

北日本の冷害と最近の異常天候

誌名	農業氣象
ISSN	00218588
著者	和田, 英夫
巻/号	31巻4号
掲載ページ	p. 203-208
発行年月	1976年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



北日本の冷害と最近の異常天候

和田 英 夫

(函館海洋気象台, 函館市赤川通町181)

1. 北日本の冷害天候

1.1 歴史的展望

日本における長期予報の研究は、明治末期から大正の初めにかけて起こった東北地方における稲作の冷害対策に端を発している。すなわち、日本の長期予報は、1か月予報を飛び越えて、夏の天候予報に始まり、しかも、農学者によって研究が行なわれたことは、その歴史上、特記すべきことであろう。その後、60年間の研究歴史に、う余曲折はあったが、第2次大戦後、北日本の冷害天候が、北半球の大循環と密接に関連しており、北半球の高層天気図上で、その実態が把握されたことは、最近における大きな進歩であろう。気象学的観点からみると、戦前の地上天気図では、想像もつかなかったような大規模な現象、例えばジェット・ストリームやブロッキング高気圧の発見と共に、Macrometeorologyの一環として、北日本の冷害天候が論ぜられるようになった。さらに、対流圏や成層圏における冬から春への循環の特性が、北日本の夏の天候と関連していることが明らかになり、これまでの純統計的な方法から、北半球の天気図に基づき、総観的面からの長期予報が可能となってきたのである。

1.2 冷害型の天候

北日本の冷害は、オホーツク海高気圧を伴った梅雨型気圧配置の持続により起こると言われてきた。しかし、近年の高層資料によって、北日本の冷害に、2種類あることが確認された。その一つは、いわゆる偏西風の弱い低指数型循環に伴う冷夏であり、他の一つは、偏西風の強い高指数型循環に伴う冷夏である。前者を第1種冷夏型、後者を第2種冷夏型とよんでいる。図1は1954年7月の500mb天気図で、主要高度線と平常からの高度偏差を示してある。少し専門的になるが、図を見ると高緯度には正偏差域が3か所あり、いわゆる3波数型の循環を示している。すなわち、オホーツク海周辺における正偏差(高気圧)は、北半球のブロッキングの一環として発生し、極東域における北高型ともいべき気圧配置を

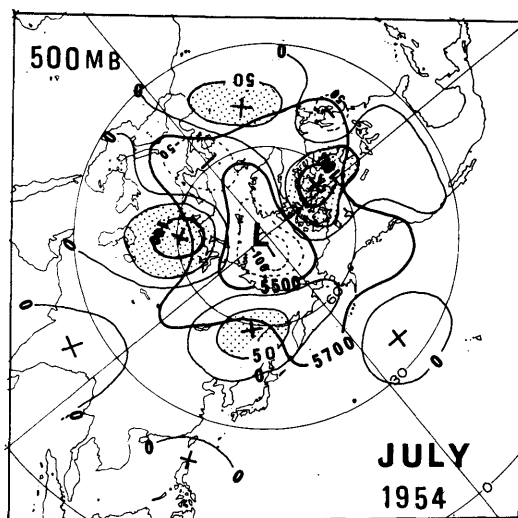


図1 1954年7月の500mb平均図(m)

示しており、1か月以上も続くのがその特徴であり、単にオホーツク海という地域における現象でないことを、ここで特に強調しておきたい。この場合には、北東風が卓越し、同じ北日本でも太平洋側で低温の度合いが大きい。図2は1964年7月の第2種型の例で、図1にあるようなオホーツク海周辺における正偏差は見られず、あたかも弱い冬型のような環流型を示している。この場合には、大陸からの偏西風による冷気流が卓越し、北日本では日本海側でその影響が大きく、日本の天候は北日本で涼しく、西日本で猛暑、干ばつという北冷西暑型となりやすい。

このように北日本の冷害天候は、北半球の大循環の立場からみると、二つの型に分けられる。実は、長期予報研究の歴史を調べてみると、その初期の時代から、北日本の冷害天候の原因は単一でないことが指摘されている。また、岡田武松博士(1945年)は、北日本の冷害天候に二つの型があり、オホーツク海高気圧の型についてはわかるが、他の型については、不明であると述べている。

