Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ 25 (2009) 241-251

Về khả năng ứng dụng mô hình RegCM vào dự báo hạn mùa các trường khí hậu bề mặt ở Việt Nam

Phan Văn Tân, Hồ Thị Minh Hà, Lương Mạnh Thắng, Trần Quang Đức

Khoa Khí tượng Thủy văn và Hải dương học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN
334 Nguyễn Trãi, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 20 tháng 7 năm 2009

Tóm tắt. Trong bài này trình bày một số kết quả thử nghiệm bước đầu ứng dụng mô hình khí hậu khu vực RegCM3 để dự báo nhiệt độ trung bình tháng và tổng lượng mưa tháng cho ba tháng mùa hè 6–8/1996 khi sử dụng sản phẩm kết xuất của mô hình khí hậu toàn cầu CAM làm điều kiện ban đầu và điều kiện biên (RegCM–CAM). Các trường dự báo của RegCM–CAM đã được đánh giá bằng cách so sánh với sản phẩm mô phỏng tương ứng của RegCM3 với đầu vào là số liệu tái phân tích ERA40 và nhiệt độ mặt nước biển phân tích OISST (RegCM–ERA). Kết quả dự báo nhiệt độ và lượng mưa của RegCM–CAM còn được so sánh trực tiếp với số liệu phân tích CRU (nhiệt độ) và CMAP (lượng mưa), và đánh giá định lượng cho khu vực Việt Nam bằng cách nội suy về vị trí trạm và so sánh với số liệu quan trắc từ mạng lưới trạm khí tượng thông qua các chỉ số thống kê. Kết quả nhận được cho thấy, về cơ bản các trường nhiệt độ và lượng mưa dự báo của RegCM–CAM phù hợp tốt với sản phẩm mô phỏng của RegCM–ERA cũng như với các trường phân tích CRU, CMAP.

Trên khu vực Việt Nam, RegCM–CAM thường dự báo nhiệt độ thấp hơn quan trắc; sai số dự báo nhiệt độ của RegCM–CAM trung bình khoảng 2^oC, khá ổn định và có tính hệ thống. RegCM–CAM cũng cho lượng mưa dự báo ở Việt Nam thấp hơn thực tế, tuy nhiên sai số còn khá lớn và không thể hiện rõ qui luật. Trong ba tháng thử nghiệm, dự báo lượng mưa của RegCM–CAM cho tháng 6/1996 là hợp lý nhất.

Từ khóa: RegCM, Dự báo mùa, Mô hình khí hậu khu vực.

1. Mở đầu

Dự báo khí hậu hạn mùa (seasonal forecasting) hiện đang là một trong những bài toán được quan tâm đặc biệt từ nhiều lĩnh vực ứng dụng. Thông tin dự báo khí hậu hạn mùa là căn cứ khoa học cho việc đưa ra kế hoạch sản xuất, ứng phó với thiên tai. Cho đến nay, qui mô thời gian của bài toán dự báo hạn mùa mới chỉ dừng lại ở khoảng 1, 2, 3, 6, 9 tháng, tối đa đến 1 năm. Có hai cách tiếp cận dự báo hạn mùa là dự báo bằng các phương pháp thống kê và dự báo bằng các mô hình số trị, bao gồm cả mô hình khí hậu toàn cầu và mô hình khí hậu khu vực.

Trước khi các mô hình số trị được ứng dụng rộng rãi, phương pháp thống kê đã được sử dụng để xây dựng các mô hình dự báo mùa, dự

* Tác giả liên hệ. ĐT.: 84-4-35583811
E-mail: tanpv@vnu.edu.vn

báo sự hoạt động của xoáy thuận nhiệt đới,… [1-4]. Với cách tiếp cận "cổ điển", các mô hình dự báo này được xây dựng dựa trên nguyên tắc sử dụng các biến khí quyển, đại dương (chủ yếu là nhiệt độ bề mặt biển – SST) làm các nhân tố dự báo. Các nhân tố thường được chọn nhất là các chỉ số ENSO (El Nino/Southern Oscillation), MEI (Multivariate ENSO Index), hoặc các trường tái phân tích toàn cầu. Trong những năm gần đây để tăng tính độc lập giữa các nhân tố dự báo người ta đã sử dụng kỹ thuật phân tích trực giao (EOF) tạo ra các biến thứ sinh. Tuy nhiên, do bản chất của phương pháp, các mô hình thống kê "cổ điển" đã bộc lộ những nhược điểm vốn có của nó. Đó là chúng chỉ có thể nắm bắt được những hiện tượng mang tính qui luật và sẽ cho sai số lớn khi đối tượng được dự báo xảy ra có tính đột biến. Một cách tiếp cận khác hiện đang được ứng dụng rộng rãi là kỹ thuật "hạ thấp qui mô" thống kê (statistical downscaling), trong đó các biến đầu vào của mô hình thống kê là các trường dự báo toàn cầu của mô hình động lực. Đây là cách tiếp cận "rẻ tiền" nhất, phù hợp với các nước nghèo mà điều kiện trang thiết bị tính toán hạn chế, và trong nhiều trường hợp nó cũng đã mang lại hiệu quả đáng kể. Với cách tiếp cận này, các trường khí hậu toàn cầu dự báo, nhận được từ các trung tâm lớn trên thế giới, sẽ được nội suy về các vùng, địa phương có qui mô nhỏ hơn nhờ kỹ thuật thống kê. Nhược điểm chính của phương pháp này nằm ở chỗ đầu vào của các mô hình thống kê là sản phẩm dự báo của các mô hình toàn cầu, do đó phụ thuộc vào độ chính xác của các mô hình này. Hơn nữa, do độ phân giải của các mô hình toàn cầu hiện nay nói chung còn khá thô (khoảng vài trăm km), nhiều đặc tính địa phương bị làm trơn (độ cao địa hình, lớp phủ bề mặt, tính chất đất,…) trong khi chúng là những nhân tố chi phối mạnh mẽ điều kiện khí hậu địa phương và khu vực, nên hiệu quả của việc nội suy từ lưới mô hình về các vùng có qui mô nhỏ bằng phương pháp thống kê nói chung không cao, và dù sao vẫn mang tính quán tính lớn.

