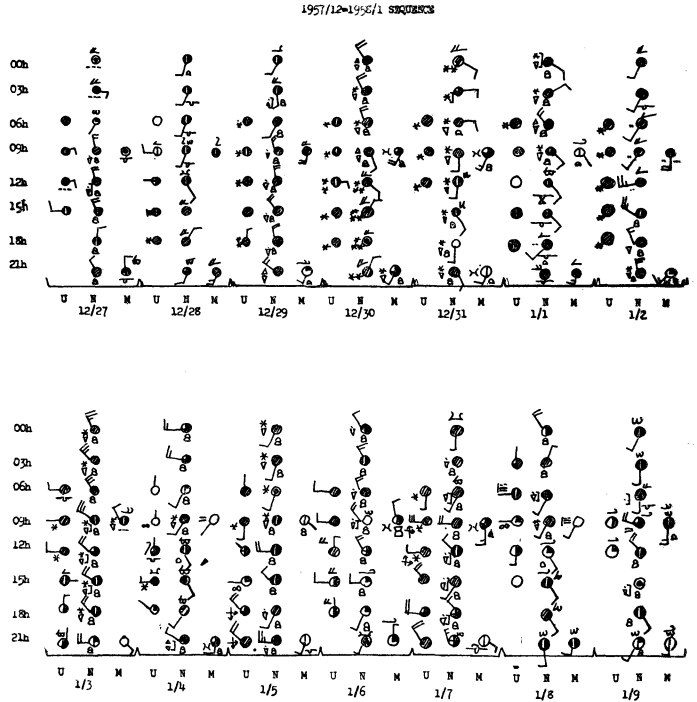


なり、薄日が見えはじめたのは東支にある高気圧の峰となったからであろう。白馬、乗鞍は見えず、東方は高曇であった。8日は快晴で朝のうち前日の影響で曇っていたのであるが、9時には快晴となり、大町盆地は煙霧で、これは完全に本邦が高圧帯となっている証拠である。9日は前線の影響で朝のうちは曇っていたが後には快晴。

以上が、1通り天気図と実際の天気の比較であるが、全体を通して云えることは、予報を出す前にもう少し気をつけねばならないことが二三あったと思う。それはこの年の気圧配置の特長と梅池という局地条件である。今回特に6日の予報がはずれたことは大変勉強になった。まず考えられることは大陸の高気圧が発達していないために、移動高の移動の仕方がゆっくりしていて、例年ならば、その速度で大体予想出来る天候のタイミングがはずれたこと。日本海、オホーツク方面の低気圧勢力が強くて、移動してゆく高気圧が本州南方を通過していったこと。これはもっと前の天気図の習性を頭に入れていなかったことが原因だと思う。第三に梅池は日本海に近いために海岸前線の影響も多少あるのではないかということ。特に6日の天気図をみると判ると思うが、本州南方へは気圧の峰がはり出しているのに反し、日本海沿岸はかすかにオホーツク低気圧の谷となっているのではないかということ。これらの点にもっと注意深く天気図をみるくせをつけなければならぬと思った。

さて気温断面図をみると、温暖前線は安定層の下降となり、27日と6日にみられる。6日の方は温暖前線の下降と共に雪から雲海に変わった。寒冷前線は安定層の上昇となり、28日、29日、3日にみられる。この29日のものは当然雪をもたらし、3日間続いた。3日のものは1日だけで止んだが、これは寒冷前線の高度が高かったためではないかと思う。逆転層は、逆転又は安定層となり、

1日8日にみられる。これは上層の谷の前面に現われており、従って快晴となっている。接地逆転は、1, 2, 4, 6, 7, 8, 9日にみられ、夜間副射のため下層に霧を生じた。湿度であるが、27日、28日の異常乾燥は晴に対応し、80%以上になった1日、3日、5日以後は曇に対応している。



第3図 北ア、新潟、松本のシーケンス

風は北よりは、1日9時、2日21時、3日9時、12時、6日9時、21時、7日21時、9日9時で、6日9時を除いて全部晴であった。南よりは29~31を除いては大体晴れており、輪島の風向と現地の天気は、余りよい対応を示さないことが判った。風速が25mを示した6日の9時、7日の9時は地吹雪に対応する。気圧は30日頃と3日頃に谷を示して居り、27日と1日、6日以後は山となっている。

