

VỀ ĐẶC ĐIỂM HOÀN LƯU VÙNG BIỂN NƯỚC TRỜI NAM VIỆT NAM

Nguyễn Kim Vinh
Viện Hải dương học, Nha Trang

Tóm tắt Trình bày một số kết quả chính nghiên cứu thực nghiệm đặc điểm hoàn lưu vùng nước trời Nam Việt Nam dựa trên cơ sở số liệu dòng chảy đo được trong các chuyến khảo sát. Tốc độ dòng có thể đạt trên 100 cm/s. Hướng chính của dòng tuân theo hai mùa gió chính: đông bắc và tây nam. Có thể hình thành hai bức tranh của hoàn lưu ngang trong vùng biển nước trời Nam Việt Nam trong mùa gió mùa tây nam. Thứ nhất đó là, hình thành một dòng chảy hướng đông chảy từ bờ Việt Nam ra, ở vĩ độ khoảng 12°N. Thứ hai là, tồn tại hoàn lưu hai lớp: trong lớp nước tầng mặt là dòng tuân theo gió mùa (có hướng đông bắc là chính), còn trong lớp nước phía dưới là dòng chảy có hướng bắc – nam. Tồn tại của một dòng chảy dưới tầng mặt có hướng nam, ở cả vùng có vĩ độ khoảng 10°N. Trong lớp nước tầng mặt, từ bề mặt biển xuống độ sâu khoảng 50 mét tồn tại dòng có hướng bắc. Giá trị của thành phần kinh tuyến có thể đạt trên 35 cm/s. Trong lớp nước tầng dưới, từ độ sâu khoảng 60 mét đến khoảng 130 mét, dòng có hướng nam. Thành phần kinh tuyến có thể đạt trên 50 cm/s. Biên của hai dòng chảy này nằm trong lớp nước có độ sâu 50 – 60 mét. Biên ngoài của dòng chảy nghịch dưới tầng mặt này ở khoảng kinh tuyến 110°E. Bề ngang của nó ước khoảng trên 80 km. Đây là kết quả đo đạc đầu tiên thu được tại vùng nước trời Nam Việt Nam. Phân tích, nêu ra ba quá trình thành tạo và phát triển nước trời ở vùng biển nghiên cứu và đưa ra nhận định rằng, tâm nước trời thường xuất hiện ở khu vực vĩ độ 10 - 12°N. Đưa ra hai sơ đồ hoàn lưu ứng với hai hướng gió chính của gió mùa tây nam. Trình bày một số phương pháp gián tiếp đánh giá tốc độ nước trời. Kết quả tính tốc độ dòng thẳng đứng tại khu vực cho thấy sự hiện diện của nước trời với giá trị tính toán là 10^{-3} - 10^{-2} cm/s.

ON THE CHARACTERISTICS OF CIRCULATION IN THE UPWELLING REGION OF THE SOUTH OF VIETNAM

Nguyen Kim Vinh
*Institute of Oceanography, 01 Cauda, Vinh Nguyen,
Nhatrang City, Vietnam*

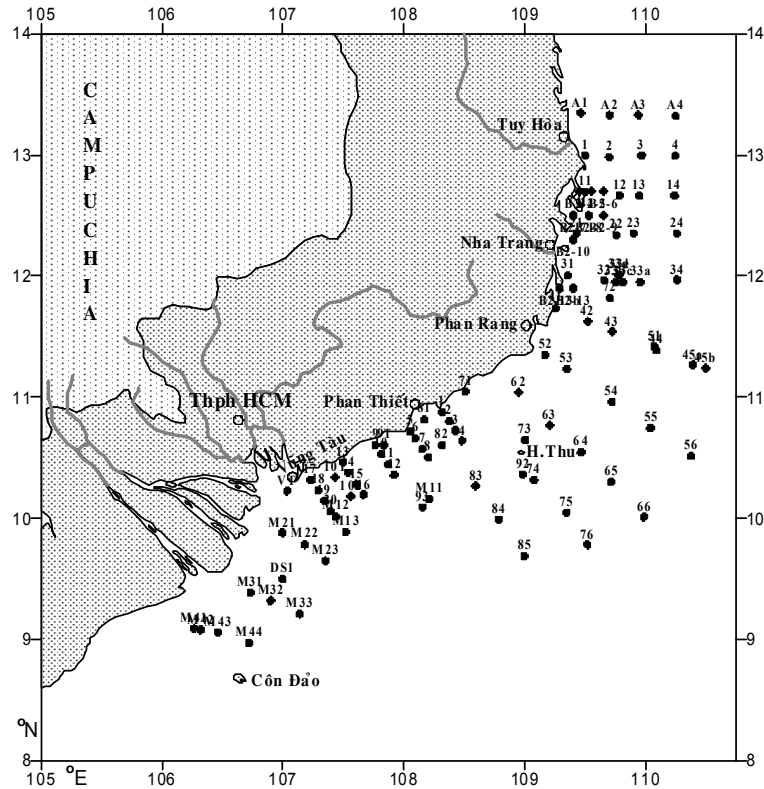
Abstract The main results of experimental investigation on the circulation characteristics in the upwelling region of the South of Vietnam are based on the current data received in the cruises. The current velocity can reach more than 100 cm/s. The main current direction is related to the monsoon directions: northeastern and southwestern. It may be

formed two pictures of the horizontal circulation in the upwelling region of the South of Vietnam in the southwestern monsoon. The first is characterized by an eastern stream off the Vietnamese coast at the latitude of 12°N. The second is characterized by forming the two-layer circulation: in the surface layer there is current related to monsoon (it has mainly the northeastern direction) and in the subsurface layer – north-south direction current. The southern current can reach the 10°N latitude. The thickness of surface current is about 50 meters. And the subsurface current is located from the depth of 60 to about 130 meters. The longitude velocity component of these currents can reach more than 35 and 50 cm/s relatively. There are described two schemes of the circulation according to two main wind directions in the southwestern monsoon season. Here some indirect methods of calculating the upwelling velocity and its application to this upwelling region are noted. The results show that the upwelling velocities have the rate of 10^{-3} - 10^{-2} cm/s.

