

水辺ビオトープ管理におけるザリガニ駆除方法の検討

石田 裕子¹⁾²⁾・江口 翔¹⁾・近藤 稔幸¹⁾・末廣 昭夫¹⁾・近持 崇嗣¹⁾・永井 孝明¹⁾

Effective method for collecting American crayfish, *Procambarus clarkii*, on biotope management

Yuko ISHIDA¹⁾²⁾, Sho EGUCHI¹⁾, Toshiyuki KONDO¹⁾, Akio SUEHIRO¹⁾, Takashi CHIKAMOCHI¹⁾ and Taka-aki NAGAI¹⁾

Abstract

Newly constructed biotopes have been become common for the purpose of nature restoration and ecological education in Japan. One of the problems on biotope management is how to control invasion of alien species. In biotope pools, invasive American crayfish, *Procambarus clarkii*, gives many impacts to native ecosystems, such as feeding damage on aquatic plants, predation on fish and macroinvertebrates, and water leakage through burrowing. More effective collecting method for removing the crayfish is expected by biotope managers. In this study, convenient and inexpensive method for removing the invasive crayfish was tried in an irrigation pond in Sanda City, Hyogo Prefecture. To compare effectiveness in collecting crayfish among different food items, cage traps with various foods were submerged in the pond for a week. The crayfish and other animals collected in the traps were counted. Crab stick and fish sausage attracted the most number of crayfish, turtles and frogs. We also recommend the dumpling of roasted rice bran as the most efficient item in terms of price and attractiveness.

Key word: *Procambarus clarkii*, biotope management, collecting method, rice bran, cage trap, field experiment

はじめに

現在、生態系機能を回復させるための自然再生事業が全国的に広まっている。生息場所復元の方法のひとつとして、水辺ビオトープづくりがある。水辺ビオトープは、本来の生き物の生息場所という目的の他にも、子どもへの環境教育など多くの意義を持った場として発展しつつある(山田, 1999)。しかし、新しく生息場所を復元しても、外来種の侵入により、本来の地域生態系を復元できない場合がある。なかでもアメリカザリガニ *Procambarus clarkii* は本州や四国の多くの水辺ビオトープに侵入しており(西野ら, 2000; 川原・高橋,

2004)、水草や稲の食害(川原・高橋, 2004; 若杉・藤森, 2007)、在来生物の捕食(川井, 2007)などの生態的影響が知られている。ビオトープ管理においては、外来種の侵入を防除することが大切であるが、侵入を防げなかった場合には、侵入後の対策も重要課題となる。ビオトープ管理を行うのは、小学校や地域のボランティア団体などである場合が多く、できるだけ人手が掛からず、低コストで行える維持管理の方法が求められている。兵庫県尼崎市内の水辺ビオトープを持つ公立小学校にアンケートを実施したところ、61% (21校中13校)の学校でビオトープの問題点として維持管理を挙げている(石田ほか, 未発表)。

¹⁾ 国際環境専門学校 兵庫県尼崎市道意町 7-1-12 Eco College International 7-1-12 Doi-cho, Amagasaki City, Hyogo

²⁾ 摂南大学工学部都市環境システム工学科 大阪府寝屋川市池田中町 17-8 Department of Civil and Environmental System Engineering, Faculty of Technology, Setsunan University, 17-8 Ikeda-Nakamachi, Neyagawa City, Osaka

アメリカザリガニがほぼ全国的に分布域を広げたのは1950年代であり、アメリカザリガニのすむ水田は日本の原風景と考えられがちである。また、小学校などでは普通に飼育され、水辺ビオトープにも侵入している場合が少なくない。このような身近さゆえ、アメリカザリガニは駆除の対象とは考えられにくい側面があるが、上述したような生態的影響を考えると、水辺ビオトープを維持管理していく上で、本種の駆除が重要課題となる場合もある。駆除方法としては、池の水抜きが考えられるが、大がかりな取り組みとなる上、在来の水生生物への影響を軽減するために、さまざまな配慮が必要となる。また、網ですくって捕獲する方法では、捕りきれない個体が多く残ると予想され、アメリカザリガニの捕食者を導入すると在来種も影響を受けるリスクが想定される。そこで、本研究では、小学校や地域のボランティア団体でも手軽に行える駆除方法として、餌を入れた網カゴでアメリカザリガニを誘引して捕獲する方法を検討した。餌の種類については、身近な食材を用い、それぞれの餌に対する誘引性を評価した。

