

XÁC ĐỊNH SƯƠNG MÙ VÀ MÂY TẦNG THẤP St TRONG THỜI GIAN BAN ĐÊM BẰNG ẢNH VỆ TINH NOAA

Nguyễn Vinh Thư

Trung tâm Dự báo KTTV Trung ương

Trong nghiên cứu này chúng tôi sử dụng các số liệu ảnh thu được từ vệ tinh quỹ đạo cực NOAA-14, NOAA-16 và NOAA-18 trong năm 2004 và năm 2005 để xác định mây tầng thấp St và sương mù trong thời gian ban đêm trên khu vực Việt Nam. Kết quả xử lý các ảnh thu được nằm trong dải phổ $3.7\mu m$ và kênh $10.7\mu m$ cho thấy hệ thống mây tầng thấp St và sương mù xuất hiện khá đầy đủ và rõ nét. Phương pháp này hoàn toàn có thể đưa vào ứng dụng trong nghiệp vụ dự báo thời tiết tại Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Trung ương, Đài KTTV Khu vực và các Trung tâm Dự báo KTTV Tỉnh...

1. Mở đầu

Từ khi vệ tinh khí tượng đầu tiên được phóng lên và đi vào hoạt động ổn định từ những năm 70 đến nay, đã có rất nhiều những khai thác và ứng dụng nguồn thông tin mà vệ tinh thu nhận được. Trong nghiệp vụ dự báo khí tượng thủy văn, nghiên cứu khí hậu và môi trường, việc sử dụng thông tin ảnh vệ tinh là rất quan trọng, cần thiết và không thể thiếu.

Việc nhận dạng mây tầng thấp St và sương mù vào thời gian ban đêm từ ảnh mây vệ tinh đã được nghiên cứu, áp dụng và đưa vào sử dụng trong nghiệp vụ dự báo thời tiết ở nhiều Trung tâm Dự báo khí tượng lớn trên thế giới. Ở Việt Nam, việc tiếp thu công nghệ và phương pháp tiên tiến này trên thế giới để đưa ra sản phẩm về diễn biến trường mây thấp và sương mù trong tác nghiệp là rất cần thiết và khả thi trong giai đoạn hiện nay.

2. Nguồn số liệu

Số liệu ảnh vệ tinh quỹ đạo cực NOAA (National Oceanic Atmospheric Administration) từ các thể hệ vệ tinh NOAA-14, NOAA-15, NOAA-16 và NOAA-18 bay ở độ cao trung bình khoảng 850km với chu kỳ 101.5 phút được Trung tâm Dự báo KTTV TW thu nhận được từ cuối 2004 đầu năm 2005. Các vệ tinh NOAA trên đều có 05 dải phổ (VIS01: $0.58-0.68\mu m$, VIS02: $0.725-1.1\mu m$, IR1: $10.3-11.3\mu m$, IR2: $11.5-12.5\mu m$ và kênh $3.7\mu m$) để hỗ trợ các quan trắc môi trường trái đất, xác định nhiệt độ mặt nước biển,

giám sát cháy rừng và phân tích mây, vùng phủ rộng khoảng 3.000 km², thu nhận 8 lần trong một ngày, độ phân giải không gian và thông tin đồng đều trên tất cả các kênh là 1.1km và 1024 mức lượng tử. Số liệu từ vệ tinh NOAA cho phép phân tích các đối tượng mây dễ dàng hơn, chính xác hơn, và đặc biệt là khi phân tích cấu trúc của hệ thống mây xoáy thuận nhiệt đới, phân tích mây tầng thấp, sương mù,...