I. MỞ ĐẦU

Nước trời là một quá trình hải dương học nổi bật nhất trong vùng biển Nam Việt Nam (Wyrki, 1961). Hiện tượng này đã được bắt đầu khảo sát đo đạc và nghiên cứu từ chương trình NAGA (1959 – 1961). Đây là nội dung đo đạc, nghiên cứu chính của nhiều đề tài thuộc Chương trình Biển từ năm 1980 đến nay. Và kết quả đã được nêu trong nhiều báo cáo khoa học và các công trình đã công bố (Ví dụ: Các công trình nghiên cứu vùng nước trời mạnh Nam Trung Bộ, 1997; Lê Phước Trình và cs., 1981; Nguyễn Kim Vinh, 1981). Nhưng Dự án Việt - Đức, Nghiên cứu hiện tượng nước trời và các quá trình liên quan trong vùng biển ven bờ Nam Việt Nam, có thể được coi là có nội dung chi tiết hơn và có quy mô lớn hơn cả. Trong khuôn khổ của Dự án này đã thực hiện tất cả 7 chuyến điều tra khảo sát (Hình 1). Để nghiên cứu thực nghiệm hoàn lưu trong vùng biển nước trời này, đã tiến hành đo phân tầng dòng chảy bằng máy MAVS2 (của Mỹ) và máy AEM-HR; S/No: 554, Alec Electronics Co., LTD (Nhật).

Trong bài báo này trình bày những đặc điểm nổi bật của hoàn lưu trong vùng biển nước trời ven bờ Nam Việt Nam, dựa trên phân tích dữ liệu dòng chảy đo được trong các chuyến khảo sát trong vùng; trình bày những phương pháp gián tiếp đánh giá nước trời và kết quả thử nghiệm cho số liệu thực đo.



