

Một số kết quả nghiên cứu hệ sinh thái cho vùng biển cửa sông Vũng Tàu – Cà Mau bằng mô hình số trị

Ths. Phạm Xuân Dương, CN. Nguyễn Hồng Thu
Viện Hải Dương Học (Nha Trang)

Bài báo trình bày về các kết quả mô phỏng các quá trình thủy động lực học sinh thái trong vùng biển cửa sông Vũng Tàu – Cà Mau dựa trên cơ sở ứng dụng và phát triển mô hình ROMS. Nghiên cứu chế độ thủy động lực học sinh thái của vùng biển cửa sông Vũng Tàu – Cà Mau, được xem xét để mô phỏng chủ yếu vào hai mùa gió thịnh hành - mùa gió Tây Nam (mùa Hè) và mùa gió Đông bắc (mùa Đông).

Các kết quả tính toán bước đầu đã thể hiện được mức độ biến động nồng độ của các yếu tố nitrate, A mô ni ắc, chất diệp lục, phù sinh thực vật, chlorophyll, Phytoplankton, Zooplankton. Kết quả cho thấy: Tại pha triều thấp, các đường đồng mức của tất cả các yếu tố thủy văn (Nhiệt – Muối) các yếu tố sinh thái môi trường (NO_3 , O_2 , NH_4 , Clo, Phytoplankton, zooplankton, SdetritusN, LdetritusN, TIC, Alkalinity, SdetritusC, LdetritusC) đều có xu hướng co cụm lại gần bờ ở các khu vực cửa sông. Ngược lại vào pha triều cao thì các đường đồng mức của các yếu tố thủy văn, sinh thái môi trường lại có xu hướng giãn rộng ra ngoài biển khơi.

1. Mở đầu

Nghiên cứu về hệ sinh thái phù sinh vật là khoa học đa ngành. Sự đa dạng và phong phú của phù sinh vật do nhiều yếu tố kiểm soát như không gian và thủy động lực học... cho nên từ đó đã hình thành ngành nghiên cứu thủy động lực học sinh thái. Đối với hệ sinh thái phù sinh vật tự nhiên, chúng ta chỉ có thể tiến hành nghiên cứu trên những số liệu thực nghiệm thu được và qua mô hình.

Phương pháp nghiên cứu thủy động lực sinh thái được sử dụng hiện nay và phổ biến trên thế giới là áp dụng hai phương pháp song song và đồng thời:

Thu thập các dữ liệu thực nghiệm ở biên bằng các tàu nghiên cứu, được trang bị các thiết bị chuyên dụng phù hợp với các đối tượng nghiên cứu.

Mô hình toán học được tham số hóa và lập các mối liên hệ giữa các đối tượng cần nghiên cứu và các quá trình sống của chúng với các yếu tố vật lý, hóa học và sinh học.

2. Cơ sở và phương pháp nghiên cứu

Mô hình thủy động lực sinh thái [3], [4] thể hiện mối liên hệ giữa toán học và sinh học, giữa sự sinh ra và mất đi của các cá thể được biểu diễn dưới dạng toán học như sau:

$$\frac{\partial [NO_3]}{\partial t} = -f_{PPmin} Q_{NP} [Phyto] + Q_{nitr} [NH_4] \quad (1)$$

$$\frac{\partial [NH_4]}{\partial t} = -f_{PPmax} Q_{RP} [Phyto] + Q_{nitr} [NH_4] + (f_{Zmor} + Q_{exor}) [Zoo] +$$

$$f_{SDemin} [SDetN] + f_{LDemin} [LDetN]$$

$$\frac{\partial [SDetN]}{\partial t} = Q_{graze} (1 - AE_N) [Zoo] + f_{Pmort} [Phyto] + f_{Zmort} [Zoo] -$$

$$f_{coag} ([SDetN] + [Phyto]) [SDetN] - f_{SDemin} [SDetN] + L_{nr} \quad (3)$$

$$\frac{\partial [SDetC]}{\partial t} = \{Q_{graze} (1 - AE_N) [Zoo] + f_{Pmort} [Phyto]\} r_{C,N,phyto} + f_{Zmort} [Zoo] r_{C,N,Zoo}$$

$$- f_{coag} ([SDetN] + [Phyto]) [SDetC] - f_{SDemin} [SDetC] + L_{nr} \quad (4)$$

