

MỘT SỐ ĐẶC ĐIỂM PHẢN HỒI VÔ TUYẾN CỦA MÂY ĐỐI LƯU GÂY TỔ, LỐC, MƯA ĐÁ Ở MIỀN BẮC VIỆT NAM

ThS. Nguyễn Việt Thắng - Đài Khí tượng Cao không

Tổ, lốc, mưa đá là những hiện tượng thời tiết đặc biệt nguy hiểm được sinh ra từ mây đối lưu phát triển mạnh. Đã có nhiều công trình nghiên cứu của các nhà khoa học trên thế giới được công bố, ở nhiều lĩnh vực sử dụng các nguồn thông tin như: vệ tinh, radar, thám không vô tuyến.v.v. Ở Việt Nam, trong một vài năm gần đây, tổ, lốc, mưa đá, được nhiều nhà khoa học quan tâm. Tuy nhiên, số lượng công trình nghiên cứu về các hiện tượng trên được công bố cho đến nay còn hạn chế. Đặc biệt trong lĩnh vực sử dụng thông tin radar để nghiên cứu, tổng kết, tiến tới quan trắc, phát hiện, cảnh báo là chưa nhiều.

Trong bài báo này, tác giả đưa ra một số dạng mây và đặc điểm phản hồi của mây thường xảy ra tổ, lốc, mưa đá, ở Việt Nam. Hy vọng giúp cho các trạm Radar quan trắc, phát hiện sớm các hiện tượng trên, đáp ứng phần nào công tác cảnh báo có hiệu quả.

1. Lời nói đầu

Tổ, lốc, mưa đá được hình thành từ mây đối lưu phát triển mạnh, với thời gian xuất hiện ngắn (từ 5 đến 10 phút), vì vậy, rất khó quan trắc, phát hiện và cảnh báo. Tuy nhiên, mọi hiện tượng thời tiết đều có quá trình hình thành và phát triển của nó. Trong quá trình hình thành và phát triển của các đám mây cho hiện tượng thời tiết đặc biệt, chúng thường thể hiện các dấu hiệu khác thường như: hình dạng, cường độ phản hồi của mây và một số đặc trưng khác mà các đám mây cho hiện tượng bình thường khác không có. Do đó, để nghiên

cứu tổ, lốc, mưa đá, tác giả tiến hành nghiên cứu các dấu hiệu, đặc điểm phản hồi của các đám mây, vùng mây đối lưu phát triển mạnh có khả năng hình thành tổ, lốc, mưa đá. Để định được các dấu hiệu của mây, tác giả tập trung nghiên cứu một số đợt tổ, lốc, mưa đá mà các trạm Radar TRS – 2730 đã quan trắc được trong bảng 2.

Hàng năm, ở vùng núi, đồng bằng trung du Bắc Bộ có khoảng 15 đợt tổ, lốc, mưa đá [1], trong đó tập trung chủ yếu vào các tháng 3, 4, 5 (bảng 1).

Bảng 1. Số lần xuất hiện tổ, lốc, mưa đá ở khu vực miền núi, đồng bằng, trung Du Bắc Bộ theo thời gian (1991-1998)

Vùng	Tỉnh	Tháng												Tổng
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Vùng núi Bắc bộ	Hà Giang		1	2	7	1	1	1		1				14
	Tuyên Quang	1	1	2	3	1	1			1				10

Người phản biện: TS. Trần Duy Sơn

Vùng	Tỉnh	Tháng												Tổng
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	Sơn La		1	12	4	4								21
	Yên Bái			2	2	2								6
	Cao Bằng					5								5
	Lạng Sơn				2	3	1							6
	Lai Châu				1	1								2
	Lào Cai		1	2	2									5
	Bắc Cạn				2									2
	Tổng số	1	5	24	42	35	8	3	3	2				123
Đồng bằng trung du	Thái Nguyên		1	1	3									5
	Vĩnh Phú			3	7	6	4	1	1					22
	Quảng Ninh				1									1
	Hà Nội					2	1							3
	Hòa Bình				7	2								9
	Nam Hà								2					2
	Ninh Bình							1						1
	Thái Bình				1	1								2
	Hải Phòng					1								1
	Bắc Giang					1								1
	Hà Tây					4								4
	Hưng Yên					1								1

Như vậy, vùng rừng núi phía Bắc và trung du Bắc Bộ, tố, lốc, mưa đá phân bố chủ yếu ở các tỉnh như Hà Giang, Tuyên Quang, Sơn La và Vĩnh Phú (các tỉnh này nằm trong vùng hoạt động của Rada Việt Trì, Phù Liễn).

