

## 1999年度春季大会専門分科会報告

今大会は、ポスター及び口頭発表による一般講演と、特定のテーマについて議論を深める専門分科会とが行われました。

このうち専門分科会については、昨年の「天気」8月号でコンビーナー及びテーマの募集を行い、4件のテーマが今大会の専門分科会に採用されました。

以下に、それぞれの分科会のコンビーナーの方々から報告を掲載します。

なお、専門分科会のプログラムは「天気」3月号に掲載されています。

1999年7月 講演企画委員会

### 1. 分科会「集中豪雨をもたらす環境とその発生・維持システム」の報告

集中豪雨をもたらす環境とその発生・維持システムと題して、メソ降水系が発生する環境やその発生メカニズムの解析・数値シミュレーションだけでなく、その発生に寄与する環境を与える総観場に関する発表や統計処理を含め、10件の発表が行われた。特に、1998年の新潟、那須、高知の集中豪雨と1997年の出水での集中豪雨に関しては複数の発表があり、活発な発言が相次いだ。分科会の前半は総観場および解析の話、後半は数値シミュレーションの話を中心に発表が行われた。

まず、総観場からどの程度豪雨の発生環境を予測できるかという観点からの発表が2件（予稿集A151, A152）行われた。メソ対流系の議論は、一般に、レーダ等の観測機器や数値シミュレーションのモデル領域の制限から数100 kmの範囲でのみ考えて、環境の場は与えられているものとしてしまう傾向が強い。しかし、2件の発表は、メソ降水系の発生メカニズムの解明には総観場との相互作用だけでなく、その発生環境を生み出した原因についての重要性を問いかけていた。

気象災害をもたらす総観場の状況についての統計処理の発表（A153）が行われた後、昨年の那須の大雨を

中心とした発表が2件（A154, A155）行われた。記憶に新しいこともあり、数多くの質問があった。特に、那須の大雨では、中層に流入してきた低相当温位気塊がどこから来たのかが問題となり、前述したように、その気塊の起源を含む発生環境を生み出した原因についてさらに調べていく必要があると思われた。

後半の最初に、メソ対流系の数値シミュレーションにおける初期値の重要性についての発表（A156）が行われた。計算機が発達し、数値シミュレーションを高分解能で行うことができるようになった現状では、その初期値となるデータが重要であり、その初期値作成のためにメソ対流系の観測に用いられているレーダ等の観測を同化していく必要がある。発表では、民間航空機による観測データ（ACARS）とウインドプロファイラーのデータ同化のインパクトが大きいという結論であった。

最後の4件の発表は大なり小なりの地形が影響を与える降水系について行われた。1997年出水市付近に豪雨をもたらした線状構造を持ったメソ対流系とX-BAIU 98期間中に長崎半島で観測された同様の降水系についての発表であり、ともに梅雨前線が北上した中の強い南西風が卓越した中で起こった現象である。その線状構造を持ったメソ対流系の発生についての風向別統計処理を行った発表（A158）も行われ、南西風の場において発生していることが裏付けられた。出水豪雨（A157, A160）については、豪雨の発生原因としては西方から近づき、通過する100~200 kmスケールのメソ対流システムであることに間違いはないと考えられるが、甌島の影響がどの程度あるのかが今後の問題として残された。長崎半島の線状の降雨（A159, A160）については、長崎半島の地形の影響が大きいという結論であった。発表で用いた3次元数値シミュレーションの水平格子間隔は対流セルを分解できうる500 m~2 kmであり、今後のさらなる解析を期待したい。

今回の分科会は活発な議論を行えるために発表件数を10件に押さえ、それぞれに発表時間も十分配分した

つもりであったが、予想以上の議論がなされ、最後に行う予定であった複雑なメソ降水系と総観場との相互作用についてはコンビーナーがまとめる程度の時間しか残らなかった。しかし、逆に考えると、それだけ集中豪雨に対し分科会に参加していただいた方々の関心の高さを伺え知るのであった。今年度も梅雨期には、吉崎会員から説明のあった多くの研究機関・大学が参加して実施された特別観測(X-BAIU 99)においては、線状構造を持ったメソ対流系をはじめ、数多くの貴重なデータが得られた。それらのデータを用いた解析や数値シミュレーションを通して、メソ降水系が発生する環境やその発生メカニズムについての説明がさらに進んでいくことを期待したい。