3. Phương pháp nghiên cứu

Mây tầng thấp St và sương mù thường hình thành sát mặt đất hoặc cách một khoảng nhất định so với bề mặt. Nó thường hình thành vào ban đêm hoặc sáng sớm, đến khi mặt trời lên cao thì chúng bắt đầu mờ nhạt và tan dần, tùy thuộc vào cường độ bức xạ mặt trời. Việc xác định được sương mù và mây tầng thấp St có ý nghĩa rất lớn đối với các hoạt động kinh tế-xã hội, đặc biệt là giao thông vận tải. Trong thời gian ban đêm, khi ảnh thị phổ không chụp được các đối tượng mây thì việc nhận dạng được mây St và sương mù là rất khó khăn, hầu như không phát hiện được chúng nếu chỉ sử dụng một loại số liệu (Coakley, J.A và Baldwin D. G, 1984)

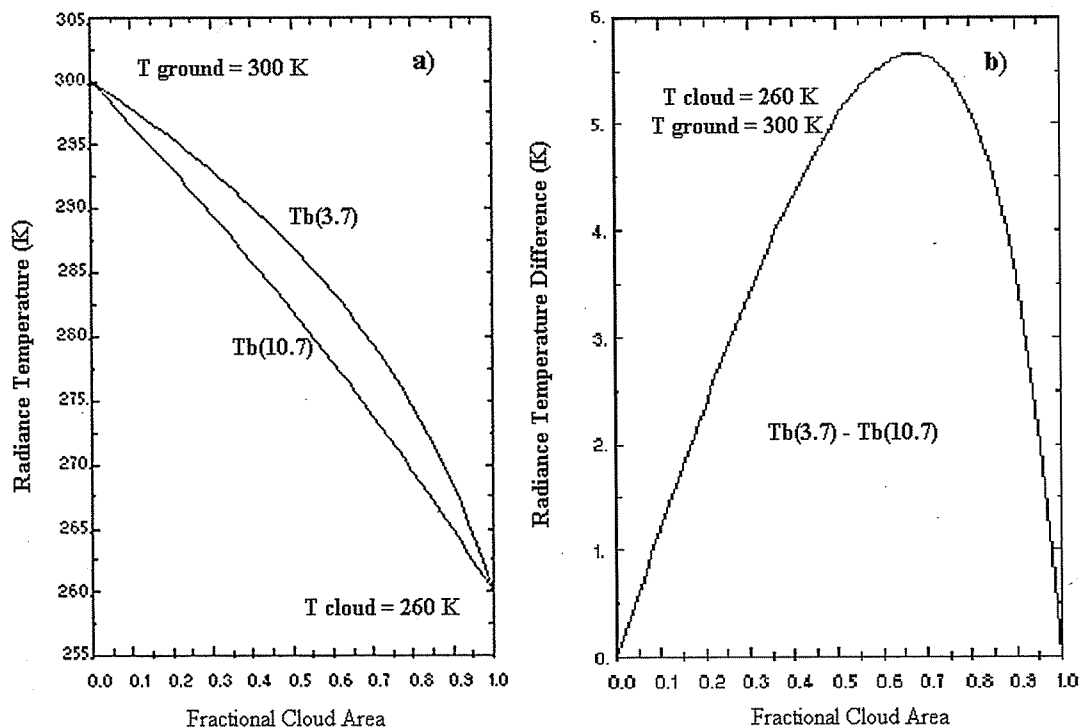
Để xác định mây tầng thấp St và sương mù cho vùng lãnh thổ Việt Nam và khu vực lân cận từ nguồn số liệu ảnh vệ tinh NOAA, chúng tôi sử dụng các giá trị nhiệt độ bức xạ từ kênh $3.7\mu m$, kênh $10.7\mu m$ và biến đổi nhiệt độ giữa hai kênh này. Về cơ bản, kỹ

thuật này dựa trên giả thuyết là độ phát xạ của mây thể nước tại 3.7 μm nhỏ hơn tại 10.7 μm (Lee, T F Turk và Richardson 1997). Do sự biến đổi vốn có của nhiệt độ bề mặt, chúng ta có thể đo được nhiệt độ bề mặt tại kênh 3.7 μm ấm hơn tại 10.7 μm , do kênh 3.7 μm phản ứng tốt hơn với vùng Pixel ấm. Đây là lý do giải thích tại sao chúng ta nói kênh 3.7 μm thích hợp với nhiệt độ cao và kênh 10.7 μm thích hợp với nhiệt độ thấp.

