

## 月例会「レーダー気象」の報告

### はじめに

1987年12月1日に行った月例会「レーダー気象」の要旨を報告する。今回の月例会は、新しいレーダーの話として、将来の衛星搭載用降雨レーダーと2偏波レーダーの話、現業レーダーの話として、米国の次世代気象レーダー計画と気象庁の短時間降水予報の話、そして最後にスクールラインタイプの対流雲システムの話をしていただいた。

これまではこの月例会は、2年毎に開催してきたが、次回からは衛星関係の話題も含めて毎年開催を考えているのでふるって参加していただきたい。

田畑 明, 榑原 均 (気象庁気象研究所)

### 1. 航空機搭載用降雨レーダーによる日米共同降雨観測実験

中村健治 (郵政省電波研究所)

昭和62年より電波研究所と米国防空宇宙局ゴダード宇宙飛行センターとの間で「宇宙からの降雨観測の可能性の研究」という題で降雨観測の共同研究がなされている。この目的とするところは近い将来に実現が期待されている衛星搭載の降雨レーダーのための基礎実験を行うことにある。実験はゴダード宇宙飛行センター所属の航空機に電波研究所の開発した航空機搭載用のレーダーを積んで米国東海岸にて行われた。

上空からの降雨レーダー観測が地上の降雨レーダー観測と異なる点は、一つには、飛行体を使うことにより地上のレーダーでは観測できない領域を観測できることであり、もう一つは、レーダーエコーに地/海表面の強いエコーが入ってくることである。前者は衛星搭載の降雨レーダーの有用性を示す。後者は降雨エコーと表面エコーとの分離という問題を生む一方、表面エコーを利用した新しい降雨強度推定法への道を開く。本実験ではこの新しい降雨強度推定法の実証がなされた。

降雨減衰を受けるような高周波数のレーダー電波を用いると降雨時の表面エコー強度は無降雨時の強度に比べて降雨減衰により小さくなる。この降雨減衰量は降雨強度とよい相関があるのでこれから降雨強度を推定すること

ができる。第1図は雨からの散乱波の強度を降雨強度に換算する従来の方法による平均降雨強度と表面エコーの強度から求めた平均降雨強度との比較である。両者は良い相関を持っており、表面エコーを利用した方法が有効であることを示している。

### 2. 二重偏波・ドップラレーダによる降雨及び降雪の観測例

吉野文雄・水野雅光 (建設省土木研究所)

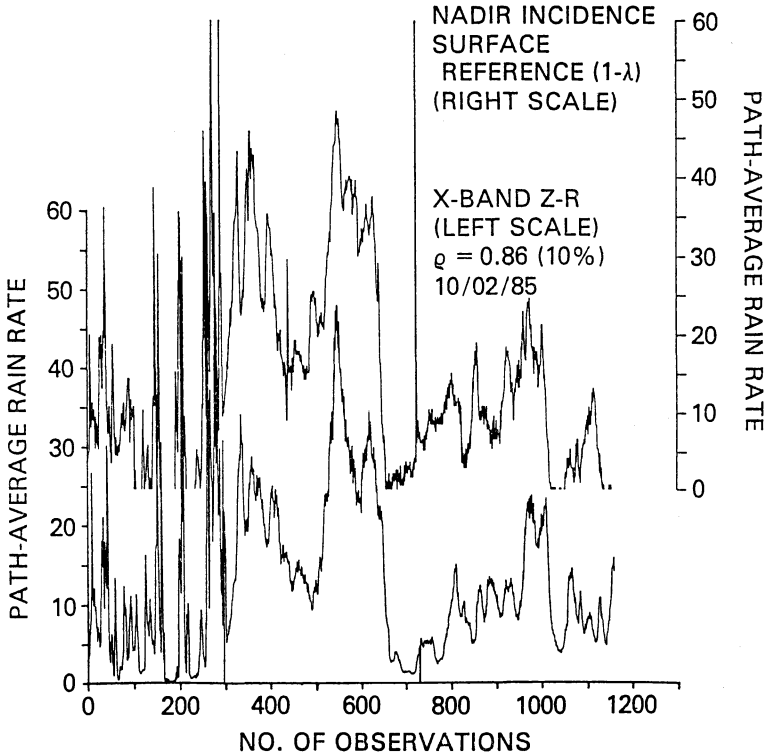
洪水時の河川管理及び積雪地域の冬期の道路管理を適切に行うために、広域的で面的で正確な降水量を測定する技術を開発する必要がある。この技術の一つに気象レーダーを用いる方法がある。しかし、既存型レーダーによる降水量の観測方法は、目標の降水粒子群から得られる情報が1つしかないため、雨滴と氷粒との判別が不可能、降雨換算定数 $B$ 、 $\beta$ の推定が困難、という問題があり、降水量の観測精度はあまり良くない。

