

BIẾN ĐỘNG CHU KỲ TRUNG BÌNH VÀ DÀI CỦA NHIỆT ĐỘ VÀ ĐỘ MUỐI NƯỚC VÙNG KHƠI BIỂN ĐÔNG

Võ Văn Lành, Nguyễn Văn Tuấn
Viện Hải Dương Học (Nha Trang)

TÓM TẮT *Bài báo phản ánh những đặc điểm biến động chu kỳ trung bình (ngày đêm và sinóps) và dài (năm và nhiều năm) của nhiệt độ và độ muối nước vùng khơi Biển Đông trên cơ sở phân tích số liệu quan trắc. Các đặc trưng chính được xem xét ở đây là các giá trị cực trị và độ lớn dao động trung bình nhiều năm của nhiệt độ và độ muối nước biển.*

Sau đây là một số đặc điểm đáng lưu ý nhất:

- *Độ lớn biến động của các yếu tố thủy văn (nhiệt độ, độ muối và có thể cả dòng chảy) đạt giá trị lớn nhất không phải ở mặt biển, mà trong lớp đột biến nhiệt độ mùa (lớp 30-100 m).*
- *Nhiệt độ nước biển tầng mặt có xu thế tăng lên liên tục trong những thập niên gần đây (khoảng 1^oC trong giai đoạn từ 1982 đến 1999).*
- *Chu kỳ biến động nhiều năm của nhiệt độ nước biển rất khác nhau phụ thuộc vào các đặc điểm biến động khí hậu và thời tiết.*
- *Chu kỳ sinóps của các biến động thủy văn có thể đạt từ 2-3 đến 6-7 ngày đêm.*
- *Độ dày lớp hoạt động bề mặt đạt xấp xỉ 200-250m.*

THE MIDDLE AND LONG-TERM VARIATION OF WATER TEMPERATURE AND SALINITY IN THE OPEN REGION OF THE EAST SEA

Vo Van Lanh, Nguyen Van Tuan
Institute of Oceanography (Nha Trang)

ABSTRACT *The paper reflects the characteristics of middle (diurnal and synoptic) and long-term (annual and interannual) variation of water temperature and salinity in the open region of the East Sea obtained on the basis of analyzing the observation data. The considered parametres are the extremal values of water temperature and salinity and magnitudes of their variation.*

The most interesting study results are as follow:

- The magnitudes of the middle and long - term variations of hydrological elements (water temperature, salinity and also current) reach maximum values not at the sea surface, but in seasonal thermocline (30 -100m).*
- The sea surface temperature has tendency to be increased continuously in recent decades (about 1^oC during 1982-1999).*
- The periods of interannual variation of water temperature are very different depending on the specialities of the climate and weather changes.*
- The periods of synoptic hydrological variations are from 2-3 to 6-7 days.*
- The thickness of the surface active layer is about 200-250m.*

I. MỞ ĐẦU

Nhiệt độ và độ muối nước biển là hai trong số các yếu tố hải dương học quan trọng nhất quyết định các điều kiện nhiệt động lực học và sinh thái môi trường của nước biển. Những biến động dị thường của chúng có thể là nguyên nhân của những nhiễu động khí hậu và thời tiết, làm thay đổi các điều kiện động lực học và điều kiện sống của các loài sinh vật biển. Vì vậy, nghiên cứu vấn đề này, ngoài ý nghĩa xác định các đặc điểm mang tính chất chế độ, còn góp phần phục vụ giải quyết nhiều vấn đề thực tiễn khác.

Cho tới nay, vấn đề về biến động nhiệt độ và độ muối chu kỳ trung bình và dài chỉ mới được xem xét cho một số vùng biển hữu hạn ven bờ [1, 2, 3]. Vấn đề về biến động nhiều năm chỉ được xem xét cho nhiệt độ nước tầng mặt [5]. Đối với vùng khơi Biển Đông vấn đề này chưa được nghiên cứu nhiều.

Bài báo này đặt ra nhiệm vụ tiếp tục xem xét vấn đề nói trên, dựa vào các kết quả phân tích số liệu quan trắc có thể có được.

