

# Sử dụng mực xám phân tích ảnh bão

PTS. TRẦN ĐÌNH BÁ  
Cục Dự báo KTTV

## I – MỎ ĐAU

Trong năm 1988 ở Việt Nam đã có 4 trạm thu ảnh vệ tinh mới, trong đó có 3 trạm của Tổng cục Khí tượng Thủy văn và một trạm của Viện Khoa học Việt Nam. Hệ thống máy thu của các trạm nói trên gần giống nhau, chỉ thu được ảnh có độ phân giải thấp. Mật độ đường quét trên ảnh là 3,83 đường/mm. Với mật độ đường quét ấy, những vật thể có kích thước từ 4 km trở lên (ảnh VIS) và 8 km (ảnh IR) mới có khả năng biểu hiện trên ảnh.

Ảnh có 64 mực xám, mực tối nhất là mực không, mực sáng nhất là mực 63. Sử dụng và phân tích các mực xám như thế nào là vấn đề đặt ra của nghiên cứu này.

## II – PHÂN TÍCH MỰC XÁM

Mực xám là đơn vị đánh giá độ chói ảnh. Độ chói ảnh tăng theo sự tăng dần của anbedo (ảnh VIS) và sự giảm dần của nhiệt độ (ảnh IR). Trên những bức ảnh phân giải thấp GMS và NOAA đều có thang độ xám 16 bậc. Mỗi bậc thang ứng với 4 mực xám. Lượng mực xám được ghi dưới thang độ xám.

Mỗi đối tượng quan sát trên ảnh vệ tinh đều có độ chói riêng. So sánh độ chói của đối tượng tồn tại trên ảnh với các bậc thang độ xám để định lượng mực xám. Thông qua bước kích màu để làm tăng chiều sâu trong không gian của ảnh. Màu sắc ở đây không phản ánh màu thực của đối tượng mà được cài đặt vào để làm nổi đối tượng nghiên cứu, nên gọi là màu giả. Kỹ thuật cài đặt màu được ứng dụng rộng rãi trong khoa học vũ trụ để nâng cao hiệu quả phân tích ảnh.

Tuy nhiên, với một bức ảnh có thang độ 16 bậc, kết quả phân tích rất hạn chế. Tại trạm vệ tinh Phòng Nghiên cứu Cục Dự báo KTTV đã nghiên cứu thành công việc chuyên tín hiệu vệ tinh lên máy vi tính IBM [2]. Kết quả đó cho phép thể hiện và đọc tự động một bức ảnh với 64 mực xám (từ mực 0 đến mực 63) đúng với thiết kế ban đầu của nó. Đây là một kết quả đáng khích lệ trong khâu nghiên cứu và ứng dụng kỹ thuật mới. Ý nghĩa quan trọng của nó là tạo điều kiện thuận lợi cho việc xử lý tự động thông tin ảnh vệ tinh và xây dựng các phương pháp phân tích khách quan ở nước ta.

Hình 1 là một bức ảnh của bão DOT (bão số 3) hồi 15h (giờ HN) ngày 9 tháng VI năm 1989 được ghi lại dưới dạng mực xám (64 mực) xử lý trên máy vi tính IBM. Trong đó, hình 1a là ảnh VIS và 1b là ảnh IR. Tâm bão được lấy làm tâm ảnh ( $17,1^{\circ}\text{N}$  và  $112,4^{\circ}\text{E}$ ). Bước của mạng lưới đọc mực xám là  $0,5^{\circ}$  kinh, vĩ.

So sánh hai ảnh VIS và IR, rõ ràng lượng mực xám của ảnh IR lớn hơn nhiều so với ảnh VIS. Điều đó chứng tỏ anbedo của mây chịu ảnh hưởng lớn của góc quan sát ống kính vệ tinh và độ cao mặt trời. Lúc này tại điểm đặt của vệ tinh GMS ( $0^{\circ}\text{N}$ ,  $140^{\circ}\text{E}$ ) là 17h20ph (giờ địa phương), mặt trời xuống khá thấp.

Tuy nhiên, trên cả hai loại ảnh đều có thể thấy 3 vùng mây phát triển mạnh nhất tương ứng với ba vùng có giá trị mực xám lớn. (Trên ảnh VIR giá trị mực xám  $>40$ , trên ảnh IR mực xám  $>50$ ). Vùng thứ nhất tập trung quanh tâm bão và có xu hướng mở rộng về phía tây và tây nam tâm bão. Vùng thứ hai gắn liền với vùng mây đuôi bão và kéo dài theo hướng đông đông bắc – tây tây nam. Vùng thứ ba tách ra trước bão, tương ứng với vùng giảm áp ở mặt đất, mây đối lưu phát triển.

