

一夏季大学講座内容④一

4. 冷夏と暑夏

札幌管区気象台予報課 若原勝二

1. はじめに

1993年の夏は記録的な冷夏となり、農業関係だけではなく各産業界にも大きな影響を与えた。どのような背景で1993年の冷夏が発生したのだろうか？今までの北海道の夏の経過を見ると、数年に1度は平年より低い夏となっており、10数年に1度は大きな冷害に結びつく冷夏となっている。過去の冷夏の例と比較しながら、1993年の冷夏の特徴を見てみよう。最近数10年間の北海道の夏気温の経過には6年周期の規則正しいリズムがある、1992年からは低温期に入っている。冷夏に結びつく気圧配置はオホーツク海に高気圧が形成されて停滞することが多い。オホーツク海高気圧が停滞するとなぜ低温になるのだろうか？北海道の夏は本州に比べて短いが、日中の暑さは本州並になる。暑夏をもたらす太平洋高気圧についても、その構造を理解しよう。

大きな高気圧がどこにどのような勢力で発生し、どの位停滞するかで夏の天候が決まる。高気圧によって作られた気団（大きな空気の塊）は海面水温や水蒸気の影響を受けるため、高気圧から吹き出す風の向きによって北海道の天候が左右される。大きな高気圧の形成には地球をめぐる大気の大きな流れが関係している。冷夏に関連する偏西風の蛇行やエルニーニョ現象などについても解説する。

2. 北海道の夏の気候学的な特徴

気候を考える場合には気団の形成と気団から

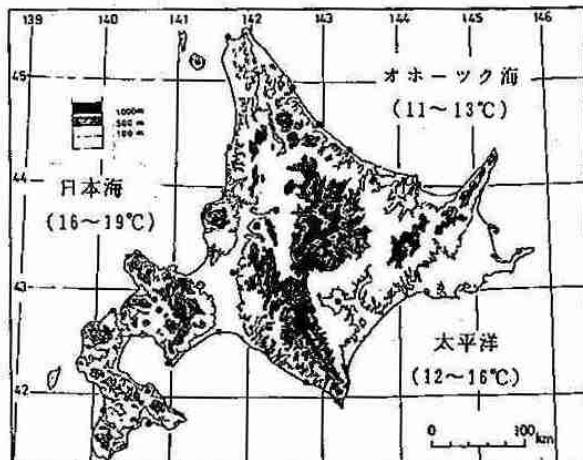


図1 北海道の地形図
7月の北海道沿岸の海面水温の平年値

吹き出す季節風がその地域の地形によってどのような影響を受けるかを理解しなければならない。

北海道は3つの海面水温の異なる海に囲まれていて、脊梁山脈が中央部を南北に走っている

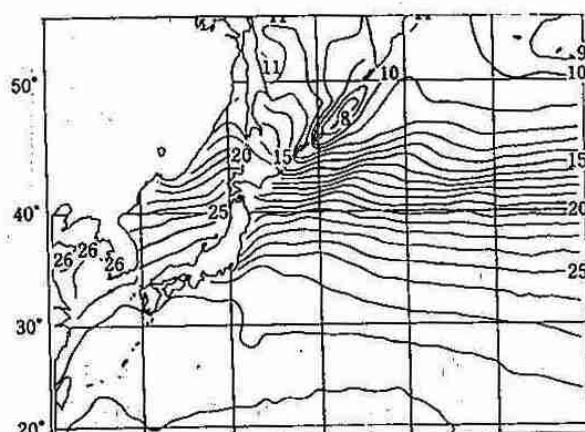


図2 8月の日本近海の海面水温平年値 (°C)
(理科年表から)

