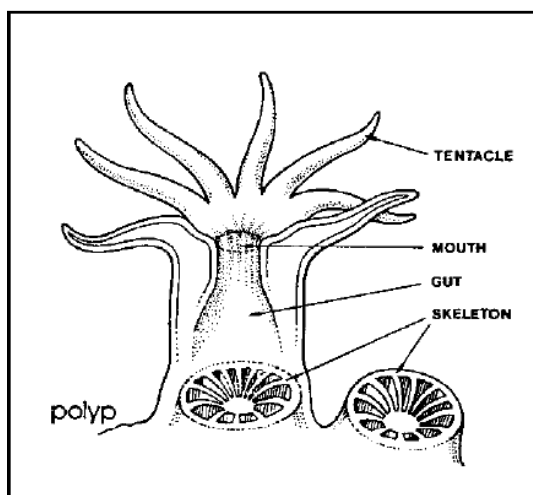


CHƯƠNG 2: CÁC HỆ SINH THÁI ĐIỂN HÌNH

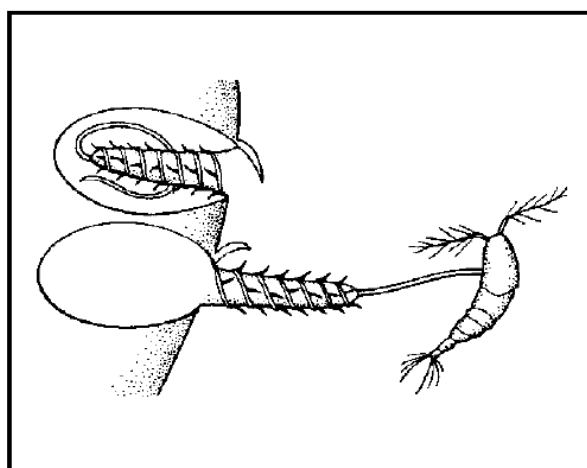
2.1 Hệ sinh thái rạn san hô

2.1.1 Cấu trúc

San hô là những sinh vật tương đối đơn giản, chúng tồn tại ở khắp các vùng biển nông cũng như sâu. Chúng là những cá thể hình trụ rất nhỏ (gọi là polyp) có hàng xúc tu ở trên đầu để bắt mồi trong môi trường nước và được xếp vào lớp san hô (Anthozoa), ngành động vật ruột khoang (Coelenterata) trong hệ thống phân loại động vật. Một số lớn san hô phát triển dạng tập đoàn và hình thành nên bộ xương chung.



Cấu tạo một polyp



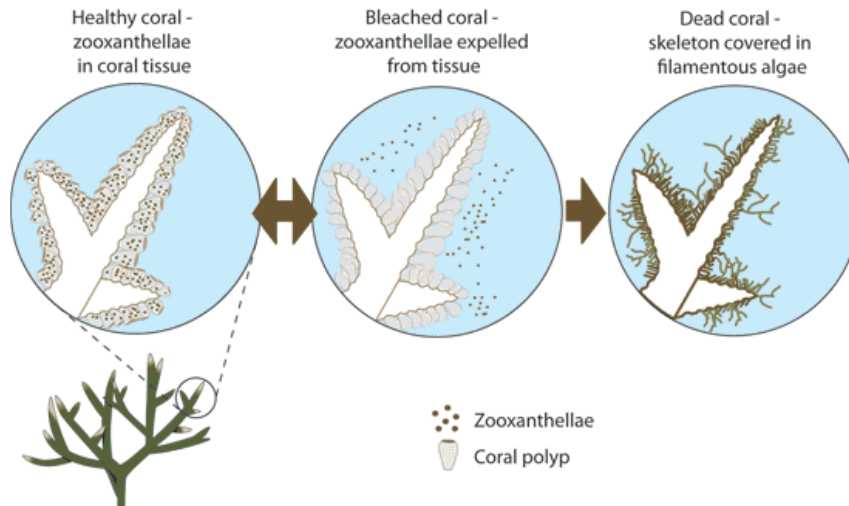
Công cụ bắt mồi của san hô

San hô có 3 nhóm chính là san hô cứng, san hô mềm và san hô sừng. San hô cứng có bộ xương bằng đá vôi và thường tăng trưởng rất chậm, có loại chỉ vào khoảng 1 cm/năm. Điều đó có nghĩa là một khối san hô với đường kính khoảng 1 m có thể đã trải qua cuộc đời hàng thế kỷ. Khi san hô chết, bộ xương có màu trắng. San hô cứng được xem là thành phần chính cấu tạo nên rạn san hô. Chúng chỉ phân bố hạn chế ở những vùng biển nông, ấm áp và cấu trúc đá vôi do chúng liên kết lại tạo thành rạn san hô. Tuy nhiên, chúng rất mảnh mai và có thể bị tàn phá do gió bão và neo tàu.

Thế giới hiện có hàng ngàn rạn san hô, giới hạn phân bố của chúng chỉ ở vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới, trải dài từ khoảng 30° vĩ tuyến bắc đến 30° vĩ tuyến nam nơi mà nhiệt độ nước biển hiếm khi xuống dưới 18°C. Diện tích bao phủ rạn san hô lên đến 600 ngàn km². Sự khác biệt về hình thái, thành phần sinh học, tính đa dạng và cấu trúc phản ánh địa - sinh học, tuổi, phân vùng địa động vật và điều kiện môi trường.

San hô sừng có thành phần đá vôi bao bọc lõi là vật liệu sừng và/hoặc đá vôi. Tập đoàn san hô sừng có dạng như những chiếc quạt hoặc cành cây mềm mại. Khi chết đi, cái còn lại là bộ xương màu đỏ hoặc đen hay trắng. Loại san hô này cũng sinh trưởng rất chậm.

San hô mềm tiêu giảm bộ xương bên trong và chỉ còn lại các trâm xương đá vôi nhỏ. Một số rất mềm dẻo đến mức đu đưa theo dòng nước. Sẽ không còn gì để lại sau khi san hô mềm chết đi.

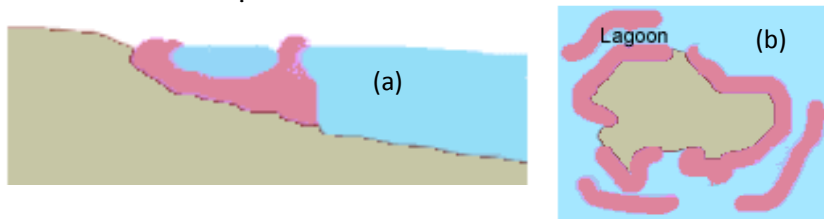


Các polyp và tảo (zooxanthellae) gắn trên nhánh xương san hô

2.1.2 Hình thái rạn san hô

Ở những nơi mà tạo rạn tồn tại, kiểu phát triển của rạn tùy thuộc vào địa hình (độ sâu và hình dạng) của nền đáy, lịch sử phát triển địa chất của vùng và các nhân tố môi trường, đặc biệt là nhiệt độ và mức độ chịu đựng sóng gió. Như chúng ta đã biết, san hô tạo rạn chỉ sinh trưởng trong những vùng nước ấm, có chiếu sáng tốt và cần nền đáy cứng để bám vào. Những yếu tố này hạn chế sự phân bố của san hô tạo rạn ở những vùng biển cạn đáy cứng. Bộ xương san hô đến lượt mình lại cung cấp nền đáy cứng cho sự phát triển của nhiều san hô hơn và các sinh vật khác. Sự phát triển lên phía trên của cấu trúc rạn có thể cho phép san hô tiếp tục tăng trưởng lên vùng cạn hơn. Qua nhiều quá trình biến động của địa chất biển, đã hình thành các kiểu rạn san hô khác nhau:

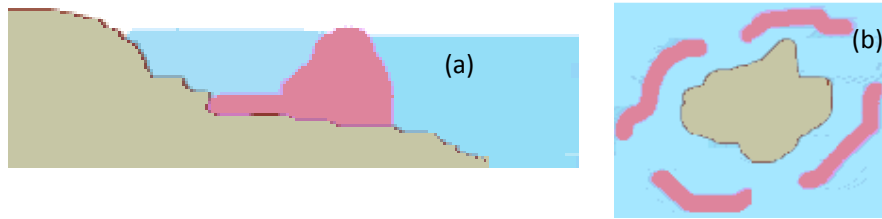
- *Rạn riềm* (fringing reef): rất phổ biến xung quanh các đảo nhiệt đới và đôi khi dọc theo bờ đất liền. Đây là kiểu cấu trúc được coi là đơn giản nhất với sự phát triển đi lên của nền đá vôi từ sườn dốc thoải ven biển, ven đảo. Do tồn tại ở gần bờ, bị ảnh hưởng bởi sự đục nước, nên chúng hiếm khi vươn đến độ sâu lớn.



Hình : Hình dạng của rạn riềm; (a): thiết diện, (b): hình chiếu

- *Rạn dạng nền* (platform reef): là một cấu trúc đơn giản đặc trưng bởi sự cách biệt với đường bờ và có thể thay đổi lớn về hình dạng. Kích thước của chúng có thể rất lớn, đến 20 km² chiều ngang. Lịch sử địa chất của chúng cũng rất khác nhau với nguồn gốc hình thành khá đa dạng.

- *Rạn chắn* (barrier reef): được phát triển trên gờ của thềm lục địa. Rạn chắn là cấu trúc rạn nổi lên từ biển sâu và nằm xa bờ. Một số vốn nguyên thủy là dạng riềm nhưng do vùng bờ bị chìm xuống hay bị ngập nước khi biển dâng lên.



Hình : Hình dạng của rạn chắn (a): thiết diện, (b): hình chiếu

- *Rạn san hô vòng* (atoll): là những vùng rạn rộng lớn nằm ở vùng biển sâu. Mỗi một đảo san hô vòng là tập hợp của các đảo nổi và bãi ngầm bao bọc một lagoon rộng lớn với đường kính có thể lên đến 50 km. Kiểu rạn này chỉ có ở vùng biển sâu nằm ở ngoài thềm lục địa.



Hình : Hình dạng của rạn vòng

2.1.3 Môi trường tự nhiên

2.1.3.1 Ánh sáng

Tất cả san hô tạo rạn đòi hỏi đủ ánh sáng cho quang hợp của tảo cộng sinh trong nội bào của chúng. Theo độ sâu, ánh sáng thay đổi rất nhanh cả về cường độ và cả về thành phần. Giới hạn này kiểm soát độ sâu mà san hô sinh trưởng. Các loài khác nhau có sức chịu đựng khác nhau đối với mức độ chiếu sáng cực đại và cực tiểu. Đó cũng là một nguyên nhân chính của sự khác nhau về cấu trúc quần xã rạn.

