

千歳空港における6時間降雪量の特性について*

三本木 亮**

要旨

千歳空港における降雪量の短時間予想をする場合の予報則を充実させる目的で、6時間降雪量の統計的研究を行ない、地形の影響などについても考察した。

(1) 降雪量の階級別累積相対度数を月別にグラフに表わし、その特徴を調べた。(2) 同じく850mbの風向・風速との関係を調べ、大きな特徴のあることが分かった。このことは千歳付近の地形の影響であり、特に西側の山塊の影響が大きいことが明らかになった。(3) 850mbより上層の風向とも関連させた従来の経験則の検証を行ない、おおむね妥当であることが分かった。(4) 大雪になりやすい場合の地上気圧配置を調べ、発達中の低気圧が北海道南方を通過した直後から約1日間以内のことが多いことが分かった。

1. まえがき

千歳空港における降雪量予想は、航空機の円滑な運航とその安全のために極めて重要であり、その精度向上が常に望まれている。このため以前から何人かの人が予報則の研究をされ、すでに印刷物に掲載されたもの、あるいは口伝的に引継がれてきた経験的予報則などがある。しかし、千歳航空測候所では降雪量は9時・15時・21時の1日3回しか観測されておらず(1974年11月16日以降は0時・3時を加えて1日5回に増加)、資料が不十分であるため短時間降雪量の研究は余り行なわれていなかった。

今回、幸いにも千歳空港内の測候所と滑走路をへだてた反対側にある航空自衛隊千歳気象隊が観測した3時間毎の降雪量資料を入手したので、短時間予報のために今すぐ役立つ資料を作る目的で統計的研究を行ない、併せて経験的予報則の検証を試みた。

なお、千歳空港においては、乾き雪で5cm、湿り雪では2.5cmの降雪があると、航空機の発着を禁止し約3時間を費して除雪をしなければならない。したがって、大雪の概念が一般気象官署とは大きく異なることをあらかじめお断わりしておきたい。

2. 使用した資料とその吟味

千歳気象隊が観測した1971年～1975年の5年間における3時間降雪量を使用し、高層資料との対応などを調べる都合上、0時から始まる6時間毎の降雪量にまとめて取扱った。また、11月と4月は雨やみぞれになることが多いので除外し、12月～3月の4カ月間に限って調査した。

5年間の資料は、統計期間として短かすぎはしまいか、気象官署以外の資料を用いて信頼性はどうかなど、気になる点をまず調べてみた。千歳航空測候所が観測した月降雪量の5年平均値の変動、および気象隊の資料との比較を第1表に示す。

1月が最も多雪である傾向は3つの期間に共通しているが、最近5年間のものは1月の多雪が特に顕著である。この期間の資料を用いた今回の結果を利用する際には、このことを念頭におく必要がある。1月に比べて他の月は比較の変動が少ない。

測候所と気象隊の比較については、気象隊の方が20～30%多い。これは観測時間間隔が短いいため、雪板の上

第1表 月降雪量の5年平均値。

期 間	観測機関	単位	1月	2月	3月	12月
1961～1965	測候所	cm	51.8	51.0	37.6	49.0
1966～1970	〃	〃	71.2	47.2	26.4	43.6
1971～1975 ^{a)}	〃	〃	95.4	52.4	39.8	44.8
〃～〃 ^{b)}	気象隊	〃	115.2	66.6	49.2	57.4
b/a	(比率)	%	120.8	127.1	123.6	128.1

* On the characteristics of 6-hourly amount of snowfall in Chitose Airport.

