

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

第80巻 第3号 2002年6月 目次と要旨

論文

- Martin CHARRON・Elisa MANZINI・Christopher D. WARNER：重力波パラメタリ
ゼーションの相互比較：Hinesによるドップラースプレッドスキームと Warner
と McIntyreによる超簡略スキーム335-345
- 村田文絵・山中大学・藤原正智・荻野慎也・橋口浩之・深尾昌一郎・Mahally KUDSY・
Tien SRIBIMAWATI・Sri Woro B. HARIJONO・Eddy KELANA：1998年
9～10月に西スマトラ州コトタバンで行われた UHF レーダー、GPS レーウィン
ゾンデ及び雨量計との同時観測で見られた風と降雨の関係347-360
- 秋吉英治：1次元光化学放射結合モデルによって計算されたピナツボエアロゾル
による光化学変動と気温変動361-385
- 渡来 靖・田中 博：太平洋ブロッキングの形成期における順圧一傾圧相互作用の特徴387-402
- J. D. CLARK・P.-S. CHU：中部北太平洋域における tropical cyclone の年々変動403-418
- 松本 淳・村上多喜雄：赤道対称および非対称な OLR データによるモンスーンの
南北両半球間季節移動419-437
- 岩崎博之・三木貴博：北関東の半盆地域における可降水量と対流活動の日変化の関係
一日没後に対流活動が活発化する機構についての予備的研究439-450
- 秋吉英治・菅田誠治・杉田考史・中島英彰・林 寛生・黒川純一・高橋正明：
CCSR/NIES ナッジング CTM によってシミュレートされた
1997年北極渦崩壊後の低濃度 N₂O 空気塊451-463
- 戸田 求・西田顕郎・大手信人・谷 誠・虫明功臣：熱帯モンスーン地域・
複雑地表面上での熱収支・蒸発散量測定465-484
- 馬 耀明・塚本 修・石川裕彦・Zhongbo Su・Massimo Menenti・王 介民・文 軍：
衛星リモートセンシングと現地観測を統合した HEIFE 領域の
複雑地表面熱フラックス分布の算定485-501
- Gin-Rong LIU・Chung-Chih LIU・Tsung-Hua KUO：衛星観測にもとづく Mei-Yu 期の
MCS の発達ポテンシャルの客観的指数503-517

要報と質疑

- 大橋唯太・木田秀次：海風前線の前面に形成される弱風域に関する数値実験519-527
- 学会誌「天気」の論文・解説リスト (2002年3月号・4月号)529

.....◇.....◇.....◇.....

Martin CHARRON・Elisa MANZINI・Christopher D. WARNER：重力波パラメタリゼーションの相互比較：HinesによるドップラースプレッドスキームとWarnerとMcIntyreによる超簡略スキーム

Martin CHARRON, Elisa MANZINI, and Christopher D. WARNER : Intercomparison of Gravity Wave Parameterizations : Hines Doppler-Spread and Warner and McIntyre Ultra-Simple Schemes

2つの代表的な重力波パラメタリゼーションであるWarnerとMcIntyreによる超簡略スキームとHinesのドップラースプレッドスキームを比較した。計算は静止場かつ一定の浮力振動数の状態と、北緯70度における7月と1月のCIRA86のデータを背景場としておこなった。特徴の違いを明らかにするために2つの方法を用いた。1つは、ソース高度での運動量フラックス、及び、スペクトルの形ができるだけ同じになるように調節可能なパラメータを設定した。もう1つは、中間圏高度で同じ運動量フラックスが得られるよう、ソース高度での運動量フラックスを調節した。こうし

て得られた運動量フラックス、平均風加速、エネルギー消散率の鉛直プロファイルを比較した。

Hinesにより推奨されているソーススペクトルを2つのパラメタリゼーションに等しく与えたところ、運動量フラックス収束はWarnerとMcIntyreのスキームのほうがHinesのスキームより低い高度で起こる傾向があった。同じような平均風加速とエネルギー消散率が中間圏高度で得られるためには、WarnerとMcIntyreのスキームに下部成層圏においてHinesのものより1桁大きな全運動量フラックスを与える必要があることがわかった。

