

報告 (Report)

絶滅した弁天池（岐阜県可児市）のサイコクヒメコウホネ
Nuphar saikokuensis Shiga et Kadono
地域個体群再生法とその取り組みに関する問題点

南 基泰¹⁾・吉田桃子¹⁾・藤井太一¹⁾・三宅義信²⁾・岡崎敏広³⁾・吉田悠太³⁾・村上哲生¹⁾

Problems and solutions in the regeneration efforts of the locally extinct population of
Nuphar saikokuensis Shiga et Kadono in Benten-ike Reservoir, Kani City,
Gifu Prefecture, Central Japan

Motoyasu MINAMI¹⁾, Momoko YOSHIDA¹⁾, Taichi FUJII¹⁾, Yoshinobu MIYAKE²⁾,
Toshihiro OKAZAKI³⁾, Yuta YOSHIDA³⁾ and Tetuo MURAKAMI¹⁾

摘 要

2015年に絶滅した弁天池（岐阜県可児市）のサイコクヒメコウホネ *Nuphar saikokuensis* Shiga et Kadono（スイレン科 Nymphaeaceae）個体群の再生事業を、2017～2019年に実施した。遺伝的地域性に配慮した個体群再生を実施するため、絶滅する前に弁天池から休耕田に移植しておいた個体群を、再度弁天池に移植した。当初は弁天池に生息するコイ (*Cyprinus carpio*)、アメリカザリガニ (*Procambarus clarkii*)、ウシガエル幼生 (*Lithobates catesbeianus*) による食害の可能性はあるが、個体群消失の決定的要因とはならないと楽観視していた。しかし、これら採食者による食害が、個体群再生の決定的な阻害要因となった。そこで、弁天池の一部を採食者侵入防止柵で囲み、採食者を駆除した後に個体群を移植した。採食者侵入防止柵を設置しても、侵入したアメリカザリガニとウシガエル幼生、またミズメイガ幼虫 (Acentropinae) によって移植された個体群はわずかに採食されたが、旺盛に生育し、開花・結実することができた。本事業では、今後は採食者侵入防止柵設置エリアを拡大しながら、併せてアメリカザリガニの人為的な移入防止の呼びかけ、捕獲罟や池干しによるアメリカザリガニ、ウシガエル幼生の駆除、ミズメイガ成虫の誘蛾灯による駆除を実施していく。本事業の最終目標として、弁天池に移植した株が自然増殖し、2015年以前のように池面全域を水上葉で覆われた状態になるまで復元を目指す。

キーワード：サイコクヒメコウホネ、弁天池（岐阜県可児市）、個体群再生、アメリカザリガニ、ウシガエル幼生、ミズメイガ

Abstract

We conducted a regeneration project of a local population of *Nuphar saikokuensis* Shiga et Kadono (Nymphaeaceae), which has been extinct since 2015, in the Benten-ike reservoir, Kani City, Gifu Prefecture, Central Japan, from 2017 to 2019. Before becoming extinct, a portion of the population had been transplanted to a fallow rice field to conserve the endemic and genetic characteristics and was re-transplanted back into the reservoir after the extinction. Initially, the transplanted population suffered feeding damages caused by common carp (*Cyprinus carpio*), red swamp crayfish (*Procambarus*

¹⁾ 〒487-8501 愛知県春日井市松本町1200 中部大学応用生物学部（南基泰 E-mail: minami@isc.chubu.ac.jp）College of Bioscience and Biotechnology, Chubu University, 1200 Matsumoto-cho, Kasugai City, Aichi Prefecture, 487-8501 Japan

²⁾ 〒509-0202 岐阜県可児市中恵土2083 鳩吹山を緑にする会 Hatofukuyama wo Midorinisuru Kai, 2083 Nakaedo, Kani City, Gifu Prefecture, 509-0202 Japan

³⁾ 〒509-0292 岐阜県可児市広見1丁目1番地 可児市環境課 Kani City Environmental Section, 1-1 Hiromi, Kani City, Gifu Prefecture, 509-0292 Japan

clarkii), and American bullfrog tadpoles (*Lithobates catesbeianus*) inhabiting in this reservoir. Although we did not assume these predators would cause the population's extinction, feeding damages ultimately hindered the regeneration. We therefore eliminated some of these predators, and then moved the transplanted population to an area surrounded by a fence to defend against the remaining predators. Although the transplanted population suffered slight feeding damages by red swamp crayfish, American bullfrog tadpoles, and Acentropinae worms, the population grew vigorously, flowered, and fruited without serious damage. In the regeneration project, we will expand the protection area enclosed by the fence, prevent the release of red swamp crayfish, and directly capture and eliminate red swamp crayfish and American bullfrog tadpoles by drying up the reservoir and an adult Acentropinae by light trap. We ultimately aim for the transplanted population to grow naturally, and for the emergent leaves to cover the entire reservoir surface, as they did before 2015.