Tại vùng mắt bão mực xám trên cả hai loại ảnh VIS và IR đột ngột giảm xuống. Giá trị tương phản mực xám giữa mắt và thành mắt bão trên ảnh VIS là 15 và trên ảnh IR là 11.

### III – XÁC ĐỊNH ANBEDO VÀ NHIỆT ĐỘ ĐỈNH MÂY

Để xác định anbedo và nhiệt độ đỉnh mây phải sử dụng tương quan giữa mực xám – anbedo và mực xám – nhiệt độ.

Trên bảng 1 là tương quan giữa mực xám anbedo và mực xám – nhiệt độ [3] theo độ K. Muốn chuyển nhiệt độ K về nhiệt độ C dùng công thức:

$$t(^{\circ}\text{C}) = T(^{\circ}\text{K}) - 273^{\circ}15$$

Từ các bảng trên dễ dàng nhận được anbedo hoặc nhiệt độ đỉnh mây và mặt đêm, thông qua giá trị mực xám đọc được trên ảnh.

Trên hình 2 là anbedo và nhiệt độ đỉnh mây của ảnh bão DOT (cơn bão số 3) hồi 15h ngày 9 tháng VI năm 1989. Cũng giống như mực xám và anbedo, nhiệt độ đỉnh mây là những thông số vô cùng quan trọng trong phân tích và dự báo các hiện tượng thời tiết nguy hiểm như bão, mưa lớn.

Anbedô phản ánh những đặc trưng về chiều sâu, độ đậm đặc và lượng nước chứa trong mây, còn nhiệt độ xác định độ cao của đỉnh mây tồn tại, cho phép phân chia được mây cao, mây trung hoặc mây thấp.

Trên hình 2a anbedo lớn nhất bao phủ 3 phía mắt bão: bắc, tây và nam của tâm bão. Trong phần mây đuôi bão và phía trước bão có rất nhiều vùng mây đối lưu phát triển mạnh, không kém phần đậm đặc so với mây thành mắt bão.

Bảng 1. Bảng tra anbedo và nhiệt độ đỉnh mây

Mực xám	A(%)						
0	0,0-2,5	16	14,9-15,8	32	31,9-33,1	48	54,3-56,0
1	2,5-3,4	17	15,8-16,7	33	33,1-34,4	49	56,0-57,7
2	3,4-4,1	18	16,7-17,8	34	34,4-35,7	50	57,7-59,3
3	4,1-4,9	19	17,8-18,7	35	35,7-37,0	51	59,3-61,1
4	4,9-5,4	20	18,7-19,8	36	37,0-38,3	52	61,1-63,0
5	5,4-6,4	21	19,8-20,8	37	38,3-39,6	53	63,0-65,0
6	6,4-7,2	22	20,8-21,8	38	39,6-41,0	54	65,0-67,0
7	7,2-7,9	23	21,8-22,9	39	41,0-42,4	55	67,0-69,0
8	7,9-8,8	24	22,9-24,0	40	42,4-43,8	56	69,0-71,1
9	8,8-9,6	25	24,0-25,0	41	43,8-45,1	57	71,1-73,6
10	9,6-10,3	26	25,0-26,1	42	45,1-46,6	58	73,6-76,3
11	10,3-11,2	27	26,1-27,2	43	46,6-48,0	59	76,3-79,2
12	11,2-12,1	28	27,2-28,3	44	48,0-49,6	60	79,2-82,7
13	12,1-13,0	29	28,3-29,5	45	49,6-51,2	61	82,7-86,6
14	13,0-13,9	30	29,5-30,6	46	51,2-52,8	62	86,6-90,7
15	13,9-14,9	31	30,6-31,9	47	52,8-54,3	63	90,7-100

Mực xám	T(°K)	Mực xám	T(°K)	Mực xám	T (°K)	Mực xám	T (°K)
0	301,55	16	275,36-273,62	32	247,43-254,68	48	219,49-217,74
1	301,55-299,81	17	273,62-271,87	33	254,68-243,93	49	217,74-216,00
2	299,81-298,06	18	271,87-270,13	34	243,93-242,19	50	216,00-214,25
3	298,06-296,32	19	270,13-268,38	35	242,19-240,44	51	214,25-212,51
4	296,32-294,57	20	268,38-266,63	36	240,44-238,70	52	212,51-210,76
5	294,57-292,82	21	266,63-264,89	37	238,70-236,95	53	210,76-209,01
6	292,82-291,08	22	264,89-263,14	38	236,95-235,20	54	209,10-207,27
7	291,08-289,33	23	263,14-261,40	39	235,20-233,46	55	207,27-205,52
8	289,33-287,59	24	261,40-259,65	40	233,46-231,71	56	205,52-203,78
9	287,59-285,84	25	259,65-257,90	41	231,71-229,97	57	203,78-202,03
10	285,84-284,09	26	257,90-256,16	42	229,97-228,22	58	202,03-200,28
11	284,09-282,35	27	256,16-254,41	43	228,22-226,47	59	200,28-198,54
12	282,35-280,60	28	254,41-252,67	44	226,47-224,75	60	198,54-196,79
13	280,60-278,86	29	252,67-250,92	45	224,75-222,98	61	196,79-195,05
14	278,86-277,11	30	250,92-249,17	46	222,98-221,24	62	195,05-193,30
15	277,11-275,36	31	249,17-247,43	47	221,24-219,49	63	193,30