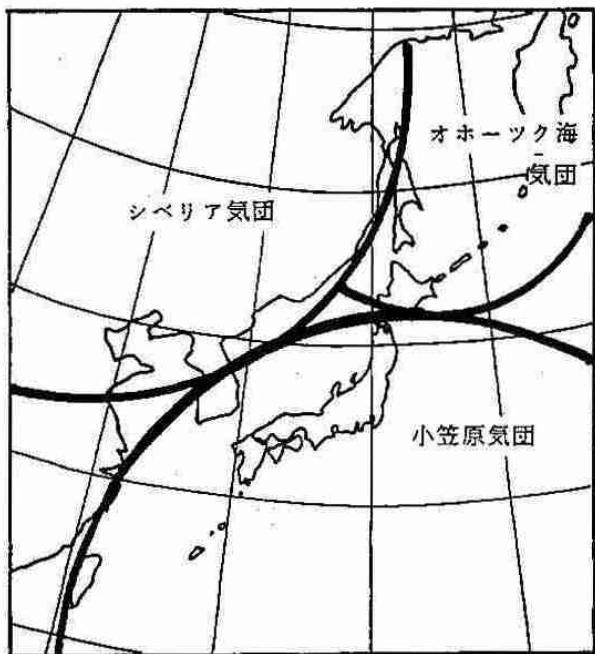


図3 北海道に影響する気団の発源地（図説気象学を参考）

（図1）。北海道沿岸の7月の海面水温の平年値は、オホーツク海が11～13度、太平洋が12～16度、日本海が16～19度となっている。

オホーツク海は冬期間海氷に覆われていて、四方が陸や島に囲まれているため各季節を通して他の海より海面水温が低い。

日本海側の沿岸は対馬暖流が北上しているので、海面水温が高く、太平洋側沿岸は親潮が南下しているので、日本海側より海面水温が低い。

図2は8月の日本付近の海面水温の分布である。太平洋側の海面水温の等值線が集中しているのは、北からの親潮と南からの黒潮が三陸沖から北海道の南東海上域で衝突しているからである。渡島半島西方海上とオホーツク海の海面水温には8～10度の差がある。風向きによって、北海道の気温が海の影響を大きく受けることが分かる。

北海道の夏に影響を及ぼす気団は、オホーツク海気団と小笠原気団である（図3）。この両方の気団の影響を受け易いことから、北海道の夏の気温の変動は日本の中でも1番大きい。図4は日本の各地方ごとの標準偏差の分布である。

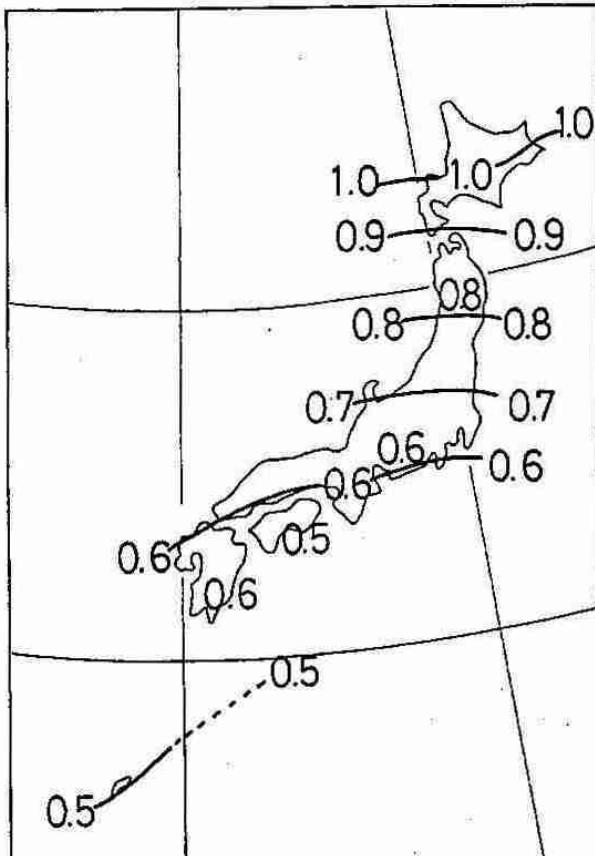


図4 日本の夏気温（6～8月）の標準偏差分布

る。北海道の標準偏差は1℃で0.5℃の西日本の倍である。オホーツク海気団や北からの寒気の影響を受ける北日本ほど気温の変動が大きいことを示している。

気団の形成には高気圧が関連している。大陸や海洋のように1000km以上に渡って一様な性質を持つところでは、空気が1週間以上停滞する事により、特有の性質を持つ一様な空気の塊が出来る。これを気団という。空気が1週間以上停滞するのは高気圧の中が適当である。低気圧の場合は寒気と暖気が衝突して渦が生じるので、空気が一様にならないのである。

