

## I. ベースラインの調査概要

北海道増毛町別苅は、VU の施工前調査にて藻場の調査を実施できなかったため、施工翌年である 2015 年をベースラインとした。箸別と舎熊に関しては、施工前である 2022 年 5-7 月をベースラインとした。

広域調査では、別苅は 2015 年 7 月 17 にラジコンヘリコプターを用いて空撮し、射影変換によりオルソ化を行った（表 1）。箸別は空撮を実施していないこと、舎熊はドローンにより撮影した画像の撮影範囲が申請対象海域よりも狭かったことから、雲や波により藻場が隠れていないという条件に基づき、Maxar 社の衛星「WorldView-2」の画像（2022 年 7 月 21 日撮影）を購入した。購入した衛星画像は、高解像度パナクロマティック画像（白黒、50 cm 解像度）と低解像度のマルチスペクトル画像（RGB、NIR、2m 解像度）の 2 つを Gram-Schmidt パンシャープン手法を用いて合成し、画像の解像度を向上させた。各サイトの対象海域は、申請年 2023 年と同じである。

現地調査について、別苅と舎熊は航空画像または衛星画像と同年の 2015 年、2022 年にそれぞれ潜水調査（目視および水中写真撮影）を行った一方、箸別に関しては、2022 年に藻場調査を実施できていない。上記を踏まえ、別苅と舎熊は 2023 年と同様に、別苅は 2015 年、舎熊は 2022 年に得た現地調査結果と同年に撮影された画像を紐づけし、画像解析を行ったが、箸別に関しては、2023 年の調査結果を参考に 2022 年の衛星画像に対して画像解析を実施し、藻場の実勢面積を求めた。

表 1. 画像の種類と教師データの対応表

サイト	画像の種類・撮影日	教師データ
別苅	航空画像・2015 年 7 月 17 日	2015 年 7 月 17 日調査結果
箸別	衛星画像・2022 年 7 月 21 日	2023 年 5 月 17-18 日調査結果
舎熊	衛星画像・2022 年 7 月 21 日	2022 年 6 月 10 日・7 月 8 日 ドローン画像 2022 年 6 月 22-23 日調査結果

## II. 実勢面積算出方法の詳細

### ① 別苅

2015 年の現地調査では、申請範囲の海域内に測線を 2 つ設けて、ダイバーによる目視観察により、繁茂している海藻種（ホソメコンブ、クシベニヒバ等の紅藻類、アオアオサ等の緑藻類など）と底質を記録し、水中写真を撮影した。被度については、撮影した水中写真と状況に応じて 2023 年の調査結果を参考にした。

