
アメリカザリガニ移入後の生息地のアカハライモリの状態

丸野内淳介¹・松井 久実²・清水 則雄³

¹ 250-0031 神奈川県小田原市入生田499 神奈川県立生命の星・地球博物館

² 252-5201 神奈川県相模原市中央区淵野辺1-17-71 麻布大学獣医学部生理学第1研究室

³ 739-8524 広島県東広島市鏡山1-1-1 広島大学総合博物館

Status of *Cynops pyrrhogaster* in a habitat after immigration of *Procambarus clarkii*

By Junsuke Marunouchi¹, Kumi Matsui², and Norio Shimizu³

¹ Kanagawa Prefectural Museum of Natural History, 499 Iryuda, Odawara, Kanagawa 250-0031, Japan

² Laboratory of physiology I, Azabu University School of Veterinary Medicine,
1-17-71 Fuchinobe, Chuo, Sagamihara, Kanagawa, 229-8501, Japan

³ Hiroshima University Museum, 1-1-1 Kagamiyama, Higashihiroshima, Hiroshima 739-8524, Japan

Abstract: Red swamp crayfish, *Procambarus clarkii* have immigrated since 2009 into one habitat of the Japanese newt *Cynops pyrrhogaster* that we observed from 1999 to 2002 in Hiroshima Prefecture, Japan, so we studied the habitat again in December 2012. The observed number of individuals of *C. pyrrhogaster* in 2012 and their catch per unit effort as relative density tended to decline, and 93.9% of males and 72.7% of females showed injury. In another habitat that *P. clarkii* has invaded since 1993, *C. pyrrhogaster* showed low frequency of observation and many injured individuals from 1997 to 2002.

序 文

北米大陸メキシコ湾沿岸部に生息するアメリカザリガニ *Procambarus clarkii* (節足動物門甲殻綱十脚目アメリカザリガニ科) は、養殖されていたウシガエル *Lithobates*

catesbeianus の餌とすることを目的にアメリカ合衆国ニューオリンズから1927年に神奈川県に移入され(三宅, 1986; 大森, 1986; 酒向, 1987), 本州, 四国, 九州には1960年までに分布を拡大し(宮下, 1963), 沖縄島

では1980年頃から(伴, 2002), 北海道では1994年に分布が確認されている(斎藤・蛭田, 1995). その影響として, 水田において畔に穴をあける, イネを食べる, 水生昆虫に対しては直接的な捕食や, 水草を食べることにより, 産卵や幼虫の生息場所を消失させることが指摘される(荻部・西原, 2011; 多紀, 2008). また, 一方でヒルがいなくなる, 雑草が少なくなる効用があったという(岸田, 1961; 尾崎, 1999).

日本列島に生息する両生類に対するアメリカザリガニの影響として, 環境省のレッドデータブック2014は, アベサンショウウオ *Hynobius abei*, ホクリクサンショウウオ *Hynobius takedai*, カスミサンショウウオ *Hynobius nebulosus*, トウキョウサンショウウオ *Hynobius tokyoensis*, イボイモリ *Echinotriton andersoni* の存続を脅かす原因の1つとして, アメリカザリガニの捕食を挙げている(環境省自然環境局野生生物課希少種保全推進室, 2014). 東京都のアメリカザリガニが生息するトウキョウサンショウウオの繁殖地で, トウキョウサンショウウオの破れた卵嚢や, 四肢や尾が切断された雌の死体が確認されている(塩谷, 2004). 竹内他(2011)は, 千葉県のとウキョウサンショウウオ生息地において, アメリカザリガニ生息密度が高い地点では, トウキョウサンショウウオ幼生の生存率が低くなることを示した.

川上(1948)は, 東京都の石神井川, 神田川上水, 目黒川, 多摩川の支流に注ぐ小川や溝に, アカハライモリ *Cynops pyrrhogaster* が1937年から1940年頃には多くいたが, 1947年には全くいなくなり, 代わりにアメリカザリガニが多くいたと報告している.

広島県東広島市の広島大学構内の水域内のアカハライモリ生息地には, 調査開始時点で既にアメリカザリガニが生息していた地点と, 調査開始時点でアメリカザリガニが生息していなかったが, 以降にアメリカザリガニ

が確認された地点があり, これらの地点のアカハライモリの記録を報告する.

調査地

広島県東広島市の広島大学構内を流れる川の流域内に溜池や湿地がある(広島県建設技術センター・広島大学, 1999). そのうちの1つ, 「生態実験園」(北緯34度24分, 東経143度43分, 標高220 m, 世界測地系)は, アカマツ *Pinus densiflora* 林(10000 m²)と湿地(500 m²)で構成されている. 湿地は1992年から隣接する川から導水するなどして管理された(Marunouchi et al., 2002). 両生類はニホンアカガエル *Rana japonica* の繁殖が確認され, アカハライモリ, トノサマガエル *Pelophylax nigromaculatus*, ウシガエル, スマガエル *Fejervarya kawamurai*, シュレーゲルアオガエル *Rhacophorus schlegelii* の生息も確認されている. アメリカザリガニは1993年に導入された(Marunouchi et al., 2002).