方 法

調査地

調査は兵庫県三田市の兵庫県立有馬富士公園内（北緯34度55分，東経135度13分）に位置する灌漑用ため池である福島大池の北東部のビオトープにて行った（図1(a)）。福島大池は、岸辺の底質が砂でヨシが群生している。この池には外来魚であるオオクチバス *Micropterus salmoides* やブルーギル *Lepomis macrochirus* などが生息しており、在来種の水生生物に多少なりとも影響を及ぼしていると考えられる。そのため、公園管理者は、外来魚からの避難場所および産卵場所として利用されることに期待して、水田の跡地を福島大池と水路でつながる形のビオトープとして改修している。しかし、このビオトープにおいても、多数のアメリカザリガニが侵入しており、穴を掘って底質を荒らすこと、水生植物の破碎、水生生物の捕食などの被害が放置できなくなっている。在来種がビオトープ内で健全に生息するには、こうしたアメリカザリガニによる影響を軽減することが必要な状況にあり、効果的な駆除方法の開発が求められている。

捕獲器具

本実験では、ザリガニを採集するに当たり、モクズガニ *Eriocheir japonica* やタラバガニ *Paralithodes camtschaticus*、アメリカンロブスター *Homarus americanus* などの漁で用いられるカニ籠を用いた。一般的に、これらのエビ目の漁に使用されるカニ籠にはい

ろいろな外形のものがあるが、小判型や四角型の籠はロブスター漁でよく用いられる（Anderson, 1975; 林, 2005）。カニ籠は、釣具店等で一般販売されており、比較的容易に入手可能な、簡易型のカニ籠2種を候補とした（図1(b), (c)）。

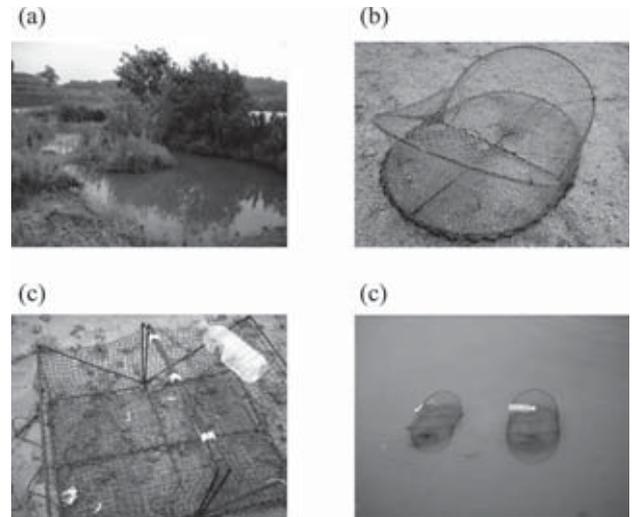


図1 調査地および実験に用いたカニ籠。(a)水田ビオトープ。写真右奥に見える水面が福島大池である。(b)小判型、(c)四角型、(d)設置の様子。

予備実験

2007年8月12日～10月5日の期間に、2つのタイプのカニ籠を使って、ザリガニを捕獲するのに適切かどうかを判断した。その結果、四角型の籠では全くザリガニを捕獲することができなかった。次に、小判型の籠のみを用いて予備実験を行った。餌は魚肉ソーセージ、煮干、カニかまぼこ、市販の餌、ニンジンを用いた。煮干を入れたカニ籠については、実験中に籠が流されてしまったため、実験回数が2回と

