

# 重荷重気球の飛揚

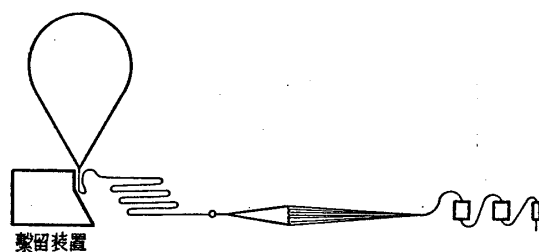
宮垣盛男\*

## 1. 重荷重気球飛揚の困難な点

1950年頃から、軽量なプラスチック製の定高度気球が開発され、種々の測定装置を高空に長時間浮遊させることが比較的容易になったので、単に気象観測のみならず広い分野の科学研究に気球が使用されてきた。気球に関する技術は、より重い測定装置を、より高空に長時間浮遊させる方向に発展を続け、現在アメリカでは重さ数トンの荷重を気圧数ミリバールの高空に持ち上げることが試みられていると伝えられる。

わが国では、1954年に宇宙線研究のためポリエチレン気球の飛揚が試みられてから、主として宇宙線研究のためにプラスチック気球が開発されてきた。搭載荷重は1954年の11kgから年を追って増大し、昨年は600kgを越す荷重の飛揚に成功した。使用した気球も初期の満膨張時の容積3,000m<sup>3</sup>から軽荷重気球では32,000m<sup>3</sup>、重荷重気球では23,000m<sup>3</sup>に増大した。

軽量な荷重の気球を飛揚する場合は、第1図に示すように、繫留装置で気球の中間部を押えて放球する方法で、比較的容易に安全に放球することができる。すなわち解放されて自由



第1図

に上昇する気球に荷重がかかったとき、その衝撃は気球素材の長いポリエチレンやパラシュートでかなり吸収されて最も荷重がかかり衝撃の集中する気球頭部が保護される。しかし荷重が数10kgを越すと、衝撃が大きくなるのでその衝撃に耐える十分な強さの気球を使用するか、適当なショックアブソーバーを必要とする。強度の十分な気球はそれ自体の重量が増大し、また気球が長大になるので離陸時に荷物が振り運動をするおそれが多い。さらに繫留装置で気球の胴体部を押えるので、全浮力が気球の一部にかかって破損する危険が多いので重荷重の気球飛揚にこの方法を使うのは適当ではない。われわれはこの方法で搭載荷重約500kgの飛揚に成功したが、軽荷重気球飛揚の方式ではこの程度の荷重が限度と考えられ

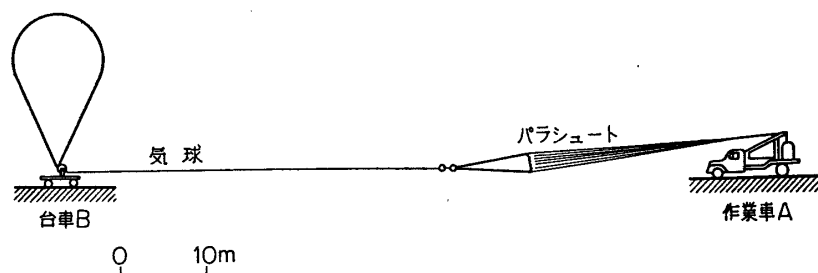
\* 神戸大学理学部

る。

荷重が数 100 kg を越す気球はこれと異った方法で放球して安全に離陸させることが望ましい。

## 2. 重荷重気球の離陸装置

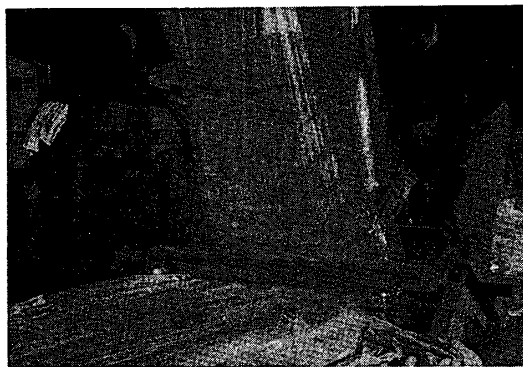
放球前から全浮力を気球全体に分布させ、また放球時に気球にできるだけ急激な衝撃を与えないために、われわれはアメリカで実用されている方法を取り入れて重荷重気球の離陸装置を作った。すなわち第2図に示すように滑らかに回転するローラーを通して気球を最初か



