

予報

長期予報研究

Gurōsu Bettā
グロースベッター

(新) 557.5-C2
同一系統
Vol. 3 第3調査
No. 1~4
64~'65 (完)

78

第3巻第1号



南北両半球の気象 田辺 三部	1
成層圏天気図の解析法(I) 大井 正一	6
イギリス気象局発表の長期予報について (藤本 成男 紹介)	14
ソ連の1か月予報 (倉嶋 厚 紹介)	19
大気・海洋・大陸を含む系における月平均と季節平均温度の 数値予報のための物理的基礎について J. ADEM (菊地 幸雄 紹介)	20
正誤	34

1964年 6月

L. F. グループ

40.3.-1

1/

南北両半球の気象

田 辺 三 郎

1. はじめに

長期予報の根本さんから、グロースベッターに何か書けと言われた。これについて次に述べるような事情で、まとまったものではないが、短い期間ながら南極天気図を解析した経験を基にして、その他の資料を加えて、断片的ながら書いてみたい。

IGYに際して、1957～1958年の第二次南極観測隊と、1958～1959年の第三次南極観測隊の任務遂行のため、祭谷が昭和基地近くで行動した両冬の1～2月の頃の短い期間に、東京の予報課で南極天気図を解析したことがあり、これには現在の羽田の久米次長があたられ、第2年目には筆者も参加した。このときはじめに南半球の気象¹⁾を勉強したのであるが、いろいろの点で北半球に比べて異なる気がわかり、これがその後になって北半球の解析にはね返って、北半球に対する認識の度合を深めるのに役立った。こういう点については単に日々の天気図の解析だけでなく、長期予報にも深い関係があると思われる。幸甚根本さんが図書月報に紹介された²⁾“気候の基礎”には標題に関係ある文献が示されているし、IGY以後多くの新しい事柄が出てきている。従つてこの点筆者の出る幕ではないかも知れないが、実際の2～3の経験と多少文献を見たところをまとめて、貴重な紙面を借りて報告したい。

2. 南極大陸における最低気温

IGYの観測が実施されて、南極大陸における気温の低極が次々に報じられ、特に大陸内部の基地の観測によって北半球における世界の最低気温をはるかに越える異常な低温が報じられた。少し時期おくれの感があるが、これらを取りまとめて報告して、広い意味での南北両半球の気象の比較の資料としたい。

文 献

- 1) 飯田隆太郎・谷 宏成(1956); 南半球の気象について(総合報告), 天気3, 2号～6号
- 2) Lamb, H. H. (1961); *Fundamentals of Climate*. 根本順吉紹介, 図書月報 第8巻, 1号および2号, 1962年

大陸内部の基地は図1に示しにあり、またこれらの基地のうち主なものの地理的要素などは表1¹⁾に示してあるが、南極大陸内部の基地はいずれも標高3,000 m近くか、それを越える高さに位置している。

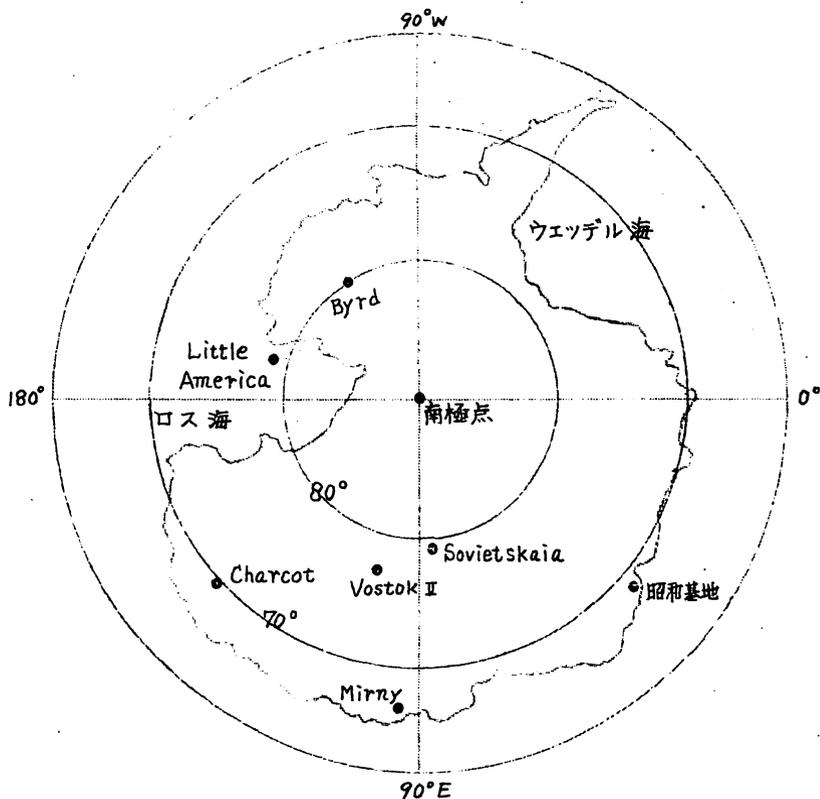


図1 南極大陸主要基地図

表1 南極大陸内陸基地一覧表

基地名	国籍	緯度(S)	経度	標高標高	開設年月日	閉鎖年月日
Amundson-Scott (南極点)	USA	90°00'	X	2,800 ^m	1957. 1. 11	
Sovietskaia	USSR	78 24	E 87° 35'	3,570	1958. 2. 12	1959. 1. 3
Vostok II	USSR	78 27	E 106 52	3,420	1957. 12. 16	
Inaccessible Pole	USSR	82 06	E 54 58	3,710	1958. 12. 14	1958. 12. 26
Byrd	USA	80 00	W 120 00	1,515	1957. 5. 9	
Charcot	France	69 22	E 139 01	2,401	1957. 4. 1	

さて表1に示されるように、南極大陸内部の基地は大体1957年に開設されており、最低気温はこれまでのところポストクIIにおける1958年8月25日の -87.4°C (-125.3°F)が低極と見られていた。²⁾ このポストクIIにおける記録は、さらに同じ基地における観測によって破られ、1960年8月24日には -88.3°C の最低気温²⁾が出現し、今のところこれが世界における最低気温の極と見られる。これらの最低気温のほか、南極点(Amundsen-Scott基地)やソビエツカヤなどにおける最低気温を表2に示してある。³⁾ ポストクIIの1960年の記録を除いた極値はStepanovaの報告にも示されている。⁴⁾

表2に示されたソビエツカヤにおける観測値について、Mirny基地($66^{\circ}33'S$, $93^{\circ}00'E$, 標高30m)に勤務したアメリカのM. J. Rubinの報告⁵⁾によれば、観測は補正值のよくわかった遠隔電気抵抗温度計によったとしている。

表2 南極大陸の最低気温

基地	最低気温		年月日
Vostok II	-87.4°C	-125.3°F	1958. 8. 25
Vostok II	-88.3	-126.9	1960. 8. 24
Sovietkaia	-86.7		1958. 8. 9
南極点	-74.5	-102.1	1957. 9. 18 2137Z
昭和基地	-42.7		1961. 7. 28

ところで南極大陸は図1で見るとおり、南極点は大陸の中心部よりずれていて、東経部分が南極大陸の主な部分であり、この地域を東部南極大陸(East Antarctica)と呼び、その中心地点を“到達しがたい極”(Inaccessible Pole)と呼んでいる。この地点に達することは不可能に近いものと考えられ、そのためにこのような名前がつけられていたが、表1にあるとおり、ソ連探険隊が1958年暮に行っている。昭和34年5月11日の朝日新聞の報道によれば、21人の隊員と4台の雪上車ペンギン号による探険隊は2か月の難行ののち、12月14日“到達しがたい極”に達して基地を建設し、氷の厚さが3170m以上あることを確認して、1959年1月8日ミルヌイ基地に帰った由である。

この“到達しがたい極”を中心とする東部南極大陸一帯は比較的暴風雨がなくて曇りが少なく、しかも平均の標高が3,000m以上あって、晴れた天空は地面からの放射を盛んにして地球の最寒地帯を作っている。

このポストクIIにおける最低気温と比較すると、南極点における1957年

9月18日の最低気温*は、はるかに高い温度を示しており、東部南極大陸の寒気がいかに強いものであるかを物語っている。

Flowers の報告³⁾によると、前記の南極点の最低気温の出現時には、風速は4ノットを示し、また地表から高さ10mまでの温度は次のように観測されている。

表3 南極点における気温観測表

1957年9月18日 2137Z

地表面	2 m	5 m	10 m
-103.3°F	-102.1	-101.0	-79.5

すなわち、わずか10mの高で13°Cの大きな逆転がある。南極点ではこの1957年9月の最低気温に先立って、1957年5月11日1455Zに-73.6°Cの最低気温を観測しているが⁶⁾、Wexlerはこの時の模様を次のように報じている。すなわち百葉箱内の気温が最低-73.6°Cに達したとき、雪面の温度は-74.2°Cとなり、それから数時間内にロス海からの強い移流があって、天空は雲におおわれ、雲からの黒体放射のため雪面の温度は4時間内に-74.2°Cから-65.3°Cに上昇している。

これら2回の事実が示すように、南極大陸における地表の最低気温は、地表面の非常に強い放射が関係していることを示しており、Stepanovaの解説によると、Shliakhovは南極大陸における理論上の最低気温は、大気と地表からの放射の出入がなくなったときあらわれ、4kmの高度では-80°C±2°Cにはならないという結論に達した由である。そしてポストグエにおける記録はこれよりもっと低い値を示している。

ところで昭和基地は69°Sの南極大陸の縁辺にあるために、気温はずっと高く、1957年2月15日基地開設から1962年までの最低気温の記録は1961年7月28日の-42.7°C⁷⁾となっている。

最後に北半球における気温の低極⁸⁾はシベリア東部オイメコンにおいて観測された、1933年2月6日の-67.7°C(-89.9°F)であり、観測地の標高の差異があるにしても、南極大陸に比べてかなり高い温度を示している。

