

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

第83巻 第4号 2005年8月 目次と要旨

論文

- 中野渡拓也・見延庄士郎：北太平洋冬季における降水の二十年変動に対する
NCEP/NCAR 再解析データを用いた水収支解析453-469
- 吉田幸生・浅野正二：混合相層積雲の微物理特性の鉛直分布が可視・近赤外域の
放射特性に及ぼす影響評価471-480
- 小坂洋介・松田佳久：熱帯・亜熱帯域での熱応答循環におけるロスビー波と重力波の役割481-498
- Jau-Ming CHEN・Fang-Chuan LU・Shu-Ling KUO・Ching-Feng SHIH：
台湾の夏季気候変動と大規模場の関係499-516
- 松枝未遠・田中 博：大気の順圧成分の長周期変動に対する EOF/SVD 解析517-529
- 小倉義光・新野 宏・隈部良司・西村修司：2003年10月13日関東地方で
シヴァ・ウェザーを起こした台風に似た亜熱帯低気圧の一生531-550
- 永戸久喜・加藤輝之・吉崎正憲・足立アホロ：2001年1月16日に日本海沿岸で観測された
準停滞性降雪バンドの数値シミュレーション551-576
- 徐 健青・萩野谷成徳・増田耕一・鈴木力英：1997-1998年チベット高原の
熱・水収支の評価577-593
- C. PRABHAKARA・R. IACOVAZZI, Jr.・J.-M. YOO・K.-M. KIM：
TRMM マイクロ波放射計観測による熱帯陸面上の降雨強度推定モデル595-609

要報と質疑

- 田中 博・松枝未遠：地球大気の特異固有解として得られる北極振動611-619
- 遠藤伸彦・Borjiginte AILIKUN・安成哲三：中国における夏季の降水量・降水日数
および強雨頻度に見られる長期変化621-631
- 猪上 淳・豊田威信：オホーツク海水上のエアロゾルの数濃度の特徴633-640
- 橋本明弘・播磨屋敏生：梅雨期の対流性降水雲の発達段階に依存する雨滴粒径分布の特徴641-649
- 訂正651-653
- 学会誌「天気」の論文・解説リスト (2005年5月号・6月号)654
- 英文レター誌 SOLA の論文リスト (2005年001-076)655
- 気象集誌次号掲載予定論文リスト656

.....◇.....◇.....◇.....

中野渡拓也・見延庄士郎：北太平洋冬季における降水の二十年変動に対する NCEP/NCAR 再解析データを用いた水収支解析

Takuya NAKANOWATARI and Shoshiro MINOBE : Moisture Balance for Bidecadal Variability of Wintertime Precipitation in the North Pacific Using NCEP/NCAR Reanalysis

Minobe and Nakanowatari (2002) によって明らかになった北太平洋冬季における降水の二十年変動に対して、NCEP/NCAR 再解析データによる水収支解析を行った。その結果、降水の二十年変動は水蒸気フラックスの収束によって支配され、その場の蒸発の寄与は小さいことが見出された。水蒸気フラックスの収束は主に1か月よりも長い時間スケールの風と比湿の偏差による成分が原因である。しかし、高緯度においては1か月よりも短い擾乱に伴う成分が同程度の大きさを持つ。アリューシャン低気圧の強化(弱)に伴い、水蒸気フラックスの収束の偏差は 30° – 60° Nにお

いては低(高)気圧性の、 0° – 30° Nにおいては高(低)気圧性の流れの循環場によってもたらされる。この2つの循環偏差は経年スケールでも見られるけれども、南方振動とは独立である可能性が高い。 0° – 30° Nにおける循環偏差は熱帯(20° S– 20° N)における海面気圧の偏差と関連しており、この海面気圧の変動はICOADSとNCEPの海上観測データでも確認される。この低緯度における循環偏差はハワイにおける二十年と経年スケールの降水変動にとって主要な役割を担う。

吉田幸生・浅野正二：混合相層積雲の微物理特性の鉛直分布が可視・近赤外域の放射特性に及ぼす影響評価

Yukio YOSHIDA and Shoji ASANO : Effects of the Vertical Profiles of Cloud Droplets and Ice Particles on the Visible and Near-Infrared Radiative Properties of Mixed-Phase Stratocumulus Clouds

