

## 気球による簡易空中写真撮影について

A Brief Note on Balloon Photography

田瀬 則雄\*・市川 当\*\*

Norio TASE and Ataru ICHIKAWA

環境状況の把握には、地点のみの時系列的観測では不十分であり、空間的あるいは面的な情報収集が必要である。空間的な情報を得るための手段として、すでに通常の空中写真やランドサットデータが利用されているが、撮影時間、間隔あるいは解像度に問題がある。また、個人等で撮影機をチャーターした場合、希望した日時、高度、場所のデータは得られるが非常に高価であり、安易に何度も利用することはできない。この点を鑑みて筆者らは気球を利用した低高度からの簡易空中写真撮影法の確立と、特に水域を対象に、その利用法について検討している(市川ほか、1983)。

すでに、栗本ほか(1982)により気球写真撮影法の技法や装置について検討がなされているが、ここでは、撮影装置および器材を中心に、これまでの経過について若干報告する。

なお、非測定用カメラでもかなりの情報が得られる可能性があり(日本写真測量学会、1982など)、気球写真を利用した環境調査結果については追って報告する予定である。

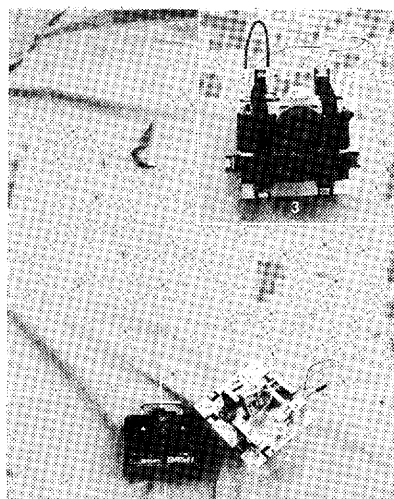
### I 撮影装置および器材

今回使用した撮影装置について、試行過程や考え方などを含め簡単に報告しておく。

気球は使用するカメラ、撮影高度などを考慮し塩化ビニール製の12m<sup>3</sup>球型(気球製作所、11万円)を使用した。その後、同6m<sup>3</sup>(4万円)の気球を

軽カメラ(フルオート・カメラ)の使用と、ヘリウム節約の意味から使用したが、100m以上の高度撮影を行なう場合には、12m<sup>3</sup>気球が確実性があり適当である。

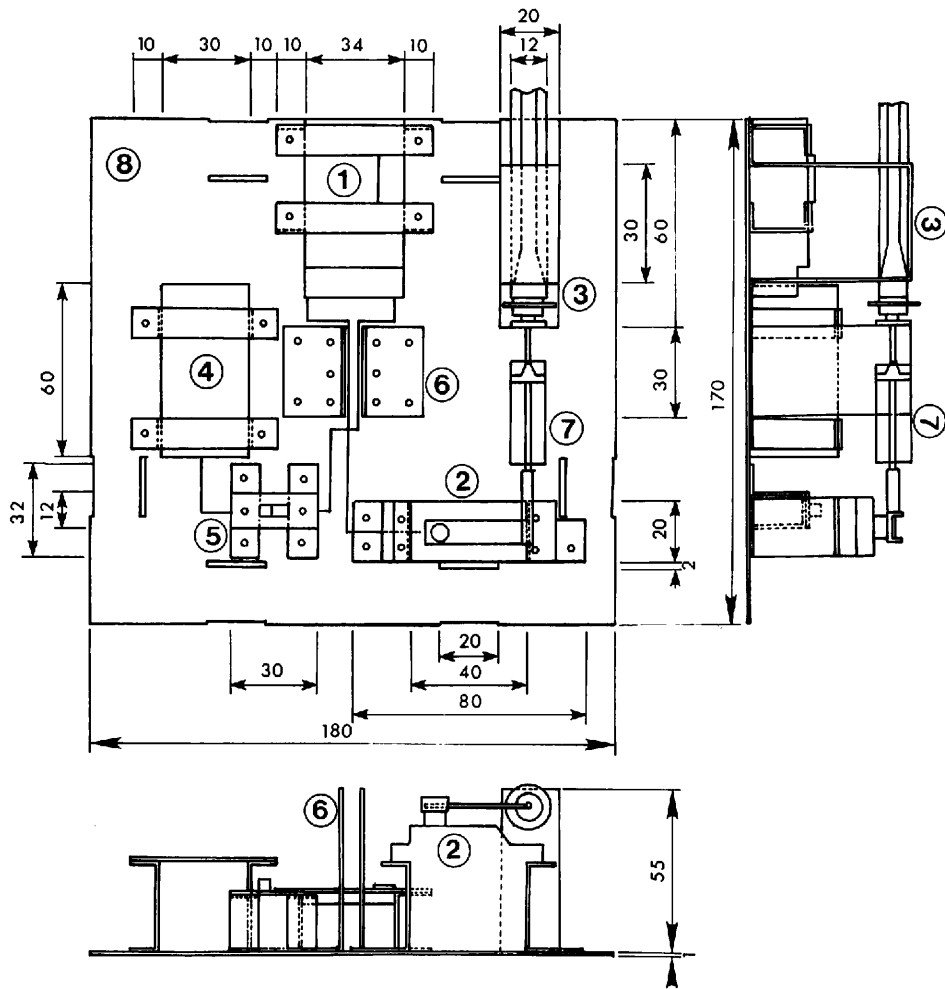
搭載したカメラは、パワーワインダー付、キャノン AE-1 (35mm 一眼レフカメラ)である。レンズは、ズームレンズ(35~70mm, F4)で、35~50mmの範囲で使用している。しかし、景観撮影など大きな歪みが許容できる場合には、超広角レンズや魚眼レンズの使用も可能である。また、



