MƯA LỚN TRÊN KHU VỰC TỈNH KHÁNH HÒA - NGUYÊN NHÂN VÀ TẦN SUẤT XUẤT HIỆN

Nguyễn Khanh Vân, **Tống Phúc Tuấn** - Viện Địa lý, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam
Đỗ Lệ Thủy, **Trần Anh Đức** - Trung tâm dự báo Khí tượng Thủy văn TW

Trong thời gian hai mươi nhăm năm (từ 1986 -2010) nhiều đợt mưa lớn diện rộng đã xảy ra trên khu vực Trung Bộ nói chung và nam Trung Bộ nói riêng, trong đó có tỉnh Khánh Hòa, ảnh hưởng không nhỏ đến giao thông, nông nghiệp và cuộc sống của nhân dân.

Với mục tiêu tìm hiểu nguyên nhân, quy luật xuất hiện của mưa lớn, quan hệ giữa mưa lớn và địa hình tại khu vực này, chúng tôi đã phân tích và thống kê các hình thế thời tiết (HTTT) và tổ hợp của chúng gây ra các đợt mưa lớn và rất lớn sinh lũ lụt ở khu vực Khánh Hòa trên cơ sở phân tích khái quát cấu trúc địa hình lãnh thổ, các số liệu mưa quan trắc tại khu vực nghiên cứu và số liệu tái phân tích JRA25 của Cơ quan khí tượng Nhật Bản giai đoạn 1986 -2010.

1. Mở đầu

Khánh Hòa là một tỉnh của Nam Trung Bộ, phía bắc giáp tỉnh Phú Yên, phía nam giáp tỉnh Ninh Thuận, phía tây, tây nam giáp tỉnh Đắc Lắc và Lâm Đồng, phía đông giáp biển Đông - một trong những khu vực hàng năm luôn phải hứng chịu nhiều thiên tai do thời tiết bất lợi như mưa lớn, bão, lũ, lụt, nắng nóng, khô hạn,... Những năm gần đây, đặc biệt là từ sau những đợt mưa lũ lịch sử đầu các tháng 11 các năm 1999, 2009 gây nhiều thiệt hại cho Trung và Nam Trung Bộ cũng như Khánh Hòa, việc tìm hiểu nguyên nhân, quy luật xuất hiện của thời tiết mưa lớn, những tác hại về lũ lụt mà mưa lớn kéo theo ở khu vực này đã trở thành một trong những tâm điểm lôi cuốn sự quan tâm của nhiều nhà khoa học, quản lý. Tiếp theo những nghiên cứu về nguyên nhân, quy luật xuất hiện của mưa lớn, quan hệ "mưa lớn - địa hình" ở các vùng Bắc, Nam Trung Bộ [5 -9]. Bài báo này trình bày kết quả thống kê, phân loại các HTTT gây mưa lớn (giai đoạn 1986-2010), phân tích nguyên nhân diễn biến của thời tiết mưa lớn trên lãnh thổ tỉnh Khánh Hòa trong mối liên kết với phân tích một số đặc điểm cấu trúc địa hình có khả năng cộng hưởng gây mưa lớn ở địa phương.

2. Cơ sở số liệu và phương pháp nghiên cứu

a. Cơ sở số liệu

- Số liệu tái phân tích của Cơ quan Khí tượng Nhật Bản, giai đoạn 1986-2010. Chúng tôi đã sử dụng các bản đồ phân tích trường độ cao địa thế vị, gió và độ ẩm tương đối tại các mực 850, 700, 500 và 200hPa, trường khí áp bề mặt và độ dày lớp 1000-500 hPa tại các thời điểm có mưa lớn và mưa rất lớn.

- Số liệu lượng mưa ngày của các trạm khí tượng chính, một số điểm đo mưa trên địa bàn tỉnh Khánh Hòa, giai đoạn 1986-2010.

- Bản đồ địa hình lãnh thổ nghiên cứu để xác định những khu vực có điều kiện địa hình thuận lợi làm gia tăng quá trình gây mưa, mưa lớn.

b. Phương pháp nghiên cứu

- Phương pháp thống kê phân loại các bản đồ synop về các HTTT và tổ hợp các HTTT gây mưa lớn; phân loại, thống kê tần suất hoạt động các HTTT gây mưa lớn.

- Phương pháp địa lý: nghiên cứu định tính địa hình trong mối tương tác với hoạt động của các HTTT gây mưa lớn, xác định các khu vực có tiềm năng mưa lớn.

