

降雨時の長良川流出有機物の活性炭吸着処理特性

岐阜大学工学部土木工学科 ○澤田 隆志・洞口 康二
岐阜大学大学院工学研究科 茅原田 一・衣斐 武宜
岐阜大学工学部土木工学科 正員 李 富生
岐阜大学流域環境研究センター 正員 湯浅 晶

1. はじめに

河川、湖沼などの水道水源域には、いろいろな有機物が存在している。特に、発ガン性物質であるトリハロメタンの前駆物質であるフミン質が多い。このような有機物の流出量や組成は晴天時と降雨には異なり、浄水処理に影響を与えると考えられる。本研究では、長良川の下流域における降雨流出時の河川水を対象とした回分式活性炭吸着実験を行い、有機物の平衡吸着容量特性から、降雨の河川水質に及ぼす影響を検討した。

2. 実験方法及び解析

実験に使用する試料水は、長良川の下流域に位置する南濃大橋を採水地点とし、2001 年の台風 15 号に伴う降雨の 1 ヶ月前 (No.1)、降雨直前 (No.2)、降雨開始直後 (No.3)、降雨ピーク時 (No.4) および降雨ピーク後 (No.5) に採水した合計 5 サンプルとした。降雨量と河川水位を図-1 に示す。また、それぞれのサンプル中の有機物初期濃度を表-1 に示す。採取した試料水を 0.2 μm のメンブレンフィルターでろ過し Sample B とした。また、初期濃度の吸着容量への影響を評価するため、Sample B を蒸留水で 2 倍希釈し、その希釈水を Sample A とした。ただし、希釈に伴う試料水の電気伝導率 (EC) と pH の変化による吸着特性への影響を防ぐため、NaCl と HCl (または NaOH) を用いて調整を行った。

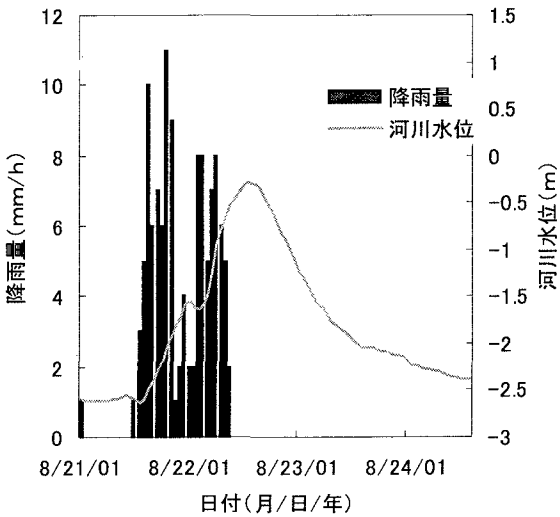


図-1 降雨量と河川水位

実験は有機物の初期濃度を一定として活性炭の添加量を変えて行った。活性炭の添加量は 0.0005~0.5g/L の 13 種類とし、攪拌時間を 1 週間とした。攪拌停止後、数時間静置させ、その上澄み液 150mL 程度を 0.45 μm のメンブレンフィルターでろ過し、そのろ液を水質分析に使用した。水質指標として、波長 260nm における紫外部吸光度 (E260) と全有機炭素 (TOC) を用いた。実験から得たデータに基づき、式 (1) により平衡吸着量 q を算出した。

$$q = (C_0 - C_e) / C_{AC} \tag{1}$$

ここで q : 平衡吸着量, $m^{-1}/(g/L)$ 又は mg/g ;

C_0 : 初期濃度, m^{-1} 又は mg/L ; C_e : 残留濃度, m^{-1} 又は mg/L ; C_{AC} : 活性炭添加量, g/L

3. 結果と考察

図-2 は一例として、降雨 1 ヶ月前の試料水 (No.1) 吸着等温線を示している。有機物の吸着等温線は初期濃度によって異なり、単成分系のように初期濃度に依存せず一本化される特徴がないことから、多成分系の混合体として扱う必要があることが確認された。そこで、多成分系有機物の吸着等温線の評価に用いられている改良型 Freundlich モデル (式 2) 基づいて実験より得たデータを整理した。

表-1 試料水中有機物の初期濃度

番号	E260(1/m)	TOC(mg/L)	TOC/E260((mg/L)/(1/m))
No.1	3.202	1.275	0.398188632
No.2	2.1105	1.285	0.60886046
No.3	2.1525	1.32	0.613240418
No.4	2.1105	1.88	0.890784174
No.5	4.8855	1.85	0.378671579