$$\frac{\partial [LDetN]}{\partial t} = f_{coag} ([SDetN] + [Phyto]) ([SDetN] + [Phyto]) - f_{LDemin} [LDetN] + L_{nr} \quad (5)$$

$$\frac{\partial [LDetC]}{\partial t} = f_{coag} ([SDetN] + [Phyto]) ([SDetC] + [Phyto]) r_{C,N,phyto} - f_{LDemin} [LDetC] + L_{nr} \quad (6)$$

$$\frac{\partial [Phyto]}{\partial t} = -r_{PPmax} (Q_{NP} + Q_{RP}) [Phyto] - r_{Pmax} [Phyto] - Q_{loss} [Phyto] - Q_{loss} [Zoo] - L_{vs} \quad (7)$$

$$\frac{\partial [\theta]}{\partial t} = -r_{PPmax} (Q_{NP} + Q_{RP}) \left[\frac{\theta_m V_p (Q_{NP} - Q_{RP})}{\sqrt{V_p^2 \alpha^2 \theta^2 + PAR^2}} \right] - L_{vs} \quad (8)$$

$$\frac{\partial [Zoo]}{\partial t} = Q_{graze} AE_N [Zoo] - r_{Zmort} [Zoo] - r_{Zmort} [Zoo] - Q_{exd} [Zoo] \quad (9)$$

$$\frac{\partial [O_2]}{\partial t} = r_{PPmax} (Q_{NP} r_{O_2,NO_3} - Q_{RP} r_{O_2,NH_4} [Phyto]) - Q_{amm} [NH_4] - (r_{Zmort} r_{O_2,NH_4} + Q_{exp} [Zoo]) - (r_{SDetN} [SDetN] + r_{LDetN} [LDetN]) - r_{SDetN} r_{O_2,NH_4} - Q_{gr} (O_{2,atm} - O_2) \quad (10)$$

$$\frac{\partial TIC}{\partial t} = -r_{PPmax} (Q_{NP} + Q_{RP}) r_{C,N,phyto} + (r_{Zmort} r_{C,N,Zoo} + Q_{exp} [Zoo]) + (r_{SDetC} [SDetC] + r_{LDetC} [LDetC]) + Q_{gr} (pCO_{2,atm} - pCO_2) \quad (11)$$

$$\frac{\partial [Talk]}{\partial t} = r_{PPmax} Q_{NP} [Phyto] - Q_{amm} [NH_4] \quad (12)$$

Y nghĩa các kí hiệu

1. [NO₃]: Nồng độ nitrate [đơn vị mmolN/m³ (milimole_nitrogen meter-3)]
2. [O₂]: Nồng độ Ô xy hòa tan [mmolO₂/m³ (milimole_oxygen meter-3)]
3. [NH₄]: Nồng độ amô ni ắc [mmolN/m³]
4. [θ]: Nồng độ chất diệp lục [mgChlo/m³ (milligrams_chlorophyll meter-3)]
- 5.[Phyto]: Nồng độ phiêu sinh thực vật [mmolN/m³]
- 6.[Zoo]: Nồng độ phiêu sinh động vật,

[mmolN/m³]

7. [SdetN]: Nồng độ hạt nitơ nhỏ [mmolN/m³]
8. [LdetN]: Nồng độ hạt nitơ lớn [mmolN/m³]
9. [TIC]: Tổng các bon vô cơ, [mmolC/m³ (milimole_carbon meter-3)]
10. [Talk]: Tổng kiềm, [mmolN/m³]
11. [SdetC]: Nồng độ hạt các bon nhỏ [mmolC/m³]
12. [LdetC]: Nồng độ hạt các bon lớn [mmolC/ vị mmolC/m³]

Trong đó :

$$Q_{NP} = \frac{([NO_3]/K_{NO_3}) V_{NH_4}}{1 + [NO_3]/K_{NO_3}} \quad Q_{RP} = \frac{([NH_4]/K_{NH_4})}{1 + [NH_4]/K_{NH_4}} \quad Q_{amm} = r_{amm} (1 - \max \left[0, \frac{PAR - I_{minNH_4}}{D_{pNH_4} - PAR - 2I_{minNH_4}} \right])$$

$$Q_{graze} = r_{Zgraze} \frac{[Phyto]}{K_p + [Phyto]} \quad Q_{resp} = Q_{graze} r_{C,N,phyto} (AE_N - GGE_C) \quad (13)$$

$$Q_{exd} = G_{graze} r_{C,N,phyto} AE_N \left(\frac{1}{r_{C,N,phyto}} - \frac{GGE_C}{AE_N r_{C,N,Zoo}} \right)$$