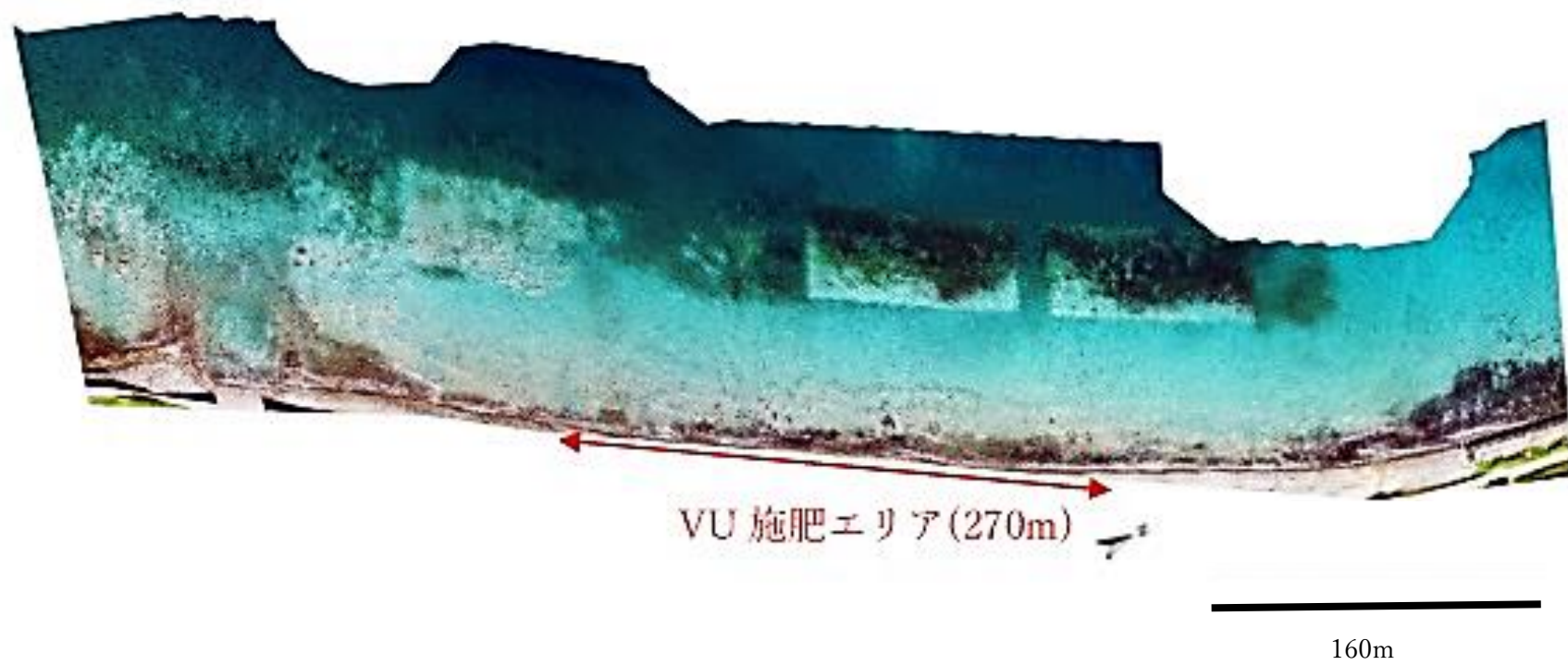
上記の調査結果を踏まえ、2015 年に撮影した航空画像上の色と生育している植生やその被度の対応を教師データに設定した。教師データは、全 19 種類で、種類ごとに約 35 個作成した。作成した教師データを用い、2023 年の画像解析と同様に画像分類のルールを作成

(添付資料 2)

し、航空画像上の色を各藻場区分に分類した。藻場区分の種類は、最終的に 7 種類にまとめて、面積を出した (図 1)。

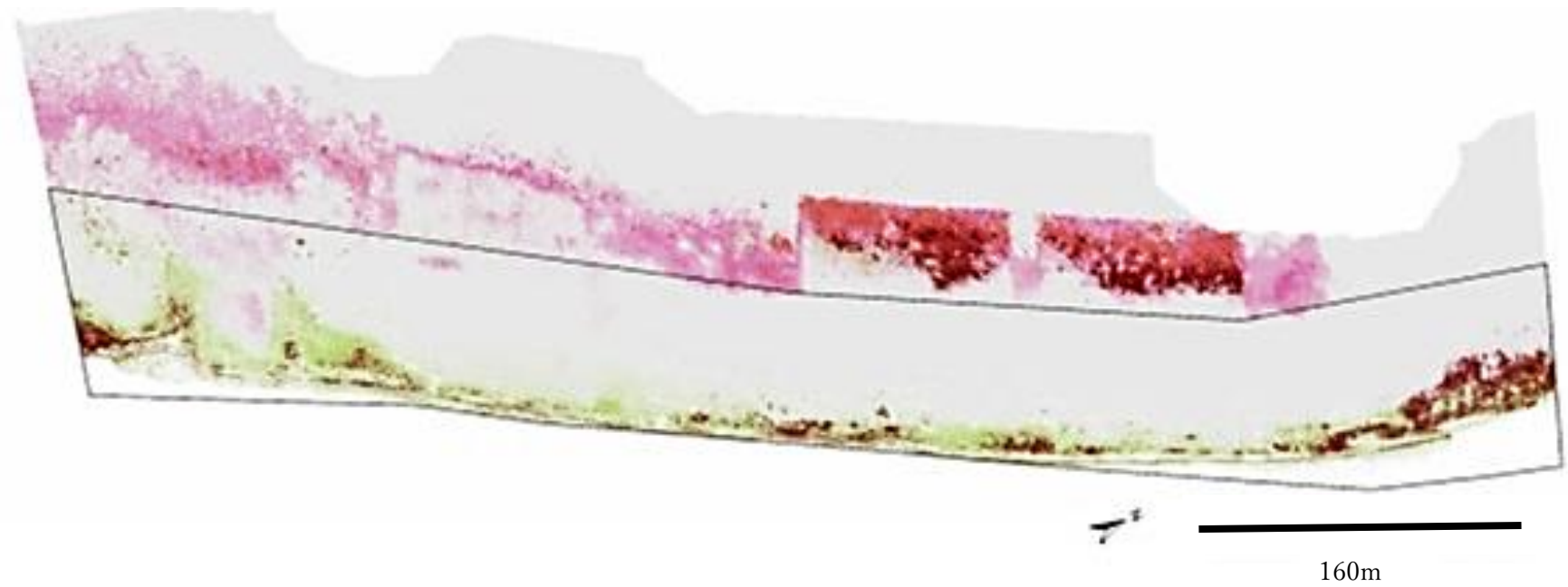
(添付資料 2)