Hình 1. Trạm đo dòng chảy trong các chuyến khảo sát VG

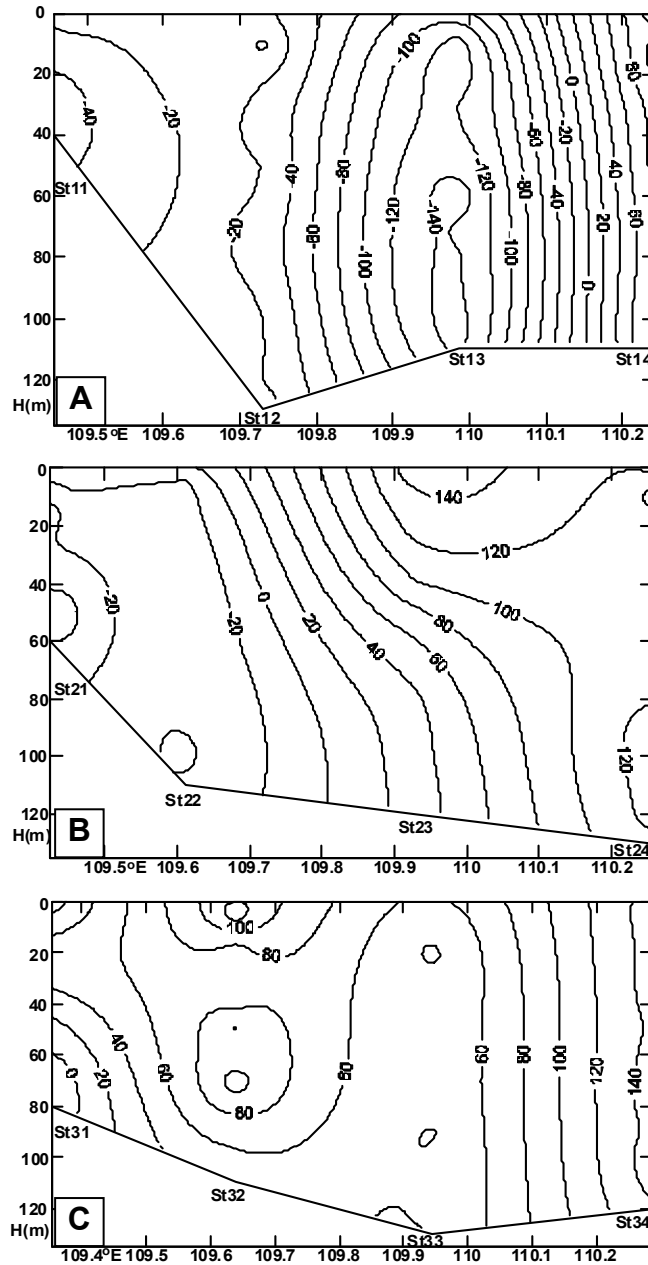
II. ĐẶC ĐIỂM HOÀN LƯU

Do dòng chảy tầng mặt của Biển Đông phù hợp với gió mùa trong hai mùa gió chính (Wyrcki, 1961), nên trường dòng có hướng gần như ngược nhau. Trong mùa gió tây nam dòng có hướng chủ đạo là tây nam – đông bắc, rất thuận lợi cho quá trình hình thành nước trời vùng bờ (Coastal upwelling) trong vùng (Wyrcki, 1961; LaFond, 1963; Các công trình nghiên cứu vùng nước trời mạnh Nam Trung Bộ, 1997; Lê Phước Trình và *cs.*, 1981; Nguyễn Kim Vinh, 1981). Trong đó phải nêu rằng, có trường hợp tốc độ dòng đã đạt trên 100 cm/s trong lớp nước tầng mặt biển (từ 0 đến 130 mét sâu). Điều này là hoàn toàn có thể xảy ra trong trường hợp gió mùa mạnh (Wyrcki, 1961). Số liệu phân tầng dòng chảy đo được trong lớp nước từ mặt biển xuống độ sâu 130 mét cho thấy, trong mùa gió tây nam có thể hình thành hai bức tranh của hoàn lưu ngang trong vùng biển Nam Việt Nam. Thứ nhất đó là, hình thành một dòng chảy hướng đông, chảy từ bờ Việt Nam ra ở vĩ độ khoảng 12°N (Wu và *cs.*, 1998). Dòng chảy hướng bắc có tốc độ cực đại khoảng 1 m/s tại tầng sâu 70 m (Hình 2C) gặp dòng hướng nam có tốc độ cực đại đạt 1,4 m/s trong lớp nước 70 – 100 m

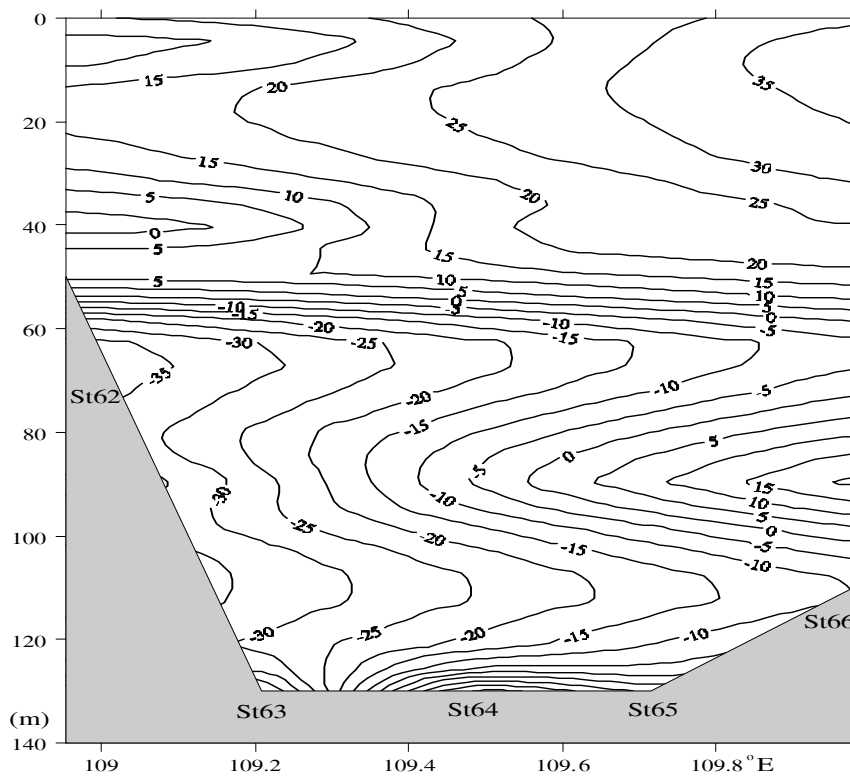
(Hình 2A) tại vĩ độ khoảng 12°N tạo thành dòng nêu trên với tốc độ hướng đông đạt 1,2 m/s. Dòng chảy tương đối ổn định từ bờ ra này trong mùa gió mùa tây nam chính là động lực thường tạo thành tâm nước trời ở vùng này (vùng biển bắc Ninh Thuận – nam Khánh Hòa). Thứ hai đó là, tồn tại hoàn lưu hai lớp vào mùa gió tây nam: trong lớp nước tầng mặt là dòng tuân theo gió mùa (gió hướng tây nam là chính), còn trong lớp nước phía dưới là dòng chảy có hướng bắc – nam. Trước đây, khi nghiên cứu về trường nhiệt độ ở vùng biển mũi Đại Lãnh, một số nhà khoa học Pháp (Krempf và Chevey, 1934; Chevey và Carton., 1934; Krempf, 1929) đã đi đến nhận định rằng, có khả năng tồn tại một dòng chảy lạnh (có nhiệt độ thấp hơn nước trong vùng) đi từ phía bắc xuống. Dòng chảy này bao trùm một lớp nước có độ dày lớn từ bề mặt biển xuống độ sâu lớn. Phân tích gián tiếp trường dòng tại vùng biển này (Hoàng Xuân Nhuận, 1979) đã cho thấy sự đúng đắn của nhận định trên. Bằng phương pháp phân tích ba chiều trường nhiệt độ và độ mặn thiết lập từ cơ sở dữ liệu hiện có và tính toán các profiles nhiệt - muối tại hai điểm ở bắc và tây Biển Đông theo một mô hình đơn giản (Nguyễn Kim Vinh, 1990) đã đưa đến một số kết quả lí thú như sau: vào mùa gió đông bắc tồn tại một dòng chảy hướng nam dọc bờ tây Biển Đông. Dòng chảy này bao trùm lớp nước tầng mặt có độ dày khá lớn, từ bề mặt biển đến độ sâu gần 200 mét. Vào mùa tây nam, hình thành dòng chảy hai lớp, lớp tầng mặt (có độ dày trong khoảng từ bề mặt biển đến độ sâu lớn nhất khoảng 70 mét) có dòng chảy thuận theo gió mùa, tức là dòng có hướng chính là tây nam - đông bắc; còn ở tầng dưới (trong lớp nước khoảng 70 - hơn 200 mét) vẫn có khả năng tồn tại dòng chảy hướng nam (nghịch với ở tầng mặt). Kết quả nghiên cứu (Nguyễn Kim Vinh, 1990) cũng cho thấy dòng chảy này bắt nguồn từ biển Philippines và trục của nó nằm ở vị trí của các đường đẳng sâu 100 – 200 mét.

