

豊田市の逢妻女川と逢妻男川における ミシシippアカミミガメの市民との共働による防除の試み

Controlling invasive red-eared slider turtles, *Trachemys scripta elegans*,
through a partnership involving citizens at the Aizumame River and
the Aizumao River in Toyota city, Japan

浜崎健児¹⁾・山本大輔¹⁾・山本敏哉¹⁾・田村ユカ²⁾・村山恒也³⁾・
井上 隆³⁾・高橋洋生³⁾・戸田光彦³⁾・矢部 隆⁴⁾・早川 匡¹⁾

Kenji HAMASAKI¹⁾, Daisuke YAMAMOTO¹⁾, Toshiya YAMAMOTO¹⁾,
Yuka TAMURA²⁾, Hisaya MURAYAMA³⁾, Takashi INOUE³⁾, Hiroo TAKAHASHI³⁾,
Mitsuhiko TODA³⁾, Takashi YABE⁴⁾ and Tadashi HAYAKAWA¹⁾

要 約

ミシシippアカミミガメ（以下アカミミガメと記す）は、アメリカ合衆国中南部が原産の外来種である。全国で約 800 万個体が野外に定着していると推定されており、在来水草の食害や固有種ニホンイシガメとの競合など、在来生態系への悪影響が懸念されている。環境省はこの問題の解決に向けて、2016 年より「アカミミガメ対策推進プロジェクト」を開始した。豊田市矢作川研究所はこのプロジェクトと連携し、逢妻女川と逢妻男川において、市民との共働によるアカミミガメの防除体制づくりを進めている。2016 年度は、逢妻女川の「逢妻女川を考える会」と逢妻男川の「初音川ビオトープ愛護会」に協力を依頼して籠わなによる捕獲調査を試行するとともに、捕獲調査に使用する餌の検討、および、逢妻男川の調査区間におけるドローンと目視によるカメ類の分布調査を行った。

捕獲調査では、両河川で 16 名の市民の協力を得た。作業を繰り返すにつれて自発的に役割分担がなされ効率的に作業が進むなど、市民との共働で順応的に作業できることが確認できた。3 日間の作業では逢妻女川で 32 個体、逢妻男川で 196 個体のカメ類が捕獲され、前者では 62.5%、後者では 79.1%がアカミミガメであった。逢妻男川ではメスの比率が高く、その 40%近くが成熟していると推測された。両河川では調査区間以外にも多くのアカミミガメが生息していると推測され、このまま防除せずに放置すれば、今後、増加していく危険性は極めて高いと考えられた。

捕獲調査に使用する餌の検討では、保存性が高く誘引効果が期待されるウナギ用飼料と従来用いられている鮮魚のアラでカメ類の捕獲数を比較した。ウナギ用飼料でのアカミミガメの捕獲数は鮮魚のアラよりも少なく、期待された効果は認められなかった。

分布調査では、双眼鏡を用いた目視調査と同時にドローンを用いた調査も実施し、カメ類調査でのドローンの有効性を検討した。ドローンは目視よりもカメ類の確認数が多く、上空から撮影した動画を繰り返し確認できる点で、分布状況を把握するのに適していると考えられた。また、ドローンや目視でカメ類が確認された区間では、アカミミガメが捕獲される傾向があった。籠わなを設置する際は、ドローンあるいは目視の結果に基づいて場所を選定するのが効率的であると考えられた。

今回の捕獲調査により、市民との共働で効率的に防除作業を実施できることが確認できた。今後、調査区間を拡大して籠わなの設置場所や設置数を検討するとともに、流域の自治区を対象にアカミミガメ防除の必要性や具体的な実施内容について説明を行いながら、より広域での民・官・学共働による防除体制づくりを進めていきたい。

キーワード：外来生物、アカミミガメ対策推進プロジェクト、河川、分布、ドローン

はじめに

ミシシippアカミミガメ *Trachemys scripta elegans* (ヌマガメ科・アカミミガメ属、以下アカミミガメと記す) は、アメリカ合衆国中南部が原産の外来種である。1950 年代以降「ミドリガメ」として輸入・販売され、その数は 1990 年代に最大で年間 100 万個体に及んだ（矢部、

2003）。本種は日本の野外環境下でも越冬することができ、全国各地に定着・繁殖していることが確認されている（安川、2002；矢部、2006；谷口・亀崎、2011；谷口ら、2013；加藤ら、2014；日本自然保護協会、2014；谷口ら、2015）。環境省の試算によると、全国（北海道、南西諸島等を除く）で約 800 万個体（95%信用区間：375 万～1767 万個体）ものアカミミガメが野外に生息

すると推定されている（環境省，2016）．本種による影響は水草や農作物の食害が報告されているだけでなく（有馬ら，2008a；2008b；2009；2010；2011；寺岡ら，2017；沢田・阿部，2017），日本の固有種であるニホンイシガメとの競合（矢部，2007；天白ら，2009；田村ら，2015）も指摘されており，このまま放置すれば，在来生態系に様々な悪影響を及ぼすことが懸念されている（矢部，2006；亀崎，2015）．

環境省はこの問題の解決に向けて，本種を生態系被害防止外来種リストの緊急対策外来種に位置づけ，2016年より「アカミミガメ対策推進プロジェクト」を開始した（環境省，2015）．このプロジェクトは，アカミミガメによる生態系への影響緩和に向けた技術確立と計画策定を行う「調査・計画プロジェクト」，終生飼養の推進を図る「3原則（入れない・捨てない・拡げない）プロジェクト」，輸入や飼養について段階的な規制を進める「規制検討プロジェクト」，野外からの排除に向けた「防除プロジェクト」から成り，生態系の回復による地域の魅力向上を目指している．

