

うみがめニュースレター

UMIGAME NEWSLETTER OF JAPAN

No.106 2017



海亀と私	・・・	2
門田南子		
沖縄島周辺海域におけるアオウミガメの地域間移動	・・・	3
中西悠・宮城里奈・田辺寛直・高橋優実・河津 勲		
タイマイの精液保存に関する予備試験	・・・	5
河津 勲・酒井彬江・古家後雅典・前田好美・澤向 豊		
【論文紹介】日本のアカウミガメの産卵地での遺伝子型をほぼ網羅して解析した	・・・	11
論文 Matsuzawa et al. (2016) のご紹介		
石原 孝		
日本ウミガメ協議会からのお知らせ	・・・	14
第 38 回国際ウミガメシンポジウム／第 28 回日本ウミガメ会議のご案内	・・・	15
うみがめニュースレターに投稿される方へ	・・・	16
編集後記	・・・	18

■デジタル (PDF) 版も利用できます

NPO 法人日本ウミガメ協議会のホームページ内にある専用サイト（うみがめニュースレターで検索、URL は http://www.umigame.org/J1/katsudou_newsletter.html）からネット上でデジタル版 (PDF 版) うみがめニュースレターをダウンロードしていただくことができます。デジタル版の利用が可能な方で、アナログ版（紙に印刷され郵便で届く従来の冊子）の配信中止をご希望の方は、お手数ですが、編集委員会 newsletter@umigame.org までご連絡下さい。経費削減に対する皆様のご理解とご協力をよろしくお願い致します。

■寄付のお願い

「うみがめニュースレター」は、これまで小笠原村からの補助を受けて発行されてきましたが、2011 年度を持ちまして本補助事業が休止となりました。現在は日本ウミガメ協議会より補助を受けて発行を継続しておりますが、財政状況は完全な赤字です。今後も皆様からの温かいご寄付をお待ちしております。切手のご寄付も大歓迎、協賛広告も併せて募集しております。詳細はメールで newsletter@umigame.org までお問い合わせください。

郵便振替口座 10120-25391001 加入者 うみがめニュースレター編集委員会

連絡先 〒573-0163 大阪府枚方市長尾元町 5-17-18-302 日本ウミガメ協議会内

Tel: 072-864-0335 Fax: 072-864-0535 e-mail: newsletter@umigame.org

■寄稿者へのお知らせ

本誌はウミガメに関する国内唯一の総合情報誌として、関連するあらゆる情報を取扱い掲載しています。生物学的知見はもちろんのこと、ウミガメに関わる民族、保護、論評や意見、会議報告なども含みます。様式は特に定めるものではありませんので、読者の皆様もどうぞお気軽にご寄稿ください。

■表紙の写真

アカウミガメの産卵（2016 年 6 月 6 日 沖縄県国頭村謝敷海岸で撮影）。

日本はアカウミガメにとって北太平洋で唯一の産卵地です。最近の研究では、日本のアカウミガメも本州・四国・九州と大隅諸島、琉球列島の 3 か所で遺伝的に少しづつ異なることがわかってきました。詳細は本誌の【論文紹介】をご覧ください。

海亀と私

My sea turtle memories

門田 南子

Nanko KADOTA

昭和十七年生まれ私にとって、海亀は大切な食料でした。

終戦間もない、私の村では漁師のおんちゃんが、取って来てくれる海亀は、貴重なタンパク源でした。

海亀には、独得のととてもきつい、においがありましたので、おんちゃん達が料理してくれた海亀を食べる時は、マイ箸とマイ皿を持参しなければなりませんでした。

食べ終わった食器は、台所で洗うことは許されず、外の流し場で始末しなければなりませんでした。

そんな、はげしい異臭を感じた海亀でしたが、子ども心にも味は絶品だったことを思い出します。

そんな海亀を食べなくなったのは、子どもをさずかり、長女が元小学校に入学した頃から。学校の取り組みとして、元海岸に産卵の為に上がってくる、海亀の保護活動が、始まったのです。

学校が保護活動する海亀を家庭では食用にすることに、母親として、ずい分悩みました。そして子ども達のことを想った時、私は海亀を食用とすることを断ちました。

その保護期間中に感じた私の海亀への想いは、とても複雑な想いがありました。

早朝、地元のおじさん達が海岸を巡回し、産卵した場所が確認できると、元小学校の子ども達は、バケツを持って採集に行き、その卵を校庭に作られた、砂の孵化場にうめて、観察をしながら、子亀の生まれるのを待ちました。生まれた子亀達は夏休みの終わりごろ、産みつけられておった場所の近くから放流したことでした。

何年間か、その活動を見守って来た私にはその頃の、ふしぎさが、どうすることも出来ませんでした。

それまで、海亀が上陸していなかった海岸に、海亀の上陸、産卵がたびたび報道されるようになったのです。

何か自分の不安が的中したような想いが致します。

それは・・・。

海亀は、母亀が卵を産みつけた砂浜で、約100日間、太陽、海水、気温などに守られ乍ら、孵化するらしいです。約100日の間に、自分が成長して産卵に戻る海岸、場所を体内に記憶するそうです。

でも、その頃の保護活動は、みんな素手で卵にふれていました。

海岸で採集する時、校庭の孵化場に移す時、人間の素手の匂い？臭い？にふれられた卵から生まれた亀達は、自分の産み落とされた海岸が判らなくなってしまうのでは、ないでしょうか？

今まで、かつて海亀の産卵が確認されていなかった海岸に、多くの海亀が上陸するようになりました。

室戸で漁師をしていた義兄の言葉を、私は今も思い出します。

室戸の奈良師（ならし）海岸は、海亀の産卵の一番多い海岸です。

その海岸の波打ち際から約30m位沖には、テーブルサンゴ状の、大きな、広い岩があります。産卵の終わった母亀は、そのテーブルサンゴ状の岩の上で、一・二日体を安めているらしいとのことでした。義兄は何度か、その光景に出逢ったとのことでした。

そして子亀が生まれる頃には、そのテーブルサンゴ状の岩の上で数匹の母亀でしょうか、待っておっただけです。

義兄さんは、いつも室戸沖のクジラを追いかけている私と姉を、そのテーブルサンゴ状の岩の上に連れて行ってくれたことでした。

その時の感動は30年経った今でも忘れることは出来ません。

Summary

Sea Turtle was an important food for me who was born in 1942. Before the end of World War II, sea turtles was a precious protein source in my village. I stopped to eat sea turtles when my eldest daughter entered elementary school. As an initiative of the school, protection activities of the sea turtles which laying eggs on the Moto-beach

has begun. As a mother, I was worried a lot to eat sea turtles that protected in daughter's school. And when I thought about my children, I declined to eat the turtles.

I remember the words of my brother in law who was a fisherman. There is a large and flat tabletop rock on the 30m offshore from Narashi beach which is the most abundant nesting beach in

Muroto, Koch. He said the mother turtles rests for 1-2 days on the rock and he said that he encountered the scene several times. And then, by the time of hatching, he said several mother turtles were waiting on the tabletop rock. He took me and my sister on the tabletop rock. I can not forget the impression of this even after 30 years.

沖縄島周辺海域におけるアオウミガメの地域間移動

Local movement of green turtle (*Chelonia mydas*) within the waters around Okinawajima Island, Japan

中西 悠¹・宮城里奈¹・田辺寛直¹・高橋優実¹・河津 勲^{2,3}

Yu NAKANISHI, Rina MIYAGI, Hironao TANABE,
Yumi TAKAHASHI and Isao KAWAZU

沖縄島西海域に設置された定置網では、アオウミガメ *Chelonia mydas* をはじめとしたウミガメ類が頻繁に混獲され、1991年から（一財）沖縄美ら島財団が、2012年から琉球大学ウミガメ研究会ちゅらが一みーが主体となって混獲状況および標識放流の調査を実施してきた。その調査の中で、沖縄島西海域で標識装着されたアオウミガメが短期間内に東海域で再捕獲された事例が2件確認された。これらの結果は沖縄島周辺でのアオウミガメの回遊生態を解明する上で重要な情報なのでここに報告する。

アオウミガメの標識放流を行った定置網は読谷村地先に設置されている（26° 22' N, 127° 42' E; 図 1）。ウミガメ類が混獲された場合は近隣の漁港に輸送し、標準直甲長（SCL）および甲幅（SCW）を測定した。また、再捕獲個体を識別するために、前肢および後肢にインコネルタグおよびジャンボタグを装着し放流した。

事例 1:

2015年6月20日に西海域の定置網で混獲され（標識番号：右前肢 JPN78485, 右後肢 JPN78484, 左前肢 JP98637, 左後肢 JP98650, 図 2）、SCL および SCW はそれぞれ 839 mm および 677 mm であった。標識放流から 13 日後の



図 1. 調査地の地図。★は放流した定置網，☆は再捕獲された定置網の位置を示す。
Fig. 1 Location of the Yomitan-son set-net (indicated by a black star) and Uruma-shi set-net (indicated by a white star), where the green turtles that we examined were captured.

