

## 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 —

#### Heavy Snowfall and Snow Damage in the Sapporo Metropolitan Area during 2021-22 winter (Part3)

#### — Characteristics of the weather that brought about heavy snow —

松岡 直基<sup>1,2</sup>, 中林 宏典<sup>2</sup>, 丹治 和博<sup>1,3</sup>, 小松 麻美<sup>1,3</sup>

尾関 俊浩<sup>1,4</sup>, 白川 龍生<sup>1,5</sup>, 金田 安弘<sup>1,6</sup>

Naoki Matsuoka<sup>1,2</sup>, Hironori Nakabayashi<sup>2</sup>, Kazuhiro Tanji<sup>1,3</sup>, Asami Komatsu<sup>1,3</sup>

Toshihiro Ozeki<sup>1,4</sup>, Tatsuo Shirakawa<sup>1,5</sup>, Yasuhiro Kaneda<sup>1,6</sup>

Corresponding author: naoki.matsuoka@howtecc.jp (N. Matsuoka)

2021-2022 年冬期に札幌都市圏には4回のまとまった降雪(通称ドカ雪)があり, 交通網のマヒなど社会的影響が大きかった。これらの降雪は, 低気圧型, 冬型, 西岸小低気圧型の降雪パターンによってもたらされた。札幌の降雪は風向きに影響され, 岩見沢のような寒気との相関関係は無いことがわかった。

#### 1. 大雪事例解析

2022 年冬期の札幌アメダスで降雪量が 40cm 以上になった4降雪について, 地上気圧配置と解析雨量図に着目した事例解析を行った。

##### 1. 1 2021 年 12 月 17 日~18 日の降雪

北海道の南を低気圧が通過し(図1), 低気圧循環の雪雲と通過後の西岸带状雲とL(Longitudinal)モード筋状雲の合流(図2)による降雪であった。札幌の降雪量は53cmであった。

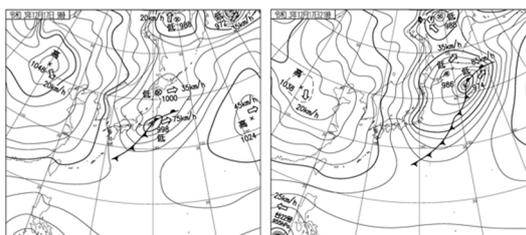


図1 地上天気図 2021 年 12 月 17 日 09 時, 21 時



図2 解析雨量 2021 年 12 月 17 日 20 時

##### 1. 2 2022 年 1 月 11 日~13 日の降雪

北海道を挟むように北上してきた二つの低気圧(図3)による降雪と, その後の冬型の降雪で, 札幌の降雪量は43cmであった。

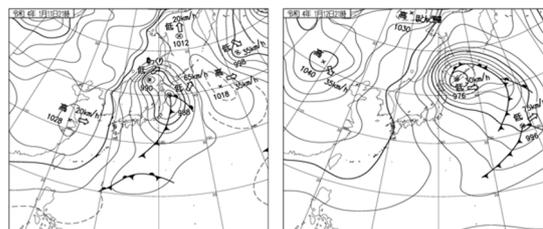


図3 地上天気図 2022 年 1 月 11 日 21 時(左)  
2022 年 1 月 12 日 21 時(右)



図4 解析雨量 2022 年 1 月 12 日 03 時

##### 1. 3 2022 年 2 月 5 日~6 日の降雪

図5の地上天気図では解析されないが, 北海道の西海上に等圧線のふくらみがあり, 小低気圧性の循環の存在を示唆している。

<sup>1</sup> 日本雪氷学会 北海道支部

<sup>2</sup> 株式会社 北海道気象技術センター

<sup>3</sup> 一般財団法人 日本気象協会北海道支社

<sup>4</sup> 北海道教育大学札幌校

<sup>5</sup> 北見工業大学

<sup>6</sup> 一般社団法人 北海道開発技術センター

Hokkaido Branch, the Japanese Society of Snow and Ice  
Hokkaido Weather Technology Center CO., Ltd.  
Japan Weather Association Hokkaido Regional Office  
Sapporo Campus, Hokkaido University of Education  
Kitami Institute of Technology  
Hokkaido Development Engineering Center

