

## UAVを活用した海草繁茂状況調査の効率化

浦池 隆文, 飯島 俊匡, 今岡 広一, 井川 久  
宮本 正夫\*, 小形 孝\*, 全先 清通\*, 宮川 椋\*, 新居 久也\*

### Efficiency Improvement of Underwater Forest Survey using UAV

Takafumi URAIKE, Toshimasa IJIMA, Kouichi IMAOKA, Hisashi IGAWA  
Masao MIYAMOTO\*, Takashi OGATA\*, Kiyomichi MASSAKI\*  
Ryou MIYAKAWA\*, Hisaya NII\*

#### 抄 録

沿岸部に存在する海草群落（主にアマモ類が群生しているアマモ場）は、水産資源の繁殖や水質浄化など多様な機能を担っている。特に本研究で調査の対象としたサロマ湖においては、ホッケイエビの生息場として重要な役割を持っており、その消長を的確に把握することは、資源量の推定や適切な資源管理の面で非常に重要である。これまでに、航空機による空撮画像や衛星画像を用いたアマモ場調査手法の確立が試みられ、有益な情報を得られることが明らかとなっているが、空撮にかかる費用や衛星画像の入手性の面で課題があり、より簡便な手法が求められている。

そこで本研究では、コストや適時性の面で有効と考えられるUAVを活用した調査手法について検討した。サロマ湖に設定した調査海域において、海草類の現存量測定などの現地調査とUAVによる空撮を実施し、両者を対比することでアマモ場の分布と賦存量の推定を試みた。空撮画像から得られる色情報の解析を行ったところ、HSV色空間における色相がアマモ現存量との相関が認められるパラメータとして抽出された。これらにもとづいた画像解析手法を検討した結果、複雑な処理を必要とせず、アマモ場の推定が可能であることを見出した。

**キーワード：**アマモ場, UAV, 空撮, 画像解析, 色相

#### Abstract

Eelgrass bed along the coastal area fulfills a various functions such as breeding aquatic life and purifying water quality. Especially in Lake Saroma, it has an important role as a habitat for North Sea shrimp (*Pandalus latirostris*). From the viewpoint of estimation and proper management of fishery resources, it is important to know the transition of eelgrass distribution. It has been tried to establish a method of eelgrass distribution survey using aerial photographs or satellite images. Although it is obvious that useful information can be obtained, a simpler method is required because there are problems in terms of availability and cost of image data.

In this study, we investigated a survey method utilizing UAV which is considered effective in terms of cost and timeliness. In the survey area set on Lake Saroma, we measured the amount of existing eelgrass and acquired the aerial photographs by UAV. From the analysis of the color information of the aerial photographs, the hue of the HSV color space was extracted as a parameter correlated with the existing amount of eelgrass. As a result of examining the image analysis method based on the hue, it was found that it is possible to estimate the distribution of eelgrass without using complicated image processing.

**KEY-WORDS :** Eelgrass bed, UAV, Aerial photograph, Image analysis, Hue

\* 公益社団法人北海道栽培漁業振興公社, \* Hokkaido Aquaculture Promotion Corporation

事業名：一般共同研究

課題名：UAVの活用による沿岸部（浅海域）海草繁茂状況調査の効率化

## 1. はじめに

沿岸部（浅海域）に存在する海草群落（主にアマモが群生しているアマモ場）は、水産資源の繁殖や水質浄化など多様な機能を担っている。特に本研究で調査の対象としたサロマ湖においては、ホッカイエビの生息場として重要な役割を持っている。このような機能をもつアマモ場の分布は、海流や気候の変動により経時的に変化するため、その消長を的確に把握することは、漁業者にとって資源量の推定や適切な資源管理の面で非常に重要である。栽培漁業振興公社等においてはこれまで、航空機による空撮画像や衛星画像を用いたリモートセンシング手法によるアマモ場分布調査手法の確立<sup>1)</sup>が試みられており、有益な情報を得られることが明らかとなっている。しかし、空撮にかかる費用や衛星画像の入手性の面で課題があり、より簡便な手法が求められている。

そこで本研究では、コストや適時性の面で有効と考えられるUAVを活用した調査手法の確立について検討を行った。

## 2. 研究の概要

研究実施においては、サロマ湖養殖漁業協同組合の協力のもと、サロマ湖湧別地区テイネイ海域において、図1に示す約1000m×約500mの調査海域を設定した。海域内に3測線を設定し、1測線当たり5地点の計15地点を調査地点とした。試験は6月・8月・9月の3回実施した。このように設定した調査海域において、海草現存量測定などの現地調査、およびUAV空撮による画像の取得を行い、これら両者を対比することでアマモ場の分布と賦存量の推定を試みた。