混合相雲の微物理特性と放射特性の関係を調べるために、『雲が地球温暖化に及ぼす影響解明に関する観測研究(JACCS)』において1999年1月30日に観測された混合相層積雲の放射・微物理特性の同時観測データを用いて、太陽放射に対する反射率・透過率・吸収率などの混合相雲の放射特性のシミュレーションを行った。観測された混合相層積雲は水平・鉛直の両方向に対して不均質であり、雲粒と氷晶の混合比も場所毎に大きく異なっていた。鉛直均質かつ平行平板な混合相雲モデルを用いたシミュレーションでは可視域(波長 $<0.7\mu\text{m}$)の放射特性は再現されたものの、近赤外域($>0.7\mu\text{m}$)の放射特性は再現されなかった。多層構造で平行平板な混合相雲モデルを用いた場合、可視

域・近赤外域共に測定誤差の範囲内で観測された放射特性を再現することができた。これより、雲粒と氷晶の鉛直分布の様相が混合相雲の放射特性を決める重要な要素であることが判明した。特に近赤外域においては、雲水量・雲水量の鉛直積算値が一定であっても、それらの鉛直分布の違いによっては反射率・吸収率に0.1以上もの差を生じることが分かった。微物理特性の鉛直分布の影響は分光放射量にも表れる。したがって、従来の鉛直均質な雲層を仮定して、太陽反射光を利用するリモートセンシング手法を混合相雲に適用した場合、推定される微物理量に大きな誤差が含まれる可能性があることが示唆された。

小坂洋介・松田佳久：熱帯・亜熱帯域での熱応答循環におけるロスビー波と重力波の役割

Yosuke KOSAKA and Yoshihisa MATSUDA : Roles of Rossby and Gravity Waves on Circulation Associated with Tropical and Subtropical Heating

亜熱帯高気圧の形成メカニズムに関する Rodwell and Hoskins (1996) と Chen et al. (2001) の理論の不一

致を解決するために、亜熱帯域での熱源に対する大気の線形応答を2つの数値モデルを用いて調べた。

1つ目のモデルは、浅水方程式の固有モードである Hough 関数の線形結合として応答を計算する。2つ目のモデルは準地衡風近似に基づくものである。

まず、東西一様な熱源に対する応答を調べた。赤道上に熱源を置いた場合、高度場や東西風速場の擾乱はロスビー波モードとケルビン波モードで表されるのに対し、南北・鉛直風速場は重力波モードで表される。赤道から離れたところに熱源を置いた場合、混合ロスビー重力波が励起され、冬半球側に達する循環が卓越する。

次に、北緯25度を中心とする、東西方向に局在化した熱源に対する応答を調べた。まず亜熱帯域における

準地衡風近似の妥当性を調べた結果、高度場および水平風速場の擾乱はロスビー波モードで表現されるが、鉛直流においては重力波モードが無視できないことがわかった。

この結果に基づいて、北半球夏季における東西風の観測値を基本場としたときの応答を調べたが、Chen et al. (2001) に示されたような波列は見られなかった。一方、Rodwell and Hoskins (1996) が述べたように、熱源の西または北西に下降流が見られ、これは基本場東西風があるときもないときも見られた。この下降流の形成メカニズムについて詳しく議論した。

Jau-Ming CHEN・Fang-Chuan LU・Shu-Ling KUO・Ching-Feng SHIH：台湾の夏季気候変動と大規模場の関係

Jau-Ming CHEN, Fang-Chuan LU, Shu-Ling KUO, and Ching-Feng SHIH: Summer Climate Variability in Taiwan and Associated Large-Scale Processes

本研究では、1950年から2000年までの夏(6-8月)の台湾における気候変動と、それに伴う背景大規模場の関係を調べた。大規模場としては、西部北太平洋の夏季モンスーン、1970年代後半の気候レジームシフトに関連した太平洋の数十年規模変動、および西部北太平洋の熱帯低気圧の活動度を考慮した。