- Phương pháp thống kê phân loại mưa lớn và mưa rất lớn với tiêu chí:

- Mưa lớn: Lượng mưa ngày ≥50 mm, kéo dài từ 2 ngày trở lên, diện mưa chiếm ≥50% số trạm trong khu vực nghiên cứu;

Người đọc phản biện: TS. ***Hoàng Đức Cường***

- Mưa rất lớn: Lượng mưa ngày ≥100 mm, kéo dài từ 2 ngày trở lên, diện mưa chiếm ≥ 50% số trạm trong khu vực nghiên cứu.

Theo Nguyễn Đức Ngữ và Nguyễn Trọng Hiệu [2], ở Việt Nam phần lớn các vùng đều có chế độ mưa liên quan đến gió mùa SW, những nơi có chế độ mưa lệch sang cuối thu đầu đông, chủ yếu liên quan đến gió mùa NE là các vùng ven biển Trung Bộ ở Khánh Hòa, ta thấy: Mùa mưa ở đây gồm hai thời kỳ: Mưa "tiểu mãn" (các tháng 6 - 7) và mưa chính vụ (từ tháng 9 - 12).

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

a. Đặc điểm cấu trúc địa hình tỉnh Khánh Hòa

Cấu trúc địa hình Khánh Hòa (hình 1) núi có dạng lưỡi liềm, cong về phía lục địa, phần "đỉnh liềm" ở phía bắc được đặc trưng với dải núi hẹp và thấp hơn so với phần "chuôi liềm" ở phía nam được đặc trưng bởi núi chuyển dần sang dạng khối nhưng vẫn có các thung lũng nhỏ cắt xẻ vào khối.

Phần "đỉnh liềm" phân bố ở phía bắc và tây bắc tỉnh được biết đến với tên gọi dãy Vọng Phu – Tam Phong, với độ cao trung bình dưới 1000 m, nhưng cá biệt có các một số đỉnh lên đến trên 1000 m.

Phần "chuôi liềm" ở phía nam và tây nam tỉnh là một vùng núi rộng, với nhiều đỉnh núi cao trên 1500 m, trong đó đỉnh cao nhất đạt tới trên 2000 m (đỉnh Hòn Giao - 2062 m). Địa hình mang tính chất khối tảng nhưng cũng bị cắt xẻ tương đối bởi mạng khe, sông, suối, trong đó nổi tiếng nhất là thung lũng Ô Kha được biết đến là một vùng nguy hiểm cho hàng không.

Địa hình đồng bằng chỉ khoảng 250 km^2, chủ yếu là dạng đồng bằng ven biển, phân bố dạng xen kẹp, nhỏ hẹp giữa các dải núi. Hai đồng bằng có quy mô trung bình là Nha Trang - Diên Khánh (135 km^2) và Ninh Hòa (100 km^2).

Đường bờ biển dài khoảng 385 km, gấp gần 3 lần chiều dài theo hướng bắc-nam của tỉnh.

b. Phân hóa cấu trúc địa hình và khả năng mưa lớn tỉnh Khánh Hòa

Địa hình có vai trò quan trọng đối với sự hình thành khí hậu các khu vực, địa hình đón nhận không thụ động các yếu tố bức xạ, hoàn lưu,.... Trên tỉnh Khánh Hòa, những đặc điểm cấu trúc địa hình như đã đề cập ở trên đã tạo nên một khu vực ẩm hơn, có tổng lượng mưa năm khoảng 2000 mm ở phía bắc đèo Cả, trong khi khu vực sau đèo lại khô hơn, với lượng mưa năm dưới 1500 mm và với gió Tu Bông hết sức đặc sắc[5].

Hình 1. Sơ đồ cấu trúc địa hình tỉnh Khánh Hòa Nguồn: Google terrain, 2013.

Cũng như cả dải ven biển Trung Bộ, mùa đông ở Khánh Hòa cũng chính là mùa mưa, cùng với các HTTT gây mưa chính như bão, áp thấp nhiệt đới (ATNĐ), dải hội tụ nhiệt đới (HTNĐ),… và tổ hợp của chúng, hoạt động của không khí lạnh (KKL) cũng chính là một trong những tác nhân quan trọng, làm đảo lộn cơ chế mưa mùa hè của vùng nhiệt đới, hình thành chế độ mưa thu – đông rất đặc sắc ở khu vực này.

Mùa hè, vòng cung núi phía tây (400-500 m) xen kẽ những đỉnh đơn độc (800-900 m) đã tạo ra những khe đón gió, và hệ quả "hiệu ứng phơn" đã hình thành một chế độ thời tiết có gió khô nóng đặc trưng ở phần lớn vùng thấp của Khánh Hòa.