Trên hình 1a so sánh nhiệt độ sáng nhận được từ vệ tinh trên kênh 3.7 μm và 10.7 μm vào thời gian ban đêm, khi không có bức xạ phản chiếu tại kênh 3.7 μm , với góc nhìn mà nhiệt độ dưới bề mặt là

300 °K tăng dần lên bao phủ bởi mây tại nhiệt độ 260 °K. Trong trường hợp này độ phát xạ coi như bằng 1 và bỏ qua hấp thụ khí quyển. Trong điều kiện ít mây hoặc quang mây, nhiệt độ bức xạ tại kênh 3.7 μm và 10.7 μm là giống nhau. Tuy nhiên, khi vùng phủ mây tăng lên, nhiệt độ bức xạ tại 3.7 μm trở lên lớn hơn nhiệt độ bức xạ tại 10.7 μm và do kênh 3.7 μm phản ứng mạnh với giá trị nhiệt cao hơn.

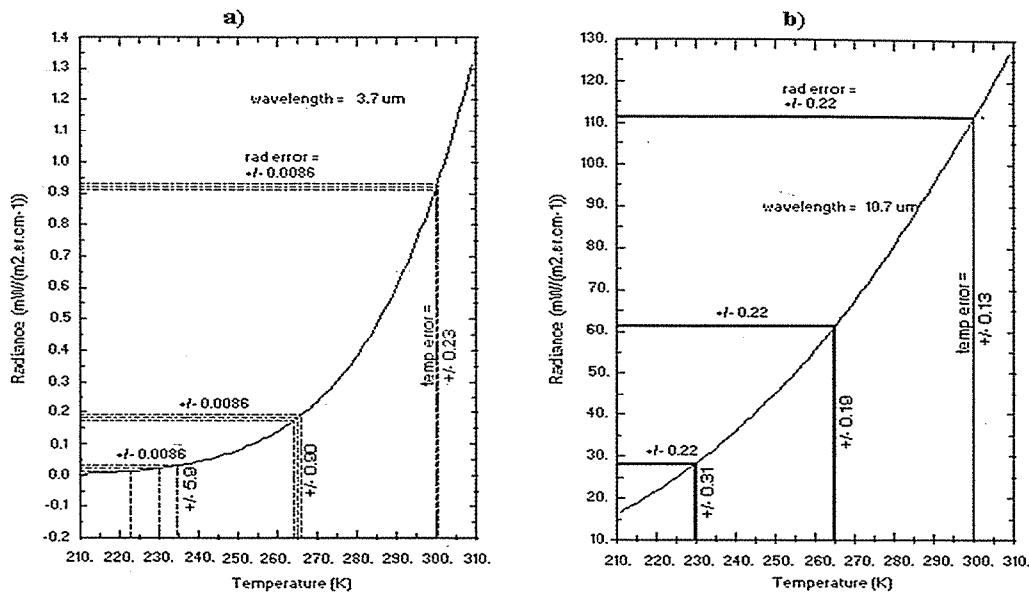
Trên hình 1b mô tả quan hệ giữa vùng phủ mây với giá trị hiệu nhiệt độ bức xạ giữa kênh 3.7 μm và 10.7 μm với giả thiết bề mặt có nhiệt độ là 300 °K và mây có nhiệt độ là 260 °K.



Hình 1. Nhiệt độ bức xạ kênh 3.7 μm , kênh 10.7 μm và biến đổi nhiệt độ bức xạ giữa 2 kênh.

