

湿地におけるアメリカザリガニの捕獲方法の比較検討

Comparative study of capture methods for the red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*) in wetlands

松尾 進^{1,2*}・大庭伸也^{2,3}・吉川尚利¹・藤岡幸歩¹・毎原将一¹・

粕谷智之¹・山本達也¹・橋本京太郎¹・寺崎敬太¹・村川明日香¹

Susumu Matsuo^{1,2}, Shin-ya Ohba^{2,3}, Nobutoshi Yoshikawa¹, Yukiho Fujioka¹, Shoichi Maibara¹,
Tomoyuki Kasuya¹, Tatsuya Yamamoto¹, Kyotaro Hashimoto¹, Keita Terasaki¹, Asuka Murakawa¹

¹長崎県環境保健研究センター, 長崎県大村市池田2-1306-11

²長崎大学大学院総合生産科学研究科, 長崎市文教町1-14

³長崎大学教育学部, 長崎市文教町1-14

¹Nagasaki Prefectural Institute of Environment and Public Health, 2-1306-11, Ikeda, Omura, Nagasaki 856-0026, Japan. ²Graduate School of Integrated Science and Technology, Nagasaki University, 1-14, Bunkyo, Nagasaki 852-8521, Japan. ³Faculty of Education, Nagasaki University, 1-14, Bunkyo, Nagasaki 852-8521, Japan.

*Corresponding author, e-mail: s_matsuo@pref.nagasaki.lg.jp

Abstract

The red swamp crayfish, *Procambarus clarkii*, is regulated as a “conditionally specified invasive alien species” in Japan due to its invasive nature, and its management is guided nationwide by *The Red Swamp Crayfish Control Guide* issued by the Ministry of the Environment. In this study, we quantitatively compared the five main capture methods introduced in the guide, a D-framed net and four distinct trap types: conger eel cage trap (“cage trap”), plastic bottle trap (“plastic bottle”), PVC pipes, and seaweed net trap (“seaweed net”). Capture characteristics, including the number of individuals captured, sex ratio, body size, seasonal variation, bycatch, and time required for collection and retrieval, were evaluated. The test was conducted by simultaneously implementing all the capture methods at each of the five survey points within a wetland in Nagasaki City. This procedure was repeated 11 times between 2023 and 2024. Regarding the number of individuals captured, we analyzed the data using a generalized linear model. The results showed that the D-framed net and cage trap were effective methods for capturing *P. clarkii* and suggested a potential bias in their distribution within the wetland. No significant sex bias was detected for any capture method. Body size comparisons based on the carapace length as an indicator showed that the cage trap and plastic bottle tended to capture larger, mature individuals, whereas the D-framed net and seaweed net tended to capture smaller, immature individuals. Seasonal analyses showed that the D-framed net and cage traps were effective throughout the active season of this species. Furthermore, we found that cage traps were particularly more effective from late August to early September and that setting the seaweed net in early September and retrieving it in late September was also effective for targeting smaller, immature individuals. These setting and retrieval periods could be applied across a wide area of Western Japan. The cage trap had the highest number of bycatch organisms among the four trap types, the majority of which were shrimp and fish, highlighting the importance of early retrieval. Regarding the time required for collection and retrieval, the D-framed net, which involves scooping ten times, required approximately twice the time needed to retrieve the cage trap. Based on these characteristics, along with feasibility, we propose a control method that primarily uses cage traps in combination with seaweed nets.

Key words: capture method; invasive alien species; *Procambarus clarkii*; quantitative comparison; red swamp crayfish; wetland

緒言

アメリカザリガニ *Procambarus clarkii* (エビ目、アメリカザリガニ科) は、北米原産のザリガニで、日本へは 1927 年に、当時食用として養殖されていたウシガエル *Lithobates catesbeianus* の餌として導入された(川井ら 2003)。その後、食材やペット、釣餌、教材等の利用で分布を拡大したと考えられており、現在では、離島を含む全国各地の淡水域で定着が確認されている(一般財団法人自然環境研究センター2019)。

本種は雑食性で、水草や水生昆虫等、様々な生物を接食するが(岡田 1947)、食性は成長に伴って変化し、幼体では肉食性が強く、成体になると主に植食性となる(Correia 2003)。さらに、水草の切除や、摂食により、餌動物の隠れ家を消失させ、捕食効率を上げることも知られている(Nishijima et al. 2017)。こうした採餌行動によるもののほか、歩行や掘削を通じて水質を悪化させ、淡水生態系の重大な改変をもたらす(Rodríguez et al. 2003; Matsuzaki et al. 2009)。

本種の国内の淡水生態系への負の影響については、全てをここに挙げることは困難であるが、主に 1990 年代以降に顕在化し、これまで水生植物、魚類、両生類、水生昆虫類等について、地域での絶滅や減少、個体の損傷等が多数報告されている(末広ら 2001; 荻部・西原 2011; Ohba 2011; 竹内ら 2011; 高橋ら 2017a; 大庭ら 2018)。近年、特に水生昆虫類については、本種が湿地に侵入すると、水生植物を利用する種や水底に浅く潜る種が激減することが、定量的に示される等(Watanabe and Ohba 2022)、その負の影響が明らかとなってきた。こうしたことを背景として、国は本種を条件付特定外来生物に指定し、2023 年 6 月 1 日以降、野外への放出、輸入、販売、購入、頒布等を許可なしに行うことを禁止した(令和 5 年政令第 16 号)。

本種の防除方法については、代表的なものとして、たも網等によるすくい獲りの方法と罨類を仕掛けて捕獲する方法が知られている(荻部・西原 2011)。たも網等によるすくい獲りの方法は、たも網やさで網で岸辺の植生帯や木片

等の障害物の周辺をすくうもので、罨類で得ることが困難な幼体の捕獲に特に効果があるとされている(荻部・西原 2011)。一方、罨類を仕掛けて捕獲する方法では、大別して、かご罨類、ペットボトルトラップ、塩ビ管による人工巣穴、しば漬け等が用いられている(荻部・西原 2011; 牛見ら 2015a, b; 白石ら 2015; 中田ら 2017; 高橋ら 2017b; 芦澤ら 2018)。

かご罨類については、アナゴカゴ、カニカゴ(箱型、小判型)、網もんどり等の種類が市販されている(罨の名称は、環境省外来生物対策室(2023)に従った。以降、同じ。)。これらを用いた野外での定量試験では、カニカゴ(箱型)で捕獲個体数が少なく(白石ら 2015; 芦澤ら 2018)、芦澤ら(2018)は、これを罨の入口の構造の違い(カニカゴ(箱型):固く閉じる; アナゴカゴとカニカゴ(小判型):緩く閉じる; 網もんどり:開放)により生じたと考察している。さらに、同研究では、罨からの脱出にも入口構造の違いが影響するとして、罨を設置してからの経過時間毎の捕獲効率をそれぞれ示し、0.2 日後に網もんどりで、1 日後と 3 日後にアナゴカゴで、7 日後にカニカゴ(箱型と小判型)とアナゴカゴで高かったことを報告している。加えて、同研究では、各罨で比較的大型の個体が得られたことも報告している。

ペットボトルトラップについては、角型 2L のものを加工して用いるもので、中田ら(2017)は、これを野外の人工の池で色別(白、黒、透明)に定量比較し、全長 20~35 mm 程度の小型個体を捕獲対象とする場合、白と透明が適していたと報告している。また、同研究では、罨の入口の飲み口部分(直径 2.5 cm)に挟まり動けなくなっている個体も確認されたことから、入口を加工して大きくした場合の捕獲個体数や体サイズについても今後検討する必要があるとしている。

これら、かご罨類とペットボトルトラップには餌を用いるが、餌については、これまで本種の誘引効果や費用対効果、油膜の発生等について検討されてきた(石田ら 2008; 白石ら 2015;

芦澤ら 2017)。芦澤ら (2017) は、従来用いられてきた生餌や糠団子に加えドッグフードやコイ餌等の配合飼料についても定量比較し、誘引効果と費用対効果の面ではドッグフードが優れているが、油膜の発生が懸念される場合はコイ用飼料も有効であることを報告している。

塩ビ管については、これを本種の巣穴に見立てて捕獲する方法で、この方法における本種の塩ビ管の内径と長さに対する選好性について、それぞれ室内の水槽 (牛見ら 2015a) 及び野外の池 (牛見ら 2015b) で定量的に試験されている。前者では、内径が 13~83 mm の 10 種類の塩ビ管を用い、塩ビ管の内径については $Y = 0.58X + 4.26$ ($Y =$ 塩ビ管内径 [mm], $X =$ アメリカザリガニ全長 [mm]) という有意な回帰式が得られたこと、また、本種の全長の 1~4 倍の長さの塩ビ管を用い、塩ビ管の長さについては全長の 4 倍の長さのものが選好されたことが (予備試験の結果から全長の 5 倍の長さのものは 4 倍のものと同程度に選好されたことも) 報告されている。一方、後者では、前者の結果を基に、好適サイズと考えられる塩ビ管 5 本 (内径 [mm] (長さ [mm]) : 13 (105)、20 (180)、31 (265)、44 (350)、56 (435)) を束ねて野外の池に設置したところ、前者の結果と異なり、捕獲された本種の全長と使用されていた塩ビ管の内径との間には有意な相関は認められなかったとしている。

しば漬けについては、80 cm ほどの杉の枝葉 4~5 本を束ねて水中に設置する方法 (高橋ら 2017b) とこれに代えて 3~4 kg の束ねたノリ養殖網を用いる方法 (高橋ら 2022) が知られている。前者の方法については、5~12 月にさで網を併用して実施した防除では、全長 6 cm (頭胸甲長 2.2 cm) 未満の小型幼体が 84% であったとされ (高橋ら 2017b)、後者の方法については、1~2 週に 1 回の捕獲で、本種の小型個体を 1 基当たり 20 頭前後捕獲可能とされている (高橋ら 2022)。なお、これらの方法は、本種の防除を行いながら改良が進められてきており、杉の枝葉の場合は設置後 2~3 か月経過すると、葉

が抜け落ちて間隙が拡大し捕獲効率が低下するとされ、現在は主に後者が用いられている (高橋ら 2022)。また、後者については、小型ザリガニの捕獲と同時に水生昆虫等の復元状況をモニタリング可能な「人工水草」として使用されている (長谷川・高橋 2023)。

このように、本種の防除方法については、様々な方法が検討され実践されてきた。環境省は先述した本種の生態系への負の影響を広く認識してもらい、各地での防除等に活用されるよう、これまで得られた知見等をまとめ、「アメリカザリガニ対策の手引き」を作成し、ウェブページ上で公開している (環境省外来生物対策室 2022; 同 2023)。この手引きにおいても、防除方法として、主にたも網等によるすくい獲りの方法と罠類を仕掛けて捕獲する方法が紹介されており、罠類に関しては、先述した 4 種類の罠 (かご罠類、ペットボトルトラップ、塩ビ管、しば漬け) が紹介されている。

しかしながら、これまでの研究では同種の罠間での比較が中心であり、そのほかは、防除作業に伴って得られた罠の特徴等に関する報告によるもので、異なる種類の捕獲方法を同時に、かつ長期間に渡って実施し、定量比較した例はあまり知られていない。各地で本種の防除をさらに推進していくためには、現地の環境や状況に合わせて効果的な防除方法を選択する必要がある。そのためには、これらそれぞれの方法について、その特性 (捕獲個体数、捕獲される個体の雌雄差、体サイズ、季節変動、混獲生物、回収作業時間) を正確に把握しておくことが不可欠である。また、これら特性の把握は防除だけでなくモニタリング結果を評価する上でも有用と考えられる。

筆者らは、2023 年と 2024 年に、長崎県内の湿地で、たも網による捕獲とタイプの異なる 4 種類の罠類 (かご罠類のアナゴカゴ、ペットボトルトラップ、塩ビ管、ノリ養殖網を用いたしば漬け) による捕獲を同時に実施し、各捕獲方法における捕獲個体数、体サイズ、雌雄差、季節変動、混獲生物、回収作業時間について定量



Fig. 1. D-framed net and traps used for capture. a: D-framed net; b1: cage trap (conger eel cage trap); b2: bait for b1; c1: plastic bottle trap; c2: bait for c1; d: PVC pipes; e: seaweed net (trap using a cultured seaweed net).