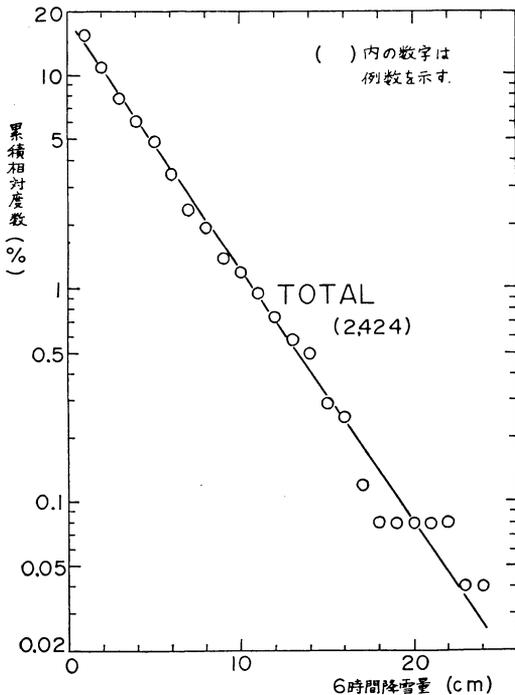
** R. Sanbongi, 千歳航空測候所
—1976年12月11日受領—
—1977年4月4日受理—

に積もった雪が融けたり縮ったりして時間とともに降雪量が減少することが比較的少ないための当然の比率であろう。したがって、今回使用した資料の信頼性は十分に高いと思われる。

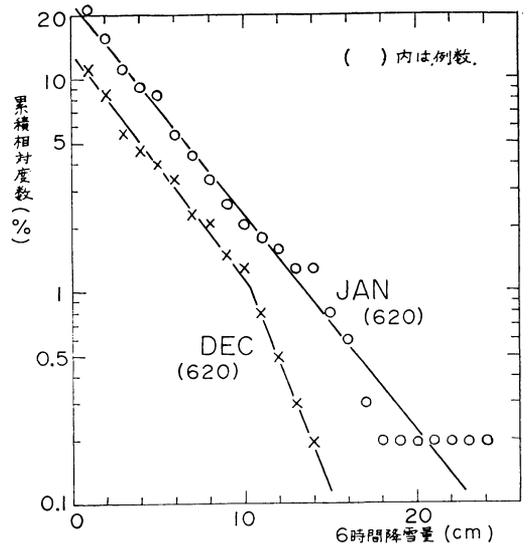
3. 降雪量別の度数と、月別の特性

全期間(4×5=20ヵ月)の6時間降雪量について、1cm毎の階級別度数を求め、多雪側から累積相対度数を求めて片対数グラフにしたものを第1図に示す。このグラフが直線になることから、4ヵ月合計では6時間降雪量がある値以上になる確率は、その値と共に対数的に減少していると言える。また、任意の6時間の降雪量が除雪の対象となる5cm以上になる確率は5%であるというようなことも分かる(横軸の0cmに対応する縦軸の値は、当然100%となるのであるが、作図の都合上省略してある。第2図以降も同様である)。

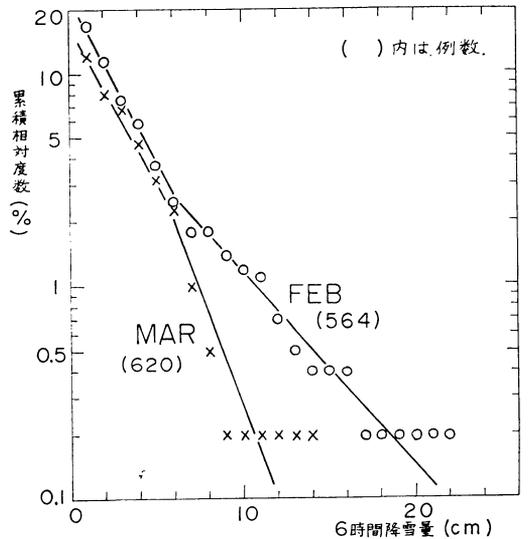
同様に月別に分けたものを第2図と第3図に示す。1月のグラフは直線であり、第1表からも分かるとおりの各月の中では最も多雪である。2月は1月に次いで多雪であり、しかもグラフが上方に折れ曲がっていることから大雪になる率が比較的高いことが分かる。3月と12月は全般に少雪で、しかもグラフが下方に折れ曲がっている



第1図 6時間降雪量の累積相対度数(全期間).



第2図 6時間降雪量の累積相対度数(月別).



第3図 6時間降雪量の累積相対度数(月別).