Trong khi hướng tiếp cận thống kê vẫn tiếp tục những nỗ lực tìm kiếm giải pháp cải tiến, các mô hình khí hậu khu vực đã bắt đầu được phát triển từ cuối những năm 1980 của thế kỷ 20. ý tưởng hình thành những mô hình này bắt nguồn từ việc cải tiến các mô hình dự báo thời tiết qui mô vừa cho mục đích mô phỏng các trường khí hậu quá khứ, trong đó mô hình khu vực được "lồng" (nest) vào một mô hình toàn cầu nào đó [5-7]. Trong số các mô hình khí hậu toàn cầu dự báo hạn mùa đáng chú ý là mô hình CFS (The NCEP Climate Forecast System) [8]. Đây là hệ thống mô hình kết hợp đầy đủ (full couple) đồng thời giữa mô hình khí quyển và mô hình đại dương, mới được đưa vào chạy nghiệp vụ từ tháng 8 năm 2004 tại NCEP (National Centers for Environmental Prediction). Hiện tại, hạn dự báo của CFS là 9 tháng.

Ngoài CFS, hiện nay trên thế giới đã có nhiều cơ sở chạy mô hình khí hậu toàn cầu cho mục đích dự báo hạn mùa. Tuy nhiên, vì nhiều lý do khác nhau, sản phẩm của các mô hình này không được cung cấp miễn phí, hoặc nếu có thì đó là những sản phẩm đã qua xử lý, không thể dùng làm đầu vào cho các mô hình khu vực (chẳng hạn, dưới dạng bản đồ hoặc file số liệu trung bình tháng, mùa). Trước những thách thức đó, chúng tôi đã tiến hành nghiên cứu thử nghiệm ứng dụng sản phẩm mô hình CAM (Community Atmosphere Model) làm điều kiện ban đầu và điều kiện biên cho mô hình RegCM (Regional Climate Model) với mục đích dự báo mùa. CAM (phiên bản 3.0 – CAM3.0) là mô hình khí quyển toàn cầu được phát triển với sự hợp tác của các nhà khoa học từ NCAR (National Center for Atmospheric Research), các trường đại học và các cơ sở nghiên cứu khác của Hoa Kỳ. Chi tiết về CAM có thể xem, chẳng hạn, trong [9]. Trong bài này sẽ trình bày

một số kết quả bước đầu thử nghiệm kết hợp CAM và RegCM phiên bản 3.0 (RegCM3) [10] để dự báo các trường nhiệt độ 2m (T2m) và tổng lượng mưa tháng thời kỳ 6–8/1996 cho khu vực Việt Nam và Đông Nam Á.

2. Mô hình và số liệu

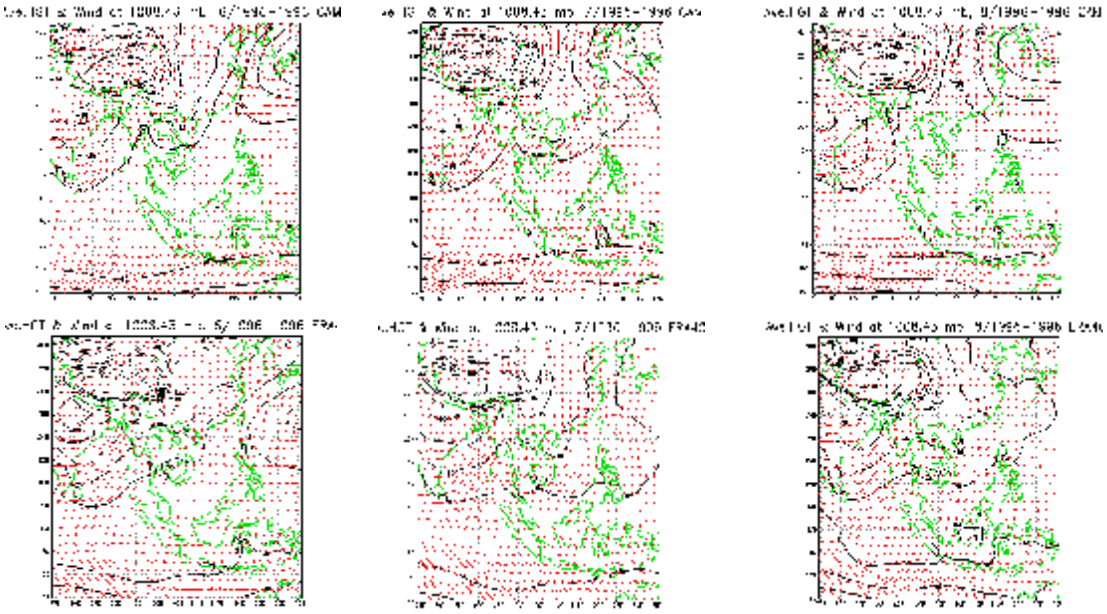
Cho mục đích dự báo mùa bằng mô hình khí hậu khu vực trước hết cần có các trường dự báo toàn cầu làm điều kiện ban đầu và điều kiện biên. ở đây, các trường này nhận được từ mô hình CAM bằng cách tích phân mô hình liên tục trong 4 tháng của năm 1996 (từ 01/5/1996 đến 01/9/1996), trong đó tháng đầu tiên (tháng 5/1996) là thời gian khởi động mô hình. Kết quả tích phân 3 tháng còn lại (6,7,8/1996) được dùng làm đầu vào cho mô hình khu vực RegCM3. Chi tiết về việc chạy mô hình CAM nằm ngoài khuôn khổ bài báo này nên sẽ không được trình bày ở đây. Sản phẩm của CAM được trích cho RegCM3 bao gồm các trường mực đơn là khí áp bề mặt (Ps) hoặc khí áp mực biển trung bình (PMSL), nhiệt độ mặt nước biển (SST), và các trường ba chiều là nhiệt độ không khí (T), độ ẩm tương đối (RH), các thành phần vận tốc gió kinh hướng (V), vĩ hướng (U) và độ cao địa thế vị (H) trên 26 mực mực mô hình và sau từng khoảng thời gian 6h một. Độ phân giải ngang kết xuất của CAM là 2,81 độ kinh vĩ, kể cả SST, được nội suy về lưới của RegCM3. Mô hình RegCM3 chạy với đầu vào từ CAM được ký hiệu là RegCM–CAM.