Xét về mặt cấu trúc địa hình Khánh Hòa với khả năng chi phối mưa lớn ta thấy: ở phần phía bắc tỉnh có tương tác mạnh hơn với các khối khí có khả năng gây mưa,dù độ cao của địa hình chỉ xấp xỉ 1000 m

nhưng phía trước là đồng bằng là biển; ở phần trung tâm tỉnh, do được che chắn bởi một số khối núi ven biển nên hình thế địa hình có dạng trũng thung lũng đáy hẹp, ở đây khả năng mưa, mưa lớn giảm đáng kể; ở phần phía nam, địa thế khối núi cao hơn, có thể nhận được mưa, mưa lớn cả từ hai cơ chế - tây nam mùa hè và đông bắc mùa đông. Cũng vì thế ở thung lũng sông Tô Hạp mùa mưa dài hơn, từ tháng 5 đến hết tháng 12, và thời gian có mưa lớn cũng có thể sớm hơn, từ các tháng hè.

c. Phân bố thời gian của các đợt mưa lớn và rất lớn ở Khánh Hòa

Thống kê cho thấy trong 25 năm, đã xảy ra 42 đợt mưa lớn trên khu vực Khánh Hòa, trung bình 1,7 đợt/năm, những năm không có đợt nào là 1986, 1991,1994, 2004 và 2009. Trong 42 đợt này, có 12 đợt mưa rất lớn, chiếm khoảng29% tổng số đợt, xảy ra vào các năm 1990, 1996, 1998, 2000, 2002, 2003, 2007, 2008 và 2010. Ở Khánh Hòa, mưa lớn tập trung vào hai tháng 10 và 11, cụ thể: tháng 10 có 12 đợt mưa lớn, trong đó có 2 đợt mưa rất lớn, tháng11 có 18 đợt mưa lớn, trong đó có 7 đợt mưa rất lớn. Chỉ trong hai tháng này, số đợt mưa đã chiếm 71% đối với mưa lớn và 75% đối với mưa rất lớn (bảng 1).

Bảng 1. Phân bố theo thời gian (năm, tháng) các đợt mưa lớn và rất lớn (các số in nghiêng trong ngoặc) trên địa phận tỉnh Khánh Hòa, giai đoạn 1986-2010

Năm	Tháng					Tổng số
	1 - 7	9	10	11	12	
1987		1		1		2
1988				1		1
1989			1			1
1990				*(1)*		*(1)*
1992			2			2
1993				1		1
1995				1		1
1996			1	1	*(1)*	3 *(1)*
1997		1	1			2
1998			1	*(2)*	*(1)*	4 *(3)*
1999			1	1		2
2000			*(1)*	2 *(1)*	1	4 *(2)*
2001					1	1
2002		1		2 *(1)*		3 *(1)*
2003			1	*(1)*		2 *(1)*
2005			1		2	3
2006			1			1
2007		1	1	*(1)*		3 *(1)*
2008		*(1)*		1	1	3 *(1)*
2010				2 *(1)*		2 *(1)*
Tổng số		5 *(1)*	12 *(1)*	18 (8)	7 *(2)*	42 *(12)*

d. Các hình thế thời tiết và tổ hợp của chúng gây mưa, lũ lớn

Nguyên nhân gây ra các đợt mưa lớn sinh lũ ở khu vực nam đèo Cả - Khánh Hòa có nhiều, đó là bão, ATNĐ, KKL và tổ hợp của bão ATNĐ và KKL, HTNĐ và KKL. Tuy nhiên, nếu chỉ đơn thuần một HTTT khó có thể xảy ra một đợt mưa lớn trên diện rộng, ngay cả khi có bão và ATNĐ. Những đợt mưa lớn và rất lớn thường được sinh ra bởi tổ hợp của 2 hoặc 3 loại HTTT hoặc xảy ra đồng thời, hoặc gối tiếp nhau (bảng 2).

Thống kê 7 loại HTTT chính gây mưa lớn và rất lớn trên địa phận Khánh Hòa trên bảng 2 cho thấy:

- Về mưa lớn: Các HTTT KKL, tổ hợp HTTTsố 7 và

HTNĐ và KKL là ba loại HTTT gây mưa lớn nhiều nhất, tần suất xuất hiện của chúng lần lượt là 30,9%; 21,5% và 19%. Các HTTT còn lại ít xuất hiện hơn: tổ hợp bão/ ATNĐ và KKL ~9,6%; HTNĐ và bão/ATNĐ cũng như bão/ATNĐ mỗi loại chiếm ~ 7,1% và ít gặp nhất là HTNĐ đơn thuần chỉ chiếm 4,8%.

