

II-480

河川上・中流域の溶存有機物質の流出特性

国立環境研究所 水圏環境部 正員 海老瀬 潜一
同上 正員 井上 隆信

1. はじめに

日本の河川の多くは、降水から流水へと水質変換され、流下とともに流域内の人為的な汚濁の影響を受けて、有機汚濁物質の濃度と負荷量を増大させる性格が強い。とくに、河川上・中流部の水質は、山地、下って樹園地・畑地・水田の農耕地、さらには市街地と、流域内の面源負荷、すなわち、土地利用形態の影響を強く反映した結果となっている。有機汚濁物質については、懸濁態成分は降雨時流出による流量増加時には濃度・負荷量ともに増加することが多いが、溶存態成分では流量増加に対して、濃度は大きくは変化せず流出負荷量としては増加する特性を有している。この溶存有機物質については、水域の環境基準の観点から、上流域ではバックランドあるいはベースとしての濃度レベルが注目され、中・下流部では人為的な汚濁負荷の影響の大きさを推し量ることが可能である。このため、水稻の移植作業の影響があり、流出負荷量も大きい4~6月の時期に、農耕地河川での降雨時流出を含めた詳細調査の結果からその流出特性の検討を行った。

2. 調査の概要

調査対象とした河川は、図-1に示す霞ヶ浦(西浦)高浜入に流入する農耕地河川の恋瀬川本流(流域面積, 147.4km²)とその支川の川又川(同, 39.8km²), さらにその支川の小桜川(同, 18.2km²)で、調査地点数は流下方向に6地点である。調査は、1992年4月17日~6月30日の74日間に28回の定時流出負荷量調査と、1回の降雨時流出負荷量調査を実施した。また、同様の調査を1991年5月1日~6月26日の56日間に16回の定時流出負荷量調査と1回の降雨時流出負荷量調査を実施しており、両方の調査結果を併せて解析した。なお両年とも、降雨時流出負荷量調査は、小桜川の流末地点(川又川への流入直前地点, St.3)の1地点のみである。有機汚濁物質の水質指標としては、DOC, D-CODおよびBODの3つで評価を行った。

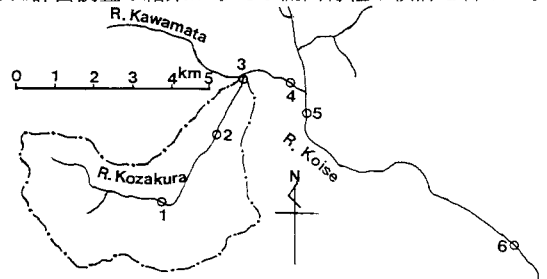


図-1 調査対象河川と調査地点

3. 流下に伴う溶存有機物質の濃度レベルの増加

晴天時と降雨時の両方の流出を含む1992年の定時流出負荷量調査に基づく流量荷重平均濃度の流下方向の変化として、図-2に示す。同図に示した水田・畑地(樹園地を含む)の流域内での面積比率が流下とともに増加し、DOC, D-COD, BODの濃度レベルも増加する傾向は明らかである。また、流下とともに人為的な影響の増大などにより、DOC/D-CODの値の低下傾向も明らかとなった。最も上流地点(St.1)は山地の山から里に下りた境界の地点であり、その濃度レベルは流域内の山地(林地)の濃度レベルを表す結果ともなっている。しかし、その値も表-1に示すように、1991年と1992年ではかなり異なっており、期間総降雨量が多く、流域面積当たりの平均日流量が多かった1992年が流量荷重平均濃度が低く、流域面積当

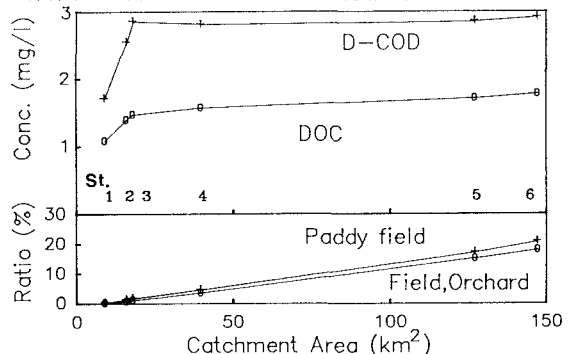


図-2 調査地点のDOC・D-COD濃度レベルと

農耕地面積比率

たりの流出負荷量では大きな値となっている。これは、河川上流域の山地の溶存有機物質の濃度レベルや流域面積当たりの流出負荷量といえども、降水量によって大きく変化することを示した結果である。