比較したので、その結果をここに報告する。また、本研究の結果から、湿地における本種の有効な防除方法についても提案する。

材料および方法

捕獲に用いた漁具

アメリカザリガニの捕獲には、たも網とタイプの異なる4種類の罠（アナゴカゴ、ペットボトルトラップ、塩ビ管を用いた人工巣穴、ノリ養殖網を用いたしば漬け）を用いた（Fig. 1）。それぞれの選定理由と仕様は次のとおりである。

すくい獲りの漁具としては、たも網を選定した。たも網は、同じくすくい獲りに用いられるさで網とは異なり、一般的に網部分が小型で湿地の浅い水深や複雑な地形にも対応できる。ま

た、目合の細かいものも市販されており、これを用いることで網目から小型個体が逸出することも防止できる。これらの理由から、本研究では、D型フレームで、フレーム長39 cm、幅40 cm、目合1 mmのたも網（HOGA社製）を用いた（Fig. 1-a）。

かご罠類については、ザリガニ類が一般に夜行性であることを踏まえ（中田2010）、1夜を跨いで翌日回収することを想定した。そのため、芦澤ら（2018）の研究で、かご罠類で1日後に最も高い捕獲効率を示したアナゴカゴを選定した。また、先行研究（白石ら2015; 芦澤ら2018）では目合1 cm程度のものが用いられていたが、小型個体の網目からの逸出を防止するため、より細かい目合のものを選定した。これらの理由から、アナゴカゴは、直径32 cm、長さ53 cmの

円柱形で、目合 3 mm の Ieasky 社製のものを用いた (Fig. 1-b1, 以降「かご罟」と表記)。また、かご罟に入れる餌は、芦澤ら (2017) を参考に、コイ餌を選定し、ひかりデイリー (大粒) (キョーリン社製) を用いた。さらに、餌がすぐに散逸してしまわないよう、穴 (直径 5 mm、各側面 3 箇所) を開けたプラスチック密閉容器 (8 cm × 8 cm × 4 cm) にコイ餌 100 g を詰め、プラスチック密閉容器の蓋と容器をビニールテープで固定し、水中で穴からコイ餌が染み出す構造とした (Fig. 1-b2)。

ペットボトルトラップは、中田ら (2017) を参考に、透明の角形 2 L のペットボトルを用い、次の要領で作成した。本体が 20 cm になるようペットボトルを横に切断し、飲み口部分は、大型個体も侵入できるように、直径 5 cm 程度に切り取り、飲み口を逆さにして本体に嵌め込んだ。さらに、本体側面には直径 5 mm の穴を合計 22 箇所開け、本体と飲み口部分は結束タイで固定した (Fig. 1-c1, 以降「ペットボトル」と表記)。ペットボトルについても、餌はかご罟と同じコイ餌を用いた。コイ餌の入れ物はかご罟と同様にプラスチック密閉容器を用いるとペットボトル内の空間が狭くなってしまうため、コイ餌 100 g を台所用の水切りネットに入れ、水中でコイ餌がネットの網目から染み出す構造とした (Fig. 1-c2)。

塩ビ管については、牛見ら (2015b) による野外試験で、本種が得られた最小の管の内径は 20 mm であったこと、牛見ら (2015a) による室内試験で、本種が選好する管の長さは全長の 4 倍以上とされていることから、これらを踏まえて内径と長さの異なる管 5 本 (内径 [mm] (長さ [mm]): 20 (250)、30 (250)、40 (500)、50 (500)、65 (500)) を準備した。各管は片側をキャップで閉じ、5 本をビニールテープと紐で束ねてこれを 1 基として用いた。また、水中で沈みやすくするため、直径 5 mm の穴を、各キャップに 1 箇所ずつ、各管の側面に 4 箇所または 8 箇所 (長さ 250 mm の管: 片側 2 箇所ずつ計 4 箇所、長さ 500 mm の管: 片側 4 箇所ずつ計 8 箇所)

開けた (Fig. 1-d)。

しば漬けについては、高橋ら (2022) を参考に、長期設置でも劣化しにくいとされるノリ養殖網を用いた。これは捕獲个体数の定量化の面でも杉の枝葉より優れていると考えられる。罟は、1.8 m × 18 m の市販の再生ノリ養殖網を用い、これを幅約 0.25 m、長さ約 1.2 m になるように折り畳み、網の端を長さ 50 cm の木の棒に紐で結わえ付けて作成した (Fig. 1-e, 以降「人工水草」と表記)。



Fig. 2. Survey site. Light blue area: places where water is usually present in the wetland. Red frame: each survey point. Source: aerial photo taken by the Geospatial Information Authority of Japan in 2010 (modified by adding white lines to indicate two walkways on the southwestern and southern sides that did not exist at the time of photography).

調査地点

調査場所は、長崎県西彼杵半島の南部、長崎市永田町に位置する黒崎永田湿地で、同湿地は環境省により「生物多様性の観点から重要度の高い湿地 (重要湿地)」の一つとしても選定されている生物多様性のホットスポットであるが (環境省自然環境計画課2016)、過去にアメリカザリガニの生息も確認されている (大串2014)。この湿地内に5つの調査地点 (A~E) を設けた (Fig. 2, Fig. 3-a-e)。調査地点はA~Eの順に上流側~下流側で、Eを経た後、短い河川へ接続し、海へと続く。ただし、短い河川には

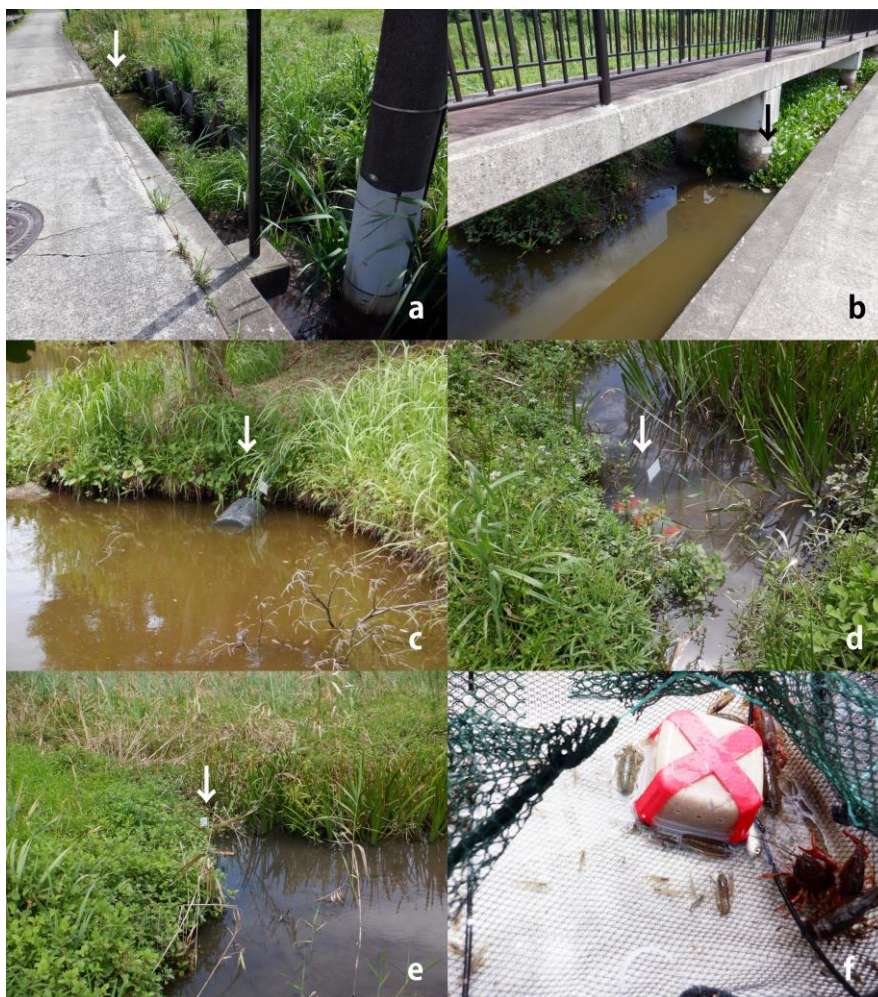


Fig. 3. Environmental conditions and trap setting/retrieval status at each survey point. a–e: Survey points A–E. Arrows in each photo indicate the location of the trap: PVC pipes at A and D, plastic bottle at B, cage trap at C, and seaweed net at E. f: retrieval status of the cage trap at point A, showing captured *Procambarus clarkii* and other organisms. Photos a–e were taken on August 15–16, 2023; photo f was taken on September 6, 2023.

