



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	札幌市および北海道各地における積雪量の年変動
Author(s)	成瀬, 廉二; NARUSE, Renji; 石田, 完 他
Citation	低温科学. 物理篇, 41, 81-88
Issue Date	1983-03-22
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/18459
Type	departmental bulletin paper
File Information	41_p81-88.pdf



札幌市および北海道各地における 積雪量の年変動*

成瀬 廉二・石田 完

(低温科学研究所)

(昭和 57 年 10 月受理)

I. ま え が き

多雪地域の都市において、都市雪害防止対策、交通管理システムの確立、および水資源としての地下水管理対策を図るためには、冬期の都市域の積雪分布およびその年変動の実態を明らかにしておく必要がある。北海道の石狩平野においては、降水機構に着目した積雪の多点分布観測が 1970 年頃から北大地球物理学教室のグループによって行われた^{1) 他}。成瀬等は、市街地の積雪分布特性等を調べる目的で、1976~1981 年冬期、札幌市およびその郊外において、積雪深、積雪水量の分布観測を行ってきた^{2~4)}。

本報告では、札幌地域にて顕著に認められた積雪水量分布パターンの年による変動を、冬期間の卓越気圧配置の観点から考察する(第 II 章)。一般に積雪深は水量等に比べ観測が容易であるため、各気象観測所や諸事業所等で古くから多くのデータが積みかさねられている。このような積雪深値をもとに、種々の目的で統計的な解析が行われることも多いが(例えば、伊藤^{5,6)})、積雪深値は、観測日に至るまでの気象条件や観測時刻等の相違により、同一積雪水量であっても大きく異なることもしばしば生ずる。したがって第 III 章では、札幌にて得られた資料に基づき、年間最大積雪深、最大積雪水量、冬期降水量の三者の関係を検討する。以上の結果をふまえ、北海道内の各気象官署にて約 90 年間のデータが集積されている年間最大積雪深の値を用い、積雪量の年変動の特徴を解析する。

なお、本研究で使用した各気象官署の気象資料は、札幌管区気象台による刊行物^{7,8)}から引用した。

II. 札幌市の積雪量分布の年変動

札幌市街および郊外の充分ひらけた平坦地に観測点を設け、雪尺、測深棒、スノーサンプリャー等を用いて積雪深・水量の調査を行った。測定方法および測定値の処理方法は別報^{2,4)}に詳しい。観測点数は、年により 16 点から 39 点である。第 1 図に破線で示した、石狩湾の海岸から恵庭市に至る(北西-南東)線上に沿う積雪水量(H_w)分布を第 2 図に表す(1978 年~1981 年の 4 冬期)。 H_w 分布は、第 1 図の黒丸(1981 年の場合)で示したような観測点の結果から求めたものであるため、ほぼ数 km にわたって移動平均したことに相当する。図の a)-d) は各年

* 北海道大学低温科学研究所業績 第 2486 号

の最大積雪深時や水量時には一致していないが、いずれも顕著な融雪現象が開始する直前の結果である。各冬期の分布の特徴として、**a)** 1978年は全域にほぼ均一、**b)** 1979年は札幌中心部に多く、**c)** 1980年、**d)** 1981年は札幌の北西部に多く南東部に少ない、という傾向が認められる。

このような分布の年による相違の要因を、個々の(一降雪時の)降水機構に着目するのではなく、冬期間を通じての全体的な気象概況の視点から考察する。まず地上天気図⁹⁾(等圧線間隔 4 mb)において、北海道付近の気圧配置を下記の A~E の五種類に分類する。

