

## ウィンドプロファイラデータから見た 2006年5月24日に起きた関東の雷雨

片山 由紀子\*

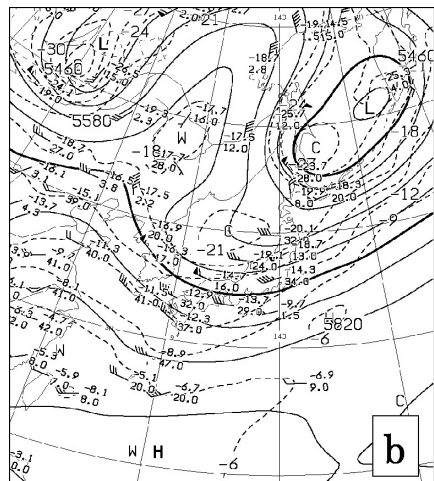
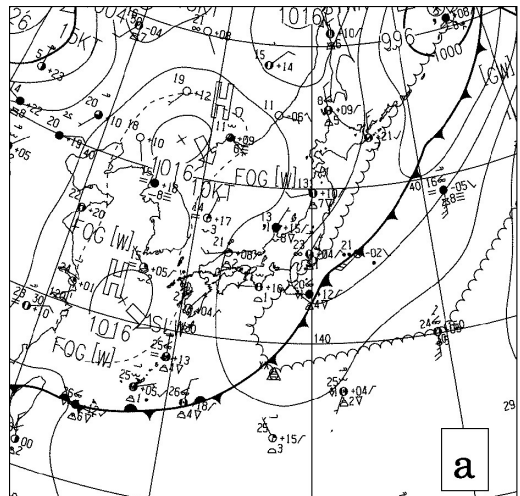
### 1. はじめに

高層風の観測を目的とした気象庁のウィンドプロファイラ (以下WPRと記す) は全国31ヶ所で運用され、その観測網はWINDAS (ウィングダス) と呼ばれる。WPRのデータは2006年4月から気象庁のホームページで閲覧ができるようになり、一日2回の高層気象観測に頼っていた高層風をほぼリアルタイムで知ることができるようになった (加藤ほか 2003)。しかし、気象庁のWINDASは気象レーダーと同じリモートセンシング観測ながら風の鉛直分布を時系列で表すため見方が難しい。そもそも、WPRの展開はメソ数値予報モデルの運用に必要なきめ細かい高層風を得ることが目的であったことから、実況監視などにおいてWPRデータを利用するための一般的な手引き書がない。

そこで、本稿では2006年5月24日に関東地方で起きた大規模な雷雨を取り上げ、その実況監視にWPRデータをどのように有効活用できるかについて考察する。この事例については藤原ほか (2006) が不安定降水に伴う予報作業の解析を行っているが、ここでWPRのデータは短時間強雨の実況監視や予報に必要な中層トラフの通過の確認だけに使われている。本稿ではWPRデータを中心に、雷雨を発生させた気流場・水蒸気場について解析を行ったので報告する。なお、本稿で述べなかったWPRの原理やシステムについては小林ほか (2004) を参考にされたい。

### 2. 総観場の状況

第1図aに5月24日09時 (以下時間はJST) の地上天気図を示す。日本の東海上から南西諸島にかけて前線が停滞し、日本付近は西から高気圧に覆われてい



第1図 2006年5月24日09時 (JST). (a) 地上天気図, (b) 500hPa 高層天気図.

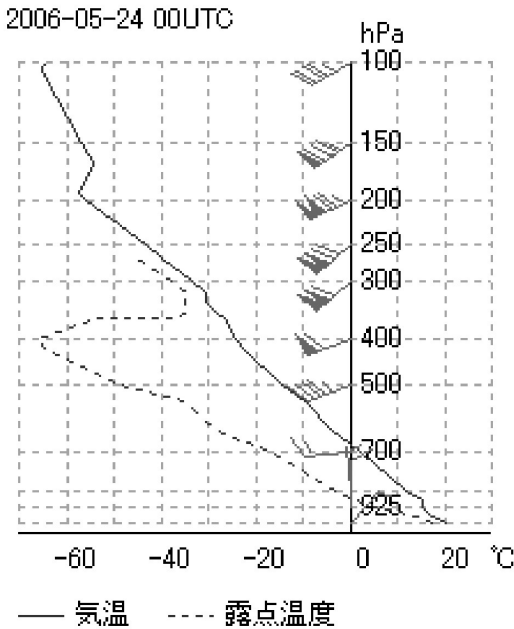
\* Yukiko KATAYAMA, 株式会社ウェザーマップ.

