

VAI TRÒ CỦA RỪNG NGẬP MẶN LÀM GIẢM SÓNG BÃO TẠI KHU VỰC ĐẠI HỢP (KIẾN THUY, HẢI PHÒNG)

VŨ ĐOÀN THÁI

Đại học Hải Phòng

Tóm tắt: Rừng ngập mặn tại xã Đại Hợp (Kiến Thuy, Hải Phòng) khi khảo sát có độ tuổi 5- 6 năm, được trồng từ 1999 - 2000. Rừng nằm sát đê biển, có chiều rộng 670m gồm hai loài bần chua (*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl) và trang (*Kandelia obovata* Shuen Liu & Gong). Cây bần chua có chiều cao trung bình 459 cm; đường kính thân 149,5 mm; mật độ 1351cây/ha và tỷ lệ che phủ là 93%. Cây trang có chiều cao trung bình 165,5 cm; đường kính thân 90,6 mm; mật độ 16100 cây/ha và độ che phủ 92%.

Cơn bão số 2 ngày 31/7/ 2005 đổ bộ vào khu vực nghiên cứu tạo nên sóng phía trước khoảng 1,0 - 1,5 m, năng lượng sóng bão trung bình 212.306 N/m². Sau khi vượt qua rừng ngập mặn vào sát đê biển, độ cao sóng bão giảm xuống chỉ còn 0,2 m - 0,32 m, năng lượng sóng trung bình 9.158 N/m², với hệ số suy giảm sóng 75 - 83%, trung bình 79%. Ngoài tác động giảm sóng, rừng ngập mặn còn cản các gờ cát bùn do sóng tạo nên và đẩy vào bờ. Các gờ cát bùn này rộng 35 - 40 cm, độ cao 35cm lún sâu 55 - 60 m vào trong rừng và biến mất trong khoảng 1,5 - 2 tháng sau bão do tác động của sóng và dòng triều.

