

—夏季大学講座内容④—

長期予報とその利用

札幌管区气象台 若原 勝 二

1. はじめに

北海道の長期予報は、明治後期の屯田兵入植以降拡大した水田と、たび重なる冷害の中で農業関係の方からの重要な関心の中で育ってきた。

最近、農業以外にも各種産業や、レジャーなど広範な分野にまで長期予報が利用されている。

日本の季節は気候学的に冬、春、梅雨、盛夏、秋に大別され(表1)、太陽の運行によってその季節特有の気圧配置や天候が現れる。特に、北海

道の四季は明瞭で自然は美しいが、各季節での気温の変化は日本の中で1番大きい。同じ季節でも年によって天候は大きく違い、暖かい冬もあれば、冷たい夏もある。気温の変動が大きいだけに予報が難しいという状況の中で、予報に対する期待が大きいのである。

長期予報は短期予報に比べて予報の精度は下がるが、利用の仕方によっては生活や経済的な方面に有効に利用することが出来る。

月平均気温が1度違うだけで農業生産や経済活動などに大きな影響を与える。

今回は地球を取り巻く大気の流れと北海道の気候を関連づけて考え、長期予報を理解して頂きたいと思う。

2. 天気現象と予報(図1)

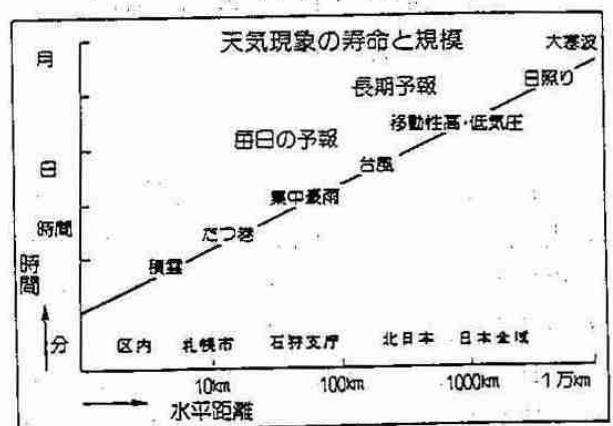


図1 天気現象の寿命と規模

| | 特 性 |
|-------------|--|
| 冬 | 冬が早いかな遅いか 暖冬か寒冬か 積雪の状況 大雪の時期はいつか |
| 春 | 春は早いかな遅いか 晩霜はあるか 乾燥の時期はどうか 水不足の恐れはないか |
| 梅 雨 期 | 梅雨入り・明けはいつか 梅雨の経過とその特性はどうか 梅雨末期の大雨はあるか |
| 盛 夏 | 暑夏か冷夏か 台風の発生・接近はどうか 日照り・干ばつのおそれはあるか |
| 秋 | 残暑は厳しいか 秋の冷え込みは早いかな遅いかな 台風の発生・接近はどうか 秋の長雨はいつごろか |

表1 長期予報で注目すべき天候特性

現象のスケールと対象とする予報には密接な関係がある。

分子と原子、家庭と社会、星と宇宙の間は相互に関係しながらもそれぞれの世界では固有の法則（規範）がある。気象現象の世界も同様にそれぞれの擾乱（低気圧や雲や降水などのある天気の流れに関係した流れや気圧の偏倚）の規模により振舞いや寿命が違う。

竜巻は10数分の内を通り過ぎて行くが、低気圧による雨は数時間から1日位降り続くことが多い。また、冷夏となると1月以上も気温の低い日が続くことがある。これは10,000kmクラスの超長波の現象に関係している大気の大きな流れで、これが長期予報に関連している。

3. 長期予報と短期予報の違い

コンピュータの発達により大量のデータが処理できるようになった。以前は世界各地で同時に観測されたデータを人間が白地図にプロットして等圧線や等温線を描いていた。観測値の採用、不採用を始め、外挿の仕方などによって解析者による個人差が生じるのは避けられなかった。数値予報を行うために全ての格子点に初期値を与えなければならない。

