

と気候湿潤度, 天気, 44, 121-129.

Kondo, J. and J. Xu, 1997: Seasonal variations in heat and water balances for non-vegetated surfaces, J. Appl. Meteor., 36, 1676-1695.

Kustas, W. P. and K. S. Humes, 1997: Spatially distributed sensible heat flux over a semiarid watershed, Part II: Use of a variable resistance approach with radiometric surface temperatures, J. Appl. Meteor., 36, 293-301.

Matsushima, D. and J. Kondo, 1997: A proper method for estimating sensible heat flux above a horizontal-homogeneous vegetation canopy using radiometric surface observations, J. Appl. Meteor., 36, 1696-1711.

2. 「メソスケール気象」

二宮 洸三 (東京大学気候システム研究センター)

2.1 はじめに

近年, リモートセンシング観測を中心にした研究観測, 解析, 高分解能モデルによる数値実験などメソスケール気象の分野でも大きな進展が見られている. 6名の方にそれぞれの専門分野を中心にメソスケール気象の現状と将来計画を現在進行形でお話頂いた. また従来, 防災などの観点から severe or rare event が注目されてきたが, 気候システムやエネルギー循環の観点から普通 (not rare) のメソスケール気象の研究も重要であり, これに関した話題提供も含まれる様お願いした.

2.2 降水物理とメソスケール現象

藤吉 康志 (北海道大学低温科学研究所)

本テーマに限定した主な研究課題としては, (1) メソシステム内の降水形成過程, (2) 降水過程と或るスケールを持った組織化された鉛直・水平流との相互作用, (3) メソシステムとリージョナル及びグローバルな水・エネルギー循環との関わりがあげられる.

現在, レーダーやレーザー等の観測技術の進展によって, 数10mの水平スケールを持つ雲の降水生成ユニットが見えてきた. 雲物理過程をパラメタライズするという立場からは, そのような際限の無い微細構造をどこまで考慮すべきかは疑問になるところであろうが, より定量的な議論を進めるためのステップと考えるべきであろう. また, リトリバー法の出現以来, 観測とモデルとが急速に近づいてきた. 強い対流性降水域と同様に弱い層状性降水域がメソシステムを維持する力学に重要な役割を果たしていること, ドップ

ラーレーダーによるメソ対流系の観測データを用いて Q_1 , Q_2 が求められるようになったのもその成果のひとつである. これまでのところリモートセンシングデータとモデルとは, 現象の解釈上つじつまが合うという意味で比較的相性が良い. しかし, 航空機による雲内観測データとの整合性は必ずしも良くない. 計算機やリモートセンサーの発展に見合った雲内直接観測技術向上のための物的・人為的投資が必要である.

もともと, メソスケール雲システムは激しい大気現象をもたらすことで興味を持たれているが, その分だけ再現性がないため, これまでの研究はケーススタディの感が強い. 我が国の観測の制限上, メソ β スケールのリージョナルな研究としてはそれで良いと考えているが, 見かけ上再現性のある大きなシステム (低気圧や梅雨前線等) の中での位置づけを明確にすることももちろん重要である. その為には, メソ α スケールをカバーする稠密な観測網を我が国周辺で展開するような, インターナショナルな観測計画の立案が望まれる.

2.3 積雲スケールの現象

新野 宏 (東京大学海洋研究所)

竜巻やダウンバーストを生ずる積乱雲を中心に, 積雲スケールの現象について述べる. メソ α -, β -スケールの擾乱や大規模場との相互作用, 雷については他の講演や1996年春季大会シンポジウム (天気43巻, p. 733~) を参照してほしい.

データの不足はメソ気象に共通の問題である. 現存するデータは極力集めて解析したい. 気象庁等集まる貴重なデータを誰もが迅速に利用できるシステムを実現する必要がある. リアルタイムのデータは平素から現象を見る目を養うと共に, 研究観測に不可欠である. 米国では数値予報の GPV をもとにメソ数値モデルによる予報を行い, 観測実施の判断を行っている.

