

あるが未だ完全な測定方法が見出されていない。ここでは熱源からの熱伝導の仕方が土壌の含水量によることを利用し或時間の後の温度を測定して含水量を求める方法によっている。土壌の圧力、性質の差異による熱伝導の変化する問題等実用面には問題があるが、将来は之を電圧の形で測定しその結果をサーボ機構を用いた poten-

tio-meter により土壌水分等を自記することも可能となることを示した。

以上測器関係の講演の概要を記したが浅学のためあるいは誤解している点があるかもしれないことをおわびします。

II. 気象力学とシノプテック気象学をきいて

窪 田 正 八*

今回の気象学会の総会では、発表された論文の数は比較的少なかったけれども、往時にくらべ、目的意識がはっきりしていて、背後にどっしりした歴史の重味を感じさせるものの数が多かったように思える。このように、小才をきかしたやつつけ仕事だんだん少なくなってきたことは、気象学の進歩によい影響を与えるものと思う。

さて、私の非才のため、講演の重要性が理解できず、不十分な紹介に終ることを恐れるけれども、3日間、私としては珍らしく精勤したので、その間に感じたことをしるし責を果したい。3日間の講演内容を大別すると、1) 低気圧の発達、2) 長期予報、3) 解析、4) 基礎的問題および 5) その他に分けられ、一時よく見られたように数値予報が特別な座を占めるというようなこともなく、むしろ数値予報が各分野にしみ込んできているのがよくみられた。このように、気象学が本来の物理的な眼で見られるようになったのは喜ぶべき兆候の一つであると思う。

最近、低気圧の発達を予報するのに非地衡風成分がどの程度効くかは、毎日予報の現業化の研究に関連して重大な関心もたれるようになってきた。非地衡風成分を入れなければ原理的に発達はないのではないかという考えは随分前からあった。これに対し、最近のわが国の動向は、準地衡風近似を使ってもある程度傾圧効果を組み入れることができるという結論に向いつつあるのであるが、そうした考えは増田や窪田の研究にも頭を出していた。もちろん、1日 100~1000ミリといった猛烈な豪雨に関連したスモールスケールの問題では非地衡風成分のうち速度ポテンシャルからくるものが効くことは論をまたない。もちろん、一般に χ が効かないというのでは

なく、せいぜい20%ぐらいの補正項程度で、もしそれを考慮するならば、起き上りや、渦度の垂直輸送の項などもあわせ考えなければ片手落ちだということである。いつかは、そういう時代がくるかもしれないが、それには格子間隔ももう少し小さくしなければならぬだろうし、計算量も大へんなものになり、計算誤差の問題もからんでくるので、口でいうほど容易な業ではないようである。新田の研究はこの問題を完全な形で論じようとしたものである。

なお、じょう乱の発達の研究が進むに従って、傾圧効果の寄与が決定的な位置を占めていることが知られるようになってきたのであるが、当然台風の進路予想にも重要な役割を果しているものと考えられる。増田は balance equation を用いて各層(1000, 850, 700, 500, 300-mb)の ϕ から ψ を計算し、上述の事実を明らかにした。なお、彼はその中で各項の大きさを検討し、層の数を少なくした簡便法を提案しているが、これが将来704にかけるとき必要であるかどうかは分からない。これらの研究は一応渦度ないし渦位の保存を仮定し、予報した結果から仮定の正当性なり物理的構造を推定していく、まあいわば pragmatic な立場をとるものであるが、こういうことばかりしていると、現象の本質を見失い、架空の現象にまどい、計算技術の末梢に走る危険が大きい。これに対して、解析的に現象の本質を見ていこうとする立場もなりたつ。柳井の研究は一応こうしたグループに属するものと考えられる。彼は、台風 Harriett をくわしく解析し、運動エネルギーの生成量の変化を追跡し、台風を閉じた系としては扱えないことを結論した。なお、彼は、地上収斂量を計算し、700mb面の温度分布との相関から位置のエネルギーの解放量を求めている。同様の傾向のものとしては、真鍋の冬期日本海における

