

霞ヶ浦流入河川・桜川流域における水循環機構の特徴と電気伝導率からみた水質実態

大同大学大学院 学生会員 ○吉川 慎平 自由学園 非会員 大塚ちか子
 自由学園 非会員 夏井 正明 自由学園 非会員 神 明久
 大正大学 非会員 熊田 千春 大同大学 正会員 鷲見 哲也

1. はじめに

1) 桜川流域の概要

利根川水系桜川は、茨城県西南地域の桜川市、筑西市、つくば市、土浦市の4市に跨る指定延長63.41km(流路延長約55km)、流域面積350.3km²の一级河川(県管理)である(図-1)。桜川市の鍬柄山(274.5m)に端を発し、筑波山地(主峰:筑波山877m)西方の平野部を南流、土浦市中心市街地付近で霞ヶ浦(西浦)へと注いでいる。霞ヶ浦流入河川の中では最大規模(延長・面積)の河川である¹。

2) 高度化した水循環機構

今日、流域の平野部は一大農業地域を形成しているが、これは古くからの河川水、地下水の灌漑利用に加え、下流の霞ヶ浦を水源(ダム)とする「霞ヶ浦用水(1994年完成)」の管路網整備による、安定的な大規模灌漑機能に支えられている²。一方で地域からの排水機能は、流域の河川が担っており、流出した水と物質は河川を通じて霞ヶ浦へと還流する。その水質は良好とは言い難いのが現状であり、霞ヶ浦の汚濁負荷要因の一つとされている³。更に還流した水と物質の一部は再び霞ヶ浦から揚水されるという、複雑かつ高度な人工水文循環が、閉鎖的な水域内で繰り返されている点が最大の特徴である。桜川に代表される霞ヶ浦圏域の河川流域は、流域下流に「ダム湖」を持つという全国的にみても特異な水循環機構を有していると言える³。

3) 研究目的

以上の背景から、排水機能を担う桜川水系の河川水は、質・量の両面において、農地(農業)由来の影響を強く受けている事が予想される。しかし、流域の水文・水質に関する広域的かつ定期的なデータが不足している点、本研究の先行研究⁴で提起された、本川下流桜橋付近(地先レベル)での水質改善、という課題検討の点から、本川及び流域全体の水質実態(地表水)について、現地調査によりその傾向を捉えることとした。

2. 調査方法

現地調査における水質項目として、河川水(地表水)の起源を評価したい点、測定が容易(多地点調査が可能)な点から、無機イオン(電気伝導率、以下 EC)を指標とすることとした。なお、茨城県の公共用水域調査の水質項目に EC は無く、EC のデータは特に不足している状況である。



図-1 桜川と筑波山(桜橋上流・土浦市田土部地先, 12.0k)
2016/11/26, 著者撮影

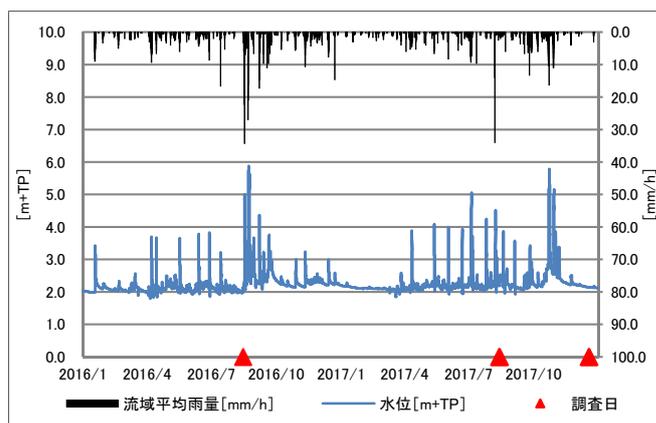


図-2 現地調査時期と桜川の水文データ(雨量・水位)
データ出典:国土交通省水文水質データベース, 2016/1/1~2017/12/31
(水位:藤沢新田地点 8.8K, 雨量:岩瀬・真壁・藤沢新田地点算術平均)

調査地点は、本川を軸に、流入する一次・二次支川と用排水路の上下流、その他の水域(溜池等)を対象に、現地状況を勘案して108地点設定した。調査項目は、全地点でpH/導電率計(東亜DKK WM-32EP)を用いて水温、EC、NaCl、pH、ORP(別途、気温)を測定、一部で透視度、パックテストによりCOD、NO₂、NH₄、NO₃、PO₄を測定、代表地点ではイオン分析のためのサンプリングを実施した。サンプルは0.45μmのシリンジフィルターにより濾過しストックした。