Sự khác nhau về nhiệt độ bức xạ có giá trị trong việc xác định các thông số về mây. Khi chênh lệch nhiệt độ bức xạ 2 kênh này đạt mức cực đại gần 6 °K thì sẽ có khoảng 65% mây bao phủ. Nếu giả sử

mây là đồng nhất và bề mặt có mây bao phủ (nhiệt độ đã biết) thì độ che phủ mây có thể được xác định nếu bỏ qua ảnh hưởng của nhiễu xạ, phát xạ và độ ẩm của khí quyển.

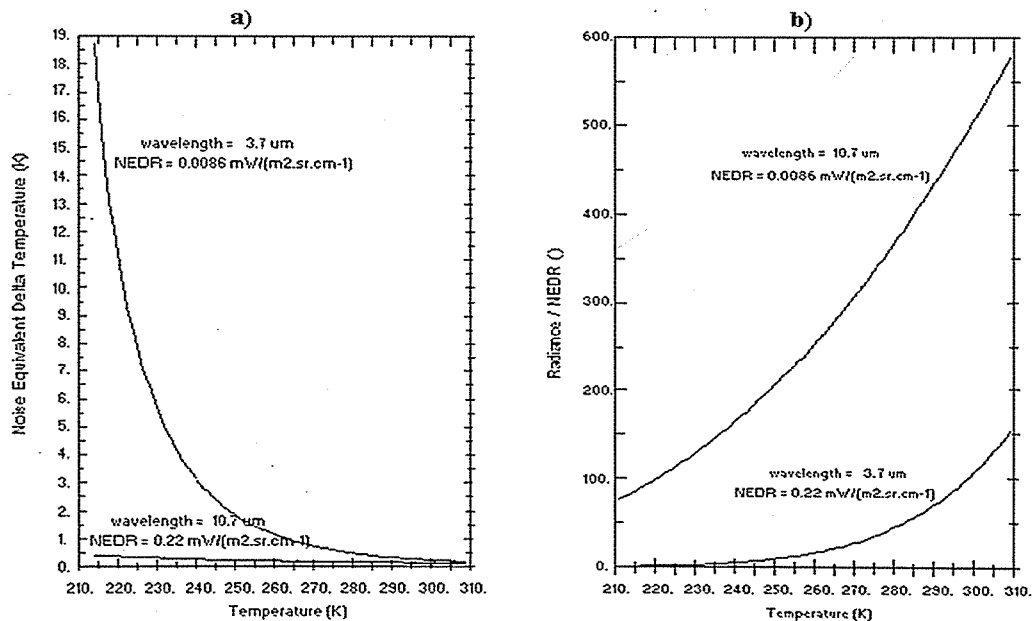


Hình 2. So sánh nhiệt độ bức xạ kênh 3.7 μm và 10.7 μm

Độ chính xác của đo đặc bức xạ tại mỗi bước sóng là một hằng số, được chỉ ra bởi đường đứt ngang, và độ chính xác của đo đặc nhiệt độ thể hiện trên đường đứt thẳng đứng trên (hình 2). Bức xạ tại 10.7 μm là khá tuyến tính với nhiệt độ so với bức xạ tại 3.7 μm . Điều này lý giải nhiệt độ bức xạ kênh 10.7 μm có thể xác định khá chính xác cho cả nhiệt độ nóng hoặc lạnh.

dần lên thì bức xạ sẽ tăng lên rất nhanh. Do mức độ chính xác của của thiết bị trên kênh 3.7 μm vệ tinh là không đổi, nên khi đo nhiệt độ thấp thường kém chính xác hơn khi đo ở nhiệt độ cao. Điều này rất quan trọng khi ta ứng dụng kênh 3.7 μm vào nghiên cứu nhiệt độ bề mặt nóng và lý giải nguyên nhân không thể áp dụng trong nghiên cứu phân tích đối lưu.