Key words: *Nuphar saikokuensis*, Benten-ike Reservoir (Kani City, Gifu Prefecture, Central Japan), population regeneration, *Procambarus clarkii*, *Lithobates catesbeianus* tadpole, Acentropinae

(2020年2月14日受付；2020年4月30日受理)

はじめに

コウホネ属 *Nuphar* Sm. (スイレン科 Nymphaeaceae) は、全国の湖沼、ため池、河川、水路などに群生する抽水もしくは浮葉性の水生植物である(角野, 1994)。他の水生植物と同様に、生育地の消失や生育環境の変化によって多くの個体群が衰退もしくは絶滅しているため(角野, 1994)、各地で保全再生活動が行われている(例えば、鈴木, 1997; 田村, 2009)。東海地方でも、コウホネ属の保全再生活動が行われているが、残念ながら地域個体群が衰退していく事例がある。例えば、名古屋市天白区(名古屋市動植物実態調査検討会, 2004)や愛知県犬山市西洞(山岡, 2016)の個体群が衰退した原因は、それぞれ光不足、豪雨による土砂の流入などと疑われている。しかし、これらの事例には、衰退原因を裏付ける科学的データは残されていない。このような事例紹介は、保全の必要性を訴えるためには一定の効果が期待できる。しかし、実際に保全・再生に取り組む事業者に対して具体的な解決策を提供しているとは言いがたい。保全活動や個体再生事業を実施する際には科学的に検証可能な記録として残し、一般に公開していく必要がある。

本報告は、村上ほか(2018)によって報告された地元の自然保護団体「鳩吹山を緑にする会」、可児市環境課、中部大学によって実施されている岐阜県可児市東帷子薬王寺境内の弁天池において絶滅したコウホネ属地域個体群(以降、本個体群)の再生事業(以降、本事業)についての続報である。本個体群は、本事業を開始した当初から鳩吹山を緑にする会によって、ヒメコウホネ(広義) *Nuphar subintegerrima* (Casp.) Makino *sensu lato* と呼ばれていた。しかし、水上葉の形態的特徴と DNA 情報から、本個体群はサイコクヒメコウホネ *N. saikokuensis* Shiga et Kadono であることが明らかとなった(南ほか, 2020)。そのため、本個体群は前報(村上ほか, 2018)ではヒメコウホネ(広義)と称したが、本報では種名を改めてサイコクヒメコウホネと称する。

本個体群は、本事業を始めた2017年の段階で絶滅していたが(村上ほか, 2018)、幸いにも一部の個体群は、鳩吹山を緑にする会によって弁天池下の休耕田(以降、休耕田)に移植されていた(以降、休耕田に移植されていた個体群を休耕田個体群と称す)。休耕田個体群は、本個体群からの根茎による栄養繁殖個体であることから、休耕田個体群を用いれば遺傳的地域性に配慮した個体群再生が可能である。本個体群の主な絶滅要因は、生育地だった弁天池周辺の二次林の遮蔽による光量不足と考えられたので、2017年に周辺の二次林を伐採し、光量を確保した(村上ほか, 2018)。光環境が改善されたと判断したので、2017年より本個体群の再生事業を始めた。しかし、実際に休耕田個体群を弁天池に移植すると、コイ(*Cyprinus carpio*)、アメリカザリガニ(*Procambarus clarkii*)、ウシガエル幼生(*Lithobates catesbeianus*)による食害が発生し、本事業の大きな妨げとなった。本報では、2017年から2019年の3年間に渡って実施してきた個体群再生と採食者による食害防止の取り組みについて時系列に沿って報告する。前報(村上ほか, 2018)でも主張したが、公共機関から研究助成を受けた自然再生事業の場合には、万人が入手可能な形で事業報告を残す義務がある。事業実施者の立場から、本誌に報告という形式で事業の経過をまとめておくことは、今後の事業方針、保全計画、また反省点を明確化する上でも意義深いことである。そのため、本報では後発の事業が同じ轍を踏まないためにも、成功例だけでなく、失敗例についても記録として残すことにした。

1. プランター移植苗の移設実験(2017年度)

方法

2017年1月27日に、鳩吹山を緑にする会、可児市環境課によって休耕田個体群より掘り起こされた根茎5本(鳩吹山を緑にする会、可児市環境課からの聞き取りによると、異なる株由来か、同一株由来かは不明。根茎長は測定していないが、

おおよその長さは約10~20 cm)を、休耕田の土壌を充填したプランター（プラスチック製、60×20×15 cm）に1本ずつ移植した（以降、プランター苗）。移植した根茎を充填した土壌に馴染ませるため休耕田に設置し、同年2月19日に弁天池の池底にプランターごと移設した（北側：2プランター、西側：2プランター、南側：1プランター）（図1）。なお、東側は、生育に必要な光量が確保できないため未設置とした（村上ほか、2018）。移設後は、同年12月の池干しまで常にプランター苗が沈水状態になるように水位を保ち、生育量等については計測せず、生育状況の観察のみを1ヶ月に一度程度の頻度で実施した。