海草類現存量の測定は、スキューバ潜水による枠取りで行い、各調査地点近傍において1 m<sup>2</sup>枠で2試料ずつ採取した（図2）。この際アマモを含む海草類を全量採取した。採取時には枠毎の写真を撮影し、目視による底質状況、レッド（ロープの先に錘を付けた道具）による水深、透明度板による透明度、水温・塩分（JFEアドバンテック社製CTD RINKO-Profiler）の観測を行った（図3）。採取したアマモ類（アマモ・スゲアマモ・コアマモ）は、葉部・根部・枯葉に分類し、総湿重量および種類別に葉部の株数と重量を測定した

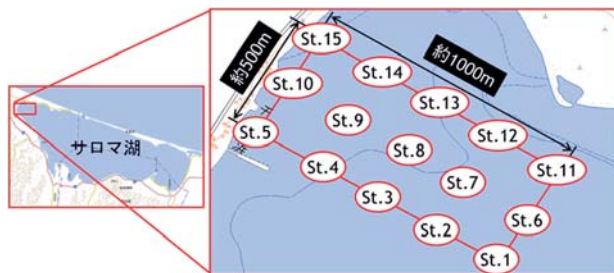


図1 設定した調査海域（St.1～St.15は調査地点）  
※地理院地図を加工して使用

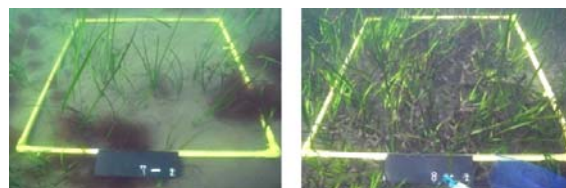


図2 枠取りによる現存量測定



図3 現地調査の様子

図4 採取・分類したアマモ



図5 UAV使用機材と飛行の様子

（図4）。また、その他の海草についても種類・湿重量を測定した。

UAV空撮は現地調査の実施と合わせて行った。工業試験場保有の機体（株式会社自律制御システム研究所製ミニサーベイヤーMS-06LA）を使用し、リコー製GRとBIZWORKS製Yubaflexの2台のデジタルカメラを搭載することで、可視画像および近赤外画像の撮影を行った（図5）。また、サロマ湖養殖漁業協同組合においてもUAVを保有（DJI製Phantom）しており、随時撮影が行われていたことから、工業試験場撮影の画像とあわせて解析に供した。

## 3. 現地調査結果

各調査地点で採取したアマモ類（アマモ、スゲアマモ）の単位面積当たりの現存量測定結果（栄養株+生殖株+根、枯葉は含まない）を表1に、被度分類（アマモ類の単位面積当たりの重量を区分したもの）を表2に、アマモ類現存量の分布を図6に示す。

### 3.1 アマモ類の分布

アマモ類は6月のSt.1以外（St.1においても枯葉は確認された）の全ての調査地点で出現した。1000g/m<sup>2</sup>以上の比較的多量に出現したのは、6月にはSt.5・St.9・St.10、8月と10月にはSt.8・St.9であった。これらの地点は調査海域の中央・陸側に多い傾向であった。その他の地点では、6月に沖側ではほとんど出現しなかったが、8月と10月には若干

表1 調査地点別1㎡当たりの栄養株と生殖株の湿重量および本数

地点	2017/6/7			2017/8/23			2017/10/3			
	湿重量(g)	本数	被度分類	湿重量(g)	本数	被度分類	湿重量(g)	本数	被度分類	
St.1	1	0.0	0	I	35.7	41	II	92.9	65	II
	2	0.0	0	I	12.8	16	II	79.9	41	II
St.2	1	0.9	0	I	130.9	127	II	193.7	59	II
	2	0.3	0	I	48.6	33	II	308.1	144	II
St.3	1	1.4	0	I	83.1	64	II	80.6	48	II
	2	0.5	0	I	13.8	18	II	204.1	103	II
St.4	1	91.0	17	II	95.7	82	II	69.5	27	II
	2	25.7	4	II	125.3	38	II	142.8	45	II
St.5	1	2453.2	524	>III	698.2	207	II	480.8	188	II
	2	1251.2	256	III	344.5	145	II	801.6	468	II
St.6	1	0.6	0	I	47.6	40	II	43.6	30	II
	2	0.1	0	I	18.4	16	II	82.1	52	II
St.7	1	0.0	0	I	61.0	59	II	58.2	36	II
	2	2.9	0	I	38.4	61	II	57.4	41	II
St.8	1	303.1	65	II	1218.0	176	III	1014.4	192	III
	2	649.0	129	II	1228.0	168	III	622.0	108	II
St.9	1	1730.8	568	III	1171.6	532	III	753.6	296	II
	2	1164.0	364	III	1272.8	440	III	1241.6	384	III
St.10	1	608.4	156	II	620.3	162	II	488.8	148	II
	2	1137.6	260	III	700.3	184	II	605.6	308	II
St.11	1	0.1	0	I	22.8	23	II	35.3	30	II
	2	0.5	0	I	43.1	43	II	44.4	43	II
St.12	1	0.4	0	I	37.7	33	II	91.9	67	II
	2	0.0	0	I	27.0	37	II	60.1	45	II
St.13	1	2.1	0	I	128.3	72	II	653.6	292	II
	2	8.5	2	I	373.4	217	II	818.8	464	II
St.14	1	12.6	0	II	163.8	186	II	102.3	88	II
	2	26.7	5	II	305.3	189	II	186.9	134	II
St.15	1	515.2	219	II	537.3	172	II	287.6	428	II
	2	583.8	275	II			256.0	344	II	
全サンプルの平均		352.4	94.8		331.2	123.5		331.9	157.3	

