

遮光ネットによる農業用水路のオオカナダモ駆除効果の検討

Study on Extermination of *Egeria densa* by Shading Nets in Agricultural Irrigation Canal

浅井俊光* 藤川智紀* 竹内康*
 (ASAI Toshimitsu) (FUJIKAWA Tomonori) (TAKEUCHI Yasushi)
 中村好男** 鈴木伸一*
 (NAKAMURA Yoshio) (SUZUKI Shinichi)

I. はじめに

オオカナダモ (*Egeria densa* Planch.) は南米原産の沈水植物で、わが国には植物生理学の実験植物として導入されたのを始まりとし、以来、切れ藻による栄養繁殖で分布を広げている(写真-1)¹⁾。近年では、旺盛な生育による在来種への影響¹⁾や農業用水路内での通水阻害²⁾などが問題視されており、環境省の重点対策外来種に指定されるとともに、さまざまな駆除活動の検討がなされている。河川・湖沼環境を対象とした研究では、矢作川にてエアースコップを使用するなど先駆的な駆除活動³⁾が実施されている。また、フラッシュ放水を利用した研究⁴⁾や室内実験による生存限界光量⁵⁾などが解明されつつある。しかし、農業用水路を対象とした研究は、水草除去用のノズル開発⁶⁾やロボット化による省力化⁷⁾などの研究が行われているが、価格や適応条件の面ではいまだ実用的とはいえない。東京農業大学でも、2018年度より「オオカナダモ発生抑制対策検証事業」として、神奈川県西地域県政総合センターの業務委託を受け、神奈川県小田原市を流れる二級河川酒匂川を水源とする酒匂川左岸用水より分水される鬼柳堰において、人件費や労力を必要としないオオカナダモの駆除方法の開発を続けてきた。

本報では同委託事業に関係して、実際に屋外の農業用水路にて駆除(生育衰退)効果が得られた遮光ネットによる駆除実証実験について報告する。

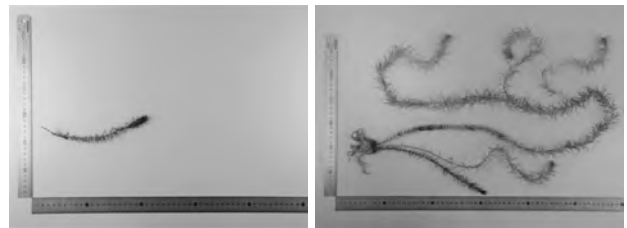
II. 実験対象地および駆除方法の概要

1. 実験対象地

実験対象地は神奈川県小田原市鬼柳(35°18'37.9"N, 139°09'36.4"E)の農業用水路である鬼柳堰の約65mの区間(図-1)⁸⁾とした。鬼柳堰の分水量は1.67 m³/sで、実験対象地の水路幅は3.0m、水路高は1.5mのコンクリート柵渠構造となっている。

*東京農業大学地域環境科学部地域創成科学科

**東京農業大学名誉教授



左: 切れ藻, 右: 切れ藻から80日後の生育状況(屋内水槽)

写真-1 オオカナダモ (*Egeria densa* Planch.)

注1) 図中の破線部分が鬼柳堰、①の区間が実験区間

注2) 本地図情報は自然環境調査 Web-GIS データ⁸⁾を使用し、筆者らが加工したものである。

図-1 鬼柳堰および実験対象地

水路勾配は1/300、水路底は砂利と砂が堆積している。なお、同実験対象地を含む図-1の破線部区間については、毎年7月に200名規模の藻刈り作業を実施しているが、次の年には作業前と同程度まで生育状態が回復し、農業用水路内の大部分に再繁茂する状況となっており、藻刈りでは水路内のオオカナダモの駆除効果が確認できていない。

2. 駆除方法

本実験では、複数の遮光率の遮光ネットを実際に農業用水路へ長期間展張し、オオカナダモの駆除の可能性について明らかにする実験を試みた。また、同時に展張作業の労力やコストなど、施工性や実現性の度合

