

## QUẦN XÃ GIUN NHIỀU TƠ (POLYCHAETA) Ở ĐÀM ĐỀ GI - TỈNH BÌNH ĐỊNH

**Phan Thị Kim Hồng**

Viện Hải dương học (Viện Hàn lâm KH và CN Việt Nam)

**Tóm tắt:** Bài báo trình bày các kết quả nghiên cứu về đa dạng loài, phân bố và sinh lượng của giun nhiều tơ trong hai chuyến khảo sát vào 10/2009 và 4/2010 tại 15 trạm trong đầm Đề Gi, tỉnh Bình Định. Mẫu được thu bằng khung thu mẫu động vật đáy có kích thước  $0,1m^2$  và được sàng qua lưới  $500\mu m$ . Kết quả phân tích 7.705 cá thể giun nhiều tơ thu từ 90 mẫu đã ghi nhận được 72 đơn vị phân loại (taxa) thuộc 33 họ. Xét sự phân bố thành phần loài theo mặt rộng cho thấy các loài *Nephtys oligobranchia*, *Lumbrineris amboinensis*, *Prionospio* sp., *Glycinde oligodon*, *Prionospio (Prionospio) komaeti* và *Ancistrosyllis* sp. có phân bố rộng với tần số xuất hiện lần lượt là 61, 60, 60, 58, 57 và 57%. Phân tích nhóm dựa vào thành phần loài và mức độ phong phú của từng loài thấy rằng quần xã giun nhiều tơ được chia thành 3 nhóm nhỏ: nhóm A gồm các trạm ở vùng triều gần các cửa sông; nhóm B gồm các trạm ở vùng dưới triều và nhóm C gồm hai trạm ở cửa đầm. Sinh vật lượng của giun nhiều tơ có sự biến động theo không gian và thời gian. Khu vực đỉnh đầm (trạm 2, 3, 4, và 5) và vùng gần cửa đầm (trạm 14, 15 và 16) có mật độ giun nhiều tơ thấp hơn nhiều so với khu vực giữa đầm; vào mùa khô mật độ giun nhiều tơ cao hơn nhiều so với mùa mưa.

**Từ khóa:** *Giun nhiều tơ, Đề Gi, Bình Định, Việt Nam.*

## POLYCHAETE COMMUNITY IN DE GI LAGOON, BINH DINH PROVINCE

**Phan Thi Kim Hong**

Institute of Oceanography (VAST). 01 Cau Da, Nha Trang City, Viet Nam

Email: [phn\\_kimhong@yahoo.com](mailto:phn_kimhong@yahoo.com)

**Abstract:** Data on diversity, distribution and density of polychaetes in De Gi lagoon, Binh Dinh province are presented. Faunal samples were collected from the 15 sites in October 2009 and April 2010 using  $0.33 m \times 0.33 m$  quadrats ( $0.1m^2$ ) and washing through a  $0.5 mm$  sieve. A total of 76 taxa belonging to 33 families were recorded. Of these, 6 species were widely distributed, including *Nephtys oligobranchia*, *Lumbrineris amboinensis*, *Prionospio* sp., *Glycinde oligodon*, *Prionospio (Prionospio) komaeti* and *Ancistrosyllis* sp., with 61, 60, 60, 58, 57 and 57% frequency, respectively. Cluster analysis of the spatial distribution of polychaetes show that there were three groups: Group A included intertidal sites nearby estuaries, group B included the sites in subtidal and group C were only found at the mouth of the lagoon. Density of polychaetes in De Gi lagoon was varied in space and time,

high consistency in the middle of the lagoon and decreasing in the upper and the mouth of the lagoon. Overall, density of polychaetes at most of sites in dry season were higher than that compared to wet season