そこで等圧線を 0.5hPa 毎に描画し解析雨量と重ね合わせたが、線は閉曲せずに円い膨らみ程度であるが(図6)、小低気圧型とした。札幌の降雪量は 61cm であった。

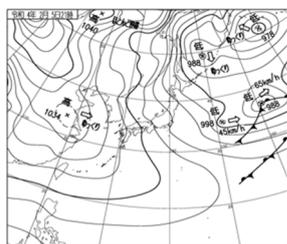


図5 地上天気図  
2022年2月5日21時

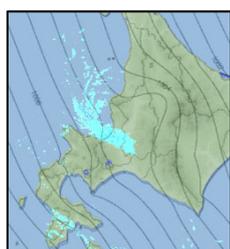


図6 詳細等圧線と  
解析雨量6日9時

#### 1. 4 2022年2月21日~23日の降雪

爆弾低気圧通過後の筋状雲の侵入により札幌は 51cm の降雪量となった。札幌から南東方向に約 25km の恵庭島松は 98cm と 1982 年からの記録を更新した。図8の解析雨量に示すように西岸带状雲と L モードの北西からの筋状雲が札幌付近で合流し、さらに内陸へと侵入した。

強い冬型の際に雪雲が石狩平野の内陸部まで入り込むことは珍しくないが、図9に示すように下層の  $20\text{m s}^{-1}$  以上の強い風が活発な雪雲を侵入させ、記録的な大雪になったのだろう。

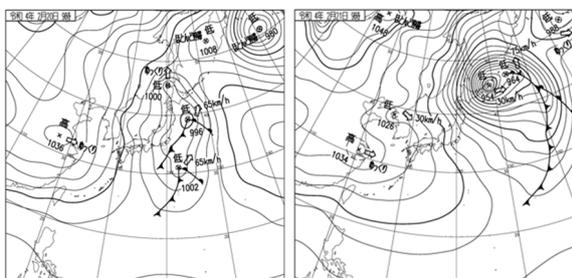


図7 地上天気図 2022年2月20日9時(左)  
2022年2月21日9時(右)

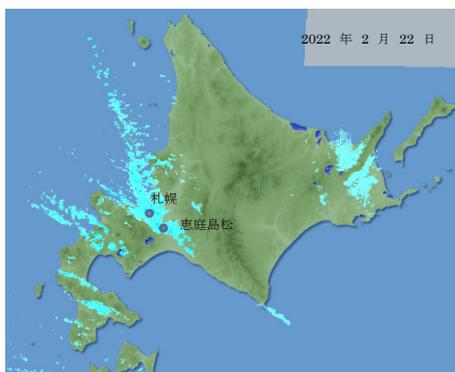


図8 解析雨量 2022年2月22日1時

北海道で大雪となる気圧配置は、以下の三つが知られている<sup>1)</sup>。(1)冬型、(2)発達した低気圧(爆弾低気圧)、(3)小さな低気圧(西岸小低気圧)。ここで対象とした4事例は冬型2例、発達した低気圧と小さな低気圧が各1例となった。今冬の大雪は特別な気圧配置が出現し

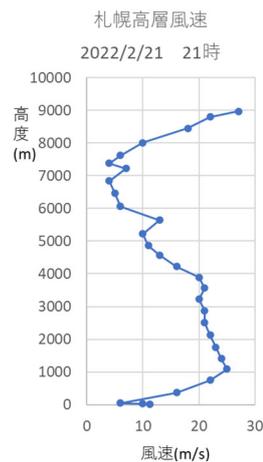


図9 札幌高層風速

たためではなく、従来から確認されている気圧配置パターンによるものであった。社会的な混乱は、40cm 以上のまとまった降雪が繰り返し発生したためであろう。

#### 2. 風系による大雪の地域の違い

札幌の降雪が多くなるのは北系の風、岩見沢は西系の風向によるとされている。そこで寒候期の降雪量が大きかった3年間の札幌の高層観測の風配図を作成した(図10)。両地点とも第一位は1996年寒候期(1995年12月~1996年2月)である。1996年寒候期は北西と西北西が同率で、気温が平年より低い時は北西が1位となった。2位と3位を見ると札幌は北西、岩見沢は西北西で経験則と一致する結果となった。

