

水蒸気の豊富な補給によって、リチャードソン数を小さくする可能性があり（対流性でない降雨域のひろがりを通じて）、それがひいては中間規模じょう乱の発生に好ましい外的条件を与える。即ち、上記の力学的不安定性の内のいくつかの組合せが結合して働き、大気を不安定化させるに十分な可能性をしめる。

更に、もし積雲対流の活動が気団変質の過程で活発であれば、そのための潜熱の放出による CISK に起因して不安定化が生じてくるし、運動量の対流輸送も重要になってくるかも知れない。

線型理論による各パラメーターの働きの評価や上記の諸不安定性のみつもりが、現在何人かの研究者によって取上げられている。この結果と実況を照合させることによって、中間規模じょう乱の発生と発達に関する物理的理解が深められるだろう。更に東シナ海における気団の

変質が、中間規模じょう乱の発生の十分条件なのか、必要条件なのか、といったことや、他の領域で観測される中間規模じょう乱の発生との季節別にみた発生状況の相違点といったことにも考察がゆきわたれば面白いことだと思う。

数値シミュレーションも、現象の解明にとって有効な手段となるだろう。ひとつには人工的にいろいろ変えた初期条件や物理的效果の比較をやるのが大切だし、他には実況のデータを用いることによって、実際に働いている物理的諸過程について、直接的あるいは間接的推察が可能となろう。そのためには、実況の詳しい観測が重要である。そして、東シナ海における変質と、南方の熱帯性気団の水平移流の影響との相互関係や相互重要性も、是非明らかにしていきたい事柄である。

放射の観測計画

田中正之* 嘉納宗靖**

1. 序論

GARP において放射研究者の果すべき役割については、1967年ストックホルムで開かれた GARP Study Conference や 1968年ベルゲンの Symposium on Radiation including Satellite Techniques 等で議論されてきたが、要約すると次の通りである。

(1) 大気大循環の数値モデルのための簡単で且つ正確な計算方式の確立。

(2) (1) のスキームの検証、即ちそこで必要となるパラメタ化やスキームの総合的なチェックおよび気候学的研究のための極力精密な放射場の評価。

(3) GARP experiments や気候学的使用する放射場の観測。

放射の研究は観測資料は必ずしも充分ではないが、理論的によりよく理解されているという意味では GARP の他の分野より進歩しているといえるかもしれない。しかし計算機の能力が限られているので、大気大循環の数

値シミュレーション等の研究で厳密な放射伝達理論を用いることはほとんど不可能であり、目的に適った適切な近似が要求されるわけである。又放射過程が理論的によく理解されているとはいえ、それは大気モデルがきちんと与えられている場合に放射場の評価が可能であるということであって、大気大循環の数値モデルから期待される程度の物理量から放射場を評価することは現時点では必ずしも容易ではない。例えば、大気大循環をはじめ力学の問題との関連において極めて重要な雲の放射特性を考えてみよう。力学モデルから当面期待されるのは、せいぜい雲の高さ、厚さ、雲水量などむしろ最少限の information であり、これとても力学モデルの改良およびそれによる数値シミュレーションと観測との慎重な比較検討を必要とするであろう。一方放射伝達理論の適用のためには、更に雲粒の粒度分布、濃度、気温、湿度等の雲層内での成層状態が必要である。この両者のギャップをうめるためには雲高、雲厚、粒度分布、粒子濃度等に関して現実の現象を充分包含するような広範なモデルに関して放射伝達理論を厳密に適用し、その結果を力学モデルから期待される物理量で表現するための基礎研究

* M. Tanaka, 東北大学理学部

** M. Kano 気象研究所高層物理研究部

が必要となる。その際観測による検証が必要なことはいうまでもない。この例に限らず、地球表面の放射特性、dust や haze の放射特性に関しても事情は同じである。GARP の一環としての放射場の観測は数値シミュレーションのより直接的な input としての観測資料を提供すると同時に、上に述べた大循環モデルそのものの開発のための基礎資料を得るという2つの側面を持つわけである。

2. 観測の目的

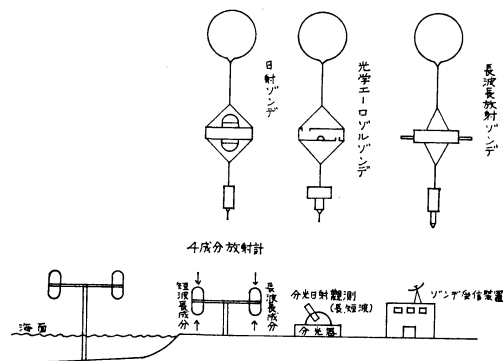
AMTEX での放射観測は、次の2つの目的をもつ。

(i) 気団変質に対する放射の寄与

冬季日本近海の海洋上を通過する大陸気団の変質は主として海面からのエネルギーの補給をうけて生じる。この海面からのエネルギーの補給の型として、(i) 水蒸気(潜熱)の乱流による垂直輸送、(ii) 顕熱の乱流による垂直輸送、(iii) 放射伝達による熱の垂直輸送が考えられる。この海面からの水蒸気や熱の補給によって、その上に横たわる気団は変質し、高温多湿でかつ不安定となり、雲量も増加する。またそのなかに含まれるエアロゾルの量も変化すると考えられる。従って、海面(地表面)および大気自身の日射吸収、赤外放射の射出の模様も変わってくる。これが他の力学的な過程と相互に影響しあって、海面と大気間で、非常に複雑なエネルギーの授受が生じる。このように気団変質は、海面(地表面)と大気間の複雑なエネルギー授受を通じておこなわれると思われるが、このエネルギー授受に直接関係する海面(地表面)および大気中の放射の flux (収支)の測定は重要となる。

