

Xác định cấu trúc nhiệt độ Vịnh Bắc Bộ

Hà Thanh Hương*

*Khoa Khí tượng Thủy văn và Hải dương học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên,
ĐHQGHN, 334 Nguyễn Trãi, Hà Nội, Việt Nam*

Nhận ngày 08 tháng 8 năm 2016

Chỉnh sửa ngày 26 tháng 8 năm 2016; Chấp nhận đăng ngày 16 tháng 12 năm 2016

Tóm tắt: Vịnh Bắc Bộ là khu vực có cấu trúc nhiệt độ phức tạp do vùng này chịu các tác động của các sông, sự phân hóa trường gió và chế độ nhiệt trên mặt biển thay đổi lớn. Trong thời gian qua chúng tôi đã ứng dụng phương pháp bình phương tối thiểu có trọng số (LOWESS) xây dựng mặt cong trơn thể hiện sự phân hóa cấu trúc nhiệt độ theo trường bề mặt và theo độ sâu áp dụng cho khu vực Vịnh Bắc Bộ nhằm xác định cấu trúc nhiệt độ gần đúng nhất làm trường ban đầu cho các mô hình nghiên cứu các trường thủy văn biển trên khu vực nghiên cứu. Trong bài báo này áp dụng phương pháp xây dựng mặt cong trơn biến thiên của nhiệt độ theo độ sâu thông qua sử dụng các số liệu khảo sát đo đạc thu thập để xác định cấu trúc 3 chiều nhiệt độ khu vực Vịnh Bắc Bộ.

Từ khóa: Vịnh Bắc Bộ, cấu trúc nhiệt độ.

1. Đặt vấn đề

Xác định cấu trúc nhiệt độ đáng tin cậy làm đầu vào cho các mô hình đã và đang được các nhà khoa học quan tâm [1] bởi tính ứng dụng thiết thực của trường này trong các ngành công nghiệp biển.

Vịnh Bắc Bộ là khu vực phát triển kinh tế du lịch chiến lược của nước ta, vì vậy việc xác định cấu trúc nhiệt độ Vịnh có ý nghĩa vô cùng quan trọng để giải các bài toán hoàn lưu, sinh thái môi trường trong bối cảnh phát triển kinh tế - xã hội hiện nay khi mà các hoạt động kinh tế của con người gây ảnh hưởng nghiêm trọng cho vùng Vịnh này [2].

Áp dụng phương pháp bình phương tối thiểu có trọng số (LOWESS) xác định cấu trúc 3 chiều của nhiệt độ từ trường nhiệt bề mặt và

theo độ sâu nhằm phục vụ các mô hình nghiên cứu biển.

2. Cơ sở dữ liệu và phương pháp xây dựng cấu trúc nhiệt muối theo độ sâu

2.1. Cơ sở dữ liệu

- Trường số liệu đồng hóa từ ảnh viễn thám nhiệt độ nước mặt biển (SST) cập nhật theo hệ thống MODAS của phòng Nghiên cứu Hải quân Hoa kỳ (NRC).

- Các phân bố nhiệt độ, độ muối theo phương thẳng đứng được căn cứ theo các số liệu trong bộ Atlas đại dương thế giới (WOA2001, WOA 2005, WOA 2009).

- Các số liệu đo đạc khảo sát của các đề tài được lưu trữ tại Viện nghiên cứu Hải sản, số liệu của dự án hợp tác Việt- Xô, Việt -Trung

* ĐT.: 84-912726027

Email: huonghat@yahoo.com

Đặc điểm các số liệu đo đạc khảo sát theo độ sâu:

- Số liệu CTD:

+ Đo đạc tại các trạm không liên tục và không đồng bộ được cập nhật từ tháng 1/2006 đến tháng 5/2013.

+ Các trạm đo khá dày ở phía bờ Tây Vịnh.