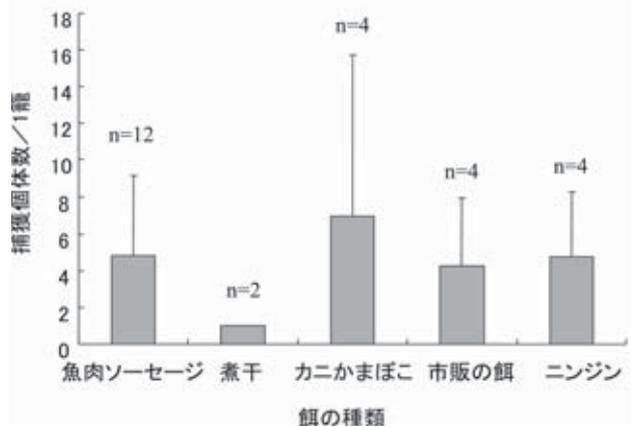


図2 予備実験で採集された1籠当たりのアメリカザリガニ捕獲数。図中の数字はそれぞれ実験回数を、棒グラフは平均値を、線分は標準偏差を示す。

なった。魚肉ソーセージで 4.8 ± 4.3 個体/籠、煮干で 1.0 個体/籠、カニかまぼこで 7.0 ± 7.6 個体、市販の餌で 4.3 ± 3.7 個体/籠、ニンジンで 4.8 ± 3.5 個体/籠のザリガニを捕獲することができた (図 2)。

予備実験を行っている過程で、動物性の餌ではクサガメ *Chinemys reevesii* やウシガエル *Rana catesbeiana* などの生物が混獲された (表 2)。ザリガニの選択的捕獲方法の開発を主目的とする本研究では、大型動物の混獲を避ける必要があった。このため、アメリカザリガニだけを効果的に捕獲できるように、カニ籠の入口に釣り糸 (フロロカーボン 20 ポンド) を 3 本張ることで入口を狭くし、これらの生物の混入を防げるよう改善した。そして、餌を植物性のものに統一して現地実験とした。また、カニ籠を池に設置する際の目印として、ペットボトルをカニ籠に釣り糸でくくりつけることで紛失防止につとめた (図 1(d))。

表 1 予備実験で混獲された 1 籠当たりの生物数。表中の数字はそれぞれ実験回数を示す。

生物	餌の種類 (個体/籠)				
	魚肉ソーセージ n=12	煮干 n=2	カニかまぼこ n=4	市販の餌 n=4	ニンジン n=4
タニシ類	1.1 ± 2.6	1.0	0.3 ± 0.5	1.0 ± 1.4	0.5 ± 1.0
スジエビ	-	3.0	-	-	-
ゲンゴロウ科	-	-	-	1.0 ± 0.5	-
ウシガエル	0.2 ± 0.6	-	-	-	0.3 ± 0.5
クサガメ	0.5 ± 0.5	-	1.0 ± 1.2	-	-
トウヨシノボリ縞鱒型	-	1.0	0.3 ± 0.5	0.8 ± 1.5	-
ブルーギル	-	-	-	-	0.3 ± 0.5
オオクチバス	-	-	-	0.3 ± 0.5	-

現地実験

実験は、2007 年 10 月 5 日～11 月 16 日の期間に

行った。調査地である福島大池に、餌を入れたカニ籠 6 個を 1.5 m 間隔で設置し、1 週間後に回収し計数した。カニ籠回収時に、設置していた場所で水温を測定した。ザリガニ以外に捕獲された生物についても合わせて種を記録し計数した。特定外来生物については、リリースせずに現場で殺処分した。前半 3 回 (10 月 5 日～10 月 26 日) の実験では複数種類の植物性の餌を用いて行い (以下、実験 1 と呼ぶ)、後半 3 回 (10 月 26 日～11 月 16 日) については糠団子に各種餌を混ぜた (以下、実験 2 と呼ぶ)。

実験 1 では、たくあん、サツマイモ、納豆、ほうれん草、米糠、ティーバッグの茶殻の 6 つを餌として選定した。ただし、米糠はそのままの状態では籠に入ると散逸してしまうため、米糠 40g に対し小麦粉 60g を一緒に練り合わせて糠団子とした。実験 2 では、糠団子に、サナギ粉、茶殻、鰹節、現地で得られた貝殻 (ドブガイ *Sinanodonta woodiana*) を砕いたものをそれぞれ添加した。これに加え、通常の糠に代えて、煎った糠でつくった焼き糠団子を用いた。予備実験、実験 1、実験 2 で用いた餌の種類、1 籠当たりの費用コストおよび用いた分量を表 2 に示す。

