

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

第97巻 第4号 2019年8月号 目次と要旨

論 文

- 西 暁史・日下博幸：局地的な強風「空っ風」に対する山脈の曲部の効果 ……787-803
 渡邊俊一・村田昭彦・佐々木秀孝・川瀬宏明・野坂真也：高解像度地域気候モデルを用いた
 日本域における台風降水の将来予測 ……805-820
 Suranjith Bandara KORALEGEDARA・Chuan-Yao LIN・Yang-Fan SHENG：2016年
 5月のスリランカにおける豪雨・洪水事例におけるメソスケール力学の数値的解
 析 ……821-839
 Meng-Tze LEE・Pay-Liam LIN・Wei-Yu CHANG・Balaji Kumar SEELA・Jayalak-
 shmi JANAPATI：台湾北部のさまざまな季節における微物理特性と降水タイプ ……841-865
 齋藤 泉・後藤俊幸・渡邊 威：乱流中における凝縮による雲粒粒径分布の広がり ……867-891
 Bin SONG・Xiefei ZHI・Mengting PAN・Meiyi HOU・Chengfei HE・Klaus FRAE-
 DRICH：1921年から2014年の北太平洋上の乱流熱フラックスの再構成 ……893-911

要報と質疑

- Boqi LIU・Congwen ZHU・Jingzhi SU・Shuangmei MA・Kang XU：2018年7月におけ
 る北西太平洋亜熱帯高気圧の記録的な北方シフト[†] ……913-925
 学会誌「天気」の論文・解説リスト（2019年5月号・6月号） ……927
 英文レター誌 SOLA の論文リスト（2019年87-148, 15A 8-30） ……928
 気象集誌次号掲載予定論文リスト ……929

. ◆ ◆ ◆

西 暁史・日下博幸：局地的な強風「空っ風」に対する山脈の曲部の効果

Akifumi NISHI and Hiroyuki KUSAKA: Effect of Mountain Convexity on the Locally Strong “Karakkaze” Wind

本研究は、日本の関東平野における局地的な強風「空っ風」が、地形の形状、特に山脈の曲部により、どのように影響を受けるかを数値的に検討した。この研究では、水平格子間隔3 kmの解像度のWeather Research and Forecastモデルによる理想化数値シミュレーションを行った。その結果、曲部の盆地（半盆地）とその風下に強風域が形成されることが分かった。一方で、その強風域に隣接して、弱風域が形成されることが分かった。これらの結果は、冬季モンスー

ン時に観測された空っ風の地上風分布の基本的な特徴と一致していた。しかしながら、このような流れのパターンは、曲部のない直線的な山脈を有する数値シミュレーションの場合には現れなかった。

山脈の曲部が持つ効果の詳細を評価するために、感度実験を行った。曲部の形状の感度実験から、曲部のアスペクト比（曲部の振幅と波長の比）が約0.5を超えると、半盆地とその風下に強風が現れることが分かった。さらに、地形形状に関する感度実験は、山脈の鞍部は空っ風の形成に不可欠ではないが、空っ風の強さに影響を与えることを示唆していた。山岳フルー

[†] 特集号「2017年・2018年の豪雨イベント」

ド数 F_{γ_m} に関する感度実験から、半盆地の内部とその風下における局地的な強風は F_{γ_m} が 0.42~1.04 の範囲にあった時のみに現れることが分かった。地表面熱フラックスを考慮した感度実験は、半盆地の風下平野に

おける強風域の本質的な構造が地表面熱フラックスに強く依存しないことを示した。ただし、地表面熱フラックスが追加されることによって、地上風速は減少するが、強風域は広がった。

渡邊俊一・村田昭彦・佐々木秀孝・川瀬宏明・野坂真也：高解像度地域気候モデルを用いた日本域における台風降水の将来予測

Shun-ichi I. WATANABE, Akihiko MURATA, Hidetaka SASAKI, Hiroaki KAWASE, and Masaya NOSAKA:
Future Projection of Tropical Cyclone Precipitation over Japan with a High-Resolution Regional Climate Model

本研究では、5 km 解像度の非静力学地域気候モデル (NHRCM05) によって得られた、RCP8.5 シナリオ下でのアンサンブル予測を用いて、日本域の台風降水の将来変化を評価した。NHRCM05 は 20 km 解像度の全球大気モデルに比べ、台風降水や台風強度をより精度よく再現する。将来気候において、日本に接近する台風は減少するが、台風降水強度は増加する。これらの効果が相殺するため、総台風降水量や、現在気候

