

ĐẶC ĐIỂM THỦY ĐỘNG LỰC HỌC VÀ TÁC DỤNG CỦA RỪNG NGẬP MẶN TRONG CÔNG TÁC PHÒNG CHỐNG XÓI LỞ BỜ BIỂN VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU KHU VỰC ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

Phan Khánh Linh, Trương Hồng Sơn

Đại học Thủy lợi, Hà Nội

Tóm tắt: Trong những năm gần đây, vai trò và tầm ảnh hưởng của hệ sinh thái ven biển nói chung và hệ thống rừng ngập mặn nói riêng, đối với sự phát triển ổn định khu vực bờ biển đã được các nhà khoa học trong và ngoài nước nhận ra và ngày một quan tâm. Nhiều dự án nghiên cứu trong và ngoài nước đã và đang được triển khai với mục tiêu kép là đảm bảo sự tồn tại và phát triển của hệ thống rừng ngập mặn hiện đang có dấu hiệu bị suy thoái, qua đó giúp duy trì sự ổn định của khu vực bờ biển. Trong những nghiên cứu này, tác dụng làm suy giảm sóng, cũng như dòng chảy của rừng ngập mặn luôn được đề cập như một yếu tố trung tâm kết nối và quyết định khả năng phát triển của rừng và sự bồi lắng của đường bờ. Tuy nhiên, có một thực tế là hiểu biết của chúng ta trong lĩnh vực này còn nhiều lỗ hổng, đặc biệt là về những điều kiện cần và đủ cho sự phát triển bền vững của một hệ sinh thái rừng ngập mặn, vai trò của rừng ngập mặn với sự ổn định của bờ biển, cũng như quá trình hấp thụ năng lượng sóng và dòng chảy trong rừng ngập mặn. Trong bài báo này, các tác giả muốn giới thiệu đến người đọc những khái niệm, nội dung và những luận điểm mới nổi bật trong giới khoa học liên quan đến những nội dung này, qua đó làm rõ hơn mối liên quan, ảnh hưởng của các quá trình thủy động lực học đối với sự tồn tại, phát triển của rừng ngập mặn. Vai trò của một hệ sinh thái rừng ngập mặn khỏe mạnh đối với sự ổn định đường bờ trước hiện tượng nước biển dâng, cũng như ảnh hưởng của con người đến sự suy thoái của rừng và sự xói lở của bờ biển cũng được thảo luận trong bài báo.

Từ khóa: rừng ngập mặn, sóng, dòng chảy, bùn cát, xói lở đường bờ, tác động của con người.

Summary: In recent decades, the protective role of intertidal wetland areas in general and particularly mangrove forests for coastal regions has been increasingly recognized. Numerous studies on the stabilization of coasts and the sustainable development of mangrove forests have been published. The wave and flow attenuation through mangrove forests has been documented as the critical hydrodynamic processes, shaping the erosion, accretion of the coasts, and mangroves' growth or degradation. Nevertheless, the understanding of the necessary conditions that a mangrove forest needs to grow healthy is still in its infancy, especially in the context of the link between the degradation of mangroves, coastal erosion, and the absorption of the flow and wave energy inside the mangrove forest. This paper presents some new concepts and approaches clarifying the connection and influences of different hydrodynamic processes on the evolution of a mangrove forest: tide, flow, and waves. The possible relationship between human interventions, the degradation of mangroves, and their effect on the acceleration erosion of the coast in the context of sea-level rise was also discussed

Keywords: mangrove forests, waves, flow, sediment transport, coastal erosion, human interventions.

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Rừng ngập mặn, tiếng anh là “mangroves” là những hệ sinh thái gồm các loại cây và bụi cây, thường sống và phát triển ở khu vực gần biển, trong vùng chịu sự ảnh hưởng của thủy triều, ví dụ như dọc theo đường bờ biển, khu vực cửa sông và thậm chí là trong sông (Duke & Schmitt,

2016, Truong, 2019, Phan et al 2017). Rừng ngập mặn thường được nhận biết bởi hệ thống rễ chằng chịt, đan xen đâm ra từ đất bùn. Hệ thống rễ cây có cấu tạo phức tạp này không chỉ giúp cho hệ rừng ngập mặn có khả năng thích nghi với sự lên xuống thay đổi liên tục của mực nước bởi thủy triều, mà còn giúp chúng hấp dẫn các nhiều các loài sinh vật, tạo nên một quần thể

Ngày nhận bài: 06/4/2021

Ngày thông qua phản biện: 28/5/2021

Ngày duyệt đăng: 11/6/2021

sinh thái đa dạng về mặt sinh học (Hồng và San, 1993). Bên cạnh đó, hệ thống rễ rôi còn có tác dụng cản trở, làm giảm dòng chảy và chiều cao sóng, qua đó tạo cơ hội cho những hạt bùn cát mịn có thể bồi lắng. Do đó hệ thống sinh thái rừng ngập mặn được thừa nhận có tác dụng quan trọng trong việc giảm xói lở, tăng cường sự ổn định của bờ sông và bờ biển.

Bất chấp vai trò và ảnh hưởng đối với khu vực bờ biển, rừng ngập mặn là một trong những hệ sinh thái đã và đang bị đe dọa nặng nề nhất trên toàn cầu (Gilman và cộng sự., 2008). Tính đến nay, hơn 50 % diện tích rừng ngập mặn ở Việt Nam đã bị mất (Makowski và Finkl, 2018). Từ cuối năm 1999, hiện trạng rừng ngập mặn lại có sự biến đổi mạnh khi công tác khai thác thủy hải sản trong vùng được đẩy mạnh. Nhiều bãi rừng ngập mặn bị xóa bỏ để phục vụ mục đích nuôi trồng thủy hải sản. Mặc dù những chính sách đã được ban hành để hạn chế tình trạng này, nhưng hiện nay rừng ngập mặn ở nhiều nơi ở vùng ĐBSCL đã rơi vào tình trạng suy thoái, bề rộng rừng ngập mặn nhiều nơi chỉ còn từ 10 đến 50 m (Trương và cộng sự, 2019). Theo quan sát và ghi nhận của Phan và cộng sự (2015) và Trương và cộng sự (2017), đường bờ ở những vị trí hệ sinh thái rừng ngập mặn bị suy thoái, thường xảy ra hiện tượng xói lở mạnh từ

bốn mét một năm ở khu vực bờ cửa sông đến 50 mét một năm ở khu vực bờ biển. Hơn thế nữa, rừng ngập mặn càng suy thoái mạnh, biên độ xói lở của đường bờ càng lớn.

