



**青木俊輔・重 尚一：衛星搭載レーダにより明らかとなったアラスカ南岸における大きな降水勾配**

Aoki, S., and S. Shige: Large precipitation gradients along the south coast of Alaska revealed by spaceborne radars

本研究は、空間変動の大きい中高緯度大陸西岸の降水に焦点を当て、全球降水観測計画（GPM）主衛星搭載二周波降水レーダ（DPR）Ku帯降水レーダ（KuPR）およびCloudSat衛星搭載雲レーダ（CPR）を用いてアラスカ南岸の気候学的な降水分布や降水メカニズムについて調査した。高緯度では地表へ落下する降水粒子の相を判別することが降水を評価するうえで不可欠である。海岸線からの距離によって衛星降水プロダクトを分類することで、海岸線を挟んだ海側と陸側で降水特性が大きく異なっていることを示した。沿岸の海上では、地形効果で強化された乱層雲からのCPR反射強度7 dBZ以上の比較的強い降水が頻繁にとらえられており、KuPRでもとらえられている。一方、海岸山脈上では、CPR反射強度11dBZ以下の弱～中程度の降雪が頻繁に発生していることが、CPRでとらえられて

いるがKuPRではほとんどとらえられていない。この雪は主に海岸域より移流してきた乱層雲や地形効果を受けて強まった浅い対流雲によってもたらされている。夏季を除いて顕著な降水の日周期変動はなく、さらに夏季の日周期変動の振幅も総降水量と比べると特に海上で小さく、総観規模の水蒸気輸送が年間を通して多くの降水をもたらしていることを示唆している。事例解析と季節解析により、アラスカ湾から到来する温帯低気圧に伴う前線システム及び水蒸気の流れが、海岸沿いで地形によりブロックされて停滞し、沿岸に長く持続した降水をもたらしていることが示された。本研究の結果は、降雨・降雪の両方が発生する地域の降水気候値を評価するには、これら2つのレーダの相補的な情報を用いることが重要であることを示している。

**鈴木健斗・岩崎俊樹・山崎 剛：日本の関東平野に発生する沿岸前線にみられる系統的な数値予報誤差の解析**

Suzuki, K., T. Iwasaki, and T. Yamazaki: Analysis of systematic error in numerical weather prediction of coastal fronts in Japan's Kanto Plain

気象庁のメソスケール数値予報モデル（5 km メッシュ）は、寒候期を主に関東平野の沿岸付近に形成される局地前線（いわゆる沿岸前線）を実況より内陸側に予報する傾向がある。本研究では2015-2018年に海からの南寄りの風を伴って発生した沿岸前線に対する統計解析から前線位置の系統的な数値予報誤差を確かめ、その要因を調べるため、典型的な予報誤差を伴った3事例に対し非静力学モデル（JMA-NHM）による数値感度実験（水平解像度、地形、物理スキーム）を行った。その結果、気象庁メソスケールモデルは予報時間が5時間程度より経過すると降水の有無にかかわらず前線位置を一貫して内陸側へシフトさせる系統的誤差が発生することが明らかになった。数値感度実験

からは、沿岸前線の系統的予報誤差は主に数値モデルの山岳が実際より低いことに起因することが分かった。解像度を2キロ、1キロにすることで沿岸前線の北西方向への誤差距離は3事例を平均して27%、37%減少した。また、モデル地形にEnvelope Orographyを導入すると、誤差はほぼ解消した。さらに降水の蒸発冷却は前線を海側にシフトさせることも確認された。

沿岸前線の多くは関東平野北西側の山岳の南東斜面において捕捉された寒気により形成されるものと考えられる。特に、前線の傾斜角は力学的バランスでおおよそ決まる。山の稜線が高くなれば前線は海側にシフトし、冷却により捕捉された寒気が強くなれば、傾斜角が小さくなり海側にシフトする。

## 楠 昌司・水田 亮：高解像度全球大気モデルによる大規模アンサンブル実験で予測された東アジアの雨期の将来変化

Kusunoki, S., and R. Mizuta: Future changes in rainy season over East Asia projected by massive ensemble simulations with a high-resolution global atmospheric model

