

昭和31年度日本気象学会講演会を聞いて

5月17日～19日の三日間にわたった今年度の年会も盛会裏に終わったが、講演申込数が多いため、講演時間が大きく短縮され、講演要旨を充分理解することが難しい状態であったのは残念であるとの声が多かった。「天気」編集部では、各方面の一流あるいは中堅となられている人々をお願いして、今年度学会で問題になった点、あるいは年会から暗示されるこれからの動向について、メスを振っていただいた。これを読まれ、「私はこのように感じた」あるいは「これからの動向はこうでなければならない」といったような意見がドシドシ投稿されればと、編集部は大いに期待している。

気 象 力 学

551.511

栗 原 宜 夫

本年度の気象学会年会から、気象力学に関係した講演をきいて感じたことを書こうと筆をとってみたが、私は少なからず当惑している。なにしろ、学会では、10分とか15分の限られた時間に、長期にわたる研究の成果が次々と発表されたので、予備知識のないまま危なげな後に続いていった私が、あるいは講演者の意図されたところと異なる受取り方をしていないかとおそれている。もしそういうことがあれば、発表者と読者に深くお詫びする。

さて、ある質量の物体に加わる外力と加速度の関係を示す Newton の法則を、連続流体について示すものが Navier-Stokes の方程式であるが、近年の気象力学の進展は、この運動方程式を理論の出発点としたことにある。もちろん、こういう考え方は以前からあったが、実際には観測や計算上の障害で使われなかったのである。それが、この数年、やっと色々の条件が整って数値予報として登場するに至ったわけである。気象力学と一口に言っても、その中には、静力学、動力学、運動学があり動力学の予報の部門として数値予報があるのであるが、本年の学会では、この方面の研究の発表が多かった。数値予報として、完全無欠な予報方式ではないが（初期値の問題や式の取扱いにおいてこのことは避けられない）、設定した大気モデルや近似を改善することにより一步一步予報精度を向上させ得る発展性あるものとして、この方面の研究が増えることは当然と云えよう。そして、私の感想も数値予報に関係したことになりそうである。

数値予報は、はじめ、準地衡風近似のもとに断熱の式を併せて主に気圧場の予報を行った。本年の学会で発表されたものの中には、移動座標を用いるやり方（東大気象研究室）や積分緩和法（岸保）など、この解き方に関するものがあつた。又、ある時間々隔毎に先の場を求めるのではなく、初期の場からある決めた時間だけ先の場をいきなり出そうとする方法（松本、伊藤、曲田、竹内）が紹介されたが、傾圧効果の入れ方などが将来の問題点となるように思われる。又、順圧モデルで半旬予報を行った結果の報告があり（窪田、栗原）、一例であ

つたが、半旬程度までは、短期予報方式の延長で予報出来る可能性が示されたものとみてよい。ただ、予報精度を短期の場合と同程度に保つことを望めば、当然モデルを改善しなくてはならない。

ところで、より完全な予報をするには、準地衡風近似や断熱の仮定を再吟味する必要がある。今学会でもこの方面の研究が発表されたし、又気圧場だけでなく、雨とか雲の予報も可能とする段階に達したとみられよう。まず、非地衡風のとり扱いは釣合方程式を通じてなされる（正野、他）が、赤道天気図について実測風と地衡風の比較、実測風を用いた数値予報の一例が紹介され（佐々木）、示唆に富んでいた。次に、非断熱の現象として、降雨の際に水蒸気の凝結ともなって放出される潜熱の potential vorticity に及ぼす影響について、それは同時に起る強度の上昇流によって補償され、結果としては potential vorticity は保存されるとみなせるという発表（真鍋）は非常に興味深かった。予報期間を延ばす時には、potential vorticity を断熱的に追跡すればよく、雨の有無はあまり大きな影響を残さないと云えるかもしれない。又、熱源の分布と定常大循環の維持を角運動量と熱の輸送の平衡から調べた研究（荒川）は、帯状流の変動や季節予報にも結びつくものとして、今後の研究の発展が大いに期待される。雨や雪の予報については別の人によって書かれる筈だからここでは述べない。その他の講演もお互いの研究の交流として益する所が大であつた。

