

VII-177 渇水期の河床付着藻類剥離流出の河川流出負荷量への寄与

池田建設㈱ 正会員 吉村 剛一
 摂南大学工学部 正会員 海老瀬 潜一

1. はじめに

市街地を流下する中小河川の多くは、栄養塩や有機物質の汚濁負荷を受け、河床に付着藻類や糸状菌等の生物膜が増殖と剥離を繰り返し、河川流出負荷量の一部を構成している。とくに、夏季から秋季の渇水期の場合は、水深が浅くて流速も小さく、水温が高くて日照量が十分なために、河床付着藻類は十分に増殖し、大きな現存量で存在し、一部剥離を伴いながら増殖を続け、降雨時流出によって大量の剥離流出となる。このような流況下では、河川に流入した懸濁態物質は、浅い水深と小さな流速のために、沈殿するものが多いなり、その沈殿物は河床付着藻類上にも多く、降雨時流出で付着藻類の剥離とともに流出することになる。したがって、このような渇水期の晴天時には汚濁負荷の流達率あるいは流出率は小さな値となる。このような例を、1995年9月から12月までの期間に淀川水系の天野川で観測し、以下のような解析を行った。

2. 河川負荷量調査の概要

天野川は、生駒山を水源とし、奈良県生駒市と大阪府四条畷市の境界の田園地を流下し、交野市と枚方市の市街地を貫流して淀川に流入する流域面積49.8km²の小河川である。天野川流域の土地利用形態等を考慮して、上流、中流、下流の3地点において、1995年9～12月の4ヶ月に3日間隔の流出負荷量変化調査と、中流地点でその調査期間内に3度の降雨時流出負荷量調査を併せて実施した。流域内の枚方市では年間およそ1600mmの降水量があるが、1994年は年間降水量で800mmを割るような大渇水で、とくに梅雨期後の渇水が目立った年であった。1995年も年間降水量1262mmと渇水で、8月以降は1994年上回る少雨状況となった。ちなみに、9～12月の4ヶ月間の枚方市内のAMeDAS観測地点での降雨量は、1994年が226.5mm、1995年が180.5mmで1994よりも少なかった。なお、この流域には溜め池等もみられるが、流域内の踏査により、それらからの浮遊藻類等の流出による寄与は無視できることを確認している。上流域・中流域・下流域の流域諸特性を表-1に示す。

3. 定時調査のクロロフィルaの経日変化

3日に1度の頻度で行った定時流出負荷量調査における上・中・下流地点でのChl-a濃度と負荷量の統計値を表-2に示す。下流側地点ほど汚濁負荷量が増加し、流水断面積が増大するため、表-2の値から、河床付着藻類の増殖・剥離流出が盛んなことが明らかとなる。定時流出負荷量調査と3回の降雨時流出負荷量調査を併せて行った中流地点において、懸濁物質中に占める河床付着藻類量のウェイト、すなわち、Chl-a/SSの経日変化を図-1に示す。Chl-a/P-CODについても似た傾向で推移した。降雨後の晴天継続とともにSSやP-COD中に占めるChl-aのウェイトが経日的に増大して、その後の降雨時流出で急減し、晴天継続に伴いまた低い比率から高い比率に上昇するパターンを繰り返した。晴天が長期間継続すると、中

表-1 上・中・下流域の諸特性

	上流域	中流域	下流域
流域面積 (km ²)	16.9	24.5	8.4
流路長 (km)	8.325	5.4	1.175
平均流速 (m/s)	0.377	0.367	0.449
流下時間 (分)	368	242	48
平均流量 (m ³ /s)	0.144	0.572	1.047
SS負荷量 (g/s)	0.28	5.34	8.12
P-COD負荷量(g/s)	0.042	0.658	1.381
Chl-a負荷量(mg/s)	0.493	5.587	19.118

表-2 Chl-aの濃度と負荷量

	上流域	中流域	下流域
平均濃度 (μg/l)	4.7	11.9	27.9
降雨時最大濃度 (μg/l)	23.0	33.0	150
晴天時最大濃度 (μg/l)	7.5	23.1	59.1
平均負荷量 (mg/s)	1.1	9.9	39.1
降雨時最大負荷量(mg/s)	7.4	80.0	280
晴天時最大負荷量(mg/s)	1.5	14.1	56.3

流地点ではChl-a/SSの値は0.0025, Chl-a/P-CODの値は0.0035まで大きくなるが, 水質変動が大きい上流地点では, 時々少し大きな値になった。下流地点では, 全般にChl-a/SS, Chl-a/P-CODの値が中流地点より高くなり, 少し変動が大きかった。11月中旬以降は, 降雨量が少なく流量が低下し, 河床付着生物は流水断面の縮小による現存量の減少, 水温等の低下に伴う生理活性機能の低下によって剥離流出量も減少傾向となった。