データ分析

各餌によるアメリカザリガニの捕獲効率の差異を明らかにするために、一元分散分析を行った。多重比較については Tukey-Kramer 法を行った。ザリガニ捕獲数と水温の関係については、ピアソンの相関係数検定を行った。本研究のデータは正規性が得られなかったため、各検定を行うために log(x+1) 変換を行った。なお、本稿では、統計値の表示の際に (平均値 ± 標準偏差) の形で示した。

表 2 予備実験、実験 1、実験 2 に用いた餌の種類、1 籠当たりの費用コストおよび餌の分量。各実験で用いた餌に○印を入れてある。糠団子は米糠 40g と小麦粉 60g を使用し、合計 100g とした。表中で糠と書いてあるものは糠団子を示す。

	餌	予備実験	実験1	実験2	費用コスト(円)	分量
動物性	魚肉ソーセージ	○			25	1/2本
	カニかまぼこ	○			36	2本
	煮干し	○			15	10g
	市販の餌	○			70	10g
	糠+サナギ粉			○	62	100g+50g
	糠+鰹節			○	35	100g+1パック
	糠+貝殻			○	12	100g+2枚
植物性	ニンジン	○			25	1/2本
	たくあん		○		100	1/4本 (50g)
	サツマイモ		○		60	1/2本
	納豆		○		30	1パック
	ほうれん草		○		50	1/2束
	糠団子		○	○	12	100g
	茶殻		○		13	1パック
	焼き糠団子			○	12	100g
	糠+茶殻			○	25	100g+1パック

結 果

植物性の餌を用いたザリガニ捕獲数の比較

実験1 (n=3回) では、植物性の餌6種を用いて、アメリカザリガニの捕獲実験を行った。その結果、たくあんで 3.3 ± 2.1 個体/籠、サツマイモで 6.3 ± 4.0 個体/籠、納豆で 6.0 ± 4.4 個体、ほうれん草で 3.3 ± 4.9 個体/籠、糠団子で 19.3 ± 1.2 個体/籠、茶殻で 3.0 ± 1.0 個体/籠のザリガニが捕獲され、餌ごとに捕獲数の差異が見られた (One-way ANOVA, $F=2.87$, $df=5$, $P=0.06$; 図3)。中でも、糠団子がほうれん草よりも有意に捕獲数が多かった (Tukey-Kramer's test, 糠団子とほうれん草, $P<0.05$)。

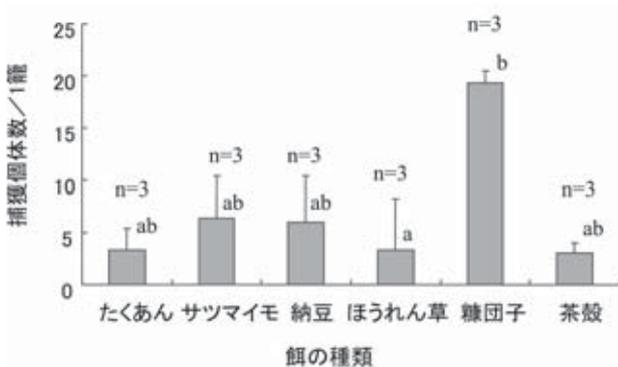


図3 実験1：植物性の餌を用いたアメリカザリガニ捕獲数の比較 (n=3; One-way ANOVA, $F=2.87$, $df=5$, $P=0.06$)。図中の異なる文字は $P<0.05$ で有意差の有無を、棒グラフは平均値を、線分は標準偏差を示す。