現地調査は、2017/8/13~14(夏季・農繁期)、2017/12/18~19(冬季・農閑期)の2回、それぞれ連続2日に渡り実施した。また、本川に限定した調査を、2016/8/15に1回実施した。図-2に現地調査時期と本川水位(下流8.8k・藤沢新田地点)、流域平均雨量(上流・岩瀬、中流・真壁、下流・藤沢新田3地点を算術平均)の関係を示す。

キーワード:湖沼流入河川流域, 水循環機構, 電気伝導率, 霞ヶ浦, 利根川水系桜川

連絡先:〒457-8532 愛知県名古屋市中区白水町40 大同大学白水キャンパス TEL:052-612-5571 E-mail:syoshikawa@jiyu.ac.jp

3. 結果と考察

1) 流域全体の EC の空間分布

調査地点とECの空間分布を図-3に、EC値の分布を図-4に示す。全体の傾向として、西側の平野部の水域(本川を含む)と、東側の筑波山地山麓部及び本川源流部の水域で明確な差異が認められた。全データを平野と山麓の2グループに分けそれぞれ中央値をみると、平野部は、夏季22.3mS/m、冬季24.3mS/mであるのに対し、山麓・源流部は、夏季11.63mS/m、冬季11.14mS/mと開きがある。

また、全体データでは冬季で最小値6.91~最大値88.3と大きな開きがあった。最小値は花崗岩質の山地湧水であるため妥当な結果である⁵⁾。最大値は平地の用排水路であり、土壌等から溶出した水が非灌漑期*のため流水のほとんど枯れた水路内で濃縮したものと推測される。このような傾向は、値の高低はあるものの、冬季の平野部(特に本川右岸側の)の支川等に共通してみられる。これらの地域は、自流水を安定的に供給する水源(湧水等)が乏しい、或いはほとんど無い地域であることが分かった。夏季に見られた流水は、用排水が高い割合を占めていたと考えられる。

2) 本川縦断における EC の変化

本川縦断におけるECの変化を図-5に示す。図中には、本川の左右岸から流入する一次支川・排水路等の最下流地点のECを参考値としてプロットした。本川のECは、源流部の直下流から急上昇するが、45.0kmより下流の区間に入ると河口付近まではほぼ平行である。またその変動は、全体が上下にスライドする形になっている。中流部にみられる本川よりも低い値の流入水は、筑波山地山麓側(左岸)からのものであり、一定の希釈効果をもたらしていると考えられる。

なお、同じ夏季(8月中旬)であっても、2016年と2017年で傾向が大きく異なっているが、図-1の水文データから直前の降雨と当日の水位を参照すると条件が異なっていたことが分かる。2016年は、調査直前の降雨が少なく、水位約0.98mと渇水傾向。2017年は調査直前にまとまった雨が降り、水位は約1.35mと豊水傾向にあり、これが水質に影響したと考えられる。2017年は雨水流入によって、河川水全体の希釈が働き、2016年より低い結果となったと推測される。

4. まとめと今後の課題

現地調査から、桜川本川と流域全体のECの傾向を捉えることができた。今後、ECと水文データ、時期(灌漑・非灌漑期*)の3つから、桜川においてその時どのような起源の水が支配的であるかを推定し得る可能性が示唆された。

今後の課題として、①水質と地質、土地利用、用水配水エリアとの関係等、水質形成要因の検討、②春季・灌漑期*や出水中等、異なる時期・流況時の調査から、水質の季節変動性の検討、③サンプルのイオン分析等が挙げられる。

