

数値モデルを用いた淀川流域から大阪湾への窒素流入負荷の推計

清水 智紀¹・嶋寺 光²・松尾 智仁³・近藤 明⁴

¹非会員 大阪大学大学院 工学研究科 (〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2丁目1)

E-mail:shimizu.t@ea.see.eng.osaka-u.ac.jp

²非会員 大阪大学大学院 工学研究科

E-mail:shimadera@see.eng.osaka-u.ac.jp

³非会員 大阪大学大学院 工学研究科

E-mail:matsuo@see.eng.osaka-u.ac.jp

⁴正会員 大阪大学大学院 工学研究科

E-mail:kondo@see.eng.osaka-u.ac.jp

大阪湾などの閉鎖性水域では、栄養塩濃度の変動により、富栄養化による赤潮、貧栄養化による漁獲量減少など様々な問題が生じる。閉鎖性水域の栄養塩濃度の変動には、河川からの栄養塩流入負荷が大きく影響している。本研究では、数値モデルを用いて、大阪湾への栄養塩負荷の主要な発生源と考えられる淀川流域を対象に、栄養塩を代表する窒素の流出解析を行った。

淀川流域から大阪湾への平均TN流入負荷量の計算結果は88t/日となり、実測を基に推計された80t/日と概ね一致した。淀川、寝屋川、神崎川からの総量は計算と実測で一致したものの、河川別の寄与割合については、計算で淀川の寄与が過大評価となった。

Key Words : Water quality model, Hydrological model, Total nitrogen, Yodo River basin, Osaka bay

1. 背景

瀬戸内海などの閉鎖性水域では、栄養塩濃度の変動により、富栄養化による赤潮、貧栄養化による漁獲量減少など様々な問題が生じる¹⁾。図-1には、兵庫県養殖ノリ総生産量・総生産金額の変遷が示されており、近年総生産量・総生産金額が落ちていることが分かる。

閉鎖性水域の栄養塩濃度の変動には、栄養塩の流入負荷が大きく影響している。瀬戸内海東部に位置する大阪湾へ流入するおもな河川には、淀川、寝屋川、神崎川、大和川、泉州諸河川がある。図-2では、河川から大阪湾への窒素流入負荷の割合を示しており、大阪湾への窒素流入負荷は、淀川流域(淀川、寝屋川、神崎川)が9割近くを占めている。したがって、大阪湾における栄養塩濃度変動を解析する上では、淀川流域からの栄養塩流入負荷変動の推計が重要となる。

本研究では、河川からの閉鎖性水域への栄養塩流入負荷を解析するための水質モデルを構築した。本モデルを用いて、栄養塩を代表する総窒素(TN)を対象に、淀川流域から大阪湾への流入負荷を解析した。



図-1 兵庫県養殖ノリ総生産量・総生産金額の変遷²⁾

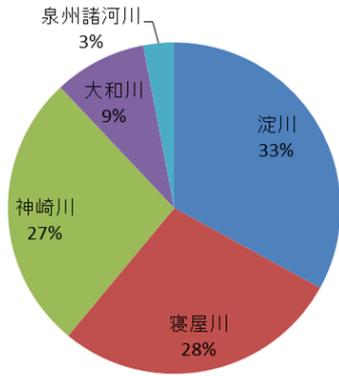


図-2 河川から流入する窒素の割合³⁾



図-4 解析フロー

2. 解析方法

(1) モデルの概要

図-3に、降雨流出過程を計算するための水文モデル概念図を示す。対象領域の地表面を網目状に分割して計算格子を作成する。各計算格子に対して鉛直方向に地上からAからDまでの4層の陸域と、河道を設定する。地表面およびA層について、畑、山林、市街地、田の4種類の土地利用を考慮し、各面積率に応じて土地利用特性を考慮する。D層について、地下水脈を再現すると仮定する。

図-4に、本研究における解析フローを示す。流域界・水路網データ、土地利用データ、気象データの3種類の入力データを基に降雨流出過程を計算した。得られた河川流量と、窒素発生源データを基に、水質モデルにおいて質量保存式に基づいて河川中窒素輸送を計算した。