Hình 2a với bước sóng 3.7 μm , khi nhiệt độ ẩm



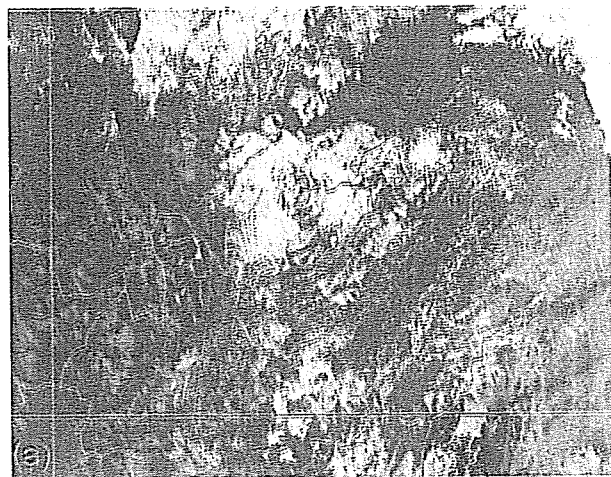
Hình 3. So sánh nhiệt độ nhiễu kênh 3.7 μm và 10.7 μm

Từ kết quả phân tích trên hình 3a chỉ ra rằng độ chính xác về nhiệt độ có thể đo tại kênh 3.7 μm kém hơn 2 $^{\circ}\text{K}$ đối với những giá trị nhiệt độ dưới 250 $^{\circ}\text{K}$ và tại 10.7 μm thì độ chính xác luôn tốt hơn 0.5 $^{\circ}\text{K}$ cho tất cả các giá trị nhiệt độ khác.

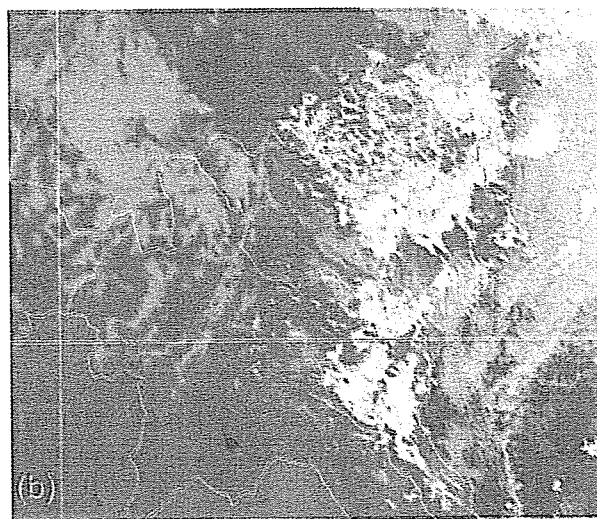
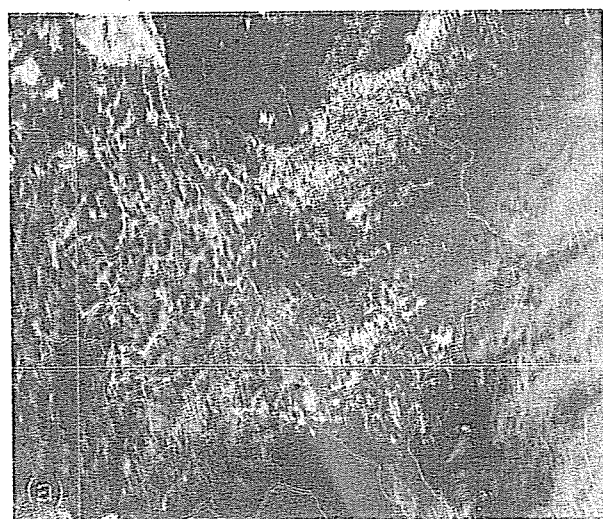
Từ những đặc điểm phân tích trên của kênh 3.7 μm và kênh 10.7 μm , chúng tôi tiến hành xác định mây tầng thấp St và sương mù cho vùng lãnh thổ Việt Nam và khu vực lân cận bằng cách sử dụng hiệu giá trị nhiệt độ kênh 3.7 μm , kênh 10.7 μm và sự khác biệt của chúng từ nguồn số liệu ảnh vệ tinh NOAA.

