

日本海側の雪の長期予報

百瀬悦也*

1. まえがき

日本海側の気象にとって最も関心の深いものはやはり雪である。冬の季節風と雪が社会生活や産業・交通にとって太平洋側に比べ、どれだけマイナスとなっているかは計り知れないものがある。

今年の冬は記録的な暖冬・少雪で太平洋側に住む人々と同じような天候に恵まれたが、必ずしも順調とはいえず、いろいろと生活の狂いも生じたようだった。

雪という宿命の中に育ってきた日本海側の人々にとっては無理からぬことであった。

この雪が本当に人工的に制御できて、明るい太陽の輝やく冬が毎年訪れるとしたらまた別だが……。

北陸豪雪特別観測の結果、雪の機構もかなりわかってきた。しかし、現実の予報という観点からはまだいろいろと問題がある。

ここでは長期予報的な立場で大気大循環と雪について論じたい。

2. 寒・暖冬と大循環の特徴

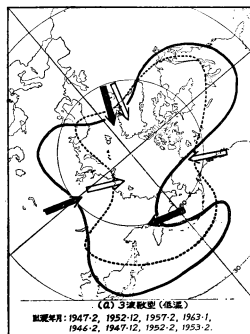
季節風雪の機構から一般に寒冬は大雪に、暖冬は少雪に対応するので、ここでは寒・暖冬と大循環の特徴から雪について述べる。

1) 超長波と寒・暖冬

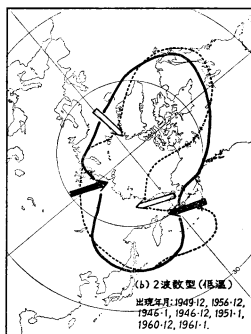
平年の冬の北半球 500mb 天気図をみると高緯度では波数2が卓越し、谷は80°W と130°~140°E に形成される。しかし、中緯度では波数3が卓越し、ヨーロッパにも谷が形成される。寒・暖冬など異常な天候は必ずといってよいほど、このパターンの異常性に起因している。すなわち、超長波の振幅や位相の狂いによって現われている。

500mb における 5,400m の等高線は冬季にはほぼポーラジェットの位置に相当するので、この線により超長波の谷や尾根の動きをみれば循環型がよくわかる。松倉(1965)は、この尾根の形成する場所が冬の天候を支配し、それによって寒・暖冬がきまるとした。

