Đâu Tai và Bãi Bim san hô mềm ưu thế (bảng 3).

Bảng 1. Mật độ các nhóm nguồn lợi trên thảm cỏ biển ở Cù Lao Chàm

Nhóm nguồn lợi	Bãi Bắc	Bãi Chông	Bãi Bìm	Bãi Nần	Trung bình
<i>Thân mềm</i>	1,7	2,1	0,0	1,1	1,2
Connidae	0,4	0,4	0,0	0,0	0,2
Costellariidae	0,5	0,9	0,0	0,7	0,5
Pinnidae	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1
Strombidae	0,0	0,8	0,0	0,4	0,3
Terebridae	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1
<i>Da gai</i>	0,4	0,4	0,0	0,0	0,2
Holothuriidae	0,0	0,4	0,0	0,0	0,1
Ophidiasteridae	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1
<i>Cá</i>	1,6	3,0	1,6	6,3	2,1
Gerreidae	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0
Gobiidae	0,0	0,0	1,2	0,4	0,0
Siganidae	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1
Tetraodontidae	0,0	0,8	0,4	0,4	0,4
Monacanthidae	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0
Mullidae	0,8	0,6	0,0	0,7	0,5
Nemipteridae	0,0	0,0	0,0	0,8	0,2
Ostraciidae	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1
Pinguipedidae	0,0	0,0	0,0	0,8	0,2
Pomacentridae	0,0	0,0	0,0	2,4	0,6
Tổng cộng	3,7	5,5	1,6	7,4	3,6

Bảng 2. Mật độ (cá thể/m²) các nhóm động vật đáy nhỏ trong thảm cỏ biển ở Cù Lao Chàm

Ký hiệu	Tên trạm khảo sát	Giun nhiều tơ	Giáp xác	Da gai	Thân mềm	Tổng
C1	Bãi Bắc	1.081	1.067	104	563	2.815
C3	Bãi Chông	756	667	59	356	1.837
C4	Bãi Bìm	1.719	1.422	44	741	3.926
C5	Bãi Nần	1.807	1.822	163	519	4.311
	Trung bình	1.341	1.244	93	544	3.222
	s.d.	763,7	759	66,9	270,1	1.397



Hình 7. Độ phủ (trái) và mật độ (phải) trung bình tại các thảm rong mơ tại Cù Lao Chàm

Độ phủ rong lớn có giá trị khá cao, trung bình đạt $16,1 \pm 15,7\%$, đặc biệt tại khu vực bãi Đâu Tai, Bãi Bắc, Bãi Bìm và Bãi Hương

(27,2–34,4%), còn rong sợi đạt cao tại vũng Đá Đen, Bãi Bắc và vũng Đá Bao (7,8–18,1%). Điều này cho thấy những dấu hiệu về tình trạng

suy thoái của các rạn san hô đang diễn ra tại những khu vực này.

Mật độ tổng số cá rạn tại các trạm khảo sát dao động trong khoảng 62–160 cá thể, trung bình đạt $89,4 \pm 65,1$ cá thể/100 m², trong đó nhóm cá kích thước bé < 10 cm chiếm ưu thế (71,2 cá thể/100 m²; chiếm 80% mật độ). Trong

thành phần cá rạn, nhóm cá cảnh có kích thước nhỏ, giá trị thực phẩm kém và được khai thác trung bày chiếm ưu thế (trung bình: $76,2 \pm 61,7$ cá thể/100 m²; chiếm > 85%), nhóm cá có giá trị thực phẩm đạt trung bình $13,2 \pm 14,4$ cá thể/100 m²; 14,7%) và nhóm cá dữ còn lại rất ít ($1,9 \pm 2,3$ cá thể/100 m²; 2,2%) (bảng 4).