堰があるため、海水の逆流は見られず、湿地内は淡水となっている。調査地点については、常時水のある場所で、6m以上の間隔を空けて4つの罠を設置でき、水の流れや周囲の状況から範囲内がおおよそ均質の環境とみなせる場所をそれぞれ選定した。各調査地点の環境は次のとおりである。

Aは、山から流れてきた水が、道路脇の側溝のようになった所で滞留している地点で、ここでは調査開始前の2023年5月25日に、道路からの目視でアメリカザリガニの死骸1頭を確認している。

Bは、道路を挟んでAと反対側に位置する地点で、Aとは道路下の細い側溝で繋がっている。

道路脇の高架になっている遊歩道の下に細長い水路があり、その水路は中央付近で広く開け、湿地の中央部へ繋がっている。夏季には水面に多くのホテイアオイ *Eichhornia crassipes* (外来種)が見られる。

Cは、トンボ類の生息地とすることを目的に湿地内に造成されたため池で(長崎市北総合事務所地域整備課2024)、2014年にはため池内の動物相について、詳細な調査が行われており、希少な水生昆虫類のほか、アメリカザリガニについても報告されている(大串2014)。なお、ほかとの水面の接続はなく、水の流れ込みも見られない。池の周囲にはヨシ *Phragmites australis* が繁茂するが、水面には浮葉植物等はみられず、

池の植生は貧弱である。

Dは、湿地の中央部に位置し、比較的広い開放水面がある地点で、水際をヨシやガマ *Typha latifolia*、ショウブ *Acorus calamus*、ミゾソバ *Persicaria thunbergii*等が繁茂する。

Eは、Dから細い水路で接続する比較的広い開放水面がある地点で、その後短い河川へと続く。植生はDとほぼ同じである。

調査期間と捕獲方法

アメリカザリガニの活動時期を網羅できるよう、2023年8月15日～同年12月13日と2024年5月16日～同年9月6日の2期間に渡って調査を実施した。各種罾の設置日を基準とし、それらを回収するまでを1つの試験区分として、これを11回反復した (Table 1)。

各調査地点には同じ日に4種類の罾を1基ずつそれぞれ6 m以上の間隔を開けて設置した (一部欠測を除く)。

かご罾とペットボトルについては、罾内に入った混獲生物が窒息しないよう上部を水面から出した状態で設置し (これによりペットボトルでは通常の場合、水底から離れた状態となった)、翌日に回収した (Table 1)。これらを翌日回収とした理由は、長期間の設置ではこれらの脱出が困難な構造の罾においては混獲生物の損傷が懸念されること、さらに芦澤ら (2018) がかご罾では1日後に本種について最も高い捕獲効率を示したと報告していることに基づく。ペットボトルについては、時間経過に伴う本種の捕獲効率はこれまで知られていないが、中田ら (2017) は、ペットボトルを1晩設置した方が日中のみ設置した場合より本種の捕獲个体数が多かったと報告している。本研究では両罾とも同じ餌を用いたため、設置期間を合わせて翌日回収とした。

塩ビ管と人工水草については、混獲生物は容易に脱出できるため罾全体を水没させて設置

Table 1. Sampling period and duration of each capture method conducted in each examination round.

| Year | Examination round | Survey point | Capture method | | | | |
|------|-------------------|--------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| | | | D-framed net | Cage trap | Plastic bottle | PVC pipes | Seaweed net |
| 2023 | 1 | A-E | August 17 (1 day) | August 15–16 (1 day) | August 15–16 (1 day) | August 15–September 5 (21 days) | August 15–September 5 (21 days) |
| | 2 | A-E | September 6 (1 day) | September 5–6 (1 day) | September 5–6 (1 day) | September 5–26 (21 days) | September 5–26 (21 days) |
| | 3 | A-E | September 27 (1 day) | September 26–27 (1 day) | September 26–27 (1 day) | September 26–October 17 (21 days) | September 26–October 17 (21 days) |
| | 4 | A-E | October 18 (1 day) | October 17–18 (1 day) | October 17–18 (1 day) | October 17–December 12 (56 days) | October 17–December 12 (56 days) |
| | 5 | A-E | December 13 (1 day) | December 12–13 (1 day) | December 12–13 (1 day) | December 12–13 (1 day) | December 12–13 (1 day) |
| 2024 | 6 | A-E | May 17 (1 day) | May 16–17 (1 day) | May 16–17 (1 day) | May 16–June 13 (28 days) | May 16–June 13 (28 days) |
| | 7 | A-E | June 13 (1 day) | June 13–14 (1 day) | June 13–14 (1 day) | June 13–July 4 (21 days)* | June 13–July 4 (21 days) |
| | 8 | A-E | July 5 (1 day) | July 4–5 (1 day) | July 4–5 (1 day) | July 4–25 (21 days)† | July 4–25 (21 days) |
| | 9 | A-E | July 26 (1 day) | July 25–26 (1 day) | July 25–26 (1 day) | July 25–August 15 (21 days) | July 25–August 15 (21 days) |
| | 10 | A-E | August 16 (1 day) | August 15–16 (1 day) | August 15–16 (1 day) | August 15–September 5 (21 days) | August 15–September 5 (21 days) |
| | 11 | A-E | September 6 (1 day) | September 5–6 (1 day)‡ | September 5–6 (1 day) | September 5–6 (1 day) | September 5–6 (1 day) |

* PVC pipes at survey point B were missing. †PVC pipes at survey point B were installed for 20 days (July 5–25). ‡Cage trap at survey point E was missing.

し、原則として21日後（試験区分4は56日後、試験区分5と11は1日後、試験区分6は28日後）に回収した（Table 1）。これらを原則21日後とした理由は、主に本種の季節変動を調べるため1か月以内に概ね1回以上の回収を計画したこと、および実施可能な回収頻度の制約によるものである。また、これらの罟は脱出可能な構造であり、混獲生物の損傷の懸念は少ないと判断した。既往研究では、これらの罟について時間経過に伴う捕獲効率は知られていないが、人工水草については高橋ら（2017a）が1~2週間に1回の回収で本種が捕獲されたことを報告しており、塩ビ管については牛見ら（2015b）が1晩設置し翌朝の回収で本種が捕獲されたことを報告している。これらの知見も踏まえ、本研究では原則21日後の回収を設定した。なお、人工水草の回収方法については、水中から罟を取り出して直ちにさで網（目合：3 mm）内で10回叩き、付着した生物をさで網内に落とす方法で実施した（初回調査時に10回叩くことで、ほぼ完全に人工水草に付着した生物が落ちたことも確認している）。

たも網によるすくい獲りは、10回のすくい獲りを1セットとし、これを毎試験区分、各調査地点において、1セットずつ行った。

たも網によるすくい獲りの実施日は、原則として毎試験区分の開始日の翌日（かご罟とペットボトルの回収日と同日）とした（試験区分1では2日後、試験区分7では0日後とした）。なお、たも網によるすくい獲りは、定量化を図るため、水際において岸に向かってフレームの先端で水底を軽く擦りながら50 cm程度横移動させることにより行った。また、作業による罟への影響や罟に集まってきたものを捕獲することを避けるため、罟の近傍は避けて実施した。また、10回のすくい獲りを1セットとしたのは、最も狭い調査地点のAにおいて同一箇所や罟の近傍を避けてすくい獲りを行うことが可能な上限であり、定量的な比較を行うための基準単位として適切であると判断したためである。

たも網と各罟で得られた生物はそれぞれ最

終的にバットに広げ、原則として現地で個体数を記録した後リリースした（アメリカザリガニを含む特定外来生物と同定が困難な水生昆虫については、現地で殺処分した上で持ち帰り、個体数を記録した）。なお、塩ビ管については、アメリカザリガニは各内径の管毎に個体数を記録した。

水深と水温の測定

罟の設置時と回収時にそれぞれ目盛り付きの棒で各罟の設置場所においてそれぞれ水深を測定した。各調査地点に1基ずつ設置した塩ビ管に小型水温ロガー（TidbiT v2, Onset社製）を取り付けて水温を記録し、これを各地点の水温とした。

アメリカザリガニの雌雄判別と計測

持ち帰ったアメリカザリガニは、実体顕微鏡（三太2、マイクロネット社製）下で腹面の生殖突起の有無を確認して雌雄を判別し、ノギス（M型標準ノギスN20, Mitsutoyo社製）を用いて全長と頭胸甲長（眼窩後縁-頭胸甲後端：OCL）を計測した。

統計解析

アメリカザリガニの捕獲個体数に関して、捕獲方法が影響しているかをほかの要因も含めて検討するため、フリー統計ソフトR（version4.4.2, R Core Team 2024）を用いて解析を行った。捕獲個体数のようなカウントデータについては等分散正規分布を仮定することが適切ではなく、このような場合に指数型分布族の確率分布を仮定して要因の効果を説明する一般化線形モデル（generalized linear model: GLM）が用いられる（下野2010; 久保2012）。実際に得られたデータについても等分散正規分布ではなかったことから、応答変数をアメリカザリガニの捕獲個体数、説明変数を捕獲方法、調査地点、試験区分とし、捕獲方法によって実施期間（日数）が異なることについては、日数をオフセット項として調整して、GLMを作成し

Table 2. Model selection results of generalized linear models for the number of captured *Procambarus clarkii*.

| Model rank | Model | AIC* |
|------------|---|--------|
| 1 | capture method + survey point + examination round | 747.61 |
| 2 | capture method + survey point | 751.07 |
| 3 | capture method + examination round | 842.92 |
| 4 | survey point + examination round | 884.41 |

*AIC: Akaike's Information Criteria

Table 3. Explanatory variables and parameter estimates of the best model for the number of captured *Procambarus clarkii*.

| Explanatory variables | Parameter estimates* | 95% CI |
|---------------------------------|----------------------|------------------|
| (Intercept) | 1.977 | (1.185, 2.769) |
| capture method (cage trap) | -0.095 | (-0.647, 0.457) |
| capture method (plastic bottle) | -2.239 | (-2.966, -1.511) |
| capture method (PVC pipes) | -4.759 | (-5.48, -4.038) |
| capture method (seaweed net) | -3.163 | (-3.739, -2.588) |
| survey point (B) | 0.005 | (-0.502, 0.511) |
| survey point (C) | -2.303 | (-2.963, -1.644) |
| survey point (D) | -2.750 | (-3.478, -2.022) |
| survey point (E) | -2.455 | (-3.146, -1.764) |
| examination round (2) | 0.100 | (-0.804, 1.004) |
| examination round (3) | -0.283 | (-1.219, 0.654) |
| examination round (4) | 0.271 | (-0.599, 1.140) |
| examination round (5) | 0.824 | (-0.116, 1.765) |
| examination round (6) | -1.150 | (-2.176, -0.125) |
| examination round (7) | -0.306 | (-1.259, 0.647) |
| examination round (8) | -0.239 | (-1.172, 0.694) |
| examination round (9) | -0.457 | (-1.411, 0.498) |
| examination round (10) | -0.278 | (-1.214, 0.659) |
| examination round (11) | 0.944 | (-0.002, 1.890) |

*Parameter estimates are expressed as relative values with respect to the reference levels: capture method (D-framed net), survey point (A), and experimental round (1).

た。GLMについては、ポワソン回帰によるものは過分散を示したため、MASSパッケージのglm.nb関数を用いて、負の二項回帰によるものとした。なお、GLMのリンク関数はいずれも対数リンク関数とし、説明変数のデータ型 (data class) はいずれも因子型 (factor class) として実施した。モデル選択については、後者のGLMを対象に、赤池情報基準 (Akaike's Information Criterion: AIC) に基づき、フルモデル (full model) から切片のみの一定モデル (null model) まで各説明変数の組み合わせのモデルについて、ステップワイズ法でMASSパッケージのstepAIC関数を用いてそれぞれAICを算出し、AICが最小

のモデルをベストモデルとした (Table 2)。さらに、ベストモデルの各パラメーターの推定値 (最尤推定値) について、これが漸近的に正規分布に従うという性質を利用して、それぞれ95%信頼区間を算出した (Table 3)。

捕獲されたアメリカザリガニの雌雄の個体数比較とOCLの比較に関しては、いずれもエクセル統計 (version 4.08, BellCurve for Excel) を用いて解析を行った。前者については、捕獲方法と捕獲された雌雄の個体数は独立しているか (関連があるか) を検討するため、捕獲された444個体のうち、体の破損等により雌雄の判別ができなかった4個体を除く440個体を対象にクロス集計表を作成し、それぞれ期待度数を算出して (Table 4)、Pearsonのカイ二乗検定 (独立性の検定) (5%有意水準) を行った。後者については、捕獲方法によってアメリカザリガニの体サイズに違いがあるかを検討するため、体サイズの指標として、全長と比例関係にあるとされるOCL (中村ら2015) を用いた。捕獲された444個体のうち、2個体は体の破損等によりOCLが測定できなかったため、これを除く442個体を対象とした。捕獲方法とOCLについては、データに等分散性が認められなかったことから、ノンパラメトリックな方法であるKruskal-Wallis検定 (5%有意水準) を行い、捕獲方法によってOCLの平均順位に有意差があった場合にSteel-Dwass法 (5%有意水準) で多重比較を行った。

回収作業時間の計測

Table 1で示した一部の欠測を除き、試験区分3~11で実施した各捕獲方法における回収作業時間 (いずれも作業人員2名で実施) を分単位で

Table 4. Observed and expected frequencies of male and female *Procambarus clarkii* individuals captured by each method. Values in parentheses indicate expected frequencies.

| | D-framed net | Cage trap | Plastic bottle | PVC pipes | Seaweed net | Total |
|--------|--------------|------------|----------------|------------|-------------|-------|
| Male | 53 (59.39) | 90 (78.57) | 11 (9.59) | 9 (8.68) | 38 (44.77) | 201 |
| Female | 77 (70.61) | 82 (93.43) | 10 (11.41) | 10 (10.32) | 60 (53.23) | 239 |
| Total | 130 | 172 | 21 | 19 | 98 | 440 |

Values in parentheses indicate expected frequencies.

