

# 日本気象学会誌 気象集誌

(Journal of the Meteorological Society of Japan)

第81巻 第6号 2003年12月 目次と要旨

## 論文

- 高橋日出男：1992年6月中～下旬のチベット高原東側における梅雨前線擾乱の  
初期形成過程に関する事例解析 .....1303-1327
- 川村隆一・松浦知徳・飯塚 聡：南アジア夏季モンスーンシステムに及ぼす  
エルニーニョ南方振動の赤道対称インパクト .....1329-1352
- Yunfei FU・Guosheng LIU：TRMMのPRとTMIで観測された中  
緯度東アジアの降水の特徴 .....1353-1369
- 岡島秀樹・謝 尚平・沼口 敦：熱帯気候変動の南北相関における  
熱帯収束帯の影響 .....1371-1386
- 二宮洗三・榎本 剛・西村照幸・鈴木恒明・松村伸治：AGCMで現れた  
梅雨前線の総観およびメソ $\alpha$ 規模変動 .....1387-1405
- 牛山朋来・川島正行・藤吉康志：TOGA-COAREにおけるドップラーレーダー観測によって  
得られた雲システムの加熱分布 .....1407-1434
- Sophie FUKUTOME・Christoph FREI・Christoph SCHAR：日本の夏季降水量と  
北西太平洋海面水温の年々変動との共分散 .....1435-1456
- 白石浩一・藤原玄夫・柴田 隆・岩坂泰信：1994/95-1996/97冬季ニーオルセン上空での  
極成層圏雲のライダー観測  
—温度と温度履歴の極成層圏雲への影響について— .....1457-1470
- 猪股弥生・岩坂泰信・森本真司・塩原匡貴・町田敏暢・菅原 敏：  
北極下部成層圏における硫化カルボニル(COS)の濃度と  
成層圏—対流圏空気塊輸送 .....1471-1483

## 要報と質疑

- 久芳奈遠美・岩渕弘信：雲粒数密度を予測するパラメタリゼーションと  
CCN数密度のリトリーバル法の改良(補足) .....1485-1487
- 渡辺幸一・朴木英治：2002年11月の黄砂現象について：富山県における  
エアロゾル粒子個数濃度および降水中の化学成分 .....1489-1495
- 武田喬男・小山 亮：台風の低TBB雲域の周期的時間変化 .....1497-1503
- Stefan HASTENRATH：部辺羅諏訪人等(2003)による「インド洋の大ポール現象が  
南方振動に及ぼす影響」  
(気象集誌第81巻169-177頁)についての質問とコメント .....1505-1506
- 部辺羅諏訪人・山形俊男：回答 .....1507-1509
- 学会誌「天気」の論文・解説リスト(2003年9月号・10月号) .....1511
- 気象集誌次号掲載予定論文リスト .....1512
- 気象集誌投稿同意書 .....1513
- 第81巻(2003)総目次 .....1515-1521

索引：A. 著者別索引 .....1523-1535  
 索引：B. 主題別索引 .....1537-1540



**高橋日出男：1992年6月中～下旬のチベット高原東側における梅雨前線擾乱の初期形成過程に関する事例解析**

Hideo TAKAHASHI : Observational Study on the Initial Formation Process of the Mei-yu Frontal Disturbance in the Eastern Foot of the Tibetan Plateau in Middle-Late June 1992

本研究では、チベット高原東側における梅雨前線擾乱の初期形成過程について事例解析を行った。対象期間は1992年6月中～下旬であり、6月中旬にいったん不活発になった梅雨前線が、下旬にかけて再び活発化した事例を取り上げた。

梅雨前線の再活発化は、東進する上層のトラフがチベット高原北側に接近することに対応して起きている。上層のトラフが高原の北西～北側に位置しているときに、高原北側の下層では明瞭な高圧部が現れる。続いて高原北東部の低圧部が強化される。このとき、低圧部の東側に700hPa面以下の背の低い低温気塊が出現する。この低温気塊の出現には、高原北～北東側における高度場の振幅（気圧傾度）の増大が関係して

