

降水セルの3次元検出アルゴリズムの開発

* 深町有佑, 篠田太郎, 上田博, 坪木和久 (名古屋大学 地球水循環研究センター)

1. はじめに

降水セルの構造やライフサイクルの特徴を理解するためには観測で捉えられた多くの降水セルを客観的に検出し、統計的な解析を行う必要がある。これまでに考案された検出アルゴリズム(清水他, 2005 秋季大会 P380 等)は、降水セルの追跡が目的であったため、降水セルを水平断面で検出している。しかし、鉛直方向に傾いた降水セルも存在するため、降水セルの構造解析を行うためには、水平断面での検出では精度が悪くなるため、3次元で検出するのが望ましい。このような背景から、降水セルを3次元で検出できるアルゴリズムを開発した。

2. 開発したアルゴリズムの概要

本アルゴリズムでは、反射強度 30dBZe の閉曲面で囲まれていて、反射強度の極大域(以後、ピーク)を内部に一つだけ持つ領域を降水セルと定義し、それを3次元で検出する。方法は以下の通りである。

(1) 降水セルの定義から外れる部分を除去する。CAPPI データから反射強度 30dBZe 以下の領域と層状性降水域を除去する。(層状性降水域の除去は Bright Band Fraction 法 Chen and Uyeda, 2003 を用いる。)

(2) 反射因子の距離の2階微分を東西方向と南北方向にそれぞれ計算し、両者が負の領域を降水セルの中心部と定義する。図1に示すように、反射因子の距離の2階微分が負の領域では、反射因子は必ず大きい方に凸になり、1つの負の領域の中にピークが2つ以上含まれることはない。このため、CAPPIデータの解像度が十分に高ければ、ピークを見落とさない。以上から2階微分が負の領域の中にピークが1つだけ含まれるので、2階微分が負の領域を探すことと、ピークを探すことは同意である。また、この方法を用いることで、ピークが2格子点以上にわたって同じ値を持つような広がりのあるものについても対応できる。

(3) 降水セルの中心部を3次元で識別する。

まず、高度、東西、南北の3断面で、それぞれの断面に見られる降水セルの中心部に対し、2次元で識別番号を振る。次に3方向の断面の結果を用いて、3次元的に同一のセルかどうかを判定し、識別番号を振り直す。

(4) 降水セルの中心部以外の領域を分配する。降水セルの中心部と隣の降水セルの中心部の中間の位置に境界線を引いて、反射因子の距離の2階微分が正の領域を、それぞれに分配する。

以上の方法で、降水セルの中心部とその周辺の領域を降水セルとして3次元で検出した。

3. 検出例とその評価

2006年に行われた宮古島-多良間島域ドップラーレーダー観測実験期間中の2006年6月9日0800JSTに観測されたメソ対流系に本アルゴリズムを適用した例を図2及び図3に示す。入力データの解像度は水平1km、鉛直0.25kmである。

図2から、黒実線で囲まれた降水セルの領域の中に、白実線で囲まれた中心部が1つだけ存在していることが分かる。図3の1番のセルは中心部が2つあるように見えるが、この断面の北西側で両者はつながっている。(図無し)このように、図2及び図3のケースでは、メソ対流系に存在するすべての降水セルの検出に成功している。

また、6番のセルは高度1kmでは線分A-Bよりも北西に存在するが、図3の上部に6番のセルが見られることから、このセルは上空ほど東または南東に傾いていることが分かる。このように傾いた降水セルについても、その形状を捉えることに成功している。

4. まとめとアルゴリズムの発展性

反射因子の距離の2階微分を用いた降水セルの3次元検出アルゴリズムを開発した。これにより、傾いた構造を持つ降水セルを検出することが可能になった。また、降水セルをほとんど見落とすことなく検出することが可能になった。

このアルゴリズムを鉛直流に用いることで、個々の上昇流下降流域の識別が可能である。そのため、反射強度、上昇流下降流域の検出結果を組み合わせることで、それらの位置関係など、より詳細な降水セルの構造の統計解析が可能になると考えられる。

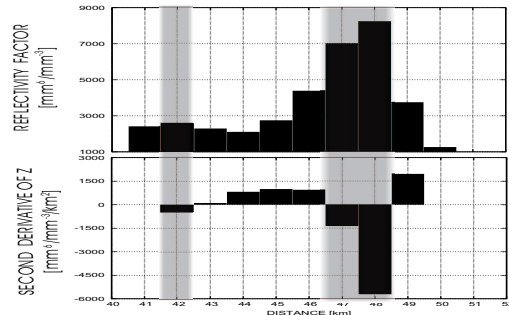


図1 反射因子 Z(上図)とZの距離の2階微分(下図)の分布のサンプルで空間解像度は1kmである。シェードのかかった部分が降水セルの中心部である。

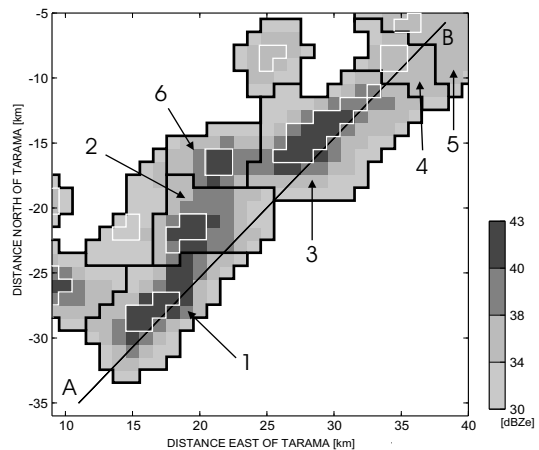


図2 多良間島に設置されたドップラーレーダーで2006年6月9日0800JSTに観測された高度1kmの反射強度の分布図。濃淡が反射強度30dBZe以上を、黒実線がセルの境界線を、白実線で囲まれる領域がセルの中心部を示す。

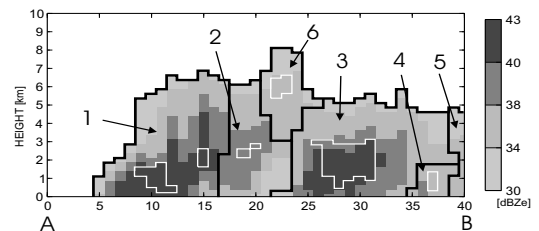


図3 図2の線分A-Bにおける断面図。図中の1番から6番のセルは図2の同じ番号のセルと対応する。