

湖沼における刈払い装置を用いたハス群落の抑制方法 に関する試験

芦澤 淳*・星 雅俊・藤本泰文・嶋田哲郎

公益財団法人宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団 〒989-5504 宮城県栗原市若柳字上畠岡敷味
17-2
E-mail motugogogo@gmail.com
*責任著者

キーワード: 伊豆沼・内沼 除去 刈払い回数 効率

2015年6月24日受付 2015年9月4日受理

要旨 富栄養化した湖沼で増加しているハスの刈払い装置を用いた抑制方法に関する試験を行なった。刈払い回数の違いによるハス群落の抑制効果を試験した結果、群落を2回以上刈り払うことで、葉柄の密度を大きく抑制することができた。鎌を使った方法と刈払い装置を使った方法では、群落の抑制効果に差がなかった。刈払い装置を使った方法は、刈払い効率が鎌を使った方法の約4倍であり、広い面積の刈払いに適した方法であった。2年間連続して同じ群落を刈り払った結果、3年目には群落を完全に除去することができた。これらの試験の結果、湖沼におけるハス群落の効果的な抑制方法が明らかになった。

はじめに

近年、湖沼や河川において、特定の水生植物の過剰な繁茂が報告されている。これらの水生植物の多くは外来植物であるが(高橋ほか 2003, 楠本ほか 2011, 薄葉ほか 2011), 在来植物の過剰な繁茂についても報告されている(福島・岩田 1989, 鹿野ほか 2008, 西廣ほか 2009, 森 2010, 豊田ほか 2011)。特定の水生植物が過剰に繁茂することで、他の水生植物の生育に悪影響を及ぼしたり、治水・利水施設に被害を及ぼしており、これらの水生植物の除草作業には莫大な費用と労力が投入されている(外来種影響・対策研究会 2008)。

湖沼で増加している水生植物の一種にハス *Nelumbo nucifera*(ハス科)がある(福島・岩田 1989, 鹿野ほか 2008)。ハスは、本州、四国、九州の湖沼やため池などに生育する多年生の抽水植物である(角野 2008)。過剰に繁茂したハスは、水面上に広げた葉で光を遮断し、水中の照度を下げることで沈

水植物等の水生植物の生育を阻害する(藤本 2011). また, 沈水植物等による光合成や水面でのガス交換を阻害することで, 群落内が貧酸素化する(山室 2010). ハス等の水生植物が繁茂することで水域が貧酸素化すると, 魚類の成長が悪化したり(佐原ほか 2014), 魚類の生息種数が減少する(Killgore & Hoover 2001). ほかにも, 枯死体が水底に堆積することで湖沼の浅底化の要因になる(山室 2010)など, ハスの過剰な繁茂は湖沼の生態系に大きな影響を及ぼす.

宮城県北部にある伊豆沼・内沼では, 自然再生事業の中で沈水植物等の在来生物の増殖が取り組まれている(伊豆沼・内沼自然再生協議会 2009). その一方で, 沼ではハス群落が年々拡大しており(鹿野ほか 2008), 2012 年には水面の約 8 割をハス群落が占めていた(藤本泰文 未発表). 伊豆沼・内沼では, 拡大するハス群落による上述した影響が懸念されるほか, 枯れたハスの葉柄が翌春まで水面を占有することで, 広い水面を好んでねぐらを作るマガツチ等の渡り鳥(Jankowiak et al. 2015)に悪影響を及ぼすことが懸念されており, ハス群落を適切に管理することが大きな課題になっている.

ハスの過剰な繁茂による生態系への悪影響を除去し, 多様な生物が生息する水辺を創出するためには, ハス群落を適切に管理する必要がある. 面積の小さい池などの場合, 鎌等を用いた刈取りによってハス群落の抑制が行なわれている(平塚・山室 2013). 一方, 湖沼のように面積の大きい水域において, 鎌を用いた方法で広い範囲の群落を刈り取るためには, 多大な労力と時間を要する. そのため, このような広い水域においてハス群落を抑制するためには, 効率良く刈り取れることが重要である. しかしながら, 広範囲のハス群落を効率良く抑制する方法がないのが現状である.

そこで本研究では, 湖沼におけるハス群落の効率良い抑制方法を開発するために, 2 つの試験を行なった. 1 つ目として, 刈払い回数と刈払い方法の違いによるハス群落の抑制効果について試験した. 2 つ目として, 複数年連続してハス群落を刈り払った際の抑制効果について試験した. これらの試験結果から, 湖沼におけるハス群落の効率良い抑制方法について検討した. なお, 刈り払ったハスを水域の外へ移動させることで, 水域に蓄積した栄養塩の除去に貢献するが, 本研究ではハス群落の抑制方法の開発を目的としたため, 刈り払ったハスの回収は行なわなかった.

