

衛星リモートセンシングを用いたデータ寡少流域における流域情報抽出と 原単位法による栄養塩負荷解析

Estimation of Land Use by Satellite Remote Sensing and Prediction of Nutrient Runoff Load by Unit Load Method in a Data-Scarce Watershed

○ 神田綾香*・Trieu Anh Ngoc**・平松和昭***・原田昌佳***・福田信二***

Kanda Ayaka, Trieu Anh Ngoc, Hiramatsu Kazuaki, Harada Masayoshi, Fukuda Shinji

1. はじめに 近年、混住化の進行する農業流域では、人間活動の活発化により水循環・物質循環が大きく変化しており、栄養塩負荷解析などを基にした統合的な流域管理が以前にも増して重要となっている。一方、農村地域の水環境の悪化が顕著な発展途上国ほど解析に必要な流域情報の整備が遅れている場合が多く、データ寡少性を補完する技術開発も強く望まれている。本研究では、その補完技術として、衛星リモートセンシング（衛星 RS）に注目し、東南アジア新興国のデータ寡少流域である、ベトナム南部の Tra Vinh（チャーヴィン）省を対象に、衛星 RS による土地利用の変化の抽出と原単位法による栄養塩負荷解析に基づき、地域開発に伴う栄養塩負荷の変化予測手法の開発を行った。

2. 土地利用分類 本研究では、2002 年と 2010 年の土地利用分類を行った。使用した衛星画像は、LANDSAT の画像と、雲を透過できる合成開口レーダの一つである ALOS PALSAR の画像である。分類方法は最尤法を用い、分類項目として、水田（一期作、二期作、三期作も分類）、森林、養殖池、都市、水域を設定した。また、2002 年の分類に関しては、カラー合成画像、植生指標、土地利用図を基に、2010 年の分類に関しては、カラー合成画像、2012 年 3 月の現地調査結果、Google map、土地利用図を基に、トレーニングデータを取得し、Multispec を用いて、土地利用分類を行った。その後、ArcGIS を用いて、各土地利用分類結果を抽出・統合し土地利用を決定した。さらに、分類クラスとして 2010 年の分類結果を、参照クラスとして 2012 年 3 月の現地調査結果を用い、分類の正答率を求め、分類精度の検証を行った。分類精度の検証の結果、正答率は 83%と非常に高い値を示しており、全体的な精度は高いと考えられる。また、両解析年の土地利用分類結果（Fig.1, Fig.2）によると、2002 年に比べ 2010 年には一期作の水田が減少し、三期作の水田が流域下部にも見られるようになり、また沿岸部のエビの養殖池は面積を広げている。さらに、ArcGIS を用いて、各土地利用別面積の変化を算出した結果、多期作の水田やエビの養殖池の増加を確認できた。

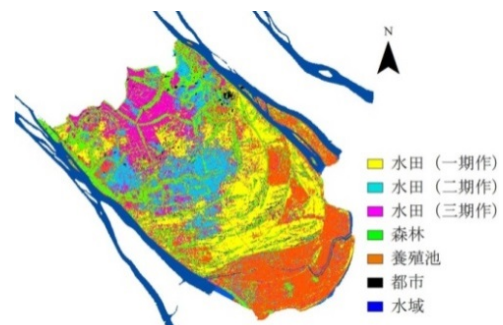


Fig.1 土地利用分類結果（2002 年）
Land use classification map in 2002

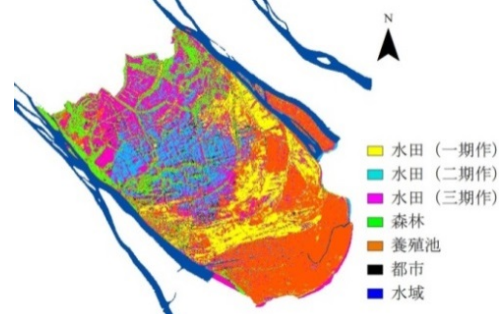


Fig.2 土地利用分類結果（2010 年）
Land use classification map in 2010

*NTC インターナショナル株式会社 / NTC International Co., Ltd **Faculty of Water Resources Management, Water Resources University, Vietnam ***九州大学大学院農学研究院 / Faculty of Agriculture, Kyushu University
キーワード：メコンデルタ，LANDSAT，合成開口レーダ，GIS，最尤法，ベトナム