I. MỞ ĐẦU

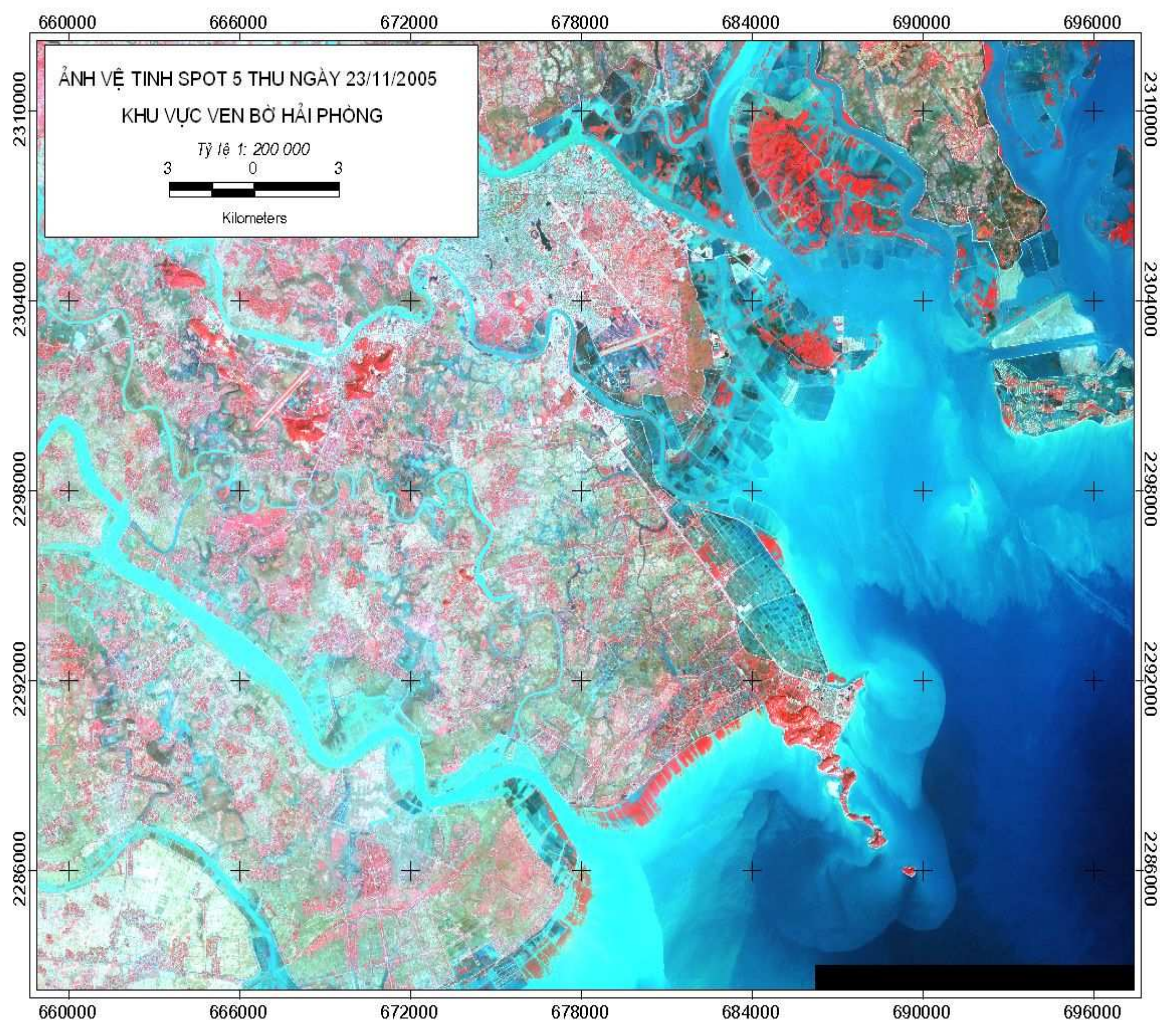
Hải Phòng là thành phố biển, có đường bờ biển dài 125 km, quanh năm luôn phải đối mặt với các tác động tiêu cực của thiên tai như sóng gió lớn, áp thấp nhiệt đới, bão, nước dâng trong bão và thủy triều dâng cao. Sóng, bão và gió lớn thường gây xói lở bờ biển, không chỉ trực tiếp làm mất đất đai, đe dọa trực tiếp cuộc sống của dân cư ven biển và ảnh hưởng đến các hoạt động kinh tế, mà còn tác động đến môi trường như làm giảm diện tích rừng ngập mặn (RNM) (Trần Đức Thanh và cộng sự, 2000). Thậm chí bão lớn còn cuốn theo một lượng lớn bùn cát gây sa bồi luồng bến, vùi lấp và làm giảm đa dạng sinh học vùng triều. Cơn bão như cơn bão số 2 đổ bộ ngày 31/07/2005 có tên Quốc tế là Washi đã làm thiệt hại 218 tỉ đồng ở Hải Phòng. Riêng huyện Tiên Lãng có gần 1200 ha nuôi trồng thủy sản bị ngập, gần 1000 tấn thủy sản bị mất trắng. Rừng ngập mặn chắn sóng phải mất gần hai tháng sau mới phục hồi lại được.

Vai trò chắn sóng phòng hộ bảo vệ bờ biển và đê biển của rừng ngập mặn đã được khẳng định qua nhiều nghiên cứu của Phan Nguyên Hồng và cộng sự (1993, 2004),

Nguyễn Hoàng Trí và cộng sự (2000) v.v. Gần đây Mazda, Phan Nguyên Hồng và cộng sự (1997) đã bước đầu nghiên cứu tác động sóng biển qua rừng ngập mặn vào bờ ở mức độ sóng trong điều kiện bình thường. Tuy nhiên do điều kiện khảo sát sóng trong bão hết sức khó khăn, nên chưa có công trình nào khảo sát và nghiên cứu nào về tác động giảm sóng của rừng ngập mặn trong điều kiện có bão ở Việt Nam. Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu về quá trình suy giảm sóng bão vào bờ khi đi qua rừng ngập mặn Đại Hợp (Kiến Thụy, Hải Phòng) trong của cơn bão số 2 ngày 31/7/2005.

II . TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Tài liệu



Hình 1: Vị trí điểm khảo sát tại khu vực Đại Hợp (Kiến Thụy, Hải Phòng)

Tài liệu sử dụng trong nghiên cứu này bao gồm số liệu đo cấu trúc của rừng bần (*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.) và trang (*Kandelia obovata* Sheue, Lin & Yong tại xã Đại Hợp, Huyện Kiến Thụy, thành phố Hải Phòng trong thời gian từ tháng 5 đến tháng 8 năm 2004; số liệu quan trắc sóng trong bão ngày 31/07/2005 và các tài liệu khác có liên quan đến điều kiện sinh thái rừng ngập mặn và động lực bờ khu vực.

2. Phương pháp

a. Nghiên cứu cấu trúc rừng

Nghiên cứu cấu trúc của rừng dựa trên phương pháp của Braun - Blanquet (1932). Rừng bần, trang, trang - bần được nghiên cứu ở độ tuổi 5 - 6 tuổi, nơi có độ rộng dải rừng là 670 m. Tất cả các ô tiêu chuẩn được thực hiện dọc theo mặt cắt vuông góc với đê biển: rừng bần đo 3 ô. Mỗi 1 ô có diện tích 1500 m² (25 m x 60 m); rừng trang đo 3 ô. Mỗi 1 ô có diện tích 100m² (10 m x 10 m).

Đường kính thân cây bần được đo từ mặt bãi đến độ cao 80 cm. Đường kính thân cây trang được đo trên cổ bạnh gốc, vì bạnh gốc là phần phát triển từ trụ mầm, có nhiều lỗ vỏ và vết nứt có tác dụng trực tiếp nhận không khí được xem như là rễ hô hấp của cây.

Theo các quy tắc xác suất thống kê (Phạm Văn Kiều, 1996), độ che phủ của cây được xác định bằng cách đo đường kính của tán lá lớn nhất và nhỏ nhất. Từ đường kính của tán lá, tính được tỷ lệ che phủ của tán lá:

$$L = \frac{S}{G} \quad \text{Trong đó:}$$

S: diện tích đất được che phủ, đơn vị tính là m².

G: diện tích trên nền đất.

b. Quan trắc sóng

Trong cơn bão số 2, việc đo sóng ở RNM tại xã Đại Hợp được tiến hành tại 2 vị trí: phía trước RNM khoảng 150m và chân bờ đê (phía sau RNM). Thời gian đo sóng là từ 10h00 đến 14h00 với chu kỳ đo lặp lại 15phút. Sóng bão được đo bằng máy IVANOP - H10 kết hợp với cột thủy chuẩn (MIA) đặt tại điểm đo cách bờ sóng vỏ ra phía ngoài biển là 2m.

Phương pháp tính suy giảm sóng qua rừng ngập mặn được dựa theo Massel S. (1999):

- Hệ số suy giảm của độ cao sóng được tính theo công thức:
$$R = \frac{H_s - H_L}{H_s}$$

Trong đó:

H_S : Độ cao của sóng trước rừng (Điểm thả phao).

H_L : Độ cao của sóng tại điểm gần sát bờ.

- Năng lượng sóng được tính theo công thức : $E = \frac{1}{8} \rho g H^2 L$

Trong đó:

g : gia tốc trọng trường.

ρ : là tỉ trọng của nước.

H : độ cao sóng.

L : độ dài bước sóng.

c. Khảo sát gờ bùn cát

Sau bão khi nước rút qua rừng, tiến hành đo độ cao của gờ cát bùn do sóng vùn tụt và bị rừng ngăn cản lại tại bìa rừng.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

1. Cấu trúc của rừng

a. Thành phần loài và phân bố

Rừng trang - bần với độ tuổi 5 - 6 tuổi, chiều rộng 670 m ở phía ngoài đê xóm Đông Tác, xã Đại Hợp, huyện Kiến Thụy, Hải Phòng, nằm sát ngoài đê, cạnh cửa sông Văn Úc, được trồng từ các năm 1999 - 2000. Dải ngoài cùng của rừng là rừng cây bần chua (*Sonneratia caseolaris*) được trồng năm 2000 rộng 200 m. Tiếp theo về phía lục địa là dải rừng trồng thuần cây trang (*Kandelia obovata*), rộng 200 m được trồng trong các năm 1999 - 2000. Dải rừng sát đê hỗn hợp bần trồng xen với trang, có chiều rộng 270 m.

b. Cấu trúc phân tầng

Từ số liệu đo đạc của thân cây ngập mặn, quần xã thực vật ở đây được chia thành 2 tầng như sau:

Tầng 1: Tầng cây có chiều cao từ 4,03 m - 4,59 m.