L_{vs} số hạng miêu tả sự chìm lắng theo phương thẳng đứng của các chất

Các biến sử dụng trong hàm nguồn được xác định như sau:

$$I_{NH_4} = r_{Zgraze} \frac{1}{1 + [NH_4] K_{NH_4}} \quad r_{PPmax} = \frac{V_p \alpha PAR \theta}{\sqrt{V_p^2 + \alpha^2 \theta^2 + PAR^2}} \quad V_p = 0.59 * 1.066^T \quad (14)$$

Các phương trình dạng cơ bản của mô hình thủy động lực học được trình bày kỹ trong các tài liệu [1], [2], [4].

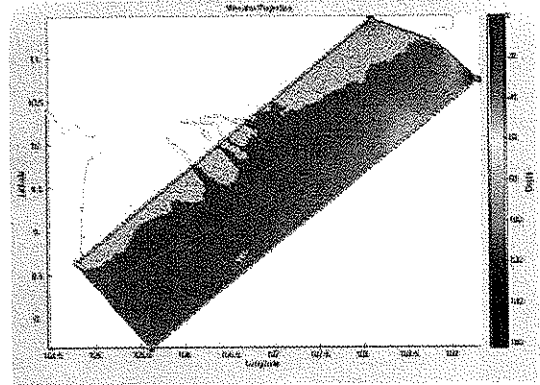
Điều kiện ban đầu và điều kiện biên

a. Lưới tính: Khu vực nghiên cứu được phủ kín bởi một mạng lưới số hoá 80 × 70 nút lưới với

$\Delta x \approx 1720m$ (trung bình), $\Delta y \approx 3150m$ (trung bình) và theo chiều thẳng đứng chia thành 5 lớp Sigma với $\Delta z \approx 0.4 + 250m$ (Hình 2).

b. Điều kiện ban đầu

Điều kiện ban đầu của các yếu tố sinh thái được chúng tôi sửa dụng theo bảng 1:



Hình 1. Sơ đồ lưới tính vùng biển ven bờ Bình Thuận - Cà Mau

Bảng 1. Điều kiện ban đầu của các yếu tố sinh thái

Số TT	Các thành phần	Giá trị ban đầu	Đơn vị
1	[NO ₃]	7.5	mmol/Nm ³
2	[O ₂]	3.2	mmol/O ₂ /m ³
3	[NH ₄]	0.1	mmol/Nm ³
4	[θ]	0.1	mgChloro/m ³
5	[Phyto]	0.1	mmol/Nm ³
		$T_{S,phyto} = 12 * \theta_{in}$	
6	[Zoo]	0.06	mmol/Nm ³
7	[SdetN]	0.04	mmol/Nm ³
8	[LdetN]	0.02	mmol/Nm ³
9	[TIC]	1988.5	mmol/Cm ³
10	[Talk]	2214.0	mmol/Cm ³
11	[SdetC]	0.265	mmol/Cm ³
12	[LdetC]	0.1325	mmol/Cm ³

c. Điều kiện biên

Để mô phỏng các điều kiện thời tiết biển đổi tại những thời điểm cụ thể trong quá khứ, chúng tôi đã sử dụng số liệu về điều kiện biên khai thác được từ các mô hình và cơ sở dữ liệu toàn cầu (OGCM), nguồn số liệu gió trích từ Bộ Số liệu Khí quyển – Đại dương tổng hợp (The Comprehensive Ocean – Atmospheric Data Set – COADS). Với các biên lỏng có thủy triều (mực nước và dòng triều) được tính từ mô hình thủy triều TPX07.1.