〔追記〕 この資料は9~4年前に調査して机の中に入れておいたもので、

* 9月17日と報じたものもあるが、E. J. Flowersの報告³⁾で9月18日2137Zと訂正している。

再調査の時間がないので、取りあえず報告した。記録は更新されるものなので、情報をお持ちの方はお知らせ願いたいし、筆者も調査して必要なものは訂正したいと思う。

文 献

- 1) J. Alt (1960): *Quelques Considérations Générales sur la Météorologie de l'Antarctique*, *La Météorologie*, 57, Janvier - Mars 1960, 1~41
- 2) G. D. Cartwright and M. J. Rubin (1961): *Inside Antarctica* No. 6 - *Meteorology at Mirny*, *Weatherwise* 14, No. 3 (June 1961) 110~118
- 3) E. J. Flowers (1957): *World Record Low Temperature, South Pole, September 18, 1957*, *Month. Weath. Rev.* 85, No. 9, 326
- 4) N. A. Stepanova (1959): *The Lowest Temperature in Antarctica*, *Month. Weath. Rev.* 87, No. 4 (April 1959), 145-146.
- 5) M. J. Rubin (1958): *Weather Note*, *Month. Weath. Rev.* 86, No. 8, 308.
- 6) H. Wexler (1958): *Some Aspects of Antarctic Geophysics*, *Tellus* 10, No. 1, 76~82
- 7) 清野善兵衛・三枝隆次・鈴木信雄・坂口 威 (1963): 第5次南極地域観測隊越冬隊気象部門概報, 南極資料第17号, 1431~1447
- 8) N. A. Stepanova (1957): *On the Lowest Temperature on Earth*, *Month. Weath. Rev.* 85, No. 4, 6~10

成層圏天気図の解析法(I)

—ベルリン自由大学の思い出—

大井正一

私は昨年(昭和二十一年)の三月十六日から今年の四月一日まで西ベルリン自由大学気象及び地球物理研究所に勤務したわけである。振り返って見ればそれは私の一生でおそらく最も楽しくもあり、また、最も苦しかった一年間であった。ここにそれについて何か書けといわれてみて今さらながらに自分の能力の限界をはつきりと認めないわけには行かない。私は私なりにいろいろと得る所はあったと思うが、しかし最大の目的たる成層圏天気図の研究にどれだけ貢献したかといえは、それには私にとって一年があまりに早く過ぎ去ったと答えざるを得ない。私が在任中に私自身はもちろんのこと、他の人々によっても特筆する程の新しい貢献はなかったと思う。そして日本の和田さんからお便りをいただくたびに日本でいろいろの研究が推進されていることをうらやましく思い、また自分の無能にあせりを感じたくらいのものである。従ってここでは皆さんが使っている成層圏天気図の源に勤務した一人の学生としての私の思い出の記を綴ることにして御参考にしたと思う。それもはなはだ散漫なものだから一応時間的経過を話の座標軸にとることにしてまじまりをつけたと思う。具体的な点については測候時報の報告を最も正式なものとして御参照ねがいたい。

私は出張を命じられても何もくわしいことは知らずに英語も雑言もろくに知らずに羽田を多くの人々に見送られて出発してしまった。コペンハーゲンまでは日本人が少しは居るのでどうにかなつた。コペンハーゲンに着いて一人になってみると全くどうしようもない孤独感にとられるのを如何にもしがたかった。先ずホテルの食堂での食事はドイツ語会話帳でうまく行った。さて街を散歩しようとして飛行場でもらった案内図を手に歩き出して先ず道行く人に道をたずねた。ところが幾人に聞いてもよくわからない。先ずここで第一の壁にぶつかってしまった。考えて見れば不思議はない。私はドイツ語会話帳で向こうはデンマーク語なのだから。しかし私はすっかり意気しよう沈してしまってとうとう乗物には一切乗らず、人とも一切口を利かず、地図を見ながら散歩しただけで一日を費してしまった。ハンブルグに行くとき度はドイツだから言葉が通じるはずだがまた通じない。飛行場からバスに乗

ってホテルの名前ばかりを繰り返していうと、バスの運転手はお客を中央駅まで運んだ後に私一人を乗せてホテルまで行ってくれた。迎えに来た今村という人が“大井氏大型バスをホテルに走らす”といて笑いころげていた。私はハンブルグで2日間必死でドイツ語の腕だめしをした。しかしさっぱりだめだ。私はこの2日間も飲まず、食わず、乗らず、足を棒にして歩いた。ホテルから飛行場に行くとき帳場をやっている女の子に“mit ihm (今村氏と) 飛行場に行く”というのを“mit Ihnen (あなたと)”と繰り返して言ったので、女の子に“あなたを見送りに飛行場まで行くのですか”と聞かれて答えられず、こっちが真赤になってしまった。いよいよベルリンのテンペルホーフ飛行場についた。Prof. Dr. Scherhag 先生と壱長の Frau Dr. Labitzke がゾンデ要買のG氏の自動車で迎えに来ている。何とかしゃべろうと思ったがどうしても口が動かない。結局ホテルまで運ばれてすべて身振り手真似のみで終わってしまった。それは土曜の朝だった。土曜、日曜はU Bahnのみを利用して市街を見物し、両々のうちに日曜を過ごし月曜日にはじめて成層圏空(Stratosphäre)に出勤、型の如く机についた。ユーゴーの Poje 君以外は全部女性で向こう側に Frau Dr. Labitzke さんが坐っていた。ところが私は土曜日の朝 Tempelhof 飛行場に迎えに来られた Scherhag 氏と Labitzke 夫人を Scherhag 氏とその夫人という風に変えてしまった。Labitzke さんがいろいろたとえば区役所、警察の届けとか、健康診断とか、保健の申請とか、そういった事を教えてくれた。私はそれを総務系統の室に行って“Scherhag 夫人が言った”という風にした。その室では妙な事になった。“Scherhag 夫人が役所に居るのはおかしい。あるいは夫人が大井さんを迎えに行ったのかも知れない”という風な事になってしまった。数日間をうやむやに過ぎた後私は Labitzke さんに“ドイツ語を習いに Goethe Institut という学校に行きたい”と申し出たら Scherhag 氏と協議の上快諾してくれた。これは本当に有難かった。これから私の本当のベルリン生活が始まったのである。

私は毎朝8時に出勤して与えられた成層圏の文献を辞書を引きながら読んで行く。12時が来ると Poje 君と2人で大学の食堂に行く。15時になると Labitzke さんが“大井さん学校に行く時間ですよ”というので皆に挨拶して芝生と森の中を抜けてバスで学校に行く。16時から19時まで3時間の講義を受けた。中級クラスでは仮定法をやっていた。

Woywott 先生はとても熱心な Schumann のような人だ。Der Katze だとか Ich es habe だとか幼稚な誤りをいうと教授からおりて来てほった

をたたく真似をして舌で擬音を発する。時々勢い余って本当に打ってしまい“おお失敬失敬”と謝られる事もある。休憩時間にも誰かを応接室に呼んで個人的に説教をする。役所に行くと皆から“昨日は学校で何を習ったか”と聞かれる。間違えるとまた直される。英語を使うと皆から *auf Deutsch* といわれる。こうして2週間のうちにどうにかドイツ語がしゃべれるようになり、文献も一通り読み終わった。

4月1日から Dr. Warnecke 氏が世話をしてくれた *Friedenau* の住居に移り、役所では過去の 100mb, 50mb 天気図の等高度線、等温線を引く練習を始めた。この引き方についてはすでに測候時報に書いたから重複を避けたい。温度風尺はセルロイド製で天気図の上に重ねて書けるのが非常に実用的であった。出来上がりは *Lahitzke* さんに持って行くと親切に直してくれた。20枚も書くと少しも直されなくなった。

3月21日は昼分で *Stank* さんが作ったお菓子を食べて、露場に出て記念写真を写した。*Traversweide* (枝垂柳), *Birke* (白樺) 等は小さい無数の芽をつけて、ほんのりと黄色くけむって見え、池の水も溶け、鳥の声も盛んで、如何にも春が来たような感じがする。27日は *Karfreitag* で休みふだんでも土曜、日曜は休み、しかも商店も一切休みだから休みの前に食糧も原稿用紙も買って置かないと全く何も出来なくなる。役所での仕事の手順も休みを考慮に入れて組まないとだめで、能率からいえば日本の半分以上である。しかも自分は日本から派遣されたから何かをしなくてはならないと思うとどうもあせりが出て来る。ドイツのピッチに合わせるには1か月ぐらいはかかったように思われた。向こうの人はとてものんびりと暮らしていて少しもあせってはいない。論文発表も非常に少ないが、そのひとつひとつは相当しっかりしているように見える。これが先ず一番学ぶべき点のように思われた。向こうはまた社会保障がよく出来ていて65才以上の方は *Pensionieren* といって一切の職務から離れてしまい、*Rentner* といって保険金暮らしになって好きな研究等を自由にやっている。日本のようにポストを次々と新造して老後の心配をする必要もない。機構改革をやってポストをふやす必要もない。こうした社会の安定がこうした落ち着きをつくり出しているのかも知れないと思われる。

こんなに暇があつて何をしているのかと思うと、ドイツ人は真面目だからバーで飲み明かすような人は少ない。暇つぶしのやり方としては博物館、古城、名所古跡の見物、遊覧船、オペラ、音楽会、バス旅行、散歩、ドライブ等をやっているのだから、私も次第に多くの友人から誘われるようになった。博

物館、古城、名所等では常に研究書を発行していて、史跡めぐりバス等もあり、仲々専門的である。遊覧船も氷河湖と運河を結んで4時間とか8時間とか、いろいろコースがある。こういう船のデッキで學問を論じるのもまた風流なものである。バス旅行となるとイタリア、スペイン、フランス等は1週向、2週向と団体旅行をやる。Scherhag先生も気象学科の生徒をつれてオーストリー、イタリア、ユーゴに6週向の気象官費旅行をされる。バス旅行は割りに安いので先ず暇つぶしには事欠かないようになっていた。

4月も中旬になると到るところに黄色い *Forsyzien* の花が咲き始め、メーデーの頃には新緑が目ざめるように美しくなる。*Ahorn* (楓), *Kastanien* (榛), *Pappel* (ポプラ), *Birke* (白樺) 等は明るい緑で *Buche* (ぶな), *Linden* (菩提樹) は濃い緑, *Blutbuche* は赤い葉をつけ、その美しさはいくら見てもあきない眺めである。研究所の番地は *Podbiel skiallee 62* だが、この *Allee* というのは大抵は石畳の道で、両側の歩道の境目に街路樹がならんでいて、その内側は自動車道路になっており、中央にも二列の並木があり、真中だけは土が出ている散歩道でベンチが置いてある。つまり木が四列になっているわけで、あたかも緑のトンネルのような美しさである。その木陰にも食堂があって先生や生徒が昼食をしながらしゃべっていることが多かった。市街の三分の二が緑地帯だというのがベルリンの自慢である。5月になると *Kastanien* の花がかんざしのように咲き、やがて雨のように降って地面を一面に白く赤く染めるようになる。