Tầng 2: Tầng có cây cao từ 1,63 m - 1,66 m.

Tại thời điểm khảo sát, tầng cây tái sinh hầu như chưa có mặt. Ngoài ra, trên nền sàn rừng khu vực trồng bần có rế bần chiều cao trung bình 32 cm, với mật độ 98 rế/m².



Hình 2: Rừng bần - trang tại Đại Hợ (Kiến Thụy, Hải Phòng)

c. Mật độ, số lượng và kích thước cây rừng

Dải rừng phía biển là rừng bần thuần loài, cây bần cách đều nhau do khi trồng qui định. Trong một ô tiêu chuẩn 25 m x 60 m có 203 cây, vì vậy mật độ cây của dải rừng này là 1351 cây/ha (bảng 1). Tầng tán cách gốc cây từ dưới mặt đất lên đồng đều khoảng 70 - 90cm. Tại khu vực này, tốc độ tăng trưởng của cây khá lớn so với các khu vực lân cận. Rừng tương đối đồng đều về về kích thước thân và chiều cao thân cây: đường kính thân tập trung hơn trong khoảng 100 - 150 mm và chiều cao cây ưu thế trong nhóm 400 – 500 cm (bảng 2).

Bảng 1: Mật độ và kích thước cây ở dải rừng bần ở phía biển

Các chỉ tiêu	Bần (<i>Sonneratia caseolaris</i>)
Số lượng cây/1 ô nghiên cứu	203
Số lượng cây/ha	1351
Đường kính thân lớn nhất (mm)	200
Đường kính thân trung bình (mm)	149,5
Chiều cao thân lớn nhất (cm)	520
Chiều cao thân trung bình (cm)	459,01

Bảng 2: Phân bố đường kính và chiều cao thân cây trong ô tiêu chuẩn ở dải rừng bần phía biển

	Phân nhóm	Số lượng cây	%
Đường kính thân (mm)	100 - 150	114	56,16
	> 150	89	43,84
Chiều cao thân cây (cm)	< 300	3	1,5
	300 - 399	15	7,5
	400 - 500	172	86,0
	> 500	13	6,5

Dải rừng thuần trang nằm sát phía trong rừng bần có mật độ 0,7 m x 0,70 m, tán lá phát triển tốt đều và phân cành cách gốc cây từ mặt bãi từ khoảng 40 cm trở lên. Trong một ô tiêu chuẩn có 161 cây, mật độ của dải rừng là 16100 cây/ha. Đường kính thân lớn nhất là 121 mm, tập trung trong khoảng 80 - 100 mm và trung bình là 9,06 cm. Chiều cao thân cây chủ yếu dưới 180 cm, cao nhất là 185 cm và trung bình là 165,4 cm (bảng 3 và 4).

Bảng 3: Mật độ và kích thước cây ở dải rừng trang nằm giữa

Các chỉ tiêu	Trang (<i>Kandelia obovata</i>)
Số lượng cây/1 ô nghiên cứu	161
Số lượng cây/ha	16100
Đường kính thân lớn nhất (mm)	121
Đường kính thân trung bình (mm)	90,6
Chiều cao thân lớn nhất (cm)	185
Chiều cao thân trung bình (cm)	165,4

Bảng 4: Phân nhóm đường kính và chiều cao các cây trong ô tiêu chuẩn ở rừng trang rộng 670m tại xã Đại Hợp-Kiến Thụy