Trong nghiên cứu này, miền tính của RegCM3 trải từ 15S-42N và từ 75E-135E, độ phân giải ngang 54km (tương đương 0,5 độ kinh vĩ), số mực theo chiều thẳng đứng là 18 mực, trong đó có 6 mực trong lớp PBL (dưới 850mb) và khí áp mực trên cùng của mô hình là 70mb. RegCM3 sử dụng sơ đồ truyền bức xạ của CCM3 (Community Climate Model Version 3), trong đó có tính đến ảnh hưởng của việc gia tăng các khí nhà kính (NO_2, CH_4, CFC), aerosol khí quyển, và băng trong mây; sơ đồ trao đổi sinh – khí quyển BATS (Biosphere Atmosphere Transfer Scheme); hai tùy chọn đối với sơ đồ tính dòng trao đổi đại dương – khí quyển là BATS và Zeng; bốn tùy chọn đối với sơ đồ đối lưu là Kuo, MIT–Emanuel, Grell với giả thiết khép kín Arakawa-Schubert năm 1974, ký hiệu Grell–AS74 và Grell với giả thiết khép kín Fritsch–Chappell năm 1980, ký hiệu Grell–FC80, [10-12]. Trong trường hợp ở đây chúng tôi sử dụng sơ đồ tính dòng trao đổi đại dương – khí quyển theo BATS và sơ đồ đối lưu Grell–AS74.

Ngoài ra, để làm đối chứng cho kết quả dự báo của RegCM–CAM, RegCM3 còn được chạy với số liệu tái phân tích ERA40 độ phân giải ngang 2,5 độ kinh vĩ, được cho trên 17 mực đẳng áp chuẩn, cách nhau 6h một, và số liệu nhiệt độ mặt nước biển phân tích trung bình tuần OISST của NOAA (National Oceanographical and Atmospheric Administration). Ký hiệu trường hợp này là RegCM–ERA. Kết quả dự báo của RegCM–CAM còn được đánh giá khi sử dụng các nguồn số liệu phân tích CRU (Center Research of Units) độ phân giải 0,5 độ kinh vĩ (đối với trường T2m), CMAP (CPC Merged Analysis of Precipitation) độ phân giải 2,5 độ kinh vĩ (đối với trường lượng mưa). Để đánh giá cho khu vực Việt Nam, các trường nhiệt độ và lượng mưa dự báo của RegCM–CAM được nội suy về vị trí trạm quan trắc và so sánh với số liệu quan trắc thực tế từ mạng lưới trạm khí tượng, bao gồm lượng mưa quan trắc của 54 trạm và nhiệt độ quan trắc của 154 trạm, phân bố khá đồng đều trên toàn quốc, trong đó các đặc trưng sai số trung bình (ME), sai số tuyệt đối trung bình (MAE) đã được sử dụng.

3. Kết quả thử nghiệm và nhận xét

Trên các hình 1 và 2 dẫn ra các trường vector gió và độ cao địa thế vị làm đầu vào cho RegCM3 nhận được từ CAM và từ số liệu tái phân tích ERA40 trên các mực đẳng áp lân cận mực 1000 và 850mb. Có thể nhận thấy sự phù hợp khá tốt giữa các trường hoàn lưu của CAM và ERA40. CAM đã tái tạo khá hợp lý những đặc điểm cơ bản sự phân bố khí áp và trường gió, như áp thấp Nam á, áp cao cận nhiệt Tây Thái Bình dương, hướng và tốc độ gió. Đới gió mùa Tây Nam trong ERA40 đã được CAM tái tạo khá tốt. Mặc dù vậy, giữa chúng vẫn có sự khác biệt nhất định về cường độ và vị trí các trung tâm khí áp. Thể hiện rõ nhất sự khác biệt này là trường độ cao địa thế vị các tháng 7 và 8. Trên sản phẩm của CAM vị trí và cường độ của áp cao cận nhiệt Tây Thái Bình dương thể hiện khá rõ trong khi ở ERA40 chúng tỏ ra khá mờ nhạt. Tốc độ gió của CAM cũng mạnh hơn của ERA40 một ít.

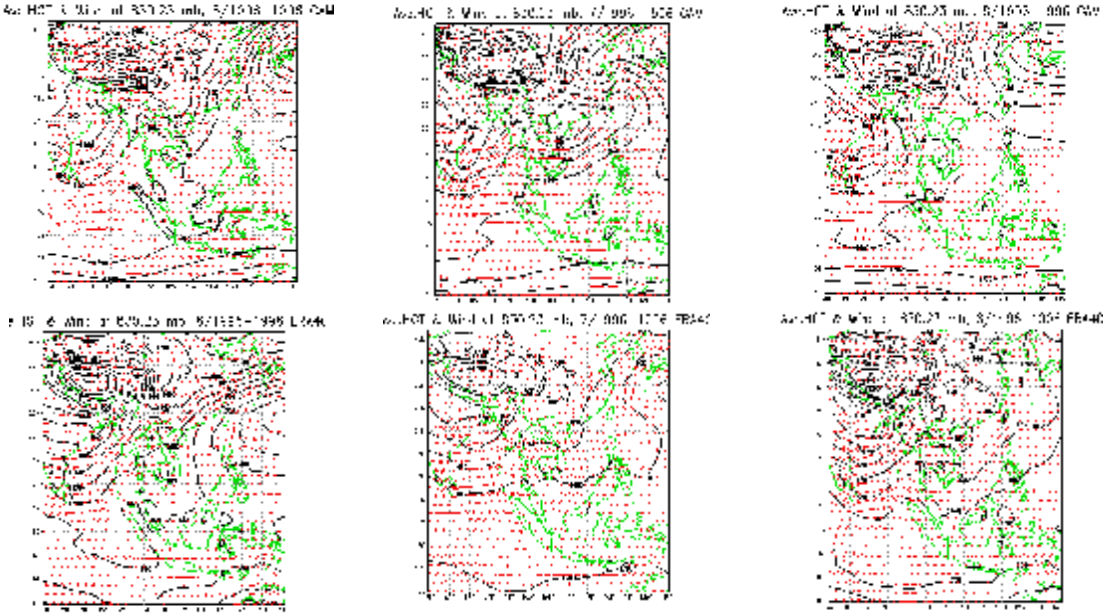


Hình 1. Trường vector gió và độ cao địa thế vị mực 1008.43mb trung bình các tháng 6,7,8 (trái sang phải) của CAM (trên) và ERA40 (dưới).