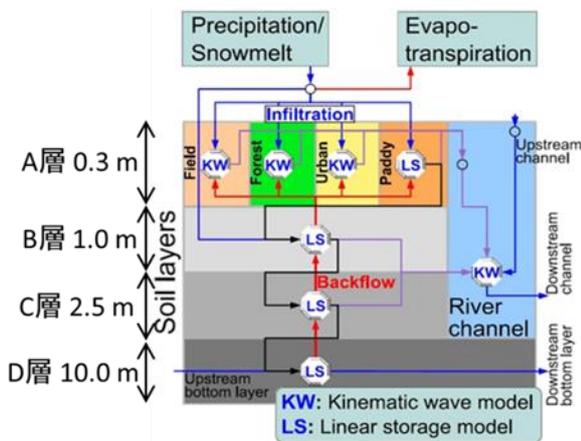


図-3 モデル概要図

(2) 計算条件

図-5に計算領域の淀川流域を示す。淀川流域全体を標準地域メッシュの第3次メッシュに区分し、計7557の計算格子を設定した。計算期間は2009年の1年間とした。



図-5 計算領域

窒素の発生源は、土砂流出、下水処理場、肥料施肥の3種類を考え、土砂流出は土地利用ごとの面源汚濁負荷原単位から、下水処理場は放流水濃度と放流量から、施肥は施肥量と肥料からの流出率から算定した。

下水処理場として、図-6に示す50地点からの放流水の負荷を考慮した。表-1に放流量の多い8地点の平均放流量と平均TN濃度を示す。

表-2に土地利用ごとの面源負荷源データと施肥量のデータを示す。土砂流出については、図-7に示す土地利用の中で、山林、水田、耕作地からの窒素負荷を考慮した。施肥については、図-8に示す耕作地からの肥料からの溶脱を考慮した。

表-1 下水処理場からの平均放流水濃度と平均放流量⁷⁾⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾

Sewage treatment plant	Effluent rate [m ³ /s]	TN concentration [mg/L]
Toba Water Environment Preservation Center	9.32	9.1
Rakusai Purification Center	4.42	7.5
Ohno Sewage Treatment Plant	2.78	9.1
Konoike Water Future Center	3.83	5.8
Kawamata Water Future Center	4.13	13
Central Treatment Plant	3.51	7.8
Harada Water Future Center	6.32	12
Hunan Central Purification Center	5.64	4.8
The other plants (average)	1.44	7.25