愛知県豊田市の南西部を流れる逢妻女川と逢妻男川は，2000年以降，流域の多くのため池でアカミミガメの生息が確認されており（岡田ら，2005；山田ら，2008），現在では河川でも至る所で甲羅干しをする個体が目撃される状態になっている．一部のため池では防除活動が実施されて密度の低減効果が確認されているものの，河川での生息の実態はほとんど明らかにされていない．

そこで，豊田市矢作川研究所は，環境省のプロジェクトと連携し，豊田市内の逢妻女川と逢妻男川において，アカミミガメの生息状況を調査しながら，市民との共働によるアカミミガメの防除体制づくりを3年計画で進めている（山本・浜崎，2017；山本，2017）．

本稿では，2016年度に市民との共働で試行的に実施したアカミミガメの捕獲調査の結果を示すとともに，捕獲の際に使用する餌の検討，および，逢妻男川で実施したドローンと目視によるカメ類の分布調査の結果について報告する．

方法

(1) 調査河川

豊田市の南西部を流れる二級河川の逢妻女川と逢妻男川を調査の対象とした（図1）．流程は逢妻女川が14.7 km，逢妻男川が12.4 kmで，流程の大部分は住宅地と農地に接しており，河口から約10.7 km地点で合流し逢妻川となる．本調査ではそれぞれの河川の上流域に位置する逢妻女川2 kmと逢妻男川2.7 kmの範囲を調査区間として設定した．

(2) 市民との共働によるカメ類の捕獲調査

ため池や河川に生息するアカミミガメを効果的に防除するためには，防除作業を継続的かつ広域に行う必要がある．自治体（官）だけでなく専門家（学）や市民（民）

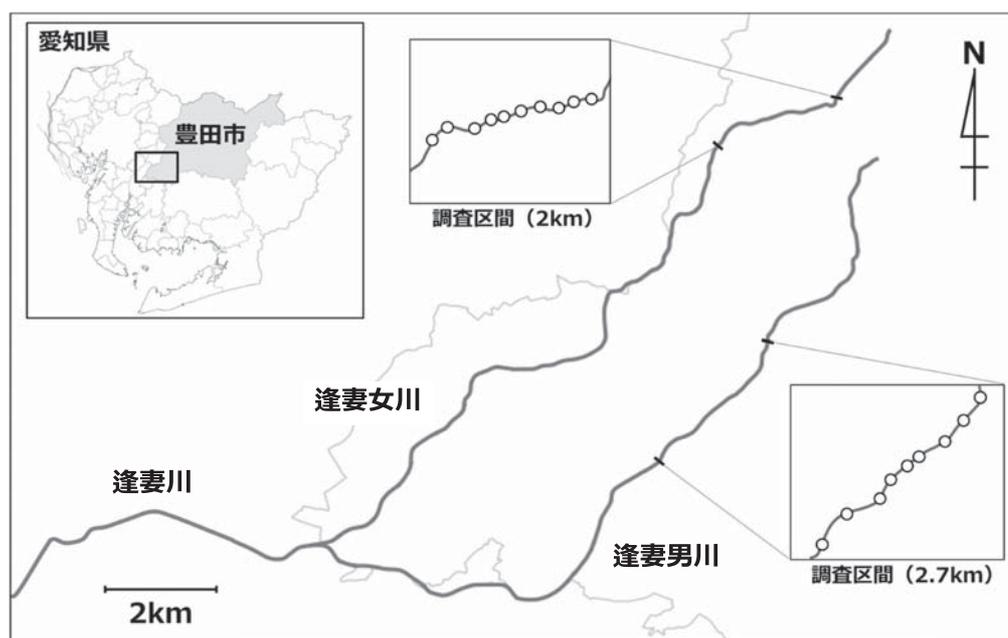


図1 調査地の位置．
調査区間内の○は籠わなの設置地点を示す．

を含めた自発的・自立的な防除体制づくりが重要となる。2016年度は、市民との共働による防除体制づくりの準備段階として、市民ボランティア団体である逢妻女川の「逢妻女川を考える会」と逢妻男川の「初音川ビオトープ愛護会」に協力を依頼し、それぞれの団体が活動する区間で捕獲調査を実施した（図1）。

カメの捕獲には、カメ用に作成された籠わな（かご徳白山研網社、全長70 cm・高さ35 cm・幅50 cm）を使用した（図2）。逢妻女川では、調査区間内の10カ所に鮮魚のアラを餌とする籠わなを1個ずつ設置した。逢妻男川では、アカミミガメの捕獲に有効な餌の検討を兼ねて（次節参照）、調査区間内の9カ所に鮮魚のアラを餌とする籠わなとウナギ用飼料を餌とする籠わなをそれぞれ1個ずつ設置した。籠わなの水没によるカメの溺死を防ぐため、籠わなの中には容量2リットルの空のペットボトルを入れた。設置期間は2016年10月7日～9日の3日間とし、7日の午前に籠わなを設置した後、7日の午後、8日の午前と午後、9日の午前の計4回、河川毎に全地点を回って籠わなにかかったカメ類を回収し、種類と個体数を地点毎に記録した。餌は状態に応じてカメ類の回収時に適宜補給した。捕獲したカメ類は愛知学泉大学に運び、性別の判定と背甲長の測定を行った。性別は、総排出口の位置が甲羅背面の縁よりも外側にあるものをオス、内側にあるものをメス、判別がつかないものを性別不明とした。背甲長は甲羅背面の正中の長さをデジタルノギス（AD5763-300、エー・アンド・デイ社製）を用いて0.01 mm単位で測定した。測定後、アカミミガメは冷凍庫で冷凍殺処分したのち焼却し、その他のカメ類は3日間の調査が終了した後、捕獲した場所に放流した。

