

ĐẠI DƯƠNG VÀ KHÍ HẬU

ThS.Trần Phương Đông
Trung tâm KTTV biển

Tựa đề: Sự chú ý của thế giới đang ngày càng tập trung vào sự nóng lên của toàn cầu, một hiện tượng có khả năng lâu dài gây ra những hậu quả tai hoạ. Sự biến đổi của khí hậu do sự tích tụ ngày càng tăng của khí CO₂ và các chất khí gây hiệu ứng lồng kính khác tiếp tục là một chủ đề của tin tức hàng đầu và các sự kiện cấp cao quốc tế và quốc gia. Với sự quan tâm và nhu cầu cung cấp thông tin nhằm đề cao sự nhận thức của cộng đồng về ảnh hưởng của đại dương đối với các quá trình trên hành tinh, trong bài viết này tác giả đề cập đến những vấn đề được quan tâm trên thế giới về vai trò của đại dương trong khí hậu, về các chương trình quốc tế đang được thực hiện để nâng cao các dự báo khí hậu và những quan trắc về viễn cảnh và ảnh hưởng của thay đổi mực nước biển.

Mở đầu

Đại dương đóng một vai trò quan trọng trong hệ thống khí hậu có vai trò bổ sung và có tầm quan trọng không kém so với vai trò của khí quyển xung quanh chúng ta. Đại dương tích trữ nhiệt và sau đó lại toả nhiệt tại một nơi khác. Đại dương vận chuyển một lượng nhiệt tương đương với lượng nhiệt được vận chuyển trong khí quyển. Đại dương cũng hấp thụ và thải khí ôxít cacbon (CO₂).

Hiểu được và dự tính sự thay đổi của hệ thống khí hậu đòi hỏi sự hiểu biết và khả năng dự báo được về sự thay đổi của đại dương. Để hoàn thành nhiệm vụ đó đòi hỏi chúng ta phải thực hiện mô hình hoá và kiểm soát đại dương.

Đại dương ảnh hưởng đến khí hậu như thế nào?

Đại dương đôi khi được coi như là “cánh tay biên của hệ thống khí hậu” dù điều đó mô tả chưa thật chính xác về vai trò của đại dương đối với khí hậu. Giống như một chiếc bánh đà, đại dương tích trữ năng lượng, trong trường hợp này là năng lượng nhiệt, vào ban ngày hoặc mùa hè và sau đó thải năng lượng nhiệt khi nguồn cung cấp năng lượng giảm đi vào ban đêm hoặc mùa đông.

Khi bị đốt nóng đại dương đáp ứng bằng cách hấp thụ một lượng nhiệt nào đó và tăng lượng bốc hơi. Lượng nhiệt hấp thụ được và do ảnh hưởng của gió sau đó bị xáo trộn xuống vài mét làm nhiệt độ nước tăng lên ở lớp nước bề mặt. Tuy nhiên, trong cùng điều kiện bị đốt nóng đó, nhiệt độ trên bề mặt đất liền tăng nhanh hơn. Sự bốc hơi có một ảnh hưởng mạnh mẽ đối với bầu khí quyển và khí hậu. Hơi nước bay vào bầu khí quyển làm tăng đáng kể hiệu ứng nhà kính. Khi hơi nước ngưng tụ, lượng nhiệt toả ra lại là nguồn năng lượng chủ yếu cho sự di chuyển của không khí.

Khi bị lạnh đi, đại dương lại đáp ứng bằng cách tạo ra những chuyển động đối lưu theo phương thẳng đứng và những chuyển động đó có tác dụng cung cấp nhiệt lên khối nước bề mặt. Và ở đây trong cùng điều kiện bị làm lạnh như thế, nhiệt độ trên bề mặt nước lại giảm chậm hơn so với trên đất liền.