**Key words:** *Polychaetes, De Gi, Binh Dinh, Viet Nam.*

## I. GIỚI THIỆU

Với diện tích gần 2.000 ha, đầm Đê Gi được xem là một trong 3 đầm có diện tích lớn của tỉnh Bình Định với nhiều hoạt động kinh tế - xã hội như khai thác thủy sản, nuôi trồng thủy sản, khai khoáng và sản xuất nông nghiệp đang diễn ra trong khu vực và vùng lân cận. Theo đánh giá sơ bộ các hoạt động này đã có những tác động làm thay đổi hệ sinh thái tự nhiên trong đầm. Trong khi đó các nghiên cứu về tài nguyên và môi trường ở đầm Đê Gi chưa được quan tâm, nguồn tư liệu phục vụ cho việc lập kế hoạch quản lý tổng hợp còn rất hạn chế.

Giun nhiều tơ có mặt ở hầu hết các loại nền đáy khác nhau và thường chiếm số lượng lớn cả về thành phần loài và số lượng cá thể ở vùng biển và cửa sông. Phần lớn các loài là nguồn thức ăn giàu đạm, một mắt xích thức ăn quan trọng trong chuỗi thức ăn ở tầng đáy. Ngoài ra, giun nhiều tơ được xem là một sinh vật chỉ thị (bio-indicator) để đánh giá chất lượng môi trường (Giangrande và cs., 2005). Chính vì vậy, giun nhiều tơ là một trong 4 nhóm động vật đáy có kích thước lớn được chọn lựa để nghiên cứu về đa dạng sinh học hay các chương trình giám sát chất lượng môi trường trong các thủy vực và các hệ sinh thái ven bờ.

Nghiên cứu này cung cấp các dẫn liệu về đa dạng loài, phân bố và sinh lượng giun nhiều tơ trong đầm Đê Gi để làm cơ sở cho việc điều tra, đánh giá hiện trạng và đề xuất giải pháp quản lý tổng hợp Đầm Đê Gi theo hướng phát triển bền vững.

## II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 1. Vị trí thu mẫu

Giun nhiều tơ được thu mẫu tại 15 trạm mặt rộng phân bố từ đỉnh đầm đến cửa đầm và cả vùng cửa sông (Hình 1). Mẫu được thu vào hai đợt là tháng 10/2010 (đại diện cho mùa mưa) và tháng 4/ 2011 (đại diện cho mùa khô).

### 2. Thu và xử lý mẫu

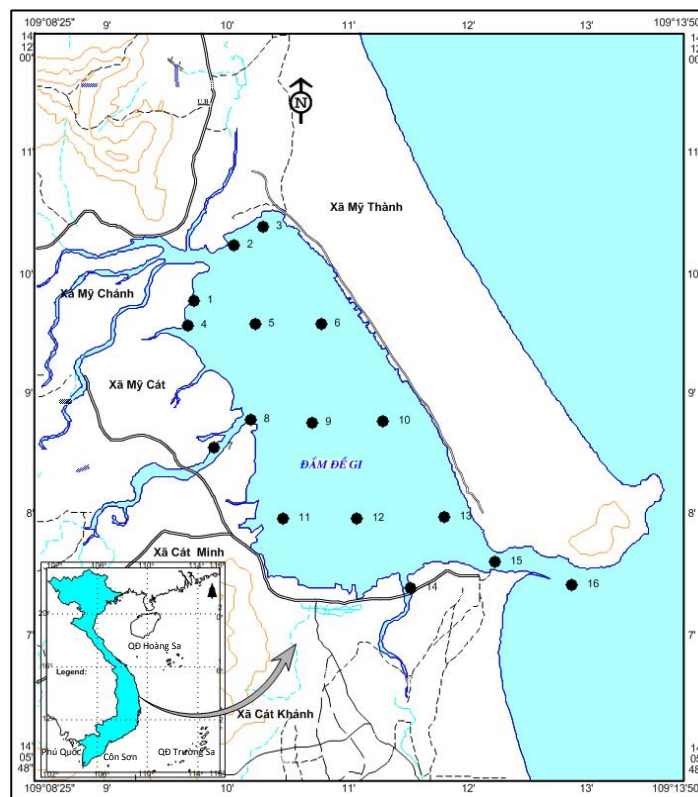
Mẫu sinh vật đáy được thu bằng khung thu mẫu động vật đáy có kích thước 0,1m<sup>2</sup> với sự hỗ trợ của thiết bị lặn SCUBA. Tại mỗi trạm thu lập lại 3 mẫu, tổng cộng đã thu 90 mẫu tại 15 trạm. Trầm tích sau khi thu sẽ được sàng qua lưới 500 µm để thu tất cả các nhóm sinh vật, sau đó mẫu được cố định bằng formalin 10%. Mẫu động vật đáy được tách ra làm 4 nhóm là giun nhiều tơ, thân mềm, giáp xác và da gai để xác định thành phần loài và sinh vật lượng. Mẫu được cố định lại bằng cồn 70% để lưu giữ.