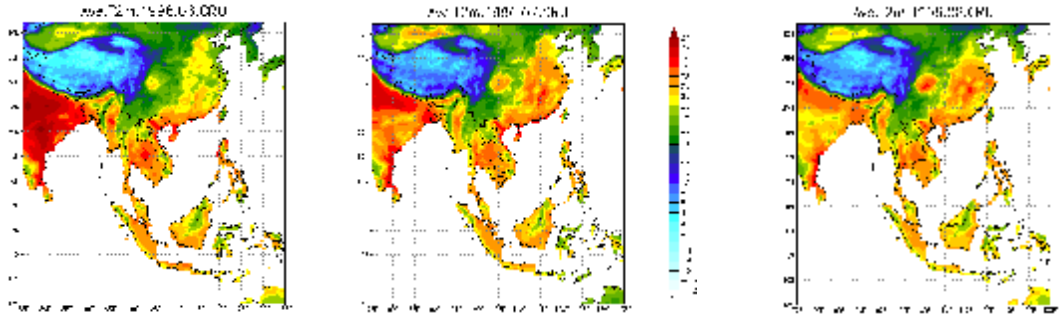
Hình 3 dẫn ra trường nhiệt độ 2m phân tích của CRU (chỉ có trên đất liền) các tháng 6,7,8/1996 và hình 4 là kết quả mô phỏng tương ứng của RegCM3 với đầu vào là sản phẩm của CAM (RegCM–CAM), số liệu tái phân tích ERA40 (RegCM–ERA) và hiệu giữa các mô phỏng này.

Trước hết nhận thấy sự tương đồng về phân bố không gian của trường nhiệt độ mô phỏng của RegCM–CAM và RegCM–ERA. Vị trí các tâm nóng, lạnh của RegCM–CAM khá trùng khớp với RegCM–ERA, tuy nhiên độ lớn của các trường này khác biệt khá rõ, thể hiện trên hiệu của hai trường RegCM–CAM và RegCM–ERA (các hình bên phải trong hình 4). Vào tháng 6, so với RegCM–ERA, RegCM–CAM cho mô phỏng nhiệt độ lớn hơn trên các vùng lục địa, trong đó đáng chú ý là các khu vực cao nguyên Tây Tạng, đông bắc bán đảo Ấn Độ và khu vực Triều Tiên, Nhật Bản, nhưng lại mô phỏng nhiệt độ thấp hơn trên các vùng đại dương và phần lớn bán đảo Ấn Độ. Trên khu vực Việt Nam sự chênh lệch giữa hai trường hầu như không đáng kể, chỉ trên

dưới 1°C. Tháng 7, RegCM–CAM mô phỏng nhiệt độ lớn hơn rất nhiều so với RegCM–ERA trên các khu vực tương tự tháng 6, ngoại trừ trên lãnh thổ Việt Nam. Sự chênh lệch này hầu như vượt quá 4°C. Đặc biệt ở đây nhiệt độ tại tâm nóng trên vùng đông bắc Trung Quốc và toàn dải phía bắc vĩ độ 30°N được RegCM–CAM mô phỏng cao hơn một cách bất thường.



Hình 2. Trường vector gió và độ cao địa thế vị mực 830.23mb trung bình các tháng 6,7,8 (trái sang phải) của CAM (trên) và ERA40 (dưới).

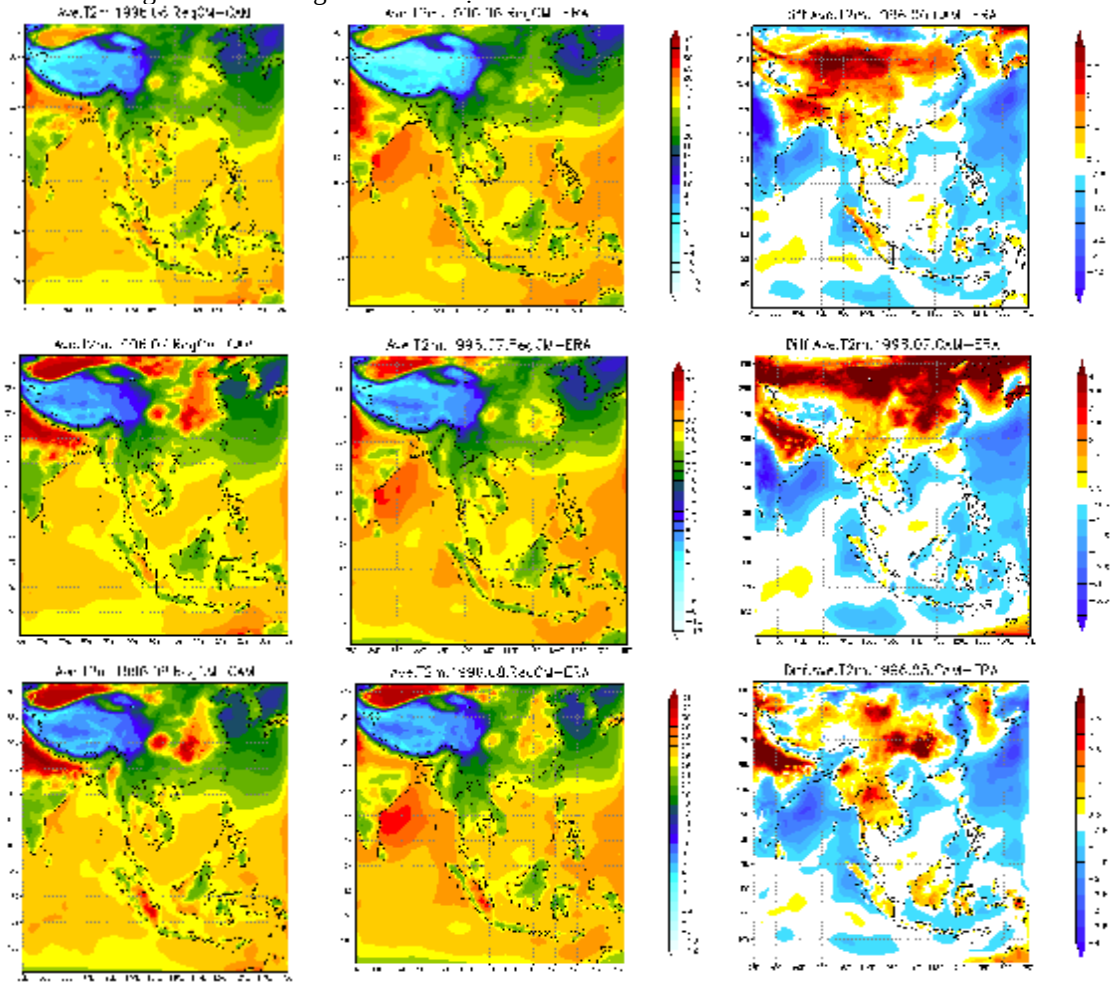


Hình 3. Trường nhiệt độ không khí trung bình mực 2m các tháng 6,7,8/1996 (trái sang phải) theo số liệu CRU.

