

雲の分類の研究についての歴史*

当 舎 万 寿 夫**

筆者は気象学発達の歴史過程を折にふれてしらべていたのであるが、雲の分類史について本紙にのせられた山口氏の解説^①に興味をもった。それでこのなかにはふれていらない事項について物語り的にのべてみたいと思う。

人間が地球上に存在し、種々の知識を習得してからは大気現象にも注意を払ったことは確かである。しかし、これは余りにも古くて、どのように扱われていたかは全くわからない。古代民族は俚言によって雲と天気との関係をのべていた程度で、それより雲の形を推定する他に方法はない。

紀元前200年頃、古代ギリシャの自然学者であるテオフラストスは雲の形について、『綺状の雲』『ちぎれた綿に似た雲』という表現を記録にとどめている。テオフラストスはアリストテレスと同時代にギリシャに生れ、プラトンのもとで学んだ。アリストテレスは気象学に関する書物を出していて、これについては別な機会にのべることにする。

古代ギリシャで一時、雲の形についてテオフラストスが指摘してから2,000年程の間は、ほとんど雲形について何等の注意もされなかったと考えねばならない。というのは記録として何も残っていないからである。欧洲やアメリカ、東洋で気象観測が系統立って行なわれるようになつた17世紀でさえ、雲形は誰も興味をもたなかつたようである。

海外にあるイスパニアの都市を略奪し、はなばなしの植民地争奪戦に活躍したイギリスの航海者 W. Dampier は気象学に大きな貢献をした。彼は雷雲の物凄い姿を見て、その外観的状況をのべている(1697年の Dampier の記録にみられる)。

18世紀末にはドイツのマンハイムにバラチン気象協

会 (Societas Meteorologica Palatina) ができ、これが観測網組織をつくった。このときに観測者宛に気象観測法を指示した。これは『観測者指針』("Monitum ad Observatores") と呼ぶものである。これには雲量を7階級で観測し、雲の色彩と特殊性をのべるようにした。すなわち雲の濃淡、狭いか広がっているか、線状になっているかということをのべるようにしていた。しかし、雲形の分類にはまだなつていなかった。

今回用いているような雲の分類にはじめてその基礎をつくったのはフランスの自然学者である J. B. Lamarck である。彼は元来医学を修めたのであるが、生物学に興味をもち、特に植物、動物についてはその功績は実に大きい。彼は進化論を唱え、生物が環境によって発達すると考えた。植物の分類をするために各地を旅行し、そのとき、自然現象にも目を向けた。動物の分類でもはじめて、背椎動物と無脊椎動物とをわけた。このような生物分類法ではすぐれた手腕をもっていたので、雲形についても分類をはじめた。Lamarck は1800年—1810年まで *Annuaire Meteorologique* を刊行し、その第3巻(1802年)に『雲形について』という論文を発表した。彼は気象観測をはっきりさせるのに雲形が極めて重要なことを指摘し、雲形を悉くしらべるのは時間の浪費だといつて5つの基本的雲形に注意するよう提案した。これは次のものである。

1. 幕状の雲 (en forme de voile)
2. 群状の雲 (attroupés)
3. 球状の雲 (pommelés)
4. 刷毛状の雲 (en balayures)
5. 塊状の雲 (groupés)

であつて、1は層雲、2は高積雲、3は積雲、4は巻雲、5は層積雲、雨雲を指すものであろう。

1805年に Lamarck は更に雲の分類をすすめて、12種のものを出した。これらは雲の色、状況を補足している

* Masuo Tohsha: History of Studies on Cloud Classification

** 気象研究所 —1959年11月18日受理—

もので、あらゆる基本的な雲形を網羅することとなった。 Lamarck の出した *Annuaire* には月の運動による天気の予言、推定を載せていたために、 Lamarck は信用をなくした。 Lamarck は生物の分類を行なって、その根源を宇宙に求めた。そのためには科学の基盤を宗教に求めなければ解決のつかない破目となった。このことがすべての科学、特に気象学にも持ち込まれるようになったのである。このことが当時のフランス社会から見離される原因をつくり出すこととなった。