でも起こりうる程度の台風降水の頻度には有意な変化が見られない。一方、非常に激しい台風降水では、降水強度の増加の影響が台風接近数の減少の效果に打ち勝つため、その頻度が増加する。台風降水強度の増加は、環境場の水蒸気量の変化に伴って、台風周辺の水蒸気量が増加することが主な原因である。また、台風の強度や構造の変化も台風降水強度の増加に寄与している。

Suranjith Bandara KORALEGEDARA・Chuan-Yao LIN・Yang-Fan SHENG：2016年5月のスリランカにおける豪雨・洪水事例におけるメソスケール力学の数値的解析

Suranjith Bandara KORALEGEDARA, Chuan-Yao LIN, and Yang-Fan SHENG: Numerical Analysis of the Mesoscale Dynamics of an Extreme Rainfall and Flood Event in Sri Lanka in May 2016

2016年5月14日から17日にかけてスリランカで豪雨・洪水が発生した。本研究ではこの事例の総観スケールとメソスケールの力学および豪雨発生メカニズムについて、Weather Research and Forecasting Model を用いた水平格子間隔 3 km の数値実験と観測データの解析により調べた。この豪雨はインド洋のベンガル湾で発生し、スリランカを通過した低気圧に伴い起きた。5月15日から16日の積算降水量は複数の観測点で 300 mm を超え、洪水や地すべりの甚大な被害が特に島の西側で発生した。低気圧の発生の時刻とスリランカの東岸での発達にはモデルにより良く再現され

た。また、降雨の全体的な変化と分布も再現された。総観スケールおよびメソスケール大気場の解析により、この豪雨は、強化された西風モンスーンと低気圧に伴う気流により下層収束と水蒸気供給が持続すること、強い鉛直流、そしてスリランカの中央山地の地形効果が重なることで起きたことが示された。スリランカの標高に対する感度実験により、中央山地の西側斜面では気流の持ち上げにより降水が強化したことが、一方で中央山地は低気圧に伴う北東気流の障壁となることで西岸付近の降水を減少させたことが示された。

Meng-Tze LEE・Pay-Liam LIN・Wei-Yu CHANG・Balaji Kumar SEELA・Jayalakshmi JANAPATI :
台湾北部のさまざまな季節における微物理特性と降水タイプ

Meng-Tze LEE, Pay-Liam LIN, Wei-Yu CHANG, Balaji Kumar SEELA, and Jayalakshmi JANAPATI: Micro-physical Characteristics and Types of Precipitation for Different Seasons over North Taiwan

本研究では、台湾国立中央大学 (NCU, 24°58'6"N 121°11'27"E) に設置された Joss-Waldvogel 雨滴粒径分布計 (JWD) から得られた長期 (10年) 雨滴粒径分布 (RSD) 観測およびレーダ反射強度の鉛直分布を用いて6季節 (冬・春・梅雨・夏・台風・秋) のガンマ・パラメータと降水タイプの変動を解析した。正規化ガンマ分布型 RSD において D_m (質量重み付け平均粒径) は夏に最大平均値を取る一方, $\log_{10} N_w$ (正規化切片パラメータ) の最大平均値は冬に見られることが分かった。また, 20mm h⁻¹より弱い降水強

度のほとんどは台湾北部で発生している。本研究では、対流性と層状性システムを判別するためにレーダ反射強度を用いた。 D_m の平均値は対流性システムで大きく、一方 $\log_{10} N_w$ の平均値は層状性システムでより大きいことが分かった。層状性システムの RSD 構造は全季節にわたって変化は見られない一方、対流性については海洋性降水タイプと似た特徴を示していた。レーダ反射強度の高度別頻度図を併用することで、それぞれの季節でさまざまな RSD の特徴をもたらす微物理特性が説明される。

齋藤 泉・後藤俊幸・渡邊 威：乱流中における凝縮による雲粒粒径分布の広がり

Izumi SAITO, Toshiyuki GOTOH, and Takeshi WATANABE: Broadening of Cloud Droplet Size Distributions by Condensation in Turbulence