以上、簡単に、学会の講演を思い起してみたが、一つ感じたことは予報の例示についてである。予報の方法や理論は大いに進んだが、その実例という点では Charney-Phillips の論文（1953）の段階にあると言えないだろうか。すべての研究に多くの例を要するとは思わないが、米国（JNWP Unit）やスウェーデン（BESK による）における如き例示の段階には程遠い。例を蓄積することは、はねかえって理論の発展を促すとともに、研究が生きて使われる為の一段階として欠くことが出来ない。論より証拠という諺を伝えた日本人の習性は、ある時には

* 気象庁観測部

長所となり、ある時には短所となっている。ところで、例をふやすにはどうすれば良いだろうか？ 何が足りないだろうか？ また、「数値予報はいいというが、あの程度の予報は勘の良い人なら出来るのではないか」ということを会場で聞いた。実際に高精度の予報の要求に苦勞している現業の方からみれば、今の数値予報の結果のあるものに不満なのは無理もないことであるし、なるほど現在は「あの程度」かもしれない。もちろん、これでは不十分だが、「あの程度」は誰がやっても出来るの

である。かつて、伊能忠敬は、客観的なやり方で「あの程度」の地図を作った。その後、年を逐っての測量学の進歩に伴って、われわれは5万分の1の地図を手軽に利用出来るところまで到達した。それでもなおそこには限界がある。寺田寅彦は、何万分の一という地図にたよって墓地の選定をすることは出来ないと言った。気象力学における予報の限界はまだわからない。ただ、われわれは、人々が気象学に期待している状態と現状との大きな開きを、可能な限りせばめてゆかねばならない。

雲 物 理

551.57

今 井 一 郎*

雲物理関係では依然として電子顕微鏡による核の研究や過冷却水の凍結、雪の結晶形などの基礎的問題がさかんで、いわゆる降水過程の問題に取り組んだものは割に少なかった。講演者の顔ぶれは大体きまって来たが、内容には毎回進展のあとが著しく、問題の核心に向かって着実に進んでいるように見うけられた。

注目を引いた研究を拾って見ると、先づ基礎的問題では**堀健夫**（北大低温研）：**水の薄膜の蒸気圧と過冷却（序報）**がある。二枚のガラス板の間に挟んだ厚さ数十ミクロン程度の水の薄膜が -90°C になっても凍らず、又 10^{-4}mmHg の高真空下でも蒸発しないという実験で、薄膜の厚さはNewton ringで測定、水が凍ったかどうかは偏光で判定するという光学的方法を用い、美しいカラーライドで説明された。水の熱力学的性質に対する界面の影響が著しいことを示す実験で、後者はいわゆる毛管凝結の現象である。**小林楨作**（北大低温研）：**Diffusion Cloud Chamberによる雪の生成機構の研究（序報）**はdiffusion chamberを1昼夜放置して凝結核を殆んど落して了った後の過飽和水蒸気中で人工雪を作ると、通常樹枝状六花のできる条件下でも針状結晶になるという研究で、これは花島政人氏がdust freeの空気中での人工雪の実験（雲物理シンポジウムで講演）で見出した事実を再現したものであり、中谷一花島によって見出されWeickmann, Masonによって確認された雪の結晶の、crystal habitについての今までの実験事実を根本的にくつがえす新事実である。これによって雪の成長に対する微水滴の役割は一段と確からしくなって来たと共に、今まで暗中摸索の感があった雪の結晶のcrystal habitに対する解釈の問題も却って単純化されたとも言えよう。

浜具一・伊東暉自（気象研）：**過冷却水滴の凍結**は種々の鉱物の粉末を蒸留水の水滴中に入れて凍結温度を測定したもので、同時に30コのサンプルを冷却して一定時間毎に写真撮影してあとから判定するという方法で能率を上げている。同一物質でも凍結温度にバラつきがあり、又シリコン油で蔽うと一般に凍結温度が低下すると

いう結果が出ている。過冷却水の凍結の実験はDorseyによると唯1個の塵埃粒子によっても影響をうけるほど難かしい実験といわれ、又界面の影響、粒子の大きさ、冷却速度など色々の因子が関係している。今後根気よく実験を続けることにより、現象の本質を衝くことを期待したい。