降水粒子群から得られる情報を複数にすることにより前記の問題を解決し、より精度の良い降水量の観測が可能なレーダーとして Multi-parameter Radar がある。土木研究所では、Multi-parameter Radar の1つである二重偏波・ドップラレーダ (DND レーダーと称する) を試作し、DND レーダーによる降水観測を行い、DND レーダーの降水現象の測定精度及びレーダーによる降水量の測定方法について検討している。その検討結果について月例会「レーダー気象」で報告した。

報告した内容の概要を①～⑥に示す。

① ドップラレーダによる上層風の測定精度：レーゾンゾンデとドップラレーダによる上層風の風向・風速の測定結果を比較した。ドップラレーダの観測仰角は $35^{\circ}$ ～ $50^{\circ}$ が水平風及び鉛直風の測定に適している。ゾンデとレーダーを対比すると、風向は良く一致し、風速は $2\sim 3$  m/s の相違がある場合もあるが良く一致している。したがって、レーダーによる上層風の測定精度は良いといえる。

②  $Z=BR^{\beta}$  による降雪量の測定精度：13観測所平均の地上値と  $Z=BR^{\beta}$  関係から求めた  $150$  km<sup>2</sup> 平均のレ



第1図 表面エコー強度から推定した降雨強度（上）と従来の方法により推定した降雨強度（下）の比較。

ーダ値を1時間降雪量（水等量）で比較した。地上値とレーダ値の相関係数は0.8以上で、時間降雪量変化曲線及び累加降雪量曲線も良く一致する。したがって、DNDレーダで広域の面積平均の降雪量の定量観測は可能である。

③ サンプル時間と誤差の関係：1時間連続して観測して求めた降水強度を真値として、サンプル時間を間引いて求めた降水強度と真値を比較することにより、サンプル時間と測定誤差の関係について検討した。サンプル間隔  $T[\text{min}]$ （データを収集しない時間）と相対誤差  $E[\%]$  の間には、 $E=2.8T$  という関係があり、サンプル時間による降水量の測定誤差を10%以内にするには、サンプル間隔を3分間以内に、つまり4分間のうち1分間はデータを収集する必要がある。

④  $Z_{DR}$  の変動特性：9パルス平均のデータを用いて、降水粒子群のランダム配置によって生ずる水平偏波と垂直偏波の反射因子の差  $Z_{DR}$  の変動を調べた。 $Z_{DR}$  の

変動成分は、標準偏差が2.15 dBの正規分布になり、 $Z_{DR}$  の測定精度を0.1 dB以下にするには、9パルスデータを450個以上平均する必要がある。

