

小型ヘリを活用した低コスト空撮モニタリング —沿岸域での事例紹介—

Low Cost Monitoring System of Environment of Coastal Zone Using a Compact Helicopter and a Camera for General User

日野博幸*, 三田友規**, 森信人***, 重松孝昌****

Hiroyuki HINO, Tomonori MITA, Nobuhito MORI, Takamasa SHIGEMATSU

Abstract

We install the commercial camera in a compact helicopter aims at cost decrease. As a result, it becomes easy to monitor continuously. We introduces some cases in this report centering on Tanabe Bay.

「キーワード：モニタリング，空中写真，低コスト，小型ヘリ，沿岸水域の環境」

「keywords：Monitoring，Airborne photograph，Low cost，Compact helicopter，Environment of coastal zone」

1. はじめに

環境アセスメントなどのモニタリングにおいて、定量的なデータが重要であることは当然であるが、定量的なデータを空間的に高密度で収集することが困難である沿岸水域においては、鳥瞰データが有用となり得る。このような鳥瞰データを取得するために、気球やリモートコントロールが可能なヘリコプター（ラジコン）に撮影機材を装着して画像を撮影するなどの手法が採られることがあるが、機動性や汎用性の制約、あるいは風などの影響を受けやすい等の課題を有している。

これらの方法と比較すると、航空機を利用した空撮は撮影機材の取り扱いが容易で、気象条件の影響を受けることが少ない等の利点を有する。しかし、航空機を使用するために要する費用や、航空カメラが高価であるため、航空機を利用した空撮は費用が高いという課題も有しており、このことが航空機を利用した空撮の実施や、空撮を利用したモニタリングの継続性を阻害する要因になっている。

そこで、空撮に要するコストをできる限り低減するために、小型ヘリコプターと市販カメラを用いた低コスト空撮システムを開発し、継続的な鳥瞰モニタリングデータの取得に取り組んでいる。本報告では、田辺湾などの事例について紹介する。

2. 低コスト空撮モニタリングシステム

一般的な空撮（垂直撮影）では、空中写真測量用の航空カメラ（ライカ RC30 など）を用いる場合が

多い。航空カメラ自体が高価であること、カメラを含む撮影装置が大型で重量があるため、これを搭載する航空機はセスナなどの比較的大きな機体とならざるをえない。大きな機体を利用するためには、必然的にコストがかかることになる。

そこで、安価で軽量な市販の中判カメラを用い、これを小型ヘリコプターの座席足下に設けた垂直撮影穴へ鉛直下向きに装備することによって、空撮システム全体の軽量化を図った。これによる低コスト化とともに、特に専門知識を必要としないカメラマンが写真を撮影することによって、更なる低コスト化を図っている。ちなみにセスナ等に搭載される航空カメラの場合は撮影士の専門資格が必要となる。

以上に述べた小型ヘリコプターの概要および中判カメラの概要を、それぞれ表-1、表-2に示す。小型ヘリコプターはロビンソン式R22型と呼ばれる世界最小ヘリで、小回りの利く空撮が可能である。

表-1 ロビンソン式 R22 型ヘリの概要

出力	130馬力（単発レシプロエンジン）
定員	2名（パイロット+カメラマン）
撮影高度	300~1000m（標準ケース）
航続時間	約2時間30分



* 工修 スカイマップ株式会社
** 農修 スカイマップ株式会社
*** 工博 京都大学防災研究所准教授
**** 正会員 工博 大阪市立大学大学院准教授

表-2 PENTAX645 (中判カメラ) の概要

形式	6×4.5cm 判一眼レフカメラ
フィルム	220 ロールフィルム (30 枚撮り)
大きさ	幅 147mm×高 109mm×厚 117mm
レンズ	SMC ペンタックス FA645 (広角)
焦点距離	広角 45mm (画角 76°)



3. モニタリング事例

3. 1 田辺湾の藻場分布の経年変化調査

藻場は沿岸域における再生産の場として極めて重要な役割を果たしているとの指摘がある一方で、年々、その面積が縮小傾向にあるとの報告がある。しかし、坪刈り等の調査ではその地点の現存量を定量的に把握することは可能であるが、海藻・海草の分布域の全容を把握するには大変な労力を要する。ここでは、和歌山県の田辺湾における藻場分布のモニタリング事例を紹介する。