* 気象研究所 予報研究部

気団の変質についての研究や、諫早の豪雨の解析に関するグループ研究、あるいは少し毛色の変ったものとして織畑、毛利の研究があげられよう。真鍋の研究は、海面からの熱の補給が長期的な現象に及ぼす影響を量的に検討しており、諫早の豪雨では、1) large scale の上昇流から計算した雨量は 4 mm/hour 程度で、観測値 1000 mm/day とくらべると問題にならないが、pattern はよくあっていること、2) 大気成層は対流不安定を示し、3) 地上の風系から small scale の収れんを計算すると 10^{-4} sec^{-1} 以上の値がえられ、それから推定される上昇流は実際の雨量を説明するに十分であるが、4) その time isopleth を調べると、雨量のピークより収れんのピークのほうがあとになっていることなどがあげられている。これらの結果には、いくつかの suggestion が含まれている。都田によると、一般場に規定されるある状態に、何らかの trigger action が働き、豪雨はその直接的結果で、風系の収れんはむしろ副次的なものではないかということである。一方では、岸保のsmall scaleの雨量予報に関する理論的研究*がある。この研究の基礎的部分は、すでに今春の予報技術検討会で発表されており、今回はそれに基づいて、初期の気象要素の空間分布を模型的に与え、期待される降水量と継続時間を計算したものであるが、一方的にエネルギーが増大するのを防ぐため、摩擦を導入しなければならないことが認められた。なお、前回の重要な結論、ないし suggestion として“小さいスケールのじょう乱では、気圧場は内部重力波によって運動の場に従い、その点で気圧場はあくまでも従的あるいは2次的に起る現象である”と述べられており、前記解析グループの結果に対比してみると興味ある相異が認められる。しかし、いずれにしても立体的観測資料を欠いている現在、これらの予報の問題はかなり遠い将来に残されたものであろうと思う。div \mathbf{V} と ϕ が独立にあり、 ϕ だけから大気成層さえ適当なら 100mm 程度の豪雨が期待されるのか、あるいは、両者から規定される内部重力波が主役を果しているのかは、興味ある命題ではあろう。

つぎに、最近脚光をあびてきた研究として、荒川(昭)、岸保両氏による“大気大循環に関連した数値予報”の研究があげられる。これもまた、今春の予報技術検討会で発表されたものの発展であるが、現用の計算機械(Fujic)

の容量が小さいため、計算の複雑化に比例して精度を落さなければならぬので、今回は思わしい結果がえられていない。しかし、これは単に計算技術の問題に過ぎないので、近い将来に新しい発展が期待されている。なお、これまでの取扱いは、順圧モデルを使い運動量の輸送の式を緯度圏に沿って平均し、Jet の位置を予想しているが、相原の研究はこれを拡張し、2層モデルを用いて傾圧効果を入れることを考えている。ただ、彼の研究では、毎日の資料を使って check しており、予報期間を延長した場合の、垂直方向の微細構造とくに下層の影響の取り扱いがはつきりしていない。したがって、毎日の資料から check されたものが、果してそのまま長期の予報に使えるかどうかはわからない。最近、比較的スケールの大きい現象を扱う場合、代表的スケールを物理的に決定し、relax の手間を省くことがよく行われるようになった。ソ連では、大分前から行われているらしく、定性的にはそれで十分であって、研究の見通しをたてる場合などには簡便な方法である。

また、同系統の研究で統計的に扱ったものとして、小沢、藤田の“半旬平均一般流の延長予報について”の研究がある。これらの研究と関連して曲田の“500mb 面における相関場の変動について”の研究が注目される。順圧モデルを仮定し、一般流 U は既知、3次の相関を零と仮定して相関場の予報方程式を作り、かなりよい結果をえている。これは、力学と統計の結びつきについての新しい試みとして注目してよい。一般流 U の予報は、力学のほうからかなり明るい見通しがあるし、相関場の予報方程式もモデルの進歩に伴って、もっと精度が向上するものと考えられるので10日予報に対し、明るい希望を与えるものである。

1カ月以上の予報の問題になると、基礎になる物理像が明確でないで、なかなかむずかしそうである。にもかかわらず、大阪の西本は予報の実際に迫られ、精力的に力学を季節予想に組み入れる問題と取り組んでいる。今回は40日平均 pattern を基本場とし、10日平均 pattern を long wave を表わすものとし、それを上記基本場に対するじょう乱と考えて予想方程式をたて、現業に適用してかなりの結果をえたということである。ここに導かれた予報方程式には一応垂直流を通して傾圧効果を入れているので、簡単なが上下のかみ合せが入っているのが新しい。 $\zeta \propto \kappa P^2 Z'$ の仮定も大規模なじょう乱に対してはそう無理とは思えない。