© 2010 日本気象学会

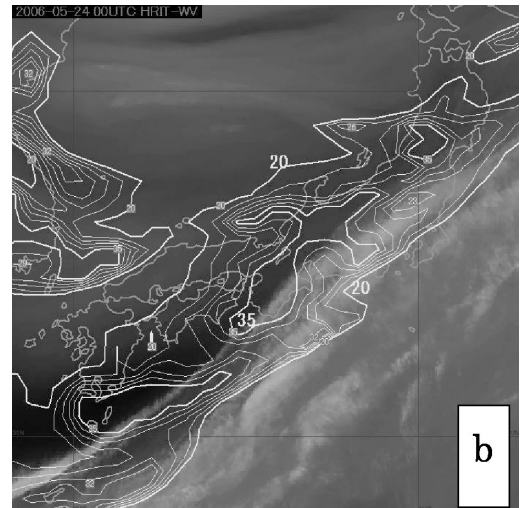
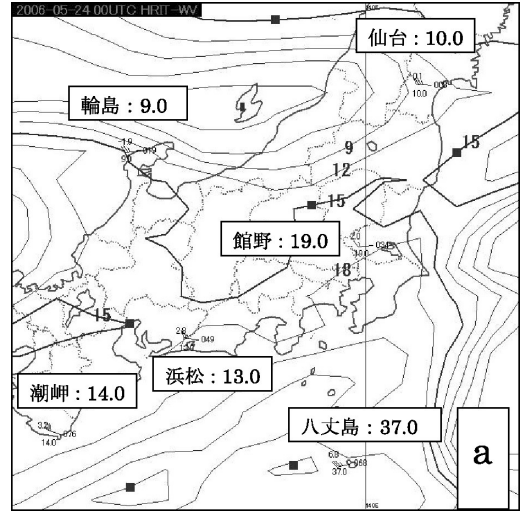
る。同日09時の500hPa 高層天気図（第1図b）を見ると、シベリア東部でブロッキング高気圧が明瞭であり、日本付近は深い気圧の谷となっている。また、日本海西部には500hPaで $-21^{\circ}\text{C}$ 以下の寒気核があり、その南東側で傾圧性が強まっている。この寒気核は弱まることなく南東に移動し、同日21時には能登半島付近に達した（図省略）。次に同日09時の館野の鉛直プロファイル（第2図）では400hPaをピークに中層から下層にかけて乾燥していたことが分かる。ショワルターの安定指数（SSI）は8.2と高く、この状況からは大規模な雷雨の発生は考えにくい。そこで、同日09時のRSM700hPaの初期値（ $t=0$ ）と高層観測による湿数（ $T-Td$ ）の実況値を重ねて第3図aに示した。初期値では湿りの評価が不十分だが、関東甲信地方の700hPaでは湿数が $12^{\circ}\text{C}\sim 18^{\circ}\text{C}$ あり、乾燥域が解析されている。さらに同時刻の水蒸気画像とRSMの初期値（ $t=0$ ）の400hPa湿数（ $T-Td$ ）を重ねてみると（第3図b）、水蒸気画像で分かる朝鮮半島と東日本に

かけての暗域（乾燥域）は前述した寒気核（500hPaで $-21^{\circ}\text{C}$ 以下）の南縁を流入しており、この先端部で雷雨が発生した。このことから、関東地方に雷雨を発生させた場の形成に中層の寒気・乾燥域の到来が寄与していた可能性がある。

47646 TATENO  
位置：36.10N140.10E 海拔：31m



第2図 2006年5月24日09時（JST）. 館野の鉛直プロファイル。矢羽根の短いものは5m/s, 長いものは10m/s, 旗は50m/sを示す。



第3図 a) 2006年5月24日09時. 700hPaにおける $T-Td$ （RSMの初期値（ $t=0$ ）と700hPaの高層観測データ（各地点の湿数は仙台10.0, 館野19.0, 輪島9.0, 浜松13.0, 潮岬14.0, 八丈島37.0）. 等値線は $3^{\circ}\text{C}$ ごとに引いてある。b) 水蒸気画像と400hPaにおける $T-Td$ （RSMの初期値（ $t=0$ ））.  $T-Td \geq 20^{\circ}\text{C}$ , 等値線は $3^{\circ}\text{C}$ ごとに引いてある。