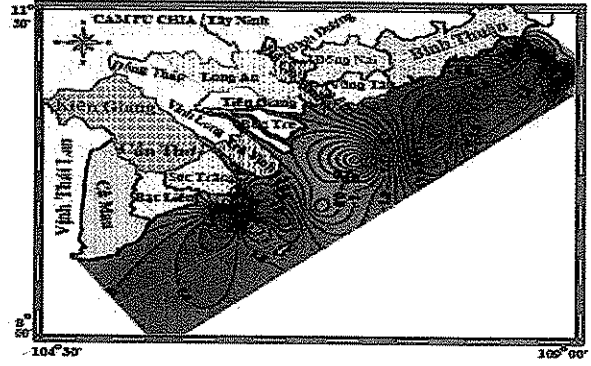
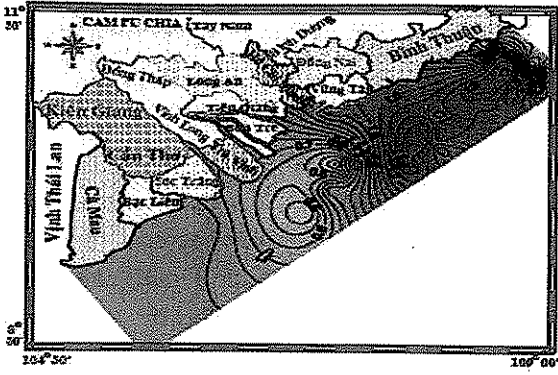
Số liệu của các yếu tố sinh thái được thu thập từ các chuyến khảo sát của đề tài, dự án trong vùng nghiên cứu của những năm gần đây (chủ yếu là từ dự án Việt – Đức).

3. Kết quả nghiên cứu

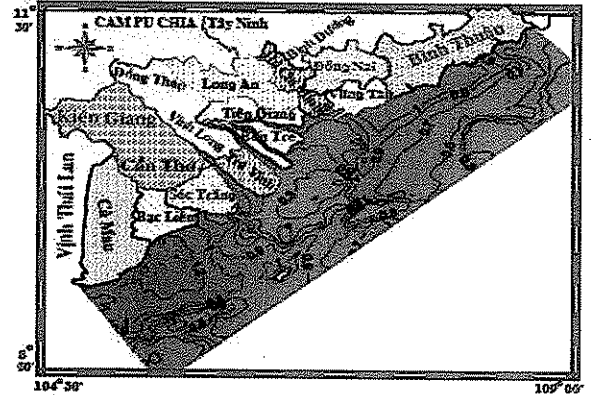
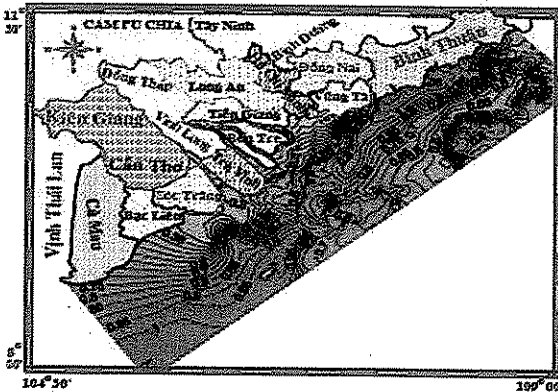
Các kết quả tính toán được thể hiện qua bản đồ phân bố trường vector dòng chảy, trường nhiệt muối, NO³, NH⁴, chlorophyll, Phytoplankton, Zooplankton v.v, cho phép nhận định các kết quả đó có những đặc điểm như sau:

a. Mùa gió tây nam

Dòng chảy thường có hướng chủ đạo là hướng bắc nam, nhưng do ảnh hưởng của đường bờ, địa hình đáy và dòng chảy của các con sông đổ ra, cho nên các khu vực khác nhau thì hướng dòng khác nhau. Tuy vậy khi triều rút thường xuất hiện ở các vùng cửa sông các trường véc tơ dòng chảy có hình rẽ quạt hướng ra khơi. Về các yếu tố sinh thái môi trường các kết quả phân tích cho thấy:



Hình 4. Sơ đồ phân bố chlorophyll tầng mặt (trái) – đáy (phải), triều xuống, gió mùa tây nam



Hình 5. Sơ đồ phân bố Phytoplankton tầng mặt (trái) – đáy (phải), triều xuống, gió mùa tây nam.

