

ISSN2186-0130

日本の淡水カメ記録 亀楽

Fresh Water Turtle Data from JAPAN 'KIRAKU'

亀楽

No.10

2015

発行 神戸市立須磨海浜水族園

Published by Kobe-Suma Aquarium

亀楽 No.10
目次

ニホンイシガメとクサガメの異種間交雑1
.....鈴木大

野外におけるイシガメ科カメ類の交雑—新潟のとある池におけるクサガメとミナマイシガメの例から—6
.....戸田守

神戸市におけるカミツキガメ *Chelydra serpentina* の捕獲記録 16
.....上野真太郎・笹井隆秀・長田信人

奄美大島で捕獲されたカミツキガメ 17
.....興克樹・谷口真理・三根佳奈子

オランダ王国デン・ハーグ市で発見されたミシシッピアカミミガメ *Trachemys scripta elegans* 18
.....岡本慶

野外におけるミシシッピアカミミガメの摂餌行動の目撃例 19
.....三根佳奈子・谷口真理

ニホンイシガメとクサガメの異種間交雑

鈴木大

819-0395 福岡県福岡市西区元岡744番 九州大学 持続可能な社会のための決断科学センター

Hybridization between the Japanese pond turtle and the Reeves' pond turtle.

By Dai SUZUKI

Graduate Education and Research Training Program in Decision Science for a Sustainable Society, Kyushu University, 744 Motooka, Nishi-ku, Fukuoka 819-0395, Japan.

はじめに

自然分布域の外に持ち込まれた生物、「外来生物」や「外来種」という言葉が、その意味も含めて、多くの人々に浸透しつつあります。亀楽誌においても創刊号より外来種アカミガメに関する報告が数多く掲載されています。そして、著者らの研究グループは長らく在来種であると考えられてきたクサガメの日本列島集団が外来起源である可能性が極めて高いことを発表し(疋田・鈴木, 2010; Suzuki et al. 2011), その内容について亀楽誌4号にて紹介させて頂きました(鈴木, 2012)。その鈴木(2012)の中で、日本固有種ニホンイシガメがクサガメとの交雑を介して遺伝的攪乱の影響を受けていることが明らかとなっており、その研究論文を学術誌に投稿中である旨を記しました。2014年12月にその研究論文が発表されましたので(Suzuki et al. 2014)、本稿ではその内容について紹介させて頂きます。

研究紹介 背景

一般に、生物は同じ種同士で交配し、子孫を作ります。異なる種間での繁殖は上手くいかない場合がほとんどです。これを生殖隔離と呼びます。しかし、近縁な種間では交雑および交雑個体が生じ、さらにはその交雑個体が繁殖能力を正常に持つ場合も知られています。自然分布する在来生物が近縁な外来生物と交雑を介して、繁殖能力を持った交雑個体を生じ、その交雑個体や外来生物と在来生物が交雑(戻し交雑)を繰り返すことで在来生物の遺伝的固有性が喪失することを遺伝的攪乱と呼びます。これは、外来生物が引き起こす外来生態系への影響の一つとして挙げられます。例えば、ニッポンバラタナゴという日本固有亜種の淡水魚は、中国大陸から持ち込まれた外来のタイリクバラタナゴによって遺伝的攪乱の影響を受け、遺伝的純系を保ったニッポンバラタナゴはとも少なくなっています(Kawamura et al. 2001)。

陸上脊椎動物の中でもカメ類は異種間交雑を起こしやすい分類群として知られており、その中でもニホンイシガメやクサガメを含むイシガメ科は交雑における生殖隔離機構が比較的弱いとされています(Stuart and Parham, 2007)。飼育下において、ニホンイシガメとクサガメは異種間交雑を起こすことが古くから知られており、さらにはその交雑個体が「ウンキュウ」という名称でペット流通しています。さらには、この交雑個体が繁殖能力を持つことも知られていました。そして、飼育下のみならず野外からも、外部形態形質より交雑個体であろうと推察される個体の発見がしばしば報告されています。これまでは、日本列島に生息するクサガメは在来種であると長らく考えられてきたため、ニホンイシガメとの異種間交雑および交雑個体の出現は偶然によるものであり、両種が現在も存在していることから、この交雑個体の存在は親種にとって影響が無いものであろうと見なされてきました。しかし、著者らの研究によってクサガメ日本列島集団は外来起源である可能性が極めて高いことが報告されました(疋田・鈴木, 2010; Suzuki et al. 2011)。

すなわち、「ウンキュウ」の存在は、日本固有種ニホンイシガメが外来種クサガメによって交雑を介した遺伝的攪乱の影響を受けている可能性があることを示しているわけです。

上述の通り、野外からニホンイシガメとクサガメの交雑由来とされる個体が以前より複数確認されてきました。しかし、これらは外部形態形質より交雑が疑われるものであり、本当に交雑に由来するものかわかりませんでした。そこで、これらの個体が本当にニホンイシガメとクサガメの交雑によって生じたものであるのかを解明するために、野外で得られた交雑が疑われる個体の遺伝的組成を調べました。そして、もしも交雑個体が生じているのであれば、交雑個体が繁殖に参加しているのかについても検証しました。通常、核遺伝子は両性遺伝、すなわち父親と母親から半分ずつ子に受け継がれるものですので、ニホンイシガメとクサガメ両方の遺伝子を有していれば、その個体は交雑個体であることの証明となります。今回は核DNAの中でも、C-mosとよばれる遺伝子の塩基配列を解析に用いました。この塩基配列はニホンイシガメとクサガメの種間で異なっていることも確認しましたので、交雑の判別が可能です。また、母性遺伝するミトコンドリアDNAのチトクロームb遺伝子配列も解析に加えました。ミトコンドリアは母から子に受け継がれるものなので、父親側の情報を持っていないために交雑の証明には使えませんが、母方の系統を調べることが出来ます。このチトクロームb遺伝子も、ニホンイシガメとクサガメの種間で塩基配列が異なっています。

材料と方法

本州の11地点で得られ、外部形態形質よりニホンイシガメとクサガメの交雑個体であろうと考えられた88個体のC-mos遺伝子とチトクロームb遺伝子を調べました。外部形態形質として、①背甲の色(ニホンイシガメは黄色から茶色、クサガメは茶褐色から焦げ茶色であり、ニホンイシガメの方がクサガメよりも淡い色をしている。)、②背甲の形状(ニホンイシガメは1本のキールを有し、背甲の後縁部が鋸歯状きょしじょうとなる。一方のクサガメは3本のキールを有し、背甲の後縁部が鋸歯状とならない。)、③頸部の黄色いストライプ模様(ニホンイシガメには見られないが、クサガメには確認される。ただし、性成熟した雄は黒化するためこの模様は消える。)、以上の三点を基準に、これらの形質においてニホンイシガメとクサガメの中間的となった個体、または両種の形質をモザイク状に有した個体を、交雑が疑われる個体としました(図1)。

結果と考察

解析の結果を図2に示します。解析した88個体のうち、72個体がニホンイシガメとクサガメのC-mos遺伝子を持っていました。すなわち、この結果はニホンイシガメとクサガメが異種間交雑を起こしていることを意味しています。そして、これらのうち43個体がニホンイシガメの、29個体がクサガメのチトクロームb遺伝子を持っていました。これは、ニホンイシガメとクサガメの異種間交雑に関して、クサガメ雄個体とニホンイシガメ雌個体のペアと、ニホンイシガメ雄個体とクサガメ雌個体のペアの、両方の組み合わせで発生し、交雑個体を生じている可能性が高いことを意味しています。

そして、ニホンイシガメのC-mos遺伝子とクサガメのチトクロームb遺伝子を持つものが5個体、逆にクサガメのC-mos遺伝子とニホンイシガメのチトクロームb遺伝子を持つものが4個体、それぞれ確認されました。これらの個体の存在は、雌の交雑個体が繁殖能力を持ち、そして実際に繁殖に参加していることを示しています。例えば、前者の5個体(C-mos遺伝子=ニホンイシガメ、チトクロームb遺伝子=クサガメ)を



図1. ニホンイシガメ, クサガメ, 交雑個体の写真. Suzuki et al. (2014)より一部改変.

