

THỬ NGHIỆM ÁP DỤNG MÔ HÌNH MM5V3 ĐỂ DỰ BÁO THỜI TIẾT Ở VIỆT NAM TRONG CƠN BÃO SỐ 5/2003 (KROVANH)

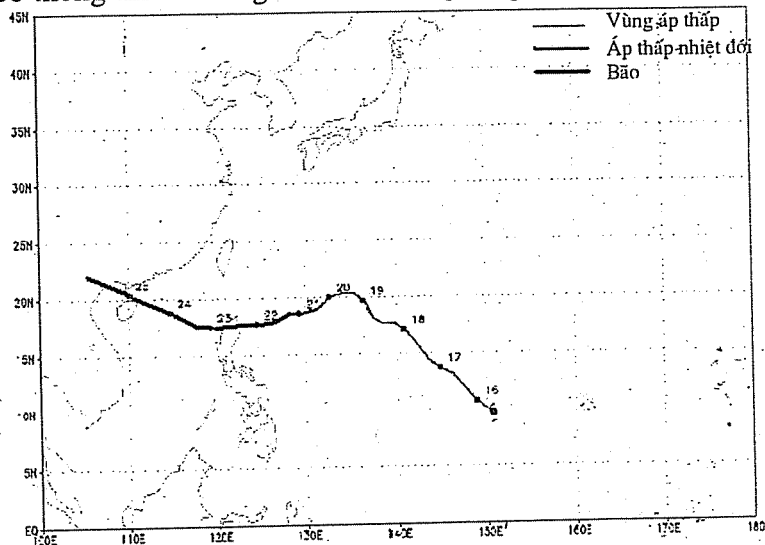
TS. Hoàng Đức Cường
Viện Khí tượng Thủy văn

Dự báo diễn biến của xoáy thuận nhiệt đới (XTNĐ) và các hệ quả thời tiết của chúng luôn là nhiệm vụ quan trọng hàng đầu của Cơ quan Khí tượng ở mọi quốc gia. Bài viết này trình bày một số kết quả áp dụng mô hình MM5V3 để dự báo diễn biến cơn bão số 5/2003 (bão KROVANH) khi vào biển Đông và hệ quả mưa sau khi đổ bộ vào miền Bắc nước ta. Điều kiện ban đầu và điều kiện biên cho mô hình MM5V3 được lấy từ số liệu phân tích và dự báo của các mô hình toàn cầu AVN, MRF. Mô hình dự báo được chạy vào ngày 21 và ngày 23-VIII-2003 với hai trường hợp: có cài xoáy và không cài xoáy.

1. Diễn biến của cơn bão số 5/2003 (KROVANH)

Ngày 15-VIII-2003, một vùng áp thấp hình thành ở Tây Bắc Thái Bình Dương (khoảng 10°N, 150°E) và di chuyển theo hướng tây bắc. Ngày 21, vùng áp thấp mạnh lên thành áp thấp nhiệt đới và đến ngày 22 thành bão. Tên quốc tế của cơn bão là KROVANH. Bão KROVANH di chuyển theo hướng tây tây nam và đổ bộ vào Bắc Philippin. Sau khi vào biển Đông ngày 23, bão có số hiệu 5/2003 và di chuyển theo hướng tây tây bắc, đến ngày 25 bão đổ bộ vào đảo Hải Nam. Bão số 5/2003 tiếp tục di chuyển theo hướng tây tây bắc và khoảng 12Z (19h - giờ Việt Nam) ngày 25-VIII-2003 đổ bộ vào Quảng Ninh sau đó di chuyển sâu vào đất liền và tan vào khoảng 00Z ngày 26-VIII (hình 1). Theo thông tin từ Trung tâm KTTV Quốc gia, đây là cơn bão di chuyển nhanh, gió

mạnh cấp 8-cấp 9, vùng gần tâm bão đi qua có gió giật trên cấp 10 ở các tỉnh Quảng Ninh, Hải Phòng, Thái Bình. Tổng lượng mưa tính đến 06Z ngày 26-VIII ở những nơi ảnh hưởng của cơn bão phổ biến từ 50 đến 100mm, riêng khu vực Đông Bắc, một số tỉnh thuộc vùng núi phía bắc và đồng bằng Bắc Bộ từ 100 đến 150mm. Một số nơi mưa lớn như Điện Biên (Lai Châu) 121mm, Km 22 (Sơn La) 123mm, Tam Đảo (Vĩnh Phúc) 322mm, Chợ Mới (Bắc Cạn) 115mm, Diêm Mặc (Thái Nguyên) 155mm, Chi Lăng