糠団子を用いたザリガニ捕獲数の比較

実験2 (n=3回) では、糠団子に食品等を付加し捕獲実験を行った。その結果、糠団子 (添加なし) で 3.7 ± 2.3 個体/籠、焼き糠団子で 5.7 ± 2.1 個体/籠、サナギ粉を添加したもので 4.3 ± 1.5 個体/籠、茶殻を添加したもので 4.7 ± 0.6 個体/籠、鰹節を添加したもので 7.0 ± 1.0 個体/籠、貝殻を添加したもので 1.3 ± 0.6 個体/籠のザリガニが捕獲され、餌ごとに有意な差異が見られた (One-way ANOVA, $F=3.11$, $df=5$, $P<0.01$; 図4)。とくに、焼き糠団子と鰹節を添加したものが貝殻を添加したのものよりも有意にザリガニを捕獲した (Tukey-Kramer's test, 焼き糠団子と貝殻を添加したもの: $P<0.05$, 鰹節を添加したものと貝殻を添加したもの: $P<0.01$)。

ザリガニ捕獲数と水温の関係

アメリカザリガニの回収時に、水温を測定した。水温は10月12日が 22.0°C 、10月19日が 17.5°C 、10月26日が 19.1°C 、11月2日が 17.2°C 、11月9日は

15.9°C 、11月16日は 13.0°C であった。このときのアメリカザリガニの全捕獲個体数は、それぞれ44個体、47個体、33個体、26個体、29個体、25個体であった。有意差は見られなかったものの、水温が下がるとアメリカザリガニの全捕獲個体数も減少する傾向が見られた (Pearson's correlation coefficient, $r=0.70$, $P=0.13$)。

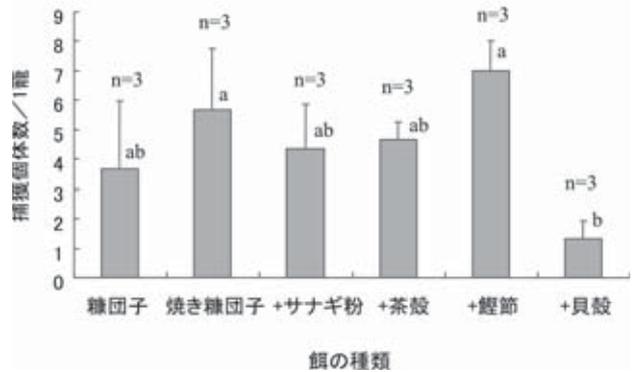


図4 実験2：糠団子を用いたアメリカザリガニ捕獲数の比較 (n=3; Kruskal-Wallis test, $P=0.06$)。図中のサナギ粉、茶殻、鰹節、貝殻の表記は、それぞれ糠団子に付加したものを表す。図中の異なる文字は $P<0.05$ で有意差の有無を、棒グラフは平均値を、線分は標準偏差を示す。

他の生物の捕獲状況

捕獲実験の過程で、アメリカザリガニ以外にも数種類の生物が捕獲された。予備実験で混獲された生物を表1に示した。実験1および2で混獲された生物については図5および6に示した。動物性の餌を多く用いた予備実験では、多くの生物が混獲された。籠を改良し植物性の餌を用いた実験1では混獲種数は減少し、クサガメやウシガエルは捕獲されなかった。しかし、糠団子では多くのフナ類 *Carassius* spp. の稚魚が捕獲された。糠団子を用いた実験2では魚類しか混獲されず、焼き糠団子でフナ類やブルーギルの稚魚が多く捕獲された。