3. 冬季中央アルプスの気象

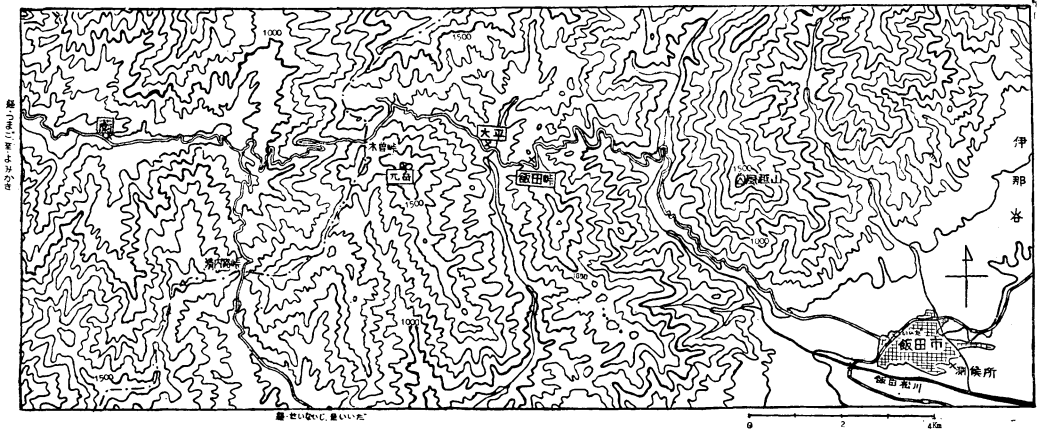
吉川友章*

1. ま え が き

山間地における気象変化が地形の影響をうけることは

* 東京理科大学山岳部

いうまでもなく、とりわけ風と降水については著しいようである。山岳地の気流は地形に応じて迂回し、一定の径路を通して平地に達することが多い。従ってこの径路



第1図 中央アルプス南部地形図

にそう気流の変質や降水を明らかにすれば、山間地の気象を数値的に究明する重要な手がかりになると考えられる。

長野県の飯田では年間を通して伊那谷ぞいにふく南風と、中央アルプスから谷ぞいにふき下る西風が卓越しており、特に冬季は西風が強い¹⁾。そこでこの西風をさぐるため、東京理大気象部と飯田高校気象班は、1957年12月末から1958年1月はじめにかけて、伊那谷と木曾谷をむすんで中央アルプスを横断する気象観測をおこなった²⁾。そのうち同時観測した期間について解析した結果を報告する。

2. 観測のあらまし

観測場所・期間(第1図参照)

- (1) 飯田峠(1235m) 1957年12月29日～1958年1月2日
- (2) 大平(おおだいら・1170m) 通年
- (3) 兀岳(はげたけ・1560m) 12月27日～1月5日
- (4) 蘭(あららぎ・720m) 通年
- (5) 妻籠(つまご・440m) 通年
- (6) 読書(よみかき・450m) 通年

この他飯田測候所(482m)の資料を使用。

観測要素

- 飯田峠: 気温(最高・最低・観測時)・湿度・風向・風速・雲・積雪・視程・雨滴雪片・その他山岳地特有の現象
- 兀岳: 気温(最高・最低・観測時)・湿度・風向・風速・雲・積雪・降水量・視程・日照・その他山岳地特有の現象
- その他: 気温・湿度・風向・風速・雲・積雪・降水量・天気

測器

- 飯田峠: アスマン通風乾湿計・ラザフォード最高最低温度計・ピラム風向風速計・雪尺
- 兀岳: フース型乾湿計・ラザフォード最高最低温度計・日巻自記温度計・日巻自記湿度計・ロビンソン風速計・同電接自記装置・風向計・ジョルダン日照計・雨量計・百葉箱・測風鉄柱(水銀気圧計使用予定のところ故障し修理中)

その他: 簡易ルーチン観測用測器

観測時刻

- 飯田峠・兀岳: 03・06・09・12・15・18・21・24時の1日8回
- その他: 09または10時の1日1回

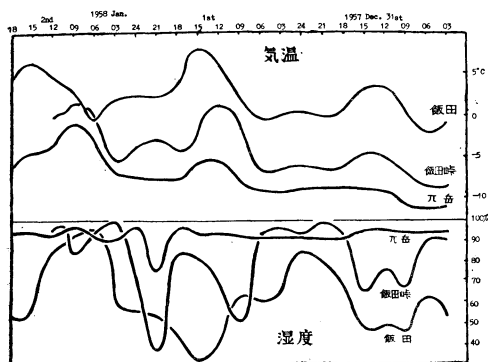
観測者

- 飯田峠: 東京理大(池田・吉川)
- 大平: 飯田市大平小学校
- 兀岳: 飯田高校(桐生・桜井・漆戸・平栗・吉川・久保田)
- 蘭: 西筑摩郡蘭中学校
- 妻籠: 西筑摩郡妻籠中学校
- 読書: 西筑摩郡読書中学校

