

*Hội nghị Khoa học kỷ niệm 40 năm ngày thành lập Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam  
Tiểu ban Công nghệ thông tin, Điện tử, Tự động hóa và Công nghệ vũ trụ  
Hà Nội, 7/10/2015*

## Ứng dụng kỹ thuật viễn thám đánh giá các tác động môi trường do hoạt động xây dựng đảo nhân tạo ở quần đảo Trường Sa

Tổng Phước Hoàng Sơn<sup>1</sup>, Võ Sĩ Tuấn<sup>1</sup>, Đoàn Như Hải<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Viện Hải Dương Học, Viện Hàn Lâm Khoa Học và Công Nghệ Việt Nam - VAST

Email liên lạc: tongphuochoangson@gmail.com

### Tóm tắt

Trong thời gian gần đây, các hoạt động xây dựng các đảo nhân tạo của Trung Quốc ở quần đảo Trường Sa ngoài việc làm gia tăng căng thẳng chính trị còn gây những hậu quả khó lường về môi trường và cấu trúc của các thực thể trong quần đảo này. Sử dụng bộ tư liệu ảnh vệ tinh Landsat 8 của NASA từ năm 2013-2015 với tần suất hai tuần/ảnh, kết hợp với những kỹ thuật viễn thám chuyên sâu, các bằng chứng về các tác động đến môi trường đã được làm sáng tỏ. Các hoạt động xây dựng đảo nhân tạo đã xóa sổ hàng nghìn hecta rạn san hô và thảm cỏ biển ở Trường Sa. Một số rạn san hô vòng có tuổi hàng trăm nghìn năm bị bồi lấp hoàn toàn. Những hoạt động này đã và sẽ làm thay đổi cấu trúc, hình thái của rạn san hô tại chỗ và ảnh hưởng lên các rạn san hô ở khu vực lân cận. Nghiên cứu này cũng trình bày quá trình xây dựng trên rạn Subi, đưa ra các bức tranh về nạo vét tạo luồng ra vào, mở rộng diện tích xây dựng với tốc độ chóng mặt, sự thay đổi cấu trúc - hình thái nền đáy của phân lagoon trong rạn, diện tích bị mất đi của các rạn san hô, thảm cỏ biển, và tác động xáo trộn, khuếch tán và lắng đọng bồi tích lên rạn. Kết quả của nghiên cứu này là những bằng chứng góp phần báo động cho cộng đồng khoa học thế giới về các tác động xấu lên môi trường biển do hoạt động xây dựng của Trung Quốc ở quần đảo Trường Sa.

*Từ khóa: Tác động môi trường, xây dựng đảo nhân tạo, Quần đảo Trường Sa, Kỹ thuật viễn thám.*

### 1. Mở đầu

Quần đảo Trường Sa là một tập hợp gồm nhiều đảo, rạn san hô và bãi ngầm rải rác từ 6°12' đến 12°00' vĩ Bắc và từ 111°30' đến 117°20' kinh Đông. Quần đảo này có độ dài từ tây sang đông là 800 km, từ bắc xuống nam là 600 km với độ dài đường bờ biển đạt 926 km. Quần đảo Trường Sa được bao quanh bởi những vùng đánh cá trù phú và có tiềm năng dầu mỏ và khí đốt thuộc biển Đông. Tuy nhiên, quần đảo này đang trong tình trạng tranh chấp ở các mức độ khác nhau giữa sáu bên là Brunei, Đài Loan, Malaysia, Philippines, Trung Quốc và Việt Nam. Tất cả những nước tham gia tranh chấp này, trừ Brunei, đều có quân đội đồn trú tại nhiều căn cứ trên các đảo nhỏ và đá ngầm khác nhau. Tháng 3 năm 1988, Việt Nam và Trung Quốc đụng độ quân sự tại các rạn đá là Gạc Ma, Châu Viên, Cô Lin và Len Dao. Giữa Trung Quốc và Philippines đã nhiều lần bùng phát căng thẳng chính trị do hành động giằng và củng cố quyền kiểm soát trái phép của phía Trung Quốc ở đá Subi (1998), đá Vành Khăn (1995, 1998). Dù rằng Công ước Liên Hiệp Quốc về Luật biển đã ra đời nhằm xác định các vấn đề về ranh giới trên biển nhưng bản thân Công ước không có điều khoản nào quy định cách giải quyết các tranh chấp về chủ quyền đối với đảo. Trong thời gian gần đây, các hoạt động xây dựng các đảo nhân tạo của Trung Quốc ở quần đảo Trường Sa đang diễn ra rầm rộ, với một tốc độ chóng mặt, trên bảy đảo ngầm (Châu Viên, Chữ Thập, Gaven, Gacma, Tư Nghĩa, Vành Khăn và Subi). Việc xây dựng các đảo nhân tạo trên quần đảo ngoài việc làm gia tăng căng thẳng chính trị còn gây những hậu quả khó lường về môi trường và cấu trúc của các thực thể trong quần đảo này. Trong báo cáo này,

các tác giả tập trung đánh giá các tác động môi trường do hoạt động xây dựng đảo nhân tạo của Trung quốc trên quần đảo Trường Sa.

## 2. Phạm vi, tài liệu và phương pháp nghiên cứu.

### 2.1. Phạm vi khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu tập trung ở bảy (7) rạn ngầm (Châu Viên, Chữ Thập, Gaven, Gacma, Tư Nghĩa, Vành Khăn và Subi) ở quần đảo Trường Sa nơi phía Trung Quốc đang xây dựng các đảo nhân tạo. Vị trí khu vực nghiên cứu chỉ ra ở hình 1.