積雲の発生予測は一般に難しい. しかし, 地表面近くの収束線などが原因の場合は, 時間・空間分解能の良い地上・高層・ドップラーレーダーなどのデータが入手できれば可能性がある. 領域モデルで収束場が表現できる場合は, これにネストした非静水圧モデルで降水バンドが再現され始めている. 積雲の形態は環境場のバルク変数に依存するが, 物理量の鉛直分布にも依存する例が知られ始めている. 我が国における積雲の環境場の研究は意外に少ない.

最近, スーパーセルは多様な形態を持つことがわかってきた. 我が国でも, 盆栽スーパーセルの良質な

観測と数値モデルによる再現が行われている。米国では移動観測車網による竜巻の渦度源の探求や、車搭載型ドップラーレーダーによる竜巻内の風速分布の測定が行われている。スーパーセルと竜巻の機構の解明には、機動的観測と数値シミュレーションによる現象の再現が不可欠である。ダウンバーストについては、降水粒子の荷重・蒸発・融解、中層の乾燥空気、風の鉛直シアなどが、積雲及びダウンバーストの一生の中でどのような働きをしたかを観測と数値シミュレーションでつぎ合わせた研究が無い。

積雲スケールの現象の研究には、リアルタイムとオフラインのデータの迅速な提供機構、良質の観測と数値シミュレーションによる再現、綿密な解析が不可欠である。関東平野は平坦な地形、現象の多様性、観測網の充実度から見て世界的にも恵まれた積雲スケールの現象の観測実験場である。米国中西部に比べて湿潤な我が国には、多様で独特な積雲スケールの現象があり、その解明は他地域との対比の観点からも興味深い。

2.4 非静力学モデル

齊藤和雄（気象研究所予報研究部）

プリミティブ方程式系を用いる通常の数値予報モデルでは、鉛直方向の運動が小さいことを前提として静力学近似が使われている。シミュレーションに用いる水平格子間隔は概ね10kmまでで、メソβスケール以下の現象の研究にはもの足りない。非静力学モデルは水平分解能に制限をもたないが、気圧の計算と音波の取扱いに工夫が必要になる。

非静力学モデルは連続の式の形により、非弾性系モデルと弾性系モデルに大別される。非弾性系モデルはスケール解析により音波を除去するもので、気圧は風の場合から診断される。様々な気象現象のシミュレーションに適用可能だが、方程式系が近似を含んでいる。最近では方程式系に近似を含まない完全圧縮系モデルが主流になりつつある。弾性系モデルでの音波の扱いには2通りの流儀がある。1つは、水平格子間隔は鉛直方向よりも粗いことを前提として音波を鉛直方向のみ陰解法するもので、計算効率を確保するため、音波を小さなタイムステップで積分するSplit法が用いられる。もう1つは、音波を鉛直・水平方向ともに陰解法で扱うもので、タイムステップが音速の影響を受けない利点があるが、気圧の傾向方程式として3次元の楕円方程式を解く必要が生じる。

気象研究所の非静力学モデルは、近年の改良により、再現実験の可能な本格的メソスケールモデルとしての

体裁を整えつつある。台風9119号によるやまじ風の例では、JSMに2重ネストした2.5km分解能モデルにより、おろし風のオンセットが良く再現された。また平成5年鹿児島豪雨を対象とした予報実験では、九州南部の降水の集中や豪雨に伴って解析されたメソ低気圧がシミュレートされた。昨年秋季学会講演で報告されたモデル立ち上げ時の気圧の乱れも、その後改善されている。モデルは、メソ気象研究の有力な道具として、今後多くの方に利用して頂きたいと考えている。

2.5 局地数値予報と観測データ

萬納寺信崇（気象庁数値予報課）

メソスケール現象の数値予報に関して今後数年で達成できそうな目標は、10km格子程度の数値予報モデルを用い、100km以上の水平規模のメソ現象を半日程度先まで予測することである。実用のための課題として、力学過程、物理過程、データ同化がある。

力学過程では並列分散メモリ計算機対応のプログラミング、本研究会で齊藤氏が話題提供した非静水圧近似のモデルなどが必要である。

物理過程では積雲対流のパラメタリゼーションが問題になる。本研究会で山岬氏が話題提供したGCSSのような研究によって10km程度の格子間隔のモデルに適切なパラメタリゼーションが開発されることが望まれる。