オオカナダモ, 外来生物, 農業用水路, 通水阻害, 駆除技術, 抑制管理技術, 遮光実験

いについても考察を行うものとした。

III. 実験区概要

1. 実験区作成方法

屋内外における予備的な試験でオオカナダモの生育を低下させる効果が認められた遮光率 95~98%の遮光ネット（ダイオ化成(株)製：ダイオラッセル 2200）と、比較対象としてやや遮光率の劣る遮光率 85~90%の遮光ネット（ダイオ化成(株)製：ダイオネット遮光網 1020）を使用し、農業用水路内に 85~90%の遮光ネットは 20 m、95~98%の遮光ネットは 24 m を展開した。データ測定区間（実験区）はそれぞれ中央の 16 m の区間とし、85~90%遮光区、95~98%遮光区を作成した。さらに無遮光（対照）区（16 m）を作成し、合計 3 実験区とした（**図-2, 3, 4**）。遮光ネットの展開方法については、幅 2 m のロール状の遮光ネットを 3.8 m 間隔にハサミでカットし、専用の吊り金具（ダイオ化成(株)製：アイクリップ）と結束バンド（TRUSCO(株)製：ナイロン結束バンド（耐候性タイプ）4.8×368 mm）を使用し、水路両岸に設置されているフェンス柱部および水路内の補強資材に固定した（**写真-2**）。水路に対して、効率的な水平方向ではなく、垂直方向に展開する理由としては、2 m ごとに隙間を設けることにより、風害の軽減を図ること、万が一、人・物の落下があった際に救助・脱出・引揚げなどの作業に支障を来さないことを意図したためである。なお、いずれの遮光率の遮光ネットも作業

効率の向上のために、平面な場所の確保が重要であった。特に、切断時は遮光ネットを 2 名で両側から引張るように持ち上げ、直下に生育している草本類などの付着や巻き込み、弛みなどを防ぐ必要があった。また、遮光ネットの展開には、1 枚の遮光ネットを固定するために、4 名の人員が必要であった。さらに、すべての遮光ネットの切断から展開までおおむね 3 時間（1 枚当たり 8 分）程度を要した。コストについては、おおむね 400 円/m 前後であった。

2. オオカナダモ生体データの測定方法

実験期間は 2019 年 10 月 16 日から 2020 年 6 月 20 日までの 248 日間とし、その内、10 月 16 日（実験開始日）、12 月 19 日、2 月 19 日、6 月 20 日（実験終了日）の 4 回、各実験区を 2 m ごとに区切り、農業用水路内のオオカナダモの繁茂状況（被覆率）を目視にて 1：1~10%、2：10~25%、3：25~50%、4：50~75%、5：75~100% の 5 段階で評価し、被覆なしについては 0%：N/A として記録した（**表-1**）。併せて、水位と流速をオオカナダモの影響の少ない遮光区流頭部の水路中央部で、標尺およびコンベックス、プロペラ式流速計（(株)KENEK 製：VR-101）にて測定した。さらに、2020 年 2 月 19 日と 6 月 20 日に各実験区間に生育しているオオカナダモから無作為に先端部から 50 cm 付近で切除した茎葉部 3 本を実験室に持ち帰り、その分枝数（本）、茎長（mm）、節数（本）、重量（gFW）、茎部直径（φ（mm））、茎部引張強度（N）として測定し、統計ソフトウェア（IBM®製：SPSS®

