

札幌と岩見沢における大雪と大気下層の収束場の関係

A relationship between low-level atmospheric convergence zone and heavy snowfall in Sapporo and Iwamizawa

小林 健人¹, 佐藤 友徳², 田村 健太²

Kento Kobayashi¹, Tomonori Sato², Kenta Tamura²

Corresponding author: kobayashi.kento.r8@elms.hokudai.ac.jp (K. Kobayashi)

冬季北海道西岸沖では季節風の収束によって帯状雲が現れ、この雲がかかる地域では局地的な大雪となることが知られている。しかし、北海道西岸沖にみられる下層風の収束場と局地的な大雪との関係を調査した研究の多くは、特定の事例のみを解析対象としており、長期間のデータを用いて統計的に調査した研究はない。そこで本研究では、機械学習を用いて過去 12 年間の下層風の収束場を分類し、札幌と岩見沢で発生した大雪と北海道西岸沖の収束場との関係を整理した。

1. はじめに

冬季の北海道西岸地域では、海上で発達した帯状雲が流入することで局所的な大雪が発生することがある。松岡ら¹⁾によると、2021 年 12 月 17 日から 18 日の期間において、低気圧が北海道付近を通過した後に北海道西岸沖で帯状雲が発生し、発達した雪雲が札幌市周辺に流入することで、札幌市では 53cm の降雪が観測された。このような帯状雲は海上での下層風の収束によって生じる²⁾³⁾と考えられている。

北海道西岸地域に大雪をもたらす帯状雲には、大陸からの季節風が沿海州の山岳地形の影響で収束して発生するタイプ²⁾と、低気圧の通過後に間宮海峡から北海道の間で季節風と北海道内陸から吹き出す陸風が収束して発生するタイプ³⁾⁴⁾の 2 種類がある。前者は東西方向、後者は南北方向の走向を持つことが多い。このように、帯状雲が下層風の収束によって発生することは知られているものの、先行研究の多くは事例研究であり、両者の関係性の理解には多くの事例を対象とした統計解析が求められる。そこで、本研究では長期間の気象データを解析することで、北海道西岸沖で生じる下層風の収束場と北海道の局地的な大雪との関係を明らかにする。ここでは 2010 年から 2022 年の冬季 (12-2 月) の期間において、札幌と岩見沢の 2 都市を対象に、大雪と北海道西岸沖の収束場との関係を整理した。

2. 研究方法

2. 1 大雪の定義

本研究における大雪は、2010 年から 2022 年の冬季 (12-2 月) における 1 時間降雪量データのうち、95 パーセンタイル値を超えるものとする。解析を行った札幌と岩見沢の観測データによると、札幌では 4 cm/h、岩見沢では 5 cm/h を超える 1 時間降雪量が解析対象の大雪となる。

2. 2 手法

気象庁のメソ数値予報モデル GPM (MSM) における 950hPa 面の水平風データを用いて、2010 年から 2022 年の冬季 (12-2 月) の期間で 3 時間おきに求められた収束場を自己組織化マップ⁵⁾ (self-organizing maps; SOM) を用いて 4×4 の計 16 種類に分類を行った。次に、2.1 節の大雪の定義に従って抽出された大雪事例 (札幌: 62 事例、岩見沢: 70 事例) の日時と、SOM によって分類された日時とを対応させて、両者の関係を調べた。

3. 結果と考察

3. 1 収束場の分類結果と大雪事例の対応

図 1 に SOM で分類された収束場と 950hPa の風ベクトルを示した。#001 のパターンは全期間の 6.39% を占め、549 日相当であった。また、#005 のパターンは 6.03% を占め、507 日相当であった。

¹ 北海道大学大学院環境科学院
² 北海道大学大学院地球環境科学研究院

Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University
Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University