Lamarck の雲分類がフランスで発達しなかった原因についてのべてみよう。

Lamarck の哲学的思想が気象学の分野では遅れていたことに主たる原因がある。 Lamarck は理神論的立場をとっていた。理神論 (deism) ラテン語の *deus* (神) から派生した言葉であって、19世紀にはこの形態がほとんど考えられなくなっていた。しかるに Lamarck はこの考え方を固執したのである。理神論は宗教的な哲学であって、神の存在を認め、万物の生じはじめは神によらずにできたと考えている。理神論は人神や宗教上の儀式などは排斥し、ヴォルテール等はその代表者である。17世紀に起り、19世紀のはじめまで、神学との闘いで進歩的な役割を演じ、次いで、理神論は科学や、唯物論との論争に用いられるようになった。宗教に対抗した中世紀科学者はほとんど全部、理神論者である。しかし、理論し切れない箇所には神の存在を持ち込んだのである。理神論より二元論 (dualism) を経て観念論 (idealism) となり、一方理神論より唯物論 (materialism) となり弁証法的観念論を経て K. マルクスの弁証法的唯物論へとなってきたのである。このような道順を追ってきて、形而上学 (metaphysics) はつぎつぎに非形而上学 (antimetaphysics) へと導き出されていったのである。このような哲学的思想が形成されつつあったときに、天気予報を月の運動に結びつけたのは Lamarck の信用を学界から失う大きな主原因であった。

Lamarck が学界から白眼視される他の原因是、同じく生物の分類で他の学派があつて、それとの対立的な関係のためである。これは J. Cuvier である。Cuvier は形而上学的な立場にあって、進化論は認めなかった。 Lamarck のように生物が気候や生活条件によって今日の生物に進化したという概念は持たず、現在の生物は最初からその形態をもっていると考えていた。しかも、Cuvier パリ科学院では偉大なる権力を持ち、フランス革命後の政界にまでその権力を發揮していた。だから、ナポ

レオンに対し、自分の反対学派である Lamarck を拘束するよう指示することができた。このために、Lamarck はナポレオンより生物学の研究をやめるよう申し込まれている。

月の運動による天気予想から、学者達は Lamarck の注目すべき気象の業績を無視したのであろうし、一方、政治的に活動を抑圧されたことも考えねばならない。

Lamarck と同時代にイギリスでは L. Haward (1772年-1864年) がいた。Haward は気象の愛好者であつて長年にわたって気象日誌をつけていた。彼も同じく雲の分類を行なっていて、この分類は1802年から1803年にかけての冬に、アスケージアン協会で分類を発表し、間もなく “On the modification of clouds” という題名で印刷した。

Haward は基本的な雲形として、*Cirri*(巻雲), *Cumuli*(積雲), *Strati*(層雲) を出し、それらの中間形と混合形とを出している。この混合形を、彼は雨雲 (*nimbus*, *vel nubium congeries pluvium effundens*) と名付けた。

Haward の分類はプロシャにも政治上の関連から持ち込まれ、詩人のゲーテはこの分類に興味をもっていた。ゲーテは自分の論文 “Wolkengestalt nach Haward” を1817年に出し、日誌には Haward の分類による雲を数多くのべている。ゲーテは詩にも Haward の雲を表現している。

Haward 系体にはじめて補足を加えたのは L.M. Kämtz で、現在の層積雲についての定義を出した。これは1840年である。Kämtz はバルト海に臨むポリメリアに生れ、この雲の定義を出してからロシアに移住し、ペテルブルグ (今のレニングラード) にある中央物理観象台 (現在の中央地球物理観象台) の次代台長を務めた。

Renou は1855年の “instruction meteorologique” には高い雲という考えを出していて、これを後日、観測者達が《高積雲》と呼び、この名称は1870年のモンスリ観象台年報 (ブリテン) にはじめて現われた。Renou は《層雲》の考えでは、Haward の出した巻積雲、高積雲 (*Stratus elevé*) 及び積層雲 (*Cumulo-stratus*, 現在の *Strato-Cumulus*) が含まれることを指摘した。Renou は特殊な積雲にも注意を払っていて、現在の積乱雲になる形態をのべている。しかし、*Cumulo-nimbus* の名称は Renou が出したのではなくて、1879年に Weilbach が出した。

雲形図を最初に出したのは Hildebrandsson で1879年

に『雲の分類について』を出した。これには初めて写真が用いられた。Hildebrandsson は層雲を霧の昇ったものと考え、雨雲 (Nimbus) は低い黒ずんだ雲だけに用いた。1887年に Hildebrandsson はイギリスの気象学者 Abercromby と一緒にになって、最終的な雲の分類を 10 種類にして発表した。これが今まで用いられていた 10 階級の基礎形である。