高橋の偏差方程式の研究も季節予報の歩みを示すも

* 第3日に行われた降水機構シンポジウム中の“力学からみた降水機構”にのべられているので、別に紹介がある筈である。

のである。荒井の労作もある。

最近、Jet 飛行が盛んになるに従って 300-mb 面以上の取り扱いが日程に上るようになった。数値予報本来の立場からも、当然 500-mb に対する影響は無視できない筈であるから、もっと本格的に調査研究されていなければならなかったものである。鍋島の一連の研究は、ほぼこの問題にとりくんだものと思われるが、計算誤差の検討に並んでもう少し物理像をはっきりさせる必要があるであろう。このことに関連して、定常場についてはあるが、毛利が jet についての一連の研究において、起き上りの項を強調しているのも注目されよう。

最後に、基礎的問題についての研究をながめると、わずかに正野教授の方程式にあらわれる各項の大きさの

order estimation についての注意と、浅井のバロクリニック大気中における大規模じょう乱の安定性についての研究があるだけである。浅井は、2層モデルを使い、基本場に南北シヤーを導入して安定度規準を見出している。このように京都大学においても数値予報の道が拓けてきたのは、日本全体の討論の場が広がったものとして、誠に喜ばしいことである。なお、山元の研究は別に紹介されるものと思われるので省略した。

さて、こう紹介してきたところで、かなりの部分がいわゆる“数値予報グループ”に属する人々のものであったことに気がついた。いわゆる基礎研究の数の減少とともに、何か歴史の転換といったようなものを感じしめる。

II. 雲 物 理

小 林 禎 作*

今度の学会で報告された雲物理に関する研究を、とりまとめて紹介するよう依頼されたが、広範にわたるこの分野の数多くのすぐれた研究を、十分な理解をもって解説することは到底筆者の力では及ばぬところである。雲物理研究の一般的傾向といったものは既に本誌上に載せられた学会プログラムとアブストラクトで知って頂けると思うので、ここでは特に活発な議論のなされた2、3の研究にしぼってその問題点について述べ、私の責任を果させて頂きたい。

今回は第3日のシンポジウムの後で更に雲物理研究者二十数名が集り、会期中の討論時間の不足を補うことが出来たが、これは私共地方在住の研究者にとって非常に有益な機会であったので、主催者の方々の御好意に感謝の意を表すると共に、今後もこのような会合を折にふれて持つことが出来るよう希望したい。以下に述べるのはこの会においても話題の中心となったものである。

氷晶の生成、雪結晶の成長或いは落下に関する研究は、雲物理の中でも比較的に数多くの報告がなされたが、「8小林禎作：減圧大気中における雪結晶の成長について」と「17磯野謙治、駒林誠、小野晃：空気成分気体中における氷晶の成長について」をめぐって討論の一つのヤマが作られた。

雪の結晶習性を示すものとしては有名な中谷の T_a-S ダイアグラムがあるが、温度 T_a 、過飽和度 S の外に、磯野氏も指摘しているように、水蒸気拡散係数 D 、各結

晶面に分子が排列する速度に関する因子 h 、熱拡散係数 π にもよると考えられる。水蒸気拡散係数 D は大気圧 P と逆比例の関係にあり、又空気成分ガスの結晶面での吸着の影響といったものも予想されるので、小林は減圧空気中での結晶成長を実験しその結果を報告した。磯野氏らは水蒸気拡散係数 D が空気中 ($D_0=0.219$) とは異なる水素 ($D_0=0.74$)、炭酸ガス ($D_0=0.138$) 中での実験を既に発表されているが、今回は更に窒素、酸素、及び低圧空気 (30mb) 中での実験をもとめてその結果を報告した。この二つの実験を通じ、水素及び低圧空気中では該晶構造はみられず、各温度において C 軸： a 軸の長さの比が1に近い六角柱の成長をすることが明らかにされた。

水素と低圧の場合では共に常圧空気に比し D が大であるが、 π は水素の場合は大で、低圧空気の場合は常圧と余り違はない。このことから磯野氏らは上述の習性の差は主として水蒸気拡散係数 D の差に基づくものと考えた。磯野氏らの実験は何れも水霧の存在しているという条件から、水飽和を仮定している。小林は4~70mmHgの一定圧力のもとで成長した無垢の六角柱についてその成長速度を求めているが、常圧水飽和の場合に比して同程度かむしろ遅く、しかも低圧になる程成長速度が、つまり $D\Delta\rho$ (ここで $\Delta\rho$ は結晶表面に対する周りの水蒸気密度の過飽和分) が小さくなる傾向にある。この実験で減圧したということは、結果的にみて非常に小さな過飽和のもとで(むしろ準平衡に近い条件で)結晶を成長さ

* 北海道大学低温科学研究所