夏の台湾では、降水量と気温の偏差は逆符号をとる傾向にある。すなわち平年より涼しい(暑い)夏は、しばしば降水量も多い(少ない)。そこで、気温と降水量の偏差、下層大気の流れ場、太平洋数十年規模変動の位相にもとづいて、台湾の夏の気候変動を6つの型に分類した。このうち4つの型は西部北太平洋夏季モンスーンに、残りの2つの型は太平洋の数十年規模変動に伴う大気循環場に起因する。すなわち、前者は、台湾を東西に横切って延びる下層循環上の鉛直流偏差

によってもたらされ、後者は、西部北太平洋の南西から北東に向かう下層循環に伴う水蒸気輸送偏差による。

北西部太平洋の熱帯低気圧活動度が夏季台湾の気候変動におよぼす影響を、熱帯低気圧通過に伴う降水量(TC型降水)変動の観点から調べた。6つの気候型のうち、北西太平洋下層の高気圧偏差を伴う型においては、高気圧循環が風の鉛直シアを強化し熱帯低気圧の発生とその後の活動を抑制することによって、台湾でのTC型降水の減少に寄与する。一方、下層の低気圧偏差は必ずしもTC型降水の増加を引き起こさない。むしろ台湾の南東部で発生した熱帯低気圧が北西太平洋の低気圧循環偏差に沿って北方の台湾に向かって移動することにより、台湾周辺のTC型降水はしばしば増加する。

松枝未遠・田中 博：大気の順圧成分の長周期変動に対する EOF/SVD 解析

Mio MATSUEDA and Hiroshi L. TANAKA: EOF and SVD Analyses of the Low-Frequency Variability of the Barotropic Component of the Atmosphere

本研究では、異常気象をもたらす大気の長周期変動の原因を解明するために、大気の順圧成分とその外部強制、および非線形スケール相互作用に対し、EOF/SVD解析を行った。用いたデータはNCEP/NCAR再

解析データで、対象期間は、1952/53~2001/02年の50年間である。解析の結果、DJF平均した大気の順圧成分のEOF-1には北極振動(AO)が、EOF-2にはPNAテレコネクションパターンが見られた。また、大気の

順圧成分と外部強制に対する SVD-1には、AO と山岳強制パターンが見られた。この SVD パターンに対して、外部強制による大気のエネギー変化を計算したところ、この外部強制は AO を減衰させるように働き、また、SVD-2には、PNA と El Nino/La Nina に関連する外部強制が見られたが、この外力も SVD-1同様、順圧成分を減衰させるように働くことが分かった。さらに、大気の前圧成分と非線形スケール相互作用に対する SVD-1には、AO とそれを増幅させるような相互作用がみられ、SVD-2にも PNA とそれを増幅させるような相互作用が見られた。非線形スケール相互作用

はさらに、気候学的平均場と擾乱との線形相互作用と擾乱同士の非線形相互作用に分けることができるが、SVD 解析によって得られる AO や PNA のようなアノマリはおもに、気候学的平均場との相互作用によって励起されていることが分かった。

本研究による解析の結果、AO のような大気の前圧変動に関連する異常気象は、前圧変動の外力によって励起されているのではなく、おもに気候学平均場からのエネギー供給によって引き起こされる力学的内部変動であることが分かった。

小倉義光・新野 宏・隈部良司・西村修司：2003年10月13日関東地方でシヴィア・ウェザーを起こした台風に似た亜熱帯低気圧の一生

Yoshimitsu OGURA, Hiroshi NIINO, Ryoji KUMABE, and Shuji NISIMURA : Evolution of a Typhoon-Like Subtropical Low Causing Severe Weather over the Kanto Area on 13 October 2003

2003年10月13日関東地方の東部で、総観規模よりは小さく台風に似た低気圧によって、シヴィア・ウェザーがもたらされた。本論文の目的は、気象庁がルーチ的に入手しているデータの殆ど総てを使用して、この亜熱帯低気圧の発生・発達・消滅を解析することである。

今回の亜熱帯低気圧は10月8日、停滞前線の西端が位置する沖縄本島（ $\sim 26^{\circ}\text{N}$, 128°E ）付近で発生した。発生地域の気象状態の特徴は、弱い傾圧性、ほぼ飽和した下層大気、ショワルター安定度指数の負の値などである。亜熱帯低気圧の発生地域では発生前に数個のメソ対流系が発達していた。深い対流の中で放出された潜熱による加熱が、既存していた停滞前線の渦度

