

アメリカザリガニ *Procambarus clarkii* は魚類を捕食するか？

—魚種による被食の影響の違いに関する実験的解析—

Do crayfish eat fish? —Experimental analysis for differences of prey impact by fish species—

古屋康則・北川雄一

Yasunori Koya and Yuichi Kitagawa

〒501-1193 岐阜市柳戸 1-1 岐阜大学教育学部 理科教育

TEL 058-293-2255 (Email: koya@gifu-u.ac.jp)

要 約

アメリカザリガニ *Procambarus clarkii* の存在が魚類の生存に与える影響を評価することを目的とし、ミナミメダカ *Oryzias latipes*、ヤリタナゴ *Tanakia lanceolata*、ドジョウ *Misgurnus anguillicaudatus* に与える影響を室内実験により調べた。容量6リットル程度の水槽に水を5リットル（水深140mm）入れ、24時間以上絶食させたアメリカザリガニ（大型または小型サイズ）とともに、3魚種のいずれかの単一種を10個体入れ、その後の4日間について、水槽内の魚類の生存数を計数した。対照群として試験魚種のみを10個体入れた水槽を設定した。全ての実験を5回繰り返した。その結果、用いた3魚種ともアメリカザリガニの存在により個体数を減らした。ミナミメダカの場合、大型のアメリカザリガニを入れた水槽において、対照群よりも生存数が有意に減少し、4日目には平均7.2個体となった。ヤリタナゴの場合、大型のアメリカザリガニを入れた水槽において、対照群よりも生存数が有意に減少し、4日目には平均8.3個体となった。ドジョウの場合、アメリカザリガニのサイズにかかわらず対照群よりも生存数が有意に減少し、4日目には大型・小型のアメリカザリガニを入れた水槽とも平均0.6個体まで減少した。一方、ドジョウの場合、水槽の底に砂を20mmの厚さで敷いた場合には、4日目の生存数は平均4.5個体となり、底質がない場合よりも生存数が有意に多かった。以上の結果から、アメリカザリガニは生きた魚類を捕食することが示され、特に底生性のドジョウが最も捕食による影響を受けることが示された。

緒 言

アメリカザリガニ *Procambarus clarkii* は、甲殻綱十脚目アメリカザリガニ科に属し、アメリカ合衆国南部の温暖な湿地を原産とする。雑食性で低い溶存酸素にも耐え、短距離であれば陸上の移動も可能であるほか、乾期や寒冷期には穴を掘って休眠し、寿命は数年であるとされる（伴，2002）。我が国には、1927年にアメリカのニューオーリンズよりウシガエル *Lithobates catesbeiana* の餌として神奈川県に導入され、人為的な移動により分布を北海道から沖縄にまで広げた（川井ほか，2003）。世界的にも様々な国や地域で外来種として移入・定着に成功した種であり、在来の水生生物へのさまざまな影響が懸念され、湖沼生態系に与える影響が大きいことから、環境省と農林水産省により生態系被害防止外来種リストの緊急対策外来種に（環境省・農林水産省，2015）、また、日本生態学会により日本の侵略的外来種ワース

ト100に選定されている（村上・鷲谷，2002）。

本種が生態系に与える影響としては、希少な水生植物や水生動物に対するものが我が国でも懸念されている（荻部，2010）。また国内では、タガメ *Kirkaldyia deyrolli*（Ohba，2011参照）、カスミサンショウウオ *Hynobius nebulosus*（草野・川上，1999；森・夏原，2004）、トウキョウサンショウウオ *Hynobius tokyoensis*（竹内ほか，2011参照）などで、アメリカザリガニの存在が生存に影響を与えるという報告がなされている。一方、代表的な水生生物である魚類については、国外において Mueller et al.（2006）がコイ目サッカー科の Razorback sucker (*Xyrauchen texanus*) への影響を報告しており、我が国では、カワバタモロコ *Hemigrammocypripis neglectus* の生息個体数への影響が報告されている（吉村ほか，2015）。しかし、アメリカザリガニが魚類の生存に与える具体的な影響を示した報告は少ない。

アメリカザリガニが魚類に与える影響を調査する

ことは、今後本種の生態系への影響を考える上で重要である。そこで本研究では、アメリカザリガニの存在が魚類の生存に与える影響を評価することを目的とした。アメリカザリガニと同所的に生息する遊泳性の魚種であるミナミメダカ *Oryzias latipes* とヤリタナゴ *Tanakia lanceolata*、および底生性の魚種であるドジョウ *Misgurnus anguillicaudatus* を用いて、個々の魚種の生存に与える直接的な影響として捕食を想定した室内実験を行った。

