

江の川におけるオオカナダモの繁茂要因と 抑制条件に関する検討

FACTOR ANALYSIS OF LUXURIANT GROWTH AND SUPPRESSION OF
EGERIA Densa IN GONOKAWA RIVER, JAPAN

栗原 淳¹・道中 貢²・赤松 良久³

Jun KURIHARA, Mitsugi MICHINAKA and Yoshihisa AKAMATSU

¹ 特別会員 国土交通省 中国地方整備局 三次河川国道事務所 建設監督官
(〒728-0011 広島県三次市十日市西6-2-1)

² 特別会員 国土交通省 中国地方整備局 三次河川国道事務所長
(〒728-0011 広島県三次市十日市西6-2-1)

³ 正会員 工博 山口大学大学院 准教授 創成科学研究科
(〒755-8611 山口県宇部市常盤台2-16-1)

A luxuriant growth of *Egeria densa* occurred in the downstream of Haji Dam, Gonokawa River, Japan. The relation between the cover degree of *Egeria densa* and velocity revealed that *Egeria densa* is difficult to growth in the place where the velocity is over 0.8 m/s. As a test construction, we installed the bagged rubble stone in the middle of the river section with the luxuriant growth to expand the area where the velocity is over 0.8 m/s. The monitoring reveal that this improvement is effective to prevent the fixing *Egeria densa*. We observed that the fixing is depend on the growth of root and the river bed material, and the fixed *Egeria densa* is hard to remove even under the high velocity environment. The result indicates that we need to prevent the fixing at an early stage of the growth.

Key Words : *Egeria densa*, test construction, Haji Dam, Gonokawa River

1. はじめに

江の川上流域では、昭和49年の土師ダム建設により治水安全度が向上した反面、ダム下流の流量低下による平常時流況の平滑化および洪水による攪乱頻度が低下し、河道の浮泥堆積や付着藻類の剥離・更新阻害が起これるとともに、瀬・淵の減少・劣化が進行している。平成10年頃からは、外来植物のオオカナダモが河道内で確認されはじめ、平成20年以降、江の川上流域の広い範囲に繁茂している。

オオカナダモは切れ藻が流下して河床に定着し、雄株のみでも無性生殖で増殖する¹⁾。また、水温が15度以上となる夏季には急激に生長して河床を覆い(写真-1)、河川景観の悪化やアユの餌となる付着藻類の生育・更新を阻害するなどの悪影響を及ぼしている。オオカナダモは出水の際には一部掃流されるが、数年で再繁茂するため、平成21年度より国土交通省三次河川国道事務所では

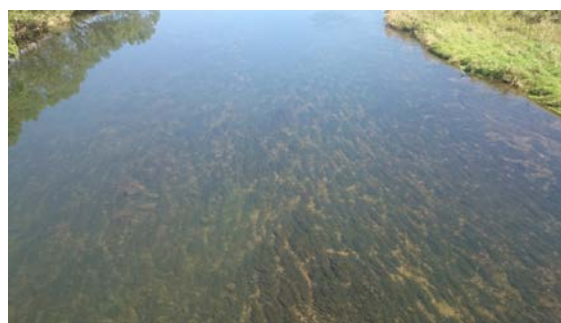


写真-1 江の川(158.7k)におけるオオカナダモの繁茂状況(平成28年6月撮影)

河道内の一部で除去作業を行っている。

オオカナダモの出水時における流失特性については、乾ら²⁾により、出水時の流速、無次元掃流力が強く影響し、土砂移動に伴って掃流するとされている。しかしながら河道管理を行う上では出水時の掃流に期待するのではなく、平常時からの定着抑制を行う必要があるが、これらの条件はまだ解明されていない。



図-1 江の川上流域におけるオオカナダモ調査位置

表-1 平成28年度 オオカナダモ調査結果

NO	距離標	箇所名	オオカナダモ被度状況
1	175.0k~175.1k	桂橋	(多)被度 20~40%
2	171.3k~171.4k	新除橋	(多)被度 40%以上
3	169.1k~169.3k	国司	(多)被度 20~40%
4	166.4k~166.7k	吉田	(少)被度 0~20%
5	162.3k~162.4k	市ヶ原橋	(多)被度 40%以上 堰湛水区間
6	158.0k~158.2k	甲立	(少)被度 0%