Hình 1. Vị trí của 7 rạn ngầm ở quần đảo Trường Sa nơi Trung quốc đang xây dựng các đảo nhân tạo và dùng trong nghiên cứu này

### 2.1. Tài liệu

Đã tập hợp nguồn ảnh Landsat 8 - OLI, với trên 20 cảnh ảnh chụp trong thời gian từ tháng 8 năm 2013 đến tháng 8 năm 2015 của các cảnh có cột/hàng (path/row) là 119/053, 120/054 và 120/053. Một vài cảnh ảnh Landsat7 - ETM+ chụp năm 2008 - 2009, có cột/hàng 120/053, chụp vùng biển Trường sa, phủ khu vực đá Subi cũng được thu thập để đánh giá mức độ biến động theo thời gian của rạn ngầm ở khu vực này. Toàn bộ các cảnh ảnh Landsat như vừa nêu được lấy trực tiếp từ trang web USGS của Hiệp hội Địa chất Mỹ <http://earthexplorer.usgs.gov/>.

Tham khảo bổ sung các tài liệu, các ảnh chụp có liên quan hoạt động xây dựng đảo nhân tạo của Trung quốc ở Trường sa trên các trang web của tuần báo quốc phòng IHS Jane's Defence weekly <http://www.janes-defence-weekly.com/> và các bài báo của Hiệp hội Sáng kiến làm sáng tỏ hàng hải Châu Á (AMTI Asia Maritime Transparency Initiative) trên báo người bảo vệ <http://www.theguardian.com>. Một số tài liệu có liên quan đến tài nguyên, nguồn lợi, đa dạng sinh học thông qua các chuyến khảo sát ở Trường sa của các tác giả Việt nam cũng được tham khảo, sử dụng.

Bản đồ địa hình đáy tỉ lệ 1/50.000 ở một số khu vực quanh các rạn san hô vòng ở Loại Ta, Thị Tú, Nam Yết được tập hợp từ bộ bản đồ số C-Map (C-Map Digital Chart), sau đó được số hóa phục vụ cho việc đánh giá địa hình đáy ở các vũng nông (lagoon) trong rạn vòng.

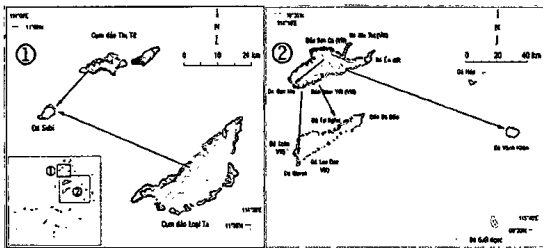
### 2.1. Phương pháp nghiên cứu và kỹ thuật sử dụng

Các tác động môi trường do hoạt động xây dựng đảo nhân tạo ở quần đảo Trường sa, được đánh giá thông qua tốc độ xây dựng công trình, mức độ bồi lấp lên các rạn san hô và các sinh cảnh khác có trên rạn, ảnh hưởng của quá trình đào xới, nạo vét ảnh hưởng đến cấu trúc sâu của rạn, mức độ xáo trộn, khuấy tán, vận chuyển và bồi lấp vật liệu lên rạn.

Kỹ thuật gộp ảnh "Gram - Schmidt" được sử dụng để kết nối giữa các băng nhìn thấy có độ phân giải 30m, với băng toàn sắc (đen-trắng) độ phân giải 15m của bộ ảnh Landsat, để tạo ra một ảnh đa phổ có độ phân giải 15m. Ảnh gộp đa phổ, sau đó được số hóa trực tiếp trên màn hình (screening; digitize) để xác định mức độ thay đổi của quá trình xây dựng các công trình nhân tạo ở quần đảo Trường Sa. Kỹ thuật số hóa màn hình cũng được áp dụng để vẽ sơ đồ các công trình xây dựng ở một số đảo ở Trường Sa đã công bố trên Google Earth.

Kỹ thuật phân loại ảnh có giám sát "Maximum Likelihood" dựa trên các khảo sát ngầm ở đảo Nam Yết là cơ sở để xây dựng sơ đồ phân bố các sinh cảnh ở một số đảo ngầm dưng trong nghiên cứu này.

Do khó có điều kiện thu thập được hiện trạng địa hình ở các rạn ngầm nơi mà Trung Quốc đang xây dựng các công trình nhân tạo. Bằng kỹ thuật neural network dựa trên bộ điểm chia khóa là địa hình đáy ở các nhóm đảo Loại Ta, nhóm đảo Nam Yết và nhóm đảo Thị Tứ đã cho phép xây dựng sơ đồ địa hình vùng nước nông trong các vùng vịnh ở đá Subi, đá Vành Khăn (hình 2). Độ sâu ở các kênh dẫn luồng, cầu cảng nơi xây dựng các công trình nhân tạo ở đá Tư Nghĩa, Chử Thập, Subi, Gacma, Gaven cũng được ước lượng bằng kỹ thuật vừa nêu.



