

NGHIÊN CỨU HÌNH THÀNH VÀ PHÂN BỐ CÁC KHỐI NƯỚC TRÊN BIỂN ĐÔNG

Nguyễn Bá Xuân

Vinhid, Viện Hải dương học, VAST. Số 1, Cầu Ông Lãnh, Nha Trang, Việt Nam

Tóm tắt: Kết quả nghiên cứu cho thấy tồn tại 3 khối nước trên biển Đông: (1)- khối nước nóng B; (2)- khối nước lạnh A1 và (3)- khối nước ấm A2. Khối nước nóng B có thể tồn tại quanh năm trên biển Đông. Trong mùa hè, B phát triển mạnh và chiếm gần hết diện tích biển Đông, biển Đông thành mặt “bùn” chứa nước nóng vĩ nhiệt $T^{\circ}\text{C} > 27,0^{\circ}\text{C} \div 27,5^{\circ}\text{C}$. Trong thời kỳ gió mùa đông bắc, B bị A1 và A2 đẩy lùi về phía đông và phía nam biển Đông. B có nguồn gốc hình thành từ khối nước nóng cao dòng chảy từ phía bắc và nam vùng Xích lô - Thái Bình Dương. B chảy vào biển Đông qua các eo biển phía đông và phía nam biển Đông; Khối nước A1 là khối nước lạnh hình thành trong thời kỳ gió mùa đông bắc (tháng 11, 12, 1, 2, 3) và thời kỳ chuyển mùa (tháng 4, 5). A1 chảy vào biển Đông qua eo biển Đài Loan với chỉ tiêu nhiệt độ $T^{\circ}\text{C} < 24,0^{\circ}\text{C} \div 24,5^{\circ}\text{C}$; Và A2 là khối nước ấm, chảy vào biển Đông qua eo biển Luzon và có nguồn gốc hình thành từ khối nước cao dòng chảy Kuroshio. Khối nước này có chỉ tiêu nhiệt độ biển trong khoảng $24,0^{\circ}\text{C} \div 27,5^{\circ}\text{C}$.

Từ khóa: Khối nước nóng, Khối nước lạnh, Khối nước ấm, Dòng chảy Kuroshio, Biển Đông

STUDY ON FORMATION AND DISTRIBUTION OF THE SURFACE WATER MASSES IN THE EAST SEA

Nguyen Ba Xuan

Institute of Oceanography, VAST. No.1, Cauda Street, Nhatrang City, Vietnam

E-mail: ba_xuan04@yahoo.com

Abstract: The research results show that in East Sea existed 3 surface water masses: (1) - Hot water mass B; (2)-Cold water mass A1 and (3)-Warm water mass A2. The water mass B can exist year-round in East Sea. In summer, B developed strongly and occupied nearly all of the maritime areas of East Sea and turned East Sea into the giant hot water tank with temperature $T^{\circ}\text{C} > 27.0^{\circ}\text{C} \div 27.5^{\circ}\text{C}$. During Northeast monsoon, B was pushed back by A1 and A2 into the East and South sides of East Sea. B is derived from the hot water mass of surface current system in the North and South sides of Pacific Equator. B flows into East Sea through the straits in the East and South sides of East Sea; A1 water mass is surface cold water mass formed in the Northeastern monsoon period (Months of 11, 12, 1, 2, 3) and in the transition season (Months of 4, 5). A1 flows into East Sea through Taiwan strait with temperature $T^{\circ}\text{C} < 24.0^{\circ}\text{C} \div 24.5^{\circ}\text{C}$; and A2 is the warm water mass which flows into East Sea through Luzon strait and is derived from the warm water mass of

Kuroshio current system. This water mass have the temperature changed between 24.0°C (24.5°C) to 27.0°C (27.5°C).

