

MẮT BÃO VÀ MÂY THÀNH MẮT

PGS.PTS. Trần Đình Bá

Trung tâm quốc gia dự báo KTTV

1. Mở đầu

Lý thuyết cũng như thực tế đã chứng minh rằng khi bão mạnh lên, ở tâm xoáy xuất hiện dòng giáng làm tan mây và tăng nhiệt độ, còn ở vùng xung quanh tâm xoáy, mây đối lưu phát triển mạnh, tạo thành những tháp mây khổng lồ vây lấy vùng tâm. Mắt bão xuất hiện trong điều kiện như vậy của hoàn lưu bão. Trên các bức ảnh vệ tinh lúc đầu mắt bão to, rìa mắt xơ xác, nhưng khi bão mạnh lên, mắt thu nhỏ lại, rìa mắt sắc nét và có hình tròn. Vì vậy, mắt bão không chỉ là dấu hiệu chỉ tâm mà còn là dấu hiệu chỉ cường độ.

Tuy nhiên, thực chất của quá trình xuất hiện, tiến triển của mắt và mây thành mắt bão như thế nào? Đó là vấn đề cần được làm sáng tỏ. Trong nghiên cứu này tác giả muốn cung cấp một số nhận xét xoay quanh vấn đề vừa nêu, thông qua một số thông tin vệ tinh mà tác giả có được.

2. Những đặc trưng của mắt bão và mây thành mắt

2.1. Mắt bão

Dưới dạng trường khí áp mắt bão được biểu hiện như rốn của một chiếc phễu, trong đó đáy của rốn là tâm bão. Trên ảnh vệ tinh mắt bão được biểu hiện thông qua trường mây với nhiều hình dạng khác nhau. Tuy vậy, trong thực tế không phải lúc nào cũng dễ dàng nhìn thấy vùng mắt bão bằng đôi mắt bình thường. Để phát hiện mắt bão trên ảnh vệ tinh dễ dàng hơn, người ta sử dụng phương pháp ảnh tăng cường, nâng cao mức độ tương phản mực xám giữa mắt bão và vùng xung quanh. Tuy vậy, ảnh tăng cường cũng chỉ giới hạn ở 16 mức trên thang độ xám. Nếu sử dụng phương pháp xử lý số ảnh vệ tinh, độ sâu của ảnh có thể tăng lên 64 hoặc 256 mức trên thang độ xám, cho phép xác định dễ dàng vị trí của mắt và độ sâu theo phương thẳng đứng. Khi cắt ngang khối mây ở một độ cao nào đó, mắt bão sẽ là vùng được bao quanh bởi những đường đẳng mực xám, đẳng nhiệt hoặc đẳng độ cao dày sít (hình 1). Khi bố dọc mắt bão theo nhiệt độ đỉnh mây, mắt bão sẽ là điểm nóng nhất (hình 2). Khi bố dọc theo trường độ cao hình học của đỉnh mây thì độ cao ở vùng tâm bão sẽ rất thấp, mắt bão giống như một cái giếng sâu hàng ngàn mét được bao bọc bởi bức thành mây khổng lồ.

Trên bản đồ phân bố nhiệt đỉnh mây theo phương nằm ngang, mắt bão biểu hiện dưới nhiều hình dạng khác nhau. Có lúc mắt bão có hình dạng hình tròn với các đường đẳng nhiệt đồng tâm như trong trường hợp bão ELSIE ngày 5-XI-1992, bão TASHA ngày 20-VIII-1993 (hình 1 a,b). Có lúc mắt bão có dạng hình thoi hoặc hình đa giác như trong trường hợp bão KORYN ngày 27-VI-1993 (hình 1 c).

Nói chung, khi mắt bão xuất hiện trên đĩa mây thì bão đã có cường độ typhoon ($V_{max} \geq 64$ kts). Ở Biển Đông, khi mắt bão xuất hiện, cường độ bão phổ biến là 60 kts trở lên. Tuy nhiên, không phải là không có những trường hợp bão có cường độ

45 - 50kts. Cũng có khá nhiều trường hợp bão có cường độ typhoon, nhưng mắt bão vẫn chưa xuất hiện trên đĩa mây. Trong hai mùa bão 1992 và 1993, trên vùng Biển Đông quan sát được 62 trường hợp bão có mắt nhưng cường độ chưa đạt tới 60kts và có 57 trường hợp bão có cường độ typhoon, nhưng mắt không rõ trên đĩa mây.

