付着藻類の生長に与える流速の影響

熊本大学工学部　学生員○酒井　惇子
熊本大学大学院　学生員　柿原　ゆり
熊本大学大学院　正　員　大本　照憲
熊本大学工学部　正　員　矢北　孝一

１．はじめに

ダム下流域など人為的に管理された流況のもとでは各種弊害が生じ、河川環境の悪化が進行している。流量の平滑化は一次生産者として重要な役割を担う付着藻類にも、剥離・更新の妨げ、微細土砂の堆積やそれに伴う日照量低下などの影響を及ぼす。この状態を改善するためには、まず実河川における河床礫の生物的側面と、物理環境から受ける影響についての研究・調査が必要と考えられる。そのため、ある物理条件下における付着藻類の増殖過程の調査を試みたが、その実験途中で同じ礫から採取した付着藻類量にばらつきが見られた。そこで本研究では礫一つに注目し、現地実験による一つの礫内の付着藻類量の空間分布調査を行った。さらに PIV 法を用いて孤立粒子周辺の流速を測定し、その結果を付着藻類量の空間分布と比較して流れが付着藻類の形成に与える影響を検討した。

表-1　現地実験条件

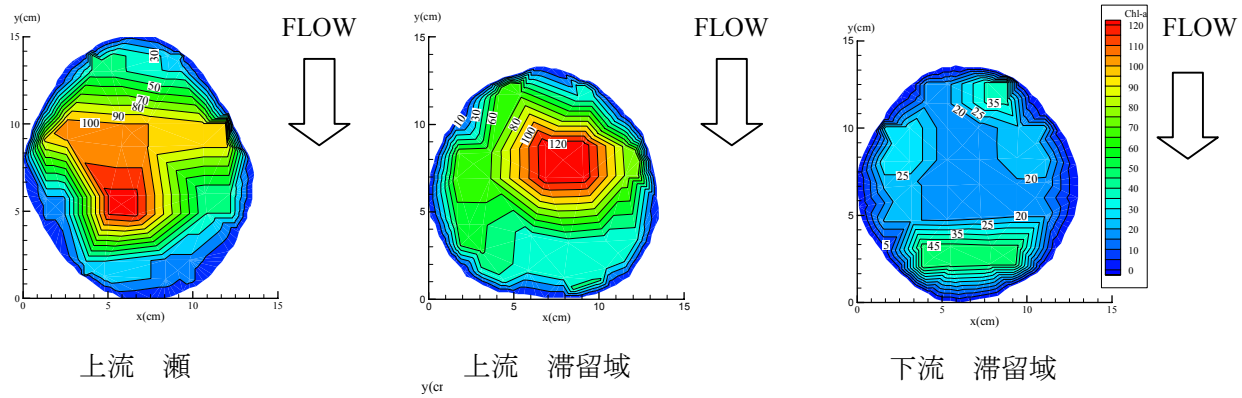
	上流 瀬	上流 滞留域	下流 滞留域
水深 h(cm)	13	15	15
流速 U(cm/s)	32.1	8.4	7.7
土砂堆積量(mg/cm^2)	6.7		453

２．現地実験方法および結果と考察

１つの礫の中での付着藻類量の分布、礫表面に堆積する微細土砂量を測定した。調査地点は白川とし、熊本大学工学部近傍の竜神橋（河口から 15km 上流）およびその下流の子飼橋（河口から 14km 上流）で実験を行った。上流の瀬と滞留域、下流の滞留域を選定。それぞれの場所の水深、流速、土砂堆積量を表-1 に示す。実験時、上流地点と下流地点の間では河川改修工事が行われており、下流の子飼橋付近には多量の土砂が流出していた。それぞれの地点から大きさ、材質の類似した礫を選定し、10 分割して付着藻類を採取した。その平均粒径は 14cm×13cm、厚さは礫端部 2cm 礫頂部 5cm である。付着藻類の採取は、面積２ｃｍ×２ｃｍに対してコドラート法を用いた。採取された付着藻類はろ過後、ジメチルホルムアミド（ＤＭＦ）により溶質し、1 時間放置したあと蛍光法によりクロロフィル-a の濃度を測定し藻類量とした。微細土砂は、上流および下流の滞留域で材質の類似した礫

表-2　土砂堆積量

	上流 滞留域	下流 滞留域
礫前部(mg/cm^2)	6.0	205
礫頂部(mg/cm^2)	9.2	1416
礫後部(mg/cm^2)	6.7	249



上流　瀬　　上流　滞留域　　下流　滞留域

図-1　付着藻類量の空間分布

を選定し、3 時間乾燥させたのち頂部と端部それぞれで土砂を採取した。なお、瀬では礫に土砂の堆積が見られなかったため今回は扱わないこととした。採取は面積 3cm×3cm のコドラートをあて水を流しながら行った。採取した土砂はろ過後乾燥させ、重量を測定した。各地点で採取した礫の土砂堆積量を表-2、付着藻類量の分布を図-1 に示す。図より、上流 2 地点では礫端部の付着藻類量が小さく、礫頂部に極大値が現れる傾向が読み取れる。