村田文絵・山中大学・藤原正智・荻野慎也・橋口浩之・深尾昌一郎・Mahally KUDSY・Tien SRIBIMAWATI・Sri Woro B. HARIJONO・Eddy KELANA：1998年9～10月に西スマトラ州コトタバングで行われたUHFレーダー、GPSレーウィンゾンデ及び雨量計との同時観測で見られた風と降雨の関係

Fumie MURATA, Manabu D. YAMANAKA, Masatomo FUJIWARA, Shin-Ya OGINO, Hiroyuki HASHIGUCHI, Shoichiro Fukao, Mahally KUDSY, Tien SRIBIMAWATI, Sri Woro B. HARIJONO, and Eddy KELANA : Relationship between Wind and Precipitation Observed with UHF Radar, GPS Rawinsondes and Surface Meteorological Instruments at Kototabang, West Sumatra during September-October 1998

インドネシア・スマトラ島のほぼ赤道直下の山岳地域に位置するKototabang(0.20°S, 100.32°E, 海拔高度865 m)において、当地の雨季に当る1998年9月27日～10月7日(雨季)の約2週間にわたり、境界層レーダー(BLR)、レーウィンゾンデ及び雨量計を用いた同時観測を実施した。高度1～3 kmの東西風の変動に着目すると、この2週間の多くの日には10 m/s以上の強い西風がみられたが、10月2日から5日にかけて西風が弱まる期間がみられ、この期間に降雨強度の強い雨が集中して降っていた。このような西風の弱まりと降雨の集中の対応は、BLR及び地上気象データのみによる観測が行われた2か月(9～10月)においてもみられた。この2か月について米国NCEP/NCARの客観

解析データ及びGMSの衛星雲画像データを調べたところ、Kototabangの位置する100°E付近を境として東側(インドネシア海洋大陸)と西側(ベンガル湾)で850hPaの風と雲の水平分布に大きな違いがみられた。赤道東80°Eから100°Eにかけて2つの大規模な雲擾乱がみられたが、Kototabangの降雨は必ずしもこの時期には集中していなかった。これらの結果はスマトラ島の山岳がインド洋側の大規模擾乱の影響を遮断し、またKototabangの降雨の多くは局地的な雲システムによって生じていることを示唆する。局地的な雲システムの成因は、一般に弱い背景風の下で卓越する局地循環の収束であると考えられる。

秋吉英治：1次元光化学—放射結合モデルによって計算されたピナツボエアロゾルによる光化学変動と気温変動

Hideharu AKIYOSHI: Chemistry and Temperature Perturbations Due to Pinatubo Aerosols Calculated by a Chemical-radiative Coupled 1-D Model

ピナツボ火山噴火によって増加した成層圏硫酸エアロゾルの気温と大気化学成分への影響を、1次元光化学—放射結合モデルにより調べた。エアロゾルの光化学パラメータ及びその表面積は、エアロゾルの粒径分布と成分を仮定して計算した。この論文では、2種類の数値実験の結果について述べる。1つめの実験では、レーザーレーダや衛星などによる観測データを参考にして、エアロゾルの鉛直分布や時間変動の簡単な形を定して計算を行った。この簡略化実験は、気温やオゾン濃度の光化学—放射結合変動を、より明確に理解するために必要である。2つめの実験では、レーザーレーダによるピナツボエアロゾルの観測データを、時間と高度の関数として直接計算に用いた。これらの2つの実験により、増加したエアロゾル層のほぼ中心の高度20 Kmにおいて、気温は最大4.7~5.8 Kの上昇、オゾン濃度は13~14%の減少、オゾン全量は最大18~20 DU (5.0~5.5%)の減少、という結果が得られた。ただし、このオゾン全量の減少は、気温変化の化学反応への影響を無視すれば、13~15 DU (3.5~4.0%)程度