(a)



(添付資料 2)

(b)



凡例：

■コンブ、■コンブ・紅藻、■コンブ・紅藻・緑藻 1、■コンブ・紅藻・緑藻 2

■紅藻・他 1、□岸、■砂・転石

注：□は面積算出範囲を示す

図 1. 別荘の航空画像(a)、藻場分布域の抽出結果(b)

コンブ以外の実勢面積を算出するにあたり、各藻場区分の被度は以下の方法で設定した。2023 年と対応する藻場区分「紅藻・他 1」に関しては、2023 年の現地調査（コドラート）結果から算出した被度（中央値）とした。2023 年と対応していない藻場区分に関して、「コンブ・紅藻」は今回の申請範囲にないため、実勢面積に含まない。「コンブ・紅藻・緑藻 1」と「コンブ・紅藻・緑藻 2」のコンブ以外の被度について、2023 年の「褐藻・他 1」と同様の分布域であり、2015 年の現地調査結果から褐藻は確認できなかったことから、2023 年「褐藻・他 1」の現地調査（コドラート）結果をもとに、紅藻と緑藻を合わせた中央値とした。申請範囲に含まれるコンブ以外の各藻場区分の面積、実勢面積を表 2 に示す。

表 2. 別荘における藻場区分ごとのコンブ以外の面積、実勢面積

藻場区分	面積 (ha)	実勢面積 (ha)
コンブ・紅藻・緑藻 1	1.06	0.318
コンブ・紅藻・緑藻 2		
紅藻・他 1	0.11	0.088
<b>合計</b>	1.17	<b>0.406</b>