2.1.3.2 Trầm tích

Nhiều kiểu trầm tích khác nhau bao phủ trên và xung quanh rạn bao gồm vụn san hô thô, các loại cát và cả bùn mịn. Kiểu trầm tích trên rạn ở một số nơi nào đó phụ thuộc vào dòng chảy, sóng và cả nguồn gốc trầm tích. Ở gần bờ trầm tích chủ yếu được cung cấp từ đất liền qua vận chuyển của sông. Những trầm tích như thế có thành phần hữu cơ cao, dễ bị khuấy động bởi sóng và có thể giữ lại lơ lửng trong nước một thời gian dài, làm đục nước và hạn chế độ xuyên sáng. Sự sa lắng của chúng có thể giết chết các sinh vật như san hô, hoặc làm nghẹt các **polyp** không đủ khả năng đẩy chúng ra.

2.1.3.3 Độ muối

Ít khi độ muối nước biển trở nên quá cao để ảnh hưởng đến quần xã san hô. Độ muối thấp có ảnh hưởng quan trọng và thông thường hơn đối với phân bố rạn và phân vùng san hô. Rạn không thể phát triển ở những vùng mà nước sông tràn ngập, đó là nhân tố chính kiểm soát san hô dọc bờ. Ảnh hưởng chính của độ muối lên phân bố vùng san hô là do nước mưa. San hô

nói chung có khả năng chịu đựng độ muối thấp trong một giai đoạn ngắn, nhưng khi mưa rất to cùng với triều thấp rạn có thể bị hại, thậm chí bị phá hủy hoàn toàn.

2.1.3.4 Biên độ triều

Mức chênh triều khác nhau giữa các rạn ở các vùng khác nhau. Sự khác nhau đó ảnh hưởng đáng kể đến sự phân vùng của quần xã san hô. Triều càng cao, ảnh hưởng của sự ngập triều và khả năng vận chuyển chất dinh dưỡng tương ứng cũng như ảnh hưởng đến sự bày khô càng lớn.

2.1.3.5 Thức ăn và các chất dinh dưỡng vô cơ

Cũng như những sinh vật khác, san hô đòi hỏi cả thức ăn và chất dinh dưỡng vô cơ. Thức ăn cũng có thể lơ lửng trong nước biển như những mảnh nhỏ bao gồm cả sinh vật đang sống. Cũng như những nơi khác, trên rạn có những sinh vật ăn các sinh vật này và bị ăn bởi các sinh vật khác và như thế chuỗi thức ăn được hình thành, trong đó tất cả các động thực vật đều liên hệ với nhau.

Khi quan tâm đến nhu cầu thức ăn của sinh vật rạn, một điều quan trọng là phải tách rời nhu cầu của một loài, nhóm loài với nhu cầu của toàn rạn, bởi vì để đạt được sự bền vững lâu dài cần có một cân bằng tổng thể trong chu trình dinh dưỡng của chúng. Rạn vừa tạo vừa tiêu thụ các chất dinh dưỡng, nhưng trao đổi với vùng biển xung quanh nhỏ so với vật chất sản sinh bên trong từ chu trình liên tục. Các dinh dưỡng đi vào rạn thường là từ sông, nhưng nếu không có sông, đối với các rạn ở xa đất liền, chất dinh dưỡng chỉ đến qua dòng chảy bề mặt. Nhiều rạn có sự cung cấp dinh dưỡng vô cơ khác như là dưới một điều kiện nào đó, dòng chảy hướng vào rạn có thể làm cho nước ở tầng sâu chuyển lên bề mặt. Loại nước trôi này thường giàu phospho và các chất hóa học phân tử khác. Nhiều rạn có sự thay đổi theo mùa về nguồn dinh dưỡng, đặc biệt là những rạn có vĩ độ cao nơi mà ảnh hưởng các mùa rõ rệt hơn.

2.1.3.6 Nhiệt độ và độ sâu

Các yếu tố trên đây là tất cả phương diện chính của môi trường tự nhiên kiểm soát cấu trúc quần xã san hô. Một yếu tố quan trọng khác là nhiệt độ, nó giới hạn sinh trưởng san hô và phát triển rạn. Tương tự như vậy, độ sâu của một vùng kiểm soát chủ yếu hình dạng của rạn.

2.1.4 Các mối quan hệ trong quần xã

Mỗi loài san hô có sự sắp xếp riêng về chiến lược sinh trưởng, nhu cầu thức ăn và khả năng sinh sản. Mỗi một loài cũng thích ứng riêng với sự tác động của bão tố, sinh vật ăn thịt, bệnh tật và sinh vật hại. Mỗi loài cạnh tranh với loài khác về không gian, ánh sáng và các lợi ích khác. Kết quả cuối cùng của tất cả các mối quan hệ và sự cân bằng làm cho quần xã san hô trở nên đa dạng nhất trong tất cả các quần xã trên trái đất. Với san hô những mối quan hệ cần được xem xét bao gồm: thức ăn, địch hại và sự cạnh tranh lãnh thổ giữa chúng với nhau.

2.1.4.1 Thức ăn

San hô tạo rạn có hai nguồn thức ăn chính: tự bắt mồi và các hợp phân hữu cơ được tạo ra và bài tiết bởi tảo cộng sinh *Zooxanthellae* trong mô san hô. Ngược lại, san hô cung cấp cho tảo nơi sống và các chất bài tiết như phospho và nitrat. Tảo đáp ứng cho san hô tới 80% nhu cầu

thức ăn tổng số của chúng. Những san hô sinh trưởng ở vùng nước nông trong suốt với độ chiếu sáng cao, thường có polyp nhỏ. Chúng có khả năng bắt các động vật nổi nhỏ. Một số san hô khác thường sống ở các vùng nước đục có các polyp lớn. Chúng không có bộ tế bào gây độc trên các xúc tu như bọt biển sinh vật nổi. Nguồn thức ăn của chúng chưa rõ, nhưng có thể chủ yếu là mùn bã hữu cơ.

Hầu hết các rạn san hô tồn tại trong môi trường nghèo chất dinh dưỡng vô cơ như phosphat, nitrat và sắt nhưng chúng có năng suất xấp xỉ như rừng nhiệt đới. Các cá thể san hô và tảo cộng sinh *Zooxanthellae* có thể hấp thụ chất dinh dưỡng từ đại dương xung quanh.

2.1.4.2 Quan hệ hội sinh

Nhiều sinh vật sống cùng với san hô mà không gây ra một tác hại nào trong điều kiện bình thường. Đó là những sinh vật hội sinh, bao gồm nhiều loài khác nhau như giun dẹt, giun nhiều tơ, tôm, cua, sao biển, rắn, thân mềm và cá. Trong hầu hết các trường hợp, mối quan hệ giữa san hô và sinh vật hội sinh là không bắt buộc và sinh vật hội sinh có thể sống với nhiều san hô khác nhau hoặc có thể sống độc lập. Trong một số trường hợp, mối liên hệ này là rất đặc hiệu, vật hội sinh có thể liên kết bắt buộc với một loài hoặc một nhóm loài riêng biệt và biến đổi màu sắc, tập tính, thậm chí cả chu trình sinh sản của san hô.

2.1.4.3 Địch hại của san hô

Từ giai đoạn ấu trùng đến tập đoàn trưởng thành, san hô bị bao vây bởi một loạt các sinh vật ăn san hô. Nổi bật nhất trong chúng là Sao biển gai (The Crown of Thorns Seastar) *Acanthaster planci*, nhiều khi trở thành đại địch tiêu diệt những vùng san hô rộng lớn. Sao biển gai được ghi nhận khắp vùng Ấn Độ - Thái Bình Dương với sự bùng nổ diễn ra gần như cùng một thời gian ở khắp vùng này. Cái gì gây ra sự bùng nổ này và thường diễn ra ở mức độ nào vẫn còn chưa được giải thích. Sự tăng lên số lượng ấu trùng sao biển gai có liên quan đến lượng mưa và sự tăng cao chất dinh dưỡng từ sông trong mùa lũ. Rõ ràng là sự bùng nổ không phải là do con người, nhưng con người có thể làm tăng sự khốc liệt bởi khai thác các loại ốc mà một số trong chúng là địch hại đối với sao biển gai. Ngoài ra, sự bổ sung chất dinh dưỡng cho các dòng sông thông qua việc phá rừng và phân bón nông nghiệp cũng làm tăng sức sống của ấu trùng sao biển.

Một số sinh vật khác có thể gây hại cho san hô. Trong đó đáng kể là một loài ốc nhỏ *Drupella* từng phá hoại nhiều rạn ở Tây Thái Bình Dương. Một số loài ốc ăn san hô khác cũng được ghi nhận. Các sinh vật đục lỗ (ví dụ như thân mềm *Lithophaga*, các loài giun như *Spirobranchus gigianiteus* và hải miên đục lỗ) cũng có thể gây ảnh hưởng lâu dài lên san hô. Tuy nhiên, địch hại nghiêm trọng nhất đối với san hô là cá. Nhiều loài có răng thích hợp để ăn các polyp san hô. Đây là một tác động lớn đối với cấu trúc quần xã san hô và có thể ảnh hưởng phân bố trong phạm vi rộng.

Cho đến nay, những hiểu biết về bệnh của san hô hãy còn rất ít. Bệnh phổ biến nhất gọi là tẩy trắng san hô (Bleaching). San hô trục xuất tảo cộng sinh hoặc tảo bị chết và trở nên trắng và chết một cách từ từ.

2.1.4.4 Cạnh tranh giữa các san hô

Vào ban ngày ít có dấu hiệu chứng tỏ các loài san hô xâm lấn lẫn nhau, ngoại trừ khi một tập đoàn phát triển trùm lên một tập đoàn khác. Tuy nhiên vào ban đêm, các xúc tu san hô thò ra có thể tấn công lẫn nhau. Chúng có thể đẩy các sợi màng ruột ra và tiêu hóa mô của người láng giềng. Một loài khác phát triển với một số lượng nhỏ các xúc tu rất dài gọi là các xúc tu quét có khả năng tấn công các tập đoàn lân cận đôi khi xa tới vài cm.