(3) アカミミガメの捕獲に有効な餌の検討

籠わなを用いた捕獲では、広く鮮魚のアラが使用されている（例えば、なごや生物多様性保全活動協議会、2014）。しかし、防除に必要な量を安定的に確保することが難しく、また、使用するまで冷凍保存しておく必要があり冷凍庫の手配や設置に手間がかかるなど問題も多い。そこで、本調査では鮮魚のアラに替わる餌として、ウナギ養殖に使用される飼料（ウナギ養中用A、科学飼料研究所製、以下ウナギ用飼料と記す）に着目した。これは魚粉74%・アルファー化でん粉23%・りん酸カルシウム他3%で構成される粉末状の飼料であり、必要な時に必要な量を水で練るだけで使用できる。また、魚粉の割合が高く、魚釣り用の練り餌に比べて水に溶けにく

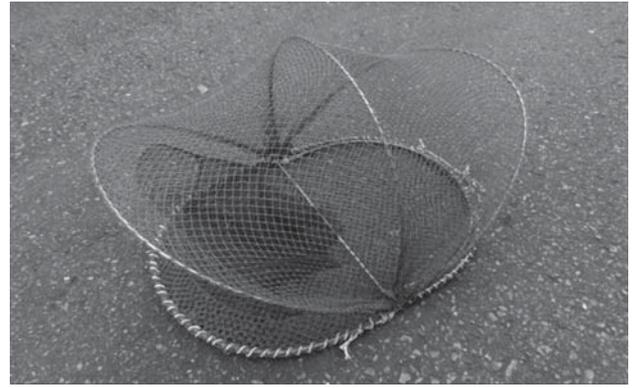


図2 捕獲調査に使用したカメ用籠わな。

いなどの特性があることから、カメ類に対する誘引効果とその持続性は高いと考え、その効果を検証することにした。

鮮魚のアラは、事前に市内のスーパーマーケットから無償で頂いたブリやカツオ、サバ、アジなどの頭部を集めて冷凍保存しておき、適宜解凍して使用した。ウナギ用飼料は、水と体積比1:1で練り合わせた後、園芸用鉢底ネット（目幅3 mm）で作成した長さ12 cm、直径6 cmの円筒に詰めて両端をシャーレで固定したものを使用した。鮮魚のアラおよびウナギ用飼料は、いずれも籠わな内の下面中央に取り付けた。

比較調査は、市民との共働による捕獲調査も兼ねて、逢妻男川の9地点に鮮魚のアラを餌とする籠わなとウナギ用飼料を餌とする籠わなをそれぞれ1個ずつ設置して行った。それぞれの籠わなは右岸と左岸に離して設置し、それができない場合は5 m以上離して設置した。また、設置場所の影響が出ないように、2日目午前中のカメ回収の際にそれぞれの籠わなの設置場所を入れ替えた。鮮魚のアラは状態に応じて適宜新しいものと交換し、ウナギ用飼料はカメ回収の作業毎に新しいものを補充した。各地点3日間でのアカミミガメの捕獲数をウナギ用飼料と鮮魚のアラで比較し、ウナギ用飼料の効果を検討した。

(4) 逢妻男川の調査区間におけるカメ類の分布状況の把握

アカミミガメを効果的に防除するためには、河川内での分布状況を把握して効率的に籠わなを設置する必要がある。そこで、逢妻男川の調査区間2.7 kmにおいて、双眼鏡を用いた目視調査と同時に、遠隔操作が可能な無人航空機であるドローン（PHANTOM 4, DJI社製）を用いた調査を行い、カメ類の分布状況とカメ類調査でのドローンの有効性を検討した。目視調査では片側の土手を歩きながら双眼鏡（MONARCH7（10×42）、

Nikon 社製) を用いて甲羅干しする個体や水中を遊泳・歩行する個体の位置と種類を確認し、フリーの GIS ソフトウェアである QGIS ver. 2.18.14 (<https://www.qgis.org/ja/site/>) を用いて個体ごとに地図上に記録した。ドローン調査では河川上空 3 ~ 8 m から両岸が入るように 2.5 m/sec の速さで動画撮影し、研究室で再生しながら確認された個体の種類と位置を QGIS により地図上に記録した。目視調査およびドローンによる動画撮影は、10 月の捕獲調査実施前に同時に並行して行った。

地図上に記録したカメ類の分布データは、逢妻女川と逢妻男川の合流点を基点として、100 m 単位で区切った区間ごとに個体数を集計した。これらの結果に籠わなによる捕獲調査の結果を加え、100 m 区間での目視とドローンでの確認数の関係、および、目視とドローンでの確認数と籠わなによる捕獲数との関係について検討した。

(5) 統計解析

逢妻女川と逢妻男川で捕獲したアカミミガメの性比(性別不明個体を除く)は、二項検定により偏りがあるかを 5%水準で検定した。また、ウナギ用飼料と鮮魚のアラでの捕獲数の比較は、各地点 3 日間での捕獲数に 0.5 を加えて対数変換した値を応答変数 (Yamamura, 1999)、餌の種類を説明変数、各地点をランダム効果とする一般化線形混合モデル (GLMM) を用いて、カメの種類別に行った。餌の種類を除いた null モデルと餌の種類を入れた full モデルについて parametric bootstrap 法による尤度比検定を行い、餌の種類によりカメ類の捕獲数が異なるかを 5%水準で検定した (久保, 2012)。さらに、目視とドローンによるカメ類確認数の関係、および、籠わなによるカメ類捕獲数と目視・ドローンによるカメ類確認数との関係は、II 型回帰を用いて解析した (Quinn and Keough, 2002)。すべての解析は R3.4.2 (R Core Team, 2017) を用いて行い、二項検定には binom.test 関数、一般化線形混合モデルには R package “lme4”