「ふれあいビオトープ」(別名工学部ビオトープ)(北緯34度23分, 東経132度43分, 標高210 m, 世界測地系)は, 生態実験園に隣接する川の約600 m 下流側に位置し, 川左岸のアカマツ林と水田跡のショウブ園(400 m²)と池(30 m²)で構成されている. ショウブ園は1995年から1998年にかけて, 池は1999年に整備され(広島大学工学部広報委員会, 2000), 水源は法尻より滲出する地下水である. ショウブ園の法尻は地下水を受けるように幅60 cmの水路が掘られている. 両生類はアカハライモリ, カスミサンショウウオ, ニホンヒキガエル *Bufo japonicus japonicus*, ニホンアカガエル, スマガエルの繁殖が確認され, ニホンアマガエル *Hyla japonica*, トノサマガエル, ウシガエル, シュレーゲルアオガエルの生息も確認されている.

ショウブ園に隣接する川の護岸は, 花崗岩の割石積護岸であり, 2002年に親水護岸が施工されている. 川には土砂が堆積し, 護岸の

天端との差は2012年12月31日の時点で約30～80 cmであった。

アメリカザリガニの生息は、ふれあいビオトープの付近では約60 m 下流側の川の水域で1999年7月15日などに確認されていた。ふれあいビオトープ内においては、アメリカザリガニは2009年10月に1個体確認され、2010年11月7日には全長40～80 mm に及ぶ44個体が採集されるなど（塩路、未発表）、増加傾向を示した。

調査方法

生態実験園における調査

1997年1月より2002年4月までに夜間、または日中に湿地の水域に出現したアカハライモリを目視して個体数を記録した。1997年11月より確認された個体の一部を採集し、性別と負傷状況などの個体の特徴を記録した。記録後に採集された個体は調査地に放逐した。

ふれあいビオトープにおける調査

アメリカザリガニ確認前の調査

1999年1月より、2002年4月までの間、夜間に水路、ショウブ園、池の水底を懐中電灯で照らし、目視したアカハライモリの個体数と調査時の水温を記録した。目視調査では、性別が分かる程度に接近すると個体が逃げ隠れて、出現している個体数が把握できなくなるので、性別までは確認しなかった。

アカハライモリの採集調査を1999年12月の8日間、2000年3月12日、2000年12月の3日間、2001年3月19日、2001年12月の3日間、それぞれ日没後に実施した。各年の12月には調査の効率化のために水路や池の底の泥さらいや除草など清掃を行った。採集は1人から5人で手づかみまたはタモ網を用いて行った。1日あたりの採集を複数回行った日があり、1999年12月11日に4回、2000年12月25日に6回、26日に4回、27日に2回であった。個体数と、性別、負傷状況などの個体の特徴

を記録し、指切りによる集団標識を行った。また、採集された個体の一部については、吻端から総排泄孔後端までの体長と、総排泄孔後端から尾の先端までの尾長を麻酔せずにノギスで1 mm 単位で測定し、個体識別のために腹部の斑紋を描写、或いは撮影した。記録後に採集された個体は調査地に放逐した。

アメリカザリガニ確認後の調査

採集調査の前の2012年12月25日の日没後（19:45-20:45）に目視調査、26日の日中に調査の効率化のために水路や池の底の泥さらいや除草など清掃を行い、27日の日没後（20:00-20:30）に目視調査をおこなった。

2012年12月30日の日没後（18:20-20:20）に、アカハライモリとアメリカザリガニを4人で目視して個体数を記録した後に採集した。

採集されたアカハライモリに対しては、個体数、性別、負傷状況の記録、腹部の斑紋の撮影、体長、尾長、体重の測定を行い、31日1時12分に採集地に放逐した。今後、四肢の負傷状況と混乱が起きる可能性があるため、個体或いは集団標識のための指切りは行わなかった。

採集したアメリカザリガニは、性別を記録した後は一部を冷凍して、標本とした。

解析

夜間調査の日付は、特記しない限り翌日の未明も同一として1晩を1日として計数した（倉本・石川、2000）。

生態実験園においてアカハライモリが確認される頻度が低いため、結果を示すに留め、検定は行わなかった。ふれあいビオトープのアカハライモリの目視個体数は、12月のみ各調査日ごとに示し、1999年から2002年までの期間の月の最大個体数を抽出した。

各年12月下旬の採集調査初日である、1999年12月24日、2000年12月25日、2001年12月26日、2012年12月30日のCPUE（Catch Per

Unit Effort, 単位努力量当たり捕獲個体数：個体数/(人数×時間)を計算した。但し、2000年12月25日は6回採集を行ったうちの第1回目の値を使用した。

採集個体のうち、身体の負傷や欠損の他に、過剰肢や過剰指、指の形の異常のある個体についても、過去の負傷によって生じた形態異常と仮定し負傷の中に含めた。負傷の部位の内訳を、頭、肢、尾に分類し、1999年から2001年までの12月、3月の採集調査の結果と、2012年の結果を比較した。

負傷率については、2012年とその他の年の採集調査初日の結果について、Sequential Bonferroni法で補正したFisherの正確確率検定法で検定した。但し、2000年12月25日は6回の採集ごとに個体の状況を記録していなかったため、合計の値を使用した。

尾長/体長を尾率として体長と尾長の記録がある1999年12月と2012年12月の雌雄の結果について、Mann-WhitneyのU検定で検定した。

結果

生態実験園

1997年1月9日から2002年4月7日までにアカハライモリは日中の調査429回中1回、

夜間の調査930回中28回確認された。1回あたりの目視数の最大値が1997年に3個体であったのに対し、1998年以降は1個体であった(図1)。この期間に採集した個体において、雄は5個体中2個体の尾が短くなっており、1個体の右前肢の指が太くなっていた。また雌4個体中2個体が吻を負傷していた。そのうち早く採集された、1998年4月23日未明の1個体は上顎の右側が抉れ、尾が切断された状態であった。この調査期間内においてアカハライモリの幼生は確認されなかった。

