

ISSN 2758-8661

日本の淡水カメ記録 御 亀 樂

Fresh Water Turtle Data from JAPAN 'OKIRAKU'



No. 4

2025

発行 御亀樂編集委員会

Published by Okiraku Editorial Board

御亀楽 No.4 目 次（第11回淡水ガメ情報交換会発表集）

第11回淡水ガメ情報交換会 外来種シンポジウム「ニホンイシガメをクサガメからどうまもるか」開催	谷口真理…1
淡水棲力メ類の細菌感染症と治療薬の薬剤疫学	中村有加里・深瀬 徹…2
犯人は？イシガメを急激に減らす外来種と緩やかに減らす外来種	西堀智子・加賀山翔一・松本健二・長谷川雅美…3
生物多様性に配慮した公園でニホンイシガメを守る～井の頭池の取り組み～	八木 愛…3
神戸市西区におけるアカミミガメ防除活動－活動に至った経緯と新型餌袋「カメカメナイン」の紹介－	佐藤厚仁…5
神戸市立相楽園におけるニホンイシガメの域外飼育と環境DNAの研究	阿部慧琉・清水まどか・近藤かりん・清水 葉・ 清水礼花・金島姫依・小松原奏穂・内田るみか・中谷卓司…7
ニホンイシガメの保全の試みと課題	三根佳奈子・谷口真理…10
続・江戸の町のどこにイシガメがいたのか－六義園で暮らした大名の日記から－	後藤康人・辻井聖武…11
野生下における淡水カメ類の餌資源を巡る関係について	河原優介・亀崎直樹…14
ミシシッピアカミミガメの餌志向性の個体差について	杉田渓翔・亀崎直樹…15
タイ体験記	鈴木 大・谷口真理…17
平均気温の上昇が淡水性カメ類の産卵に与える影響	竹田正義…18
ニホンイシガメにおける記憶力と社会学習能力	木原来翔…19
表紙ロゴデザイン 村西美穂	

第 11 回淡水ガメ情報交換会 外来種シンポジウム 「ニホンイシガメをクサガメからどうまもるか」開催

谷口真理

673-0012 兵庫県明石市和坂 1-15-34 株式会社自然回復 第 11 回淡水ガメ情報交換会実行委員会
The Invasive Species Symposium, How to protect the Japanese pond turtle from the Reeves' pond turtle, was held on the 11th Freshwater Turtle Information Exchange Meeting.

By Mari TANIGUCHI

Nature Recovery Co., Ltd., 1-15-34, Wasaka, Akashi, Hyogo 673-0012 Japan

日本列島に生息するクサガメは中国大陸や朝鮮半島から移入された外来種であるとの説を支持する研究結果が、2011 年前後からこれまで複数分野において発表されてきた。ところが、クサガメは古くから日本列島に生息しているがために、その問題がわかりにくい側面が存在する。そこで、淡水ガメ情報交換会では、クサガメに関するシンポジウムなどをこれまで複数回開催し、その問題について考える場を設けてきた。

今回の第 11 回淡水ガメ情報交換会(2025 年 3 月 15-16 日開催)では、ニホンイシガメの保全に対するクサガメ対策について考える機会となるよう外来種シンポジウム「ニホンイシガメをクサガメからどうまもるか」を開催した。趣旨説明ではこれまで明らかとなった研究結果について再

度整理をし、招待講演では最新の研究結果「クサガメによるニホンイシガメにおける遺伝的攪乱の実態」を松田悠之介氏に講演いただいた。事例報告では、福井県敦賀市中池見湿地でのクサガメ対策について、藤野勇馬氏(NPO 法人 中池見ねっと)、西堀智子氏(和亀保護の会／(一社) 淡水生態研究所)、加賀山翔一氏((一社) 淡水生態研究所)の三者から事例紹介いただいた。

科学的根拠に基づいた知見が適切に普及するとともに、ニホンイシガメの保全対策が前進していくことを期待し、各演者からの発表動画を以下に公表する。

①



②



③



④



⑤



第 11 回淡水ガメ情報交換会 外来種シンポジウム「ニホンイシガメをクサガメからどうまもるか」の各演者の動画 ①趣旨説明、②招待講演「クサガメによるニホンイシガメにおける遺伝的攪乱の実態」松田悠之介氏、③事例報告「クサガメ侵入！ラムサール条約湿地『中池見湿地』での対策と現状」藤野勇馬氏(NPO 法人 中池見ねっと)、④事例報告「中池見湿地での調査のきっかけとクサガメ・雑種防除の合意形成について」西堀智子氏(和亀保護の会／(一社) 淡水生態研究所)、⑤事例報告「なぜクサガメを排除するのか？ニホンイシガメに与える潜在的な影響と保全効果」加賀山翔一氏((一社) 淡水生態研究所)

淡水棲カメ類の細菌感染症とその治療薬の薬剤疫学

中村有加里・深瀬 徹

794-8555 愛媛県今治市いこいの丘 1-3 岡山理科大学獣医学部獣医学科

Bacterial infections of freshwater turtles and pharmacoepidemiology of the remedies for the diseases.

By Yukari NAKAMURA and Tohru FUKASE

Department of Veterinary Medicine, Faculty of Veterinary Medicine, Okayama University of Science,
1-3 Ikoi-no-oka, Imabari-shi, Ehime 794-8555, Japan

他の動物種と同様に、淡水棲カメ類も様々な疾患に罹患する。各種の疾患は感染性疾患と非感染性疾患に分けることができる。感染性疾患は、何らかの病原体の感染ないしは寄生を受けることによって発症するものであり、その病原体として、ウイルスや細菌、真菌、蠕虫、ダニ、昆虫などが知られている。これらのなかでも、細菌による感染症は、淡水棲のカメ類に比較的多く発生する。

しかしながら、今までのところ、カメ類の細菌感染症に関する知見は断片的であり、また、その治療法についても試行錯誤の状態にあるといって過言ではない。とくに治療のための薬剤として、カメ類のために製造販売承認を取得している製品は世界的にもないのが現状である。そこで、淡水棲カメ類の細菌感染症の病原細菌と治療薬として用いられている薬物についてまとめておくことは、今後のカメ類の疾病的対策に有用であろうと考え、これまでの知見に関する文献の調査を試みた。

その結果、カメ類の細菌感染症から分離された細菌として、*Salmonella* spp., *Vibrio mimicus*, *V. cholaeae*, *Camphylobacter fetus*, *Mycoplasma agassizii*, *Chlamydophila* spp., *Aeromonas* spp., *Mycobacterium* spp., *Pasteurella* spp., *Pseudomonas* spp., *Yersinia enterocolitica* などが認められた。このうち、

Aeromonas spp.などは淡水棲カメ類の生息地の水系や飼育水などに常在しているものであり、カメ類の体調の悪化などとともに、日和見感染として細菌感染症を発症させることが推察された。

これらの細菌感染症の治療薬としては、抗菌薬が第一義的に使用されていた。主な薬物として、 β -ラクタム系薬物のカルベニシリンとアンピシリン、ペペラシリン、セフタジジム、セフォペラゾン、チカルシリン、アミノグリコシド系薬物のアミカシンとゲンタマイシン、ネオマイシン、テトラサイクリン系のドキシサイクリンとオキシテトラサイクリン、フルオロキノロン系のエンロフロキサシンとシプロフロキサシン、マクロライド系のクラリスロマイシンとタイロシン、エリスロマイシンなどが認められた。

上記の薬物は、製剤化された場合の医薬品の範疇としては、医師または歯科医師あるいは獣医師の処方や指示にもとづいて投薬が行われるものとなる。ただし、上述のように、カメ類のための動物用医薬品は開発されていない。カメ類に抗菌薬を投与する場合は、診察を行った獣医師の裁量により医療用医薬品や動物用医薬品のうちの要指示医薬品が適用外で処方されることになる。カメ類を対象とする動物用医薬品が上市されることを望みたい。

犯人は？ニホンイシガメを急激に減少させる外来種と緩やかに減少させる外来種

西堀智子^{1, 2}・加賀山翔一²・松本健二^{1, 2}・長谷川雅美^{1, 2}

¹171-0032 東京都豊島区雑司ヶ谷 1-24-12 爬虫両生類情報交換会

²274-8510 千葉県船橋市三山 2-2-1 千葉県ニホンイシガメ保護対策協議会

What is the culprit? Invasive species causing rapid decline and slow decline of the Japanese pond turtle.

By Tomoko NISHIBORI^{1,2}, Shawichi KAGAYAMA², Kenji MATSUMOTO^{1,2}, and Masami

HASEGAWA^{1,2}

¹Reptile and Amphibian Information Networking Group, 1-24-12 Zoshigaya, Toshima-ku, Tokyo 171-0032, Japan

²Conservation Activity Council of the Native Freshwater Turtles in Chiba Prefecture, 2-2-1 Miyama, Funabashi, Chiba 274-8510, Japan

今回発表した内容は、既に日本爬虫両棲類学会の「爬虫両棲類学会報」2024（1）において、以下のタイトルで発表したもの一部を紹介したものである。詳細は論文を参照されたい。

長期調査から見えるニホンイシガメ減少の実態～爬虫両生類情報交換会「南房総イシガメ観察会」が語るもの

生物多様性に配慮した公園でニホンイシガメを守る ～井の頭池の取り組み～

八木 愛

180-0013 東京都武蔵野市西久保 3-8-16 アンダンテ武蔵野 106 認定 NPO 法人 生態工房

Conservation for *Mauremys japonica* in the park: work on Inokashira Pond.

By Ai YAGI

NPO Eco-Works, 3-8-16-106, Nishikubo, Musashino, Tokyo 180-0013, Japan

都立井の頭恩賜公園にある井の頭池（4.2ha）は湧水を水源とする自然池沼である。水生昆虫や水草が豊富なことで戦前から知られていたが、1960 年代以降の湧水量の減少や、公園管理の変遷の中で生物多様性が低下した。2010 年代以降は、かいぼりを軸とした自然再生の取組によって

環境の改善が進みつつある。近年に行われた一連の取組のうち、ニホンイシガメとの関連が深い「水域-陸域の移行帯の再生」について報告する。井の頭池は池岸の全周に護岸が整備されており、岸付近で約 1 m の水深がある。護岸によって、汀線付近の移行帯の喪失や、水域-陸域間を利用

する生物の移動の阻害が起こっていた。2015～2017 年度に、移行帯の環境を修復する目的で池岸の一部の区間で、護岸の前面に「浅場」と呼ばれる水深の浅い段の造成が行われた。浅場には池底から取った土が充填された。水深の浅い湿地環境が創出されたことにより、井の頭池では長年確認されていなかったさまざまな湿生植物が埋土種子から発芽した。在来魚の稚魚、トンボ、バンやカモ類等の水鳥が浅場を利用しているほか、ニホンイシガメやニホンスッポンの幼体の生息も確認されている。

浅場の後背地にあたる陸域には林が広がっている。しかし、林内は日照不足や踏圧によって下層植生が乏しく、生物多様性が豊かとは言えない状況であった。ニホンイシガメは産卵や採食のために水域に近い草地や林を利用するので、生息地の質を向上させるためには陸域の環境も改善する必要があった。

陸域での取組は、浅場に隣接している「ハンノキ林」と呼ばれる区域で実施された。ハンノキは湿地に生育する高木で、東京都レッドリストで絶滅危惧 II 類に選定されている。ハンノキ林では、2018 年の台風で多数の倒木が発生したことから、ハンノキ林再生の取組が開始された。この作業の一つとして堆積土の除去が行われた。ハンノキ林

がある場所は地下水位が高いが、過去に土砂が搬入された経緯があり、ハンノキの生育に適さない乾燥した状態になっていた。こうした状況の改善を目的として、2019 年から堆積土の除去作業が行われている。堆積土を除去した範囲では、地下水位が上昇した時期に水が染み出して冠水するようになり、湿生植物が生育するまでになっている。

ハンノキ林ではニホンイシガメが産卵場所として利用していることが確認されていたが、堆積土の除去が進み冠水範囲が拡大した 2024 年には、秋期に地上に這い出した幼体が冠水した湿地を利用している様子が確認された。湿地ではトンボや水生甲虫の生息も確認されている。井の頭池に後背湿地が創出されたことにより、ニホンイシガメを含む湿地の動植物にとって生息に適した環境が増加したと考えられる。

井の頭池でこれまでに整備された浅場や後背湿地は、適切な管理を継続して良好な状態で維持していくことが重要である。また、浅場が整備された区間は池岸の 9% である。生物多様性の喪失を止めて反転させていくネイチャーポジティブの観点から、今後も浅場の整備を継続していくことが期待される。

神戸市西区におけるアカミミガメ防除活動 —活動に至った経緯と新型餌袋「カメカメナイン」の紹介—

佐藤厚仁

兵庫県神戸市西区神出町 レプタイルズ

Removal of *Trachemys scripta* in agricultural ponds of the Kobe, Hyogo.