II. NGUỒN SỐ LIỆU SỬ DỤNG VÀ PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ

Để nghiên cứu biến trình ngày đêm của nhiệt độ và độ muối, đã sử dụng 2 chuỗi số liệu đo liên tục tại 2 trạm điển hình của vùng khơi Biển Đông do tàu nghiên cứu khoa học của Liên Xô thực hiện trước đây: trạm 1 ở bắc Biển Đông có tọa độ $17^{\circ}10'N$, $118^{\circ}18'E$ thực hiện ngày 18-26/9/1969 và trạm 2 ở nam Biển Đông có tọa độ $7^{\circ}04'N$, $112^{\circ}55'E$ thực hiện ngày 11-31/6/1970 (nhiệt độ đo qua 2 giờ và độ muối-qua 4 giờ một lần).

Để nghiên cứu biến động nhiệt độ và độ muối chu kỳ sinốp, đã sử dụng

các chuỗi số liệu quan trắc liên tục của Đề tài nhà nước KT 03-05 (1991-1995).

Để nghiên cứu biến động năm, đã sử dụng số liệu trung bình nhiều năm tại 3 ô vuông 1 kinh độ X 1 vĩ độ sau đây:

Ô vuông B ($19-20^{\circ}N$, $113-114^{\circ}E$) đại diện cho vùng khơi bắc Biển Đông.

Ô vuông T ($14-15^{\circ}N$, $115-116^{\circ}E$) đại diện cho vùng khơi trung Biển Đông.

Ô vuông N ($7-8^{\circ}N$, $108-109^{\circ}E$) đại diện cho vùng khơi nam Biển Đông.

Số liệu nhiệt độ trung bình tháng 7 hàng năm tại ô vuông T đã được sử dụng để xem xét biến động nhiều năm của nhiệt độ nước biển.

Số liệu trung bình nhiều năm được xác định bằng phương pháp nội suy khách quan từ toàn bộ số liệu của Biển Đông được thu thập chủ yếu từ năm 1929 đến năm 1996, hiện có trong Cơ sở dữ liệu hải dương học Biển Đông và kế cận [9].

III. CÁC KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

1. Biến động ngày đêm

Vì Biển Đông nằm trong vùng nhiệt đới, nên nhiệt độ và độ muối tầng mặt biến đổi rất ít trong chu kỳ ngày đêm, độ lớn dao động (hiệu số giữa giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất trong ngày đêm) của nhiệt độ $\Delta T = 0,40-0,60^{\circ}C$ và của độ muối $\Delta S = 0,01-0,15\%$. Nhiệt độ thường có giá trị tương đối lớn trong khoảng thời gian từ 10 giờ đến 17 giờ trong ngày, lớn nhất lúc 14 - 15 giờ phù hợp với biến trình ngày đêm của dòng bức xạ hấp thụ bởi mặt biển. Xu thế biến đổi này chỉ tồn tại trong lớp nước 20-30m sát mặt biển.

Trong lớp đột biến nhiệt độ (mật độ) từ 30 đến 100m sự biến động nhiệt độ và độ muối chịu ảnh hưởng mạnh không phải của biến trình bức xạ mặt

trời, mà của các hiện tượng động lực học đặc thù của lớp nước có gradient nhiệt độ (mật độ) lớn. Độ lớn dao động ngày đêm ở đây thường có giá trị lớn nhất. Ví dụ như, ở tầng 50m, $\Delta T = 2,20-4,20^{\circ}\text{C}$ và $\Delta S = 0,15-0,25\text{‰}$.

Tại các tầng nước từ 200m trở xuống đáy, dao động ngày đêm của nhiệt độ và độ muối nói chung không đáng kể.

2. Biến động sinốp

Như được biết, biến động sinốp của gió mùa trên Biển Đông thường có chu kỳ từ 2-3 đến 6-7 ngày đêm [4]. Chắc chắn các biến động sinốp của các yếu tố thủy văn cũng có chu kỳ tương tự với một độ lệch pha nhất định nào đó. Rất tiếc rằng, hiện nay chưa có đủ các chuỗi số liệu quan trắc để nghiên cứu các dao động sinốp của các trường thủy văn trong các mùa và các vùng khác nhau của Biển Đông. Ở đây, chỉ xin nêu lại một ví dụ rất điển hình về biến động sinốp của các trường thủy văn trong gió mùa Tây-Nam tại vùng biển nước trời mạnh Nam Trung Bộ [8]. Đó là bức tranh biến đổi nhiệt độ và độ muối theo độ sâu và thời gian tương ứng với biến đổi tốc độ gió tại trạm quan trắc liên tục gió, dòng chảy, nhiệt độ và độ muối nước biển của tàu Liên Xô "Shocalski" từ ngày 6 đến ngày 11 tháng 7 năm 1994 tại điểm có tọa độ $11^{\circ}29'\text{N}-109^{\circ}09'\text{E}$. Từ đây, dễ dàng nhận thấy rằng, chu kỳ sinốp của gió trong trường hợp này là khoảng 2,5 ngày đêm, còn của các yếu tố thủy văn (nhiệt độ và độ muối) là 3 ngày đêm (Hình 1). Một ví dụ điển hình khác là chuỗi số liệu quan trắc nhiệt độ và độ muối tại trạm NT4 từ ngày 22 đến ngày 27/7/1994 tại điểm có tọa độ $11^{\circ}37'\text{N}, 109^{\circ}09'\text{E}$. Ở đây có thể phát hiện thấy chu kỳ sinốp 4 ngày đêm của các yếu tố thủy văn [8]. Như vậy, sự