2015年7月3日、東海域の定置網（26° 30' N, 127° 89' E; 図 1）で再捕獲された。

事例 2:

2016年8月3日に西海域の定置網で混獲され（標識番号：左前肢 JP5580-A, 左後肢 JP5637-A,

¹ 琉球大学ウミガメ研究会

² 一般財団法人沖縄美ら島財団 総合研究センター

³ 沖縄美ら海水族館



図2. 2015年6月20日に混獲されたアオウミガメ
Fig. 2. A tagged green turtle captured in June 20 in 2015 (Case 1).



図3. 2016年8月3日に混獲されたアオウミガメ
Fig. 3. A tagged green turtle captured in August 3 in 2016 (Case 2).
set-net (indicated by a white star), where the green turtles that we examined were captured.

図3), SCL および SCW はそれぞれ 794 mm および 623 mm であった。標識放流から 3 日後の 2016 年 8 月 6 日, 事例 1 と同じ東海域の定置網で再捕獲された。

これらの再捕結果はアオウミガメが沖縄島東西を短期間で移動した結果であり, 今回のような標識再捕の報告例はない。西から東海域へ遊泳するルートとして, 沖縄島を北上し東海域へ到達する北周り, と南下し東海域へ到達する南周りが考えられる。ここで, 西から東海域間の最短移動距離を推算すると, 北周りでは約 180 km, 南周りでは約 85 km である。摂餌海域のアオウミガメの home range は数キロ以内と言われており (Seminoff et al. 2002; Okuyama et al. 2013), 今回の結果はそれを大きく上回る移動距離であったことから, 摂餌場所の変更を示す移動であったと推察された。また, 1 時間あたりの移動距離 (移動速度) を算出すると, 事例 1 の場合, 北周りで約 0.5 km/h, 南周りで約 0.3 km/h, 事例 2 の場合, 北周りで約 2.5 km/h, 南周りで約 1.2 km/h となる。過去に行われた衛星追跡調査によって, ある場所に長時間留まることなく移動したアオウミガメの平均移動速度は 1.6 ~ 3.5 km/h と報告されており (Balazs, 1994; Papi et al., 1995), 特に事例 2 の移動速度はこれらと概ね一致する。このことから, 少なくとも事例 2 の個体は途中にある藻場などに長時間滞在することなく, 沖縄島を回って西から東に移動したと考えられる。すなわち, 沖縄島周辺に生息するアオウミガメが北上あるいは南下ルートを利用しながら東西を移動する際, 一気に移動する個体がいることを示唆している。Hayashi and Nishizawa (2015) は, 沖縄島周辺のアオウミガメが柔軟に生息地をシフトさせることを報告しており, 今回の短期再捕結果はこの仮説と大きな矛盾はない。さらなる標識放流調査の継続は (例えば, 異なるサイズでの標識再捕結果), 沖縄島周辺のアオウミガメの生態解明につながるだろう。

謝辞

本調査の実施に際し, データ収集および情報提供に多大なるご協力頂いた, 第八よみたん丸船長儀間勇人氏, 乗組員の山田祐貴氏をはじめとする読谷村漁業協同組合の皆様, また再捕獲のご連絡を頂いた, 勝連漁業協同組合の玉城あきお氏, 一般財団法人沖縄美ら島財団の皆様, 琉球大学ウミガメ研究会ちゅら

がーミーのメンバーおよび先輩方へ深く感謝と御礼申し上げます。

引用文献

Balazs, G. H. 1994. Satellite telemetry of green turtles nesting at French Frigate Shoals, Hawaii, and Rose Atoll, American Samoa. Proceedings of the Fourteenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation, NOAA tech Memo US Dep Commerce NMFS, NOAA-TM-NMFS-SEFCS-361: 184-187.

Hayashi, R and H. Nishizawa. 2015. Body size distribution demonstrates flexible habitat shift of green turtle (*Chelonia mydas*). Global Ecology and Conservation 3: 115-120.

Papi, F., H.C. Liew, P. Luschi, and E.H. Chan

1995. Long-range migratory travel of a green turtle tracked by satellite: evidence for navigational ability in the open sea. Marine Biology 122: 171-175.

Summary

Two green turtles were captured by set-net in the western coast of Okinawajima Island (26 ° 22' N, 127 ° 42' E), Japan, tagged, and released on June 20 in 2015 and August 3 in 2016. They were recaptured by set-net in the eastern coast of Okinawajima Island (26° 30' N, 127° 89' E) after 13 and 3 days of their releasing, respectively. These findings suggest that green turtles may move freely around Okinawajima Island.

タイマイの精液保存に関する予備試験

Development of semen preservation in hawksbill turtles: A preliminary report

河津 勲¹・酒井彬江²・古家後雅典³・前田好美¹・澤向 豊⁴

Isao KAWAZU, Akie SAKAI, Masanori KOYAGO,

Konomi MAEDA and Yutaka SAWAMUKAI

はじめに

今日、哺乳類をはじめとする脊椎動物では、絶滅危惧種の保全や遺伝的多様性を確保するため、人工授精技術を使用した保全プログラムが進められている。さらに、家畜における人工授精技術は、飼育施設や作業人員の省力化、受胎率の向上および繁殖生物学等の学術面などに貢献している (Foote, 2002)。

タイマイ *Eretmochelys imbricata* は、産卵場の消失や漁業での混獲などにより減少し、IUCN (国際自然保護連合) のレッドリストにおいて絶滅危惧 IA 類に指定されている (Mortimer and Donnelly 2008)。本種のような絶滅危惧種の保護には、人工授精技術を使用した保全プログラムの実施が重要であるが、タイマイはもとより、ウミガメ類全種において未だその技術は確立していない。

タイマイの精液採取には電気射精法が有効である (Kawazu et al., 2014)。そして、さらなる人工授精技術の進展には、採取後の精液を

長期間保存する技術が必要である。一般に、精液中の精子を体外で長期間生存させるためには、精子の代謝や運動を抑制してエネルギー消費を防ぐ必要がある (筒井, 2002)。そのため、家畜では 4 ~ 5°C の低温で保存する希釈精液を 5 日以内に授精に供し、それ以上の場合には液体窒素を使用した凍結保存 (-196°C) が行われている (筒井, 2002)。さらに、冷蔵保存時には急激な低温による精液の損傷 (低温衝撃) を防ぐため、適当な物質が含まれた第一次希釈液で精液を希釈し (葛西, 1994; 筒井, 2002)、一方で、凍結保存する際には、凍結段階の精子の損傷を防ぐため、希釈精液に凍結保護物質 (第二次希釈液) が混和される (筒井, 2002; Watson, 2000)。

ウミガメ類における精液保存に関する検討は、タイマイおよびヒメウミガメ *Lepidochelys olivacea* で試みられ、採取精液に複数の希釈液を添加したのち、冷蔵保存した成績を比較しているが、希釈液が添加された精子は全て

¹ 一般財団法人沖縄美ら島財団 (〒905-0206 沖縄県国頭郡本部町字石川)

² 八戸家畜保健衛生所 (〒039-1101 青森県八戸市知内町毛合清水)

³ 一般社団法人家畜改良事業団 (〒028-4134 岩手県盛岡市玉山区下田字柴沢)

⁴ 横尾家畜診療所 (〒329-2801 栃木県那須塩原市関谷)

2 日以内に死滅している (Sirinarumitr et al., 2010). したがって、タイマイ精子の適正な希釈液に関する知見はまだ不十分であり、さらに、凍結保存に関する報告は全くない。

そこで本研究では、タイマイ精液の保存方法の検討の第一段階として、他動物の精子の保存に使用されている複数の希釈液を用いて、冷蔵保存および凍結による長期保存の方法に有効な希釈液を検証すると同時に、希釈液の成分が精子生存率に及ぼす影響について基礎的な調査を行った。

材料と方法

調査は、2007 年 5 月 9 日 (試験 1) と 11 月 2 日 (試験 2) に実施した。試験 1 では精子を保存するための希釈液に鶏、ラット、ウナギ、スズキで用いられる手法および生理食塩水、海水を用いた。試験 2 では七面鳥、猛禽類、ブタ、イヌ、ラットの手法に加え、無希釈でも行った。詳細は下記のとおりである。

試験 1

タイマイの精液は、2007 年 5 月 9 日に海洋博公園 (沖縄県国頭郡本部町) で飼育中の性成熟した雄タイマイ (直甲長: 69.0cm, 体重: 43.3kg) から、Kawazu et al. (2014) の方法に従い、電気刺激法で採取し、精液性状を評価した。試験 1 の精液保存には、採取量 1.0 mL, pH 8.3, 精子濃度 $500 \times 10^6/\text{mL}$, 精子生存率 90.0% および精子運動率 10.0% の精液を使用した。