By Atsuto SATO

Reptiles, Kande-cho, Nishi-ku, Kobe, Hyogo, Japan

私は幼い頃から自然の豊かな環境で過ごし、ヤギやうさぎ、爬虫類やインコなど沢山の生き物と暮らしてきた。そんな私は、高校生になりスマホを持ち始め、自分の身近な生き物だけではなく日本全国の生き物について学んだ。そして、外来種による影響は大きなものだということを知った。

学ぶまでは、外来種は単に人の手によって持ち込まれ、本来の生息地から離された生き物だという在来種と分けるためだけにある言葉くらいの認識しかなかった。その外来種がどれほど多くの影響を及ぼすかを知った私は、何かできることはないかと調べた。そこで知ったことは、神戸市が行うアカミミガメ防除活動の支援事業の存在だ。

その支援事業に、レプタイルズという団体で応募し、2022年から神戸市西区神出町近辺のため池を中心にアカミミガメ防除活動を開始した。以下に、2022年度から2024年度に行った誘引罠での防除と誘引罠に施した工夫について紹介する。

2022年度と2023年度は、誘引用の餌に鯛のアラ、ツバスのアラや切り身などを使用し、それらを餌袋に入れて、誘引罠による捕獲を行った。そこで感じた欠点は、切り身は餌持ちが悪く、匂いが長続きしないため、あまり防除効率が良くないということだ。また鯛のアラでは匂いが出にくく

のか、罠に入るカメの個体数が少なかった。しかし、ツバスのアラは、切り身や鯛のアラとは違い、餌持ちもよく身がなくなても骨の匂いなどで誘引効果が長く続き、誘引罠での捕獲に適していると感じた。

このように誘引罠での捕獲では、適している餌とそうでない餌があるとわかった。しかし、どのような餌を使用したとしても変わらない1番大きな欠点がある。それは誘引罠に使用されているほとんどの餌袋では、餌持ちが悪く、破られやすいという点だ。そこでその欠点を改善するため、2024年に餌袋の改良を試みた。用意したのは、ダイソーで販売されている「ワイヤーネットカゴ」と「どんとキャットロング」だ(2点ともダイソーの実際の商品名)。

この2つの商品を組み合わせることで、できたものが図1のような餌カゴだ。そして、私はこの餌カゴに名前を付けた。その名もカメカメ9(カメカメナイン)だ。カメがエサを噛めない→カメカメない→カメカメ9ということだ(9は、私の学生時代の出席番号)。この餌カゴは以下の3つのメリットがある(図2)。①私の使用した4種類の誘引罠(3つのサイズの異なるカニカゴと、溺死防止のための袋状の網が付いているカメ捕獲用のカメもんどり)全ての骨組みにジャストフ

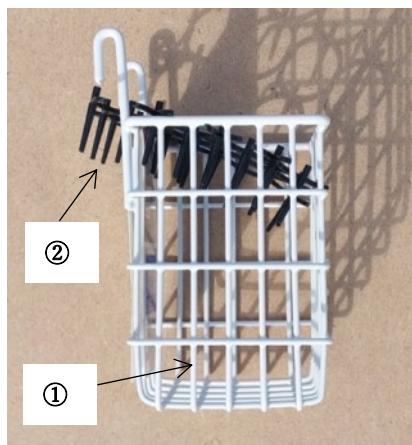


図 1. ダイソーで販売されている「ワイヤーネットカゴ①」と「どんとキャットロング②」で自作した新型餌袋「カメカメナイン」

イットする(図2A). ②餌が取られないかつ餌カゴが破られない、すなわち餌持ちがよい(図2B). ③使用した「ワイヤーネットカゴ」は3種類のサイズのものがあり、大きなアラや冷凍の餌などある程度のサイズの餌に対応できる(図2C). この餌カゴによって、短時間で餌を取られることがなくなり、防除効率が向上し、餌代等の節約にもつながったと感じた。

その結果、アカミミガメの防除個体数は、2022年度 371 匹、2023 年度 566 匹、2024 年度 1287 匹と、捕獲にかけた労力は年によって違うが（概ね 7 月から 8 月の間に捕獲を実施）、2024 年度はさらに多くのアカミミガメを防除することができた。また、アカミミガメとの餌や環境の競争に負けてきたニホンイシガメが過ごしやすい環境に近づいたのか、2023 年度には 1 個体しか確認できなかったニホンイシガメが、2024 年度には 3 個体確認することができた。今後も改善点を見つけながら、より効率の良い方法でアカミミガメ防除活動を続けていきたい。

本活動は、神戸市の自然環境保全活動支援事業

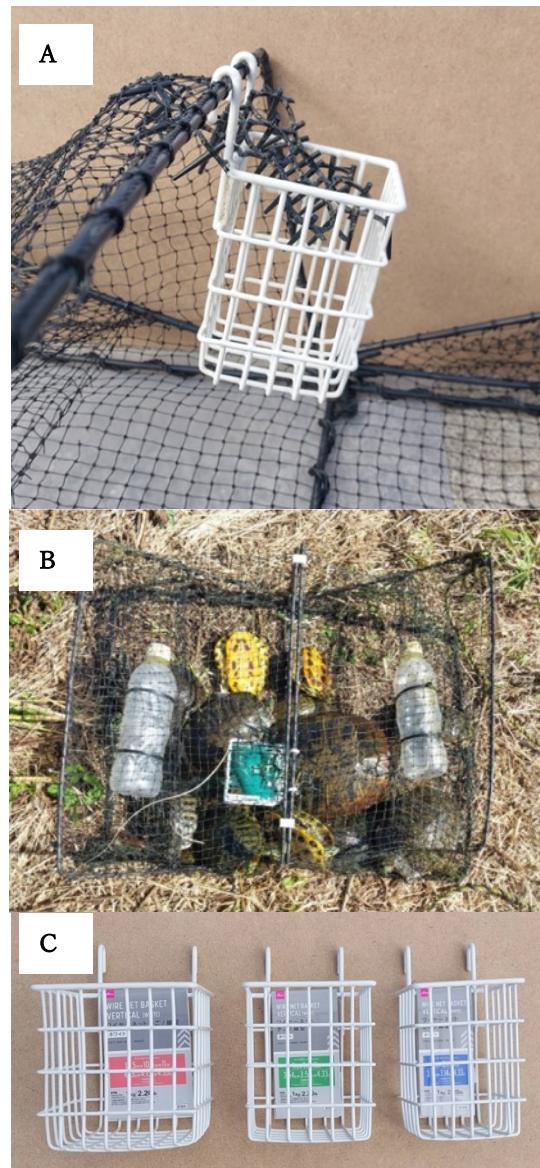


図2. 新型餌袋「カメカメナイン」の3つのメリット。A: 畏の骨組みにジャストフィットする。B: 餌が取られないかつ餌袋が破れない。C: ダイソー商品「ワイヤーネットカゴ」は3つのサイズがあり、様々なサイズの餌に対応可能。

アカミミガメ防除活動の補助金により実現することができました。また本活動にあたり、自然回復の皆様、神戸市西区神出町水利組合の皆様にご協力いただきました。ありがとうございました。

神戸市立相楽園におけるニホンイシガメの域外飼育と環境 DNA の研究

阿部慧琉・清水まどか・近藤かりん・清水 茉・清水礼花・金島姫依・小松原奏穂・内田るみか・中谷卓司

650-0006 神戸市中央区諏訪山町 6-1 神戸山手グローバル中学校高等学校 (2025 年度より校名変更) (仮) カメら部

Conservation activities for Japanese pond turtles in Japanese garden "Sorakuen" and Seasonal variation of environmental DNA

By Keina ABE, Madoka SHIMIZU, Karin KONDO, Marika SHIMIZU, Reika SHIMIZU, Hiyori KANESHIMA, Kanaho KOMATSUBARA, Rumika UCHIDA, and Takuji NAKATANI
Kobe Yamate Global Junior & Senior High School, 6-1, Suwayama-cho, Chuo-ku, Kobe, Hyogo 650-0006, Japan

目的

2011 年から神戸山手女子高等学校 (2025 年度より神戸山手グローバル中学校高等学校へ校名変更) は神戸市立相楽園の池をフィールドにして、ニホンイシガメの域外飼育を試行・調査している。また、環境 DNA の分析によってニホンイシガメの生存の有無を確認できる(河田他, 2018)ことから、その手法を習得し、さらに応用を検討している。

ニホンイシガメの域外飼育

(1) 概要と調査方法

閉鎖された比較的広い空間で繁殖の可否を調べるために、相楽園で捕獲した 1 匹に加え、神戸市立須磨海浜水族園に協力を得て、兵庫県産のニホンイシガメ 22 匹を譲り受けた。各個体はナンバリングし身体計測を行った上で、2011 年 11 月に 3 匹、2012 年 9 月に 20 匹、相楽園の日本庭園の池に放流した。これを不定期に、池外周から目

表 1. 各個体の動向(●は捕獲確認、○は目視確認、×は死亡を示す)

No.	性別	2012年月				2013年月				2023年月				2024年月																				
		9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
4001	♀					●																												
4002	♀	●				●																												
4003	♀						●								●	●										○	○							
4004	♀			●		●																												
4005	♀	○		●	●																													
4006	♀			●																														
4007	♀																																	
4008	♀							●	●																									
4009	♀							○	●	●																								
4010	♀	●						●	●	●																								
4011	♂	●																																
4012	♂	●	●	●			●																											
4013	♂	●	●					●																										
4014	♂	●	●			●			●	●	●																							
4015	♂	●	●	○			○	○	○	○	○																							
4017	♂	●	●	●			●		●	●	●																							
4018	♂	●	●			●			●	●	●																							
4019	♂	●				●			●																									
4020	♂	●				●		●	●	●	●																							
4021	♂						●	●	●	●	●																							
ジュリア	♀	●	●	●			●	●	●			×																						
ベリー	♀																																	
マイケル	♂																																	
幼体確保							●	●																										

※1 卵確認後、人工孵化にて 4 個体確保 (図 1A) ※2 幼体 5 個体捕獲 (うち 1 個体は後に死亡)