高気圧の中は空気が下降しているので、地面や海面の状態と同じように一様になり易い。したがって気団は大陸か海洋に出来た高気圧の中に作られる。

オホーツク海高気圧が長期間停滞することによって、オホーツク海気団が作られる。偏西風

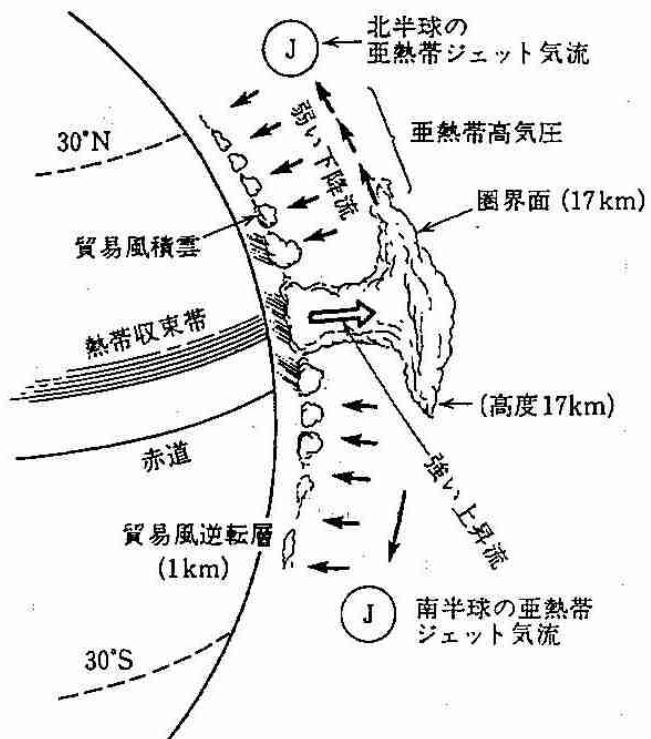


図5 太平洋高気圧の強まりに関連する大気の大循環（気象の考え方学び方から）

の大きな蛇行の山の部分が東シベリアからオホーツク海北部に現れると、地上でもオホーツク海高気圧が作られる。この高気圧が覆っているオホーツク海は冷たい海なので、下層の空気は海面水温と同じ様な温度になる。

小笠原気団は太平洋高気圧によって形成され

る。太平洋高気圧は大気の南北循環が関連している。つまり、熱帯で加熱された空気が対流圈上部を北へ向かって流れ、中緯度の下降域に亜熱帯高気圧帯を形成する(図5)。この高気圧の西の部分が小笠原気団になる。熱帯の対流活動が活発になればなるほど、太平洋高気圧が強まるわけである。この対流活動は熱帯の海面水温が関連している。この海面水温が大規模に変動するのがエルニーニョ現象である。

オホーツク気団は低温・冷湿、小笠原気団は高温・湿润な性質を持っている。

3. 今までの夏気温の経過

1892年以降の北海道の夏気温（6～8月平均）

平年差の経年変化は図6である。点線は5か年移動平均の経過である。20数年と10数年の長い周期の変動と5～6年周期の短い変動が認められる。また、1960年代から1970年代半ばにかけては変動が比較的小さかったが、1940年代から1950年代半ばと1970年代から最近にかけては変動が大きくなっている。オホーツク海気団と小笠原気団の勢力争いの軌跡が夏気温の経過に現れている。それは主に偏西風の蛇行の状態と太平洋の海面水温の変動などが複雑に関連した作品ともいえる。

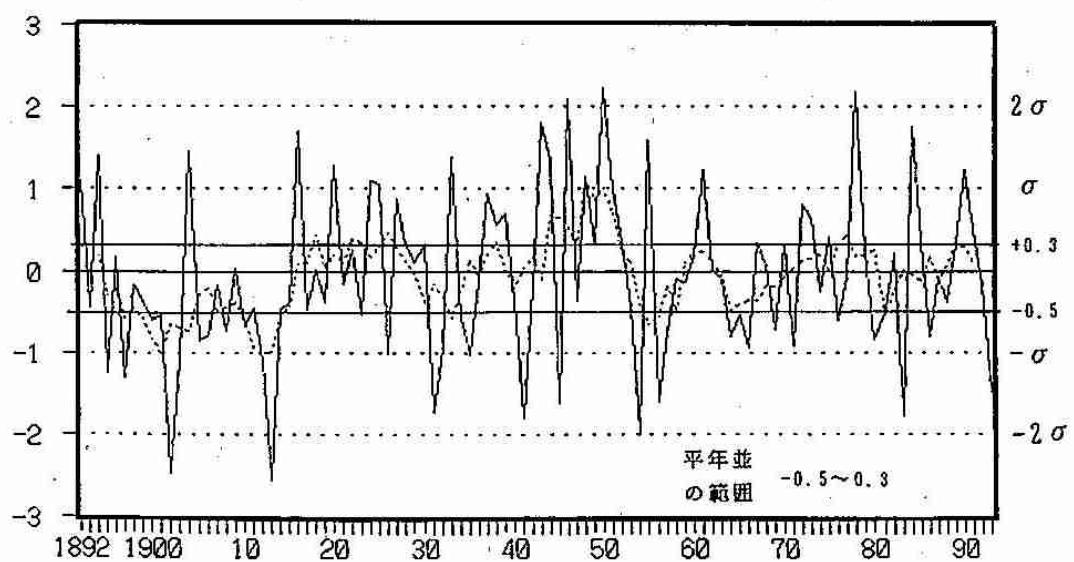


図6 夏気温（6～8月）の経年変化

σ は北海道夏気温の標準偏差 (1 °C)