私は *Wetterbesprechung* に出席を命ぜられた。これは毎日12時15分から始まり14時に終わる一種の予報会議のようなものである。先ず *Scherhag* 先生がドラをバチでジャンジャンとたたき、日本の陣太鼓のような感じである。それが鳴り出すと皆は顔を混合わせて講堂に出かける。行って見ると先生は無念無想な面持でドラをたたいておられる。しかしいくら無念無想といっても入歯だから感情ははいる。その音の工合で人々は“今日は先生御気嫌が悪いぞ”等というわけである。この講堂は仲々良く出来ていて映画館のように映写室がついている。映写室には大きな *Epidiastrop* (実体投射器) がすえつけられていて、先生の秘書である *Goewe* 嬢が次々と天気図を挿入すると、それが3メートル四方の映写膜に投射される。図を描いた責任者が矢印の懐中電灯で指し示しながら解析を述べて行き、それについて討論が行なわれる。私は未だ現業にははいつていなかったが、日本の部分について説明を命じられた。*Scherhag* 先生は *Synoptik* の神様といわれるだけあって実に細かい。*Synoptik* ということは出来るだけ多数の資料を用いて現

象の實體を立体的に把握することである。地上から 10mb に到るまでの何枚もの北半球やヨーロッパやドイツの天気図、それから *Offenbach* 等の *Fax*、*Moskwa*、*Stockholm* 等の予想図、大西洋定点の *Sequence*、*Temperhof*、*Lindenberg*、*Hanover* 等の状態曲線、等で前線が迫れば自記紙やレーダー写真までが投映される。そして最後に *Progn* 予想天気図が討論されるのである。私は未だどうもドイツ語が身につかず、日本の解析を述べるだけがやっとなりで、皆の討論は一切わからないし、質問されても答えられない。よく朝野の低気圧が西進するような解析が出ると、私はいきり立って、“そんなはずはない”というのだが皆が取り合ってくれない。ヨーロッパでは低気圧がシベリヤ高気圧に押されて西進することは珍しくないからだ。そういう時は仕方がないから個人的に *Scherhag* 先生をたずねて“これは尙違っている”というところ、先生は“そうだろう”といって解析当番を呼んで修正された。予報の討論が終わると *Scherhag* 先生の国会で普通の業務打ち合わせや、研究の中商報告等が行なわれる。

この会議は毎日時計のように正確に行なわれる。十年一日とはこのことをいうのかと思うくらい、毎日同じような事をやっている。討論の内容も至っておだやかで少しも突飛な話は出ない。全く眠くなるようなものである。私は始めのうちは内心“こんな事を毎日やっていて、これでいいのだろうか”と疑わしくなって来た。しかし次第になれてくるにつれてこの十年一日の如き流れに身をまかせているドイツ的な執念深さに次第にのみ込まれて行くような気がした。

ある時 *Krumm Lanke* の *Studentenheim* で *Hundertsterstudentenfeier* があった。私はこれを *Hundertstudentenfeier* と尙違えて笑われた。そこはおそらくは昔は金持ちの別荘であったのだろう。御殿のような立派な建物がお小さな湖に向かって建てられていて、庭は非常に広く、東大の三四郎池のようなものだが、すべてが大きく、柳がこんもりと水の中まで枝を垂れて、鏡のような水面に影を落とし、物音一つしない静けさである。ここが学生クラブになっていて申し込めば無料で借り切ることができた。日のあるうちは芝生の上のテーブルでジュース等を飲んでしゃべり、夜の9時頃になって暗くなると内にはいつかダンスを始める。私はいつも出来るだけ目立たぬ隅に座って知人と話をしてお茶を濁している。*Scherhag* 先生はいつも中央で教授連に囲まれておられた。ところがいつでも先生は必ず途中で切り上げて私の隣に来てしまうのが常であった。これは一つには教授連の話がいつも政策的で面白くないためと、も一つはダンスをしないのは先生と

私だけだからでもある。私はいつでも恐縮して先生のお話を伺うことになる。先生の話はいつも落ち着いていて、だらだらと長く、夜半のノ時頃までも続くのであった。Scherhag 先生の専門は日本の気象事業、数値予報、予報技術等が多いが、日本では取員のポストが常に変動していて時々専門が変わったりする。こうした事が一番理解に苦しむという。私はまた気団分析の話を聞くのが楽しみだ。私どもが昔やった偏西風帯と低気圧の循環に非常に深い関心を示された。有名な著書については、地上が全部ソ連軍に占領されても平気で地下でタイプで書いていた話、戦争は主に政治家が作るという話、ライプチヒヤポツダムでの著書の出版と米ソ軍の話等、戦争中の思い出話も多い。ノルウェーの気象旅行の話から、正しい天気図解析は自分でそこに行つて住まないとは判らない。たとえば誰かがアフリカの梅雨を天気図だけから論ずるのはおかしい。こんなことから今度は御自分で日本の梅雨、北陸豪雪等を見たい等といわれる。ビヤルクネス以来の前線解析がどのように発展したかという伝統の話も興味深い。どれも面白い話ばかりである。しかし吾輩の相違というものはどうしてもそこに一つのヴェールがあるようで、最後のどたん場で決定的な事がいえなくなってしまう。そこで何となしに頼りなくなってしまうのである。私は、先生は世界的な *Synoptiker* の最後の人ではないのか。Bjerknes の伝統はここに消滅するのではないか。次長の *Clauß* さん、予報課長 *Klauser* さん、主任予報官 *Geb* さんのように *Scherhag* 主義者の将来はどうなるのか。そして私の将来は等とあらぬ方向に私の考えがずれて来るのもどうしようもなかった。

Frau Dr. Labitzke さんとはよくドライブをした。御主人は *Dekorateur* であり、土曜日等はドライブのあとでお宅に伺って日本のスライドをやった。どうも奥さんの方が車上で役所でも家でもとても威張っている。それにむかがわらず私だけには一目置いてくれる。何故だろうか。お宅には夫人の *Opa* の持姿の写真がある。ハラキリで有名な浅野家の家臣が夫人の *Oma* と結婚したことになる。叔父さんの奥さん、叔母さんの御主人も日本人で、夫人の結婚式も和服である。こうした日本に対する強いあこがれが夫人と私を親しくしたわけである。成層圏昇温の *Labitzke* 夫人と最後の *Synoptiker*, *Scherhag* 氏と両方が日本に来たがって呼んでくれないか、と言っている。そう大勢は呼べない。私としてもどちらを優先すべきかに迷ってしまった。*Labitzke* さんの家は *Grænze* の 17 階だから、ベランダからは 100m の *Niemandland* が一目に見える。そこは空襲の遠慮みたいなものである。若しそこを西ベルリン人が歩けば歓迎されるに違いない。若しそこを東ベル

リン人が歩けばたちまち射殺されてしまう。妙なものだ。その向こうでは子供がフットボールをしたり、赤ん坊を乳母車に乗せた人が歩いたりしている。私は不思議とその向こう側に興味を感じた。話によるとその向こうには殺人者が、飢饉が、集団収容所が支配しているという。

ユーゴーの Poje 君とは女性ばかりの研究室の中のただ一人の男友達として仲良しになった。毎日昼食には必ず2人で行った。Poje 君には私は日本の気象学の紹介をした。Poje 君がそれを Labitzky 夫人に話すといつもいやな顔をされた。Poje 君は私を東に誘った。そこには殺人者も、飢饉も、集団収容所も支配しているようには見えなかった。Unter den Linden を通って Humboldt Universität の前に来た時には私はその壮大な重厚な建物に全く心を奪われてしまった。これは十八世紀に18年もかかって建てられた Knobelsdorff の設計になる建物である。これは Scherhag 先生 Hugo 総務課長から度々その学生時代の美しい思い出として聞かされた Berlin 大学である。創立者の Alexander von Humboldt, Wilhelm von Humboldt の石像は昔のままの姿で何卒かを考えている。手植のいちごは深い緑の葉を一杯に大空にひろげてそびえている。その向こうの玄關には赤旗が緑と目のさめるような対称をなして垂れ下がって、春の風に静かにゆれていた。ここに卒業生または在學生としてあげられた人々の名としては Heygel, Fichte, Weierstraß, Helmholtz, Nerust, Planck, Bohr, Einstein, Laue, Schrödinger, Karl Marx, Lenin, ……

等があげられている。こうした人々はなるほど Clauß 氏のいうとおり今日の世界の学問の基礎を作った人々である。大学の前に立って Unter den Linden の通りを見回してみると、立派な建物はかりがならんでいる。歴史博物館は Nering, Grünberg の設計により1685年から11年かかって造兵廠として作られたものである。Maxim Goriki 劇場は Schinkel の設計により1823年から5年かかって Sing akademie として建てられたものである。Neue Wache は Schinkel の設計で1816年から3年かかって無名戦士の墓として作られた反ヒトラー派1200名の霊廟である。国立歌劇場は1843年から Knobelsdorff の設計により7年かかって建てられた。St. Hedwig 教会は1747年から Boumann により29年かかって建てられた。国立図書館は Boumann の設計により1774年から7年かかって建てられた。Dom は Roschdorf の設計により1890年から14年かかって建てられた。Humboldt 大学は Boumann の設計により1748年から18

年かかって建てられた。

こう考えてみるとどれもこれも世界一流を十分誇ってよい宏大な建築物である。Unter den Linden を通って Humbolt 大学に通う学生たちは必ず毎朝毎夕これら世界最高の建築物をながめながら育ったに違いない。彼等はこれらの建物をながめて思いを結核菌に、量子論に、相対論に、気象に、物理学に深く沈めたことであろう。そしてそこから世界を支配する学術の伝統が生まれたのではないか。こう考えて来ると私は環境マニアになってしまった。“環境が人を作る”ということは一つの考えに過ぎないにもかかわらず、ここのベンチに座って見回すと、どうもこの考えがおそろしい力でもって私を圧倒して来るように感じた。私はここが好きになって、禁を犯してはここに来て、ぼんやりしていることが多くなった。

