

天竜川における出水履歴が河床の水質機能に及ぼす影響
Effects of Previous Floods on Riverbed Function for Water Purification in the Tenryu River

○高橋真司・兵藤誠・角哲也・竹門康弘

○Shinji TAKAHASHI, Makoto HYODO, Tetsuya SUMI, Yasuhiro TAKEMON

Transport dynamics of sediments, POM and solutes are complex phenomena interacting each other in a river ecosystem. In order to know the effects of geomorphological changes by floods on filtering efficiency of the drifting materials, we conducted field surveys on longitudinal changes of water quality in the Tenryu River. Samples of water and suspended sediments were collected at 19 sampling stations three times in 2018-2019 and analyzed chemical parameters of major ion, concentration of suspended sediments. River bed changes were measured as eroded and deposited area of each bar structure using satellite images taken before and after the previous floods occurred just before the survey. The results showed that variability of the hydrochemistry is controlled by temporal and longitudinal factors. The attenuation coefficient of the hydrochemistry was related to the river bed changes of the bar structure. Possible roles of riverbed changes in water purification function in rivers will be discussed.

1. はじめに

河川地形は流速や水深などの物理環境を支配するだけでなく、出水時には土砂の流れにも影響を及ぼす。流水によって運ばれる流砂は、土砂移動過程（侵食・運搬・堆積）を通して、流路、砂州地形及び瀬、淵及びワンドなどの生息場（ハビタット）の形成に寄与しており、出水時の河床変動量を把握することは、河川地形を管理する上で非常に重要である。また、流砂は表面または内部に粒状有機物（POM）や溶解性有機物（DOM）、各イオン類を吸着し、水質に影響を及ぼしている。

河川水中の水質（水温、溶存酸素濃度、pH、濁度、栄養塩濃度、金属イオン濃度等）は生息する生物相へ直接的な影響を及ぼすことが知られている。窒素、リン及びケイ素などの生元素は、藻類や底生動物の成長に必須な元素であり、流域内の各成分の挙動を把握することは、河川生態系評価のために重要である。加えて、河川中の有機物は鉄やマンガンなどの重金属イオンを吸着・結合する性質があり、流下 POM の挙動が重金属イオン濃度と関連している可能性がある。

流下する懸濁物成分は、河床地形に捕捉されることで減衰していくことが報告されており、各種溶解性成分も同様の挙動を示すことが予想される。そこで、本研究では砂礫床河川で多くの砂州が存在する天竜川において、洪水による地形変化が流下 POM 及び溶解性成分の濾過効率に及ぼす影響

を明らかにし、出水履歴と水質交換機能との関係性を評価することを目的とした。

2. 方法

(1) 調査地点

対象河川は、静岡県浜松市を流れる天竜川下流域とした。船明ダム直下から下流 5km までのおおよそ 25km 間について縦断調査を行った。調査地点は、ダム湖とダム下流 18 地点の計 19 地点とし、おおよそ砂州半周期（1 蛇行区間）ごとに採水及び現地調査を行った。

(2) 現地調査及び水質測定

縦断調査は、平成 28 年 11 月 8 日、平成 29 年 2 月 19 日、11 月 28 日の 3 回実施した。ボートを利用して船明ダム直下から最下流地点まで、流速と同等の速さで流下しながら各地点で採水等を行った。現地調査は、ポータブル水質計を用いて水温、DO 濃度、pH、濁度（NTU）及び電気伝導度を測定した。

各地点で採水した水試料は、実験室に持ち帰り、適宜前処理を施し分析を行った。懸濁物量の指標として浮遊粒子状物質（SS）と強熱減量（AFDM）を求めた。水試料を 1mm の篩を通水させた後、あらかじめ 450°C で 2 時間燃焼して有機物を除去した GF/F（ポアサイズ：0.7µm）に濾過して濾紙上に残った物質を SS サンプルとした。AFDM は、SS を灰化し揮発した差分から求めた。流下 POM

Table 1 Summary of dam discharge, bar area variation and attenuation coefficient of the variables measured in water samples in each field survey

