

**日本気象学会誌 気象集誌**  
(Journal of the Meteorological Society of Japan)

第92巻 第4号 2014年8月 目次と要旨

招待論文

大村 纂：熱収支気候学の発展と現状 .....245-285

論 文

大竹秀明・村上正隆・折笠成宏・橋本明弘・斎藤篤思・加藤輝之：

- 山岳性降雪雲の航空機観測を用いた雲解像モデルの統計的検証 .....287-304
- 山浦 剛・富田智彦：梅雨降水の経年変動を制御する2つの物理メカニズム .....305-325
- 森 佳祐・佐藤友徳：北海道で発生する高気温事例の時空間変動について .....327-346
- 二宮洸三：1992年3月7-8日における中部日本南岸の風下シアーズン内の  
弱い寒気内メソ低気圧の発生—観測的事例解析— .....347-361
- Chih-Hsien WEI・Yao-Chung CHUANG・Tai-Hwa HOR・Chi-Chang LIAO・  
Nan-Ching YEH：二台のドップラーレーダを用いた南西季節風下における  
台風 Morakot (2009) の対流性降雨帯の解析 .....363-383
- Paul E. CIESIELSKI・Richard H. JOHNSON・米山邦夫・Richard K.  
TAFT：コロンボのラジオゾンデデータに与える島の影響軽減と  
それに伴う DYNAMO 観測網の収支解析に与える効果について .....385-405
- 学会誌「天気」の論文・解説リスト (2014年5月号・6月号) .....407
- 英文レター誌 SOLA の論文リスト (2014年67-107) .....408
- 気象集誌次号掲載予定論文リスト .....409

. . . . . ◆ . . . . . ◆ . . . . . ◆ . . . . .

大村 纂：熱収支気候学の発展と現状

Atsumu OHMURA: The Development and the Present Status of Energy Balance Climatology

熱収支気候学は気候の重要な特質をエネルギー収支の原則に基づいて解明しようとするものである。このような試みは19世紀の熱力学と放射学の発展の中から生まれた。当初においては大気と海洋への熱の出入りとその間になされる仕事があたかも蒸気機関になぞらえて理解しようとした。自然界におけるエネルギー保存の法則の体现の場と見なされていた。しかし19世紀の後半になってもエネルギー収支の過程を正確に理解するには必要とされる理論は出そろっておらず、不完全な放射と流体理論とまことに精度のわるい観測装置

と限られた観測結果で始まった。このように初期の熱収支気候学は甚だおぼつかないスタートを切ったのであるが、その成果の中には驚くほど現在の理解に近いものもある。その後およそ150年の間に整った理論が見いだされ、また高性能の観測装置も開発された。地上の観測網も拡大し大気外からの全球の直接観測も可能になり、また計算手段の飛躍的發展も起こった。本論文では熱収支気候学の基本理論に立ち返り、熱収支が気候の生成に果たす役割をもう一度考える。

更にこの分野の発展を理論の完成度と観測方法の精

度が比較的均一な5段階に分けて理解する。この間の発展は目を見張るものがあるが、現在の段階では地球のエネルギー収支の正確な理解は得られていない。この現状は最近なされた太陽常数の大きな更正やIPCCのレポート間の放射収支の大きなちがいに如実に現れている。その最も大きな原因は熱収支気候学が伝統的に計算の科学となってしまう、その計算結果を

精度の高い観測値につき合わせる積極的な努力が足りなかったことにある。高質の観測が地理的にも広範囲にわたって行われている現在では種々の計算結果の質を検証することは可能であり全球にわたる正確なエネルギー収支を得ることは近い将来に可能であろう。また、そのような方向に向かうべきである。

### 大竹秀明・村上正隆・折笠成宏・橋本明弘・斎藤篤思・加藤輝之：山岳性降雪雲の航空機観測を用いた雲解像モデルの統計的検証

Hideaki OHTAKE, Masataka MURAKAMI, Narihiro ORIKASA, Akihiro HASHIMOTO, Atsushi SAITO, and Teruyuki KATO: Statistical Validation of a Cloud Resolving Model Using Aircraft Observations of Orographic Snow Clouds

2モーメントバルク雲微物理スキームを用いた気象庁非静力学モデル(JMA-NHM)の高解像度数値実験(水平解像度1km)から得られた冷たい雨の過程を、山岳性降雪雲に関する航空機による直接観測データを用いて検証した。モデルの時間的・空間的な予報誤差を考慮して、越後山脈における山岳性降雪雲に関する2シーズン(2007年3,12月;21フライト)の航空機による直接観測データからモデルと航空機観測の雲頂高度と雲頂温度が比較的良く整合している事例を用いて、統計的に比較・検証を行った。