- Số liệu các chuyến khảo sát của dự án Việt – Xô, Việt -Trung ít nhưng có giá trị cao vì nằm ở phần bờ Đông Vịnh.
- Số liệu WOA có rất ít tập trung chủ yếu ở vùng cửa Vịnh.

2.2. Phương pháp LOWESS xây dựng cấu trúc nhiệt độ theo độ sâu

Tác giả đã xây dựng mặt cong phân bố nhiệt độ theo độ sâu và theo nhiệt độ bề mặt bằng phương pháp bình phương tối thiểu có trọng số địa phương (LOWESS) từ đó xác định cấu trúc 3 chiều của nhiệt độ. Việc xây dựng mặt cong nhiệt độ cho khu vực Vịnh Bắc Bộ này là khả thi bởi [3]:

- Tận dụng được triệt để vị trí các điểm đo (thể hiện được sự phân hóa nhiệt độ theo phương ngang) do sự không đồng bộ cả về không gian và thời gian của dữ liệu.

- Tận dụng nguồn số liệu đồng hóa từ ảnh viễn thám để xây dựng trường 3D nhiệt độ theo độ sâu.

- Mô phỏng tương đối những khu vực ít số liệu.

Phương pháp LOWESS

Phương pháp LOWESS (locally weighted scatter plot smooth) là một phương pháp hồi quy tuyến tính có trọng số địa phương dùng để xấp xỉ tập dữ liệu rời rạc bằng mặt trơn.

Trong phương pháp này để xác định giá trị xấp xỉ của hàm số tại 1 điểm x ta sẽ dùng 1 lân cận các điểm quanh x với số lượng cố định và gán cho mỗi điểm một trọng số, trọng số này sẽ giảm dần khi các điểm càng cách xa x . Sau đó áp dụng phương pháp bình phương tối thiểu có trọng số để tìm giá trị xấp xỉ tại x . Quá trình

này được lặp lại cho mỗi điểm x thuộc tập dữ liệu.

Các bước thực hiện: Giả sử tập dữ liệu gồm n giá trị đo đạc z_{ij} tại các điểm trong mặt phẳng $p_{ij} = (x_{ij}, y_{ij})$. Ta cần xây dựng hàm $z = f(x, y)$ xấp xỉ cho tập điểm trên.

Cố định một giá trị q và quanh mỗi điểm $p_{ij} = (x_{ij}, y_{ij})$ ta sẽ chọn 1 lân cận gồm $2 \left\lceil \frac{qn}{2} \right\rceil$ điểm dung để xấp xỉ giá trị của hàm.

Giá trị q càng lớn thì hàm nhận được càng trơn, nhưng khả năng mô tả chính xác tập dữ liệu sẽ giảm đi.

1. Gọi d_{ij} là khoảng cách từ điểm xa nhất trong lân cận đến điểm p_{ij} đang xét. Khi đó trọng số w_{kl} của điểm p_{kl} trong lân cận được xác định như sau:

$$w_{kl} = T \left(\frac{|p_{ij} - p_{kl}|}{d_{ij}} \right) \quad (1)$$

trong đó:

$$|p_{ij} - p_{kl}| = \sqrt{(x_{ij} - x_{kl})^2 + (y_{ij} - y_{kl})^2} \quad (2)$$

và hàm trọng T xác định bởi:

$$T(u) = \begin{cases} (1 - |u|^3)^3 & \text{khí } |u| < 1 \\ 0 & \text{khí } |u| \geq 1 \end{cases} \quad (3)$$

Như vậy trọng số của điểm p_{ij} đang xét được gán bằng 1, còn trọng số của các điểm p_{kl} trong lân cận của nó sẽ giảm dần cho đến những điểm cách xa p_{ij} nhất sẽ có trọng số bằng 0.