1885年には Meller が雲の高度別分類を提案していて、これによる考察を Hildebrandsson と Abercromby が取扱った。この区別分けは、上層大気の風向、風速をみるのに雲を観測することが最もよいという考え方から導き出された。

このようにして、1889年9月20日にパリで開かれた国際気象会議となり、そこで雲の分類が報告され、代表的な雲の写真と雲の図が発表された。

こゝにおいて、雲の図集をつくる必要が生じた。しかし財政的に多くの障害に当面し、図集出版も危ぶまれた。辛うじて、1890年にハンブルグより 10 枚の色刷りの雲の図を Hildebrandsson が発行した。これにはケッペンやノイマイエルの協力があった。石版刷りであって、繊細な所は画家によって描写されていないので細い特色を出すことは出来なかつた。

1891年にミュンヘンで国際気象会議が開かれ、雲の分類と雲の図について十分な討論がなされた。こゝで雲の図についての委員会が選出され、1894年までに 300 以上の雲写真を集め、1896年には委員会の一人 Jeissenc de Bort の資金で 28 枚の色刷り図が発行された。この雲形図が基本となって 20世紀に持ちこまれた。

大体同じ頃、アメリカの Clayton は自己流の雲の分類を出した。彼は雲を生因によって分類しようとした。これは上昇気流の雲、斜面滑走の雲、輻射冷却の雲、および高度による気流の差違で生ずる雲に区別した。これは雲についての物理的な資料がないときであって、時代を超えた考え方であった。Clayton の考え方は当時としては適さなかった。Hildebrandsson の外的的分類には匹敵するものがなく、Clayton の分類法は間もなくすたれた。

雲の高度観測は極めて古くから行われていた。山岳地方での雲高決定にはすでに、ヴァレニーが 1640 年に記述し、リッチャオリーが 1672 年頃に幾何学的方法で一つの白く大きな雲 (積雲と思われる) の高度を決定した。後にはブゲー、ランベルト、クロウツエイトが雲の高さを同様にしらべている。クロウツエイトは山の高さによって雲

の高度を観測し、約 5400 のデータをつくった。雲の分類でのべた Kamitz はスイスにあるフィンテラルホルン山 (4200m) を背景にして雲を観測した。この観測で、卷雲は常にこの山の頂上より高いことを認めた。

フランス参謀本部司令官 Peytier は 1826 年にピレネー山脈の三角測量で、多くの雲の高さを経緯儀で測った。これでは雲の高さが 450m から 3000m までになることを見出した。

第 1 回国際極年のはじまった 1882 年 - 1883 年では、スウェーデンの探検隊がスピッベルゲンで二台の経緯儀による雲高の基線観測を行なった。その後、1885 年に、エクホルムとハグストレムはウプサラで基線 500m と 1,300m で観測をした。1887 年に同様な観測をツルリエン (ノールウェー) でハグストレムとファリクが再び繰返し、1892 年には Clayton とフェルギュッソンがボストン付近のブルーヒル観象台で行なった観測資料を発表した。後に、ポツダムではスブルングが雲の写真観測より雲高と雲形をしらべた。雲高測定には種々の器械が発明され、雲の形と高度は 19 世紀末になって気象学にはいり込んできた。

前述の雲形で有名となった Haward は雲高と雲の物理的性質には注意を払わなかった。Haward の時代に、雲とはどんなものであるかという問題があった。当時、雲は水泡であるという『泡沫仮説』が一般に普及していた。すでにガッレイは雲が小さな水泡 (Vesculi) からなっていると考えていて、水滴から雲はできていないとのべていた。クランツェンシュタインは 1743 年にこの仮説を明示させている。クランツェンシュタインは論文として『数学的に証明した水蒸気と蒸発の上昇論』を出し、これでボルドーアカデミーの賞金を受けた。ソッスールも同じく、直径が千分の数程度の水泡は大気中に存在しうると報告している。彼は積雲の形態を次のようにのべている。すなわち『湿気で充満した空気を通る上昇状態にある水泡の集り』とのべている。しかるに、一方、ソッスールは雲のなかに、水滴と冰粒の存在を認めていた。『泡沫仮説』は 19 世紀前半の教科書にも記載されている。この仮説についての論争は後に燃えあがり、一つの雲物理学に対する進歩をもたらすことになった。これについては別な機会にふれることとしよう。