田辺湾は、小型ヘリコプターの格納基地である大阪八尾空港から約 100km (所要時間約 50 分) に位



図-1 田辺湾の位置とモニタリング箇所

置する小湾である (図-1 参照)。田辺湾沿岸において、2005 年 2 月から概ね年 1 回のペースで空撮を行い、藻場分布の時・空間情報を蓄積している。

ここでは、高度 450m から垂直撮影を行って、表-2 で示したカメラを用いて 6.0cm×4.5cm のポジフィルムに画像を記録した。このポジフィルムを 10 μm でスキャンして、解像度 10cm (10cm/pixel) の写真画像データを得た。これは IKONOS に代表される高解像度衛星リモートセンシングの解像度 (1m) の 10 倍に相当する分解能である。さらに写真画像データのオルソ補正を行い、中心投影に起因する写真外縁部の歪みを除去した。このようにして得られた写真画像を用いて藻場分布の推定を行った。

藻場分布の推定は、光学理論 (Four-Flux Model) を応用したアルゴリズムが開発されているが⁴⁾、ここでは、簡便な藻場分布の推定を行った結果を報告する。この簡便な推定法は、得られた写真画像において藻場色と近似するピクセルを任意の許容範囲で自動選択する写真処理ソフト中の自動選択ツールを用いるもので、藻場推定の客観性の確保に努めた。

	空中写真	藻場色の自動選択
2005 02/17 <u>0.37 ha</u>		
2005 06/28 <u>0.35 ha</u>		
2006 06/14 <u>0.34 ha</u>		
2007 06/12 <u>0.13 ha</u>		
2008 07/12 <u>0.39 ha</u>		

図-2 藻場分布の推定結果

こうして得られた藻場分布推定の結果を図-2に示す。図中の写真の撮影範囲は、およそ280m×210mである。このように、瞬時に広範囲の画像が得られるので、藻場の分布領域の概要が瞬時に把握できることから、空撮モニタリングの利点が再確認できる。また、簡単な作業で大凡の分布領域およびその面積が客観的に推定できる。図-3は、得られた藻場推定分布領域を重ね合わせて示したもので、藻場の分布域の変化が容易に理解できる。

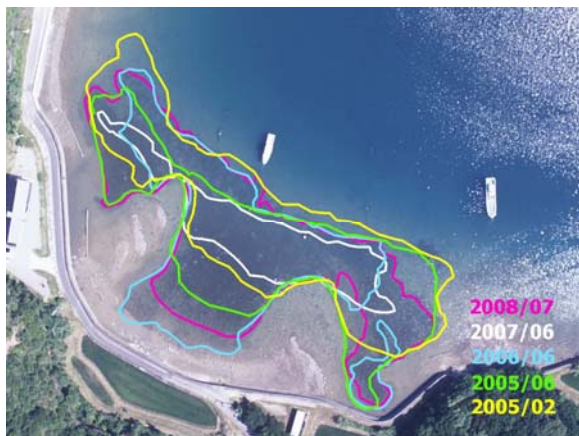


図-3 藻場分布の経年変化（写真は2008年）

3.2 内之浦干潟の微地形等の経年変化調査

前節で示した田辺湾に隣接する内之浦干潟では、内之浦干潟特有の多様な生態系営まれている。この干潟では2007年から空撮によるモニタリングが開始された。図-4は、2007年6月12日および2008年7月12日に撮影されたものを示している。海藻あるいは藻類の分布状況が大きく異なることがわかるとともに、図中の赤矢印で示した滞筋が2008年7月12日の方がより明瞭に見られるなど、微地形の変化をも捉えることができている。

3.3 阪南2区人工干潟の地形安定性の調査

大阪府岸和田市地先の埋立地である阪南2区では、干潟創造実験が行われている。2000年6月には100m×80mのパイロット的な干潟実験場が造成され、これに近接して2003年にはより広大な干潟創造実験が実施されている。

図-5は、前者の干潟実験場の空撮画像の一例を示している。図-3、4よりも低高度（200m）で撮影し、同図左側では、干潟を形成している底質が侵食されていることがわかる。このような空撮画像を継続的に取得することによって、人工干潟の安定性

