

デジタルカメラを用いた干潟モニタリング手法の開発

Development of Tidal flat Monitoring Technique using Digital Camera

学籍番号 076834

氏 名 垣内勇人 (Kakiuchi, Hayato)

指導教員 磯部 雅彦 教授

1. 研究背景

東京湾の干潟はその9割が失われた。しかし、野鳥のハビタットとしての重要性や水質浄化能力など、その価値について見直されてきている。

干潟生態系を支える底生生物（ベントス）の生息環境に大きな影響を与えるファクターの1つが底質である。干潟は潮汐によって干出と水没を繰り返すが、その水深別に分布する生物が異なる。そのため、干潟の地形、すなわち標高を把握することは、干潟の生物分布域を調べるためにも非常に重要である。

また、干潟の水質浄化能力を見積もる場合、潮汐で出入りする水の量を目視に頼らず見積もるためには、冠水部を把握する技術が必要である。

本研究では、干潟の地形・含水率など干潟の基礎的情報をデジタルカメラでの撮影によって得ることを目的としている。

また、デジタルカメラという一般的な機器を用いて観測が行えることにより、市民参加によるモニタリングにおいて、重要な基礎情報が継続的にモニタリングされるようになることを期待している。

2. 背景理論（水面抽出）

フレネルの式に基づく水面の偏光反射率は、入射角 40° から 80° にかけて、P波に比べてS波の反射率が高くなる。水面が光って見えるのは、水面と平行な振幅成分であるS波が多く反射されるためである。また、水面反射光は、レイリー散乱によって青くなった空からの入射光が水面で反射するので、青い光になると予想した。

3. 背景理論

砂が水に濡れると暗くなることを利用して含水率の推定ができないかと考えた。

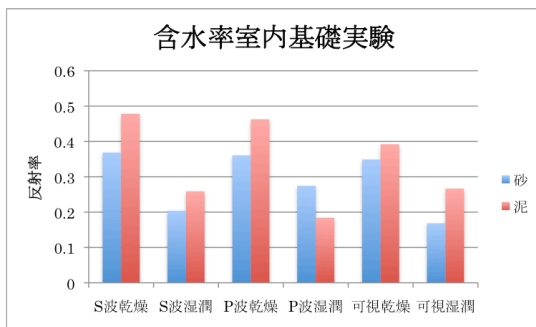
また、濡れた砂粒の反射光は無偏光化され、反射光そのものも弱くなる。多重散乱において、濡れた砂の粒の割合が増加することで、偏光反射光が徐々に弱くなり、砂の色が暗くなってくることが期待される。対して水面はフレネル反射によりS波を多く反射する。このことを利用して、S波とP波の差に注目して水面を抽出することを試みた。

4. 室内基礎実験

干潟で採取した砂と泥を凍結乾燥させ、バットに敷き詰め、一部を冠水させて、検出が可能か、室内実験を行った。

結果

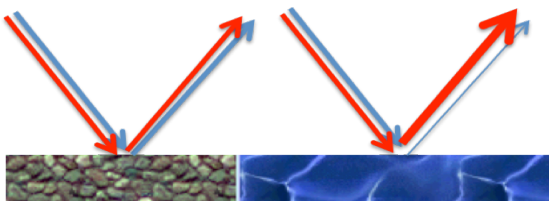
含水率はS波の場合は粒径に依存せず変化するのに対し、P波や可視光は粒径によって影響を受けることが示唆される。



5. 屋外基礎実験

潮騒の渚において、護岸上からの撮影と、干潟上からの撮影を行い、水面抽出実験を行った。水面抽出には、水面が偏光の種類のうちP波に比べてS波を反射しやすく、砂面がP波とS波の反射率の差が小さいことを利用し、水面抽出方法を試みた。

S波とP波の画像を画像処理ソフト上で減算処理することで、S波の強い差分部分を抽出する。具体的には $2S \cdot P$ を求め、判別分析法で閾値を設定し二値化した