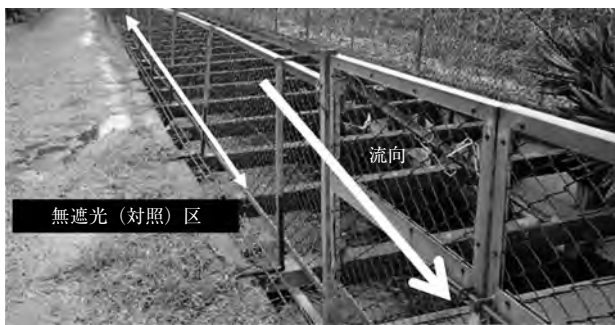


図-2 無遮光（対照）区

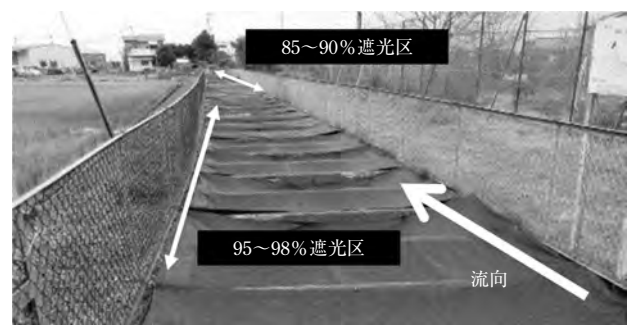


図-3 95~98%遮光区および85~90%遮光区

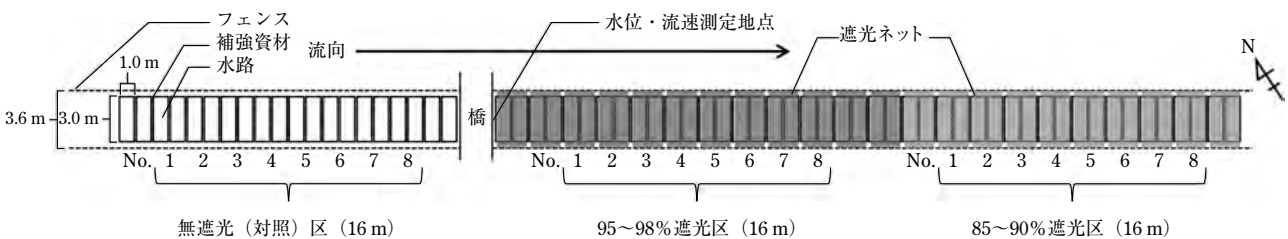


図-4 実験区概要図

注 1) 遮光区 No. は実験区間の遮光ネットの展開数。無遮光（対照）区、遮光区ともに 1 つの No. に当たる区間は 2 m（遮光ネット 1 枚の幅と同じ）
 注 2) フェンス間は 3.6 m であるが、展開する遮光ネットについてはほつれなどを防ぐため、3.8 m で切断し両端部を 0.1 m ずつ折り返して吊り金具で固定した。

Statistics Version 26) を使用して統計処理を行った。なお、本研究における茎部引張強度 (N) とは、採取した茎葉部基部 (切断部位) やや上の茎部に 3 cm ほど間を離し 2 つの紐のついたクリップを取り付け、一方をデジタルフォースゲージ ((株)A&D 製: AD-4932A-50N) に接続し、もう一方の紐を手で引っ張り、切断した瞬間の数値 (N) を記録したものである。さらに、採取した茎葉部の生育状況について、肉眼による観察も行った。

IV. 実験結果および考察

本実験の結果、実験開始時 (10月16日) ではすべての実験区でオオカナダモの被覆率が 75~100% であったのに対して、約 4 カ月後 (2月19日) では、95~98% 遮光区で 25~50% から 10~25% まで大きく被覆率が低下し (写真-3)、約 8 カ月後 (6月20日) で消失した。これに対して、85~90% 遮光区では、2月19日で実験区間の約半分の区間において 50~75%、6月20日では、おおむね 1~10% の被覆率まで低下したが、その度合いは、95~98% 遮光区と比較するとやや劣ることが明らかとなった (表-1)。一方、無遮光 (対照) 区については、全実験期間において 2月19日まで、被覆率の低下は一切認められなかったが、6月20日では、おおむね 50~75%、一部で 25~50% まで被覆率が低下した。この理由として、実験区を設置した農業用水路の灌漑期間は 4月下旬~9月下旬であり、7月上旬と下旬に 2 回の中干しを行っている。水位については、おおむね非灌漑期で 0.3 m、灌漑期で 0.7 m 前後となっており、この灌漑

期の流速増加に伴う切れ藻の発生や株の消失、水位が上昇し水中の光量低下による枯死などの影響が示唆された (表-1)。

オオカナダモの生育状況については、2月19日では、茎長、節数、茎葉部重量の測定項目で大きな差がなかった。しかし、分枝数では、95~98% 遮光区のみ平均して 3.0 本の分枝が確認されたが、その後、6月20日では、95~98% 遮光区で消失し、無遮光 (対照) 区と 85~90% 遮光区でそれぞれ 3.0 本、1.7 本と増加した (表-2)。また、肉眼による観察の結果、2月19日の 95~98% 遮光区の茎葉部の全部位が暗褐色に変色し、著しい生育被害を受けており、分枝長も 20 cm 前後と短かった (写真-4)。このことから、95~98% 遮光区では、2月19日の時点では、すでに発生していた分枝が伸長生長できず茎葉部の先端付近



写真-2 遮光ネットの切断、展張，固定方法



無遮光 (対照) 区



95~98% 遮光区

写真-3 オオカナダモの衰退状況 (2020年2月19日)

表-1 各実験区のオオカナダモ被覆率の経時的変化

測定日	水位 (m)	流速 (m/s)	実験区 方位/No.	無遮光 (対照) 区								95~98% 遮光区								85~90% 遮光区								
				1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	
2019/10/16 14:33	0.33	0.66	NW ←	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	→ SE
2019/12/19 12:54	0.28	0.64	NW ←	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	→ SE
2020/2/19 14:59	0.35	0.66	NW ←	5	5	5	5	5	5	5	5	4	2	3	3	3	2	2	3	4	5	5	5	5	4	4	4	→ SE
2020/6/20 12:40	0.67	0.73	NW ←	4	4	4	4	4	4	3	3	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1	2	1	1	1	1	1	1	1	→ SE