A. 西高東低型：北海道を等圧線がほぼまっすぐに横切っているとき、気圧傾度がおよそ 4 mb/(500 km) 以上で、かつ札幌付近にて等圧線に直角に高気圧側から低気圧側へ描いた気圧傾度ベクトルが北東—南東間を向いている状態。

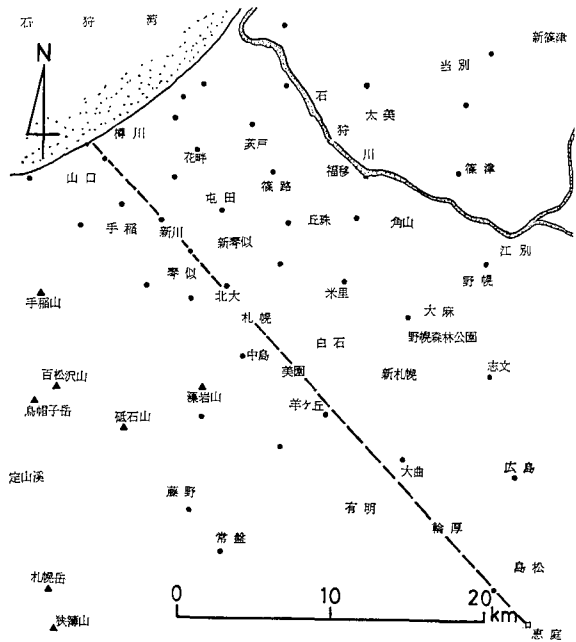
D. 南高北低型：気圧傾度の大きさが A の状態で、かつベクトルが北西—北東間を向いている状態。

B. 低気圧通過型：北海道を低気圧の中心付近が通過している状態。

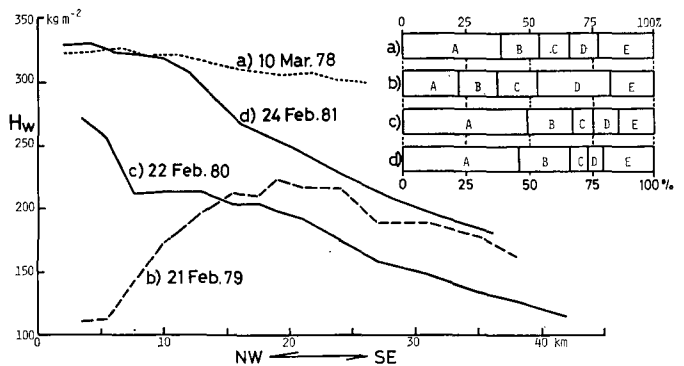
C. 南方低気圧型：北海道の南方沖合または本州北部を低気圧が通過している状態。

E. その他：A~D のいずれでもない状態。

以上の基準にしたがい、各冬期の根雪開始日から第2図の観測日までの毎日の代表的気圧配置を09時と21時の地上天気図から判定し、全期間に対する A~E の回数(日)の割合を第2図内にあわせて示した。積雪分布パターンと気圧配置頻度分布との関係には、次の点が明瞭に



第1図 積雪深(量)の調査地域
黒丸は1981年の観測点⁴⁾



第2図 海岸からの距離に対する積雪水量 H_w の分布

図右上は気圧配置の頻度分布。A: 西高東低型, B: 低気圧通過型, C: 南方低気圧型, D: 南高北低型, E: その他

認められる。

1) 札幌の北西部に積雪量が多い c), d) の二冬期は, 西高東低型の回数(日)が多く, 南方低気圧型が少ない。

2) 札幌の中央部に積雪量が多い b) の冬期は, 西高東低型が少なく, 南方低気圧型および南高北低型が多い。

3) 全域に一樣に近い積雪分布の a) の冬期は, 西高東低型および南方低気圧型の頻度がいずれも 1), 2) の中間の値を示している。

なお, 局地的にしばしば多量の降雪をもたらす, いわゆる石狩湾小低気圧¹⁰⁾ や沿岸小低気圧は, 4 mb 等圧線間隔の天気図には現われないので, 本分類では E (その他), A (西高東低型) 等に含まれていると考えられる。また, 全域的に暴風雪をもたらすことも多い低気圧通過型 (B) の頻度は, いずれの年も 15~20% で大きな差はない。石狩平野の西端に位置する札幌市の西側には, 標高 1,000~1,300 m の山が連らなり (第 1 図参照), さらにその西方には積丹半島の山塊がある。西高東低の冬型の気圧配置のときは, 卓越風向は北西~ Northwest であるが, 南高北低型になると, 上層風 (例えば 850 mb 面) の風向は西~南西成分が強くなると言われている。したがってこのような状況下では, 札幌付近の降雪におよぼす西部山塊の地形的効果が大きいと考えられる。