であった。この2つの実験の気温変動や微量成分濃度変動に関する結果の若干の違いは、ピナツボエアロゾル層が最初の1~2年以内に比較的速く重力沈降を起こしたという事実により説明される。また、この1次元モデルの地表気温は、エアロゾル増加後最初の6か月で0.1 K~0.35 K程度急速に下降する。この地表気温下降値は、エアロゾルに含まれる太陽光吸収物質の量に依存する。次の6か月で地表温度は下降分の半分以上上昇して回復するが、0.1 K以下の弱い地表冷却がその後3~4年ほど続くという結果を得た。この地表気温の変動のメカニズムについて、最初の簡略化実験の結果に基づき考察を行った。また、BrONO₂の硫酸エアロゾル上での水との反応のオゾン破壊への影響についても調べ、ピナツボエアロゾルによるオゾン破壊は、この不均一反応によって2倍以上増加することが示される。この1次元モデルによって計算されたピナツボエアロゾル増加後の気温上昇の最大値は観測値よりもかなり大きく、また大気化学成分の濃度変化の持続時間は観測値よりも多少長かった。

渡来 靖・田中 博：太平洋ブロッキングの形成期における順圧—傾圧相互作用の特徴

Yasushi WATARAI and Hiroshi L. TANAKA: Characteristics of Barotropic-Baroclinic Interactions during the Formation of Blocking Events in the Pacific Region

本研究では、ブロッキングについての運動エネルギーの順圧—傾圧変換 $C(Ks, Km)$ の特徴が、NCEP/NCAR再解析データを用いて調べられている。エネルギー解析は、元はWiin-Nielsen (1962) によって導かれた公式に基づいた。

事例解析と合成図解析の結果、ブロッキングリッジの東西に順圧—傾圧相互作用 $C(Ks, Km)$ の2つの極大があることがわかった。このことは、それらの領域において、傾圧運動エネルギーが順圧運動エネルギーに変換されていることを示している。一方で、リッジが急速に増幅したもののブロッキングにならなかった

非ブロッキング事例では、 $C(Ks, Km)$ はリッジの西側のみ極大を示す。

ブロッキング域周辺では、 $C(Ks, Km)$ の非発散成分が大きく寄与しており、それは温度移流に関連する。南北流がさらに増幅されると、南北流に関連して増大した温度移流は大きな $C(Ks, Km)$ の変換を引き起こす。ブロッキングの流れは、特に順圧成分についての、増幅された南北流で特徴づけられるので、順圧—傾圧相互作用 $C(Ks, Km)$ はブロッキングの形成に重要な役割を担っていると思われる。

J. D. CLARK・P.-S. CHU：中部北太平洋域における tropical cyclone の年々変動

James D. CLARK and Pao-Shin CHU：Interannual Variation of Tropical Cyclone Activity over the Central North Pacific

中部北太平洋域 (CNP) における 1 年平均の熱帯低気圧 (熱帯ストームとハリケーン) の数は約 8 個である。他の海洋域に比べて小さい数ではあるが、年々変動は大きい。1966～1997年の期間では、0 個～10個に分布していた。

CNP の熱帯低気圧数と Nino3.4 域の海面水温偏差との間には 95% 検定を通る大きな正相関がある。エルニーニョ的ハリケーン季 (ENHS) には、CNP で発生する熱帯低気圧も、東方からやってくるものも数が増える。CNP でのモンスーントラフ、下層の相対渦度、対流圏の風の鉛直シアは、ENSO の暖相と寒相の間で顕著に変化する。

例えば、CNP の 1000 hPa 相対渦度のエルニーニョ

の秋 (EN 秋季) のコンポジット平均場は、ラニーニャの秋 (LN 秋季) のコンポジットの倍ほどの値をもつ。対流圏の風の鉛直シアは、EN 秋季には、北緯 16°-17° より赤道側で LN 秋季に比べて 1/2-1/3 になる。ENHS コンポジットにおける CNP の熱帯低気圧発生頻度の増加は、Gray (1977) の季節発生パラメタの力学ポテンシャル項の増加とよく対応する。さらに、名前のついたストームの最初の検出点のほとんどは、力学ポテンシャルが比較的大きい値をとる帯域に存在する。このことは、確かにこの値が熱帯低気圧が発生しやすい領域の季節的な時間スケールでの診断に用いられることを示している。

