

平成30年6月15日現在

機関番号：35302

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K07233

研究課題名(和文)日本の淡水カメ相の遷移に関する研究 岡山平野を例にして

研究課題名(英文) A study of transition in turtle species composition in Japan: A case of Okayama Prefecture

研究代表者

亀崎 直樹 (KAMEZAKI, NAOKI)

岡山理科大学・生物地球学部・教授

研究者番号：50422366

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：岡山平野において淡水カメ相の遷移について研究を行った。文献・芸術資料や遺跡から出土する骨の分析によって、少なくとも中世から1900年頃まではニホンイシガメが優占していたが、1990年になるとクサガメが置き換わったことが明らかとなった。今回の225ヶ所の捕獲調査で、クサガメ：1267個体(70.5%)、アカミミガメ：484個体(26.9%)、イシガメ：35個体(1.9%)等が捕獲され、環境DNAの調査結果も含め現在でもクサガメが優占し、イシガメは急激に減少し絶滅寸前である。また、河川を中心にアカミミガメの個体数も増加しており、その分布の状態から、海から川を介して侵入しているものと考えられた。

研究成果の概要(英文)：A study was conducted to clarify the transition of the freshwater turtle phase in the Okayama plain. Analysis of the bones excavated from the ruins in addition to the literature and art materials, at least from the Middle Ages to the year 1900 was dominated by the *Mauremys japonica*, but it became clear that in 1990 the *Mauremys reevesii* was replaced. In this catch survey, 1267 *M. reevesii* (70.5%), 484 *Trachemys scripta elegans* (26.9%), 35 *M. japonica* (1.9%) etc were caught. Including the results of environmental DNA survey, the *M. japonica* fell sharply and proved to be on the verge of extinction. In addition, the number of *T. s. elegans* populations has been increasing mainly in rivers, and from the distribution characteristics it is considered that the *T. s. elegans* has invaded through the river from the sea.

研究分野：生態学

キーワード：カメ 遷移 外来種 環境DNA

## 1. 研究開始当初の背景

九州、四国、本州の淡水域には在来種であるニホンイシガメ(以下、イシガメ)、クサガメ、ミシシippアカミミガメ(以下、アカミミガメ)、ニホンスッポン、ミナミイシガメなどが生息しており、その中でも、近年、北米から導入されたアカミミガメが急激に増加しており、その生態系への影響が懸念されているところである。さらに、最近になってクサガメも江戸時代に朝鮮半島より導入された外来種であることが明らかになり、日本の淡水ガメ相は江戸時代以降急激に変化していることが明らかになった。

一方、岡山県は吉井川に代表されるように、他の地域では絶滅してしまった希少魚類が生息する河川が豊富に存在すると言われている。しかし、カメに関する調査は皆無であり、アカミミガメの生態系の破壊によってこれら希少種を含む生物多様性が破壊されてしまう可能性がある。この貴重な淡水生態系の保全を考えたときに、これら水域のカメ相の現状を抑えておく必要がある。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、岡山県におけるカメ類の分布、密度を明らかにし、岡山県におけるカメ相の遷移の段階を知ることにある。カメという動物の遷移を明らかにすることは、今後の外来種の考え方、さらにそれを防除する技術の開発の一助となることが期待される。また、アユモドキやスイゲンゼニタナゴなど希少な淡水魚を含む群集を保全するための情報を得ることである。

## 3. 研究の方法

(1) 岡山県の河川 76 ヶ所、池 149 ヶ所で、専用の罟を使ってカメ類を捕獲する。外部形態から種の同定、性の判別を行い、岡山県全域におけるカメ相を明らかにするとともに、種別の分布を明らかにする。

(2) 捕獲されたイシガメについては、絶滅が危惧されている種でもあり、ハプロタイプを明らかにして、個体群の減少について集団遺伝学的な考察も行う。また、アカミミガメについても同様な解析を行う。