ことから大雪になる率が比較的低いことが分かる。

グラフの折れ曲がりの原因は、いくつかの要素の重なりであり、降雪機構が折れ曲がり点を境にして異なるのではないかという問題について、いくつかの面から調べてみたが、明確な理由付けは得られなかった。しかし、最も大きな要素としては気温が考えられ、12月と3月は、1月と2月に比べて平均気温が高いので、大雪にな

りそうな低気圧通過時に雨やみぞれになりやすく、グラフが下方へ折れ曲がる原因になるものと思われる。

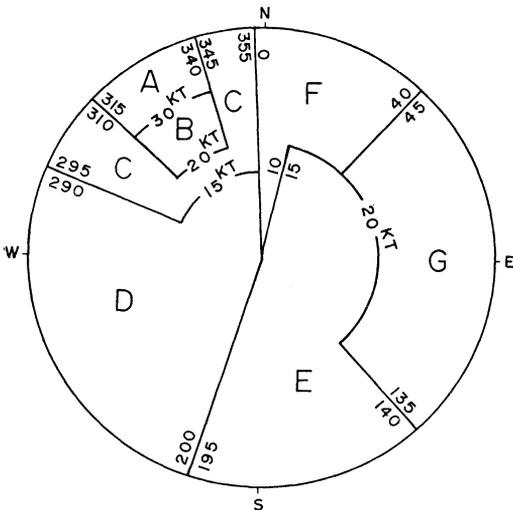
なお、月別の結果からみて、第1図のグラフが直線になったことは偶然の結果であって特に必然性はないものと思われる。

4. 降雪量と850mbの風向・風速との関係

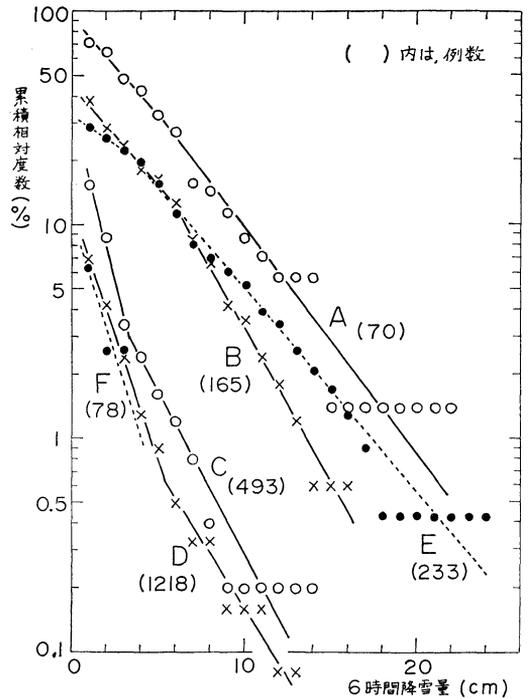
降雪量が850mbの風向・風速と密接な関係があることは以前から知られており、予報現業業務に利用されているが、さらに詳しく調べてみた。千歳から最も近い高層気象観測地点の札幌までは約40kmの距離があるが、実用上は千歳上空の風と同じと考えてよいと思われるので、札幌の高層風をそのまま使用した。高層風観測は3時・9時・15時・21時の4回あるので、これらにそれぞれ0時～6時・6時～12時・12時～18時・18時～24時の6時間降雪量に対応させて関係を調べた。

まず850mbの風向と風速をそれぞれ横軸と縦軸にとり、降雪量の数字を小さな字でプロットした図を各月別に作成した。図中には大きな数と小さな数が混在しているので、大きな数の割合が多い所と少ない所を目視で区別し、しかも各月共通の領域となるように十分留意して境界線を求めた。この境界線を見やすい図に書き直したものを第4図に示す。

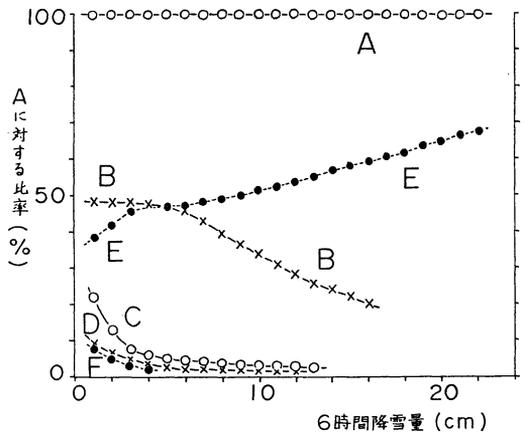
また、高層資料のテレタイプ放送は、風向5°単位、風速ノット単位で報じられており、しかも風速はおおむねひとつおきの特定の数字しか用いられないことも考慮し、予報現業に利用しやすいように工夫した。