視観察と網による捕獲を行って、各個体の追跡調査を実施している。

(2)導入個体の動向

捕獲または目視による確認が行われた各個体とその時期について、2012年から2013年と、2022年以降のものを表1に示す。●は捕獲による確認、○は目視による確認を表す。当初の23個体のうち、しばらく個体番号が確認できている個体は2個体であったが、2023年6月、神戸市中央区にお住まいの方から飼育していたニホンイシガメを譲り受けた。数年前に路上を歩行していた個体とのことであったが、4014番のオスであった。その影響か、2022年と2023年に幼体の捕獲が途絶えていたが、2024年には2回の産卵行動を確認することができた。

(3)2024年の産卵と孵化

5月18日産卵行動(4003番)の連絡を受け、5月21日に7個の受精卵を確認した。そのうち1個は破損していたが、残り6個について人工孵化へ移行した(図1A)。そして8月16日に4個体の孵化を確認した(図1AB)。

さらに6月10日にも産卵行動(4003番)の連絡を受け、6月14日9個の受精卵を確認した(図1C)。この卵は埋め戻し、上部を金属製の笊で覆って固定した。9月11日に幼体発見の報告を受け、産卵場所を確認したが孵化後の殻のみの状態であった。周囲を隈無く探索した結果、5個体(うち1個体は後に死亡)を捕獲した。

環境DNAに関する研究

(1)概要

環境DNAとは水中や土壤中、空气中などの環境中に存在する、生体内や生体外の動植物の排泄物・組織片などに由来するDNAのことである。その環境DNAを採取し分析することで、生物の在不在や個体数、さらには遺伝情報などの膨大な

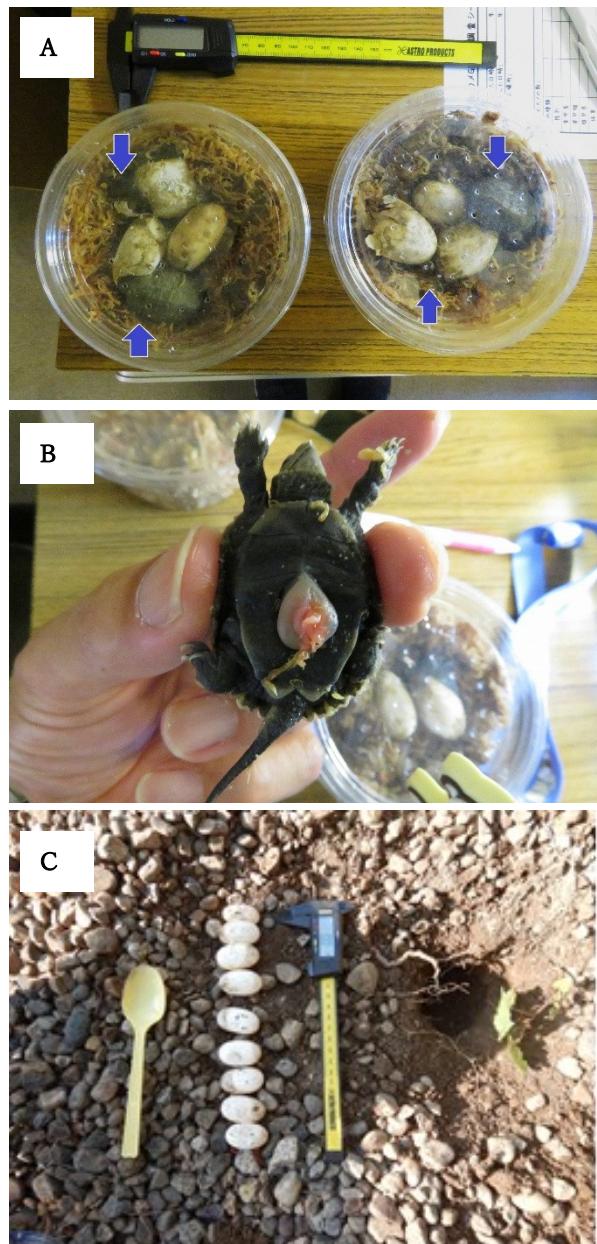


図1. A:孵化の様子(矢印は孵化幼体を示す),
B:孵化後の幼体,C:2024年6月14日の
産卵確認

データを得ることが可能となってきた(源, 2019)。

神戸大学の源利文先生にご協力いただき、ニホンイシガメを導入している相楽園内池の環境DNAを調査している。カメ類の環境DNAを調査するためのプライマーは決定されているが、冬期は活動が鈍り、環境DNAの検出が困難であることが問題点としてあげられる(河田他, 2018)。そこで、生活環境と生存数がある程度把握できて

いる相楽園の日本庭園の池で、ニホンイシガメの環境DNAの季節変化を調査した。

池の水500mLからDNeasy Blood & Tissue Kitを用いてDNAを抽出し、神戸大学大学院人間発達環境学研究科の源研究室にrPCRでの増幅を依頼した。結果は、7月から10月の間に、相楽園でニホンイシガメの環境DNAが確認できたが、十分とはいえない結果であった(樽井他, 2021)。そこでカメ類の環境DNAは、排出物に多く含まれ、池の底に沈殿していると考え、並行して土壤中の環境DNA抽出を試みた。2020年10月から2021年2月にかけて、池の縁の土壌を採取し、Powersoil KitでDNAを抽出、rPCRで増幅したが、いずれも測定限界値以下であった。

(2) 調査方法

試料採取は、池の縁の土から、池の底の泥に変更し、スクリューキャップ付きプラスチック試験管におもりをつけ、池に投げて回収する方法を採用した(図2A)。抽出キットは、前回のDNeasy Powersoil KitからDNeasy PowerLyzer Powersoil Kitに変更した(図2B)。DNAを吸着するPowerBeadチューブのビーズが、黒い粒々より、より細かい白い粒になっている。0.25gの泥から、環境DNAを含む100μLの試料を得た。

(3) 環境DNAの抽出結果

池の水からの環境DNA検出だけでなく、池の泥からも環境DNAを検出できることが分かった。現在、この季節変化を追跡している。

今後の展望と課題

ニホンイシガメを相楽園内に導入することによって、繁殖が確認できている。現在、保護した幼体の導入先を探している。環境DNAについては、水、池の底の泥、共に検出できることが確認できた。今後、その季節変化と検出量の変化を追跡する。

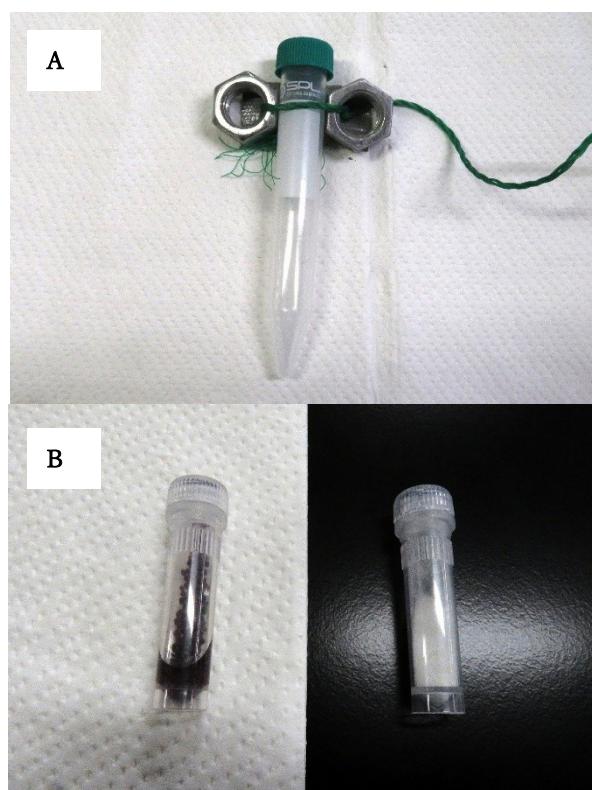


図2. 採用用プラスチック試験管(A), PowerBeadチューブ(B)

謝辞

この調査研究に当たって、調査地を提供して頂いている神戸市立相楽園、ニホンイシガメの提供と助言を頂いている岡山理科大学生物地球学部亀崎直樹先生、(株)自然回復、そして環境DNAに関してご指導頂き分析をお願いしている神戸大学大学院人間発達環境学研究科源利文先生に深くお礼申し上げます。

引用文献

- 河田萌音・上野真太郎・藤林 真・亀崎直樹・源利文. 2018. 環境DNA分析手法を用いた淡水ガメの検出. 亀楽 15: 7.
- 源利文. 2019. 環境DNA分析の概要と希少種の検出. 化学と生物 57(3): 181-186.
- 樽井優華・佐藤 瞭・浅野裕唯・山口翠月・福岡希心・中谷卓司. 2021. 神戸市立相楽園におけるニホンイシガメ保護の試み(続報)と環境DNAの季節変動(中間報告). 亀楽 21:35-39.

ニホンイシガメの保全の試みと課題

三根佳奈子・谷口真理

673-0012 兵庫県明石市和坂 1-15-34 株式会社自然回復

The conservation and challenge for the Japanese ponds turtles in the Kobe, Hyogo.

By Kanako MINE and Mari TANIGUCHI

Nature Recovery Co., Ltd., 1-15-34, Wasaka, Akashi, Hyogo 673-0012 Japan

はじめに

兵庫県神戸市においてニホンイシガメ（以下イシガメ）は環境省レッドリスト絶滅危惧Ⅰ類に相当する絶滅の恐れのある野生生物であり、保全対策が求められている。イシガメの生息数減少の要因は①生息環境の消失や分断、悪化、②外来種による影響、③悪質な業者による乱獲、④交通事故による死傷などが挙げられ、イシガメの保全、生息数回復のためにはこれらの要因に対して総合的に対処する必要がある。神戸市北区の国営明石海峡公園神戸地区あいな里山公園（以下公園）は、永続的に里地里山等の管理が行われることから、上述した要因のうち①③④のリスクを大幅に低減でき、在来種保全地として効果が高いと考えられる。そこで、2019年より公園内の淡水ガメの生息実態を把握するとともに、イシガメの保全対策手法について、検討してきた。本稿では、その実施内容の一部概要を紹介する。なお、本内容は神戸市のニホンイシガメの保全に向けた生息調査業務等の事業で行ったものである。

外来種クサガメ対策

イシガメとの資源競争や、交雑による遺伝子汚染を引き起こすクサガメは公園にも多く生息しており、本種の繁殖やイシガメとの雑種と思われる個体も確認されている（2019年～2023年捕獲調査実施）。そこでクサガメをイシガメの生息区

域から除去し、遠隔地（約800m離れた地点）に放流することで2種の生息域を分離できないかを検討した。2021年に遠隔地へ放流したクサガメ45個体のうち、12個体が放流から約1年後に再捕獲され、このうち11個体が元捕獲地点（イシガメが生息する区域）で、残り1個体は遠隔地で確認された。約800mの距離では生息地を分離することは困難であることが示唆された。

公園外からのイシガメの移植実験

公園がイシガメの保全地として機能するか検討するため、公園外で捕獲されたイシガメ9個体（いずれも野生の成体）を2021年から2022年に公園内へ移植放流し、発信機による追跡を行った。9個体のうち1年以上追跡できた4個体の行動圏は388～1208mで、既存の知見と比較すると行動圏は広くなる傾向がみられ、放流から1年経過しても行動圏が収束する兆しもみられなかった。また2023年3月までに5個体はアライグマとみられる食害をうけた状態で死亡・負傷し、その他2個体は原因不明により死亡した。単に個体（成体）を移植するのみでは定着が難しく、かつ公園内においては特にアライグマによる悪影響が著しく大きいことがわかった。

イシガメ保全区間の整備

上記の結果を踏まえ、2024年9月、電気柵を施した保全区画（約30m×30m）を公園内に整

備した。アライグマからの食害を防止するとともに、自然環境下の閉鎖的な空間で過ごすことにより順化を促すことが目的である。試験的に同年9月に5個体（いずれも野生の成体）を導入し、経過を観察している（2024年3月現在）。

今後

引き続き各関係機関と連携し、公園内における

イシガメ保全手法について検討していく。

謝辞

本調査を実施するにあたり、国営明石海峡公園神戸地区あいな里山公園の皆様にご協力いただきました。また、本調査は、神戸市環境局自然環境課からの業務委託により行いました。この場を借りて御礼申し上げます。

続・江戸の町のどこにイシガメがいたのか －六義園で暮らした大名の日記から－

後藤康人¹・辻井聖武²

¹ 100-1498 東京都八丈島八丈町大賀郷 2551-2 八丈島を盛りあげ隊 歴史民俗資料館担当

² 190-0022 東京都立川市錦町 2-1-22 株式会社自然教育研究センター

Where Were *Mauremys japonica* in Edo? Part II – Insights from a Daimyo's Diary at Rikugien Garden.

