

日本の高層観測の歴史 (I)

大井正一

§ 1. まえがき

高層観測とは今日では Pibal や Rawinsonde 観測を指すのであるが、昔はそうではなかった。大気の垂直構造に関して初歩的な概念があった。高山から雪が訪れ、高山に雪が残ることから、気温が高さと共に減少することを察知した。冬には雲が西から東に流れること、富士山頂で 12 月には NE, ENE, E, ESE の風が五年間に 1 時間も観測されないことは偏西風を意味するからである。従って広い意味の高層観測の歴史は明治 13 年の富士山頂⁽¹⁾あるいはそれ以前にさかのぼらねばならない。しかしその点は未だ調べてないので、以下に述べようとするのは 1906 年から 1916 年迄の 10 年間の歴史で、主に Pibal のはじまりが述べられている。

§ 2. 上層気流観測

何処の国でも気流観測が高層観測に先行するのが常であるが日本でもその例に洩れず、佐藤順一氏によれば 1907 年に中央气象台で靖国神社の大祭の煙花の煙を緯儀で観測したのが最初ではないかとのことである⁽²⁾これは一見下らないことのように見えるが、今日英国で発煙弾により 30 籽の風を測定していること⁽³⁾を考えれば、当時としては卓見であったに違いない。同じく佐藤氏によれば 1910 年 1 月に櫻土手で佐藤順一、山内安太、沢田彌三郎氏等が数回 Pibal をやっている、続いて佐藤氏が筑波山頂で水素発生器を用いて Pibal をやったが、下降気流が強くて駄目だった。4 月には本台の濠の石垣でもやった。これらが Pibal の始めと考えてよいと思う。1911 年大石氏鷹独の際には、独逸には Sonde 観測所 3, Pibal 観測所 14 あったという⁽⁴⁾。1912 年に入って 1 月 18 日より 2 月 7 日迄、筑波山頂において佐藤順一氏は 14 回の Pibal 観測および、煙花にて打揚げた吊風船による気流観測を行った。冬富士観測の功勞者であった同氏が Pibal の先覚者であることも興味ある点である。6 月 29 日に中野気球隊より 600 立方メートルの自由気球に益田大尉、長尾少尉が塔乗し、400~500 m の高さで約 3 時間で埼玉県寄居町に下降した。平均速度は 5.8m/s であった⁽⁵⁾。これは 1909 年 6 月 31 日に官制公布された陸軍気球隊が中心となった臨時軍用気球研究会の一つの成果であって、中村台長もこの委員であった⁽⁶⁾。岩本周平氏の記述によれば、この気球は直径 10 m で人が三人乗り砂を 200 kg 積んだ。気球は下端にある直径 2 尺長さ 3 尺の管で外気と通じており、砂を 1 kg の匙で捨て

る毎に 100 m 昇ることができたという⁽¹²⁾。

1913 年ダインスの公式が *Quarterly Journal* に発表された。これは上昇速度が一定の時に浮力と抵抗が釣り合うという誠に簡単な式であるが、45 年後の今日迄少しも変わらず用いられている。ただ比例常数 K の値は時と共に変わっており今日では高度により変えるべきだとされている。ダインスは 3.5~12 gr 気球で飛行船格納庫より観測し、 $K=81$ としている⁽⁸⁾。中村台長と吉田技師は実験により $K=75$ とした。岡田武松氏は 6 月 21 日西カ原農事試験場で 6 吋経緯儀と 2.8 gr 気球で 115 m 上昇で 550 m 迄観測した。岡田先生はよく当て字を使われるが此の場合も教導気球という如何にも先生らしい字を使っている。大石氏は測風気球と訳している。1914 年になると山内安太氏により $K=75$ とした浮力表、二点および一点観測の公式が作られ、観測法のようなものも作られている。天秤は今日のと全く同じのものであり、水素は発生装置により、車尺は原理のみ説明してある⁽⁹⁾。これに従って中央气象台では 3 月中旬より 7 月末日迄 100 m 上昇の Pibal が 10 時 14 時に行われた。1915 年山内安太氏はその結果を整理して東京の海陸風の高さを 1000 m とした。岡田武松氏はラプラスの測高公式を微分して気圧傾度 0 となる高さがこれに相当することを示し、山内氏は中央气象台および西カ原農事試験場の地上気圧気温の値をこの式に代入して、1000 m になることを示した。山内氏は又この資料から最初の上層気流月統計を 2.5 籽迄作った。やり方は今日行われているものの他に風向風速の偏差の平均と自乗平均、平均値の出現頻度等を与えて分布状態を気にしているようである。風向は 10 時には 0.6 籽迄は北風、14 時には 1.5 籽迄南風で、それ以上は偏西風となっている。風速は 10 時には 0.5 籽迄増してあとは一定。14 時には 0.5 籽に極大、1.6 籽に極小がある⁽¹⁰⁾ すなわち Pibal のルーチンの始めは 1914 年、月統計の始めは 1915 年で、共に山内安太氏が預っていることに注意すべきであろう。