モデルの水平風は雲層で若干風速の過大傾向はあるものの、モデルで計算された異なる3つの高度範囲・4つの解析領域(十日町,泉盛寺,清水,奈良俣)上

の水平風向・風速および鉛直風速は観測と良く整合していた。雲物理量に関しては、モデルは雲の全層で明らかに雲水量を過小評価していた。氷水量は、使用した測定機器の過小評価傾向を考慮すると、雲の上層(高度3.0-3.5km)及び中層(高度2.5-3.0km)ではモデルが若干過小評価していることが示された。固体雲・降水粒子の数濃度は、雲の上層および中層ではモデルが過少評価となっているが、下層(高度2.0-2.5km)ではモデルが若干過大評価となった。

100ミクロン以下の雲氷とそれ以上の雪の数濃度比は、モデルが顕著に過小評価しており、モデルにおける氷晶から雪への変換過程等の取り扱いに問題があることが示唆された。

### 山浦 剛・富田智彦：梅雨降水の経年変動を制御する2つの物理メカニズム

Tsuyoshi YAMAURA and Tomohiko TOMITA: Two Physical Mechanisms Controlling the Interannual Variability of Baiu Precipitation

本研究は、1979~2010年(32年間)の降水を含む大気パラメータおよび1982~2010年(29年間)の海面水温(SST)の客観解析データを用いて、5月下旬~7月中旬における日本付近の梅雨降水の経年変動を制御する2つの物理メカニズムを調査する。梅雨期中頃の6月下旬、気候学的な梅雨降水を形成する大規模大気循環は大きく変化する。対応して梅雨期前半(5月26日~6月24日)における梅雨降水の経年変動は、暖かいエルニーニョ/南方振動(ENSO)イベント後、太平洋-東アジア遠隔応答が西部北太平洋上に高気圧

偏差を形成することにより制御される。この高気圧偏差は西部熱帯太平洋の負のSST偏差にともなうロスビー波応答によって維持され、冬季からこの期間まで持続する。一方、梅雨期後半(6月25日~7月19日)における梅雨降水の経年変動は、暖かいENSOイベント後、インド洋の蓄熱効果により遅れて出現するメカニズムによって制御される。すなわちインド洋に持続する正のSST偏差は、熱帯インド洋上の大気場に松野-Gillパターンを誘起し、このパターンの東方拡大が西部北太平洋上に高気圧偏差を形成する。そして

この高気圧偏差が梅雨降水を増加させる。ここでこの松野-Gill パターンの東方拡大は、夏季インドモンスーンの季節内の変動にもなって偏差的な大気加熱域が西部熱帯インド洋から北東方向に移動拡大することによって起こる。このように梅雨降水の経年変動を制御する主要な物理メカニズムは梅雨期前半と後半で

異なる。そしてこの相違により、梅雨降水の前半と後半の経年変動特性は異なる。本研究の結果は、熱帯太平洋と熱帯インド洋における SST 偏差の冬から初夏にかけてのより詳しい監視が日本付近の梅雨降水の予測精度を向上させる可能性があることを示唆する。

### 森 佳祐・佐藤友徳：北海道で発生する高気温事例の時空間変動について

Keisuke MORI and Tomonori SATO: Spatio-Temporal Variation of High-Temperature Events in Hokkaido, North Japan

本研究では、北海道で発生する高気温事例の空間分布や季節性、時刻依存性を明らかにし、そのメカニズムを考察した。26年間の気温の特別観測値を用いた統計解析は、北海道東部は西部と比較して高気温事例の発生頻度が高いことを示していた。また、発生頻度には明確な季節変化が見られ、1月と5月に発生頻度の極大値があった。さらに、1月には16時から04時にかけて、5月には07時から13時にかけて高気温事例の発生開始が多いことが明らかとなった。

次に、北海道東部を対象に、発生頻度の高い1月の夜間と5月の朝方に着目して、高気温事例の発生環境を調べた。その結果、1月は低気圧の通過に伴う暖気移流や空気中の可降水量の増加により、夜間の放射冷

却が緩和され高気温事例の発生がもたらされることがわかった。5月は、日射が関与する2つの異なるメカニズムにより高気温事例が発生することがわかった。1つ目のメカニズムは、力学的なフェーンによる昇温により説明される。日射加熱は夜間の冷気層を消滅させることで、力学的なフェーンによる上空の高温位気塊の降下を容易にすることがモデル実験から示された。2つ目のメカニズムは、力学的なフェーンによる昇温に加えて、地表面からの顕熱輸送によって説明される。これらのことから、5月の高気温事例の発生には、日射が重要な役割をはたし、日射が高気温事例発生時刻依存要因となっていることがわかった。