今冬の2022年寒候期は北西と西北西が同率で、気温が平年より低い時は西北西が1位となった(図11)。

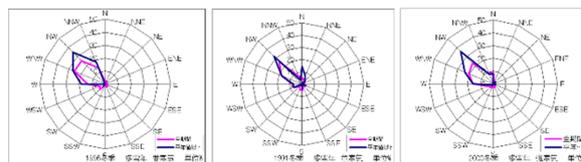
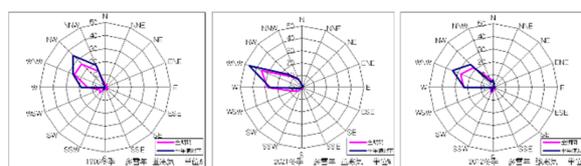


図10 札幌、岩見沢の降雪量が多かった3冬期年と札幌850hPa(09時)風向出現率

上段：岩見沢、降雪量：

1996年 825cm, 2021年 820cm, 2012年 800cm

下段：札幌、降雪量：

1996年 577cm, 1991年 548cm, 2000年 529cm

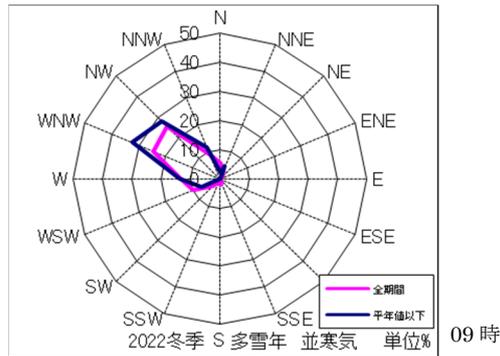


図 1 1 2022 年寒候期の札幌 850hPa 風配図

### 3. 寒気と降雪量の関係

日本海側の降雪は、季節風が暖かい日本海から水蒸気を補給されてできる筋状の雪雲によってもたらされる。寒気が強いほど、また海水温が高いほど雪雲は発達することになる。

図 1 2 は 1989 年から 2022 年の 34 年間の寒候期（12 月～2 月）札幌 850hPa09 時平均気温と寒候期総降雪量の関係である。岩見沢は期間の平均気温と総降雪量の相関関係が強いのにに対し、札幌の総降雪量は対応関係が無い。札幌の降雪量は寒気の大小では説明できず、前項に示したように風系の影響が大きいと推察される。