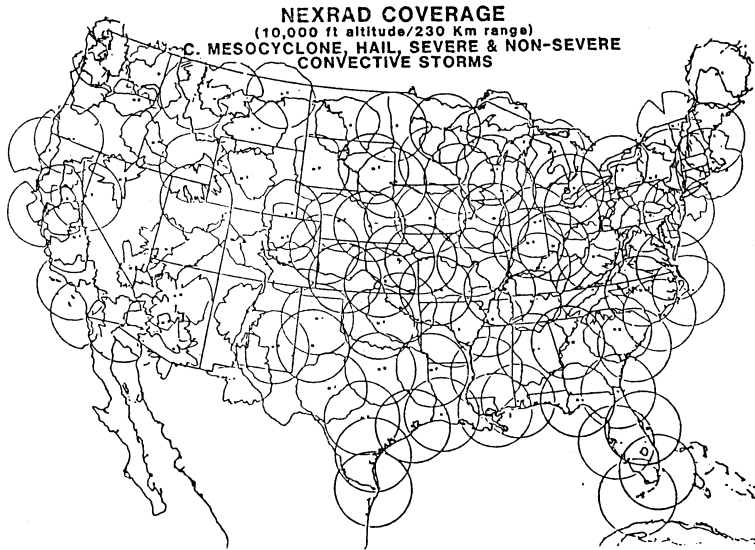
⑤  $Z_{DR}$  による降雨量の測定精度：偏波レーダの特徴である  $Z_{DR}$  から求めたレーダ値と地上雨量計値の1時間降雨量を比較した。地上値とレーダ値の相関係数は0.76、自乗誤差は4.0 mm/hで、 $Z_{DR}$  による降雨量の測定精度は比較的良いと言える。

詳細は、吉野等「二重偏波・ドップラレーダによる降水観測について」第32回土木学会水理講演会論文集、1988年3月、を参照して下さい。

### 3. 米国の次世代気象レーダー (NEXAD) 計画

石原正仁 (気象庁気象研究所)

現在米国で進行中の気象レーダー更新計画 NEXRAD の概要については先に天気誌上に報告しました (1987, 観測解析を中心とした米国メソ気象事情)。実際には計画は多少遅れ気味だそうですが、1990年代中期には第2



第2図 NEXRAD 観測網 (R.J. Serafin, 1987: New nowcasting opportunities using modern meteorological radar, Proc. Mesoscale Analysis & Forecasting, Vancouver, Canada, ESA SP-282, 35-40.)

図のような観測網が完成します。

ドップラーレーダーは大気現象の最終製品である雨の分布に加え、その形成に必要な大気の流れを見ることができ、これまでより一歩立ち入って現象、特に重大な災害をもたらす中小規模現象を把握することに有効です。

日本における激しい気象擾乱と言えはまず集中豪雨です。ドップラーレーダーは集中豪雨の短時間予測に有効か？ 答えは ‘yes’ だと思います。しかしドップラーレーダーは打ち出の小槌ではないので周到な準備が必要です。

その1；**現象の把握** まず実際の現象の構造を特別観測などを通じて理解すること。

その2；**レーダーシステムを選択** 探知範囲の狭いドップラーレーダーを在来のレーダーと交換するだけで良いのか。日本の現状に適したレーダーと観測システムを選択。

その3；**データ利用法の検討** 1台のドップラーレーダーによって得られるのは風の3成分のうちの1成分だけなので、ユーザーに対して有効な情報を迅速に提供するためには、各種物理量の計算を行うためのアルゴリズムを開発し、新しい形態の情報伝達網を整備する必要があります。これらがドップラーレーダーを利用するための今後の課題です。

#### 4. 気象庁の降水短時間予報

竹村行雄 (気象庁予報課)

##### 4.1 はじめに

気象庁では、大雨災害の防止を主目的に迅速な実況把握や短時間予報の実用化を目指して全国20か所の気象レーダーのデジタル化を進めており、昭和63年の春からは降水短時間予報の24時間常時運用が可能になる。これまでこの開発の過程でレーダーとアメダスを利用した降水の詳細な実況把握や、限られた時間帯ではあるが、降水短時間予報の業務実験を実施して来た。この中で得られた結果の一部について紹介する。