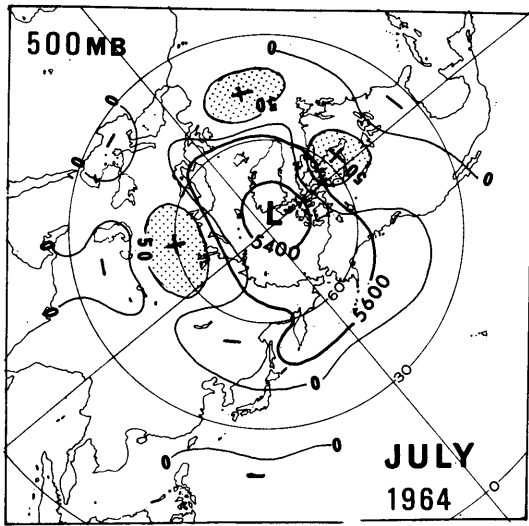


図2 1964年7月の500mb平均図(m)

表1 北日本冷害年の記録

冷害年	作況指数%			天候分布	気温偏差 7-8月		冷害地
	全 平	国 均	東 北 平 均		東 北	北 海 道	
1953	84	88	81	☉	-0.9 ℃	-0.7 ℃	第1種→第2種
1954	92	100	60	●	-1.5	-2.2	第1種
1956	104	120	51	●	-1.6	-2.3	第1種やや不明確
1964	99	99	68	☉	+0.4	-1.3	第2種
1965	97	102	86	☉	-0.9	-1.0	第2種
1966	99	99	73	☉	-0.3	-1.1	第2種
1969	102	103	86	☉	-0.4	-0.8	両者混合型
1971	93	94	66	●	0.0	-1.1	第1種一時第2種

●全国低温, ●北冷西暑か北冷西並み

その二つの型が、漸く近年になって北半球の天気図上で明らかにされたのである。しかし、実際の北日本の冷害年における天候を調べてみると、年によって両方の型が現われることが多い。試みに戦後の冷害年について、作況指数、天候分布、気温偏差および冷害型をあげると表1のようになる。この表で注意すべきことは、戦後の北日本の冷害は、明治末期から大正の初めにかけての冷害に比べて、その低温の度合いが弱く、また、1964年から3年間にわたる第2種型の冷害は、後で述べるように、北半球の高緯度寒冷化に伴って起こったものである。なお、北日本では明治末期から現在まで18回の冷害が起こっているが、典型的な第1種の年としては1931年と1954年、第2種型として1965年があげられる。その

他の年はほとんど混合型であり、第1種型の卓越した年は低温の度合いが強く、また、1965年以前には典型的な第2種型の年が現われていない。

北日本における夏の天候は、これまで述べたように北半球の高緯度の循環と密接に関連しているが、さらに、中緯度、低緯度の循環にも左右される。よく知られているように、日本の夏の天候は太平洋高気圧の消長と関連しており、その高気圧の北上と勢力の拡大は、北日本に暑夏の天候をもたらす。ところが、この太平洋高気圧はインドにおける季節風低気圧、さらに、対流圏上部で発達するチベット高気圧の消長と密接に関連している。例えば、インドの季節風低気圧の発達しない夏には、チベット高気圧、太平洋高気圧も弱く、北日本では冷夏になるという相互関係がある。このように、少なくとも北日本の夏の天候と北半球の大循環との同時関係については、総観的な面からかなり明確になってきたのである。

1.3 南半球の循環と北日本の冷害

戦後、北日本の冷害天候に関する研究は、北半球の高層天気図を主体にして進められてきた。しかし、北半球と南半球の循環は、相互に関連していると考えられ、北日本の冷害天候の予報技術の向上のためには、南半球における循環との関連を知る必要があろう。これは筆者の永年の念願であったが、これまで南半球の気象資料がなかなか得られなかった。ところが、南米ペルー沖の漁場で、エル・ニーニョとよばれる海況異変がこれまでしばしば起こっている。この現象は南太平洋高気圧の消長と関連しており、試みに過去において確かにエル・ニーニョのあった年と北日本の夏の天候との関係を調べてみると、表2のようになっている。例数が少ないが、南半球の循環と北日本の冷害と関連がありそうに見える。このエル・ニーニョは北半球における冬期に発生するもので、もし両者の関係が明確になれば、北日本における冷害天候の前兆として大いに役立つであろう。