Trong bối cảnh hiện tượng xói lở bờ sông, bờ biển gia tăng, đặc biệt là ở vùng ĐBSCL, hàng loạt các dự án, giải pháp phòng chống xói lở bờ biển đã và đang được nghiên cứu, đề xuất và áp dụng (Hình 1). Tuy nhiên, hiểu biết của chúng ta hiện nay về những quá trình suy thoái và xói lở này còn nhiều thiếu sót. Trong đó có những quá trình vật lý có ý nghĩa quan trọng là đối với điều kiện phát triển bền vững của rừng ngập mặn, như những quá trình trao đổi động lượng (dòng chảy), khối lượng (bùn cát) ở mép rừng hay quá trình sóng phi tuyến tương tác với rừng. Những điều kiện và quá trình tương tác này đóng vai trò cực kỳ quan trọng, quyết định cho sự phát triển bền vững của rừng ngập mặn và sự ổn định của đường bờ biển. Nói một cách khác, hiểu rõ và nắm bắt được những điều kiện và cơ chế này là chìa khóa để chúng ta có thể thiết kế và áp dụng thành công những giải pháp tổng hợp bảo vệ khu vực bờ biển, hướng đến sự phát triển bền vững của cả hệ thống rừng - bờ, đảm bảo cho sự tồn tại phát triển lâu dài của hệ sinh thái rừng ngập mặn qua đó giúp ổn định những khu vực bờ biển đang có xu hướng xói lở.



Hình 1: Các giải pháp công trình đã và đang được triển khai nhằm mục đích bảo vệ sự xói lở của vùng bờ biển (khu vực ĐBSCL), đồng thời kết hợp tạo bồi giúp hệ sinh thái rừng ngập mặn có không gian phát triển

Những đặc điểm phân bố và nhận biết các hệ sinh thái rừng ngập mặn nhìn nhận từ quan điểm

thủy động lực học được nêu và thảo luận trong mục 2, tương ứng với vị trí phân bố của mình,

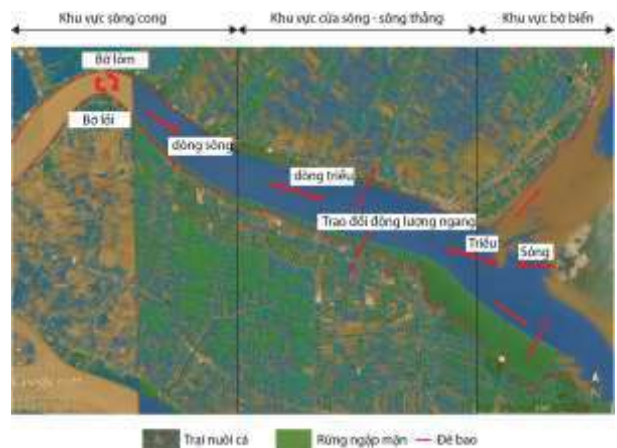
các quá trình thủy động lực học liên quan đến dòng chảy, sóng gió quan trọng trong hệ sinh thái rừng ngập mặn được trình bày ở mục 3. Các giai đoạn phát triển đặc thù cần lưu ý trong công tác phục hồi hệ sinh thái rừng ngập mặn được trình bày ở mục 4. Những đặc điểm dễ bị tổn thương của hệ sinh thái rừng ngập mặn được nêu trong mục 5. Cuối cùng những kết luận được tổng hợp trong mục 6.

2. HỆ SINH THÁI RỪNG NGẬP MẶN THEO QUAN ĐIỂM THỦY ĐỘNG LỰC HỌC

Căn cứ vào ranh rới giữa các lục địa, rừng ngập mặn trên thế giới được chia thành sáu vùng chính bao gồm vùng Tây Mỹ, Tây Phi, Đông Phi, Indo – Malay và Úc (Duke, 1992). Rừng ngập mặn ở Việt Nam được xếp vào loại hệ sinh thái rừng ngập mặn Indo-Malaysia. Đây là loại hình rừng ngập mặn có mức độ đa dạng sinh học lớn nhất trong số các loại hình rừng ngập mặn (Alongi, 2008). Dựa vào đặc điểm vị trí phân bố và hình thái sinh học, đặc điểm địa hình địa mạo, và đặc điểm dòng chảy, hệ sinh thái rừng ngập mặn được Woodroffe (1992) chia thành hệ sinh thái rừng ngập mặn chịu ảnh hưởng lớn từ dòng chảy hai chiều, hệ sinh thái rừng ngập mặn chịu ảnh hưởng lớn từ dòng chảy đẳng hướng chiều (một chiều) và hệ sinh thái rừng ngập mặn có xu hướng bị cô lập, ít chịu ảnh hưởng của những dòng chảy này. Theo quan điểm này, rừng ngập mặn chịu ảnh hưởng của dòng chảy hai chiều thường phát triển ở khu vực vùng bãi triều, nơi có độ dốc tương đối thoải. Chúng thường bị ngập dưới mực nước thủy triều trung bình lên xuống hàng ngày. Do đó hệ sinh thái rừng ngập mặn này tiếp xúc và chịu ảnh hưởng mạnh bởi dòng chảy triều theo hai hướng từ biển chảy vào sông và từ sông chảy ra biển. Hệ rừng ngập mặn ven sông thường chỉ bị ngập bởi dòng chảy trong sông và đôi khi là bởi dòng triều. Chúng thường phát triển ở những vùng đồng bằng hình thành bởi dòng chảy từ sông. Do đó, rừng ngập mặn loại này chủ yếu là chịu ảnh hưởng bởi dòng chảy đẳng hướng, là dòng chảy có hướng từ biển vào

sông khi nước triều dâng lên. Hệ sinh thái rừng ngập mặn còn lại thường được tìm thấy ở những vùng đất phía trong có địa hình lồi, nơi mà chúng được che chắn và do đó ít chịu ảnh hưởng của cả dòng triều lẫn dòng chảy trong sông (Ewel., 1998, Woodroffe, 1992).