第一次希釈液には、鶏精液保存用希釈液 (鶏用希釈液) (Blanco et al., 2000), ラット精液保存用希釈液 (ラット用希釈液) (Nakatsukasa et al., 2001), ウナギ精子保存用希釈液 1 (ウナギ用希釈液 1) (Tanaka et al., 2002a), ウナギ精子保存用希釈液 2 (ウナギ用希釈液 2) (Tanaka et al., 2002b), スズキ精子凍結保存用希釈液 (スズキ用希釈液) (Zilli et al., 2005), 生理食塩水および滅菌海水を用い、それぞれの希釈液の組成を Table 1 に示した。先述した精液を採取直後から 3 日間、4°C 下で保存したのち (上記希釈液の準備が整うまで 3 日を要した), 7 種類の希釈液により 1 (精液): 3 (希釈液) に混和し (一次希釈), 再度 4°C 下で保存した (冷蔵保存)。

次に、凍結保存に用いる第二次希釈液は以下のように作製した。ウナギ用希釈液 1 と 2, スズキ用希釈液, 生理食塩水および海水には DMSO (ジメチルスルホオキシド) を 10% 濃度 (Tanaka et al., 2002a, 2002b; Zilli et al.,

2005), 鶏用希釈液では N-メチルアセトアミド 15% を含むトレハロース液 (トレハロース二水和物 11.5g, 牛血清アルブミン 0.3g, 硫酸ゲンタマイシン 0.001g, 蒸留水 100mL) を 50% 濃度 (Blanco et al., 2000), またラット用希釈液では Equex Stem を 1.4% 濃度 (Nakatsukasa et al., 2001) になるよう添加した。冷蔵保存の第一次希釈精液に同温の第二次希釈液を 1:1 で添加しながら混和後, 0.25 mL ストローに充填した。ストローは液体窒素タンクの空気層で 10 分間保持したのち, 液体窒素 (-196°C) に浸した。希釈精液充填ストローは凍結 3 日後に取り出し, 20°C の水に 60 秒間浸し融解した。

精子生存率 (%) は、エオジン・ニグロシン染色したプレパレート精子 200 を光学顕微鏡で観察し、頭部が染色されていなければ生存, 染色されているならば死滅と判定し, 百分率で算出した。冷蔵保存の精子生存率は、一次希釈直後から生存率が 0% になるまで 1 ~ 2 日ごとに測定した。また、凍結保存では解凍直後に精子生存率を測定し、一次希釈後と比較した (試験 1 では第 2 次希釈直後の精子生存率は測定していない)。

試験 2

タイマイの精液は、2007 年 11 月 2 日に試験 1 と同施設で飼育中の雄タイマイ (直甲長: 83.0cm, 体重: 77.0kg) から、試験 1 と同様の方法で採取した。試験 2 の凍結保存には、採取量 9.5 mL, pH 5.6, 精子濃度 $1000 \times 10^6/\text{mL}$, 精子生存率 77.0% および精子運動率 71.0% の精液を使用した。

第一次希釈液は、七面鳥精液保存用希釈液 (七面鳥用希釈液) (Blanco et al., 2000), 猛禽類精液保存用希釈液 (猛禽類用希釈液) (Blanco et al., 2000), 豚用精液保存用希釈液 (豚用希釈液) (加藤ら, 1990), 犬精液保存用希釈液 (犬用希釈液) (Silva et al., 2006) およびラット用希釈液 (Nakatsukasa et al., 2001) を用い、それぞれの希釈液の組成を表 1 に示した。先述の精液を採取直後に常温で 5 種類の希釈液により 1 (精液): 3 (希釈液) に混和し、未希釈の精液も含めて 4°C 下で保存した。

次に、凍結保存に用いる第二次希釈液は以下のように作製した。七面鳥用希釈液および猛禽類用希釈液には、N-メチルアセトアミド 15% を含むトレハロース液 (試験 1 の鶏用と同様) を 50% 濃度 (Blanco et al., 2000), 豚用希釈液ではグリセリンを 28% 濃度 (加藤ら, 1990), 犬用希釈液ではグリセリンを 14% 濃

表1 試験に使用した精液保存希釈液の成分

Table 1 Components of the diluents for the semen preservation used the experiment.

試験 Experiment No.	1						2					
	鶏 Hens	ラット Rats	ウナギ 1 Eels 1	ウナギ 2 Eels 2	スズキ Sea bass	生理食塩水 Normal saline	海水 Sea water	七面鳥 Turkeys	猛禽類 Raptors	豚 Pigs	犬 Dogs	ラット Rats
(S)-2-アミノグルタル酸ジメチル (S)-2-Aminopentanedioate (g)	1.92							2.1	16.91			
ポリビニルピロリドン Polyvinylpyrrolidone (g)								0.3	0.3			
グリシン Glycine (g)								0.2				
グルタチオン (g)					0.199							
塩化ナトリウム NaCl (g)			0.8015	0.7313								
炭酸水素ナトリウム NaHCO ₃ (g)			0.6401	0.168								
炭酸水素カリウム KHCO ₃ (g)					1.001							
トリスヒドロキシメチルアミノアルコール TAPS (g)			486.7									
塩化カリウム KCl (g)				0.2238								
塩化マグネシウム MgCl ₂ (g)				0.0238								
塩化カルシウム CaCl ₂ (g)				0.111								
酢酸ナトリウム Sodium acetate (g)	0.85											
酢酸カリウム Potassium acetate (g)								0.5	5.005			
酢酸マグネシウム Magnesium acetate (g)	0.08								0.858			
トリスヒドロキシメチルアミノメタン THAM (g)		0.15								1.344	3.028	0.15
クエン酸 Citric acid (g)	0.128									0.666	1.78	
グルコース Glucose (g)	0.6									3.34		
フルクトース Fructose (g)								1.15	7.93		1.25	
スクロース Sucrose (g)					4.278							
ラクトース Lactose (g)		10										10
卵黄 Yolk (mL)		30								15	20	30
ウシ血清アルブミン BSA (g)					1							
硫酸ゲンタマイシン Gentamicin sulfate (mg)	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1
蒸留水 Distilled water (mL: diluting in measuring cylinder)	100	100	100	100	100			100	100	100	100	100
参考文献 References	Blanco et al. (2000)	Nakatsukasa et al. (2001)	Tanaka et al. (2002a)	Tanaka et al. (2002b)	Zilli et al. (2005)			Blanco et al. (2000)	Blanco et al. (2000)	加藤ほか (1990)	Silva et al. (2006)	Nakatsukasa et al. (2001)

度, またラット用希釈液では Equex Stem を 1.4% 濃度 (Nakatsukasa et al., 2001) になるよう添加した。なお, 凍結および融解の手順については試験 1 と同様に行った。

精子生存率測定は試験 1 と同様の方法で行

い, 冷蔵保存では一次希釈直後から生存率が 0% になるまで 2~7 日ごとに測定した。また, 凍結保存では二次希釈直後と解凍直後に精子生存率を測定し, 一次希釈直後と比較した。

結果

試験 1

第一次希釈後の鶏用希釈液，ラット用希釈液，ウナギ用希釈液 1 と 2，スズキ用希釈液，生理食塩水および海水の精子生存率はそれぞれ 48.5%，52.0%，36.5%，37.5%，47.0%，56.0% および 33.5% で，添加希釈液による差はそれほどみられなかった（図 1）．しかし，ウナギ用希釈液 1 と 2 およびスズキ用希釈液が添加された精子は，採取から 6 日後（4℃下保存の 3 日後）に死滅し，生理食塩水や海水よりも早かった（図 1）．なお，ラット用希釈液を添加した精子が最も長く生存し，採取から死滅までの日数は 19 日間であった（図 1）．

凍結融解後の精子生存率はラット用希釈液の添加が最も高く，第一次希釈後，約 40% の精子が生存していた（図 2）．それ以外の希釈液の精子は凍結融解後にほとんどが死滅していた（図 2）．

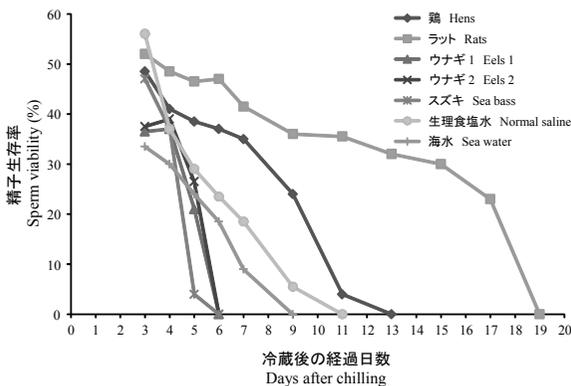


図 1. 試験 1 における第 1 次希釈および冷蔵後の精子生存率の変化. 使用した精液は採取直後から 3 日間，4℃下で保存した後に希釈された.
Fig. 1. Changes in sperm viability after chilling after first dilution in experiment no. 1. Semen between 0 and 3 days from semen collection was not diluted and was chilled (4°C) (indicated by a white star), where the green turtles that we examined were captured.

