

コンブ漁場調査のための空撮画像解析技術に関する研究

浦池 隆文, 飯島 俊匡, 伊藤 壮生,
宮崎 義弘*, 湯浅 友典**, 相津 佳永**

Research on Aerial Image Analysis for Surveying Kelp Fishing Grounds

Takafumi URAIKE, Toshimasa IJIMA, Souki ITOU
Yoshihiro MIYAZAKI*, Tomonori YUASA**, Yoshihisa AIZU**

抄 録

北海道のコンブは全国生産量の約8割を占めており、道内ではホタテ、サケに次ぐ漁獲金額第3位の基幹漁業となっている。しかし平成元年以降生産量の減少が顕著であり、その要因として未利用のコンブ漁場が増加しているとの調査結果が出ているが、これは漁業者への聞き取り調査によるものであり、客観的な現況把握はなされていない。

そこで本研究では、コンブ生産の維持・増大に向けた効率的な漁場利用や適正な漁場管理を行うため、ドローンによる空撮と画像解析技術を活用して、沿岸域におけるコンブの繁茂状況を客観的、かつ定量的に把握する技術の開発に取り組んだ。コンブの主要産地である道内5地域（釧路、根室、日高、渡島、宗谷）を調査対象地域とし、ドローン空撮による画像の取得を行い、良好な海底画像を得るための撮影条件を整理した。画像の取得と平行して、コンブを含む海藻類の繁茂状況と底質のフィールド調査を行い、ドローン画像からコンブの繁茂状況を推定するための情報収集を行った。空撮画像に対し、RGB値などの色情報を基準とした特徴量の解析を行う画像解析手法を開発し、コンブのほか、ホンダワラ、スガモの分布推定を可能とした。空撮手法及び画像解析手法の改善を進めながら継続してデータ収集（3年間）を実施したところ、コンブ繁茂状況の経年変化を捉えることが可能となるなど、本手法によるコンブ漁場の現況把握の有効性を確認した。

キーワード：コンブ、ドローン、空撮、画像解析

1. はじめに

北海道のコンブは主に釧路、根室、日高、渡島、宗谷の5地域で生産され、全国生産量の約8割を占めている。道内ではホタテ、サケに次ぐ漁獲金額第3位の基幹漁業であり、漁業経営体数の半数がコンブ漁に従事するなど地域漁村経済を支える重要な産業となっている。しかし、コンブ生産量は平成元年以降の減少が顕著で、平成元年に約3万トンあったものが、近年では1万3千～5千トン前後で推移している¹⁾。コンブ漁場は全道で約32百万m²（平成12年のコンブ漁場面積の22%に相当）が使われていないという調査結果が出ているが、これは漁業者への聞き取り調査によるものであり、客観的な現況把握はなされていない。

そこで本研究では、効率的な漁場利用や適正な漁場管理を

実現することによりコンブ生産の維持・増大を図るため、北海道（水産技術普及指導所）及び室蘭工業大学と共同で、ドローン空撮と画像解析技術の活用により定量的にコンブ漁場の現況を把握する新たな調査手法の開発に取り組んだ。本報告では、工業試験場が主に担当したドローン空撮手法を中心に、開発した手法の概要を報告する。

2. ドローン空撮による沿岸画像の取得

コンブの主要産地である道内5地域（釧路、根室、日高、渡島、宗谷）を調査対象地域として、海岸線から沖合約300～500mの範囲において、事前に飛行経路を設定のうえ、ドローンの自動飛行機能により空撮を行った。空撮に用いた機材と空撮条件の概要を図1に示す。機体はカメラ一体型

* 渡島地区水産技術普及指導所 * Oshima Fisheries Technical Guidance Office

** 室蘭工業大学 ** Muroran Institute of Technology

事業名：一般共同研究

課題名：コンブ漁場調査のための空撮画像解析技術に関する研究



図1 使用機材と空撮条件の概要

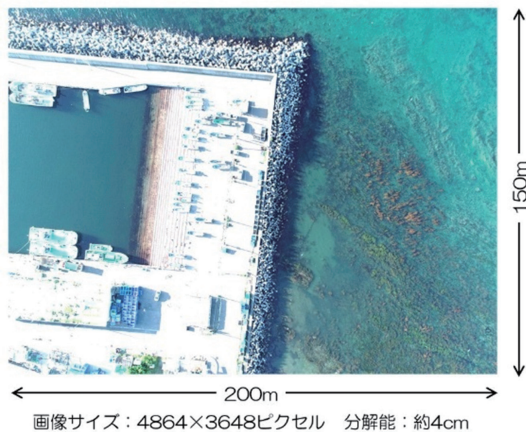


図2 空撮画像の例



図3 飛行経路の設定

ドローンのDJI製Phantom 4 Pro V2.0であり、飛行経路とカメラの設定には、専用アプリであるDJI Pilotを使用した。本機材はあらかじめ設定した飛行経路に従ってGPSによる自動飛行が可能となっている。