- Về mưa rất lớn: KKL chiếm 25% tổng số đợt mưa rất lớn; bão/ATNĐ, HTNĐ, bão/ATNĐ kết hợp với KKL và HTNĐ và KKL mỗi loại chiếm 16,7% tổng số đợt mưa rất lớn.

Nhìn chung, đối với sự xuất hiện những đợt mưa lớn ở Khánh Hòa hoạt động của KKL rất quan trọng, nó chiếm 30,9% tổng số đợt mưa lớn, đồng thời trong đó nó cũng chiếm 25% tổng số đợt mưa rất lớn.

Bảng 2. Phân bố các HTTT và tổ hợp HTTT gây mưa lớn và rất lớn (in nghiêng trong ngoặc) trênđịa phận Khánh Hòa, giai đoạn 1986-2010

Stt	Hình thếthời tiết	Tháng					Tần số	Tần suất(%)
		1-8	9	10	11	12		
1	Bão hoặc ATNĐ			*(1)*	2 *(1)*		3 *(2)*	7,1*(16,7)*
2	Hội tụ nhiệt đới		*(1)*			*(1)*	2 *(2)*	4,8*(16,7)*
3	Không khí lạnh		1	4	6 *(3)*	2	13 *(3)*	30,9*(25,0)*
4	Bão (ATNĐ) và KKL			1	2 *(1)*	*(1)*	4 *(2)*	9,6*(16,7)*
5	HTNĐ và Bão (ATNĐ)				1	2	3	7.1
6	HTNĐ và KKL		2	4	*(2)*		8 *(2)*	19.0*(16,7)*
7	Rãnh thấp (RT), Nhiễu động gió E, Gió NE, Gió SW		1	*(1)*	5	2	9*(1)*	21.5 *(8.3)*
Tổng số			5*(1)*	11*(2)*	18*(7)*	8*(2)*	42*(12)*	100*(100)*

Thời gian kéo dài của các HTTT gây mưa dao động không nhiều: từ 2 đến 4 ngày (đối với cả hai loại mưa), trong đó có sự phân biệt giữa các loại HTTT và tổ hợp các HTTT (bảng 3).

Bảng 3. Thời gian (ngày) mưa lớn và rất lớn (in nghiêng) của các loại HTTT và tổ hợp của chúng trên địa phận Khánh Hòa, giai đoạn 1986-2010

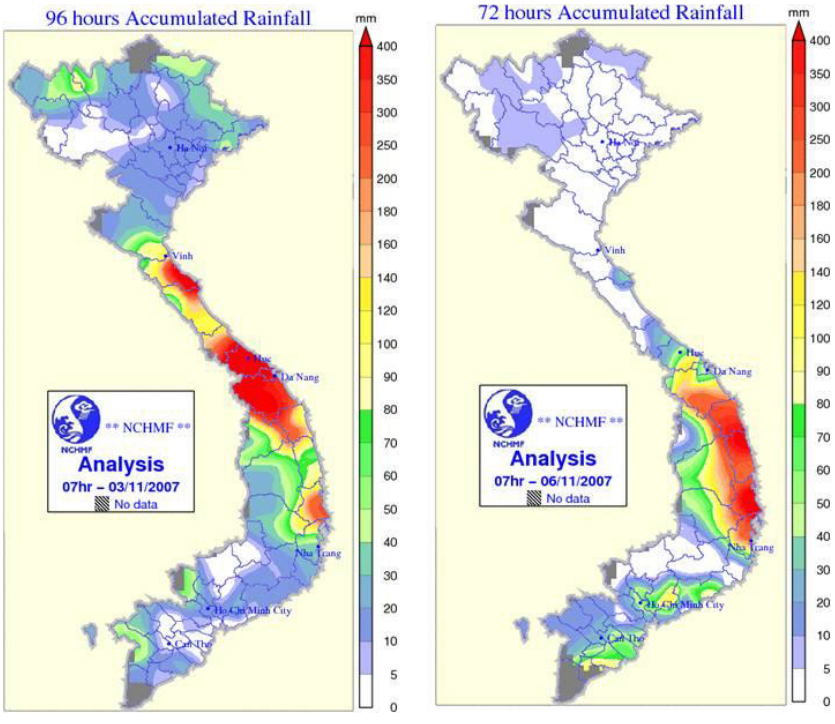
Stt	Hình thế thời tiết	Thời gian kéo dài (ngày)			
		Tổng số (ngày/đợt)	Trung bình	Dàinhất	Ngắn nhất
1	Bão hoặc ATNĐ	9/3*(4/2)*	3.0*(2.0)*	4*(2)*	2*(2)*
2	Hội tụ nhiệt đới	*(5/2)*	*(2.5)*	3*(3)*	2*(2)*
3	Không khí lạnh	30/13*(6/3)*	2.3*(2.0)*	3*(2)*	2*(2)*
4	Bão (hoặc ATNĐ) và KKL	12/4*(4/2)*	3.0*(2.0)*	4*(2)*	2*(2)*
5	HTNĐ và Bão (hoặc ATNĐ)	6/3*(4/2)*	2.0*(2.0)*	2*(2)*	2*(2)*
6	HTNĐ và KKL	22/8	2.75	4	2
7	Rãnh thấp (RT), Nhiễu động gió E, Gió NE, Gió SW	24/9*(4/1)*	2.7*(4.0)*	5*(4)*	2*(4)*