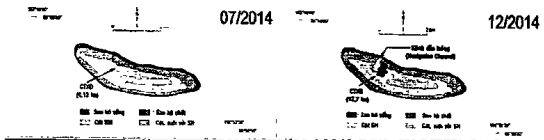
Hình 2. Địa hình chi tiết ở cụm đảo Thị Tứ - Loại Ta (1) và cụm đảo Nam Yết (2) là bộ dữ liệu chia khóa để phân tích địa hình đáy bằng kỹ thuật Neural Network ở các vùng bên trong và độ sâu kênh nạo vét ở Đá Chử Thập, Subi, Vành Khăn, Gacma, Gaven, Tư Nghĩa.

### 3. Kết quả và thảo luận

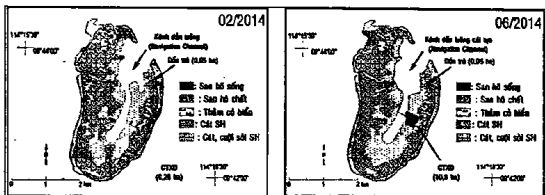
#### 3.1. Thực trạng xây dựng đảo nhân tạo của Trung Quốc ở 7 bãi đá ngầm thuộc quần đảo Trường Sa qua tư liệu ảnh vệ tinh đa thời gian

Bãi Châu Viên (Cuarteron Reef) nằm ở phía Tây Nam quần đảo Trường Sa có diện tích 508 ha, xấp xỉ ở tọa độ  $112^{\circ}49'47''\text{E}$ ;  $08^{\circ}51'55''\text{N}$ , cách đảo Đá Tây 70 km và đảo Trường Sa lớn 100 km về phía Tây. Đảo này trước đây thuộc Việt Nam, bị Trung Quốc chiếm đóng trái phép từ năm 1988, và đã xây dựng nhà dân có kích thước  $20 \times 60$  m. Hoạt động mở rộng, cải tạo đảo được tiến hành trở lại vào mùa hè năm 2014, và hoàn thành vào cuối năm 2014 với diện tích xây dựng lên đến 17,7 ha. Một kênh dẫn luồng có độ rộng 150 m, độ dài 650m (diện tích bị đảo 8 ha) với độ sâu nạo vét khoảng 8 - 10m ở phía Tây Bắc của đảo. Biến động địa hình trước và sau khi hoàn thành các công trình xây dựng trên Đá Châu Viên chỉ ra ở hình 3.

Đá Gạc Ma (South Johnson Reef) là một rạn ngầm có diện tích khoảng 754 ha nằm ở phía Tây Nam của cụm đảo rạn vòng Sinh Tồn, ở tọa độ  $114^{\circ}17'E$ ;  $09^{\circ}43'N$ . Đảo này trước đây thuộc Việt Nam, bị Trung Quốc chiếm đóng trái phép từ năm 1988. Đến đầu năm 2014, trên bãi đá chỉ có một nền bê tông nhỏ với một cơ sở liên lạc, cầu cảng và một đơn vị đồn trú. Công trình xây dựng ở khu vực đã hoàn thành vào tháng 6 năm 2014, phần nền bê tông trải rộng trên diện tích lớn, nơi rộng nhất là 400 m, với diện tích xây dựng tổng cộng 10,8 ha. Kênh dẫn luồng vào công trình được tận dụng bởi vùng biển sẵn có trong khu vực và được đào sâu xuống khoảng 6 - 8m (độ sâu ban đầu của vùng này chỉ đạt từ 2 - 3 m). Biến động địa hình trước và sau khi hoàn thành các công trình xây dựng trên Đá Gạc Ma chỉ ra ở hình 4.



Hình 3. Biến động hình thái địa hình và các kiểu nền đáy ở Đá Châu Viên (Cuateron Reef) trước và sau khi xây dựng các công trình nhân tạo

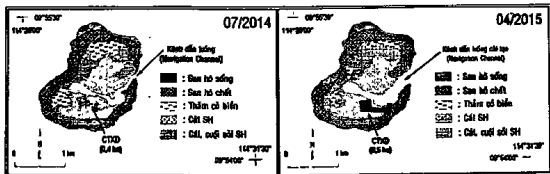


Hình 4. Biến động hình thái địa hình và các kiểu nền đáy ở Đá Gạc Ma (South Johnson Reef) trước và sau khi xây dựng các công trình nhân tạo

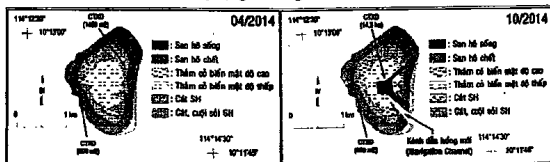
Đá Tư Nghĩa (Hughe Reef) là một rạn ngầm có diện tích 240 ha nằm ở phía Đông Bắc của cụm đảo rạn vòng Sinh Tồn, xấp xỉ ở tọa độ  $114^{\circ}29'45'E$ ;  $9^{\circ}54'30'N$ . Đá Tư Nghĩa bị Trung Quốc chiếm đóng trái phép năm 1988, sau đó Bắc Kinh xây dựng nhiều công trình kiên cố để quân lính đồn trú tại đây. Trung Quốc bắt đầu hoạt động xây dựng quy mô lớn từ mùa hè 2014. Bằng hoạt động hút bùn và cải tạo, Trung Quốc mở rộng phần nền bê tông từ  $380 m^2$  lên đến  $8,5 ha$  (hoàn thành vào tháng 4 năm 2015). Kênh dẫn luồng vào công trình được tận dụng bởi vùng biển sẵn có trong khu vực, được mở rộng đến 250 m (độ rộng ban đầu chỉ đạt từ 100 - 150m), và đào sâu xuống khoảng 6 - 8m (độ sâu ban đầu của vùng này chỉ đạt từ 2 - 3 m). Theo tuần báo quốc phòng IHS Jane's (IHS Jane's Defence Weekly, phát hành ngày 21 tháng 2 năm 2015), những công trình ở đây gồm kênh tiếp cận, công sự ven biển, 4 tháp phòng thủ, cầu cảng, cơ sở quân sự đa cấp, trạm radar, bãi đáp trực thăng, hải đăng. Biến động địa hình trước và sau khi hoàn thành các công trình xây dựng trên Đá Tư Nghĩa chỉ ra ở hình 5.