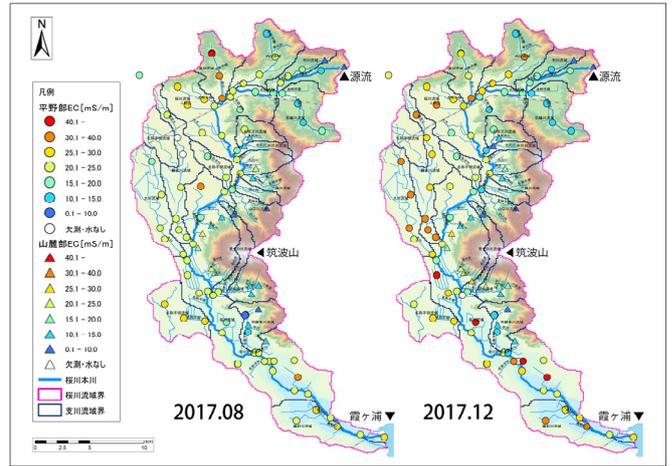


図-3 調査地点とECの空間分布(○が平野, △が山麓)

背景データ出典:国土数値情報(河川, 湖沼, 流域メッシュデータ), 主要水系調査

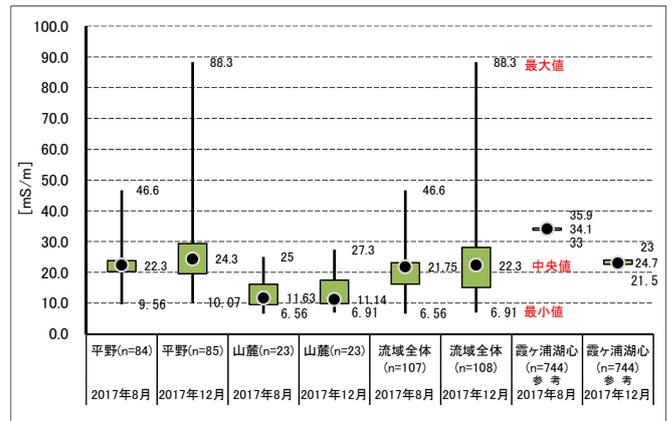


図-4 桜川流域のEC値の分布

データ出典:霞ヶ浦湖心地点(国土交通省水文水質データベース)
* 湖心地点のデータは、それぞれ1ヶ月間のデータ(毎正時)

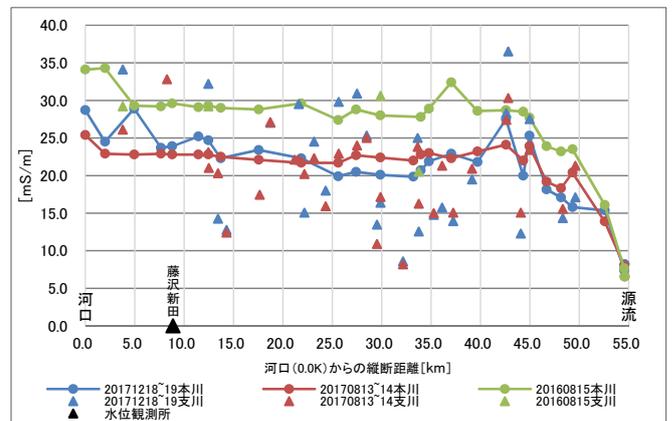


図-5 桜川本川縦断におけるECの変化と流入支川のEC

* 各地点の縦断距離は茨城県資料¹⁾からの引用及びGoogle Earthを用いて測定。

* 灌漑期:霞ヶ浦用水の水田への通水期は4/21~8/31と想定。

参考文献

- 茨城県:利根川水系霞ヶ浦圏域河川整備計画, ワンダブル桜川, 他.
- (独)水資源機構:霞ヶ浦用水ガイド-人とくらしにやさしい水, 2009.
- 田淵俊雄:湖の水質保全を考える-霞ヶ浦からの発信-, 技報堂出版, 2005.
- 熊田千春:自然と人のかかわり-利根川水系桜川について-, 2016年度自由学園最高学部卒業研究, 2017.
- 吉川慎平, 鷺見哲也:電気伝導率からみた矢作川本川の水質実態と流域構造の特徴, 土木学会中部支部研究発表会講演概要集, 2018(予定).
- 吉川慎平, 大塚ちか子, 夏井正明, 神明久, 熊田千春, 鷺見哲也:高度化した水循環機構下にある霞ヶ浦流入河川・桜川流域の水質特性の可視化を目的とした多地点電気伝導率観測, 第52回日本水環境学会年會講演集, 2018.
- 平井幸弘:湖の環境学, 古今書院, 1995.
- 河川環境管理財団編:河川の水質と生態系-新しい河川環境創出に向けて-, 技報堂出版, 2007.