計測した。1回の計測は、胴長等の着用を済ませ、回収に必要な資材も全て準備した状態で、罟の回収を始めた時点から（たも網にあつては1すくい目から）開始し、罟を回収し（たも網にあつては10すくい目が終わり）、夾雑物を除去して、捕獲された生物の個体数のカウントが完了した時点で終了とした。

結果

水深と水温（結果1）

各調査地点の水深（平均 [cm], 範囲 [cm]）は、A（28.4, 10–52）、B（33.4, 15–51）、C（22.0, 5–33）、D（24.0, 9–42）、E（36.6, 18–67）であった。調査地点の一部では一時的に水深が浅くなるがあったが、いずれも設置した罟はペットボトル（Aの10 cmとDの9 cm）、人工水草（Cの5 cm）であり、罟は適度に水に浸かる状態であった。

各調査地点の水温（範囲 [°C]）は、2023年8月15日～同年12月13日の期間において、A（9.5–32.3）、B（8.8–28.4）、C（10.1–36.0）、D（11.7–15.4）、E（15.2–27.1）であり、2024年5月16日～同年9月6日の期間において、A（15.3–31.1）、B（20.4–29.5）、C（19.0–37.0）、D（15.4–25.7）、E（15.1–27.1）であった（ただし、Bの2024年5月16日12:00～同年5月24日11:00は欠測）。C以外の地点の水温はおおむね同じように推移していたが、Cについては、測定を始めた5月中旬～10月初旬にかけてほかの地点より5 °C程度高く、夜になっても水温が下がりきらずに推移していた。10月中旬以降になると、Cは、日中はほかの地点より2～3 °C高いものの、夜になると水温が下がるようになり、11月中旬以降はほかの地

点とほぼ同様に推移していた。

アメリカザリガニの捕獲個体数（捕獲方法間と調査地点間）（結果2）

GLM については、AICに基づき、最も予測の良いベストモデルとして、フルモデル（捕獲方法 + 調査地点 + 試験区分）が選択された（Table 2）。95 %信頼区間において0を跨がなかったパラメーターの推定値は、Interceptのほか、捕獲方法についてはたも網を基準としたときのペットボトル、塩ビ管、人工水草、調査地点についてはAを基準としたときのC、D、E、試験区分については1を基準としたときの6であった。これらについては、いずれも推定値が0という帰無仮説が棄却され、それぞれ基準としたものに対して有意であり、Interceptを除いて、それぞれ基準としたものに対していずれもマイナスの推定値を示した（Table 3）。

また、捕獲方法間と調査地点間のそれぞれにおけるアメリカザリガニの捕獲個体数について、罟の設置日数を考慮しない箱ひげ図をそれぞれ作成した（Fig. 4, Fig. 5）。捕獲方法間では、たも網、かご罟、人工水草で捕獲個体数が多く、ペットボトルと塩ビ管では少なかった（Fig. 4）。調査地点間では、A、Bで捕獲個体数が多く、C、D、Eで少なかった（Fig. 5）。

各捕獲方法で得られたアメリカザリガニの雌雄個体数（結果3）

クロス集計表（Table 4）に基づきPearsonのカイ二乗検定（独立性の検定）を行ったところ、有意差は認められなかった（ $\chi^2 = 6.609$, $df = 4$, $p = 0.158$ ）。併せて、Cramer の関連係数も算出し

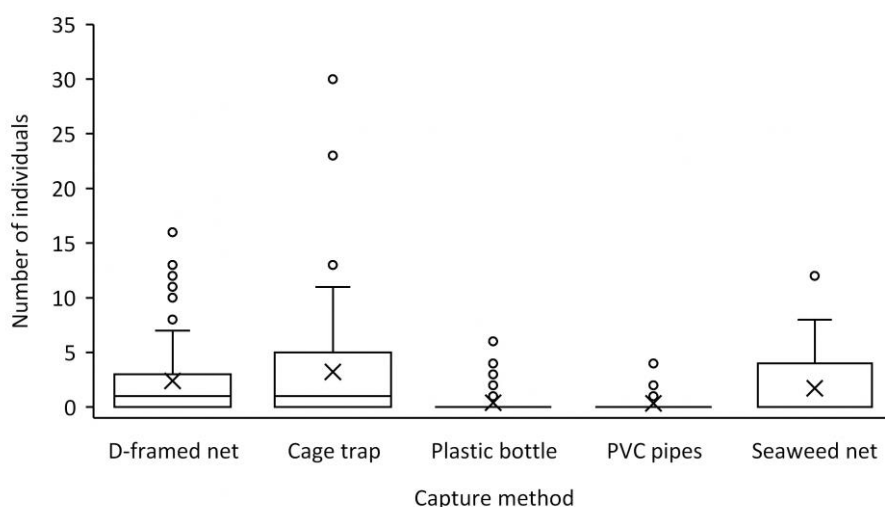


Fig. 4. Comparison of the number of *Procambarus clarkii* individuals captured by each method. Boxplot. Horizontal line inside each box: median; top and bottom edges of each box: third and first quartiles, respectively; whiskers: extend to the smallest and largest values within $1.5 \times \text{IQR}$ from the first and third quartiles; circles: outliers; crosses: mean values. (Note: Some lines may not be visually distinguishable due to overlap.)

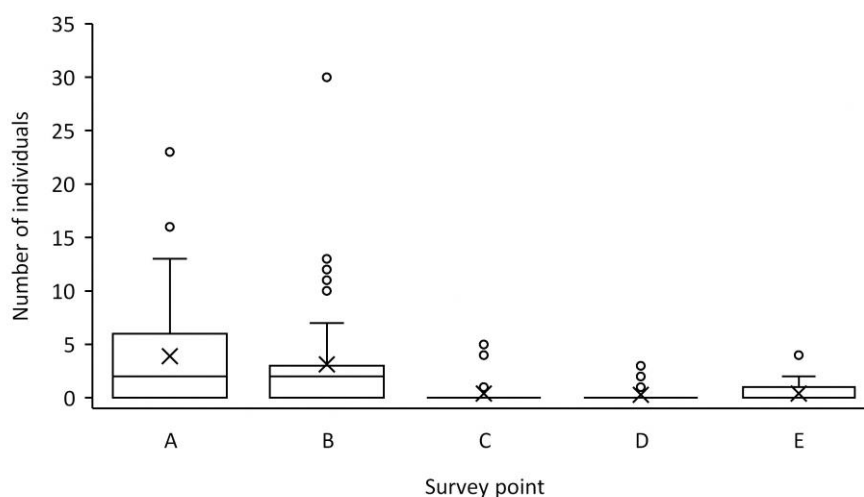


Fig. 5. Comparison of the number of *Procambarus clarkii* individuals captured at each survey point. Boxplot. Horizontal line inside each box: median; top and bottom edges of each box: third and first quartiles, respectively; whiskers: extend to the smallest and largest values within $1.5 \times \text{IQR}$ from the first and third quartiles; circles: outliers; crosses: mean values. (Note: Some lines may not be visually distinguishable due to overlap.)

たところ $V = 0.123$ であった。

各捕獲方法で得られたアメリカザリガニの頭胸甲長 (OCL) (結果4)

各捕獲方法で得られたアメリカザリガニのOCLについて、各群の平均順位(たも網: 143.89, かご罟: 307.27, ペットボトル: 269.29, 塩ビ管: 244.45, 人工水草: 160.70) に有意差が認められた (Kruskal-Wallis test, $\chi^2 = 151.85$, $df = 4$, $p <$

0.001)。次いで、Steel-dwass法により各捕獲方法間で多重比較を行ったところ、かご罟とペットボトルでは人工水草とたも網より有意に大型の個体得られ、塩ビ管ではたも網より有意に大型の個体得られた(かご罟 vs 人工水草: $p < 0.001$, かご罟 vs たも網: $p < 0.001$, ペットボトル vs 人工水草: $p = 0.002$, ペットボトル vs たも網: $p < 0.001$, 塩ビ管 vs たも網: $p = 0.022$, Fig. 6)。なお、これ以外の組み合わせに

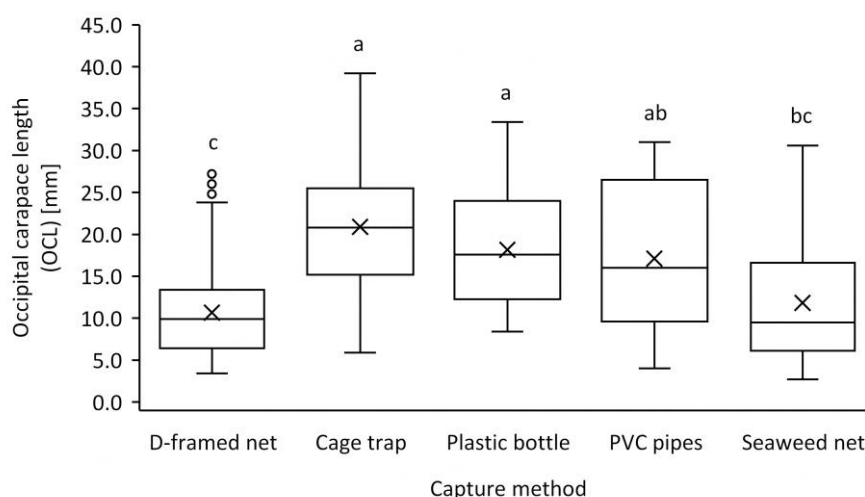


Fig. 6. Comparison of the occipital carapace length (OCL) of *Procambarus clarkii* individuals captured by each method. Boxplot. Horizontal line inside each box: median; top and bottom edges of each box: third and first quartiles, respectively; whiskers: extend to the smallest and largest values within $1.5 \times \text{IQR}$ from the first and third quartiles; circles: outliers; crosses: mean values. Significant differences between groups are indicated by different letters (Steel–Dwass test, $p < 0.05$).