Nhiệt độ: Thời kỳ triều lên và triều xuống, nhiệt độ cao nhất và thấp nhất trong hai kỳ tương đương với nhau, nhưng nhiệt độ trung bình ở hai pha là khác biệt nhau rõ rệt (triều cao 17.3°C, triều thấp 23.8°C). Số liệu phân tích cho thấy nhiệt độ trung bình tầng mặt vào mùa gió đồng bắc là 17.3°C, cao nhất 32.0°C và thấp nhất là 17.3°C còn thời kỳ Triều thấp, nhiệt độ trung bình 23.8°C, cao nhất 32.1°C và thấp nhất 17.2°C. Tại tầng đáy vào thời kỳ triều cao; nhiệt độ trung bình 23.4°C, cao nhất 32.4°C và thấp nhất 18.3°C. Trong thời kỳ Triều thấp, nhiệt độ trung bình 23.8°C, nhiệt độ 32.0°C (vùng gần bờ nước nông) và thấp nhất 15.0°C.

Độ muối: Thời kỳ triều lên và triều xuống, tại tầng đáy các chỉ số về độ muối trung bình, cao nhất, độ lệch chuẩn là tương đương nhau, nhưng về độ muối thấp nhất lại rất khác nhau, thời kỳ triều cao 8.5‰, triều thấp 20.0‰ (lệch nhau tới 11.5‰). Tại tầng mặt, thời kỳ triều cao độ muối trung bình 32.8‰, cao nhất 34.7‰ và thấp nhất 5.0‰ (vùng cửa

sông), có độ lệch chuẩn về độ muối theo không gian là 3.1‰. Trong thời kỳ triều thấp độ muối cao nhất 34.9‰ và thấp nhất 8.4‰ (vùng cửa sông), độ muối trung bình là 33.5‰ có độ lệch chuẩn về độ muối theo không gian là 0.9‰.

Nồng độ nitrate (NO³): Trong thời kỳ triều cao ở tầng mặt mức độ biến động nồng độ Nitrate (NO³) cho thấy; nồng độ nitrate cao nhất 23.7 mmolN/m³, thấp nhất 0.8mmolN/m³, trung bình 7.4mmolN/m³. Thời kỳ triều thấp, nồng độ nitrate cao nhất 17.2 mmolN/m³, thấp nhất 0.01 mmolN/m³, trung bình 7.6 mmolN/m³. Như vậy vào cả hai giai đoạn triều cao và triều thấp thì nồng độ Nitrate trung bình là bằng nhau (7.4 mmolN/m³). Tại tầng đáy, thời kỳ triều cao, các phân tích thống kê cho độ lệch chuẩn về nồng độ nitrate theo không gian bằng 0.8 mmolN/m³, như vậy sự biến thiên nồng độ nitrate tầng đáy theo không gian tại vùng nghiên cứu vào loại thấp.

Nồng độ Amôniac (NH₄): Theo tính toán cho thấy; nồng độ amôniac ở tầng mặt cao nhất 11.0 mmolN/m³, thấp nhất 0.001 mmolN/m³, trung bình 0.7 mmolN/m³. Tại tầng đáy, nồng độ amôniac trung bình 0.7 mmolN/m³, cao nhất là 8.9 mmolN/m³, thấp nhất 0.003 mmolN/m³. Trong thời kỳ triều thấp, tại tầng mặt cho thấy nồng độ amô ni ắc ở tầng mặt cao nhất 20.0 mmolN/m³, thấp nhất 0.008 mmolN/m³. Còn ở tại tầng đáy, nồng độ amôniac trung bình 1.1 mmolN/m³, cao nhất 2.3 mmolN/m³, thấp nhất 0.2 mmolN/m³. So sánh sự biến động nồng độ amôniac theo thời gian cho thấy, mức độ biến động về chỉ số cực trị của nồng độ diễn ra là lớn (triều cao, cao nhất 11.0 mmolN/m³, triều thấp cao nhất 20.0 mmolN/m³).