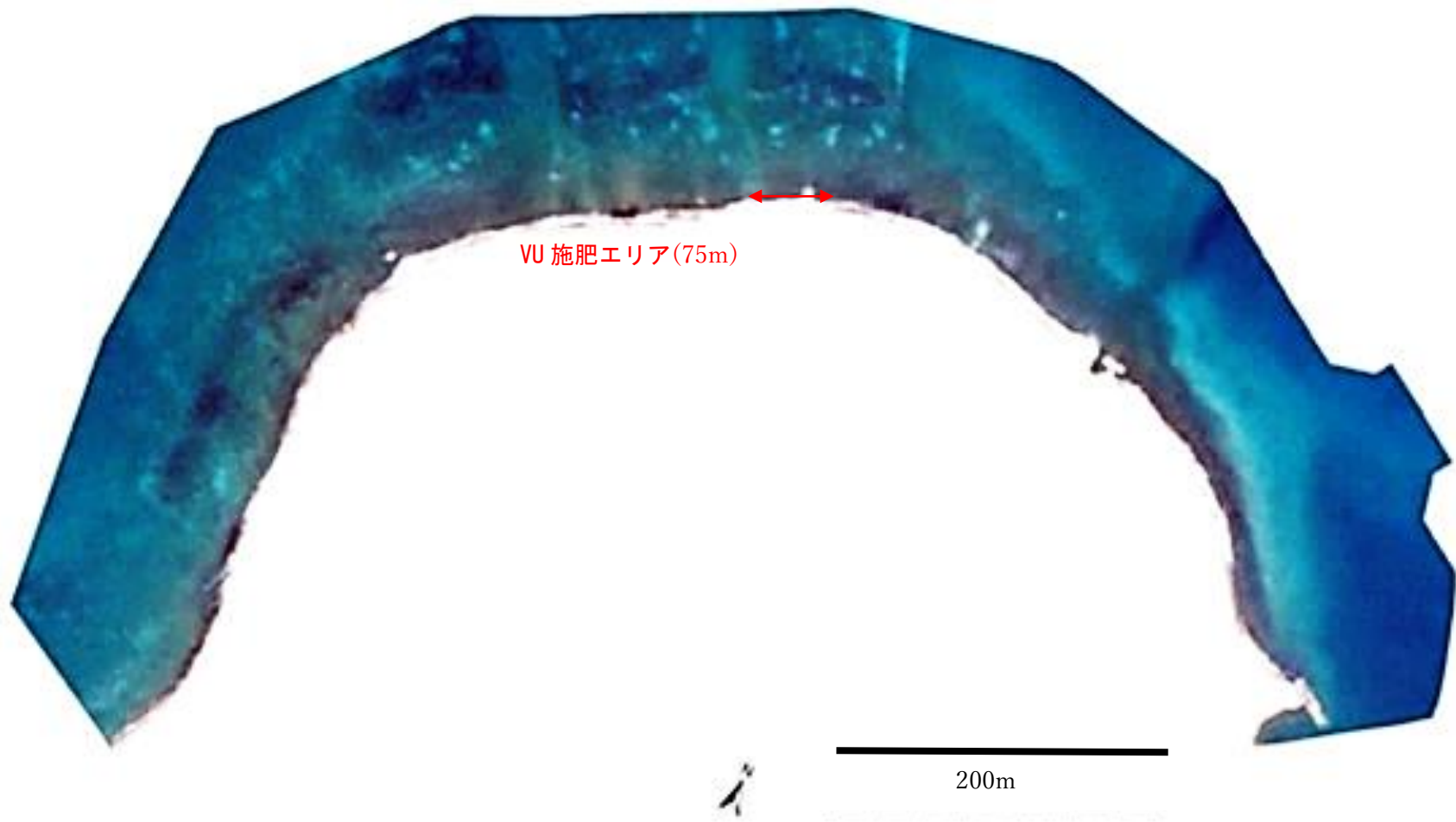
## ② 箸別

2022 年は現地調査を実施できなかったことから、2023 年の現地調査結果と 2022 年の衛星画像を重ね合わせ、それぞれの画像の色と生育している海藻種やその被度の対応を教師データとして設定した。教師データは、全 14 種類で、種類ごとに約 30 個作成した。作成した教師データを用い、2023 年の画像解析と同様に画像分類のルールを作成し、航空画像上の色を各藻場区分に分類した。藻場区分の種類は、最終的に 8 種類にまとめて、面積を出した（図 2）。

実勢面積を算出するにあたり、各藻場区分の被度は 2023 年の現地調査（コドラート）結果から算出した被度（中央値）とし、各藻場区分の面積に乗じることで、実勢面積を算出した（表 3）。

(添付資料 2)

(a)



(添付資料 2)

(b)

