

Sử dụng ảnh mây vệ tinh
ĐỀ DỰ BÁO CƯỜNG ĐỘ BÃO

Trần Đình Bá
Cục dự báo KTTV

I - Xác định cường độ bão.

Vấn đề lôi cuốn sự chú ý của nhiều nhà nghiên cứu khí tượng là làm sao đánh giá được khí áp và gió cực đại trong bão mà không phải tiến hành các chuyến bay thám sát đầy nguy hiểm và tốn kém.

Trước khi xuất hiện vệ tinh khí tượng đã có một số tương quan thực nghiệm để xác định khí áp thấp nhất trong bão. Thí dụ :

1) Khí áp ở tâm bão (P_t) phụ thuộc vào cường độ hoàn lưu xoáy (V) tại một điểm nào đó trong vùng hoàn lưu bão, ở cách tâm bão một khoảng r :

$$P_t = 1005 - Vx \quad (1)$$

Ở đây V tính bằng m/s và r - bằng đơn vị vĩ độ.

2) Khí áp ở tâm bão phụ thuộc vào bán kính bão (R) :

$$P_t = 995 - 8R \quad (2)$$

R là bán kính đường đẳng áp đóng kín ngoài cùng được đo bằng đơn vị vĩ độ. Nhưng vì không phải lúc nào nào cũng có hình tròn, bởi vậy người ta thường lấy bán kính trung bình trên cả hai trục lớn và nhỏ.

3) Khí áp ở tâm bão phụ thuộc vào hình tròn mưa (R_m) và hình tròn mây (R_0):

$$P_t = 1015 - 20 R_m \quad (3)$$

$$P_E = 1015 - 7 R_o \quad (4)$$

Tuy nhiên các quan hệ thực nghiệm đó chỉ có thể dùng được trong điều kiện tồn tại một số trạm quan trắc gần tâm bão. Vì thế, trong thực tế các công thức đó không thể áp dụng được.

Gần đây các nhà nghiên cứu khí tượng dựa vào số liệu vệ tinh đã tìm được những tương quan có giá trị thực tiễn lớn. Tác giả đã nhận được tương quan giữa kích thước khối mây dày đặc của bão (đĩa mây bão) và khí áp thấp nhất trong bão [4]. Các phương trình thực nghiệm được xây dựng cho từng loại bão (4 loại) nằm trong hai giai đoạn phát triển storm và typhoon. Mỗi loại ứng với một mẫu mây đặc trưng như đã mô tả trong phần "cấu trúc trường mây bão [2].

$$\left. \begin{aligned} P_I &= -0,22d^2 - 0,65d + 1001 \\ P_{II} &= -0,25d^2 - 4,55d + 1002 \\ P_{III} &= -0,32d^2 - 5,25d + 991 \\ P_{IV} &= -0,54d^2 - 6,05d + 972 \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Ở đây $P(I, \dots, IV)$ là khí áp thấp nhất ở tâm bão, trong đó $I, \dots, IV$ là ký hiệu loại bão tương ứng, và d là đường kính đĩa mây bão tính bằng vĩ độ.

Một cách tương tự Hubert và Timchalk [6] cũng đã nhận được các phương trình hồi quy để xác định gió cực đại gần tâm bão. (Hình 1) là các đường cong thực nghiệm được xây dựng dựa vào kết quả nghiên cứu của các công trình [4, 6]. Các đường cong đó cho phép xác định dễ dàng cường độ bão, vì kích thước đĩa mây bão (d) bất cứ lúc nào cũng có thể đo được trên ảnh mây vệ tinh.