	Phân nhóm	Số lượng cây	%
Đường kính thân (mm)	dưới 65	6	3,8
	65-79	22	13,92
	80-100	122	77,22
	trên 100	22	13,92
Chiều cao thân cây (cm)	dưới 180	156	98,73
	180-189	5	3,16

Tại dải rừng hỗn hợp bản - trang ở phía giáp đê biển, cây bản có chiều cao (lớn nhất 410 cm, trung bình 403 cm), cao hơn hẳn so với cây trang (cao nhất 190 cm, trung bình 162,5 cm). Tuy nhiên, số lượng cây trang lại chiếm đại đa số với tỷ lệ 95,6%, còn bản chỉ chiếm 4,4% (bảng 5).

Như vậy cùng trồng gần như một thời điểm (bản trồng sau trang 5 tháng) song chiều cao và đường kính cây bản lại lớn hơn so với cây trang theo tỷ lệ chiều cao bản/trang là 410 cm/190 cm. Đường kính thân bản/trang là 156 mm/91 mm. Nguyên nhân chính là do sự khác nhau về đặc điểm và tốc độ sinh trưởng của hai loài và một phần do đặc điểm môi trường và thổ nhưỡng vùng cửa sông phù hợp cho sự phát triển của cây bản hơn so với cây trang.

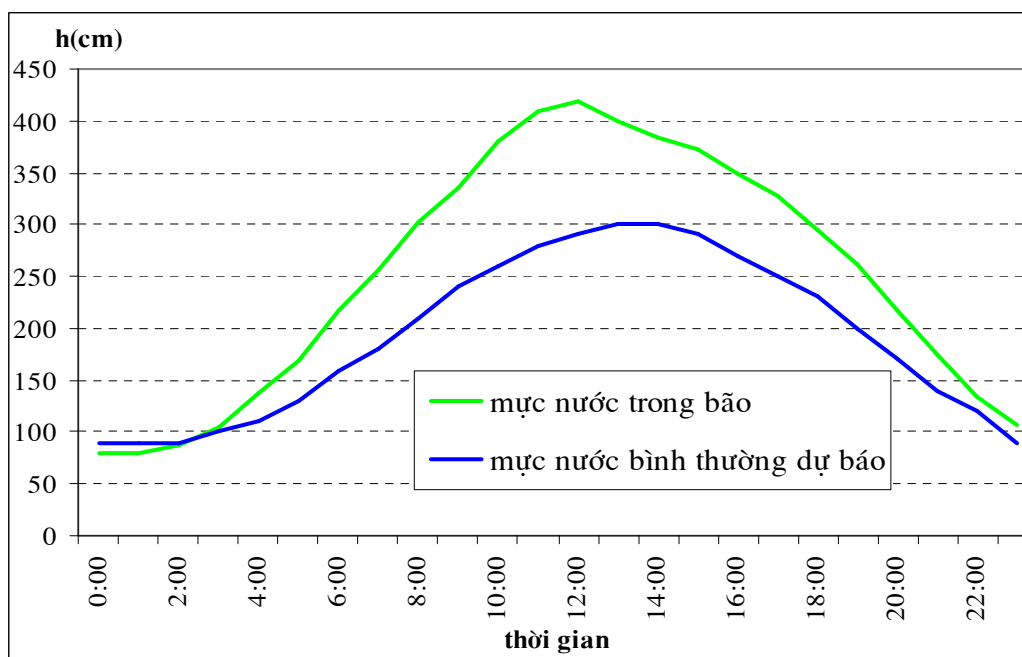
Bảng 5: Mật độ và kích thước cây ở dải rừng hỗn hợp bản - trang ở phía giáp đê biển