(3) 生息種をより高い精度で解明するために、川や池の水を採取し、そこから環境 DNA を抽出し、生息するカメ種を判別する技術を開発する。

(4) かつての岡山平野に一般的に生息していたカメの種を明らかにするため、岡山県やその周辺地域の遺跡から出土したカメ類の骨を観察し、種を同定する。

## 4. 研究成果

(1) 岡山県のほぼ全域に渡って、ため池 149 ヶ所、河川 76 ヶ所の合計 225 ヶ所で、2014 年 5 月から 2017 年 7 月の間に、かご網を用いてカメを捕獲した。その結果、県の南部を中心に、クサガメ: 1267 個体 (70.5%)、ア

カミミガメ: 484 個体 (26.9%)、イシガメ: 35 個体 (1.9%)、ニホンスッポン 10 個体 (0.6%) の合計 1796 個体が捕獲された。捕獲場所や密度 (1 網あたりの捕獲数) から以下の傾向を見出した。まず、在来種のイシガメは池より川の方が相対的に多く生息しているが、クサガメやアカミミガメに比べると極めて少ない。特に、岡山県の西部ではほとんど見られず、東部の河川を中心にわずかに生息地が残されているにすぎない。江戸時代に朝鮮半島より導入されたと思われるクサガメは、数百年の間に徐々に増加し、1990 年頃にはイシガメよりも多くなったとされている (佐藤, 1993)。それ以降は爆発的に岡山全域に広がり、現在では優占種となるとともにイシガメを減少させていると考えられる。特に池には密度が高い場所が多く、それらの池ではイシガメを排除し、完全に置き換わったと考えられる。アカミミガメは川の方が池より密度が高く、川から内陸に分布を広げていることが伺われた。人口が集中する旭川よりも高梁川と吉井川で密度が高いことを考慮すると、人によってそれぞれの川に放逐されたものではなく海を介して侵入したとも考えられる。ただし、津山付近の分布については人によって放逐された可能性が高い。このように、岡山県では古くから生息していたイシガメがクサガメによって追いやられ、さらにそこにアカミミガメが侵入して、現在の分布を形成している。岡山県の淡水域には比較的健全な淡水魚相が残されており、今後、カメ相の変化によって受ける影響が危惧される。

(2) 2016 年度中に採取した岡山県内のため池サンプルの環境 DNA 解析を実施し、採捕調査の結果と比較した。採捕調査を実施したのは 40 の池、環境 DNA 調査は 100 の池で実施した。その結果、アカミミガメは捕獲された地点は 19 池、環境 DNA で存在が推定された地点は 20 池であった。クサガメは捕獲された地点は 8 池、環境 DNA で存在が推定された地点は 32 池であった。また、イシガメは捕獲された地点は 1 池、環境 DNA で存在が推定された地点は 0 池であった。この結果から、カメ類の環境 DNA 調査は必ずしも採捕調査より感度が高いとは言えないことが明らかになった。これは、魚類や両生類で報告されている環境 DNA の感度の高さと対照的であり、爬虫類の生態や形態の特性と関連があるかもしれない。今後より詳細な研究が必要である。

また、愛知県の逢妻男川および逢妻女川において、アカミミガメの防除作業に伴うアカミミガメ環境 DNA の量的変化に関する調査を行った。逢妻男川では、ミシシippアカミミガメの防除前よりも防除後の方が、環境 DNA 量が少なくなっている傾向が見られた。一方で逢妻女川では防除前と防除後で環境 DNA 量の有意な変化は確認されなかった。その原因として、エリア付近で田植えが行われていて