(Bates et al., 2017) の lmer 関数、II 型回帰には R package “smatr” (Warton et al., 2014) の sma 関数を使用した。

結果および考察

(1) 市民との共働によるアカミミガメの捕獲調査

1) カメ類の捕獲数

今回の調査により、逢妻女川では、アカミミガメ、ニホンスッポン *Pelodiscus sinensis* (スッポン科・スッポン属、以下スッポンと記す)、ニホンイシガメ *Mauremys japonica* (イシガメ科・イシガメ属、以下イシガメと記す) の 3 種、逢妻男川では、これらにクサガメ *Mauremys reevesii* (イシガメ科・イシガメ属) を加えた 4 種が捕獲された (表 1)。逢妻女川で捕獲されたカメ類の総数は 32 個体で、最も割合が高かったのは、アカミミガメの 62.5% (20 個体) であった。また、逢妻男川でも捕獲されたカメ類 196 個体のうち 79.1% (155 個体) がアカミミガメとなり、逢妻女川と同様に高い割合を占めていることが明らかとなった。

田村ら (2015) は、岐阜県の山除川で 2002 年から継続的に行っている淡水カメ類の調査結果を解析し、捕獲したカメ類の全個体数に占めるアカミミガメの割合が 2002 年では 14.3% であったのに対し、2010 年には 88.1% にまで高まったことを明らかにした。また、野田ら (2014) は、石川県の河北潟周辺の水路約 1 km 区間で淡水カメ類の調査を行い、アカミミガメの捕獲数が 2003 年の 48 個体から 2013 年の 157 個体へと 10 年間で約 3 倍に増加し、2013 年の全捕獲カメ数に占める割合は 95.2% に達したと報告している。今回、調査対象とした逢妻女川と逢妻男川の流域に位置するため池では、2000 年前後から複数の池でアカミミガメの生息が確認されていること (岡田ら, 2005; 山田ら, 2008)、また、今回の捕獲調査の結果、逢妻男川では全捕獲カメ数に占めるアカミミガメの割合が 79.1% と高く、捕獲数が少な

表 1 逢妻女川と逢妻男川で捕獲されたカメ類の個体数と各種が占める割合。

和名	学名	逢妻女川		逢妻男川	
		捕獲数	割合 (%)	捕獲数	割合 (%)
ミシシippアカミミガメ	<i>Trachemys scripta elegans</i>	20	62.5	155	79.1
ニホンスッポン	<i>Pelodiscus sinensis</i>	5	15.6	30	15.3
ニホンイシガメ	<i>Mauremys japonica</i>	7	21.9	9	4.6
クサガメ	<i>Mauremys reevesii</i>	0	0	2	1.0
		32		196	

かった逢妻女川でも 62.5%に達していたことなどから、両河川においてもアカミミガメが増加傾向にある可能性は高いと考えられる。

在来種であるイシガメの割合は、逢妻女川では 21.9% (7 個体)、逢妻男川では 4.6% (9 個体) となり、アカミミガメに比べると少ないものの、両河川ともに生息していることが明らかになった。本種はアカミミガメと競合関係にあることが指摘されており (矢部, 2003; 天白ら, 2009 ; 田村ら, 2015), 今後、アカミミガメ防除による生態系回復の効果を示す指標として、生息数のモニタリングを行う必要があると考えられる。

2) 捕獲したアカミミガメのサイズ組成

逢妻女川と逢妻男川で捕獲されたアカミミガメのサイズ組成を図 3 に示す。逢妻女川で捕獲されたアカミミガメのうち、最小は背甲長が 69.7 mm, 最大は 205.1 mm であった。性別ごとの背甲長は、メスが 162.7±33.3 mm (mean±SD, range: 97.2–205.1), オスが 121.6±20.4 mm (range: 93.5–162.6), 性別不明個体が 81.3±9.2 mm (range: 69.7–92.2) であった。逢妻男川で捕獲されたアカミミガメのうち、最小は背甲長が 64.9 mm, 最大は 238.2 mm であった。性別ごとの背甲長は、メスが 165.2±37.8 mm (range: 96.6–238.2), オスが 142.3±25.2 mm (range: 99.4–208.2), 性別不明個体が 84.8±10.3 mm (range: 64.9–108.1) であった。また、両河川ともに 60 mm 以下の個体は捕獲されなかった。

谷口ら (2013) は、西日本の 101 カ所の池および河川で捕獲されたアカミミガメのメス 584 個体を解剖して卵巣内の卵胞の大きさから成熟の程度を調査し、腹甲長が 110 mm (背甲長 125 mm) を超えると成熟するメスが出現しはじめ、腹甲長が 160 mm (背甲長 180 mm) を超えると過半数以上が成熟することを報告している。今回、捕獲したアカミミガメのメス個体の背甲長から、逢妻女川と逢妻男川で捕獲したメス個体の 40% 近くが成熟していると考えられる。

3) 捕獲したアカミミガメの性比

両河川で捕獲されたアカミミガメの性比は、逢妻女川では偏りが認められなかったものの (二項検定, $p > 0.05$), 逢妻男川ではメスに大きく偏る傾向が認められた (二項検定, $p < 0.0001$) (図 4)。石川県の河北潟 (野田・大河原, 2016) や大阪府の淀川支流の舟橋川 (谷口・亀崎, 2010), 兵庫県明石市の皿池と谷八木川 (Taniguchi