e. Phân tích một trường hợp điển hình gây mưa lớn: KKL

Để hiểu rõ hơn cơ chế hoạt động của mưa lớn ở Khánh Hòa, đặc biệt mưa lớn do hoạt động của KKL (chiếm tới 30,9% tổng số các đợt mưa lớn (bảng 2), chúng tôi sẽ phân tích cụ thể đợt mưa lớn kéo dài 5 ngày từ 30/10 đến 6/11/2007 do ảnh hưởng của KKL điển hình cho thời kỳ đầu mùa (các tháng 9 - 11).

- Diễn biến của đợt mưa lớn

Trong các ngày 30/10 - 05/11/2007 trên khu vực từ Hà Tĩnh đến Khánh Hòa đã xảy ra một đợt mưa lớn diện rộng. Mưa bắt đầu từ chiều 30/10 trên khu vực Bắc và Trung Trung Bộ, kết thúc vào chiều 05/11 trên khu vực Nam Trung Bộ. Tổng lượng mưa trong các ngày này (hình 2) phổ biến trong khoảng 150 - 300 mm.

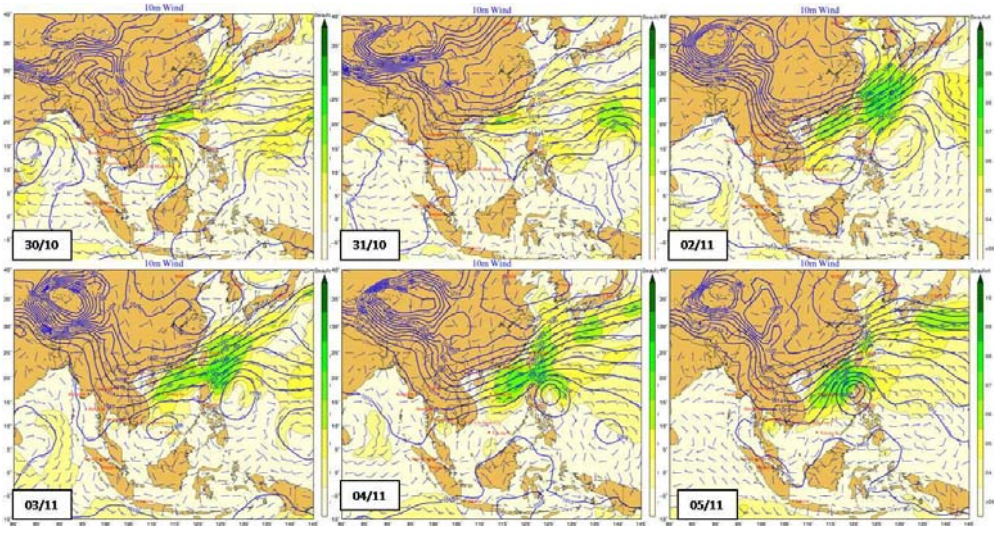


Hình 2. Tổng lượng mưa từ 7 giờ ngày 30/10/2007 đến 7 giờ ngày 03/11/2007 (trái) và từ 7 giờ ngày 03/11/2007 đến 7 giờ ngày 06/11/2007 (phải)

