

学位論文題目：

伊勢湾における衛星クロロフィル a の検証・改善と時系列解析

(Validation and improvement of satellite chlorophyll-a in Ise Bay and the time series analysis)

所属：

名古屋大学大学院 環境学研究科 地球環境科学専攻

氏名：

林 正能 (はやし まさたか)

要約本文：

衛星海色データは 20 年間近くの蓄積があり、これまで主に外洋域での研究に利用されている。一方、沿岸域や内湾でも、広範囲を同時に観測し、ほぼ毎日データが得られる海色リモートセンシングの利用が期待される。しかし、これらの海域では、外洋域に比べて大気・水中の光学特性が複雑で、chl.a の推定手法がいまだ確立されておらず、現在のところほとんど利用されていない。そこで本研究では、伊勢湾をケーススタディとし、衛星海色データの推定精度の検証および向上を図り、chl.a の季節的・経年的・短期的な変動を明らかにすることを目的とした。

第 2 章では、代表的な衛星海色センサーである SeaWiFS と MODIS の chl.a の推定精度を、伊勢湾、三河湾および渥美外海で取得した 323 の現場データで検証した。その結果、27%の chl.a データで、衛星は現場の 2 倍以上と過大評価を示した。MODIS の 412~547nm の Rrs は現場の値を過小評価し、特に短波長側で誤差が大きかった。春季に取得したデータの 50%以上で 412nm のリモートセンシング反射率 (Rrs(412)) が負であり、吸収性エアロゾルが原因であると考えられた。Rrs(412)が負の値となる時には、chl.a を 5 倍以上過大評価する場合もあった。そこで、MODIS で chl.a の推定に直接利用する Rrs(443)と Rrs(488)に関して、標準大気補正アルゴリズムの誤差を軽減する手法を提案した。現場で観測された Rrs(547)と Rrs(412)の線形関係を利用し、誤差の比較的小さい MODIS の Rrs(547)から Rrs(412)を推定し、次に Rrs(412)の誤差を波長幅で比例配分し、Rrs(443)と Rrs(488)の誤差を求めて補正した。一方、Rrs から chl.a を推定する標準水中アルゴリズムにも誤差があったため、現場データを用いて係数

を最適化した。これらの改良によって、湾内の MODIS の chl.a データの推定精度は向上し、特に MODIS の chl.a が現場に対して 2 倍以上の過大評価であったデータのほとんどが、1/2~2 倍以内になった。また、この手法は SeaWiFS にも有効であることが確認された。改良された衛星 chl.a の 1998~2012 年の 15 年間平均の季節変動のパターンは、春季と秋季に高かったが、改良後は夏季に高く、冬季に低くなった。本研究で提案した chl.a の推定精度の向上手法は、有明海や東シナ海、琵琶湖といった他の海域においても適用できる可能性も示唆された。

第 3 章では、上述の手法によって推定精度が向上した、1998 年から 2014 年の SeaWiFS と MODIS の chl.a を用いて、伊勢湾の chl.a の 17 年間の季節変動と各月の経年変動、および短期変動について調べた。伊勢湾の範囲で空間平均した 17 年間の chl.a の月平均値は、夏季に高く、冬季に低い季節変動を示した。この季節変動は、夏季に多く冬季に少ないという伊勢湾の 8 つの一級河川の総流量の 17 年間の月平均値の季節変動とよく対応していた。また空間的には、湾口よりも湾奥から三重県沿いで季節変動が顕著であった。経年的には、各月の chl.a の月平均値から、1998-2014 年の間では統計的に有意なトレンドは観測されなかった。一方で、17 年間の月平均値とその標準偏差の和以上の大きな偏差が散発的に観測された。3~11 月の偏差イベントの内 50%以上では、その前に流量が 17 年間の月平均以上のイベントがあり、流量の短期変動が影響していると考えられた。1 日毎のデータでは、流量の極大時から chl.a の極大時までの時間は概ね 4~6 日間で、流量増加が  $1,000 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  あたりに chl.a が  $1.2\sim 3.4 \text{ mg m}^{-3}$  増加していた。さらに、chl.a の極大時には、流量の高い時に三重県側、低い時に知多半島側に chl.a の高い海域が分布する場合は観測され、これらが河川プリュームに対応すると考えられた。

本研究は、伊勢湾をケーススタディとして、沿岸域において重要な水質監視項目の 1 つである chl.a に対し、推定精度が向上した衛星海色データを用いることで、既存のデータよりも時間的・空間的に密なモニタリングデータを提供することに貢献した。さらに、日毎の衛星 chl.a の長期データセットから、数日から経年スケールまでの変動が把握可能となった。伊勢湾の chl.a は、冬季を除いて、短期的な時間スケールから経年スケールまで、流量の変動と関連することが明らかとなった。また本研究の応用として、今後、衛星 chl.a を検証データに用いることで、推定精度が向上した生態系モデルから、植物プランクトンと高次消費者の時間変動の関連を明らかにできる可能性がある。