

## 4 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)

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)

Development of technique for understanding of eelgrass distribution by remote sensing image (2nd Report)

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

The techniques for understanding of eelgrass distribution by remote sensing image were investigated. The main results are as follows;

- (1) The pictures of eelgrass distribution were taken by the radio controller helicopter. As a result, we could measure an area of eelgrass distribution from the photographic image.
- (2) A supervised classification of satellite image of target region was performed. As a result, we obtained supervised classification result corresponded with a part of eelgrass distribution map.

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 緒言

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ものの、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による調査を中心に行っている。しかし、このような調査方法ではスポット、線的に詳細な情報を得ることはできるが、広域的な分布情報を得ることは困難である<sup>1)</sup>。

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)と人工衛星により取得されたリモートセンシング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の特徴は、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の特徴は、数100m 規模の範囲の調査が可能であり、衛星画像で識別することはできない小面積の藻場を調査する際に有効である。

これらの特徴を踏まえ、本研究では、無人ヘリによる空撮画像については広島湾沿岸など数100m 程度の藻場分布を対象とし、調査場所は江田島市大柿町飛渡瀬とした。衛星画像については県域規模程度の広域的な藻場分布を対象とし、調査場所は三津口湾(呉市安浦町三津口)とした。また、解析事例として、三津口湾

から大崎上島付近(豊田郡大崎上島町)の海域についても解析を行った(図1)。無人ヘリによる空撮画像、衛星画像の解析について、詳細を以下に述べる。

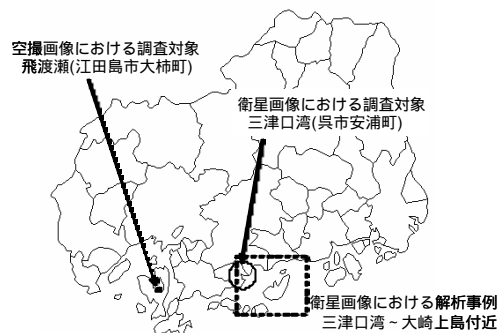


図1 調査場所

### 2 無人ヘリによる空中撮影

#### 2.1 調査場所, 調査時期

無人ヘリによる調査場所は江田島市大柿町飛渡瀬とした。2004年8月12日に潜水調査し、アマモ被度の高い領域が沿岸から約50mの位置に長さ約100m、幅20mにわたって分布しており<sup>2)</sup>、試験的に無人ヘリによる調査を行うには適切であると判断した。

アマモの分布密度が大きくなる繁茂期、潮位が低くなる大潮の時期、また天候が比較的安定している時期を考慮に入れ、撮影日は2005年5月23日とした。

#### 2.2 撮影方法

空撮に使用した無人ヘリはヒロボー(株)所有の

\*広島工業大学, \*\*広島県立水産海洋技術センター,

\*\*\*ヒロボー株式会社

RMaxType G (ヤマハ製), その概観を図 2, 仕様を表 1 に示す。



図 2 無人ヘリ概観

表 1 無人ヘリ仕様

名称	RMax Type G
最大搭載量	28kg
全長	3,630mm (ロータを含む)
全幅	720mm
全高	1,230mm

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。対象エリア全体を撮影するためにカメラに俯角を付けた俯瞰画像, および詳細な画像を取得するためにカメラを真下に向けて撮影した直下画像の撮影を行った。俯瞰画像の撮影では海面からの反射を防ぐためにデジタルカメラ, ビデオに PL フィルタを取り付け撮影を行った。

### 2.3 撮影結果および考察

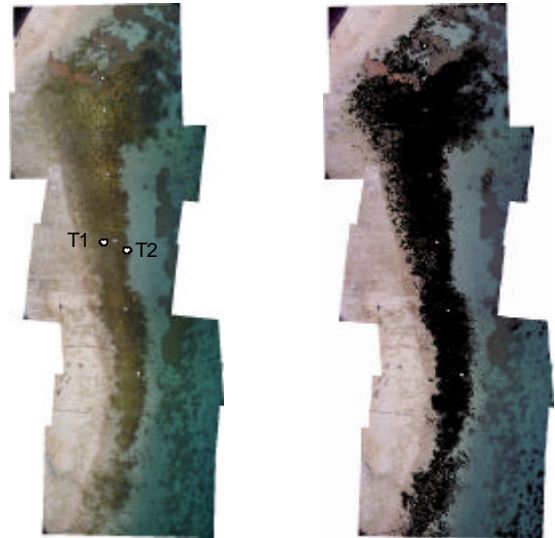
デジタルカメラによる俯瞰画像を図 3 に示す。図 3 の中央付近にアマモ場が撮影されている。図 4 (a) に 8 枚の空撮画像を張り合わせ合成した直下画像を示す。