客観解析はこのように膨大な資料を、人為的なエラーなしで作り、それを数値予報の初期値として採用するために生まれたものである。この初期値を大気の物理法則によって作られた数値予報モデル（図2）によって計算し、その結果を図に表したのが数値予報天気図である。

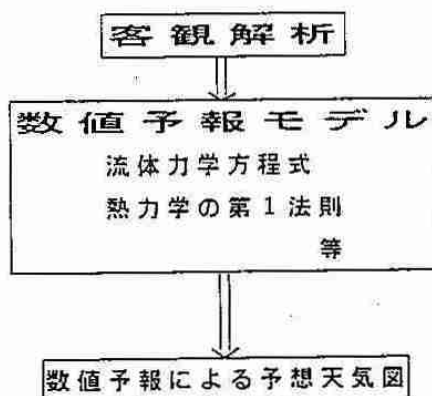


図2 数値予報モデルの概念図

数値予報のような物理的な基礎が確立した方法で行われるようになってきたため、明日、明後日の予報（短期予報）はここ10数年間での中率が上昇している。それは上にも述べたようにコンピュータによる客観解析をすることによって初期条件の整備と数値予報モデルが改善されて来たからである（第3図、a）。予報期間が長くなればなるだけ初期条件より大気に接している大規模な地形や、海陸分布、雪氷分布、海洋、太陽からの熱放射などの境界条件が重要になる（第3図、a）。現在、決定論的に予報（日々の天気）が出来るのはせいぜい10日くらいと言われている。長期予報では長期の天候を支配する法則が必ずしも明かではなく、統計的な方法（第3図、b）によることが多い。実測値と予報値のわずかなずれが時間が立つにつれてまったく違った結果になるからである（第3図、c）。将来的にも1か月後の

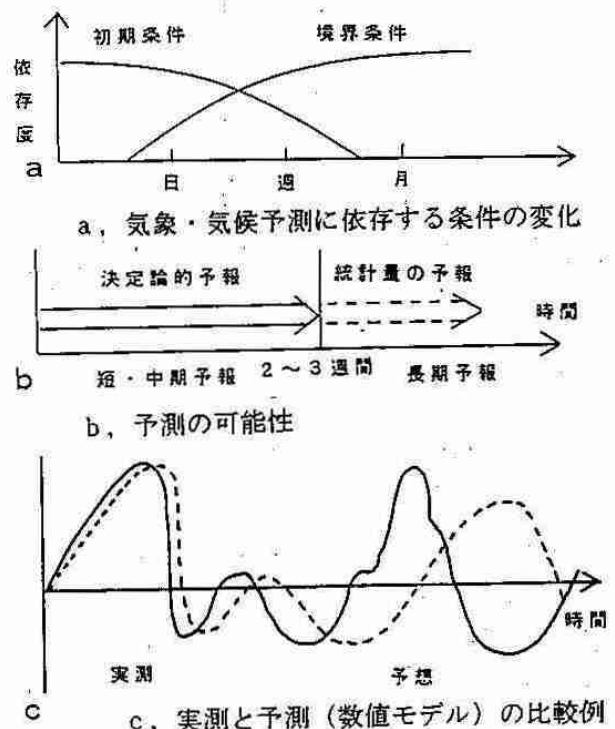


図3 気候予測の可能性

日々の天気は不可能と思われる。それは境界条件に関連する実態（観測値）が正確に把握できるようになるまで相当の時間がかかることと境界条件の変動も予測できないからである。

現在、長期予報の一つの中心となっている方法は、5日平均とか月平均の500mb天気図などによる予想である。これらの天気図は大気の大きな流れを示し、その模様が天候の特徴とかなりよい関連がある。そこで、その模様を過去の天気図の類似によったり前の月の各地点の高度との相関によったり、周期性によったりして推定する。

4. 大気の大きな流れと異常気象

地球上では、太陽放射と熱放射の差の関係で低緯度地方では暖められ、高緯度地方では冷やされるので南北の温度差を解消するために大気は様々な運動を起こす。大きな対流も起きるが、今回は水平運動だけを考える。図4はその過程を模図的に示したものである。