2. Để tính giá trị xấp xỉ $f(x_{ij}, y_{ij})$ ta sẽ dùng phương pháp bình phương tối thiểu có trọng số. Ta đặt

$$a_{estimate} = \frac{\sum_{k,l} w_{kl}^2 (x_{kl} - \bar{x})(z_{kl} - \bar{z})}{\sum_{k,l} w_{kl}^2 (x_{kl} - \bar{x})^2}$$

$$b_{estimate} = \frac{\sum_{k,l} w_{kl}^2 (y_{kl} - \bar{y})(z_{kl} - \bar{z})}{\sum_{k,l} w_{kl}^2 (y_{kl} - \bar{y})^2} \quad (4)$$

$$\text{và } c_{estimate} = \bar{z} - a_{estimate} \bar{x} - b_{estimate} \bar{y}.$$

Trong đó \bar{x} , \bar{y} , \bar{z} là các trung bình theo trọng số:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{k,l} w_{kl} x_{kl}}{\sum_{k,l} w_{kl}}, \quad \bar{y} = \frac{\sum_{k,l} w_{kl} y_{kl}}{\sum_{k,l} w_{kl}}, \quad \bar{z} = \frac{\sum_{k,l} w_{kl} z_{kl}}{\sum_{k,l} w_{kl}} \quad (5)$$

Ta nhận được giá trị xấp xỉ tại p_{ij} :

$$f(x_{ij}, y_{ij}) = a_{estimate} x_{ij} + b_{estimate} y_{ij} + c_{estimate} \quad (6)$$

3. Các kết quả ứng dụng phương pháp LOWESS xây dựng mặt cong nhiệt độ và cấu trúc 3 chiều nhiệt độ theo độ sâu

Trên cơ sở lý thuyết của phương pháp LOWESS ta tiến hành xác định mặt nhiệt độ bằng việc xác định các giá trị $z = f(x, y)$ trong đó z là biến nhiệt độ, x là biến nhiệt độ bề mặt được lấy từ dữ liệu nhiệt độ bề mặt được đồng hóa bằng ảnh vệ tinh của cơ sở dữ liệu MODAS, y là biến theo độ sâu, hàm f được xác định từ cơ sở dữ liệu đo đạc thu thập được. Sử dụng tham số q để hiệu chỉnh.

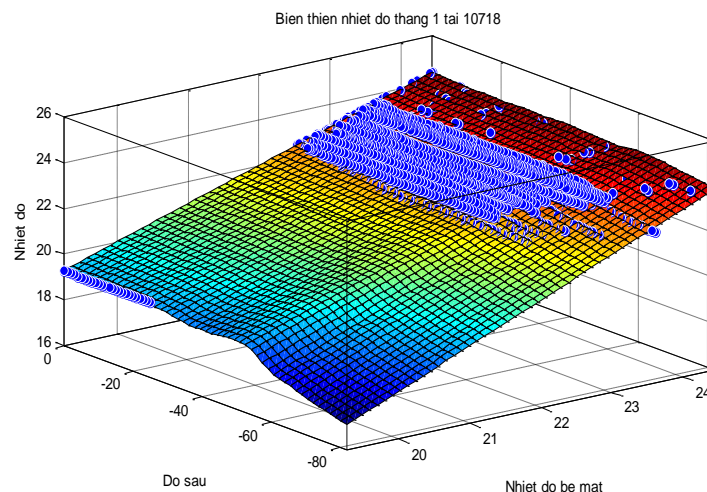
Toàn bộ chương trình tính toán được viết trên phần mềm Matlab đã được thực hiện:

- Xây dựng mặt cong nhiệt độ biến đổi theo độ sâu và theo nhiệt độ bề mặt.

