

歐米の子報事業と予報研究

荒 川 秀 俊

私は官命をおびて4月始めから、約3カ月にわたって欧米の主な気象台と気象研究所を歴訪して来た。いまここで欧米の子報事業と予報研究の実状を報告してみたい。

気象事業とその研究の中心はどこか 世界中を見渡して、鉄のカーテンの彼方のいわゆるソ連圏を除けば、気象事業の中心はアメリカにあると卒直にみとめねばなるまい。施設の点では、世界中がタバになっても及びつかない。研究という面から見ると、たとえばロスビー教授のように、小国から起って、その理念を広く浸透させた人があるけれども、総体としてみれば、やはりアメリカが主導権をにぎっているといわねばなるまい。

ただアメリカの気象事業が3本立てになっている点には、戦前の日本に思い合わされて苦笑を禁じ得ない。即ちアメリカ気象局は厳然たる法律にもとずいて建設されたものであるが、別に部内の運用上設けられたアメリカ空軍気象部と海軍気象部とがある。(アメリカ陸軍はあまり気象に関心を示していないが、ボストン郊外に大きな微気象の研究所をもっている。)したがってアメリカ国内のほとんど同じ地点に気象局、空軍、海軍の観測所が重複してあるような不合理があり、また何かやろうとすると3者協定でやらねばならないといったことが起っている。* またヨーロッパや極東では空軍と海軍の気象隊が専ら資料の蒐集や現業をやっている。3者のうちで空軍気象部は最も人材を多く擁し、金も費い、施設もいいし、また大学の気象学部とか、外国の有名な研究所と契約を結んで多額の金を交付し、軍事研究を推進させている。こうして見るとアメリカの気象事業とその研究は漸次、アメリカ空軍気象部に牛耳られるようになるのは火を見るよりも明らかなように思われる。

予報事業はどんな機構で遂行されているか アメリカの子報事業の中核は、ワシントン特別市の郊外、メリーランド州ストランドの第4号合同庁舎の3階にある National Weather Analysis Center (NWAC) である。この解析センターには187名いるのだそうだが、そのうち104名は気象局員だが、45名は空軍、38名は海軍から出向させられた3者協定の作業場なのである。少く

とも45名は常時いるようになっている現業班で、187名の内訳は20%が監理・研究(長はショ・ワルター氏)、20%が天気図記入、15%が通信、10%が解析、10%が予報、5%が天気図複製、(contact printer 第3図参照)5%が写真、5%が整理、5%がセミナー、5%が雑役に従事しているのだから、仕事の分量から見ると思ったより人数は少く、日本の中央気象台予報部の方が人数は多いくらいだ。いつも戦場のようにいそがしく立ち働いていて、天気図の記入などは1枚の白地図を幾つかにわけ、何人かで手分けして全時に書きこんでいる。海面、1000 mb, 1000-700 mb, 700 mb, 1000-500 mb, 500 mb, 500-300 mb, 300 mb, 200 mb, 150 mb の10種類の天気図を、北半球全体にわたって、2回ずつ20枚描いている。補助天気図は数えきれないほどあり、これからの天気図をそれぞれ必要とする方向にむかってファグシミルで電送している。また、毎日30時間、36時間、48時間後予想(地上)天気図も作製して電送している。結局どの位作業しているのかというと、毎日いろいろの天気図を142種作り、フォトスタット・コピーが75枚、コンタクト・プリントを65枚ずつ作るというのだから、図ばかりでも大変な量である。

その他ワシントン特別市の気象局本部にナマイアス氏が主宰する長期予報課があって、半旬予報と月間予報をやっている。

地方気象台ではテレタイプで受信する各地の気象通報にもとづいて局地の天気図を作製するほかは、概ねファグシミルでNWACから電送してくる天気図や予想天気図を参考にして予報を出している。