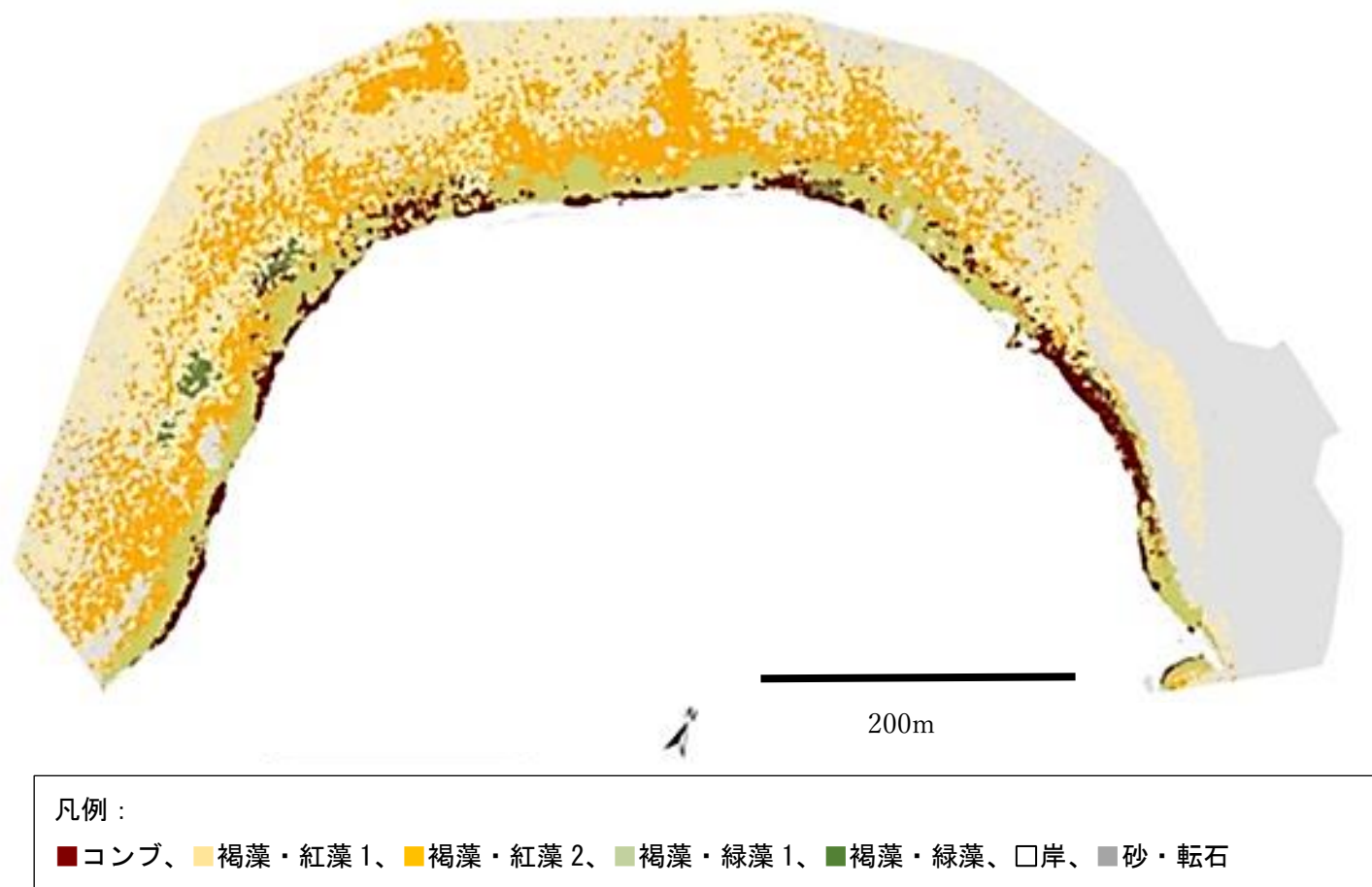


図 2. 箸別の衛星画像(a)、藻場分布域の抽出結果(b)

表 3. 箸別における藻場区分ごとの面積、実勢面積

藻場区分	面積 (ha)	実勢面積 (ha)	
		コンブ	コンブ以外
コンブ	0.64	0.288	0.192
褐藻・紅藻 1	4.97	0	2.485
褐藻・紅藻 2	3.35	0	2.68
褐藻・緑藻 1	1.59	0	1.113
褐藻・緑藻 2	0.53	0	0.477
<b>合計</b>	11.08	<b>0.288</b>	<b>6.947</b>