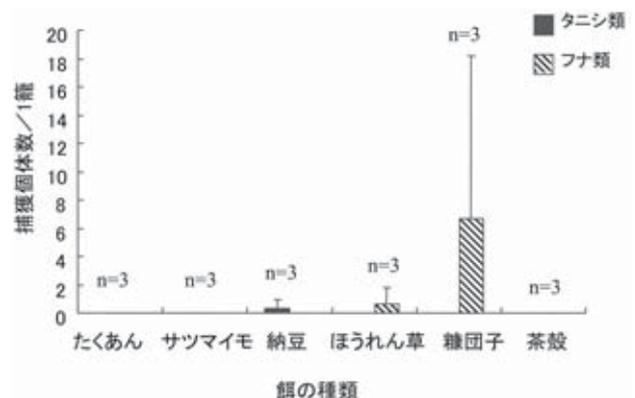


図5 実験1において混獲された1籠当たりの生物数 (n=3)。棒グラフは平均値を、線分は標準偏差を示す。

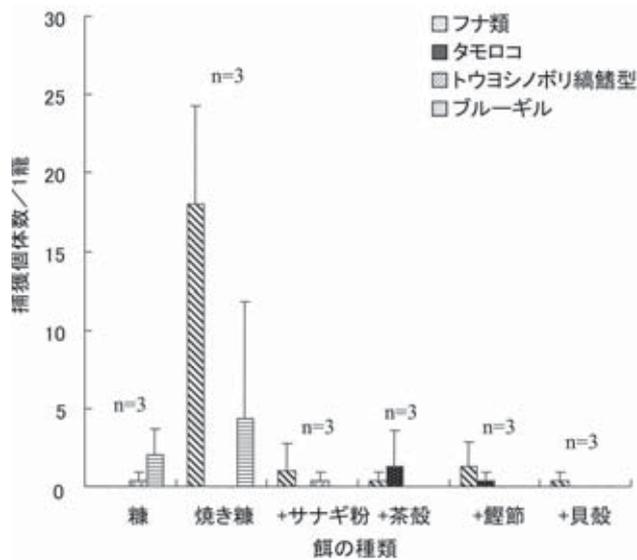


図6 実験2において混獲された1籠当たりの生物数 (n=3)。棒グラフは平均値を、線分は標準偏差を示す。

考 察

アメリカザリガニが誘引される餌の有効性

予備実験では動物性の餌を中心に用いた結果、煮干以外のカニかまぼこや魚肉ソーセージ、市販の餌、ニンジンで比較的多くのアメリカザリガニが誘引された。しかし、カニかまぼこや魚肉ソーセージではクサガメやウシガエルといった池内では大型の生物が混獲された(表1)。カニ籠は完全に水没させずに上部を空气中にさらしていたにもかかわらず、クサガメは捕獲された10個体中2個体、ウシガエルは捕獲された全3個体が籠内で死んでいた。そのため、クサガメやウシガエルの腐臭がアメリカザリガニを誘引した可能性があり、一概に餌の誘引力を判断することは難しい。

実験1で複数種類の植物性の餌を用いた結果、糠団子で最も多くのアメリカザリガニが誘引された(平均19.3個体/籠)。実験1で用いた餌は、水槽飼育のエビ類が食すほうれん草や、においが強いたくあん、納豆、茶殻などを選定したが、最もにおいの強いと思われる糠団子にザリガニが誘引されたと考えられる。

米糠は大量入手が容易であり、釣りの餌などにもよく使われている。実験2では糠団子に各種餌を混ぜることで、さらに捕獲効率を上げることを狙った。その結果、何も添加しない糠団子よりも、焼き糠団子、サナギ粉、茶殻および鰹節を添加した糠団子で捕獲数が多くなった(図4)。とくに、焼き糠団子(平均5.7個体/籠)と鰹節を添加した糠団子(平均7.0個体/籠)は、貝殻を添加したもの(平均1.3個体/籠)よりも有意に多く捕獲できた。アメリカザリガニは貝を捕食することは知られているが(川原・高橋, 2001)、貝殻だけでは誘引力が

なかったものと思われる。

実験1と実験2では糠団子のアメリカザリガニ捕獲数に違いが見られた(実験1:平均19.3個体/籠, 実験2:平均3.7個体/籠)。実験1は10月に行い、実験2は11月に行ったため、期間を通して水温が低下傾向にあった。実験2でザリガニの捕獲数が著しく減少した原因として、水温の低下でザリガニの活性が下がったことが考えられる。ただし、今回の実験ではそれぞれの実験期間内で餌による差異を比較しているため、どちらの実験においても糠団子がアメリカザリガニを誘引することが明らかとなった。とくに、誘引力が優れていたのは焼き糠団子と鰹節を添加した糠団子であったといえる。