実は、これまでの北日本の冷害天候に関する長期予報の研究で、北半球の4月から5月にかけての循環の特性をは握ることにより、総観的な立場からその予報が可能となってきた。しかし、実際の長期予報の利用者からは、もっと早く夏の天候予報が切望されている。ところ

表2 El Niñoのあった年と北日本の冷害

1891	北海道冷害
1925-26	1926年北海道冷害
1939-41	1941年北日本冷害
1953	北日本冷害
1957-58	北日本天候不順
1965-66	北海道冷害

が、現在の長期予報の方法の多くは統計的な手法であるが、北日本の冷害天候との関連は、冬期における大循環の特性よりも、前年の秋に相関のよい多くの特性があり、現在の研究の一つの盲点になっている。このような矛盾は、冬期における南半球の循環と北日本の冷害天候に関する研究によって打開される可能性があり、今後の研究に大きく期待したい。

2. 最近の異常天候

2.1 地球の寒冷化と天候の特性

世界的な気候変化をみると、1880年から気温は上昇を続け、1940年ごろをピークにしてその後下降している。寒冷化の最も顕著な地域は北緯60度以北で、ソ連を中心に1963年ごろから始まっており、この地方の天候は百年くらい昔、すなわち小氷期時代(1550-1900年)に戻っている。その証拠の一例として示したのが図3である。この図は、全球、北半球、イギリス本土などの年平均気温の経年変化を示したものである。この図から前に述べた世界的な気温の傾向、さらにイギリスでは、前世紀末の小氷期時代の気候を迎えておることがわかるであろう。特に図の中で、北半球で最も高緯度にあるフ

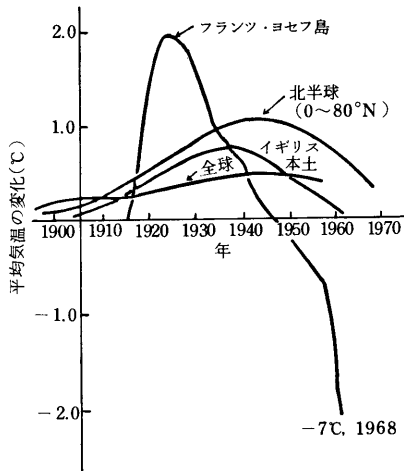


図3 気温の経年変化(Lovelock)

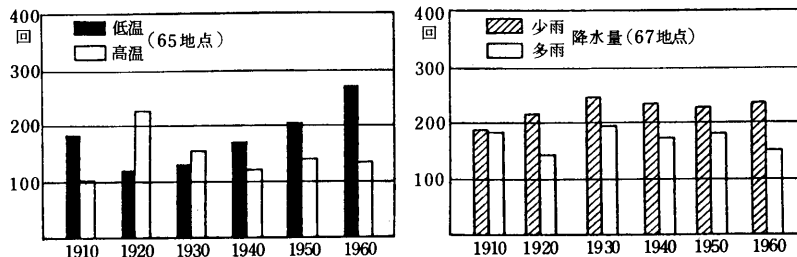


図4 世界における月平均気温、月降水量の異常値の発生回数(朝倉)

ランツ・ヨセフ島の観測によると1920年以來、年平均気温で9度という驚異的な下降を示している。氷河期時代における日本の気温は現在より7~8度くらい低いと推定され、また、北日本の夏の平均気温が平年より3度以上低くなると、北海道で米の収穫ができないことを考えると、最近の高緯度の寒冷化が極めて顕著なことがわかるであろう。このような高緯度の寒冷化と共に、イギリスやアメリカなどの各国で、最近の天候が極めて異常なことが発表されている。特に、アメリカの気候学者は、最近のアメリカにおける気温分布は百年昔と似ており、現在の気候はまだ小氷期時代にあたるのであって、これまでの数十年間にわたる温暖な時代は、単に小氷期間の一現象に過ぎないという学説を発表している。

