

大阪市立大学工学部 学生員 ○大岡 宏行
 大阪市立大学院工学研究科 正会員 遠藤 徹
 東洋建設株式会社鳴尾研究所 正会員 酒井 大樹
 東洋建設株式会社鳴尾研究所 正会員 山野 貴司

1. 研究の背景と目的

大阪湾のように人間活動の影響を強く受ける都市沿岸域は、慢性的な富栄養状態にあり、高水温期には植物プランクトンの増殖による赤潮が頻発している。沿岸域の環境管理のためモニタリングが実施されており、各自治体で目視観測による赤潮の年間発生件数が報告されている。また、近年では人工衛星を用いたリモートセンシングも実施されている。しかし、いずれも常時観測や海中の観測が不可能である。本研究では、これらの課題を解決するため、海水の色情報（RGB 値）から海象を判別する新たなモニタリング手法を着想し、その有効性について検討することを目的とする。具体的には、海色センサーによる海色情報の応答性を確認した後、現地にて目視観測を想定した海面の撮影と本研究で提案する海色センサーによるモニタリング調査、水質調査を同時に行い、水質との応答性を比較することで海色センサーによる環境モニタリングの有効性について検討した。

2. 海色センサーの応答性の確認

2.1 海色センサーの原理

海色センサーの計測原理を図1に示す。このセンサーは、白色光源から光ファイバーを通して対象物に白色光を照射し、その散乱光の R:赤, G:緑, B:青の強度を 0~255 の 256 段階で取得する。センサー部を海水中に設置することで、海象特有の RGB 値を計測することができる。しかし、海色自体の RGB 値を測定するものではないため、実際に計測される RGB 値で海色の違いを判別できるか確認する必要がある。そこで、任意に着色した色水の計測値に有意な違いがあるかを調べた。

2.2 海色センサーによる着色水の計測

室内実験にて、赤、緑の絵の具で着色した色水の RGB 値を海色センサーにより計測した。計測結果を図2に示す。赤の色水は RGB 値 73,50,62 で、緑の色水では 52,105,65 となり、海色センサーで海色の違いを判別することが

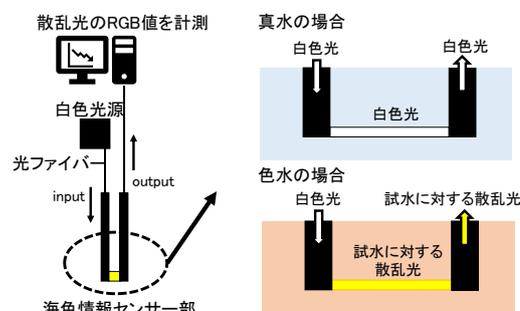


図1 海色センサーの海色計測原理

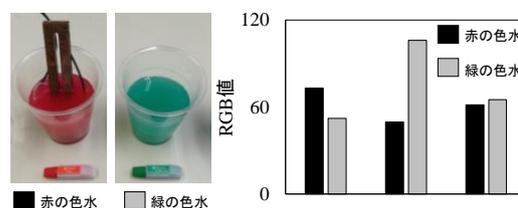


図2 着色水の海色計測結果

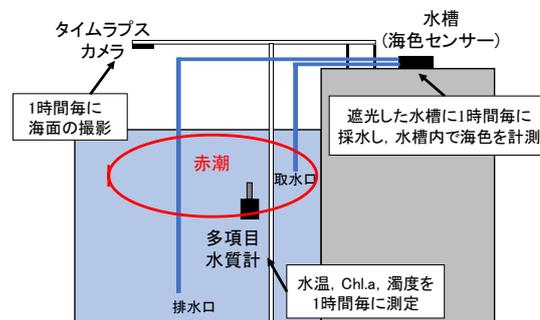


図3 海色モニタリング調査の概要

可能であると確認できた。

3. 現地モニタリングによる海色センサーの有効性の検証

3.1 モニタリングの概要

現地調査は、2018年9月12日から9月18日に東洋建設(株)鳴尾研究所(西宮市鳴尾浜一丁目)の岸壁にて実施した。調査の概要を図3に示す。調査項目として植物プランクトンの現存量の指標となるクロロフィル a 濃度: Chl.a を多項目水質計 (Compact CTD: JFE アドバンテック社) で1時間毎に計測した。この Chl.a から赤潮の発生状況を確認した。

