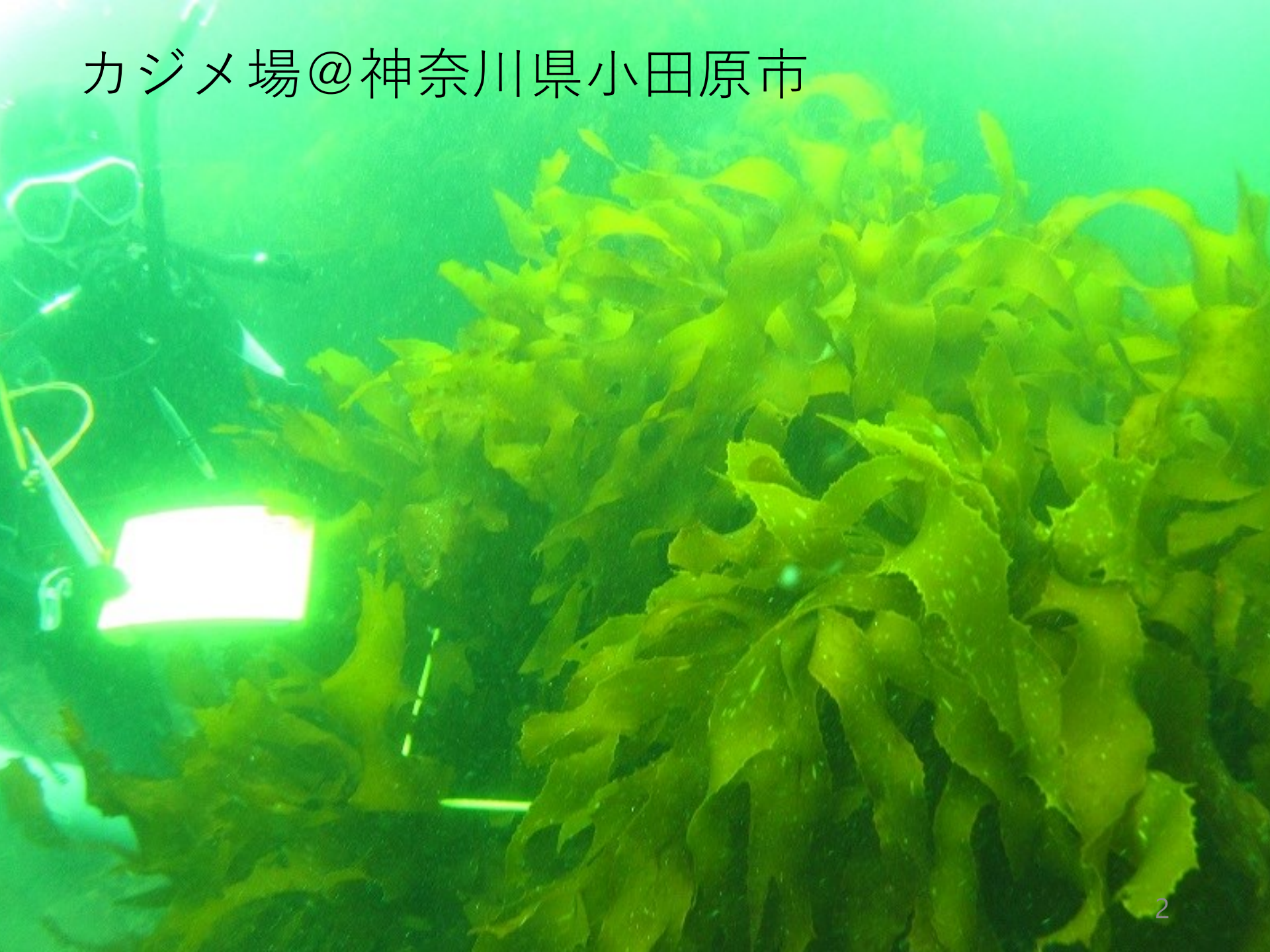
第3回ALOS-3 WS 2020年2月19日@八重洲ビル

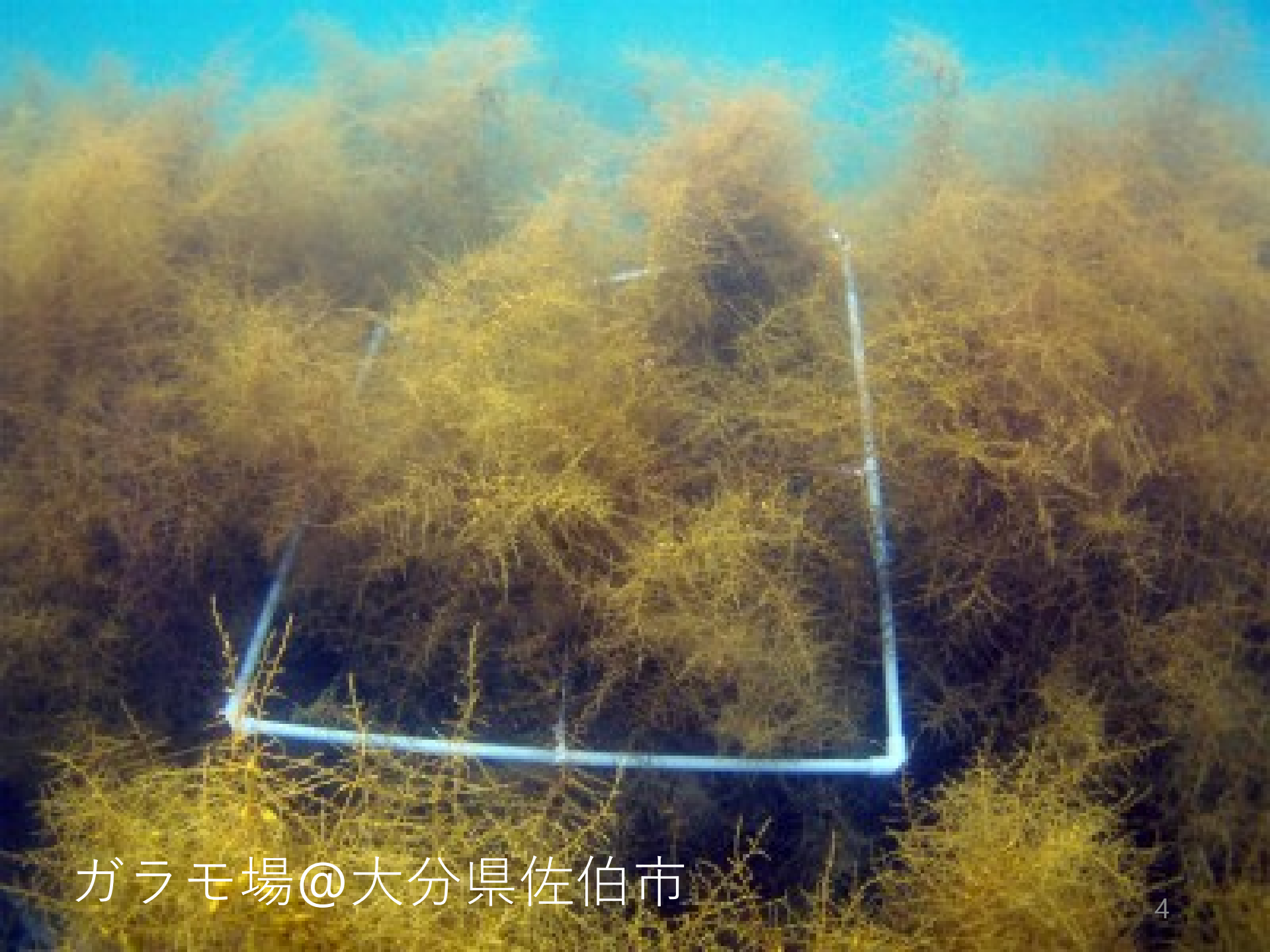
高解像度衛星画像を用いた沿岸域の海藻藻場分布の推定

佐藤允昭（水産研究・教育機構、水産工学研究所）、井下恭次（国際航業、水産土木センター）、桑原久実（水産研究・教育機構、水産工学研究所）

カジメ場＠神奈川県小田原市

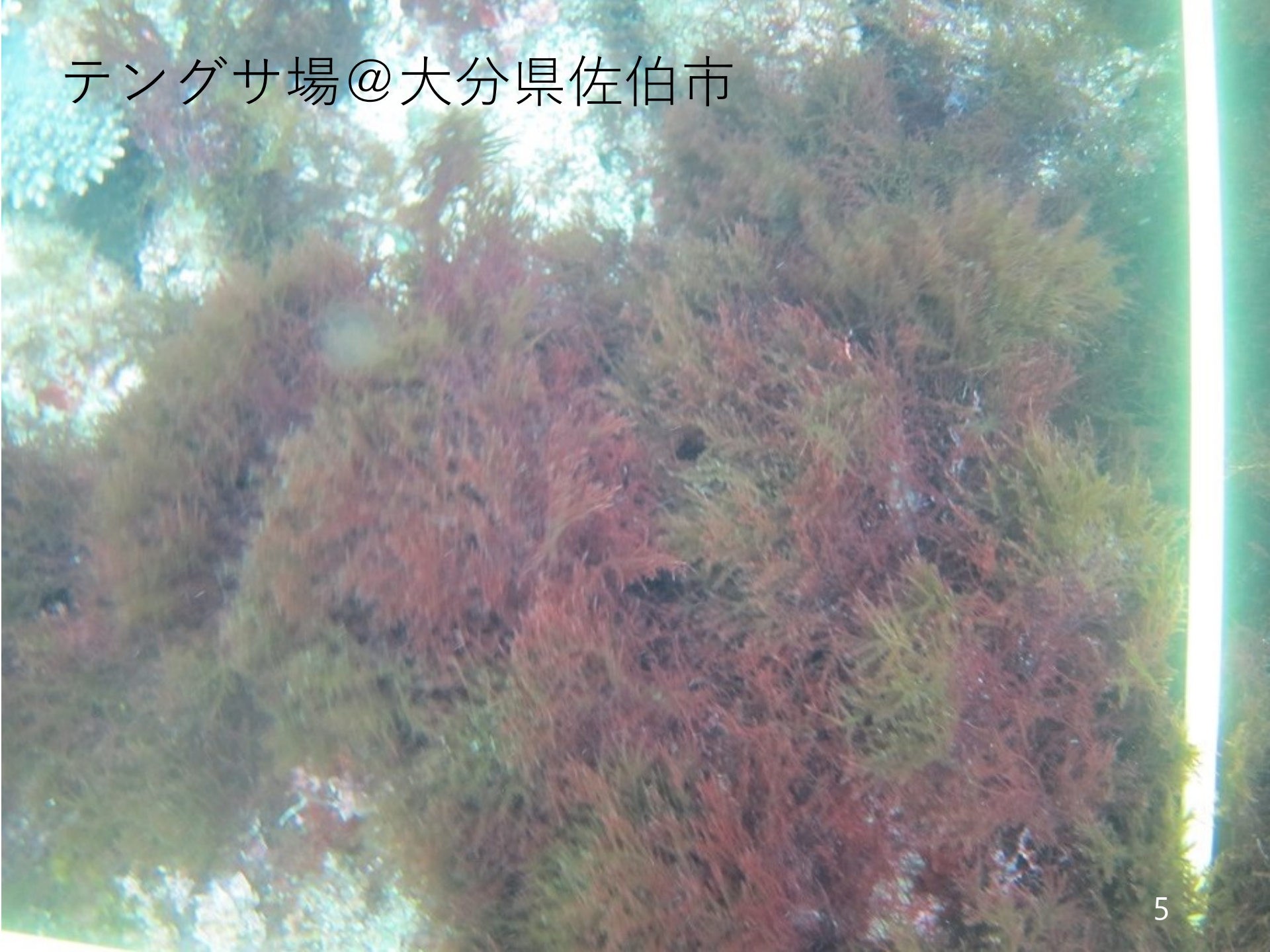


クロメ場@大分県佐伯市



ガラモ場@大分県佐伯市

テングサ場＠大分県佐伯市



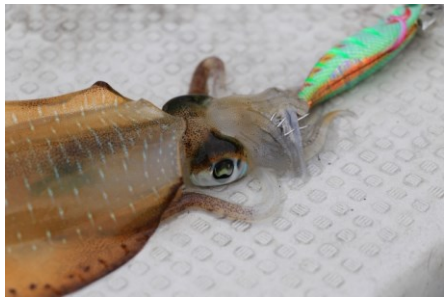
ホソメコンブ場@北海道古平町

ワカメ場＠北海道古平町

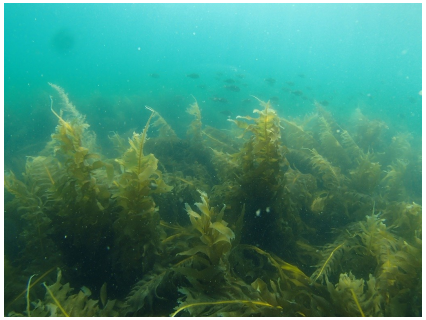