方法

刈払い回数および刈払い方法に関する試験

刈払い回数および刈払い方法に関する試験を, 宮城県北部に位置する伊豆沼・内沼($38^{\circ} 43' N$, $141^{\circ} 07' E$)において, 2013 年 6 月から 8 月にかけて実施した(図 1). 刈払い回数については, ハスの生長初期である 6 月に 1 回の刈払い, 群落の抑制効果がある(平塚・山室 2013)とされる 6 月と 8 月の 2 回刈払い, および 6 月, 7 月, 8 月の 3 回刈払いの 3 つの条件を試験した. 刈払い方法については, 船の上から鎌を使って刈り払う方法(以下, 手刈りと表記)と船で刈払い装置を曳航しながら刈り払う方法(以下, 船刈りと表記)を用いた. 手刈りには, 柄の長さが 1.2 m, 刃の長さが 20 cm の草刈り鎌を使用した. 刈り払う際には, 鎌を使って水面下約 30 cm の位置で葉柄を切断した(図 2). 手刈りの作業は, 操船者 1 名と刈払い作業員 3 名の計 4 名で行なった. 船刈りには, V 字の金属枠に刃(長さ 20 cm)を取り付けた刈払い装置を使用した(図 3 左). この刈払い装置の刈払い幅は約 2.5 m であった. 刈り払う際には, 刈払い装置を, 装置前方の金具に船首のフックにつなげた鉄製のチェーン(長さ 1 m, 直径 8.5 mm)を