Khi phân tích hệ thống mây bão ở Tây Thái Bình Dương và Biển Đông [1] tác giả đã phát hiện ra rằng bão có thể có hai tâm, tác giả cho đó là "trường hợp đặc biệt". Những trường hợp này chỉ xuất hiện vào thời kỳ đầu (lúc mới hình thành) và thời gian cuối (thời kỳ suy yếu) của bão. Cũng trong nghiên cứu này tác giả còn cho thấy xung quanh vùng xoáy chính của bão còn có các xoáy con cùng tồn tại song song.

Vào đầu những năm 90, Dvorak [4] cũng đã chứng minh sự tồn tại của các tâm phụ trong bão, thậm chí đôi khi còn tồn tại vài ba tâm phụ trong cùng một xoáy bão. Dvorak gọi đó là trường hợp đa tâm (multiple centers). Về sự tồn tại của loại tâm này Dvorak viết "Trong các giai đoạn phát triển đầu tiên của xoáy thuận nhiệt đới thường thấy không chỉ một tâm xoáy, các tâm xoáy được thể hiện dưới dạng những đường mây tầng thấp, thậm chí không thể phân biệt để chọn ra một tâm chính ở thời điểm đó".

Trong lúc tính toán nhiệt đỉnh mây bão, tác giả cũng nhận thấy rằng trong một số trường hợp, trên đĩa mây bão tồn tại không phải chỉ một điểm nóng là mắt bão mà còn có một vài điểm nóng khác khá rõ nét ở trên vùng mây có đỉnh rất lạnh quanh vùng tâm bão. Đây có phải là những tâm phụ của bão hay không? Vấn đề còn được thảo luận tiếp tục dưới đây.

2.2. Mây thành mắt bão

Mây thành mắt bão trong nhận thức chung, đó là khối mây phát triển nhất vây quanh vùng mắt bão, vươn tới độ cao của đỉnh tầng đối lưu.

Trong thực tế, thành mắt bão được tạo thành từ những tháp mây dựng đứng có phạm vi và kích thước rất khác nhau, lúc đầu rời rạc, sau đó tập trung. Tùy mức độ phát triển của bão các tháp mây lớn dần và hội tụ quanh tâm bão rồi liên kết lại với nhau.

Mây Ci xuất hiện từ các tháp mây đối lưu ấy sẽ mở rộng phạm vi, phủ lên trên các tháp mây thấp hơn. Khi bão phát triển, trần mây Ci bao phủ cả vùng tâm, dần dần dưới tác động của chuyển động xoáy, dòng phân kỳ ở đỉnh bão mạnh lên, mây Ci tỏa ra xung quanh theo hướng gió tầng mây cao.

Đến một giai đoạn nào đó, đồng thời với việc xuất hiện dòng giáng ở tâm, dòng giáng ở rìa xoáy bão cũng tăng lên. Dưới tác động của dòng giáng mây sẽ tan hoặc giảm độ cao. Khi đó mắt bão sẽ rõ dần ở tâm và làm giảm độ cao của mây ở rìa xoáy bão, nâng cao độ tương phản giữa rìa xoáy bão và môi trường xung quanh. Do vậy rìa đĩa mây bão trở lên sắc nét.

Hình dáng của mắt và mây thành mắt bão phụ thuộc vào sự liên kết, sắp xếp của các tháp mây quanh tâm bão. Bão càng mạnh, các tháp mây càng tập trung và liên kết với nhau chặt chẽ hơn. Ngược lại, trong trường hợp bão suy yếu, biểu hiện trước tiên là sự phân tán và suy giảm của các tháp mây, vì chúng luôn luôn có xu hướng thay đổi vị trí và kích thước, phù hợp với từng giai đoạn phát triển của bão.

3. Phân tích một số trường hợp cụ thể

Hãy xem xét một số trường hợp hình thành và tiến triển của mắt bão và mây thành mắt bão trên ảnh vệ tinh.

Một loạt các bức ảnh mây bão KYLE đã được xử lý số. Hệ thống mây bão được biểu hiện dưới dạng trường nhiệt đỉnh mây.