By Yasuhito GOTO¹ and Masamu TSUJI²

¹ Hachimoritai staff in charge of history and folklore museum, 2551-2, Okago, Hachijo-machi, Hachijojima, Tokyo, 100-1498, Japan

² Center for Environmental Studies, 2-1-22, Nishiki-cho, Tachikawa, Tokyo 190-0022, Japan

はじめに：江戸の町に生息していたイシガメ

前回、第10回淡水ガメ情報交換会で、筆者らは江戸時代（1603–1868年）の江戸（東京都西部中央部）を対象に、歴史資料（遺跡・風俗画・文献等）からニホンイシガメ *Mauremys japonica*（以下イシガメ）が生息していたと推定される場所10箇所を報告した（後藤・辻井, 2023）。その後も引き続き調査を重ねたところ、注目すべき資料を見出したため、該当地の実地踏査と内容の検討を行った。

「不忍池蓮見」に描かれたカメ：

谷田川から不忍池への流路を踏査

江戸時代後期に刊行された『江戸名所図会』（斎

藤他(著)・長谷川(画), 1834-36)の「不忍池蓮見」には、水面に多数のイシガメやニホンスッポン *Pelodiscus japonicus* と思われるカメが描かれている(図1)。同時代の自然誌として知られる『武

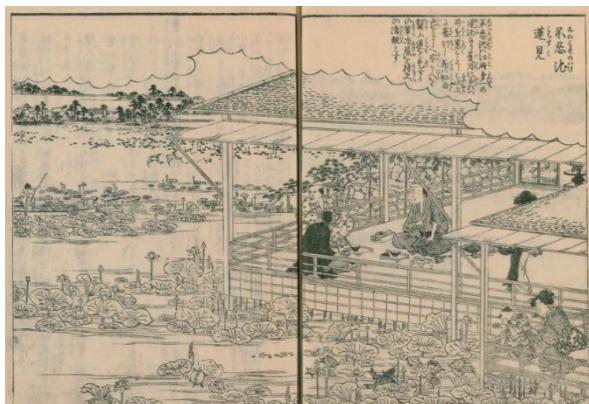


図1.『江戸名所図会』不忍池蓮見（国立国会図書館デジタルコレクションより）

江産物志』(岩崎, 1824)にもカメの名所として不忍池があげられているが、果たしてそれらのカメはすべて放し亀・放生に因るものなのだろうか。現在の不忍池(東京都台東区上野公園)には流入入河川はないが、かつては石神井川から分岐して不忍池に流れ込む谷田川が存在していた(角田, 2015)。暗渠化された現在の谷田川通りを踏査すると、イシガメ遺存体が出土した動坂遺跡(動坂貝塚調査会, 1978)や、同じ『江戸名所図会』でカメを連れ歩く子どもの姿が描かれている「白髭明神社」が近いことを確認した。動坂遺跡は文京区本駒込に、白髭明神社(現・上田端八幡神社)は北区田端に所在する。

柳沢信鴻『松鶴日記』の検討：

六義園のカメはどこから連れてきたものか

谷田川は現・王子駅(北区王子)付近で石神井川から分かれ、南流して不忍池に向かっていた。この王子～不忍池間に国の特別名勝に指定されている六義園(文京区本駒込)が所在する(図2)。5代将軍徳川綱吉の側用人だった柳沢吉保が造成した回遊式築山泉水庭園である。吉保の孫にあたる柳沢信鴻(1724–1792)は隠居後に六義園に居住し、その生活ぶりを詳細に書き残した(小野,



図2. 現在の六義園 (2023年10月4日撮影)

2017).『松鶴日記』(柳沢, 1982; 北区史編纂調査会, 1992)は信鴻による天明6(1786)年1月から寛政3(1791)年8月までの日記で、今回の調査の結果、野外で入手したイシガメと推定されるカメを園地の池に放した記述を3箇所確認した(図3)。年月日、入手場所、状況と頭数は以下である。

天明9年3月18日(1789年4月13日)：西ヶ原一里塚。家臣が拾った1頭。

寛政2年3月14日(1790年4月27日)：飛鳥山麓。「放亀」9頭。

寛政3年4月14日(1791年5月16日)：飛鳥山麓。「村童放亀たる」17頭。

原文にある「放亀」という表現が放し亀向けの捕獲個体を意味するのか、あるいは川漁や川遊びで捕獲された個体の再放流だったのか、詳細は不明だが、いずれにせよ飛鳥山(現・北区王子の飛鳥山公園)付近を流れる石神井川もしくは谷田川に生息していた野生個体である可能性が高いと

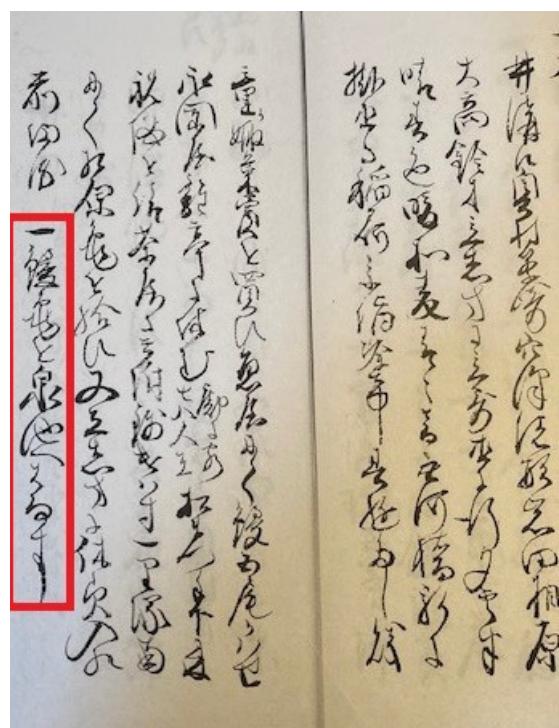


図3. 松鶴日記 寛政2年3月14日(囲み部分「鰐を泉池に放す」とある)

考えられる。

おわりに：

江戸の町のイシガメ生息地を河川から注目する

今回の調査で石神井川～谷田川～不忍池にかけてイシガメが生息分布していた蓋然性が高いことがわかった。江戸の町のイシガメについては歌川広重の錦絵「深川万年橋」の放し亀のイメージが強く、巷説では他所から持ち込まれたカメではないかと語られることが多かった。しかし、石神井川は隅田川（旧・荒川）に合流し、その下流に（小名木川が隅田川へと注ぐ川口に架かる）万年橋が所在する。先述の『武江産物志』ではカメが多く見られる場所として隅田川に近い千住天王前池（現在の素盞雄神社、荒川区南千住）もあげられている。また、近年では足立区内の水辺環境でイシガメが繁殖個体含め複数個体確認されたことから（辻井、2023）、江戸時代の荒川（旧利根川）水系を含めた東部低地帯に着目して調査を進めるとともに、さらには江戸の町を流れている他の水系にも注目してゆく。

引用文献

- 動坂貝塚調査会. 1978. 動坂遺跡. 動坂貝塚調査会, 東京. 241p.
- 後藤康人・辻井聖武. 2023. 江戸の町のどこにイシガメがいたのか. p.60-61. 第10回淡水ガメ情報交換会講演要旨集, 東京.
- 岩崎常正. 1824 (2025年4月20日確認). 武江産物志. 国立国会図書館デジタルコレクション. 入手先<<https://dl.ndl.go.jp/pid/2557805/1/18>>
- 北区史編纂調査会. 1992. 北区史 資料編 近世I. 東京都北区, 東京. 623p.
- 小野佐和子. 2017. 六義園の庭暮らし 柳沢信鴻『宴遊日記』の世界. 平凡社, 東京. 252p.
- 斎藤幸雄・幸孝・幸成(著)・長谷川雪旦(画). 1834-1836 (2025年4月20日確認). 不忍池蓮見. 江戸名所図会. 国立国会図書館デジタルコレクション. 入手先<<https://dl.ndl.go.jp/pid/2563393/1/25>>
- 角田清美. 2015. 武蔵野台地の河川と水環境. 駒澤地理 (51) : 35-58.
- 辻井聖武. 2023. 足立区におけるニホンイシガメの記録. 御亀楽 (1) : 10-11.
- 柳沢信鴻. 1982. 松鶴日記(第4巻・第5巻・第6巻). 国文学研究資料文庫. ゆまに書房, 東京.

野生下における淡水カメ類の餌資源を巡る関係について

河原優介・亀崎直樹

700-0005 岡山県岡山市北区理大町 1-1 岡山理科大学動物自然史研究室

Relationship of freshwater turtles to food resources in the wild.

By Yusuke KAWAHARA and Naoki KAMEZAKI

Okayama University of Science, 1-1 Ridai-cho, Kita-ku, Okayama 700-0005, Japan

水中カメラ (GoPro 社製) を用いて淡水カメ類の水中における採餌行動を観察・分析し、野生下における餌資源を巡る種間・種内関係を調べた。岡山県内を流れる 7 河川に誘引餌のマイワシを装着した水中カメラを 2024 年 5 月 14 日から 12 月 13 日の期間に計 45 カ所設置した。7 河川はそれぞれ小田川、高梁川、足守川、笛ヶ瀬川、旭川、百間川、八塔寺川である。動画はカメ類が出現してから出現しなくなるまでの間に、誘引餌に近づいた種と個体数を 5 秒間隔で記録した。また同時に捕獲調査を行い生息密度の指標である CPT (捕獲数/網数) を求めた。その結果、動画に出現した種はミシシッピアカミミガメ、クサガメ、ニホンイシガメ、ニホンスッポンであった。45 カ所中 20 カ所でカメ類が撮影され、うち 6 カ

所で 2 種以上が撮影された。**表 1** は 6 カ所におけるカメ類の撮影時間およびその割合と種別の CPT を表している。アカミミガメは他のカメ類と比較して出現割合が高く、2 個体以上の出現割合も高いことが分かる。足守川ではアカミミガメの CPT は低いもののアカミミガメの出現割合は CPT の高いクサガメよりも高かった。また、他の 3 種で複数個体撮影されたのはクサガメ 1 例のみであった。この結果から、アカミミガメの摂餌欲求が他種に比べて高い傾向があることが推察される。さらに、6 カ所全てにおいて誘引餌を巡る嗜みつき等の直接的な闘争行動は一度も確認されなかった。現在日本に生息する淡水カメ類は採餌において種内および種間で直接的な闘争をしないと考えられた。

表 1. カメ類の撮影時間の割合と CPT (6 カ所の地点ごと)