Phân loại Giun nhiều tơ theo phương pháp giải phẫu so sánh hình thái và dựa theo các tài liệu Boggemann & Eibye-Jacobsen (2002); Day (1967); Fauvel

(1953); Fizhugh (2002); Gallardo (1968); Hylleberg & cs. (1986); Imajima (1972); Mortimer & Mackie (2003); Natewathana & Hylleberg (1991).

### 2.3. Xử lý và phân tích số liệu

Mật độ của giun nhiều tơ được tính theo đơn vị là con/m<sup>2</sup> và khối lượng là g/m<sup>2</sup>. Xử lý số liệu bằng phần mềm Excel. Phân tích cấu trúc quần xã động vật đáy thông qua các chỉ số đa dạng (H'), độ giàu loài (d) và chỉ số cân bằng (J) bằng phần mềm Primer 6.0.



Hình 1. Vị trí các trạm thu mẫu giun nhiều tơ ở đầm Đê Gi.

## III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 1. Thành phần loài và phân bố giun nhiều tơ ở đầm Đê Gi

Từ kết quả phân tích 7.705 cá thể giun nhiều tơ được thu từ 90 mẫu động vật đáy ở 15 trạm khảo sát vào hai mùa mưa (tháng 10/2010) và mùa khô (tháng 4/2011) ở đầm Đê Gi đã xác định được tổng cộng 72 đơn vị phân loại (taxa) thuộc 33 họ (Bảng 1). Trong đó, đa số các họ có số lượng loài dao động từ 1-3 loài, chỉ có hai họ là Spionidae và Capitellidae có số lượng loài nhiều (tương ứng là 12 và 5 loài). Xét sự phân bố thành phần loài theo mặt rộng cho thấy loài *Nephtys oligobranchia*, *Lumbrineris amboinensis*, *Prionospio* sp. *Glycinde oligodon*, *Prionospio (Prionospio) komaeti* và *Ancistrosyllis* sp. là các loài có phân bố rộng với tần số xuất hiện lần lượt là 61, 60, 60, 58, 57 và 57%.

Kết quả phân tích ANOSIM cho thấy hệ số thống kê R của các quần xã giun nhiều tơ giữa các vùng triều, vùng dưới triều và cửa đầm đều có mức ý nghĩa  $p < 0,005$  (Bảng 2), giá trị này thể hiện sự khác nhau có ý nghĩa về thành phần loài giữa giữa ba vùng phân bố là vùng triều, vùng dưới triều và cửa đầm.