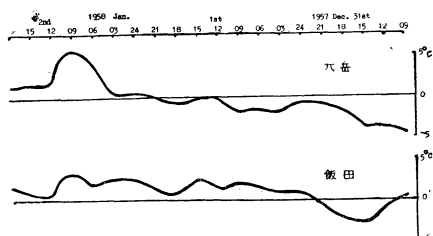
3. 観測結果

気温 連続観測した飯田・飯田峠・兀岳の変化をしめすと第2図のようになり、つぎの著しい特徴があらわれている。

- 1) 日較差は高度が増すと減少する。
 - 2) 気流の影響は高度が増すと増大する(後述)
- 兀岳と飯田の気温変化から10日間の平均平滑日変化³⁾をとりのぞくと第3図のようになる。これからも2)が



第2図 気温、湿度の変化



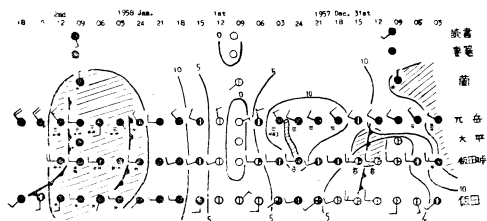
第3図 平均平滑日変化をとりのぞいた
気温の変化

確認される。飯田では移動性高気圧の中で平均より高めとなるが、兀岳は移動性高気圧の中心が通過するまえが低く、通過すると高くなる。

2日06時には前線通過にともない飯田と飯田峠のあいだに気温の逆転が起きている。

湿度 兀岳ではいつも高く、変化にとほしい。1日21時のみ飯田峠とともに急激に下がっているのが注目される。移動性高気圧の中にあっても高いのは兀岳西方の蘭川の谷を上昇した地形的上昇気流が関係しているためとみられる。(第4図参照)

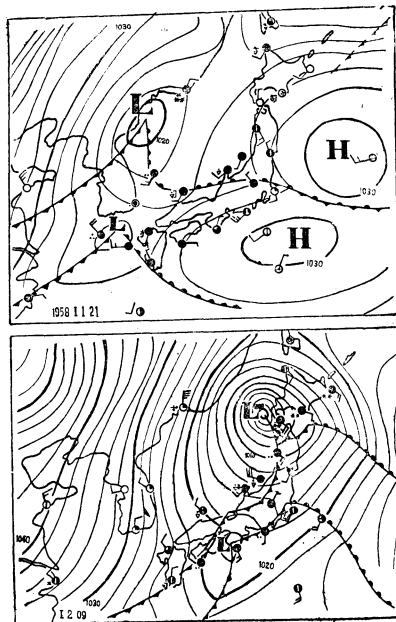
一方、下降気流の達する飯田は概して低い。飯田峠は下岳と飯田の間をはげしく変動して、時によって兀岳と共通の変化をしめしたり、飯田と共通の変化をしめしたりしている。1日の06時頃までは飯田と似た変化をし



第4図 天気、風、現象

めし、それ以後は兀岳と一致している。1日09時には飯田峠のみ急激に下がっている。これらは後述するように質の異なる気流のためと考えられる。

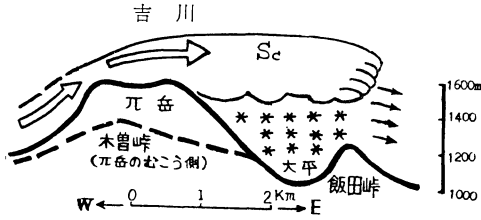
風・雲・天気・現象 各点の気象要素の時間変化をまとめると第4図のようになる。図中の曲線は等雲量線、斜線の部分は降水域をしめす。前線は第5図の天気図、飯田の気圧、各地の気温・湿度・相当温位・風などを参考にしてひいたものである。