電子顕微鏡による自然の核の研究では、**熊井基**（北大大理）：**雪核の研究(Ⅲ)**は着実に資料を集積しつつあり、今までのところでは中心核は土壤物質が57%で最も多く、海塩、炭素がこれについている。雲の核については**大竹武**（東北大理）：**電子顕微鏡による雲及び霧柱の研究(第3報)**は飛行機で採取した雲粒の核を電子顕微鏡で調べたもので、房総半島上空の積雲では海塩核が大部分であり、これに反して仙台附近では燃焼核が最も多いという結果を得ている。一方**黒岩大助**（北大低温研）：**海霧の凝結核の質量分布とその組成に関する所見**では海塩核について電子顕微鏡写真上の外径と質量との間に簡単な関係があることが見出されたが、これは今後降水粒子の生成を数値的に論ずる場合に便利な関係となる。

人工の核についての研究では**丸山晴久**（気象研）：**核による氷晶形成の機構**はcold box中で種々の人工核上に出来た氷晶のレプリカを電子顕微鏡で調べている。不溶性の核からできた氷晶では中心附近に粒子が見出され、吸湿性の核から生じたものは核が見当たらないという。不溶性のものが昇華核、吸湿性のものが凍結核という断定を下すには更に何かのきめ手が必要と思われる。

電子顕微鏡を使ったものではないが、**大喜多敏一**（北海道学芸大）：**雨滴中の非吸湿性粒子の粒径分布について**は北海道中部の山地で採取した雨滴に含まれる非吸湿性粒子の粒径分布と数を測定している。大体雨滴に捕捉されたものと見做されるようである。

次に降水粒子の生成の問題を取扱ったものとしては、**藤美美幸**（気象研）：**各種の擾乱における降水粒子の粒径分布について(Ⅱ)**がある。地上で観測された雨滴分布の時間的変化に諸種の型があることを見出し、落下速

* 気象研究所

度差や precipitation trail で説明できるような大粒が先に降り小粒ほど遅れて降る場合の他に、大粒から小粒まで同時に降り出すもの、逆に小粒が先に降り出すものなどがあり、後者は大気中の上昇、下降流の急激な変化を仮定しなければ説明困難であることを述べた。雨滴の測定は非常に地味な仕事である上に、資料整理に手間が掛るので系統的に行われた例はあまり多くない。しかし大気中の降水現象の最後の段階としての雨滴についてはもっとも資料を集めて観測事実を築き上げることが必要であろう。唯その場合に同時にレーダーや飛行機、ゾンデ、雲の観測などを動員して大気中の状態をできるだけ詳しく観測しておくことが望ましい。雨滴の大きさだけでなく、化学成分、電荷なども出来れば同時に観測したいものである。今井一郎（気象研）：**レーダーエコーの形態と移動（第2報）**はそういう意味で、上層風が雨滴の分布に及ぼす影響を一つの典型的な例について解析したもので、大気中の降水現象は元来種々の因子が複雑にからみ合ったものであるからなるべく単純な例について一つ一つ解きほぐして行くことが必要かと思われる。

磯野謙治他（東大理）：**飽和食塩水分布による山雲の変形の実験；——：沃化銀塩の拡散と過冷却霧中の沃化銀による氷晶の成長の測定**は元来人工降雨のための実験であるが、いわば降水粒子の生成の初期の過程を野外で人為的に起させたもので、一つは海塩核からの水滴の成長、一つは昇華核からの氷晶の成長のモデル実験と言えよう。野外実験では気温、湿度、風速その他の気象要素の分布を正確に抑えにくい欠点もあるが、降水機巧を研究するには、実験室内だけでなく、このように実際の大気スケールで実験を行うことも重要なことであり、今後の発展の期待される場所である。

なを人工降雨については武田京一・坂上務（九大農）：**人工降雨の飛行機実験**は飛行機によるドライアイスの seeding を日本で始めて実行し、雲の外形の変化、雨足の生成を確認、又これによって生じた大粒の降水粒子が背振山のレーダーで明瞭に追跡されたことを述べた。今まで我国の人工降雨の効果判定は主として雨量の統計的

