C208

日本海側山岳降雪と ENSO ～札幌のケース～

Japanese Winter Orographic Precipitation and ENSO – Case of Sapporo –

○谷田貝亜紀代・田中賢治・木下千里
○Akiyo YATAGAI, Kenji TANAKA, Chisato KINOSHITA

The regional characteristics of snowfall were investigated by applying principal component analysis to the daily winter precipitation in Sapporo, which was quantitatively gridded by the APHRODITE method. Analyses of the trends in the occurrence of these pressure patterns revealed that, except for the Super El Niño winter of 1997/1998, more snow fell in the southern mountains during El Niño winters and more snow fell in the northeastern plains and along the sea during La Niña winters.

１．はじめに

札幌市は北海道の日本海側に位置する豪雪地帯である。北部から東側にかけて平地が広がり、南から西側は山岳地帯となっている。今後地球温暖化により、大気中の水蒸気量が増加することによりひと雪あたりの降水量が増すことが懸念される一方、貴重な山岳雪氷水資源量の把握や予測、温暖化や気候変動への適応の点で、定量評価の後、グローバルシグナルとの関連を調べておくことは重要である。

報告者らは降雪水量の定量的なデータセット作成のための補正研究などを行ってきたが、ここでは、札幌をターゲットに、冬季日降水量の地域差を主成分分析（EOF 解析）により明らかにし、特定のパターンの発生に関する年々変動傾向について分析し、特徴的な豪雪パターンの発生とエルニーニョ・南方振動（ENSO）との関係を調査する。

２．データと解析手法

札幌市周辺の AMeDAS 観測データ（8 箇所）に加え、札幌市内 57 地点で除雪のための気象観測である札幌市マルチセンサーネットワークの降水量データを使用した。解析対象期間は 1992 年 1 月~2015 年 3 月で、本研究では 1992 年 12 月から 1993 年 3 月の 4 ヶ月を 1993 年冬季と定義し、1993 年から 2015 年までの 23 冬季を対象期間とした。

マルチセンサーの欠測値補間と、地域的な分布密度を等しくし、山岳降水を表現するため、APHRO_JP (Kamiguchi et al。、2010)の手法により 0.05° ×0.05° の日降水量グリッドに解析し、対象地域の 2/3 にあたる領域で 0.1mm/day 以上の降水があった 1789 日を解析対象とした。これに主成分分析（EOF）を適用し、全域変動モードを差し引いた結果である EOF2、 EOF3 を解析した。循環場解析には NCEP、ERA-interim 再解析データを用いた。

３．結果と考察

EOF1 の寄与率は 85.0%で大半を占め、EOF2

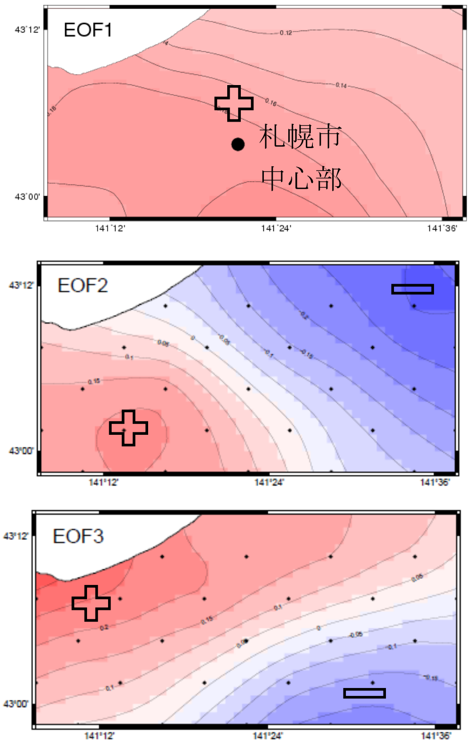

図１　第 1，2，3 成分固有ベクトル分布。等値線間隔 0.05、点は EOF 解析に用いたグリッド位置.

が 7.6%、EOF3 が 4.1%となった。EOF1 時系列と、対象領域平均降水量とは 0.997 の相関があり、EOF2、EOF3 の寄与率は低いが図 1 に示すように地域特性を表すモードと考える。

地勢的特徴から、EOF2+を山雪型（A）、EOF2-を里雪型（B）、EOF3+を海側降水型（C）、EOF3-を内陸降水型（D）とし、EOF2、 3 のスコア絶対値が 3。5 以上の日について、表面気圧（SLP）、850 hPa 風向風速、鉛直積算水蒸気 Flux を合成し循環場を検討した（図略）。移動性低気圧の影響を受けて発生する A、D パターンはシベリア高気圧とアリューシャン低気圧が弱まり冬型が形成されにくい年に発生しやすく、B、C パターンは逆に冬季を通じて冬型が形成されやすい年に多く発生する傾向があった。ここで、札幌域での山雪（A）は移動性の低気圧時で、いわゆる西高東低の冬型は里雪（B）と C に顕著であることがわかる。ここで、B と C の気圧配置が似ていることから、A、B、C、D の出現日数の経年変動特性を調べたところ、B と C、A と D はそれぞれ出現されやすい年の傾向が一致することがわかった。