Sự xâm lấn thể hiện rõ ràng hơn khi các tập đoàn cạnh tranh về không gian bằng cách phát triển vượt lên nhau. San hô khối sinh trưởng chậm, dễ bị vượt lên nhất nhưng chúng cũng ít bị phá hủy do bão hoặc do các sinh vật đục lỗ. Những yếu tố này thường phá hủy các tập đoàn lân cận phát triển nhanh.

2.1.5 Tầm quan trọng của hệ sinh thái rạn san hô

Các rạn san hô đa dạng và tuyệt mỹ đã tham gia hình thành và bảo vệ hàng ngàn hòn đảo. Chúng cũng có tầm quan trọng ở nhiều đảo lớn và vùng bờ biển trong việc bảo tồn đất đai và sự tồn tại của con người. Rạn có ý nghĩa thật sự đối với cộng đồng cư dân ven biển ở các quốc gia vùng nhiệt đới.

Do khác nhau về yếu tố kinh tế, xã hội, văn hóa, giá trị của rạn san hô được đánh giá khác nhau giữa các nước hoặc các cộng đồng. Đối với các cộng đồng kinh tế phát triển, rạn san hô được coi là tài nguyên về xã hội và văn hóa. Giá trị kinh tế được hiểu ở phương diện giải trí và du lịch. Các loài đặc sản trong rạn san hô cũng rất hấp dẫn nhưng không phải là thiết yếu. Nhiều cộng đồng như thế đã hỗ trợ cho chương trình nghiên cứu khoa học nhằm hiểu biết chức năng của các hệ rạn san hô và tổ hợp phức tạp này liên quan như thế nào đến môi trường biển và lục địa. Sau đây là những đặc tính của rạn san hô góp phần tạo nên giá trị về mặt xã hội và văn hóa và được coi là một nguồn lợi đặc biệt.

2.1.5.1 Năng suất sinh học

Các rạn san hô được coi là một trong những hệ sinh thái có năng suất cao nhất trên thế giới. Chúng chiếm khoảng 0,1% diện tích bề mặt quả đất, nhưng nghề cá liên quan trực tiếp hoặc gián tiếp với rạn san hô mang lại khoảng 10% sản lượng nghề cá thế giới. Sức sản xuất của rạn san hô cao là nhờ tính hiệu quả của chu trình chuyển hóa vật chất. Trong đó tảo cộng sinh *Zooxanthellea*, tảo có khả năng cố định N và vi khuẩn sống trong trầm tích đóng vai trò quyết định. Nhóm san hô tạo rạn, do có tảo cộng sinh nội bào nên khác với các nhóm động vật khác, chúng có khả năng tự dưỡng. Trong điều kiện chiếu sáng thích hợp, quá trình tự dưỡng này đã cung cấp hơn 50% dòng năng lượng cho hệ sinh thái. Sức sản xuất sơ cấp của rạn san hô thường cao hơn vùng ngoài rạn đến hàng trăm lần. Nhiều tác giả đánh giá hệ sinh thái san hô là cơ sở dinh dưỡng hữu cơ, và là nguồn cung cấp thức ăn không chỉ cho bản thân sinh vật sống trong rạn mà còn cho cả vùng biển chung quanh. Rạn san hô thường gắn bó chặt chẽ với rừng ngập mặn, thảm cỏ biển nên chúng tạo cho thủy vực năng suất cao. Hàng năm, rạn san hô cung cấp hàng triệu tấn carbon cho các vùng nước lân cận phục vụ cho quá trình sống trong đại dương.

2.1.5.2 Sinh vật rạn san hô

Rạn san hô cũng được coi là hệ sinh thái quan trọng nhất, chúng bao gồm nhiều loài đặc trưng đại diện cho hầu hết các nhóm động vật biển. Một số lượng lớn các hang hốc trên rạn cung cấp nơi trú ẩn cho cá, động vật không xương sống đặc biệt là cá con. Nhiều sinh vật rạn

san hô như cá, rùa, tôm hùm, bạch tuộc, trai ốc và rong đỏ được khai thác làm thực phẩm. Nguồn khai thác nhiều nhất là cá. Sản lượng lớn nhất của cá khai thác quanh rạn thuộc về các nhóm cá di cư, chỉ vào rạn theo mùa như cá thu, cá ngừ,... Những cá này phân bố rộng trong đại dương nhưng trong một thời gian chúng đến gần các rạn để kiếm thức ăn và trong một số trường hợp là để sinh sản. Các loài cá trải qua cả cuộc đời trong rạn như cá mú, cá hồng,... có thể đánh bắt quanh năm nhưng sản lượng không lớn. Tôm hùm là nguồn lợi gắn liền với rạn có nhu cầu rất lớn làm thực phẩm cho con người và bị khai thác ở nhiều vùng. Các nguồn lợi khác như bạch tuộc, trai tai tượng, trai ốc và các loại thực phẩm khác cũng được khai thác triệt để bằng các hình thức đơn giản và ít tốn kém.

Các loại rong biển cũng được khai thác nhiều ở rạn san hô. Một số trong chúng có giá trị dinh dưỡng cao do chứa nhiều vitamin và muối khoáng. Một số sinh vật khác được khai thác để làm đồ mỹ nghệ. San hô cứng được bán trong các cửa hàng lưu niệm và được sử dụng để trang trí hồ cá. Nhiều loài trai ốc được khai thác làm đồ lưu niệm, trang sức. Các loài rạn biển cũng đang được khai thác cho mục đích y học.

Trong những năm gần đây, cá cảnh biển trở thành nguồn cung cấp cho một thị trường sôi động. Nhiều loài cá và động vật không xương sống trở thành đối tượng xuất khẩu từ các nước đang phát triển sang các nước phát triển ở Châu Âu, Mỹ, Nhật. Phương pháp đánh bắt cá cảnh thường bắt cần và làm hư hại lớn sinh thái rạn san hô. Các chất độc như cyanide, formalin đang được sử dụng để gây mê cá, chất độc cũng giết một phần các tập đoàn rạn san hô. Những hoạt động trên rạn để đánh bắt cá đã phá hủy nhiều rạn san hô cảnh vốn là vùng cư trú của cá cảnh.

Một hoạt động trực tiếp nữa là khai thác san hô làm vật liệu xây dựng và nguyên liệu công nghiệp. Cả san hô chết và sống đều bị khai thác để lấy về nung vôi (Sri Lanka, Ấn Độ, Indonesia, Philippines, Việt Nam), để làm đường giao thông (Indonesia, Ấn Độ), và để làm cảng, chắn bờ. Cát san hô được nạo vét để làm vôi trong nông nghiệp và xi măng. Các rạn san hô còn được coi là kho dự trữ dưới đáy biển do có mặt nhiều nhóm sinh vật có hoạt tính sinh học hoặc độc tố có giá trị dược liệu. Các loài san hô sừng, san hô mềm cho nhiều hoạt chất có giá trị dược liệu quý. Các nhóm sinh vật khác như hải miên, rạn biển, cầu gai, hải sâm, cá độc và nhiều loài rong biển đều có những chất có hoạt tính sinh học cao có thể sử dụng làm dược liệu.

Tính đa dạng của các loài trên san hô cao đến mức nhiều loài: đặc biệt là động vật không xương sống như giun, tôm vẫn chưa được mô tả. Vì vậy rạn được coi là "kho dự trữ" gen. Chúng lưu trữ nhiều chứng cứ để chúng ta có thể hiểu được các quần thể động thực vật phát triển như thế nào và có chức năng gì, cũng như chúng có thể có những giá trị tiềm ẩn trong tương lai.

2.1.5.3 Giá trị khác của san hô

Sự phức tạp về quá trình hình thành, sự khác nhau về hình dạng, màu sắc và trạng thái của sinh vật đã làm cho rạn có vẻ đẹp hiếm có và lôi cuốn đối với con người. Rạn là nguồn cảm hứng và đối tượng cho các nhà nhiếp ảnh dưới nước và của các nhà khoa học. Rạn cũng là nguồn lợi to lớn phục vụ cho giải trí và du lịch và được coi là có một giá trị văn hóa hiện đại.

Bơi và lặn là một cơ sở cho việc phát triển kinh tế cho nhiều vùng đảo nhỏ, nơi mà tài nguyên thiên nhiên chủ yếu là ánh nắng mặt trời, biển và thủy sản. Trước đây, câu và săn cá rạn là

môn thể thao chính trên rạn, giờ đây xem và chụp ảnh sinh vật rạn trở nên hấp dẫn hơn. Cư dân tại chỗ giải trí với rạn ít hơn là khách du lịch, tuy nhiên, du khách mang lại lợi ích nhờ tạo ra cơ hội buôn bán và việc làm.

Trong vài thập niên gần đây do nhu cầu nghỉ ngơi, giải trí tăng cao, rạn trở thành nguồn thu lớn cho ngành du lịch sinh thái. Rạn san hô là nơi các du khách tham quan bơi lội và lặn, hàng năm một lượng lớn du khách đến các đảo và vùng ven biển nơi có các rạn san hô đẹp để thư giãn và khám phá vẻ đẹp kỳ diệu của các rạn san hô. Các nguồn thu từ du lịch rạn san hô ở Úc (Great Barrier Reefs) hàng năm thu gần 2 tỷ đô la Úc. Các rạn của Florida thu mỗi năm thu 1,6 tỷ USD, chỉ riêng du lịch lặn ở Caribe và Hawaii thu khoảng 300 triệu USD. Du lịch lặn ở Việt Nam bắt đầu khởi sắc từ cuối những năm 1990. Thành phố Nha Trang được coi là trung tâm của du lịch biển Việt Nam, nơi có rạn san hô đa dạng và tuyệt đẹp. Năm 2003, khách du lịch đến Nha Trang mang về cho tỉnh Khánh Hòa khoảng 300 tỷ đồng Việt Nam. Khánh Hòa cũng là nơi đầu tiên ở Việt Nam khai thác rạn san hô như là nguồn cảm hứng cho các cuộc thi chụp ảnh. Tham quan rạn san hô cũng phát triển ở Côn Đảo, nhưng còn ở quy mô nhỏ và chưa trở thành hoạt động du lịch chính thức. Cù Lao Chàm đang định hướng phát triển du lịch biển song song với thiết lập khu bảo tồn biển. Khách du lịch cũng góp phần quan trọng cho sự phát triển của huyện đảo Phú Quốc, tỉnh Kiên Giang trong những năm gần đây. Khách du lịch Phú Quốc chủ yếu đi thăm khu rừng tự nhiên ở phía Bắc đảo và bơi lội ở các bãi tắm ở các đảo.

