

空中写真を利用した海洋工事の濁り平面分布評価方法の一検討

大成建設（株） 技術センター 正会員 ○高山百合子
大成建設（株） 技術センター 正会員 大野剛

1. はじめに

埋立てや浚渫等により濁りが発生する海洋工事においては、その濁りを監視し、生態系や海洋環境に与える影響を把握する必要がある。一般的に、濁りの監視は監視点において濁度やSSを計測するが、実際の濁りは複数の点源からの重なりや過去の残留分によって面的に広がっているため、点計測では工事により発生する濁りを十分に把握できない問題がある。本研究では、海洋工事における濁り監視やその拡散予測に活用することを目的に、濁りの平面分布をモニタリングする手法の開発に取り組んでいる¹⁾。ここでは、海洋工事により発生する濁りを対象に撮影した空中写真を用いて、画像のRGB値から輝度および色差に変換して図化し、これらを画像と比較することにより、濁り平面分布モニタリングにおける数値化手法の有用性について検討した。

2. 実施内容

(1) 空中写真撮影

撮影対象は、大阪湾奥に位置する栈橋杭の撤去工事エリアとした。工事ではウォータージェットハンマーの打ち込みと引き抜きのタイミングで濁水が外挿管から工事エリアに流出し拡散する。この濁水流出に合わせてドローンにより海面を撮影した。図1に直上から撮影した画像を示す。図1には、濁水が流出する地点（外挿管の位置）を示している。図1より、濁水は流出点から複雑な形状で汚濁防止膜内に広がっていることが確認できる。ドローン撮影では2000万画素のデジタルカメラを用い高度149mから撮影しており画素サイズは実際の寸法の数cmにあたる。

(2) 画像の数値化

撮影した画像は、RGBから、輝度 $(0.3 \times R + 0.6 \times G + 0.1 \times B)$ と、色差 $((R_1 - R_0)^2 + (G_1 - G_0)^2 + (B_1 - B_0)^2)^{1/2}$ に変換し、いずれも撮影範囲内の最大値で除して正規化した。輝度は人が認識している明るさを数値化しており画像の見た目に近い。色差は2色間の差を色空間における距離で表す指標である。ここでの色差は、画像ごとに濁りの影響を受けていない基準地点を選定し（図1の白枠）、基準地点の色 (R_0, G_0, B_0) 、平均値と各画素の色 (R_1, G_1, B_1) の差を算出した。すなわち、濁水の色を非濁水の色（基準地点の色）に対する相対的な値として画像ごとに評価した。図2は、図1のRGB値、輝度、色差を示しており、いずれにおいても流出点付近の濁り分布を把握できるが、R、B、輝度では濁り流出点から離れた位置において値の不均一なエリアがある。

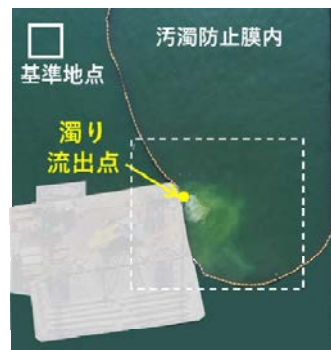


図1 撮影画像

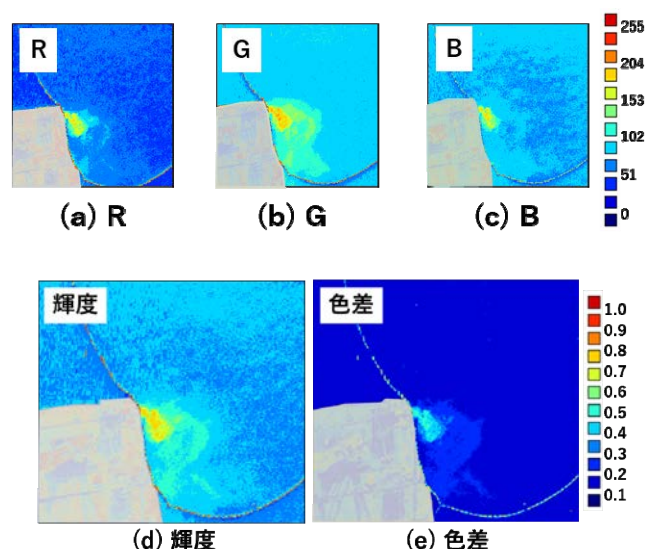


図2 画像のRGB、輝度、色差の表示例
(図1の白点線枠の表示)

キーワード 濁り拡散, ドローン, 水質モニタリング, 輝度, 色差

連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 TEL080-9579-4349

3. 輝度と色差による濁り平面分布の評価

濁り分布状況が異なる撮影画像を用いてそれぞれ輝度、色差に変換した。図3は、工事中の撮影画像である(2022/11/9の13:30と14:50)。この間には濁水の流出が数回あったが、濁り分布は13:30に対して14:50には薄く広がっている様子が分かる。これを輝度と色差に変換した結果を図4に示す。図4より、両時刻の輝度、色差において、流出点周辺の濁り分布を表示することができた。しかし輝度では、流出点から離れたエリアに0.3~0.4程度の値が不均一に広く示された。このことによって、輝度では両時刻において低濃度の濁りが広く分布しているようにも見える。一方で、色差では流出点から離れたエリアは均一に0.2程度であるので、このエリアには濁りが到達していないと判断することができ、濁り分布との境界を把握することができる。

