

Research on marine environment and coral distribution on Nam Yet island using VNRedsat-1 and QuickBird images

Do Huy Cuong*, Le Dinh Nam, Nguyen Xuan Tung, Nguyen The Luan, Bui Thi Bao Anh, Nguyen Thi Nhan

Institute of Marine Geology and Geophysics, VAST, Vietnam

*E-mail: dhcuong@imgg.vast.vn

Received: 25 July 2019; Accepted: 6 October 2019

©2019 Vietnam Academy of Science and Technology (VAST)

Abstract

Based on the processing of VNRedsat-1 and QuickBird images in the area of Truong Sa archipelago, the research results showed the efficiency of assessing marine environmental characteristics in surroundings of these islands. In this paper, we presented the research results on Nam Yet island and adjacent area. The marine parameters in this research include sea surface temperature (SST) and chlorophyll-a concentration in the surface layer as well as in the deep layers of 20 m and 40 m, the distributions of the ground objects such as coral shelf, sand accumulation, coral reef combined with seagrass and seaweed. The accuracy of assessment of supervised and unsupervised classified results is approximate of 87.8%. The research results allowed assessing the environmental characteristics, warning of the risk of erosion and coastal line change in the study area.

Keywords: Remote sensing image, marine environment, sea surface temperature (SST), Chlorophyll-a concentration, coral.

Nghiên cứu môi trường biển và phân bố san hô khu vực đảo Nam Yết sử dụng ảnh VNRedsat-1 và QuickBird

Đỗ Huy Cường*, Lê Đình Nam, Nguyễn Xuân Tùng, Nguyễn Thế Luân, Bùi Thị Bảo Anh, Nguyễn Thị Nhân

Viện Địa chất và Địa vật lý biển, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Việt Nam

*E-mail: dhcuong@imgg.vast.vn

Nhận bài: 25-7-2019; Chấp nhận đăng: 6-10-2019

Tóm tắt

Trên cơ sở xử lý các ảnh viễn thám VNRedsat-1 và QuickBird tại khu vực các đảo thuộc quần đảo Trường Sa, kết quả nghiên cứu cho thấy hiệu quả đánh giá các đặc trưng môi trường biển xung quanh các đảo này. Trong phạm vi bài báo này, chúng tôi trình bày các kết quả nghiên cứu tại khu vực đảo Nam Yết và vùng biển lân cận. Các tham số môi trường biển đã được nghiên cứu gồm có nhiệt độ tầng mặt SST và hàm lượng Chlorophyll-a tầng mặt cũng như các tầng sâu 20 m và 40 m, phân bố lớp phủ khu vực đảo ngập triều của các đối tượng như thềm san hô, bãi bồi, phân bố san hô kết hợp với cỏ biển và rong biển. Kết quả đánh giá sau phân loại cho thấy độ chính xác của kết quả phân tích đạt xấp xỉ 87,8%. Các kết quả nghiên cứu cho phép đánh giá các đặc trưng môi trường, cảnh báo nguy cơ xói lở, biến động đường bờ trong khu vực nghiên cứu.

Từ khóa: Ảnh viễn thám, môi trường biển, nhiệt độ tầng mặt (SST), hàm lượng Chlorophyll-a, san hô.

MỞ ĐẦU

Nghiên cứu môi trường biển và hải đảo bằng tư liệu viễn thám đã và đang được thực hiện ở nhiều nơi trên thế giới cũng như ở Việt Nam [1–3]. Với sự phát triển nhanh chóng của các vệ tinh nghiên cứu Trái đất, các ảnh viễn thám phục vụ cho mục đích này ngày càng nhiều và người sử dụng có thêm nhiều lựa chọn các ảnh viễn thám từ ảnh quang học đến ảnh radar, từ ảnh đa phổ đến ảnh siêu phổ với độ phân giải mặt đất và thời gian ngày càng được nâng cao. Vệ tinh VNRedsat-1 của Việt Nam cũng đã thu thập được một số lượng lớn các ảnh thuộc khu vực quần đảo Trường Sa. Viện Địa chất và Địa vật lý biển đã tham gia nhiều đề tài thuộc Chương trình công nghệ vũ trụ liên quan đến ứng dụng ảnh VNRedsat-1 và tương đương trong nghiên cứu môi trường biển đảo khu vực Trường Sa. Trong phạm vi bài báo này, chúng

tôi xin trình bày kết quả nghiên cứu tổng hợp môi trường biển và hải đảo, áp dụng cho khu vực đảo Nam Yết và vùng biển lân cận sử dụng kết hợp các tư liệu ảnh VNRedsat-1 và QuickBird.

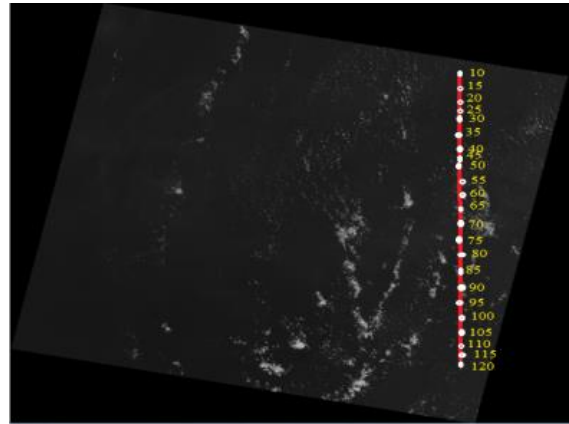
Để thực hiện được các mục tiêu trên, nghiên cứu đã tiến hành thu thập số liệu bản đồ, lựa chọn các phương pháp xử lý ảnh viễn thám phù hợp với các nghiên cứu điều kiện tự nhiên vùng biển đảo xa bờ [4, 5], xây dựng cơ sở dữ liệu quang phổ đặc trưng của các đối tượng cần minh giải, xây dựng mô hình tính toán các đối tượng môi trường khu vực đảo san hô vùng Trường Sa, nghiên cứu đặc trưng của các yếu tố hải văn khu vực Trường Sa và xung quanh các đảo nổi lớn bằng tư liệu ảnh VNRedsat-1 nghiên cứu sự phân bố san hô khu vực xung quanh các đảo nổi lớn ở độ sâu nhỏ hơn 10 mét nước theo tư liệu VNRedsat-1 và QuickBird,

nghiên cứu phân vùng tiềm ẩn nguy cơ xói lở bờ đảo nổi và khu vực đảo ngập triều sử dụng kết hợp tư liệu ảnh vệ tinh và mô hình số độ cao DEM tỷ lệ 1:10.000. Các kết quả khảo sát các tham số nhiệt độ và Chlorophyll-a, đo quang phổ mặt đất cho các đối tượng cần nghiên cứu.

SỐ LIỆU SỬ DỤNG TRONG NGHIÊN CỨU

Trong nghiên cứu sử dụng tư liệu bản đồ số địa hình khu vực đảo và vùng biển lân cận đảo Nam Yết ở tỷ lệ 1:10.000 và 1:50.000, các bản đồ và số liệu liên quan đến các đặc điểm môi trường biển và hải văn liên quan đến khu vực quần đảo Trường Sa. Để phục vụ giải đoán ảnh viễn thám và xây dựng các bản đồ chuyên đề trên cơ sở xử lý ảnh viễn thám VNRedsat-1 và QuickBird, chúng tôi lựa chọn ảnh khu vực đảo Nam Yết gồm có ảnh VNRedsat-1 được chụp vào ngày 23 tháng 5 năm 2015 (hình 1) và ảnh QuickBird được chụp vào ngày 15 tháng 8 năm 2016 (hình 2). Các ảnh này được thu thập trong khuôn khổ thực hiện đề tài độc lập cấp nhà nước trong Chương trình vũ trụ giai đoạn II và hợp tác quốc tế với Viện Hải dương học Viễn Đông Nga (POI). Tuyến đo 8 tham số môi trường biển khu vực đảo Nam Yết theo độ sâu nằm ở vùng biển ngoài khơi phía tây đảo Nam Yết (hình 1). Các điểm khảo sát thực địa đối tượng lớp phủ (san hô, cỏ biển, rong biển) được thực hiện trên 18 tuyến dọc từ bờ đảo ra đến rìa đảo khu vực ngập triều (hình 3). Kết quả đo quang phổ mặt đất các đối tượng lớp phủ được thực hiện cho các mẫu thực vật, thổ nhưỡng, bãi bồi, san hô phát triển từ tốt đến kém và san hô kết tinh. Kết quả thực địa được thực hiện trong hai đợt vào tháng 5 năm 2015 và tháng 5 năm 2018. Ngoài ra, các kết quả nghiên cứu về đặc điểm hải văn, các tham số môi trường biển của các chuyến khảo sát trong nước và quốc tế cũng được thu thập làm tài liệu tham khảo trong quá trình xử lý tài liệu. Các số liệu đo tham số được tham khảo theo chương trình SEAFDEC có các nhà khoa học Trung Quốc, Nhật Bản, Thái Lan, Malaysia, Việt Nam tham gia theo chương trình hợp tác phát triển nghề cá bền vững trong khu vực APEC- khuôn khổ hợp tác kinh tế khu vực Châu Á - Thái Bình Dương trong lĩnh vực sử dụng ảnh vệ tinh để dự báo và

giám sát nguồn lợi các biển và các số liệu đo tham số của Viện Hải dương học Viễn Đông Nga (POI) trong khuôn khổ hợp tác giữa IMG và POI.