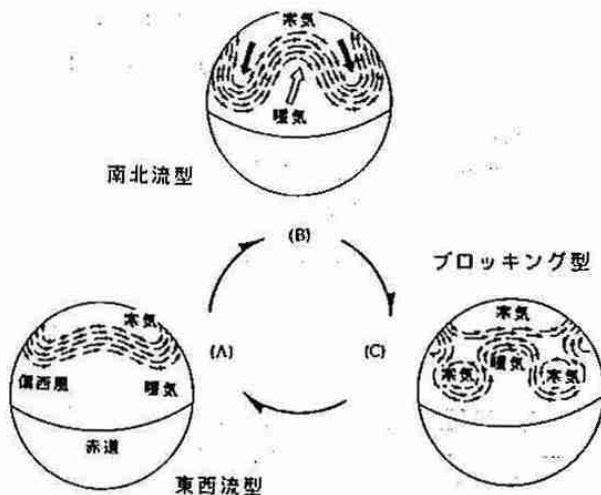


図4 大循環の変動モデル (寒気の蓄積・放出の過程)

(1)東西流型 中緯度の偏西風が強く、中緯度に位置する日本付近の天候は比較的温暖である。北極寒気の蓄積期で、南北の温度差が増大する。低気圧と高気圧が交互に通る天気は周期的に変わる。

(2)南北流型 大気を持つ不安定性により偏西風のうねりが大きくなり、寒気と暖気の南北交換が始まる。南風の所では季節外れのバカ陽気になり北風の所では寒気が南下し、境界領域では時に低気圧が猛烈に発達して大雨や大雪が降る。低気圧

や高気圧が熱帯の太陽エネルギーを極方面に運搬したり、極の寒気を中緯度に運搬して地球上の広い領域に人間を住めるようにしている。

(3)ブロッキング型 南北流型がさらに進むと北の方に暖気でできたブロッキング高気圧、南には寒冷低気圧が現れる。偏西風の西風成分が弱く、高・低気圧がゆっくり移動する。中緯度では異常低温や長雨などの異常気象が起こる。北海道に低温をもたらすオホーツク海高気圧はこの高気圧である。

5. 北海道の季節変化 (図5)

札幌の日平均気温の変化は、7月下旬から8月中旬にかけてが富士山の頂上のようになっていて、ここが対象点になっている。

各季節をさらに細分 (大川 隆) しその特徴を季節特有の気圧配置と関連づけて理解しておくことが、長期予報を組み立てるときに必要である。平均的な季節の変化とその年がどう違うか常に点検することが大切である。

