

京都府野田川水質の流程変化と汚濁起源の影響に関する研究

立命館大学大学院 学生会員 ○笹井 貴央, 森田 章仁
立命館大学理工学部 正会員 佐藤 圭輔

1. 研究背景・目的

河川は水資源や肥沃な土壌の供給能を有し、人々の生活に貢献してきたが、一方で流出先である受水域に対しては外部汚濁源となっている¹⁾。特に閉鎖性の強い受水域では河川からの汚濁負荷が長期間堆積し、環境基準達成率を改善できない根拠ともなっている。このような河川を通じた汚濁負荷は、流域の地形や土地被覆、排水・流出を発生させる水利用や降雨による影響を受けて、量的にも質的にも大きく変動する。将来的に予想されている気候変動を踏まえれば、これらの変動がさらに増長する可能性もあり、河川はもとより受水域に対してどのような変化がありうるか未然の予測が必要である。そこで、本研究では河川汚濁負荷として流砂(SS)と栄養塩類を対象とし、それらの量的変化や存在形態が流況とどのような関係があるかを調査した。また、流砂に含有する汚濁物質の濃度構成比を参照することによって汚濁源や流況との関連性も分析した。

2. 研究方法

2.1 対象流域と調査概要

調査対象とした京都府野田川とその主な支川流域、および調査地点を図1に示した。野田川流域は受水域(阿蘇海、汽水湖)に関わる流域の7割以上を占めており、受水域と外海域との境界には日本三景で有名な天橋立(砂州)があるが、受水域自体の環境基準は長期に渡って満たせていない²⁾。流域人口はおよそ2.7万人、主な土地利用構成は森林(78.4%)、水田(12.1%)、市街地(6.5%)となっている。

調査は夏季平水時2021年8月3日～8月6日と冬季出水時2021年12月17日～12月18日に実施され、各期間・地点ごとに河川水12L(本川20地点、支川28地点)と流域土壌2kg(水田14地点、森林11地点、畑2地点)が採取された。河川水の採取地点は本川流程変化と支川による影響を、土壌の採取地点は主な非特定汚濁源の影響を把握できるように、それぞれ流域全体に分散設定された。

2.2 試料の分析方法

河川水の分析項目はTOC、TN、TP、DOC、DTNおよびDTPとし、河川水質試験方法(案,1997)に従って測定された。流砂と土壌の分析項目はTOC、TN、TPおよび粒度分布とし、凍結乾燥および2mm以上の粗雑物が除去された後、4つの粒径範囲(850 μ m-500 μ m, 500-106 μ m, 106-53 μ m, 53 μ m-25 μ m)に分画され、それぞれの試料に対して測定された。粒子状物質のTOCとTN測定はNCコーダー(NC-22住化分析センター)、粒度分布の測定にはレーザー回折粒度分布計(SALD-2300島津製作所)が利用された。

2.3 河川流量の算出

野田川下流(堂谷橋地点)における流量は、水収支法とH-Q式(山村³⁾および京都府宮津土木事務所)を利用して推定した。調査期間における水位実測データは京都府の公開データを利用した。

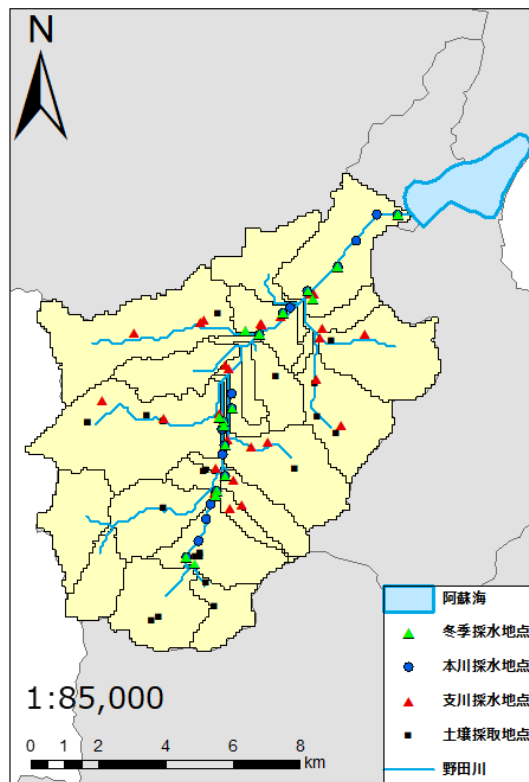


図1 野田川流域における調査地点

キーワード 野田川, 河川水質, 汚濁起源, 流出特性

連絡先 〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1 立命館大学理工学部 TEL077-561-2804

3. 結果と考察

3.1 汚濁物質の存在形態と地点・流況による変化

野田川本川の水質は上流よりも下流で高い結果となったが、平水時 (TOC と TP: 1.5 倍、TN: 1.2 倍) に比べて出水時 (TOC: 2.5 倍、TN: 1.0 倍、TP: 1.6 倍) の方がその傾向が顕著であった。TOC や TP の増加は出水時流砂の増加によって強く影響を受けたことが確認されたため、溶存態のみに絞った平水時と出水時の水質比較も行った (図 2)。その結果、流下過程による変化は最大でも 2 倍程度以下となったが、水質項目による違いは大きい結果 (出水時/平水時濃度比、DOC: 1.2-1.7 倍、DTN: 1.2-2.2 倍、DTP: 0.1-0.5 倍) となった。これらの結果から、TP の濃度・負荷量は増水時に下流ほど大きく上昇する一方で、DTP は希釈効果により全地点とも濃度減少するといった特徴が示された。