Hình 1. Ảnh VNRedsat-1 và vị trí quan trắc môi trường biển khu vực đảo Nam Yết (ngày 23/5/2015)



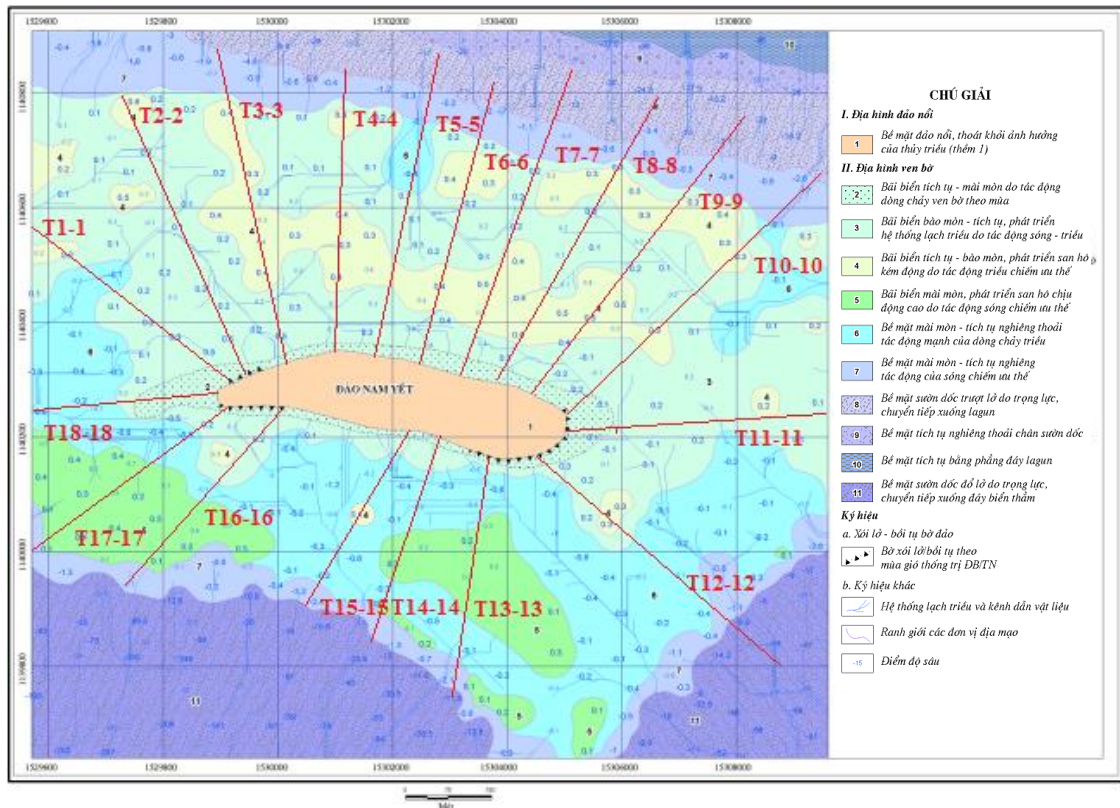
Hình 2. Ảnh QuickBird khu vực đảo Nam Yết (15/8/2016)

PHƯƠNG PHÁP VIỄN THÁM TRONG NGHIÊN CỨU MÔI TRƯỜNG BIỂN VÀ PHÂN BỐ SAN HÔ

Nghiên cứu môi trường biển bằng ảnh viễn thám cần thông qua các đặc trưng quang phổ bức xạ, phản xạ từ môi trường nước biển [1, 6, 7]. Do thành phần môi trường nước không đồng nhất đã tạo nên màu đại dương tương ứng với các dải quang khác nhau sẽ khác nhau, các yếu tố tạo nên sự bất đồng nhất có thể kể đến như diệp lục, vật chất trôi nổi, vật chất hữu cơ hoà tan, vật chất ô nhiễm, độ sâu đáy biển và nhiều yếu tố khác [1, 7]; các tham số về môi trường như độ bằng phẳng mặt biển, sóng, nhiệt độ, độ muối, khí tượng biển cũng có những ảnh hưởng đáng kể; ngoài ra, các phương thức quan trắc, thời điểm quan trắc,

thiết bị quan trắc... cũng tạo nên nhiều sự khác biệt. Vì vậy, để tối ưu hóa cũng như nâng cao độ chính xác của kết quả xử lý phân tích ảnh

viễn thám, các phương pháp xử lý đã sử dụng đối với ảnh QuickBird và VNRedsat-1 đã được sử dụng.



Hình 3. Tuyến khảo sát và đo phổ mặt đất môi trường lớp phủ và phân bố san hô khu vực đảo Nam Yết

Phương pháp lựa chọn kênh phổ tối ưu

Theo sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ viễn thám, số lượng ảnh liên quan đến đối tượng nghiên cứu ngày càng nhiều. Một vấn đề luôn được đặt ra trong quá trình xử lý đó là làm sao có thể lựa chọn được kênh và tổ hợp kênh tối ưu có thể thỏa mãn yêu cầu xử lý. Trong trường hợp số lượng tư liệu ảnh lớn, kích thước số liệu sẽ rất lớn, trong nhiều trường hợp gây ảnh hưởng lớn đến thời gian xử lý cũng như giới hạn về số chiều của phép xử lý. Để tăng tốc độ xử lý, ngoài việc phải nâng cấp các hệ thống phần cứng và phần mềm, chúng ta cần phải giảm bớt số lượng số liệu đầu vào. Để có thể nâng cao độ chính xác và hiệu quả trong xác định các thông tin thuộc tính của môi trường, tùy thuộc vào yêu cầu xử lý thực tế cần phải lựa chọn số liệu đầu vào tối ưu [1, 2].

Phương pháp hiệu chỉnh hình học, khí quyển, tăng cường ảnh

Sau khi lựa chọn kênh phổ tối ưu để nâng cao hiệu quả và độ chính xác khi tách chiết thông tin liên quan đến đối tượng nghiên cứu, các bước hiệu chỉnh hình học và hiệu chỉnh khí quyển cũng như các phương pháp xử lý tăng cường cần được thực hiện trong quá trình tiền xử lý giải đoán ảnh vệ tinh [1].

Phương pháp hiệu chỉnh cột nước

Trong quá trình xử lý ảnh viễn thám để nghiên cứu các đối tượng nằm dưới mực nước biển như phân tích độ sâu mặt đáy, phân bố san hô, cỏ biển... chúng ta cần hiệu chỉnh ảnh hưởng cột nước trước khi tiến hành các bước xử lý, phân loại tiếp theo. Phương pháp hiệu chỉnh cột nước được áp dụng theo nguyên tắc khi ánh sáng đi sâu xuống môi trường nước

cường độ của nó giảm theo hàm mũ khi độ sâu tăng lên [8]. Hệ số này cho phép chuyển đổi phổ phản xạ bề mặt về phản xạ nền đáy. Đây là giai đoạn quan trọng nhất trong phép xử lý ảnh nhằm giải đoán phân bố san hô cũng như các đối tượng khác phân bố trên nền đáy [8, 9]. Mối quan hệ giữa phổ phản xạ bề mặt của kênh thứ i theo các điểm nền đáy là cơ sở của phép tính chỉ số bất biến theo độ sâu (D.I.I - Depth Invariance Index) [8–10].

$$Li = Lsi + Ai.Ri.exp(-Ki.f.Z)$$

Li là phổ phản xạ của chất đáy trên mặt nước của kênh i , ki là hệ số suy giảm cường độ ánh sáng của kênh i . Phương pháp này được xây dựng bởi Lyzenga, đến năm 2003 Edmund đã đưa ra các công thức mới dựa trên cơ sở của Lyzenga với việc kết hợp nhiều kênh ảnh để giải đoán và dữ liệu thực địa.