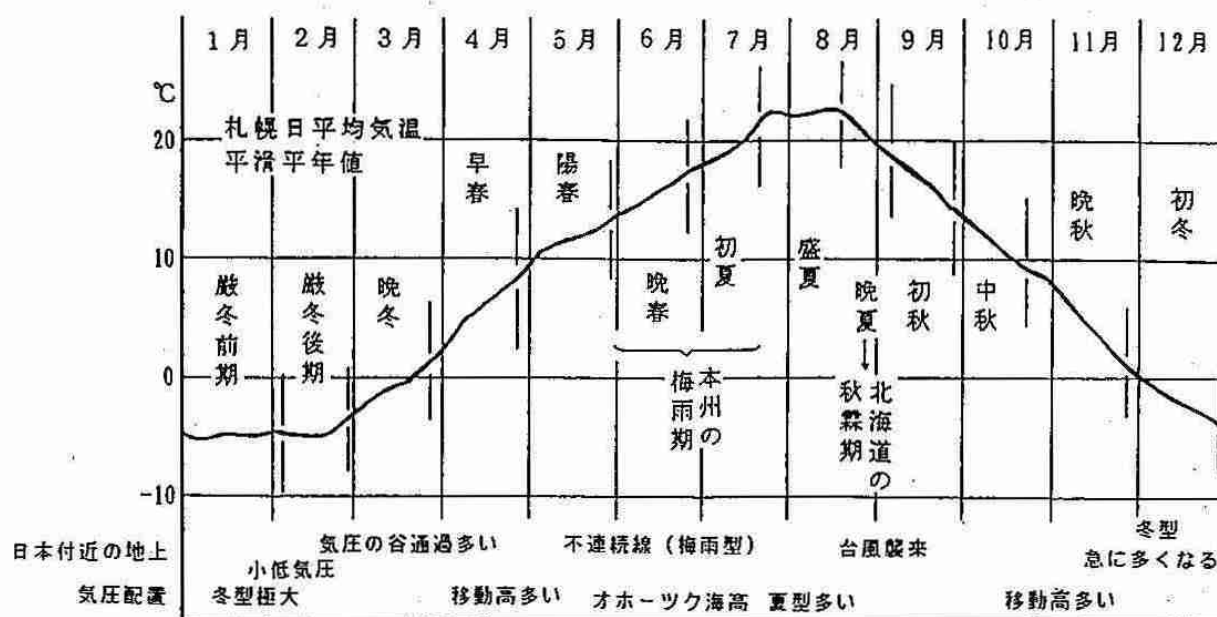


図5 北海道の季節ステージ細分表 (図の上、大川 隆)

6. 長期予報の出し方 (作業手順)

(1) 大気還流 (地球を取り巻く大気の流れ) を診断する。

医者が病人を診断して治療の方法を考えるように、大気還流の現状を診断してから予報の処方を考える。主なポイントは、偏西風波動の超長波の位相、動き、北極寒気の蓄積状況、亜熱帯高気圧の発達動向と位置、熱帯収束帯の活動、モンスーンの活動、海水温分布、雲量分布などの特性に注目して還流を診断する。

(2) 数値予報 (8日予報) を採用する。

192時間 (8日) 先までの数値予報天気図を用い、(1)で診断した大気の特徴がどのように変化するか解析する。これを、1か月予報の最初の数日間の子報に用いる。

(3) 超長波の動きを予測する。

5日と30日の平均500mb天気図の超長波に注目し、現状及び、過去の経過の似ているケースを数例選出、その後の変化の共通点を総合する。

(4) 大気還流のリズムを発見して補外する。

大気は平衡に達しようとして運動するが、永遠に平衡に達しない。見方を変えると平衡点の周り

を大気は変動している。その変動のリズムを波数分析などの手法で特定し、30から90日先までを予測する。

(5) 海水温に着目してパターン特性や台風を予測する。

夏期の日本は西太平洋熱帯海域の水温と関係がある。水温が高いと日本付近に夏の高気圧が発達し、暑くなる。特にエルニーニョ現象の発生有無を監視する。

(6) 熱帯収束帯、モンスーンに注目して、亜熱帯高気圧を予測する。

気象衛星により熱帯の対流活動を監視する。

(7) 500mbパターンの類似年をさがす。

月または5日平均500mbパターンについて、過去の資料の中から類似した年を捜し出し、将来のパターンを推定する。

(8) 気温降水量を予測する。

北半球 500mb天気図と日本の気温、降水量との相関を1か月前、2か月前、・・・11か月前まで計算し、統計的な方法で予測する。

7. 500mb天気図の見方

これから出てくる天気図は、北半球の500mb(高度約5,000m)の月平均等高度線(地上天気図の等圧線に相当するもの)と高度の平年からの偏差を正負で表している。この高度の風は等高度線にそって吹いている。また、高度の高いところ(正の偏差域)は地上から500mbまでの層の平均気温が高く、高度の低いところは平均気温が低いことを表している。

(1) 冷夏と暑夏の天気図

a, 冷夏の天気図(図6): 北極付近が負の偏差場になっている。北海道の北は正の偏差場で、本州付近は負の偏差場になっている。この正偏差場の東に、地上ではオホーツク海高気圧を形成して、北からの冷湿な空気が北海道に流れ込み易い場になっている。