第1図 シャッター遠隔装置  
1:発信機, 2:シャッター遠隔装置, 3:カメラ固定部

\* 筑波大学地球科学系 \*\*筑波大学地球科学系研究生

(1984年6月4日受理)



第2図 シャッター遠隔装置設計図 (単位: mm)

①: 受信機, ②: サーボ, ③: ケーブルリリース, ④: バッテリー, ⑤: スイッチ, ⑥: 支柱, ⑦: 腕部, ⑧: 配置板

軽カメラとしては、時系列的撮影用として時間(時、分)の入るリコー AF-2D (38mm, F2.8:固定)を用いた。他のカメラとしては、画面の大きさという点で6×6カメラが有効であるが重量の点で問題があり、35mmカメラでの撮影・解析法が確立した時点で再考する事になっている。また、無線装置付35mmカメラの使用も考えたが、無線到達距離が70mで短距離であるため、使用カメラ用のリモートコントロールによるカメラのシャッター装置を考案した。当初は木製であっ

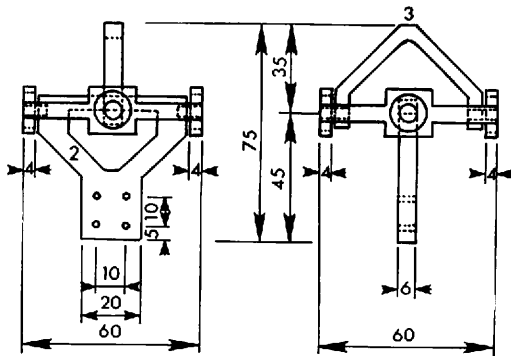
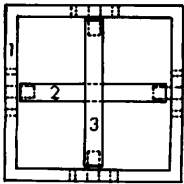
たが、第1図のような装置に改良した。

シャッター遠隔装置の原理は、サーボ(第2図の②)の回転を腕部(第2図の⑦)を通じて左右運動に変換し、腕部に連動するケーブルリリース(第2図の③)を作動させてシャッターを落すもので、構造・操作が簡単で比較的安価(1万5千円)にできる。送信機(SANWA DASH Digital Proportional Radio Control System, 27MHz帯)の無線到達距離は、市街地において500m、平地地では1kmと長距離であり、使用目的にみあ

能力を有する。

気球利用という点から、できる限り軽量でかつ強固なものとして、シャッター遠隔装置の配置板（カメラ固定板を兼ねる）には1mmのアルミ板（第2図の⑧）を使用した。シャッター遠隔装置重量は350gと軽量である。また、カメラと配置板との接合は、4本のゴムバンド（幅2.5cm）による固定（第1図の3）で、ゴム止めにクリップを用いることで、脱着が簡略化し、フィルム等の交換が迅速になった。

配置板と気球との連結は、ダブルジンバル（玉屋特注：2万円）を介しており、カメラの安定とレンズ方向の一定化（重力方向）に配慮した。ダブルジンバルの構造を第3図に示した。外枠（第3図の1）に対して2本の独立V字型支柱（第3図の2、3）を接続した構造で、外枠とV字型支柱との接続点にはベアリングを配してヒンジ機構にした。V字型支柱（第3図の2）は、配置板の支柱（第2図の⑥）とネジ結合され、他のV字型支柱（第3図の3）は気球にフックがけされて連結する。ダブルジンバル重量は約200gで10kg