このような地球寒冷化のもとで、確かに異常天候の出現が多くなっている。異常天候には特に定義はないが、統計的には、30年に1回起こる程度の変動幅を越えた現象と考えてよからう。図4は、世界の60数地点において観測された異常値の発生回数を示したものである。さらに、ごく最近の異常値の発生回数と併せて検討すると、最近は低温と少雨の異常値が目立って多くなっており、その傾向は、1960年以後に顕著である。こうしてみると過去の長い気候歴史の中で、1960年までの数十年間が、むしろ温暖な異常天候時代であって、現在の方が正常であるという見方も成立つ。

さて、最近の日本における気温変化をみると、これまで述べた地球寒冷化の傾向が、そのまま日本に現われているわけではない。1940-45年ごろに、冬期、春期を中心に低温であったが、その後は温暖な天候が続いてきた。ところが、その温暖な天候も、1964年ごろを峠にして次第に下降傾向となり、シベリアの寒冷化の影響を最も受けやすい北海道では、しばしば冷害に襲われるようになってきた。一方降水量は、1950年代の多雨期を過ぎて現在は少雨期に入っており、特に西日本では干ばつ傾向が大きくなっている。

最近の日本における天候の特徴は、何と云ってもその変動の度合いが極めて大きいことであろう。というのは気象庁始まって以来の気象観測百年の記録で、高温に低

温に、集中豪雨に干ばつにと、新記録の続出なのである。最近の異常天候のうち、最も激しい異常性を発揮したのは1963年1月の北陸豪雪の年であろう。この月の地球上の気圧分布は平年と著しく異なり、さらに、地球の自転速度が1万分の数秒程度不連続的に加速し、文字通り“地軸をゆるがした異常天候”となった。この年の冬は日本だけでなく、アメリカ東部、ヨーロッパなども大寒冬、大雪で、この年の異常天候については世界の多くの学者が論文を発表しており、まさに世紀の異常天候の年でもあった。また、1967年の夏から秋にかけて九州を中心に大干ばつとなり、佐賀では9月の降水量が0.2ミリ(平年226ミリ)という驚くべき新記録となった。恐らくこの記録は、その出現確率から考えて、極論すると未来永劫にわたって破られることのないものであろう。このほか、1964年から5回にわたる北海道の冷害、1965年の“天明のききんの再来か”と騒がれた春の大寒波など、最近の日本における異常天候の発生は、枚挙にいとまがないのである。

2.2 気候変動の原因

最近の世界的な異常天候のひん発は、大局的にみると近年の気候変動の特性に関連していると考えられる。では、気候変動の原因は何であろうか。気候変動の原因といっても、時間的スケールによってその原因が異なるので、ここでは近年の気候変動の原因に限定し、まず天気図での大循環の特性との関連性を考えてみよう。世界的な異常天候、特に中緯度地方における異常天候は大循環の特性によって定まる。一般に、北半球の大気の流れが、変動が大きく南北に蛇行する低指数型になると、中緯度地方では異常天候が発生しやすい。一方、西から東へ様に大気が流れる高指数型の年には、どちらかという天候が順調である。ところが、北半球の大気の流れ方の年年の変化を調べてみると、気温の上昇が頂点に達した1940年ごろに、同じように高指数型の循環が最大となり、その後、低指数型の循環が著しく増加している。図5は、北半球の環流型のひん度を調べた Girs 博士(1971)の結果である。図の縦軸は、各型の出現日数の積算で、W型は高指数、C型は低指数を示している。最近著しく低指数型のC型が増加しており、このような循環の特性のもとで、世界的な異常天候がひん発していることがわかるであろう。

ではこのような大循環の年年の特性、さらに高緯度の寒冷化の原因は何であろうか。現在のところ定説はないが、一応太陽活動のような地球大気外に原因があるという外因説と、地球上もしくは地球大気中に原因があるという内因説に分けられる。内因説には、大気中における雲量の増減、海水温の変動、さらに人工的な炭酸ガスや