混獲状況から見た餌の有効性

予備実験では、クサガメやウシガエルが混獲され死亡していた。クサガメはカニかまぼこや魚肉ソーセージに、ウシガエルは魚肉ソーセージとニンジンに誘引されていた。これらの餌はアメリカザリガニの捕獲数も多かった(カニかまぼこ:平均7.0個体/籠, 魚肉ソーセージおよびニンジン:いずれも平均4.8個体/籠)。もし、管理する水辺ビオトープに生息するのがクサガメでなく外来種であるミシシippiaアカミミガメ *Trachemys scripta elegans* であるならば、カニかまぼこや魚肉ソーセージはザリガニとカメの両方を捕獲するのに有効な餌であるといえる。中でも魚肉ソーセージはウシガエルまで捕獲でき、外来種を駆除したい管理者にとっては便利な餌である。

しかし、今回の予備実験ではクサガメやウシガエルの腐臭の可能性のため、餌による誘引性を純粋に評価でき

なかった。よって、実験1および2ではカニ籠の入り口に釣り糸を張って大型生物の侵入の防除につとめた。その結果、いずれの実験においてもクサガメやウシガエルは混入されなかった。大型生物の混獲を防ぎたい管理者にとっては、本研究で用いた改善策は有効であると考えられる。

実験1および2において、最も多く混獲されたのはフナ類の稚魚であった。実験1では糠団子で多く捕獲され、実験2では焼き糠団子が多かった。フナ類の混獲を厭わなければ、ザリガニを多く捕獲できる焼き糠団子が餌として有効であると考えられる。また、焼き糠団子ではブルーギルの稚魚も捕獲できた。同じフナ類でも観賞魚であるキンギョや外来種であるブルーギルの侵入した水辺ピオトープでは、焼き糠団子を使うことによってこれらの種も同時に捕獲でき効率的であろう。しかし、ザリガニだけを捕獲したい場合には、混獲数の少なかった鯉節を添加した糠団子を用いればよいといえる。それぞれの水辺ピオトープの状況や管理主体の必要に応じて、餌を使い分ければよいと考えられる。

ピオトープ管理における効果的なザリガニ駆除方法の提案

本研究では、アメリカザリガニ捕獲の餌を決定する理由のひとつに、低コストであることを目的とした。実験に用いた各餌はどれも家庭内で容易に入手できるものを選択した。今回用いた米糠は農家から入手できたため、糠団子をつくる際にかかった費用は小麦粉のみの価格であった。よって、用いた全種類の中で糠団子、焼き糠団子および貝殻を添加した糠団子（貝殻は現地調達）が最も費用コストが低かった（表2）。これらの餌のうち、糠団子および焼き糠団子はアメリカザリガニの捕獲数が各実験期内で多かった（図3および4）。とくに、焼き糠団子は、他の餌を混ぜた糠団子よりも費用対効果がよく、ザリガニ駆除に用いる餌として効果的であると判断された。鯉節を添加した糠団子は、捕獲数は多かったものの費用コストも上がり、焼き糠団子ほど効率的でないと考えられた。ただし、近年は米糠を手軽に入手できない場合もあり、米糠を購入するとなると糠団子の費用は26円となる（米糠40gで14円）。この場合、魚肉ソーセージとほぼ同額になり、どちらの餌を用いてもかまわないということになる。

先に述べたように、焼き糠団子では主にフナ類やブルーギルの稚魚が混獲された。これらの種も駆除したい場合には、焼き糠団子を用いるのがよい。また、外来種であるカメやカエルに困っている水辺ピオトープならば、糠団子より費用コストはかかるものの、カニかまぼこや魚肉ソーセージを用いることがよいといえる。すなわち、徹底的に費用コストを下げたい場合や外来魚も捕獲したい場合には焼き糠団子を、他の生物の混獲を避けザリガ

ニだけを捕獲したい場合には鯉節を添加した糠団子を、カメやカエルも捕獲したい場合にはカニかまぼこ魚肉ソーセージを用いることが有効である。水辺ピオトープの抱える問題はそれぞれの場所で異なっており、管理する団体の必要に応じて餌を使い分ければよいだろう。