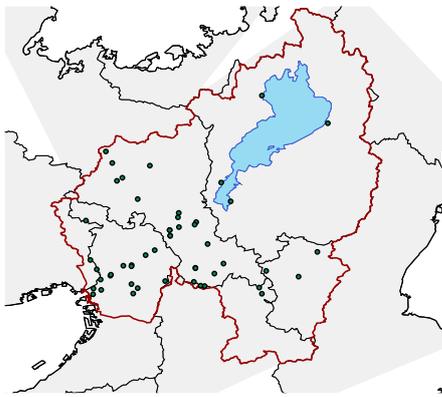


図-6 下水処理場位置

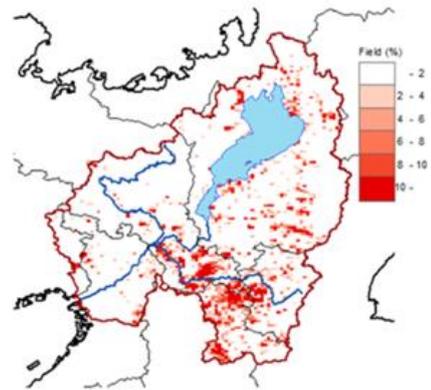


図-8 耕作地面積率

表-2 土地利用ごと面源汚濁負荷源単位⁵⁾

汚濁負荷源単位 [kg/ha/年]			
山林	水田	耕作地	肥料[g/m ² /年]
4.4	41.2	238.0	0.145

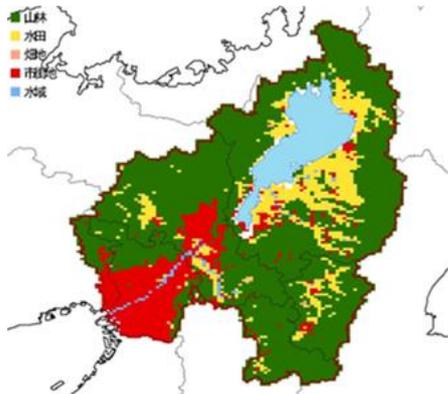


図-7 有占土地利用

3. 計算結果

図-9に水質モデル計算結果の評価に用いたTN濃度の観測点を示す。実測は、月1回平水時に実施されている。

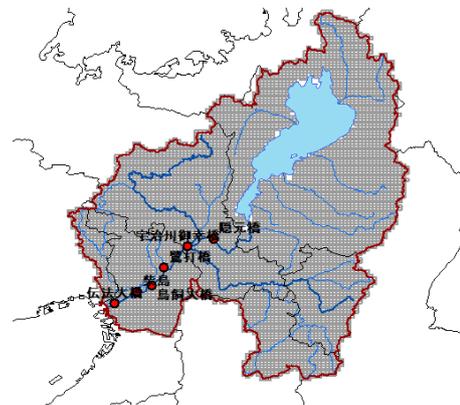


図-9 河川中TN濃度観測点

図-10, 11に、柴島、隠元橋における日平均TN濃度の計算値と実測値の比較、および日平均流量の計算値を示す。実測が行われている平水時は、計算において比較的低濃度であり、実測と概ね一致した。一方、増水時には、計算で降雨流出に伴って窒素流出負荷量が増加し、TN濃度も増加したが、実測が行われていないため、再現性評価はできていない。

図-12に、観測所6地点におけるTN濃度の実測値と計算値の2009年平均値の比較を示す。鷺内橋では過大評価となった。

図-13に、河口における流出量と流域区分割合を示す。日平均窒素流出量の割合では淀川、寝屋川、神崎川の順に多くなった。淀川流域から大阪湾への平均TN流入負荷量の計算結果は88t/日となり、実測を基に推計された80t/日と概ね一致した。淀川、寝屋川、神崎川からの総負荷量については概ね再現されたものの、河川別の寄与割合については、計算で淀川の寄与が過大評価となった。