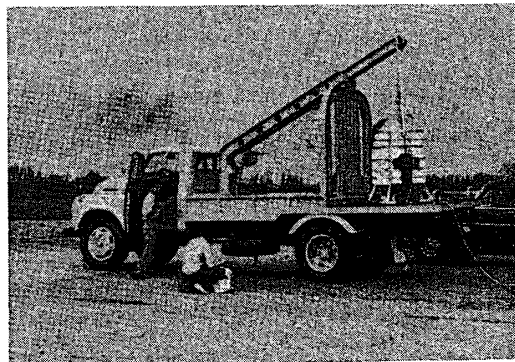
第2図

ら延ばし、ガス充填につれて全浮力を徐々に気球の全長に分布させ、ローラーをはねのけて放球すると気球は急激な衝撃をうけることなく荷物の上に直立する。

台車Bの水平なローラーは滑らかに回転し、クランプをはずすと一端を中心として強いスプリングで水平面と45°の角をなす面内で急速にはねのけられる。この台車は気球の浮力と、数 m/sec 程度の突風にも動かぬよう十分に重く、またブレーキと車止めで固定される。第3図に気球繫留中の台車Bのローラー部を示す。



第3図



第4図

作業車Aは気球に搭載する荷物の拘束装置を備えた車で、機動性を要求されるので5トン積トラックを改造して滑車のついた引込み式の腕と荷物のクランプ、横転防止の側車が取り付けられている。第4図に使用時の作業車Aを示す。

### 3. 浮力の測定

気球の浮力は気球を安全で適切な上昇速度 (200~270 m/min) で上昇させるために精密に測定するか、ガス抜き装置とバラストを上昇途中で操作して速度を適当な範囲に制御しなければならない。

軽荷重気球の場合は充填したガス量を測定するよりも、計量器を兼ねた繫留装置で浮力を直接に測定する方法が便利である。しかしこの場合は浮力測定の誤差よりも、ふくらんだ気球におよぼされる風力による誤差の方が大きくなるので注意を要する。

全浮力の小さい軽荷重気球では、自由浮力の割合は大きいので、多少の誤差があっても上昇速度はそれほど変わらない。たとえば総重量 (気球と全搭載物の重量) 100 kg の気球の場合、自由浮力を 6.5~13 kg つけると、上昇速度はそれぞれ 200~300 m/min となるが、総重量 1,000 kg の気球では同じ上昇速度を得るための自由浮力は 25~57 kg を要し、許容範囲の割合は総重量が増大すると減少する。重荷重気球の浮力はより精密に測定することが要求される。

高速で流れる気体の流量計の精度のよいものが入手できないので、われわれは高压容器内の圧力を約 150 kg/cm<sup>2</sup> あたりで 0.1 % 以下の精度で測定して、大気圧まで膨張したときの浮力を求める方法を採用して、十分な精度を得ている\*。近年になって容積の大きい高压容器の使用が可能になったので浮力測定が便利になり、充填速度もあがり、飛揚に好都合になった。

高压容器から急速に吹き出して冷却された水素は熱伝導が非常によいので、熱湯を入れた簡単な熱交換器ですみやかに外気温に近く加熱することができる。

アメリカでは重荷重気球でも、ガス抜き弁とバラストを上昇中に操作するので、ガス注入後のふくらんだ気球頭部の球の直径を測定する簡単な方法で浮力を求めていると伝えられる。

### 4. 放球方法

第2図に示すように、気球を展開してガスを注入する。受ける風圧を小さくするためにふくらんだ気球頭部をできるだけ低くすると共に、ガス注入の初期はわずかの風にも気球頭部がねじれたり、地物に接触するのでかなりの浮力がつくまではすみやかにガスを充填する。

放球時に気球を作業車の風上に置くか、風下に置くかで放球方法は少し異なる。もちろん軽荷重気球の場合と同じく放球時は無風であることが望ましいが、ガス注入開始時と放球時では風向風速が変る場合が多い。