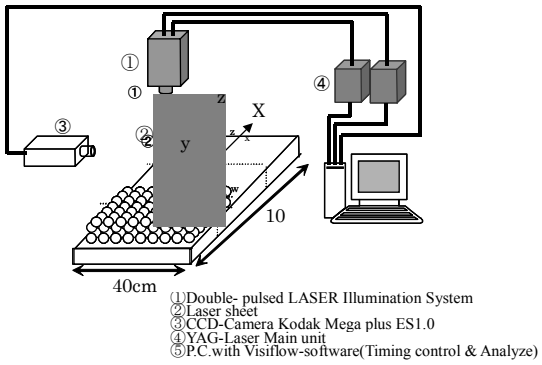


図-2 計測システムの概略

また、上流瀬と上流滞留域の付着藻類量は、平均して 59.2mg/m^2 と 57.1mg/m^2 であり、その差は 1 割にも満たない小さなものだった。土砂堆積量が 6~9mg/cm^2 の上流滞留域では、瀬との付着藻類量にほとんど差がないの対し、205~1416mg/cm^2 と多量の土砂が堆積している下流滞留域では付着藻類量が減少した。付着藻類量が上流 2 地点では平均で約 58mg/m^2 であるのに対し、下流地点では約 28mg/m^2 と半分以下の値となっており、その差は下流地点の礫において土砂堆積の激しい礫頂部に顕著に現れている。

３．室内実験方法

礫に見立てた孤立粒子を水路に設置し、孤立粒子周辺部の流速を測定した。実験に用いた水路は、長さ 10m、幅 40cm、高さ 20cm の可変勾配型の循環式直線水路である。図-2 に概略図を示す。実験条件は Q=7(l/s)、h=5(cm)、i_0=1/500、U=35(cm/s)とした。実験には礫を模擬したガラス球（d=1.5cm）を使用し、測定断面の座標系は、水路中央のガラスの頂部を原点に取り、流下方向を x 軸、縦断方向を y 軸、鉛直方向を z 軸とし、それぞれに対応した流速成分を u、v、w とする。測定位置は、下流端の堰を調整することによって等流水深となったガラス球の先端より約 2.5m 位置で行った。PIV 法は、光源には YAG レーザーを用い、シート光の厚さを 1mm、流速のサンプリング周波数は 15Hz、1 計測断面での画像データは 1000 枚、計測時間は 33.3sec であった。図-3 に粒子周辺の主流速 U の等値線、図-4 に粒子周辺の主流速 W の等値線、図-5 に粒子周辺の主流速 U の流線を示す。図より、礫の頂部の流速は 9~10cm/s で推移しているが、礫の前部では 3cm/s と小さくなり、礫頂部で剥離した流れは礫の後部で逆流している。また、1 で藻類量が少なかった礫端部は、前面では流れが礫にぶつかり上昇流と下降流に別れる現象が見られ、さらに後面では流れが逆流し巻き上がる現象を見ることができる。

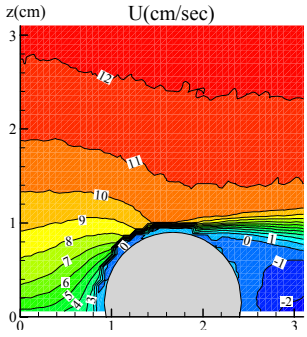


図-3 主流速 U の等値線

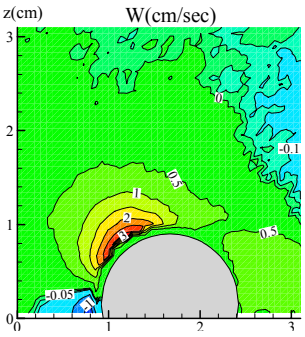


図-4 主流速 W の等値線

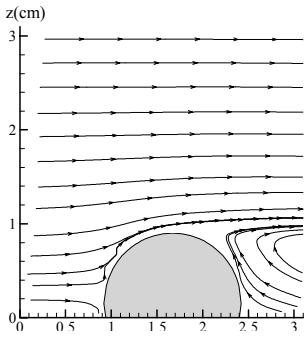


図-5 主流速 U の流線

４．おわりに

一つの礫内においても、付着藻類量は採取する場所によりかなりの差が生じ、量の少ない礫端部では特徴的な流れの形を見ることができた。微細土砂の堆積は、6~10mg/cm^2 ほどであれば付着藻類の生育に大きな影響を及ぼすものではなかった。今後の課題は今回の結果を元に、付着藻類の増殖過程の観察を行いたい。

参考文献 1) 皆川朋子他：出水が河床石面付着物に及ぼす影響に関する実験的検討、河川技術論文集、第9巻、2003.6

2)辻本哲郎他：河床付着性藻類群の繁茂動態のモデル化とその実河道への適用、河川技術論文集、第9巻、2003.6