



やさしい解説
-気象学動静-

106 : 9 : 306 (南極；昭和基地；高層気象観測；定常観測；ゴム気球)

南極昭和基地での高層気象観測いまむかし

—ブリザードもなんのその—

阿 保 敏 広*

日本南極地域観測隊が昭和基地で担う観測は、基本観測と研究観測の2つに区分され、基本観測は定常観測とモニタリング観測に、研究観測は重点研究観測、一般研究観測、萌芽研究観測に細分化される。気象庁派遣の越冬隊員が担当する気象観測は、この定常観測に含まれる。また気象観測の範囲は広く、地上から高層大気、日射放射、オゾンに至るまで種々の観測を5名が24時間体制で行っている。今回は、そのうちの高層気象観測の変遷について紹介する。

高層気象観測は、ゴム気球にラジオゾンデと呼ばれる送信機を搭載した観測測器（以下、ゾンデ）を吊り下げて飛揚し、上空の気温や風を直接観測するもので、第3次隊から週2回、第5次隊から1日1回、第15次隊からは1日2回の頻度での観測を継続している。高層気象観測は世界気象機関（WMO）の枠組みのもと、例えば日本も含めた世界177地点（2019年3月現在）で構成するGCOS高層観測網（GUAN）などにより同時刻に全球規模で実施されている。

第1図に昭和基地の高層気象観測で得られた気温の月平均値を使った時系列グラフを示す。地上気温では顕著な変化は見られないが、対流圏で温暖化の傾向が、成層圏で寒冷化の傾向が見られる（これに古林（2016）と同様な新旧ゾンデ間の補正を考慮するとその傾向はさらに明瞭となるはずである）。このように定常観測が気候変動の把握に有効であることは言うまでもないが、このグラフは南極昭和基地で60年以上にわたって観測を積み重ねた諸先輩の苦勞の足跡とも言える。

ゾンデを浮揚させるには、軽い気体が必要となるが、昭和基地には1年に1度、限られた量の物資しか輸送できない。そこで第3～5次隊は米軍から入手した「カルシウム・ハイドライト水素発生缶」を水に浸して水素ガスを得た。第7～18次隊では「アンモニアを熱分解する方法」、第19～25次隊では「メタノールを熱分解する方法」により水素ガスを製造した。いずれの装置も国外製品のため保守が難しく、安全面の問題を抱えての運用であったと記録されている。そんな中、第25次隊でガス発生装置からの出火事故が発生する。幸い大事には至っていないが、昭和基地での火災は正に命取りとなる。ちょうど南極観測船「しらせ」が就航し輸送能力が増えたこともあり、第26次隊からヘリウムガスの導入が実現する。1年間に使用するヘリウムガスボンベ（7m³）約400本・重量約30tは、現在も日本と昭和基地を往復して高層気象観測を支えている。なお、気象庁は国内16か所の高層気象観測において水素ガスを用いているが、高圧ガスボンベを利用している観測所と、水を電気分解して水素を製造している観測所とが半数ずつとなっている。

さて、高層気象観測はゾンデを大気中に飛揚（放球という）しなければ観測結果が得られないことから、「放球してなんぼ」と先輩から教わった。直径約1.5～2mの気球をどんな状況であれ定められた時間に放球することが求められる。例えば風速20m s⁻¹の吹雪など、いかに観測者に経験や技量があっても難儀する（第2図a）。それでも悪天時に気球が手で割れたり、ゾンデを破損させたりせずに放球できた時の達成感は観測者冥利に尽きる。