海藻藻場の機能（生態系サービス）

水産生物の生息場

レジャーの場

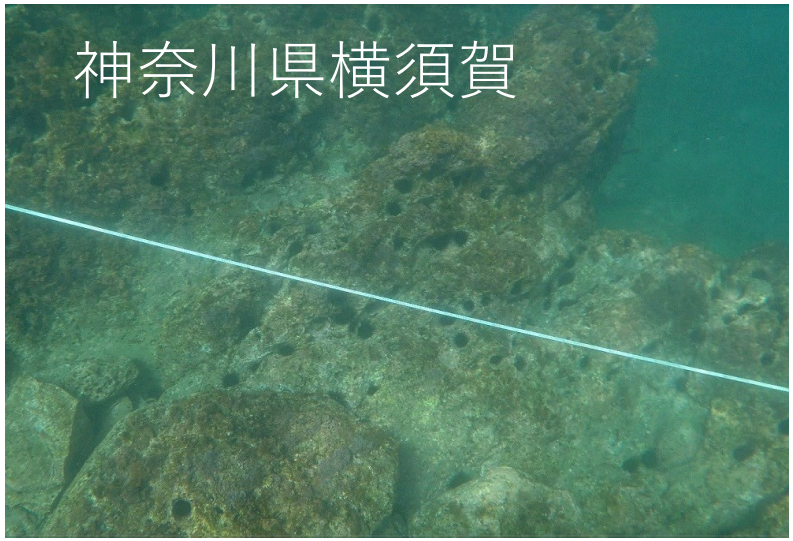


CO_2の吸収・固定



海藻自体が食料原料

藻場の減少や消失（磯焼け）

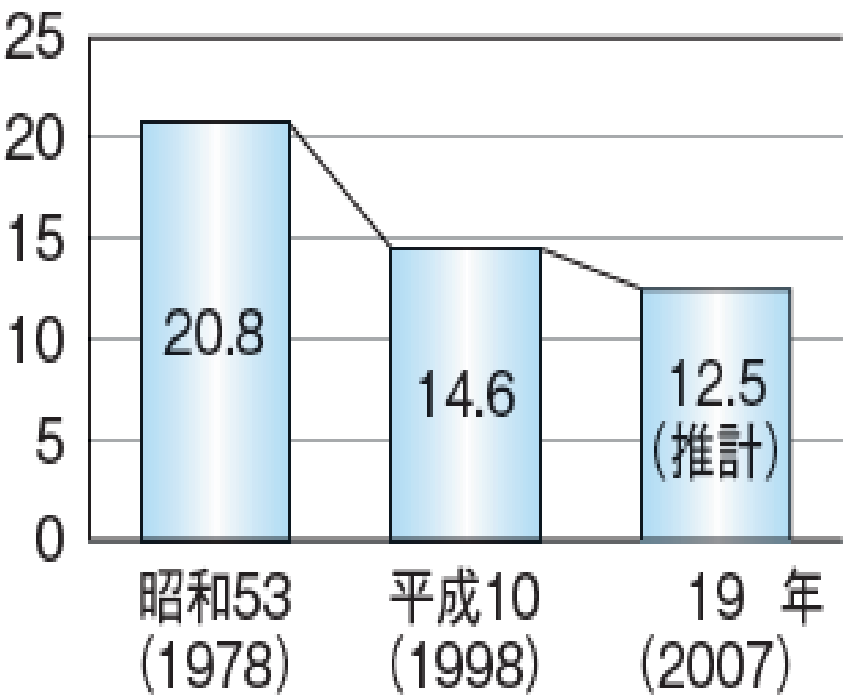


- 高水温や栄養塩の低下
- 台風による攪乱
- 植食動物（ウニや植食魚）による摂餌

→全国的に藻場が減少

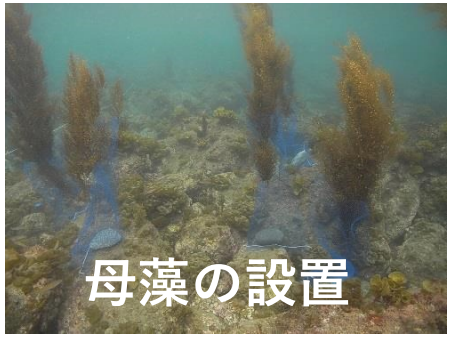
藻場の減少と磯焼け対策

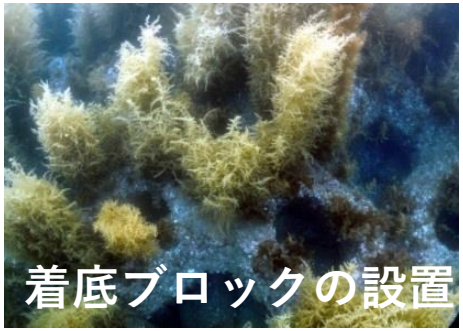
全国の〈藻場の面積〉

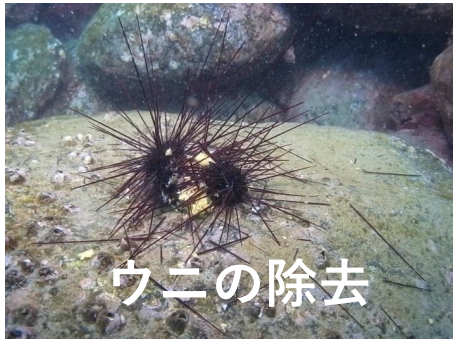


水産庁（2011）より

磯焼け対策