このため本研究では平常時流況でのオオカナダモの定着・繁茂要因および抑制条件の解明を目的として、現地河道において平常時流速の向上による抑制効果を確認するための試験施工を実施し、オオカナダモの定着状況と流速や水深、水質、水温、河床材料等の関連性について検討した。なお、検討に際しては江の川の遊漁種であり、オオカナダモ繁茂により直接影響を受けるアユの生息環境にも配慮することとした。

2. オオカナダモの生息環境調査

試験施工およびモニタリング調査にあたり、江の川上流域全体のオオカナダモの繁茂状況と水理量の関連性を把握し、試験施工の際の条件を設定した。

(1) 調査概要

平成26年9月に江の川上流域（140.0k~179.0k）の約40km区間のカナダモ類等の水草繁茂状況調査を行った。その結果から図-1及び表-1に示す繁茂量が多い4箇所と繁茂量が比較的少ない2箇所の計6箇所を重点的な調査対象地点として選定し、平成28年8~9月の平常時に1箇所

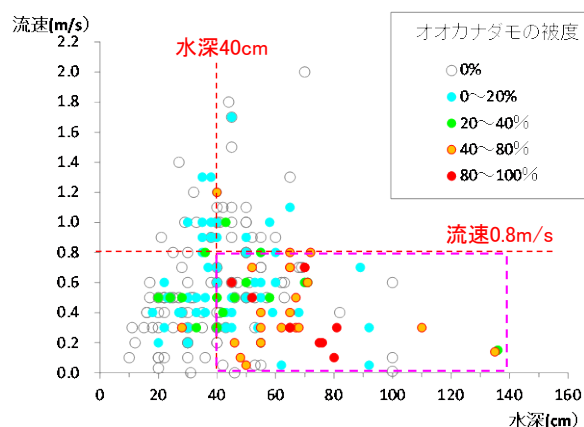


図-2 流速・水深とオオカナダモ被度の関係（平常時）

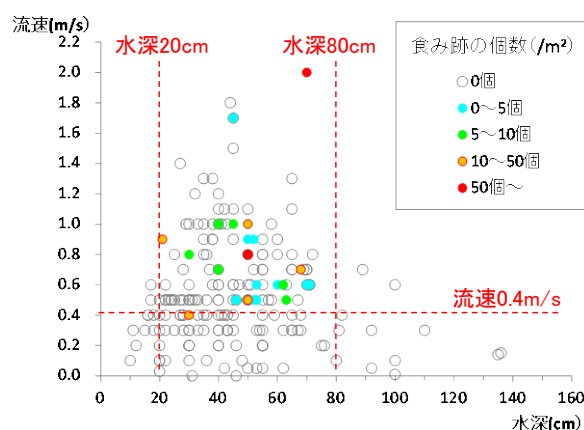


図-3 流速・水深とアユのハミ跡数の関係（平常時）

あたり約20~40地点の計209地点のオオカナダモ被度、流速、水深の調査を行い、併せてアユの摂餌環境確認として浮泥、アユのハミ跡数の調査も実施した。そのほか、水温、光量子量は1箇所あたり1地点を調査し、また、水質（SS、pH、T-P、T-N、DO）は土師ダム放流口（179.0k）、吉田地点（167.1k）、栗屋地点（141.6k）の3箇所（図-1）の三次河川国道事務所の月観測データを用いて、オオカナダモ被度との関連性を検討した。

(2) 調査結果および考察

図-2に平常時の流速・水深とオオカナダモ被度の関係を示す。オオカナダモ被度が40%を越える地点は平常時流速が0.8m/s以下かつ水深40cm以上の箇所に集中している。オオカナダモは従来止水域や流れの緩やかな流水を好むが、比較的流速の速い環境でも被度20%程度まで繁茂が可能であることがわかる。また、平常時の流速、水深とアユのハミ跡数の関係を図-3に示す。江の川上流域でのアユの摂餌環境は平常時流速が0.4m/s以上、水深が20~80cmの間であった。なお、水温、光量子量、水質に関しては、天候、観測時間帯等による違いはあるものの、江の川上流域の調査地点毎の数値に明確な差は見られなかった。