なお、アメリカザリガニが繁殖活動中のニホンアカガエルに対して、1998年2月20日2:50頃(水温9.0°C)に雄を、1998年2月18日21:45頃(水温6.0°C)に性別不明の成体を捕獲しているのが確認された。

ふれあいビオトープ

1999年1月20日未明より、2002年4月5日未明までの間の560回の夜間調査のうちアカハライモリは419回確認された。1999年から2002年の月最大目視数は12月から5月にかけて多く見られる傾向があり、2000年以降のこの期間の値は前年を上回る傾向があった(図2)。アカハライモリの幼生は1999年の6月

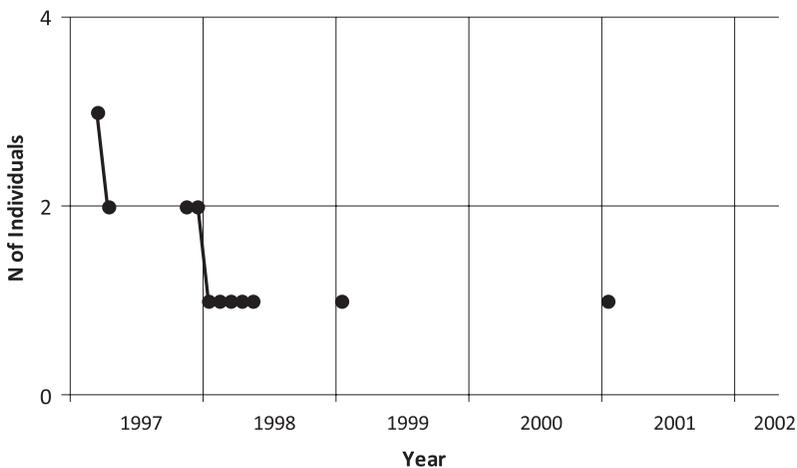


図1. 広島大学生態実験園の1997年から2002年までのアカハライモリ目視数の月最大値。
Fig. 1. Monthly maximum of observed numbers of individuals of *Cynops pyrrhogaster* from 1997 to 2002 in Hiroshima University Ecological Garden.

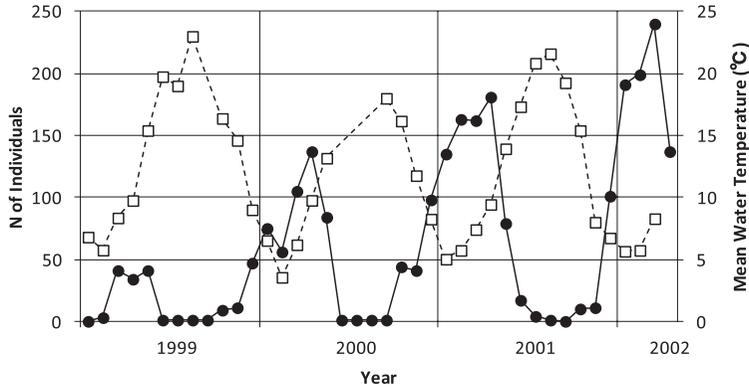


図2. 広島大学ふれあいビオトープの1999年から2002年までのアカハライモリ目視数の月最大値と調査時の水温の月平均値。黒丸はアカハライモリ、白抜き四角形は水温を示す。

Fig. 2. Monthly maximum of observed numbers of individuals of *Cynops pyrrhogaster* and monthly mean of water temperature observed from 1999 to 2002 in Hiroshima University Fureai Biotope.

