

## 長期予報ならびに豪雪機構\*

福田 喜代志\*\*

私は少年時代に藤原先生の随筆「雲を掴む話」を読んで気象をやろうと決心しました。この度、藤原賞を受けることは誠に光栄であります。長期予報を始めたのは昭和16年で、当時東北地方は夏期の異常低温による冷害続きであったから、一般からその長期予報を要求されていたが、方法がまだ立っていないかったので、東北地方気象官署の職員は何れも熱心にその研究を始めた。私は後で仙台管区気象台の予報課長を命ぜられたので、その責任の大部を負わされた。

夏期の低温が全く突発的に起るものであれば、その長期予報は全く途がないのであるが、過去の冷害の出現を見ると周期性や規則性がある。東北地方の各地には旧藩時代の冷害の記録が数百年にわたり残されている。これによると28~30年の周期性が明瞭に表われ、これが天明、天保時代の大冷害に続き、明治末期、昭和初期の冷害群の出現を見、1961年頃から再び夏期低温頻発の傾向がある。また冷害は2年ぐらい持続することが多い。

この夏期の異常低温の本質を究めるには、東北地方の夏期の高温の原因を考える必要がある。それは言うまでもなく、季節風気候帯の特性であって、普通年の東北地方の夏期最高気温は台湾と大差ない。しかも、これは梅雨があけてから秋雨期が初まるまでの数十日の間に限られる。梅雨や秋雨を極前線帯の日本通過とするならば、東北地方の冷夏は極前線が夏期にも十分北上をとげないことになる。従って、高緯度地帯の寒冷な高気圧から切離した高気圧が日本近くに南下侵入する。この種の高気圧は冬期は大陸高気圧の発達を促し、夏期はオホーツク海高気圧を形成する。もとよりこれは偏西風波動の大きな谷が極東域に停滞する現象と一致する。この現象は四季を通じて出現するのであるが、冬期に多く、盛夏期は稀であって、その稀な現象が冷害をひき起す。統

計上から見れば、こうした現象が頻発する期間は10数年続き、次の10数年は過疎となり、28~30年の周期があるように見える。さらに2年ぐらいの期間に集中し、75日前後の周期をもって低温が出現することが多い。この低温期が盛夏と一致すると農作物に被害を与える。この周期変動は気圧変化では世界的規模のものであるが、振巾の大きな地域は月々変動する。

しかし、極東域は偏西風帯の中にあつて、ヒマラヤ山脈やチベット高原の風下になる関係で、東経70°~110°の高緯度に出現した冷域はインドに向つて南下せず、風下の日本に向つて南下し易い。かく考えるとき、秋、冬または春の北半球全般の気圧配置には夏期天候を左右する前兆が現れなければならない。その主なものをあげると、

- (1) 4月前後に日本中部付近で亜熱帯高気圧が発達した場合は冷夏にはならない。
- (2) 2月に東経60°付近や180°付近に月平均地上気圧偏差の広い負域がある場合冷夏が現われ易い。
- (3) 前年11月の月平均地上気圧偏差分布が90°E. 60°N付近で正域の中心になり160°E. 55°N付近が負域になると、夏に著しい低温が出現する。また、90°E. 60°N付近が負域の中心になつても冷夏となる。

また、三陸沖表面水温が低いとき、東風が多くなる気圧配置になると東北地方太平洋側に著しい低温が表われる。三陸沖海水温には10ヶ月ぐらいの周期変動があり、真冬に海水が比較的高温で5月頃から低温になり出すと危険が多い。

昭和32年富山に転勤して始めて雪の予報を体験した。北陸地方の冬はほとんど毎日降雪がある。しかし、その量の予報は困難を極めた。雪の降り方を見て直ぐ気が付いたことは、従来の降雪機構の説明が十分でないように思われた。それで、日本各地の観測所の新積雪の資料を集めて、大雪時の解析をした。日本の大雪の原因は、発達した低気圧によるものと、北西季節風によるものとに大別されるが、前者は太平洋側一帯並に日本海側の山沿いに豪雪域があり、後者は日本海側一帯、滋賀県や関ヶ原