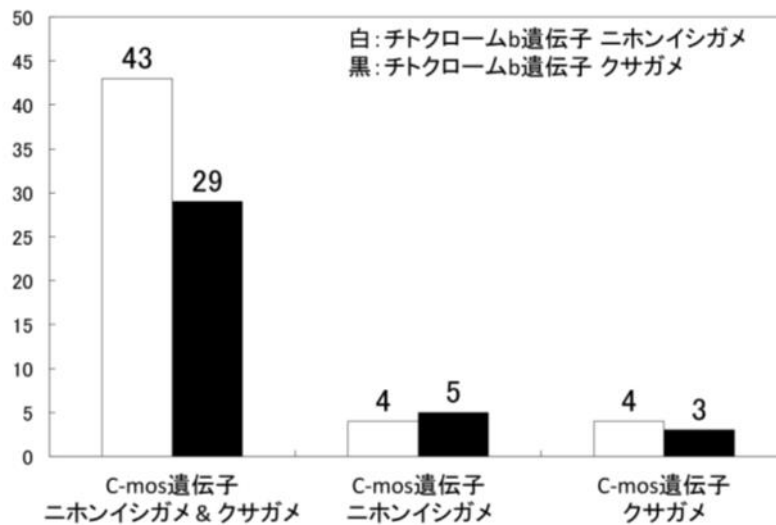


図2. 交雑が疑われる個体のC-mos遺伝子とチトクロームb遺伝子の組成. 数字は個体数を示す. Suzuki et al. (2014)より一部改変.

例に, それらの個体の生い立ちを考えてみます. まず, C-mos遺伝子は核DNAなので, 両親から半分ずつ受け継いでいます. すなわち, ニホンイシガメのC-mos遺伝子が確認されたということは, この個体は父親と母親の両方からニホンイシガメのC-mos遺伝子を受け継いだことを示します. ここで, 母親がニホンイシガメのC-mos遺伝子を持っていることが重要となります. 次に, チトクロームb遺伝子はミトコンドリアDNAであり, 母性遺伝します. すなわち, 今回確認されたクサガメのチトクロームb遺伝子は母親由来となります. したがって, 母親はニホンイシガメのC-mos遺伝子とクサガメのチトクロームb遺伝子を持った交雑個体であることとなります. 同様に, クサガメのC-mos遺伝子とニホンイシガメのチトクロームb遺伝子を持

つものが4個体確認されていますが、これらの母親はクサガメのC-mos遺伝子とニホンイシガメのチトクロームb遺伝子を持った交雑個体です。母親個体が交雑個体であるということは、少なくとも雌の交雑個体は繁殖能力を持っており、そして実際に野外において繁殖に参加していることを証明しているわけです。

残りは、ニホンイシガメのC-mos遺伝子とチトクロームb遺伝子を持ったものが4個体、クサガメのC-mos遺伝子とチトクロームb遺伝子を持ったものが3個体となりました。すなわち、これらの7個体においては、外部形態がニホンイシガメやクサガメとは異なっていたものの、今回の解析では交雑個体であるかどうかはわかりませんでした。しかしながら、上述の通り、交雑個体は次世代を生んでいることが証明されたので、これらの個体も交雑に由来する可能性が十分あると思われます。

以上の結果より、野外においてニホンイシガメとクサガメが異種間交雑していること、両種ともに雄親および雌親として交雑を生じている可能性が高いこと、少なくとも雌の交雑個体は繁殖能力を持っており実際に子孫を生んでいることが判明しました。したがって、外来種クサガメとの異種間交雑を介して、日本固有種ニホンイシガメが遺伝的攪乱の影響を受けていると考えられます。このまま遺伝的攪乱が進むと、遺伝的に純粋なニホンイシガメは消滅してしまう可能性があります。一方で、現在もなおニホンイシガメとクサガメの両種が存在していることや、交雑一代目ではない交雑個体(母親が交雑個体であった個体)が比較的少数であることを踏まえると、雑種一代目の交雑個体は正常に成長し、繁殖能力を持ってはいるものの、その後世代を重ねるにつれて交雑個体の子孫は弱くなり、交雑系統は消滅している可能性も捨てきれません。遺伝的攪乱がどの程度生じているかを調べるために、今後はより多くの核DNAを調べる必要があります。

おわりに

平成27年3月26日に、環境省によって「我が国の生態系等に被害を及ぼすおそれのある外来種リスト(生態系被害防止外来種リスト)」が発表されました。その資料にて、“環境省及び農林水産省では、平成22年の生物多様性条約第10回締約国会議で採択された愛知目標の達成に資するとともに、外来種についての国民の関心と理解を高め、様々な主体に適切な行動を呼びかけることを目的とした、「我が国の生態系等に被害を及ぼすおそれのある外来種リスト(生態系被害防止外来種リスト)」を作成しました。リストには、計429種類(動物229種類、植物200種類)が掲載されています。今後、同時に策定・公表する「外来種被害防止行動計画」と合わせて、外来種対策の一層の推進を図ります。”と記してあります(<https://www.env.go.jp/press/100775.html>より抜粋。平成27年7月13日閲覧)。また、このリストの特徴として、侵略性が高く、我が国の生態系、人の生命・身体、農林水産業に被害を及ぼす又はそのおそれのある外来種を選定するという基準の基に、これまでの外来生物法によって規制されているもの以外の外来種、さらには国内由来の外来種も対象としていることが挙げられます。カメ類を見てみると、カミツキガメやワニガメ属、アメリカスッポン属、沖縄諸島のヤエヤマセマルハコガメ(国内外来種。自然生息地は八重山諸島の石垣島や西表島)などがリストに掲載されています。その中でも特筆すべき点として、アカミミガメが「総合的に対策が必要な外来種(総合対策種)」のカテゴリで緊急対策外来種としてリストアップされたことが挙げられます。このアカミミガメと同じ区分には、カミツキガメやグリーンアノール、タイワンスジオ、タイワンハブが含まれていますが、アカミミガメ以外の種は全て特定外来生物に指定されています。今後は、国がアカミミガメ問題対策に乗り出していくことになると思われます。

一方で、今回発表された生態系被害防止外来種リストにて掲載を見送られたカメがいます。クサガメです。その理由について、補足資料内に「クサガメを掲載しないことについて」という章を立てて、説明が記してあります。それによると、クサガメ日本列島集団の外来性を指摘した著者らの研究に対し、この学説は近年に提唱されたもので、クサガメが在来種である可能性を完全に否定することはできないという意見があり、また本リストの検討委員よりクサガメが外来種であることの検証は未だ不十分であるとの意見が出たことをふまえ、現時点では掲載しないこととする、とあります。詳細については、我が国の生態系等に被害を及ぼすおそれのある外来種リスト補足資料を確認してください。

私は、クサガメ日本列島集団は外来起源であると考えておりますが、その起源に関係無く、クサガメとの異種間交雑によってニホンイシガメが影響を受けていることに間違いありません。交雑個体やその子孫が消滅していたとしても、親個体が繁殖にかけたコストには大きな負の影響が生じています。また、カメ類の雌は貯精能力を持っており、雌の体内で雄の精子を長期間溜めることが知られています。すなわち、遺伝的に純系なニホンイシガメの雌であっても、一度でもクサガメと交尾してしまうと、その後も数年間に渡って交雑個体を産む可能性を持ち続けるわけです。繰り返しになりますが、日本固有種ニホンイシガメに対するクサガメとの異種間交雑状況の現状を把握し、それに合わせた保全対策の早急な立案および実施が必要であると考えられます。

謝辞

本稿に際し、共同研究者である疋田努教授(京都大学)と矢部隆教授(愛知学泉大学)へお礼を申し上げます。

引用文献

- 疋田努・鈴木大. 2010. 江戸本草書から推定される日本産クサガメの移入. 爬虫両棲類学会会報 2010(1): 41-46.
- Kawamura, K., Ueda, T., Arai, R., Nagata, Y., Saitoh, K., Ohtake, H. and Kanoh, Y. 2001. Genetic Introgression by the Rose Bitterling, *Rhodeus ocellatus ocellatus*, into the Japanese Rose Bitterling, *R. o. kurumeus* (Teleostei: Cyprinidae). *Zoological Science* 18:1027-1039.
- Stuart, B. L., and J. F. Parham. 2007. Recent hybrid origin of three rare Chinese turtles. *Conservation Genetics* 1: 169-175.
- 鈴木大. 2012. クサガメ日本集団の起源. 亀楽 4: 1-7.
- Suzuki, D., Ota, H., Oh, H-S. and Hikida, T. 2011. Origin of Japanese populations of Reeves' pond turtle, *Mauremys reevesii* (Reptilia: Geoemydidae), as inferred by a molecular approach. *Chelonian Conservation and Biology* 10(2): 237-249.
- Suzuki, D., Yabe, T. and Hikida, T. 2014. Hybridization between *Mauremys japonica* and *M. reevesii* inferred by nuclear and mitochondrial DNA analyses. *Journal of Herpetology*. 48(4): 445-454.