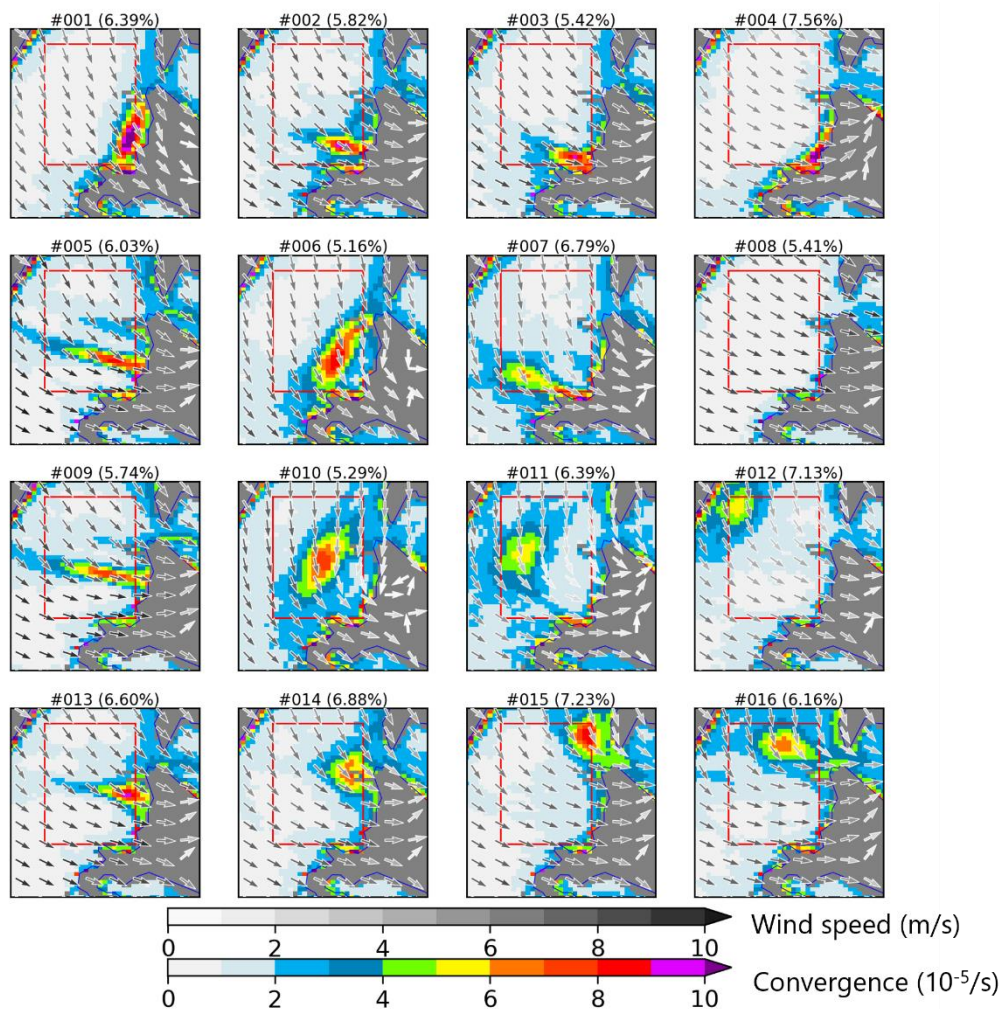


図1 自己組織化マップを用いた16通りの収束場の分類結果. 矢印は950hPaにおける風向と風速を表し、カラーは収束の強さを表す. 赤枠はSOMの学習で使用した領域であり、それぞれの図は分類された収束場と風の合成図である. 括弧内の数字は分類された日時の割合を表す