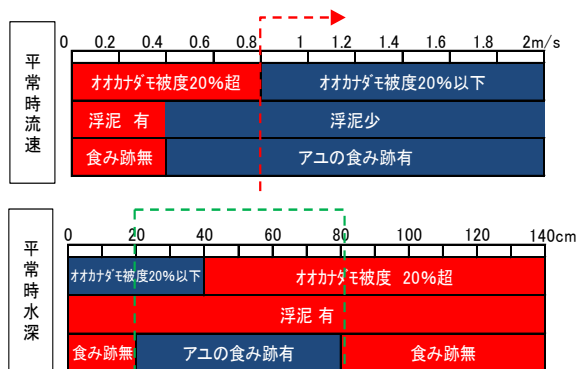


図-4 平常時の流速・水深とオオカナダモ被度，浮泥，アユのハミ跡



図-5 試験施工区間およびモニタリング調査地点

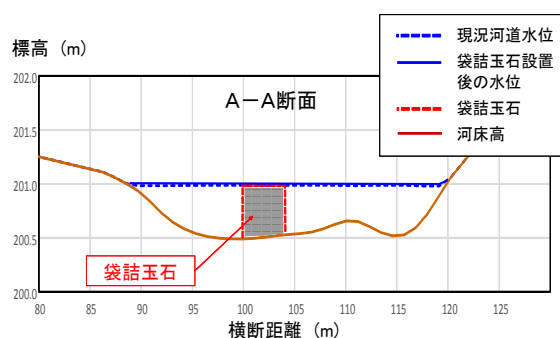


図-6 試験施工区間の横断図

以上の調査結果を整理すると図-4に示す様に，平常時流速が0.8m/s以上の地点ではオオカナダモ被度が20%以下でアユのハミ跡も確認されている．一方で平常時流速が0.4～0.8m/sの範囲はオオカナダモの繁茂にもアユの採餌にも適していることがわかる．平常時水深に関しては，40cm以下の浅い地点ではオオカナダモ被度が比較的小さくなっているが，水深20cm以下ではアユの摂餌は確認されなかった．このことから，水深に関してはオオカナダモの繁茂域とアユの餌場の水理環境が重複することが示唆された．また，水質は前述のとおり江の川上流域

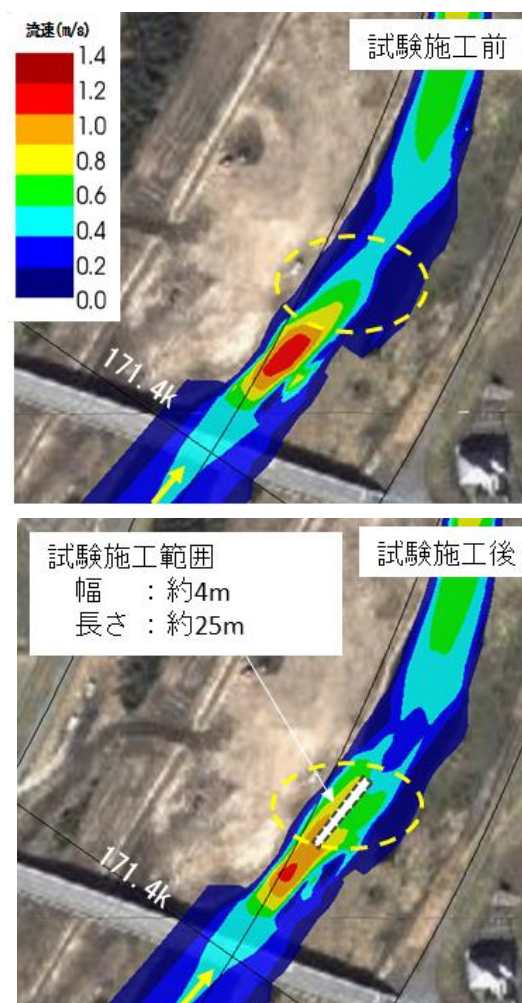


図-7 試験施工前後の平常時水深の平均流速コンター

に関して言えばオオカナダモの生育の主要因となっていないと考えられるため，水深，水質は今後の検討における参考値として留め，アユの生息環境を踏まえたオオカナダモ繁茂抑制条件として平常時流速0.8m/s以上という値に着目した．