以上, 冬期間を通じての概略的な解析であるが, 積雪分布の年による相違は, 冬期の卓越気圧配置の年による差によっておおよそ説明される。

III. 年最大積雪深と年最大積雪水量, 冬期降水量との関係

気象官署等では毎日一回の積雪深 H が観測されているが, ここで一冬期を通じて H の最大値を H' , その出現日を t_h とおく。全積雪水量 H_w は, 北大低温科学研究所敷地内で, 1964 年以来毎冬期, 約 10 日毎に観測されてきた^{11,12)}。一冬期を通じて H_w の測定値の最大値を H_{w-m} , その測定日を t_m としたとき H_{w-m} に補正值を加えて, その年の最大積雪水量 H'_w , およびその出現日 t_w を推定する。すなわち,

$$H'_w = H_{w-m} + \Delta H_w,$$

$$t_w = t_m \pm \Delta t.$$

ΔH_w と Δt の推定に際しては, 札幌管区气象台における t_m 日前後の, 日降水量, 積雪深変化, 日平均気温, および t_m 日の積雪の乾湿の資料等をもとにした。各年において推定された補正值 ΔH_w は $0 \sim 0.07 H_{w-m}$ の範囲にある。また Δt は $0 \sim 7$ 日であるが, Δt の推定の誤差は ± 2 日以内と見積もられる。

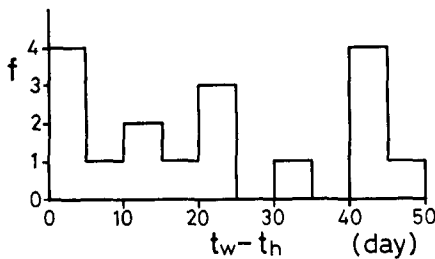
1965~1981 年の 17 カ年について, 各冬期の H'_w と H' の出現日の差 ($t_w - t_h$) の度数分布を第 3 図に示した。 t_w と t_h がほぼ一致 (差が 5 日未満) した年は 4 回 (年) のみで, t_w が t_h より 40 日以上おくれる年が 6 回 (年) となっている。

札幌管区气象台における H' と北大低温研における推定 H'_w との関係を示す。図中 ●印は $\delta t (= t_w - t_h) = 0$, ○印は $0 < \delta t < 30$ 日, ×印は $\delta t \geq 30$ 日の場合である。おおむね, δt が大きいと H'_w と H' の関係は直線関係からはずれる傾向が見られる。両者間の値のちらばり

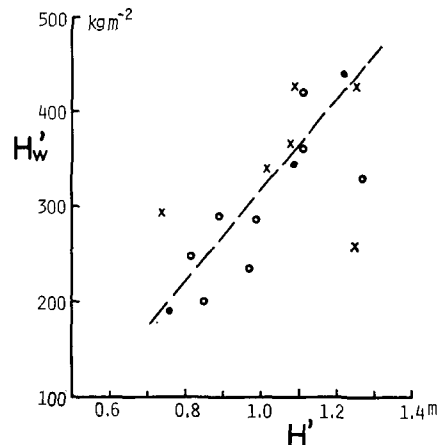
は、両出現日の差による誤差，測定地点の相違による誤差， H_w の測定誤差， $4H_w$ の推定誤差，および積雪の密度が時と場所により一定でないことによる誤差の影響によるものと考えられる。しかしながら，17カ年の H' と H_w の相関係数は 0.67，母相関係数の 95% の信頼限界は (0.25, 0.85) が得られ，両者間には有意な相関関係があると言える。

つぎに，札幌管区气象台における日降水量 P を，根雪開始日から t_w 日まで積算し (ΣP)， H' との関係を示す。両者間の値のちらばりは，観測期間 (日) の差による誤差， P の測定誤差 (雨量計による降雪の捕捉率は 0.8 との見積もりもある¹³⁾)，および積雪の密度が時により一定でないことによる誤差等の影響によると考えられる。16カ年の H' と ΣP の相関係数は 0.72，母相関係数の 95% の信頼限界は (0.34, 0.88) が得られ，これも有意な相関関係がある。なお，第 4 図，第 5 図に示した破線は，単に全体のおおよその傾向を表したものである。 H' ， H_w ， ΣP の三者の相関表を第 1 表に示す。

