

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

第80巻 第2号 2002年4月 目次と要旨

論文

Ernani de Lima NASCIMENTO・Tercio AMBRIZZI：南半球冬季のブロッキングが
ロスビー波伝播特性に及ぼす影響139-159

青木輝夫・青木忠生・深堀正志・高尾俊則：南極昭和基地における UV-B の特徴：
数値シミュレーションとの比較161-170

Dong-Kyou LEE・Hyun-Suk KANG・Ki-Hong MIN：地域気候モデルにおける
海洋の粗度の役割：1994年夏の東アジアモンスーンの場合171-189

広瀬 望・小池俊雄・石平 博：永久凍土帯の微地形による土壌水分の不均一性が与える
空間平均蒸発量算定への影響191-203

Xiaofan LI・C.-H. SUI・K.-M. LAU：熱帯の深い対流レジームにおける降水効率：
2次元雲解像モデルによる研究205-212

Renhe ZHANG・住 明正：エルニーニョ現象発生時の北半球冬季，春季，秋季における
東アジアの水蒸気輸送と循環場213-227

北島尚子：台風 Vicki (9807) の温帯低気圧化：構造変化と上部対流圏の擾乱の役割229-247

杉 正人・野田 彰・佐藤信夫：地球温暖化が熱帯低気圧の気候に及ぼす影響：
気象庁全球大気モデルによる数値実験249-272

山本真之・橋口浩之・深尾昌一郎・芝野儀三・今井克之：
車載型3GHz 帯ウインドプロファイラーの開発273-283

浜田純一・山中大学・松本 淳・深尾昌一郎・Paulus Agus WINARSO・Tien SRIBIMAWATI：
インドネシアにおける雨季の時間・空間変動と ENSO との関連285-310

福富慶樹・安成哲三：北半球夏季の西太平洋上における10-25日季節内振動による
熱帯一中緯度相互作用311-332

学会誌「天気」の論文・解説リスト (2002年1月号・2月号)333



Ernani de Lima NASCIMENTO・Tercio AMBRIZZI：南半球冬季のブロッキングがロスビー波伝播特性
に及ぼす影響

Ernani de Lima NASCIMENTO and Tercio AMBRIZZI：The Influence of Atmospheric Blocking on the Rossby
Wave Propagation in Southern Hemisphere Winter Flows

本研究の目的は、南太平洋上のブロッキングが準定常ロスビー波の伝播特性に及ぼす影響について調べることである。事例として、1995年の南半球の冬季（7月と8月）に発生した2つのブロッキングについてロ

スビー波のエネルギー伝播特性を解析し、線形および非線形順圧モデルにより結果の検証を行なった。順圧モデルの線形化に用いた基本場は、NCEP/NCAR再解析データに基づくブロッキング期間平均と、その前

後の7日間平均である。解析期間中の発散場のアノマリに基づいて、熱帯域と亜熱帯域の2つのケースについて波の強制に必要な発散場の外力を与えた。用いた基本場に対しては順圧ロスビー波が定在波となる波数(定在波数 K_s)の分布を調べ、擾乱については波のエネルギーフラックスを調べた。

定在波数 K_s の分布を調べた結果、亜熱帯ジェット軸と寒帯ジェット軸に2つの極大が見いだされ、そこが導波帯となっていることを示した。ブロッキング期間中には、その北側に定在波数の極大が見られ、そこ

での波の活発化が示された。ブロッキング期間の前後には、高緯度の導波帯は見られず、亜熱帯から中緯度に定在波数の極大が存在する。ロスビー波の伝播特性は、ブロッキングの発生消滅により導波帯が中低緯度から極側に南北にシフトすることで大きく影響を受けている事がわかった。また、ブロッキング発生前には、発生場所の低緯度側で波の活動度が増すことが示され、ブロッキングの発生に関与していることが示唆された。