Hình 1. Quỹ đạo bão KROVANH

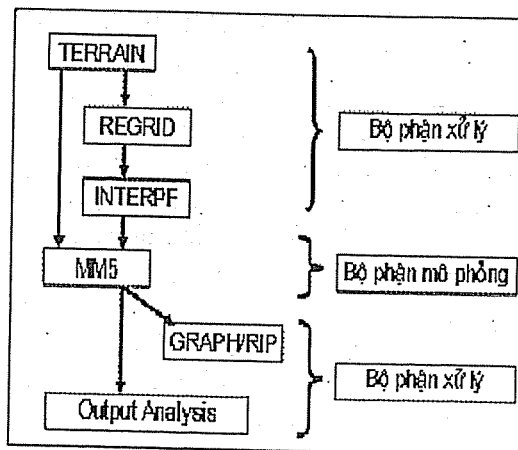
(Nguồn: Trường Đại học Tổng hợp Hồng Kông)

(Lạng Sơn) 150mm, Cẩm Đàn (Bắc Giang) 228mm, Tiên Yên (Quảng Ninh) 161mm, Láng (Hà Nội) 122mm, Chí Linh (Hải Dương) 177mm,...

2. Mô hình MM5V3 và ứng dụng cho Việt Nam

Mô hình số trị quy mô vừa thế hệ thứ 5 (MM5) của Trung tâm Quốc gia Nghiên cứu Khí quyển Mỹ (NCAR) và Trường Đại học Tổng hợp Pennsylvania Mỹ (PSU) là thế hệ mới nhất trong một loạt các mô hình dự báo được Anthes phát triển từ những năm 1970 [5]. Qua quá trình thử nghiệm, mô hình đã được điều chỉnh và cải tiến nhiều lần nhằm mô phỏng tốt hơn các quá trình vật lý quy mô vừa và có thể áp dụng đối với nhiều đối tượng sử dụng khác nhau. Phiên bản 3.5 (MM5V3) của mô hình ra đời vào tháng 12 năm 2001 là phiên bản hoàn thiện nhất từ trước đến nay, đã được điều chỉnh, cải tiến thêm trong các mảng: kỹ thuật lồng ghép nhiều mực; động lực học bất thuỷ tĩnh; đồng hoá số liệu 4 chiều; bổ sung lựa chọn các sơ đồ tham số hoá vật lý; kỹ thuật tính toán.

Sơ đồ trong hình 2 biểu diễn hệ thống các môđun chính của mô hình MM5V3. Có thể chia mô hình thành hai bộ phận: bộ phận xử lý và bộ phận mô phỏng. Đầu tiên, số liệu địa hình, các thông số của miền tính và số liệu khí tượng được nội suy theo phương ngang, phương đứng thông qua các môđun thuộc bộ phận xử lý TERRAIN, REGRID và INTERPF. Bộ phận mô phỏng MM5 nhập dữ liệu đã được xử lý từ các môđun trên, mô phỏng các quá trình vật lý và đưa ra dự báo số của mô hình. Sản phẩm dự báo của MM5 được chuyển đến bộ phận xử lý cuối cùng là các môđun đồ họa và phân tích dữ liệu (GRAPH/RIP, GRADS và Output Analysis). Toàn bộ mã nguồn (khoảng 1000 chương trình con) của mô hình được viết bằng ngôn ngữ FORTRAN.



Hình 2. Sơ đồ cấu trúc mô hình MM5V3

Cơ sở lý thuyết (hệ phương trình nguyên thủy, hệ tọa độ theo phương ngang và phương đứng, sơ đồ sai phân, sơ đồ tham số hoá vật lý,...) của mô hình MM5V3 có thể tham khảo trong [1], [2], [5].

Mô hình MM5V3 sử dụng hệ thống lưới lồng (nesting grid) nhằm mô phỏng tốt hơn các quá trình vật lý có quy mô nhỏ hơn bước lưới của miền tính ban đầu. Về lý thuyết, MM5V3 cho phép lồng ghép tối đa 9 khu vực. Tỷ lệ của độ phân giải (DPG) theo phương ngang của miền tính trong so với miền tính ngoài luôn là 3:1.

Để dự báo diễn biến của cơn bão KROVANH và hệ quả mưa của nó đối với nước ta, chúng tôi đã xây dựng 3 miền tính lồng ghép (hình 3) với các thông số sau:

- Miền tính thứ nhất (Việt Nam và khu vực lân cận): 41x50 điểm tính, DPG ngang 72km;
- Miền tính thứ hai (Việt Nam): 88x52 điểm tính, DPG ngang 24km;
- Miền tính thứ ba (Bắc Bộ): 49x82 điểm tính, DPG ngang 8km.

Độ cao địa hình (ĐPG 5'), loại hình đất sử dụng và thảm thực vật (13 cấp với ĐPG 2') và các số liệu địa hình khác của các miền tính được xác định từ nguồn dữ liệu toàn cầu của Cơ quan Địa chất Mỹ (USGS).

