

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH SINH THÁI (ECOSMO) CHO VỰC NƯỚC NHA TRANG - NHA PHU (KHÁNH HOÀ)

DEVELOPMENT OF ECOLOGICAL MODEL (ECOSMO) FOR NHA TRANG-NHA PHU WATERS (KHANH HOA)

Nguyễn Hữu Huân^a, Bùi Hồng Long^a, Nguyễn Tác An^a, Trần Văn Chung^a, Rune Rosland^b và Knut Barthel^b

Email: ngghuan@gmail.com

a: Viện Hải dương học, 01 Cầu Đá, Nha Trang

b: Trường Đại học Bergen, Na Uy, P.O.Box 7803. N-5020, Bergen, Norway

Tóm tắt:

Mô hình sinh thái ba chiều ECOSMO đã được ứng dụng cho vực nước Nha Trang-Nha Phu. Mô hình xem xét tương tác giữa: khối nước, muối dinh dưỡng và sinh vật, gồm 2 khối (module). Khối vật lý dựa vào mô hình phương trình phi tuyến HAMSON, được thực hiện với độ phân giải lưới phương ngang khoảng 250m. Khối sinh học dựa vào tương tác ở mức dinh dưỡng thấp giữa các thành phần thực vật nổi (TVN) và động vật nổi (ĐVN). Biến động của 02 thành phần TVN chịu sự chi phối bởi các chất dinh dưỡng đa lượng có sẵn (ni tơ, photpho và si lic) cũng như ánh sáng. Sản xuất của 02 thành phần ĐVN được mô phỏng dựa vào mức "tiêu thụ" (consumption) của 02 nhóm TVN và chất vụn (detritus). Khối sinh học được kết hợp với một mô hình bất đẳng áp (baroclinic) 3D phi tuyến. Khối vật lý và sinh học được điều khiển bởi lực tác động bề mặt ở mức thời gian 6h, dùng dữ liệu khí tượng phân tích lại. Mô hình được tích hợp cho 2 năm (2008 và 2009), dữ liệu trong 2 năm cũng được sử dụng để khảo sát phân bố muối dinh dưỡng, năng suất sơ cấp (NSSC), sinh khối sinh vật nổi (SVN) ở vực nước Nha Trang-Nha Phu theo không gian và thời gian.

Abstract:

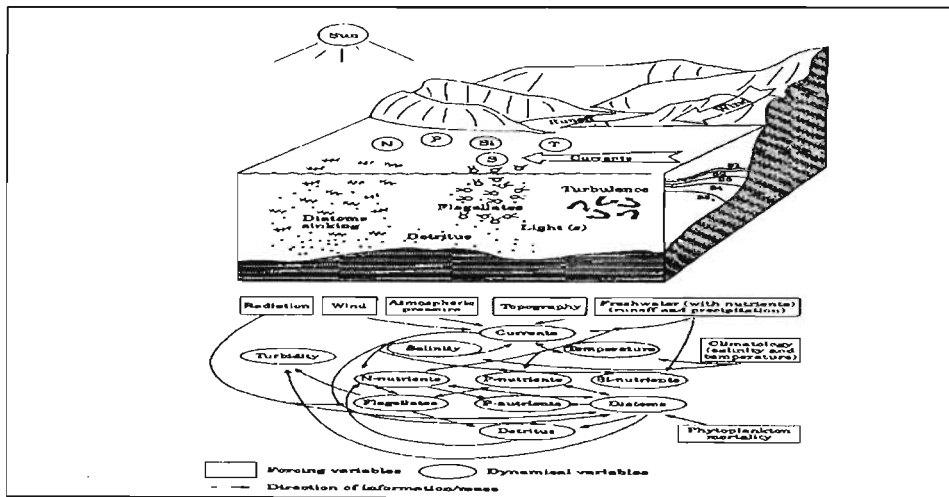
The ecological model ECOSMO is applied for Nha Trang-Nha Phu waters. The model is a reciprocal integrated system of water masses, nutrients and biomass, including 2 modules. The physical module of ECOSMO is based on the nonlinear primitive equation model HAMSON implemented with a horizontal resolution of 250 meters. The biological module of ECOSMO is based on lower trophic level interactions between two phytoplankton and two zooplankton groups. The dynamics of two phytoplankton groups are governed by the availability of the nutrients: nitrogen, phosphate, silicate as well as the light. The productions of two different zooplankton components are modelled based on the consumption of the two phytoplankton groups and detritus. The biological module is coupled to a nonlinear 3D baroclinic model. The both modules are driven by surface forcing at temporal level of 6h using reanalysis data of atmosphere. The model was integrated for two years (2008 and 2009) and those modeled data were also used to study the temporal and spatial characteristics of nutrients, phytoplankton and zooplankton biomasses as well as their production in Nha Trang-Nha Phu water.