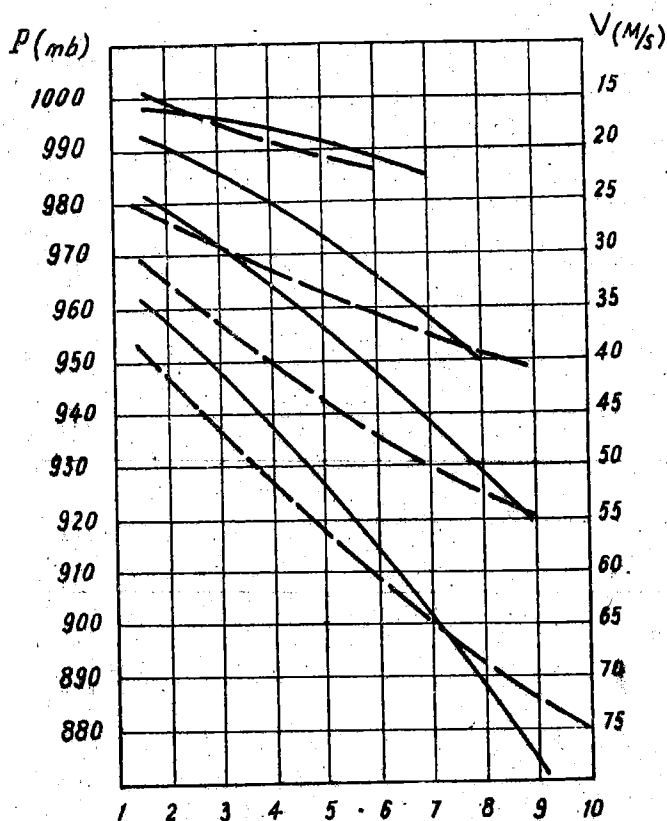
Tuy nhiên cũng cần nhấn mạnh rằng trong quá trình phát triển của bão từ giai đoạn storm đến giai đoạn typhoon sự thay đổi hình dáng bề ngoài và kích thước đĩa mây diễn ra không phải chỉ qua 4 giai đoạn như được ghi nhận theo 4 loại ảnh mây đã được mô tả. Vấn đề đó đặt ra trước người phân tích và dự báo không ít những khó khăn trong khi xác định giai đoạn và phân loại bão trên ảnh mây. Trong những trường hợp cần thiết có thể ngoại suy thêm những giai đoạn trung gian giữa các loại chuẩn để sử dụng có hiệu quả hình 1, và tránh được những sai số lớn.

II - Dự báo cường độ bão.

Hình 1 - Tương quan giữa

Trên đây vừa nói đến việc xác định cường độ hiện tại của bão theo ảnh mây, bây giờ sẽ bàn đến việc dự báo cường độ bão trong tương lai. Những năm gần đây phương pháp kết hợp song song việc phân tích có hệ thống những số liệu vệ tinh với các số liệu quan trắc khác để dự báo sự tiến triển của bão đã được chú ý nhiều. Căn cứ vào các đặc điểm cấu trúc hệ thống mây bão được mô tả trong [2, 5], người ta chia hệ thống mây bão làm hai phần để xem xét và đánh giá:

- Đặc điểm phần mây trung tâm (central features - CF),
- Đặc điểm dải mây vòng ngoài (outer - banding features - BF).



Hình 1 - Tương quan giữa cường độ bão và đường kính đĩa mây bão.



Chợ ô định hình

Hình có góc hoặc ô-van

Hình tròn

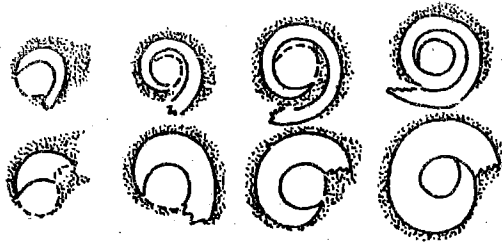
Hình 2a - Các dạng khác nhau của CDO

Đặc điểm mây trung tâm (CF) được xác định qua những tính chất mây xuất hiện ở bên trong đường cong rộng của dải mây hình dấu phẩy bao quanh hoặc phủ lên trung tâm hệ thống xoáy (cloud system - CSG) gồm cả khối mây dày đặc ở tâm nhiễu động (central dense overcast - CDO); qua nhịp điệu độ cong rìa phía trong của dải mây; cũng như qua hình dạng mắt bão.

Khi CDO che phủ các đường mây trung tâm xoáy, các đặc điểm của CDO được dùng để đánh giá CF. CDO thường có hình góc hoặc hình ô-van ở giai đoạn đầu của xoáy. Khi xoáy phát triển CDO sẽ to, rìa nhẵn và tròn (hình 2a). Dải mây dày hình chữ C thường xuất hiện trước CDO. Mắt bão hoặc nằm giữa CDO, hoặc ở rìa, hoặc được dải mây bao quanh (dạng mắt hình dải). Mắt bão tròn, sắc nét và nằm ở trung tâm CDO là dấu hiệu bão mạnh, CF lớn. Giá trị CF giảm khi mắt bão to, xơ xác hoặc bị mây Ci che phủ.

Tính chất dải mây vòng ngoài (BF) được xác định bằng tổng lượng và số vòng xoắn các dải mây bao quanh khối nhiễu động trung tâm. Hình 2b hệ thống hóa một số dạng BF thường gặp trên ảnh mây.