60km 格子の全球大気モデル (60km モデル) を用いた「地球温暖化施策決定に資する気候再現・予測実験データベース (the database for Policy Decision making for Future climate change: d4PDF)」と呼ばれる約100個の大規模アンサンブル実験により、東アジアの雨期の将来変化を予測した。現在気候は、過去に観測された海面水温 (Sea Surface Temperature: SST) を60km モデルに与えた。産業革命以前の気候に比べて4°C暖かい将来気候では、第5期大気海洋大循環モデル国際比較実験 (the Atmosphere-Ocean General Circulation Models of the fifth phase of the Coupled Model Intercomparison Project: CMIP5) に参加した大気海洋大循環モデルで予測された6つの異なる SST 分布を60km モデルに与えた。将来、夏の降水量

は東アジアのほとんどの地域で一般に増えるが、西日本で減る。中国、韓国、日本の30-35°N 付近で6月に降水量が減る。6月について各格子点において大規模アンサンブル実験から算出した確率密度関数によれば、単純な算術平均による月平均降水量は減るものの、最も強い降水が増える地域がある。西日本では、梅雨入りが遅れ、梅雨明けが早まるので、結果として雨期が短くなる。西日本で6月に降水量が減ることは、北西太平洋亜熱帯高気圧が南に偏ることで、日本の南で水蒸気収束が起こることによる波及効果に起因する。モデルの水平解像度の違い、対流の表現方法の違い、大気海洋の相互作用の有無にかかわらず、一貫して西日本で6月に降水量が減ることを確認した。

## 大東忠保・前坂 剛・鈴木真一・出世ゆかり・櫻井南海子・岩波 越：Ka バンド偏波雲レーダーによって観測された晴天エコー：首都圏における昆虫エコーの事例解析

Ohigashi, T., T. Maesaka, S. Suzuki, Y. Shusse, N. Sakurai, and K. Iwanami: Clear-air echoes observed by Ka-band polarimetric cloud radar: A case study on insect echoes in the Tokyo Metropolitan area, Japan

本研究では、非降水雲を検出することのできる Ka バンド (波長8.6mm) 偏波雲レーダーを用い、2016年5月21日に日本の首都圏に出現した晴天エコーの偏波パラメータを調べた。Ka バンド偏波雲レーダー観測において、晴天エコーと雲形成初期における雲・降水エコーを識別する可能性を確立することが目的である。対象とした日には晴天エコーは明瞭な日変化を示した。日の出前には晴天エコーは見られなかった。日の出以降、等価レーダー反射因子 ( $Z_e$ ) は時間とともに増大し、現地時間の正午過ぎにはレーダー観測範囲内において水平方向に広範囲に広がったエコー (最大で  $>-15$  dBZ) が生じた。日没以降夜の早い時間帯に、 $Z_e$  は急激に減少した。RHI (距離高度断面) 観測によると晴天エコーは高度1.5km より下層に限定されていた。晴天エコーのレーダー反射因子差 ( $Z_{DR}$ ) は、現地時間18:00には大きな正の値 (1.8dB) を示し標準

偏差も大きかった。これは同時に観測された雲や弱い降水のエコーの  $Z_{DR}$  (0.4dB) と比較するとかなり大きい。雲・降水エコーと比べると偏波間相関係数 ( $\rho_{hv}$ ) は小さく ( $<0.9$ )、合計の偏波間位相差 ( $\Psi_{DP}$ ) の距離方向の変動は大きかった。 $Z_e$  の上限値、および  $Z_{DR}$  と  $\rho_{hv}$  の分布は、先行研究における S バンド (波長10cm) レーダーによって観測されたブラッグ散乱の特徴と矛盾していた。一方で、水平方向に広範囲に広がったエコー、大きな  $Z_{DR}$  と小さな  $\rho_{hv}$  の値、 $\Psi_{DP}$  の距離方向の大きな変動は昆虫エコーの特徴と一致する。 $Z_{DR}$  と  $\rho_{hv}$  を用いて定義される偏波抑圧比は、この種の晴天エコーと雲・降水エコーの識別に有効であると思われる。Ka バンド偏波雲レーダーによって取得される偏波パラメータは、晴天エコーと雲・降水エコーの識別に有用である。

## 清木亜矢子・横井 覚・勝俣昌己：インドネシア・スマトラ島上の日周期降水が総観規模擾乱へ与える影響とマッデン・ジュリアン振動との関係

Seiki, A., S. Yokoi, and M. Katsumata: The impact of diurnal precipitation over Sumatra Island, Indonesia, on synoptic disturbances and its relation to the Madden-Julian Oscillation