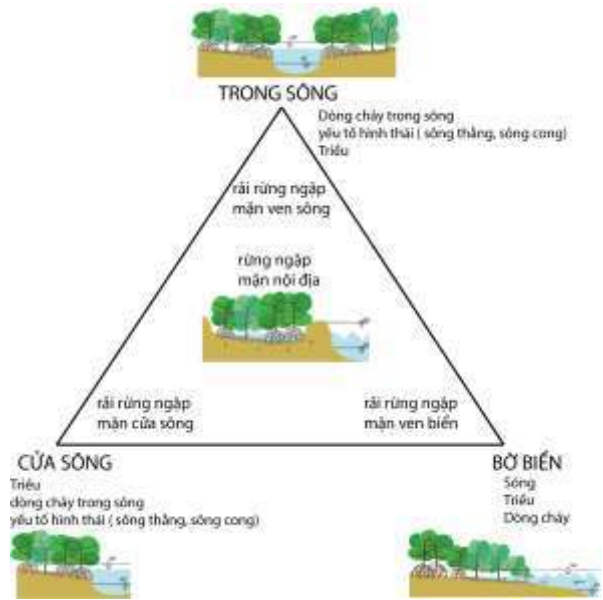
Theo cách phân loại hệ sinh thái rừng ngập mặn như trên, ảnh hưởng của sóng lên rừng ngập mặn không hề được kể đến. Trương và cộng sự, (2019) đã chỉ ra rằng đây là một thiếu sót nghiêm trọng khi sóng cũng như dòng chảy gây ra bởi sóng đóng một vai trò quan trọng trong việc vận chuyển bùn cát ngang bờ vào rừng ngập mặn. Do đó, bỏ qua ảnh hưởng của sóng trong quá trình phân loại nghiên cứu hệ sinh thái rừng ngập mặn làm cho việc tìm hiểu phân tích sự khác biệt trong cơ cấu cây rừng mà sự phân bố cây rừng ngập mặn trở nên khó khăn hơn. Điều này càng đặc biệt đúng ở vùng ĐBSCL, Việt Nam, nơi có độ dốc thoải, biên độ dao động triều lên đến 3.8 m và sự xâm nhập của dòng triều có thể lên đến hơn 140 cây số từ cửa sông.



Hình 2: Những yếu tố thủy động lực học chính tác động lên rừng ngập mặn thay đổi theo vị trí và sự phân bố của rừng ngập mặn dọc theo khu vực bờ biển đến cửa sông và trong sông (khu vực Cửa Tiểu, ĐBSCL).

Do phân bố dọc từ khu vực bờ biển đến cửa sông và trong sông, nên hệ sinh thái rừng ngập mặn ở những khu vực này cũng chịu tác động của những yếu tố thủy động lực học tương ứng khác nhau.

Trong khi rừng ngập mặn ở khu vực bờ biển chịu tác động nhiều của sóng và dòng triều, chủ yếu theo phương vuông góc với rừng. Rừng ngập mặn ở khu vực cửa sông ít chịu ảnh hưởng hơn bởi sóng, mà chịu ảnh hưởng lớn của dòng triều và dòng chảy phía sông, có phương song song với rừng ngập mặn, có xu hướng làm tăng trao đổi động lượng và khối lượng theo phương ngang (Hình 2). Càng xa khu vực cửa sông, ảnh hưởng của sóng và dòng triều càng giảm. Bên cạnh đó, do biên độ triều giảm nên bề rộng của rừng ngập mặn có xu hướng giảm dần. Rừng ngập mặn trong sông còn có thể chịu ảnh hưởng của các yếu tố hình thái của sông, đặc biệt là đối với những đoạn sông cong (Hình 2). Kết quả là, chúng ta có thể thấy rõ sự khác biệt rõ rệt giữa cấu trúc phân bố của hệ sinh thái rừng ngập mặn ở khu vực bờ biển, khu vực cửa sông và khu vực trong sông (Trương và cộng sự, 2017, Hồng và San, 1993). Trong khi cây *Bần* và *Mắm* thống trị hệ sinh thái rừng ngập mặn ở khu vực bờ biển, thì cây *Đước*, *Mái dầm* hay cây *Dừa nước* có xu hướng thống trị hệ sinh thái rừng ngập mặn ở khu vực cửa sông và trong sông. Theo luận điểm này, các tác giả đã đề xuất cải tiến cách thức phân loại rừng ngập mặn theo quan điểm thủy động lực học, tức là dựa vào các yếu tố lực (sóng, dòng chảy sông, dòng triều), vị trí phân bố và bề rộng của rừng ngập mặn (Hình 3).



Hình 3: Phân loại hệ sinh thái rừng ngập mặn dựa theo quan điểm thủy động lực học. Trong đó ngoài ảnh hưởng của dòng chảy 2 chiều (dòng triều), một chiều (dòng sông) ảnh hưởng của sóng cũng được kể đến. Cách phân loại này đặc biệt phù hợp với những vùng mà rừng ngập mặn phân bố trải dài từ bờ biển đến khu vực cửa sông và sâu trong sông xa khu vực cửa sông như ở vùng ĐBSCL

3. QUÁ TRÌNH THỦY ĐỘNG LỰC HỌC, DÒNG CHẢY VÀ SÓNG TRONG RỪNG NGẬP MẶN

Do phát triển trong khu vực chịu ảnh hưởng của thủy triều, hệ sinh thái rừng ngập mặn chịu nhiều ảnh hưởng của các yếu tố thủy động lực học, trong đó hai yếu tố quan trọng nhất là dòng chảy và sóng.

Bảng 1: Tổng hợp vị trí phân bố rừng ngập mặn, cùng với những đặc điểm thủy động lực học quan trọng tương ứng với vị trí phân bố của rừng

Loại	Rừng ngập mặn dạng rìa					Rừng ngập mặn trong sông	Rừng ngập mặn dạng bị cô lập
	Bờ Biển		Cửa Sông			Trong Sông	Vùng lợm trong nội địa
Bề rộng	Hẹp	Rộng	Hẹp	Hẹp	Rộng	Hẹp	-
& Đặc điểm	-	-	Thẳng	Cong	-	-	-
Lực -1	Sóng	Sóng	Dòng triều	Do sông cong	sông cong	Dòng sông	Dòng triều
Lực -2	Dòng triều	Dòng triều	Dòng sông	Dòng triều	Dòng triều	Dòng triều	Dòng sông
Lực -3	Dòng sông	Dòng sông	-	Dòng sông	Dòng sông	-	-
Trường dòng chảy	Dòng chảy ngập	Dòng chảy ngập + lạch	Dòng chảy ngập	-	Dòng chảy ngập + lạch	Dòng chảy ngập + lạch	Dòng chảy ngập + lạch

