

第Ⅶ部門

人口減少下における淀川流域のケイ素輸送量の予測

大阪大学工学部 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

大阪大学大学院工学研究科 正会員 西田 修三

1. はじめに

淀川流域は淀川本川と上流三川（桂川、宇治川、木津川）からなっている。流域内に多くの人口、都市を抱えており、上下水道の整備率が高く、河川の水質は地下水の汲み上げ、取水、水利用、水処理、還元等の人工水循環系の影響を強く受けている。本研究で着目するケイ素は上下水道の処理システムを経てもほとんど除去されないことが明らかになっており、人工水循環系に取り込まれたケイ素はそのまま河川や海域へ流出する¹⁾。ケイ素は一次生産者である珪藻類の成長に必要であるため、水域の生態系及び水環境を考える際には、流域のケイ素輸送量を把握し、適切に管理する必要がある。

我が国では生活用水取水量の約三割を地下水に依存している。生活用水の中で大きな割合を占める家庭用水は、人口減少の影響を強く受けるため、それに伴い地下水使用量も変化すると予想される。地下水は表流水に比べてケイ素濃度が高いため、人口減少下におけるケイ素輸送量を予測するためには、地下水使用量の変化を考慮することが重要である。

本研究では、将来の人口減少下における家庭用水使用量と地下水取水によるケイ素輸送量の変化を予測した。その結果を基に、分布型流出モデルを用いて、流域内のケイ素輸送量の実態を明らかにするとともに、人口減少による影響を評価した。

2. 人口減少による地下水由来のケイ素輸送量の変化

(1) 家庭用水使用量予測

淀川流域内の水道事業主ごとに、将来の家庭用水使用量を予測した。家庭用水使用量は「一人当たり家庭用水使用量」と「給水人口」を掛け合わせて求めた。「一人当たり家庭用水使用量」は時系列傾向分析で求めた。「給水人口」は給水区域内人口と等しいものとし、国土数値情報公開の500mメッシュ人口推計の値を給水区域ごとに集計して求めた。

(2) 家庭用水の地下水利用量とケイ素量

2015年と2050年の地下水使用量に浄水場ごとの地下水濃度を掛け合わせることで、家庭用水用として地下水から汲み上げられるケイ素量を求めた。なお取水源は変化しないものとし、取水から給水に至るまでの水量の変化は無視した。図-1に計算結果を示す。2050年には2015年に対して淀川流域全体でケイ素汲み上げ量が27.1%減少するという結果が得られた。流域全体の人口減少率18.1%より大きな減少となったが、これは地下水依存率が高い山間部での人口減少率が高いことが要因として考えられる。なお今回は地下水依存率の将来変化は考えなかったが、近年は地下水使用を促す取り組みも増えており、実際には依存率の変化が高まることで将来のケイ素輸送量は今回の算定結果よりも大きくなる可能性も考えられる。

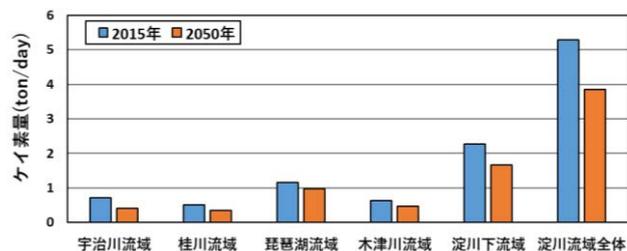


図-1 家庭用水用の地下水取水に伴うケイ素輸送量

3. 人口減少による流域のケイ素輸送量の変化

(1) 数値モデルの概要

淀川流域圏プロジェクトで構築された分布型流出モデルを用いて、淀川流域の現在、将来のケイ素輸送量を求めた。当モデルでは淀川流域を1km×1kmメッシュで表現し、土地利用を考慮した自然水循環系での水文過程を計算する。また前章の結果を基に取水、還元に関するデータを入力することで、人工水循環系を含めた流域全体での水・熱・ケイ素の動態を解析することができる。

Chihiro KASHIMA, Yusuke NAKATANI and Shuzo NISHIDA

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

(2)再現性の検証

2009年4月から2011年3月を計算期間とし、そのうち前半を助走期間、後半を本計算とした。気象や土地利用は2009年時のものを用いた。取水、還元に関しては実測値を用いた。粗度や地下浸透に関するパラメータは、河川流量の計算値と観測値がよく一致するように調整して決定した。また淀川本川と上流三川のケイ素輸送に関するL-Q関係²⁾が再現されるように、山地、市街地の斜面流出係数のパラメータの調整を行った。図-2に淀川本川の観測値と計算値のL-Q関係を示す。図-3に河川の年平均ケイ素濃度分布を示す。山間部で濃度が高く、下流に向かうにつれて濃度が低くなる様子やケイ素濃度が低い琵琶湖を上流に有する宇治川と淀川本川の濃度が桂川、木津川と比べて低い様子が再現できている。

