

## トピックス

### 線状降水帯発生要因となる「大気の水」とその観測プロジェクト

「線状降水帯」の予測は難しく、予測精度向上にむけた研究が進められています。線状降水帯の発生には水蒸気の流入が重要な役割を果たしますが、海上での観測が必要であり、現在は十分な観測ができていません。そこで、現在、「大気の水」と呼ばれる水蒸気の流れを航空機で直接観測し、線状降水帯の予測を目指す研究が進んでいます。今回はその概要をご紹介しますとともに、観測グループの中心者であり、東京海上研究所の共同研究者でもある名古屋大学・坪木和久教授に取組の意義を伺いました。

#### 1. 線状降水帯とその予測

次々と発生する発達した雨雲（積乱雲）が線状に伸び、強い降水をともなう現象を「線状降水帯」といいます。気象庁では2022年6月より、線状降水帯の発生が予想された場合、半日程度前から大雨への注意を呼びかけています。2022年度実績では、的中が13回中3回、見逃しが11回中8回であり<sup>1</sup>、運用開始前に想定したのとほぼ同程度の予測精度ではあるものの、引き続き予測精度向上に向けた取組を強化するとしています。

このように、線状降水帯は予想が難しい現象であり、その理由として気象庁のホームページでは以下の3点が示されています。

- (1) 線状降水帯の発生メカニズムに未解明な点がある。
- (2) 線状降水帯周辺の大気の3次元分布が正確にはわかっていない。
- (3) 予想のための数値予報モデルに課題がある。

このうち(2)について、線状降水帯の発生を予想するためには、大雨のもととなる海上の水蒸気量の把握が特に重要です。しかし陸上に比べて海上の観測データが十分でなく、このことが線状降水帯の予想を難しくしている一因と述べられています<sup>2</sup>。

#### 2. 線状降水帯をもたらす「大気の水」

線状降水帯を発生させる大規模な水蒸気の流れを「大気の水」と呼ぶことがあります。幅は500 kmから1000 km、長さは数千kmに及ぶこともあり<sup>3</sup>、大気の水を流れる水蒸気（水）の流量はアマゾン川の平均流量を大きく上回ることもあります。大気の水を流れる水蒸気は目には見えませんが、図-1 をご覧頂くとイメージしやすいと思います。大気の水の実態はまだよくわかっていませんが、線状降水帯を予想するためには、この大気の水の実態を捉え、流れる水の量とその大気の安定度を知ることが重要です。

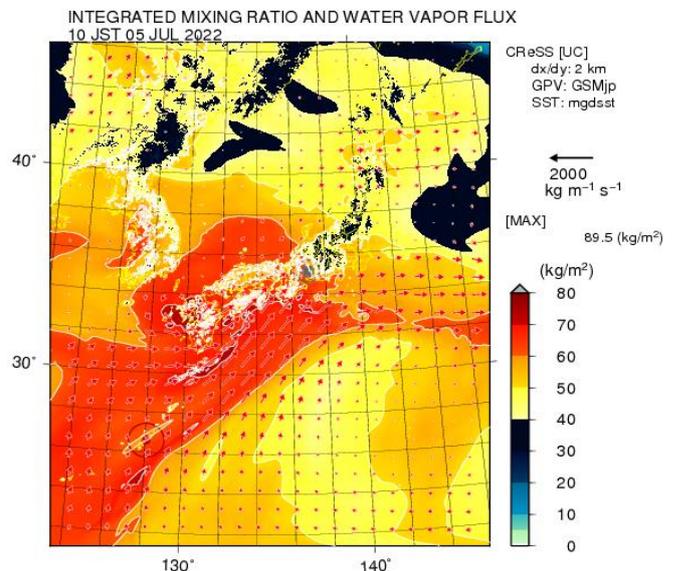


図-1 気象モデルのシミュレーションで表現された大気の水。暖色の領域ほど水蒸気が多いことを表す。

<sup>1</sup> 気象庁『令和4年度出水期の実績～線状降水帯による大雨の半日前からの呼びかけ～』:

<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/jirei/senjokousuitai/R04jisseki.pdf>

<sup>2</sup> 気象庁ホームページ『予報が難しい現象について(線状降水帯による大雨)』:

[https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/yohokaisetu/senjokousuitai\\_oaame.html](https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/yohokaisetu/senjokousuitai_oaame.html)

<sup>3</sup> 坪木和久『激甚災害はなぜ起こる』(新潮社)

### 3. 水蒸気の航空機観測

#### (1) 航空機観測の概要

海上の水蒸気をどのように観測するのでしょうか。そのひとつの方法が航空機観測です。SENSOR37号<sup>4</sup>では台風の航空機観測を紹介しましたが、同様の手法で水蒸気を観測することができます。名古屋大学を中心とするグループはこの水蒸気の航空機観測に取り組んでおり、2022年7月5日に名古屋空港と沖縄の下地島空港間を往復し、「大気の水蒸気の鉛直分布を国内で初めて直接観測しました。