野外におけるイシガメ科カメ類の交雑

—新潟のとある池におけるクサガメとミナミイシガメの例から—

戸田 守

903-0213 沖縄県中頭郡西原町千原1 琉球大学 熱帯生物圏研究センター

本稿は、Chelonian Conservation and Biology誌で公表された下記論文の解説文である。

「亀楽」の編集者より、この論文の内容を紹介して欲しいとの依頼を受けたので、本誌誌面をお借りして解説させていただく。ただし、解説文といっても、多くの部分は元論文の和訳に過ぎない。そのため、内容的なプライオリティはすべて原著論文にあることを断っておきたい。

Fujii, R., H. Ota, and M. Toda (2014) Genetic and morphological assessments of hybridization between two non-native geoemydid turtles, *Mauremys reevesii* and *Mauremys mutica*, in northcentral Japan. Chelonian Conservation and Biology 13 (2): 191. 201.

新潟県で見つかった外来種クサガメとミナミイシガメの交雑集団に関する遺伝学的、形態学的研究(藤井亮・太田英利・戸田守)

はじめに

イシガメ科のカメ類はしばしば種間交雑をすることが知られており、それは系統的に離れた種の間でも起こる。本科カメ類ではこれまでに少なくとも18の種の組み合わせで雑種が報告されている(Buskirk et al., 2005; Stuart and Parham, 2007)。こういった状況から、Stuart and Parham(2007)は、本科カメ類では種間の生殖隔離機構が概して未発達だとしている。とはいえ、これまでに報じられている種間交雑の多くは人手によってつくられたもの、あるいは飼育下で生じたものであり、明らかに自然環境下で生じた雑種は5つの種の組み合わせに限定される(大谷, 1995; Shi et al., 2005; Fritz et al., 2008; Haramura et al., 2008; Fong and Chen, 2010)。

交雑は当該種に様々な影響をもたらす。生物多様性の観点からみたとときにプラスになる側面として、交雑によって当該種集団のなかに遺伝子の新たな組み合わせが生じ、時として適応的な形質の獲得や種の創出につながることもある(Barton and Hewitt, 1985, 1989; Harrison, 1993; Seehausen, 2004; Noor and Feder, 2006)。一方、マイナスの側面としては、遺伝子の混合による個体の生存価の低下や、親種の集団が持つ地域適応の崩壊といったことがある(Rhymer and Simberloff, 1996; Mooney and Cleland, 2001)。また、交雑個体の存在が分類的混乱・すなわち、本来の種多様性の実態把握の阻害・を招く点もマイナスの側面といえることができ、特にカメ類では実際にそのような混乱が問題になっている(Parham et al. 2001; Stuart and Parham 2007)。

プラスの側面にせよマイナスの側面にせよ、交雑が当該集団に与える影響を評価するためには、雑種第一代(以下、F1と呼ぶ)より後の世代がどの程度の頻度で出現するのかを知ることが重要である。なぜなら、F1は種の組み合わせによっては不稔であり、仮に常にそうであるなら、交雑を介して片方の種の遺伝子が他方の種に浸透することはなく、したがって新たな遺伝子の組み合わせを持つ個体の創出や遺伝的汚染の問題は生じ得ないからである。ただし、たとえF1止まりであったとしても、親種にとってはF1を生み出す交配にコストがかかるため、異種と交配をした個体、とりわけ配偶子の生産に大きな栄養投資が必

要なメスは適応度を大きく減じることになる。もし、そのような交配が頻繁に起こるとすれば、それは集団全体の存続にとって大きな負荷になり、ひいては多様性保全のうえでも問題になるので、その点は見落としはならない。

さて、我々の研究チームは、新潟県のとある池に、形態的な特徴からクサガメとミナミイシガメの雑種と疑われる個体が複数いることに気が付いた。この池は面積が0.03 km²程で、周囲を雑木林のある丘陵地と水田に囲まれている。雑種と目される個体の多くはクサガメとミナミイシガメの特徴をともに併せ持つが、その程度は個体によって様々であり、多くの形質にわたって2種の特徴がモザイク状に出る個体から、ほとんどクサガメに近い個体までが含まれていた。つまり、この池では単にF1が何個体か生じたというのではなく、複数世代にわたって交雑が進行している可能性がある。もしそうであるなら、種間交雑が親種の集団に与え得る影響を進化的見地から評価するのに役立つことができそうだ。そこで本研究では、1) まず、これらの推定雑種が本当にクサガメとミナミイシガメの交雑に由来するかどうかを確認し、2) 次いで、交雑の頻度やF1以降の個体の生残などを推定することを目的に、各個体の雑種ステータス(F1, 戻し交雑の1世代目, 同2代目などの状態)を調べた。

ここで、2種の推定親種について、分布などの基礎情報を記しておく。クサガメは国内の広い範囲に生息し、日本以外では中国、朝鮮半島、台湾などに分布する(Iverson, 1992; 安川, 1996)。国内の集団については、近年の研究によってその在来性が疑わしいことが示されたが(Suzuki et al., 2011)、その場合でも、本種の日本への導入は18世紀以前に遡り、特に平地では普通に見られる種となっている(Lovich et al. 2011)。一方のミナミイシガメは中国、台湾、琉球列島の南部に分布し、このうち琉球の集団は別亜種ヤマイシガメとされている(Yasukawa et al., 1996)。ミナミイシガメが新潟を含む日本本土に在来分布しないことは間違いないが、20世紀初頭以来、近畿地方に野生化した集団が存在するうえ、おそらくはペット愛好家などにより幾つかの地域に持ち運ばれている(小林・長谷川, 2005)。

材料および分析法の概要

カメの採集は2003年と2004年に、上記の池で、餌を使ったファンネル・トラップを用いて行った。その結果、40個体のイシガメ科カメ類が得られた。以降、これら40個体を新潟サンプルと呼ぶ。また、任意交配に近い状態であることが確認されない限り、親種と交雑個体を併せた集合体を「集団」と呼ぶのは生物学的に妥当でないが、ここでは便宜的に、40個体の標本が抽出されたイシガメ科カメ類の集合体を「新潟集団」と呼ぶ。

一般に、個体の雑種ステータスを決めるためには3つの研究ステップが必要である。それは、1) 親種の特異性、2) 2つの親種の間での識別形質の洗い出し、3) 識別形質における各個体の形質状態の決定である。このうちステップ2と3については両性遺伝する形質が望ましい(Rhymer and Simberloff, 1996)。本研究においては、ステップ1としてミトコンドリアDNA(mtDNA)の配列変異分析を、ステップ2および3として形態形質、アロザイム、SINE法による分析を用いた。

ここで、アロザイム法とSINE法を用いた分析の原理について解説しておく。アロザイム法は酵素タンパク質の分子構造変異を手がかりに、それをコードする核DNAの塩基配列の違いを簡便に検出する方法である。同じ酵素タンパク質をコードする相同な遺伝子でも、多くの場合、アミノ酸配列に多少の変異がある。そのような変異型は1つの遺伝子座に乗っている対立遺伝子の塩基配列の違いによって生じる。その

ため、タンパク質の型を特定することにより、個体が持つ対立遺伝子、ひいてはその個体の遺伝子型が決定できる。

対象とする動物は2倍体なので、ある個体のある遺伝子座における遺伝子型は、同じ対立遺伝子を2つ持つホモ接合の状態か、あるいは異なる2つの対立遺伝子を持つヘテロ接合の状態のいずれかである。A種とB種の交雑によって生じた個体は、片方の遺伝子をA種から、もう片方の遺伝子をB種から受け継いでいるはずなので、もし、2つの親種の間で遺伝子が異なっているなら交雑個体(F1)は必ずヘテロ接合になる。つまり、遺伝子型をみれば、その個体が雑種個体かどうか判別できる。ただし、A種とB種の間で遺伝子が常に異なっているわけではなく、遺伝子座によっては遺伝子が同じであったり、種内に多型があって、その一部が他方の種の遺伝子と同一であることもある。その場合は、交雑個体は必ずしもヘテロにならない。これでは個体の雑種ステータスを決めるのに不都合なため、分析の目的のためには2つの親種間で遺伝子が異なっている遺伝子座をあらかじめ選定しておく必要がある。その選定作業こそがステップ2であり、形態形質分析でもベースになる考え方は同じである。