\* Long Rang Forecasting and Mechanism of Heavy-Snowfall. (昭和45年度藤原賞受賞記念講演)

\*\* K. Fukuda, 新潟地方気象台  
—1970年6月18日受理—

ならびに四国地方の西部に主な豪雪域がある。両者の大きい相違は降雪時の気温で、発達した低気圧による降雪は、高温なほど雪量は多く、雨雪限界点である700mb高度で $-10^{\circ}\text{C}$ 前後のとき豪雪となる。一方季節風豪雪は700mb高度で $-20^{\circ}\text{C}$ 以下の低温時にある。1000mbで $0^{\circ}\text{C}$ 、700mbで $-20^{\circ}\text{C}$ 、500mbで $-40^{\circ}\text{C}$ の気温垂直分布は湿潤断熱上昇で対流が行なわれていることを示す。これは極方面の寒域が日本海に南下したときで、これが季節風豪雪の最大要件である。大陸では安定であった季節風内の気層も、日本海上で、下層からの加熱と吸湿により対流が起るが、この対流は上層が低温なほど激しくなり強い積乱雲が多数発生する。この積乱雲は3~4kmの高さしかないが、雷をとまう堂々たるもので、その中の雪片は上昇気流のため落下することなく雲中の雪片はだんだん厚濃度になり、北西季節風に吹き流されている。この積乱雲は上陸すると陸上は低温であるから上昇気流は止み、雲中の雪片は落下し始めるが、雪片の落下速度は1m/sていどで、風速は10~20m/sであるから、3kmの高度から落下する雪片は海岸より30~60kmも内陸に降りそそぐ。途中に高い山があるとそこでせきとめられ山腹に集中的に豪雪がある。かくて海岸地方の降雪は少ないのが普通である。

しかし、日本海海岸地帯も時として局部的豪雪がある。そのある一部のものは、北西季節風が強くて、その中に、低気圧や前線がともなわれたときである。日本海側低気圧のいくつかは太平洋側低気圧の副低気圧である。東北地方並に北海道西海岸の豪雪は多くこの場合に起る。低気圧の東側は季節風と反対方向の風があるので、この風と季節風は相殺して無風に近い地帯になり、雪片の垂直落下を助け豪雪になる。

しかし、北陸地方海岸豪雪の大部分は天気図上に低気圧が発見出来ない場合に起るのであるが、等圧線に湾曲や折れ曲りがあって、けわしい季節風型気圧配置の中に小低気圧がかくされているように見える。ある場合は輪島の高層風から小低気圧の存在を見出すことがある。それは3~4km高度まで弱い南東風があることがあるが、前後の観測でも天気図上でも強い北西季節風の場合あって、この風は小低気圧が輪島を通過したために起った弱風としか解釈できない。それと同時に能登半島、続いて富山湾岸に豪雪がある。また豪雪時富山湾上で竜巻が目視されることもある。この小低気圧は規模が小さいので気象観測網ではとらえられない場合が多いのである。そこで、輪島、米子、並に韓国の烏山における風で

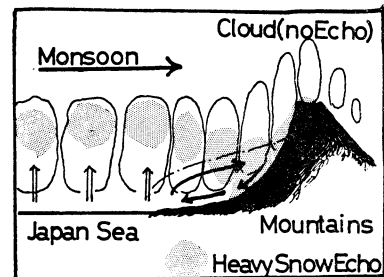
収束発散を計算して見たところ、海岸豪雪のときは、海面並に850mbに収束、700mbは発散、400~300mbは収束となり、高層に下降気流があり、低層に上昇気流があることを示しているが、内陸のみの豪雪のときは海面並に850mbの収束は存在せず全層下降気流の存在を示しており(ただし、海岸近くの小範囲である輪島、相川、長岡の三角形内では低層の収束が存在する)両者の区別が判然としている。小低気圧は対流によって生じた多くの雪雲をその圏内にかき集める作用をして、その通路に豪雪をもたらす。