Lúc 06 ngày 22 tháng XI-1993 hệ thống mây bão đã che phủ trên một vùng diện tích rất rộng. Vùng mây có nhiệt độ -10°C tương ứng với độ cao đỉnh mây $\geq 7\text{km}$ có đường kính khoảng 10° kinh, vĩ tuyến. Trong đó những tháp mây lớn tập trung trong nửa phần phía tây, một số tháp mây nhỏ hơn tập trung trong nửa phần phía đông. Giữa hai vùng mây quan trọng này là một dải các vùng mây thấp hơn sắp xếp theo kinh hướng. Các tháp mây phát triển còn phân tán trên một vùng rộng lớn. Cường độ của bão lúc này là 50kts.

Lúc 09Z ngày 22-XI, phạm vi vùng mây bão phát triển không đáng kể, nhưng các tháp mây phát triển sâu theo phương thẳng đứng đã kết lại với nhau thành một vành đai bao quanh tâm xoáy. Vùng tâm bão rộng, được đặc trưng bởi một vùng nóng với các đường đẳng nhiệt dày sít, khép kín có dạng hình sao.

00Z ngày 23-XI, các tháp mây lớn tập trung quanh ba điểm nóng "A", "B" và "C". Trong các điểm đó "B" sâu nhất, có gradien nhiệt lớn nhất. Vị trí điểm "B" gần trùng với tâm bão xác định trên bản đồ mặt đất. Lúc này bão có cường độ typhoon (75kts).

06Z ngày 23 tháng XI, trên đĩa mây bão chỉ có một điểm nóng duy nhất. Đây là mắt bão tròn, sâu hẹp. Bán kính vùng mắt khoảng 30km. Chênh lệch nhiệt độ giữa mắt bão với mây thành mắt bão trên 50°C . Lúc này bão đạt cường độ cực đại (80kts). Các đường đẳng nhiệt trong vùng mắt dày sít đến mức không thể tách ra. Điều đó chứng tỏ thành mắt bão rất dốc. Vị trí tâm được xác định tại $13,2^{\circ}\text{N}$, $110,2^{\circ}\text{E}$.

Đáng chú ý là lúc này thành mây có nhiệt độ -60°C bao bọc trọn vòng quanh mắt bão, nhưng vùng mây phát triển cực đại với nhiệt độ thấp hơn -65°C chỉ tập trung trong nửa thành mắt phía đông. Nửa phần phía tây của bão đã ở trên đất liền.

Đến 12Z cùng ngày, mắt bão vẫn còn rõ tại "A". Xung quanh "A", ở gần rìa phía nam của đĩa mây cũng tồn tại một vùng nóng với các đường đẳng nhiệt đóng kín, nhưng không thuộc vùng tâm bão. Mắt bão (điểm A) nằm hơi lệch khỏi tâm đối xứng của đĩa mây. Các khối mây phát triển cao nhất, sâu nhất tập trung vào phần trước tâm bão. Nhiệt đỉnh mây thành mắt bão tăng lên so với lúc 06Z. Nghĩa là độ cao đỉnh mây đang giảm dần. Cường độ của bão lúc này 70kts, giảm đi 10kts so với lúc 06Z.

Đến 15Z ngày hôm đó mắt bão đã mất hẳn. Tâm bão được che phủ bởi một vùng mây có nhiệt độ thấp hơn -60°C . Cường độ bão 65kts

18Z ngày hôm đó, vùng mây dày quanh tâm bão thu hẹp rất nhanh và phân tán thành từng cụm ở phía bắc của tâm. Bão lúc này có cường độ cực đại 60kts. Đến 21Z vùng mây có đỉnh đạt đến mặt đẳng nhiệt -65°C chỉ hạn chế trong một vài đám nhỏ nằm rất xa tâm về phía bắc. Không còn đỉnh mây có nhiệt độ -70°C .

Bão đang suy yếu nhanh. Lúc 00Z ngày 24 tháng XI, cường độ cực đại của bão KYLE chỉ còn 40kts.

Ví dụ trên đây cho thấy những biến đổi các đặc trưng của mắt và mây thành mắt khi cường độ bão thay đổi.

Trong thực tế, ngay trong thời kỳ bão có cường độ ổn định, mây ở vùng mắt và thành mắt bão cũng biến thiên liên tục.

