

速報

豪雪をもたらすJPCZを日本海洋上観測で初めて捉えた

—1時間毎の気球観測に成功—

- 日本に豪雪をもたらす JPCZ(日本海寒帯気団収束帯)を横断する 1 時間毎の洋上気球観測によってその実態を捉えることに初めて成功
- JPCZ中心部では、風・気温・湿度・気圧の急変が雪雲のトップ(上空約 4km)にまで達していた。このような特殊な気象システムの観測例は皆無
- JPCZ中心部で風向は 90 度激変しかつ強風化。その距離差わずか 15km以内。この急変域に向かって周囲から気流が収束。収束域は極狭く幅は約 15km。収束「帯」ではなく、収束「線」
- 水温14度、気温3度での温度差11度で強風(風速17m毎秒)。そのため、大気は大量の水(水蒸気)を暖かい海面から獲得。また、気流が収束することで、それらの水蒸気が JPCZ に集中し大雪がもたらされていることを観測により初めて揭示。集中量を降雪に換算すると 1 日の降雪量 2 メートルに相当
- JPCZ の観測結果は気象予報の精度向上に寄与することから、今後の洋上の恒常的な気象観測が望まれる

【概要・研究の意義】

日本の日本海側は世界でもまれに見る豪雪地域です。雪国独特の文化を醸し出し、安定した水資源となりますが、豪雪被害が毎年のように繰り返されています。日本の豪雪のメカニズムを理解し、予測することは地球科学的にも重要であるだけでなく、文化の理解、交通や社会への影響の観点からも極めて需要です。豪雪が起こる理由の一つが暖かい日本海が存在と日本海上で発生する JPCZ(日本海寒帯気団収束帯)*1 にともなう強い雪雲であることが気象衛星画像から大まかには知られています。しかし、その詳細な実態の直接観測を行った研究はこれまで無く、その構造は依然として謎でした。我々研究チームは、水産大学の練習船耕洋丸を用いてその実態を把握することを目的とした大気海洋同時移動観測を2022年1月下旬に実施しました(図1)。1時間毎の気球観測とそれと同期した海洋観測によって JPCZ の実態とそれに及ぼす暖かい海洋の影響を捉えることに初めて成功しました。この研究は、豪雪のさらなる解明と予測において新たな鍵となるとともに、地球温暖化の研究や防災などにも役立つことが期待できます。近年地球温暖化にもかかわらず寒波は頻繁に来襲しています。さらに日本海の海面水温は際だって上昇しているため、気温と水温の差が大きい傾向にあります。もし、これら傾向が続くのであれば、今後も JPCZ に伴う豪雪が頻発する可能性があります。

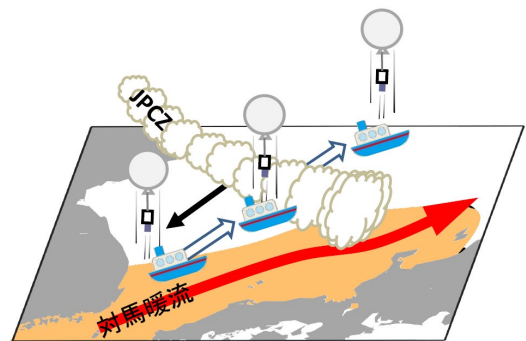


図1 洋上観測の模式図。JPCZ を横断しながら気球を放球し、上空の大気を観測した。

【背景】

JPCZ とは、冬季に発生する日本海北西部を経て日本列島まで到達する、数百キロメートルの帯状の大気の収束帯で、日本にたびたび豪雪をもたらすことが知られています。JPCZ 以外の「通常の」雪雲は日本海側のみに雪をもたらしますが、JPCZ の場合、その雪雲は太平洋側にまで達することがあります。実際、2021年の年末には JPCZ による雪雲によって滋賀県南部・愛知県・三重県などにも大雪をもたらし、東海道新幹線や高速道路など日本の交通の要衝にも影響を及ぼしました。その JPCZ ですが、気象衛星画像によると発生場所が決まっています。北朝鮮の北部には周囲の山に比べひととき高い山(白頭山)が存在しますが、冬の北西季節風がシベリアから吹くと、その山の下流に位置する日本海北西部から日本列島まで数百キロメートルの帯状の太い雲が伸びます。これを JPCZ といいます。JPCZ の発生メカニズムとしては、この北朝鮮の山を迂回する気流が合流することで発生するなどのいくつかの考えが提唱されていますが、現場での観測研究は実施されていないため確かめられていませんでした。また、暖かい日本海からの水蒸気蒸発が強い雪雲を作ると考えられていますが、その海の効果に関する研究も皆無です。したがって、JPCZ の実態を知るためには日本海での直接観測が必須でした。