図5は工事前後の撮影画像であり、図5(a)は濁水の流出前、図5(b)は濁水流出が終了してから1時間程度経過した状況で、汚濁防止膜内に残った濁りが低濃度で広がっている状況である。なお、濁りの無い状況と低濃度を対象としているため、図5ではカラーコンタースケールを小さくして示した。図5を見ると、濁りの無い場合と低濃度の濁りの差異を表示することができているが、輝度では、濁りの無いエリアでも0.35程度の値が示された。輝度は、撮影画像ごとのRGBを用いて数値化しているため、例えば撮影時刻や天候による画像の色味の違いに影響を受けて濁りが無いエリアの値が変動する。一方で色差は、撮影画像ごとに濁りを非濁水との相対値として数値化しているために撮影条件による影響を受けにくく、低濃度エリアを常に低い値で評価できることが分かった。

4. おわりに

海洋工事における濁り平面分布モニタリングにおいては、監視点における基準濁度の到達を把握することが必要である。このことから、濁りの影響を受けていない地点のRGBを基準とした相対的な色合い(色差)により評価することで、非濁水(濁りの影響を受けていない地点)と低濁度エリアとの境界を表示できる手法は有用と考えられる。この手法をもとに濁度実測値とのキャリブレーションを行うことで、濁り平面分布をモニタリングできる可能性が確認できた。

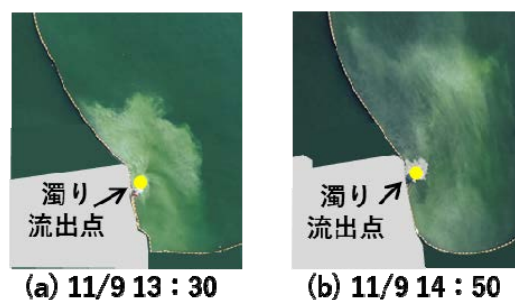


図3 撮影画像

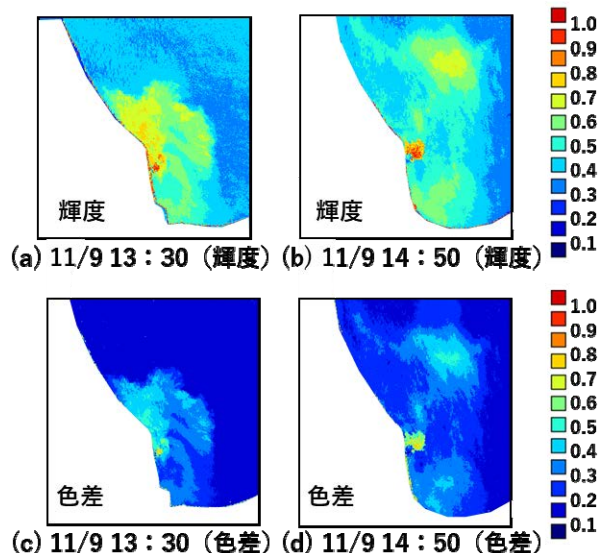
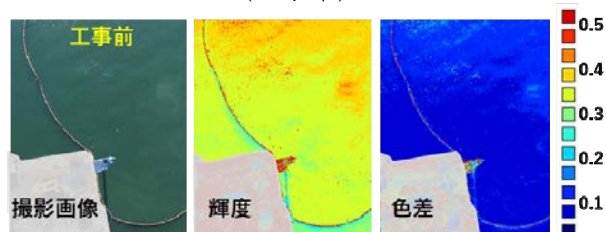
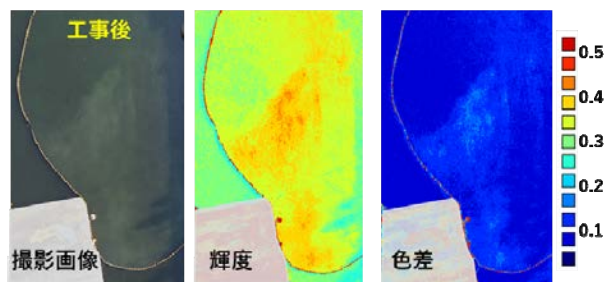


図4 輝度・色差による濁り分布の表示
(工事中)



(a)工事前(濁りなし)



(b)工事後(濁りは低濃度)

図5 輝度・色差による濁り分布の表示
(工事前後)

- 1) 高山百合子・大野剛・織田幸伸:衛星データを活用した濁り平面分布を初期値とした濁り拡散解析の検討, 土木学会論文集 B3(海洋開発) Vol.78, No.2, I_859-I_864, 2022.