Kết quả cuối cùng là trên hai phần ba bề mặt trái đất bị bao phủ bởi đại dương băng giá, nhiệt độ của đại dương thế giới chỉ thay đổi trong khoảng từ -2°C (điểm đóng băng của nước mặn) đến 30°C . Tại một điểm bất kỳ trên đại dương, dao động nhiệt không quá 1°C trong một ngày và không quá 10°C trong một năm. Như vậy, dao động nhiệt độ nước biển là nhỏ so với trên bề mặt lục địa tại những vùng khô hạn ở vĩ độ trung bình, ở đó dao động nhiệt độ từ vùng này sang vùng khác lên tới 100°C và tại một điểm là tới 80°C trong một năm. Hơn nữa, tính chất đáp ứng khá chậm của đại dương đối với sự đốt nóng và làm lạnh đã làm cho chu trình năm trong đại dương bị chậm lại so với chu trình khí quyển trên lục địa. Sự chênh lệch nhiệt độ giữa lục địa và bề mặt biển xung quanh đã làm tăng một loạt các đáp ứng của bầu khí quyển từ việc hình thành các loại hình gió biển đất (breeze) đến các hoàn lưu gió mùa qui mô lớn.

Thậm chí những hiệu ứng như thế cũng có thể xuất hiện nếu chỉ coi đại dương chỉ là một đầm nước sâu. Tuy nhiên, đại dương lại phức tạp hơn thế. Đại dương luôn luôn chuyển động cả theo chiều thẳng đứng và theo phương nằm ngang do các tác động của gió và thay đổi mật độ tạo bởi quá trình đốt nóng và làm lạnh, sự bốc hơi, giáng thủy và lưu lượng. Trong quá trình chuyển động, đại dương phân bố lại nhiệt độ (và cả độ muối) theo một hình thái mà hình thái đó có tầm quan trọng cốt yếu trong việc xác định các loại hình thời tiết trên trái đất.

Bắc Đại Tây Dương là một ví dụ đặc biệt điển hình. Ở vùng nhiệt đới Đại Tây Dương, năng lượng nhiệt mặt trời, sự bốc hơi mạnh (lớn hơn lượng giáng thủy) và lưu lượng tạo nên một lớp nước mặt tương đối ấm và mặn. Một số khối nước này chảy lên hướng bắc qua các eo biển giữa Iceland và nước Anh. Trên đường đi, dòng chảy này thải nhiệt vào không khí, đặc biệt là vào mùa đông. Vì gió tại các vùng vĩ độ này nói chung hình thành từ hướng tây thổi theo hướng đông, nên nhiệt được mang vào lục địa châu Âu tạo nên mùa đông ấm áp đặc trưng cho khu vực này so với các vùng khác trên thế giới có cùng vĩ độ.

Lượng nhiệt bị mất đi nhiều đến mức mà nhiệt độ hạ thấp đến điểm đóng băng. Khối nước này, nay thuộc biển Greenland, khá mặn và do sự kết hợp của hai tính chất nhiệt độ thấp và độ mặn cao nên có mật độ lớn hơn lớp nước dưới nó. Chuyển động đối lưu bắt đầu hình thành và khối nước mặt chìm xuống đáy. Tại đáy khối nước này chuyển động theo phương ngang và xáo trộn với các khối nước khác ở sát đáy rồi lại toả xuống hướng nam hình thành một dòng nước sâu và lạnh.

Hoàn lưu nhiệt này có tính chất: nước ấm trên bề mặt chảy lên hướng bắc cung cấp một lượng nhiệt khoảng 1 PW (1 petawatt bằng một tỷ megawatt), bị lạnh đi, chìm xuống và sau đó chảy xuống phía nam

Đó là một phần của hệ thống khí hậu đã được xác định một cách rõ ràng và có thể bị biến dạng nếu có vài thay đổi nhỏ. Ví như nếu độ mặn nước bề mặt ở phần phía bắc Đại Tây Dương bị giảm xuống vì một nguyên nhân gì đó, thì quá trình lạnh đi không thể tạo nên một khối nước có mật độ lớn đủ để chìm xuống đáy sâu. Điều này đã xảy ra ở Bắc Băng Dương và Bắc Thái Bình Dương. Nếu điều đó xảy ra thì mùa đông ở bắc Đại Tây Dương được bao phủ một lớp nước lạnh rất nhanh và đóng băng ở một số nơi và có lẽ không thể cung cấp một nguồn nhiệt làm cho châu Âu ấm áp như hiện nay. Một sự thay đổi như thế là có thể xảy ra, và những nghiên cứu mô hình đã chỉ ra rằng biến đổi khí hậu là điều chắc chắn xảy ra.

Thậm chí những khối nước lớn hơn tương tự như vậy cũng được hình thành ở đáy sâu châu Nam Cực. Nếu vì một nguyên nhân nào đó như quá trình đóng băng

tăng lên hoặc quá trình tan băng tăng lên thì độ mặn nước bề mặt trong khu vực này sẽ hạ đáng kể.