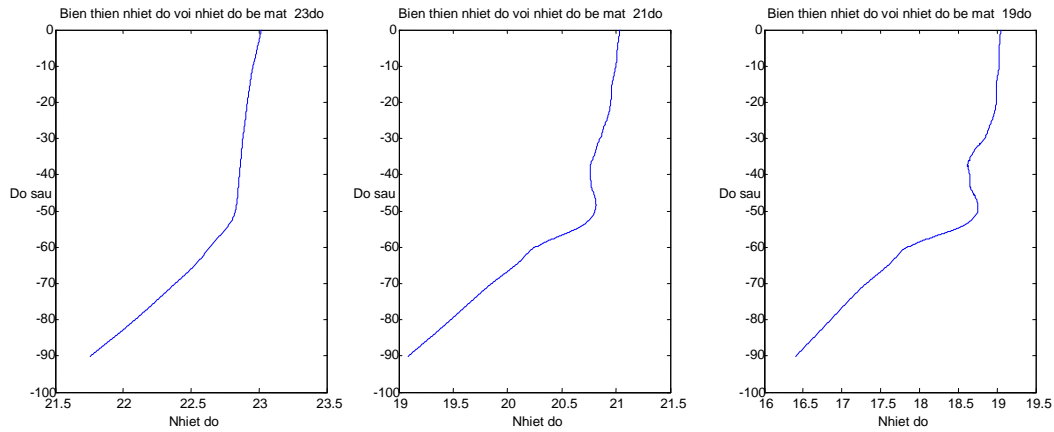
- Với mỗi giá trị kinh độ vĩ độ và nhiệt độ bề mặt ta có thể đưa ra được 1 profile theo độ sâu tương ứng nằm trên mặt cong tại lát cắt là giá trị bề mặt.

Hình 1 và 3 cho ta mặt cong biến thiên của nhiệt độ theo độ sâu và theo sự phân hóa của nhiệt độ bề mặt tại vùng giới hạn bởi 107-108°E và 18-19°N (khu vực giữa Vịnh Bắc Bộ) tháng 1 và tháng 7 trong nhiều năm, các điểm sáng trên hình thể hiện các giá trị đo đạc, khảo sát theo độ sâu tại khu vực này. Có thể thấy rằng các chuỗi nhiệt độ đo đạc theo độ sâu tại khu vực giới hạn này có nhiệt độ bề mặt biến thiên từ 19.2 -24 độ ở tháng 1 và từ 28.6-31 độ trong tháng 7 nằm rải rác trong toàn vùng và được đo đạc không đồng bộ vào các ngày khác nhau trong tháng và trong nhiều năm. Mặt cong được xây dựng theo phương pháp LOWESS phân bố nhiệt độ theo độ sâu đã thể hiện rất tốt sự biến thiên này.

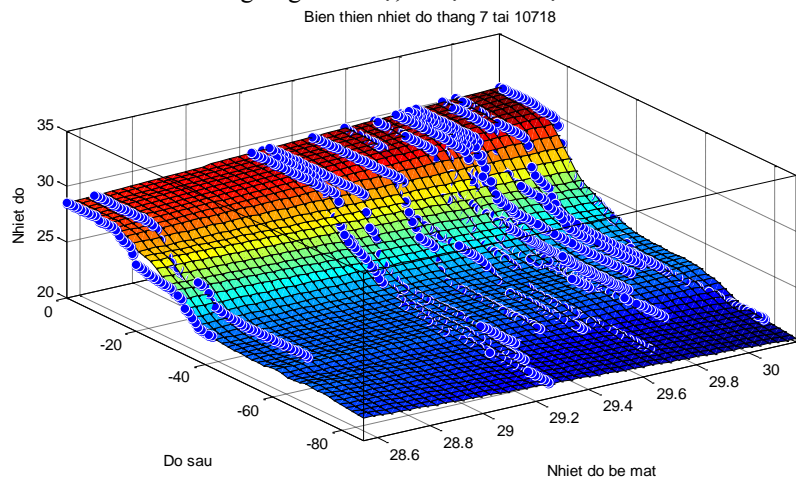
Sự phân hóa trường nhiệt độ bề mặt cho ta cấu trúc 3 chiều tương ứng của các vị trí thể hiện bởi các profile tại các vị trí có nhiệt độ bề mặt khác nhau sẽ khác nhau (hình 2, 4).