気球を風上に置く場合は、台車Bのローラーをはねのけると気球は円弧上を動いて作業車の真上を通り過ぎる。このとき滑車のついた腕を引込んで荷物のクランプをはずすと、気球は衝撃を受けることなく、荷物は振り運動をしないで静かに上昇を始める。

気球を風下に置く場合は、前の場合よりも広い気球の表面に受ける風力だけ気球頭部の直

\* 水素は Van der Waals の式の補正項の大きい気体の一つである。

下に荷物をおくために、作業車は前進して荷物を気球頭部の直下に運んで放球する。いずれの場合でも長いガス注入時間に風向風速が変化したり、また重荷重気球とパラシュートなどの全長が100m以上になるので、その高さでの風向風速は地上付近とかなりちがうことが多いので、気球頭部の動きにつれて作業車を移動させて気球を直立させねばならない。

放球の際、ローラーをはねのけて気球を直立させるまで、気球は空気中でかなりもまれる。それを防ぐためにローラーをはねのけないで作業車が前進して、気球を徐々に直立させる方法もあるが、折りたたんだ気球の厚さは数cmになり、ローラー面に接する内側と外側では進み方が異なり尾部で局部的に荷重がかかって切断する場合がある。

### 5. 重荷重気球

軽荷重の場合は気球が上昇して満膨張に達したとき、荷重が軽いので自然形とは異った形であっても、設計した形に近く膨張するが、重荷重の場合は自然形に近い形にしないと有効な容積は減少する。

気球が満膨張に達して自由浮力をになったガスを放出するための排出口を気球の下部につけて、開放して上昇すれば空気を吸込んで気球の到達高度は低くなる。排出口を気球頭部につけ、気球の外側を太いグットで尾部に導けば、上昇中も、放球時にもなんらのトラブルもなくきわめて有効に働く。

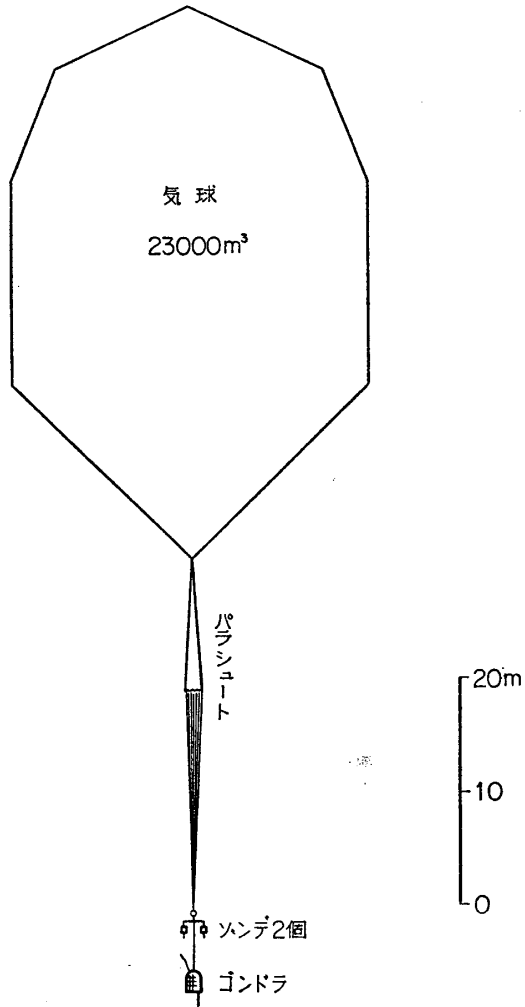
### 6. 重荷重気球の飛揚

われわれは1959年から荷重500kg以上の気球飛揚を試み、離陸に成功した。第5図に昨年10月飛揚に成功した気球の概略を示す。このときは水素の大型容器を使用して約35分でガス充填を終り、気球を風上において放球した。上昇曲線と気球および回収に協力を依頼した海上保存庁の巡視船の航跡をそれぞれ第6図および第7図に示す。浮遊高度が予定よりもやや低いのは、気球の形が適切でなく有効容積が減少したためであり、徐々に降下したのは浮遊高度において局部的な突風があり、ガスが圧されて排出したためと思われる。天候にめぐまれ望遠鏡できわめて明瞭に気球の変形が観測されたので、気球の形や変形に貴重な資料を与えた。