Các khối nước sâu từ hai cực di chuyển đến khắp các đại dương thế giới, ở đó chúng được làm ấm lên từ từ bằng cách xáo trộn với các lớp nước ấm hơn ở bên trên. Và các nguồn nước lạnh hơn nằm ở dưới chúng. Trải qua hàng trăm năm khối nước lạnh từ từ dâng lên được làm ấm lên ở trên mặt và bị đẩy lên bởi những khối nước lạnh mới hình thành ở phía dưới. Cuối cùng, những khối nước đó dâng lên vừa đủ để tham gia vào hoàn lưu do gió của lớp nước bề mặt của đại dương và sau đó trở thành một phần của lớp nước mỏng sát mặt bị đốt nóng trực tiếp bởi mặt trời. Từ đó khối nước này lại có thể tiếp tục di chuyển lên những vùng vĩ độ cao hơn và lại bị làm lạnh đến điểm đóng băng để rồi quá trình đối lưu lại xảy ra. Khối nước mà di chuyển đến những nơi xa nhất trong đại dương có thể mất đến 1000 năm để hoàn thành chu trình đó.

Các khối nước mặt khác mà không dịch chuyển lên những vùng vĩ độ cao cũng trải qua quá trình lạnh đi và chuyển động đối lưu nhưng chỉ tới một độ sâu nào đó mà thôi. Chúng cũng lan truyền, xáo trộn với các khối nước bên cạnh có xấp xỉ cùng mật độ, đẩy các khối nước bên trên chúng. Chu trình nước nóng này có thể hoàn thành trong vòng vài năm hoặc chục năm.

Trong quá trình đối lưu với tốc độ cao, nước đại dương luôn luôn tiếp xúc với bề mặt và tiến tới trạng thái gần như cân bằng sự hấp thụ các chất khí có trong khí quyển như O_2 , CO_2 và freon. Freon là chất khí trơ và cung cấp một bằng chứng quý giá về sự chuyển động của đại dương. Mặt khác, các chất khí O_2 và CO_2 bị ảnh hưởng mạnh bởi các hoạt động sinh học. Các lớp nước mặt của đại dương có chứa các loại thực vật phù du dưới tác động của ánh sáng mặt trời đã chuyển hoá khí CO_2 hoà tan thành cacbon hữu cơ. Các động vật dưới biển lại sống nhờ vào các thực vật đó và đến lượt mình các động vật lại bị tiêu thụ bởi các cơ thể sống khác. Xác của các cơ thể sống này chìm khỏi lớp nước mặt xuống sâu. Trên đường chìm xuống các vi khuẩn phân huỷ và thải ra CO_2 và hấp thụ O_2 . Kết quả là ở những lớp nước sâu hơn rất giàu CO_2 và chất dinh dưỡng và thiếu O_2 .

Quá trình xáo trộn ở đại dương nước sâu xảy ra không mạnh và chậm chạp, vì thế trong khi lớp nước sâu dâng lên và được làm ấm lên thì phần lớn nước đại dương lại có nhiệt độ gần bằng với nhiệt độ nước ở lớp sát đáy hơn là nhiệt độ ở lớp mặt (ở độ sâu 1000 m nhiệt độ hầu hết các đại dương vào khoảng $5^{\circ}C$). Độ sâu của lớp nước ấm bề mặt thay đổi một cách đáng kể phụ thuộc vào hoàn lưu đại dương, đặc biệt là tại lớp có sự thay đổi nhiệt độ lớn theo độ sâu (lớp tà nhiệt, khoảng 100 m đến 1000 m), ở đó nhiệt độ vào mùa đông giảm từ giá trị gần với giá trị của lớp nước mặt tới giá trị gần với giá trị nhiệt độ của lớp nước sâu. Ở những vùng nhiệt đới, lớp tà nhiệt đặc biệt nóng.

