河床生態系の自浄作用における役割

岡山大学大学院環境学研究科　学生会員　○西村有
岡山大学大学院環境学研究科　　正会員　河原長美

1.　はじめに

既存研究より、流速を有する河道区間では藻類濃度が減少することが明らかにされている。室内実験の結果より、藻類は河床材料に捕捉されると考えられている。また、貝を使った水質浄化実験の結果、貝には水質浄化効果があり、河床に捕捉された藻類の行方に影響していることがわかっている。

しかし、実際に河床に捕捉される藻類量や貝による水質浄化効果の能力は、十分には明らかにされていない。そこで本研究では、旭川を対象とした現地調査と室内実験とを行い、河床生態系が自浄作用においてどのような役割を果たしているかを明らかにすることを目的として検討を加えた。

２　現地調査と室内実験について

2.1　現地調査

現地調査は岡山県を流れる一級河川である旭川において、平成２０年８月２２日、同月２６日および９月１日に行った。図－１に旭川流域と各調査地点とを示す。調査地点は、旭川ダム地点、旭川ダムから下流側 6.1km に位置する A 地点、下流側 7.2km に位置する B 地点、下流側 26.7km に位置する C 地点の合計４地点とした。

各調査地点で水温、pH、濁度、電気伝導度、DO、水深および流速を計測した。各地点で採水し実験室へ持ち帰り、全窒素、全リン、COD_{Mn}、クロロフィルaを測定した。また、河床に捕捉される藻類量を調べるため、40cm×40cmの木製の枠に、上から網戸用の網、ろ紙、網戸用の網、スポーツ用ネットの順に取り付けて作製した捕捉器具を使った。藻類採取に当たっては、設置箇所から礫を採取し、礫に付着した藻類をブラシで除去して捕捉器具に敷き詰めた。現地調査１回目（８月２２日）にA～C地点にそれぞれ４個ずつ設置し、４日後（８月２６日）にそれぞれの地点から２個回収し、１０日後（９月１日）に残りの２個の捕捉器具を回収した。

図－１　旭川流域と調査地点

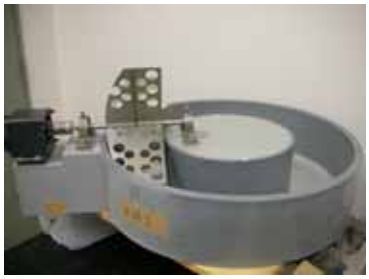
2.2　室内実験

2.2.1　静水中における貝の水質浄化能力に関する室内実験

現地調査において、藻類捕捉器具のいずれにも、多数の巻貝が集まってきた。これらの巻貝が水質にどのような影響を及ぼすか検討するため、①河川水＋藻類＋貝（５匹）、②河川水＋貝（５匹）、③河川水＋藻類の３種類の系を３個ずつ作って実験を行った。ここで用いた貝は、旭川で採取されたものであり、経過時間ごとの水質の変化を調べた。実験は２回行った。なお、２回目の実験では②と③の系は１つずつとした。

水質項目は、クロロフィルa、全窒素、全リン、COD_{Mn}、SSを取り上げて測定した。測定は、実験１回目は０、１、３、５日後の４回（窒素、リン、COD_{Mn}、SSは０、５日後のみ）、実験２回目は０、３、６、１２、２４時間後の５回（窒素、リン、COD_{Mn}は０、２４時間後のみ）採水して分析を行った。