スピニアップして、渦巻を生成させ、この渦巻が上層の短波のトラフから切離された低気圧に支援されて、亜熱帯低気圧に成長したと推測される。発生から約50時間後に亜熱帯低気圧が成熟期に達したときには、明瞭な軸対象の構造や、台風の目に似た雲のパターンを持っていた。亜熱帯低気圧の直径は100~200 kmであった。亜熱帯低気圧は4日ほどゆっくり北上した後、総観規模のトラフに吸収され、東に移動しながら、いわゆる温帯低気圧化を経た。

最後に、地中海や中部及び東太平洋など、他の地域で発達する台風に似た亜熱帯低気圧と今回の亜熱帯低気圧との類似点・相違点についても簡単に触れた。

永戸久喜・加藤輝之・吉崎正憲・足立アホロ：2001年1月16日に日本海沿岸で観測された準停滞性降雪バンドの数値シミュレーション

Hisaki EITO, Teruyuki KATO, Masanori YOSHIKAZI, and Ahoro ADACHI : Numerical Simulation of the Quasi-Stationary Snowband Observed over the Southern Coastal Area of the Sea of Japan on 16 January 2001

WMO-01特別観測期間中の2001年1月16日に富山湾付近から新潟県の日本海沿岸地方にかけて伸びるメソ β スケールの降雪バンドが観測された。この降雪バンドは約半日間ほぼ同じ場所に停滞し、沿岸地域に多いところで約50 cm の降雪をもたらした。

水平分解能 1 km の雲解像非静力学モデルを用いて

降雪バンドの再現実験を行った。モデルは観測された降雪バンドの多くの特徴を良く再現した。降雪バンドは、冷たい南からの陸風と相対的に暖かい海面からの潜熱や顕熱の補給を受けた北西季節風との収束域上に発生していた。降雪バンド北部では水平規模数 km の対流性降雪セルが形成され、降雪バンド内を東南東進

していた。これらの降雪セルが発達・併合することによって、降雪バンド内にはメソスケールの対流性降雪システムが形成されていた。降雪バンドの下層には、雪の昇華蒸発に伴う非断熱冷却によって形成された冷氣層が存在していた。この冷氣層は、降雪バンド形成

後に弱まった陸風を補う形でバンド北辺での北西季節風との収束の維持に寄与していた。この結果は、冷氣層の形成が降雪バンドの維持にとって重要であったことを示唆している。

徐 健青・萩野谷成徳・増田耕一・鈴木力英：1997-1998年チベット高原の熱・水収支の評価

Jianqing XU, Shigenori HAGINOYA, Kooiti MASUDA, and Rikie SUZUKI: Heat and Water Balance Estimates over the Tibetan Plateau in 1997-1998

多層土壌モデルを用いて、1997-1998年のチベット高原における熱・水収支の季節変化を評価し比較した。

入力データは、チベットのルーチン観測所の気象観測データで、1997年は14か所、1998年には17か所の計算を行った。

1998年は1997年に比べて、北西チベットでは年降水量が少なく南東チベットでは年降水量が多かった。地面での潜熱フラックスは、土壌水分の変化を通して降水量の変化と連動しており、その結果、南東部では1998年の潜熱フラックスの量が1997年を上回っており、北西部では逆となっている。1998年の気候は1997年の気候に比べて、北西チベットと南東チベットの間に見られる気候的な差異を強めた気候となっている。この事

実は、チベット高原上の気候湿潤度 (wetness index) を計算しても確かめられる。

1998年は1997年に比べて北西チベットでは春の降水量が少なかったため、土壌水分が少なく顕熱フラックスが大きい。南東部では、春先の土壌水分量および降水量は1997年・1998年とも同じ程度であったが、1998年はモンスーン期後半に入って集中した降水量となった。土壌水分量は増加し蒸発量も増加したが、その増加は緩やかであるので河川などへの流出量は急激に増加した。その後には、1997年と1998年では降水量の差はあまりなく、年末には土壌水分の差はほとんどなくなった。土壌水分量の履歴はほとんどなく、その変化は降水量の変化とほぼ連動しているように見える。