についてモニタリングすることが可能である。



(a) 2007年6月12日



(b) 2008年7月12日

図-4 内之浦干潟の定点写真

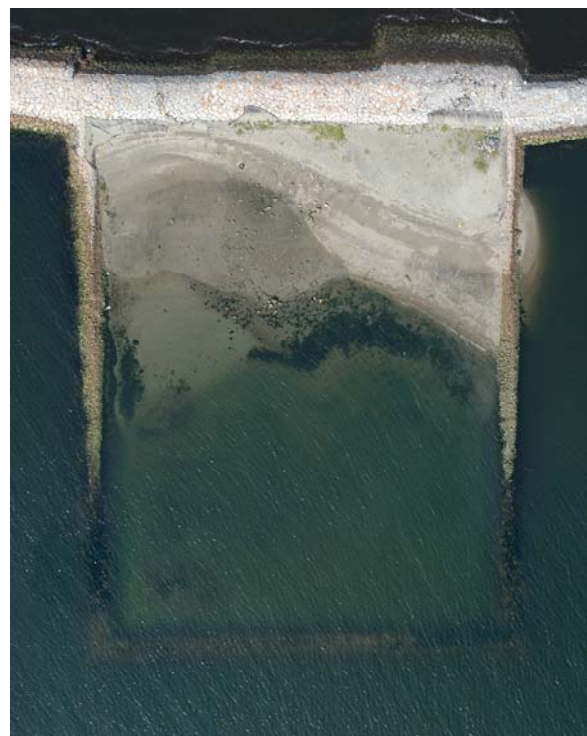


図-5 阪南2区の人干潟（2003年7月16日）

3. 4 御前浜の夙川河口干潟の熱環境調査

御前浜は大阪湾に現存する貴重な自然海浜で、夙川河口には干潟が形成されている。図-6に、夙川河口干潟において2004年8月の大潮干潮時に撮影した熱画像と可視画像を併せて示す。

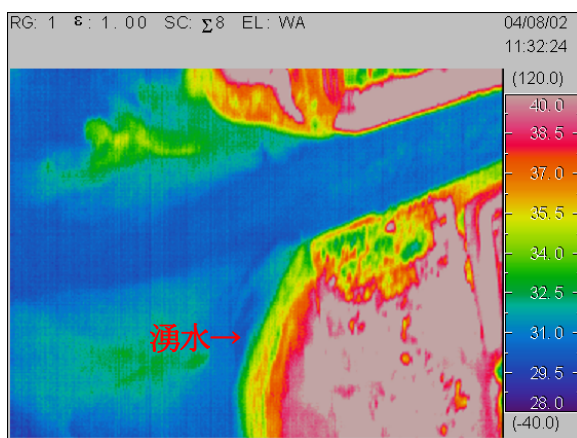
可視画像からは夙川河口に形成された微地形や堆積状況、地表流の様子が把握できる。一般に変化しやすい干潟の詳細な地形図は作成されていないため、こうした可視画像はベースマップとして有効である。

撮影時の午前11時30分は晴天で気温30.2℃であった。熱画像による地表面温度は潮上帯の砂浜で35℃以上、潮間帯の河口干潟は30~32℃であった。また砂浜と河口干潟との間に28~29℃の低温域がみられ、この低温域では河川の伏流水(水温27.9℃)が湧出している事を現地で確認した⁽²⁾。

なお、撮影に用いた熱赤外カメラはNEC三栄社製TS7302であるが、表-2で示した中判カメラを取り外せば小型ヘリにも簡単に装着可能である。



(a) 可視画像 (CCDカメラ)



(b) 熱画像 (熱赤外カメラ NEC 三栄 TS7302)

図-6 夙川河口干潟の熱画像等 (2004年8月2日)

4. おわりに

沿岸域の環境再生を考えるにあたっては、環境の空間変化を把握することは重要である。しかし、沿岸水域においては、環境の空間変化を把握することは簡単ではない。本報告で示したように、視覚的な情報を継続的に収集することによって、空間的な環境の変化だけでなく、比較的長い時間スケールの環境の変化を把握することが可能である。今後、視覚的な情報と定量的なデータとの対応付けを行うことによって、より高精度な情報を提供することが可能になり、空撮画像による定量的なモニタリング情報を提供できると考えている。

参考文献

- (1) 二宮順一・森信人・矢持進 (2006) : 高解像度画像を用いた光学理論による藻場分布推定法の開発, 海岸工学論文集, 第53巻, pp.1426-1430.
- (2) 笠原茂・日野博幸 (2004) : 熱赤外画像による河口干潟の湧水環境の把握—環境保全における地質環境の評価手法の確立に向けて—, 第14回環境地質学シンポジウム論文集, pp.335-340.