

~~~~~  
長期予報研究  
~~~~~

グロースベッター

第 17 卷 第 2・3号合併号

長期予報あれこれ 和 田 英 夫 1

F. Kenneth Hare : 気候変動と変動性 (紹介) 53

1979年6月

L. F. グループ

長期予報あれこれ

和田 英 夫

初めから個人的なことで恐縮ですが、昭和53年9月下旬に、NHK函館放送局から「随想・はこだて散歩」という本が出版されました。この本は、昭和52年1年間、毎週火曜日に、ラジオで放送されたものをまとめたものです。出演者は、毎月交代でしたが、凶らずも私が第1回目を担当し、エピソードを交えて「気象観測事始め」などを放送しました。放送当時は、私自身はもちろんのこと、放送局でも印刷など思いもよらなかったのですが、地元民の強い要望で、出版の運びとなったそうです。他の11人の方は、函館周辺のエキスパートで、神社の宮司、民謡研究家など多士済々で、その内容も道南の地方カラー豊かなものです。私自身は、たまたま昭和52年春まで、函館海洋気象台長をしていたというだけで参加したのです。しかし、函館の地元団体の主催で、盛大な出版記念パーティーが開催され、多くの参加者から祝辞を頂き、また、函館が日本における気象観測発祥の地であることを、案外知らない人の多いのに驚くと共に、放送だけに終るものが、印刷されて広く読まれることの有意義さを改めて痛感しました。

実は退官後、身辺整理をして、在職中にいろんな誌上に発表した随筆を寄せ集めてみました。その多くは長期予報に関連したもので、意外に今でも参考になりそうなものもあり、機会をみて何らかの形で、まとめて印刷したいと思っていました。考えてみますと、在職中に講演を頼まれると、天気図の実習などを除くと、殆ど長期予報や気候変動に関連した内容ばかりでした。このような事情は、超異常気象が続いている昨今も、変わりがないと思います。

この度の「随想・はこだて散歩」の出版記念パーティーの席上でふと、私の拙い随想を、長期予報に関心を寄せておられる「グロースベッター」の会員の方々に読んで頂ければと、誠に身がってな考えが浮び、お願いしたところ、編集部の方で心よく引き受けて下さいました。

内容はご覧の通りですが、できるだけ個人的なものを除いて、印刷されたものを、そのままの形で掲載させてもらいました。従って、若干重複したり、見にくい点もあり、また埋草に、気象に関連した私の俳句を入れて頂きましたことをお許し願います。長期予報に関した固い話のテーマで、長時間にわたって大衆を相手に講演することは、大変難かしいことですが、そのような際にこの内容が、話のタネとして皆さんのご参考になれば幸甚と存じます。

私が直接「グロースベッター」に関与したのが昭和39年の第2巻からでした。「グロースベッター」は、言わば同人誌として気象庁唯一のものであり、これまでの苦労を考えると、今後も茨の道が続くかも知れません。しかし、最近の気候変動に鑑み、本誌の果す役割りの重要性を再認識すると共に、この機会に一層の発展と斯界への寄与を期待してやみません。(昭和53年12月)

目 次

① 彼岸花 } 粟拾い }	昭和 38.9～10月 河北新報掲載	3
② 長期予報	昭和 42.7月 朝日新聞掲載	11
③ 朝の食卓	昭和 50.1～51.3月 北海道新聞掲載	17
④ 長期予報回顧	昭和 51.8月 天気掲載	26
⑤ 農林経済誌上掲載	昭和 52.6～53.5月	29
⑥ 地球は冷える	昭和 52.1～12月 ニューカントリー誌上	41

彼岸花

昭和二十年の終戦も近い七月となり、気象庁(当時中央気象台)の予報体制は大きな改革が行なわれようとしていた。当時は陸軍、海軍、気象庁と三本立ての予報が行なわれていたが、いよいよ統合が行なわれ、気象庁の予報者たちは大本営気象部

に集り、官職のすべ近くにあつたせいかもしれない。若い職員がグループでは抗戦の継続を叫ぶものもあり、軍隊の肩書きで在郷軍人分会の幹部をしていた私もしきりと相談をもちかけられ、かなり動揺したものであつた。しかし時の流れは逆えず、若い人たちがいつしよに終戦の詔書を大々騒ぎで聞くことになつてしまつた。

象自長の藤原映平先生がおおい涙を流して泣いておられたのが、今でもきのうのことのようになつて浮かんできくる。

客観的なものの方

に戦況を推定できることであつた。こういった客観的なものの方の必要性が痛感されてきた。戦後、全国的に組合運動がひろがってきたが、気象庁内でもその運動がきわめて活発であつた。ところが組合運動の先頭に立つているのは、ほとんど終戦のときに徹底抗戦を主張していた若い人たちである。まさに右から左への百八十度の転回であつた。

要なところである。人間である限り予報者としても時には先入観念にちかちかされることである。たとえばある予報をするのに、現在の天気とこだわつたり、また予報者によつて判断が違つ場合もある。このようになつてを防ぐためにはどうして

おき、その中を通つたら信号が出るようにして客観的に判断できるものがある。少くとも審判には大いに参考になりそうである。さうにマーシアンにはソクという現象があるが、これはパイのませ方が無作為になつていなののが主因と思われる。したがつて勝負をもつと客観的にするために、何かパイを上から入れると無作為になつて、しかも裏返しに出てくる仕掛けが必要であらう。そうすればかなりじやうず、へたがはつきりすると思われ。もっともマーシアンにはソクという現象があるからこそ、多くのてんぐがいるし、またやめられないのかも知れない。

の創設と共にその一員となり、本工務隊に備えられたことになつた。私も高層大気隊の当番をしてきたが、そういった先立に終戦のつわさがしきりて部内の職員から流れてきた。

八月にはつて終戦が確定になると、気象庁内外の動きは何となくたまたまものが感ぜられるものになつてきた。特に気

私たちが生活の周囲にも、客観的な判断の必要なるものがたくさんあるやうに思ふ。勝負の判定に例をとると、相撲はいつに及ばず、野球でもソフトボール、アイスホッケーに何か自由な空を

私たちの生活の周囲にも、客観的な判断の必要なるものがたくさんあるやうに思ふ。勝負の判定に例をとると、相撲はいつに及ばず、野球でもソフトボール、アイスホッケーに何か自由な空を

話題があらぬ方へ走つてしまつたが、日本の将来のためには、一人々々が客観的にものをとを判断することが大切であるまいか。(仙台管区気象台 予報隊長 和田英夫)

客観的なものの方

客観的なものの方

客観的なものの方

客観的なものの方

客観的なものの方

花 彼

雄飛 大集 著 著者てい
うことはあるが、これに併
して一通りの解説がある。し
り、これらの四つが独立してわ
らものの代表である。そのう
と、地震、雷、火事のおそ
び、大旱、大雨、洪水、さ
な戦前派のてい、さすて
ていつか、いつか、いつか、

ていつか、いつか、いつか、
ていつか、いつか、いつか、
ていつか、いつか、いつか、
ていつか、いつか、いつか、
ていつか、いつか、いつか、

台風はわくわくしない

アイオン台風による大洪水は、
また記憶に新しいものであ
る。古く資料では、大正二年八
月、台風がまたも、官城原を
襲ひ、高潮による大きな被害を
出した例もあり、決してゆん
はできない。

台風が発生すると、アメリカ
空軍の観測機が台風の中へは
いって、非常に高い所から、レ
ダーやフロップ・ソフット
が、いつでも出る予報者のため

方法で気象観測をして、その資
料を空軍にも知らせられ
る。従って、わたしたちは
は休むことになる。家庭では
補給や食料の準備をたいへん
な騒ぎである。それには、
東北地方では台風がまたも、
ていつか、いつか、いつか、

に、かつて最も大切な台風が日本
海や三陸沖を北上する時は観
測をしてくれない。その上、
象徴的を提供してくれる。船
が、気象台からの適切な通
で、いち早く避難してしま
るので、全く資料なしで予報
るといふはめになってしま
こういう時、日本の海防機
観測してもらえたらなあとい
も、かなり早くから台風情報
発表をせよ、また防災対策も

であらう。この間、台風の観測
自衛隊でも計画を檢討して
る。そのニュースがあったが
これは、日本の海防機
あり、日本への台風を日本人
の手で観測するのは当然とい
た。

が、わたしたち予報者にと
て、昔手をつけて、冬の低
気圧の発達の手順がある。日本
海まで強い低気圧であつたの
が、マッタ

台風に限らず、気象災害は年
中行軍のついでに相ついでに
てゐるが、場合によつては物
的被害はちやえなげや
であらう。しかし、対策によつて
は、少なくとも人命だけは救
うことができるはずである。わ
くした予報者にとつて、
災害で人命が失われたとい
ニュースを聞かされた、自
任のついに、心がいり
る。

（仙台区気象台予報長 和田榮夫）

天気予報はその資料や方法の点では、近年飛躍的な進歩をしたところである。戦前までは地上天気図だけだったのが、現在は毎日高気十ヶ所近くまでの高層天気図の作成をはじめ、レーダーの使用など、天気現象を立体的に解析できるようになってきた。しかし残念なが



ら、天気予報の的中率そのものは、特によくなったとはいえない。つまり大まかに言えば、予報の的中率は平均して八五割くらいである。そして天気予報が、現在までの天気予報が、十日以上

らるということになる。それにもかかわらず、最近昔のように天気予報の悪口や聞かなくなつたのは、利用される皆さんが、天気予報のことをよく理解してくれて、ひょっとするとまだ足りないものとおぼきりめて、いやな気持ちもいれない。

少し弁解めくが、四面海に囲まれている日本にとって、特に東北地方にあっては、天気は西の方から移ってくるというの

天気予報は自ら利用されている

を聞か、わたくしは予報者として、はまごころ心強い語であらう。

天気予報は医者との似た点が多く、天気の状態をいろいろ調べるのをキヤンサー（診断）といふことになる。私がおけるのは心強いことである。私は職務上から、外出する時に特に気を付けていることが一つある。それはできるだけ雨にぬれて歩くことのないように、すてき予報のあつた時には、あつた時に自分

一の述べた通り、これまの誤診率が五分であつたことが記事を見た。これはじつは、病気がついでに診断した結果であるから、一般にはもっともよい成績といふべきである。そして、予報の的中率は、天気予報と同じくらいである。予報と同一くらいである。予報と同一くらいである。予報と同一くらいである。

最も大切な日本海から全く気象資料が得られないという点だけでも、予報者の大きな悩みのタネになっている。それにくらぶると、大陸でたくさん資料のあるアメリカの天気図をみると、アメリカの予報者のなかで、予報の的中率は平均して八五割くらいである。そして天気予報が、現在までの天気予報が、十日以上

予報は、はまごころ心強い語であらう。

予報者が、わたくしは予報者として、はまごころ心強い語であらう。

予報者が、わたくしは予報者として、はまごころ心強い語であらう。

ある日曜日、少し遊び過ぎた帰りに、少したる雨降りを覚悟して表へ出たが、降りは止まらず、予報が的中した。予報が的中した。予報が的中した。

天候と関連するものとして、わが国に於けるものとして、前線(不連続線)と云ふのがあつて、ちよつと考へて見ると、多量の、地球下の大気中に不連続な空気の境界が、たゞのこゝに形成されてゐる。



わが国に於ては毎日呼吸してゐる空気が、たゞのこゝに形成されてゐる。

また、温度の低く、湿度の少ない空気が北西の風と共に吹いてゐる。このように同じ性質をもつた種類の大きな空気のこゝを境界と呼ぶのであるが、同じ性質をもつた大気中を、シベリアから吹いて来る寒風が、秋の空に出発してゐる。その前線が、よつと形成されてゐる不連続な境界が前線面である。天気図上では線の形で表わされ、いろいろな種類のものがあつて、大風や空嵐等の激しい天候をもたらし

つて、天候と関連するものとして、わが国に於けるものとして、前線(不連続線)と云ふのがあつて、ちよつと考へて見ると、多量の、地球下の大気中に不連続な空気のこゝに形成されてゐる。

前線の発見

つて、天候と関連するものとして、わが国に於けるものとして、前線(不連続線)と云ふのがあつて、ちよつと考へて見ると、多量の、地球下の大気中に不連続な空気のこゝに形成されてゐる。

つて、天候と関連するものとして、わが国に於けるものとして、前線(不連続線)と云ふのがあつて、ちよつと考へて見ると、多量の、地球下の大気中に不連続な空気のこゝに形成されてゐる。

つて、天候と関連するものとして、わが国に於けるものとして、前線(不連続線)と云ふのがあつて、ちよつと考へて見ると、多量の、地球下の大気中に不連続な空気のこゝに形成されてゐる。

つて、天候と関連するものとして、わが国に於けるものとして、前線(不連続線)と云ふのがあつて、ちよつと考へて見ると、多量の、地球下の大気中に不連続な空気のこゝに形成されてゐる。

つて、天候と関連するものとして、わが国に於けるものとして、前線(不連続線)と云ふのがあつて、ちよつと考へて見ると、多量の、地球下の大気中に不連続な空気のこゝに形成されてゐる。

つて、天候と関連するものとして、わが国に於けるものとして、前線(不連続線)と云ふのがあつて、ちよつと考へて見ると、多量の、地球下の大気中に不連続な空気のこゝに形成されてゐる。

つて、天候と関連するものとして、わが国に於けるものとして、前線(不連続線)と云ふのがあつて、ちよつと考へて見ると、多量の、地球下の大気中に不連続な空気のこゝに形成されてゐる。



戦後は毎年のように雪の少ない、暖かい冬が続き、學者によつてはもう寒い冬はこないのだという人さえいたが、ことしの一月の北陸地方を中心とした大雪と寒波の襲来で、この説はいっぺんに否定されてしまった。

最近の世界的な気温の変動をみる。北極地方では今世紀にはいってからの気温が上昇しているが、その割合は昭和十年ごろから減つてきている。一方、北半球全般にわたる気温測定の記録は最近まで五十年ぐらひあり、平均では北極地方と同じような傾向になつてゐる。この世界的な気温の上昇については、

いふ学説はあるが、またよく説明されていない。地球上の気候変動の主因は太陽活動にあることは疑いもないが、その影響がどのような機構で地球上の天候変動に及ぼしているか、残念ながらまだわかつていないのである。

太陽活動の指数として太陽黒点というのが用いられており、これは十一年ぐらゐの周期でかなり規則正しく変動している。

過去の統計によると、東北地方の冷夏は黒点の極小の前後の年に多く起つており、最近では昭和二十年が典型的な寒冬冷夏の年になつてゐる。この太陽黒点数は百年以上の記録があり、その中に極大(年平均が六つ)と極小(年平均が二つ)があるが、その極大の中で第一位は近く畿近の昭和三十一年に観測されている。ところが極大の地位は安永七年(一

寒冬冷夏の時代がくるか

大陽活動の指数として太陽黒点というのが用いられており、これは十一年ぐらゐの周期でかなり規則正しく変動している。

過去の統計によると、東北地方の冷夏は黒点の極小の前後の年に多く起つており、最近では昭和二十年が典型的な寒冬冷夏の年になつてゐる。この太陽黒点数は百年以上の記録があり、その中に極大(年平均が六つ)と極小(年平均が二つ)があるが、その極大の中で第一位は近く畿近の昭和三十一年に観測されている。ところが極大の地位は安永七年(一

七十八年)で、それから六年後均しに比べると、ちょうど平年の極小期にはいりぬる天の大ききんをもたした異常な天候が起つており、第三位の昭和二十二年に続く極小期には昭和二十八年、二十九年の冷夏が起つてゐる。

ひつとあつかふような記録はかりあげたが、太陽黒点数の変動が大きい時には、地球上の天候に及ぼす影響も大きいとなつてゐるとはいへない。むしろこれからいかに温かくなるかを推して、昔しい黒点極大のあとに異常な冷夏は必ずしも偶然ではなからうか。

この夏の夏はずいぶん涼しかったので、ついでに人が多いた。確かに昨年や、昨年のような暑い夏は比べるまでもない。しかし、わたしたちの使

つたに、感ぜらるゝのは、このよう長い記録はほとんどは、しかも人間の記憶は、とつても最近限定される。このことでの事がいふ涼しかったに感ぜらるゝのは、この

明年はいよいよ国民投票のオリンピックが日本で行なわれるが、その開催については天候のことと最後まで時期が問題となり、ようやく十月に決まつた。うである。ところが、長い年々の気候変動の立ち場からすると、明年は太陽黒点の極小年、しかも先に述べたように史上最大の黒点数であつた昭和三十一年に続く極小年に当たつてゐる。ことしの一月は北半球の気温変動は極めて、また海流異常や地球自転の異常まで観測され、さらに春の西日本の長雨など、見方によつては、太陽黒点の記録的な変動の影響がすでに始まつてゐるとも考えられるのではなからうか。

とにかくオリンピックを明年に控えて、異常な天候の可能性が大きいとつては、予報者だけでなく一般の方にもうが心配すべきではなからう。仙台醫

区気象台長 和田英夫

これから急に寒くなったりすると、さうぞく報道機関から電話がかかってくる。

「きょうは急に寒くなったが、原因はなんでしょうか」

「エエ、シベリアの高気圧が発達して、大陸から冷たい空気が吹き込んできたからです」

このような問答の末、シベリ



ア高気圧の発達による寒波といつたようなタイトルでラジオや新聞で報道される。よく考えてみるべし、これでは単に現象について、この種の現象を悉くしているにすぎない。たゞねる方はこれ以上の本質的な取柄を求めている。天気予報についてはいくらも、天気予報の解説まで行なわれ

かも知れない。しかし異常気象のたび、このような問答がいづも繰り返されているのは、甚

さんか先気象を見、あるいはこの文句はお天気か西から来

ソク海に高気圧がある、必ず

ツン海に高気圧がある、必ず

よく国がらを表すのに、アメリカでは日常のあいさつに相手のごきげんをうかがい、中国では飯のことが日本ではお天気のことか話題になるという例

だのとむすかしいことば——あ

腕まくりという里言がある

腕まくりという里言がある

数年前から新聞には天気図が載っている。最近ではテレビ

西が曇れば雨となる、東が

西が曇れば雨となる、東が

西が曇れば雨となる、東が

天気予報の解説まで行なわれ

天気予報の解説まで行なわれ

天気予報の解説まで行なわれ

天気予報の解説まで行なわれ

シベリアから節と天気予報

(仙台電報局気象台予報課長 和田英夫)

「ごしも標作といふニュースが伝えられている。

「この夏は不順きだが、冷害の心配はない」と長期予報を發表して来たまえ、この半年の間、低温がでるたびに気をもんだが、やっとホッとしたところである。

現在、世界各国で長期予報を



やっているが、半年も先の予報を言っているのは日本だけである。ちよつと考へてもわかるように、まず、あつちの天気予報も確かならぬのに、何カ月も先の予報がうまへくとは思われぬ。ところが不可解とも思われる夏の長期予報を、世界中

で最初に組織的に始めたのが日本で、しかも東北地方の気象官署なのである。

戦時中の昭和十六年の春、故森田穂台局長が東北の全洲候所長を盛岡に集めて、夏の天候予報を研究し、冷害を軽減するの

が気象官署職員の仕事であると訓示し、ここに東北地方の伝統的な長期予報の研究が始まったのである。記録によると、その目的は當時の流行語でいへば、

東北地方気象官署の職員は、うって一丸となつて長期予報の研究にまい進する決意をかためたとあり、まさに当時としては気象界の特攻隊ともいふべき出陣であつた。

もともと標作のため始められた長期予報であるが、最近はその用範囲が非常に広がつてきた。一昨年の、すなはち夏の

は、扇風機が売切れるといふ現象が起つて、また冬が寒く、雪が多ひかによつて衣料品や燃料、はては長くつに穿るまでもその売れぬきが大きく違つてくる。もし早くかち夏も冬の予報がわかつておれば、会社としてそれに応じた生産計画を立てられるし、利益も膨大なものなるであらう。この春に市内の

戦前までは、あたかも井戸の中のカラスのやうに、ごく範圍の狭い極東の資料で長期予報を出していた。ところが、現在はいよいよ、北半球の地上はもろもろ、最近長期予報に対する社会の要求はますます大きへ、またきびしくなつてきている。しかし、正確な長期予報への道はまだまだはるかに遠く、わたしたちばかりでも、北半球の膨大な資料になつて、先人の歩んで来たの道の途中で、向かう

とルと長期予報

最近長期予報に対する社会の要求はますます大きへ、またきびしくなつてきている。しかし、正確な長期予報への道はまだまだはるかに遠く、わたしたちばかりでも、北半球の膨大な資料になつて、先人の歩んで来たの道の途中で、向かう

この夏の涼しいは北半球の緯度をもじつがしたたの好むものか、また、アイスバーンだけでな、ドールをガーンだけにな、ドールをの活るもの、夏の天候、私自身のこころ、恐縮である 長 野 田 英 夫



天気予報に困っておし
る話が多い。昔からの雑語
にびよる見とらうがある。
話の筋は順さか用事で
尋ね出かけるため天気を知り
たいので、隣の酒屋の所へ相
談に行く。酒屋は、調整所では
常識を身につけたエライ人が
予報をやっているが当にな
らない。季節はもうまだが
ちとこ、聞きに行くのに遅
い。鶴居は
見の所へ行
と勧める。八
ヶ尾は、雨が
降るひよとはな、と教え
るのだ。傘をカサを持たずに
出かけたところ、途中大雨
にも。カンカンになって八
ヶ尾のとうく、ちやうどむ
と、雨が降る。教えどとはな
いかと、おれはさくら。なる
ほど、雨が降る。ひよとは
はな、とらうが降るとあ
る。

アメリカの小説に、ある
ものの母親が学校の先生に
「もうもうちの子がうらをこ
いに凶なれ、将来大きくなつた
らなにとしたらなにとし、も
かたしなれなとらう、養え
いなく、それは健康巨に
れ、予報員になら、ん、い
らるれる。これはアメリカ
でも同じとらう、天気予報が言

たならんといふ証拠であり、
わたくしは予報員として
まことに小僧の小僧である。
天気予報はたなく予報
あるは予報。ちよのつく
ものの、予報かとははな、のい
たることである。調整 鶴居
の予報は、い、及ばず、専門
家のいる野球 相懸にいたる
まで、よ、ま、その予報が当
たらぬものだと予報者のわ
たくしが時々痛撃する。昨年
のこの野球では、リーグの
優勝の本金は巨人であつたが
野崎の予報を、し、め、阪神
が優勝してしまつた。その時
あるスポーツ新聞に、野球評
論家が予報の当たらなかつた
いに、叩して、天気予報は、

「想」は「ひ」が「し」る。

料た、と、ん、あ、ら、ん、を、ま
し、と、ら、ん、と、を、言、て、い
た。これは、調整を、ま、し、彼
らは、なん、と、天気予報は、ま、言
た、ら、ん、と、を、言、て、い、る
ことには、な、ら、ん、ひ、よ、と、は、な
え、な、と、い、は、な、る。

この調整は、し、は、い、く
なる、と、言、つ、た、言、は、り、ま、な
り、調整、と、や、ら、ん、と、言、ま
す、と、い、つ、た、ら、な、が、こ、も、も
相懸調整として、思ひがけ
なり、し、つ、た、お、た、に、教、な
い。その、こ、と、し、の、この、野球
でも、意図的な調整の調整機
能を、し、め、阪神や、巨人の、不
振、なる、と、予報、の、こと、は
は、な、つ、た、ら、な、ら、ん。

調整は、誰の、大、金、れ、と、の、値
上、なり、と、一、時、一、時、を、教、へ、た

ものである。わたくし自身で
詳しく調べたこともないが、
株価と天候の調整は、かなり似
た所があるように見える。天
候は、たとえば、季節変動や火
山爆發などのように、不測の
原因により大きく左右され
異常な天候になることもある
が、一方では年々暖かくな
っている長期間傾向が、季節変
化のようには規則正しくやて
くるものもある。株価の方も
長い間には価格が上昇してい
るが、その中で季節によつて
いつも高くなっているものも
ある。また、マネイジメント
の原則のようには、人為的な作
用により大きく影響されるこ
とも多いと思われる。いずれ
にしても、こ
れらの調整を
あらかじめ予
想しようとする
る、な、が、な、が、容易な、こ、と、
は、あ、る、ま、い、株、で、も、う、か、て、い
る、人、は、専門、的、な、知識、の、ほ、か
に、素、外、た、く、し、た、ち、共、通、
した、予報、の、コ、ツ、と、も、い、つ、た
もの、ま、よ、く、敏、感、な、て、い、る、
て、は、あ、る、ま、い、か。

ゆ、つ、つ、り、自分の、間、を、な
が、め、て、思、え、考、え、よ、う、に、よ
う、は、人生、の、ま、つ、て、が、確、率
的、な、し、ん、み、に、な、つ、て、お、り、
ある、程度、の、予報、は、ま、ぬ、が、れ、え
ない、ま、よ、に、思、え、る、お、す、本、體
が、買、か、ら、ん、と、か、ら、ん、と、も、感
悟、を、教、育、的、な、意味、で、は、確、定、
ない、ま、よ、である。

た、に、こ、も、予報、と、な、る、
ほ、ん、と、に、む、す、め、し、ら、い、の、
お、り、(仙、台、醫、院、家、族、会、予報
調整、 和田、実、夫)

選考の終ったあと、ある新聞で

「選考の公選で長期専攻はつてになりなう」といふことがありつたことがある。まさしく、長期専攻の責任者である私が、長期専攻はつてなうものなど願ひしてゐた。

わがものつてゐる、あつたあつたの天気予報の確信がないのに、何カ月も先の予報が、うまうまといふは別な話。よひが、不可能に願ひわけるの長期予報は、世界で最初、組織的に研究を始めたのが日本、しかも東北地方の気象庁であるのである。

戦時中の昭和十六年の春に、当時仙台の気象局長であつた故森田梅氏が、東北全測候所長を盛岡に集め、夏の天候予報を研究し、冷害を軽減するのが、気象官職の職務である、と訓示した。ここに、東北地方が日本

の伝統的な長期予報の研究が始つたのである。当時の進行期をのまて言

は、一東北地方が象徴的の職責を、打つて一九二九年、長期予報の研究にま

長期予報

天候民族

1

和田 英夫

切れるといふ現象まで起ると、また冬

品を準備、その後は長雨にひたひた

わがの船舶の輪送が必要となり、世界

このために、ちやんと窓のひびき

本の雑誌で、大言を利権をもたつて

な、社説に載つて現在毎年になつて

家としての最も必要な能力

いふことも、その時代の社

す、つて、つて、つて、つて、つて

だが、日本人は、天候民族であり、

和田 英夫氏(わだ へいぶ)は、大正



和十五年、青森師範校長、同二十二年、仙台管区気象台長、同三十二年、九十年から気象予報局長、同三十二年、理學博士、俳句會

しつしつと進め、気象学者も、この分野に専らなれば、
が、その結果、長期予報の精度が向上するであろう。

「長期予報は、必ずしも、技術的
な、進歩がなければ、研究を前に進め
ないで、ただ、待っている。彼の
「長期予報」を、このようにして、
の、進歩が、期待されている。

「長期予報」が、このようにして、
の、進歩が、期待されている。

長期予報

2

カエルの予報

和田 英夫

考慮が全く払われなかつたのであ
う。極端にいうと、昔の長期予報は、
天気図が不要で、ただ、予報が、
たのみの。そのために、我々、
「長期予報」の、
同じ、
増加し、これを処理する電子計算機の
発達である。日本のような中緯度の長
期予報をやるには、少な／＼とも、北
半球の気象資料が必要となる。早く
からわかつてきた。最近になつ
て、この資料が整備され、対流圏
だけでなく、成層圏の天気
図まで、毎日見られるよ
うになつた。また、長期
予報研究者の、長い間の懸
念が、なされた。この
「長期予報」が、このようにして、
の、進歩が、期待されている。

予報の見解が発表され、大いに新聞紙
上をにぎわしたものである。まさにモ
ニタ教授のいう通り、科学には、ほ
ろい状態であった。
最近の長期予報の進歩として、二つ
の面があげられる。それは、気象資料の
増加し、これを処理する電子計算機の
発達である。日本のような中緯度の長
期予報をやるには、少な／＼とも、北
半球の気象資料が必要となる。早く
からわかつてきた。最近になつ
て、この資料が整備され、対流圏
だけでなく、成層圏の天気
図まで、毎日見られるよ
うになつた。また、長期
予報研究者の、長い間の懸
念が、なされた。この
「長期予報」が、このようにして、
の、進歩が、期待されている。

「長期予報」が、このようにして、
の、進歩が、期待されている。

「長期予報」が、このようにして、
の、進歩が、期待されている。

(気象庁長期予報管理官)

「日本の長期予報の技術水準が低く、予報精度が低くなる傾向がある。また、予報精度が低くなる傾向がある。」

「これは、世界的な水準で、日本の方が進んでいくべきです。」

「それは、予報の夏は、冷害になる。今から、予報の夏は、冷害になる。」

「予報の夏は、冷害になる。今から、予報の夏は、冷害になる。」

「予報の夏は、冷害になる。今から、予報の夏は、冷害になる。」

「予報の夏は、冷害になる。今から、予報の夏は、冷害になる。」

「予報の夏は、冷害になる。今から、予報の夏は、冷害になる。」

「予報の夏は、冷害になる。今から、予報の夏は、冷害になる。」

「予報の夏は、冷害になる。今から、予報の夏は、冷害になる。」

「予報の夏は、冷害になる。今から、予報の夏は、冷害になる。」

「予報の夏は、冷害になる。今から、予報の夏は、冷害になる。」

予報の夏は、冷害になる。今から、予報の夏は、冷害になる。」

予報の夏は、冷害になる。今から、予報の夏は、冷害になる。」

予報の夏は、冷害になる。今から、予報の夏は、冷害になる。」

予報の夏は、冷害になる。今から、予報の夏は、冷害になる。」

長期予報

英国人気質

4

和田 英夫

予報の夏は、冷害になる。今から、予報の夏は、冷害になる。」

予報の夏は、冷害になる。今から、予報の夏は、冷害になる。」

予報の夏は、冷害になる。今から、予報の夏は、冷害になる。」

予報の夏は、冷害になる。今から、予報の夏は、冷害になる。」

予報の夏は、冷害になる。今から、予報の夏は、冷害になる。」

予報の夏は、冷害になる。今から、予報の夏は、冷害になる。」

予報の夏は、冷害になる。今から、予報の夏は、冷害になる。」

(気象庁長期予報管理官)

戦後、暖かい冬が続いたとき、地球温暖化説が盛んに発表された。その原因として、炭酸ガス説がたり、また、連年の学者の努力で、この何世紀も地球が暖かくなると、温暖化が続くといふ説が流行された。ところが、昭和二十八年の北陸豪雪のころから、温暖化説が影をひたし、地球寒冷化説が台頭してきた。ほんとうに、地球が冷えてきたのであるうか。

この温暖化説の盛んになったのは、日本が暖冬のうた、おひび、ローンを開催させた気候のシンボリズムで、世界的に気温が上昇してゐるといふ論文が発表されたのが発端である。しかし、この時に行われた世界の気候資料は、戦前までのもので、実はこの後、世界の気温が大きく變つて

日本の気象記録は、また二〇〇年に達したが、英国では、二五〇年以上の気温観測の記録がある。その結果を見ても、きつめて大きな変動をくり返してゐり、決して、地球上の気温は、年々上昇してゐるといへない。

日本付近だけが、これまで温暖化の傾向が残つてゐたのである。ところが、この今、日本各地は、二十年來の寒さや大雪に襲われ、もう、寒冷化の波が日本へも押寄せてきた気配が濃

あるといふ外国紙で、アメリカのナマイアスが主張するうちに、地球上の氷雪や海洋の影響によるといふ原因説の二つになる。二人とも、生涯を長期予想の研究にまみれてゐる老學者であるが、まあ、お互ひにその説を固執して驕つた。

心、第三位の極大に続く極小期の昭和二十九年ころには、北日本が近年まれにみる大冷害に襲われている。このように、非常に大きな太陽黒点の極大に続く極小期には、いずれも、異常な天候が多発してゐる。残念ながら、太陽活動や地球上の天候との因果關係については、まださへわづらひない。うかつに偶然の結果とは考えられ

長期予報

5

寒冷化する地球

和田 英夫

う、英国でも再び寒く冷たい夏の時代がくるのかもしれない。また、最近の北半球の気温変化をみると、世界的に寒冷化の傾向がある。特にシベリアでは、著しい寒冷化が続いてゐる。このように、世界的な気温変動の中で、

が起るのかもしれない。これが長期予報を解決する一つのキーである。現在のところ、まだ定説がない。まあ、これはにわけ、ドイツのハールの主張する

十年に現れ、これを続く極小期の昭和二十九年を中心にして、世界的な寒冷化が起つた。日本でも北陸豪雪や北海道の冷害が起つてゐる。その、第一位の極大に続く極小期には、いわゆる天照の飢饉(きき

とてかへ、最近の世界の気候が變つてゐるとは、各國の學者の一致した意見である。このため、ユネスコ主催で、農業の気候についてのシンポジウムが英国で開催され、将来の世界の農業の食糧事情について、討論が行われた。この、世界の気候は、寒冷化の方向に變つてゐると考えればなるまい。

(気象庁長期予報管理官)

現在、世界の天気予報の中心は、八五パーセントが風速である。東京の天気予報は、十、十一日にかけては、晴れ、気温は、二十度、湿度は、六十パーセント、風速は、毎時十メートル、と予報されている。これは、過去の予報と比べて、かなり正確である。

また、専門家のいる野球、相撲などの試合、大抵の予報の当りは、ものごとく、天気予報のわたりに、時々、相違する。これは、予報の精度が、人間の目や耳の感覚と比べて、かなり正確である。

中々、季節変化が、予報の中心である。また、ケネディ大統領の死の予報は、突然の事故であり、大々的な影響を及ぼした。これは、予報の精度が、人間の目や耳の感覚と比べて、かなり正確である。

予報の中心は、風速、湿度、気温、と予報されている。これは、過去の予報と比べて、かなり正確である。また、専門家のいる野球、相撲などの試合、大抵の予報の当りは、ものごとく、天気予報のわたりに、時々、相違する。

予報の中心は、風速、湿度、気温、と予報されている。これは、過去の予報と比べて、かなり正確である。また、専門家のいる野球、相撲などの試合、大抵の予報の当りは、ものごとく、天気予報のわたりに、時々、相違する。

長期予報

6

むすかしのもの予想

和田 英夫

予報の中心は、風速、湿度、気温、と予報されている。これは、過去の予報と比べて、かなり正確である。また、専門家のいる野球、相撲などの試合、大抵の予報の当りは、ものごとく、天気予報のわたりに、時々、相違する。

予報の中心は、風速、湿度、気温、と予報されている。これは、過去の予報と比べて、かなり正確である。また、専門家のいる野球、相撲などの試合、大抵の予報の当りは、ものごとく、天気予報のわたりに、時々、相違する。

予報の中心は、風速、湿度、気温、と予報されている。これは、過去の予報と比べて、かなり正確である。また、専門家のいる野球、相撲などの試合、大抵の予報の当りは、ものごとく、天気予報のわたりに、時々、相違する。

予報の中心は、風速、湿度、気温、と予報されている。これは、過去の予報と比べて、かなり正確である。また、専門家のいる野球、相撲などの試合、大抵の予報の当りは、ものごとく、天気予報のわたりに、時々、相違する。

予報の中心は、風速、湿度、気温、と予報されている。これは、過去の予報と比べて、かなり正確である。また、専門家のいる野球、相撲などの試合、大抵の予報の当りは、ものごとく、天気予報のわたりに、時々、相違する。