4. 降雨時流出における溶存有機物質の流出特性

小桜川流末地点（St.3）での兩年の降雨時流出負荷量調査における降雨時流出期間中の24時間かつ流域面積当たりの流出流量および負荷量、流量荷重平均濃度を表-2に示す。1991年の場合の総降雨量28mmで40時間の降雨時流出に対して、1992年の場合には総降雨量18mmで24時間の降雨時流出であった。24時間かつ流域面積当たりの流出流量は両者に大きな差がないにもかかわらず、総降雨量の少ない1992年の場合が1991年の場合と比較して流量荷重平均濃度が低く、24時間かつ流域面積当たりの流出負荷量で小さな結果となっている。これは、当該降雨直前の濃度レベルの高低差の影響が大きく、降雨による流量増加に対する溶存有機物質負荷量の増加分は当該降雨の降雨規模に支配されているからであろう。とくに、DOCの流量荷重平均濃度と24時間かつ流域面積当たりの流出負荷量の違いが著しい。1991年の場合には3日前に18mm、1992年の場合には2日前に22mmの先行降雨があり、それ以前の降雨量も1992年の方が1991年と比べて大きく、当該降雨直前の流量が大きい状況下であったため、1992年は溶存有機物質濃度レベルの低い状態が続いていた。

5. 調査頻度と降雨時流出の流出負荷量への影響

調査は兩年ともほぼ同時期に実施したが、調査の間隔や頻度が異なるほか、調査期間の4月20日～6月30日の期間総降雨量が1991年の290mmに対して、1992年のそれは424mmと前年の1.46倍もあり、降雨頻度が高く、6月に大きな降雨量の降雨が多かった。1991年の調査は、9回の毎週1回定時の調査に加えて降雨直後の定時の追加調査を7回行い、56日間に合計16回の調査頻度であった。1992の調査は、水稻の移植作業の多い時期に調査頻度を高く、その後は調査間隔を徐々に拡大する方法で定時調査を74日間に合計28回と、全体としても調査頻度の高い定時調査を実施した。その結果を降雨時流出調査も実施した小桜川流末地点（St.3）について、調査期間中の流域面積当たりの日平均流量と日平均負荷量および流量荷重平均濃度に絞り、1991年の毎週データだけの場合、1991年の全データの場合、および、さらに調査頻度の高い1992年の全データの場合に分けて表-3に示す。この順に、流量荷重平均濃度は低下するものの、流域面積当たりの日平均流量及び負荷量は増加することが明らかとなった。調査頻度が増すと、あるいは、降雨時流出を捉えることが多くなるほど、この特性が顕著になる。また、流量変化に対するD-CODの変化の度合はDOCのそれとくらべて大きいのが目立つ。

表-1 河川上流地点（St.1）での溶存有機物質レベル

調査年	日平均流量 ($10^3\text{m}^3/\text{km}^2/\text{d}$)	流量荷重平均濃度(mg/l)			流出負荷量(kg/km ² /d)		
		DOC	D-COD	BOD	DOC	D-COD	BOD
1991	1.31	1.63	2.26	--	2.14	2.96	--
1992	2.29	1.03	1.71	1.85	3.11	4.93	5.34

6. おわりに

流域内の土地利用形態が異なれば、面源負荷に由来する溶存有機物質の質も量も違ってくる。晴天時流出と降雨時流出でも流出物質の内容は異なるため、調査頻度によって捉えられる水質指標での量も質も違ってくる。とくに、農耕地には人為的な汚

濁負荷の排出も見られるため、現象はさらに複雑なものとなり、その調査結果の解析は難しくなる。

表-2 降雨時流出における溶存有機物質の流出特性（St.3）

調査年	24hrs平均流量 ($10^3\text{m}^3/\text{km}^2/\text{d}$)	流量荷重平均濃度(mg/l)			流出負荷量(kg/km ² /d)		
		DOC	D-COD	BOD	DOC	D-COD	BOD
1991	5.09	2.81	4.03	--	14.3	20.5	--
1992	5.42	1.03	1.71	1.85	7.23	18.2	12.0

表-3 各種の調査方法による溶存有機物質流出特性（St.3）

調査年 データの種類	調査回数	日平均流量 ($10^3\text{m}^3/\text{km}^2/\text{d}$)	流量荷重平均濃度(mg/l)		日平均負荷量(kg/km ² /d)	
			DOC	D-COD	DOC	D-COD
1991年毎週データ	9	1.71	2.89	4.30	4.95	5.56
1991年全データ	16	1.94	2.74	4.08	5.32	7.92
1992年全データ	28	4.29	1.47	2.85	6.32	12.2