1. Giới thiệu

Mô hình hóa các quá trình trong hệ sinh thái biển, nhất là ở vùng thềm lục địa đang được phát triển mạnh mẽ, đặc biệt là tại các quốc gia châu Âu, Mỹ. Một trong những khu vực tiêu biểu được nghiên cứu nhiều nhất là thềm lục địa biển Bắc và biển Bantic, với khá nhiều mô hình sinh thái tiên tiến được phát triển: COHERENS, DCM-NZB, DYMONNS, ECOHAM, ELISE, ERSEM, FYFY, GHER, ECOHAM, NORWECOM, POLCOMS-ERSEM [8]. Trong khuôn khổ hợp tác Việt Nam-Na Uy, tại vùng vịnh bờ Khánh Hòa, mô hình ECOHAM cũng đã được ứng dụng có một số kết quả nhất định. Tuy nhiên, do mô hình được thực hiện ở cỡ không gian trung bình nên còn một số hạn chế như: xác định ảnh hưởng của các nguồn dinh dưỡng từng khu vực, đặc biệt là ảnh hưởng nuôi trồng thủy sản đến hệ thống. Do vậy, trong thời gian 2007-2011, mô hình ECOSMO được đưa vào nghiên cứu ứng dụng với độ phân giải không gian tốt hơn để khắc phục những hạn chế của mô hình ECOHAM. Bài viết này trình bày những nét cơ bản về mô hình và kết quả ứng dụng cho vực nước Nha Trang-Nha Phu.

2. Miêu tả mô hình

Mô hình ECOSMO được phát triển trên cơ sở tích hợp 2 mô hình: mô hình vật lý và mô hình sinh thái, thể hiện qua tương tác giữa 3 thành phần chính là: khối nước, dinh dưỡng và sinh vật như trên hình 1.



