

拡張 VVP 法による水平風速の推定

○電力中央研究所 正員 杉本聡一郎
電力中央研究所 正員 豊田 康嗣
電力中央研究所 正員 平口 博丸
電力中央研究所 正員 下垣 久

1 はじめに

1 台のドップラーレーダーから観測されるドップラー速度情報を用いて、水平風速場を推定する手法の一つに VVP (Volume Velocity Processing) 法がある。メソ $\beta \sim \alpha$ スケールの水平風速やその収発散量を推定することができる点において、VVP 法は短時間降雨予測の精度向上に有用である¹⁾。一方、VVP 法は、推定したい格子点周りの解析領域内で線形的に水平風速をモデル化するため、非線形性の強い現象が解析領域内で卓越した際に推定誤差が大きくなる²⁾。本研究では、局所的に非線形性が強い領域の影響を極力避けるため、独自に数タイプの解析領域の形状を設定する拡張 VVP 法を提案し、山岳域におけるレーダー観測データに適用する³⁾。

2 拡張 VVP 法

2.1 手法の概要

VVP 法は、図 1 に示すように、推定したい格子点周りに解析領域を設け、その内部で風速場を仮定し、領域内で観測されるドップラー速度からこの風速場を推定するものである。水平風速の推定には、解析領域内で一様な水平風速場を仮定する¹⁾³⁾。拡張 VVP 法では、図 1 の下側に示すような解析領域をさらに設定し、全部で 11 パターンの解析領域に対して風速の推定を行い、最適な推定値を算出する解析領域を抽出する。これは、停滞前線上に存在するようなシアラインが基本 Volume (図 1 参照) 内にあるような場合でも、推定誤差が大きならないように考えたものである。

図 2 は、拡張 VVP 法での計算の流れを示したものである。折り返し補正を施されたドップラー速度に対して、距離・方位方向に周囲 5 ゲートの範囲内で平滑化を行った³⁾速度を用いる。それぞれの解析領域の形状(ドップラー速度の存在パターン)が推定誤差に及ぼす影響を誤差共分散解析¹⁾³⁾により求め、水平風速の東西、南北方向のそれぞれの成分に対して、誤差が 1 m/s を越えない解析領域に対してのみ推定計算を行う。最適値の抽出には、残差分散 s ($=$ (誤差の 2 乗和) / (解析領域を通過するゲート数 - 2)) と残差分散の許容基準 $s_{\min}$ を用いる。まず、残差分散が最小になる解析領域を推定に採用し、その残差分散が $s_{\min}$ を下回れば、収束したとみなして次の格子点に対する推定を行う。そうでなければ、上記残差分散を用いて、以下の手法により、メソ $\beta \sim \alpha$ スケールの推定値を得るのに悪影響

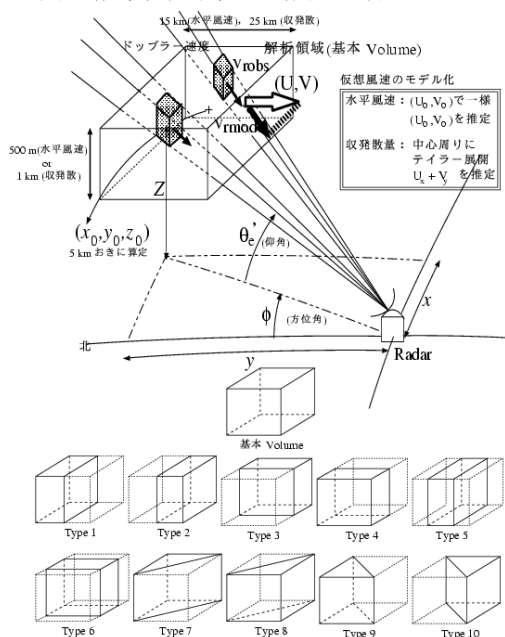


図 1 拡張 VVP 法の概念

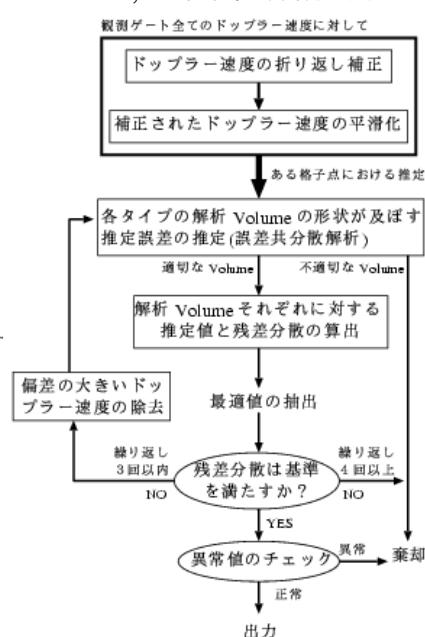


図 2 拡張 VVP 法の計算フロー

キーワード：気象レーダー、ドップラー速度、水平風速、VVP 法

電力中央研究所（〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子 1646、TEL 0471-82-1181、FAX 0471-83-2966）

