

### 3 リモートセンシング画像による藻場分布把握技術の開発

宮野忠文, 佐野誠, 長谷川浩治, 馬場祥宏, 小黒剛成\*, 相田聡\*\*, 千葉良三\*\*\*

Research on the reformation of environment in Hiroshima Bay (3rd Report)

Development of technique for observation of eelgrass distribution by remote sensing image

MIYANO Tadafumi, SANO Makoto, HASEGAWA Koji, BABA Yoshihiro, OGURO Yoshinari, AIDA Satoshi and CHIBA Ryozo

Technique for observation of eelgrass distribution was investigated by analyzing remote sensing image. The main results are as follows;

- (1) Distribution of natural and transplanting eelgrass in Etajima area was able to be observed by analyzing the photographic image by the radio-control-helicopter.
- (2) Eelgrass distribution map was extracted by analyzing satellite image of Landsat-5 TM data, in which 70-80% of the area corresponded with existing eelgrass distribution maps.

キーワード：リモートセンシング, 衛星画像, 空撮画像, 無人ヘリ, 藻場, アマモ

## 1 結 言

広島湾は、太田川を背景にかき養殖を支えるなど高い海洋生産性を維持している。一方、沿岸域では、環境、水産資源の維持保全のために重要な役割を果たしている藻場などが埋め立てや環境悪化により消失している。沿岸域の環境維持に重要な藻場を保全する上で藻場の分布情報を正確に把握することは重要である。

藻場の調査は従来、潜水調査を中心に行っている。しかし、この調査方法では詳細な情報を得ることができず、広域的な分布情報の把握は困難である。

本研究では、これらの課題を解決すべく、無人ヘリコプタ（以下、無人ヘリ）と人工衛星画像からアマモ場の分布を把握する技術の開発を行う。

衛星画像による藻場分布調査は、10km から 100km 規模の広範な調査が可能であるが、調査対象の識別が難しい<sup>1)</sup>。また、無人ヘリによる調査は、数 100m 規模の範囲の調査が可能であり、衛星画像では識別できない小面積の藻場調査の際に有効である。

これらの調査手法の特徴を踏まえ、本研究において無人ヘリによる調査では広島湾沿岸など数 100m 程度の藻場分布を対象とし、衛星画像による調査では県域規模程度の広域的な藻場分布を対象とする。

無人ヘリによる調査は、平成 16, 17 年度に江田島市大柿町飛渡瀬で行い、空撮画像から算出したアマモ場の面積が潜水調査とほぼ一致することを確認した<sup>2)</sup>。今年度は横断プロジェクト「広島湾流域圏環境再生研究」においてアマモの移植を行った江田島市江田島町

鷺部を無人ヘリの調査対象とした(図1)。

衛星画像による調査は、平成 16, 17 年度に三津口湾(呉市安浦町三津口)で行い、藻場分布の把握には青バンドが有効であることがわかった<sup>2)</sup>。今年度は調査対象を三津口湾から大崎上島(豊田郡大崎上島町)付近とし、解析した(図1)。

## 2 無人ヘリによる空中撮影

### 2.1 調査場所, および調査時期

無人ヘリにより調査する江田島町鷺部は、平成 18 年 3 月にアマモの移植を行っており、移植地周辺には天然アマモが分布している。移植したアマモやその周辺のアマモの分布状況を把握するため、無人ヘリによる調査を行った。

調査時期は移植の約 1 年後の平成 19 年 3 月 19 日とした。



図1 調査場所

\*広島工業大学, \*\*広島県立総合技術研究所水産海洋技術センター, \*\*\*ヒロボー株式会社



図2 無人ヘリ外観

## 2.2 撮影方法

撮影方法は平成17年度と同様にヒロボー(株)所有のRMaxType II G (ヤマハ製)で行った。<sup>2)</sup>外観を図2に示す。

撮影にはデジタルビデオカメラおよびデジタルカメラ(500万画素)を使用した。移植したアマモと周辺の天然アマモの位置が把握できる画像を取得するためにカメラを真下に向けて撮影し、その画像を合成することによりアマモの位置が把握できる空撮画像を得た。

## 2.3 撮影結果および考察

平成19年3月19日の空撮画像を図3に示す。図3は7枚の空撮画像を合成した画像である。図中の白い点線の枠はアマモを移植したエリアで、アマモ移植地周辺に天然アマモが分布していることがわかる。

図4(a)に図3の白い点線枠付近を拡大した空撮画像を示す。また、図4(b)に平成18年3月に移植したアマモの配置図を示す。図中のシート区とはアマモ苗を植えた30cm角の生分解性シートを設置したエリア、ポット区とはアマモ苗を植えた5×30cmのベルト状の生分解性シートを巻いたものを設置したエリアである。図4(a)にはシート区、ポット区のエリアと同じサイズの枠を白い実線で示している。

