

自然を読み解く

第5回 上空の気象観測のしくみ

元札幌管区気象台長・気象コンパス代表

古川 武彦

気象庁「ひまわり9号」より

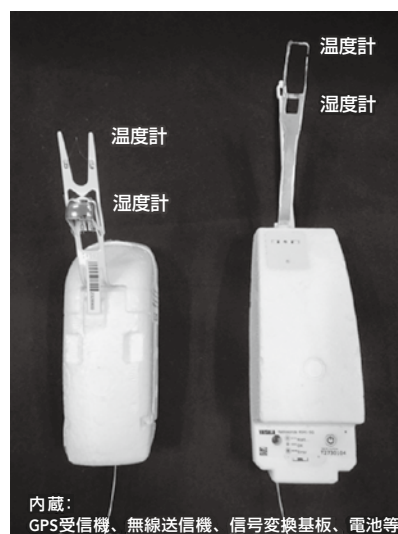
◇ラジオゾンデ

空気より軽い水素や窒素をゴム気球に充填して飛揚させ、上空の気温、気圧、湿度などの気象要素を、無線を用いて観測する測器を一般に「ラジオゾンデ (Radiosonde)」と呼ぶ。定常的な観測が始まったのは戦後の昭和二三年（一九四八）である。

かつては、観測データを符号

号で地上に送信する「符号式」ゾンデが運用され、浮力によって毎分約三〇〇メートルの割合で上昇し、約三〇キロメートルの高度まで一時間半ほどで観測が終わる。風向・風速の観測は、気球の位置（高度角と方位角）をアンテナで地上から時々刻々追跡し、その軌跡を水平面に投影することにより間接的に求めている。

現在のゾンデ観測では、GPSの受信機が搭載されており、気球の水平位置の変化から風向・風速が自動的に計算され、国際的気象通報に従って「高層気象電報」として組み立てられ、気象庁に電送されている。また、観測データは国際気象回線を通じて、世界の気象機関にも電送されている。気球は最後に膨張に耐え切れず破裂して落下する。ちなみに破裂はそれまで減少していた気圧が逆に上昇に



図一 1 ラジオゾンデの外観、測器
図版は全て気象庁資料より

転じることで分かる。人に危害を与えないように、落下に際してパラシュートが開く仕掛けになっている。

GPSゾンデの外観および測器を図一に示す。

ゾンデ観測は、国内で一六か所、世界で約一六〇〇か所であり、同じ時間（世界標準時〇〇時と一二時、日本時間午前九時と二一時）に行われている。ゾンデの飛揚風景を図一2（人手による放球）、図一3（自動放球）に示す。ちなみに、ゾンデはすべて使い捨てであり、毎回新品が用いられている。一回の飛揚観測のコストは約三万円、年間予算は数億円を要する。開発途上国では、その観測を維持するだけでも大きな負担となっている。

ここで筆者の和歌山県・潮岬測候所時代のエピソードを一つ紹介する。



図一 3 自動放球（八丈島測候所）



図一 2 人手による飛揚

台風接近時などは、水素が充填された気球が風にあおられて激しく大きく揺れ地面に接しそうになる。破裂すれば発火の危険性もあり、それよりなにより、揚げ直す羽目になる。したがって、こんな時の飛揚は当番以外の応援を得て、皆が背中を円陣を組んで、その中央にゾンデを支えたことも度々であった。

その頃のゾンデ観測は符号式で、

データはゾンデから送信されて来るモールの略号数字符、例えば「・」「ー」「…」など。

「・ー」（この場合28371に対応）であった。当番者は、この数字群から対応する気圧や気温などの気象要素を読み取り、計算尺を用いて、気球の高度や風を計算する。ゾンデの電波が雑音などで弱くて印字機の調子が悪い場合は、耳にレシーバーを当てて受信し、モールス符号を頭の中で数字に変換して書き取る。