2.2.2　流動場での貝の浄化能力に関する室内実験



写真－１　円形水路

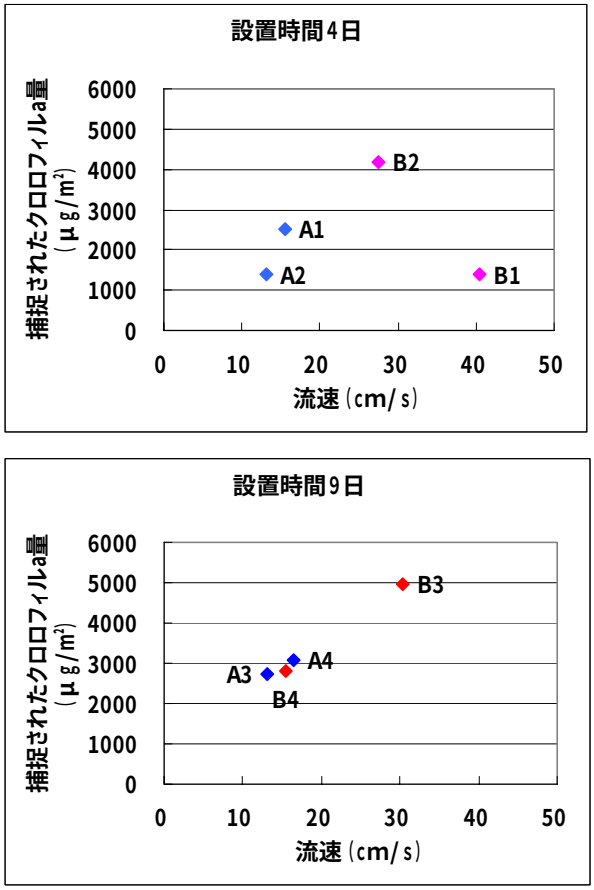
写真－１に示す円形水路（内径３２cm、外径５９cm、深さ１５cm）を用いて流速を与え、貝を入れたものと貝を入れないもので水質にどのような変化があるか調べた。水路は３つ用いて、次の ２ つの系で実験を行った。①河川水＋藻類の系１つと、②河川水＋藻類＋貝（１８匹）の系を２つとした。水路には、河床材料のかわりに直径２９mm のガラスビーズを、水路の底面積の７５％に敷いた。ガラスビーズを水路に設置するのを容易にするための容器として、金網状の容器を用いた。実験開始時には、水深はガラスビーズの頂点から約８cm、水量で約２１ℓとし、流速は約１０cm/s となるように設定した。藻類の増殖を促すため Chu－10 改変培地 1.5ℓ分の原液を添加した。

水質としては、クロロフィルa、全窒素、全リン、COD_{Mn}、SSを測定した。測定は、実験開始１日目は頻度を高くし、０、0.5、１、２、４、１２、２４時間後に行った。それ以降は１日ごとに計１４回行った。ただし、全窒素、全リン、COD_{Mn}およびSSについては０、１２時間後、２、５、８日後のみ測定した。採水する際に、ガラスビーズを動かさないようにして浮遊物質の巻き上がりが起こらないようにした。また、８日後の採水が終わった後で、ガラスビーズや金網に付着した藻類を水槽の水で洗い落とし、水槽の底に沈殿した浮遊物を十分に混ぜて採水し分析した。

３　結果と考察

3.1　現地調査

各調査地点で捕捉されたクロロフィルa量と流速の関係を図－２に示す。流速が同程度の値を比較すると、流速が１０～２０cm/sの間では設置時間４日の捕捉量は約２０００μg/m²、また設置時間９日では約３０００μg/m²となっている。これより、４～９日の期間ではおよそ１０００μg/m²の捕捉量となる。これより、単位時間当たりの捕捉量は、捕捉器具を設置した初期の方が多く、その後捕捉される量は少なくなることがわかる。流速約３０cm/sの場所でも同様のことが言える。また、流速が約１０～３０cm/sまでは、流速が大きくなるほど捕捉量が増加すると言える。これは、流速が大きくなれば捕捉器具上を通過するクロロフィルa量が増えるからだと考えられる。しかし、Ｂ１のように流速が大きくなりすぎると、沈降しにくくなるだけでなく堆積した藻類を巻き上げる力が大きくなるために、捕捉されるクロロフィルa量は少なくなると考えられる。



図－２　流速と捕捉されたクロロフィル a 量

3.2　室内実験

3.2.1　水中における貝の水質浄化実験

写真－２　実験に使用した巻貝

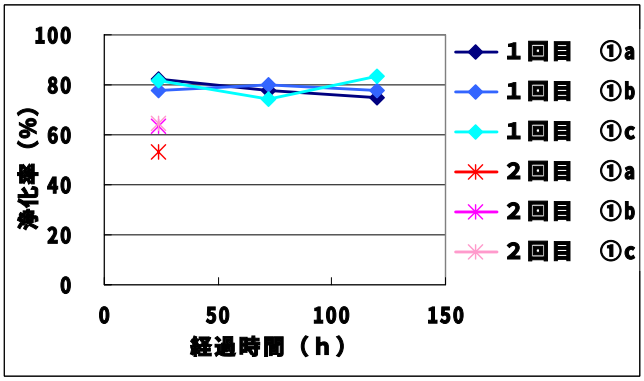
現地調査の際に採取し、室内実験に使用した巻貝の

例を写真－２に示す。岡山大学理学部の鑓山宗利助教に、これらの巻貝のうち１０匹を同定していただいたところ、８匹が *Semisulcospira reiniana*（チリメンカワニナ）、２匹が *Semisulcospira libertina*（カワニナ）であった。

