

8. その他の高層気象観測

8. 1 下層気象観測(係留気球観測)

ラジオゾンデの登場以前に行われていた係留気球観測については本章第 7.1 節にて詳説した。ここでは、戦後に下層気象観測のために行われた係留気球観測について述べる。

(1) 本庄出張所における係留気球観測の開始

昭和 26(1951)年、接地境界層を観測対象として、米国より 2m³ のカイツーン(Kytoon : Kite と Balloon の造語。凧と気球の空力特性を兼ね備えたもの)を 2 台購入して、高層気象台本庄出張所において係留気球による下層気象の研究観測を開始した。観測開始時は、気球に気圧・気温・相対湿度・風速の自記録ができるメテオログラフを吊り下げて観測したが、昭和 27(1952)年に気球製作所から 10m³ の流線型気球を購入して、ビニール被覆の鋼線を 4 線(後にポリエチレン被膜鋼線 5 線に改良)より合わせた係留索を導線とすることで、搭載したサーミスタ乾湿球温度計・サーミスタ風速計のデータを、地上においてリアルタイムで取得が可能となった。昭和 27(1952)年、同装置を用いて高層気象台において電波研究所(郵政省、当時)等との共同研究「マイクロ波通信と下層気象の研究」を実施した。昭和 28(1953)年には気球を 20m³ にして、1200m の係留索及び改良を加えた測器にて電波研究所との共同研究観測も行った(入江：1962)。昭和 31(1956)年には移流研究のために、本庄(1 月)、本庄・熊谷(11 月)、本庄・前橋(12 月)において同時観測を実施した。



図 3.8.1 本庄出張所の係留気球と動力式線巻機
(昭和 29(1954)年 3 月撮影)。

(2) 高層気象台に移して係留気球観測を継続

昭和 32(1957)年に本庄出張所を廃止した後は、高層気象台に 1 課を増設し、この業務を引き継いで係留気球観測を実施した。昭和 30・40 年代は大気汚染が社会問題となり、下層気象への関心が高まっていたため、昭和 35(1960)年から翌年最初にかけて、神奈川県川崎市において下層気象観測を実施した。昭和 40(1965)年には、研究学園都市建設の決定を受けて、多数の機関が移転する前の環境データ収集を目的に、5 日間にわたる 3 時間毎の特別観測を行った。昭和 46(1971)年には、高層気象観測用ラジオゾンデによる下層気象観測の可能性調査も実施した。

昭和 45(1970)年に導線による気球の係留をやめて、軽く強い化学繊維を索に用いるとともに、各センサーで測定した気象要素を無線発振器で送信して地上の無線受信機で記録する無線テレメータ方式を採用して、計測部は気温・湿球温度・風速・気圧の 4 チャンネル FM 多重による係留ゾンデに替わった(岩崎ほか：1994)。また、係留気球の充填ガスには、当初は水素ガスを利用していたが、昭和 49(1974)年頃にはヘリウムガスを利用するようになり、係留気球自体も 40m³ と大型化した塩化ビニール製のものが使われるようになった。なお、これによる観測可能高度は約 1500m であった。

昭和 51(1976)年には、オゾンゾンデの感部を使用した臭化カリウム-電量法にて、係留気球による下層オゾン観測を 25 回実施した(関原ほか：1977)。翌年には長時間観測に耐えるよう測器に改良を加えながら観測を行った(鈴木ほか：1978)。係留気球による観測は、強風や雷雲発生時に実施できない等天候に左右されること、データの蓄積によって地上と下層との相関がある程度把握できたことから、オゾン濃度の観測は次第に地上オゾン濃度の連続的な観測へと移行していった。

昭和 58(1983)年頃には、係留気球観測装置に磁気コンパス風向計を採用し、5 チャンネル化が行われて、係留気球観測装置(図 3.8.2, 図 3.8.3)としての最終形態の原型が完成した(岩崎ほか：1994)。