1993年の夏気温は22地点のデータが整備され、た1946年以降低い方から第4位であった。夏気温の平年並の範囲は平年偏差が-0.5~+0.3の中に入った場合で平年並の年が如何に少ないかが分かる。夏気温の階級は表1参照。

表1 北海道夏気温(6~8月)の階級

かなり高い	1.3°C 以上
やや高い	0.4~ 1.2
平年並	-0.5~ 0.3
やや低い	-0.8~ -0.6
かなり低い	-0.9°C 以下

注：1961~1990年までの30個の夏気温を小さい順に並べ、それを順に3個・6個・12個・6個・3個の5つの群にわけて、群の境界の値に基づいて階級区分値を決めた。

1946年以降の夏気温から見るとほぼ10年に3回は低温（夏気温の平年差が-0.6度以下）になっている。しかし、1993年のような冷害に結び付く強い低温は10数年に1度の割合でしか発生していない。1890年代後半から1910年代前半

の長期間の低温は明治凶作群といわれている。

ある気象要素の値が標準偏差の2倍以上になった時、異常気象に結びつくといわれている。北海道夏気温の標準偏差は1°Cなので、±2°C以上の回数は100年の中で、それぞれ3回ずつとなって、ほぼ30年に一度の割合で発生していることが図6から分かる。冷害は気温や日照時間・降水量・風などの気象要素の他に農業技術の向上や天候に対する対応のあり方などが効いてくるので、その程度については詳細な分析が必要と思われる。

4. 1993年の冷夏と1978年の暑夏を比較する。

11地点の半旬データが整備された1951年以降の6~8月の気温で冷夏年と暑夏年の上位5位までを選ぶと図7のようになる。

冷夏年と暑夏年の気温経過の異常な状況は連続型、周期型、山（谷）型とこれらの複合に分けられる。気温経過にはそれぞれの偏西風の動向が関連している。冷夏年と暑夏年の偏西風の