NO.	河川名	総撮影時間 (分)	カメ類 出現時間 (分)	カメ類撮影時間における種別の撮影割合 (%)						CPT			
				アカ 1個体	アカ 2個体以上	クサ 1個体	クサ 2個体以上	イシ 1個体	スッポン 1個体	アカ	クサ	イシ	スッポン
3	足守川	109	63	67.4	1.1	19.8	0	0	23.6	0.67	2.00	0	0
13	百間川	76	7	62.3	0	37.7	0	0	0	2.37	0.26	0	0.05
16	笛ヶ瀬川	83	25	34.4	41.1	28.9	12.4	0	19.8	1.63	0.63	0	0
18	笛ヶ瀬川	77	24	60.2	32.5	9.9	0	0	0	1.63	0.63	0	0
20	笛ヶ瀬川	93	69	22.0	78.0	1.1	0	0	0	1.63	0.63	0	0
29	高梁川	103	28	0	0	31.3	0	70.1	0	0	0.33	0.33	0

ミシシッピアカミミガメの餌志向性の個体差について

杉田渓翔・亀崎直樹

700-0005 岡山県岡山市北区理大町 1-1 岡山理科大学動物自然史研究室

On the individual differences in food preferences of the *Trachemys scripta elegans*

By Keisho SUGITA and Naoki KAMEZAKI

Okayama University of Science, 1-1 Ridai-cho, Kita-ku, Okayama 700-0005, Japan

はじめに

ミシシッピアカミミガメ *Trachemys scripta elegans* (以下アカミミガメ) は北米原産の外来の淡水ガメである。本種の食性について消化管内容物の解析を行う中で、同地点で捕獲された個体でも、消化管内容物に違いがみられた。これまでの研究では餌志向性の個体差については検討されていない。そこで、本研究ではアカミミガメの消化管内容物の解析を行うことで餌志向性の個体差を検討した。

方法

岡山市中区竹田に位置する百間川のワンド(以下百間川)、同市北区一宮笛ヶ瀬川の支流である中川の2地点で捕獲を行った。前者は2024年7月にマイワシを誘引餌としてカメ捕獲用かご罠を使用し、後者は2024年5月に徒手による捕獲を行った。捕獲されたアカミミガメは計測後解剖し、消化管内容物を採取した。サンプルは70%エタノールで固定した。

解析では、各個体の内容物内に約60%存在しているものを「主として食べているもの」として分類した。

結果及び考察

百間川では50個体、中川では20個体を捕獲した。捕獲した全個体の消化管内容物を分類したところ図1のようになった。

2地点ともにアオミドロを食べる個体が多かったが、百間川ではツルノゲイトウがそれについて多かったのに対し、中川では稲穂と稻茎が多かった。この違いはそれぞれの環境で餌資源の違いを反映していると考えられる。これはYamaji and Yano (2020) でアカミミガメは生息地に多く自生している植物を主として食べる傾向にあることに一致している。動物質において百間川では二枚貝を選択して食べる個体が確認された。また泥が内容物として取り出された個体も少数ではある。

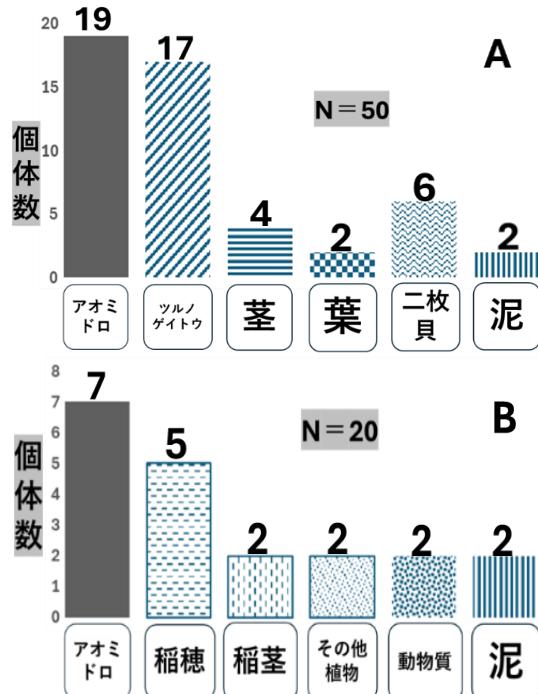


図 1. 消化管内容物の分類別個体数。A: 百間川(消化管内容物), B: 中川(腸内容物)

るが両地点で確認された。

これらの食性の違いが体サイズによるものではないかと新たに仮説が立てられた。そこで食性の分類を背甲長別に示したところ(図2), 相関は見られなかった。これは体サイズが食性に変化を与える仮説を否定するものであった。また腸内容物から泥が確認できた個体について、胃内容物から動物質が確認された。このことから泥とともに

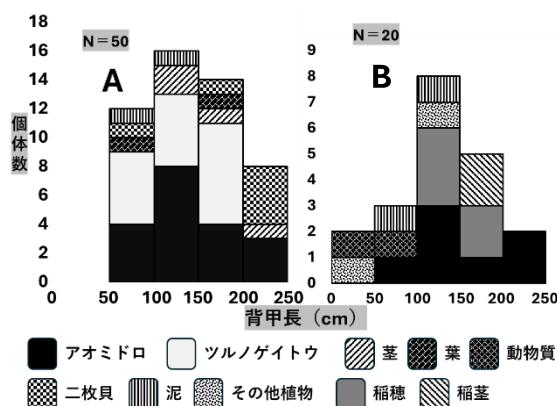


図2. 背甲長階級別の各消化管内容物の出現個体数. A: 百間川(消化管内容物), B: 中川(腸内容物)

動物質の餌を食べた後、消化吸収され泥のみが腸にのこることによって泥が内容物として取り出されると推察される。しかし、魚類では泥の中の有機物を目的として食するデトリタス食が知られており、今後、アカミミガメとの関係について検討したい。

今回の結果は、アカミミガメが主に摂餌する餌は個体によって違いがあることを示している。今後、個体間の関係なども考慮しながらさらに検討を加えたい。また、個体が継続的に同じものを志向し食べているか確認するため、内容物を胃と腸で分ける、スプライシング法を用いたサンプリングを行うなど検討が必要である。

引用文献

- Yamaji Y. and O. Yano. 2020. Feeding damage to native plants by red-eared slider turtles, *Trachemys scripta elegans* (Emydidae), in Okayama prefecture, Western Japan. Current herpetology 39 (2): 98-107.

タイ体験記

鈴木 大¹・谷口真理²

¹ 005-8601 北海道札幌市南区南沢 5 条 1-1-1 東海大学生物学部生物学科

² 673-0012 兵庫県明石市和坂 1-15-34 株式会社自然回復

A report of experiences in Thailand.

By Dai SUZUKI¹ and Mari TANIGUCHI²

¹ Department of Biology, School of Biological Sciences, Tokai University, 1-1 Minamisawa 5 jo 1-chome, Minami, Sapporo, Hokkaido 005-8601, Japan

² Nature Recovery Co., Ltd., 1-15-34, Wasaka, Akashi, Hyogo 673-0012, Japan

2024 年 4 月から 2025 年 3 月にかけて、発表者の 1 人鈴木がタイ王国のマヒドン大学において研究活動に従事した。そこで、第 11 回淡水ガメ情報交換会にて、その研究活動期間において現地で確認した淡水性カメ類の紹介および人の利用状況について紹介した。本稿は、その会における講演要旨として作成したものである。

今回の約 1 年間の調査により、野外の池や河川、ならびに公園や寺院の池で様々な種類の淡水性カメ類を確認した。確認された主なカメ類は、在来種ではマレーニシクイガメ (*Malayemys macrocephala*)、インドシナニシクイガメ (*M. subtrijuga*)、コラートニシクイガメ (*M. khoratensis*)、マレーハコガメ (*Cuora amboinensis*)、ホオジロクロガメ (*Siebenrockiella crassicollis*)、ヒジリガメ (*Heosemys annandalii*) であり、一方で外来種では北米原産のミシシッピアカミミガメ (*Trachemys scripta elegans*) も多く見つかった。また、各地の市場では多くのカメ類が販売されていた。それらにはペット目的のものもあるが、仏教の儀式の一つで、捕えられた生物を野外に放つことで徳を積む行為とされる放生会に用いるためのものとみられた。カメ類を販売していた店では他にも小型淡水魚や貝類等を販売しており、これらも放生会

に用いるものとみられた。実際に発表者らは寺院の池にカメと魚を放している参拝客を確認しており、またいくつかの寺院では多くのカメ類が飼育されている池があった。このような池は人工的な環境であるため、放生会によって人の手により持ち込まれたものが多く含まれるのであろう。さらに、特に都市部の公園や寺院の池ではミシシッピアカミミガメが多く確認された。これらミシシッピアカミミガメが自然下へ分布を拡大する可能性があり、日本と同様にタイ王国でも外来種ミシシッピアカミミガメによる在来生物への影響が懸念された。

謝辞

本研究活動に際し、マヒドン大学理学部の Ekgachai Jeratthithikul 博士、Phakhawat Thaweeprworadej 博士、Pakorn Komkam 氏、ならびに Animal Systematics and Molecular Ecology Laboratory の皆様、東海大学アセアンオフィスの富田紘央博士、株式会社自然回復の三根佳奈子氏にお世話をになりました。ここに厚く御礼を申し上げます。本研究活動は 2024 年度東海大学特別研究期間において実施しました。また、タイ王国での研究活動について、National Research Council of Thailand より許可を受けて実施しました (27/2567)。

平均気温の上昇が淡水性カメ類の産卵に与える影響

竹田正義

670-0971 兵庫県姫路市西延末 440 姫路市立水族館

Impact of rising average temperatures on egg-laying in freshwater turtles.

By Masayoshi TAKEDA

Himeji City Aquarium, 440 Nishinobusue, Himeji Hyogo 670-0971, Japan.