Các chỉ tiêu	Bản	Trang	Tổng số
Số cây/ô nghiên cứu theo trang	6,13	144	150,13
Tỷ lệ %	4,4	95,6	100,00
Số lượng cây/ha	613	14400	15013
Đường kính thân lớn nhất (mm)	156	91	-
Đường kính thân trung bình (mm)	110,85	76,54	-
Chiều cao cây lớn nhất(cm)	410	190	-
Chiều cao cây trung bình (cm)	403	162,5	-

d. Mức độ che phủ tán lá của rừng

Dải rừng bản phía biển độ rộng 200 m có mật độ 3 m x 3 m/cây, khoảng cách đồng đều và tỉ lệ che phủ đạt 93%. Dải rừng trang nằm giữa có mật độ 0,7 m x 0,7 m/cây, cũng có khoảng cách khá đồng đều, rừng chưa khép tán và tỉ lệ che phủ đạt 92%. Tại dải rừng hỗn hợp bản trang nằm sát đê biển, mật độ cây là 0,7 m x 0,7 m, khoảng cách các cây khá đều, rừng chưa khép tán và tỉ lệ che phủ đạt 90%.

2. Mức độ giảm sóng bão khi qua rừng ngập mặn và sự hình thành các gờ cát



Hình 3: Mức nước dâng do bão số 2 ngày 31/7/2005 tại khu vực Đại Hợp



Hình 4: Sóng vỡ bờ Đê Sơn trong cơn bão số 2 - 2005 đổ bộ vào Hải Phòng

Khu vực bờ biển Bàng La - Đại Hợp suốt thời gian dài 1930 - 1990 bị xói lở mạnh và rất mạnh với tốc độ trung bình 11 - 13 m/năm trên chiều dài 7,2 - 7,5 km. Bắt đầu từ khoảng năm 1990 trở về sau, bờ và bãi triều ổn định và chuyển dần sang bồi tụ. Mặc dù vậy, khi có bão, bờ đê Bàng La vẫn là nơi xung yếu và có khả năng bị vỡ sạt khi có bão, triều cường ((Trần Đức Thanh và cộng sự, 2000). Chính sự phát triển của rừng ngập mặn trồng đã góp phần quan trọng bảo vệ và ổn định đê ke khu vực này.

Cơn bão số 2 ngày 31/7/2005 đổ bộ vào ven biển Hải Phòng trong khoảng thời gian từ 8h đến 13h với hướng gió thay đổi liên tục. Độ cao sóng gần Hòn Dấu lớn nhất là 3,6m. Mực nước thực tế dâng cao nhất là 4,26m lúc 11h30 phút (trạm KTTV Hòn Dấu), trong khi dự báo thủy triều mực nước cường là 2,9m (Bộ tư lệnh Hải quân, 2005; Trung tâm khí tượng thủy văn biển, 2005) (hình 3).

a. Tác động giảm độ cao sóng của rừng ngập mặn tại Đại Hợp

Độ cao sóng bão phía trước rừng quan trắc được có giá trị lớn nhất 1,5 m, nhỏ nhất 1,0 m và trung bình 1,3 m. Sau khi vượt qua dải rừng rộng 670m, độ cao sóng đã giảm xuống đáng kể với giá trị lớn nhất 0,32m, nhỏ nhất 0,23 m và trung bình 0,27 m. Hệ số suy giảm độ cao sóng trung bình trong thời gian quan trắc qua dải rừng này lớn nhất 83%, nhỏ 75% và trung bình 79% (bảng 6). Độ cao sóng trước rừng càng lớn thì hệ số suy giảm

độ cao sóng qua rừng càng lớn. Trong điều kiện không có rừng ngập mặn che chắn, sóng vỗ bờ rất mạnh và gây phá hủy bờ biển nghiêm trọng nhiều nơi tại Hải Phòng (hình 4).

Bảng 6: Độ cao sóng và hệ số suy giảm độ cao sóng RNM tại xã Đại Hợp (con bão số 2 ngày 31/7/2005)

Thời gian	Độ cao sóng (m)		Hệ số suy giảm độ cao sóng (%)
	Trước rừng	Sau rừng	
10:00:00	1,0	0,25	75
10:30:00	1,2	0,28	77
10:45:00	1,2	0,3	75
11:00:00	1,3	0,3	77
11:30:00	1,35	0,32	76
11:45:00	1,35	0,25	81
12:00:00	1,4	0,28	80
12:15:00	1,35	0,26	81
12:30:00	1,2	0,27	78
12:45:00	1,3	0,25	81
13:00:00	1,5	0,25	83
13:30:00	1,4	0,27	81
13:45:00	1,35	0,23	83
14:00:00	1,3	0,23	82
T.bình	1,30	0,27	79