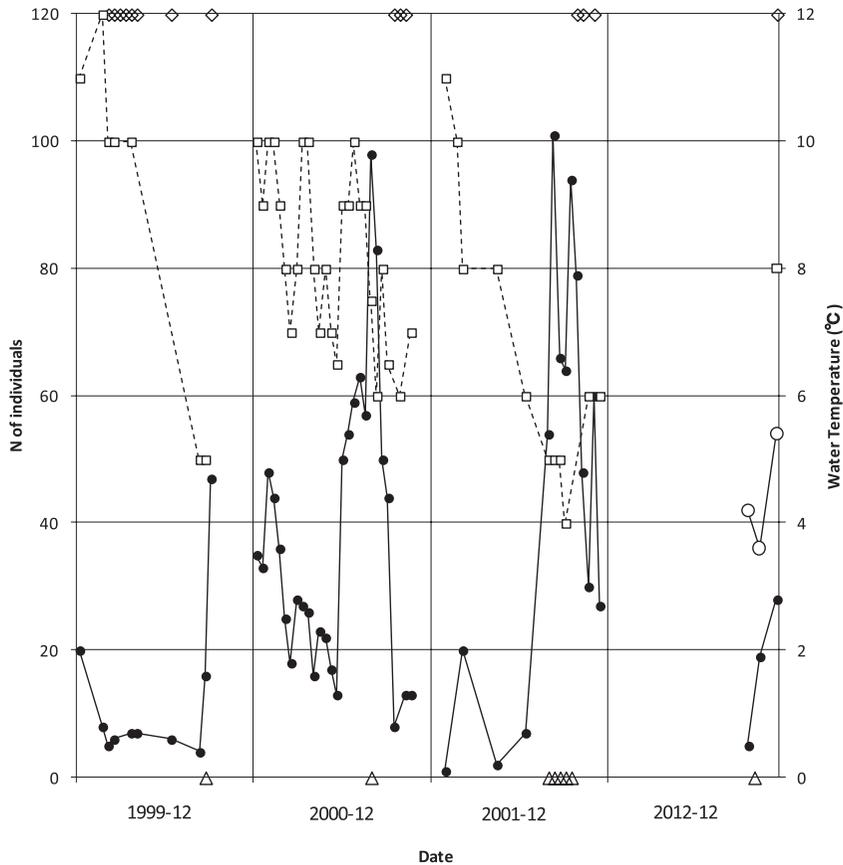


図3. 広島大学ふれあいビオトープの12月のアカハライモリとアメリカザリガニの目視数、調査時の水温。黒丸はアカハライモリ、白抜き丸はアメリカザリガニ、白抜き四角形は水温、上側のひし形は採集調査日、下側の三角形は溝さらいの日を示す。

Fig. 3. Observed numbers of individuals of *Cynops pyrrhogaster*, *Procambanus clarkii* and observed water temperature during December in Hiroshima University Fureai Biotope. Solid and open circles and open squares show *Cynops pyrrhogaster*, *Procambanus clarkii* and water temperature respectively. Upper rhombs and lower triangles show days of collection and days that ditches had been cleaned respectively.

から10月, 2000年の7月と9月, 2001年7月に確認された. 調査時の水温の月平均値は4°Cから23°Cの範囲であり, 年間で1月または2月に最低となり, 8月に最高となる傾向があった(図2).

12月のアカハライモリの目視個体数は, 清掃後に多く確認された(図3). 12月の目視個体数の最大値は, 1999年の47個体から2001年の101個体であったのに対し, 2012年は28個体であった. 12月の調査時の水温は4°Cから12°Cの範囲であり, 2012年の調査時の水温は8°Cであった.

各年12月のCPUEは, 1999年から2001年においては24~36個体/(人数×時間)であったのに対し, 2012年においては15個体/(人数×時間)であった(図4).

一方で, 2012年12月のアメリカザリガニについては目視数が36~54個体, CPUEは8個体/(人数×時間)であった. 採集された25個体の構成は, 全長83~91 mmの雄8個体, 雌12個体, 全長18~40 mmの未成熟個体5個体であった.

なお, 2012年の調査中, アカハライモリの死体を鉗脚で持ち口に当てている姿勢のアメリカザリガニ1個体が確認された(図5A). この個体はすぐに逃げ, 採集できなかった. アカハライモリの死体は吻端, 下顎, 尾, 四肢の一部が無い状態であった(図5B). 脊椎骨, 四肢の縁が鋸歯状になっていた.

2012年に採集されたアカハライモリは雄33個体中31個体(93.9%), 雌11個体中8個体(72.7%)が負傷していた(表1). 負傷部位は頭部, 四肢, 尾部に大別され, いくつかの部位を負傷した個体が, 雄では21個体, 雌では3個体確認され, 頭部だけを負傷している個体は確認されなかった(表2). 負傷状況は, 頭部については眼や吻端の欠失(図6A, 6B), 四肢については肢の欠失(図6A, 6C)や外傷(図6B), 指の欠失(図6C)や二又などの形態異常, 尾部は尾端の切断(図

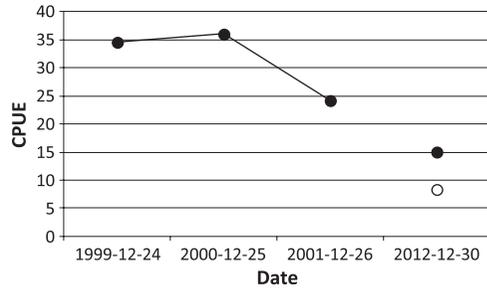


図4. 広島大学ふれあいビオトープの12月下旬の採集調査初日のアカハライモリとアメリカザリガニの単位努力量当たり捕獲数(CPUE, 個体数/(人×時)). 黒丸はアカハライモリ, 白抜き丸はアメリカザリガニを示す.

Fig. 4. Catch per unit effort (CPUE, caught numbers of individuals/(persons × hour)) on the first day of collection during late December in Hiroshima University Fureai Biotope. Solid and open circles show *Cynops pyrrhogaster* and *Procambarus clarkii* respectively.

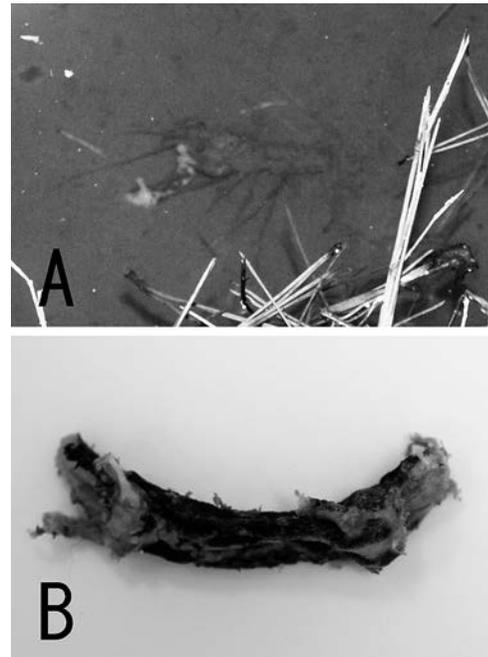


図5. アカハライモリの死体を持つアメリカザリガニ (A). アカハライモリの死体 (B).