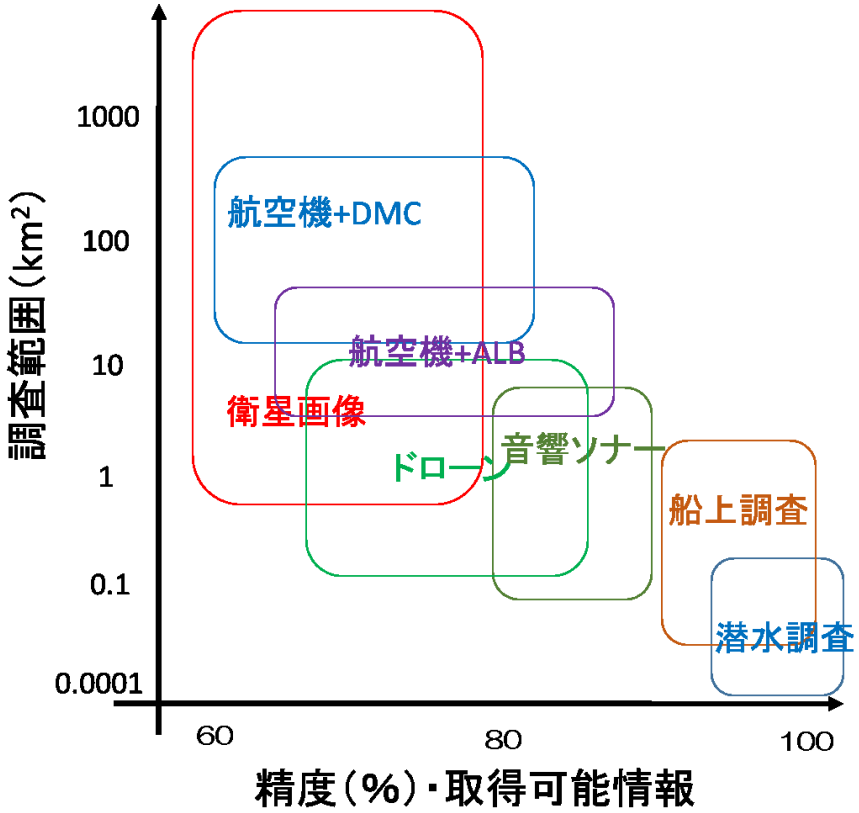
水産庁（2015）「改訂　磯焼け対策ガイドライン」より

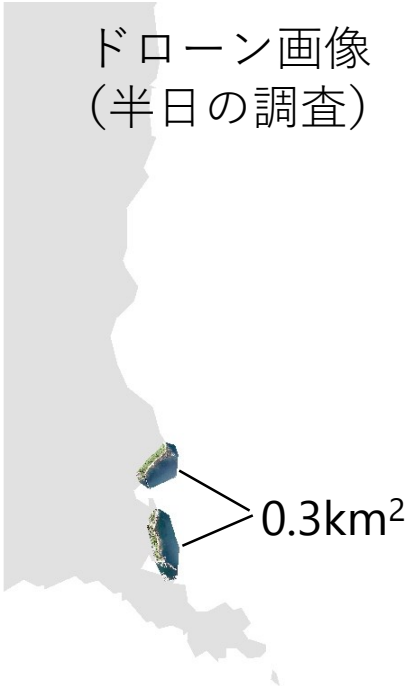
漁業者が中心となり各地先で磯焼け対策を実施

藻場の変化や磯焼け対策のモニタリング

水産物が藻場に依存している都道府県や地先では、藻場分布の変化や磯焼け対策の効果をみるためにモニタリングが重要

人工衛星画像を用いれば、広域の藻場がモニタリングできる





衛星画像を用いた藻場モニタリング

アマモ場の分布

図省略

Sagawa et al. (2010)
Int J Remote Sens

藻場の分布

図省略

梶原ら (2016) 土木学会
論文集B3（海洋開発）

震災前後の藻場の分布

図省略

Fig. 2 of Hamaoka et al.
(2020) Ecol Res