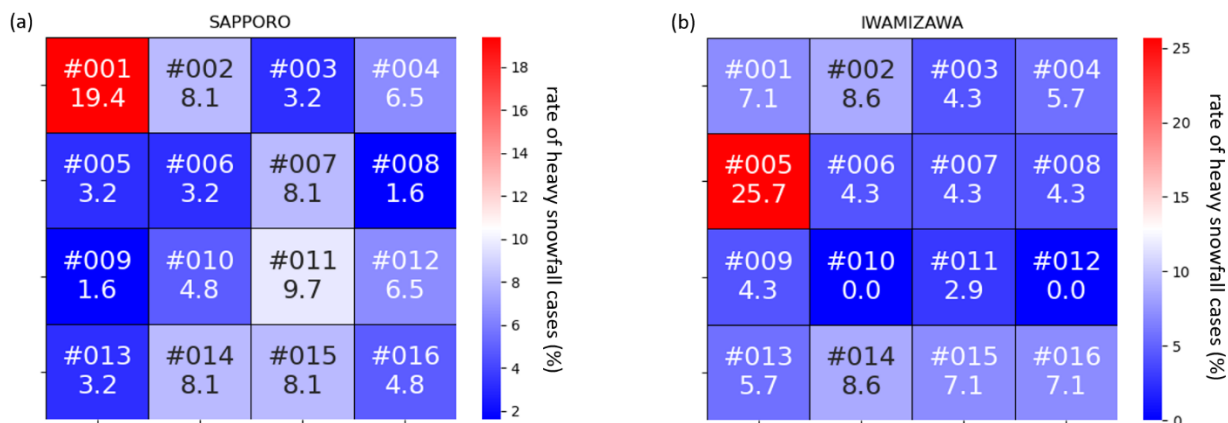


図2 札幌(a)と岩見沢(b)における大雪事例の発生割合 (%). #001~#016は図1の収束パターンの分類を表す

札幌と岩見沢における大雪事例の数を収束パターン毎に調べたところ、大雪が最も多く発生したのは、札幌では#001、岩見沢では#005の収束パターン(図1参照)であった。事例数は#001では札幌で12事例、岩見沢で5事例であり、#005では札幌で2事例、岩見沢で18事例であった。

次に、SOMの各分類結果を用いて、収束パターン毎に大雪事例の発生割合を調べた。図2(a)は札幌における大雪事例の割合を、図2(b)は岩見沢における割合をそれぞれ示す。札幌において事例数の最も多い#001の収束パターンは、全大雪事例の19.4%を占めていた。一方、岩見沢においては#005が最も高い割合を示し、25.7%を占めていた。

また、大雪発生時の収束場を調べたところ、#001は北海道西岸を沿うように南北にのびる収束場が確認され、#005では沿海州付近から北海道に向かって東西にのびる収束場が確認された。

収束場と大雪事例数の対応から、札幌で大雪が発生しやすいのは南北方向に収束場が発達する場合だと考えられる。一方で、岩見沢では東西方向に発達する収束場のもとで大雪が発生しやすいと考えられる。

3. 2 大雪事例における降水分布の特徴

解析雨量データを用いて、大雪発生時の降水分布を収束場毎に調査した。ここでは、札幌と岩見沢において大雪発生割合が最も高い#001と#005に着目した。図3に#001の収束パターンで発生した大雪事例における解析雨量の合成図を示す。札幌周辺では3.0 mm/h程度の降水極大域が存在し、北海道西岸沖海上に南北にのびる降水域がみられる。これは#001の収束パターンが示す南北にのびる収束場の位置と対応していることから、下層風の収束によって生じた帯状雲が石狩湾に流入することで札幌に大雪を降らせたと考えられる。

また、#005の収束パターンについての結果(図4)から、岩見沢周辺に向かって北西方向から降水域がのびており、岩見沢周辺で1.5~2.0 mm/h程度の降水の極大域がみられた。これは、札幌の場合と同様に#005が示す東西方向にのびる収束場と対応していると考えられる。