国際雲形図の作成についてはすでにのべられているのでこゝでは触れないでおこう。

20世紀になると雲の分類法も物理化学的なものに近づいてきた。雲の相 (phase) 的構造によって

1. 水滴の雲
2. 氷或は氷晶の雲
3. 混合物になった雲

と分類された。これは自然と降雨機構にも関連づけられるようになってきた。液相か固相かの判定には気温によって行なわれたが、過冷却の雲でも液相のものがみられ、その反対に零度近くでも固相の雲がみられるようになった。雲の相的分類は1949年にソ連の女流学者 E. Г. Зак (E.G. Zak) が飛行機観測によって、686回の資料より5つの型を出している。これは次のものである：

1. 水ばかりの雲
2. 冰ばかりの雲
3. 過冷却した水滴と氷晶の混入した雲
4. 水滴ばかりの層と氷晶ばかりの層が混合している雲
5. 水滴ばかりの層、水滴と氷晶の混入層及び氷晶ばかりの層からなる雲

1947年にレニングラードの中央地球物理観象台では、H. С. Шишкин (N. S. Shishkin) が極地地方での氷状の破壊や堆石の配列をしらべ、流体内における対流現象をしらべた。彼は大気における対流問題にも非常に興味をもち、1948年にはセルについての報告を行なった。これらの研究によって対流現象に伴う雲の分類を行なっている。これについてのべてみよう。

H. С. Шишкин (N.S. Shishkin) はすでに我々の知っている十階級の雲形について更に詳しい評価をしている。彼は層雲に対してはその密度の大小により translucidus (透明雲) と opacus (不透明雲) とを出し、途切れた層雲に対しては Fractostratus (Frst) と Fractonimbus (Frnb) を国際分類法の層雲グループに入れている。Frst は降水がなく、Frnb は降水を伴う。

層雲形態のものに対流が発達すると円い碁盤縞が生じ、風速にシアーアーがあると対流発達の雲は堤状になる。これはすでに1938年にインドの学者 K. Chandra が室内実験で説明を与えた。1929年に M.B. Кирпичев (M. V. Kirpichev) は烈しく暖まった敷石上に対流で生ずるセルの問題を見出し、この種の研究の自然条件における研究は A. A. Скворцов (A. A. Skvortsov) が1947年に行なっている。

前記の H.C. Шишкин (N.S. Shishkin) は国際雲形図の中層雲に属するものを Altostratocumulus (Asc)，上層にあるものを Cirrostratocumulus (Csc) と呼ぶのが適切であるとのべている。Sc が降水を伴うようにな

っておれば、Nimbostratocumulus (Nsc)，中層では Nimboaltostratocumulus (Nasc) と呼ばねばならないとものべている。

積雲については、対流が弱いとき、雲は厚くない。この雲は Cuhum (平坦な積雲) と呼ぶ。強い対流では厚さが増し Cucong (雄大積雲) になる。

中層の積雲は Ac で、As 内の対流発達で生ずる。これは Ac castellatus と名付けている。

Bergeron-Findeisen 理論に基づく Cb の国際分類法は水滴ばかりの雲から雨が降ったり、雲頂に氷晶をもつ雲が必ずしも降水にならないから、Cb は定義しない方がよいとのべている。

上層での積雲形態の雲は Cc と呼んでいるが、これは Cirrostratocumulus (Csc) という方がよい。以上のことを表にすると次のようになる。

	ラテン語名	略号
下層雲		
1	Stratus	St
2	Stratocumulus	Sc
3	Cumulus	Cu
中層雲		
4	Altostatus	As
5	Altostatocumulus	Asc
6	Altocumulus	Ac
上層雲		
7	Cirrostratus	Cs
8	Cirrostratocumulus	Csc
9	Cirrus	Ci
垂直発達雲		
10	Cumulus congestus	Cu cong 或は Cc

雲に降水を伴うときには、上記の雲の名称に Nimbus の語を付加する。例えば、Nimbostratus, Cumulonimbus となる。これは特殊雲形として分類しない。

この表を更に簡略化するには “Alto” と “Cirro” を分類の基本形に付加するものとすれば、St, Sc, Cu なる基本的な雲グループと一つの特別なもの Ci となる。

雲形を詳しくするために、更に次の付加表示をつけ加えよう。このうち重要なものを次に列記しておく。

	ラテン語名	略号
1	translucidus (透明な雲)	tr
2	opacus (密雲)	op
3	castellatus (塔状雲)	cast

4	lenticularis (レンズ雲)	lent
5	mammatus (乳房雲)	mam
6	lacunosus (隙間のある雲)	lac
7	lanatus (綿状雲)	lan
8	undulatus (波状雲)	und
9	pileus (敷布雲)	pil
10	filosus (糸状雲)	fil
11	uncinus (爪状雲)	unc
12	vesperalis (夕刻に拡がる雲)	vesp
13	nothus (雷雲)	not
14	grandinosus (雹雲)	gran
15	nivosus (雪雲)	niv

