



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
Citation	北海道大学. 博士(農学) 乙第7118号
Issue Date	2021-03-25
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/81382
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	theses (doctoral - abstract and summary of review)
Additional Information	There are other files related to this item in HUSCAP. Check the above URL.
File Information	Sunao_Itahashi_abstract.pdf (論文内容の要旨)



[Instructions for use](#)

学位論文内容の要旨

博士の専攻分野の名称： 博士（農学）

氏名 板橋 直

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

我が国の公共用水域においては、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、1970年制定の水質汚濁防止法、1984年制定の湖沼水質保全特別措置法（湖沼法、2005年に改訂）等に基づき、工場や事業場、生活排水、家畜排せつ物を対象とした水質汚濁を改善する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近年に至っても改善状況は芳しくなく、環境基準の達成率は50%前後にとどまっている（平成30年度）。この原因としては、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ことが考えられる。

行政においては、従来、農業等由来の面源窒素負荷による河川水質汚濁への影響把握については二つの問題があった。一つは、行政的に入手可能な情報に基づき、河川集水域等の広範囲を対象として窒素負荷の分布を表現し、量的に議論できる簡易な手法が存在しなかったこと、もう一つは、多施肥や家畜排せつ物の不適切な管理などに由来するこうした面源窒素負荷を削減することの必要は理解されても、どこでどのくらいの負荷削減を行うと、河川水質の改善に効果があるかを議論することができていなかったこと、である。そこで、本研究においては、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とこれを発揮するために重要な地形的要因を明らかにする。さらに、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、河川水質を保全するための管理手法の考え方を提示する。そして、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明らかにする。以上を目的として研究を実施し、以下の結果を得た。

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

最初に、河川集水域を単位とした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、長期的に均質なデータが入手可能な行政情報（農業センサス等の統計情報）を地理情報システム（GIS）を用いることで集水域単位に変換する手法、並びに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することで、環境に排出される窒素負荷量を見積もる手法（修正原単位法）を開発した。このことにより、従来行政的に使用されていた原単位法に代わり、面源由来の窒素負荷をより妥当に見積もることを可能とした。

この手法を農地等の面汚染源が卓越し、水質汚濁の著しい霞ヶ浦周辺地域の河川集水域に適用したところ、集水域ごとに、降水、人の生活、農業、畜産の各負荷発生源に由来し、土壌・水系に排出された潜在的な窒素流出負荷量の特徴が把握可能となった。1950年~1995年の長期間に渡る潜在的窒素流出負荷量と、河川における観測値に基づいて推定した実窒素流出負荷量が定量的に比較され、同地域においては、主に施肥や家畜排せつ物として土壌面に投入された窒素負荷の47%が河川の集水域末端に到達したと考えられ、残りの窒素負

荷は河川に到達する過程において失われたことが示唆された。

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

集水域に負荷されて河川集水域末端では観測されなかった窒素負荷の行方について、地下水に流亡した窒素負荷の河川等への流出を抑制する機能が知られていた水辺域地下水帯に着目した。既往文献に基づき、水辺域地下水帯における硝酸態窒素濃度低下を表すモデルを作成し、浅層地下水が台地部から河川近傍の水辺域に侵入する地点において、地下水中硝酸態窒素濃度の顕著な低下（中央値で約 10 分の 1）が生じること、そして、この濃度低下は水辺域に存在する土壌の種類によって異なり、有機質土壌で特に顕著であることを示した。

このモデルを、河川集水域を単位とした GIS ベースの簡易な動態モデルに搭載し、霞ヶ浦周辺地域の 9 河川集水域に適用、水辺域地下水帯における脱窒を考慮することが同地域における河川水質の再現に効果があるかを検討した。このとき、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、河川近傍の水辺域に侵入する手前の崖状地形で湧出することで、水辺域地下水帯を通過せずに河川に流出するという知見に基づき、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。

以上の結果により河川水質窒素濃度を精度よく見積るために、同地域においては、地形によって定まる浅層地下水の河川流出経路を適切に考慮すること、並びに水辺域地下水帯に侵入する浅層地下水中硝酸態窒素の濃度低下を考慮することの両者が重要であることを示した。

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

2) の動態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。霞ヶ浦周辺地域における浅層地下水の河川流出経路は、地形条件により水辺域地下水帯を通過する場合としない場合が想定された。このことから集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が、地点ごとの脆弱性を規定する要因とみなした。このことに基づき、河川への窒素負荷流出を抑制するために、まずは、脆弱性の高い地点における窒素負荷の発生を抑制することが重要であること、しかし、集水域によってはそれだけでは不十分であり、面積として広い脆弱性の低い地点における負荷削減を同時に進める必要があることを見出した。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を保全すること、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っている点で、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大きく異なった特性を持っていた。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いことが明らかとなった。このことから、同地域は集水域全体が面源窒素負荷に対して高い脆弱性を持っていることが示唆され、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。