Phương pháp phân loại có kiểm tra và không kiểm tra

Trong nghiên cứu này, để phân loại các đối tượng địa vật khu vực đảo Nam Yết và đặc biệt tập trung vào xác định sự phân bố san hô trên cơ sở ảnh QuickBird và VNRedsat-1, chúng tôi sử dụng phương pháp phân loại không kiểm tra và có kiểm tra. Phương pháp phân loại không kiểm tra sử dụng thuật toán ISO- Data (Interactive self- Organizing Data Analysis), đây là một cách phân loại cải biên của phân loại K-Mean, nhằm khắc phục những nhược điểm của phương pháp K-Mean bằng cách sau mỗi lần lặp tiến hành kiểm tra để gộp nhóm, loại bỏ hay tách lớp khi cần, nhờ đó tự điều chỉnh được số

lớp trong kết quả phân loại. Phương pháp phân loại có kiểm tra sử dụng các mẫu quang phổ chuẩn đối với mỗi đối tượng địa vật đã xác định trong quá trình khảo sát thực địa, các mẫu quang phổ này sẽ được đối sánh với mẫu quang phổ thực tế trên ảnh viễn thám. Mẫu quang phổ trên ảnh sẽ được phân loại vào các đối tượng địa vật tương ứng khi kết quả đối sánh mẫu quang phổ của đối tượng khảo sát và mẫu quang phổ trên ảnh viễn thám đạt mức độ sai số thấp nhất. Các tiêu chí đối sánh thường lựa chọn theo phương pháp tính hệ số tương quan hay xác suất ngược [1].

Phương pháp đánh giá độ chính xác

Sau khi phân loại, sử dụng hệ số Kappa (K) để đánh giá độ chính xác [1]. Cục Địa chất Hoa Kỳ quy định độ chính xác sau phân loại [9] theo các mức như sau: Chính xác cao $K > 0,8$, chính xác vừa $0,4 < K < 0,8$, độ chính xác thấp $K < 0,4$.

Phương pháp xác định SST và Chlorophyll-a theo tư liệu ảnh VNRedsat-1

Trong phạm vi bài báo này, chúng tôi sử dụng phương pháp phân tích theo tham số đo đặc thực tế kết hợp với tư liệu ảnh vệ tinh VNRedsat-1. Hàm hồi quy được lựa chọn dưới dạng đa thức bậc 4 để tính trường nhiệt SST và Chlorophyll-a, trong đó X_{SST} và X_{Chl} là cấp độ xám của các kênh ảnh lựa chọn để tính trường nhiệt và Chlorophyll-a. Các giá trị $Y(SST.Landsat)$ và $Y(Chlorophyll-a.Landsat)$ là giá trị nhiệt và Chlorophyll-a theo kết quả tham số thực tế đo được [11–13].

$$Y(SST.Landsat) = a.X_{SST} + b.X_{SST}^2 + c.X_{SST}^3 + d.X_{SST}^4 + e$$

$$Y(Chlorophyll-a.Landsat) = a.X_{Chl} + b.X_{Chl}^2 + c.X_{Chl}^3 + d.X_{Chl}^4 + e$$

Để giải phương trình 5 ẩn số là a, b, c, d cho mỗi loại giá trị nhiệt độ SST và Chlorophyll-a, chúng tôi sử dụng phương pháp bình phương tối thiểu để tính toán các tham số tối ưu cho các giá trị của ẩn khi số lượng các điểm có các giá trị đo tham số lớn hơn nhiều so với số ẩn của phương trình cần tìm. Kênh phổ B4(0,76–0,89 μm) được sử dụng trong tính toán trường nhiệt và kênh B2(0,53–0,60 μm) được sử dụng trong tính toán hàm lượng Chlorophyll-a.

Kết quả tính toán các hệ số của các hàm hồi quy theo kết quả thực nghiệm có được như sau:

$$A = -1,0 \times 10^{-15}; b = 5,0 \times 10^{-11}; c = -7,46 \times 10^{-7}; d = 4,803 \times 10^{-3}; e = -16961,860$$

Tham số tính trường chlorophyll-a tầng mặt khu vực đảo Nam Yết.

$$a = 1,301; b = -4,259; c = 1,003; d = 514,67196; e = -2458097,648$$

Phương pháp nội suy các giá trị nhiệt độ và Chlorophyll-a cho các tầng sâu

Trên cơ sở các số liệu khảo sát thực tế theo tuyến và mặt cắt khu vực biển đảo Nam Yên, chúng tôi lựa chọn phương trình hồi quy có dạng đa thức từ bậc 4 đến bậc 6 để xác định hàm hồi quy phù hợp nhất đối với các đặc trưng biến đổi của số liệu thực tế. Các hàm hồi quy và các hệ số hồi quy tương ứng có độ chính xác cao nhất so với số liệu thực tế sẽ được lựa chọn để sử dụng trong phép nội suy giá trị nhiệt độ và Chlorophyll-a cho các tầng sâu 20 m và 40 m.

THU THẬP CÁC SỐ LIỆU THỰC ĐỊA PHỤC VỤ CÔNG TÁC GIẢI ĐOÁN ẢNH VIỄN THÁM

Trong phạm vi bài báo này, chúng tôi tập trung trình bày tổng hợp các kết quả khảo sát tại khu vực đảo Nam Yên trong hai đợt thực địa khu vực quần đảo Trường Sa năm 2015 và năm 2018 trong khuôn khổ hai đề tài nghiên cứu cấp nhà nước thuộc Chương trình khoa học trọng điểm cấp nhà nước về công nghệ vũ trụ. Các kết quả khảo sát về lớp phủ thực vật, rong và cỏ biển, san hô, hiện tượng xói lở bãi tụ, bãi nổi tiềm ẩn, thổ nhưỡng, địa chất địa mạo.

Lớp phủ thực vật: Phần lớn các đối tượng thực vật bao phủ trên bờ mặt đảo nổi và phần đảo ngập triều đã được khảo sát chi tiết, trong đó có mô tả về dạng thân, tán lá, hiện trạng sinh trưởng. Các loại cây bao gồm các cây thân gỗ lớn như bàng, bàng vuông, phi lao, mù u, các dạng thân thảo và các loại thảm cỏ, rau muống biển... đã được khảo sát tại các đảo.

Rong biển và cỏ biển: Trong quá trình khảo sát thực địa, các khu vực phân bố rong biển và cỏ biển đã được đánh dấu tọa độ và ghi ảnh mô tả. Về mức độ phân bố, chúng tôi chỉ phân ra 3 mức là: Phân bố thưa (10–20%), phân bố trung bình (30–40%), phân bố dày (trên 60%). Diện tích các số liệu này là cơ sở tốt để minh giải ảnh viễn thám và thành lập các chìa khóa giải đoán ảnh cũng như phân tích các dạng hoa văn và cấu trúc ảnh. Khu vực khảo sát rong biển và cỏ biển tại mỗi đảo bao phủ các vùng bãi đảo nổi, bãi ngập triều nông và sâu, khu vực rìa bãi ngập triều và sườn đảo xuống khu vực biển sâu đến độ sâu < 20 m.

San hô: Đối tượng san hô được khảo sát trên đảo bao gồm các dạng san hô phát triển tốt,

phát triển kém, chết và các dạng phong hóa cơ học. Khu vực khảo sát sự phân bố san hô các loại này bao gồm ven bờ đảo nổi, khu vực bãi ngập triều ven đảo nổi và ven bờ ngoài của đảo, khu vực sườn đảo hướng ra khu vực biển sâu với độ sâu 20 m. Các dạng phân bố, biến dạng, mật độ phân bố được mô tả chi tiết và lưu trữ ảnh dữ liệu.

