

第VII部門

人口減少に伴う施肥量の変化が流域汚濁負荷に及ぼす影響

大阪大学大学院工学研究科 学生員 ○岡本 紳吾
 大阪大学大学院工学研究科 学生員 鹿島 千尋
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 中谷 祐介

1. はじめに

海域の水環境管理を行う上で、陸域からの汚濁負荷特性を把握し、人口減少や気候変動による将来変化を明らかにすることが重要である。人口減少が陸域負荷に及ぼす影響については既往研究が存在するが、生活系負荷量の変化にのみ着目しており、土地利用形態の変化による影響は明らかにされていない。また、土地利用ごとの汚濁負荷の詳細な流出特性は、未だ完全には明らかになっていないが、一部の河川流域では田、畑といった農地が窒素、リンともに大きな負荷源であり、投入される肥料が大きく影響していると報告されている²⁾。しかしながら、湾灘の集水域スケールにおける評価はされていない。そこで本研究では、人口減少に伴う施肥量の変化と汚濁負荷量の変化の関係を明らかにすることを目的とした。

2. 対象領域

対象領域は瀬戸内海集水域(図-1)とした。瀬戸内海は、瀬戸内海環境保全特別措置法に基づいた12の湾灘で構成され、21の一級河川が流入している。土地利用としては森林・荒地が大部分を占め、主に沿岸部に市街地や田、畑が存在している。

3. 使用するモデルの概要

本研究では、淀川流域や瀬戸内海集水域で適用、改良さ

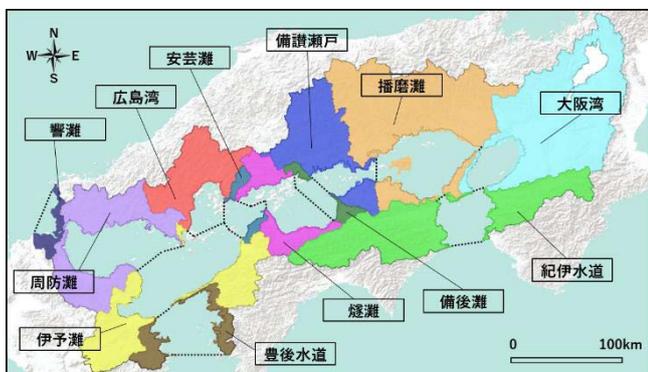


図-1 瀬戸内海集水域と湾灘区分

れてきた分布型流出モデルを用いて全窒素(TN)、全リン(TP)の汚濁負荷量を算定した。このモデルは蒸発散量算定、流量算定、汚濁負荷量算定の3過程で構成されており、標高、土地利用、気象、内部境界、点源負荷量データを入力条件として与える。

従来のモデルでは、流域斜面から河道への横流入負荷量(L)の算定に、各グリッドにおける市街地面積率と斜面流出水量(Q)を変数とした斜面L-Q式を採用している。しかし、市街地面積率のみでは市街地と非市街地の区別しきれない可能性がある。そこで本研究では、田、畑からの負荷特性を考慮するために、SWATモデルを参考に、窒素、リンの物質動態算定式を流出モデルに導入した。SWATモデルは施肥による窒素、リンの投入、および土壌内における無機態、有機態の変化過程や作物による吸収過程といった物質動態(図-2)を考慮しており、従来の斜面L-Q式よりも農地の負荷量を精密に算定することが可能である。

4. モデルの再現性評価

計算対象期間は2014年1月～2015年12月の2年とし、うち前半1年を助走期間とした。また、点源負荷については、下水処理場、工場、浄化槽等の各事業所からの排水量・水質実績データを境界条件として設定した。

河川流量のモデル再現性は、河川ごとの Nash-Sutcliffe 係数(NSE)を用いて評価した。汚濁負荷量に関しては、観

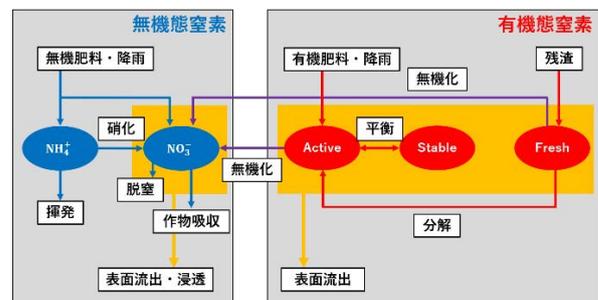


図-2 SWAT式における土壌内物質動態(窒素)の概念図

Shingo OKAMOTO, Chihiro KASHIMA, and Yusuke NAKATANI

okamoto_s@civil.eng.osaka-u.ac.jp

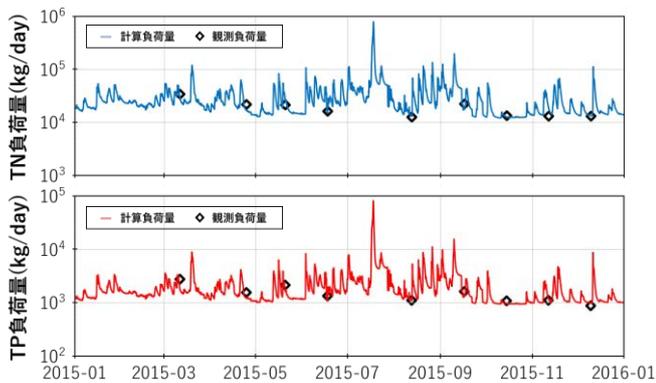


図-3 再現計算負荷量と観測負荷量の時系列比較(淀川)