一方、放球され観測を開始したゾンデと気球には過酷な条件が待ち受けている。冬期の昭和基地上空、成層圏下部は-80℃以下に達する。気球（天然ゴム）は

* 気象庁高層気象台。

〒305-0052 茨城県つくば市長峰1-2

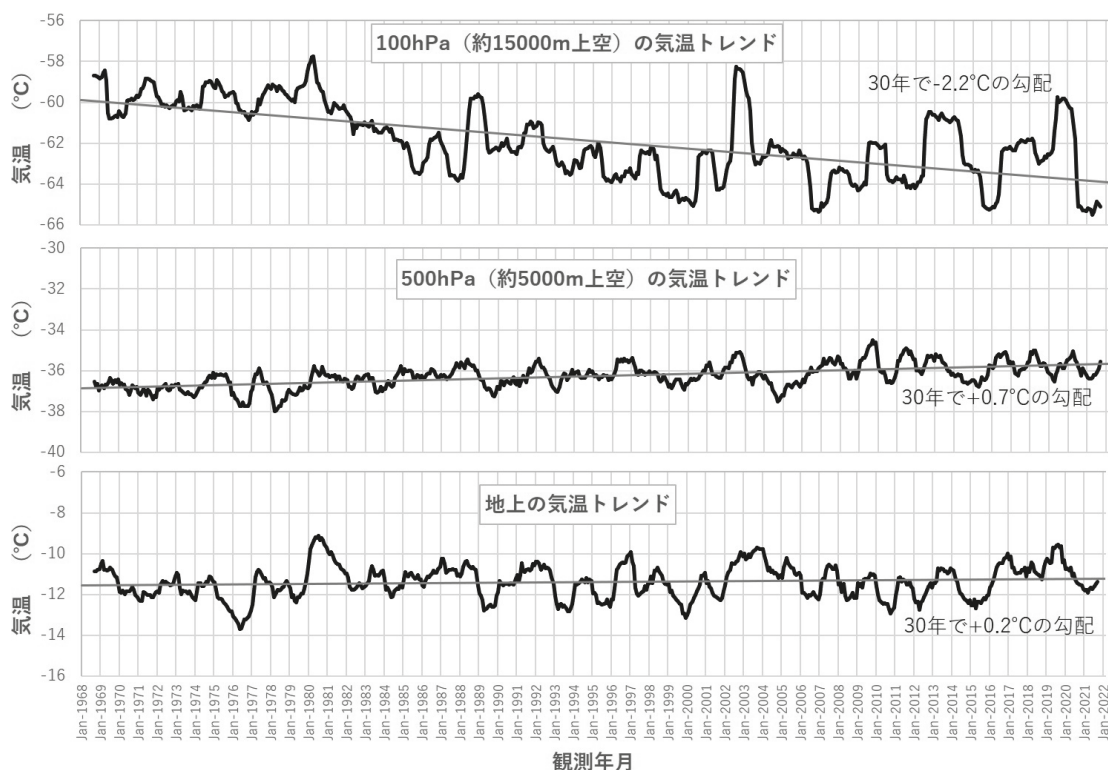
abo@met.kishou.go.jp

© 2023 日本気象学会

低温限界を超えるため、膨張できずに低い高度で破裂するのである。第3次隊はこの問題に直面し、試行錯誤の末に気球の“油漬け”という解決策を見出した。気球を軽油や灯油に浸すことで油中の硫黄分がゴムに作用して粘性が強まり硬化を防ぐという。以降、この先人の知恵は現在も引き継がれ、上空の気温が -70°C

を下回るようになると、気球を“油漬け”してから使用することで観測高度を維持している。実際の観測到達高度の月平均の経年変化を第3図に示す。季節による到達高度の変化が少ないことで“油漬け”の効果が確認できる。

次に同図で観測到達高度が右肩上がりになっている



第1図 昭和基地の地上及び上空の気温の時系列（高度別の月平均気温を12か月間で移動平均して傾向を示した図）。



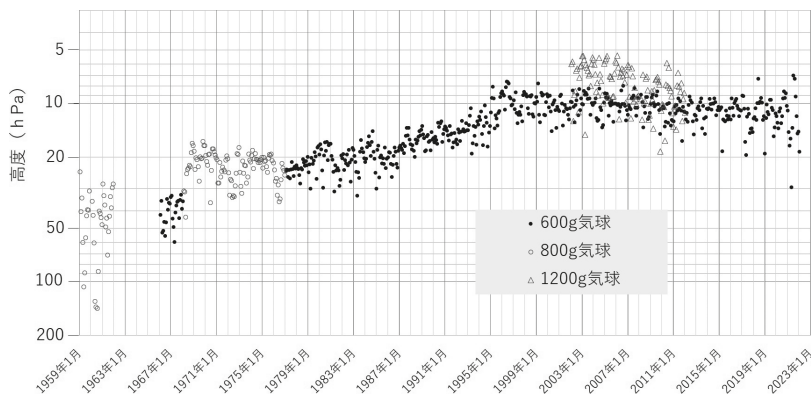
第2図 (a) 2021年5月15日03時（現地時間）の観測風景。平均風速 13.8 m s^{-1} のブリザードに丸い気球があおられるなか放球を行う様子。 (b) 新しくできた基本観測棟及びその周辺（2021年4月5日撮影）。

