

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

## 第98巻 第1号 2020年2月号 目次と要旨

巻頭言	1-3
JMSJ 論文賞2019	4
<b>招待論文</b>	
伊藤耕介・Chun-Chieh WU・Kelvin T. F. CHAN・Ralf TOUMI・Chris DAVIS：台風の移動についての基礎的な理解に関する近年の進展 <sup>†</sup>	5-7
Yali LUO・Rudi XIA・Johnny C. L. CHAN：プレサマー期における中国南部の降水特性、物理メカニズムと予測可能性：2008-2019年における研究成果	19-42
<b>論文</b>	
Jaemyeong SEO・Hyunho LEE・Sungju MOON・Jong-Jin BAIK：エアロゾル-雲-降水相互作用への山岳地形の影響：第1部 浅い対流雲	43-60
筆保弘徳・吉田龍二・山口宗彦・永戸久喜・室井ちあし・西村修司・別所康太郎・及川義教・小出直久：大規模な風のパターンに関連した北西太平洋のトロピカルストームの発達条件 <sup>†</sup>	61-72
Cathy HOHENEGGER・Luis KORNBLUEH・Daniel KLOCKE・Tobias BECKER・Guido CIONI・Jan Frederik ENGELS・Uwe SCHULZWEIDA・Bjorn STEVENS：格子間隔80km から2.5km の全球大気シミュレーションにおける気候統計量*	73-91
Yu-Feng LIN・Chun-Chieh WU・Tzu-Hsiung YEN・Yi-Hsuan HUANG・Guo-Yuan LIEN：台風 Fanapi (2010) と台湾の地形の相互作用-再現実験における経路、強度、降水の不確定性評価	93-113
梅澤 拓・Stephen J. ANDREWS・斉藤拓也：冷媒を使用しない大気中メタンの安定炭素同位体比の自動測定システム <sup>†</sup>	115-127
Jyong-En MIAO・Ming-Jen YANG：2015年6月14日の台北における激しい午後の雷雨の数値実験：海風、雲微物理過程、地形の役割	129-152
Kyung-Ja HA・Ji-Hye YEO・Ye-Won SEO・Eui-Seok CHUNG・Ja-Yeon MOON・Xuelei FENG・Yang-Won LEE・Chang-Hoi HO：何が2018年夏の韓国の猛暑をもたらしたか？ <sup>†**</sup>	153-167
竹村和人・向川 均：盛夏期におけるアジアジェットに沿う準定常ロスビー波束伝播と太平洋・日本パターンとの力学的関連性 <sup>†</sup>	169-187
富田智彦・白井大雅・山浦 剛：ラニーニャ現象の持続に及ぼすオーストラリア冬季モンスーンの影響 <sup>†</sup>	189-211
Zhenghui LI・Yali LUO・Yu DU・Johnny C. L. CHAN：プレサマー期の中国南部における降雨の統計的性質および総観規模擾乱との関係	213-233
横山千恵・辻 宏樹・高菟 縁：2018年7月豪雨における対流圏上層トラフの効果 <sup>†**</sup>	235-255

\* 特集号『DYAMOND』

\*\* 気象集誌・SOLA 合同特別号『2017・2018年の豪雨イベント』

† 和文要旨掲載論文

学会誌「天気」の論文・解説リスト (2019年11月号・12月号) .....	297
英文レター誌 SOLA の論文リスト (2019年216-267) .....	258
気象集誌次号掲載予定論文リスト .....	259

.....◇.....◇.....◇.....◇.....