Đá Gaven (Gaven Reef) là một rạn ngầm nằm ở phía cực Tây của cụm đảo rạn vòng Nam Yết, có diện tích 210 ha, ở tọa độ  $114^{\circ}13'16'E$ ;  $10^{\circ}11'50'N$ . Đá Gaven bị Trung Quốc chiếm từ năm 1988 và

đưa quân đồn trú trái phép tại đây từ năm 2003, một ở phía Đông với diện tích 1400 m<sup>2</sup>, và một đồn khác ở phía Tây rộng 800 m<sup>2</sup>. Hoạt động xây dựng tại bãi đá bắt đầu từ tháng 4 năm 2014 và kết thúc vào tháng 10 năm 2014 với diện tích xây dựng lên đến 14,2 ha. Một kênh dẫn luồng được đào mới ở khu vực, với độ rộng 150 m, độ dài 450m, độ sâu nạo vét lên đến 8 m. Theo thông tin của trung tâm nghiên cứu chiến lược quốc tế (CSIS - Center for Strategy International Study, ngày 09/04/2015) <http://www.gmanetwork.com/news>, các công trình xây dựng trên bãi đá này gồm có kênh tiếp cận, súng phòng không, súng hải quân, thiết bị liên lạc, kiến trúc hỗ trợ xây dựng, tháp phòng thủ, cơ sở quân sự, bãi đáp trực thăng. Biến động địa hình trước và sau khi hoàn thành các công trình xây dựng Đá Gaven chỉ ra ở hình 6.



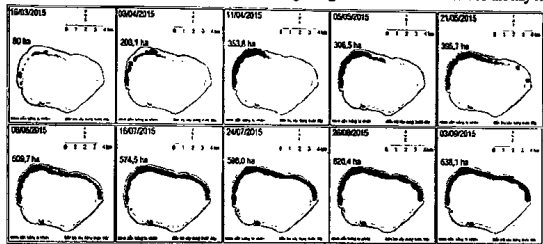
Hình 5. Biến động hình thái địa hình và các kiểu nền đáy ở Đá Tư Nghĩa (Hughes Reef) trước và sau khi xây dựng các công trình nhân tạo



Hình 6. Biến động hình thái địa hình và các kiểu nền đáy ở Đá Gaven trước và sau khi xây dựng các công trình nhân tạo

Đá Chữ Thập (Fiery Cross Reef) nằm ở phía tây quần đảo Trường Sa của Việt Nam, có diện tích 530 ha, ở tọa độ 112°33'E; 09°33'N và cũng bị Trung Quốc đánh chiếm năm 1988. Hoạt động cải tạo đất tại đây bắt đầu từ tháng 8/2014. Phần đất lấp dành cho xây dựng được hoàn thành vào tháng 6/2015 với diện tích lên đến 270 ha. Theo các kết quả phân tích thông tin của Hiệp hội Sáng kiến làn sóng từ hàng hải Châu Á (AMTI - Asia Maritime Transparency Initiative) trên báo người bảo vệ <http://www.theguardian.com>, Trung Quốc ý định biến đá Chữ Thập thành một cơ sở quân sự có quy mô lớn ở Trường Sa, với một đường băng máy bay dài trên 3 km, một cơ sở cảng biển đủ lớn để đón tàu tiếp tế, tàu chiến đầu cỡ lớn, nhiều nhà máy xi măng, cơ sở hỗ trợ, cầu cảng, súng phòng không, thông chống người nhái, trang thiết bị liên lạc, nhà kính, bãi đáp trực thăng. Biến động địa hình trước và sau khi hoàn thành các công trình xây dựng Đá Chữ Thập chỉ ra ở hình 7.

Đá Vành Khăn (Mischief Reef) là một rạn san hô vòng thuộc cụm Bình Nguyên của quần đảo Trường Sa, dài 8 km, rộng 6 km, có diện tích 980 ha (chưa bao gồm diện tích 3600 ha của vùng kín bên trong), ở tọa độ 115°32'E; 09°32'N. Phần rìa ngoài là rạn san hô cứng có diện tích 112 ha. Đá phần đá Vành Khăn nằm chìm dưới mực nước biển. Đảo này bị Trung Quốc chiếm từ tháng 2 năm 1995. Bãi đá bị cải tạo quy mô lớn dọc theo rìa phía Tây kể từ đầu năm 2015. Hoạt động xây dựng, bồi đắp ở đá Subi bắt đầu diễn ra vào tháng 2 năm 2015 với diện tích phủ 80 ha, và lên đến 638 ha vào đầu tháng 9 năm 2015 (hình 9). Với diện tích bồi đắp 638 ha như hiện nay (và vẫn chưa có dấu hiệu dừng lại), lớn hơn 1, 5 lần diện tích xây dựng ở đá Subi (416 ha) và lớn hơn 2,5 lần diện tích xây dựng ở đá Chữ Thập (270 ha), cùng với một vùng biển rộng 3600 ha, khả năng một khu quân sự có quy mô cực lớn của Trung Quốc sẽ hình thành ở đá Vành Khăn trong thời gian tới là điều hoàn toàn có thể xảy ra.