解析に頼っていたが、今後はこのような実証的方法も取入れることが必要であろう。

同じく人工降雨の効果判定に関連した問題であるが、根本茂・高橋喜彦他（気象研）：**東京の地上附近における自然大気中の氷晶柱の観測ならびに富士山頂における沃化銀粒子発煙実験の影響について**は富士山頂で発煙した沃化銀粒子を東京で cold box を用いて検出し得たことを報告した。このような遠距離で核が検出されたのは、4年前白根山頂で発煙した核を飛行機で検出したことがある他あまり例がなく、seeding と降雨の間の間隙を埋めるものとして核の拡散状況を明かにすることは極めて重要なことである。東京のように空気の汚れたところでは自然計数が多いという点も充分留意されて居り、今後例数がふれば結果はもっとはっきりして来ることであろう。乱流拡散や垂直混合を考えた場合に一体どの位の数が東京で検出され得るものか、途中の紫外線照射による効果減衰はどの程度かなどについては知りたいところであるがいずれ検討されることと思う。

この他雲物理に対するレーダーの応用としては吉原美次・青柳二郎（気象研）：**円偏波装置による降雨観測**がある。レーダーによって得られる information が円偏波の使用により一つふえるので、今後の活用により bright band 内の粒子の形態、雪片や雨滴の形態などについて新しい知識が得られることを期待したい。

最後に今年年会で特に感じたことは講演時間が極度に切りつめられたことである。第1日に予定された講演のかなりの数が第2日に残され、その中の2、3は更に最終日のシンポジウムに持ち込まなければならなかった。僅か10分程度の時間では講演者は充分意をつくすことができず、従って聴く方が講演の内容を充分理解しないうちに次の講演が始まるという有様であった。他の学会も同様であるし、立入った討論は分科会に持込めばよいとの議論も成立つかも知れないが、互いに相関連する専門分野も多いことではあるし、やはり年会の場でもう少し討論ができるよう時間を取って貰いたいということを痛切に感じたのは筆者だけではないと思う。

解

析

551.509.3

斎藤直輔*

気象解析の論文は本年会の第2日目に発表され、その数は約7個であった。dynamics の論文に較べてやや数が少かったが、長期の予報に関する論文の中にもむしろ解析に関するものと見なされるものも2、3あった。しかしそれらは問題の種類にもよるだろうが、第2日目の解析の論文に比して精彩を欠いていたようである。

解析の論文全体を通じて、最も本質的な変化あるいは進歩であると見なされる点は、力学を背景にした解析が

行われるようになったことであろう。すなわち、これまでの天気図解析に関する論文と見なされるものには、言わば、天気図の pattern の推移をのべただけであり、しかもその pattern の推移から著者がみちびき出した定性的な、あるいは、直観的な推論がのべられているだけであった。そのため一つの天気図から極めて多方面にわたる結論を引き出したり、あるいは pattern と pattern との直観的な類似から大気変動の本質であるかの如き結論を引き出すこともあったようである。

* 東京管区気象台

しかし、最近、学会で報告される総観解析が大かれ少かれ力学的見地に立った天気図の解析が多くなったことは最も喜ばしいことであろう。今後おそらく、ますます力学と総観解析が結び付いてゆかねばならぬだろう。

本会でも、山本、古都は Sattcliffe, Petterssen らの発達理論を天気図上で計算し、移動する気圧系に関する発達項を定量的に求めて、それと pattern との関係を論じ、織畑は cold front が温暖化して波動の発生する過程を Bjerknes の低気圧理論から解析した例を示した。毛利、須田はそれぞれ梅雨時のフロント解析、およびブロッキング高気圧に伴う持続的な寒気を取りあげ、細心な、そして丹念な天気図解析から、大気現象を記述するにはいかなるモデルを用いるべきかの手掛が与えられることを例示した。

山田、中村、松橋、古川は豊富な材料を駆使して日本の夏期のジェットストリームの変動を示し、7月上旬のジェットの北上、9月上旬の南下の模様を示した。この

季 節

季節予報の研究が今後における気象学の重要な研究目標であることは言うまでもないことであり、今度の学会でも注目をあびたものの一つである。しかし主として第1会場で17日午後に行われた10余りの研究報告をきいての感じは、この分野が気象学の他の分野に比較して最もおくれており、言わば科学以前の状態に近いということである。他の分野例えば数値予報や雲物理等はすでにはっきりした原理が打ち立てられ、科学としての一つの体裁がととのえられて来ているのに対して、この分野はまず一貫した原理は何もなく、いわば手さぐりの状態と言っても過言ではないだろう。もちろん手さぐりの状態とは言っても前途に何も無いというのではなく、季節予報を力学的に、あるいは物理的な方法論をもって貫こうと言う底流は著しく顕著になりつつあることは疑いない。