Để tổng kết các dấu hiệu về hình dạng mây và các đặc điểm phản hồi của chúng. Tác giả sử dụng số liệu tố, lốc, mưa đá đã tổng kết được năm 2005-2006 (bảng 2).

Bảng 2. Tố, lốc, mưa đá xảy ra trong vùng hoạt động của trạm ra đa Việt Trì (2005-2006)

Vùng	Tỉnh	Tháng												Tổng
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Vùng núi Bắc bộ	Hà Giang			2	1			1						4
	Sơn La				1				1					2
	Yên Bái						1		1					2
	Cao Bằng				2									2
	Lạng Sơn					1								1
	Lai Châu			1	1									2
	Lào Cai						1		1					2
Đồng bằng trung du	Vĩnh Phú			1		1	1	1						4
	Hà Nội		1	1	1	1								4
	Ninh Bình				1									1
	Thanh Hóa				1	3			1					5

Vùng	Tỉnh	Tháng												Tổng
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	Nghệ An								1					1
	Hà Tây				1		1							2
	Tổng số		1	5	9	6	4	2	5					32

Bảng 2, cho thấy: tố, lốc, mưa đá tập trung chủ yếu vào các tháng 3, 4, 5. Các tỉnh xuất hiện tố, lốc, mưa đá nhiều là: Hà Giang, Sơn La, Phú Thọ, Thanh Hoá. Trong hai năm qua, Hà Nội xảy ra nhiều tố, lốc, mưa đá (4 lần), gây thiệt hại lớn về người và tài sản. Những đám mây gây ra hiện tượng thời tiết nguy hiểm thường có các dấu hiệu đặc biệt.

2. Đặc điểm hình thái của mây có khả năng gây ra tố, lốc, mưa đá

Mây đối lưu sinh ra tố, lốc, mưa đá thường có những dấu hiệu đặc biệt, ra đa quan trắc có thể phát hiện được. Các dấu hiệu đó được thể hiện trên hai dạng sản phẩm cơ bản như sau [2]:

- Dấu hiệu trên sản phẩm PPI
- Dấu hiệu trên sản phẩm RHI

a. Dấu hiệu trên sản phẩm PPI đặt ở góc nâng của ăng ten từ 00 - 0.50°: thường thể hiện một trong 10 dấu hiệu [2].

- Cường độ phản hồi vô tuyến mạnh ($Z_{Max} \geq 50$ dBZ)

- Cường độ phản hồi vô tuyến phát triển nhanh từ 40 dBZ lên 50 dBZ trong khoảng thời gian ≤ 15 phút

- Vùng phản hồi có cường độ lớn ($Z_{Max} \geq 49$ dBZ) di chuyển với tốc độ nhanh ($V \geq 20.5$ m/s)

+ Vùng phản hồi có cường độ lớn ($Z_{Max} \geq 49$ dBZ) di chuyển với tốc độ chậm ($V < 8$ m/s) hoặc các siêu ổ có $Z_{Max} \geq 44$ dBZ hầu như không di chuyển.

- Chuyển động dị thường của vùng phản hồi: chuyển động dị thường là chuyển động mà phản hồi con tách ra khỏi vùng phản hồi mẹ và di chuyển sang bên trái hoặc bên phải có hướng di chuyển khác với hướng di chuyển của phản hồi mẹ, có cường độ phản hồi phát triển với tốc độ nhanh.

- Ở bên sườn đón gió Gradient Z lớn.

- Vùng phản hồi có dạng lưỡi liềm hoặc móc câu.

- Ở góc quét cao ($\alpha > 1^\circ$) vùng phản hồi có hình chữ V

- Phản hồi có hình cánh cung.

- Mây phát triển đến độ cao lớn (độ cao đỉnh phản hồi mây tương đương với vùng có nhiệt độ $\leq - 85^\circ$).

b. Dấu hiệu trên sản phẩm RHI

- Độ cao đỉnh phản hồi mây lớn

- Xuất hiện những vùng phản hồi mới ở độ cao lớn (thường là vùng phản hồi có cường độ $Z_{Max} \geq 30$ dBZ ở độ cao từ 10.4 đến 15.6 km)

- Vùng phản hồi lớn ở độ cao cao (thường là phản hồi có cường độ $Z_{Max} \geq 44$ dBZ phân bố ở độ cao $H \geq 13$ km)

- Vùng phản hồi yếu ở trên lớp độ cao tầng ngưng kết từ 8.2 ÷ 20.3 km

- Độ cao của vùng phản hồi cực đại giảm nhanh.