レーウィンゾンデが昭和 56(1981)年に符号式の RSII-56 型から変調周波数変化式の RS2-80 型へ更新された際には、09 時のレーウィンゾンデ観測に合わせて係留気球観測を実施して比較を行い、レーウィンゾンデの下層での利用について考察した(西山ほか：1983)。昭和 63(1988)年には、気象研究所の気象観測鉄塔を利用し、係留気球における観測高度の検証を行った(辻ほか：1989)。

平成 4(1992)年には、都市化に伴いオゾンの高濃度化の傾向があることから、下層オゾン濃度の鉛直分布と時間

変化の知見を得るために、係留気球に気象観測器とオゾン濃度測定器を吊り下げ、気象要素とオゾン濃度の関係を調査した(遠藤ほか:1993)。平成11(1999)年には、濃霧の解消過程を観測した。

平成13(2001)年に係留気球を気球製作所製に更新した。平成15(2003)年11月に係留気球観測を実施した後、データ処理パソコンのOS更新対応のため暫く観測を休止とした。平成19(2007)年1月にはソフトウェアの更新と受信器の修理が完了したため、試験観測を実施した後、同年4月から月1、2回程度の係留気球観測を再開した。平成23(2011)年には、係留気球にKC型オゾンゾンデを吊り下げて、午前と午後1回ずつ、オゾン濃度鉛直分布の時間変化についての観測を実施した。



図 3.8.2 係留気球観測装置

高度約1500mまで上昇可能で、上昇・下降する間に気象観測を行い、リアルタイムで地上にデータを電送する。後方は気象研究所の気象観測鉄塔(高さ213m、昭和50(1975)年に完成、平成23(2011)年に解体)。

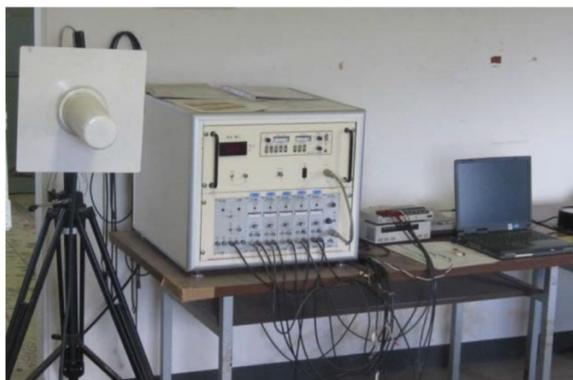


図 3.8.3 屋内装置と受信アンテナ(左)

屋内装置は受信装置・データ処理装置で構成される。受信アンテナは、観測時は屋外に設置した。

(3) 各種研究観測への協力

昭和33(1958)年から翌年までの一年間、原子力発電会社の委嘱を受けた原子力気象調査会が茨城県東海村及び周辺において気象観測を実施した際には、同会の依頼により一日3回(06・12・15時)、高度1000mまでの係留気球観測を行った。昭和43(1968)年には、千葉県市原市において気象大学校の下層気象観測への協力等を行った。昭和46(1971)年には「蒸発による水損失と、その抑制の研究」のため、霞ヶ浦湖畔で気象研究所・東北大学等と係留気球を用いた共同観測を行った。昭和49(1974)年と翌年には全球大気研究計画(GARP)副計画の「気団変質実験計画(AMTEX)」の冬季観測に参加して、宮古島での観測を実施した。

昭和49(1974)年から51(1976)年にかけて、気象庁と環境庁(当時)により行われた南関東大気環境調査においては、大気汚染にかかわる大気環境保全のための対策を検討するのに必要な、基礎的な気象資料を得ることを目的とし、3年計画で特別観測が4回実施された。高層気象台はこれに参加し、夜間の接地逆転層等を対象とした係留気球による3時間毎の観測を実施した。このデータは、同期間に定常観測で飛揚したレーウィンゾンデ観測資料との比較調査にも利用された。

昭和49(1974)年に発足した国立公害研究所(現国立研究開発法人国立環境研究所)は、各都市における大気汚染に関する研究のため、昭和52(1977)年に気象研究所や筑波大学、公害資源研究所と共同で係留気球の毎時観測を行っていた。高層気象台においても、蓄積された係留気球観測データを用いて接地逆転層の詳細な調査を継続した。また当時の国立公害研究所は、高濃度大気汚染の発生高度が低い冬季の大気汚染の観測手法として、低高度を飛行できない航空機ではなく、係留気球やラジコン飛行機等による観測を有用と考え、昭和63(1988)年にラジコン飛行船を利用した気象と大気汚染に関する予備観測を行った。高層気象台は、係留気球観測を実施してこれに協力した。