Một loạt các bức ảnh xử lý số của cơn bão VERNE nhận được trong thời kỳ bão có cường độ mạnh và ổn định (80kts) từ 09Z đến 21Z ngày 23 tháng X năm 1994. Thời gian quan trắc 3h một. Trong mỗi trường hợp ảnh, đỉnh mây được khảo sát trên 3 mặt đẳng nhiệt -15°C , -40°C , và -60°C , ứng với độ cao 7,5; 10 và 13km. Lúc 09Z ngày 23 tháng X, mắt bão đã rõ trên đĩa mây (điểm A). Nhiệt độ của vùng mắt -50°C , và chênh với nhiệt đỉnh mây thành mắt khoảng 20°C . Vùng mây có nhiệt độ -15°C phát triển rất rộng, trong đó vùng mây có nhiệt độ -40°C chiếm khoảng 2/3 diện tích, vùng mây có nhiệt độ $\leq -60^{\circ}\text{C}$ chiếm khoảng 1/10 và tập trung ở xung quanh tâm bão. Giữa vành đai mây thành mắt có nhiệt độ -60°C nổi lên những tháp mây có nhiệt độ $\leq -70^{\circ}\text{C}$ (ứng với độ cao 14 - 15km).

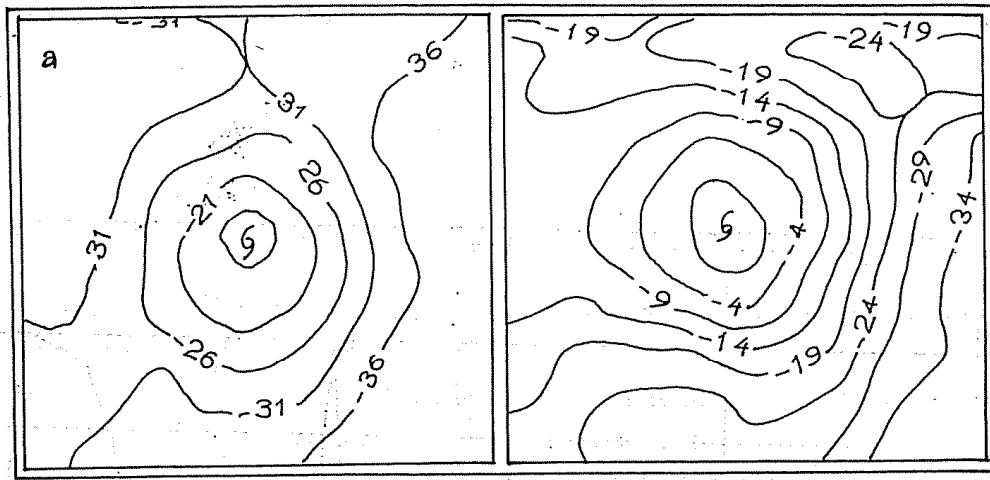
Lúc 12Z và 15Z ngày 23 tháng X, sự thay đổi cơ bản trong trường mây bão VERNE là mắt bão lệch khỏi tâm đối xứng của đĩa mây và vùng mây phát triển nhất của bão lệch hẳn về phía nam. Phạm vi, kích thước của vùng mây ứng với nhiệt độ -15°C và -40°C thu hẹp lại một ít, trong khi gradien nhiệt đỉnh mây ở vùng gần rìa bão tăng lên, chứng tỏ đỉnh mây ở rìa rất dốc, và dòng giáng ở rìa bão mạnh lên. Vùng mây thành mắt có nhiệt độ $\leq -60^{\circ}\text{C}$ như một chiếc "càng cua" ôm lấy mắt bão từ phía nam.

Lúc 18Z và 21Z mắt bão đã trở lại vùng tâm đĩa mây, nhưng trong vùng tâm có nhiều điểm nóng. Trên ảnh 18Z có hai điểm nóng với các đường đẳng nhiệt khép kín cách nhau khoảng 100km (A và B). Trên ảnh 21Z, trong vùng tâm có nhiều điểm nóng hơn. Tuy vậy, vùng mây thành mắt có nhiệt độ $\leq -60^{\circ}\text{C}$ vẫn không bị thu hẹp diện tích và duy trì ở một phía của tâm xoáy. Vị trí tâm có thể đặt tại điểm trung gian giữa ba điểm nóng chính A, B, C sẽ phù hợp hơn với tâm bão thực tế ($18,2^{\circ}\text{N}$, $130,0^{\circ}\text{E}$). Trên ảnh 18 và 21Z, trong khi vùng mắt mở rộng hơn thì ở rìa đĩa mây có đường đẳng nhiệt dày sít lại, gradien nhiệt đỉnh mây tăng lên, độ dốc đỉnh mây ở rìa bão lớn hơn. Lúc này ở rìa bão, dòng giáng trở lên mạnh hơn, làm cho đĩa mây bão tròn trĩnh và sắc nét hơn. Đây cũng là dấu hiệu đặc trưng của một cơn bão mạnh.