### 二宮洗三：1992年3月7－8日における中部日本南岸の風下シアーズン内の弱い寒気内メソ低気圧の発生—観測的事例解析—

Kozo NINOMIYA: Genesis of a Weak Polar Mesoscale Cyclone in the Lee-Side Shear Zone South of the Central Part of Japan on 7-8 March 1992 —An Observational Case Study—

1992年3月7－8日における日本南岸太平洋上での弱い寒気内メソ低気圧 (polar mesoscale cyclone: PMC) の発生を2隻の観測船と日本の観測点のデータ、気象衛星雲画像および客観解析データによって調べた。

本州南岸で発生した積雲ラインは数時間でコンマ型雲系を伴う弱いPMCに発達した。このPMCに伴って、弱い低気圧性循環、 $\sim 1 \text{ hPa}$ の気圧下降、 $\sim 2 \text{ mmh}^{-1}$ の降水が観測された。総観およびメソスケール解析はこのPMCが弱い寒気吹出し時に本州南岸で形成されたシアーズン内で発生したことを示し

た。このシアーズンは本州中央山地の西側に沿う北西風系と、東側に沿う北東風系の間に形成された。

このPMCは対流圏中・下層の強い傾圧場の下で発生したにもかかわらず、著しく発達することなく $\sim 2$ 日間で消滅した。この発達しなかったPMCの総観場と、既報の文献で調べられた発達したPMCの総観場を比較した。この発達しなかったPMCの総観場はこのPMCが上層の寒冷トラフを伴わず、下層の高気圧性循環の背景場内に存在したこと、薄い湿潤層内に存在したこと、および強い海面水温傾度ゾーンをはずれた海域に位置したことによって特徴付けられた。

Chih-Hsien WEI・Yao-Chung CHUANG・Tai-Hwa HOR・Chi-Chang LIAO・Nan-Ching YEH：二台のドップラーレーダを用いた南西季節風下における台風 Morakot (2009) の対流性降雨帯の解析

Chih-Hsien WEI, Yao-Chung CHUANG, Tai-Hwa HOR, Chi-Chang LIAO, and Nan-Ching YEH: Dual-Doppler Radar Investigation of a Convective Rainband during the Impact of the Southwesterly Monsoonal Flow on the Circulation of Typhoon Morakot (2009)

強い南西季節風下における台風 Morakot の主降雨帯中の対流雲の特徴と変化について、ドップラーレーダデータの解析により調べた。台風の第三象限において、季節風の強さは台風自体の風速と同程度であった。風速場の解析により、南西季節風の北向き成分の流れは降雨帯の近くで減速し、この顕著な収束により主降雨帯中で対流セルが発生・発達していることが分かった。

降雨帯の鉛直構造の解析により、降雨帯はその内側面の下降流と下層の下降流の2種類の下降流を伴って

いたことが分かった。内側面の下降流は内側に傾いた対流雲からの降水の荷重により作られていたと考えられるが、これは高度1.5 km に正の気圧偏差が解析されたことで支持される。また、降雨帯付近の2つの高気圧偏差により南西季節風が局所的に変形を受けて収束が強まり、対流セルの融合が起こることで降雨帯を形成していたことが解析から明らかになった。降雨帯の中層では鉛直渦度が最大となる場所と水平風速が最大となる場所が一致していることも確認された。

Paul E. CIESIELSKI・Richard H. JOHNSON・米山邦夫・Richard K. TAFT：コロンボのラジオゾンデデータに与える島の影響軽減とそれに伴う DYNAMO 観測網の収支解析に与える効果について

Paul E. CIESIELSKI, Richard H. JOHNSON, Kunio YONEYAMA, and Richard K. TAFT: Mitigation of Sri Lanka Island Effects in Colombo Sounding Data and Its Impact on DYNAMO Analyses

2011年のインド洋における観測研究 DYNAMO (Dynamics of the Madden-Julian Oscillation) プロジェクトでは、赤道を挟んで南北に2つの矩形のラジオゾンデ観測網を構築した。北側の観測網の一角を占めるスリランカ・コロンボでは、島が作り出す加熱の日変化とコロンボの東側に位置する急峻な地形による風のブロッキング効果によって、対流圏下層のデータが影響を受けている。一辺が数百 km にもなる大規模

な観測網による収支計算を行う上でこの島の影響はむしろ誤った信号となる。そこでこの局所的な影響を減らし、純粋海洋上のデータであるかのように取り扱うため、海面から3 km までのデータとしてヨーロッパ中期予報センターの客観解析データを採用し、それを観測データとつなぎ合わせて最終的なデータセットとした。この手法により収支計算が改善されることを確認した。