3. 栄養塩負荷解析 土地利用分類結果を用いて、原単位法を用いた栄養塩負荷解析を行った。解析対象の水質項目は全窒素(TN)、全リン(TP)とし、1日あたりの栄養塩排出負荷量(kg/d)を算出した。面源負荷として、降雨による負荷と降雨流出に伴う森林、都市、水田からの負荷および点源負荷として養殖池排出負荷を対象とした。面源負荷量の算出にあたっては、森林・都市・水田それぞれの原単位(Liljeström, 2007)と降雨原単位(社団法人日本下水道協会, 2008)を使用した。その際、水田の原単位は灌漑期・非灌漑期による違いを考慮した(滋賀県, 2012)。養殖池排出負荷量の算出には、収穫量あたりの原単位(Xuan, 2011)を用いた。さらに、土地利用分類結果や設定した原単位の妥当性を検討するため、TNと河川流量の実測値が入手できた部分流域を対象に、原単位法による計算値と実測値から求めた排出負荷量の比較を行った。排出負荷量の実測値と計算値(Table 1)によると、計算値と実測値は概ね一致しており、土地利用分類結果や設定した原単位は妥当であると考えられる。本研究では、TPの実測値は入手することができなかったが、流域内で排出されるリンは窒素と同様にほとんどが肥料や飼料由来であるため、TPの排出負荷量も概ね良好に再現できていると考えられる。また、流域内の月別平均排出負荷量(Fig.3)によると、2010年の排出負荷量は、2002年に比べ、TNで約1.2倍、TPで約1.4倍、それぞれ増加していた。5月、6月に排出負荷量が少ない時期は、エビの養殖の休閑期である。さらに、年間排出負荷量の項目別割合(Fig.4)によると、流域内の総排出負荷量のうち、TNに関しては約93~94%が、TPに関しては約98~99%がエビの養殖池から排出されている。以上のように、流域内の栄養塩排出負荷の大半がエビの養殖池からの排出であり、その他の土地利用からの排出は少ないことが明らかになった。

Table 1 TNの排出負荷量の実測値と計算値の比較
Observed and calculated values of TN pollution load

計算値(kg/d)	実測値(kg/d)
4332.0	1900.2 ~ 4968.8

4. おわりに 本研究では、流域情報の寡少性の補完技術として衛星RSを用いた土地利用情報の抽出と、その結果を利用した原単位法による栄養塩負荷解析が有効であることが示された。今後は、土地利用情報抽出精度の向上や他のデータ寡少流域への適用可能性の検討が課題である。

謝辞 本研究の一部は、平成24~26年度日本学術振興会研究拠点形成事業(B.アジア・アフリカ学術基盤形成型)および平成23~27年度日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究B(課題番号:23380144)の補助を受けた。各種データの収集にはWater Resources University 2nd Base(ホーチミン市)の協力を得た。記して謝意を表します。

参考文献 Liljeström I (2007): Nitrogen and Phosphorus Dynamics in the Mekong Basin: Nutrient balance assessment in a catchment scale, A Master of Science, Espoo, Finland, pp.1-72. Xuan N T M (2011): Water quality improvement of industrial shrimp ponds, International Journal of Environmental Technology and Management, 14, pp.182-202. 社団法人日本下水道協会(2008): 流域別下水道整備総合計画調査指針と解説, 流域別下水道整備総合計画精度設計会議編. 滋賀県(参照2012.12.29): 面源系の発生負荷の原単位について, (オンライン), 入手先 www.pref.shiga.jp/d/kankyo/akanoi/3ref_3_2_0906.pdf.

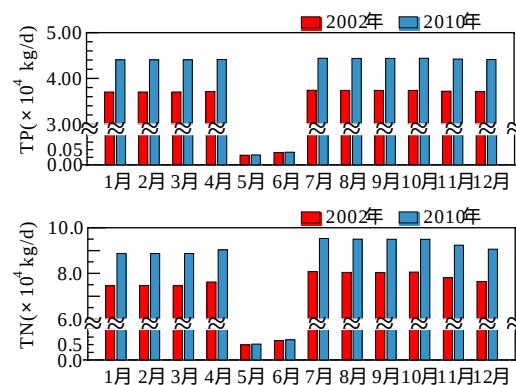


Fig.3 月別平均負荷量(kg/d)
Monthly average load of TP and TN

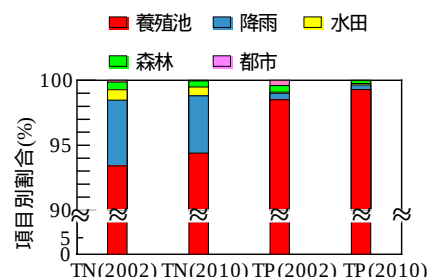


Fig.4 年間排出負荷量の項目別割合(%)
Percentage of each item of annual pollution load