### 3. 注目する降水系と地上風系・気温分布の特徴

第4図は2006年5月24日15時・17時・18時・19時の解析雨量図にアメダス風・気温を重ねたものである。この日は関東地方の広範囲で約10時間に渡って不安定降水が続いた。解析雨量によると、これら一連の雷雨では複数の降水系が発達・衰弱を繰り返したことが分かる。15時の地上風系を見ると、鹿島灘から吹く東寄りの風と相模湾から吹く南寄りの風により、東京周辺にはシアアラインが発生している。このE-S型シアアラインは藤部ほか(2002)が東京23区の高温日午後の強雨発生に先立つ関東平野の風系として報告している。また、E-S型シアアラインに注目した東京地方の強雨監視手法としては藤村・大久保(2006)がある。

15時の気温分布では東京付近から北西に向かって高温の領域が見られ、内陸と沿岸部の気温差が大きい。一方、関東北部(降水系A)と多摩西部付近(降水系B)にレーダーエコーが発生していた。降水系Bは17時にかけて、東北東から西南西にのびる組織化したエコーとなり南下し、冷氣外流と思われる寒冷域が前述したE-S型シアアラインに到達した。降水系Bの通過により、八王子市明神町では16時までの1時間に24mmの降水を観測した。その後、降水系Bは南東方向に移動し18時過ぎに衰弱した。一方、関東北部の降水系Aは南西進して、17時に埼玉県北部で線状のエコーを形成した。降水系Aは山梨県、埼玉県秩父地方に散在していたエコーと合流し、19時には、周辺に比べて高温で風が収束している東京・埼玉県境付近から神奈川県において急激に発達した。このように降水系Aは線状エコーを形成し、南西進したが、地上の風系からは明瞭な局地前線を解析できなかった。

### 4. ウィンドプロファイラによる気流場・水蒸気場の解析

埼玉県熊谷に設置されているWPRが前述した降水系Aをどのように捉えていたのかについて解析を行った。

#### 4.1 気流場と前線面

第5図aに埼玉県熊谷のWPRで観測された大気鉛直流又はそれと降水粒子の鉛直速度の和の時系列を示す。16時40分頃から23時45分頃まで、高度2000mより下層で3m/s以上の強い下向きの流れが観測されている。第4図と見比べると、これは降水系Aの通過に伴う降水粒子の落下を捉えたものと考えられ

る。17時過ぎ、高度1000m付近で風向がそれまでの南西から北西に変わり、局地的な前線が通過したように見える。この前線面に対応する上空の北西風と南西風のシアアは19時に高度3000m付近、20時に高度5000m付近に見られ、この前線面は時間と共に高度を増している。次いで、熊谷のWPRの時間高度断面図を南北成分で示した(第5図b)。13時頃、下層の風向が南風成分に変わり、17時まで上層に行くにつれて風が時計回りに変化している。そして、17時過ぎの局地的な前線の通過以降は、高度1000m~4000mにかけては北風成分となった。19時過ぎ、高度4000m前後を中層トラフが通過したことが明瞭に分かる。また、23時頃、高度5000m付近でトラフが通過し、全層にわたって北西風となった。