2.1.5.4 Các giá trị gián tiếp

Giá trị trực tiếp mà nghề cá và du lịch được coi là khá lớn. Theo ước tính của các nhà khoa học cứ trung bình 1 km² rạn có thể mang lại 108.000 USD từ nghề cá và 400.000 USD từ hoạt động du lịch. Bên cạnh đó, rạn san hô còn gián tiếp mang lại cho con người nhiều lợi ích khác với giá trị không thể tính hết. Rạn san hô có thể đóng vai trò quan trọng về phát triển kinh tế, tạo việc làm và phúc lợi xã hội. Nghề cá tạo ra việc làm cho phần lớn cư dân ở các đảo và ven biển trong hoạt động đánh bắt và một số công việc khác liên quan đến biển, các nhà máy chế biến sản phẩm từ biển là một ví dụ.

Rạn san hô được sử dụng cho giáo dục chính thức và không chính thức. Giáo dục không chính thức thông qua hoạt động của các công viên biển và các khu bảo tồn, bao gồm cả xuất bản tài liệu và phát hành phim ảnh. Các hồ cá nhân tạo (aquarium) là một hình thức giáo dục không chính thức. Các chuyến thực địa cho sinh viên, học sinh đến các rạn san hô và trạm nghiên cứu ở các vùng biển là một ví dụ về việc sử dụng rạn san hô để giáo dục chính thức. Rạn san hô là phòng thí nghiệm tự nhiên với các ví dụ sống về các nguyên lý sinh học để dạy trong trường học.

Rạn san hô còn được coi là nơi nuôi dưỡng và bảo vệ nhiều loài sinh vật quý hiếm, đồng thời là phòng thí nghiệm sống phục vụ nghiên cứu khoa học và giáo dục cộng đồng về giá trị văn hóa của môi trường biển. Rạn cung cấp một ngân hàng gen của những loài có giá trị cho nghiên cứu bản chất của sự sống. Chúng còn có giá trị không thể đánh giá hết đối với y học và dược học.

Trong nhiều trường hợp rạn còn là rào chắn bảo vệ bờ chống xói lở. Những đê tự nhiên này còn bảo vệ cho vùng nước sau rạn khỏi sóng bão. Ước tính mỗi km² rạn san hô cho phép tiết kiệm 190.000 USD chi phí cho việc bảo vệ vùng bờ hàng năm. Các đầm phá (lagoon) phía

trong rạn có thể khá sâu và có kênh thông với biển đã trở thành các bến đậu của tàu thuyền và là cơ sở để hình thành các cụm dân cư ven bờ.

Ở một mức độ nhất định, hệ thống rạn san hô có khả năng tiếp nhận và xử lý chất thải nhờ sự phân hủy nhanh bởi vi khuẩn và các thành phần khác của nó. Tuy nhiên, khi vượt quá giới hạn sẽ xảy ra sự tăng số lượng các loại tảo, trầm tích hoặc cầu gai ăn mòn bã trong rạn và như thế cá cũng như các loài nhạy cảm khác cũng giảm xuống.

2.1.6 Rạn san hô Việt Nam

Rạn san hô là một trong những hệ sinh thái đặc sắc của biển Việt Nam, nơi có đa dạng sinh học rất cao, năng suất sơ cấp lớn, cảnh quan kỳ thú. Các rạn san hô của Việt Nam phân bố rộng khắp từ Bắc vào Nam trên diện tích khoảng 1.222 km², tập trung nhiều ở vùng biển Nam Trung bộ, Quần đảo Hoàng Sa và Trường Sa. San hô Việt Nam rất đa dạng và phong phú với khoảng 350 loài tạo rạn kèm theo khoảng 3.000 loài sinh vật khác có đời sống liên quan và gắn bó với vùng rạn san hô. Trong đó, có khoảng 2.000 loài sinh vật đáy, 500 loài cá và nhiều loài có giá trị kinh tế cao như tôm hùm (*Panulirus*), bào ngư (*Haliotis diversicolor*), trai ngọc (*Pteria martensi*), hải sâm (*Holothuria*),... sống gắn bó trực tiếp với san hô. Ở vịnh Hạ Long, phát hiện được 205 loài san hô cứng, 27 loài san hô mềm. Ở Côn Đảo, có 219 loài san hô, tập trung thành khu vực lớn kèm theo 160 loài cá san hô.

Nhìn chung, hệ sinh thái rạn san hô có cấu trúc phức tạp, rất nhạy cảm với sự đe dọa của môi trường, đặc biệt là những đe dọa từ con người như đánh bắt cá bằng thuốc nổ, hóa chất độc, khai thác san hô bờ bãi, hoạt động du lịch và các hoạt động phát triển kinh tế xã hội khác. Trong 15 năm trở lại đây, khoảng 15-20% diện tích các rạn san hô bị mất, tập trung chủ yếu ở các vùng có dân cư sinh sống như vịnh Hạ Long, các tỉnh ven biển miền trung và một số đảo có người sinh sống thuộc quần đảo Trường Sa. Độ phủ trên rạn san hô đang bị giảm dần theo thời gian, nhiều nơi độ phủ giảm trên 30%. Điều này cho thấy rạn san hô đang bị phá hủy và có chiều hướng suy thoái mạnh. Sự biến đổi diện tích và những tổn thương của nhiều rạn san hô gây nhiều thiệt hại cụ thể như sự giảm đa dạng sinh học, sinh thái và chất lượng môi trường biển; mất kế sinh nhai của cộng đồng vùng ven biển và thiệt hại cho ngành du lịch và thủy sản.

2.2 Hệ sinh thái thảm cỏ biển (seagrass bed)

2.2.1 Phân bố và cấu trúc

Bên dưới mặt nước, trên lớp trầm tích thủy vực cạn, thường có những tập đoàn dày đặc các loài cỏ thủy sinh. Trên toàn thế giới có khoảng hơn 50 loài cư ngụ trong vùng bán ngập. Đó là con số nhỏ hơn các loài thực vật ở những môi trường khác. Tuy không có một giống loài nào của vùng cửa sông thực sự nhưng có sự hiện diện của nhiều loài khác nhau của cả nước biển lẫn nước ngọt tại khu vực này.

Hệ sinh thái cỏ biển tuy có số lượng loài không nhiều nhưng chúng đóng vai trò quan trọng ở biển, với các chức năng quan trọng như điều chỉnh môi trường thủy vực, bảo tồn nguồn gen, cung cấp nơi ở cho các sinh vật thủy sinh, cung cấp nguyên nhiên vật liệu, năng lượng và thông tin nghiên cứu khoa học, du lịch.

Sự phân bố các loài cỏ phụ thuộc các yếu tố ánh sáng, nhiệt độ, độ mặn, sự phân tầng, sóng, dòng chảy, dưỡng chất, tính chất nền đáy và nguồn giống sẵn có. Sự đa dạng của cỏ biển có liên quan đến các nhân tố tại chỗ. Số loài nhiều nhất được ghi nhận ở vùng có nền đáy bùn cát, được che chắn một phần tác động mạnh của sóng gió. Ngược lại, thành phần loài rất nghèo ở vùng đối sóng với nền đáy cứng hoặc không ổn định và ở những nơi hoàn toàn bị che chắn với nền đáy bùn. Cỏ biển là một nhóm thực vật bậc cao sống thủy sinh ở vùng ven bờ biển nhiệt đới và ôn đới. Chúng phát triển mạnh ở vùng nước cạn nơi có chiều sâu nước và độ đục cho phép ánh sáng chiếu qua, và có khả năng thích nghi với môi trường nước mặn, chịu được sóng gió và có khả năng thụ phấn nhờ nước. Người ta thấy sự phân bố từng loài theo các chiều sâu khác nhau, mang tính đặc trưng loài. Các thảm cỏ biển bao phủ một số vùng rộng lớn ở dải ven bờ với nhiều chức năng lý-sinh học và tạo nên một hệ sinh thái đặc thù.

Hầu hết các thảm cỏ biển xuất hiện ở các vùng nước trũng đến độ sâu 30 m. Cỏ biển là một đặc trưng của các hệ sinh thái vùng nhiệt đới, có năng suất ngang với các rạn san hô. Các thảm cỏ biển tập trung ở Ấn Độ - Tây Thái Bình Dương, vịnh Caribbe và vùng bờ Thái Bình Dương thuộc Trung Mỹ. Vùng Đông Á có khu hệ cỏ biển đa dạng nhất thế giới và có thể đây là trung tâm phát tán của cỏ biển. Chính vì vậy, chúng rất phong phú ở dải ven biển thuộc vùng này.

Như khái niệm về hệ sinh thái cỏ biển, các thực vật có hoa này là thành phần quan trọng nhất trong hệ. Chúng bao gồm 58 loài được tìm thấy trên các đại dương thế giới; thuộc 12 giống, 4 họ và 2 bộ. Tuy nhiên, thảm cỏ biển chỉ có thể là một loài hoặc quần xã nhiều loài, tối đa là 12 loài. Từng thảm cỏ biển có tính phân đới từ vùng triều thấp đến vùng dưới triều. Mỗi đới có loài ưu thế và tổ hợp loài kèm theo trong mối quan hệ với dạng sinh trưởng của cây. Cấu trúc của quần hợp cỏ biển còn thay đổi theo mùa. Tuy nhiên, sự biến thiên cũng rất khác nhau giữa các loài, tùy theo khả năng thích nghi với biến động điều kiện môi trường.

Sinh vật bám (periphyton) là thành phần quan trọng của thảm cỏ biển. Trong nhóm này có các sinh vật nhỏ như tảo, vi khuẩn, nấm, động vật và mùn bã hữu cơ. Chúng đóng góp một phần đáng kể cho dòng carbon tổng số trong thảm cỏ biển và trở nên có ý nghĩa sinh thái đối với vùng ven bờ nhiệt đới. Các nghiên cứu ở Đông Nam Á chỉ ra rằng rong đỏ (Phodophytes) chiếm ưu thế trong quần hợp sống bám. Tính ưu thế thấp hơn thuộc về rong lục (Chlorophytes) rong nâu (Phaeophytes) và vi khuẩn lam (Cyanobacteria). Tuy vậy, tính ưu thế thay đổi và phụ thuộc vào điều kiện tại chỗ. Tảo lam xanh (blue-green algae) thường gặp hơn ở thảm cỏ biển nước lợ, còn các nhóm khác nhiều hơn trong vùng biển khơi. Số lượng loài cá trong thảm cỏ biển nhiều hơn 5 lần so với trên nền đáy biển là bùn, xác sinh vật và cát. Động vật đáy lớn thường gặp trong thảm cỏ biển gồm tôm, hải sâm, cầu gai, cua, điệp, vẹm và ốc. Một số trong chúng có thể đạt số lượng và mật độ cao. Trong khi đó, rong biển lớn tương đối kém phát triển do cỏ biển làm thay đổi trầm tích đáy và chiếm lĩnh vùng cư trú. Tuy vậy, một số ít loài rong cũng xuất hiện theo mùa vụ và có thể trở nên phong phú. Hơn nữa, ở giai đoạn non, nhiều rong bám trên cỏ biển và chỉ bám đáy khi trưởng thành.