いると考えられる。これと同時に、高原北側に沿って下層に強い西風が現れ、それは高原東端に沿って北西～北風に転向する。高原の北東～東側では、この北西～北風と華北・華中に卓越する南よりの風との間において、梅雨前線に発展するシアラインが形成される。高原の北～東端に沿う風系は非地衡風的な風系と考えられ、高原の北～東端に沿って時計回りに移動する小スケールの高低気圧に伴って現れている。

低温気塊とシアラインが同時に出現することは、梅雨前線擾乱の形成にとって有効なトリガーとなっていると考えられる。また、上層のトラフと下層のシアラインのカップリングも梅雨前線擾乱の形成発達にとって重要であると考えられる。

**川村隆一・松浦知徳・飯塚 聡：南アジア夏季モンスーンシステムに及ぼすエルニーニョ南方振動の赤道対称インパクト**

Ryuichi KAWAMURA, Tomonori MATSUURA, and Satoshi IIZUKA : Equatorially Symmetric Impact of El Nino-Southern Oscillation on the South Asian Summer Monsoon System

NCEP/NCAR 再解析データと海洋大循環モデルを用いて、エルニーニョ南方振動(ESNO)が南アジア夏季モンスーンシステムに与える影響を調べ、ENSOの発達期に作用する赤道対称インパクトを見出した。このインパクトは対流圏二年振動(TBO)的なENSOが卓越した1960年代から1970年代中頃までの期間の夏季後半において顕著である。ENSOが発達するにつれて、熱帯インド洋及び太平洋上のウォーカー循環偏差は夏季のsingle-cell regimeから秋季のdouble-cell regimeに遷移する。その間、熱帯インド洋上では降水量偏差の赤道対称構造が誘引され、対流圏下層では赤

道を挟んで南北の双子循環偏差がみられる。北半球側の循環偏差は特に夏季後半のインド亜大陸のモンスーン降水量偏差と直接関連している。TBO的なENSOと関連したウォーカー循環偏差のレジーム遷移が生じるためには、インド洋の風-蒸発フィードバックと赤道太平洋の海洋力学の双方が重要であることが示唆された。1970年代後半を境にENSOの季節性が変化したことにより、ENSO発達期と衰退期のモンスーンへのインパクトの違いがENSO-モンスーン結合関係に影響を与え、その数十年スケールの変化を引き起こした可能性がある。

## Yunfei FU・Guosheng LIU : TRMM の PR と TMI で観測された中緯度東アジアの降水の特徴

Yunfei FU and Guosheng LIU : Precipitation Characteristics in Mid-latitude East Asia as Observed by TRMM PR and TMI

TRMM 衛星の降雨レーダーとマイクロ波放射計で観測された1998年の春と夏のデータを解析して、中緯度東アジア域(20°–40°N, 100°–140°E)の降水の特性を、層状性降水と対流性降水の違い、春と夏の違い、熱帯との違いに着目して調べた。春と夏の平均で、層状性降水の平均降水強度は~2 mm/hr であり、対流性降水の1/6である。対流性降水の強度は、海上よりも陸上で大きく、中緯度の方が熱帯よりも大きい。中緯度、熱帯共に、対流性降水の占める面積は層状性降水に比べて小さいが、全降水量に占める割合は対流性降水のほうが大きい。中緯度と熱帯を比較すると、層状性降水の占める割合は前者の方がより大きい。

中緯度の降水強度の鉛直プロファイルは、層状性降水と対流性降水で、また季節によって明瞭に異なる。層状性降水では、降水強度は融解高度より下方でほぼ一定で、上方で急激に減少する。一方、対流性降水では、最大強度は融解高度より下のどこかでみられる。