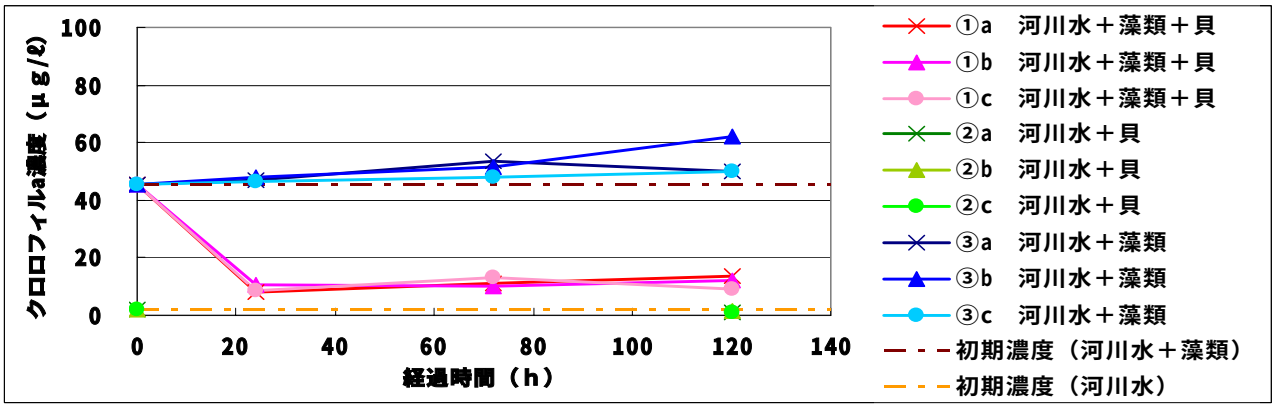
室内実験におけるクロロフィル a 濃度の時間変化を図－３、図－４に示す。１回目の結果より、河川水に藻類と貝を加えた①の系については、１日以内でクロロフィル a 濃度はほぼ下がりきっている。さらに、実験初期の１日間をより詳細に調べた２回目の結果より、実験開始から３時間後には、十分にクロロフィル a 濃度が低下することが明らかである。河川水に貝だけを加えた②の系については、初期濃度が低いためか大きな変化は見られなかった。貝を加えなかった③の系では少しずつではあるが、濃度が高くなっている。貝による影響がないため、藻類が増殖したと考えられる。また、式（１）から試験水③に対する浄化率を求めた。その結果を図－５に示す。得られた結果では、貝（５匹）が入っている系では５０～８０％程度の浄化率であることがわかった。

浄化率（%）＝

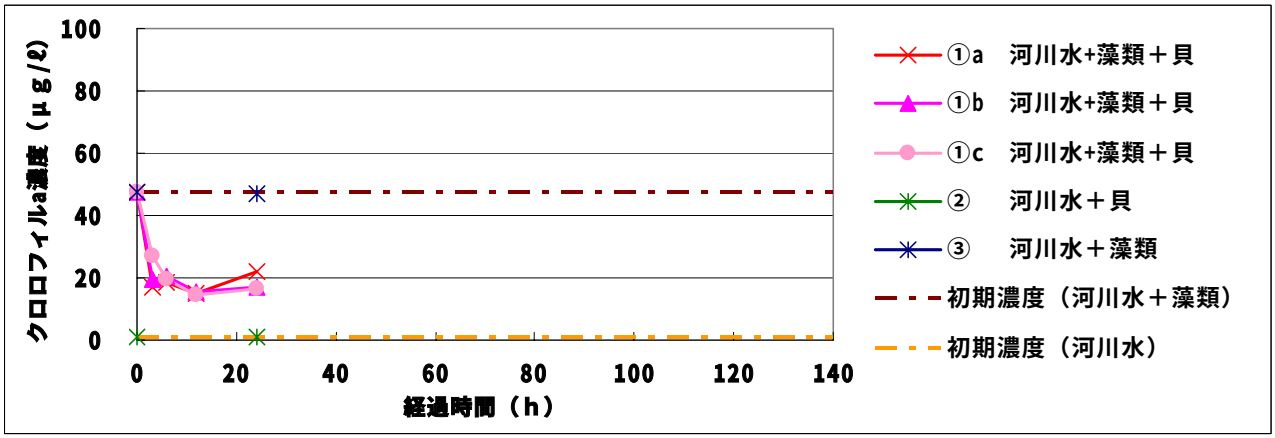
$$\left(1-\frac{\text{経過時間ごとの試験水のクロロフィル}a\text{濃度}}{\text{経過時間ごとの試験水③のクロロフィル}a\text{濃度}}\right)\times 100 \qquad (1)$$



