

MI2 水文・水質モデルを用いた加古川流域における長期の窒素流出解析

Long-term analysis of outflow of nitrogen in Kako river basin by using hydrological model and water quality model

指導教員 近藤明教授・共生環境評価領域

28H18073 森正憲 (Masanori MORI)

Abstract: In Harima nada located at the eastern part of the Seto Inland Sea, it has been suggested that reduction of nutrient salt has a negative influence on fisheries. Nutrient salt from inflowing rivers influences the water quality of Harima nada, and Kako river has the largest basin area among the inflowing rivers. Landuse dependent unit load is key parameter for estimating nutrient salt loads from nonpoint sources during rainfall periods. In my research, the unit load of total nitrogen (TN) for each landuse was inversely estimated with discharge calculated by a hydrological model and observed daily TN concentration at the estuary of Kako river for 1-year period from April 2010 to March 2011. The estimated unit loads of TN were approximately within the range of literature data in other rivers. In addition, a water quality model with the estimated unit loads was applied to TN simulation in other periods. The model successfully reproduced TN loads in rainfall periods.

Keywords: Kako river basin, Water quality model, Total nitrogen dynamics, Unit load of nitrogen, Nonpoint source

1. はじめに

播磨灘においては貧栄養化が確認されており、解決に向けた栄養塩管理対策が求められている¹⁾。播磨灘の水質には流入河川からの栄養塩負荷が影響を与えており、流入河川での栄養塩動態の把握が重要である。また、主な発生源である面源からの降水に伴う栄養塩流出量は土地利用によって異なる排出負荷原単位に依存する。原単位の文献値は調査機関や流域によるばらつきが大きい、新たに対象流域にて調査を行うには多くの時間とコストを要する。以上を踏まえて本研究では、播磨灘への流入河川の中で流域面積が最大である加古川流域について、水文モデルによる計算流量と下流における全窒素 (TN) 濃度実測値を用いて、TN 面源負荷原単位の推計を行った。さらに推計原単位を水質モデルに適用し、TN の再現性評価を行った。

2. 解析方法

図 1 に示す 3 次メッシュに分割した加古川流域において、地理データ、気象データを基に水文モデルによって流量を計算した。池尻における採水調査にて得られた 2010 年度の日別 TN 濃度実測値に計算流量を乗じて、TN 負荷量を算出した。降水イベントごとに TN 総負荷量と土地利用別 (山林、畑、水田、市街地) の寄与流量を集計し、式 (1) の重回帰式を解くことで、単位流量当たりの各土地利用別面源負荷原単位と点源負荷を逆推計した。さらに式 (2) により年間 TN 負荷原単位を算出した。

続いて水質モデルに、水文モデルによる計算流量と点源負荷、推計原単位による面源負荷を入力し TN 動態を解析した。点源負荷は加古川流域内における排水量が 50 m³ 以上の下水処理場と事業所のデータを使用した。図 1 に示す加古川流域の観測点における実測値を用いて、逆推計期間外の降水時における TN 負荷変動の再現性を評価した。



図 1 計算領域と観測点

$$L_k = Q_{m,k} \cdot A_m \cdot u_m + Q_{p,k} \cdot A_p \cdot u_p + Q_{c,k} \cdot A_c \cdot u_c + Q_{n,k} \cdot A_n \cdot u_n + PS \quad (1)$$

L : TN 総負荷量 [kg h^{-1}]、 Q : 土地利用別寄与流量 [$\text{m}^3 \text{h}^{-1}$]、 k : 降水イベント番号
 u : 土地利用別単位流量当たり TN 負荷原単位 [$\text{kg m}^{-3} \text{ha}^{-1}$]、 A : 土地利用ごとの面積 [ha]、
 m, p, c, n : 山林、水田、市街地、畑を表す添え字、 PS : 点源負荷 [kg h^{-1}]、

$$U_l = \sum_1^{365} u_l \cdot Q_l \cdot 24 \quad (2)$$

U : 年間 TN 負荷原単位 [$\text{kg ha}^{-1} \text{yr}^{-1}$]、 l : 土地利用を表す添え字

3. 解析結果

表 1 に逆推計した原単位と文献値を示す。逆推計した原単位は、市街地は文献値よりもやや高い傾向、水田は文献値よりもやや低い傾向であるが、概ね文献値の範囲内であった。点源負荷も実測値と概ね一致した。推計原単位を用いて TN 負荷計算を行い、逆推計期間外の実測値の再現性を検証した。図 2 に池尻と中西条における降水時 TN 負荷変動を示す。降水時変動を良好に再現できており、加古川流域からの TN 負荷特性を表現する原単位が推計できたといえる。

表 1 逆推計による年間 TN 負荷原単位と文献値²⁾の比較

	原単位 ($\text{kg ha}^{-1} \text{yr}^{-1}$)				点源 (kg yr^{-1})
	畑	山林	市街地	水田	
全期間	13.9	5.3	40.2	4.6	8.03.E+05
下水処理場等からの点源負荷					6.33.E+05
指定湖沼の水質保全計画	2.4~95.3	1.4~8.7	5.4~16.8	5.8~22.9	
流域別下水道整備総合計画調	2.4~238.0	0.3~12.5	4.5~39.4	5.1~67.5	
環境省マニュアル		1.8~6.9	17.6~34.2	-	
既往調査事例	2.4~238.0	1.1~8.9	3.1~27.9	0~88.3	

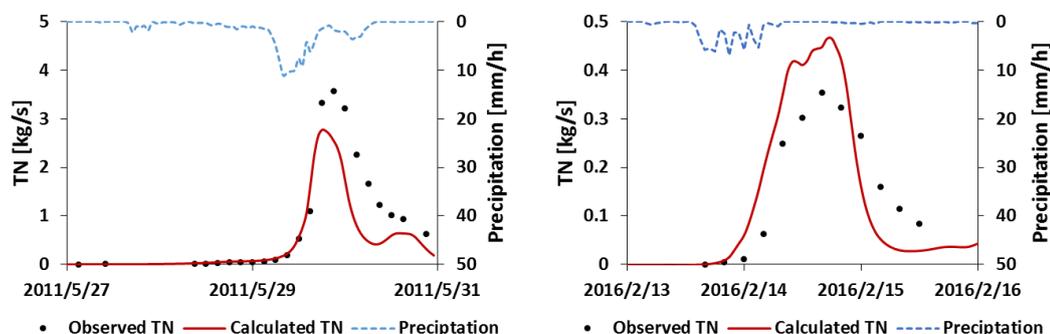


図 2 池尻 (左) と中西条 (右) における降水時 TN 負荷変動

4. 結論

加古川流域下流における 2010 年度の 1 年間の TN 濃度実測値を用いて土地利用別 TN 負荷原単位を逆推計した。逆推計した原単位は概ね文献値の範囲内にあった。逆推計した原単位を用いて水質モデルで TN 動態解析を行ったところ、逆推計期間外でも降水時の TN 負荷変動が良好に再現され、原単位の妥当性が確認された。

参考文献

- 1) 瀬戸内海の貧栄養化について - 兵庫県立農林水産技術総合センター
http://www.hyogo-nourinsuisangc.jp/15-one/one_2709.html
- 2) 環境省「湖沼水質のための流域対策の基本的考え方～非特定汚染源からの負荷対策～」の取りまとめについて～非特定汚染源からの負荷対策 参考図・表
<http://www.env.go.jp/press/files/jp/8328.pdf>