Theo khảo sát và tính toán của Mazda và cộng sự (1997) trong điều kiện thời tiết bình thường, ở Thái Thụy, Thái Bình sóng có chu kỳ 5 - 8 giây khi vượt qua dải RNM rộng 100 m, khi vào sát bờ độ cao giảm 20%. Sóng có độ cao 1 m khi vượt qua dải RNM 6 năm tuổi, rộng 1,5 km khi vào đến bờ chỉ còn độ cao 0,05 m. So sánh một cách tương đối kết quả khảo sát và tính toán của chúng tôi với kết quả của các tác giả nói trên, có thể nói rằng trong cùng một điều kiện tương tự nhau, hệ số giảm sóng của rừng ngập mặn trong điều kiện sóng bão lớn hơn điều kiện sóng bình thường nhiều.

Bên cạnh suy giảm độ cao sóng, năng lượng sóng qua rừng ngập mặn cũng suy giảm nhiều lần. Kết quả tính năng lượng trung bình sóng trong cơn bão số 2 khi qua dải rừng ngập mặn như sau: trước rừng sóng cao $H = 1,3$ m; năng lượng sóng $E = 212.306$ N/m²; sau rừng sóng cao $H = 0,27$ m; năng lượng sóng $E = 9.158$ N/m².

b. Cát tạo thành gờ cát bùn do tác dụng của rừng chắn.

Ngoài vai trò ngăn cản làm giảm độ cao sóng và năng lượng sóng phá hủy bờ, RNM ở đây còn có tác dụng là cản không cho lượng bùn cát dồn mạnh vào bờ gây lấp cây cối, làm giảm độ tàn phá của bão và những tác động môi trường sau khi hết bão.

Sau khi bão tan, chúng tôi đã tiến hành đo được độ cao lượng cát bùn tạo thành gờ cát bùn tại rừng bần ngoài cùng với chiều sâu vào rừng là 55 m - 58 m. Tại đây sóng đã dồn tụ tạo thành 2 - 3 gờ cát bùn chạy song song với đường bờ, mỗi gờ rộng chừng 35 - 40 cm, độ cao tới 35cm. Rễ thở của cây bần khu vực này bị vùi lấp gần hết. Theo dõi tiếp tục hơn 1,5 tháng sau, chúng tôi thấy những gờ cát bùn này bị nước triều lên xuống bào mòn và làm tan hết. Cát bùn của các gờ được sóng xô dài tràn đều khắp nền rừng và dấu vết gờ cát bùn chỉ còn lại mờ nhạt. Do tác động của các gờ cát bùn, khu vực RNM bị tổn thương là dải rộng 55 - 60 m tính từ bìa ngoài rừng, đặc biệt 15 - 20 m sát bìa rừng và chỉ sau gần 2 tháng sau bão mới dần trở về được gần với trạng thái ban đầu.

IV. KẾT LUẬN

Nhờ có dải rừng ngập mặn bần - trang rộng 670m có độ tuổi khoảng 5 - 6 năm tại khu vực Đại Hợp (Kiến Thụy, Hải Phòng), đo độ cao của sóng trong cơn bão số 2 ngày 31/7/2005 có độ cao 1,0 - 1,5 m trước rừng bị giảm xuống chỉ còn 0,2 m - 0,32 m sau rừng sát đê biển với hệ số suy giảm 75 - 83%, trung bình 79%. Tương ứng, năng lượng sóng trước rừng trung bình 212.306 N/m² ứng với độ cao sóng trung bình 1,3 m chỉ còn 9.158 N/m² sau rừng ứng với độ cao sóng trung bình 0,27 m. So sánh với một số ít kết quả khảo sát đã có, có thể thấy hệ số giảm sóng của rừng ngập mặn trong điều kiện sóng bão lớn hơn điều kiện sóng bình thường nhiều.