水柱補正の方法や藻場の分類方法などは論文により異なる

沿岸の藻場判別に適した手法の検討→藻場モニタリングの手引きの作成

水産行政や漁協職員が衛星画像によるモニタリングに役立つものに（民間委託する際の仕様書などが書ける情報を）

人工衛星画像による藻場判別の手順

World-View2画像

◆分解能1.85m、8バンド

↓

マスク処理・大気補正

◆解析対象範囲の放射輝度のコントラストを強調

↓

水柱補正

◆Lyzenga：2バンド間の消散係数比から補正(DII指標)
◆Sagawa：バンド毎の消散係数と水深値から補正(BRI指標)

↓

セグメンテーション

◆近隣の類似スペクトル特性を持つピクセルを１つのセグメントにグループ化（省力化）

↓

3バンドコンポジット

◆Lyzenga：2バンドペアによるDII指標を3セット組合わせ
◆Sagawa：3バンドのBRI指標を3セット組合わせ

↓

藻場分類

◆教師なし、教師付き分類、Support Vector Machine (SVM)により藻場分類（被度25%（疎生）以上で区分）

↓

精度評価

◆名護屋湾（2014、2016年）、相模湾小田原～真鶴地先（2012、2017年）、石狩湾積丹半島沿岸（2013、2015年）

↓

藻場判別手法の課題点・改善策

◆把握精度80%の達成と作業の省力化の可能性

利用した人工衛星画像と藻場判別

- WorldView (wv)-2, 3...

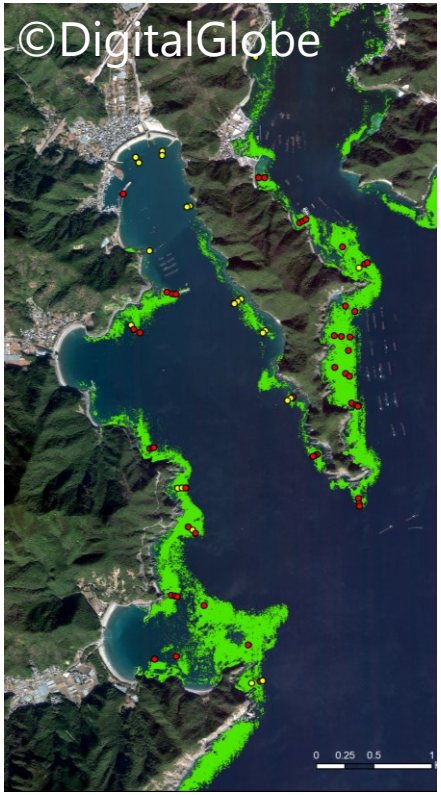
マルチバンド：コースタル、青、緑、黄、赤、レッドエッジ、近赤外1, 2
地上分解能： 1.8m（パンシャープンで0.5m）
→藻場の詳細なマッピングが可能

オリジナルwv画像

水柱補正

BRI指標
(Sagawa et al. 2010)