水が濁っていたことなどが考えられる。防除効果の確認のための環境 DNA の利用に関して、一定の成果が出たものの、さらなる研究が必要である。

(3) 岡山県内ならびに兵庫県南西部の河川やため池で捕獲されたイシガメのサンプルについて、ミトコンドリア遺伝子のチトクロム b 遺伝子や D-loop 領域の塩基配列を決定した。先行研究では、ニホンイシガメの種内に遺伝的に異なる 2 系統が存在し、それらの地理的分布は広島県と島根県を境に東西に分断されていた (Suzuki & Hikida, 2011)。しかし、その研究では岡山県内のサンプルが含まれていなかった。今回の解析により、岡山県内で両系統とも確認された。これにより、イシガメ 2 系統の分布が接した地域は、より広いエリアに広がっていることが示唆された (現在、報文を投稿中)。しかし、ニホンイシガメの得られた地点や個体数が非常に限られていた。今後は、岡山県内だけでなく、山陰側の鳥取県などの地域から、より密なサンプリングと解析が求められる。

さらに、岡山県を中心に得られたアカミミガメの塩基配列についても解析を行った。集団解析を行うに十分なサンプル数、ならびに精度の高い配列を得ることが困難であったが、国内に定着したミシシippアカミミガメ集団は単一の配列を持つわけではないことが示唆された。本種の防除を進めるに際し、今後もより精度の高い詳細な研究が必要である。

(4) 考古遺跡は過去の人類の営みを示す遺物のほか、しばしば人類だけでなくそのほかの生物の遺骸を産する。生物の遺骸は、当時の生物相を明らかにするうえで唯一無二の直接資料であるが、人類を除く生物の同定結果は適切な比較を欠いていることが多いためか、誤同定が散見される。このため、これらのデータの取り扱いにおいては可能であれば検証を行うことが望ましい。このことを念頭に、本研究課題ではまず、岡山平野における過去の淡水生カメ類相に関する知見を充実させることを目的として、遺跡産骨格残骸の出土記録について文献調査を行い、そのうえでイシガメ科の記録およびこれに帰属する可能性のある標本について照会し、できる限り直接観察し再同定・分類を試みた。その結果、岡山平野からは 6 か所の遺跡より淡水生カメ類の記録が報告されていたことが確認できたが、これらの多くはスッポン科のものであり、イシガメ科に関するものは“イシガメ”(ニホンイシガメ)との同定報告のある 1 地点(足守川加茂遺跡)からの記録のみであった。この記録は写真や図等を伴っていなかったため、資料収蔵機関に照会を試みたが、残念なことにあるべき標本の収蔵が確認できなかった。そこで、調査範囲を岡山県内だけでなく西日本域一帯に広げ、未報告の遺跡産標本とあわせて検討を行った。その結果、ニホンイシガメは倉敷市の涼松貝塚(2

点)と高梁市権現山岩陰遺跡(87 点)より確認されたほか、クサガメの骨格残骸も 1 点のみではあるが権現山岩陰遺跡より検出された。これらの遺跡は一般に縄文時代のものであるとされているが、前者の標本については出土層準が不明であり、また後者のものについては近現代の擾乱層に由来するという指摘がなされていた。そこで、カメ骨格残骸の年代を明らかにすることを目的として、 $^{14}\text{C}$ -AMS 年代測定を実施したところ、涼松貝塚の標本(関連標本 1 点)は  $4,660 \pm 30\text{yBP}$ (縄文時代中期)を示した一方、権現山岩陰遺跡の標本(ニホンイシガメ; 2 点)は  $400 \pm 20\text{yBP}$  および  $330 \pm 20\text{yBP}$ (近世)を示した。これらに加えて、1 点のクサガメの骨格残骸が福山市の草戸千軒町遺跡(中世後期)から新たに発見されたほか、小倉城桜町口門跡遺跡(近世)より本種と報告されていたものについても、その同定結果が妥当であることが確認された。さらに、広島県東部に位置する帝釈観音堂遺跡(縄文時代早期~前期)から出土した未報告のカメ骨格残骸についても検討を行ったところ、ニホンイシガメに加えクサガメと考えられる標本が 1 点のみ確認された。これらの結果は、岡山平野の遺跡からはクサガメの記録はないものの、本種の中国地方への移入はこれまで想定されていた江戸時代後期よりも古く、中世後期までさかのぼることを示した。また帝釈観音堂産のクサガメと考えられる標本は、種レベルの同定においてさらなる比較と検討が必要であるが、本種の日本への移入が先史時代までさかのぼる可能性を示唆した。今回の研究の結果は、ニホンイシガメはこれまでに想定されていた以上に長い期間、クサガメとの種間交雑による遺伝的攪乱にさらされてきたことを示唆している。