tồn tại các chu kỳ sinốp của các yếu tố thủy văn từ 2-3 đến 6-7 ngày đêm trong Biển Đông là hoàn toàn có thể. Biên độ dao động sinốp có trường hợp khá lớn, có thể xấp xỉ với biên độ dao động năm và do đó chuyển động trong dao động chu kỳ này, nhất là chuyển động thẳng đứng là khá lớn [8].

3. Biến động năm

Hình 2a trình bày các đường cong biến trình năm của nhiệt độ nước tầng mặt vùng khơi Biển Đông xây dựng trên cơ sở số liệu trung bình nhiều năm tại các ô vuông B, T và N đặc trưng cho các vùng bắc, trung và nam Biển Đông. Từ đó thấy rằng, phù hợp với biến trình dòng bức xạ mặt trời hấp thụ bởi mặt biển [7], nhiệt độ nước tầng mặt có giá trị cực tiểu vào tháng 1 và tháng 2 ở phần lớn vùng khơi Biển Đông. Ngoài ra, còn có một cực tiểu phụ vào tháng 7. Cực tiểu phụ chỉ tồn tại ở vùng nội chí tuyến, nơi mà mặt trời đi qua thiên đỉnh 2 lần trong năm. Nó thể hiện rõ nét ở vùng nam và trung Biển Đông và hầu như biến mất ở vùng cực bắc Biển Đông, từ $18^{\circ}30'\text{N}$ trở ra (đường cong B).

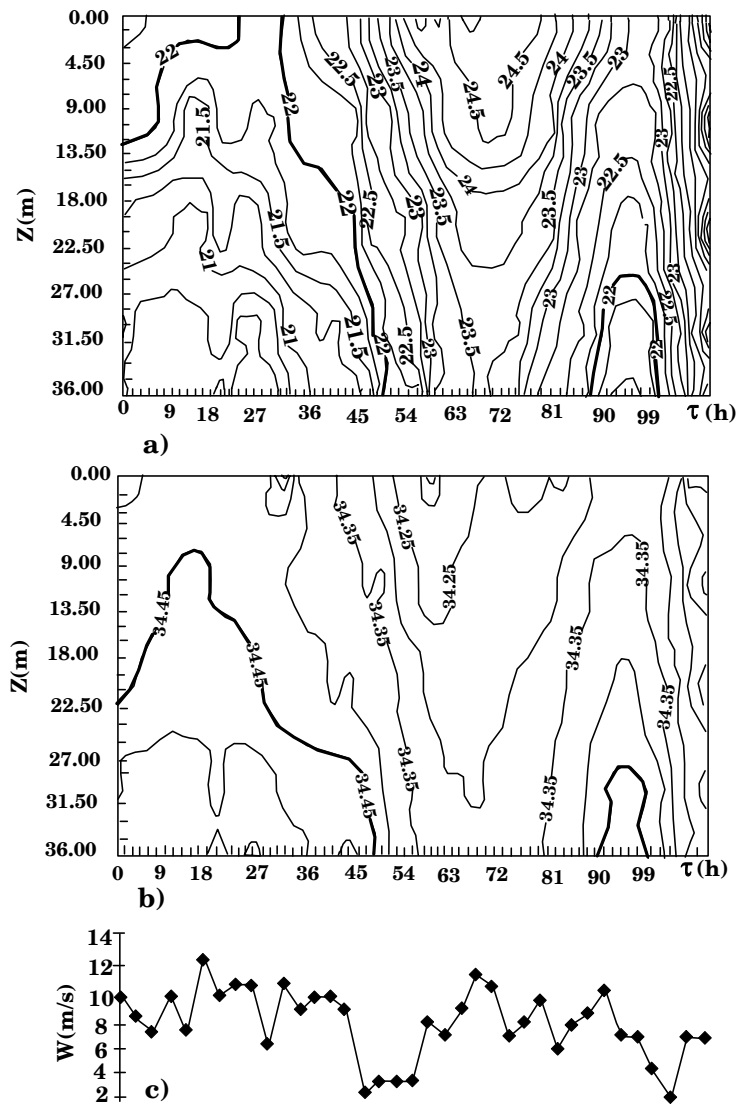
Trong vùng nội chí tuyến, biến trình năm của nhiệt độ nước tầng mặt có một cực đại chính vào tháng 5 và một cực đại phụ vào tháng 9. Cực đại chính lớn hơn cực đại phụ từ 1 đến $1,5^{\circ}\text{C}$. Càng ra phía bắc hai cực đại này càng tiến lại gần nhau và từ vĩ tuyến $18^{\circ}30'\text{N}$ trở ra chỉ còn lại một cực đại vào tháng 7-8.