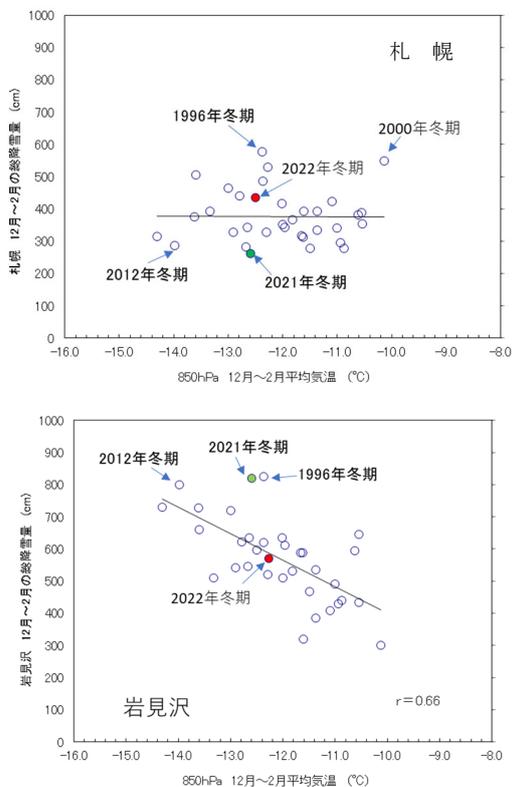


図 1 2 札幌 850hPa09 時の寒候期平均気温と総降雪量の関係 上段：札幌，下段：岩見沢

### 4. 札幌都市圏でドカ雪が頻発した理由

日本周辺に上空寒気が流入しやすく（図 1 3）、北海道周辺は北寄りの風系となる地上気圧配置の出現が多かった<sup>2)</sup>。このことが冬型の気圧配置をもたらしやすく、北系の風向の出現が増え、札幌周辺での降雪量が多くなった要因であろう。

今冬期はラニーニャ現象が継続したことが、本邦への寒気が流入しやすくなった理由として説明される。

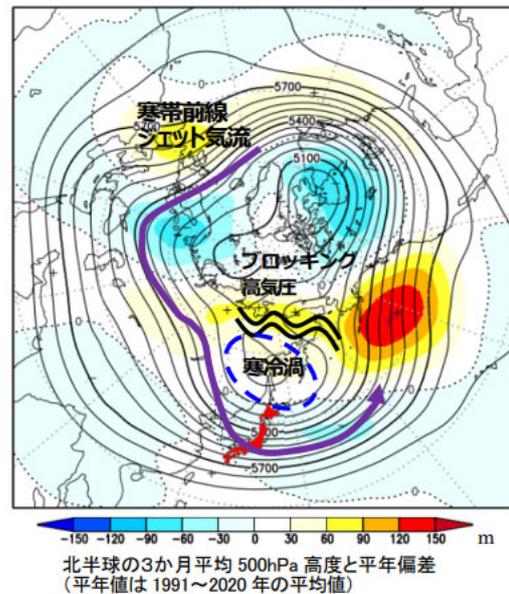


図 1 3 北半球の 2022 年寒候期の 500hPa 高度 札幌管区气象台資料<sup>2)</sup> から抜粋

### 5. 災害対応のための大雪リスク予見の可能性

降雪予測の精度が高ければ、除雪の強化や交通機関の事前通行止めのような予防的措置がとれる。反対に予測が外れたために大規模なスタックや交通滞留が発生することもある。事例解析で示したように、札幌圏で大雪となるのは西岸帯状雲や小低気圧性の循環による雪雲が流入する時が多い。これらはメソβスケール現象で、現在の数値予報モデルでは予測精度に限界がある。しかし、西岸帯状雲の出現は図 1 4 の例にもあるように予測できることが多く、位置的なズレが精度低下の主因となっている。一定程度の誤差範囲を考慮することによって、大雪リスクに備えることが可能と考える。

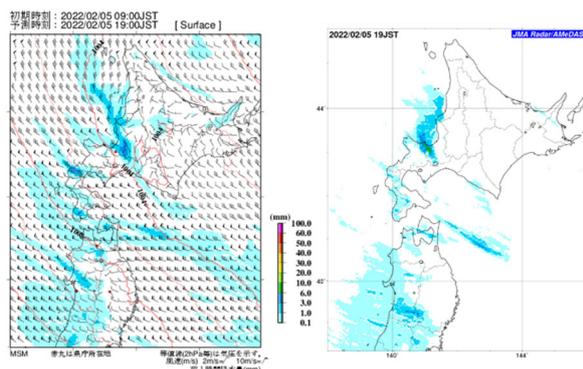


図1-4 数値予報と観測値の比較

左：気象庁MSM 右：JWA レーダーアメダス  
2022年2月5日9時初期値として10時間後予測

## 6. 近年の大雪の偏り

大雪は最深積雪で評価されることが多い。しかし、北海道内でも日本海側の積雪の多い場所と太平洋側の少ない地域があり、直接の比較や平年比では分かりづらい。そこで最深積雪を標準偏差で規格化する多雪指数<sup>3)</sup>を用いてみた。