Từ các phân tích trên đây có thể rút ra một số nhận xét:

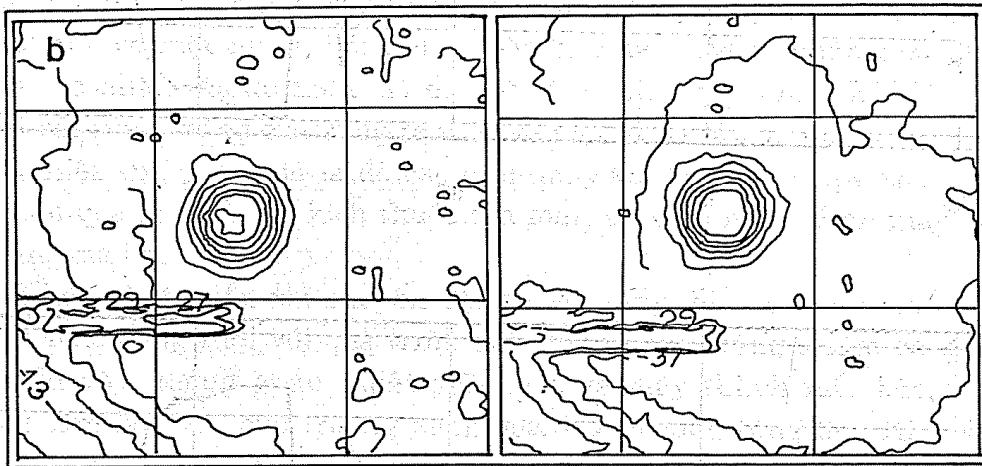
1. Sự hình thành của mắt bão hoặc mây thành mắt bão đều từ các tháp mây, lúc đầu rời rạc, sau đó cụm lại và đan xen vào nhau. Nhờ chuyển động xoáy, các tháp mây quy tụ quanh tâm xoáy với màn mây Ci phủ lên trên các tháp mây. Khi trần mây Ci bị dòng giáng chọc thủng ở vùng tâm bão thì mắt bão sẽ xuất hiện.

2. Nói chung khi mắt bão xuất hiện, bão thường ở giai đoạn typhoon. Tuy nhiên, trên vùng Biển Đông mắt bão có thể xuất hiện ở cường độ 45 - 50kts và