SINE法でも考え方は同じである。SINE法は、ゲノム中に多数あるSINE(Short Interspersed Element)と呼ばれる数百塩基対ほどのモチーフ配列を手掛かりにする。SINEは逆転写によってゲノム中のある場所に入り込み、一度入り込むと、その状態が系統学的な意味で子孫に受け継がれる。一方、それと同一の箇所にSINEの挿入がなかった系統では、当然のことながら、その箇所にSINEは存在しない。そのため、ゲノム中のある箇所(=遺伝子座)にSINEの挿入があるか無いかはしばしば種間で異なっており、その違いは実験的に比較的簡単に検出できる。A種で挿入があり、B種で挿入が無ければ、交雑個体は「挿入あり/挿入なし」のヘテロになる。アロザイムにおいてもSINEにおいても、独立した遺伝子座をたくさん分析し、そのうちの何割でヘテロになっているかを調べれば、雑種1代目なのか、戻し交雑個体の1世代目なのか、2世代目なのかなどが確率論的に判別できる。

推定親種の確認(ステップ1)

上でも述べたように、mtDNAの部分配列を調べた。分析したのは、新潟サンプル40個体と、比較のため、他地域から得られたクサガメ4個体、近畿地方のミナミイシガメ2個体、琉球列島のヤエヤマイシガメ1個体である。また、DNAデータベースに情報がある11の同属種の配列を得て比較に用いた(詳細は元論文を参照)。

得られた配列の一致、不一致などを視覚的に分かり易く示すため、最尤法による配列間の系統樹構築を行った。その際、ヤエヤマセマルハコガメの配列を外群とした。なお、DNAの抽出から塩基配列決定までは、一般的に使われている方法に沿って行った。

分析の結果、新潟サンプル40個体から3つのハプロタイプが得られた。そのうち2つはクサガメから得られたハプロタイプと、残る一つは近畿地方産のミナミイシガメのものと完全に一致した。最尤系統樹から、これら3つのハプロタイプが他のいずれの種のものとも異なることは明らかである(図1)。これにより、新潟集団は確かにクサガメとミナミイシガメの混合群であり、交雑が起こっているとすれば、その親種はこの2種であることが確認できた。

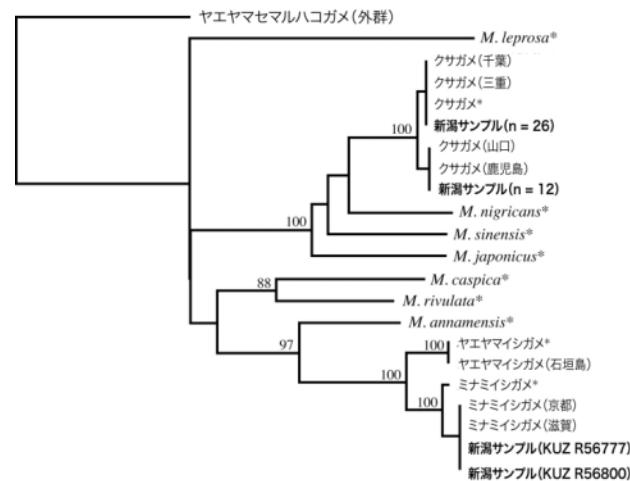


図1. ミトコンドリアシトクロームb遺伝子の部分配列に基づく最尤系統樹. 原著論文を一部改編.

識別形質の特定(ステップ2)

上記の結果を受け、ステップ2ではクサガメとミナミイシガメの識別に使える形質を探索した。形態形質の比較には、いずれも他地域のクサガメ53個体(オス35, メス18)とミナミイシガメ43個体(オス25, メス18)を用いた。予備的な観察と文献情報(Ernst et al. 2000)に基づき、9つの定性形質と17の測定形質を選定し、標本の比較を行った(検討した形質については元論文を参照)。なお、形態形質については、多くのカメ類で性差があることが知られているため(Gibbons and Lovich, 1990; Yabe, 1994)、ここでも雌雄を別々に扱った。

アロザイム法による2種の識別形質の探索には、クサガメ34個体、ミナミイシガメ20個体を使用した。肝臓片と筋肉片からの粗抽出液を準備し、一般的な水平式澱粉ゲル電気泳動法(Murphy et al., 1996)により、酵素タンパク質を分離した。予備実験では44の酵素を試したが、多くのものは酵素活性が不十分であったり、電気泳動像が不明瞭であったため解析から除外した。最終的に、16の酵素タンパク質を支配する19遺伝子座を候補とし、分析を行った。

SINE法では、クサガメ36個体とミナミイシガメ14個体、ヤエヤマイシガメ18個体を用いた。SINE法を用いた分析に関しては、先行研究(Sasaki et al., 2004, 2006)によって、イシガメ科カメ類に適用できる49のSINEマーカー(=遺伝子座)が単離されている。彼らのデータによれば、このうち7遺伝子座においてクサガメとミナミイシガメの間に「挿入/非挿入」の違いがある。また、これら2種の間には、別の2つの遺伝子座において、SINEモチーフとは異なるおよそ300塩基対からなる断片の「挿入/非挿入」変異がある。このように、これら9つの遺伝子座が2種の識別形質の候補となるが、先行研究では、クサガメとミナミイシガメそれぞれ1個体が分析されたに過ぎないので、この違いが2種間に安定したものであるかどうか確認の必要がある。そのため多数の個体の遺伝子型を調べ、この点を検討した。各遺伝子座のPCR増幅に用いるプライマーや実験条件などはSasaki et al.(2006)に準じた。

ステップ2の結果、形態形質10形質(定性形質9, 測定形質1)、遺伝子形質10遺伝子座(アロザイム4, SINE6)において2種の間安定した違いがあることが確かめられた。そのうち形態形質における識別点を表1にまとめた。なお、2つの形態識別形質はオスにのみ適用可能な形質である。さて、これでようやく準備が整ったので、次は、主目的である新潟サンプルの雑種ステータスの評価である。

新潟サンプルにおける各個体の雑種ステータスの推定(ステップ3)

ステップ2で特定された20形質について、新潟サンプル40個体の形質状態を評価した。得られた結果に基づいて各個体の雑種ステータスを量的に示すため、解析として、形態形質と遺伝形質のそれぞれについて各個体の雑種スコア(Jiggins and Mallet, 2000)を算出した。形態形質における雑種スコア(以下、形態的雑種スコア)の算出にあたっては、クサガメに典型的な形質状態をスコア0、ミナミシガメに典型的な状態をスコア2、両者の中間的な状態をスコア1と定義し、識別形質全体にわたる合計点をその個体の雑種スコアとした。なお、上述したように、2つの形態形質ではオスしか対象にならないので、この解析から除外した。すなわち、形態的雑種スコアは8形質を基に求め、その値は、全ての形質でクサガメの形質状態を示す個体で0、ミナミシガメの形質状態を示す個体で16となる。

遺伝子形質に基づく雑種スコア(以下、遺伝子雑種スコア)では、クサガメの遺伝子をスコア0、ミナミシガメの遺伝子を1とし、10遺伝子座にわたる合計をその個体のスコアとした。対象動物は2倍体なので、10遺伝子座の分析により、対立遺伝子20本分の情報が得られる。そのため、遺伝子雑種スコアは完全なクサガメで0、完全なミナミシガメでは20となり、交雑に由来する個体はその間のいずれかの値をとる。

新潟サンプル40個体の分析の結果、形態形質においては、21個体が様々な組み合わせで2種の形質状態(または中間的な状態)を持ち合わせていた。特に、メスの1個体(標本番号:KUZ R56777)は高度にモザイクな状態であり、4形質(肋甲板の隆起、第二椎甲板の形状、側頭部の模様、下顎咬合部の幅)でクサガメの形質状態、別の2形質(背甲の色と背甲表面の状態)でミナミシガメの形質状態、さらに別の2形質(腹甲の模様と側頭部の皮膚の状態)で両者の中間的な形質状態を示した。その一部を具体的に示すと、この個体の腹甲の模様の状態は、クサガメ、ミナミシガメのいずれとも明らかに異なり、全体的に黒い点でクサガメの状態に似るが、縫合に沿った淡色部が幅広である点でクサガメとは異なっていた(図2c)。

別のメス(KUZ R56778)は5形質でクサガメの状態、2形質でミナミシガメの状態、1形質で中間的な状態を示した。その他、ほとんどの形質においてクサガメの状態を呈するが、2形質でミナミシガメの状態または中間的な状態を示すものが6個体、2形質で中間的な状態を示すものが1個体あった。後者の1個体(KUZ R56812)の腹甲の模様は、地色はクサガメのそれに似るが、多数の明色の線が放射状に入る点でクサガメとは明らかに異なっていた(図2d)。別の13個体は1形質でミナミシガメの状態もしくは中間的な状態を示した。なお、10の形態形質のうち、ミナミシガメの状態あるいは中間的な状態が見られたのは4形質(背甲の色、背甲表面の状態、腹甲の模様、側頭部の皮膚の状態)であり、残りの6形質においては全ての個体がクサガメの状態を示した。