第4図 850mbの風向・風速の境界(領域)。



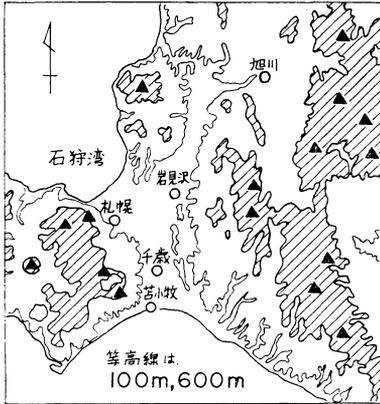
第5図 6時間降雪量の領域別、累積相対度数(全期間)。



第6図 A領域の累積相対度数に対する他の領域の比率(全期間)。

第4図のA～Fの各領域別に降雪量の累積相対度数を求めたものを第5図に示す。G領域は例数が非常に少ない(9例)ので省略した。

この図によれば、降雪量は領域によって非常に異なり、多雪の傾向はA・E・B・C・D・Fの順になって



第7図 千歳付近の地形、图中的▲印は1,000m以上の代表的山岳。

いる。この図を、もう少し分かりやすくするために、A領域の累積相対度数に対する他の領域のその比率を求めたものを第6図に示す。これらの図から、Aに対してB・Eは数10%程度、C・D・Fは数%程度しか多雪傾向がないことが分かる。またCとDの比較ではほぼ2:1になっていることなども分かる。

同様に各月毎に分けて各領域毎に調べてみた。例数の少ないものがあるので直線または折線はかなり乱暴に引かざるを得なかったが、各月とも多雪傾向の順位は殆ど変わらず、E領域のみやや変動が大きかったに過ぎない(図は省略)。月によって順位が変わらないことは予報則としての利用価値が高いと思われる。

これらの結果の生ずる原因には、通常の天気図(電計資料を含む)に表現されるスケールの天気図要素と比較的狭い範囲の地形の影響の2つが考えられるが、ここでは前者にあまり触れず後者に主眼を置いて原因の考察を試みた。元来、寒候期には暖候期と比較して天気現象の背が低く、厳冬期の冬型気圧配置の際には北海道西部の積乱雲頂は3,000m程度といわれている。このため第7図の600mの等高線は真冬には真夏の2,000~3,000mの等高線に相当すると言っても過言ではない。したがって冬期の降雪に対しては、地形の影響が極めて大きいのは当然である。

第4図の各領域について、地形の影響を考察すると次のようになる。

A: 石狩湾から流入する気流であり、風速が大きいため地形的収束が強く水蒸気の輸送量も多いので最も多雪傾向が大きい。

B: 同じ風向であるが、風速がやや小さいためAと比較して多雪傾向はやや小さい。

C: 風向がA・Bの両側にあるため、北側または西側の山塊のやや蔭になる。または風向はA・Bと同じでも風速が小さいので、収束も水蒸気輸送量も小さい。したがって多雪傾向は小さい。

D: 北西~南西の山塊の風下になるため山越えの下降気流の影響が大きいし、気流中の水蒸気が山塊の風上側で降雪となって落ちてしまうので千歳上空までは輸送され難いため、多雪傾向は非常に小さい。第7図の100mおよび600mの等高線は、千歳のNW~SWにあるが、D領域はWNW~SSWになり少しずれている。これは千歳のWSW 20数kmの支笏湖周辺にある1,000m以上の山岳部が特に大きく影響しているためと思われる。また、風向がA~Cと同じであっても風速がCよりも小さく、収束・水蒸気輸送量ともに小さいため多雪傾向は非常に小さい。