#### <引用文献>

佐藤國康 (1993) おかやまの自然. 岡山県環境保健部自然保護課, 332p.

Suzuki, D. and T. Hikida. (2011) Mitochondrial phylogeny of the Japanese pond turtle, *Mauremys japonica* (Geoemydidae, Testudines). J. Zool. Syst. Evo. Res. 49(2): 141-147.

#### 5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 7 件)

Wu, Q., Kawano, K., Uehara, Y., Okuda, N., Hongo, M., Tsuji, S., Yamanaka, H., Minamoto, T. Environmental DNA reveals non-migratory individuals of *Palaemon paucidens* overwintering in Lake Biwa shallow waters. Freshwater Science, 査読有, Vol.37, No. 2, 2018, pp. 307-314.

亀崎直樹・藤林真・河田萌音. 岡山県における淡水ガメの種組成と分布. 亀楽, 査読無, 2017, No. 4, pp. 2-8.

亀崎直樹・藤林真・佐藤寛介.2017. 正阿弥勝義の残した淡水カメの美術品から伺える岡山における淡水カメ相. 亀楽、査読無. No. 13、2017、pp. 10-11.

Minamoto, T., Uchii, K., Takahara, T., Kitayoshi, T., Tsuji, S., Yamanaka, H., Doi, H. Nuclear internal transcribed spacer-1 as a sensitive genetic marker for environmental DNA studies in common carp *Cyprinus carpio*. Molecular Ecology Resources、査読有、2017、Vol. 17、No. 2、pp.324-333.

Sakata, M. K., Maki, N., Sugiyama, H., Minamoto, T. Identifying a breeding habitat of a critically endangered fish, *Acheilognathus typus*, in a natural river in Japan. The Science of Nature-Naturwissenschaften 査読有、2017、Vol.104、pp. 100.

中村優洋・亀崎直樹. 2017. 薩摩半島に残されたニホンイシガメの生息地とその重要性. Nature of Kagoshima、査読無、No. 44、2017、pp. 1-3..

高橋亮雄 (2015) 化石および遺跡産骨格残骸からみた日本の現生淡水生カメ類の歴史. 爬虫両棲類学会報、査読有 Vol. 2015、No. 2、pp. 133-140.

[学会発表](計37件)

河田萌音・上野真太郎・亀崎直樹・谷口真理・源利文、環境 DNA 手法を用いた淡水ガメの検出系の確立. 第65回日本生態学会大会(札幌コンベンションセンター)、2018/03/14

鈴木大、日本のカメ類の起源と遺伝子. 科研プロジェクト(JSPS 科研 15K07233)報告会 シンポジウム 岡山の陸水の生き物を考える:カメ類を中心に.(岡山理科大学) 2018/2/17

源利文、環境 DNA で生息するカメ類を調べる. 科研プロジェクト(JSPS 科研 15K07233)報告会 シンポジウム 岡山の陸水の生き物を考える:カメ類を中心に.(岡山理科大学) 2018/2/17

高橋亮雄、遺跡から出てきた骨で探る日本に本来生息していたカメ. 科研プロジェクト(JSPS 科研 15K07233)報告会 シンポジウム 岡山の陸水の生き物を考える:カメ類を中心に.(岡山理科大学) 2018/2/17

亀崎直樹、岡山のカメ相はどう変化した

か?. 科研プロジェクト(JSPS 科研 15K07233)報告会 シンポジウム 岡山の陸水の生き物を考える:カメ類を中心に.(岡山理科大学) 2018/2/17