3.2 流砂に含有する汚濁物質の特徴と起源

粒度分布の測定結果より、出水時流砂の代表粒径 (37.4 μm) や均等係数 (7.45) は流域土壌のそれらと同水準であったことから、流砂起源が流域である可能性が示唆された。この可能性を検証するため、流砂と流域土壌 (下水汚泥、し尿汚泥は文献値³⁾) の C/N 比を比較した。(図 3) その結果、両者の分布範囲は類似していたが、多くの地点で森林起源の影響を受けていること、一部の地点ではそれに加えて農地や生活排水など特定汚染源の影響を受けている可能性も示唆された。

次に、流況による汚濁源の影響を分析するために、流量と C/N 比との関係を図 4 (2015 年における分析結果を追記³⁾) に示した。この結果から、C/N 比 (汚濁源) は流量の少ない平水時には地点によってばらつくのに対し、流量が大きい出水時には非特定汚染源の影響が優先され一定化 (C/N 比で 12~14 程度) する傾向が見られた。

3.3 流域土壌に含有する汚濁物質濃度の特徴

4 つの粒径範囲に分画された流域土壌の TP 含有率と比表面積の関係を図 5 に示した。比表面積は代表粒径から計算された値で示している。この結果から、比表面積の大きい画分 (小さい粒子) ほど TP 含有率が線形的に高くなることが分かった。この傾向は森林土壌と水田土壌のいずれにも見られたが、後者の方が相対的に大きい傾きとなった。水田土壌が主に小さな粒子 (流出しやすい) で構成されていることを考慮すると、出水時には受水域への主要な汚濁源となりうることを推察さ

れる。一方、森林起源の汚濁源が優先する場合には、流砂に含有する汚濁物質濃度は低減することが予想され、本調査の結果でも整合する結果が得られた。

4. まとめ

出水時における河川水の汚濁物質濃度は上昇するが、その主因が懸濁態成分 (流砂) にあること、その寄与の割合は物質種類ごとに異なることが分かり、特に TP で大きいことも確認された。また、この懸濁態成分とその起源となりうる流域土壌との比較を通じて、それらの類似性や流況依存性も確認された。本成果を応用し、気象特性に応じた出水時の汚濁負荷を見極めることで、今後の流域管理や受水域管理を改善していきたい。

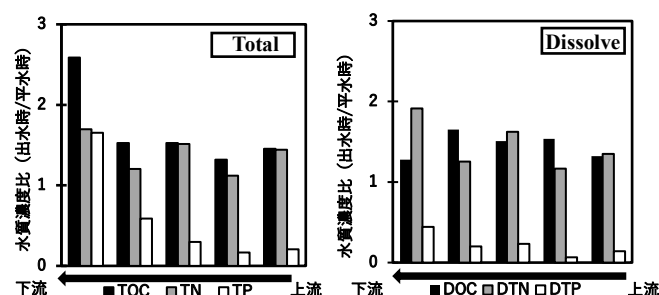


図 2 本川における水質濃度比の流程変化

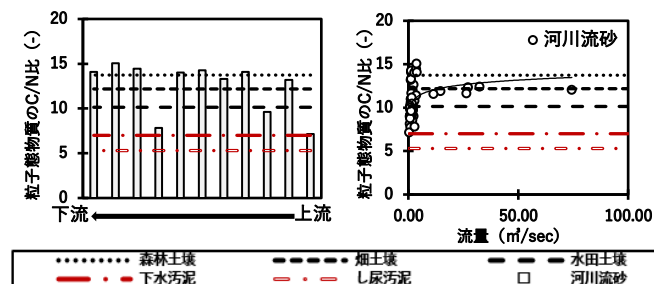


図 3 C/N 比の流程変化

図 4 C/N 比と流量の関係

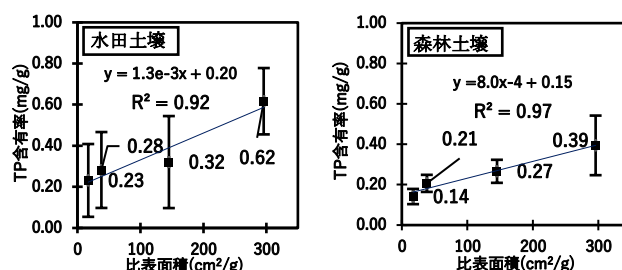


図 5 TP 含有率と比表面積の関係

参考文献

- 川口衛：汽水湖阿蘇海を対象とした底質による酸素消費とその物質動態への影響 立命館大学理工学研究科修士論文 2018
- 京都府丹後保健所：野田川及び阿蘇海の水質について 2022
- 山村大樹：流域環境情報を利用した野田川流域モデルの高度化と阿蘇海汚濁負荷機構の解明 立命館大学理工学研究科修士論文 2016

謝辞

本研究は科研費 (18H04153) の支援を受けて実施されました。