Table 5. Number and total length of *Procambarus clarkii* individuals obtained from PVC pipes of different inner diameters.

| | Inner diameter of PVC pipe [mm] | | | | |
|-----------------------|---------------------------------|------|-----------|-----------|-----------|
| | 20 | 30 | 40 | 50 | 65 |
| Number of individuals | 1 | 1 | 7 | 4 | 6 |
| Mean TL* [mm] | 10.9 | 12.9 | 68.5 | 46.3 | 36.2 |
| TL* range [mm] | 10.9 | 12.9 | 44.5–86.5 | 26.9–77.2 | 12.7–63.0 |

*TL: total length

については、有意差は認められなかった (Fig. 6)。

塩ビ管の内径の違いによるアメリカザリガニの捕獲個体数と全長 (結果5)

各内径の塩ビ管で得られたアメリカザリガニの個体数と全長をTable 5に示す。塩ビ管で得られたアメリカザリガニは全部で19個体と少なかったが、内径40 mmの管で7個体と最も多く、内径50 mmで4個体、内径65 mmで6個体であった。一方、内径20 mmと30 mmでは、いずれも1個体ずつであった。全長については、同じ内径の管で得られたものでも個体間でばらつきが大きかった。ほとんど得られる時は1本の管に1頭ずつであったが、2回だけ内径40 mmの管から2頭同時に得られ、どちらも雄1頭雌1頭で、いずれも回収日が12月の試験区分4と5であった。

各捕獲方法で得られたアメリカザリガニの個体数の推移と各試験区分における頭胸甲長 (OCL) (結果6)

2023年8月15日～同年12月13日と2024年5月16日～同年9月6日の2期間における各捕獲方法で得られたアメリカザリガニの平均個体数の推移をそれぞれFig. 7-1とFig. 7-2に示す。なお、これらは罟の設置日数の違いは考慮せず、単純に回収した時点での平均捕獲個体数 (5つの調査地点の平均値。ただし、欠測の場合は欠測地点を除く平均値。)の推移を示したものである。

アメリカザリガニの捕獲個体数が最も多かった方法は、回収日の近い日付のもの同士で比較すると、ほとんどの回収日において、たも網またはかご罟のどちらかの方法であった。特に、かご罟については、2023年8月16日と2024年9月6日にアメリカザリガニの平均捕獲個体数がそ

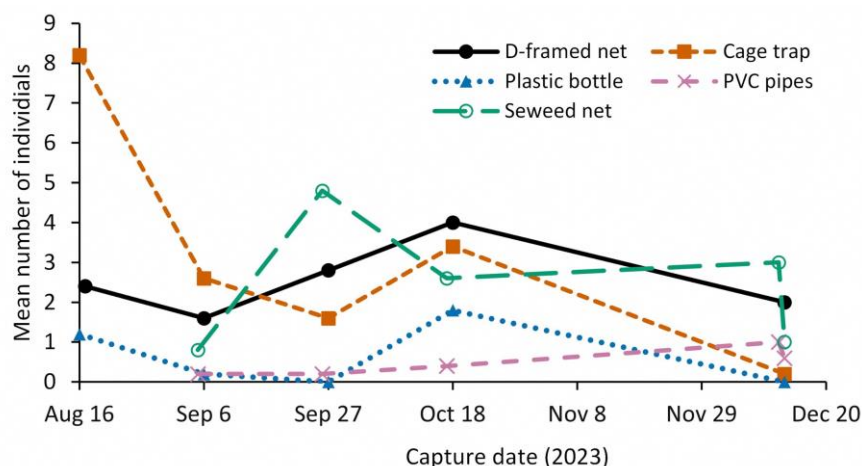


Fig. 7-1. Temporal trends in the mean number of *Procambarus clarkii* individuals captured by each method in 2023. Each marker indicates the date of capture (or retrieval, in the case of traps). Mean values were calculated across five survey points; when data were missing at any point, the mean was computed using only the available data.

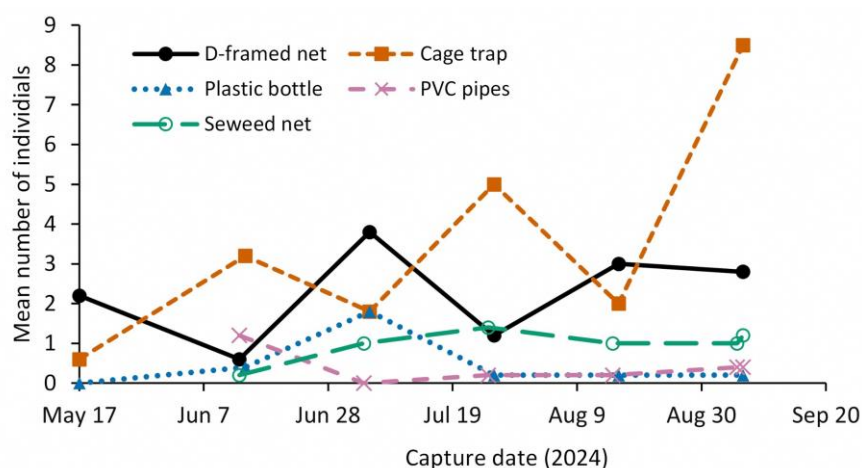


Fig. 7-2. Temporal trends in the mean number of *Procambarus clarkii* individuals captured by each method in 2024. Each marker indicates the date of capture (or retrieval, in the case of traps). Mean values were calculated across five survey points; when data were missing at any point, the mean was computed using only the available data.

れぞれ8.2、8.5と顕著に高かった。2023年9月26日と同年12月12日においては、人工水草でアメリカザリガニの捕獲個体数が最も多かった。ペットボトルと塩ビ管については、どちらも全期間を通して低調に推移した。

調査期間全体を通じた捕獲方法とアメリカザリガニのOCLの関係についてはすでに結果4で示したが、前述したかご罟の2023年8月16日と2024年9月6日回収分（試験区分1と11のかご罟）、人工水草の2023年9月27日と同年12月12日回収分（試験区分2と4の人工水草）といった、

特徴的な変化が見られた特定の時期においても、捕獲方法とOCLの関係が調査期間全体で見られた傾向と同様であったかを確認するため、各捕獲方法で得られた個体のOCLを、「アメリカザリガニの対策の手引き」を参考に大中小（大：OCL \geq 23 mm，中：23 mm $>$ OCL \geq 7 mm，小：7 mm $>$ OCL）に分け、試験区分毎に示した（Fig. 8）。試験区分1と11のかご罟では、11でわずかにOCLが小サイズの個体も得られていたもののそれ以外は中または大サイズの個体で、試験区分2と4の人工水草では、OCLが大サ

イズの個体は得られておらず小または中サイズの個体のみであり、調査期間全体における捕獲方法とOCLの関係と同様に、それぞれかご罾では大型個体が、人工水草では小型個体が得られていた。

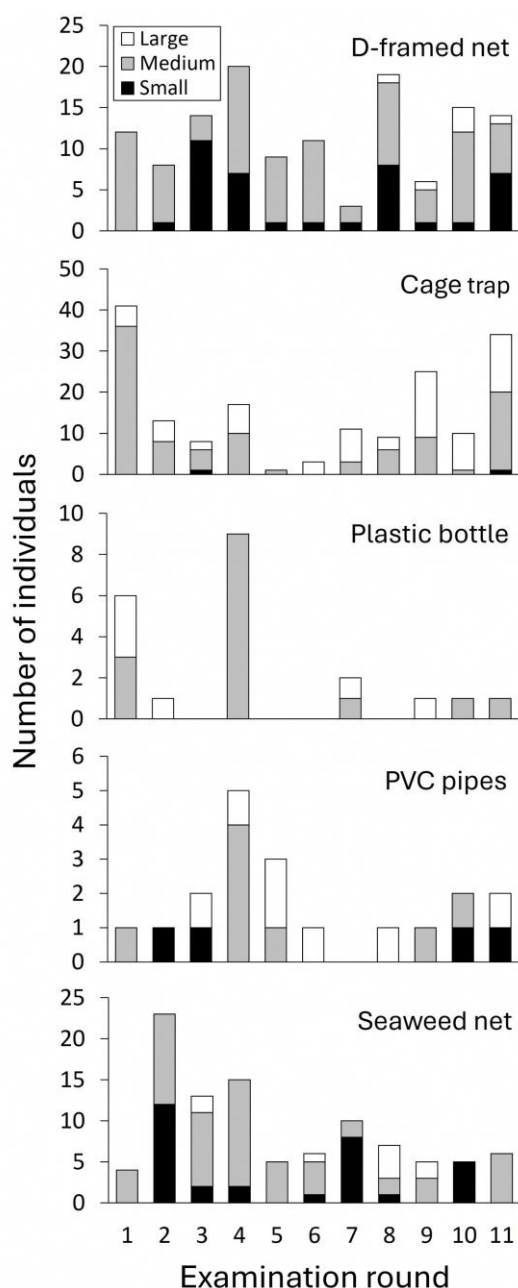


Fig. 8. Number and occipital carapace length (OCL) of *Procambarus clarkii* individuals captured by each method across survey points A–E, shown by examination round. Individuals were classified into three size groups: large (OCL \geq 23 mm), medium (23 mm > OCL \geq 7 mm), and small (OCL < 7 mm).

各捕獲方法における混獲生物（結果7）

各捕獲方法における混獲生物の個体数割合（分類群別）をFig. 9に示す。混獲生物の個体数については、1地点・1試験あたりたも網で平均82.7個体と最も多く、次いでかご罾で平均37.6個体であった。ペットボトルと塩ビ管については、同じく1地点・1試験あたり平均1~2個体程度と、非常に少なかった。分類群別で見ると、いずれの捕獲方法においてもエビ類が最も多くの割合を占めていたが、それぞれの捕獲方法で10%以上を占めた分類群を見ると、たも網では、水生昆虫類と魚類が、かご罾では魚類、ペットボトルでは水生昆虫類と魚類、塩ビ管では該当なし、人工水草では水生昆虫類であった。

なお、混獲生物については、エビは主にヌマエビ科Atyidae (Fig. 3-f)、魚類は主にミナミメダカ*Oryzias latipes*で、水生昆虫類についてはコマツモムシ属*Anisops*とアメンボ科Gerridaeが多くを占めていた。また、かご罾では、いずれも少数であるが、希少な水生昆虫類ではコガタノゲンゴロウ*Cybister tripunctatus lateralis*が捕獲されたほか、外来種ではウシガエル、ミシシippアカミミガメ*Trachemys scripta elegans*、クサガメ*Mauremys reevesii*が捕獲された。

捕獲方法の回収作業時間（結果8）

各捕獲方法の回収作業に要した時間をTable 6に示す。1調査地点1捕獲方法毎の平均回収作業時間は、たも網で最も長く13.5分で、ペットボトルで最も短く3.5分であった。なお、たも網はほかの罾類と比較して1.8~3.9倍の回収作業時間を要し、捕獲された生物が少なく回収作業時間が最も短かった場合も5分を要した。

考察

水深と水温（考察1）

水深については、A、C、Dの一部の箇所で見られることがあったが、設置した罾は水深が浅い箇所でも設置可能なペットボトルと人工水草であり、罾はいずれも機能していたと考えられる。

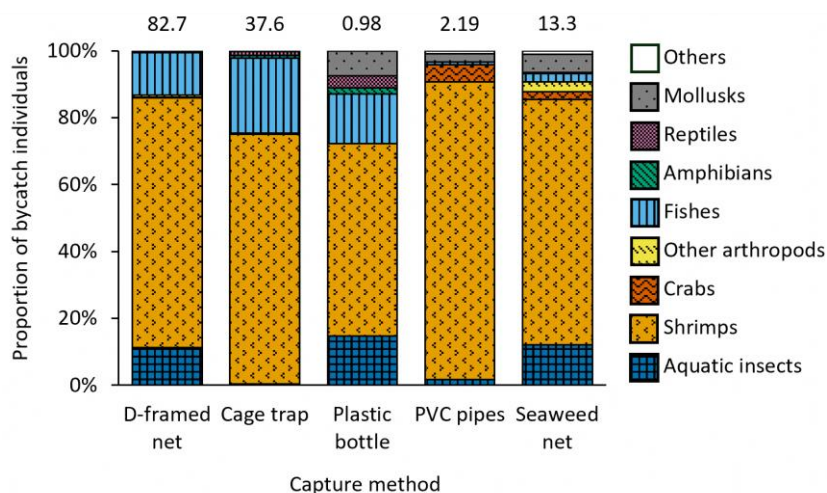


Fig. 9. Proportion of bycatch individuals captured by each method, shown by taxonomic group. These proportions are based on the mean number of individuals captured per survey point per experimental round. For the D-framed net, one round consisted of ten scooping actions per point. For traps, one round involved a single retrieval per point. When data were missing at any survey point, the mean was calculated using only the available data. The numbers shown above each bar indicate the mean total number of bycatch individuals per survey point per examination round.