材料および方法

実験. アメリカザリガニが個々の魚種を捕食することで生残数が減耗するの否かを調べるため、小型の水槽で両者を4日間飼育し、飼育期間中の魚類の生存数を計数した。実験には岐阜県岐阜市周辺の河川で5-10月頃に採集したアメリカザリガニ、ミナミメダカ、ヤリタナゴ、およびドジョウを使用した。まず、底質となる砂泥や礫などが入っていない実

験水槽（幅 235 mm、奥行き 185 mm、高さ 172 mm；容量 6 リットル）に水を 5 リットル程度（水深 140 mm）入れ、そこに同一魚種を 10 個体入れ、24 時間馴化させた。その後、24 時間絶食させたアメリカザリガニを 1 個体導入し、その日から 4 日間について、1 日 1 回水槽内の魚類の生存数を計数した。アメリカザリガニについては、体サイズによって大型群（頭胸甲長 36.0–44.8 mm）と小型群（頭胸甲長 21.2–25.2 mm）に分けて別々にデータを集めた。魚種ごとに用いた大小 2 群のアメリカザリガニの頭胸甲長の平均値と最小・最大値について表 1 に示した。なお、対照群として魚類のみを 10 個体入れた群を設定し、4 日間の生存個体数を計数した。

ドジョウを用いた実験では「底質なし」、および「底質あり」の 2 群を設け、「底質あり」の実験群では、底質として粒径 0.2–3 mm 程度の砂を水槽に厚さ 20 mm 程度敷き詰めた。底質を入れた水槽については、ドジョウが砂に潜ってしまうため、ザリガニを導入して 4 日目にのみドジョウの生残数を計数し、途中段階での計数は行わなかった。魚種ごと・試験区ご

表 1. 試験に使用したアメリカザリガニの大型・小型各群の頭胸甲長 (mm)

		試験区			
		ミナミメダカ 底質なし	ヤリタナゴ 底質なし	ドジョウ 底質なし	ドジョウ 底質あり
大型群	平均±標準誤差	38.4±1.0	38.3±1.0	40.8±1.4	41.8±0.6
	最小-最大	36.0-41.7	36.8-40.5	36.3-44.8	39.8-43.2
小型群	平均±標準誤差	23.0±0.5	24.5±0.4	23.5±0.4	24.7±0.2
	最小-最大	21.2-24.3	22.8-25.2	22.6-24.7	23.8-25.2

表 2. 使用した各魚種の試験区ごとの平均体長±標準誤差 (mm)

メダカ			タナゴ			ドジョウ					
底質なし			底質なし			底質なし			底質あり		
大型	小型	対照	大型	小型	対照	大型	小型	対照	大型	小型	対照
22.4	22.7	21.9	30.2	28.6	30.2	50.6	50.2	49.8	42.5	41.7	41.7
±0.66	±0.60	±0.60	±0.40	±0.43	±0.46	±0.87	±0.81	±0.87	±0.89	±0.85	±0.93