C. PRABHAKARA・R. IACOVAZZI, Jr.・J.-M. YOO・K.-M. KIM：TRMM マイクロ波放射計観測による熱帯陸面上の降雨強度推定モデル

C. PRABHAKARA, R. IACOVAZZI, Jr., J.-M. YOO, and K.-M. KIM: A Model for Estimation of Rain Rate on Tropical Land from TRMM Microwave Imager Radiometer Observations

熱帯陸域上で、ある季節の任意の緯度3度×経度5度領域で、TRMM 降雨レーダーから得られる降雨強度と、TRMM マイクロ波放射計(TMI)による85 GHzの輝度温度(T85 V)間の散布図には、降雨強度に2つの極大が存在する。ひとつの強い極大は、T85 Vが220 K程度のときに、もうひとつの弱い極大はT85 Vが150 Kより低温のところにみられた。また、これらの2つの極大は、降雨レーダーからの降雨強度対(T19 V-T37 V)の図に明瞭にみられた。強い極大はT19 V-T37 Vが20 K程度のときに、弱い極大はそれが40 K程度より大きいときにみられた。航空機搭載型ドップラーレーダー観測にもとづく過去の研究と放射伝達の理論計算から、強い極大は、強い上昇流を持つ発達中の

積乱雲内にある過冷却水滴と水膜に覆われた固体粒子による散乱によるもの考えられる。もうひとつの極大は氷粒子による強い散乱によるものである。この氷粒子は衰弱期の積乱雲が対流性から層状性になりつつあるときに形成される。これらを考慮して、熱帯陸面上の降雨強度推定法を改善するために、降雨強度の推定モデルを開発してきた。この方法は、10, 19, 21および37 GHzのTMIデータ(T10 V, T19 V, T21 V, T37 V)から導出される2つのパラメータ(水平解像度約20 km)を用いる。さらに、85 GHzのTMIは5 km程度の水平解像度を持っているので、このモデルの3番目のパラメータとして、約20 km四方の領域におけるT85 Vの水平傾度を採用した。これらのパラメータ

を用いて、推定モデルは水平解像度約20 kmで、瞬間の降雨強度を推定できるようになった。この推定モデルは、まず、降雨レーダーのいくつかの降雨強度データを用いて初期調整される。

次に、このモデルは非常に様々に異なる熱帯陸面域

で、様々な季節について適用される。20 km 解像度の瞬間の降雨強度と、緯度3度×経度5度の領域で季節平均したものは、既存のTMI降雨推定法によるものより、降雨レーダーとよりよく一致した。

田中 博・松枝未遠：地球大気の特異固有解として得られる北極振動

Hiroshi L. TANAKA and Mio MATSUEDA : Arctic Oscillation Analyzed as a Singular Eigenmode of the Global Atmosphere

本研究では、北極振動の力学を理解するために、冬季気候値で線形化した大気力学モデルの固有解と特異解について解析した。北極振動が定義される海面更正気圧場の変動は、大気の順圧成分の変動と力学的に等価であることから、本研究では北極振動を線形順圧モデルを用いて解析した。

解析の結果、観測される北極振動と同様に極域で負、北太平洋と北大西洋に正の極を持つ複数の定在固有解を見出した。そのいくつかは不安定モードとなることから、線形摩擦項を導入することで固有値のシフトを行った。その結果、摩擦項の与え方次第で異なる固有解が第一特異解 (SVD-1) となり、特異化して共鳴を

もたらすことが明らかになった。

本研究の結果から、ランダムな外部強制に共鳴して特異固有解となるモードが成長し、北極振動パターンを生成するプロセスが解明された。この共鳴応答は不安定モードを含む複数のモードで可能であり、従って中立モード理論で説明される強い摩擦項の下での北極振動は、この共鳴応答曲線の端で励起される最小減衰モードとして理解される。

同一の非線形順圧モデルを用いて行った北極振動の数値実験の結果と照らし合わせると、北極振動は大気力学系の固有解という物理的実体を伴ったモードであると結論づけられる。