調査地点ボンデン移動により補足データを使用

増加する傾向がみられた。平成26年度に実施されたアマモ調査時の被度分類結果<sup>1)</sup>を当てはめると、被度Iは6月にのみみられ、調査海域の沖側で6月にIであった地点が8月以降はIIに変わっている。被度IIIは6月にSt.5・St.9・St.10の3地点に出現し、8月にはSt.8・St.9の2地点、10月にはSt.8の1地点でみられ、調査海域の中央・陸側に分布した。全体を通してみると、8月以降はほとんどが被度IIに該当した。

出現種ではアマモが大部分を占めた。スゲアマモは6月には確認されなかったが、8月にSt.4・St.5においてわずかに確認され、10月ではSt.5・St.9に出現し、8月より多く出現した。アマモの繁殖に関わる生殖株は6月に多く、St.5・

表2 被度分類

昭和59年		平成26年	
被度	g/m <sup>2</sup>	被度	g/m <sup>2</sup>
I	0	I	0~10
II	1~1025	II	11~950
III	1026~2050	III	951~2050
IV	2051~3075	IV	干潟
V	3076~	V	

St.9・St.10で多く出現した。その他の海藻類は、緑藻類ではアサミドリシオグサ・ホソジュズモ・アナアオサ、褐藻類ではツルモ・モク類、紅藻類ではモロイトグサ・オゴノリなどが出現した。以上のように調査海域内のアマモ類の現存量と分布を把握するとともに、経時的に変化することを確認した。

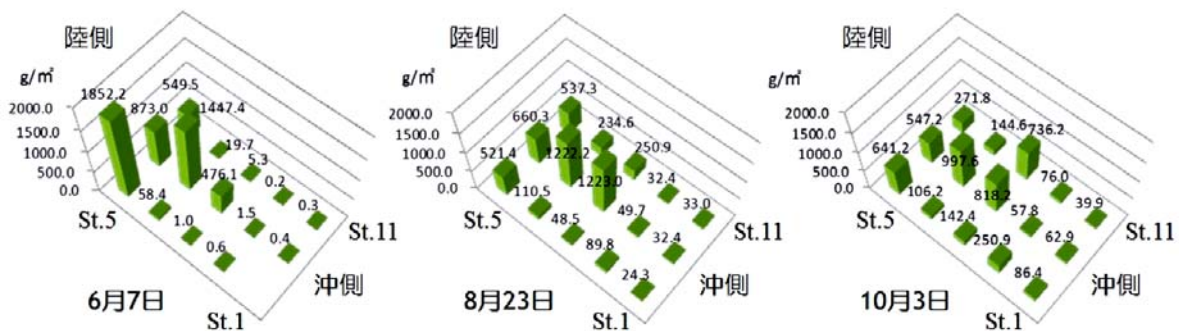


図6 2 枠平均のアマモ類の現存量



図7 設定した飛行経路



図8 オルソモザイク画像（可視画像）

#### 4. UAV空撮

UAV空撮は高度150mから鉛直下向きでの撮影を基本とし、機体が有するGPSによる自律飛行機能と、搭載するカメラのインターバル撮影機能を使用し、自動撮影により行った。図7に、調査海域において設定した飛行経路を示す。飛行経路は、空撮により得られる複数の画像からオルソモザイク画像<sup>\*1</sup>を得るために、隣接する画像について撮影範囲の約8割が重なるように設定した。この場合の撮影枚数は約450～500枚である。オルソモザイク画像の生成処理にはAgisoft製PhotoScanを使用した。St.5近くにある岸壁の基部を離着陸場所とし、St.5付近から沖へ向かって飛行を開始する。図の経路では、調査海域の長辺方向を6往復することで全体をカバーしているが、UAVの飛行速度と飛行可能時間を考慮して、St.5側4往復を2往復ずつ2回、St.15側2往復を1往復ずつ2回の、計4回に分けて空撮を行った（経路間隔約40m、飛行速度6m/s、撮影インターバル5秒、総飛行時間約55分）。