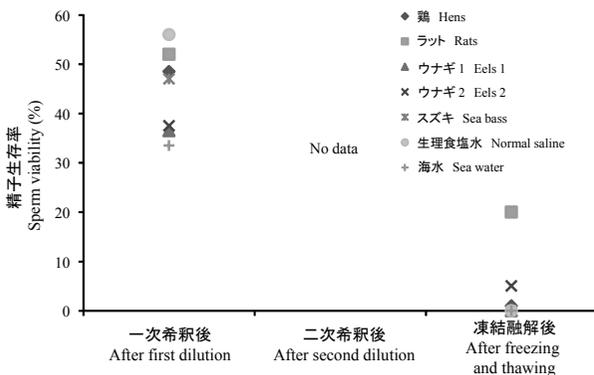


図 2. 試験 1 における第 1 次希釈後および凍結融解後の精子生存率. 使用した精液は採取直後から 3 日間，4℃下で保存した後に希釈された.
Fig. 2. Sperm viability after first dilution and after freezing and thawing in experiment no. 1. Semen between 0 and 3 days from semen collection was not diluted and was chilled (4°C).

試験 2

第一次希釈後の七面鳥用希釈液，猛禽類用希釈液，豚用希釈液，犬用希釈液，ラット用希釈液および未希釈の精子生存率はそれぞれ 65.5%，23.0%，86.5%，63.0%，78.5% および 77.0% で，猛禽類用希釈液で最も低い傾向がみられた（図 3）．そのうち，猛禽類用希釈液と未希釈の精子は採取から 10 日以内に死滅したのに対して，犬用希釈液およびラット用希釈液では比較的長期間の生存が確認され，採取から死滅までの日数はそれぞれ 44 日間と 121 日間であった（図 3）．特にラット用希釈液では，冷蔵保存から 1 週間以内における第一次希釈後の精子の約 90% が生存していた（図 3）．

豚用希釈液および犬用希釈液の精子は，第二次希釈直後に死滅した（図 4）．凍結融解後の精子生存率はラット用希釈液の精子生存率が最も高く，第一次希釈液後の精子の約 70% が生存していた（図 4）．それ以外の希釈液では，凍結融解後に大半の死滅が確認された（図 4）．

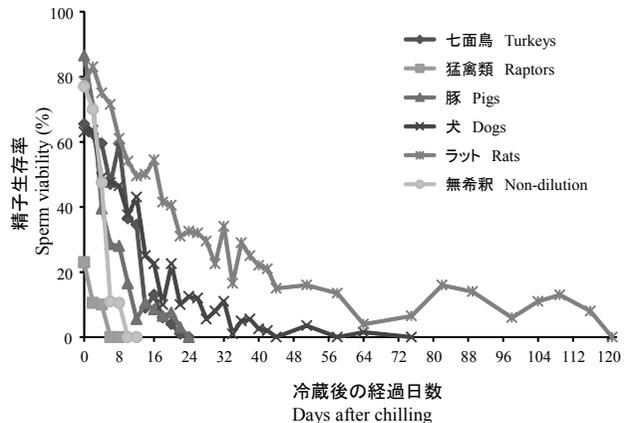


図 3. 試験 2 における第 1 次希釈および冷蔵後の精子生存率の変化.
Fig. 3. Changes in sperm viability after chilling after first dilution in experiment no. 2.

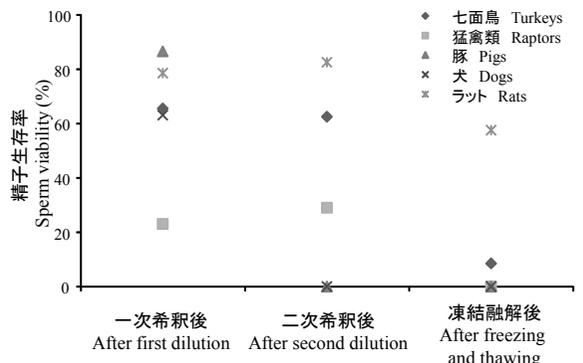


図 4. 試験 2 における第 1 次希釈前後および凍結融解後の精子生存率.
Fig. 4. Sperm viability before and after first dilution and after freezing and thawing in experiment no. 2.

考察

本研究の冷蔵保存において、生存日数が長かったラット用希釈液 (図1 ; 3) および犬用希釈液 (図3) に含まれる基準物質は卵黄であり (Nakatsukasa et al., 2001 ; Silva et al., 2006), その他の希釈液では、豚用希釈液を除いて卵黄が含まれていない (表1). 特に卵黄が含まれていない試験1のウナギ用希釈液やスズキ用希釈液を添加した精子の生存日数は比較的短く (図1), また試験2では猛禽類用希釈液を添加した精子は、第一次希釈直後から生存率が著しい低下を示した (図3). 一方で、試験2の冷蔵保存における未希釈の精子が10日以内に死滅したという結果 (図3) から、タイマイ精子生存率への低温が及ぼす影響は比較的高いと思われる。精子は急激な冷却による低温衝撃によって生存率や受精能の低下を招く恐れがある (葛西, 1994). さらに、White (1993) は、卵黄に含まれるリン脂質は精子を低温衝撃から保護する役割があると報告している。以上のことから、卵黄は、タイマイ精子を低温衝撃から保護し、生存の延長に貢献した可能性がある。

家畜の精子凍結保護物質 (第二次希釈) としては、グリセリンが最も広く利用されている (筒井, 2000). しかし、図4のとおり、豚用希釈液および犬用希釈液を添加した第一次希釈液添加の精子は、第二次希釈液を添加した直後に死滅した。これに対して、試験1および2においてもラット用希釈液 (第二次希釈液として Equex Stem を使用) における融解後の生存率が最も高かった (図2 ; 5). これらの結果は、タイマイ精子の凍結保護物質としては、グリセリンよりも Equex Stem の方が適していることを示している。これと同様の傾向は、凍結保存が困難であったラット精子においても報告されている (Nakatsukasa et al., 2001). グリセリンは家畜の精子凍害防止のために添加されるが (筒井, 2000), Watson (2000) は精液や第一次希釈液との浸透圧の違いによって精子細胞膜が損傷することを報告しており、このことがタイマイ精子の生存に影響を及ぼしたと思われる。この仮説の検証のためには、今後 Equex Stem やグリセリンによるタイマイ精子の損傷について詳細な観察や評価が求められる。そのためにも、タイマイ精子の形態やサイズ等の知見を収集する必要がある。

試験1および2において、同じラット用希釈液を用いたにもかかわらず、死滅するまでの日数はそれぞれ19日, 121日と著しく異なっ

た (図1 ; 3). この試験1と2の生存日数の異なりには、精液採取から第一次希釈までの期間や、試験に供した精液の性状が異なっていたことが関与した可能性がある。例えば、試験1の精液採取から第一次希釈までの期間は3日を要し、その期間は未希釈で冷蔵保存された。この時に低温衝撃によって精子が損傷を受けた可能性が考えられる。一方で、試験1および2に供した精液の精子生存率にはそれほど差はみられなかったが、pHはそれぞれ8.3, 5.6, また精子運動率はそれぞれ10%, 71%と著しく異なった。Kawazu et al. (2014) は、電気射精法により採取したタイマイ精液のpHおよび精子運動率の中央値はそれぞれ7.5, 2~2.5%であったと報告している。これらは、試験1 (pH: 8.3, 精子運動率: 10%) と近似する数値を示しているが、試験2 (pH: 5.6, 精子運動率: 71%) とは明らかに異なる。さらに、電気刺激中に採取された尿のpHは5.9であり (Kawazu et al., 2014), 試験2で用いられた精液のpHとほぼ一致している。以上のことから、試験2で使用された精液には尿が混入していた可能性が高く、精子の生存に影響を及ぼした可能性が考えられる。Kawazu et al. (2014) は、タイマイ精液の粘稠度は非常に高く、尿の混和がこの粘稠を和らげ、運動性を上昇させる可能性を指摘している。定性的ではあるが、試験1で用いた精液は粘稠度が高く、試験2では低かった。したがって、試験2で使用した精液への尿の混和が、精液の粘稠を緩和した可能性が考えられる。また、この粘稠が緩和された精液に第一次希釈液が十分に混和されたことにより、試験2の精子は好適な生存条件を獲得できたものと思われる。しかしながら、尿の混和により殺精子作用を惹起する問題が生じる可能性があることから、効率的に粘性の高い精液に第一次希釈液が浸透する技術の開発が期待される。