Trong khi đánh giá CF,



$$BF = \frac{1}{2} \quad BF = 1 \quad BF = 1\frac{1}{2} \quad BF = 2$$

Hình 2 b - Các dạng khác nhau của BF

và BF cần chú ý đánh giá độ sâu theo chiều thẳng đứng của trường mây, nghĩa là đánh giá mật độ quang học của ảnh mây.

1. Những biểu đồ và mô hình dùng để phân tích và dự báo.

a) Đường cong thực nghiệm chỉ sự biến thiên cường độ bão (hình 3):

Đường cong được xây dựng cho những cơn bão đạt cường độ storm và ty -phoon. Đơn vị chỉ biến thiên cường độ là lượng $T^{(1)}$. Cường độ biến thiên theo thời gian với 3 tốc độ khác nhau :

- Loại bình thường, khi lượng $T = 1/24h$.
- Loại nhanh, khi lượng $T = 1,5/24h$.
- Loại chậm, khi lượng $T = 0,5/24h$.

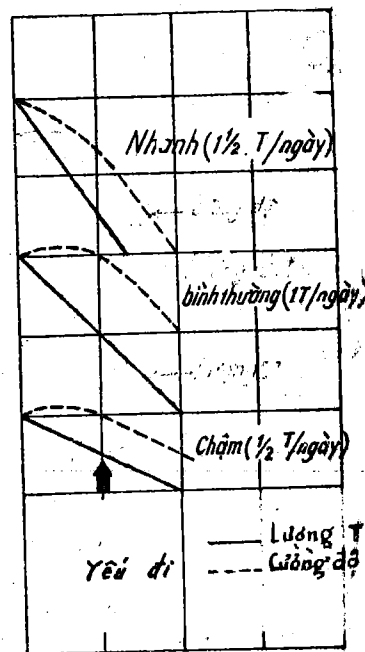
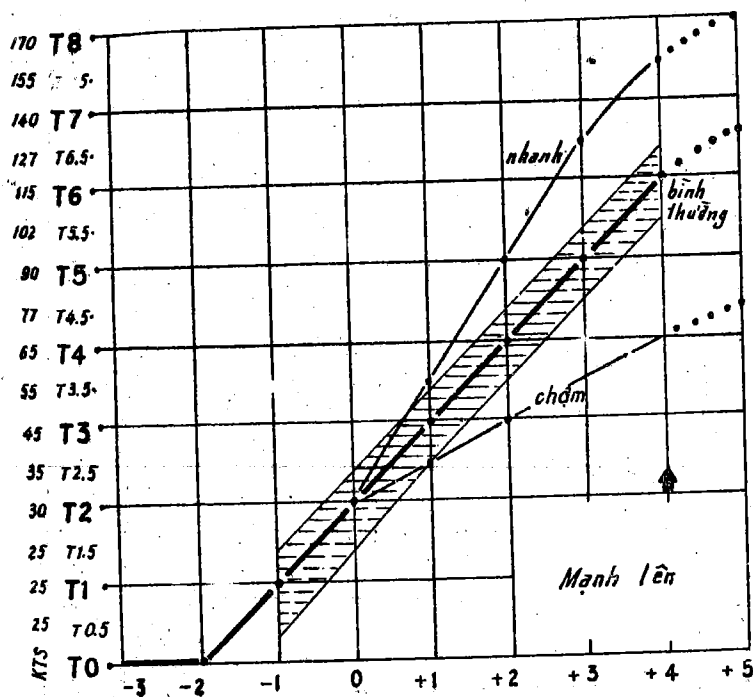
Trong quá trình phát triển của một cơn bão, tốc độ biến thiên cường độ có thể thay đổi. Những tính toán gần đây cho thấy rằng bão ở bắc Đại tây dương và tây Thái bình dương có thời gian tiên triển với tốc độ bình thường chiếm hơn 70% quá trình phát triển của bão. Đối với bão tây Thái bình dương, thời gian tiên triển nhanh chiếm 20% và chậm chiếm 10%. Bão Đại tây dương thời gian tiên triển nhanh 10% và chậm 20%.