最後に、特別にコンビーナーとして分科会の進行を考えていなかったにもかかわらず活発な議論がなされたことに対し、前半の座長を引き受けていただいた澤井会員や発表者の方々を始め、立ち見ができるまで会場一杯となった参加者一人一人に心から感謝したい。

加藤輝之(気象研究所)

## 2. 分科会「GAME-IOP とその初期結果」の報告

### I. 境界層・陸面過程

GAME 領域研究の成果の一つとして、チベット高原やタイ中央部、モンゴル草原でのエネルギー収支の観測結果が報告された。渦相関法やポーエン比に加えて、大気加熱を二高度の気圧計測から算定し、顕熱フラックスを求めるチベット高原での観測事例も紹介された。また、移動乱流観測によるバルク係数や乱流粗度の地域分布、植生の違いによるエネルギー収支特性、モンゴル-チベット高原の比較など、地点推定から広域推定へ拡張するための基礎的事項についても報告され、GAME が目指すところの地域間比較と、それに基づくモデル開発のための予備的検討が始められている。チベットでは放射・乱流・熱流観測から得られたデータでは熱収支が閉じないことが指摘され、地中熱流計測の問題や渦相関法による乱流フラックス算定手法の問題などについて議論され、また、凍土の融解量による地中熱流量算定手法が紹介されたが、明確な原因は今後の課題として残された。広域の大気-陸面相互作用の面から、タイでの森林伐採と降水量の長期変動傾向の関係が、長期観測データ解析とモデルシミュレーションから示され、人間活動による気候変動の具体的事例として注目された。

小池俊雄(長岡技術科学大学)

### II. 陸面過程モデル・水蒸気・雲・同位体

まず、GAME の重要な目的の一つでもあり、陸面における数値モデルの精度向上にも欠くことができない地表面過程のモデル化に関する研究がいくつか報告された。この中で、97年の GAME-Tibet POP 期間のデータを整理し、1次元陸面過程モデルを駆動・検証するためのデータセットを作成し、それを利用した4種類のモデルの比較実験は IOP のデータの有効利用の観点からも注目すべき報告であると言える。

IOP 期間中の雲活動の衛星からの観察によって、地形と雲の出現頻度との関係が報告され、また現地レーダ観測を中心とした高原上の対流雲の構造や発達・衰退に関する研究も報告された。さらにチベット・ラサで観測された GPS データより、毎時の可降水量を求め、その日変動の特性についての研究報告があった。また GMS による雲の状況から、中国大陸上の梅雨前線とそれに伴うクラウド・クラスターの活動の解析についての発表も行われた。

シベリアおよびチベット高原において、水の安定同位体観測から水循環に関する情報を引き出そうと試みた講演が2件あった。とくに大気大循環モデルに水の安定同位体の輸送・分別過程を組み込み、大気中の水蒸気や降水中の同位体比の挙動をシミュレートして、チベット高原で実測された降水中の同位体比との比較検証を行った研究には注目が集まった。

木村富士男(筑波大学)

### III. 広域大気循環と降水・対流活動

このセッションではまず、GAME-IOP 期間(1998年春-夏)のアジヤモンスーンに関連した大循環や大気・海洋系の実況報告がなされた。この時期の特徴としては、1997/98年の今世紀最大となったエル・ニーニョが終わり、ラニーニャに移行しつつある時期に当たっていたが、特に赤道インド洋では海面水温分布に関連して、モンスーン前には、赤道インド洋の西部での活発な対流活動域が、モンスーン開始と共に、東部(西部)域での非常に活発(不活発)という東西非対称な対流活動分布に変化したこと、一方西太平洋での対流活動は不活発という、非常に特異な分布をしていたということが指摘された。これに関連して、モンスーンは開始も遅く、特に GAME-Tropics のタイ付近ではかなり弱かったことが報告された。続いて GAME-Tropics で行われたゾンデ強化観測の結果が報告され、モンスーン開始と共に日変化の振幅が大きくなることや、準2日周期や準1か月周期の卓越が報告され

