

河川水中有機物に着目した流出負荷量の推定とその構成

名古屋大学大学院工学研究科 学生会員 ○太平篤宏
 名古屋大学大学院工学研究科 正会員 佐藤圭輔
 名古屋大学大学院工学研究科 フェロー 辻本哲郎

1. 結論

河川管理はこれまで、水害の防止や水資源の確保など、治水・利水を目的とした整備に重点を置いて進められてきた。しかし近年、河道改修、土地利用、ダム建設等の人間活動の影響から、利便性・安全性が向上する反面、河川一沿岸域に対する汚濁負荷の増加、生物多様性の低下、水産資源の減少等の問題が懸念されている。これらの問題を解決し、健全性・持続性に配慮した河川管理を行うためには、河川環境の基本的要素である物理化学的特性を観る必要がある。ここで物理化学的特性とは、①河川景観、②流況、③生物の連続性、④水質・物質、エネルギーの流れ等を指しているが、中でも④の影響は時空間的スケールで変化する複雑な系であるため評価することが困難であった¹⁾。現在行われている環境省の定期調査では平水時において限られた物質項目を対象としており、特に河川の物質負荷特性(量と形態)に着目した調査はあまり実施されていない。言い換えれば負荷特性の解明には出水時の調査と分析が不可欠である。そこで本研究では、生態系への影響指標の一つとして有機物の流出負荷特性に着目し、河川上流と下流における平水時・出水時の実測調査を実施した。また、回収した有機物試料(POC, DOC 成分)の分析を行い、流況の違いに着目した負荷量算定式を設計した。更に、GIS データを用いて有機物の起源について推定した。

2. 研究の方法

2.1 対象河川と調査地点

研究の対象河川としては、上流域に自然景観を有しており、中・下流域にダム・堰、および水田・畑、都市が広がる河川を代表して、矢作川を選定した。調査地点としては、有機物負荷特性が異なることを考慮して、河川の上流(105km 地点)と下流(13km 地点)にそれぞれ一地点を設定した(図 1)。

2.2 調査方法と分析項目

調査の方法としては、上述の各地点において、平水時と出水時に自動採水を行った。調査は上流地点では 2008/6/18~9/22 に、下流地点では 2008/11/23~11/27 に行った(ただし平水と出水の両調査を含む)。採水には自動採水機(6712 サンプラー, ISCO)を用いて、平水時には 3~12 時間に一回 1L の設定、出水時には 1~2 時間に一回 1L の

設定でサンプリングを行った。採取した水試料は、速やかに実験室に持ち帰り、分析フロー(図 2)に従って SS, DOC, OC を測定した。SS は GFP ろ過法(環境庁告示第 59 号)に従って、DOC は全有機炭素計(TOC-V, 島津)を用いて、OC は全有機炭素計(TOC-5000A, 島津)と固体試料燃焼装置(SSM-5000A, 島津)を使用してそれぞれ測定した。

2.3 流域特性の抽出

地理情報システム(GIS)を用いて、国土地理院発行の数値地図 50m メッシュ(標高)データから矢作川流路および集水域を作成し(図 1)、次に国土数値情報土地分類データ、土地利用 3 次メッシュデータを用いて、集水域中の構成割合を算出した(表 1)。これにより、矢作川流域の一般的な土地特性を示すことができ、他流域への展開を考える上でも有用である。

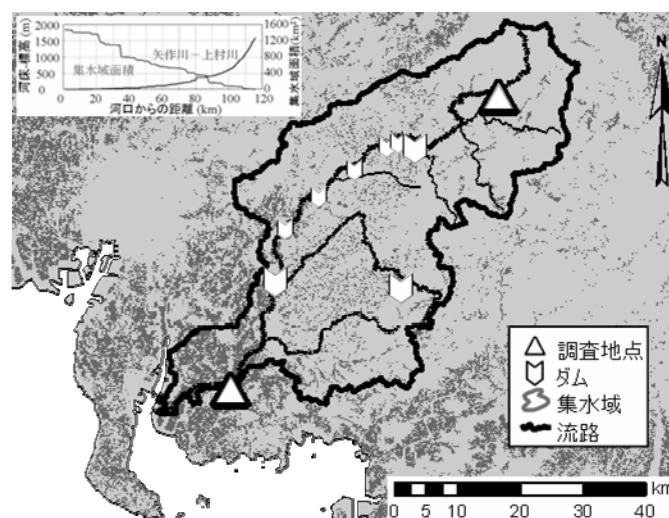


図 1 矢作川集水域と調査地点

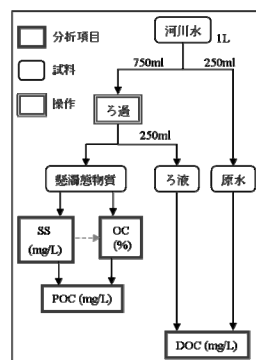


図 2 試料操作手順

表 1 流域特性

地点	13km	105km
面積*	1,800(km ²)	93(km ²)
人口**	75,000(人)	5,800(人)
降雨量***	866.5(mm/year)	1245.1(mm/year)
地形****	a b c d	a b c d
土壌****	A B C	A B C
土地利用****	1 2 3 4	1 2 3 4

*1 ArcGIS9c Hydrology Model で算定

*2 統計GISプラザのH17年人口データを利用して算定

*3 レーダーアムダス(2005年)を利用して流域平均雨量を算定

*4 国土数値情報を利用して算定

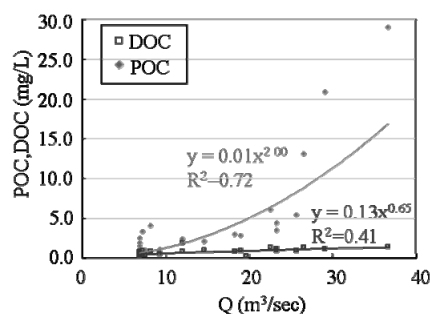


図3 流量と有機物濃度の関係(上流)

