TẠP CHÍ
KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

Check for updates

Bài báo khoa học

Nghiên cứu mối quan hệ giữa độ đứt gió thẳng đứng và tổng ẩm khí quyển đến sự phân bố lượng mưa khi bão hoạt động gần bờ và đổ bộ

Đăng Thị Ánh[1]*, Võ Văn Hòa[1], Phạm Lê Khương[2,3], Nguyễn Văn Hiệp[1], Đinh Hữu Dương[1], Vũ Văn Phong[1]

[1] Đài Khí tượng Thủy văn Khu vực Đồng bằng và Trung du Bắc Bộ; phuonganhdbkt@gmail.com; vovanhoa80@yahoo.com; hiepwork@gmail.com; dinhduongkttv@gmail.com; phongdbkt@yahoo.com

[2] Viện Vật lý địa cầu, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam;

[3] Học viện Khoa học và Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam; phamlekhuongigp@gmail.com

*Tác giả liên hệ: phuonganhdbkt@gmail.com; Tel: +84−904926828

Ban Biên tập nhận bài: 22/11/2023; Ngày phản biện xong: 9/1/2024; Ngày đăng bài: 25/4/2024

Tóm tắt: Bão và mưa lớn do bão là thiên tai gây ảnh hưởng nghiêm trọng cả về người và tài sản. Dự báo được mưa lớn do bão đóng góp quan trọng trong việc phòng tránh và giảm thiểu rủi ro thiên tai. Bài báo này sử dụng số liệu vệ tinh, radar, dữ liệu bão từ Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn quốc gia kết hợp phân tích hình thế synop, độ đứt gió thẳng đứng, tổng ẩm khí quyển để phân tích sự phân bố mưa khi bão hoạt động gần bờ và đổ bộ, sau đó so sánh với sự phân bố lượng mưa quan trắc của các cơn bão. Kết quả cho thấy khu vực có độ đứt gió yếu (<10 m/s) và có tổng ẩm khí quyển lớn (>60 kg/m^2) là môi trường thuận lợi cho bão Biển Đông phát triển. Sự phân bố lượng mưa ảnh hưởng bởi sự phân bố tổng ẩm khí quyển, khu vực có lượng mưa lớn nhất trùng với khu vực có tổng ẩm khí quyển cực đại. Độ đứt gió thẳng đứng có ảnh hưởng mạnh đến sự phân bố của mưa trong bão. Trường hợp độ đứt gió <10 m/s, lượng mưa phân bố tương đối đối xứng qua tâm bão. Trường hợp độ đứt gió >15 m/s, lượng mưa phân bố bất đối xứng và tập trung ở bên trái tâm bão (theo hướng di chuyển). Kết quả của nghiên cứu giúp dự báo viên có cái nhìn tổng quan trong phân tích và dự báo mưa bão.

Từ khóa: Bão (xoáy thuận nhiệt đới); Sự phân bố lượng mưa bão; Mưa lớn.

1. Giới thiệu

Mưa do xoáy thuận nhiệt đới (*Tropical cyclone - TC*) thường gây thiệt hại nghiêm trọng đối với các vùng ven biển nơi bão đổ bộ. Lượng mưa lớn từ TC không chỉ gây ra lũ quét ở bờ biển mà còn có thể mang theo mưa lớn vào sâu trong đất liền. Nghiên cứu các cơ chế gây mưa gắn liền với xoáy thuận nhiệt đới [1−2] cho thấy rằng mưa lớn liên quan chặt chẽ đến vận chuyển ẩm, chuyển tiếp ngoại nhiệt đới, tăng cường tương tác gió mùa, ảnh hưởng địa hình, hoạt động của hệ thống quy mô vừa trong khu vực xoáy thuận nhiệt đới ảnh hưởng.

Độ đứt gió thẳng đứng và chuyển động của bão là hai yếu tố quan trọng tạo ra sự bất đối xứng về lượng mưa trong các xoáy thuận nhiệt đới (TC), đây là kết quả trong nghiên cứu [3] với phương pháp sử dụng số liệu vệ tinh từ Nhiệm vụ đo lượng mưa nhiệt đới (*Tropical Rainfall Measuring Mission - TRMM*). Độ đứt gió thẳng đứng trong nghiên cứu [3] được định nghĩa là sự chênh lệch giữa các vectơ gió trung bình ở mực 200- và 850-hPa trên một

khu vực bên ngoài kéo dài từ bán kính 200-800 km xung quanh tâm bão. Sự bất đối xứng về lượng mưa tối đa của wavenumber-1 nằm ở phía dưới trái (phải) ở Bắc bán cầu (Nam), điều này cũng được chỉ ra trong nghiên cứu [4]. Trong môi trường độ đứt gió từ trung bình đến mạnh > 7,5 m s^{-1}, lượng mưa bất đối xứng chủ yếu nằm bên trái, khi độ đứt gió yếu sự bất đối xứng giữa chuyển động và lượng mưa TC có đóng góp lớn hơn, nhất là dải mưa bên ngoài.

Các nghiên cứu về phân bố mưa do bão từ số liệu vệ tinh TRMM và GSMAP như [3], [5−6] cho thấy: (1) Vùng mưa cực đại thường nằm ở góc ¼ phía trước so với hướng chuyển động, (2) Vị trí vùng mưa lớn có xu hướng chuyển từ góc ¼ phía trước, bên trái sang góc ¼ phía trước, bên phải khi bão mạnh lên, (3) Bão mạnh có cường độ mưa trung bình và diện tích vùng mưa trung bình lớn hơn, (4) Cường độ mưa trung bình giảm khi cường độ bão giảm, (5) Cơn bão yếu có thể tạo ra cực đại cường độ mưa lớn hơn cơn bão mạnh.

Nghiên cứu đặc điểm không gian của các trường mưa liên quan đến các cơn bão nhiệt đới đổ bộ [7] chỉ ra diện tích và sự phân tán của mưa có tương quan đáng kể với cường độ bão và tổng lượng nước mưa bằng cách đo diện tích, độ phân tán và sự dịch chuyển của các trường mưa nhẹ và vừa phải liên quan đến 35 TC đổ bộ vào khu vực nghiên cứu và khám phá các điều kiện góp phần vào sự biến đổi không gian của chúng. Các mô hình không gian của tốc độ mưa ước tính qua vệ tinh được xác định thông qua phân tích điểm nóng. Diện tích và sự phân bố của lượng mưa có mối tương quan đáng kể với cường độ bão và tổng lượng mưa. Độ đứt gió thẳng đứng và hội tụ ẩm có tương quan với với sự dịch chuyển của lượng mưa.

Ở Việt Nam, nghiên cứu về đặc điểm và sự phân bố bão gần bờ và đổ bộ có các công trình như [8−11]. Nghiên cứu về sự phân bố lượng mưa liên quan xoáy thuận nhiệt đới phải kể đến "Nghiên cứu xu thế hạn dài của lượng mưa do xoáy thuận nhiệt đới ở Việt Nam" [12]. Tác giả điều tra các đặc điểm của lượng mưa liên quan đến các xoáy thuận nhiệt đới (TC), sử dụng dữ liệu best-track TC và dữ liệu lượng mưa ngày của 15 trạm khí tượng truyền thống từ năm 1961 đến năm 2008 cho vùng ven biển Việt Nam. Ngoài việc điều tra lượng mưa TC, tác giả đã ước tính tỷ lệ mưa TC và tỷ lệ số ngày mưa lớn TC (TC_R50) và giải thích các tham số này cho các năm El Niño và La Niña. Kết quả nghiên cứu ở khu vực phía Bắc lượng mưa TC lớn nhất trong giai đoạn tháng 7 đến tháng 9. Lượng mưa TC tập trung ở khu vực miền Trung, cực đại vào tháng 10-11. Tỷ lệ mưa TC thay đổi từ 0 đến ~25%, cho thấy giá trị cực đại trong vùng 16°N-18°N vào tháng 9. Trung Trung Bộ Việt Nam có tỷ lệ TC_R50 cực đại vào tháng 9-10 tương ứng với tần suất TC cao nhất trong cùng thời kỳ. Điều này phù hợp sự ảnh hưởng của TC đối với nước ta trong nghiên cứu [10]. Tỷ lệ mưa TC, TC_R50 có xu hướng giảm trong những năm El Niño và tăng trong những năm La Niña vào các tháng 10-11 đối với khu vực miền Trung. Gần đây, Phạm Thanh Hà nghiên cứu xu hướng biến đổi lượng mưa với sự hoạt động của các TC từ năm 1979 đến năm 2019 [13] bằng cách sử dụng dữ liệu best track của các TC từ Trung tâm Khí tượng Chuyên ngành Khu vực (*Regional Specialized Meteorological Centre - RSMC*) Tokyo - Trung tâm Bão và dữ liệu lượng mưa ngày của 138 trạm khí tượng truyền thống ở Việt Nam. Khả năng ảnh hưởng của TC đến lượng mưa cục bộ được giới hạn ở mức 500 km tính từ trung tâm TC. Nghiên cứu đã chỉ ra 37,3% là giá trị lớn nhất giữa tỉ lệ mưa do TC gây ra trên tổng lượng mưa đối với khu vực miền Trung trong tháng Bảy. TC đóng góp tối thiểu vào sự thay đổi của các sự kiện mưa cực đoan trong giai đoạn 1979-2019.

Nhìn chung các nghiên cứu về bão và lượng mưa liên quan đến bão ảnh hưởng đến nước ta đã phân vùng bão và lượng mưa theo khu vực và thời gian ảnh hưởng. Tuy nhiên đặc điểm phân bố mưa liên quan đến bão chưa được làm rõ.

Để có thêm thông tin trong phân tích và dự báo lượng mưa bão ảnh hưởng đến Việt Nam, chúng tôi "Nghiên cứu mối quan hệ giữa độ đứt gió thẳng đứng và tổng ẩm khí quyển đến sự phân bố lượng mưa khi bão hoạt động gần bờ và đổ bộ" qua phân tích synop, ảnh mây vệ

tinh, radar kết hợp phân tích độ đứt gió thẳng đứng, tổng ẩm khí quyển, kết quả phân tích được so sánh sự phân bố lượng mưa quan trắc của các cơn bão.

