

河床からの有機物の流出に及ぼす栄養塩濃度の影響

東北大学大学院工学部 工学研究科 学生員 ○菅原智彦 高谷圭吾
正会員 坂巻隆史 西村 修

1. はじめに

近年全国で8割以上の河川がBODの基準値を下回り、河川水質は良好になってきているとされているが、栄養塩は依然高濃度である。そして、これらの無機態栄養塩が付着生物膜に吸収され有機態として河床に蓄積され、河川水中に流出することで河川内やその流達先で有機汚濁の問題が生じることが懸念されている。

しかし、有機物の流出がいつ、どれくらい、どんな形態で起こるかは十分に把握されていない。そのため、河床も含めた河川水質管理を考慮する上でも、平水時、出水時の河床と河川水中の有機物の収支を明らかにする必要がある。

2. 調査方法

1) 調査地点と期間

調査地点は、七北田川中流の下水処理場の上流部にA, B地点と下流部にC, D地点の計4地点とした。各地点の流速、水深、水質を表1に示す。調査期間は2002年9月19日から12月2日で、約3日おきに行った。

2) 河川水質調査

ポリ容器に採水して実験室に持ち帰りSS, NH₄-N, NO₃-N, NO₂-N, PO₄-P, POC, DOC, DTN, DTP, PN, PPを測定した。

3) DO, DOCフラックス調査

調査開始の約1月前に、アングルに固定したセメント製付着板(5×10cm)を各地点の河床に延べ72枚ずつ設置した。フラックスの測定時には、明条件用の透明な密閉容器と暗条件用のアルミホイルを巻いた容器それぞれに、付着板を2枚ずつアングルから取り

表1 各調査地点の流速、水深、水質の調査期間中の平均値

地点	上流部		下流部	
	A	B	C	D
平均流速 (m/s)	0.58	0.28	0.28	0.51
平均水深 (cm)	5.3	29.5	14.9	7.7
NH ₄ -N (mg/l)	0.046		0.425	
NO ₃ -N (mg/l)	0.322		0.771	
NO ₂ -N (mg/l)	0.005		0.025	
PO ₄ -P (mg/l)	0.014		0.102	

外して入れた。そして、容器内に空気が入らないように河川水で満たし密閉した後、それを河床上に約2時間静置した。その直後には河川水のサンプリングを行った。また、2時間後容器内の水を採取し、0.45 μmメンブレンフィルターでろ過した後スクリー管に採取し、実験室に持ち帰りDOCを測定した。また容器内の水をフラン瓶に採取して現場で固定し、実験室でウインクラ法に基づきDOを測定した。DO, DOCフラックスは容器放置前の河川水と2時間経過した容器内の水の栄養塩濃度差に容器内の体積(0.621)を掛け、付着板の面積、計測時間で割り、単位をmg/m²/hとして求めた。

4) 付着生物膜調査

容器によるフラックス調査の採水後、付着板から生物膜を歯ブラシでバットに擦り取り、蒸留水で洗い流しながらポリ容器に採取して実験室に持ち帰った。その後、ポリ容器を500mlまでメスアップしてGF/Cフィルターでろ過後、付着生物膜中のC, N, P量を測定した。また、クロロフィルa量も測定した。

3. 結果と考察

栄養塩濃度が異なるが、流速が等しいA, D地点, B, C地点共に同様な傾向を示したことから、B, C地点の現象を中心に示す。

1) 現存量の変化と出水時の剥離

図1にB, C地点の付着生物膜現存量(炭素量)の結果を示す。調査期間に3回出水があり現存量が減少したが、その際栄養塩濃度の低いB地点に比べ、C地点では剥離後の残存量が小さく剥離量が大きかったことがわかる。また、剥離した後、栄養塩の高い地点では増加速度が高く、ほとんど剥離していなかったB地点の現存量を2週間程度で上回った。付着生物膜が厚くなると藻類の活性は低下することから¹⁾、C地点は栄養塩濃度が高いため生産が活発で付着生物膜量が多くなり、出水前の時点では藻類の活性が低下し、付着力が低下して剥離量が多くなったと推察される。

キーワード 河川 富栄養化 付着生物膜 剥離
連絡先 〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉06

栄養塩
東北大学大学院工学研究科

2) 生産・分解フラックス

明・暗条件で測定された D0 フラックスをもとに調査期間中の河床付着生物膜の総生産フラックス, 分解フラックスを求めた. 期間中の総生産フラックスは B 地点で平均 117.1, C 地点で平均 152.7mgO₂/m²/h となり, Chl-a と正の相関があった. 分解フラックスは B 地点で平均 22.9, C 地点で 29.5mgO₂/m²/h となり, 各地点で付着生物膜の現存量が増加すると分解フラックスが大きくなる傾向があった.

総生産フラックス, 分解フラックスともに栄養塩濃度の高い地点で多くなった. これは栄養塩濃度の高い地点では藻類の活性が高いため, 河床付着生物膜の増加速度が高く, 単位時間, 単位面積当たりの Chl-a 量, 現存量の増加量が高くなり, それに伴う総生産フラックス, 分解フラックスの値が栄養塩濃度が低い地点に比べ高くなったためと考えられる.

