

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

第98巻 第3号 2020年6月号 目次と要旨

招待論文

加藤輝之：日本で集中豪雨をもたらす線状降水帯と名付けられた準停滞線状降水システム[†]
 485-509

論 文

Yingzhao MA・V. CHANDRASEKAR・Sounak K. BISWAS：二周波降水レーダの降雨強度
 推定値を改善するベイズ補正手法*..... 511-525

Ye CUI・Zheng RUAN・Ming WEI・Feng LI・Runsheng GE：中国の中緯度で発生した降
 雪イベントのCバンド鉛直レーダーにより観測された鉛直構造と力学的特徴
 527-550

Peter D. DUEBEN・Nils WEDI・Sami SAARINEN・Christian ZEMAN：Integrated Fore-
 casting Systemによる1.45km 水平格子間隔での大気の全球シミュレーション**
 551-572

Basivi RADHAKRISHNA・Kadiri SAIKRANTHI・Thota Narayana RAO：全球降水観測計
 画二周波降水レーダから推測されたインド亜大陸および隣接海域内の雨滴粒径分布
 の地域差*..... 573-584

耿 驃・勝俣昌己：Cバンド二重偏波レーダーで降雨中に観測された偏波間位相差における
 スプリアス信号の検出・除去アルゴリズム***[†]..... 585-613

柴田清孝・Ralph LEHMANN：化学気候モデルで計算されたオゾン準二年振動におけるオゾ
 ン消滅反応の分離・定量化[†]..... 615-636

Xi CAO・Renguang WU・Na WEI・Yifeng DAI：北西太平洋上の強いモンスーントラフパ
 ターンにおける熱帯低気圧の発生に適した領域の位置[†]..... 637-654

要報と質疑

直井萌香・釜江陽一・植田宏昭・Wei MEI：東アジアにおける大気の川の活動に対する ENSO
 の季節的な遷移の影響[†]..... 655-668

学会誌「天気」の論文・解説リスト (2020年3月号・4月号)..... 669

英文レター誌 SOLA の論文リスト (2020年43-69)..... 670

気象集誌次号掲載予定論文リスト..... 671

.....◇.....◇.....◇.....

* 特集号『GPM』

** 特集号『DYAMOND』

*** 気象集誌・SOLA 合同特集号『海大陸研究強化年：YMC』

[†] 和文要旨掲載論文

加藤輝之：日本で集中豪雨をもたらす線状降水帯と名付けられた準停滞線状降水システム

Teruyuki KATO: Quasi-stationary Band-Shaped Precipitation Systems, Named “Senjo-Kousuitai”, Causing Localized Heavy Rainfall in Japan

日本では3時間積算降水量200mmを超える集中豪雨がしばしば観測され、過酷な地滑りや洪水をもたらす。そのような事例は主に、日本語で「線状降水帯」と名付けられた準停滞線状降水システムによってもたらされる。線状降水帯は次々と発生する発達した対流セルが列をなした、組織化した積乱雲群によって、数時間にわたってほぼ同じ場所を通過または停滞することで作り出される、線状に伸びる長さ50~300km程度、幅20~50km程度の強い降水をとまなう雨域として定義される。線状降水帯の形成過程としては主に、暖湿流がほぼ停滞している局地前線に流入することで、対流セルが前線上で同時に発生する破線型と、下層風の風上側に新しい対流セルが繰り返し発生し、既存のセルと線状に組織化するバックビルディング型の2つに分類される。

本研究では、線状の降水システムについての過去研究のレビューに加えて、線状降水帯の数値モデルによる再現性および線状降水帯の発生しやすい条件について調査した。2014年8月20日の広島豪雨の事例の再現では、対流セルの形成・発達過程をおおよそ再現できる少なくとも水平解像度2kmが必要であったが、そ

の内部構造を正確に再現するには水平解像度250~500mが必要であった。2kmのモデルは10時間前の初期値を用いることで広島の実例を量的に再現したが、予想された最大積算降水量は初期時刻が線状降水帯の発生時刻に近づくにつれてかなり減少した。この減少は過度の下層乾燥空気の流れが新たな積乱雲群が発生する領域を移動させたためであった。