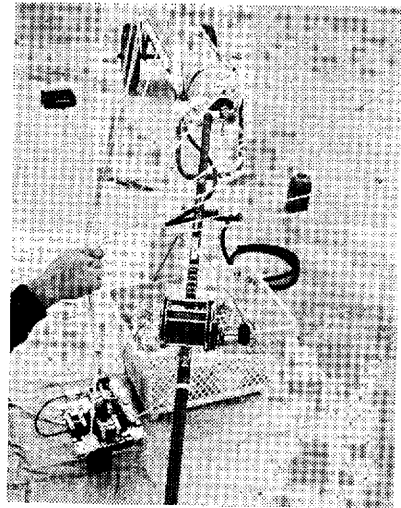


第3図 ダブルジンバル設計図

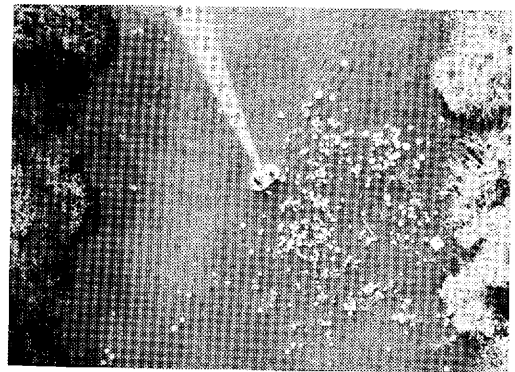
1：外枠、2：配置板接続V字型支柱、3：気球接続V字型支柱

の物のつり下げに有効である。

吊下げロープ（気球操作用）はφ4mmビニロンロープ（450m）を当初使用した。巻き取り装置なしで、手さげカゴの中にとぐり入れる方式をとった（第4図）。ビニロンロープの利点はある程度太いので操作が容易であるが、多少重く、風向風速によっては画面の中に大きく入ってしまう欠点がある（第5図）。そこで、新素材の釣糸ケブラート160Lbs（重量はビニロンロープの1/3.7）の使用を試みた。リール巻き取り式（竿固定：第4図）で気球の揚げ下げの操作は比較的簡単であるが、糸が細いため、手の保護のため作業用革手袋



第4図 気球簡易写真システム器材



第5図 空中写真例（ボート上）

第1表 グレースケール反射率表

	白 → 黒					
番号	1	2	3	4	5	6
反射率(%)	91.2	45.3	32.9	16.1	8.5	0.4



第6図 空中写真例(水理センター圃場)

1: 観測タワー, 2: グレースケール

が必要である。また、ケブラートを使用した場合は2本で気球を支持することもでき、位置固定が比較的容易にできる利点もある。

画像処理あるいは濃淡の色彩を統一的に比較するためには、グレースケールが必要である。今回は、ハレーションを防止し、全域でランパッション反射に近い反射をもつというグレースケールの条件を満たすため、水性ペイントに炭酸塩化マグネシウムを混入させ、90cm×60cmのベニヤ板に、黒から白まで6段階の濃度を塗布してグレースケール(第6図)とした。グレースケールの反射率を第1表に示した。

ヘリウムボンベ(7m<sup>3</sup>)はかなり大きく、長距離運搬にはライトバンなどの車が必要であるが、短距離運搬には、ボンベキャリアが便利である。また、気球へのヘリウムガス充填用のバルブが必要であり、充填時には、気球の保護のための作業用ビニールシートの用意が望ましい(第4図)。

なお、フィルムの選択は目的あるいは解析方法により異なる。景観や分布状況などの調査にはカラープリントが最も適している。分布図や地図化のためには、カラー、白黒プリントが利用しやすい。また、画像処理では、白黒、赤外などのネガ

フィルムを直接使用する。赤外カラーは植生調査などに有効であるが、露出やシャッター速度の決定などが試行錯誤と経験的であるため気球撮影には実用的ではない。

### III 写真撮影の特徴

気球による写真撮影法の長所・短所についてはすでに述べた(市川ら, 1983)が、実際の経験をふまえて再検討してみる。

長所としては、

- a. 操作が簡単で特別な熟練を必要としない
- b. 作業準備が容易で時間と手間を要しない
- c. 気球の移動は気球操作員の歩行ででき簡単
- d. 撮影高度、位置の確認ができ、高度、位置が任意に選定できる