Kết quả phân tích số liệu dòng chảy thu được trong các chuyến khảo sát của Dự án “Nước trời” cũng cho thấy sự tồn tại của một dòng chảy dưới tầng mặt có hướng nam, ở cả vùng có vĩ độ khoảng 10°N (Hình 3). Trong lớp nước tầng mặt, từ bề mặt biển xuống độ sâu khoảng 50 mét tồn tại dòng có hướng bắc. Giá trị của thành phần kinh tuyến có thể đạt trên 35 cm/s. Trong lớp nước tầng dưới, từ độ sâu khoảng 60 mét đến trên 130 mét, dòng có hướng nam. Thành phần kinh tuyến có thể đạt trên 50 cm/s. Biên của hai dòng chảy này nằm trong lớp nước có độ sâu 50 – 60 mét. Biên ngoài của dòng chảy nghịch dưới tầng mặt này ở khoảng kinh tuyến 110°E . Bề ngang của nó ước khoảng trên 80 km (Hình 3). Từ đó có thể nhận định rằng dòng chảy này khá ổn định trong thời gian. Cũng phải nêu rằng, sự tồn tại của dòng chảy nghịch dưới tầng mặt trong vùng nước trời vùng bờ mang tính quy luật (Arkhipkin, 1996). Nhưng đây là kết quả đo đạc đầu tiên thu được tại vùng nước trời Nam Việt Nam. Nên có thể nói nó có giá trị cao, và có thể coi là một trong những kết quả quan trọng mà Dự án đã thu được. Tuy nhiên, còn nhiều điều chưa rõ về dòng chảy này, như: kích thước không gian và thời gian; điều kiện hình thành; môi

liên hệ với các quá trình sinh thái vùng nước trời v.v. Mặt khác, như đã nêu trên, có khả năng tồn tại hai bức tranh hoàn lưu của vùng biển nước trời vùng bờ Nam Việt Nam. Vậy thì, điều kiện nhiệt động lực nào dẫn đến sự hình thành chúng? Theo chúng tôi, có thể có mối liên hệ với các quá trình có kích thước lớn, như El Niño (và La Niña).



Hình 2. Thành phần dòng theo kinh tuyến (cm/s), giá trị dương chỉ hướng bắc, âm – hướng nam; 6-7/2003: - A. Mặt cắt 1; - B. mặt cắt 2, và - C. mặt cắt 3



Hình 3. Thành phần dòng theo kinh tuyến (cm/s), giá trị dương chỉ hướng bắc, âm – hướng nam; mặt cắt 6, 7/2004

Trong mùa gió mùa đông bắc, dòng chảy hướng nam dưới lớp nước tầng mặt vẫn tồn tại. Tốc độ lớn nhất đo được cũng vượt trên 100 cm/s. Hệ dòng chảy này tạo nên điều kiện động lực thuận lợi cho quá trình hình thành nước chìm (sinking). Tuy nhiên, giá trị tốc độ ở đây đạt trên 100 cm/s, quá cao đối với một dòng chảy dưới tầng mặt. Vì vậy, cần có những đo đạc tiếp theo để kiểm tra. Trong thời kì này, dòng chảy hướng nam bao trùm hầu như toàn bộ lớp nước đo đạc, từ bề mặt biển xuống độ sâu tối đa trên 100 mét. Trong đó tồn tại hai tâm với tốc độ cao (hai lõi dòng), một ở độ sâu khoảng 10 m, và một ở độ sâu trên 90 m. Dòng hướng nam áp sát bờ, phía ngoài (ở kinh tuyến khoảng 109,9°E trở ra khơi) có khả năng tồn tại một dòng hướng bắc. Nhìn chung, dòng chảy có hướng xiên vào bờ; thành phần dòng hướng tây có thể đạt trên 50 cm/s. Vì vậy, vào mùa gió đông bắc thường có hiện tượng dâng nước ở ven bờ Nam Việt Nam do gió mùa gây nên (Đặng Văn Hoan, Nguyễn Kim Vinh, 1998). Trong điều kiện bình thường, gió mùa đông bắc có thể gây dâng mực nước ở bờ là 30 – 40 cm. Trong điều kiện đặc biệt (áp thấp nhiệt đới, bão v.v) mức dâng có thể đạt trên 100 cm.

