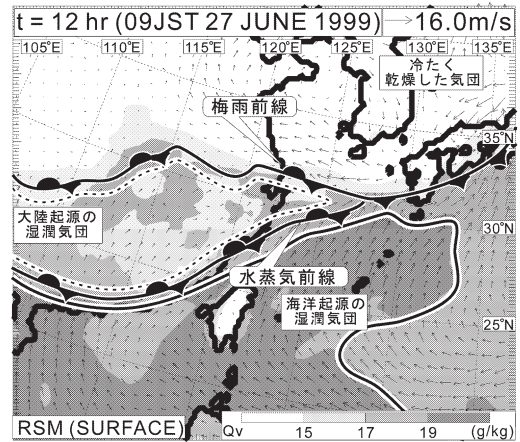


## 水蒸気前線

水蒸気前線という言葉は、古くから梅雨前線帯の特徴の一部を表す言葉としてしばしば用いられてきました。これに対して、Moteki *et al.* (2004a, b) は、その梅雨前線帯の中には、異なる2本の前線収束があり、そのうち南側のものが“water vapor front (水蒸気前線)”と呼ぶべき特徴を持っているとしました。これら2つの意味は、互いに矛盾するものではありませんが、しばしば混乱を生じうることも確かなので改めて整理してみることにします。それぞれの捉え方で書かれた和文解説としては、二宮 (2006) および茂木 (2006) が既にありますので、ここでは、この2つの見方の違いを中心にまとめます。

アジア域全体として大局的に見たとき、あるいは月平均の気候学的な特徴を見たとき、5～7月に東西に伸びる気圧の谷領域としての梅雨前線帯は、温度勾配よりも水蒸気勾配で見たときにその位置がより鮮明に浮かび上がります。この特徴は、二宮 (2006) にまとめられているような多くの研究によってほぼ教科書的な知見となっており、梅雨に関する論文を少しでもあつたことのある方には周知のことでしょう。この梅雨前線帯そのものの特徴を表す言葉として「水蒸気前線」が用いられることがあります。この捉え方は、「前線帯」というある程度の南北幅をもたせた領域の特徴を示すものです。具体的に言うと、その認識は、水平解像度1～2.5度の客観解析データの分析から大局的な見方として得られるもので、天気図における大規模場での概念的な前線記号で示されるものの特徴を指しています。つまり、この意味で用いられているときは「水蒸気前線 (帯)」と頭の中で「帯」を補って読むと分かりやすいと思います。

一方、観測・数値モデルともにデータの高解像度化が進むにつれて、大局的に眺めていたその「帯」の中に内在する「線」をより鮮明に見ることができるようになってきました。第1図は、水平解像度約20kmの気象庁領域スペクトルモデルによるその一例です。こ



第1図 水平解像度約20kmの気象庁領域スペクトルモデルによる1999年6月27日の地表の水蒸気混合比と風ベクトル (吉崎・加藤 2007より転載)。

の例でMoteki *et al.* (2004a, b) が指摘したのは、梅雨前線帯を構成する下層収束線として、「梅雨前線」本体と、それとは別に「水蒸気前線」と呼ぶべきものが東シナ海上に存在していた、という事実です。第1図で見るところの「梅雨前線」本体とは、北緯約30度を境にした北側のやや冷たく乾いた気団と南側の温暖・湿潤な気団の境界にできる南西風と北風による収束線です。「梅雨前線」本体は、明瞭な水蒸気勾配を伴うことも確かですが、寒冷前線などに比べると弱いながらもはっきりとした温度勾配を持っています (この事例では約2 K/100km)。一方、ここで「水蒸気前線」と名付けられたものは、その南側で大陸起源の温暖・湿潤な気団と海洋起源の温暖・湿潤な気団との境界にできる南西風場内の収束線です。2つの温暖・湿潤な気団は、大陸と海洋の地表面粗度の違いによって同じ南西風でも風速差があるため、その境界にも下層収束線を生じ、降水系の形成要因となります。また、同じ温暖・湿潤な気団ではあっても、大陸起源と海洋起源では水蒸気量にかなり差があるので、その境界では明