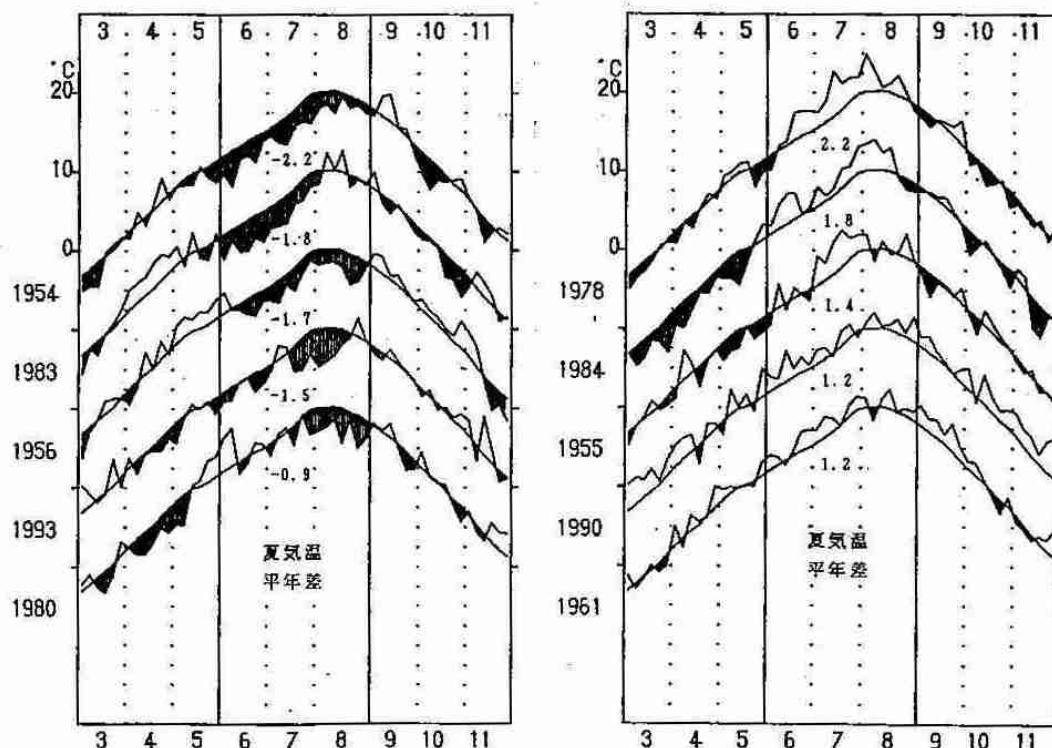


図7 冷夏年と暑夏年の半旬別気温経過(1951年以降1位から5位まで)
中の数字は夏気温の平年差

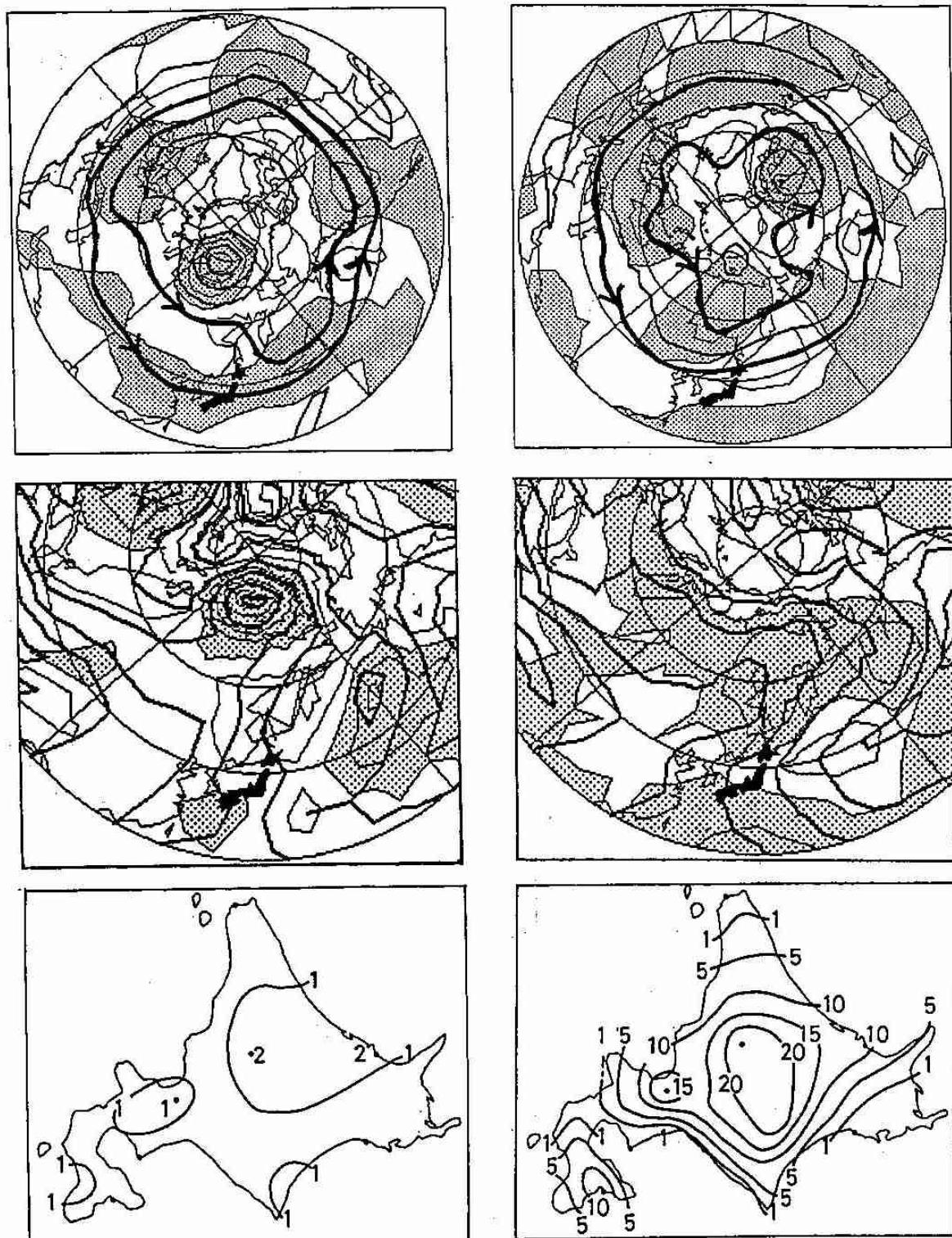


図8 冷夏年と暑夏年の偏西風の流れと地上の天気図・北海道の真夏日日数

上：7月の500hpa天気図（左は1993年、右は1978年）。陰影部は平年より高度の低い領域、太い実線は偏西風

中：7月の海面気圧の平均図（左は1993年、右は1978年）。陰影部は平年より気圧の低い領域、太い実線は等圧線

下：真夏日日数（左は1993年、右は1978年）

流れや地上の気圧配置などを比較してみよう。

冷夏年は1993年、暑夏年は1978年を選んだ。

(1) 冷夏年1993年(図8の左) : 500hpa天気

図(図8左上)の特徴は2段の偏西風が北海道を挟んでいる。北系の偏西風が東シベリアからオホーツク海で北に凸になって蛇行していた。この気圧の峰に対応して地上(図8左中)ではオホーツク海高気圧が形成された。日本を含む中緯度帯は広く高度の負偏差域(陰影部)となっていて、本州は梅雨前線が停滞しやすい状況であった。海面気偏差図からはオホーツク海の気圧が高く太平洋高気圧の張り出しが弱くなっていた。全道気象官署の真夏日(最高気温が30℃以上の日)は1~2日(図8左下)とほとんど真夏がなかった状況であった。