Dòng chảy trong rừng ngập mặn có thể do sóng, do dòng triều hoặc dòng chảy từ sông. Các nghiên cứu về trường dòng chảy trong rừng ngập mặn thường dựa vào đo đạc thực địa. Những nghiên cứu này thường tập trung nghiên cứu đường đi và hướng đi của dòng chảy trong rừng ngập mặn, tức là dòng chảy vào và dòng chảy ra khỏi hệ thống rừng ngập mặn. Theo nghiên cứu của Aucan và Ridd, 2000 dòng chảy vào rừng chủ yếu là dòng chảy ngập diễn ra trong quá trình mực nước triều lên (mực nước tăng lên), nước chảy tràn vào rừng và cũng qua các con lạch. Khi triều xuống (mực nước giảm), dòng chảy ra khỏi rừng ngập mặn chủ yếu qua hệ thống lạch nhỏ trong rừng. Những kết luận này được chứng thực bởi quan sát và mô phỏng của Horstman, 2014. Trong điều kiện lý tưởng, nếu không có tác dụng của sóng, dòng chảy từ sông cũng như yếu tố của hệ sinh thái rừng thì tổng lượng dòng chảy vào

rừng và dòng chảy ra khỏi rừng trong một chu kỳ lên xuống của triều là bằng nhau. Tuy nhiên, như đã mô tả ở trên, rừng ngập mặn được phân bố dọc theo bờ biển vào sông, nên chúng còn chịu ảnh hưởng của dòng chảy do sóng cũng như dòng chảy từ sông. Trong điều kiện này, dòng chảy vào rừng và dòng chảy ra khỏi rừng ngập mặn có độ trễ pha và lệch biên độ nhất định. Hơn thế nữa, sự có mặt của các cây rừng ngập mặn với hệ thống rễ khí chằng chịt làm tăng đáng kể ma sát, cản trở đáng kể dòng chảy, lưu lượng trong rừng. Trong nghiên cứu được công bố gần đây, các tác giả chúng tôi đã chỉ ra rằng dòng chảy trong khu vực rừng ngập mặn có thể tăng lên 10 lần nếu rừng bị xóa bỏ, từ 2 cms^{-1} lên 20 cms^{-1} (Trương và cộng sự, 2017). Bởi dòng chảy gần mặt đất bị cản trở và giảm, khả năng bùn cát đáy bị cuốn đi khỏi khu vực rừng bị giảm đi. Một mặt khác, dòng chảy nhỏ hơn giúp bùn cát lơ

lững trong nước có điều kiện dễ lắng đọng. Hơn thế nữa, đất trong khu vực rừng ngập mặn thường là đất úng nước và có hàm lượng oxy thấp. Trong điều kiện này, các vật chất hữu cơ có điều kiện tích tụ, thường hình thành nên một lớp than bùn. Độ dày của lớp than bùn này có thể gia tăng theo thời gian. Kết quả là tổng lượng bùn cát và chất dinh dưỡng mang ra khỏi rừng thường nhỏ hơn lượng được mang vào, bùn cát và chất dinh dưỡng được chuyển vào trong rừng có xu hướng được giữ lại (Wattayakorn và cộng sự, 1990). Nói cách khác, trường dòng chảy bất đối xứng do tác dụng của dòng triều, sóng và dòng chảy từ sóng cùng với hệ thống luồng lạch đóng vai trò đặc biệt quan trọng trong quá trình tiếp nhận bùn cát, chất dinh dưỡng cũng như vận chuyển mầm cây non của cây *Đước* và cây *Bần* để duy trì sự phát triển bền vững của một hệ sinh thái rừng ngập mặn (Mazda và cộng sự, 1995). Hiện tượng trao đổi động lượng và vật chất gây ra bởi trường dòng chảy có cấu trúc đặc thù ở khu vực ranh rới giữa rừng có vai trò đặc biệt quan trọng của đối với quá trình vận chuyển bùn cát và chất dinh dưỡng vào rừng (Trương và cộng sự, 2020). Các cấu trúc dòng chảy này hình thành ở khu vực mép nước của rừng ngập mặn đóng góp đến hơn 90% vào quá trình trao đổi động lượng vào rừng.

Nếu như vai trò của trường dòng chảy đối với rừng ngập mặn được quan tâm và nghiên cứu từ lâu, vai trò và ảnh hưởng của yếu tố sóng lên rừng ngập mặn mới chỉ được quan tâm nghiên cứu trong thời gian gần đây. Thông thường, trong một hệ sinh thái rừng ngập mặn, sóng thường có xu hướng mang bùn cát ra khỏi rừng và sau đó dòng chảy triều có xu hướng mang bùn cát vào trong rừng. Sự tồn tại của rừng ngập mặn có tác dụng làm giảm và phân tán năng lượng của sóng truyền tới qua chúng, qua đó làm giảm khả năng những cơn sóng này có thể mang bùn cát ra khỏi rừng. Nhờ vậy mà tăng sự ổn định cho đường bờ biển hay những công trình đê kè bảo vệ bờ được xây dựng phía sau. Khi triều lên, sóng truyền vào rừng ngập mặn, chúng lập tức bị suy

giảm năng lượng khi tương tác với hệ thống rễ và tán lá chằng chịt. Các nghiên cứu chỉ ra rằng 100 m rừng đầu tiên có khả năng hấp thụ đến 70% năng lượng của sóng lan truyền (Linh và cộng sự, 2020). Trong điều kiện này, lượng bùn cát vận chuyển bởi sóng ra khỏi rừng sẽ bị giảm đáng kể. Rừng ngập mặn cũng làm suy giảm trường gió trên mặt nước, qua đó ngăn ngừa sự hình thành của các trường sóng mới ngay trong rừng ngập mặn.

Tuy nhiên cần lưu ý là phần lớn nghiên cứu chủ yếu nhấn mạnh vai trò của hệ thống rừng ngập mặn trong việc làm suy giảm chiều cao sóng và qua đó bảo vệ khu vực bờ biển phía sau. Hiểu biết của chúng ta về vai trò và ảnh hưởng của sóng đối với các quá trình vận chuyển bùn cát, chất dinh dưỡng và phát tán mầm non vẫn còn nhiều lỗ hổng và tranh cãi. Điều này càng đặc biệt đúng với khu vực ĐBSCL của nước ta, khu vực có độ dốc thoải lên tới 1/1000. Các mô hình số mới nhất về sóng như SWASH hay XBEACH cũng chưa được kiểm định, hiệu chỉnh và cập nhật với sóng truyền trong điều kiện thoải như ở khu vực ĐBSCL. Trong điều kiện này, sóng truyền vào khu vực bờ biển không còn mang tính chất của sóng tuyến tính. Trong những nghiên cứu công bố gần đây, tác giả chúng tôi đã chỉ ra vai trò và tầm quan trọng của yếu tố phi tuyến của sóng trong quá trình tương tác giữa sóng và trong rừng ngập mặn (Linh và cộng sự, 2020). Ngoài ảnh hưởng trực tiếp của hệ sinh thái rừng ngập mặn, quá trình sóng truyền và suy giảm chiều cao, năng lượng sóng trong rừng ngập mặn còn phụ thuộc vào loại sóng đến là sóng dài hay sóng ngắn, sóng vỡ hay không vỡ. Sóng càng dài, mức độ suy giảm sóng càng nhỏ. Do đó, sóng dài đóng vai trò đặc biệt quan trọng trong quá trình vận chuyển bùn cát và dinh dưỡng vào khu vực rừng ngập mặn (Linh và cộng sự, 2015). Tuy nhiên đi sâu phân tích quá trình trao đổi động lượng, khối lượng và phân tán năng lượng của sóng phi tuyến cũng như dòng chảy trong rừng ngập mặn không phải là trọng tâm mà các tác giả muốn hướng đến trong bài báo này, chi