Ở nhiều vùng nhất định đặc biệt là ven bờ biển và gần xích đạo, dòng chảy gió có tác dụng dịch chuyển lớp nước mặt làm cho lớp nước này bị thay thế bởi sự trôi lên của lớp nước sâu nằm giữa lớp tà nhiệt (hiện tượng nước trời). Nước trời rất giàu chất dinh dưỡng và CO_2 . Nếu gặp điều kiện thích hợp, nguồn cung cấp chất dinh dưỡng làm tăng cường đáng kể các hoạt động sinh học. Và thực tiễn cho thấy hầu hết các nguồn hải sản giàu có trên thế giới nằm vào những vùng có nước trời. Một số hàm lượng CO_2 dư thừa được thực vật biển hấp thụ, phần còn lại được thải vào không khí. Cũng cần chú ý rằng một phần của khí CO_2 thải ra được hấp thụ vào không khí chỉ tại những vùng có chuyển động đối lưu của nước.

Tại vùng xích đạo Đông Thái Bình Dương là một ví dụ điển hình. Trường gió thổi đều đặn ở Thái Bình Dương dẫn đến hiện tượng nước trời ngoài khơi bờ biển Nam Mỹ và nước lạnh từ lớp tà nhiệt chuyển động lên bề mặt ở đó. Trong khi đó ở vùng xích đạo Tây Thái Bình Dương, hình thành một bể nước nóng nhất thế giới thường là trên 29°C. Năm này qua năm khác, các vùng nước mặt ở phía đông trở nên ấm hơn do ảnh hưởng của bể nước nóng nêu trên. Đó là hiện tượng "El Nino" có một ảnh hưởng lớn đối với khí hậu và đời sống dưới nước đại dương.

Hiện tượng này đã từng là đối tượng cho nhiều nghiên cứu đặc biệt trong thập kỷ 80 trong khuôn khổ Chương trình đại dương nhiệt đới và khí quyển toàn cầu (TOGA) và đã thu được một số thành công trong việc hiểu được và dự báo hiện tượng đó. Sự chuyển vận của Ấn Độ Dương và Đại Tây Dương cũng luôn thay đổi với những hậu quả thay đổi về mặt khí hậu lên các vùng ở đó tập trung phân lớn dân số thế giới. Những vùng này vẫn còn chưa được nghiên cứu hiểu biết nhiều như ở Thái Bình Dương.

Những hạn chế về sự hiểu biết của chúng ta

Sự chuyển vận của đại dương sẽ chỉ hiểu được thông qua một biểu diễn mối quan hệ qua lại giữa mô hình hoá và quan trắc. Hiểu được bản chất tự nhiên của một hiện tượng quan trọng thì chỉ riêng mô hình không thôi thì không đủ để đối phó với các vấn đề một cách có hiệu quả. Các mô hình chắc chắn sẽ còn bị hạn chế và các nhà thiết kế mô hình chắc chắn phải hướng đến các bộ dữ kiện hoàn chỉnh. Đối với các đại dương nước sâu, đến nay vẫn chưa xác định được một mô hình nước sâu nên được giải quyết vấn đề gì. Ví dụ, có thể giả thiết là lớp nước sâu ở Bắc Thái Bình Dương là một di vật sót lại của một kiểu khí hậu trước đây và không được tái tạo lại bởi một mô hình đại dương dựa trên điều kiện khí hậu ngày nay.

Những lớp nước sát mặt được quan trắc tốt hơn và vì thế cái mà mô hình nên được thiết kế để tái hiện trở nên rõ ràng hơn. Tuy nhiên, điều rõ ràng là các chuyển động mang nhiều năng lượng nhất trong đại dương có qui mô chỉ vào khoảng 100 km và người ta cũng thừa nhận rằng khi một mô hình có thể giải quyết những vấn đề có qui mô nhỏ như thế nhưng lại không thể giải quyết những vấn đề chuyển động có qui mô lớn hơn. Vì thế các mô hình đại dương hoàn chỉnh đòi hỏi những thế hệ máy tính hiện đại hơn. Thậm chí một máy tính lớn nhất hiện nay cũng không thể chứa nổi một mô hình đại dương toàn cầu thích hợp thậm chí cho một bài toán dừng. Những thế hệ máy tính phù hợp đang được chờ đợi trong vòng một thập kỷ nữa. Trong thời gian đó cần phải cải tiến các kỹ thuật để nắm bắt được nhiều hiện tượng quan trọng bao gồm việc vận chuyển nhiệt bởi các dòng chảy đại dương, chuyển động đối lưu ở các vùng nước sâu và các vấn đề khác liên quan đến chu trình năm, và các hiện tượng xáo trộn khác. Công việc này chắc chắn phải được trợ giúp bởi những dữ kiện đầy đủ vì trong thời gian dài sắp tới việc mô hình hoá sẽ đòi hỏi tính đến nhiều tham số mà chỉ có thể thu được từ việc quan trắc.