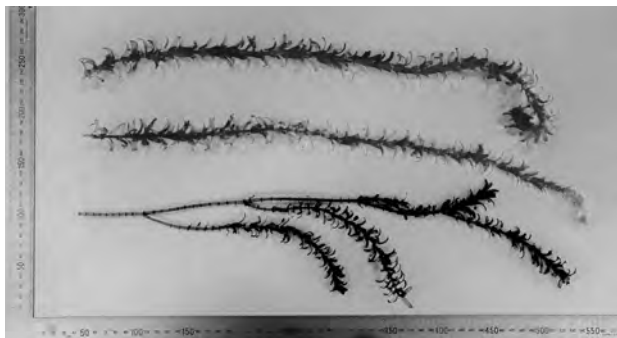
注) 水路内の流向は NW → SE、遮光区 No. は遮光ネットの展張数。無遮光 (対照) 区、遮光区ともに 1 つの No. に当たる区間は 2 m (遮光ネット 1 枚の幅と同じ)

表-2 各実験区のおオカナダモ茎葉部の生育状況

測定日時	実験区	分枝数 (本)	茎長 (mm)	節数 (本)	重量 (gFW)	茎部直径 (φ)	茎部引張強度 (N)
		mean ± SD	mean ± SD	mean ± SD	mean ± SD	mean ± SD	mean ± SD
2020/2/19	無遮光 (対照) 区	N/A	51.7 ± 0.5 a	63.0 ± 2.4 a	5.951 ± 0.3 a	2.77 ± 0.1 a	6.90 ± 0.8 a
	85~90%遮光区	N/A	50.8 ± 0.6 a	85.0 ± 11.8 a	4.425 ± 1.0 a	2.54 ± 0.1 ab	4.50 ± 0.4 b
	95~98%遮光区	3.0 ± 0.0	50.0 ± 0.8 a	67.0 ± 4.1 a	5.593 ± 0.1 a	2.20 ± 0.2 b	2.65 ± 0.2 c
2020/6/20	無遮光 (対照) 区	3.0 ± 0.0 a	50.8 ± 0.6 a	94.7 ± 7.8 a	11.880 ± 1.2 a	2.70 ± 0.1 a	8.60 ± 1.4 a
	85~90%遮光区	1.7 ± 0.5 b	50.5 ± 0.4 a	78.3 ± 11.1 a	6.303 ± 0.5 b	2.40 ± 0.1 b	4.69 ± 0.2 b
	95~98%遮光区	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

注1) 2/19の異なるアルファベット間は5%水準で有意 ANOVA (Tukey HSD)

注2) 6/20の異なるアルファベット間は5%水準で有意 (Student's t-test)



注) 写真上段の無遮光 (対照) 区, 中段の 85~90% 遮光区では茎葉部がいずれも緑色であるが, 下段の 95~98% 遮光区では茎葉部全体が暗褐色に変色している。

写真-4 実験区のおオカナダモ (2020年2月19日)

に残存している状態であり, その後, 6月20日の時点で枯死・消失したものと推測される。一方, 無遮光 (対照) 区と 85~90% 遮光区では, 2月19日には, 健全に生育した 50 cm 以上の長い分枝が数多く存在したため, 結果的に分枝数としてカウントされず, その後, それらの分枝より再度, 萌芽したものと推測された。また, 茎部直径, 茎部引張強度では, 2月19日, 6月20日ともに, 実験区の遮光率が高まるにつれ, 直径, 強度が低下した。特に茎部引張強度では, 2月19日時点で, 無遮光 (対照) 区に対して, 85~90% 遮光区では約 65%, 95~98% 遮光区では約 38% まで, 茎部引張強度が低下した (表-2)。しかし, 6月20日では, 95~98% 遮光区で消失したのに対し, 85~90% 遮光区では, 2月19日とほぼ同等の茎部引張強度を保ち続けていることが確認された。以上から, 85~90% 遮光区では, 駆除効果は皆無ではないが, その効果は 95~98% 遮光区と比較すると劣り, 施用後もおオカナダモの分枝の新たな発生や生長を続ける可能性がある。一方, 95~98% 遮光区では, 約 4 カ月で駆除効果が現れ, 約 8 カ月で完全におオカナダモ 個体群が消失したことが明らかとなった。