Một số sinh vật quý hiếm như bò sát và thú biển có mối quan hệ với thảm cỏ biển. Trong các loài bò sát, rùa Xanh *Chelonia mydas*, rùa *Lepidochelys olivacea*, vích *Caretta caretta*, rùa Lưng dẹt *Chelonia depressa* và loài rắn *Acrochirdus granulatus* thường xuất hiện trong các thảm cỏ dày ở Thái Lan, Malaysia, Indonesia và Philippines. Đồi mồi cũng ăn cỏ biển, dù đây

không phải là thức ăn chính. Phân bố của bò biển *Dugong dugong* trùng hợp với vùng có cỏ biển. Cỏ biển là thức ăn chính của loài thú quý hiếm và nhiều huyền thoại này.

2.2.2 Chu trình dinh dưỡng

Vai trò sinh thái của thảm cỏ biển được quyết định bởi tốc độ hình thành chất hữu cơ nhanh chóng của cỏ biển. Tính theo đơn vị diện tích, giá trị này cao hơn năng suất của thực vật phù du. Các thảm cỏ biển có mật độ động vật và vi khuẩn cao hơn và độ đa dạng loài lớn hơn so với các thủy vực không có thực vật. Điều này có được là nhờ năng suất sinh học cao của chúng. Vào thời kỳ cao điểm của gió mùa, lá của chúng bị đứt khỏi cây. Một số bị dòng nước rửa trôi đi, số còn lại chìm xuống đáy và bị phân hủy. Sinh vật ăn mùn bã cắn xé lá cỏ thành những mảnh nhỏ và sau đó được tiêu thụ bởi vi khuẩn và nấm. Nhiều động vật không xương sống cũng ăn cỏ biển trong giai đoạn thối rữa. Đến lượt chúng trở thành thức ăn cho bậc dinh dưỡng cao hơn như cá và cua.

Do vậy, thảm cỏ biển kiểm soát tính phức tạp của quần cư, tính đa dạng loài và độ phong phú của động vật không xương sống liên quan và hình thành cấu trúc quần xã. Điều đáng nói là các sinh vật ăn tạp (omivorous) khá phong phú trong quần xã sinh vật của thảm cỏ biển. Nhóm này gồm nhiều loài giáp xác mười chân, ốc và một số da gai. Một loài có thể ăn cỏ biển hoặc rong thối rữa, mùn bã nhỏ trên lá và nền đáy và cả những động vật còn sống hay đã chết. Thậm chí một số cua bơi lớn còn ăn cả thân mềm, giáp xác, giun nhiều tơ và một phần đáng kể mô thực vật thối rữa và tảo sợi.

Quá trình thối rữa là một đặc trưng của thảm cỏ biển. Nhờ đó mà các bộ phận của cỏ biển khi chết đi đã giải phóng các chất hữu cơ. **Cuối mùa sinh trưởng, phần lớn rong bị chết và bắt đầu phân hủy. Trong quá trình đó, hầu hết các nguyên tố N,P,C và nhiều nguyên tố khác có trong cỏ thủy sinh được giải phóng trở lại vào môi trường ở dạng hòa tan.** Các hợp phần carbon cấu trúc còn lại bị vi sinh vật (vi khuẩn và nấm) phân hủy và các sản phẩm được phân hủy chứa nhiều vi khuẩn và nấm trở thành thức ăn cho động vật đáy. Hầu hết động vật đa bào chỉ tiêu hóa vi khuẩn và mô chết của lá thối rữa được thải ra cho quá trình phân hủy tiếp tục. Sự phá vỡ mùn bã thành các mảnh nhỏ hơn làm tăng bề mặt tiếp xúc và tăng cường hoạt động của vi sinh vật.

Quá trình trên đây cũng liên quan đến sự biến đổi theo mùa của quần xã sinh vật. Các động vật ăn mùn bã và ăn lọc tăng lên vào mùa cỏ biển thối rữa. Ngược lại động vật di chuyển ăn thực vật lại tăng vào mùa phát triển cỏ biển và giảm vào thời kỳ thối rữa. Hàm lượng oxy cũng thay đổi, thường giảm vào mùa hè (mùa thối rữa), với số lượng lớn của vi sinh vật, mùa này thuận lợi cho sự phát triển của ấu trùng của sinh vật đáy ăn lọc và vì vậy là mùa sinh sản của nhiều loài.

2.2.3 Chức năng

Nhiều người đã rất quan tâm đến các sản phẩm của khu hệ cỏ thủy sinh vùng CSNL, họ cho rằng bãi cỏ thủy sinh có vai trò quan trọng về mặt năng suất sinh học trong hệ thủy sinh. Nó đóng góp vào sự phát triển của những sinh vật bậc cao hơn, thông qua chuỗi thức ăn, tạo nơi che chở và lưu trú tránh địch hại cho động vật không xương sống có vỏ, cũng như các giai đoạn ấu niên (juvenile) của các loài thủy sản. Ngoài ra chúng còn tạo nên cho sự phát triển của những tập đoàn thực vật phụ sinh phong phú. Mặt khác, bằng cách sa lắng chất lơ lửng,

hấp thụ chất dinh dưỡng và những chất hòa tan khác, cỏ thủy sinh giúp làm tăng độ trong và giúp làm tốt chất lượng chung của nước vùng CSNL.




Nhờ sự cố định năng lượng mặt trời có hiệu quả và sản lượng sinh khối cao, cỏ biển có khả năng tăng cường và duy trì độ phì nhiêu của thủy vực. Điều này còn được bổ sung bởi quá trình trao đổi vật chất hữu cơ có hiệu quả diễn ra trên lá và nền đáy. Một chức năng quan trọng khác của thảm cỏ biển là cầu nối trong con đường di cư của sinh vật và là quần cư ương giống cho biển. Các thảm cỏ biển thường phát triển ở vùng trung gian của rừng ngập mặn và rạn san hô hoặc là vùng đệm của hai hệ sinh thái khác nhau. Vì vậy, chúng trở thành điểm dừng chân của nhiều loài cá, động vật không xương sống, thú và bò sát. Bằng việc cung cấp nơi ẩn náu cũng như nguồn dinh dưỡng giàu có, thảm cỏ biển trở thành bãi ương giống chất lượng cao của nhiều sinh vật. Nguồn giống sau khi được nuôi dưỡng ở đây sẽ phát tán đến các hệ xung quanh ra biển khơi.




Thảm cỏ biển dày với hệ thống rễ neo chặt vào nền đáy có tác dụng làm giảm năng lượng của sóng, dòng chảy và nhờ vậy chúng có khả năng chống xói lở, bảo vệ đường bờ biển. Ở những vùng chịu nhiều bão tố, cỏ biển có vai trò lưu giữ trầm tích nhờ hệ thống thân, rễ ngầm và nhờ vậy tạo nên vùng đệm chống sóng gió. Mặt khác, thảm cỏ biển là bộ máy có hiệu quả cao đối với việc hấp thụ chất dinh dưỡng, chất thải từ đất liền và có vai trò như những bể trầm tích làm giảm độ đục của nước.


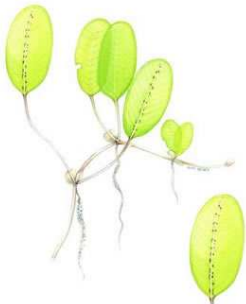
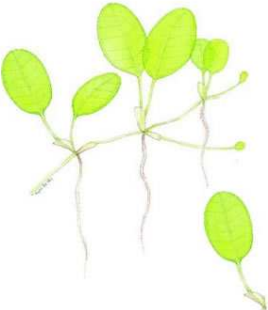

Hiện nay, các thảm cỏ biển đang cung cấp cho loài người những sản phẩm trực tiếp như vật liệu di truyền, thực phẩm; vật liệu thô cho công nghiệp và năng lượng. Ở các nước như Philippines, Indonesia, các loài rong sống trong thảm cỏ biển như *Caulerpa*, *Gracilaria*, *Coclidia* đang được khai thác làm thực phẩm, chế biến các chất dùng trong công nghiệp và phân bón cho nông nghiệp. Nhiều loài sinh vật đáy sống thường xuyên chỉ trải qua giai đoạn ấu trùng trong thảm cỏ biển được coi như là có giá trị thương mại cao. Thành phần của chúng khá đa dạng gồm: tôm, hải sâm, cầu gai, cua, vẹm và ốc. Tầm quan trọng của thảm cỏ biển đối với nghề cá thường được đánh giá trong mối quan hệ chặt chẽ với rạn san hô. Mặt khác, một số loài cá được khai thác ngay trên thảm cỏ biển mà sản lượng cao thuộc về các họ bống và dìa,... Ngoài ra, thảm cỏ biển còn được coi là môi trường thuận lợi cho nuôi trồng trên biển. Du lịch biển cũng lấy thảm cỏ biển làm nơi giải trí, câu cá.