Trên hình 2b cho thấy đỉnh mây trong bão DOT có nhiệt độ khá thấp (★). Vùng mây có nhiệt độ thấp tỏa rộng hơn vùng mây có anbedo lớn. Vùng mây có nhiệt độ  $< -50^{\circ}\text{C}$  phủ lên và vượt ra ngoài phạm vi của vùng mây có anbedo  $> 40\%$ .

Tại tâm bão, anbedo chỉ đạt 32%, thấp hơn vùng có anbedo lớn ở thành mắt bão là 21% và nhiệt độ tại tâm bão  $-56^{\circ}\text{C}$ , chênh với nhiệt độ lạnh nhất ở thành mắt bão là  $20^{\circ}\text{C}$ .

Điều đáng chú ý là vùng có nhiệt độ thấp nhất của ánh IR chưa hẳn đã là vùng có anbedo lớn nhất. Thí dụ, vùng thành mắt phía nam tâm bão,

(★) Trên hình vẽ: N — nóng, L — lạnh.

Ở dãy mây có độ cao không lớn nhưng có độ dày theo chiều sâu và có độ ngầm nước lớn nên giá trị anbedo khá cao. Điều đó cho ta một kinh nghiệm thực tế là phải tiến hành phân tích song song hai loại ảnh VIS và IR.

Hình 3 là bức ảnh kết hợp giữa VIS và IR, vùng trùng nhau giữa giá trị cao của anbedo và giá trị thấp của nhiệt độ là vùng mây quan trọng, tập trung năng lượng và có khả năng gây mưa lớn của bão.

#### IV - XÁC ĐỊNH ĐỘ CAO DỈNH MÂY

Xác định độ cao đỉnh mây có thể dựa vào số liệu thám không, máy bay hoặc radar. Nhưng không phải lúc nào và ở đâu cũng có thể nhận được những số liệu đó. Trong khí tượng vệ tinh sử dụng mối tương quan giữa nhiệt độ và độ cao đỉnh mây. Trong thực tế, phân bố nhiệt thẳng đứng khá phức tạp, thay đổi theo mùa và theo vùng địa lý. Các nhà khí tượng Nhật Bản cho rằng trên mỗi diện tích vuông  $5 \times 5^\circ$  kinh, vì cần có một profin nhiệt thẳng đứng. Một mạng lưới như vậy được gọi là «bầu khí quyển chuẩn GMS» và được sử dụng trong phân tích số liệu vệ tinh.

Profin nhiệt thẳng đứng dao động rất lớn theo mùa, theo từng vùng địa lý và cả trên cùng độ cao khác nhau của bầu khí quyển.

Từ dao động lớn của profin nhiệt thẳng đứng dẫn tới sự dao động độ cao của các mặt đẳng nhiệt. Hình 4 minh họa sự dao động độ cao của các mực có nhiệt độ giống nhau:  $10^\circ\text{C}$ ,  $-10^\circ\text{C}$ ,  $-20^\circ\text{C}$ ,  $-50^\circ\text{C}$ ,  $-70^\circ\text{C}$  của bầu khí quyển ở trạm Láng qua các tháng trong năm. Rõ ràng là biên độ dao động độ cao (của mực có nhiệt độ như nhau) rất lớn, xảy ra ở tầng thấp. Thị dụ biên độ dao động độ cao mực nhiệt độ  $10^\circ\text{C}$  có thể đạt 2200m. Càng lên cao biên độ dao động độ cao càng giảm. Ở mực  $-70^\circ\text{C}$  độ cao chỉ dao động trong giới hạn 600m.

Cũng tương tự như vậy, giữa các vùng khác nhau có sự khác nhau về nhiệt độ và độ cao tương ứng.

Đó là lý do chúng tôi phải sử dụng profin nhiệt từng tháng của các vùng đặc trưng để xác định độ cao đỉnh mây (bảng 2).

