

アメリカザリガニを捕食する魚類

小山市 森 晃

1. はじめに

アメリカザリガニ *Plocambarus clarkii* は北米原産の淡水性の甲殻類であり、約 80 年前に侵入して以降分布を広げ、現在では全国各地の淡水域で見られる。本種は日本の外来種の中でも特に生態系や人間活動への影響が大きい生物として、日本の侵略的外来種や緊急対策外来生物に指定されている（森 2017）。これまで在来生態系保全のために、アメリカザリガニの駆除方法が検討されてきたものの、繁殖力や適応力の高さから有効な手法は確立できないでいる（Gherardi et al. 2011a）。加えて、アメリカザリガニの駆除を難しくする原因の 1 つとして捕食者の存在が挙げられる。アメリカザリガニは特定外来生物のオオクチバスと同所的に生息していることが多く、そうした場所で、オオクチバスのみ駆除すると、捕食を受けなくなったアメリカザリガニが個体数を急増させ、結果的に在来生物が悪影響を受ける可能性がある（中田 2015）。このため、アメリカザリガニの駆除を効率的に進めるうえでは、他の在来・外来生物との種間関係を考慮しつつ、様々な駆除手法を現場の状況に応じて使い分ける必要がある（中田 2015）。

本発表では、まずアメリカザリガニの防除を検討する上で重要と考えられる国内における本種の捕食者の情報を整理する。次に、アメリカザリガニと捕食者の生物間相互作用に影響する要素として無視することができない“におい”について取り上げる。最後に、様々な知見を踏まえ今後の課題について議論する。

2. アメリカザリガニを捕食する生物

アメリカザリガニは食物網において中間捕食者に位置し、本種を捕食する生物は多く存在する。例えば、哺乳類のカワウソやカピバラ、鳥類のアオサギ、淡水魚のオオクチバスなどが挙げられ（Loureiro et al. 2015）、中でも淡水魚は水中において遭遇する機会が多いことから、脅威的な捕食者であるといっていよう。国内に侵入したアメリカザリガニを捕食する魚類としては、在来種としてナマズ（林ほか 2012）やウナギ（Kaifu et al. 2013）、外来種としてオオクチバス（Maezono・Miyashita 2004）、コイ（林・稲森 2010）、カムルチー（Miyake・Miyashita 2011）が報告されている。

ここからは、アメリカザリガニによる在来生態系への被害と捕食者の関係を示すため、静岡県桶ヶ谷沼の事例を紹介したい。桶ヶ谷沼は希少なトンボであるベッコウトンボが生息する動植物の宝庫であった。しかし、1998 年からアメリカ

ザリガニが急増し、ベッコウトンボを含む多くの水生昆虫やオニバスなどの水生植物が消失した（荏部・西原 2011）。桶ヶ谷沼においてカムルチー、ウシガエル、ミシシippアカミミガメが潜在的なアメリカザリガニの捕食者と考えられたが、これらの捕食者がどの程度アメリカザリガニに依存しているかわかっていなかった。そこで Miyake・Miyashita（2011）は、駆除の戦略を検討するために安定同位体比分析により、体サイズ別の捕食者の餌生物を解析した。その結果、カムルチーは桶ヶ谷沼の食物網の上位に位置し、小型個体（全長＜15cm）、中型個体（全長 15～40cm）および大型個体（全長 40cm 以上）はそれぞれ、コシアキトンボのヤゴやアメリカザリガニを同程度利用、中型のアメリカザリガニを優占的に利用、モツゴやウシガエルの亜成体を優占的に利用したことがわかった。カムルチーの小型個体はヤゴを捕食するものの、1年で中型個体に成長し 15 年以上生きることから、長期的な視点から見ればカムルチーはトンボ類よりもアメリカザリガニに対する個体群の抑制効果が高いと考えられた。したがって、ベッコウトンボといった希少なトンボの保全を優先する場合は、カムルチーの除去は望ましくないものの、希少な小型魚類を保全する場合は、この限りではない。

3. 捕食者のにおいとアメリカザリガニの行動

捕食者の存在はアメリカザリガニの個体数を減少させる以外に行動を制限する効果もある（Gherardi et al. 2011a）。つまり、アメリカザリガニは捕食されるリスクを恐れ、障害物に隠れるようになり、間接的に在来動植物の食害が減少する。では、どうやってアメリカザリガニは捕食者の存在を知ることができるのだろうか。それには、においが重要な役割を果たしている。

多くの生物は生物由来の化学物質（におい）を情報伝達に用いている。アメリカザリガニも各種のにおいを感じ、行動を決定している（表 1、Jurcak et al, 2016）。	表 1 アメリカザリガニのにおいの利用	
	同種から発したにおい（フェロモン）	他種から発したにおい（カイロモン）
	闘争の決着 社会的地位の証明 雌の配偶者選択 捕食者に対する防衛	餌生物の発見 捕食者に対する防衛（捕食者由来/ 近縁の被食個体由来）

1、Jurcak et al, 2016）。特にアメリカザリガニは複数種のにおい（同種の個体もしくは近縁の個体が捕食者に攻撃された際に発するにおい、捕食者が発するにおい）を知覚し、鋏脚を振り上げる威嚇や逃避、穴に隠れるなどの行動を見せる（Jurcak et al. 2016）。このようなアメリカザリガニのもつ捕食者のにおいに対する反応を正確に理解することで、捕食者存在下の個体数管理や行動の予測に役立つと考えられる。そこで、アメリカザリガニのにおいを用いた捕食回避を理解する上で、示唆的な研究の一部を紹介したい。