本研究では、異なる精液性状 (精子運動率, pH) を示すタイマイ精液において、冷蔵および凍結保存を試みた結果、精子生存率を指標とした際には、第一次希釈液として卵黄が多く含まれるラット用希釈液が、凍結保護物質として Equex Stem が有効である可能性が示唆された。タイマイを含めたウミガメ類の受精は卵管内の上部 (例えば、膨大部) で起こると考えられていることから (Gist and Jones, 1989), 精子が卵管内に侵入する際には、運動能を保持していなければならない。しかしながら、本研究では冷蔵保存中および凍結解凍後の精子運動率は測定していないが、ほとん

どの精子が運動していなかったことを確認した。この運動率の低下は、希釈時や、冷蔵および凍結保存中に精子の運動能が低下していることを意味し、希釈や、冷蔵および凍結といった低温に影響された可能性がある。この運動能低下への影響を実証するためには、さらなる希釈方法や保存方法等の追加試験、運動率の上昇を誘起するための技術開発に関わる基礎的検討が必要であると思われる。

謝辞

本研究を行うにあたり沖縄美ら海水族館の宮原弘和館長には適切な助言や提案をいただき深く御礼申し上げます。また、本研究にご協力いただいた、一般財団法人沖縄美ら島財団のウミガメ飼育スタッフの皆様に深謝申し上げます。さらに、本論文を執筆するにあたり沖縄美ら島財団総合研究センターの中村將博士に有益な助言をいただき、感謝申し上げます。

引用文献

- Blanco, J. M., G. Gee, D. E. Wildt, and A. M. Donoghue. 2000. Species variation in osmotic, cryoprotectant, and cooling rate tolerance in poultry, eagle, and peregrine falcon spermatozoa. *Biol. Reprod.* 63: 1164–1171.
- Foote, R. H. 2002. The history of artificial insemination: Selected notes and notables. *J. Anim. Sci.* 80: 1–10.
- Gist, D. H. and J. M. Jones. 1989. Sperm storage within the oviduct of turtles. *J. Morphol.* 199: 379–384.
- 葛西孫三郎. 1994. 家畜繁殖の技術 精子と胚の凍結保存. P. 130–133. 加藤征史郎 (編) 家畜繁殖. 朝倉書店, 東京.
- 加藤征史郎・安井司・宮野隆・南條巖・苅田淳. 1990. 4℃保存ブタ精子の運動性および頭帽の形態に及ぼす精漿の影響. 神大農研報 19: 57–62.
- Kawazu, I., K. Maeda, M. Koyago, K. Nakada, and Y. Sawamukai. 2014. Semen evaluation of captive hawksbill turtles. *Chelonian. Conserv. Biol.* 13: 271–278.
- Mortimer, J. A. and M. Donnelly. 2008. Marine Turtle Specialist Group 2008 IUCN Red List Status Assessment, Hawksbill Turtle (*Eretmochelys imbricata*). <http://www.iucnredlist.org/attachments/639.pdf> (October 20, 2013)
- Nakatsukasa, E., T. Inomata, T. Ikeda, M. Shino, and N. Kashiwazaki. 2001. Generation of live rat offspring by intrauterine insemination with epididymal spermatozoa cryopreserved at –196°C. *Reprod.* 122: 463–467.
- Silva, A. R., R. C. Cardoso, and L. D. Silva. 2006. Influence of temperature during glycerol addition and post-thaw dilution on the quality of canine frozen semen. *Reprod. Domest. Anim.* 41:74–78.
- Sirinarumit, K., Y. Patthong, P. Jaimjaturong, Y. Woonwong, W. Petchsamut, Y. Limpasuntisin, S. Manawatthana, T. Sirinarumit, P. Sanyathitiseree, K. Kornkaewrat, and P. Suithunmapinunta. 2010. Extender for sperm dilution in olive ridley turtle (*Lepidochelys olivacea*) and hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*). p. 7–10. In: Arai, N. (Ed.) Proceedings of the 5th International Symposium on SEASTAR2000 and Asian Bio-logging Science (The 9th SEASTAR2000 workshop). Kyoto University, Kyoto.
- Tanaka, S., H. Zhang, N. Horie, Y. Yamada, A. Okamura, T. Utoh, N. Mikawa, H. P. Oka, and H. Kurokura. 2002a. Long-term cryopreservation of sperm of Japanese eel. *J. Fish. Biol.* 60: 139–146.
- Tanaka, S., H. Zhang, Y. Yamada, A. Okamura, N. Horie, T. Utoh, N. Mikawa, H. P. Oka, and H. Kurokura. 2002b. Inhibitory effect of sodium bicarbonate on the motility of sperm of Japanese eel. *J. Fish. Biol.* 60: 1134–1141.
- 筒井敏彦. 2002. 人工授精. p. 91–114. In: 山内亮 (編). 最新家畜臨床繁殖学. 朝倉書店, 東京.
- Watoson, P. F. 2000. The causes of reduced fertility with cryopreserved semen. *Anim. Reprod. Sci.* 60: 481–492.
- White, I. G. 1993. Lipids and calcium uptake of sperm in relation to cold shock and preservation: a review. *Reprod. Fertil. Dev.* 6: 639–658.
- Zilli, L., R. Schiavone, V. Zonno, R. Rossano, C. Storelli, and S. Vilella. 2005. Effect of cryopreservation on sea bass sperm proteins. *Biol. Reprod.* 72: 1262–1267.

Summary

To develop an artificial insemination technique for hawksbill turtles, we evaluated the effect of some diluents on sperm viability after chilling and freezing for successful semen preservation. Semen was collected from hawksbill turtles by

electro-ejaculation. In experiment no. 1, we used diluents for the semen of hens, rats, 2 types of eels, sea bass, normal saline, and seawater to dilute the semen samples from the hawksbill turtles. In experiment no. 2, diluents for turkeys, raptors, pigs, dogs, and rats were used to dilute semen samples from hawksbill turtles; in the control, no diluent was added. Diluted semen samples from both experiments (semen:diluent = 1:3) were chilled (4 ° C), and sperm viability was measured every 1–7 days until all the sperm died. In addition, the diluted semen samples were further diluted using a second diluent including a

cryoprotectant (diluted semen:second diluent = 1:1; second diluent: DMSO, dellsdimethylacetamide, glycerol, and Equex Stem), and frozen at -196° C. After chilling, sperm in the diluent for rats survived the longest in both experiments (19 and 121 days in experiment nos. 1 and 2, respectively). Sperm viability after freezing and thawing was the highest in the diluent for rats (cryoprotectant: Equex Stem) in both experiments (40% and 70% in experiment nos. 1 and 2, respectively). These findings will be useful for further studies on the semen preservation of hawksbill turtles.

【論文紹介】

日本のアカウミガメの産卵地での遺伝子型をほぼ網羅して解析した論文 Matsuzawa et al. (2016) のご紹介

Introduction of “Matsuzawa et al. 2016. Fine scale genetic population structure of loggerhead turtles in the Northwest Pacific.” for Japanese folks

石原 孝^{1,2}

Takashi ISHIHARA

昨年2016年の4月、Endangered Species Research という学術雑誌に、日本で産卵するアカウミガメについて、下の研究論文が発表されました。ご存知の方も多いかと思いますが、日本の砂浜は北太平洋のアカウミガメの唯一とあって良い産卵地です。言い換えれば、日本の産卵地を調べることは、アカウミガメの北太平洋個体群全体のことを調べることにイコールと言えます。個体群の生態を考える上でも、保全策を講じる上でも、この論文はその基本情報となります。国際的にも重要な情報源ですので、英文での発表となりましたが、国内の関係者にも広く内容を知っていただくため、共著者の一人としてここで概要とポイントを紹介させていただきます。

Matsuzawa, Y., N. Kamezaki, T. Ishihara, K. Omuta, H. Takeshita, K. Goto, T. Arata, H. Honda, K. Kameda, Y. Kashima, M. Kayo, I. Kawazu, J. Kodama, Y. Kumazawa, K. Kuroyanagi, K. Mizobuchi, K. Mizuno, K. Oki, K. K. Watanabe, A. Yamamoto, Y. Yamashita, T. Yamato, T. Hamabata, A. Ishizaki, and P. H. Dutton. 2016. Fine scale genetic population

structure of loggerhead turtles in the Northwest Pacific. Endangered Species Research, 30:83–93.