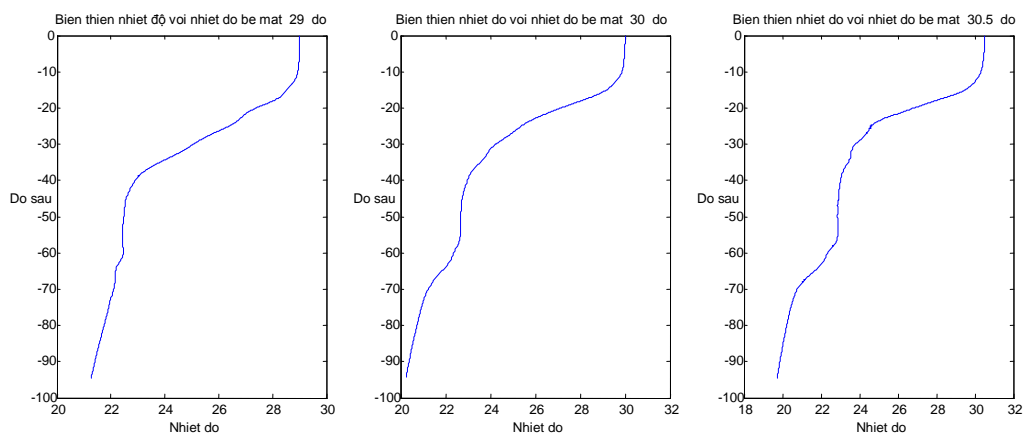
Hình 1. Mặt cong nhiệt độ tháng 1 theo độ sâu và theo biến thiên nhiệt độ tầng mặt tại khu vực 107-108°E và 18-19°N Vịnh Bắc Bộ.



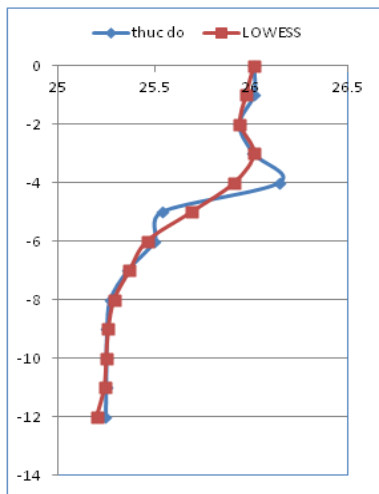
Hình 2. Profile nhiệt độ tháng 1 khu vực 107-108° E và 18-19° N theo các lát cắt với nhiệt độ bề mặt tương ứng là 23 độ, 21 độ và 19 độ.



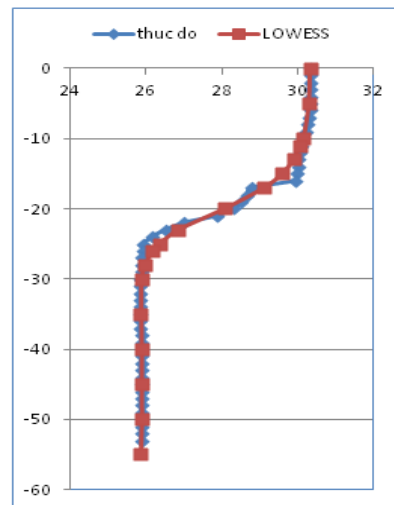
Hình 3. Mặt cong nhiệt độ tháng 7 theo độ sâu và theo biến thiên nhiệt độ tầng mặt tại khu vực 107-108°E và 18-19°N Vịnh Bắc Bộ.



Hình 4. Profile nhiệt độ tháng 7 khu vực 107-108° E và 18-19° N theo các lát cắt với nhiệt độ bề mặt tương ứng là 29, 30 và 30.5 độ.



