

オオカナダモ群落周辺の流速分布の測定

広島大学大学院 学生会員 ○松原功馬
広島大学大学院 正会員 椿 涼太
広島大学大学院 学生会員 水口雄介
広島大学大学院 フェロー会員 河原能久

1. 背景と目的

オオカナダモ (*Egeria densa*) は要注意リストに指定されている外来種の沈水植物である。生命力が非常に高く、実河川において容易に繁殖し、図-1のように、川の流れ方向に伸びるように群落を形成していく。オオカナダモは日本では種子生産は確認されておらず、切れ藻による栄養繁殖で繁茂領域を拡大していく。その結果、河川で異常繁茂し、浮遊砂を補足し、河床の環境を変化させるなどして、河川生態系に悪影響を及ぼしている。

オオカナダモの繁茂の実例として、広島県三次市を流れる江の川支流の上下川を気球カメラによって撮影し、ArcGISでオオカナダモの繁茂区域を判別したものを図-2に示す。効果的な除去方法は未だに確立されていないが、図-2のようにフラッシュ放流や洪水によって、生育域や生育密度が削減されることが確認されている。生育密度の減少は、河床が移動して根こそぎ流されたこと、個体の一部が切れ藻として流されたことの2つによると考えられる。そこで本研究では、後者について、流水により切断する要因の一つである乱れに着目して、オオカナダモ群落周辺の流速分布の測定を行った。一方、柔軟な植生モデルを有する流れの研究¹⁾では、空間的に一様な大規模群落を想定した実験が多く、オオカナダモ群落のような、ひとまとまりの密生群落を対象とした流況については研究成果が報告されていない。

本研究は、河道におけるオオカナダモの繁茂による通水抵抗の増加、流れの停滞域形成による微細土砂等の取り込み、流れの攪乱にともなう逆流の発生やオオカナダモの流失に関する基礎的な情報を得るために、オオカナダモの周辺・内部の流況を計測す



図-1 オオカナダモ

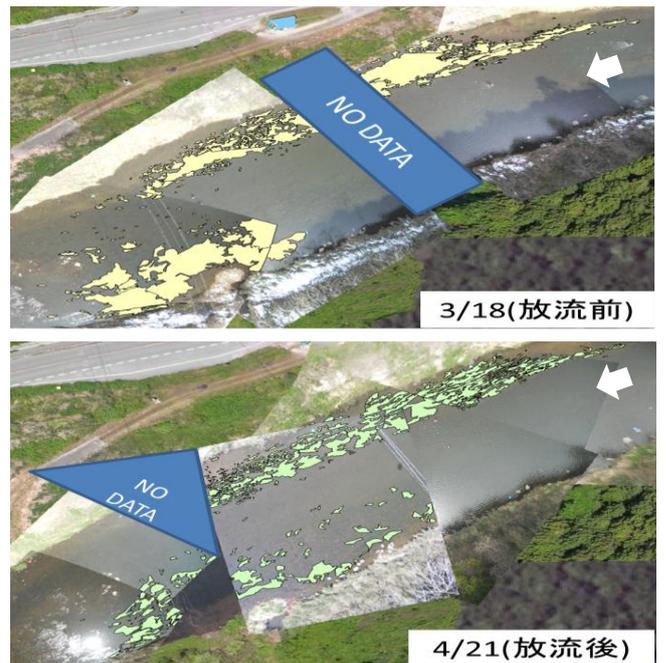


図-2 フラッシュ放流 (3月23日に実施) によるオオカナダモの繁茂分布の変化

ることとした。

2. 水理実験

本研究の実験では、水路長3m、水路幅0.3m、水路高さ0.5mの可変勾配の循環式直線水路を用いた。水

路側壁はアクリル製であり，流況を観察することができる．水路勾配は1/1000に固定した．河床には，粒径1~3cmの玉砂利を水路床全体にわたって敷き詰めた．上流から1mの助走区間を設けた後にオオカナダモ群落を設置した．実験で使用するオオカナダモ群落は，実際に河川から採取してきたものであり，植物長さが短いS（長さ約45cm）と長いL（同100cm）の2種類を用意した．図-3にオオカナダモと計測断面の相対的な位置を，表-1に実験条件を示す．表中の植生高はB~D断面の平均植生高，流速は群落の上流に位置するA断面の平均流速である．表中のSは植生長さの短いオオカナダモ群落Sを，Lは植物長さの長いオオカナダモ群落Lを使用したことを意味している．S1とL1では通水条件を揃えて，群落にのみ違いを持たせた．S2とS3，L2とL3では流速を，L2とL4では水深と植生高の差をそれぞれ変化させた．図-3のように5つの計測断面を設定し，平均速度場および変動成分を計測した．変動成分は10Hzで約100秒間（計1024データ）計測した．なお，計測には3次元のポータブル電磁流速計（KENEK製）を使用した．また，局所的な流況とその変動を確認するためにアニリンブルーを用いて流れの可視化も行った．