3. 試験施工区間におけるモニタリング調査

(1) 試験施工の実施内容

生息環境調査結果を基に，平常時流速0.8m/s以上でのオオカナダモの抑制効果を確認することを目的として，平成29年1月に試験施工を実施した．試験施工箇所は，江の川上流域において，オオカナダモの繁茂が顕著でかつ平常時流速が比較的遅い江の川171.3k（新除橋）付近の瀬を選定した（図-5）．施工方法は，設置，撤去が容易な袋詰玉石を河道中央の流向方向に約25m設置して河道断面を狭め（図-6），平常時流速の向上を図った．なお，事前に試験施工による効果確認として，吉田水位観測所（江の川167.2k）地点の平水流量4m³/sを用いて施工前後の流速変化の再現計算を行った．再現計算には内

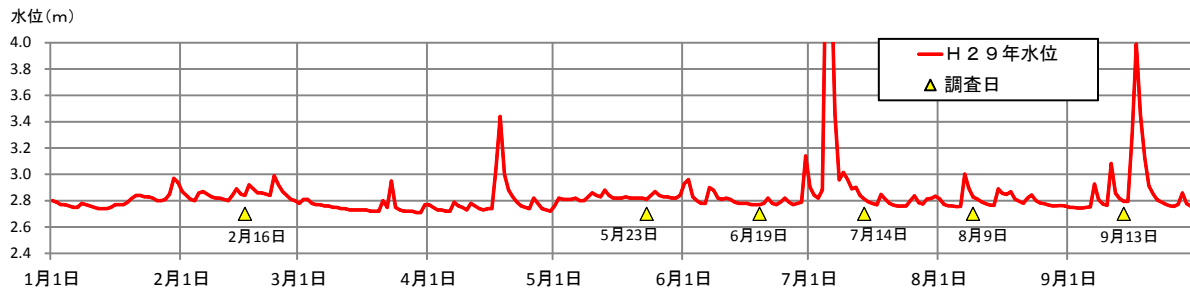


図-8 モニタリング期間の江の川水位変化（吉田水位観測所：平成29年1月1日～9月30日）

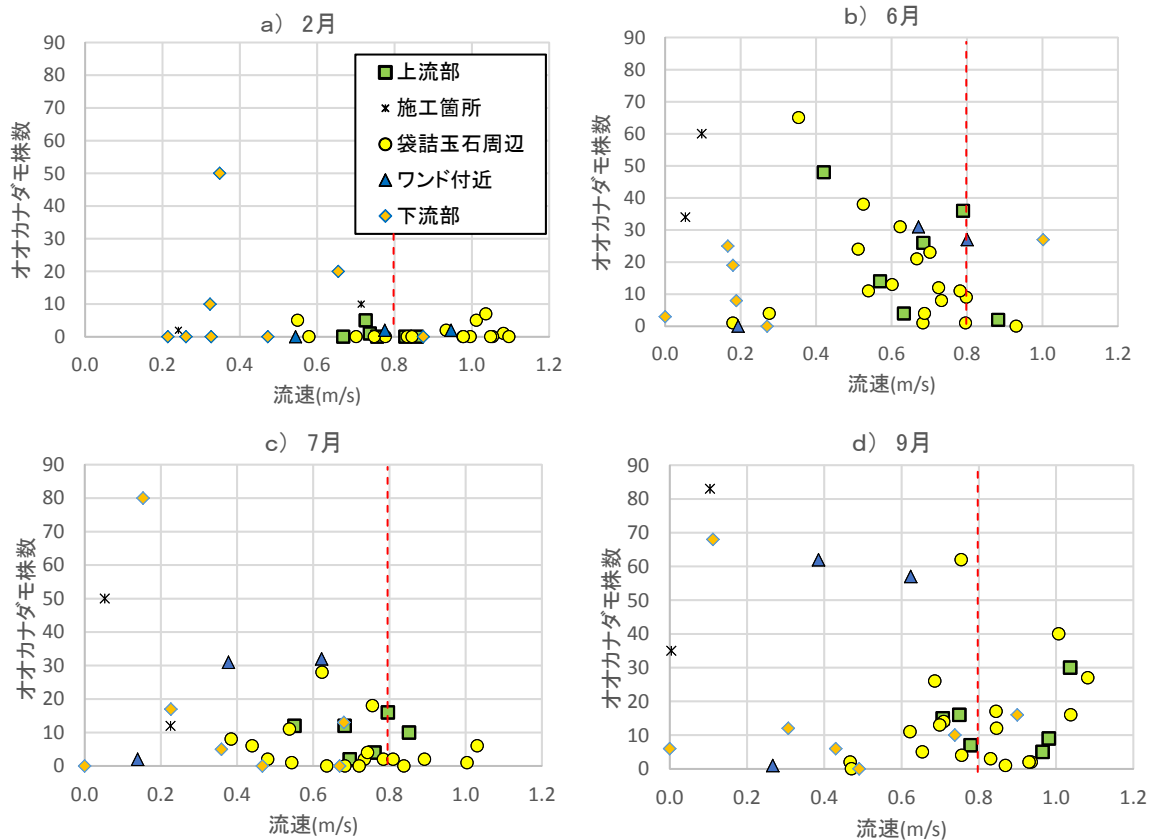


図-9 オオカナダモ株数と流速の関係(平成29年2月～9月)