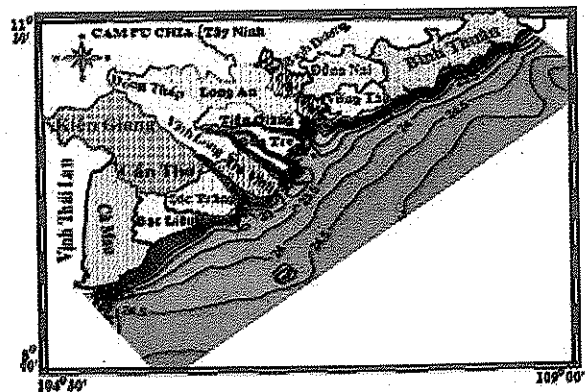
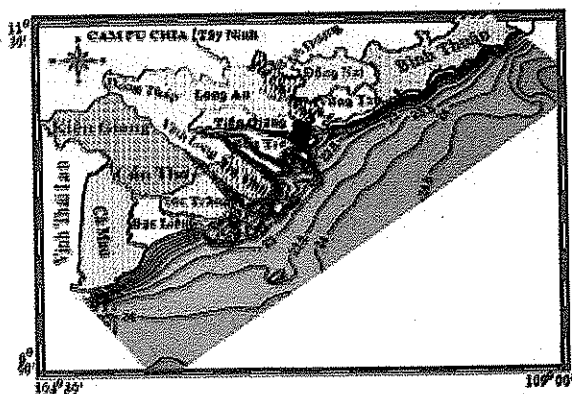
Nồng độ chất diệp lục (chlorophyll): Các số liệu tính toán cho biết, sự biến thiên nồng độ chlorophyll tại tầng đáy theo không gian biến động yếu. Trong chu kỳ triều cao nồng chlorophyll tại tầng mặt cao nhất 1.0mgChlo/m³, thấp nhất 0.05 mgChlo/m³, nồng trung bình 0.6 mgChlo/m³. Tại tầng đáy, nồng độ chlorophyll trung bình 0.6 mgChlo/m³, cao nhất 1.0 mgChlo/m³, thấp nhất 0.6 mgChlo/m³. Thời kỳ triều thấp ở tầng mặt nồng độ cao nhất 1.0 mgChlo/m³, thấp nhất 0.003 mgChlo/m³, trung bình 0.7 mgChlo/m³. Tại tầng đáy, nồng độ chlorophyll trung bình 0.7 mgChlo/m³, cao nhất 1.0 mgChlo/m³, thấp nhất 0.03 mgChlo/m³ và có độ lệch chuẩn bằng 0.2 mgChlo/m³. Như vậy sự biến thiên nồng độ chlorophyll tại mặt và tầng đáy theo không thời gian tại vùng nghiên cứu là tương đối biến động giống nhau, sai khác giữa các tầng là không nhiều.

Nồng độ phiêu sinh thực vật (Phytoplankton): Các kết quả tính toán cho thấy mức độ biến động nồng độ phiêu sinh thực vật tại tầng mặt và tầng đáy tương đương nhau. Thời kỳ triều cao, tại tầng mặt, nồng độ Phytoplankton cao nhất 1.0 mmolN/m³,

thấp nhất 0.4 mmolN/m³, trung bình 0.6 mmolN/m³. Tại tầng đáy trung bình 0.6 mmolN/m³, cao nhất 1.1 mmolN/m³, thấp nhất 0.01 mmolN/m³. Trong thời kỳ triều thấp, tại tầng mặt nồng độ Phytoplankton cao nhất 0.6 mmolN/m³, thấp nhất 0.04 mmolN/m³, trung bình 0.2 mmolN/m³, còn tại tầng đáy trung bình 0.2 mmolN/m³, cao nhất 0.7 mmolN/m³, thấp nhất 0.01 mmolN/m³ có mức độ biến nồng độ Phytoplankton thấp (0.032 mmolN/m³).