Key words: Surface hot water mass, Surface cold water mass, Surface warm water mass, Kuroshio current, East Sea (Viet Nam)

I. GIỚI THIỆU

Trong hải dương học, thuật ngữ “khối nước” thường được sử dụng cho các khối nước có tính chất và quy mô phát triển trong không gian và thời gian. Các khối nước này thường hình thành tại các vùng khí hậu lý-khí hậu đặc trưng trên các vĩ độ thấp (Nguyễn Bá Xuân, 1992a). Biển Đông là một biển nửa thông thoáng vĩ độ Thái Bình Dương, nên các khối nước hình thành chủ yếu từ các khối nước Thái Bình Dương, chảy vào biển Đông qua các eo biển phía bắc, nam và đông biển Đông. Nghiên cứu các tính chất vật lý thủy văn đặc trưng của các khối nước trong miền biển Đông, đòi hỏi cần phân tích mặt khối lượng sử dụng trong nghiên cứu. Với các khối nước tại biển Đông, trước đây công trình nghiên cứu của các tác giả trong và ngoài nước, đã dựa vào các phương pháp thực nghiệm khác nhau xác định tính chất và phân loại các khối nước tại các vùng biển thuộc biển Việt Nam và biển Đông (Wirtky, 1961; Uda and Nakao, 1973; Nguyễn Bá Xuân, 1992b). Trong công trình này, nhằm bổ sung cho các kết quả nghiên cứu trước đây, bằng cách dựa trên sử dụng các nguồn số liệu và cách tiếp cận nghiên cứu mới, chúng tôi sử dụng làm sáng tỏ về nguồn gốc hình thành và phân bố của các khối nước trong miền biển Đông.

II. VẬT LIU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Tài liệu

Trong công trình này chúng tôi đã sử dụng các nguồn số liệu về ocean nhiệt độ biển nhiệt độ khác nhau:

- Tài liệu số liệu đã công bố về các số phân bố mặt trưng bày nhiệt độ trung bình ngày tại biển Đông, do hải quân Mỹ sử dụng mô hình NCOM tính toán cho các biển và vĩ độ thấp (www.7320.nrlssc.navy.mil/global_ncom).

- Tài liệu số liệu của chuyên khảo số liệu chi tiết theo mặt trưng bày nhiệt độ và muối vào tháng 4-5/2011 tại vùng biển thuộc lãnh thổ Khánh Hòa, thu thập từ dự án 2- Hợp tác Việt-Nga 2009-2011 (Nguyễn Bá Xuân và cs., 2011). Nguồn số liệu này được sử dụng kiểm tra và đánh giá bổ sung, nhằm chính xác hóa số liệu của các khối nước trong miền biển Đông.

2. Phương pháp nghiên cứu

- Nghiên cứu khối nước có thể áp dụng các phương pháp phân tích và đánh giá khác nhau. Trong công trình này, chúng tôi lựa chọn phương pháp phân tích dựa vào phân bố mặt trưng bày nhiệt độ biển phân tích và đánh giá gián tiếp các khối nước trong miền biển Đông. Số liệu sử dụng của phương pháp phân tích này là các số phân bố mặt trưng bày nhiệt độ trung

bình ngày c c p nh t t trang website: www.7320.nrlssc.navy.mil/global_ncom c a h i quân M . Nguyên t c phân tích kh i n c b ng ph ng pháp này ch y u d a vào quy lu t phân b c a tr ng nhi t trong không gian. Nh chúng ta ã bi t, t i nh ng vùng có các ng ng tr nhi t phân b dày sát h n, t c là t i các vùng ó có gradien phân b n m ngang c a nhi t có giá tr c c i, hay nói cách khác, ó chính là các vùng phân chia ranh gi i (front) gi a các kh i n c. Còn nh ng vùng có các ng ng tr nhi t phân b th a th t h n ho c t ng i ng nh t, thì t i nh ng vùng ó có s th ng tr c a các kh i n c có tính ch t khác nhau.