日本でも近く“気象庁”というのが出来るそうだがそうすると、中央気象台には前述のような解析センターが出来て、予報は現地の気象台でやるというような分業になろう。

イギリスの解析センターはロンドンの北郊にあるダグスタブルにある M. O. 2 (長はボイドン氏で、気象局第2課とでもいうべきか) がそれにあるが、専従者は約50人という小人数である。西独の解析センターはフランクフルトにある Abteilung S (名目上の長はシェルハー

* 現実に3者協定でものごとを処理するために Joint Meteorological Committee という委員会が構成されて

いる。

グ教授だが、マイヤー博士が事実上主宰している)で、規模はイギリスのそれと大してちがっていない。私はこのほかストックホルムの中央気象台と、コペンハーゲンの中央気象台の予報作業をみたが、これはいずれも日本の管区気象台の予報業務程度の人と設備しか持っていない。ヨーロッパの人々はイギリスと西独の予報センターが、そのまま西欧全体の予報センターになっていると素直に認めているようである。何か問題があると、イギリス発行の天気図と西独発行の天気図を引き合いに出すのでもわかる。しかし西欧全体の気象事業は一体になって、フィンランド、ノルウェー、スウェーデン、西独から西はテレタイプ専用線で全部つながっているのだから予報業務の上からいうと西欧は1カ国といった錯覚もおこってくる。

西欧どこの国へ行っても日本ではファクシミルによる天気図電送をやっているかといった質問を受ける。イギリスでは横須賀から電送しているというファクシミルの受信図を見せつけられた。イギリスでも、スウェーデンでも、西独でもファクシミル電送を始めたいという熱意を示していたが、まだ実施に移っていない。日本ではたとえば東京の第1気象隊から日本ならびに朝鮮地区のファクシミル天気図をドシドシ電送しているのに、中央気象台はまだ実験の域をでていないのと同じことである。

予報研究はどんな風にやられているか アメリカの大学で気象学部のあるところでは、気象とくに予報研究は盛んに行われている。とくにシカゴ大学気象学部にはベターセン教授を責任とする予報研究室(Weather Forecasting Research Center)が付置され、シカゴ管区気象台と同じ建物で研究にいそんでいる。しかし目立った研究をやっているとも思われなかった。

数値予報のことについては後述することとして、どこへ行っても数値予報の話がキット出る。どの気象学部にも

も数値予報を研究しているという人がいたが、現在のところチョット足ぶみの体のように思われ、活潑な中心問題はないようであった。

アメリカで最も大きな研究所はボストンにある空軍のGeophysical Research Directorate (GRD)であるように思われた。このGRDはアメリカ国内は勿論、ヨーロッパの主要研究所にも研究費を出し契約研究をしている他に、自分のところで極めて大仕掛けな研究を推進している。

イギリスにはやはりダンスタブルに予報研究室があり、M. O. 21が短期予報、M. O. 22が長期予報の研究にあたっていて、この2課をソーヤー氏が総括主宰し、解析センターと密接に連携して仕事をしている。西独のフランクフルトにも Abteilung F (研究部)が、解析センターと同じ棟に設けられている。研究部長はフローン教授だが、この研究部は実質上完全な予報研究室で、第1班 F₁はヒンケルマンの主宰する数値予報研究グループ、第2班 F₂はホフマン氏等の長期予報研究グループが殆んどその全部をなしている。

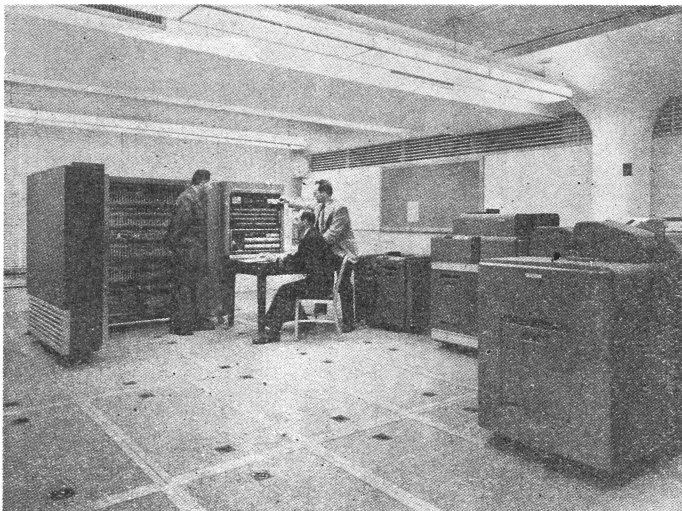
ロスビー教授の主宰するストックホルム大学付属気象研究所は、多くの異邦人の集っている国際的色彩の濃い研究所であるが、ここでは数値予報のほか人工降雨と空気の化学分析に興味をもっていた。