水温については、Cは、ほかとの水面の接続がなく流れ込みもないため、ほかの地点と比べて水温が高かったと考えられる。また、水面に浮葉植物が見られず、日光を遮るものがないことも高水温となった要因の一つと考えられる。

アメリカザリガニの捕獲個体数（調査地点間と捕獲方法間）（考察2）

GLM については、AICに基づき、最も予測の良いベストモデルとして、フルモデル（捕獲方法 + 調査地点 + 試験区分）が選択されたことから（Table 2）、捕獲方法、調査地点、試験区分のパラメーターがアメリカザリガニの捕獲個体数に影響を及ぼすと考えられる。具体的には、有意なパラメーターとして支持された Interceptのほか、捕獲方法についてはたも網を基準としたときのペットボトル、塩ビ管、人工水草、調査地点についてはAを基準としたときのC、D、E、試験区分については1を基準としたときの6が（Table 3）、影響を及ぼすものと考えられる。

このうち、試験区分6については、推定値が-1.150で（Table 3）、試験区分1に対してアメリカザリガニが有意に捕獲されないことが予測

された。試験区分6は、2024年5月16日～同年6月13日に実施した試験で、アメリカザリガニの活動開始直後を狙って実施したものであるため、この結果は妥当なものである。なお、6以外の試験区分については、アメリカザリガニの捕獲個体数に対して、プラスまたはマイナスの有意な影響は認められなかったことから、およそアメリカザリガニの捕獲個体数については、捕獲方法と調査地点が影響しているものと考えられる。

捕獲方法については、ペットボトル、塩ビ管、人工水草において、それぞれ推定値が-2.239、-4.759、-3.163であり（Table 3）、たも網に対してアメリカザリガニが有意に捕獲されることが予測された。この結果から、これら3つの捕獲方法は、湿地においてアメリカザリガニを多数捕獲する方法としては有効ではないと考えられる。また、かご罟については、推定値が-0.095であり（Table 3）、たも網と遜色なく多くの個体を捕獲できる方法であると考えられることから、たも網とかご罟の2つの方法が湿地では有効であると考えられる。また、このベストモデルの推定値の結果と比較して、設置日数を考慮していない箱ひげ図では、人工水草で

も比較的多くの個体が得られていることがわかる (Fig. 4)。人工水草は、同じ設置日数と比較すると捕獲個体数は少ないが、餌を必要とせず劣化もしにくいという特徴を活かして、長期間設置し、回収の手間を省くことで一つの有効な手段となり得るだろう。ただし、本研究ではたも網でのすくい獲りは10回を1セットとしていること、また、各種罟については罟の種類によって経過時間に対する捕獲効率は一定ではないと推察されることから、これら捕獲方法の設定条件によっては異なる結果となる可能性があるについても留意しておく必要がある。

調査地点については、C、D、Eにおいて、それぞれ推定値が-2.303、-2.750、-2.455であり (Table 3)、Aに対してアメリカザリガニが有意に捕獲されないことが予測された。また、Bについては、推定値が0.005であり (Table 3)、Aと同程度に捕獲が期待できると考えられる。箱ひげ図でも、AとBに比べ、C、D、Eでは捕獲個体数が少なかった (Fig. 5)。この捕獲個体数の差は、生息密度の差によるものと考えられる。生息密度に差が生じた要因を検討すると、水深については、いずれの地点でも罟は水に浸かっていたことから、これが要因となったとは考えにくい。水温については、Cで高い傾向がみられたものの、本種は38°Cの水温でも耐えられるとされていること (Gutiérrez-Yurrita et al. 1999)、また、D、Eの水温もA、Bと同程度で推移していたことを踏まえると、これも単独で要因となったとは考えにくい。このほかの要因としては、底質の違いが挙げられる。たも網による捕獲の際には水底だけでなく岸辺辺縁部の堆積物も削り取るため、内容物から各地点の底質環境を目視で確認することができた。その結果、AとBでは土や泥が主体であったのに対し、Cでは水底が石組みみされているため落葉と枯れ枝がわずかに入る程度で、DとEではヨシ等の植物遺骸が大半を占め、そのほかは細粒泥であり、AとBに比べ、C、D、Eは巣穴の形成が困難な底質と考えられた。本種は繁殖目的のほか、乾燥期や水位低下時に避難所として巣穴を形成するこ

とが知られており (Hobbs 1981; Correia and Ferreira 1995)、巣穴形成には一定以上の細粒成分を要するとされていることから (Correia and Ferreira 1995)、水位低下や乾燥時に巣穴を作って避難しえる底質の地点において生息密度が高かった可能性がある。このように比較的広い湿地においては、湿地内でアメリカザリガニの分布に濃淡がある場合がある。実際の防除においては、底質環境にも着目して多く捕獲されると予測される地点で重点的な対策を行う必要があると考えられる。

各捕獲方法で得られたアメリカザリガニの雌雄個体数 (考察3)

Pearsonのカイ二乗検定 (独立性の検定) で、各捕獲方法で得られたアメリカザリガニの雌雄個体数について有意差が認められなかったことから、捕獲方法によって雄が得られやすい、雌が得られやすいという傾向があるとはいえない。また、Cramer's Vの値も低いことから、捕獲方法と雌雄の関連性は低いと考えられる。

各捕獲方法で得られたアメリカザリガニの頭胸甲長 (OCL) (考察4)

各捕獲方法におけるOCLを比較したところ、かご罟とペットボトルでは人工水草とたも網より有意に大型の個体が得られた (Fig. 6)。本研究で用いたかご罟の目合いは3 mmで、ペットボトルの側面の穴も5 mmと小さく、これら2つの罟では網目や側面の穴からの小型個体の逸出はほとんど考えられない。したがって、この2つの罟には純粋に大型個体の方が多く入ったと考えられる。この2つの罟はどちらも餌を使用することから、アメリカザリガニについては、成熟した大型個体の方が若い小型個体に比べて、より餌へ誘引されやすい性質がある可能性がある。また、若い小型個体は、岸辺の植生帯に多いとされることから (荻部・西原2011)、そうした場所に一旦定着すると、成熟して大きくなるまであまり移動しないということも考えられる。これらが餌を用いたかご罟とペットボ

トルで大型個体が多く小型個体が少なかったこと、逆に人工水草とたも網で小型個体が多かったことの原因と考えられる。

塩ビ管については、たも網より有意に大型の個体が得られた (Fig. 6)。たも網で得られた個体が小型であった理由は、先に述べた岸辺の植生帯に定着している若い個体をすくったためと考えられるが、これに加え、塩ビ管については、内径が異なる管 (20–65 mm) を5本束ねて1基として用いたことから、大型個体から小型個体まで様々なサイズの個体が入った可能性が考えられる (ただし、塩ビ管の泥への埋没状況の違いも体サイズの差に影響を及ぼしている可能性がある。詳細は結果5と考察5を参照)。

芦澤ら (2018) によるかご罫類を比較した実験では、各罫で比較的大型の個体を得られたことが報告されている。本研究でも餌を使用するかご罫で同様の結果となった。また、中田ら (2017) では、トラップの入口を加工して大きくすることが今後の検討事項として挙げられていたが、入口を5 cm程度に広げたところ、大型個体が入るようになった。また、苅部・西原 (2011) では、たも網は罫類で得ることが困難な幼体の捕獲に特に効果があるとされ、高橋ら (2022) では、人工水草で本種の小型個体を1基当たり20頭前後捕獲可能と小型個体への有効性が示唆されていたが、これまでの知見はいずれも本研究の結果と符合するものであった。本研究での定量比較の結果から、大型個体を得るためには、餌を使用するかご罫とペットボトルが有効であり、小型個体を得るためには、たも網と人工水草が有効であると考えられる。

塩ビ管の内径の違いによるアメリカザリガニの捕獲個体数と全長 (考察5)

塩ビ管で得られた本種の個体数は全部で19個体と少なかったが、中でも内径の小さい20 mmと30 mmの管からはそれぞれ1個体ずつしか捕獲されなかった (Table 5)。牛見ら (2015b) による野外の人工の池で5種類の内径の異なる管 (13~56 mm) を用いた塩ビ管の試験でも、

捕獲された全51個体中、内径13 mmの管からは0個体、内径20 mmの管からは2個体のみと、本研究の結果と同様に内径の小さいもので捕獲個体数が少なかったことが示されている。こうした内径の小さい管で捕獲個体数が少ないという傾向は、本種の全長と好んで使用する管の内径との間で有意な回帰式が得られ、正の相関関係があるとされた牛見ら (2015a) の室内での水槽実験の結果とは異なるものであるが、本研究の結果からも、塩ビ管のうち特に内径の小さいものは、野外での本種の捕獲には有効ではないことが示唆された。

野外で内径の小さいもので捕獲個体数が少なかった理由として、牛見ら (2015b) では、調査期間中池内に本種の小型個体 (稚ザリガニ) が少なかった可能性、植物の根と根の間など狭い空間がほかにあり小型個体 (稚ザリガニ) が塩ビ管を利用する必要がなかった可能性、塩ビ管の穴が泥で塞がれてしまい巣穴として認識されなかった可能性の3つを挙げている。本研究は、本種の活動期全体を通したもので調査期間は長く、また塩ビ管と同時期に実施したほかの捕獲方法でもたも網や人工水草での捕獲を中心に小型個体 (内径20 mm、30 mmを選好するとされる全長27~44 mm程度の個体) が多数捕獲されていたことから、牛見ら (2015b) で挙げられた1つ目の調査地点に小型個体が少なかったという可能性は考えにくい。一方、2つ目と3つ目についてはいずれも該当し、それぞれ、調査地点は植物が繁茂する湿地内で小さな間隙も多く小型個体が塩ビ管を利用する必要がなかった可能性があり、また、回収時に特に内径の小さい管で泥が詰まっている状況がよく確認されたことから、小さい内径のものは巣穴と認識されず特に利用されなかった可能性がある。以上を踏まえれば、小さい間隙が多数存在し、泥で穴が塞がれやすい (泥に埋没しやすい) 湿地のような環境では、塩ビ管のうち特に内径の小さいものは有効ではない可能性がある。