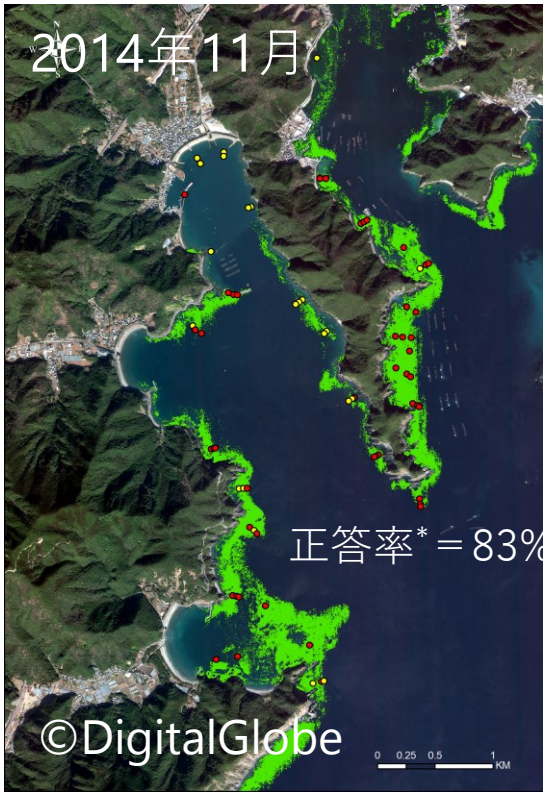
藻場判別

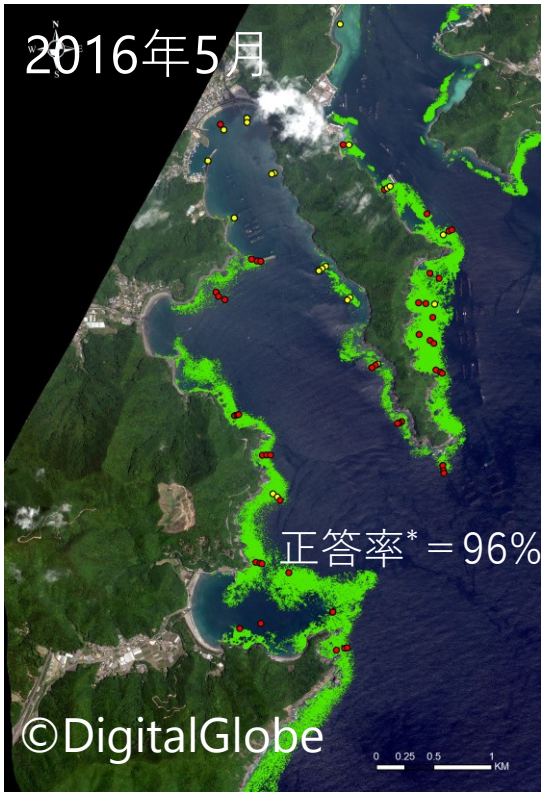


3海域における衛星画像を用いた藻場分布の把握

衛星画像による藻場判読：大分県佐伯市名護屋湾

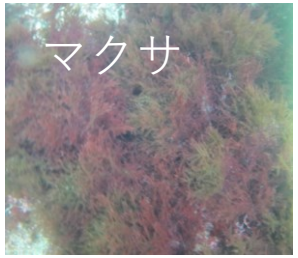
画像解析による藻場推定図





- 水柱補正：Sagawa et al (2010)
- 分類手法：SVM
- バンドカラー：青、緑、赤

主な藻場構成種



推定された藻場面積

（被度25%以上を藻場と定義）

2014年：133.7ha

2016年：134.9ha

■：推定藻場
●：現地藻場有地点(被度≧25%)
●：現地藻場無地点

*現地調査69地点（2015年3月）または69地点（2016年3月）における藻場有無の正答率で評価

衛星画像による藻場判読：大分県佐伯市名護屋湾

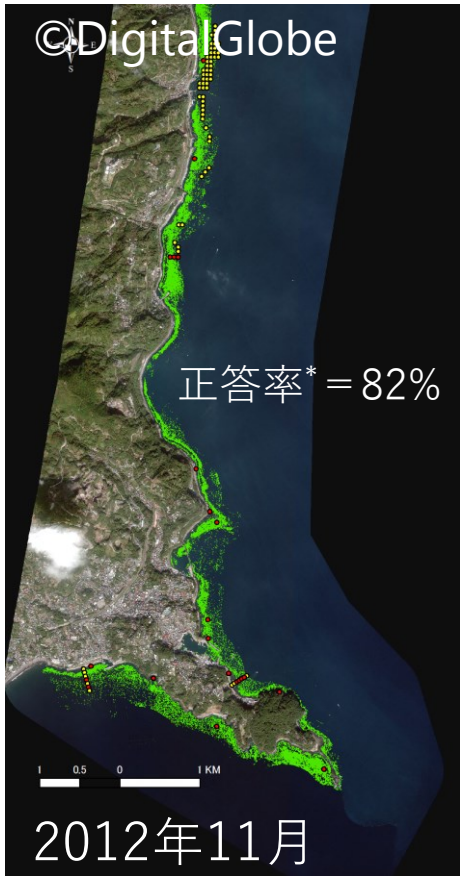
正答率の計算例: 2014年11月

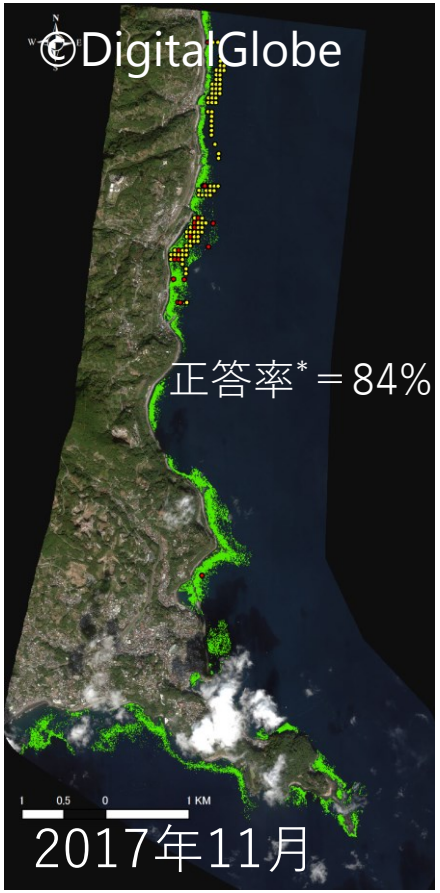
	ドローン空撮		
船上カメラ調査	藻場あり	藻場なし	合計
藻場あり	40	7	47
藻場なし	5	17	22
合計	45	24	69

藻場有無の正答率：(40+17)/69×100 = 82.6 (%)

衛星画像による藻場判読：神奈川県小田原市-真鶴町

画像解析による藻場推定図





- 水柱補正：Sagawa et al (2010)
- 分類手法：SVM
- バンドカラー：青、緑、黄

主な藻場構成種

推定された藻場面積

（被度25%以上を藻場と定義）

2012年：72.5ha