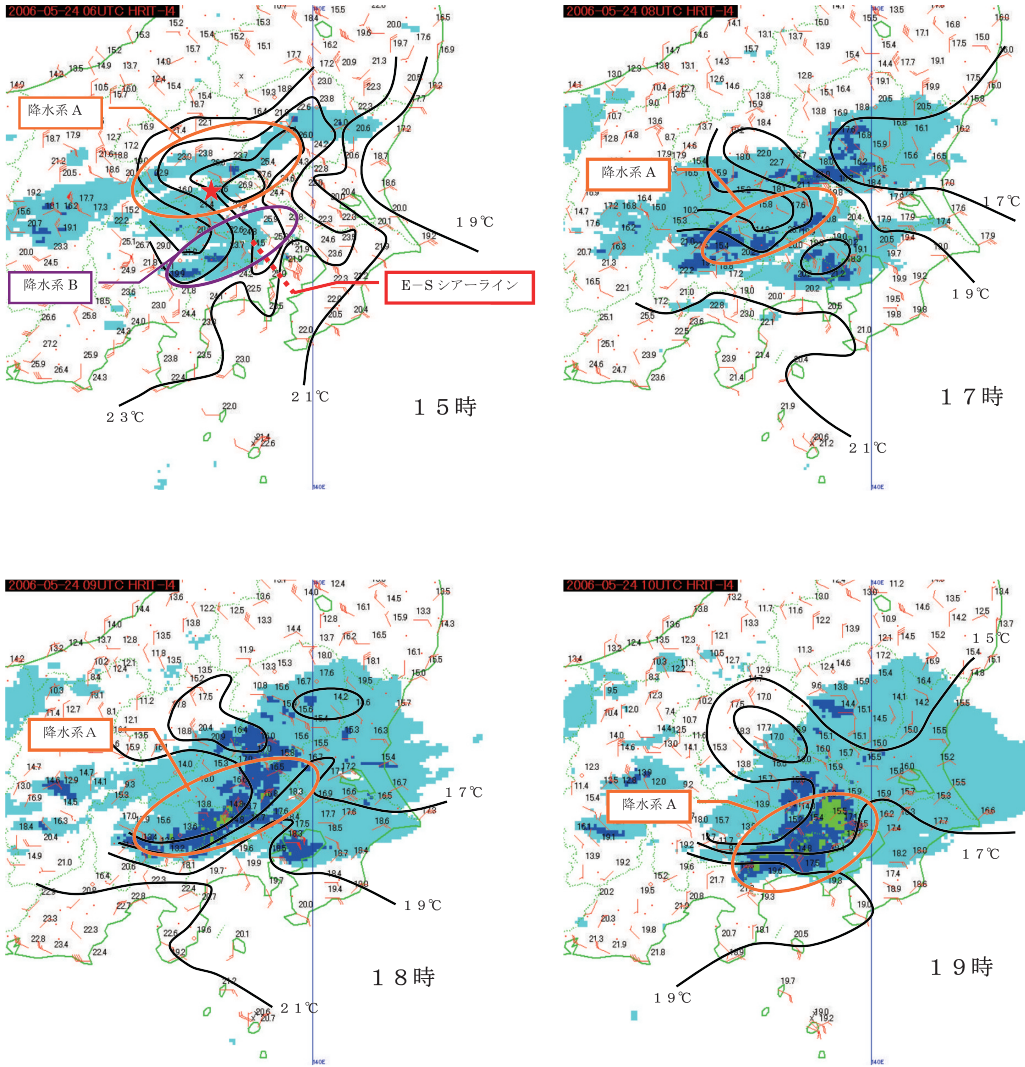
#### 4.2 水蒸気場

WPRの観測においては、データの空白域は、風の乱れなどによる欠測か、空気が乾燥しているために観測ができないのかの2つの場合に生じる(加藤ほか2003)。第5図cに示した熊谷のWPRデータの受信強度(S/N比)の時系列図では12時~16時にかけて上層で高層風が観測されていない。この欠測域は気象衛星の水蒸気画像や数値予報資料から示される第2章で示した中層の乾燥域に対応すると考えられる。この図で注目したのは12時以降、高度5000m以上の高層風が徐々に高度を増しながら観測されるようになったことである。このように観測到達高度が上昇した要因として、①湿った空気が持ち上げられたことによりWPRの上空に非降水雲または降水雲が発生した場合、②湿った空気や非降水雲または降水雲が水平移流してきた場合、の2つが考えられる。本事例では14時以降受信強度の強い領域が時間とともに下層から上層へ広がる様子が明瞭で、第5図aに示した鉛直流データでもその期間において上昇流を観測している。熊谷では、17時~20時までの3時間に5.5mmの降水があった(第6図)。

### 5. 考察

2006年5月24日に関東地方で起きた雷雨についてRSMデータ、アメダス、解析雨量図、熊谷のWPRデータに基づいて解析を行った。解析結果より以下のように考察した。