Fig. 5. *Procambarus clarkii* holding a carcass of *Cynops pyrrhogaster* (A). The carcass of *Cynops pyrrhogaster* (B).

6C)や尾外縁部の鋸歯状変化を伴う外傷(図6B)が確認された. 傷の状態は皮膚の癒合していないものから, 治癒過程にあるものま

表 1. 12月下旬の採集調査初日に採集されたアカハライモリの負傷個体数.

Table 1. Number of injured individuals of *Cynops pyrrhogaster* on the first day of collection in late December.

調査日 Date of Collection	雄 Male				雌 Female			
	無傷 Uninjured	負傷 Injured	計 Total	負傷率 (%) Percentage of the injured	無傷 Uninjured	負傷 Injured	計 Total	負傷率 (%) Percentage of the injured
1999-12-24	30	1	31	3.2	5	2	7	28.6
2000-12-25	131	1	132	0.8	16	0	16	0.0
2001-12-26	117	1	118	0.8	25	0	25	0.0
2012-12-30	2	31	33	94.0	3	8	11	72.7

表 2. アカハライモリの負傷部位別の個体数. 各部位だけ負傷している個体数は括弧内に示す.

Table 2. Numbers of individual *Cynops pyrrhogaster* divided by injuries. Numbers of individuals only injured in one body part in parentheses.

調査期間 Term of Research	雄 Male				雌 Female			
	頭部 Head	四肢 Limb	尾部 Tail	計 Total	頭部 Head	四肢 Limb	尾部 Tail	計 Total
December in 1999, March and December in 2000 and 2001	3(3)	11(11)	0(0)	14	0(0)	5(5)	0(0)	5
December in 2012	4(0)	21(2)	29(8)	31	2(0)	6(3)	5(2)	8

で様々な段階があった. 物の負傷は生態実験園で確認された個体の負傷と類似していた.

2012年の調査に対し, 1999年から2001年の12月, 3月の採集調査で確認された負傷個体を合計した雄14個体, 雌5個体においては, 共に尾部の負傷は確認されず, 頭部だけ, あるいは四肢だけの負傷が確認された(表2). 雌雄とも尾部の負傷率が, 2012年は1999年から2001年の合計と比較して有意に高かった(Fisherの正確確率検定, $P < 0.05$). 負傷状況は, 頭部においては眼の欠失や皮膚の裂傷が確認されたが, 2012年の調査で見られた吻端の欠失は確認されなかった. 四肢では肢の欠失, 指の欠失, 短小, 二又の他に, 過剰指, 過剰肢が確認された. 傷の状態は頭部皮膚裂傷の雄1個体と両前肢と左後肢を欠失した雌1個体を除いては, 皮膚は癒合していた.

また, 1999年から2001年の12月下旬の採集調査初日の負傷個体は, 雄では31~132個体中1個体(0.8%~3.0%), 雌では1999年に7個体中2個体(28.6%)である以外は, 16~25個体中0個体(0.0%)であり, 負傷率について, 2012年の雄は, 1999年から2001年ま

での雄に対して有意に高く, 2012年の雌は, 2000年と2001年の雌に対して有意に高かった(Sequential Bonferoniで補正したFisherの正確確率検定, $P < 0.05$)(表1).

1999年12月に採集された雄71個体と2012年12月に採集された雄33個体について, 体長の分布は有意差が無かったが, 尾率の分布は2012年12月の雄が有意に低かった(Mann-WhitneyのU検定, $P < 0.05$)(表3). 1999年12月に採集された雌26個体と2012年12月に採集された雌10個体についても, 体長の分布は有意差が無かったが, 尾率の分布は2012年12月の雌が有意に低かった(Mann-WhitneyのU検定, $P < 0.05$)(表3).

なお, 2012年の調査時に両生類はアカハライモリの他にカスミサンショウウオ雄1個体, ニホンアカガエル雄2個体を採集したが, いずれも負傷していなかった.

考 察

愛媛県の標高500 m未満のアカハライモリ成体の年齢構成の連続した分布は3歳から7歳であり(Marunouchi et al., 2000), 愛媛県

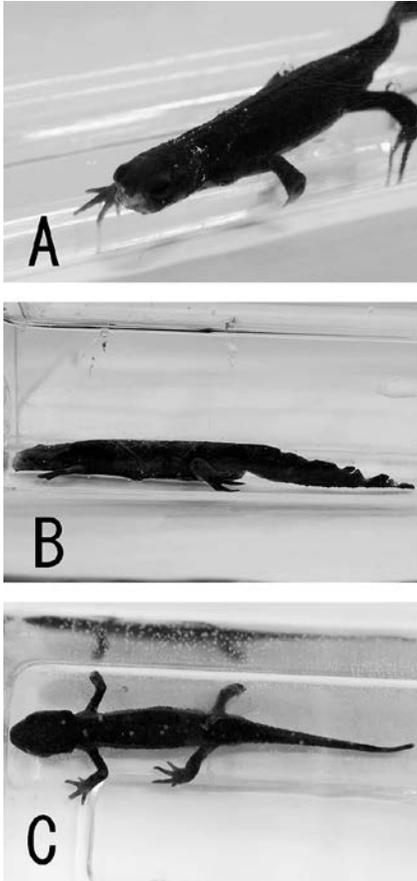


図6. アカハライモリの負傷の状況. 吻と左前腕部を欠失した雌 (A). 吻の欠失, 左前腕部負傷, 尾部を鋸歯状に負傷した雄 (B). 左前肢第三指先端, 右前腕部, 右脛部, 尾部先端を欠失した雄 (C).

