

農林水産研究や生産現場で役立つパーソナル簡易空撮気球

(独)農研機構 東北農業研究センター
カバークロップ研究チーム 村上敏文

1. はじめに

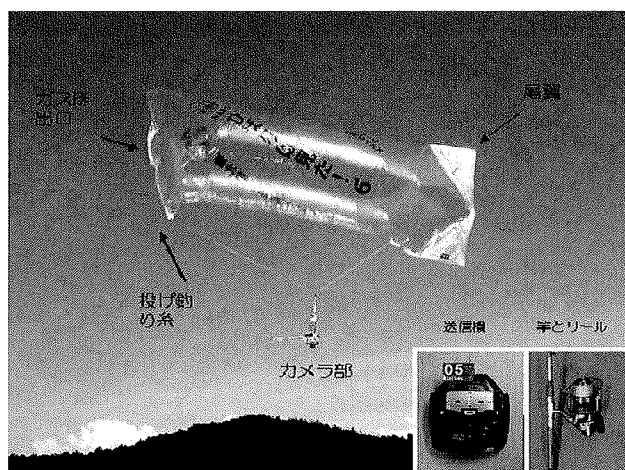
農林水産業や自然保護事業、およびそれらにかかわる試験研究は、広い面積を対象とすることが多い。そのため地上から全体の状況を把握するには多大な労力と時間を要し、作業の効率化や高精度化が阻まれている。これらの問題は、上空からの画像を得ることにより大きく改善される。例えば、水田全体の色むらが把握できれば、追肥箇所を適確に決めたり、むらの原因を調べて作物生育を改善できる可能性がある。また、畑の雑草の分布を把握できれば、雑草調査が著しく容易になる。空撮画像を得る方法は数多く知られているが一般的なものとしては人工衛星や航空機（実機、模型）による方法がある。しかし、それらは広い地域を対象とした事業で

用いられたり、ある程度の資金あるいは高度な技術を要するため、小規模な圃場を手軽かつ安価に高頻度に調べるのには適していない。そこで、著者は2007年に身近な材料を使って安価なパーソナル簡易空撮気球（愛称：ひばりは見た！）を作製した（村上ら、2008）。その後、使用者からの意見を元に機体の改造を行って性能を向上させ、2010年7月からは民間事業者による市販が開始された。本稿では、気球の概要といくつかの活用事例を紹介する。

2. 空撮気球の概要

(1) 装置の構成

空撮装置の概要を図－1に示す。装置は大きく分けて気球とカメラ部からなる。気球は、熱



図－1 パーソナル簡易空撮気球（ひばりは見た！）の概要

シーラーの1種である茶袋シーラーを用いて、ガスバリアフィルム（ヘプタックス、ゲンゼプラスチックカンパニー）を長さ2.5×1.0mの長方形の袋状に熱熔着し、そこにピアノ線の垂直尾翼、チャック式のガス排出口、ガス注入栓、ハトメをつけたものである。係留は投げ釣り糸で行い、リールで出し入れをする。糸は、機体前方のハトメにサルカン（糸のねじれを防止する釣り用金具）を介して接続する。ヘリウムガスを充填すると気球の大きさは全長2.2m×直径0.6mとなり体積は0.57m³になる。形としては、楕円形の円筒状であり、この形状と垂直尾翼、係留索の位置により機体は常に風上を向き、風に対して泳ぐような動作をして安定した姿勢になる。

カメラ部は、図-2に示すように、小型デジタルカメラ、ゴンドラ、方向指示板、ラジコン受信機、サーボモーター（ラジコンの電波で回転するモーター）及びリチウムイオン電池（受信機用）から成っている。ゴンドラは、小型プラスチックケースにカメラのレンズが出る穴を開け、吊り下げ用の針金をつけたものである。ゴンド

ラの上方には、撮影方向を変えるためのサーボモーターを固定してある。カメラ部は、気球の前と後ろに渡した糸にサルカンを介して吊り下げる。ラジコン送信機は、周波数27MHz、AM方式で地上用の2チャンネルのものを使用する。電波の到達距離は約200mである。もし空用の送信機を使用すると、電波が相当程度飛び、混信によるラジコン飛行機類の墜落事故につながる可能性があるので、地上用を用いている。ラジコンの操作はきわめて簡単で、右側のスティックでカメラを回転させ、左側でシャッターを切るだけである。デジタルカメラは、焦点距離が最小25mmのズームレンズ付きで1200万画素（4000×3000画素）のものを使用している。なお、カメラにインターバルタイマーがついていれば、ラジコン装置を組み込まずに撮影することもできる。係留索200m（28g）を含む機体重量は194g、カメラ部重量は251gで全機体重量は445gとなる。気球の全浮力は570gなので差し引き125gの浮力で上昇する。