## ③ 舎熊

2022 年の現地調査では、2022 年 6 月 10 日に現地で撮影した空中ドローン画像に基づいて、ゴムボートで植生(主にホソメコンブ)とその被度が同じ藻場の外周に沿って進みながら GPS データを取得することで、精度の高く藻場の範囲を計測した。更に、ダイバーにより 20 地点で実施した坪狩り(50cm 方形)と測線調査(1 測線の目視観察)、水中写真撮影により、植生(ホソメコンブ、モロイトグサ等の紅藻、シオグサ等の緑藻など)の分布を確認した。被度については、撮影した水中写真と状況に応じて 2023 年の調査結果を参考にした。

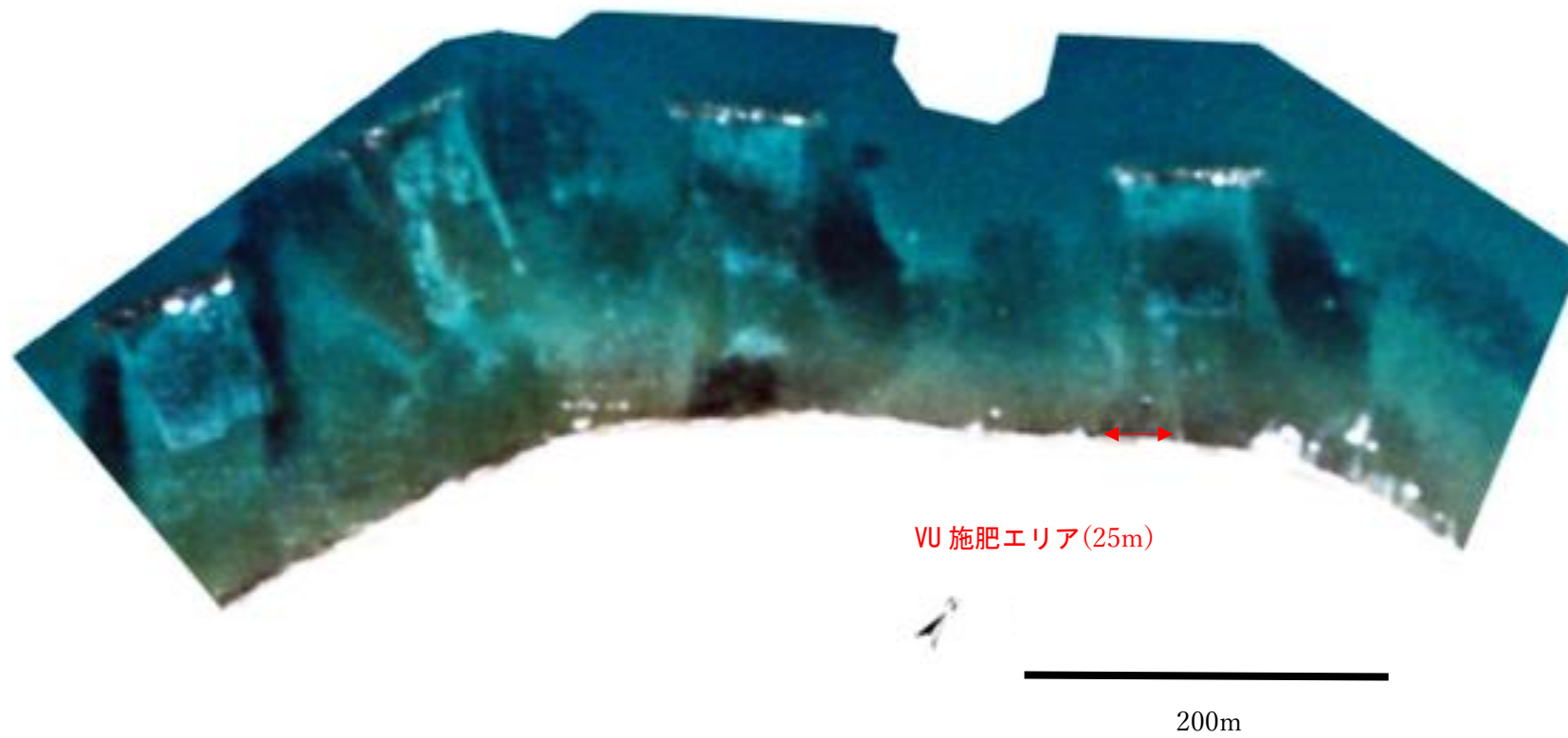
上記の調査結果を踏まえ、2022 年に撮影された衛星画像上の色と生育している植生やその被度の対応を教師データに設定した。教師データは、全 15 種類で、種類ごとに約 30 個作成した。作成した教師データを用い、2023 年の画像解析と同様に画像分類のルールを作成し、航空画像上の色を各藻場区分に分類した。藻場区分の種類は、最終的に 7 種類にまとめて、面積を出した(図 3)。