1993年の春から秋にかけての気象・海象的な状況が平年に比べて著しく異なった点は次の7点が挙げられる。

- 流氷終日(沿岸から氷が最後に見えた日)が遅く、オホーツク海側では1か月遅れ。
- 北海道近海の海表面温は春から連続して低温。
- オホーツク海高気圧から吹き出す東風が強い。
- 6月は記録的に日照時間が少なく、太平洋側では大雨。
- 4~8月にかけて連続して月平均気温が低い。
- 盛夏期(7月下旬から8月中旬)は記録的低温、帯広・岩見沢の真夏日(最高気温が30℃以上の日)はなし。
- 台風の接近数は3個(平年1.2個)

(2) 暑夏年1978年(図8の右) : 500hpa天気

図(図8右上)の特徴は2段の偏西風が共に北海道の北を流れている。北海道を挟む高度の偏差パターンは冷夏年とは対象的に北海道の北に負偏差域、南東で正偏差域となっている。海面気圧の偏差図(図8右中)は日本の東海上から北日本に太平洋高気圧が張り出すようになって

いた。

真夏日日数(図8右下)は平年の倍以上で、内陸では20日以上もあった。

冷夏・暑夏年の特定日の盛夏期の地上天気図と日最高気温の分布、上空の気温・風を比較したのが図9である。冷夏年は日中の気温の低い日、暑夏年は特に暑い日を選んだ。

(3) 冷夏年の例: 1993年8月1日(図9左上)

オホーツク海には高気圧が停滞していて、日本海から低気圧が北緯40度線を東進してきた。北海道は低気圧による雨や曇の天気で、オホーツク海高気圧から吹き出す東または北東から冷たい気流がオホーツク海側や太平洋側に入っていた。一方、太平洋高気圧は日本の遙か南の海上にあって、日本には張り出していない。日本の南岸には梅雨前線が停滞していた。

この日の北海道内の最高気温(図9左中)は太平洋側やオホーツク海側で15度前後と平年よりかなり低く、この地方では平年の最低気温より低い状況であった。近海の海面水温は平年より低く、太平洋側では平年より3~5度低い状態であった。ただし、山越え気流でフェーンの効果の現れた日本海側では20~25度となっていた。それでも札幌は平年より3.5度低い23.6度であった。

(4) 暑夏年の例: 1978年8月3日(図9右上)

太平洋高気圧が日本の東海上から日本付近に張り出し、その縁を台風が北海道付近に接近する状況であった。太平洋高気圧におおわれる効果と台風自体が持っている熱帯気団の影響を受けて、北海道も猛暑となった。山越え気流となる北海道の中央部を中心に最高気温(図9右中)が30~35度に達し、札幌の35.2度は8月の記録となった。北海道近海の8月の海面水温は1993年より4~5度高い状況であった。