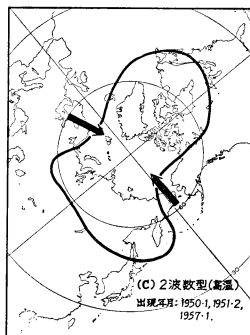
そこで主に尾根の位置によって両者の循環型を分類す



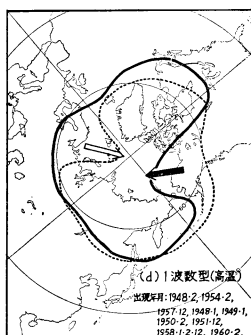
第1図 (a): 3波数寒冬型



第1図 (b): 2波数寒冬型



第1図 (c): 2波数暖冬型

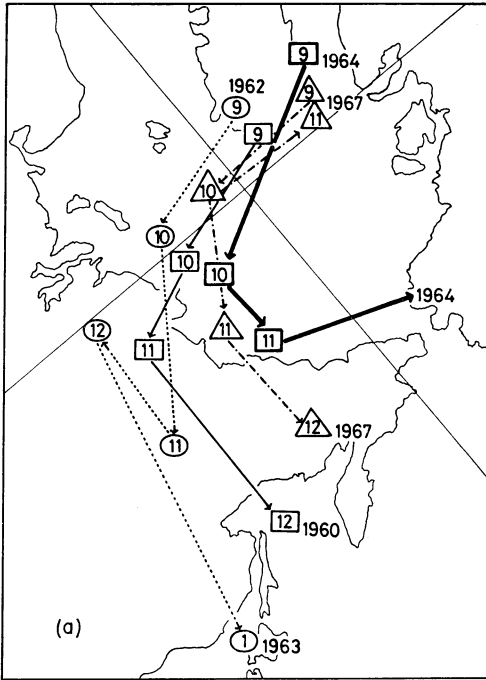


第1図 (d): 1波数暖冬型

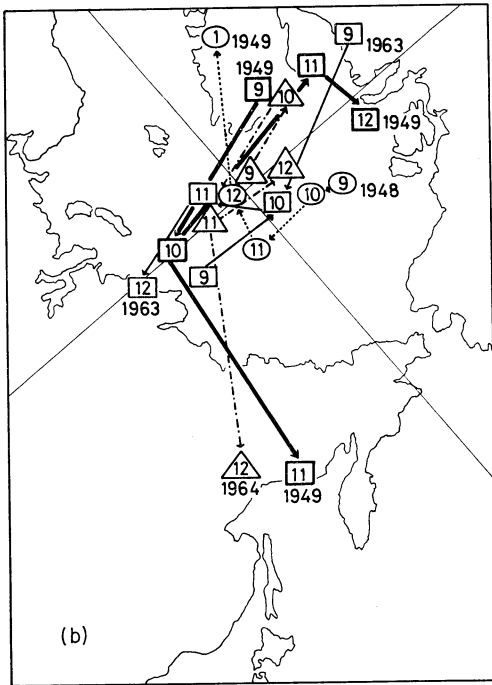
ると、寒冬型循環では3波数型で大西洋・シベリア西部・アラスカに尾根がある場合で雪の降り方は山雪型、また、大西洋・シベリア西部・アリューシャン・カムチャツカにある場合は里雪型となる。2波数型ではイギリスとアラスカにある場合が里雪型、シベリア西部とアラスカにある場合は山雪型となる。

暖冬型循環では1波数型でアリューシャン・ヨーロッパに、2波数型で同じくアリューシャンとヨーロッパに尾根がある場合および3波数型でヨーロッパ、東シベリア、アラスカに尾根がある場合となっている。第1図(a)は3波数寒冬型で実線が里雪型、点線が山雪型を示す。第1図(b)は2波数寒冬型で実線が山雪型、点線が里雪型を示す。また第1図(c), (d)は2波数および1波数の暖冬

* E. Momose 新潟地方気象台



第2図 (a): 大雪年



第2図 (b): 少雪年

型を示す。ここで2波数型は寒・暖冬とも含まれているが、これは尾根の位置と走向(矢印)によって区別される。

暖冬型では中近東方面に寒気が南下する形となる。

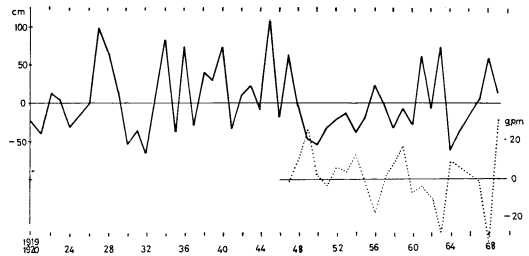
2) 極うずの動向と寒・暖冬

大雪年と少雪年の前年の極うずの動きを第2図(a), (b)に示す。松倉(1965)によると極うずが発達すると波数1の振幅が弱まり、波数2, 3が卓越して寒気は2~3方向に南下する。波数1が発達すると極うずの片寄った方に低温がでやすく、またその反対の方向は高温となりやすい。

寒・暖冬と極うずの位置との関係を見ると第2図でもわかるように、極うずがタイミル半島付近に位置すると暖冬となり、極東側に著しく南下してオホーツク海付近に停滞すると寒冬になる。このようなパターンの前兆は第2図のとおり秋のうちにその特徴がでていいる。したがって極うずの動向を見守ることによってある程度寒・暖冬の手想もできる。

3) 東西指数と寒・暖冬

一般に冬の循環の経過は東西指数で示されるが、この傾向と積雪の経年変化を第3図でみると、高指数の場合は少雪で、低指数の場合は雪が多くなっている。また、高指数は高温に、低指数は低温に対応している。これらを500mbパターンでみると、前者は暖冬型循環、後者は寒冬型循環となる。



第3図 北陸の最深積雪(実線)と東西指数(点線)の年変化

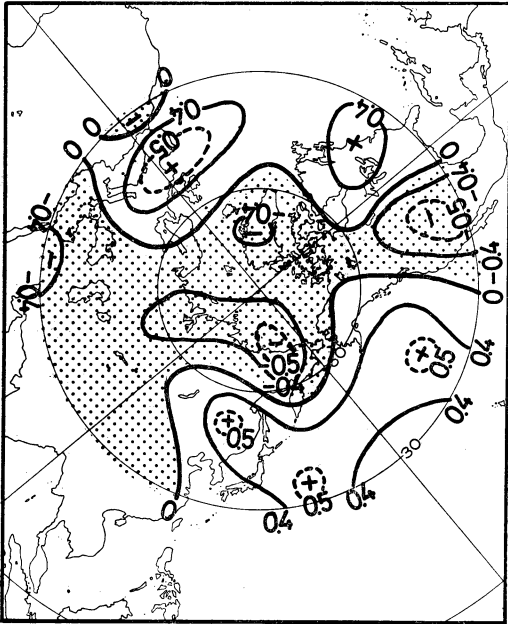
高指数のときは高緯度地方の寒気の勢力が強く、中緯度地方の暖気も強いので暖冬となり、低指数のときは高緯度地方の寒気の勢力が弱く、極うずは分裂して南下するので寒冬となる。ただし、後者の場合は谷や尾根の位置により必ずしも低温とはならない。

