

氏名（本籍）	高橋 英博 （ 宮城県 ）
学位の種類	博 士（ 農学 ）
学位記番号	博 甲 第 6964 号
学位授与年月日	平成26年 3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	生命環境科学研究科
学位論文題目	GISとオープンデータを活用した瀬戸内海流域における農地由来の環境負荷の評価

主査	筑波大学教授（連係大学院）	農学博士	林 武司
副査	筑波大学教授（連係大学院）	博士（農学）	平藤 雅之
副査	筑波大学准教授（連係大学院）	博士（農学）	竹澤 邦夫
副査	筑波大学教授	農学博士	瀧川 具弘
副査	東京大学教授	農学博士	二宮 正士

論 文 の 要 旨

日本最大の閉鎖性海域である瀬戸内海では 1960 年代の高度経済成長による水質悪化に伴い、赤潮発生による漁業被害が頻発した。1970 年代以降は排水規制によって流入負荷量が減少したが、近年も年間 100 件程度の赤潮が発生している。一方で養殖ノリの色落ち被害等の貧栄養化問題が顕在化してきている。これらの水産業被害には、栄養塩や COD 負荷量等の濃度や比率が密接に関係していることがわかっている。そのため、陸域からの栄養塩の寄与を定量的に明らかにすることは環境学、水産学的に重要な課題である。

陸域からの栄養塩負荷源としては、産業系や生活系の排水とともに、農地からの流出も主要因の一つである。農地から流出する栄養塩負荷の総量は、長期的には耕地面積に伴って減少してきたと考えられる。一方で肥料の過剰施用による水系への栄養塩流出等の環境への影響は 1990 年代に入って問題視されるようになり、環境保全型の農業生産への転換が図られつつある。

そこで、瀬戸内海において環境問題が深刻化し、総量規制などの取組が始まった 1970 年代以降の農地からの負荷量を空間分布と合わせて時系列的に把握するため、これら環境負荷の評価に必要な関連情報を GIS によって統合するとともに、陸域さらには海域のモデルで解析するための流域 GIS データを構築し、海域への影響を明らかにすることが本研究の目的である。

最初に、瀬戸内海に流入する岡山、香川流域を対象として、河川の観測データから得られた比負荷量や流達率を比較したところ、岡山の一級河川と児島湖流域、土器川、香川の二級河川では大きく異なり、全窒素と全リンの比率でも流域による相違が大きかった。また岡山の一級河川の河口部での取水が比負荷量や流達率に影響していた。原単位法を用いた発生負荷源からの排出負荷量の推定では、河川流域は全窒素で面源系、全リン・COD では生活系の比率が高いが、沿岸流域は全窒素で産業系、全リン・COD では生活系と産業系が同程度で高く、発生負荷源の比率の違いが明確であった。また河川観測データと原単位法によるデータを統合して流入負荷量を推定することで、海域への流入負荷量の推定精度が向上した。これらの陸域からの流入負荷量に基づき、海洋のモデルで流況や水質をシミュレーションすることにより、水産被害に関する解析につながった。

次に、広島県の太田川と芦田川を対象に、信頼性の高い農林業センサスの農地面積データと空間解像度の高い国土数値情報の土地利用細分メッシュデータを GIS 上で統合し、1970 年から 2000 年の単位流域の農地面積を推定した。両流域の地目による面積の減少傾向や流域内での地目間の変化の相違が明らかとなり、GIS での地図化が流域の特徴の把握に有効であった。また原単位法では難しい作付実態を反映させる方法として、農地への施肥による窒素投入量と収穫物による持出量を差し引いた窒素収支による評価方法を岡山県、広島県を対象に 2000 年および

2010年の旧市区町村単位の類別作付面積に基づいて検討した。作物によって施肥量の差が大きい畑作物の作付の相違を反映でき、GISを用いてメッシュ化することで、流域単位で集計して流域間の農地負荷の動向の特徴が把握できた。

次に、流域GISをベースとして1kmメッシュ、日単位で解析する簡易な構造の水収支モデルを拡張し、原単位法に基づいて面源系、生活系、畜産系の窒素、リンの排出負荷量を設定して、河川流量・水質を推定する分布型モデルを開発した。岡山県の吉井川流域、香川県の土器川流域において、栄養塩負荷量の年間の変動を検討した結果、降雨時のピーク流量等、短期流出の解析には適さないが、モデルによる濃度推定値は、観測値と比較して同程度のオーダーに収まり、流出負荷の季節変動や流域内分布の解析に適用できることが確認できた。

以上のことより、陸域からの負荷量の推定において、単位流域や旧市区町村、メッシュで分割して地図化することで、対象地域内の土地利用・負荷量の空間分布や経年変化の相違を明らかにでき、流域GISの有効性が確認できた。またメッシュ化したデータを分布型の流域モデルに適用することで、原単位では困難な年間の季節変動が把握できた。海洋モデルと連携し、これら陸域からの負荷量を含めてシミュレーションすることで海域での水産被害の解析につなげることができた。

審 査 の 要 旨

本研究では、瀬戸内海流域を対象として、農地から排出される窒素やリンなどの栄養塩の海域への流入負荷量の定量的で高い精度の推定方法を開発するために、①河川の流量・水質データをもとに陸域から海域への栄養塩の流入負荷総量の現状を確認し、その負荷源として産業系、生活系を含めた排出負荷について原単位法を主体に整理して農地からの流出負荷の寄与度を評価し、②2つの流入河川を対象に、1970年から2000年における流域内の土地利用の経年変化と空間分布について検討するとともに、作物の作付実態を反映させた栄養塩収支を考慮して、排出負荷量の変遷を詳細に解析し、③さらに水収支モデルと河川の水質データを組み合わせて、河川流域の農地からの排出負荷を解析するモデルを提案した。これらの成果は、瀬戸内海流域を対象とした農業による海域への環境負荷を詳細に解析するための基盤的な研究であるが、その研究方法はいずれの地域にも適用可能であり、持続的農業の観点から、環境保全型の栽培管理法や営農計画について最適な農業システムの構築に役立つ有用な研究である。さらにビッグデータの扱いが注目されている現状において、数多く蓄積されている河川の観測データや土地利用に関するGISデータなどのオープンデータを活用した事例研究として高く評価できる。

平成26年2月3日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものとして認める。