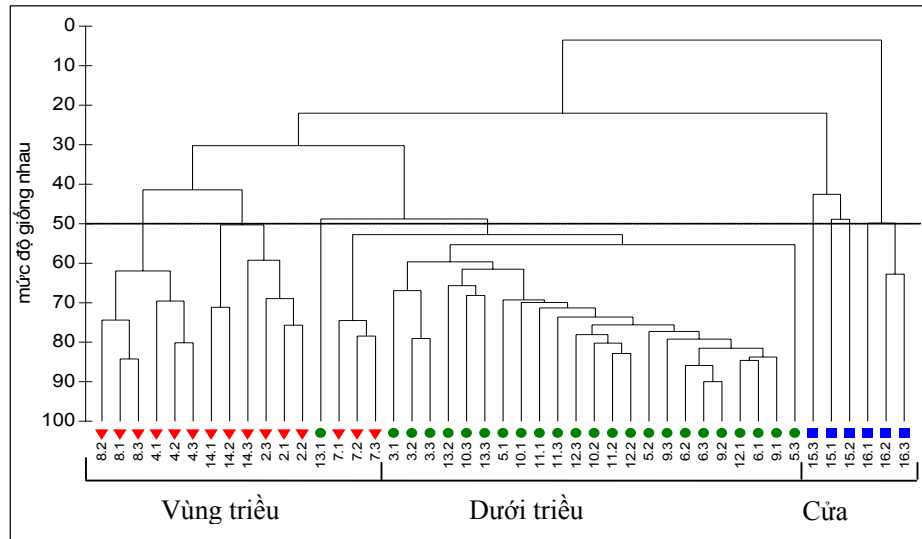
**Bảng 1.** Thành phần loài giun nhiều tơ trong đầm Đề Gi.

STT	Tên khoa học	Mùa khô	Mùa mưa
	Ngành Annelida		
	Lớp Polychaeta		
	Họ Ampharetidae		
1	<i>Melinna fauchaldi</i>	x	x
	Họ Amphinomidae		
2	<i>Amphinome rostrata</i>		x
3	<i>Linopherus paucibranchiata</i>		x
4	<i>Pseudeurythoe</i> sp.	x	
5	Họ Aphroditidae	x	
	Họ Capitellidae		
6	<i>Capitella capitata</i>		x
7	<i>Capitellethus branchiferus</i>		x
8	<i>Dasybranchus caducus</i>	x	
9	<i>Notomastus</i> sp.	x	x
10	<i>Parheteromastus</i> sp.	x	x
	Họ Cirratulidae		
11	<i>Tharyx</i> sp.	x	x
	Họ Cossuridae		
12	<i>Cossura</i> sp.	x	x
	Họ Dorvilleidae		
13	<i>Dorvillea incerta</i>	x	x
	Họ Eunicidae		
14	<i>Marphysa bellii</i>	x	
15	<i>Marphysa</i> sp.		x
	Họ Glyceridae		
16	<i>Glycera alba</i>	x	x
	Họ Goniadidae		
17	<i>Glycinde oligodon</i>	x	x
18	<i>Goniada</i> sp.	x	
19	<i>Goniada uncinigera</i>		x
20	Họ Hesionidae	x	x
21	<i>Gyptis</i> sp.	x	x
22	<i>Oxydromus</i> sp.	x	x
	Họ Lumbrineridae		
23	<i>Lumbrineris acutiformis</i>	x	
24	<i>Lumbrineris amboinensis</i>	x	x
25	<i>Lumbrineris shiinoi</i>		x
26	Họ Maldanidae	x	x
	Họ Nephtyidae		
27	<i>Aglaophamus vietnamensis</i>		x
28	<i>Nephtys oligobranchia</i>	x	x
	Họ Nereididae		
29	<i>Ceratonereis</i> sp.	x	x
30	<i>Leonnates persica</i>	x	x
	Họ Onuphidae		
31	<i>Onuphis eremita</i>	x	x
32	<i>Onuphis</i> sp.		x
	Họ Opheliidae		