このような東西指数の変動には高指数、すなわち寒気の蓄積から低指数すなわち寒気の消費への過程があり、

これに数か月のリズムがあるといわれている。一般に9月ごろを境に寒冬年は高指数から低指数へ、暖冬年は低指数から高指数へ転換している。

4) 大循環と寒・暖冬の相関

季節風による雪の機構からもわかるように気温と雪の間にはよい相関がある。また、気温と500mb高度との間にもよい相関がある。たとえば、秋田付近(40°N・140°E)の高度と新潟の気温の相関係数は-0.84、長岡の場合は-0.91(1947~1963年)というよい相関が佐藤正(1964)により示されている。第4図は新潟の気温と北半球500mb高度との同時相関分布図の1例である。これを見ると新潟の気温が日本付近に限らず遠くヨーロッパやアメリカの高度にかなり高い相関のあることがわかる。このことは、局地的な大雪でさえ、大規模な北半球の大気大循環に密接な関係のあることを示している。



第4図 新潟の1月気温と500mb高度との同時相関図

以上の4項から寒冬大雪型と暖冬少雪型の循環の特徴がわかったが、大雪の条件としてはブロッキング高気圧の発達、3または2波数の低指数循環があげられる。もちろん、この場合、尾根の位置が重要だが……。

また、大雪でもとくに影響するのは里雪型で、この循環の特徴は北陸を中心にして西谷型であることが条件でこの典型が38・1豪雪である。いづれにしる日本海側の大雪は寒気の強さや流入のコースによって、山陰や北九

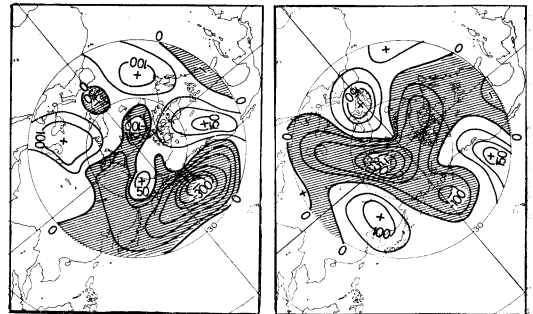
州に降ったり北陸や東北に降ったりする。北海道は季節風による雪のほか低気圧そのものによる大雪がある。しかし、何といても日本の大雪は北陸地方で、山雪の典型は昭和20年、里雪は昭和38年の冬である。

3. 新潟における雪の予報とその検証

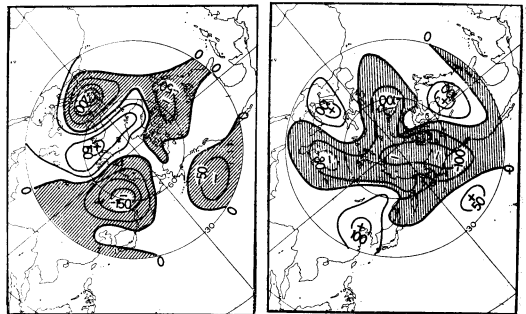
前節までに述べた循環の特徴を用いた新潟の予報法を紹介し、またその結果から雪の予報の問題点などを論じてみよう。

1) 季節循環と寒・暖冬の対応より

寒冬大雪だった1951・53・61年の北半球500mb高度偏差合成図を作り寒冬循環のモデルとしたのが第5図(a)、同様に暖冬少雪だった1949・54・62・64年の合成図を暖冬循環モデルとして第5図(b)に示す。これらの図をみると前節に述べた循環の特徴をよく表わしている。



第5図 (a): 寒冬循環モデル (12月~2月平均)
(b): 暖冬循環モデル (12月~2月平均)



第6図 (a): 寒冬前秋季(9月~11月)循環モデル
(b): 暖冬前秋季(9月~11月)循環モデル

このような寒・暖冬循環になった経過を同じ年について前年の春(3~5月)、夏(6~8月)、秋(9~11月)の合成図を作ってみると両者に対称的な差異が認められ予報の可能性が感じられる。春・夏の季節循環モデル図

は省略し秋のみについて第6図(a), (b)に示すが、寒冬循環モデルでは極からグリーンランドや北欧方面にかけて正偏差が卓越して低指数循環となっているのに対し、暖冬循環モデルでは日本やヨーロッパを中心に正偏差域が広がり、また極からカスピ海方面にかけては負偏差域が広がって高指数循環を示している。このことは著しい寒冬や暖冬に対してはすでにかなり以前からそのような循環の特徴が現われていることを示し、このモデルと予報を行なう際の実況との対応の可否によって予想が可能となるはずである。

