

総観気象入門

齋藤 直輔\*

今日一般に総観気象という分類が用いられているが、総観気象を定義することは、そう容易ではないように思われる。言うまでもなく、総観的または、総観法とは一つの表現方法であって、それ自体が気象学の学問的な一分野ではない。気象力学、或は理論気象学が力学的諸原理に基づいて大気現象を記述したり、大気現象のモデルを構成してゆくのに対して、総観気象は現象を総観図により記述してゆくものと言うことも出来よう。

総観図による現象の記述とは、実は気象力学と同じように、現実の大気についての一種の解釈なのである。総観図は、天気解析者にとって基本的な概念である気圧組織や、組織モデル（その大部分は、ノルウェー流の前線波動モデルなのであるが）によって現実の天気分布を解釈したもの他に他ならぬ。とりわけ、この解析法は天気分析や天気予報術にとって有用であり、もともと、総観解析とか総観法と呼ばれたものは、こうした実際の天気図解析者の仕事と流儀に課せられた言葉のように思われる。

しかし、すべての科学がそうであるように、われわれの総観気象もまた、その内容が変りつつあるように見える。これまでの、主として天気予報や分析に従事した人達によって作られた概念や、組織モデルだけではなく、量と質において広がりつつある観測値の解析は次々に、新しい大気の様相とその性質を明らかにしてきた。とりわけ著しい進歩は、これまでの総観解析が定性的であり、経験主義的な点があったが、今日では観測値の分析がこれまでよりもさらに、力学で得られた諸概念と結びついており、それ故にまた一層、定量的な解釈を与えるものに変りつつあることである。

従って総観気象の進歩は所謂総観法の進歩なのではなく、大気の構造モデルの理論的進歩と、観測網の発展がもたらしたものである。S. Petterssen<sup>(1)</sup>が彼の新版の著の序文において、「予報者の訓練に関する新しい方針をたてる時が到来したように思われる。この新しい方針

とは一般には総観気象及び気象力学と呼ばれている二つの分野の差異をできるだけ小さくする（できればなくしたい）ことを目指すべきなのだ。この第二版の目的はこのような訓練のためのテキストを提供することである。………」と述べていることは注目に値しよう。

われわれが目指すのは大気天気分析、(Weather analysis)、或は気象解析 (Meteorological analysis) なのであって、その解析の表現方式が総観的なのである。そこで以下の解説では、総観解析とは観測値の時間、空間的な配列にもとづいて大気の実相と思われるものを再現し、われわれがすでに獲得した知識に基づいて、観測値の分布がどのように解釈され得るものであるか（場合によってはこれまでの概念とは異なる事実の発見もある）を示すため、観測値の分布を既成の概念で組織化して、最後にそれらを総合して現象の一つの記述的なモデルを作るのがわれわれの総観解析であると定義しておこう。

さて、これから解析を試みんとする読者にとって最良の教科書はすぐれた気象解析の論文である。そこには解析とは何かの一切がこめてある。この解説シリーズは個々の論文の紹介はさける方針のように見える。しかし、総観気象の範囲の定め方は他の分野ほど簡単ではない。解析技術の書の紹介だけで本講座の主旨が満たされるとは思われない。それで始めに総括的な原論文の紹介を許していただきたい。

まず古典的低気圧モデルについては、J. Bjerknes の輝ける頁と呼ばれる、**On the Structure of Moving Cyclones** 及び彼と Solberg の共著であり、今日の低気圧解析の基礎となった極前線低気圧論をみのがすわけにはゆかない。これは中央気象台より気象学論文集の第1輯に複製されているが今では一般に入手し難い。これについては久米庸孝氏の入念な紹介<sup>(2)</sup>があるのでそれをよむのもよい。

高層解析についてならば、シカゴ学派の記念すべき論文 **On the General Circulation of the Atmosphere in Middle Latitudes** を始め、Palmen, Newton 等の論文を集めて、気象学会より出版されている

\* 気象庁予報部

Jet Stream<sup>(9)</sup>がある。

低緯度気象については柳井迪雄氏の解析<sup>(4)</sup>、中規模じょう乱ならば藤田哲也氏のメソ解析の一つの手法を確立した報文<sup>(5)</sup>と松本・二宮氏の北陸豪雪についての一連の論文<sup>(6)</sup>、松本氏と協力者による豪雨に関する一連の論文<sup>(7)</sup>、があげられる。これらの論文が最良の教科書であり、これにより近代的な総観解析とは何か、がわかりになる筈である。