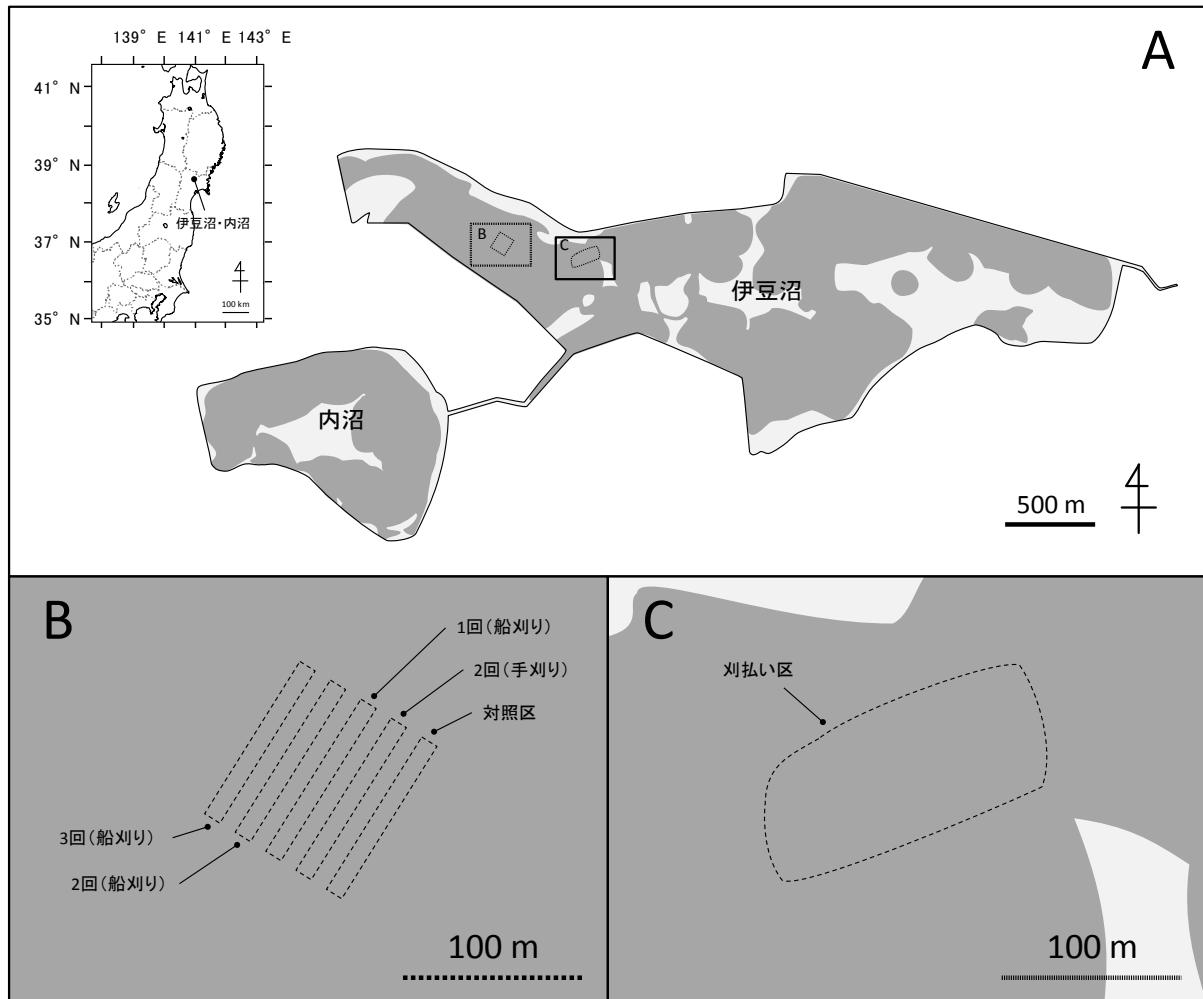


図 1. 調査地と刈払い実施場所. A:伊豆沼・内沼, B:刈払い回数および刈払い方法に関する試験区, C:複数年刈払いによるハス群落の除去試験区. 濃い色の部分はハス群落(2012年8月調査)を示す.

取り付けて水中に沈め、曳航しながら水面下約30 cmの位置で葉柄を刈り払った(図3右). 船刈りは、操船者1名と刈払い作業員1名の計2名で行なった.

伊豆沼西部のハス群落において、10 m × 100 mの試験区を5つ設置した(図1B). 各試験区の刈払い回数と方法を、それぞれ、対照区(刈払いなし), 1回(船刈り), 2回(手刈り), 2回(船刈り), 3回(船刈り)とした. 刈り払う際には、毎回試験区内のすべてのハスを刈り払った. すべての試験区について、刈払い実施前(2013年6月12日)と実施後(2013年9月19日)のハスの葉柄密度を調べた. また、刈払い実施の翌年に出現したハスの葉柄密度を2014年6月24日に調べた. 葉柄密度の算出については、試験区内の無作為に抽出した5箇所に1 m四方の方形枠を設置し、この中の葉柄の本数を計数することで葉柄密度を算出し、5箇所



図2. 鎌を使った刈払い方法(手刈り).

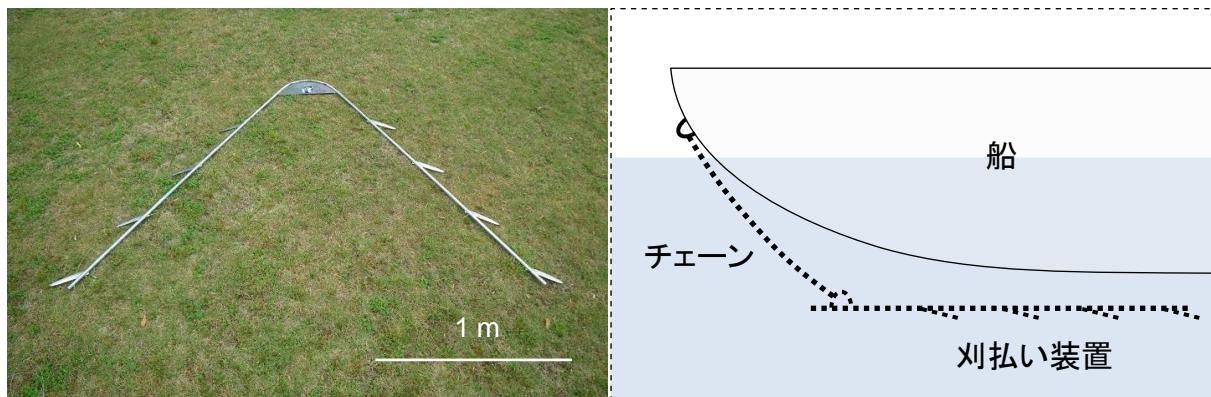


図 3. 船刈りに使用した刈払い装置(左)と使用時の模式図(右).

の葉柄密度の平均値を各試験区の葉柄密度とした.