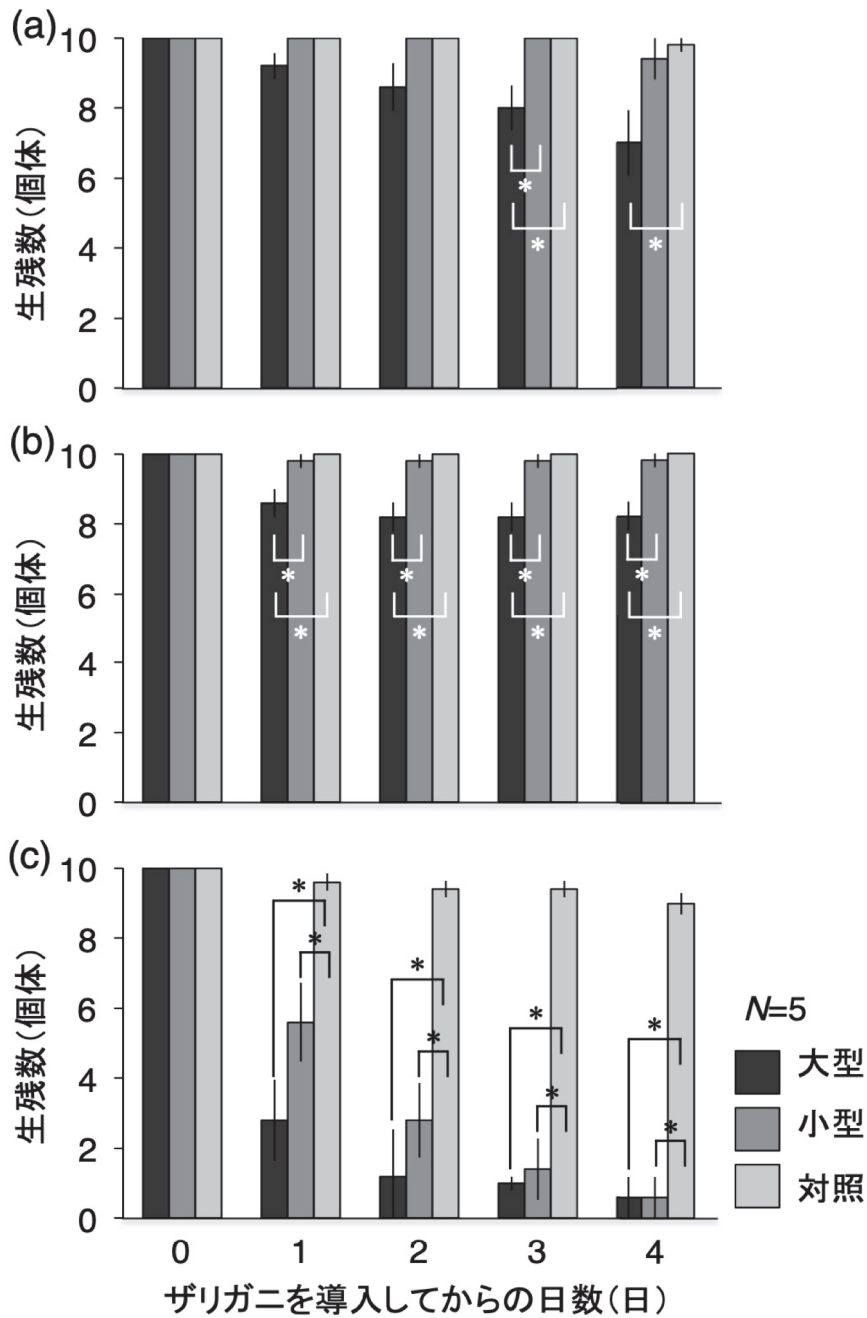


図 1. 供試魚 10 個体を入れた水槽に大型または小型のアメリカザリガニを 1 個体導入した (対照群には導入しない) 際の、魚の生残個体数の経日変化. (a) ミナミメダカ の場合, (b) ヤリタナゴ の場合, (c) ドジョウの場合 (底質なし). 各群とも 5 回の繰り返しの平均値±標準誤差で示した. *は 2 群間に有意差があることを示す.

とに使用した魚の体長の詳細を表 2 に示した. 実験の反復回数は対照群も含めて全て 5 回とした. 全ての水槽の外部には外掛け式フィルター (テトラ社: 金魚・メダカの静かなフィルター) を設置して濾過を行いながら実験を実施した.

を平均±標準誤差で表した. ドジョウを用いた底質の有無の 2 群間の比較には *t* 検定を、大型群、小型群、および対照群の 3 群間の比較には Kruskal-Wallis 検定で多群検定した後、post-hoc test として Scheffe 検定を行った. 有意水準はそれぞれ 5% ($P < 0.05$) とした.

統計検定. 各試験区を 5 回繰り返して得られた値

結 果

ミナミメダカ. 対照群では4日目までミナミメダカの数ほとんど減少しなかった。大型のアメリカザリガニを入れた水槽では、1日目以降ミナミメダカ数は減少し続け、3日後には小型群と対照群に比べ生残数は有意に低くなり、4日後の生残数は 7.2 ± 0.9 個体となった (図 1a)。小型のアメリカザリガニを入れた水槽では3日目までミナミメダカ数は減少せず、4日目にはミナミメダカ生残数は 9.4 ± 0.6 個体となったが、対照群との間に有意な差は見られなかった (図 1a)。

