

(II-40) ドップラーレーダを用いた上層風推定手法の精度向上に関する研究

中央大学理工学部 学生員 ○竹内 玄
中央大学大学院 学生員 原 久弥

中央大学大学院 学生員 天野 繁
中央大学理工学部 正 員 志村 光一
中央大学理工学部 正 員 山田 正

1. はじめに 著者らは中央大学後楽園キャンパス(東京都文京区)に設置したドップラーレーダを用い、上層風の推定手法であるVAD法⁽¹⁾によりレーダ上空の風場の測定をおこなっている。しかしVAD法を用いた解析結果は雨域の存在位置やノイズの有無等により、ドップラー速度の折り返しを正確に評価できない場合があり、正しい解析結果を示さないことがある。そこで本研究では、ドップラーレーダにより観測した上空の風場を、より正確に折り返し補正を行う手法の開発を行った。さらにその手法によって解析された上層風の風向・風速データと館野における高層気象観測データとの比較検証を行った。

2. VAD法および折り返し補正手法について VAD法は図-1 のようにドップラーレーダが雨粒の電波方向の速度(ドップラー速度)を測定できることを用い、レーダ上空における各高度の水平風の風向・風速を推定する手法である。図-3a は、1997年11月30日3時40分の高度941.5mのドップラー速度データである。図に示すようにドップラーレーダで観測されるドップラー速度は、機械の性質上絶対値 16.0m/s を超えると折り返して記録される。このデータを実際の風速に戻す手法が折り返し補正である。折り返し補正の手法にはゾンデによる観測データと比較する方法や対話型処理による方法等があるが、大量のレーダデータを人の手を煩わさずに解析することを考えると坪木ら⁽¹⁾による方法が挙げられる(以下従来の方法とする)。図-2左のフローチャートに示すように坪木らの手法は、注目する点の1つ前および2つ前のゼロ(欠測を含む)以外の観測値と注目する点の値との差を最小とするように、注目する点の値に0.0m/s または32.0m/s を加減するものである。

3. 解析手法 図-3b は観測値(図-3a)を従来の方法で折り返し補正したデータであるが、折り返し補正が正しく行われていない例である。この手法では連続して数個以上のデータが欠測またはノイズの場合、その前後のデータとの関連がなくなってしまう。そこで著者らは各高度における風場は様であるかと仮定すると、一定高度におけるドップラー速度と方位角の関係が正弦曲線を描くことに注目した。著者らの提案する折り返し補正の手法を、図-2 右のフローチャートに示す。まず図-3a と同一(同時刻、同高度)の観測値(図-4a)に折り返し補正を行い、ドップラー速度データが連続しておりかつ最大である集合のひとつに注目する(図-4b)。その一つの集合のみを周期 2π の関数で近似するためフーリエ級数の2項までを用いた $Y=A_0+A_1\cos X+B_1\sin X$

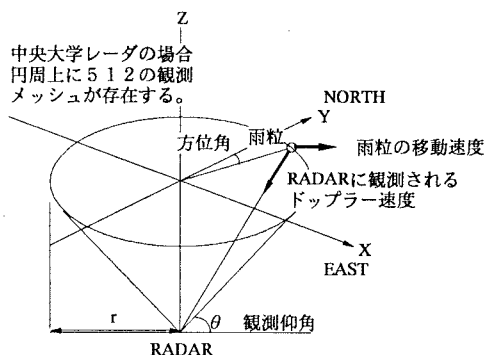


図-1 VAD法概念図

従来の手法のフローチャート

本手法のフローチャート

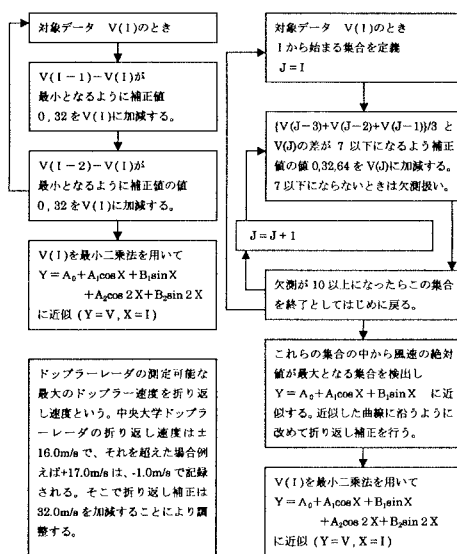


図-2 折り返し補正手法の流れ

キーワード: ドップラーレーダ、VAD法、風場、データ取得個数、折り返し補正

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 Tel. 03-3817-1805 Fax. 03-3817-1803

に最小二乗法を用いて近似する。図-4c は、この近似式に沿うように観測値に 32.0m/s 加減するという方法で折り返し補正を行ったものである。

4. 解析結果の考察 図-5 は、従来の手法により解析された風向・風速の鉛直分布を、図-6 は、本手法により解析された風向・風速の鉛直分布を示す。グラフにあるデータ取得数とは、実線がゼロでないドップラー速度データの数を表しており、点が最後に近似した 3 項のフーリエ級数の近似式に $\pm 3.0\text{m/s}$ のしきい値を持たせ、しきい値内にあるデータの数を表わしている。