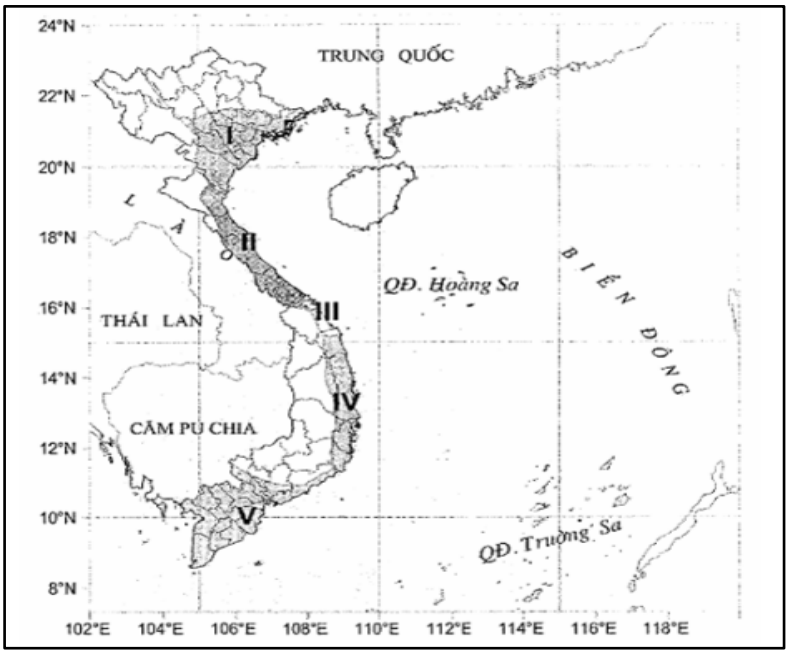
2. Cơ sở số liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Khu vực nghiên cứu

Trên cơ sở "Phân vùng bão cho khu vực ven biển Việt Nam" (Quyết định về việc phê duyệt và công bố kết quả phân vùng bão và xác định nguy cơ cao bão, nước dâng do bão cho khu vực ven biển Việt Nam, số 1857/QĐ-BTNMT ngày 29 tháng 8 năm 2014 của Bộ Tài nguyên và Môi trường). Nghiên cứu chọn những cơn bão có cường độ trung bình đến mạnh ảnh hưởng nước ta theo đúng quy luật mùa và nằm trong khu vực nghiên cứu từ phân vùng I đến IV.

Bảng 1. Tên và cường độ các cơn bão được chọn.

Tên cơn bão	Cường độ bão mạnh nhất	Cường độ bão gần bờ và đổ bộ
Bão Maon (bão số 3 năm 2022)	Cấp 11, giật cấp 14	Cấp 8, giật cấp 10
Bão Mun (bão số 2 năm 2019)	Cấp 9, giật cấp 11	Cấp 8
Bão Sơn Tinh (bão số 3 năm 2018)	Cấp 9, giật cấp 11	Cấp 8, giật cấp 9
Bão Noru (bão số 4 năm 2022)	Cấp 14-15, giật cấp 17	Cấp 10-11, giật cấp 13
Bão Doksuri (bão số 10 năm 2017)	Cấp 13, giật cấp 15	Cấp 11-12, giật cấp 14



Hình 1. Phân vùng nguy cơ bão cho các vùng ven biển Việt Nam (Quyết định về việc phê duyệt và công bố kết quả phân vùng bão và xác định nguy cơ cao bão, nước dâng do bão cho khu vực ven biển Việt Nam, số 1857/QĐ-BTNMT ngày 29 tháng 8 năm 2014 của Bộ Tài nguyên và Môi trường).

2.2. Cơ sở số liệu

- Dữ liệu cơn bão (kinh vĩ độ và tốc độ gió), quỹ đạo của các cơn bão từ Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn quốc gia.
- Dữ liệu lượng mưa ngày của 148 trạm khí tượng truyền thống trên cả nước của các cơn bão.
- Dữ liệu ảnh mây vệ tinh và radar được cung cấp bởi Trung tâm Mạng lưới khí tượng thủy văn quốc gia.

- Bản đồ synop nguồn theo đường link: https://tiwrmdev.hii.or.th/TyphoonTracking/prewc1.php?&lang=en

- Dữ liệu về bản đồ độ đứt gió thẳng đứng của mực 850-200mb, tổng ẩm khí quyển được lấy từ đường link https://psl.noaa.gov/data/composites/day/.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Lượng mưa liên quan đến TC được xác định trong bán kính 500km từ trung tâm TC [13, 14]. Trong bài báo này, tác giả sử dụng phương pháp synop, ảnh mây vệ tinh, radar kết hợp phân tích độ đứt gió thẳng đứng, tổng ẩm khí quyển để phân tích sự phân bố lượng mưa của các cơn bão khi hoạt động gần bờ và đổ bộ. Kết quả phân tích được so sánh với sự phân bố lượng mưa quan trắc của các cơn bão.

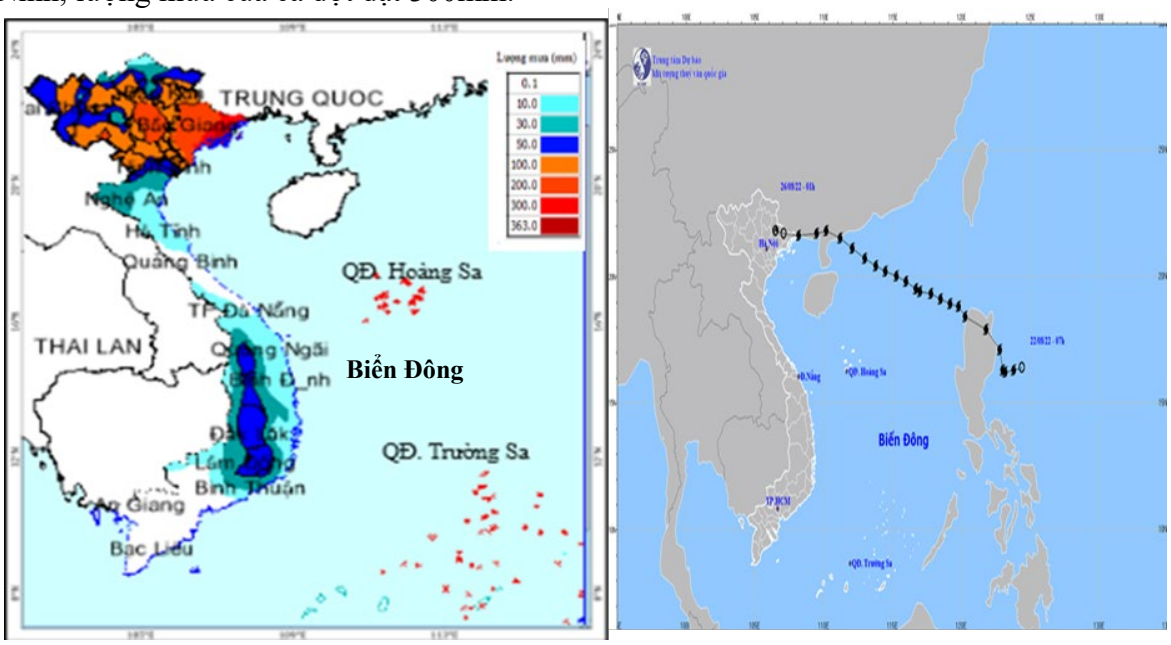
Các đặc điểm phân bố lượng mưa bão sau đây được phân tích: Sự phân bố lượng mưa bão liên quan đến độ đứt gió thẳng đứng; Sự phân bố lượng mưa liên quan đến tổng ẩm khí quyển.

3. Kết quả

3.1. Bão Maon 2022

3.1.1. Diễn biến và sự phân bố lượng mưa của cơn bão

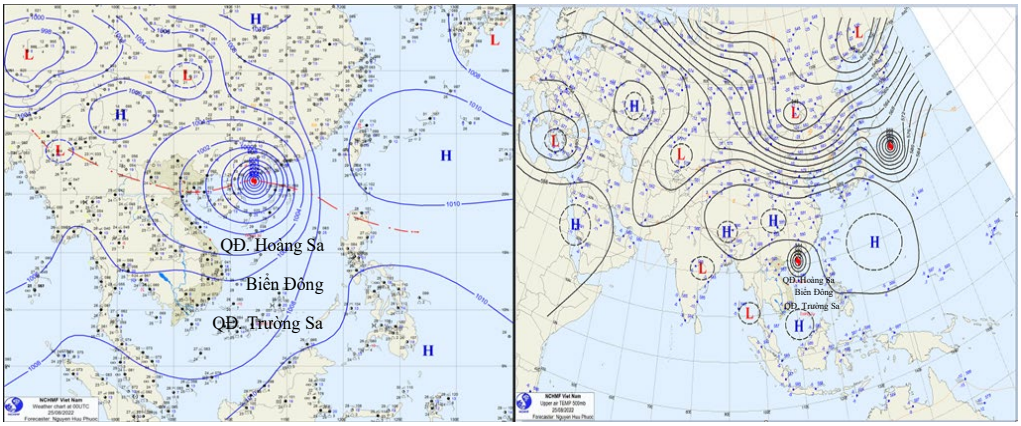
Tối ngày 23/8, bão Maon (số 3 năm 2022) đã đi vào Biển Đông. Bão Maon có cường độ mạnh nhất đạt cấp 11, giật cấp 14. Bão di chuyển theo hướng Tây bắc và đổ bộ vào khu vực Tây nam tỉnh Quảng Đông (Trung Quốc) vào trưa ngày 25/8. Sau khi đổ bộ vào đất liền, bão Maon di chuyển về phía Tây, cường độ bão giảm xuống cấp 8, giật cấp 10. Tối ngày 25/8, sau khi đi vào khu vực Quảng Ninh bão số 3 suy yếu thành áp thấp nhiệt đới. Sự phân bố lượng mưa cả đợt do ảnh hưởng của bão Maon (Hình 2), vùng mưa có lượng mưa ≥100 mm bao trùm phần lớn khu vực từ Ninh Bình lên phía bắc. Vùng mưa lớn nhất ở khu vực Quảng Ninh, lượng mưa của cả đợt đạt 300mm.



Hình 2. Bản đồ phân bố lượng mưa và quỹ đạo bão Maon năm 2022 (Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn quốc gia).

3.1.2. Hình thế synop ảnh hưởng cơn bão

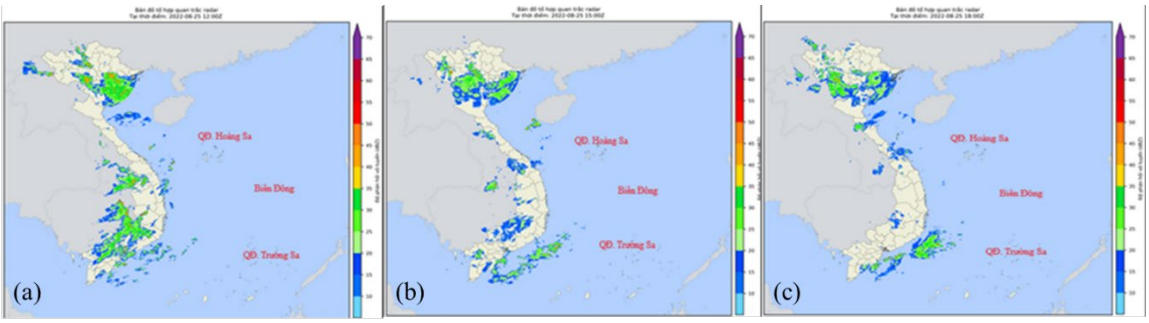
Trên bản đồ thời tiết bề mặt ngày 25/8/2022 (Hình 3a) cho thấy bão Maon nằm trên rãnh áp thấp có trục qua Bắc Bộ. Bản đồ mực 500mb (Hình 3b) cho thấy áp cao cận nhiệt đới có trục khoảng 28-30 độ vĩ Bắc. Bão Maon di chuyển theo rìa của áp cao cận nhiệt đới.



Hình 3. Bản đồ thời tiết bề mặt và mực 500mb cơn bão Maon 2022 (nguồn https://tiwrmdev.hii.or.th/TyphoonTracking/prewc1.php?&lang=en).