Những đường cong trên hình 3 dùng cho các xoáy bão hoạt động trong môi trường tương đối đồng nhất. Khi môi trường thay đổi, phải tính trước khuynh hướng thay đổi đường cong tốc độ.

b) Mẫu hình mây tổng quát

Các mẫu xoáy mây bão nhiệt đới quan sát được trên ảnh vệ tinh được tổng

(1) biến thiên cường độ bão phát triển bình thường trong khoảng thời gian 24h.



Hình 3 - Biểu đồ đánh giá sự tiến triển của bão.

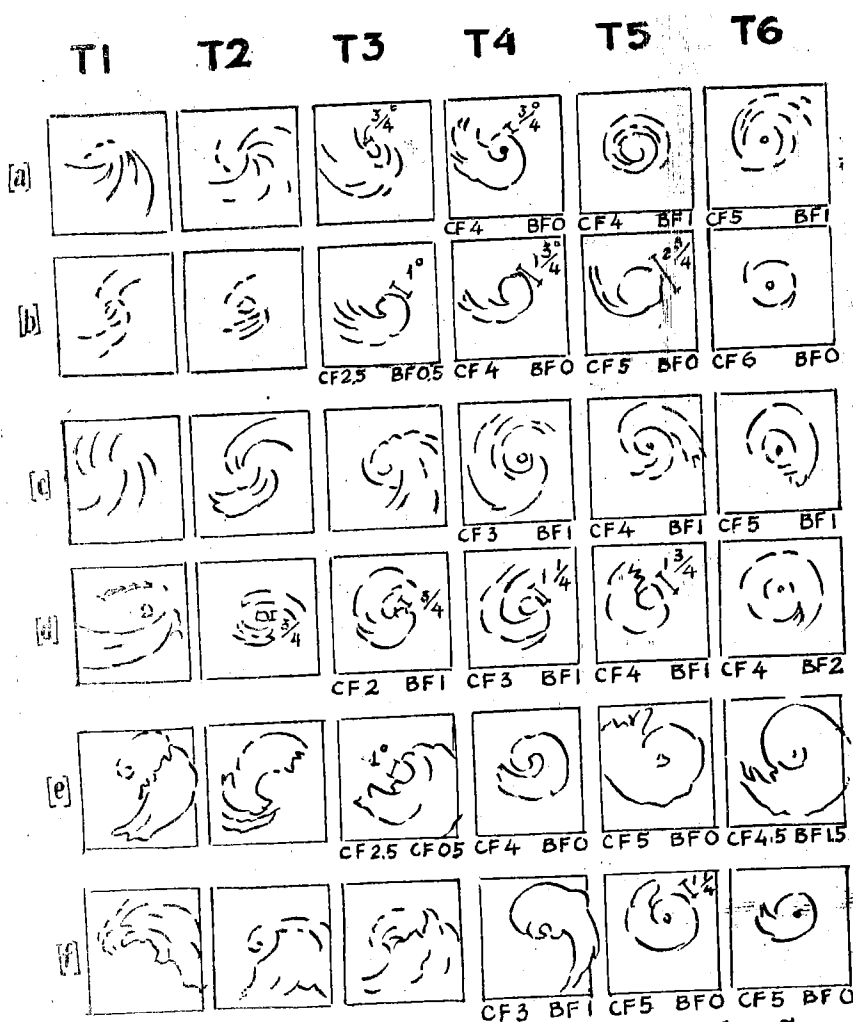
quát hóa và phác họa trên hình 4.

Ở cột T_1 cho thấy sự phát triển ban đầu của bão, theo hướng từ trái sang phải lượng T tăng lên đồng thời với sự tăng cường độ xoáy trong từng ngày. Các dòng (a), (c) và (e) cho các mẫu hình trong đó trung tâm hệ thống mây (CSC) được xác định bởi đường cong hình dải cuộn tròn quanh tâm xoáy. Cường độ bão tăng, đường cong mây càng siết chặt quanh tâm. Dòng (b) và (d) chỉ rõ sự phát triển tuần tự của khối mây dày đặc trung tâm CDO. Lượng T lớn khi CDO phát triển hoàn chỉnh.

Hình 4 còn minh họa vai trò đóng góp vào lượng T của CF và BF :

$$T = CF + BF$$

CF dao động trong khoảng từ 0.0 đến 7.0 và BF dao động trong khoảng từ 0.0 đến 2.5. Đặc điểm CF có thể ngay từ giai đoạn đầu của quá trình phát triển của bão, đã trội hơn hẳn BF. Điều đó thấy rõ trên dòng (a) và (b). Ngược lại, cũng có khi BF đóng góp không kém phần quan trọng như trên các dòng (c) và (d).