3) DOC フラックス

図 2 には, B, C 地点における明条件における総生産量と DOC の溶出フラックスの関係を示す. なお, DOC の値は B 地点で平均 3.8mg/m²/hr, C 地点で平均 5.9mg/m²/hr となった. 図 2 から総生産量が小さくなると DOC の溶出量が小さくなることが示された. 従って付着藻類の生産に付随する DOC の生産が河床からの DOC フラックスに大きく寄与しているといえる.

4) 付着生物膜における有機物収支

明・暗条件でのフラックス測定, 付着量測定から求められた調査期間中 (2002 年 10 月 8 日から同年 12 月 2 日の 56 日間) の B, C 地点における有機物の収支を図 3 に示す. 平水時の剥離は実測値と, D0, DOC フラックスから求めた理論値の差として求めた. その結果, 栄養塩濃度の低い B 地点は平水時には DOC 溶出 + 剥離で 12.5 gC/m², 出水時には 3.4 gC/m² となり C 地点では同様に 7.5, 14 gC/m² となり B 地点と C 地点での平水時, 出水時の流出量の比は 1.7 : 1, 1 : 4.1 となった. 栄養塩濃度が異なると流出のタイミングと異なっていた. また, 平水時では B 地点で溶存態と懸濁態の割合が 1 : 1.8, C 地点では 2 : 1 となった. 平水時では流出する形態が異なっていた.

4. まとめ

本研究で得られた結果を以下にまとめる.

1) 栄養塩濃度が高い地点では出水時の剥離量が大きく, 平水時では栄養塩濃度が低い地点の方が剥離量

が大きかった. 栄養塩濃度が高い地点では生物膜が厚くなることで付着藻類の活性が低下し, 剥離しやすいためと考えられる.

2) 総生産フラックスは栄養塩濃度が高い方が低い方に比べ約 1.3 倍, 分解フラックスも約 1.3 倍であった.

3) DOC は総生産量と正の相関があり, 栄養塩濃度が高い地点は光合成活性が高いため DOC の溶出量が, 栄養塩濃度の低い地点よりも大きかった.

4) 河床から流出する有機物のうち栄養塩濃度の高い地点は出水時に, 低い地点は平水時に流出する方が割合として大きかった. また, 平水時には栄養塩濃度の高い方は溶存態として, 低い方は懸濁態として流出する割合が高かった.

参考文献

1) 相崎守弘 *Limnol*, 41, 4, 225-234, 1980

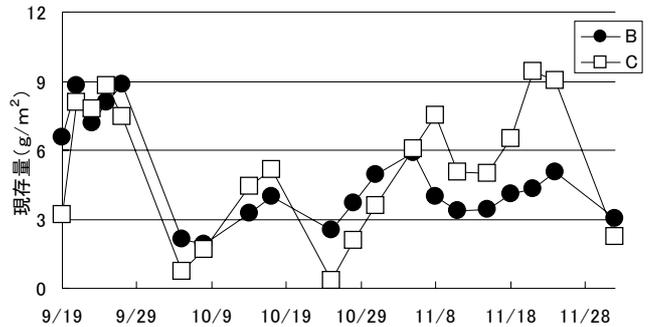


図 1 現存量の経時変化

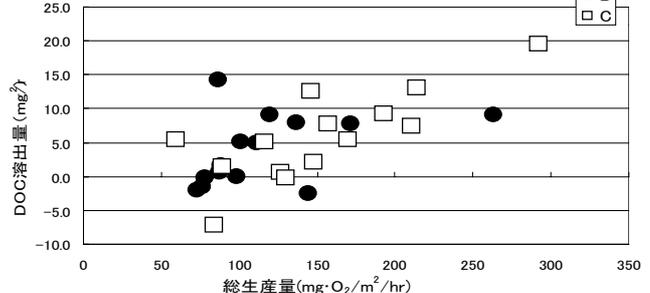


図 2 明条件の総生産量と DOC フラックスの相関

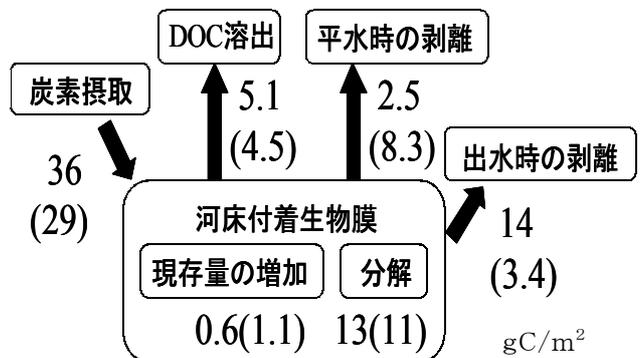


図 3 B, C 地点の有機物収支

普通の数字は下流 C 地点, ()内の数字は上流 B 地点の値である.