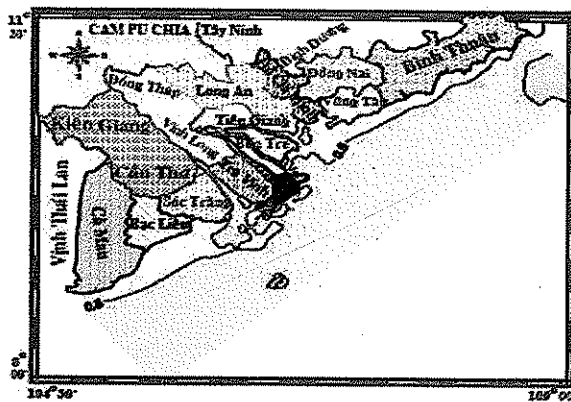
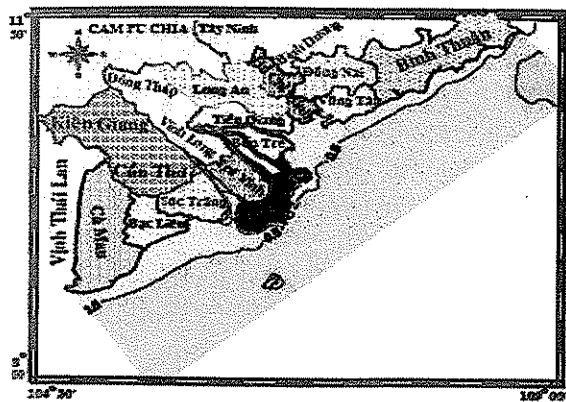
Phân bố nồng độ phiêu sinh động vật (Zooplankton): Trong thời kỳ triều thấp và triều cao các kết quả cho thấy, mức độ biến động nồng độ Zooplankton không lớn. Thời kỳ triều cao, nồng độ Zooplankton ở tầng mặt cao nhất 0.1 mmolN/m³, thấp nhất 0.0007mmolN/m³, trung bình 0.002 mmolN/m³. Tại tầng đáy, nồng độ Zooplankton trung bình 0.001 mmolN/m³, cao nhất 0.1mmolN/m³, thấp nhất 0.0002 mmolN/m³ với mức độ biến động nồng độ Zooplankton lớn hơn ở tầng mặt một bậc (0.003 mmolN/m³).

Để có thể xem xét một cách chi tiết hơn, chúng tôi đã sử dụng chuỗi số liệu tính toán được của mô hình để phân vùng các yếu tố thủy văn (Nhiệt – Muối) các yếu tố sinh thái môi trường cho thấy; sự phân vùng của tất cả các yếu tố này đều có những nét đặc trưng chung, đó là sự phân vùng của các chất có các đường đồng mức ở pha triều thấp thì các đường đồng mức đều có xu hướng giảm dần từ bờ ra biển khơi và các đường đồng mức ở ven vùng cửa sông thường là cao. Trong khi đó các đường đồng mức vùng khơi xa thường là thấp hơn cả tại tất cả các tầng, tầng mặt, tầng giữa và tầng đáy. Vào giai đoạn triều cao các đường đồng mức này có xu hướng co cụm vào gần bờ hơn (Hình 6 – 10).

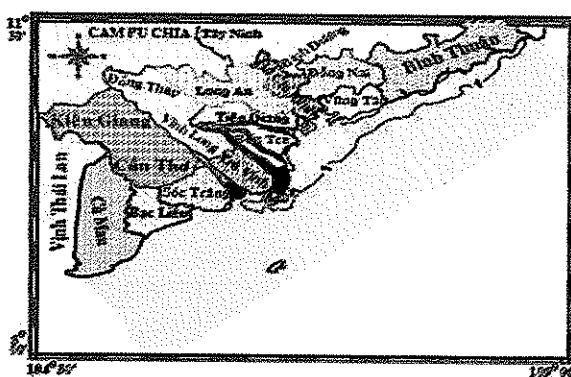
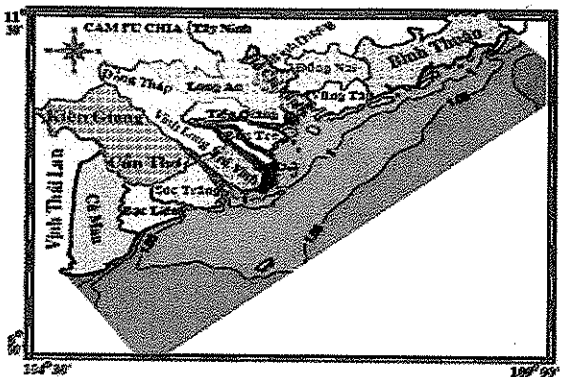


Hình 6. Sơ đồ phân bố nhiệt độ tầng đáy, triều lên, mùa gió Đông Bắc.