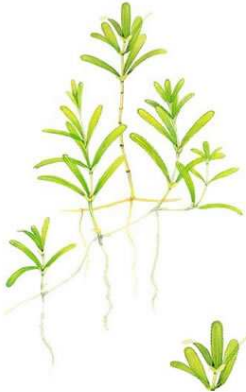


2.2.4 Phân loại cỏ biển



Cỏ biển (seagrass) được coi là một nhóm sinh thái, chứ không phải là một nhóm phân loại, của các loài cây có hoa. Vì thế, nhiều họ cỏ biển khác nhau không nhất thiết phải có quan hệ họ hàng với nhau. Hình thái phân loại của vài loài cỏ biển được mô tả như sau:

Hình thái	Đặc điểm phân loại
<p data-bbox="245 222 607 254">1. <i>Cymodocea rotundata</i> (CR)</p> 	<ul data-bbox="834 268 1357 569" style="list-style-type: none"> • Lá dạng hẹp (rộng 2-4 mm), phẳng • Đầu lá mượt, tròn • Thân mượt • Các thềm lá hình thành những vòng tròn liên tục trên thân • Hiện diện ở những bãi rạn cạn và bằng phẳng
<p data-bbox="245 730 594 762">2. <i>Cymodocea serrulata</i> (CS)</p> 	<ul data-bbox="834 777 1328 1115" style="list-style-type: none"> • Lá dạng hẹp thẳng, rộng 5-9mm • Đầu lá răng cưa • Vỏ bọc cuống lá dạng tam giác hẹp ở gốc • Các thềm lá không hình thành những vòng tròn liên tục trên thân • Hiện diện ở bãi phẳng dưới triều và những bờ cát
<p data-bbox="245 1192 561 1224">3. <i>Enhalus acoroides</i> (EA)</p> 	<ul data-bbox="834 1239 1352 1528" style="list-style-type: none"> • Lá dạng dải băng rất dài, từ 30-150 cm • Lá có đầu cong vào trong • Vỏ bọc cuống lá dày, có các rãnh và lông dài màu đen • Tìm thấy ở vùng nước cạn/bãi cát vùng triều/những bãi bùn (thường tiếp giáp với rừng sác)

<p>4. <i>Halodule pinifolia</i> (HP)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Lá nhỏ, dài đến 20cm • Lá có 1 gân trung tâm • Gân lá trung tâm sậm màu chẻ đôi ở phần đầu lá • Thường có bọc cuống lá màu nhạt, có các sẹo lá màu đen rõ • Tìm thấy ở những bờ cát vùng triều
<p>5. <i>Halodule uninervis</i> (HU)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Thường lớn hơn <i>Halodule pinifolia</i> • Đầu lá có 3 đỉnh • Có 1 gân trung tâm chạy dọc chiều dài lá • Bọc cuống lá thường màu kem nhạt, có những sẹo lá màu đen rõ • Là loại thức ăn ưa thích của bò biển (Dugong) • Tìm thấy ở thủy vực cạn/những bãi bùn hoặc cát vùng triều
<p>6. <i>Halophila capricorni</i> (HC)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Lá nhỏ hình oval có lông trên 1 mặt • Lá có gân trung tâm và 9-14 gân xéo • Thường xuất hiện ở độ sâu hơn 10m vùng có san hô (chỉ có ở vùng dưới triều ở Úc cận các rạn san hô)

<p>7. <i>Halophila decipiens</i> (HD)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Dạng lá nhỏ mỏng hình oval, dài 1-2.5cm • Có 6-8 gân xéo • Có lông trên cả 2 mặt lá • Hiện diện ở vùng dưới triều (>10m)
<p>8. <i>Halophila ovalis</i> (HO)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Lá hình oval mọc thành cặp • Có 8 gân xéo trở lên • Không có lông trên mặt lá • Thức ăn ưa thích của bò biển • Tìm thấy từ vùng triều đến dưới triều
<p>9. <i>Halophila minor</i> (HM)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Có ít hơn 8 đôi gân xéo trên lá • Lá nhỏ dạng oval mọc thành cặp • Bọc cuống lá có dạng hình chiếc nôm • Tìm thấy ở bãi cát vùng triều hay vùng nước cạn
<p>10. <i>Halophila spinulosa</i> (HS)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Dạng cây thông • Lá xếp đối xứng từng cặp • Chồi dựng thẳng dài đến 15cm • Tìm thấy ở vùng dưới triều (>10m)

<p>11. <i>Halophila tricostata</i> (HT)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Chồi dựng thẳng dài 8-18cm • Lá có 3 gân • 2-3 lá mọc từ một điểm • Lá mọc xoay quanh nhánh • Tim thấy ở dưới triều (>10m) • Tim thấy ở Queensland, Australia
<p>12. <i>Syringodium isoetifolium</i> (SI)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Lá hình trục tròn như sợi mì spaghetti • Đầu lá mỏng dần về 1 điểm • Lá dài 7-30cm • Tim thấy ở bãi rạn cạn và những bãi cát
<p>13. <i>Thalassia hemprichii</i> (TH)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Lá có những vạch sậm do các tế bào tannin tạo thành • Bọc cuống lá dày, có những thẹo lá xen kẽ giữa vị trí các chồi • Lá dạng cong như lưỡi câu • Lá dài 10-40cm • Thường thấy ở những bãi rạn cạn

<p>14. <i>Thalassodendron ciliatum</i> (TC)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Nhánh mọc thẳng đứng, cuối nhánh có 1 chùm lá hình băng cong • Đầu lá tròn có răng cưa • Bọc cuống lá nhám màu gỗ, có những sẹo lá từ các chồi để lại • Rễ phân nhánh cong tròn • Chỉ hiện diện ở vùng rạn đá với đỉnh rạn chắc
<p>15. <i>Zostera capricorni</i> (ZC)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Lá dạng băng dài • Có 5 gân song song dọc chiều dài • Có nhiều gân ngang lá hình thành lưới gân • Đầu lá hình tròn • Lá mọc trực tiếp từ thân (không có cuống) • Tìm thấy ở bãi cát/bùn vùng triều cạn

2.2.5 Phân bố cỏ biển ở Việt Nam

Ở nước ta, cỏ biển thường phát triển ở vùng triều ven biển, ven đảo, các vùng cửa sông, rừng ngập mặn, đầm phá. Theo số liệu thống kê chưa đầy đủ, diện tích phân bố thảm cỏ biển được biết đến nay là khoảng 10.000 ha. Các loài cỏ biển phát triển hầu như quanh năm, nhưng tốt nhất là vào mùa xuân và đầu hè, phát triển kém vào mùa mưa bão. Chúng phân bố từ vùng triều đến độ sâu 3-15 m, thậm chí 28 m (Đảo Bạch Long Vĩ). Chúng thích nghi với độ muối từ 5 đến 34‰, chất đáy là bùn nhuyễn, bùn cát, cát san hô, cát thô và sỏi.

Ở một số vùng ven biển và đảo (Long Châu, Bạch Long, quần đảo Trường Sa, Côn Đảo, Phú Quốc, Phú Quý) đã xác định được 14 loài cỏ biển đó là Cỏ nân (*Halophila beccarii*), Cỏ Xoan đơn (*H. decipiens*), Cỏ xoan (*H. ovalis*), Cỏ Xoan nhỏ (*H. minor*), Cỏ vích (*Thalassia hemprichii*), Cỏ lá dứa (*Enhalus acoroides*), Hẹ tròn (*Halodule pinifolia*), Hẹ Ba răng (*H. uninervis*), Năn biển (*Syringodium isoetifolium*), Kiệu tròn (*Cymodocea rotundata*), Kiệu răng cưa (*C. serrulata*), Cỏ đốt tre (*Thalassodendron ciliatum*), Cỏ lươn nhật (*Zostera japonica*) và Cỏ kim (*Ruppia maritima*).

Hệ sinh thái cỏ biển là một trong 3 hệ sinh thái biển quan trọng (Cỏ biển, san hô, rừng ngập mặn), nhưng hiện nay chúng đang đứng trước nguy cơ tổn thương và suy thoái. Sự suy thoái hệ sinh thái cỏ biển thể hiện trên các khía cạnh như mất loài, thu hẹp diện tích phân bố, ô nhiễm, thoái hóa môi trường sống, giảm đa dạng sinh học và nguồn lợi kinh tế của các loài quý hiếm kèm theo.

Hệ sinh thái thảm cỏ biển là một trong những hệ sinh thái nhạy cảm và rất dễ bị tổn thương khi môi trường sống thay đổi. Theo thống kê chung của cả nước thì hiện nay diện tích các bãi cỏ biển của Việt Nam bị giảm 40 - 60%. Trước năm 1995, cỏ biển Việt Nam chiếm diện tích là 10.770 ha. Năm 2003, diện tích này chỉ còn hơn 4.000 ha, nghĩa là mất đi 60%. Diện tích phân bố của các thảm cỏ biển Khánh Hòa giảm trên 30% so với 6 năm trước đây, nghĩa là từ 1.235 ha năm 1997, xuống còn 795 ha năm 2002, bình quân cứ một năm mất khoảng 80 ha. Đặc biệt, nhiều nơi đã bị mất hẳn như ở Tuần Châu (Quảng Ninh), Sỏi Cò (Hải Phòng). Sự suy giảm và mất các thảm cỏ biển ở nước ta đang có nguy cơ gia tăng, ảnh hưởng nghiêm trọng tới môi trường sinh thái biển: suy giảm chất lượng môi trường nước và trầm tích, mất cân bằng dinh dưỡng, sinh thái và đa dạng sinh học, giảm trữ lượng cá và nguồn trứng cá, cá con trong hệ sinh thái này, giảm nguồn cung cấp nguyên liệu cho công nghiệp và nông nghiệp, mất diện tích sa lầy ở các vùng cửa sông gây ảnh hưởng tới quá trình bồi tụ và mở rộng quỹ đất.

2.3 Hệ sinh thái rừng sác (Mangrove ecosystem)

2.3.1 Phân bố và đặc trưng môi trường

Rừng ngập mặn (mangroves) là thuật ngữ mô tả một hệ sinh thái thuộc vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới hình thành trên nền các thực vật vùng triều với tổ hợp động, thực vật đặc trưng. Trong hệ sinh thái này, các động, thực vật, vi sinh vật trong đất và môi trường tự nhiên được liên kết với nhau thông qua quá trình trao đổi và đồng hoá năng lượng. Các quá trình nội tại như cố định năng lượng, tích lũy sinh khối, phân hủy vật chất hữu cơ và chu trình dinh dưỡng chịu ảnh hưởng mạnh mẽ bởi các nhân tố bên ngoài gồm nguồn nước cấp, thủy triều, nhiệt độ và lượng mưa.

Tổng diện tích rừng ngập mặn trên thế giới lên đến khoảng 20 triệu ha trong đó có hơn 6 triệu ha thuộc Châu Á nhiệt đới và khoảng 3,5 triệu ha thuộc châu Phi. Rừng sác xuất hiện chủ yếu từ 30° vĩ Nam đến 30° vĩ Bắc.

Đất ngập nước rất quan trọng cho sự tồn tại và phát triển của hệ sinh thái. Thành phần cơ học trầm tích cũng ảnh hưởng trực tiếp lên thành phần loài và tăng trưởng của cây rừng ngập mặn. Các hợp phần sét, bùn, cát cùng với kích thước hạt điều khiển tính thấm nước của đất, chi phối độ muối và lượng nước trong đất. Để thích nghi, các thực vật rừng ngập mặn có cấu tạo rễ rất đa dạng và đặc biệt nhằm giúp chúng bám chặt vào nền đáy. Cấu trúc của rễ còn có tác dụng tăng cường trao đổi khí và thúc đẩy quá trình lắng đọng phù sa.