Bãi bồi: Các bãi bồi ven đảo và xa bờ đảo nổi đã được khảo sát chi tiết các tham số chính về độ rộng, chiều dài, độ nổi cao, hướng phân bố đã được xác định, đây là các số liệu phân tích ảnh viễn thám cũng như đánh giá biến động các bãi bồi ven đảo theo mùa.

Bãi tụ xói lở: Các khu vực bãi tụ xói lở ven đảo cũng đã được chúng tôi khảo sát đánh giá. Thành phần độ hạt (cuội, sỏi, sạn, cát) đã được xác định và mô tả cho từng khu vực trên đảo. Kích thước các vị trí xói lở như độ rộng, chiều dài, mức độ xói lở (mạnh, yếu) đã được đánh giá sơ bộ do các đảo nổi lớn đã được xây kè bao quanh, tuy nhiên bãi bồi phía ngoài có tác dụng rất quan trọng trong việc bảo vệ các kè được bền vững. Các khu vực xói lở mạnh là các vị trí cần chú ý gia cố để bảo vệ hệ thống kè đảo được bền vững theo thời gian và có tác dụng để bảo vệ đảo tốt trong các mùa mưa bão.

Bãi nổi tiềm ẩn: Các bãi nổi tiềm ẩn đã được khảo sát khá chi tiết, đây là các khu vực bãi bồi nhưng chìm dưới nước triều cao và chưa nổi lên khi triều kiệt. Các bãi nổi này có xu thế nổi dần tùy theo chế độ dòng chảy, sóng vỗ và quy luật vận chuyển các vật liệu trầm tích trong khu vực. Các bãi bồi tiềm ẩn có thể xác định được nhanh với độ chính xác cao trên ảnh vệ tinh phân giải cao. Khu vực khảo sát các bãi bồi tiềm ẩn cho phép làm các phân tích tương quan cho các bãi nổi tiềm ẩn khác chưa phát hiện được bằng mắt thường. Trong quá trình khảo sát, chúng tôi đánh giá sơ bộ về độ rộng, chiều dài, hướng phát triển, độ sâu chân bãi và thành phần độ hạt.

Điều kiện địa chất, địa mạo: Để phục vụ cho các nghiên cứu về xói lở, bãi tụ, biến động đường bờ và các bãi bồi. Chúng tôi có đánh giá các đặc trưng cơ bản nhất liên quan đến các đối tượng nghiên cứu và đối sánh với các kết quả đã nghiên cứu và phân tích trong các đợt khảo sát trước đó (từ những năm 1993 cho đến nay) trên cơ sở tham khảo các đề tài cấp nhà nước

và nhóm tham gia đề tài này đã có tham gia thực hiện.

Điều kiện thổ nhưỡng: Để phục vụ cho mục tiêu và các nội dung nghiên cứu mà đề tài thực hiện liên quan đến phân tích các ảnh viễn thám, chúng tôi đã khảo sát và mô tả các dạng thổ nhưỡng và đất phủ theo các đối tượng đất, cát, đất pha, cát san hô, đất phân chim... Các kết quả khảo sát này phục vụ cho việc phân loại các dạng lớp phủ theo các đặc trưng quang phổ của chúng.

KHẢO SÁT QUANG PHỔ MẶT ĐẤT ĐỐI TƯỢNG LỚP PHỦ KHU VỰC ĐẢO NAM YẾT

Tại khu vực đảo nổi lớn Nam Yết, các đối tượng được đo quang phổ như sau:

Đối tượng đất và cát san hô phong hóa gồm có đất trồng trọt bao phủ phần lớn diện tích của các đảo và đất phân chim thường phân bố ở những nơi lớp phủ bề mặt chưa được cày xới và xáo trộn, lớp đất này phân bố xen kẽ và phủ lên các lớp đất đá san hô phong hóa. Ngoài ra tùy theo thành phần độ hạt của san hô phong hóa phân ra các loại cát, sạn, sỏi...

Đối tượng san hô được phân theo 5 loại là san hô chết bờ rời, san hô chết gắn kết tốt, san hô chết kết tinh, san hô phát triển tốt, san hô phát triển kém. Các đối tượng san hô này được đo quang phổ chuẩn ở trạng thái khô, độ ẩm cao và bão hòa nước.

Các tham số quang phổ mặt sử dụng để kiểm chứng ảnh hưởng của độ sâu đến các đối tượng mình giải ngập nước, chúng tôi thực hiện các phép đo tại các khu vực nước có độ sâu khác nhau theo các mức: Độ sâu nhỏ hơn 0,25 m, từ 0,25–0,5 m, 0,5–0,75 m, 1,00–5,00 m và độ sâu trên 10 m.

Đối tượng lớp phủ thực vật và lớp phủ nhân tạo bao phủ trên đảo gồm có các loại thực vật phân bố trên các đảo như cây thân gỗ, thân mềm, cây bò sát trên bãi biển, các loại rong biển và cỏ biển, các loại vật liệu xây dựng được chõ ra từ đất liền như gạch, đá, cát, bê tông, xi măng, các đối tượng là công trình xây dựng, bờ kè...

Về tổng thể, các số liệu tham số chuẩn quang phổ các đối tượng lớp phủ được thu nhận và ghi lưu trong máy tính theo định dạng format và phần mềm xử lý đi kèm theo máy đo.

Các số liệu thô được xử lý và hiển thị theo phần mềm đi kèm máy. Đối với mỗi loại đối tượng, chúng tôi đo từ 3 đến 5 số liệu. Sau khi thống kê và xử lý định tính các giá trị quang phổ chuẩn, chúng tôi chọn các số liệu có độ phân bố quang phổ theo các bước sóng chuẩn đặc trưng để làm cơ sở đối sánh và xây dựng các chìa khóa giải đoán ảnh viễn thám theo sự phân bố năng lượng phổ thu nhận được từ đối tượng. Một số kết quả chuẩn quang phổ sau xử lý được sử dụng để viết chuyên khảo về phổ của đối tượng lớp phủ san hô phân bố trên các đảo nổi lớn của khu vực quần đảo Trường Sa.

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU TỔNG HỢP KHU VỰC ĐẢO NAM YẾT

Đặc điểm địa mạo

Trên cơ sở các số liệu thực địa về địa chất địa mạo cũng như bản đồ nền khu vực nghiên cứu có tỷ lệ 1:10.000, cũng như phân tích môi trường lớp phủ khu vực đảo ngập triều từ tư liệu viễn thám VNRedsat-1 và QuickBird, chúng tôi đã thành lập bản đồ địa mạo (hình 4) và bản đồ phân bố các rãnh bào mòn phá hủy (hình 5) trên nền của mô hình DEM cho khu vực đảo Nam Yết. Trên cơ sở bản đồ địa mạo và bản đồ các rãnh bào mòn phá hủy, có thể thấy rõ mức độ phân cắt mặt địa hình bãi ngập triều khu vực rạn san hô ngập nước và phân đảo nổi Nam Yết như sau:

Khu vực phía Bắc của đảo: Khu vực này nền rạn phát triển khá rộng, phía ngoài mào rạn nơi chịu va đập của đới sóng vỗ vẫn còn có san hô sống. Gần vào phía đảo nổi có thể quan sát thấy san hô khối tầng cùng với cấu trúc nền rạn bị phá hủy, phần này có cấu tạo khá rắn chắc có thể cùng thời gian thành tạo với nền đảo nổi. Đới này khi triều rút nó nổi cao trên mặt nước khoảng 0,7–1 m. Trong bãi ngập triều khu vực này, nhìn chung sự chênh lệch về độ cao không lớn do đó vật liệu trầm tích nằm trong khu vực này chủ yếu được vun lên đảo nổi hay các cồn cát, đụn cát nằm trên rạn. Một lượng nhỏ trầm tích có thể bị dịch chuyển xuống lòng hồ (lagoon). Các rãnh phá hủy bào mòn tập trung gần sát ven phần đảo nổi. Các rãnh bào mòn này thuộc hai hệ thống rãnh bào mòn phá hủy phát triển theo hướng tây bắc và hướng đông nam. Các rãnh phá hủy gần bờ có hướng vuông góc với bờ đảo, gần theo phương bắc - nam. Ra