刈払い実施後に生残していたハスの葉柄密度と刈払い翌年に出現したハスの葉柄密度を試験区間で比較することによって、ハス群落の抑制効果を評価した。各試験区の葉柄密度を、Kruskal-Walis 検定によって解析した。試験区間の葉柄密度に有意な差が認められた場合には、Scheffe の多重比較法により試験区毎の差を検定した。

複数年刈払いによるハス群落の除去試験

伊豆沼・内沼において、2012 年と 2013 年に連続してハス群落を刈り払い、群落の除去効果を調べた。伊豆沼北部のハス群落のうち約 1.1 ha(約 170 m × 65 m)の範囲において刈払いを行なった(図 1C)。2012 年の刈払いは、手刈りで 9 月 12 日に行なった。2013 年の刈払いは、船刈りで 7 月 12 日に行なった。刈払いを行なう際には、両年とも刈払い範囲内のハスがほぼすべてなくなるまで刈り払った。刈払い実施の翌年に出現したハスの葉柄密度を、刈払いを行なったハス群落(刈払い区)と、これに隣接する刈払いを行なわなかったハス群落(対照区)で調べた。葉柄密度の算出については、前述の試験と同様の方法で行なった。葉柄密度の調査は、2012 年の刈払いについては 2013 年 7 月 12 日に、2013 年の刈払いについては 2014 年 6 月 24 日に、それぞれ行なった。

刈払いによるハス群落の除去効果を、刈払い区と対照区で、刈払いの翌年に出現したハスの葉柄密度を比較することによって評価した。刈払い区と対照区の葉柄密度を、Mann-Whitney の U 検定により検定した。

結果および考察

刈払い回数および刈払い方法に関する試験

各試験区の刈払い前、刈払い後、刈払い翌年のハスの葉柄密度を図 4 に、刈払い前と刈払い後の立葉と浮葉の割合を図 5 に示した。刈払い前の葉柄密度については、いずれの試験区とも 9 本/m² 前後で、試験区間で差がなかった(Kruskal-Walis 検定、 $\chi^2 = 9.49$, $P = 0.1995$)。このときの各試験区の葉はすべて浮葉だった(図 5A)。刈払い後には、1 回刈払いについては対照区よりも葉柄密度が高かった(Scheffe の多重比較、 $P < 0.05$)。2 回以上刈り払った試験区の葉柄密度は、いずれも対照区よりも低か