和田 英夫
（気象庁長期予報管理官）

二〇六二



朝の食卓

この冬は、私は幸甚で、毎朝の飯の代わりで、専ら米のソースという生活を楽しんでゐる。去年十月、その幸甚たる年に一度だけ、自ら母国に帰ることがある。それは皆喜ぶ事であらう。餅餅もどきがでるに買つてきて、家内と食ふながら、春待つ心を話し合つたところである。因縁では何となく、にも餅餅を売り出してゐた。早速買つてみたものもある。餅餅のあんを包むのは、小麦粉とほかり思つていた私には、意外であつた。ところが、物の本によると、初めは、お米を米を用いたもので、お米を作つたものであつた。餅餅のあんを包むのは、小麦粉とほかり思つていた私には、意外であつた。ところが、物の本によると、初めは、お米を米を用いたもので、お米を作つたものであつた。

餅 和 田 英 夫

餅餅の生活様式の変わったところがある。昔からの餅餅の生活様式は、お米を米を用いたもので、お米を作つたものであつた。餅餅のあんを包むのは、小麦粉とほかり思つていた私には、意外であつた。ところが、物の本によると、初めは、お米を米を用いたもので、お米を作つたものであつた。

(因縁海峽観望台)



朝の食卓

因縁では、冬というのに夜間断水が始まつた。相次ぐ断水による異断水のたたりが、すっかりお天気のせいになつた。この機会に断水の断水について私見を述べてみたい。私た日本人は、わが国は水が豊かである。という錯覚的な錯覚を持つてゐる。なるほど日本は、モンスーン地帯に位置し、年間降水量一七〇〇で、東南アジアに次ぐ世界で一番目の多量である。しかし人口二人当たりになると、アメリカの七分の一、イギリスの半分を過ぎない。それにもかかわらず、水の使用量はきつて多い。外人が日本へきつて、電気洗たでいる。日本人と云く機の水の使い方、目を見張る。水洗面所の水と飲み水と同じだ。というところから、また、ヨーロッパでは、日本のようなカーウォッシュの習慣はない。推奨すれば、日本人一人当たりの降水量は、昭和六十年には、昭和初期の半分になるといわれている。自然水の水資源には限界があり、このままでは、日本における水の供給が破たんするものも時間の問題なのである。

夜間断水 和 田 英 夫

石油ショック以来、因縁に節約ムードが高まつているが、またまた水のありがたさは身にしみている。日本にとつて、水資源節約の観点から、水が豊かである。という錯覚的な錯覚を持つてゐる。なるほど日本は、モンスーン地帯に位置し、年間降水量一七〇〇で、東南アジアに次ぐ世界で一番目の多量である。しかし人口二人当たりになると、アメリカの七分の一、イギリスの半分を過ぎない。それにもかかわらず、水の使用量はきつて多い。外人が日本へきつて、電気洗たでいる。日本人と云く機の水の使い方、目を見張る。水洗面所の水と飲み水と同じだ。というところから、また、ヨーロッパでは、日本のようなカーウォッシュの習慣はない。

(因縁海峽観望台)



朝の食卓

この間、東京から因縁に移動した。因縁は、昭和十七年五月、津軽海峽を渡つて出陣した。因縁は、日本にとつて、たなく、山台の北へ来たのが初めてだ。同じ公務員でも、北海道の出陣にもかかわらず、感傷的な船旅になつた。因縁へでさえ、感動をいやがる人が多。因縁は、津軽海峽を渡つて出陣した。因縁は、日本にとつて、たなく、山台の北へ来たのが初めてだ。同じ公務員でも、北海道の出陣にもかかわらず、感傷的な船旅になつた。

津軽海峽 和 田 英 夫

津軽海峽の四時間の船旅は、長いという人もいだが、同じ津軽海峽の船旅でも、行きと帰りで、気分が異なる。因縁は、津軽海峽を渡つて出陣した。因縁は、日本にとつて、たなく、山台の北へ来たのが初めてだ。同じ公務員でも、北海道の出陣にもかかわらず、感傷的な船旅になつた。

(因縁海峽観望台)



最近 支那 この広い北海道に住んでい
る方々には、大氣をほじめ、
湖では、尾ののぼる奇病
の騒ぎ、海洋も湖の汚染は、ちよつと
で、チンゴベ
考えてくいかも知らない。し
マメに、が森
かし、現象には、北海道の主要
都市は、大氣汚染の環境基準
に、軒並み落第しているのだ
ある。特に、気象庁からい
ると、北海道は、スモッグ発
生の好条件下にある。という
のは、ロンドンで、一九五二
年と二九六六年の冬
季に、スモッグによ
り多数の死者を出し
たが、これは、フロ
ンキングという特殊
な気圧配置の下で発
生したのである。こ
のフロンキングの最
も発生しやすいの
が、北半球では、イギリスと
北海道の周辺なのである。
別に北海道の工業開発計画
を差すつもりはないが、世界
的に最大級の大規模開発計画
をやるにしても、ロンドンの
ように、塗炭の苦みを味わ
うことのないよう、事前の
計画と対策が必要であらうとい
を強調しておきたい。

なるまで。

(函館海洋気象台長)

汚染への苦言

和田 英夫

羅漢水城 二百を
控えて、日本の漁業
は、沿岸や湖におけ
る人工繁殖や自然増
殖の方向に進むこと
になつた。そのため
の基礎となるのは、
水温や微生物のよう
な環境資料なのであ
る。これは羅漢水、気象や土
壌などの基礎資料が必要とな
ると同じである。ところが、
北海道の沿岸や湖における観
測資料は、極めて乏しい。こ
れでは、チンゴが大艦に死ん
でも、その原因さすつかぬま
つのも当然のことであらう。
養殖には、永年の観測資料の
蓄積が大切なことを忘れては



中国におけの気象業務を視察し、中国で
る地震予知に
ついでに、維
誌「自然」で
紹介された、ま
とつたような報告をしたこと
な、去る月には、遼東半島
における地震予知が、短期的
にも、長期的の予言、インディ
ヤリといつて、周期的な
成功が伝えられている。しか
ども、私には驚愕的に考えて
どうも納得のいかな
い点があった。

地震予知

和田 英夫

最近ある新聞に、
地震というテーマの
連載の中で、中国の
地震予知について述
べている。中国で
は、国家の事業とし
て組織的な観測と研
究が行われていることは理解
できる。日本の現状は、
つてもまづ限りである。
ところが、予知のためのソー
タは民間からも集め、パ、パ
タが突然鳴く、といつたやう
な動物の兆しをも警報として
る。このやうな中国
の地震予知に驚く暗喩をさら
るを得ない。

数年前に、私の同僚が中国

(函館海洋気象台長)



五百余の本に、専門家がハンクである。
紙、前叙象
庁長官高橋先
生の「北の
便り」が掲載
される。
「流水」という季節には、
中央出版のある臨時記に、次
のやうな句が載つてゐる。
ある流水女賊をのせしこと
さんと感心した。先生は、札
幌に在任中に俳句を始め、ま
だ経験の日も流し

蝦夷歳時記

和田 英夫

私の全く同感である。
ところが北海道は、それ
が実現しており、佐々木冬
氏の「蝦夷歳時記」といふ著
書すべき好著がある。第集
の季節物象編が絶版になり
と、図書館で「北の便り」を
らひ愛用している。その中に
は、気象に關連したものが
が、その解説が、その

(函館海洋気象台長)



この間ある人が旭川では、季節変化がはつきりしているのへ階段式変化のない年に起こっている。

「旭川では、季節変化がはつきりしているのへ階段式変化のない年に起こっている。」

階段式変化

和田英夫

「旭川では、季節変化がはつきりしているのへ階段式変化のない年に起こっている。」

(函館海洋気象台長)



人それぞれとて、あの日、あの敵機は、本日は函館を空襲にきた

「人それぞれとて、あの日、あの敵機は、本日は函館を空襲にきた

七月二十八日

和田英夫

「人それぞれとて、あの日、あの敵機は、本日は函館を空襲にきた

(函館海洋気象台長)



手もとにある、という建前であるが、戦

「手もとにある、という建前であるが、戦

敗戦日に思う

和田英夫

「手もとにある、という建前であるが、戦

(函館海洋気象台長)



津軽海峡は私が偶然、津軽海峡で釣りをして来た時を知った。青森市の調査の結果、なんとその後の調査の結果、なんとその原因がつかめようである。

青森県の特産品であった。私が小学生のころ、青森市の実家の近所に下宿していた大出の善人が、ホタテの研究を始めたのを記憶している。今にして思えば、それが現在のホタテの権威者山本謙太郎先生であった。ホタテ養殖の成功も、四十年以上の研究の成果なのである。

対岸の火事

和田 英夫

とつてその鹽を、最近、原子力船以上の大騒ぎが持ち上がっている。どういふか、この春から、ホタテの養殖が激変し、ハリから落けるという奇聞に侵され、大量のホタテがへい死している。さうして、七月には、養殖場のホタテの養殖施設が流されるという大きな被害を受け、陸奥湾の漁民にとって死活問題になった。

私は偶然、津軽海峡で釣りをして来た時を知った。青森市の調査の結果、なんとその原因がつかめようである。また、ホタテのへい死の原因については、過剰養殖や海洋汚染などが考えられ、青森県としても総力を挙げ、その究明に努めている。

(函館海洋気象台長)



このたびは、北海道は、台風6号の団体の責任者との密接なコミュニケーションにより、適切な避難命令が出され、最悪の被害を受けなかった。ところが、被災者の中には、土砂崩壊による被害で、本に当たる最近の気象災害は、台風災害に代わり、集中豪雨(年々山くずれ、かけくずれ、土石流(山津波)など、人災によるもの)が多くなっているのが、新しい形態なのである。

気象災害の新形態

和田 英夫

私は、予報者として奮闘してきた信念がある。それは、気象災害の原因、最悪の場合には、財産や家屋を失うことも多いが、予報者としての責任は、人命を救済することにある。例えは、レーダーで異常な雲が観測された場合、レーダーだけでは、どのくらい雨が降っているかわからない。予報者としては、その近傍からの降雨量の入手が唯一の手掛かりであり、その資料がその後の適切な予報

(函館海洋気象台長)



カンタンと捕りやすいのは、ひまわりの方が、案外少ない。雑草には、食べた跡の穴があいていない。雑草に食いつく。足音を飛ばしてそとに近づき、虫直したてルルルとつづいて鳴く、とある。そのカンタンが、宿舎の周辺で鳴いており、私の幼い日の記憶を呼び喚びてくれる。

カンタン

和田 英夫

私がカンタンという言葉を聞いたのは、物心がついた幼い時のことである。父が一杯飲んで、あおむけになつた面足の上で私を乗せて「邯鄲(かんたん)は夢、よく気を付けてみると、の枕(まくら)とこころを、夜と昼を区別して遊んでくれたものである。自分でも不思議に思うくらい馴染に懐いてくる。しかし、カンタンという虫を実際に見たのは、小学生になったからで、父が虫かごを持って、カンタンを捕りに連れて行ってくれた時である。富安風生先生の佳句である。(函館海洋気象台長)

(函館海洋気象台長)



朝の食卓
この秋の距は打って一丸となり、長期予報の研究に邁進する気概を固めたところである。すなわち、日本の長期予報は、一カ月予報を飛び越えて、六カ月先の夏の天候予報が始められている。

長期予報に甘え

和田 英夫

戦後、北半球の気候変動が成層圏及び大気層を電離層の活動に、最近の長期予報は、長年の進歩を以て、一カ月以上の長期予報を以て行っている。しかも、それは世界中に日本だけである。しかし残念ながら、現在の長期予報は、毎日の天候予報のよそよそしい体系的な確立されていない。そんな科学的根拠のない長期予報は、やむを得ず、七十年の気候学的な歴史がある。戦時中においても、東北地方の測候所長会議の上で、夏の天候予報を研究し、論議を繰返すのが、気象官廳職員の間では、一種の流行語で言えは

「東北地方気象官廳の職員」
(函館海洋気象台長)



朝の食卓
「交通事故、思い切って買ったのが死に常事、私の愛車である。よく考えよう、自動車に乗るの危険は、何十年ぶりであった。私が愛車を買ったと言った。私のもたれも自動車と思う人がいなくなると、それだけ自動車、人間社会に溶け込んでいくことになるのである。

私の愛車

和田 英夫

実は、戦後間もないある日、突然父が自動車にひかれてしまった。田舎中の家はその死を目にさえあてなかった。その後、遺族としての苦勞もさることながら、私には大層の災難を父が受けた。私の方か、今でも父の死を覚えている。足腰の健康になり、健康上もよく、まあ二百馬力、いや、交通事故を考えると、二百三馬力である。

「交通事故死は、統計的に何万人に一人でも、思ってもいない事故であった。当事者にとっては、一〇〇%の災難なのである。」
(函館海洋気象台長)



朝の食卓
いつか国鉄のストで苦しんだ経験をしたのだった。馬取では大阪と松山間に、水上機が運航されていた。航空券を買っておいたスト中止。でも、空の旅も長からうと、札幌からの格安飛行機に乗った。

空の旅

和田 英夫

私が気象予報の学校を卒業したころは、航空機ブームで各地にローカル線が開校され、卒業生の多くは、飛行場勤務であった。私も羽田と馬取に勤務したことがある。当時の羽田には、富士との間にローカル線があり、第一次大戦で、ドイツ軍が使用したフォッカーという確が、六人乗りの小型機が就航していた。お客様の多い日には、操縦士に頼まれて、出発の遅れに、身体検査の不快感もあって、私には快適の旅ではなかった。でも、付近で、突然エンジンを止めて、入り、私は飛行機天井に頭をぶつけて、ショックを受けた。私にもちろん、空の旅の唯一の収穫であった。

「現在は何百人乗りの超音速機の実用化時代になってきた。これから一体、どう変わっていくのだろうか、と、過去の追想にふけっているうちに、函館へ帰郷した。」
(函館海洋気象台長)



朝の食卓

この間、あたりに大人でも判断しかねるもの、確定はである。特に、ロシアのこの大の文、化改革を遂行しては中教授

の略語で、日本に於ける教育

教育は「集合論」は知らぬもの、先づ「集合論」が遊に、数学の理解を混乱させているように思われる。

集合論

和田英夫

この間、あたりに大人でも判断しかねるもの、確定はである。特に、ロシアのこの大の文、化改革を遂行しては中教授

の略語で、日本に於ける教育

教育は「集合論」は知らぬもの、先づ「集合論」が遊に、数学の理解を混乱させているように思われる。

拍手を打つてはいるが、いかに、その多くは不用意な立場から、特に「集合論」を必要としな

「集合論」が果たして一般の

食糧危機への提言

和田英夫

の元週わなくなつた話で、現

状態でも、昭和四十六年の不作

の年には、単年度の開始で、

米が不足であつたことを恐

れはなまよ。

戦後の日本における自給米

の発展には、個々の企業も

奇手しているといふのが、私

の持論である。アメリカの大

候も同様で、戦後、世界最大

の農産物輸出国として、その

役割を果たしてきて



朝の食卓

俳句の冬

季節に虎落蓄

だことない私は、同氏の俳

句とその人柄に興味を覚え

る。原典によ

久しかりその作品を眺んで

みたい意欲に駆られていた。

虎落

和田英夫

北國の虎落蓄はすまじく、

作句の心構をどうか、毎日絶

望の感で暮らしているよきな

と付記してあった。ところが

感じました。ヒョットした

ら、一日くり約りき案をつめ

るのではないかと、希望

も、はかない夢に終わつた。

だに女出た驚きがある。も

種一雄氏の絶筆は「モカリ

し、あのやんこが残りてい

笛幾夜もがせ花三逢」であ

はん」という句はそうであ

いたかも知れない。

の正月は、津陸

海峽に面したある集

村で過ごしたが、番

在中この虎落蓄に臨

まれた。さすがに

北國の虎落蓄はすまじく、

作句の心構をどうか、毎日絶

望の感で暮らしているよきな

と付記してあった。ところが

感じました。ヒョットした

ら、一日くり約りき案をつめ

るのではないかと、希望

も、はかない夢に終わつた。

だに女出た驚きがある。も

種一雄氏の絶筆は「モカリ

し、あのやんこが残りてい

笛幾夜もがせ花三逢」であ

はん」という句はそうであ

いたかも知れない。



卓食の朝

この間、午後は所用があり、いらいらするが、聞く、また

薬放法があった。永年持病として悩む事として、大變考になった。特に、疫学的調査や血圧の力学的機構の究明まで、食塩が血圧に及ぼす影響のマクロとミクロの見方など、学問的にも興味深かった。しかし、薬の服用など、その対策には、いろいろ未解決の問題があるという。

高血圧 和田英夫

血圧に大きな差がある場合も、その時の環境によって、血圧値が大きく変わることが指摘された。

実験は私自身も、次のような体験がある。名古屋でのある日、かかりつけの病院へ出かけた。朝早いせいか待合室は人影もまばりであった。ところが、診察が始まってから、いらいらするが、聞く、また

(因館海洋気象台)



卓食の朝

昨年からの豊漁以後、幻の魚となってしまった。しかし、鰯対鯊は別

数年来、福島県沖では、人工化に關係のないマイワシの豊漁が続いており、また、昨年の運南におけるカワの豊漁などから考え、最近海況のものが大きく変わっていることが、好むところだ。

練群来 和田英夫

地球寒冷化と共に、現在の日本の天候は、明治の中ごろの時代であると推定されており、人工化の無かった秋サケ豊漁時代と一致している。

本言書が来たと懸念するのは、単に書かざるで済むよりも、くしくし初めにニシンの脂(オリーブ)が、舟の炭火の中で音を立てて燃え、部屋中にニシンを焼く煙が立ちこめた時、とらう記憶がある。又雪通りの音(魚)で、そのニシンの、大正初期の

(因館海洋気象台)

台風過 和田雪華

人日の風雨に目醒め予報官

ゾンデ気球輝きのぼる立夏かな

天気図の前線濃く描き梅雨深し

台風過気象庁玄関泥にまみれ

古タイヤ燃す一村霜警報

長期予報回顧*

—藤原賞受賞記念講演—

和田 英 夫**

この度、私の恩師であり、また畏敬する藤原先生を記念した藤原賞を頂き、本当に身に余る光栄と、感慨無量の思いです。藤原先生については、多くの思い出がありますが、次の二つのことが、今なお脳裏に強く残っております。その一つは、昭和19年に私が当時の中央気象台で高層当番として、3,000米の高度における天気図を描いていた頃のことです。既に台長をしておられた先生は、出勤の途中予報の現場へ寄られ、私の描いた等圧線について、自ら消しゴムを持たれて、それこそ手に手をとって修正しながら教えて呉れたことです。もう一つは、昭和23年に、青森測候所に勤務していた私が「等位解析による台風進路の予想について」という論文を、中央気象台で発表した時のことです。先生は会場の一番前に座ってお聞きになり、発表終了後いろいろ質問され、同時にご指導を頂きました。私の論文の趣旨は、当時の乏しい高層資料を用いて、等位解析を行ない、“台風は上層等温位面における高度の低い地域へ進む”というものでした。後に先生の随筆集の中に、台風進路の予想方法として、私の研究を評価されて取りあげているのを見て、本当に嬉しかったことを覚えております。

さて、本日は受賞の記念講演ということですが、この機会に学問的なことというよりも、私の歩んできた長期予報の道について、過去を振り返りながらお話し申しあげたいと思います。その方が、私には何となく藤原賞にふさわしいように思われます。

私の若い頃の夢は、何とかして高層の資料を長期予報

に利用したいという願いでした。というのも、気象技術官養成所を卒業すると間もなく、富士山で1カ月以上にわたり冬山の観測をしたのと、その後短期間ではありますが高層当番を体験したのが私の夢の基盤となっております。また、戦前のことになりますが、ドイツの Baur 博士の長期予報に関する著書が「長期天気予報入門」と題して翻訳されました。その中で、はん天候という考え方も魅力的でありましたが、それにも増して驚いたことは、“地上のじょう乱は成層圏の気圧傾度によって指向される”と指摘していたことです。さらに、その指向は、通常西から東へ向かうが、時には西へ向かうこともあるという現象を、具体例をあげて説明してありました。この Baur 博士の小冊子が、私の夢を益々増長させる結果となったようです。しかし現実には、召集、北支・中支への出征という戦時中のため、私の夢は一時挫折せざるを得ませんでした。

一方、戦時中における長期予報の研究は、昭和16年から東北地方において、全気象官署が協力して行なうようになりました。その目的は、稲作の冷害による被害を軽減し、国策に協力することにあります。戦時中ではありませんが、長期予報の研究に、東北地方の全気象官署が当たったことは、気象庁の研究史上類のないことであつたと思います。その当時の指導者は、仙台地方気象台長の森田稔氏で、戦時中はもちろんのこと、終戦後も食糧難にもひるむことなく、益々長期予報の研究促進の努力が続けられました。私が青森測候所へ転勤になり、仙台で行なわれた東北地方長期予報研究会で、初めて研究発表したのは昭和21年3月のことでした。

戦後、数年間における東北地方の長期予報の研究を振

* Review of Long-range Weather Forecasting.

** H. Wada, 函館海洋気象台

り返ってみますと、広範囲の資料に乏しく、長期予報探究のための方法論が主体をなしていたように思われます。この頃の私の思い出は、昭和26年に“オホーツク海高気圧は背が高い”という研究を発表したことです。その動機はこうです。青森測候所で勤務していたある日、晴天の夏空に浮かぶ絹雲を観測していますと、正しく東から西へ動いているのです。天気図を見ますと、いわゆる発達したオホーツク海高気圧型でした。当時としては、オホーツク海高気圧は背が低い型で、高層まで東風が吹いていることは思いもよらぬことでした。私は絹雲の西進を Baur 博士の指摘した東風の指向の実例の発見とひそかに喜んだものでした。念のため、過去の観測原簿を調べてみますと、やはり絹雲の西進している例が見つかったのです。このような数例を集めて、札幌の高層観測資料を参照にして“オホーツク海高気圧は背が高い”と発表したのです。しかし席上で“それは発達した低気圧に吹き込む風に過ぎない”と否定され、原稿をストーブで焼いてしまいました。今考えますと、残念なことでした。

実は、私と長期予報の付き合いは、病氣療養のため昭和26年から長い間中断し、再び本格的な研究を始めたのは、仙台管区気象台の予報課長に就任した昭和32年からです。その頃、私が興味を持った論文が、須田・朝倉両博士の「昭和29年の梅雨に関する研究」です。この論文は、日本の梅雨を北半球の大循環という観点から初めて解析した、当時としては画期的なものでした。その論文の中に、昭和29年5月の500 mb 平均図が掲載されておりました。ところがその図上で、平年であれば北極地方にあるべき極低気圧が、オホーツク海の方に著しく偏位しているのを見て、これこそ北日本の冷夏予報の前兆として大きな示唆を得たのです。というのは“5月の富士山の風が強いと、北日本は冷夏になる”という従来の統計的予報法則に、総観面からの意味づけの可能性を見出したからです。一方この頃、アメリカの La Seur 教授が“周極流の非対称と天候”に関する論文を発表しており、上層における極低気圧の動向が、長期予報にとって極めて重要だという認識を持つに至りました。

私の長年の夢が現実となったのは、ベルリン自由大学から発刊された Met. Abh. のあの黄色い本の中に、成層圏天気図を見た時に始まったと言えるでしょう。それは昭和36年のことでした。その後、同じ誌上に掲載された Warneke 博士の“北半球成層圏の気温変化”や Labitzke 博士の“上部成層圏の総観解析について”と

いう論文を翻訳して、東北地方長期予報速報に投稿したものでした。その頃のある日、私はベルリン自由大学から手紙を受取りました。差出人を見ますと著名な Scherhag 教授からでした。その内容は、私が英文に発表した“極低気圧の動向と長期予報”という論文の中で、成層圏の突然昇温の時期と北日本の夏の天候について興味あることを述べられ、同じような趣旨の研究を弟子の Labitzke 博士が研究しており、今後 Met. Abh. を送るから更に研究を続けるようにというものでした。私のささやかな研究が Scherhag 教授の目に触れ、直接励ましの手紙を頂いたことは、まさに涙のするような嬉しいことでした。先生のご厚恩に対しても、何らかの形で成層圏循環の長期予報への応用に関する研究を推進する決意を新たにしました。丁度この頃、昭和38年1月の毎日の成層圏天気図が手許に届きました。10 mb の天気図を開いてみますと、1月下旬初めにカナダ北部にあった -80°C の極夜うずの領域が、わずか一週間で 0°C に上昇するという、まさに劇的な突然昇温の天気図が掲載されていたのです。この1月は、北陸豪雪の年として知られていますが、今世紀最大の異常な天候の冬として、世界各国の気象学者の研究対象となった年でもあったのです。対流圏の過程も併せて調べてみますと、両者の因果関係はどうあろうと、このような成層圏循環の特性は、世界的な異常天候に密接に関連しており、総観気象という面から、異常な冬の天候予想の可能性を確信するに至りました。

さて、昭和39年の春、図らずも長期予報管理官を命ぜられ、気象庁の長期予報に関する責任者として勤務することになりました。私はまず予報ということよりも、長期予報の大きな目標である例えば北日本の冷夏や西日本の干ばつなどの異常な天候の実態の究明に重点をおいて、対流圏、成層圏の資料を用いて、大循環という観点から調査を進めることにしました。このためには、どうしても過去資料の収集と、それを利用できるようにすることが必要になりました。特に成層圏の資料については、ベルリン自由大学の Labitzke 博士を通じて多くの資料を入手しました。一方、当時の日本における長期予報研究者の数は極めて少なく、その理由の一つとして、地方で何を調査するにも、資料を入手するのが困難なことがありました。そこで対流圏はもちろんのこと、成層圏資料も含めて電計で処理し、すぐ調査に使えるように印刷配布する方針をとったのです。これらの資料を用いた研究成果は、毎年開催される全国長期予報検討会の席

上で発表され、その集大成が季節予報指針（気象庁刊行）としてまとめられております。

ごく最近の長期予報研究の動向については、よく知られていると思いますので、今回は特に述べませんが、私としては、これまでの研究で、日本における異常天候の実態が、少なくとも同時関係において、平均天気図上でかなり明確になってきたと信じております。何でもないことのようなのですが、方法はともあれ、対流圏や成層圏の天気図上で、長期予報ができるようになったことは、戦前のことを考えますと、本当に隔世の感に堪えません。この藤原賞の内定を同僚の方から知らせて頂いたのは、北海道ではまだ肌寒い3月のある日のことでした。窓の下に見える構内の庭には、浅黄色の落の莖が土の中から芽を出していました。その時浮んだのが次のような句です。

学会の受賞の電話 落の莖 雪華

長い冬の間、雪の下に埋れていた落が、春と共に芽を出してきたのが、何となく長期予報が長い日蔭暮しの時代から漸く芽を出して来たのに似たように感ぜられたのです。この芽を出した長期予報が将来すくすくと伸びて、落の葉のように大きな発展を遂げることを望んでやみません。

私の本日の受賞は、多くの諸先生方のご指導と、長期予報グループの多くの同僚のご協力によるものと衷心から厚くお礼申しあげます。ただこの喜びをお知らせする Scherhag 教授は既にこの世にいないことが残念でなりません。でもせめても慰めは、偶然といいましょうか、先生が亡くなられる前年の昭和44年の3月に、この気象学会で先生を日本へ招待し、親しくそのけい咳に接し、また多くの講演をお伺いすることができたことでした。最後になりましたが、日本気象学会の今後のご発展を望んでやみません。

学問の道

和田雪華

初空を仰ぎ気象人として老ゆる

蝌蚪に脚学問の道齟齬多く

科学てふ言葉空しき原爆忌

学問の執念秋の蚊のごとく

学問の道果しなく寅彦忌

農林經濟



時事通信

長期予報

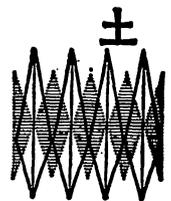
和田英夫 前函館海洋氣象台長

この四月、函館海洋氣象台長を最後に、退官したが、氣象庁在職四十三年間の過去を振り返ってみると、長期予報の専門家として、まさに、いばらの道の連続であった。長期予報をはずしては、マスコミにたたかれ、利用者からは悪口を言われ、また「選挙の公約と長期予報はアテにならない」という名文句が、新聞紙上に載ったりしたこともあった。しかし、氣候変動の激しい中緯度に位置する日本の農業にとって、長期予報が極めて重要であることは、明白であろう。ある大学の農学部教授が、「もし農業関係の技術コンテストがあり、第一位になるとすれば、それは、確実に当たる長期予報の技術であろう」と極言している。

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の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、一カ月予報を飛び越えて、夏の天候予報に始まり、しかもその研究は、その重要性を痛感した当時の農学者によって行われたのである。その初期の研究をみると、稲作豊凶の予知に関する新説が発表されては、その反論が提出され、真剣そのものの論争が、学会をにぎわしている。その後、七十年間にわたる長期予報の研究は、幾多の曲折はあったが、その重点は、常に北日本の冷害予報におかれてきており、現在、世界で一カ月以上の夏や冬の長期予報を公表しているのは、日本だけなのである。

実は明日、明後日の天気予報は、難しい流体力学の方程式を解き、電子計算機を用いて、客観的に予想天気図を作成する数値予報という方法が開発され、近年になって大きな進歩をしている。それでも、ときどき天気予報をはずして皆さんにご迷惑をかけており、冷静に考えて、何カ月も先の長期予報が、そんなによく当たるはずがない。しかし戦後、北半球の氣象資料が整備されるにつれ、予報は別としても、日本のような狭い国の天候が、北半球の大気の流れと密接に関連していることが明らかになってきた。例えば、北日本の冷夏や西日本の干ばつのような異常天候が、どのような広範囲の気圧配置の下で起こるか、少なくとも同時関係については、氣象学的に明確になってきたのである。したがって、日本付近の平均的な気圧分布の予想ができれば、かなりの精度で長期予報が可能となり、現在の研究の焦点は、どのような客観的、物理的な方法で、何カ月も先の平均予想天気図を作成するかにかかっている。

最近、世界的に異常気象、いや氣象異変ともいふべき極端な天候がひん発し、農業をはじめいろんな分野で、長期予報の重要性が再認識されつつある。現在、氣象庁の夏の天候予報は三月に発表されているが、私の永年の夢は、農家の要望に沿うべく、十二月中に、翌年の夏の予報をだすことで、今もなお、長期予報の研究に、闘志を燃やしている。



農林経済



時事通信

本当に氷河期が来るのか

和田英夫 前函館海洋気象台長

いつか著名な評論家が「最近の気候変動と異常気象騒ぎは、つくられたものである」という趣旨の発言をしていた。実はごく最近まで、世界の気象学者も、気候が大きく変わるなどという事は、地球の歴史上のはるか大昔の話で、現在では、到底あり得ないと決めつけていたのである。

ところが、昭和四十七年の世界的な異常気象による食糧危機を契機として、かなりの気象学者が、いろいろの分野の研究から、世界の気象に、本当に何か異常が起こりつつあると考えるようになってきた。専門家でさえ、このような有り様で、評論家にとっても「気候が変わる」なんて、とんでもないことのように思われたのかも知れないが、長い目でみると、地球上の気候は、寒暖を繰り返しながら変わってきているのである。

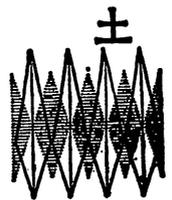
最近、地球上の気候変動について「温暖化説」と「寒冷化説」という相反する学説が、マスコミで報道されたり、一方、畏友根本順吉氏の著書「氷河期が来る」がよく売れているという。本当に氷河期が来るのであろうか。氷河期の研究をしている学者の間でも、異論はあるが、過去の気温と年代の推定方法の進歩により、最近の気候変動の特性から、再び氷河期が来ても不思議ではないと考えられている。しかし来るとしても、百年、もしくは千年単位の将来のことであろう。

私がここ十数年来、地球寒冷化と北日本の冷害時代の予測

をしてきたが、それは決して氷河期のことではない。氷河期時代は、北海道や東北地方の北部は、不毛のツンドラ地帯で、もし本当に氷河期が来たら、少なくとも北日本では、農業どころでないのである。地球上の気候は、最後のウルムの氷河期後、約一万年間にわたって温暖な時代が続いたが、その間に、四回の低温期があった。その最後が一五〇〇年～一九〇〇年（豊臣時代～明治末期）の期間で、小氷期と呼ばれている。ところが、最近の気候は、北極を中心として、この小氷期時代の気候に戻っているのである。よく氷河期について質問を受けるが、識者の方でも、本当の「氷河期」と「小氷期」を混同しているのではあるまいか。

私がかつて、地球寒冷化を予測した根拠は、はなはだ山勘的ではあったが、三百年にわたるイギリスの気温が、文明の進歩と関係なく、あるリズムで変動していることからであった。さらにもしろいことには、地球上の気候変動に関連して、海況も大きく変わっており、例えば、過去のニシンの豊不漁を調べてみると、何十年というリズムで変動を繰り返しているのである。

私にとっては、別に養殖しているわけでもないのに、イワシの豊漁年があるように、地球寒冷化と共に、いつかはニシンの豊漁時代の来るのも、決して単なる夢ではないと考えられる。





最近の台風とその特性

和田英夫 前函館海洋気象台長

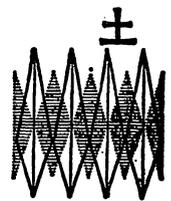
今年もまた、台風期を迎えているが、その台風の年々の動向は、最近の気候変動と密接に関連している。よく「もう大型台風は来ないのか」と聞かれるが、なるほど昭和三十四年の伊勢湾台風以後、千人以上の死者をだした台風災害が起っていない。しかし決して大型台風が来襲していないわけではなく、例えば、昭和三十六年の第二室戸台風のように、大規模な激じん災害の可能性をもった大型台風が本土へ上陸しているが、大きな災害が起っていないのである。

常識的には、台風に対する防災工事や的確な気象情報などの防災体制が整備され、もう台風による大災害はないように考えられるかも知れない。ところが近年は、台風発生数の少ない時代であり、大きな災害をもたらす秋台風よりもむしろ夏台風が多くなっており、台風災害の起こり方にも、明らかに変化が見られるのである。すなわち最近、昔のような高潮や河川の洪水による大型災害から、地すべり、山・崖（がけ）くずれなどのような小規模で局地性の大きい激じん型の災害に移行しており、「最近の台風災害はゲリラ化した」とも言われている。その原因としては、宅地造成による災害など人為的要因もさることながら、台風来襲に伴い、何百年に一回という集中豪雨のひん発によることも見逃してはなるまい。過去の台風の発生を調べてみると、著しく多く発生した年は、全国的に猛暑で、豊作の年が多くなっている。例外もあ

るが、少なくとも北日本では「台風の豊作は、お米の豊作」と言えるのである。また北日本で大冷害の発生した年に、大型台風が本土へ来襲している。例えば、昭和九年の室戸台風、昭和二十年の枕崎台風、昭和二十九年の洞爺丸台風の年は、いずれも北日本の大冷害の年であり、冷害をもたらすような大規模な大循環の特性が、大型台風の来襲と関連していることを示している。

私には、台風予報について苦い思い出が多い。戦時中のことであるが、当時の台風予報は、気象庁、陸・海軍の協同作業であった。ある年の夏、台風の上陸地点の予測で、三者の意見が分かれた。ところが台風は、三者の予測をしり目に、南方海上に停滞し、そのまま消滅してしまったことがある。また現在ではとても考えられないが、台風に対する警報を出しそこねて、予報官が処罰されたことさえあった。とにかく、戦前の台風予報は、本土だけの乏しい気象資料で、いわば「スイカのおもてをたたいて、中身を知る方法」しかなかったのである。

最近、気象衛星などの資料により、少なくとも台風の現状分析は、著しく正確になっている。がしかし、その予測となると難しい問題で、私の恩師藤原咲平博士の「台風は生きている」という台風予報に関する教えは、今もなお私には忘れられない名言である。