※1 オルソモザイク画像：正射変換した複数の画像を連結し一枚の画像に統合したもの。

##### 4.1 画像取得結果

空撮により得られた画像の例として、10月3日に撮影した画像をもとにオルソモザイク処理を行った結果を図8に示す。図は可視画像を処理した例であり、離着陸場所と対角にあるSt.6～St.7・St.11～St.12付近で画像を連結できていないものの、試験期間中に取得した画像の中では最も広く調査海域を連結することができた例になる。当日は撮影中に曇天と晴天を繰り返す状況であったため、撮影のタイミング（場所）により海底をある程度鮮明に確認できる部分と白味がかかり不鮮明な部分が混在しているが、海草繁茂領域と推察される部分（黒みがかった色の濃い部分）が確認できる。一方、図9の近赤外画像を利用したNDVI<sup>\*2</sup>画像においては、陸地側では海草繁茂領域と推察される部分が淡色で示されているが、画像品質が低くオルソモザイク処理が困難であったため、海

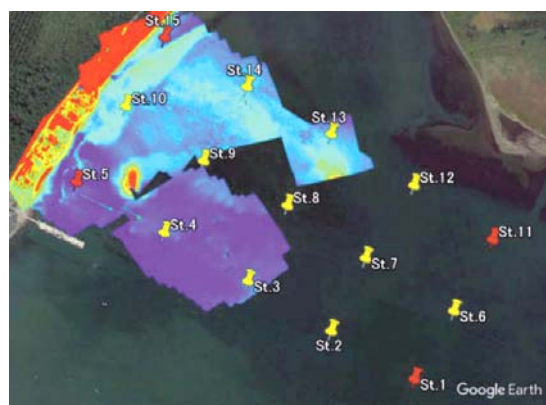


図9 オルソモザイク画像（NDVI画像）

域全体での海草繁茂領域との対応を得ることは困難であった。

※2 NDVI：正規化植生指数とよばれ、植生の活性度を示す指標。活性が高いと近赤外を強く反射することを利用。

##### 4.2 空撮画像の良否について

本研究で設定した試験期間においては、気象の影響や日射状況の影響が大きく、結果として工業試験場が実施した空撮においては、可視画像・近赤外画像ともに調査海域全体のオルソモザイク画像が生成できる良好な画像を得るには至らなかった。取得した個別の画像の例を図10～図13に示す。図10



図10 良好な画像



図11 太陽光の反射



図12 霧によるかすみ



図13 太陽の反射と波

は良好な画像の例であり、海底の様子が鮮明に記録されている。このような画像によれば、画像の連結が可能である。図11～図13は画像の連結には不適となる画像の例である。図11は快晴時であるものの、中心部にさざ波による太陽光の反射が広がっており、海底の様子が確認できない。図12は曇天で霧がかかっており、画像全体がかすんでいる。また、図13は画像上部に太陽光の反射が写り込んでいるのに加え、風の影響によるスジ状の波が多数写り込んでいる。これらのように、目視でも海底の様子を確認することが難しい画像では、オルソモザイク処理を適正に行うことが困難となるが、撮影時の気象条件の確認と、太陽との位置関係を考慮した撮影方法を工夫することにより、空撮画像の品質をある程度確保することは可能である。

### 4.3 太陽高度と方位の関係

太陽を機体の進行方向正面に見て撮影する場合、垂直画角との関係から、太陽高度が図14に示す角度以下であれば、太陽の写り込みを抑えることが可能となる。ただし進行方向と太陽方位がずれると、図14下部のグレーで示した円内に写り込む。理想的には水平画角もしくは対角画角を基準にすると写り込みのリスクをさらに低減できるが、より太陽高度が低いことが求められる（撮影に不適な時間が長くなる）ことから、全体の作業スケジュールを考慮した設定が必要となる。なお、画角はカメラのセンサーサイズと焦点距離から以下のように求められる。

$$\begin{aligned} \text{垂直画角} &= 2 \times \arctan(\text{垂直センサーサイズ} / (2 \times \text{焦点距離})) \\ \text{水平画角} &= 2 \times \arctan(\text{水平センサーサイズ} / (2 \times \text{焦点距離})) \\ \text{対角画角} &= 2 \times \arctan(\text{対角センサーサイズ} / (2 \times \text{焦点距離})) \end{aligned}$$

例として2018年のサロマ湖近辺の夏至日の太陽高度と太陽方位を図15に示す。太陽方位は北を0°とした時計回りの角度であり、太陽高度は11時30分頃に最大で69.2°になる。例えばコー製GRを使用した場合、水平画角(65.8°)を基準とした太陽高度(90° - (65.8° / 2) = 57.1°)を越えるのは9時30分頃～13時30分頃までとなり、この時間帯は撮影範囲内に太陽の反射が写り込むリスクが高くなることから撮影には不適となる。このように、使用するカメラと撮影時期・場所により撮影に不適となる時間帯が変化するため、事前に良く検討することが重要となる。