Dahlem の殺所の前 Podbielskiallee の Linden (菩提樹) も次第に濃い緑になって来て、真夏になると道全体が緑の木陰になってしまう。木のうらには きつつきのひなが朝から晩まで口を一杯にあけて親を呼んでいる。その声が機関銃の射撃のように脳にこたえた。親の運ぶえさではとても餌に合わないので、時々われわれはパン屑を持って行ってやった。5月末に Goethe Institut の中級の卒業試験があり、卒業式は Wannsee の船遊びの船上で行なわれた。Kladow に上陸して芝生の中でお昼を食べ、目かくしの鬼ごっこやかかし芸をやって楽しい一日だった。卒業生はタンガニカ、モロッコ、インド、フランス、トルコ、アフガニスタン、タイ、シリア等の友人であった。こういう方々の国に友達を得たのも一つの収穫だったが、私はいつも東洋人の代表に選ばれて、後にはストまでやらされる始末になってしまった。私のドイツ語もほぼ完全に通じるようになったし、仕事にも差支えなくなった。同時に上級クラスは7月から始まるので6月は学校がないことになった。そこで6月1日から私は正式に現業解析当番として毎日100mb 天気図を描き、予報会議で説明することとなった。(つづく)

(1964. 5. 26)

イギリス気象局発表の長期予報について

(Long-range Forecasts by The Meteorological Office) 気象局長

(The Meteorological Magazine Vol. 93, No.1098, Jan.1964)

国会質疑書に対する回答として、イギリス気象局によってつくられる月々の天候予想が発行されることになったことが、1963年11月13日に公表された。

その印刷物はただ1枚の紙で、表面には予報する月のイギリスの気候が短い文章で書いてあり、国内31観測所の平均値を表や図の形で表わしている。裏面には次の諸項目があげられている。(a)イギリスにおける過去1か月の実際に起こった天気の説明 (b)北半球についての過去1か月〔完全に1か月ではないが、それに近い期間〕の(i)平均海面気圧(ii)大気の下層(1000-500 mb)の温度偏差の図 (c)過去1か月の大規模な天気の状態の概括的な状況と、それに基づく推論 (d)向こう1か月の天候予想 (e)予想を判断し利用するための注意、

毎月15日にも、向こう30日間の天候予想が発表されるから、ひとつの月は2週間ずつ *overlap* した二つの予報で *cover* されるわけである。

このたびの1か月天候予想を発表するという決定は、8年ばかり前にJ.M. Craddock氏とその協力者の統計的調査に端を起した、比較的小さな気候変動と長期的傾向についての研究に基づくものである。この期間にH.H.Lamit氏もかなり長い期間についての気候変動を研究した。そして、これらの調査研究が次第に予報という向題に組織的に近づくようになり、1960年以来毎月の予報が書いたものとして残され、それを検討した結果偶然に基づいて得られるものよりもまさっていることがわかった。分析の結果は、これらの予報には技能(*skill*)が存在することが示され、従って多くの点で利用価値があるといえよう。

現在用いられている方法は、主としてすぎ去った月にある程度似た月を、過去の状態の中から選び出すことに基礎をおいている。そうすれば、その選出した月のその後の状態が、これからやってくる月の状態についてなんらかの引ききになることが期待されるからである。

この類似は次のようにしてさがし出される：

(i) イギリス諸島についての総観的経過

高速度計算機を使って、過ぎ去った月の経過を1873年にさかのぼる同じ月のものを集めた一種の層について、数値的な比較が行なわれる。

(ii) 北半球のかなりな部分についての温度偏差の型

これも計算機の助けを借りて、類似度を表わすいろいろな指標を使って数値的に比較する。

(iii) 北半球の大部分についての月平均気圧図

これは、現在のところ人間が目で見に行なう。

このような手続きで、通常10~12のかなり類似した月が得られるが、その各々の月について毎日の天気図が吟味される。すなわち大西洋を渡る低気圧の経路、アゾレス高気圧の強さや位置、高緯度の気圧分布といったものが、過ぎ去った月の状態とかなりちがうものは、類似がよくないとして採用しない。残りのもの(通常2か3あるいは4)について、その後の経過が吟味され、一致した経過が求められないときにはさらに討論して、いろいろな現象の発現にどのような *weight* をかけるべきかをきめる。このような討論は、極の浮氷群の限界、海水温、積雪分布あるいは大循環にみられるある著しい異常を基にして行なう。

予報の内容は、通常次のようなものである。

(i) 月平均気温が平年並みか、高いか、非常に高いか、低いか、非常に低い。

(ii) 総降水量が多いか、平年並みか、少ないか。

(iii) 予想される天気の種類についてのなにか、あるいはその月に卓越する特徴、たとえば平均以上に北方系の天気が現われるなど。

この予想方法は、多くの点で他の国で用いられている方法とちがっていることに気がつくであろう。たとえばアメリカ合衆国気象局では、主として北半球700mbの型で示される大規模な大気循環の傾向からの外挿によって地球以上に原因をもって起こる異常にせよ、太陽黒点が多いとか少ないとかいう地球外のできごとにせよ、統計的な関係には信頼をおかない。イギリス気象局の方法は、過去の状態を手引きとして物理的な論理によって検討することである。

気象学の専門誌に来るべき月の毎日毎日の天気変化を予想する試みの出ないことは、なんら気にする必要のないことである。“予想”は、予想期間について概括的に表現された状態、長期間あるいは気候学的な平均と比較した平均気温と降水量と、次の30日間に起こる天気の種類について多少述べる事

以外には何もしない。今後やってくる季節の特徴を予見するようなことはやらない。

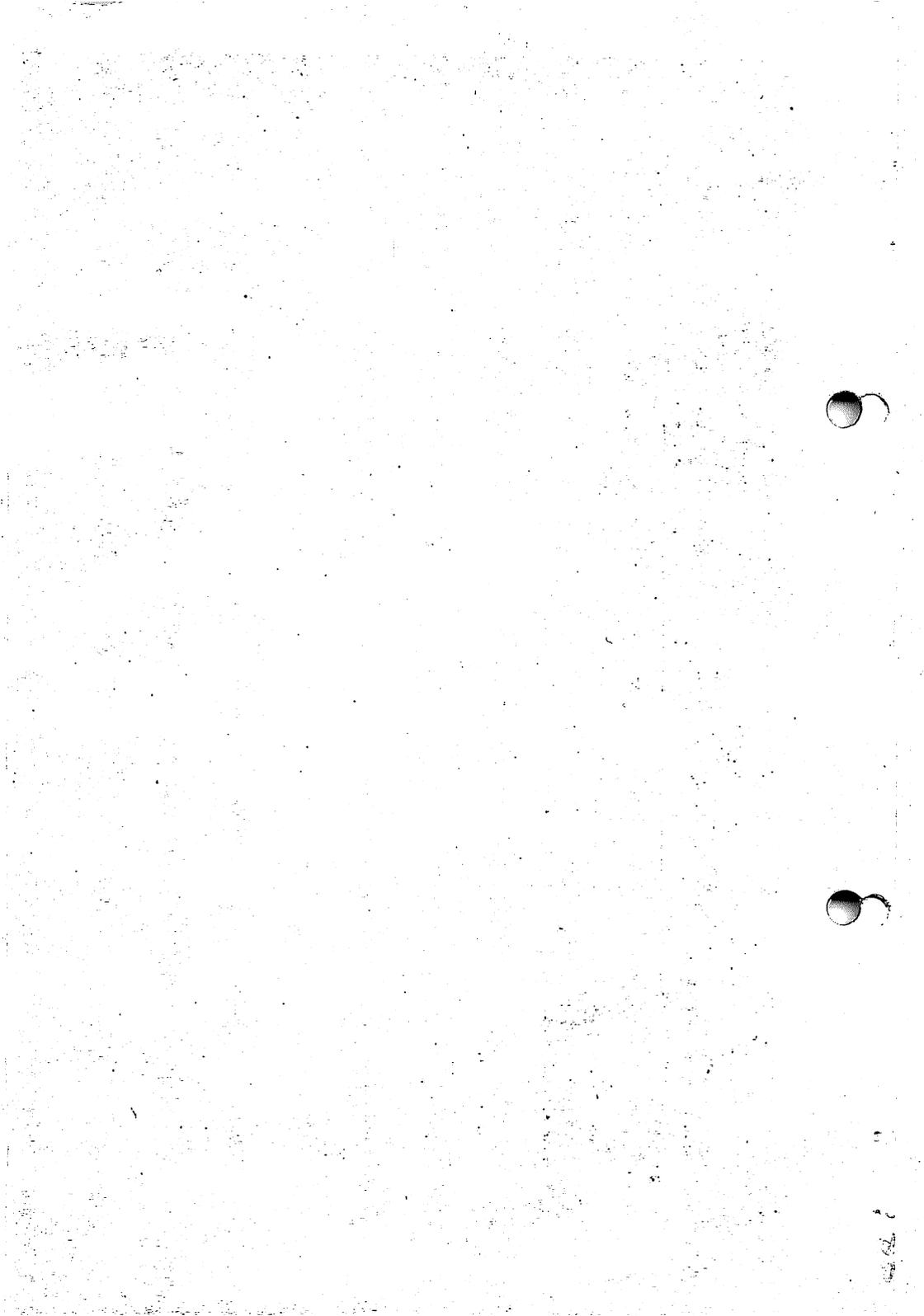
長期予報は大気科学の中で最も恐るべきものだと気象学者は考えている。この問題を解こうという試みは、ずっと以前からなされているが、実現されなかった希望の重苦しい記録の連続である。重要な周期性あるいは地球外の現象（たとえば太陽の黒点）と天気との間の相関を発見しようとしてなされた数多くの、しかも失敗に帰した努力を思い起こすだけにすぎない。長期予報の信頼できる組織がもつ経済価値は論をまたないし、近年気象局で研究が強化されたのは、経済価値のためであり、またこの問題の本質的な興味のためである。今日、そしておそらく今後しばらくは、予報を行なうのは基礎になる数学的な研究を大気の大循環と大規模な現象に導入する新設の動力気候部（*Dynamic Climatology Branch*）とともに、総観気候部（*Synoptic Climatology Branch*）の責任であろう。試験的な予報の結果が、気象研究委員会と気象学委員会とによって検討された後に、定期に予報を行なうことが決定されたことは、問題解決の重要な鍵を含むものではない。そのかわり、現在の方法はたいていの場合に役に立ち得る予報をつくることができるという事実がわかった。しかし、現状ではただ一つの予報の示す範囲が広いので、向違った方向へ導く可能性のあることも謙虚に認めなければならない。これは、短期予報でも同じことであるが、おかしななければならない冒險である。毎月の天気予報は、毎日の予報と結びつけるならば最大の価値をもち、また実際にそういう使い方がされるように希望するものである。