Khác với tháng 6, nhiệt độ mô phỏng tháng 7 của RegCM–CAM trên khu vực miền Trung và một phần Bắc Bộ Việt Nam lại thấp hơn RegCM–ERA khoảng gần 1°C. Sự khác biệt của trường nhiệt tháng 8 mô phỏng bởi RegCM–CAM và RegCM–ERA có phần khác với tháng 6 và tháng 7. Khu vực phía bắc bán đảo Ấn Độ và đông bắc Trung Quốc vẫn được RegCM–CAM mô phỏng cao hơn, thậm chí tăng về trị số, nhưng thu hẹp về diện tích không gian. Trên lãnh thổ Việt Nam sự chênh lệch này giảm đi rõ rệt, chỉ vào khoảng ±0,5°C. Mặc dù có sự khác biệt giữa hai trường mô phỏng, có

thể nói rằng sự chênh lệch giữa chúng là chấp nhận được, nhất là trên khu vực Việt Nam.

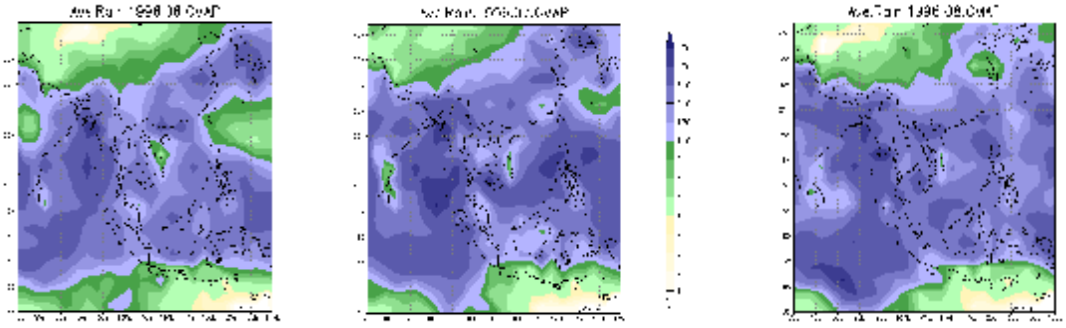
So sánh hình 3 và hình 4 ta thấy nhiệt độ mô phỏng của RegCM–ERA nói chung thấp hơn CRU. Kết hợp với những nhận xét trên đây có thể nói rằng về cơ bản RegCM–CAM tạo ra trường nhiệt mô phỏng thấp hơn CRU trên các khu vực Ấn Độ, Việt Nam – Đông dương và sẽ cho kết quả mô phỏng xấp xỉ hoặc cao hơn CRU trên các vùng cao nguyên Tây Tạng, đông bắc bán đảo Ấn Độ và phía bắc vĩ tuyến 30°N.



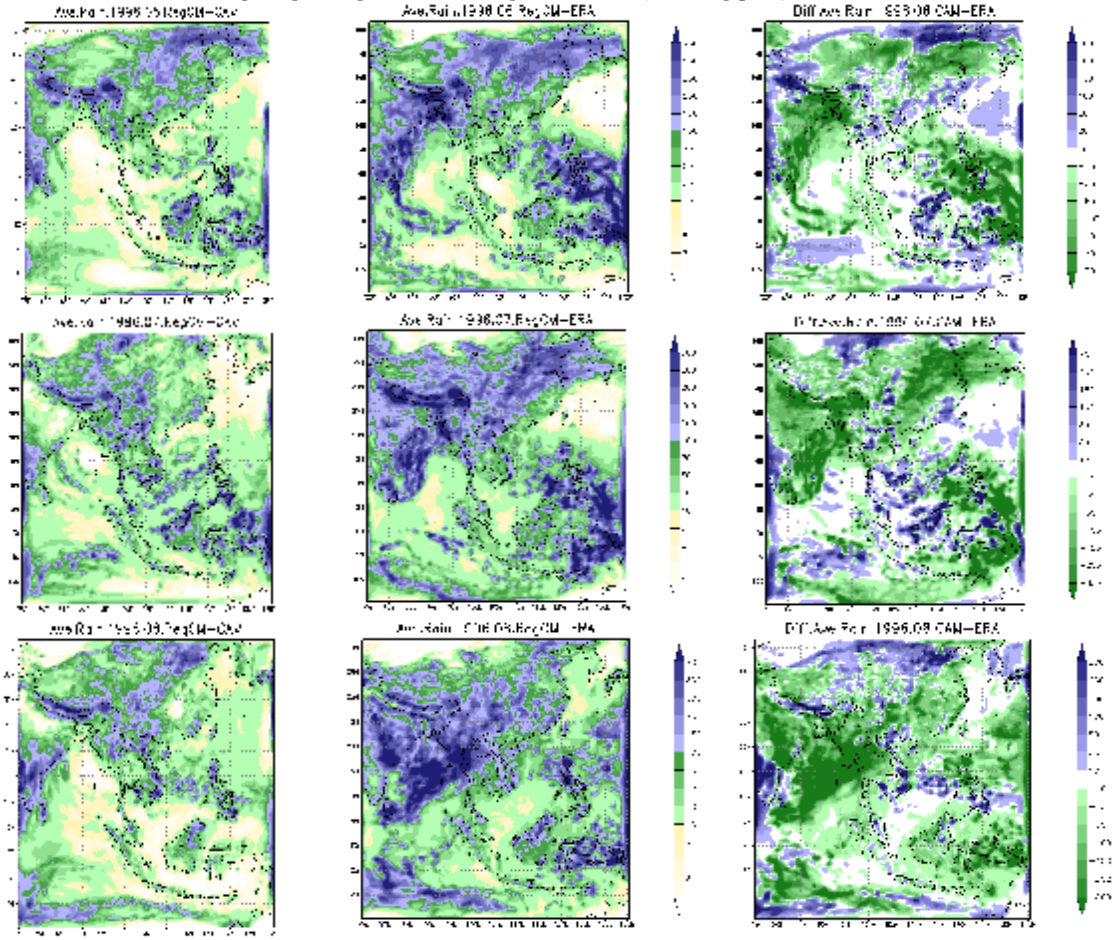
Hình 4. Trường nhiệt độ không khí trung bình mực 2m các tháng 6,7,8/1996 (trên xuống dưới) mô phỏng của RegCM3 theo số liệu của CAM (trái), ERA40 (giữa) và hiệu giữa chúng (phải).