Đối với các dự báo vào ngày 21-VIII-2003, điều kiện ban đầu cho MM5V3 là số liệu phân tích từ mô hình toàn cầu AVN và MRF (Trung tâm Dự báo môi trường Mỹ - NCEP) vào 00Z ngày 21-VIII-2003. Điều kiện biên là các dự báo cách nhau 3 giờ của hai mô hình nói trên tính từ 00Z ngày 21 đến 00Z ngày 26-VIII-2003. Các dự báo vào ngày 23-VIII-2003 chỉ sử dụng số liệu phân tích và dự báo của mô hình AVN từ 00Z ngày 23 đến 00Z ngày 26-VIII-2003

(cách nhau 3 giờ). Các trường khí tượng với ĐPG ngang 1x1 độ kinh vĩ (khoảng 111km) được sử dụng là khí áp mực biển, nhiệt độ mặt nước biển; nhiệt độ không khí, độ ẩm tương đối bề mặt; thành phần gió ngang ở độ cao 2m so với bề mặt; độ cao địa thế vị, nhiệt độ, độ ẩm tương đối và thành phần gió ngang ở các mực khí áp. Độ phủ tuyết được coi là không đổi.

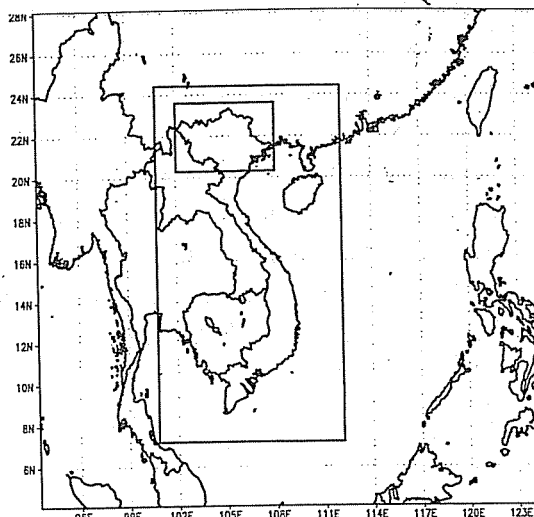
Bước thời gian được chọn cho tất cả các dự báo nói trên là 200 giây đối với miền tính thứ nhất, 67 giây đối với miền tính thứ hai và 22 giây đối với miền tính thứ ba. Các sơ đồ tham số hoá vật lý sử dụng trong bộ phận mô phỏng MM5 là Grell cho đối lưu, Simple Ice đối với vi vật lý mây, MRF PBL đối với lớp biên hành tinh, Cloud radiation scheme cho bức xạ và sơ đồ dự báo nhiệt độ các lớp sâu. Chi tiết về các sơ đồ tham số hoá vật lý này có thể tham khảo thêm ở [1], [5].

Phiên bản 3.5 của mô hình MM5 mà chúng tôi sử dụng đối với cơn bão KROVANH đã được bổ sung chức năng cài xoáy khí trong miền dự báo có XTNĐ. Trường phân tích của mô hình toàn cầu đôi khi không mô phỏng tốt và chi tiết về XTNĐ, các thông số về XTNĐ như toạ độ tâm, tốc độ gió cực đại thường không chính xác. Vấn đề đặt ra là phải loại bỏ xoáy ở trường phân tích ban đầu và cài vào trường này xoáy mới với các tham số chính xác hơn (thông qua số liệu thám sát). MM5V3 sẽ tìm kiếm và loại xoáy ban đầu trong phạm vi 300km tính từ tâm xoáy mới được cài, cường độ của xoáy mới được xác định thông qua tốc độ gió cực đại và giả thiết rằng phạm vi của xoáy mới là 300km tính từ tâm [3], [4].

Mô hình MM5V3 đang được chạy thử nghiệm trên hệ máy tính song song hiệu năng cao của Viện Khí tượng Thủy văn với phần mềm MPI (Message Passing Interface) và trình biên dịch PGF90 (Portland Group Fortran 90). Thời gian chạy mô hình cho dự báo 72 giờ vào khoảng 10 phút đối với một miền tính, 40 phút đối với hai miền tính và 120 phút đối với ba miền tính.