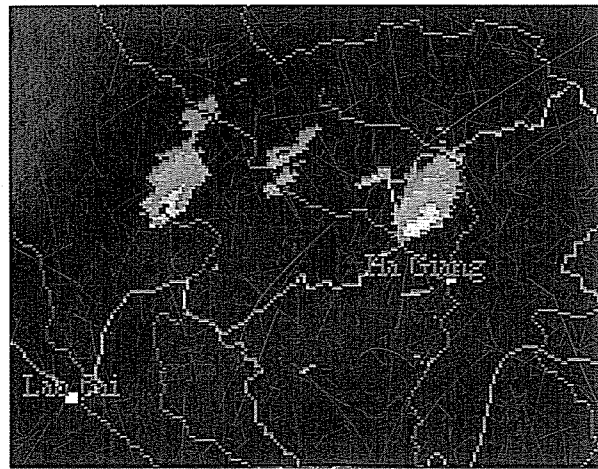
Trên cơ sở các dấu hiệu phản hồi mà fil Alford đã nêu trên. Ở Việt Nam từ số liệu thực tiễn mà trạm Radar Việt Trì đã quan trắc được, tác giả tổng kết được một số các dấu hiệu

cơ bản của mây đối lưu phát triển mạnh gây ra tố, lốc, mưa đá ở miền Bắc Việt Nam.

3. Đặc điểm của mây cho hiện tượng tố, lốc, mưa đá ở miền Bắc Việt Nam

a. Trên màn ảnh PPI (ở góc cao $\alpha = 0.50^\circ$)

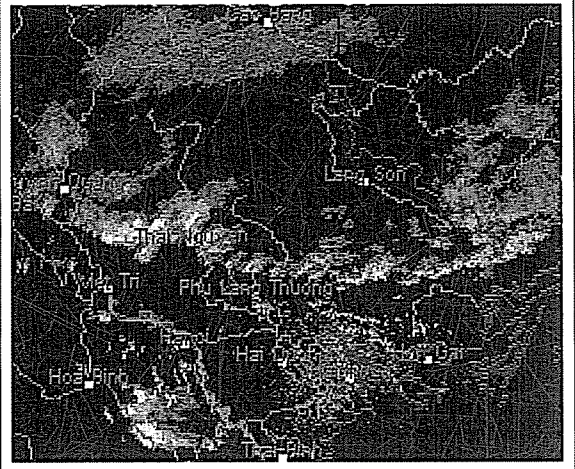
- Ổ mây đối lưu có dạng vỏ sò hoặc tổ sâu



Hình 1. Mây đối lưu có dạng vỏ sò cho lốc, mưa đá tại Hà Giang lúc 23 giờ ngày 3/4/2006 (Số liệu của Trạm Rađa Việt Trì)

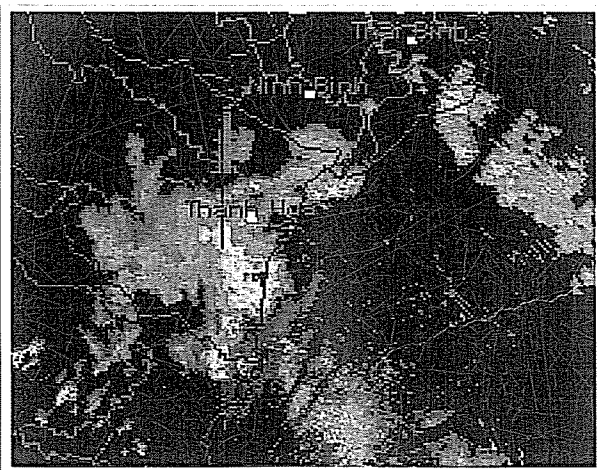
có cường độ phản hồi lớn $Z_{Max} \geq 45$ dBZ (hình 1).

- Đường tố có tốc độ chuyển động nhanh ($V > 12.5$ m/s) kết hợp với vùng mây đối lưu có phản hồi mạnh chuyển động ngược chiều (hình 2).