V. おわりに

今回報告した東京農業大学と神奈川県西地域県政総合センターによる実証実験は, 農業用水路内に繁茂

したおオカナダモに対し, 改修工事やコンクリート製の蓋の設置など高いコストを必要とせず, 通水量に影響を及ぼさない新たなおオカナダモ駆除の可能性を示唆するものである。また, 一般的な農業・緑化分野の認識では, 85~90% や 95~98% の遮光率のものはいずれも相応に高遮光率なものであると考えられるが, 施用後の生育減退効果は大きく異なるため, 同駆除法を検討する際は, 遮光率の確認を確実に行う必要がある。遮光ネットの施工性については, 3 m 幅の農業用水路で 2 m (1 枚) 当たりおおむね 8 分程度であった。この中には, 現地での遮光ネットの切断時間も含まれているため, あらかじめ正確に採寸・切断した遮光ネットを使用することによって, 更なる施工性の改善につながるものと推測された。また, 実験期間中の遮光ネットの破損は 85~90% 遮光区で若干あったものの, 張替え作業が必要なほどではなかった。一方, 95~98% 遮光区では一切, 破損等は認められなかったことから, 強度や維持管理の面からも十分な性能を有しているといえる。

なお, 本実験の農業用水路では, 6月に大きく流況が変化したため, これらが実験結果に影響を及ぼした可能性がある。また, 水路幅の大きい農業用水路では, 遮光ネットの弛みや固定方法などが課題となることが予想されるため, 今後は場所を変えて実験を行い, 本技術の適応条件についても検討していく予定である。

謝辞 本報は, 神奈川県西地域県政総合センターの令和元年度おオカナダモ発生抑制対策検証事業業務委託により, 研究が遂行されました。また, 酒匂川左岸土地改良区の皆様には, 現地における農業用水路の歴史や流域のご解説を頂き, 駆除方法についてもご助言を賜りました。この場を借りて深く御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 角野康郎: ネイチャーガイド 日本の水草, 文一総合出版, p.88 (2014)
- 2) 農林水産省農村振興局農村環境課: 農業水利施設に被害を及ぼす侵略性の高い外来種, 沈水植物, おオカナダモ・コ

カナダモ, pp.1~2 (2018)

- 3) 内田朝子, 白金晶子, 角野康郎, 古川 彰:「矢作川オオカナダモ駆除検討会」の記録, 矢作川研究 20, pp.43~52 (2016)
- 4) 水口雄介, 椿 涼太, 河原能久, 松原功馬:フラッシュ放流による沈水植物の流失特性, 土木学会論文集 B1 (水工学) 69(4), pp.I_1351~I_1356 (2013)
- 5) 今本博臣, 松本 潤, 古里栄一, 鷺谷いづみ:琵琶湖に生育する6種の沈水植物の光・水温特性, 応用生態工学 11(1), pp.1~12 (2008)
- 6) 吉永育生, 山岡 賢, 嶺田拓也, 渡部恵司:水草除去のためのノズルの考案, 農業農村工学会論文集 308, pp.IV_1~IV_2 (2019)
- 7) 山岡 賢, 吉永育生, 嶺田拓也, 木村信一, 松本 勉, 島田 敏:ICT・ロボット化による用水路内の水草刈り作業軽減の展望, 水土の知 86(4), pp.19~22 (2018)
- 8) 環境省自然環境局生物多様性センター:自然環境調査Web-GIS, <http://gis.biodic.go.jp/webgis/> (参照 2020年4月10日)

[2020.9.2.受理]

浅井 俊光 (正会員)



略 歴
 1979年 大分県に生まれる
 2007年 東京農業大学農学研究科造園学専攻博士
 後期課程修了
 東京農業大学助教などを経て
 2015年 東京農業大学准教授
 2017年 同大学地域創成科学科
 現在に至る

藤川 智紀 (正会員)



1974年 兵庫県に生まれる
 2002年 東京大学大学院農学生命科学研究科博士
 後期課程修了
 東京農業大学准教授などを経て
 2015年 東京農業大学教授
 2017年 同大学地域創成科学科
 現在に至る

竹内 康 (正会員)



1967年 富山県に生まれる
 1995年 東京農業大学助手
 同大学講師, 助教授を経て
 2006年 東京農業大学教授
 2017年 同大学地域創成科学科
 現在に至る

中村 好男 (正会員)



1952年 千葉県に生まれる
 1974年 東京農業大学助手
 同大学講師, 助教授, 教授などを経て
 2017年 東京農業大学名誉教授
 現在に至る

鈴木 伸一



1958年 群馬県に生まれる
 1979年 明治大学農学部卒業
 群馬県立高等学校理科教諭, (財)地球環
 境戦略研究機関国際生態学センター, 東
 京農業大学短期大学部教授などを経て
 2015年 東京農業大学教授
 2017年 同大学地域創成科学科
 現在に至る