Mặt khác, chỉ quan trắc không thôi thì vẫn không đủ. Các số liệu quan trắc luôn bị thưa thớt cả về không gian và thời gian không đủ để cung cấp cho chúng ta một mô tả đầy đủ. Mô hình có thể nối liền các quan trắc lại với nhau và đặt chúng vào một bối cảnh thích hợp. Mô hình cũng có thể giúp để xác định tính chất và vị trí của những quan trắc quan trọng nhất. Chỉ có thông qua mô hình mới có thể đưa ra những nhận xét định lượng về cách mà hệ thống khí hậu phát triển trong tương lai.

Mục đích cuối cùng là dự báo. Dự báo có hai dạng: (1) dự báo chi tiết về loại hình thời tiết và (2) dự báo tính nhạy cảm đối với các thay đổi từ bên ngoài, đặc

biệt là những thay đổi liên quan đến hiện tượng nóng lên toàn cầu. Kiểu dự báo loại hình thời tiết duy nhất có vẻ thực hiện được trong thời gian khá ngắn là kiểu thời tiết liên quan tới đại dương nhiệt đới. Ở đây thành công trong việc cố gắng dự báo "El Nino" cho thấy nhiều hứa hẹn. Ở một mức độ nào đó, việc này bị giới hạn bởi sự thiếu chính xác của các dự báo khí quyển hạn dài, nhưng các dự báo về sự tiến triển của dòng thái đại dương là một đầu vào quan trọng để dự báo sự tiến triển của khí quyển. Đại dương và khí quyển đặc biệt gắn chặt với nhau trong vấn đề dự báo. Hải dương học và Khí tượng học phải được gắn chặt một cách công bằng để tiến hành công tác dự báo. Các dự báo phụ thuộc chặt chẽ vào việc thu thập và truyền dữ kiện đại dương một cách kịp thời và đúng lúc, việc này đang được thực hiện trong khuôn khổ TOGA.

Động thái của đại dương phụ thuộc vào các yếu tố tác động tới lớp nước mặt: ứng suất gió, ngưng tụ, dòng nhiệt và quá trình bốc hơi. Hiện nay chưa một yếu tố nào được xác định một cách chính xác. Điểm hạn chế này nảy sinh phần vì các yếu tố này không thể được đo đạc một cách đều đặn và mối quan hệ của chúng với các yếu tố khác đo được không được thiết lập với độ chính xác cần thiết. Và cũng phần vì thiếu những dữ kiện khí quyển về gió bề mặt, nhiệt độ và độ ẩm. Về nguyên tắc, các yếu tố bề mặt nên được thu thập từ các mô hình dự báo thời tiết khi đã biết nhiệt độ nước biển bề mặt. Tuy nhiên còn nhiều việc phải làm trước khi điều đó có thể thực hiện được.

Để xác định một cách chính xác tính nhạy cảm đòi hỏi có những mô hình chính xác. Các mô hình chỉ có thể được phát triển và kiểm chứng bởi các dữ kiện chính xác và đầy đủ. Mục đích cuối cùng là phải phát triển các mô hình có khả năng dự báo tiến triển của các yếu tố trong đại dương do các lực tác động thay đổi. Phương cách mà theo đó các yếu tố trong đại dương đang tiến triển và phương cách mà trong đó đại dương đáp ứng lại những thay đổi quan trắc được sẽ là đầu vào có ý nghĩa quan trọng cho việc phát triển các mô hình như vậy. Vì thế, một yêu cầu đối với công tác thu thập dữ kiện đại dương là xác định cho được phương cách mà trong đó đại dương đang thay đổi.