1916 年岡田武松氏は気球中の水素の日射による昇温を測定した。直径 64 cm 43 gr 気球について 5 回、直径 25 cm 1.64 gr の気球について 23 回実験を行った結果、1 分間で気温より 5°C 高くなって一定となり、日射を遮ぎると 10 分間で気温と等しくなった。浮力の増加は 43 gr 気球では 2.5% 1.64 gr 気球では 1.7% 位となった。この年草間茂登氏により最初の二点観測お

よび夜間 Pibal が行われたそれは8月28日より9月3日迄富士郡入山瀬で基線 597m, 9月4日より9日迄庵原郡岩淵で基線 752m で6, 10, 14, 22 時の4回観測であった。高さは 1500m 迄で海陸風の高さはそれぞれ 800m と 1200m であった。夜間 Pibal の二次電池は、紙にゴムとパラフィンを塗ったもので、経緯儀の十字線を照らすためにラジウムを入れたという⁽¹²⁾。もっとも夜間 Pibal の方は陸軍の関根幸雄の方が先かも知れない。氏の作った電池はゴム液を四回塗布したボール紙で作った 3cm × 5cm の正三角柱のもので、電液は $K_2Cr_2O_7$ 15gr, Conc H_2SO_4 10CC, Conc HNO_3 350CC, H_2O 75CC で比重 1.37, 陽極は C, 陰極は Zn の水銀メッキである。電球は 0.4 gr, 電燈は 13gr, 気球は 40gr, 浮力 41gr, で 100m 上昇, 所沢飛行場で行われ, 3月27日の 1700m 迄の資料を例として示してある⁽¹²⁾。

§ 3. 高層観測

ラジオゾンデが開始されたのは 1938 年であるから、この時代にはそういうものは考える人も無かった。1909 年 12 月 1 日中央気象台員が駆逐艦に便乗し、横須賀沖で自記温度計を凧につけて揚げたが、高さ 700 m で綱線が切れて千葉方面に飛び去った。これが恐らく山以外で上層気温を測ろうとした最初の試みであったろう、そうすると上層気流より 2 年遅れた事になる⁽⁹⁾しかも残念ながらこれ以外にはこの時代には高層観測の試みを見出すことはできない。外国の状況を見ると、カナダでは 1911 年 2 月 3 日に始めて balloons が飛揚され、2 月 28 日に凧観測が始められたという。飛揚は Woodstock (43°N) で行われ、気球は 250~330 gr, 水素は $CaH_2 + H_2O$ で作り、1911 年 1 月より 1915 年 5 月迄に 94 箇あり、内 53 箇だけが回収された。回収地点は最遠 790 km に及んだ、この結果から 20 軒迄の月平均気温が求められた。成層圏に達したものは 47 個で、成層圏の高さと気温は平均で、夏 13.4km, -62.3°C, 冬 10.1km -59°C であった⁽¹¹⁾。北米では Nebulasca 州 Drexel に 5 万坪の高層観測所を作り、1915 年 10 月 22 日より凧観測を開始した。観測回数は月 40~50 回で高さは 5 km 以上のものもあった⁽¹²⁾。従って日本はこの方面では全く遅れていたわけである。