アロザイム法とSINE法における合計10の遺伝子座の分析では、新潟サンプル40個体のうち38個体がクサガメに特異的な対立遺伝子をホモ接合で持っていた。残る2個体のうち1個体(KUZ R56777)はアロザイム2遺伝子座とSINE3遺伝子座においてクサガメとミナミシガメの対立遺伝子をヘテロ接合で保持していた。もう1個体(KUZ R56800)はアロザイム1遺伝子座とSINE1遺伝子座で2種の遺伝子をヘテロ接合で持っていた。このうちKUZ R56777は、形態形質においても2つの親種の形質状態が高度に入り組んだ個体であった。

雑種スコアのヒストグラムを描いたところ、形態的雑種スコアで多くの個体が0よりも大きな値(1.6)をとり、その分布は大きくクサガメ側(スコア0の側)に寄った単峰型を示した(図3)。一方、遺伝子雑種スコアは

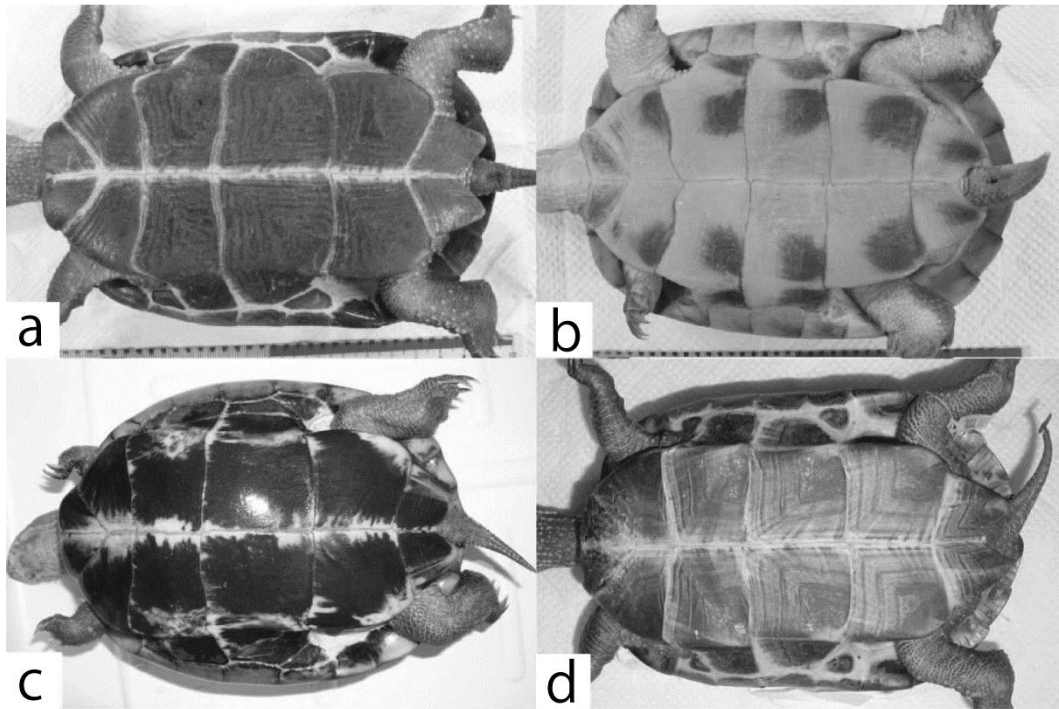


図2. クサガメ, ミナミシガメ, および中間的な状態を示す個体の腹甲の模様と比較. a = クサガメ(メス), b = ミナミシガメ, c = 中間型(KUZ R56777:メス), d = 中間型(KUZ R56812:メス). 原著論文を一部改編.

表1. 本研究で確認されたクサガメとミナミシガメの形態的識別形質

形質	クサガメ	ミナミシガメ
肋甲板の隆起(KCS)	あり	なし
第二椎甲板の形状(S2V)	六角形	キノコ型
背甲の色(CC)	こげ茶ないし黒	黄褐色ないし茶色
背甲表面の状態(SCC)	甲板表面は粗くリングがある	甲板は滑らか
腹甲の模様(PP)	こげ茶ないし黒. 縫合はメスおよび非黒化型のオスで明色. 黒化したオスで黒い	黄褐色で個々の腹甲板の後内側にスポットがあり斜めの線が入る
腹甲の形状(PS)*	平ら	湾曲する
側頭部の模様(PH)	メスおよび非黒化型のオスでは概ね3本の黄色い線が入る. 黒化したオスでは無地	目の後ろに黄色い線が1本入る
側頭部の皮膚の状態(SCT)	細かい鱗に覆われる	鱗はない
下顎咬合部の幅(WOF)	広い	狭い
間肩甲板長/背甲長(IH/CL)*	0.02-0.09	0.09-0.14

*オスのみに適用

2個体だけが0と異なり、その値は5と2であった。KUZ R56777は、形態的雑種スコアと遺伝子雑種スコアの双方で最も大きな値(それぞれ6と5)を示した。加えて、この個体と、遺伝子雑種スコアが2であった個体(R56800)はmtDNAの分析でもミナミイシガメに一致する配列を持っていた。

論議

形態形質においては、新潟サンプルの約半数がクサガメの状態とミナミイシガメの状態を併せ持ち、特に8個体では2つ以上の形質で矛盾する形質状態が認められた。この結果は、少なくともこれらの個体が2種の交雑に由来することを強く示唆している。さらに、このうちの2個体が遺伝子形質においても2種の対立遺伝子をヘテロ接合で保持していたことは、この池で確かに2種の交雑が起こっていることを端的に示している。既存の報告では、野外で見つかったイシガメ科の推定交雑個体の数は5以下であり(大谷, 1995; Shi et al. 2005; Fritz et al. 2008; Haramura et al. 2008; Fong and Chen 2010)、ここで扱った新潟の池のケースは、知られているイシガメ科の交雑としては最も規模が大きいといつてよい。

とはいえ、雑種スコアの値は形態形質と遺伝子形質の間で大きく食い違っている(図3)。形態形質で雑種であることが示唆された21個体のうち19個体は、遺伝子形質で見ると純系のクサガメと区別できない。このことはどのように解釈したらよいのであろうか。それはおそらく、クサガメとの戻し交雑によってミナミイシガメの血が「薄まった」ためではないかと考えられる。

交雑個体が片方の親種と繰り返し戻し交雑をする系を仮定した場合、もう片方の種由来の対立遺伝子がヘテロの状態に保持される遺伝子座の数は世代ごとに半減していき(Goodman et al. 1999)、その期待値は「調べた遺伝子座数 $\times (1/2)^x$ 」(x は戻しの世代数)である。ここでは遺伝子座数は10なので、例えば純系クサガメとの戻し交雑が5世代にわたって繰り返された場合、ミナミイシガメの遺伝子がヘテロの状態に保持されている遺伝子座数の期待値は $0.3(=10 \times (1/2)^5)$ となる。個々の遺伝子座についてみればヘテロである確率は $0.03(=(1/2)^5)$ 、クサガメ遺伝子のホモである確率は $0.97(=1 - 0.03)$ なので、ある個体が10の遺伝子座全てでミナミイシガメの遺伝子を失っている確率を計算すると、それは $0.7(=0.97^{10})$ を超える。このように、新潟の池ではクサガメとの戻し交雑が少なくとも数世代にわたって繰り返され、集団中におけるミナミイシガメの遺伝子の割合が非常に低くなったと推定される。

ここで重要なのは、一部の形態形質(背甲の色、背甲表面の状態、腹甲の模様、側頭部の皮膚の状態)では、それだけ遺伝子が薄まってもなおミナミイシガメの形質状態が発現されるということである。近年では、交雑を扱う研究では遺伝子が調べられることが圧倒的に多いが、この例は、遺伝子マーカーよりも形態形質のほうが交雑の存在を鋭敏に検知できる場合があることを示している。