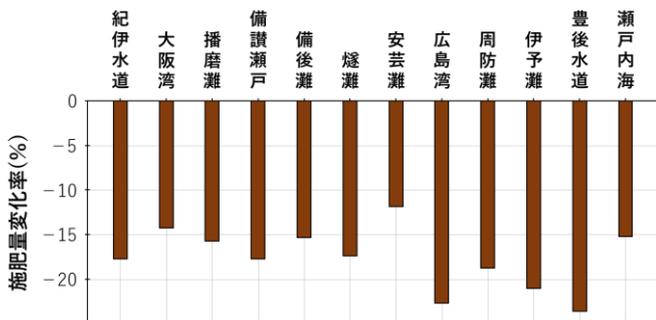


図-4 各湾灘における施肥量変化率

測地点における流量に、水質濃度を乗じて求めた観測負荷量を再現できるようにパラメータを調整した。

NSEは観測流量と計算流量から算出され、0.6以上で再現性が高いとされている。21水系のうちほとんどの河川で0.8に近く、再現性はおおむね良好であったが、山国川や小瀬川ではNSEが低くなっていた。これはダム洪水調節や工業、発電用の取水による影響だと考えられる。

河道を流下する汚濁負荷量の観測値と計算値を比較した結果(図-3)、いずれの河川においてもTN、TPともに観測値とおおむね一致し、良好な再現性が確認された。

5. 施肥量の変化による流入負荷量への影響

施肥量の変化は、人口減少に伴い農地が放棄され、施肥がされなくなるという状況を表現するために、以下の方法により推計した。国土数値情報で公開されている2015年と2050年の将来推計人口を用いて各グリッドにおける人口変化率を算出し、その値と同比率で各グリッドの投入施肥量を変化させた(図-4)。

上記の施肥量変化を考慮して、湾灘へ流入する汚濁負荷量の変化を解析した。なお、施肥量以外の入力条件は再現計算と同様のものを用いた。その結果、汚濁負荷量はいずれの湾灘においても減少し、瀬戸内海全体ではTNで約1.5%、TPで約1.0%の減少が見込まれた(図-5)。湾灘別に

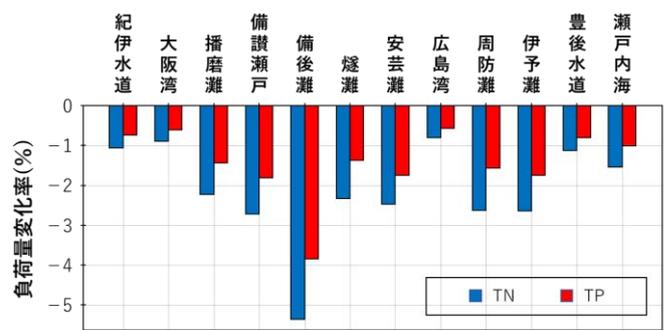


図-5 各湾灘における負荷量変化率の推計結果

みると、備後灘、伊予灘など田、畑面積が大きい湾灘で負荷量は大きく減少し、大阪湾や広島湾など農地面積が少なく、人口減少率が低い湾灘では比較的小さい減少であった。また、TNに比べてTPは変化率が低い傾向にあり、これは有機態リンが窒素に比べて土壌吸着率が高く、施肥量を変化させても流出量に変化しにくいからであると考えられた。

既往研究では、気候変動による瀬戸内海への流入負荷量の変化はTNで約1%、TPで約3%であり³⁾、また、人口減少に伴う生活排水の減少による発生負荷量の変化はTNで約7%、TPで約9.5%であると報告されている⁴⁾。それらに比べて施肥量の減少による負荷量の変化は同オーダーであり、無視できないものであることがわかった。

6. まとめ

本研究では、人口減少に伴う施肥量の変化が汚濁負荷量に及ぼす影響を解析した。その結果、湾灘ごとで施肥量変化の影響が大きく異なり、今後の水環境管理において、人口減少に伴う施肥量減少の影響を考慮することが重要であることがわかった。

謝辞: 本研究では、大阪大学サイバーメディアセンターの大規模計算機システムを利用した。記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 中谷ら：人口減少による淀川流域の水・物質動態の変化，土木学会論文集G，Vol.77，No.3，2021。
- 2) 横田ら：高頻度調査に基づく河川の窒素・リン流出負荷量の評価，環境科学会誌，26(2)，2013。
- 3) 中田ら：RCP8.5シナリオに基づく瀬戸内海への汚濁負荷流出の気候変動影響評価，土木学会論文集B1，Vol.76，No.2，2020。
- 4) 中谷ら：人口減少による生活系負荷の変化を考慮した瀬戸内海の窒素・リン発生負荷量の推計，土木学会論文集G，Vol.77，No.6，2021。