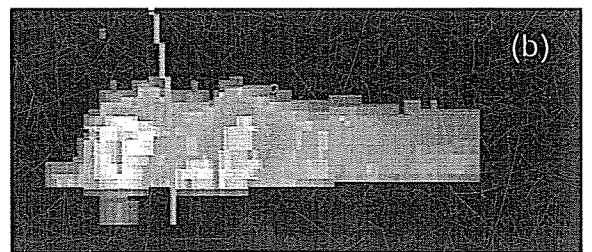


Hình 2. Dải mây đối lưu chuyển động nhanh kết hợp với vùng mây chuyển động ngược chiều có lốc, mưa đá tại Hà Nội ngày 16/5/1998 Trạm rađa Phù Lỗ

- Vùng phản hồi mây đối lưu mạnh, sắc nét có Gradient nằm ngang lớn (hình 3).
- Vùng phản hồi cực đại của mây đối lưu lớn $Z_{Max} \geq 50$ dBZ phân bố ở độ cao $H_{Z_{Max}} \geq 5$ km (hình 4a, b).



Hình 3. Vùng phản hồi mạnh cho tố, lốc, mưa đá hồi 21 giờ ngày 1/5/2005 tại Thanh Hoá Trạm rađa Vinh

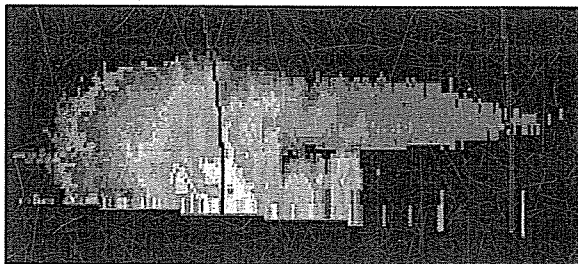


Hình 4. Mây đối lưu mạnh cho mưa đá có vùng phản hồi mạnh Z_{Max} phân bố ở độ cao $H \geq 5$ km

- Vùng phản hồi cực đại của mây có dạng:
 - + Lưỡi liềm
 - + Dấu hỏi
 - + Tổ sâu

b) Trên màn ảnh RHI

Trên màn ảnh RHI mây có các dấu hiệu đặc biệt như sau:



- Mây đối lưu phát triển đến độ cao lớn $H \geq 15\text{km}$.

- Phản hồi của mây đối lưu mạnh ($Z_{\text{Max}} \geq 50 \text{ dBZ}$) phân bố ở độ cao $H_{Z_{\text{Max}}} \geq 5 \text{ km}$.

- Mây đối lưu phát triển có dạng hình chữ G ngược (hình 5).

Hình 5. Mây đối lưu mạnh cho mưa đá có dạng hình chữ G ngược

- Vùng phản hồi $Z_{\text{Max}} \geq (50 \text{ dBZ})$ phân bố ở độ cao $H (\geq 13 \text{ km})$

Vùng phản hồi mạnh $Z_{\text{Max}} \geq 45 \text{ dBZ}$ kéo dài từ độ cao $H \leq 3 \text{ km}$ đến sát đỉnh mây

4. Đặc trưng phản hồi cực đại của mây

a. Đặc trưng phản hồi phân bố theo khoảng cách

Trên cơ sở những số liệu trên (bảng 2).

Chúng tôi tiến hành phân định từng trường hợp cụ thể, xác định độ cao, độ phản hồi cực đại của từng đám mây ở thời điểm trước khi gây ra hiện tượng và thời điểm xảy ra hiện tượng. Những trường hợp hiện tượng xảy ra trong vùng bán kính $R \leq 120 \text{ km}$, tác giả phân tích, xác định độ cao cực đại đỉnh phản hồi và độ cao của vùng phản hồi cực đại của đám mây gây ra hiện tượng. Kết quả được thể hiện trong bảng 3.