【研究内容】

2022年1月19日から20日にかけて我々は JPCZ を横断しながら1時間毎の気球放球観測とそれと同期した海洋の温度塩分観測を行いました(図 2)。なお、気球には気温、湿度、風、気圧を測定する機器を搭載しています(図 3)。観測の結果、JPCZ 中心部で風向は 90 度激変しかつ強風化し、周囲から気流が収束していました。風の急変域は上空約 4 km まで達していました。収束域は極狭く幅は約 15 km でした。上空約 4 km までが気流が収束しており、集まった空気は上昇していたと考えられます。上空約 6 km では逆に気流が発散していました。このような大気の急変は、規模数百キロメートルの前線帯でも見られません。また、JPCZ 中心部の雲頂高度は約 4 km で、観測期間中のその他の平均的な雪雲の雲頂高度は約 2 km であることから、約 2 倍でした。雲頂が高いほど、降雪が強くなり、中心部は強風を伴う強雪とあらが降っていました。観測した JPCZ の下の海には暖かい対馬暖流*2 が流れており、その水温は 14 度でした。そこでの気温 3 度であることから、その温度差は 11 度もあり、風速 17 m 毎秒の強風が吹いていました。そのため大気は大量の水(水蒸気)を暖かい海面から得ます。加えて、気流が収束することにより、それらの大量の水蒸気が JPCZ に集中し大雪がもたらされることが観測によって初めて示されました。集中量を降雪に換算すると 1 日の降雪量 2 メートルに相当します。このような大気と海洋の状態が極端な大雪をもたらすことが観測によって初めて示されました。

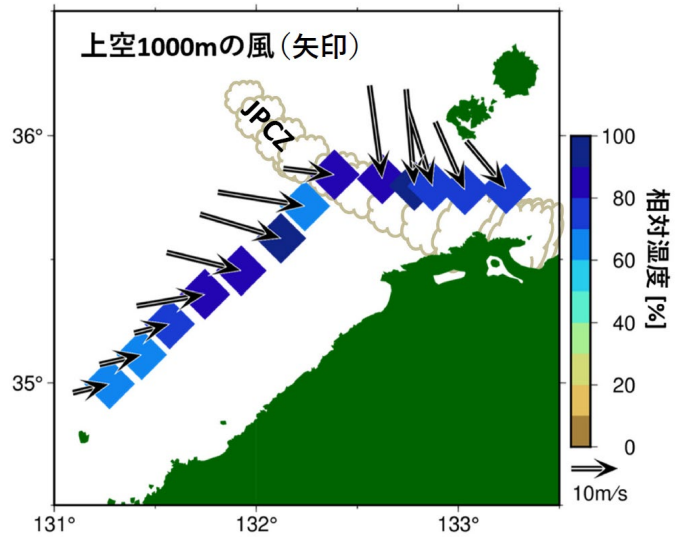


図 2 JPCZ 中心部を横切った島根県沖での観測結果。矢印は 1000m 上空の風向と風速を示す。JPCZ 中心部で風向が約 90 度変化し、周囲から高湿度の気流が収束することで、JPCZ に集中し大雪がもたらされていることを観測。



図 3 水産大学校練習船耕洋丸による洋上気球観測の様子。

【今後の展望】

この観測結果は JPCZ の予報の精度向上に寄与することが期待されます。今後の洋上の恒常的な気象観測が望まれます。

【用語解説】

*1) **JPCZ** (Japan sea Polar air mass Convergence Zone: 日本海寒帯気団収束帯)
シベリアからの寒波が日本に流れ込む際に、暖かい日本海の影響を受けて多数の筋状の雪雲が発生します。それら筋雲の中でとりわけ太く強い帯状の雲が朝鮮半島の付け根付近から日本列島にかけて長さ数百キロメートルにわたってしばしば発生します。これを JPCZ と呼びます。JPCZ が上陸した地点付近では、周囲と比較にならないほどの豪雪が発生します。

*2) **対馬暖流** 対馬海峡から日本海に流入し、津軽海峡や宗谷海峡から太平洋やオホーツク海に抜けて流れる暖かい海流。日本の南岸を流れる黒潮と比較すると、流量で約 1/10、流速で約 1/4 の弱い流れで、黒潮のように連続した流れにはなっていない。

観測者: 立花義裕(三重大学教授)、柏野祐二(水産大学校教授)、本田明治(新潟大学教授)

西川はつみ(東京大学大気海洋研究所)、山中晴名(三重大学大学院生)、畑大地(新潟大学学部生)

本研究は、新学術領域研究を始めとした複数の文部科学省科学研究費補助金(16K13880, 17H02958, 17H01156, 17K01223, 19H05698, 19H05668, 20K12197)と、北極域研究加速プロジェクト(ArCS II)で実施されたものです。