

都市内中小河川における晴天期水質の時系列解析

岐阜大学流域環境研究センター 正員 篠田成郎
 岐阜大学大学院工学研究科 学生員 ○ 早藤貴之
 岐阜大学工学部 近松 誠
 岐阜大学流域環境研究センター 正員 湯浅 晶

1. 緒言

地域住民や子ども達が親しみを持てるような都市内河川環境の創出には、汚染源の特定化はもちろんのこと、都市内中小河川の水質を支配するメカニズムを明らかにすることが極めて重要になると考えられる。家庭や工場からの汚染水の流入(汚染の点源)を基準値以下に抑制できても、汚濁物質の時空間的な積分量が河川の自浄機能以上に大きくなれば、河川水質は悪化する。また、流域下水道の整備は都市内中小河川での流量低下をもたらし、汚濁物質の濃度を上昇させるのみならず、河道中に堆積する汚染物質をいち早く流下させる能力も低下させる。とくに、降雨時のフラッシュ効果を低減させるため、いつまでも汚濁物質が河床底泥中に蓄積されることになる。

本研究では、岐阜市南部市街地を流下する典型的な都市内中小河川である荒田川(木曽川水系長良川の支川;流域面積24km²)を対象に、水文・水質データの時系列解析を行い、晴天期における河川水質の時間変化を支配する要因を明らかにすることを目的としている。

2. 観測データの概要

ここで用いる水文・水質データは、岐阜市の管理する荒田川水質自動観測所において1991年4月から時間記録として得られたものであり、大規模出水時を除外した期間を解析対象としている。この観測所では、流量(Discharge: Q)、水温(Water temp.: W)、水素イオン濃度(pH: p)、溶存酸素量(DO: D)、濁度(Turbidity: T)、電気伝導度(EC: E)および化学的酸素要求量(COD: C)が測定されている。荒田川流域および観測点の位置を図-1に示す。また、図-2は観測記録の一例を表す。

3. 時系列解析による水文・水質諸量間の応答関係の検討

図-3は1991年夏期における水温、pH、濁度および流量の周波数スペクトルを表す。いずれのスペクトルにおいても24時間($f_p \approx 4.2 \times 10^{-2}$)の周期的変動成分が顕著に現れており、図-2でも確認できる。こうした24時間周期変動が同一の原因によるものか否かを明らかにするために全水文・水質項目間の相互相関関数(一例を図-4に示す)を調べたところ、有為な時間応答関係を示す次の2つのグループの存在が確認できた。

Group1: 水温、pH、DO

Group2: 流量、濁度、COD

両グループ内の項目間相互のクロススペクトル解析結果の一例を図-5および図-6に示す。こうした検討から、Group1では、いずれの項目相互においてもピーク周波数 f_p でのコヒーレンスは高く、水温、pH、DOの3者の24時間周期変動は同一原因によるものである可能性が高いことが判明した。これに対して、Group2では、相互相関はそれほど低いものの、ピーク周波数 f_p でのコヒーレンスは必ずしも高くなく、項目の組み合わせやケースによって値のばらつきが大きいことが確認できた。

図-4のピーク位置としての時間遅れおよび図-6を基にピーク周波数 f_p での位相差から算出した24周期変動の時間遅れを表-1に示す。表中の‘Case’には、1991年春季のデータを‘91春’などとして記入してある。Group1の組み合わせでは、相互相関関数における時間遅れと24時間周期の位相差から得られる時間遅れの両者がほぼ一致している。水温変動は日射や気温変動に起因するものであり、pHやDOは水中藻類や植物性プランクトンの光合成活動に影響を受けるため、当然の結果とも言える。これに対して、Group2の組み合わせでは、相互相関関数と位相差との結果が必ずしも一致しておらず、こうした不一致が季節的な要因によるばらつきとも考えにくい。都市内中小河川においてはよくあることであるが、晴天期における荒田川の流量源は家庭や事業所からの排水を主としており、都市活動の周期が f_p として現れていると考えられる。また、濁度やCODも排水の影響を受けるため、流量と同様な周期変動を示す。しかし、これらは点源汚濁物質(ポイント負荷)であり、ケースごとの点源の相違によって流達時間にばらつきが生じることになる。すなわち、Group1と2の相違は、ノンポイント負荷とポイント負荷の違いであると考えられる。

4. 結語

以上、本研究では、都市内中小河川における水質の時間変化特性について検討し、時間・周波数特性が点源および面源としての汚濁負荷の扱いによって評価されることを明らかにした。