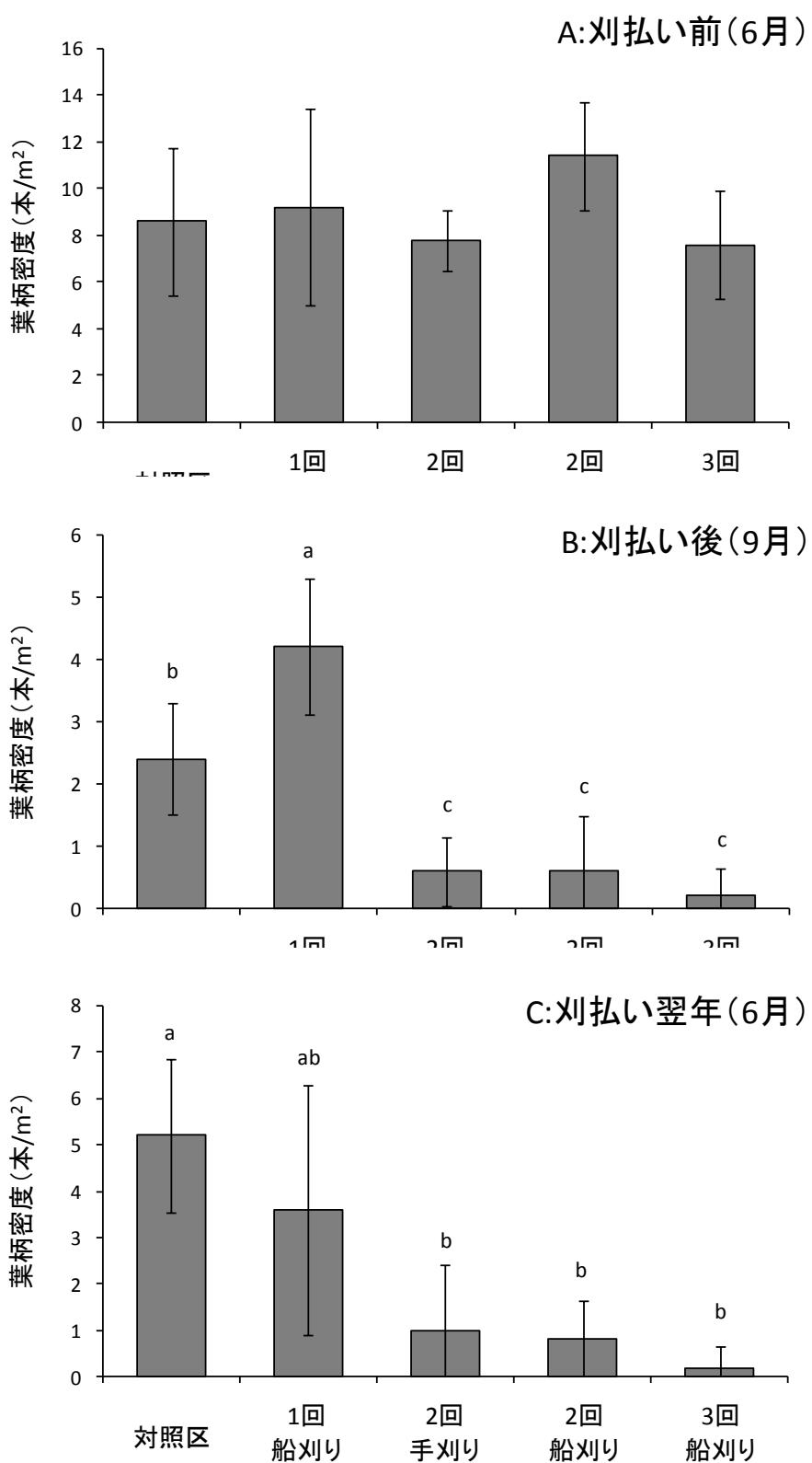
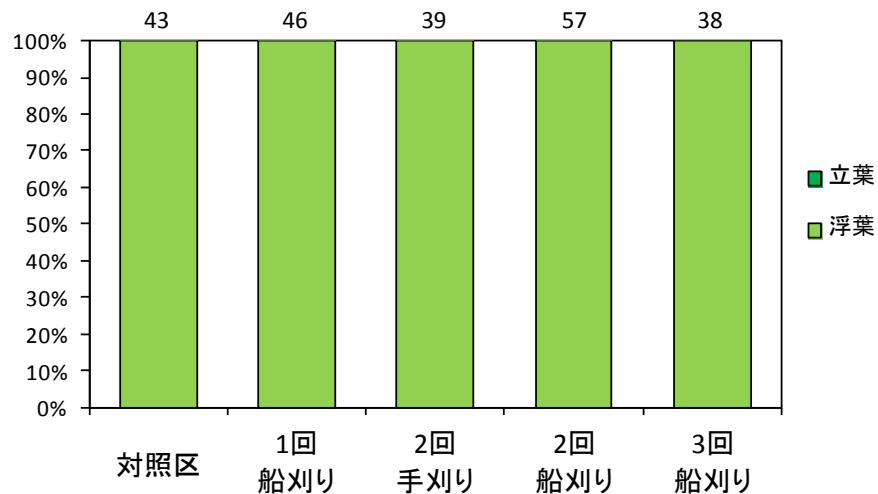


図4. 各試験区のハスの葉柄密度. A:刈払い前(2013年6月). B:刈払い後(2013年9月). C:刈払い翌年(2014年6月). 図中の異なるアルファベットは有意差($P < 0.05$)を示す. $N = 5$.

A:刈払い前(6月)



B:刈払い後(9月)

