

河川調査による河床付着生物膜剥離量の評価

国立公害研究所 ○井上隆信、海老瀬潜一

1. はじめに

日本に数多く存在する水深が浅く河床が礫でおおわれている河川では、河川流下過程における水質の変化には、河床付着生物膜が重要な役割を果たしている。河床付着生物膜が増殖することによって河川水中の溶存態窒素・りんを取り込み、剥離することによって再び河川水中に懸濁態窒素・りんとして回帰することになり、河床付着生物膜の働きとしては、窒素・りんの一時的貯留、溶存態から懸濁態への形態変換が考えられる。この河床付着生物膜の働きを実際の河川で明らかにすることを目的として、河床付着生物膜の連続的調査を行なっている。これまでに、河川水質の流下過程における変化、河床付着生物膜の取り込み速度について報告してきたが、ここでは、河床付着生物膜の剥離について検討を加えたので報告する。

2. 調査概要

茨城県の中央部を西から東に向かって流れ、潟沼に注いでいる潟沼川の中流部を対象として、1987年8月より週に一度の間隔で調査を行なっている。河床付着生物膜については、図1に示す2地点で採取している。ここでは、1987年8月24日から2年間の調査結果について報告する。河床付着生物膜の採取は、被付着面の条件が統一されること、回収するまでの履歴がはっきりしていること、面積の測定が容易であることから10cm角の人工の付着板を用い、材質としては、礫と同様に生物膜が付着する素焼のタイルを用いた。流量増大時にも流されないように、コンクリート板に針金で固定して河床に設置し、周囲の環境に適応するまで、夏季で一ヶ月以上、冬季で二ヶ月以上河床に設置しておいたものを調査時に回収し、乾燥重量・炭素・窒素・りん・Chl-a・細菌数を測定した。また、河床付着生物膜の採取時には、流量・水温の測定、採水も行い、水質については、各態窒素・りん、BOD、COD、TOC・Chl-aやその他一般水質項目について測定した。調査地点の概要を示すため、表1に河床付着生物膜の測定地点のSt.2とSt.6について流量及び水質の平均値をまとめた。流量は、冬季の低流量時で $0.8\text{m}^3/\text{s}$ 程度、降雨のないときには、通常 $1\sim 1.5\text{m}^3/\text{s}$ であった。

3. 河床付着生物膜現存量の経時変化

図2に河床付着生物膜の現存量の経時変化を示す。生物膜の現存量は、11月から12月にかけて増加し、最大で $30\text{mg}/\text{cm}^2$ を越える量に成長した。この時期には、例年降雨が少なく低流量で安定しており、生物膜の増

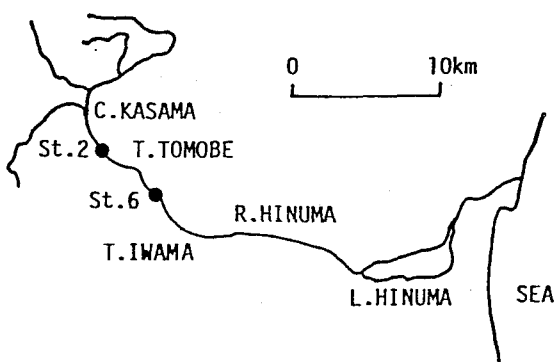


図1 調査地点

表1 調査地点の流量・水質

		St. 2	St. 6
Q	(m^3/s)	2. 2	2. 7
BOD	(mg/l)	1. 8	1. 7
DOC	(mg/l)	1. 4	1. 4
$\text{NO}_3\text{-N}$	(mg/l)	1. 0	1. 3
DN	(mg/l)	1. 2	1. 5
TN	(mg/l)	1. 3	1. 6
DP	(mg/l)	0. 017	0. 018
TP	(mg/l)	0. 089	0. 072

殖を維持できる環境になっているためと考えられる。その後剥離により減少し、冬季には、降雨がほとんどなく河川流量は安定しているものの水温が低く生物膜の成長が抑えられているため、現存量は増加しなかった。春から夏にかけては、生物膜の増加傾向はみられるが、この時期には流量・流速の増加をもたらす生物膜を剥離させるような降雨が高い頻度で多数あり、現存量は低く抑えられ10mg/cm²を越えることはほとんどなかった。