さて、得られた結果についてもう少し考えてみよう。遺伝子形質においては、F1個体は調べた全ての遺伝子座でヘテロになっているはずであり、遺伝子雑種スコアは必ず10になる。そのため、今回調べた40個体のなかにF1がないことは明らかである。また、40個体中19個体は形態形質と遺伝子形質の双方で雑種スコア0であったことから、これらの個体は純系のクサガメであるか、さもなければ、もはやミナミイシガメの形質状態が全く発現しないぐらい何世代もクサガメと戻し交雑を繰り返した個体である。一方、純系のミナミイシガメがこのサンプルに含まれないことも明らかである。この結果と、本州における2種の分布の情報を併せて考えると、この交雑は、もともとクサガメが占めていた池にミナミイシガメが持ち込まれたことによって起こり、その後しばらくの時間が経過しているものと考えられる。

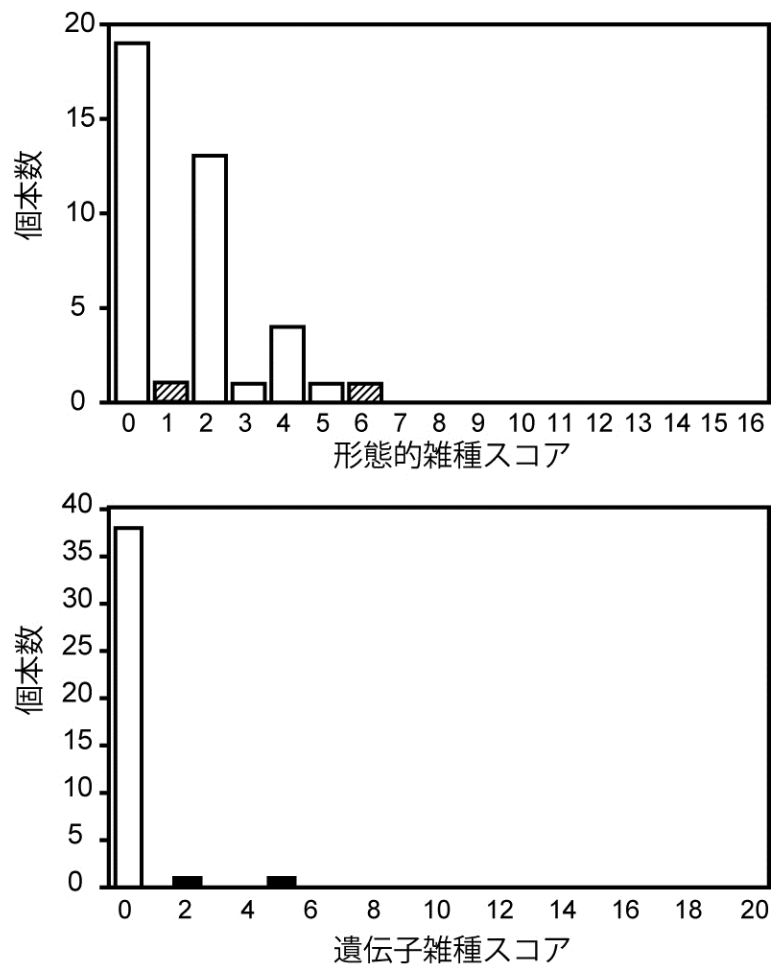


図3. 新潟サンプル40個体における形態的雑種スコアと遺伝子雑種スコアの分布. 上の図の網掛けしたバーは mtDNAでミナミイシガメのハプロタイプを持っていた個体. 原著論文を一部改編.

遺伝子雑種スコアをみると、0以外の2個体の値は5と2である(図3). 新潟の池において交雑個体を含む全ての個体が任意交配をしていると仮定すると、遺伝子雑種スコアのヒストグラム(正確には確率密度分布)は2項分布に沿う(Barton and Gale, 1993). この仮定の下では、スコア1, 3, 4の個体がない状態でスコア5の個体が生じる確率はたいへん小さい. 試しに、形態形質で交雑のシグナルを示した21個体だけが任意交配集団のメンバーと仮定した場合、その集団中におけるミナミイシガメ遺伝子の頻度は $7/420(21\text{個体} \times 2\text{倍体}) = 0.017$ (分子の“7”は実際に特定されたミナミイシガメ遺伝子の数の総和)である. ここで、雑種スコア5の個体が生じる確率は $1.55^{-5} (= {}_{20}C_5 \times 0.017^5 \times 0.983^{15})$ である. それはスコア1の個体の生起確率の $1/15,000$ に相当する. 仮に調べた40個体全てが任意交配集団の構成員だと仮定した場合は、スコア5の個体の生起確率はさらに小さくなる. このように、スコア5を示したKUZ R56777が任意交配集団の一員であるという仮説は棄却してよく、少なくとも、その他の推定交雑個体とは別の機会に生じたものと推測できる. 遺伝子雑種スコア2のKUZ R56800についても同じ議論が成り立つ. これら2個体が、他の多くの推定交雑個体ほどにはクサガメとの戻し交雑を繰り返していないことは明らかであるため、この2個体を生み出した交雑イベントはより最近におこったものと考えてよからう.

このように、新潟の池の交雑個体のなかに、少なくとも起源の異なる2群が認められることはどのよう

に解釈したよいのであろうか？ Coyne and Orr(2004)は、交雑を抑制する種の隔離機構は、交雑の初期の段階でより良く機能すると論じている。なぜなら、このフェーズの個体は表現型において中間的(あるいは高度にモザイクな状態)であり、どちらの種の異性にとってもあまり魅力的でない可能性が高いからである。これに対し、一度戻し交雑が進んでしまえばその表現型は戻した側の種のそれと似てくるため、配偶者選択のうえでさほど不利ではなくなる。そのため、一度薄まった他種の遺伝子は簡単には集団から排除されない。この考えは、今回のケースに当てはまりそうである。すなわち、交雑が起きてても、交雑個体は集団中でなかなか優性にはなれない。しかし、あるとき片方の種(ここではクサガメ)との戻し交雑が進行し、他方(ミナミイシガメ)の遺伝子が薄まってしまうと、それは何世代にもわたって集団中に残り、一部の形質で発現し続ける。

このように、本研究は、自然環境下でイシガメ科カメ類が交雑を通して遺伝的浸透を被ることを示している。ただし、この例では、2種に親種がともに外来集団であることに留意する必要がある。Fritz et al.(2008)は、部分的に分布が重なる2種のイシガメ類、*M. caspica*と*M. rivulata*の集団構造を調べ、種間交雑が、接触帯のなかでも限られた地域でしか起こっていないことを示している。これは、生殖隔離機構がしばしば地域や環境によって異なった振る舞いをする(Jiggins and Mallet, 2000)ことによるのであろう。そうであるなら、クサガメとミナミイシガメの交雑についても他の多くの地域で調査・研究を進め、2種の交雑の実態について検討しなおす必要がある。

引用文献

- BARTON, N.H. AND GALE, K.S. 1993. Genetic analysis of hybrid zones. In: Harrison, R. (Ed.). Hybridizations and the Evolutionary Process. New York: Oxford University Press, pp. 13. 45.
- BARTON, N.H. AND HEWITT, G.M. 1985. Analysis of hybrid zones. Annual Review of Ecology and Systematics 16:113. 148.
- BARTON, N.H. AND HEWITT, G.M. 1989. Adaptation, speciation and hybrid zones. Nature 341:497. 503.
- BUSKIRK, J.R., PARHAM, J.F., AND FELDMAN, C.R. 2005. On the hybridization between two distantly related Asian turtles (Testudines: Sacalia: Mauremys). Salamandra 41:21. 26.
- COYNE, J.A. AND ORR, H.A. 2004. Speciation. Sunderland, MA: Sinauer Associates, 545 pp.
- ERNST, C.H., ALTENBURG, R.G.M., AND BARBOUR, R.W. 2000. Turtles of the World. CD-ROM edition version 1.2. Amsterdam: ETI.
- FONG, J.J. AND CHEN, T.-H. 2010. DNA evidence for the hybridization of wild turtles in Taiwan: possible genetic pollution from trade animals. Conservation Genetics 11: 2061. 2066.
- FRITZ, U., AYAZ, D., BUSCHBOM, J., KAMI, H.G., MAZANAIEVA, L.F., ALOUFI, A.A., AUER, M., RIFAL, L., ILIC, T.S., AND HUNSDORFER, A.K. 2008. Go east: phylogeographies of *Mauremys caspica* and *M. rivulata*- discordance of morphology, mitochondrial and nuclear genomic markers and rare hybridization. Journal of Evolutionary Biology 21:527. 540.
- GIBBONS, J.W. AND LOVICH, J.E. 1990. Sexual dimorphism in turtles with emphasis on the slider turtle (*Trachemys scripta*). Herpetological Monographs 4:1. 29.
- GOODMAN, S.J., BARTON, N.H., SWANSON, G., ABERNETHY, K., AND PEMBERTON, J.M. 1999. Introgression through rare hybridization: a genetic study of a hybrid zone between red and sika deer (genus *Cervus*) in Argyll, Scotland. Genetics 152:355. 371.
- HARAMURA, T., YAMANE, M., AND MORI, A. 2008. Preliminary survey on the turtle community in a lotic environment of the Kizu River. Current Herpetology 27:101. 108.
- HARRISON, R.G. 1993. Hybrid Zones and the Evolutionary Process. New York: Oxford University Press, 364 pp.