Fig. 6. Status of injuries of *Cynops pyrrhogaster*. A female missing a snout and left forearm (A). A male missing a snout and injured forearm and serrated tail (B). A male missing the tip of the third finger of the left forelimb, right forearm, right shank, and tip of tail (C).

と瀬戸内海を挟んだ広島県の生息地でも近似しているものと考えられる. よって, 2002年4月までに確認された個体は, 2012年に生存しておらず, 2012年12月に確認された個体の中には含まれていないと考えられる.

アカハライモリは, 京都府の畑の水路に生息する個体群においては夜間の方が日中より多く出現し (林, 1989), 日照と温度変化を自然条件下においた飼育個体の1年間の活動の記録においては, 1月下旬と4月下旬の夜間の水中活動は, その他の時期と比較して減少している (Nagai and Oishi, 1998). これに対し, ふれあいビオトープで12月から5月にかけてアカハライモリの夜間の出現個体数が多く確認されている. これは水域に入る地下水によって水温が, アカハライモリが活動する程度に保たれており, 12月の清掃後から抽水植物が伸長する5月までは水底のアカハライモリの発見率が比較的高いためと考えられる.

ふれあいビオトープにアメリカザリガニが入った過程として, 人による放逐の他, 隣接する川からの移動が考えられる. アメリカザリガニが水位上昇時に水流とともに護岸を越えるか, 護岸を上るかである. 水の流れるコンクリート製の落差工を登ることがあることから (荻部・西原, 2014), 花崗岩の割石積の護岸を登ることは可能であると考えられる.

生態実験園に生息するアカハライモリをアメリカザリガニが捕食していることが推定さ

表3. アカハライモリの測定値. 各測定値は平均値 ± 標準偏差 (範囲) を示す.

Table 3. Measurements of *Cynops pyrrhogaster*, snout-vent length (SVL), tail length (TL), body weight (BW), and condition factor. SVL was measured from the snout to the posterior end of the cloaca. Each value shows mean ± standard deviation (range).

調査年 Year of Research	雄 Male						雌 Female					
	個体数 N	体長 (mm) SVL	尾長 (mm) TL	尾率 TL/SVL	体重 (g) BW	肥満度 Condition Factor BW/(SVL/10) ³	個体数 N	体長 (mm) SVL	尾長 (mm) TL	尾率 TL/SVL	体重 (g) BW	肥満度 Condition Factor BW/(SVL/10) ³
1999	71	43±2 (39-48)	33±2 (30-38)	0.76±0.04 (0.67-0.85)	No Data	No Data	26	48±4 (37-54)	40±4 (37-54)	0.83±0.07 (0.64-0.94)	No Data	No Data
2012	33	43±2 (37-50)	23±6 (9-33)	0.54±0.15 (0.23-0.76)	2.3±0.4 (1.7-3.2)	0.029±0.003 (0.023-0.036)	10	46±3 (40-50)	32±3 (27-37)	0.73±0.11 (0.60-0.90)	2.7±0.5 (1.8-3.4)	0.029±0.004 (0.023-0.036)

れたのが、1998年4月23日未明に上顎の右側が折れ、尾が切断された雌が採集された時点であった。鋭く折れた傷の状態がアメリカザリガニの鉗脚によるものと推定された。ふれあいピオトープにおいてアカハライモリの同様の負傷状態は、アメリカザリガニの生息が確認されていない1999年から2001年においては確認されず、生息が確認されて以降の2012年に確認された。また、生態実験園のアカハライモリの目視個体数の最大値が3個体で増加傾向を示さなかったのは、アカハライモリが増えにくい種であるためと推定していたが、ふれあいピオトープにおいてアメリカザリガニの生息が確認されていない期間のアカハライモリの目視数が増加傾向を示したことから、アカハライモリは決して増えにくい種ではないと推定された。生態実験園におけるアカハライモリの状態はアメリカザリガニの捕食圧に影響されたものと推定された。

2012年の調査でアカハライモリの採集数が目視数を上回ったのに対し、アメリカザリガニの採集数は目視数を下回った。このことは調査時の水温下では、アメリカザリガニは手づかみやタモ網で取逃がすほど活動的であることが考えられる。また、調査時にアメリカザリガニはアカハライモリ死体の摂食活動を示した。その他に2月の生態実験園でアメリカザリガニが繁殖活動中のニホンアカガエルを捕獲することも観察している。ニホンアカガエルは跳ぶ点でアカハライモリよりも動きが速いことから、アメリカザリガニは冬期にもアカハライモリを捕食し、負傷させる可能性がある。

トウキョウサンショウウオ生息地において、アメリカザリガニ捕獲用のペットボトル製の罠に、アメリカザリガニと共に入っていたトウキョウサンショウウオ雌の死体の四肢と尾の欠損(塩谷, 2004)は、ふれあいピオトープの2012年のアカハライモリの負傷状況と類似している。ふれあいピオトープの

アメリカザリガニのいない1999年から2001年の結果と比較して、アメリカザリガニのいる2012年における高い負傷率と負傷した尾部が確認されることはアメリカザリガニによるものと考えられる。また、1999年から2001年の個体と比較して、2012年の個体はやせているように見えた。アカハライモリは食物に対してアメリカザリガニと競合している可能性がある。アカハライモリの無傷の個体の肥満度や、食物となる動物の密度とアメリカザリガニの生息との関係について調査する必要がある。