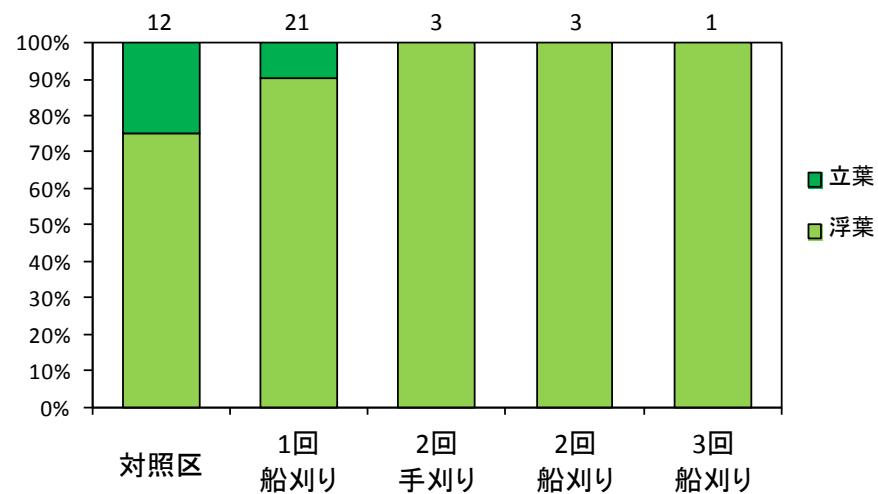


図5. 各試験区のハスの立葉と浮葉の割合. A: 刈払い前(2013年6月), B: 刈払い後(2013年9月). 図の上の数値は各試験区(5 m^2)で観察された立葉と浮葉の葉柄数の合計値.

った(Scheffeの多重比較, 2回(手刈り), 2回(船刈り): $P < 0.05$, 3回(船刈り): $P < 0.01$). このときの各試験区の立葉の割合は, 対照区では約25%であったのに対し, 1回刈払いでは約10%, 2回以上刈払いでは立葉は見られず, すべて浮葉だった(図5B). 刈払いの翌年には, 1回刈払いの葉柄密度は, 対照区よりも低い傾向を示したが, 有意な差は認められなかった(図4C). 2回以上刈り払った試験区については, いずれの葉柄密度も対照区よりも低かった(Scheffeの多重比較, 2回(手刈り): $P < 0.05$, 2回(船刈り), 3回(船刈り): $P < 0.01$). 以上の結果から, ハス群落を2回以上刈り払うことで, 刈払い後の葉柄密度と刈払いの翌年に出現するハスの葉柄密度が大きく抑制されることが示された.

各試験区の刈払い前と刈払い後の葉柄密度を比べると, 刈払いを行なった試験区だけでなく, 刈払いを行なわなかった対照区についても, 葉柄密度が減少していた(図4A, B). 対照区においては, 7月以

後に立葉が出現し始め、9月にはその割合が約25%に達した(図5A, B)。立葉が生えそろったころに被度を調べたところ、約66%であり(図6左)、これらの立葉の下では枯れている浮葉が多く見られた(図6右)。これらの浮葉は、立葉によって光が遮蔽されたことによって枯れたものと思われた。すなわち、対照区においては、浮葉のあとから出現した立葉によって浮葉の生育が阻害され、浮葉の葉柄密度が減少したこと、対照区の葉柄密度が減少したと考えられた。



図6. 対照区のハスの生育状況(2013年7月)。左:水面上に折り重なって生えていた立葉。右:立葉の下で枯れていた浮葉。

これに対して、1回刈り払った試験区では、刈払い前から刈払い後にかけて葉柄密度が減少しているものの(図4A, B)、その減少率は刈り払わない対照区と比べて小さかった(6月に対する9月の葉柄密度の割合:対照区27%、1回刈払い46%)。1回刈払いにおける9月の立葉の葉柄密度は、対照区よりもわずかに低かった(1回刈払い:0.4本/m²、対照区:0.6本/m²)。そのため、1回刈払いでは、立葉によって生育が阻害される浮葉の数が、対照区よりも少なかった可能性がある。1回刈払いでの立葉の密度が減少した要因としては、浮葉を刈り払ったことで、立葉になるはずだった葉が浮葉になった可能性や立葉の出現が遅れた可能性が考えられる。立葉が減少した要因についてはさらなる検証が必要であるが、立葉が減少すれば根茎(レンコン)の形成にも影響することが予想されるため、これらの要因を明らかにすることは刈払いの効果を評価する上で重要であろう。

刈払い方法については、手刈りと船刈りで刈払い後と刈払い翌年のいずれも葉柄密度に差が見られなかったことから(図4B, C)、刈払い方法による群落抑制効果には差がないと考えられた。

手刈りと船刈りによるハス群落の刈払い作業について表1にまとめた。船刈りの刈払い作業効率(ha/h/人)は、手刈りの約4倍であり、手刈りよりも作業効率が高かった。

表1. 船刈りと手刈りによるハス群落の刈払い作業の比較。

	船刈り(刈払い装置)	手刈り(鎌)
作業人数	2名(うち1名操船)	4名(うち1名操船)
葉柄密度(本/m ²)	6.7	5.5
面積(延べ)	0.6 ha	0.2 ha
作業時間(延べ)	1.4 h	1 h
作業効率(ha/h/人)	0.21	0.05