観測では高度43,000フィート(13.1 km)をおよそ450ノット(時速830 km)で飛行しながら、ほぼ5分毎に「ドロップゾンデ」(図-2)とよばれる観測機器を投下しました(図-3)。ドロップゾンデ観測の結果は、機内での精度の確認を経て名古屋大学に送信され、さらに気象庁に転送された後、GTS(世界気象通信回線)によって国外にも配信されました。



図-2 観測に使用するドロップゾンデ。自由落下しながら、気圧、温度、湿度、高度、風向・風速を計測し、データを伝送する。本体は環境に配慮した生分解性素材でできている。

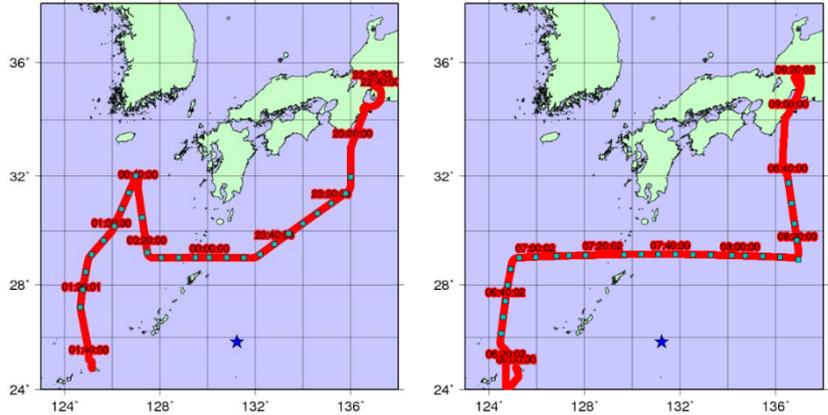


図-3 2022年7月5日に行われた航空機観測のフライトパス。左が往路で右が復路。数字は時刻(世界標準時)、水色の印はドロップゾンデの投下地点を表す。星印は航空機観測で重要なポイントの南大東島。

#### (2) 観測結果と活用

図-4は、今回の観測で得られた水蒸気の鉛直分布です。低高度領域に多くの水蒸気が流れていることがわかります。また、今回の航空機観測によって、水蒸気の鉛直分布が、狭い領域でも大きく変化していることが新たにわかりました。

今後は、航空機観測で得られたデータを活用し、降水量の予測精度がどの程度改善するのか調べていくとのことです。

なお、東京海上研究所では豪雨の将来変化に関する研究を行っており、引き続き、名古屋大学と連携して研究を進めていきます。

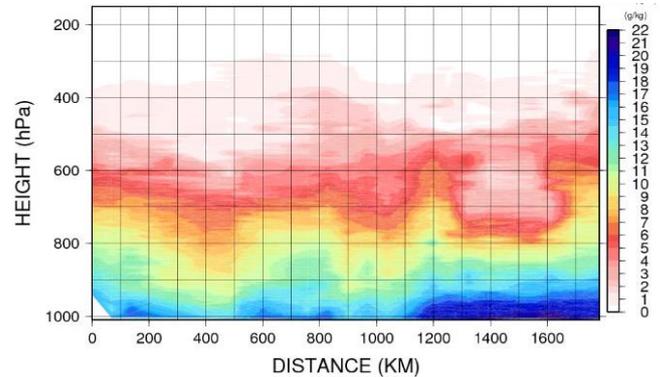


図-4 航空機観測で得られた水蒸気の鉛直分布。横軸は飛行経路に沿う水平距離、縦軸は高度を気圧で示したもの。寒色の濃い領域ほど水蒸気が多いことを表す。

#### 名古屋大学宇宙地球環境研究所・坪木和久教授のコメント

周囲を海洋に囲まれた日本では、線状降水帯などの激しい豪雨システムを発生させる水蒸気のほとんどすべてが海上から流れ込みます。水蒸気の多くは海面近くの低高度領域にあり、そのわずかの違いで線状降水帯の発生・非発生が分かれます。このため気象衛星データでは、その予測には不十分です。近年、大気中の水蒸気が川のように細長く流れ、その上陸地点に豪雨がもたらされることが分かってきました。

大気の水蒸気、その時空間変動は非常に大きいので、高精度かつ機動的にその実体を観測できる方法としては、航空機からのドロップゾンデしかありません。これまで台風を観測してきた航空機を、線状降水帯をもたらす大気の水蒸気の観測に利用し、豪雨の予測精度向上に貢献したいと考えています。そのような観測を、今年、実現することができました。今後、さらに大気の水蒸気の航空機観測を発展させ、線状降水帯の半日前予測を実現したいと考えています。



名古屋大学 坪木和久教授

<sup>4</sup> 東京海上研究所『SENSOR37号』: <https://www.tmresearch.co.jp/sensor/pdf/sensor037.pdf>