青木輝夫・青木忠生・深堀正志・高尾俊則：南極昭和基地における UV-B の特徴：解析及び数値シミュレーションとの比較

Teruo AOKI, Tadao AOKI, Masasi FUKABORI, and Toshinori TAKAO: Characteristics of UV-B Irradiance at Syowa Station, Antarctica: Analyses of the Measurements and Comparison with Numerical Simulations

南極昭和基地 (69°00'S, 39°35'E) における UV-B ($\lambda=290-315$ nm) 放射照度の特徴を、大気-積雪系の多重散乱放射伝達モデルによる数値シミュレーションと、1996年の UV-B 放射照度の観測値の解析から調べた。数値シミュレーションによる研究では、積雪粒径、地表状態、雲、南極エアロゾル、太陽天頂角、オゾン量に対する UV-B 放射照度の感度について調べた。その結果、雪面上では大気(または雲)と高いアルベドの雪面との多重反射が UV-B 放射照度の特性に重要であることが分った。UV-B 放射照度の観測結果の解析からは、その最大値は太陽高度が最大となる12月ではなく、低いオゾン全量の観測された11月に記録

されたことが分った。このことは UV-B 放射照度の経年変動を論じるとき、1年の中で最小オゾン全量に至る時期が重要であることを示している。雲量 9/10-10/10の雲によって UV-B 放射照度が増加していることも分った。これは複数の雲層と雪面の多重反射が原因と考えられる。全体として、波長別及び波長積分した UV-B 放射照度の理論計算値は、観測値と良く一致した。しかし、太陽高度が低いとき、または低いエネルギーレベルの UV-B 放射照度のときには、観測値は計算値よりも大きく、その原因は弱い放射照度に対する測器の不十分な感度によるものと考えられる。

Dong-Kyou LEE・Hyun-Suk KANG・Ki-Hong MIN：地域気候モデルにおける海洋の粗度の役割：1994年夏の東アジアモンスーンのケース

Dong-Kyou LEE, Hyun-Suk KANG, and Ki-Hong MIN: The Role of Ocean Roughness in Regional Climate Modeling: 1994 East Asian Summer Monsoon Case

地域気候モデルにおける海洋の粗度の役割、及び1994年の夏の東アジアモンスーンのシミュレーションの海洋の粗度に対する感度を理解するために、海洋の粗度を変えた3つの実験を行った。粗度だけの影響を調べるために、他の変数は夏の92日間のシミュレーション期間中一定とした。

基準実験では、海洋の粗度は 4×10^{-4} m であるが、

1994年の夏の偏差をよく再現できない。海洋の粗度を大きくした (1.2×10^{-3} m 及び 4×10^{-3} m) 2つの実験(ZOEXP 及び ZOEXP2) では、南ないし南西のモンスーン流の強さが弱くなり、基準実験に見られた夏のモンスーンフロントの過剰な北進が押さえられた。ZOEXP では、モデルのバイアスが小さくなり、基準実験より1994年夏の実際の気候に近くなっている。海洋

の粗度を大きくしたことのインパクトは、中国北部、北東部及び中東部でもっとも大きい。これらの地域では、モンスーンフロントに関連して、移動性の低気圧や台風の活動が強くなっている。また、地表面の熱フラックスが変化したことに対応して、陸面の温度も大きく変化している。本研究の1つの重要な結果は、ZOEXPの降水の分布が基準実験よりGPCPの降水観測値に近くなっていることである。

海面の粗度が大きくなると、下層の南西風が弱くなるが、海面からの水蒸気の供給は増える。その結果、

モンスーンフロントがより組織化し強化するとともに、その北への移動がより適切に再現される。粗度の増加は、韓国南部や日本の降水のフェーズを変えるとともに、中国中部及び南部の降水の量を変える。ただし、一般的に、ZOEXPと基準実験の差は、基準実験とNCEP/NCAR再解析値との差と比べると小さく、モデルのバイアスが解消するほどではない。本研究により、地域気候モデルにおいて海面水温のみならず、海洋の粗度も適切な値が与えられることが重要であることが示された。