Bảng 3. Độ phủ (%) của một số thành phần chính tại trạm khảo sát

Ký hiệu	Tên trạm khảo sát	LC	HC	SC	FS	TA	CA	RKC	RB
S1	TN Hòn Khô	38,4	12,5	25,9	7,5	3,1	0,0	0,3	0,6
S4	Vũng Đá Bao	38,1	29,1	9,1	11,6	7,8	0,0	0,3	0,3
S8	Vũng Đá Bàn	3,1	3,1	0,0	14,4	2,5	0,0	0,0	0,0
S9	Bãi Đầu Tai	29,1	7,5	21,6	30,0	5,6	0,0	0,6	5,6
S10	Bãi Bắc	15,9	4,4	11,6	34,4	11,3	1,6	0,0	1,9
S13	Sũng Bền 2	19,1	6,9	12,2	3,1	0,9	0,0	0,0	2,5
S14	Seo Mô	28,1	15,3	12,8	0,3	2,2	0,3	0,0	5,9
S17	Bãi Bìm	19,4	2,5	16,9	30,0	0,0	0,0	0,0	1,3
S18	Bãi Hương	10,9	3,1	7,8	27,2	0,6	0,0	0,0	9,7
S20	Vũng Đá Đen	32,2	22,5	9,7	8,4	18,1	0,3	0,3	12,5
Trung bình		24,8	11,6	13,2	16,1	5,7	0,2	0,2	4,4
s.d.		15,7	11,9	12,9	15,7	8,3	1,0	0,8	7,6

Ghi chú: LC: San hô sống; HC: San hô cứng; SC: San hô mềm; FS: Rong lớn; TA: Rong sợi; CA: Rong vôi; RKC: San hô mới chết; RB: San hô vỡ vụn.

Bảng 4. Mật độ các nhóm cá rạn (cá thể/100 m²) tại các trạm khảo sát

Ký hiệu	Tên trạm khảo sát	Tổng	Cá dữ	Cá thực phẩm	Cá cảnh
S1	TN Hòn Khô	122,5	1,4	28,3	94,3
S4	Vũng Đá Bao	91,4	1,4	2,8	88,6
S8	Vũng Đá Bàn	56,0	2,8	15,8	40,3
S9	Bãi Đầu Tai	56,6	1,6	6,0	50,6
S10	Bãi Bắc	80,0	0,5	14,0	66,0
S13	Sũng Bền 2	62,0	5,4	10,9	51,1
S14	Seo Mô	82,0	2,1	17,3	64,8
S17	Bãi Bìm	77,8	1,5	19,8	58,0
S18	Bãi Hương	83,1	1,1	9,6	73,5
S20	Vũng Đá Đen	160,1	1,9	12,1	148,0
Trung bình		89,4	1,9	13,2	76,2
s.d.		65,1	2,3	14,4	61,7

Số liệu mật độ trình bày trong bảng 5 cho thấy các nhóm nguồn lợi phổ biến trên rạn hầu như đã bị khai thác cạn kiệt, trong đó ốc đụn (*Trochus* spp.) là đối tượng phổ biến nhưng chỉ có mật độ trung bình < 0,2 cá thể/100 m², ốc mặt trăng/ốc nghệ (*Turbo* spp.) cũng chỉ ghi nhận tại một số trạm khảo sát với mật độ rất thấp. Riêng trai tai tượng (*Tridacna* spp.) còn hiện diện tại một số trạm, tuy nhiên mật

độ < 1 cá thể/100 m². Hai nhóm chỉ tiêu của nhóm giáp xác là tôm hùm và tôm bác sĩ chỉ ghi nhận được tại 1–3 trạm khảo sát với mật độ trung bình < 0,5 cá thể/100 m² (bảng 5). Trong số các nhóm chỉ tiêu thuộc nhóm da gai, hải sâm còn lại nhiều nhất với mật độ trung bình đạt $5,8 \pm 6,5$ cá thể/100 m² và cao nhất tại TN Hòn Khô (30,4 cá thể/100 m²), trong khi đó cầu gai đen gai dài (*Diadema*

spp.) còn lại khá nghèo nàn ở đây (trung bình: 4,3 cá thể/100 m²) (bảng 5). Cầu gai bút chì không được ghi nhận.

Vùng đáy mềm lân cận: Mật độ động vật đáy toàn vùng khá cao, trung bình đạt 1.992 cá thể/m², tập trung chủ yếu vào nhóm giun nhiều

tor (1.063 cá thể/m²) và giáp xác (619 cá thể/m²), trong khi đó nhóm thân mềm và da gai có mật độ thấp hơn nhiều (233 và 77 cá thể/m²) (bảng 6). Trong nhóm giáp xác, chủ yếu là giáp xác thấp Amphipoda chiếm ưu thế vượt trội ở tất cả các trạm.