STT	Tên khoa học	Mùa khô	Mùa mưa
33	<i>Ammotrypane grandis</i>	x	x
34	<i>Armandia</i> sp.	x	x
35	<i>Polyophthalmus pictus</i>	x	
	Họ Orbiniidae		
36	<i>Orbinia vietnamensis</i>		x
37	<i>Scoloplos (Leodamas) gracilis</i>	x	x
38	<i>Scoloplos (Scoloplos) marsupialis</i>	x	x
39	<i>Scoloplos (Scoloplos) spiniferus</i>	x	x
	Họ Oweniidae		
40	<i>Myriochele pista</i>	x	x
41	<i>Owenia fusiformis</i>	x	x
	Họ Paraonidae		
42	<i>Aricidea</i> sp.	x	x
	Họ Pectinaridae		
43	<i>Pectinaria</i> sp.	x	x
	Họ Phyllodocidae		
44	<i>Mysta</i> sp.	x	
45	<i>Phyllodoce</i> sp.	x	
46	Họ Pilargidae	x	x
47	<i>Ancistrosyllis</i> sp.	x	x
48	<i>Pilargis mohri</i>	x	x
	Họ Pisionidae		
49	<i>Pisione</i> sp.	x	
50	<i>Pisionidens indica</i>		x
	Họ Poecilochaetidae		
51	<i>Poecilochaetus paratropicus</i>	x	
52	<i>Poecilochaetus vietnamita</i>		x
	Họ Polynoidae		
53	<i>Harmothoe dictyophora</i>	x	
54	Họ Sabellariidae	x	
55	Họ Sabellidae	x	x
	Họ Sigalionidae		
56	<i>Euthalenessa festiva</i>	x	
57	<i>Sthenelais ralumensis</i>		x
	Họ Spionidae		
58	<i>Laonice</i> sp.	x	x
59	<i>Malacoceros indicus</i>	x	x
60	<i>Minuspio multibranchiata</i>		x
61	<i>Minuspio polybranchiata</i>		x
62	<i>Polydora</i> sp.	x	x
63	<i>Prionospio (Prionospio) komaeti</i>	x	x
64	<i>Prionospio cirrifera</i>	x	
65	<i>Prionospio</i> sp.	x	x
66	<i>Pseudopolydora</i> sp.	x	x
67	<i>Scoelepis</i> sp.	x	x
68	<i>Spio</i> sp.	x	
	Họ Sternaspidae		
69	<i>Sternaspis scutata</i>	x	x
	Họ Syllidae		
70	<i>Langerhansia cornuta</i>	x	
71	<i>Typosyllis</i> sp.	x	x
	Họ Terebellidae		
72	<i>Pista</i> sp.	x	
	Tổng cộng	57	54

**Bảng 2.** Hệ số thống kê R và mức ý nghĩa p trong phép thử ANOSIM (one-way).

	Vùng triều/Dưới triều	Dưới triều/Cửa đầm	Vùng triều/Cửa đầm
Hệ số R	0.91	0.975	0.923
P	0.001	0.001	0.001



**Hình 2.** Sơ đồ nhóm phân bố theo không gian của quần xã giun nhiều tơ.

Phân tích nhóm trung bình dựa trên ma trận giống nhau Bray-Curtis cho thấy có 3 quần xã nhỏ đặc trưng cho 3 vùng phân bố với mức độ tương đồng khác nhau về thành phần loài. Quần xã A đặc trưng cho vùng dưới triều có nền đáy là cát bùn hoặc là bùn nhuyễn (trạm 3, 5, 6, 9, 10, 11, 12, và 13) có mức độ giống nhau về thành phần loài giữa các trạm nhiều nhất khoảng 55%. Quần xã B gồm tập hợp các loài giun nhiều tơ sống ở vùng triều cửa sông, nơi có các bãi bồi rộng có mức độ giống nhau về thành phần loài dao động từ 25 đến 60%. Quần xã C gồm tập hợp các loài sống ở vùng cửa đầm - vùng dưới triều với nền đáy cát (trạm 15 và 16) có thành phần loài giống với hai quần xã A và B thấp, nhỏ hơn 20% (Hình 2).

Tính đa dạng và phong phú của giun nhiều tơ trong đầm Đề Gi có sự thay đổi theo không gian. Khu vực dưới triều có thành phần loài đa dạng và phong phú nhất, đã ghi nhận được tổng cộng 54 taxa và chỉ số phong phú  $d = 4,89$ . Tiếp theo là vùng triều và khu vực cửa đầm có độ giàu loài và độ phong phú thấp nhất (20 loài) (Bảng 3). Mỗi khu vực phân bố có các loài ưu thế riêng (Bảng 4).