以下は著者の乏しい経験にもとづいた参考書の紹介に移る。総観解析の基礎は一般気象学であって、その知識を天気図または資料の解析に活用するか否かが解析の第一歩である。その意味において例えば正野博士の気象学総論<sup>(8)</sup>、或は Petterssen の教科書<sup>(1)</sup>はやはり入門書として最適である。この他に気象の研究法として須田建氏の気象調査法<sup>(9)</sup>はこれから調査研究に従事される人にはよい指針となる。

総観解析とは所謂天気図解析という特殊な技術であるように思われているが、そういう流儀もないわけではない。しかし、それは決して特異な技術ではなく、科学一般における資料の処理方法が適用し得るものなのである。従って資料の処理法に関する各種の教科書をよまねることは解析技術を豊富にしてくれる。

基本的な気象知識を天気図または観測値の解析にどのように活用するかという純技術的立場に立った稀有の教科書としては Saucier のもの<sup>(10)</sup>がある。気象資料の解析を古典的総観解析にのみ限定すれば有名な Chromow<sup>(11)</sup>の著があるがこれも一般には入手し難い。天気図解析の実際と理論をまとめたものとしては沢田竜吉氏の労作天気図解析の基礎<sup>(12)</sup>を特に予報作業に従事する方々にすすめたい。この書の各章の初めに引用されているアフォリズムは誠に痛切なものであって、天気図解析に心身を労した人でなければえらび出せぬものである。豊富な雲の観測と天気図解析を対比させた中山章氏の総観的立場から見た雲<sup>(13)</sup>はモデルと実際の比較という点で大いに参考になる。特に天気図解析を始めようとする人々、現に毎日の解析作業に従事する人々には、論文であるが、Eliassen の The Quasi-Static Equations of Motion with Pressure as Independent Variable<sup>(14)</sup>の前半の一読をすすめたい。この中には等圧面天気図解析の力学的解釈の基本のすべてがのべられている。解析上の疑問、特に高度場や温度場の変動の解釈に疑問が生じたら、この論文に立ち戻って考えるのがよい。

技術的な入門書ではないが、総観気象の一種の完成した体系として、高橋浩一郎氏の総観気象学<sup>(15)</sup>が多くの教示に富んでいる。これとは別に、第二次大戦後の大気じょう乱に関する新しい解析の集大成として Palmen Newton の共著<sup>(16)</sup> Atmospheric Circulation Systems は現に解析に従事している方々にも、これまでのまとめとして参考になろう。

同種のものとして、Eiassen の Motions of Intermediate Scale: Fronts and Cyclones<sup>(17)</sup>がある。これは極めて簡潔な叙述の中に総観的現象の解釈がいかに変化しつつあるかを示している。

総観気象、或は気象解析のこれからのあり方についての Sawyer の展望 Meteorological Analysis—a Challenge for the Future<sup>(18)</sup>も極めて有益である。

解析技術の新しい方向としては、計算機を用いての客観的天気図解析(例えば Gandin<sup>(19)</sup>)とか、定量的解析における計算機の利用などがあげられる。そして、これには一般の数値計算法の書物が活用される。

現場の解析者のための手引書としては、各国の気象台から出版されており、それぞれ特色があるようである。

もし、その方面に関心がありの方には次のテキストがある。

米国のものには、その一部が気象庁予報部で訳され、NAWAC 技術指針<sup>(20)</sup>として印刷されている。簡潔であるが、内容は一貫した方針がうかがわれる。英国には、非常に大部なものがあり、天気予報技術シリーズとも言うべきもので、基礎理論から量的予報まで全20巻の指針<sup>(21)</sup>がある。その他の国々のものについて、筆者の不勉強もあつて明らかでない。

本邦のものとしては、気象庁予報部から大きな計画のもとで、刊行が予定されているが、まだその全部はまわっていない。既に印刷されたものについて言えば、色々な論文からの引用を並べたような傾向があり、編者の一貫した基本的な考え方が明らかでない。しかも引用の仕方が公平でないものもある。特に高々度解析に限ったものとして、杉本豊氏の高々度解析<sup>(22)</sup>がある。

恐らく総観解析については二つの立場が便宜上とられるであろう。一つはじっくりと時間をかけた総観的研究である。これには、あらゆる分野の気象学の知識が総合されてゆかねばならぬ。今一つは現業の人々にとっての毎日、限られた時間内で、限られた情報で現実の大気構造を理解する、或はモデル化してゆく技術としての総観解析である。そこには直観的、経験的、定性的ならざる

を得ないし、そうであっても大気の本質を把握し得るのであって、そういう意味での総観解モデルは存在し得るのである。ノルウェー学派のモデルが依然として用いられているのは矢張りそれなりの利点があるからである。