Hình 4 Mẫu hình tổng quát hệ thống mây bão

a) Bão siêu cấp : Bão có lượng T rất lớn (T_7 và T_8) không có trên hình mẫu (hình 4). Quan sát bên ngoài cũng gần giống như T_6 , nhưng có lượng T lớn hơn. Bão siêu cấp thường có mắt tròn, rõ, thành mắt nhìn nằm ở tâm CDO, hoặc khối mây CDO phát triển hoàn chỉnh được bao quanh bởi dải mây vòng ngoài BF dài và rộng.

b) Sơ đồ định lượng : Sử dụng các đặc điểm phân loại vừa nói, có thể tiến hành định lượng như sơ đồ hình 5. Những số đo các đặc trưng mây sẽ được dùng để xác định lượng T.

c) Bảng tra cường độ : Khi đã có lượng T chính xác, dùng bảng 1 để xác định cường độ bão.

CF

T = $\frac{CF}{BF}$
 CF : Số giờ bão công bố
 BF : Số giờ bão thực tế

CÓ
C D O
không?

Những đặc tính xác định hệ thống mây trung tâm

Có mắt dạng hình dài không? Độ dài $> 1\frac{1}{4} \sim 2\frac{1}{4} \sim 3\frac{1}{4}$ CƠ CF5 CF4 CF3	Có đường mây gần như thẳng áp trên đường đẳng mây dày đặc và rộng $> 3'$ và trong khu vực $< 1' \sim 1\frac{1}{2}'$ CƠ CF3 C/F2	Có đường mây gần như thẳng áp trên đường đẳng mây dày đặc và rộng $> 3'$ và trong khu vực $< 1' \sim 1\frac{1}{2}'$ CƠ CF5 CF4 CF3
--	---	--

CÓ

CÓ MẮT GIỮA
C D O
không?

Đặc tính khối mây CDO nào đặc biệt

Có xác định tốt CDO không? - Hình dạng: tròn, oval, hình giọt - Cấu trúc bên ngoài: nhẵn - Độ rộng (sử dụng độ rộng nhỏ nhất) $> 2\frac{1}{2} \sim 1\frac{1}{4} \sim 1\frac{1}{2} \sim \frac{3}{4}$ CƠ CF5 CF4 CF3 CF2	Đường mây gần như thẳng áp trên đường đẳng mây dày đặc và rộng $> 3'$ và trong khu vực $< 1' \sim 1\frac{1}{2}'$ CƠ CF5 CF4 CF3
--	---

CÓ

Có mắt sắc và tròn không
(*)
Hình tròn mây bao bọc mắt có bán kính r:
 $> 1\frac{1}{4} \sim 1' \sim \frac{3}{4} \sim \frac{1}{2} \sim 1'$
CƠ CF7 CF6 CF5 CF4 CF3

- (*) Phân loại mắt:
- Mắt chỉ thể hiện sau T2 hay lớn hơn.
 - Mắt mờ: ≤ 4.5 trừ đi $\frac{1}{2}$ đất lượng ≥ 5.0 trừ đi 1
 - Mắt không rõ ràng hoặc bị che phủ, cũng tiến hành như mục 2 hoặc sử dụng độ rộng CDO
 - Mắt lớn (đường kính $> \frac{3}{4}$) Khi mắt tròn và rõ: T lớn nhất là 6, các trường hợp khác T = T5

. B F

Lượng T ở đây liên quan với số vòng đất mây dày đặc bao quanh khối mây trung tâm.
 BF = 0 khi không có mây dài ngoài hoặc có những nhỏ không đáng kể
 BF = 1 khi đất rộng $\frac{1}{2}$ đến $\frac{3}{4}$ bao toàn bao lấy một vòng xung quanh CF hoặc khi đất rộng $\frac{1}{2}$ bao lấy $\frac{1}{2}$ CF.
 BF = 2 khi đất rộng $\frac{1}{2}$ đến $\frac{3}{4}$ bao lấy CF, hoặc đất rộng $> 1'$ bao lấy CF.
 Giá trị $\frac{1}{2}, 1\frac{1}{2}$ hay $2\frac{1}{2}$ có thể sử dụng.