姫路市立水族館では、1970 年代よりニホンイシガメ、クサガメおよびミシシッピアカミミガメを飼育し、1976 年以降これら 3 種の飼育下における産卵情報を記録している。これら飼育個体群は主に 5 月～7 月にかけて産卵するが、近年では 4 月や 8 月にも産卵するなど産卵期間の長期化が見られる。このような傾向は、地球温暖化を背景とした平均気温の上昇がひとつの要因と推察される。そこで、平均気温の上昇が淡水性カメ類の産卵に及ぼす影響について明らかにするため、産卵期間と平均気温の関係について調べた。

当館の記録より、1976 年～2024 年にかけての 3 種の各年代における産卵期間の変化を調べた。産卵期間は、飼育個体群において最初の産卵を確認した日から最後の産卵を確認した日までの期間とした。平均気温は、気象庁ホームページより 1976 年以降の姫路の平均気温を求め、各年代における平均気温の変化を調べた。

その結果、3 種とも産卵期間が長期化する傾向にあった。1970 年代と 2020 年代の平均産卵期

間を比較すると、ニホンイシガメでは 1970 年代が約 56 日なのに対し 2020 年代は約 83 日で約 1.5 倍に、クサガメでは約 67 日なのに対し約 95 日で約 1.4 倍に、ミシシッピアカミミガメでは約 65 日なのに対し 115 日で約 1.8 倍に、それぞれ長期化していた。年平均気温は、2020 年代は約 16.4°C で 1970 年代より約 1.5°C 上昇していた。年平均気温と 3 種の産卵期間の間には正の相関が見られ、年平均気温が上昇すると産卵期間も長期化する傾向が認められた。また、3 月～5 月の平均気温は、2020 年代は約 14.4°C で 1970 年代より約 1.9°C 上昇していた。このような春の平均気温の上昇は、メスの卵胞ホルモンの分泌を促し 1 回目の産卵の早期化につながると考えられ、特に 2010 年代以降にその傾向が顕著に見られた。これらのことから、平均気温の上昇は淡水性カメ類の産卵期間の長期化につながることが示唆され、特に春の平均気温の上昇が大きく影響する可能性が示唆された。

ニホンイシガメにおける記憶力と社会学習能力

木原来翔

606-8502 京都府京都市左京区北白川追分町 京都大学大学院理学研究科動物行動学研究室

Memory and social learning in the Japanese pond turtle (*Mauremys japonica*)

By Ruto KIHARA

Laboratory of Ethology, Department of Zoology, Graduate School of Science, Kyoto University, Sakyo, Kyoto, 606-8502, Japan

はじめに

爬虫類の中でもカメ類は色や形を識別する優れた視覚や帰巣能力により、一部の種において様々な認知能力の研究が行われている。例としては色と報酬を関連付けた学習において、学習完了から時間をおいて再び実験を行うことによる長期記憶能力について研究が行われており (Davis and Burghardt, 2007 ; 2012 ; Gutnick et al., 2020), これらの能力は、ライフスパンが長いカメ類において有利に働くと推測されている。また他個体の学習実験を観察することにより、学習実験を未経験の個体でも複雑なタスクをこなすことができるようになる社会学習能力についても実験が行われてきた (Davis, 2009 ; Davis and Burghardt, 2011 ; Wilkinson et al., 2010)。社会学習能力は、同種他個体を観察・模倣することで新たな能力を獲得することと定義され、群れを作る動物で研究が行われてきたが、社会性がないとされるカメ類においても発見される結果となった。

このようにカメ類において認知研究は増えつつあるが、これらの研究はリクガメ科とヌマガメ科を対象としたものに集中しており、イシガメ科においてはいずれの認知能力についても研究がほとんどない (石原・西山, 1978 ; Lin et al., 2021 ; 2024)。そこでイシガメ科の認知能力に注目し、

ニホンイシガメ (*Mauremys japonica*) を用いて、1) 色と報酬を関連させた条件付け学習、2) 冬眠を挟んだ約 7 か月の期間を開けた学習実験による長期記憶能力、3) 同種他個体の観察による社会学習能力を検証する 3 つの実験を行った。

方法

実験には京都府南丹市美山町芦生研究林 (京都大学フィールド科学教育研究センター) を流れる由良川において捕獲したニホンイシガメ (計 33 個体) を用いた。捕獲した個体は屋外水槽にて、実験の条件ごとに異なるように水槽に分け、小集団で飼育した。飼育から最低 1 週間馴化させたのち実験に用いた。餌は市販の人工飼料を与えて実験に用いる餌に慣れさせ、体調は健康であるよう管理した。

実験は 2023 年 5 月~10 月、2024 年 5 月~10 月の間に、屋外水槽 (1m * 2m, 水深 0.1m) にて行い、気温は外部環境のものとした。カメの活動に十分な日光浴の時間を確保するために、実験は雨の降っていない午後から行った。

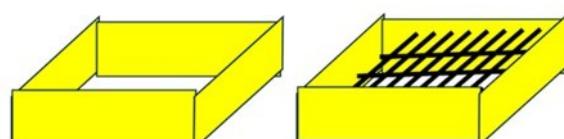


図 1. 正解の実験用ボックス（左）と不正解の実験用ボックス（右）

実験には、赤色と黄色の箱の2パターンを用意し、それぞれの色で正解用のボックスおよび不正解のボックスを用意した(図1)。これらを用い、赤または黄色という色の違いと報酬を結び付ける条件付け学習を実施した。以下実験用ボックスと記載する。実験用ボックスは底に穴を開けたものと底にスリットを開けた2種類を用意し、穴を開いた実験ボックスの中に報酬として浮上性の餌を入れることで、カメは箱の下から潜り、ボックス内水面へと浮上して餌を食べることができるようとした。これを条件付け学習における正解の実験用ボックスとする。一方スリットの開いた実験用ボックスは餌の臭いは水中に拡散するが、カメが下に潜り込んでもスリットに阻まれ餌を食べることはできない。こちらは不正解の実験用ボックスとする。実験個体のカメは報酬を得るためにどちらかの実験用ボックスを選択し、箱の下に入り込むことになる。箱の色を除いて実験用ボックスの外観は同等であり、餌の入手可能性を知るためにには箱の下に入り込む必要があるため、色情報と関連付けることなく実験用ボックスを選択することはカメにとって困難である(図2)。

報酬として与える餌は市販の浮上性の餌(直径5~5.5mm)を用いた。餌の量は体サイズを考慮し、1回の実験で成体は10ペレット、幼体は5ペレットを与えた。成体の基準は一般にニホンイ

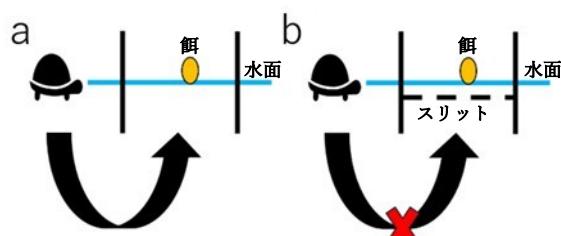


図2. 実験用ボックスの選択。aは正解の実験用ボックス。カメが下から潜り込み餌を食べることができる。bは不正解の実験用ボックス。下に潜り込んでもスリットによって餌を食べることができない。

シガメの成長が鈍化する8歳以上とし(矢部, 1994; Kagayama, 2020), 甲板の年輪数を数えて年齢を算出した。実験終了後は、時間においてその結果に関わらず十分なだけの餌を与えた。

実験個体が実験用ボックスを選択したと判断する基準はカメの頭が実験用ボックスの下に入り込むこととし、最初に下に入り込んだ実験用ボックスをその個体の選択とした。これは下に入り込むことで餌を入手できるか否かをカメが目視で確認できると判断したためである。したがってカメが実験用ボックスに接触することや、頭以外の体の一部が実験用ボックスの下に入り込むことは実験個体が実験用ボックスを選択したとは判断しなかった。

実験1: 2023年5月~10月に、ニホンイシガメ13個体(成体8個体、幼体5個体)に対して実験用ボックスを用いて条件付け学習を行った。水槽内の端に2色の実験用ボックスを設置し、仕切り板を挟んだもう一方側に実験に用いるニホンイシガメ1個体を入れた(図3)。10分間馴化させたのち、実験用ボックスに餌を投入した。その後、仕切り板を外すことで実験を開始し、ビデオカメラで最長10分間、ニホンイシガメが実験用ボックスを選択する様子を記録した。この実験をそれぞれの個体に複数回行い正解の実験用ボックスを選択するよう学習するかを調べた。実験は最初の選択が行われた時点で終了し、正解の実

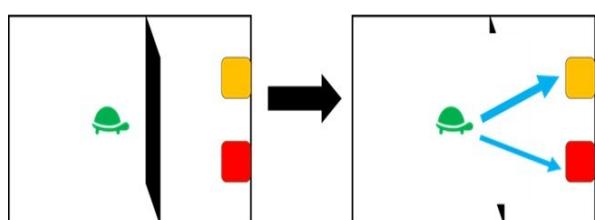


図3. 実験アリーナの配置。アリーナ端に2色の実験用ボックスを設置し、仕切り板を挟んだ反対側にカメを入れる。馴化後、仕切り板を外しカメの選択を記録する。

験用ボックスを選んだ場合はそのままボックス内の餌を食べさせ、不正解の実験用ボックスを選んだ場合はアリーナから実験個体を取り除いた。10分以上選択がない場合はモチベーションがないとして、実験データからは除いた。実験ごとに水は入れ替え、以前の実験の影響が残らないようにした。実験の順番、実験用ボックスの配置はランダム化し、採餌モチベーションを確保するため最低1日開けて実験を行った。また長期間実験間隔が空くことは学習内容の忘却につながると考え、1週間に2回は必ず実験を行った。色の選好性が存在することも考え半数のグループは赤色を、もう一方のグループは黄色を正解の実験用ボックスとした。

解析はRを用いた(R Core Team,2022)。選択の正解、不正解を目的変数に、実験回数、年齢(成体、幼体)、性別(オス、メス)、を説明変数、個体IDをランダム効果としたロジスティクス回帰による一般化線形混合モデル(GLMM: Generalized Linear Mixed Model)を行った。

実験2: 実験1に用いたニホンイシガメのうち、冬眠明けの10個体(成体6個体、幼体4個体)を用いて、2024年5月~7月に実験を行った。実験1と同様に、2色の実験用ボックスを水槽内に設置し、実験個体のニホンイシガメを仕切りと共に入れた。10分間実験環境に馴化させた後、実験用ボックスに餌を入れ、仕切りを取り除き実験を開始し、最長10分間観察した。この実験を複数回、使用する個体順をランダムにして行い、色と報酬の関係を再度学習させた。個体ごとの正解の色は実験1と同様である。実験用ボックスの配置はランダムに左右を入れ替えることで、空間学習による影響を除いた。最初の選択が行われた時点で実験は終了し、実験ボックスを選択するまでに10分を超えた場合は実験データから取り除き、

実験ごとに水を入れ替えた。実験は最低1日を空けて行い、長く間隔が空かないよう1週間に2回は必ず実験を行った。

解析はRによるGLMMを行い(R Core Team,2022)、目的変数に正答率、説明変数に実験回数、年齢(成体、幼体)、性別(オス、メス)、ランダム効果に個体IDを入れた。また実験1と比較することで冬眠を挟んだ長期の学習の記憶の影響を検証した。

実験3: 社会学習は同種他個体を観察・模倣することによる能力の獲得のことであり、実験には学習済みの実演者と未経験の観察者を用意し、2024年7月~10月にかけて2段階の実験を行った。実演者には実験2で十分に学習し、正答率が安定して高い(学習実験の最後5回での正答率が80%以上)ニホンイシガメの実験個体(成体3個体、幼体3個体)を用いた。観察者には実験年に新たに捕獲したニホンイシガメ18個体(成体10個体、幼体8個体)を用いた。

1段階目の実験は観察による学習実験で、図4のように水槽内の端にあらかじめ餌を入れておいた2色の実験用ボックスを設置し、仕切り板を挟んだもう一方に実演者のニホンイシガメを1個体入れた。観察者は実験用ボックスの間に透明の仕切り板を挟んで入れ、実験用ボックスの観察者側の一面を図5のように透明にすることで、実演者が実験用ボックスを選択し餌を食べる様子

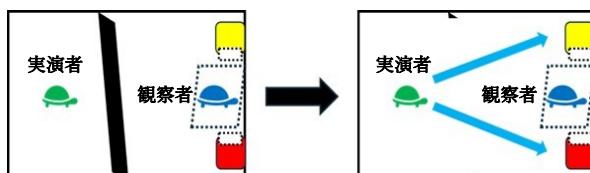


図4. 実験4の1段階目におけるアリーナの配置。

観察者は透明の仕切りで隔離し、実験用ボックスの観察者側の一面を透明にすることで、実演者が実験用ボックスを選択し餌を食べる様子を観察できる。破線は透明な仕切りを示す。