Hình 1: Mô phỏng mô hình ECOSMO

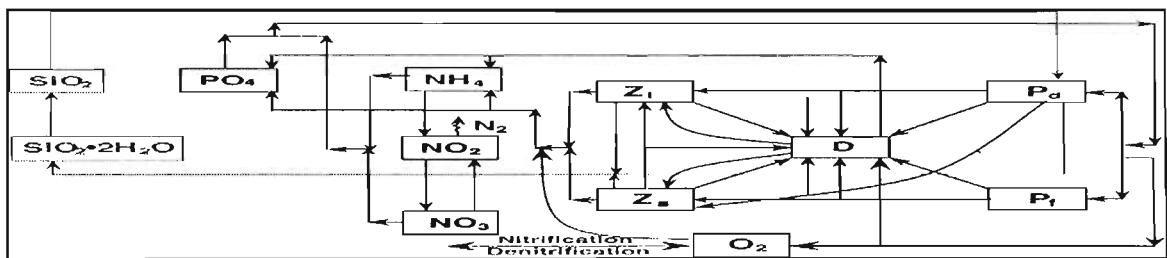
2.1. Khối vật lý

Thành phần thủy động lực của mô hình dựa vào phương trình nguyên thủy phi tuyến từ mô hình HAMSOM - mô hình đã được phát triển và ứng dụng thành công ở nhiều vùng thềm lục địa. Đó là một mô hình ba chiều, bất đẳng áp, dạng mức, được giải theo phương pháp sai phân hữu hạn bán ẩn trên lưới Arakawa C [1]. Các thuật toán ẩn được áp dụng cho các sóng trọng lực bên ngoài, các ứng suất trượt và khuếch tán thẳng đứng của nhiệt độ và độ mặn. Một xấp xỉ bậc hai bên trong miền thời gian cũng được đưa vào cho lực Coriolis và các gradient áp suất bất đẳng áp dưới dạng phương trình chuyển động. Chất lỏng không nén được và cân bằng thủy tĩnh được giả định cho trường áp suất, kết hợp phép xấp xỉ Boussinesq. Quá trình trao đổi rối quy mô cận lưới theo phương thẳng đứng được tham số hóa bởi một tiếp cận khép kín rối và sau đó được hiệu chỉnh [7]. Sơ đồ có mối liên hệ gần với mô hình hai mức của Mellor và Yamada (1974) [4], trong đó hệ số nhớt rối thẳng đứng phụ thuộc vào sự phân tầng và dịch chuyển dòng theo phương thẳng đứng. Sự đảo đổi lưu được tham số hóa bởi đặc tính pha trộn thẳng đứng. Khuếch tán nằm ngang của động lượng được sử dụng tính bằng một hằng số. Mô hình hoàn lưu bao gồm thuật toán vận chuyển Eulerian cho nhiệt độ và độ mặn,

dựa trên phương trình bình lưu-khuếch tán trong một sơ đồ ngược dòng. Thêm vào đó, một tiếp cận Lagrange được sử dụng trong tính toán vận chuyển. Các hệ số khuếch tán rối thẳng đứng được tính toán theo cách tương tự như các hệ số nhớt rối thẳng đứng. Khuếch tán rối nằm ngang được bỏ qua nhằm ngăn chặn khuếch tán số trị từ sơ đồ bình lưu. Mực nước biển và các thuộc tính khối nước được mô tả tại biên mở của mô hình. Ảnh hưởng của khí áp nghịch đảo cũng được đưa vào trong đánh giá. Tại bề mặt biển và tại đáy biển, áp dụng các điều kiện biên động học và định luật ứng suất bình phương tương ứng. Nhiệt độ không khí, độ ẩm tương đối, mức độ mây che phủ và tốc độ gió xác định thông lượng nhiệt giữa biên mở và khí quyển. Các giá trị này đưa vào công thức khối mô tả sóng dài, bức xạ chung và các thông lượng cảm nhiệt và ẩn nhiệt. Mô tả chi tiết mô hình và ứng dụng nó được thể hiện đầy đủ trong rất nhiều nghiên cứu của: Backhaus & Hainbucher (1987) [5], Pohlmann (1996) [6], Stronach et al. (1993) [9], Schrum (1997) [8],...

2.2. Khối hệ sinh thái

Mô hình có 3 chu trình dinh dưỡng (ni tơ, photpho và si lic), bao gồm các yếu tố dinh dưỡng chủ yếu giới hạn NSSC của TVN trong vùng thềm lục địa. Các chất dinh dưỡng trong các hộp của hệ thống gồm: ni trát, ni trít, a môn, photphat và si li cát. Dựa vào nguồn dinh dưỡng sẵn có và ánh sáng, ECOSMO mô phỏng các chức năng của hai nhóm TVN chủ yếu: tảo si lic (Diatom) và tảo roi (Flagellates) dựa vào những đặc trưng sinh lý riêng của chúng. Sự “tàn lụi” của 2 nhóm ĐVN (cỡ nhỏ (0,5-1,0mm); cỡ lớn (1,0mm-1,0cm)) cũng được định lượng bằng mô hình chức năng dựa vào đặc điểm dinh dưỡng riêng của chúng. Các biến trạng thái khác trong mô hình là: ni trít (NO_2), chất vụn (D), chất khoáng (Opal) và oxy (O_2). Dòng dinh dưỡng và sinh khối trong mô hình được tính toán dựa vào hệ số Redfield [7], (hình 2).