要するに国立の気象台付置の研究所は、特に予報研究室は必ず解析センターと同じ棟か、隣り合わせに設けられている。これは研究の性質上当然のことと思われた。

長期予報はどのように行われているか アメリカ気象局にはナマイアス氏の主宰する長期予報課があって、半月予報や1カ月予報をやっている。このやり方は昨年秋、ナマイアス氏が来日した際講演されたことでもあり、またアメリカ気象学会刊行のモノグラフの1冊として刊行されているから、ここに多言を要すまい。もしその全貌

を知ろうと思えば、東京の明治ビルにある第1気象隊の予報現業室を訪れるがよい。ここでは半月予報がワシントン気象局と同じ仕組みで実施されているからである。

イギリス気象局と西独気象台には長期予報の研究班があることは前述した。M. O. 22の課長クラドック氏にも、F₂班長のホフマン氏にも会った。彼等は世間に向けて長期予報を出していないし、ホフマン氏等は気象機関へながす1カ月予想を出しているが至って簡単な見透しにすぎない。長期予報の原理については全く手掛りのないことを嘆じていた。また私はバウル教授を避暑地に訪ねてみたが、同教授も多く語らず、西独気象学者のバウル教授に対する批判は全く厳しいものがある。



第1図 JNWP ユニットの計算室

要するに温帯地方の文明国で日本のように3カ月前までの予報を出しているところは全くなく、日本で3カ月前予報をどんな方法で出しているかといふかって質問する人もある位だ。アメリカの大学の気象学教授で長期予報を看板にして契約研究をしたがっている人もあるようだが、同僚教授の反対や批判でまだ正式に長期予報の研究にとりかかっているものはないようである。ナマイアス氏のみはある種の考え方をもってると号し、近く季節予報を試みたいという意向をほめかしていた。

ただ1つ報告したいことがある。例のGRDに長期予報の研究班があって、ホワイト博士がそれを主宰している。ホワイト博士は御存じのような理論家で、そのやり方も理論的であった。1カ月の長期予報をやるとなると、やはり統計的な方法に頼らざるを得ない。相関係数を使うのだが、数値予報にならった手続きをする。相関係数を influence function と考えて、格子状に並列したグリッド・ポイント上で広範囲にわたる相関係数をとる。数値予報の基礎になっている渦度方程式のかわりに、沢山の相関係数でむすびつけられた関係式をもとにして数量的に解こうというやり方である。こうすると予報値は数量的に出るし、その結果をナマイアス氏等のやっている気象局発表の1カ月前の予報の結果と較べると段ちがいがいい。GRDの長期予報法は労苦をいとわねば確かに1進歩だと思われる。

数値予報の現況とその将来* 日本には数値予報グループが出来て、台風の進路予想を手伝ったりしているのだが、アメリカの管区気象合あたりではフェルトフトの方法による予想天気図を毎日作っているところが多い。フェルトフトの方法は簡単で、掛員1名をあてれば、図計算でたやすくできるためである。 **

数値予報はこのごろの流行で、どこへ行ってもその話ができることは前にも述べた。数値予報の研究はプリンストン高級研究所の Electronic computer project でチャーニー博士等が大成したものといつて差支えあるまいが、これだけの大事業をただけあってプリンストンのグループは自信もあり、仲々鼻息があらう。チャーニー博士は最近海洋学に興味をもち、ウッツホール海洋研究所と共同研究をやったりしていたが、これは近いうちにやめて予報の研究に立返りたいといつていた。日本で今