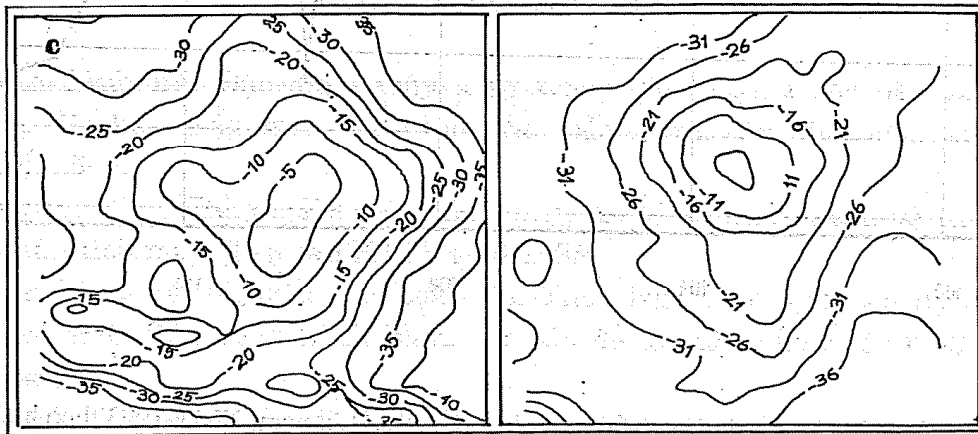
12 Z - 20 - 8 - 1993

18 Z - 20 - 8 - 1993



21 Z - 5 - 11 - 1992

22 Z - 5 - 11 - 1993



06 Z - 27 - 11 - 1993

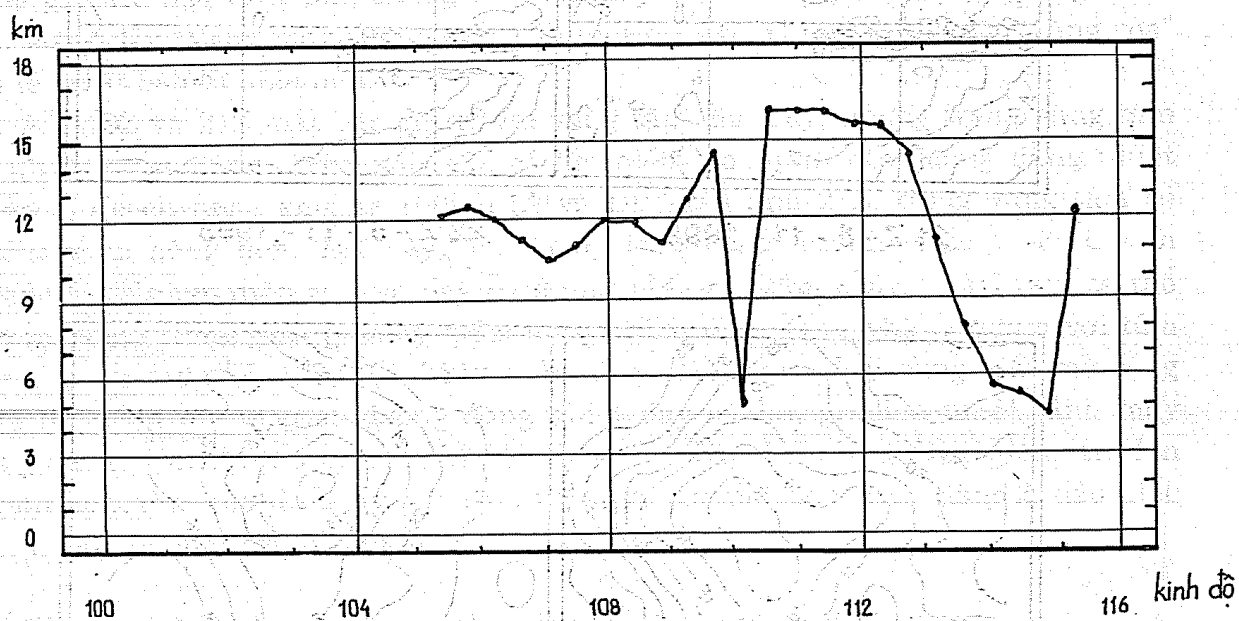
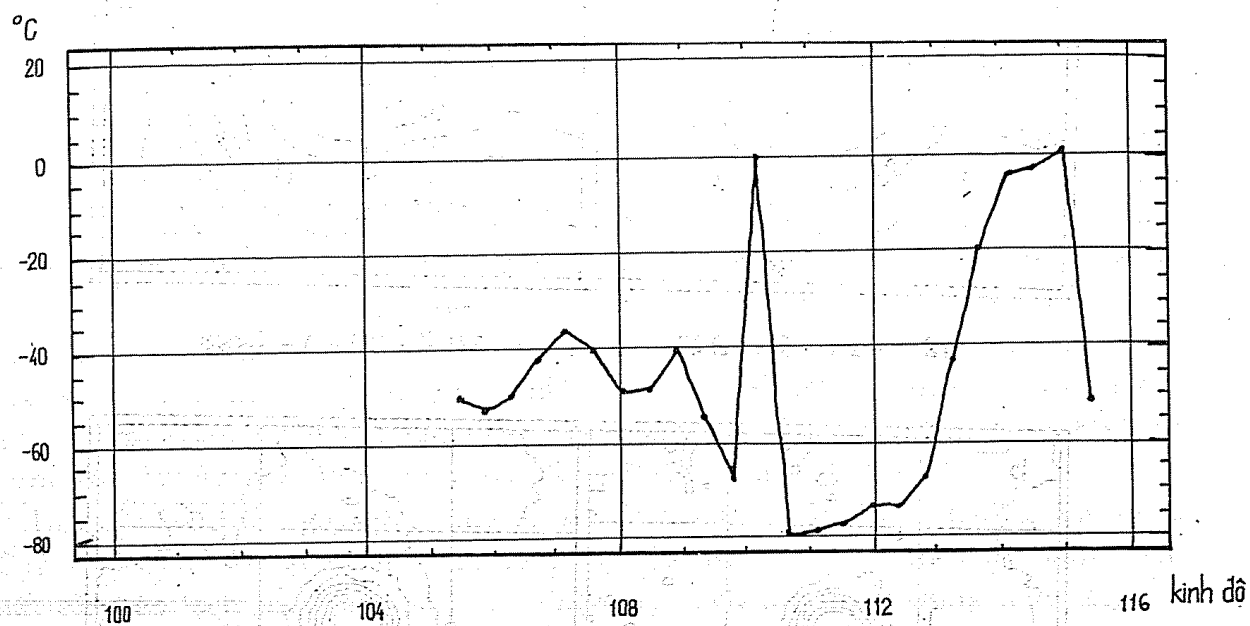
09 Z - 27 - 11 - 1993