図 4 (a) の画像から分布面積を計測するために, 画像上の 1 画素あたりの距離を算出した。

図 4 (a) には海底に固定している竹さお T1, T2 が撮



図 3 デジタルカメラによる俯瞰画像



(a) 空撮画像

(b) 分類結果

図 4 デジタルカメラによる直下画像

影されており, 実測距離は 6.4m, 図 4 (a) 上での画素数は 342 であるので, 1 画素の辺の距離は  $1.9 \times 10^{-2}m$ , 1 画素の面積は  $3.6 \times 10^{-4}m^2$  となる。

次に, アマモ場の分類を行った。分類方法は教師付き分類を用いた。教師付き分類とは, 対応する対象物(クラス)の明らかな画像中の領域(トレーニングエリア)からデータ(教師データ)を抽出し, 母集団の特徴(統計量)を推定し分類する方法である<sup>3)</sup>。

図 4 (a) の空撮画像には海面や砂浜, 海藻の一種であるカゴメノリが撮影されており, それらを区別するために 13 地点を教師データとして 教師付き分類を行った。その結果を図 4 (b) に示す。図 4 (b) において黒のエリアはアマモと分類されたエリアを示している。

この分類されたエリアの画素数は約 5,640,000 で先ほど算出した 1 画素あたりの面積から撮影されたアマモ場の面積を算出すると約 0.2ha となった。

この結果は, 2.1 項で述べた現地調査の結果, 長さ約 100m, 幅 20m のアマモ場であるという結果ともほぼ一致している。

## 3 衛星画像による藻場分布把握

### 3.1 対象地域

衛星画像による調査場所は呉市安浦町三津口の三津口湾(図 1)を対象とした。三津口湾の藻場は 139ha と県内最大の藻場であり, 主に生育しているのはアマモである<sup>4)</sup>ことから衛星画像による藻場分布把握を行うには適していると判断し, 調査対象とした。

### 3.2 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から、Landsat の衛星画像データを用いた。

リモートセンシング衛星 Landsat-5 に搭載している観測センサ TM (Thematic Mapper) センサの諸元を表 2 に示す。

表 2 TM (Thematic Mapper) センサ諸元

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) 帰期日数: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	

アマモの繁茂期で、かつ潮位が低く、雲量の少ない衛星画像として、1997年6月29日(潮位115cm, 雲量30%), パス-ロウ:111-36(広島から岡山付近上空)の衛星データを利用した。図5に解析に使用した三津口湾付近の衛星画像を示す。



図5 衛星画像(撮影日:1997年6月29日)  
(教師データ: 藻場有, 藻場無)

### 3.3 データ解析(三津口湾)

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 IMAGINE8.7)を使用した。

解析手順は、前処理として水深データによる解析エリアの絞り込み、藻場エリアの抽出として教師付き分類の順で行った。

前処理として、藻場が水深の浅い沿岸域に分布することを利用して水深の浅い海域を解析エリアとした。

解析エリアを絞り込むために、藻場が分布している水深を調査した。三津口湾から大崎上島付近において、藻場分布データである脆弱沿岸海域図<sup>5)</sup>と水深データである沿岸の海の基本図シェープファイル((財)日本水路協会海洋情報研究センター発行)を比較した結果、水深20m以内の浅い海域に約96%の藻場が分布していることがわかったので、0から20mの水深の海域を解析エリアとした。

藻場エリアの抽出について、どのバンドが藻場の解析に有効なバンドかを把握するために、図5の衛星画像データのバンド1からバンド7について、それぞれのバンドに関して教師付き分類(最尤法)を行った。

教師データは、図5に示すとおり、藻場ありエリアと藻場なしエリアの2箇所とした。

バンド1(青バンド)における教師付き分類結果を図6に示す。図6において、黒のエリアは藻場ありと分類されたエリアを示している。



図6 衛星画像(バンド1)の教師付き分類結果

### 3.4 考察

藻場分布調査は、現地調査のほか漁業協同組合などの関係機関に対する聞き取り調査を行い、さらに航空写真によって確認する<sup>4)</sup>といった方法が取られている。

本研究では、図6の分類結果と実際の藻場の分布状況を比較するために、衛星画像撮影日の約10ヶ月前の1996年8月15日に撮影された航空写真と比較を行った。図7に比較に用いた航空写真を示す。図7には1996年8月15日の航空写真における教師あり分類により抽出された藻場エリアも合わせて示しており、黒のエリアで示している。