Sóng đã dồn tụ tạo nên các gờ bùn cát chạy song song với đường bờ lần từ bìa ngoài rừng vào sâu trong rừng 55 - 60 m thì bị RNM cản lại. Nhờ đó, bùn cát không bị tràn vào bờ để gây nên một số tác động tiêu cực về môi trường. Do tác động của thủy triều và sóng xô, trong vòng 1,5 tháng sau bão, các gờ cát này biến mất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Braun - Blanquet J., 1932.** Plant Sociology: the study of plant communities. Mc Graw - Hill, New York, 439P.
2. **Bộ tư lệnh Hải quân, 2005.** Bảng thủy triều. Tập 1, NXB Quân đội nhân dân.
3. **Trung tâm khí tượng thủy văn biển, 2005.** Bảng thủy triều. NXB Thống kê, Hà Nội.
4. **Phan Nguyen Hong, Hoang Thị San, 1993.** Mangroves of Vietnam. IUCN, Bangkok, Thailand, 173p.
5. **Phan Nguyên Hồng (chủ biên), 2004.** Hệ sinh thái rừng ngập mặn vùng ven biển đồng bằng sông Hồng. NXB Nông nghiệp. Hà Nội. 337 trang.
6. **Mazda, Y. Hong P.N. et al, 1997.** Mangroves as a coastal protection from waves in the Tong King delta, Vietnam. Mangroves and salt marshes, 1. Kluwer Academic Publisher. Printed in the Nertherlands: 127-135.
7. **Massel S., 1999.** Surface wave propagation in mangrove forests. Fluid Dyanmics Research. 24: 219-249.
8. **Trần Đức Thạnh, Nguyễn Đức Cự và nnk, 2000.** Nghiên cứu dự báo, phòng chống sạt lở bờ biển Bắc bộ từ Quảng Ninh đến Thanh Hóa. Báo cáo tổng kết dự án cấp Nhà nước KH-CN - 5A. Lưu trữ tại Trung tâm TT KH-CNQG, Hà Nội.
9. **Phạm Văn Kiên, 1996.** Lý thuyết xác suất thống kê toán học. Trường ĐHSP, ĐHQG Hà Nội: 217-225.
10. **Nguyen Hoang Tri, Nguyen Huu Tho, 2000.** Community participation in rehabilitation, conservation and management of mangroves in the Red River Delta. In Proc. Workshop: Management and Sustainable use of Natural Resources and Environment in Coastal Wetlands. Hanoi 1-3 Nov. 1999: 208-216.

THE ROLE OF MANGROVES FOR REDUCING HIGH WAVES DURING TYPHOON IN DAI HOP (KIEN THUY, HAI PHONG)

VU DOAN THAI

Summary: The mangroves in Dai Hop common (Kien Thuy district, Hai Phong City) were planted from 1999 - 2000 and about 5 - 6 year old at the surveying time. By the bank of

670m wide, they are closed to sea dike and composed of two species such as *Sonneratia caseolaris* (L.) Engl and *Kandelia obovata* Shuen Liu & Gong. With density of 1,351 trees/ha and coverage of 93%, the *Sonneratia caseolaris* were in average size of 459cm tall and 149.5mm. The corresponding parameters of *Kandelia obovata* were of 16,100 trees/ha in density, 92% in coverage, 165.5cm tall and 90.6mm in diameter.

Attacking the studied area on 31st, July 2007, the typhoon No.2 (Washi) created the wave from 1.0 - 1.2 m high with mean energy of 212.306N/m^2 at the seaward edge of mangrove forest. After passing the forest, the wave height was reduced to 0.2 m - 0.32 m with mean energy of 9.158N/m^2 , and accordingly the reduced coefficient of wave from 75 - 83%, average of 79%. Besides reducing wave height and energy, mangroves had the role of preventing the muddy sand ridges which were formed and pushed landwards by storm wave. These muddy sand ridges were of 35cm high and from 35 - 40 cm wide, penetrated into mangroves from 55 - 60 m, and disappeared after typhoon from 1.5 - 2.0 months by the wave and tidal current.

Ngày nhận bài: 05 - 02 - 2011

Người nhận xét: PGS. TS. Trần Đức Thạnh