しかし今迄の気象学の研究の歴史から、J. Bjerknes によって展開された前線論、C. G. Rossby によって始められた絶対温度保存といった気象学とは本質的に異なったものであることが想像されるにもかかわらず、今回の学会における研究の多くは、上記の理論を進め、改良することにより期間を延長して季節予報に適用して行くように見受けられた。

以上のような一般的な背景の上に個々の研究がなされたわけだが、全体の研究は次の2つのものに分けられるように思う。すなわち第1は大気の大循環の研究で、これには西本氏の「雨量長期予報」(第1報)、吉野氏の「大気の大循環から見た1952年の梅雨期前後の天気」安藤氏の「北半球の空気量の変動から見た大気環流」(統

* 気象庁気象研修所

解析は今後ともその内容が豊かになることが期待される。

加藤は梅雨期の前線解析と同時に数値予報の技術を応用して水蒸気の移動や凝結を計算し、これ迄の解析が定性的であったのに反して、始めて定量的に、力学的見地から天気構造や推移がいかに解釈し得るかの例を示した。

これによってわかるように、ここに新しい天気学の誕生し得ることが明白である。これ迄の天気学は結局は経験的な、あるいは気候的な記述にしかすぎなかった。ここで始めて、われわれは力学による天気現象の解析と記述の可能性を信ずることが出来る。前線解析に基づいた天気図解析の集合であったこれ迄の天気解析が、どこまで力学的な解析におきかえられるかは興味ある事柄である。

最後に重ねて、力学と総観解析との共通の場が今後ますます拡がってゆくことを希望するものである。

予 報

551,509.33

長 尾

隆*

報)、等のように個々の年の異常を深く追及することによって全般的な法則性を打ち立てようとするもので、須田氏の「ブロッキング高気圧に伴う持続的寒気について」等もこの部類に入るが J. Namias の方法論をしっかりと身につけておられるだけに、非常に手がたい。

これとは違って統計的な見地から大気の大循環の特異性を解明し、必要な予報則を打ち立てようとしたものには、予報研究室竹平町分室の「700-mb 半旬平均天気図と天気との関係」、小沢、戸松両氏の「夏期、大循環の統計的性質」(序報)、福田氏の「大気候的に見た action center の変動と持続について」等が目についた。

上のような大気の大循環の研究とは別の特色をもつ一つの研究は藤田氏の「上層の混合比変化から見た季節の推移」でこれは松倉氏が先に呈出された季節の階段的变化についての思想を世界的規模の資料から追試されたものであるが、季節の変化を具体的に調べて行くこととするものである。このような方法は季節予報の研究としては非常に地味ではあるが、将来における季節予報の学問的基礎をつくる上に重要な役目をもつであろう。今迄は季節変化と言えば平均値の変化およびその異常に限られていたが、一歩進んでその平均値を構成する変動状態を知ることは重要で、その意味で藤田氏の報告は季節についての高橋(浩)博士等により最近取り上げられた問題と同一系統と言えるであろう。これら2つの流れの頂点がやがて来たる可き新しい季節予報の基礎になると思われ、われわれの目を向ける可きだが、残念ながら未だ期が熟さないとも言おうか、これについての追及は今回の学会では見られなかったが、前述の上層混合比の変

化についての論文で、藤田氏が季節の推移と偏西風の緯度、乱流輸送等との関係について若干報告されたのはこういう研究のさきがけと見てよいだろう。

上記のような研究とは方法論的には多少異なって、大気の色々な性質のノルマルな年変化についての動気候学的な研究も若干見られた。渡辺氏の「北半球における熱源冷源の分布について」、あるいは藤田氏の「500-mb面における normal pattern の年変化」等である。このような年変化の研究は季節予報が主として偏差として出されることから分るように最も基礎的なものである。このような研究が充分行われ、前にのべた各種の立場と深く結合されることによって新しい技術が生れてくるであろう。