（気象庁 予報部 藤本 成男）

METEOROLOGICAL OFFICE

MID-MONTH WEATHER SURVEY AND PROSPECTS FOR 30 DAYS

SIR GRAHAM SUTTON, C.B.E., D.Sc., LL.D., F.R.S.
Director-General, Meteorological Office, London Road, Bracknell, Berkshire



ソ連の1か月予報

手許に届いたソ連邦の“気象学および水理学”(1964年4月号)には、ソ連邦の4月15日発表の5月の予報が掲載されている。

これは、毎月、モスクワの中央予報研究所(研究所といっても、日本の予報部に相当する現業機関)が発表する1か月予報を要約したもので、今後、毎月、このような予報が同誌に掲載されるということである。

以下に試したのは、そのうちの極東地方の分で、全体の5分の1の分量である。

(極東地域) 雨のない曇りの少ない天気は、アムール地方では5月10~13日、5月17~22日、ハバロフスク地方では5月11~13日、17~19日、25~28日、マガゲン地方では月の前半、沿海州とカムチャッカでは、上旬にあらわれるであろう。この他の期間には雲の多い天気で時々雨が降る見込み。

著しい冷えこみは上旬に起こる見込みであるが、沿海州では月の中旬に起こるだろう。この際、夜の気温はハバロフスク地方の北部とマガゲン地方の大部分では -5 、 -10° までさがり(マガゲン地方では所により -16 、 -21° までさがる)、他の地域では 0° から -4° ぐらいであろう。

最高気温は、主として下旬にあらわれるだろう。アムール地方とハバ

ロフスク地方では日中の気温は $23\sim 28^{\circ}$ にのぼり、沿海州では $21\sim 26^{\circ}$ 、マガゲン地方では $18\sim 23^{\circ}$ 、樺太とカムチャッカでは $12\sim 19^{\circ}$ に達しよう。

アムール地方・ハバロフスク地方の北部では、月平均気温は $+5^{\circ}$ 、 $+8^{\circ}$ 、マガゲン、樺太、カムチャッカ地方では $+2$ 、 $+6^{\circ}$ 、他の地域では $9\sim 12^{\circ}$ の見込み。このぐらいの気温は、沿海州、ハバロフスク地方の北西部、樺太、カムチャッカ地方、アムール地方の北部では平年並みであり、他の地方では平年より $1\sim 2^{\circ}$ 高く、マガゲン地方の中央部では $3\sim 4^{\circ}$ 高い。

マガゲン地方、カムチャッカ地方の北部では、月降水量は 25mm 以下、ハバロフスク地方、沿海州、樺太の南東岸、アムール地方の北部では 50mm 以上、その他の地域では $25\sim 50\text{mm}$ の見込み。このぐらいの降水量は、マガゲン地方、ハバロフスク地方の北部、カムチャッカ地方の北部および所により中央部にあつては、平年より少ない。他の地域では、月降水量は平年並みか平年より多い見込みである。

中央予報研究所

1964年4月15日作成

地理学修士 イエー・イ・ボリソバ

ゲー・イ・ツルゲニッチ

(気象庁 予報部 倉嶋 厚)

大気・海洋・大陸を含む系における月平均と季節

平均温度の数値予報のための物理的基礎について

J. Adem : On the physical basis for the numerical prediction of monthly and seasonal temperatures in the troposphere — ocean — continent system

要約

熱力学の第一法則を大気と地表に適用することによって、1か月平均あるいは季節平均の地表温度と気温の予報をするための方程式が得られる。

対流圏中層の気温と地表温度の1月の累年値が計算された。

初期値として1962年12月の海水温と対流圏中層の気温を用い、1962年12月31日の積雪地域の異常な南下に伴うアルベドの累年からの偏差を考慮して、1963年1月の温度予報がなされた。

いずれも結果は良好であった。

1. はしがき 省略

2. 記号 省略

3. 放射平衡の方程式¹⁾

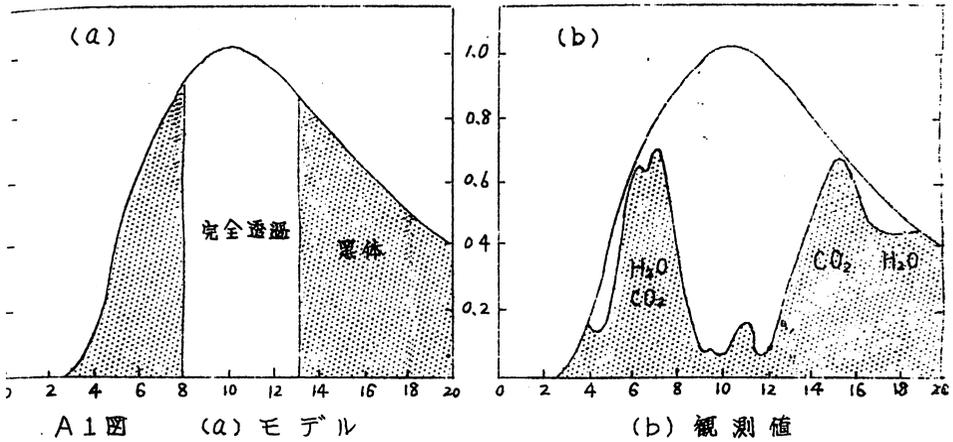
赤外放射による大気の冷却を求めるため、大気は 0μ から 8μ までと 13μ から ∞ までの波長の放射に対しては完全黒体として作用し、 8μ から 13μ までの放射は全く吸収しないものと仮定しよう。A1図(a)はこのモデルの放射スペクトルを表わしている。A1図(b)は $T=300^\circ\text{K}$ のときの地表近くの実際の放射スペクトルである。

いま温度 T の完全黒体が λ_1 から λ_2 までの波長の放射によって放射するエネルギーを $F(T, \lambda_1, \lambda_2)$ ²⁾ とすると、この単純化されたモデル大気が

1) この節の前半は理解を容易にするため設者が着書の前論を参照して適当に書き加えた。

$$2) F(T, \lambda_1, \lambda_2) = \left[c_1 e^{-c_2/\lambda T} \left(\frac{\lambda^{-3} T}{c_2} + \frac{3\lambda^{-2} T^2}{c_2^2} + \frac{6\lambda^{-1} T^3}{c_2^3} + \frac{6T^4}{c_2^4} \right) \right]_{\lambda_1}^{\lambda_2} \quad \text{ここで } c_1,$$

c_2 は常数。また定義により $F(T, 0, \infty) = \sigma T^4$ 。



温度 T^* のとき放出する放射エネルギーは

$$E(T^*) = \sigma T^{*4} - F(T^*, \lambda, \lambda_3)$$

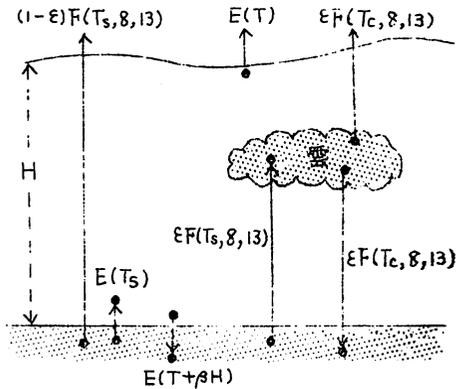
である。

大気温度 T^* は気温減率を β としたとき

$$T^*(\lambda, \varphi, z, t) = T(\lambda, \varphi, t) + \beta [H(\lambda, \varphi, t) - z] \quad (A1)$$

によって表わされるものとする。 T は $z=H$ における温度である。 H は吸収物質の存在する層の高さ(ここではほぼ対流圏の高さ)、すなわち放射の行なわれる上限の高度である。

赤外放射に關して雲と大気の間にはエネルギーの正味の交換がないものと仮定すると、大気(雲層を除く)が獲得する正味の放射エネルギー E_A は(A2図参照)



A2図 赤外放射エネルギーの伝達機構

獲得量 = (大気による日射の吸収) + (地表から大気への赤外放射)

損失量 = (大気上面からの赤外放射) + (大気下面から地表への赤外放射)
の差であるから

$$E_A = \alpha_2 I + E(T_s) - E(T) - E(T + \beta H) \quad (A2)$$

となる。ここで I は大気上限の水平面に到達する日射量, α_2 は大気による日射の吸収率, T_s は地表面温度である。

次に地表面が獲得する正味の放射エネルギー E_s は

獲得量 = (地表面の日射の吸収) + (大気下面から地表への赤外放射)

損失量 = (地表面からの赤外放射)

の差であるから

$$E_s = \alpha_1 I + E(T + \beta H) + \varepsilon \{ \sigma T_c^4 - E(T_c) \} - \sigma T_s^4 \quad (A3)$$

となる。ここで α_1 は地表面による日射の吸収率, ε は雲量, T_c は雲層の温度, σ はステファン・ボルツマン定数である。

雲が獲得する正味の放射エネルギー E_c は

獲得量 = (雲による日射の吸収) + (地表から上へ向かう $8\mu \sim 13\mu$ の赤外放射)

損失量 = (雲から上下へ向かう $8\mu \sim 13\mu$ の赤外放射)

の差であるから

$$E_c = \alpha_3 I + \varepsilon \{ \sigma T_s^4 - E(T_s) \} - 2\varepsilon \{ \sigma T_c^4 - E(T_c) \} \quad (A4)$$

となる。ここで α_3 は雲による日射の吸収率である。

$E(T)$ あるいは σT^4 を線型化するために次のようにおきかえる。

$$\left. \begin{aligned} T &= T_0 + T' & T_s &= T_{s0} + T'_s \\ H &= H_0 + H' & T_c &= T_{c0} + T'_c \end{aligned} \right\} \quad (A5)$$

ここで suffix 0 のついた量はダブシエのついた雲に比べて充分大きい定数である。 $E(T)$ を Taylor 展開して一次の項までとると

$$E(T) = E(T_0 + T') = E(T_0) + \frac{dE(T_0)}{dT} T' \quad (A6)$$

を得る。ここで $\frac{dE(T_0)}{dT}$ は $(\frac{dE}{dT})_{T=T_0}$ の意味である。 σT^4 についても同じように線型化することができる。 $E(T)$ の代りに (A6) を用いた場合の誤差は $T_0 = 260^\circ K$ とすると, $T' = 15^\circ K$ で 1.5% 以内, $T' = 30^\circ K$ で 4.5% 以内である。