装置の製作費用はカメラを除くと2.5万円である。掲揚1回あたりのランニングコストは、ヘ

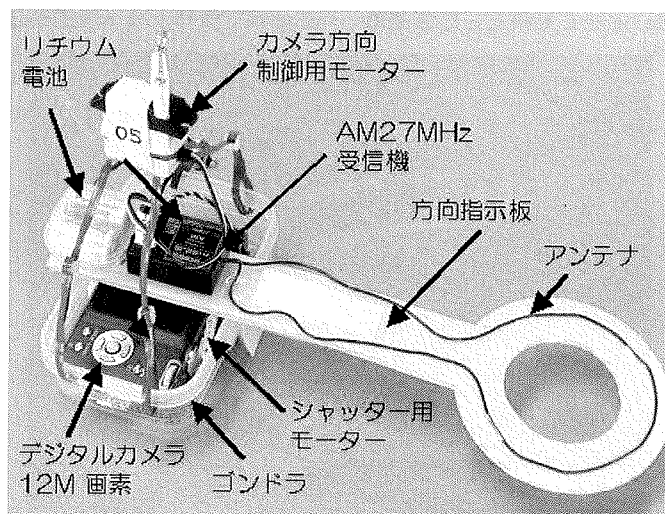


図-2 カメラ部の概要

リウムガス 0.57m³分の1200円である。但し、一度ガスを充填するとその後はガスが抜けた分だけ追加すれば浮力が回復する。ガスは一日あたり5L(10円)しか減少しないので、計算上は、年間維持費が4840円しかかからず、たいへん経済的である。気球は折り畳むと60×45cmになり、カメラや送信機を含めても1.5kg程度の重さなので、手で持ち運ぶことができる。気球の作製法や操作法のマニュアルは東北農業研究センターのHPで公開しており、無料でダウンロードできる(但し、入手しやすいポリエチレン袋による作製方法を紹介している、<http://tohoku.naro.affrc.go.jp/DB/hibari/index.html>)。なお、2010年7月1日から福島市にあるアイテック株式会社により、市販が開始された。電話は024-593-1151、ホームページは、<http://www.ay-tec.com/>、機体の大型化、糸の延長などカスタマイズも可能である。

(2) 気球の掲揚

はじめにヘリウムガスを機体に注入し、カメラを吊り下げ、カメラ、送信機、受信機の順で電源を入れる。まず風向を知るために10mほど掲揚し、その後、目的地の撮影を行う。ガス注入から掲揚までに要する時間は約7分で、気球を高度100mに揚げるのに約50秒、回収するのに約50秒を要する。気球は風速が2m/秒までであれば掲揚できる。それ以上の風速では斜めに揚がって高度が不足したり、揺れが大きくなり撮影が難しい。本装置にはモニターカメラをつけていないのでカメラに映った画像は確認できない。しかし慣れれば気球を目的圃場の中央の上空に位置させるのはそれほど困難ではない。撮影は通常2人組で行い、気球掲揚者が糸の長さや角度から気球の位置を推定して移動しつつ、ラジコン操作者と2方向から位置を調整する。

慣れてくれば一人でも空撮が可能である。撮影範囲は、広角25mmレンズを真下に向けた場合、高さの1.45倍の水平距離を撮影できるので、高度200mで最大290×210m(6ha)の範囲を写すことができる。この時の撮影画像の地上での解像度は、7.25cm/画素となる。ゴンドラについているワイヤーの長さを調節してカメラを立てて俯瞰撮影をすれば、さらに広い範囲の撮影が可能である。

3. 農地での撮影と画像解析

(1) 小麦の湿害把握

小麦の湿害は昔から大きな問題で、基盤整備が行われて暗渠設置などの排水対策などがすすんでいるにもかかわらず、その発生面積は50年前からあまり変わっていない(小柳, 2010)。図-3は、5月はじめの水田転換畑の小麦の様子である。高度は170mで俯瞰撮影をしている。枠で囲んだ色の薄い部分が湿害発生区画である。写真では、畑一筆がすべて湿害を受けている場合と、右すみの一群の畑のように、周縁に被害が出ている場合が見られる。地上から畑を見た