図4(a)と図4(b)を比較すると、図4(a)の空撮画像の黒い部分がアマモであると推測される。また、シート区とポット区を比較するとポット区のほうが黒い部分が多く濃い。これは平成18年10月に潜水調査をし、移植したアマモの残存率(残存箇所数/植付箇所数)がシート区は5.0%、ポット区は32.3%という調査結果の傾向と一致している。

## 3 衛星画像による藻場分布把握

### 3.1 使用データ

本研究では、水域の解析を行うため青バンドを含む画像データをもち、過去のデータの利用が可能なこと

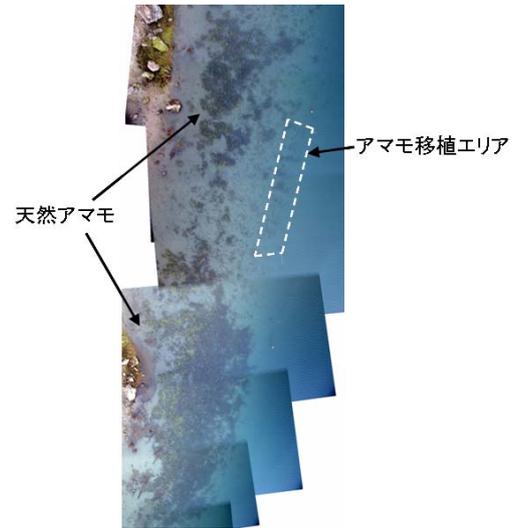


図3 デジタルカメラによる空撮画像  
(撮影日:平成19年3月19日,  
場所:江田島町鷲部)

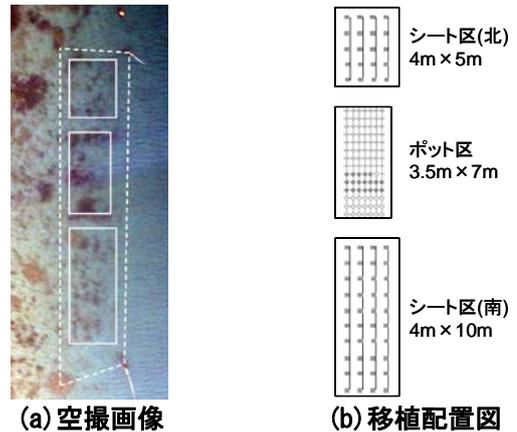


図4 アマモ移植地(平成18年3月移植)

表1 TM (Thematic Mapper) センサ性能

観測センサ名	バンド	波長帯(μm)	空間分解能	観測幅
TMセンサ (Thematic Mapper) 復帰日数:16日	1	0.45~0.52(青)	30m	185km
	2	0.52~0.60(緑)	30m	
	3	0.63~0.69(赤)	30m	
	4	0.76~0.90(近赤外)	30m	
	5	1.55~1.75(中間赤外)	30m	
	6	10.4~12.5(熱赤外)	120m	
	7	2.08~2.35(中間赤外)	30m	

から、Landsat-5の衛星画像データを用いた。この衛星に搭載している観測センサTM(Thematic Mapper)センサの性能を表1に示す。

調査場所は緒言で述べたように三津口湾から大崎上島付近とした。三津口湾の藻場は139haと県内最大のアマモ場であり<sup>3)</sup>、また大崎上島付近にも比較的大きなアマモ場が分布している<sup>4)</sup>ことから衛星画像による方法が適していると判断し、調査対象とした。

アマモの繁茂期で、かつ潮位が低く、解析エリアの雲量の少ない衛星画像として、1995年6月24日(潮位135cm)の衛星データを利用した。



図5 ヒストグラムによる解析エリア  
(1995年6月24日:三津口湾~大崎上島,  
黒色:藻場分布エリア, 灰色:藻場未分布エリア)

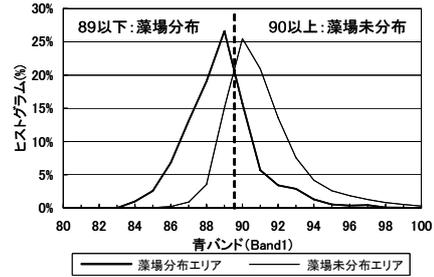


図6 ヒストグラム(青バンド)

### 3.2 データ解析

衛星データの解析には、衛星画像解析用ソフトウェア(EARDA S IMAGINE9.0)を使用した。

解析手順は、水深データによる解析エリアの絞り込み、藻場分布エリアと藻場未分布エリアの特徴量の解析、藻場分布エリアの抽出の手順で行った。

藻場は主に20m以浅の水深に分布している<sup>3)</sup>ことから、解析エリアを0mから20mの水深とした。

藻場分布エリアと藻場未分布エリアの特徴量を解析するために、広島県藻場干潟台帳などを基に作成した図5に示す藻場分布エリアと未分布エリアについてヒストグラムによる解析を行った。以下に詳細な解析方法を述べる。