実勢面積を算出するにあたり、各藻場区分の被度は 2023 年の現地調査(コドラート)結果から算出した被度(中央値)とし、各藻場区分の面積に乗じることで、実勢面積を算出した(表 4)。



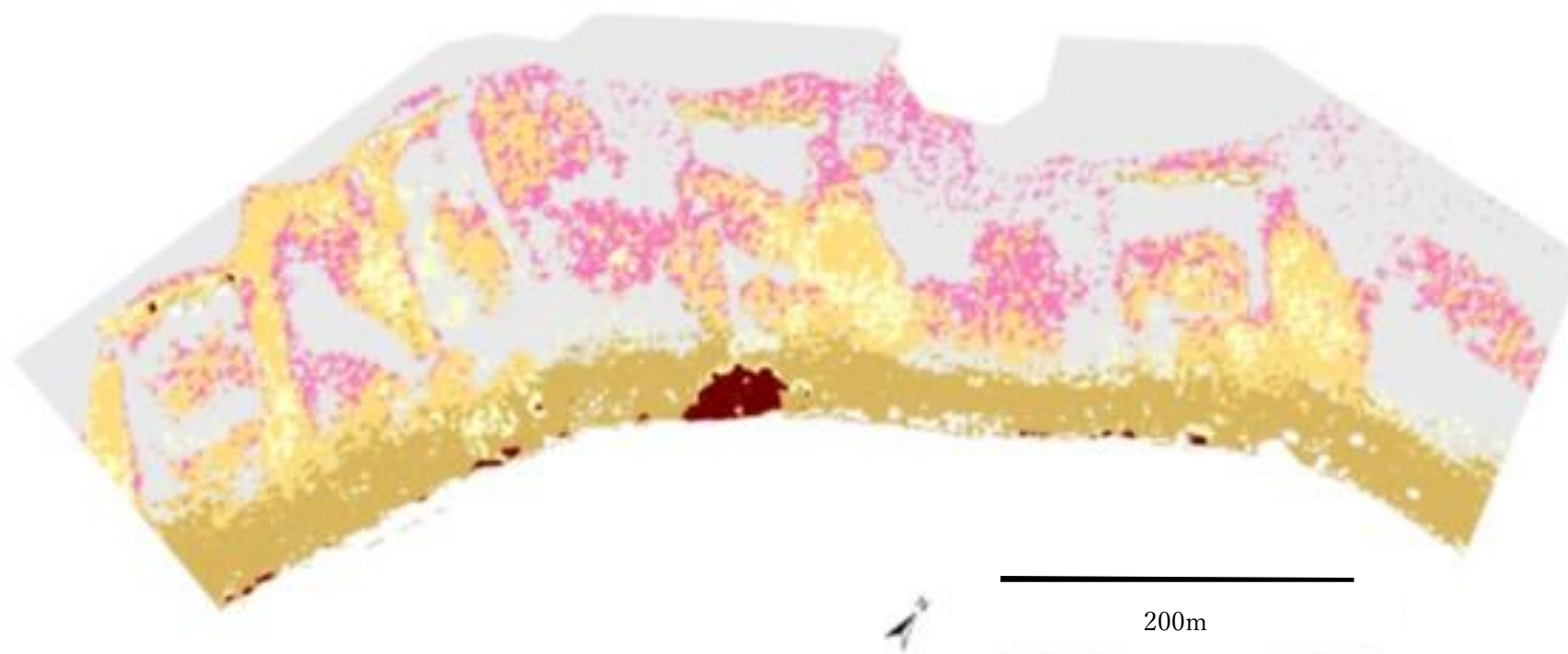
(添付資料 2)

