

地表面の比熱分布を考慮した鉛直 2 次元雲物理モデルの開発

建設技術研究所 正会員 ○佐藤康晴

1. はじめに

東京近郊をはじめとした大都市域において、近年ヒートアイランドが原因と思われる雷雨が発生しており、もたらされる雨量も時間雨量 30mm 以上、総雨量 100mm 程度に達するものもあり、降雨域が極めて局所的で、雨量の時間集中度も著しいため、予想が難しいとともに、見逃した場合の被害も大きい課題を有している。

本研究においては、このような課題を解決するための基礎ツールとすべく、地表面の比熱分布を考慮した鉛直 2 次元対流雲モデルの作成過程と、実降雨を用いた検証結果をとりまとめた。

2. モデルの概要

本研究で作成したモデルは、水平方向 10km、鉛直方向 12km の計算領域を持つ 2 次元モデルである。モデル中では液相粒子（雲粒、雨粒）を 16 粒径 [μm] の数密度分布 [個/ m^3] で表現し、凝結、併合、蒸発過程を陽に解いている。本モデルの最大の特徴は、次のとおりである。

(ア) 対象地域の緯度と月日を入力することで、日射量の時系列変化を考慮した日の出後からの実時間の計算が行えること

(イ) 地表面の熱容量、短波反射率、長波射出率を地表メッシュ毎に与えることで、地表面の比熱分布を考慮した計算が出来ること

(ウ) 雲水発生時の粒径分布を変更することで、大陸性および海洋性の降水雲の計算が可能であること

なお、数値解法には直交座標の差分法を用い、風上差分を HS-MAC 法 (SOLAR 法) でボリューム収支を満足させるものとして、解いている。

3. 実降雨を用いた検証

3.1 関東平野の雷雨の場合

検証事例として、97 年 5 月 17 日に上空の寒気移流に伴った熱界雷を採用した。この熱界雷による降雨は、浦和アメダスで最大 1 時間雨量 40mm (19~20 時) を記録している。

(1) 検証の方法

本モデルは、現段階においては風速の鉛直分布や、移流気温の鉛直分布を与えることは出来ない状態にある。そこで、風速シアが殆ど無く、日の出時刻の大気状態と日射の時刻変化だけを与えて、熱雷としてシミュレーションを行い、オーダー的に降水量、気温、風速を再現できるかどうかを検証した。

イ) 初期条件の設定

日の出時刻における大気状態は、対象領域(浦和市)を含むメッシュの 97 年 5 月 17 日 9 時における GPV (RSM 上層) を用いて設定した。

ロ) 日射量の設定

5 月 17 日における日積算日射量を既存資料より概略設定し、浦和市の緯度を与えた。

ハ) 雲水発生時の粒径分布

積乱雲の一般的な粒径分布¹⁾である、次の 16 ランクで与えた。

1.5, 3.0, 4.5, 6.0, 7.5, 9.0, 10.5, 12, 13.5, 15, 16.5, 18, 19.5, 21, 22.5, 24 [μm]

(2) 検証結果

日の出後 7 時間後から 8 時間後にかけて、20 分毎に計算結果を図化したものを示す。本検証計算での積乱雲の発生、成熟、衰弱の各ステージが、次頁上 3 枚の図に表れていることがわかる。

キーワード：鉛直 2 次元雲物理モデル、日射量時系列変化、放射収支、粒径分布、暖かい雨モデル

連絡先：名古屋市中区錦 1-3-18 エターナル北山ビル・TEL 052-218-3833・FAX 052-218-3823

つまり、日の出から7時間20分後に、左右対称形の対流雲が圏界面（高度12,000m）にまで達して水平に広がり、7時間40分後には雨滴の生成・落下に伴って、中心部において下降気流が卓越し、ガストフロント（陣風線）の進行による新たな対流雲が形成されていることが、計算されている。8時間後には、両側に新たに発生した積乱雲が発達・成熟しているステージとなっている。

このシミュレーションによって計算された雨量は、21番目のメッシュで最大45mm/hrとなっており、97年5月17日に浦和で観測された最大時間雨量40mmをオーダー的によく表している。

3.2 海霧のみによる暖かい雨

本モデルが、海洋性降水雲による集中豪雨にも適用できるかを概観するために、極端な事例として海霧に含まれる大きな雲粒（ $100\mu\text{m}$ 程度）に起因する暖かい雨（氷相を含まない雨）のシミュレーションを行った。

本稿では、暖かい雨の最たる事例として、北海道の地形性降雨の頻発エリアである胆振中部（アメダス：登別、カルルス、白老、森野）に87年8月28日に起こった海霧のみによる50～100mm程度の雨（登別92mm/25hr、カルルス76mm/25hr、白老47mm/25hr）をシミュレートした。

（1）計算条件

地表面から高度1,200mまでは、計算開始時刻（日の出時刻）から一様に海霧が存在することとし、地上気温は 18°C 、上空の気温及び湿度は札幌気象台での朝9時の高層観測より設定した。前事例と同様に検証月日の日射量を与えて、計算を行った。

なお、雲水の粒径分布は、海霧の粒径分布に関する観測事例²⁾や知見³⁾より、次のとおりとした。

6, 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48, 54, 60, 66, 72, 78, 84, 90, 96 [μm]

（2）検証結果

日の出から120分後の計算結果を見ると、雲層は日射により縁辺部で消失しているものの、領域中央部ではわずか1,200mの雲層から数mm～12mmの降雨が2hrの間に発生しており、実際に胆振中部で観測された雨量のオーダーを表現していることが確認できた。

注）図中等値線は、雲水量、雨水量を示し、ベクトルは風向・風速を

表す。軸メモリは格子Noを表し1格子0.2kmである。

参考文献 1) 浅井富雄・武田喬男・木村竜治（1981）大気科学講座2～雲や降水を伴う大気～

2) 高橋浩一郎（1982）雲を読む本（ブルーバックス）

3) 大川 隆（1992）北海道の動気候