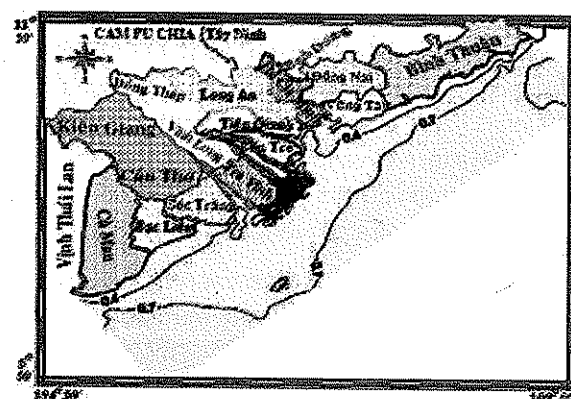
Nghiên cứu & Trao đổi



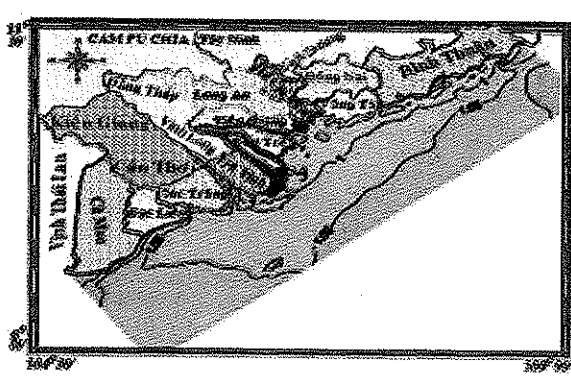
Hình 7. Sơ đồ phân bố NH4 tầng mặt, triều lên, mùa gió Đông Bắc



Hình 8. Sơ đồ phân bố NH4 tầng mặt, triều xuống, mùa gió Đông Bắc



Hình 9. Sơ đồ phân bố Phytoplankton tầng mặt, triều lên, mùa gió Đông Bắc



Hình 10. Sơ đồ phân bố Phytoplankton tầng mặt, triều xuống, mùa gió Đông Bắc

4. Kết luận

a. Các phương trình thủy động lực sinh thái (1)-(12) đã thể hiện được các mối liên hệ giữa toán học và sinh học, giữa sự sinh ra và mất đi của các cá thể và nó được biểu diễn dưới dạng các phương trình phức hợp cho phép nghiên cứu, dự báo được các quá trình Thủy động lực học và Sinh thái môi trường.

b. Việc xây dựng mô hình đầy đủ, cần xem xét một số quy luật. Hầu hết các quy luật thường là mô hình vật lý nhưng cụ thể lại không chính xác vì sinh thái là khoa học gần đúng cần phải được điều chỉnh và nâng cao.

c. Tại pha triều thấp, các đường đồng mức của tất cả các yếu tố thủy văn và các yếu tố sinh thái môi trường đều có xu hướng co cụm lại gần bờ ở các khu vực cửa sông. Ngược lại vào pha triều cao thì các đường đồng mức của các yếu tố Thủy văn, Sinh thái môi trường lại có xu hướng giãn rộng ra ngoài biển khơi.

d. Do tác động của sinh thái môi trường sẽ làm cho vùng biển xuất hiện các nhân tố sinh thái bổ sung, thúc đẩy những tiến hóa tiêu cực hoặc tích cực đối với hệ sinh thái biển. Vì vậy để có kết quả tốt cho vấn đề nghiên cứu này thì thu thập các dữ liệu thực nghiệm ở biển bằng cách đo đạc thực tế cần

Tài liệu tham khảo

1. Blumberg, A.F. and G.L. Mellor, "A Description of a Three-Dimensional Coastal Ocean Circulation Model," In: *Three-Dimensional Coastal Ocean Models*, N.Heaps, Ed., 1-16, American Geophys. Union, 1987.
2. Coo. Mellor, G.L. and A.F. Blumberg, "Modeling Vertical and Horizontal Viscosity and the Sigma rdinate System," *Mon. Wea. Rev.*, 113, 1379-1383, 1985.
3. CIFFLET Marina, ANDERSEN Valeùrie, PRIEUR Louis, DEKEYSER Ivan, (2001). *One- dimensional mode of short-term dynamics of the pelagic ecosystem in the NW Mediterranean Sea: effects of wind events.* *Journal of Marine Systems* 30, 89-114. ELSEVIER.
4. <http://www.myroms.org>