Một yêu cầu đối với các mô hình tiến bộ là hiểu được khá đầy đủ thực tế đại dương là như thế nào. Thông tin này là cần thiết để xác định đại dương đang thay đổi như thế nào. Một trong những mục tiêu cơ bản của Chương trình thực nghiệm hoàn lưu đại dương thế giới (WOCE) là thoả mãn nhu cầu đó. Dữ kiện thu được trong WOCE cho phép sử dụng các định luật bảo toàn cơ bản và các công cụ toán học đặc lực nhằm thu được các kiến thức quan trọng về phương cách mà đại dương của chúng ta ngày nay đang vận chuyển nhiệt và muối đi khắp hành tinh. Các dữ kiện cũng cung cấp một cơ sở vững chắc để dựa vào đó xây dựng chuỗi thời gian về sự tiến triển động thái đại dương trong một thế giới đang thay đổi. Thậm chí trước khi các dữ kiện tương lai được thu thập, các dữ kiện từ WOCE sẽ được so sánh một cách chặt chẽ với các dữ kiện đã thu thập được trong quá khứ nhằm phát hiện và cố gắng hiểu được những thay đổi hiện nay đang diễn ra.

WOCE cũng bao gồm cả việc nghiên cứu đại dương nam bán cầu (Southern Ocean) để nâng cao sự hiểu biết về vùng quan trọng này, ở đó hầu hết các các khối nước sâu được hình thành và cũng ở đó các đại dương khác nhau được nối kết và vì thế có ảnh hưởng qua lại lẫn nhau.

Một hệ thống để kiểm soát đại dương

Tính chất của một hệ thống kiểm soát đại dương trong tương lai chỉ biết được sau khi WOCE hoàn thành. Thực sự một trong những mục tiêu tường minh của WOCE là xác định các đặc điểm của một hệ thống như vậy. Tuy nhiên hiện nay cũng đủ để có thể cho phép lập kế hoạch và đưa ra một chương trình thực hiện đi trước với quan điểm hình thành một hệ thống khi có đầy đủ thông tin. Hệ thống sẽ bao gồm một số thành phần sau: (1) Vệ tinh; (2) Tàu đi trên biển; (3) Máy đo mực nước; (4) Phao, gồm cả phao trôi và phao cố định; (5) Tàu chuyên dụng (thường là tàu nghiên cứu); (6) Kỹ thuật mới.

- (1) Vệ tinh chỉ có khả năng cung cấp bề mặt thực của địa cầu. Các phép đo có thể và nên được tiến hành bao gồm nhiệt độ, màu nước biển có thể liên quan đến hoạt động phù du, đặc trưng sóng có thể liên quan đến các phép đo trường gió, độ cao mặt nước liên quan đến dòng chảy mặt, và lớp băng bao phủ.
- (2) Tàu đi trên biển có thể cung cấp những đo đạc khá rẻ tiền về vận tốc gió gần mặt, nhiệt độ và độ ẩm không khí, độ mặn của lớp nước sát mặt và cấu trúc nhiệt của lớp mặt đại dương. Các cố gắng đang được thực hiện nhằm hoàn chỉnh một thiết bị thả có khả năng đo độ mặn lớp nước sát mặt với độ chính xác cần thiết.
- (3) Máy đo mực nước cũng là một phương pháp không đắt tiền trong việc xác định sự thay đổi của mực nước. Những thay đổi mực nước có thể được giải thích theo khái niệm dòng chảy và nhiệt độ đại dương cũng như xu thế lâu dài của mực nước.
- (4) Hệ thống phao có thể cung cấp những thông tin ở những vùng ít có tàu bè qua lại. Nhiệt độ mặt nước biển thu được từ hệ thống phao là rất chính xác có thể được sử dụng để hiệu chỉnh dữ kiện thu được từ vệ tinh. Hệ thống phao cũng có thể cung cấp những thông tin về cấu trúc nhiệt lớp mặt đại dương; và dòng chảy. Người ta đang mong muốn phát triển các thiết bị đo dùng phao có khả năng đo độ mặn lớp mặt đại dương một cách tin cậy dù có rất nhiều khó khăn về mặt kỹ thuật.
- (5) Các tàu chuyên dụng là rất tốn kém. Tuy vậy, chúng vẫn là phương tiện duy nhất thích hợp cho việc thu thập những thông tin quan trọng về nhiệt độ, độ mặn, các thành phần địa hoá của nước biển tầng sâu với một độ chính xác được đòi hỏi nào đó. Với phần lớn các đặc trưng, nước biển sâu thay đổi nhỏ đến mức mà phải đòi hỏi các thiết bị đo có độ chính xác rất cao.
- (6) Các nhà hải dương học luôn có nhiều sáng kiến tạo ra các loại thiết bị mới để đo các tham số đại dương. Hiện nay có rất nhiều thiết bị mới được đề nghị. Một số ít đã được triển khai áp dụng, một số khác đang được chế tạo thử và nhiều loại khác còn đang được thiết kế.