このようにして (A2), (A3), (A4) を線型化すると, $T_c' = 0$ の仮定のもとで次の式が得られる。

$$E_A = \alpha_2 I + E(T_{s0}) - E(T_0) - E(T_0 + \beta H_0) + \frac{dE(T_{s0})}{dT} T'_s - \frac{dE(T_0)}{dT} T' - \frac{dE(T_0 + \beta H_0)}{dT} (T' + \beta H) \quad (A7)$$

$$E_s = \alpha_1 I + E(T_0 + \beta H_0) + \varepsilon \{ \sigma T_{c0}^4 - E(T_{c0}) \} - \sigma T_{s0}^4 + \frac{dE(T_0 + \beta H_0)}{dT} (T' + \beta H') - 4\sigma T_{s0}^3 T'_s \quad (A8)$$

$$E_c = \alpha_3 I + \varepsilon \{ \sigma T_{s0}^4 - E(T_{s0}) - 2\sigma T_{c0}^4 + 2E(T_{c0}) + [4\sigma T_{s0}^3 - \frac{dE(T_{s0})}{dT}] T'_s \} \quad (A9)$$

気温の高さについての平均を T_m とすると (A1) より

$$T_m = \frac{1}{H} \int_0^H T^* dz = T_{m0} + T_m'$$

となる。ここで

$$T_{m0} = T_0 + \frac{\beta}{2} H_0, \quad T_m' = T' + \frac{\beta}{2} H' \quad (A10)$$

である。

また, (A1) と状態方程式より大気密度 ρ^* は

$$\rho^* = \rho_0 \left[1 + \frac{\beta(H-z)}{T} \right] \frac{z}{R_0}^{-1} \quad (A11)$$

となる。ここで ρ_0 は $z=H$ における密度で略数と仮定する。さらに

$$H' = AT_m' \quad (A12)$$

と仮定する。ここで $A = 2H_0 / (4T_0 + \beta H_0)$ である。(A11), (A12) より

$$\left(\frac{\partial \rho^*}{\partial \lambda} \right)_{z=\frac{H_0}{2}} = \left(\frac{\partial \rho^*}{\partial y} \right)_{z=\frac{H_0}{2}} = 0 \quad (A13)$$

が得られる。ただしダッシュのついた量の積は無視した。(A13) より明らかのように, 仮定 (A12) は密度が水平方向に大きな変化をしないことを保証している。これは実際の大気に見られることである。

(A10), (A12) を使って T' , H' を T_m' で置きかえると (A7), (A8), (A9) は

$$E_A = A_2'' T_m' + A_3 T_s' + A_6 + \alpha_2 I \quad (1)$$

$$E_s = B_2'' T_m' + B_3 T_s' + B_6 + \varepsilon B_7 + \alpha_1 I \quad (2)$$

$$E_c = \varepsilon (D_3 T_s' + D_6') + \alpha_3 I \quad (3)$$

となる。ここで $A_2'' = -\frac{dE(T_0)}{dT} \left(1 - \frac{\beta}{2} A \right) - \frac{dE(T_0 + \beta H_0)}{dT} \left(1 + \frac{\beta}{2} A \right)$

$$A_3 = \frac{dE(T_{s0})}{dT}, \quad A_6 = E(T_{s0}) - E(T_0) - E(T_0 + \beta H_0),$$

$$B_2'' = \frac{dE(T_0 + \beta H_0)}{dT} \left(1 + \frac{\beta}{2} A \right), \quad B_3 = -4\sigma T_{s0}^3,$$

$$B_6 = E(T_0 + \beta H_0) - \sigma T_{s0}^4, \quad B_7 = \sigma T_{co}^4 - E(T_{co}),$$

$$D_3 = 4\sigma T_{s0}^3 - \frac{dE(T_{s0})}{dT}, \quad D_6' = \sigma T_{s0}^4 - E(T_{s0}) - 2\sigma T_{co}^4 + 2E(T_{co})$$

である。

今後充分長い期間 Δt (1か月あるいは季節) の平均状態を問題にするから、以後は T_m' , T_s' , I , E_A , E_s , E_c を期間 Δt について平均をとったものと考えたことにする。この場合 (1), (2), (3) は T_m' , T_s' , I に關する線型方程式であるから形は変わらない。

地表面に到達する直達日射を Q , 散乱日射を q , 地表面のアルベドを α とすると地表面によって吸収される日射は $(Q+q)(1-\alpha)$ であるから

$$\alpha_1 = \frac{Q+q}{I} (1-\alpha) \quad (4)$$

となる。Savino-Angström の式を用いると

$$Q+q = (Q+q)_0 [1 - (1-\epsilon)\epsilon] \quad (5)$$

である。ここで $(Q+q)_0$ は晴天のとき地面に到達する日射量、 ϵ は緯度の関数である。

$$\alpha_1 = a_1 - \epsilon b_1$$

とおくと (4), (5) より

$$a_1 = \frac{(Q+q)_0}{I} (1-\alpha) \quad (6)$$

$$b_1 = a_1 (1-\epsilon) \quad (7)$$

となる。 $(Q+q)_0$ の値は各月、各緯度の関数として、また ϵ の値は各緯度の関数として Budyko の文献の中のものに依る。

$\alpha_2 = a_2$, $\alpha_3 = \epsilon b_3$ とおいて a_2 , b_3 は緯度と季節の関数と仮定しよう。 a_2 , b_3 の値は London のデータから求めることができる。さらに

第 1 表

緯度	I/I_0	$(Q+q)_0$ (% cal. cm ² month ⁻¹)	ϵ	a_2	b_3	緯度	I/I_0	$(Q+q)_0$	ϵ	a_2	b_3
0	0.304	18.5	0.35			50	0.076	4.7	0.36		
5	.287	18.0	.34	0.137	0.033	55	.053	3.0	.38	0.100	0.049
10	.269	17.4	.34			60	.030	1.7	.40		
15	.245	16.6	.33	.134	.032	65	.015	0.8	.45	.114	.039
20	.222	15.5	.33			70	0	0.2	.50		
25	.201	14.3	.32	.126	.039	75	0	0.1	.55	.167	0
30	.181	12.7	.32			80	0	0	.55		
35	.153	10.8	.32	.115	.036	85	0	0	.55	0	0
40	.125	8.7	.33			90	0	0	.55	0	0
45	.100	6.6	.34	.104	.044						

I は *Milankovitch* の式を使って計算することができる。第1表には $(Q + g)_0$, I/I_0 , a_2 , b_3 の1月の値が示されている。ここで I_0 は太陽定数である。

4. エネルギー保存の式

熱力学第一法則の式を高さについて $z=0$ から $z=H_0$ まで積分し、さらに期間 Δt の平均をとると

$$\frac{\gamma_3}{\Delta t} [T_m' - (T_m')_i] - \gamma_3 K \nabla^2 T_m' = E_A + E_c + G_2 + G_5 + R, \quad (8)$$

が得られる。ここで $\gamma_3 = \frac{C_V}{g} [(P_0^*)_{z=0} - P_0] (1 + \frac{\beta}{2} A)$, $P_0^* = P_0 [1 + \frac{\beta(H_0 - z)}{T_0}]^{\frac{g}{R\beta}}$ で

ある。(8)の左辺第一項は気温の時向についての局所変化から得られる項、 $(T_m')_i = (T_m)_i - T_{m0}$ で、 $(T_m)_i$ は今考えている期間の前の期間の平均気温である。第二項は気温の移流項を乱流水平拡散の形でおきかえたものである。 G_2 は地表面から大気へ放出される顕熱、 G_5 は雲層内の凝結によって大気と与えられる熱量である。 R はその他の効果による大気の加熱項で、ここでは無視することにする。

海洋あるいは大陸では深さ h より下の層では温度が変わらないものとする。この地表面から h の深さまでの層内では平均気温が地表面温度と深さ h の温度の平均で表わされるものと仮定しよう。熱力学第一法則の式をこの層に適用し、期間 Δt について平均をとると

$$d_s [T_s' - (T_s')_i] = E_s - G_3 - G_2 \quad (9)$$

が得られる。ここで $d_s = \rho_s C_s h / 2 \Delta t$, ρ_s は密度, C_s は比熱である。(9)の左辺は温度の時向についての局所変化から得られる項、 $(T_s')_i = (T_s)_i - T_{s0}$ で、 $(T_s)_i$ は今考えている期間の前の期間における平均地表面温度である。 G_3 は蒸発によって地面から失われる熱量である。移流項は海洋では局所的に重要ではあるが、全体的に見ると大気中のものに比べて小さいのでここでは無視されている。

冬季間、大陸、積雪地域、北極ではエネルギーの貯蔵は無視することができる。したがってこれらの地域では

$$0 = E_s - G_3 - G_2$$

となる。

5. 数値計算のためのモデル

(2)と(9)から E_S を消去すると

$$T_S' = -\frac{B_2''}{B_3 - d_S} T_m' - \frac{1}{B_3 - d_S} \left\{ B_6 + \varepsilon B_7 + d_S (T_S')_i \right. \\ \left. - G_2 - G_3 + (a_1 - \varepsilon b_1) I \right\} \quad (10)$$