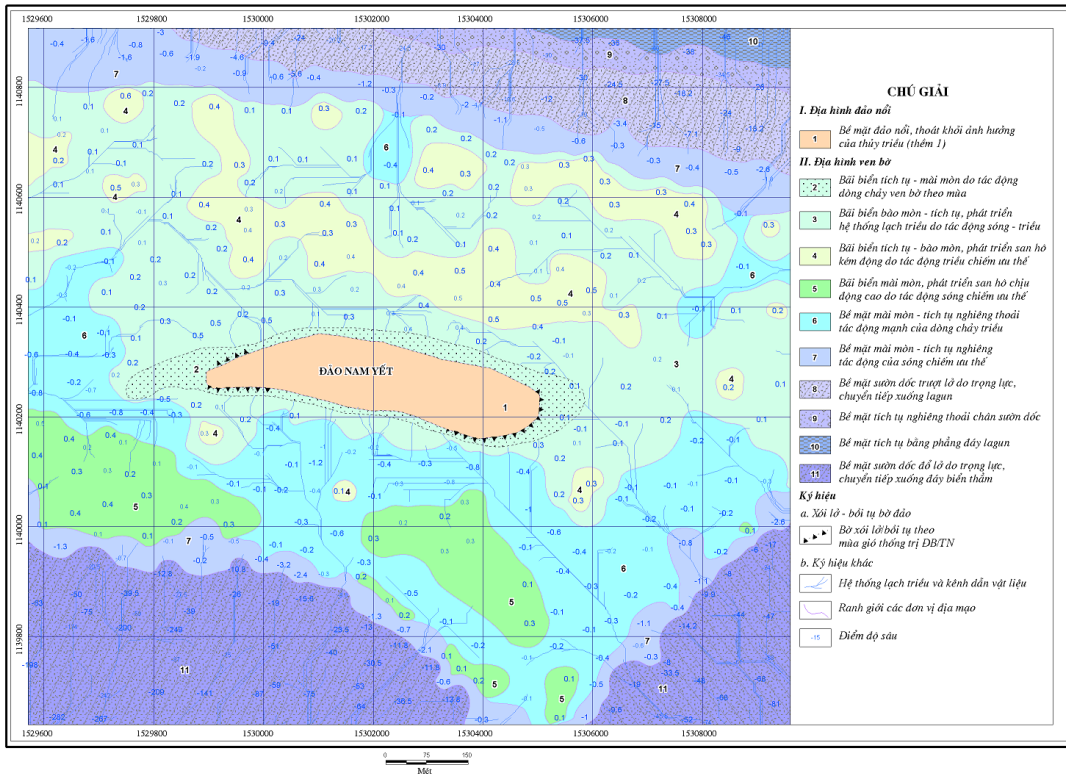
xa bờ khoảng 50–70 m, các rãnh có phương gần song song với bờ đảo, sau đó phát triển theo hướng hệ thống bào mòn sâu phương tây bắc và đông nam, với độ sâu phá hủy từ 0,55 m đến 1,2 m.

Khu vực phía đông phân bố các rãnh bào mòn của hệ thống phía bắc của đảo và ra đến rìa đảo. Nhìn chung phân phía đông của đảo hệ thống rãnh phá hủy bào mòn phát triển chậm, và đây cũng là phần đảo được bồi tụ mạnh trong thời kỳ gió mùa Tây Nam.

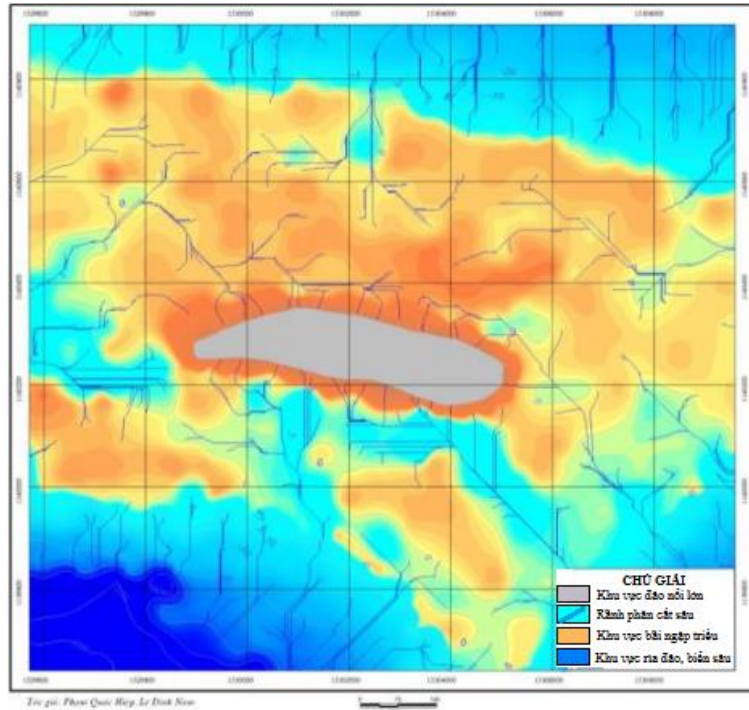
Khu vực phía nam tồn tại một lòng hồ trung nằm ngay trên rạn gần sát với phần đảo nổi. Mặc dù phía mép ngoài về phía biển thẳm ám tiêu san hô phát triển tương đối mạnh có thể ngăn được phần lớn vật liệu trầm tích trong lòng hồ không bị cuốn trôi xuống biển thẳm, song sự chênh lệch độ cao địa hình khá lớn giữa phần đảo nổi và lòng hồ nên xu hướng vật liệu trầm tích bị dịch chuyển xuống lòng hồ là tất yếu. Sự dịch chuyển vật liệu trầm tích như nói ở trên dẫn đến tình trạng thiếu hụt trầm tích ở khu vực bãi triều cao và phần đảo nổi. Dưới tác động của động lực biển quá trình mài mòn

bãi triều cao, có thể cả phần đảo nổi được lặp đi lặp lại tạo thành các đới phá hủy xung yếu dẫn đến xói lở, sạt lở bờ kè. Các hệ thống rãnh phá hủy bào mòn ở phần phía nam của đảo thuộc hai hệ thống pha hủy bào mòn lớn phát triển theo hướng đông nam và á đông nam. Các rãnh phá hủy bào mòn nhỏ phát triển ở sát rìa đảo nổi theo hướng vuông góc với đường bờ với độ dài biến động từ 20 m đến 100 m, độ sâu bào mòn từ 0,3 m đến 0,6 m, độ rộng rãnh từ 0,8 m đến 1,8 m. Càng ra xa phần đảo nổi, các rãnh phá hủy càng sâu và rộng ra do sự hoạt động mạnh hơn của sóng, dòng triều.

Khu vực phía tây, cũng giống như khu vực nam và đông nam, khu vực này đang xảy ra hiện tượng xói lở. Vật liệu trầm tích ở những chỗ địa hình cao đang bị sóng và dòng triều di chuyển đến những nơi trũng hơn gây nên sự thiếu hụt trầm tích cục bộ. Chân kè phía đầu đông và đông nam của đảo đã và đang xảy ra hiện tượng nứt vỡ chân do xói lở chân kè. Hệ thống phá hủy bào mòn phát triển sát các bãi bồi tích tụ theo mùa.