松本 淳・村上多喜雄：赤道対称および非対称な OLR データによるモンスーンの南北両半球間季節移動

Jun MATSUMOTO and Takio MURAKAMI：Seasonal Migration of Monsoons between the Northern and Southern Hemisphere as Revealed from Equatorially Symmetric and Asymmetric OLR Data

赤道対称成分 (OLR') と非対称成分 (OLR'') とに分離した半旬平均の OLR データを用いて、赤道域 (亜熱帯域) において、対称 (非対称) 成分が、 220 Wm^{-2} (-20 Wm^{-2}) 以下となる活発な対流活動の強度・中心および範囲を定量的に定義し、モンスーンの南北両半球間季節移動を客観的に調査した。

アフリカや南アメリカのような大陸上では、OLR' は明瞭な半年周期の定常波動的変動を示す一方、OLR'' はモンスーンシステム特有の 1 年周期の定常波動的変動を示す。2 種類の定常波動的変動が共存することにより、1 年に 2 回、春と秋の遷移期には、強い対流活動域が赤道を越えて伝播する。

インド洋と西部太平洋とでは、モンスーンの南北間季節移動に大きな違いがある。これは、主に赤道海洋大陸における積雲活動に伴って生じる赤道対称な基本流が、東経約 125 度の東 (西) 側ではケルビン (ロスビー) 波動的な構造をもち、この構造が季節によって大きく変動するためである。

晩秋から初冬にかけての赤道西部太平洋では、シベリアや北太平洋高気圧からの吹き出しによって、赤道対称なケルビン波基本流が強くなる。これを媒体として対流活動の中心は、11～12月頃に西部北太平洋モンスーン (WNPM) 域から、西部南太平洋モンスーン (WSPM) 域へと、赤道を越えて南下する。ケルビン波動的な基本流は、冬以降次第に弱まるので、4～5月にかけての春には、WSPM から WNPM へ向かう対流活動中心域の北上は起こらない。

春から初夏にかけての東部赤道インド洋では、赤道対称なロスビー波動的な基本場を媒体として、対流活動の中心は、南インド洋モンスーン (SIOM) 域から東南アジアモンスーン (SEAM) 域に向かって北進する。一方 SEAM 域内で夏に発生した赤道非対称な対流活動の中心は、10月には赤道に達して赤道対称な対流系となる。しかしその後は SIOM 域に向かって南下せず、進行方向を変えて赤道に沿って東進し、年末頃にボルネオ付近に達する。

岩崎博之・三木貴博：北関東地方の半盆地における可降水量と対流活動の日変化の関係—日没後に対流活動が活発化する機構についての予備的研究—

Hiroyuki IWASAKI and Takahiro MIKI : Diurnal Variation of Convective Activity and Precipitable Water over the "Semi-Basin"—Preliminary Study on the Mechanism Responsible for the Evening Convective Activity Maximum—

積乱雲の発生が多かった1994～1995年の7～8月について、マイクロ波放射計、東京レーダとゾンデデータを用いて北関東地方の半盆地（前橋周辺）における積乱雲活動の日変化と可降水量の日変化との関連を調べた。得られた結果は次の通りである。

半盆地の対流活動は15～17時と19～21時頃に最大に達する傾向にあり、SSI (Showalter Stability Index) は、局地循環に伴う大気下層の水蒸気増加に対応して午前中から18～21時にかけて減少していた。

可降水量の日変化が顕著な日には積乱雲活動が19～21時に極大に達する傾向があり、榛名山の南～東麓の限られた領域で対流活動が活発になった。そして、

可降水量が最大になる時刻よりも約1時間早く対流活動が最大になり、可降水量が早い時間に最大を迎えるのと対流活動の最大になる時間も早まる傾向にあった。

過去の研究でも指摘されている日没後に半盆地で対流活動が活発化する機構について、可降水量と対流活動の日変化の関係を基に考察を行った。そして、1) 大気下層の水蒸気増加に伴い日没後に対流不安定が強まり、積乱雲が発達しやすい環境が作られ、2) 熱的局地循環に対応する南東風が山岳の南-南東斜面で収束することが積乱雲発生のトリガーになっていた可能性を指摘した。