Bảng 3. Phân bố phản hồi cực đại của tổ, lốc, mưa đá theo khoảng cách của trạm ra đa TRS-2730 Việt Trì

Lốc kèm mưa đá	Khoảng cách từ 0 ÷ 50 km					
	PPI		RHI			
	Z_{Max}	$(Z_{\text{Max}})_{\text{Min}}$	Z_{Max}	$(Z_{\text{Max}})_{\text{Min}}$	H_{Max}	$(H_{\text{Max}})_{\text{Min}}$
	56	46	56	40	18	16
Lũ quét						
Lốc kèm mưa đá	51 ÷ 100 km					
	PPI		RHI			
	Z_{Max}	$(Z_{\text{Max}})_{\text{Min}}$	Z_{Max}	$(Z_{\text{Max}})_{\text{Min}}$	H_{Max}	$(H_{\text{Max}})_{\text{Min}}$
	52	45	52	40	22	15
Lũ quét	56	48	56	41	17	13
Lốc kèm mưa đá	101 ÷ 120 km					
	PPI		RHI			
	Z_{Max}	$(Z_{\text{Max}})_{\text{Min}}$	Z_{Max}	$(Z_{\text{Max}})_{\text{Min}}$	Z_{Max}	$(Z_{\text{Max}})_{\text{Min}}$

	Khoảng cách từ 0 ÷ 50 km					
	PPI		RHI			
Lũ quét						
	121 ÷ 200 km					
	PPI		RHI			
Lốc kèm mưa đá	Z_{Max}	$(Z_{Max})_{Min}$	Z_{Max}	$(Z_{Max})_{Min}$	Z_{Max}	$(Z_{Max})_{Min}$
	56	35				
Lũ quét						
	201 ÷ 256 km					
	PPI		RHI			
	Z_{Max}	$(Z_{Max})_{Min}$	Z_{Max}	$(Z_{Max})_{Min}$	Z_{Max}	$(Z_{Max})_{Min}$

* Chú thích: Z_{Max} - Giá trị phản hồi cực đại, $(Z_{Max})_{Min}$ - Giá trị phản hồi nhỏ nhất

b. Ứng dụng đặc trưng phản hồi vô tuyến ra đa xem xét tổ lốc, mưa đá xảy ra ngày 19, 20, 21 tháng 11 năm 2006 tại Lai Châu, Hà Nội, Hải Dương, Hòn Gai

* Lai Châu

Theo thông báo của Đài truyền hình Việt Nam “ 12 giờ 30 phút ngày 19 tháng 11 năm 2006 một trận lốc lớn kèm mưa đá xảy ra tại

thị xã Lai Châu. Mưa đá kéo dài trong khoảng thời gian 30 phút”.

- Thị xã Lai Châu cách trạm ra đa thời tiết Việt Trì R = 252 km. Theo số liệu quan trắc của trạm ra đa thời tiết Việt Trì, bắt đầu từ 12 giờ 20 phút ngày 19 tháng 11 năm 2006 trạm ra đa quan trắc được vùng mây đối lưu mạnh tại thị xã Lai Châu với các đặc trưng cực đại biến đổi theo thời gian như bảng 4 dưới đây:

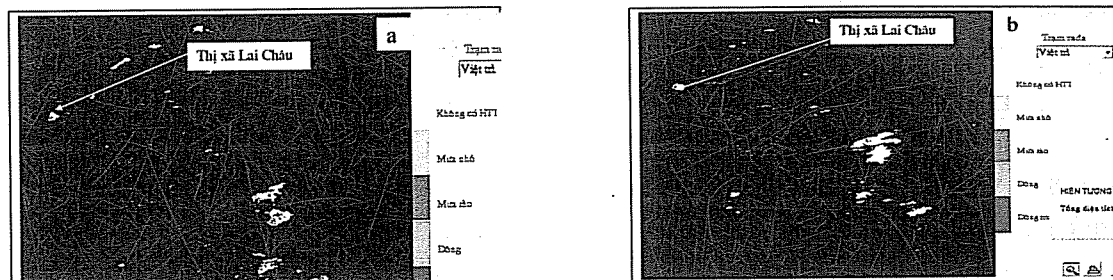
Bảng 4. Biến đổi phản hồi vô tuyến ra đa của mây đối lưu mạnh tại Lai Châu trước và sau thời điểm xảy ra lốc kèm mưa đá

TT	Thời gian (giờ Hà Nội)	Z_{max} (Giá trị phản hồi cực đại)	Ghi chú
1	12h20	19	
2	12h25	19	
3	12h30	27	
4	12h35	35	
5	12h40	33	
6	12h45	41	Thời điểm xảy ra tổ lốc, mưa đá mạnh
7	12h50	41	Thời điểm xảy ra tổ lốc, mưa đá mạnh
8	12h55	35	
9	13h00	29	
10	13h05	19	