第5図 地上天気図

降雨は31日の03時前と2日の01時頃のは地形的上昇気流による山岳地のごくせまい範囲にかぎられたものであった。

31日12時は西高東低の気圧配置で、各地の気象状態はつぎのようになっている。兀岳頂上はWNW 10m/s位の風がふきあげ、霧がかかって霧氷ができたが、雪はふっていなかった。層積雲が山頂付近から飯田峠の上まで旗雲状にのび、風下側の山腹や大平に雪をふらせた。大平では1cm位つもった。飯田峠は上空の西半分を雲におおわれ雲量4で雪となったが、つもるにはいたらなかった。層積雲は飯田峠をこえると消滅して、それより東では降雪をみず、層積雲の上には上層雲もなく飯田では晴れていた。天気図によるとこのとき寒冷前線が通ったことになる。これらの資料から断面図をえがくと第6図のようになる。



第6図 局地的降雪の立体断面模型図 (31日12時頃)

1日01時頃にも似たような降雪があったが、ほとんどつもらなかった。このときはすでに移動性高気圧の圏内へはいつており、雪をふらせるような大規模な原因は考えられない。

1日は移動性高気圧によって全国的に晴れわたったが、すぐあと低気圧が日本海を北東に進んで発達したため、夜にはいつて本格的な雪となった。2日02時頃、兀岳では温暖前線通過ともない、風がSよりにかわり、湿った雪が多量にふった。鞍部の飯田峠は暖気の中ではWの風がよまってみぞれがふった。このとき飯田や木曾側の麓では雨がふっている。11時頃寒冷前線が通過すると、兀岳はNWの風が強まり雪が続き、飯田峠ではWの風がふたたび強くなってみぞれが雪にかわった。この間の積雪(新雪・根雪)・降水量・新雪密度が第8図に示めされている。

4. 相当温位

気温や湿度の変化だけから気流をさぐることは困難であるが、相当温位をもちいるとはっきりする。筆者はまえに谷川岳において観測した結果と前橋の資料から相当温位をもとめて分流気流を解析し、有力な手段となりうることを明らかにした⁴⁾。

相当温位は

$$\theta_c = T \left(\frac{P}{P-e} \right)^{\frac{AR}{C_p}} \cdot \exp \left[\frac{r_0}{C_p T_0} \left(\frac{e}{P-e} \right) \right] \quad (1)$$

であたえられ⁵⁾、偽断熱の仮定のもとに保存される。ここで T : 気温 ($^{\circ}K$)、 P : 気圧 (mb)、 e : 水蒸気圧 (mb)、 $AR/C_p = \text{const} = 0.288$ 、 r_0 : 凝結層における温度 $T_0^{\circ}K$ に対応する液化潜熱。

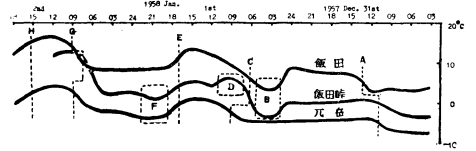
$$r_0 = 606.5 - 0.695 (T_0 - 273) \quad (2)$$

また気圧 P は飯田の気圧 P_0 から

$$P = P_0 10^{-\frac{Z}{18400(1+0.00366t_m)}} \quad (3)$$

をもちいて換算した。 t_m : 観測点と飯田の平均気温、 Z : 高度差

兀岳・飯田峠・飯田の相当温位の時間変化をしめすと第7図のようになる。相当温位の急激な変化を異なる気流の境界とみなして区切ると、各地に共通する長時間にわたる部分と局地的な小さな変動の和として説明することができる。すなわち、長時間にわたるものは高低気圧



第7図 相当温位の変化

による気流の特性をしめし、局地的変動は異なる径路から局地的に変質された気流が一時的に交替したために生じた結果とみられる。

図中 A, G, H は第4図にしめされた前線に対応する。G, H の間で著しい暖気流のふきこみがあり、飯田峠にははやくから影響している。C, E の間の高い値は移動性高気圧によるものである。

B, D, F は局地的におこった小さな変動で、B の場合、真夜中の飯田と飯田峠に湿度の上昇とかすかな気温の上昇をあてた。このとき兀岳には影響がなく、NWの風がふいていた。飯田ではSWの風であったから兀岳からふきおろす気流はなかったようである。飯田峠は地形的にWの風しかふかないが、兀岳との間に南にひらける谷があり、中ア南部の別の峠をこえた気流がこの谷間をさかのぼってきたものとみられる。従って飯田のSWの風もこの気流が伊那谷へ出てまがってきたものであろう。

Dは飯田峠だけにみられる変動で、著しい気温の上昇と湿度の下降をとまう。移動性高気圧内にあって飯田峠のみ無風状態であったことから、風かけの大平付近が強く熱せられたため相当温位があがったものと考えられる。