農林経済



時事通信

天気予報放談

和田英夫 前函館海洋気象台長

この八月は、東日本は長雨、西日本は日照りという気象異変で、東京地方では、長雨の新記録となつてしまつた。この長雨は、日常生活のあらゆる面に、大きな影響を与え、そのトバッチリが気象庁に集中し、「気象台、気象台、と唱えろと食当たりしない」という文句が、新聞に掲載されていた。この悪口は、予報官であつた老兵の私にとつて、久しぶりにお目にかかつた懐かしい文句で、昔はよく「水当たりをしない」とか、戦時中は「弾丸(たま)に当たらない」とまで言われたものである。

実は、最近の天気予報は、数値予報という方式で、飛躍的な進歩をしている。しかし残念ながら、その的中率は、平均して八五%が限度である。裏を返すと、現在の天気予報は、十日に一日ないし、二日はずれることになつてゐる。つまりいくら努力し、現在の気象学の粋を集めても、天気予報の的中率は、一〇〇%にならないのである。よく当たるとか、はずれるという批判は、この限度と比較すべきで、一〇〇%と比べられては、予報官の立つ瀬があるまい。

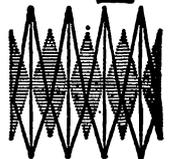
私は天気予報の話をする時に、別に弁解するわけではないが、病氣の話をもちだす。私は肺病で戦後に長い間、闘病生活をした。療友の多くが成形手術をしたり、人工気胸をしたが、成功しなかつた。私はひたすら安静療法を続け幸いストレプトマイシンの出現で、奇跡的に健康を回復した体験があ

り、医学を、天気予報くらいより信じないことにしている。かつての東大の名医、沖中先生が「私の誤診率は、一四%である」と言われたが、天気予報の的中率と誤診率が、似た値になつてゐるのである。さらに、ガンは治ると言われているが、私には信じられない。というのは、かつてのガン研の田崎先生をはじめ、多くの専門家が、ガンで亡くなつており、私に言わせると、予報課長が、雨にぬれて歩いてゐるようなものである。

天気予報の当たらないのは、どこの国でも同じことであるが、気象学という観点から、世界の学界をみると、アメリカでは、多くの日本人が学界をリードしており、日本の気象学も、世界的な水準以上にある。しかしいくら気象学が進歩しても、天気予報となると別で、いつか、アメリカの老練な予報官の談話として「天気予報は芸術である」という予報官の経験とカンを強調した記事をみたが、私も同感である。

私は、この二十年來、テレビの「時事放談」をみてゐる。この間、細川隆元氏と藤原弘達氏との対談で、長雨の天気予報をこきおろし、現在の天気予報は、あまりに電子計算機に頼りすぎており、さらに、長期的な目で、天気を監視する責任者の必要性を強調していたが、実的に射た発言であつた。天気予報の最終決定は、人間であり、高度の技術と体験が必要なのである。

土



農林經濟

時事通信

養殖漁業への提言

和田英夫 前函館海洋氣象台長

むつ湾で、タラの豊漁が続いていた戦後間もないころ、青森測候所長をしていたが、地元の新聞に「タラコがうまいと言つて食べてばかりいると、そのうちに、タラがいなくなるぞ」という趣旨の養殖の必要性を強調した投書をしたことがある。素人の私には、回帰性のあるタラは、養殖可能に思われたのである。

その後、むつ湾のタラは姿を消し、代わつてホタテの養殖が行われるようになった。ホタテの養殖といつても、山本護太郎博士が、その研究を始めたのが、私の小学生のころであつたから、五十年の歴史がある。そのむつ湾のホタテも、一昨年来、異常死により大きな打撃を受けている。その原因として、過密殖によるエサの不足が挙げられているが、農作物や果樹は、間引きをしたり、摘果をして育てていることを考えれば、当然の結果であろう。

いうまでもなく氣象は、農業と漁業に密接に関連しており、私はこれまで、農家や漁師の方と対話をする多くの機会があつた。農家の方は、氣象に生活がかかつており、漁師の方は、生命がかかつているという違いはあるが、両者共に、氣象に関して極めて熱心であつた。しかし客観的にみて、農家の方に比較して、漁師の方は、不勉強のように思つた。これは農業が、栽培、育成という難しい過程があるのと対し、これまでの漁業は、とるだけという両者の相違に起因す

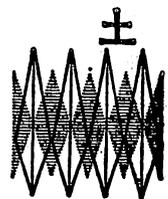
るものと考えられ、私は機会あるごとに、とるだけの漁業のあり方を批判し、何でもないことではあるが、農業の例を引いて、育てる漁業の必要性を説いてきた。

一方、農業では、綿密な氣象観測を基盤として、品種の育成や適応地の選択など、科学的な、きめの細かい経営がなされているのに対し、現在の養殖漁業は、海上の氣象観測はもちろんのこと、海洋観測さえ、ほとんど行われていないといつても過言であるまい。

ここ数年来、海洋二百ワ問題が危惧(きぐ)されてきたが、いよいよ現実となり、これから水産たんばく資源を、沿岸の養殖漁業に求めることは、必然の成り行きである。その将来の発展のために、ぜひとも必要なことは、沿岸とその外洋における海洋観測という基本的な体制の整備であろう。さらに、赤潮や冷水塊発生の原因が、いまだに不明確なことから、氣象との関連性について究明することも必要であろう。

最近、エネルギー問題が、世界的に注目を浴び、日本でも火力や原子力発電所の新設が強調されているが、その温排水の沿岸海洋、さらに漁業への影響が不明で、両発電所建設の大きなあい路となつている。

その解決のためにも、また沿岸漁業を守り養殖漁業将来の発展のためにも、きめの細かい沿岸海洋観測の整備が急務ではあるまいか。



農林経済



時事通信

国連砂漠会議

和田英夫 前函館海洋気象台長

新聞報道によると、八月下旬に、ケニアの首都ナイロビで「国連砂漠会議」が開催され、地球上における砂漠(さばく)化の防止対策が協議されたという。日本人にとっては、不可思議とも思われる標題であるが、国連が一九七〇年代に開催した人口、食糧、水に次ぐ重大な会議である。

世界的に異常気象がひん発し始めた一九六〇年代から、七〇年代の初めにかけて、サハラ砂漠を襲った干ばつにより、二十数万人に及ぶ餓死者のでたことは、まだ私たちの記憶に新しいが、砂漠化の実態については余り知られていない。一九七三年に、イギリスの気候学者ウインスタンレー博士は、地中海からインド北部に至る地帯の長期間降水量の記録により、その実態を明らかにしている。その研究によると、これらの地帯の降水量は、変動を繰り返しながら、一九六〇年代に入って減少し、七〇年代初めには、これまでの平均降水量の約半分に急減している。特にサハラ砂漠では、その南限が南下を続け、一九七〇年までの十年間に、九十%に達していると指摘している。

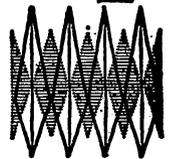
また博士は、降水量の減少は、今後五十年間は続き、来世紀初めには、サハラ砂漠の南下は、さらに百%に達するだろうと予測している。このたびの国連の砂漠会議が、多くの国の参加により開催されたことは、博士の予測通り、中緯度地帯における砂漠化が進んでいることを物語っている。

砂漠化の防止対策には、まずその原因を究明する必要がある。ウインスタンレー博士は、サハラ砂漠の南下は、気候変動の結果であり、北半球における極渦と呼ばれる寒気渦の拡大によると説明している。この説によると、一九六〇年代から始まった北極を中心とする寒冷化が原因であり、この寒冷化が続く限り、サハラ砂漠の南下が続くことになろう。一方、人口の増加は、都市化と家畜の増加、さらに農業開発を伴い、その結果、砂あらしがひん発して、砂漠が荒れて拡大するという人災説もある。しかし、十三世紀の気候の温暖な時代に、イギリス北部で栄えたブドウ園が、その後の寒冷化と共に、ブドウの栽培ができなくなり、村落の荒廃を招いたように、最近の砂漠化は、単なる人為的な災害と考えるわけにはいかないのではあるまいか。

この夏の日本の天候を振り返ってみても、決して順調とは言えない。関東地方における長雨の新記録、西日本における記録的な干ばつ、さらに異常に少ない台風が発生など、形を変えて異常気象が続いている。特に専門的にみると、今年の梅雨は、北方高気圧の南下という異例の形で明け、幸いにも、好天候、豊作となったのである。

とにかく、グローバルな観点からみて、砂漠化で飢餓に苦しむ多くの国があるというのに、米が余って困っている国があるのは、どう考えても腑(ふ)に落ちないことである。

土



農林經濟



時事通信

今年の世界の天候

和田英夫 前函館海洋気象台長

いよいよ師走を迎え、世界的に波乱の多い社会情勢のまま、今年も暮れようとしているが、日本の大豊作とは裏腹に、ソ連では、この夏の異常気象により、穀物生産が二億トンの大台を割ると伝えられている。この機会に、今年の世界の天候経過について、振り返ってみたいと思う。

まず、世紀の異常気象として、一月にアメリカを直撃した大寒波を挙げねばなるまい。アメリカにおける一月の平均気温分布をみると、五大湖の南方のオハイオ州を中心に、平年より一〇度C以上も低くなっている。これを統計的に調べると、約五千年に一回起こるといふ猛烈な低温であり、日本でいえば、関東地方がサハリン（樺太）なみの気候になったようなものである。マスコミの伝えるところによると、猛吹雪で自動車も埋もれ、凍死者が出たり、学校や工場の閉鎖、さらに暖房制限が行われ、各州で「非常事態宣言」の声明が行われたという。まさに、氷河期に戻ったアメリカの一月であったと言えるであろう。カーター新大統領が、初めての「炉辺談話」で、国民に節約のすすめを訴えたが、縁起をかつぐ日本人からみれば、まことに前途多難を思わせる新大統領の発足と言わざるをえない。ところがこの冬には、東南アジア諸国は、干ばつに見舞われた。特に中国では、華北における異常低温に加えて、建国以来の最悪の干ばつに襲われ、穀物に大きな影響があったものと推定される。

この東南アジアにおける冬の干ばつ傾向は、夏まで尾を引いたが、アメリカでは冬とは逆に、六月になって南部地方を中心に、猛暑、干ばつとなり、七月まで続き、トウモロコシなどが壊滅的な打撃を受けた。一方、昨年百年ぶりの干ばつに苦しんだヨーロッパでは、今年は異常な冷夏、多雨の天候で、まさに「アメリカかんかん、ヨーロッパじめじめ」という夏であった。ところが、二年連続の豊作を期待していたソ連では、七月下旬から穀倉地帯を中心に、猛暑、干ばつに襲われ、八月中旬まで続き、その後、一変して低温、多雨となり、このため、穀物の大きな減収を招いたのである。

さらに、十一月になって、インド洋に発生したサイクロンが、二回にわたりインド南部を襲い、恐らく死者は十万人にも達するだろうといわれ、インドに及ぼせる今世紀最大の災害を引き起こした。

このように、今年の世界の天候は、最も、最近の異常気象が、姿を変えて続いていることは疑いもあるまい。学者の多くは、その原因を太陽活動や大気汚染などに求めるが、まず、天気図上に、その原因を求めるべきというのが、私の持論である。ところが、この一月の北半球における大循環の特性は、氷河期における循環と極めてよく似ており、これからも、世界的に極端な天候の出現する可能性が大きいであろう。



農林經濟



時事通信

日本の四季

和田英夫 前函館海洋气象台長

北半球の中でもわが国は、中緯度帯にあるとはいふものの、アジア大陸の東岸に位置し、気温の較差(こうさ)が大きく、夏は熱帯なみ、冬は寒帯のような気候となり、四季の季節変化が極めて明瞭である。極言すれば、地球上で最も気象変化の激しい国とも言えるであろう。極東の年平均気圧分布を見ると、日本の北方にはアリニューシャン低気圧、西方の大陸にはシベリア高気圧、東方の海上には太平洋高気圧の三大ボスが、隠然たる勢力をもって控えており、その年々の変動が、日本の季節変化を複雑にしているのである。

日本には、世界に類のない俳句という独特の詩がある。この俳句の千年にわたる歴史を振り返ってみても、季節変化の激しい風土の中で培われ、その生命ともいふべき季語は、まさに季節の変化の所産なのである。さらに、エコノミックアニマルとまで言われた日本人の勤勉性も、この風土の中で培われてきたことは、一年中高温で、季節変化の小さい東南アジアの民族と比較しても、自明のことであろう。また虫の音を聴いて頭脳に感じるのは、日本人だけであるという科学的な検証のあるのも、日本人のすべてが、おのずから四季の変化に感受性をそなえている証左であろう。

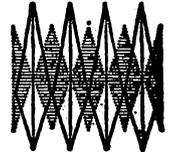
一方、同じ日本の中でも、北日本と西日本の風土では、言葉だけでなく、人間性への影響が大きく異なっている、私の住んでいる青森県をみても、三面海に囲まれ、半年にわたる

雪国の生活が、津軽弁をはぐくんできたし、また棟方志功画伯の版画や高橋竹山師の三味線は、西日本の風土では生まれえない、津軽人独特のものではなからうか。

日本における季節変化の激しさが、そのまま多くの気象災害の原因ともなっている。農業に例をとっても、冷害・干害・水害・霜害など多岐にわたっており、特に北日本の農家にとっては、最近の気候変動からみて、冷害対策が大きな関心事であろう。ところが、夏の天候予報の確立には、気象学的な季節変化の機構の究明が重要なのである。

これまでの北日本の冷害天候を調べてみると、夏らしい天氣のない年に、大冷害になっている。つまり、季節変化という観点から見ると、冷害は、夏という季節がないか、非常に短い年に起こっている。実は、季節変化というものは、決して連続的に変わっているのではなく、ある日突然夏になるといった変化をしており、これを「階段式変化」と呼んでいる。また一般には、季節は春に始まり、春夏秋冬と変わるという考え方であるが、気象学的には、季節の始まりは秋だ、という卓越した発想もある。とにかく長期予報の研究は「必ずやってくる季節変化のカラクリと、その年々の階段式変化の特性を気象学的に究明することである」というのが私の考え方で、自然の季節変化に、そんなに複雑なカラクリがあるとは思われないのである。

土



農林經濟

時事通信

モンスーンアジア

和田英夫 前函館海洋氣象台長

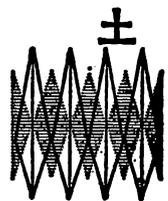
特に、氣象用語というわけではないが、モンスーンアジアという語があり、欧米人が好んで使うようである。これはインドから、東南アジアを経て、日本付近までの地域を指しているが、氣候条件が、同じ地帯ということでもない。例えば、インドでは、乾期と雨期が明確で、季節風といえ、夏の南西風であるが、日本では、冬の北西風という差異がある。しかし、ユーラシア大陸、ヒマラヤ・チベットの山岳および太平洋の存在により、年々の変動の激しいという欠点はあるが、水資源に恵まれているという共通性がある。よく知られているように、世界の最多雨の地点は、インドのチェラプンジで年降水量が、二六、四六一^{リットル}という記録がある。モンスーンアジアにおける農業は、この豊富な水資源に支えられていることは言うまでもない。

一昨年十月に、筑波大学で行われた「氣候変動とそれが食糧に及ぼす影響」に関するシンポジウムの席上で、アメリカのブライソン博士が、インド北部の降水の状況は、今世紀初めの干ばつ時代に、もどりとつあると指摘した。ところがインドでは、一八九九年（明治三十二年）に、大規模な干ばつに襲われ、百万人に及ぶ餓死者を出したと言われる。当時の長期予報の失敗は、その後、ウォルカー博士による世界天候の研究に発展する端緒となったのである。ウォルカー博士は地上気圧の資料を用いて、北大西洋、北太平洋および南半球

振動の三つの振動を見だし、それぞれ密接に関連していることを実証し、相関係数を用いて、インドの季節風降水の予報を行った。残念ながら、予報そのものは、成功しなかったが、三振動の発見は、現在でも高く評価されている。もともとインドは、しばしば大干ばつに襲われ、蔵相をして「わが国の財政は雨次第である」と嘆かせているが、最近では、一九六五年、六六年と干ばつによる大凶作が二年続き、現在でも、二千五百万人が餓死線上にあると伝えられる。

モンスーンアジアにおける食糧問題は、特にインドに限ったことではない。昨年十月に、アジア開発銀行が発表した「アジア農業調査」によると、アジアは現在、すでに食糧不足に悩んでいるが、一九八五年には、深刻な食糧危機を迎えるだろうと指摘している。その原因は、もうアジアには食糧危機が起これないと言われた「緑の革命」が、改良品種に必要なかんがいと肥料に、大きな誤算をきたしたからだという。肥料はともかく、「緑の革命」の将来計画には、当然年々の氣候変動の特性を十分考慮すべきであったろう。

私のかつての研究によると、モンスーンアジアの降水は、チベット上空における巨大な高気圧に大きく支配されているらしい。最近ひん発する干ばつ対策、さらに「緑の革命」の今後のためにも、モンスーンアジアにおける降水の長期予報は、重要な課題ではあるまいか。



農林經濟

時事通信

この夏の天気予報

和田英夫 前函館海洋気象台長

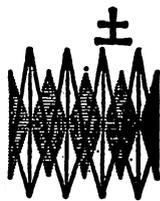
去る三月十日に、気象庁から、この夏の天候予報が発表になった。今年の稲作は、減反というあらしの中にあるとはいえず、農業関係者にとつて、この夏の天候は、やはり大きな関心事に違いない。しかし、現在の長期予報は、病気にたとえるならば、ガンみたいなもので、長期予報という難病をうまく治すには、この難病をよく理解し、その精度をよく知って、正しく利用することが大切である。

気象庁では現在、一カ月、三カ月および夏と冬の長期予報を行っているが、例を北日本の夏にとつて解説してみよう。北日本の夏の天候予報の研究は、稲作の冷害防止を目的として、既に七十年の歴史があり、その対象となる北日本の冷夏の機構については、気象学的観点から、かなり明確になっている。少し専門的になるが、天気図上からみると、北日本の冷夏天候には、オホーツク海高気圧型と、弱い冬型ともいふべき気圧配置による型の二つの種類がある。前者は同じ北日本でも、北東風（ヤマセ）の卓越により、太平洋側で大きな被害を受けるが、後者は北西風による低温で、どちらかというところ、日本海側で被害が大きい。しかし、過去の北日本における冷害を調べてみると、両者の混合型の年が多く、オホーツク海高気圧の特に卓越した夏は、北日本全般に、低温の度合いが極めて強くなっている。

ところで問題は、冷夏天候の予報である。一カ月予報で

は、北半球天気図を用いて、かなりの精度で予報できるが、三カ月以上の予報となると、どうしても統計的な手法に頼らざるを得ない。したがって利用者としては、三月に発表になった夏の天候予報を念頭において、一カ月予報に重点をおくのが賢明な方法と言えるであろう。実は現在、北半球天気図を用いた予報方法で、最も重要視されているのは、極うずの動向である。北半球では、北極上空に、巨大なベレー帽のような寒気があり、天気図上では、低気圧として表現され、極うずと呼ばれている。この極うずが、四月から五月にかけて、極東側に著しく偏位すると、北日本が冷夏に襲われる。つまり、北半球天気図をみて、かなり確信をもって、冷夏の予報ができるのは、五月になってからである。俗に「暖冬冷夏」とか「大雪の年は豊作」とかいうが、そのようなウマイ前兆があれば、長期予報はもつとよく当たるはずである。

さて、気象庁のこの夏の予報によれば、六月に冷涼な天候が現れるが、盛夏期は昨年より暑い日が多くなり、秋は早冷の傾向があるという。予報文を見る限り、大冷夏の心配はないが、実は、いろいろの統計的方法を総合して予報をまとめるので、極端な天候の予報内容にはならないのである。しかし、この二月には、極うずが極東側へ偏位し、北海道の母子里では、観測史上第三位の低温を記録しており、この夏の天候も、決して楽観を許さないであろう。



農林経済



時事通信

輸入食糧ゼロの日

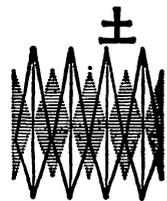
和田英夫 前函館海洋気象台長

三月下旬に、NHKテレビで、想定ドキュメント「輸入食糧ゼロの日」が放映された。そのストーリーは、もし、アメリカが、食糧の対日輸出を禁止したら、結論として、三人に一人が餓死するというもので、さまざまな反響を呼んだようである。週刊誌や時事放談では、くだらない番組という痛烈な批判があり、また、新聞紙上でも「腹立たしい番組」という非難や「農業の大切さを再認識」という読者の相反する声が掲載されていた。このような判断の是非は、現在のような社会情勢の中で、何をねらって放映されたか、その意図がわからないことにも起因しているらしい。実は、私自身がこの番組の中で、異常気象に関連して出演したので、ちょっと私見を述べにくいのが、客観的にみて、日本における食糧問題の基盤が、いかに脆弱（ぜいじゃく）なものであるか、一般聴視者の認識を得れば、その目的を達したのではなからうか。多くの識者にとって、アメリカが、食糧の輸出をストップすることは、到底考えられないことかも知れないが、全く架空のことではない。世界的な食糧需給については、一九六〇年代に入って、悲観論から楽観論に変わり、食糧農業機構（FAO）は、一九六六年の「農業白書」で、将来は食糧不足より、むしろ過剰を心配するほどであった。しかし、楽観論者にとっても、気がかりな問題が二つあった。一つはエネルギー問題で、他は気候変動である。もし、エネルギー危機

が生じたら、世界中のすべての国の食糧生産が、大きな打撃を受けることは、自明のことであろう。気候変動についても、北半球における寒冷化を考えると、決して予断を許さない。特に最近のアメリカの気候は、極めて憂慮すべき変動を示している。既に一九七〇年に、アメリカの気象学者たちは、最近のアメリカの気候が、十九世紀の中ごろの気候に似ていることを指摘しており、ローゼンダール博士は、その論文の中で「気象学者は、十九世紀後半の天候を勉強することが必要であり、農業はもちろんのこと、気温に敏感な企業は、寒冬対策をせよ」と忠告していたのである。

一九七二年に、ソ連や中国の異常気象により、世界的な食糧危機を招いたが、これは氷山の一角であり、最も怖いのは、干ばつによるアメリカ自体の大作である。戦後のアメリカは、好天候により、豊作に恵まれてきたが、ここ数年は、必ずしもそうではない。例えば一九七四年、穀倉地帯では、春秋に天候不順、夏には干ばつが続ぎ、八月の降雨でやっとな不作を免れた。それでも、対ソ穀物輸出の契約の破棄があり、また、中央情報局（CIA）が、気候変動に関連して、いわゆる食糧戦略と呼ばれる発表を行ったのも、この年の八月で、決して偶然のことではなかったのである。

いかにアメリカと、食糧輸入の約束をしようとも「無い袖（そで）は振れぬ」という格言のあることを忘れてはなるまい。



農林経済

時事通信

超長期予報

和田英夫 前函館海洋気象台長

一九六九年の秋、ジュネーブで開催された世界気象機構(WMO)の気候委員会の席上で、ソ連から「地球上のすべての気候資料を集め、今後、数十年間の天候予報を開拓しよう」という提案があり、世界各国にその協力を求めた。この提案が採択され、まず気候資料を集めるための作業委員会が設けられ、日本から私が参加した。学問的に、全くとつぴとも言えるこのソ連の提案の裏を返すと、当時のソ連では、超長期予報ともいふべき数年先までの天候予報が、いかに大きな問題となっていたか、うかがえるであろう。

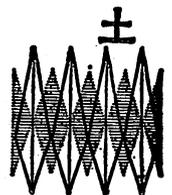
もともとソ連では、約二年ごとに、穀物の豊凶を繰り返しているが、最近の世界的な異常気象のひん発、特に北半球高緯度寒冷化に伴い、大不作が続き、政権にまで影響を与えている。一九六三年には、天候不良による不作のため、当時の国民経済発展計画失敗の責任者として、フルシチョフ首相が解任された。一九七二年には、寒冬、夏の干ばつの異常気象により、穀物が大きな打撃を受け、マツケビッチ農相の解任、一九七五年には、記録的な大干ばつにより、日本の稲作でいうと、作況指数六〇の大凶作になり、ポリヤンスキー農相の更迭が行われた。さらに昨年度も、当初の予想に反し、穀物生産高が、二億万トンの大台を割っており、ソ連経済が、何らかの打撃を受けたのではあるまいか。

さて三年前に、かねて念願の北日本におけるこれから二十

年間の天候の超長期予報をまとめ、来るべき一九八五年ころを中心に、寒冬、冷夏時代の可能性を指摘した。もちろん超長期予報は、学問的に非常に難しい問題である。しかし、現実には地球上の天候は、小氷期時代にもどっており、永年、長期予報の研究を続け、また、最近の驚くべき異常気象の実感として、これからの天候について、憂慮に堪えないのである。実は、ここ数年來、気候変動に関する国際会議が各地で開催され、特に、食糧問題との関連について、討論が行われている。さらに、WMOを中心とした気象界でも、最近の気候変動を重要視し、地球大気開発計画(GARP)では、気候変動の仕組みを、学問的に究明するため、一九八〇年代を、気候研究の十年間とすることになっており、その究極の目的は、超長期予報の確立なのである。

私の超長期予報の研究は、統計的な方法が主体で、いろいろな批判があった。しかし、地球上の気候は、原因はともかくとして、決してたためぬ変化をしているのではない。さらに学問的に、異常気象の機構も、かなり究明されており、毎日の天気を一カ月間予測するよりも、数年間の気候変動の予測をする方が、むしろ実現の可能性が大きい。

何も天候の予測に限らず、一般社会にとっても、長期的な予測が重要であり、特に、現代の政治家にとつて、最も必要な能力は、**将来を見通すこと**であると信じている。



ゆらぐ地球

「こんな低温、全く考えでもみながったなあ、これば半作だ。早く出稼に行かねばまいねじや。」題名の『明るい農村』とは裏腹に、テレビでみた冷害の田圃における悲しい情景の一コマである。永年、北日本の冷害防止のために、長期予報の研究を続けてきたにも関わらず、本日に涙のするような悲しいこと

「ヨニシキ」を交配した「ふ系一〇四号」という品種をもち、育成し、苦勞の末の成果とこのことであった。私はこれまでもいろんな賞を頂いたが、それにもまして、本当に最近にないうれしいうことであり、改めて天候予報による稲作の冷害防止に、大きな希望をもつていった。

異常気象にはとくに定義はな

天明航艦の再来

ここ数年、世界の気象には不吉な現象が相次いで起きている。ところがつい最近まで、気候に何か異常が起ころって、世界の気象学者は「とりたてて変わった出来事ではない」と主張してきた。気候が大変化を起すなどという事は、地球の歴史のはるか大昔の話で、今日では到底あり得ないとしていたのである。しかしごく最近、かなりの気象学者が、いろいろな専門分野の研究から、世界の気象に本当に何か異常が起ころつつあると考えるようになってきた。

と全く違い、地球の自転速度が一万分の数秒ほど加速され、文字通り、地球をゆるがした異常気象の年であった。とくに、東京の気圧は半年より一ミリ、パリも低く、これは統計的な計算によると、「何万年に一回」の異常気象といふことになる。どうもこのことから、北半球の気象が狂い始めたのである。

私がいふのもなたが、気象庁には明日の天気予報をやる予報官はたくさんいる。

宇宙船「地球号」

昭和四十七年の世界的な異常気象による食糧危機とともに、世界各国で最近の気候変動に大きな

心配して、私たちが協力して書いたのが「異常気象」という講談社発行の小冊子である。既に十年を経過しているが、その予測がそのまま現在につながっており、今なお版を重ねている。

昭和四十七年の世界的な異常気象による食糧危機とともに、世界各国で最近の気候変動に大きな

新連載 (1)

地球は冷える

異常気象

和田英夫
函館海洋気象台長



ところが、昨年十月のある日、電話があり出てみると「わたくし秋田の湯沢の高橋というものです。実は三年前に、先生に異常気象の話を書いて冷害対策をしたおかげで、ことし、わたしの村だけだけ豊作です。そのうちにお礼にあがります」ということである。数日後、二人の方がわざわざ函館まで、産地の鮎酒をさげて訪れてくれた。話を聞くと、青森県の黒石試験場に頼んで「レイメイ」とト

候を標準として、気圧・気温・降水量などの平均値を決めてお

今年には日本で、北陸豪雪の年としてよく知られ、世界的にみると、北米やヨーロッパでも面影的な寒冬を記録している。また、地球上の気圧分布が平年

候を標準として、気圧・気温・降水量などの平均値を決めてお

今年には日本で、北陸豪雪の年としてよく知られ、世界的にみると、北米やヨーロッパでも面影的な寒冬を記録している。また、地球上の気圧分布が平年

候を標準として、気圧・気温・降水量などの平均値を決めてお

今年には日本で、北陸豪雪の年としてよく知られ、世界的にみると、北米やヨーロッパでも面影的な寒冬を記録している。また、地球上の気圧分布が平年

候を標準として、気圧・気温・降水量などの平均値を決めてお

今年には日本で、北陸豪雪の年としてよく知られ、世界的にみると、北米やヨーロッパでも面影的な寒冬を記録している。また、地球上の気圧分布が平年

候を標準として、気圧・気温・降水量などの平均値を決めてお

今年には日本で、北陸豪雪の年としてよく知られ、世界的にみると、北米やヨーロッパでも面影的な寒冬を記録している。また、地球上の気圧分布が平年



気象衛星から見た地球

候を標準として、気圧・気温・降水量などの平均値を決めてお

今年には日本で、北陸豪雪の年としてよく知られ、世界的にみると、北米やヨーロッパでも面影的な寒冬を記録している。また、地球上の気圧分布が平年

水河期とは

戦後、温暖な天候に恵まれ、高度成長経済とともに昭和元禄時代を謳歌してきた日本の社会情勢は、昭和四十七年の世界的な異常気象による、食糧危機以来、その機相が一変しつつある。地球上の気候変動についても「温暖化説」と「寒冷化説」が入り乱れて新聞紙上をにぎわ

のヴェルムの水河期が終わってから約一万年経過し、地球上の気候は、温暖な時代が続いてきた。水河期という、地球全体が水河に覆われていたように思いがちであるが、決してそうではない。北半球では、約三分の一が水河に覆われており、地域によって異なるが、北緯四〇度付近まで水河が南下していた。幸

た、水河期時代の北海道では、小樽より北方雪が降らなかつたといわれ、その理由として、海面の水位が現在より一〇〇メートルも低く、日本の北部が氷結していたことが指摘されている。とにかく、本当に水河期が来るのか、少なくとも北日本では、農業どころではないのである。

予測の根拠

実をいうと「水河期が来る」という学説は、全く根も葉もないことではない。というは水河期は、その期間が一〇万年単位と非常に長い。それが繰り返して起こっており、その水河期と水河期の中休みともいべき間水期の期間が意外に短く、約一万年の場合さえあることが明らかにになってきた。既に述べたように、現在の地球上の気候は、最後の水河期が終わってから約一万年経過しており、再び水河期が来ても不思議ではないのである。また、二〇〇〇数年来の北半球の大気の流れの特性が、水河期時代と極めてよく似てき

た。水河期時代の北海道では、小樽より北方雪が降らなかつたといわれ、その理由として、海面の水位が現在より一〇〇メートルも低く、日本の北部が氷結していたことが指摘されている。とにかく、本当に水河期が来るのか、少なくとも北日本では、農業どころではないのである。

を「歴史時代」と名付け、その期間、気候変動が調べられている。その結果によると、約一万年前に最後のヴェルム水河期が終わり、その後地球の気候が温暖化に向かったが、その間に四回の水河時代の戻りというべき現象が起こっている。その第一回は、今から八

と推定されている。このころの日本は縄文時代で、とくにその後半の時代は温暖で水河の減少により日本周辺の海面が上昇し、現在の東京や大阪など、沿岸の大都市が海に沈んでいたのである。第三回目の寒冷期は、紀元前一〇〇〇年ころにあったが、最後の寒冷期は、一五五〇年から一、九〇〇年まで続き、とくに小氷河期と名付けられていた。日本でも、豊臣の時代から明治末期のころまでの期間である。

以上述べたように、過去一万年間に四回の寒冷期があり、その平均のサイクルは、約二、六〇〇年で、これらの寒冷期を裏付けるものとして、ノルウェーにおける過去二万二、〇〇〇年間の雪線の変化も示したのが図2である。気温の高い時代には、海上の高いところに雪線が後退し、気温の低い時代には前進しており、歴史時代の気候変動をよく表している。この図からは、最後の水河期が終わり、今から約五、〇〇〇年前後をピークとして、その後下降を続けているのである。

連載 (2)



水河期が来るか

和田英夫
函館海洋気象台長

しており、一方、畏友根本原吉氏の最近の著書「水河期が来る」が飛ぶように売れているという。本当に水河期が来るのであるらうか。

日本列島では、北海道の日高山脈と日本アルプスに水河の痕跡があるに過ぎない。しかし、水河時代には、北海道では森林がなくなり、不毛のツンドラ地帯と化し、動物は南下して森林の残っていた渡島半島に住みつき、津軽海峡を境とするいわゆるブラキストン線を形成し、北海道独特の動物区を作るようになったと考えられている。ま

さらに、昭和四十七年一月に、アメリカのブラウン大学で「現在の間水期が、いつ、どのようにして終わるか?」という標題で、気候変動に関する国際会議が開催され、その結論として「数世紀後に水河期が来る」という声明が行われた。これまでのような世界の多くの学者たちの

ない。たゞ現時点で、水河期に向かっていると見ても、過去の例から、途中で流産するかも知れないのである。

歴史時代の気候変動
気候学では、人間のいろいろな記録のある約七、〇〇〇年前から気象測器で観測を始めるま

〇〇年以上昔に起こったもので、およそ数百年続き、これが最後の水河期の名残りともいわれる。第二回は、今から五、〇〇〇年前とみられているが、この時代の大半は「最温暖気候期」と呼ばれる最も温暖な期間に当たり、中緯度地方では現在より二度C以上気温が高かった

図1 第四紀の水河期

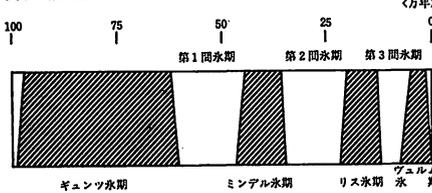
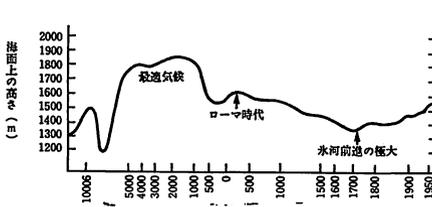


図2 ノルウェーにおける過去12,000年の雪線の変化



寒 冷 化

地球上の気象観測の最も長い国は、一七世紀半ば、日本でいうと江戸幕府の初期のころから、気温の観測をしているイギリスであろう。しかし、地球全体の気温の資料となるまだ一〇〇年に達しない。その年平均気温の変化を示したのが図1である。

これをみると、北半球では、一九四〇年(昭和十五年)ころ

九六八年(昭和四十三年)までの九度の気温下降は、大変異常なことである。といっても皆さんにはピンとこないかも知れないが、北海道の場合、夏の六、七、八月の平均気温が平年より三度低いと米がとれないことを考えると、まさに「水河期が来た」と考えるのも無理もないことである。

北半球における寒冷化のもう一つの証拠として、ソ連の旧都レーニングラードにおける一月の平均気温の変化を示したのが図2である。すなわち、レーニングラードの冬の気温は極めて変動が大きく、ごく最近になって再び気温が低くなってきている。今、試みに最近の五カ年間の平均をとってみると、図の中の矢印で示したところに当たる。この値は、まさにレーニングラードで気象観測が始まって以来の最低の平均気温となっている。この事実も、最近のレーニングラードの冬の気温は、小水河期時代に属していることを物語っている。

