

○森正憲<sup>1</sup> 古賀佑太郎<sup>2</sup> 鈴木元治<sup>2</sup> 嶋寺光<sup>1</sup> 松尾智仁<sup>1</sup> 近藤明<sup>1</sup>  
 ( <sup>1</sup>大阪大学, <sup>2</sup>兵庫県環境研究センター)

1. はじめに

閉鎖性海域である瀬戸内海では、高度成長期には富栄養化の影響で赤潮が頻発していたが、瀬戸内海環境保全特別措置法による規制の結果、水質汚濁流入負荷量は大きく減少し、水質の改善が進んできた。一方で1990年代後半頃から、ノリの養殖などの水産業が盛んな瀬戸内海において、ノリの色落ちや漁獲量の減少が確認されている<sup>1)</sup>。溶存無機態窒素(DIN)をはじめとする栄養塩は、海洋生物の餌となる植物プランクトンの成長に必須である。1990年代後半以降、播磨灘が位置する瀬戸内海東部においてはDIN濃度の低下が進んでいる<sup>1)</sup>ことから、水産業に海域の貧栄養化が影響していると考えられる。上記の問題の解決するための栄養塩管理対策の検討には、汚染源から海域に流出する栄養塩の、長期の動態解析が必要である。さらに播磨灘における窒素濃度変化には、流入河川による窒素負荷量の変化が影響を与えていると考えられる。本研究では長期の栄養塩動態解析のための基礎研究として、播磨灘への流入河川で最大の流域面積を有する加古川流域を対象に、総窒素(TN)の動態解析を行った。

2. 解析方法

計算領域は、水平解像度1kmで1852メッシュに分割した加古川流域とした。計算期間は、加古川で降雨時の水質調査を実施した2015年とした。Hydrological River Basin Environment Assessment Model (Hydro-BEAM)<sup>2)</sup>を基にした水文モデルで、水路網データ、土地利用データ、気象データから流域内の降雨流出過程を計算した。続いて水質モデルで、水文モデルにより計算した河川流量と、窒素負荷発生源データから河川水中TNの動態解析を行った。

計算結果の妥当性評価のための実測データとして、国土交通省水文水質データベースより取得した河川流量、平水時のTN濃度データに加えて、降雨時の河川水質調査で得られたTN濃度データを使用した。図1に加古川流域と流量およびTN濃度の観測点の分布を示す。板波橋、西脇橋、美囊川橋、大住橋、中西条にて8~11月の降雨イベント内で月1回TN濃度の調査を行い、中西条においては9~11月の降雨イベント内で月1回2時間ごとの調査を行った。

TN発生源として点源(下水処理場、事業所)と、面源(土地利用別)を考慮した。下水処理場と事業所からの負荷はそれぞれ排水流量およびTN濃度の日平均値と年平均値を用いた。表1に各土地利用の流域内面積割合とTN負荷原単位を示す。原単位は、各湖沼水質保全計画における平均値(山林、水田、畑、市街地)<sup>3)</sup>を用いた。面源負荷は原単位に基づく年間負荷量を降水量の時系列変化に応じて分配した。また、面源負荷の影響を調べるために、面源負荷量を2割とゼロにした2ケースで計算を行い感度解析を実施した。



図1 加古川流域内の観測点分布

表1 流域内の土地利用割合とTN負荷原単位

土地利用	山林	水田	畑	市街地	水域
割合 (%) <sup>3)</sup>	66.4	18.7	1.0	11.3	2.6
原単位 (kg/ha/year) <sup>4)</sup>	5.5	10.6	29.5	11.9	0

### 3. 結果・考察

図2左図に板波における流量の実測値・計算値と、TN濃度の計算結果および実測値の時系列変化を示す。流量は全体的に過大評価ではあったが、増減の傾向をよく捉えており、再現性は良好と言える。この傾向はその他の観測地点においても同様であった。また右図は左図の平水時の様子を拡大したもので、平水時のTN濃度をよく再現している。図3に中西条における降雨イベント時のTN濃度を示す。TN濃度が降雨イベント時には過大評価であり、面源負荷を小さくして計算した結果実測値に近づいたことから、面源負荷原単位が過大であったと考えられる。山林は流域の7割弱を占めており、山林からのTN負荷を正確に評価することで流域内の正確な窒素動態解析に繋がると考えられる。山林からの負荷について、その多くが大気沈着に由来すると考えられるが、計算に用いた原単位は推計年次が昭和38年～平成15年<sup>5)</sup>と古いものである。推計年次と比べ、現在の国内の大気環境は改善しており、近年の大気沈着量は推計年次より減少していると考えられる。