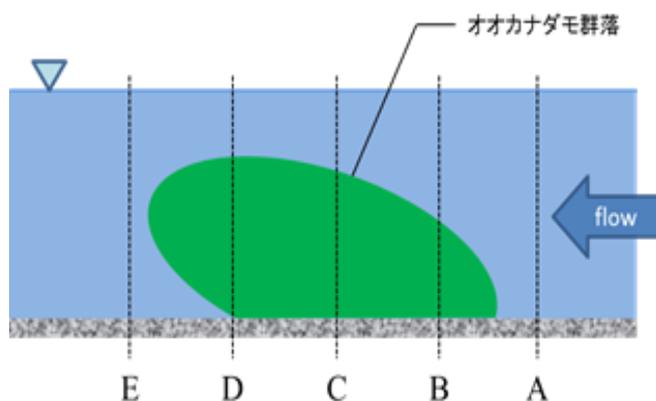


図-3 計測断面の位置

表-1 実験条件

	水深 (m)	植生高 (m)	流速 (m/s)	Fr数
S1	0.265	0.18	0.11	0.043
S2	0.18	0.14	0.22	0.083
S3	0.18	0.14	0.15	0.122
L1	0.265	0.18	0.11	0.043
L2	0.23	0.16	0.14	0.168
L3	0.23	0.16	0.16	0.147
L4	0.28	0.17	0.14	0.204

3. 結果と考察

(1) 流速分布

いずれのケースにおいても，下流側に向うにつれて，オオカナダモ群落内の流速が抑えられていき，逆に群落上部から水面までの範囲の流速は大きくなっていくことである．また群落の後方の流速分布はその直前の断面の流速分布の影響を受けている．また，ほぼ全てのケースにおいて，オオカナダモ群落周辺の主流速分布には植生高付近に明確な変曲点があることが確認された．CaseS1とL1の測定結果を抜粋して図-4に示す．図中のaは植生高である．また，群落Lでは群落中の流速がほぼ停滞しているのに対し，群落Sでは若干の流れ（接近する主流速の30%程度）が発生している．これは，オオカナダモ群落は生長するにつれて植生密度が増加し，抵抗が増加するためだと考えられる．図-6にL1における断面E

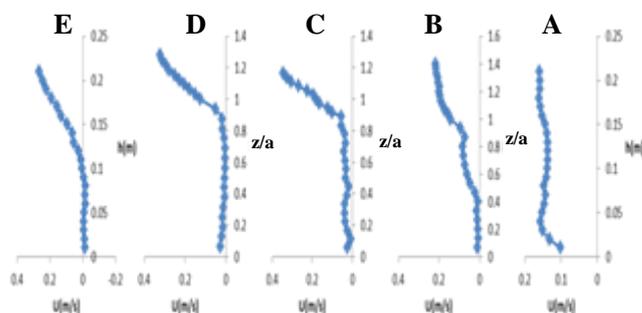


図-4 CaseL1での主流速分布

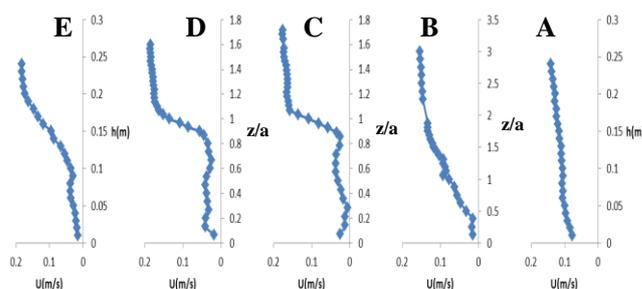


図-5 CaseS1での主流速分布

(群落後方)の流速分布を示す、河床付近で平均流速が負となっていたため、アニリンブルーを流して、流れの可視化を行ったところ、逆流の発生が確認された。このことから、オオカナダモの上部を流れる浮遊砂などが、群落後方に形成された弱い逆流にとりこまれた後に河床に堆積する可能性があり、オオカナダモの根付きやすい環境が形成されていると予想される。また、切れ藻も同様に逆流により群落後方に堆積し、あらかじめ堆積した砂やシルトのような河床に新たな群落を築くといったサイクルで、流下方向に繁茂域を広げていくのではないかと予想される。