Profile nhiệt độ tháng 5 tại 107.65° E và 20.99°N với nhiệt mặt là 26.0 độ



Profile nhiệt độ tháng 7 tại 108.5°E và 20°N với nhiệt mặt là 30.3 độ

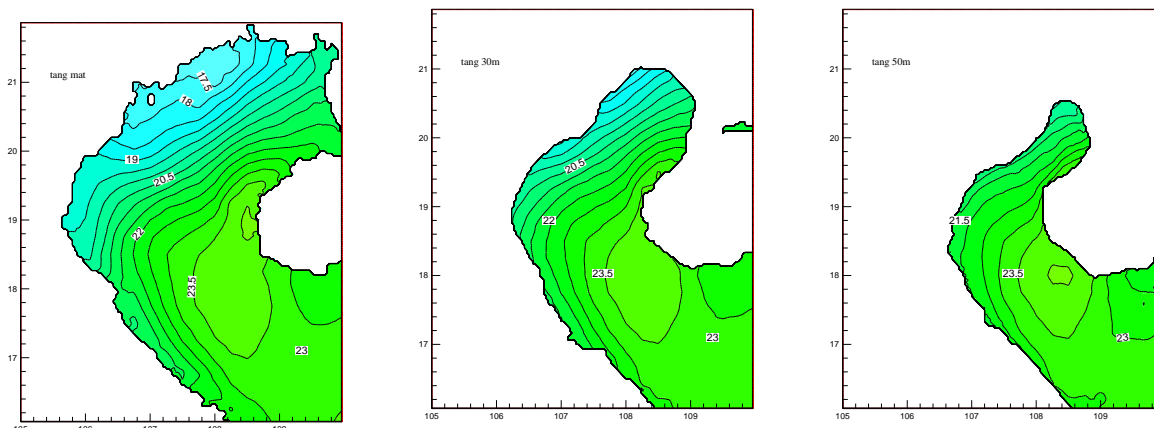
Hình 5. Kết quả so sánh giữa tính toán theo LOWESS và thực đo.

Ưu điểm của phương pháp LOWESS là thể hiện tốt phân bố theo độ sâu ở cả những vùng nước nông ven bờ và vùng nước sâu vào các tháng mùa hè và tháng chuyển tiếp (hình 5).

Như vậy, với phương pháp xây dựng mặt cong phân bố nhiệt độ theo độ sâu cho ta kết quả rất tốt, thể hiện được sự phân hóa mạnh mẽ của nhiệt độ trong khu vực Vịnh Bắc Bộ. Với phương pháp mới này chúng ta hoàn toàn có thể xây dựng một cấu trúc 3 chiều nhiệt độ, độ muối trên toàn Vịnh khi có được trường bề mặt ban đầu. Xây dựng được các trường nhiệt muối

3 chiều tin cậy phục vụ đầu vào cho mô hình 3 chiều, đã khẳng định tính hiệu quả của phương pháp xây dựng mặt cong cấu trúc nhiệt độ trong nghiên cứu biển.

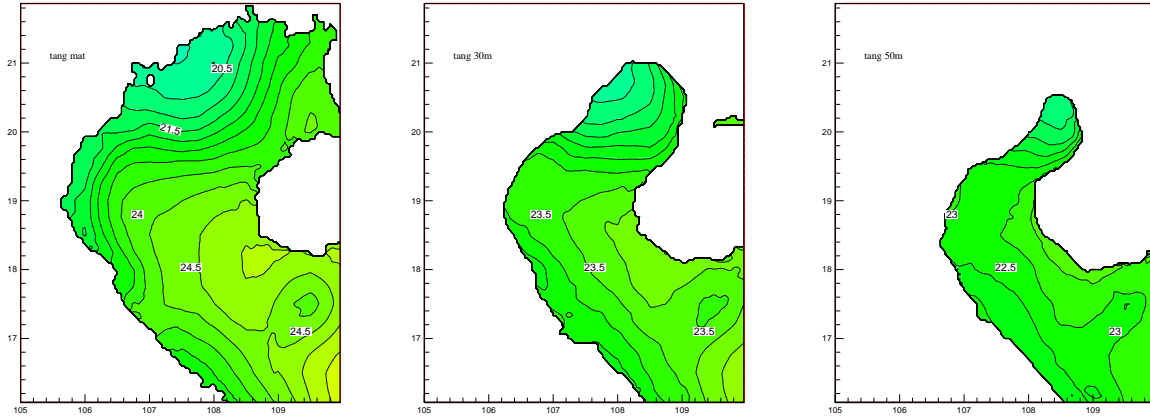
Áp dụng phương pháp LOWESS cho khu vực Vịnh Bắc Bộ ta xây dựng được các trường nhiệt độ phân bố theo độ sâu và theo các tháng cụ thể, dưới đây là các kết quả xác định cấu trúc 3 chiều của nhiệt độ theo các tháng đại diện các mùa trung bình nhiều năm.