融解高度より上方の降水層の厚さは、対流性降水の方が層状性降水よりも大きい。対流性降水についていえば、同じ地上降雨強度では、陸上の方が海上よりも降水層の厚さが大きい。これに対応して、85 GHz の偏波補正温度(PCT)で示されるマイクロ波の散乱強度も陸上のほうが海上よりも約2倍大きい。融解高度が中緯度と熱帯でほぼ同じになる夏には、降水強度の鉛直プロファイルの形と降水層の厚さは中緯度と熱帯で似る。熱帯では降水のプロファイルに大きな季節変化はないが、中緯度では顕著な季節変化がみられる。地上降水量が同じでも、春より夏の方が降水層の厚さが大きい。これは融解高度が夏に増加することに対応する。この季節変化は、対流性降水と層状性降水のどちらでも海陸を問わずにみられる。以上の解析は、85 GHz の散乱強度の特徴を除き、TRMM の降雨レーダーデータによるものである。

## 岡島秀樹・謝 尚平・沼口 敦 : 熱帯気候変動の南北相関における熱帯収束帯の影響

Hideki OKAJIMA, Shang-Ping XIE, and Atusi NUMAGUTI : Interhemispheric Coherence of Tropical Climate Variability : Effect of the Climatological ITCZ

熱帯収束帯(ITCZ)はハドレー循環の上昇域であり、気候の南北対称軸とも捉えられる。大気大循環モデルと海洋モデルからなるハイブリッド結合モデルを用いて、熱帯気候平均場の南北対称性と変動場の南北相関関係について調べた。平均場が南北対称な場合は、赤道を軸とする南北反対称な変動が卓越し、両半球の変動に強い相関がみられた。相関解析の結果は、風-蒸発-海面水温(WES)フィードバックの介在を示唆する。一方、平均場が南北非対称な場合は、変動の対称軸が

ITCZ 平均位置とともにシフトし、南北相関が弱められた。線型モデルの結果から、反対称 SST の対称軸が赤道から離れるほど、WES フィードバックが抑えられ、南北相関が弱まることが分かった。

以上の結果は、現実の熱帯大西洋における南北変動の季節性と一致している。すなわち変動の大きさは、ITCZ がほぼ南北対称となる北半球の春にピークを迎え、ITCZ が北半球にあるその他の季節に著しく減少する。

## 二宮洗三・榎本 剛・西村照幸・鈴木恒明・松村伸治：AGCM で現れた梅雨前線の総観およびメソ $\alpha$ 規模変動

Kozo NINOMIYA, Takeshi ENOMOTO, Teruyuki NISHIMURA, Tuneaki SUZUKI, and Shinji MATSUMURA :  
Synoptic-and Meso- $\alpha$ -Scale Variations of Baiu Front Simulated in an AGCM

本報告ではCCSR/NIES T42L20の高分解能化モデルT106L52(プリミティブスペクトルモデル;波数106,層数52)の季節変動する気候値SSTランで形成された梅雨前線を観測的事実と対比させて調べる。スピンアップ積分後第7年の結果を解析した。6月1-20日の期間には梅雨前線は明瞭に形成された。この「梅雨フェイズ」には、太平洋亜熱帯高気圧の西方延伸、高緯度の寒冷低気圧、ブロッキングリッジが同時に出現した。これらは実梅雨前線出現期の大規模パターンの条件と整合的である。対流圏下層における海陸温度コントラスト、大陸上の前線北側の高温、湿舌、下層ジェット、前線帯の湿潤中立成層、上層ジェットとの位置関係、前線外周の成層状態も合理的に再現された。

この梅雨フェイズ中、偏西風帯トラフに伴う総観規模低気圧が発達する場合には、梅雨前線の大きな南北

変位が現れた。偏西風帯トラフが不活潑な場合には梅雨前線小低気圧が発生し、その西に伸びる降水ゾーン形成と複数のメソ $\alpha$ 規模降水系の発生など“梅雨前線降水系家族”の特徴も再現された。