結果および考察

弁天池に移設されたプランター苗は、同年4月までは水中葉が展開していることが確認できた。本事業開始前は、本個体群消失の主要因は光不足と考えていた（村上ほか、2018）。光環境が改善されたため、弁天池に生息するコイ、アメリカザリガニ、ウシガエル幼生による採食は否定できないものの、採食されたとしてもプランター苗の成長速度が採食圧を上回ると楽観視していた。しかし、同年5月にはすべてのプランター苗の水中葉は、葉柄部を残して消失してしまった。残った水中葉の葉柄部は緑色をしていて、先端が食いちぎられたような形状であったことから、プランター苗はコイによって採食されたと考えられた。そこで、コイを駆除するため同年12月に池干しをした。コイ1匹（体長約60 cm、体重約4.0 kg）の生息が確認できたので、捕獲し、他の水域に移した。この時、目視で100個体以上のアメリカザリガニと越冬するウシガエル幼生（個体数不明）が、生息していることが確認された。コウホネ属個体群の消失要因は、工事等によって生育地



図 1. プランターに移植したサイコクヒメコウホネを弁天池に移設する作業（撮影日：2017年2月19日）。

Fig.1. Re-transplanting *Nuphar saikokuensis* transplanted in planter into the Benten-ike reservoir (photographed on February 19, 2017).

そのものが消失することを除くと、アメリカザリガニ、ヌートリア (*Myocastor coypus*) (鈴木、1997)、ニホンジカ (*Cervus nippon*) (森、2013) による食害と報告されている。また、水生植物を活発に摂食するアメリカザリガニ、ウシガエル幼生が生息している場合、同じ水域の回復途上にある水生植物が食害される可能性は極めて高い（例えば、山崎ほか、2011；吉田ほか、2018）。本事業においても2017年度の段階で、アメリカザリガニ、ウシガエル幼生によるプランター苗の採食は確認されていなかったが、これら2種の採食が本個体群再生の妨げになると容易に予測できた。

そこで、2018年度はアメリカザリガニ、ウシガエル幼生による採食防止対策を行うとともに、個体群再生に適した根茎サイズを確認するため、移植前に根茎サイズ、移植後は生育状況の指標として葉数（水上葉と水中葉の合計葉数）を計測することにした。

2. 不織布ポット移植苗を用いた採食防止金網設置効果検証実験（2018年度）

方法

2018年4月19日に、鳩吹山を緑にする会、可児市環境課、中部大学の三者共同で休耕田個体群から異なる株より根茎20本を掘り起こし、休耕田の土壌を充填した不織布ポット（径40 cm、深さ25 cm）に1本ずつ移植した（以降、ポット苗）。なお、移植に用いた根茎は、中部大学メンバーによって根茎長 15.7 ± 9.0 (cm)（平均±標準偏差、 $n=20$ 、以下同様）、最大直径 2.5 ± 0.7 (cm)が測定され、葉芽 10.7 ± 4.1 個/1根茎についても記録された。弁天池に移設するまで、移植した根茎を充填した土壌に馴染ませるため休耕田に設置した。同年4月21日に、5ポットは休耕田（対照区）に残し、残りの15ポットを弁天池の北側（北区）、西側（西区）、南側（南区）の池底に5ポットずつ移設した（図2）。なお、2017年度と同様に、東側は生育に必要な光量が確保できないため未設置とした（村上ほか、2018）。移設時に、アメリカザリガニおよびウシガエル幼生の侵入防止のために、不織布ポットを金網（網目の長径1.5 cm、短径1 cm）で高さ1 mになるように円筒状に囲った。なお、金網上部は閉鎖せず、金網下部は池底には埋設しなかった。移設後は、ポット苗が常に沈水状態になるように水位を保った。生育状況の指標として完全展開している水中葉と水上葉の合計の葉数（以降、葉数）（以降、水中葉と水上葉の両方を指す場合には、葉と称す）を、中部大学メンバーが、開花期が終了する6月末までは約1週間間隔で、開花が終了し結実期に移行した7~8月は約2週間間隔、その後9~12月は約1ヶ月間隔で、葉が枯死するまで計測した。

結果および考察

2018年度は採食者であるコイを排除し、アメリカザリガ

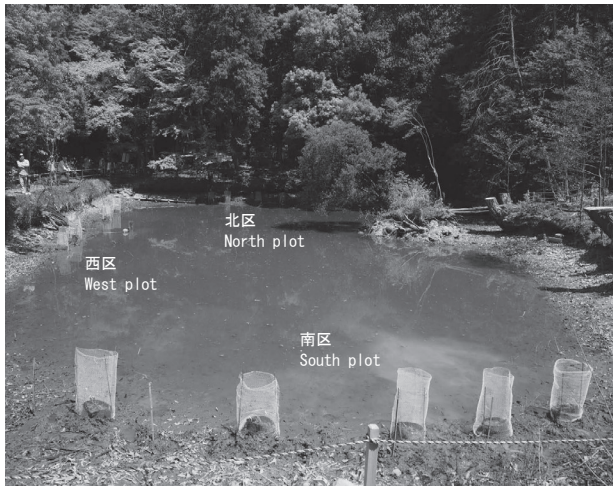


図2. 不織布ポットに移植したサイコクヒメコウホネを用いた採食防止金網設置効果検証実験 (2018年). 3試験区 (北区, 西区, 南区) に5ポットずつ設置した (撮影日: 2018年4月).