Trường lượng mưa phân tích CMAP và mô phỏng bởi RegCM–CAM, RegCM–ERA cũng như hiệu giữa hai trường mô phỏng này được dẫn ra trên các hình 5 và 6. Một lần nữa có thể thấy sự khác biệt rất đáng kể trong cấu trúc trường lượng mưa giữa CMAP và mô phỏng của RegCM3. Do độ phân giải thô, trường lượng mưa trong CMAP bị làm trơn khá nhiều nên không thể hiện được vai trò địa phương, trong khi đó các trường mô phỏng của RegCM được mô tả chi tiết hơn rất nhiều. Trường mưa của CMAP thể hiện rất rõ đặc điểm qui mô lớn của dải mưa nhiệt đới bắc bán cầu trong những tháng chính hè, trong khi các trường mô phỏng

của RegCM lại có cấu trúc giống như phân bố mây trong những tháng này. Bởi vậy, sẽ không chính xác nếu chú trọng phân tích, so sánh giữa hai loại số liệu này cho từng tháng riêng biệt. Thay vì điều đó ta sẽ tập trung xem xét khả năng mô phỏng mưa của RegCM–CAM bằng cách so sánh với mưa mô phỏng của RegCM–ERA40.



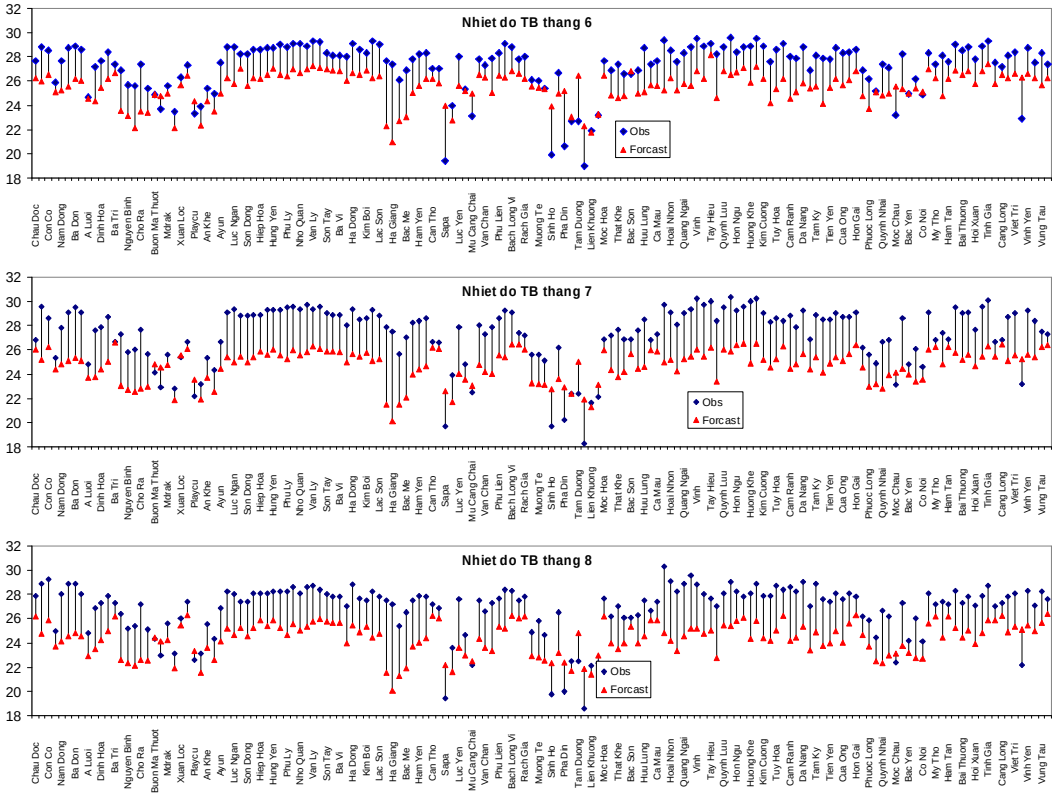
Hình 5. Trường tổng lượng mưa các tháng 6,7,8/1996 (trái sang phải) theo số liệu CMAP.



Hình 6. Trường tổng lượng mưa các tháng 6,7,8/1996 (trên xuống dưới) mô phỏng của RegCM3 theo số liệu của CAM (trái), ERA40 (giữa) và hiệu giữa chúng (phải).

Về tổng thể, dường như RegCM–CAM cho mô phỏng "khô" hơn RegCM–ERA trong cả ba tháng 6,7,8/1996, mặc dù sự phân bố không gian trường mưa của chúng tương đối phù hợp. Hầu như các tâm mưa gió mùa mùa hè trên bán đảo Ấn Độ, vịnh Bengal xuất hiện trong RegCM–ERA đều không được mô phỏng bởi RegCM–CAM. Vùng mưa lớn trên khu vực quần đảo Indonesia – Phillipine cũng được thể hiện một cách yếu ớt. Từ bản đồ phân bố hiệu lượng mưa giữa hai trường mô phỏng (các hình bên phải trong hình 6) có thể thấy, lượng mưa mô phỏng của RegCM–CAM lớn hơn của RegCM–ERA trên hầu hết các vùng thuộc lãnh thổ Việt Nam vào các tháng 7,8/1996, và thấp nhỏ hơn vào tháng 6.