3.1.3. Phân tích ảnh rada thời tiết

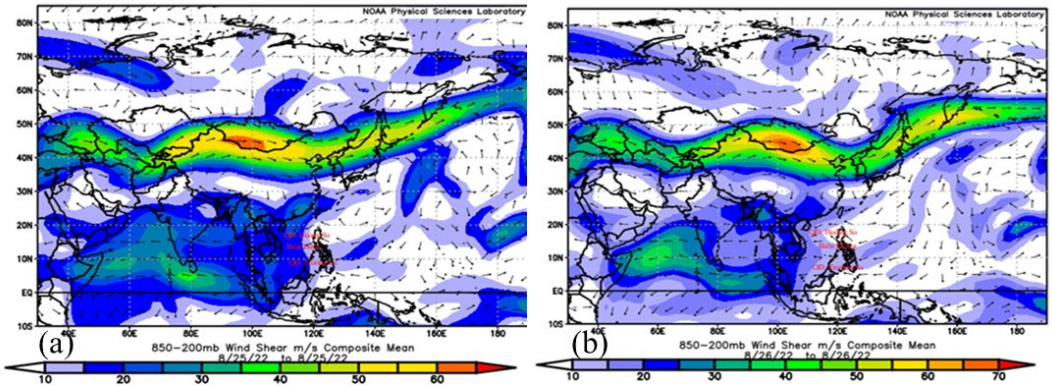
Hình 4 trình bày phân bố độ phản hồi radar tại các thời điểm 12:00 UTC, 15:00 UTC và 18:00 UTC ngày 25/8/2022. Tại những thời điểm này, độ phản hồi radar cho thấy phân bố của mây đối lưu có sự bất đối xứng mạnh qua tâm bão. Mây đối lưu phân bố chủ yếu ở bên trái (theo hướng di chuyển) của bão Maon.



Hình 4. Độ phản hồi radar của cơn bão Maon ngày 25/8/2022 thời điểm 12UTC (a), 15UTC (b) và 18UTC (c) (Nguồn Trung tâm Mạng lưới khí tượng thủy văn quốc gia).

3.1.4. Phân tích độ đứt gió thẳng đứng

Hình 5 biểu diễn trường độ đứt gió thẳng đứng giữa mực 850mb và mực 200mb trong các ngày 25/08/2022 (Hình 5a) và ngày 26/08/2023 (Hình 5b). Kết quả cho thấy giá trị độ đứt gió theo phương thẳng đứng ở khu vực Bắc Bộ tương đối cao. Giá trị này dao động trong khoảng từ 15m/s đến 25m/s.

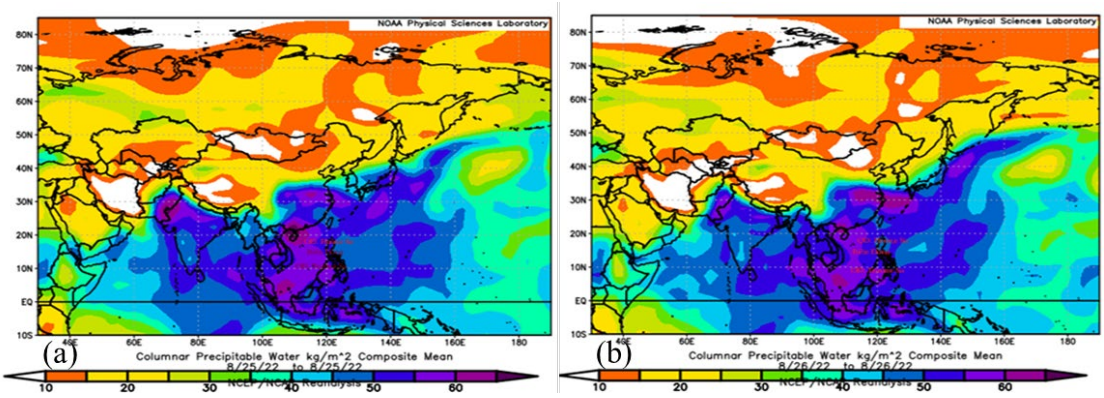


Hình 5. Bản đồ mô phỏng độ đứt gió thẳng đứng mực 850mb đến 200mb ngày 25/8 (a) và 26/8/2022 (b) (nguồn https://psl.noaa.gov/data/composites/day/).

3.1.5. Phân tích tổng ẩm khí quyển

Hình 6 biểu diễn phân bố trường tổng ẩm khí quyển trong các ngày 25-26/08/2022. Chúng tôi thấy rằng tại thời điểm này giá trị tổng ẩm khí quyển ở khu vực Bắc Bộ tương đối cao. Giá trị tổng ẩm khí quyển dao động trong khoảng từ 45kg/m^2 đến 60kg/m^2. Trong những ngày này, giá trị tổng ẩm khí quyển cao nhất ở khu vực Quảng Ninh, đạt từ 55kg/m^2 đến 60kg/m^2. Kết quả cũng thể hiện rõ rằng, giá trị tổng ẩm khí quyển thời điểm này có xu thế giảm dần từ khu vực Quảng Ninh đến các khu vực khác.

Chúng ta có thể thấy rằng phân bố lượng mưa của cơn bão có xu thế giảm dần từ khu vực Quảng Ninh đến các vùng khác của Bắc Bộ. Sự phân bố lượng mưa này khá phù hợp so với phân bố của tổng ẩm khí quyển. Khu vực Quảng Ninh là khu vực có lượng mưa lớn nhất và đây cũng là khu vực có giá trị tổng ẩm khí quyển lớn nhất. Khi đối chiếu với quỹ đạo bão (hình 2), vùng có lượng mưa lớn phân bố chủ yếu ở bên trái của tâm bão. Sự phân bố mưa bất đối xứng này được thể hiện rõ qua dữ liệu phản hồi radar (hình 4). Tại thời điểm bão đổ bộ, giá trị độ đứt gió theo phương thẳng đứng cao, sự phân bố bất đối xứng này phù hợp sự phân bố lượng mưa trong bão [3].

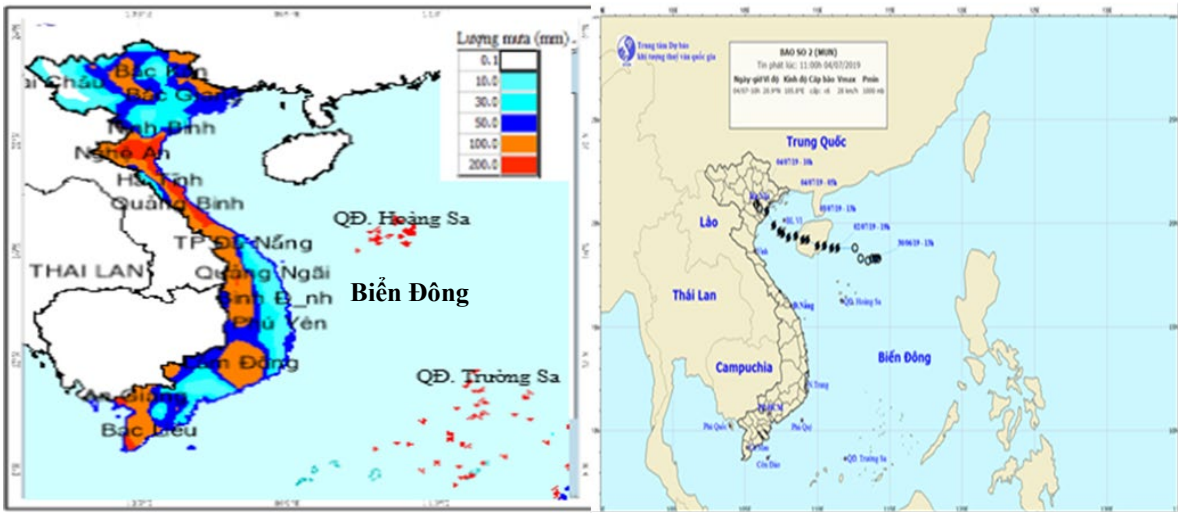


Hình 6. Bản đồ mô phỏng tổng ẩm khí quyển ngày 25/8 (a) và 26/8/2022 (b) (nguồn https://psl.noaa.gov/data/composites/day/).

3.2. Bão số 2 (Mun) 2019

3.2.1. Diễn biến và sự phân bố lượng mưa của cơn bão Mun

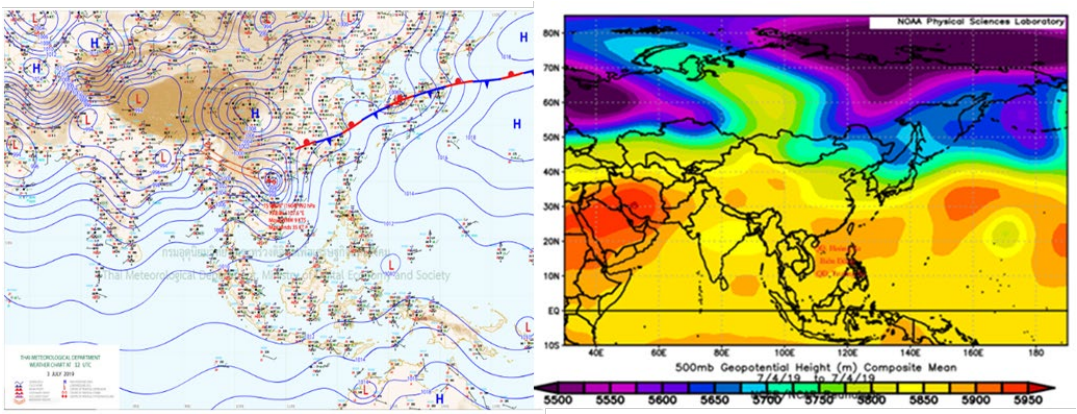
Bão số 2 (Mun) được hình thành từ một vùng áp thấp trên Biển Đông, mạnh lên thành áp thấp nhiệt đới vào chiều 01/7 và thành bão vào tối ngày 02/7. Sau khi hình thành, bão Mun di chuyển theo hướng Tây và Tây bắc qua đảo Hải Nam (Trung Quốc) và đổ bộ vào khu vực từ Hải Phòng đến Nam Định. Cường độ bão mạnh nhất là cấp 9, giật cấp 11. Sự phân bố lượng mưa quan trắc do ảnh hưởng của cơn bão Mun (hình 7) cho thấy ở khu vực Bắc Bộ lượng mưa chủ yếu <50mm, một số khu vực ở phía đông Bắc Bộ và phía tây Bắc Bộ có lượng mưa đến 100mm. Khu vực Bắc Trung Bộ, lượng mưa dao động từ 100mm đến 200mm. Khu vực Thanh Hóa, Nghệ An và vùng ven biển Bắc Trung Bộ có lượng mưa lớn nhất, đạt đến 200mm.



Hình 7. Bản đồ phân bố lượng mưa và quỹ đạo cơn bão bão Mun năm 2019 (nguồn Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn quốc gia).