2つの事例の半旬毎の気温経過は図9左下のとおりである。

2つの事例の札幌上空の状態(図9右下)は1500m(850hpa)付近まで10度以上の気温差

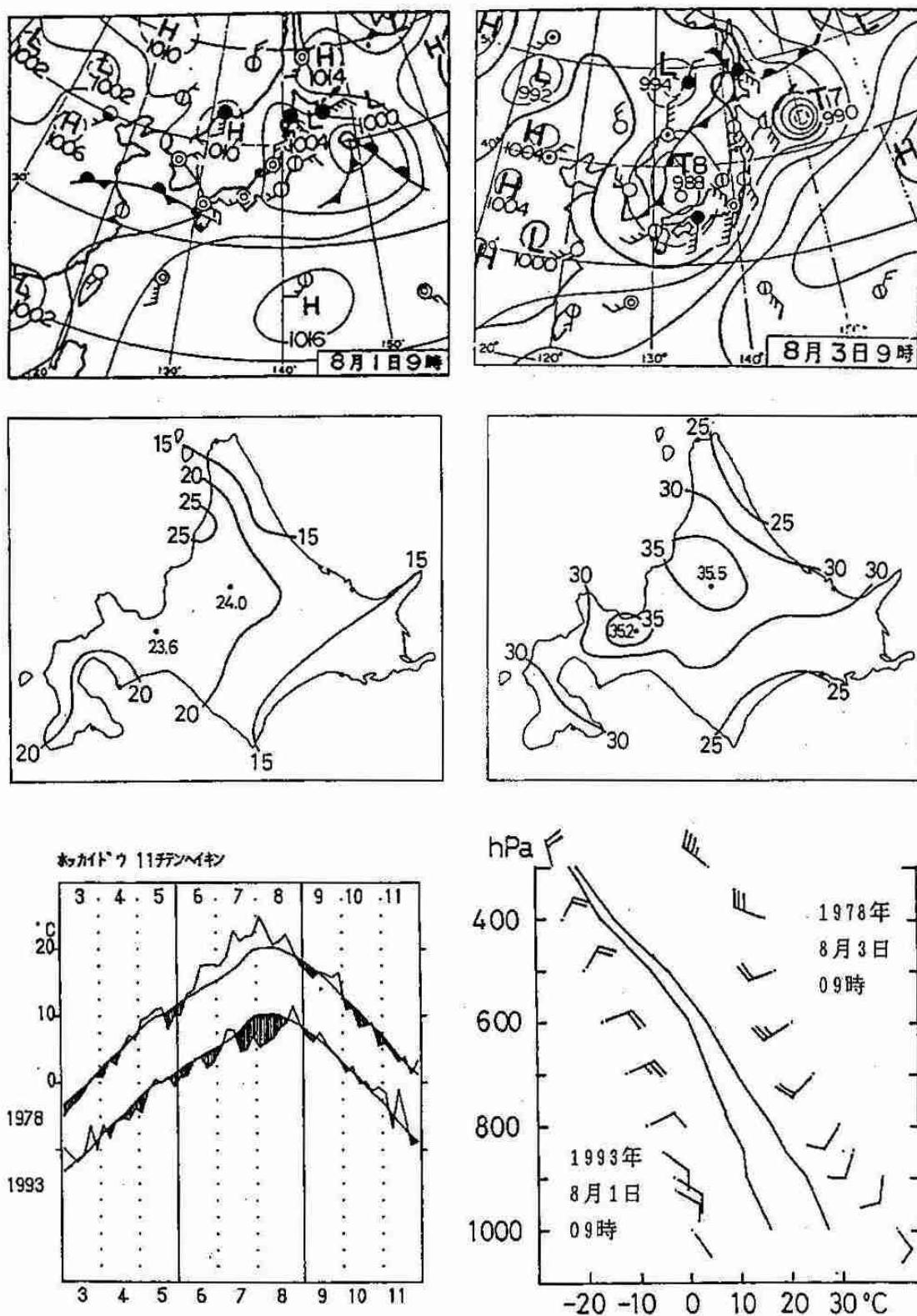


図9 冷夏年と暑夏年の地上天気図と日最高気温の分布、札幌上空の気温・風

上：地上天気図（左は1993年8月1日9時、右は1978年8月3日9時）

中：最高気温分布（℃）（左は1993年8月1日、右は1978年8月3日）

下：左は1978年と1993年の半旬別気温経過、右は札幌上空の気温・風

があり、上空になるほどその気温差が小さくなっている。北海道内の最高気温の差も10~15度となっている。1993年は大気中層(500hpa, 5700m付近)まで東風が卓越しているが、1978年は南または南西の風となっている。このように気温や風からも気団の違いが顕著に表れている。

5. 冷夏年と暑夏年の大気の流れについて

1993年の夏は、なぜこのように低温になったのだろうか？

これは、北海道だけの現象ではなく、日本全体を含む地球規模で発生した異常気象に関連している。異常気象は地球をめぐる大きな大気の流れ(偏西風)と大気に接している海からの熱や水蒸気のやりとりに深く関わっている。

図10は1993年冷夏が発生したときの大気の流れと地上の気圧配置・熱帯の海面水温の状況を模式的に示したものである。

日本国内では1954年以来の低温になって、梅雨明けが出来ないほど、梅雨前線が長く停滞したり、台風の接近・上陸は平年より多く、本州は記録的な大雨になった。世界的には西シベリ

アやアラスカの高緯度で高温となり、中国東部から日本にかけての低温多雨、アメリカ合衆国北西部が低温多雨となって、ミシシッピー河流域で記録的な大洪水となった。

オホーツク海高気圧は北半球をめぐる大気の流れが大きく蛇行してオホーツク海付近に気圧の峯が形成された時に発生し、しかも一度発生するとなかなか消滅しない特性を持っている。一方、太平洋高気圧は熱帯海洋の海面水温の分布状況に関連している。1993年の夏はエルニーニョ現象が発生していたので、日本のはるか南海上の熱帯の海面水温が低く、このような時は太平洋高気圧の勢力が弱いか中心が東に移動する。太平洋高気圧が弱いと真夏でも台風が日本に接近しやすくなり、停滞している梅雨前線と関連して悪天を持続させることになる。