Date	Dam discharge (m ³ /s)	Bar area variation (km ²)	<i>k</i>							
			Turbidity (/km)	SS (/km)	Si (/km)	P (/km)	Mn (/km)	Cu (/km)	Cd (/km)	Pb (/km)
2016/11/9	154	1.21	0.013	0.044	0.008	0.007	0.029	0.017	0.140	0.064
2017/2/19	120	0.94	0.017	0.046	0.005	0.007	0.002	0.021	0.250	0.075
2017/11/28	174	1.79	0.021	0.010	0.005	0.008	0.032	0.038	0.194	0.137

中の炭素 (C) 及び窒素 (N) 濃度を測定するために、SS と同様の前処理を行うことで CN 分析用試料を得た。CN 分析は、元素分析装置 (vario EL cube) で測定した。河川水中のイオン類を測定するために水試料を 0.45μm のシリンジフィルターで濾過し、濾液をイオンクロマトグラフ (Basic IC plus 883) で分析することで各陰イオン濃度を得た。また、濾液に硝酸を加え加熱処理を行い、陽イオン分析用の試料を得た。陽イオン分析には、ICP-MS (Agilent8800) を使用した。

(3) 砂州地形解析

出水による河床変動履歴を評価するために、各現地調査日近傍の出水に着目し、衛星画像から出水前後の砂州変動量を求めた。また、出水規模による砂州変動量を統計解析するために、2017 年 7 月時の出水前後の砂州変動量も求めた。さらに、調査時の河川地形形状にも着目し、流路特性や砂州面積を定量化した。

(4) データ解析

水質項目の変動特性を評価するために調査日ごとの各水質項目別に流下に伴う減衰係数を以下の式から求めた。

$$C_x = C_0 \exp(-kx)$$

ここで C_0 と C_x は初期値及び xm 下流地点における成分値、 k は減衰係数を表す。上式から算出した k と砂州変動量との関係から、河床変動履歴が水質の変動特性に及ぼす影響を評価した。

3. 結果及び考察

(1) 出水による河床変動量

出水による河床変動量の指標として、出水後の砂州変動量を用いた。出水時の最大流量と砂州変動量との間には有意な正の相関関係が認められ、出水規模によって河床変動量が線形的に変化することが示された (Fig. 1)。

(2) 水質の変動特性

全調査における各水質項目の平均値と標準偏差を解析した結果、多くの項目について顕著なバラ

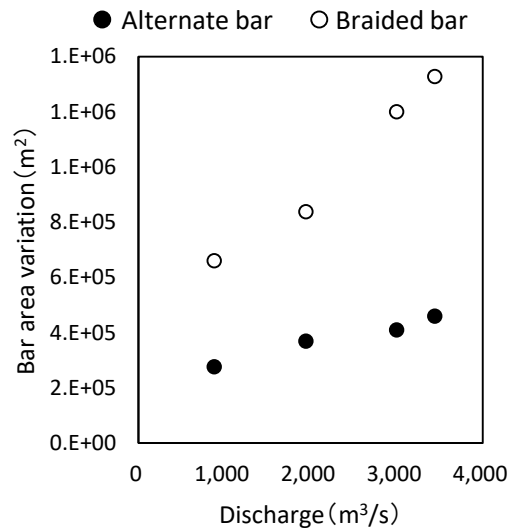


Fig. 1 Relationship between bar area variation and discharge

つきと非正規分布が認められ (Kolmogorov-Smirnov normality test, $P < 0.05$), 水質の時間的及び (または) 縦断的変動が確認された。各調査時における水質の平均値を比較したところ、多くの項目について有意差が認められ、水質の時間的変動が生じていることが明らかとなった。しかしながら、pH、F、Cr 及び POM の C/N 比は有意差が認められなかったことから、これらの項目は時間的安定性が高い項目であることが示唆された。

水質項目のうち、流下に伴い減衰した項目に着目し、各調査時における減衰係数を求めた (Table 1)。求めた減衰係数のうち、Mn、Cu、Cd 及び Pb の重金属類は砂州変動量と比例関係にあり、砂州地形が重金属類の低減に寄与していることが示唆された。

4. まとめ

天竜川において、河床変動履歴が水質変動に影響を及ぼしていることが示唆された。研究発表講演会では、河床変動が有機物及び水質環境へ及ぼす影響についてより詳細に検討した結果を報告する。