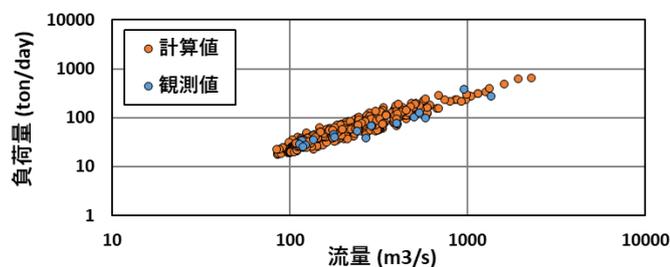


図-2 淀川本川の観測値と計算値のL-Q関係

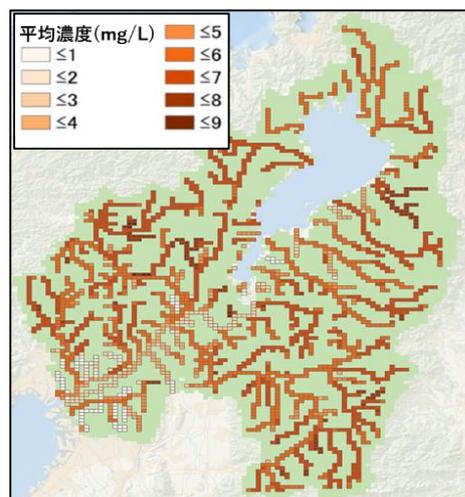


図-3 2010年の平均ケイ素濃度分布

(3) 現在、将来のケイ素輸送量の解析

現在期間を2015年、将来期間を2050年とし、両期間ともに気象条件は2009年、土地利用は2016年のデータを用いた。将来計算では人口減少を考慮した取水、還元データを用いた。2015年、2050年の上流三川の下流端で河道断面を通過する年間総ケイ素輸送量と大阪湾への年間総流入量を求めたが、いずれの地点でも輸送量に大きな変化は見られなかった。出水時を含めた場合、斜面流出の影響が支配的になることが予想されるため、平

水時に注目した。図-4に2015年、2050年の平水時に河川断面を通過するケイ素輸送量を示す。河道断面通過量に占める地下水汲み上げ由来のケイ素は、約5%程度と比較的大きいことがわかった。図-5に2015年から2050年にかけての河道断面通過量の変化率を示す。大都市付近の浄水場で、人口減少により河川からの取水量が大幅に減少し、持ち出されるケイ素量が減少するため、木津川、淀川では河道断面通過量が増加する結果となり、局所的には人口減少が河川の水質に影響を与えることがわかった。

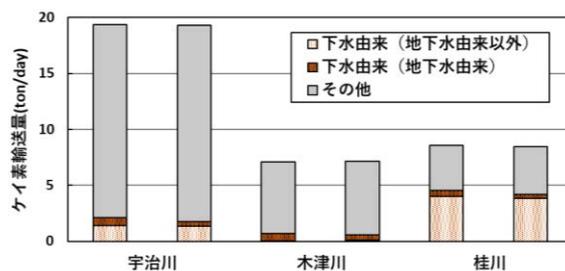


図-4 平水時の河道断面通過量

(各地点 左:2015年, 右:2050年)

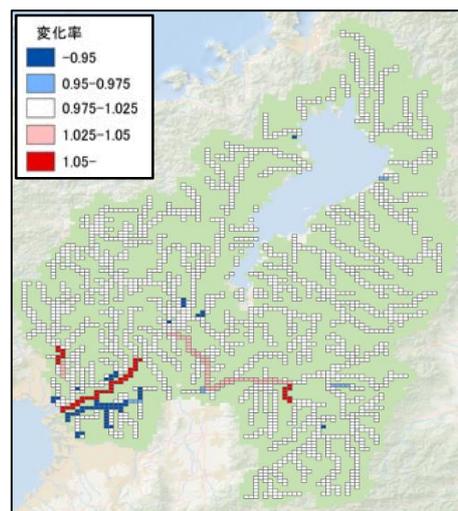


図-5 河道断面通過量の変化率

4. まとめ

- ・平水時の河道断面輸送量に占める地下水由来のケイ素の割合は約5%と比較的大きいことがわかった。
- ・人口減少が大阪湾へのケイ素流出量に及ぼす影響は小さいことがわかった。
- ・局所的に見ると、人口減少が河川のケイ素濃度や輸送量に与える影響は無視できないことがわかった。

参考文献

1) 西田修三ら：人工水循環系における窒素・リン・ケイ素の動態，土木学会論文集 G, 74(1), 35-47, 2018.
 2) 西田修三ら：淀川流域における複合循環系のケイ素輸送特性，土木学会論文集 B1, 68(4), 649_654, 2012.