小水河期時代の日本では、享徳、天明、天保の歴史上の三大飢饉が発生しており、これも地球寒冷化という気候条件の下で起こっている。たとえば、天明の飢饉は今から約二〇〇年前、一七八二年(天明二年)から六年間にわたって日本全国を襲い、とくに天明三年と七年には、その惨状甚しく、飢饉の中心となった三陸地方では、自分の子どもを殺して肉を食うものすらあったと伝えられている。

また、図2の中でみられるように、ナポレオンのロシア遠征、ドイツ軍のソ連侵攻は、いずれも戦いに勝って寒さに負けたりといわれるが、両者ともペリアの大寒冬時代にソ連を攻撃したことになり、気候がいかに民族の興亡の歴史に大きな影響を与えるかわかるであろう。なお、図の中で、北日本の冷害が

シベリアの寒冬時代にひん発していることが注目される。さらに日本においても、昭和初期から始まった東北地方の冷害のひん発により、農村は疲弊し、その後の社会情勢の悪化が、昭和十一年の二・二六事件から日支事変のぼつ発、さらに第二次大戦へとエスカレートしたことを忘れてはならない。

ソ連の農業
地球寒冷化とともに、世界的に異常気象がひん発しているが、その最も大きい影響を受けているのはソ連である。ソ連では昭和三十八年、天候不良のため穀物が不作となり、大量の家畜を殺してソジツマを合わせたと伝えられ、当時のフルシチョフ首相は、その責任をとり解任されたという。

連載 (3)

地球は冷える



小 水 河 期

和 田 英 夫
函館海洋気象台長

をビークとして、その後、次第に気温が下降している。全球でも、その傾向が似ており、イギリスでは最近の気温が小水河期(一五五〇—一九〇〇年)の末期ごろとはほぼ一致している。また、北極に近いフランス、ロシア島では、近年になってプラス二度から、マイナス七度まで下降している。

ともなっている。しかし、北半球全般からみると、寒冷化の中心が東半球のカナダ側に移っただけで、現在でも高緯度を中心とする寒冷化が続いている。農業を営む皆さんにとって、北半球の現在の気候が一〇〇年以上昔の小水河期時代に属していることを、よく認識することが大切であろう。

天候と民族
毎日のお天気は、私たちの生活、とくに農業とは密接な関係がある。一方、既に述べたように年々の気候は大きく変わってきており、ある時代の社会情勢も、気候の変動と決して無関係ではない。たとえば、アメリカのハンチントン博士のよりに、民族の興亡も、気候の変動に大きく左右されるという学

図2 レニングラード1月の気温
このグラフは、1900年から1980年までのレニングラード1月の平均気温を示している。縦軸は摂氏温度で、-13から+6まで表示されている。グラフには、1966-70年の平均値を示す矢印があり、その値は約-10.5°Cである。また、歴史的な出来事や気候現象が注釈されている。



天明飢饉の図
この図は、天明時代の飢饉を表現している。画面には、苦しむ人々の姿や、食糧不足による惨状が描かれている。背景には、荒涼とした風景が広がっており、当時の社会情勢の悪化が視覚的に伝えられている。

最近のソ連は、地球寒冷化とともに異常気象に悩まされ、日本でもいとお米の不作で、農林大臣が首になったような現象がしばしば起こっている。また、日本では週一日、肉の安売りデーが実施されているところもあるという。ソ連では週一日、肉無しデーが設けられているという。食糧の自給率が四〇%という日本にとって、ソ連の最近の異常気象による穀物の不作は、異議を対岸の火事ではないのである。

新記録続出

地球寒冷化に伴い、日本の最近の天候は、どのような変化をしているのであろうか。

今世紀に入ってからの、日本における季節別の気温と、年降水量の平均の変化を示したのが図1である。この図からわかるように、これまで述べた地球寒冷化の傾向が、そのまま日本に現れているわけではない。戦後のころには冬期、春期を中心に低

が続いている。また降水量はどちらかというとも雨傾向の時代に変わりつつあるようにみえる。

最近の日本における気候の特性は、何とい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の記録が、高温に低湿に、また、集中豪雨に干ばつと、新記録の続出なのである。たとえば、昭和四十二年の夏

北海道の冷夏

地球寒冷化とともに、日本の最北端に位置する北海道の天候も、その影響を大きく受けている。具体的な例として、近年の北海道における夏の気温変化を

北海道で示したのが図2である。点線は偏差の毎年の値、実線は五年移動平均して平滑化したものである。この図からわかるように、昭和三十五年ころまでは、年々の変化が非常に大きかった。その後は極めて変化が小さくなってきている。この図だけからみると、最近の北海道の夏は猛暑もないし、ひどい冷夏もないことになる。ところが、半旬というような短い期間では極めて変動が大きくなっている

連載 (4)



地球は冷える

日本の気候

和田 英 夫
函館海洋気象台長

温が顕著であったが、その後は、世界の寒冷化と逆に著しく温暖な天候が続いている。しかしその天候も、一九六〇年(昭和三十五年)ころをピークとして次第に気温が下降を続け、とくに農業と関係の深い夏の天候を調べてみると、最近、北海道と西日本でかなり異なった変化をしている。すなわち、北海道ではここ数年間に冷害がひん発しているのに、西日本では、暑い干ばつ天候の年

から秋にかけて、九州を中心に大干ばつとなり、佐賀では、九月の降水量が〇・二、(平年二二・六)、という驚異的な新記録となった。おそらくこの記録は、その出現確率から考えて未来永劫に破られることはないであろう。

このほか、昭和三十九年から六回にわたる北海道の冷害をはじめ、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。

北海道付近で南北振動を繰り返してきた梅雨前線が、昨年は東北地方まで南下して停滞し、その特性がそのまま、北日本の冷害につながったのである。また、北海道における最近の夏期平均気温の変動が小さいのは、気候学的にみると、今後の天候がこれらと違つた天候、おそらくは寒冬、冷夏に大洪水があり、そのときの死者を吊りために彫られたという。すなわち、諺早では三〇〇年近い昔に、やはり集中豪雨に襲われており、奇しくも犠牲者の数まで、同じであったのである。

また、昭和四十八年九月に、道南の各地で集中豪雨により大

きな災害が起こった。その被害状況をみると、集中豪雨に起因する典型的な土石流によるもので、土地の古老はもろん経験したこともないし、また、役場の記録にもないような大きな災害だということであった。ところが、函館市史をみると、元来諺早というのには、亀田郡から始れば大洪水に襲われ、やむなく現在の地域へ移つたと書いてある。

そのほか、日本各地に似たような古い記録がたくさんあり、どうやら日本の気候も、一〇〇年以上昔の日本河時代に戻っていることは、まず間違いないのである。(つづく)

図1 日本における気温と年降水量の変動

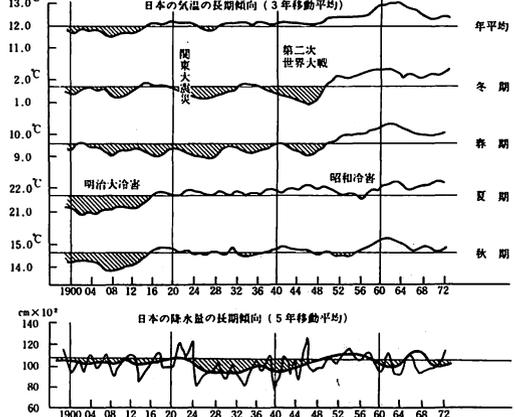
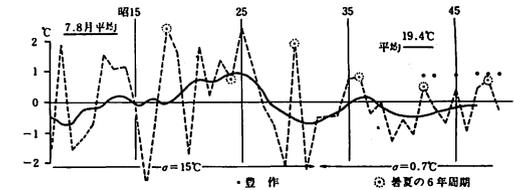


図2 北海道の夏の長期傾向



世紀の大寒波

昨年十二月末から始まった寒波は、アメリカと日本を直撃し、約二カ月続き、まさに世紀の大寒波となった。北海道では、最低気温、真冬日の連続、さらに降雪と新記録が続出し、全道が冷凍車に入ったような状態となり、皆さんはこの標題の「地球は冷える」を何となく身をもって感じられたのではあるまいか。

極太なみの気候になったようなものである。

マスコミの伝えるところによれば、凍死者が出たり、学校や工場の閉鎖、さらに天然ガスの不足のため暖房の使用制限が行われ、各州で「非常事態宣言」を声明し、気象局では全国民に対して凍傷を避けるため外出をしないように勧告したという。

また、カーター新大統領が、初めての「炉辺談話」で国民に

連載 (6)

地球は冷える



気候変動

和田 英 夫
元函館海洋気象台長

北海道のことしの一月の平均気温を調べてみると、最も寒かった道東で平年に比べて四度Cくらい低く、異常な寒冬であった。ところが、アメリカの一月の平均気温分布をみると、五大湖の南方のオハイオ州を中心し、平年より一〇度C以上も低くなっている。これを統計的に何年に一回の確率で起こるか計算すると、約五、〇〇〇年に一回という猛烈な低温となっている。日本では、関東地方が

「節約のすずめ」を訴えた。このアメリカの大寒波で、秋まきの穀物や果樹が大打撃を受けたものと推定され、この夏の天候いかんでは、いろいろな形で日本にも大きな影響をおよぼすことは必至と考えられる。

ジェット気流

この冬の大寒波と大雪をみて、お父さんは、戦争に負けた昭和二十年の年も、こんな寒であったといい、おじいさんは、

明治の終わりのころは毎年こんな冬であったと孫に語る。現代の子孫は「どうして気候がそんなに変わるの？」と尋ねるであろう。学問的に、気候変動の原因について、これという定説がないが、次に私なりに説明してみよう。

気候変動といっても、長いものは万年の単位から、短いものは年単位で変動しており、時間的なスケールによって、それぞれ異なる原因が考えられている。ここでは、近年の気候変動の原因に限定して述べる。

少し専門的な話になるが、元来、地球上の大気は、高緯度で冷え冷えとされ、低緯度では暖かたためられている。もし、このような状態が長く続けば、高緯度の気温は、どんどん下降し、低緯度では、どんどん上昇することになる。ところが、実際の地球上の年々の平均気温の変化を調べてみると、そんなに大きな変化はない。

つまり、何らかの原因で、地球上における大規模な空気、すなわち気団の南北交換がしばしば起こり、大気は常に平衡を保つように動いており、日本の寒冬や猛暑など、その一環としての現象なのである。さらに、気団の南北交換の年々の特性が、そのまま気候変動の特徴ともなっている。

まず、北半球の大気の流れの変化を、モデル的に示したのが図1である。大気は、通常西から東へ流れており、対流圏上部一〇〇の高さでは、とくに風が強く、これをジェット気流と呼んでおり、冬季には毎秒一〇〇

に達することもある。いま図にしたがって説明すると、ジェット気流が、はじめ(a)のように西から東へ一様に吹いていたとする。この時期には、寒気が北極を中心とした高緯度地方に滞留し、平均的に偏西風が強いが、日本のような中緯度地方では、夏でも冬でも天候が順調で、気温も平年より高くな

たりする。実際にことしの一月、アラスカでは、平年より一〇度Cも気温の高い冬となっている。このような大気の流れと、異常天候の関係を図2に示してある。最近、高緯度地方の寒冷化とともに、北半球の天気図上でみると、大規模な南北気団の交換がひんぱんに起こるようになり、世界各地に記録的な異常気象を

図1 ジェット気流の蛇行 (陰影部分は寒気)

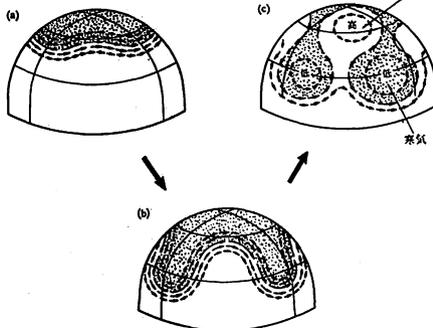
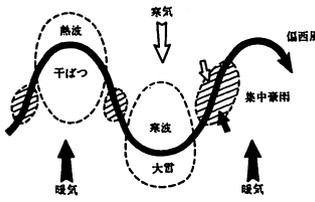


図2 南北流型のときの異常気象



もたらし、気候変動の直接の原因となっているのである。

外因説と内因説

では、地球寒冷化の原因はなんであるか。その原因として、一応、太陽活動のような地球大気外の外因説と、地球上球大気中の原因があるという内因説に分けられる。太陽活動については、その指

ずれにしても、学問的に、その気候変動との因果関係が明確になっていない。

私は太陽活動説に魅力があり、事実昨年冬の冷害は、太陽黒点の極小年に起こっており、この夏も決して楽観できない。少なくとも、順調な夏というより、極端な天候の現れる可能性の大きいことを指摘しておきたい。(つづく)

農家の皆さんは、長期予報、とくに夏の天候予報を頼りにし、またよく利用していることと思ふ。しかし、長期予報を有効に利用するには、少しでも、その実態を知ることが必要なのである。いならば、薬を飲むときにその効能や副作用法を知るようなもので、あまり長期予報を信頼しすぎると、せっかくの薬も毒になってしまう恐れがある。

長期予報の歴史

不可能と思われるこの長期予報を、世界で最初に研究始めたのが日本なのである。

「必要は発明の母」というが、日本の長期予報は、東北地方における冷害天候の予報に始まっている。この予報は、小水河期の末期に当たる明治から大正の初めにかけて、東北地方は天候以来の大凶作に襲われ、何とか

連載 (6)



地球は冷える

長期予報

和田英夫
北海道教育大学講師
(前函館海洋気象台長)

いつか選挙の終わつたあとで、ある新聞に「選挙の公約と長期予報はアテにならない」という名文句が載っていたことが、実をいへば、長期予報の専門家である私自身でさえ、長期予報は当然のものだと思つていない。まあ、ちょっと考えてもわかるように、あつ、あつての天気予報も確かでないのに、何カ月も先の予報がうまくいくとは思われない。ところが、

井戸の中のカエルの長期予報であつた。

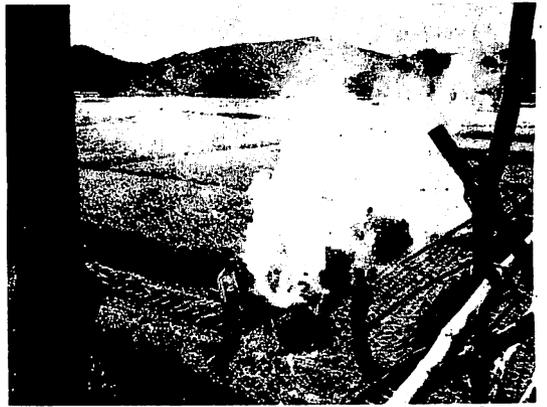
この時代には、ひどいことになる冬の子報は「はげると、カエルの冬眠状態を調べるとよく当たる」という忠告を、まじめに気象庁へ寄せてくる人さえいたのである。

しかし、私のような老兵から見ると、最近の長期予報は、この数年間に二つの特徴と長足の進歩をしている。それは地球全体にわたる対流圏、成層圏の気象資料の利用と、これを処理する電子計算機の活用により、長期予報も次第に科学的になつてきたことである。

長期予報の方法

現在の長期予報の基礎となつているのは北半球の高層天気図である。ところが、複雑なようにみえるこの天気図にも、人相にも似た天相ともいふべきものがあつた。少なくとも、日本の異常天候は、この天相をうまくつかまえることによつて予測できる。したがつて、現在とよく似た天気図を過去のなかから選ぶことができる。すなわち、予報に大いに役立つ。つまり、犯人捜査にたとえらる、人相ならぬ天相の割り出しをやるわけだ。このような方法を類似法と呼んでいる。

ガンの薬をみつめる方法の一つとして、ありとあらゆる薬を取り上げてその中からガンに効く薬を見つつけようとする行き方があるといふ。これと同じように、長期予報の方法として、日



冷害で収穫ゼロの稲を焼く

て発表しているのが長期予報の現状なのである。

長期予報の発表

長期予報の発表は、一カ月予報は毎月末に、三カ月予報は毎月二十日に行われ、北海道では夏の期間だけ、とくに農家のため毎月十日にも一カ月予報を発表している。

また、夏の予報は三月十日、冬の予報は、十月二十日に発表されている。このように一カ月以上の長期予報を公表しているのは、世界広しといへども日本だけなのである。

長期予報の発表文の中で、気温、降水量について、これを平年と比較した表現を用いている。その偏差の程度は、地域と季節によつて異なり、一応の標準は表のようになっている。この夏の天候予報がすでに発表されておらず、春は寒暖の変動が大きく、夏は低温、大雨などの不順な天候の内容となつてい

る。実は、三月十日の発表は、統計的な方法が主体で、天気図上で北海道の夏の天候の予測ができるのは、四月から五月にかけての北半球における大気の流れの特性をみてからのことである。

とにかく、くだいようであるが、現在の気候が小水河期時代に戻つており、この夏も思わぬような異常天候の可能性の大きいことをよく認識し、万全の農業対策を望んでまいら。 (つづく)

生起確率による階級区分

階級区分用語	生起確率	備考
かなり低い(少ない)	10%	10年に1回または10回に1回程度起こる
やや低い(少ない)	20	5年に1回または5回に1回程度起こる
平均(多い)	40	5年に2回または5回に2回程度起こる
やや高い(多い)	20	5年に1回または5回に1回程度起こる
かなり高い(多い)	10	10年に1回または10回に1回程度起こる

ズム法と呼んでいる。このほか、いろいろの方法を検討を行い、その結果を総合し



夏の天候予報 (1)

和 田 英 夫
北海道教育大学講師
元函館海洋気象台長

北海道における農作物は、夏季の生育期間の低温、すなわち冷害により大きな被害をうけ、その最も影響の大きいのは、いうまでもなく水稲である。この冷害をもたらす気象面からの原因については、明治末期以来、多くの研究が行われてきた。

ごく最近、北半球における高層資料を用いた研究により、日本の冷害天候に二つの型があり、北半球の大気の流れ方と関連して起こっている。

ノとなっていた。しかし、前に述べたように、北日本の冷害天候には、次の二つの型があることが確認されるようになった。

すなわち、北半球の大気の流れの特性からみると、気候変動の際に説明したように、偏西風が大きく蛇行(だうこう)し、大規模な気団の南北交換の結果として起こる冷夏と、偏西風の強い状態のまま、北極寒気が拡大した形で起こる冷夏(第二型)があり、前者を第一種冷夏型、

後者を第二種冷夏型と呼んでいる。少し複雑であるが、図に両者の極東における大気の流れの模様を、モデル的に示してある。

第一種冷夏型の場合には、オホーツク海に高気圧があり、アリューシャン列島から低温の空気が海をわたり、北東風とともに北日本を襲う(A)。この場合には、同じ北海道でも、道東で低温の度合が大きく、日照も著しく少なくなる。また道南でも

噴火湾側と日本海側では、その明暗の度合が大きい。実はこの第一種冷夏型は、とくに北半球の関連性があり、昭和二十九年(一九五四年)に、北日本冷夏、アメリカ大干ばつ、ヨーロッパ不順天候といふように、世界的な異常天候が二カ月も続いたのがその特徴である。また、一般にオホーツク海高気圧と呼んでいるが、少なくとも冷害年の場合には、極東まで広がる北方高気圧ともいへば大規模なことがわかってきた。

第二種冷夏型の場合には、いわば弱い冬型のような気圧配置となり、気温の低い北西風が北日本を襲う(B)。ところが、この場合には、昭和四十年の北海道における冷害のように、寒気の通り道となった地域は、全般に強い低温のため、大きな被害をうける。

このように、北日本の冷害天候の機構は、高層天気図上から明らかにできてきたが、残念ながらその予報となると、まだ十分な点が多い。

最近の冷害天候
明治末期からの北日本における冷害天候について調べてみると、その多くは、第一種、第二種冷夏型の混合型であり、第一種冷夏型のオホーツク海高気圧型の場合には、とくに低温の度合いが強くなる。

表に、戦後の北日本における冷害年の記録を示してあるが、典型的な第一種冷夏型として昭和二十九年、第二種冷夏型として昭和四十年前後の三冷害があげられる。また、地球寒冷化の

始まった昭和三十一年から、北日本が冷夏なのは、西日本では猛暑、干ばつという北冷西暑型の天候が多いのが注目される。さらに、昭和四十六年は、全国平均の作況指数が九三%というのに、米の需給が単年度では八〇万トンの米不足であったことを忘れてはならない。

ところで、昨年の冷害天候については、まだ記憶に新しいが、天候型が異なる、混合型であり、かなり異例となっていた。すなわち、六月から八月までの期間に、五回の低温期があったが、第一種冷夏型のオホーツク海高気圧が現れたのは、その前半だけで、とくに低温の度合いの強かった八月は、まさに第二種型の低温となっていたことである。

これまでの昭和四十年前後の

第二種冷夏型の場合には、津軽海峡を挟んで、北海道だけ冷害となったが、これは高緯度寒冷化の初期の現象として説明できる。ところが、昨年の八月には、同じ冷害型の天候が、東北地方まで及び、この冬の大寒波とともに、日本も、地球寒冷化の大きな影響をうけていることは、もはや疑いもないことなのである。

極渦(うず)の動向
北半球の高層気団をみると、北極を中心とした強い寒気の渦があり、これを極渦と呼んでいる。ところが、この極渦の動向が、北日本の夏の天候に大きな影響を与える。すなわち、少なくとも第一種冷夏型の場合には、元来、北極地方にあるべきこの極渦が、五月に著しく極

東の方に変位し、その影響が北日本の冷夏につながっている。たとえば、昭和二十九年の五月下し、極渦が極東側に著しく南下し、一時的に、北日本に好天候をもたらした。しかし、六月からオホーツク海高気圧がひん繁に現れ、不順な天候が二カ月も続き、ついに記録的な冷害となった。

ところが、第二種冷夏や混合型の場合には、晩春から天候の変動が大きく、異常に遅い雪や寒波、さらに晩霜のひん発などが冷夏の前兆となっている。

これが私の長年にならわたる北日本の夏の天候予報の経験則の一つであるが、この五月上旬の道内各地における大雪の新記録は、果たして、ことしの夏の天候の前兆となるであろうか。(つづく)

北日本の冷害天候

昔から「凶作は海からくる」といわれてきたように、これまでの冷害天候は、オホーツク海に高気圧があり、北太平洋をわたってくる北東風が、北日本に低温をもたらすことが多かった。ところが、オホーツク海に高気圧がないのに、北日本に冷害が起こることもあり、その原因については、長年にわたるナ

後者を第二種冷夏型と呼んでいる。少し複雑であるが、図に両者の極東における大気の流れの模様を、モデル的に示してある。

第一種冷夏型の場合には、オホーツク海に高気圧があり、アリューシャン列島から低温の空気が海をわたり、北東風とともに北日本を襲う(A)。この場合には、同じ北海道でも、道東で低温の度合が大きく、日照も著しく少なくなる。また道南でも

噴火湾側と日本海側では、その明暗の度合が大きい。実はこの第一種冷夏型は、とくに北半球の関連性があり、昭和二十九年(一九五四年)に、北日本冷夏、アメリカ大干ばつ、ヨーロッパ不順天候といふように、世界的な異常天候が二カ月も続いたのがその特徴である。また、一般にオホーツク海高気圧と呼んでいるが、少なくとも冷害年の場合には、極東まで広がる北方高気圧ともいへば大規模なことがわかってきた。

第二種冷夏型の場合には、いわば弱い冬型のような気圧配置となり、気温の低い北西風が北日本を襲う(B)。ところが、この場合には、昭和四十年の北海道における冷害のように、寒気の通り道となった地域は、全般に強い低温のため、大きな被害をうける。

このように、北日本の冷害天候の機構は、高層天気図上から明らかにできてきたが、残念ながらその予報となると、まだ十分な点が多い。

最近の冷害天候
明治末期からの北日本における冷害天候について調べてみると、その多くは、第一種、第二種冷夏型の混合型であり、第一種冷夏型のオホーツク海高気圧型の場合には、とくに低温の度合いが強くなる。

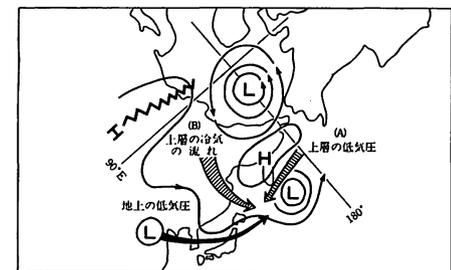
表に、戦後の北日本における冷害年の記録を示してあるが、典型的な第一種冷夏型として昭和二十九年、第二種冷夏型として昭和四十年前後の三冷害があげられる。また、地球寒冷化の

始まった昭和三十一年から、北日本が冷夏なのは、西日本では猛暑、干ばつという北冷西暑型の天候が多いのが注目される。さらに、昭和四十六年は、全国平均の作況指数が九三%というのに、米の需給が単年度では八〇万トンの米不足であったことを忘れてはならない。

ところで、昨年の冷害天候については、まだ記憶に新しいが、天候型が異なる、混合型であり、かなり異例となっていた。すなわち、六月から八月までの期間に、五回の低温期があったが、第一種冷夏型のオホーツク海高気圧が現れたのは、その前半だけで、とくに低温の度合いの強かった八月は、まさに第二種型の低温となっていたことである。

これまでの昭和四十年前後の

北日本が冷夏になるときの大気の流れのモデル



(注) 図中Hは高気圧、Lは低気圧のこと。矢印は空気の流れである。

冷害年	作 況 指 数 %				天候分布	気 温 差 度 差 7-8月		冷 害 地
	全 年	国 均	東 平	北 海 道		東 北	北 海 道	
昭28	84	88	81	81	●	-0.9	-0.7	第1種→第2種
昭29	92	100	60	60	●	-1.5	-2.2	第1種
昭31	104	120	51	51	●	-1.6	-2.3	第1種やや不明確
昭39	99	99	68	68	●	+0.4	-1.3	第2種
昭40	97	102	86	86	●	-0.9	-1.0	第2種
昭41	99	99	73	73	●	-0.3	-1.1	第2種
昭44	102	103	86	86	●	0.4	-0.8	両者混合型
昭46	93	94	66	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

冷害の特性

北日本の過去の夏における冷害年を調べてみると、数年間連続して起こるという特性がある。つまり、夏の気温偏差の経過で見ると、中間の年が高温で、その前後の年が低温で、冷害となっている。たとえば、昭和二十八年二十九年度冷害、昭和三十年大冷害、昭和三十一年、昭和三十三年冷害または不作となっている。このような特性は、昭和六年

の理由がまだ解明されていない。北日本の夏の天候は、太平洋高気圧の動向に大きく左右されるので、その南北変動に関連すると考えて、かつて筆者も調べてみたが、両者の関連性を見いだすことができなかった。

太陽の予言

北日本の夏の天候予報を困難にしている原因でもある。農業だけでなく、地球上のあらゆるものが太陽の恩恵を受けていることはいうまでもない。その太陽の光っている球の部分に光球と呼び、その温度は約六〇〇〇度Cである。ところがこの光球に黒いシミが出現し、小さいのは直径一〇〇、から大きいのは何万、というのまである。これを太陽の黒点とい

い、光球に比べて温度が低く、約四、〇〇〇度Cになっている。この太陽の黒点の数をかぞえて、ある方法でその相対数を計算した記録が西暦一七〇〇年からある。一般に太陽黒点数と呼ばれ約一年の周期で変動している。また、太陽黒点の最も多く出現する時期を黒点極大期、反対に少ない時期を極小期という。

ところが、北日本の冷害による凶作と太陽黒点の関係を調べると、その極小期に北日本の凶作がひん発している。表1に明治末以後の凶作年と太陽黒点の極小期における関係を示してあるが、太陽黒点の極小年(表1でゼロの年)の前後を含めると、極めて高い集中度で凶作が起こっていることがわかる。さらに、これまで観測された年平均の太陽黒点数の極大年の中から、黒点数の多い順に第三位まで選び、それに続く極小期における日本の天候との関係を示したのが表2である。

三十八年一月には、日本だけでなく世界的な異常天候が出現し、さらに、昭和三十三年から三年間にわたり、北海道の冷害などの異常天候がひん発している。また、最近の北極地方を中心とした寒冷化も、このころから始まっていることも注目すべきであろう。さらに第二位、第三位の極大に続く極小期には、太陽の黒点や北日本の冷害が起

こっているのである。太陽活動と北海道の夏の天候との間にも、かなり密接な関係があることは、斎藤博英博士により、すでに指摘されている。それによると、黒点の極小期の近傍で梅雨前線が北海道付近で停滞しやすいという特性があるという。その影響が、北海道の夏の日照時間や降水量の変動に顕著に現れており、太陽黒点の極大期には、夏の気温の変動が

連載 (8)



地球は冷える

夏の天候予報 (2)

和田 英 夫
北海道教育大学講師
前函館海洋気象台長

天候に大きな影響を及ぼすことが明らかになってきた。

筆者の最近の研究によると、どうも、このチャット高気圧の年々の消長が、北日本の冷害年発の特性と関連しているようである。

とにかく、北日本の冷害は、ひん発する特性があり、その夏の天候を左右する、いわゆる作用中心は、太平洋高気圧、チャット高気圧、極渦(うず)などがあり、極めて複雑で、これが

小く安定しているが、極小期の前後には極端な冷夏と暑夏が現れやすくなっている。最近の太陽黒点の変化は、昭和三十三年に記録的な極大を示してから、その活動が極めて不活発となり、過去の太陽黒点の観測史上に例のないような傾向を示しており、何となく地球寒冷化を予言しているかのようにみえるのである。

実際に初めて夏の天候予報を行ったのは仙台地方気象台で、戦時中の昭和十六年のことであり、長期予報の研究も東北地方が中心となって行われた。戦後北海道も札幌管区気象台を中心に、農家の要望に添うべく、その研究に大きな努力が払われてきた。しかし、膨大な気象資料による長期予報技術の開発が

進むにつれ、電子計算機の活用が不可欠となり、最近の研究は気象庁に集約されるようになってきている。

一方、気象庁における夏の予報は三月十日であり、その精度は別としても、これでは稲作のための予報として時期的に遅いことは明白であろう。農家の要望は、少なくとも前年の十二月に夏の天候予報をというところで、近い将来、全地球的な気象資料の蓄積とあまって、その実現は必ずしも不可能ではないと信じている。(つづく)

東京天文台で毎日行われている太陽黒点スケッチの1枚

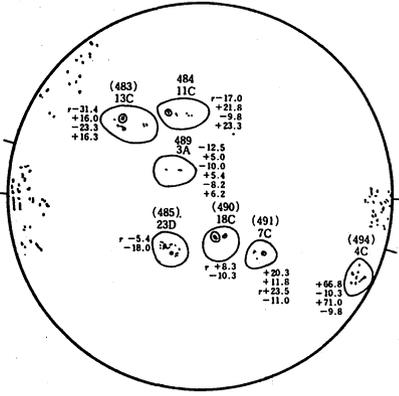


表2 太陽黒点数の極大順位表

年平均	順位	極大年	極小年	記 録 (極小ごろ)
190.2	1 位	昭和32年	昭和39年	異常天候
154.4	2 位	安永7年 (1778)	天明4年 (1784)	天明の飢饉
151.5	3 位	昭和22年	昭和29年	北日本冷害

表1 太陽黒点極小期と北日本の凶作

	-2	-1	0	1	2
凶、不作	3	6	3	6	2
ひん度	33%	66	33	66	22

注) 表1は極小の1年前と1年後に凶、不作が多く起こっていることを示している。

わが国は毎年のように台風により大きな災害をうけており、農業とくに稲作にとつては台風も大きな関心事である。日本の最北端に位置する北海道も例外ではないが、その災害の起こり方と大きな特性があり、今回は台風について述べてみた。

台風の常識

気象学上では、低気圧を、発

いる。しかし、日本に上陸して著しい災害をもたらした台風には、特別に名前がつけられている。たとえば、昭和十九年九月、洞爺丸の遭難をもたらした台風第一五号の「洞爺丸台風」や昭和三十四年九月、伊勢湾に大きな高潮を起し、史上空前の被害をもたらした台風一五号の「伊勢湾台風」などがある。台風は、年間平均二八個発生しており、年によって多いときは

連載 (9)

地球は冷える



台 風

和田英夫
北海道教育大学講師
前函館海洋気象台長

生ずる地域により熱帯低気圧と温帯低気圧に分けており。熱帯低気圧のうち、その域内の最大風速が一六メートルのときは「弱熱帯低気圧」と呼び、最大風速が一七メートルを超えると「台風」と呼ぶことになっている。つまり、台風の発生したことは弱熱帯低気圧、発達すると初めて台風と名づけられ、その年の発生した順に、台風第七号といったように、すべて番号で呼んで

四九個、少ないときは一九個という年もあるが、日本へ上陸するのは、年平均三個くらいである。台風は、日本のはるか南方海上で発生し、季節によってその経路は異なるが、一般に、太平洋高気圧のへりに沿って北上し、月別の平均経路を示すと、図1のようになっている。

また台風は、大気中でできた一種の渦であり、高層風によつて、その進路が大きく左右される。そのため、高層風の弱い真夏には、いわゆる異常進路をとったり、迷走台風となったりして、予報官を大いに悩ませることがある。

台風の速度は、発生してから転向点(台風が向きを変える地帯)付近までは、ゆっくり進み、一時間二〇、三〇くらいは、転向点付近で速度が遅くなるが、転向後は一般に速度が早く、日本付近を通るときは、一時間三〇以上になるが、洞爺丸台風のように、時速一〇〇の猛スピードで、九州から北海道まで、一日でやってくる「いだてん台風」もある。

最近の台風の特徴

台風の年々の動向は、最近の気候変動とくに地球寒冷化とかなり密接な関係がある。昭和六年から、一〇年ごとに区切って台風の発生数や日本への上陸数を調べてみると、最近八月月に台風が日本を襲うことが多く、逆に九月に少なくなっており、どうも二百十日の台風の厄日といっているが、あまり当てにならない。

また、死者、一〇〇人以上の大型台風は、伊勢湾台風以後日本に襲撃してない。昭和三十六年九月の第二室戸台風のように、本土に上陸したのもあるが、被害が著しく少なくなっている。その原因の一つとして、台風災害の対策の整備があげられるが、その反面、最近

図2 東西指数と台風の発生数

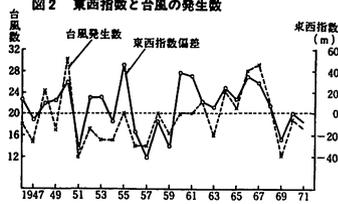
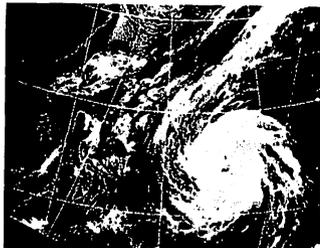
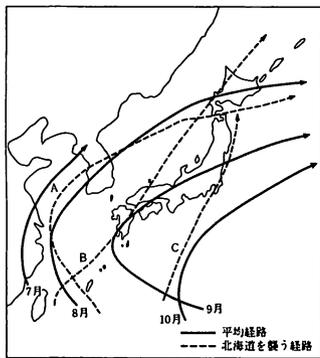


図1 台風の経路



ノアがとらえた台風30号(昭和49.11.24)

集中豪雨による山、がけくずれ、土石流、鉄砲水などの災害がひん発する傾向がある。台風の発生数は、日本周辺の中緯度における偏西風の強さと関係があり、偏西風が弱い年には台風が少なく強い年に多い。その関係を示したのが図2で、図の中で東西指数偏差というものは、偏西風の強さの平年からの偏差と考えてよい。また、北日

北海道と台風
一般に台風が本土へ上陸する一、北方から寒気が流入し、温帯低気圧の性格に変わる。その寒気が強いと、洞爺丸台風のように、再発達して北海道に上陸するというような大きな災害をもたらす。とにか、北海道にとつては、台風そのものよりも、高層に強い寒気が流入して、弱まった台風が引き金となって集中豪雨となることが多い。腐っても鯛は鯛」ということわざは、台風にもよく当てはまることを忘れてはならない。