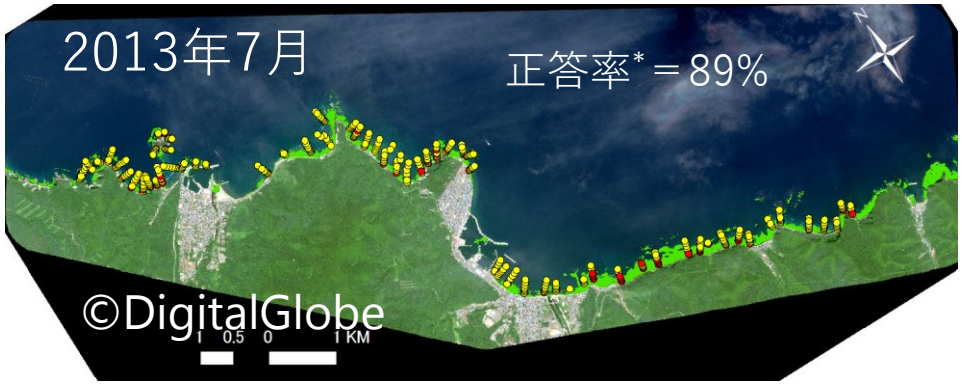
2017年：57.3ha

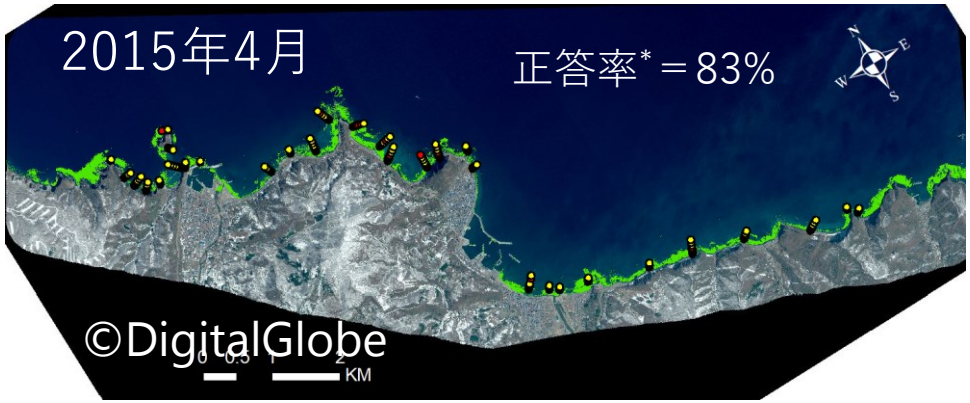
■：推定藻場
●：現地藻場有地点(被度≧25%)
●：現地藻場無地点

＊現地調査79地点（2012年9~12月）または100地点（2017年10~2018年1月）における藻場有無の正答率で評価

衛星画像による藻場判読：北海道積丹半島

画像解析による藻場推定図





- 水柱補正：Sagawa et al (2010)
- 分類手法：SVM
- バンドカラー：青、緑、黄

主な藻場構成種

■：推定藻場
●：現地藻場有地点(被度≧25%)
●：現地藻場無地点

＊395地点（2013年9～10月）または173地点(2015年5月)における藻場の有無で評価

推定された藻場面積
（被度25%以上を藻場と定義）

2013年：84.8ha

2015年：94.9ha

衛星画像による藻場分布の判別手法の検討

項目	評価
人工衛星画像について（Worldview2-3）	３(RGB)～４(RGBY)バンドで藻場有無の判別可能。 良好な気象・海況条件での画像を得るには、高頻度の撮影アーカイブがあるのが望ましい。
前処理（水柱補正）	SagawaとLyzengaの補正方法に精度の面で大きな優劣はなかった。 藻場生息帯（水深）や水深情報の有無等により適用判断。
藻場分類手法（教師あり）	教師ありの方が精度は高いが、その中で、最尤法、機械学習(SVM)に顕著な差はなかった。
藻場判別（被度、種類）	今回は被度25%以上を藻場有の閾値とした結果を示したが、50%や他の値でも適用可能。 海藻の網分類や種判別はなかなか厳しい。
精度評価	ごく沿岸域の海底地形や底質が複雑な海域では判別精度がやや落ちるが、藻場有無の精度は80%程度は担保できる。