tiết về quá trình tương tác của dòng chảy có cấu trúc và sóng phi tuyến với rừng ngập mặn sẽ được giới thiệu trong những bài báo riêng.

4. CÁC GIAI ĐOẠN PHÁT TRIỂN THÔNG THƯỜNG CỦA HỆ SINH THÁI RỪNG NGẬP MẶN

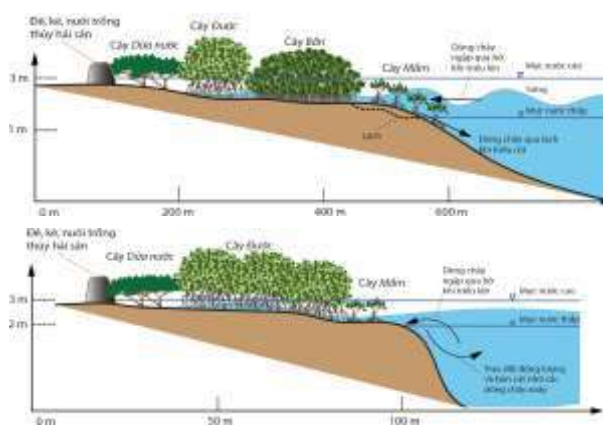
Theo nghiên cứu của Hồng và San (1993), một hệ sinh thái rừng ngập mặn thông thường phải trải qua một số giai đoạn phát triển chính nhất định trước khi đạt đến trạng thái bền vững cuối cùng.

Ở giai đoạn đầu tiên, các loại cây trong hệ thống rừng ngập mặn thường phát triển ở các bãi triều thường bị ngập dưới mực nước triều trung bình. Trong điều kiện này, các loại cây như cây *Bần* và cây *Mắm* (*Sonneratia* và *Avicenna*) là những cây ưu tiên phát triển trong giai đoạn này. Đó là bởi vì bộ rễ của những loại cây ngập mặn tiên phong này thường có đặc điểm là dạng hệ thống rễ khí, gồm nhiều rễ cắm thẳng đứng song song đan xen nhau. Hệ thống rễ khí này không chỉ giúp chúng có khả năng nhanh chóng ổn định trên bề mặt, mà còn giúp chúng có khả năng thích nghi với độ ngập nước lớn cũng như độ mặn lớn, thích hợp phát triển ở giai đoạn đầu tiên.

Ở giai đoạn chuyển tiếp sau đó, hệ thống rễ khí của các cây *Bần* và *Mắm* có xu hướng giữ và bẫy bùn cát và phù sa. Sau một thời gian, bãi bồi bùn cát được nâng lên và nguồn cung bùn cát phù sa dồi dào hơn. Lúc này, các loại cây rừng ngập mặn có xu hướng thống trị vùng gần bờ như cây *dừa nước* (*Nypa fruticans*), cây *Mái dầm* (*Cryptocoryne ciliata*) hay cây *ô rô hoa tím* (*Acanthus ilicifolius*) sẽ có xu hướng phát triển. Mầm của các cây này được dòng triều mang đến và bị giữ lại bởi hệ thống rễ khí chằng chịt của các cây *Bần* và *Mắm*.

Cuối cùng, hệ sinh thái rừng ngập mặn phát triển và tồn tại dưới dạng một quần thể bao gồm các cây *Bần* và *Mắm* mọc gần biên nước, các cây *dừa nước* hay *mái dầm* có xu hướng mọc

phía trong (xem hình 4). Bên cạnh đó, do bãi bồi luôn được bồi đắp bởi phù sa và có xu hướng ngày một cao, ở phía sâu nhất của rừng ngập mặn phía rìa biên đất thường chỉ bị ngập ở đỉnh chiều và do đó, những loại thực vật có xu hướng phát triển trên đất như *Cóc kèn* (*Derris trifoliata*), *Hoa lá Tây* (*Acanthus*), hay *ô rô* (*ilicifolius*) có khả năng phát triển.



Hình 4: Phân bố điển hình của một hệ sinh thái rừng ngập mặn ở vùng bờ biển (hình trên) và ở vùng cửa sông (hình dưới) ở giai đoạn phát triển cuối cùng, bền vững của rừng ngập mặn, thuộc khu vực Cửa Tiểu ĐBSCL, Việt Nam. Hệ thống lạch tồn tại ở hệ sinh thái rừng ngập mặn rộng ở vùng bờ biển thường ít, khó quan sát thấy ở những dải rừng ngập mặn hẹp ven cửa sông (theo Trương và cộng sự, 2017)

Một điểm cần lưu ý là tùy thuộc vào vị trí địa lý, đặc điểm biên triều, độ mặn ngọt của nước mà hệ thống rừng ngập mặn ở hình thái bền vững cuối cùng có các thành phần loại cây khác nhau. Ví dụ với những rừng ngập mặn phía sâu hơn trong cửa sông, độ thay đổi mặn ngọt có nhiều hơn so với khu vực rừng ngập mặn dọc bờ biển, do đó, rừng ngập mặn trong khu vực sông thường tồn tại phát triển nhiều loại cây hỗn hợp có khả năng thích ứng với sự thay đổi độ mặn ngọt này, như các cây thuộc họ *Bần*, hay *dừa nước* v.v., trong khi các cây thuộc họ *cây Đước* thường không được tìm thấy trong ở rừng ngập mặn ở vùng này (Trương và cộng sự, 2017).