図6に示したバンド1の衛星画像の分類結果のうち、図7に示す航空写真から分類された藻場エリアと一



図7 航空写真(撮影日:1996年8月15日)における教師付き分類結果



致する割合を正解率とし算出すると82.5%となった。

バンド2からバンド7について、同様に衛星画像と航空写真の分類結果の比較を行い、正解率を算出すると、表3のようになった。この表より、バンド1が藻場の解析には有効であることがわかった。

表3 各バンドにおける正解率

	正解率
バンド1(青)	82.5%
バンド2(緑)	49.0%
バンド3(赤)	17.4%
バンド4(近赤外)	32.6%
バンド5(中間赤外)	23.8%
バンド6(熱赤外)	24.3%
バンド7(中間赤外)	21.7%

### 3.5 解析事例(三津口湾~大崎上島)

解析エリアを広げた場合の解析事例として三津口湾から大崎上島付近の衛星画像の解析を行った。使用した衛星画像は図5と同日のデータである。解析方法としては、3.3 データ解析の項で述べた手法を用いた。藻場の解析に有効なバンド1を用いて、教師付き分類を行った結果を図8に示す。

図8の分類結果について考察を行う。このエリアについては、衛星画像の撮影日と同時期の航空写真がないため、比較には図9に示す脆弱沿岸海域図<sup>5)</sup>の生態区分に関する情報図(調査年：1996,97年)のうち藻場分布図を用いた。

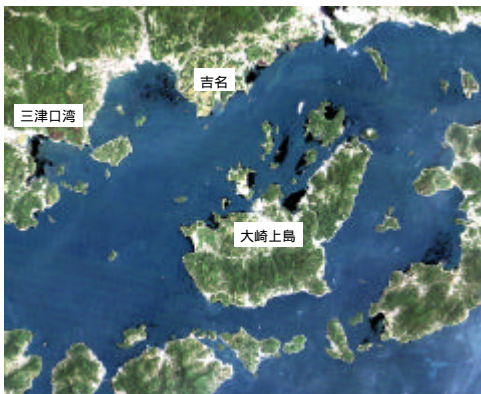


図8 衛星画像(バンド1)の教師付き分類結果

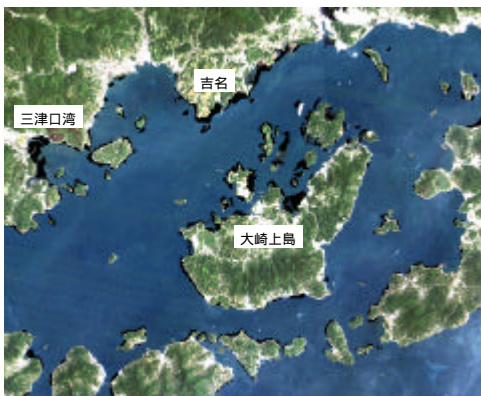


図9 藻場分布図(脆弱沿岸海域図:1996-97年)<sup>5)</sup>

黒の海域が藻場の分布している海域である。

図8と図9を比較すると、三津口湾および大崎上島付近の藻場はよく一致しているが、吉名沿岸での不一致度が大きく、全体としての正解率は40.8%となった。これは藻場分布図の調査時期が明確でなく、解析を行った衛星画像の撮影日と異なるためと考えられる。

これらの課題を解決するためには、調査日が明確な藻場分布データと、同時期に撮影された衛星画像の比較が必要と考えられる。

## 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把握を行い、以下のような結果が得られた。

江田島市大柿町飛渡瀬を対象地域として、無人ヘリによる空中撮影を行った。その結果、アマモ場を確認できる良好な空撮画像を得ることができた。また、空撮画像からアマモ場の面積を取得することができた。

呉市安浦町三津口湾のLandsat-5により観測された衛星画像の各バンドについて教師付き分類を行い、航空写真から得られた藻場分布エリアと比較した結果(表3)、青バンドが藻場の解析に有効であることがわかった。

今後、無人ヘリについては、実海域での藻場の空撮を行い、H16,H17年度に行った空撮手法および解析手法の有効性を検証する。

衛星画像については、今年度行った解析手法が他の時期の衛星画像に適用可能かを検証する。

## 文 献

- 1) (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」
- 2) 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1報)、西部工技研究報告48(2005),14
- 3) 日本リモートセンシング研究会：改訂版図解リモートセンシング,210
- 4) 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
- 5) 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)