## 2. Biến động thành phần loài theo thời gian

Tổng số lượng loài ghi nhận được ở hai mùa gần tương đương nhau, chuyển khảo sát mùa khô đã xác định được 57 loài và mùa mưa là 54 loài (Bảng 1). Tuy nhiên các yếu tố môi trường biến động theo mùa như lượng mưa, dòng trầm tích từ đất liền đã ảnh hưởng đến sự phân bố của các loài giun nhiều tơ ở các khu vực khác

nhau trong đầm. Các trạm nằm trong vùng dưới triều ít bị ảnh hưởng bởi sự biến động mùa (trạm 3, 5, 6, 9, 10, 11, 12) nên không có sự thay đổi lớn về thành phần loài giữa hai mùa khô và mưa, mức độ giống nhau về thành phần loài giữa hai mùa khoảng 60%. Trong khi đó, các trạm nằm trong khu vực chịu sự biến động mùa cao như vùng triều gần các cửa sông (trạm 2, 4, 7, 8 và 14) có thành phần thay đổi theo mùa nhiều hơn, mức độ giống nhau về thành phần loài dao động từ 25 đến 40%; và đặc biệt hai trạm vùng cửa đầm (trạm 15 và 16) có thành phần loài khác biệt rõ ràng giữa hai mùa, chỉ giống nhau ít hơn 10% (Hình 3).

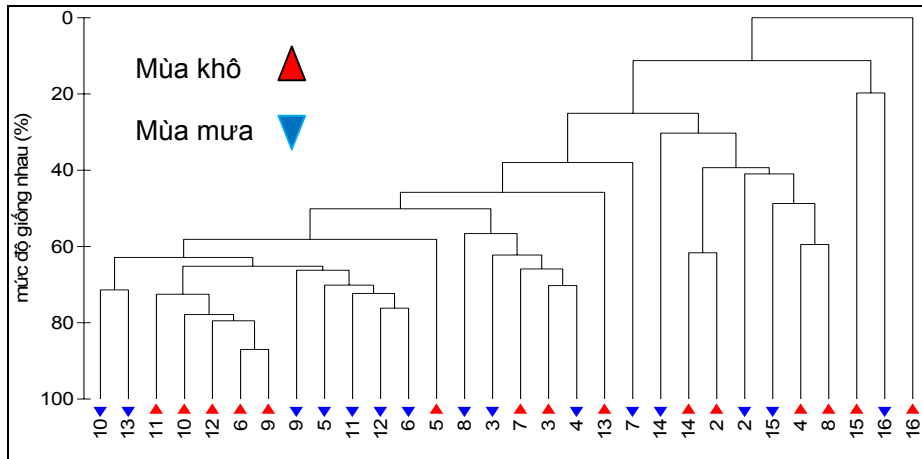
**Bảng 3.** Danh sách loài giun nhiều tơ ưu thế ở đầm Đê Gi.

Khu vực	Mật độ (cá thể/m <sup>2</sup> )	Mức độ ưu thế (%)	Ưu thế tích lũy (%)
<b>Dưới triều</b>			
<i>Nephtys oligobranchia</i>	840,83	45,8	45,8
<i>Prionospio</i> sp.	463,75	16,5	62,3
<i>Prionospio (Prionospio) komaeti</i>	208,75	13,57	75,87
<i>Glycinde oligodon</i>	97,92	5,5	81,38
<b>Vùng triều</b>			
<i>Armandia</i> sp.	381,33	42,67	42,67
<i>Parheteromastus</i> sp.	462	14,35	57,02
<i>Ceratoneris</i> sp.	102	9,42	66,44
<i>Prionospio</i> sp.	172,67	8,58	75,02
<i>Ancistrosyllis</i> sp.	153,33	7,47	82,49
<b>Cửa đầm</b>			
<i>Scoloplos (Scoloplos) spiniferus</i>	21,67	33,42	33,42
<i>Pisione</i> sp.	41,67	30,21	63,63
<i>Typosyllis</i> sp.	18,33	16,71	80,34