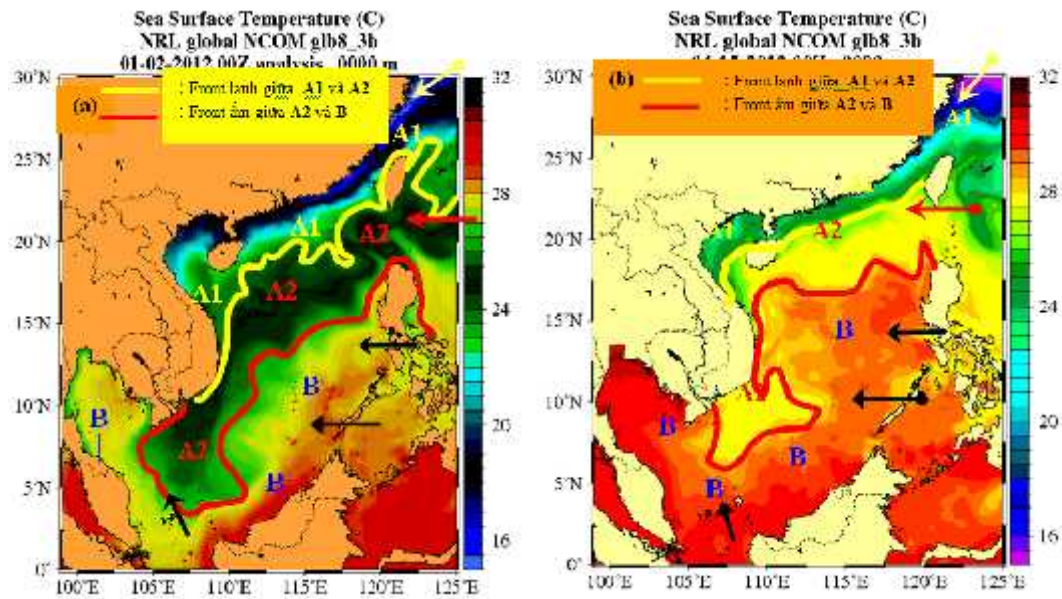
- Các k t qu nghiên c u v s phân vùng ranh gi i gi a các kh i n c t ng m t t i bi n ông c ng ã c ki m tra và ánh giá b sung thông qua phân tích b sung tr ng phân b m tr ng c a nhi t và mu i n c bi n theo ngu n s li u c a chuy n kh o sát t i vùng th m l c a Khánh Hòa vào 4-5/2011, do Ti u d án 2 - h p tác Vi t-Nga th c hi n trong n m 2009-2011 (Nguy n Bá Xuân và cs., 2011).

III. K T QU NGHIÊN C U

Trên c s phân tích và ánh giá các s phân b m tr ng c a tr ng nhi t t ng m t trung bình ngày t i bi n ông do trang website c a h i quân M cung c p (hình 1), chúng tôi ã xác nh c ranh gi i phân chia gi a các kh i n c t ng m t t i bi n ông. K t qu phân tích cho th y có s t n t i c a 3 kh i n c t ng m t t ng tác v i nhau t i bi n ông: (1)-Kh i n c l nh A1 có ngu n g c hình thành t kh i n c l nh vùng ven b bi n Hoa ông Trung Qu c, ch y vào bi n ông qua eo bi n ài Loan; (2)-Kh i n c m A2 có ngu n g c hình thành t kh i n c m c a h dòng ch y Kuroshio, ch y vào bi n ông qua eo bi n Luzon và (3)-Kh i n c nóng B có ngu n g c hình thành c a kh i n c nóng t ng m t ch y vào bi n ông t h dòng ch y nóng phía b c và nam ng Xích o -Thái Bình D ng (X -TBD). D i ây có th gi i thích chi ti t v các kh i n c k trên:

Kh i n c t ng m t B, là m t kh i n c nóng t n t i quanh n m trên bi n ông. Ngu n g c hình thành c a B ch y u t i vùng bi n nóng phía b c và nam ng X -TBD. Kh i n c này, d i s tác ng c a h th ng hoàn l u t ng m t h ng tây, ã ch y vào và tích t t i bi n ông, bi n bi n ông thành m t “b n” ch a n c nóng kh ng l . Ch tiêu nhi t c a B t i bi n ông l n h n $27,0^{\circ}\text{C}\div 27,5^{\circ}\text{C}$. Trên các s phân b c a nhi t t ng m t trong các th i k (hình 1a,b) có th nh n th y: ng phân chia ranh gi i gi a B và A2 n m trong d i n c ch a các ng ng tr nhi t bi n i trong kho ng $27,0^{\circ}\text{C}\div 27,5^{\circ}\text{C}$. Trong d i n c này, gradien n m ngang c a nhi t có th t giá tr c c i so v i các vùng xung quanh. bi n ông, B có quy lu t phát tri n ph thu c vào các th i k ho t ng c a h th ng gió mùa ông b c và tây nam. Trong th i k gió mùa tây nam, t cu i tháng 5 n tháng 10, B ã phát tri n d n d n và t c c i vào tháng 10. Trong th i k này, bi n ông b ng p b i kh i n c nóng t ng m t B (Hình 1b). Trong th i k gió mùa ông b c, do b nh h ng c a A1 và A2, B m t ph n b bi n tính do thay i khí h u và ph n khác do b A1 và A2 y lùi v phía ông và nam bi n ông (Hình 1a). Nh v y có th nh n xét r ng, s t n