インドネシア・スマトラ島上の日周期降水が東部インド洋上の総観規模擾乱へ与える影響について、衛星全球降水マップの高解像度降雨データと気象庁55年長期再解析データを用いて調査した。解析期間は2000～2014年の雨季（9月～4月）を対象とした。日周期振幅が大きい時、スマトラ島上で午後が発生する強い降水域は夜間にかけて沖合へ伝播し、平均して500km沖合まで到達する。その後、数日に渡り、東部インド洋上で総観規模擾乱が発達する。その際、マッデン・ジュリアン振動（MJO）に伴う対流がインド洋上に位置する時は、赤道をまたいで発達した双子擾乱がみられる一方で、それ以外の時は赤道の南側を中心に擾乱が発達する。この擾乱の発達位置や振る舞いの違いは、対流圏下層の平均水平風の強さと関連する。MJO

対流がインド洋上に位置する時は、南半球の平均南東風に加え、北半球の平均北東風がMJOの対流中心へ吹き込み、双子擾乱の生成を促進する。これらの結果から、スマトラ島から伝播する日周期降水により生成された種擾乱は、発達する際に東部インド洋上の平均場に依存して異なる振る舞いをする事が示唆される。さらに、スマトラ島上で強い日周期降水を伴うMJO事例は、より長い期間持続し、海大陸上を通過する際も連続した対流活発域を伴う傾向がみられる。一方で、それ以外のMJO事例では、対流域が海大陸上で大幅に弱まり、西部太平洋上で再発達する傾向がある。これらの結果から、スマトラ島上で強い日周期降水が、MJO対流が海大陸上を東進する際の円滑な伝播を促進すると示唆される。

## 鵜沼 昂・竹見哲也：2017年および2018年の7月に日本において発生した豪雨期間の降雨特性およびその環境条件

Unuma, T., and T. Takemi: Rainfall characteristics and their environmental conditions during the heavy rainfall events over Japan in July of 2017 and 2018

2017年および2018年の7月、日本において豪雨が発生し、甚大な被害が生じた。本研究は、現業気象レーダーおよびメソスケール解析値を用いて、2017年・2018年の豪雨事例を対象に、その降雨特性と環境条件を調べた。自動アルゴリズムにより、降水雲システムを1つの弱い降雨タイプ（降雨強度が $10\text{mm h}^{-1}$ 未満）と4つの強い降雨タイプ（降雨強度が $10\text{mm h}^{-1}$ 以上）に分類した。強い降雨タイプは、準停滞性対流群（QSCC）・伝播性対流群（PCC）・短寿命対流群（SLCC）・その他の未組織化の対流雲の4つである。弱い降水による全降水量に対する寄与は多くの領域で支配的であるものの、豪雨が発生した地域では強い雨による降水量の寄与は弱い雨の場合よりも大きくなる事が分かった。強い降水タイプの中では、SLCCに

よる降雨がQSCCやPCCによる降雨よりも多く、一方、未組織化対流雲による雨量の寄与は小さい。解析結果から強調すべき点は、組織化した降水系（面積が $200\text{km}^2$ 以上）による強い雨の寄与は豪雨発生域で大きくなる、ということである。各降水タイプの発生環境条件を調べたところ、水蒸気量の違いという点で2017年の場合よりも2018年の場合のほうがより不安定であり、時系列で見ても、降水タイプと可降水量・鉛直シアといった環境条件との間で明瞭な関連性があることが分かった。可降水量と中上層の相対湿度の両方が、本研究で対象とした豪雨の発生環境条件として重要であることが示された。また、降水タイプの特性と環境条件をQSCCの気候値と比較した。

**Robert MENEGHINI · Hyokyung KIM · Liang LIAO · John KWIATKOWSKI · 井口俊夫 : GPM 二周波降水レーダ (DPR) における伝搬路積算減衰量の推定**

Meneghini, R., H. Kim, L. Liao, J. Kwiatkowski, and T. Iguchi: Path attenuation estimates for the GPM Dual-frequency Precipitation Radar (DPR)

GPM 衛星の二周波降水レーダによる降水推定では伝搬路積算減衰量の推定が重要である。その推定には表面散乱の特性を生かした表面参照法が用いられるが、本論文ではその最新の実装法について述べる。単周波と二周波による表面参照法があり、一般に後者の方が良い結果を与える。ただし、Ka 帯レーダのデータが使えない場合には Ku 帯のみの表面参照法となる。

二周波法により減衰量推定が改良されたが、弱い降雨や陸上の衛星直下付近の降雨については Hitschfeld-Bordan 法と通常二周波解析による結果がより良い結果を与える。これら方法による伝搬路積算減衰量の推定値の重み付け平均がもっともよい結果を与えると判断される。