Fは兀岳と飯田峠の現象で、著しい湿度降下をとまう。兀岳はこのときだけNWの風がWにかわり、飯田峠は無風となっている。

このように相当温位をもちいると気温や湿度の異常変化も気塊分析の立場から説明はできるが、木曾側の連続した資料がないため、木曾側との関連や中アをこえるときの变化についてはまだ明らかでない。

相当温位と天気の関係は次のようにいえる。

a) 飯田・飯田峠・兀岳の順に一定の割合で差があるときは安定。この割合を保ったまま各地の値が増加すれ

ば一層安定。

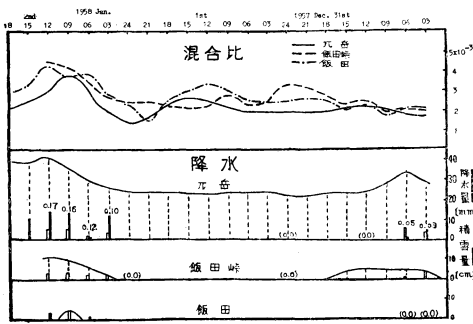
b) 飯田の方から減少して各地の値が接近するときは一時的にくずれる。

c) 兀岳・飯田峠の値が急激に増加して飯田の値に接近するとき、あるいは逆転がおこるときは本格的にくずれる。

相当温位に関しては換算気圧をもちいたこと、空気中の水分の測定が完全でないことなどのため、その精度には問題がのこされている。

5. 混合比と降水量

次に降水について明らかにしておこう。各地の混合比および降水の時間変化をしめすと第8図のようになる。



第8図 混合比, 降水量

降水の棒グラフのうち点線は総積雪量、白い棒が新積雪量**、黒い棒は前3時間の新雪をとかしたときの降水量をしめし、降水量の上の数字は新雪の降水量と積雪量の比すなわち密度をあらわす。

混合比, $X = \frac{e}{P-e}$ (但し P : 気圧, e : 水蒸気圧) と降水の間には視察によって次のような関係があることがわかる。

- i) 飯田・飯田峠・兀岳の順に一定の割合で差があるときは安定して降らない。
- ii) 各地とも値が小さく接近するときは一時的な降水があるが降水量は少ない。
- iii) 各地とも値が増加する接近したり逆転がおこったりすると、本格的な降水となり降水量が多い。降水量は混合比の増加量に関係する。

雪の密度は気温などの条件で著しく異なり、寒冷前線にともなう雪で0.03~0.05, 低気圧にふきこむ暖気流内では0.10~0.17となっている。

6. 発散解析

山岳地における気流の水平発散についてしらべてみた(67)。

ベクトル表示された風の東西方向成分 u と南北方向成分 v がその地点の位置座標 (x, y) の一次式できまるとすると,

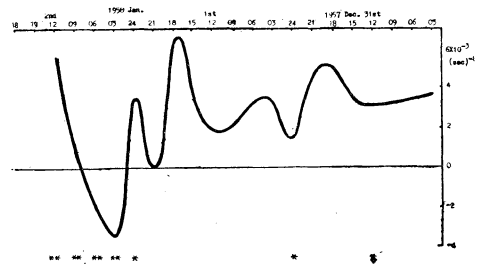
$$\begin{cases} u = ax + by + c \\ v = a'x + b'y + c' \end{cases} \quad (4)$$

がなりたつ。 a, b, c, a', b', c' (定数) を決定するため3地点の実測風を代入する。

水平発散, $Q = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y}$ は定差式でもとめる***。(4)式からもとめられる水平発散は

$$Q = a + b' \quad (5)$$

飯田・飯田峠・兀岳の実測風からもとめた水平発散の時間変化は第9図のようになる。飯田峠と兀岳の間の距離にくらべて飯田峠から飯田までが離れすぎていること、高度差が1000m以上あることなど一考を要するが、何らかのめやすにはなると思う。



第9図 水平発散

気流が山脈の鞍部をこえるとき、鞍部の風上側で収斂、風下側で発散になると考えられる。もとめた発散量の平均状態が発散にかたよっているのは、飯田、飯田峠、兀岳が風下側に分布するため、地形的な発散によるものとみられる。

天気と水平発散の間に次のような関係がある。

- 低気圧による本格的な降水には著しい収斂がともなう。
- 前線が通過するとき発散の値は急激に変化する。
- 一時的な降水にも発散の極小をともなう。

発散の変化と降水の間に密接な関係があることは大規模な発散解析(89) から明らかにされていたが、規模を小さくして山岳地に適用した場合については明らかでなかった。今回の結果から山岳地の局地的な気流変化も降水と深いつながりがあることがみとめられた。