§ 4. 研究調査

1910 年藤原咲平氏は風糸と凧の高さを論じた、これは一種の懸垂線の式である⁽⁶⁾。1913 年の Dines の公式 1914 年の海陸風の高さや月統計、1916 年の日射の影響、夜間 Pibal 等既に述べたものがあるだけであるが、当時は未だ上層や高層観測が天気に影響するとは余り考えていなかったようである。自由気球から河や湖の上に下降気流のあること、そしてエアポケットも知られていた⁽¹²⁾。

§ 5. 気象事業としての高層観測

1909 年設けられた前記臨時軍用気球委は恐らく軍事

目的のみのためであったろう、1910 年 3 月 22 日根本正氏が衆議院で高層観測所設立について質問し、渡辺千冬氏は同設立建議案を提出して委員附託となり、23 日本会議にて満場一致可決した。この質問は前および前々議会にも提出されていたものである。この目的は気象学にあったらしい⁽⁹⁾。但し実際に館野に設立されたのは 10 年後のことである。この可決の結果として 1911 年大石氏がリンデンベルグに留学した。当時の諸国の模様は前述の如くである。1914 年、山内安太氏は飛行機ができてから犠牲者が既に 67 名に上るので、上層観測は是非必要だと述べている⁽¹⁰⁾。1916 年には岩本周平氏がエアポケットや雲中の上昇下降気流について述べ、上層観測の必要性を述べている⁽¹²⁾。

§ 6. むすび

この 10 年間には Pibal 観測の方法が大体確立され、航空上の理由から高層観測の必要性が叫ばれだした。この間、岡田、大石、佐藤、山内氏等が活躍した。ラジオゾンデの話は未だ 20 年待たなければならない。

引用文献

- (1) 富士山頂の気象 1, (1949).
- (2) 高層気象 1 ~3, (1954).
- (3) Geoph, Mem. 83, 1 (1949).
- (4) 気象集誌, 第 28 年, (5) 同 29 年, (6) 同 30 年, (7) 同 31 年, (8) 同 32 年, (9) 同 33 年, (10) 同 34 年, (11) 同 35 年, (12) 同 36 年, (1955, 6, 17, 中央気象台高層課)

太陽熱利用分科会発足について

太陽熱の利用は古くから世界各国で行われて参りましたが、今日それが一番広範囲にかつ真剣に研究されておりますが天然資源の最も豊富な米国である事は一見奇異の感をさえ起させるのであります。

資源に恵まれぬ我国においては、その利用は大いに必要である事は明らかな事であり、従来色々な人により取上げられて来ましたが総合及び連絡機関の無かった為か何れも継承されることが無かったのであります。

然るに昨夏米国太陽熱利用協会 (Association for Applied Solar Energy) 会員、スタンフォード研究所主任研究員ポール・エル・マージル (Paul L. Magill) 博士の訪日により米国の同協会に呼応して我国にも眞に永続性ある協会を創立せんとする気運が高まり、関係者の御協力により日本機械学会 (J. S. M. E) 熱及び熱力学部門委員会の分科会として発足することになり、本年 1 月 27 日第 1 回委員会を開催し、爾来毎月委員会を開催し、太陽熱利用の調査研究を進めております。差当り次の諸氏が委員となりましたが、尙太陽熱利用の性質上、機械、土木、建築、衛生、農業、物理、化学、天文、気象等の多方面に亘る多数の人の支援を得て着実な歩みを通り続け健全な発展を期する上から御意見御希望等がありましたら、下記分科会宛御知らせ下さる事を歓迎している由であります。

東京都千代田区丸の内 2 の 2. 丸ビル 561 区

日本機械学会内 太陽熱利用分科会

- 主査 谷下市松 (慶大) 幹事 三島咲夫 (高砂熱学)
委員 内田秀雄 (東大) 沖信春雄 (鹿島建設) 葛岡常雄 (東大工) 五藤齊三 (五藤光学) 芝亀吉 (東大) 関原暉 (気象研) 橘藤雄 (東大) 平山嵩 (東大) 溝尻房藏 (溝尻光学) 柳町政之助 (高砂熱学) 山本一清 (京大) (敬称略)