Hình 9. Diễn biến quá trình bồi đắp cát, xây dựng đảo nhân tạo trên đá Vành Khăn (Mischief Reef) từ ngày 16 tháng 3 năm 2015 đến ngày 03 tháng 9 năm 2015.

### 3.2. Hoạt động xây dựng các đảo nhân tạo ở Trường sa và các tác động xấu lên môi trường

#### 3.2.1. Hoạt động xây dựng làm xóa sổ các hệ sinh thái trên rạn san hô

Hoạt động xây dựng của Trung Quốc ở các đảo ngầm ở Trường sa đã làm xóa sổ một diện tích cực lớn các rạn san hô và thảm cỏ biển ở khu vực này. Kết quả tổng kết diện tích, thể tích các hệ sinh thái bị mất đi do hoạt động xây dựng các đảo nhân tạo được chỉ ra ở bảng 1.

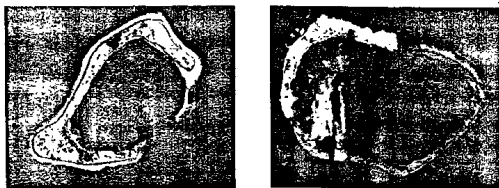
Bảng 1. Diện tích, thể tích các hệ sinh thái (ha) bị xóa sổ do hoạt động xây dựng đảo nhân tạo của Trung Quốc ở quần đảo Trường Sa

	Đá Châu Viên	Đá Gacma	Đá Tư Nghĩa	Đá Gaven	Đá Chữ Thập	Đá Subi	Đá Vành Khăn
Diện tích rạn ban đầu (ha)	508	754	240	210	530	810	980
Diện tích xây dựng (ha)	17,7	10,8	8,5	14,2	270	416	638
Tỉ lệ diện tích bị xóa sổ (%)	3,5	4,1	3,5	6,8	50,9	51,4	65,1
Thể tích san hô bị đào để tạo kênh dẫn ( $10^6 \text{ m}^3$ )	0,78	6,50	1,05	0,44	5,64	0,95	0,65

### 3.2.2. Ảnh hưởng của các hoạt động nạo vét, bơm hút, xáo trộn trầm tích

Ngoài tác động trực tiếp xóa sổ các rạn san hô, thảm cỏ biển, các tác động gián tiếp do xáo trộn trầm tích từ bơm hút - đổ đồng vật liệu, lượng ước và trầm tích cát thoát từ xà lan vận chuyển sẽ tạo ra những lưới độ đục cao, chính chúng là các tác nhân gây bồi lắng đột ngột với cường độ cao ở khu vực liền kề. Chúng bồi lấp lên san hô sống, làm mất khả năng quang hợp, gây ra hiện tượng tẩy trắng san hô, và như một phản ứng dây chuyền dẫn đến hiện tượng chết hàng loạt của san hô và cả các sinh vật đáy sống ở trên rạn. Tác động bồi lắng do nạo vét cũng gây ra những tác hại tạm thời trên rạn, đó là a) thiếu nền đáy rắn tạo điều kiện giá bám cho ấu trùng san hô, b) mất đi cận tảo san hô (coraline algae) có màu đỏ, mất đi điều kiện tốt cho sự phát triển của san hô (Paul et al, 2012, Rachel Sylverstein, 2015). Hiện tại, chúng tôi không có số liệu trực tiếp để đánh giá tác động của việc xáo trộn và khuếch tán trầm tích do hoạt động nạo vét xây dựng đảo nhân tạo ở Trường Sa, tác động này đã được so sánh gián tiếp thông qua kết quả nghiên cứu về hoạt động nạo vét, cải tạo cảng cá sông Tắc, và đổ đồng vật liệu phía ngoài mũi Cù Hin và ảnh hưởng của nó lên các rạn san hô ở Hòn Mun - Nha Trang (Viện Hải Dương Học, 2007), kết quả cho thấy tác động của nạo vét có ảnh hưởng rất lớn đến tình trạng sức khỏe rạn san hô. Điều cần chú ý, các hoạt động nạo vét, cải tạo cảng ở ven bờ thường áp dụng phương thức nạo vét bằng gàu và đổ đồng vật liệu bằng kiểu xà lan đổ bụng (hooper barge), trong lúc đó hoạt động nạo vét, xây dựng ở Trường Sa đã áp dụng bơm hút - nạo vét theo kiểu xén cát (cutter suction dredging) với một số lượng lớn tàu thuyền được điều ra khu vực này, hơn thế nữa các rạn san hô có chất lượng tốt nằm rất gần khu vực thi công. Có thể nói rằng hoạt động bơm hút, nạo vét xây dựng đảo nhân tạo ở Trường Sa, đã, đang và sẽ gây ra các tác động bất lợi lên rạn lớn gấp rất nhiều lần so với các hoạt động xây dựng, phát triển ở vùng ven bờ. Thậm chí chúng sẽ xóa sổ các rạn san hô sống ở đây chỉ trong một thời gian ngắn.