Hình 2: Tương quan giữa các bộ phận khối sinh thái của ECOSMO [8]

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Thiết lập mô hình cho vực nước Nha Trang-Nha Phu

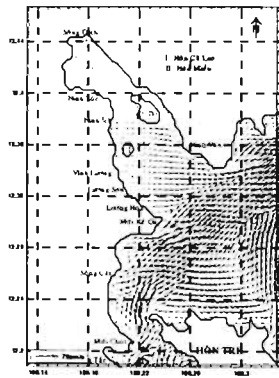
Dữ liệu biên khí thực được sử dụng như lực bên ngoài, gồm: nhiệt độ không khí, độ ẩm tương đối, tốc độ và hướng gió được sử dụng làm các biến lực để thúc đẩy mô hình. Ngoài ra, mô hình còn sử dụng cơ sở dữ liệu NCEP (2008 - 2009) với 6h (obs) 6h, gồm các trường như: vận tốc gió, nhiệt độ không khí, độ ẩm tương đối, lượng mây che phủ, lượng mưa, thông lượng bức xạ sóng dài, thông lượng bức xạ sóng ngắn. Các biên mở có 115 điểm tính, trong đó phía nam có 26 điểm, phía đông có 89 điểm. Độ cao bề mặt biển được lấy từ mô hình dự báo FEM, có hiệu chỉnh lại tại trạm đo thủy triều Cầu Đá (Nha Trang) [2]. Độ cao do ảnh hưởng của dị thường được tính từ các trường nhiệt-muối theo nguồn số liệu giai đoạn: 1919-2002 (<http://pacificinfo.ru/>) và 1 số dự án mà Viện thực hiện. Số liệu dinh dưỡng, sinh học lấy từ các dự án: Việt-Đức, NUFU,... ; lưu lượng nước và nguồn vật chất từ sông (sông Cái, sông Tắc, Sông Dinh) Trường độ sâu được cập nhật từ cơ sở dữ liệu NOAA, với độ phân giải 1 phút, sau đó được hiệu chỉnh lại từ dữ liệu dự án Việt-Đức, theo các mặt cắt $\Delta x = \Delta y = 100\text{m}$,

mốc chuẩn theo WGS 84. Nguồn số liệu khảo sát từ dự án NUFU được tính trung bình tháng để làm dữ liệu đầu vào. Mô hình được thiết lập cho vùng Nha Trang-Nha Phu với trục Ox từ Bắc tới Nam (từ $12^{\circ}10.7'N$ đến $12^{\circ}28.0'N$ với 135 điểm tính), trục Oy từ Tây sang Đông (từ $109^{\circ}08'E$ đến $109^{\circ}20.2'E$ với 102 điểm tính); bước lưới không gian theo tọa độ Đề-các ($\Delta x = \Delta y = 250m$); theo phương thẳng đứng với 12 lớp: $[0, 1m]$; $[1m, 2m]$; $[2m, 4m]$; $[4m, 7m]$; $[7m, 10m]$; $[10m, 15m]$; $[15m, 20m]$; $[20m, 25m]$; $[25m, 30m]$; $[30m, 35m]$; $[35m, 40m]$; $[40m, 50m]$; độ phân giải theo thời gian là $\Delta t = 50s$.

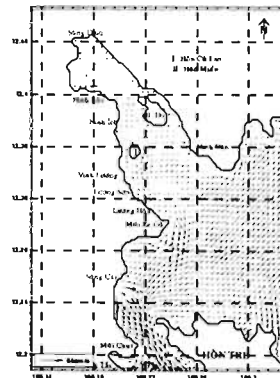
3.2. Kết quả tính toán và thảo luận

3.2.1. Đặc trưng dòng chảy

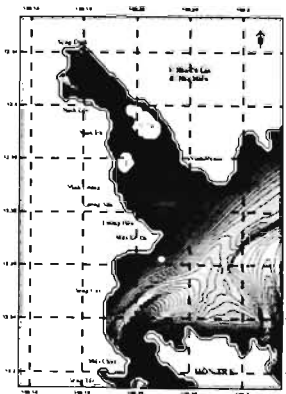
Kết quả nghiên cứu cho thấy, dòng chảy tầng mặt tính từ mô hình phù hợp với kết quả thực tế và phản ánh rõ ảnh hưởng không gian và thời gian đến chế độ dòng chảy vực nước (hình 3a, 3b). Trong mùa gió Tây Nam (tháng 7), dòng chảy tầng mặt có xu hướng lên phía Đông-Bắc do ảnh hưởng chủ đạo của gió mùa, trong khi đó ảnh hưởng của dòng lục địa (nước sông) không thể hiện rõ (vì đây là thời kỳ trung tâm mùa khô). Ngược lại, trong thời kỳ gió mùa Đông-Bắc (tháng 11) và cũng là thời gian đỉnh mưa nên dòng chảy tầng mặt ở đây có hướng ngược lại. Dòng lục địa trong thời kỳ này có ảnh hưởng đáng kể đến bức tranh dòng chảy.



