

⑤ ドローンを用いたオホーツク海沿岸の濁度、クロロフィルa濃度の推定

Study for estimation method of turbidity, chlorophyll a concentration over the coastal area of the Sea of Okhotsk, Hokkaido using aerial drone

朝隈 康司, 飯野 修司, 長瀬 秀雄
東京農業大学 生物産業学部

研究の背景

オホーツク海のコタテガイについて

- 北海道オホーツク海沿岸ではコタテガイ漁が盛んである
- とくに北見市常呂町は日本でも有数のコタテガイの水揚げ高を誇り、平成28年では水揚げ高で28千トン、金額にして79億円の主要産業である
- この常呂町には常呂川(流域面積 1,920 km²)が流れており、コタテガイの餌となる植物プランクトンの生育に重要な栄養塩を供給すると共に、春の融雪期や夏秋の台風時期などは大量の懸濁物が流出し、コタテガイの埋没や斃死を引き起こす
- このため広域で簡便な濁度やクロロフィルa濃度のモニタリング手法が望まれている
- これまで、人工衛星を用いる方法が試みているが、雲などの影響が大きく、必要時にデータが取得できない場合が多く問題となっている

研究の目的

- オホーツク海沿岸広域の濁度、クロロフィルa濃度を簡便に計測するため、航空ドローンを用いて、特別な計測装置を搭載せずに、濁度、クロロフィルa濃度を推定する方法を検討する



図1. 常呂町周辺図



図2. 台風直後の常呂川河口の様子 (2017年10月24日)

研究方法

観測場所: 常呂川河口(図1, 図5参照)

利用器材:

- DJI: Phantom 4
- Labsphere: 標準反射板
- 採水バケツ
- Whatman: GF/F フィルタ
- TurnerDesign: Torilogy 蛍光光度計
- Mettler: XP105 フィルタ測定用天秤
- Adobe: Photoshop CC

観測日: 2018年4月13日, 4月20日, 5月7日, 5月21日, 6月11日, 7月16日, 10月4日, 10月11日の計8回

観測手順:

- 塩酸処理されたバケツで表面を採水
- Phantom 4 を1.8 m にホバリングさせ、ISO 100, シャッター速度 1/2000 に固定し、標準反射板を直下方向で撮影
- 同様に河口表面採水箇所を撮影
- サンプル水をGF/F フィルタで2本濾過
- 一方のフィルタをDMF(ジメチルホルムアミド)に一晩浸す
- 蛍光光度計でクロロフィルa濃度を計測
- 他方のフィルタをデシケータで1週間乾燥
- 乾燥後、重量を天秤で測定し、濁度に換算

画像処理:

- Photoshop CC で Phantom 4 で撮影された画像を読み込み、河口表面の影や落ち葉などの無い場所 100 × 100 程度の画素を選択
- R, G, B のチャンネル別に輝度(digital値)の平均値を読み取る
- 同様に撮影された標準反射板の輝度を読み取る
- R, G, B ごとに河口表面の輝度を白板の輝度で除し、反射率に換算
- 得られた反射率とクロロフィルa濃度、濁度の関係から推定値を算出



図8. フィルタ重量測定用天秤



図9. 蛍光光度計



図10. 反射率算出作業の例



図3. Phantom 4



図4. バケツと標準反射板



図5. 観測時の様子 (2018年4月13日)



図6. 観測時の河口 (2018年4月13日)



図7. 濾過後フィルタに残った懸濁物

結果と考察

濁度の推定結果

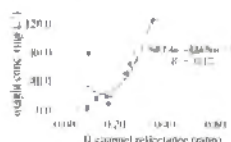
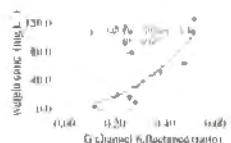
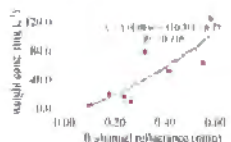


図11. Phantom 4 で観測した各チャンネルの反射率と濁度の関係

図11から、反射率と濁度は曲線関係にありそうなので、2次の推定式:

$$y = a_R x_R^2 + a_G x_G^2 + a_B x_B^2 + b_R x_R + b_G x_G + b_B x_B + c$$

をソルバーで解決すると、

$$a_R = 792.95, b_R = 248.12,$$

$$a_G = -2159.99, b_G = 361.58,$$

$$a_B = 3222.46, b_B = -905.35,$$

$$c = 22.94 \text{ のとき,}$$

$$R^2 = 0.980, P < 0.01.$$

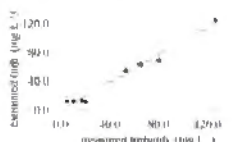


図12. 濁度とPhantom 4画像から推定された濁度

クロロフィルa濃度の推定結果

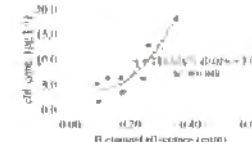
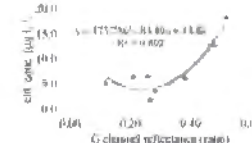
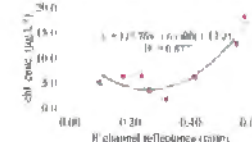


図13. 各チャンネルの反射率とクロロフィルa濃度の関係

濁度同様にソルバーで解決すると、

$$a_R = 50.12, b_R = 10.40,$$

$$a_G = -67.11, b_G = -20.04,$$

$$a_B = 226.72, b_B = -37.10,$$

$$c = 8.51 \text{ のとき,}$$

$$R^2 = 0.814, P = 0.02 < 0.05.$$

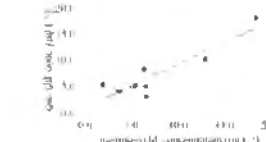


図14. クロロフィルa濃度と推定されたクロロフィルa濃度の関係