Hình 6. Nhiệt độ trung bình tháng 1 nhiều năm tại bề mặt, tầng 30m và tầng 50m theo LOWESS.

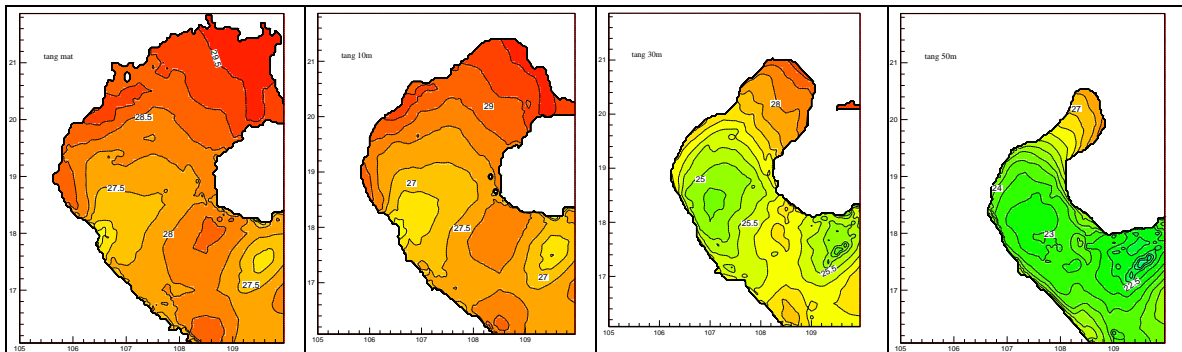
Dựa vào cấu trúc nhiệt độ ta cũng có thể thấy được xu thế độ dày của lớp đồng nhất nhiệt phát triển xuống các tầng nước khá sâu vào mùa đông (40-50m), nhiệt độ tại các tầng sâu trong

tháng 1 có sự đồng nhất theo độ sâu nhưng phân hóa mạnh theo mặt rộng và tăng dần từ bờ ra khơi.

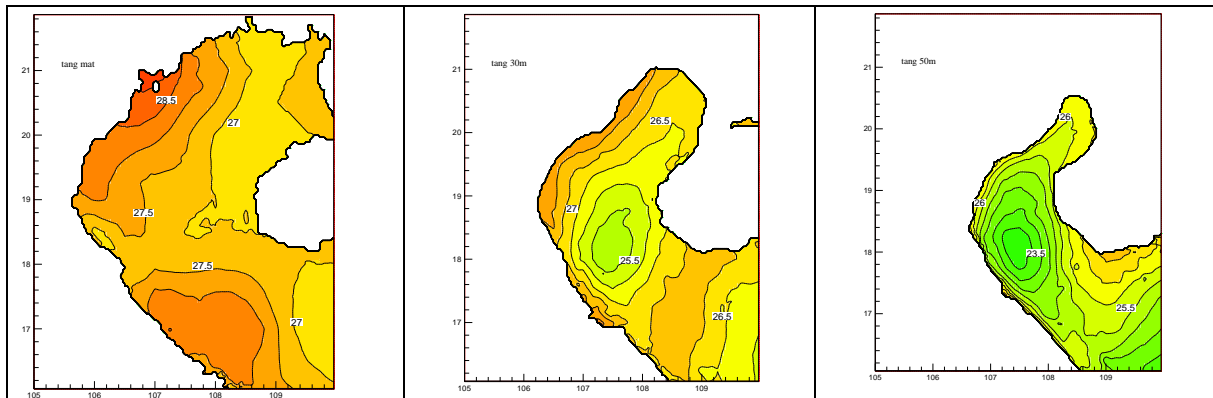


Hình 7. Nhiệt độ trung bình tháng 4 nhiều năm tại bề mặt, tầng 30m và tầng 50m theo LOWESS.