瞭な水蒸気勾配が見られます。しかし、暖気同士の境界なので、温度勾配は「梅雨前線」本体よりもさらに不明瞭であり、この特徴はまさしく「水蒸気前線」と名付けるべきものです。ただし、この微視的な見方としての「水蒸気前線」は、Moteki *et al.* (2004a, b)以降、航空機を用いた直接観測などで裏付けが進んだものの (Moteki *et al.* 2006; Maeda *et al.* 2008)、しっかりと調べられているのはまだ数例に過ぎません。そういった意味では、新たな説明が加えられる可能性もある言葉として注意して用いられるべきものです。

これら2つの意味での「水蒸気前線」に対して、梅雨期に特徴的に見られる湿舌との関係についても混乱が生じうるので少し触れておきます。湿舌とは、日本気象学会編 (1998) の気象科学事典による説明から簡単にまとめると、「梅雨期の850~500hPaの天気図上でよく現れる前線帯に沿って舌状の形をした湿潤域。湿潤対流の結果として上層に下層の水蒸気が運ばれることで形成される。」というものです。ここにある通り、湿舌は、梅雨前線帯に沿って現れるもので、数百kmの南北幅を持ちます。この湿舌について、「線」として微視的に捉えた「梅雨前線」本体と「水蒸気前線」という2本の収束線に対する位置関係を整理してみます。湿舌を形成するもととなる主な湿潤対流は、「梅雨前線」本体と「水蒸気前線」に沿って発達します。しかし、より南側に位置する「水蒸気前線」は、太平洋高気圧に伴う沈降場により近いため、「梅雨前線」本体の方が継続的な対流の形成に対してより大きく寄与するケースが多いと考えられます。このような状況を想定すると、東西に伸びる湿舌の中心線は「梅雨前線」本体の位置とほぼ一致します。「水蒸気前線」上の対流は、湿舌の南側半分形成に部分的に寄与し、位置関係として見れば「水蒸気前線」よりも北側に湿舌に対応する湿潤域が分布することになります。ただし、前にも述べたように微視的に見た「水蒸気前線」の研究はまだ数例を数えるのみであり、湿舌との関係についても一般論として説明される段階には至っていません。

ここまで説明をしたように「水蒸気前線とは？」との問いに対しては、1本の「帯」としての捉え方と複

数存在する「線」のうちの1本としての捉え方による2つの答えがあります。教科書的な知見としての前者と研究の発展途上にある後者は、注意して使い分ける(読み分ける)必要があります。混乱を避けるためには、使っているデータの解像度や時間スケールに着目すれば、数百kmの幅を持つ「帯」を見ているのか、数~数十kmで解像できる「線」を見ているのか、はっきりするはずですが。

#### 参考文献

- Maeda, S., K. Tsuboki, Q. Moteki, T. Shinoda, H. Minda and H. Uyeda, 2008: Detailed structure of wind and moisture fields around the Baiu frontal zone over the East China Sea. SOLA, 4, 141-144.
- 茂木耕作, 2006: 東シナ海上の梅雨前線南側における降水系の形成機構~水蒸気前線の発見~ -2005年度山本・正野論文賞受賞記念講演-. 天気, 53, 605-619.
- Moteki, Q., H. Uyeda, T. Maesaka, T. Shinoda, M. Yoshizaki and T. Kato, 2004a: Structure and development of two merged rainbands observed over the East China Sea during X-BAIU-99. Part I: Meso- $\beta$ -scale structure and development processes. J. Meteor. Soc. Japan, 82, 19-44.
- Moteki, Q., H. Uyeda, T. Maesaka, T. Shinoda, M. Yoshizaki and T. Kato, 2004b: Structure and development of two merged rainbands observed over the East China Sea during X-BAIU-99. Part II: Meso- $\alpha$ -scale structure and build-up processes of convergence in the Baiu frontal region. J. Meteor. Soc. Japan, 82, 45-65.
- Moteki, Q., T. Shinoda, S. Shimizu, S. Maeda, H. Minda, K. Tsuboki and H. Uyeda, 2006: Multiple frontal structures in the Baiu frontal zone observed by aircraft on 27 June 2004. SOLA, 2, 132-135.
- 日本気象学会編, 1998: 気象科学事典. 東京書籍, 637pp.
- 二宮光三, 2006: 日本列島域の大規模および中規模循環系に関する研究~特に多種スケール階層構造に注目して~ -2005年度藤原賞受賞記念講演-. 天気, 53, 93-122.
- 吉崎正憲, 加藤輝之, 2007: 豪雨・豪雪の気象学. 朝倉書店, 187pp.

(海洋研究開発機構 地球環境変動領域 茂木耕作)  
moteki@jamstec.go.jp