などがあげられているが、aについては、障害物を有する場合および風向等に対し多少の試行錯誤を要する。また、bについては、分布図作成など写真の補正を要する場合、比較的多くの基準点の設定が必要であった。しかし、その他次のような利点が得られた。

- e. 時系列的な写真撮影が可能である
- f. 船(ゴムボート)上でも操作が可能である(多少風がある時は船外機が有効である)。

また、短所については

- a. 気象条件、特に風に弱い
- b. ヘリウムガスが高価である
- c. 長距離移動および広範囲撮影には不向き
- d. 撮影高度が150m以上の場合、届け出および許可申請が必要である

などがあげられるが、aについては、どの程度の風速まで可能であるかは確認していない。bは最大の問題であるが、格納場所がある場合、一度充填すると少なくとも2~3週間は格納して繰返し利用できる。cに関しては、6m<sup>3</sup>気球であれば自動車のキャリアに固定して移動できる。また、トラックが利用できれば長距離での移動が可能である。撮影範囲は大きな企みを許容できる景観写真などではレンズによって広範囲をカバーできる。

この他の大きな問題として

e. 撮影範囲が確認できない（この点については多くの撮影をすることが安全である）。

### III 撮影手順

気球による簡易空中写真撮影は、事前準備および当日準備を踏えて写真撮影に入る。

事前準備において、まず撮影地点（域）を選定し、気球へのガス充填のための空地、飛揚や移動の障害となる電線や樹木の有無を調査し、当口の準備作業地点を撮影目標にできるだけ近くに設定する。特に、ある特定の地域を集中的な調査地域とし、分布の特性や分布図の作成などを目的とする場合は、目標物の設定のほか、基準点を数多く設置し、測量をしておくことが望ましい。撮影高度は写真の計画的縮尺および目的により決めるが150 m以上になる場合には所定の機関に対し、事前に届け出、許可を受ける必要がある。また、当日再度確認の連絡を行なう。そのほか、天気予報に注意し、その時期の卓越風向などを検討しておく。

撮影当日は作業準備地点に必要な器材を搬入し、作業用シート上に気球を置き、ヘリウムガスを充填する。ガス充填後、気球に安定装置を装着したカメラを吊下げ、ロープ（釣糸）を徐々にゆるめて気球を飛揚する。この作業と並行的に、撮影地域に基準点やグレースケールを設置する。特に狭い地域を対象にする場合は、ポールや箱尺などをスケールとして設置すると有効である。

気球を目標地域に移動させ、計画高度まで飛揚させ、目標位置に気球（カメラ）がくるように、風を考慮し調整する。無線操作員は目標位置に気球が飛揚し、カメラの振れないことを確認し、逐次シャッターを切る。また、撮影目的に合うように随時気球を移動させる。ある地域を時系列的

に撮影する場合は、2本のケブラートにより位置を固定し撮影する。なお、時間はオートデイトカメラを使用することにより分単位で確認する。

フィルムの終了後、気球を準備地点または障害物のない空地におろし、フィルム等を入れ換えて同様の作業を繰り返す。この間、必要に応じグレースケールを移動させ撮影域に入れる。

撮影終了後、準備地点に移動し、カメラの回収および気球の格納または気球内ガスを排出させて撤収する。

### IV まとめ

気球による空中写真撮影の装置、器材および撮影手順について問題点および改良点について検討した。その結果、改良装置は気球用に対し軽量であり、また強固で有効な装置で、撮影手法はほぼ完成したものと言える。今後においては、実際の写真の処理および利用について検討する。

### 謝 辞

本研究には、筑波大学学内プロジェクト研究「簡易空中写真撮影による湖水の動態調査」および財団法人トヨタ財団研究助成「環境調査における簡易空中写真の利用に関する予備的研究」の補助を受けた。記して感謝いたします。

### 文 献

- 市川 当・田瀬則雄・出口賢二(1983): 気球による簡易空中写真撮影について. 筑波大学環境科学研究科研究報告, 1, 7-12.
- 栗木 譲・萩野 弘・野田宏治(1982): 気行船による交通現象解析手法に関する研究. 昭和57年度科学研究助成金〔試験研究2〕研究成果報告書.
- 日本写真測量学会(1983): 『写真による三次元測定の応用』鹿島出版会, 166-178.