(北海道の月平均気温の偏差 -2.9度)。

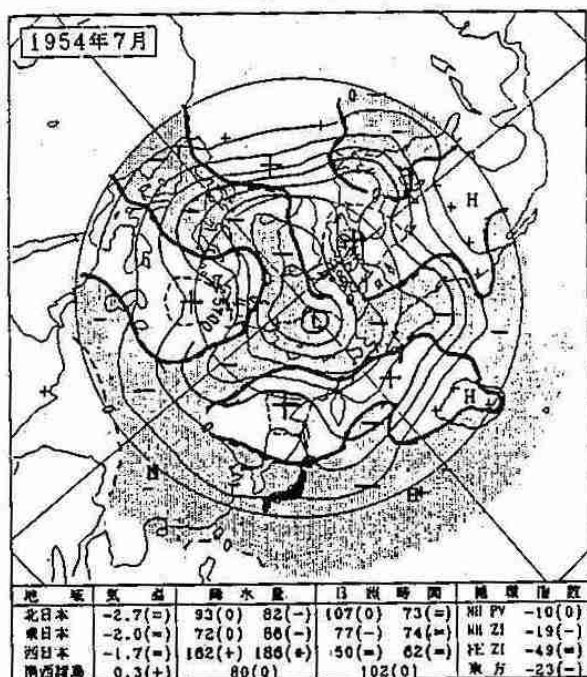


図6 冷夏の500mb天気図(1954年7月)

細実線: 等高度線

太実線: 高度偏差の0線、陰影部は高度の負偏差域

b, 暑夏の天気図(図7): 冷夏の天気図とは対照的に極付近が正偏差場になっていて、北海道北西の東シベリヤ付近が負の偏差域、北海道の東

海上が強い正の偏差域になっている。

太平洋高気圧の北への張り出しが強くなっていた。

(北海道の月平均気温の偏差 +3.3度)。

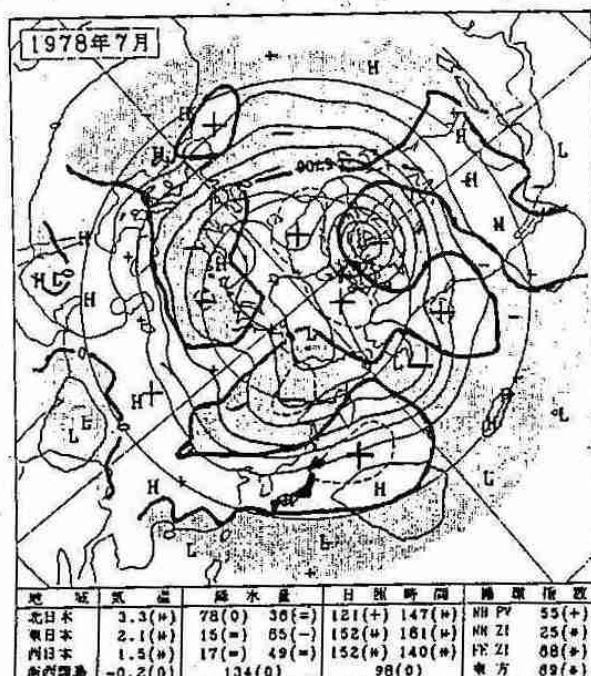


図7 暑夏の500mb天気図(1978年7月)

(2) 寒冬と暖冬の天気図

a, 寒冬の天気図(図8): 極付近の高度が高く、中緯度は全体に高度が低くなっている。北海道をはさんで中国東北区から北太平洋にかけて広範囲に負の偏差場となっている。