31日12時, 1日01時のにわか雪にともなって発散の極

** 根雪と新雪の総和

*** 近似誤差の吟味は東京理大気象部研究報告で改めておこなう。

小がみられるが、収束にまでいたらないのは、ここでもとめられた発散量が3つの観測点の間の平面内の平均としてあたえられるからで、一部に収束がおこっても全体が発散の傾向にあるためにあらわれてこないと考えられる。実際に雪の降ったのも兀岳付近のごくせまい範囲であるから、さらに規模を縮少してもよいと思う。

2日の低気圧通過の際は、温暖前線の部分ではげしい発散の振動がみられ、暖域で収束、寒冷前線通過とともに著しい発散がおこっている。

発散量のオーダーについては、大規模解析によると $10^{-5}(\text{sec})^{-1}$ 程度、発達した低気圧の中心付近で $10^{-4}(\text{sec})^{-1}$ といわれているが、局地的な要素が加わるとさらに1桁あがって、 $10^{-3}(\text{sec})^{-1}$ になるといえる。

今後、地上の実測風によるだけでなく、測風気球観測もおこなって山岳上空における気流の流跡線をもとめ、これよりウズ度を媒介に発散をもとめようと考えている¹⁰⁾。

7. あとがき

今回観測した中央アルプスは交通の便に恵まれ、バスをおりて30分ほど歩けば頂上につく兀岳をはじめすべてバス道路にそっている。それだけに充実した資料を期待していたのであるが、残念ながら木曾谷側の詳細な資料を欠いたことが多くの問題を残している。

そこでさらに山脈の両側で完全な資料をえることと、山脈をこえる気流を種々の方法により立体的にしらべる

ことを計画している。すでに測風気球観測は東京理大付近で予備実験をおこない、局地気象には小型の気球で十分な成果をあげうことはたしかめた。

この観測に協力していただいた飯田高校気象班員および地元各学校のみなさんと、研究について種々の助言をたまわった気象研究所藤原美幸氏、気象庁渡辺次雄氏に深く感謝します。

引用文献

- 1) 気象庁 1951: 気象官署付近の地形図集 (付・風の特性).
- 2) 飯田高校気象班 1959: 中央・南アルプス気象資料 2 (仮題).
- 3) T. Fujita 1955: Results of detailed syroptic studies of squall lines, *Tellus*, 7. 4. 405—436.
- 4) 吉川友章 1958: 谷川岳の気温・湿度の変動, 東京理大気象部研究報告, 1. 42—50.
- 5) 荒川秀俊: 大気熱力学, 25—29.
- 6) 渡辺次雄: 発散解析法, 気象研究ノート. 7. 2. 87—98.
- 7) S. Petterssen 1940: Weather analysis and forecasting, chapter II.
- 8) Seo 1952: An upper air analysis of thunderstorm situation. 高知大学報告, 自然科学 2. 1. 1—9.
- 9) 中村則行 1955: フリュージョン低気圧発達の発散解析. 研究時報 7. 455—460.
- 10) 6) に同じ.

【書評】 荒川秀俊著 日本と世界の気象

B 6 版 272頁 定価 320円

東都書房 1959年4月10日発行

筆者荒川秀俊博士は気象研究所の気象研究部長で研究分野が広く世界に知人が多い。この本の内容は2つに分れ、後半の「日本の気象」は中京放送での十数回にわたる連続放送をまとめたもので、平易に気象事業の歴史、四季の気象などを述べたものであるが、氏の特色はうかがえない。初めの部分を占める「気象 話の花束」は、氏が日本経済、朝日、毎日、読売などの新聞や文芸春秋、天文と気象、などに較せた随筆41篇を集めたもので、氏の面目躍如たるものである。

話の花束に集録されたものは、気候変動、台風、凶作、南極観測、人工降雨、ロケット観測、伝記など多方面にわたるもので、それぞれに氏の鋭い着眼点がうかがえて面白い。たとえば「米気象学者の夢」は、洋上で自動観測をする「ウェザー・ブイ」や天気予報オートメグなど、興味深いものがある。浜口梧陵、ベントレーなど気象に関係のある幾人かの伝記は、これらの中で異彩を放つて居り、読者に深い感銘を興えないではおかないだろう。