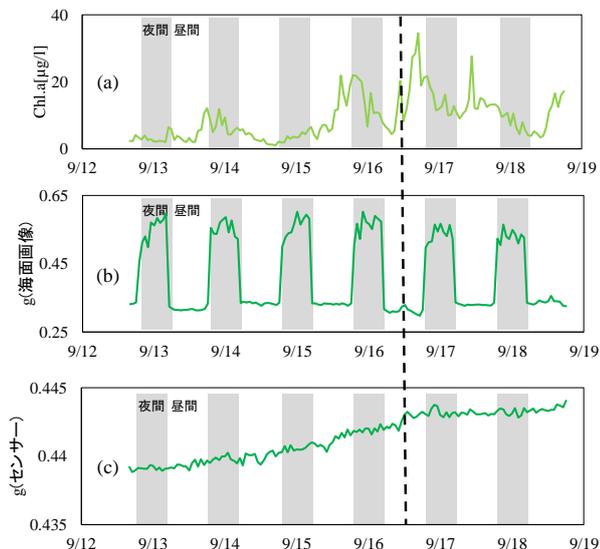


図4 モニタリング結果 ((a)Chl.a, (b)海面の画像から抽出した g 値, (c)海色センサーで計測した g 値)

海色計測は、センサーを海に直接投入するとフジツボ等が付着してデータが収集できない可能性があるため、ポンプを使用して陸上の遮光した水槽に海水を1時間毎に自動採水し、水槽内で海色を計測した。一方、海色センサーの有効性を検討するため、目視観測を想定してタイムラプスカメラ (TLC200PRO : Brinno 社) で1時間毎に海面を撮影し、画像から RGB 値を抽出した。海色センサーと海面の画像の RGB 値から、式(1)により赤色、緑色、青色係数 r, g, b を求めた。

$$r=R/(R+G+B), g=G/(R+G+B), b=B/(R+G+B) \quad (1)$$

3.2 モニタリング結果

図4に Chl.a と海面画像および海色センサーの緑色係数 g 値の結果を示す。紙面の都合上、 r, b の結果は割愛する。図4(a)より、Chl.a は9/15以降に濃度が高くなり、9/16に約40[$\mu\text{g/l}$]となっている。城ら²⁾によると、大阪湾奥ではChl.aが10[$\mu\text{g/l}$]以上で赤潮と判断していることから、9/15以降に赤潮が発生していたと言える。また、夜間でもChl.aは高い値を示していたことが確認できる。図4(b)より、海面画像より抽出した g 値は赤潮が発生していた9/16の昼間に他の日と比べて変動していることが確認できる。一方、全ての日において夜間に大きな値になった。これは夜間の海面画像の g 値が高くなるためであり、Chl.aの観測が不可能であると言える。図4(c)より、海色センサーで計測した g 値は時間の経過と共に徐々に上昇している傾向がうかがえる。これは増殖した植物プランクトンの死骸により経日的に海の濁度が増加したこ

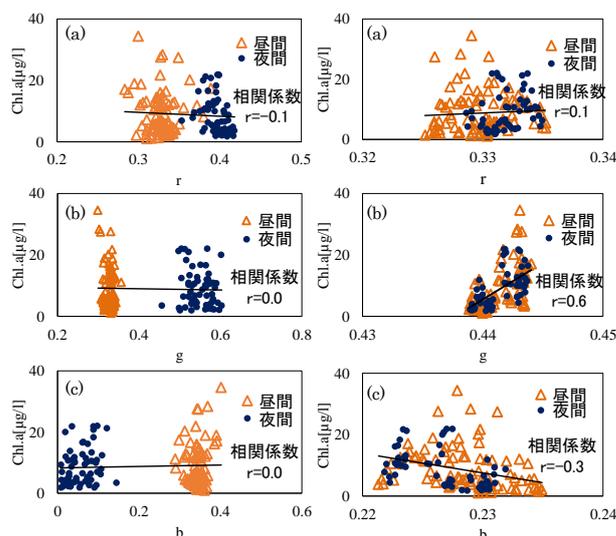


図5 Chl.aと海面画像(左図)及び海色センサー(右図)の(a)r値, (b)g値, (c)b値との関係

とによるものと考えられる。しかし、 g 値は短期的な変動を示しており、Chl.aの変化も捉えることができていると考えられる。

3.3 海色センサーの有効性

Chl.aに対する海色センサーで計測した r, g, b 値の応答性を確認するため、Chl.aと三者の関係を図5に表す。Chl.aに対して g 値が最も相関が高かった。(相関係数 $r=0.6$)。なお、海面画像から抽出した g 値とChl.aの間には相関は無かった。(相関係数 $r=0.0$)。これは海面画像では夜間や海面がゴミで覆われる等、海面の色を判断できない時間があるためと考えられる。一方、海色センサーでは昼夜間を通じて相関があり、本計測手法の有効性が示された。

4. 結論

- 1) 海色センサーにより、海色が判別可能であることが確認できた。
- 2) 海色センサーによる海色の連続計測を実施した結果、目視観測できない夜間でも海色情報を観測することが可能であると確認できた。
- 3) 海色センサーが計測した g 値は、目視観測を想定した海面の画像から抽出した g 値よりもChl.aとの相関が高く、本手法の有効性が示された。

<参考文献>

- 1) 石坂丞二：沿岸域での海色リモートセンシングの現状と将来，沿岸海洋研究，Vol.39，No.1，pp.21-26，2001。
- 2) 城久：大阪湾に発生する赤潮の特性，生活衛生，Vol.29，No.3，pp128-141，1985。