①館野の高層観測データでは朝9時には著しく不安定な状況ではなかったにも関わらず、午後には関東地方の広範囲で不安定降水が発生したのは、中層の寒



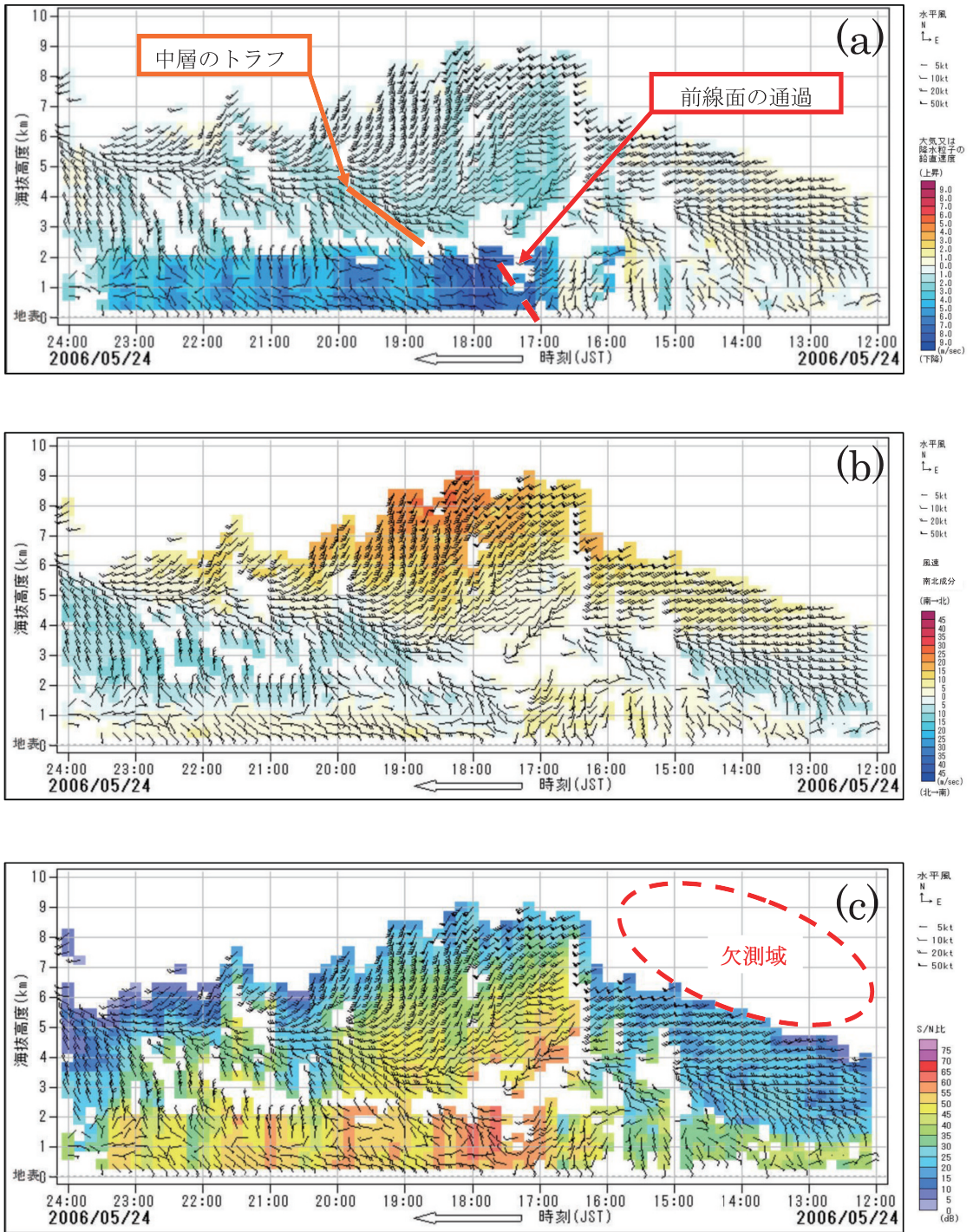
第4図 2006年5月24日15時・17時・18時・19時 (JST) の解析雨量図とアメダス風・気温. 15時にある★印は埼玉県熊谷の位置. 等温線 (2°C毎) は太線で, E-Sシアアラインは破線で, 降水系は実線の楕円で囲んだ.

気・乾燥域の東進が寄与していたためと考えられる.