火山の大噴火後2~3年は地球上の気温に影響を与えると言われているので、1991年のフィリピンのピナツボ火山の大噴火の影響も関連していたのかも知れない。

1993年の夏はこの梅雨前線北側のオホーツク海高気圧の冷たい気団の中に北海道がずっと

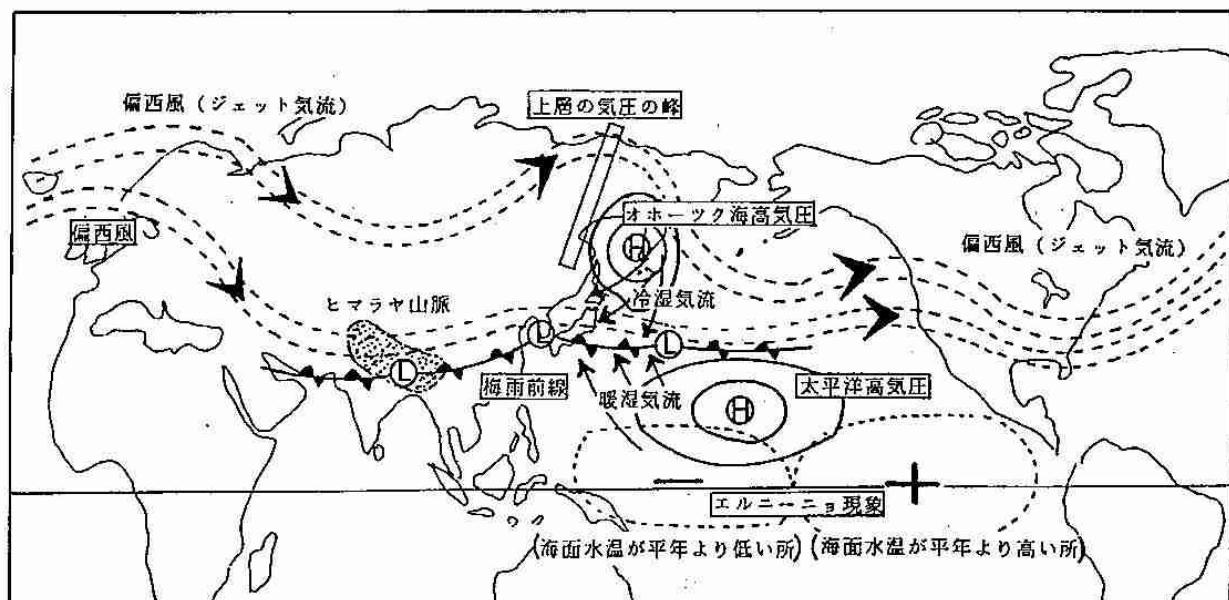


図10 1993年冷夏が発生したときの大気の流れと海の状態を示す模式図

入って、低温になったのである。

暑夏年の模式図は省略したが、冷夏年の特徴や暑夏年の1978年を参考にしてイメージが作られると思う。

6. おわりに

北海道の短くて貴重な夏について理解ができるだろうか。

1つ1つのデータの組み合わせから現象の姿が見えてくるものである。四季を通して、さまざまな大気現象が発生するのが北海道の特徴だから興味を持った現象から天気図を描いたり、グラフを描いてみると大切である。

異常気象を予測することは大変むずかしい。大気自身が持っている不安定な性質と共に、まだ、メカニズムが解明されていない偏西風の蛇行やエルニーニョ現象・大陸の積雪面積の変動など大気を囲む外側の状況が深く関連しているためである。

用語の解説

偏西風：極を中心に西から東に向かって吹く帶状風。平均的には赤道付近と極付近の下層部を除く対流圏は偏西風域である。偏西風の中で集中して吹いている帶状の非常に強い風をジェット気流という。ジェット気流は通常10km位の上空に強風の軸があり、中心の風速は寒候期には50～100m/sに達する。

エルニーニョ現象：東太平洋のペルー沖から中部太平洋の赤道域にかけて、2～7年おきに海面水温が平年に比べて1～2℃、時には2～5℃も高くなり、1年から1年半程度継続する現象をいう。

異常気象：その地点、季節として出現度数が小さく平常的には現れない現象または状態。統計的には30年に1回以下の出現率の現象。その要素が標準偏差の2倍以上の値になった場合が該当する。

参考文献：

名越利幸・木村龍治、1994：気象の考え方学び方、東京大学出版会

国立天文台編、1994：理科年表、丸善株式会社
能沢源右衛門、1991：気になる気象の話、成山堂書店

高橋浩一郎、1988：気象なんでも百科、岩波書店

小倉義光、1984：一般気象学、東京大学出版会
根本順吉ほか、1982：図説気象学、朝倉書店