III. ĐÁNH GIÁ NƯỚC TRỜI

1. Về hiệu ứng nước trời

Nước trời là một quá trình động lực nổi bật trong đại dương nói chung và trong Biển Đông nói riêng (Fairbridge, 1966). Xét theo vị trí địa lí trong đại dương, nước trời được chia thành hai loại: nước trời ngoài khơi và nước trời ven bờ, hay nước trời vùng bờ (coastal upwelling). Nước trời ven bờ luôn đi kèm với nhiều hệ quả nhất định, mà trước hết phải kể đến hệ quả sinh thái. Và vùng rìa của các tâm nước trời thường là vùng cho sản lượng đánh bắt hải sản cao. Ví dụ, đặc sắc nhất đó là vùng nước trời Peru (Bảng 1). Đây là vùng có sản lượng đánh bắt cao nhất thế giới. So với các vùng biển có chế độ gió mùa tây nam ở Bắc bán cầu, vùng nước trời vùng bờ ở biển Nam Việt Nam cũng gây sự chú ý đáng kể (Wyrcki, 1961; LaFond, 1963; Fairbridge, 1966). Kết quả tính gián tiếp tốc độ dòng thẳng đứng trong vùng biển này cho thấy tâm nước trời ở ngoài khơi Khánh Hòa – Ninh Thuận (Nguyễn Kim Vinh, 1981).

Bảng 1: Các vùng nước trời ven bờ chính trong đại dương

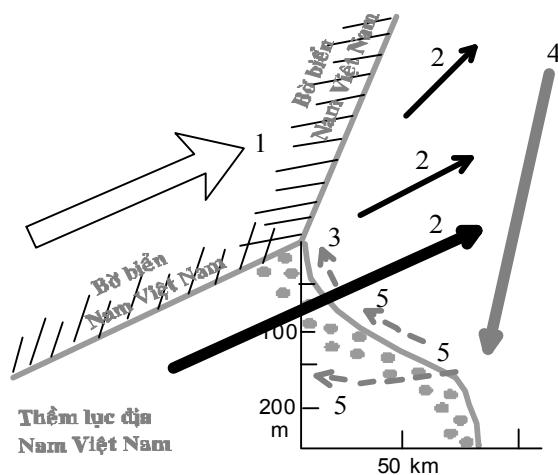
STT	Vùng nước trời	Thời gian xuất hiện
1	Oregon-California, 25 - 45° N	Tháng 6 – 8
2	Peru, 5 – 45° S	Quanh năm (Nhưng vào tháng 2-3 thì yếu)
3	Benguela (Tây nam Châu Phi), 5 – 30° S	Tháng 11 – 2
4	Guinea	Tháng 6 – 9
5	Canaries, 10 – 40° N	20–25° N: Quanh năm, 25° N: Tháng 6 – 11, 20° N: Tháng 1 – 3
6	Somali	Tháng 6 – 9
7	Aravie	Tháng 6 – 9
8	Tây Ấn Độ	Tháng 1 – 3
9	Tây Úc	Tháng 1 – 3
10	Đông Kaspi	Tháng 6 – 8
11	Đông vùng Florida	-
12	Vùng biển Lion	-
13	Nam Crimea	-
14	Tây Biển Đen	-
15	Tây Kaspi	Tháng 5 – 9
16	Vùng Kabô Frion	-
17	Châu Âu ở vùng thềm lục địa Krôm	-
18	Vùng biển ven bờ Nam Việt Nam	Tháng 6 - 9

2. Sơ đồ động lực vùng nước trời

Tổng hợp các kết quả khảo sát đo đạc và nghiên cứu chuyên về nước trời vùng bờ biển, đại dương thế giới nói chung và Nam Việt Nam nói riêng, có thể đề xuất một sơ đồ động lực cho vùng biển nước trời Nam Việt Nam. Ở đây cũng cần phải điểm lại một số quá trình động lực và điều kiện địa lí có vai trò quan trọng trong quá trình hình thành và phát triển nước trời Nam Việt Nam. Trước hết phải nêu là đặc điểm đường bờ biển Nam Việt Nam, nó có thể chia thành hai đoạn: đoạn 1 từ khoảng Vũng Tàu đến mũi Đá Vách, đoạn 2 từ mũi Đá Vách trở lên phía bắc (Hình 4, 5). Đoạn 1 có hướng gần nam bắc và đoạn 2 có hướng gần nam bắc. Một trong những lực thành tạo nước trời quan trọng nhất là gió. Trong vùng biển nước trời Nam Việt Nam ngự trị gió mùa và đặc điểm biến đổi nổi bật nhất (Nguyễn Kim Vinh, 1997) đó là trong mùa gió tây nam (mùa tạo nước trời) gió có hướng chính là tây nam hoặc nam và các hướng gió chính này biến đổi với chu kỳ khoảng 8 – 10 năm. Vì vậy, ở đây đưa ra hai sơ đồ ứng với hai trường hợp gió chính nêu trên.