第1表 季節循環と寒・暖冬の対応

	春	夏	秋
○	38%	42%	50%
△	20%	27%	31%
×	42%	31%	19%

この方法を用いて1947年の冬から1972年の冬までの26年間に適用して予想した結果は第1表のとおりである。ただし、○印は循環モデルとよく対応し予想が適中した場合とモデルとの対応が半々で結果が平年並みとなって予想が適中した場合を示す。△印は循環モデルとの対応が半々なのに平年並みの結果とならなかったり、よい対応を示しながら平年並みとなって半適となった場合を示す。×印は循環モデルとはっきりした逆対応となつて予想が不適となつた場合を示す。

なお、以下の表に用いる記号も同様な場合で予想の適用年も同様である。

第1表によると秋の循環モデルによる場合がやはり成績がよい。また、年々の対応をみると顕著な寒冬や暖冬になった場合は春・夏・秋ともよい対応が継続しておりその年の循環の特徴がかなり続くようである。したがって対応に持続性がない場合が予想困難である。

2) 高・低温循環モデルとの対応より

冬期、北陸地方の月平均気温偏差の平均値が 1°C 以上の年を高温年、 -1°C 以下の年を低温年として北半球500mb高度偏差合成図を作ると(図略)、高温循環モデルは暖冬少雪型、低温循環モデルは寒冬多雪型によく対応するので、これらに対して数か月前までの合成図を作ると高・低温に至る総観過程がわかる。1月低温モデルを用いて予想した結果は第2表のとおりとなる。これを見ると1月の低温すなわち大雪に対しては11月の循環との対応が最もよい成績を示しているので予想に役立つ。

第2表 高・低温循環モデルとの対応

	10月	11月	12月
○	50%	69%	54%
△	42%	27%	46%
×	8%	4%	0%

第3表 大循環と気温の相関

	10月	11月	12月
○	65%	69%	61%
△	23%	23%	27%
×	12%	8%	12%

3) 大循環と気温の相関より

前節4)で述べたように、気温と高度との相関図を3か月前まで逆のぼって(図略)その対応をみると第3表のとおりとなる。これをみると前項と同様、11月の循環との対応がいちばんよい。もちろん3か月間を通してよい対応を示した場合ほどよい結果を得ている。しかし、そのほかの場合は一様性がない。

4) 大雪循環モデルとの対応より

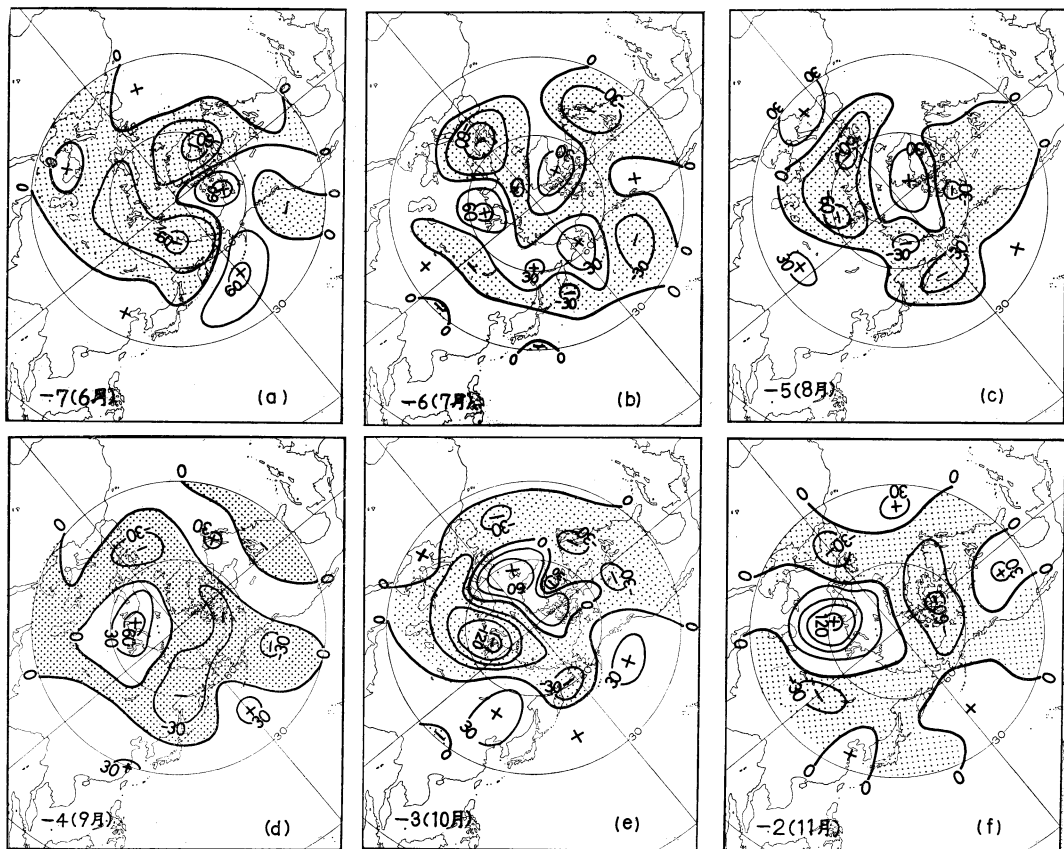
大雪への総観過程は事例ごとに異なり一様にはゆかないが、とくに顕著な例について合成するとモデルができる。少雪の場合も同様である。この両者のモデルと予想時の実況との対応により、ある程度、予想の可能性がでてくる。ここでは大雪の年の1947年2月、1961年、1963年、1968年の各1月の北半球500mb高度偏差の合成図を7か月前まで作り、これと実況との対応により予想している。第7図(a)~(f)にこれを示す。これをみると夏から秋にかけてヨーロッパからシベリア中部付近では正・負の高度偏差が交互に現われていることが特徴的である。第4表はこれによる予想結果だが、やはり11月がいちばん成績がよい。