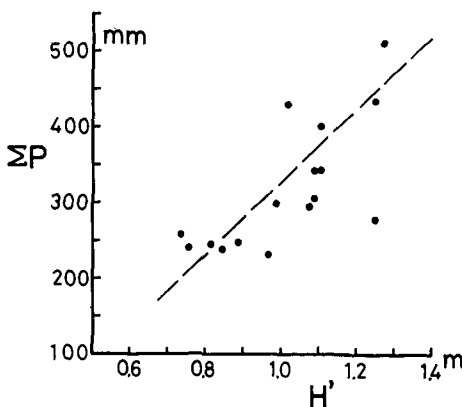
解析した年数も少なく，また前述のように各要素測定値に種々の誤差が含まれていると考えられるが，相関係数による検討の結果， H' ， H_w ， ΣP の間には有意な相関関係があると言える。したがって，年間最大積雪深 H' の値をもとにして年変動を考察しても，おおよそ最大積雪水量あるいは冬期間の総降雪量の変動を反映しているとみなしてもよいであろう。次章では， H' のみをあつかう。



第 3 図 $t_w - t_h$ (日) の頻度 f (年数) 分布



第 4 図 年間最大積雪深 H' と最大積雪水量 H'_w の関係



第 5 図 年間最大積雪深 H' と冬期降水量 ΣP (根雪開始日から最大積雪水量日まで) の関係

第 1 表 年間最大積雪深 H' ，最大積雪水量 H'_w ，冬期降水量 ΣP の相関表

	H'	H'_w	ΣP
H'	1	0.67	0.72
H'_w	0.67	1	0.70
ΣP	0.72	0.70	1

IV. 北海道各地の年間最大積雪深の年変動

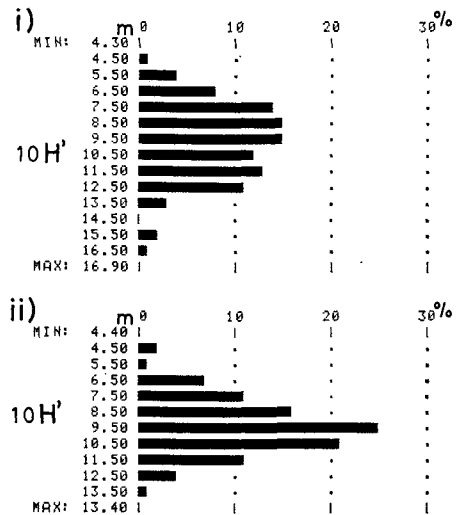
北海道内で過去90年前後にわたり、毎年の最大積雪深値 H' が得られている7カ所について、 H' に関する統計諸量を第2表に示す。 H' の平均値は、札幌、旭川、寿都が大きく、根室、函館が小さい。変動係数(標準偏差/平均)は、根室、帯広が大きく、旭川が小さい。また歪度は、函館が最も大きく H' の頻度が大きい方へ集中し、旭川のみが負で H' が小さい方へ集中していることを示している。以上の内、代表的な例として札幌と旭川の H' の頻度分布を第6図に示す。札幌は平均値前後で幅広い分布をもつが、旭川は平均値付近にまとまり、 H' の年変動が小さいことがよくわかる。

1894年から1982年に至る89年間の H' について、7地点間の相関係数を求め第3表に示した。値に*印を付したものは危険率5%で相関がある(有意)、**印を付したものは危険率1%で相関がある(非常に有意)と見なし得る関係である。札幌は旭川と根室を除くといずれとも有意な相関があるが、根室は網走と帯広とのみ、函館・寿都は札幌とのみに相関関係が認められる。最も相関が高いのは函館一寿都である。旭川はいずれとも有意な相関は認められないことが特徴的である。地点によって H' の平均値や変動に大きな差があるが、以上の H' の相関関係のみの判定から、函館・寿都・札幌の西部北海道、網走・根室・帯広の東部北海道、および旭川の内陸北海道と、地域的に三つの気候区に区分できる。