3. Kết quả

Ngày 21-VIII-2003, khí áp thấp nhiệt đới mạnh dần lên thành bão và có xu hướng đi qua Philippin vào biển Đông, chúng tôi đã thu thập số liệu phân tích và dự báo của hai mô hình toàn cầu AVN, MRF làm số liệu đầu vào và chạy mô hình



Hình 3. Quy mô các miền tính của MM5V3

MM5V3 với hai nguồn số liệu trên. Kết quả dự báo trường khí áp mực biển và lượng mưa tích lũy được trình bày trên hình 4. Hai dự báo này cho kết quả tương tự nhau, bão KROVANH đổ bộ vào Bắc Philippin và suy yếu thành XTNĐ di chuyển vào biển Đông (hình 4a1, 4b1). Sau đó, XTNĐ mạnh lên thành bão, di chuyển rất nhanh theo hướng tây tây bắc và đổ bộ vào bờ biển giữa Việt Nam và Trung Quốc ngày 25-VIII-2003 (hình 4a2, 4b2). Sau khi đổ bộ, bão KROVANH di chuyển sâu vào đất liền của Trung Quốc, suy yếu dần và tan trong một hai ngày sau. Với dự báo diễn biến như trên của bão, mô hình MM5V3 dự báo mưa vừa đến mưa rất to ở Bắc Bộ, đặc biệt là vùng ven biển Đông Bắc và đồng bằng Bắc Bộ (hình 4a3, 4b3). Diện mưa dự báo của MM5V3 với số liệu đầu vào từ mô hình AVN nhỏ hơn so với số liệu đầu vào từ mô hình MRF nhưng lượng mưa trong 24 giờ (từ 00Z ngày 25 đến 00Z ngày 26-VIII-2003) lại lớn hơn, ví dụ như ở đồng bằng Bắc Bộ là 150mm so với 100mm (hình 4a3, 4b3).

Diễn biến thực tế của bão trên hình 1 cho thấy, khi qua Philippin vào biển Đông ngày 23-VIII-2003, bão KROVANH ở khoảng $17,5^{\circ}\text{N}$ - 118°E với tốc độ gió cực đại trên 40m/s. Chúng tôi đã thu thập số liệu phân tích và dự báo của mô hình AVN từ 00Z ngày 23-VIII-2003 và chạy mô hình dự báo MM5V3 trong hai trường hợp, có cài xoáy (các tham số của xoáy như đã nêu ở trên) và không cài xoáy. Kết quả dự báo được trình bày trên hình 5 và hình 6. Trong trường hợp không cài xoáy, MM5V3 dự báo bão KROVANH di chuyển theo hướng tây bắc và đổ bộ vào Trung Quốc ngày 25-VIII-2003 (hình 5b1, 5b2, 5b3), miền Bắc nước ta hầu như không có mưa từ 00Z ngày 25 đến 00Z ngày 26-VIII-2003 (hình 6b, 6d).

Dự báo của MM5V3 trong trường hợp có cài xoáy cho thấy, bão KROVANH di chuyển theo hướng tây tây bắc và đi qua phía bắc đảo Hải Nam vào vịnh Bắc Bộ (xem trường khí áp mực biển vào 00Z ngày 25-VIII-2003 trên hình 5a3). MM5V3 dự báo bão KROVANH đổ bộ vào Đông Bắc và di chuyển vào sâu trong đất liền, sau đó suy yếu và tan ở vùng núi thuộc Cao Bằng, Hà Giang khoảng 12 giờ sau khi đổ bộ. Với dự báo diễn biến của bão như vậy, hầu hết các tỉnh phía bắc nước ta sẽ có mưa vừa đến mưa rất to, đặc biệt là khu vực các tỉnh Quảng Ninh, Lạng Sơn, Bắc Cạn, Thái Nguyên, Bắc Giang và sườn đông của Hoàng Liên Sơn (lượng mưa tích lũy từ 00Z ngày 25 đến 00Z ngày 26-VIII-2003 từ 100 đến 200mm - hình 6a, 6c). Đồng bằng và trung du Bắc Bộ cũng sẽ có lượng mưa trong 24 giờ trên dưới 100mm (dự báo của MM5V3).

4. Nhận xét

Mô hình MM5V3 mới được chạy thử nghiệm ở Viện Khí tượng Thủy văn trong dự báo thời gian thực (real-time forecast), các kết quả trên đây mới chỉ là bước đầu. Tuy nhiên, có thể đưa ra một vài nhận xét sau khi áp dụng mô hình dự báo này đối với cơn bão số 5/2003 nói riêng và dự báo thời tiết ở nước ta nói chung:

- Điều kiện ban đầu và điều kiện biên từ các mô hình toàn cầu AVN, MRF có thể đáp ứng được yêu cầu của mô hình MM5V3 đối với dự báo hạn ngắn, hạn vừa. Trong thực tế, điều kiện biên tốt nhất là các dự báo cách nhau 3 giờ của các mô hình nói trên. Để đảm bảo về thời gian cung cấp sản phẩm dự báo, có thể sử dụng các dự báo cách nhau 6 giờ nhằm giảm thời gian tải số liệu từ mạng Internet;

- Các miền tính được chọn cùng với ĐPG ngang tương ứng có thể được sử dụng cho dự báo thực tế sau này. Sản phẩm dự báo trên các miền tính này có thể tham khảo đối với các quá trình quy mô vừa (miền tính thứ nhất) và quy mô nhỏ (miền tính

thứ hai, thứ ba). Trong trường hợp cần thiết, miền tính thứ ba có thể thay đổi phù hợp với các yêu cầu khác nhau, chẳng hạn như đối với các lưu vực sông thuộc Trung Bộ, Tây Nguyên,...