Hiểu được các giai đoạn và trạng thái, sự phân

bổ của các loại cây trong hệ thống rừng ngập mặn đóng một vai trò quan trọng khi bắt tay vào cải tạo một khu vực rừng-bờ bị xói lở. Ví dụ ở một vùng bờ biển bị xói mạnh trong khu vực cây ngập mặn *Bàn* và *Mắm*, nếu ta cưỡng ép trồng hai loại cây này ở khu vực phía trong (nơi các loại cây của giai đoạn chuyển tiếp ưu tiên), các cây ở giai đoạn đầu này có khả năng không thể sống và phát triển do đặc điểm địa hình và bùn cát.

5. NHỮNG ĐẶC ĐIỂM DỄ BỊ TỔN THƯƠNG CỦA RỪNG NGẬP MẶN

Mặc dù rừng ngập mặn thống trị khu vực ven biển, nhưng những điều kiện cần để hệ sinh thái rừng ngập mặn có thể phát triển và phát triển một cách bền vững là tương đối nghiêm ngặt. Rừng ngập mặn phát triển mạnh nhất ở khu vực từ mực nước biển trung bình đến mực nước triều cao nhất (Alongi, 2008) bởi vì dới mực nước trung bình các mầm cây ngập mặn không thể trầm lắng ổn định được, trong khi phía trên mực nước đỉnh triều, cây rừng ngập mặn không thể cạnh tranh với các loại thực vật khác (Schiereck và Booij, 1995).

Những sự thay đổi dù nhỏ, trong quá trình thủy động lực học và vận chuyển bùn cát trong và lân cận khu vực rừng ngập mặn hoàn toàn có thể làm tổn thương toàn bộ hệ sinh thái này. Nếu có quá nhiều bùn cát được tích tụ trong rừng, hệ thống rễ cây của rừng ngập mặn có thể bị vùi lấp và chết, đặc biệt là những cây tiên phong như cây *Bàn* và cây *Mắm*. Tuy nhiên, nếu có quá ít bùn cát tích tụ trong rừng, hệ thống mầm cây với chiều dài trung bình khoảng từ 25-30 cm không thể cắm đủ sâu vào đất để ổn định và phát triển.

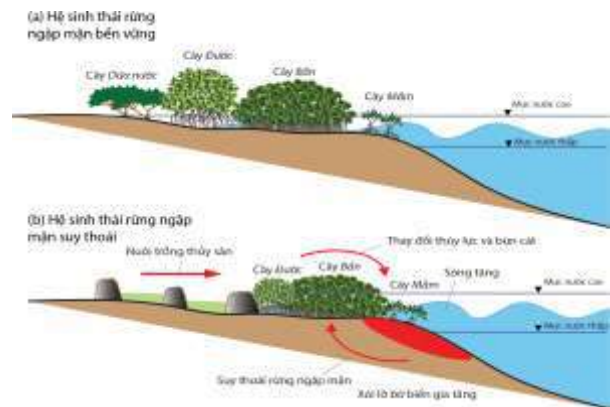
Theo quan sát và nghiên cứu, hệ thống rễ của rừng ngập mặn thường ngập sâu trong đất khoảng 0.5 m (Winterwerp et al., 2013), do đó chỉ cần vài chục cm xói lở là đủ để làm mất ổn định một cây trong rừng. Thông thường, chiều dày của bùn cát tích tụ trong rừng ngập mặn khoảng 30 cm được cho là điều kiện cần cho sự

duy trì và phát triển của rừng ngập mặn (Trương và cộng sự, 2017). Tuy nhiên, chỉ cần 10 cm rễ cây bị vùi lấp là các cây *mắm* (*Avicennia*) sẽ bị chết (Ellison, 1999) và chỉ cần 8 cm bùn cát vùi lấp là hệ sinh thái rừng ngập mặn sẽ suy giảm khả năng phát triển và đặc biệt là tỉ lệ chết của hệ thống rễ mầm cây *Đước* (*Rhizophora*) sẽ tăng lên đáng kể (theo Terrados et al., 1997).

Do những đặc điểm sinh học đặc thù, hệ sinh thái rừng ngập mặn một khi đã bị suy thoái khó có thể được phục hồi một cách trọn vẹn. Đây có lẽ là một trong những nguyên nhân giải thích cho sự thành công và thất bại của các dự án trồng rừng ngập mặn ở miền bắc và miền nam. Thực tế trên thế giới, ở không ít địa phương và vùng bờ biển, những hệ sinh thái rừng ngập mặn bị suy thoái dưới tác động của con người đã được thành công phục hồi một phần bằng biện pháp trồng rừng ngập mặn. Tuy nhiên, theo quan sát và nghiên cứu của Polidoro và cộng sự (2010), ở tất cả những dự án này, chỉ có một bộ phận các loại cây có khả năng phát triển nhanh như cây *Bàn*, *Mắm* hay *Đước* là được trồng và có thể phát triển, toàn bộ hệ sinh thái rừng ngập mặn không thể hoặc chưa từng được ghi nhận là phục hồi hoàn toàn, đặc biệt là đối với những loại cây hiếm và có xu hướng gần bờ. Điều này có nghĩa là khả năng tồn tại bền vững (trên 20 năm) của những khu vực rừng được khôi phục này chưa được chứng minh.

Trong nghiên cứu gần đây của các tác giả, giả thiết liên quan đến hiện tượng co hẹp của hệ sinh thái rừng ngập mặn dưới tác dụng của tác động xây dựng hệ thống đê kè và nuôi trồng thủy hải sản phía biên đất của rừng ngập mặn có thể là một trong những nguyên nhân quan trọng đẩy nhanh quá trình xói lở ở khu vực này. Thuật ngữ “co hẹp đường bờ” được giới thiệu lần đầu vào năm 2004 bởi Doody và nhóm cộng sự, trong đó hệ sinh thái rừng ngập mặn bị đe dọa bởi tác dụng tổ hợp của hiện tượng nước biển dâng (ảnh hưởng phía biển) và việc xây dựng của con người (ảnh hưởng từ phía đất liền). Thuật ngữ này sau đó được sử dụng rộng