Từ bảng 4 kết hợp với đặc trưng của mây trong bảng 3 cho thấy: ở thời điểm 12³⁵ - 12⁵⁵ giá trị Z_{Max} của mây đạt $35 \text{ dBZ} \leq Z_{Max} < 56 \text{ dBZ}$ (bảng 4), mây có dạng hình vỏ sò. Với giá trị

Z_{Max} đo được ở thời điểm 12h35 - 12h55, Lai Châu xuất hiện đông mạnh [4] (xem hình 6a, 6b). Kết hợp các dấu hiệu về hình thái mây và giá trị PHVT Z_{Max} đo được ta nhận dạng được hiện tượng thời tiết nguy hiểm tố lốc, mưa đá

xảy ra tại thị xã Lai Châu. Vậy, với các dấu hiệu hình thái, đặc điểm PHVT Z_{Max} , chỉ tiêu nhận biết hiện tượng, trạm ra đa thời tiết Việt Trì phát hiện được đông mạnh gây tố lốc, mưa đá tại thị xã Lai Châu ngày 19/11/2006.



Hình 6. Bản đồ thời tiết của Trạm ra đa thời tiết Việt Trì quan trắc được:
a- hồi 12 giờ 35 phút. b- hồi 12 giờ 50 phút ngày 19/11/2006

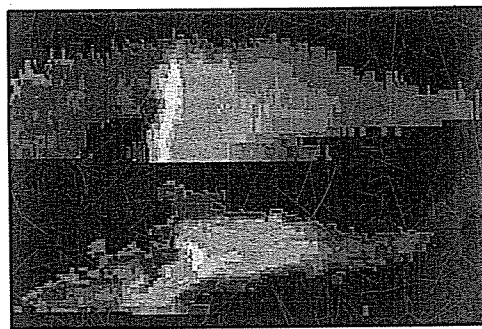
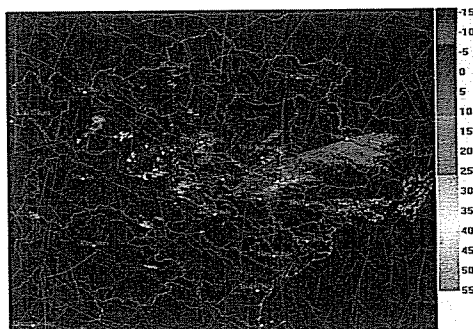
- Với cơ sở như trên, ta xem xét hiện tượng tố lốc, mưa đá đã xảy ra tại Hà Nội và Cẩm Phả ngày 20, 21/11/2006

* Hà Nội

Báo Nhân Dân số ra ngày 21/11/2006 đưa tin “18 giờ ngày 20 tháng 11 năm 2006 một trận lốc lớn kèm mưa đá xảy ra tại Hà Nội.

Mưa đá kéo dài trong khoảng thời gian 20 phút”.

Hà Nội cách Trạm ra đa thời tiết Việt Trì $R = 52$ km. Trạm ra đa thời tiết Việt Trì quan trắc được vùng mây đối lưu mạnh di chuyển qua Hà Nội (hình 7a, 7b, 7c) với các đặc trưng phản hồi cực đại như bảng 5.



Hình 7a. Bản đồ mây ra đa PPI obs 17h45 ngày 20/11/2006 do trạm ra đa thời tiết Việt Trì quan trắc ở góc quét ($\alpha = 1,10$, mặt cắt RHI vùng phản hồi mạnh $Z_{Max} > 40$ dBZ kéo dài xuống sát chân mây, $H_{Max} > 15$ km cho mưa đá tại Hà Nội: 7b. obs 1745. 7c. obs 1815 ngày 20/11/2006 Trạm ra đa thời tiết Việt Trì quan trắc

Bảng 5. Biến đổi phản hồi vô tuyến ra đa của mây đối lưu mạnh tại Hà Nội trước và sau thời điểm xảy ra lốc kèm mưa đá