Hình 1. Các dạng mắt bão trên ảnh vệ tinh xử lý số

a) Bão TASHA

b) Bão ELSIE

c) Bão CORYN



Hình 2. Mặt cắt dọc hệ thống mây bão Kyle lúc 13h ngày 23-11-1993 theo hướng đông-tây.
 Hình trên là nhiệt độ đỉnh mây (°C). Hình dưới là độ cao đỉnh mây (km)

cũng không ít các trường hợp bão có cường độ typhoon, nhưng mắt bão không rõ trên đĩa mây.

3. Biến động mây thành mắt bão rất nhanh, do đó mây thành mắt bão luôn thay đổi hình dạng, kích thước và độ sâu.

4. Trong bão, vùng tâm chỉ có một, nhưng điểm đặt tâm có thể hai, ba (đa tâm). Trong điều kiện phát triển thuận lợi, vùng tâm sẽ thu hẹp lại quanh một điểm (đơn tâm) và dần dần tiến tới dạng hình tròn. Chính vì lẽ đó vị trí mắt bão đã trở thành tiêu chuẩn để xác định tâm. Kích thước và hình dạng của mắt bão trở thành tiêu chuẩn để đánh giá cường độ bão.

5. Hình dạng, vị trí mắt bão và hiện tượng “đơn tâm” hay “đa tâm” đều do sự sắp xếp và quá trình liên kết của các tháp mây quanh tâm tạo ra.

6. Để xác định tâm bão cần theo dõi liên tục quá trình phát triển của từng cơn bão, kết hợp nhiều loại ảnh khác nhau, phát hiện mắt bão hoặc vùng tâm thông qua tiêu cự của xoắn mây. Trên bản đồ phân bố trường nhiệt đỉnh mây, mắt bão được biểu hiện dưới dạng một vùng nóng với các đường đẳng nhiệt khép kín. Vùng nóng đó có thể có một nhân, hai nhân hoặc ba nhân. Người phân tích phải chọn một trong các nhân (điểm) nóng đó để đặt tâm thích hợp nhất. Đôi lúc phải kết hợp tất cả các nhân nóng của vùng tâm để có một vị trí tâm chính xác.

7. Dấu hiệu của cường độ là độ cao đỉnh mây và độ chặt compactness của mây bão thể hiện qua hình dạng, kích thước của mắt, gradien nhiệt đỉnh mây của vùng mắt và vùng rìa bão.

8. Khi bão phát triển thì chuyển động xoáy tăng, điều đó làm tăng đối lưu ở thành mắt bão, đồng thời với quá trình xuất hiện dòng giáng ở tâm và ở vùng rìa xoáy bão. Vì vậy, tương phản nhiệt giữa mắt và mây thành mắt bão, giữa khối mây trung tâm bão với môi trường xung quanh bão cũng tăng lên. Khi phân tích cường độ bão phải lưu ý đến gradien nhiệt ở vùng mắt bão và ở vùng rìa đĩa mây bão.

Tài liệu tham khảo

1. Trần Đình Bá. Đặc điểm mây xoáy trong giai đoạn trước bão và những trường hợp đặc biệt. Tập công trình khoa học của đề tài cấp nhà nước 48-07-01-01, Hà Nội, 1985.

2. Nguyễn Công Thành, Đinh Quang Vọng. Xử lý số ảnh A của vệ tinh GMS phục vụ phân tích mây. Tập san KTTV số 5-1995.

3. Trần Đình Bá, Nguyễn Thị Loan, Vũ Thúy Nga. Xác định tọa độ tâm bão theo ảnh vệ tinh. Tập công trình khoa học của đề tài cấp nhà nước 48-07-01-01, Hà Nội, 1985.

4. Dvorak V.F and Frank S. A work book on tropical clouds and cloud systems observed in satellite imagery. 1990