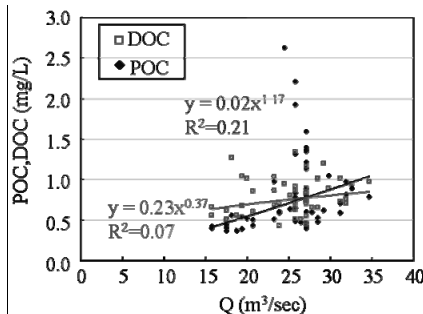


図4 流量と有機物濃度の関係(下流)

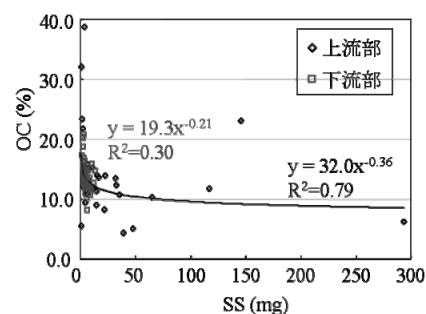


図5 SSと有機炭素含有率の関係

3. 結果と考察

3.1. 地点別の有機物構成

現地調査の結果として、上流と下流の流量 Q と DOC および POC の関係を図3, 4に示した. ここで Q は、上流では澄ヶ瀬観測所²⁾、下流では木戸観測所²⁾の $H-Q$ 曲線から計算した値である. 図3, 4から、上流では出水時(流量増加時)における POC は Q と強い正の相関関係を有していたが、下流ではこの関係は見られなかった. また、DOC は上流、下流共に流量によらず概ね一定であることが分かった. また、出水時の有機物構成割合は POC が DOC よりも数倍以上多く占めていることが分かる. この結果から POC の推定が出水時の有機物動態、負荷量を考える上では重要と考えられた.

次に POC が出水時に増加する理由について考察した. POC が増加する理由は、出水時に SS が増加することによるが、POC 中の SS と有機炭素含有率(%)の関係を見ると(図5)、両者に負の相関があることが分かった. これは SS に収着する POC 成分が SS の量(粒子の大きさ)に依存していることを意味している. 下流地点では中規模以上の出水を捉えられなかったため流量増加時に顕著な OC の変化が見られなかったが、実際には上流地点と同様に SS と OC の間に正の相関が見られると予想している.

3.2. 流出負荷量の算定

本稿では、顕著な出水のみを捉えた上流の観測結果を基に、負荷量の計算を行った. また、SS 中の有機炭素含有率の変化を考慮した負荷量算定式として式(1)を提案した.

$$L = (DOC + POC) \times Q \quad L: \text{有機炭素負荷量} \\ = (DOC + OC \times SS) \times Q \quad \text{式(1)} \quad (\text{mgC/sec})$$

ここで、DOC は 0.87mg/L に設定し、SS と OC の関係は図5を用いた($OC = \dots$). また、SS は実測データを基に $L-Q$ 式($SS = \text{丸店}$)を用いて設定した. なお、 Q は先に述べた観測所の流量を用いた. 推定の結果、2004年の有機炭素負荷量は 7,600tonC/year(懸濁態 約 90%, 溶存態 約 10%)となった. 2004年は豊水年であったため、負荷量は大きく見積もられたが、出水時に懸濁態としての負荷量が大半を占めていることが裏付けられた.

3.3 起源影響の比較

図3, 4に示した通り、上流と下流を比較すると、DOC については下流の方が20%程度高い傾向が見られ、一方 POC についても、異なる傾向が見られた. 先に述べたように下流では出水が捉えられなかったため、厳密な傾向の分析は今後の課題であるが、上下流にはいくつかの点で違いが見られた. 影響因子としては①面源負荷特性、②人工排水、③河床生物、④流況などが考えられるが、これらの特性の一部として、GIS データを用いて比較を行った(表1). その結果、下流では集水域人口が増加しているため、下水処理水などの人為的影響により DOC 成分が高くなっていることが予想された.

4. 結論

河川水中の有機物構成、および流出負荷量を調べた結果、出水時の有機物構成、流出負荷量を考える上では、POC の推定が重要であることが調査結果から確認された. また、POC, SS は Q に依存することから、SS を加味した $L-Q$ 式により流出負荷量の算定式を設定した. 今後、流出負荷量の特徴をより詳細に見ていくためには、上下流の影響因子である有機物起源を、窒素(N)、リン(P)と有機物(C)の比を用いて調べるのが有効であると考えられる. また、下流域流出負荷量に影響を与える有機物起源としては、農業排水、周辺土壌も無視できないため、これらの元々の有機物量を測定し、流出量を見積もって、GIS 解析から面源負荷として算定することで、流域全体の流出負荷量に拡張することも可能であると考えられる.

参考文献

- 萱場祐一・天野邦彦: 河川におけるハビタットの空間スケールと河道計画への利用, 土木技術資料, 48-6, pp.24-27, 2004.
- 国土交通省水質水文データベース: <http://www1.river.go.jp/>

謝辞

本研究は文部科学省－科学技術振興調整費「伊勢湾流域圏の自然共生型環境管理技術開発」の助成を受けて遂行された. また京都大学大学院工学研究科附属流域圏総合環境質研究センターの機器を使用した. 記して謝意を示す.