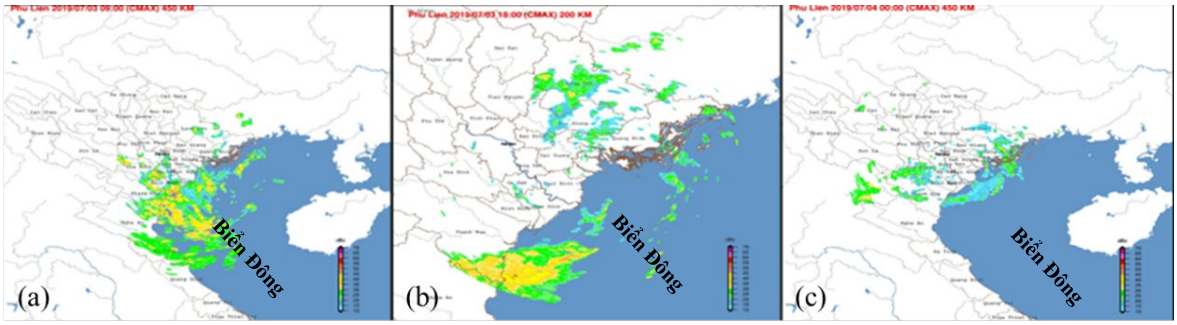
3.2.2. Hình thế synop ảnh hưởng cơn bão

Bản đồ thời tiết bề mặt cho chúng ta thấy bão Mun nằm trên rãnh áp thấp có trục theo hướng Tây bắc-Đông nam qua khu vực nam Đồng bằng Bắc Bộ. Trên mực 500mb, áp cao cận nhiệt đới có trục khoảng 20-25 độ vĩ Bắc có xu hướng lấn Tây, bão di chuyển theo dòng dẫn của áp cao cận nhiệt đới (hình 8).



Hình 8. Bản đồ thời tiết bề mặt và độ cao địa thế vị mực 500mb cơn bão Mun (nguồn https://tiwrmdev.hii.or.th/TyphoonTracking/prewc1.php?&lang=en; https://psl.noaa.gov/data/composites/day/).

3.2.3. Phân tích ảnh radar thời tiết

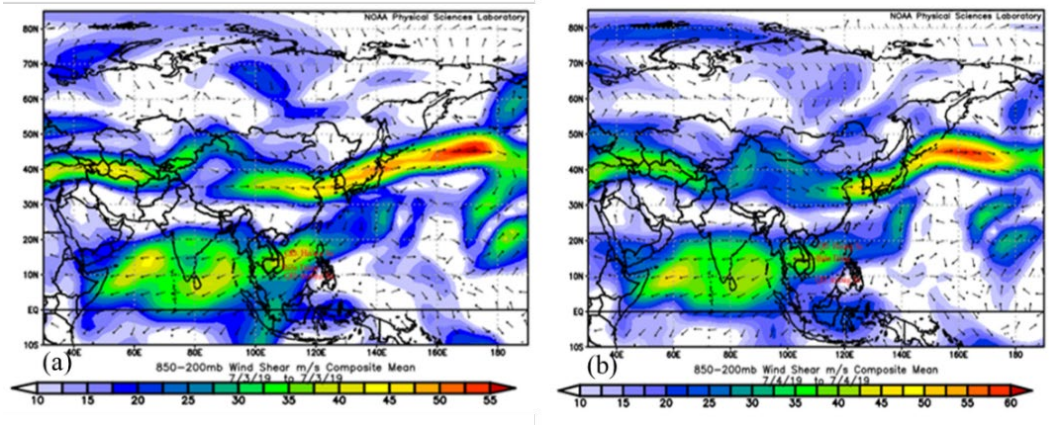


Hình 9. Độ phản hồi radar của cơn bão Mun ngày 03/7/2019 thời điểm 09UTC (a), 18UTC (b) và ngày 04/7/2019 thời điểm 00UTC (c) (Nguồn Trung tâm Mạng lưới khí tượng thủy văn quốc gia).

Hình 9 thể hiện độ phản hồi radar của cơn bão. Độ phản hồi radar ở phía bên trái của bão Mun lớn hơn so với bên phải.

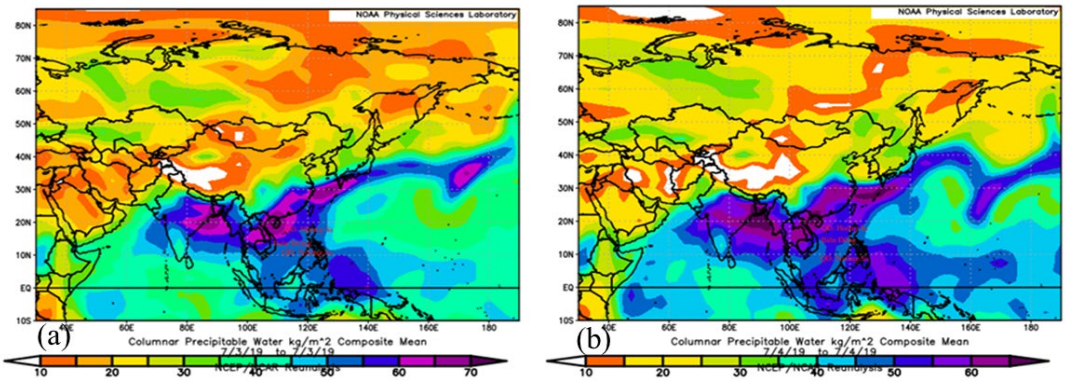
3.2.4. Phân tích độ đứt gió thẳng đứng

Trường độ đứt gió thẳng đứng ngày 03/7/2019 (hình 10a) và 04/7/2019 (hình 10b) cho thấy khu vực từ Bắc Trung Bộ đến Nam Bộ, độ đứt gió thẳng đứng có giá trị dao động từ 15m/s đến 40m/s. Trong khi đó, giá trị độ đứt gió dao động trong khoảng từ 10m/s đến 20m/s ở khu vực nam đồng bằng Bắc Bộ.



Hình 10. Bản độ mô phỏng độ đứt gió thẳng đứng của cơn bão Mun ngày 03/7 (a) và 04/7/2019 (b) (nguồn https://psl.noaa.gov/data/composites/day/).

3.2.5. Phân tích tổng ẩm khí quyển



Hình 11. Bản độ mô phỏng tổng ẩm khí quyển cơn bão Mun ngày 03/7 và 04/7/2019 (nguồn https://psl.noaa.gov/data/composites/day/).

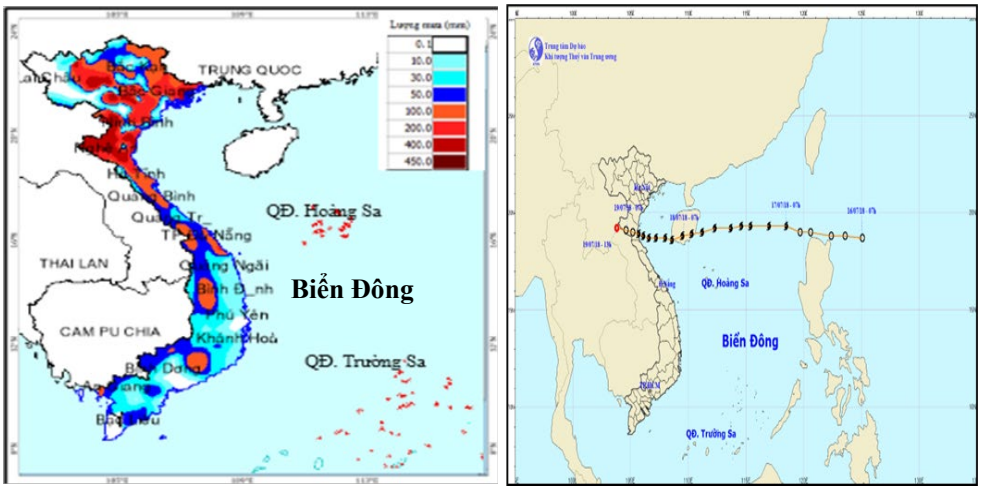
Hình 11 biểu diễn phân bố trường tổng ẩm khí quyển trong các ngày 03-04/7/2019. Khu vực Bắc Trung Bộ và các tỉnh ven biển Bắc Bộ có giá trị tổng ẩm khí quyển dao động từ 60kg/m^2 đến 70kg/m^2 trong ngày 03/7. Đến ngày 04/7, tổng ẩm khí quyển của những khu vực này giảm xuống, dao động trong khoảng từ 60kg/m^2 đến 65kg/m^2. Khu vực Bắc Trung Bộ có giá trị tổng ẩm khí quyển cao nhất.

Sự phân bố lượng mưa quan trắc của cơn bão tương đối phù hợp với sự phân bố tổng ẩm của khí quyển. Khu vực có giá trị tổng ẩm cao nhất trùng với khu vực có lượng mưa cực đại. Trong trường hợp này, sự phân bố lượng mưa bất đối xứng mạnh qua tâm bão. Lượng mưa chủ yếu phân bố ở phía bên trái của tâm bão. Sự bất đối xứng này được thể hiện rõ trên dữ liệu độ phản hồi radar (hình 9). Thời điểm này giá trị độ đứt gió thẳng đứng ở khu vực bão đổ bộ dao động trong khoảng từ 10m/s đến 20m/s. Độ đứt gió thẳng đứng lớn có thể là nguyên nhân quan trọng gây ra sự phân bố bất đối xứng của trường mưa do ảnh hưởng của bão Mun.

3.3. Bão Sơn Tinh 2018

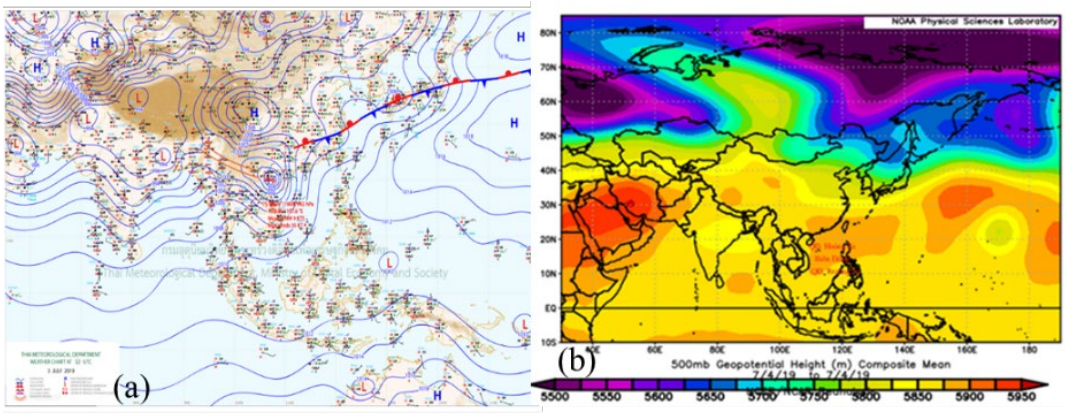
3.3.1. Diễn biến và sự phân bố lượng mưa cơn bão

Sáng ngày 17/7/2018, áp thấp nhiệt đới đã di chuyển vào Biển Đông và mạnh lên thành bão Sơn Tinh (số 3 năm 2018). Bão Sơn Tinh di chuyển chủ yếu theo hướng Tây và đổ bộ vào khu vực Nghệ An. Cường độ bão mạnh nhất đạt cấp 9, giật cấp 10. Khi đổ bộ vào đất liền, cường độ của bão đạt cấp 8, giật cấp 9. Trên bản đồ phân bố lượng mưa quan trắc do ảnh hưởng của bão Sơn Tinh (hình 12) vùng mưa lớn nhất là các tỉnh Thanh Hóa, Nghệ An, lượng mưa dao động từ 200mm đến 400mm. Các khu vực đồng bằng Bắc Bộ, ven biển Bắc Bộ và khu vực từ Hà Tĩnh đến Thừa Thiên Huế, lượng mưa của cả đợt chủ yếu dao động trong khoảng 100mm đến 200mm.