Các phân tích các ảnh viễn thám Landsat8, chụp tháng 6, 7, tháng 8 năm 2015, đã cho thấy mùa Hè năm 2015, ở các vịnh kín ở đá Subi, Vành Khăn thường xuyên tập trung một lượng rất lớn tàu thuyền khoảng từ 30 - 40 chiếc (hình 10) bao gồm tàu dân sự phục vụ xây dựng và cả tàu chiến (thông tin phân tích của CSIS/AMTI, 2015). Dầu thải phát sinh do một lượng lớn tàu thuyền tập trung ở trong vịnh kín cũng sẽ ra những tác hại xấu đến môi trường vùng rạn.



Hình 10. Ảnh Landsat 8 chụp đá Subi vào 02/09/2015 (trái) và đá Vành Khăn vào 05/05/2015 (phải) cho thấy một lượng lớn tàu thuyền luôn luôn hoạt động ở bên trong vịnh phục vụ xây dựng. Các kênh dẫn luồng đã mở rộng đến 300 m (so với 100 m lúc ban đầu)

## 4. Kết luận

- Bằng tư liệu ảnh vệ tinh đa thời gian, đã lượng hóa hiện trạng và diễn biến quá trình bồi lấp xây dựng đảo nhân tạo của Trung quốc ở 7 rạn san hô ngầm ở quần đảo Trường Sa.
- Đã phân tích các tác động môi trường ảnh hưởng bất lợi lên các rạn san hô ở quần đảo Trường Sa trong quá trình xây dựng các đảo nhân tạo đó là: a) xóa sổ các hệ sinh thái trên rạn san hô, b) tác

động bồi lắng, xáo trộn trầm tích gây tẩy trắng san hô, gây chết hàng loạt của san hô và sinh vật đáy sống trên rạn, c) dầu thải phát sinh và các tác động bất lợi của nó lên rạn.

#### Tài liệu tham khảo

- [1] Paul L.A. E, Bernhard R, Berd. W, Petr. T, 2013. Environmental impacts of dredging and other sediment disturbances on corals: A review. *Marine Pollution Bulletin*, Volume 64, Issue 9, September 2012, Page 1737 - 1765
- [2] Rachel Sylverstein, 2015, *Dredging-Related Sediment Impacts on Coral Reefs near the Port of Miami Channel*
- [3] Viện Hải Dương Học (2007). Báo cáo tổng kết đề tài "Điều tra hiện trạng phân bố hệ sinh thái rạn san hô vùng biển ven bờ tỉnh Khánh Hòa làm cơ sở quy hoạch bảo vệ, phục hồi và sử dụng bền vững".



$b(\lambda, z)$ . Các thông số vừa nêu đều có thể tính toán ngược từ hai thông số cơ bản của tính chất quang học tự nhiên  $a(\lambda, z)$  và  $b(\lambda, \psi, z)$  (Hubert Loisel and Dariusz Stramski,) 2000.

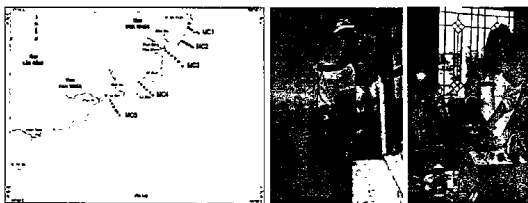
Cho đến nay, chỉ có thông số hệ số suy giảm ánh sáng  $c(\lambda, z)$  là có thể thu thập trực tiếp từ đo đạc hiện trường, và các đo đạc này chỉ giới hạn ở từng bước sóng đơn lẻ (chưa có các đo đạc trên toàn dải phổ ánh sáng tự nhiên). Vì thế các nhà khoa học đang nỗ lực để phát triển các mô hình ước lượng  $a$ ,  $c$  và  $b$ , từ đo đạc bức xạ của đặc điểm phổ ánh sáng hiện trường. Các mô hình này không dựa vào bất kỳ giả định nào về tính chất quang học tự nhiên - (Inherence Optical Properties - IOP) mà dựa vào tính chất quang học biểu kiến (Apparent Optical Properties - AOP) tức hệ số suy giảm ánh sáng đối với phát xạ hướng xuống (downwelling irradiance  $E_d = -d(\ln E_d/dz)$  và phản xạ đa hướng (irradiance reflectance),  $R = L_w/E_d$ , trong đó  $E_d$  phát xạ hướng xuống và  $L_w$  phát xạ hướng lên thu được từ các đo đạc phổ hiện trường. Gần đây, với sự phát triển của khoa học, đã xuất hiện một số thiết bị đo phổ hiện trường như AC-9, hay Hydrosat-6 mà có thể đo đạc hiện trường  $a$ ,  $c$  và  $b$  (tức IOPs) ở một vài bước sóng. Tuy nhiên, do sai số của các đo đạc hiện trường các thông số tính chất quang học tự nhiên (IOPs) thường lớn, trong lúc đó các đo đạc tính chất quang học biểu kiến (AOPs) thường dễ đo đạc và có độ chính xác thường cao hơn (Hubert Loisel and Dariusz Stramski,) 2000, nên về xu thế chung các nhà khoa học thường chọn cách đo đạc về tính chất quang học biểu kiến AOPs và chuyển đổi sang các thông số về tính chất quang học tự nhiên IOPs.