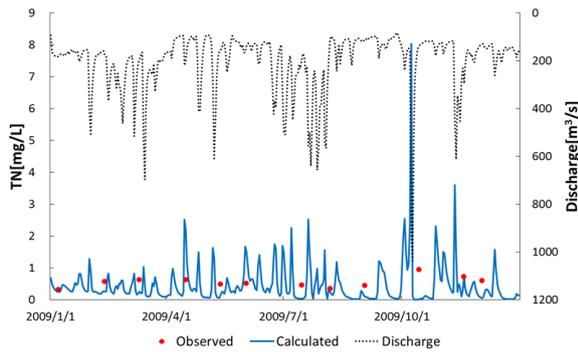


図-10 柴島における実測値と計算値の比較

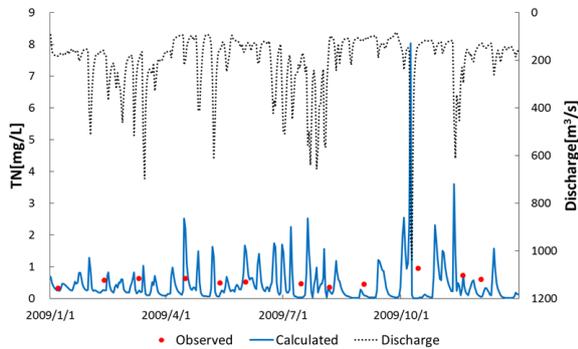


図-11 隠元橋における実測値と計算値の比較

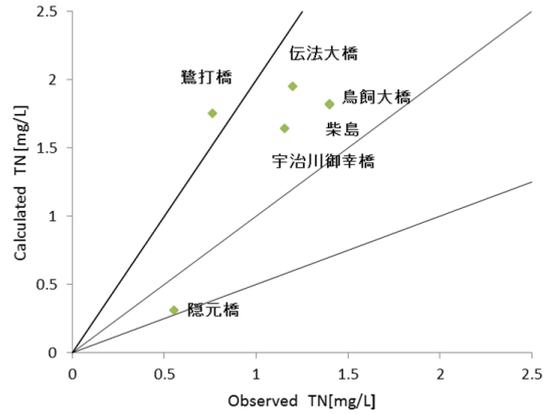


図-12 年平均TN濃度の実測と計算値の散布図

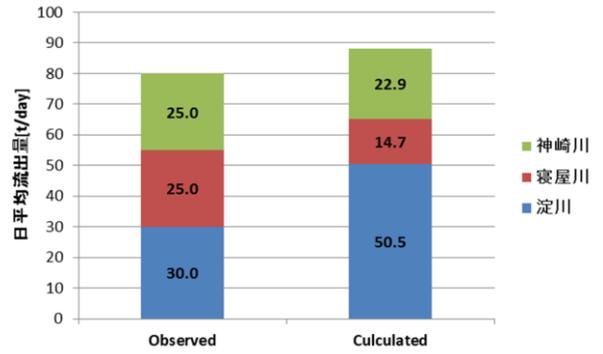


図-13 河口における流域別流出量

4. 結論

淀川下流域における河川中TN濃度の計算結果は、比較的濃度の低い平水時には実測と概ね一致した。一方、増水時には、計算で降雨流出に伴って窒素流出負荷量が増加し、TN濃度も増加したが、実測が行われていないため、再現性評価はできていない。

淀川流域から大阪湾への平均TN流入負荷量の計算結果は88t/日となり、実測を基に推計された80t/日と概ね一致した。淀川、寝屋川、神崎川からの総量は計算と実測で一致したものの、河川別の寄与割合については、計算で淀川の寄与が過大評価となった。

したがって、本研究で用いた水文・水質モデルは、栄養塩負荷管理の検討目的としては、今後の改善が必要である。今後の課題として、出水時の濃度変化の検討や淀川の寄与の過大評価の原因究明などにより、TN濃度の解析精度をあげることである。

参考文献

- 1) 西田修三：大阪湾の水環境再生策のあり方
<http://www.cifer-core.jp/data/150529/1.pdf>
- 2) 石垣衛、山中亮一：大阪湾の埋立による栄養塩バランスの変遷と適正化に向けた方策の検証
https://www.ihiroshima.ac.jp/institution/library/pdf/research46_001-005.pdf
- 3) 環境農林水産総合研究所：大阪湾栄養塩動態について
https://www.kannousuikenosaka.or.jp/_files/00057769/h26_06eiyouen.pdf
- 4) 国土交通省：淀川河川事務所
<http://www.kkr.mlit.go.jp/yodogawa/>
- 5) 藤生和也，古田敏章，田中典秀：GIS を活用した流域汚濁負荷量情報データベース構築に関する調査
<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryounn/tnn0323pdf/ks0323007.pdf>
- 6) 武田育郎：水と水環境の基礎知識，オーム社，p119
- 7) 京都市上下水道局：公共下水道統計年報
<http://www.city.kyoto.lg.jp/suido/cmsfiles/contents/.../24nenpo-gesui.pdf>
- 8) 大阪市役所：下水処理場水質試験成績
<http://www.city.osaka.lg.jp>
- 9) 滋賀県琵琶湖環境部：滋賀県の下水道事業
<http://www.pref.shiga.lg.jp/d/gesuido/sougoutyousei/.../h25.html>
- 10) 寝屋川市役所：水質試験年報
<http://www.city.neyagawa.osaka.jp>
- 11) 吹田市役所：下水道施設の維持管理
<http://www.city.suita.osaka.jp>
- 12) 国土交通省：水文水質データベース
<http://www1.river.go.jp>
- 13) 淀川河川事務所：水質試験結果表
<http://www.yodogawa.kkr.mlit.go.jp/know/data/water/>
- 14) 環境農林水産総合研究所：大阪湾栄養塩動態について
https://www.kannousuikenosaka.or.jp/_files/00057769/h26_06eiyouen.pdf

Numerical estimate of total nitrogen inflow from Yodo River Basin to Osaka Bay

Tomoki SHIMIZU, Hikari SHIMADERA, Tomohito MATSUO and Akira KONDO

In Osaka Bay, changes in nutrient cycles in the river basins have led to changes of ecosystem in the coastal water, which may seriously affect the fishing industry. This study analyzed hydrological transport of the total nitrogen in Yodo River Basin, which has the largest nitrogen load into the Osaka Bay among the surrounding basins.

The average TN inflow load from the Yodo River Basin (Yodo, Neyagawa and Kanzaki River) to Osaka Bay simulated by the water quality model (88 t/day) roughly agreed with the measurement-based estimation (80 t/day). However, the model failed to capture the contribution rate of each river, with overestimating the contribution of Yodo River.