複数年刈払いによるハス群落の除去試験

2012年と2013年の刈払い後のハスの出現状況を図7と図8に示した。2012年の刈払いの翌年には、刈払い区のハスの葉柄密度が対照区の約30%であった(Mann-WhitneyのU検定, $U = 0, P < 0.01$, 図8)。2013年の刈払いの翌年には、刈払い区ではハスが全く出現しなかった。以上の結果から、2年間連続してハス群落を刈り払ったことで、群落を完全に除去できたと考えられた。

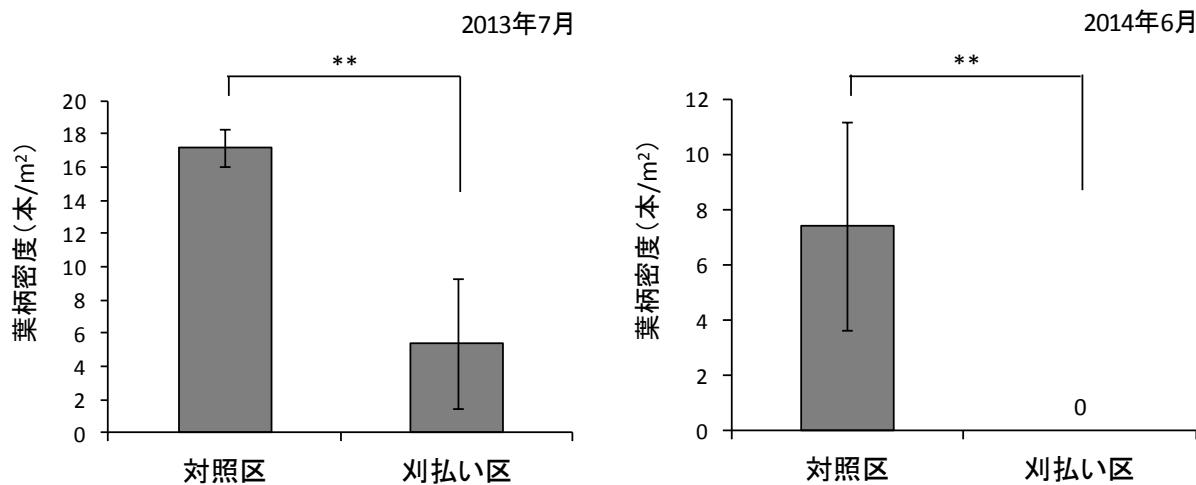


図7. 2012年の刈払いの翌年に出現したハスの葉柄密度. $N = 5$.

図8. 2013年の刈払いの翌年に出現したハスの葉柄密度. $N = 5$.

まとめと課題

本研究の結果、ハス群落を1シーズンに2回以上刈り払うことで、群落を大きく抑制できることが明らかになった。また、同じ群落を2年間連続して刈り払うことで、群落を除去できることが明らかになった。刈払い方法については、船刈りによる刈払いの作業効率が手刈りに比べて高かったことから、船刈りは面積の大きい湖沼におけるハス群落の刈払いに適した方法であった。

本試験で船刈りを実施したハス群落の葉柄密度は、ハスの生長初期である6月には9本/ m^2 程度、生長後期の8月には2本/ m^2 程度であり、作業効率の季節的な増減はほとんど見られなかった。その一方で、生長後期に試験区に隣接するハス群落(葉柄密度約10本/ m^2)で船刈りを行なったところ、刈り払う際の抵抗によって船が進みにくくなり、作業効率が大きく低下した。今回実施した船刈りでは、生長後期で植物体が大きくなり、高密度となったハスを刈り払うことは困難であった。

本試験では群落の抑制方法の開発を目的としたため、刈り払った葉の回収を行なわなかった。その結果、刈り払った葉が岸辺に吹き寄せられ、水面を覆うことがあった。これらの葉は、枯れるまでの間水面を覆い、他の水生植物に悪影響を及ぼすことが予想されるため、葉の回収方法についても開発する必要があった。今後は、これらの課題を克服することで、より実用的な湖沼におけるハス群落の抑制方法を開発したい。