- IVERSON, J.B. 1992. A Revised Checklist with Distribution Maps of the Turtles of the World. Richmond, IN: Privately Printed, 374 pp.
- JIGGINS, C.D. AND MALLET, J. 2000. Bimodal hybrid zones and speciation. *Trends in Ecology and Evolution* 15:250-255.
- 小林頼太・長谷川雅美. 2005. 千葉県印旛沼流域における外来種ミナミインシガメの定着について. *爬虫両棲類学会報* 2005:150-154.
- LOVICH, J.E., YASUKAWA, Y., AND OTA, H. 2011. *Mauremys reevesii* (Gray 1831). Reevesqturtle, Chinese three-keeled pond turtle. In: Rhodin, A.G.J., Pritchard, P.C.H., van Dijk, P.P., Saumure, R.A., Buhlmann, K.A., Iverson, J.B., and Mittermeier, R.A. (Eds.). *Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises: A Compilation Project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group*. Chelonian Research Monographs 5:050.1. 050.10.
- MOONEY, H.A. AND CLELAND, E.E. 2001. The evolutionary impact of invasive species. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 98:5446-5451.
- MURPHY, R.W., SITES, J.W., JR., BUTH, D.G., AND HAUFLE, C.H. 1996. Proteins: isozyme electrophoresis. In: Hills, D.M., Moritz, C., and Mable, B.K. (Eds.). *Molecular Systematics*. Second edition. Sunderland, MA: Sinauer Associates, pp. 51-120.
- NOOR, M.A.F. AND FEDER, J.L. 2006. Speciation genetics: evolving approaches. *Nature Reviews Genetics* 7:851-861.
- 大谷勉. 1995. 沖縄島で保護されたリュウキュウヤマガメとセマルハコガメの異属間雑種と思われる個体について. *Akamata* 11:25-26.
- PARHAM, J.F., SIMISON, W.B., KOZAK, K.H., FELDMAN, C.R., AND SHI, H. 2001. New Chinese turtles: endangered or invalid? A reassessment of two species using mitochondrial DNA, allozyme electrophoresis and known-locality specimens. *Animal Conservation* 4:357-367.
- RHYMER, J.M. AND SIMBERLOFF, D. 1996. Extinction by hybridization and introgression. *Annual Review of Ecology and Systematics* 27:83-109.
- SASAKI, T., TAKAHASHI, K., NIKAI, M., MIURA, S., YASUKAWA, Y., AND OKADA, N. 2004. First application of the SINE (short interspersed repetitive element) method to infer phylogenetic relationships in reptiles: an example from the turtle superfamily Testudinoidea. *Molecular Biology and Evolution* 21:705-715.
- SASAKI, T., YASUKAWA, Y., TAKAHASHI, K., MIURA, S., SHEDLOCK, A.M., AND OKADA, N. 2006. Extensive morphological convergence and rapid radiation in the evolutionary history of the family Geoemydidae (Old World pond turtles) revealed by SINE insertion analysis. *Systematic Biology* 55:912-927.
- SEEHAUSEN, O. 2004. Hybridization and adaptive radiation. *Trends in Ecology and Evolution* 19:198-207.
- SHI, H., PHAHAM, J.F., SIMISON, W.B., WANG, J., GONG, S., AND FU, B. 2005. A report on the hybridization between two species of threatened Asian box turtles (Testudines: Cuora) in the wild on Hainan island (China) with comments on the origin of serrataqlike turtles. *Amphibia-Reptilia* 26:377-381.
- STUART, B.L. AND PARHAM, J.F. 2007. Recent hybrid origin of three rare Chinese turtles. *Conservation Genetics* 8:169-175.
- SUZUKI, D., OTA, H., OH, H.-S., AND HIKIDA, T. 2011. Origin of Japanese populations of Reevesqpond turtle, *Mauremys reevesii* (Reptilia: Geomydidae), as inferred by a molecular approach. *Chelonian Conservation and Biology* 10:237-249.
- YABE, T. 1994. Population structure and male melanism in the Reevesqturtle, *Chinemys reevesii*. *Japanese Journal of Herpetology* 15:131-137.
- 安川雄一郎. 1996. 陸生・淡水性カメ類. pp. 59-61. 千石正一・疋田努・松井正文・仲谷一宏(編)日本動物大百科 5両生類・爬虫類・軟骨魚類. 平凡社. 東京.
- YASUKAWA, Y., OTA, H., AND IVERSON, J.B. 1996. Geographic variation and sexual size dimorphism in *Mauremys mutica* (Cantor, 1842) (Reptilia: Bataguridae), with description of a new subspecies from the southern Ryukyus, Japan. *Zoological Science* 13:303-317.

神戸市におけるカミツキガメ*Chelydra serpentina*の捕獲記録

上野真太郎¹・笹井隆秀²・長田信人²

¹ 113-8657 東京都文京区弥生1-1-1 東京大学大学院農学生命科学研究科生圏システム学専攻

² 654-0049 兵庫県神戸市須磨区若宮町1-3-5 神戸市立須磨海浜水族園

Record of Snapping turtle, *Chelydra serpentina*, at Kobe City, Hyogo prefecture.

By Shintaro UENO¹, Takahide SASAI² and Nobuto OSADA²

¹ Department of Ecosystem Studies, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo, 1-1-1 Yayoi, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8657, Japan

² Kobe Suma Aquarium, 1-3-5, Wakamiya, Suma, Kobe, Hyogo, 654-0049, Japan

カミツキガメ*Chelydra serpentina*は北米および中米原産の淡水ガメで、日本にはペット用に輸入されていたが、現在は2005年に施行された外来生物法における特定外来生物に指定され飼育や販売が禁止されている。日本の野外ではペットとして飼いきれなくなり、放逐されたと考えられる個体がしばしば見つかる。今回、神戸市においてもカミツキガメが捕獲されたのでここに報告する。捕獲場所や個体の大きさ等は下記のとおりである。

2015年3月21日、兵庫県神戸市北区山田町の水田(図1)で農家の方がカミツキガメを確認した。その個体は警察によって捕獲され、神戸市立須磨海浜水族園に持ち込まれた。

カミツキガメのサイズは背甲長316mm、背甲幅271mm、腹甲長255mmであり、体重は10.7kgであった(図2)。安楽死後に解剖したところ、生殖腺の形状よりメスであることを確認した。

農家の方によると3~4年前にも同じ個体を見かけ注意していたとのことで、この水田付近にはこの個体以外はいないようである。カミツキガメは千葉県や東京都で繁殖、定着が確認されているが(Kobayashi et al., 2006; 佐藤・鈴木, 2006), 幸いなことに今回、捕獲された地点では繁殖、定着している可能性は低そうである。



図1. カミツキガメが捕獲された水田(兵庫県神戸市北区山田町) 写真: 発見者提供



図2. 捕獲されたカミツキガメ(雌: 背甲長316mm, 背甲幅271mm, 腹甲長255mm, 体重10.7kg)

引用文献

Kobayashi, R., M. Hasegawa and T. Miyashita. 2006. Home range and habitat use of the exotic turtle *Chelydra serpentina* in the Inbanuma basin, Chiba prefecture, central Japan. *Curr. Herpetol.* 25(2): 47-55.

佐藤方博・鈴木貴司. 2006. 東京都武蔵野地域におけるカミツキガメの確認状況. *爬虫両棲類学会報* 2006(1): 56.(講演要旨)

奄美大島で捕獲されたカミツキガメ

興克樹¹・谷口真理²・三根佳奈子²

¹ 894-0045 鹿児島県奄美市名瀬平松町99-1 奄美海洋生物研究会

² 654-0049 兵庫県神戸市須磨区若宮町1-3-5 神戸市立須磨海浜水族園

Record of Snapping turtle, *Chelydra serpentina*, at Amami-oshima island.