2.1. Trường hợp gió chính là Tây nam

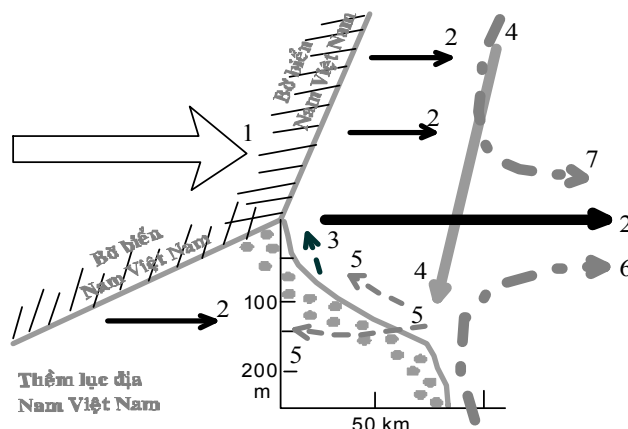
Trong trường hợp này, do gió chính có hướng Tây nam (véctor 1) gần như dọc đoạn bờ 1 nên dòng tầng mặt (véctor 2) ở vùng biển đoạn bờ 1 có hướng gần như tây nam, ở vùng đoạn bờ 2 hướng dòng có thể lệch so với hướng tây nam (Hình 4). Dòng tầng mặt tạo vận chuyển Ekman từ bờ ra và gây nên nước trời (véctor 3) vùng bờ (Wyrтки, 1961). Dòng dưới tầng mặt (Xem 1) hướng bắc nam (véctor 4) khi gặp thêm lực địa Nam Việt Nam, một phần đi lên (véctor 5) và tham gia vào quá trình tạo nước trời (Hình 4).



Hình 4. Sơ đồ hoàn lưu vùng biển nước trời Nam Việt Nam mùa gió mùa tây nam trong trường hợp hướng gió chính là tây nam (Xem chú giải trong bài)

2.2. Trường hợp gió chính là tây

Gió chính có hướng tây (véc tơ 1) nên dòng tầng mặt (véc tơ 2) ở vùng biển đoạn bờ 1 có hướng tây là chủ yếu, ở vùng đoạn bờ 2 hướng dòng có thể là hướng tây hoặc lệch so với hướng tây (Hình 5). Hình thành một dòng chảy mạnh hướng đông từ bờ biển Nam Việt Nam ra, ở khoảng vĩ độ 11-12°N (Dippner và cs., 2007). Dòng tầng mặt vẫn có khả năng tạo vận chuyển Ekman và gây nên nước trôi (véc tơ 3) vùng bờ. Dòng dưới tầng mặt hướng bắc nam (véc tơ 4) khi gặp thêm lục địa Nam Việt Nam, một phần đi lên (véc tơ 5) và tham gia vào quá trình tạo nước trôi. Ở phía bắc ngoài khơi biển Việt Nam thường hiện diện xoáy nghịch và ở ngoài khơi thềm lục địa Nam Việt Nam thường hiện diện xoáy thuận (Wu và cs., 1998). Trong trường hợp hướng gió mùa tây nam là hướng tây, xoáy nghịch phía bắc (đường 7) có thể phát triển mạnh xuống phía nam, xoáy thuận phía nam (đường 6) có thể mạnh lên và hai xoáy này có thể tham gia vào quá trình tạo nước trôi ở khu vực biển Nam Việt Nam (Hình 5).



Hình 5. Sơ đồ hoàn lưu vùng biển nước trôi Nam Việt Nam mùa gió mùa tây nam trong trường hợp hướng gió chính là tây (Xem chú thích trong bài)

3. Các phương pháp tính gián tiếp nước trôi

Hiện tượng nước trôi kéo theo nước từ tầng sâu, với nhiệt độ thường là thấp hơn ở các tầng trên, đi lên trên. Vì vậy ở những vùng có nước trôi mạnh (tâm nước trôi) nhiệt độ nước biển thấp hơn ở các vùng xung quanh. Từ đó, dấu hiệu đầu tiên về sự hiện diện của nước trôi đó là tồn tại tâm nhiệt độ thấp. Do hiện nay các máy đo chuyển động của nước biển chỉ mới đo được tốc độ lớn hơn tốc độ nước trôi (Tốc độ nước trôi có bậc khoảng $10^{-2} \div 10^{-5}$ cm/s) nên ta chưa thể đo trực tiếp nước trôi được. Buộc phải xác định gián tiếp bằng các phương pháp tính toán.

Các phương pháp đánh giá nước trời được chia làm hai loại chính (Bryden, 1978; Arkhipkin, 1996), đó là: Phương pháp trực tiếp và phương pháp gián tiếp. Các phương pháp trực tiếp đó là phương pháp tính thành phần thẳng đứng của dòng chảy dựa trên các tính toán số trị từ các phương trình thủy nhiệt - động lực học biên, mà xuất phát là hệ phương trình Navier-Stokes. Các phương pháp gián tiếp đó là phương pháp tính dựa trên một số biểu thức liên hệ giữa thành phần tốc độ thẳng đứng và các đại lượng vật lý khác, sử dụng các đặc trưng đo được như dòng chảy, nhiệt độ và độ mặn nước biển. Trong thực tế người ta thường dùng ba phương pháp cụ thể sau đây để tính toán gián tiếp nước trời:

- Dựa trên độ nâng lên của mặt đẳng mật độ từ thời điểm nào đó đến một thời điểm khác trong quá trình xảy ra hiện tượng nước trời.
- Dựa theo nguyên tắc bảo toàn khối lượng và nhiệt (muối).
- Dựa trên cơ sở của hiện tượng phân kì dòng nằm ngang trong một số quá trình hình thành nước trời.

3.1. Tốc độ dòng thẳng đứng tại biên dưới của lớp Ekman tầng mặt

Tổng lượng nước vận chuyển từ bờ ra (M) theo mô hình Ekman và tính đến điều kiện:

$$\int_0^H \rho_w u \partial z = 0 \quad (1)$$

được tính theo công thức:

$$M = \frac{\tau}{\rho_w \cdot f} \quad (2)$$

Trong đó,

ρ_w - Mật độ nước biển,

τ - Ứng suất gió bề mặt,

f - Thông số Coriolis.