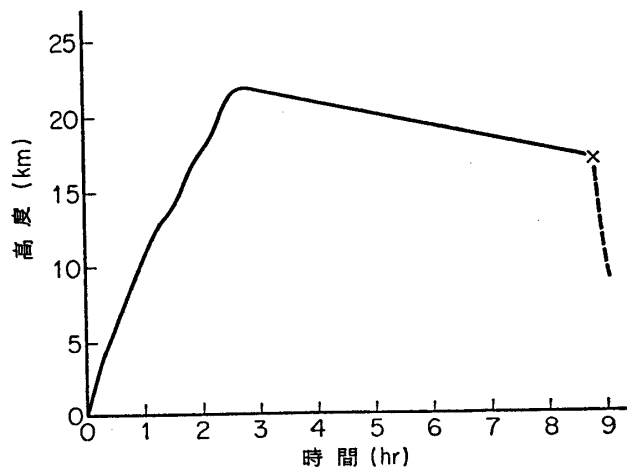
第8図に放球直前の気球および作業車を示す。(これは1963年10月13日飛揚、回収に成功したものである。)

重荷重気球の飛揚および測定装置の回収に伴う危険を未然に防止するため、付近に大都市がなく海上に着水させるのに好都合である基地として、和歌山県串本町の潮岬に基地を求めた。潮岬窓端に東西約250m南北約150mの傾斜の少ない天然の芝生があり、その上近くに高層気象の定期観測を行なっている潮岬測候所があるので、気球の追跡にはきわめて便利であった。

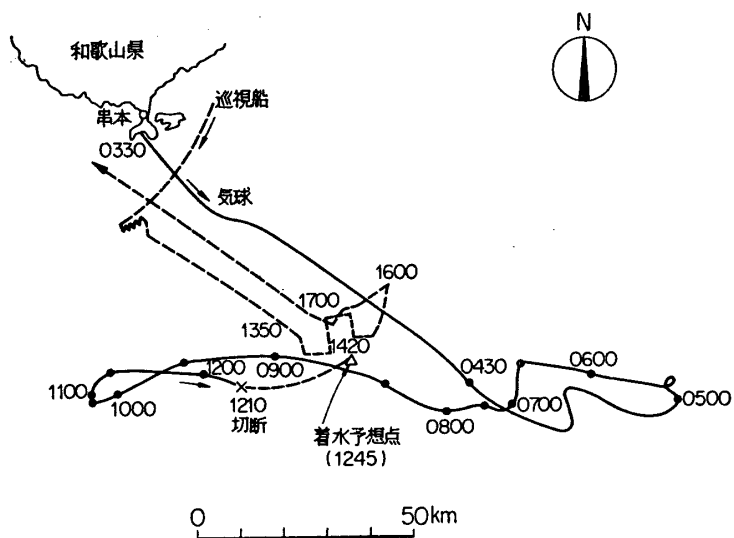
放球後約9時間で気球を切離して潮岬南東約60kmの海上に着水させた。トランシットにより着水直前まで追跡し、方位の精度 $1^{\circ}$ 以内、距離の精度5km以内で着水地を指定したが、この海域は海流が速く、約3時間の巡視船とその後約2時間の朝日新聞の飛行機によ



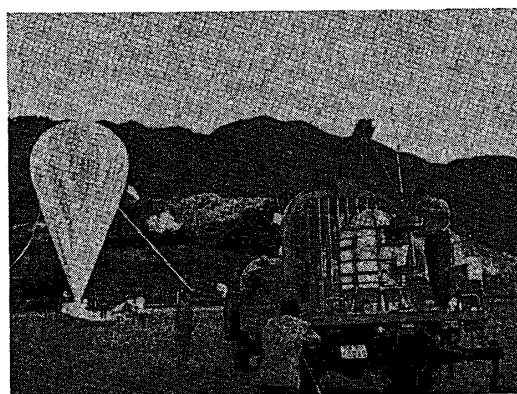
第5図



第6図



第7図



第8図

る捜索にもかかわらず回収することができなかった。

回収を確実にするため、速力の速い船と共に視界の広いヘリコプターまたは軽飛行機を随時使用できるように待機状態におくことが必須であると考えられる。

以上簡単に述べたが、詳細は東京大学原子核研究の気球特別事業報告に掲載される予定である。