最後に、本研究で用いた水文・水質データは岐阜市衛生部より提供されたものであり、ここに記して深謝の意を表す。



図-1 観測点と流域の地図

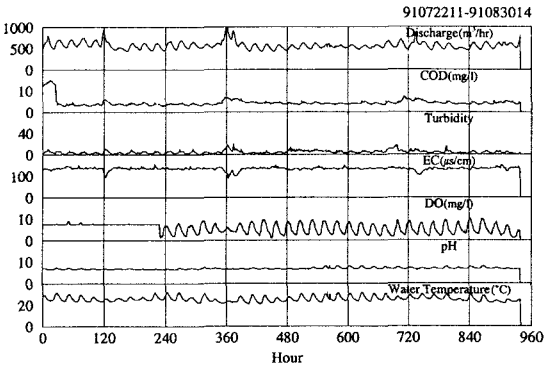


図-2 観測記録の一例

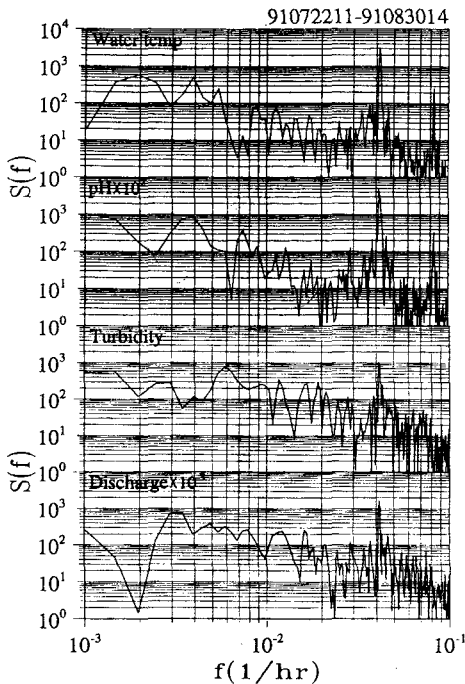


図-3 周波数スペクトル

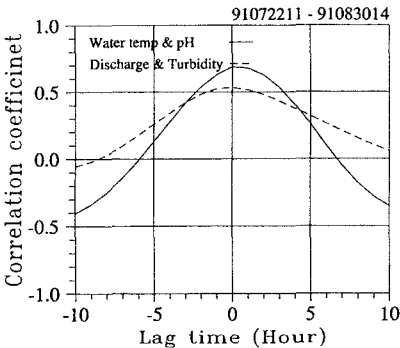


図-4 相互相関関数

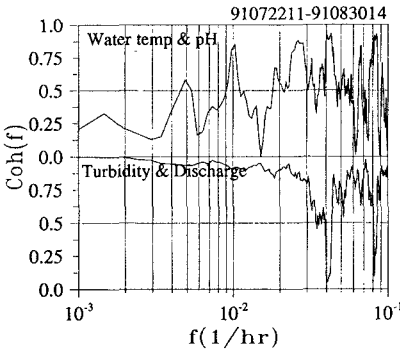


図-5 コヒーレンス

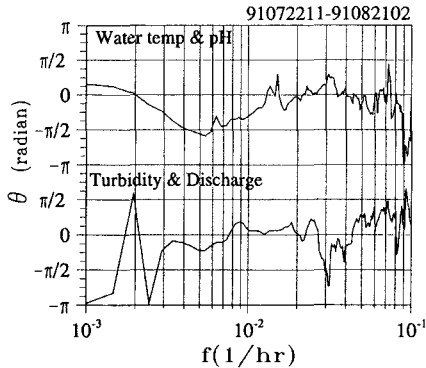


図-6 フェーズ

表-1 相互相関関数およびフェーズから求められる時間遅れ

Case	Cross-correlation			Phase		
	W&P	W&D	P&D	W&P	W&D	P&D
91 春	0	-1	-1	0.1	-1.3	-1.7
91 夏	0	-1	-2	0.4	-1.3	-1.7
92 冬	0	-1	-1	-0.6	-1.2	-0.6
93 秋	0	-1	0	-0.7	-0.9	-0.2
94 冬	0	-1	-1	-0.7	-1.1	-0.3
94 夏	0	-1	0	-0.7	-1.4	-0.7
94 秋	0	-1	0	-0.7	-1.4	-0.7
95 秋	0	-1	-1	-0.3	-1.1	-0.8

Case	Cross-correlation			Phase		
	T&C	T&Q	C&Q	T&C	T&Q	C&Q
91 春	0	-1	-1	1.1	0.1	-1.1
91 夏	0	0	0	-0.6	-0.6	2.1
92 冬	0	-1	-1	0.3	-2.1	-1.9
93 秋	0	-1	-1	0.3	-0.7	-0.7
94 冬	0	-1	-1	-2.1	-3.5	-1.3
94 夏	0	-2	-1	1.6	0.7	-0.2
94 秋	0	0	0	-0.5	-2.1	-1.7
95 秋	0	-1	0	-0.3	0.0	0.1