Qui mô thời gian và không gian

Qui mô thời gian và không gian đòi hỏi cho việc kiểm soát một hệ thống thường khác với các qui mô cần thiết để mô tả và giải thích hệ thống đó. Trong phần này chúng ta đề cập tới qui mô về thời gian, dành việc xem xét qui mô về không gian cho các chương trình nghiên cứu chuyên sâu.

Dữ kiện nhiệt độ bề mặt được sử dụng trong dự báo thời tiết hàng ngày và phải được thu thập chỉ trong vài giờ trên toàn cầu. Một sự tổ hợp của các dữ kiện từ vệ tinh và dữ kiện thu được từ các trạm phao nhờ vệ tinh có thể đáp ứng được nhu cầu

đó. Để dự báo khí tượng, một qui mô không gian khoảng vài trăm km là vừa đủ, nhưng các nhà hải dương học có thể sử dụng dữ kiện ở qui mô khoảng 10 km.

Dữ kiện ở lớp sát mặt đại dương phải được kiểm soát theo chu trình năm nhằm xác định các biến động nhiều năm. Vì thế, một bước thời gian khoảng hai tháng là thích hợp. Tại một số vùng đặc biệt, việc quan trắc đòi hỏi phải thường xuyên hơn, ví dụ tại khu vực nhiệt đới Thái Bình Dương nhằm cung cấp các số liệu mô phỏng cho đầu vào của các mô hình.

Qui mô không gian còn căn cứ vào điều kiện của từng vùng mà có thể từ vài chục km đến vài trăm km phụ thuộc vào vị trí tương đối so với đường bờ và xích đạo.

Việc đo đạc tại những vùng sâu đại dương gặp nhiều khó khăn và tốn kém hơn. May thay, sự thay đổi ở đây diễn ra chậm chạp. Một khoảng thời gian khoảng năm năm là thích hợp. Những yêu cầu trong việc đo đạc ở các vùng sâu đại dương sẽ được cải tiến nhiều sau khi có kết quả của WOCE.

Vài lời kết luận

Đại dương đóng một vai trò then chốt trong việc xác định khí hậu toàn cầu. Vì thực tế cho thấy bất kỳ một dự báo về sự tiến triển của khí hậu cho khoảng thời gian ngoài vài tuần lễ đòi hỏi phải tính đến động thái của đại dương. Có nhiều hứa hẹn có thể mô tả và dự báo bất kỳ thành phần nào của động thái lớp sát mặt đại dương với độ chính xác đủ để cải thiện các dự báo thời tiết và hải sản hạn dài một cách hữu ích. Điều hứa hẹn này chỉ có thể thành hiện thực nếu các dữ kiện thích hợp được thu thập đều đặn và truyền tải một cách kịp thời.

Về sự ảnh hưởng và tham gia của đại dương vào sự biến đổi khí hậu lâu dài, chúng ta hoàn toàn có lý để tin tưởng rằng đại dương đang thay đổi. Đại dương được người ta chờ đợi tiếp tục thay đổi do những ảnh hưởng của hoạt động con người ngày càng tăng. Ảnh hưởng của đại dương đối với khí quyển là có thể điều tiết hoặc làm tăng thêm những thay đổi đó. Chắc chắn đại dương sẽ làm thay đổi khí quyển.

Ngày nay để xác định đại dương đang thay đổi như thế nào chúng ta phải có những đo đạc ở tất cả độ sâu khác nhau trên khắp đại dương. Để dự báo động thái tương lai của đại dương đòi hỏi phải có những mô hình cực mạnh được trợ giúp bởi một tập hợp thường xuyên của các dữ kiện mới.

Những yêu cầu đó đòi hỏi những cơ cấu mới về mặt quốc tế và ở nhiều quốc gia vì Hải dương học đang nhanh chóng trở thành một ngành khoa học thực hành giống như Khí tượng học chứ không chỉ đơn thuần là một ngành khoa học nghiên cứu. ■

Tài liệu tham khảo

1. R.W. Stewart, The Ocean and Climate, *Nature and Resources journal*, Volume 26, Number 4.
2. El Nino and Climate prediction, *Reports to the Nation*, NOAA, 1994.
3. J.T. Houghton, The Global Climate, Cambridge University Press, pp. 141-187, 1984.