ヤリタナゴ. 対照群の水槽では、4日目までヤリタナゴの数はまったく減少しなかった (図 1b)。大型のアメリカザリガニを入れた水槽では、1日目にヤリタナゴの数が小型群と対照群に比べ有意に減少し (8.25 ± 0.37 個体)、その後4日目まで生残数に変化は見られなかった (図 1b)。小型のアメリカザリガニを入れた水槽では4日目まで目立った減少はみられず、4日目の生残数は 9.8 ± 0.2 個体であった (図 1b)。

ドジョウ. 底質のない水槽での実験では、ドジョウのみを入れた対照群の水槽では、1日目以降ドジョウの数は僅かに減少し、4日目には 9.0 ± 0.32 個体となった (図 1c)。大型のアメリカザリガニを入

れた水槽では、1日目に生残数は 2.8 ± 1.2 個体まで低下し、その後も減少が続いて、4日目には 0.6 ± 0.6 個体まで減少した (図 1c)。1日目にはアメリカザリガニがドジョウを捕食していることが目視で確認された (図 2)。小型のアメリカザリガニを入れた水槽では、1日目には生残数が 5.6 ± 1.1 個体まで減少し、その後も減少が続いて、4日目には 0.6 ± 0.6 個体まで減少した (図 1c)。4日間の各群の生残数を比較すると、サイズにかかわらずアメリカザリガニを導入した水槽では対照群に比べ一貫して有意に低い値をとった (図 1c)。

底質として砂を入れた水槽と底質のない水槽での4日目のドジョウの生残数を比較した (図 3)。アメリカザリガニを導入していない対照群では、底

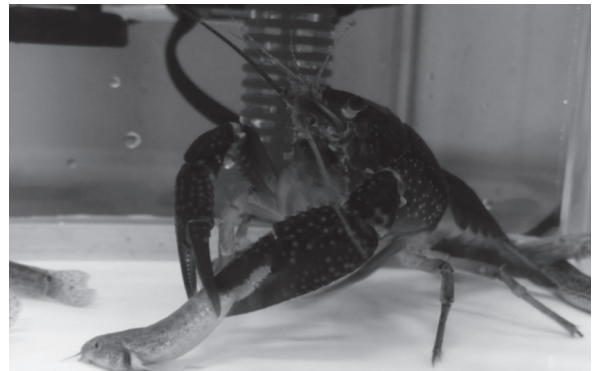


図 2. ドジョウを入れた水槽に大型のアメリカザリガニを導入後、1日目にドジョウが被食されている写真。

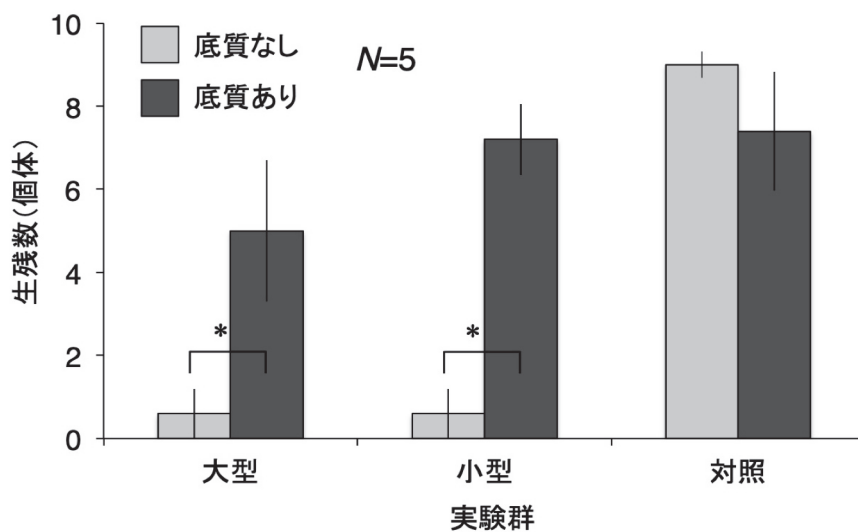


図 3. ドジョウを10個体入れた水槽に大型または小型のアメリカザリガニを1個体導入して (対照群には導入しない) 4日後における、ドジョウの生残個体数。水槽に砂を入れた場合 (底質あり) と入れなかった場合 (底質なし) の比較。各群とも5回の繰り返しの平均値±標準誤差で示した。*は2群間に有意差があることを示す。