titanium quanh n m c a B t i B i n òng, ã b i n b i n òng thành m t b n c h a n c nóng kh ng l hay m t trung tâm phát sinh hình thành các c n bão và áp th p nhi t i c a th gi i (vì B có nhi t $>27,0^{\circ}\text{C}\div 27,5^{\circ}\text{C}$, t c là nhi t t o i u ki n hình thành thu n l i c a bão và áp th p nhi t i). S b i n i v tính ch t nhi t-mu i c a B qua các th i k có liên quan ch t ch v i s hình thành c a hi n t ng ENSO t i các vùng bi n b tây c a Thái Bình D ùng, trong ó có bi n òng (El Nino-Southern Oscillation) (ENSO ch c 2 hai hi n t ng El Nino và La Nina, có liên quan v i dao ùng c a khí áp gi a b òng v i b tây Thái Bình D ùng- òng n D ùng). C ch v t lý c a hi n t ng ENSO ã c Jacob Bjerknes gi i thích d a trên s òan l u Walker (Nguyễn c Ng , 2007).



Hình 1. S phân b nhi t t ng m t c tính toán b ng mô hình NCOM : (a)- Ngày 2/1/2012 và (b)- Ngày 15/4/2012

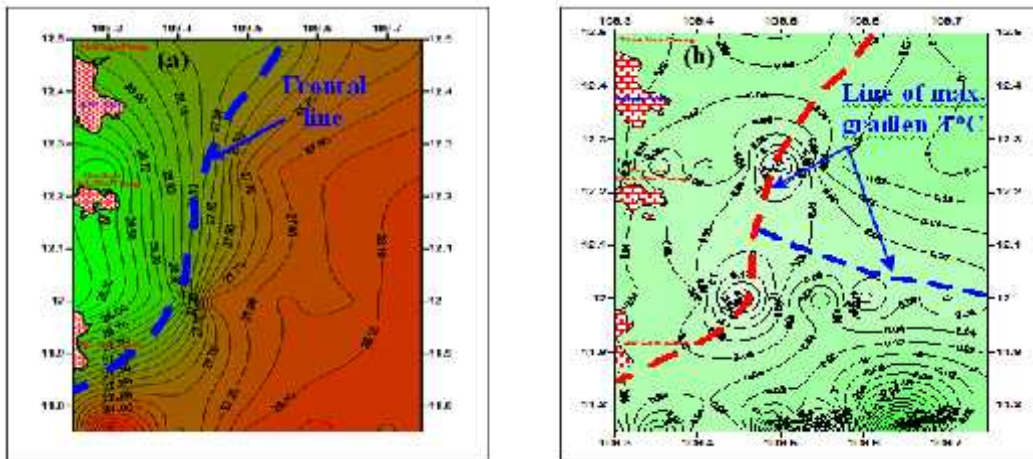
Kh i n c l nh A1 có nhi t $T^{\circ}\text{C} < 24,0^{\circ}\text{C}\div 24,5^{\circ}\text{C}$, là kh i n c t ng m t có ngu n g c hình thành t vùng bi n ven b bi n Hoa òng Trung Qu c. Trong th i k gió mùa òng b c và th i k chuy n mùa (t tháng 10-11 n tháng 4-5 n m sau), A1 ch y vào bi n òng qua eo bi n ài Loan. T tháng 12 n tháng 2, ãy là th i k phát tri n m nh nh t c a h th ng gió mùa òng b c, nên A1 ã nh h ng n h u h t các vùng bi n th m l c a phía b c bi n òng, v nh B c B và t i p t c nh h ng n các vùng bi n ven b m i n Trung Vi t Nam, d i d ng c a m t d i n c t ng i h p ch y m nh n m g n sát b (Hình 1a). Vào tháng 4-5, A1 b suy y u và ch nh h ng n các vùng bi n ven b phía b c bi n òng, trong ó có v nh B c B (Hình 1b).