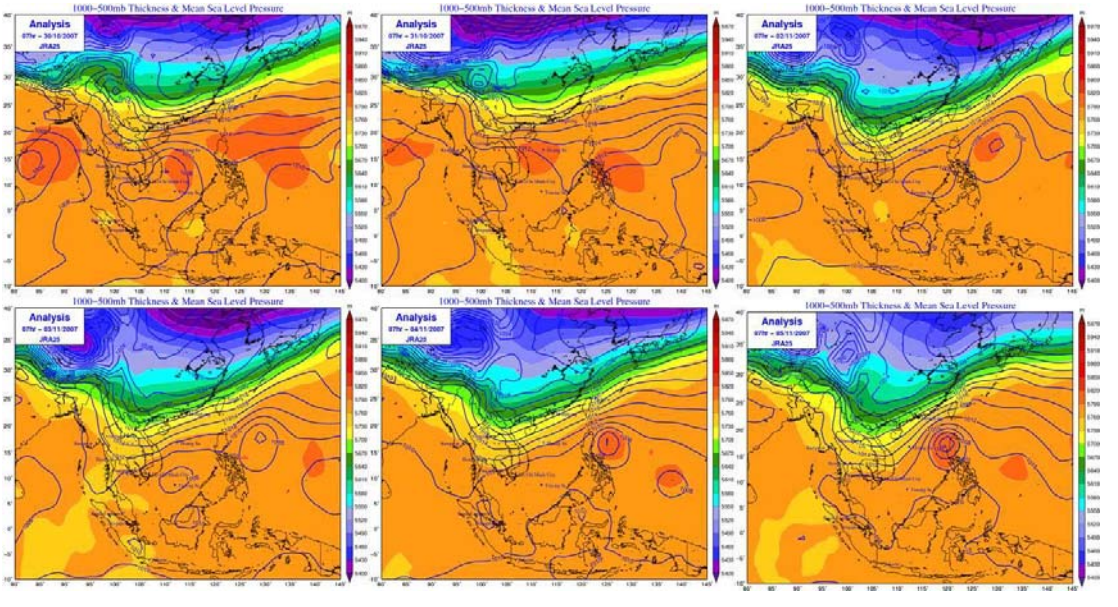
Lúc đầu: từ 30/10 - 02/11/2007 mưa tập trung nhiều trên khu vực các tỉnh Nghệ An đến Quảng Ngãi. Giai đoạn sau: các ngày 02 - 05/11/2007, vùng mưa lớn dịch chuyển xuống phía nam, ảnh hưởng đến khu vực từ Quảng Ngãi đến Khánh Hòa, lượng mưa phổ biến 200-400 mm. Riêng tại Khánh Hòa, tổng lượng mưa các ngày 29/10 - 07/11/2007 lần lượt là Đồng Trăng: 140 mm, Ninh Hoà: 275 mm, Nha Trang: 250 mm; Vạn Ninh: 331 mm. Khánh Vĩnh: 94 mm, Cam Ranh: 78 mm và Khánh Sơn: 64 mm [1].

- Nguyên nhân gây mưa lớn:

Hình 3 là phân tích khách quan trường gió và khí áp bề mặt của đợt mưa lớn này (ngày tháng được viết trên bản đồ). Nhìn tổng quan ta thấy rõ 2 giai đoạn mưa như đã mô tả. Bộ bản đồ ngày 30 và 31/10/2007 cho thấy một vùng áp thấp hoạt động ngoài khơi các tỉnh Nam Trung Bộ đang có xu hướng di chuyển nhanh về phía tây. Phần phía bắc một khối KKL đang di chuyển xuống phía nam. Đới gió NE trên khu vực ngoài khơi Trung Trung Bộ mạnh lên nhanh chóng. Đây là điều kiện thuận lợi cho quá trình sinh mưa lớn trên khu vực. Bộ bản đồ từ ngày 02–03/11/2007 cho thấy một vùng áp thấp mới xuất trên khu vực phía bắc quần đảo Trường Sa và mạnh lên thành ATNĐ, có xu hướng dịch chuyển về phía vùng biển Nam Trung Bộ. Ở phía bắc, trung tâm khối KKL đã di chuyển ra phía đông làm cho đới gió NE trên khu vực bắc biển Đông mạnh lên nhanh. Sự kết hợp của đới gió NE này với hoạt động của ATNĐ sinh ra đợt mưa thứ 2 và kéo dài cho đợt mưa lớn này đến chiều ngày 05/11/2007.