Hình 5
SƠ ĐỒ DÙNG ĐỂ ĐÁNH GIÁ LƯỢNG T THEO ĐẶC TÍNH MÂY

Quan hệ thực nghiệm trên bảng 1 đang được sử dụng rộng rãi ở nhiều nước. Nhưng những số liệu nghiên cứu bão công bố gần đây cho thấy các xoáy bão tây Thái bình dương có độ sâu khí áp thấp hơn bão Đại tây dương. Độ chênh lệch trung bình đạt 6mb. Ngược lại, gió cực đại trong bão tây Thái bình dương hơi yếu hơn so với bão Đại tây dương (so cùng một loại). Cũng cách so sánh tương tự, bão xuất hiện ở biển đông (hoặc đi vào vùng biển đông) cường độ bão thường giảm đi một cấp. (kính sau trang 16)

thượng năm 1978 ta có thể so sánh với trận lũ năm 1973 là năm có thành phần lũ ở thượng nguồn tương đương với năm 1978, lũ ở hạ lưu cũng lớn, đỉnh lũ tại Nam đàn là 806cm cao hơn báo động III 16cm.

	1978	1973
Tổng lượng lũ ở Dừa	5,29 tỷ m ³	5,17 tỷ m ³
Tổng lượng lũ khu giữa	3,41 tỷ m ³	0,68 tỷ m ³

Như vậy, hai trận lũ có thành phần ở thượng nguồn tương đương nhau nhưng thành phần lũ gia nhập khu giữa ở trận lũ 1973 chỉ bằng 12% lũ sông Cả trong khi lũ 1978 con số đó là 40%.

Lũ tháng IX - 1978 trên sông Con, nhánh lớn của sông Cả không lớn: mực nước đỉnh lũ tại Nghĩa Khánh là 4 321cm, không phải là đỉnh cao nhất trong năm. Trận lũ ngày 23 - X - 1978 đỉnh lũ tại Nghĩa Khánh là 4 370cm.

Lũ trên sông La cũng rất lớn. Mực nước đỉnh lũ tại Linh cảm là 795cm (18 giờ ngày 29-IX) xuất hiện gần như đồng thời với hạ lưu sông Cả, có thể gây trở ngại rất lớn đến thoát nước trên sông Cả.

Tóm lại, trận lũ lịch sử IX - 1978 trên sông Cả có những đặc điểm sau đây:

1. Là trận lũ lớn nhất từ trước đến nay cộng với mức độ ngập úng ở đồng bằng cũng nghiêm trọng hơn bất cứ trận nào được biết tới. Mực nước cao nhất đo được tại Nam đàn là 976cm. Cao hơn mực nước đo được năm 1954 là 86cm, cao hơn mức báo động III là 186cm (chưa tính đến ảnh hưởng của vỡ đê).
2. Lũ do hai trận mưa rất to do ảnh hưởng của 3 cơn bão số 7,8,9 liên tiếp gây ra, tính bình quân lưu vực sông Cả phần Việt nam đến Nam đàn trận thứ nhất mưa 376,1mm (9 ngày) trận sau mưa 386,7mm (3 ngày). Hai trận mưa chỉ cách nhau 2 ngày do đó ngọn lũ thứ hai bắt đầu khi mực nước trong sông còn ở mức khá cao: mực nước tại Nam đàn là 694cm, cao hơn mức báo động II 4cm.
3. Nguồn gốc 2 đợt lũ đều ở trung hạ lưu sông Cả đợt sau do mưa có cường độ rất lớn nên lũ lên rất nhanh dòng chảy khu giữa đóng góp phần tương đương với lũ ở thượng lưu đổ về. Tuy vậy do mưa di chuyển từ hạ du lên trung du, nên đỉnh lũ gia nhập khu giữa sẽ xuất hiện ở hạ du trước khi đỉnh lũ ở thượng nguồn truyền về.
4. Có một tổ hợp bất lợi giữa lũ ngoài sông, úng trong đồng và lũ trên sông La. Nhưng do lũ sông Con không lớn chứng tỏ lũ năm 1978 chưa phải ở tình thế bất lợi nhất đối với lũ hạ lưu.
5. Lũ năm 1978 đã phá hỏng toàn bộ hệ thống đê sông Cả ở hữu ngạn và một

phần quan trọng để ở tả ngạn, kết hợp với mưa rất to ở đồng bằng làm cho ứng ngập trở nên nghiêm trọng.