広瀬 望・小池俊雄・石平 博：永久凍土帯の微地形による土壤水分の不均一性が与える空間平均蒸発量算定への影響

Nozomu HIROSE, Toshio KOIKE, and Hiroshi ISIDAIRA : Study on Spatially Averaged Evaporation under Soil Moisture Heterogeneity Affected by Permafrost Micro-topography

永久凍土帯において土壤水分の不均一性が領域平均蒸発量算定に与える影響を明らかにすることを目的として、全地球エネルギー・水循環観測実験 (GEWEX) アジアモンスーン観測研究 (GAME) のもとでチベット高原観測を実施した。観測された表層土壤水分データを分析することにより、その時空間不均一性を示し、その不均一性が形成されるメカニズムを次のように推論した。すなわち、地表面における水平数10 m、高低差数 m の凹凸は融雪水や雨水により水分の表面貯留分布を形成する。その結果生じる表層土壤水分の乾湿差は地表面熱収支と土壤の熱特性の違いを生み、不透

水層として機能する凍土層上面深さに差が生ずるため、土壤水分の不均一性は助長される。このプロセスを既存の凍土次元モデルに導入し、土壤水分の空間不均一性の季節変化を再現した。得られたモデルを用いて空間平均蒸発量算定に対する土壤水分の空間不均一性の影響を算出した結果、地表面が湿潤で空間不均一性が大きいほど、土壤水分量の領域平均量のみを用いて領域平均蒸発量を算定すると大きな誤差を生ずることが示された。さらに領域平均蒸発量算定に対して、土壤水分の空間不均一性を取り込むパラメタリゼーションの方向性を示唆した。

Xiaofan LI・C.-H. SUI・K.-M. LAU：熱帯の深い対流レジームにおける降水効率：2次元雲解像モデルによる研究

Xiaofan LI, C.-H. SUI, K.-M. LAU : Precipitation Efficiency in the Tropical Deep Convective Regime : A 2-D Cloud Resolving Modeling Study

2次元の雲解像シミュレーションによる1時間データにより、熱帯の深い対流レジームにおける降水効率を解析した。雲を解像するモデルはTOGA COAREの20日間のデータから求めた大規模鉛直流と水平風及び水平移流によって駆動される。大規模降水効率 (LSPE) は、地表面蒸発と水蒸気収束の和に対する地表面での降水率の比率として定義される。雲微物理降水効率 (CMPE) は、過飽和水蒸気の凝結と昇華凝結率の和に対する地表面での降水率の比率として定義さ

れる。水蒸気収支により、LSPEが100%より小さい(大きい)とき、局所的に大気中の水蒸気は増大(減少)することが示された。強い対流の場合、LSPEは100%以上でありうる。このことは水蒸気過剰を防ぐために、大循環モデルの積雲対流パラメタリゼーション・スキームは、降水率は地表面蒸発と水蒸気収束の和より大きくなることを強い対流の場合には許すべきであることを示唆している。統計解析によれば、LSPEは60%より小さいときCMPEの80%であり、LSPEが60%以

上のとき CMPE は約70%で一定である。CMPE は質量の重みで平均した気温が増加するとともに増加し、また地表面降水率が増加するとともに増加する。この

ことは、暖かい環境と強い対流のとき降水はより効率的であることを示唆している。

Renhe ZHANG・住 明正：エルニーニョ現象発生時の北半球冬季、春季、秋季における東アジアの水蒸気輸送と循環場

Renhe ZHANG and Akimasa SUMI: Moisture Circulation over East Asian during El Nino Episode in Northern Winter, Spring and Autumn