第4表 大雪循環モデルとの対応

	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
○	35%	19%	23%	42%	38%	65%	35%
△	46%	65%	54%	35%	38%	23%	50%
×	19%	16%	23%	23%	24%	12%	15%

4) 海岸地方の大雪と北半球500mb高度との相関より

北陸地方では主要都市が海岸に近い位置にあるので、



第7図 大雪の総観過程

この地域の大雪は社会的に影響が大きい。このため、新潟・柏崎・糸魚川・生地・魚津・富山・伏木・金沢・小松・三国・梅津・敦賀の12地点の最深積雪と月平均 500 mb 高度とのラグ相関係数を前年7月までとって相関分布図を作成すると第8図(a~d)のとおりとなる。これらの分布は前節のモデルに似る。これらの相関図と実況との対応による予想結果は第5表のとおりになる。この方法でも11月がいちばん成績がよい。しかし、このような海岸地方の大雪はかなり極端な寒冬大雪パターンのときに現われるためか夏季の成績もよい方で、このころすでに大雪の前兆がある程度示している。

5) 南北指数(降雪型)との相関より

第9図(a), (b)にその例を示すように寒気の流入コースが東よりにになると山雪型、西よりにになると里雪型となるので、北陸地方を中心に循環型が東谷になるか西谷になるかを40°Nにおける130°Eと140°Eの月平均高度差すなわち南北指数で示し、これと、1, 2月の海岸地方と

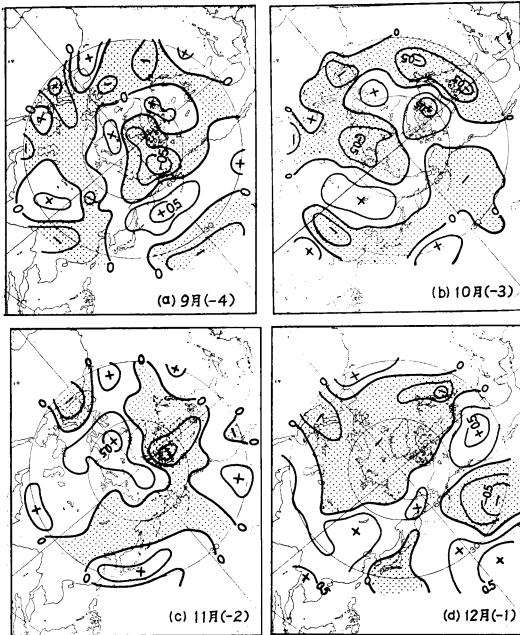
第5表 海岸大雪相関との対応

	7月	8月	9月	10月	11月	12月
○	42%	62%	50%	54%	73%	54%
△	35%	23%	38%	23%	19%	42%
×	23%	15%	12%	23%	28%	4%

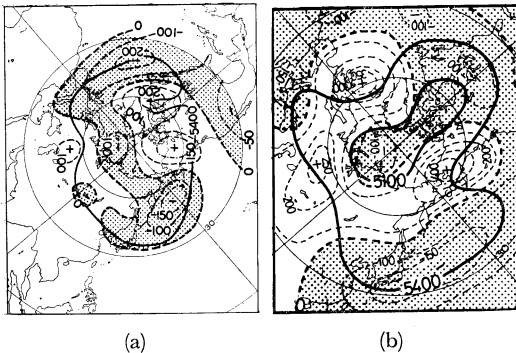
第6表 南北指数(降雪型)との対応

	9月	10月	11月	12月
○	35%	46%	46%	58%
△	61%	54%	54%	42%
×	4%	0%	0%	0%

山間部の積雪の差との相関をとると、両者の間には0.70というよい相関を示す。したがってこの南北指数が正の場合すなわち東谷のときは山雪、負の場合すなわち西谷のときは里雪となる。そこで500mb 高度から12・1・2