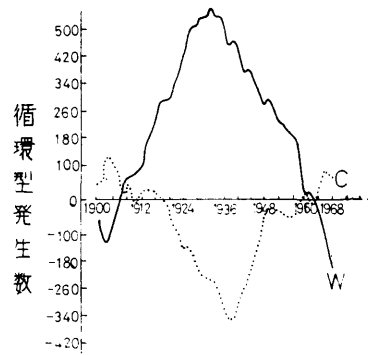


図5 北半球高指数(W)と低指数(C)循環型出現偏差日数の年間積算曲線(Girs)

エーロゾルの増減などが考えられる。ここでは、最近になって再び注目され始めた外因説について、北日本の冷害天候との関連性を述べてみたい。

外因といってもいろいろあろうが、何といっても太陽活動があげられ、その指数として長期間の資料のある太陽黒点数が用いられている。太陽黒点は、いわば太陽にできた“しみ”みたいなもので、平均11年で増減を繰り返しており、250年間にわたる記録がある。これまでの統計によると、太陽黒点の極小期に北日本の冷害がひん発しており、1770年以後18回の極小期中で、その前後の年も含めて北日本の凶作のなかった年は1843年と1923年の2回だけである。また、太陽黒点数の極大年の中で、最大年に続く極小期には1964年、1784年、1954年のように北日本で大冷害がひん発している。このように統計的に注目すべき結果があり、昔から実際の北日本の冷害予報にも使われている。しかし、太陽黒点そのものの物理的機構もよくわからないし、さらに、その変動と地球上の天候との因果関係が不明確なため、世界の学者の中には両者の関係を否定する人も多い。

今試みに、北緯80度における夏期気温(500-1000 mbの層厚差)と太陽黒点との関係を示すと図6のようになっている。両者は驚くほどよく平行しており、3年移動平均値では、両者の相関係数は+0.90となる。すなわち、太陽黒点の極小期に、北極周辺では平年に比べて夏の気温が低いという結果になる。さらに、地球を回る衛星のドラッグ現象から計算した120マイル上空の温度変化を同じ図の下に示してある。これからわかるように太陽黒点極小期の低温は単に北極地方における対流圏だけでなく、熱圏における温度の減少とも極めてよく一致している。また、成層圏における気温も同じような変化をしていることが確かめられている。この結果は短期間の資料であるけれども、太陽黒点と地球上の気温変動と

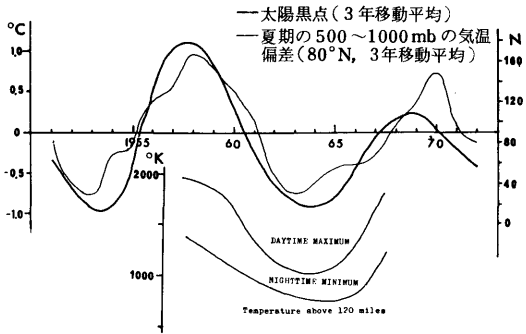


図6 太陽黒点(年平均)と夏期平均気温(北緯80度)

の関連についてある物理的な示唆をしているものと考えられる。

さらに、長期間の両者の関係を調べるためUpernavik (72°47'N, 56°07'W)の観測資料を用いて、夏の気温と太陽黒点との関係を調べてみると、一地点の観測値であるが、1920年から両者が平行した変化をしている。また、最近King(1973)は、1910年からのEskdalemuir (55°N, 3°W)の気温観測資料を用いて、植物生長期の変化が太陽黒点の変化と極めてよく一致することを指摘している。

これまで述べた結果から、太陽黒点の極小期には少なくとも夏期の高緯度地方では低温の傾向があり、その特性が北日本へ冷害天候をもたらす原因となっていると考えてよいのではあるまいか。このような考えと、最近の大循環に関する知見をまとめて太陽活動と日本における夏期天候の特性をモデル的に示すと図7のようになる。すなわち、北極地方の寒冷化の著しい近年は、太陽黒点の極小期に高指数型循環が卓越し、北極を中心とした寒気の縁辺にあたる北海道では、第2種類の冷夏に襲われどちらかというとその低温の度合いは弱い。しかし、北極の寒冷化がある限界に達して弱まった時代に、南北循環の激しい低指数型のひん笈のもとで第1種類の冷害天候が起り、北極地方の寒気がもろに中緯度地方に南下し、大冷害になる可能性をこのモデルは示している。