Fig.2. An experiment to verify the effectiveness of the wired predator defense net placed around *Nuphar saikokuensis* transplanted in non-woven fabric pots in 2018. Five pots were placed at each of the three test plots (North, West, and South plots) in the Benten-ike Reservoir (photographed on April, 2018).

ニおよびウシガエル幼生の侵入防止金網を設置したことから、当初はポット苗の採食を防げるものと考えていた。しかし、ポット苗を設置した位置に関係なく、すべての葉が採食された (図3a)。千葉県印旛沼での沈水植物 (インバモ *Potamogeton* × *inbaensis* Kadono, エビモ *P. crispus* L., ササバモ *P. wrightii* Morong) 再生事業でも、本事業と同じようにアメリカザリガニによる食害対策として目合い4 mmのネットで沈水植物を移植した場所を取り囲むことによって、移植した沈水植物の食害防止に成功した事例がある (山崎ほか, 2011)。千葉県印旛沼では、沈水植物を移植した場所を目合い4 mmのネットで囲むだけでなく、ネット上部は同じネットで閉鎖し、沼底20 cmまでネット下部を埋設している (山崎ほか, 2011)。しかし、本事業ではポット苗周辺を金網で囲むだけで、上部の閉鎖や下部の埋設はしなかった。そのため、アメリカザリガニは常に池底と金網との隙間から侵入することができ、水位に関係なく金網を登攀し金網上部より侵入する個体も確認された (図3b)。また、ウシガエル幼生も、常に池底と金網との隙間から侵入でき、水位が金網上端部よりも高くなった時にも金網内に侵入することができた (図3c)。そのため、アメリカザリガニ、ウシガエル幼生の生息数が比較的多く確認できた西区, 南区では (目視による観察), 5月下旬以降からアメリカザリガニやウシガエル幼生によって抽水前の水上葉や水中葉が採食され始めたため葉数は著しく減少した (図4)。7月下旬には西区, 南区ともにすべての葉が採食されてしまい、その後は新しく葉が展開することは

なかった。弁天池西岸は堤となっていて、池側の水中に没した部分には、アメリカザリガニの巣穴が多数形成されていた。そのため、西区においてアメリカザリガニの生息密度が高くなり、巣穴に近い場所にポット苗を設置した西区で最も早くに葉が採食されてしまった。なお、西区, 南区でウシガエル幼生の生息数 (目視による観察, 個体数不明) が他の区よりも多かった原因については、不明である。一方、アメリカザリガニやウシガエル幼生の生息数が西区, 南区よりも少ない北区 (目視による観察) でも両種による採食はあったが、西区, 南区に比べると採食によるダメージは少なかった。なお、北区において、アメリカザリガニやウシガエル幼生の生息数が少なかった原因についても不明である。北区においても、5月下旬以降は葉数が一旦減少したが、6月下旬以降増加し、開花・結実するポット苗も確認でき、対照区同様に11月中旬まで葉は展開していた (図4)。他の水域では、ため池のオオクチバス (*Micropterus salmoides*) を池干しして駆除した結果、天敵のいなくなったアメリカザリガニが増加し、水生植物が採食された事例がある (Maezono and Miyashita, 2004; Mizuno et al., 2016; 藤本, 2018)。本事業においても、コイを除去してしまったことが、かえって被食者のアメリカザリガニやウシガエル幼生の個体数を増加させてしまった可能性が考えられた。

2018年度に設置した採食防止金網は、上部からも下部からもアメリカザリガニ、ウシガエル幼生が侵入可能だった。当初、2017年1月に実施した弁天池周辺部の二次林伐採によって光環境は改善されたが、反面、植物プランクトンによる水質障害が懸念された (村上ほか, 2018)。しかし、2017, 2018年の両年ともに、弁天池から涵養されている休耕田 (対照区) の個体群は、いずれも旺盛に葉を展開し、開花、結実も確認できた。したがって、コイを駆除した後に本個体群再生阻害の主要な要因となっているのは、アメリカザリガニ、ウシガエル幼生による食害と結論した。そこで、2019年は、より堅固な採食者侵入防止対策を施すこととした。

3. 直接移植法による採食者侵入防止柵設置効果検証実験 (2019年度)

方法

2018年度までの目視による観察結果から、本種を採食するアメリカザリガニ、ウシガエル幼生の生息数が最も少ない弁天池の北側を本試験地とした。2019年4月20日に、鳩吹山を緑にする会メンバーが休耕田個体群から本種の根茎を掘り起こし、あらかじめアメリカザリガニ、ウシガエル幼生の駆除のため池干しした池底に直接移植した (鳩吹山を緑にする会メンバーからの聞き取りによると、2018年に使用した根茎サイズを参考としたが、移植した正確な根茎数・根茎サイズは記録されておらず、約20本を移植) (以降、移植苗)。直接移