田・福岡ら³⁾を参考に構築した一般座標系の準三次元流況解析モデルを用いた。試験施工区間（170.8k～171.8k）に対して縦断方向には5m程度、横断方向には1～2m程度の計算格子を作成し、上流端には観測流量を、下流端水位は平水流量流下時の準二次元不等流計算水位を与えた。なお、本モデルによる水深・流速の解析結果が現地調査結果と概ね整合することを確認した。図-7に試験施工前後の平常時水深の平均流速コンターを示す。袋詰玉石の両岸側に流速0.8m/s以上の領域が拡大していることがわかる。なお、試験施工後のオオカナダモの繁茂状況を確認するため、試験施工箇所周辺の河道内に繁茂しているオオカナダモは除去した。

(2) モニタリング調査の概要

モニタリング地点は37ポイント（図-5）を設定し、試

験施工以前から流速の速い上流部、試験施工により流速向上を図った袋詰玉石周辺部、試験施工後も流速の遅い下流部およびその他として右岸のワンド付近、袋詰玉石施工箇所の5つに区分し、試験施工直後の平成29年2月と平成29年5月から11月まで毎月1回の調査を行った。調査期間における江の川上流域（吉田水位観測所）の水位変化及び調査日を図-8に示す。調査項目は、オオカナダモ被度、流速、水深、浮泥およびアユの摂餌状況（ハミ跡数）に加え、試験施工範囲のオオカナダモの除去後数ヶ月しか経っていないことから、定着初期の状況を詳細に把握するため、オオカナダモの株数も調査した。