6. Do ứng ở đồng bằng hạ du đồng thời với lũ lớn trên sông La làm cho tình thoát nước ở hạ lưu sông Cả bị kém đi.

IV - Hoàn nguyên ừ sông Cả

1. Chọn đoạn sông, tính toán : Chúng tôi đã chọn đoạn sông Cả từ Dừa đến Yên thượng để tính hoàn nguyên lũ, có đủ những yêu cầu về số liệu cần thiết để tính toán, cụ thể như sau :

- Chọn trạm thủy văn Dừa là trạm trên (mặt cắt vào) khống chế hoàn toàn lượng nước trên nguồn về, bao gồm lũ sông Cả và sông Con, có đo lưu lượng nước và không bị ảnh hưởng của vỡ đê.

- Chọn trạm thủy văn Yên thượng là trạm dưới (mặt cắt ra) có đo lưu lượng; cách Nam Đàn là trạm cần hoàn nguyên 10,2km về phía thượng lưu.

Khu giữa Dừa - Yên thượng có đoạn sông dài 85km khống chế diện tích 2200km². Trong khu giữa có 2 sông nhánh nhỏ phía hữu ngạn có trạm đo lưu lượng :

- Trạm Thác muối trên sông Giăng, diện tích khống chế 785km², cửa sông cách Yên thượng 33km về phía thượng lưu. Dùng để tính dòng chảy gia nhập và phân tích tính hợp lý của dòng chảy tính toán.

- Trạm Hòa quân trên sông Trai, diện tích khống chế 150km², cửa sông cách Yên thượng 20km về phía thượng lưu. Dùng để phân tích tính hợp lý của dòng chảy gia nhập khu giữa tính toán.

Trong khu giữa có 14 trạm, đo mưa 12 giờ một lần, dùng để tính toán lượng mưa sinh lũ và lập quan hệ mưa - dòng chảy khu giữa.

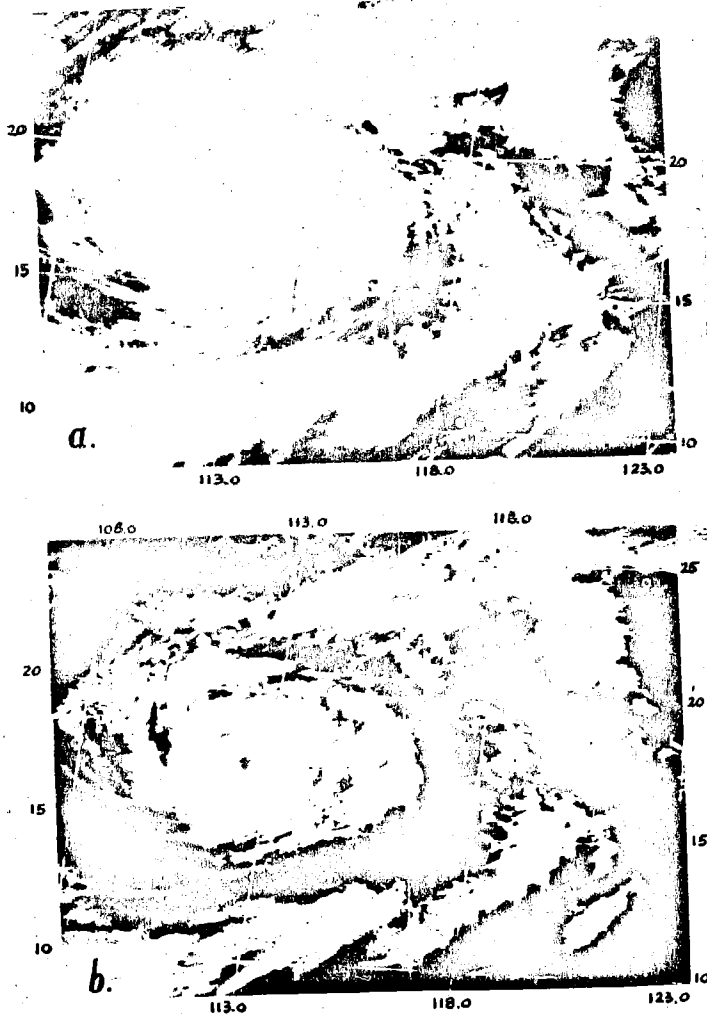
2. Đánh giá tài liệu đo đạc thủy văn.

- Trạm Dừa : lưu lượng lớn nhất đo được là 4 130m³/s ứng với mực nước 1 904cm, mực nước đỉnh lũ đo được là 2 242cm. Phần kéo dài đường quan hệ mực nước lưu lượng $Q = f(H)$ là 338cm (nhánh nước lên) được tính bổ sung theo số liệu đo độ dốc, nhánh nước xuống có tham khảo 3 điểm đo được năm 1973.