こうした局地的現象でも、偏西風波動の大きな振動の谷にとものう強い寒気が日本海上を広くおおうことに帰因することは、長期予報の可能性を暗示する。それで北半球500mb月平均高度偏差と、北陸地方海岸豪雪の関係を相関係数で求めた結果、数ヶ月前から豪雪を予報する方法があることを確めた。

以上が、これまでの仕事の概要ですが、海岸豪雪と内陸のみの豪雪との上述の差別は、弥彦山並に福井レーダーが設置されてからは、その事実がブラウン管上で観測される。内陸豪雪時には日本海上にカスリ模様に整然と配列された雪雲が高速度で陸地に向かって進み、一方、雪雲群が低気圧性の組織的渦状配列をして陸地に向うときは海岸の豪雪となる。特に注目されたことは、前者の山雪の場合、雪雲が山体に近づくと、エコーは漸次消失してグラウンドエコーの中に吸いこまれるように見えること<sup>(註)</sup>で、山体近くで雪雲のエコーの発達や新しい発生が見られないことである。

豪雪に関しては、なお研究しなければならないことが、余りにも沢山残っていますが、今後各位の一層のご研究と本学会の隆盛を祈ります。

(註) 雪雲のエコーが山体に吸いこまれるように見えることについては、次のようなモデルを考えれば説明つく。



図(a) エコーの消滅と降雪のメカニズム

観測によれば、冬季北西季節風時でも、北陸地方内陸では、地上で南西風が卓越する。海上で季節風が発達したときは南西風は一層活発となり、海岸を越え海上の北西風との間に不連続線を形作る。北陸不連続線と呼ばれたものはこれで、過去には海岸豪雪の元凶と考えられたが、これは海岸豪雪のときのみ出現するのではなく、内陸のみの豪雪時にも存在する。この南西風の高さは数100mに過ぎない。しかし、上層の北西季節風との間には、この南西風の反流があって、全体の高さは1000mを越す

かも知れない図(a)のような1つの環流を形成しているので、山岳の中腹以下では下降気流となっているはずである。一方、雪雲のエコーは、雲の中でも比較的大きい雪片からのもので、落下し易く、山体に近づくに従って落下し、雲の底部に集り、遂には上記の下降気流の中におちこみ、エコーは姿を消し、そこで豪雪になると想像される。山体が海岸に近過ぎたり、山の高さが低過ぎるような場合は雪雲は山を越して流れる。

### 第15期第16期新旧合同理事会議事録

日時 昭和45年6月15日(月) 15.10~16.00

場所 気象庁観測部会議室

出席者 山本, 大田, 根本, 有住, 岸保, 大井, 小平,  
北川, 須田, 中島, 磯野, 日下部 各旧理事  
関口, 藤原, 伊藤, 駒林, 関原, 川村 各新理事

報告

旧理事会よりの引つぎ事項:(第15期第17回理事会議事録参照)(本件処理は新理事会で行なうこと)

庶務:1. 6月3日 日本学術会議構造研究連絡委員会耐風構造分科会委員長から構造物の耐風性に関する第3回国際会議後援の依頼がきた。

2. 6月8日 日本地球物理学連合幹事日本海洋学会, 梶浦欣二郎氏から日本学術会議事務局図書課で10年を経過した次の刊行物は希望があれば譲与すると連絡があった。

Astronomy and Geophysics VOL 1-VOL 21  
1922~1947

天文学及地球物理学邦文輯報 No. 1~No. 4

昭和15~18年

3. 6月12日(社)大気汚染研究全国協議会会長から第11回大気汚染研究全国協議大会を10月6日~9日, 大阪市東区京橋 1-7 K.K. 大阪マーチャンダイズマート, 19.20Fで開催するので, 参加と, 研究発表申込方について案内がきた。

演題申込, 6月30日

4. 6月13日 東北支部から支部役員の新任報告がきた。

学会賞: 発明協会から表彰者すいせん依頼があったが, 測器課に連絡したところ, 今回はないとのことであった。

外国文献: 若干未回答のものもあるが, とり進めつつある。

長期計画: 秋季大会に長期計画に関しシンポジウムを開く予定。