By Katsuki OKI¹, Mari TANIGUCHI² and Kanako MINE²

¹ Amami Marine Life Research Association, 99-1 Hiramatsucyo, Naze, Amami, Kagoshima, 894-0045, Japan

² Kobe Suma Aquarium, 1-3-5, Wakamiya, Suma, Kobe, Hyogo, 654-0049, Japan

世界自然遺産候補地である奄美大島には、リュウキュウアユをはじめ、キバラヨシノボリ、タメトモハゼやタナゴモドキ等、鹿児島県希少野生動植物種に指定されている希少な水生生物が生息し、その保全が進められている。中でも奄美大島においては、移入種とされる淡水ガメ類については、2013年から淡水ガメの生息実態調査が行なわれている(上野・興, 2015)。

今回、2014年8月10日、奄美大島龍郷町浦において北米原産の外来種カミツキガメ1個体を捕獲したので報告する。本個体を捕獲した場所は、ホテイアオイ等が一面に繁茂する流れが緩やかな沼で、近年開発による埋め立てにより面積が半減している。捕獲したカミツキガメは、背甲長319mm、腹甲長226mm、体重7860gで、解剖により生殖腺を確認したところ雄と判別された。消化管内容物は、単子葉植物の茎、双子葉植物の葉や茎、貝類のふたや殻、昆虫類、動物の肉片や骨が確認された。なお、同年、この沼では、カミツキガメの他、ミシシippアカミミガメ1個体、スッポン4個体が捕獲されている。

本個体捕獲後、周辺住民に注意喚起し、2014年9月末まで捕獲調査を続けたが、新たなカミツキガメの捕獲は無かった。本個体は飼育個体の逸出あるいは遺棄されたものであると思われる。今後も継続的な外来ガメの駆除と新たな侵入を防ぐ啓発活動の実施が望まれる。



図1. カミツキガメが捕獲された沼(奄美大島龍郷町浦)



図2. 捕獲されたカミツキガメ(雄: 背甲長319mm, 腹甲長226mm, 体重7860g)

引用文献

上野真太郎・興克樹. 2015. 奄美市における淡水ガメの捕獲記録(2013年). 亀楽9: 6-7.

オランダ王国デン・ハーグ市で発見されたミシシippアカミミガメ *Trachemys scripta elegans*

岡本 慶

424-0902 静岡市清水区

Record of red-eared sliders occurred in the pond of Den Haag, Netherland.

By Kei OKAMOTO

Shimizu, Shizuoka, 424-0902, Japan

ミシシippアカミミガメ *Trachemys scripta elegans* は、北米ミシシipp川流域が原産地とされているが、主にペットとして世界各地に輸出され、その生息が確認されている (Ernst et al., 1994; Salzberg, 1998). 筆者はオランダ王国南西部のデン・ハーグ市にて本亜種の生息を確認したので、ここに報告する。

2012年5月27日、デン・ハーグ市立美術館前の人工的な池における目視観察により、少なくとも3個体が確認された。そのうち1個体は、バスキングしていたところを素手で捕獲し、1ユーロコイン(直径約23 mm)とともに撮影した。その写真から推定すると、当該個体は腹甲長200mm程度と見られた。そのサイズと爪および尾部に伸長が認められなかったことから、メスの成熟個体と考えられた (Gibbons and Lovich, 1990)。なお、周りはコンクリートなどにより舗装されているが、容易に乗り越えられると考えられ、周辺には水路や池などが点在していたことから、行き来があるだけでなく、さらに多くの個体が生息している可能性がある。



図1. オランダのデン・ハーグ市にて発見したミシシippアカミミガメ

引用文献

- Ernst, C. H., J. E. Lovich, and R. W. Barbour. 1994. Turtle of the United States and Canada. Smithsonian Institution Press, Washington and London. p. 297-316.
- Gibbons, J. W. and J. E. Lovich. 1990. Sexual dimorphism in turtles with emphasis on the slider turtle (*Trachemys scripta*). Herpetol. Monogr. (4): 1-29.
- Salzberg, A. 1998. Chelonian conservation news. Chel. Conserv. and Biol. (3): 147-150.

野外におけるミシシippアカミガメの摂餌行動の目撃例

三根佳奈子・谷口真理

654-0049 兵庫県神戸市須磨区若宮町1-3-5 神戸市立須磨海浜水族園

Records of *Trachemys scripta elegans* feeding in the wild.

By Kanako MINE and Mari TANIGUCHI

Kobe Suma Aquarium, 1-3-5, Wakamiya, Suma, Kobe, Hyogo, 654-0049, Japan

兵庫県内の野外においてミシシippアカミガメ(以下、アカミガメ)の摂餌を目撃したので報告する。摂餌を目撃したのは、以下の通りである。

1. 2014年6月24日, 明石市魚住町清水付近の瀬戸川で, 堰堤に堆積した藻類を摂餌している様子を確認した(図1上左)。また, 同日, 同河川で水面に浮かぶフナの死体をついばむ様子を確認した(図1上右)。

2. 2015年5月25日, 加古郡播磨町の狐狸ヶ池においてガガブタ *Nymphoides indica* の茎を摂餌する様子を確認した(図1下左)。

日本におけるアカミガメの食性は甲殻類, 昆虫類, 植物, 魚類, 貝類, 鳥類を摂餌すると報告されているように, その食性は植物から動物まで幅広いようである(上野他, 2014), 今回の事例においてもそれが示された。注目したいのは, ガガブタを捕食していたことである。本種は環境省レッドリストにおいて準絶滅危惧種に指定され, 生息条件の変化によっては「絶滅危惧」に移行する可能性のある種とされるが, アカミガメの捕食によりガガブタが絶滅危惧に移行する可能性は十分に考えられる。



図1. 藻類をつつくアカミガメ(上左), フナの死肉を食べようとするアカミガメ (上右), ガガブタを捕食するアカミガメ (下左), 明石市瀬戸川にて(上), 播磨町狐狸ヶ池にて(下)

引用文献

上野真太郎・笹井隆秀・石原孝・谷口真理・三根佳奈子・亀崎直樹. 2014. 日本に産するカメ類の食性(総説). 爬虫両棲類学会報 2014(2): 146-158.

第3回 淡水ガメ情報交換会



日本には古くから、固有種であるニホンイシガメが生息しています。しかし、今や日本に生息する淡水ガメは外来種ばかり。特に北アメリカ原産のアカミガメは西日本の平野部に広く生息しており、ニホンイシガメの生息地を奪い、川や池の生物を食い荒らし、日本古来の生態系は破壊されています。淡水ガメ情報交換会では、外来種問題をはじめ、淡水ガメにまつわる様々な問題の解決策を模索します。その他、一般市民による最新の調査結果などの発表もあります。

みんなで一緒に淡水ガメについて考えてみませんか？

特別講演



14:00～ 陳添喜氏
『台湾のアカミガメ問題(仮)』

陳博士は台湾の国立屏東科技大学に所属する淡水ガメの生態・保全学者。台湾の淡水ガメの世界は外来種の移入、在来種の密輸などの問題にさらされ、てんやわんやです。今回は台湾のカメ事情についてお話しいただきます！

前夜祭

スマスイサイエンスカフェ
10月23日(金)18時～
神戸市立須磨海浜水族園
エントランスホールにて

2015年10月24-25日(土・日)
会場 神戸市中央区 相楽園会館

プログラム

24日 13:30～	開会	25日 8:30～	受付開始
14:00～	陳博士の特別講演	9:00～	市民からの発表
18:00～	日本庭園を眺めながら懇親会	17:00	閉会

主催 神戸市立 須磨 海浜水族園

認定NPO法人 生態工房

後援 神戸市 兵庫県 明石市 篠山市 播磨町

編 集 後 記

早いもので2010年に亀楽を創刊して5年がたち
今回で10号を発行するにいたりました。お陰様でカ
メに興味を持つ一般市民も増えて、アカミミガメ問
題も世間に認識されるようになってきました。行政
も防除に動き始めました。淡水カメの生態は相変
わらず解らないことばかりです。産卵時期やクラッ
チサイズ(1腹卵数)などの知見も不足しています。
是非とも情報をお寄せください(亀崎)

亀楽 No.10

2015年9月30日発行

編集 亀崎直樹 石原孝 谷口真理

発行 神戸市立須磨海浜水族園

〒654-0049 兵庫県神戸市須磨区若宮町一丁目3番5号

TEL 078-731-7301 FAX 078-733-6333

E-mail info@sumasui.jp

Kiraku No.10

30, September, 2015

Editors Naoki KAMEZAKI, Takashi ISHIHARA and Mari TANIGUCHI

Published by Kobe-Suma Aquarium

1-3-5, Wakamiya, Suma, Kobe, Hyogo, 654-0049, Japan