Hình 12. Bản đồ phân bố lượng mưa và quỹ đạo cơn bão Sơn Tinh 2018 (nguồn Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn quốc gia).

3.3.2. Hình thế synop ảnh hưởng cơn bão Sơn Tinh

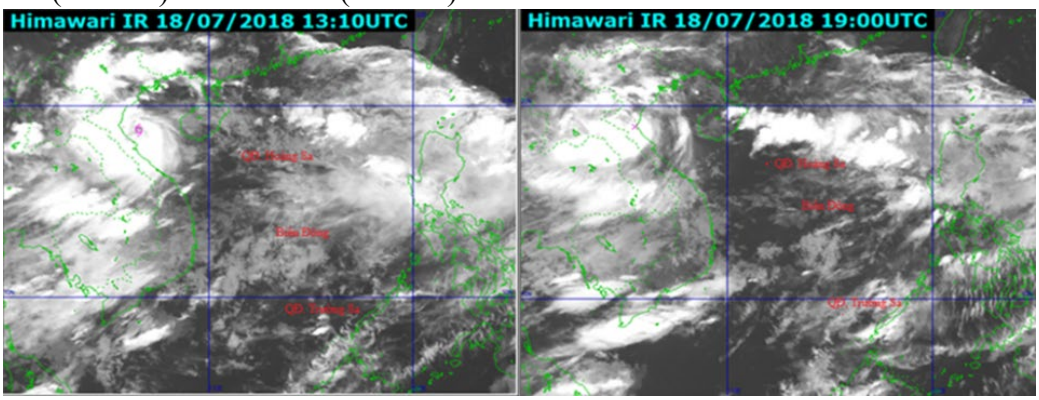


Hình 13. Bản đồ thời tiết bề mặt và độ cao địa thế vị mực 500mb bão Sơn Tinh 2018 (nguồn https://tiwrmdev.hii.or.th/TyphoonTracking/prewc1.php?&lang=en; https://psl.noaa.gov/data/composites/day/).

Hình 13a cho thấy bão Sơn Tinh nằm trên dải hội tụ nhiệt đới có trục qua khu vực Bắc Trung Bộ. Trên cao (hình 13b) áp cao cận nhiệt đới có trục khoảng 25-30 độ vĩ Bắc đang lấn Tây, bão di chuyển theo rìa của áp cao cận nhiệt đới.

3.3.3. Phân tích ảnh mây vệ tinh

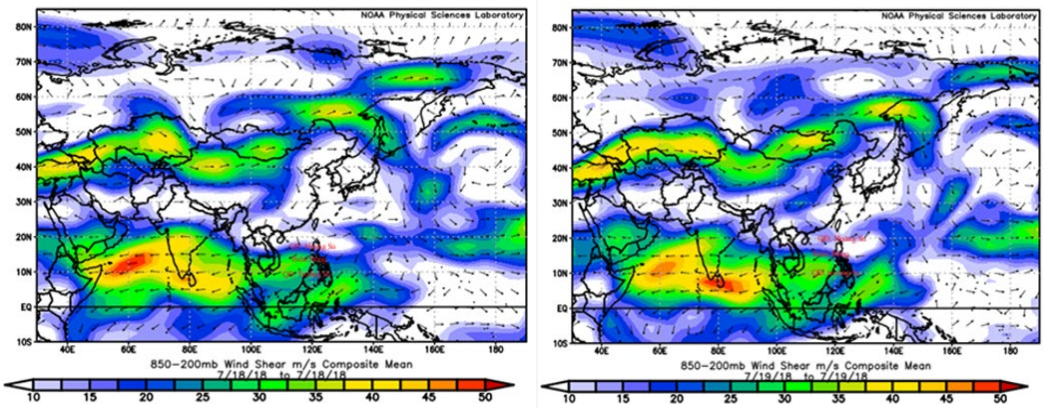
Trên ảnh vệ tinh ở thời điểm 13:10UTC ngày 18/7, mây có tính chất tương đối đối xứng qua tâm bão (bão mạnh cấp 9, giật cấp 11). Nhưng khi vào gần bờ và đổ bộ, bão suy yếu thành áp thấp nhiệt đới, sự phân bố đĩa mây có tính chất bất đối xứng, tập trung chính phía Tây nam (bên trái) của cơn bão (hình 14).



Hình 14. Ảnh mây vệ tinh cơn bão Sơn Tinh năm 2018 (Trung tâm Mạng lưới khí tượng thủy văn quốc gia).

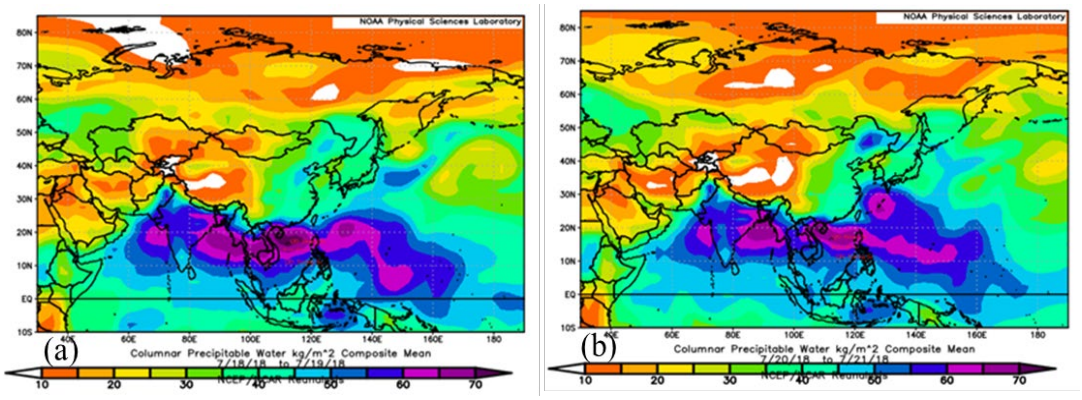
3.3.4. Phân tích độ đứt gió thẳng đứng

Hình 15 trình bày phân bố độ đứt gió thẳng đứng ngày 18-19/7/2018. Dữ liệu cho thấy vào thời điểm này, độ đứt gió thẳng đứng trên khu vực từ Bắc Bộ đến Bắc Trung Bộ có giá trị thấp (<10m/s). Các khu vực còn lại của nước ta, độ đứt gió thẳng đứng dao động trong khoảng từ 15m/s đến 35m/s.



Hình 15. Bản đồ mô phỏng độ đứt gió thẳng đứng cơn bão Sơn Tinh ngày 18/7, 19/7/2018 (nguồn https://psl.noaa.gov/data/composites/day/).

3.3.5. Phân tích tổng ẩm khí quyển



Hình 16. Bản đồ mô phỏng tổng ẩm khí quyển ngày 18-21/7/2018 (nguồn https://psl.noaa.gov/data/composites/day/).

Phân bố trường tổng ẩm khí quyển cho thấy ngày 18-19/7 (hình 16a) khu vực Trung Bộ đến các tỉnh ven biển Bắc Bộ có tổng ẩm khí quyển từ 60kg/m^2 đến 65kg/m^2, Bắc Trung Bộ là nơi có tổng ẩm khí quyển cao nhất (> 65kg/m^2). Ngày 20-21/7, Bắc Trung Bộ và đồng bằng Bắc Bộ là khu vực có tổng ẩm khí quyển từ 60kg/m^2 đến 65kg/m^2 (hình 16b) là khu vực nằm trên dải hội tụ nhiệt đới và có hoạt động mạnh của đới gió Đông nam sau bão.

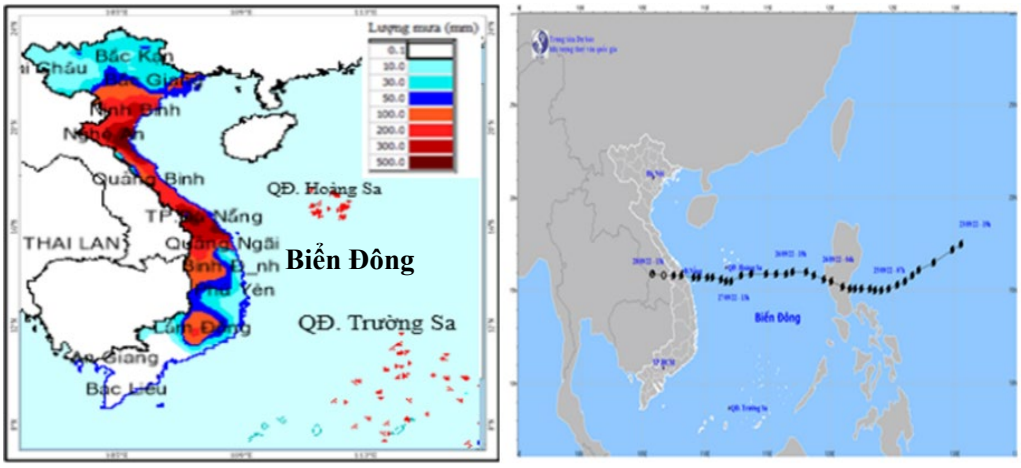
Sự phân bố lượng mưa quan trắc của cơn bão Sơn Tinh (hình 12) phù hợp với sự phân bố tổng ẩm khí quyển, khu vực Bắc Trung Bộ là vùng mưa lớn nhất của cơn bão cũng là khu vực có tổng ẩm khí quyển lớn nhất (> 65kg/m^2). Sau đó đến các các tỉnh đồng bằng Bắc Bộ, ven biển Bắc Bộ và khu vực từ Hà Tĩnh đến Thừa Thiên Huế tương ứng với khu vực có tổng ẩm khí quyển từ 60kg/m^2 đến 65kg/m^2. Nhìn chung, phân bố mưa do ảnh hưởng của bão Sơn Tinh có tính đối xứng hơn so với các trường hợp bão Maon (2022) và Mun (2019). Độ đứt gió thẳng đứng trong trường hợp này nhỏ hơn so với hai trường hợp bên trên có thể là nguyên nhân làm cho phân bố lượng mưa bất đối xứng nhỏ hơn.