Hình 4. Bản đồ hình thái địa mạo đảo Nam Yết



Hình 5. Bản đồ phân bố các rãnh bào mòn phá hủy đảo Nam Yết

Đặc điểm phân bố san hô khu vực đảo Nam Yết

Dựa vào các ảnh viễn thám VNRedsat-1 và QuickBird đã có, chúng tôi tiến hành lựa chọn các ảnh, các kênh phổ phù hợp và có chất lượng tốt để tiến hành phân loại đối tượng san hô phân bố trên đảo. Trên cơ sở kết quả khảo sát thực địa trên khu vực đảo nổi và bãi bồi ven đảo, chúng tôi đã xây dựng được thư viện phổ đặc trưng của các đối tượng san hô theo các trạng thái phát triển khác nhau như san hô phát triển tốt, san hô phát triển kém, san hô chết, san hô kết tinh, san hô phong hóa vụn bờ rời... Ngoài ra chúng tôi có xây dựng bộ chìa khóa giải đoán phân loại san hô cho đảo Nam Yết. Trên cơ sở các kết quả khảo sát quang phổ thực tế và chìa khóa giải đoán, kết quả phân loại sử dụng ảnh QuickBird có thể thành lập bản đồ phân bố san hô tỷ lệ 1:10.000 (hình 6) và của ảnh VNRedsat-1 là 1:50.000. Chúng tôi đã phân loại sự phân bố san hô theo sáu mức độ: (1) Khu vực san hô phát triển tốt, phân bố ở độ sâu lớn; (2) Khu vực san hô phát triển tốt phân bố ở độ sâu nhỏ; (3) Khu vực san hô phát triển tốt chịu tác động mạnh của sóng và dòng chảy; (4) Khu vực san hô phát triển kém; (5) Khu vực

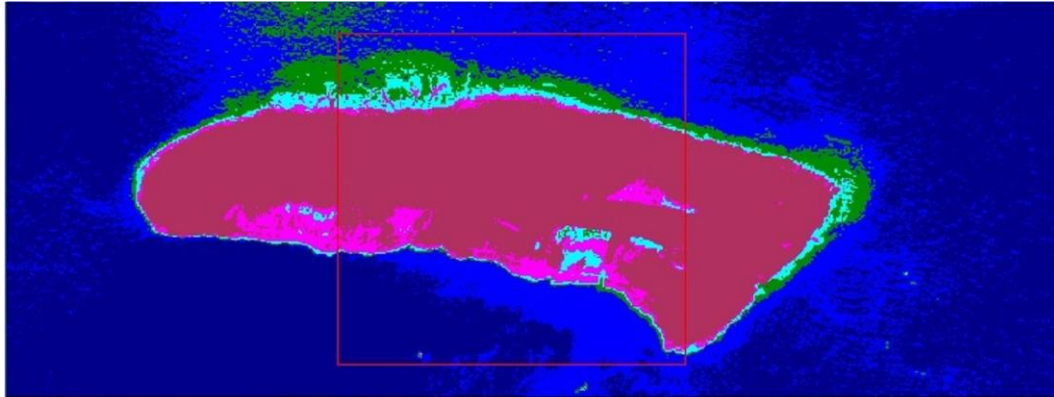
san hô chết; (6) Khu vực cát, sạn, sỏi cuội san hô phong hóa.

Theo kết quả khảo sát thực địa khu vực quần đảo Trường Sa giai đoạn 1991–1993, các khu vực bãi ngập triều đều có sự phát triển của cỏ biển, rong biển và san hô. Mức độ phát triển của san hô từ 50–70% diện tích khảo sát trên khu vực bãi ngập triều và che phủ trên 70% diện tích khu vực rìa đảo và khu vực biển sâu quanh đảo. Theo kết quả khảo sát năm 2015 và 2018, khu vực bãi ngập triều đã hầu như không còn có sự phát triển của san hô và cỏ biển hay rong biển, phân bố chủ yếu là san hô chết và các cụm san hô nhỏ phát triển rải rác (còn gọi là san hô phát triển kém khi mật độ phát triển trên một đơn vị diện tích < 10%). Khu vực ven đảo nổi chủ yếu phân bố các thành tạo cát-sạn-sỏi-cuội san hô phong hóa bờ rời.

Tại khu vực đảo Nam Yết, san hô phát triển tốt chỉ phân bố ở rìa đảo hướng ra vùng nước sâu, phân bố mạnh theo các hướng bắc và hướng nam - đông nam. Hướng đông và tây do độ sâu thay đổi lớn nên không thể hiện rõ các khu vực san hô phát triển tốt trên ảnh viễn thám. Tại khu vực chịu tác động mạnh của sóng và dòng chảy san hô phát triển rất tốt

thành những dải nhỏ bao quanh đảo với độ rộng không quá 50 m. Trên khu vực bãi ngập triều, san hô phát triển kém chiếm dưới 10% diện tích và phân bố ở phần phía nam của đảo và trung tâm đảo. Khu vực san hô chết và khu

vực cát sạn cuội sỏi san hô phong hóa bờ rời phân bố trên các đảo nổi và vùng nước nông ngập triều ven đảo chiếm trên 90% diện tích khu vực đảo nổi và bãi ngập triều.



CHÚ GIẢI

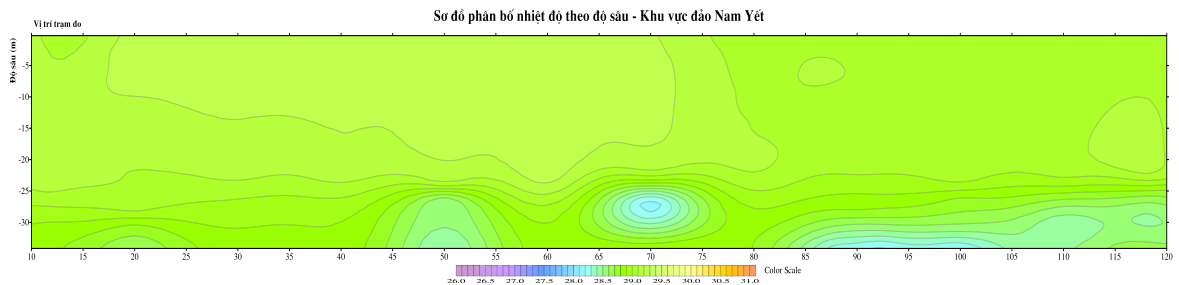
- Khu vực san hô phát triển tốt, phân bố ở độ sâu lớn
- Khu vực san hô phát triển tốt, phân bố ở độ sâu nhỏ
- Khu vực san hô phát triển tốt, chịu tác động mạnh của sóng và dòng chảy
- Khu vực san hô phát triển kém
- Khu vực san hô chết
- Khu vực cát, sạn, sỏi, cuội san hô phong hóa

Hình 6. Sơ đồ phân bố san hô đảo Nam Yết

Đặc điểm biến động nhiệt độ theo mặt cắt

Tại khu vực đảo Nam Yết nhiệt độ có xu hướng giảm dần từ mặt xuống đáy (hình 7). Nhiệt độ chênh lệch ít ở tầng mặt giữa các

trạm. Từ mặt xuống đáy nhiệt độ trung bình giảm dần từ 29,166°C ở tầng mặt xuống 28,5°C ở tầng 30 m.



Hình 7. Sơ đồ phân bố nhiệt độ theo độ sâu khu vực đảo Nam Yết

Từ trạm 65 đến trạm 75 ở độ sâu 25–30 m có một điểm dị thường nhiệt độ, nhiệt độ giảm xuống 28°C sau đó lại tăng dần lên 29°C ở độ sâu 30–35 m. Các trạm 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 nhiệt độ biến đổi rất ít theo độ sâu, sự chênh lệch nhiệt độ khoảng 0,3°C từ mặt tới đáy. Các trạm 45, 50, 55, 85, 90, 95, 100, 105, 110, 115, 120 chênh lệch nhiệt độ từ mặt tới đáy 1,2°C. Tháng 5, nhiệt độ mặt biển khu vực đảo Nam Yết khá cao. Nhiệt độ trung bình các

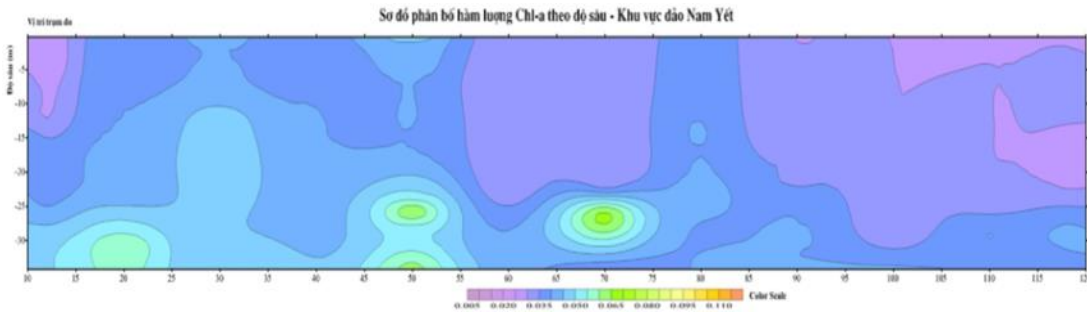
tầng chênh lệch nhau không nhiều. Nhiệt độ trung bình tầng mặt là 29,166°C, tầng 10 m là 29,156°C, tầng 20 m là 29,119°C và tầng 30 m là 28,522°C.