乱流中における凝縮による雲粒の成長について考えるために、雲粒粒径分布に対するフォッカー・プランク方程式を導出する。これは、チャンドラカールらによって2016年に提案された統計理論の拡張である。彼等がこの統計理論を提案したのは、「パイチャンパー」と呼ばれる雲実験チャンパーから得られた雲粒粒径分布の広がりを説明するためであった。本研究のフォッカー・プランク方程式においては、過飽和度の揺らぎが雲粒粒径分布を広げる効果は、拡散項によって表されている。またエアロゾル効果 (水滴の曲率と溶質の効果) は、 $R^2=0$ (R は水滴の半径) におけるフラックスゼロの境界条件として導入される。これは、壁が

存在する場合のブラウン運動と数学的に同等である。平衡状態における雲粒粒径分布の解析的表現が得られ、それは $R_{exp}(-cR^2)$ (c は定数) に比例することが示される。本研究では乱流中における雲粒の直接数値シミュレーションも行い、その結果が理論予測と良く一致することを示すとともに、計算領域がパイチャンパーと同じ位に大きければ、パイチャンパーの結果とも一致することを示す。またフォッカー・プランク方程式における拡散係数が、乱流中の過飽和度揺らぎに対するラグランジュ的自己相関時間を用いて表されるべきであることを示す。

Bin SONG・Xiefei ZHI・Mengting PAN・Meiyi HOU・Chengfei HE・Klaus FRAEDRICH：1921年から
2014年の北太平洋上の乱流熱フラックスの再構成

Bin SONG, Xiefei ZHI, Mengting PAN, Meiyi HOU, Chengfei HE, and Klaus FRAEDRICH: Turbulent Heat Flux Reconstruction in the North Pacific from 1921 to 2014

乱流熱フラックスは、大気海洋相互作用の主な経路である。しかし、乱流熱フラックスの長期観測が欠如しているため、太平洋十年振動のような海洋-大気結合の変動メカニズムを調査することは困難である。こ

こでは、1921年から2014年までの期間の北太平洋における長期の乱流熱フラックスを、International Comprehensive Ocean-Atmosphere Data Set (ICOADS) - International Maritime Meteorologi-

cal Archive に基づいて再構成した。海面水温、気温、風、湿度を使って、Coupled Ocean-Atmosphere Response Experiment (COARE3.5) アルゴリズムを使って乱流熱フラックスを再構成した。修正した Fisher-Tippett 分布を使用して各グリッドにおける乱流熱フラックスを計算した後、欠損値を経験的直交関数 (DINEOF) に基づいて補間した。再構成された乱流熱フラックスは、一般的に使用されている短期間の熱フラックスデータセットと一致することが示さ

れた。さらに、この再構成データをヨーロッパ中期予報センターおよびアメリカ海洋大気庁の20世紀再解析の長期データ (ERA-20C, 20CR) と比較した。その結果、空間分布的にも時間変化的にも ERA-20C との良好な一致を示したが、20CR とはいくつかの違いを示した。これらの検討により、乱流熱フラックスの再構成されたデータは、北太平洋における大気海洋相互作用の主な特徴をうまく再現しており、数十年規模の解析で使用することができることが分かった。

Boqi LIU • Congwen ZHU • Jingzhi SU • Shuangmei MA • Kang XU : 2018年7月における北西太平洋亜熱帯高気圧の記録的な北方シフト

Boqi LIU, Congwen ZHU, Jingzhi SU, Shuangmei MA, and Kang XU: Record-Breaking Northward Shift of the Western North Pacific Subtropical High in July 2018

2018年7月の北西太平洋亜熱帯高気圧 (WNPSH) の北方シフトは、1958年以降の記録を塗り替え、北東アジア (NEA) に熱波とそれによる犠牲者をもたらした。本研究は、この特異的な WNPSH 偏差と、北大西洋海面水温偏差の7月における最大振幅となった正の三極構造に起因した NEA 上空の順圧性高気圧偏差とを関連づけた。データ解析と数値実験のどちらも、正の三極構造を持つ海面水温偏差が欧州上空に対流圏上層の波源を生み出し、ユーラシア大陸上に亜寒帯ジェットに沿って東方伝播する波列を励起したことを示した。高気圧性の節が NEA

に到達したとき、WNPSH は北進を始めた。低気圧性の節による循環偏差がチベット高原に到達したのち、チベット高原の東側で非断熱加熱が強まったことで別の亜熱帯波列が励起され、WNPSH の北方シフトがさらに強まった。そのため、7月の WNPSH 北方シフトには欧州の波源が重要であり、三極構造を持つ北大西洋の海面水温偏差と WNPSH 偏差を関係づけるとともに、東チベット高原上の熱的強制の下流の夏季東アジアモンスーンへの影響を維持する役割を果たしていた。