3.4. Bão Noru 2022

3.4.1. Diễn biến và sự phân bố lượng mưa cơn bão Noru

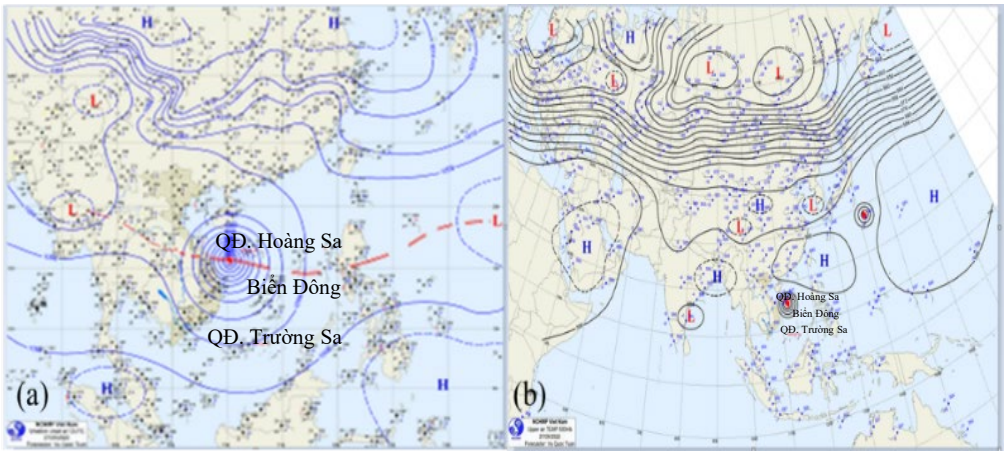
Sáng sớm (26/9), bão Noru đã đi vào Biển Đông (số 4 năm 2022). Noru là cơn bão mạnh, có cường độ cực đại cấp 14-15, giật cấp 17. Bão di chuyển chủ yếu theo hướng Tây và đổ bộ vào đất liền các tỉnh từ Thừa Thiên Huế đến Quảng Ngãi vào sáng sớm 28/9 với cường độ cấp 10-11, giật cấp 13. Sau đó bão suy yếu dần và tan trên khu vực nam Lào. Lượng mưa lớn

nhất do bão Noru gây ra dao động từ 300mm đến 500mm, tập trung ở các tỉnh Bắc Trung Bộ và khu vực Quảng Ngãi đến Thừa Thiên Huế. Các khu vực đồng bằng Bắc Bộ, Quảng Bình, lượng mưa phổ biến 100mm đến 200mm (hình 17).



Hình 17. Bản đồ phân bố lượng mưa và quỹ đạo cơn bão Noru 2022 (nguồn Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn quốc gia).

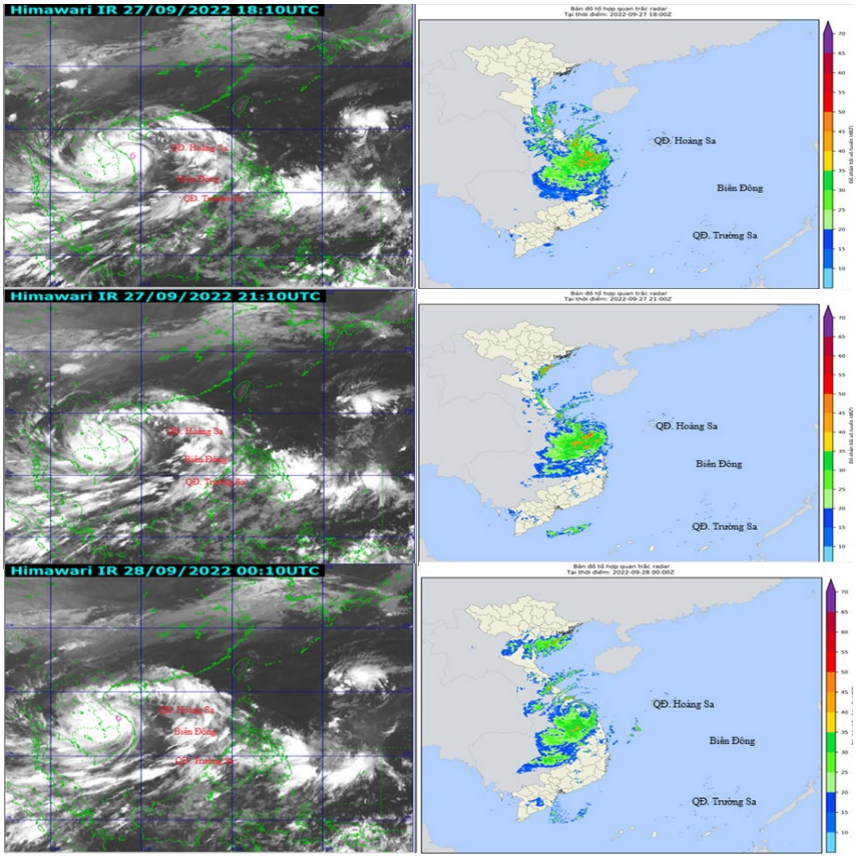
3.4.2. Hình thế synop ảnh hưởng cơn bão



Hình 18. Bản đồ thời tiết bề mặt (a) và mực 500mb (b) bão Noru (nguồn https://tiwrmdev.hii.or.th/TyphoonTracking/prewc1.php?&lang=en).

Trên bản đồ thời tiết bề mặt cho thấy bão Noru nằm trên dải hội tụ nhiệt đới có trục qua Trung Trung Bộ. Bão Noru là cơn bão mạnh, hoàn lưu bão rộng. Bản đồ mực 500mb, áp cao cận nhiệt đới có trục khoảng 20 độ vĩ Bắc đang lấn Tây, bão di chuyển theo rìa của áp cao cận nhiệt đới (hình 18).

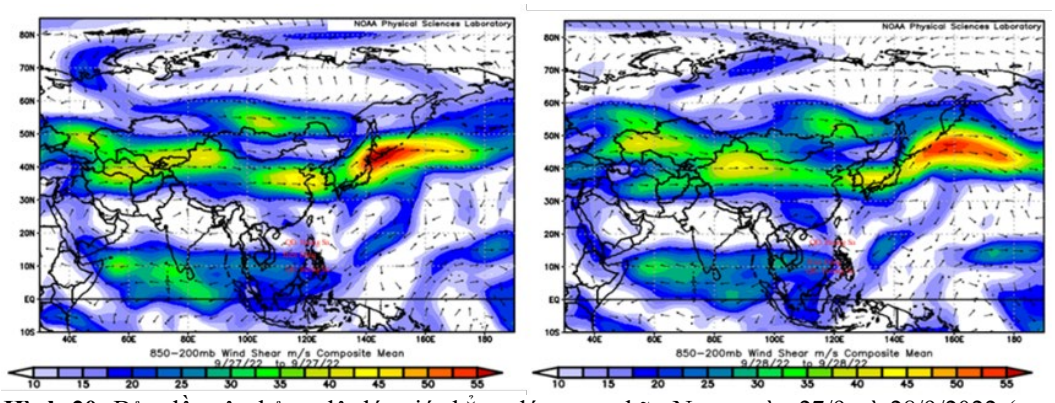
3.4.3. Phân tích ảnh mây vệ tinh và radar cơn bão Noru



Hình 19. Bản đồ ảnh mây vệ tinh và radar thời tiết cơn bão Noru ngày 27/9 và 28/9/2022 (nguồn Trung tâm Mạng lưới khí tượng thủy văn quốc gia).

Hình 19 thể hiện sự phân bố ảnh mây và độ phản hồi radar của bão Noru. Ở thời điểm 18:10UTC và 21:10UTC ngày 27/9 bão có cường độ cấp 10 đến cấp 12, sự phân bố mây có tính chất khá đối xứng qua mắt bão. Thời điểm 00:10UTC ngày 28/9 cường độ bão giảm xuống cấp 8, sự phân bố mây ở thời điểm này có tính chất bất đối xứng.

3.4.4. Phân tích độ đứt gió thẳng đứng

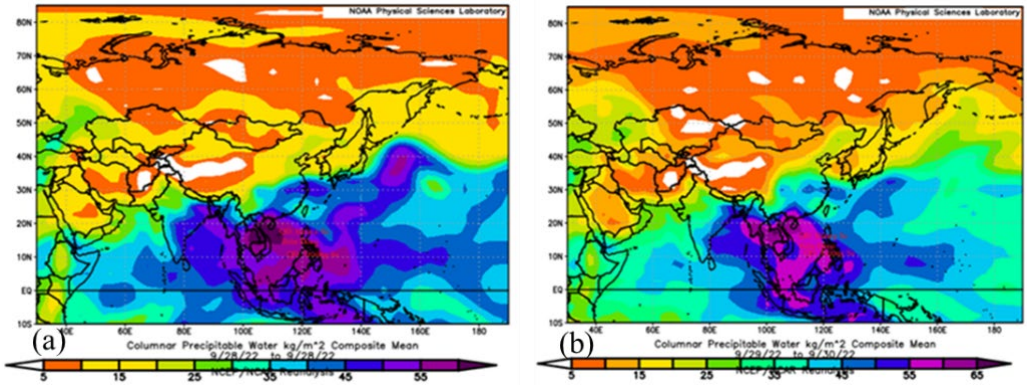


Hình 20. Bản đồ mô phỏng độ đứt gió thẳng đứng cơn bão Noru ngày 27/9 và 28/9/2022 (nguồn https://psl.noaa.gov/data/composites/day/).

Dữ liệu độ đứt gió thẳng đứng giữa mực 850mb đến 200mb ngày 27-28/9/2022 (hình 20) cho thấy các tỉnh từ Thừa Thiên Huế đến Bắc Bộ có giá trị thấp (<10m/s), các khu vực khác của nước ta có giá trị dao động từ 15m/s đến 30m/s.

3.4.5. Phân tích tổng ẩm khí quyển

Phân bố trường tổng ẩm khí quyển ngày 28/9 (hình 21a), chúng tôi thấy rằng giá trị tổng ẩm khí quyển cao nhất ở Trung Bộ, Bắc Trung Bộ (>60kg/m^2), giảm dần ở Bắc Bộ và khu vực từ Nam Trung Bộ đến Nam Bộ. Ngày 29-30/9 giá trị tổng ẩm khí quyển từ 55kg/m^2 đến 60kg/m^2 xu hướng dịch lên phía Bắc, cao nhất vẫn là các tỉnh Bắc Trung Bộ, sau đó đến các tỉnh ven biển Bắc Bộ và khu vực đồng bằng Bắc Bộ, ở thời điểm này bão Noru đã đi sang Lào và suy yếu nhưng các khu vực trên có tổng ẩm khí quyển cao do có hoạt động mạnh của đới gió Đông nam sau bão.



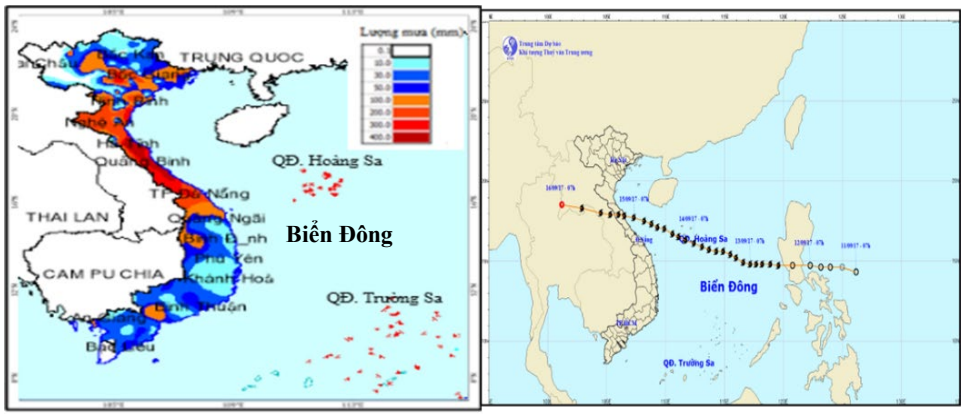
Hình 21. Bản đồ mô phỏng tổng ẩm khí quyển cơn bão Noru từ ngày 27-30/9/2022 (nguồn https://psl.noaa.gov/data/composites/day/).