第2図 JNWP ユニットの計算機から流れ出た 400 mb レベルの予想天気図

はやっている台風の進路を数値予報できめようというのは、手取り早くいえば、昔の指向 Steuerung の考え方で、台風が場の風で流されて進むということである。チャーニー博士はハリケーンの進路が数値予報ででないかというのを取扱った論文を最近ニューヨーク科学アカデミーの機関誌に出しているが、単に流されるという以上の計算がしてある。チャーニー博士の片腕はフィリップス博士とギルクリスト博士だが、フィリップス博士は数値予報の方式で、初め勝手な擾乱から出発しても、1週間か10日たつと、組織化された低気圧のような風系ができあがり、前線が形成されたり、閉塞したりする現象が表われてくるというようなきわめて注目すべき理論的研究をやっていた。ギルクリスト博士は数値予報の方式で、北半球全体の予想天気図を作る例題をやっていて、今までの電子計算機ではストレージが足りないので、ニューヨークにある世界一大きな電子計算機を使ってやっているということだった。

* H. Crane 及び正野重方：電子計算機と天気予報，科学 第24巻（1954）はよい参考文献である。
** 空間平均る場で流される渦度系の速度は、アメ

リカでの追試によればるの場から期待される地衡風速の80%程度だといわれる。

GRDには数値予報の研究班があって現在はトンブソン博士に代ってゲート博士が主宰していて、日本にいたコートニー大尉などもこの研究班に属していた。ここで1仕事するとワシントン特別市郊外にある後述の数値予報ユニットにまわされる仕組みだという。

さてワシントン特別市の郊外、メリーランド州ストランドの合同庁舎、NWACの隣室にこんど Joint Numerical Weather Prediction Unit (JNWP ユニット) がこの5月6日に店開きした。Joint というのはアメリカ空軍気象部、海軍気象部と気象局とが合同して作りあげたということを表示したもので、この班長はクレスマン博士である。班には数値予報における研究結果を現業にとり入れる掛(トンブソン少佐)、解析してなおす掛(フォーセット氏)、計算する掛(スマゴリンスキー博士)があって、約31名の人員をかかえている。36時間さきの予想天気図を作るのに約10時間かかる。まず観測をしてこのユニットへ観測が伝達されるまで3時間かかりそれを記入し・解析し・またカードにバンチするのに5時間かかり、電子計算機で計算するのに2時間かかるというわけである。このユニットは昨年7月1日に結成され、計算機が手に入ったのが今年の3月17日で、現業の店開きが5月6日だったというわけである。計算は900 mb, 700 mb 及び 400 mb の3層の天気図が作られ、副産物として 800 mb と 550 mb の垂直気流分布図も作られている。将来は毎日2回ずつ予想天気図を作り、雨量予想図をも作る計画であり、また予想天気図の範囲を北半球全体に拡げたいという意図をもっている。計算機はIBM701型を使い、約50キロワットの電力を使っているから、相当量の熱がでるので、温度75°F、湿度50%に保つように広い部屋全体を冷房装置がしてある。その恒温恒湿の空気が写真(第1図)に見えているような床下から吹きこんでくるようになってい。機械は毎秒2,000回の掛け算、16,000回の加え算をする性能を備えているが、IBM計算機の借上料が1カ月約2万ドルで、経常費は人件費をのぞき1カ年50万ドルの巨額にのぼるそうである。

こうして出来る計算機結果は自動的にタイプライターから印刷されて出てくる(第2図)。この結果は隣室の解析センターNWACに手交され、そこで予想天気図を作る参考に供せられる。この予想天気図は未来の天気図を計算して描くという気象技術者の夢を実現したものと、真に革命的な進歩である。といって過言でない。イギリス気象局では数値予報ユニットの見習いとして予報課員ナイチング氏を1年間ワシントン特別市に駐在せしめている。