Bảng 5. Mật độ một số nhóm nguồn lợi ĐVĐ lớn (cá thể/100 m²) tại trạm khảo sát

Ký hiệu	Tên trạm khảo sát	Ốc tù và	Ốc mặt trăng	Ốc đụn	Trai tai tượng	Tôm bác sĩ	Tôm hùm	Hải sâm	Cầu gai đen
S1	TN Hòn Khô	0,0	0,0	0,1	0,3	0,0	0,0	30,4	1,0
S4	Vũng Đá Bao	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	2,1	1,3
S8	Vũng Đá Bàn	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
S9	Bãi Đầu Tai	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,3	0,3
S10	Bãi Bắc	0,0	0,1	0,1	0,9	0,4	0,0	0,3	0,8
S13	Sũng Bền 2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	8,0	23,3
S14	Sẻo Mỏ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,6	9,5
S17	Bãi Bìm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0
S18	Bãi Hương	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	2,4
S20	Vũng Đà Đen	0,0	0,0	0,1	0,4	0,1	0,0	3,0	0,5
Trung bình		0,0	0,05	0,1	0,2	0,1	0,01	5,8	4,3
s.d.		0,0	0,2	0,3	0,5	0,4	0,12	6,5	8,5

Bảng 6. Mật độ (cá thể/m²) của các nhóm động vật đáy vùng đáy mềm tại các trạm khảo sát

Nhóm sinh vật	D1	D2	D3	D4	Trung bình	s.d.
Giun nhiều tơ	908	600	1.325	1.417	1.063	379,6
Thân mềm	150	67	258	458	233	169
Giáp xác	242	175	1.342	717	619	539
Da gai	42	58	108	100	77	32
Tổng	1.342	900	3.033	2.692	1.992	1.031

KẾT LUẬN

Với trên 976 loài thuộc 223 họ của 9 nhóm sinh vật chủ yếu liên quan đến các hệ sinh thái tiêu biểu đã được ghi nhận cho thấy vùng nước của KBTB Cù Lao Chàm có tính đa dạng loài khá cao so với nhiều vùng biển khác trong vùng ven bờ Việt Nam, trong đó có 3 loài đang ở mức nguy cấp cần có các biện pháp bảo tồn phù hợp. Sự đa dạng về thành phần loài của khu hệ sinh vật đã và đang góp phần tạo nên những giá trị độc đáo và hấp dẫn của các hệ sinh thái phục vụ cho phát triển du lịch sinh thái biển tại địa phương trong những năm gần đây.

Nhìn chung, các rạn san hô và thảm cỏ biển không còn duy trì trong tình trạng tốt với độ phủ trung bình thấp. Nguồn lợi sinh vật trong các hệ sinh thái khá nghèo nàn với những nhóm

đôi tượng còn lại chủ yếu thuộc nhóm kích thước nhỏ và giá trị thấp, trừ một số khu vực như bãi Đầu Tai, Bãi Bắc, Hòn Mỏ, Hòn Tai và các dải rạn ngầm vùng nước sâu (Rạn Lá, Rạn Mành) có sự tập trung các đàn cá kích thước lớn và có giá trị thực phẩm cao (cá miền/cá chàm, cá hồng, cá hè/gáy, cá đĩa, cá giò, cá bẹ, cá nhồng).

Lời cảm ơn: Bài báo này được xây dựng trong khuôn khổ đề tài cấp nhà nước “Nghiên cứu cơ chế phát tán nguồn giống và tính liên kết quần thể nguồn lợi nâng cao hiệu quả quản lý các khu bảo tồn vùng biển ven bờ từ Quảng Trị đến Kiên Giang” Mã số: KC.09.41/16–20 trên cơ sở tổng quan và phân tích tư liệu từ các đề tài, dự án thực hiện trong giai đoạn 1994–2018. Tập thể tác giả xin gửi lời cảm ơn đến Bộ Khoa