- Trạm Yên thượng : Lưu lượng lớn nhất đo được qua mặt cắt chính của trạm là 8 790m³/s ứng với mực nước 1 257cm mực nước cao nhất đo được là 1 264cm.

Hãy quan sát một ảnh vô tuyến nguyên nhân và một ảnh ảnh quang học của một độ quang học (ảnh 5a, 5b) [7].

Rõ ràng là vùng mây dày đã xuất hiện lên trên nền mây chung. Mặt bão cũng được lọc qua lớp mây CI cho ta vị trí chính xác tâm bão. Phương pháp vừa nói cho thấy khả năng xác định độ dày của mây trong không gian.



Hình 6). Ảnh bão . a: Vô tuyến. b: Lọc qua mật độ quang học

Việc sử dụng ảnh mây hồng ngoại cần phải hết sức thận trọng, vì cho đến nay sự hiểu biết về ảnh hồng ngoại chưa đầy đủ.

Điểm khác nhau cơ bản giữa ảnh hồng ngoại và ảnh vô tuyến là ảnh hồng ngoại bắt mục tiêu theo chế độ bức xạ nhiệt hoạt động trong vùng phổ $1,2 - 12,6 \mu\text{m}$ còn ảnh vô tuyến bắt mục tiêu theo chế độ tương phản đen - trắng ở vùng phổ $0,54 - 0,70 \mu\text{m}$. Trên ảnh hồng ngoại mây Ci dày và mây Cb sẽ tương ứng với nhiệt độ thấp và nổi bật với màu trắng sáng nhất. Các loại mây thấp hơn có đỉnh mây âm hơn, do đó biểu hiện trên ảnh mây với màu tối hơn. Nếu mây Ci mỏng có thể từng phần không cản trở bức xạ tầng thấp (cho xuyên bức xạ), và vì thế trên ảnh hồng ngoại có độ sáng tương đương với độ sáng của mây các tầng thấp hơn. Trong khi đó trên ảnh vô tuyến các đường mây Cu tầng thấp lại biểu hiện rất rõ.

Một điểm khác nhau cơ bản nữa, cần được nhắc đến là độ phân giải trên ảnh hồng ngoại và ảnh vô tuyến không giống nhau (nếu khi mây mốc đặt trên vệ tinh hoàn chỉnh hơn thì sự khác biệt đó sẽ mất đi). Thí dụ ảnh hồng ngoại của vệ tinh NOAA có độ phân giải $7 - 8 \text{ km}$ và ảnh vô tuyến có độ phân giải $2,5 \text{ km}$. Điều đó dẫn đến sai số lớn trong khi xác định vị trí hoặc kích thước bão trên ảnh hồng ngoại.

Ngoài ra, cũng như một số yếu tố khí tượng khác, trường mây thường dao động theo chu trình ngày, đặc biệt là màn mây Ci. Ở xoáy bão nhiệt đới màn mây Ci thường xuất hiện và phát triển mạnh vào thời gian ngày và đạt mức tối đa lúc 17h, sau đó giảm dần và mỏng nhất lúc ban đêm - 03h. Vì thế trong khi phân tích người ta thường phải xem xét kỹ các bức ảnh có cùng giờ quan trắc trong các ngày liên tiếp và các cặp ảnh hồng ngoại và vô tuyến quan trắc song song. Sử dụng các bức ảnh hồng ngoại đêm phải rất thận trọng mới có thể tránh được những sai sót do biến thiên ngày của hệ thống mây gây ra.

Tài liệu tham khảo

1. Trần Đình Bá. Phương pháp lọc và phân lớp mây đơn giản. Nội san KTTV số 2, 1979.
2. Trần Đình Bá. Hệ thống mây bão. Nội san KTTV số 7/1979.
3. Trần Đình Bá. Kích thước hệ thống mây bão. Nội san KTTV số 8/1979.
4. Trần Đình Bá. Quan hệ giữa khí áp ở tâm bão và kích thước hệ thống mây bão. Tập san KTTV Liên xô, số 4, 1973.
5. Dvorak V.F. Tropical cyclone intensity analysis and forecasting from Satellite imagery. MWR, vol 103, No 5, 1975, P.420-430.
6. Hubert L F, Timchalk A. Estimating Hurricane Wind speeds from Satellite pictures MWR vol 94, No 5, 1969.