Độ cao đỉnh mây trong cơn bão DOT vào hồi 15h ngày 9 tháng VI năm 1989 (hình 5). Nhìn chung, độ cao của mây bão DOT phô biến là từ 10 – 15km Quanh tâm và vùng đuôi bão, thỉnh thoảng có các cụm mây dồi lùu vượt hẳn lên trên 16km. Mây ở vùng mắt bão DOT ở độ cao 13km, thấp hơn đỉnh mây xung quanh khoảng 2 – 3km.

Như vậy, trong hệ thống mây bão, ngoài khối mây trung tâm, còn phải quan tâm đến khối mây vùng giảm áp trước bão và đặc biệt là dời mây đuôi bão. Trên nền mây chung dày đặc thường tồn tại những cuộn mây phát triển mãnh liệt chọc thủng cả trần mây Cirrus và vượt cao hơn một vài ngàn mét

Khi phân tích ảnh mây phải có phương pháp xác định mực xám chính xác, từng bước chuyển mực xám thành anbedo hoặc nhiệt độ và độ cao của mây. So sánh đặc trưng của hai loại ảnh VIS và IR, từ đó rút ra nhận định cuối cùng.

Bảng 2. Chuyển nhiệt độ thành độ cao đỉnh mây ( $t$  ( $^{\circ}$ C) H (m))