風速を平均し、格子点値と平均値との差が 15 m/s 以上ある場合、格子点値が異常であるとして棄却する。

2.2 山岳域での観測データに対する適用

宮崎・熊本県境の標高 1607 m の地点にレーダーを設置し、取得したドップラー速度に拡張 VVP 法を適用し、水平風速を推定した。適用した降雨事例は、停滞前線上に発生した低気圧によって強い降雨がもたらされたものである。ここでは、2000 年 6 月 28 日 1015 JST における推定結果を示した。レーダー観測は、 $0^{\circ} \sim 21^{\circ}$ の 12 仰角 CAPPI (5 分周期)で行った。また、5 km 間隔おきに推定計算を行い、距離の重みを考慮した内挿により 3 km 間隔で推定結果を図示している。レーダーサイトを中心とした $128 \text{ km} \times 128 \text{ km}$ の領域を図示した。

図 3、4 はそれぞれ、2 km 高度面における拡張 VVP 法、および従来の VVP 法による水平風速の推定結果である。ここで、従来の VVP 法とは、基本 Volume のみに対して繰り返し計算を行わずに推定することを指す。拡張 VVP 法は、残差分散が大きく推定計算が収束しない場合の推定値を除去しているため、拡張 VVP 法では算出されていない領域においても、従来の VVP 法では水平風速が算出されている。図 3 の左下には、鹿児島における 0900 JST の高層ゾンデによる観測風速ベクトルが表示されているが、推定された水平風速は、高層風と概ね対応している。観測域東部に強い収束域が見られるが、従来の手法による結果では、収束域付近の風速の大きさが 50 m/s 程度の領域もあり、このベクトルは非現実的に大きく、風向も不自然である。この収束域以外では、二つの手法が同等の推定結果を算出していることから、風速の非線形的な要因が従来の手法による推定結果に悪影響を及ぼしていると考えられる。一方、拡張 VVP 法による推定結果は、そういう不自然なものでなく、非線形性を有する降雨事例に対する適用性が向上していることを示唆している。また、解析 Volume 内で線形水平風速場を仮定すれば、水平風速の収発散量も同様に直接推定することが可能である¹⁾³⁾。

Estimated horizontal wind field
2 km Height 1015 JST, June 28, 2000

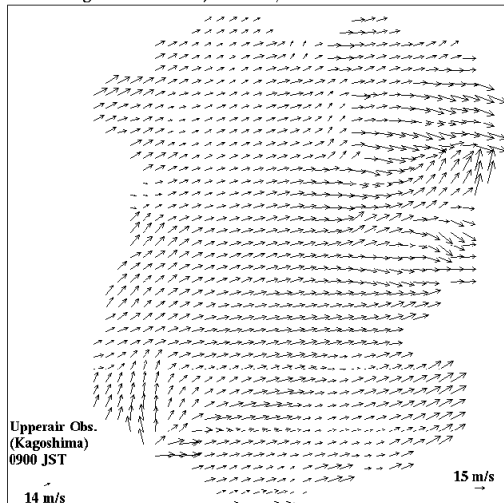


図 3 拡張 VVP 法によって推定された水平風速
(左下：鹿児島における高層観測風 (0900 JST))

Estimated Horizontal Wind Field
2 km Height 1015 JST, June 28, 2000

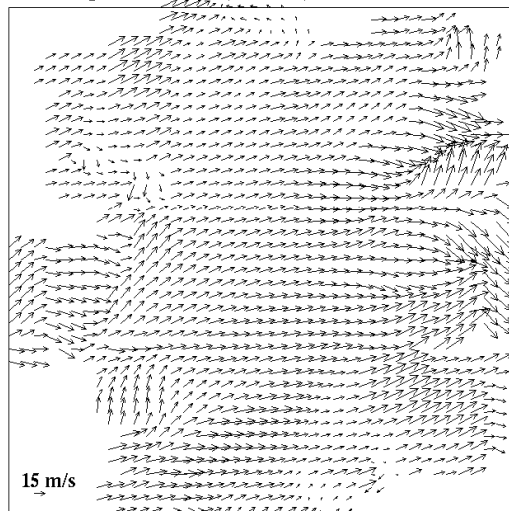


図 4 従来の VVP 法によって推定された水平風速

3 おわりに

拡張 VVP 法の特徴は、独自の解析 Volume を用い、推定誤差を評価しながら推定したい空間スケールの推定量を算出することにある。結果として、従来手法では推定誤差の大きい非線形性を有する降雨事例に対する適用可能性が定性的に向上した。また、拡張 VVP の定量的かつ 3 次元的な検証は、現在取得できる気象データでは困難である。二台のドップラーレーダーの同時観測情報から得られる風速場等を用いて本手法の定量的な検証を行う必要がある。

最後に、(株)九州電力土木部水力運営課、ならびに(株)ニシム電子工業にはレーダー観測において、甚大なる御助力を戴いた。ここに記して謝意を表わします。

[参考文献]

- 1) 杉本聡一郎ら (2000) : VVP 法により推定される水平風速の収発散と降雨域の変化との定性的関連性, 水文・水資源学会年次学術講演会概要集, 136-137.
- 2) 佐々木佳明ら (1998) : 風速場の非線形性による MVVP 法の推定誤差について, 防災科学技術研究所研究報告, 58, 121-136.
- 3) 杉本聡一郎ら (2001) : 気象レーダーを用いた降雨予測手法—ドップラー情報を用いた水平風速とその収発散量の推定—, 電力中央研究所研究報告, 29pp.