Độ lớn dao động nhiệt độ năm ΔT (hiệu số giữa nhiệt độ lớn nhất và nhiệt độ nhỏ nhất trong năm) nước tầng mặt rất đáng kể ($7-8^{\circ}\text{C}$) ở vùng cực bắc Biển Đông, nhưng càng về phía nam càng giảm và chỉ bằng khoảng 2°C ở vùng cực nam. Ở bắc Biển Đông, do đặc điểm hoàn lưu nước, ΔT ở phần phía tây kể cả vịnh Bắc Bộ thường lớn

hơn ở phần phía đông. ΔT thường có giá trị lớn nhất ở tầng mặt và cực đại phụ ở lớp đột biến nhiệt độ (50-100m) (Hình 3a).

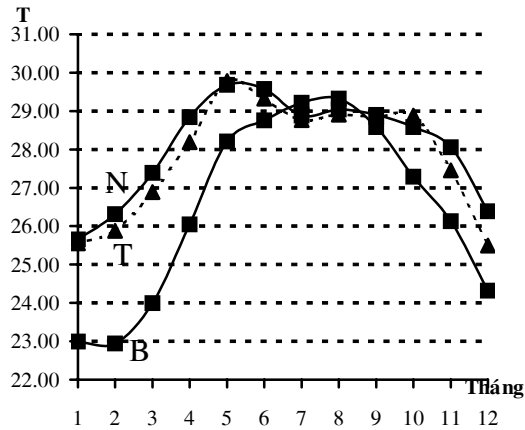
Hình 2b trình bày các đường cong biến trình năm của độ muối nước tầng mặt vùng khơi Biển Đông xây dựng trên cơ sở số liệu trung bình nhiều năm tại các ô vuông B, T và N. Nói chung, trong hầu hết các tháng trong năm, độ muối nước biển tầng mặt giảm dần từ bắc vào nam. Độ muối có giá trị lớn

trong mùa đông xuân (từ tháng 12 đến tháng 6) và nhỏ trong mùa hè thu (khoảng từ tháng 8 đến tháng 11), nhất là trong mùa thu; ở bắc Biển Đông độ muối tầng mặt mùa đông lớn hơn mùa hè do nước Thái Bình Dương xâm nhập vào Biển Đông mạnh hơn, nhưng ở một số vùng trung và nam Biển Đông độ muối mùa đông có thể bằng hoặc nhỏ hơn mùa hè do đặc điểm động lực học nước trong các mùa này.

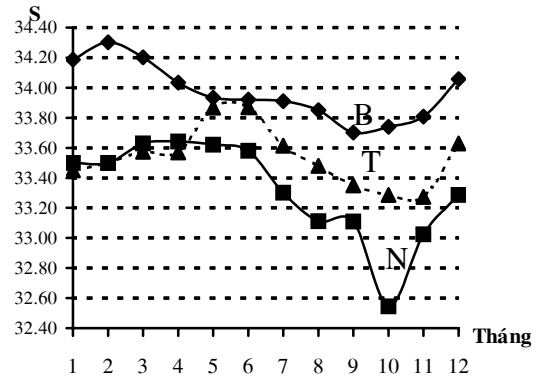


Hình 1: Biến động chu kỳ sinôp của nhiệt độ $^{\circ}\text{C}$ (a) và độ muối ‰ (b) nước biển theo độ sâu Z(m) và thời gian τ (h) ứng với biến động tốc độ gió m/s (c) tại trạm liên tục tàu Shocalski ngày 6-11/7/1994 [8]