4. Kết quả

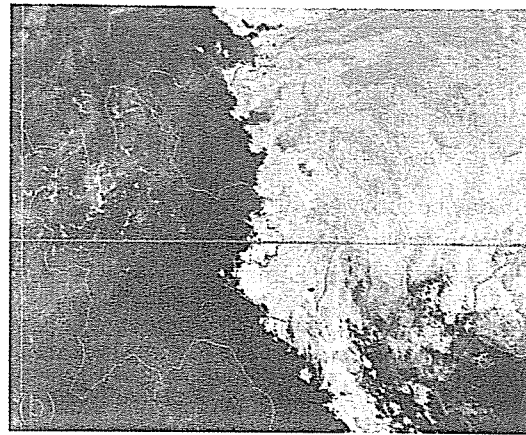
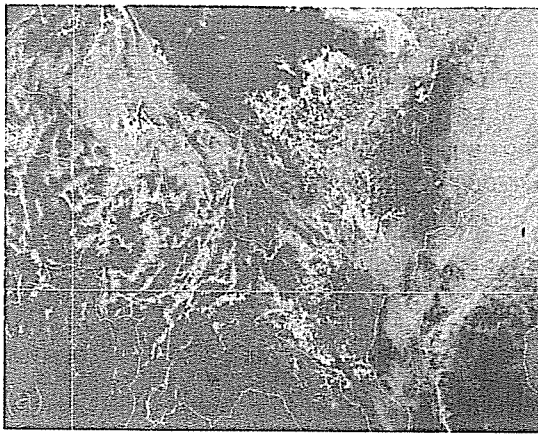
Dưới đây là một số các kết quả phân tích và xác định mây tầng thấp St và sương mù vào thời gian ban đêm từ ảnh vệ tinh quỹ đạo cực NOAA thu được tại Trung tâm Dự báo KTTV Trung ương. Trên các sản phẩm mô tả kết quả nghiên cứu, màu trắng biểu diễn sự xuất hiện của mây tầng thấp St và sương mù. Những khu vực mây St và sương mù dày đặc có màu trắng sáng; ở những khu vực có màu sáng nhạt hơn là những nơi xuất hiện mây St và sương mù mỏng. Như vậy, qua các bước xử lý và hiển thị sản phẩm, mây tầng thấp St và sương mù đã được biểu diễn khá đầy đủ và sắc nét trên ảnh vệ tinh NOAA.



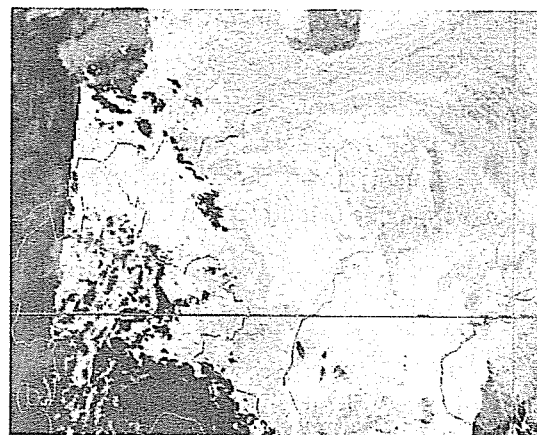
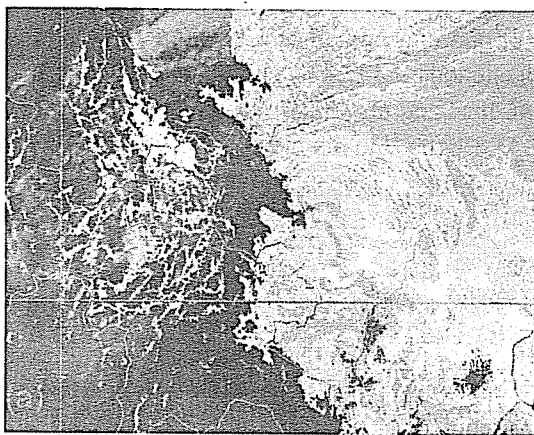
Hình 4. Kết quả phân tích mây tầng thấp St và sương mù từ ảnh vệ tinh NOAA lúc 15 giờ 21 phút, ngày 15/12/2004 (a) và 19 giờ 32 phút ngày 15/12/2004 (b)