線状降水帯を診断的に予測するために、線状降水帯の発生しやすい条件を過去の集中豪雨事例における大気環境場から統計的に構築した。500m高度データをベースに判断する下層水蒸気場を代表して、(1)大量の水蒸気フラックス量 ($>150\text{g m}^{-2}\text{ s}^{-1}$) と (2) 自由対流高度までの距離が短いこと ($<1000\text{m}$) の2つの条件を選択した。ほかの4つとして、(3) 中層(500hPaと700hPa)の相対湿度が高い ($>60\%$)、(4) ストームに相対的なヘリシティで判断する大きな鉛直シア ($>100\text{m}^2\text{ s}^{-2}$)、(5) 総観スケール(700hPaで空間400km平均)の上昇流場で判断する上昇流域と(6) 700~850hPaに度々みられる暖気移流を除外するための平衡高度が3000m以上の条件を選択した。

耿 驃・勝俣昌己：Cバンド二重偏波レーダーで降雨中に観測された偏波間位相差におけるスプリアス信号の検出・除去アルゴリズム

Biao GENG and Masaki KATSUMATA: An Algorithm for Detecting and Removing the Spurious Differential Phase Observed by C-Band Polarimetric Radar in the Rain

偏波間位相差 (Φ_{DP}) と偏波間位相差変化率 (K_{DP}) から降雨パラメータを推定する際に問題となりうる信号を検出するアルゴリズムを開発した。まず Φ_{DP} に含まれるレンジゲート単位の変動を除去した後、雨滴の水平偏波のレーダー反射強度 (Z_H) と K_{DP} との経験的關係に基づくフィルタリングを施した。アルゴリズムの検証を、海大陸研究強化年 (YMC) パイロット集中観測期間中 (2015年11月23日~12月17日) に研究船「みらい」に設置されたCバンド二重偏波レーダーによって観測されたスマトラ沖の降雨データを用いて行っ

た。二次エコーとビーム内不均一性の影響で、観測データには Φ_{DP} に十数 km 単位の摂動が存在し、それによって正および負の K_{DP} のバイアスが生じる。これらの Φ_{DP} と K_{DP} のノイズを、この新しいアルゴリズムは効率的に検出・除去することに成功した。また、 Z_H の値が比較的低い場合の K_{DP} の標準偏差も大幅に低減された。結果、 K_{DP} からの雨量推定精度が改善された。これらの結果は、開発したアルゴリズムが、外洋のみならず海陸混合域においてもデータの品質を効率的に管理できることを示した。

柴田清孝・Ralph LEHMANN：化学気候モデルで計算されたオゾン準二年振動におけるオゾン消滅反応の分離・定量化

Kiyotaka SHIBATA and Ralph LEHMANN: Partitioning of Ozone Loss Pathways in the Ozone Quasi-biennial Oscillation Simulated by a Chemistry–Climate Model

気象研究所の化学気候モデルで計算されたオゾン準二年振動(QBO)におけるオゾン消滅の反応経路とその変化率を、パスイエイ解析プログラム(PAP)を用いて解析した。解析対象とした化学システムは NO_x 、 HO_x 、 ClO_x 、 O_x 、 BrO_x などの重要な触媒サイクルであり、これらがオゾン消滅率に与える寄与を定量評価した。高度10hPaと20hPaにおけるすべての触媒サイクルによるQBO振幅はオゾンの年平均全消滅率の、それぞれ4%と14%に相当していた。オゾンQBOにおけるオゾン消滅率に対するそれぞれの触媒サイクルの寄与は以下の通りであった： NO_x サイクルは全消滅率のQBO振幅の最大の割合(50–85%)、 HO_x サイクルは高度30hPa以下で二番目の割合(20–30%)、20hPa以上で三番目の割合(約10%)、 O_x サイクルは高度30hPa以上で三番目の割合(5–20%)、20hPa以上で二番目の