ちなみに、ゾンデの中身には中学や高校の理科の実験にも十分使えるような仕掛けと機械がいっぱい詰まっている代物で、飽きることはなかった。マイナス五〇℃にも達する酷寒にも耐えるように、水を入れると発熱して起電力が生まれる「注水電池」が用いられていた。今では乾電池が用いられている。

もう一つ。筆者は気象庁研修所の「高等部（気象大学校の前身）」を昭和三六年に卒業。最初の赴任地が大坂管区気象台観測課であった。そこで野球部にも入って通信課の連中とも親しくなり、一年後には前述の潮岬測候所に転勤し、観測課と高層課に一年ずつ勤務した。高層課の時、二一時の観測が二三時過ぎに終了すると、マムシがいるかもしれないサ

ツマイモ畑の中をピョンピョンと独身寮まで駆け足で戻り、眠りについた。

また、地上勤務の時、大阪通信課からの潮岬測候所のコールサインは「・ー・ー・ー」であったが、これはSOS「・ー・ー・ー」に似ていた。当番の時、この呼び出しのコールサインがスピーカーから流れると一瞬ドキッとした。観測室にたむろしていた、信号を耳で聞いただけで内容が分かってしまう先輩が、「おい、古川、ヘボ代われと言っとるよ」と言われて、緊張が解かれた。

◇気象レーダー

気象レーダーは、アンテナを回転させながら電波（波長数センチのマイクロ波）を発射し、半径数百キロメートルの広範囲内に存在する雨や雪の分布や風を観測するシステムである。具体的には、電波をメガホンのようにビーム状にして水平に回転させながら空中に放射し、雨粒からの反射波を受信することにより、雨雲や雪雲の分布と強度を観測する。現象を遠隔的に観測する「リモートセンシング」の典型例である。

気象レーダーの原理は発射した電波が戻ってくるまでの時間から雨や雪までの距離を測り、戻ってきた電波（レーダーエコーと呼ぶ）の強さか

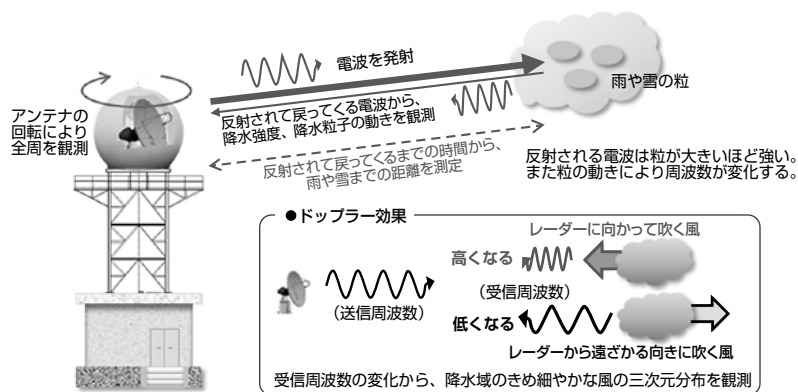


図-4 「ドップラー気象レーダー」概念図

ら雨や雪の強さを観測する。他方、電波が物体（雨粒やチリなど）に当たった場合、物体からの反射波は物体の速度に応じて、ドップラー効果により、周波数が変化を受ける。風がレーダーに向かって吹く場合は送信周波数に比べて受信周波数が高くなり、追い風の場合は逆に周波数が低くなることを利用して、風向・風速を観測することができるシステム



図-5 長野レーダー

である（図-4図中のドップラー効果を参照）。このようなドップラー効果は、野球で投手の球速を測る「スピードガン」も同じ原理であり、筆者もお世話になったこともあるパトカーによる速度違反の取り締まりにも利用されている。

このドップラー効果を利用した気象レーダーは「ドップラー気象レーダー」と呼ばれ、雨や雪の動き、すなわち降水域と風の間を観測している。その概念を図-4に示す。図-5は長野レーダー（車山の山頂）の観測塔および白いドーム内のレーダーアンテナである。なお、電波を水平面と鉛直面に分けた「二重偏波レーダー」も設置されており、降水か降雪かが識別できる。