E: 風向は180°以上の範囲にわたるが、このうち南寄りの風では地形的収束が大きいことが明瞭であり、南方海上からの多湿で比較的高温の気流でもあるため水蒸気輸送量大きい。いっぽう東寄りの弱目の風でも多雪となるのは、西側にある山塊による地形的上昇気流の影響が大きく、気流の源泉も南寄りの風の場合と同様であるためと考えられる。これらの理由でEはB以上の多雪傾向を示している。なお、地形の影響が山塊(または山脈)までの距離と、山塊の高さおよび傾斜の度合に関連するのは当然のことながら、千歳では西風と東風で多雪傾向に大きな差があることから西側の山塊の影響が非常に大きいことが分かる。

F: この領域が極めて少雪であり、3cm以上の例が無かったことは千歳付近の地形だけでは十分に説明できない。さらに広範囲の旭川以北の地形も影響しているものと思われる。NNE~NEの範囲では、風速の大小でF(少雪)とE(多雪)に分かれているが、風速が大きい場合は遠い所の地形の影響を受けると考えて良さそうである。

G: 例数がわずかに9例しかなく議論の対象とし難いが、厳冬期以外の12月と3月に10cm前後の大雪が各1例あり、それ以外の7例は1cm未満または無降雪である。

5. A領域・B領域の場合の700mb・500mbの風向との関係

850mbがNWの強風でも、700mb・500mbの風と

吹き揃わなければ大雪になり難い、ということが経験則として伝えられている。

このことを確かめるため、A・Bのそれぞれについて700mb・500mbともに風向がA・B領域(315°~340°)内か、あるいは一方または両方が領域外であるかに分けて調べた結果を第8図および第9図の実線に示す。

第8図では伝えられてきた経験則から期待される通りの結果が出ており、多雪傾向は2~4倍の相違となっている。

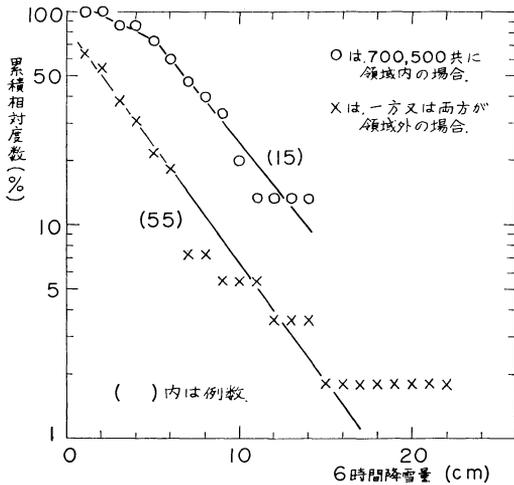
ところが第9図の実線では全く逆の傾向となっている。このため700mb・500mbの領域を少しずらしてB'

領域、すなわち700mbでは300°~330°、500mbでは285°~315°に変えてみたところ、第9図の破線のような経験則に近い結果が得られた。少雪側では1~2倍に過ぎないが多雪側では5倍以上の相違となっている。

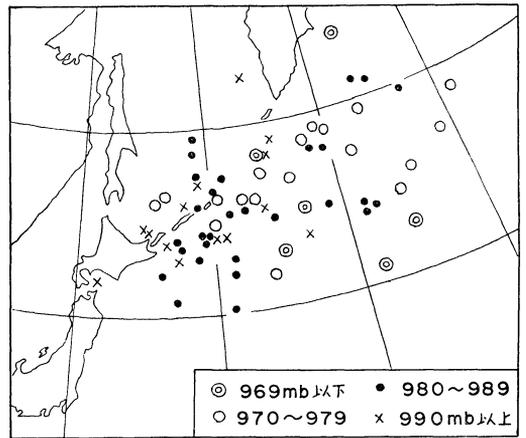
以上の結果の考察はなかなか難しく、上司から2~3の示唆もいただいているが、まだ明確な理由付けは得られていない。しかし、少なくとも統計的予報則としての利用価値はあると思われる。