これは寒気が極から中緯度に放出されていることを示している。

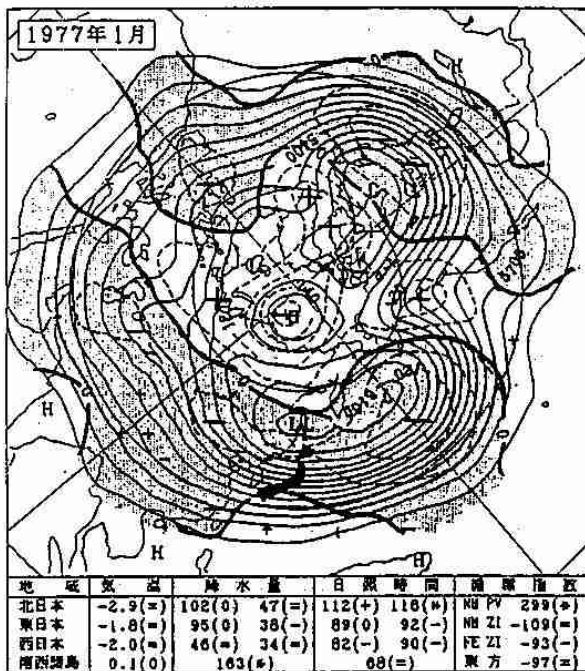


図8 寒冬の 500mb天気図 (1977年1月)

(北海道の月平均気温の偏差 -3.1度)。
b. 暖冬の天気図 (図9) : 寒冬の天気図とは反対に、極付近が高範囲に負の偏差領域となってくる。中緯度は高度が帯状に平年より高くなっている。北海道をはさんで中国東北から北太平洋にかけて正の偏差場となっている。

(北海道の月平均気温の偏差 +2.6度)。

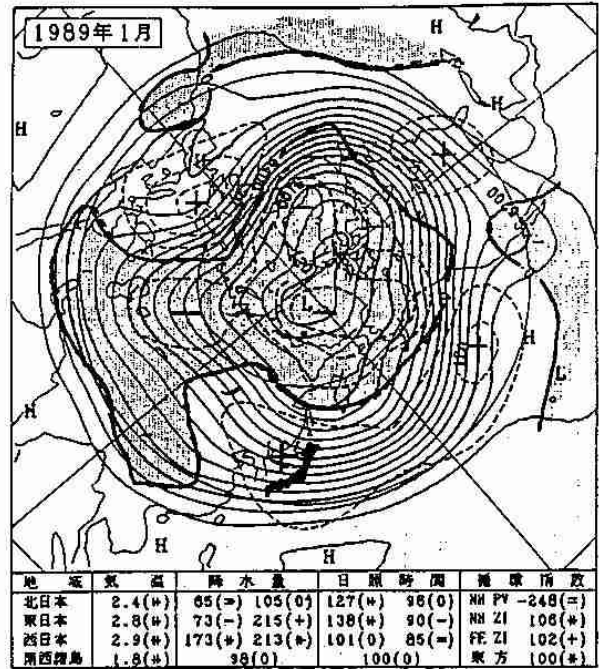


図9 暖冬の 500mb天気図 (1989年1月)

8. 長期予報の利用法

(1) 長期予報の種類

長期予報の種類と発表日は表2のとおりである。

| 長期予報の種類と発表日 | | |
|-------------|-------------------------|---------------|
| 種 類 | 対 象 期 間 | 発 表 日 |
| 1か月予報 | 向こう1か月間の天候を旬別に予報 | 毎 月 10日・末日 |
| 3か月予報 | 向こう3か月間の天候を月別に予報 | 毎月20日 |
| 暖候期予報 | 春から梅雨・夏・初秋にかけての天候の特性を予報 | 毎 年 3月10日 |
| 寒候期予報 | 秋から冬・春先にかけての天候の特性を予報 | 毎 年 10月20日 |

※発表日が土・日曜日にあたる場合は金曜日に、祝日にあたる場合は前日発表となります

表2 長期予報の種類と発表日

(2) 長期予報の内容

長期予報の日々の天気を予報するものでなく、気温の高低、降水量の多少を平年の値と比較して表現する。各気象要素の階級は表3のとおりである。この値は地点と季節によって表1のような天候の特性も予想する。

(統計期間：1951~1980)