絶滅した弁天池（岐阜県可児市）のサイコクヒメコウホネ地域個体群再生法

植した理由は、2018年度までの取り組みから、プランター（プラスチック製、60×20×15 cm）や不織布ポット（径40 cm、深さ25 cm）に移植した場合には、葉の生育が旺盛になるにしたいが根系の生育が抑制されると考えられたためである。移植の際、弁天池を池干し、アメリカザリガニとウシガエル幼生を駆除した後、これら採食者の侵入防止柵（以降、侵入防止柵）を設置した。侵入防止柵の素材はアメリカザリガニが登攀できないポリカーボネート製波板として、高さは弁天池の水位が最も上昇した時よりも高い1 mとし、長さは移植苗を十分に囲むことのできる19 mとした（図5）。移設後は、

生育量等については測定せず、同年12月まで一ヶ月に一度の頻度で生育状況の観察のみを実施した。

結果および考察

侵入防止柵の素材をポリカーボネート製波板にしたことによってアメリカザリガニは登攀することができず、侵入防止柵の高さも弁天池の水位が最も上昇した時よりも高くしたことによってアメリカザリガニ、ウシガエル幼生の侵入を防ぐことができた。しかし、池底と侵入防止柵に隙間があったためか、若干はアメリカザリガニやウシガエル幼生が侵入し、

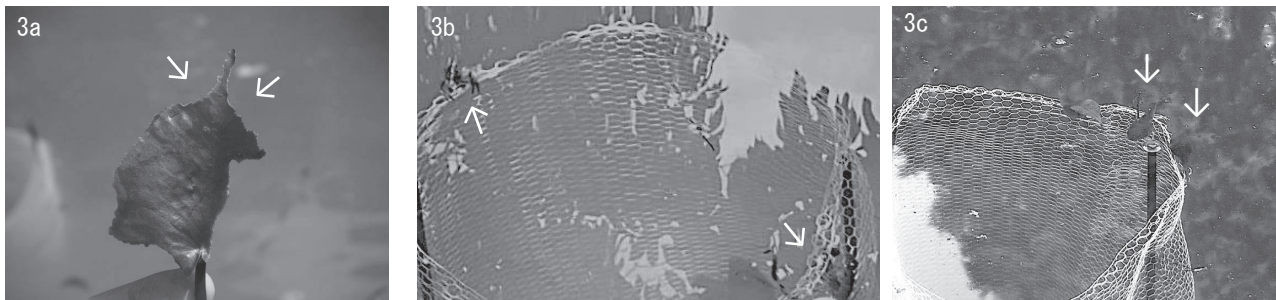


図3. 弁天池に移植されたサイコクヒメコウホネで確認された水中葉の採食跡（矢印）（採食者は不明）（3a）（撮影日：2018年5月）、採食防止金網内に侵入しようとしているアメリカザリガニ（矢印）（3b）（撮影日：2018年7月）とウシガエル幼生（矢印）（3c）（撮影日：2018年4月）。

Fig.3. Feeding damages found on the submerged leaf (arrows) of *Nuphar saikokuensis* in the Benten-ike reservoir in 2018 (predator unknown) (3a) (photographed on May, 2018), Red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*) (arrows) (3b) (photographed on July, 2018) and American bullfrog tadpoles (*Lithobates catesbeianus*) (arrows) (3c) (photographed on April, 2018) trying to break into the predator defense net.

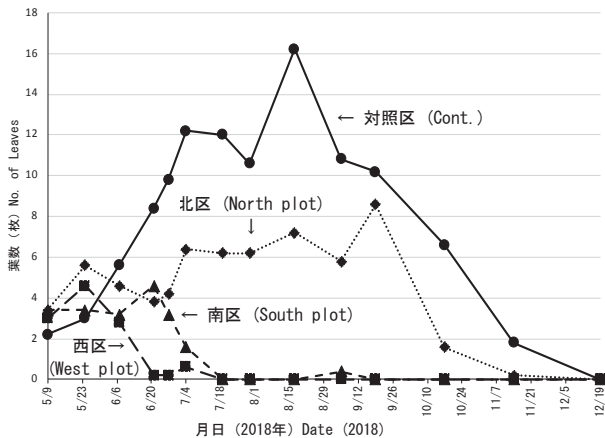


図4. サイコクヒメコウホネの不織布ポット移植苗を用いた採食防止金網設置効果検証実験における対照区、北区、西区、南区の葉数（水上葉と水中葉の合計葉数）推移。図中の各プロットが示す葉数は各区の5個体分の平均値を示す。

Fig.4. Changes in the leaves number (total number of emergent and submerged leaves) of the pots with defense nets placed at the North, West, and South plots, and the control pot without the net, in the 2018 experiment to verify effectiveness of the wired predator defense net using *Nuphar saikokuensis* transplanted in non-woven fabric pots in the Benten-ike Reservoir. The values for leaves number represent the average of 5 individuals.