北半球冬季、春季、秋季におけるエルニーニョ現象発生時の東アジアの水蒸気輸送と循環場の特徴を明らかにするために診断的な解析を行った。これらすべての季節において、エルニーニョ完熟期の中国の降水量分布、東アジアの可降水量、水蒸気輸送、水蒸気収束場がエルニーニョの発達期、衰退期のそれとは異なっていることが見出された。エルニーニョ完熟期では、中国南部で降水量の正偏差みられ、また東アジアの東南海岸付近で北東方向への水蒸気輸送の強化が生じている。その地域では水蒸気収束と可降水量が増大しており、降水量偏差の分布と矛盾していない。

エルニーニョ現象が東アジアの気候に影響を与える物理過程も同定された。エルニーニョの発達期、衰退期とは異なり、完熟期では西部熱帯太平洋域(0-15°N, 110-150°E)に強い負の対流加熱偏差が存在している。負の対流加熱偏差に対する熱帯大気のロスビー応答により、海洋大陸の北方の対流圏下層に高気圧偏差が形成される。この高気圧偏差は東アジアの東南沿岸地域への水蒸気輸送を促進するのみならず、西部太平洋の亜熱帯高気圧を強化し中国の南方への拡大をもたらしており、結果的に中国南部での降水量増加に寄与している。

北島尚子：台風 Vicki (9807) の温帯低気圧化：構造変化と上部対流圏の擾乱の役割

Naoko KITABATAKE: Extratropical Transformation of Typhoon Vicki (9807): Structural Change and the Role of Upper-tropospheric Disturbances

台風9807号(英名 Vicki)の温帯低気圧化過程について、その環境場に関して、特に上部対流圏の擾乱との相互作用の観点から、気象庁全球客観解析値を用いて診断的に調べた。この台風は1998年9月22日に強い勢力で西日本に上陸し被害をもたらしたものである。この台風は温帯化完了時(23日00 UTC)には非断熱加熱起源の渦位偏差が消失していたが、西日本を通過中の22日06 UTCには非断熱加熱起源の渦位は未だ大きく、台風の強さと矛盾がない。しかしこの時刻は既に台風は下層の傾圧帯に侵入し、また台風直上の上部対流圏の強い水平発散がなくなり、上層の流れが成熟期とはかなり変化していた。上部対流圏の環境場との関連では、台風が偏西風ジェットストリークの入口に接

近し、また台風の西にはメソスケールの渦位偏差(トラフ)が接近していた。これらにより、台風の北側では対流圏中層の温暖前線形成が励起され、またそれに伴って中上層で北向きの外出流が強まった。一方、台風の西側では対流圏上層でジェットストリークの入口とトラフに関連して前線形成が強められ、それに伴う非地衡風循環により上層では台風に相対的な外出流が、また中層では乾燥空気の流入が励起された。これらは、台風の北側での幅の広い降水域の組織化と、南西側での降水域の縮小に寄与していた。さらに対流圏中上層の外出流に伴い、台風の北側の厚い層で水平発散が生じたことにより、台風の衰弱が一時的に抑制されることも示唆された。

杉 正人・野田 彰・佐藤信夫：地球温暖化が熱帯低気圧の気候に及ぼす影響：気象庁全球大気モデルによる数値実験

Masato SUGI, Akira NODA, and Nobuo SATO : Influence of the Global Warming on Tropical Cyclone Climatology : An Experiment with the JMA Global Model

地球温暖化が熱帯低気圧の気候に及ぼす影響を、高分解能の大気大循環モデルを用いて調べた。T106の分解能の気象庁全球大気モデル(GSM-8911)により2つの10年積分を実施した。コントロールランでは、1979年から1988年の観測値の海面水温を境界値として与えた。一方、2xCO₂ランでは、気象研究所の大気海洋結合モデルによる二酸化炭素漸増実験(Tokioka et al. 1995)から見積もった、二酸化炭素倍増時の海面水温の上昇をコントロールランの海面水温に加えた。

実験の結果は、地球温暖化により熱帯低気圧の数が大きく減少する可能性があることを示している。もっとも大きな減少は、北太平洋で見られる。一方、北大西洋では、熱帯低気圧数の増加が見られる。熱帯低気圧の強さについては、温暖化によるはっきりとした変化は見られない。

