

メソサイクロン及び局所収束・発散域の検出アルゴリズムの開発

—シビア現象の危険度診断のために—

*鈴木 修、山内 洋、中里真久（気象研究所 衛星観測）

1. はじめに

我々は、雷雨がもたらす竜巻やダウンバーストなどのシビア現象について、その発生危険度を診断するための研究を進めている。

本発表では、この研究に必要な、メソサイクロンの渦、局所的な収束・発散域をドップラー速度場から、一度にかつrobastに検出するアルゴリズムを開発したので報告する。

2. 危険度診断の流れ

今までの事例解析や内外の研究成果から、竜巻やダウンバーストなどの現象に対して、次の①～③のようにアルゴリズム化することが有効であると考えられる。

- ①発生可能性を大気環境データなどから算出、
- ②前兆となる現象（竜巻親雲のメソサイクロン渦、ダウンバーストの親雲の中層の収束、下層の発散）をドップラーレーダーやアメダス等のデータで検出、
- ③発生可能性(①)と前兆現象(②)を組み合わせるアルゴリズム化する。

このうち、①については、ゾンデや客観解析データを用いて各種の大気安定度指数及び風の鉛直シアの指数等の算出、及び、地表付近での対流混合層の発達を仮定してプロファイルを変形して主要な指数の算出が可能なプログラムを作成済みである。

3. ドップラーレーダーによる収束・発散及びMCの検出アルゴリズム

今回開発した手法は、1 台のドップラーレーダーによるドップラー速度データから、メソサイクロンの渦やダウンバーストに関連した収束・発散を検出するものである。

従来手法の多くは、1 次元（あるいは 3 次元）的にグループ化して認識するというアプローチをとっていたのに対し、ドップラー速度と、その方位微分、動径微分（局所線形近似により算出）を用い、局所的な風の場のモデルを利用することで、より簡潔かつrobastな手法として作成した。

対象の局所的な渦及び収束・発散域は、Rankine の複合渦を基にした風の場でモデル化した。このモデルは、パラメータを変えると渦、収束・発散共に表現できる。

メソサイクロンの渦、局所収束・発散域の検出は以下のステップで行う。

【メソサイクロンの検出】

- ・方位微分が閾値以上の領域を抽出
- ・近傍における極大値及び極小値の抽出
- ・Rankine 型の複合渦を当てはめてパラメータの算出（位置、渦度、発散、半径、当てはめの良否）
- ・メソサイクロンの判定と出力

【局所的な収束・発散の検出】

- ・距離微分が閾値以上の領域を抽出
- ・近傍における極大値及び極小値の抽出

・Rankine 型の局所収束・発散を当てはめてパラメータの算出

・局所収束・発散域の判定と出力

（位置、発散、渦度、半径、当てはめの良否）

なお、異常値や折り返し補正の誤りは、検出性能に大きく影響するため、前処理として異常値除去を行っているが、更に局所折り返し補正を組み込む予定である。

4. 適用例

実験時の閾値は、方位微分の絶対値が $0.003s^{-1}$ に相当する値、メソサイクロンか否かの判定は、渦度 $>0.01s^{-1}$ 、コア半径 $>750m$ 、極大・極小間の距離 8km 以内とし、Rankine 渦で局所的に良くフィッティングできている、を条件としている。

図1は、境町竜巻親雲中のメソサイクロン検出例の比較結果である。本アルゴリズムは図1(a)で、人間が検出した(b)の結果と比較すると、より検出性能が高く、双方で検出している場合の位置、渦度のパラメータはほぼ同じであった。

なお、データは、東京国際空港の空港気象ドップラーレーダーにより観測したものを使用した。

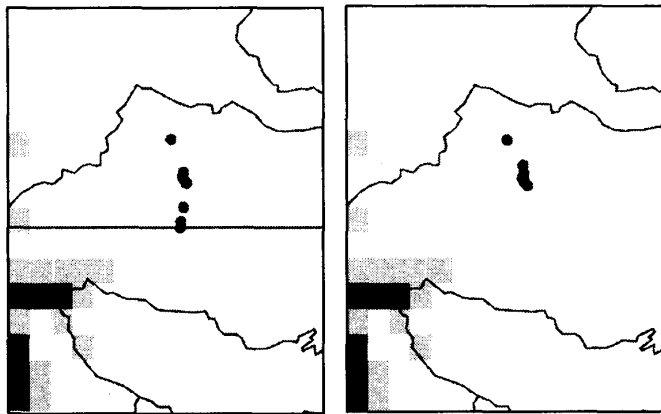


図1 メソサイクロン検出例の比較。左が本手法、右は主観的に求めたもの。2002/07/10 15:00～15:10JST。境町竜巻の親雲。

5. まとめ

危険度診断アルゴリズムの構成要素として重要な、メソサイクロン及び局所収束・発散域検出アルゴリズムを開発した。いくつかの事例に適用し、人間による主観的な手法と同等以上の性能を有することを確認した。

このアルゴリズムは、危険度診断アルゴリズムの一部として使用するほか、過去に蓄積されたドップラーレーダーのデータに適用して、日本におけるメソサイクロン等の発生状況に関する統計的調査にも利用可能である。