飛行高度は航空法で定められる最高飛行高度の150mとし、地上分解能約4cmで画像を取得した。撮影した画像の例を図2に示す。カメラ解像度は4864×3648ピクセルであり、約200m×150mの範囲を撮影可能である。後の画像結合（オルソモザイク画像の生成）における精度確保のため、画像の横方向に約60%、縦方向に約80%重なるようにクシ状の飛行経

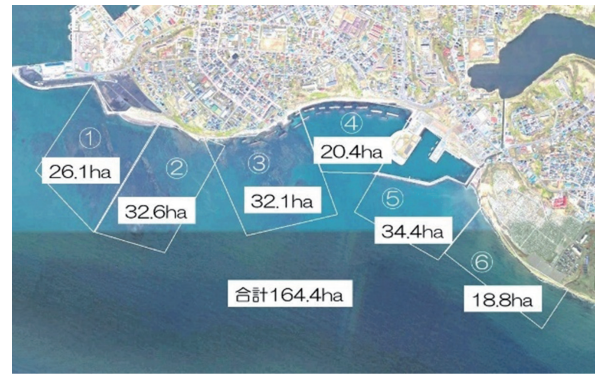


図4 釧路地区飛行区域

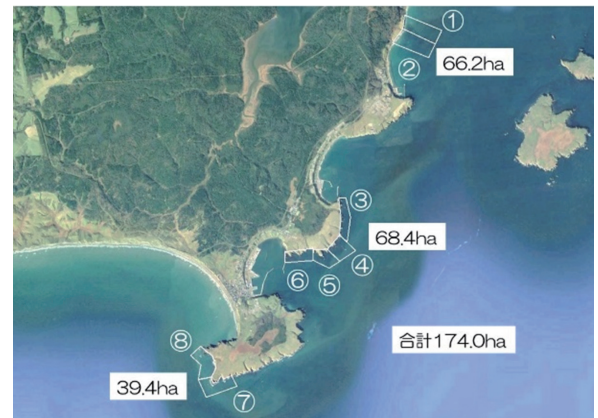


図5 根室地区飛行区域

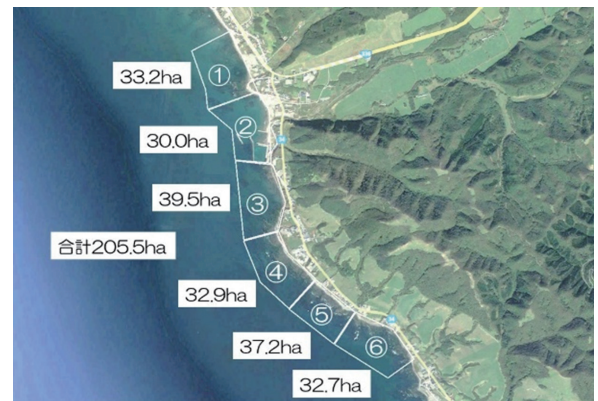


図6 日高地区飛行区域

路と撮影タイミングを設定し、自動飛行により空撮を行った(図3)。飛行速度約10m/s、バッテリー持続時間の制約から飛行時間が約15分となるよう飛行区域を設定し、一か所の飛行区域内で150~200枚程度の画像を取得した。本課題で調査対象とした道内5地域を図4~8に示す。それぞれの地区において、5~12か所の飛行区域を設定し、飛行区域近辺に設定した離着陸場所を移動しながら空撮を行った。

海上でのドローン空撮は環境条件の影響を受けやすく、太陽高度と天候・海況の変化は、画像の品質に大きく影響することがわかっている²⁾。取得した個別の画像の例を図9~12