Kh i n c m A2 có ngu n g c hình thành t vùng bi n phía òng b c o ài Loan, là n i hình thành và b t ngu n c a h òng ch y m Kuroshio. A2 có nhi t bi n i trong kho ng $24,0^{\circ}\text{C}\div 24,5^{\circ}\text{C}$ $T^{\circ}\text{C} 27\div 27,5^{\circ}\text{C}$. A2 ch y vào bi n òng qua eo bi n Luzon. A2 là kh i n c t ng m t có th tích ùng th 2 sau kh i n c nóng B. Trong th i k gió mùa òng b c, A2 chi m vùng bi n ngoài kh i m i n Trung Vi t Nam, ùng th i ã d n ép B ch y v phía òng và nam bi n òng. ãy là kh i n c có nhi t t ng i m nên r t thích nghi v i

t p quán di c , sinh s n c a các àn cá l n có giá tr kinh t cao. V s nh h ng c a dòng ch y Kuroshio n các vùng bi n c a bi n ông, ã có m t s công trình n c ngoài n c nghiên c u. Ng i ta nh n th y r ng, copepods ã c v n chuy n t Kuroshio vào bi n ông qua eo bi n Luzon. Sau khi ch y qua eo bi n Luzon, Kuroshio ti p t c xâm nh p sâu xu ng các vùng th m l c a b tây c a bi n ông, i u này c t ngh a t i sao có s t n t i khá a d ng c a copepods các vùng bi n li n k c a khu v c xâm nh p. Trong th i k gió mùa tây nam, do dòng ch y t ng m t bi n ông di chuy n v phía b c và tranh ch p v i dòng ch y Kuroshio, k t qu c a các quá trình l u thông và tranh ch p c a dòng ch y theo mùa ã t o nên các qu n th ng v t phù du th ng r t a d ng vùng bi n ranh gi i ti p giáp gi a các kh i n c.

Trong nghiên c u kh i n c bi n ông, nghiên c u s phân b và bi n ng c a h th ng front nhi t phân chia gi a các kh i n c là r t quan tr ng, b i vì, front là m t d i n c ranh gi i ti p giáp gi a các kh i n c, có các i u ki n th y v n và ng l c thu n l i tích t các ngu n dinh d ng, th c n c n thi t cho các àn cá i d ng trong quá trình di c , sinh s n theo mùa, t vùng bi n này n vùng bi n khác. Do ó, vì c nghiên c u và d báo quy lu t bi n ng c a các front nói chung, c bi t là front nhi t và mu i có ý ngh a khoa h c và th c ti n to l n trong vi c xác nh s t n t i và bi n ng c a các ng tr ng h i s n hình thành các bi n và i d ng. xác nh chính xác các front nói chung, vi c quan tr ng tr c h t là ph i ti n hành kh o sát o c ng b các y u t th y v n, ng l c và các y u t môi tr ng sinh thái m c chi ti t c n thi t i v i các vùng bi n nghiên c u có các c i m bi n i khác nhau, c bi t các vùng g n b . D a vào các c i m phân b m tr ng và th ng ng c a các y u t , có th xác nh c h th ng front phân chia gi a các kh i n c thông qua ánh giá giá tr gradien n m ngang c a chúng. Trên c s các b n phân b m tr ng c a nhi t , v trí c a các front luôn luôn t n t i trong nh ng d i n c có giá tr c c i c a gradien n m ngang c a nhi t . Hay nói cách khác, front hay d i front, ó chính là d i n c có m t phân b c a các ng tr nhi t dày cho phép hình thành front. Trong công trình này, xác nh h th ng front phân chia gi a các kh i n c bi n ông, chúng tôi ã s d ng các s phân b m tr ng c a nhi t t ng m t trung bình ngày, c x lý và tính toán b ng mô hình NCOM c a h i quân M . Nh v y, t các s phân tích m tr ng c a nhi t trong tháng 12 và 4 n m 2012, i di n cho th i k gió mùa ông b c phát tri n m nh và th i k chuy n mùa (Hình 1a,b), chúng tôi ã xác nh c h th ng front phân chia gi a các kh i m t m c ch p nh n c: (1)-front phân chia gi a kh i n c l nh A1 và kh i n c m A2 (chúng tôi g i là d i front l nh); (2)- front gi a kh i n c m A2 và kh i n c nóng B (chúng tôi g i là d i front m). Nh v y, t Hình 1a, có th nh n th y trong th i k gió mùa ông b c phát tri n m nh (tháng 12, 1, 2), d i front l nh phân chia gi a kh i n c A1 và A2 n m trong d i n c ch a các ng ng tr c a nhi t t $24,0^{\circ}\text{C} \div 24,5^{\circ}\text{C}$. vùng bi n ven b nam Trung B , d i front l nh này ã v n n t n các vùng bi n ven b c a t nh Bình Thu n. i u này kh ng nh v ngu n g c c a kh i n c l nh A1 b t ngu n t vùng bi n ven b bi n Hoa ông Trung Qu c, sau khi ch y qua eo bi n ài Loan, nó chi m toàn b vùng biên th m l c a phía nam Trung Qu c, v nh B c B và ti p t c xu ng các