**Bảng 4.** Các chỉ số đa dạng của quần xã giun nhiều tơ ở đầm Đê Gi

Vùng	Số loài	Số cá thể	d	J	H'
Vùng triều	41	2530	3,95	0,64	3,43
Dưới triều	54	5050	4,89	0,52	2,96
Cửa đầm	20	125	2,66	0,84	3,63

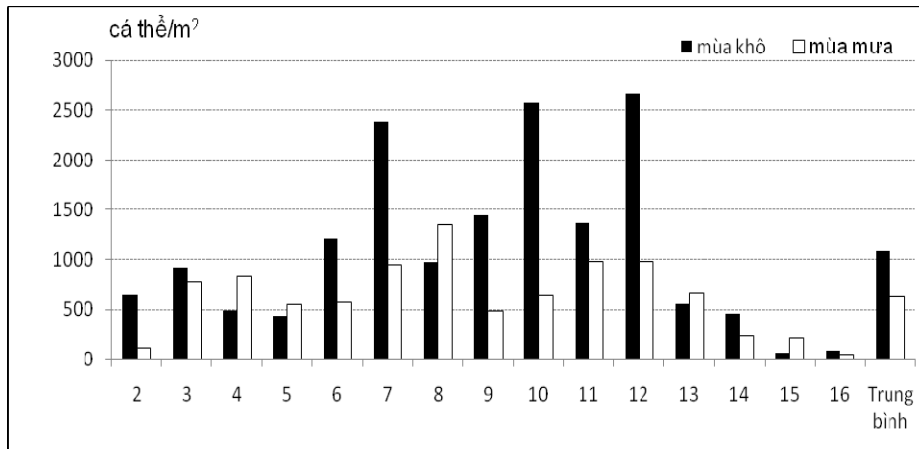
Pearson và Rosenberg (1987) cho rằng chuyển động nước do dòng chảy, thủy triều, gió và các yếu tố môi trường khác vận chuyển các phần tử thức ăn trong khối nước và tác động làm thay đổi các thể vẩn ở trầm tích đáy. Điều này gây ra sự biến động nguồn thức ăn cho động vật đáy và dẫn đến sự thay đổi phân bố thành phần loài theo mùa. Bên cạnh đó sự thay đổi về nồng độ muối vào mùa mưa do gia tăng lượng nước mưa từ các con sông cũng ảnh hưởng đến cấu trúc quần xã giun nhiều tơ ở vùng triều gần các cửa sông.



**Hình 3.** Sơ đồ nhóm phân bố quần xã giun nhiều tơ theo mùa.

### 3. Mật độ giun nhiều tơ

Mật độ của giun nhiều tơ có sự biến động theo không gian và thời gian (Hình 4). Khu vực đỉnh đầm (trạm 2, 3, 4, và 5) và vùng gần cửa đầm (trạm 14, 15 và 16) có mật độ giun nhiều tơ thấp hơn nhiều so với khu vực giữa đầm. Điều này có thể giải thích bởi mật độ giun nhiều tơ phụ thuộc vào lượng thức ăn trong trầm tích đáy. Nguồn thức ăn này biến động do sự tương tác giữa các yếu tố môi trường và giảm đi ở khu vực có sự trao đổi nước thấp hoặc dòng chảy mạnh (Pearson và Rosenberg, 1987).