**伊藤耕介・Chun-Chieh WU・Kelvin T. F. CHAN・Ralf TOUMI・Chris DAVIS：台風の移動についての基礎的な理解に関する近年の進展**

Kosuke ITO, Chun-Chieh WU, Kelvin T. F. CHAN, Ralf TOUMI, and Chris DAVIS: Recent Progress in the Fundamental Understanding of Tropical Cyclone Motion

台風の移動の基礎的な理解はかなり成熟しているが、注目に値する研究の進展が近年も見られる。本論文では、単純化された順圧モデル・精緻な物理モデル・データ解析によって、主に2014年以降に得られた台風の移動に関する新しい概念や既存の概念に関する新たな知見を集約する。これには、台風の移動に関す

る環境場と台風の相互作用、および、予測可能性の研究を含んでいる。指向流・ $\beta$ ジャイア・非断熱加熱といった従来の概念は依然として重要であるが、台風の進路を説明するメカニズムをより正確に理解することは、さらなる進路予報の精度向上に向けて、重要な基礎をなすであろう。

**筆保弘徳・吉田龍二・山口宗彦・永戸久喜・室井ちあし・西村修司・別所康太郎・及川義教・小出直久：大規模な風のパターンに関連した北西太平洋のトロピカルストームの発達条件**

Hironori FUDEYASU, Ryuji YOSHIDA, Munehiko YAMAGUCHI, Hisaki EITO, Chiashi MUROI, Shuji NISHIMURA, Kotaro BESSHO, Yoshinori OIKAWA, and Naohisa KOIDE: Development Conditions for Tropical Storms over the Western North Pacific Stratified by Large-Scale Flow Patterns

本研究は、2009年から2017年にかけて北西太平洋で発生した熱帯低気圧 (TC) において、トロピカルストームの強度に発達する前に減衰した熱帯低気圧 (TD) の特性と環境場の条件を調査した。特に、大規模な流れパターンと関連させて、トロピカルストームの強度まで発達した熱帯低気圧 (TS) と比較した。流れパターンは以下の5つに分類した。シアライン (SL)、東西風合流域 (CR)、モンスーンジャイア (GY)、偏東風波動 (EW)、および既存の TC からのロスビー波応答で発生したパターン (PTC) である。ベストトラックデータと早期ドボラックデータを用いて、476例の TC 事例のうち、263例の TD が検出された。CR または PTC (EW) のパターンで発生した TC

は、他のパターンと比較してトロピカルストームの強度に達する (達しない) 割合が多い。夏と秋の CR, GY, および EW (PTC) の TD の平均位置は、同じパターンの TS よりも西 (東および北) に偏っていた。TD の周囲の環境場パラメータは TS よりも発達に不向きな傾向があり、CR, EW, PTC (SL, GY, PTC) で大気 (海洋) の環境場パラメータに有意な差がある。流れパターンで分類したトロピカルストームの強度に達するための環境場条件は以下のようにまとめられる。SL と GY はより高い tropical cyclone heat potential, CR はより弱い鉛直シア, EW はより湿潤な場, そして PTC はより高い海面温度と先行の TC が強いことである。

### 梅澤 拓・Stephen J. ANDREWS・斉藤拓也：冷媒を使用しない大気中メタンの安定炭素同位体比の自動測定システム

Taku UMEZAWA, Stephen J. ANDREWS, and Takuya SAITO: A Cryogen-Free Automated Measurement System of Stable Carbon Isotope Ratio of Atmospheric Methane

メタンは気候変動および大気化学において重要な役割を担っているが、その放出源が多様であるため、全球収支は依然として不確実である。大気中メタンの安定炭素同位体比 ( $\delta^{13}\text{C}-\text{CH}_4$ ) は、様々な放出源の寄与を分離推定するために有用だが、分析法が複雑で大きな労力を伴うため、測定データは限られている。本研究では、大気試料の自動分析のために最適化させた  $\delta^{13}\text{C}-\text{CH}_4$  の新測定システムを報告する。測定システム的设计は先行研究と原理的には類似しているが、本研

究では液体窒素などの冷媒を使わずに大気分析に十分とされる再現性 (約0.1%) を達成することに成功した。この分析システムを用いて、実験室外気の自動測定を約1時間の時間間隔で2ヶ月間ほぼ連続的に実施し、周辺のメタン放出源の影響を特徴づけた。今後の本測定システムの運用で、既存の大気モニタリングプログラムで採集されるフラスコ試料を分析し、多数の大気中  $\delta^{13}\text{C}-\text{CH}_4$  のデータを提供できるだろう。