- Các dự báo được thực hiện ngày 21-VIII-2003 thể hiện tương đối tốt diễn biến của bão KROVANH về quỹ đạo và khu vực đổ bộ. Tốc độ di chuyển dự báo của bão cao hơn so với thực tế dẫn đến thời gian đổ bộ của bão vào đất liền được dự báo sớm hơn (chênh lệch khoảng 12h). Diện mưa và lượng mưa dự báo trong 24h sau khi bão đổ bộ lớn hơn so với thực tế vì mô hình dự báo tăng cường độ của bão sau khi vào đất liền;

- Dự báo thực hiện ngày 23-VIII-2003 trong trường hợp không cài xoáy không phù hợp với thực tế, do trường ban đầu của mô hình AVN không xác định đúng vị trí tâm và cường độ bão;

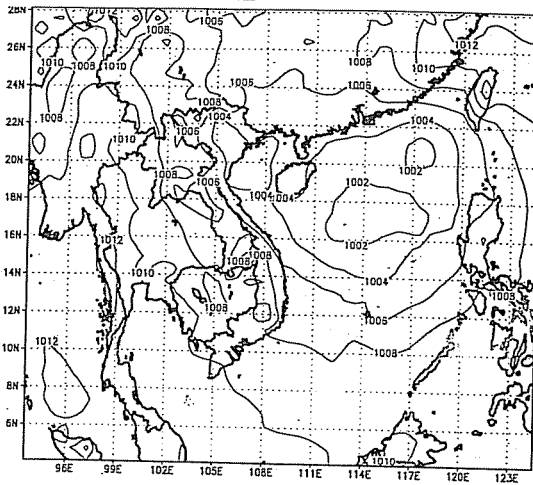
- Dự báo thực hiện ngày 23-VIII-2003 khi cài xoáy gần đúng với diễn biến thực tế của cơn bão KROVANH về hướng và tốc độ di chuyển, thời gian và khu vực đổ bộ. Theo nhận định ban đầu, dự báo mưa của MM5V3 trong trường hợp này phù hợp với diễn biến mưa ở Bắc Bộ trong 24 giờ sau khi bão đổ bộ.

Các kết quả cứu trên đây được thực hiện thông qua đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ *“Nghiên cứu thử nghiệm áp dụng mô hình khí tượng động lực quy mô vừa MM5V3 trong dự báo hạn ngắn ở Việt Nam”*. Bài viết này cho thấy, việc thử nghiệm áp dụng mô hình MM5V3 bước đầu đã thu được các kết quả khá tin cậy, tuy nhiên nó chỉ mang hàm ý giới thiệu.

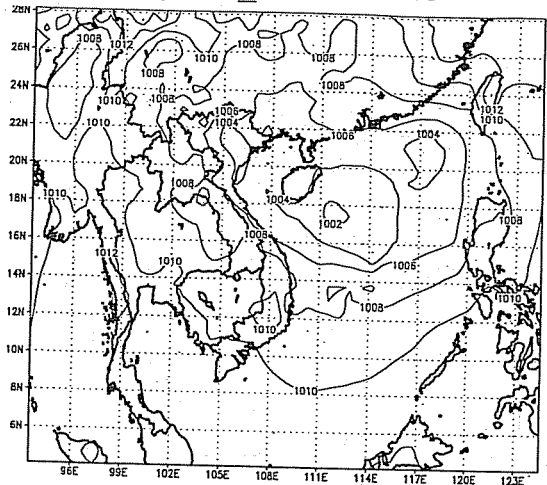
Tài liệu tham khảo

1. Hoàng Đức Cường và nnk. Đánh giá khả năng ứng dụng mô hình MM5 trong dự báo khí hậu ở Việt Nam.- Báo cáo chuyên đề trong đề án cấp Tổng cục “Nghiên cứu thử nghiệm dự báo khí hậu ở Việt Nam”, Hà Nội, 2002.
2. Dương Hồng Sơn và nnk. Mô hình số trị MM5 và ứng dụng bước đầu cho Việt Nam.- *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* tháng 4-2002.
3. Davis, C. and S. Lownam. The NCAR-AFWA tropical cyclone bogussing scheme. A report prepared for the Air Force Weather Agency (AFWA), 2001.
4. Low-Nam, S., and C. Davis. Development of a tropical cyclone bogussing scheme for the MM5 system. Preprint, The Eleventh PSU/NCAR Mesoscale Model Users' Workshop, June 25-27, 2001, Boulder, Colorado, 2001.
5. NCAR, PSU/NCAR. Mesoscale modelling system tutorial class notes and user's guide: MM5 modelling system version 3, 2002.