Synoptic variation of seawater temperature $^{\circ}\text{C}$ (a) and salinity ‰ (b) with depths Z(m) and time τ (h) according to the variation of the wind m/s (c) in the mooring station of the Shocalski R/V from 6 to 11 July 1994 [8]



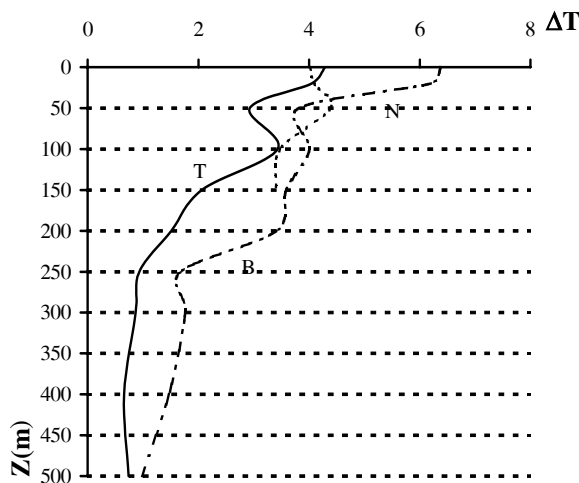
(a)



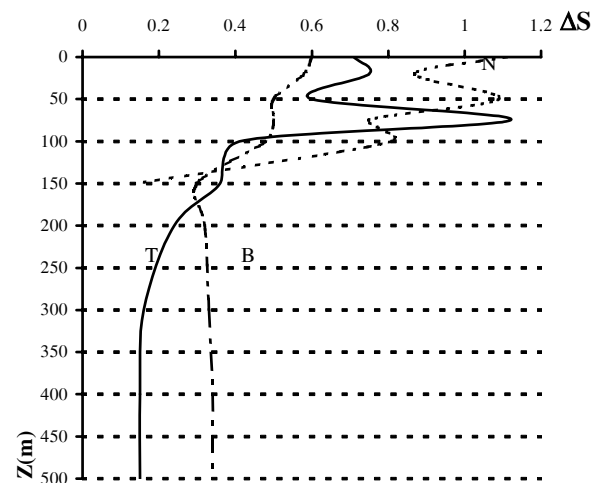
(b)

Hình 2: Biến trình năm của nhiệt độ $T(^{\circ}\text{C})$ (a) và độ muối $S(\text{‰})$ (b) tầng mặt bắc (ô B), trung (ô T) và nam (ô N) Biển Đông

Annual variation of the sea surface temperature $T(^{\circ}\text{C})$ (a) and salinity $S(\text{‰})$ (b) in the northern (Sq. B), central (Sq. T) and southern (Sq. N) parts of the East Sea



(a)



(b)

Hình 3: Độ lớn dao động nhiệt độ $\Delta T (^{\circ}\text{C})$ (a) và độ muối $\Delta S (\text{‰})$ (b) trong năm tại bắc (ô B), trung (ô T) và nam (ô N) Biển Đông

The magnitude of temperature $\Delta T (^{\circ}\text{C})$ (a) and salinity $\Delta S (\text{‰})$ (b) annual variations in the northern (Sq. B), central (Sq. T) and southern (Sq. N) parts of the East Sea

Ở bắc Biển Đông, độ muối tầng mặt lớn nhất ($>34,40\text{‰}$) thường thấy vào tháng 12-2, nhỏ nhất ($<33,74\text{‰}$) vào tháng 9-10. Ở trung Biển Đông - lớn nhất ($>33,80\text{‰}$) vào tháng 5-6, nhỏ nhất ($<33,30\text{‰}$) vào tháng 10-11. Ở nam Biển Đông - lớn nhất ($>33,60\text{‰}$)

vào tháng 3-5 và nhỏ nhất ($<33,00\text{‰}$) vào tháng 9-11 (Hình 3b).

Độ lớn dao động độ muối cũng như nhiệt độ trong năm có cực đại khá rõ trong lớp đột biến nhiệt độ (mật độ) ở các tầng từ 50 đến 100m. Nếu xem lớp hoạt động của biển là lớp bề mặt,

trong đó biên độ (hay độ lớn) dao động năm của các yếu tố hải dương, chủ yếu là nhiệt độ nước, đáng kể và được quyết định do các quá trình trao đổi nhiệt động lực học với khí quyển, thì từ hình 3 thấy rằng, lớp hoạt động bề mặt của Biển Đông có chiều dày khoảng 200-250m. Ở các lớp nước dưới đó biên độ dao động năm chỉ đạt không quá 25% so với trên mặt biển và được quyết định bởi các quá trình động lực học trong lòng nước biển.