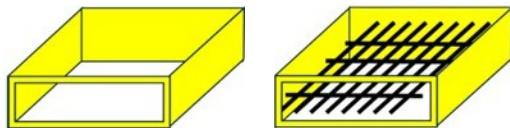


図5. 実験4の1段階目の実験用ボックス。一側面を透明にすることで、実演者が実験用ボックスを選択し餌を食べる様子を観察できる。

を観察できるようにした。10分間馴化させた後、実演者を遮る仕切り板を取り除き、実演者に実験用ボックスを選択させ、内部の餌を食べる様子を観察者に10分間観察させた。この様子をビデオカメラで撮影し、実演者の最初の選択の正答率、実演者、観察者の行動を記録した。この実験では実演者の選択の正解不正解に関わらず実験を続け、実演者が最初の選択を行った後にもう一方の実験用ボックスを選択しても実験を止めなかつた。観察者を年齢の若い実演者を観察するグループと成熟した実演者を観察するグループに分け実演者の年齢による影響を調べた。実験順、実験用ボックスの配置、グループ内での実演者、観察者の組み合わせはランダム化した。観察者への実演者の提示は学習に十分なだけ繰り返す必要がある。実験1、2の結果を踏まえ20回以上実験を繰り返せば正答率の変化が大きくなると考え、本実験では20回観察を行わせた。

2段階目の実験は観察者の観察による学習の結果を確認する実験で、1段目の20回の学習実験が終わり次第、採餌モチベーションを確保するため2、3日の期間を開けたのちに実施した。水槽内の端に2色の実験用ボックスを設置し、仕切り板を挟んだもう一方に観察者のニホンイシガメを1個体入れた。10分間馴化させたのち、実験用ボックスに餌を投入した。仕切り板を外すことで実験を開始し、ビデオカメラで最長10分間、観察者が実験用ボックスを選択する様子を記録した。実験は最初の選択が行われた時点で終了し、

正解の実験用ボックスを選んだ場合はそのままボックス内の餌を食べさせ、不正解の実験用ボックスを選んだ場合はアリーナから実験個体を取り除いた。10分以上選択がない場合はモチベーションがないとして、実験データからは除いた。実験ごとに水を入れ替え、以前の実験の影響が残らないようにした。実験の順番、実験用ボックスの配置はランダム化し、実験順、空間配置を手掛かりとした学習の影響を取り除いた。同一個体に対し1日1回の実験を複数回行い、採餌モチベーションを確保するため実験間隔は最低1日開けた。また長期間実験間隔が空くことは学習内容の忘却につながると考え、1週間に2回は必ず実験を行った。

解析はRによるGLMMを行い(R Core Team, 2022)，目的変数に正答率、説明変数に実験回数、観察者の年齢(成体、幼体)、観察者の性別(オス、メス)、実演者の年齢(成体、幼体)、ランダム効果に個体IDを入れた。実験1と比較することで実演者を観察することによる学習への影響を検証した。

結果

結果1：図6は縦軸を正答率、横軸を実験回数として、実験回数の増加により正答率がどう変化しているかを示している。95%信頼区間も併記している。実験回数は正答率に影響を与えており(Est= 0.024, SE= 0.010, z= 2.323, P= 0.020)，実験開始時は正答率が0.5(50%)に近く、実験回数を重ねることで正答率が上昇していた。年齢は正答率に対し有意に影響を与えており(Est= 0.456, SE= 0.221, z= 2.060, P= 0.039)(図7)，若い個体のほうが実験初期から正答率が高かった。性別には有意差が見られなかった(Est= 0.197, SE= 0.240, z= 0.820, P= 0.412)。

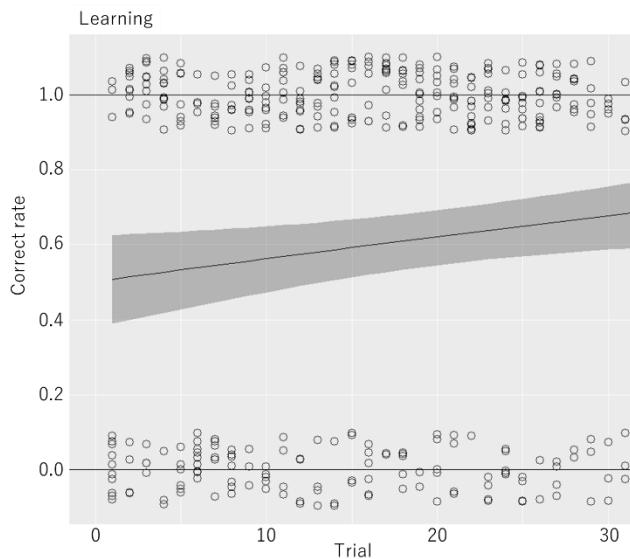


図6. 学習による正答率の変化. 横軸に実験回数, 縦軸に正解 (1) 不正解 (0) の 2 値をプロットしたロジスティクス回帰のグラフ. 回帰線付近の範囲は 95%信頼区間を示している.

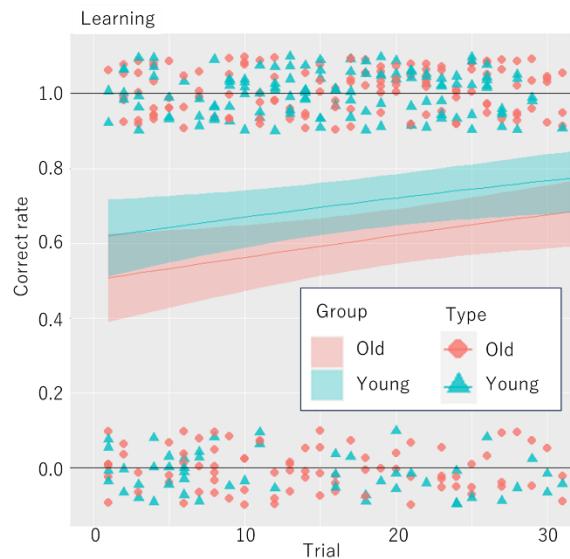


図7. 年齢で比較した学習による正答率の変化. 横軸に実験回数, 縦軸に正解 (1) 不正解 (0) の 2 値をプロットしたロジスティクス回帰のグラフ. 回帰線付近の範囲は 95%信頼区間を示している. 年齢 (赤: 成体, 青: 幼体) によってグループ分けしている.

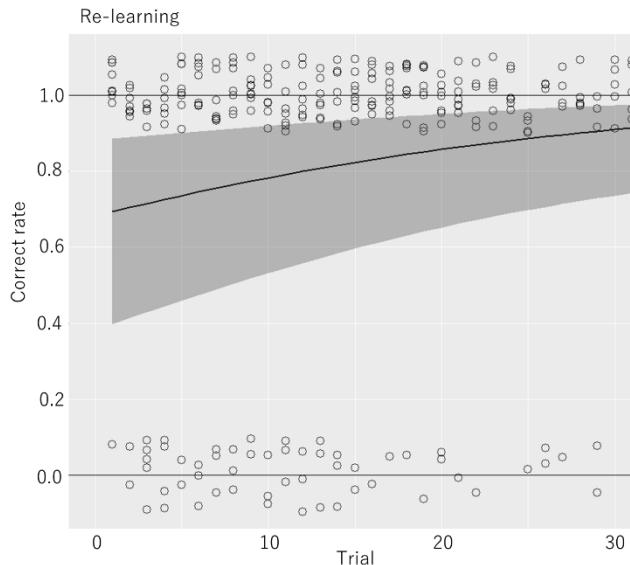


図8. 再学習による正答率の変化. 横軸に実験回数, 縦軸に正解 (1) 不正解 (0) の 2 値をプロットしたロジスティクス回帰のグラフ. 回帰線付近の範囲は 95%信頼区間を示している.



図9. 学習と再学習との間での正答率の変化の比較. 横軸に実験回数, 縦軸に正解 (1) 不正解 (0) の 2 値をプロットしたロジスティクス回帰のグラフ. 回帰線付近の範囲は 95%信頼区間を示している. 赤: 1 回目の学習 (実験 1), 青: 2 回目の再学習 (実験 2) によってグループ分けしている.

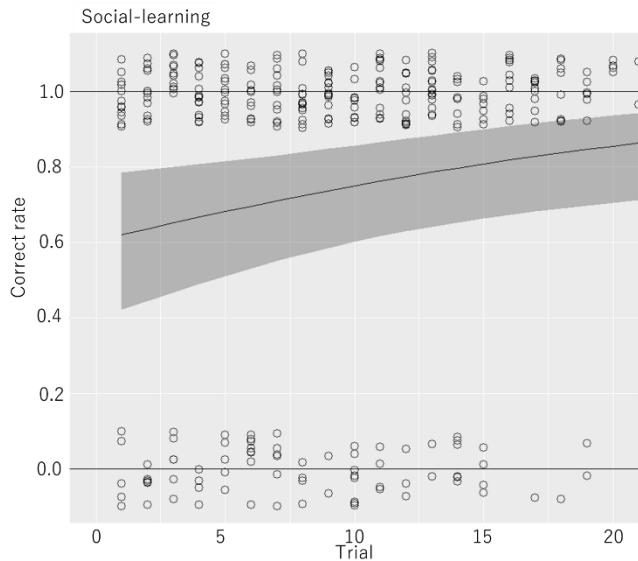


図 10. 社会学習による正答率の変化。横軸に実験回数、縦軸に正解 (1) 不正解 (0) の 2 値をプロットしたロジスティクス回帰のグラフ。回帰線付近の範囲は 95% 信頼区間を示している。

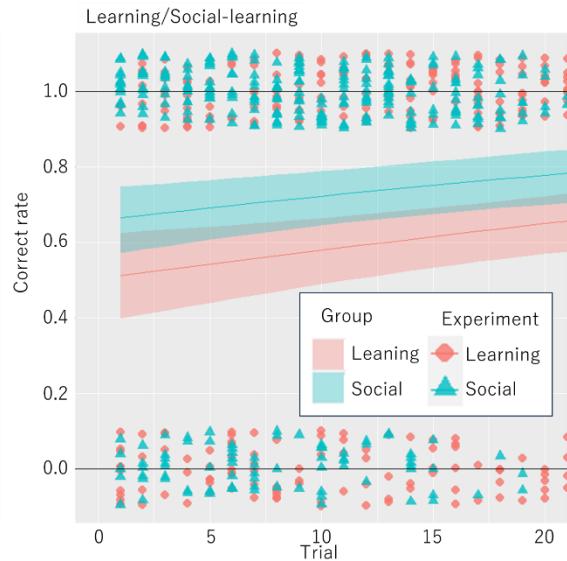


図 11. 学習と社会学習との間での正答率の変化の比較。横軸に実験回数、縦軸に正解 (1) 不正解 (0) の 2 値をプロットしたロジスティクス回帰のグラフ。回帰線付近の範囲は 95% 信頼区間を示している。赤：学習（実験 1）、青：社会学習（実験 3）によってグループ分けしている。

結果 2：実験回数は正答率に影響を与えていた ($\text{Est}=0.051, \text{SE}=0.018, z=2.860, P=0.004$)。年齢、性別には有意差が見られなかった ($\text{Est}=0.670, \text{SE}=0.859, z=0.780, P=0.435$, $\text{Est}=-0.264 \text{ SE}=0.891, z=-0.296, P=0.767$)。図 8 は縦軸を正答率、横軸を実験回数として、実験回数の増加により正答率がどう変化しているかを示している。実験回数を重ねることで正答率が上昇していた。実験 1 と比較すると正答率に有意差が見られた ($\text{Est}=0.728, \text{SE}=0.193, z=3.781, P<0.001$)。図 9 は縦軸を正答率、横軸を実験回数として、実験を重ねることによる正答率の変化を 1 回目の学習と 2 回目の学習で比較している。グラフから 1 回目の学習と比べて、2 回目の再学習においては実験回数が少ないところから正答率が高く、実験を重ねることでより高い正答率となっている。また実験回数が 20 回以上になると正答率は 8 割程度で安定している。