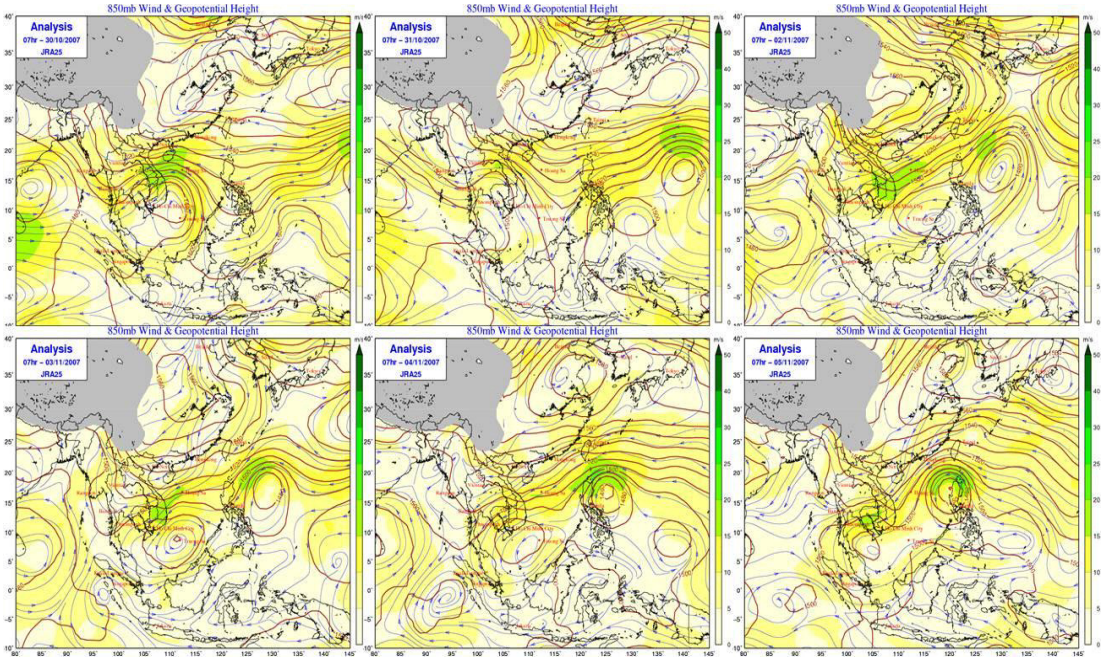


Hình 3. Bản đồ phân tích trường khí áp bề mặt biển tại 7 giờ (00Z) của đợt mưa lớn, 02/11/2007 (hình trên) và 03, 04, 05/11/2007 (hình dưới)



Hình 4. Bản đồ phân tích trường khí áp bề mặt biển MSLP và độ dày lớp 1000-500 hPa tại 7 giờ các ngày 30, 31/10/2007, 02/11/2007 (hình trên) và 03, 04, 05/11/2007 (hình dưới)

Hình 4 là phân tích khách quan trường độ cao địa thế vị, tốc độ gió và hướng gió trên mực 850mb của đợt mưa lớn. Bộ bản đồ từ ngày 30 -31/10/2007, nhận thấy rõ có một vùng hội tụ gió trên khu vực Trung Trung Bộ do ảnh hưởng kết hợp của KKL với vùng áp thấp ngoài khơi Nam Trung Bộ, tạo thành những nhiễu động dạng sóng tác động chính vào Trung Trung Bộ. Ngày 31/10, mức độ hội tụ này giảm dần. Sang ngày 02/11 thấy một rãnh áp thấp có trục hướng đông bắc–tây nam chạy dọc theo bờ biển Nam Trung Bộ với một xoáy thấp trên vùng biển quần đảo Trường Sa và đang mạnh lên về cường độ. Đới gió NE lại mạnh lên về cường độ và vùng hội tụ của nó lúc này dịch chuyển xuống phía nam trên khu vực Nam Trung Bộ.



Hình 5. Bản đồ phân tích trường độ cao địa thế vị và trường đường dòng tại mực 850 hPa tại 7 giờ các ngày 30, 31/10/2007, 02/11/2007 (hình trên) và 03, 04, 05/11/2007 (hình dưới)

4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng:

1. Đối với khả năng gây mưa và mưa lớn, địa hình Khánh Hòa có dạng "phễu lớn" hở ở phía ngoài biển và cao như một vòng cung núi trùng điệp ở bên trong nên tạo điều kiện cho các khối khí nóng - ẩm từ phía biển vào sẽ hội tụ và chuyển động cưỡng bức đi lên cao gây mưa và mưa lớn. Đặc biệt, khi KKL tràn về có kết hợp với các hệ thống thời tiết như bão, ATNĐ, HTNĐ,…thì cường độ mưa có thể lớn hơn và kéo dài hơn.

2. Thống kê 25 năm cho thấy, trung bình hàng năm có 1,7 đợt mưa lớn và rất lớn, trong đó chỉ có ~0,5 đợt mưa rất lớn. Các đợt mưa xảy ra từ tháng 9 - 12, nhưng chủ yếu tập trung vào tháng 11.