4. Biến động nhiều năm

Số liệu quan trắc cho thấy có sự gia tăng đáng kể nhiệt độ không khí và nhiệt độ mặt biển trên phạm vi toàn cầu cũng như ở Việt Nam trong những thập niên gần đây. Trong giai đoạn từ 1975 đến 1990 (15 năm) nhiệt độ trung bình của không khí toàn cầu tăng lên $0,25^{\circ}\text{C}$, trong khi ở Việt Nam con số đó đạt tới $0,50^{\circ}\text{C}$, nghĩa là gấp đôi so với mức tăng trung bình toàn cầu [5]. Một cách tương ứng người ta cũng đã ghi nhận có sự gia tăng nhiệt độ mặt biển miền Trung Việt Nam (tại điểm có tọa độ $16^{\circ}30'\text{N}$, $110^{\circ}30'\text{E}$) lên khoảng 1°C trong giai đoạn từ năm 1982 đến năm 1999 (19 năm), đồng thời, nhiệt độ cực tiểu tăng nhanh hơn nhiệt độ cực đại, khoảng chênh lệch giữa nhiệt độ cực đại và cực tiểu giảm dần theo thời gian. Nếu trong tháng 1 năm 1982 ở nam Biển Đông không quan sát thấy vùng có nhiệt độ mặt biển lớn hơn $27,50^{\circ}\text{C}$, thì đến tháng 1 năm 1998 vùng có nhiệt độ mặt biển lớn hơn 28°C chiếm một diện tích đáng kể [5]. Điều đó chứng tỏ rằng, nhiệt độ nước tầng mặt Biển Đông trong những thập niên gần đây tăng lên đáng kể, đẩy các đới nước lạnh lùi dần về phía bắc.

Để nghiên cứu biến động nhiều năm của nhiệt độ nước biển ở các tầng sâu khác nhau, ta hãy sử dụng số liệu

nhiệt độ trung bình tháng 7 của ô vuông T ở trung tâm Biển Đông trong những năm từ 1964 đến 1994. Có thể thấy rằng, đường cong biến trình nhiều năm của nhiệt độ nước biển có dạng rất phức tạp với một số cực đại và cực tiểu xen kẽ nhau. Nhiệt độ các lớp nước tầng mặt đạt cực đại vào các năm 1966, 1970, 1974, 1980 và 1991. Thời gian có nhiệt độ nước thấp nhất là các năm 1981-1982 và có nhiệt độ nước cao nhất là các năm 1990 - 1993 (Hình 4). Như vậy, dao động nhiệt độ nước giữa các năm có dạng đường cong tuần hoàn không đều với chu kỳ dao động biến đổi từ 4 đến 11 năm, nhưng với xu thế chung là tăng dần theo thời gian, nhất là từ 1980 về sau, mặc dù, sau năm 1992 nhiệt độ nước các tầng có phần suy giảm. Xu thế này sẽ được thấy càng rõ, nếu kết hợp tham khảo các kết quả nghiên cứu của Pascal David và Nguyễn Tác An [5]. Điều này chắc chắn có liên quan với các biến động khí hậu và thời tiết cũng như với các đặc điểm thủy văn và động lực học đặc biệt, ví dụ như sự nóng lên của trái đất, hiện tượng El-Nino, La-Nina, v.v. là những hiện tượng mà hiện nay các nhà khoa học đang tập trung nghiên cứu.

Một đặc điểm đáng lưu ý là, trong lớp nước từ 0m đến 400m bề mặt, độ lớn dao động nhiệt độ giữa các năm (hiệu số giữa nhiệt độ lớn nhất và nhiệt độ nhỏ nhất trong khoảng thời gian xem xét) thường nhỏ ở mặt biển ($\sim 2^{\circ}\text{C}$) và lớn nhất trong lớp đột biến nhiệt độ hay lớp nước sâu 50-100m ($\sim 6-9^{\circ}\text{C}$) (Hình 5).