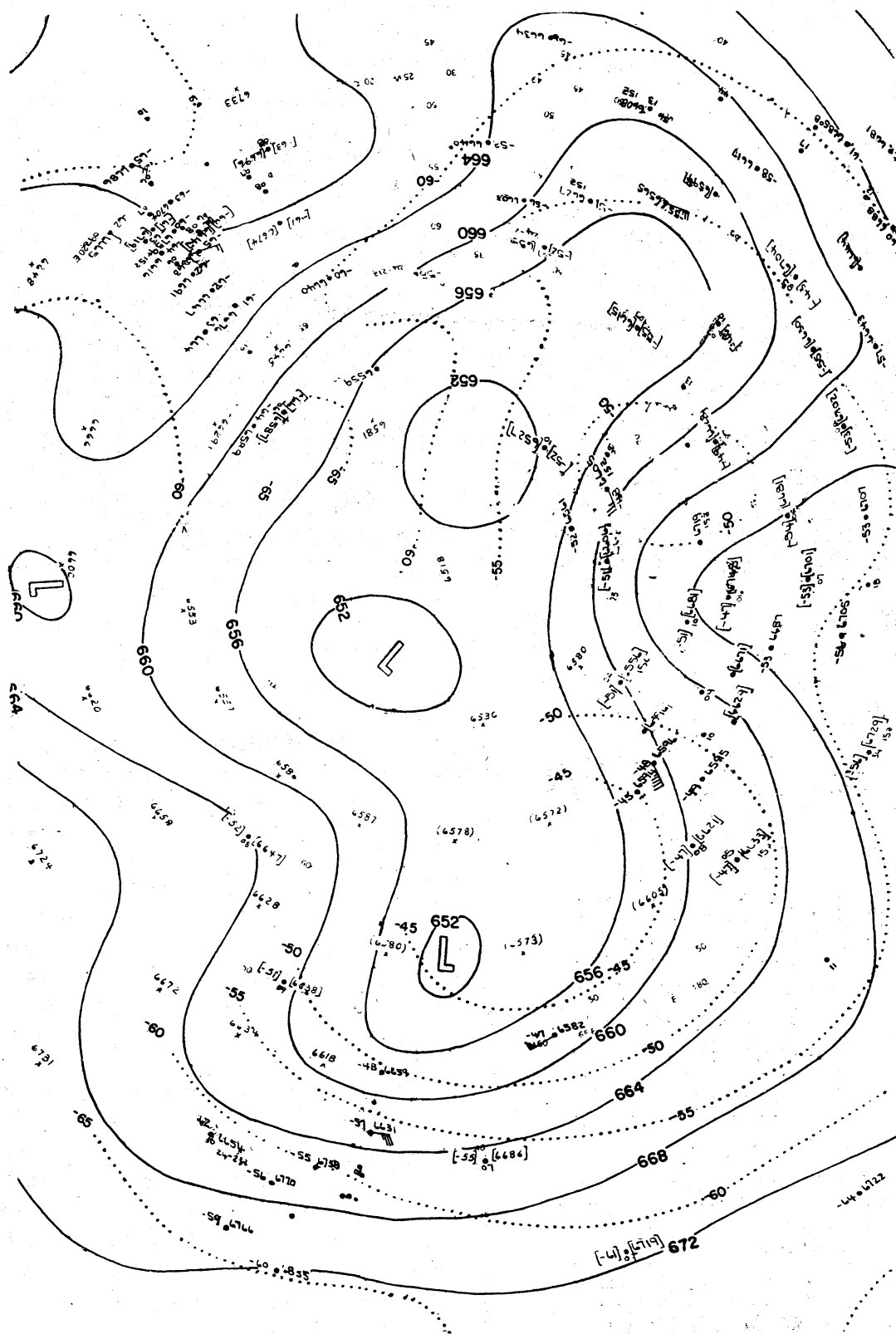
イギリス気象局の予報研究室にもブッシビー氏のような数値予報の研究者がいるし、西独の気象台にはヒンケルマン、ウィベルマン、ホールマン3博士を主力とする