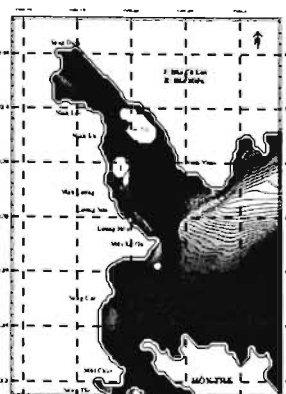
Hình 3a: Dòng chảy tầng mặt (cm/s), tháng 7



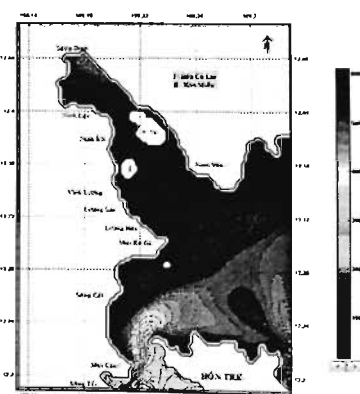
Hình 3b: Dòng chảy tầng mặt (cm/s), tháng 11



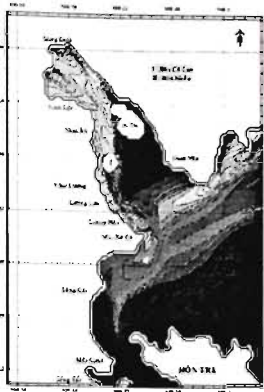
H. 3a: Phân bố NSSC tầng mặt, tháng 7 (mgC/m^3 , ngày)



H. 3b: Phân bố NSSC, tầng mặt, tháng 11 (mgC/m^3 , ngày)



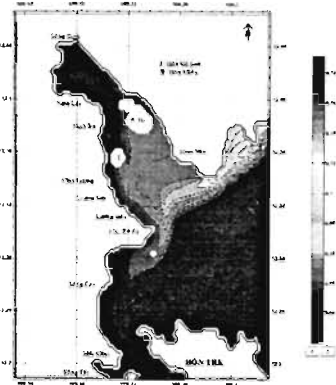
H. 4a: Phân bố sinh khối thực vật nổi, tháng 7 ($\mu gC/m^3$)