Trong bài báo này, các tác giả sẽ đánh giá tính chất quang học biển ở vùng nước ven bờ Ninh Thuận - Bình Thuận thông qua các kết quả đo đạc profile phổ hiện trường bằng thiết bị đo phổ PRR2600/2610 (@Biosphere Company - USA) trong hai đợt khảo sát tháng 4 và tháng 8 năm 2015.

## 2. Phạm vi, tài liệu và phương pháp nghiên cứu.

### 2.1. Phạm vi khu vực nghiên cứu

Việc đo đạc các tham số quang học biển được tiến hành ở 30 trạm khảo sát ở ven bờ Ninh Thuận - Bình Thuận bằng thiết bị đo profile phổ bức xạ phản xạ PRR2600/2610 (@Biosphere-USA) trong hai đợt khảo sát, đợt 1 tiến hành từ 17 đến 21 tháng 4 năm 2015, đợt 2 từ ngày 14 đến 18 tháng 8 năm 2015. Vị trí khu vực nghiên cứu và thiết bị đo đạc phổ phản xạ được chỉ ra ở hình 1.



Hình 1. Sơ đồ trạm vị khảo sát phổ bức xạ phản xạ ở vùng biển Ninh Thuận - Bình Thuận (trái) bằng thiết bị đo phổ hiện trường PRR2600/2610 và bộ chuyển đổi dữ liệu (phải)

### 2.2. Tài liệu và số liệu sử dụng

Theo thiết kế chung, đề tài cấp nhà nước VT/UD-14-15 sẽ tiến hành thu thập số liệu khảo sát về điều kiện tự nhiên, sinh thái, môi trường phục vụ cho việc đánh giá chất lượng nước, thủy văn - động lực bằng tư liệu ảnh viễn thám thông qua 5 mặt cắt khảo sát MCI1 đến MCS5. Do điều kiện khách quan

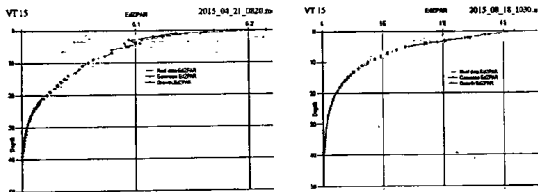
(thời tiết xấu, mây nhiều, sóng gió to), số liệu đo phổ phản xạ PRR2600/2610 không đạt yêu cầu trong một số thời điểm nhất định, đợt khảo sát tháng 4 năm 2015 chỉ thu được phổ phản xạ ở 21 trạm đo, trong lúc đó đợt tháng 8 năm 2015 bao gồm 30 trạm khảo sát có số liệu đo phổ phản xạ. Ngoài ra các đo đạc về thủy văn - động lực, thu mẫu nước và phân tích trong phòng thí nghiệm các thông số hàm lượng chlorophyll-a, hàm lượng vật lơ lửng, CDOM cũng được tiến hành đồng thời ở các trạm vừa nêu trên. Tuy nhiên trong phạm vi bài báo này chúng tôi chỉ tập trung phân tích đặc điểm quang học biển ở vùng biển Ninh Thuận - Bình Thuận thông qua các số liệu đo đạc phổ phản xạ bằng thiết bị vừa nêu.

Thiết bị đo profile phổ bức xạ phản xạ PRR2600/2610 chủ yếu thu thập các thông số về tính chất quang học biểu kiến chúng bao gồm phát xạ hướng xuống Ed (Downwelling Irradiance), bức xạ hướng lên Lu (upwelling radiance) ở bảy bước sóng  $\lambda$  (380, 412, 443, 490, 555, 625 và 665 nm), bức xạ quang hợp hoạt động - PAR (Photosynthese Active Radiation) và các thông số đi kèm như thời gian, độ sâu, nhiệt độ nước ở từng thời điểm đo đạc. Phản xạ bề mặt nước Rrs cũng là thông số thuộc tính chất AOP được ước tính từ Ed và Lu. Các thông số của tính chất quang học biểu kiến AOP là cơ sở để ước lượng các thông số quang học tự nhiên như hệ số tán xạ ngược  $b_b(\lambda)$ , hệ số hấp thụ của thực vật phù du  $a_{ph}$ , hệ số hấp thụ của tán tích hữu cơ và các thể màu trong nước  $a_g(\lambda)$ .

### 2.3. Phương pháp xử lý số liệu

#### 2.3.1. Xử lý các thông số quang học biểu kiến PAR, $Z_{eu}$ và Rrs:

Bức xạ quang hợp hoạt động PAR là lượng bức xạ trong khoảng ánh sáng nhìn thấy (400 - 700 nm) mà sinh vật có thể sử dụng, hấp thụ trong quá trình quang hợp và chuyển đổi năng lượng. Chỉ số PAR gốc thu thập từ thiết bị PRR2600 thay đổi và biến động mạnh theo độ sâu đặc biệt ở các lớp nước gần tầng mặt. Chúng đã được xử lý thông qua quá trình hiệu chỉnh ánh sáng bầu trời (sky light correction) và sau đó làm trơn bằng hàm Geomean (hoặc hàm Growth). Hình 2, thể hiện PAR biến động theo độ sâu ở một trạm đo ven bờ Ninh Thuận trước và sau khi xử lý.