### Kyung-Ja HA・Ji-Hye YEO・Ye-Won SEO・Eui-Seok CHUNG・Ja-Yeon MOON・Xuelei FENG・Yang-Won LEE・Chang-Hoi HO：何が2018年夏の韓国の猛暑をもたらしたか？

Kyung-Ja HA, Ji-Hye YEO, Ye-Won SEO, Eui-Seok CHUNG, Ja-Yeon MOON, Xuelei FENG, Yang-Won LEE, and Chang-Hoi HO: What Caused the Extraordinarily Hot 2018 Summer in Korea?

本研究で「95パーセントイルを越える日最高気温が3日継続する猛暑イベント」と定義した熱波が、2018年には、中国、日本、韓国を含む東アジアで6月～8月に多発し、各地で最高気温極値を更新した。なかでも7～8月にかけての熱波は、朝鮮半島地域では21.3日続き、地域平均での最高気温が36.9°Cに達した。韓国ソウル東方の Hongcheon では、1907年の観測開始以来の韓国内の最高気温41°Cを記録した。本研究では、2018年の猛暑をもたらした原因を調査し、韓国での史上2番目の猛暑年である1994年との異同を検討した。その結果によると、2018年7月にみられた北太平洋高気圧の強化と北西への張り出しが、朝鮮半島北部を中心に8月まで継続した。これらの高気圧偏差の特徴は、東シナ海での低気圧性偏差を伴って、モドンの

な状態を呈した。1994年には、北太平洋高気圧が東アジア東部に張り出して、南北の二極構造を壊し、熱波は継続しなかった。2018年に8月まで継続した北太平洋高気圧は、下降流を伴い、降水を妨げ、極端な最高気温をもたらした。偏西風のジェット気流を弱めると共に、晴天による日射の増加をもたらした。朝鮮半島を含む地域に北太平洋高気圧の北西への偏位が継続したことによって、韓国の2018年の猛暑が起こったといえる。さらには、2018年7月の日射の継続は、寡降水とそれに伴う蒸発散量の増加をもたらした。地表面の乾燥を強めた。熱中症や過度の蒸発散による農業被害の軽減のためには、北太平洋高気圧の位置および継続期間の予測が必要であろう。

**竹村和人・向川 均：盛夏期におけるアジアジェットに沿う準定常ロスビー波束伝播と太平洋・日本パターンとの力学的関連性**

Kazuto TAKEMURA and Hitoshi MUKOUGAWA: Dynamical Relationship between Quasi-stationary Rossby Wave Propagation along the Asian Jet and Pacific-Japan Pattern in Boreal Summer

盛夏期におけるアジアジェットに沿う準定常ロスビー波束の伝播と、太平洋・日本 (Pacific-Japan: PJ) パターンが、アジアジェット出口付近におけるロスビー波の砕波を通して結合する可能性、及びそのメカニズムについて、長期再解析データを用いて調べた。まず、日本の東海上において発生した計44のロスビー波の砕波事例に基づくラグ合成図解析を行った。その結果、アジアジェットに沿う波束伝播が、日本の東海上において高気圧偏差の増幅を引き起こし、逆“S”字型の砕波に伴って、高渦位大気が北西太平洋亜熱帯域に向かって南西方向に侵入することがわかった。次に、 $Q$ ベクトルを用いた診断や渦度収支解析より、対流圏上層における砕波に伴う強い正渦度移流が、北西太平洋亜熱帯域における力学的上昇流を励起すること