Cấu trúc nhiệt độ tháng 4 cho thấy lớp đồng nhất nhiệt đã giảm xuống nhỏ hơn 30m thấy rõ sự phân hóa nhiệt độ cả theo mặt rộng và theo độ sâu.



Hình 8. Nhiệt độ trung bình tháng 7 nhiều năm tại bề mặt, tầng 10m, tầng 30m và tầng 50m theo LOWESS.



Hình 9. Nhiệt độ trung bình tháng 9 nhiều năm tại bề mặt tầng 30m và tầng 50m theo LOWESS.

Vào mùa hè lớp đồng nhất nhiệt độ trên toàn Vịnh rất mỏng nhỏ hơn 10m, tồn tại một lưỡi nước lạnh từ cửa Vịnh lan truyền vào ở vùng nước sâu làm xuất hiện một vùng nước trôi yếu khu vực ven bờ đèo Ngang. Mùa hè cấu trúc nhiệt độ rất phức tạp và biến động rất lớn theo độ sâu tại các khu vực nước sâu trong Vịnh.

4. Kết luận

Việc kết hợp xác định cấu trúc 3 chiều nhiệt độ với phương pháp xây dựng mặt cong phân bố nhiệt độ theo độ sâu cho ta kết quả rất tốt, thể hiện được sự phân hóa mạnh của nhiệt độ trong khu vực Vịnh Bắc Bộ. Các trường nhiệt độ 3 chiều đủ tin cậy phục vụ cho các mô hình dự báo biển, đã khẳng định tính hiệu quả của

phương pháp xây dựng mặt cong cấu trúc nhiệt muối trong nghiên cứu biển.

Tài liệu tham khảo

- [1] Phạm Hoàng Lam, Hà Thanh Hương, Phạm Văn Huan, 2007, Computing vertical profile of temperature in Eastern Sea using cubic spline functions. Vietnam National University, Hanoi, Journal of Science, Earth Sciences, Volume 23, No. 2, pp. 122-125.
- [2] Đinh Văn Ưu, Báo cáo tổng kết đề tài KHCN 06-02 "Nghiên cứu cấu trúc ba chiều (3D) thủy nhiệt động lực học biển Đông và ứng dụng của chúng" năm 2000.
- [3] Hà Thanh Hương, Đinh Văn Ưu, Đinh Văn Mạnh, 2014. Ứng dụng phương pháp LOWESS trong nghiên cứu cấu trúc nhiệt muối Vịnh Bắc Bộ. Tạp chí Khí tượng Thủy văn số 647, tr. 38 – 44.

Determine the Temperature Structure of the Tonkin Gulf

Ha Thanh Huong

*Faculty of Hydro-Meteorology and Oceanography,
VNU University of Science, 334 Nguyen Trai, Hanoi, Vietnam*

Abstract: Tonkin Gulf is the area with the temperature structure complicated by the region under the impact of the river, the wind divergence and sea surface temperature regime on major changes. In recent years we have applied the least squares method of weight (LOWESS) to build curved surfaces show structural differentiation under the surface temperature with depth and apply to the Tonkin Gulf area to determine the temperature structure as the initial field approximated the original models of the hydrological study on the marine research area. In this paper applies the method to build curved surfaces of temperature variation with depth through the use of surveys and measurement data collected to determine the 3-dimensional structure temperature Gulf region.

Keywords: Tonkin Gulf, temperature structure.