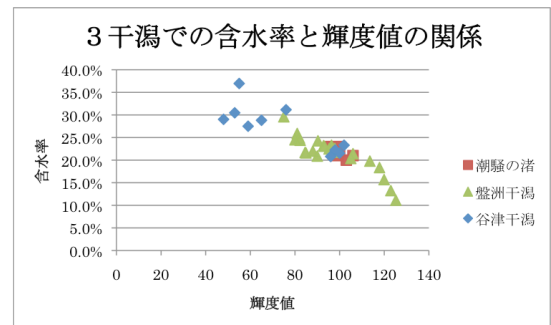


結果



図：水面抽出の様子

盤州干潟において、含水率の推定のため、写真の撮影と底質サンプルの採取を行った。



S波の輝度値と含水率の間に負の相関があることが分かった。

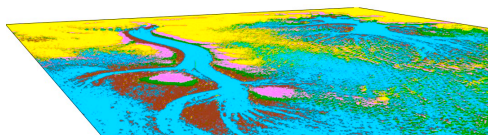
6. 屋外検証実験

潮騒の渚の事務所の屋上と、谷津干潟のマンションの14階より、水面抽出と含水率推定の実証実験を行った。

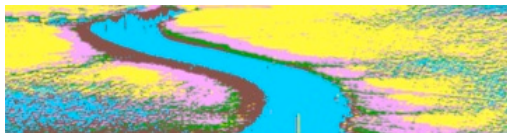


水面抽出は、高所からの撮影であつても成功した。水面抽出結果から、谷津川側から徐々に水位が上昇するのではなく、水位上昇は滯筋を通じて回り込んで上昇することが確認できた

次に、地形に着目するため、それぞれの二値化画像の黒部分に着色、白部分を透過色とし、4枚の写真を合成し、空や護岸などの部分をトリミングして深淺図を作成した。



一部を拡大してみると、滯筋の左側の岸の傾斜がゆるいのに比べて右側の岸の傾斜がきついことがわかる。これは実際に干潟上でも実感できた。



また、水面面積の変動に加えて、同時期に水位計と水路における栄養塩濃度を観測すれば、干潟の浄化能力について見積もることも可能である。今後は栄養塩収支の計測にも用いて行きたい。

7. 考察とまとめ

本研究では、一般に広く用いられているデジタルカメラと偏光フィルタを用いて、室内・屋外の基礎実験から水面抽出方法と含水率推定式を提案し、妥当性を、屋上やマンションから撮影した写真を用いて検証した。水面の抽出は可能であった。

また、含水率の推定に関しても実用可能な精度で推定することができた。

今後の課題として、対象とする干潟は砂であり、粒径に大きな差はないと仮定したが、実際には谷津干潟でも東側では泥質部の砂質化が進むなど、底質粒径に差がある条件下でも使用できるようにする必要がある。

また、今後ハイパースペクトルカメラを用いれば、分光の情報が増えるので、含水率の増加による輝度値の低下と、粒径が細くなることによる輝度値の上昇を区別できる可能性があるのではないかと示唆される。

また、斜めから撮った写真であるため、得られた水面二値写真を、真上から投影した画像に変換し、地図座標上に投影するには課題が残る。

8. 参考文献

1. Rainey. (2003). Mapping intertidal estuarine sediment grain size distributions through airborne remote sensing,.
2. 環境庁自然保護局. (1994). 第4回自然環境保全基礎調査 海域生物環境調査報告書(干潟、藻場、サンゴ礁調査). 財団法人海中公園センター.
3. 細川恭史、今村均. (1999). 環境圏の新しい海岸工学: 第四節生物環境創造 (1) 干潟・磯造成 .
4. 竹内均. (2003). 地球環境調査計測辞典 (Vol. 第3巻沿岸域編). フジ・テクノシステム.
5. 渡邊信. (2002). 干潟等湿地生態系の管理に関する国際共同研究. 国立環境研究所.
6. 日本湿地ネットワーク. (2003). ラムサール条約 賢明な利用ハンドブック 第二版 第八巻 湿地の管理-ラムサール条約に基づく湿地の賢明な利用-
7. 海の自然再生ワーキンググループ. (2003). 海の自然再生ハンドブック 2巻干潟編. ぎょうせい.
8. 小倉紀雄. 東京湾—100年の環境変遷. 恒星社厚生閣.
9. 神崎 洋治, 西. 美. (2009). 体系的に学ぶデジタルカメラのしくみ. 日経BPソフトプレス.
10. 堀越増興・菊池泰二. (1992). ベントス、海洋科学基礎講座 5. 東海大出版会.
11. CL BraunSmirnovSN. (1993). Why is water blue? Journal of Chemical Education.
12. 宇宙航空研究開発機構. (2009年7月2日). リモートセンシング基礎講座. 参照日: 2009年12月10日, 参照先: Japan Aerospace Exploration Agency: http://www.eorc.jaxa.jp/hatoyama/experience/rm_kiso/mecha_howto.html
13. 東芝セミコンダクター社. (2000). CCD リニアイメージセンサ TCD シリーズ カタログ.
14. 日本海洋学会. (1986). 沿岸環境調査マニュアル(底質・生物編).
15. 国土交通省港湾局, 環境省自然環境局編集. (2004). 干潟ネットワークの再生に向けて—東京湾の干潟等の生態系再生研究会報告書.
16. 長谷川均. (2001). リモートセンシングデータ解析の基礎 THE ABCs OF RS.