砂場千奈・亀崎直樹、希少タナゴ類生息地のカメ類. 科研プロジェクト(JSPS 科研 15K07233)報告会 シンポジウム 岡山の陸水の生き物を考える:カメ類を中心に.(岡山理科大学) 2018/2/17

大橋理世・藤林真・亀崎直樹、千町川で繁殖するミシシippアカミミガメ. 科研プロジェクト(JSPS 科研 15K07233)報告会 シンポジウム 岡山の陸水の生き物を考える:カメ類を中心に.(岡山理科大学) 2018/2/17

光峰巨・岡崎拓也・亀崎直樹、笹ヶ瀬川のカメ相. 科研プロジェクト(JSPS 科研 15K07233)報告会 シンポジウム 岡山の陸水の生き物を考える:カメ類を中心に.(岡山理科大学) 2018/2/17

高橋亮雄・中島彩智・野島 永・安部みき子・亀崎直樹、ニホンイシガメと日本産のクサガメの化石および骨格残骸の記録に関する新知見. 日本爬虫両棲類学会第56回大会.(熊本大学). 2017/11/25

亀崎直樹・藤林真・竹崎千尋、岡山県の淡水ガメ類の分布. 日本爬虫両生類学会第56回大会.(熊本大学). 2017/11/25

金武修平・亀崎直樹、ミシシippアカミミガメとクサガメの冬眠とその期間. 日本爬虫両生類学会第56回大会.(熊本大学). 2017/11/25

藤林真・吉田若菜・河津勲・亀崎直樹、カメ類6種の幼体の隠伏行動. 日本爬虫両生類学会第56回大会.(熊本大学). 2017/11/25

砂場千奈・藤林真・亀崎直樹、クサガメの生息がニホンイシガメに与える影響. 日本爬虫両生類学会第56回大会.(熊本大学). 2017/11/25

源利文、環境 DNA 分析を用いた希少生物種の分布推定. 環境技術学会技術セミナー「環境DNAの最前線」.(大阪教育大学). 2017/11/18

河田萌音・上野真太郎・藤林真・亀崎直樹・源利文、環境 DNA 分析手法を用いた淡水ガメの検出. 第5回淡水ガメ情報交換会.(御影公会堂). 2017/9/23

杉尾亮輔・亀崎直樹、クサガメ幼体の外部形態の性的二型. 第5回淡水ガメ情報交

換会. (御影公会堂). 2017/9/23

金武修平・亀崎直樹、ミシシippアカミミガメとクサガメの冬眠とその期間. 第 5 回淡水ガメ情報交換会. (御影公会堂). 2017/9/23

砂場千奈・藤林真・亀崎直樹、岡山県におけるニホンイシガメの分布. 第 5 回淡水ガメ情報交換会. (御影公会堂). 2017/9/23

藤林真・吉田若菜・河津勲・亀崎直樹、カメ達の子供隠し. 第 5 回淡水ガメ情報交換会. (御影公会堂). 2017/9/23

光峰巨・亀崎直樹、ミシシippアカミミガメとクサガメの活動期の始まりのずれ. 第 5 回淡水ガメ情報交換会. (御影公会堂). 2017/9/23

②① 源利文、環境中の DNA を用いた絶滅危惧種の生息地探索. 日本分析化学会第 77 回分析化学討論会. (龍谷大学). 2017/05/27

②② 山地優奈・竹内春華・藤林真・亀崎直樹、岡山県におけるミシシippアカミミガメの定着状況. 第 4 回淡水ガメ情報交換会. (東邦大学). 2017/3/4

②③ 藤林真・竹内春華・亀崎直樹、岡山県の陸水域で捕獲されるクサガメの甲長分布と性比. 第 5 回淡水ガメ情報交換会. (東邦大学). 2017/3/4

②④ 砂場千奈・岡野沙紀・藤林真・竹内春華・竹崎千尋・亀崎直樹、絶滅寸前の岡山県のニホンイシガメ. 第 5 回淡水ガメ情報交換会. (東邦大学). 2017/3/4