học & Công nghệ, Viện Hàn lâm KH & CN Việt Nam, Viện Hải dương học, UBND Tp. Hội An, BQL KSQ Cù Lao Chàm - Hội An và KBTB Cù Lao Chàm đã hỗ trợ và tạo điều kiện để chúng tôi thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Võ Sĩ Tuấn, Nguyễn Huy Yết và Nguyễn Văn Long, 2005. Hệ sinh thái rạn san hô biển Việt Nam. *Nxb. Khoa học và Kỹ thuật, Chi nhánh Tp. Hồ Chí Minh*, 115 tr.
- [2] Long, N. V., Vo, S. T., Hoang, P. K., and Tuyen, H. T., 2004. Conservation of marine biodiversity: a tool for sustainable management in Cu Lao Cham Islands, Quang Nam Province. In *Proceedings of the 10th International Coral Reef Symposium, Okinawa, Japan* (Vol. 2006, pp. 1249–1258).
- [3] Nguyễn Văn Long và Mai Xuân Đạt, 2018. Hiện trạng khai thác nguồn lợi thủy hải sản ở khu dự trữ sinh quyển thế giới Cù Lao Chàm - Hội An. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển*, 18(4A), 115–128. <https://doi.org/10.15625/1859-3097/9844>
- [4] Latypov, Y. Y., and Selin, N., 2012. Changes of Reef Community near Ku Lao Cham islands (South China Sea) after Sangshen Typhoon. *American Journal of Climate Change*, 1, 41–47. doi: 10.4236/ajcc.2012.11004
- [5] Saito, Y., and Atobe, S., 1970. Phytosociological Study of Intertidal Marine Algae: I. Usujiri Benten-Jima, Hokkaido. *Bulletin of the Faculty of Fisheries Hokkaido University*, 21(2), 37–69.
- [6] DeVantier, L. M., De'Ath, G., Done, T. J., and Turak, E., 1998. Ecological assessment of a complex natural system: a case study from the Great Barrier Reef. *Ecological Applications*, 8(2), 480–496. doi: 10.1890/1051-0761(1998)008[0480:EAOACN]2.0.CO;2
- [7] English, S., Wilkinson, C., and Baker, V., 1997. Survey manual for tropical marine resources (No. 333.952 S9). *Australia Insitute of Marine Science, Townsville*, 390 p.
- [8] Hodgson, G., Maun, L., and Shuman, C., 2003. Reef Check Survey Manual for Coral Reefs of the Indo Pacific, Hawaii, Atlantic/Caribbean, Red Sea and Arabian Gulf. *Reef Check, Institute of the Environment, University of California, Los Angeles, California, USA*.
- [9] Nguyễn Hữu Phụng và Nguyễn Văn Long, 1997. Thành phần loài, nguồn lợi và một số đặc điểm sinh học của quần xã cá rạn san hô ở vùng biển Cù Lao Chàm. *Tuyển tập báo cáo Khoa học Hội nghị Sinh học biển lần thứ I*, pp. 131–140.
- [10] Vũ Quyết Thành và Nguyễn Văn Quân, 2013. Góp phần nghiên cứu khu hệ cá rạn san hô tại khu bảo tồn biển Cù Lao Chàm, Quảng Nam. *Tuyển tập tài nguyên và môi trường biển, Hà Nội*, 17, 90–99.
- [11] Hoàng Xuân Bền và Thái Minh Quang, 2019. Nghiên cứu quần xã san hô mềm (Alcyonacea) và san hô sừng (Gorgonacea) ở khu bảo tồn biển Cù Lao Chàm, Quảng Nam. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển*, 19(4), 589–599. <https://doi.org/10.15625/1859-3097/12661>
- [12] IUCN, 2014. The IUCN Red List of Threatened Species (<http://www.iucnredlist.org>).
- [13] Bộ Khoa học và Công nghệ, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam, 2007. Sách đỏ Việt Nam. Phần I: Động vật. *Nxb. Khoa học tự nhiên và Công nghệ*, 515 tr.
- [14] Đỗ Văn Khương, Đỗ Anh Duy, Lê Doãn Dũng, Đỗ Thanh An, Nguyễn Văn Hiếu, Đinh Thanh Đạt, Trần Văn Hương, Nguyễn Quang Đông, Trương Văn Tuấn, Đỗ Công Thung, Nguyễn Văn Quân và Nguyễn Đức Thế, 2014. Thành phần loài sinh vật biển vùng rạn san hô tại 19 đảo khảo sát thuộc vùng biển Việt Nam. *Tuyển tập Hội nghị Khoa học toàn quốc về sinh học biển và phát triển bền vững lần thứ II*, pp. 117–130.