遠藤伸彦・Borjiginte AILIKUN・安成哲三：中国における夏季の降水量・降水日数および強雨頻度にみられる長期変化

Nobuhiko ENDO, Borjiginte AILIKUN, and Tetsuzo YASUNARI : Trends in Precipitation Amounts and the Number of Rainy Days and Heavy Rainfall Events during Summer in China from 1961 to 2000

中国における夏季総降水量・降水日数・降水強度の長期変化を1961年から2000年までの40年間の日降水量データを用いて調べた。夏季総降水量は揚子江流域と中国北西部で統計的に有意に増加している。一方その他の地域では夏季総降水量は減少傾向である。降水日数は同じく揚子江流域と中国北西部で増加しているが、チベット高原・華北平原・中国東北部では減少している。季節平均降水強度は中国の多くの地点で増加傾向である。

強雨のトレンドを調べるために研究対象期間中における全ての日の日降水量を、階級幅が総降水日数の10%である10階級に区分し、各階級ごとの平均日降水量の時系列に線形回帰を適用し研究対象期間内でのトレンドを評価した。揚子江流域と中国北西部では、上位2階級の日降水量は有意に増加している。チベット高原・華北平原・中国東北部ではほとんどの階級で日降水量は減少している。

猪上 淳・豊田威信：オホーツク海氷上のエアロゾルの数濃度の特徴

Jun INOUE and Takenobu TOYOTA : Characteristics of Aerosol Number Concentrations over the Ice-Covered Okhotsk Sea

2003年2月に巡視船「そうや」に乗船し、海氷に覆われたオホーツク海でのエアロゾル数濃度の観測を気象観測と共に行った。粒径半径0.35ミクロン以上の数濃度はバックグラウンド値と同程度であった。しかしながら観測期間は総観規模の気象状況によって数濃度が相対的に低い期間と高い期間の2つに分けられた。後方流跡線解析によって、数濃度が高い空気塊は日本

海を通過してきたものであり、一方それが低い空気塊は北方の海水域を起源とするものであることが分かった。この結果は、海面での海塩粒子の供給を抑制する海水がエアロゾルの分布を左右することを示唆する。さらに観測データと経験式を用い、空気塊の差異によるエアロゾルの短波放射強制を議論した。

橋本明弘・播磨屋敏生：梅雨期の対流性降水雲の発達段階に依存する雨滴粒径分布の特徴

Akihiro HASHIMOTO and Toshio HARIMAYA : Characteristics of Raindrop Size Distribution Dependent on the Life Stage of a Convective Precipitation Cloud in the Baiu Season

対流雲の物理的な構造は時間変化が激しく、その中で生成される雨滴の粒径分布特性はその影響を受けている可能性がある。

そこで、九州南西岸で行なわれた3ヵ年にわたる地上観測 (TREX, 1996; X-BAIU-98, 1998; X-BAIU-99, 1999) の際に取得した雨滴粒径分布データを用いて、対流雲の最盛期と衰退期の雨滴粒径分布特性を調べた。最盛期では、対流活動が強いほど全ての粒径で

数濃度が増加していた。一方、衰退期では最盛期における対流活動が強いほど大きな粒径の数濃度の割合が増加する傾向があり、対流雲の発達ステージ毎に雨滴粒径分布特性が異なっていた。観測データに基づいて新たに得られたこの解析結果は、対流雲の発達ステージによって降水形成過程が変化することを示唆するものである。

編集後記：気象学会が2007年に創立125周年を迎えるにあたり、「天気」でも記念事業を行う計画で、ここ数回の編集委員会やメーリングリスト等で、内容を議論しています。今のところ、年間を通じて、特集の解説を掲載することと、過去の「天気」を電子化することが、案として有力です。

具体化の議論は続きますが、特集記事に関しては、「5～6ページの分量で、例えば気象業務とか学会の歴

史等のテーマ別に、一般会員でも気軽に読める解説を年間通して掲載する」「同じ分野で最先端の研究者と、歴史を知る名誉会員レベルの方の解説を同時に掲載するのも興味深い」「100周年でもレビュー記事を掲載しているの、今回はその後の25年に絞った解説が良いのでは」等の意見が出されています。読者の皆さんも、アイデアを是非お寄せください。

過去の「天気」の電子化に関しては、「天気」は今年