昭和63(1988)年から翌年にかけては、気象研究所がドップラーレーダー、ウィンドプロファイラやドップラーソーダ等「新しい観測手法に在来のものを加えて総合的な観測を実施し、それらの相互関係を明らかにし、今後の各分野における気象観測の改善に役立てること」を目的とする「気象観測の総合化の基礎的研究」に協力し、計4回19日間の総合観測に参加し、レーウィンゾンデの6時間ごとの観測と、オメガ航法を用いて風ベクトルを測定するオメガゾンデの同時/連結飛揚や、係留気球による観測等を実施した(気象研究所:1994)。平成15(2003)

年には東京管区気象台・長野地方気象台・気象研究所による「諏訪地方の低温調査」のため、冬季に諏訪地方で係留気球による特別観測を実施した(大久保ほか：2005)。

(4) 係留気球観測の終了

平成 23(2011)年 10 月に高層気象台内に係留気球観測検討委員会を設置して、係留気球観測の今後について検討を行った。委員会では、係留気球観測について、大気境界層における研究や環境アセスメント調査他に利用される等の一定の成果が得られたものの、気象条件により運用に大きな制約があること、運営に多額の経費を必要とすることや設備の安全性確保のため対策を必要とすることから、高層気象台において、これを継続することは困難と判断して、係留気球観測を廃止する旨の最終報告書を平成 25(2013)年 2 月にとりまとめた。これを受けて、同年 3 月をもって係留気球観測の業務を終了した。

参考文献

- 馬場広年・工藤美華子 (2007)：係留気球観測装置地上システムの改良。高層気象台彙報, **67**, 99-106.
- 遠藤邦明・菊池勝敏・岩崎明・小倉英二 (1993)：つくばの下層オゾン濃度について。高層気象台彙報, **53**, 1-8.
- 入江弘己 (1962)：海上の移流性ダクトとマイクロ波の異常伝ばんの研究。電波研究所季報, **8**, 37, 315-380.
- 岩崎明・遠藤邦明・小倉英二・菊池勝敏 (1994)：係留気球観測システムについて。高層気象台彙報, **54**, 1-8.
- 気象研究所 (1994)：各種気象観測機器による比較観測。気象研究所技術報告, **33**, 394pp.
- 気象庁 (1975)：III 官署来歴 第 3 章 高層気象台, 気象百年誌, 573-581.
- 高層気象台 (1978)：高層気象台 50 年誌. 47pp.
- 高層気象台 (1950)：高層気象台創立 30 年の回顧と現況。高層気象台彙報特別号, 72pp.
- 中島正一(1967)：係留気球による低層気象観測について。測候時報, **34**, 1-65.
- 西山宏・岩井秀夫・阿部克也・上部ウィリー (1983)：ゾンデと係留気球の観測値の比較。高層気象台彙報, **43**, 9-14.
- 大久保篤・市川寿・田中強・河野智一・藤部文昭 (2005)：諏訪湖沿岸で冬季夜間の著しい低温時に発生する気温変動現象。天気, **52**, 227-234.
- 関原彊・鈴木弥幸・穂田巖・鈴木剛彦・柳橋度 (1977)：低層のオゾンについて。高層気象台彙報, **38**, 1-7.
- 杉村秀夫 (1999)：係留ゾンデ。気象研究ノート, **194**, 53-

60.

鈴木弥幸・穂田巖・鈴木綱彦 (1978)：低層のオゾンについて(II)。高層気象台彙報, **39**, 1-7.

辻雅彦 (1989)：係留気球観測装置。測候時報, **56**, 293-295.

辻雅彦・小倉英二・阿部寛・伊藤真人 (1989)：係留気球高度の精度についての一実験。高層気象台彙報, **49**, 1-4.