により、積雲対流活動の活発化、及びそれに伴うPJパターンの発現に重要な役割を果たすことが明らかになった。また、より強い砕波が生じた事例ほど、それに先行するアジアジェットに沿う波束伝播や、砕波後に生じるPJパターンが、より強くなる傾向となることが示された。さらに、偏相関分析より、北西太平洋亜熱帯域における活発な積雲対流活動やPJパターンの強化には、その周辺における海面水温偏差と比べて、対流圏上層における砕波に伴う強い正渦度移流が、より大きく寄与することが定量的に示された。これらの結果は、アジアジェットに沿う波束伝播が、日本の東海上における砕波、及びそれに伴う北西太平洋亜熱帯域への高渦位大気の侵入を通して、PJパターンを励起し得ることを示している。

**富田智彦・白井大雅・山浦 剛：ラニーニャ現象の持続に及ぼすオーストラリア冬季モンスーンの影響**  
Tomohiko TOMITA, Taiga SHIRAI, and Tsuyoshi YAMAURA: Effects of the Australian Winter Monsoon on the Persistence of La Niña Events

一般に La Niña (LN) イベントは、El Niño (EN) イベントよりも長く持続する。本研究は、客観解析データを用いて LN イベントの持続に及ぼすオーストラリア冬季モンスーン (AWM) の影響を調査する。通常、EN イベントは、3月から8月に生じる太平洋赤道域での偏差的なウォーカー循環の東方移動とともない終了する。しかし LN イベントでは、LN によって誘発された通常よりも強い AWM により、3月から8月にかけて偏差的なウォーカー循環の上昇流域が、インドネシア海洋大陸 (IMC) 上に固定される。AWM の強さは、3月から8月の間の IMC とオーストラリア大陸北部 (NAC) の間の表面温度差による。LN は、

降水量の増加とそこでの表層土壌水分量の増加によって NAC 上の表面温度を低下させ、この表面温度差を大きくする。LN 期間中の多降水にともなう下向き短波放射の表面フラックスの減少もまた NAC の表面温度を低下させることに寄与する。LN では、AWM の強まりと偏差的な Walker 循環の強まりが、IMC およびその周辺域で強化された対流活動を通し互いに増強し合う。この正のフィードバック、本研究ではこれを LN-AWM フィードバックとよぶ、が LN イベントの期間を長くすると考えられる。EN ではこのようなフィードバックが機能せず、EN イベントは3月から8月にかけて規則正しく終了する。

**横山千恵・辻 宏樹・高菺 縁：2018年7月豪雨における対流圏上層トラフの効果**

Chie YOKOYAMA, Hiroki TSUJI, and Yukari N. TAKAYABU: The Effects of an Upper-Tropospheric Trough on the Heavy Rainfall Event in July 2018 over Japan

本研究では、2018年7月5—8日に西日本広域に豪雨をもたらした降水システムの特性と、降水システムの後面に停滞した対流圏上層トラフが果たした役割とを調べた。まず、全球降水観測主衛星搭載の二周波降水レーダ観測によると、豪雨をもたらした降水システムでは、高度10kmを超える降水頂の雨は少なく、7—9 km程度の降水頂の雨の貢献度が大きかった。また、広大な層状雨域を伴っており、層状雨域の中に対流雨が埋め込まれていた。これらは良く組織化した降水システムの特徴を示している。次に、気象データを用いて大規模環境場を調査した結果、日本広域にわたって、大気成層は気候値に比べて比較的安定で、対流圏全体が非常に湿潤であったことが示された。このような大規模環境場条件は、先行研究で示されている

極端降水イベントの統計結果と整合的であった。

詳細な解析の結果、トラフは降水の組織化に好都合な環境場の維持に重要な役割を果たしたことが明らかにされた。トラフに伴う力学的上昇流によって対流圏中層および上層で鉛直水蒸気フラックス収束が生じ、水平水蒸気フラックス収束と共に、対流圏全体を加湿していた。対流圏下層が対流不安定なとき、対流圏中下層が湿潤であれば深い対流の発達を促される。一旦深い対流が生じると、対流自身の非断熱上昇流により対流圏中上層が加湿され、自由対流圏全体が湿潤化する。これらの力学的効果と非断熱効果とによって良く組織化した降水システムが維持され、日本広域で非常に強い降水をもたらされた。