6. A領域の場合の地上気圧配置

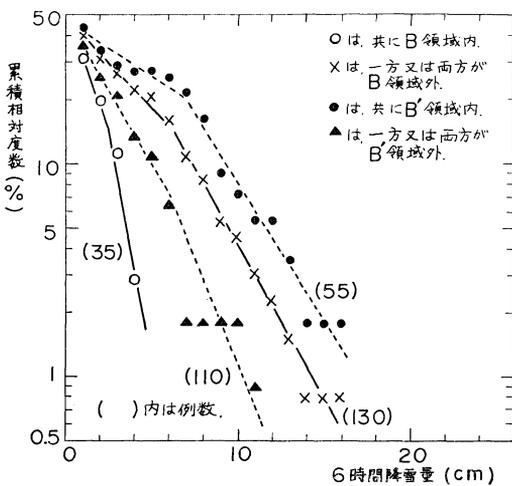
850mbの風向・風速がA領域の場合が降雪量予想に関して最も警戒を要する場合なので、その時の地上気圧



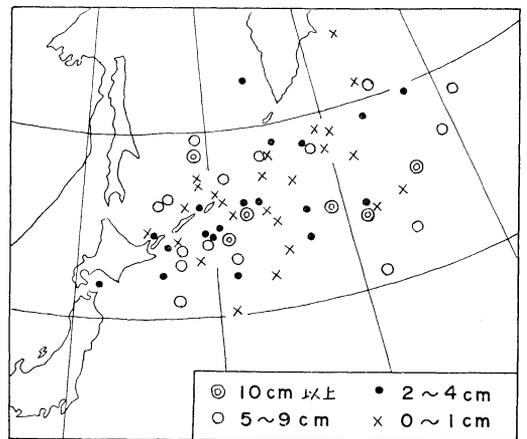
第8図 850mbがA領域の場合。



第10図 A領域の場合の地上低気圧の位置と中心示度。



第9図 850mbがB領域の場合。



第11図 A領域の場合の地上低気圧の位置と6時間降雪量。

配置を調べてみた。第10図に低気圧の位置と中心示度を示す。

低気圧の位置は、 $40^{\circ}\text{N}\sim 50^{\circ}\text{N}$ 、 $145^{\circ}\text{E}\sim 165^{\circ}\text{E}$ の範囲に大部分が入っており、中心示度は東側ほど低くなっている。このことからA領域が発現するのは、発達中の低気圧が北海道を通過した直後、および、それから約1日以内の冬型の気圧配置が強まった期間であることが大部分である。なお、この図に記入していない数例は、低気圧の中心が余りにも遠く、あるいは複雑で、記入が不適当と思われた場合である。

同様に、第11図には低気圧の位置に3時間前から3時間後までの6時間降雪量を記入したものを示す。この図と第10図を重ね合わせるなどして検討してみたが、低気圧の位置および中心示度と6時間降雪量との関係はあまりなさそうであった。

7. あとがき

空港における短時間降雪量予想の精度向上を計るために、千歳航空測候所の官署計画の1項目として、この研究を行なった。降雪量予想をするためには今回の結果はもちろん不十分であり、予想手段の一部を補強したに過

ぎない。今後は札幌の高層風の他に高層の気温・湿度、あるいは他の地点の高層資料やカラフトから道北にかけての降雪の有無なども組み合わせて、客観的で利用の簡単な予報則を得たいと考えている。

なお、この研究は、すでに印刷物になっている諸先輩の研究の他に、雨宮三郎氏から説明していただいた経験則などを参考にしたことを記し、謝意を表したい。

文 献

- 千歳航空測候所, 1964: 千歳飛行場予報指針, 千歳航空測候所, 68-79.
- 千歳航空測候所, 1970: 千歳飛行場の気象特性, 技術時報別冊, 24, 札幌管区気象台, 52-56.
- 本間武弥, 畠山良彦, 薄田 篤, 1973: 千歳空港における降雪の予想(第1報), 昭和48年度北部管区気象研究会誌, 87-88.
- 本間武弥, 薄田 篤, 1974: 千歳空港における降雪の予想(第2報), 昭和49年度北部管区気象研究会誌, 117-118.
- 永田 昇, 1967: 流跡線と千歳の降雪, 昭和42年度北部管区気象研究会誌, 31-36.