た。また、タイでの降水と対流活動の日変化の地域特性について現地降水量と GMS データの解析から、タイ東北部、北部では、深夜から早朝にかけてのピークが顕著であることが報告された。98年はまた、長江流域での大洪水の年であったが、その少し北に位置する GAME-HUBEX 地域では、相対的に雨が少なかった。ただし、6月末から7月はじめには、かなり活発な降水擾乱がこの地域を通過し、前線の北上南下に伴うメソ  $\alpha$ ,  $\beta$  スケール擾乱のドップラーレーダによる鉛直構造などが報告された。その他、RAMS (領域気候モデル) によるチベット高原の5月の降水分布のシミュレーション結果や、インドネシア上空における偏東風ジェットやハドレー循環の季節変化の地理的分布とその機構についての報告もなされた。

安成哲三 (筑波大学)

#### IV. メソ降水システム

このセッションでは、GAME/Tibet と GAME/HUBEX の降水観測とドップラーレーダー観測の結果が報告された。チベットのような高山で、雹、雷、竜巻をもたらすいわゆるシビアな気象擾乱が発生していることは意外であり、大気下層(といっても海拔4000 m 程度以上)での不安定エネルギーの蓄積過程及び、その不安定エネルギーと顕在化した積乱雲との対応関係が次の興味であろう。また、地上から1 km 程度上空にブライトバンドをもちながら、10 km に近い厚いエコー域がさらにその上空に存在していることが示されていた。これは、わが国では見ることができないくらい厚い雪雲がチベット上空に存在していることを示している。残念ながら、今回の報告では地上の降雪に関する報告がなかったが、このような厚い雪雲内のダイナミクス、微物理過程や水蒸気の輸送過程との関係など興味深い研究が期待される。チベットの1台に比べて、HUBEX では3台のドップラーレーダーによる観測が行われ、梅雨前線に次々と発生したメソ  $\beta$  スケールの渦状擾乱、梅雨前線が南下した後大陸上に発生したスコールラインなどの3次元的なレーダーエコー構造や気流が既に解析されている。今後は、モデルによる再現実験との比較が楽しみである。チベットでも HUBEX でも、現時点ではケーススタディにしか過ぎないが、これまでは望んでも得られなかったデータが、当たり前のように解析され報告されていることに、観測に参加した私自身、改めて GAME の規模の大きさと研究体制の進歩に驚いている。

藤吉康志 (北海道大学)

#### 3. 分科会「波動と低周波変動」の報告

低周波変動は変動の大部分を占める重要な変動である。しかしながらその実態の解明、理解はまだまだ不十分であり、学問的にたいへん興味深い。またいわゆる異常気象や中長期予報との関わりも深く、実際的な関心も高い。そこで、理論的な興味や実際的な関心からこれまで様々に発表されてきた低周波変動の研究を一堂に集めて、その発展を概観することは非常に意味のあることであろうと考えて、本分科会を企画した。

ただ本分科会の特色は、「低周波変動」という個別的なテーマを掲げながらも、それに限定することなく、より広い研究、特に低周波変動と関係の深い「波動」に関わる研究からも発表を募ったことである。そのほうが問題のひろがりを持つて、ひいては低周波変動の研究の進展につながると考えたからである。

結局、計11件の発表が行われた。招待講演や総合討論は特に設けなかった。

前半は前田修平氏(気象研究所・気候)の司会のもとに、いろいろな変動に関する5件の発表が行われた。本田(地球フロンティア)らは、冬季のアリョーシアン低気圧とアイスランド低気圧のシーソー関係について、小出(気象庁気候情報課)らは冬季循環場の年々変動と高周波変動の関係について、それぞれの解析結果を報告した。いずれも波の活動度に関する最近の研究成果を駆使するなど、両者の関係を明瞭に描き出していた。稲津(北海道大学・地球環境)らは、大循環モデルを用い、大陸東岸のジェットが熱帯の加熱と関係することを明らかにした。赤堀(名古屋大学・工)・余田(京都大学・理)は、傾圧擾乱と平均場の相互作用による対流圏長期変動を、彼らの定式化した改良ラグランジュ平均解析を使うことによって明瞭に解釈できることを示した。大淵(地球フロンティア)・金光(NOAA/NCEP)は、北半球・流線関数場からの低周波変動を10-60日のバンド・パス・フィルターをかけて素直に取り出すことを試みた。