図1の中に、北海道を襲う台風の代表的な三つのコースがあげられているが、とくに、日本海に入った台風の進路予想は極めて難しく、油断は禁物である。最近の地球寒冷化とともに、初秋に強い寒気が南下し、秋雨前線が北海道に停滞する傾向の年が多くなっている。

昭和五十年台風第六号による石狩川の大洪水は、昭和三十七年以来的ことであり、その集中豪雨も、台風そのものよりも、むしろ高層の強い寒気の仕わざであった。

台風発生数が少なく、また、天候不順なしの秋も、最近の気候変動の特性から考えて、決して予断を許さない年といえる。

イギリスの気候変動

私は十数年来、地球寒冷化と北日本の冷害時代の来ることを予言してきた。実は戦後、気候の温暖な時代が続き、気象学界では地球温暖化が定説となっていたのであるから、いわば私は学界の異端者であった。しかし私は、ヤマカン的ではあるが私には、変わるものという根拠があった。それは、世界で最

ドウ圏があった。ところが、その後寒冷化が進み、スコットランドの高地に災害を引き起こし、この地方の村落が荒廃してしまつたのである。さらに、戦後のイギリスにおける作物の生育期間が、二週間も短縮され、イギリスの農業にとつて最近の気候変動は、重大な関心事になつてゐる。

世界の食糧問題

足よりはむしろ過剰が問題であるろうとさえいわれるようになってきた。この楽観論者にも二つの心配なことがある。一つはエネルギー問題、もう一つは気候変動であった。

連載 (10)



気候変動と食糧問題

和田 英 夫
北海道教育大学講師
前函館海洋気象台長

も古いイギリスにおける三〇〇年間にわたる気温の資料(岡一に平均化した冬季と夏季の変化を示してある)を見ると、文明の進歩に関係なく、数十年のリズムで気温が変動しており、その原因はともかく、いつか再び低温の時代が来ると予測されるであらう。

現在、この地球上に、約三五億の人間が住んでいるが、一九五〇年代にFAO(国際連合食糧農業機関)が、世界の人口の約三分の二が栄養不足にかつてゐると結論し、多くの学者は、紀元二〇〇〇年までには飢饉が確実にやってくるという予測がある。

ところが、一九七〇年代には、それまでの悲観論から楽観論に変わり、将来の食糧問題は、不足よりもむしろ過剰が問題である

現在、世界の農業生産のなかで、化石燃料によるエネルギーは、機械、かんがい、肥料など、いろいろな面に使用されているといはるまでもない。それゆゑ、もしエネルギー危機が生じたならば、現在の農業方式は大きな衝撃を受けることになる。また、冬の暖房に例をとつても、私たちの子供の時代の炭火のコタツから、マキ、石炭、石油ストーブと変わっており、石油の枯渇も時間の問題で、少なくとも石油のコストが数年後には極めて高価になることは疑いもないことなのである。

一方、最近の気候変動は、異常気象のひん発に伴い、世界的な穀物生産に大きな影響を与えている。とくに、昭和四十七年の異常気象は世界的な食糧危機をももたらし、エネルギー危機とともに、日本の経済に大きな打撃を与えたことは、まだ記憶に新しいことである。気候変動といた観点からみると、世界の食糧供給のバランスのくずれは、単なる寒冷化よりも、むしろ、その変動の極端なことが起因なのである。

農政問題が人種問題とともに競争の最大の焦点であった。ところが、一九六〇年代の世界的な異常気象のひん発に伴い、食糧の過剰から不足へと転換し始めたのである。なるほどアメリカは、世界の食糧基地として大きな役割を果たしてきたが、それも順調な天候に恵まれてきたからである。しかし、昭和四十九年、アメリカのコーンベルト地帯は、春の多雨、六月七月の干ばつ、さらに秋の早霜という不順な天候に悩まれた。その結果、穀物の不作と、その高価格のため畜産は大きな打撃を受け、日本ではあまり知られていないが、価格の高い穀物を購入する代わりに、家畜や家

きんを処分したのである。もし、八月にも干ばつが続いていたら、再び世界的な食糧危機を招いたことであらう。この年に、CIA(米中央情報局)が、アメリカが気候のいかによつては、食糧供給に責任をもちたいという、いわゆる「食糧戦略」の声明を発表したのも、このような不順天候の背景のもとで行われたのである。アメリカの穀物不作は、干ばつによつて起こるが、最近では、昭和二十九年の夏があげられる。図二に七月の五〇〇ミリの高度偏差図と大気の流れの模様を示した。高度の正偏差は高気圧で、この年の夏は、世界的に異常気象が持続し、北日本でも、戦後最大の冷害に襲われた。しかし、この年の干ばつは、アメリカ大陸の北部が中心であった。

(つづく)

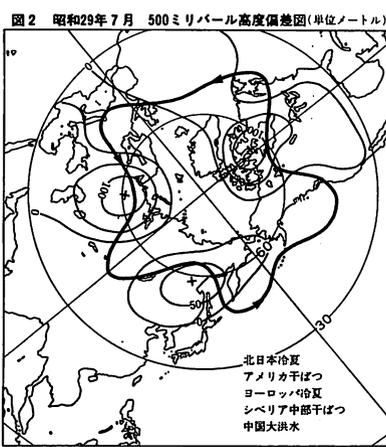
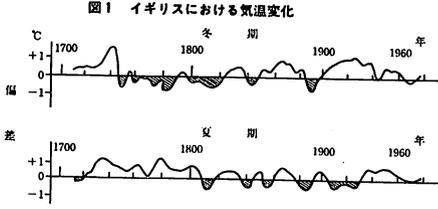


図2 昭和29年7月 500ミリバル高度偏差図(単位メートル)

最近のアメリカにおける食糧供給をみると、戦後は小麦が余り、国内では減反政策を行い、

私は専門がお天気の長期予報というせいもあってか、一般社会の何事にとっても長期予報は極めて重要であり、とくに現代の政治家にとって最も必要な能力は将来を見通すことであると信じている。

日本の過去の振り返ってみても、私のような老兵にとって、最敵のシヨックと食糧難時代、さらに一変して経済の高度成長から、気がついてみたら預

地球は冷える



超長期予報

和田英夫
北海道教育大学講師
前函館海洋気象台長

環境汚染だらけの日本、というこれまでの過程は、全く想像もつかない急変ぶりといわざるを得ない。日本における農業政策、さらに農業技術の進歩についても、同じようなことがいえるのではあるまいか。

大胆な提案

昭和四十四年の秋、スイスのジュネーブにあるWMO(世界気象機関)で開催された気象委員会

員会で「全地球上の自由大気中における気象資料を集め、今後数十年間の天候予報を研究しよう」という超長期予報ともいえるべき大胆な提案がソ連から出されて採択された。

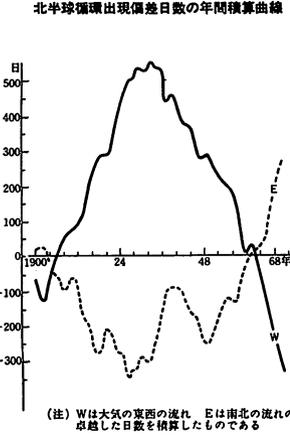
この提案の裏を返すと、ソ連では、最近の天候が、いかに大きな問題となっているかがうかがえるであろう。この提案により、まず気象資料を集めるため、作業委員会が設けられ、日

本から私が参加したが、これが私の超長期予報研究の動機となったのである。

その後、幸い文部省の研究費により、北日本の冷害天候の超長期予報の研究を行い、その結果をまとめることができた。その内容は、現在の長期予報の技術と利用し得るあらゆる資料を用いたもので、学問的に難しい点も多いが、次におわかりやすい根拠を引用しながら述べる。

超長期予報の根拠

地球上の気候は、あるリズムで長期変動しており、現在の北半球の気候は小氷河期時代にもどっている。ところが、三五〇年にわたる小氷河期時代をよよく調べてみると、その間、ずっと低温であったわけではなく、短いときは三〇年間、長いときは八〇年間というように、三回の低温期がみられる。これから推定すると、最近の寒冷化は、昭和三十九年から始まっているので、短くても今世紀の末まで続くことが予想される。



(注) Wは北気(東西)の流れ、Eは南北(流れ)の卓越した日数を積算したものである

気候変動の原因のところで、大気の流れの蛇行について述べたが、最近の北半球の状況を示したがが図1である。これは、私の友人であるソ連のギルス博士の調べたもので、図の中で、Wは東西の流れ、Eは南北の流れの卓越した日数を積算したものである。すなわち、北半球の気温がピークに達した昭和十五年(一九四〇年)ころに、順調な天候を示すW型もピークに達し、その後は著しく減少し、代わってE型が急増している。このE型の急増が、そのまま最近の世界各地における気候異常のひん発に關連しており、この傾向は、ここ数年間は続くと考えられる。

その後の北日本における天候の特性ととの関係を調べたのが表1である。この表によると、イギリスの著しい夏季低温の年から、平均して二二年後に北日本の夏の天候が不順になっていく。

最近のイギリスの夏季の低温は昭和三十八年に起こっており、これを基にすると、昭和六十年ころに北日本の冷害天候時代が予想される。このように、イギリスと日本の天候の約二〇年の遅れの関係については、学問的にも若干の裏付けが考えられている。

このほか、北半球の気象資料を用いて、二〇年先までの夏季の予想天候を調和解析という方法で作成した。その結果によると、昭和五十八年ころから典型的な第一類型の北日本大冷害天候のひん発が予想される。一方、最近の太陽黒点の変化は、過去に例のないような異常を示しており、次の極小期の昭和六十二年ころに北日本の冷害の可

能性が大きい。

八〇年代に赤信号

このように、いろいろな方法で研究した結果をまとめてみると、表2のようになり、一九八〇年代の半ばころを中心として、北日本の冷害時代が予測されるのである。とくに北日本の天候にとっても重要なことは、これまでの昭和の冷害は、地球温暖化時代に起こっており、低温の度合いも弱かったが、将来の冷害は、少なくとも明治末期のような大低温時代が予測されることであろう。

最近の気候変動の大きな特性の一つは、砂ぼく地帯の拡大である。昭和四十三年から、サハラ砂ぼくを襲った干ばつにより二〇数万人の餓死者があり、現在の生活も、

私たちの想像を絶するものらしく、その主因は、地球寒冷化によるものと考えられている。その対策のため、去る八月に「国連砂ぼく会議」がケニアの首都ナイロビで開催されたが、今後、異常干ばつが襲えば、人類の七分の一は飢え死の危険にさらされるという。

いまや、世界気象学界は、総力をあげて気候変動の原因の究明と、その予測の研究に取り組んでいるのである。

(つづく)

表1 中部イギリスの夏季低温年と日本の天候 (1701-1973)

イギリスの夏季低温年(年)	日本の天候の特性	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(1946年までの冷害)	20
	平均	22

表2 夏期天候の超長期予報

地球の寒冷化	30-100年
気温のリズム	2100-2150年に温暖
地上風の類似	1980年代に冷害が心配される
気温変化のおくれ	1985年から冷害が心配される
環流型	1980年代に低気圧期
作用中心	1980年代に天候不順 今世紀末に太平洋高気圧域南縁
予想天気図	1983, 84年に冷害時代が訪れる心配 2年周期卓越
太陽活動	太陽黒点極小期(1976, 87, 98年前後)
太陽黒点の類似	21世紀初期に冷害時代が訪れる心配

冷害と小豆相場

一般に農作物は天候の影響を受けやすいが、十勝平野の主要産物である小豆も例外ではない。穀物業界には「天候相場」という用語があるが、小豆相場の場合も、とくに生育期間中の天候の順、不順によって大きな影響を受ける。

小豆の作柄に影響を与える気象条件を表に示してある。また五・六月にかけて地温が高いと

相場を生みだしている。ところが、北海道の稲作の冷害年には小豆も不作となり、また同じ冷害年でも、オホーツク海高気圧のひん免する第一種型の冷害年に、小豆も大凶作となる。しかし、天候相場は、単にその年の天候だけによって決まるものではなく、天気予報や相場観測の確率、さらに小豆輸入の条件などによって左右され、その影響は極めて複雑になっている。

連載 12 (最終回)



地球は冷える

予報とその宿命

和田 英 夫
北海道教育大学講師
前函館海洋気象台長

発芽がよいので農作への好条件となる。反対に、そのころに晩霜が降りると大きな被害を受け。さらに、六月下旬から開花期までの生育期間の気温が最も大切で、この期間に茎が丈夫に育つかどうかによってこの年の収量に大きく響いてくる。

この表のように、小豆の収量は生長の各時期における気象のいかんによって大きく変動し小豆の商品としての流通過程に対しても大きな影響を与え、天候

予報の適中率

ことしの八月、東京では長雨の新記録となり、日常生活のあらゆる面に大きな影響を及ぼし、そのトバッチリが気象庁に集中し「気象台、気象台」と叫ぶと食当たりしない」という文句が新聞に掲載されていた。この悪口は、予報官であった老兵の私にとっては久しぶりの懐かしい文句で、昔はよく「水当たりをしない」とか、戦時

予報と最近の適中率

実は、最近の天気予報は数値予報といふ方式をとり、以前に比べて飛躍的な進歩をしている。しかし残念ながら、その的中率はといえ平均して八五%が限度である。裏を返すと、現在の天気予報は一日に一日ないし二日はずれることになっている。つまり、いくら努力し、現在の気象学の粋を集めても、天気予報の的中率は一〇〇%にはならないのである。

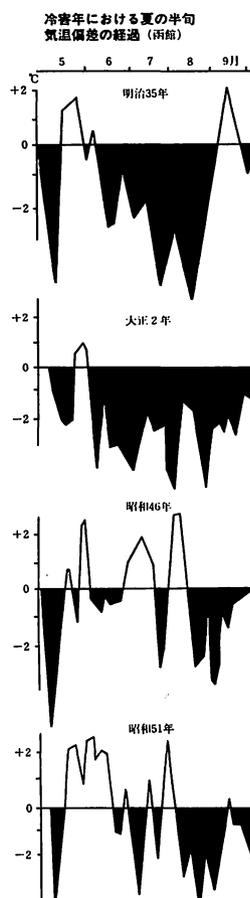
皆さんは、現在の医学を信じているかもしれないが、私は若いときに結核で開病生活をした体験から、医学を天気予報くらししか信じないことにしている。

私の提言

ごく最近の研究によると、北

半球の寒冷化は高緯度から中緯度に移り、とくに気温の変動が激しくなっていることが明らかになってきた。つまり、日本の位置する中緯度地方では寒暖の変動が大きく、次第に寒冷化の時代を迎えていることになる。ことしの天候を振り返ってみても、幸い農作にはなったが、西日本の記録的な干ばつ、関東地方の長雨の新記録、さらに沖永良部島を襲った台風九号は、気象庁観測史上における最低気圧を記録するなど、日本でも異常気象は続いているのである。

さて、私は一〇年後に北日本の冷害ひん免の超長期予報を発表したが、予報は必ずしも当たらないというのが宿命である。しかし、私は次のことを最も心配している。それは、地球寒冷化のもとで、将来、冷害が起ると、その低温の度合が極めて大きいこと、少なくとも、明治末期ごろの低温を覚悟しなければならない。参考までに、過去の冷害年における気温変化を平年偏差で図に示してある。これを見ると、明治三十五年や大正二年の冷害年には、昨年(昭和五十一年)八月のような



小豆の作柄に対する気象の影響

月	作柄への影響	
	好	悪
4	全期を通じ高温	全期を通じ低温
5	地温の高いこと	晩霜
6	多雨	日照不足
7	高温多雨	低温多雨
8	開花期	多雨
9	収穫期	早霜
10	収穫期	高温日照不足
11	収穫期	

低温が六月から九月まで続き現在では考えられないような大凶作になったのである。もし、大正二年のような低温の夏になったら、北海道の稲作はどうなるであらうか。坪井博士は昭和三十六年ごろの稲作技術を基準にして推定しているが、その結果によると、北海道の平均作況指数は四〇%となっている。さらに坪井博士は「現在の技術水準なら、皆さんはもっと減収量を少なくできるとお考えかも知れないが、むしろ逆で、最近の技術は低下しており、大凶作になる可能性が大きい」と指摘している。

大正の初期に刊行された「稲作の豊凶に関する研究」という本の中で、著者の大森博士は「米に豊凶あるは人生と同じ。元来、農業なるものは天の恵みと地の恩と人の力(努力)により成り立つ。その努力が自然の不足を補う」と述べている。この言葉は、今もなお生きている名言であり、最後にこの言葉を皆さんに贈り、私のこの稿を終りたいと思う。

(おわり)

CLIMATIC VARIATION AND VARIABILITY

Empirical Evidence from Meteorological and Other Sources

F. Kenneth Hare

Institute for Environmental Studies, University of Toronto, Canada

気 候 変 動 と 変 動 性

(気象学的資料およびその他の資料から知り得た経験事実)

内 容

1. 概 説
 2. 気候および気候変化の特性
 3. 天気と天候
 4. 気候の体系
 5. 昔の気候
 - 5.1 古気候 (200 万年以前)
 - 5.2 第四紀時代 (過去 200 万年)
 - 5.3 完新世時代 (過去 1 万年ぐらい)
 6. 最近の気候変化と変動性
 - 6.1 観測資料の現状
 - 6.2 1880 年以後の平均気温の変化傾向
 - 6.3 気温の変動性は増大しつつあるか?
 - 6.4 17 世紀以後の降水
 - 6.5 サヘル地方の干ばつ
 - 6.6 強制力による異常
 - 6.7 Teleconnection
 7. 結 論
- 文 献

1. 概説

この論文では次のような設問，すなわち気候は変わり得るものなのか，実際にその証拠があるのか？もしそうであるならば，過去の記録あるいは現代の観測が気候変動について何を物語っているのか？気候変化とかその変動性とかいうものはどんな特性を持っているのか？これらの問いに焦点を合わせて話しを進めていくことにする。

普通の人にとって気候とは起こる可能性の高い天候のことである。年を通しての天候はよく親しまれている経過にしたがって進行するであろうという見通しの上立って，個人個人の計画は立案されている。日々の天気が大きく変化しても，計画を遂行するに当っては余り大きな障害にはならない。しかし，一つの季節にわたるような長期間の異常がある場合には，個人個人の私的行動から国家全体の集約的活動に至るまで，それらの計画を順序正しく立案することが出来なくなってしまう。このような異常性は時として数年間あるいは数十年間も長続きすることがある。1930年代北米のDust-Bowl（黄じん）期間や1968-73年のアフリカ干ばつはこの種の出来事に相当する。共に悲惨な結果を伴ったが，いずれも予見されなかった。それらの影響を少しでも和らげるようにと間に合わせ的に緊急行動をとったに過ぎない。

1972年には気候に異常な偏りが起こり，穀物生産に，遠洋漁業に，極地方の航行に，あるいは鳥獣の生存に大きな衝撃を与えた。その時以来数年間は同様な現象が発生した。干ばつ，こう水，極端な低温や激しいあらしが人々の記憶に生々しい。このような異常現象に対する疑問から広く世界に不安が高まってきた。世界の食糧生産とエネルギー消費は共に急激な拡大への道をたどっているが，これらと気候の変動性とは深く敏感に掛かり合っていると思われる。

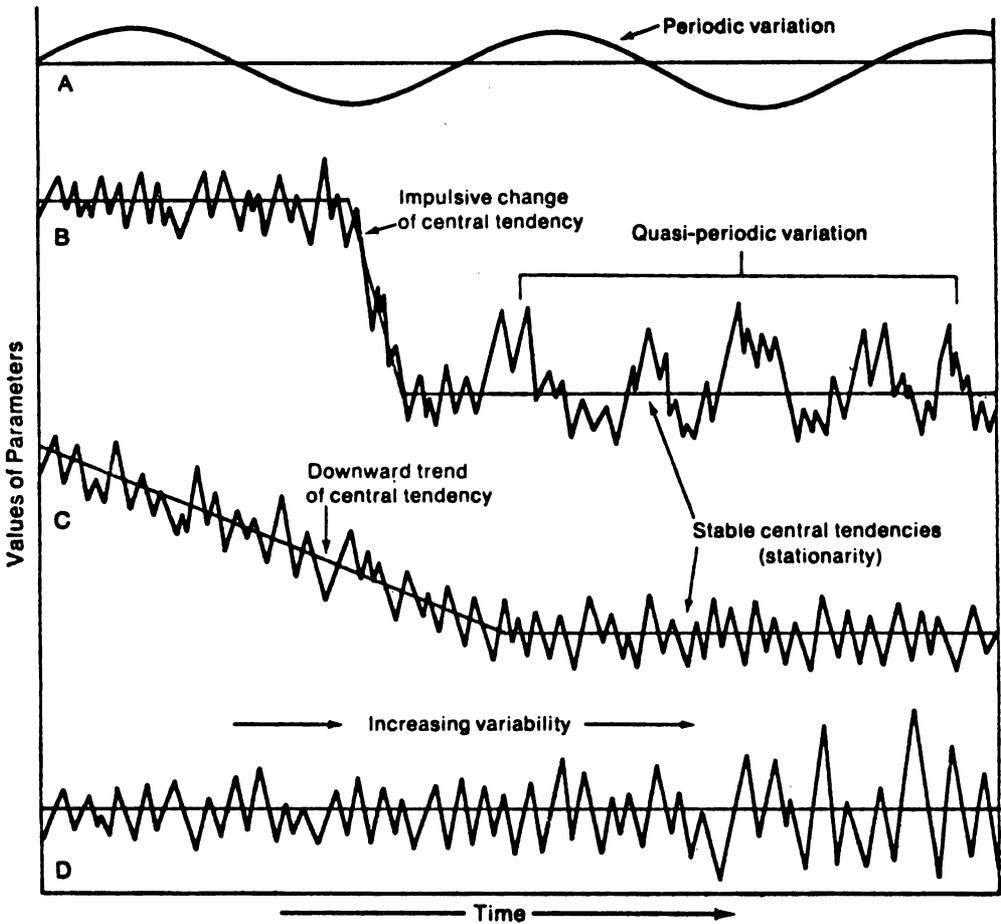
過去の記録が示しているように，今後も人類は気候の衝撃と戦い，これを克服していかなければならないならば，われわれは気候変動性の正確な図式を知ることが必要である。ところで，最近では天候を詳細に記録するのに全く新しい方式が用いられてきており，近年の気候経過は直接測定されるようになってきている。ほとんどの国では100年をわずかに越える程度の記録が利用出来るが，その他の地域では50年より少ない。これより前にさかのぼって調べるには代用できる別の資料，すなわち天候に関連した事柄を記録している保存物に頼らねばならない。これらの保存物には年輪，沼や湖にある花粉層，海洋沈澱物，有史以前の人工古器物がある。そこで，この論文ではそれぞれの資料を時間の経過にしたがって一線上に並べた時，これらの資料の示す事柄にどのような解釈を下すことが出来るか，またそれらは気候変化とその変動性について何を物語っているかを概述してみる。

過去に起きた現象は多分再び起こることがあるかもしれないという理由から，気候が今までにどう変わってきたか，その歴史を調べることは重要であろう。このような訳で，気象学者は経済学者，歴史家あるいは植物学者同様に過去の出来事から学びとらねばならない。前おれのない（歴史上かつてなかった）事件が起きるということは極めて考えにくいかもしれない。しかし，それでもなお起

こらないという保証は何もない。いろいろの資料から気候の歴史を再現してみるということは将来への見通しを立てる上での知識、すなわち未来が何を包み隠し持っているのか、その中身を推測するのに判断規準となるものをわれわれに教えてくれるであろう。

2. 気候および気候変化の特性

学術用語としての気候とはある任意の数週間以上長い期間を対象にして、その期間中における大気の様相を総体的にみた状態をいう。専門家達の多くは実際には数年以上長い期間について用いている。一方、大気の変動は現実には種々個々の天気状態が循環的に連なって起きている。そこで、われわれは気候というものを定義して、上述の系列を感覚的にではなく、数値的に掌握するように工夫する。すなわち、次のような規準を選んだ(第1図参照)。



第1図：本文中に用いられている「変化および変動性」という言葉の意味を種別に説明した模式図

a) 気温、降水のような非常に重要な気候要素の平均値あるいは主傾向 (central tendency) を見積もること。

b) 上で求めた平均値に関して変動性の特徴的な型を判別すること。このような変動性は次の三つの型に分けられる。

(1) 日変化あるいは季節変化と関連づけられる周期現象。これは周期と振幅の面から特定出来る。

(2) モンスーンの雨期あるいは太陽黒点のようにほぼ同じ周期で繰り返す傾向を持つ準周期現象。

(3) 一週間連日とか10年のうち数年間というような現れ方をする非周期現象。

周期現象は規則的に現れ、あらかじめ定まった周期と位相を持っている (振幅はいつもそうとは限らない)。準周期現象では規則性はやや崩れるが、それは一般には周期性を持たない種々の作用が働いて、大気がそれに即応するに要する特有の応答時間あるいは緩衝時間に関係していると思われる。

気候変化に関心が向けられるようになる以前に気候学者達はすでに上述の実用的な気候値の算出法として30年という基準期間を決めていた。この値は10年ごとに再計算されることになっている。

(1931 - 60, 1941 - 70)。これら隣り合った基準期間の間では気候値の差は小さいということが確認されている。気候特性として極端に変わることも有り得るので、上述の差が生じるのはやむを得ないことである。このような差は気候ノイズとみなすことが出来るし、差が出たからといって実際の気候変化を示しているわけではない。この論文で気候の変動性とはある任意の基準期間 (気候値が一定) の中で起きている内部の変動特性を指すことにする。その変動特性はこの節の前段で述べた変動要素から構成されている。このような変動性は気候にとって基本的部分であり、経済に対して非常に大きな影響力を持っている。これに関し以下に詳しく取り上げていく。

一方、会議 (1979年2月の世界気候会議) 前の大きな疑問は実際に気候変動あるいは変化 (後者の言葉は一般にはある特定の原因で生ずる非常に長期間の変動に用いられている) があり得るのかどうかという存在可能性の問題であった。このような変動あるいは変化については全く異なる基準期間で比較すると実際上有意な差が出てくる。これは気候ノイズと言われるものよりは事実大きいと思われる。重要な問題はこのような変動が存在しているという証拠を見つけることである。その変動は一般にゆっくりしており、したがってその大きさは短期間内では小さく、恐らくノイズで隠されてしまうであろう。事実ノイズを実際に起きた変動の証拠として容易に見誤ってしまう。大きな変動があると、実際の気候変化がこの大ききで進行しているという誤った見方を一般の人達に植え付けてしまう。例えば、前例のない恐らく200年あるいは300年間にわたって経験したことのないような厳しい干ばつが起きたとすると、今後さらに乾燥した気候へと実際に変わっていく過程にあるのではないかという考えを持つようになるかもしれない。しかし、それは現在の気候状態の中

変動（ずれ）の一部分を見ていると言った方がむしろ現実的であろう。つまり、気候が実際に移り変わっているという信号ではない。われわれは気候変動が進行していると結論を下す前に十分な検討・注意を怠ってはならない。

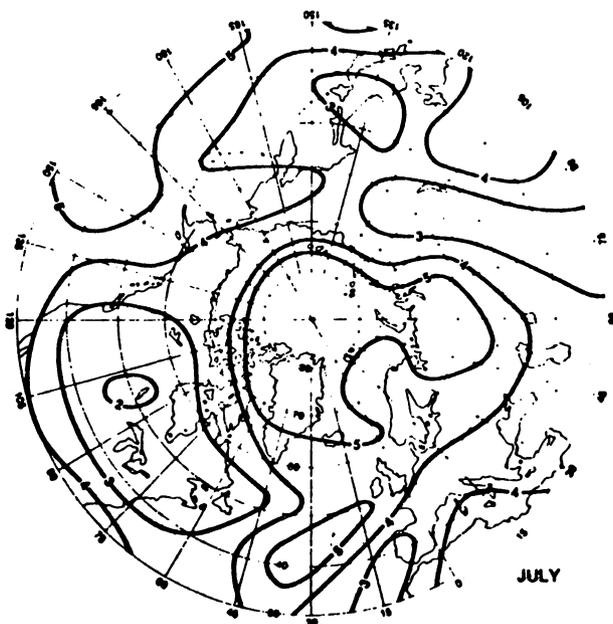
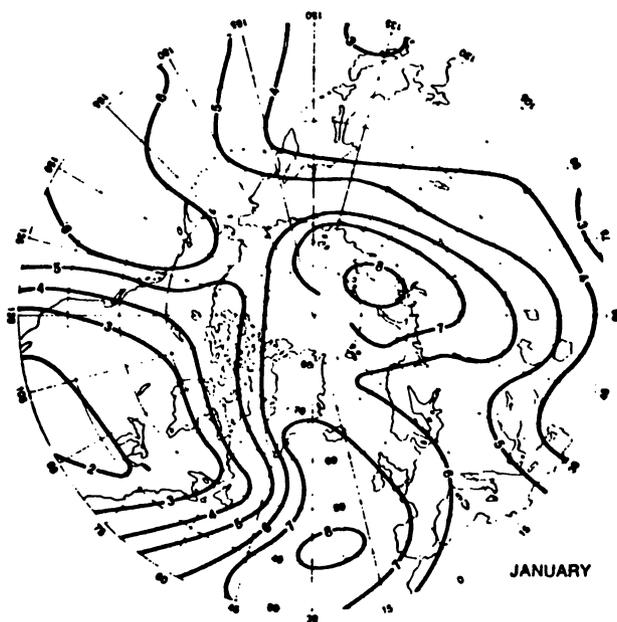
3. 天気と気候

南北両半球中・高緯度の天気変化は偏西流の卓越している中にじょう乱が発達し、運動することで作り出されている。じょう乱とは言うまでもなく天気図上に見られる高・低気圧のことである。これらのじょう乱に伴って乾燥した日や湿った日あるいは晴天や曇天がつぎつぎにやってくることは日常よく経験している。このような天気系が生まれて、大きくなり、そして通常数日内で消滅していく。南北両半球の亜熱帯緯度に位置する海洋地域では一つ一つの天気系が持つ寿命は前述の時間スケールよりも相当に長い。しかし、おのおの天気系には寿命があり、長くてもわずか数週間程度であるという基本的性質は変わっていない。移動する高気圧あるいは低気圧という気圧系がはっきりしていない熱帯地方の現象ですら天気の時間スケールは短い。

天気と気候との区別は重要である。大気の動きは前述のようなじょう乱によって無限に変えられていくけれども、でたらめではない。現象は一つの状態から他の状態へ相互の関係なく、また意味もなく移って行くことはないし、移り変わる経過もでたらめではない。現象は前の状態を保持しながら変化し、いわゆる持続性を持っている。また、そのような性質がある一方では、大気の記憶力はしばしば短いようにも思われ、前の状態とまるっきり変わってしまうこともある。例えば、第2図は北半球中・高緯度における地上気圧の時系列で、實際上独立な（すなわち無相関な）値になる境目と考えられるまでの経過時間を日数で表したものである〔1,2〕。じょう乱の卓越する中緯度に位置する北米および東アジアという互に離れた地域で無相関になる日数は實際上3日ないし4日である。中部大西洋から極を通して中部太平洋東部の地域にわたって、無相関になる日数は夏では5日、冬では6日ないし8日ほどになっている。しかし、第2図に示されている最長周期ですら気候を考える上での時間スケールよりは短い。

今もし はるかに長い期間にわたる観測記録を調べるとき、第2図にみられる時間スケールより長い周期に着目してみると、湿潤な熱帯ですら1年周期がいろいろの現象に卓越しているように見える。季節は気候の非常に大きな部分を占めている。これは紛れもない周期現象で、太陽の周囲を廻っている地球の軌道運動と地軸の傾きとによって定められている。

現象としてよく知られているが、まだ説明のついていない傾向、すなわち暦年の単位である1年を越えた2年ないし2.5年ごとに繰り返すいわゆる準2年周期がある。多くの雨量記録にはこの影響によると思われる傾向が見られるし、低緯度成層圏の風にも卓越している。準2年周期現象は現象それ自身が準2年周期で繰り返す作用を持っている結果と解釈されている。これよりも長い、例えば20年あるいは30年の範囲では、周期的あるいは準周期的な作用に対応するような現象はほとん



第2図：海面気圧の時系列で、ある一時点の値に関し事実上独立となるに要する日数（Leithの規準による）。明らかに日々の変動が大きく、かつ急激な北米上で最短期間、太平洋と大西洋の東部域および極で最長期間となっている〔1,2〕。

どないと見られている（当会議のOguntoyinbo and Odingoの論文による）。

一方、30年以上数千年までの周期については種々の代用できる記録から推測が可能で、でたらめな作用から期待される変動に比べて準周期性に近い傾向がこれら記録相互に矛盾なく見出される。気候には数十年以上の時間スケールを持つ周期が数多く含まれており、それらの周期はしばしば非周期現象で隠されてしまうことがある。これらのうちで最も重要な現象は非常に長い変化、例えばわれわれが約10万年の周期と関係づけて注目している一連の氷河期・間氷期と言われている周期変化である〔3, 4, 5〕。

以上の理由から気候変化で今後どんな事柄が起こり得るであろうか、過去の事例から十分な知識を得るために数百万年前にさかのぼって、その歴史的過程を調べる必要がある。現在までのところ気候変動に関する情報は政治・経済の時間スケールを越えて収集されている。政治・経済を気候変動と一緒に考えるのは不合理のようではあるけれども、実際にはそうではない。全世界的規模で気候を見てみると現在の間氷期は1万年続き、この間に生命の形態が進化してきた。これほど長く続いた温暖期は過去にはなかった。現在のわれわれの時代は過去の例からみて終わりが近いという論拠はないが、新氷河期到来の可能性が世界的に広く議論の対象になってきた。また別の報告によれば、人類活動の影響により次の200年の間に全くの逆転、すなわち著しい温度変化が生ずるであろうと推測している。このような仮説が長期間の気候経過に対して是であるのか非であるのかを判定する必要があることは言うまでもない。そのためにも、1万年あるいはそれ以前からの気候経過を知ることは現在の傾向が寒冷化か温暖化かという関心事と決して無縁な事柄ではない。

4. 気候の体系

先に提示した気候の概念は大気だけに注目して組み立てられた。一方、海洋、土壌、氷河、湖、動植物のこれら自身にも長期変動があり、大気はこれらと活発に相互作用を行っている。大気の動静はそれらによっても変えられる。気候系という用語はこのような複雑にからみ合った機構・相互作用からなる組織体に適用することにする。Bolinの総合論文（全球的生態系と人間）にはbiota（組織だてられている生物群）と大気の気候との相互作用に焦点を合わせて述べられている。用語ecosystemはbiotaおよびbiotaと大気を含む自然界との相互作用から構成される体系に適用される。明らかに気候系とecosystemとは関連しているが、両者は別の概念である。

気候系の変動性は大気自身が持つ気候の変動性に比べ現実には小さい。大気を除く気候系の構成要素はみな大気に比べて多くの因子から影響を受けて変動している。上記の海洋あるいは湖等は外力の変化に適応するまでかなり長い時間を要する。それぞれの内部で進行する変化はさらにゆっくりしている。これらの総合効果には大気の気候の行き過ぎを抑制する作用が存在するはずであり、これにより大気の極端な変動性が緩和されている。特に海洋は大気に比べ不活性体であり、一方水、炭素その他多くの作用要素にとって非常に巨大な蓄積場所になっている。そのため、海洋は

外からのすべての影響に対して非常にゆっくり反応する。したがって、大気海洋間の相互作用は気候変化の推移にとって重要な鍵を握っていると言っても少しも言い過ぎではない。