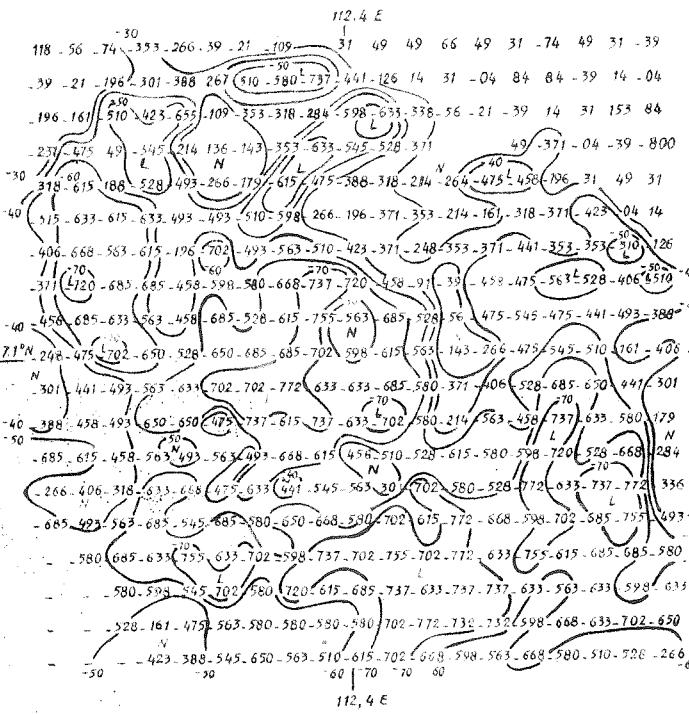
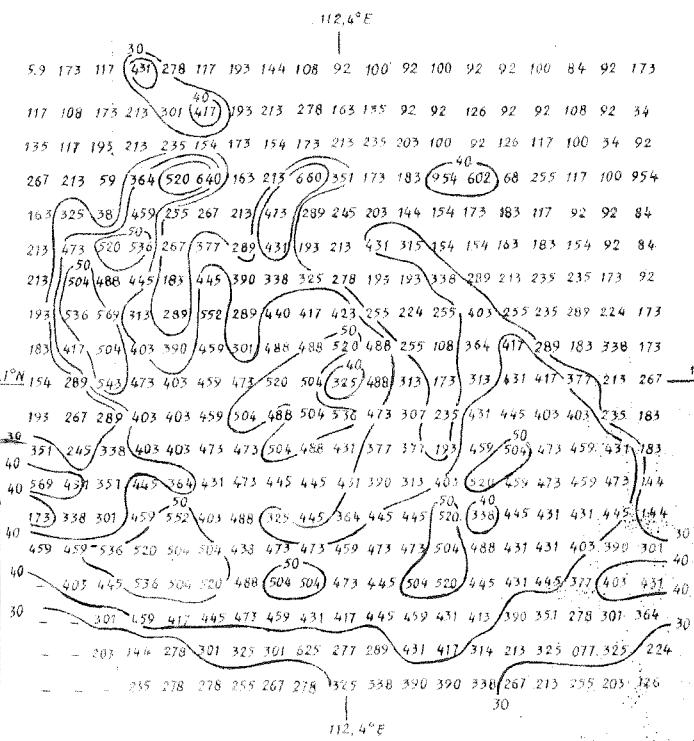
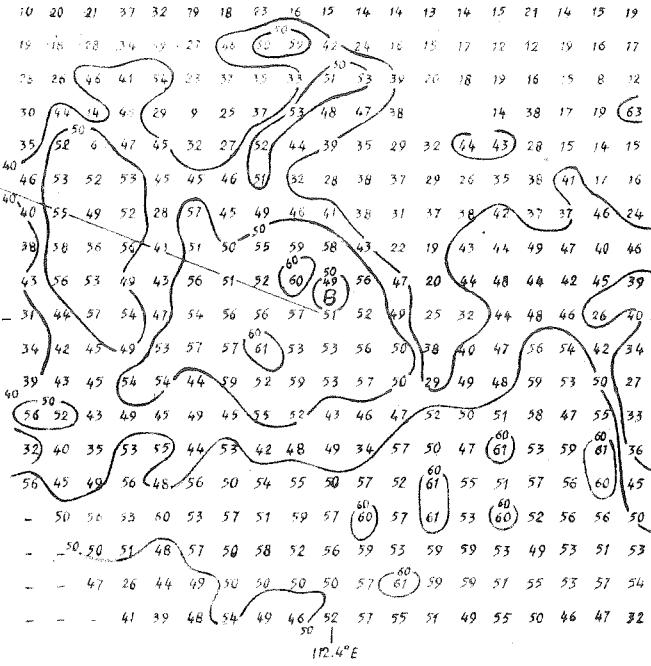
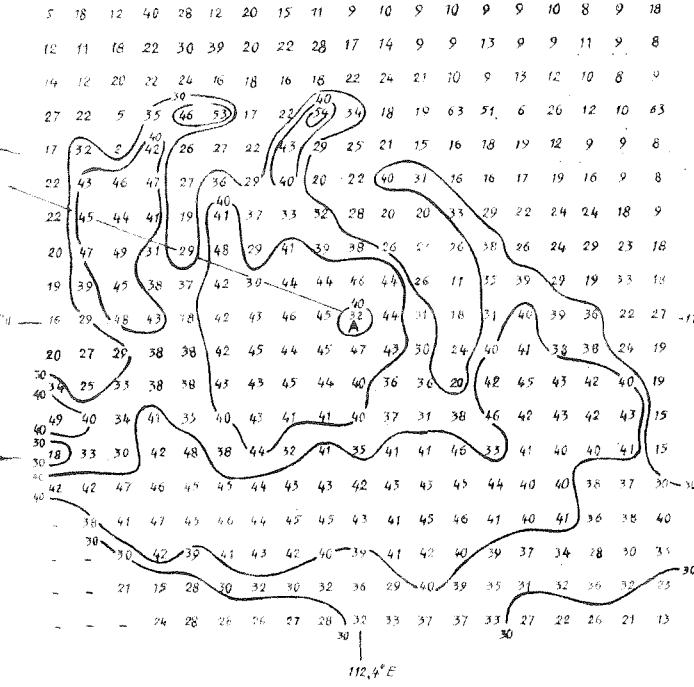
$t$	H	$t$	H	$t$	H	$t$	H
27	23,15	26	373,56	25	624,42	24	839,92
23	1096,00	22	12539,65	21	1320,45	20	1424,00
19	1700,42	18	1864,86	17	2052,45	16	2242,47
15	2106,00	14	2581,00	13	2736,43	12	2915,24
11	3108,02	10	3302,46	9	3494,33	8	3676,28
7	3850,87	6	4017,76	5	4174,05	4	4344,62
3	4516,11	2	4678,07	1	4840,04	0	5002,00
-1	5199,32	-2	5386,87	-3	5565,05	-4	5736,96
-5	5907,85	-6	6078,74	-7	6249,63	-8	6418,11
-9	6582,30	-10	6746,48	-11	6910,67	-12	7074,86
-13	7229,23	-14	7354,16	-15	7479,10	-16	7604,03
-17	7728,96	-18	7853,89	-19	7978,82	-20	8103,75
-21	8265,51	-22	8429,21	-23	8592,90	-24	8756,60
-25	8920,29	-26	9083,99	-27	9228,25	-28	9367,03
-29	9505,81	-30	9644,59	-31	9783,37	-32	9922,15
-33	10060,93	-34	10199,71	-35	10338,49	-36	10465,61
-37	10584,96	-38	10704,32	-39	10823,67	-40	10943,02
-41	11062,37	-42	11181,72	-43	11301,08	-44	11420,43
-45	11539,78	-46	11659,13	-47	11778,48	-48	11908,46
-49	12040,03	-50	12171,60	-51	12303,17	-52	12434,73
-53	12566,30	-54	12697,87	-55	12829,44	-56	12961,00
-57	13092,57	-58	13224,14	-59	13355,71	-60	13487,28
-61	13618,84	-62	13774,54	-63	13932,91	-64	14091,29
-65	14249,66	-66	14408,04	-67	14566,41	-68	14724,79
+69	14883,16	-70	15041,54	-71	15199,91	-72	15358,29
-73	15516,66	-74	15675,04	-75	15833,41	-76	15991,79
-77	16150,16						