Hình 2. Bức xạ quang hợp hoạt động PAR ở trạm VT15 đợt khảo sát tháng 4 năm 2015 (trái) và đợt khảo sát tháng 8/2015 (phải) trước (đường xám) và sau khi xử lý (đường màu đỏ)

Độ sâu tầng ưu quang (Euphotic layer -  $Z_{eu}$ ) là thông số dùng để đánh giá độ trong suốt của vùng nước, một thông số quan trọng liên quan đến hệ sinh thái và cả với năng suất sinh học của vực nước. Độ sâu tầng ưu quang được xác định là độ sâu mà ở đó bức xạ quang hợp hoạt động PAR bị suy giảm chỉ còn 1% so với bức xạ quang hợp hoạt động ở bề mặt (Kirk, 1994). Rõ ràng rằng từ profile theo độ sâu của PAR, dễ dàng xác định được  $Z_{eu}$ . Tuy nhiên, trong một vài trường hợp độ sâu tầng ưu quang sẽ được xác định gián tiếp qua  $PAR_{10\%}$  hoặc ngoại suy các đường cong suy giảm hàm mũ (Lee và cộng sự, 2007)

$b(\lambda, z)$ . Các thông số vừa nêu đều có thể tính toán ngược từ hai thông số cơ bản của tính chất quang học tự nhiên  $a(\lambda, z)$  và  $b(\lambda, \psi, z)$  (Hubert Loisel and Dariusz Stramski,) 2000.

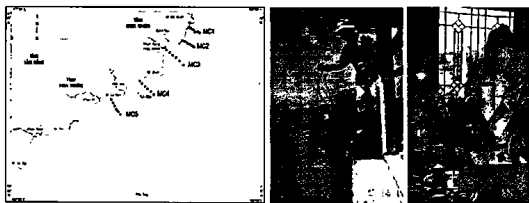
Cho đến nay, chỉ có thông số hệ số suy giảm ánh sáng  $c(\lambda, z)$  là có thể thu thập trực tiếp từ đo đạc hiện trường, và các đo đạc này chỉ giới hạn ở từng bước sóng đơn lẻ (chưa có các đo đạc trên toàn dải phổ ánh sáng tự nhiên). Vì thế các nhà khoa học đang nỗ lực để phát triển các mô hình ước lượng  $a$ ,  $c$  và  $b$ , từ đo đạc bức xạ của đặc điểm phổ ánh sáng hiện trường. Các mô hình này không dựa vào bất kỳ giả định nào về tính chất quang học tự nhiên - (Inherence Optical Properties - IOP) mà dựa vào tính chất quang học biểu kiến (Apparent Optical Properties - AOP) tức hệ số suy giảm ánh sáng đối với phát xạ hướng xuống (downwelling irradiance  $E_d = -d(\ln E_d/dz)$  và phản xạ đa hướng (irradiance reflectance),  $R = L_w/E_d$ , trong đó  $E_d$  phát xạ hướng xuống và  $L_w$  phát xạ hướng lên thu được từ các đo đạc phổ hiện trường. Gần đây, với sự phát triển của khoa học, đã xuất hiện một số thiết bị đo phổ hiện trường như AC-9, hay Hydrosat-6 mà có thể đo đạc hiện trường  $a$ ,  $c$  và  $b$  (tức IOPs) ở một vài bước sóng. Tuy nhiên, do sai số của các đo đạc hiện trường các thông số tính chất quang học tự nhiên (IOPs) thường lớn, trong lúc đó các đo đạc tính chất quang học biểu kiến (AOPs) thường dễ đo đạc và có độ chính xác thường cao hơn (Hubert Loisel and Dariusz Stramski,) 2000, nên về xu thế chung các nhà khoa học thường chọn cách đo đạc về tính chất quang học biểu kiến AOPs và chuyển đổi sang các thông số về tính chất quang học tự nhiên IOPs.

Trong bài báo này, các tác giả sẽ đánh giá tính chất quang học biển ở vùng nước ven bờ Ninh Thuận - Bình Thuận thông qua các kết quả đo đạc profile phổ hiện trường bằng thiết bị đo phổ PRR2600/2610 (@Biosphere Company - USA) trong hai đợt khảo sát tháng 4 và tháng 8 năm 2015.

## 2. Phạm vi, tài liệu và phương pháp nghiên cứu.

### 2.1. Phạm vi khu vực nghiên cứu

Việc đo đạc các tham số quang học biển được tiến hành ở 30 trạm khảo sát ở ven bờ Ninh Thuận - Bình Thuận bằng thiết bị đo profile phổ bức xạ phản xạ PRR2600/2610 (@Biosphere-USA) trong hai đợt khảo sát, đợt 1 tiến hành từ 17 đến 21 tháng 4 năm 2015, đợt 2 từ ngày 14 đến 18 tháng 8 năm 2015. Vị trí khu vực nghiên cứu và thiết bị đo đạc phổ phản xạ được chỉ ra ở hình 1.



Hình 1. Sơ đồ trạm vị khảo sát phổ bức xạ phản xạ ở vùng biển Ninh Thuận - Bình Thuận (trái) bằng thiết bị đo phổ hiện trường PRR2600/2610 và bộ chuyển đổi dữ liệu (phải)

### 2.2. Tài liệu và số liệu sử dụng

Theo thiết kế chung, đề tài cấp nhà nước VT/UD-14-15 sẽ tiến hành thu thập số liệu khảo sát về điều kiện tự nhiên, sinh thái, môi trường phục vụ cho việc đánh giá chất lượng nước, thủy văn - động lực bằng tư liệu ảnh viễn thám thông qua 5 mặt cắt khảo sát MCI đến MCS. Do điều kiện khách quan