以上の研究を再び振り返って見ると最初にのべた2つ

気 候 551.58

長 尾 隆

殿村氏の論文を除いてすべて18日午前第2会場で行われた。研究発表は、筆者および筆者と同じ研修所の殿村氏を除けばすべて気象研究所の人々によって行われた。従って今度の学会での研究の傾向というのは気候学の流れから見れば必ずしも主流を形成しているものではなくむしろ非常に偏ったものである。従ってこの一文はそのような偏った特殊なもの発表された雰囲気の中で目立った2、3のトピックであると解していただきたい。ただ研究所の方々の統計的研究の技術的な面は筆者浅学のため残念ながらふれることの出来なかった点御了承願いたい。

先ず第1に感じたことは今迄の気候の研究は主として平均値に限られていたが、最近では頻度分布というものも重要な気候要素となりつつあり、これは世界的な傾向であるが、今回の学会ではそれが非常に明らかに見られた。すなわち小河原氏の「available precipitation について」、鈴木学一氏の「降水量に関する統計的研究(第6報)」、小河原氏「頻度分布の予想」長尾の「頻度分布とシンギュラリティー」等はどれを見ても頻度分布の研究が主な研究対象になっている。このことは気候学が過去の平均値の気候学から変動の気候学へと新しい段階に入りつつあることを示している。このことは靱山、三寺両氏の「気候の統計的研究」—気候要素の代表性について—を聞いても感ずる所であった。

時系列を記述するには平均値、頻度分布、さらに自己相関係数があればよいことはよく知られているが、平均値についての研究は先にもすでに述べたように、現在迄の気候学の主流でありその研究成果は多く季節予報その他に取り入れられ、また自己相関係数あるいはそれと直接密接な関係をもっている週期の研究は多くの学者によ

の結論になるか、研究の発表、態度、あるいは目のつけ所等を見て著しく感ずるのは現場の技術者と理論家との間にへだたりがありすぎ、技術は取り上げられて理論の裏付けをすることは殆んどといってよい位不可能であり、述べられた理論も抽象的にすぎて、技術化するのには容易でないと言うことである。このことはいつの symposium でも必ず話題になることではあるが、現場の技術者は予報を出すという至上目的のためには何等かの前徴のみを求めて行こうとするし、理論家は事実を離れすぎないように見える。この両者の歩みよりによって克服した時にこそ輝やかな発展を迎えるであろう。そしてそれは歴史の示すように若い柔軟な頭脳とエネルギーを持った社会によってのみ克服され、個々の研究者の自覚によってのみではほとんど間違いなく不可能であろう。

って研究され、予報技術の一部に取り入れられて来ていることを考えるならば、残る頻度分布が気候学の分野において重要な成果を得て時代の脚光をあび、さらには季節予報に応用される日もそんなに遠い先ではないであろう。その時には気候学のみのは非常に豊かなものとなるであろう。

これらの頻度分布の解析の仕方は研究所の方々によっては主として統計学的に、筆者および殿村氏によってはシノブチックに取り扱われたが、後者においてはこれらの頻度分布が気候年変化の機構を知る上に重要な役目をもっていることを示している。このことは理論的にはすでに知られたことではある。

第2に気候学を社会生活に応用しようという試みは多く応用気候学として—分科になっているが、未だ比較的是きりしない。災害と気候の関係を調べた結果が高橋(浩)博士によって報告された。氏はすでに operation research を災害理論に導入されているが、今日の論文もまた大へん興味のあるもの一つであった。

この論文での研究成果を通じて気候学のような学問においては単に物理学的な方法だけでなく、歴史的な取り扱いが如何に法則を発見するのに重要であるかを如実に教えられたような気がして、深い感銘をおぼえた。

最後に気のついたのは殿村氏が2月13日に関東周辺の好天のシンギュラリティーの研究で、この好天は当日房総不連続線が消失するために起ることを示されたが、このことは今迄のように単にシンギュラリティーの有無を統計的にたしかめるだけでなく、シノブチックに取り扱うことによって一段の進歩のあることを示されたことであった。