和訳すれば、タイトルは「北太平洋におけるアカウミガメの詳細な遺伝的個体群構造」となるでしょうか。著者は松沢慶将・亀崎直樹・石原孝・大牟田一美・竹下完・後藤清・荒田利光・本田葉月・亀田和成・加島祐二・嘉陽宗幸・河津勲・児玉純一・熊沢佳範・黒柳賢治・溝渕幸三・水野康次郎・興克樹・渡辺国広・山本明男・山下芳也・大和隆信・浜端朋子・石崎明日香・Dutton, P.H. の総勢 25 名です。

そして、この論文で特に以下の2点が注目ポイントです。

1. 日本のアカウミガメ産卵地は遺伝的に本州、屋久島、琉球列島の3つの地域集団に分けられること、
2. 南太平洋（オーストラリア）の個体群を特徴付ける CcP1 というハプロタイプが、琉球列島の地域集団には普通に含まれていたこと。

これらの意義については、もったいぶって後で紹介させていただきます。

¹ 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 1-3-5; t-ishihara@sumasui.jp)

² 日本ウミガメ協議会 (〒573-0163 大阪府枚方市長尾元町 5-17-18-302)

さて、日本の産卵地での遺伝子を調べた同様の研究は過去にも Hatase et al. (2002) や Watanabe et al. (2011) で行われています。今回紹介する論文では、より多くのサンプルを、より広い地域から集め、解析する DNA の長さ（塩基対の数）も 384bp から 820bp と 2 倍以上になっています。より包括的に日本のアカウミガメについて眺めることができるようになりました。特に、琉球列島や房総半島といった未解析だった地域を含め、国内の主要な産卵地を、おおよそ網羅することができた点は重要です。

この論文や Hatase et al. (2002), Watanabe et al. (2011) で解析したのはミトコンドリア DNA (mtDNA) のコントロール領域です。この論文ではコントロール領域から 820 塩基対 (bp: base pair) 分を読み込み、塩基の並び順から『ハプロタイプ』という、言わば遺伝子の型、を決定しています。ミトコンドリアは卵の細胞質を通じて母親だけから受け継ぐため、子の mtDNA、そこから決まるハプロタイプは母親、その母親、そのまた母親・・・と同じものになります。そして先祖代々が同じ地域で産卵していれば、そのハプロタイプはずっと同じ産卵地に留まり続けます。その結果、この産卵地ではこのハプロタイプが多いとか、あのハプロタイプはその産卵地にしかないとか、産卵地それぞれでハプロタイプの割合（出現頻度）に特徴が出てくることになります。逆に、同じようなハプロタイプ出現頻度であれば、その範囲で産卵しているのはひとつの産卵集団だと考えられるわけです。

さて、この論文では全国の産卵地を網羅的に、と書きましたが、細かく見ていけば解析に含めることのできなかつた砂浜は数多くあります。これは、それぞれの砂浜で産卵している個体のハプロタイプ出現頻度を調べることが目的なため、基本的にサンプルは個体識別をした産卵メスから採ることとしたためです。一方、先行研究にはなく、今回新たに加わった地域では、サンプル数を確保するため、未孵化卵や死亡した孵化幼体からもサンプルを採集しています。mtDNA は母系遺伝するので、稚ガメからでも産卵メスのハプロタイプは分かるのです。ただし、その場合も 1 巣から 1 サンプルとし、さらには同じメスの産んだ別の産卵巣からサンプリングしてしまわないよう、近隣の砂浜間ではサンプリング期間は限定されています。また、Hatase et al. (2002) や Watanabe et al. (2011) に使われたサンプルも、残っているものは今回も改めて使用されています。こうして全国から 650 個体分のサンプルが集まり、この中でサンプル数の少ない産卵地やうまく DNA を検出できなかったサンプルを除く*556 個体分で解析は行われました。

(*注：本文要旨中では 555 個体ですが正確には 556 個体でした。また、本文、図表中に八重山列島のサンプルが記載されていますが、サンプル数が少ないため、解析からは除外されています。ただし、産卵の南限であるため、参考として掲載されています。)

解析の流れを非常にざっくり言うと、①それぞれの個体のハプロタイプを調べ、②どの地域はどのハプロタイプの産卵メスがどのくらいの割合で存在するのかを計算し、③地域的な偏りから分かることをまとめ、という作業になります。

こうした解析の結果、日本のアカウミガメの産卵地は、ハプロタイプの出現頻度の特徴から、本州（房総～四国・九州本土）、屋久島、琉球列島（奄美～沖縄本島）の 3 つの地域集団に分けられました（図1）。先行研究でも言われていることですが、アカウミガメはある程度の範囲（数百 km 程度か）をもって、生まれた地域に戻って産卵するといわれています。本州～九州本土は砂浜が断続的に続いているため、世代間、あるいは個体のレベルでも砂浜間の移動が比較的起こりやすいのかもしれませんが、とはいえ、本州の地域集団の中でも、ハプロタイプの出現頻度は少しずつ変化をみせています。砂浜単位のサンプル数をもっと増やして解析できれば統計的な検出力も上がるので、将来的にはもっと細かく地域集団が分けられる可能性も高いのではないのでしょうか。

屋久島は地理的に狭い範囲でひとつの地域集団を構成しました。おそらく、琉球列島からはトカラ海峡で離れていること、屋久島・種子島の南北には黒潮やその分枝流が流れていることで、本州や琉球列島の地域集団とは別々になったのかもしれませんが。（なお、屋久島の隣にある種子島は産卵メスの発見が困難であったことから今回含められていませんが、諸々の情報を考えればおそらく屋久島と同一の地域集団なのでしょう。）

琉球列島の地域集団は今回はじめてハプロタイプが調べられました。そこで見つかった CcP1.1 (CcP1) というハプロタイプは、実に驚くべきものです。CcP1 はこれまでは南太平洋、オーストラリア東部での産卵集団を代表するハプロタイプとして認識されていました。日本でも屋久島で僅かばかり見つかることがありましたが、なぜ日本で見つかるか分からないけどごく僅かで理由を考えても推測の域を出ないからひとまず置いておこう、という扱いのハプロタイプでした。それが、琉球列島の地域集団では全体の 2 割以上にもなる、一般的なハプロタイプとして現われたのです。さらには、サンプル数の問題もあって統計的に語ることはできませんが、奄美大島より沖永良部島、沖永良部島より沖縄本島と南に行くほど CcP1.1 の割合は高くな

()内の数値はサンプル数

- CcP 1.1
- CcP 2.1
- CcP 2.2
- CcP 2.3
- CcP 2.4
- CcP 2.5
- CcP 3.1
- CcP 3.2

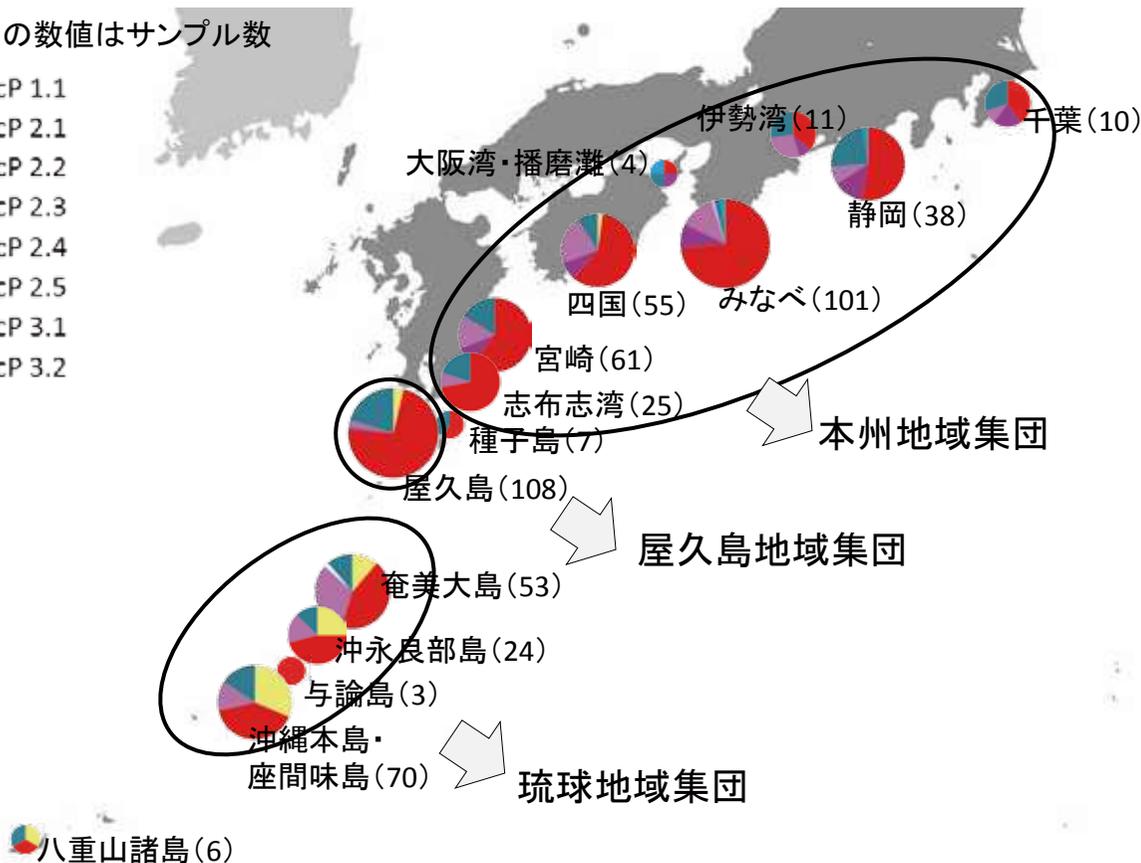


図1. 地域ごとのハプロタイプ（遺伝子型）の頻度. Matsuzawa et al. (2016) の Table 1 にサンプル数の少なかった産卵地を加えて作成. () 内の数値と円の大きさはサンプル数を示す. CcP は *Caretta caretta* Pacific (太平洋のアカウミガメ) を意味する.