数値予報の研究班 F₁ がある。またロスビー教授の気象研究所にはボリン博士を主としドゥス博士、ウェラング博士などがいて、いろいろな研究を手分けしてやっている。たとえばドゥス博士はオブジェクトブ・アナリシスの問題、ウェラング博士は観測のない地域の推定天気図を作る問題、日本に来ていたベスト中佐は資料として使った天気図(スウェーデン気象台、ドイツ気象台、イギリス気象台の3種)の違いが数値予報による予想天気図にどう影響を及ぼすかという問題、チャラシ博士は地衝風近似の使いぬ赤道地方へ渦度保存則をどんな形でもちこむべきかという問題などを受持っていた。

西独には電子計算機がないので、数値予報の研究に必要なときはストックホルムへ借りに行のたそうで、計算機はいつになったら買ってもらえるかわからないといて悲観していた。イギリスでも気象台に計算機がなくて、必要に応じて計算機をもっている大学へ借りに行くそう。スウェーデンには国立計数センターにスウェーデン製の BESK というテープ式の電子計算機があり、これを時間ぎめにして借りて数値予報の計算をしていた。

上層気流の予報および研究 航空機の発達にともなって上層気流の予報や調査が盛んになったが、対象になった高さは精々1万mぐらいまでであった。上層気流の全世界にわたる気候図は、夙にイギリス気象局の M. O. 23 (課長はナビア・ショー郷の秘書をしていたオーステン嬢)の手で刊行されたものが有名である。この仕事は C. E. P. ブルックス博士が手をつけたもので、この部門は全くイギリスの独占の感がある。とに角、日本上層の平年値が未だに日本の中央気象台から出版されていない実情であるのに、イギリス気象局からは全世界にわたる気候図が刊行されているのだから驚異である。しかも上層気流図には単に平均風向ばかりでなく、風向の変動度を表わす Standard deviation がちゃんと載っているのだから驚く外はないわけだ。

さて上層気流の問題は思いの外の方面から重要性がましてきた。それは原水爆の実験に伴う原子雲の拡散の問題、新兵器誘導弾やジェット、ロケットの弾道に及ぼす上層風の影響などを取扱うに際してはどうしても超高層の風を問題にせざるを得なくなっている。したがって、300 mb はおろか 100 mb, 50 mb, 10 mb のレベルにおける風が盛んに論ぜられるようになったのである。大体こんな高いところの風はアメリカ本土、日本付近のほかでは観測されたことはない。したがって、これを、北半球全体にわたる、100 mb, 50 mb の天気図をどう書いて、その風をどう推定すべきかという問題がおこってくるわけである。このために考えられたのが、いわゆる differential analysis である。この方法については別に述べる機会があると思うから、ここにはのべないが、とに角超高層の推算天気図を手際よく書くために考案さ



第3図 アメリカ気象局で作っている50mbレベルにおける等圧面天気図(この図はアメリカの地方気象台にはどこにもあるContact printerで複製したもの)【編集者注:製版の都合で北半球全域の原図の一部をここに示した】

れたのが differential analysis である。

現にアメリカ空軍気象部の最近の研究報告を見ると、
 “上層風の手報” 北半球における 100 ノットを越ゆる風
 “50 mb 及び 25mb ベルにおける解析と気流” “10mb
 レベルにおける気温” といったような現実の世の中から
 かけ離れた高層のことばかりが多い。アメリカ空軍気象
 部の俊材グスタフソン中佐が在日中、中央気象台の高層
 課や高層気象台を督励して超高層の気流をリレー式に観
 測して得た資料などは現在でも世界の第1線を行くもので
 あるが、やはり超高層の資料が欲しくてハッパをかけた
 ものと思われる。

アメリカ気象局のマクタ博士の部局では1953年の1カ
 年間、北半球全域にわたる 100 mb と 50 mb レベルに
 おける毎日の等圧面天気図を描いていたが、これなども
 やはり、超高層に対するアメリカの異常な関心をしめす
 ものといえると思う。

