

サイクリング気球 (気球コントロール技術)

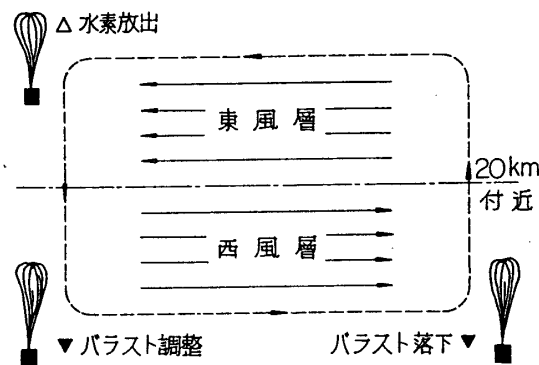
丹 生 潔*

わが国におけるプラスチック気球による上空での観測は、宇宙線研究者の手によってはじめられた。気球概論で西村氏がのべた通り、1954年9月神戸大学から放球された容積3000立方メートルのポリエチレン気球は数kgの原子核乾板をつけて3万メートルの高度を約6時間浮遊し、米子沖で装置を回収することに成功した。またひきつづき1956年には、神戸大学、立教大学、原子核研究所などからなるグループは、約100kgの装置を2万数千米に約7時間露出させる実験を7回も成功裏におこなった。しかし、より高いエネルギーの宇宙線現象を研究しようとする、その頻度はエネルギーとともに急速に減少するので、われわれはより大きな装置を、より高くあげ、より長時間露出しなければならない。

われわれ核研のグループでは、このうち特に、より長時間という点を解決するために“サイクリング気球”という日本独特の技術をあみ出した。

日本上空の風は夏の間、約20kmを境にして下は西風、上は東風になっている。気球は上昇しながら東に流れたのち、西にもどってくる。このままにしておくと、やがて日本列島をはなれて回収不能になる。これが上記実験の約7時間という長さを限っていたのである。

われわれはこれを10倍にも伸ばしたい。その解決方法として、ブーメラン方式とサイクリング方式とを考えだした。ブーメラン方式は気球を比較的低高度で東方洋上に流し、無線コントロールまたはタイマーで荷重を軽くして上昇させ、東風にのせて手もとにひきもどす方式だが、当時の技術ではむずかしいのであともわしにした。サイクリング方式は、図1の



第1図 サイクリング気球

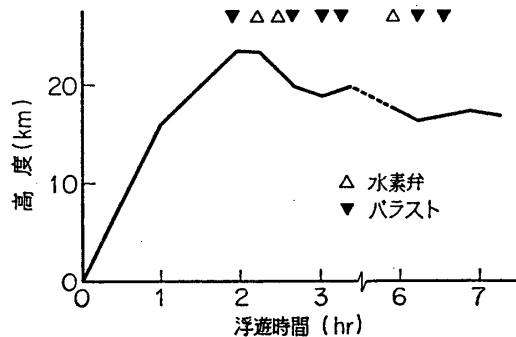
ように、西に流された気球の水素をぬいて下降させ、西風にのせて東にもどし、そこで荷重調整用のバラストをおとして再上昇させて西に流し、これをくりかえすことによつて、基地から遠くない上空に数日間も浮遊させたのち回収できるだろうというアイデアである。

* 東大原子核研究所

では、実際にどの位の滞空が可能であろうか、よく知られているように、上層における東西風は幾分か南北成分を含んでいる。したがって、気球はわずかつつ南または北にドリフトし、やがてコントロール範囲から飛び去ってしまうだろう。また、もう一つの問題になることは、たとえ風の面からいって長時間浮遊が可能という結論がでて、実際には別の面から限界がでてくることである。気球の上昇下降にともなって1サイクルあたりにおとすバラスト量は、全重量の約10%と推定される。したがって、6~7サイクル後に気球の全重量は約半分となる。この辺がサイクル数として限度であろう。1サイクルの時間は、コントロール電波のとどく距離、上層の風速に関係するが、平均的にみて6~7サイクルに約50時間と考えた。これら一般的な考察のほかに、技術的な問題が重要性をもつことは勿論である。気球自体の問題、上昇下降させるための水素弁、バラスト弁の問題のほかに、コントロールシステム、夜間の低温に対する保護の問題などがある。

われわれはここ数年間、基礎的な問題の検討からはじめ、テスト実験を行ない、この方式の実現に努力してきた。個々のアクセサリーなどについての報告は各論にゆずり、以下に、開発研究およびテスト実験の進行状況と成果を年次的に簡単にまとめた。

1960年に行なったのは、まず上空における風の解析である。57年58年それぞれ7月~10月の館野高層気象台のデータを用いた。仮定として、1) 気球の浮遊高度を25kmとする。2) コントロール半径として200kmをとることにした。そしてサイクリング方式として2通りのやり方をさせた。a) 25kmから下降させて最初の西風にのせて東にもどす。b) 25kmから下降させて南北成分の最小の高度(ただし10km以上)の西風にのせる。そして6時間ごとのデータで風向風速の訂正を行なった。その結果、上記の仮定方式で、100時間以上サイクリングを続けることのできるチャンスは月に1~2回、50時間以上が週に1~2回、20時間以上なら50%程度の確率であることがわかった。これに勇気づけられて、実験に必要なアクセサリーの開発を行なうとともに、テスト用の気球の製作を行なった。マグネット圧着方式で長さ10mの接着機を試作し、それを用いて容積100~2000立方メートルの気球を製作した。そして7~8月には、気球の強度テスト、アクセサリーの地上テストを行ない、9~10月には、夜間飛場テスト、アクセサリーの上空での個別作動テストの順に実施し、最後に総合テストを行なった。残念ながら、最後の頃は東風がなくなったためサイクリングを行なわせることはできなかったが、図2に示されたように、基地から200km