4. 降雨時調査でのクロロフィル a の流出変化

中流地点で9月23～24日(2mm), 10月24～25日(36mm), 11月7～8日(12mm)の3回の降雨時流出負荷量調査を行った。それぞれの先行晴天日数は7日, 15日, 8日と, 9月と11月の先行晴天期間が短い, 先行降雨が両者とも6mmと小さい規模であったため, 河床付着藻類が増殖して流出負荷量への影響が十分見られる降雨時流出となった。降雨規模が大きく, 先行晴天期間の長かった10月24～25日の降雨時流出の場合(最大流量16.0m³)には, 最大濃度369μg/l, 最大負荷量2.67g/sであった。Chl-a/SSの比率は図-2に示すように, 流出初期の0.0016から時間経過とともに減少し, 0.0002弱にまで低下した後, 流量の減少とともに0.0008まで回復した。ちなみに, 9月23～24日の小降雨の場合(最大流量1.12m³)のChl-aの最大濃度は57.0μg/l, 最大負荷量0.064g/sで, 11月7～8日の場合(最大流量8.5m³)は最大濃度264μg/l, 最大負荷量1.64g/sであった。

5. 流出負荷量への河床付着藻類の寄与

9月～11月の大きな降雨から次の大きな降雨までの晴天期間ごとにChl-a負荷量の流出負荷量を積算すると, 中流地点では平均で0.38～0.63kg/dとなって, 通常の晴天期間では1日約0.4kg/dのChl-a負荷量であった。9月23～24日(18.5hr)の2mmの降雨時流出では晴天時流出のはぼ1日分に近い0.33kgが, 10月24～25日(22.75hr)の36mmの降雨時流出では晴天時流出の約66日分の26.6kgが, 11月7～8日(14.5hr)の12mmの降雨時流出では晴天時流出の約40日分の16.1kgが流出した。これまでに河床付着藻類の構成成分比は種々の報告がなされている。乾燥重量(SS):Chl-a=790～1430:1等の比が報告されている。ここでは, 降雨時流出初期の比率からSS:Chl-a=700:1と推定した。有機物質指標とChl-aの比率は, TOCまたはCOD_{Cr}の報告で, 酸化力の劣るCOD_{Mn}での報告はないが, 同様に, 降雨時流出初期の比率からP-COD_{Mn}:Chl-a=125:1と推定した。これらの比率を用いて, Chl-a負荷量から晴天時流出負荷量のSS中に占めるウェイトを算定すると, 晴天時にはSSの約52～98%, P-CODでは約68～99%が河床付着藻類の剥離流出によると推定できる。降雨時流出ではSSの27～40%が, P-CODの79～99%が河床付着藻類の寄与によると推定された。

ただし, 河床付着藻類には有機物質だけでなく無機物質も付着したり, 沈澱したものを包含した状態での比率であり, 汚濁程度や流況で異なるものである。

なお, この研究は, 1995年度卒業研究として掛須智雄, 菅波則克, 立平浩一, 寺下隆雄, 中嶋央らを含めた共同研究の成果であることを付記する。

引用文献

- 1) 環境微生物工学研究法(1993)pp. 313-316, 技法堂,
- 2) 海老瀬他(1978)用水と排水, 20, pp. 1447-1459.
- 3) 井上・海老瀬(1993)水環境学会誌, 16, pp. 507-515.

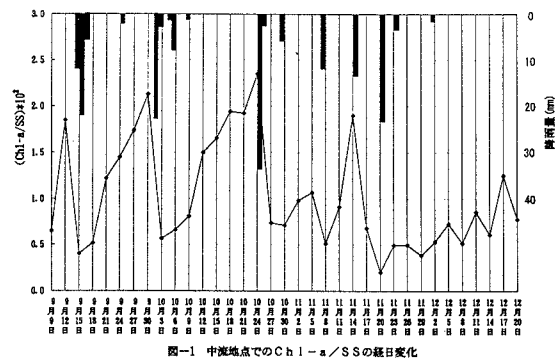


図-1 中流地点でのChl-a/SSの経日変化

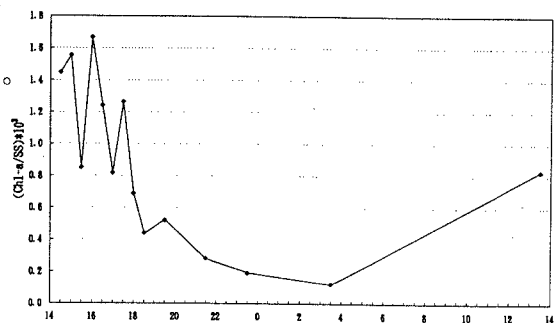


図-2 10/24～10/25 降雨時流出のChl-a/SSの経時変化