Đối với nước trời vùng bờ có thể áp dụng công thức (Brink và cs., 1980):

$$M = \frac{\tau}{\rho_w \cdot \left(f + \frac{\partial v}{\partial x} \right)} \quad (3)$$

Ở đây, v - Thành phần tốc độ gió trực giao bờ.

Đối với thành phần vận chuyển nước trực giao bờ có thể áp dụng công thức (Arkhipkin, 1996):

$$M_x = \frac{\tau_y}{\rho_w \cdot f} = \int_0^{R_d} w_d dx \quad (4)$$

Trong đó,

τ_y - Thành phần ứng suất gió bề mặt theo phương trực giao bờ,

w_d - Tốc độ dòng thẳng đứng tại biên dưới của lớp Ekman bề mặt,

R_d - Bán kính đàn hồi tã áp Rossbi.

$$\tau_i = \rho_a C_{10} W_i |\overline{W}|, \quad i = (x, y) \quad (5)$$

W - Vectơ gió,

$|\overline{W}|$ - Môđun tốc độ gió.

$$R_d = \frac{\overline{N.H}}{\pi.f} \quad (6)$$

N - Tần số Väisala-Brent,

H - Độ sâu biên,

Từ đó có,

$$w_d = \frac{\tau_y}{f \cdot \rho_w \cdot R_d} = \frac{\tau_y \cdot \pi}{\overline{N.H} \cdot \rho_w} \quad (7)$$

Hoặc,

$$w_d = \frac{f \cdot \tau_y \cdot \pi}{\left(f + \frac{\partial v}{\partial x}\right) \overline{N.H} \cdot \rho_w} \quad (8)$$

3.2. Đánh giá tốc độ dòng thẳng đứng qua một số quá trình

Từ lí thuyết vật lí hải dương học, phương trình bảo toàn khuếch tán mật độ có dạng sau:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + u \frac{\partial \rho}{\partial x} + v \frac{\partial \rho}{\partial y} + w \frac{\partial \rho}{\partial z} = K_h \nabla^2 \rho \quad (9)$$

Ở đây, $\rho \equiv \rho_w$; ρ_θ - Nhiệt độ thế,

K_h - Hệ số khuếch tán rối ngang,

Đối với nước trời sinop (Hiện tượng nước trời vùng bờ tạo bởi biến động sinop của trường gió (Arkhipkin, 1996) về phải của biểu thức (9) có thể bỏ qua,

vì trong khoảng thời gian 5 ÷ 10 ngày thì vai trò của quá trình bình lưu vượt trội hơn hẳn vai trò của quá trình khuếch tán. Từ đó ta có:

$$w = - \frac{\left(\frac{\partial \rho}{\partial t} + u \frac{\partial \rho}{\partial x} + v \frac{\partial \rho}{\partial y} \right)}{\frac{\partial \rho_{\theta}}{\partial z}} \quad (10)$$

Mặt khác (Arkhipkin, 1996),

$$u \frac{\partial \rho}{\partial x} + v \frac{\partial \rho}{\partial y} = \frac{\rho_o}{g} \left(-fv \frac{\partial u}{\partial z} + fu \frac{\partial v}{\partial z} \right) \quad (11)$$

Ở đây, ρ_o - Mật độ nước tầng mặt,

g - Gia tốc trọng trường.

Suy ra,

$$w = - \frac{\left[\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\rho_o}{g} \left(-fv \frac{\partial u}{\partial z} + fu \frac{\partial v}{\partial z} \right) \right]}{\frac{\partial \rho_{\theta}}{\partial z}} \quad (12)$$

Thường thì với các số liệu dòng chảy (u, v), nhiệt độ (T) và độ mặn (S) nước biển đo tại nhiều tầng (Z) ở trạm liên tục ta có thể áp dụng phương pháp này để xác định nước trôi.

3.3. Đánh giá tốc độ dòng thẳng đứng tại bề mặt biển

Với xấp xỉ Boussinesque phương trình liên tục sẽ có dạng:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0, \quad (13)$$

Kết quả của phép tích phân theo chiều thẳng đứng cho:

$$w_{z2} = w_{z1} - \frac{\partial U}{\partial x} - \frac{\partial V}{\partial y} \quad (14)$$

Trong đó,

w_{z2} và w_{z1} là tốc độ thẳng đứng tại mặt biên ($z2$) và trên một tầng trung gian ($z1$),