Trên đây là những nhận định sơ bộ về biến động nhiều năm của nhiệt độ nước Biển Đông trên cơ sở một lượng số liệu quan trắc rất hạn chế, mặc dù đây là vấn đề có ý nghĩa khoa học và thực tiễn rất lớn. Mong rằng,

trong tương lai sẽ có điều kiện để nghiên cứu sâu sắc hơn.

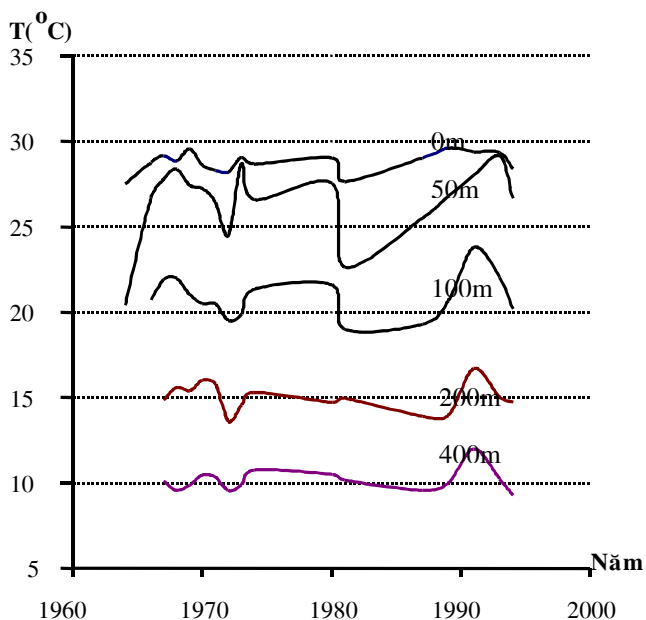
Sự nóng lên của khí quyển cũng như của nước biển cùng với những hiện tượng thời tiết đặc biệt như El-Nino, La-Nina chắc chắn dẫn đến những hậu quả nghiêm trọng mà trong thời gian gần đây bất kỳ ai cũng có thể cảm nhận được, đó là nạn hạn hán, lũ lụt, cháy rừng xảy ra thường xuyên hơn và với cường độ ngày càng ác liệt hơn.

Sự nóng lên của nước biển sẽ làm biến đổi mật độ nước, sự xáo trộn nước, các quá trình thủy động lực học, độ giãn nở của nước, mực nước biển và một số đặc trưng vật lý của nước biển như vận tốc âm v.v. Kết quả tính toán cho thấy rằng, với tốc độ nóng lên của nước biển như hiện nay, mực nước biển sẽ có thể tăng lên từ 21 đến 41 cm trong năm 2050 và 90 cm vào cuối thế kỷ 21 [5].

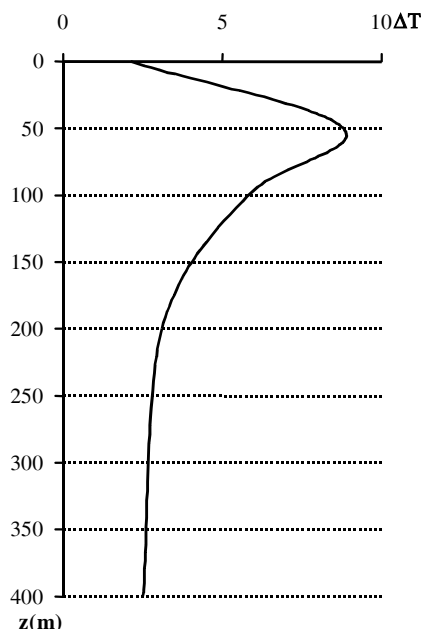
Nhiệt độ mặt biển là đặc trưng sinh thái quan trọng của các loài sinh vật biển. Các bản đồ nhiệt độ mặt biển có thể được sử dụng để phát hiện các vùng tập trung cá: ở vùng giáp ranh giữa dòng chảy nóng và dòng chảy lạnh, cá thường tập trung ở bên nước lạnh. Sự biến đổi nhiệt độ mặt biển có thể làm cho các loài sinh vật biển di cư đi nơi khác hoặc chết, nếu thời gian không đủ dài để chúng kịp thích nghi.

Sự gia tăng nhiệt độ nước biển ở dải ven bờ là điều kiện thuận lợi cho vi sinh, vi khuẩn, và sinh vật độc hại phát triển, dịch bệnh và sự cố môi trường (ví dụ như hiện tượng triều đỏ) dễ xảy ra.