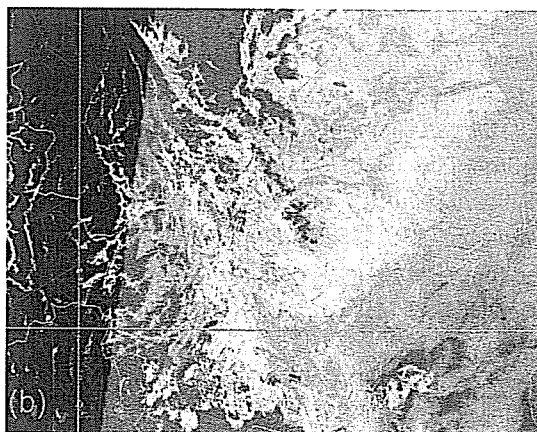
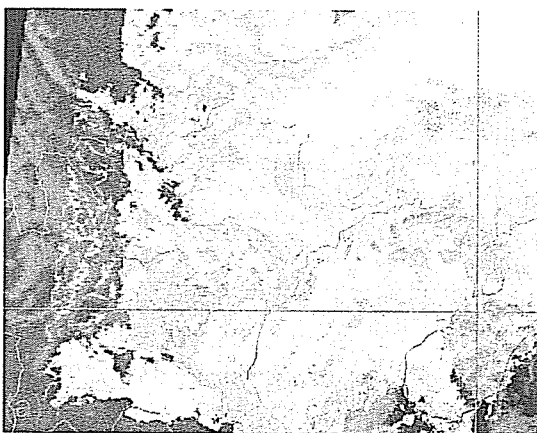
Hình 5 Kết quả phân tích mây tầng thấp St và sương mù từ ảnh vệ tinh NOAA lúc 23 giờ 30 phút ngày 15/12/2004 (a) và 18 giờ 47 phút ngày 19/12/2004 (b)



Hình 6. Kết quả phân tích mây tầng thấp St và sương mù từ ảnh vệ tinh NOAA lúc 23 giờ 35 phút ngày 19/12/2004 (a) và 14 giờ 48 phút ngày 3/1/2005 (b)



Hình 7. Kết quả phân tích mây tầng thấp St và sương mù từ ảnh vệ tinh NOAA lúc 19 giờ 15 phút ngày 3/1/2005 (a) và 22 giờ 40 phút ngày 3/1/2005 (b)



Hình 8. Kết quả phân tích mây tầng thấp St và sương mù từ ảnh vệ tinh NOAA lúc 18 giờ 53 phút ngày 5/1/2005 (a) và 23 giờ 33 phút ngày 3/1/2005 (b)

5. Kết luận và kiến nghị

Việc sử dụng số liệu vệ tinh NOAA nhằm phân tích và xác định được mây tầng thấp St và sương mù bao phủ vào thời gian ban đêm là một trong

những nghiên cứu có ý nghĩa khoa học và thực tiễn. Nghiên cứu này thực hiện trên kênh 3.7 μ m và kênh 10.7 μ m của vệ tinh quỹ đạo cực NOAA, năm 2004 và năm 2005, cho một số kết quả nhất định sau đây:

- Các vùng mây tầng thấp St và sương mù hầu như đều được phát hiện và thể hiện khá tốt trên các bức ảnh mô tả sản phẩm.

- Độ dày của mây St được biểu hiện bằng mức độ sáng của chúng trên ảnh; với mây St mỏng thì tổng độ sáng của chúng kém hơn.