$$U = \int_{z1}^{z2} u \partial z \quad (15)$$

$$V = \int_{z1}^{z2} v \partial z \quad (16)$$

IV. KẾT QUẢ VÀ NHẬN XÉT

- Kết quả phân tích số liệu dòng chảy thu được trong các chuyến khảo sát cho thấy sự tồn tại của một dòng chảy dưới tầng mặt có hướng nam, ở cả vùng có vĩ độ khoảng 10°N . Trong lớp nước tầng mặt, từ bề mặt biển xuống độ sâu khoảng 50 mét tồn tại dòng có hướng bắc. Giá trị của thành phần kinh tuyến có thể đạt trên 35 cm/s. Trong lớp nước tầng dưới, từ độ sâu khoảng 60 mét đến trên 130 mét, dòng có hướng nam. Thành phần kinh tuyến có thể đạt trên 50 cm/s. Biên của hai dòng chảy này nằm trong lớp nước có độ sâu 50 – 60 mét. Biên ngoài của dòng chảy nghịch dưới tầng mặt này ở khoảng kinh tuyến 110°E . Bề ngang của nó ước khoảng trên 80 km. Tuy nhiên, còn nhiều điều chưa rõ về dòng chảy này, như: kích thước không gian và thời gian; điều kiện hình thành; mối liên hệ với các quá trình sinh thái vùng nước trời v.v. Có thể có mối liên hệ với các quá trình có kích thước lớn, như El Niño (và La Niña). Đây là một vấn đề phức tạp; đòi hỏi phải có những đo đạc nghiên cứu chuyên sâu.
- Có bốn quá trình tham gia thành tạo và phát triển nước trời ở vùng biển nghiên cứu và tâm nước trời thường xuất hiện ở khu vực vĩ độ $10 - 12^{\circ}\text{N}$. Có sự hình thành hai hoàn lưu ứng với hai hướng gió chính của gió mùa tây nam. Kết quả tính tốc độ dòng thẳng đứng tại khu vực cho thấy sự hiện diện của nước trời với giá trị tính toán đạt trên 10^{-3} cm/s.

LỜI CẢM ƠN

Tác giả chân thành cảm ơn đến TS. Bùi Hồng Long, chủ nhiệm dự án hợp tác Nghị định thư giữa Việt Nam và CHLB Đức, giai đoạn 2003-2007; các đồng nghiệp Việt Nam và Đức đã có những hỗ trợ trong quá trình đo đạc trong các chuyến khảo sát VG.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Arkhipkin V.X., 1996. Thủy văn vùng nước trời vùng bờ của Biển Đen và biển Kaspi. Luận án TS. Địa lí, MGU, Khoa Địa. 130 tr.
- Brink K.H., D. Halpern, R.L. Smith, 1980. Circulation in the Peruvian upwelling system near 15°S . J. Geophys. Res., Vol.85, NoC7, p.4036-4048.
- Bryden H.L., 1978. Mean upwelling velocities on the Oregon continental shelf during summer 1973. Estuarine and Coastal Marine Science. 7, p.311-327.
- Chevey P., P. Carton, 1934. Les courants de la mer de Chine méridionale et leurs rapports avec le climat de l'Indochine. Institut Océanographique de L'Indochine, 26^e Note, 13 pp.

- Đặng Văn Hoan, Nguyễn Kim Vinh, 1998. Biến đổi của mực nước biển ở vịnh Nha Trang. Tuyển tập Nghiên cứu biển, VIII: 13-19.
- Fairbridge R.W. (Ed.), 1966. The Encyclopedia of Oceanography, Reinhold Publishing Corporation. 1921pp.
- Hoàng Xuân Nhuận, 1979. Phân tích gián tiếp trường dòng tại vùng biển khơi Trung Bộ. Tuyển tập Nghiên cứu biển, T.I, Ph.2, 43-62.
- Joachim W, Dippner, Kim Vinh Nguyen, Hartmut Hein, Thomas Ohde and Natalie Loick, 2007. Monsoon-induced upwelling off the Vietnamese coast. Ocean Dynamics, Volume 57, Number 1/February, 2007. Springer. Berlin. GR.
- Krempf A., 1929. Rapport annuel 1928-1929, p. 12-13. Institut Océanographique de L'Indochine, 13^e Note.
- Krempf A., P. Chevey, 1934. The great currents of the China Sea and hydrologic sections of the shores of French Indo-China. Fifth Pacific Science Congress. Proceeding, Vol. I: 693 – 696. Canada.
- LaFond E.C., 1963. Physical oceanography and its relation to the marine organic production in the South China Sea. A report on the results of the NAGA expedition 1959 – 1961. La Jolla, California.
- Lê Phước Trình, Nguyễn Tiến Dũng, Nguyễn Văn Minh, Lê Minh Tân, Nguyễn Kim Vinh, 1981. Đặt vấn đề nghiên cứu nước trời ven bờ đông nam Việt Nam. Tuyển tập Nghiên cứu biển, II-2: 13-31.
- Nguyễn Kim Vinh, 1981. Một phương pháp đánh giá hoàn lưu thẳng đứng tại vùng biển miền Trung Việt Nam. Tuyển tập Nghiên cứu biển, II-2: 87-100.
- Nguyễn Kim Vinh, 1990. Cấu trúc và động lực lớp hoạt động bề mặt tây Biển Đông. Các khoa học về Trái Đất, 12(4): 124-128.
- Nguyễn Kim Vinh, 1992. Về sự biến đổi của một số đặc trưng khí tượng trong vùng biển Ninh Thuận – Minh Hải. Tuyển tập Nghiên cứu biển, IV: 14-20.
- Nguyễn Kim Vinh, 1997. Biến động của gió ở vùng nước trời mạnh Nam Trung Bộ. Các công trình nghiên cứu vùng nước trời mạnh Nam Trung Bộ, 8-16. Nhà xuất bản KH&KT.
- Nguyễn Kim Vinh, Võ Văn Lành, 2004. Về biến đổi mùa của cấu trúc nhiệt - muối nước biển vùng ven bờ Nam Việt Nam. Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển, T4(2004), số 4, 1 – 17.
- Wu C.R., P.T. Shaw, S.Y. Chao, 1998. Seasonal and interannual variations in the velocity field of the South China Sea. J. Oceanogr., 54(4): 261-372.
- Wyrtki K., 1961. Physical Oceanography of the Southeast Asian Waters.- *NAGA Report*, Vol. 2. La Jolla, California. 195pp.