後半は田中博氏(筑波大学)の司会のもとに進められた。前半の4つは主にブロッキング、後半の2つは中間規模波動に関するものである。小林(気象庁気候情報課)らは、気象庁全球モデルにおいて積雲対流のパラメタリゼーションを Kuo 方式から Arakawa-Schubert 方式に変えるだけで、ブロッキングの発生頻度が大きく増加したことを報告した。中村(東京大学・理/地球フロンティア)らは、ブロッキングに関するこれまでの彼らの研究成果をまとめた形で発表した。す

なわち、西風の弱い、移動性擾乱の不活発な領域では定常ロスビー波束の役割がたいへん大きいということである。前田（気象研究所・気候）らはブロッキングによって変形される高周波擾乱がブロッキングを維持することを特異モードとの関係において明らかにした。荒井・向川（北海道大学・地球環境）は、ブロッキングモデルのひとつであるモドンを、 $\beta$  平面等価順圧モデルに拡張して取り扱い、さらに特異モードと関係づける議論を行った。佐藤（京都大学・理）・松野（地球フロンティア）は中緯度圏界面にトラップされた中間規模波動を鉛直 Rossby 効果による波として解釈した。松野の久しぶりの発表であったが、相変わらずの冴えを感じさせてくれた。重久（気象大学校）らは臨界高度付近での加熱源によって上層 Eady モードが励起されることを示した。これらによって、中間規模波動の理解はかなり深まったのではないかと思われる。

会場が狭かったこともあるが、近辺から余分の椅子を持ってきても、なお立ち見の出る盛況であった。質疑・討論も活発に行われた。当初の目的である、理論的な研究とデータ解析的な研究の間、またはそれらの研究者の間をつなぐ分科会になったのではないかと思う。

なお残念なことは、本分科会には計18件の申し込みがあったが、時間の都合で11件しか発表してもらえなかったことである。発表してもらえなかった7件のうちの一部にはそもそも趣旨からずれているものもあったが、大半は苦慮の末ご遠慮いただいたものである。分科会で発表できなかった方々にはこの場を借りて、お詫び申し上げます。伊藤久徳（九州大学）

#### 4. 分科会「GPS 気象学」の報告

GPS 気象学はここ数年間に急速に発展してきた研究分野で、まだ一般の気象関係者には馴染みが薄いと思われる。我が国では国土地理院が全国に約1000点という世界に例を見ない稠密な GPS 連続観測網を展開している。メソスケールの水蒸気の研究を行うには最高の環境であり、測地学、気象学、水文学などの研究者らにより科学技術振興調整費「GPS 気象学」の研究が平成9年度から始まっている。本分科会では GPS 気象学の最新の研究成果の発表と討論を行い、一般の気象関係者に GPS 気象学に対する理解を深めていただくことを目的として開催した。

夏季の晴天時の関東地方の可降水量の日変化について、大谷らは事例解析を行い、可降水量の極大は日中

に山岳域に現れ、夜間に関東平野に南下していくことを示した。また、沿岸部では日中に可降水量が減少することも示した。同様の結果を、佐々木らは、東京湾からの海風が顕著な夏季の晴天日21日の平均を解析して得て、この理由として海風が低温・低水蒸気量の気塊を運ぶためとした。しかし、海風上層の反流が乾燥した下降流であるためや海風の厚さが薄いためではないかとの質問があった。岩淵らは、日本列島全体の大気遅延量の日変化を調べ、その振幅と位相は山岳域のスケールによって異なること、沿岸部での日中の大気遅延量の減少は、関東のような大きな平野域で見られるが小規模な平野域では見られないことを示した。

鹿島らは、可降水量の増加が豪雨に1、2時間ほど先行している事例を示し、可降水量による集中豪雨の予測可能性を示唆した。瀬川らは、1998年高知豪雨では太平洋高気圧下の高知の南東側で大気遅延量が少なく、高気圧の縁辺流が流入した北東側で多かったこと、また最も激しい降水の直前に大気遅延量が一時的に減少したことを示した。山本は、霧発生と GPS 可降水量の対応の検証を、中川らは、可降水量の年変化の特徴について発表した。

今まで測地目的では行われなかった非常に稠密な観測と解析が、メソスケールの水蒸気の研究として行われるようになり、GPS の精度に関する新たな問題が出てきた。小司らは、GPS 特別観測で見られた可降水量の推定誤差の日変化が、海洋潮汐による固体地球の荷重変形の効果によるものであることを示した。岩崎は前橋周辺での観測で見られた数日と数時間スケールの GPS 可降水量の推定誤差の変動とメソスケールの水蒸気勾配の変動との対応を議論した。青梨らは、マイクロ波放射計による水蒸気勾配の観測から、水蒸気勾配は前線通過時や局地的な水蒸気の集中時などに見られることを示した。