H' の年変動の傾向と特徴を見るために、各地点の毎年の H' の時系列についてパワースペクトルを求めた。解析には、データ数が少なくても周波数の分解能が良いという特徴をもつ最大エントロピー法を用いた。得られた結果の例として、札幌と網走のスペクトル分布を第7図に示す。札幌では長い周期は見られないが、網走では約30年の周期が認められる。七地点のスペクトルの顕著なピークの位置を第8図にまとめて示した。図中○印は、解析結果の信頼度の低いものである。注目すべきことは、各地点間の H' に相関がある、なしにかかわらず、いずれも4年付近に顕著な周期が認められることである。このことは、北海道西部と東部とで主たる降雪機構が異なっていたとしても、全体を支配する気候

第2表 各気象官署における年間最大積雪深の統計諸量

	統計年数 (年)	平均最大積雪深 (cm)	標準偏差 (cm)	変動係数	歪度
札幌	92	96.5	24.1	0.250	0.32
旭川	89	93.8	17.9	0.191	-0.38
網走	90	61.6	22.6	0.367	0.34
根室	93	38.8	20.1	0.518	0.70
帯広	89	65.2	29.0	0.445	0.80
寿都	91	88.6	34.4	0.388	0.69
函館	91	41.3	15.5	0.375	0.99

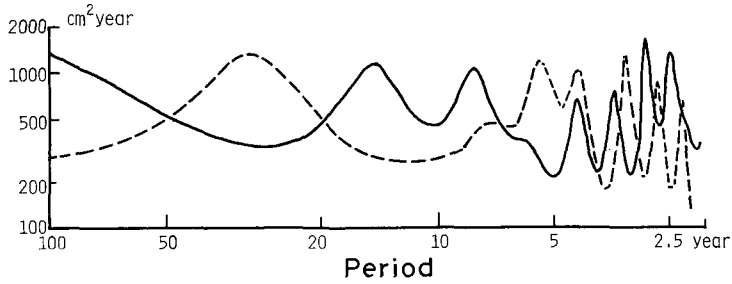


第6図 年間最大積雪深 H' の頻度分布

i) 札幌, ii) 旭川. H' の階級区分は0.1 m毎

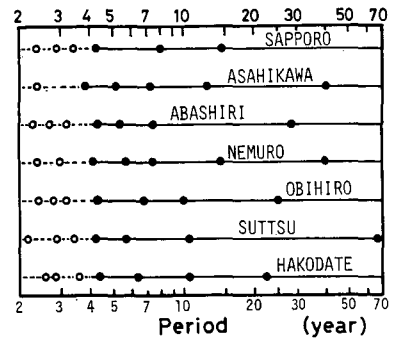
第3表 年間最大積雪深 H' の各地点間の相関係数

	札幌	旭川	網走	根室	帯広	寿都	函館
札幌	-	0.21	0.30**	0.15	0.26*	0.28*	0.26*
旭川		-	--0.06	0.18	0.14	0.21	0.18
網走			-	0.22*	0.26*	-0.14	-0.07
根室				-	0.27*	0.13	0.10
帯広					-	-0.03	-0.04
寿都						-	0.51**
函館							-



第7図 年間最大積雪深のパワースペクトル
横軸は周期(年)を示す。実線は札幌, 破線は網走

系はおよそ4年周期で変化していることを示唆していると言えよう。また、第8図から旭川と根室、および帯広と函館とではそれぞれほぼ同様な卓越周期分布が見られる。一方、秋田市においては大雪の11年周期が得られているが⁵⁾、これにほぼ等しい周期は帯広、寿都、函館で認められた。以上、周期解析から得られた結果の特徴のみを述べたが、結果の気候学的解釈あるいは北海道の降雪機構の特性についての考察は、今後のより詳しい研究への課題である。



第8図 年間最大積雪深のパワースペクトルのピークの位置(周期:年)