古い気候に関する資料は前述の気候系の中でも資料保存に極めて都合のよかった構成部分から入手されている。われわれが頼りにしている代用資料は海底、湖底、氷河、沼や木から非常に多く収集されている。実際的にも気候系の構成要素それ自身には大気と相互作用した結果が記録され、それを貯蔵する能力があるということにわれわれは大いに期待している訳である。幸にも、はるか古い年代からの長い記憶がそれぞれ構成部分に保存されてきている。

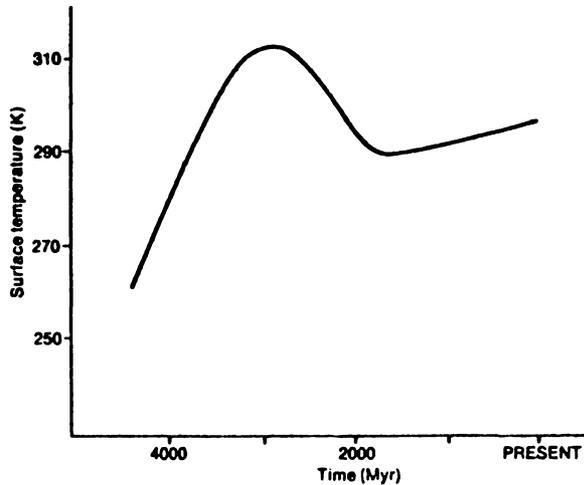
5. 昔の気候

5.1 古気候（200万年以上古い）

過去200万年以前の地球の気候について解明されている部分は余りない。われわれが手に入れることが出来る資料については別のところ〔6,7,8〕に非常によく要約されている。その結論はほとんど大陸の岩石調査から導き出されたものであり、その年代は数十億年前にさかのぼっている。沈澱岩石物に刻まれている長い記録は少なくとも 3.7×10^8 年以前には地球表面上に液体状の水があったことを示している、この水中に蓄積されてきたいろいろの種類の沈澱物は気候の変遷や陸上に生命が出現したことなど時間の系列に伴ってゆっくり変化してきている〔9〕。一方では、現在の年代までに長期間続いた氷河期は少なくとも三回はあったと考えられている。この時には極地方は非常に気温が低く、現在のグリーンランドや南極を呑み込んでいる以上の厚い氷床で覆われていたであろう。このような氷河作用で現在確認されている最初の例は約6.5億年前のものと思われる。したがって、地質学的な時間スケールで見た時その大部分の期間、氷は地球上からその姿をほとんど消していた（GerasimovのWCC用総合報告）ことになってはいるけれども、地球は現在までに数回の氷河期を経験している。

この資料を気候変化に関連づけて解釈するとき、多くの落とし穴を持っている。例えば、海洋・大陸の分布は地球の創生以来激しく変わってきた。しかし、過去200万年ほど前にはほぼ現在の地形分布に非常に近い配置になっていた。また、地球大気の組成も変化してきたことがはっきり分っている。しかしそうであっても、地球の地上気温（現在はほぼ 15°C ）が過去20億年にわたって大きくは変わってきていないことは確かである。第3図は地上気温をモデル計算した最近の結果である〔10〕。この場合(a)大気中の二酸化炭素濃度と水蒸気量を変えること、(b)太陽定数を確かと思われる程度にゆっくり増加させた影響、(c)約40億年前に月の誕生により1日の長さが変わったこと、以上三点をモデル計算の条件に入れた。

このような解析はもちろん概略的、大まかなものである。しかし、この結果によれば現在の地球表面（過去200万年以後の状態）では過去400万年間の平均と考えられる状態よりは低く、大体において寒冷な期間となっている。これが肯定されるならば、過去多くの時代には非常に氷の少ない地



第3図：地質学的時間スケールの観点からモデル計算を行った結果得られた地球地上温度の時間経過〔10〕。

表面が考えられて、このような気候の経過の中でわれわれは現在異常期に生きているということになる。先に述べた平均的状态は現在よりも 5° ないし 10°C 暖かいとみられるが、現在がその平均状態へ戻りつつあるかどうか、記録の上で示しているものは何もない。

Dawinは種の進化を論じたが、その種としての全人類は地球の歴史の中で寒冷期に相当する年代に進化してきた。寒冷化は第三紀時代の初期(約5000万年前)に始まり、第四紀時代に出現した一連の氷河期・間氷期の頃に頂点に達した。その頃にはまだ人類は姿を現していなかった。今日のような労働分化の文明社会を持つまでに至ったわれわれの歴史をひもといてみると、過去1万年さかのぼったわずか一つの間氷期内で築かれてきたことが分る。われわれ人類は前述の異常な時期に出現したと決定的には言えないけれども、その変則的な状態はわれわれの行動様式、経済あるいは恐らく肢体にすら深く影響を与えてきたであろう。

5.2 第四紀時代(過去200万年)

地質から見た歴史の上ではかなり最近の部分に当るこの時代には、気候変動を調べるのに代用可能な資料という形で、かなり豊富な記録が残されており、これを大いに利用することが出来る。用いられる資料の種類としては次のようなものが含まれる〔6〕。

- (a) 各種沈澱岩石、これらは氷河の蓄積物およびこれに関連した湖底物質が持つ非常に特殊な性質から作り出されたものである。
- (b) 海洋沈澱物の証拠資料が持っている化学性、化石質の有機性および酸素同位元素の比率。
- (c) 氷河の水に含まれる酸素同位元素の比率。
- (d) 湖や沼の沈澱物から得られる化石質の花粉集合物。
- (e) 過去ならびに現在における動植物の分布状況。

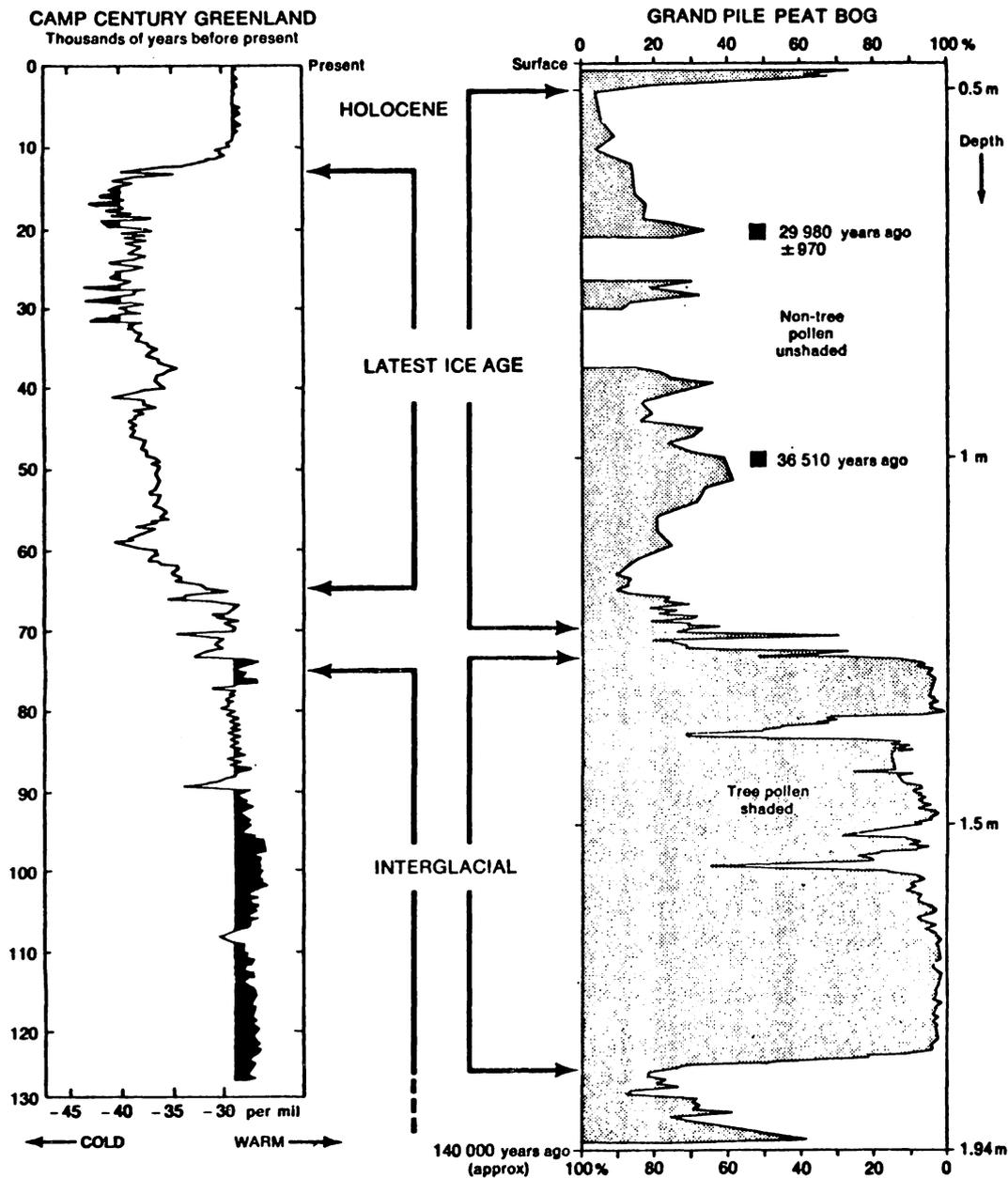
これらの資料はすべて、それぞれの型に適した年代測定法にしたがって、その年代を追加決定しなければならない。代用資料の利用法について例として深海底の場合を考えてみよう。赤道太平洋地域のような海底では、沈殿物は静穏な乱されない状態で1000年に1cmの割合で積もってきた〔11〕。現在海底に積もっている海底微生物の化石はかつては海面上で生息していたと思われる。この海底微生物の殻に含まれる酸素同位元素180と160との割合を測定して、すなわち海底微生物を当時の海面気温推定のために大まかな寒暖計として代用し、第四紀全期間の200万年にわたって寒暖の変動を読みとることが出来る。

このような記録から過去200万年の間に地球は途中比較的期間が短くかつ暖かった間氷期をはさんで、一連の水河期を経験してきたことが知られる。特に45万年前以後では、一つ一つの氷河期は急激な温暖化、多分5°ないし10°C程度の温度上昇を伴って終っている。われわれの見積りでは45万年前から今日までに、このような間氷期が5回あり、現在のものはすでに1万年を経過している。また、今までに四つの氷河期が間に入っている。過去数百万年の間、北半球にしろ南半球にしろ氷が地球上全体から姿を消してしまった時代があったとは考えられないので、氷河期とか間氷期とか言っても二つの言葉の持つ意味は相対的なものである。北氷洋では恐らく氷塊群が全く消えてしまったということはなかったであろう。南極大陸はさらに長く、多分1100万年ないし1400万年の期間ぐらい氷に覆われてきた〔12〕。よく言われている間氷期気候とは地球上到る処で温暖化するのではなく、地質学的スケールでみて部分的にノーマル状態へ向って温暖化し、回復したに過ぎない。

過去15万年前ぐらいまでは主として氷の容積や花粉解析の研究成果から非常に正確に知られている。花粉は化学的にはほとんど侵されないので、拡大中の沼地にゆっくり蓄積した花粉や湖底に沈殿した花粉から、周辺地域に繁茂したいろいろの種類の植物を思想的に再現することが出来る。以上のようなことから定性的に、あるいは数学的な変換関数を用いるかのいずれかの方法で、気候変化の模様を導き出すことが出来る。炭素-14の分析法で最近5万年までの期間については、かなりはっきりと正確に年代を決めることが出来る。しかし一般には、年代を決めるのには余り厳密でない技術が用いられている。

上述の方式で得られる最も古い時代からの記録を簡略化した形で第4図に示す〔13〕。それは東フランスのボージュ山脈地方の資料に基づくものである。この核片の資料は大よそ14万年前にさかのぼっており、最後の氷河期、その前の間氷期およびもう一つその前に見られるボージュ地方での最後から二番目の氷河期を追跡した記録を示している。これと期間が対応するようにキャンプ・センチュリーとグリーンランドの記録を並べてある。後者のものは水の中にある酸素同位元素の偏差値で表してある。両者とも約1万年前頃に最後の氷河期が突然に終りを告げている。

200万年にわたる上述のような変化の繰り返しで生物、特に北半球陸上生物の生存条件に大きな強制力が働いた。気温変動は今日と同様に高緯度で最大であって、氷河の増進・減退につれて森林、



第4図：二つの代用資料から求めた過去14万年以後の平均地上温度の変動図。グリーンランドのアイス・キャップの証拠資料から求めたのが左側曲線で、現在より前1000年単位で示した時間を縦にとり同位元素18対酸素16の比率の変動を示す〔6〕。右側の図はフランスのボージュ山脈のグラン・ビル泥炭地で地表下1.94 mから地表面まで蓄積された木および木でない植生の花粉量の割合を示す。その深さを、時間に換算し、左側図の時間スケールに合わせて約14万年まで記入してある。二つの資料の年代をそろえるには炭素同位元素年代決定法を用いた〔13〕。蓄積の割合に変動があるため二つの曲線を完全には合致させることは出来ないが、両者は共に現時点からみて最後の氷河期がその前の間氷期（途中に二つの短い寒冷期がみられる）と現在の暖かい完新世代とをはっきり分離している。

草原，生物人口が強制移動・移住を繰り返した。われわれは亜熱帯地域の砂漠に変動があったことも知っている。赤道地域だけが比較的一定に近い状態が続いたが，そこですら気温・降水量の変動はあった。

当然の事ながら資料の多くは北半球から出てきている。理論上南北両半球では同様な結果を示す資料が期待されると思われるかもしれないが，両半球は常に同じ歩調をそろえて推移したかどうか，まだ確かめられていなかった。しかし，重要さという点では今までにないような資料が南水洋の深底から取得されて，結局次の事実を支持する結論に落ちついた。すなわち，氷河期，間氷期いずれの時代にも南北両半球は同時に推移してきた。

事実の確認に最も得心のいく証拠資料はCLIMAP 計画に基づいて集められたもので，それは過去の気候図を作るという多面性を持った計画である。最近のCLIMAP の研究〔14〕に関連して西部オーストラリアの南西方に当る南水洋から約45万年前の海洋にあった資料二つを採取した。この核片資料の解析から北半球陸上の水の容積，亜南極帯の海面温度および南極の海面表層にあった水の組成について多くの事実が分ってきた。これら記録にも大きな気候変化が両半球のいろいろな部分に影響を与えたことを示している。また，これらの変化が準周期的であったことを示している内容から，著者らは氷河期招来の先導的役割を果すものとして地球軌道の変化が関係しているのではないかという考えを持つに至らしめている。すなわち，

(a) 核片証拠資料の成分が示す卓越周期はほぼ10万年であって，太陽の周りを廻っている地球軌道離心率の周期変動と密接な相関関係にある。主要な氷河期の周期が離心率最少の間隔と一致している。

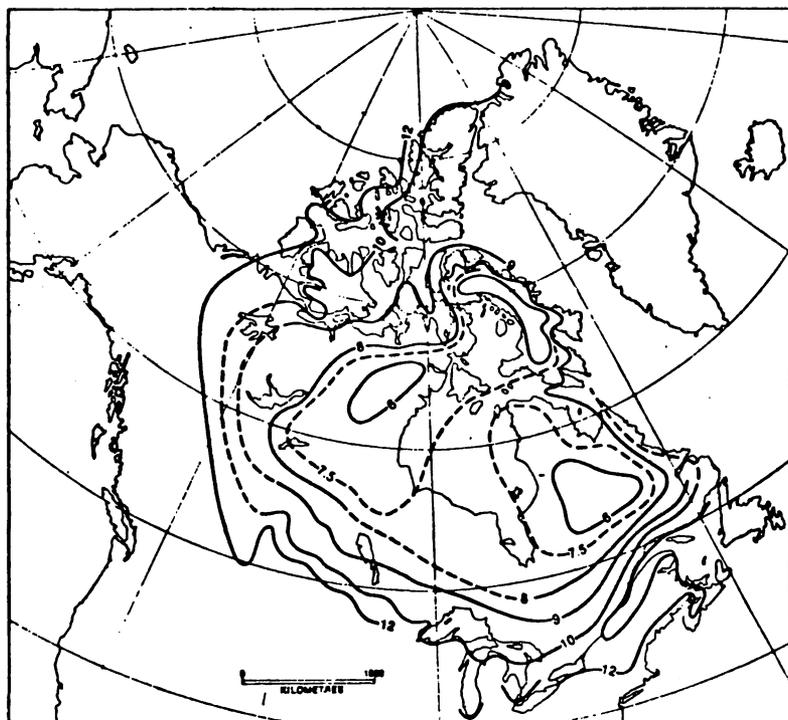
(b) 同様に証拠資料が示す変動には別の周期があり，約4万ないし4.3万年となっている。これは地軸傾角の変動周期（1.9万年～2.3万年）に対応しており，春分点の歳差に関係している。

これらの結果，すなわち氷河期気候と間氷期気候とが交互に10万年の周期で出現したということは現在の物理学にとって依然謎となっている。この離心率の変化は地球に到達する太陽エネルギー量の変動に及ぼす効果としては非常に小さく，大よそ0.1%のオーダーである。一方，地軸傾斜の変化に関しては，それに応じて地球表面が受ける太陽エネルギー量の分布は変わり，より大きな気候の変化を起こすであろう。最近の研究〔15〕では現時点で最後と言える氷河期に出来た氷床はこの影響を受けたとみられている。地球軌道の変化による効果を考えるとき，過去1.8万年から8.3万年の間にあった氷河期では45°N以北に達した太陽放射エネルギー量は平均軌道の場合より大まかに 19×10^{25} J 少なく，同様に氷が後退した時期に当る過去0.6万年から1.6万年の間では 4×10^{25} J 多かった。4.3万年周期で何回か気温の上昇があったが，その度ごとに氷に覆われた地域は著しく極方向へ後退した。この4.3万年周期に相当する最近の氷雪地域の後退は約1万年前に起きている。したがって，大きな気候変化が1万年周期で起きているとしても，4万年ないし4.3万年の周期というのは気候変化の様相を捕えるための核心部分に相当すると思われる。

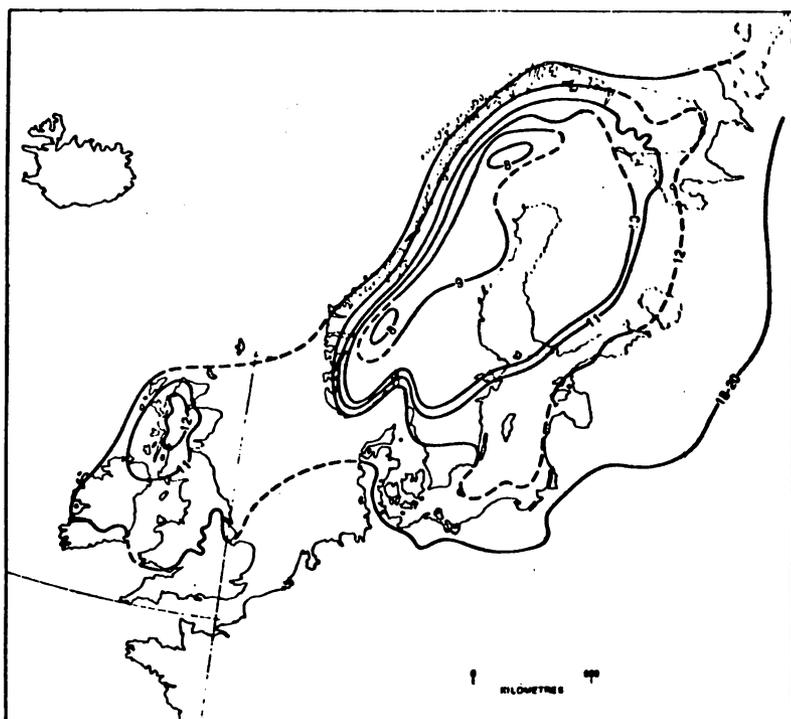
非常に多くの証拠資料が現在海洋地域から収集され、過去1.8万年からの海面温度に関する地図を作成する計画が立てられてきている〔16〕。年代が正確に決められる資料は陸上ではなく、細かい点では若干粗雑ではあるが、大陸上地表状態の図も付け加えるよう考えられている（Kutzbachからの個人的伝聞による）。この気候図の再現に基づいて、大循環の観点から数学的気候モデルが進展してきた〔17, 18, 19〕。このような実験は過去の大きな気候変化に関する理解を広めていくには非常に有益である。しかし、数学的モデルによる実験はまだ試行的段階のものと言える。

5.3 完新世時代（過去1万年ぐらい）

ヨーロッパおよび北米にかけて最後の氷床はかなり急速に後退した（第5図、第6図参照）〔20, 21, 22〕。新しい間氷期、すなわち現在のわれわれの時代は以前と同様に全く突然の到来であった。温度は急激にしかも大きく上昇した。7000年ほど以前の当時は変動の幅が大きい現在よりも1°C前後ほど暖かった。この完新世初期の温暖化に伴って世界各地で、特に北半球亜熱帯の砂漠地域で



第5図： 洪積世代後期にローレンタイトの氷床が後退した後に置き残された沈澱物上に付着していた最古と思われる有機物質の年代（単位1000年）。年代決定は炭素同位元素-14法による。氷線は完新世代初期に急速に後退した。過去8000年以後に海水がハドソン湾に流入してきたため加速度的に氷床は消失していった〔20〕。



第6図：第5図と同様にヨーロッパ北西部の氷床の後退により採取された有機物質の年代〔21〕。

降水量が若干増加した。

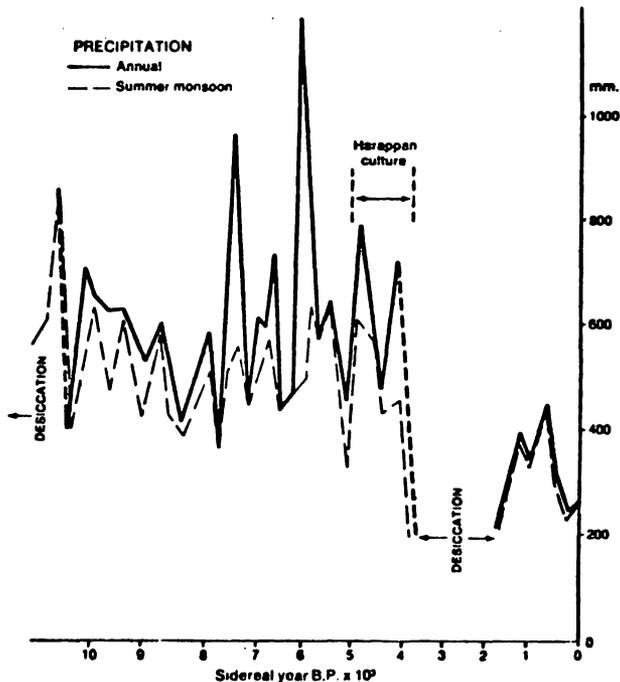
その後過去5000年の少し前から、余り好ましくない状態への移行を示す一連の変化が続いた。例えば、北部カナダやアラスカで木の生育する北限が次第に南下してきたため、それ以来今まで樹木が繁っていた地域は枯木の切り株がツンドラ地表一面に敷きつめられたような状態になった。その約1000年後にユーラシアの多くの地域にも広がって、はっきりした形で寒冷化が現れ始めた。しかし、南半球の記録では変化は小さく、証拠資料の間で符号はばらばらで一致するものが少ない。

今回の会議の趣旨からみて、最も重要なのは完新世時代中期の変化で、北半球亜熱帯砂漠とその周辺、特にサハラ、アラビア砂漠およびインダス渓谷ーラジャスタン地域で起きた変化である。多くの研究者による再現では〔23, 24, 25, 26, 27, 28〕、現在あまり湿潤でない西アフリカからラジャスタンに至る亜熱帯乾燥地域でも、そのほとんど過去4000年から1.2万年前の期間には現在より湿った状態であったことがはっきりしている〔29〕。サハラの大部分やアフリカ高地にある多くの湖周辺地域には広大なサバンナ草原があった。その頃にはラジャスタンやインダス渓谷の降水量は現在の2倍以上であった。

上述のように非常に湿った状況の下で、人類発生初期の人間は現在では全く砂漠となっている地

域で大動物を追う狩人として活躍することが出来た。サハラの草原やサバンナで活躍した狩人達は洞くつや崖に壁画という形で動物に関する素晴らしい絵入り記録を残している。インダス渓谷では、中東文明に匹敵するものがハラッパやホヘン・ジョ・ダロに栄えた。一方、オーストラリアでは完新世代初期の湿潤期間は比較的短くかつ断続的であって、アフリカのような文化の変動が起きたということとはなかった。オーストラリアの原住民は生活様式に少しの変更もないまま現世紀へと生き残ってきている〔30〕。

4000年前には亜熱帯地域のほとんどで乾燥状態が優勢となってきて、これまで続いた好ましい環境が徐々に破壊されていった。多くの地域で砂丘の変化が活潑で、かつて生産活動が営まれていた土地を今日では雨の降らない砂漠が覆ってしまっている。その変化は連続的に推移したものでもなく、単純でもなかった。サハラでは変化の起こり方は冬の雨で食糧需給が確保されていた北面と夏のモンスーンだけから雨を期待していた南面のサヘルとの両方から砂漠化していった。第7図はラジャスタン砂漠での印象的な影響を表している。インダス文明の栄光はこの気候の乾燥化という



第7図： ラジャスタンにおける過去1.1万年以後の降水量の変動経過。湖の水準面およびその他の資料から算出。約3700年前ごろに最も低極に達し、乾燥期であったことが鮮明に映し出されている。横軸の時間目盛りは元の資料に使われた同位元素の時間スケールと対応させるため等間隔ではない〔27〕。

自然の脅威により崩れ落とされてしまった。

これらの気候変化を起こす物理的機構はまだ分っていない。このような機構は大気大循環の大きな変動に関係していることはほぼ確実であろう。しかし、砂漠周辺地域の場合には人間の活動そのものが気候変化の進行に手助けをしたということも多分あり得るであろう。人間が荒廃し易い土地に放牧し過ぎたり、あるいは耕作し過ぎたりということで、結果的に乾燥状態への移行を早めるようにフィードバック作用が大気循環系に組み込まれてしまったということになったのかもしれない。

われわれの生きている現在（約1000年間）は不安定な状況の連続であった。文書記録に多くの現象が明示されているので、われわれは木の年輪や歴史上の事実も加えて調べることが出来る。変動のうちで最も著しいものは次の事柄である。

(a) 中世初期の温暖期（800 - 1400 AD）にはヨーロッパ北部の海岸は氷のない状況であって、ノルウェー人は北米へ航海し、アイスランドやグリーンランドへ移住していた。

(b) 1550 - 1850ADの期間は小氷河期と言われ、北米やユーラシアそれに南半球温帯緯度の一部地域で寒冬かつ短い夏となり、きびしい寒冷期（1.5℃程度低い）であった〔31〕。

上述の変動はその幅としては小さかったが、経済的にも政治的にも大きな衝撃を与えた。ノルウェーの航海者達は800-1200ADの温暖期が過ぎた1200AD以後には北米への移住を勧誘説得することが出来なくなったし、またグリーンランドでの定住をそのまま続けることも出来なくなった（気候因子ばかりでなく、そうでない因子も関係しているが）。アイスランドでは困難が伴いながらも小氷河期以後も定住し続けた。当時の学者達はいかに気候と戦ったか、その非常に内容豊富な記録をわれわれに贈り物として残してくれた。ヨーロッパのおどろ園は気候が変わるにつれて規模が大きくなったり小さくなったり、また栄えたり衰えたりした。中世後期の気候を概観してみると、全体としては明らかにわれわれ現時点の状況に非常によく似ていたと言えるだろう。ゆっくり乾燥期へと気候が変化していった亜熱帯地域ですら、気候変化に伴って今日われわれによく知られている年輪が木材に刻み込まれている。エジプト王朝のスメリア王、アカダ王時代から20世紀の技術文明時代へと人類の時代となってきた。人間の影響が広まるにつれて気候への衝撃が起きてきたということは疑いないところで、特に亜熱帯地域では確かであると言える。しかし、気候の全体的なパターンは現在それほど変化なく続いてきており、激しい変化もみられない。このような変動性について以下の議論へと進めることが出来る。

6. 最近の気候変化と変動性

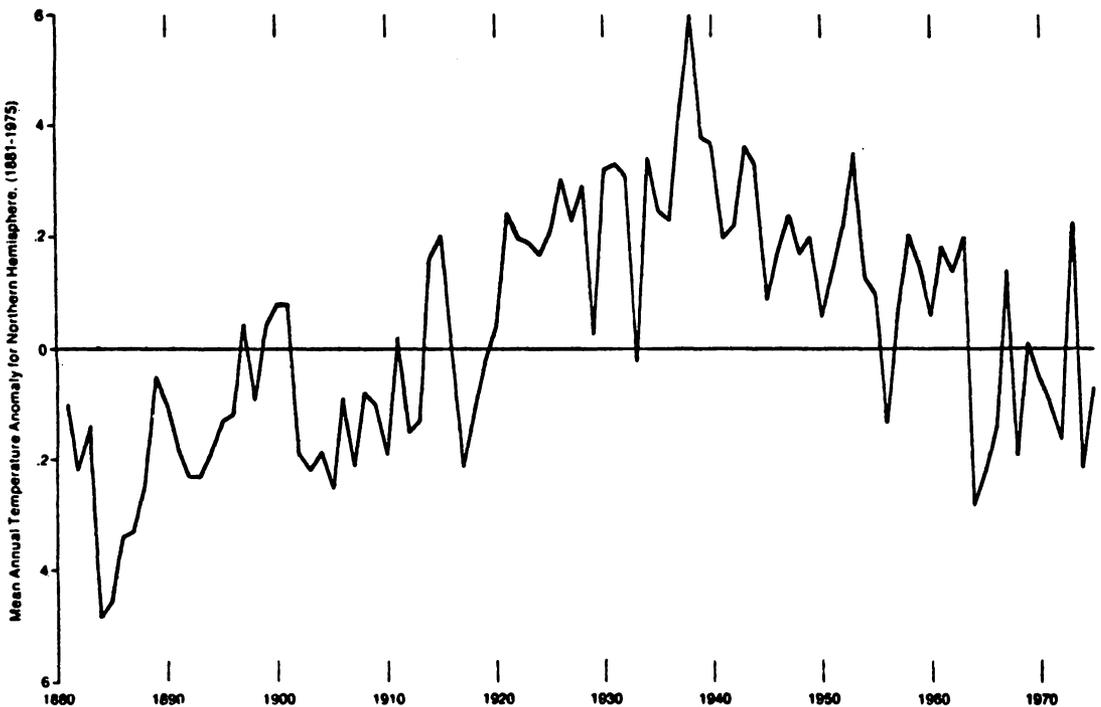
6.1 観測資料の現状

測器観測による天気資料のうち、若干部分は17世紀にさかのぼって存在するが、地上の気候を調べるのに有効な観測資料は実際には一世紀わずか前からである。海上では資料の収集範囲はほとんど主要航路に限られており、現在でもこの状況は同じである。第二次世界大戦後に電波により地上

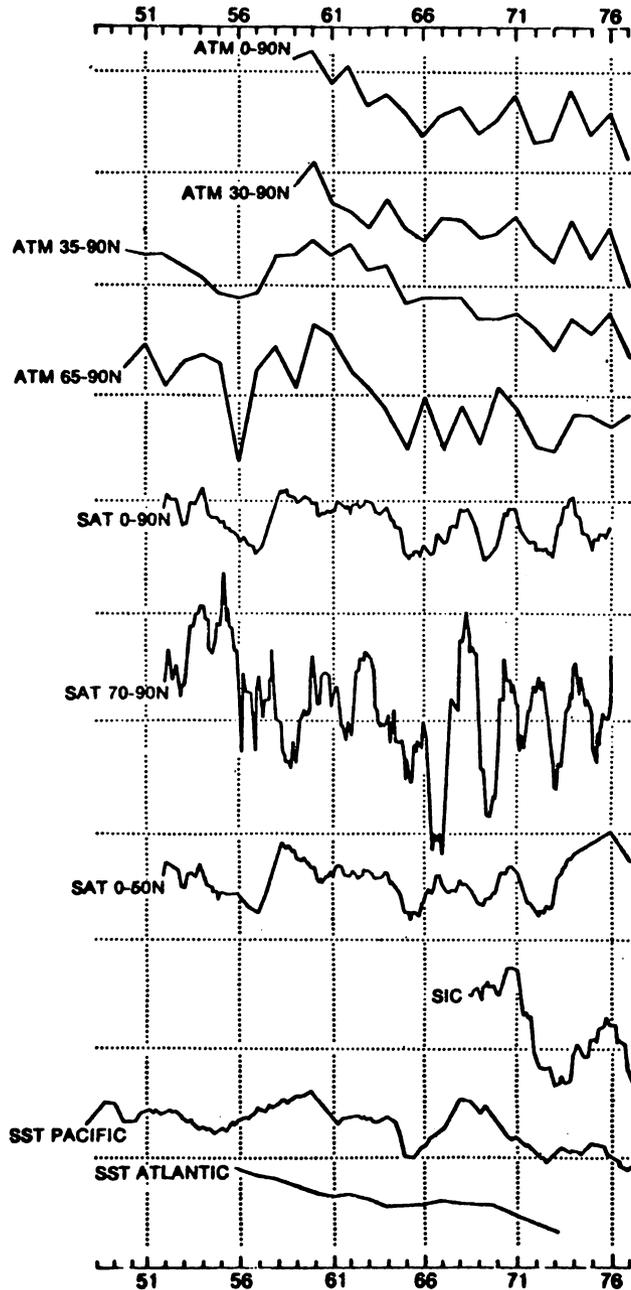
受信者に観測結果を伝達するラジオゾンデ方式を用いて、大気中の気温・気圧・湿度を定期的に探測する体制に入れるようになり始めた。1950年代半ば以後その体制はさらに進歩向上し、1日2回の観測を原則とし、上層大気探測用の観測点が地球上適当に配置され、有効に機能を発揮してきた。観測高度は30kmあるいはそれ以上に達し、風の観測も風船の動きから直接測定されるようになった。現在、観測技術は気象衛星積載の感知装置を利用する方向へと革新的変化が進行している最中にある。また、雲の状態や地球から宇宙への赤外放射などの要素については初めて世界的範囲に及ぶ収集資料がすでに提供されてきている。今までに実施されていないこと、すなわち連続的に入手される膨大な新しい情報をいかに貯えておくか、その効果的な方法を今後検討し、実行に移していく必要がある。上述のような遠隔感知装置が急激に一層発達し、資料が蓄積されるにつれて気候の研究内容も変わっていくことであろう。

6.2 1880年以後の平均気温の変化傾向

第8図は北半球平均地上気温の変動を過去一世紀にわたって見積もったものである〔32〕。図中の曲線は年々変動の模様を強調するために平滑化操作を施さない数値をそのまま使って描いてある。



第8図：1881～1975年の北半球年平均地上気温。期間平均からの偏差で表されている〔32〕。



第9図： 特定の緯度および下記の領域について1950年以後北半球の気温およびその他の量の変動。

ATM： 地上—100mb層大気

SAT： 地上温度，

SIC： 海水面積

SST： 海面温度

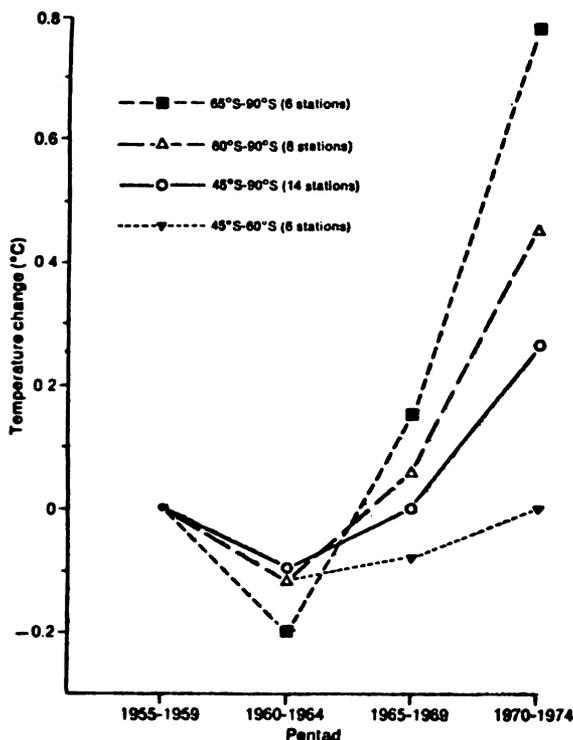
温度曲線については生の値ではなく，偏差で示してある。点線の縦の1目盛は1℃に相当する〔34〕。