(統計地点：北海道7地点)

| | | 階 | | 級 | | |
|--------------------|-----|---------|---------|----------|-----------|-------|
| 要 素 | 期 間 | 高 い・多 い | | 平年並 | 低 い・少 ない | |
| | | かなり | や や | | や や | かなり |
| 気 温 平年偏差 (℃) | 月 | ≥1.6 | 1.5~0.6 | 0.5~-0.5 | -0.6~-1.5 | -1.6≥ |
| | 旬 | ≥2.1 | 2.0~0.9 | 0.8~-0.8 | -0.9~-2.0 | -2.1≥ |
| | 半旬 | ≥2.6 | 2.5~1.1 | 1.0~-1.0 | -1.0~-2.5 | -2.6≥ |
| 降 水 平年比率 (%) | 月 | ≥150 | 149~120 | 119~80 | 79~60 | 59~0 |
| | 旬 | ≥190 | 189~130 | 129~60 | 59~30 | 29~0 |
| | 半旬 | ≥220 | 219~130 | 129~40 | 39~20 | 19~0 |
| 日 照 平年比率 (%) | 月 | ≥120 | 119~110 | 109~90 | 89~80 | 79~0 |
| | 旬 | ≥130 | 129~120 | 119~80 | 79~70 | 69~0 |
| | 半旬 | ≥140 | 139~120 | 119~80 | 79~60 | 59~0 |

表3 長期予報に使用する気温、降水、日照の階級境界値表

(3) 長期予報の利用

長期予報は新聞やテレビなどで報道されるので、できるだけ新しい予報を利用することが大切である。

◇利用する場合の心得

a, 長期予報によりおおよその計画を立て、必要に応じて週間予報や毎日の予報でその計画を決める。

予報がはずれるかも知れないことを考えて計画を立てることは、予報を利用する場合大切である。b, 気象に対する関心の深さにより利用価値が異なる。

例えば、利用に応じた気象資料を整理しておくことが大切である。

(4) 気温1度の経済効果

a, 日本の水稻：7、8月の平均気温が1度上がると、平年作を100とすると作況指数は北海道で

20~30%アップする。

b, ビール：真夏の気温が1度上がると、ビール会社では1日に全国で大びん230万本よけいに売れる。

c, 電力：夏日中の気温が30度を越して、1度上昇すると全国で300万キロワットも増える。

d, スポーツドリンク：日最高気温が20度Cをこえ、23度位から売行きが伸びる。30度Cに近くなると急激に売れる。

9. おわりに

今年の10月から1か月予報が月3回発表になる予定である。また、将来的には長期予報も確率で表現されるよう現在検討中である。数値予報による長期予報を実現すべく大気と海洋の結合モデルの開発も各国の研究者で開発中である。要望が拡大する中で予報の的中率はそれほど急に伸びるわ

けではない。

今回の講座を機会に、気象現象と長期予報に関心をもっていただくことが、予報を正しく使う上で必要なことである。

用語の解説

平年値：気候を示す標準値として使われる過去30年間の平均値。国際的に決められており現在は1961年～1990年の平均値を使っている。10年毎に変えている。

異常気象：「過去30年間あるいはそれ以上にわたって観測されなかった程平年値から偏った場合」で社会的に大きな影響を与えた天候を「異常気象」と定義している。

エルニーニョ現象：定性的には「東太平洋の赤道域から南アメリカのペルー・エクアドルの沿岸にかけて海面水温が広範囲に平年より高くなる現象」。統一した客観的基準がないため、どの高水温現象をエルニーニョ現象とするかは研究者によって若干異なっている。

参考文献

朝倉正編：産業と気象のABC、成山堂書店

新田 尚：新気象読本、東京堂出版

新田 尚：天気と予測可能性、東京堂出版

浅井富雄：気候変動、東京堂出版

大川 隆：北海道の動気候、北大図書刊行会

1992年9月上旬出版予定

気象庁：月平均北半球 500MB、気象庁技術報告
第111号

気象庁編：異常気象レポート '89

気象庁編：温室効果気体の増加に伴う気候変化(Ⅱ)