質を入れた水槽の生残数が 7.4 ± 1.4 個体となり、底質のない水槽の 9.0 ± 0.32 個体との間に有意な差は見られなかった (図 3)。一方、大型および小型のアメリカザリガニを入れた水槽では、底質を入れた水槽の生残数はそれぞれ 4.5 ± 1.7 個体および 7.2 ± 0.86 個体となり、底質のない水槽の 4 日目の値に比べ有意に高い値をとった (図 3)。底質を入れた水槽における大型群、小型群、対照群の 3 群間には生残数に有意な差はなかった。

考 察

本研究により、ミナミメダカ、ヤリタナゴ、およびドジョウの 3 魚種とも、アメリカザリガニの存在によって生残数を減少させた。また、実際にドジョウが捕食されていることも確認できた。このことから、アメリカザリガニが、本実験のような飼育環境下では魚類を捕食できることが示された。これまでにアメリカザリガニの魚類に対する影響を調べた研究としては、コイ科のカワバタモロコの生息数とアメリカザリガニの捕獲数に負の相関関係があることから、カワバタモロコがアメリカザリガニのいる場所を避けている可能性を示唆するものがある程度であり (吉村ほか, 2015)、アメリカザリガニが魚類を直接捕食することを示した研究はほとんどない。本研究によってアメリカザリガニが生きた魚を捕獲して摂食することができ、それによって魚類の生息数を減少させ得ることが示唆された。以下では、アメリカザリガニの体サイズによる捕食の影響の違いと、魚種ごとの被食リスクの違いについて議論する。

アメリカザリガニの体サイズによる捕食率を比較すると、捕食対象が遊泳性のミナミメダカおよびヤリタナゴの場合には、大型群と小型群の間に違いが見られ、ミナミメダカでは 3 日目から 4 日目にかけて、ヤリタナゴでは 1 日目以降、大型群の水槽の生残率が小型群のそれに比べ有意に低かった。このことから大型のアメリカザリガニは小型のアメリカザリガニよりも餌の捕獲に使う第一脚が届く範囲が広いために、魚の捕獲能力が高いことを示唆している。一方で、ミナミメダカとヤリタナゴでは 4 日目の生残数が大型群でもそれぞれ 7.2 ± 0.86 個体および 8.25 ± 0.37 個体と高く、アメリカザリガニの攻撃から逃げきれぬ個体が相当数いたことを示している。今回の実験で用いた水槽の水深は 140 mm であり、

水面に近い水域には大型個体 (頭胸甲長 36.0–44.8 mm) でも第一脚が届かなかったものと推測できる。

捕食対象が底生性のドジョウの場合には、底質を入れていない実験において、大型群と小型群の間に有意な差はなく、生残数はアメリカザリガニ導入の翌日から対照群に比べ有意に低い値を取り、導入からの日数を経るに従って生残数は漸減した。このことから、底生性の魚類に対しては、遊泳性の魚類以上にアメリカザリガニの捕食による影響は大きいと言える。また、その影響とアメリカザリガニの体サイズの関係については、今回用いた程度のサイズの違いではあまり差がないと考えられる。一方で、大型群と小型群の間に有意な差はなかったものの、実験期間を通して小型群の平均値が大型群に比べて一貫して高かったのは、捕食能力の違いというよりは、体サイズによる摂食速度の違いを反映しているのかもしれない。実験期間が数日伸びれば、大型群でも小型群でも生残数はゼロになっていた可能性が高い。

一方、底質を入れた水槽を用いた実験では、4 日目のドジョウの生残数が大型群と小型群の双方とも底質がない場合に比べて有意に高く、底質の存在がドジョウの被食を妨げていることが示された。また、底質を入れた水槽での大型群と小型群の生残数には対照群との間に有意な差が見られなかったことは、底質の存在がアメリカザリガニの捕食による影響をかなり軽減したことを意味している。ドジョウは通常、砂泥に身を潜めるような生活を送っており、本研究で用いたような硬い底質環境に身を置くことはないため、底質のない水槽を用いた実験の結果は、実際の野外でのアメリカザリガニによるドジョウへの捕食圧をそのまま反映しているわけではない。むしろ、底質を入れた水槽を用いた実験の結果の方が、野外でのドジョウに対するアメリカザリガニの影響の実態をより反映していると思われる。一方で、野外には三面をコンクリート張りに改修された水路も存在し、その中にはアメリカザリガニが生息している水路も散見される。このような環境はドジョウにとって、底質の面からも、アメリカザリガニによる被食の面からも生息が困難な環境であると言える。