第8図 海岸地方の大雪と500mb高度との相関分布図



第9図 (a) : 山雪型の例1966年1月
(b) : 里雪型の例1968年1月

月の南北指数を予想するため、南北指数と北半球500mb高度とのラグ相関分布図を作り、(図省略) 実況との対応をみると第6表のとおりとなる。これは1月の降雪型を予想したもののだが、前月がいちばんよい結果を示している。

以上は1か月以上の平均値を用いて寒候期全体の平均的な傾向や1か月平均の多・少雪や降雪型の予想を試みたものであるが、実際は年末・年始を中心に大雪となるかどうかは社会的にいちばん問題になる。このため半月単位の資料を用いた予想法とその結果を次に述べる。

1946年から本年までの年末年始の天候を分類すると次の型がある。

I型 年末暖冬年始大雪型

この型には1948—49, 1955—56, 1958—59, 1968—69年があり最も社会的影響が大きい。

II型 暖冬, 年末年始大雪型

この型には1951—52, 1953—54, 1957—58, 1961—62年があり, I型と時期がずれるだけで同様である。

III型 年末・年始暖冬型

この型には1959—60, 1962—63, 1963—64年があり, この冬全体が暖冬少雪に終わった場合と1963年のように38・1豪雪となつた年もある。

IV型 早冬, 年末年始少雪型

この型には最近の1969—70, 1970—71, 1971—72年があり11月末から寒気が入って雪を降らせるが年末年始は比較のおだやかに過ぎどころかといえ暖冬少雪傾向を示している。

V型 早冬, 年末年始大雪型

この型には1946—47, 1947—48, 1956—57年があり12月の初めから大雪があり年末年始にも続く, このため冬の後半に多少, 高温傾向となつても冬期を通じての積雪は多くなる。

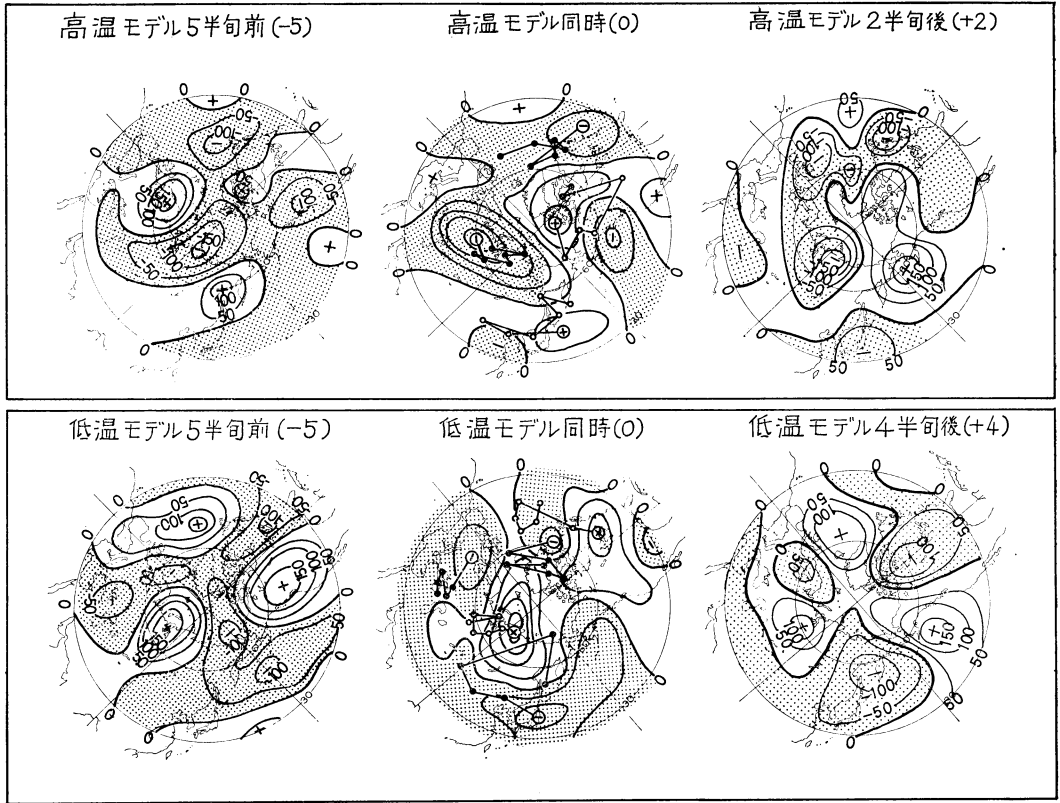
VI型 年末年始寒冬大雪型

この型には1949—50, 1950—51, 1952—53, 1954—55, 1960—61, 1966—67, 1967—68年があり, 典型的な寒冬大雪型である。

