

大阪湾圏域の栄養塩管理に資する河川流入負荷量推計モデルの開発

○古賀 佑太郎¹⁾、鈴木 元治¹⁾、嶋寺 光²⁾

1) (公財) ひょうご環境創造協会兵庫県環境研究センター

2) 大阪大学大学院 環境・エネルギー工学専攻共生環境評価領域助教

1. 研究目的

瀬戸内海では、水質汚濁防止法や瀬戸内海環境保全特別措置法等の規制や対策により、陸域からの汚濁負荷量が削減され、水質が一定改善された。一方で、瀬戸内海の一部である播磨灘においては近年ノリの色落ちや漁獲量の減少が見られ、貧栄養化したとも言われている¹⁾。これに関連して、平成27年10月に一部改正された瀬戸内海環境保全特別措置法の附則に、瀬戸内海における栄養塩類（窒素・りん）の適切な管理等の調査及び研究に関する条項が追加される²⁾ など、栄養塩類の挙動についてより関心が高まっている。

一般的に、大気中や地表面の窒素、りんは降雨により地下水や河川に流入することが知られている³⁾。しかし、各自治体等で蓄積されている常時監視データは平水時を対象としており、降雨時のデータは少ない。そこで、本研究では兵庫県内の一級河川である加古川において播磨灘へ流入する窒素負荷量を把握するため、各自治体等で蓄積されている平水時の常時監視データに加え、独自で調査した降雨時のデータを利用し、平水時・出水時両面の評価が可能な水質モデルを構築する。これらの結果から、降雨時における陸域の面源の流出負荷の影響を評価し、播磨灘における栄養塩類の適正な管理方策に繋がる知見を得ることを目的とした。

2. 解析方法と実測データ

2.1. 水文・水質モデル概要

図1に水文・水質モデルの概要図を示す。水文モデルにて、流域界・水路網データ、土地利用データ及び気象データの3種類のデータを入力し、流量が計算される。続いて水質モデルにて、全窒素の排出源である面源負荷、事業所負荷、下水処理場負荷のデータ及び流量を入力し、窒素移動量が計算される。

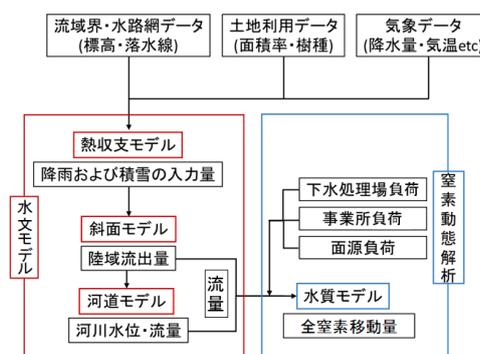


図1 水文・水質モデル概要図

2.2. 計算条件

計算領域は図2に示す加古川流域全域であり、流域全体を標準地域メッシュ（3次メッシュ）に分割し、1,852の計算格子を設定した。計算期間は2015年の1年間とした。加古川流域の土地利用割合を表1に示す。表2に示す原単位に対して（降水強度/年間降水量）の比率で窒素が流出すると仮定した。また、点源負荷は、下水処理場からの排水の日平均流量および窒素濃度、および事業所からの年平均排水量および窒素濃度を入力して計算を行った。表3に点源の年間全窒素負荷量を示す。



図2 加古川流域と調査観測地点

表1 加古川流域の土地利用割合

土地利用	山林	水田	畑地	市街地	水域
割合(%)	66.4	18.7	1.0	11.3	2.6

表2 土地利用ごとの面源負荷原単位

面源負荷原単位(kg/ha/年)			
山林	水田	畑地	市街地
5.8	5.0	2.4	4.5

表3 点源の年間全窒素負荷量

	下水処理場	事業所
年間負荷量(t)	183	520

2.3. 流量及び全窒素濃度データ

水質モデルの計算値と比較する全窒素濃度の実測データは、降雨時は独自で実施した調査のデータ⁴⁾を使用し、平水時は常時監視データ⁵⁾を使用した。それぞれの調査観測地点を図2に示す。降雨時の調査は表4に示す調査日において、降雨後に上流より、板波橋、古川橋、西脇橋、大住橋及び美嚢川橋で採水した（流域調査）。また、中西条では降雨時に2時間おきに計12回採水を実施した（経時調査）。