So sánh sự phân bố lượng mưa quan trắc của bão Noru với sự phân bố tổng ẩm khí quyển, có sự tương đồng giữa vùng có lượng mưa lớn nhất của cơn bão với khu vực có tổng ẩm khí quyển cao nhất (> 60kg/m^2). Tiếp theo là những dải mưa bên ngoài tương ứng với khu vực có tổng ẩm khí quyển từ 55kg/m^2 đến 60kg/m^2. Sự phân bố lượng mưa có tính chất đối xứng ở thời điểm gần bờ và đổ bộ khi bão có cường độ bão mạnh, được thể hiện rõ trên ảnh mây vệ tinh và radar (hình 19). So với sự phân bố độ đứt gió thẳng đứng bão đi vào khu vực có giá trị thấp (<10m/s) đây có thể là nguyên nhân cho sự phân bố lượng mưa đối xứng. Khi bão đi sang nam Lào, cường độ bão giảm xuống cấp 8 và suy yếu dần, sự phân bố lượng mưa bất đối xứng tập trung phía Bắc của cơn bão, liên quan đến đới gió Đông nam hoạt động mạnh sau bão.

3.5. Bão Doksuri 2017

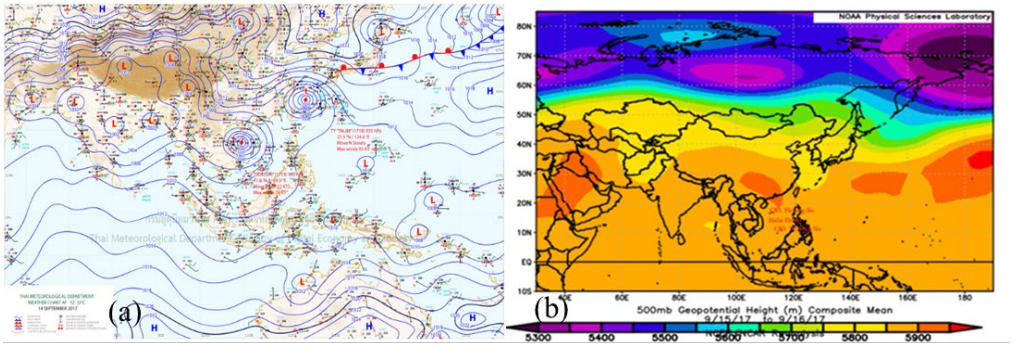
3.5.1. Diễn biến và sự phân bố lượng mưa cơn bão

Chiều ngày 12/9, áp thấp nhiệt đới di chuyển vào Biển Đông và mạnh lên thành bão Doksuri (bão số 10 năm 2017). Doksuri có cường độ mạnh nhất đạt cấp 12-13, giật cấp 14. Bão di chuyển chủ yếu theo hướng Tây và Tây Tây Bắc, đi vào đất liền các tỉnh Hà Tĩnh đến Quảng Bình vào trưa ngày 15/9 với sức gió mạnh nhất vùng gần tâm bão mạnh cấp 11-12, giật cấp 14. Tối 15/9 bão đã đi sang khu vực Trung Lào và suy yếu dần. Bão Doksuri gây ra lượng mưa lớn nhất cho khu vực từ Thanh Hóa đến Đà Nẵng, lượng mưa từ 200mm đến 400mm. Các tỉnh Bắc Bộ và Quảng Ngãi lượng mưa phổ biến 50mm đến 100mm (hình 22).



Hình 22. Bản đồ phân bố lượng mưa và quỹ đạo cơn bão Doksuri 2017 (nguồn Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn quốc gia).

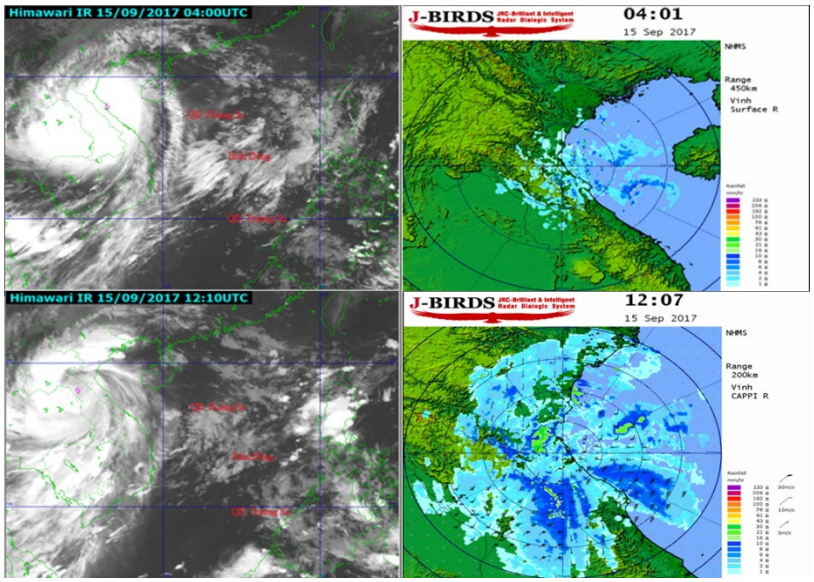
3.5.2. Hình thế synop ảnh hưởng cơn bão



Hình 23. Bản đồ thời tiết bề mặt và độ cao địa thế vị mực 500mb cơn bão Doksuri 2017 (nguồn https://tiwrmdev.hii.or.th/TyphoonTracking/prewc1.php?&lang=en; https://psl.noaa.gov/data/composites/day/).

Trên bản đồ thời tiết bề mặt cho thấy dải hội tụ nhiệt đới nối cơn bão Doksuri có trục qua khu vực Bắc Trung Bộ. Bản độ mực 500mb, áp cao cận nhiệt đới có trục khoảng 20-25 độ vĩ Bắc đang lấn về phía Tây. Bão di chuyển theo rìa của áp cao cận nhiệt đới.

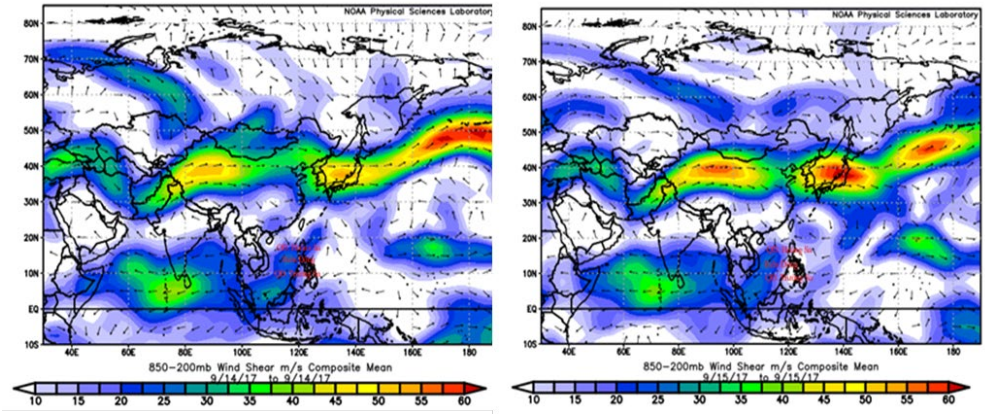
3.5.3. Phân tích ảnh mây vệ tinh và radar



Hình 24. Ảnh mây vệ tinh và radar cơn bão Doksuri ngày 14/9 và 15/9/2017 (nguồn Trung tâm Mạng lưới khí tượng thủy văn quốc gia).

Qua sự phân bố ảnh vệ tinh và độ phản hồi radar của cơn bão Doksuri (hình 24), ở thời điểm đổ bộ lúc 04:00 UTC sự phân bố mây có tính chất đối xứng qua tâm bão. Đến tối ngày 15/09 lúc 12:10 UTC bão đi sang Trung Lào, cường độ bão giảm xuống cấp 8, giật cấp 10, thời điểm này thấy rõ sự phân bố mây có tính chất bất đối xứng, mây tập trung ở phía Tây và phía Bắc của cơn bão.

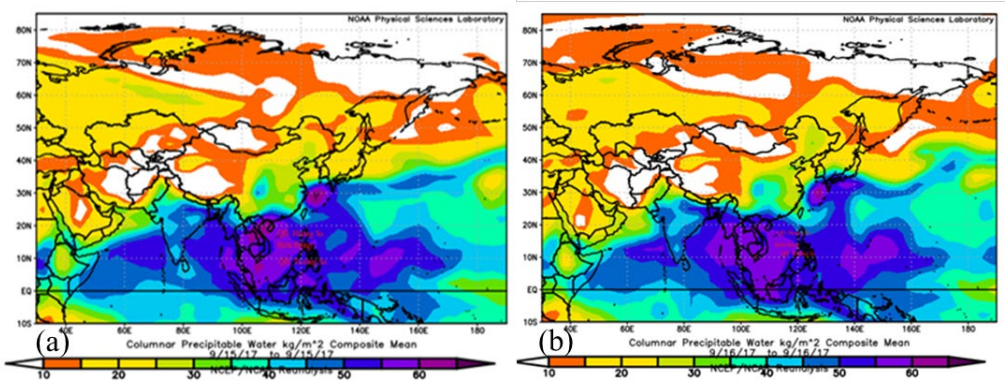
3.5.4. Phân tích độ đứt gió thẳng đứng



Hình 25. Bản đồ mô phỏng độ đứt gió thẳng đứng của cơn bão Doksuri ngày 14/9 và 15/9/2017 (nguồn https://psl.noaa.gov/data/composites/day/).

Hình 25 trình bày phân bố độ đứt gió thẳng đứng của cơn bão Doksuri, dữ liệu cho thấy ngày 14/9 Bắc Trung Bộ, Bắc Bộ có giá trị độ đứt gió thẳng đứng thấp (< 10m/s), khu vực từ Trung Bộ đến Nam Bộ giá trị trong khoảng từ 10m/s đến 20m/s. Ngày 15/9 khu vực có giá trị thấp mở rộng xuống đến Thừa Thiên Huế và vùng biển từ vịnh Bắc Bộ đến Thừa Thiên Huế.

3.5.5. Phân tích tổng ẩm khí quyển



Hình 26. Bản đồ mô phỏng tổng ẩm khí quyển cơn bão Doksuri (nguồn https://psl.noaa.gov/data/composites/day/).

Hình 26a cho thấy ngày 15/9 các tỉnh từ Thanh Hóa đến Đà Nẵng và vùng biển Vịnh Bắc Bộ đến Đà Nẵng có tổng ẩm khí quyển lớn nhất (>60kg/m^2), các tỉnh Bắc Bộ và Quảng Ngãi có tổng ẩm khí quyển từ 50kg/m^2 đến 55kg/m^2. Ngày 16/9 (hình 26b) khu vực có tổng ẩm khí quyển lớn có xu hướng giảm, tập trung ở các tỉnh Bắc Trung Bộ với tổng ẩm khí quyển từ 55kg/m^2 đến 60kg/m^2.