謝辞

本研究は伊豆沼・内沼自然再生事業の一環で行なった。本研究を行なうに当たり、伊豆沼漁業協同組合には刈払い作業にご協力いただいた。ここに記して謝意を表する。

引用文献

- 藤本泰文. 2011. 伊豆沼・内沼に隣接するため池で観察されたハス *Nelumbo nucifera* の分布拡大にともなうコウガイモ *Vallisneria denseserrulata* 群落の消失. 伊豆沼・内沼研究報告 5: 13-19.
- 福島忠雄・岩田雄三. 1989. 生活雑排水が混入する溜池の植生(ハス)による水質改善効果について. 農業土木学会論文集 142: 99-105.
- 外来種影響・対策研究会. 2008. 河川における外来種対策の考え方とその事例【改訂版】-主な侵略的外来種の影響と対策-. 財団法人リバーフロント整備センター, 東京.
- 平塚智子・山室真澄. 2013. 国内におけるハス群落管理対策の事例. 水草研究会誌 99: 38-43.
- 伊豆沼・内沼自然再生協議会. 2009. 伊豆沼・内沼自然再生全体構想 伊豆沼・内沼らしさの回復～かえってこい、ひと・みず・いきもの～. 宮城県, 仙台.
- Jankowiak, L., Skórka, P., Ławicki, Ł., Wylegała, P., Polakowski, M., Wuczyński, A. & Tryjanowski, P. 2015. Patterns of occurrence and abundance of roosting geese: the role of spatial scale for site selection and consequences for conservation. Ecol. Res. 30: 833-842.
- 角野康郎. 2008. 日本水草図鑑. 文一総合出版, 東京.
- Killgore, K. J. & Hoover, J. J. 2001. Effects of hypoxia on fish assemblages in a vegetated waterbody. J. Aquat. Plant Manage. 39: 40-44.
- 楠本良延・徳岡良則・山本勝利. 2011. 印旛沼周辺水田域における特定外来生物ナガエツルノゲイトウの分布拡大とその要因. 農村計画学会誌 30: 249-254.
- 森 明寛. 2010. 湖山池に生育するヒシの発芽特性と生育環境. 鳥取県衛生環境研究所報 51: 33-36.
- 西廣 淳・岡本実希・高村典子. 2009. 鈴鹿湿原シラルトロ湖の植生と植物相. 陸水学雑誌 70: 183-190.
- 佐原雄二・浅原宏子・石岡奈々子. 2014. モツゴ(*Pseudorasbora parva*)当歳魚の成長と溶存酸素. 弘前大学農学生命科学部学術報告 16: 1-6.
- 鹿野秀一・菊地永祐・嶋田哲郎・進東健太郎. 2008. 伊豆沼・内沼のハス群集の生育拡大状況. 日本陸水学会第73回大会講演要旨集.
- 高橋 久・永坂正夫・白井伸和・川原奈苗. 2003. 河北潟西部承水路の水生植物の現状 在来種の衰退とホテイアオイ *Eichhornia crassipes* の大繁殖について. 河北潟総合研究 6: 27-39.
- 豊田政史・加藤宏章・今井晶子・宮原裕一. 2011. 諏訪湖におけるヒシの試験刈取りが水塊構造に及ぼす影響. 水工学論文集 55: 1465-1470.
- 薄葉 満・黒沢高秀・東 隆行. 2011. 福島県白河市南湖の水生植物相の変遷. 福島大学地域創造 22: 3-18.

山室真澄. 2010. 手賀沼においてハス群落が水環境に及ぼす影響評価と適切な整備・管理方法に関する研究. 平成 22 年度河川整備基金助成事業成果報告書. 助成番号: 22-1211-008.

Izunuma-Uchinuma Wetland Researches 9: 61-70, 2015

Experimental inhibition methods of a lotus community using cutting equipment in a lake

Jun Ashizawa*, Masatoshi Hoshi, Yasufumi Fujimoto & Tetsuo Shimada

The Miyagi Prefectural Izunuma-Uchinuma Environmental Foundation.

17-2 Shikimi, Wakayanagi, Kurihara, Miyagi 989-5504, Japan

E-mail: motugogogo@gmail.com

* Corresponding author

Abstract The use of cutting equipment in order to inhibit the lotus community in an eutrophic lake was examined. Results of the test indicated that cutting two or three times in a season successfully reduced the number of lotus stems. Of the two methods used, sickle and mechanized cutting equipment, neither method was found to be more successful at eliminating the lotus. Per unit effort, however, cutting lotus by mechanized equipment was 4 times more efficient than using the sickle. Considering this, mechanized equipment was more suited to cutting over a large area. By cutting once in each successive 2 years, the lotus community was eliminated on the third year. As a result of these tests, an effective inhibiting method of a lotus community in a lake was revealed.

Keywords: efficiency, eliminate, Lake Izunuma-Uchinuma, number of cutting time

Received: June 24, 2015 / Accepted: September 4, 2015