vùng biển ven bờ các tỉnh miền Trung Việt Nam, điển hình của mặt biển có lênh lặn mạnh gần sát bờ. Trong khi đó, ngoài khơi thì mặt biển phía tây biển Đông là sự tồn tại của front phân cách giữa hai khối A2 và B (Hình 1a). Khối khí A2 trong thời kỳ gió mùa đông bắc, sau khi chui qua eo biển Luzon vào biển Đông, nó tiếp tục lan tỏa xuống các vùng ngoài khơi thì mặt biển phía nam biển Đông. Trong khi đó, khối B A2 dãn ép, chui lùi về phía bắc biển Đông và nam biển Đông. Sự tồn tại của B tại biển Đông trong thời kỳ gió mùa đông bắc thể hiện hành vi nhiệt độ bề mặt biển $T^{\circ}\text{C} > 27^{\circ}\text{C} \div 27,5^{\circ}\text{C}$, cho phép gây thích nghi của biển Đông vào thời kỳ thể hiện hành vi của thời kỳ gió mùa đông bắc, khi nó hình thành các cơn bão và áp thấp nhiệt đới vốn luôn luôn tồn tại. Cũng tương tự vậy, từ Hình 1b cho thấy, vào cuối thời kỳ gió mùa đông bắc hay thời kỳ chuyển mùa (tháng 4-5), vị trí của các dải front biển hơi rớt xuống. Trong thời kỳ này, front lênh lặn A1 và A2 chỉ còn phát hiện thấy vùng thể hiện ven bờ phía bắc biển Đông, mà không thấy xuất hiện các vùng biển phía nam biển Đông. Trong khi đó, vùng biển phía nam biển Đông chỉ thể hiện sự tồn tại của dải front phân chia giữa A2 và B, có hình dạng như một cái túi (quần) phình to bao trùm toàn bộ vùng biển ngoài khơi nam Trung Bộ.



Hình 2. Sự phân bố mặt trời (a) và gradient ngang của nhiệt độ (b) tại tầng 10m (theo số liệu chuyển kho số 4-5/2011, Tài liệu 2-h p tác Việt-Nga)

Trong công trình này, chúng tôi cũng đã sử dụng nguồn số liệu kho số 4-5/2011 của Tài liệu 2-h p tác Việt-Nga để tiến hành nghiên cứu và đánh giá bổ sung, nhằm kiểm tra và làm rõ sự tồn tại của front mà đã xác định được trên cơ sở sử dụng các tài liệu phân tích của Hải quân Mỹ. Kết quả của phân tích các số liệu phân bố mặt trời và muối của chuyển kho số 4-5/2011, đã cho thấy sự trùng hợp giữa các nguồn số liệu sử dụng (Hình 2a,b). Như vậy, theo Hình 2a,b có thể nhận thấy, điển hình có nhiệt độ bề mặt biển trong khoảng từ $27,0^{\circ}\text{C}$ đến $27,5^{\circ}\text{C}$, chính là điển hình có giá trị gradient của nhiệt độ lớn hơn $0,1^{\circ}\text{C}/\text{km}$. So sánh với kết quả nghiên cứu phân tích tài liệu tính toán của Hải quân Mỹ đã cho phép khẳng định rằng dải front phân cách giữa A2 và B luôn tồn tại trong điển hình có giá trị nhiệt độ bề mặt biển trong khoảng từ $27,0^{\circ}\text{C}$ đến $27,5^{\circ}\text{C}$.