これらの型について半月500mb高度偏差図を用いてその循環型を調べると前にも述べたように暖冬少雪は高指数循環, 寒冬大雪は低指数循環に対応し, とくに極東の循環型が影響している。また, これらの循環型の転換期が予想上重要となっている。したがって循環型の経過の似たものを選んでその総観過程をみればある程度予想ができる。このため4)で述べたように合成図を作って実況との対応を見いだせばよい。この場合の単位はもちろん半月である。この図は省略するが大雪への総観過程の特徴を述べると大雪ベースの6, 7半月前ではヨーロッパ・北アメリカ・太平洋域で尾根が発達し日本付近は高温傾向を示し, 3半月前ではアメリカの西寄り・アラスカ・タイミル半島付近で尾根が発達して極東の寒気は沿海州に近づく, そしてシベリア東部を西進するブロッキング高気圧はまだ140°Eに達しない。1半月前では大規模な南北交換が始まる直前のパターンとなり大雪循環モデルに近づく。また, 高温は少雪, 低温は多雪に対応

第7表 合成図法による予想結果

分類	年次	合成図	対応半旬	予想半旬	適否	備考
I 型	1948~49	12月高温(-5)	48.12.2~12.6	48.12.27~31 max	適	max 後2半旬, 低温, 大雪
	1955~56	12月高温(-5)	55.11.27~12.1	55.12.22~26 max	適	max 後2~3半 旬, 低温, 大雪
	1958~59	12月高温(-5)	58.11.27~12.1	58.12.22~26 max	適	max 後2~3半 旬, 低温, 大雪
	1968~69	12月高温(-5)	68.11.27~12.1	68.12.22~26 max	適	max 後2~3半 旬, 低温, 大雪
II 型	1951~52	12月高温(-5)	51.11.27~12.1	51.12.22~26 max	半適	max 後1半旬, 3~4半旬大雪
	1953~54	12月高温(-5)	53.12.7~11	54.1.1~5 max	半適	年末低温, 大雪 現われず
	1957~58	12月高温(-4)	57.11.27~12.1	57.12.17~21 max	適	max 後2~3半 旬, 低温, 大雪
	1961~62	12月高温(-5)	61.11.17~21	61.12.12~16 max	適	max 後2~3半 旬, 低温, 大雪
III 型	1959~60	12月高温(-5)	59.12.7~11	60.1.1~5 max	適	max 後2~3半 旬, 低温, 大雪
	1962~63	12月高温(-5)	62.12.2~6	62.12.27~31 max	適	63.1.中~下旬, 低温, 大雪
	1963~64	12月高温(-5)	63.12.7~11	64.1.1~5 max	適	
	1964~65	12月高温(-6)	64.11.22~26	64.12.22~26 max	適	
	1965~66	1月高温(-5)	65.12.12~16	66.1.6~10 max	適	
IV 型	1969~70	12月低温(-5)	69.11.27~12.1	69.12.22~26 min	半適	低温あり, 大雪 は1月中旬
	1970~71	12月高温(-6)	70.12.7~11	71.1.6~10 max	適	
	1971~72	1月高温(-6)	71.12.7~11	72.1.5~10 max	適	
V 型	1946~47	12月低温(-3)	46.12.2~6	46.12.17~21 min	適	
	1947~48	12月低温(-5)	47.11.27~12.1	47.12.22~26 min	適	min の前後に大 雪
	1956~57	12月低温(-5)	56.11.22~26	57.12.17~21 min	適	
VI 型	1949~50	12月低温(-6)	49.11.17~21	49.12.17~21 min	適	min の前後に大 雪
	1950~51	12月低温(-6)	50.11.22~26	50.12.22~24 min	適	min 後1半旬, 大雪
	1952~53	12月低温(-6)	52.11.27~12.1	52.12.27~31 min	適	
	1954~55	12月低温(-5)	54.11.7~11	54.12.2~6 min	適	min 後4半旬, 低温, 大雪
	1960~61	12月低温(-5)	60.12.7~11	61.1.1~5 min	適	min 前後に大雪
	1966~67	12月低温(-6)	66.11.22~26	66.12.22~26 min	適	
	1967~68	12月低温(-5)	67.11.17~21	67.12.17~21 min	適	



第10図 予報に用いた12半旬高・低温モデル (○—○—は⊕中心, ●—●—は⊖中心の6半旬前からの経路)