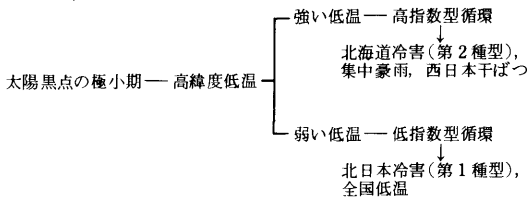


図7 太陽活動と日本の夏期天候(モデル)

3. 超長期予報

最近、これから数年、あるいは数十年先の天候を予測

する超長期予報(気候予報)の重要性が指摘されており、気象庁からもその見解が発表されている。次に、最近3年間にわたって、文部省の自然災害特別研究で行なった北日本の冷害天候の超長期予報の成果について、その概要を述べる。

3.1 気象庁の異常気象白書

1973年4月に、気象庁では“近年の世界の天候”と題し、異常気象白書ともいべき発表を行なった。その中で世界の異常気象の実体、さらに全球的な気候変動の解析を行ない今後の天候の予測をしている。その結果によると、現在の日本の天候は明治の半ば(1890年代)に相当し、今後20年くらい平均的に低温の時期が続くと予想している。また、翌年3月発表の“世界の異常気象”の中でも多くの予測をしているが、超長期予報的にみると、今後順調な天候の持続は期待できないようにみえる。

3.2 気候の長期変動

超長期予報を行なうためには、地球上の近年の気候変動についてよく認識しておく必要があろう。既に述べたように、地球上の平均気温は1940年ごろを頂点として次第に下降しており、現在高緯度を中心に小氷期時代に戻っている。ところが、この小氷期時代に3回の低温期があり、その期間は30年ないし100年にわたっている。現在の1963年ごろから始まった小氷期に匹敵する低温をその期間に類似するとすれば、現在の低温は短くても今世紀末まで続くことになる。

さて、超長期予報には、どうしても長年の気候資料を必要とするが、イギリスには1659年からの気温の観測資料がある。今試みに、約300年間の夏期(6-8月)の平均気温で、最も低温であった年を第7位までとり、その後の北日本における天候の特性との関係を調べた結果が表3である。なお、イギリスの気温は5年移動平均したものをを用いてある。この表によると、イギリスの著しい夏期低温の年から、平均して22年後に北日本の夏の天候が不順になっている。最近のイギリスの夏期の低温は、1963年に起こっており、これを基点とすると、22年後の1985年ごろに北日本の冷害天候が予想される。

表3 中部イギリスの夏期低温年と日本の天候(1701-1973)

年と気温℃	天候の特性	おくれ(年)
1814(14.1)	1833(天保のききん)	19
1843(14.1)	1866(明治初期のききん)	23
1862(14.3)	1884(明治中期の冷害)	22
1890(14.3)	1913(北日本の大冷害)	23
1881(14.5)	1902(明治末期の冷害)	21
1908(14.5)	1931(1935年までの冷害)	23
1921(14.5)	1941(1945年までの冷害)	20

このような20年の遅れについては若干の根拠が考えられる。その一つは、北半球の平均気温(1940年)と日本の平均気温(1960年)のピークの差が20年であり、北半球の平均気温は高緯度の気温変化に左右されることを考えると、約20年の遅れに何か意義がありそうにみえる。また、ソ連のPorozova(1969)は、北半球の温暖化のピークが高緯度に現われてから、日本付近に達するまで約20年かかるという結果を得ており、これを寒冷化にも適用できるのではあるまいか。

このほか、イギリス南部における長年の地上風の統計から、1960年代の地上南西風の出現ひん度の激減は、1760年代に類似しており、この両年の類似を用いると1980年代に天明ききん(1782年)のような天候を迎えることになる。

3.3 大循環の長期変動

ソ連のGirs博士の環流型の分類資料を用い、夏期における長期変動を調べてみると、北日本の冷害年は南北循環の低指数のひん発期に発生している。一方、夏期の北半球の循環は、1950年ごろから低指数型が増加し、最近になって著しい増加を示している。このような大循環の特性から大局的にみると、今後北日本の冷害天候のひん発する時代を迎える可能性が大きい。また、北半球500mbの高度資料を用いて、調和解析により1988年までの夏期予想天気図を作成すると、冷夏年として1983、84年前後が予想される。その一例として、1983年の極東における予想天気図を示すと図8のようになる。この図は高度偏差で示してあるが、典型的な第1種類の冷夏の気圧配置となっている。さらに、北日本の夏の天候を左右する作用中心の太平洋高気圧の長期変動を調べてみ