数値予報の発展が現象の新しい解釈を与えつつあるのもまた、事実である。要は、現場の解析者が、書物が研究の示す成果と、彼の経験を日々の資料の解析にいかん活用するか、が大切であることは言うまでもないであろう。

文献（本文中の文献を掲載順に並べた）

- 1) Petterssen, S., 1956: Weather analysis and forecasting, McGraw-Hill, New York.
- 2) 久米庸孝: ビヤークネスの低気圧波動論, 中央気象台気象講習会プリント第5-6部, 67-96.
- 3) Selected meteorological papers, No. 5, Jet stream, Compiled by the Meteorological society of Japan., 1961.
- 4) 例えば, Yanai, M., 1961: A detailed analysis of typhoon formation, J. meteor. Soc. Japan, **39**, 187-214.
- 5) Fujita, T., 1955: Results of detailed synoptic Studies of squall lines, Tellus, **7**, 405-436.
- 6) 例えば, 松本, 二宮, 1969: 降雪に伴う中規模じょう乱に関する研究, 天気, **16**, 291-302.
- 7) 例えば, Matsumoto, S. and T. Akiyama, 1969: Some characteristic features of the heavy rainfalls observed over the western Japan on July 9, 1967, Part 1: Mesoscale structure and short period pulsation, J. meteor. Soc. Japan, **47**, 255-266.
- 8) 正野重方, 1958: 気象学総論, 地人書館.
- 9) 須田 建, 1955: 気象学研究法, 測候時報, **22**,

- 183-188及び211-216.
- 10) Saucier, W.J., 1955: Principles of meteorological analysis, The university of Chicago Press, Chicago.
- 11) Chromow, S.P., 1940: Einführung in die synoptische Wetteranalyse, German translation by G. Swoboda, Springer-Verlag OHG. Berlin.
- 12) 沢田竜吉, 1955, 天気図解析の基礎, 予報研究ノート, **6**, 145-256.
- 13) 中山 章, 1968: 総観の立場から見た雲, 気象研究ノート, **96**, 129-243.
- 14) Eliassen, A., 1948: The quasi-static equations of motion with Pressure as independent variable, Geof. Publ. **17**, 5-43.
- 15) 高橋浩一郎, 1962: 総観気象学, 岩波書店.
- 16) Palmen, E. and C.W. Newton, 1969: Atmospheric circulation systems: Their structure and physical interpretation, Academic Press, New York.
- 17) Eliassen, A., 1964: Motions of intermediate scale: Fronts and cyclones, in Advances in Earth Science, M.I.T. Press Boston.
- 18) Sawyer, J.S., 1964: Meteorological analysis: a challenge for the future, Quart. J.R. Met Soc., **90**, 227-247,
- 19) Gandin, L.S., 1963: Objective analysis of meteorological field (translated from Russian). I.P.S.T., Jerusalem.
- 20) 米国気象解析中枢編, 気象庁予報部訳; 米国解析中枢の実施する予報解析業務 NAWAC 技術指針.
- 21) Handbook of Weather Forecasting; Air Ministry Meteorological office.
- 22) 杉本 豊, 1962: 高々度気象解析, 航空気象文献抄, **6**, **12**, 3月合併号.

大気大循環に関する文献補遺

廣 田 勇

気象学入門講座[3]: 大気大循環論の紹介においては、初歩的な解説、総合報告及び教科書等の解題を行なったが、その段階を通過した読者にとっては、やはり個々のオリジナルな論文を読むことが必要であろう。ここ10年間に於ける大循環論のひとつの大きな流れは言うまでもなく大気大循環数値実験の目ざましい発展ぶりであり、それに関しては本講座[18], [19]の新田: 数値実験とはの中にくわしく紹介されていたが、一方数値実験と平行して全球的な大循環の統計解析も観測量・精度の充実と相まって益々重要な地位を占めていることを忘れてはならない。この種の仕事は1950年代から60年代のはじめに

かけてをかりに第1期と呼ぶとすれば、それを土台にして本格的な数値実験が始まったとも言えよう。この第1期の成果の主なもの日本気象学会編(1960): Selected meteorological papers の中の General circulation Part I, II に集められてあり、更にこの分野の金字塔として輝く Starr and Saltzman 編(1966): Observational studies of the atmospheric general circulation は M.I.T. の大循環プロジェクトの1965年までの論文76編を集めたものである。

ここでは入門講座 [3] の文献補遺として、第2期とも言うべき1964年以降の大循環に関する観測的研究のう