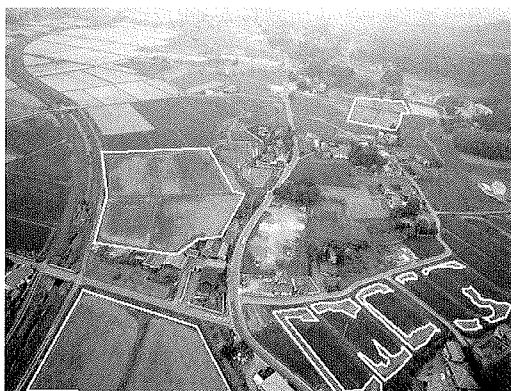


図-3 水田転換畑の小麦
(高度約170m、5月12日)

線で囲んだ部分が湿害箇所、ほとんど小麦が生育していない。

場合は、畑の中での湿害発生箇所の相対的な位置がわかりにくいし、湿害区画がまとまっている様子も把握しづらい。この地域で多数の畑を管理している農事法人の話では、このような画像があれば、発芽が悪いところは追肥をしないなどの判断ができるし、周縁部で発芽しない場合は額縁状の明渠を掘るなどの対策を考えられるので、たいへん参考になるとのことであった。上空からの画像は、畑の状況をはっきりと示すので、農家の決断や行動を強く促すようである。

(2) 湖沼の調査

湖沼は我々にとって身近な存在で、鳥、魚、昆虫、植物など豊かな生物相を持っている。この保全が最近注目されており、NPO法人などによる啓蒙、保全活動が行われている。しかし、広い湖沼の内部を歩いて調べるのは畑よりさらに困難であり、全体の状況を把握する手段が強く望まれていた。図-4は高度179mから見た汽水域の湿地である。ここには絶滅が危惧されるトンボが生息しており、NPOのメンバーによってその生態の把握や湿地の水質調査が行われてきた。今回、この空撮画像によって、画像に写った植生を元に新たなトンボ生息場所を発見することができ、また、水の流れる方向がわかって、水質調査地点の設定や水質変化の要因解析が適確



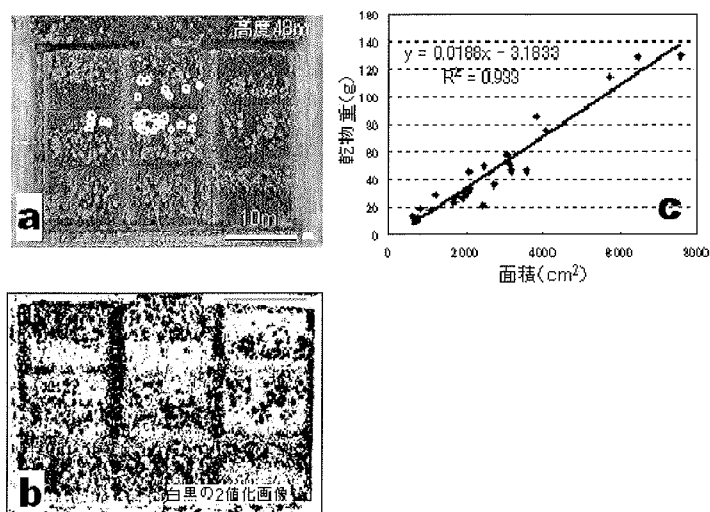
図-4 汽水域湿地の画像(高度179m、7月12日)

に行えた。NPOの担当者によると、普段、湿地をよく見ているつもりでも全体を把握していないので、このような画像により、メンバーの意欲が高まり、活動の効率が上がるとのことであった。

(3) 畑の雑草生育量および分布調査(村上, 2009)

一般に、畑の雑草生育量を調べるには、地上で一定サイズの方角枠(コドラート)を置いて抜き取り調査をしたり、遠観による調査を行う。これは、面積が広くなれば多大な労力を要し、また精度的にも十分でない。そこで、空撮画像を使って、雑草などの乾物重を推定できるかどうかを検討した(図-5)。対象はシロザでダイズ畑の強害雑草として農業上問題になっているものである。まず、はじめに圃場を空撮した。撮影は、なるべく影がでないよう薄曇りの日に行った。次に画像上で雑草の分布状況を確認し、採取予定個体をマークした。マークは、面積が異なる個体または群落を入れるようにした(a)。2日後にマークした個体の草丈と重さを地上で調査した。調査点数は26点であった。