(ii) 数値モデルへの寄与

前節で述べた放射過程のパラメータ化および放射伝達理論の検証のために、いわゆる Complete radiation experiment が必要となる。Complete radiation experiment というのは、放射場の評価に必要なすべての物理量と放射場自身との可能な限りの精密な同時観測のことである。AMTEX では幸に大規模な総合同時観測が計画されているので、放射の面から考えると、Complete radiation experiment に近いことがおこなわれることが期待される。放射部門としては、AMTEX でなされる気温、湿度の垂直分布、雲量、雲高、雲厚、雲粒の濃度および粒経分布等の測定や人工衛星による測定資料の利用の他に、(i) で述べた地表面および大気中の全波長域の放射 flux およびエネルギー的に重要なすべての波長範囲を包含した放射場の分光観測を少なくとも地表面



第1図 観測の模式図

で、出来ればさらに航空機、バルーン等でおこなう必要がある。

3. 観測の概要

上記の目的にそって、AMTEX の時点で、可能な測器の開発状況、参加出来る人員の制限を考慮して、固定点における観測を主とし、船による移動観測等は可能な限りおこなう。固定点としては、他の気象要素の測定とできるだけ、同一場所で同時測定ができるようにするために、高層気象観測点の1つ、およびそれに近接した浅海の観測塔、を考える。(第1図)測定項目は次のとおりである。

(i) 地表面(海面)での放射収支成分の測定

主として気象庁、気象研究所が担当する。測定は上記の固定点でおこなう。気象庁で既に開発された短波長、長波長放射の上向き、下向きの4成分を測定する放射計を更に改良する計画である。検定精度の十分でなかった長波長放射計については、気象研究所で、風の影響等をも含め、精度よく検定できる検定装置を開発した。AMTEX の時期までに測定精度がさらに向上するものと思われる。また雨等水滴の影響を除去もしくは補正に関する研究をその時期までに完成する計画である。

(ii) 短波長、長波長放射の精密分光測定

主として東北大学が担当する。測器はすでにあるが、AMTEX のためには携帯用のものを用意する必要がある。この観測によって放射収支成分の分光特性、雲および地表面の分光放射特性、エアロゾルの粒経分布、オゾン量、水蒸気量等が評価される。また精度には問題があるが、気温水蒸気およびオゾンの垂直分布も評価できる。

(iii) 放射ゾンデによる大気中の長波長放射の flux の測定

気象庁、気象研究所で担当する。気象庁で、すでに開発されたものを、気象研究所で改良を行ないつつある。常圧において、センサーを検定出来る検定装置は開発中である。AMTEX では十分信頼できる観測資料が得られることが期待される。

(iv) 日射ゾンデによる短波長放射の flux 測定

気象研究所が担当する。これは現在、気象研究所で開発中である。この測定で、日射による大気加熱の垂直分布、地表面大気の反射率等が測定され、またエアロゾルの吸収特性等が評価できる。

(v) ネフェロメータゾンデによる大気の光学的特性の測定

気象研究所が担当する。現在気象研究所で開発中である。この測定で、大気の Phase function, 減衰係数, エアロゾルの粒径分布の垂直分布等が評価できる。

なお、余力があれば、次の項目の観測もおこなう。

(vi) オゾン・ゾンデおよび Dobson's Ozone-spectrometer によるオゾン量およびその垂直分布の観測

(vii) ブイによる日照時間の観測

これらの観測資料の有効な利用のためには多くの理論的研究が併行しておこなわれることが必要であるが、これに関して我が国の放射研究者は十分な能力を備えているが、かなり大きな計算が必要となるので、そのための経済的な Support が必要である。

〔書籍紹介〕

島 貫 陸 著 数理情報科学

——データの理解からコンピュータへ——

(A 5 版, 200ページ, 900円, 1971年1月, オーム社)

本書は気象学の教科書ではないが、著者が気象学会の一員であることは決して偶然ではない。情報科学という分野は、コンピューターの発達普及ともなって発展してきたが、科学技術におけるコンピューターの利用という点で、気象学は最初からその先進を行き、豊富な経験をつんできた。

本書にのべられていることは、著者もまえがきで述べているように、大部分がコンピューター以前のことがらであり、またコンピューターに直接関係ない人にも役立つことがらである。それがいま強調されてきたのはなぜだろうか。

計算、分類といった情報処理が目まぐるしく数字をみながら手作業でなされていた時代には、そのめんどろな作業をやりつつ、データの扱い方がある程度経験的に理解してきた。ところがコンピューターの普及は、

情報処理を従来とは比較にならないほど迅速にしたし、手作業時代の経験をしばしば無用のものにした。しかし、手作業による情報処理から解放されたかわりに、コンピューターやその附属施設の操作とか、プログラムかきにおわれるようになってしまい、オペレーターの養成とかプログラム言語の教育はさかんになったけれども、コンピューターを利用する立場からのデータについての基礎教育がたちおくれた。

そういう日本の現状に挑戦してかかれたのが本書である。本書にはのべられていないが、気象学が地球物理学の一分野というせまいわくからぬけ出し、気象界のもつ豊富な経験を生かして、情報科学分野にもっと貢献していく必要がある。というのが著者の日ごろの主張である。このような出版物が気象界から続々出ることを期待したい。(丸山健人：気象研究所)