雲の分類については降雨機構と併せて考えられるようになり、雲の分類は大気の諸現象と結びついている。

1959年6月15日—20日にソ連邦科学アカデミー応用地球物理研究所で雲に関する第6回目の会議が開かれた。これには雲、降水および人工降雨の問題についての討論が持たれ、ソ連邦の研究機関のほかに中国科学院の代表等が集まつた。その数は44に達した。会議には高層気象、雲の物理学、人工降雨、雲の電気、雲の輻射性質および特殊器械による研究結果で、68の報告があった。

この雲に関する会議はソ連邦ではかなり前から開かれている、第5回のものは1956年2月に持たれている。

この第6回会議では、1962年に、ソ連邦で雲の総合的な大研究を行なうことを予定し、この年を『全ソ雲観測

年』とすることが決められた。これにはソ連邦の科学アカデミーと共和国のアカデミーの研究所、中央水理気象業務局、ソ連邦空軍、ソ連邦民間航空、北海航路総局、教育省、各省の気象業務局がこの観測年のプログラムに参加する。

この観測年実施に当って、1961年に第7回の会議を予定していて、定期刊行雑誌『雲と降水』を出版し、年2回ゼミナールを召集することがきつた。

この大がかりな観測年によって、雲の観測で今までにはっきりしなかった点、新らしい事実などが見出されることになろう。これによっても雲の分類等がもっと詳しく述べるものと思われる。

なお本編をつくるに当って、科学思想方面では、その権威者である岡邦雄先生にいろいろとご指示を戴いたことを感謝致します。

文 献

1. Хриан А. Х. 1959: Очерки развития Метеорологич. гидрометеоиздат, Ленинград.
2. Шишкин Н. С. 1954: Облака, осадки и грозовое электричество, Гостехиздат, Москва.
3. 山口協, 1959, 雲の分類の歴史, 天気, 10, 305~309.
4. ソ連邦科学アカデミー報告, No.10.

〔書評〕

寺田一彦著 統計データのまとめ方 高陽書院, 昭和34年

気象関係の技術者にとって統計データの処理は極めて大切な問題である。にもかかわらず、統計学の専門書は術語が難解だとか、まわりくどくて分りにくいとか、いろいろの声が聞かれる。この小冊子は気象関係者にはあまり知られていないが、こうした声に答える入門書としては要領よくまとめられていると思う。母集団と標本、変量と変数、バイアスとランダムエラーの認識は少くとも近代統計学では不可欠の要素であるにもかかわらず、なかなかわかり易く説明する工夫をする人がいない。はじめて統計を学ばれる方に統計的考え方を理解する上で一読をすすめたい。もう1つの理由は、この本が官能検査にも言及している点である。官能検査についてはいくつかの文献もあるが、まとまった初步的解説書はこれがはじめてではなかろうか。通勤や往復の車中でも手軽に読めるといっては著者の勞に対して失礼ない方であるが、適切な挿絵も随所にあって効果的だし、丁度ポケットに入る位の手頃な小冊子なので、敢えてこういった訳だが、最近の統計やO.R. その他の著しい発展についても気象関係者がもっと関心をもってよいのではなかろう

か。次に多少の難点をいわせてもらうなら、索引もぜひ入れてほしかったこと。気象的な実例も少し入れてもらいたかったこと、官能検査のところで、誤差、精度、標準偏差といった言葉の意味と導びかれた式取扱いが、それ以前の記述とくらべて若干むづかしく、初歩の人には一寸誤解され易いのではないかと思う。つまり、気軽な気持で、初めから読んでいいってすらすらきたのが、ここへきてじっくりよまなくてはならなくなるような気がするのは評者の取扱苦労かもしれない。評者自身官能検査については深く勉強していないから外れかも知れないが、もちろん間違ったことが書かれている訳でないから、よく読めば正しく理解されることは明らかである。あるいは著者自身がこのトピックに多くの読者の関心を持たせるよう敢て工夫されたのであるかも知れない。要するに、具体的な数量的データにひきまわされず、これをひきまわして巧く料理するコツがでていて、著者の新しい感覚に共感をおぼえるという意味で、気象関係者にぜひ一読をすすめたい。（気象研究所 鈴木栄一）