IV. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu đã xác định ảnh hưởng của khí hậu hình thành, tồn tại và phát triển của 3 kiểu dòng mặt chảy dưới biển Đông, đó là: kiểu dòng mặt A1 vùng nước hành thành các vùng biển ven bờ biển Hoa Đông Trung Quốc, có nhiệt độ mặt nước $T^{\circ}\text{C} < 24^{\circ}\text{C} \div 24,5^{\circ}\text{C}$; Kiểu dòng mặt 2 là kiểu dòng mặt A2 có bề mặt nước mặt phẳng nhẵn có mặt dòng chảy Kuroshio, có nhiệt độ mặt nước biển $24,0^{\circ}\text{C} \div 24,5^{\circ}\text{C}$ $T^{\circ}\text{C} > 27 \div 27,5^{\circ}\text{C}$; Kiểu dòng mặt 3 là kiểu dòng nóng mặt B, có nhiệt độ $T^{\circ}\text{C} > 27^{\circ}\text{C}$ ($27,5^{\circ}\text{C}$). Kiểu dòng B có bề mặt nước dòng chảy nóng mặt có hướng tây phía bắc và nam vùng xích đạo Thái Bình Dương. Do đó hình thành các kiểu dòng nóng vùng nhiệt đới Thái Bình Dương, nên biển nhiệt đới có các kiểu dòng này có thể hình thành trên quá trình hình thành hiện tượng ENSO các vùng biển phía đông và tây Thái Bình Dương. Kiểu dòng B có thể tích tụ nước và tồn tại quanh năm dưới biển Đông. Trong mùa hè B có thể biến đổi thành mặt biển lạnh nóng, tạo ra hiện tượng biển biến đổi thành mặt trong những cơn bão và áp thấp nhiệt đới mạnh trên thế giới.

Vì vậy xác định các kiểu dòng mặt bằng cách nhận dạng hình thái front phân chia kiểu dòng trên các số phân bố mặt nước nhiệt độ luôn luôn có ý nghĩa khoa học và thực tiễn to lớn, cần thiết trong việc xác định tồn tại và biến đổi của các hệ thống nước biển các vùng biển ngoài khơi.

Lời cảm ơn: Tác giả bày tỏ biết ơn Ban chấp hành Hội Tỉu Đ án 2 - Hợp tác Việt-Nga, đã cho phép khai thác và sử dụng nguồn số liệu thực tiễn công trình này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Ngọc Ng, 2007. Tác động của ENSO đến thời tiết, khí hậu, môi trường và kinh tế xã hội Việt Nam (báo cáo thị trường chuyên vấn đề sinh học và biển nhiệt đới), Hà Nội, ngày 22-23 tháng 5/2007).
2. Nguyễn Bá Xuân, Bùi Hồng Long, Lobanov V. B., 2011. Báo cáo kết quả toàn diện của Tỉu Đ án 2-Hợp tác Việt Nam-Liên Bang Nga về “điều tra khảo sát khí tượng, thủy văn và ngư nghiệp biển Đông”. Nhà Trang 2011 (Tài liệu lưu hành nội bộ).
3. Nguyễn Bá Xuân, 1992a. Phân vùng các loại kiểu dòng mặt trong vùng biển Đông Nam Việt Nam theo các đặc trưng nhiệt-muối. Tuyến nghiên cứu biển. T4. Nhà Xuất bản KHKT, Tr. 57-65.
4. Nguyễn Bá Xuân, 1992b. Các đặc trưng hình thành cấu trúc nhiệt trong vùng biển Đông Nam Việt Nam. Tuyến nghiên cứu biển. T4, 66-72 (1992).
5. Ozmidov R. V., 1968. Hiện tượng rãnh ngang và trao đổi trong biển (Tiếng Nga), NXB “NUKA”, Trang 66-77.
6. Wirtky, 1961. Physical oceanography of the South East Asia waters. Naga Report vol. 2. Scripps Institution of oceanography. La Jolla, California.
7. Uda M, Nakao T., 1973. Water masses and currents in the South China sea and their seasonal changes. The Kuroshio III. Pro. of the third CSK symposium. Bangkok, Thai Land 1973.