- Sự xuất hiện của sương mù vào thời gian ban đêm cũng như quá trình tiến triển của chúng đến thời gian sáng sớm đều được quan sát và phân tích rõ, nếu như có số liệu liên tục trong khoảng thời gian này.

- Cường độ mạnh hay yếu của sương mù cũng được thể hiện trên ảnh sản phẩm thông qua tổng độ sáng của chúng.

Tuy nhiên, do bản chất vật lý của sương mù và mây tầng thấp St tương đối giống nhau, là loại mây tầng thấp, có nhiệt độ cao, do vậy rất khó khăn và hầu như không phân biệt được trên ảnh. Mây St và

sương mù chỉ có thể phân biệt được vào thời gian sáng khi góc mặt trời bắt đầu lên cao và vùng có sương mù giảm dần từ ngoài vào trong (tan dần) do ảnh hưởng của bức xạ mặt trời; trong khi đó mây St hầu như không thay đổi nhiều.

Trong quá trình phân tích các nhà dự báo cần thiết phải xem xét đến diễn biến bức xạ từ kênh hồng ngoại nhiệt, xem xét đến yếu tố địa hình bởi sương mù chủ yếu hình thành ở vùng ven biển, hồ nước, sông suối, vùng núi cao và một số khu vực khác nơi có các điều kiện về nhiệt, ẩm và bức xạ thuận lợi cho sự hình thành và phát triển thì mới có thể phân biệt được với mây St.

Kết quả của nghiên cứu trên mặc dù được áp dụng cho loại ảnh vệ tinh NOAA, nhưng hoàn toàn có thể áp dụng cho nguồn số liệu vệ tinh địa tĩnh MTSAT, Phong Vân mà hiện nay Trung tâm Dự báo KTTV TW đã và đang thu nhận hằng ngày.

Tài liệu tham khảo

1. Anthis, A. L., and A. P. Gracknell, 1998: Fog detection and forecast of fog dissipation using both AVHRR and METEOSAT data. 9th Sat. Met/OCEAN, p2.42B, 270–273.
2. Anderson, G. P., and coauthors, 1995: FASCODE MODTRAN/LOWTRAN: Past/Present/Future, 18th Ann. Rev. Conf. Atm. Transmission Models.
3. Coakley, J. A., and F. P. Bretherton, 1982: Cloud cover from high resolution scanner data: Detection and allowing for partially filled fields of view. J. Geophys. Res., 87, 4917–4932.
4. Coakley, J. A., and D. G. Baldwin, 1984: Towards the objective analysis of clouds from satellite imagery. J. Climate Appl. Meteor., 23, 1065–1099.
5. Croft, P. J., R. L. Pfost, J. M. Meldin, and G. A. Johnson, 1997: Fog forecasting for the southern region: A conceptual model approach. Weather and Forecasting, 12, 535–556.
6. Ellrod, G. P., 1995: Advances in the detection and analysis of fog at night using GOES multispectral infrared imagery. Weather and Forecasting, 10, 606–619.
7. Ernst, J. A., 1975: Fog and stratus "invisible" in meteorological satellite infrared (IR) imagery. Mon. Wea. Rev., 103, 1024–1026.
8. Eyre, J. R., J. L. Brownscombe, and R. J. Allam, 1984: Detection of fog at night using AVHRR. Meteor. Mag., 113, 266–271.
9. Kim, M. O., 1998: The characteristics of the sea fog around the Korean Peninsula. M. S. thesis, Chonnam National University, 64pp.
10. Lee, T. F., F. J. Turk, and K. Richardson, 1997: Stratus and fog products using GOES-8-9 3.9- μ m data. Weather and Forecasting, 12, 664–677.
11. METRI, 1999: Study on sea fog detection using GMS-5 satellite data (II). Meteorological Research Institute of Korea, Seoul, 73pp.