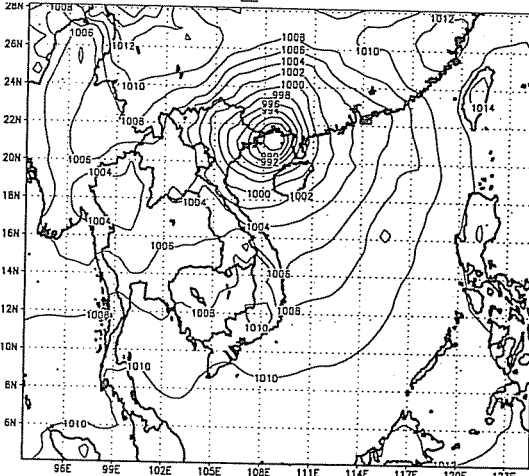
a1) 06Z_23-VIII-2003



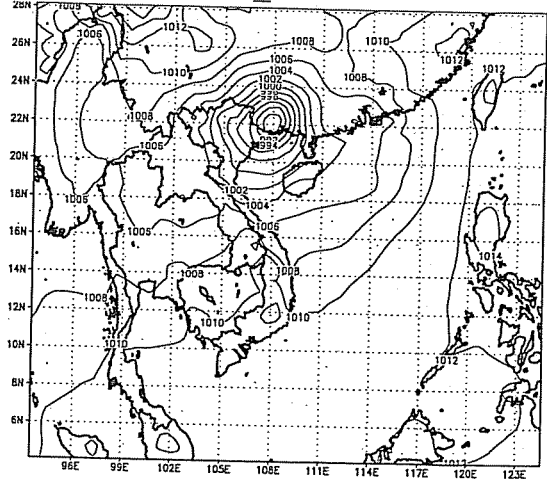
b1) 06Z_23-VIII-2003



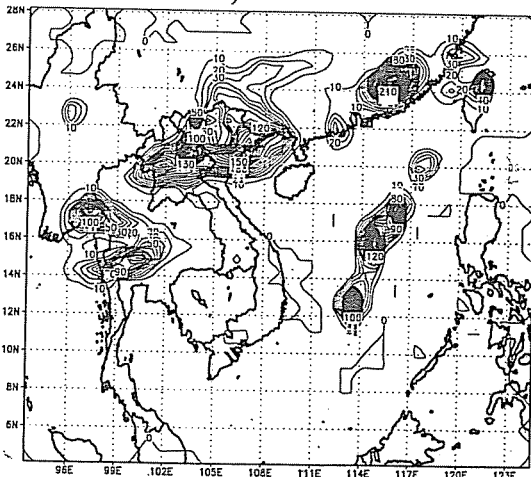
a2) 00Z_25-VIII-2003



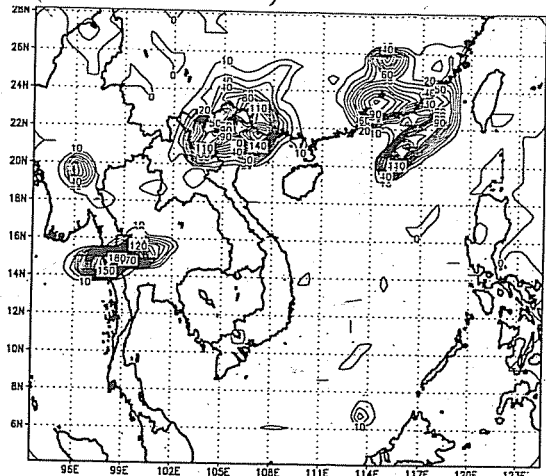
b2) 00Z_25-VIII-2003



a3)

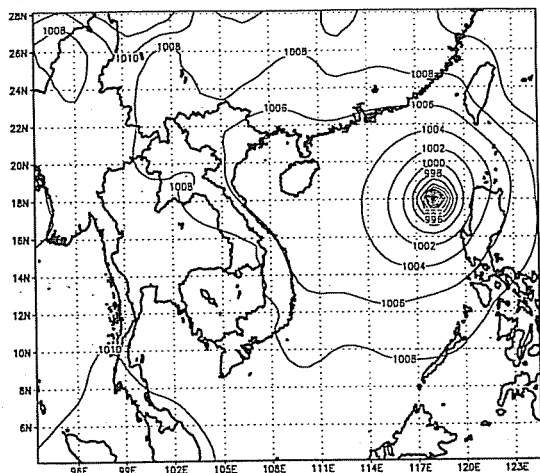


b3)