温暖化による熱帯低気圧の数の地域的な変化は、海面水温の分布の変化とそれに伴う熱帯の対流活動の変化が関係している。実験結果は、熱帯低気圧の数の変化は、その場所の海面水温の絶対値の変化に伴う熱力学的な要因の変化よりもむしろ、相対的な海面水温分布の変化に伴う力学的要因の変化に強く支配されていることを示している。

一方、温暖化による全球の熱帯低気圧数の減少に関しては、熱帯大気の温度成層の安定化によって熱帯の大気循環が弱くなることが関係している。温暖化によって熱帯大気中の水蒸気が大幅に増加するにもかかわらず、降水量は少ししか増加しない。降水量が少ししか増加しなければ、熱帯大気の温度成層が安定化すると、熱帯の循環は弱くなる。

山本真之・橋口浩之・深尾昌一郎・芝野儀三・今井克之：車載型3GHz 帯ウインドプロファイラーの開発

Masayuki YAMAMOTO, Hiroyuki HASHIGUCHI, Shoichiro FUKAO, Yoshizo SHIBANO, and Katsuyuki IMAI : Development of a Transportable 3-GHz Wind Profiler for Wind and Precipitation Studies

我々は簡便に風速や降水粒子の観測を行うことを目的として車載型3GHz帯ウインドプロファイラーを開発した。本レーダーは直径1mのフェーズド・アレイ・アンテナ、500W出力の送信機、受信機、レーダーコントローラ、DSP(Digital Signal Processor)装置、ワークステーションから構成される。簡易に様々な場所で観測が行えるように、レーダーシステム全体が小型トラックに積載されている。本レーダーで観測される風速データの検証のため、1998年1月15日に信楽MU観測所においてMUレーダーとの同時観測を実施した。その結果、本レーダーは風速測定に関して充

分な信頼度を持っており、特に降雨時における風速プロファイルの測定に非常に良い性能を示した。また、観測可能高度を検証するため信楽MU観測所において1998年5月から2000年11月の間に得られた風速データに対するデータ取得率の高度変化を計算し、パルス圧縮により観測可能高度が向上していること及び降雨時には下部対流圏内において非常に良いデータ取得率で水平風のデータが取得できていることを示した。さらに、1999年5月4日における前線の初期観測結果についても示す。

浜田純一・山中大学・松本 淳・深尾昌一郎・Paulus Agus WINARSO・Tien SRIBIMAWATI：インドネシアにおける雨季の時間・空間変動と ENSO との関連

HAMADA Jun-Ichi, Manabu D. YAMANAKA, Jun MATSUMOTO, Shoichiro FUKAO, Paulus Agus WINARSO, and Tien SRIBIMAWATI: Spatial and Temporal Variations of the Rainy Season over Indonesia and their Link to ENSO

最近30年間(1961-90年)のインドネシアにおける雨季の地域的及び年々の変化について、我々自身で収集した日降水量データに基づき明らかにした。収集した全157地点のうち46地点については5日平均降水量に換算して連続性のよいデータセットを作ることができたので、それらに最小自乗フィッティングによる調和解析を行い、厳密に抽出した1年周期及び半年周期成分を評価することにより降水量の季節変化に関する気候区分を客観的に行った。これによって南半球春季・夏季(9月から2月)に雨季を持つと判断された南半球に位置する23地点について、平年及び各年における雨季の入り・明けを客観的に定義した。雨季の入りはジャワ島のインド洋側から始まり、ジャワ海、ヌサテンガラへ9月中旬から12月中旬にかけて東進する。またイリアンジャヤに始まりヌサテンガラへと伝わっていく経路も見られる。ジャワ島内では西から東よりも

南(インド洋側)から北(ジャワ海側)へ伝わっていく傾向の方が顕著である。明けに関しては、3月後半から5月後半にかけてヌサテンガラ西部から起り、ジャワ、ヌサテンガラ東部へ進行する。