表2に河床付着生物膜の組成比を示した。乾燥重量が多くなると、炭素・窒素・りん・Chl-aの割合がそれぞれ低下する傾向を示したが、炭素・窒素・りん・Chl-aの間では、生物膜現存量に関係なく一定の比率となった。これは、乾燥重量に対する炭素比がSt.2で12%、St.6で8.9%と植物プランクトンの値に比べて小さく、生物膜中に土・砂等の無機物質がかなりトラップされており、その比率が乾燥重量が多くなると大きくなるためと考えられる。St.2とSt.6でそれぞれCN比は6.3と6.3、NP比は8と6.7となり、植物プランクトンの値とほぼ同様となった。

図3に河床付着生物膜中の炭素量と従属栄養細菌数との関係をSt.2について示した。細菌数は、炭素量に関係なく10⁵から10⁸個/cm²存在する。生物膜量の剥離による減少は生物膜中の藻類が主な要因であり、細菌は剥離後も多数付着板上に存在している。新しい付着板設置直後は、付着生物膜が増殖し始めるまでに数日間のラグタイムがあるのに対して剥離後はすぐに増殖し始めることが観測されるが、それはこのためであると考えられる。

4. 剥離量と降雨量の関係

剥離量と降雨の関係について検討を加えた。ここでは、生物膜量が前回の調査時の生物膜量と比べて、減少していればそれは剥離によるものとした。河床付着生物膜の現存量が多くなると一回の剥離量も多くなる。ここでは、降雨との関係を明瞭にするため、剥離量を前回の調査時の生物膜量で割った値を剥離割合とし、その期間中の降

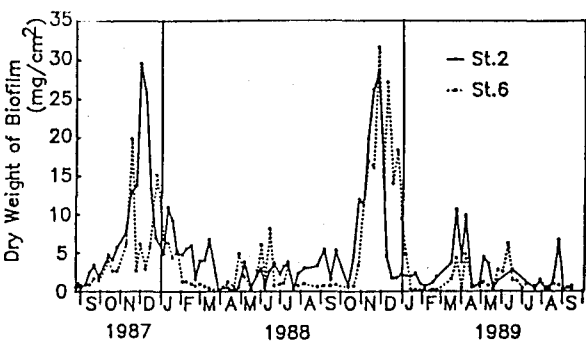


図2 河床付着生物膜現存量の経時変化

表2 河床付着生物膜の組成比

	DW	C	N	P	Chl-a
St. 2	100	12	1.9	0.24	0.11
St. 6	100	8.9	1.4	0.22	0.085
St. 2		100	16	2.0	0.89
St. 6		100	16	2.4	0.95

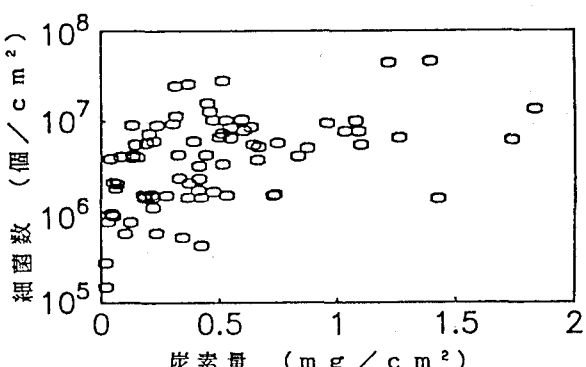


図3 炭素量と細菌数の関係

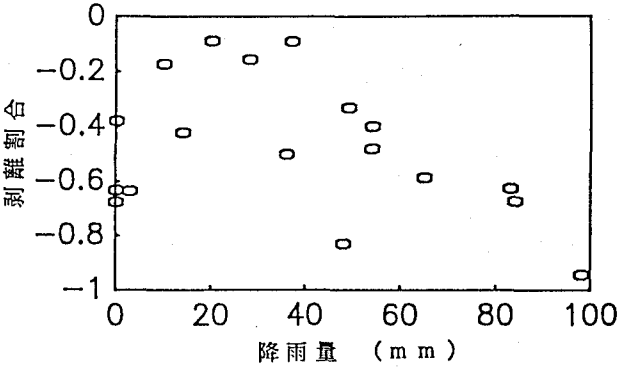


図4 降雨量と剥離割合の関係

雨量との関係をSt.2について図4に示した。降雨量は、測定値点上流部の笠間市での地域気象観測データから求めた。降雨量が多くなると、剥離割合が多くなる傾向が認められ、降雨量が20mm以上になると剥離が起こりやすくなると考えられる。20mmの降雨があると調査地点では、流量で1 m³/s、水位で20cm程度の増加がみられた。河床付着生物膜の剥離は、降雨に伴う流量・流速増加が大きな原因であることが確認された。