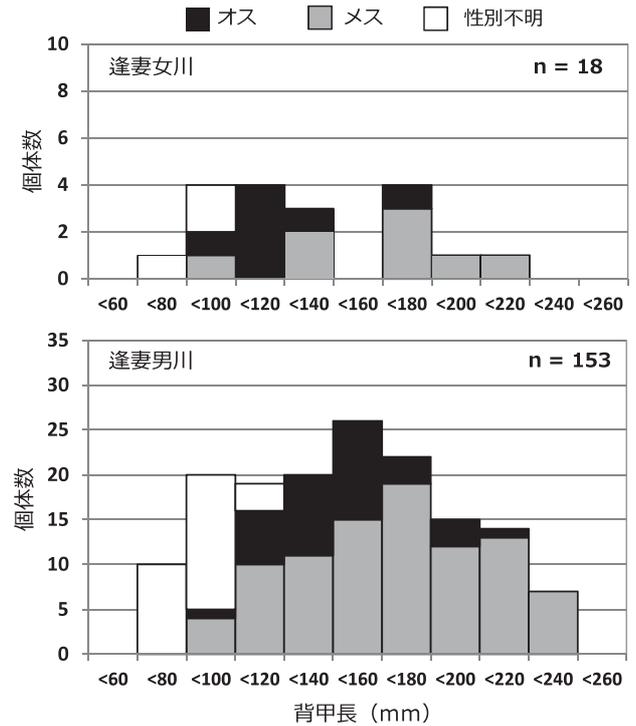


図 3 逢妻女川と逢妻男川で捕獲されたミシシippアカミミガメの背甲長の組成。
n はサンプル数を示す。背甲長の測定前に取り逃がした個体 (逢妻女川 2 個体, 逢妻男川 2 個体) は除いた。背甲長 (mm) の区分けは以下の通りとした。<60 : 60 未満, <80 : 60 以上 80 未満, <100 : 80 以上 100 未満, <120 : 100 以上 120 未満, <140 : 120 以上 140 未満, <160 : 140 以上 160 未満, <180 : 160 以上 180 未満, <200 : 180 以上 200 未満, <220 : 200 以上 220 未満, <240 : 220 以上 240 未満, <260 : 240 以上 260 未満。

et al., 2017) においても、メスの割合が高いことが報告されており、逢妻男川ではこれらと同様の結果となった。

Taniguchi et al. (2017) は、性比に偏りが生じる要因として、捕獲方法の影響や性別による移動分散・死亡率・成熟サイズの違い、温度依存型性決定機構 (TSD: Temperature-dependent Sex Determination) の影響を挙げている。アカミミガメの性別は胚発生時の温度によって決まり、温度が 26°C ではすべてオス、29.2°C では性比がほぼ 1 : 1、31°C を超えるとすべてメスになることが恒温条件下での実験により確認されている (Crews et al., 1994)。Taniguchi et al. (2017) は、捕獲調査を行ったため池や河川は周辺が農地や住宅地で陽当たりがよく、土手や周辺の農地に産下された卵は高い温度にさらされるため、メスに偏るのではないかと推測している。今回、性比がメスに偏った逢妻男川は、流域のほとんどが農地や宅地であることから、同様の要因でメスの比率が高くなっている可能性がある。

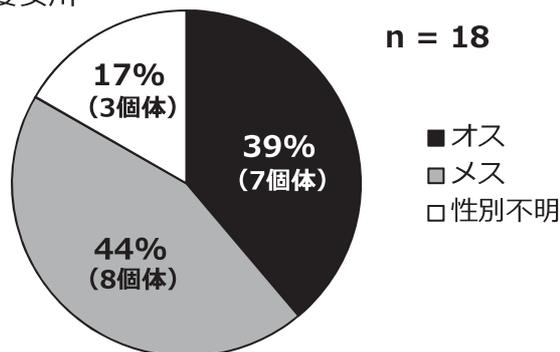
逢妻女川と逢妻男川では、調査区間以外でも至る所で多数のアカミミガメが甲羅干しをする様子が地域住民によって目撃されている。今回の調査で推定されたメス成熟個体の割合やメスの比率の高さを考慮すると、アカミミガメを防除せずにそのまま放置した場合、両河川ともにアカミミガメが増加していく危険性は極めて高いと考えられる。効果的な防除法の検討を進めていく上で、産卵場所の推定とそこから孵化する子ガメの性比、今回の調査では捕獲されなかった背甲長 60 mm 以下の個体の生息状況について、調査を行う必要があるだろう。

(2) カメ類の捕獲に有効な餌の検討

鮮魚のアラとウナギ用飼料でのカメ類捕獲数の結果を表 2 に示す。アカミミガメの捕獲数は、ウナギ用飼料で 3.0 ± 1.8 個体、鮮魚のアラで 14.2 ± 8.3 個体となり、ウナギ用飼料よりも鮮魚のアラのほうが有意に多かった（尤度比検定, $p=0.0003$ ）。また、スッポンは、ウナギ用飼料で 0.6 ± 0.5 個体、鮮魚のアラで 2.8 ± 2.7 個体となり、ウナギ用飼料よりも鮮魚のアラのほうが有意に多かった（尤度比検定, $p=0.043$ ）。一方、イシガメはウナギ用飼料で 0.2 ± 0.4 個体、鮮魚のアラで 0.8 ± 1.1 個体となり、有意差は認められなかった（尤度比検定, $p=0.112$ ）。クサガメは捕獲数がいずれも 1 個体のみで、餌間での差を検定することはできなかった。

ウナギ用飼料はカメ類が 4 種とも捕獲されたものの、アカミミガメの防除に使用する餌としての誘引効果は低いことが明らかとなり、鮮魚のアラの効果の高さを示す結果となった。カメ類が餌を探索する際、嗅覚だけでなく視覚も使う可能性が指摘されており（矢部氏私信）、今後、視覚的な要素も含めた検討を行う必要があるかもしれない。また、台湾では缶詰のキャットフードを餌としてアカミミガメの捕獲調査が行われており（Chen, 2006）、他の動物で使用されている餌についても、今後、検討の余地はあると考えられる。