GPS データを数値予報に利用するためには、リアルタイム解析が必要である。その精度確保には GPS 衛星の軌道情報の品質管理が重要であること、現在国土地理院では約200点で1時間毎のリアルタイム解析を行っていることを畑中が紹介した。萬納寺は1998年北関東豪雨で GPS 可降水量のデータ同化実験を行ったが、その効果は予報時間が長くなると消えてしまうと報告した。現在用いている1次元変分法の限界のためと考えられる。

ここまでは、可降水量（大気遅延量）という鉛直方向に積分された情報を使った研究である。平原らは大

気の3次元構造をトモグラフィーで求める試みについて紹介した。国土地理院のデータを使えば日本列島スケールの大気屈折率の3次元構造を、GPS受信機を1km間隔で置いた稠密観測では鉛直に1km程度の分解能で水蒸気の3次元構造が推定できる。瀬古は平原と同様の方法で、梅雨前線上のメソ擾乱の北側に進入してきた乾燥域の立体構造を国土地理院のデータから推定することに成功した。

LEO(低軌道衛星)を用いたGPS電波の掩蔽観測で成層圏の温度の鉛直プロファイルを求めることが出来る。西田は米国UCARが解析したデータを調べ、GPS

掩蔽法のデータは十分な精度があることや、赤道域の圏界面高度の季節変化などについて議論した。

最後に内藤は世界のGPS気象学の現状と将来計画を紹介した。LEOなどを使った宇宙型GPS気象学の計画が世界各国で推進してされており、日本でも本格的に研究すべきであることが強調された。内藤は、衛星観測が従来の放射強度を測る方法からGPSのような位相を測る方法に変わりつつあり、今後非常に高精度の観測が行われるようになるだろうと話を締めくくった。

中村 一 (気象研究所)

## ==== 編集委員会だより ====

### 「天気教室」欄の開始にあたって

本誌第45巻11号でお知らせしたように、本号から新しい企画「天気教室」欄を始めます。「天気教室」欄では、「天気予報・気象観測の現場や学校教育などに有用な気象学や気象技術の知識をわかり易く解説する」ことを目的としており、比較的限定されたテーマに関する解説を1回読み切り形式で掲載していきたいと考えています。今後、こんなテーマについてのわかりやすい解説をというご希望がありましたら、編集委員会まで遠慮無くお寄せ下さい。編集委員会で適切な方に執筆を依頼し、順次掲載していきたいと思えます。原則として、依頼原稿によりますが、日頃から研究・気象業務の現場で活躍されている方々からの有用な解説のご投稿も歓迎いたします。

本欄の新設を検討していた頃、ちょうど本学会と気象業務支援センターとの共催により、気象予報士試験に合格したレベルの方々に、さらに進んだ知識を取得していただくことを目的とした「気象技術講習会」が行われることになり、同講習会の第1回のテーマとして「メソ気象」が選ばれました。編集委員会では、「メソ気象」は天気予報・気象観測の現場でも重要なテ-

マの1つであり、もしその内容に関連した解説を「天気」に掲載できれば、講習会に参加できなかった会員の方々にも有用ではないかと考えました。そこで、気象業務支援センター及び講師の方々のご了解を得て、各講師の方が話されたテーマについて「天気教室」向けの解説をご執筆いただくことをお願いし、本欄の開始に当たって連載することに致しました。今後、小倉義光「メソ気象力学の基礎」、近藤純正「大気境界層の気象」、吉崎正憲「メソ対流系」、二宮洗三「梅雨前線と豪雨」、高橋劭「雷」(敬称略)などの掲載を予定しています。以上のような経緯による掲載のため、本欄で想定するよりも若干難度の高い解説もあり、また充実した内容のために数回にわたって連載するものもありますが、いずれも各分野の第一線でご活躍の方々の手になるもので、多くの会員の皆様にとって有用なものになるのではないかと期待しています。今後本欄を発展させるためにも、会員の皆様からのご意見・ご批判をいただければ幸いです。

「天気」編集委員会