アメリカザリガニは、Malewa 川（ケニア）と Trasimeno 湖（イタリア）に 1999 年頃に侵入し、原産地北米における捕食者であるオオクチバス、侵入先で初めて遭遇したコイ、ティラピア、チャブという複数の捕食者と共存している。そこで、Gherardi et al. (2011b) は、これらの生息地のアメリカザリガニを用いて以下の 3 つの仮説を検証した。1) 警告フェロモン（同種の個体が捕食者に攻撃された際に発するにおい）と捕食者のにおいに対する反応に違いがあるのか、2) 異なる捕食者のにおいから捕食リスクの高低を認識できるか、3) 古来の捕食者（オオクチバス）と近來の捕食者（コイ、ティラピア）のにおいに対する反応に違いがあるのか、という仮説である。実験デザインとしては、成熟したアメリカザリガニ 1 個体を 6L の円

表 2 実験に用いたにおいの種類と調製方法

においの種類と滴下順序	調製方法
1: コントロール	井戸水
2: 餌	200g のエビを 400ml の井戸水で解凍
3: 捕食者 ケニア個体群: バス、コイ、ティラピア イタリア個体群: バス、コイ、チャブ	5 日間絶食させた魚を 5l の曝気した井戸水に 24 時間静置
4: 警告フェロモン	3 個体を加熱後、粉碎し 400ml の井戸水に添加

形水槽に入れ、各種のにおいを添加した水 10ml を加え（表 2）、15 秒間隔で 3 分間行動を観察し、これをケニア個体群とイタリア個体群それぞれ 15 個体反復した。結果として、捕食者のにおいに対する反応は、ケニア個体群は 3 種の間には差は見られなかったものの、イタリア個体群はコイやチャブよりもオオクチバスの方が強く警戒した。このことから、アメリカザリガニは直接的な捕食の経験や原産地の分布の重複なしに、捕食者のにおいを共通して認識する能力を有しており、この能力が移入先への定着にも貢献していると考えられた。また、2 つの個体群のアメリカザリガニはともに捕食者のにおいよりも警告フェロモンに強く反応した。

アメリカザリガニが発するフェロモンの役割は他の研究でも示されており、例えば Aquiloni・Gherardi (2010) は成熟した雌個体を入れたトラップでアメリカザリガニを捕獲したところ、雄個体が雌個体よりも有意に多く捕獲されたことから、雌が発するフェロモンが雄を誘引する効果があることを示した。

以上のように、アメリカザリガニとにおいの関係について概観したが、これらは室内実験レベルの知見であり、野外での検証はあまり進んでいない。また、捕食者のにおいの有効範囲、行動抑制の継続時間、日本に生息する個体でも同様の反応を示すかといったことがわかっていない。今後は、野外におけるアメリカザリガニのにおいに対する反応の知見を蓄積し、それらの情報をもとに有効な防除方法を検討することが必要であると考えられる。

引用文献

- Aquiloni L. & Gherardi F. (2010). The use of sex pheromones for the control of invasive populations of the crayfish *Procambarus clarkii*: a field study. *Hydrobiologia*, 649, 249-254.
- Gherardi F., Aquiloni L., Diéguez-Urbeondo J., Tricarico E. (2011a). Managing invasive crayfish: is there a hope? *Aquat. Sci.*, 73, 185-200.
- Gherardi F., Mavuti K.M., Pacini N.I.C., Tricarico E., Harper D.M. (2011b). The smell of danger: chemical recognition of fish predators by the invasive crayfish *Procambarus clarkii*. *Freshwat. Biol.*, 56, 1567-1578.
- 林紀男, 稲森隆平 (2010) コイによるアメリカザリガニ捕食が沈水植物群落に及ぼす影響. 水草研究会誌:28-34.
- 林紀男, 尾崎保夫, 稲森悠平. (2012). 沈水植物の繁茂・定着化におけるナマズ捕食圧を用いたアメリカザリガニ芽生え食害影響の低減化. 日本水処理生物学会誌. 別巻, 49.
- Jurcak A.M., Lahman S.E., Wofford S.J. & Moore P.A. (2016). Behavior of crayfish. *Biology and Ecology of Crayfish*, 117.
- Kaifu K., Miyazaki S., Aoyama J., Kimura S., Tsukamoto K. (2013). Diet of Japanese eels *Anguilla japonica* in the Kojima Bay-Asahi River system, Japan. *Environ. Biol. Fishes*, 96, 439-446.
- 荻部治紀, 西原昇吾 (2011) アメリカザリガニによる生態系への影響, エビ・カニ・ザリガニ: 淡水甲殻類の保全と生物学. 川井唯史, 中田和義, 生物研究社, 東京.
- Loureiro T.G., Anastácio P.M.S.G., Araujo P.B., Souty-Grosset C. Almerão M.P. (2015). Red swamp crayfish: biology, ecology and invasion - an overview. *Nauplius*, 23, 1-19.
- Maezono Y., Miyashita T. (2004). Impact of exotic fish removal on native communities in farm ponds. *Ecol. Res.*, 19, 263-267.
- Miyake M., Miyashita, T. (2011) Identification of alien predators that should not be removed for controlling invasive crayfish threatening endangered odonates. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 21(3), 292-298.
- 森晃 (2017). アメリカザリガニの影響と対策ー水生植物への影響と対策および効果ー. よみがえる魚たち. 高橋清孝, 恒星社厚生閣, 東京.
- 中田和義 (2015) 都市の水環境に定着した外来ザリガニが在来生態系に及ぼす影響用水と廃水 57:519-524.