### 4.4 調査海域の俯瞰画像

工業試験場による空撮のほか、協力機関であるサロマ湖養殖漁業協同組合においても機体(DJI製Phantom)を保有しており、設定した調査海域において空撮が実施された。現地調査実施日と比較的近い9月6日と9月22日に撮影された画像は、調査海域をほぼカバーし、オルソモザイク処理に適

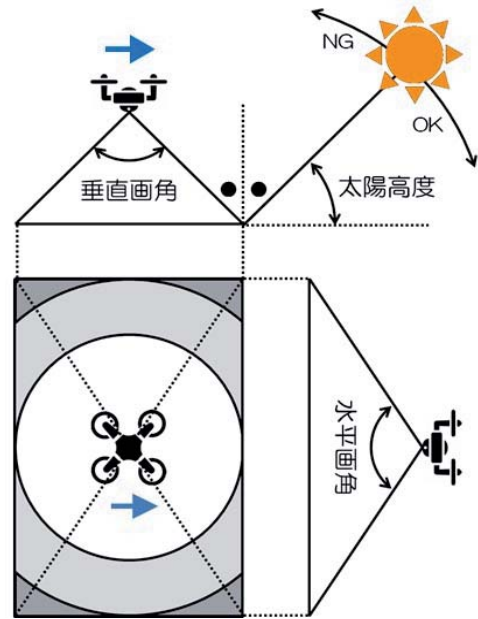


図14 カメラの画角と太陽高度

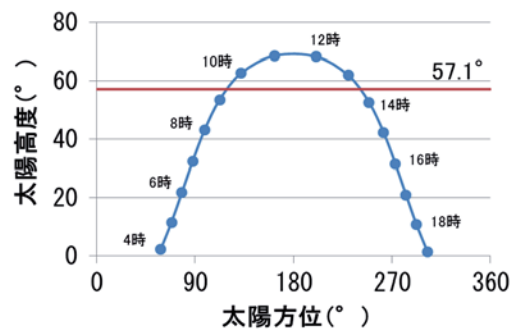


図15 太陽高度と太陽方位の例

した良好なものであった。図16に組合撮影の画像から得られたオルソモザイク画像を示す。飛行可能時間等の制約により、最も沖側のSt.1・St.6・St.11は撮影範囲外となっているが、調査海域全体の様子を詳細に確認することができる。現地調査の結果アマモ現存量が多かった地点は、色が濃い(黒みががっている)部分と対応しているように見受けられる。参考として、アマモ場と推察される領域の抽出を組合職員に依頼

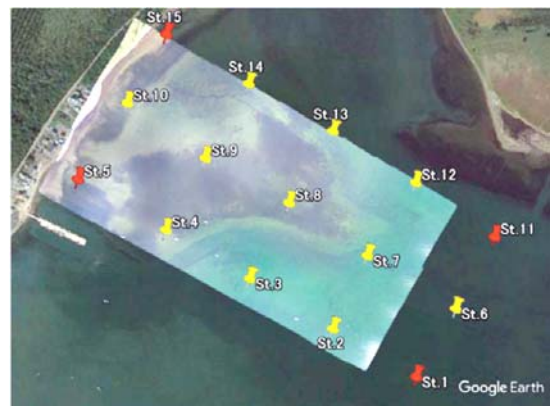


図16 調査海域全体のオルソモザイク画像

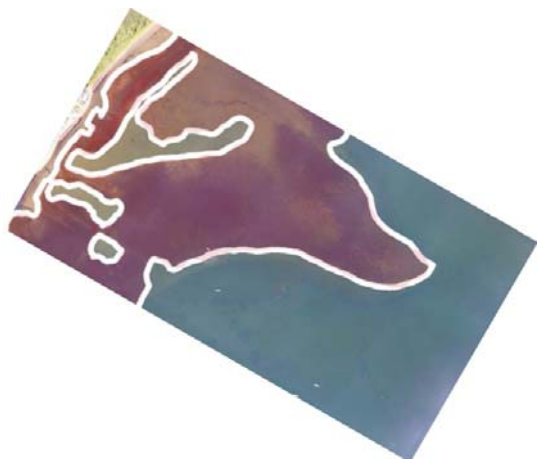


図 17 アマモ場と推察される領域

したところ、図17のような回答が得られた。組合ではこの他の時期にも良好な状況での空撮が実施されていたことから画像の提供を受け、工業試験場が取得した画像とあわせて次章のように画像処理手法の検討を行った。