表5に各地点の調査観測項目を示す。

表4 降雨時調査日

降雨イベント	年	流域調査	経時調査(中西条)
1	2015	8/20	—
2		9/17	9/16-17
3		10/28	10/27-28
4		11/18	11/17-18

表5 各地点の調査観測項目

地点	流量	全窒素濃度	
		降雨時(採水地点名)	平水時
国 交 省 観 測 地 点 名	船町	○	—
	板波	○	○(板波橋)
	古川第二	○	○(古川橋)
	万願寺	○	○(西脇橋)
	大島	○	○(大住橋)
	別所	○	—
中西条	—	○※2時間おき	—

3. 計算結果

3.1. 流量

全流量観測点における年平均流量の実測値と計算値の比較を図3に示す。また、加古川本流に位置する板波と大島における時間別流量の実測値と計算値の比較を図4に示す。流量は全体的に計算で過大評価傾向ではあるが、板波と大島において時間変動傾向が再現されており、良好な結果と言える。

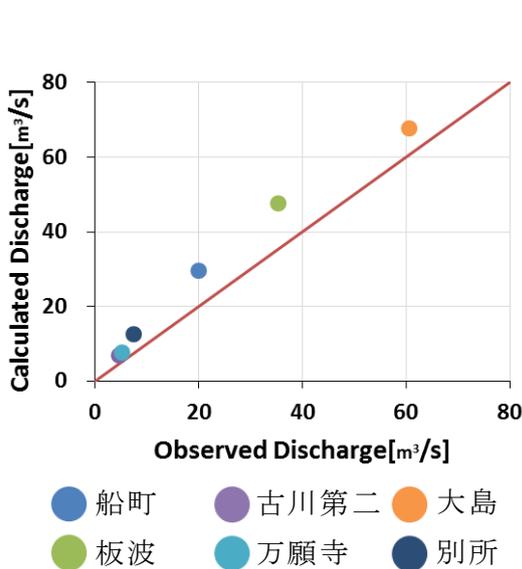


図3 年平均流量の実測値と計算値の比較

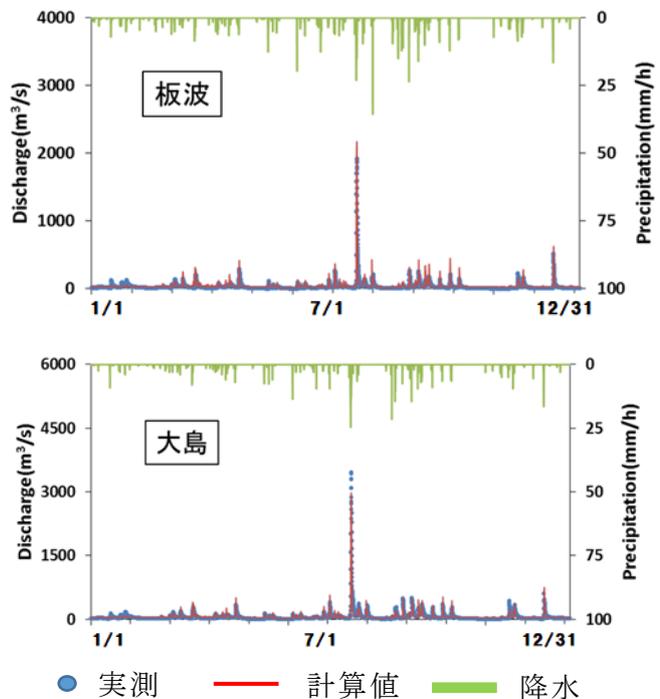


図4 流量の実測値と計算値の比較

3.2. 全窒素濃度

全窒素濃度について、降雨時に2時間ごとに実測した中西条と、降雨時と平水時に実測値が得られた板波の実測値と計算値の比較をした。図5に面源負荷が存在する場合と、存在しない場合の2通りの条件で、実測値と計算値を経時的に示す。また、中西条における10月27~29日の結果を示す。

図5から降雨流出による面源からの全窒素負荷量を過大評価していると考えられる。その原因として、面源負荷原単位の値を高く設定している可能性が考えられる。また、池淵周一ら⁶⁾によると、溶存態無機窒素、溶存態無機りん、懸濁態りんは広葉樹林流域が大きいほど、流出負荷量が大きくなり、懸濁態窒素については針葉樹林流域が大きいほど流出負荷量が増加するという傾向がある。本モデルは山林による面源負荷は一定としており、樹種による値の違いは考慮していないため、今後山林の樹種構成を考慮して面源汚濁負荷原単位を設定する必要がある。