(3) 調査結果

試験施工直後の2月と夏季（6,7,9月）のオオカナダモの株数と流速の関係を図-9に示す。2月は施工直後で河

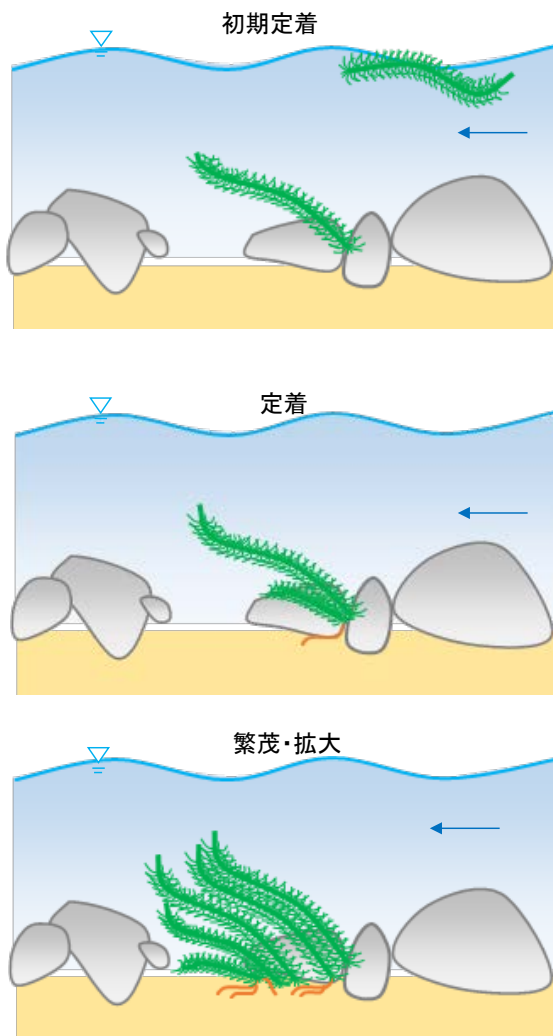


図-10 初期定着～繁茂拡大過程のイメージ

川水位も比較的高く、下流部以外ではオオカナダモの繁茂は見られない。6月は降雨が少なかったため、袋詰め玉石周辺でも目標とした平常時流速0.8 m/s以上を満足出来ていない箇所が多く、オオカナダモ株数は増加しているが、袋詰玉石周辺部では流速とオオカナダモの株数には負の相関性が確認された。平成29年7月5日には江の川で出水（吉田水位観測所ピーク流量約630m³/s）が発生し、出水後の7月調査の結果、出水による河床材料の移動が確認され、一旦は全体的に株数が減少したが、その後の9月調査では平常時流速が0.8m/sを超える上流部や袋詰玉石周辺部でもオオカナダモが増加する傾向が見られた。これは調査期間を通して常に平常時流速0.8m/s以上が確保出来ていないこともあるが、平常時流速だけでは完全な抑制効果は期待出来ず、河床材料の大きさや形状、流下する切れ藻の状況などとの複合的な条件が重なりオオカナダモが侵入したと考えられる。

4. オオカナダモ定着過程の考察



写真-2 平常時の切れ藻流下状況

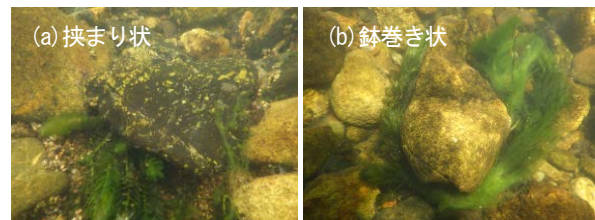


写真-3 初期定着状況((a)挟まり状, (b)鉢巻き状)



写真-4 定着状況 ((a)ひげ根の状況, (b)河床定着状況)

調査箇所ではオオカナダモを一度除去していることから、今回確認されたオオカナダモは、試験施工後に新たに現地に定着したものと考えられる。ここで、本研究ではオオカナダモが存在しない状態から繁茂するまでの段階を「初期定着」「定着」「繁茂・拡大」の3段階のステージ（図-10）に区分して、それぞれを以下の通り定義した。「初期定着」とは、切れ藻が流れ着き、引っかかった状態とする。「定着」とは切れ藻からひげ根を伸ばし、河床に活着した状態とする。「繁茂・拡大」とは、定着したカナダモが新たな茎を伸ばし、生長・増加する状態とする。ここでは、現地観測結果から得られたこれらの各ステージのオオカナダモの状態について詳述する。

(1) 初期定着

今回の観測期間中、切れ藻は水表面を浮くだけでなく水中を浮き沈みしながら流下する状況（写真-2）が見られ、初期定着の状況は写真-3の様に河床の石に切れ藻が「(a)挟まり状」又は「(b)鉢巻き状」に絡まる2タイプが確認された。この結果から、切れ藻は水中を上下浮遊しながら、河床材料に絡まって初期定着を起こしている状況がうかがえる。切れ藻の長さより水深が深い箇所でもオオカナダモが定着していた理由がこれで説明された。上下浮遊する間隔や切れ藻の比重などの精査は出来てないが、その状況によっては流速が速い箇所においても河