草野(2014)によると、東京都八王子市の首都大学東京構内に生息するアカハライモリ個体群の1992年から2012年までの標識再捕による雌の推定個体数は1990年代には150個体と安定していたが、2000年に80個体と半減し、さらに2007年から2009年までに50個体未満に減少し、その後は回復傾向にあった。2000年の減少は人の捕獲によるものと推定され、2007年の減少の頃には調査地でウシガエルの生息が確認された。

ふれあいピオトープのアカハライモリ目視数は、1999年3月の41個体から2002年3月の240個体と約6倍に増加した。1999年から2001年までの間にウシガエル7個体によるアカハライモリ9個体の捕食を確認したが(Marunouchi et al., 2003)、この期間中にアカハライモリの目視個体数が増加していることから、ウシガエルの捕食圧はアカハライモリの個体群動態に変化を与える程ではなかったと考えられる。

本調査のアカハライモリの相対密度としての目視個体数、採集個体数とも2012年12月は2001年12月の約1/3となり、1999年12月の結果に近い値である。アカハライモリの採集個体の88.6%が負傷していることから、アメリカザリガニは、アカハライモリを捕獲する能力が高く、アカハライモリの個体数を減少させていると考えられる。アメリカ合衆国の

カリフォルニア州において在来種でないアメリカザリガニの存在下でカリフォルニアイモリ *Taricha torosa* の卵塊、幼生、成体の密度が低下し、成体11個体中10個体の四肢や尾の負傷が確認され、これらの負傷はアメリカザリガニのいない生息地では確認されなかった (Gamradt et al., 1997). 本調査のアカハライモリと類似した傾向と考えられる。

ふれあいビオトープのアメリカザリガニ個体群が現状で維持されれば、やがて生態実験園のようにアカハライモリは少数が低頻度で確認されるようになることが予測される。在来生物に対するアメリカザリガニの影響は、侵入後2~3年後に多くの個体が繁殖し、様々な大きさの個体が揃うようになって顕在化するという (西原・荻部, 2010)。ふれあいビオトープではアメリカザリガニは2009年10月に1個体確認された。2010年11月7日にはアメリカザリガニ44個体が採集され、同時に採集されたアカハライモリのうち、画像で尾の状態が確認できる25個体中4個体(16.0%)の尾に切れ込みがあるのが確認された (塩路, 未発表; 宇都, 2011)。2012年12月30日の本調査においては、雌雄を合わせた44個体中34個体(77.3%)が尾を負傷していた。ふれあいビオトープのアカハライモリの状況に段階的にアメリカザリガニの影響が現れていると考えられる。また、東京都における1940年頃に多くいたアカハライモリが1947年に全くいなくなり、その代りにアメリカザリガニが多くいた状況 (川上, 1948) に移行する前の段階とも考えられる。

神奈川県愛川町の池では12個体/m²の密度で確認されたアメリカザリガニを駆除し、4年間で駆除前の1/20程度に抑制したところ、駆除前に確認されなかったアカハライモリが確認された (荻部・西原, 2014)。ふれあいビオトープのアカハライモリの個体数は2012年12月の時点では、その後増加した1999年12月の時点と同じ程度であるため、アメリカ

ザリガニを除去すれば、個体数は回復できると考えられる。ただし、卵や幼生もアメリカザリガニの捕食圧を受けて、変態までの生存率も1999年頃より低い状態が続いているために、新規加入個体が少ない状態は続くと考えられる。ホクリクサンショウウオ (秋田, 2010) やトウキョウサンショウウオ (草野, 2014) の移植個体群では、卵や幼生の移植から、個体の繁殖開始年齢に相当する年数を経て成体が出現している。ふれあいビオトープのアカハライモリの繁殖開始年齢は3歳と推定されるので (Marunouchi et al., 2000)、アメリカザリガニの捕食圧を効果的に除去してから、アカハライモリの個体群の回復が確認できるのは、3年以上かかるかと予測される。

千葉県のニホンイシガメ *Mauremys japonica* やクサガメ *Mauremys reevesii* (小菅, 2011; 小賀野他, 2015) や福岡県のニホンイシガメ (鈴木他, 2015) の頭部、四肢、尾に欠損や外傷が確認され、北米原産の哺乳綱の外来種アライグマ *Procyon lotor* によると推定されている。イモリ科やカメ目などの比較的寿命が長い生物、特に器官の再生能力があるイモリのように負傷に耐える生物に対して、外来種の捕食圧は今までにない負傷の種類、高い負傷率という形で現れてくると考えられる。

謝辞

調査地の管理にあたり、広島大学工学部、広島大学理学部植物管理室の塩路恒生氏と故青山幹男氏に協力を頂いた。採集調査について広島大学の池田誠慈、栗田英彦、門田立、斉藤大輔、山崎大海、東邦大学の渡部祐子の各氏に協力して頂いた。広島大学付属高等学校の大川博志氏と鳥取大学の岡田純博士には調査について助言を頂いた。これら各氏の協力を御礼申しあげる。

引用文献

秋田喜憲. 2010. ホクリクサンショウウオの移植. 爬虫両棲類学会報 2010(1): 22-30.