逢妻女川



逢妻男川

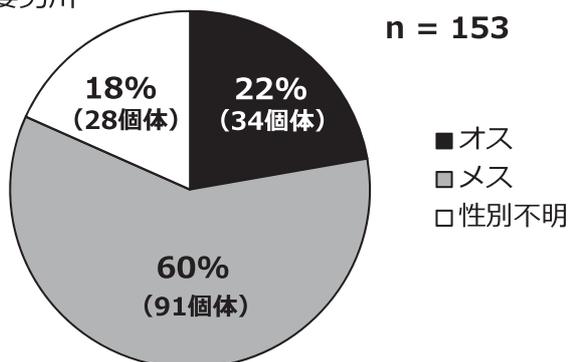


図 4 逢妻女川と逢妻男川で捕獲されたミシシippアカミミガメのオス・メス・性別不明個体の割合。n はサンプル数を示す。性別の確認前に取り逃がした個体（逢妻女川 2 個体、逢妻男川 2 個体）は除いた。

(3) 逢妻男川の調査区間におけるアカミミガメの分布状況の把握

調査範囲において、ドローンでは 162 個体、目視では 84 個体のカメ類が確認され、確認個体数は目視よりもドローンの方が多かった。ドローンで確認された個体は 69.1% (112 個体) がアカミミガメ、1.2% がイシガメ (2 個体) で、29.6% (48 個体) は画像から種を判別することができなかった。一方、目視で確認された個体すべてアカミミガメであった。目視の結果から、ドローンで種判別できなかった個体のほとんどはアカミミガメであっ

表 2 ウナギ用飼料と鮮魚のアラで捕獲されたカメ類の個体数と地点間の平均値。

和名 ¹⁾	学名	ウナギ用飼料		鮮魚のアラ	
		捕獲数	平均±SD ²⁾	捕獲数	平均±SD ²⁾
ミシシippアカミミガメ**	<i>Trachemys scripta elegans</i>	27	3.0 ± 1.8	128	14.2 ± 8.3
ニホンスッポン*	<i>Pelodiscus sinensis</i>	5	0.6 ± 0.5	25	2.8 ± 2.7
ニホンイシガメ	<i>Mauremys japonica</i>	2	0.2 ± 0.4	7	0.8 ± 1.1
クサガメ	<i>Mauremys reevesii</i>	1	0.1 ± 0.3	1	0.1 ± 0.3

1) アスタリスクは餌間の捕獲数が有意に異なった種であることを示す (parametric bootstrap 法による尤度比検定, *: $p < 0.05$, **: $p < 0.001$)。

2) 逢妻男川 9 地点での捕獲数の平均値±標準偏差を示す。

な設置の効率化を図る上で検討すべき課題と言えるだろう。

また、今回の分布調査により、河川内にはアカミミガメの密度が高い場所と低い場所があることが明らかとなった。これは、アカミミガメが集まりやすい環境条件があることを示すと考えられる。次年度以降、調査区間を拡大してドローンと目視による確認数と捕獲数、および、河川内の環境との関係について調査を進めていきたい。

おわりに

3日間の調査において、逢妻女川と逢妻男川で合わせて16名の市民の協力を得た。また、作業では、籠わなや捕獲したカメの運搬に使用する軽トラックや、土手から川に降りるための脚立を準備していただいた。カメ類の回収や餌の補給は、1回の作業を5～6名で行ったが、作業を繰り返すにつれて自発的に役割分担がなされ、トラブルなく作業を進めることができた。今回の捕獲調査の試行により、籠わなの設置とカメ類の回収作業については、市民との共働で効率的に実施できることが確認できた。種の同定やサイズ測定についてはすべて専門家が行ったものの、今後、これらの作業について講習を行い市民のスキルを高めることで、さらなる効率化が期待できると考えられる。

今回の調査により、逢妻女川と逢妻男川では、生息するカメ類の70%前後がアカミミガメであることが明らかとなった。流域のため池で過去に実施された調査結果(岡田ら, 2005; 山田ら, 2008)および岐阜県(田村ら, 2015)や石川県(野田ら, 2014)での生息状況から判断すると、両河川で本種が増加傾向にあることは間違いなまいだろう。明石市の河川での調査では、短期間に多くのアカミミガメを捕獲すれば低密度に抑えられるものの(谷口ら, 2014)、捕獲を継続しなければ低密度を維持できないという報告もなされており(亀崎, 2016)、今後、より広域で継続的に防除活動できる体制づくりが課題と言える。

現在、豊田市内において、アカミミガメによる水生植物や農作物への被害は報告されていない。しかし、外来種対策では、影響が顕在化する前に未然に防ぐことが重要とされている(鷲谷・村上, 2002)。今後は、籠わなの設置場所や設置数を検討するとともに、流域の自治区を対象にアカミミガメ防除の必要性や具体的な実施内容について説明を行いながら、より広域での民・官・学共