rãi bởi các nhóm nghiên cứu khác như Gilman và cộng sự (2008) hay Torio và Chmura (2013). Gilman và cộng sự (2008) đã chỉ ra rằng dưới tác động của nước biển dâng, hệ sinh thái rừng ngập mặn có xu hướng thoái lui về phía đất liền (lùi lại phía sau). Tuy nhiên việc xây dựng các công trình phía đất liền đã chặn đứng xu hướng thoái lui này của hệ sinh thái, làm cho bề rộng của các khu rừng ngập mặn ngày càng hẹp và thậm chí cuối cùng là biến mất (theo Feagin và cộng sự., 2010). Tuy nhiên, tác giả chúng tôi cũng chỉ ra rằng ở khu vực ĐBSCL, hiện tượng co hẹp đường bờ và hệ sinh thái diễn ra nghiêm trọng hơn so với các nơi các trên thế giới. Nguyên nhân là bởi vì không chỉ việc xây dựng đê biển, đập mà hệ sinh thái rừng ngập mặn còn thường xuyên bị chặt phá để chuyển đổi thành công tác nuôi trồng tôm. Do đó, hệ sinh thái rừng ngập mặn ở khu vực ĐBSCL không chỉ là không có không gian thoái lui về phía đất liền mà còn bị đẩy về phía biển, nơi nước biển ngày một tăng. Khi xảy ra hiện tượng này, ngay cả khi lượng bùn cát cung cấp cho khu vực rừng không bị thiếu, nhưng do không có đủ không gian, hệ sinh thái rừng ngập mặn không thể duy trì và phát triển một cách bền vững. Sự suy thoái của hệ sinh thái rừng ngập mặn dẫn đến sự xói lở tương ứng của khu vực bờ biển (xem hình 5). Theo cách tiếp cận này, một khái niệm mới về hiện tượng co hẹp đường bờ được các tác giả đề xuất, đó là hệ sinh thái rừng ngập mặn cần có một bề rộng nhất định để có thể hấp thụ năng lượng từ sóng và dòng chảy, để duy trì mức độ năng lượng trong rừng ở mức mà các cây rừng có thể phát triển theo chu kỳ sinh học của chúng. Nói một cách dễ hiểu hơn, đó là cần có một khoảng cách (bề rộng) nhất định, để hệ sinh thái rừng ngập mặn nói riêng cũng như những hệ sinh thái ven biển nói chung có thể thoái lui khi chịu tác động của nước biển dâng (theo Phan và cộng sự, 2015 và Trương và cộng sự 2017).



Hình 5: Hiện tượng xói lở bờ biển giải thích theo giả thiết co hẹp của hệ sinh thái rừng ngập mặn.

Theo đó, dưới ảnh hưởng tổng hợp của hiện tượng nước biển dâng và việc mở rộng nuôi trồng thủy hải sản phía đất liền, hệ sinh thái rừng ngập mặn không có không gian để thoái lui, bề rộng rừng ngày một giảm, áp lực thủy động lực lên đáy khu vực mép rừng tăng cao, gia tăng khả năng xói lở, hiện tượng xói lở và suy thoái của hệ sinh thái rừng ngập mặn đồng thời xảy ra (theo Trương và cộng sự, 2017)

Cuối cùng, trong khuôn khổ bài báo, các tác giả muốn làm rõ vai trò của một hệ sinh thái rừng ngập mặn bền vững đối với việc bảo vệ khu vực bờ biển trước hiện tượng biến đổi khí hậu, mà cụ thể là hiện tượng nước biển dâng. Như đã trình bày ở phần trước của bài báo, nhờ việc giảm năng lượng dòng chảy và chiều cao sóng, rừng ngập mặn không ngừng kích thích sự lắng đọng, bồi tụ của bùn cát từ sông và biển, nhờ đó lớp bùn đất than đáy không ngừng được bổ sung và tích lũy. Sự tích lũy bồi đắp của lớp bùn than này xảy ra song song cùng với sự phát triển của hệ sinh thái rừng ngập mặn. Trong nhiều khu rừng ngập mặn ở Úc, rừng ngập mặn tồn tại và phát triển trên những lớp bùn than đáy tích tụ qua hàng ngàn năm. Những lớp bùn than này được đo có chiều dày lên tới sáu mét, thậm chí hơn. Hàng năm, lớp bùn than đáy có thể tích tụ dày thêm 10 mm. Điều này có nghĩa là ở những khu vực này, hệ sinh thái rừng ngập mặn hoàn toàn có khả năng theo kịp với tốc độ dâng lên của nước biển, nếu các điều kiện phát triển của rừng vẫn được đảm bảo trong tương lai (ví dụ nguồn cung bùn cát không thay đổi, hay không

gian phát triển của rừng vẫn được đảm bảo). Mặc dù không phải tất cả các hệ sinh thái rừng ngập mặn đều có thể hoàn toàn theo kịp với tốc độ dâng cao của nước biển, nhưng cho dù chỉ là một lượng nhỏ bùn cát được tích lũy theo thời gian cũng giúp giảm được rất nhiều ảnh hưởng của hiện tượng nước biển dâng đối với khu vực bờ biển. Đó là để thấy rằng một hệ sinh thái rừng ngập mặn khỏe mạnh trong những điều kiện thuận lợi có khả năng thích ứng và phát triển để ứng phó với những sự thay đổi của tự nhiên, mà cụ thể là với hiện tượng biển nước biển dâng. Do đó, hiện tượng xói lở bờ biển và suy thoái của hệ sinh thái rừng ngập mặn như ở khu vực ĐBSCL nên được nhìn nhận chủ yếu do tác động và thay đổi mà con người gây ra, chứ không phải như là một kết quả tất yếu của hiện tượng mực nước biển dâng như một số báo cáo nghiên cứu đã chỉ ra trước đây.

6. KẾT LUẬN

Trong bài báo này, các tác giả đã giới thiệu, tổng hợp và giải thích các đặc điểm phân bố của hệ sinh thái rừng ngập mặn nói chung và hệ sinh thái rừng ngập mặn ở khu vực ĐBSCL nói riêng. Do đặc điểm địa hình thái, hệ sinh thái rừng ngập mặn trải dài từ bờ biển đến cửa sông và sâu tận trong sông, nơi chịu ảnh hưởng của triều. Do đặc điểm phân bố kéo dài này, mà các hệ sinh thái rừng ngập mặn này có đặc điểm cấu trúc rừng khác nhau, cũng như chịu ảnh hưởng bởi các yếu tố thủy động lực học tương ứng khác nhau. Đối với hệ sinh thái rừng ngập mặn khu vực bờ biển, sóng và dòng triều có vai trò quan trọng. Đối với hệ sinh thái rừng ngập mặn khu vực cửa sông và trong sông, do ảnh hưởng của sóng yếu nên trường dòng chảy cùng với hệ thống lạch, cũng như quá trình trao đổi

động lượng và khối lượng ở mép rừng đóng vai trò chủ đạo hơn. Ngoài ra, rừng ngập mặn không nên được xem như một cá thể, loại cây rừng đơn lẻ mà cần được nghiên cứu xem xét như một hệ sinh thái gồm nhiều loại cây rừng ngập mặn với đặc điểm phân bố khác nhau. Hệ sinh thái rừng ngập mặn thông thường cần trải qua các giai đoạn phát triển phức tạp để đạt được trạng thái bền vững. Tuy nhiên, Một khi bị tổn thương và suy thoái, hệ sinh thái rừng ngập mặn khó có thể được phục hồi một cách trọn vẹn bởi những đặc điểm dễ bị tổn thương của chúng.