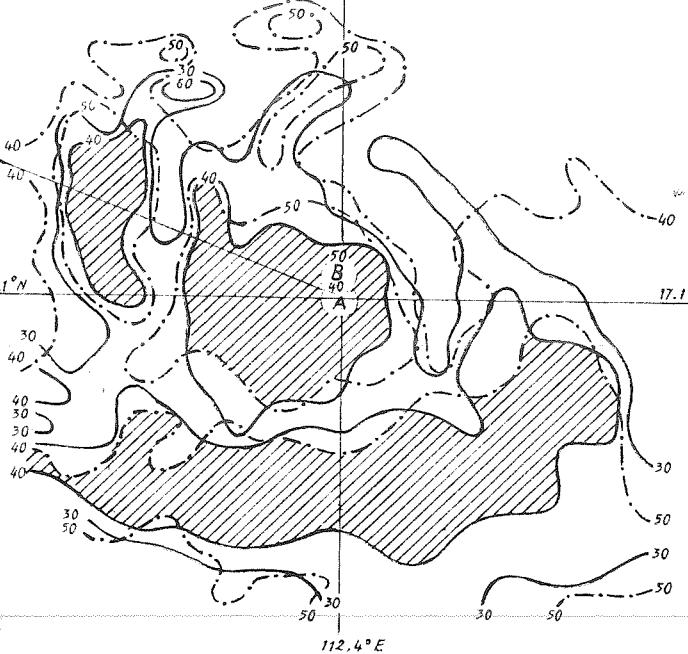
### V - XÁC ĐỊNH VỊ TRÍ TÂM BÃO

Những kết quả phân tích trên đây cho thấy tại tâm bão mực xám giảm anbedo và độ cao của mây giảm. Chỉ có nhiệt độ đỉnh mây ở đó là cao hơn nhiệt độ đỉnh mây xung quanh. Chính đó là cơ sở sử dụng trong phân tích tâm bão.

Vị trí tâm bão DOT do Cục Dự báo KTTV phát lúc 15h (giờ HN) ngày 9.VI.1989 là 17,10N, 112,40E. Chúng tôi sử dụng cả hai loại ảnh mây vệ tinh VIS và IR quan trắc tại thời điểm đó để xác định tâm. Những bức ảnh này được biểu hiện thông qua mực xám mà máy vi tính IBM đã ghi lại với bước lưới là 0,50 kinh, vĩ. Trên ảnh VIS (hình 1a,) tâm bão A trùng khít với «tâm thực tế» (17,10N, 112,40E). Nhưng trên ảnh IR không hoàn toàn như vậy. Vì tại điểm 17,10N và 112,40E giá trị mực xám là 51 trong khi ở một điểm kề sát bên nhưng hơi lệch bắc (17,60N và 112,40E) có giá trị mực xám là 49. Để xem xét chi tiết hơn, chúng tôi sử dụng bước lưới 0,10 kinh, vĩ (hình 6). Có gì mới trên hai bức ảnh này?

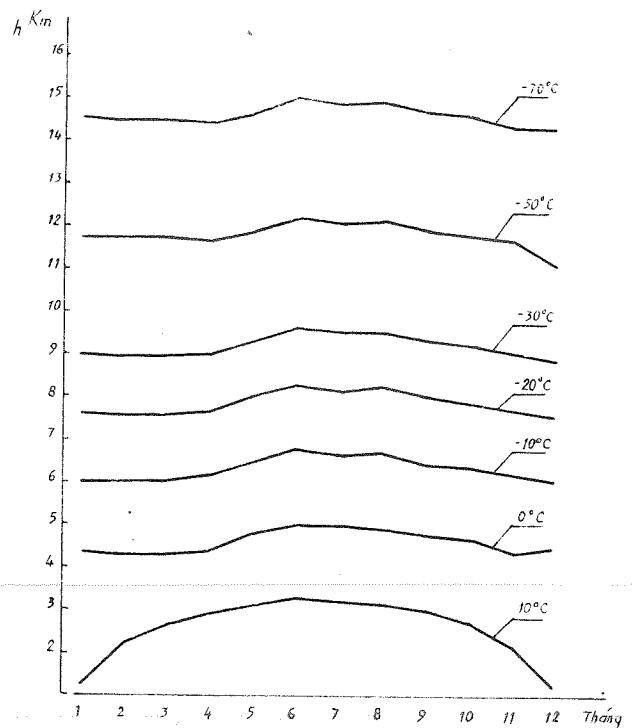
Trên cả hai ảnh chi tiết VIS và IR đều phát hiện được một vùng tâm bão nhỏ có đường kính từ 0,2 đến 0,30. Vị trí tâm trên ảnh VIS hầu như không thay đổi, nghĩa là xác minh sự chính xác «tâm thực tế» của Cục Dự báo đã phát đi. Còn trên ảnh IR vị trí tâm hơi lệch về nam chút ít, nhưng không



