

Interdecadal explosive cyclone activity associated with winter storm events in Hokkaido, the northernmost island of Japan

築地原, 匠

<https://hdl.handle.net/2324/4784415>

出版情報 : Kyushu University, 2021, 博士 (理学), 課程博士

バージョン :

権利関係 : Public access to the fulltext file is restricted for unavoidable reason (3)

氏 名 : 築地原 匠

論 文 名 : Interdecadal explosive cyclone activity associated with winter storm events in Hokkaido, the northernmost island of Japan
(北海道地方の冬の嵐イベントに関連する数十年規模の爆弾低気圧活動)

区 分 : 甲

論 文 内 容 の 要 約

本論文では、大気再解析データと大規模アンサンブルシミュレーションを用いて、北海道地方の冬の嵐イベントに関連する爆弾低気圧活動の数十年規模の変化について調査した。さらに低気圧の経路と急発達を支配している要因について、また気候レジームシフトと過去の地球温暖化の寄与について明らかにした。

1979/80 年から 2016/17 年までの 38 冬季の地上観測データと大気再解析データより、北海道地方では強風と強い降水の頻度が今世紀末から増加しており、特に道東地方で強風頻度の増加が顕著である。これは黒潮に沿って移動する低気圧(南岸低気圧)が北進して北海道地方に接近する数が、近年増加している傾向と整合的である。低気圧の経路と急発達を支配している要因を明らかにするために、南岸低気圧を北進タイプと東進タイプに分類して合成解析を実施した。北進タイプでは、ユーラシア大陸上の寒帯前線ジェットと亜熱帯ジェットに沿う 2 つのロスビー波束伝播が明瞭で、それにより低気圧の西(東)にトラフ(リッジ)が形成される。一方で北進タイプの急発達に伴う上層発散は、ロスビー波源として下流の波束を励起し、低気圧東方の上層リッジをさらに強化する。この強いリッジは上層から下層まで順圧的な構造を持ち、低気圧の東進を阻害することで北進経路へと導く。さらにこの低気圧とリッジのペアは、低緯度から低気圧システムへの水蒸気供給を促進することで、水蒸気フラックス収束の強化に寄与する。実際に、北進タイプの低気圧中心近傍の非断熱加熱は東進タイプに比べて大きい。北進タイプの南岸低気圧が近年増加している原因について議論するために、前期(1979/80-1997/98年)と後期(1998/99-2016/17年)で分けた北進タイプの合成解析を実施した。後期のベンガル湾付近の対流活動は前期に比べて活発で、その対流加熱に対するロスビー波応答によってアジアジェット上の高気圧性循環偏差が明瞭である。励起された高気圧性渦度は、南アジアの導波管を通るロスビー波束の下流の発達を促進することができる。気候レジームシフトに関連するこのような波束伝播が、北進タイプの南岸低気圧数の近年の増加をもたらしていることが示唆される。

大規模アンサンブルシミュレーションを用いて、1998/99 年の熱帯の気候レジームシフトが北進タイプの南岸低気圧の頻度に与える影響について調査した。テレコネクションインデックスを用いたアジアジェットに沿う上位 10%の明瞭な波列パターン(NI10%)の頻度は、1998/99年以降で増加している。これはアジアジェットに沿うロスビー波束が、気候レジームシフトに関連する熱帯降水の増加によって活発化していることを示唆する。このロスビー波束の下流の発達は、日本東方に順圧的な構造を持つリッジを形成し、南岸低気圧を北進経路に導くことができる。実際に、NI10%頻度、北進タイプの南岸低気圧の頻度、ベンガル湾付近の熱帯降水量の 3 つのアンサンブル平均の

経年変動は互いに高い相関関係を示し、1998/99年以降の増加傾向も確認される。これらの結果は、1998/99年の気候レジームシフトに関連する熱帯降水の増加がアジアジェットに沿う波束伝播を活性化し、北進タイプの南岸低気圧の頻度の増加に寄与するというメカニズムを強く支持する。さらにこれらは過去実験と非温暖化実験で同様の結果を示すため、過去の地球温暖化の影響は小さく、自然変動によって引き起こされた数十年規模変動であることも明らかになった。

本論文は、熱帯大気海洋結合系の気候レジームシフトが大気のテレコネクションを通じて、日本周辺の爆弾低気圧活動に影響を与えることを明らかにした。以上の知見は、日本付近の爆弾低気圧活動の長期変化に関する近未来予測の研究に大きく貢献する。