Tại khu vực đảo Nam Yết, nhiệt độ tầng mặt dao động từ 29–29,3°C và có xu thế giảm dần từ mặt xuống đáy cụ thể nhiệt độ trung bình giảm từ 29,2°C ở tầng mặt xuống 28,033°C ở tầng 30 m. Nhiệt độ chênh lệch ít giữa các tầng với nhau.

Đặc điểm biến động Chlorophyll-a theo mặt cắt

Chlorophyll-a là một trong những thành phần chính của sinh vật sơ cấp trong biển. Sản lượng sơ cấp của biển quyết định năng suất sinh học của biển và là cơ sở của quá trình tạo thành chất sống ở các bậc cao hơn. Hàm lượng Chlorophyll-a khu vực biển đảo Nam Yết theo mặt cắt tháng 5 tương đối thấp, dao động từ 0,02–0,07 mg/m³. Từ mặt xuống độ sâu 35 m hàm lượng Chlorophyll-a tăng lên, do thực vật

phù du phát triển tốt nhất ở một nhiệt độ thích hợp. Các trạm 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 có hàm lượng Chlorophyll-a cao hơn so với các trạm còn lại (0,035–0,06 mg/m³). Từ mặt tới độ sâu 20 m, hàm lượng Chlorophyll-a biến đổi tăng lên đồng đều giữa các trạm. Tại độ sâu 20–25 m, ở trạm 50, 70 hàm lượng Chlorophyll-a cao nhất đạt 0,07 mg/m³, các trạm 80, 85, 90, 95, 100, 105, 110, 115, 120 hàm lượng Chlorophyll-a thấp và tăng lên rất ít từ mặt tới độ sâu 35 m (từ 0,027–0,04 mg/m³).

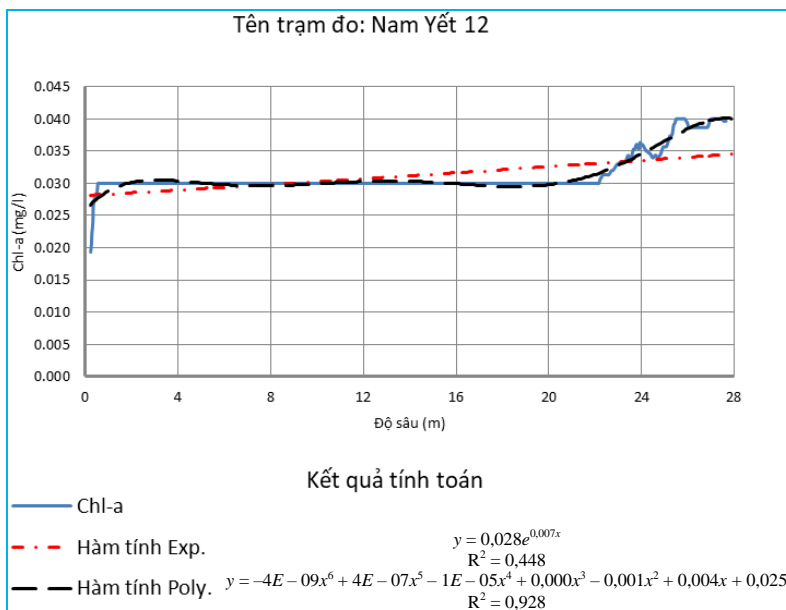


Hình 8. Sơ đồ phân bố hàm lượng Chlorophyll-a khu vực đảo Nam Yết

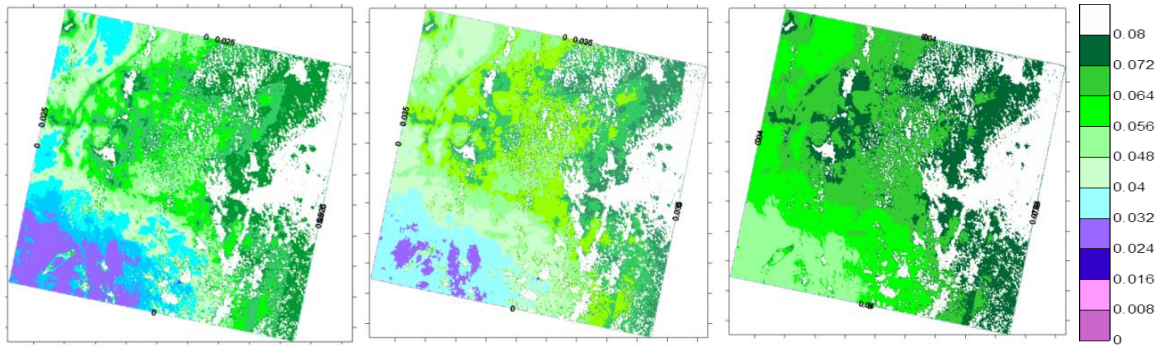
Đặc điểm xu thế biến động các tham số môi trường biển theo độ sâu

Tại khu vực đảo Nam Yết thuộc quần đảo Trường Sa chúng tôi tiến hành phân tích xu thế biến đổi của các tham số môi trường theo các

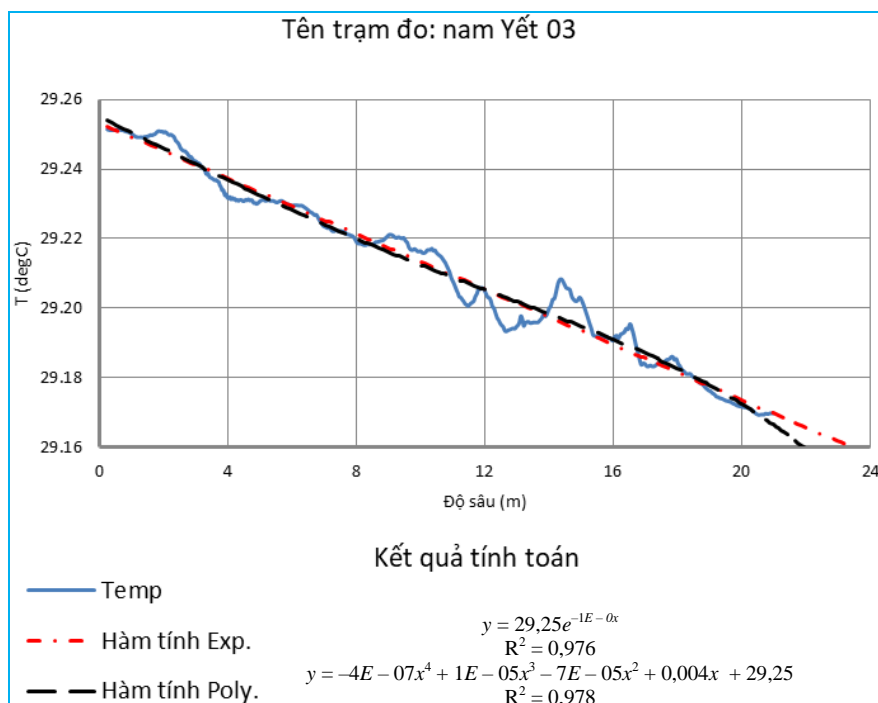
hàm hồi quy phi tuyến là hàm mũ, logarit và đa thức bậc cao (hạng tối đa từ 4 đến 6). Sau đây là kết quả của trạm đo tại đảo Nam Yết (hình 9, hình 11).