Hiểu được đặc điểm phân bố của rừng ngập mặn (mục 2), các quá trình thủy động lực học quan trọng trong hệ sinh thái rừng ngập mặn (mục 3), cũng như cũng như vai trò của quá trình dòng chảy, sóng gió đối với đặc điểm phát triển sinh thái học phức tạp và đặc thù (mục 4) và những điều kiện, nhân tố dễ bị tổn thương của một hệ sinh thái rừng ngập mặn (mục 5) là những điều kiện cần thiết để có thể đề xuất và thiết kế được những giải pháp “tổng hợp” bảo vệ rừng-bờ, hợp lý và thân thiện môi trường mà vẫn đảm bảo điều kiện về kinh tế trong bối cảnh còn nghèo của nước ta hiện nay. Đây cũng là thông điệp chính mà các tác giả muốn nhân mạnh qua bài báo này. Do đó, trong khuôn khổ bài báo này, các tác giả xin mạn phép không đi sâu vào phân tích các giải pháp bảo vệ rừng-bờ, hay đi sâu phân tích chi tiết quá trình vật lý tương tác quá dòng chảy, sóng gió cũng như các công thức tính toán và phương thức mô phỏng rừng ngập mặn (2D và 3D) thường được sử dụng hiện nay. Những chủ đề này sẽ giới thiệu trình bày và phân tích riêng ở các bài báo tiếp theo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Alongi, D. M. (2008). Mangrove forests: Resilience, protection from tsunamis, and responses to global climate change. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 76(1):1–13.
- [2] Aucan, J. and Ridd, P. V. (2000). Tidal asymmetry in creeks surrounded by saltflats and mangroves with small swamp slopes. *Wetlands Ecology and Management*, 8(4):223–232.
- [3] Duke, N. C. (1992). Mangrove floristics and biogeography. *Tropical mangrove ecosystems*, pages 63–100.
- [4] Duke, N. C. and Schmitt, K. (2016). Mangroves: Unusual forests at the seas' edge. *In*

- Tropical Forestry Handbook*, Second Edition, volume 2, pages 1693–1724.
- [5] Ellison, J. C. (1999). Impacts of sediment burial on mangroves. *Marine Pollution Bulletin*, 37(8):420–426.
- [6] Feagin, R. A., Martinez, M. L., Mendoza-Gonzalez, G., and Costanza, R. (2010). Saltmarsh zonal migration and ecosystem service change in response to global sea level rise: A case study from an urban region. *Ecology and Society*, 15(4).
- [7] Gilman, E. L., Ellison, J., Duke, N. C., and Field, C. (2008). Threats to mangroves from climate change and adaptation options: A review.
- [8] Hồng, P. and San, H. (1993). Mangroves of Vietnam. IUCN wetlands programme. IUCN.
- [9] Horstman, E. (2014). The Mangrove Tangle: Short-term bio-physical interactions in coastal mangroves. PhD thesis.
- [10] Makowski, C. and Finkl, C. (2018). Threats to Mangrove Forests: Hazards, Vulnerability, and Management. *Coastal Research Library*. Springer International Publishing.
- [11] Mazda, Y., Kanazawa, N., and Wolanski, E. (1995). Tidal asymmetry in mangrove creeks. *Hydrobiologia*, 295(1-3):51–58.
- [12] Phan, L. K., van Thiel de Vries, J. S., and Stive, M. J. (2015). Coastal Mangrove Squeeze in The Mekong Delta. *Journal of Coastal Research*, 300:233–243.
- [13] Polidoro, B. A., Carpenter, K. E., Collins, L., Duke, N. C., Ellison, A. M., Ellison, J. C., Farnsworth, E. J., Fernando, E. S., Kathiresan, K., Koedam, N. E., Livingstone, S. R., Miyagi, T., Moore, G. E., Nam, V. N., Ong, J. E., Primavera, J. H., Salmo, S. G., Sanciangco, J. C., Sukardjo, S., Wang, Y., and Yong, J. W. H. (2010). *The loss of species: Mangrove extinction risk and geographic areas of global concern*. PLoS ONE, 5(4).
- [14] Schiereck, G. J. and Booij, N. (1995). Wave transmission in mangrove forests.pdf. *In International Conference on Coastal and Port Engineering in Developing Countries*, pages 1969–1983.
- [15] Terrados, J., Thampanya, U., Srichai, N., Kheowvongsri, P., Geertz-Hansen, O., Boromthanarath, S., Panapitukkul, N., and Duarte, C. (1997). The Effect of Increased Sediment Accretion on the Survival and Growth of Rhizophora apiculate Seedlings. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 45(5):697–701.
- [16] Torio, D. D. and Chmura, G. L. (2013). Assessing Coastal Squeeze of Tidal Wetlands. *Journal of Coastal Research*, 290:1049–1061.
- [17] Truong, S. H., Uijtewaal, W. S. J., and Stive, M. J. F. (2019). Exchange processes induced by large horizontal coherent structures in floodplain vegetated channels. *Water Resources Research*, 55(3):2014–2032.
- [18] Truong, S. H., Ye, Q., and Stive, M. J. (2017). Estuarine mangrove squeeze in the Mekong delta, Vietnam. *Journal of Coastal Research*, pages 747–763.
- [19] Wattayakorn, G., Wolanski, E., and Kjerfve, B. (1990). Mixing, trapping and outwelling in the Klong Ngao mangrove swamp, Thailand. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 31(5):667–688.
- [20] Winterwerp, J. C., Erfmeijer, P. L., Suryadiputra, N., Van Eijk, P., and Zhang, L. (2013). Defining eco-morphodynamic requirements for rehabilitating eroding mangrove mud coasts. *Wetlands*, 33(3):515–526.
- [21] Woodroffe, C. (1992). Tropical mangrove ecosystems. *Coastal and Estuarine Studies*, 41:7–41.
- [22] Ewel, K. C., Twilley, R. R., and Ong, J. E. (1998). Different Kinds of Mangrove Forests Provide Different Goods and Services. *Global Ecology and Biogeography Letters*, 7(1):83.