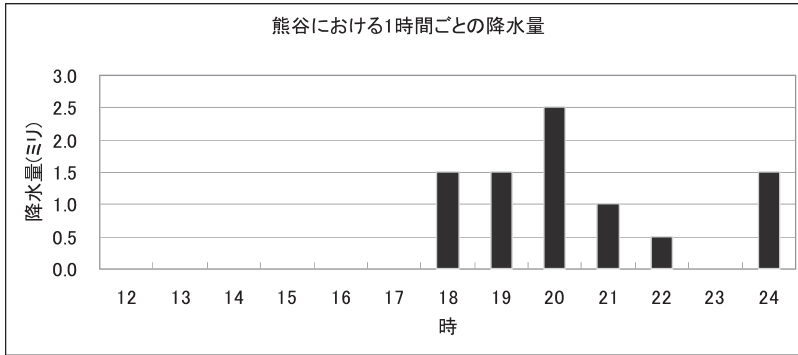
- ②注目した降水系 A は熊谷の WPR データ, アメダスの風・気温の場から, 前線面の南下に伴って線状に組織化され, 発達したものと考えられる. アメダス風・気温の場では局地前線の南下は見いだせなかったことから, WPR による前線面解析は不安定降水時の実況監視に有効であると言える.
- ③熊谷の WPR データによる気流場の解析から, 13時頃から17時にかけて暖気移流場であり, 前線面の通

過後は高度1000m~4000m にかけて寒気移流場であったと推測される.

- ④中層のトラフは WPR データから明瞭に解析できた. このことはこれまでの監視ポイントであった気象レーダーと地上シアアラインに加えて, WPR による中層の流れの把握が不安定降水時の実況監視に有効であると言える.
- ⑤前述した熊谷の WPR データにおける観測到達高度の上昇については, 次のように考察した.



第5図 2006年5月24日12時～24時 (JST) 熊谷のウィンドプロファイラデータ。時間軸は右から左である。矢羽根の短いものは5 m/s, 長いものは10m/s, 旗は50m/sを示す。(a)は大気又は降水粒子の鉛直速度を表したもの。暖色は上昇流, 寒色は下降流を示す。単位は m/s。(b)は風速の南北成分を表したものの。暖色は南から北, 寒色は北から南を示す。単位は m/s。(c)は受信強度 (S/N比) を表したものの。寒色は S/N比が弱い領域, 暖色は S/N比が強い領域を示す。単位は dB。



第6図 2006年5月24日12時～24時 (JST) 熊谷における1時間ごとの降水量。

- ・13時から17時にかけて、暖気移流であったことが推測される。
- ・受信強度の強い領域が時間とともに下層から上層へ広がっている。
- ・鉛直流データで上昇流を観測している。

以上の3点から、観測到達高度の上昇は湿った空気が持ち上げられたことにより、WPRの上空に非降水雲または降水雲が発生した可能性が高いと推測した。

## 6. おわりに

本稿では熊谷のWPRデータを使って雷雨を発生させた気流場・水蒸気場を解析した。WPRの特性である直接観測された鉛直流データと受信強度を解析することで、WPRデータの観測到達高度の上昇と降水現象の関係について考察した。雷雨の実況監視項目にこの特徴を加えることはメソスケール擾乱の予測精度向上に寄与するのか、今後も、事例解析を積み重ねて統

計的な有意性を見いだしたいと思う。

## 謝 辞

このWPRデータを使った事例解析は気象業務支援センター気象カレッジの課題研究として行ったものです。同センター気象カレッジの入田 央先生にはご指導いただき深く感謝いたします。天気編集委員別所康太郎氏と匿名の閲覧者には

構成と内容について多くの助言を頂きました。お礼を申し上げます。

## 参 考 文 献

- 藤部文昭, 坂上公平, 中鉢幸悦, 山下浩史, 2002: 東京23区における夏季高温日午後の短時間強雨に先立つ地上風系の特徴. 天気, 49, 395-405.
- 藤村実代子, 大久保 篤, 2006: 暖候期の不安定降水による東京地方の強雨監視手法. 平成18年度量的予報研修テキスト, 気象庁予報部予報課, 52-56.
- 藤原 清, 藤村実代子, 大久保 篤, 永澤義嗣, 2006: 暖候期の不安定降水に伴う予報作業の実例 (2006年5月24日に関東甲信地方で発生した雷雨). 平成18年度量的予報研修テキスト, 気象庁予報部予報課, 57-67.
- 加藤美雄, 阿保敏広, 小林健二, 泉川安志, 石原正仁, 2003: 気象庁におけるウィンドプロファイラ観測業務. 天気, 50, 891-907.
- 小林隆久ほか, 2004: ウィンドプロファイラ—電波で探る大気の流れ—. 気象研究ノート, (205), 202pp.