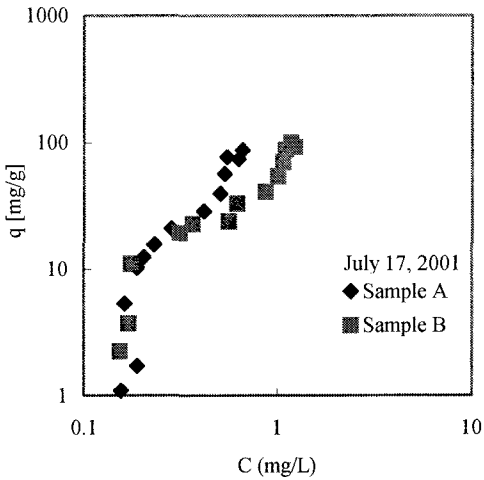


図-2 有機物の吸着等温線

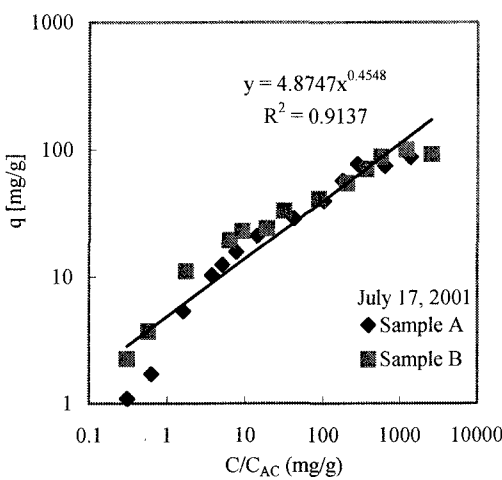


図-3 有機物の改良型吸着等温線

$$q = K_F (C_e / C_{AC})^{1/n_F} \quad (2)$$

ここで K_F : 改良型 Freundlich モデルの係数, $[m^{-1}/(g/l)]^{1-1/n_F}$, 又は, $(mg/g)^{1-1/n_F}$

$1/n_F$: 改良型 Freundlich モデルの指数

図-2 のデータを基に整理した吸着等温線を図-3 に示す。Sample A と Sample B の吸着等温線は両試料水の初期濃度に依存せず、対数プロット上で一本の直線に収束されることが明らかである。これにより、解析より求めた改良型 Freundlich モデルの両係数 (K_F 及び $1/n_F$) を図-4 (E260 の場合) と図-5 (TOC の場合) に示す。E260 と TOC の両指数とも、降雨開始以降では、 K_F は降雨による流出有機物の濃度の上昇に伴って低下し、有機物の吸着強度が低くなっていることを示している。また、 $1/n_F$ については、 K_F の傾向と異なって、その値は増大している。 K_F と $1/n_F$ は被吸着質の吸着容量（吸着強度）と、被吸着質と吸着剤の親和性を表すものとして用いられているが、これに基づいて評価すると、検討した長良川においては、降雨によって同河川水へ流出する有機物の大半は吸着強度が低く、活性炭との親和性が弱いものであることが推測される。

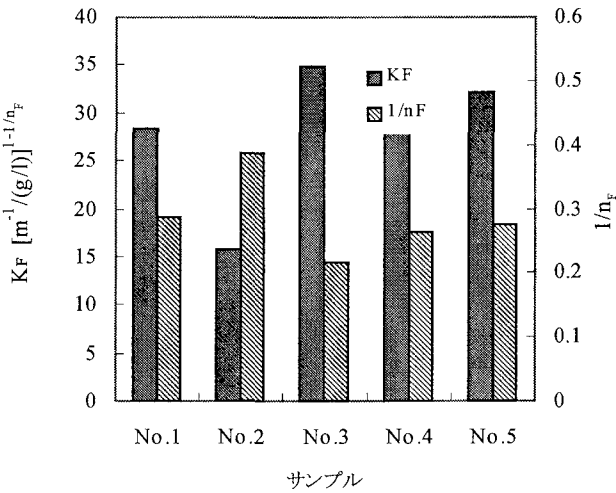


図-4 降雨による K_F と $1/n_F$ の変化 (E260)

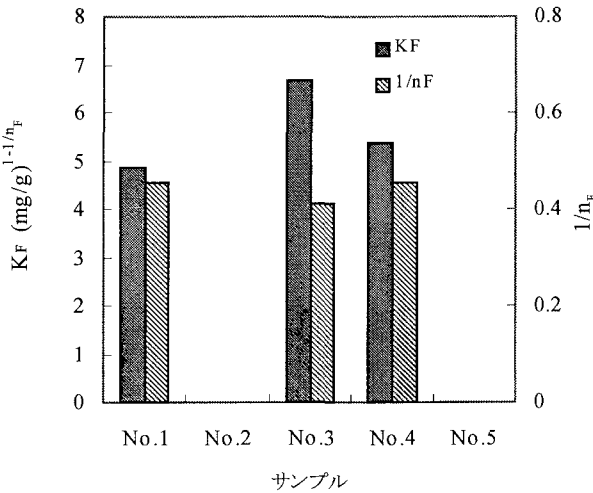


図-5 降雨による K_F と $1/n_F$ の変化 (TOC)

4. まとめ

長良川下流域における降雨前後の河川水中有機物の回分式吸着実験で得た吸着等温線データを改良型 Freundlich モデルより解析し、その結果に基づいて、降雨が河川流出有機物の吸着特性に与える影響を評価した。