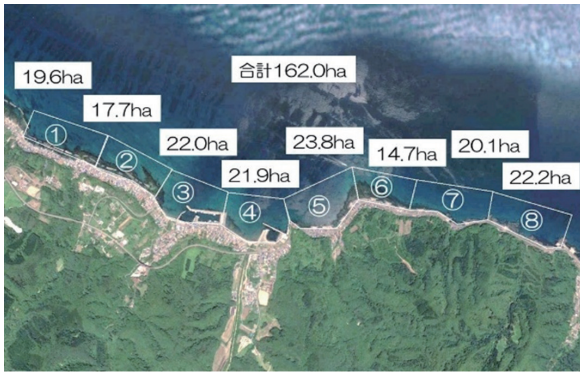


図7 渡島地区飛行区域

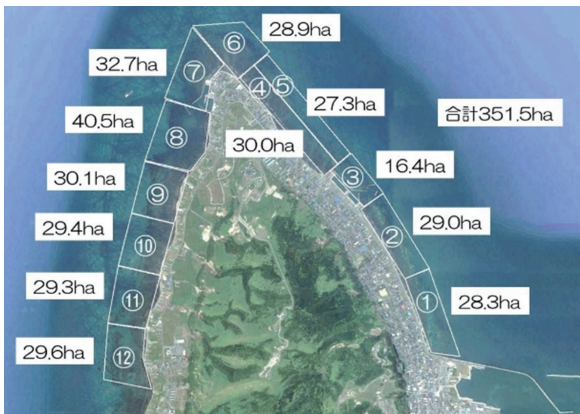


図8 宗谷地区飛行区域

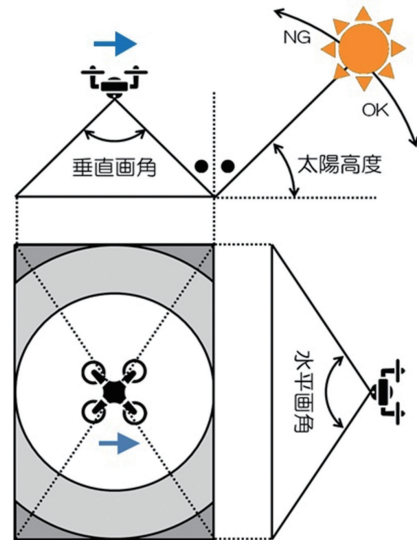


図13 カメラの画角と太陽高度の関係

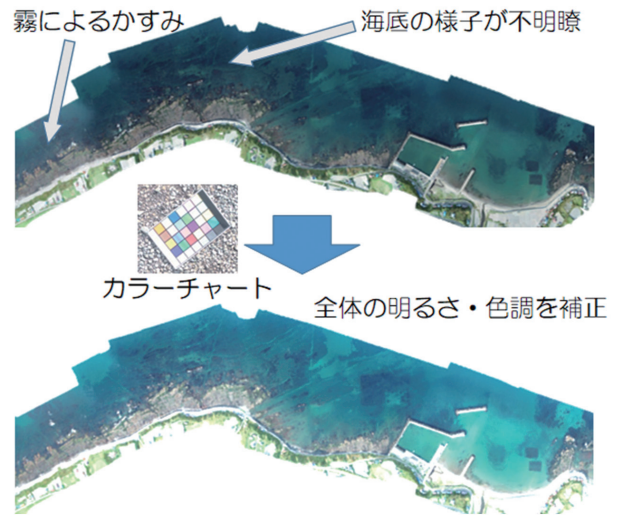


図14 カラーチャートによる画像の補正



図9 良好な画像



図10 太陽光の反射

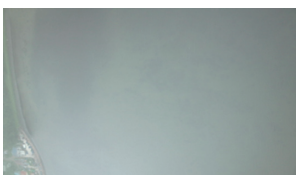


図11 霧によるかすみ



図12 スジ状の波

に示す。図9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。このような画像であれば、画像の結合が可能である。図10～12は画像の結合には不適となる画像の例である。太陽光の反射(図10)、霧による画像のかすみ(図11)、風の影響によるスジ状の波(図12)など、目視でも海底の様子を確認することが難しい画像では、画像の結合を適正に行うことが困難となる。この場合、撮影時の気象条件の確認と、太陽との位置関係を考慮することにより、空撮画像の品質をある程度確保することが可能である。

図13に、カメラの画角と太陽高度の関係を示す。撮影時の機体進行方向の正面に太陽がある場合、理論的には太陽高度が垂直画角に対応する角度より低ければ、太陽の写り込みを抑えることができる。しかし実際の飛行において機体の進行方向と太陽の方向が一致しない場合には、より低い太陽高度でも図13下図に示す中心円の外側(グレーの領域)に太陽の写り込みが発生する可能性がある。このため、空撮を実施する時間帯としては、早朝もしくは夕方が見望ましい。また、ある程度の明るさを確保する必要もあることから、日の出後1～3時間程度と、日の入り前3～1時間程度が空撮に適した時間帯となる。これに加え、色補正用のカラーチャートを離着陸時に撮影し、現像ソフト(本研究では市川ソフトラボラトリー社製SILKYPIX DEVELOPER STUDIOを使用)による後処理で明るさと色調の補正を行った後、画像の状態に応じてかすみ除去機能を活用することで良好な画像を得ることが可能となる(図14)。