これまでの研究により藻場分布の解析には青バンドが有効であることがわかっている<sup>2)</sup>。そこで、衛星画像データの青バンドであるバンド1の画像データのヒストグラムを作成した。ヒストグラムとは画像中の画素の濃淡値の分布をグラフにしたものである。その結果を図6に示す。図6で横軸は青バンドの濃淡値、縦軸は各濃淡値における画素数を全画素数で正規化した値である。図6から藻場分布エリアと未分布エリアの濃淡値の分布の比較により各エリアを分離できる。青バンド89以下の濃淡値のエリアを藻場分布エリア、90以上のエリアを藻場未分布エリアとし、黒色、灰色で区別した結果を図7に示す。

藻場抽出の精度を上げるため、青バンドと赤バンドの比のヒストグラムを作成すると図8となり、青バンドと赤バンドの比における濃淡値の違いで藻場分布、未分布エリアを分離すると図9の結果となった。

これらの結果を踏まえ、青バンドのしきい値を89、青バンドと赤バンドの比のしきい値を3.65として藻場抽出を行った。その結果を図10に示す。



図7 藻場抽出結果(青バンド)  
(黒色:藻場分布エリア, 灰色:藻場未分布エリア)

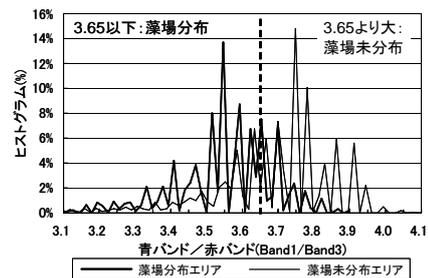


図8 ヒストグラム(青バンド/赤バンド)



図9 藻場抽出結果(青バンド/赤バンド)  
(黒色:藻場分布エリア, 灰色:藻場未分布エリア)

図10の抽出結果を評価するために、既存藻場分布データとの比較を行った。抽出結果と比較する既存藻場分布データは広島県藻場干潟台帳のほか、2つの藻場分布調査結果<sup>3), 4)</sup>と三津口湾、大崎上島付近の航空

### 3.3 考察

写真から抽出した藻場分布データを重ね合わせ、既存藻場分布データとした。これを図11に示す。

図10の藻場抽出結果と図11の既存藻場分布データの比較結果を図12に示す。図10の藻場分布エリアのうち図11の既存藻場分布データと一致するエリアを一致エリア、一致しないエリアを不一致エリアとし、一致エリアの割合(以下、一致度)を算出した結果、72.2%となった。

### 3.4 解析事例

1990年から2000年で解析エリアの雲量が少なく、潮位が低い同じエリア(三津口湾から大崎上島)の異なる5つの撮影日の衛星画像で同様の解析を行い、一致度を求めた結果を表2に示す。



図10 藻場抽出結果  
(黒色：藻場分布エリア，灰色：藻場未分布エリア)



図11 既存藻場分布データ(黒：藻場分布エリア)



図12 既存藻場分布データとの比較  
(黒色：一致エリア，灰色：不一致エリア)

表2 解析衛星画像リストおよび抽出結果

解析画像撮影日	潮位(cm)	一致度
1990/8/29	123	42.8%
1995/6/24	133	72.2%
1997/6/29	146	80.6%
1997/6/13	115	83.0%
2000/8/24	110	73.7%

解析を行った衛星画像のうち、1990年8月29日以外の衛星画像の一致度が70%~80%となり、比較的よい一致度で藻場を抽出できた。1990年8月29日の衛星画像では、夏季の時期で海水の透明度が低いため、一致度が低くなったものと考えられる。

## 4 結 言

無人ヘリによる空撮画像および衛星画像のリモートセンシング画像による藻場分布の把握を行い、以下のような結果を得た。

- (1) アマモの移植地である江田島町鷺部を対象地域とし、無人ヘリによる空中撮影を平成19年3月19日に行った。その結果、移植したアマモおよび周辺の天然アマモを確認できる良好な空撮画像を取得できた。
- (2) 三津口湾から大崎上島の海域について、1990年から2000年の衛星画像のうち、潮位が低く、解析エリアの雲量が少ない5つの異なる撮影日の衛星画像で、青バンド、および青バンドと赤バンドの比を用いて藻場分布エリアを抽出し、既存藻場分布データと比較した。その結果、解析した5つの衛星画像のうち4つで抽出した藻場分布エリアのうち既存藻場分布データと一致するエリアの割合は70%~80%となった。

## 文 献

- (独)水産総合研究センター水産工学研究所：平成15年度水産工学関係試験研究推進会議水産基盤部会報告書「藻場分布把握のための調査技術の現状と課題」
- 宮野他：リモートセンシング画像による藻場分布把握技術の開発(第2報)，西部工技研究報告49(2006)，12-15
- 環境庁自然保護局：第4回自然保護保全基礎調査海域生物環境調査報告書，第2巻藻場
- 環境省地球環境局：脆弱沿岸海域図，生態区分に関する情報図，  
[http://www.env.go.jp/earth/esi/esi\\_title.html](http://www.env.go.jp/earth/esi/esi_title.html)