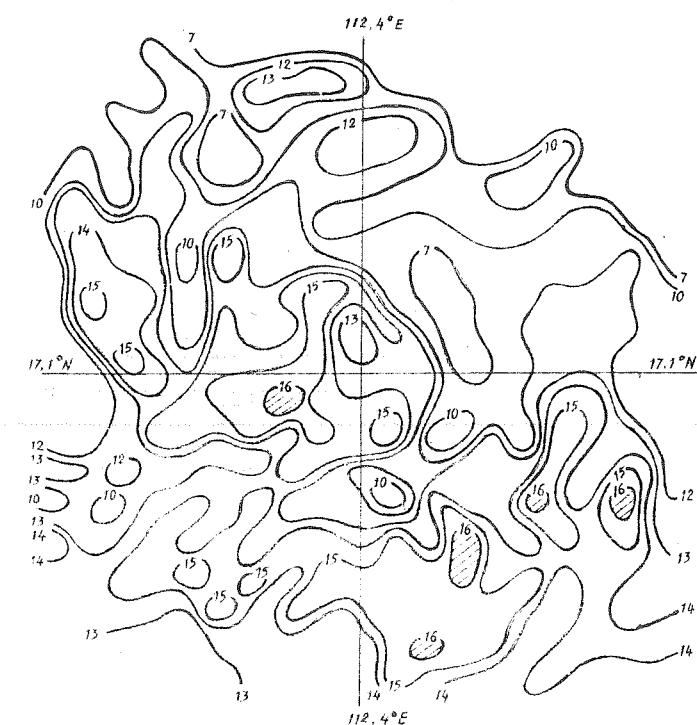


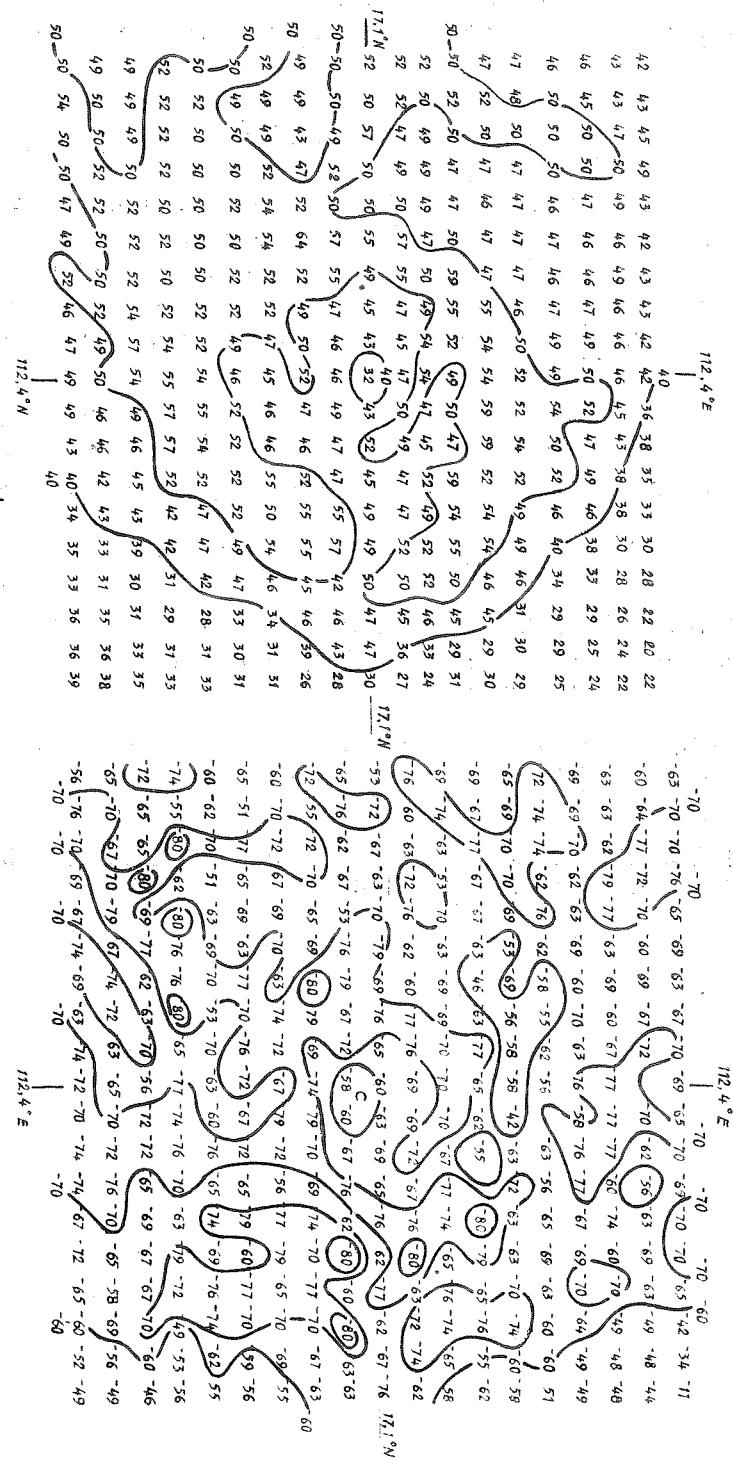
Hình 3. Vùng có độ chói lán trên cả hai loại ảnh VIS và IR của cơn bão DOT