実験の結果は、大規模場と総観規模循環系が適切に維持されることが、現実的な梅雨前線と降水系の形成維持のために本質的に重要である事を示している。

しかし、このモデルでは6月末には早くも太平洋亜熱帯高気圧と梅雨前線の北上が始まり、7月には対流圏中上層のチベット高気圧の強化と北緯37度に沿う順圧的高気圧帯の形成など、実大気中では8月に見られる循環場が形成され梅雨期が現実梅雨に比し早期に終了した。この傾向は他の研究でも報告されているが、その原因は特定できない。

## 牛山朋来・川島正行・藤吉康志：TOGA-COAREにおけるドップラーレーダー観測によって得られた雲システムの加熱分布

Tomoki USHIYAMA, Masayuki KAWASHIMA, and Yasushi FUJIYOSHI : Heating Distribution by Cloud Systems  
Derived from Doppler Radar Observation in TOGA-COARE

TOGA-COARE (Tropical Ocean and Global Atmosphere-Coupled Ocean Atmosphere Response Experiment)集中観測期間中の1992年11月から1993年1月にかけて、パプアニューギニアのマヌス島でDual Doppler radar観測を行った。全観測データの中から典型的な対流性雲システムおよび層状性雲システムをそれぞれ8および6ケース選び、三次元風速場と降水分布を用いてRoux and Sun (1990)の方法で各雲システムの加熱分布を調べた。さらに、雲システムの周囲の大気の熱力学的構造とマッデンジュリアン振動(MJO)との関係について議論した。

MJOの位相は、雲システムの加熱分布を支配していた。すなわち、得られた加熱分布は過去の研究とほぼ一致していたが、その加熱高度はMJOの位相によって変動する大気環境に関連して変化した。具体的には、

MJO活発期の初めは、対流性雲システムが卓越し加熱高度は高く(7 km)、MJO活発期中期には層状性雲システムが卓越し、加熱高度は低く(5 km)なった。一方雲システムは、中・上層の大気を加熱、湿潤化することによって大気を安定化させていた。MJO活発期の終りには再び対流性雲システムが卓越していた。代表的な対流性・層状性加熱分布を選び、衛星データから求めた対流域と層状域の降水量を用いて全観測期間の加熱プロファイルを作成した。そして、ラジオゾンデから求めたLin and Johnson (1996)の加熱プロファイルと比較を行った。本研究の結果は、最大加熱率は彼らのものと一致したが、対流圏下層と上層の加熱率は彼らの結果より小さく、最大加熱高度(5 km)はやや低かった。

Sophie FUKUTOME・Christoph FREI・Christoph SCHAR：日本の夏季降水量と北西太平洋海面水温の年々変動との共分散

Sophie FUKUTOME, Christoph FREI and Christoph SCHAR: Interannual Covariance between Japan Summer Precipitation and Western North Pacific SST

日本の夏季降水量と北西太平洋 (WNP; 120-160°E, 0-60°N) の海面水温 (SST) の同時的共分散関係の解析を行った。この目的のため、1961-1998年(38年間の夏季)について上記の2変量の月偏差値をSVD (特異値分解) 解析によって調べた。

SVDの第1モードはWNP SSTと梅雨降水量の共分散の71%を説明する。第1モードは、30°Nを境に逆符号を持つ東西に伸びるSST偏差のダイポールと、南日本に極大を持つ降水量偏差分布によって特徴付けられる。これらの分布は、日本の夏季降水量と、東シナ海・日本海・黒潮親潮海域のSST間の負相関を示す。合成解析の結果はこの関係の確実性を支持する。

回帰分析によるとWNP SSTのスコアは領域平均降水量変動の30%を説明する。この数値はENSO指数との時間ラグ相関、および同時相関によって説明される降水量変動についてのものよりも大きい。

降水のモードのスコアは大気-海洋間双方向の相互作用を示唆する。一つには、海面における放射と蒸発の偏差は、SSTパターンの北側ダイポールでの観測された水温変動を引き起こすに充分であった。他方、下部対流圏の傾圧性と水蒸気流束発散と海面水温偏差の整合性は大気状態の海面水温への反応の可能性を示唆する。