図 15 生成した結合画像の例（渡島地区）

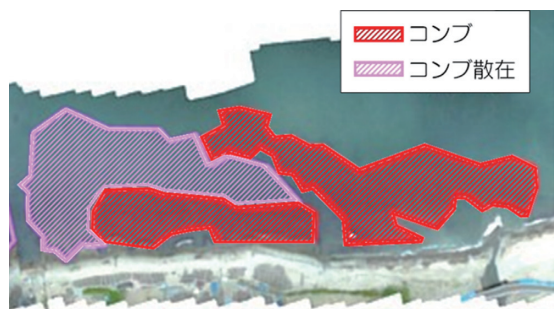


図 16 フィールド調査結果マッピングの例

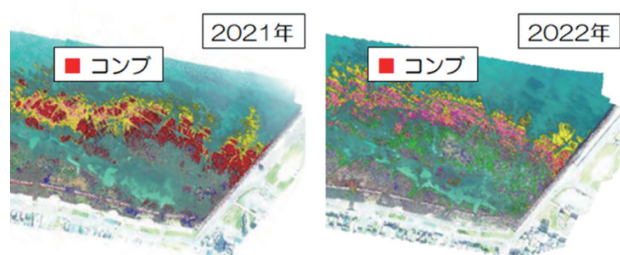


図 17 海藻類分布推定の例

以上をふまえ、道内5地域においてドローンによる空撮を実施し、コンブ繁茂状況を推定するための画像の取得を行った。取得した画像を用い、Agisoft社製Metashapeを使用して海域ごとに結合画像を生成した。図15に生成した画像の例を示す。

3. 漁場のフィールド調査

空撮画像の取得を行った各調査地域において、コンブのほか海藻類の繁茂状況と底質の状況を把握するため、水産技術普及指導所が中心となってフィールド調査を行った。調査は、漁船に搭載したGPSロガーによる航跡の記録、漁業者への聞き取り、備船による船上からの目視観察などにより行い、調査結果を空撮で取得した画像にマッピング（図16）することにより、画像解析のもととなるデータを作成した。

4. 画像解析手法の開発

画像解析手法の開発は、室蘭工業大学が中心となって行った。フィールド調査により海底の状況が特定された箇所において、ドローン空撮画像のRGB値など色情報を基準とした特徴量解析を行うことで、画素毎にコンブの他、ホンダワラ、スガモの検出を可能とする画像解析アルゴリズムを開発した。開発したアルゴリズムを画像全体に適用することで、各海藻類の分布を推定することが可能となった³⁻⁶⁾。図17にコンブ分布推定の例を示す。図は、同一地点での2021年と2022年の比較を表している。2021年は図示した部分にコンブが分



図 18 調査の手引き

布すると推定されたが、2022年にはほとんど推定結果が得られなかった。これは、フィールド調査や実際の漁獲状況と一致していた。このように、継続したデータ収集と解析により、コンブ繁茂状況の経年変化を捉えることが可能となった。

5. おわりに

ドローン空撮、フィールド調査、画像解析技術の開発により、コンブ漁場の客観的な現況把握を可能とする調査手法を確立した。今後は、本研究の成果を漁業者自らが活用・実施できるよう「手引き」（図18）として取りまとめるとともに、道内コンブ漁業の持続的な発展のため、漁場の維持管理体制の確立に向けた取り組みを進める予定である。

参考文献

1) 佐々木正義:北海道のコンブ漁業の現状, 北水試だより,

第94号, pp.5-10,(2017)

- 2) 浦池隆文, 飯島俊匡 他: UAVを活用した海草繁茂状況調査の効率化, 北海道立総合研究機構工業試験場報告, No.317, pp.1-8, (2018)
- 3) 持館 稜, 湯浅友典 他: UAV空撮画像を用いた海藻植生の解析方法の検討, 第55回応用物理学会北海道支部/第16回日本光学会北海道支部合同学術講演会, (2020)
- 4) 持館 稜, 湯浅友典 他: UAV空撮画像から海藻植生を探索する画像解析アルゴリズムの改良, 日本光学会年次学術講演会, (2020)
- 5) 高橋春香, 高橋育登 他: UAV空撮画像を用いた海藻植生の解析手法の構築～統一判定基準の設定方法の検討, 日本光学会年次学術講演会, (2022)
- 6) 高橋育登, 高橋春香 他: UAV空撮画像を用いた海藻植生の解析手法の改良～主成分分析を導入した判定基準の評価, 第70回応用物理学会春季学術講演会, (2023)