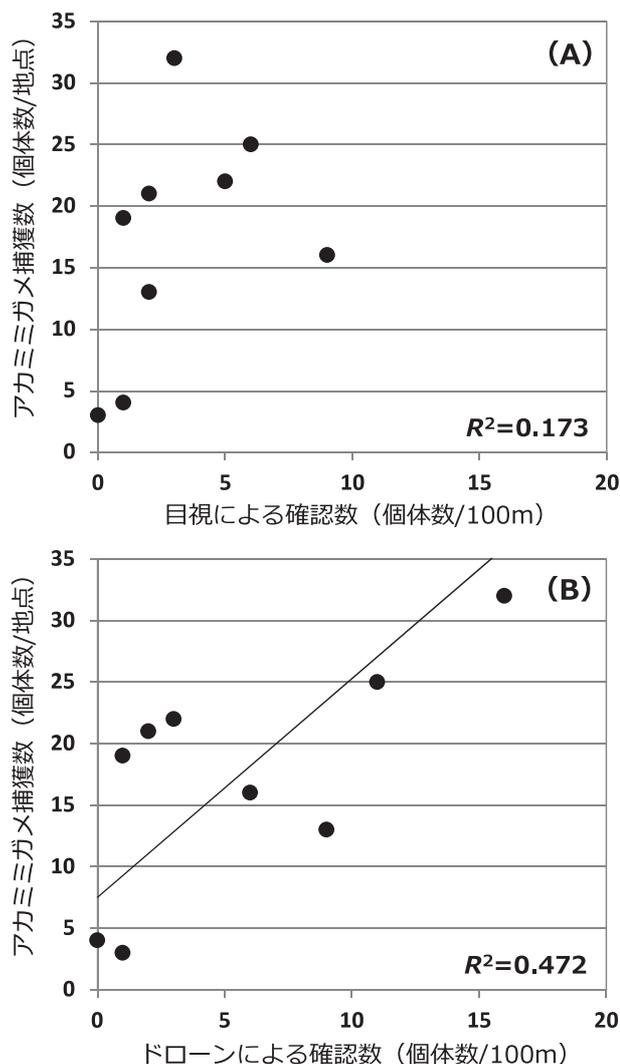


図7 逢妻男川の調査区間におけるミシシッピアカミミガメの籠わなによる捕獲数と目視 (A) およびドローン (B) による確認数との関係。
目視およびドローンによる確認数 (個体数/100 m) は、籠わなを設置した9区間のデータを用いた。

働による自発的・自立的な防除体制づくりを進めていきたい。

謝辞

本調査を実施するにあたり、「逢妻女川を考える会」の山本正一会長ならびに「初音川ビオトープ愛護会」の萩野鎮夫会長、そして、各会会員の皆様には、捕獲作業だけでなく、軽トラックや脚立を準備していただくなど、多大なご協力を賜りました。また、フードマーケットえぷろん渋谷店には、鮮魚のアラを無償で提供いただきました。ここに記して心より感謝申し上げます。