写真-5 初期定着した茎先端からひげ根が生長した状況



写真-6 袋詰玉石による切れ藻補足状況

床材料の大きさ・形等によって、初期定着の要因となると考えられる。

(2) 定着

初期定着後は写真-4(a)の様に、切れ藻の節からひげ根を伸ばし、このひげ根が河床の砂地まで届くと砂地に活着して定着状態(写真-4(b))となる。8月の繁茂期に定着していたオオカナダモから伸びたひげ根の長さは、最大で15cm程度であり、ひげ根が伸びていても、河床の砂地まで届いていない未定着状態では、指先でつつく程度で比較的簡単に剥がすことができた。このため、河床の砂地までひげ根が届かない、もしくは、河床材に根を張るための砂が無い様な河床環境では、初期定着を起こしても定着せず、小規模出水で流失する可能性が高いと考えられる。

(3) 繁茂・拡大

写真-5は切れ藻が石に巻き付いた初期定着状態から切れ藻が下流に倒れ、茎の先端からひげ根が生長している状態であり、今回の調査箇所ではこのような状況が多く見られた。この様に茎から伸びたひげ根が河床の砂地に到達すると、定着してさらに下流に茎とひげ根を延ばすというサイクルを繰り返す、下流方向に繁茂・拡大していくものと考えられる。

(4) その他

オオカナダモの発生源は特定できていないが、江の川の支川や河川に流入する堤内排水路においてもオオカナダモの繁茂が確認されている。河道内の初期定着の前段となる切れ藻の流下状況については季節や降雨状況に限らず、断続的に切れ藻が流れてくる状況が確認されており、現時点では、この切れ藻の流下量の把握は出来ない。また、試験施工として平常時流速向上のために設置した袋詰玉石には多くの切れ藻が捕捉されており(写真-6)、その直下流では初期定着が抑制されている状況

も見られた。このことから、流速が速くない平瀬などでは切れ藻をトラップする施設を上流に設置することで初期定着抑制効果が期待出来ると考えられる。

5. 結論

江の川上流域の約40km区間におけるオオカナダモの生息環境調査から、平常時流速0.8m/s以上の環境がオオカナダモの繁茂に対する抑制条件であると判断し、河川内に袋詰玉石によって中州を作り、平常時流速を増加させる試験施工を実施した。試験施工後の平成29年2月から6月までのモニタリング調査では、オオカナダモ株数は平常時流速が高まるにつれ減少する傾向が見られ、0.8~1.0m/sでほとんど見られなくなっており、想定どおり、初期定着に対する抑制効果が確認された。しかし、7月上旬の出水によりオオカナダモの掃流が見られた後、9月には平常時流速が1.0m/sを越えても株数が増加した地点が見られた。これは局所的に初期定着を起こした切れ藻が、定着あるいは繁茂・拡大段階に移行したと推察される。

以上から、オオカナダモの初期定着については平常時流速0.8m/s以上で一定の抑制効果があるが、河川水位の低下や河床材料の大きさ及び形状、切れ藻流下時の上下浮遊等による切れ藻の引っかかりやすさなど、初期定着を起こすための複数の要因が確認され、平常時流速の改善だけで初期定着を完全に抑制することは困難であると考えられる。また、初期定着を起こしても定着していない段階であれば、小規模出水で比較的簡単に剥がれる可能性があるが、一度定着した個体は、河床変動が起こるほどの出水が起こらない限り繁茂・拡大していくものと考えられる。このことから、平常時流速を踏まえた上で、その他条件を複合的に捉えた初期定着段階での対策が重要である。

今後、初期定着に関して切れ藻の流下量や浮遊状況、河床材料等の調査や切れ藻のトラップ施設の効果検証の精査を行い、オオカナダモを抑制するための川づくりの条件について更なる検討を行っていく予定である。

参考文献

- 1) Haramoto, T., and Ikushima, I.: Life cycle of *Egeria densa* Planch., an aquatic plant naturalized in Japan, *Aquatic Botany*, Vol.30, pp.389-403, 1988.
- 2) 乾隆帝, 掛波優作, 赤松良久: 佐波川におけるオオカナダモの流失特性の検討, *河川技術論文集*, 第22巻, 2016.
- 3) 内田龍彦, 福岡捷二: 浅水流方程式と渦度方程式を連立した準三次元モデルの提案と開水路合流部への適用, *水工学論文集*, 第53巻, 2009.

(2018. 4. 3受付)