衛星画像による藻場分布の変化の把握

調査地	撮影時期	藻場有無の正答率（%）	藻場面積変化（ha）	変化の要因（の候補）
北海道 積丹半島	2013年7月/2015年4月	83, 89	84.8ha→94.9ha	2015年の冬季の低水温が海藻の生育に良く、面積が増えた可能性
神奈川県 小田原市-真鶴町	2012年11月/2017年11月	82, 84	72.5ha→57.3ha	高水温、植食動物の食害、台風の影響などが減少の要因と考えられる
大分県 佐伯市 名護屋湾	2014年11月/2016年5月	82, 84	133.7ha→134.9ha	ウニや植食魚の食害があるが、磯焼け対策により藻場が増えている場所もある

- 各地先の広域の藻場分布の変化を明らかにできた
- 水温、植食動物の分布、台風の被害、磯焼け対策の実施と藻場分布を比較・解析することで、各々の影響を明らかにできる

→磯焼け対策の実施場所や効果的な手法の選定につながる

先進光学衛星（ALOS-3）の仕様と期待

- ALOS-3の仕様

マルチバンド：コースタル、青、緑、赤、レッドエッジ、近赤外

地上分解能：3.2m （パンシャープンで0.8m）

→マルチバンドや分解能は沿岸域のモニタリングに有用

欲を言えば、黄バンドもあると…

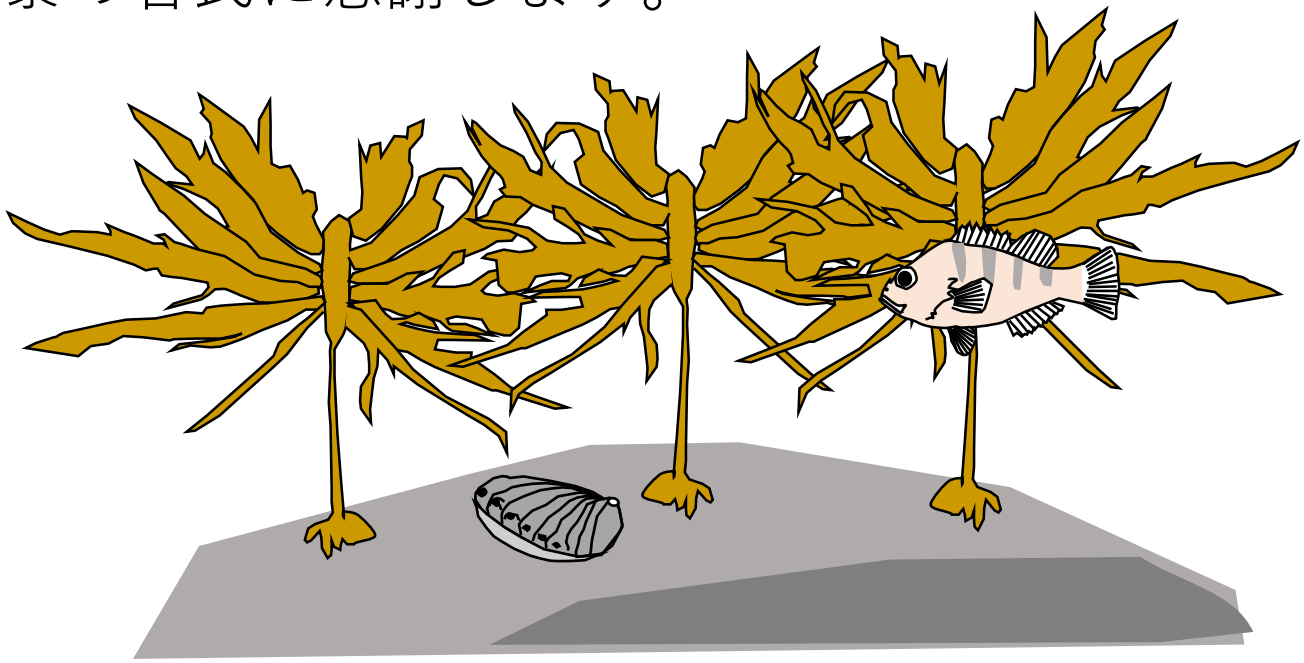
回帰日数：35日

→雲量が多い日や濁りで海面下がみえない撮影画像もあると予想されるが、日本沿岸で年2~3枚良い画像がアーカイブされると期待。

↕

Worldview2,3,4の衛星画像のアーカイブで日本沿岸の使えたものは年1枚あるかどうか。さらに現地調査の日に近いものは中々ない。

謝辞

本研究内容は水産庁・水産基盤整備調査委託事業「藻場回復・保全技術の高度化」により主に行われたものです。

研究のとりまとめにご協力いただいた、水産庁漁港漁場整備部整備課の不動雅之、伊藤敏朗、神奈川県水産技術研究センターの木下淳司、有馬史織、藻場写真の一部を提供頂いた名護屋地区藻場保全活動組織とオフィスMOBAの中嶋泰の各氏に感謝します。