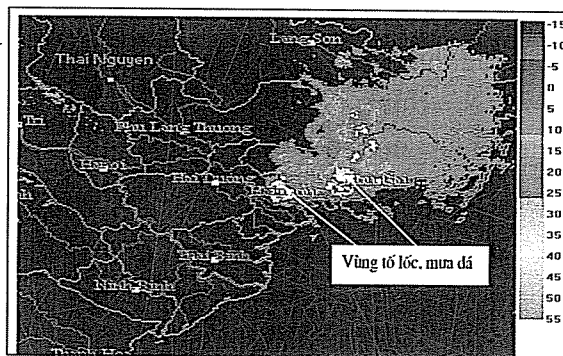
TT	Thời gian (giờ Hà Nội)	PPI $\alpha = 1,1^\circ$	RHI			Ghi chú
		Z_{Max}	Z_{Max}	H_{Max}	$H Z_{Max}$	
1	17 ⁴⁰	37				
2	17 ⁴⁵	35	41	15	13	
3	18 ¹⁰	31				Thời điểm xảy ra tố lốc, mưa đá mạnh
4	18 ¹⁵	19	41	23	13	

Từ hình 7a, 7b, 7c và bảng 5 cho thấy:

Hình 7a và giá trị phản hồi Z_{Max} trên PPI (bảng 5) không thể phát hiện được hiện tượng thời tiết nguy hiểm tại Hà Nội. Tuy nhiên, trên hình 7b, 7c và giá trị phản hồi của H_{Max} , Z_{Max} đo được trên RHI, đối chiếu với đặc trưng mây trên bảng 3 ta có thể xác định được hiện tượng lốc, mưa đá xảy ra tại Hà Nội ngày 20/11/2006 vừa qua. Vậy với mây ở vùng gần cần thu thập phân tích trên cả hai sản phẩm PPI và RHI để xác định hiện tượng thời tiết nguy hiểm

Chú ý: Ưu tiên thông tin trên RHI khi phân tích xác định hiện tượng thời tiết trong vùng gần của Radar

* Cẩm Phả

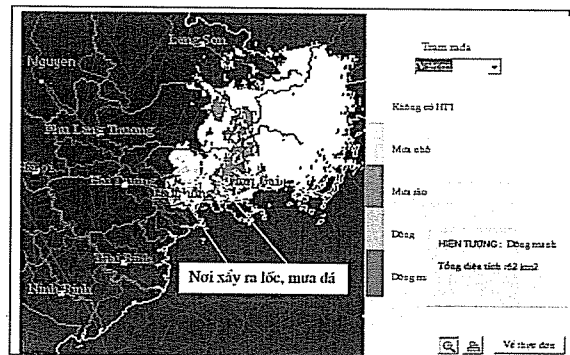


Hình 8a. Vùng phản hồi mây đối lưu có Gradient ngang lớn, gây lốc, mưa đá tại Hòn Gai Quảng Ninh (rada thời tiết Việt Trì quan trắc 7 giờ 10 phút ngày 21/11/2006

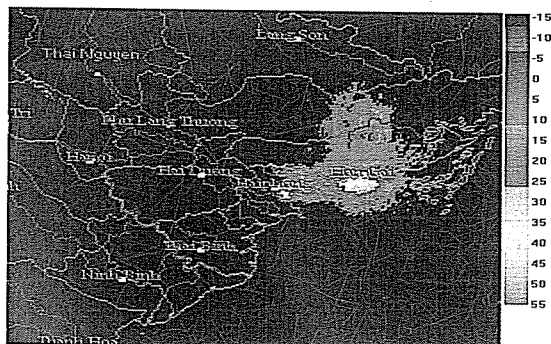
Báo Nhân Dân số ra ngày 21/11/2006 đưa tin “ 7 giờ 10 phút ngày 21 tháng 11 năm 2006 một trận lốc lớn kèm mưa đá xảy ra tại Cẩm Phả Hòn Gai gây thiệt hại lớn về người và tài sản. Mưa đá kéo dài trong khoảng thời gian 20 phút”.

Hòn Gai Quảng Ninh cách trạm ra đa thời tiết Việt Trì $R = 190$ km. Trạm ra đa Việt Trì quan trắc phát hiện vùng mây có phản hồi mạnh di chuyển từ tây Bắc xuống đông Nam từ ngày 20/11/2006.

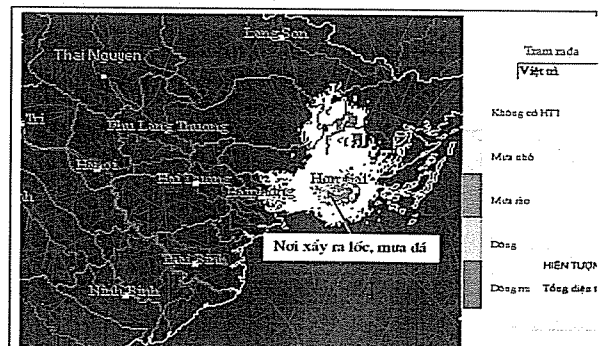
Với những chỉ tiêu tính được trong bảng 3 và [4], áp vào bản đồ phản hồi vô tuyến mà trạm ra đa Việt Trì quan trắc được ngày 20, 21/11/2006, ta được bản đồ thời tiết hình 8b,c.