図5. サイコクヒメコウホネの直接移植による採食者侵入防止柵設置効果検証実験（2019年度）。弁天池北側に苗を直接移植し、移植した区域と池の他の部分を隔てるように採食者侵入防止柵を設置した（撮影日：2019年7月）。

Fig.5. An experiment to verify effectiveness of predator defense fence for directly transplanted *Nuphar saikokuensis* in 2019. The individuals were transplanted without pots to the northern area of the Benten-ike reservoir, and a predator defense fence was constructed to separate the transplanted area from the rest of the reservoir (photographed on July, 2019).

一部の移植苗では葉が採食された。しかし、移植苗の生育量が採食圧を上回ったため、弁天池に移植された直後から、すべての移植苗は旺盛に葉を展開し、同年5月13日より開花が、8月6日には結実が確認でき、休耕田個体群のフェノロジーとも一致した。また、2018年度までは水上葉が展開するまで生育していなかったため問題となっていなかったが、2019年度はコウホネ属を食草とするミズメイガ (Acentropinae) (Yoshiyasu, 1985) の幼虫による水上葉の採食が確認された (図6)。しかし、いずれも、採食は確認されるものの移植苗の生育量が採食圧を上回ったため、枯死に至るほどではなかった。侵入防止柵の設置によって、一応の個体群再生の目処が立ったが、移植前に根茎サイズを測定しておかなかったため、個体群再生に適した根茎サイズについては検討できなかった。

本事業の問題点と今後の課題

本事業が幸いしたのは、本個体群が絶滅する前に、その一部を休耕田に移植しておいたことである。そのため、同じ遺伝的系統の休耕田個体群を、再度弁天池に戻して本個体群を再生することができた。コウホネ属は形態に多様な変異があり (角野, 1994)、種間雑種と思われる個体も報告されている (志賀・角野, 2005)。そのため、コウホネ属は誤同定される可能性が高いと考えられる。事実、本個体群は、過去にはコウホネ *N. japonica* DC. (可児市教育委員会, 1998)、ヒメコウホネ (狭義, 広義については不明) (可児市, 2007) と記録されていた時期もある。また、サイコクヒメコウホネ

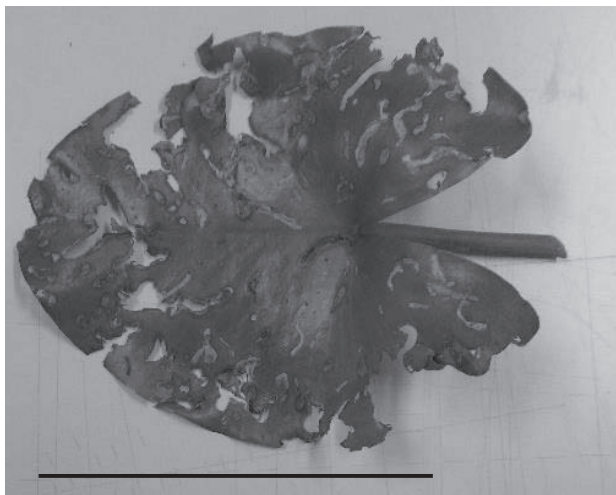


図6 弁天池に移植されたサイコクヒメコウホネの水上葉で確認されたミズメイガ (Acentropinae) 幼虫による採食跡 (撮影日: 2019年8月)。写真中の直線は10 cm。

Fig.6. Feeding damages by Acentropinae worms found on the submerged leaf of *Nuphar saikokuensis* in the Benten-ike reservoir (photographed on August, 2019). The scale bar in the photo correspond to 10 cm.

を移入していたとしても、本個体群との交雑によって遺伝的地域性の攪乱が生じていた可能性もある。本事業のように地域の希少な個体群の遺伝的地域性まで配慮した保全をする場合には、他地域から同種であっても移植することは避ける必要がある。そのため、本事業のようにあらかじめ近隣の類似環境で、個体群の一部を移設し、保存栽培しておくことの重要性を再認識することができた事例といえる。また、遺伝的地域性だけでなく、遺伝的多様性の維持も必要である。本個体群の核 ITS および葉緑体 *trnL-trnF* 遺伝子間領域には遺伝的変異が認められなかったことから、本個体群は単一もしくは少数の系統由来と考えられる (南ほか, 2020)。一般に、遺伝的多様性の高い個体群は環境の変化に適応しやすいと考えられているため、遺伝的多様性は個体群の遺伝的脆弱性の指標と捉えることができる。遺伝的多様性が認められなかった本個体群は、遺伝的に脆弱で、環境の変化に対しての適応性が低い可能性が示唆された。本事業において、採食者による食害を防ぐことができれば開花・結実まで生育することができたことから、最低でも現状の生育環境 (光環境, 水質) を維持していく必要がある。弁天池は寺院境内であることから、他の生育地に比べると生育地周辺の土地改変による水源の枯渇や水質劣化は起こりにくいかもかもしれない。しかし、生育地の光量維持のため周辺の二次林を定期的伐採し、水質のモニタリングをしていく必要がある。