Vấn đề về biến động nhiều năm của độ muối nước Biển Đông cũng có ý nghĩa không kém phần quan trọng, nhưng rất tiếc rằng, cho đến nay, chưa có đủ số liệu để nghiên cứu, dù chỉ là sơ bộ.



Hình 4: Biến động nhiều năm của nhiệt độ nước biển tháng 7 tại các tầng nước khác nhau ở vùng trung tâm Biển Đông
Interannual variation of seawater temperature in central part of the East Sea in July



Hình 5: Biến đổi độ lớn dao động nhiệt độ nhiều năm ΔT (°C) theo chiều sâu z
The magnitude of interannual variation of seawater temperature ΔT (°C) in different horizons z

Như vậy, đặc điểm chung nhất của các biến động nhiệt độ và độ muối chu kỳ trung bình và dài (ngày đêm, năm và nhiều năm) của nước Biển Đông là biên độ hay độ lớn dao động của chúng trong lớp đột biến nhiệt độ (lớp 30-100m) thường có giá trị cực đại. Cần lưu ý thêm rằng, trong lớp này, tốc độ dòng chảy cũng thường có giá trị lớn nhất [10]. Điều đó được quy định bởi các quá trình vật lý và động lực học đặc biệt của lớp nước này. Đây được xem là lớp tiếp giáp giữa hai lớp nước có mật độ khác nhau: lớp tựa đồng nhất bề mặt và lớp tựa đồng nhất tầng sâu (mô hình nước biển hai lớp). Nơi đây thường xảy ra sóng nội với biên độ dao động có thể lớn hơn nhiều lần so với sóng gió trên mặt biển [6].

IV. KẾT LUẬN

Trên đây là một số nhận xét bước đầu về biến động chu kỳ trung bình và dài của nhiệt độ và độ muối nước vùng khơi Biển Đông. Từ đó, đi đôi với những thông tin mang tính chất chế độ, có thể thấy một số đặc điểm đáng lưu ý: Một là, các dao động chu kỳ trung bình và dài đều có độ lớn dao động cực đại trong lớp đột biến nhiệt độ; hai là nhiệt độ nước biển có xu thế không ngừng tăng lên trong những thập niên gần đây, có thể dẫn đến những hậu quả sinh thái, môi trường và thiên tai không lường trước được.

Ghi chú: Bài báo được hoàn thành với sự hỗ trợ kinh phí của Chương trình khoa học tự nhiên.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Báo cáo điều tra tổng hợp vịnh Bắc Bộ - phần Vật lý thủy văn, 1965.
2. Lê Phước Trình (chủ biên), 1981. Báo cáo tổng kết Đề tài số 1.

Chương trình điều tra tổng hợp vùng biển Thuận Hải- Minh Hải, 158 tr.

3. Lê Phước Trình (chủ biên), 1981. Báo cáo tổng kết Đề tài nhà nước mã số 4806-01, 253 tr.
4. Nguyễn Kim Vinh, 1997. Biến động gió vùng nước trời Đông Nam Việt Nam. Các công trình nghiên cứu vùng nước trời mạnh Nam Trung Bộ. NXB KH- KT, 207 tr.
5. Pascal M. David, Nguyen Tac An, 2000. Sea surface temperature evolution and impact in SCS. Tuyển tập Hội nghị Khoa học “Biển Đông 2000”, tr. 39-46.
6. Shouleikin V. V., 1968. Vật lý biển. NXB “Khoa học” M., tr. 758-810.
7. Võ Văn Lành, Phạm Văn Huấn, Hà Xuân Hùng, 1992. Cân bằng nhiệt mặt biển Đông Nam Việt Nam. Tuyển tập Nghiên cứu biển T. 4, 1992.
8. Võ Văn Lành, Lã Văn Bài, 1997. Biến động nhiệt muối vùng nước trời mạnh Nam Trung Bộ. Các công trình nghiên cứu vùng nước trời mạnh Nam Trung Bộ. NXB KH- KT, 207 tr.
9. Vo Van Lanh, Phan Quang, Vu Van Tac, Lau va Khin, Ngo Manh Tien, Dang Ngoc Thanh, 2000. The oceanographic database of the South China Sea and adjacent waters. Collection of marine research works, Science and Technique Publishing House, vol. 10, p. 254-259.
10. Võ Văn Lành, Nguyễn Văn Tuấn, Phạm Xuân Dương, 2003. Sự trao đổi rối thẳng đứng trong Biển Đông. Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển, t. 3 (2003), số 4, tr. 13-23.