北半球年平均気温の変動については、その傾向を表す平滑化曲線からの平均偏差（二乗平均の平方根）を求めてみると約 0.2°C である。曲線の示す傾向はこの一世紀の間に明らかに逆になっている。気温は 1930 年代末までには約 0.6°C 上昇し、1938 年には最も暖かい年となっている。その後約 0.4°C ほど下った。終りの部分 1964 年ごろには下降は止まり、むしろ傾向が反対になったのではないかとも見える〔33〕。第 9 図は気温の下降は止んだという見方に疑問を示している〔34〕。第 9 図の曲線は 1950 年かそれ以後から始まっている。これらの曲線を描くには非常に多くの地上資料を用いており、空間的には非常に代表性がよくなっている。要素としては地上気温、海面温度、下層大気平均温度および積雪・海水の面積が含まれている。北極地域以外の北半球では 1970 年代の間では寒冷化が続き、特に 1976 年は非常に寒かった〔35〕。冬の積雪面積（主としてアジア）を見ると、1971-72 年に著しい増加が始まり〔36〕、1973-74 にわずかに逆になったが、全体としては増加の傾向がなお一層目立つようになってきた。この解析結果に対する解釈は専門家により異なるけれども、——ある人達は北半球では 1965 年ごろに寒冷化が止ったという主張をなお持ち続けている——判断材料の多少を考慮すると、明らかに現在まで寒冷化という方に賛成ということになる。海洋表面の監視機能が十分行き届いた地域については、この寒冷化はまず事実である。一方、注目すべき点は全球的気温の年々変動がその変化傾向より非常に大きいということである。特に高緯度で年による差が著しい。つまり、本物の傾向を取り出すことがむずかしい。第 2 節で定義した変動性は明らかに長期変化の大きさより勝っていることが分る。

さらに、その傾向が実際に全球的な傾向を示しているかどうかは疑問の余地がある。南半球の主として陸上地点について計算した 5 年平均気温の変動を見ると、1943 年から 1975 年の期間では一般的には上昇してきたことを示している〔37〕。1960-64 年以後この上昇は増してきており、特に高緯度では大きい（第 10 図参照）。オーストラリア地域ではこの傾向が最も顕著である。結局まばらではあるが南半球の資料を考慮すると、1938 年以来全球的寒冷化が続いているという仮説に支持を与えるまでには至っていない。問題はまだ疑問のまま残っている。

もし上述の傾向が現実の通りであるとするならば、たまたま海面温度が大気の温度と同じ符号で変わる、言い換えると両者の変動が平行しているとするならば、半球規模の気温変化が小さいということは主として宇宙空間と交換する全熱量に変化があるからだとしなければならない。もし両半球の変わり方が互に反対の符号を持っていたとするならば（例えば 1943 年から 1975 年の間では北半球は下降、南半球は上昇）、両半球それぞれの変化の大きさは両半球間の熱交換ということで部分的には説明がつけられるだろう。しかし、第 10 図に算出表示されている数値は精度の点でまだ上述の論拠を確定出来るほどには至っていない。

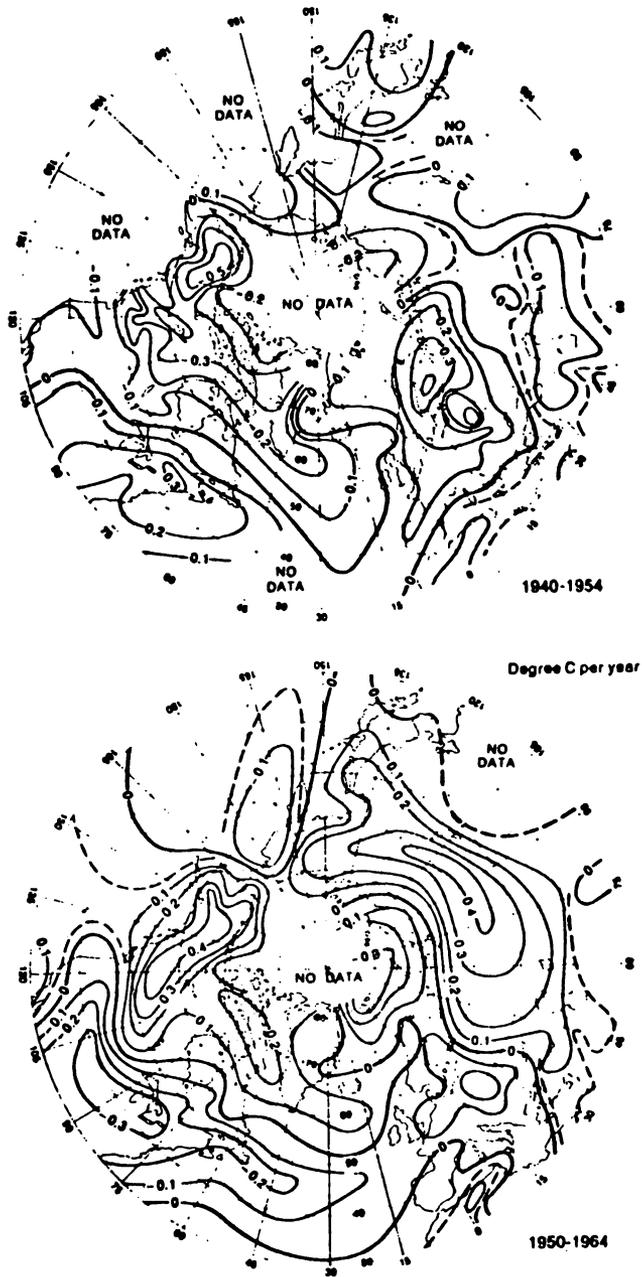
半球あるいは全球的気温の変化が小さいということは、すでに論証されているように〔38〕、空間的な偏差が大きいことを考慮すると実際には意味がない。今世紀の気温経過を見ると、上に議論した半球的スケールの傾向が示す異常よりはむしろ、空間的に異常な偏りを持つ温度分布が相当



第10図：南半球の中・高緯度にある観測所をいくつかの組に分け、それぞれの組の平均地上気温について1955年以後の変動経過〔37〕。

長く続いたことの方が問題としては大きい。相続く二つの15年平均した気温の空間偏差図（第11図）を見ると、両者いずれにも非常に大きな値を持つ地域があり、その地域の符号は二つの期間で逆になっている。つまり、1940-54年の期間では米国およびヨーロッパの大部分で冬の強い昇温に見合っているように思われる。1950-64年の期間は前の期間と初めの5年間だけが重複しているけれども、先と同じ地域で強い寒冷化に変わったのがよく分る。二つの図で高温地域は南風の異常が並みはずれに強く続いた地域に相当し、一方低温の地域は高緯度からの吹き出しに関係していた。すなわち、温度の異常は移流効果が大きな原因であった。

要するに、第8,9,10図で目による見掛け上の傾向は年々変動が持つ特有性また10年以上の期間にわたって続いた大きな地域的異常と比較して事実上小さく感じさせられる。二つの型、すなわち空間的および時間的変動性は同じ原因—風や海流の異常性—にさかのぼることが出来る。気候が経済に及ぼす影響を考える場合、第8,9図の曲線を例にとって目で見てゆっくりとした傾向よりは上述の二つの型に相当する変動の方がはるかに重要性を持っている。気候が原因で非常に大きな経済損失を招いた場合には、その原因をさかのぼってみると大気や海洋の循環系の異常が長期間続いていた。その異常が世界各地に影響を与える度合は一様でなく、このことは特に重要である。ある地域



第11図： 1940—1954年と1950—1964年それぞれの15年間について北半球地上気温の傾向を示す。各地点の最適傾向を表す傾斜をとった。北半球陸地上の大部分で二つの期間の気温傾向がはっきり逆になっている〔38〕。

での損失は他の地域では利益につながるであろう。しかし、Swaminathan の総合報告によれば各地の穀物生産高と気温の傾向との空間相関を求めてみると、正の相関があると指摘されている。

気候が現在の傾向にしたがって変わっていく、あるいは逆の傾向をもって変わっていくにしても、いずれにせよその傾向は人類の経済活動に影響を与えずにはおかないであろう。10年に0.2℃の割合で寒冷化が進むならば、50年後すなわち2027年には地球全体としての気温は1℃低くなる。これは北方地域の農業にとっては、まさに苦境に立たされるのに十分な衝撃となり得るであろう。穀類の育成は降水量の変化にも関係はしているが、暖かい温帯地方の農業で多くの穀類はまだ十分その最適温度以上で、生育には差し支えなく、実りのある影響が期待出来る。一方、その傾向が二酸化炭素の増加により（例えば、この会議用のFlohn, Mason, Munn and Machta, あるいはBolinの総合報告による）逆に温暖化ということになるならば、経済への影響として別の衝撃が作り出されるであろう。当面する衝撃として気温の変動性は長期傾向による変化よりもはるかに大きく、このような変動に対しては最大限の注意を払って監視せねばならない。これが現在われわれの結論である。やがていつの時期かに人類の経済活動は気温の変動により多大の影響を受ける破目に至るであろう。

6.3 気温の変動性は増大しつつあるだろうか？

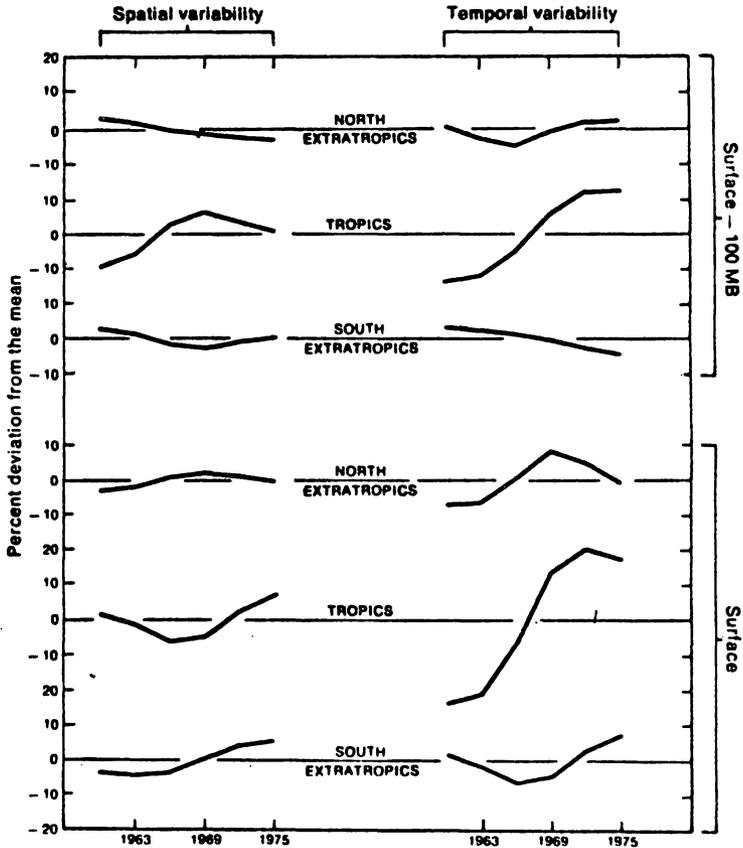
気温の変動性が生存に掛かる重要な因子であるという論拠を示すことは比較的容易である。その変動が時間の経過と共にいずれの方向に変わっているのか、それを決定することは極めて容易でない。前に示したように、実際には変動はいろいろ異った成分から構成されている。ある部分は明らかに日変化や季節変化の例のように太陽による完全に周期的な外力を原因としている。他の部分は大気・海洋間特有の交換時間を持つ相互作用に起因する長期的な準周期変動あるいはまだ実体が掌握されていない別の準周期作用によるものと考えられる。しかし、変動の多くは先に述べた異常な循環型が長続きしたことから起きており、これらの現象は大体において非周期的である。気温の変動性に関する知識を得るのに有効に利用出来る期間は何分にも短か過ぎて、今までに述べてきた現象がどの程度に起こり得るのか、その度合を分類整理するにはまだまだ十分でないようである。

1970年代に入って気温や降水量に異常値が続発し、気候の変動性が増大しつつあるのではないかという強い印象を持つようになってきている。過去数十年間は気候が比較的安定していたために、1970年代のそのような状況が特別の重みが加わってわれわれに強い印象を与えた。また、ある専門家達によれば全球的に寒冷な期間あるいは全球的に寒冷化の傾向にある期間では気温の変動性は多分大きいであろうと言われている。その論拠は寒冷化が始まると、寒冷化の傾向は極付近で最も大きいという観測事実に基づいている。つまり、寒冷化は極-赤道間の温度傾度を大きくし、大気循環および海洋循環の勢いを増大させる。その結果じょう乱は発達し、長続きしがちとなる。後者の長続きする場合には気温や降水量に異常値が観測されるようになる。

最近この仮説の是非を検証するのに当を得ていると思われる経験に出会った。例えば第12図は三

つの緯度帯、三つの層ごとに気温変動の空間および時間に関する二つの標準偏差について1959年以降の経過を示している〔39, 61〕。その資料では結局のところ近年になって気温の空間および時間に関する変動性が両者共に増大し、かつ極方向への温度傾度が急になってきている。北半球では1973-76年の期間が特に変わり易かった。しかし、第12図の曲線の形が示すように大きな特徴は熱帯特にその地上気温の時間変動が著しく増大したことで、それは1963年アグン火山の爆発に引き続いて始まっている。北半球の偏西風周極流地域でも1970年以來次第に増してきており、これは前述の議論と全く一致している。地球を取り巻くように長期間の記録がある観測所を選んで簡単な計算をしてみると、最低気温は過去30年にわたり著しく上昇してきた。

しかし一方、北半球中緯度帯で気温、降水量、気圧それぞれの時間変動を解析した最近の結果では、上述の事柄は確認されなかった〔40〕。これらいずれの要素にも最近変動性に変化が起きたという証拠は見出されていない。さらに、間もなく発表になる別の論文〔41〕では平均気温が下降す



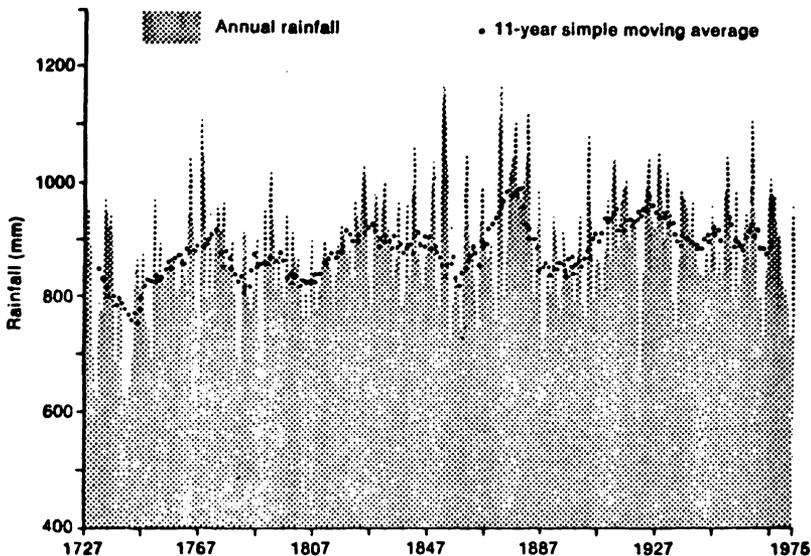
第12図：1961年以後空間（左側曲線）と時間（右側曲線）に関して地上気温の標準偏差の変動。上三つの曲線は100mbまでの大気について、下三つの曲線は地上気温について〔39〕。

る時気温の変動性が大きくなるということはありません。北米やヨーロッパでは変動性と平均気温とは相関が無いようだと述べている。熱帯地域外側の気温の変動性については結局、最近特に増大しているという根拠は未確定のままの状態である。

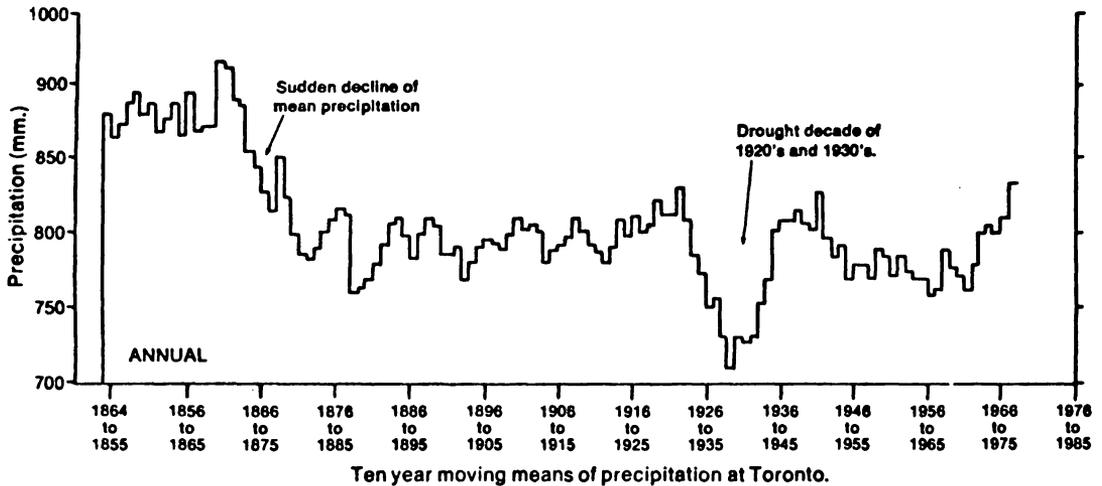
6.4 17世紀以後の降水

前節までに述べてきたように、気温の変動性についてはまだまだわれわれの理解は不完全ではあるが、もう一つ気候要素として重要な降水量については残念ながら気温の不完全な説明にすら及びもつかない。雨は小さな金属筒を使って実に粗雑な方法により測られている。時として露出の仕方が雨を受けるのに不都合な場合すらある。雪の場合にはそれを受けるための測器の影響を受けて、測器の無い場合の落下経路とは違う方向をとってしまうので、雨以上に測定が困難である。海上では両者共に事実上測定不可能であり、その数値を求めるには船の観測に基づく統計的推測あるいは気象衛星の雲観測からの推定によらねばならない。そのような訳で精度のよい降水量に関する長期間の時系列資料を手に入れることは極めて困難である。現在われわれが持っている資料では17世紀以後世界的なスケールでどんな大きな変化があったかを記述するには十分でない。

第13図にイングランドとウェールズの年平均降水量の経過を示す。これは膨大な量の古い観測記録を収集整理して作成された〔42〕。これによれば、際だった傾向があるようには見えないし、顕著な突出部があって何か周期性を持っているとも思われない。ただ1925年から1975年の間に冬季の降水量がわずかに減少してきているように見える。しかし、変動性の大きい状態はそのまま続い



第13図： 1727年以後イングランドとウェールズについて平均した年降水量の記録〔42〕。

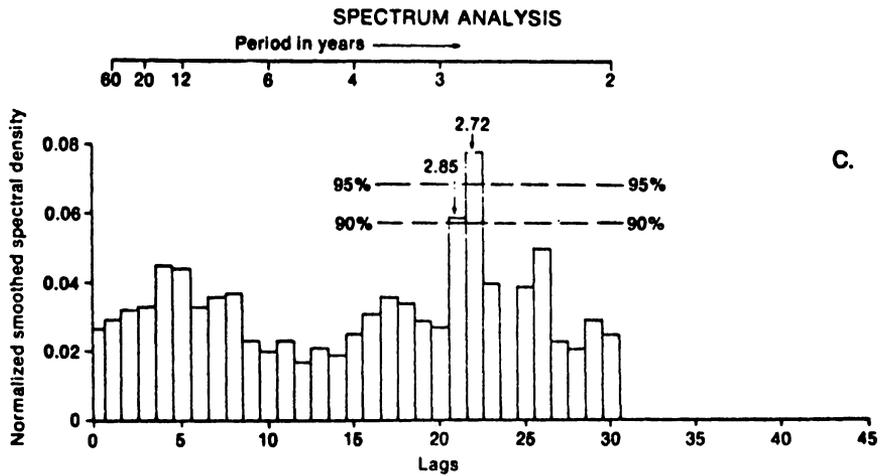
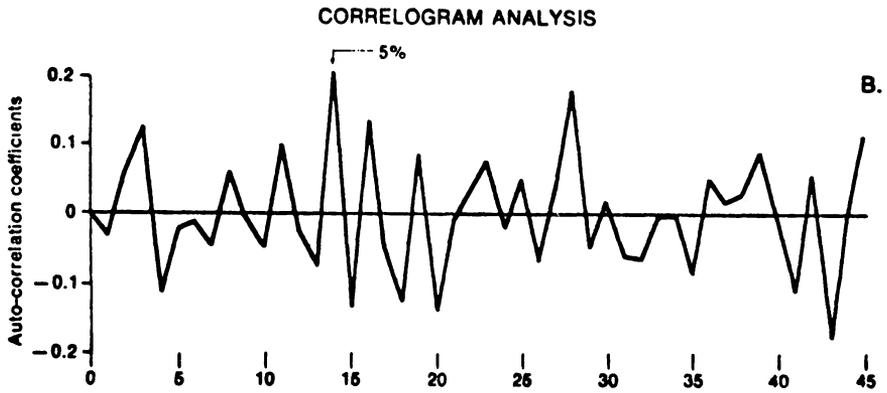
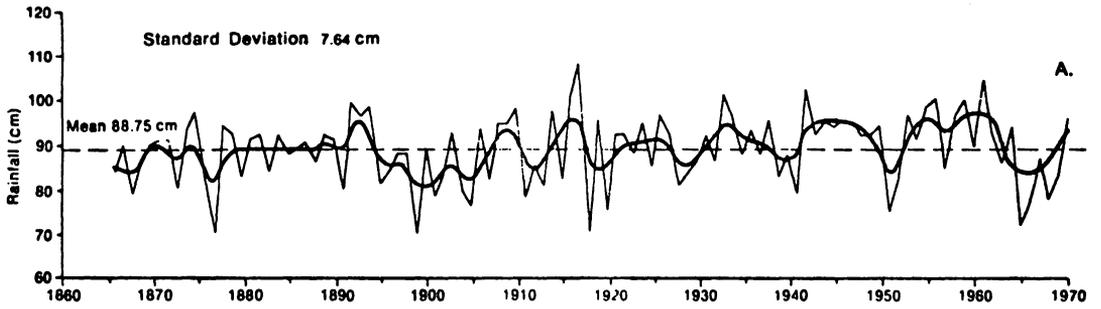


第14図： 1864年以後カナダのトロントにおける10年移動平均年降水量の変動。19世紀後半のはっきりした傾斜と1920年代から1930年代にかけての干ばつが示されている〔43〕。

ている。両半球の他の地域でも、長い記録が示す特徴は似たり寄ったりで、結果らしいものは少ない。半球的にも全球的にも明白な傾向が現れているということはない。カナダのトロントの記録（第14図）は二つの特徴を示しており、他の若干の観測所でも同様の例を見ることが出来る。すなわち、1860年代から1870年代初めにかけての期間だけに年平均降水量が約10%急激な減少を示している。また、1920年代から1930年代にかけて10年の長きにわたって乾燥期があって、これは北半球の大きな範囲に広がっている〔43〕。インドモンスーンによる雨の長期記録〔62〕は100年以上にも及んでいるが、著しい変化はなく、干天現象の持続傾向を示すものもない（第15図参照）。こゝに例としてあげた地点は全球的視野から見るとは極めて少な過ぎるけれども、過去20年のうちに降水量が十分でない地域は実際には恐らく増加してきているであろう。

測器による記録だけでは不十分であるとはいっても、降水量の変動性が大きいという資料は数多くあるし、降水量の変動性が穀物生産や農業形態にどのような影響を与えたかということを示す資料は沢山ある。砂漠地帯周辺特有の効果については後で触れるとして、こゝでは熱帯地域の外側で最近起きた事柄に限るようにする。

乾燥とは降水量が常時不十分であることについて付けられた名称である。乾燥化は世界中多くの地域に広まっており、また常に乾燥化の方向へ進行してきたに違いない。事実、最も古い沈澱岩石の中には乾燥状態について何かをわれわれに話しかけてくれる或る種の岩石がある。乾燥それ自身



第 15 図 : 1866 年以降インドの観測点について平均した年降水量の長期間時系列 (曲線 A)。2~3 年周期を除いては有意な周期性はなく、はっきりした傾向もない (曲線 B, C)。1931-1960 年の期間は他の期間に比べ非常に湿潤であった [62]。

は人間文化で容易に克服され得る。しかし、人類にとって気候による天罰では一番と言われてきたものは干ばつ、すなわち数か月あるいは数年にわたって降水量が通常の量に比べて不足していることである。これは最も進歩した国ですら現在なお通用している事柄で、この事実から除かれるのは世界のほんのわずかの部分でしかない。

上に概略説明したように、干ばつは乾燥あるいは半乾燥気候の地域と同様に降雨量が一般に少ない地域では特に共通している現象であるが、一方では干ばつはどこ地域でも起こり得るということである。経済的観点から最も重要とみられる干ばつは農業を経済基盤とする地域に対して最大の影響を与えるものである。例えば、1930年代と1950年代の干ばつは北米の小麦作付け地域に大きな被害を与えた。オーストラリアの乾燥田園地帯でたびたび起きた干ばつもやはり同じ状況を呈した。これらは食糧輸出に打撃を与えた大事件であった。一方、普通は大部分の食糧を自給自足している自給農業地域に干ばつがあると、それもまた大きな影響を与える。サヘルの干ばつはこの性質を備えたものであり、同様な干ばつが過去にインドや中国の人口減少を招いている〔44〕。

1970年代に入ってから、気候が経済に突然与えた衝撃のうちで干ばつは最大の立役者であった。ソビエト連邦の穀倉地帯は数回も悪影響を被ったし、中国でも同じであった。一方、北米は相当長い期間厳しい干ばつに見舞われたことがなく、穀物が目ざましく増産された。しかし、1970年代になってからは時として良い年もあったが、再び干ばつがやってきた。オーストラリアでは入れ替わり型で、ある地域では厳しい干ばつであり、一方他の地域では記録的な降雨であったりした。1975～76年に北西ヨーロッパを襲った干ばつは局地的には過去300年に類を見ないものであった。この時は降雨量は多かったが、短くて終わった。1972年北部インドのほとんどの地域に干ばつが広まったが、今世紀初頭の10年間に見られたほどの高い発生率までには及ばなかった〔45〕。

記録が不完全であると当然ではあるが、これら最近の現象について事柄を的確に述べることが出来ない。ほとんどの解析では次のような見解を表明する傾向が強い。すなわち、1970年代の干ばつは猛烈ではあったが、以前にも経験したことがあるという点から言うならば、気候的には並であり、恐らく将来再び起きることも考えられる。しかし、期間、激しさ、範囲のどれをとっても以前と同程度か越えるものである。何が新しい事態かというならば、人口増加に伴い質量共に高くなってきている世界の食糧需給に干ばつが打撃を加えているということである。食糧の需給に影響を及ぼすような干ばつは情報伝達手段の進歩により以前に比べてはるかに早く別の所に知られるようになってきている。干ばつの衝撃を和らげるために何かをしなければならない、またそれはききんが避けられると判断出来るのか、あるいは大地の破壊が避けられると判断されるのか、などいろいろの立場を素早くとることが可能になってくる。これらに加えて人工降雨への努力あるいは干ばつを予見するための方策が広められるようになるであろう。

雨や雪の降り過ぎもまた、土地の浸食、こう水、穀物被害、ダムや交通機関の破壊など重大な経済的被害を与えることがある。だが、最近このような豪雨の頻度が増加してきたという証拠資料は

ない。しかし、1970年代は何か著しい極値が出現してきている。1972年に干ばつが最高潮に達した後、グリーンランドでは連続三季節にわたって異常降雨があり、中部オーストラリアにある普通は乾いているエア湖で過去1万年の間到達したことの無い水準面にまで水面を上昇させた例がある。

長びく干ばつや過多の降雨量は大気大循環の異常性からきている。例えば、基本的には中緯度低気圧あるいは西アフリカの不安定線のような降水現象を起こさせるじょう乱がないとか、活動が弱いなどの理由による。このような異常性は周期的に起こる、例えばアメリカ西部や大平原地方では20年ごとに再発すると言われている。しかし、記録を丹念に調べた結果では、この見解を確認出来るようなものはなかった。同様に夏のモンスーンによる雨量記録を労をいとわず調べてみると〔62〕、真に周期性（第15図参照）と言われるほどのものは見付け出せない。しかし、厳しい干ばつ現象の起こる頻度が減少しているという事実は認められた〔44〕。知り得る限りでは、大雨期や大干ばつはある厳密な周期で起きているのではなく、何か特異な再現期間を持っているらしい。

6.5 サヘル地方の干ばつ

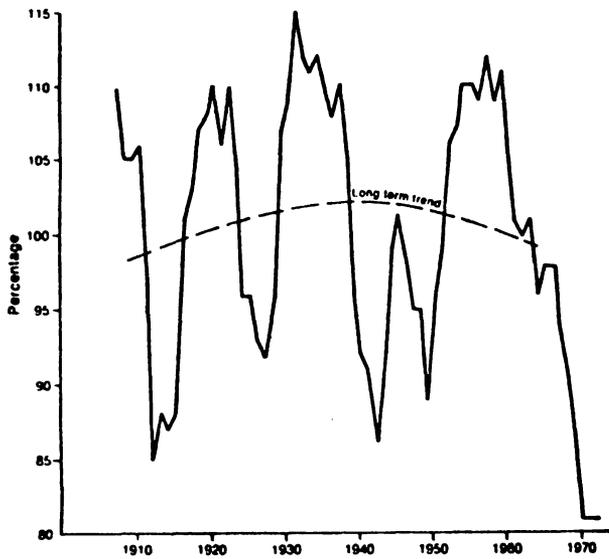
1968-73年に起きたサヘル地方の干ばつほど他のいかなる出来事にもまして気候の変動性というものが実在し、それが人間にとってどんな重大さを持っているのかについて広く一般の注意を呼び起こさせたものはなかった。1960年代以前からサヘル地方の六共和国では雨量が次第に減少してきて、1968-73年の期間に干ばつ現象が持つ非情過酷な影響は最高潮に達した。そのため羊、牛の群れは飢死させられ、数知れない牧農者や耕作者が死亡し、土地や自然生育の植物、特に苗木に大きな被害を出した。この現象は同時にエチオピア、ソマリア、タンザニア、ケニヤへと広がっていった〔46〕。1974-75年には若干の地方で雨はあったが、大部分の地域では依然干ばつは続き、1977年には西アフリカを再び襲った。これらアフリカ諸国に与えた経済的、社会的影響は全く徹底的なものであった。この干ばつは必然的にある一連の問題を持ち出させる機会を与えることとなった。干ばつを起こさせる作用は長続きするものなのか？多量の雨は再び降るようになるだろうか？荒廃した土地を再び使用すべきであろうか？あるいは、人口を新しい場所に移動させ、被害のあった土地を使用しないよう計画を立てるべきであろうか？降水現象の促進、あるいは土地利用の変更など気候を良い方向へ回復させるのに役立つ方策があるのだろうか？

1977年砂漠化に関する国連会議で、これらの疑問に解答を与えるように計画が練られた。これに伴って大掛かりな気候学的研究が着手されつつあり、その結果が解答を導き出す手掛かりに役立つと期待されている。

そこで、次の諸点について一致がみられている。

(a) サヘルの大部分に影響を及ぼした1968-73年の干ばつでは乾燥が最高潮に達したのは1950年代末から1960年代初めにまでさかのぼった時期である。

(b) サヘルの干ばつは長期・猛烈・広大という特徴を持っていたにもかかわらず、予見されな



第16図：1907年以後サヘル地域にある一群の観測所について平均した年降水量の変動と長期傾向〔15〕。

った(第16図)。同様な干ばつは1910年代初めから1920年代末にかけて、また1940年代に長期間サヘルで経験されていた〔15〕。このように繰り返えされてはきたが、現象それ自身の中に内包されている特定の時間間隔があって、それに基づいて再現しているというようなことではないと思われる。

(c) 干ばつが続いている間、大量の家畜を飼育し続けたり、あるいは乾燥した土地を耕作し続けたりして、結局その土地では人間や動物の集団を養うことが出来なくさせてしまう。このようなことから砂漠化が連鎖的に進行していった(すなわち非生産的土地状態の拡大)。その後の研究で次のような結果が得られている。干ばつそれ自身は大循環の異常が長く続いたことに起因するが、これは単に亜熱帯高圧帯の南偏によるというだけの理由でなく、もっと全般的な大循環の様相に根ざしている〔47〕。この干ばつは水蒸気の不足によるというような単純なものではない。事実、干ばつの起きた土地の高さでは高気圧帯は通常の位置よりも少し北寄りであり、しかも降水可能な水蒸気量は平年以上であった〔48〕。それでは何が水蒸気を水滴化させなかったのか?この地方では時に雨を降らせる原因は普通にはじょう乱系である。先の疑問に対する解答の主役は正にこのじょう乱という訳であった。

砂漠化が進行して植物が消失していくと、アルビドー(太陽放射の反射率)は大きくなるであろう。これに相当する高いアルビドーが組み込まれている大循環の力学モデルを走らせると次の結果

が出てくる。砂漠地域上では空気の下降が増大するようになり、順次干ばつ傾向が強くなっていく、つまり正のフィードバック効果として作用するようになる [49, 50]。この数値実験が示した点、言い換えると降水現象を発達し続けさせるために供給出来る水分の量は局所的には限界があるという点で、一度干ばつが起きると丁度干ばつが干ばつを生み出していくということになってしまうだろう。事実、中期完新世代以来亜熱帯に位置する準乾燥地域で乾燥化が進行しているのは広大な範囲にわたって上述のゆっくりとした砂漠化作用の表れであろうと指摘されている。

サヘル地域の降水量に関し時系列の統計解析をした結果では、ランダムとみられる程度以上の有意水準で干ばつそのものに長期化する傾向が示されている。これは先に注目した持続性、すなわち大気の記憶力（紹介者注：大気が以前に記録した事柄をどの程度思い出し、再現する能力があるか）の問題である。同様に持続性の問題では異常降雨が世界の多くの地域に影響を与えている。干ばつにしる、異常降雨にしる、その強さと共に持続期間も経済に及ぼす影響という点では非常に重要であろう。それにもかかわらず、入手可能な限りの証拠資料では次の見方を裏付けている。激烈で被害の多く出たサヘルの干ばつは気候の変動性の部類に属し、その後もずっと乾燥状態へと移行し続けるというような真の変動を表すものではなかった。今までのところ上述の見解を否定するに足る十分確定な考えは出ていない。第2節で述べたように、近来われわれ人類の経済に衝撃を与えた気候状態は永続的な変化というよりはむしろ変動性に基づくものであるとしてよい。たとえ現在の気候が永久に続くと言言出来るとしても、最近アフリカ諸国が直面した苦難に類する事件に十分対処し得る準備を整えておくことは今なお必要であろう。

6.6 強制力による異常

今まで議論してきた変動性はほとんど気候系に本来備わっている内部自然発生的な種類のものであった。これはわれわれがそう信じていることかも知れない。それはさておき、変動の時間スケールが非常に長い場合に限って話すことにして、外的作用で強制されて起こる気候異常があるにちがいないと言い得る明白な証拠が残されている。外力の強制作用による変動を示す最新の記録には一つの特徴がみられる。