本研究では、各地のピオトープで数が増えているアメリカザリガニを誘引する餌として糠団子が有効であり、とくに焼き糠団子が効果的であることが明らかになった。他の外来生物の捕獲についても有効な知見が得られた。また、籠の設置と回収方法についても一定の効果が見られた。ピオトープ管理においては、常時管理する人手に困っているところが多く、本研究のように1週間設置するだけでアメリカザリガニを回収できる方法は、管理する側にとって役立つと思われる。

駆除した後に考えなければならないのは、駆除個体の処理である。本研究で捕獲されたアメリカザリガニはすべて廃棄処分した。アメリカザリガニと同じく日本に生息する特定外来生物ウチダザリガニ *Pasifastacus trowbridgii* も駆除が行われており、駆除した個体の処理が問題となっている（中田，2007）。国外ではウチダザリガニは、水産有用種となっており、北海道の一部の地域では高級食材として利用しているところもある。水田やピオトープに生息するアメリカザリガニを食用にするのは抵抗があるかもしれないが、捕獲個体は動物園や水族館などに餌として提供したり、学校などの水槽展示に用いたりするなど、資源としての活用方法を考える必要がある。

謝 辞

本研究を行うにあたり、兵庫県立有馬富士公園パークセンターの小坂真也氏と櫻井康司氏には、調査に際しての便宜を図っていただいた。水辺のフィールドミュージアム研究会の久加朋子氏には、計画立案に際しご助言をいただいた。本稿をまとめるにあたり2名の査読者には有益なコメントをいただいた。以上の方々から感謝いたします。

要 旨

水辺ピオトープ管理における問題点のひとつとして、外来種の侵入が挙げられる。中でも、アメリカザリガニは、水草の食害、水生動物の捕食、水田の漏水、病気・寄生虫の媒介など、多くの影響を在来の陸水生生態系に与えていることが知られている。そのため、ザリガニの駆除が求められる場合があるが、管理する側の労力や経費などの負担が掛からない方法が望まれる。そこで本研究では、手軽で安価なアメリカザリガニの駆除方法の検討

提案を、兵庫県三田市のため池で試みた。餌を入れたカニ籠を1週間池に沈め、その後ザリガニを回収した。カニかまぼこや魚肉ソーセージは多くのザリガニの他にもカエルやカメも捕獲できた。植物性の餌を用いたところ、小麦粉と米糠を練り合わせた糠団子に多くのザリガニが誘引された。とくに、焼き糠団子と鰹節を添加したもので捕獲数が多かった。焼き糠団子ではフナ類やブルーギルの稚魚も捕獲でき、鰹節では他の生物の混獲が少なかった。よって、管理する団体の必要に応じてこれらの餌を使い分ければよいことが示唆された。

文 献

Anderson J.M. (1975) The Lobster Fiefs: Economic and Ecological Effects of Territoriality in the Maine Lobster Industry. *Human Ecology*, 3(3): 183-207.
林紀代美 (2005) アメリカ東海岸北部, カナダ・セントジョンズ

で出会った特徴ある水産業活動— Portland Fish Exchange の活動, 当該地域でのロブスターの扱い—. 大阪教育大学地理学会会報 49, 57-66.
川原奈苗・高橋久 (2004) 湖岸再生を目指して造成したビオトープ池の経過. *Kahokugata Lake Science* 4, 1-16.
川井唯史 (2007) I 章里川的环境とザリガニ. ザリガニの博物誌 里川学入門, 東海大学出版会, 神奈川, 1-58.
中田和義 (2007) ザリガニ類の保全および増殖に関する研究. *日本水産学会誌* 73(4), 664-667.
西野麻知子・浜端悦治・大高明史・石田昭夫 (2000) 内湖の特性と保全の方向性について. *琵琶湖研究所所報* 第 20 号, 12-25.
若杉晃介・藤森新作 (2007) アメリカザリガニによる水田漏水実態とその対策技術(その1). 平成 19 年度農業農村工学会大会講演要旨, 834-835.
山田辰美 (1999) 学校ビオトープの可能性. 杉山恵一・赤尾整志監修, 学校ビオトープの展開—その理念と方法論的考察—, 信山社サイテック, 東京, 63-73.

(2008 年 7 月 31 日受付)

(2008 年 10 月 30 日受理)