H. 4b: Phân bố sinh khối TVN, tháng 11 ($\mu\text{gC}/\text{m}^3$)



H. 5a: Phân bố sinh khối ĐVN, tháng 7 (mgC/m^3)



H. 5b: Phân bố sinh khối ĐVN, tháng 11 (mgC/m^3)

3.2.2. Năng suất sơ cấp và sinh khối sinh vật nổi

Phân bố NSSC và sinh khối TVN thể hiện sự khác nhau rõ rệt theo không gian và thời gian. Dao động của kết quả mô hình tương đối phù hợp với dao động của kết quả khảo sát. Trong tháng 7, NSSC và sinh khối TVN ở tầng mặt tập trung cao ở khu vực Tây Nam do có nguồn dinh dưỡng dồi dào được cung cấp từ khu vực của Bé và Tây Nam Hòn Tre. Ngoài ra, do ảnh hưởng của dòng chảy thời kỳ này cũng như ảnh hưởng của tâm nước trời ngoài khơi Khánh Hòa đã hình thành vùng có NSSC cao kéo dài từ ven bờ Cửa Bé đến ngoài khơi vịnh Bình Cang (hình 3a, 4a). Trong khi đó, trong tháng 11, do ảnh hưởng đáng kể của nguồn dinh dưỡng từ lục địa trong mùa mưa nên khu vực cửa sông và dọc bờ có NSSC và sinh khối cao. Thời kỳ này, do ảnh hưởng dòng chảy, tâm NSSC cao ở Cửa Bé và Tây-Nam Hòn Tre đã dịch chuyển về phía Nam (ra ngoài hệ thống). Ở ngoài khơi phía Đông-Bắc vịnh Bình Cang, cũng do ảnh hưởng của dòng chảy trong thời kỳ gió mùa Đông Bắc mà dinh dưỡng từ khu vực Hòn Khói-Mỹ Giang sẽ làm gia tăng NSSC ở đây (hình 3b, 4b). Phân bố sinh khối ĐVN cũng có xu thế tương tự như TVN, các khu vực và thời kỳ có NSSC và sinh khối TVN cao cũng đều kéo theo sinh khối ĐVN cao (hình 5a, 5b).

4. Kết luận

Mô hình ECOSMO đã mô phỏng được đặc trưng biến thiên không gian, thời gian của các thành phần trong hệ sinh thái vực nước Nha Trang-Nha Phu. Biến động sinh vật nổi theo các chế độ thủy động lực của vực nước đã được thể hiện, biến thiên không gian, thời gian của môi trường thức ăn quan trọng cho ấu trùng cá và thủy sinh ăn sinh vật nổi trong khu vực nghiên cứu được phát hiện. Biến thiên của sinh vật phù du phụ thuộc rõ ràng vào vị trí địa hình (giữa vùng ven bờ, cửa sông với khu vực ngoài khơi) và vào chế độ gió mùa và thủy văn (mùa gió Đông-Bắc và mùa gió Tây Nam, giữa mùa mưa và mùa khô).

5. Lời cảm ơn

Tập thể tác giả xin chân thành cảm ơn chủ nhiệm các dự án NUFU, Việt-Đức, Việt-Nga; đồng nghiệp ở Viện Hải dương học vì những đóng góp quý giá để hoàn thành bài báo này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Arakawa, A., Lamb, V.R., 1977. "Computational design of the basic dynamical processes of the UCLA general circulation model". Methods Comput. Phys, 1977. 17: p. 174-264.
2. Bùi Hồng Long, Trần Văn Chung, 2009. "Nghiên cứu chế độ dòng dư tại vùng biển

- Nam-Trung Bộ Việt Nam*". Tạp chí Khoa Học và Công Nghệ biển, 9 (4), tr: 5-24.
3. Đài khí tượng thủy văn khu vực Nam Trung Bộ, 2004. "*Đặc điểm khí hậu và thủy văn tỉnh Khánh Hòa*". Sở Khoa học và công nghệ tỉnh Khánh Hòa, 155 tr.
 4. Mellor, G.L., Yamada, T., 1974. "*A hierarchy of turbulence closure models for planetary boundary layers*". J. Atmos. Sci., 1974. 31: p. 1791-1806
 5. Moll, A., Radach, G., 1998. "*Advective contributions to the heat balance of the German bight (LV Elbel) and the Central North Sea (OWS Famita)*". Dtsch. Hydrogr. Z., 50, 9-31
 6. Pohlmann, T., 1996. "*Calculating the annual cycle of the vertical eddy viscosity in the North Sea with a three-dimensional baroclinic shelf sea circulation model*". Continental Shelf Research, 16(2), 147-161.
 7. Redfield, A.C., 1934. "*On the Proportions of Organic Derivations in Sea Water and their Relation to the Composition of Plankton*". James Johnston Memorial Vol. Liverpool, 176-192
 8. Schrum, C., I. Alekseeva, and M. St. John, 2006. "*Development of a coupled physical-biological ecosystem model ECOSMO: Part I: Model description and validation for the North Sea*". Journal of Marine Systems, 61(1-2), 79-99.
 9. Stronach, J.A., Backhaus, J., Murty, T.S., 1993. "*An update on the numerical simulation of oceanographic processes in the waters between Vancouver Island and the mainland: the GF8 model*". Oceanography and Marine Biology. An Annual Review 31, 1-86.