点にも触れておく。これは気球性能の向上もあるが、ゾンデの軽量化による効果が大きい。初期のゾンデは信号をモールス符号で伝送するメカニカルな構造のため約1.2kgと重かった。時代と共にゾンデの電子化、小型・軽量化が進み、現在の最新型は約40g、より少ないガス量で既定の上昇速度約 6 m s^{-1} が得られるようになった。同じ気球サイズであればガス量が少ない方が、同じゾンデ重量であれば

気球サイズ (600g, 800g, 1200g と重量でサイズを表す) が大きい方が高くまで到達する。2002年2月 (第43次隊) から2012年1月 (第52次隊) には、夜間のみ1200g 気球を用いて高い高度まで観測する試みが行われるなど、目的に応じて気球サイズを選択している。

最後に観測環境である。気象棟 (観測室) と放球棟 (気球にガスを詰めて放球する設備) は100m 程度離れており (第2図b)、オーロラ観測のため灯火制限となる時間帯はヘッドライトを頼りに、吹雪で視界が悪い時にはロープ伝いに複数名で放球棟へ移動し、気球充填・放球作業を行っていた。ただし、風速 25 m s^{-1} を超えるブリザード等で「外出禁止令」が発令された場合は観測ができず欠測となる。第61次隊で放球用トラップを備えた基本観測棟が完成し気象棟からの引っ越しが行われた。基本観測棟内にある観測室から気球充填室へは屋外に出ることなく移動できる。さらに基本観測棟には上下水道が完備されており、外出禁止令で居住区に戻れなくなった場合にも安心して滞在できるなど、利便性と安全性が向上している。

以上、昭和基地の高層気象観測の変遷を紹介したが、このように定常観測は顕在化する困難をその都度乗り越え、メタデータとトレサブルな観測結果を積み上げてこそ意味がある。昭和基地は南極域で数少ない越冬による気象観測地点の1つであり、我が国の気象庁品質での観測の継続は、国際的にも重要である。現在、ヘリウムガス価格が高騰し、入手さえ困難な情勢となっていると聞くが、解決策を模索し次の時代に



第3図 ゾンデの気球サイズ別月平均到達高度の時系列図。

パトンをつないで欲しいと期待してやまない。

関連 Web サイト・文献・書籍の紹介

国立極地研究所ホームページ

<https://www.nipr.ac.jp/antarctic/aboutjare/plan.html> (2023.6.14閲覧)

松原廣司, 2003: 3. 南極昭和基地における定常気象観測の歩みと現状. 天気, 50, 599-604.

佐藤 薫, 2004: 南極昭和基地の気象. 天気, 51, 869-879.

気象庁, 1989: 南極気象観測三十年史. 気象庁, 384pp.

気象庁, 2008: 南極気象観測五十年史. 気象庁, 255pp.

古林絵里子, 2016: ラジオゾンデの歴史的変遷を考慮した気温トレンド (第2報). 高層気象台彙報, 74, 17-25.

GCOS (全球気候観測システム) ホームページ

<https://gcos.wmo.int/en/networks/atmospheric/guan> (2023.6.14閲覧)

阿保敏広

東京理科大学卒, 気象庁入庁1985年。千歳航空測候所、根室測候所を経て気象庁本庁に勤務し、高層気象観測の分野を担当。ラジオゾンデ及び同ゾンデを用いた自動観測処理システムの開発、電波で上空の風を観測するウィンドプロファイラ観測網の導入・整備、高層気象観測の集約化などに深く携わる。また、南極地域観測隊の越冬隊に3度参加し、第35、45次隊では気象定常部門、第62次隊 (2020年4月～2022年3月) では副隊長兼越冬隊長を務め、帰国後に定年退職。現在は気象庁高層気象台に勤務 (再任用)。