(2) レイノルズ応力分布

図-7にCaseL2でのレイノルズ応力分布を示す。横軸はレイノルズ応力 $-\overline{u'w'}$ (m^2/s^2)を、縦軸は水深を植生高で無次元化して示しており、1の値をとる点が植生高である。植生高付近でピークの値を示し、群落の下流側に向かうにつれてその値が大きくなっているのが分かる。オオカナダモが流水により切断する要因の一つである乱れに着目すると、下流端部が切れやすいということになる。CaseL2~4の下流先端部での乱れを比較したものを図-8に示す。オオカナダモ群落上部の乱れは、流速が大きく、水深と植生高の差が小さい時に最も強くなることが分かる。

参考文献

- 1) 佐藤悟：開水路流れに与える柔軟な植生の影響，秋田工業高等専門学校研究紀要，第44号，87-92，2009

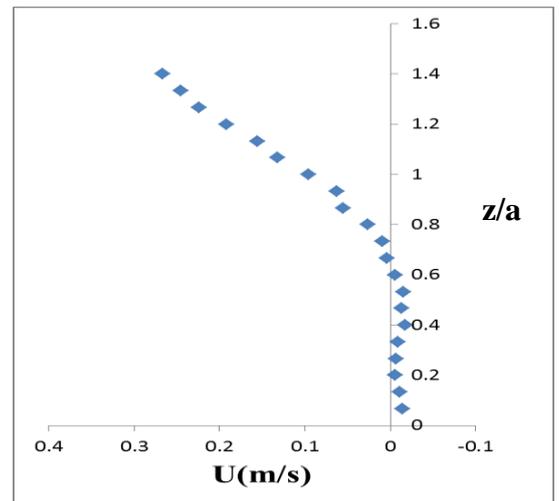


図-6 CaseL1のE断面における主流速分布

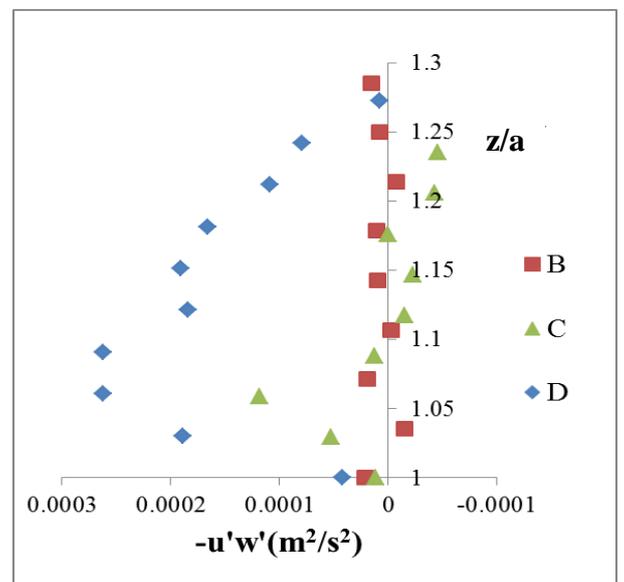


図-7 CaseL2における剪断応力の断面比較

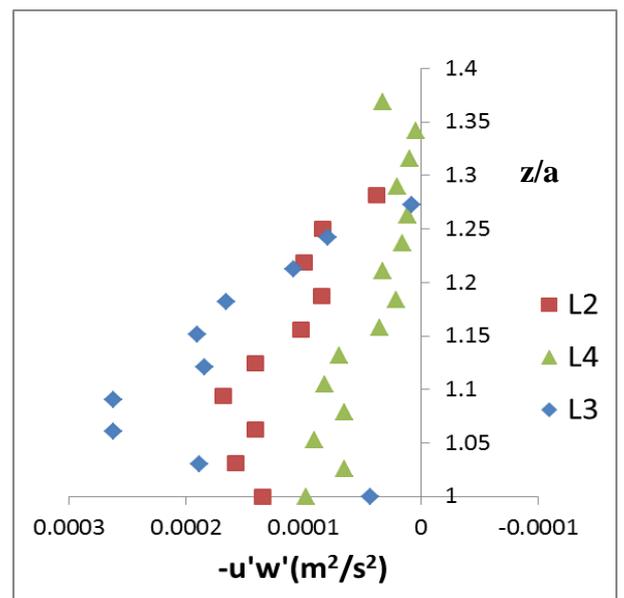


図-8 D断面における剪断応力のCase間比較