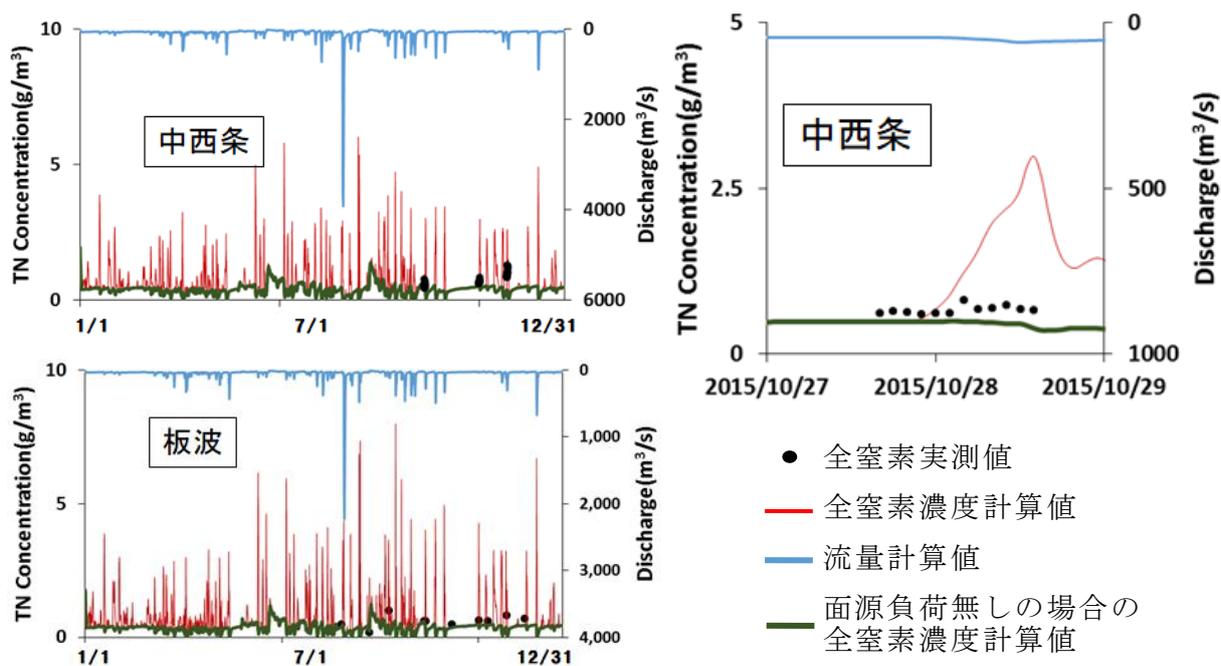


図5 全窒素濃度の実測値と計算値の比較

4. 結論

本研究で構築した水文・水質モデルにより、降雨時を含む面源からの流出負荷を評価した。加古川流域における河川流量は良好に再現したが、降雨時流出の全窒素濃度を過大評価した。その原因は、面源負荷の過大評価であることが示唆された。

今後の課題として、降雨時に流出する全窒素負荷量を正確に再現できるようモデルを改良するため、面源からの降雨流出量の評価を改善することが挙げられる。そのため、山林の樹種を考慮するなどの土地利用区分の細分化や、窒素の存在形態別の考慮による窒素負荷量計算の精度向上が必要である。

【参考文献】

- 1) 山本 民次, 花里 孝幸:海と湖の貧栄養化問題, p. 55-57, 地人書館, 東京 (2015)
- 2) 「瀬戸内海環境保全特別措置法の一部を改正する法律について」
http://www.env.go.jp/water/heisa/setonaikai_law_rev/kaiseiho-gaiyo.pdf(参照 2018.2.13)
- 3) 大垣 眞一郎, 財団法人河川環境管理協会:河川と栄養塩類, p. 142-152, 技報堂, 東京 (2005)
- 4) 古賀佑太郎, 宮崎一, 藤森一男, 松林雅之:加古川流域における降雨時の窒素, りん負荷量の調査, 公益財団法人ひょうご環境創造協会兵庫県環境研究センター紀要, 第7号, p. 8-14
- 5) 国土交通省:水文水質データベース (参照 2017.10.18) www1.river.go.jp
- 6) 池淵周一:流域森林等の変化をシナリオとしたシミュレーションの実施, 森林理水機能調査 (森林整備手法等基準化調査) 報告書, pp264-274, 2015