### 5. 空撮画像からのアマモ場推定

現地調査の結果および空撮により得られた個々の画像や図16・図17をみると、調査海域はおおむね次のような領域に分類できる。

- ① アマモ場 (St.4・St.5・St.8・St.9・St.10・St.15：色が濃く見える領域)
- ② 陸側で海草類がない砂地 (St.5・St.9・St.10・St.14・St.15で囲まれる領域：色が薄く見える領域)
- ③ 沖側で海草類がない深場 (St.1～St.3・St.6～St.7・St.11～St.13：中間的な色合いの領域)

これらは視覚的な判断によるものであるが、画像の色情報との関係について以下のような検討を行った。

#### 5.1 画像解析手法の検討

個別の画像の例として示した図10には、海草類が存在するとみられる色が濃い部分と、海草類が存在せず砂地とみられる色が薄い部分が混在している。ここで各画素のRGB値のうち最も多く含まれる色チャンネルを抽出して表示すると、図18のようになる。海草部分は青の成分(図では黒で表示)が最も多く、砂地の部分は緑の成分(図ではグレーで表示)が最も多く含まれており、RGB値の最大値に着目することで海草部と砂地部に分類することが可能である。この方法で調査海域全体を見てみると図19のようになる。図19は、9月22日に組合が撮影した画像(図16)を処理した結果を示す。陸側の砂地と沖側の深場の区別はなく緑の成分が多い領域

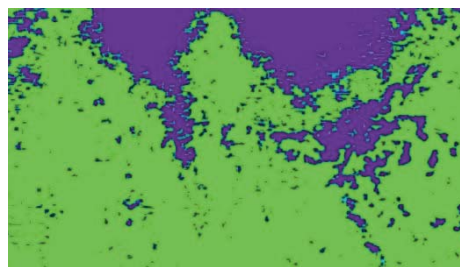


図 18 RGB 最大値による分類

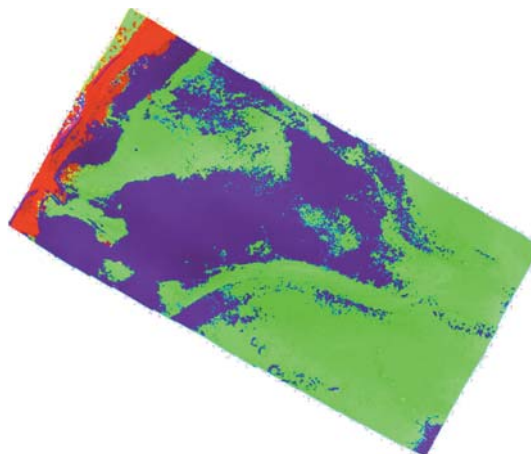


図 19 RGB 最大値によるアマモ場推定の例

(グレー)として抽出されているが、アマモ場と推定される部分は青の成分が多い領域(黒)として抽出されている。この結果は図17で示した目視により推察される領域とも良く一致している。このように、画像の色情報を用いた処理を工夫することでアマモ場の分布を抽出することが可能であるが、賦存量(被度分類)を推定することはできない。

#### 5.2 画像データの数値化

前述の方法をもとに、他の色チャンネルとの関係も考慮することで、より詳細に特徴を抽出する方法について検討を行った。具体的には、青の成分が多いアマモ場であっても、赤の成分を含むか緑の成分を含むのかにより、異なる特徴を持つ領域に細かく分類することが可能になると考えられる。このように色の特徴で画像を分類する方法として、HSV色空間における色相に着目した処理を検討した。ここで色相とは、RGBを0°・120°・240°に配置し、隣り合う2つの原色の混色が、混合割合(RGBのいずれかは必ず1となるように混合する)に応じて円環上に配され、0°～360°で表されるものである(図20)。例えばGとBを1:1で混合すると水色と