5. 剥離量の評価

図5に1987年度と1988年度について20mm以上の降雨間隔を笠間のデータについて表わした。この地域では、11月から2月にかけて降雨が少なく、20mm以上の降雨がない日が100日程度続いた。11月から12月にかけての河床付着生物膜現存量の増加は、この時期の初期に当たる。剥離には降雨に伴う流量・流速増大時の剥離と増殖途中あるいは飽和に達したときにその一部が剥離する平常流量時の剥離とに分けることができると考えられている。冬季以外は、降雨間隔日数が短いこと、現存量が多くなる11月に比べ他の時期の現存量は少ないこと、降雨が少ない冬季には水温が低く河床付着生物膜の増殖速度は小さいことから涸沼川においては、河床付着生物膜の剥離は、大部分が降雨に伴う流量・流速増加による剥離であると考えられる。

一年間の剥離量を表3に示した。これは、前回の調査時から減少した場合を剥離と考えて単純に合計したものである。河床1 m²あたり一年間で窒素で7.2g、りんで1.2gが低流量時に河川水中から溶存態として取り込まれ、懸濁態に形態変換され、主に洪水時に懸濁態として流下していくと考えられる。実際には、降雨間隔と調査間隔が一致していないので、この剥離量はさらに大きな値となることが推測される。

6. おわりに

ここでは、河床付着生物膜現存量変化から剥離量の評価を試みた。生物膜現存量変化のモデル化も含め、河床付着生物膜による河川流下過程における水質変化の定量評価について実際の河川での調査結果をもとにさらに検討していく予定である。

参考文献

海老瀬潜一他:市街地河川流達負荷量変化と河床付着生物群(1),用水と廃水,第20巻,1447-1459(1978)
 海老瀬潜一他:市街地河川流達負荷量変化と河床付着生物群(2),用水と廃水,第21巻,183-191(1979)
 相崎守弘:富栄養化河川における付着微生物群集の発達にともなう現存量および光合成量の変化,陸水学雑誌,第41巻,225-234(1980)
 川島博之他:河床付着性藻類の増殖と剥離,化学工学論文集,第9巻,324-329(1983)
 橘治国・井上隆信他:河床生物膜の組成と水質浄化能,衛生工学研究論文集,第24巻,1-12(1988)
 井上・海老瀬:河床付着生物膜による栄養塩の取り込み,土木学会第43回年次学術講演会概要集第2部,884-885(1988)
 井上・海老瀬:流下過程における水質変化と河床付着生物膜,土木学会第44回年次学術講演会概要集第2部,930-931(1989)

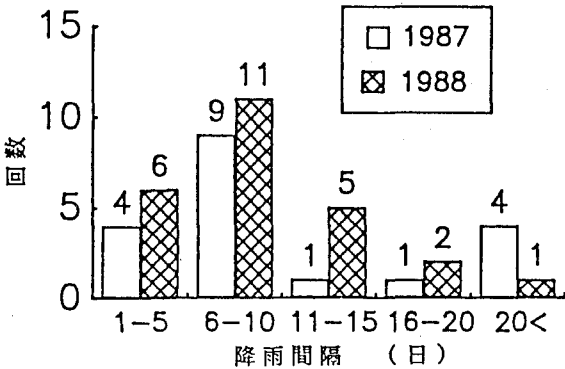


図5 笠間における降雨間隔

表3 河床付着生物膜年間剥離量

		単位 g/m ²		
		C	N	P
S t. 2	1987.8.24~1988.8.25	48.5	7.4	1.3
	1988.8.25~1989.8.24	39.0	5.9	0.9
S t. 6	1987.8.24~1988.8.25	48.9	7.4	1.2
	1988.8.25~1989.8.24	52.5	7.9	1.4