物量い出版の洪水 この頃、物が豊富になると出版物
 の洪水になやまされる。特にアメリカ空軍や海軍と契約
 研究をやる学者が多くなったので、どうしても年に3、
 4回ずつ報告書を提出する責務を負うので、最近ではア
 メリカ国内からだけでなく西ヨーロッパの諸国からさえ無
 暗に沢山報告がでてくる。そうした報告は某々大学気象
 学部とかいう名前をかぶせた勝手な形式のタイプで打っ
 た写真版にしたものが多い。内容は粗末なものが多い

が、中には大論文の発展過程を伺うのに誠に都合がよい
 ものものもある。

その他、数値予報のような新しい領域がひらけると、
 方々で講習会が開かれる。こうした講習録のうちにも、
 相当に読ませるものもある。

日本の気象事業は恵まれているか 日本へは台風のよ
 うな暴風雨がきて、異常な惨害をおこすばかりでなく、
 冬の雪害、梅雨期から秋にかけての大雨、など数えきれ
 ない気象災害をもたらされる。それに応じて世間でも気
 象事業に対する関心が高い。私は5月6日のJNWPユ
 ニットの店開きを見て、アメリカの新聞はこの天気予報
 史上の革命的事件をどう報道するか興味をもって見てい
 た。ところが新聞には一向にのっていない。やっとな探
 したのが片隅の方に3行ばかり出ている始末で異常な
 感にうたれた。毎日のように小児麻痺のソーク・ワク
 チンがトップ見出しで報道されているのと雲泥の差であ
 った。

日本の気象事業に対する国家予算の支出は、アメリカ
 のそれに比して及びもつかないけれども、イギリスや西
 独に比したらどうであろう。私は正確な資料をもたない
 が、日本の気象事業に対する歳出はイギリスや西独のそ
 れに比べて、決して少くない。たとえば西独には気象従
 業員が1700人くらいいるそうだが、この数は日本のそれ
 の半分に充たない。しかもこの従業員の数が多すぎると
 いうて、西独の運輸本省では $\frac{1}{3}$ 減らせといっているそう
 だ。イギリスの気象従業員の数として同様である。さらに
 スウェーデンの気象・水理局などは員数わずか350名
 で、気象関係者は270名、うち飛行場詰めで航空気象業
 務に従事するもの90名というに至って、われわれは奇異
 の感にうたれざるを得ない。

しからは、我々日本の気象事業はあまやかされている
 であろうか。私はそうも思わない。ヨーロッパは気候単
 調で台風のような異常災害はおこらない。その上、前述
 したように西ヨーロッパは一体となって気象事業をやっ
 ているのであって、いわば西ヨーロッパ全体が1国の気
 象事業のようになっているのである。ところが日本の気
 象事業には組んでやる相手がない。中国はあの通りの状
 態である。しかも予報業務を完全に遂行するためには隣
 邦の気象通報、とくに西の方の気象通報を入手すること
 が絶対に必要がある。そうして見ると日本は気象災害が
 多いのに中国から気象通報を入手できないのは致命的な
 傷手である。この欠陥をのぞくために西ヨーロッパ全体
 が持っているくらいの気象観測網を日本独力で持つ必要
 があり、それだけ人手と金とがいるというものである。
 私が世界をまわって見た感想の要約はこれにつきるとい
 って差支えない。

(気象研究所)

気 候 学 集 報

第 2 号

気候学関係文献目録

1951—1952年の邦文・欧文の単行
 本・論文の目録約1100編。談話会
 記事など

B 5 46頁 頒布価格送料共180円

第 3 号

気候学関係文献抄録

単行本は1943—1953、論文は1953
 年に刊行されたもの約650編内容
 紹介をつけた抄録集。

B 5 69頁 頒布価格送料共220円

内 容

気候学総論、気候要素、動気候学小気候及び
 微気候、季節、動植物気候、気候景観、気候
 変化、農業気候、応用気候、気候災害、気候
 誌(日本・世界)

東京都文京区大塚窪町24
 東京教育大学理学部地理学教室内

気 候 談 話 會

(振替・東京108931)