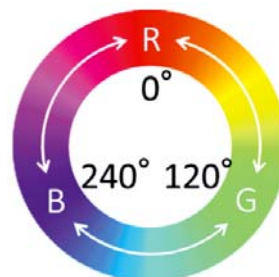


図 20 色相

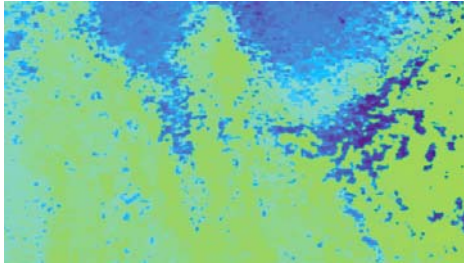


図21 色相による分類

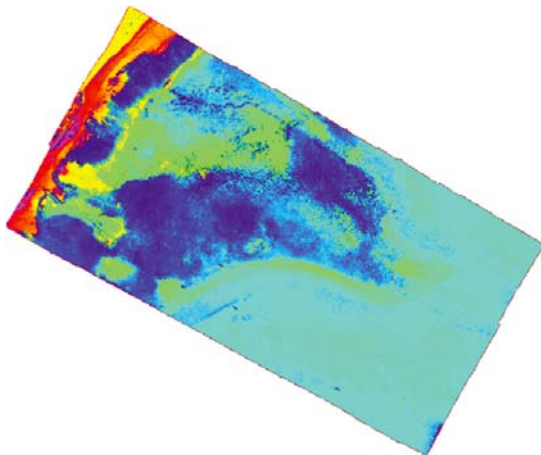


図22 色相によるアマモ場推定の例

なり、色相は180°となる。

図18に示したRGB最大値による分類と同じ元画像を用い、色相を抽出した画像を図21に示す。図18で海草部に分類された領域は、水色から青の中間的な色合い（図ではグレーから黒）で表されている。調査海域全体の画像（図16）から色相を抽出すると図22のようになり、アマモ場と推定される部分は水色から青（グレーから黒）で表され、それ以外の砂地や沖側の深場は水色～緑（グレーから白）で表される。

次に、現地調査の結果得られた現存量と、アマモ場と推定される部分の色相との関係について、以下のように検討した。なお、現地調査実施日と組合の撮影日は異なるが、8月23日の現地調査に対応する画像として9月6日撮影の画像を使用し、10月3日の現地調査に対応する画像として9月22日の画像を使用した。まず、調査海域全体から色相を抽出した画像において、調査地点近傍（ここでは約6m×約6mの領域内）における色相の平均をとり、グラフに表すと図23のようになる（St.1・St.6・St.11は撮影範囲外のためデータなし）。これに対し、調査地点ごとの現存量をグラフに表すと図24のようになる。両者を比較すると、現存量が多かったSt.5・St.8～St.10において色相も大きな値となっており、全体の傾向として類似しているように見受けられる。そこで、現存量がおおむね100g/m<sup>2</sup>以上であったSt.2・St.5・St.8～St.10・St.13において現存量と色相との相関を取ると図25のようになり、両者には相関が認められた（色相170°（水色）～240°（青）が現存量0g/m<sup>2</sup>～1500g/m<sup>2</sup>に相当）。このように、

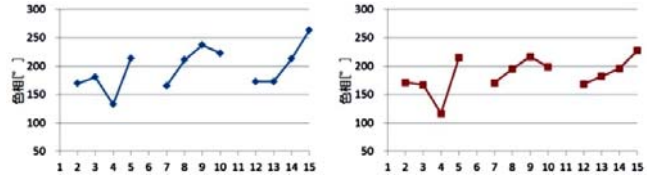


図23 調査地点ごとの色相値  
（左：9月6日，右：9月22日）

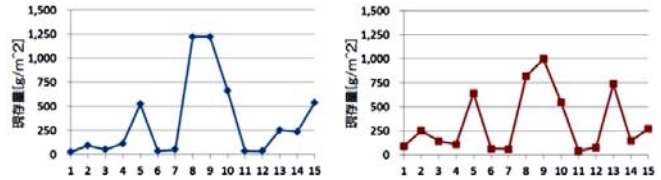


図24 調査地点ごとの現存量  
（左：8月23日，右：10月3日）

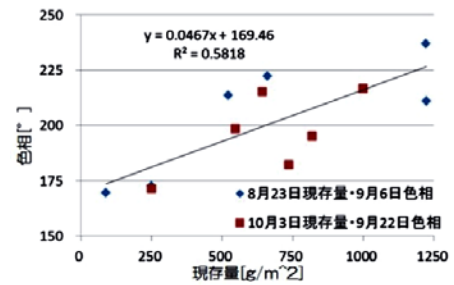


図25 現存量と色相の関係

色相を指標として領域の抽出を行うことにより、アマモ場の抽出と同時に賦存量（被度分類）を推定することが可能と考えられる。

### 5.3 アマモ場の分布と賦存量の推定

以上の検討結果をもとに、アマモ場の分布と賦存量の推定を行った。これまでの検討で使用した9月6日・9月22日の画像ほか、サロマ湖養殖漁業協同組合により試験実施時期以降にも撮影された10月14日・10月25日の画像も使用した。それぞれについてオルソモザイク処理した画像を図26に示す。9月22日・10月25日の画像は、沖側の深場でも海底の様子がクリアにとらえられている。9月6日の画像は濁りの影響が全体にややくすんで見えるが、海底の様子は確認できる。10月14日については9月6日と同様くすんで見えるのに加え、沖側で波による太陽の反射が写り込み、画像の連結が不完全となった部分がある。これらの画像から色相をもとにアマモ場を抽出した画像を図27に示す。ここでは色相192°（480g/m<sup>2</sup>）～240°（1500g/m<sup>2</sup>）の範囲で抽出した。9月22日と10月25日では、図17で示した目視で推察されるアマモ場と同様の領域が抽出され、分布と賦存量（色あい）の経時変化がとらえられている。一方、9月6日と10月14日では、線で囲った部分に誤分類を生じていると思われる。その要因としては、太陽の写り込みや、気象条件・水質（濁り）等の影響による