本研究で用いた 3 魚種は、本州の多くの地域でアメリカザリガニと生息域が重複しており、岐阜県の太平洋側の平野部においてもほとんどの水域でこれらの 3 魚種とアメリカザリガニは同所的に生息している。岐阜市が発表したブルーリストではアメリカザリガニは侵入ランク A (市内に広範囲に分布・定

着しているもの)に区分されている(岐阜市, 2015)。一方で、日本国内の県や自治体が独自に選定している絶滅危惧種のリスト(レッドリスト)では、多くの都府県でドジョウ、シマドジョウ種群、スジシマドジョウ種群などのドジョウ科魚類がリストに選定されている(NPO 法人野生生物調査協会・NPO 法人 Envision 環境保全事務所, 2018)。2018年に発表された環境省版のレッドリストではドジョウが情報不足(DD)から準絶滅危惧(NT)へと格上げされた(環境省, 2018)。これらドジョウ科魚類が絶滅の危機に瀕するに至った原因の中に、ザリガニの影響に関する記述は見当たらないが、ドジョウ科魚類がアメリカザリガニによってどのような影響を受けているのかについて、今後実態を調査する必要があるかもしれない。さらに、本研究の結果から、アメリカザリガニの遊泳性の魚類への影響は大きくはないかもしれないが、底生性の魚類に対してはこれまでに考えられていた以上に深刻である可能性が見出された。アメリカザリガニが生息する環境にはドジョウ科魚類以外にもコイ科やハゼ科の底生性魚類が数多く生息しているため、これら底生性魚類全体への影響について注視して行く必要がある。

謝 辞

論文の執筆にあたり、岐阜大学連合農学研究科大学院生の伊藤 玄氏には有益な情報や助言をいただいた。ここに感謝の意を表す。

引用文献

伴 浩次. 2002. アメリカザリガニ 四大陸と日本本土を制覇した侵略者の老舗. 日本生態学会(編), 村上興正, 鷺谷いづみ(監), pp. 169, 外来種ハンドブック、地人書館、東京。

岐阜市. 2015. 岐阜市の注目すべき生き物たち 岐阜市版レッドリスト・ブルーリスト 2015. 229 pp.

環境省. 2018. 環境省レッドリスト 2018. https://www.env.go.jp/nature/kisho/hozen/redlist/RL2018_5_180604.pdf (2018年11月26日参照)

環境省・農林水産省. 2015. <https://www.env.go.jp/nature/intro/2outline/iaslist.html> (2018年11月26日参照)

菊部治紀. 2010. 本当はこわいアメリカザリガニ. 科学, 80: 577-579.

川井唯史・中田和義・大高明史. 2007. 日本のザリガニ類の生物地理と将来. 生物科学, 58: 115-123.

草野 保・川上洋一. 1999. トウキョウサンショウウオは生き残れるか? 東京都多摩地区における生息状況調査報告書. トウキョウサンショウウオ研究会, あきるの市.

森 啓彰・夏原由博. 2004. カスミサンショウウオの幼生期間における水位低下と水温、捕食者の影響について. 爬虫両生類学会報, 2004: 3-11.

Mueller, G. A., J. Carpenter and D. Thornbrugh. 2006. Bullfrog tadpole (*Rana catesbeiana*) and red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*) predation on early life stages of endangered razorback sucker (*Xyrauchen texanus*). The Southwestern Naturalist, 51(2): 258-261.

村上興正・鷺谷いづみ. 2002. 日本の侵略的外来種ワースト100. 外来種ハンドブック(日本生態学会編, 村上興正・鷺谷いづみ監修), pp. 362-363. 地人書館, 東京.

NPO 法人野生生物調査協会・NPO 法人 Envision 環境保全事務所. 2018. 日本のレッドデータ検索システム. <http://jpnrd.com> (2018年11月26日参照)

Ohba, S. 2011. Impact of the invasive crayfish *Procambarus clarkii* on the giant water bug *Kirkaldyia deyrolli* in rice ecosystems. Jpn. Environ. Entomol. Zool., 22:93-98.

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. 日本環境動物昆虫学会誌, 22: 33-37.

吉村元貴・石田真隆・升方拓郎・石川聡子・近藤高貴. 2015. カワバタモロコ個体群に及ぼすアメリカザリガニの影響. 大阪教育大学紀要第III部門, 63: 1-6.