白石浩一・藤原玄夫・柴田 隆・岩坂泰信：1994/95-1996/97冬季ニーオルセン上空での極成層圏雲のライダー観測—温度と温度履歴の極成層圏雲への影響について—

Kouichi SHIRAISHI, Motowo FUJIWARA, Takashi SHIBATA, and Yasunobu IWASAKA: Lidar Observations of Polar Stratospheric Clouds over Ny-Aalesund in the Winter of 1994/95-1996/97: Impact of the Temperature and the Temperature History on the PSC Structure

1994/95~1996/97年の3冬、ノルウェイ、ニーオルセン (北緯79度、東経12度) でライダーによる極成層圏雲 (PSC) の観測を行った。温度の低下に伴って、多くのPSCを検出した。固体粒子主体のPSCが頻繁に、PSCイベント (成層圏温度の低下に伴ってPSCを検出した期間) の初めの時期に頻繁に検出された。固体主体PSCは三水和硝酸 (NAT) の霜点温度 ( $T_{NAT}$ ) よりわずかに下の温度で頻繁に検出されているが、いくつかは数K高い温度でも検出された。成層圏の温度が低下し、氷の霜点温度 (Tice) に近づくにつれて、液滴主体のPSCを頻繁に検出している。液滴PSCは、温度に対する散乱比の変化は、三成分系のモデルで見積もった散乱比の結果とよく合っていた。また、バックトラジェクトリー解析によるPSCの温度履歴解析

では、四水和硫酸の融点を経験したいくつかの固体PSCがその後、少なくとも10時間以上 $T_{NAT}$ 以下の温度を経験していたことが分かった。 $T_{NAT}$ より高い温度で検出された固体PSCも観測前に少なくとも1日以上 $T_{NAT}$ 以下の温度を経験していた。ほとんどの固体PSCは、検出前の10日間、Tice以下の温度を経験していない。温度履歴解析の結果は、偏光解消度の増加が、観測前にそのPSCを含んだ空気塊が経験した冷却の程度や冷却の時間に強く依存しているという傾向を示していた。しかし、Tice以下の温度を経験することには、あまり関係が見られていない。また、大きい散乱比(4-5)、低い偏光解消度(0-0.005)をもった液滴PSCは、観測前に数日間Ticeに近い温度を経験していた。

猪股弥生・岩坂泰信・森本真司・塩原匡貴・町田敏暢・菅原 敏：北極下部成層圏における硫化カルボニル (COS) の濃度と成層圏-対流圏空気塊輸送

Yayoi INOMATA, Yasunobu IWASAKA, Shinji MORIMOTO, Masataka SHIOBARA, Toshinobu MACHIDA, and Satoshi SUGAWARA : Carbonyl Sulfide Concentration in the Arctic Lowermost Stratosphere and Stratosphere-Troposphere Transport

1998年3月に実施された北極航空機観測 (Arctic Airborne Measurement Program 98 : AAMP98) において、硫化カルボニル (COS) の濃度を測定した。連続観測が行われた  $O_3$  と  $CO_2$  の濃度分布、流跡線解析をもとにして、COS の濃度分布を解析した。高度12 km における COS 濃度の緯度分布には  $70^\circ N$  付近に明瞭な濃度差が認められ、 $70^\circ N$  以北における濃度は  $421 \pm 27$  pptv、 $60-70^\circ N$  における濃度は  $461 \pm 30$  pptv であった。 $60-70^\circ N$  で観測された濃度は、本観測期間中に北極対流圏で観測された濃度とほぼ等しい値であった。COS 濃度と  $O_3/CO_2$  比の関係から、オゾン圏