本個体群再生の阻害要因は採食者 (コイ, アメリカザリガニ, ウシガエル幼生) による食害で、水質障害 (村上ほか, 2018)、移植に用いた根茎サイズや移植時期が阻害要因でないことは早期に判明していた。本事業において、移植に用いた根茎サイズや移植時期が阻害要因でなかったことが判明したのは、たまたま幸運だっただけのことである。移植に適した根茎サイズについては、2018年度のデータを参考とするしかない。2019年度の採食者侵入防止柵設置効果検証に用いた根茎は、目視だが2018年度と同サイズであったということから、現時点では根茎長 15.7 ± 9.0 (cm) (平均 \pm 標準偏差, $n=20$, 以下同様)、最大直径 2.5 ± 0.7 (cm) のサイズの根茎なら個体群再生可能と考察を留めておくことにする。やはり、後から検証が可能なように移植に用いた根茎サイズ, 移植数, 定着率などは、毎年度計測しておく必要があった。このような数値データを保存し、公開することは、失敗例であっても後発のサイコクヒメコウホネ個体群再生事業の参考値とすることができるので無駄な記録とはならない。計測が必要な項目, 計測方法については、研究者が一般の人々でも容易に計測できる項目を選定し、その項目を計測する意義を説明しておく必要がある。

今後も本個体群の維持のための最重要課題は、アメリカザリガニ, ウシガエル幼生による食害防止である。弁天池には、アメリカザリガニが生息している他の水域とつながっていないことから、人為的に移入されたものと推測される。したがっ

て、現在実施している駆除作業を継続し、新たな移入防止の呼びかけも必要である。現在、弃天池に生息するアメリカザリガニ、ウシガエル幼生の個体数は正確には確認できていないが、2017年12月の池干しの際、アメリカザリガニのみ目視で100個体以上が確認できている（ウシガエル幼生については多数のためカウントできなかった）。既報によるとアメリカザリガニの個体数は、北海道渡島大沼集水域内の小ダム池（面積40 m²）で4,000個体以上（田中ほか, 2018）、宮城県北部の小型のため池（面積670 m²）では大型個体が1,886個体、小型個体が3,192個体と推定された報告がある（芦澤・藤本, 2012）。一方、ウシガエル幼生については、横浜市の池（面積1800 m²）で定量調査がされていて、叉手網（0~12.3個体/m²）、投網（3.8個体/m²）、刺網（7.5個体/m²）と、捕獲法によって大きな違いがある（大澤ほか, 2002）。筑波大学構内の兵太郎池（約3,200 m²）の2ヶ所に定置網を仕掛けた2010年7~9月の捕獲調査では、2,043個体が捕獲されている（遠藤ほか, 2011）。生息環境や餌資源の量などが異なるため池面積から単純に比較することはできないが、アメリカザリガニは宮城県（芦澤・藤本, 2012）、ウシガエル幼生は筑波大学（遠藤ほか, 2011）を参考にして、弃天池（面積300 m²）（村上ほか, 2018）に生息する両種の推定個体数を推定すると、アメリカザリガニが約2,300個体と目視で推定された100個体以上を大きく上回り、ウシガエル幼生については約190個体となる。現在、様々な方法でアメリカザリガニ、ウシガエル幼生を捕獲駆除しようという試みがされ、捕獲罟の形状、色（例えば、芦澤・藤本, 2012；中田, 2018）や捕獲方法（大澤ほか, 2002）についても細かく検討されているが、アメリカザリガニ（芦澤・藤本, 2012）、ウシガエル幼生（遠藤ほか, 2011；芦澤・藤本, 2012）ともに根絶は困難であったという報告がある。本事業においても限られた人数のスタッフと予算では、アメリカザリガニもウシガエル幼生も完全に駆除することは困難と考えられる。そのため、当面はアメリカザリガニ、ウシガエル幼生の採食圧よりも本個体群の生育量が上回るように、採食者の個体数を低く抑え込むことが現実的な方法といえるかもしれない。

本事業の最終目標として、弃天池に移植した株が自然増殖し、2015年以前のように池面全域を水上葉で覆われた状態になるまで復元を目指している。この目標達成のためには、時間を要するかもしれないが、当面は採食者侵入防止柵設置エリアを拡大しながら、併せてアメリカザリガニの人為的な移入防止を呼びかける必要がある。また、年間を通じて捕獲罟によるアメリカザリガニとウシガエル幼生の駆除、ウシガエル幼生については成体の捕獲と卵塊の駆除、冬季の池干しによるアメリカザリガニとウシガエル幼生の直接捕獲、その前後に鳥類が両種を捕食しやすい水位に一定期間保つ方法（林, 2018）を実践していくことにする。さらに、2019年度より発生したミズメイガ幼虫による採食は移植苗の枯死に至るほど

ではあったが、生育を抑制する要因となりうる。そのため、成虫が飛来する5~9月（江崎ほか, 1957）に誘蛾灯による駆除も重ねて実施していくことにする。

謝 辞

本研究は、可児市の環境保全団体「環境パートナーシップ・可児」の活動の一環として行ったものである。会員諸氏および事務局を務められた可児市環境課のご理解とご協力に感謝致します。本研究は、「清流の国ぎふ森林・環境基金事業」の助成を受けた。