観測システム、データ同化の比重が近年高まってきた。時間・空間分解能の高い観測をうまく初期値に取り込んで予報精度の向上を目指す。今後数年で局地予報に使えるような観測データにはウインドプロファイラーの風、ドップラーレーダーの風、航空機自動報(ACARS)による風と気温、GPSによる陸上の可降水量(水蒸気を鉛直に合計した量)、SSM/Iによる海上の可降水量、衛星搭載のマイクロ波散乱計による海上風、ひまわりによるTBBや雲量などのデータがある。これらの測器は、放射強度、風の1成分、可降水量のように、風、気温、湿度のような予報変数とは違う物理量を観測するものが多い。このような観測データを初期値にうまく取り込むデータ同化の手法の開発が重要である。

気象庁では「関東地域メソ解析プロジェクト」として、1997年6～7月の特定の期間についてこれらのデータが数値予報に及ぼす影響を調べる一連の予報実験を行う。この中で「GPS気象学」などのような関連の深いプロジェクトには予報値や解析値などの格子点データを提供する。

予報精度の向上のためにはモデルの性能の向上はもちろん必要である。しかし、何といても大切なのは観測データである。数値予報は観測データを求めている。

2.6 気候系・エネルギー循環におけるメソスケールシステム

山岬正紀（東京大学大学院・理学研究科）

話の題名を少し変えて「大きなスケールの現象におけるメソスケールの役割」、メソスケールの研究(数値モデリング)の立場から何をなすべきか、という話題提供を行った。ここで「大きなスケール」とは、地球規模からメソスケールのうち大きいものまでを意味するものとして用いた。

まず、メソスケールの雲(集団)の重要性(熱の放射、降水のほかに放射過程を通しての重要性)、現在進行中のエネルギーと水循環をとり扱う GEWEX の中の重要な研究対象であることを述べた上で、大きなスケールの現象をメソスケールの雲の重要性の程度によって3つに分けて、それぞれの現象の例をあげ、また、大きなスケールの現象のメソスケール構造という観点についても述べた。

次に、メソと大きなスケール、相互作用の理解のための数値モデルとして、CRM (Cloud Resolving Model)とメソモデルについて、格子間隔などの現状と今後の方向について述べた。そのほかに個人的な興味として、「現象に応じて、また同じ現象でもみたいことに応じて、格子間隔を1~20 km の範囲で自由に選んで使えるようなモデル」を開発したいと考えている。1 km 格子と5~20 km 格子のモデルの2つがあればよい、という考え方もある(私もそうであった)が、どう考えるかは、モデル開発(対流のパラメータ化の改善)における考え方とかわってくる。

気候や全球的なエネルギー・水循環を理解するためには非常に多くの現象を理解する必要がある。研究者の数、研究費の問題の他に、研究の効率(ほかの人の、また過去の研究成果を適切に取り入れて研究を進展させることの重要性)、同じテーマについて複数の研究者が取り組むことはこの点で意義が大きく、モデルの相互比較は非常にいいことではないかと考えている。

最後に、現在進行中の GCSS (GEWEX Cloud System Study)について紹介し、熱帯の対流性の雲システムについては国内からも参加して相互比較を行っていることを述べた。他のテーマについても参加が望まれる。