塩ビ管の各内径における本種の全長については、40 mm、50 mm、65 mmといった大型の内

径の管からも小型個体が得られるなど、体サイズのばらつきが多かった。各内径における捕獲個体数は少数であるため、詳細な検討は困難であるが、同じ内径の管でも長く設置したものでは管内が泥で塞がれやすい等、先に述べた泥への埋没状況の違いが影響した可能性がある。また、牛見ら (2015b) で述べられているように、野外では、好適サイズの巣穴をめぐる個体間の競争や干渉、本研究でも見られた同じ1つの管から2個体捕獲されたこと等の影響も考えられるため、これら複合的な要因により、牛見ら (2015a) の水槽実験で支持されたような本種の全長と塩ビ管内径の関係はみられなかったものと推察される。

各捕獲方法で得られたアメリカザリガニの個体数の推移と各試験区分における頭胸甲長 (OCL) (考察6)

アメリカザリガニの捕獲個体数が最も多かった方法は、ほとんどの回収日において、たも網またはかご罟のどちらかの方法であったことから (Fig. 7-1, Fig. 7-2)、アメリカザリガニの活動時期を通じて多くの個体を得る方法としては、たも網とかご罟が有効であると考えられる。

特に、かご罟については、2023年8月16日と2024年9月6日に平均捕獲個体数が顕著に高かったことから (Fig. 7-1, Fig. 7-2)、8月下旬～9月上旬にかけては、かご罟による捕獲が最も有効であると考えられる。この時期にかご罟でOCLの中～大サイズが多数得られていることから (Fig. 8)、本種の多くの個体がこの時期に成熟し、それに伴って移動や摂食活動が活発になり、餌を入れた罟へより誘引されるようになったことによるものと推察される。

一方、同じ餌を用いたペットボトルでは、かご罟に比べて捕獲個体数が少なく、全期間を通じて低調に推移した (Fig. 7-1, Fig. 7-2)。これは、罟の大きさがかご罟より小さく、1基あたりの収容力が小さいこと、かご罟より入口が脱出しやすい構造になっていること、混獲生物への

配慮からかご罟と同様に上部を水面から出すこととしたため、通常の場合、罟が水底から離れていたこと等、罟の大きさや構造、設置方法の違いによるものと考えられる。

また、塩ビ管についても低調に推移したが (Fig. 7-1, Fig. 7-2)、これは、湿地内では小間隙がほかに多くあることや穴が泥で塞がれやすいことが、その可能性として挙げられる (考察5参照)。

人工水草については、2023年9月26日と同年12月12日に、回収日の近いほかの捕獲方法と比較して、捕獲個体数が最も多かった (Fig. 7-1, Fig. 7-2)。人工水草の2023年9月26日回収分 (同年9月5日設置の試験区分2) のOCLは、小サイズと中サイズのみで、そのうち小サイズが半数以上を占めていた (Fig. 8)。これは、孵化後に親の保護が終了した稚ザリガニが多く着いたことにより、捕獲個体数が多くなったものと考えられる。このことから、9月上旬～下旬にかけてこの新規に加入した小型個体を狙って人工水草を仕掛けることも有効と考えられ、たも網やかご罟との併用でアメリカザリガニの増殖を抑えられる可能性がある。一方、人工水草の2023年12月12日回収分 (同年10月17日設置の試験区分4) のOCLは、同じく小サイズと中サイズのみであったが、そのほとんどを中サイズが占めていたことから (Fig. 8)、この時期には新たな稚ザリガニの加入は少なくなってきたものと考えられる。また、この2023年12月12日回収分については、56日間と長期間設置していたことから、ほかの時期より小型個体の隠れ家として機能した可能性も考えられるため、2023年9月26日回収分以上に効果があるとは言い難い。したがって、防除全体にかかる作業量を考慮するならば、人工水草については9月上旬～下旬にかけての設置を優先すべきだろう。

なお、近年、Luong et al. (2023)によって西日本における本種の生殖生態が明らかとなってきた。彼らの研究では、岡山県の池で年間を通じたサンプリングに基づいて本種の個体数とPOCL (本研究のOCLに同じ) に関してコホ

ート分析を行っており、8月11日～29日にPOCLが32～34 mmをピークとする捕獲個体数の最も多いコホートが示されているほか、新たなコホートの出現が2回明確に識別されたとされ、その1つ目のコホート（POCLのピーク時7 mm）は6月16日～7月1日に出現し、2つ目のコホートは9月15日～10月3日に出現したとされている。また、6月16日～7月1日に出現したコホートは9月15日～10月3日には中央コホート（3つのコホートがあるうちの中央のもの、本研究におけるOCL中サイズ相当）を形成したことが報告されている。さらに、これら野外でのサンプリング結果と室内飼育実験で得られた水温の有効積算温度から、8月29日に26 °Cで観察された卵は、9月12日頃に孵化し、稚ザリガニが雌から離れると推定している。

本研究では、2023年8月16日と2024年9月6日に回収したかご罟で顕著に平均捕獲個体数が高く、得られた個体のOCLは中～大サイズがほとんどを占めていたことや、2023年9月5日に設置し同年9月26日に回収した人工水草で、回収日の近いほかの捕獲方法と比較して捕獲個体数が最も多く、得られた個体のOCLは小サイズと中サイズのみで、そのうち小サイズが半数以上を占め、孵化後の親の保護が終了した稚ザリガニが捕獲されたものと考えられたことは、Luong et al. (2023) の岡山での調査結果と時期がほぼ一致している。さらに、本研究で2023年9月5日に設置し同年9月26日に回収した人工水草で得られた個体のうち、残りの半数近くを占めたOCL中サイズの個体は、岡山と同様に6月下旬～7月上旬に新たに加入した個体であるとする、試験区分7の人工水草（2024年6月13日設置、同年7月4日回収）や試験区分8のたも網（2024年7月5日）で得られたOCL小サイズの個体数の増加も説明がつく。このように9月上旬～下旬にかけての人工水草の設置は、2つの新規加入個体群を同時に捕獲できる可能性がある。

実際の防除でより効果を上げるためには、各地で水温の変動等も考慮した罟の設置・回収時

期の調整も必要と考えられるが、本種の生殖生態は九州を含む西日本の広い範囲で同様である可能性が高く、本研究で示した罟の設置・回収時期も同様の生殖生態の地域で広く適用できる可能性がある。

各捕獲方法における混獲生物（考察7）

一度入ると抜け出しにくい構造となっているかご罟については、他の罟と比較して混獲生物も多いことから（Fig. 9）、これらについて注意を払う必要があると考えられる。特にかご罟ではエビ類や魚類が多く捕獲されたことから（Fig. 9）、それらの保全対象種が生息している場合には、混獲された生物の行動が長時間にわたり制約されることを避けるため、罟を長期間設置したままにせず、早期に回収する等の対応を検討する必要があると考えられる。本研究では、かご罟で混獲された生物については、翌日の回収時に特定外来生物と一部の水生昆虫類を除き原則としてリリースしたが、リリースした個体は体に損傷はなく、放流直後の行動に異常は見られなかったため、翌日の回収であれば特段問題はないものと思われる。また、本研究では、かご罟とペットボトルでコイ餌を用いたことも、それらの罟で魚類を多く集めた要因となった可能性がある。ただし、これも早期に罟を回収し、リリースすることで対応可能と考えられる。

本研究では、少数であったが希少な水生昆虫類の混獲やアメリカザリガニ以外の外来種の混獲も見られた。現場によっては、上述した早期回収による在来種のリリースに加え、希少な水生昆虫類の混獲防止措置の検討やアメリカザリガニ以外の外来種が捕獲された場合の対応も必要となる場合があるだろう。

各捕獲方法の回収作業に要した時間（考察8）

考察2と考察6で、湿地においてアメリカザリガニを多数捕獲する方法としては、たも網とかご罟が有効であることを述べたが、1調査地点・1捕獲方法毎の平均回収作業時間を比較すると、

Table 6. Time required for collection and retrieval for each capture method.

| Capture method | n | Mean time [min] [*] | Minimum time [min] [*] | Maximum time [min] [*] |
|---------------------------|----|------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| D-framed net [†] | 45 | 13.5 | 5 | 31 |
| Cage trap | 44 | 6.6 | 2 | 15 |
| Plastic bottle | 45 | 3.5 | 1 | 9 |
| PVC pipes | 44 | 5.6 | 1 | 25 |
| Seaweed net | 45 | 7.5 | 1 | 27 |

*Time values represent the duration required for collection and retrieval, calculated for each capture method at each survey point (excluding missing data), based on trials conducted by two personnel during examination rounds 3–11. †Time for the D-framed net includes ten scooping operations.

たも網13.5分に対しかご罟は6.6分と、たも網はかご罟の約2倍の時間を要していた (Table 6)。本研究における回収作業時間には、混獲生物の個体数のカウントに要した時間も含まれ、たも網はほかの罟類と比較して最も混獲生物の個体数が多かったため (結果7参照)、単純比較できない部分があるが、たも網では、ほとんど生物が捕獲されなかった場合でも最低5分を要しており、かご罟の最小の回収作業時間と比較すると2.5倍の時間を要していた。これは、たも網では、ほぼ固定で、10回のすくい獲り作業とネットに入った泥や植物の遺骸等の夾雑物除去に時間を要するのに対し、かご罟ではすくい獲り作業がなく夾雑物もほとんど入らないため短時間で回収が済むことによるものと考えられる。そのため、同程度にアメリカザリガニの捕獲が期待されるのであれば、再生産可能な成熟した大型個体を中心に捕獲でき (結果4と考察4参照)、たも網より作業時間も短いかご罟の方が優れていると考えられる。さらに、たも網については、地点数やすくい獲り回数を増やすと体力の損耗も激しくなるので、一般に夏場の作業が想定される本種の防除においては、かご罟の方が優れていると考えられる。一方、たも網については、作業時間の面ではかご罟に劣るものの、湿地の浅い水深の場所や複雑な地形に対応できるという利点がある。また、小型個体が多く大型個体が少ない場所や時期においては、かご罟より有効となる可能性がある。また、

同時に得られる混獲生物も多いことから (結果7参照)、ほかの生物のモニタリングも兼ねて実施することも想定される。

防除方法の提案

本研究で得られた知見から、湿地におけるアメリカザリガニの防除方法として、次のことを提案する。本種の活動期を通じて多数を捕獲する方法としては、たも網とかご罟が有効と考えられたが、たも網での捕獲作業 (10回すくい) はかご罟1基の回収作業の約2倍の時間がかかる。たも網での捕獲作業は体力の損耗も激しいため、防除はかご罟を主軸として実施することが現実的である。かご罟での捕獲は、特に8月下旬～9月上旬を中心に実施することで多数の個体を捕獲できる。また、これと併せて9月上旬に人工水草を設置し、同月下旬に回収することで、新たに加入する若い個体を捕獲でき、防除効果が高められると考えられる。このかご罟と人工水草の設置・回収時期は、西日本の広い範囲で適用できる可能性がある。

謝辞

黒崎永田湿地の自然環境や生物相について貴重なご助言をいただいた深川元太郎氏、大串俊太郎氏、黒崎永田湿地自然公園内での調査についてご許可いただいた長崎市土木総務課へ厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 芦澤 淳・長谷川政智・高橋清孝 (2017). アメリカザリガニの捕獲罟に使用する誘引効果および費用対効果が高い餌の検討. 伊豆沼・内沼研究報告 11: 83–93.
- 芦澤 淳・久保田龍二・高橋清孝 (2018). アメリカザリガニの駆除に使用する罟の効果的使用法の検討. 保全生態学研究 23: 75–86.
- Correia, A. M., Ferreira, O. (1995). Burrowing behavior of the introduced red swamp crayfish *Procambarus clarkii* in Portugal. J. Crust. Biol. 15: 248–257.
- Correia, A. M. (2003). Food choice by the introduced crayfish *Procambarus clarkii*. Ann. Zool.