引用文献

- 有馬 進・鈴木章弘・鄭 紹輝・奥菌 稔・西村 巖 (2008a) ミシシippアカミミガメのハス食害調査. *Coastal Bioenvironment*, 11 : 47-54.
- 有馬 進・鈴木章弘・鄭 紹輝・田中 明・奥菌 稔・西村 巖 (2008b) ミシシippアカミミガメの食害調査と駆除. *Coastal Bioenvironment*, 12 : 53-58.
- 有馬 進・鈴木章弘・鄭 紹輝・奥菌 稔・椿 光之助 (2009) ミシシippアカミミガメの食害調査 (II) : ハス・スイレンの消滅事例に見る移入動物と食害発生の関係. *Coastal Bioenvironment*, 14 : 75-80.
- 有馬 進・鄭 紹輝・鈴木章弘・奥菌 稔・川崎重治・井上英幸・永原光彦 (2010) ミシシippアカミミガメから隔離したハス栽培試験 (中間報告). *Coastal Bioenvironment*, 15 : 61-66.
- 有馬 進・鄭 紹輝・鈴木章弘・奥菌 稔・川崎重治・井上英幸・永原光彦 (2011) ミシシippアカミミガメから隔離したハス栽培試験 (最終報告). *Coastal Bioenvironment*, 18 : 31-39.
- Bates, D., M. Maechler, B. Bolker and S. Walker (2017) lme4: Linear Mixed-Effects Models using 'Eigen' and S4. R package version 1.1-14. <https://cran.r-project.org/web/packages/lme4/index.html>
- Chen, TH. (2006) Distribution and status of the introduced red-eared slider (*Trachemys scripta elegans*) in Taiwan. In *Assessment and Control of Biological Invasion Risks*, (Koike, F., Clout, M. N., Kawamichi, M., De Poorter, M. and K. Iwatsuki, eds.), Shoukadoh Book Sellers, Kyoto, Japan, pp. 187-195.
- Crews, D., JM. Bergeron, JJ. Bull, D. Flores, A. Tousignant, JK. Skipper and T. Wibbels (1994) Temperature-dependent sex determination in reptiles: proximate mechanisms, ultimate outcomes, and practical applications. *Developmental Genetics*, 15: 297-312.
- 亀崎直樹 (2015) 日本の淡水ガメ, 特にミシシippアカミミガメに関する問題について. *爬虫両棲類学会報*, 2015(2) : 123-133.
- 亀崎直樹 (2016) 研究の窓 : 亀楽園の6年. *うみと水ぞく*, 35(3) : 8-9.
- 加藤英明・小田切佑樹・服部智美・本多安希雄 (2014) 静岡市麻機地域における外来種ミシシippアカミミガメ *Trachemys scripta elegans* (Testudines, Emydidae) の分布と生息状況. *東海自然誌 (静岡県自然誌研究報告)*, 7: 21-24.
- 環境省 (2015) 「アカミミガメ対策推進プロジェクト」の公表について. *環境省報道発表資料* (<http://www.env.go.jp/press/101292.html>).
- 環境省 (2016) 全国の野外におけるアカミミガメの生息個体数等の推定について. *環境省報道発表資料* (<http://www.env.go.jp/press/102422.html>).
- 久保拓弥 (2012) 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.
- なごや生物多様性保全活動協議会 (2014) ミシシippアカミミガメ防除マニュアル : 名古屋市内の活動を事例として. なごや生物多様性保全活動協議会, 愛知. (http://www.bdnagoya.jp/calendar/pdf/manual_red-eared_slider_2603.pdf)
- 日本自然保護協会 (2014) 自然しらべ2013 : 日本のカメさがし! 報告書. 日本自然保護協会資料集第53号 (http://www.nacsj.or.jp/project/ss2013/pdf/houkoku_ss2013.pdf).
- 野田英樹 (2014) 2013年までの10年間で河北潟のカメ類に起きた変化. *Kahokugata Lake Science*, 17 : 1-6.
- 野田英樹・大河原恭祐 (2016) 長期的観察による河北潟のアカミミガメ・クサガメ個体群の特徴の変化. *Kahokugata Lake Science*, 19 : 1-6.
- 岡田夕季・矢部 隆・山田智子・小林浩之・前澤勝典・織田統一 (2005) 三河地方西部における淡水産カメ類の分布. *矢作川研究*, 9 : 5-17.
- Quinn, G. P., and M. J. Keough (2002) *Experimental design and data analysis for biologists*. Cambridge university press, Cambridge.
- R Core Team (2017). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- 沢田英司・阿部成人 (2017) 徳島県のレンコン栽培における病害虫の発生状況と対策. *植物防疫*, 71 : 755-759.
- 田村ユカ・矢部 隆・夏原由博 (2015) 岐阜県海津市山除川水系における淡水棲カメ類の分布様式と生息状況の変化. *日本環境動物昆虫学会第27回年次大会講演要旨*.
- 谷口真理・亀崎直樹 (2010) 大阪平野淀川支流の船橋川に生息するカメ類. *爬虫両棲類学会報*, 2010(2) : 105-110.
- 谷口真理・亀崎直樹 (2011) 日本におけるミシシippアカミミガメの飼育と定着 : 須磨海浜水族園に持ち込まれた個体の分析から. *爬虫両棲類学会報*, 2011(2) : 169-177.
- 谷口真理・三根佳奈子・亀崎直樹 (2013) 西日本に生息するミシシippアカミミガメの雌の成熟サイズと産卵期. *爬虫両棲類学会報*, 2013(2) : 86-91.
- 谷口真理・三根佳奈子・亀崎直樹 (2014) 研究の窓 : ミシシippアカミミガメ防除の実践. *うみと水ぞく*, 33(2) : 123-133.
- 谷口真理・上野真太郎・三根佳奈子・亀崎直樹 (2015) 西日本のため池における淡水性カメ類の分布と密度. *爬虫両棲類学会報*, 2015(2) : 144-157.
- Taniguchi, M., J. E. Lovich, K. Mine, S. Ueno and N. Kamezaki (2017) Unusual population attributes of invasive red-eared slider turtles (*Trachemys scripta elegans*) in Japan: do they have a performance advantage? *Aquatic Invasions*, 12(1): 97-108.
- 寺岡誠二・新宮礼子・越川敏樹 (2017) 松江堀川の生物と棲息状況 : 堀川の外来種対策に向けて. *平成28年度ホシザキグリーン財団環境修復プロジェクト報告書* : 79-89.
- 天白牧夫・大澤啓志・勝野武彦 (2009) 三浦半島における淡水棲カメ類の種組成と生息環境の関係. *ランドスケープ研究*, 72(5) : 547-552.
- Warton, D., R. Duursma, D. Falster and S. Taskinen (2014) smatr: (Standardised) Major Axis Estimation and

- Testing Routines. R package version 3.4-3. <https://cran.r-project.org/web/packages/smatr/index.html>
- 鷺谷いずみ・村上興正 (2002) 外来種対策に関する基本的な考え方. 外来種ハンドブック, 日本生態学会 (編), 39-41. 地人書館, 東京.
- 矢部 隆 (2003) 外来カメが変える水環境: 外来種が引き起こす諸問題. コミュニティ政策研究, 第5号: 3-19.
- 矢部 隆 (2006) 外来のカメ類の野外での定着の実態. コミュニティ政策研究, 第8号: 47-57.
- 矢部 隆 (2007) 名古屋市川原神社境内の池における外来カメ類の増加とその対策に地域コミュニティが果たした役割. コミュニティ政策研究, 第9号: 21-39.
- 山田雄哉・上木原慶彦・芹沢俊介 (2008) 愛知県中部における在来および外来淡水産カメ類の分布. 豊橋市自然史博物館研報, 18: 35-45.
- 山本大輔・浜崎健児 (2017) 矢作川研究の今: ドローンでカメの居場所を探せ! 豊田市矢作川研究所季刊誌 RIO, 202: 2-3.
- 山本大輔 (2017) ドローンを河川環境調査に活用: 豊田市アカミミガメ防除プロジェクト. 河川文化, 79: 24-25.
- Yamamura, K. (1999) Transformation using $(x+0.5)$ to stabilize the variance of populations. *Researches on Population Ecology*, 41: 229-234.
- 安川雄一郎 (2002) ミシシippiaアカミミガメ: 大規模な国際取り引きによる定着. 外来種ハンドブック, 日本生態学会 (編), p. 97. 地人書館, 東京.
- 1) 豊田市矢作川研究所
〒471-0025 愛知県豊田市西町2-19
 - 2) 名古屋大学大学院 環境学研究科
〒464-8601 愛知県名古屋市千種区不老町
 - 3) 一般財団法人 自然環境研究センター
〒130-8606 東京都墨田区江東橋3-3-7
 - 4) 愛知学泉大学 現代マネジメント学部
〒471-8532 愛知県豊田市大池町汐取1