る傾向がみられました. 産卵地の 3 つの地域集団間でも, 琉球列島の産卵集団内でも, 南に行くほどオーストラリアに多いハプロタイプが増えていく, というのは非常に興味深いことです. この CcP1.1 の詳細な分布と将来的な変化を追い, 回遊経路などの生態にハプロタイプ間で違いがあるのかを調べることで, アカウミガメの産卵地の選択や分散の戦略がもっと見えるかもしれないと思うとワクワクします.

この論文は日本のアカウミガメの産卵地について, その系統に関する基礎的な情報を与えるものです. この論文からアカウミガメの繁殖戦略や生きざまを様々なスケールで想像し, 妄想も膨らませ, 時に検証のためのデータが蓄積されていく土台となれば幸いです. 最後に要旨の和訳を掲載し, 本稿の締めくりと致します.

要旨: 世界に広く分布する海洋生物種の効果的な保全のためには, 地理的に独立した個体群を確実に把握することで, 適切な規模で直接的な活動を実施することができる. このような識別は複雑な生活史を持つ種について, 適切なサンプルを得られないときには特に難しいものとなる. 著者

らは北太平洋のアカウミガメについて日本の産卵地 12 カ所の 555 個体 (実際は八重山を除く 11 ヶ所 556 個体) の試料から得たミトコンドリア DNA (mtDNA) ハプロタイプ出現頻度を分析した. その産卵地の中には先行研究では含まれていなかった琉球列島も含まれており, 産卵域を包括的にカバーすることができた. 著者らは mtDNA のコントロール領域から 820 塩基対について解析し, 9 つのハプロタイプを確認した. そのうち 5 つは 380 塩基対を調べた先行研究で見つかったある 1 つのハプロタイプがより長い範囲を読んだことで細分化されたものであった. CcP1.1 というハプロタイプは, 先行研究では日本で稀なハプロタイプとされていたが, 著者らはこのハプロタイプが琉球列島では一般的なものであることを発見した. ハプロタイプ出現頻度の分析の結果, 地域的にグループ分けされた産卵集団には有意な違いが認められた (analysis of molecular variance $p < 0.0001$, $df=8$; pairwise F_{ST} ranging from 0.033 to 0.145). この結果は北西太平洋の地域管理ユニット (Regional Management Unit: RMU) の中には 3 つの地域集団 (Management Unit: MU) があることを示している. その 3 つの地域集団とは (1) 沖繩島,

沖永良部島，奄美大島を含む琉球地域集団，(2)屋久島地域集団，(3)房総，遠州灘，四国，紀伊半島，東部九州を含む本州地域集団，である。これら日本国内より集められた新たなデータは地球規模の遺伝的集団評価の重要な基本データとなり，北太平洋を大きく回遊するこのアカウミガメという種の個体群構造や生態，生活史の解明に寄与することだろう。

引用文献

Hatase, H., M. Kinoshita., T. Bando., N. Kamezaki., K. Sato., Y. Matsuzawa., K. Goto., K. Omuta., Y. Nakashima., H. Takeshita., and W. Sakamoto. 2002. Population structure of loggerhead turtles, *Caretta caretta*, nesting in Japan: bottlenecks on the pacific population. *Marine Biology*, 141: 299–305.

Matsuzawa, Y., N. Kamezaki., T. Ishihara., K. Omuta., H. Takeshita., K. Goto., T. Arata., H. Honda., K. Kameda., Y. Kashima., M. Kayo., I. Kawazu., J. Kodama., Y. Kumazawa., K.

Kuroyanagi., K. Mizobuchi., K. Mizuno., K. Oki., K.K. Watanabe., A. Yamamoto., Y. Yamashita., T. Yamato., T. Hamabata., A. Ishizaki., and P.H. Dutton. 2016. Fine scale genetic population structure of loggerhead turtles in the northwest Pacific. *Endangered Species Research*, 30: 83–93.

Watanabe, K.K., H. Hatase., M. Kinoshita., K. Omuta., T. Bando., N. Kamezaki., K. Sato., Y. Matsushita., K. Goto., Y. Nakashima., H. Takeshita., J. Aoyama., and K. Tsukamoto. 2011. Population structure of the loggerhead turtle, *Caretta caretta*, a large marine carnivore that exhibits alternative foraging behaviors. *Marine Ecology Progress Series*, 424: 273–283.

Summary

Matsuzawa et al. (2016) shows important basic information about genetic population structure of loggerhead turtles in Japan. Here Matsuzawa et al. (2016) is introduced to Japanese sea turtle folks.

日本ウミガメ協議会からのお知らせ

日本ウミガメ協議会 公式 Facebook & Twitter 始めました!!

ウミガメ協議会公式のFacebookとTwitterが始動しました！各調査基地の近況や海の生き物情報をアップしていきたいと思います。ユーザーの皆さま、ぜひフォローをお願い致します！当会のHPトップでもご覧になれます。

Facebookページ < <https://www.facebook.com/umigame.official/> >

Twitterページ < https://twitter.com/umigame_info >

黒島研究所Twitterページ < <https://twitter.com/kuroshimarc> >



Seaturtle goods shop が リニューアルオープン!!

当会のオリジナルグッズも販売している Seaturtle goods shop がリニューアルオープンしました！会費のお支払いやご寄付にもご利用いただけます。お支払いは各種クレジット、銀行振込、楽天銀行等からお選びいただけます。

アクセスはこちら!

<http://seaturtle.shop-pro.jp>

日本ウミガメ協議会の HP からリンクで行けます。



人気商品!!
当会オリジナル
ステッカー
300円

第38回国際ウミガメシンポジウム／第28回日本ウミガメ会議のご案内

毎年11月～12月上旬頃、日本のどこかウミガメ処で日本ウミガメ会議が開催されています。今年度の開催地は神戸。ただし、時期が異なり2018年2月19日を予定されています。

それはなぜか？第38回国際ウミガメシンポジウムと共同開催されるためです。

ウミガメに興味のあるNGOスタッフ、研究者、学生、行政官、マニア、ちょっと興味がある人が世界中約80ヶ国から集まる見込みです。

世界の中でホットなピックは何か？ウミガメはどう扱われているのか？関係者の熱量は？どんな調査研究が行われているのか？そして、日本のウミガメ調査がいかにすごいのか。是非肌で感じてみてください。

公式ホームページ（英語）は8月中旬から稼働予定です。日本語での案内も随時、日本ウミガメ協議会より速報、HP、SNSなどで発信されていきます。

2017年7月現在、決まっている内容をまずはお知らせいたします。

大会名：

38th Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation

(または2018 International Sea Turtle Symposium)

第38回国際ウミガメシンポジウム

日程：2018年2月18-23日

場所：神戸国際会議場（兵庫県神戸市港島）

学会年会費：2,750円

参加費：(会員早期申込) 学生 11,000円
 一般 22,000円
 期日以降+5,500円
 (非会員) 55,000円

申込方法：日本ウミガメ協議会HP等で案内。

備考：口頭発表では同時通訳、ポスター発表には通訳ボランティアを配置予定です。

発表を希望される方には翻訳、通訳などの発表サポートを行います。



プログラム

		2018年2月					
		18日	19日	20日	21日	22日	23日
午前・午後	各種ワークショップ		日本ウミガメ会議	開会式	口頭発表	口頭発表	口頭発表
				特別講演 (亀崎直樹博士他)			
				口頭発表			
				ポスター発表			
		各種地域会合					総会
							IUCN専門家会合
夕方・夜		ウェルカムパーティー @須磨海浜水族園	学生交流会	Japan Night	ライブオークション		懇親会 表彰式

※19日の歓迎レセプションは夕刻から須磨海浜水族園を貸し切りにて行います。

うみがめニューズレターに投稿される方へ

本誌はウミガメに関する国内唯一の総合情報誌として、関連するあらゆる情報を取り扱い掲載しています。記事は投稿を原則として、生物学的知見はもちろんのこと、うみがめに関わる民俗、保護、論評や意見などの他に、英文誌に掲載された論文の和訳なども含みます。

投稿原稿は大きく2種類、

査読なしの「報告論文・観察記録・エッセイ・会議参加報告・論文紹介など」と
査読ありの「原著論文」です。

査読なしの原稿は形式を特に定めるものではなく、下の投稿規程に沿う必要もありません。 どうぞお気軽にご寄稿ください。

この他に、査読を必要とする和文原著論文も受け付けます。原著論文を希望される方は、投稿時にその旨を編集委員にお伝え頂き、**下記の投稿規定に従って**原稿を書いて下さい。