- Fennici 40: 517–528.
- Gutiérrez-Yurrita, P. J., Martínez, J. M., Bravo-Utrera, M. Á., Montez, C., Ilhéu, M., Bernardo, J. M. (1999). The status of crayfish populations in Spain and Portugal. In: F. Gherardi, D. M. Holdich (Eds.) *Crayfish in Europe as alien species: how to make the best of a bad situation?* A. A. Balkema, Rotterdam, p. 161–192.
- 長谷川政智・高橋清孝 (2023). ゼニタナゴ生息池のアメリカザリガニ防除と二枚貝や水生昆虫の復元. 2023 年度水辺の自然再生共同シンポジウム講演要旨集, JSTAGE, https://doi.org/10.60419/sscawnrjs.14.0_78 (参照 2025 年 12 月 7 日).
- Hobbs, H. H. Jr. (1981). *The Crayfishes of Georgia*. Smithsonian Contributions to Zoology, No. 318. Smithsonian Institution Press, Washington D.C.
- 一般財団法人自然環境研究センター (2019). 最新 日本の外来生物. 平凡社, 東京.
- 石田裕子・江口 翔・近藤稔幸・末廣昭夫・近持崇嗣・永井孝明 (2008). 水辺バイオトープ管理におけるザリガニ駆除方法の検討. *人と自然* 19: 43–49.
- 環境省自然環境局自然環境計画課 (2016). 生物多様性の観点から重要度の高い湿地. https://www.env.go.jp/nature/important_wetland/ (参照 2025 年 1 月 9 日).
- 環境省自然環境局野生生物課外来生物対策室 (2022). アメリカザリガニ対策の手引き令和 4 年 (2022 年) 4 月作成. https://www.env.go.jp/press/amezari_tebiki2.pdf. (参照 2022 年 5 月 9 日).
- 環境省自然環境局野生生物課外来生物対策室 (2023). アメリカザリガニ対策の手引き (令和 4 年 (2022 年) 4 月作成) (令和 5 年 (2023 年) 4 月改訂). <https://www.env.go.jp/content/000127434.pdf>. (参照 2025 年 1 月 9 日).
- 苅部治紀・西原昇吾 (2011). アメリカザリガニによる生態系の影響とその駆除手法. *エビ・カニ・ザリガニ 淡水甲殻類の保全と生物学*, (編著) 川井唯史・中田和義. 生物研究社, 東京, p. 315–328.
- 川井唯史・一寸木肇・Japan Crayfish Club・中田和義・小林弥吉・荒川健 (2003). アメリカザリガニの移入と分布に関する考察. *青森自然史研究* 8: 1–8.
- 久保拓弥 (2012). 確率と情報の科学 データ解析のための統計モデリング入門 一般化線形モデル・階層ベイズモデル・MCMC. 岩波書店, 東京.
- Luong, Q. T., Shiraiishi, R., Kawai, T., Katsuhara, K. R., Nakata, K. (2023). Reproductive biology of the introduced red-swamp crayfish *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) (Decapoda: Astacidea: Cambaridae) in western Japan. *J. Crust. Biol.* 43 (4): 1–11.
- Matsuzaki, S., Ushio, N., Takamura, N., Washitani, I. (2009). Contrasting impacts of invasive engineers on freshwater ecosystems: an experiment and meta-analysis. *Oecologia* 158: 673–686.
- 長崎市北総合事務所地域整備課 (2024). 多くの希少生物が生息する黒崎永田湿地自然公園. <https://www.city.nagasaki.lg.jp/page/3735.html> (参照 2025 年 1 月 9 日).
- Nishijima, S., Nishikawa, C., Miyashita, T. (2017). Habitat modification by invasive crayfish can facilitate its growth through enhanced food accessibility. *BMC Ecol.* 17: 37.
- 中村 肇・宇地原永吉・鶴飼 普 (2015). 熱田神宮のアメリカザリガニ調査. *なごやの生物多様性* 2: 23–29.
- 中田和義 (2010). 生理・生態—基礎生態・繁殖・生理. *ザリガニの生物学*, (編) 川井唯史・高畑雅一. 北海道大学出版会, 札幌, p. 343–396.
- 中田和義・竹原早恵・白石理佳 (2017). 外来種アメリカザリガニの駆除に用いるペットボトル製トラップの検討. *日本ベントス学会* 71: 90–101.
- 大串俊太郎 (2014). 黒崎永田湿地自然公園における動物群集. *長崎県生物学会誌* 75: 24–31.
- Ohba, S. (2011). Impact of the invasive crayfish *Procambarus clarkii* on the giant water bug *Kirkaldyia deyrolli* (Hemiptera) in rice ecosystems. *JJEEZ* 22: 93–98.
- 大庭伸也・大串俊太郎・田中颯真・山本賢・本木和幸・上田浩一 (2018). 福江島・五島市三井楽町におけるアメリカザリガニの駆除の現状と課題. *環動昆* 29: 21–26.
- 岡田彌一郎 (1947). アメリカザリガニに就いて. *動物学雑誌* 57 (9): 133–136.
- Rodríguez, C., Bécares E., Fernández-Aláez, M. (2003). Shift from clear to turbid phase in Lake Chozas (NW Spain) due to the introduction of American red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*). *Hydrobiologia* 506: 421–426.
- 下野嘉子 (2010). 特集 統計解析 (再?) 入門 R を用いた一般化線形モデル (回帰係数編): カウントデータを例に. *雑草研究* 55: 287–294.
- 白石理佳・牛見悠奈・中田和義 (2015). 外来種アメリカザリガニの駆除に用いる籠と使用餌. *応用生態工学* 18: 115–125.

- 末広喜代一・佐藤真弓・真部礼子 (2001). 香川県におけるオニバスの生育環境. 香川生物 29-35.
- 高橋清孝・長谷川政智・久保田龍二・藤本泰文 (2017a). アメリカザリガニによる魚類への影響—ゼニタナゴ, シナイモツゴ, メダカなど希少魚の繁殖が脅かされている—. よみがえる魚たち, (編著) 高橋清孝. 恒星社厚生閣, 東京, p. 45-52.
- 高橋清孝・長谷川政智・西原昇吾・荻部治紀・林 紀男 (2017b). アメリカザリガニの繁殖阻止を目指す捕獲方法の検討. よみがえる魚たち, (編著) 高橋清孝. 恒星社厚生閣, 東京, p. 61-67.
- 高橋清孝・長谷川政智・佐伯光弘・君島裕介 (2022). アメリカザリガニを防除するための効率的な捕獲方法, 効果調査, 有効活用. 2022 年度水辺の自然再生共同 WEB シンポジウム 激変した水辺の風景-今なすべきことは? 講演要旨集, シナイモツゴ郷の会. https://www.shinaimotsugo.com/ivent/yousi/yousi_2022_10/303%E9%AB%98%E6%A9%8B%E4%BB%96%E3%80%80%E3%82%A2%E3%83%A1%E3%83%AA%E3%82%AB%E3%82%B6%E3%83%AA%E3%82%AC%E3%83%8BFV.docx.pdf (参照 2025 年 12 月 6 日).
- 竹内将俊・稲垣仁太・横山能史 (2011). トウキョウサンショウウオ幼生の生存に及ぼすアメリカザリガニの影響. 環動昆 22: 33-37.
- 牛見悠奈・宮武優太・筒井直昭・坂本竜哉・中田和義 (2015a). 外来種アメリカザリガニの駆除に用いる人工巣穴サイズ. 応用生態工学 18: 79-86.
- 牛見悠奈・白石理佳・中田和義 (2015b). 好適なサイズの人工巣穴を用いた外来種アメリカザリガニの駆除効果. 応用生態工学 18: 139-145.
- Watanabe, R., Ohba, S. (2022). Comparison of the community composition of aquatic insects between wetlands with and without the presence of *Procambarus clarkii*: a case study from Japanese wetlands. Biol. Invasions 24: 1033-1047.

和文要旨

侵略的な習性から国内において条件付特定外来生物として規制されているアメリカザリガニ *Procambarus clarkii* について、環境省は各地で本種の防除に活用されるよう「アメリカザリガニ対策の手引き」を作成し公開している。その手引きで主な捕獲方法として紹介されているたも網とタイプの異なる 4 種類の罟 (アナゴカゴ (「かご罟」と表記)、ペットボトルトラップ (「ペットボトル」と表記)、塩ビ管、ノリ養殖網を用いた「人工水草」について、それらの特性 (捕獲個体数、雌雄差、体サイズ、季節変動、混獲生物、回収作業時間) を定量比較した。試験は、長崎市内の湿地に設けた 5 つの各調査地点で、全ての捕獲方法を同時に実施することによって行い、これを 2023 年から 2024 年にかけて 11 回反復した。本種の捕獲個体数については、一般化線形モデルを用いた解析により、たも網とかご罟が有効であることを示し、湿地内で分布に濃淡がある可能性を示した。雌雄差については、各捕獲方法で捕獲された雌雄の個体数に偏りはなかった。体サイズについては、頭胸甲長を指標として比較し、かご罟とペットボトルでは大型 (成熟) 個体が、たも網と人工水草では小型 (未熟) 個体が捕獲されやすいことを示した。季節変動については、本種の活動期全体を通じてたも網とかご罟が有効であること、特に 8 月下旬~9 月上旬にかけてはかご罟が有効であること、さらに小型 (未熟) 個体を捕獲するため人工水草を 9 月上旬に設置し同月下旬に回収することも有効であることを示し、これらの設置・回収時期が西日本の広い範囲で適用できる可能性について言及した。混獲生物については、罟類の中でかご罟において最も個体数が多く、その多くはエビ類と魚類であることを示し、早期回収の重要性について言及した。回収作業時間については、たも網 10 回のすくい取り作業は、かご罟の回収作業の約 2 倍の時間を要することを示した。これら特性の結果から、実現可能性も考慮して、かご罟を主軸として人工水草も併用する防除を提案した。

Received: 26 September 2025 | Accepted: 28 December 2025 | Published: 6 January 2026