続いて、空撮画像によるシロザの面積測定を行った。画像はゆがみのないものを選び、写真加工ソフト(Photoshop LE Ver5.0)の色選択ツールおよび近似色選択処理で対象の雑草を抽出した。抽出した画像は、元画像と重ね合わせて、精度良く抽出が行われているかどうかを確認し、不十分な場合は色選択のオプションを調整し直した。次にこれらの抽出画像をフリーの画像解析ソフトImage J (NIH, <http://rsb.info.nih.gov/ij/>)で白黒の2値画像に変換し、穴埋め処理、小粒子除去処理(大豆の葉が白く反射している点を除去)を行い分析用画像とした(b)。これらの画像上で地上調査個体の面積を測定し、乾物重との相関を調べた。



図－5 空撮画像によるシロザの乾物重推定（高度48m、9月3日）
a 空撮画像（○が調査対象個体、n=26）、b シロザを含む
雑草の抽出2値化画像、c 上から見たシロザの面積と乾物重の関係

なお、調査時に大豆の草冠を突き抜けていたのはシロザのみで草丈は平均156cmでよく揃っていた。調査を実施した9月初旬では、シロザの葉は薄緑色で大豆の葉は深緑色なので、色の違いによる抽出が可能であった。

(c)に示すように、乾物重に対する、調査個体を上から見た面積の寄与率は0.9330で極めて高かった。シロザは、重い個体ほど側枝を放射状に広く展開し個体間の葉の重なりも少ないので相関が高かったと思われる。このような空撮画像による雑草調査は、海外ですでに多くの例がある。それらは、人工衛星や航空機で、高機能なセンサーを使って様々な反射波長の強度を計測し、その違いから草種を判定して、分布や量を見ようとするものが中心である。それに対しここで紹介した例は、あまり広くない畑の雑草を可視画像で簡単に把握しようとするものであるが、精度的にはかなり良い推定方法と言える。ただし、雑草の色が作物と変わらない場合や、草型によってはこの推定方法が適用できない場合

がある。それらについては、雑草の模様（テクスチャー）による分別法の開発や、草丈のデータも入れた3D画像による解析法の確立が必要である。

4. まとめと今後の課題

以上、ここで紹介したパーソナル簡易空撮気球は、操作がきわめて簡単で、手軽に安価に高解像度の画像を得ることができる。農地や湖沼などで使用したところ、栽培管理や調査研究が大きく効率化されることが示された。今後の課題としては、カメラの撮影範囲をモニターする簡易法の開発や、テクスチャー解析による雑草の自動抽出などがあげられる。

パーソナル空撮は、人工衛星等で提供された空撮画像しか見ることができなかった個人が、自由にそれらを得ることができるようになるという点で、新しい世界を切り開く技術といえるかもしれない。

引用文献

- 1) 村上敏文, 小林浩幸, 井沢憲行, 山下伸夫,
池永幸子, 内田智子, 好野奈美子 (2008), 雑
草調査に役立つ簡易空撮気球 (ひばりは見た!)
東北の雑草, 8, 20-25
- 2) 村上敏文 (2009), 簡易空撮気球による農地

の画像解析-パーソナルリモートセンシングを
目指して-動的画像処理実利用化ワークショッ
プ 2009 講演論文集, 258-261

- 3) 小柳敦史 (2010), 小麦の湿害被害の実態と
耐湿性研究の現状。米麦改良, 2010 (5) 1-7

農から生まれる笑顔の連鎖



—NEW— 石原の水稻除草剤 —

スヶダチ® 1キロ粒剤

フルチョージ® 1キロ粒剤・ジャンボ

フルフォース® 1キロ粒剤

ナイスエドル® 1キロ粒剤

トビキリ® ジャンボ

コンボールS 1キロ粒剤

グラスジーンM ナリウム

ワンバストフロアフル

キングダム フロアフル 1フロアフル

2,4-D剤/MCP剤

石原は「食の安全」を大切にします
農作物、畜産、水産、空撮気球
空撮気球をひばりしよ



石原産業株式会社
石原バイオサイエンス株式会社

〒102-0071 東京都千代田区富士見2丁目10番30号

ホームページアドレス <http://www.iskweb.co.jp/ibj/>