秋吉英治・菅田誠治・杉田考史・中島英彰・林 寛生・黒川純一・高橋正明：CCSR/NIES ナudging CTM によってシミュレートされた1997年北極渦崩壊後の低濃度 N₂O 空気塊

Hideharu AKIYOSHI, Seiji SUGATA, Takahumi SUGITA, Hideaki NAKAJIMA, Hiroo HAYASHI, Jun-ichi KUROKAWA, and Masaaki TAKAHASHI : Low-N₂O Air Masses after the Breakdown of the Arctic Polar Vortex in 1997 Simulated by the CCSR/NIES Nudging CTM

北半球高緯度下部成層圏において N₂O の低濃度領域が、1997年5月初めの北極渦崩壊後約1か月半にわたり ILAS によって観測された。CCSR/NIES ナudging CTM という化学輸送モデルを開発し、この低濃度 N₂O 空気塊をシミュレートした。モデルの計算結果より、低濃度 N₂O 空気塊の水平スケールは1,000～1,500 Km で極渦崩壊後高緯度地方に1.5～2.5か月の間存在していたことがわかった。また、

この気塊の寿命は気塊が移動する間に“伸び”を経験するかどうかにより大きく左右され、気塊が“伸び”を経験する毎に、周りの空気の N₂O 濃度との濃度差が弱められることがわかった。シミュレーションによって明らかにされた、この低濃度 N₂O 空気塊の水平スケールと寿命から、極渦崩壊後の成層圏下部の水平渦拡散係数の値を見積もった。

戸田 求・西田顕郎・大手信人・谷 誠・虫明功臣：熱帯モンスーン地域・複雑地表面上での熱収支・蒸発散量測定

Motomu TODA, Kenlo NISHIDA, Nobuhito OHTE, Makoto TANI, and Katumi MUSIAKE: Observations of Energy Fluxes and Evapotranspiration over Terrestrial Complex Land Covers in the Tropical Monsoon Environment

全球エネルギー・水循環観測計画 (GEWEX)/アジアモンスーン観測計画 (GAME, GEWEX Asian Monsoon Experiment) の一環として、長期間の乱流フラックス観測が熱帯モンスーン気候帯の典型的な土地利用 (複雑地表面) 上で行われた。乱流フラックスの推定法として、顕熱フラックスは渦相関法、また潜熱フラックスはバンドパスコバリアンス法が適用された。本論文の目的は、雨季・乾季を有する熱帯モンスーン地域における大気-陸面間相互作用の解明のため、地表面熱収支の季節変化および観測地周辺における総蒸発散量を評価することである。

1998年7月～1999年2月における熱収支各成分を評価した結果、正味放射量、顕熱フラックス、潜熱フラックス、地中熱流量の各日積算値はそれぞれ $10.76 \text{ MJm}^{-2}\text{day}^{-1}$ 、 $2.32 \text{ MJm}^{-2}\text{day}^{-1}$ 、 $5.18 \text{ MJm}^{-2}\text{day}^{-1}$ 、 $0.03 \text{ MJm}^{-2}\text{day}^{-1}$ となった。雨季と乾季では、正味放

射量に対して顕熱フラックスおよび潜熱フラックスの配分に大きな違いが見られた。雨季には降水量と比湿の増加に対応して潜熱フラックスが主要なエネルギー成分となる一方、降雨の乏しい乾季においては、地表面温度の増加と対応して、顕熱フラックスが主要なエネルギー成分となった。しかしながら、乱流フラックスと地中熱流量の総エネルギー量は平均的に正味放射量の70～80%程度となり、これまでの多くの研究で示されているように渦相関法によって点計測される乱流フラックスが熱収支により得られる水平平均乱流フラックスに一致しない、いわゆるエネルギーの Imbalance を生じた。測定が行われた期間を対象として年間の総蒸発散量の評価を行った。その結果、同期間中の総蒸発散量は526 mm となり、これは同期間中の総降水量の約80%を占めることがわかった。