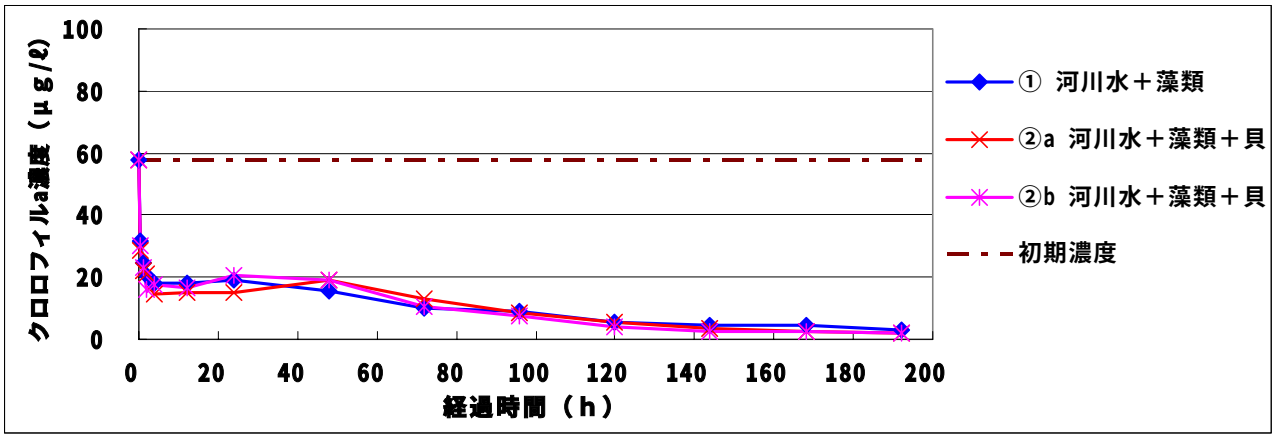
図－５　経過時間と浄化率



図－３　経過時間ごとのクロロフィル a 濃度（静水中１回目）



図－４　経過時間ごとのクロロフィル a 濃度（静水中２回目）

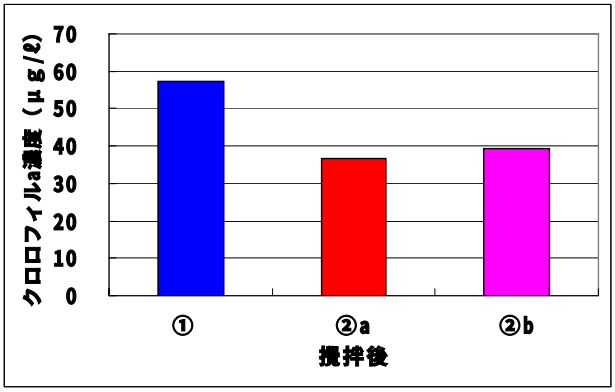


図－６　経過時間ごとのクロロフィル a 濃度（流水中）

3.2.2　流動場での貝の浄化能力に関する室内実験

クロロフィル a 濃度の結果を図－６に示す。実験開始４時間で沈降によって大きく減少している。その後２日後までしばらく変化しない時間が続いた後に、またゆっくりと減少していることがわかる。また、貝の有無による違いは認められなかった。

図－７には、実験開始後 8 日経過した時点で、水路底に沈殿していた浮遊物を十分に攪拌した後、クロロフィル a 濃度を測定した結果を示す。この場合については、貝を入れた場合の方が２０μg/ℓ程度低い値となっていた。この差は、沈降した藻類が貝によって摂食され、クロロフィル a の濃度が低下したものと考えられた。



図－７　攪拌後の各試験水のクロロフィル a 濃度
①：貝のいない系　②a、b：貝がいる系

4　結論

本研究で得られた主たる結果は以下の通りである。

1）河床に単位時間あたりに捕捉されるクロロフィル a 量は、初期には多いが、時間が経過すると追加の捕捉量は減った。

2）河床に捕捉されるクロロフィル a 量は、流速が約１０～３０cm/s までは、流速と捕捉量と間には、正の相関がある。しかし、流速が３０cm/s よりも大きくなると捕捉量は大きく下がる。これには乱れにより沈降しにくくなることや沈降した浮遊物質の巻き上げが関係していると考えられる。

3）実験で用いたカワニナの水質浄化効果は、クロロフィル a では次のようであった。実験開始から２４時間では 6.9（μg/g 貝）程度と大きな値となったが、数日間平均でみると、静水中５日間の平均と流水中８日間の平均とでは、それぞれ１日あたり 1.5（μg/g 貝）程度と 1.1（μg/g 貝）程度であり、静水中と流水中による違いはあまりみられなかった。浄化率については、静水中の実験より、貝のいないものに対し貝（５匹）が入っている方が 50～80%程度浄化していることがわかった。