##### 4.2 レーダーの観測精度

短時間予報処理の中では、各レーダーの観測データは合成され予測の初期値として利用される。従って、各レーダーが均質な観測精度を持っていることが望ましい。しかし、デジタル化されたレーダーの観測データとアメダスの地上雨量計のデータの比較調査によれば、雨量強度の観測は統計的に見て地上雨量計とほぼ一対一のものから、地上雨量計の数分の一ものまでばらつきがある。

気候的に見ると、活発な対流の発生し易い西日本と、比較的地雨性の雨の多い東日本では、雨雲の平均的な高さの分布に差があり、これがレーダーの観測精度に影響を及ぼしていることは十分考えられる。しかし、これだ

けでこの観測精度の差を説明するのは難しいものと考えられる。

気象庁では、レーダーとアメダスのリアルタイムの観測データの比較による雨量解析を開始する前に、この統計的に得られた各レーダーの観測精度の差を補正している。

4.3 予報手法

気象庁の降水短時間予報モデルは、運動学的な手法に基礎を置いているが、大気下層気流の山越の効果を考慮し、初期時刻に観測された雨域の単純外挿に補正が加えられている。この際、下層気流の風系と水蒸気量を見積もるため数値予報の出力結果を利用している。

4.4 今後の課題

短時間予報は正確な実況の観測を基にある程度の変化を加えて予報することが可能になった。しかし、基本的に予報開始時に捕らえられた実況の降水分布を出発点にしているため、初期時刻に発生していない雨域を予報することは困難である。実際雷雲のように数10分内に急激

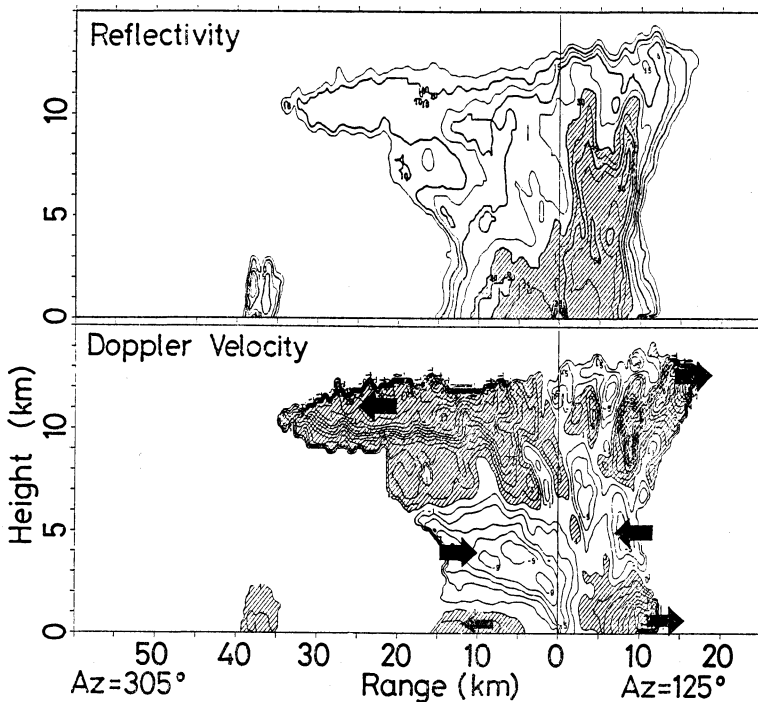
に発達し1時間に50mmないしはそれ以上の雨を降らせる場合も珍しくはない。

このような事例に対しては、現象の発生や変化の前兆を少しでも早く捕らえるため、レーダー観測の改善に加えて、気象衛星データの利用など異なった観測情報の利用や、その結果に基づく補正手法の改善など様々の分野での地道な改善の努力が必要になろう。

5. 沖縄における中規模雲システムのドップラーレーダーによる観測

赤枝健治 (気象庁気象研究所)

梅雨期の沖縄にスコールラインタイプの対流雲システムが存在した。このシステムは、1987年6月6日、大規模擾乱の存在しない状況下で、午前6時頃沖縄本島の西側の海上で発生した。システムは、2.5 m/sec と非常にゆっくりした速度で東南東に移動した。この移動速度は、周囲のどの高さの風とも対応しなかった。このシステムの通過に伴い、沖縄本島南部では数時間にわたって激し