その記録の中で最もはっきりしているものは過去一世紀の間に都市の気温が上昇してきたことで、これはいろいろの面で重要な意味を含んでいる。その大部分は動力消費に伴うエネルギー放出および住居、車、工場での熱放出が原因となっている。これらの作用は明白な事実であり、明らかに強制となり得るものである。さらに 都市から出る直接的熱放射や粒子による間接的放射効果は小規模スケールの降水現象に影響していることが認められている。このような気候への強制作用はスケールという観点から言えば、地球的規模というよりは極めて狭い範囲の局所的あるいは地域的現象と言える。

気候の平衡状態を大きく乱す潜在力があって、その乱れが広く行きわたり、かつ明りょうに現れるものに大爆発する火山噴火の作用がある。1883年のクラカトア火山爆発による火山灰は世界中

に広がり、日射を散乱させた。このため壮観な日没と共に世界的規模で寒冷化が引き起こされた。1963年インドネシアのバリ島にあるアグン火山が噴火したが、その影響が調べられている [51]。地上から16 kmに至る層の気温は北半球では噴火後初めの約6か月間ほぼ0.4°Cだけ低かった。その時以来気温は非常に揺れ動いて、アグン火山噴火前の値にまで回復したという証拠は記録に見ることは出来なかった。実際に気温降下はその噴火に起因させられることが出来るかどうか議論の余地が残っている [39, 52, 61]。最大級火山噴火だけがこのような働きを持っている訳であるが、爆発性噴火の頻度が非常に多くなってくれば、地球は徹底的に冷くさせられてしまうことが可能であり、火山の存在そのものは地球大気がそのような潜在能力を常に抱えているというようにも解釈出来る。しかも、上述の作用が第三紀時代後期に起きた長期間にわたる低温の一因であったという推測が出てくる。

気候変動に与えられる外的強制力を証明するのに、最も長く捨てられないで生き残っている考え方の一つに、太陽活動の変動特に太陽黒点の11年周期および別の黒点周期と気候との関係というのがある [53]。太陽の黒点活動が増大しても、太陽から受けとる全エネルギーは気にするほどに変わらないけれども、紫外線や微粒子放射にとって相当に変化させられる原因となり得る。このような影響力の小さいものと下層大気のじょう乱とを結び付ける物理的機構はまだ証明されてはいないが、気候の記録との関係は現在でもよく調査されている。気候要素の短い時系列と太陽黒点数との間には有意な相関関係があることは非常に多く認められてきているが、さらに長い資料で検証してみるとしばしば有意性が失われてしまうことがある。あるいは位相のずれの相関関係が偶然に出てきたように見えることもある。太陽との結び付きの考え方で最近のうちで一番新しいものは、太陽回転すなわち、太陽磁場の符号が逆になる境界線が地球を横切る際の効果に関心が向けられている。最近の研究では、このような事象が大気の風系に衝撃を与えるという因果関係について統計的には認められると言っている [54, 55]。

しかし、日々の効果あるいは季節的な効果によるような周期変動とは違って、外的作用によって気候要素に強制異常が記録される場合、それは気候系内部で生ずる変動に比べ概して小さい。さらに、強制異常は一般に非周期的で予測不能である。

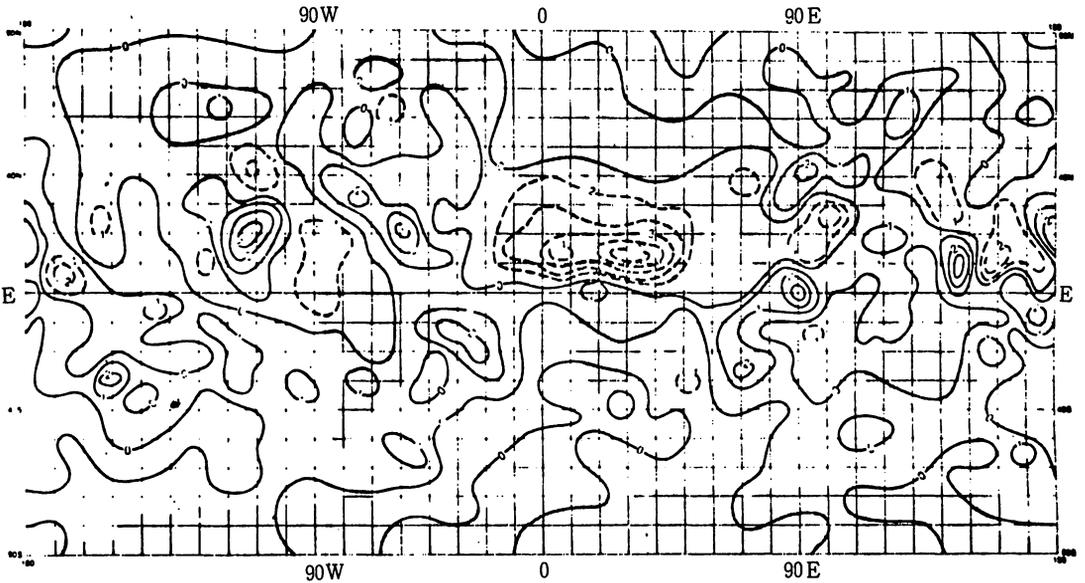
6.7 Teleconnection

大気は大規模な地形分布の影響を多大に受けて動いている。したがって、気候の異常が生ずると、その効果は広い範囲に及ぶようになる。もし北米あるいはアジア中央部の一地点で寒い冬であると、その周囲の非常に広い範囲で恐らく同じような傾向が現れるであろう。サヘル地方の干ばつはアフリカ大陸が持つ東西方向のスケールに相当した。つまり、気候分布は特徴として広い地域にわたってかなりの程度で一致が観測される。ただし、例えば雷雨性降雨に見られるような普通では寄せ集めのなまだら模様をした分布のものは除外される。

スケールがさらに大きなものになると、ある地域で記録されたある要素の変動と全く遠く離れた

別地域の同じ要素との相関関係を見付けるという方法はごく普通に行われてきている。あるいは、このように離れた距離にあって種類の異なる要素の間で相関関係が存在するものもあるだろう。何かの作用で関連しているに違いない現象をteleconnection 以外の考え方では見逃してしまうのに、その名が示す通りに前述のような現象の掌握の方法は非常に興味のある見方である。さらに既知のteleconnection の中には時間のずれを示すものもあるが、この事柄はある地域で観測される要素の変化が相関関係にある他地域の変化に先だって決まりきったように起こるという意味を表している〔56〕。

このような事象は大気の流れを再現するために開発された大循環モデルでも実際に予測される。例えば、第17図はサハラと北米西部の乾燥地域で地表のアルビドーを大きくした時、降水量に及ぼす効果をモデル予報した結果である〔57〕。このモデルはアルビドーを変えた地域およびその周



第17図：大循環モデルによる計算結果では北アフリカと北米西部地域で45%アルビドーを増加させた場合平均降水比率 (mm/day) に期待通りの効果が現れている。点線は負の等値線である。7月に関してはじょう乱の与えられた場所から遠く離れて正偏差域、負偏差域、すなわちteleconnectionが多くみられる。これらのうち若干のものは有意性がある〔57〕。

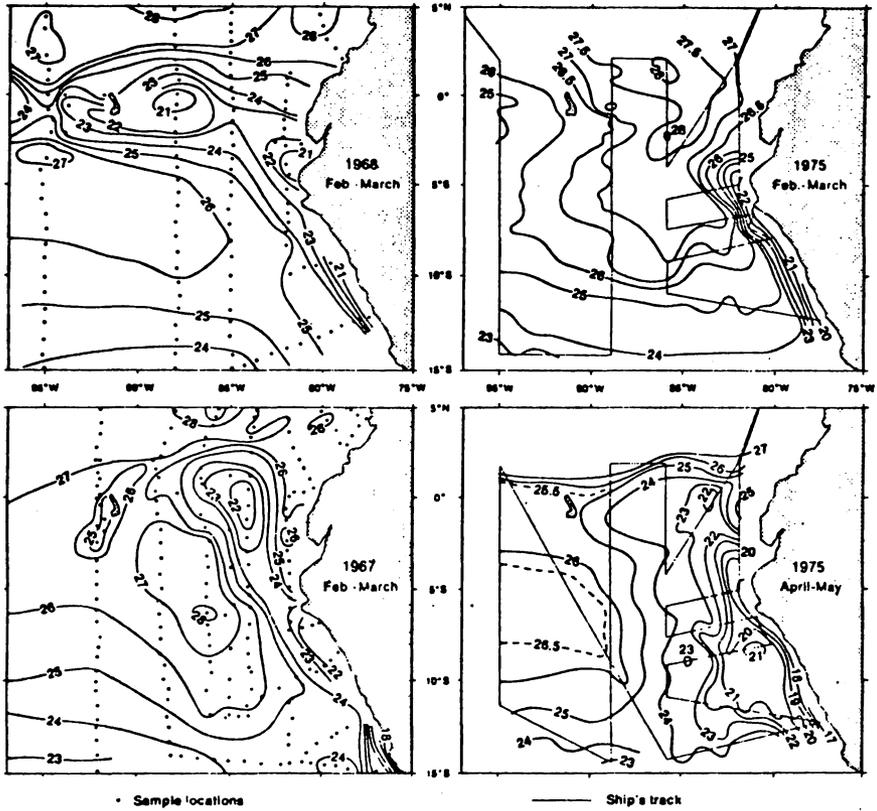
辺では降水量が非常に減少することを予測している。一方、別の全く遠く離れた場所でも変化する——本当のteleconnection——ことも予測されている。これらの地域の若干部分では逆に降水量は増加している。この結果が示す内容は極めて重要であって、世界のある一か所で起きた変化は恐らく世界的広さの規模で別のどこかの所に違った変化を生ずることになる。つまり、気候を和らげようとすることは地域的に限られる事柄ではなくて、全世界的な協同社会に掛かり合っている問題である。

このようなteleconnection について沢山の例が提示されてきている。最も顕著なものは太平洋とインド洋間のいわゆるSouthern Oscillationである。これは50年以上も前にSir Gilbert Walkerによって最初に実証された。この現象は次のように定義されていた。すなわち、「……インド洋—太平洋域上で熱帯地域内の大気・水圏の大循環が持つ強さの変動、その変動は南東太平洋の亜熱帯高気圧とインドネシアの赤道低気圧との間で行われる空気量の交換で支配されている」〔58〕。それは南東太平洋にあるイースター島とオーストラリアの熱帯地域にあるダーウィンとの間の単純な気圧差を使って求めることが出来る。これら二か所の気圧は負相間で、両者の差は小さな値から20 mbほどの大きさにまで変化する。この相当に巧妙な指数は数値として求めることが出来るが、それでは作用として実際にはどうかということを確認してみよう。この振動の周期は3年から7年までの範囲で長さが変わる。現実には広大でかつ恒常的な東西振動系をなしており、空気と水の実体が大きく移り替わることを表している。

この東西振動はインド、熱帯オーストラリアそれにインドネシアの降水量に影響を与えていると言われてきたし、またエクアドルから170°Wのナウル島に至る範囲にある東太平洋赤道乾燥帯の雨量の変動ともよい相関関係にあるとも言われてきた〔59〕。これらの効果の中で最も印象的な現象はエル・ニーニョで、これは南米赤道地帯の西海岸沖で数年ごとに繰り返す著しい海洋異常のことである。通常は(第18図参照)冷たいゆう昇流がこの辺りの海域を占めている。この海域は海洋生物が豊富で、漁業特にアンチョビーという魚にとって絶好の漁場である。しかし 中部太平洋の赤道地帯で貿易風が強い時に相当するSouthern Oscillationの絶頂期から約1年後に暖水塊がいつもこの地域に侵入して来る傾向がある。この現象がエル・ニーニョと呼ばれ、極端な漁獲の減少を伴う。1972~73年のエル・ニーニョは特に世界農業市場におけるアンチョビー魚肉の需給関係に徹底的な影響を与えて、アンチョビー漁業関係事業を全滅の危機にさらした。

別のteleconnection が熱帯大西洋にもあり、アフリカ西海岸沖合ギニア海域の海水温と北東ブラジル乾燥地帯の雨量との関係が例として知られている。これら大西洋・太平洋の二つの大気循環系の間には確かにはっきりした結び付きがある。

高緯度偏西風帯内にもやはりteleconnection が数多くある。よく知られている作用の一つにグリーンランドとノルウェー地域との間で気圧と気温のシーソー・ゲーム的な関係がよく知られている〔60〕。ここでもやはり大西洋域と太平洋域との間に相関関係が見られる。



第18図：南米西海岸沖の太平洋上の海面水温。通常冷いゆう昇流が優勢な地域へ赤道暖水塊がしばしば侵入することを示している（エル・ニーニョ現象）〔58〕。

事実とは言っても、teleconnectionの多くは他の効果で覆い隠され、全変動性の大部分がそれで説明しきれないという訳ではないので、予報能力という点から言うとteleconnectionのうちのわずかなものだけが利用されるに過ぎない。Teleconnectionという考え方が持つ最大の重要さは理論家達に投げ与えた難題である。なぜかという、現象間の結び付きを説明するのにteleconnectionはわれわれの理解能力より一歩先んじて大気を持っている運動形態特有の時間スケール・空間スケールについて何かを提示しているからである。大循環の有用なモデルはこのようなteleconnectionの存在を予報することが出来るに違いない。

7. 結論

有効な資料が豊富に入手出来る近代からだけではなく、相当に古い昔から多くの時代にわたって気候変動と変動性に関する諸論を記述してきたが、この報文から結論が簡単明白に述べることが出来るという訳ではない。気候についての話というと、手軽で一般論的なまとめあるいは目前に迫った天災に対して警告として役立つ程度の話題・既報となり勝ちである。気候の問題というと上述のような一種の身勝手さに終始してしまう傾向が普通であるが、当小論ではこの点に関して可能な限り避けられたと確信している。

感じとして受けとられる第一印象は気候には暗黙のうちに安定性が内包されているということにある。気候現象それ自身に内在している無限の変動性というものがすべての時間スケールについてよく説明はされているけれども、この事柄以上に大気が長期間の平均状態からそれ程変わらない状態に戻る能力を持っているということもよく納得されるであろう。この安定性は気候系自身が持つ無数の機能に基づくもので、そのほとんどは負のフィードバック効果を持つもので、気候系はそれらの環状結合体と見てよいであろう。別の言葉で言うならば、大気中にある二酸化炭素蓄積の現状は biota が生産力を増大させる、つまり究極的には大気の力を借りて有機物質中に炭素の備蓄を増加させるのに好ましい状況を提供している。さらに、気候エネルギー源のほぼ全部と言ってよい太陽活動は非常に保存性がある〔53, 8〕ことは多くの証拠から明らかである。

変動性が終りなく続くという事実は相変わらず安定状態のままであるということであるし、さらに一歩進めてその大部分は気候内部の不安定によっていることを表している。もし気候系のうち大気以外の部分が欠けていたならば、この変動性はますます大きくなるであろう。この除いた部分は一般に大気を安定させる方向に作用する。それにもかかわらず、大気はかなり自由に変動し続けている。その上、変動性に加えて外的強制効果も働いている。現在進行中の大陸移動あるいは地球活動としての造山力のような巨大な作用は明らかに外的強制力という形で影響を与えていた。それに加えて近代人は驚くべき率で大気の組成を変えてきている。

この会議では気候が人間の営みにどんな衝撃を与えるかに大きな関心を向けている。明らかに人間にとって重大な意味を持つ衝撃は現在なお全く人間の英知も及ばない深遠な作用による気候変化というよりはむしろ内部的変動性によるものであった。過去 1,000 年の間に地球全体の年平均地上気温は恐らく 1.5℃ほど低くなってきている。この大きさはある地域に対する衝撃、特に中緯度農業に打撃を与えるのに十分な大きさである。変動性が一般に相当大きい高緯度では激しい衝撃を受けてきた。しかし一方では過去 10 年間に起きた大きな経済危機は圧倒的に降水量の気候異常——例えばアフリカ、ユーラシアおよびオーストラリアの干ばつ、あるいはバングラデシュ、パキスタンや北米のこう水など——に関連している。現代人の築いた経済構造はまだこのような変動性に対しては全くの弱体と言えるようである。

このような気候の異常性から国家経済を保護するのに可能な方策は多々ある。その必要とする第

一步は政策決定者が古くからのまた正しい記憶に基づいて気候の持つ威力を学びとり、その対策を準備しておくことである。干ばつの終わった後あるいはこう水が引いた後1、2年の間多くの国々では財政的余力は無く、次に再び必ずやって来る異常に備えることが出来ない。第二段階は大気科学者が気候変動性の全容を十分掌握するのはもちろんのこと、政策決定者が持っている認識に対し熱意をこめて論議するための準備を行うことである。第三段階は変動性の原因を解明することに続いて、その知識を利用して好成績が期待される予測法という大きな栄冠を導き出すことである。第四の段階は — まだ漠として達成可能の見通しを持ってないが — 気候制御の手段によって好ましくない異常が避けられるように慎重に計画を立てることである。

気候変動性の特徴を大まかにまとめると下記の(a)~(f)のようになるが、これらの内容から上述の事項が一層よく理解されることと思われる。

- (a) 人間の行動が気候から直接受ける衝撃はその大部分が比較的短い時間スケールの変動性に伴っている。一部は長期変動によるものも含まれている。
- (b) 1970年代に起きた気温、降水量の大きな変動性は実際には異常ではなかったかもしれない。しかし、いわゆるその大きな異常が穀倉地域あるいは大農作地帯のような重要地域を襲ってしまった。このような惨状を招く異常が今後も起こり得ると考えるのは極めて当然と言える。この作用の主たる部分是非周期的であるため、ある地域がその脅威にさらされると、たとえそれが短期間であっても、毎度の事情としてその対策に手慣れて順調に回復させられるということにはならない。(紹介者付加：寺田寅彦の言葉「災害は忘れた頃にやって来る」を思い出させる)。サヘルではわずかに2、3年の慈雨の後に再び激烈な干ばつが見舞ったという事実は上記のよい例である。
- (c) 気温や海面温度は最近10年に0.1~0.2℃の割合で下降傾向を示している。少なくとも北半球で確かのようなのである。これがそのまま今後続くかどうか明らかでない。しかし、この程度の下降は大気中への放出が増加している二酸化炭素や化学合成物のような大気汚染物質の加熱作用により補償させられるであろう。地球の温度は一般的な傾向としては5000万年の間下降してきた。しかし、先に示した現在の下降の割合は多分この一般的な傾向のものとは別で、測器観測が始まった最近の記録によく見られる短周期の揺れの一部分に相当するであろう。
- (d) 地上気温の変動性は中・高緯度で最大である。北方の国々は熱帯、亜熱帯あるいは温暖地域の国々に比べ受ける影響の度合は大きいであろう。春むぎ、乾し草あるいは酪農製品の生産は気温の変動性に痛めつけられ易い。そのためにも、いわゆる力を貯えておく必要がある。
- (e) 降水量の変動性は広い範囲にわたって認められ、ほとんどすべての国がその影響を受けている。その中で特に最悪の影響と言えるものが前記温帯草原地域や亜熱帯・温帯砂漠周辺地域のような亜湿潤・半乾燥地帯に起きた。モンスーン風系による降水を単一源としている地域では特に被害を受け易い。最近数十年アジアモンスーン地帯は長期にわたる干ばつに見舞われていないが、今後もこの状況が続くとは限らないであろう。最近高い頻度で起き、かつ規模の大きいアフリカの

干ばつが終わりそうであるという兆候はない。

- (f) 気候の異常に対してはその再現頻度を考慮した経済方策を立てることが多くの場合最善の防御になるとみられる。世界食糧生産にとって敵とは今まで種々述べてきた気候の異常性という事象を短時日のうちに忘れ去ってしまうことである。やがては気候異常のうち若干のものについては予測あるいはもしかすると制御出来る段階に達するかもしれない。われわれも以前に増して多くの資力を使い、そうなることを願って意気に燃えている。他方、最良かつ慎重な農業のやり方、耐薬性のある穀物類について今まで以上の研究、用水と動力系の改良工夫などを提案することが出来る。

科学分野の人達は気候の変動性が人間の経済活動に重大な影響を与える要因の一つであると主張している。したがって、前述の(a)~(f)に関して技術的対策を立てるに当っては、科学分野の人達とそれ以外の政策立案に携わる関係者と組んでいく必要がある。これは過去数年の出来事がわれわれに示した教訓であって、この言葉がとりもなおさず当会議開催の趣旨に基づいて広く周知されるべき成果の一つである。

(紹介者：気象庁長期予報課 森 信成)

引 用 文 献

- [1] LEITH, C. E. (1975). The design of a statistical-dynamical climate model and statistical constraints on the predictability of climate. In GARP (1975), q. v., Appendix 2. 2., pp. 137-141.
- [2] MADDEN, R. A. (1975). Estimates of the naturally occurring variability of time-averaged sea-level pressure. Preprint Volume, Fourth Conference on Probability and Statistics in Atmospheric Sciences, Tallahassee, Florida, American Meteorological Society, pp. 114-118.
- [3] KUTZBACH, J. E. (1974). Fluctuations of climate—monitoring and modelling. WMO Bulletin, 23, pp. 155-163.
- [4] KUTZBACH, J. E. and BRYSON, R. A. (1974). Variance spectrum of Holocene climatic fluctuations in the North Atlantic sector. Journal of the Atmospheric Sciences, 31, pp. 1958-1963.
- [5] MITCHELL, J. M. Jr. (1976). An overview of climatic variability and its causal mechanisms. Quaternary Research, 6, pp. 481-493.
- [6] LAMB, H. H. (1977). Climate: Present, Past and Future, Vol. 2, Climatic History and the Future. Methuen, London, 835 pp.

- [7] IMBRIE, J. BROECKER, W. S., MITCHELL, J. M. Jr., KUTZBACH, J. E. and others. (1975). Survey of past climates. Appendix A. In Understanding Climatic Change. U.S. National Academy of Sciences, Washington, D. C., pp. 127–195
- [8] BUDYKO, M. I. Climatic Changes. Russian edition, Gidrometeoizdat, Leningrad, (1974, not examined). English translation, American Geophysical Union, Washington, D. C., 1977, 261 pp.
- [9] RONO, A. B. (1972). Evolution of rock composition and geochemical processes in the sedimentary shell of the Earth. *Sedimentology*, 19, pp. 157–172.
- [10] HENDERSON-SELLERS, ANN, and MEADOWS, A. J. (1977). Surface temperature of early Earth. *Nature*, 270, pp. 589–591.
- [11] SHACKLETON, N. J. Analysis of a deep sea core (V 28–239), quoted by Lamb (1977), *op. cit. sup.*, figure 15. 1.
- [12] KENNETT, J. P. (1977). Cenozoic evolution of Antarctic glaciation, the circum-Antarctic Ocean, and their impact on global paleoceanography. *Journal of Geophysical Research*, 82, pp. 3843–3860.
- [13] WOILLARD, GENEVIEVE, M. (1978). Grande Pile peat bog: a continuous pollen record for the last 140 000 years. *Quaternary Research*, 9, pp. 1–21.
- [14] HAYS, J. D., IMBRIE, J. and SHACKLETON, N. J. (1976). Variations in the Earth's orbit: pacemaker of the Ice Ages. *Science*, 194, pp. 1121–1132.
- [15] MASON, B. J. (1976). Towards the understanding and prediction of climatic variations. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 102, pp. 473–498. See also JENKINSON, A. F. (1975). Some quasi-periodic changes in rainfall in Africa and Europe, in WMO (1975). *Proceedings of the WMO/IAMAP Symposium on Long-Term Climatic Fluctuations*, Norwich, August 1975, WMO, Geneva, pp. 453–460.
- [16] CLIMAP PROJECT MEMBERS (1976). The surface of the Ice-Age Earth. *Science*, 191, pp. 1131–1137.
- [17] GATES, W. L. (1976a). The numerical simulation of ice-age climate with a global general circulation model. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 33, pp. 1844–1873.
- [18] GATES, W. L. (1976b). Modelling the Ice-Age climate. *Science*, 191, pp.

- [19] MANABE, S. and HAHN, D.G. (1977). Simulation of the tropical climate of an ice age. *Journal of Geophysical Research*, 82, pp. 3889—3911.
- [20] ANDREWS, J.T. (1973). The Wisconsin Laurentide ice sheet: dispersal centers, problems of rate of retreat, and climatic implications. *Arctic and Alpine Research*, 5, pp. 185—199.
- [21] ZONNEVELD, J. I. S. (1973). Some notes on the last deglaciation in northern Europe compared with Canadian conditions. *Arctic and Alpine Research*, 5, pp. 223—228.
- [22] BRYSON, R. A., WENDLAND, W. M., IVES, J.D., and ANDREWS, J.T. (1969). Radiocarbon isochrones on the disintegration of the Laurentide ice sheet. *Arctic and Alpine Research*, 1, pp. 1—14.
- [23] STREET, F. A. and GROVE, A. T. (1976). Environmental and climatic implications of late Quaternary lake—level fluctuations in Africa. *Nature*, 261, pp. 385—390.
- [24] BUTZER, K. W., ISAAC, G. L., RICHARDSON, J.L. and WASHBOURNE—KAMAU, C. (1972). Radiocarbon dating of East African lake levels. *Science*, 175, pp. 1069—1076.
- [25] FAIRBRIDGE, R. W. (1976). Effects of Holocene climatic change on some tropical geomorphic processes. *Quaternary Research*, 6, pp. 529—556.
- [26] FLOHN, H. (1977). Climatic fluctuation in the arid belt of the "Old World" since 10 000 B. P., possible causes and future implications. MS, paper delivered to Conference on Meteorology of Semi—Arid Zones, Israel and American Meteorological Societies, Tel Aviv. To be published.
- [27] SINGH, G. (1971). The Indus Valley culture seen in the context of postglacial climatic and ecological studies in north—west India. *Archaeology and Physical Anthropology in Oceania*, 6, pp. 177—189.
- [28] ROGNON, P. (1976). Essai d'interprétation des variations climatiques au Sahara depuis 40 000 ans. *Revue de Géographie Physique et de la Géologie Dynamique*, 18, pp. 251—282.
- [29] GEYH, M. A. and JAKEL, D. (1974). Spätpleistozäne und holozäne Klimageschichte der Sahara auf grund zugänglicher ¹⁴C—Daten. *Zeitschrift für Geomorphologie*, N. F., 18, pp. 82—98.

- [30] BOWLER, J. M., HOPE, G. S., JENNINGS, J. N., SINGH, G., and WALKER, D. (1976). Late Quaternary climates of Australia and New Guinea. *Quaternary Research*, 6, pp. 359–394.
- [31] KOZLEMENYEY, F. (1977). Changes in the Holocene climate of Hungary reflected by the "vole-thermometer" method. Proceedings, International Quaternary Association, Special Issue, to be published. (See also KORDOS, L. (1977). Holocene vertebrate studies in Hungarian caves. Proceedings of the 7th International Speleological Congress, Sheffield, England, pp. 272–275.)
- [32] MITCHELL, J. M. Jr. (1977). Record of the past: lessons for the future. In *Living with Climatic Change, Phase II*. Mitre Corporation, McLean, Va. U. S. A., pp. 15–25, plus MS tabulations privately supplied.
- [33] BUDYKO, M. I. and VINNIKOV, K. Ya. (1976). Global warming. *Meteorologia Hydrologia*, 7, pp. 16–26.
- [34] KUKLA, G. J., ANGELL, J. K., KORSHOVER, J., DRONIA, H., HOSHIAI, M., NAMIAS, J., RODEWALD, M., YAMAMOTO, R., and IWASHIMA, T. (1977). New data on climatic trends. *Nature*, 270, pp. 573–580.
- [35] HARLEY, W. S. (1978). Trends and variations of mean temperature in the lower troposphere. *Monthly Weather Review*, 106, pp. 413–416.
- [36] KUKLA, G. J. and KUKLA, H. J. (1974). Increased surface albedo in the northern hemisphere. *Science*, 183, pp. 709–714.
- [37] DAMON, P. E. and KUNEN, W. M. (1976). Global cooling? *Science*, 193, pp. 447–453.
- [38] VAN LOON, H. and WILLIAMS, J. (1976–7). The connection between trends of mean temperature and circulation at the surface. In four parts: I, winter. *Monthly Weather Review*, 104, pp. 365–380. II, summer. loc. cit., 104, pp. 1003–1011. III (WILLIAMS and VAN LOON), spring and autumn. loc. cit., 104, pp. 1591–1596. IV, comparison of the surface changes in the northern hemisphere with the upper air and with the Antarctic in winter. *Monthly Weather Review*, 105, pp. 636–647.
- [39] ANGELL, J. K. and KORSHOVER, J. (1977). Estimate of the global change in temperature, surface to 100 mb, between 1958 and 1975. *Monthly Weather Review*, 105, pp. 375–385.

- [40] RATCLIFFE, R. A. S., WELLER, J. and COLLISON, P. (1978). Variability in the frequency of unusual weather over approximately the last century. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 104, pp. 243-255.
- [41] VAN LOON, H. and WILLIAMS, J. (1978). The association between mean temperature and interannual variability. Typescript. To be published.
- [42] RODDA, J. C. and SHECKLEY, A. V. (1978). Water resources and climatic change. Journal of the Institution of Water Engineers and Scientists, 32, pp. 76-83.
- [43] THOMAS, M. K. (1978). Figure in HARE, F. K. and THOMAS, M. K., Climate Canada, 2nd edition. Wileys of Canada, Toronto. To be published.
- [44] BRYSON, R. A. (1974). A perspective on climatic change. Science, 184, pp. 753-760.
- [45] FLOHN, H. (1977). Stehen wir vor einer Klima-Katastrophe? Umschau, 17, pp. 561-569.
- [46] HARE, F. K. (1977). Climate and desertification. In Desertification: Its Causes and Consequences (U. N. Desertification Conference Secretariat), Pergamon, London, pp. 63-120.
- [47] FLOHN, H. (1977). Investigations on the variability of seasonal precipitation. Israel Meteorological Research Papers, 1, pp. 10-17.
- [48] GAL-CHEN, T. (1977). Modelling the dry climates. In Desertification: Its Causes and Consequences (U. N. Desertification Conference Secretariat), Pergamon, London, pp. 129-160.
- [49] CHARNEY, J. (1975). Dynamics of deserts and drought in the Sahel. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 101, pp. 193-202.
- [50] GARP (Global Atmospheric Research Programme). (1975). The Physical Basis of Climate and Climate Modelling. GARP Publication Series No. 16, ICSU-WMO, Geneva, 265 pp.
- [51] NEWELL, R. E. (1970). Stratospheric temperature change from the Mont Agung volcanic eruption of 1963. Journal of the Atmospheric Sciences, 27, pp. 977-978.
- [52] HANSEN, J. E., WANG, W. C. and LACIS, A. A. (1978). Mount Agung eruption provides test of a global climatic perturbation. Science, 199, pp. 1065-1067.

- [53] WHITE, O. R., ed. (1977). The Solar Output and its Variation. Colorado Associated University Press, Boulder, Colorado, U. S. A., 526 pp.
See also SCHNEIDER, S. H. and MASS, C. (1975). Volcanic dust, sunspots and long-term climatic trends: theories in search of verification. In WMO (1975). Proceedings of the WMO/IAMAP Symposium on long-term Climatic Fluctuations, Norwich. August 1975. WMO Geneva, pp. 365-372.
- [54] WILCOX, J. M., SVALGAARD, L., and SCHERRER, P. H. (1976). On the reality of a sun-weather effect. Journal of the Atmospheric Sciences, 33, pp. 1113-1116.
- [55] HINES, C. O. and HALEVY, I. (1977). On the reality and nature of a certain sun-weather correlation. Journal of the Atmospheric Sciences, 34, pp. 382-404.
- [56] NAMIAS, J. (1976). Negative ocean-air feedback systems over the North Pacific in the transition from warm to cold seasons. Monthly Weather Review, 104, pp. 1107-1121.
- [57] WASHINGTON, W. (1977). quoted by GAL-CHEN (1977), q. v. reference [48].
- [58] WYRTKI, K., STROUP, E., PATZERT, W., WILLIAMS, R. and QUINN, W. (1976). Predicting and observing El Niño. Science, 191, pp. 343-346.
- [59] FLOHN, H. (1972). Investigations of equatorial upwelling and its climate role. In Studies in Physical Oceanography—A Tribute to Georg Wüst on his 80th Birthday. Ed. A. L. GORDON, Gordon and Breach, New York and London, Vol. I, pp. 93-102.
- [60] VAN LOON, H. and ROGERS, J. C. (1978). The seesaw in winter temperatures between Greenland and northern Europe. Part I: general description. Monthly Weather Review, 106, pp. 296-310.
- [61] ANGELL, J. K. and KORSHOVER, J. (1978). Global temperature variation surface 100 mb—an update into 1977. Monthly Weather Review, 106, pp. 755-770.
- [62] PARTHASARATHY, B. and MOOLEY, D. A. (1978). Some features of a long homogeneous series of Indian summer rainfall. Monthly Weather Review, 106, pp. 771-781.

あ と が き

◆ “長期予報は、間口も広いし、なかなかとっつきにくい”ということをよく耳にします。たしかに、毎日の天気予報が数値予報を基盤にしているのに比べると、長期予報は依然として主観性の強い総観的・統計的手法に頼っていますし、また対象とする現象も種々雑多で、そのように感じられるのも無理からぬことでしょう。

しかし、現実には、数十年ぶり百年ぶりといったいわゆる異常天候が続発している時代です。長期予報に直接携わっている会員はもちろん、その他の会員にとっても、この種の異常現象が起ると、いろいろと解説を求められることが多い昨今です。

たまたま、和田さんが仙台予報課長から長期予報管理官・名古屋台長を経て函館台長までの長年月の間に物にされた長期予報にまつわる数々の労作をお持ちでしたので、会員の皆様に何かにつけてご参考になると考え、名句とともにここに集録させていただきました。和田さんの長期予報に対するひたむきな情熱をくみとっていただくとともに、その時々の方々の社会のきびしい要請などを知っていただければ何よりです。

なお、印刷にあたっては和田さんより多額の財政的援助をいただき、お蔭様で立派な本ができました。誌上を借りて厚く御礼申し上げます。

◆ここ数号毎回、気候関係の文献を掲載してきましたが、今回もまた 1979 年 2 月ジュネーブで開催された世界気候会議の討議資料の中から Hare の論文を紹介いたしました。一読してお分かりのことと思いますが、同じ気候の文献と言いましても前号までの研究論文とは一味違ったものを感じとられたと思います。気候の変遷、気候の変わる型、気候と生物界との掛かり合い等、気候の持っている正面・側面・裏面、一時流行の言葉を用いるならば気候の生態とでもいうようなものが実に明快に記述されています。今後気候の問題を考える場合、あるいは文献を読む場合に、批評・論評の基準となるような知識・フィロソフィーをわれわれに与えてくれています。著者は “climatic change”, “climatic variation”, “climatic variability” という言葉を特定の概念にしたがって使用しているようなので、それぞれに対応して「気候変化」、「気候変動」、「気候の変動性」という訳語を当てました。また、原文中 “Sahel” という地名が出ていますが、外国版大地図帖も調べましたが記載なく、一応「サヘル」と記しました。他文献の説明によれば、上記地域はアフリカ大陸上ほぼ 10°N 以北サハラ砂漠南辺を指し、大西洋岸から東へ 20°E 辺りまでが入る。チャド共和国、ニジェール共和国、ナイジェリア連邦共和国、マリ共和国、オードボルタ共和国、モーリタニア回教共和国の 6 か国のそれぞれ一部がサヘル地域に入っている。その他原文中に出てくる地名について正しい呼称をいろいろの方々にご教示いただきお礼を申し上げます。

(昭和 54 年 6 月)