3. Các HTTT: KKL; Rãnh thấp (RT); Nhiễu động gió E, gió NE, gió SW; và HTNĐ kết hợp với KKL có tần suất xuất hiện lớn hơn các hình thế còn lại, cụ thể lần lượt là: 13 đợt ≈ 30,9%; 9 đợt ≈ 21,5% và 8 đợt≈19,0%.

4. Tổ hợp của 2 HTTT xảy ra đồng thời hoặc gối tiếp nhau có nhiều khả năng gây mưa lớn và rất lớn trên diện rộng, gây ngập lụt nghiêm trọng. Thời gian kéo dài của các HTTT gây mưa chủ yếu từ 2-3 ngày, số đợt kéo dài 4 ngày không nhiều, thường do bão hoặc ATNĐ hoặc do HTNĐ và bão/ATNĐ kết hợp với KKL gây nên.

5. Các HTTT xuất hiện vào giữa mùa - tháng 10 và 11 thường gây ra mưa lớn và rất lớn. Những đợt mưa với lượng lớn như vậy thường gắn liền với KKL kết hợp với hoạt động của đới gió E mạnh, KKL kết hợp với bão/ATNĐ hoặc dải HTNĐ.

6. Trong 25 năm qua, mưa rất lớn ở Khánh Hòa có 12 đợt, trong đó riêng KKL đã có 3 đợt, chiếm 25% tổng số đợt, các HTTT khác thông thường chỉ có 2 đợt, mỗi loại chiếm 16,7% tổng số đợt mưa rất lớn, chưa ghi nhận đợt mưa rất lớn nào do HTNĐ và bão/ATNĐ nào ở Khánh Hòa.

7. HTTT bão hoặc ATNĐ đổ bộ trực tiếp vào khu vực có thể gây mưa lớn với thời gian trung bình khoảng 3 ngày.

Tài liệu tham khảo

1. Ban Chỉ huy PCLB tỉnh Khánh Hòa: Các Báo cáo tổng kết công tác PCLB tỉnh Khánh Hòa các năm 2002-2012. Sở TNMT tỉnh Khánh Hòa.

2. Nguyễn Đức Ngữ, Nguyễn Trọng Hiệu, 1985: Phân vùng Khí hậu Việt Nam. Tài liệu chuyên khảo, Tổng cục KTTV, Hà Nội.

3. Sở KHCN và Môi trường tỉnh Khánh Hòa, 2001: Đặc điểm Khí hậu Thủy văn tỉnh Khánh Hòa.

4. Số liệu quan trắc mưa (tại Trung tâm Dự báo KTTV TW và Trung tâm Tư liệu) giai đoạn 1986-2010.

5. Số liệu tái phân tích của Cơ quan Khí tượng Nhật bản JRA25 (Japanese 25 years ReanAlysis) giai đoạn 1986-2010.

6. Nguyễn Khanh Vân và nnk, 2009: "Nghiên cứu nguyên nhân và quy luật hoạt động của thời tiết mưa lớn gây lũ lụt và mưa lớn "trái mùa" – cảnh báo và đề xuất các biện pháp chỉ đạo sản xuất, phòng tránh giảm nhẹ thiệt hại ở Bắc Trung Bộ Việt Nam". Đề tài cấp Viện KHCN Việt Nam 2008-2009.

7. Nguyễn Khanh Vân, Đỗ Lệ Thủy, 2009: Nguyên nhân và quy luật của thời tiết mưa lớn, mưa lớn trái mùa vùng Bắc Trung Bộ (gđ 1987 - 2006). Tạp chí Các Khoa học về Trái Đất, T.31, 3, tr.279-286.

8. Nguyễn Khanh Vân, 2012: Vai trò của hình thái địa hình đối với mưa lớn ở vùng Bắc Trung Bộ và sự phân hóa giữa bắc và nam Đèo Ngang. Tạp chí Các Khoa học về Trái Đất, T.34, 1, tr.38-46.

9. Nguyễn Khanh Vân và nnk, 2013: Nghiên cứu nguyên nhân và quy luật xuất hiện của thời tiết mưa lớn gây lũ lụt liên quan với địa hình vùng Nam Trung Bộ Việt Nam; cảnh báo và đề xuất các giải pháp phòng tránh giảm nhẹ thiên tai". Đề tài cấp Viện Hàn lâm KHCN Việt Nam 2012-2013.

10. Nguyễn Khanh Vân, Đỗ Lệ Thủy, Trần Anh Đức, 2013: Nguyên nhân và quy luật của thời tiết mưa lớn khu vực Đèo Hải Vân – Đèo Cả, vùng Nam Trung Bộ (giai đoạn 1986 - 2010). Tạp chí Các Khoa học về Trái Đất, T.35, 2, tr.163-174.