引用文献

- 芦澤淳・藤本泰文（2012）：ため池におけるアメリカザリガニ *Procambarus clarkii* (Girard) のカニ籠等を用いた個体数抑制と侵入防止。伊豆沼・内沼研究報告, **6**: 27-40.
- 遠藤好和・佐藤美穂・藤岡正博・安井さち子・諸澤崇裕・小粥隆弘（2011）：筑波大学構内兵太郎池の水生生物相。筑波大学農林技術センター演習林報告, **27**: 71-85.
- 江崎悌三・一色周知・六浦晃・井上寛・岡垣弘・緒方正美・黒子浩（共著）（1957）：みずめいが亜科。原色日本蛾類図鑑（上）：117-119。保育社，大阪。
- 藤本泰文（2018）：地域の自然環境の保全とアメリカザリガニとの付き合い方～伊豆沼・内沼での活動から～。Cancer, **27**: 149-151.
- 林紀男（2018）：池水位の攪乱がアメリカザリガニに及ぼす影響。Cancer, **27**: 143-147.
- 角野康郎（1994）：コウホネ属。日本水草図鑑：112-116。文一総合出版，東京。
- 可児市（編）（2007）：ヒメコウホネ。可児市史第4巻自然編：192。可児市，可児。
- 可児市教育委員会（編）（1998）：コウホネ。可児の植物（可児市の文化財第10集）：19。可児市教育委員会，可児。
- Maazono, Y. and Miyashita, T. (2004): Impact of exotic fish removal on native communities in farm ponds. *Ecological Research*, **19**: 263-267.
- 南基泰・吉田桃子・藤井太一・森高子・村上哲生（2020）：弃天池（岐阜県可児市）のヒメコウホネ（広義）*Nuphar subintegerrima* (Casp.) Makino sensu lato 地域個体群の水上葉の形態的特徴とDNA情報をを用いた分類学的再考。陸の水, **86**: 13-20.
- Mizuno, K., Abukawa, K., Kashima, T., Asada, A., Fujimoto, Y. and Shimada, T. (2016): Assessing the biological process of *Hydrilla verticillata* predation in a eutrophic pond using high-resolution acoustic imaging sonar. *Limnology*, **17**: 13-21.

- 森生枝 (2013) : 岡山県東部の自然保護地域におけるニホンジカによる採食の記録—痕跡が見られた植物から. 岡山県自然保護センター研究報告, **20**: 7-20.
- 村上哲生・三宅義信・岡崎敏広・南基泰 (2018) : 弁天池 (岐阜県・可児市) のヒメコウホネ (*Nuphar subintegerrima* (Casp.) Makino ; Nymphaeaceae) 地域個体群の衰退と生育環境改善の試み. 陸の水, **80**: 1-9.
- 名古屋市動植物実態調査検討会 (監) (2004) : ヒメコウホネ. 名古屋市の絶滅の恐れのある野生生物レッドデータブック 名古屋2004—植物編一: 103. 名古屋市環境局環境都市推進部環境影響評価室, 名古屋.
- 中田和義 (2018) : アメリカザリガニの生態をふまえての有効な駆除手法. *Cancer*, **27**: 139-141.
- 大澤啓志・小堀洋美・島村雅英 (2002) : ウシガエル幼生の定量調査の試み. 爬虫両生類学会報, **2002**: 1-4.
- 志賀隆・角野康郎 (2005) : ヒメコウホネ (広義) の分類と生育地の現状について. 分類, **5**: 113-122.
- 鈴木武 (1997) : ヒメコウホネの一時移植による保護—一種内多様性の保全—. 道路と自然, **25**: 34-36.
- 田村求 (2009) : 希少水生植物「コウホネ」の保護と地域力の再生. 水土の知, **77**: 484-485.
- 田中邦明・上條貴史・亀井雅代 (2018) : 北海道渡島大沼集水域内にある農業用水路におけるアメリカザリガニ個体群の拡散と繁殖. 北海道教育大学紀要 (自然科学編), **68**: 35-49.
- 山岡雅俊 (2016) : 犬山市のため池・農業用水路に生息する絶滅危惧種—その現状と保護・保全に関わる課題—. ため池の自然, **57**: 14-32.
- 山崎幸司・酒井憲司・中村伸也・大鷲巖・中村彰吾 (2011) : 印旛沼における沈水植物再生のための移植手法開発に関する研究. 河川環境総合研究所報告, **17**: 1-10.
- 吉田竜矢・宇多川貴大・日比野拓 (2018) : ムジナモ自生地緊急調査後4年間の宝蔵寺沼水生動物相の変遷. 埼玉大学紀要教育学部, **67**: 341-351.
- Yoshiyasu, Y (1985): A Systematic Study of the Nymphulinae and the Musotiminae of Japan (Lepidoptera: Pyralidae). *The scientific reports of Kyoto Prefectural University. Agriculture*, **37**: 1-162.
- (担当編集委員: 山本敏哉, 豊田市矢作川研究所)