Hình 8b. Bản đồ thời tiết ra đa obs 7 giờ 10 phút ngày 21/11/2006 của trạm rada thời tiết Việt Trì



Hình 8c. Vùng phản hồi mây đối lưu có dạng ngón tay , gây lốc, mưa đá tại cảng Cái Lân Quảng Ninh (ra đa thời tiết Việt Trì quan trắc 7 giờ 15 phút ngày 21/11/2006)



Hình 8d. Bản đồ thời tiết ra đa do Trạm rada thời tiết Việt Trì quan trắc 7 giờ 15 phút ngày 21/11/2006 tại cảng Cái Lân Quảng Ninh

4. Kết luận và kiến nghị

* Kết luận

Trên cơ sở những kết quả phân tích, tính toán trên (bảng 3) và kết quả kiểm chứng các đợt tố lốc, mưa đá đã xảy ra ngày 19, 20, 21/11/2006 tại Lai Châu, Hà Nội, Quảng Ninh, chúng tôi rút ra một số kết luận như sau:

- Hầu hết các đám mây đối lưu phát triển mạnh gây ra hiện tượng thời tiết nguy hiểm đều di chuyển từ phía tây hoặc tây bắc sang, chúng gây ra các hiện tượng nguy hiểm tố, lốc, mưa đá vào chiều tối và đêm.

- Tố, lốc, mưa đá thường xảy ra vào các tháng chuyển tiếp từ mùa đông sang mùa hè (tháng 3, 4, 5) và hình thành từ hệ thống mây hay siêu ô mây

- Các đám mây đối lưu phát triển mạnh cho hiện tượng tố, lốc, mưa đá thường thể hiện trên màn PPI có dạng:

- + Vỏ sò;
- + Lưỡi liềm hoặc móc câu;
- + Tổ sâu;

Chuyển động nhanh ở khoảng cách $R \leq 100\text{km}$ độ phản hồi cực đại mạnh $Z_{\text{Max}} \geq 50\text{ dBZ}$, độ cao đỉnh phản hồi $H_{\text{Max}} \geq 17\text{ km}$. ở khoảng cách $R \geq 100\text{ km}$, độ phản hồi $Z_{\text{Max}} \geq 45\text{ dBZ}$.

Trên màn ảnh RHI có dạng thể hiện như;

- Móc câu

- Vùng phản hồi cực đại của mây phân bố ở độ cao $H_{\text{Max}} \geq 5\text{ km}$.

* Kiến nghị

- Các dấu hiệu và đặc trưng của mây gây ra tố lốc, mưa đá được đưa ra trong bảng 3, cần được xem xét đưa vào kiểm chứng thêm tại các trạm radar TRS – 2730.

- Cần xây dựng quy trình quan trắc, cảnh báo các hiện tượng nguy hiểm như tố, lốc, mưa đá.

- Cần sớm đưa bản đồ thời tiết ra đa vào ứng dụng trong nghiệp vụ.

- Tố, lốc, mưa đá là các hiện tượng thời tiết có quy mô hẹp về không gian, vì vậy khi phát hiện ra chúng cần cảnh báo trực tiếp cho các vùng mà chúng có thể xảy ra.

Tài liệu tham khảo

1. Đinh Văn Loan: Nghiên cứu thiên tai tố lốc ở Việt Nam, xuất bản 12/1999.
2. Nguyễn Viết Thắng, Đinh Đức Tú: Sử dụng thông tin ra đa thời tiết TRS – 2730 để quan trắc, phát hiện, theo dõi, cảnh báo dông, tố, lốc và mưa đá ở Việt Nam, xuất bản tháng 1/2005.
3. Nguyễn Viết Thắng, Đinh Đức Tú. Sử dụng thông tin Radar thời tiết TRS – 2730 để quan trắc, phát hiện, theo dõi, cảnh báo dông, tố, lốc và mưa đá ở Việt Nam. Xuất bản tháng 1/2005.
4. Phil Alford: Thunderstorms and severe thunderstorms—a forecasting perspective. 7/1995.