図1-5は日本海側の札幌、岩見沢と道東の網走、根室の多雪指数を計算した結果である。1962年寒候期から2022年の61年間の変動を見ると、岩見沢と道東二箇所では年変動が近年大きくなっていることが分かる。道東は爆弾低気圧の通過によって、岩見沢は暖冬と寒冬の振れ幅が大きくなっていることが要因と考えられる。札幌は他の地点に比べ変動が小さい。

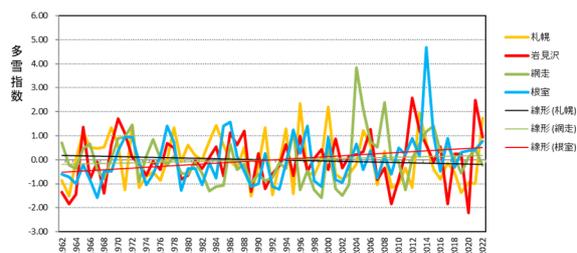


図1-5 4観測地点の多雪指数の経年変化

多雪指数  $SSDI(k,i) = (d(k,i) - d(k)) / sd(k)$

i: 冬季, d(k,i): 地点kのi冬季の最深積雪

d(k): 地点kの最深積雪の平均

sd(k): 地点kの最深積雪の標準偏差

## 7. 気候変動に伴う将来の降雪の傾向

北海道の降雪の将来予測について、確率的な評価手法d4PDFを用いた研究がある<sup>4)</sup>。文科省・気候変動リスク情報創生プログラムで作成した「地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予

測データベース, database for Policy Decision making for Future climate change」を用いる方法である。地球の平均気温が4℃上昇を想定したデータについて、北海道領域を更に5kmメッシュに力学的ダウンスケーリングした値を使用した結果、西高東低の気圧配置では北より風系は減少し、西寄り風系の岩見沢大雪型の出現が増えるとしている。一方、南岸低気圧は減少するとなった。海岸部や平野部での降雪量は減少し、内陸の標高の高い山岳域では降雪量は増える結果である。

札幌の降雪量は寒気よりも風向に影響されるので、頻度は減っても風向によってドカ雪は将来も出現すると考える。

## 8. まとめ

2021-2022年冬の札幌都市圏のドカ雪は、低気圧型、冬型、一時的な西岸小低気圧型の降雪パターンによってもたらされた。札幌都市圏の降雪は風向きに影響され、岩見沢のような寒気が多寡との相関関係は無いことを明らかにした。今冬は北寄りの風系が出現しやすい気圧配置が多かったために、札幌都市圏での降雪が多くなったと推察する。札幌の冬期の気温は平年並みに近く、総降雪量も平年より多い程度で、社会的な混乱はドカ雪が続いたことが原因であろう。

今回の大雪が気候変動によるものかはイベントアトリビューションを行わないとわからない。気候変動で平野部の降雪量は減少に転じるだろうが、札幌圏の降雪は風向に支配されるのでドカ雪の出現はこれからも発生すると考える。

## 【参考文献】

- 1) 札幌管区気象台, 冬の北海道で大雪となる3つのパターン, [https://www.data.jma.go.jp/sapporo/bosai/tenkoutokuchou/column\\_snow.html](https://www.data.jma.go.jp/sapporo/bosai/tenkoutokuchou/column_snow.html) (2022年5月20日閲覧)
- 2) 2021年12月~2022年2月北海道地方冬の天候, 札幌管区気象台, 2022年3月1日
- 3) 中井専人, 2015: “多雪指数”を用いた全国が多雪・少雪の年々変動と分布, 天気, **62**, 187-199.
- 4) Masaru Inatsu, 2020: Climate change impacts on heavy snowfall in Sapporo using 5-km mesh large ensemble simulations, SOLA, 2020, **Vol. 16**, pp.217-220.