Trong môi trường có độ đứt gió yếu (<10m/s) và tổng ẩm khí quyển lớn (>60kg/m^2) thuận lợi cho bão Biển Đông phát triển nên khi bão vào gần bờ cường độ bão mạnh lên. Sự phân bố lượng mưa quan trắc của bão Doksuri phù hợp với sự phân bố tổng ẩm khí quyển,

vùng mưa lớn nhất từ Thanh Hóa đến Đà Nẵng (200mm đến 400mm) là khu vực có tổng ẩm khí quyển cao nhất (>60kg/m^2). Các tỉnh Bắc Bộ và Quảng Ngãi lượng mưa 50mm đến 100mm tương ứng khu vực có tổng ẩm khí quyển từ 50kg/m^2 đến 55kg/m^2. Doksuri là cơn bão mạnh, sự phân bố mưa có tính chất đối xứng qua tâm bão, điều này được thể hiện trên ảnh vệ tinh và radar (hình 24). So với sự phân bố độ đứt gió thẳng đứng, bão đi vào khu vực có giá trị thấp (<10m/s) có thể là nguyên nhân cho sự phân bố lượng mưa đối xứng của cơn bão. Sau khi bão sang khu vực Trung Lào, cường độ bão suy yếu dần, sự phân bố mưa có tính chất bất đối xứng tập trung phía Bắc của cơn bão ở các tỉnh Bắc Trung Bộ, do sự hoạt động của đới gió Đông nam sau bão.

Bảng 2. Tổng hợp tính chất phân bố mưa của các cơn bão.

Tên bão	Độ đứt gió thẳng đứng khu vực bão đổ bộ	Tổng ẩm khí quyển khu vực bão đổ bộ	Tính chất phân bố mưa
Bão Maon	15m/s - 25m/s	55kg/m^2 - 60kg/m^2	- Phân bố mưa có tính bất đối xứng qua tâm bão, tập trung chủ yếu ở bên trái mắt bão. - Phân bố mưa phù hợp với phân bố của tổng ẩm khí quyển
Bão Mun	> 15m/s	60kg/m^2 - 70kg/m^2	- Phân bố mưa có tính bất đối xứng qua tâm bão, tập trung chủ yếu ở bên trái mắt bão. - Phân bố mưa phù hợp với phân bố của tổng ẩm khí quyển
Bão Sơn Tinh	< 10m/s	>65kg/m^2	- Phân bố mưa tương đối đối xứng qua tâm bão. - Phân bố mưa phù hợp với phân bố của tổng ẩm khí quyển
Bão Noru	< 10m/s	>60kg/m^2	- Phân bố mưa tương đối đối xứng qua tâm bão. - Phân bố mưa phù hợp với phân bố của tổng ẩm khí quyển
Bão Doksuri	< 10m/s	>60kg/m^2	- Phân bố mưa tương đối đối xứng qua tâm bão. - Phân bố mưa phù hợp với phân bố của tổng ẩm khí quyển

4. Kết luận

Từ phân tích hình thế synop, ảnh vệ tinh, radar, kết hợp phân tích độ đứt gió thẳng đứng và tổng ẩm khí quyển, sau đó so sánh với sự phân bố lượng mưa quan trắc của 5 cơn bão từ vùng I đến vùng IV cho thấy:

- Khu vực có độ đứt gió yếu (< 10m/s) và có tổng ẩm khí quyển lớn (> 60kg/m^2) là môi trường thuận lợi cho bão trên khu vực Biển Đông phát triển.

- Sự phân bố lượng mưa khi bão hoạt động gần bờ và đổ bộ chịu ảnh hưởng của phân bố tổng ẩm khí quyển. Khu vực có lượng mưa lớn nhất trong cả đợt mưa trùng với khu vực có tổng ẩm khí quyển cực đại. Phân bố lượng mưa phù hợp với sự phân bố của tổng ẩm khí quyển.

- Độ đứt gió thẳng đứng có ảnh hưởng mạnh đến sự phân bố của mưa trong bão. Trường hợp độ đứt gió <10m/s, lượng mưa phân bố tương đối đối xứng qua tâm bão. Trường hợp độ đứt gió >15m/s, lượng mưa phân bố bất đối xứng qua tâm bão và tập trung ở bên trái tâm bão

(theo hướng di chuyển). Kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu của các tác giả trên thế giới.

- Lượng mưa các cơn bão phổ biến 100mm đến 300mm. Những cơn bão đổ bộ vào vùng II đến vùng IV có sự hoạt động của đới gió Đông nam sau bão, sự phân bố mưa thường tập trung ở bên phải (phía Bắc) của cơn bão, lượng mưa dao động từ 200mm đến 500mm.

Bài báo này cung cấp một số hiểu biết mới về sự phân bố lượng mưa bão liên quan đến độ đứt gió thẳng đứng, tổng ẩm khí quyển các cơn bão, cung cấp cho các dự báo viên khái niệm hữu ích cho các ứng dụng vận hành dự báo lượng mưa bão khi gần bờ và đổ bộ. Mặc dù chúng tôi không thể giải thích đầy đủ các quá trình động lực liên quan đến độ đứt gió thẳng đứng ảnh hưởng đến cấu trúc lượng mưa bão, đặc biệt là sự đối lưu ở cả vùng lõi bên trong và vùng dải mưa bên ngoài, nghiên cứu mô hình số toàn diện hơn sử dụng mô hình phân giải cao tiến tới hiểu rõ hơn về các cơ chế vật lý cho sự bất đối xứng của lượng mưa TC được quan sát.

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: Đ.T.A., V.V.H., P.L.K., N.V.H.; Xử lý số liệu: Đ.T.A., Đ.H.D., V.V.P., P.L.K.; Viết bản thảo bài báo: Đ.T.A., P.L.K.; Chỉnh sửa bài báo: V.V.H., N.V.H.

Lời cảm ơn: Bài báo này được tài trợ bởi Đề tài độc lập cấp nhà nước "Nghiên cứu vai trò của các quá trình vật lý mây và tương tác khí quyển - đại dương đối với quỹ đạo, cường độ bão Biển Đông và dự báo vùng gió mạnh, mưa lớn trong bão khu vực miền Trung" mã số ĐTĐL.CN-90/21. Tập thể tác giả trân trọng cảm ơn sự hỗ trợ và giúp đỡ của Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn quốc gia, Trung tâm Mạng lưới khí tượng thủy văn quốc gia và các đồng nghiệp Phòng Dự báo khí tượng thủy văn khu vực Đồng bằng và Trung du Bắc Bộ đã cung cấp tài liệu, số liệu sử dụng trong bài báo.

Lời cam đoan: Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả

Tài liệu tham khảo

1. Chen and et al. An Overview of Research and Forecasting on Rainfall Associated with Landfalling Tropical Cyclones, Advances in atmospheric sciences, 2009.
2. Wu, L et al. Observational Analysis of Tropical Cyclone Formation Associated with Monsoon Gyres. *J. Atmos. Sci*. **2013**, *70*, 1023–1034.
3. Shuyi, S.C.; John, A.K.; Frank, D.M.J. Cyclone Rainfall Asymmetries Deduced from TRMM. *Monthly Weather Review*. **2006**, 3190–3208.
4. Matthew, T.W.; Daniel, J.C. Effects of Vertical Wind Shear on Tropical Cyclone Precipitation, 2010.
5. Manuel, L et al. Precipitation Distribution in Tropical Cyclones Using the Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) Microwave Imager: A Global Perspective, 2004.
6. Zifeng, Y.; Yuqing, W.; Haiming, X.; Noel, D.; Yandie, C.; Yimin, C.; Hui, Y. On the relationship between intensity and rainfall distribution in tropical cyclones making landfall over China. *J. Appl. Meteorol. Climatol*. **2017**, *56(10),* 2883–2901.
7. Yao, Z. Spatial Characteristics of Rain Fields Associated with Tropical Cyclones Landfalling Over the Western Gulf of Mexico and Caribbean Sea. *AMS. J.* **2018**, 1711–1727.
8. Ngữ, N.Đ. và cs. Phân vùng ảnh hưởng của bão ở Việt Nam, Nghiên cứu xây dựng bản đồ phân vùng tai biến môi trường tự nhiên lãnh thổ Việt Nam, 2010, Mã số: KC-08-01.
9. Khánh, N.V.; Thụy, P.Đ. Một số đặc trưng cơ bản của bão hoạt động trên Biển Đông và Việt Nam, 1985.

10. Thắng, N.V. và cs. Ảnh hưởng của bão ở Việt Nam thời kỳ 1961-2014. *Tạp chí khoa học ĐHQGHN*, **2016**, *3S*, 210–216.
11. Hằng, V.T.; Hương, N.T.T.; Tân, P.V. Đặc điểm hoạt động của bão ở vùng biển gần bờ Việt Nam giai đoạn 1945-2007. *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ* **2010**, *26(3S)*, 344–353.
12. Anh, N.T.H.; Jun, M.; Duc, N.T.; Nobuhiko, E. A Climatological Study of Tropical Cyclone Rainfall in Vietnam. *J- Stage*. **2012**, *8*, 41–44.
13. Thanh, P.H. et al. Rainfall Trends in Vietnam and Their Associations with Tropical Cyclones during 1979-2019. *J- Stage.* **2020**, *16*, 169–174.
14. Prat, O.P.; Nelson, B.R. On the link between tropical cyclones and daily rainfall extremes derived from global satellite observations. *J. Climate*. **2016**, *29*, 6127-6135.

The Relationship between Vertical Wind Shear and Total Precipitable Water and Precipitation Distribution When Tropical Cyclones Approach the Shore and Make Landfall

Dang Thi Anh[1]*, Vo Van Hoa[1], Pham Le Khuong[2], Nguyen Van Hiep[1], Dinh Huu Duong[1], Vu Van Phong[1]

[1] Northern Delta and Midland regional Hydro-Meteorological Center; phuonganhdbkt@gmail.com, vovanhoa80@yahoo.com, hiepwork@gmail.com, dinhduongkttv@gmail.com, phongdbkt@yahoo.com

[2] Institute of Geophysics, Vietnam Academy of Science and Technology; phamlekhuongigp@gmail.com

Abstract: Tropical cyclones (TCs) and the heavy, they bring are among the most severe natural disasters affecting people and property. Therefore, forecasting heavy rains associated with TCs is crucial for preventing, avoiding, and minimizing the risks of natural disasters. This paper utilizes satellite data, radar information, TC data from the Vietnam National Centre for Hydro-Meteorological Forecasting, and a combined analysis of synoptic conditions, vertical wind shear and total precipitable water to analyze the distribution characteristics of precipitation when TCs operate near shore and landfall, and then compared with observational rainfall distribution of TCs. The results show that areas with weak vertical wind shear (<10m/s) and total precipitable water (> 60kg/m^2) are favorable environment for TCs on Bien Dong Sea to develop. The distribution of precipitation is influenced by the distribution of total precipitable water, the area with the greatest precipitation coincides with the area with the maximum total precipitable water. The distribution of precipitation during TCs is strongly influenced by vertical wind shear. In the case of a vertical wind shear (<10m/s), precipitation is distributed relatively symmetrically through the center of the TC. In the case of a vertical wind shear (>15m/s), the precipitation is asymmetrically distributed and concentrated to the left of the TC center (in the direction of movement). The results of the study give forecasters an overview in analyzing and forecasting rainfall due to TCs.

Keywords: Tropical cyclone; Heavy rain; Rainfall distribution.