V. あとがき

札幌市周辺(水平スケール40km以下)および北海道各地(~500km)における積雪量の地域と年による変化の特性を考察した。前者の地域では積雪水量をあつかい数年の変動を(第II章)、後者の地域では積雪深値をあつかい約100年間の変動を解析した(第IV章)。気候学的、工学的には、年間最大積雪深 H' より年間最大積雪水量 H_w や冬期降水量 ΣP の方がより重要な意味をもつことが多いので、 H' が H_w や ΣP をどの程度反映しているかの検討も行った(第III章)。

得られた主な結果を以下にまとめる。

1) 冬期間を通じて卓越する気圧配置には、年による大きな差が認められ、その結果が札幌市の積雪量分布パターンによく現れた。

2) H_w の出現日は H' のそれより 0~46日おくれる (平均 21日) が、 H' 、 H_w 、 ΣP との三者の間にはいずれも有意な相関関係が得られた。

3) 北海道各地における約 90 年の H' は、おたがいに有意な相関関係が認められない地点も多いが、いずれも約 4 年を周期とする年変動を示した。

本研究を行うにあたって、現地調査にてご協力をいただいた油川英明氏 (現在、北海道教育大学岩見沢分校)、深見浩司氏 (現在、北海道立地下資源調査所)、および有益なご助言をいただいた札幌管区気象台予報課上川松夫氏に対して感謝の意を表します。なお、本研究に要した費用の一部は、昭和 54~56 年度北海道大学特定研究経費 (代表者: 若浜五郎教授) より支出された。

文 献

- 1) 菊地勝弘・孫野長治・播磨屋敏生・梶川正弘・石川照高 1972 石狩平野における積雪分布の観測. 北大地球物理学研究報告, **27**, 1-12.
- 2) 成瀬廉二・油川英明・石川信敬 1978 札幌市における雪の堆積分布の特性. 低温科学, 物理篇, **36**, 139-153.
- 3) 成瀬廉二・油川英明 1980 札幌市周辺の積雪分布 (1979 年, 1980 年). 低温科学, 物理篇, **39** (資料集), 1-3.
- 4) 成瀬廉二・深見浩司 1982 札幌市とその周辺地域における積雪分布および地下水位変動. 昭和 54-56 年度北海道大学特定研究経費研究成果報告書, 19-27.
- 5) 伊藤 曉 1979 秋田市における積雪極値の時系列変動解析. 雪氷, **41**, No. 4, 267-275.
- 6) 伊藤 曉 1981 秋田地方の積雪の特徴と確率分布について. 雪氷, **43**, No. 3, 137-146.
- 7) 札幌管区気象台 1973 北海道の気候 (改訂版). pp. 283.
- 8) 札幌管区気象台 1972-1982 北海道気象月報. 1月~4月, 12月.
- 9) 気象庁 1978-1981 天気図. 1月~3月, 12月.
- 10) 河野安威・孫野長治 1967 石狩湾小低気圧の研究. 北大地球物理学研究報告, **18**, 71-81.
- 11) 小島賢治・他 1965~1966, 1968~1970 札幌の平地積雪断面測定資料報告. 低温科学, 物理篇, **23**, **24**, **26**, **27** (資料集), **28** (資料集).
- 12) 遠藤八十一・他 1972, 1974~1979, 1981 札幌の平地積雪断面測定資料報告. 低温科学, 物理篇, 資料集, **30**, **32-38**, **40**.
- 13) Yamada, T. 1981 Studies on accumulation-ablation processes and distribution of snow in mountain regions, Hokkaido. A Thesis for the Degree of D. Sc. at Hokkaido Univ., pp. 43.

Summary

The pattern of distribution of snow accumulation varied with the winter, which was disclosed by observations made in and around Sapporo city, Hokkaido, over winters of 1978-1981. It was revealed that a cause controlling the pattern was the prevailing weather condition of the individual winter. High correlation coefficients, 0.67-0.72, were obtained between maximum annual snow depth H' and maximum annual water equivalent of snow H_w and the total precipitation in an accumulation season, though the difference between the dates when

the two maximums (H' and H'_w) occurred was observed from 0 to 46 days in Sapporo. It was found from calculations of the power spectrums using a series of data of 89 years that a dominant period of variation in maximum annual depth of snow is about four years at all the seven stations in Hokkaido.