**Hình 4.** Mật độ trung bình giun nhiều tơ ( cá thể/m<sup>2</sup>) tại các trạm.

Mật độ trung bình giun nhiều tơ vào mùa khô là 1.086 con/m<sup>2</sup>, cao hơn nhiều so với mùa mưa đạt 626 con/m<sup>2</sup>. Xét mật độ trung bình của giun nhiều tơ ở các trạm qua hai chuyến khảo sát cho thấy đa số các trạm có mật độ giun nhiều tơ vào mùa khô cao hơn nhiều so với mùa mưa (Hình 4). Alongi (1989) cho rằng khí hậu và các tác động của nó gây ra sự biến động lớn cho động vật đáy vùng nước



nông nhiệt đới. Chẳng hạn như độ phong phú các nhóm loài nhiệt đới và mật độ động vật đáy ở vùng biển Ấn Độ chịu tác động rất lớn do sự biến động mùa bởi lượng mưa và dòng chảy đổ ra biển (Longhurst và Pauly, 1987; Alongi, 1990).

**Lời cảm ơn:** Công trình này đã sử dụng số liệu của đề tài “Điều tra, đánh giá hiện trạng và đề xuất giải pháp quản lý tổng hợp đầm Đè Gi theo hướng phát triển bền vững”. Tác giả cảm ơn ông Hứa Thái Tuyển và Nguyễn An Khang đã giúp đỡ trong việc thu thập mẫu.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Alongi D., 1989. Ecology of tropical soft-bottom benthos: a review with emphasis on emerging concepts. *Rev. Biol. Trop.* 37: 85-100.
2. Alongi D., 1990. The ecology of tropical soft-bottom benthic ecosystems. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 28: 381-496.
3. Boggemann M. & D. Eibye-Jacobsen, 2002. The Glyceridae and Goniadidae (Annelida: Polychaeta) of the BIOSHELF Project, Andaman Sea, Thailand. *Phuket Marine biological Center Special Publication* 24: 149-196.
4. Day J.H., 1967. A monograph on the Polychaeta of Southern Africa. *British Museum of the Natural History Publication* 656, London; Trustees of the British Museum (Natural History). 878 pp.
5. Fauvel P., 1953. The Fauna of the India, including Pakistan, Ceylon, Burma and Malaya. *Annelida Polychaeta*. Allahabad, The Indian Press, 507 pp.
6. Fizhugh K., 2002. Fan worm polychaetes (Sabellidae: Sabellinae) collected during the Thai-Danish BIOSHELF Project. *Phuket Marine Biological Center Special Publication* 24: 353-424.
7. Gallardo V.A., 1968. Polychaeta from the Bay of Nha Trang, South Viet Nam. *NAGA report* 4(3), pp, 35-279.
8. Giangrande A., Licciano M. & L. Musco, 2005. Polychaetes as environmental indicators revisited. *Marine Pollution Bulletin*, 50, pp. 1153-1162.
9. Hylleberg J., Nateewathana A. & S. Bussarawit, 1986. Polychaetes of Thailand. Nereididae (part 1): Perinereis and Pseudonereis with notes on species of commercial value. *Phuket Marine Biology Center Research Bulletin* 43: 1-22.
10. Imajima M., 1972. Review of the annelid worms of the family Nereidae of Japan, with descriptions of five new species or subspecies. *Bulletin of the National Science Museum Tokyo*, 15: 37-153
11. Longhurst A.R. & D. Pauly, 1987. *Ecology of tropical oceans*. Academic Press: San Diego, 407 pp.
12. Mortimer K. & A.S.Y. Mackie, 2003. The Magelonidae (Annelidae: Polychaeta) from the Seychelles, with the description of the three new species. *Hydrobiologia* 496: 163-173.
13. Nateewathana A. & J. Hylleberg, 1991. Magelonid polychaetes from Thailand, the Andaman Sea, with descriptions of eight new species. In Petersen, M. E. & J. B. Kirkegaard (eds), *Systematics, Biology and Morphology of World*

- Polychaeta. Proceedings of the 2nd International Polychaete Conference, Copenhagen, 1986. *Ophelia* Suppl. 5: 169–184.
14. Pearson T.H. & R. Rosenberg, 1987. Feast and famine: structuring factors in marine benthic communities: 373-395. In: Gee J. and P. Giller (eds). *Organization of communities: past and present*. The 27th Symposium of the British Ecological Society Aberystwyth. Blackwell Scientific Publications. Oxford.