が得られる。

(8)の E_A , E_C を(1), (3)でおきかえ, (10)を用いて T_S' を消去すると

$$K \nabla^2 T_m' - F_1 T_m = F_2 \quad (11)$$

が得られる。ここで $F_1 = \frac{1}{\Delta t} - \frac{A_2'' - \gamma_1 B_2''}{\gamma_3} + \varepsilon \frac{\gamma_2 B_2''}{\gamma_3}$,

$$F_2 = -\frac{1}{\gamma_3} \left\{ a_2 - (\gamma_1 + \varepsilon \gamma_2) a_1 + \varepsilon [b_3 + (\gamma_1 + \varepsilon \gamma_2) b_1] I \right\} \\ - \frac{1}{\gamma_3} \left\{ [1 + (\gamma_1 + \varepsilon \gamma_2)] G_2 + (\gamma_1 + \varepsilon \gamma_2) G_3 + G_5 \right\} \\ - \frac{1}{\gamma_3} \left\{ A_6 + \varepsilon D_6' - (\gamma_1 + \varepsilon \gamma_2) B_6 - \varepsilon (\gamma_1 + \varepsilon \gamma_2) B_7 \right\} \\ + \frac{\gamma_1 + \varepsilon \gamma_2}{\gamma_3} d_S (T_S')_i - \frac{1}{\Delta t} (T_m')_i,$$

$$\gamma_1 = A_3 / (B_3 - d_S), \quad \gamma_2 = D_3 / (B_3 - d_S)$$

である。

$K=0$ のとき(11)は

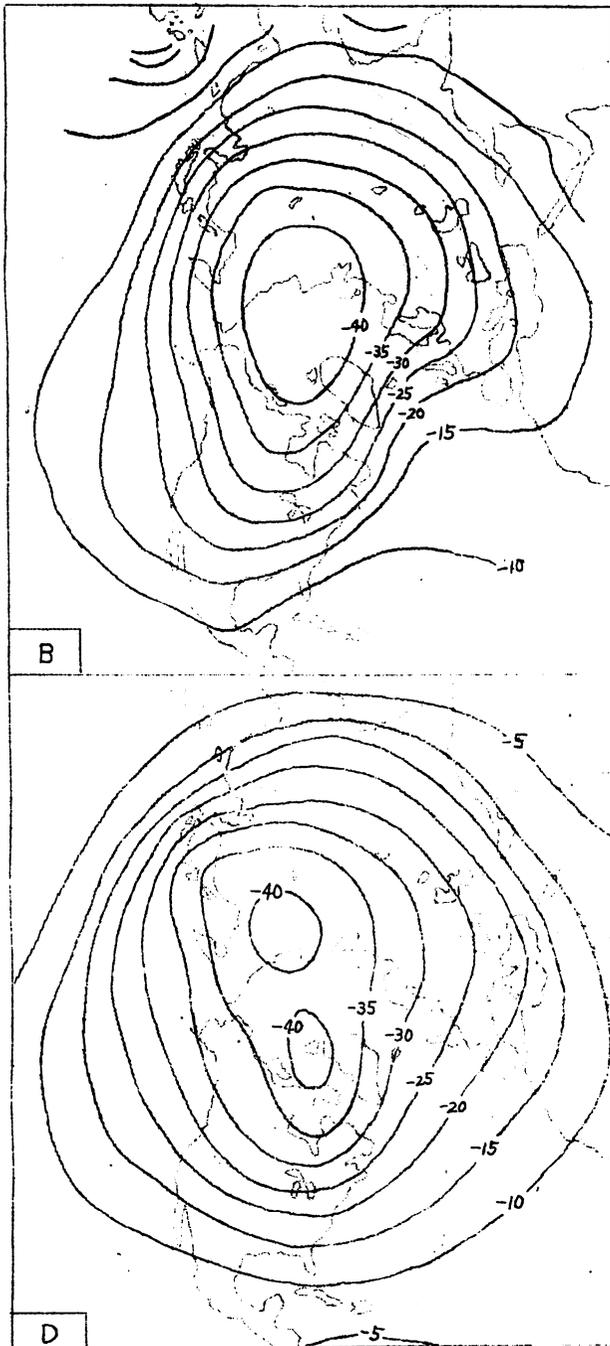
$$T_m' = -F_2 / F_1 \quad (12)$$

になる。

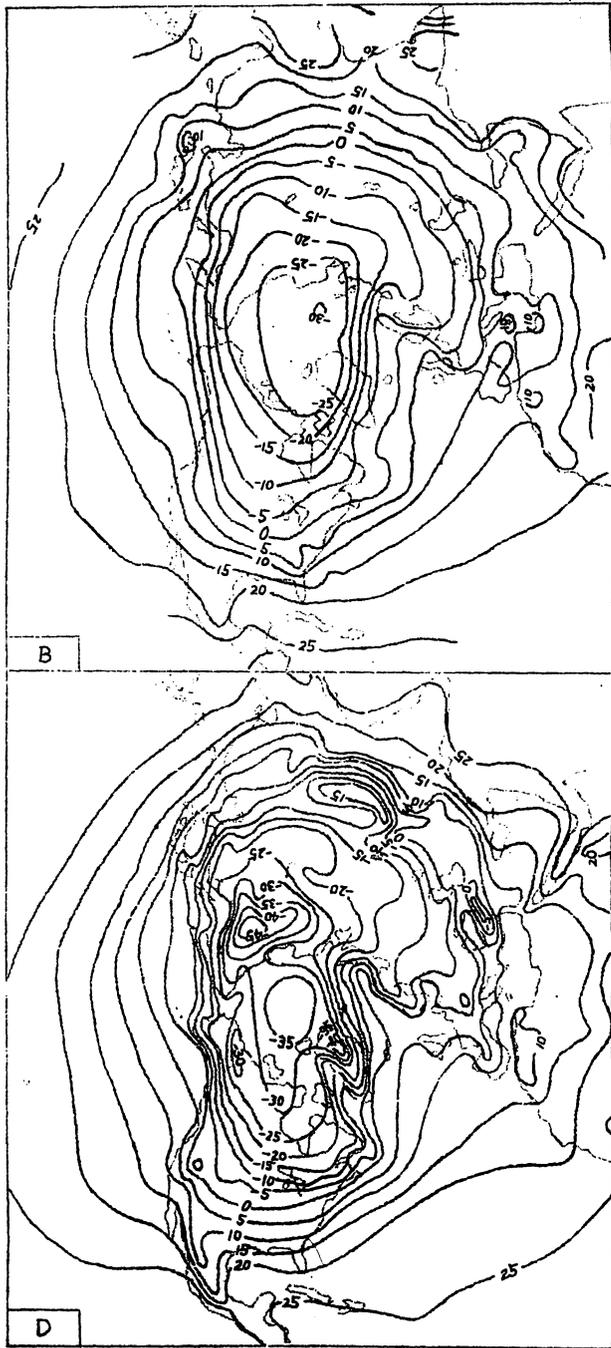
もし雲量 ε , 交換係数 K , 地表面アルベド α , 凝結によって大気を与える熱量 G_5 , 地表面から大気へ放出される熱量 G_2 , 蒸発によって地表面から失われる熱量 G_3 , 前の期間の平均気温と平均地表温度 $(T_m')_i$, $(T_S')_i$ が与えられると(11)より T_m' を求めることができる。この T_m' を使って(10)より T_S' が求まり, 次に(1), (2), (3)より E_A , E_S , E_C を計算することができる。

6. 累年平均の冬の状態に対する数値解

(11)は差分方程式に置き換え, Liebmann relaxation method によって解かれた。(12)は境界条件として用いられた。また relaxation method



4図：1月の500mb気温，(B) 計算値 (D) 累年値



5 図：(B) 峠嶽による1月の地表温度
 (D) 1月の地表気温の周年値

によって解を求めるためのはじめの推定値も(12)によって計算された。

まず1月の累年平均値の計算をしてみよう。

G_2 , G_3 , G_5 , ϵ , α として累年平均値が用いられた。 $(T_m)_i$; $(T_s)_i$ も同様に12月の累年値が用いられた。

計算に必要な主な定数は次のようにとられた。

$$\begin{aligned} T_{co} &= 261^\circ\text{K} \quad , \quad H_0 = 10 \times 10^5 \text{cm} \quad , \quad T_0 = 223^\circ\text{K} \quad , \\ \beta &= 6.5 \times 10^{-5} \text{K cm}^{-1} \quad , \quad T_{s0} = T_0 + \beta H_0 \quad , \quad P_0 = 0.264 \times 10^6 \text{gm cm}^{-1} \text{sec}^{-2} \quad , \\ \rho_0 &= 0.42 \times 10^{-3} \text{gm cm}^{-3} \quad , \quad \rho_s = 1 \text{gm cm}^{-3} \quad , \quad C_s = 4.184 \times 10^7 \text{cm}^2 \text{sec}^{-2} \text{K}^{-1} \quad , \\ \kappa &= 6 \times 10^3 \text{cm} \quad , \quad \Delta t = 0.265 \times 10^7 \text{sec} \quad . \end{aligned}$$

4B, 4D図はそれぞれ $K = 2 \times 10^{10} \text{cm}^2 \text{sec}^{-1}$ を用いて計算された気温と500 mb 累年平均気温の分布図である。これらはよく一致している。 $K=0$ と $K=2 \times 10^{10}$ のときの計算の比較から拡散項によって著しい平滑化が行なわれていることがわかった。また K が 2×10^{10} と 3×10^{10} の解の間には殆んど差のないことが計算によりたしかめられた。

5B, 5D図はそれぞれ $K = 2 \times 10^{10} \text{cm}^2 \text{sec}^{-1}$ を用いて計算された地表温度と地表気温の累年平均値の分布図である。これらもかなりよく一致している。

17. 1963年1月の累年値からの偏差の予報

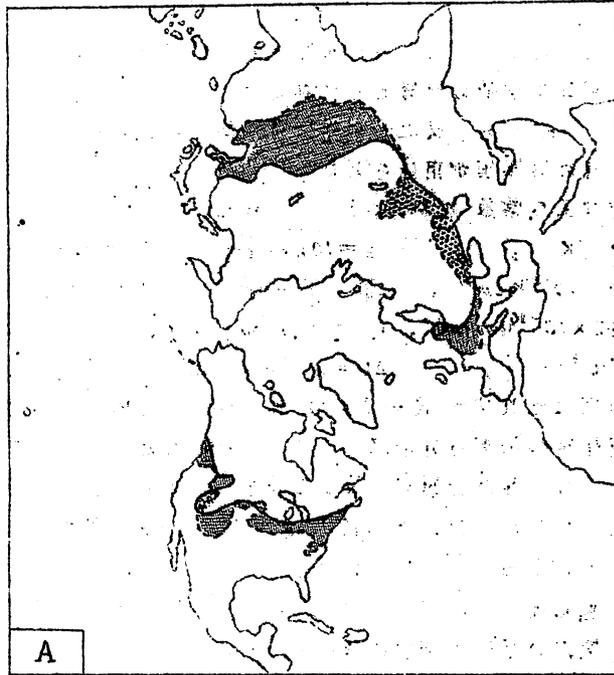
予報は前月の海水面温度、対流圏中層の気温、地表面のアルベドに依存する。

海水温度の累年値からの偏差が長期向持続し、その月あるいは季節の天候に着しい影響を与えたような場合は興味の対象になる。たとえば1962年12月は北大西洋と北太平洋が異常にあたたかかった。他方1962年12月31日には積雪が12月あるいは1月の累年平均状態に比べて異常に広い地域をおおっていた。

現在、より精度の高い気温の累年平均値は500 mbよりは700 mbのそれであるから、大気の温度として700 mbの気温を考えることにしよう。

8A図は1月の積雪地域の累年平均状態の南限と1962年12月31日に観測された積雪の南限とを示している。

1962年12月の実測の海水温と700 mb気温および1962年12月31日のアルベドを用い、他の量はすべて累年平均値を使って1963年1月の温度分布を計算した。この予報値と前に計算した対応する累年値(4B, 5D図)から偏差を求めた。それが9A, 10A図に示されている。これらと突