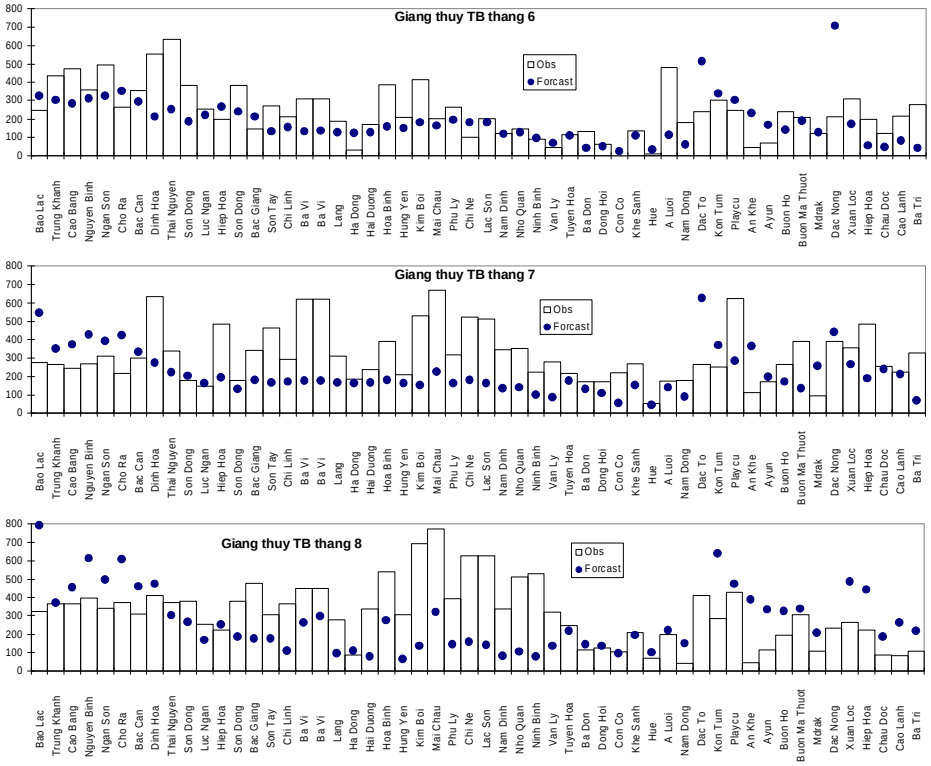
Trên các hình 7 và 8 trình bày kết quả so sánh nhiệt độ trung bình tháng và tổng lượng mưa tháng mô phỏng của RegCM–CAM (đã được nội suy về vị trí trạm) với nhiệt độ và lượng mưa quan trắc tại các trạm tương ứng (154 trạm có số liệu nhiệt độ và 54 trạm có số liệu mưa).



Hình 7. Nhiệt độ trung bình tháng theo số liệu quan trắc (chấm xanh) và mô phỏng của RegCM–CAM (chấm đỏ).

Một điều thú vị là nhiệt độ mô phỏng của RegCM–CAM hầu như thấp hơn một cách hệ thống so với số liệu quan trắc, với mức chênh lệch nằm trong khoảng 1–4^{o}C, phổ biến vào khoảng 2^{o}C. Chỉ có một số trạm tại đó nhiệt độ mô phỏng lớn hơn quan trắc, và đó là những trạm có độ cao trạm lớn, như Sapa, Sìn Hồ, Pha Đin. Tính chung trên toàn lãnh thổ, sai số trung bình (ME) của nhiệt độ có giá trị âm với trị số tuyệt đối nhỏ nhất vào tháng 6 (–1,7^{o}C) và lớn nhất vào tháng 7 (–2,6^{o}C) (bảng 1). Sai số tuyệt đối trung bình (MAE) của các tháng 6,7,8/1996

tương ứng là 2,1; 2,9 và 2,7^{o}C. Về lượng mưa, RegCM–CAM cũng có xu hướng mô phỏng thấp hơn quan trắc, song không thể hiện rõ qui luật như đối với nhiệt độ. Lượng mưa quan trắc tháng 6/1996 được tái tạo hợp lý nhất, trong khi các tháng 7 và 8/1996 mưa mô phỏng của RegCM–CAM hầu như "dàn đều", không nắm bắt được những trường hợp có lượng mưa lớn, đồng thời cho mưa quá nhiều ở những trạm có lượng mưa nhỏ. Đánh giá chung cho toàn lãnh thổ, sai số trung bình (ME) của lượng mưa tháng 8 có trị số tuyệt đối nhỏ nhất (–1,3mm) nhưng sai số tuyệt đối trung bình (MAE) lại lớn nhất (222,1mm). Tỷ số giữa sai số tuyệt đối trung bình và lượng mưa quan trắc của các tháng 6,7,8/1996 tương ứng là 0,488; 0,536; 0,712.



Hình 8. Tổng lượng mưa tháng theo số liệu quan trắc (các cột) và mô phỏng của RegCM–CAM (chấm xanh).

Bảng 1. Một số đặc trưng thống kê đánh giá dự báo cho khu vực Việt Nam

	Nhiệt độ trung bình (^{o}C)			Tổng lượng mưa (mm)		
	6/1996	7/1996	8/1996	6/1996	7/1996	8/1996
TBO (Quan trắc)	27,2	27,3	26,8	236,2	313,8	312,1
RegCM–CAM	25,5	24,7	24,4	183,8	218,1	310,8
ME	–1,7	–2,6	–2,5	–52,4	–95,7	–1,3
MAE	2,1	2,9	2,7	115,3	168,2	222,1
MAE/TBO				0,488	0,536	0,712

Qua đó có thể nói, về cơ bản RegCM–CAM đã nắm bắt khá hợp lý qui luật phân bố nhiệt độ trên khu vực Việt Nam. Sai số nhiệt độ mô phỏng của RegCM–CAM đối với Việt Nam khá ổn định và có tính hệ thống. Điều đó gợi mở khả năng hiệu chỉnh nhiệt độ dự báo của mô hình bằng các công cụ thống kê. Sai số lượng mưa mô phỏng của RegCM–CAM trên khu vực Việt Nam nhìn chung vẫn còn khá lớn. Trong 3 tháng thử nghiệm, chỉ có kết quả dự báo cho tháng 6/1996 là hợp lý nhất và có thể chấp nhận được. Điều đó phản ánh một thực tế khách quan về tính phức tạp của bài toán mô phỏng/dự báo mưa nói chung, và đó cũng là một thách thức lớn phải đối mặt, đòi hỏi phải dày công nghiên cứu nhiều hơn nữa.

4. Kết luận

Nhằm hướng tới ứng dụng bộ mô hình khí hậu toàn cầu và mô hình khí hậu khu vực cho mục đích dự báo hạn mùa các trường khí hậu bề mặt ở Việt Nam, một số thử nghiệm về dự báo nhiệt độ trung bình tháng và lượng mưa tháng thời kỳ 6–8/1996 bằng mô hình RegCM3 kết hợp với mô hình khí quyển toàn cầu CAM đã được thực hiện. Kết quả bước đầu nhận được cho phép rút ra một số kết luận sau:

1) Các trường mô phỏng của CAM đã mô tả khá hợp lý điều kiện hoàn lưu khu vực nhận được từ số liệu tái phân tích ERA40.