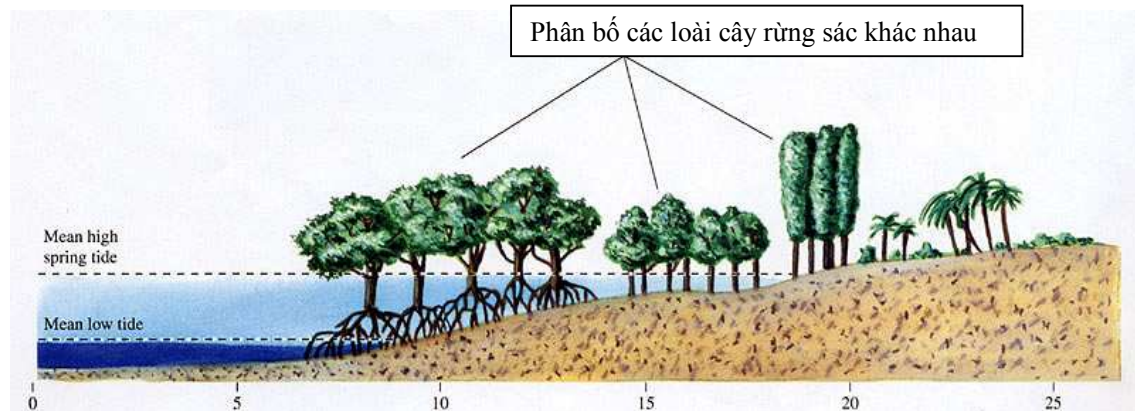
Nguồn nước cung cấp cho động, thực vật rừng ngập mặn phụ thuộc vào tần số và khối lượng của các đợt triều cũng như lượng nước ngọt đổ vào và lượng bốc hơi của khí quyển. Cây vùng rừng ngập mặn có khả năng thích nghi với môi trường nước mặn nhờ có cấu tạo nhằm giảm sự thoát hơi nước như lá dày có lông che phủ hoặc lỗ thoát khí nằm ở mặt dưới lá, nhiều mô tích lũy nước trong cây và nhờ áp suất thẩm thấu của tế bào cây luôn cao hơn dung dịch nước trong đất. Ngoài ra, cây ngập mặn còn có cơ chế loại bỏ lượng muối quá nhiều trong lá sau khi thoát hơi nước. Một số loài có tuyến bài tiết muối trực tiếp qua bề mặt lá. Các loài khác có thể phát triển mô tích nước ở hạ bì để pha loãng nồng độ muối. Tuy nhiên, trong điều kiện thiếu nước ngọt bổ sung thì nồng độ muối trong đất có thể vượt quá sức chịu đựng sinh lý của các loài thực vật. Khi đó, thảm thực vật sẽ trở nên kém phát triển. Sự phát triển tốt nhất của hệ sinh thái rừng ngập mặn đạt được ở những nơi mà vùng triều cao được cung cấp nước ngọt thường xuyên nhờ lượng mưa cao hơn lượng bốc hơi, nhiều nước ngọt thấm từ vùng nội

địa hoặc có nguồn nước đầu nguồn phong phú. Rừng ngập mặn phát triển tốt nhất ở những vùng có nồng độ muối thích hợp nhất nằm trong khoảng 15-25‰, tuy nhiên khoảng thích nghi cũng khác nhau lớn giữa các loài.

Việc nhận đủ chất dinh dưỡng cho vùng rừng ngập mặn rất quan trọng trong việc duy trì hệ sinh thái này. Nguồn khoáng vô cơ từ bên ngoài được đưa vào hệ thống bằng quá trình trao đổi nước từ sông và biển hoặc nhờ gió bờ biển. Sự phân hủy chất hữu cơ do vi sinh vật kết hợp với hoạt động của những động vật khác (đặc biệt là cua) tạo ra chất dinh dưỡng dưới dạng muối vô cơ hòa. Sự chế biến chất dinh dưỡng nội tại này làm cho chất dinh dưỡng được bảo tồn trong hệ.

2.3.2 Cấu trúc và chức năng

Thành phần cây ngập mặn được phân chia làm hai nhóm gồm cây ngập mặn chủ yếu (true mangroves) và cây tham gia rừng ngập mặn (associate mangroves). Hệ thực vật trong rừng ngập mặn ở vùng Đông Nam Á đa dạng nhất thế giới với 46 loài chủ yếu thuộc 17 họ và 158 loài tham gia rừng ngập mặn thuộc 55 họ. Ở Việt Nam đã ghi nhận 35 loài chủ yếu và 40 loài tham gia rừng ngập mặn.



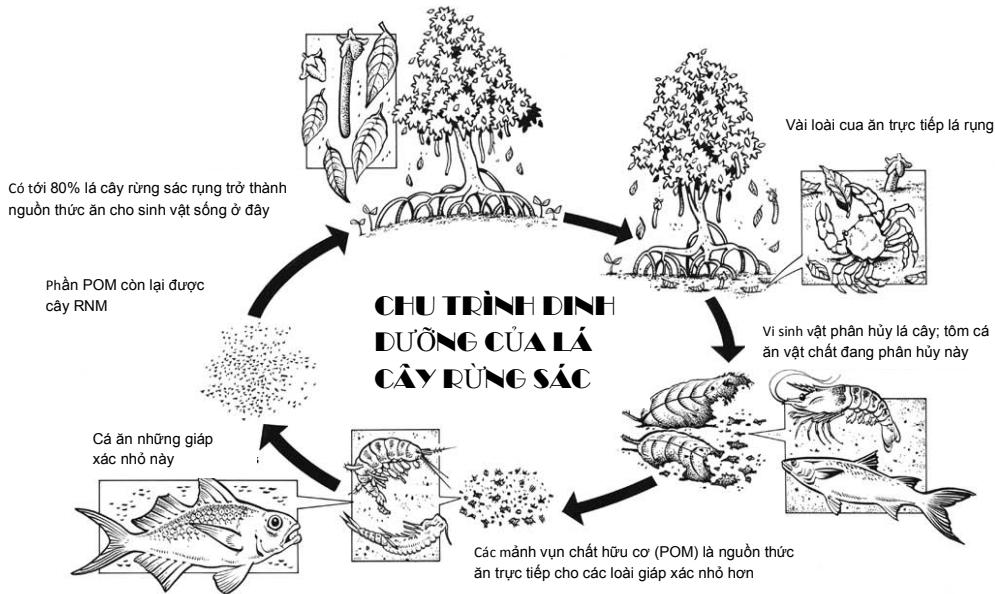
Sự phân vùng các loài cây rừng sác thường dễ nhận thấy, nó tùy thuộc vào địa hình, chất đất, biên độ triều và độ mặn.

Ngoài thành phần chủ đạo là cây ngập mặn, tổ hợp động thực vật trong hệ rất đa dạng. Một số sinh vật sống trong rừng ngập mặn chỉ một giai đoạn trong vòng đời hoặc dùng rừng ngập mặn như một quần cư tạm thời. Thành phần sinh vật sống thường xuyên trong hệ và có vai trò sinh thái quan trọng gồm vi khuẩn, nấm, tảo, đài tiên, dương xỉ, địa y, cây một và hai lá mầm, động vật nguyên sinh, ruột khoang, sứa lược, giun, giáp xác, côn trùng, thân mềm, da gai, hải quỳ, cá, bò sát, lưỡng thê, chim và thú.

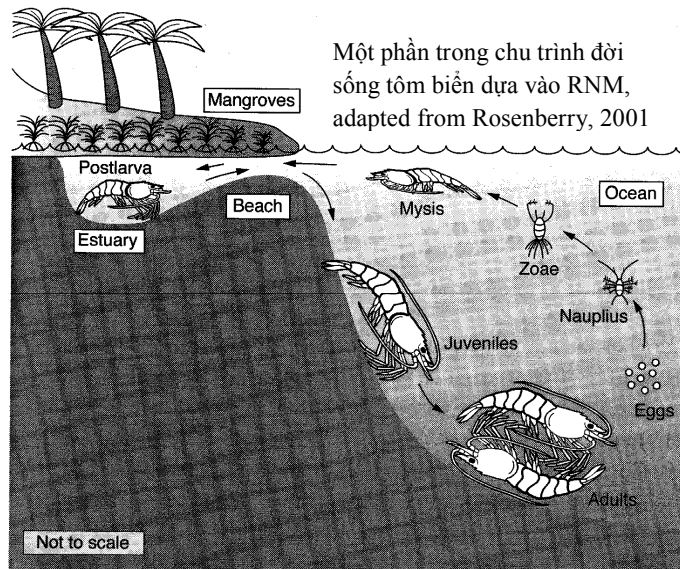
Chức năng của hệ sinh thái rừng ngập mặn liên quan đến dòng năng lượng và chu trình vật chất có thể tóm tắt như sau:

✓ Lá của cây ngập mặn sử dụng năng lượng mặt trời để chuyển hóa khí CO₂ thành các hợp phần hữu cơ nhờ quang hợp. Các chất này cùng chất dinh dưỡng từ đất cung cấp vật liệu hô cho cây sinh trưởng. Lá rụng và thổi rửa phóng thích carbon và dinh dưỡng cho các sinh vật trong hệ sử dụng. Mùn bã từ lá được phân hủy bởi nấm và vi khuẩn hoặc trở thành thức

ăn cho cua nhỏ. Động vật thân mềm, cua, tôm, cá ăn vật chất hữu cơ được phân hủy và đến lượt chúng là thức ăn cho các động vật lớn hơn. Chất dinh dưỡng phóng thích vào nước cũng là nguồn vật chất nuôi sống cây ngập mặn, sinh vật nổi và rong. Mùn bã hữu cơ còn đóng góp để nâng cao năng suất sinh học vùng ven bờ và biển khơi.



✓ Rừng ngập mặn là ngôi nhà của vô số sinh vật trên cạn và dưới nước. Cá sấu và rắn biển vào rừng ngập mặn để kiếm ăn. Nhiều loài cá trải qua một phần trong vòng đời của mình ở rừng ngập mặn. Các loài giáp xác (tôm, cua) thực sự phong phú trong hệ này. Nhiều loài thân mềm thường gặp ở gốc của cây ngập mặn. Nhiều loài chim đến rừng ngập mặn theo mùa để kiếm ăn hoặc trú ẩn và có thể hình thành những đàn lớn. Hàng loạt tôm cá trải qua giai đoạn ấu trùng trong rừng ngập mặn và ra khơi khi trưởng thành. Một số động vật như cua lại sống chủ yếu ở rừng ngập mặn và chỉ đi ra biển khi sinh sản.