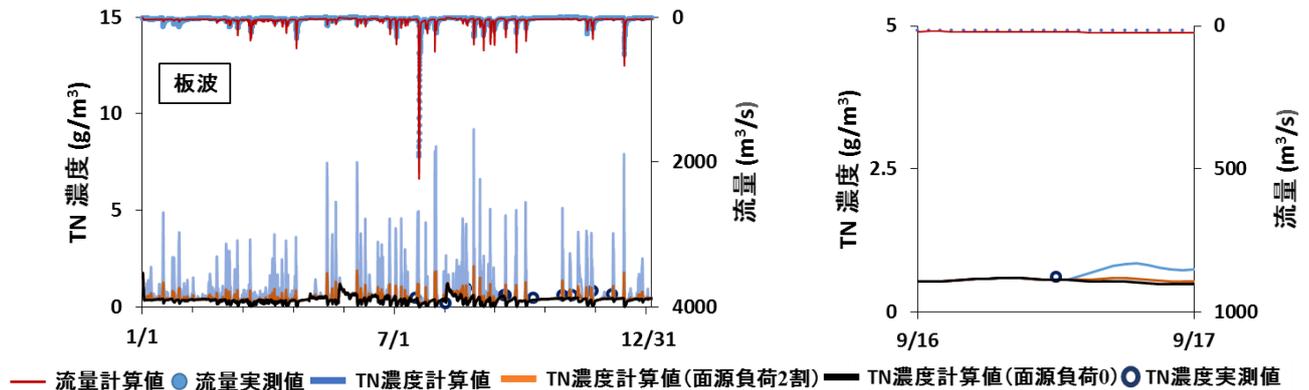


図2 板波における流量，TN濃度の計算値と実測値：通年（左）と9/16（平水時）（右）

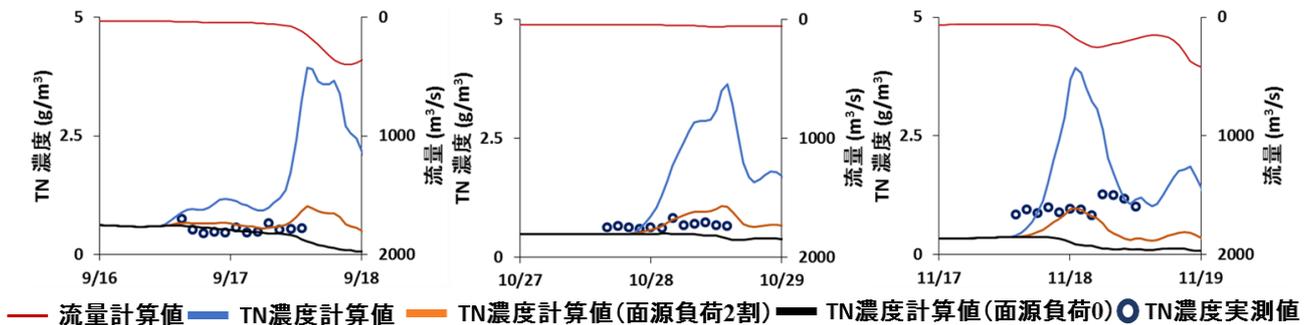


図3 中西条における降雨イベント時のTN濃度の計算値および実測値

謝辞

本研究は、大阪湾広域臨海環境整備センターの助成を受けて実施した。

参考文献

- 1) 反田實 赤繁悟 有山啓之 山野井英夫 木村博 團昭紀 坂本久 佐伯康明 石田祐幸 壽久文 山田卓郎 (2014) : 瀬戸内海の栄養塩環境と漁業, 水産技術 7 (1), pp37-46
- 2) Kojiri, T. et al., Assessment of global warming impacts on water resources and ecology of a river basin in Japan. Journal of Hydro-Environment Research, 1, 164-175, 2008
- 3) 国土数値情報ダウンロードサービス  
<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj>
- 4) 国土交通省 流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説  
<http://www.mlit.go.jp/common/001065300.pdf>
- 5) 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～ 参考図・表  
[http://www.mlit.go.jp/river/shishin\\_guideline/kankyo/kosyo/ref.pdf](http://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/kankyo/kosyo/ref.pdf)

キーワード : Harima nada, Kako river basin, Total nitrogen, Water quality model, Nonpoint source