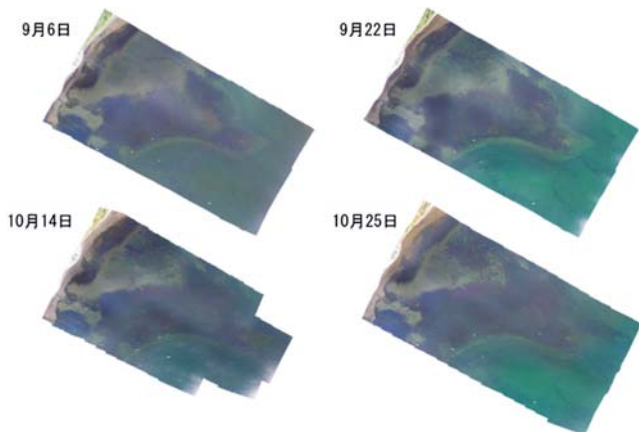


図26 アマモ場推定に用いたオルソモザイク画像

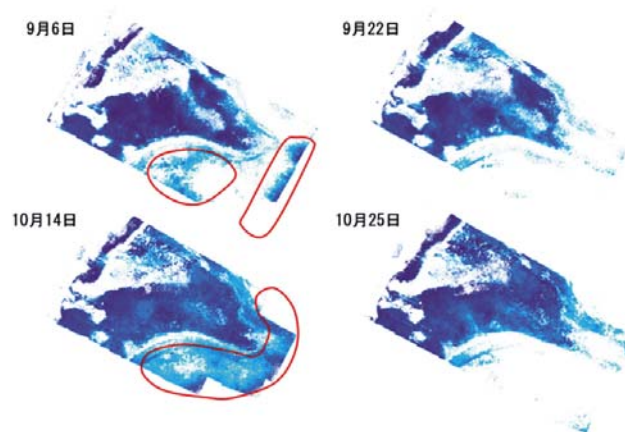


図27 色相をもとに推定したアマモ場

色相の変化が考えられるものの、誤分類と考えられる領域を除けば、同様にアマモ場の分布と賦存量の経時変化がとらえられている。

## 6. まとめ

本研究では、海草繁茂領域（アマモ場）の調査を効率的に実施することを目的として、UAVを活用した空撮と画像解析の手法について検討し、以下のような結果が得られた。

- ① 調査対象とした海域において15点の調査地点を設定し、枠取りによるアマモ類現存量の測定を行った。アマモ類は調査海域の中央・陸側に多く分布し、季節とともに変動する様子を確認した。
- ② 陸上と比較して海上での空撮は、気象条件や日射（太陽の高度と方位角）の影響を受けやすい。安定した品質の画像を得るためには適切な撮影条件を設定（飛行経路・飛行方法等）することが重要であり、その指針が得られた。
- ③ 調査海域全体の可視画像から色相を抽出し、調査地点での現存量と比較したところ相関が認められた。現存量と対応する色相範囲を抽出することで、アマモ場分布と賦存量の推定が可能であることを確認した。

一方で、アマモ場分布と賦存量の推定に関して、図27に示したように誤分類を生じる場合があり、その要因としては以下が考えられる。

本研究では毎回異なる条件（気象・日時）で記録された画像を使用したことにより、同じ場所をとらえた画像であっても色調の変化を生じていた可能性がある。また、設定した15点の現存量測定点のうち、色相との比較に使用できたのは6点でありサンプル数が十分であったとは言えない。このような画像と現存量の相関においては、図25で得た相関関数のレ

ベルと傾きが真値を表していない可能性がある。

これらより、今後の課題として以下の項目があげられる。

- ① 気象や日照の変化とカメラ設定に起因する色調変化要因の特定と補正
- ② 現存量と色相の相関における「正確性」と「再現性」向上

①については、撮影時にリファレンスとなる対象物を設置するなどして、より正確な色情報を得ることが必要となる。②については、調査コストとのバランスを考慮しながら調査地点を精査し、より確かな相関を得るためのサンプル数の確保が必要となる。

本研究では、UAVを活用した調査手法を確立することとあわせ、漁業関係者自らが実践可能な汎用的で低コストな手法として提案し、普及を図ることを目的としている。UAVによる海上での空撮における留意点や、市販もしくはフリーの画像編集ソフトを活用した画像解析方法などを、別途「UAV空撮によるアマモ場推定の手引き」として取りまとめている。今後は本研究で示した手法をより実践的な手法として確立し、普及・展開を図るため、継続して上記課題の改善に向けた取り組みを進める。

## 参考文献

- 1) 平成26年度施行 サロマ湖アマモ分布調査報告書，公益社団法人北海道栽培漁業振興公社，平成27年3月