2.3.3 Tầm quan trọng

Công dụng của các loài thực vật rừng ngập mặn rất đa dạng. Rất nhiều loài cây được sử dụng cho các mục đích khác nhau. Đã từ lâu các loài thực vật này đã cung cấp cho những nhu cầu cấp thiết hàng ngày như gỗ xây dựng, lá lợp nhà, thực phẩm, chất đốt, thức ăn gia súc,... Ở Việt Nam, trong số 51 loài thực vật đã được thống kê chỉ một số loài ít giá trị, những loài còn lại có thể xếp vào các nhóm chủ yếu sau:

- ✓ 30 loài cây cho gỗ, than, củi
- ✓ 14 loài cây cho tanin
- ✓ 24 loài cây làm phân xanh
- ✓ 21 loài cây dùng làm thuốc
- ✓ 21 loài cây cho mật nuôi ong, v.v.

Ngoài ra còn có một số loài cây sử dụng cho công nghiệp như làm nút chai, cho sợi. Cũng còn một số công dụng chưa được chú ý như làm giấy, ván ép,...

Lợi ích của rừng ngập mặn mang lại không chỉ là những sản phẩm trực tiếp có thể khai thác được mà còn bao gồm nhiều tác dụng gián tiếp. Một khi rừng ngập mặn hình thành, mùn bã do lá và các bộ phận khác của cây rụng xuống được vi sinh vật phân hủy là nguồn thức ăn quan trọng cho nhiều động vật thủy sinh. Mặt khác, rừng với hệ thống rễ chằng chịt đã giữ phù sa, tạo ra môi trường sống thích hợp cho nhiều loài động vật đáy.

Rừng ngập mặn đóng vai trò quan trọng trong chu trình dinh dưỡng, là nguồn cung cấp chất hữu cơ để tăng năng suất vùng ven biển, là nơi sinh đẻ, nuôi dưỡng hoặc nơi sống lâu dài cho nhiều loài hải sản có giá trị như tôm, cá, cua, sò,...

Nhiều kết quả nghiên cứu cho thấy rằng việc đánh bắt thủy sản cho năng suất cao chủ yếu ở các vùng nước sông, ven bờ, cửa sông có rừng ngập mặn. Có thể giải thích vì vùng này là nơi tập trung chất dinh dưỡng do sông mang từ nội địa ra và do nước triều mang từ biển vào. Điều đáng chú ý là giống tôm, cua, cá trong rừng ngập mặn rất phong phú. So sánh thành phần các loài cá và tôm trong một vùng có rừng ngập mặn vào các mùa vụ trong năm, đều thấy lượng ấu trùng của chúng cao hơn hẳn vùng đất, cát ở ngoài biển và vùng có cỏ biển. Từ đó rút ra nhận xét rừng ngập mặn là nơi nuôi dưỡng chính cho ấu trùng của tôm, cua và một số loài sò, cá khác. Do đó kênh rạch trong rừng ngập mặn là nơi cung cấp nguồn giống chủ yếu cho nghề nuôi hải sản.

Rừng ngập mặn có tác động đến điều hòa khí hậu trong vùng. Các quần xã rừng ngập mặn là một tác nhân làm cho khí hậu dịu mát hơn, giảm nhiệt độ tối đa và biên độ nhiệt. Trên thế giới có rất nhiều ví dụ điển hình về việc mất rừng ngập mặn kéo theo sự thay đổi khí hậu của khu vực. Sau khi thảm thực vật không còn thì cường độ bốc hơi nước tăng làm cho độ mặn của nước và đất tăng theo. Có nơi, sau khi rừng ngập mặn bị phá hủy, tốc độ gió của khu vực tăng lên đột ngột, gây ra hiện tượng sa mạc hóa do hiện tượng cát di chuyển vùi lấp kênh rạch và đồng ruộng. Tốc độ gió tăng lên gây ra sóng lớn làm vỡ đê đập, xói lở bờ biển. Mất rừng ngập mặn sẽ ảnh hưởng đến lượng mưa của tiêu khu vực.

Sự phát triển của rừng ngập mặn và mở rộng diện tích đất bồi là hai quá trình luôn luôn đi kèm nhau, trừ một số trường hợp đặc biệt. Nhìn chung, những bãi bồi có điều kiện thổ nhưỡng, khí hậu phù hợp, có nguồn giống và được bảo vệ đều có cây rừng ngập mặn. Các dải rừng ngập mặn đều có thể thấy trên đất bùn mềm, đất sét pha cát, cát và ngay cả trên các vỉa san hô. Ở những vùng đất mới bồi có độ mặn cao thường phân bố các thực vật tiên phong thuộc chi mắm, bần ổi.

2.3.4 Hiện trạng rừng ngập mặn Việt Nam

Việt Nam với bờ biển dài 3200 km với nhiều cửa sông giàu phù sa, nên rừng ngập mặn sinh trưởng tốt, đặc biệt là ở bán đảo Cà Mau. Trong thời gian qua, cùng với sự phát triển vùng ven bờ, diện tích rừng ngập mặn trong cả nước đã bị giảm sút nghiêm trọng, trong đó hoạt động chuyển đổi rừng ngập mặn sang sản xuất nông nghiệp và nuôi tôm ở hầu hết các tỉnh ven biển đã làm rừng ngập mặn ở nước ta bị ảnh hưởng nhiều nhất.

Nếu như năm 1943, rừng ngập mặn của Việt Nam còn che phủ đến 400.000 ha, năm 1982 còn khoảng 252.000 ha thì năm 2002 chỉ còn lại trên 155.000 ha. Bên cạnh nguyên nhân lớn do bị Mỹ rải chất độc hóa học, việc khai hoang để sản xuất nông nghiệp và phá rừng chuyển sang nuôi trồng thủy sản đã đóng góp không nhỏ vào xu hướng suy thoái này.

Hiện nay, diện tích rừng ngập mặn Việt Nam được ước lượng là khoảng trên 250.000 ha, trong đó châu thổ sông Mêkong chiếm tới 191.800 ha. Trong hơn năm thập kỷ qua, Việt Nam đã mất đi ít nhất 200.000 ha rừng được. Hơn 80% rừng che phủ đã bị ảnh hưởng. Một trong những nguyên nhân chủ yếu của tình trạng phá hủy này là mở rộng các đầm nuôi tôm. Mặc dù việc mở rộng sản xuất nông nghiệp, làm muối, sử dụng hóa chất trong chiến tranh trước đây là mối đe dọa lớn nhất cho các rừng được, nhưng trong những thập kỷ qua mối đe dọa lớn nhất chính là nuôi tôm. Trong vòng 38 năm (1954-1992), vùng ven bờ biển Hải Phòng, Quảng Ninh đã dùng 6.039 ha bãi triều ven biển, chủ yếu là các rừng ngập mặn để trồng lúa. Tỉnh Minh Hải trước đây (nay là Cà Mau và Bạc Liêu) là nơi có diện tích rừng ngập mặn lớn nhất, cũng là một trong những nơi rừng bị tàn phá để nuôi tôm nhiều nhất tại Việt Nam. Trong 2 năm 1980, 1981 diện tích nuôi tôm tại đây chỉ có 4.000 ha, đến năm 1992 đã tăng 20 lần là 80.000 ha. Chỉ trong vòng 8 năm, từ 1983 – 1995 Minh Hải đã mất đi 66.253 ha rừng do làm đầm tôm, bình quân mỗi năm mất đi 8.280 ha. Tại Cà Mau, diện tích nuôi tôm của tỉnh tăng gấp 3 lần trong năm 2003 và nay đã đạt 250.000 ha. Ước tính diện tích rừng được ở đây đã giảm từ hơn 200.000 ha trước năm 1975 xuống chỉ còn 60 - 70.000 ha, và hầu hết diện tích mất đi là lấy chỗ để nuôi tôm.

Tại các tỉnh vùng cửa sông Cửu Long như Bến Tre, Trà Vinh và Sóc Trăng người ta đã phá hầu hết diện tích rừng ngập mặn ven biển để làm đầm tôm nên diện tích rừng ngập mặn và tỷ lệ che phủ còn lại là rất thấp. Rất nhiều rừng ngập mặn ở bán đảo Cam Ranh, các huyện Ninh Hòa, Vạn Ninh (Khánh Hòa) nay hầu như không còn do làm ao ương nuôi tôm. Ở Đầm Nại (Ninh Thuận) hơn 200 ha rừng ngập mặn tạo vành đai rộng hàng trăm mét bảo vệ cho đầm khô bị xói lở, nay đã bị thay thế bằng đầm tôm bán thâm canh, chỉ còn lại 2 ha rừng. Cồn Chim nằm giữa đầm Thị Nại (Qui Nhơn, Bình Định) trước đây có gần 200 ha rừng ngập mặn là nơi cư ngụ của nhiều loài hải sản và của nhiều loài chim thì nay đã bị triệt phá để nuôi tôm.

Theo Hội Bảo vệ Tài nguyên và Môi trường Việt Nam (2004), vào thời gian trước Cách mạng tháng Tám năm 1945, cả nước có 408.500 ha rừng ngập mặn, trong đó có 329.000 ha ở Nam Bộ. Bến Tre có 48.000 ha với độ che phủ là 29,29% nay chỉ còn 2,60%; Sóc Trăng có

41.000 ha, độ che phủ 12,72% nay chỉ còn 2,81%; Cà Mau có 140.000 ha độ che phủ 27% nay chỉ còn 11,21%.

Theo kế hoạch hành động cho hợp phần rừng ngập mặn trong dự án Biển Đông, mục tiêu đặt ra đến 2010 là đạt diện tích rừng ngập mặn bằng 85% diện tích của năm 1982, đồng thời thay đổi cơ bản nhận thức của các nhà quản lý và dân cư về giá trị của hệ sinh thái rừng ngập mặn và sử dụng bền vững loại tài nguyên này. Để đạt mục tiêu đó, các chuyên gia đã đề xuất thành lập mới các khu bảo tồn và vườn quốc gia, như ở cửa sông Tiên Yên (Quảng Ninh), cửa sông Vãn Úc (Hải Phòng), Thái Thụy (Thái Bình), Nghĩa Hưng (Nam Định).