ても、その軸は1960年代に最も北上しており、これから次第に南下すると予想され、戦後のような順調な夏の天候の持続は予測し難いという結果になっている。

このほか、既に述べたように太陽黒点の極小期に、北日本の冷害がひん発しているが、次の極小期は1977年と推定される。すなわち、太陽黒点の変動からみると、ここ2、3年の天候は決して楽観を許されないと考えられる。

この度の超長期予報の研究結果をまとめると、これからの北日本の夏の天候は、大局的にみて不順の傾向が大きい。特に、最近の地球上の天候が、小氷期時代に属していることを考慮すると、北日本の冷害天候が発生すると、昭和時代の地球温暖化時代に経験しなかったような冷夏になる可能性が大きい。もし、明治末期のような冷害天候になったら、最近の稲作技術でも、北日本の稲作は大きな打撃を受けることを銘記すべきであろう。

さらに、最近の世界的な食糧事情に関連して強調しておきたいことは、第1種の冷害天候の時には、北日本の不作だけでなく、ヨーロッパの夏の天候も不順、アメリカでは干ばつの可能性が大きいことである。戦後、アメリカでは大干ばつはなかったが、1934年から36年にかけて大干ばつが3年続いており、これらの時は北日本の冷害時代でもあったのである。すなわち、北日本冷害ひん発時代は日本の食糧基地ともいえるアメリカ自体が穀物不作になる恐れが大きい。特に、ソ連では現実に1963年以来、地球寒冷化による異常気象のひん発により、穀物の不作が続く、国の政策に重大な支障をきたしていることを指摘しておきたい。

引用文献

- 朝倉 正, 1974: 異常気象と地球環境, スチールデザイン, 128, 7-9.
- Girs, A.A., 1971: *Long-term Variation of the General Circulation and Long-range Hydrometeorological Forecasting*. Hydrometeorological Publisher, Leningrad, 38.
- King, J.W., 1973: Solar Radiation Changes and Weather. *Nature*, 245, 443-446.
- Lovelock, J., 1971: Air Pollution and Climatic Change, *Atmospheric Environment*, 5, 403-411.
- 岡田武松, 1945: 東北及び北海道の凶冷の予想について, 東北地方長期予報研究会報, 5, 1-2.
- Porozova, L.G. and Sazanov, B.E., 1969: Warm Change in Recent Climate and Tentative Theory of Its Cause, *Bulletin, GGO*, 245, 49-55.
- 和田英夫, 1974: 北半球における大循環の変動と北日本の冷害予報(第2報), 東北地方長期予報速報, 26, 1-14.
- 和田英夫, 1975: 北日本の冷害と最近の異常天候, 昭和50年度日本農業気象学会大会講演要旨, 73-78.
- 和田英夫, 1975: 北半球における大循環と変動と北日本の冷害予報(第3報), 第12回自然災害科学シンポジウム講演論文集, 411-412.

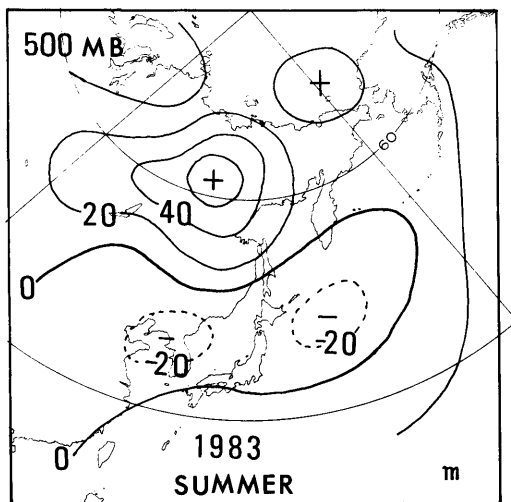


図8 1983年夏期500mb予想天気図(偏差)