



Title	河川集水域を対象とした農業由来の窒素負荷の算定法と水辺域での窒素除去能の発揮条件に基づく河川水質管理方策に関する研究 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	板橋, 直
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(農学)
Dissertation Number	乙第7118号
Issue Date	2021-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/81382
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Sunao_Itahashi_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博士（農学）	氏 名	板橋 直
審査担当者	主査	特任教授	波多野隆介
	副査	教 授	石黒 宗秀
	副査	教 授	信濃 卓郎

学位論文題名

河川集水域を対象とした農業由来の窒素負荷の算定法と水辺域での窒素除去能の 発揮条件に基づく河川水質管理方策に関する研究

本論文は和文 74 頁、図 23、表 6、7 章からなり、参考論文 4 編が付されている。

我が国の公共用水域は、1950 年代以降に発生した公害問題の後、有機性汚濁物質による水質汚濁が顕著となり、水質汚濁防止法(1970)、湖沼水質保全特別措置法(1984、後に湖沼法(2005)に改訂)が制定され、改善のための様々な取り組みが行われてきた。しかし、茨城県霞ヶ浦など閉鎖性水域においては環境基準の達成率は 2018 年でも 50% 前後にとどまっている。この主原因は、畜産を含む農業等面負荷源に由来する窒素等栄養塩類の水系への流出に対する対策が不十分であるためであり、集水域において定量的で具体的な評価手法の構築が望まれていた。本研究は、農業・畜産が主体で河川水質汚濁が進行している地域を対象に、1) 行政的に入手が容易な統計情報を用いて、河川集水域の単位で農業由来の面源窒素負荷による河川水質への影響を定量的に扱うことを可能とする手法を開発し、2) 集水域への窒素負荷による河川水質への影響を規定する主要な要因としての自然浄化機能(脱窒)とこれを発揮するために重要な地形的要因を明らかにし、3) 自然浄化機能を発揮する場と集水域中の面源窒素負荷発生地点との地形上の関係に基づいて、地点ごとの河川水質への影響の違い(脆弱性)を評価する手法を開発し、4) 集水域の窒素負荷の河川水質に対する脆弱性を規定する諸地域特性を提示したものである。

1) 河川集水域単位で統計情報を活用して面源由来窒素負荷を見積もる手法の開発

河川集水域における農業由来の面源窒素負荷の長期的変遷を見積もるために、農業センサス等の統計情報を地理情報システム(GIS)に搭載した。農地等面源を含む各種窒素負荷発生源から土壌や水系への排出率を考慮し、環境に排出される窒素負荷量を見積もる GIS モデルとして開発した。これにより、従来使用されていた原単位法に代わり、面源由来の窒素負荷の分布を見積もることができるようになった。このモデルを霞ヶ浦周辺地域の河川集水域に適用した結果、施肥や家畜排せつ物として土壌に投入された窒素負荷の 47%が河川へ流出したと推定し、残りの窒素負荷は河川に到達する過程において消失したことを示唆した。

2) 自然浄化機能発揮の場としての水辺域の重要性と機能発揮のための地形条件の検討

集水域において消失した窒素負荷の行方について、水辺域地下水帯の脱窒に着目し、既往文献に基づき、硝酸態窒素濃度低下を表すモデルを作成した。このモデルを GIS モデルに組み込み、霞ヶ浦周辺地域の 9 河川集水域に適用し、水辺域地下水帯の脱窒の考慮による河川水質の再現性を検討した。同地域においては台地部で生成した浅層地下水の一部は、崖状地形で湧出し直接河川に流出することが知られており、この場合は、水辺域地下水帯の脱窒は働かない。GIS モデルにおいては、浅層地下水の一部を崖面で湧出させることで、水辺域地下水帯における硝酸態窒素濃度の低下が部分的にしか作用しない設定としたところ、モデルの計算値は実測値をよく再現することを認めた。

3) 河川集水域における面源窒素負荷の河川水質に対する脆弱性の区分とこれに基づく水質管理の考え方の提示

水辺域地下水帯の脱窒を組み込んだ GIS モデルを活用することで、集水域内において面源窒素負荷の河川水質への影響の違い(脆弱性)を区別する手法を検討した。脆弱性を規定する要因は、集水域内の各地点を発生した浅層地下水が脱窒能を持つ水辺域地下水帯を通過するか否かであるとし、ある地点から発生した浅層地下水が脱窒能を持つ水辺域を通過する場合はその地点は脆弱性が低い地点 (LVZ)、通過しない場合は脆弱性が高い地点 (MVZ) とした。河川への窒素負荷流出を抑制するためには、まずは MVZ における窒素負荷の発生を抑制することが重要であるが、MVZ 面積率の小さい集水域では、LVZ における負荷削減を同時に進めることの有効性を示した。さらに集水域において窒素負荷の河川流出抑制に寄与している水辺域における脱窒能の保全、並びに集水域内部から水辺域地下水帯に通じる水みちを保全することの重要性を指摘した。

4) 面源窒素負荷の河川水質に対する脆弱性に及ぼす地域特性の検討

面源窒素負荷による河川水質への脆弱性に及ぼす地域特性を検討するため、霞ヶ浦周辺地域とは地域特性の異なる韓国の小集水域を対象とした解析を行った。同地域は、中山間地に位置し、傾斜地に作られた農地は花崗岩を母材とする薄い有効土層からなり、平坦な台地に厚い火山灰土が発達した霞ヶ浦周辺地域とは異なる特性を持つ。両地域を対象とした農業由来を含む窒素負荷と河川での流出負荷量を比較したところ、韓国においては農業・畜産に由来する窒素負荷の長期変動と河川流出した窒素負荷の変動のタイミングがほぼ一致しており、かつ、集水域での窒素負荷の河川への流達率が顕著に高かった。このことから、同地域は集水域全体が MVZ であり、その原因として山がちな地形や土壌母材の違いが関与していることを指摘した。

以上の結果は、開発したモデルが、集水域ごとの窒素負荷の脆弱性を比較することに適しており、地域の水質保全と水質改善を効率的に行うためのツールとして利用できることを示しており、関連学会でも高く評価されている。

よって審査員一同は、板橋 直が博士(農学)の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認めた。