第3図 上図は、8:09 JSTにおけるスコールラインの進行方向に沿ったレーダー反射強度の断面図。等値線は、5 dBZ から5 dBZ 毎。また、斜線域は、30 dBZ 以上の領域を示す。下図は、同一断面でのドップラー速度の分布を示す。斜線域はレーダーから遠ざかる風、白色域はレーダーに近づく風の領域を示す。等値線は、± 1 m/s から2 m/s 毎。

い雷雨が続き、最大1時間降水量が100 mmに達する地点もあった。

このシステムは、その発達段階を以下の3つのステージに分けて考えることができる。ステージⅠ（午前6時～午前7時）、ステージⅡ（午前7時～午前9時）、ステージⅢ（午前9時～）。今回は、このうちの最初の2つのステージについての解析結果を報告する。ステージⅠでは、システムは幅20 km、長さ100 kmの線状エコーを示し、エコー頂13 kmに達する発達した積乱雲群から構成されていた。内部の循環は、この発達した積乱雲に伴う上昇流・下降流が中心である。このステージのシステムの動きは、ステージⅡでの動きより遅く、ほとんど停滞していた。ステージⅡでは、システムは直径約100 kmの円型のエコーを示し、この内の強エコー域は、北東側に突き出たV字型を示している。システムは、前面の積乱雲と、後面約40 kmの長さのかなとこ雲から構成されるが、熱帯のスコールライン後面に見られる層状性の降雨域は認められなかった。このステージの内部の

循環は、積乱雲スケールの上昇下降流より、強い中層からの流入、上層・下層での流出が特徴的である（第3図参照）。特に、中層後面からの流入は高度2～7 kmの範囲に達し、最大風速は12 m/secに達している。また、下層の前面には、風速20 m/secを越えるガスが存在し、上層の後面には、風速25 m/secを越える領域が存在している。下層のガスの水平スケールは、約15 kmの領域に限られており、V字型エコーの先端部のスケールと対応している。ステージⅡでのシステムの動きは、5 m/secと、ステージⅠに比べて速くなっている。この移動速度の増加には、中層後面からの流入が関係していると考えられる。

#### 参考文献

- 竹村行雄, 1986: 小貝川流域の大雨(昭和61年8月4日夜半)に対する降水短時間予報例, 測候時報, 53, 279-284.  
竹村行雄, 1987: 雨の短時間予報, 天気, 34, 229-238.

### 教官公募のお知らせ

1. 所属講座 自然環境研究講座
  2. 職名および人員 助手 1名
  3. 専門分野 気象学, 特に小さい中規模の気象学について数値解析・野外観測など, 地球物理学的に研究している人。
  4. 担当科目 一般教育 地理学に関する実験・実習の補助。  
専門教育 環境科学実験, 野外実習および演習などの補助。
  5. 公募期限 昭和63年6月15日(水) 必着
  6. 採用予定年月日 昭和63年10月1日
  7. 応募条件 博士の学位を有している人(取得見込みを含む)で, 年齢は30歳以下が望ましい。
  8. 応募書類 (イ) 履歴書(写真添付)  
(ロ) 業績リストおよび業績の概要
  - (イ) 業績リストにあげられた著書および発表論文(別刷またはコピー)
  - (ニ) 今後の研究に関する計画と抱負
  - (ホ) 推薦状
9. 応募書類の提出先  
〒730 広島市中区東千田町1丁目1番89号  
広島大学総合科学部長  
天野 實 宛  
\* 封筒に「自然環境研究講座教官応募書類在中」と朱書きし, 簡易書留で郵送のこと。
10. 問合せ先  
広島大学総合科学部自然環境研究講座教授  
福岡 義隆  
TEL (082) 241-1221 内線 2160  
FAX (082) 244-5170