割合(約10%)、 ClO_x サイクルは四番目の割合(5–10%)、 BrO_x サイクルは殆ど無視できる程であった。 NO_x と O_x サイクルがQBO振幅に関連したオゾン消滅率に与える寄与は、各サイクルの年平均のオゾン消滅率への寄与に比べて、それぞれ10%、20%の違いがあった。高度20hPaにおけるオゾンQBOは主に輸送過程によって駆動されており、これが化学的なオゾン消滅率にも影響を与えていた。一方、高度10hPaでのオゾンQBOは NO_x による化学反応、および $[\text{O}]/[\text{O}_3]$ 比の温度依存性(化学反応 $\text{O} + \text{O}_2 + \text{M} \rightarrow \text{O}_3 + \text{M}$ の温度依存性の結果)の両方で駆動されていた。さらに、高度10hPaのオゾンQBOはその上空のオゾン総量(オゾン光解離を通じた $[\text{O}]/[\text{O}_3]$ 比と酸素光解離を通じたオゾン生成に関与)にも影響されていた。

Xi CAO・Renguang WU・Na WEI・Yifeng DAI：北西太平洋上の強いモンスーントラフパターンにおける熱帯低気圧の発生に適した領域の位置

Xi CAO, Renguang WU, Na WEI, and Yifeng DAI: Location of the Preferred Region for Tropical Cyclogenesis in Strong Monsoon Trough Pattern over the Western North Pacific

再解析データと数値実験により、北西太平洋(WNP)上の強いモンスーントラフパターンにおける熱帯低気圧の発生過程を調べた。コンポジット解析により、モンスーントラフが北西から南東の方向に伸びるとき、WNPの中央部(東経130~165度)においてより多くの熱帯低気圧が発生する可能性が高く、西部(東経120~130度)および東部(東経165~180度)で現れる熱帯低気圧は少ないことが示された。同程度の弱い人工的な渦をモンスーントラフ内の8つの異なる領域に挿入した数値実験により、モンスーントラフが東

西に伸びているとき、東経140~160度の中央部(特に150~155度)において弱い熱帯擾乱が急速に発達する傾向があり、東経165~170度付近での発達は緩く、東経120~137.5度付近では発達しないことが示された。この数値実験の結果は、再解析データの解析結果と整合する。WNP西部における熱帯低気圧発生の抑制は、下層の海洋からの水分と熱(顕熱および潜熱を含む)の減少によるものである一方、WNP東部においては上層の大きな鉛直シアーと乾燥した大気状態が熱帯擾乱の発達の度合いを減少させる。

直井萌香・釜江陽一・植田宏昭・Wei MEI：東アジアにおける大気の川の活動に対する ENSO の季節的な遷移の影響

Moeka NAOI, Youichi KAMAE, Hiroaki UEDA, and Wei MEI: Impacts of Seasonal Transitions of ENSO on Atmospheric River Activity over East Asia

中緯度の細い水蒸気輸送帯は大気の水蒸気帯と呼ばれ、東アジアにしばしば重大な社会・経済的影響をもたらす。夏季東アジアにおける大気の水蒸気帯の活動は、先行する冬季エルニーニョの発達に大きく左右される一方で、冬季から夏季にかけての ENSO の季節的な遷移が大気の水蒸気帯の活動にどの程度影響するのかは、明らかになっていない。本研究では、大気再解析と高解像度大気大循環モデルによるアンサンブル実験の結果を用いて、ENSO の季節的な遷移と夏季東アジアにおける大気の水蒸気帯の活動の関係を調査する。先行する冬季のエルニーニョから夏季のラニーニャへと早く遷移した年には、エルニーニョが持続または衰退した年に比べ、西

部北太平洋の下層の高気圧偏差がより北へ拡大することにより、東アジア北部でより多くの大気の水蒸気帯が通過する。この高気圧の北への拡大は、海洋大陸と赤道太平洋上の凝結熱加熱偏差に対する大気の大気定常応答と整合する。再解析と大気大循環モデル実験とでは、中緯度の大気の水蒸気帯と循環の偏差が生じる位置が南北にずれており、これにはサンプル数が限られることとモデルバイアスが影響している可能性があり、東アジアにおける大気の水蒸気帯に関連した地域ごとの自然災害リスクの季節的な予測には課題が残されていることを示唆している。