- A - Vùng tâm theo ảnh VIS
- B - Vùng tâm theo ảnh IR
- Đường đồng mức xám ảnh VIS
- Đường đồng mức xám ảnh IR
- Vùng có mức xám ảnh VIS  $> 40$  và mức xám ảnh IR  $> 50$   
lúc 15h ngày 9-6-1989



Hình 4. Độ cao ở mức có nhiệt độ như nhau tại Trạm Láng (Hà Nội)





Hình 6a. Một độ dồn mây vùng tâm bão DOT lúc 15h ngày 9-6-1989  
Buộc lưới 0.1° Kinh vĩ

Hình 6b. Một độ dồn mây vùng tâm bão DOT lúc 15h ngày 9-6-1989  
Buộc lưới 0.1° Kinh vĩ

vượt quá 0,1o vĩ (điểm C). Đáng chú ý ở đây là vùng gián mực xám trên hình 1b nằm ở phía bắc vị trí «tâm thực tế» ( $17^{\circ}60'N$ ,  $112^{\circ}40'E$ ) không phải là vị trí tâm bão trên ảnh IR. Vì giữa hai điểm B và C tồn tại một vòng cung có mực xám lớn. Ở đây mây phát triển khá cao và hoàn chỉnh. Trong vành đai mây thành mắt bão nổi lên những tháp mây với mực xám đạt giá trị cực đại ( $60 - 63$ ). Nhiệt độ đỉnh mây tại các vùng đó dao động từ  $-75$  đến  $-80^{\circ}C$ , ứng với độ cao  $15000 - 16000$ m.

## VI — KẾT LUẬN

Nhờ có phương tiện kỹ thuật mới, hiện đại lần đầu tiên chúng ta có thể xử lý tự động những bức ảnh vệ tinh khí tượng để nghiên cứu hệ thống mây bão, khoanh vùng những tháp mây phát triển nhất trên thành mắt bão hoặc trên những vùng tập trung nhiều năng lượng trong bão. Đó là cơ sở tốt để xác định tâm, đánh giá cường độ, khoanh vùng mưa và tìm dấu hiệu chỉ hướng di chuyển của bão.

Trên đây chỉ nêu một trường hợp của cơn bão DOT và chỉ dùng lại ở cơ sở lý thuyết xác định tâm xoáy mây, nhưng kết quả đã chỉ rõ khả năng phát triển hướng phân tích bão định lượng dựa vào số liệu vệ tinh.

## Tài liệu tham khảo

1. Trần Đình Bá. Profin nhiệt thẳng đứng của bầu khí quyển trên lãnh thổ Việt Nam (tài liệu lưu hành nội bộ). Phòng Ứng dụng và phát triển kỹ thuật mới, Cục Dự báo KTTV.
2. Hoàng Minh Hiền. Chương trình hỗ trợ cho việc xác định vị trí tâm bão trên ảnh mây vệ tinh địa tĩnh (tài liệu lưu hành nội bộ). Phòng Ứng dụng và phát triển kỹ thuật mới, Cục Dự báo KTTV.
3. VISSR data characteristics. Tài liệu của chuyên gia Nhật giảng theo dự án PNUD tại Cục Dự báo KTTV, 1987.