するのでここでは12月と1月の高温半旬出現時と低温半旬出現時を中心(0)に前6半旬(-1~ -6), 後4半旬(+1~ +4)の北半球500mb半旬高度偏差合成図と実況を対応させて予想を試みた。第10図には高温(暖冬少雪)モデルと低温(寒冬多雪)モデル(一部省略)を示す。これをみてもすでに述べた寒冬大雪循環や暖冬少雪循環の特徴をよく示している。

第7表は第10図を用いて予想したものでかなり有効と思われる。各型について説明するとI型では3例とも11月最終半旬の実況が12月高温モデルの5半旬前に対応するので12月22日-26日に高温期の現われることが予想される。また、その後の経過がモデルどおりの循環をたどるとすれば2ないし3半旬後に低温が現われ年始の大雪が予想できる。II型もI型と同様だがタイミングがずれて半適となった例もある。III型は12月または1月の高温モデルに対応し暖冬傾向が予想される。しかし、38・1豪雪のような例は1月低温モデルとの対応により予想する。IV型は12月低温モデルの5半旬前に対応するので早

めの低温は予想できるが年末年始の暖冬少雪は12月または1月の高温モデルとの対応による。V・VI型は寒冬大雪の典型なので、12月低温モデルとよく対応し予想がしやすい。

4. 雪の予報の問題点

北半球500mb資料の充実と計算能力の飛躍的向上によって長期予報の技術もかなり進歩しているが現実的には「対社会的」な面においてまだ不満足な点が多い。とくに日本海側にとって雪の多少の問題は宿命的とはいえ社会に及ぼす影響は大きい。

これまで述べたことは大気大循環と寒・暖冬すなわち大雪・少雪の関係でかなりわかってきたので、このような循環に至る総観過程を合成図法による対応や相関シンプティックスを用いて予想した。しかし、このほか梅雨量と冬の積雪と冷夏暖冬の対応などのような特異現象や大雪の2年周期・9年周期・18年周期(第3図参照)などの予想法もあるが、必ずしもうまくいっているとはいえない。したがってもっと多くの資料でもっと細かい

総観過程を分類して、しかも目視の対応でなくもっと客観的な方法で、たとえば正・負の符号一致率を計算するなど、により選定し有意な対応を見いだす必要がある。

最近の天候の長期変動からは北半球は低温傾向に向かっているといわれるが、極から南下する寒気の地理的分布の平均よりの片寄りや時期的なずれが現実の天候に大きく影響している。たとえば今年の3月初めの著しい低指数循環による寒波は九州方面に記録的な雪をもたらしたが、これが年末年始の時期に北陸地方に現われていれば、38・1豪雪に次ぐような大雪になっていたかもしれない。このことは昨年2月の山陰地方の大雪でもいえる。したがって、大気大循環の変動の予想が全球的にできなければ日本海側の雪の予報ができないことになる。そこで最終的には大気大循環のシミュレーションや制御実験などの積み重ねにより大循環の経過を予測しなければならぬことになる。

ここでは北陸地方を中心に長期予報的立場からのポテンシャル予報について論じたが、実際は山陰から東北に至る日本海側で、いつ、どこで、どれだけ雪が降るかをキメ細かく予報しなければ役に立つとはいえない。

現状では、まだいろいろな問題点はあるが大循環の変動の一環として正しく捕えたあとに細かい予報を行なう必要がある。

なお、現実的には現行法で行なわざるを得ないが、よほど明瞭な対応が続かない限り、秋までの資料では予報精度はよくない。ある程度見きわめのつくのは11月の資

料を入手できる段階である。このころはすでに12月半ば近く、時期的に遅過ぎるきらいがある。

10月20日に発表される寒候期予報がいちばん社会的影響力のある現実を考慮するとこの点も再考を要するのかもしれない。

また、今年のように記録的な暖冬少雪となると巷の声もにぎやかで気象台の予報よりもカエルやナンテンの方がよく当たるとさえいわれるが、これとて、しっかりした統計や根拠は聞いていない。

終わりに、大方のご意見を承わりたい幸いです。

文 献

- 1) 朝倉 正 (1971) 日本の冬の天候と北半球の大循環, 季節予報指針上巻, 169.
- 2) 佐藤正夫 (1964) 北陸地方における雪の長期予報について, 研究時報, 16. 3.
- 3) 佐久間市蔵 (1971) 大雪とその長期予報, 季節予報指針上巻, 213.
- 4) 佐久間市蔵 (1972) 大雪のポテンシャルの1か月予報 全国長期予報技術検討会資料 新潟, 35.
- 5) 福田喜代志 (1966) 北半球 500mb 高度分布による日本海岸豪雪の長期予報, 研究時報, 18. 11.
- 6) 百瀬悦也 (1972) 年末から年始にかけての1か月予報について, 全国長期予報技術検討会資料 新潟, 21.
- 7) 山崎道夫 (1971) 北日本の寒冬とその予報, 季節予報指針上巻, 185.