結果 3：図 10 は縦軸を正答率、横軸を実験回数として、実験回数の増加により正答率がどう変化しているかを示している。実験回数は観察者の正答率に影響を与えており ($\text{Est}=0.067, \text{SE}=0.027, z=2.471, P=0.014$)、学習を重ねるほど正答率は上昇していた。観察者の年齢、性別には有意差が見られなかった ($\text{Est}=0.327, \text{SE}=0.419, z=0.781, P=0.435$, $\text{Est}=-0.202, \text{SE}=0.440, z=-0.460, P=0.645$)。実演者の個体の年齢にも有意差は見られなかった ($\text{Est}=0.128, \text{SE}=0.425, z=0.301, P=0.763$)。

図 11 は縦軸を正答率、横軸を実験回数として、実験を重ねることによる正答率の変化を実演者の観察なしの学習（実験 1）と実演者の観察ありの学習（実験 3）で比較している。実験 1 と比較すると正答率に有意差が見られ ($\text{Est}=0.635, \text{SE}=0.211, z=3.009, P=0.003$)、同種他個体の実演者を観察した個体のほうがより高い正答率と

なった。

考察

ニホンイシガメが色を手掛かりに学習を行うこと、長期記憶能力をもつこと、社会学習能力があることがそれぞれ示唆された。イシガメ科などを含むリクガメ上科のカメ類において広く発達した認知能力が確認されることから、これらの能力はカメ類において共通している可能性がある。いずれの結果も実験下でのものであるため、これらの高い認知能力がどのように利用され、適応度にどのように影響するかについては、野生下での研究、観察が必要となる。本研究では実験1でのみ年齢による影響が確認された。好意的に見るならば実験2、3では正答率が底上げされたことで有意差が検出されにくくなつたと考えられる。一般に認知能力は年齢の影響を受け、ヌマガメ科のニシキガメにおいて幼体の期間での経験が生息地の移動に重要であることを示す論文もある (Roth and Krochmal, 2015)。しかし本研究において年齢は恣意的に区分していることから、年齢の影響については更なる実験と年齢の実数による解析が必要となる。

本研究とは条件が異なるものの、似たような実験、解析を行っている他の研究論文における他種のカメの認知能力と比較しても、学習による十分な正答率の向上が見られるまでの実験回数はリクガメ科、ヌマガメ科においても 20~30 回程度で、大きな差はないように思える (Lopez et.al., 2000, 2001 ; Davis and Burghardt, 2007, 2012 ; Wilkinson et al., 2009 ; Bridgeman and Tattersall, 2019 ; Gutnick et al., 2020)。しかし季節変化が大きい地域で、陸上と水中の環境を行き来するニホンイシガメは複雑な環境に生息する分、より高い認知能力を持つ可能性があるため、今後の詳細な比較研究が望まれる。

謝辞

本研究を行うにあたって、京都大学理学研究科の森哲教授にはフィールド探索の手法から、実験手法、解析手法まで多くのご指導、ご助言を頂いた。動物行動学研究室の皆様にも材料の捕獲や、研究に対する指摘など様々な助力を頂いた。採集の許可を頂いた芦生研究林の方々をはじめ多くのご協力のもと本論文を書くことができた。ここに深く感謝申し上げる。

引用文献

- Bridgeman. J. M. and G. J. Tattersall. 2019. Tortoises develop and overcome position biases in a reversal learning task. *Animal Cognition* 22:265-275.
- Davis. K. M. 2009. Sociality, cognition and social learning in turtles (Emydidae). Unpublished doctoral dissertation, University of Tennessee, Knoxville Tennessee.
- Davis. K. M. and G. M. Burghardt. 2007. Trained and long-term memory of a novel food acquisition task in a turtle (*Pseudemys nelsoni*). *Behavioral Processes* 75:225-230.
- Davis. K. M. and G.M. Burghardt. 2011. Turtles (*Pseudemys nelsoni*) learn about visual cues indicating food from experienced turtles. *Journal of Comparative Psychology* 125(4): 404-410.
- Davis. K. M. and G. M. Burghardt. 2012. Long term retention of visual tasks by two species of emydid turtles, *Pseudemys nelsoni* and *Trachemys scripta*. *Journal of Comparative Psychology* 126 (3):213-223.
- Gutnick. T., A. Weissenbacher and M. J. Kuba. 2020. The underestimated giants: operant

- conditioning, visual discrimination and long-term memory in giant tortoises. *Animal Cognition* 23:159-167.
- 石原重厚・西山尚之. 1978. クサガメ・イシガメのT迷路学習. 爬虫両棲類学雑誌 7(4):102.
- Kagayama. S. 2020. Geographic variation in the growth of Japanese pond turtles, *Mauremys japonica*, in the flatland and mountain regions of Chiba prefecture, Japan. *Current Herpetology* 39(2):87-97.
- Lin. F-C., P-J. L. Shaner, M-Y. Hsieh, M. J. Whiting and S-M. Lin. 2024. Trained quantity discrimination in the invasive red-eared slider and a comparison with the native stripe-necked turtle. *Animal Cognition* 27:26.
- Lin. F-C., M. J. Whiting, M-Y. Hsieh, P-J. L. Shaner and S-M. Lin. 2021. Superior continuous quantity discrimination in a freshwater turtle. *Frontiers in Zoology* 18(49):1-11.
- López. J., Y. Gómez, F. Rodríguez, C. Broglia, J. Vargas and C. Salas. 2001. Spatial learning in turtles. *Animal Cognition* 4:49-59.
- López. J. C., F. Rodríguez, Y. Gómez, J. P. Vargas, C. Broglia and C. Salas. 2000. Place and cue learning in turtles. *Animal Learning & Behavior* 28 (4):360-372.
- R Core Team. 2022(Accessed on 13 March 2025). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available at<<https://www.R-project.org/>>
- Roth. T. C. and A. R. Krochmal. 2015. The role of age-specific learning and experience for turtles navigating a changing landscape. *Current Biology* 25:333-337.
- Wilkinson. A., S. Coward and G. Hall. 2009. Visual and response-based navigation in the tortoise (*Geochelone carbonaria*). *Animal Cognition* 12:779-787.
- Wilkinson. A., K. Kuenstner, J. Mueller and L. Huber. 2010. Social learning in a non-social reptile (*Geochelone carbonaria*). *Biology Letters* 6:614-616.
- 矢部 隆. 1994. ニホンイシガメの成長速度について. 爬虫両棲類学雑誌 15 (4) : 139-140.

「御亀楽」投稿規定（2023年3月作成，2024年6月改訂）

1. 「御亀楽」発行趣旨と投稿資格

世界から日本国内まで各地で得られる淡水ガメに関するあらゆる情報を集約、公開、保存するとともに、日本における淡水ガメ研究・保全の発展に寄与することを目的とします。淡水ガメや自然などに興味ある方ならどなたでも投稿可能です。

2. 原稿の提出方法

本誌への投稿原稿は、E-mailによる電子ファイルの送付を基本とします。郵送の場合は事前に編集委員会へご連絡ください。電子ファイルは、マイクロソフト社製ワードなど標準形式のファイルを用いてください。原稿を受け取り次第、折り返しのメール連絡を入れますが、1週間以上経っても連絡の無い場合は080-4159-3966（谷口）まで連絡をください。

3. 原稿の作成の注意点

- ①冒頭に、和文による題目、全著者名、所属及びその所在地、英文による題目、全著者名、所属及びその所在地を記述してください。文字数、ページ数や図表数の制限はありません。ただし、掲載時のページ数が10ページを超える原稿については、編集委員より事前に相談をさせていただく場合があります。難読漢字にはふりがなをふってください。
- ②本文中に最初に出てきた生物の種名は、標準和名と学名を併記し、標準和名はカタカナ表記、学名はイタリック体指定を行なうこととします。例 ニホンイシガメ *Mauremys japonica*
- ③学術雑誌や書籍等の先行研究事例を引用（記事紹介を含む）する場合は、必ず引用元を明記してください（4の項目を参照）。

4. 引用文献の表記と一覧

- ①本文中の引用文献の表記については下記の例を参考にしてください。
例 谷口他（2013）や竹田・亀崎（2018）は…との報告があるが（楠田・片岡、2014；鈴木、2015），…である（Mine and Kagayama, 2016 ; Takeda et al., 2017）。
- ②引用文献は以下の形式で第一著者のアルファベット順（同一著者の引用文献は発行年順）に記してください。
雑誌などからの引用：著者名・著者名・著者名・年号・表題・雑誌名・巻(号)：頁-頁。単行本からの全体引用の場合：著者名・年号・書籍名・出版社名・出版社の所在地・総頁数。単行本からの一部引用：著者名・年号・表題・引用頁・編集者(編)・書籍名・出版社名・出版社の所在地。

Webサイトからの引用：著者名・最終更新年（不明な場合は省略）（参照日付）。Webページの題名・Webサイト名（著者と同じ場合は省略可）。媒体表示（オンライン）入手先<URL>

- ③詳しい引用文献の表記の仕方については、「御亀楽」ホームページ（<http://okiraku.shizenkaifuku.com/>）をご参照ください。

5. 図表

- ①図表はそのまま製版できるものとし、仕上がりサイズは半ページ幅、もしくは全ページ幅になることを考慮してください。なお、写真は図の扱いとします。
- ②図には下部に図1・図2・…と、表には上部に表1・表2・…と、図表ごとにそれぞれ通し番号を記し、図表の題名、説明文を記してください。なお、本文を読まなくても理解できる程度の説明文を記入することが望ましいです。
- ③印刷版は白黒印刷となります。オンライン版においてはカラー表示が可能です。オンライン版で白黒表示を希望する場合は、投稿時にその旨をご連絡ください。
- ④図表が複数ある場合は、投稿時は1つずつ別のページに記してください。

6. 校正

校正は、御亀楽編集委員会の責任の下に行いますが、少なくとも初校の校正是著者に依頼することとします。なお、編集委員会の判断により再考、修正を依頼することや掲載をお断りすることがあります。

7. 著作権

掲載された全ての内容の著作権は御亀楽編集委員会に帰属することとします。

8. その他

その他ご不明な点はお気軽に御亀楽編集員【kame.info1510@gmail.com】までお問い合わせください。

編 集 後 記

御亀楽4号をお届けします。本号は、2025年3月に開催した第11回淡水ガメ情報交換会で発表された内容を掲載しています。発表者の判断で、掲載を差し控えたり、概要や詳しい発表内容を掲載したり、さまざまです。ボリュームある号になったかと思います。次号は冬頃に発行予定です。是非ともお気楽に御亀楽にご寄稿ください(谷口)。

御亀楽編集委員会

谷口真理 楠田哲士 片岡友美 鈴木 大
三根佳奈子 加賀山翔一 竹田正義 亀崎直樹

Editors

*Mari TANIGUCHI, Satoshi KUSUDA, Tomomi KATAOKA, Dai SUZUKI,
Kanako MINE, Shawichi KAGAYAMA, Masayoshi TAKEDA and Naoki KAMEZAKI*

御亀楽への原稿送付先と本誌に関わる連絡先

E-mail kame.info1510@gmail.com

御亀楽のホームページはこちら



本誌掲載の記事、写真等の著作権は御亀楽編集委員会に帰属し、無断転載、複写を禁じます。

御亀楽 No.4

2025年6月発行

発行 御亀楽編集委員会

Okiraku No.4

June, 2025

Published by Okiraku Editorial Board