②⑤ 亀崎直樹・竹内春華・宗岡映里伽・竹崎千尋・高橋亮雄、岡山地方の淡水ガメ相の変化の様相. 日本爬虫両棲類学会第 55 回大会. (琉球大学). 2016/11/26

②⑥ 日下茜・高橋亮雄・後藤康人・唐口勉三・亀崎直樹、草戸千軒町遺跡 (福山市、中世後期) から出土した淡水カメ類の骨格残骸について (続報). 日本爬虫両棲類学会第 55 回大会. (琉球大学). 2016/11/26

②⑦ 金武修平・亀崎直樹、温度ロガーで推察するミシシippアカミミガメとクサガメの行動. 日本爬虫両棲類学会第 55 回大会. (琉球大学). 2016/11/26

②⑧ 中村優洋・亀崎直樹、薩摩半島のニホンイシガメ生息地. 日本爬虫両棲類学会第 55 回大会. (琉球大学). 2016/11/26

②⑨ 亀崎直樹・上野真太郎・谷口真理・三根

住奈子、ミシシippアカミミガメの個体群構成の地理的変異. 日本爬虫両棲類学会第 54 回大会. (東邦大学). 2015/12/5

③⑩ 森川智広・亀崎直樹、兵庫県太子町の大津茂川水系に生息する 4 種の淡水ガメの生息地. 日本爬虫両棲類学会第 54 回大会. (東邦大学). 2015/12/5

③⑪ 竹崎千尋・武田和真・重政恒・岡野沙紀・永田聖宣・千田慎太郎・亀崎直樹、吉井川水系に分布するため池の淡水カメ相. 日本爬虫両棲類学会第 54 回大会. (東邦大学). 2015/12/5

③⑫ 永田聖宣・竹崎千尋・吉村雅子・千田慎太郎・亀崎直樹、岡山県旭川流域におけるため池のカメ相. 第 3 回淡水ガメ情報交換会. (相楽園会館). 2015/10/24

③⑬ 岡野沙紀・亀崎直樹、岡山県瀬戸内市周辺のカメ相. 第 3 回淡水ガメ情報交換会. (相楽園会館). 2015/10/24

③⑭ 重政恒・森川智広・藤田浩輔・亀崎直樹、岡山県から兵庫県にかけての淡水カメ相の変化. 第 3 回淡水ガメ情報交換会. (相楽園会館). 2015/10/24

③⑮ 千田慎太郎・武田和真・重政恒・亀崎直樹、岡山市におけるカメの捕獲効率の季節変化. 第 3 回淡水ガメ情報交換会. (相楽園会館). 2015/10/24

③⑯ 堀貴明・亀崎直樹、日本におけるミシシippアカミミガメの初期成長予想. 第 3 回淡水ガメ情報交換会. (相楽園会館). 2015/10/24

③⑰ 友近沙織・永田聖宣・吉村雅子・武田和真・亀崎直樹、岡山県白壁地区のカメ相. 第 2 回淡水ガメ情報交換会. (東邦大学). 2014/12/21

〔図書〕(計 件)  
なし

〔産業財産権〕  
なし

〔その他〕  
なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

亀崎直樹 (Kamezaki Naoki)  
岡山理科大学・生物地球学部・教授  
研究者番号: 50422366

(2) 研究分担者

源利文 (Minamoto Toshifumi)  
神戸大学・人間発達環境学研究科・助教  
研究者番号：50450656

高橋亮雄 (Takahashi Akio)  
岡山理科大学・理学部・准教授  
研究者番号：50452967

鈴木大 (Suzuki Dai)  
東海大学・生物学部・講師  
研究者番号：90647489