馬 耀明・塚本 修・石川裕彦・Zhongbo Su・Massimo Menenti・王 介民・文 軍：衛星リモートセンシングと現地観測を統合した HEIFE 領域の複雑地表面熱フラックス分布の算定

Yaoming MA, Osamu TSUKAMOTO, Hirohiko ISHIKAWA, Zhongbo SU, Massimo MENENTI, Jiemin WANG, and Jun WEN: Determination of Regional Land Surface Heat Flux Densities over Heterogeneous Landscape of HEIFE Integrating Satellite Remote Sensing with Field Observations

複雑地表面における地表面・植生変数、地表面熱フラックスの分布を得るために衛星リモートセンシングと現地観測の結果を統合してパラメータ化を行った。この方法は1990年代前半に中国西北部で行われた HEIFE プロジェクトの領域に適用され、NDVI, MSAVI, 植被率, LAI, 地表面アルベド, 地表面温度,

正味放射量, 地中熱流量, 顕熱・潜熱フラックスの分布が得られた。これまでの地表面熱収支式 (SEBAL) をそのまま用いる方法による結果と比較して地上検証すると、本研究によってより精度の高い合理的な結果が得られていることがわかった。さらに今後の改良点についても議論されている。

Gin-Rong LIU・Chung-Chih LIU・Tsun-Hua KUO：衛星観測にもとづく Mei-Yu 期の MCS の発達ポテンシャルの客観的指数

Gin-Rong LIU, Chung-Chih LIU, and Tsung-Hua KUO: A Satellite-derived Objective Potential Index for MCS Development during the Mei-Yu Period

現地観測データの乏しい海上において、メソ対流系(MCS)を解析する最良の方法は衛星データの利用である。本研究では、衛星観測にもとづくMCSの発達ポテンシャルの客観的な指数を開発する。この指数は大気海洋相互作用の大きさとその時間変化の両方の情報を含んでおり、MCSが発達する可能性のある海域を見いだすのに役立つ。SSM/Iのマイクロ波観測とGMS-5の赤外線観測データから、15°N-30°N、110°E-125°Eの領域、1997年から1999年の5月から7月の期間に

ついて様々な大気海洋相互作用のパラメータを導出した。これらのパラメータを結合させて客観的指数が作られた。客観的指数が0.5より大きい(小さい)とき、GMS-5のIR1チャンネルの輝度温度が235 K以下(以上)となる可能性が高いことが示された。このことは、客観的指数が対流雲が発生しMCSにまで発達する可能性のある領域を見いだす指標として役立つことを示唆する。

大橋唯太・木田秀次：海風前線の前面に形成される弱風域に関する数値実験

Yukitaka OHASHI and Hideji KIDA: Numerical Experiments on the Weak-Wind Region Formed Ahead of the Sea-Breeze Front

東京・大阪の大都市地域を吹送する海風前線の前面に、都市スケールに匹敵する弱風域が形成される現象が過去に報告されている。本論文では、この弱風域の性質と形成機構について、2次元メソスケール大気モデルを用いて調べた。その結果、以下に示す事柄が得られた。午前中、都市域の内陸側で発達する都市循環が、一般風等の環境場の風を弱めることで弱風域が生成される。この時、都市と内陸の間で作られる水平気圧傾度の方向から、環境場の風は風向が内陸向きであ

る必要がある。この段階では、海風循環が果たす役割は極めて小さい。その後、弱風域は海風前線の前面側で維持されながら、海風の侵入と共に内陸へと移動していく。弱風域内では、都市域に向かう水平気圧傾度力と乱流混合が長時間バランスした状態にあり、このことが弱風域の維持に大きく貢献しているものと考えられる。また、弱風域の空間スケールは、都市の大きさ(幅)、即ち都市域で発達する都市循環の空間スケールに強く依存することがわかった。



一覽表

教員(北海道大学低温科学研究所)公募	575
メソ現象の子測と観測に関するミニフォーラム	576
大学院奨学生(ハワイ大学国際太平洋研究センター)公募	576
第24回沖繩研究奨励賞の推薦募集	578
The Tyler Prize 受賞候補者の募集	586