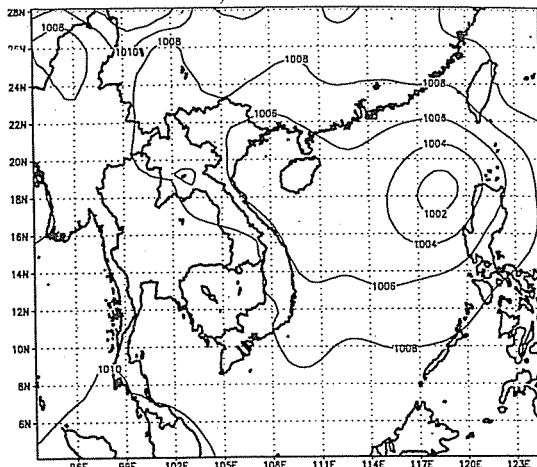


Hình 4. Trường khí áp mực biển (a1,a2,b1,b2) và lượng mưa tích lũy (a3,b3) từ 00Z ngày 25 đến 00Z ngày 26-VIII-2003 dự báo bởi MM5V3 với điều kiện từ mô hình AVN (a1,a2,a3) và mô hình MRF (b1,b2,b3). Ngày thực hiện: 21-VIII-2003

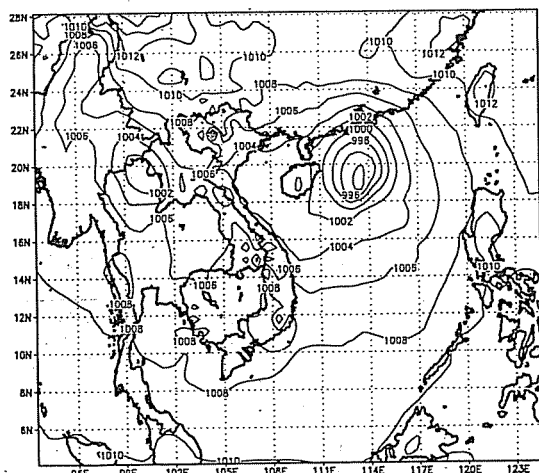
a1) 06Z_23-VIII-2003



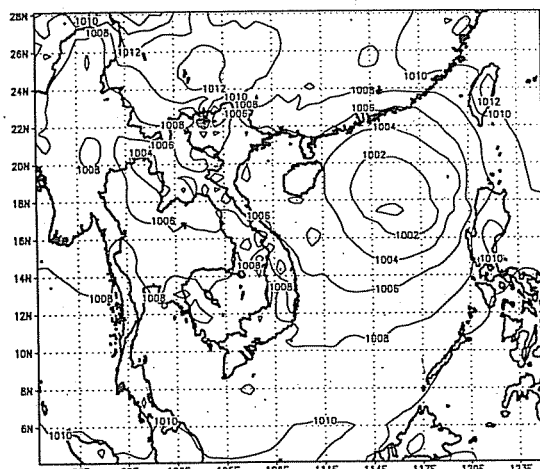
b1) 06Z_23-VIII-2003



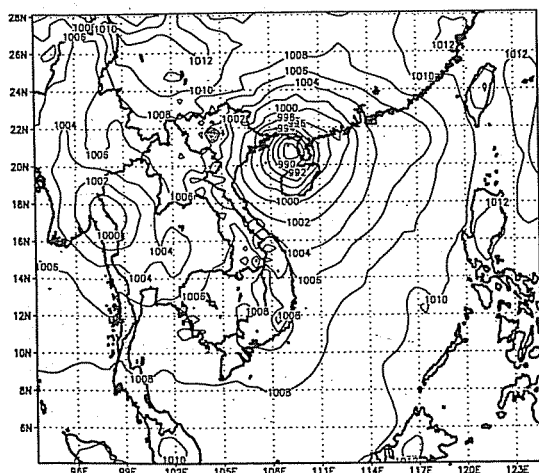
a2) 00Z_24-VIII-2003