2) Xét trên toàn miền tính, các trường nhiệt độ và lượng mưa mô phỏng của RegCM3 với điều kiện ban đầu và điều kiện biên nhận được từ CAM (RegCM–CAM) về cơ bản phù hợp với kết quả mô phỏng của RegCM3 khi sử dụng số liệu tái phân tích ERA40 (RegCM–ERA). Mặc dù vậy, RegCM–CAM tạo ra trường nhiệt mô phỏng thấp hơn CRU trên các khu vực Ấn Độ, Việt Nam – Đông dương và cho kết quả mô phỏng xấp xỉ hoặc cao hơn CRU trên các vùng cao nguyên Tây Tạng, đông bắc bán đảo Ấn Độ và phía bắc vĩ tuyến 30^{o}N.

3) Về cơ bản RegCM–CAM đã nắm bắt khá hợp lý qui luật phân bố nhiệt độ trên khu vực Việt Nam. Sai số nhiệt độ mô phỏng của RegCM–CAM đối với Việt Nam khá ổn định và có tính hệ thống. Tuy nhiên, sai số lượng mưa mô phỏng của RegCM–CAM còn khá lớn và không thể hiện tính qui luật.

4) Mặc dù vẫn còn nhiều vấn đề cần được xem xét thêm, song kết quả thử nghiệm bước đầu trên đây cho phép nhận định về triển vọng sáng sủa về khả năng áp dụng kết hợp mô hình CAM và RegCM3 vào dự báo khí hậu hạn mùa cho Việt Nam.

Tài liệu tham khảo

[1] H. Annamalai, J. Potemra, R. Murtugudde, J.P. McCreary, Effect of Preconditioning on the Extreme Climate Events in the Tropical Indian Ocean, *Journal of Climate* 18 (2005) 3450.

[2] P.B. Duffy, R.W. Arritt, J. Coquard, W. Gutowski, J. Han, J. Iorio, J. Kim, L.R. Leung, J. Roads, E. Zeledon, Simulations of Present and Future Climates in the Western United States with Four Nested Regional Climate Models. *Journal of Climate* 19 (2006) 873.

[3] J. Kloizbach Phillip, M. Willam Gray Forecasting September Atlantic Basin Tropical Cyclone Activity, *Weather and Forecasting* 18 (2003) 1190.

[4] T.N. Krishnamurti, Lydia Stefanova, Arun Chakraborty, T.S.V. Vijaya Kumar, Steve Cocke, David Bachiochi and Brian Mackey, *Seasonal Forecasts of precipitation anomalies for North American and Asian Monsoons*. FSU Report# 01-07, April, 2001.

[5] R. E. Dickinson, R. M. Errico, F. Giorgi, G. T. Bates, A regional climate model for the western united states. *Clim. Change* 15 (1989) 383.

[6] F. Giorgi, T. Gary Bates, The climatological skill of a regional model over complex terrain. *Mon. Wea. Rev.*, 117(1989) 2325.

[7] F. Giorgi, Simulation of regional climate using a limited area model nested in a general circulation model, *J. Clim.* 3 (1990) 941.

[8] S. Saha, S. Nadiga, C. Thiaw, J. Wang, W. Wang, Q. Zhang, H. M. Van den Dool, H.L. Pan, S. Moorthi, D. Benringer, D. Stokes, M. Pena, S. Lord, G. White, W. Ebisuzaki, P. Peng, P.Xie, The NCEP Climate Forecast System. *Journal of Climate*, 19 (2006) 3483.

[9] W.D. Collins, P.J. Rasch, B.A. Boville, J.J. Hack, J.R. Mccaa, D.L. Williamson, J.T. Kiehl, B. Briegleb, C. Bitz, S.J. Lin, M. Zhang, Y. Dai (2004), *Description of the NCAR Community Atmosphere Model (CAM 3.0)*, NCAR Tech Note NCAR/TN-464+STR, National Center for Atmospheric Research, Boulder, CO 80307

[10] N. Elguindi, X. Bi, F. Giorgi, B. Nagarajan, J. Pal, F. Solmon, S. Rauscher, A.Zakey (2003): *RegCM Version 3.0 User's Guide.* PWCG Abdus Salam ICTP.

[11] F. Giorgi, Maria Rosaria Marinucci, Gary T. Bates, *Development of a Second-Generation Regional Climate Model (RegCM2). Part I: Boundary-Layer and Radiative Transfer Processes. Mon. Wea. Rev.*, 121 (1993) 2791.

[12] F. Giorgi, Maria Rosaria Marinucci, Gary T. Bates, *Development of a second-generation regional climate model (RegCM2). Part II: Convective processes and assimilation of boundary conditions. Mon. Weath. Rev.* 121, (1993) 2814.

Applicability of Regional Climate Model (RegCM) for seasonal scale prediction of surface climate fields in Vietnam

Phan Van Tan, Ho Thi Minh Ha, Luong Manh Thang, Tran Quang Duc

Faculty of Hydro-Meteorology & Oceanography, College of Science, VNU
334 Nguyen Trai, Hanoi, Vietnam

This study represents some experimental results of application of Regional Climate Model (RegCM3) in forecasting monthly mean temperature and rainfall for three summer months from June to August of 1996 using outputs of CAM - Community Atmosphere Model as initial and lateral boundary conditions (RegCM-CAM). The RegCM-CAM forecast fields were verified by comparing with corresponding RegCM3 outputs, which used ERA40 reanalysis data and IOSST sea surface temperature as boundary conditions (RegCM–CAM). The RegCM–CAM outputs were also compared to CRU (temperature) and CMAP (rainfall) data, and were verified using observed data and forecast data interpolated to meteorological stations. The results show that, basically, the temperature and rainfall forecasts of RegCM–CAM are in well agreement with one of RegCM–ERA as well as with CRU and CMAP data.

Over Vietnam, RegCM–CAM usually produces monthly temperature less than obseved; the mean bias of RegCM–CAM, approximately -2^{o}C, is rather stable and systematic. The same situations are also happened to monthly rainfall, but differences between forecast and observed data are much more larger and are not systematic. The RegCM–CAM forecast rainfall of Jun 1996 is in better agreement with observed than forecast of July and August of 1996.

Keywords: RegCM, Seasonal forecasting, Regional Climate Model.