(a)



(添付資料 2)

(b)



凡例：

■コンブ 1、■コンブ 2、■紅藻・他、■褐藻・他 1、■褐藻・他 2、□岸、■砂・転石

図 3. 舎熊の衛星画像(a)、藻場分布域の抽出結果(b)

表 4. 舎熊における藻場区分ごとの面積、実勢面積

藻場区分	面積 (ha)	実勢面積 (ha)	
		コンブ	コンブ以外
コンブ 1	2.73	1.092	0.819
コンブ 2	0.15	0.00975	0.015
紅藻・他	2.04	0	1.53
褐藻・他 1	0.92	0	0.552
褐藻・他 2	3.16	0	2.528
<b>合計</b>	9.00	<b>1.1895</b>	<b>5.444</b>

## ④ まとめ

別苺、箸別、舎熊の実勢面積の結果を表 5-6 に示す。箸別と舎熊を合わせて、コンブのベースラインの実勢面積は、1.4775ha であった。コンブ以外の実勢面積は、上記 2 サイトに別苺も加えて、12.797ha であった。

表 5. コンブの面積（箸別、舎熊）

調査サイト	実勢面積 (ha)
箸別	0.288
舎熊	1.1895
<b>合計</b>	<b>1.4775</b>

表 6. コンブ以外の面積（別苺、箸別、舎熊）

調査サイト	実勢面積 (ha)
別苺	0.406
箸別	6.947
舎熊	5.444
<b>合計</b>	<b>12.797</b>

## III. 画像解析の妥当性の検証

2023 年と同様に、現地調査結果をもとに正解データとなる教師データを 150 個新たに作成し、検証用データとした。航空画像または衛星画像の解析結果から、検証用データと同じ位置にある情報を抽出し、検証用データと比較することで、画像解析の精度を確かめた。なお、検証は画像の撮影年と現地調査年が同じ別苺、舎熊で実施した。両サイトにおいて、正解率は 85%以上であったことから、高い確実性が担保されていると判断した(表 7-8)。なお、海藻種が同じ区分はひとまとめにした。箸別に関しては、妥当性の検証はできなかったが、2023 年の画像解析方法の妥当性の高さとベースラインの結果を踏まえて、実際の藻場状況と大きな乖離はないと判断した。

表 7. 別荘におけるドローン画像の画像解析精度の検証

区分	一致	不一致	正解率(%)
コンブ	25	5	83.3
コンブ・紅藻・緑藻	45	15	75.0
紅藻・他	25	5	83.3
砂・転石	30	0	100.0
<b>合計</b>	125	25	<b>85.4</b>

表 8. 舎熊におけるドローン画像の画像解析精度の検証

区分	一致	不一致	正解率(%)
コンブ	40	0	100.0
褐藻・他	34	6	85.0
紅藻・他	31	9	77.5
砂・転石	25	5	83.3
<b>合計</b>	130	20	<b>86.5</b>

#### IV. 申請エリア内に設定した対照区の変化

増毛町における VU による藻場造成の効果を検証するため、申請エリアと同じ増毛町内に対照区を設定し、そこでの変化を観察した（図 4）。対照区は、海藻の繁茂に適した砂質や泥質ではない底質の場所とし、かつ申請エリアと類似した環境を選定した。



図 4. 増毛町における申請エリアおよび対照区

対照区では、沖側に囲い礁が 2014 年以前から設置されていたものの（Google Earth Pro で確認）、海岸線に沿って確認できる藻場は、2019 年および 2022 年と比較をすると減少傾向であることが明らかである（図 5）。このことから、今年度申請の別苅、箸別、舎熊における藻場の増加傾向は VU の施肥による効果と考えられる

2019年5月撮影



2022年7月撮影



(添付資料 2)

図 5. 対照区における藻場（黄色線）の変化（左；2019 年 5 月、右；2022 年 7 月）