経年変化として、ジャワ島南東部を中心とした多くの地点でエルニーニョ年(ラニーニャ年)に雨季の入り全体が遅れる(早まる)特徴がみられる。しかし、雨季の降水量と期間(雨季の入りから明けまでの日数)の関連は、スラウェシ南部を除く多くの地点で明瞭ではない。すなわち、それらの地点では、雨季の入り前後の毎年の9月から11月頃にかけての降水量と南方振動指数との相関が高くなるが、雨季の中心や明けの時期に相当する12月から5月頃においてはそれらの相関は低い。また、1961-90年の経年変動の特徴的な時間スケールは2-3年で、1910-41年と比較すると短くなっている。

福富慶樹・安成哲三：北半球夏季の西太平洋上における10-25日季節内振動による熱帯-中緯度相互作用
Yoshiki FUKUTOMI and Tetsuzo YASUNARI: Tropical-Extratropical Interaction Associated with the 10-25-day Oscillation over the Western Pacific during the Northern Summer

北半球夏季の西太平洋上における10-25日季節内時間スケールの熱帯-中緯度相互作用について、10年間(1986-95年)のECMWF客観解析データNOAA外向き長波放射(OLR)データを用いて調べた。初夏(6-7月)と盛夏(8月)のそれぞれの時期における熱帯対流活動に関連する循環場の季節性を知るために、南シナ海を参照領域とするOLRインデックスを基礎にコンポジット解析を行った。加えて、E-Pフラックスとそれを応用した手法を用いて非定常擾乱と平均流の相互作用の解析を行った。

コンポジット解析の結果、同時間スケールの対流活動発達時の循環場の構造は、6-7月と8月とでは大きく異なっていた。6-7月のコンポジット図においては、平均西風域に沿って対流活動域から北太平洋へ延びるロスビー波列が対流圏上下両層で形成されている。下層では、波列の一部である亜熱帯域の循環場偏差の南西

方向(熱帯側)への位相伝播が亜熱帯域の西風ダクトを通して発生している。しかしながら、8月の場合は熱帯-中緯度間の結合は6-7月の場合と比較して卓越しているようには見えない。この時期には南シナ海の対流活動域から中緯度へ向けた波列構造は見られず、また、下層循環場偏差の亜熱帯から熱帯へ向けた位相伝播も見られない。

10-25日擾乱を維持する上での時間平均流の役割について、擾乱成分と季節平均流の間のエネルギー変換を計算することにより調べた。下層では、両季節で熱帯モンスーン西風の出口領域では擾乱は順圧変換によって時間平均流からのエネルギー供給がなされているが、亜熱帯域-中緯度域では傾圧過程の貢献度が大きい。特に6-7月は擾乱による水平潜熱輸送に関連した湿潤傾圧過程が亜熱帯域での擾乱の維持に重要な役割を果たしている。上層では、擾乱成分から時間平均流へ

の順圧エネルギー変換の極大域が、南シナ海-熱帯西太平洋上の対流活動域北側の東アジア亜熱帯域に位置して、このことは対流活動によって高められた擾乱

活動が季節平均流に対する重要なエネルギー供給源として作用できることを示唆している。

訂 正

毎月掲載している「天候情報」欄の中で、2001年4月（6月号掲載）から9月（11月号掲載）までと、2001年11月（2002年1月号掲載）から2002年1月（3月号掲載）までの本文中のSOI（南方振動指数）に誤りがありました。正しくは下記の正誤表をご参照下さい。

長期間にわたる誤りをお詫びして訂正致します。

記

対象年月	2001年						2001年		2002年
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	11月	12月	1月
SOI (誤)	0.2	-0.8	0.3	-0.3	-0.6	0.2	0.7	-0.7	0.2
SOI (正)	0.1	-0.7	0.2	-0.2	-0.7	0.1	0.6	-0.8	0.3

注) 2001年10月分については変わりありません。