界面付近の COS 濃度は対流圏で観測された濃度とほぼ等しい値であった。これはオゾン圏界面付近では対流圏から成層圏への空気塊の輸送が活発であることを示唆している。温位350 K 以上では、COS 濃度は  $O_3/CO_2$  比の増加と共に減少していた。AAMP98で観測された COS 濃度の緯度分布は、北極成層圏のより上空からの大気の下方向輸送と中緯度対流圏大気の水水平輸送の影響を受けていることが示唆された。冬季下部成層圏 (高度12 km 以下) では COS の酸化による硫酸エアロゾルの生成は非常に小さいものと考えられる。

久芳奈遠美・岩淵弘信：雲粒数密度を予測するパラメタリゼーションと CCN 数密度のリトリバル法の改良 (補足)

Naomi KUBA and Hironobu IWABUCHI : Revised Parameterization to Predict Cloud Droplet Concentration and a Retrieval Method to Predict CCN Concentration

先に発表した論文 “Parameterization of the effect of cloud condensation nuclei on optical properties of a non-precipitating water layer cloud” (Kuba et al. 2003) で、雲粒数密度を予測するパラメタリゼーションを CCN 数密度と雲底での上昇流速の関数として

開発した。この近似式をさらに使いやすいように改良したものを提案する。さらに、先の論文で想定されていた上昇流速より速い上昇流速に対する近似式も併せて提案する。

渡辺幸一・朴木英治：2002年11月の黄砂現象について：富山県におけるエアロゾル粒子個数濃度および降水中の化学成分

Koichi WATANABE and Hideharu HONOKI : On the Kosa Event in November 2002 : Aerosol Number Concentrations and Precipitation Chemistry in Toyama, Japan

2002年11月12日に国内の広範囲に渡って黄砂現象が観測された。

2002年秋期に富山県において、粒径別エアロゾル粒子個数濃度や降水の化学成分の測定を行った。黄砂現

象中には、直径  $3.0 \mu m$  以上の粒子数が急増したが、微小粒子の個数濃度はほとんど変化しなかった。また、黄砂現象中に採取した降水中には、非海塩起源カルシウムイオン濃度が高く、pH も高かった。

**武田喬男・小山 亮：台風の低  $T_{BB}$  雲域の周期的時間変化**Takao TAKEDA and Ryo OYAMA : Periodic Time Variation of Low- $T_{BB}$  Cloud Area in Typhoon

本論文では、1997年に発生した6つの台風の雲活動の時間変化について、静止気象衛星GMS-5のsplit window channels  $T_{BB}$  (等価黒体放射輝度温度) データを用いて調べた。この結果、台風の雲のうち、雲頂温度が低い雲域の面積の時間変化に、24時間及び約10時間という周期性がみられることが分かった。

周期が24時間の時間変化(日変化)は、 $T_{BB}$ が $-40^{\circ}\text{C}$ 以下である雲域の面積の時系列に最も明瞭にみられた。この雲域は主にその雲頂が対流圏の上層まで達している雲域である。この時間変化の中で極大および極

小が出現するのは、それぞれ1500JST(日本標準時)、0300JST頃であった。また、その極大は0600-1000JST頃の活発な台風の対流活動を前兆としていることが分かった。

周期約10時間の時間変化は、 $T_{BB}$ が $-60^{\circ}\text{C}$ 以下である雲域の面積の時系列に最も明瞭にみられた。この雲域は、その雲頂が対流圏界面又はそれ以上まで達している雲域である。この時間変化の中の極大は、2-3時間前の台風の広域にわたる対流活動の活発化を前兆としていることが分かった。

**Stefan HASTENRATH：部辺羅諏訪人等(2003)による「インド洋のダイポール現象が南方振動に及ぼす影響」(気象集誌第81巻169-177頁) についてのコメント**

Stefan HASTENRATH : Comments on "Influence of the Indian Ocean Dipole on the Southern Oscillation" by S. K. BEHERA et al. (J. Meteor. Soc. Japan, Vol. 81, 169-177)

**部辺羅諏訪人・山形俊雄：回答**

Swadhin K. BEHERA and Toshio YAMAGATA : Reply (To the Comments by S. HASTENRATH)