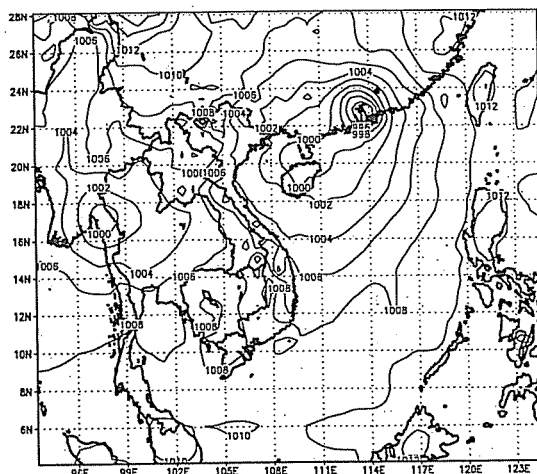
b2) 00Z_24-VIII-2003



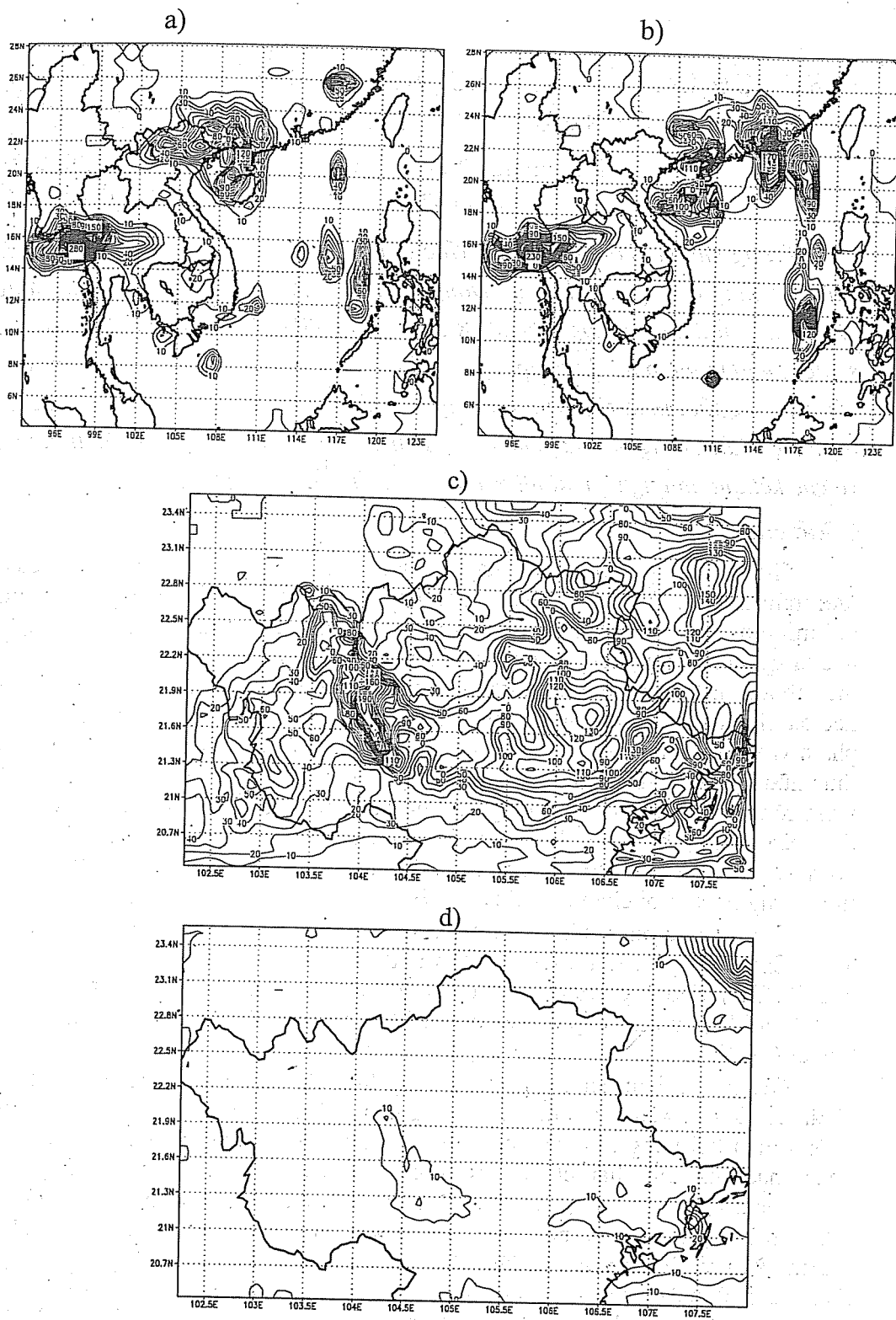
a3) 00Z_25-VIII-2003



b3) 00Z_25-VIII-2003



Hình 5. Trường khí áp mực biển dự báo bởi MM5V3 khi cài xoáy (a1,a2,a3) và không cài xoáy (b1,b2,b3). Ngày thực hiện: 23-VIII-2003



Hình 6. Trường lượng mưa tích lũy (mm) từ 00Z ngày 25 đến 00Z ngày 26-VIII-2003 dự báo bởi MM5V3 cho Việt Nam và khu vực lân cận (a,b), Bắc Bộ (c,d) khi cài xoáy (a,c) và không cài xoáy (b,d). Ngày thực hiện: 23-VIII-2003