図-5 では、データ取得数の線と点の差が広くしきい値により削られるデータが多い事を示しているが、図-6 では、ほぼすべてのデータが残っている。これは図-6 の折り返し補正後のデータと近似式の相関が、非常に高いことを示している。図-5 では、高度 1 ~ 3km 付近のデータに折り返し補正が正しく行われる場合と行われない場合が混在するために、多くの誤った解析結果が出力されている。しかし図-6 の解析結果ではこれらの誤りが一掃され連続的なデータになっている。これを図-7 の 館野の高層気象観測データと比較すると良く一致している事が分かる。

5. まとめ 著者らは、ドップラー速度データのひとつの集合を 2 項目までのフーリエ級数を用いて近似し、その近似曲線を元に折り返し補正を行う手法を考案した。この手法を用いる事により、従来は風向・風速の鉛直分布を求める事ができなかった欠測やノイズの多いデータにおいても、風向・風速の鉛直分布を求める事ができ、更に精度の向上を図る事ができた。またそれらの結果が、館野の高層気象観測データともよく一致する事より、本研究で提案した折り返し補正手法が有用であるといえる。

5. まとめ 著者らは、ドップラー速度データのひとつの集合を 2 項目までのフーリエ級数を用いて近似し、その近似曲線を元に折り返し補正を行う手法を考案した。この手法を用いる事により、従来は風向・風速の鉛直分布を求める事ができなかった欠測やノイズの多いデータにおいても、風向・風速の鉛直分布を求める事ができ、更に精度の向上を図る事ができた。またそれらの結果が、館野の高層気象観測データともよく一致する事より、本研究で提案した折り返し補正手法が有用であるといえる。

<参考文献> (1) 坪木和久, 若浜五郎: 一台のドップラーレーダを用いた風速場の測定法-最小二乗法を用いた VAD 解析-, 低温科学物理篇 47, pp73-88, 1988.

(2) 中津川誠, 山田正: ドップラーレーダによる風の場の観測と解析, 水工学論文集 37, pp1-8, 1993.

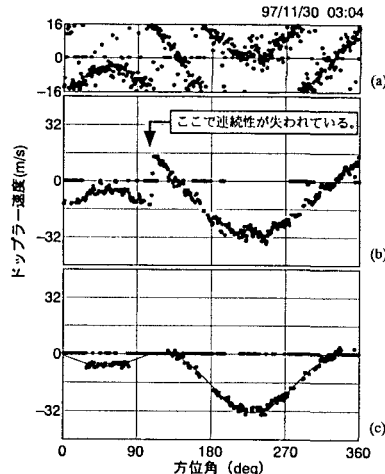


図-3a 観測値(高度 941.5m)
図-3b 折り返し補正の結果
図-3c 3 項の近似曲線

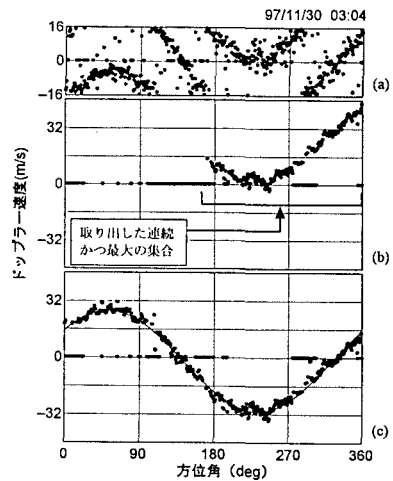


図-4a 観測値(高度 941.5m)
図-4b 一つの集合および 2 項の近似曲線
図-4c 折り返し補正の結果と 3 項の近似曲線

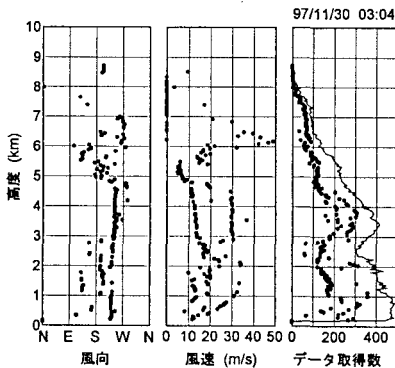


図-5 従来手法により解析した
風向・風速の鉛直分布

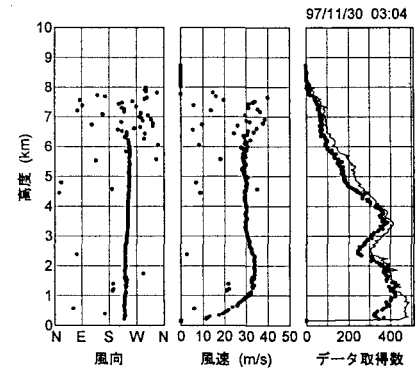


図-6 本手法により解析した
風向・風速の鉛直分布

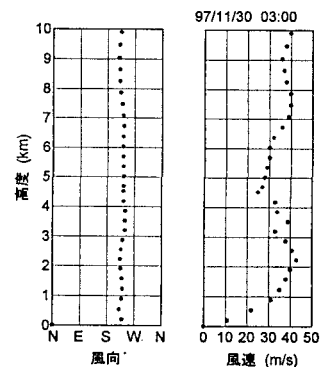


図-7 館野高層気象観測所
(茨城県つくば市)で
観測した風向・風速の
鉛直分布