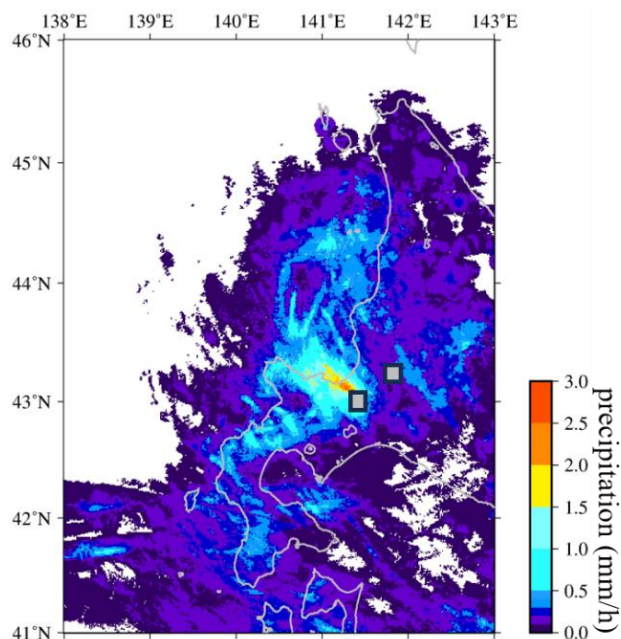


図3 #001の収束パターンにおいて札幌で大雪となった事例についての1時間降水量の合成図。四角は札幌と岩見沢の位置を表す

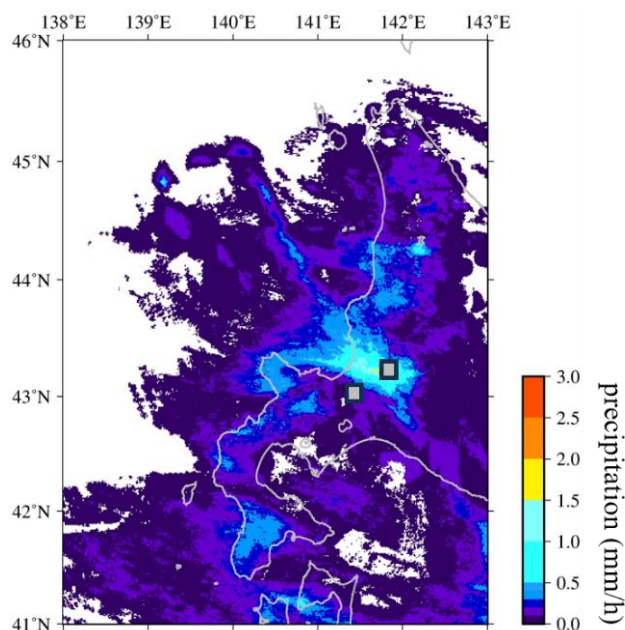


図4 図3と同じ。ただし#005において岩見沢で大雪となった事例

4. まとめ

本研究では、北海道西岸沖における収束場と札幌や岩見沢の2都市で発生する大雪との関係を長期間のデータを用いて調査した。大雪事例と北海道西岸沖海上での収束場の対応を調べたところ、札幌では南北方向に走向を持つ収束場(#001)で大雪事例

の19.4%が発生していたことから、札幌の大雪事例の多くは、北海道西岸沖海上を南北にのびる収束場に起因する帯状雲によって生じたと考えられる。また、岩見沢では東西方向の走向を持つ収束場(#005)で大雪事例の25.7%が発生していたことから、岩見沢の大雪事例の多くは、北海道西岸沖海上を東西にのびる収束場と対応した帯状雲によって生じたと考えられる。

5. 今後の課題

本研究では大雪事例の発生割合が高い収束パターンに着目して解析を行った。しかし、このような条件下においても、大雪が発生しない事例も多く存在する。北海道の大雪は上空の寒気や局地的な気圧勾配の影響を受ける⁹⁾ことから、収束場が同じでも事例によって降雪量の強弱が異なる可能性がある。本研究で用いた収束場の分類を基に、大雪発生の有無を基準にして大気場の状態を比較する等の解析により、大雪の発生要因を収束場の特徴ごとに明らかにすることを今後の課題としたい。

【参考文献】

- 1) 松岡直基, 中林宏典, 丹治和博, 小松麻美, 尾関俊浩, 白川龍生, 金田安弘, 2022: 2021-2022年冬期の札幌都市圏における大雪について(その3) — 大雪をもたらした気象の特徴 —, 北海道の雪氷 **41**, 13-16.
- 2) 村松照男, 1978: 蛇行した雲バンドによる8時間周期の降雪量の変動. 天気, **25** (3), 199-207.
- 3) 岡林俊雄, 1969: 昭和44年1月上旬の日本海側大雪のときの気象衛星写真. 天気, **16** (2), 79-80.
- 4) 岡林俊雄, 里見 穂, 1971: レーダーと気象衛星による雪雲の研究 (I) (北海道石狩湾付近の小低気圧を中心として). 天気, **18** (11)
- 5) Kohonen, T., 1982: Self-organized Formation of topologically correct feature maps. *Biological Cybernetics*, **43**(1), 59-69.
- 6) Inatsu, M., S. Kawazoe, and M. Mori, 2021: Trends and projection of heavy snowfall in Hokkaido, Japan, as an application of self-organizing map. *J. Appl. Meteor. Climatol.*, **60**, 1483-1494.