そこで、冬型である B と C の各冬季の出現日数（EOF スコアの絶対値が 1 以上）を合計したものから、移動性の低気圧による降雪の特徴を示す A と D の出現日数を合計したものの差を指標とした。この指標と、エルニーニョ・南方振動（ENSO）の指標の 1 つである NINO.3 領域海面水温とを比較したところ（図 2）、両者には負の相関が見られた。23 冬季の相関係数 R=-0.27 であるが、非常に強いエルニーニョ（スーパーエルニーニョ）である 1998 年冬季を除くと、R=-0.58 で、1%危険率で有意な結果となった。

すなわち、エルニーニョ現象時（NINO.3 が正）には、「冬型(B+C)—移動性(A+D)」が負、すなわち札幌の西部の山岳・内陸（山）が多降水になる日が多く、ラニーニャ現象時には、海岸側と平野部（里）が多降水となる日が多く発生する結果となった。そこで、エルニーニョの冬季と、ラニーニャの冬季の降水量偏差を合成したものを図 3 に示す。エルニーニョ冬季偏差の合成図は南側の山岳地帯で降水量が多く、ラニーニャ冬季偏差の合成図は北東の平野部から海沿いで降水が多いことを示している。

図 2 に示した相関は、南方振動指数（SOI）では有意な結果は得られなかった。熱帯の大気循環そのものの影響なのか、ENSO と極域・シベリアの大気循環を通じて札幌の降雪の地域性の違いが表れたのかについては、現在調査中である。なお 2021 年 2 月に札幌北東の岩見沢で豪雪災害があったが、それはラニーニャの年であり本研究の仮説と一致する。

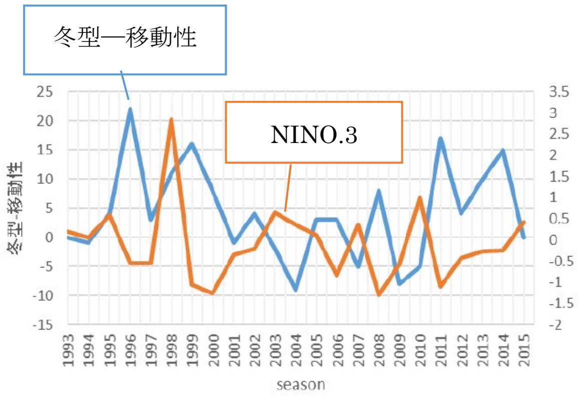

図 2　冬型パターン（B、C）の発生頻度と移動性低気圧パターン（A、D）の発生頻度の差と NINO.3 SST の関係。 1993 は 1992 年 12 月から 1993 年 2 月の冬季を表す。

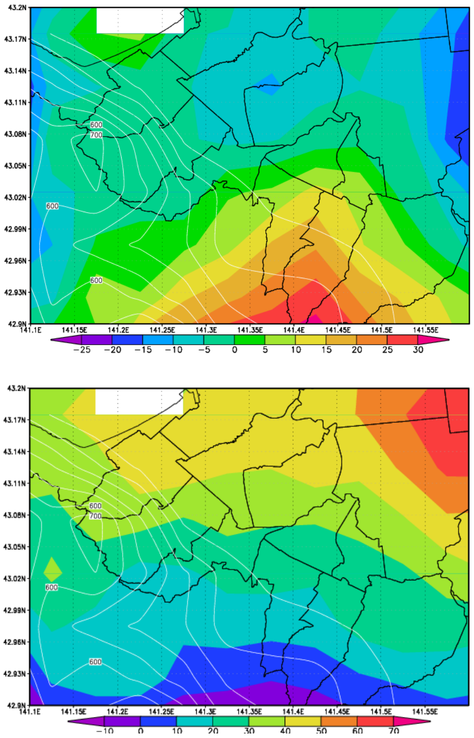

図 3　(上)エルニーニョ（1998, 2003, 2010, 2015）および(下)ラニーニャ（1996, 1999, 2000, 2006, 2008, 2011）冬季の降水量偏差(mm/3month)。1998 は 1997 年 12 月から 1998 年 2 月の降水量偏差を表す。白線は等高線（100m 間隔）。

謝辞

札幌マルチセンサーネットワークデータは札幌市建設局土木部雪対策室事業課から提供いただきました。記してお礼申し上げます。