第2図 サイクリング気球

程度の距離で気球の上下動を行なわせることに成功した。

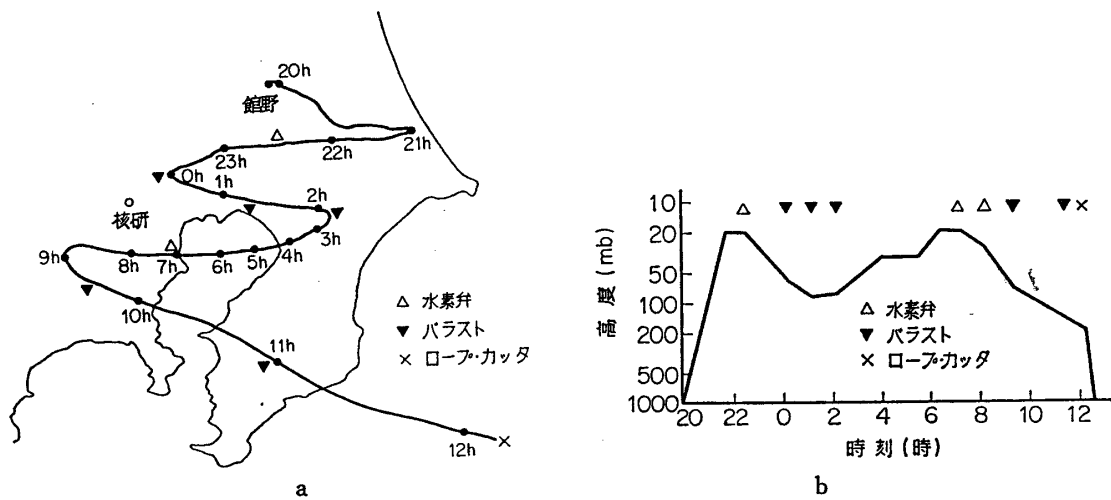
1961 年は京都で国際会議があり、気球の仕事はできなかったが、1962 年には、前に開発された水素弁、バラスト弁を用いて気球の上昇速度の自動コントロールを行なわせることに努力を集中した。これは、一見サイクリング技術とは無関係のように思われるが、上昇スピードを適当な範囲で一定に保つことは気球概論で西村氏が述べたように、気球技術にとってきわめて重要な基本的な問題であるのでとりあげたわけである。上昇スピードの自動制御が可能になると、ランチング時に浮力測定の誤差によるミスを防ぐこと、雲の中を気球が通過するとき球皮に附着する水滴による浮力の変化（はなはだしいときには浮力が負になることがある）を防ぐこと、さらには上空でサイクリングを行なうときの再上昇時の安全を保障することなども可能になる。このために、気球アクセサリーの項にくわしく述べられている上昇速度計を開発し、それで水素弁とバラスト弁を制御して上昇スピードをコントロールさせる実験を行なった。結果は表 1 に示される通り十分よい成績をおさめた。またリモートコントロール装置については、やはり気球アクセサリーの項にのべられたような改良を行なった。

第 1 表

気球容積 立方メートル	調整速度 メートル/分	放球時の速度 メートル/分	制御後の速度 メートル/分
80	160~180	260	170
640	230~270	200	250
640	200~240	200	220
640	210~250	200	230
1000	230~270	320	250

以上のような準備ののち、1963 年および 1964 年にサイクリングの総合テストを行なった。1963 年には川越の東洋大学の校庭に基地をおき、5 回のテストの内 3 回 10 時間以上の飛揚に成功した。1964 年には、基地を館野高層気象台に移し、7 回のテストの内約 20 時間の飛揚を一回、30 時間以上の飛揚 1 回という成績をおさめた。

図 3 はこの年の気球の航跡図の 1 例である。この例では 8 月 30 日の 20 時前に放球し、21 時



第 3 図 サイクリング気球

頃東風によって西にもどりはじめ、21時半頃20ミリバールの高度でレベルフライトになった。22時半に第1回目の水素弁開放によって下降をはじめ、31日0時頃西風によって東に流れだした。そこでバラストを落下させて下降をとめ、2時頃まで流した上、さらにバラストを落して上昇させた。上昇しつつ気球は2時半頃再び逆転して西にもどりはじめ5時半頃日照の影響でさらに高度を高めた。7時に水素弁を開いて再下降させたところ、9時にまた西風によって東に流れだした。そこで9時半バラストをおとして下降をとめようとしたが、きき方がいぶく、気球は徐々に下降をつづけつつ速度をはやめて東に流れたので、たびたびバラストをおとす信号を送ったが効果なく、コントロール範囲を離脱しそうになったので、12時10分過ぎたに焼切り装置をリモートコントロールで作動させ、計器をパラシュートで洋上に着水させた。全体で17時間、2サイクルの飛揚であった。

以上は気球コントロール技術について、核研のグループが行ってきた開発実験の概要であるが、サイクリングについては、これまで最大3000立方メートルの気球しか用いていない。将来にこれを大型気球に適用するためには、水素弁バラスト弁などアクセサリーの大型化が必要であり、今年度はそのための努力をしている。さらにリモートコントロール装置の性能向上をはかり、来年度以降の実験の準備をすすめる、実用段階にもってゆく予定である。

参 考 文 献

- [1] 藤本, 西村, 丹生, 太田他: プラスチック気球についてI
INS-TCB-2 1962.10. 東大核研