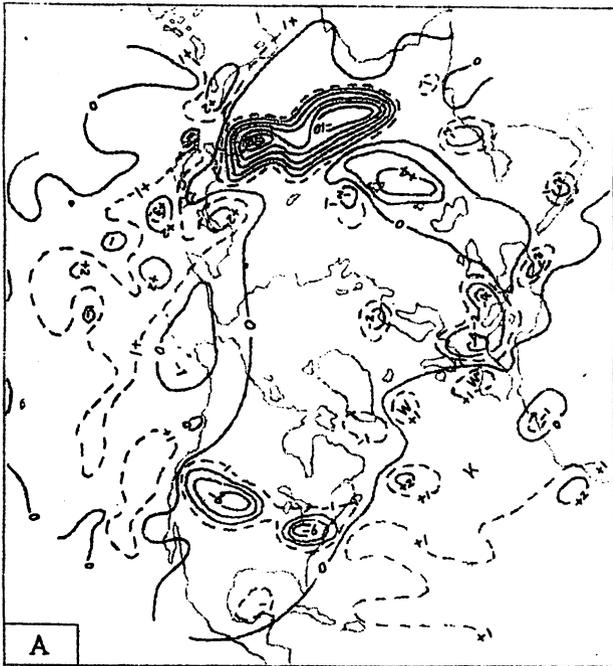
8 A 図：積雪の南限

(実線：累年，破線：1962年12月31日)

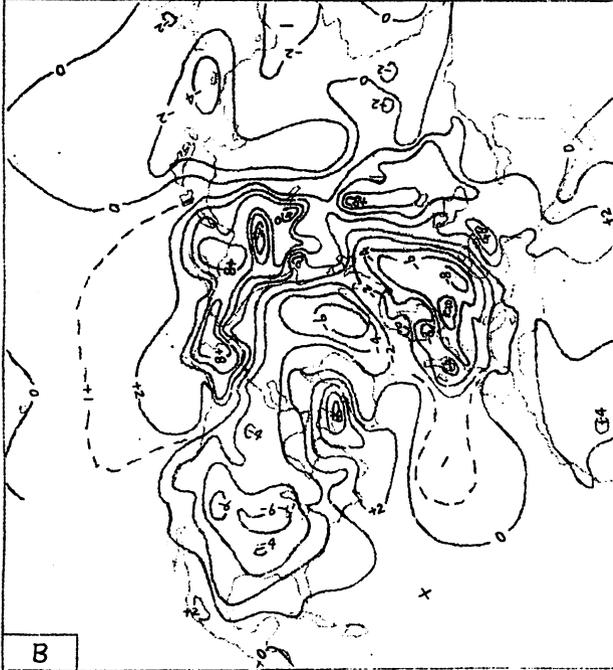
測された地表気温，700 mb 気温（それぞれ 9 B，10 B 図）との比較から特に中緯度で *Pattern* の大勢がかなり一致していることがわかる。しかし予報された偏差の値は上層では小さすぎる。

10 C 図は 1962 年 12 月の 700 mb 気温の偏差を無視して予報した結果である。10 A 図と 10 C 図の比較から主として海水温の偏差と積雪が上層の温度場を決定していることがわかる。

地表面温度の予報された偏差の大きさは一般には観測値とよく一致している。



A

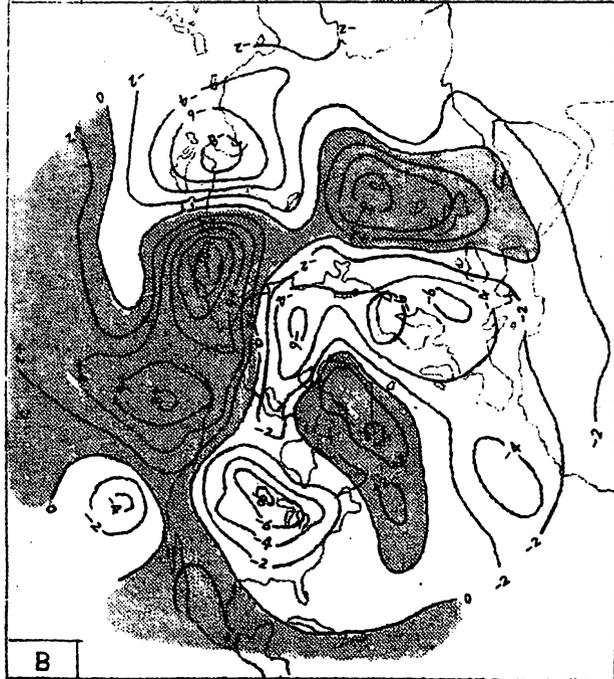


B

9図：(A)計算による1963年1月の地表面温度偏差
 (B)観測による1963年1月の地表気温偏差

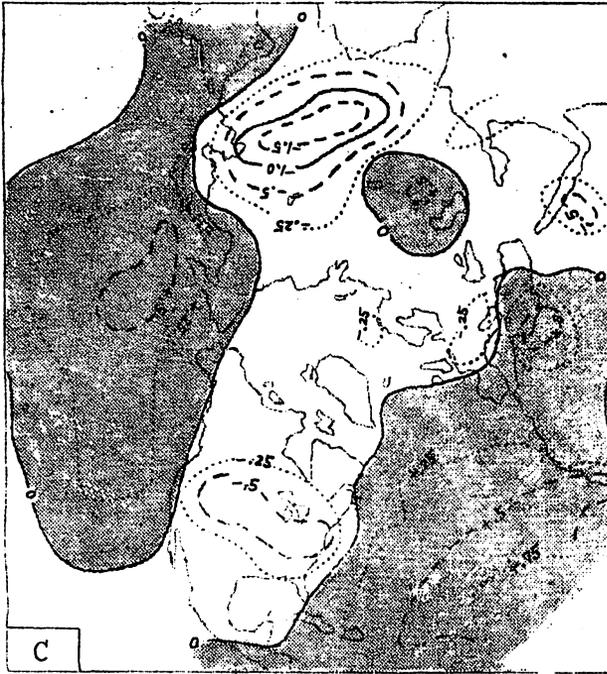


A



B

10 図：1963 年 1 月の 700mb 気温偏差
 (A) 計算値 (B) 実測値



10図：(C) 前月の700mb気温偏差を無視した場合の計算値

8. むすび

1か月あるいは季節平均温度の大規模な *normal pattern* を熱力学の第一法則を使って説明することができた。

前月の海水温、対流圏中層の気温、積雪を使って1963年1月の地表面温度と対流圏中層の気温の定性的予報に成功した。

ここで用いられた累年値からの偏差の予報は前月の温度場とアルベドに依存している。積雪の変動によるアルベドの変化は温度に大きな影響を与える。

ここでは積雪の変化のみがアルベドの累年値からの偏差を引き起こすものと考えたが、他の効果たとえば地表面のしめりぐあいの変化によるアルベドの変動というようなものも考えることができる。

海水温と積雪が大気大循環に及ぼす効果の重要性は *Namias* によって指摘された。

われわれの計算では 1963 年の冬の偏差がこの季節のはじめの北大西洋と、北太平洋の異常にあたたかい海水温と積雪地域の異常な南下によって予知され得るということを示した。しかしながらこれらの地表面における異常な状態はそれ自身大循環によって作られるものであるが、ここでわれわれが示したものは、ひとたびそれらが作り出されると長期間にわたって異常な状態を持続させ大循環に重要な影響を及ぼすということである。

このモデルでは加熱機構として放射のみを考慮し、他の効果による加熱は累年値でおきかえた。当然将来の問題として凝結、地表面からの顕熱の放出、蒸発の影響を加熱機構に取り入れなければならない。

交換係数については詳しいことはわからないが、冬に対しては 2×10^{10} あるいは $3 \times 10^{10} \text{ cm}^2 \text{ sec}^{-1}$ を用いればよい。

文 献 省 略

(気象研究所 菊池 幸雄)

[正 誤]

グロース ベッター 第 2 巻 第 3, 4 号

長期予報の研究へのサイバネチックスの概念の応用 (片山 昭紹介)

頁	行目	誤	正
9	上から 15	(5) 式 $\dots + \lambda^2 \frac{(U_1 - U_2)}{2} \frac{\partial(\phi_1 + \phi_2)}{\partial x} \dots$	$\dots - \lambda^2 \frac{(U_1 - U_2)}{2} \frac{\partial(\phi_1 + \phi_2)}{\partial x} \dots$
	下から 4	(6) 式 $\dots i m [U_1(m^2 + \lambda^2) - \beta] \phi_{1m} \dots$	$\dots i m [U_1(m^2 + \lambda^2) - \beta - \lambda^2(U_1 - U_2)] \phi_{1m} \dots$
	下から 2	(7) 式 $\dots i m [U_2(m^2 + \lambda^2) - \beta] \phi_{2m} \dots$	$\dots i m [U_2(m^2 + \lambda^2) - \beta + \lambda^2(U_1 - U_2)] \phi_{2m} \dots$
18	補 遺	$\bar{U} = U_1 + U_2$	$\bar{U} = (U_1 + U_2) / 2$



地球物理学文献抄

特集

気候変動

A五判一〇五ページ
定価 四五〇円 千共

— 目 次 —

- 一 気象観測時代における気候変動に関する研究の展望
- 二 最近の平年の状態（一九〇〇～一九三九）と違うある気候時代の特性について
- 三 気候変動について
- 四 最近二〇、〇〇〇年間の太陽放射に関連した平均海水位
- 五 気候の近年における変化についての理論、序説的所見
- 六 太陽常数の変動に対する大循環の反応についてのノート
- 七 全地球のエネルギ収支からみた気候変動論
- 八 季節風循環と帯状流におよぼす垂直安定度の効果の数値実験的研究

◆ 会員制・隔月刊・普通号一八〇円 千共
◆ 限定部数につき至急お申し込み下さる。

財団法人 気象協会

（発行所） 東京都千代田区大手町一〇七 気象庁内

（販売所） 東京都千代田区神田錦町三〇二三

鶴見ビル二階 気象協会分室

電 (201) 二二一九 振替東京一七五〇九六

Handwritten text, possibly a signature or initials, located in the top right corner of the page.

(05) 551.5-G 9-3



660246