- 伴浩治. 2002. アメリカザリガニ. p. 169. 日本生態学会(編) 外来種ハンドブック. 地人書館, 東京.
- Gamradt, S. C., L. B. Kats, and C. B. Anzalone. 1997. Aggression by non-native crayfish deters breeding in California newts. *Conservation Biology* 11(3): 793-796.
- 林光武. 1989. 野外のイモリの日周活動. 爬虫両棲類学雑誌 13 (2): 47-48. (講演要旨)
- 広島大学工学部広報委員会. 2000. 旧田に甦る菖蒲と睡蓮(「工学部ビオトープ」施設の紹介). 広島大学工学部だより 41: 17-18.
- 広島県建設技術センター・広島大学. 1999. キャンパス内砂防溪流整備とその評価に関する実験的研究報告書. 中本総合印刷株式会社, 広島. 234 p.
- 環境省自然環境局野生生物課希少種保全推進室(編). 2014. レッドデータブック2014—日本の絶滅のおそれのある野生生物—3 爬虫類・両生類. ぎょうせい, 東京. XXVIII + 153 p.
- 苅部治紀・西原昇吾. 2011. アメリカザリガニによる生態系への影響とその駆除手法. p. 315-328. 川井唯史・中田和義(編) エビ・カニ・ザリガニ 淡水甲殻類の保全と生物学. 生物研究社, 東京.
- 苅部治紀・西原昇吾. 2014. 侵略的外来種アメリカザリガニの駆除. p. 93-95. 加藤ゆき・松本涼子・大西亘(編) 特別展 どうする? どうなる! 外来生物 とりもどそう私たちの原風景 展示解説書. 神奈川県立生命の星・地球博物館, 神奈川.
- 川上弘見. 1948. ザリガニがイモリを駆逐すること. タップミノウがザリガニの仔を食うこと. 採集と飼育 10 (9): 283-285.
- 岸田隆. 1961. 鳥取県に入った2種のザリガニ. 採集と飼育 23 (3): 66-68.
- 小菅康弘. 2011. 千葉県における淡水ガメの大量死: 捕食者はアライグマ? 亀楽 1: 10-11.
- 倉本満・石川英孝. 2000. 北九州市山田緑地におけるアカガエル類の繁殖生態. 爬虫両棲類学会報 2000 (1): 7-18.
- 草野保. 2014. 八王子市南大沢における両生類の長期モニタリング—移植の試みとその後の定着過程を中心に—. 八王子市史研究 (4): 92-101.
- Marunouchi, J., T. Kusano, and H. Ueda. 2002. Fluctuation in abundance and age structure of a breeding population of the Japanese brown frog, *Rana japonica* Günther (Amphibia, Anura). *Zool. Sci.* 19(3): 343-350.
- Marunouchi, J., K. Tsuruda, and T. Noguchi. 2003. *Cynops pyrrhogaster* (Japanese Newt): predation by introduced *Rana catesbeiana* (Bullfrog). *Herpetological Bulletin* 83: 31-32.
- Marunouchi, J., H. Ueda, and O. Ochi. 2000. Variation in age and size among breeding populations at different altitudes in the Japanese newts, *Cynops pyrrhogaster*. *Amphibia-Reptilia* 21(3): 381-396.
- 三宅貞祥. 1986. ザリガニ類(歩行亜目 Reptantia). p. 496-501. 上野益三(編) 川村多實二(原著) 日本淡水生物学. 北隆館, 東京.
- 宮下和喜. 1963. 帰化動物(4)—その歴史と生態—自然 18 (9): 106-112.
- Nagai, K. and T. Oishi. 1998. Behavioral rhythms of the Japanese newts, *Cynops pyrrhogaster*, under a semi-natural condition. *Int. J. Biometeorol.* 41: 105-112.
- 西原昇吾・苅部治紀. 2010. 水辺の侵略的外来種排除法. p. 179-200. 鷲谷いづみ・宮下直・西廣淳・角谷拓(編) 保全生態学の技法 調査・研究・実践マニュアル. 東京大学出版会, 東京.
- 小賀野大一・吉野英雄・八木幸市・田中一行・笠原孝夫. 2015. 房総半島の溜池に生息するニホンイシガメの危機的状況. 爬虫両棲類学会報 2015 (1): 1-8.
- 大森信. 1986. アメリカザリガニ渡来考. 採集と飼育 48 (6): 253-255.
- 尾崎煙雄. 1999. カエルの思い出. p. 88-99. 尾崎煙雄・長谷川雅美(編) 平成11年度特別展 カエルのきもち展示解説書. 千葉県立中央博物館, 千葉.
- 斎藤和範・蛭田真一. 1995. 北海道に生息していたアメリカザリガニ *Procambanus clarkii*. 旭川市博物館研究報告 1: 9-12.
- 酒向昇. 1987. 食用蛙とアメリカザリガニ—その渡来年をめぐって—. 採集と飼育 48 (6): 396-397.
- 塩谷暢生. 2004. アメリカザリガニのためトウキョウサンショウウオの産卵場がまた消えそうだ! <http://www.comp.metro-u.ac.jp/~tamo/salamander/jouhou4.htm>
- 鈴木大・會津光博・菊水研二. 2015. アライグマ

- の食害を受けたと考えられるニホンイシガメ,
爬虫両棲類学会報 2015 (1) : 15-17.
- 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 (1) : 33-37.
- 多紀保彦 (監). 2008. 日本の外来生物. 平凡社,
東京. 479 p.
- 宇都武司. 2011. ふれあいビオトープ (旧工学部
ビオトープ) の観察. 広島大学技術センター報
告集 7 : 71-76.