

## Low-altitude remote sensing of coastal oceanic processes by balloon photography

宮尾, 泰幸

<https://doi.org/10.15017/1654938>

---

出版情報 : 九州大学, 2015, 博士 (理学), 課程博士  
バージョン :  
権利関係 : 全文ファイル公表済

氏 名：宮尾 泰幸

論 文 名：Low-altitude remote sensing of coastal oceanic processes by balloon photography

(バルーン空撮による沿岸海洋過程の低高度リモートセンシング)

区 分：甲

## 論 文 内 容 の 要 旨

ヘリウムを充填したバルーンにデジタルカメラやサーモグラフィカメラを取り付けて、観測船から揚げて空撮を行う「バルーン空撮」を用いた新しい観測技術の確立を行った。この観測技術は数百 m という低高度から海面の可視画像や熱赤外面像を撮影するものであり、沿岸域に形成される空間スケールが数百 m 以下の諸現象を観測することが可能である。本研究では、夏季の沿岸域に形成されるミズクラゲ集群(以降、クラゲパッチ)の観測(海色観測)、沿岸海洋前線周辺の流速場の可視化(流速観測)、また、沿岸海洋前線周辺の海表面水温の高解像度観測(海面水温観測)を行った。そして、これらの観測を実施するにあたり、必要とされる技術要件の検討を行った。

最初に、夏季の豊後水道・法華津湾で大量発生するミズクラゲの集群観測を行った。本観測では、クラゲパッチを空撮したのち、クラゲと背景色の違いを利用して、海面からクラゲパッチを客観的に抜き出す手法を検討した。これによって、たとえば、クラゲパッチの面積と厚さを利用した生物量の推定が可能となる。あるいは、水温や塩分観測と並行させることで、生育環境の検証を行うこともできる。しかし、クラゲに似た色をもつ海表面での太陽光の強い反射が、クラゲパッチに誤検出される問題があった。本研究では、二色性反射モデル(Shafer, 1984)を仮定し、空撮画像中の海面反射を除去するアルゴリズムを開発して、クラゲパッチの抽出に成功した。

次に、夏季の沿岸域に形成される海洋前線周辺において、バルーン空撮とブイ追跡実験を用いて流速場の可視化を行った。最初に、観測船から浮遊物を目印として沿岸海洋前線を目視観測し、続いて、周辺に GPS を張り付けた 20 個のカラーパネル(以降、GPS ブイ)を投入した。次に、デジタルカメラを装着したバルーンを観測船から揚げ、GPS ブイと沿岸海洋前線が共に写るようにアングルを調整して、複数枚の海面画像を撮影した。GPS データは空撮写真中の各ピクセルを直交デカルト座標に再配列する処理(射影変換)のために使用した。この処理を施すことにより、海面における各点の正しい位置を計算することができる。そして、射影変換後に、画像上で時々刻々と変わる全 GPS ブイの位置を流速に換算して、二次元平面に内挿した流速場を求めた。射影変換をするためには、発信する位置情報に揺らぎの少ない GPS ブイのみを基準に選ぶ。したがって、画像上で求めた流速場の精度は、選択した GPS データの高精度に統一される。一連の観測を 7 月と 8 月に実施し、沿岸海洋前線周辺の流速場を可視化したところ、GPS ブイの軌跡のみを利用し

て可視化した海面流速より、現実的な流速場を得ることができた。

最後に、サーモグラフィカメラを搭載したバルーンを観測船から揚げて、海面の熱赤外面像を空撮する技術開発に取り組んだ。本研究では、夏季の沿岸域に形成される海洋前線を選び、周辺の海表面水温を高解像度(10cm × 10cm)で観測した。空撮した熱赤外面像を直交座標上に再配列する射影変換処理を施すことで、前線の正確な位置や形状を取得した。射影変換のため、サーモカメラに取り付けた姿勢センサで連続計測したピッチ角とロール角、画像上の二つの GPS ブイが与える位置情報で計算した方位角を用いた。空撮した熱赤外面像を見ると、画像の中心から同心円状に高温領域が広がる様相を呈していた。これは、レンズに入射する赤外放射エネルギーの収差によると考えられる。そこで、観測された海表面水温を、三次元楕円体を仮定した二次関数に最小二乗法で近似し、楕円からの空間偏差を求めることで海表面水温の空間偏差分布を求めた。これによって、沿岸の海洋前線に見られる波長が 30m 程度の蛇行現象や、あるいは径が数 m の渦構造を捉えることができた。