2.7 メソスケール現象と field experiment

武田喬男（名古屋大学大気水圏科学研究所）

組織化、維持されている状態でのメソスケール対流システムの構造、およびそれと周辺大気場との関係は、かなりよく明らかにされているが、そのようなシステムが形成、消滅する過程と周辺大気場の変化との関係は、依然として明らかではない。特に、多くの積乱雲が形成される中で、なぜ特定の積乱雲、あるいは群のみが組織化され、発達するのか、それらの過程に適した大気場は、様々なスケールの現象の相互作用の中でつくられていくのか、大規模な場が決めてしまうのかなどは、これから解明されるべき課題である。つまり、diagnostic から predictive への研究の移行である。このような研究には良質の観測データセットが必要であり、プロジェクトとしていくつかの研究機関が協力する field experiment が不可欠である。観測の良さは、現象の変化を予測もしながら、様々な観測データをもとにリアルタイムで現象を観て、予測と事実の違いを認識する中で新しい事実を見いだすことである。近年、複数のドップラーレーダー、ゾンデ強化観測を中心とした特別共同観測がしばしば実施され、さらに、人工衛星雲画像、広域レーダエコー分布など、観測対象周辺の情報も、ほぼリアルタイムで現場で観ることができるようになった。一方、数値予報の出力値、あるいはそれらを初期値とする数値シミュレーションの出力値は、しばしばメソスケール現象をある程度再現している。勿論、モデルは完全ではなく、実際現象の再現性も不確実ではあるが、これらの出力値を観測データの1つとみなして周辺大気場の解析を行うことにより、システムの形成、消滅の過程と大気場の変化との関係について、有力な知見が与えられる。もしも、観測現場でこれらの情報がほぼリアルタイムで得られるならば、現場で現象を観る視点、新しい事実の見だし方など、field experiment に質的な転換が起こり、メソスケール現象の研究の新しい発展が期待できるであろう。今は、そのような field experiment も可能になってきている。

2.8 総合討論

6名の発表の後、高橋劭氏(桜美林大学)から OHP により世界の発雷分布が示され降水物理過程に著しい地域性があることと、それに着目した研究観測の必要性が主張された。

総合討論では、メソスケール気象の研究にどのようなモデルが有効かの質問がなされた。現象の再現性を重

視する立場と現象の過程の解明を重視する立場からの発言がなされた。予測及び研究の両面から高分解能データの必要性が改めて認識された。研究観測データに加え気象庁の保有するより多くのデータ（格子点データ等を含む）の研究活動への即時的・非即時的提供を望む発言があった。効果的な研究観測の展開にあたって、大学、研究機関に加え、気象機関の参加協力

が必要だとする発言もみられた。

総合討論としてはやや議論が収斂しなかったが、メソスケール気象の研究範囲は広く、この時点で統一見解を得る必要性も無いと思われる。平凡な結論であるが、それぞれが研究を充実させ、アイデアを出し、討論し、相補い協力し総合的な研究、特に field experiment を進めることが大切であることが、認識された。

1998年度「三宅賞」の受賞候補者および研究助成候補者の募集

標記の賞・助成は、三宅泰雄教授退官記念事業として1972年に設立された地球化学研究協会が運営しているものです。賞・助成の応募には推薦者が必要ですが、推薦者は学会でなくても構いません（自薦も可）。気象学会として「三宅賞」に推薦するにふさわしい方をご存じでしたら、1998年6月末までに日本気象学会あてお知らせ下さい。研究助成に日本気象学会の推薦により応募したい方は、下記締切日の3週間前までに日本気象学会あて申請して下さい。詳しい応募要領や応募用紙は日本気象学会にあります。

三宅賞

1. 対象：地球化学に顕著な研究業績をおさめた科学者
2. 表彰内容：賞状、副賞として賞牌および賞金30万円
3. 件数：1年1件（1名）
4. 応募方法：規定の用紙に候補者の推薦対象となる研究題目、推薦理由（400字程度）、主な論文に略歴をそえて協会事務所までお送り下さい。
5. 応募締切：1998年8月31日

6. 応募先：〒166-0002

東京都杉並区高円寺北4-29-2-217

地球科学研究協会

TEL・Fax：03-3330-2455

研究助成

1. 対象：地球化学の研究者で、海外における学術調査研究などに参加する者、ならびに海外のシンポジウム等に出席し論文を発表する者のうち、各締切日に満40歳までの者。

2. 助成内容：1件10万円

3. 件数：1年に数件

4. 応募方法：規定の用紙に、海外調査に関しては略歴、研究業績、調査地（国名・地域名）、調査目的・計画、推薦理由、同行者などを記入し、海外のシンポジウム出席については略歴、研究業績、国際会議名（主催団体・開催場所・開催年月日）、論文題目、推薦理由等を記入して、協会事務所までお送り下さい。

5. 申込締切：第1回は1998年8月31日、第2回は1999年1月15日

6. 申込先：三宅賞と同じ