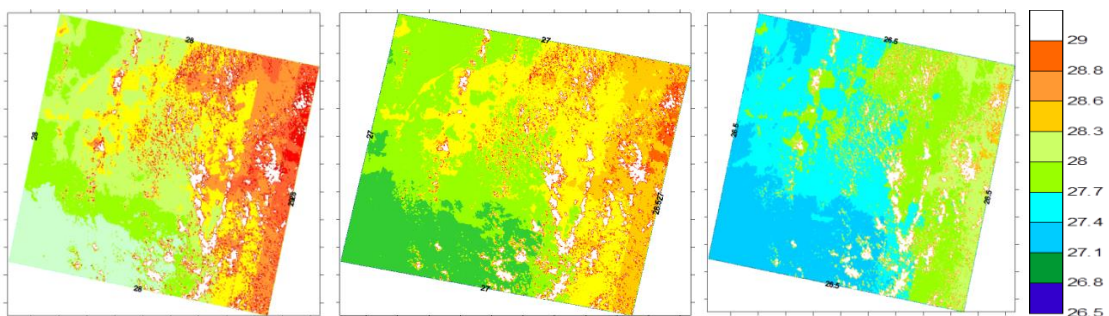
Hình 9. Kết quả tính toán tham số Chlorophyll-a trạm đo Nam Yết



Hình 10. Sơ đồ phân bố Chlorophyll-a tầng mặt, tầng 20 m, tầng 40 m khu vực đảo Nam Yết bằng ảnh vệ tinh VNRedsat-1 (ngày 23/5/2015)



Hình 11. Kết quả tính toán tham số nhiệt độ trạm đo Nam Yết 03



Hình 12. Sơ đồ phân bố nhiệt độ tầng mặt (SST), tầng 20 m, tầng 40 m khu vực đảo Nam Yết bằng ảnh vệ tinh VNRedsat-1 (ngày 23/5/2015)

Tháng 5 năm 2015 nhiệt độ nước biển tại khu vực đảo Nam Yết biến đổi trong khoảng từ 28–29,2°C, hàm lượng Chlorophyll-a trong nước biển tại khu vực đảo Nam Yết biến đổi trong khoảng từ 0,02–0,07 mg/m³. Bức tranh phân bố và biến động của nhiệt độ có đặc điểm là giảm từ mặt xuống đáy, giảm từ bờ ra khơi. Càng xuống sâu nhiệt độ ổn định hơn. Biến động của hàm lượng Chlorophyll-a có đặc điểm là tăng từ mặt xuống tầng 40 m, giảm từ bờ ra khơi. Số liệu quan trắc thực tế và số liệu từ ảnh vệ tinh có sự tương đồng rất cao. Quan trắc nhiệt độ nước biển bằng phương pháp ảnh vệ tinh nhanh chóng hơn, với độ chính xác cao. Thuận lợi cho việc nghiên cứu ở các vùng biển rộng lớn mà chúng ta rất khó khăn trong việc quan trắc (hình 10 và hình 12).

KẾT LUẬN

Với sự hỗ trợ của các số liệu ảnh đa phổ và các kết quả đo đạc từ vệ tinh, ảnh viễn thám đã đóng góp một nguồn tư liệu rất quý giá trong việc nghiên cứu môi trường biển, đảo tại các vùng biển xa bờ của Việt Nam nói chung và khu vực Trường Sa nói riêng. Chúng tôi đã kết hợp thành công các kết quả xử lý ảnh viễn thám VNRedsat-1 của Việt Nam và các nguồn tư liệu ảnh đa phổ hiện có của quốc tế trong nghiên cứu các đặc trưng biến động môi trường các đảo nổi lớn và các vùng biển xung quanh quần đảo Trường Sa.

Đảo Nam Yết nằm ở giữa biển khơi đang trong tình trạng xói lở mạnh, theo kết quả khảo sát thực tế và phân tích các hệ thống bào mòn và phá hủy trên bản đồ địa mạo cho thấy nếu không có biện pháp công trình chống xói lở kịp thời thì mọi hoạt động trên đảo và các công trình phòng thủ sẽ bị đe dọa.

Bộ chìa khóa giải đoán phân loại san hô và các đối tượng lớp phủ đã được thành lập cho khu vực đảo Nam Yết. Trên cơ sở các kết quả khảo sát quang phổ thực tế và các ảnh viễn VNRedsat-1 và QuickBird đã phân loại sự phân bố san hô theo sáu mức độ: (1) Khu vực san hô phát triển tốt, phân bố ở độ sâu lớn; (2) Khu vực san hô phát triển tốt phân bố ở độ sâu nhỏ; (3) Khu vực san hô phát triển tốt chịu tác động mạnh của sóng và dòng chảy; (4) Khu vực san hô phát triển kém; (5) Khu vực san hô chết; (6) Khu vực cát, sạn, sỏi cuội san hô phong hóa.

Kết quả nghiên cứu cho thấy hiệu quả của sử dụng ảnh VNRedsat-1 trong nghiên cứu môi trường lớp phủ nói chung và môi trường biển nói riêng. Các tham số môi trường biển như nhiệt độ SST, hàm lượng Chlorophyll-a bề mặt và các tầng sâu đều có thể phân tích được trên cơ sở ảnh viễn thám VNRedsat-1 khi có số liệu đo tham số tốt và đầy đủ.

Lời cảm ơn: Bài báo đã được hoàn thành dưới sự trợ giúp của đề tài thuộc Chương trình Khoa học và Công nghệ cấp Quốc gia về Công nghệ vũ trụ 2016–2020, mã số đề tài: VT-UD.04/17–20.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Charles John, 2008. Remote Sensing Images for Earth Resources and Ocean Color. *Remote Sensing Information Centre. New York.*
- [2] Sekhar, N. U., 2005. Integrated coastal zone management in Vietnam: Present potentials and future challenges. *Ocean & Coastal Management*, 48(9–10), 813–827.
- [3] Vanderstraete, T., 2007. The Use of Remote Sensing for Coral Reef Mapping in Support of Integrated Coastal Zone Management: A Case Study in the NW Red Sea-Volume I (*Doctoral dissertation, Ghent University*).
- [4] Nguyễn Văn Thảo, Đỗ Thị Thu Hương, 2009. Nghiên cứu phân bố san hô vùng đảo Cồn Cỏ bằng tư liệu viễn thám. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển*, 9(phụ trương 1), 284–294.
- [5] Phạm Quang Sơn, 2008. Ứng dụng thông tin viễn thám và GIS trong nghiên cứu, quản lý tổng hợp tài nguyên và môi trường ở vùng ven biển và hải đảo. *Tạp chí Tài nguyên và Môi trường*, Tr. 321–327.
- [6] Albright Theme, 2009. Atmospheric Radiation and Radiometric Calibration for Remote Sensing Image. *New York.*
- [7] Đỗ Huy Cường, 2002. Nghiên cứu các đặc trưng màu đại dương (Ocean color) trên cơ sở xử lý ảnh vệ tinh SeaWiFS. *Tuyển tập báo cáo, hội nghị quốc tế về ứng dụng viễn thám biển trong nghiên cứu màu đại dương - ICASOC, Hải Nam, Trung Quốc.* Tr. 78–91.

- [8] Green, E., Mumby, P., Edwards, A., and Clark, C., 2000. Remote Sensing: Handbook for Tropical Coastal Management. *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO)*.
- [9] English, S., Wilkinson, C., and Baker, V., 1997. Survey manual for tropical marine resources. *Australian Institute of Marine Science. Townsville, Australia*. 390 p.
- [10] Mohd, M. I. S., Yahya, N. N., Ahmad, S., Komatsu, T., and Yanagi, E., 2010. Sea bottom mapping from ALOS AVNIR-2 and quickbird satellite data. *University Teknologi Malaysia*.
- [11] Đỗ Huy Cường và nnk., 2012. Hiệu chỉnh phổ bức xạ trong phân tích SST và Chlorophyll-a. *Tuyển tập các công trình nghiên cứu địa chất và địa vật lý biển*.
- [12] Đỗ Huy Cường và nnk., 2010. Hiệu chỉnh quang phổ ảnh viễn thám theo số liệu tổng xạ. *Tuyển tập công trình nghiên cứu địa chất và địa vật lý biển, Hà Nội*.
- [13] Đỗ Huy Cường, 2001. Các đặc trưng phân bố trường nhiệt độ bề mặt nước biển theo mùa phân tích từ ảnh viễn thám đa phổ. *Tuyển tập báo cáo, hội nghị khoa học quốc tế về ứng dụng ảnh vệ tinh trong nghiên cứu biển - ICASOR. Bắc Kinh, Trung Quốc*. Tr. 357–369.