なお、本誌はISSN番号の登録を受けた定期刊行物で、海外の研究者へも配布しております関係上、編集の際に英文の要旨とタイトルをつけております。予めご了承ください。

【うみがめニューズレターへの原稿送付先と本誌に関わる連絡先】

E-mail: newsletter@umigame.org

〒573-0163 大阪府枚方市長尾元町 5-17-18-302

日本ウミガメ協議会内 うみがめニューズレター編集委員会 石原孝

原著論文（査読あり論文）の投稿規定

～専門家の審査を希望されない方は以下の形式に整える必要はありません～

(2012年12月31日制定)

(2013年5月10日改定)

1. 投稿資格

うみがめニューズレター（以下、本誌）に投稿される原著論文は、原則として未発表のものとするが、うみがめニューズレター編集委員会（以下、本会）の協議により、特に有益と認められる場合はその限りではない。

2. 査読

本会の選任した2名の査読者によって、原稿の審査を行なうこととする。内容に問題があると判断された場合は、本会として著者にその旨を通知する。

3. 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するが、郵送でも可能とする。電子ファイルは、テキスト形式のファイルや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ること。なお、郵送の場合でも、可能な限り電子媒体（CD-

ROMなど）に保存した電子ファイルを同封する。

4. 原稿の用語と表記

- 1) 原稿は日本語を用いて、1ページの構成は1行25文字、24行とする。句読点は、「,」「.」を用いることとする。
- 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する。
例 アカウミガメ *Caretta caretta*
- 3) 本文中にて著作物を引用する場合は、次の表記に従うこととする。著者が3名以上の場合は和文では「ほか」、英文では「et al.」を用いる。
- 4) 地名はわかりやすい表現を用い、緯度経度の表記もしくは調査地を図示するのが望ましい。
- 5) 単位はメートル法を用いる。

5. 原稿の構成

原稿は原則として、「表題」（和文および英文）、「著

者名」(和文および英文),「代表者の連絡先」(和文および英文),「英文要旨 (Abstract)」,「Key words」,「はじめに」,「材料と方法」,「結果」,「考察」,「引用文献」,「謝辞」,「表」,「図」の項目から構成することとする。なお,英文要旨は 300 words 以内, Key words は内容を適切に表現する英単語 5 つ以内とする。

6. 引用文献について

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すること。

例

鈴木 (1990) および田中・上田 (1995) は…
…との報告があるが (村田ほか, 2000 ; 大野, 1980a, b, 1983), …
…である (Suzuki and Ueda, 1985 ; Tanaka et al., 1998)。

2) 文献の引用方法は下記の通りとする。なお,配列順は,第一著者の姓のアルファベット順,第一著者が同一の場合,第二著者のアルファベット順,以下第三以下の著者について,上記の指示に従うこととする。すべての著者が同一の場合は発表の年号順とし,同一著者,同一年に出版された著作物に関しては表題のアルファベット順に配列することとする。この際,同一著者,同一年に発表された著作物に関しては,配列順に「a」,「b」,「c」…の記号を年号の後ろに,2000a, 2000b のように付記することとする。

雑誌などからの引用: 氏名 . 年 . 表題 . 雑誌名 巻 (号): 頁 - 頁 .

単行本からの全体引用: 氏名 . 年 . 書名 . 出版社名, 所在地 . 総頁数 .

単行本からの一部引用: 氏名 . 年 . 表題 . 引用頁 . 編集者 (編) 書名 . 出版社名, 所在地 .

例

Kamezaki, N. 2003. What Is a Loggerhead Turtle? The Morphological Perspective. p. 28-43. In: A. B. Bolten and B. E. Witherington (eds.) *Loggerhead Sea Turtles*. Smithsonian Books, Washington, D.C.

近藤康男. 1968. アカウミガメ. 海亀研究同人会, 徳島. 96p.

松沢慶将・亀崎直樹. 2008. ウミガメ類におけるマーキング法 (特集 両生類・爬虫類におけるマーキング法). 爬虫両棲類学会報 2008(2): 133-137.

Matsuzawa, Y., K. Sato, W. Sakamoto and K. A. Bjorndal. 2002. Seasonal fluctuations in sand temperature: effects on the incubation period and mortality of

loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) pre-emergent hatchlings in Minabe, Japan. *Mar. Biol.* 140: 639-646.

宮脇逸朗. 1994. 和歌山県串本町地先海域で捕獲されたウミガメ類とその直甲長について . p. 75-80. 亀崎直樹・藪田慎司・菅沼弘行 (編) 日本のウミガメの産卵地 . 日本ウミガメ協議会, 大阪 .

Spotila, J. R. 2004. *Sea Turtles: A Complete Guide to Their Biology, Behavior, and Conservation*. Johns Hopkins University Press, Baltimore. 227p.

7. 図・表

1) 図表はそのまま製版できるものとし, 仕上がりの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すること。

2) 図には下部に, 表には上部に図 1. …あるいは表 1. …と図表ごとに通し番号を記し, 図表の題名, 説明文を記す。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とする。説明文は和英併記とする。

3) カラー図表は印刷版には適用不可であるが, PDF 版においては適用可能であるため, カラー図表を希望する場合は, 投稿時にその旨を明記することとする。

4) 写真は図の扱いとする。

5) 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すこととする。

6) 表および追記のテキストが含まれる図は, マイクロソフト社製エクセルに対応した形式のものを用いること。

8. 校正

校正は原則として, 本会の責任の下に行なうこととするが, 著者に校正を依頼する場合がある。

9. 別刷

PDF 版は無料で配布される。印刷版を希望する場合は, その旨を投稿原稿表紙に朱書きする。なお 10 部単位で受け付けるが, 作製費と送料は著者負担とする。

10. 著作権

本誌に受理され, 掲載された全ての内容の著作権は本会に帰属する。

■ 編集後記

毎年2月から4月のどこかで、国際ウミガメシンポジウム（以下、国際シンポという）というものが開かれています。次回で38回目となるこの国際シンポは、知る人ぞ知る、日本ウミガメ会議のモデルとなった会合です。この国際シンポが2018年2月18-23日に日本の神戸で開催されることとなり、私も事務局の一員として大わらわな日々が始まっています。この国際シンポ、日本ウミガメ会議と同様に参加者は一日中といわず期間中ずっと、休憩時間や懇親会の間もウミガメのことばかり話しています。ウミガメ屋は万国共通です。一応国際学会ではありますが、スーツにネクタイ姿はほとんどなく結構カジュアルです。襟付きのシャツを着ている人が多いですが、Tシャツ姿の人もちらほらみえます。非常にフランクな人が多く、話しかければ気軽に答えてくれます。そして向こうにとってもジャパンはミステリアス。日本のウミガメ事情に興味を持つ人も多くいます。

日本での国際シンポですから、口頭発表には日英の同時通訳、それ以外の時にも通訳ボランティアがいますので、海外のウミガメ事情を知るにはこれ以上ない機会となるでしょう。発表を眺めるだけでも、写真や図がありますので、どんな話題が多いのか世界の関心事が見えてきます。『百聞は一見に如かず』。国際シンポを次に日本で開催する機会が来るのは何十年後か分かりません。国際シンポは期間が長い分、滞在費もかさむし、その日数を確保するのも大変です。ですが、それでも参加すればその価値はあったと思えるでしょう。日本開催が唯一残念なのは、仕事だから、と言い訳しながら海外旅行ができない点でしょうか。。。

さて、今号には3編の論文と1編の論文紹介が掲載されています。高知県室戸市で育った門田さんから、小さい頃やお子さんが生まれた頃の思い出、そして今も感じているウミガメへの思いを綴っていただきました。昨年日本ウミガメ会議室戸大会の質疑の際、お話いただいたことを是非本誌に残していただきたいとお願いし、快諾いただきました。ありがとうございます。ウミガメを食べることに批判の声があることも承知で、率直に綴っていただいたこの文章は、記録としても大変貴重なものとなりました。語りかけるような文章に惹きこまれ、情景が浮かんできます。皆さんにも是非お読みいただきたい一編です。琉球大学ちゅらがーみーからは中西氏を中心に沖縄島周辺でのアオウミガメの移動事例を報告いただきました。再捕獲からの移動記録であり、今後の情報の蓄積とその解析も楽しみです。河津氏からはタイマイ、ひいてはウミガメ類の人工繁殖のための研究報告をいただきました。いざと言うときの技術が確立されるだけでなく、技術開発を通してどのような生理機構を持っているのか、そしてそれはどの行動や生態と関連しているのか、知ることもできます。そして私から日本のアカウミガメに関して、各地の産卵地での遺伝子型を調べた論文を紹介させていただきました。詳しくは記事をご覧ください。（石原）

うみがめニュースレターでは、身近な、ちょっとした出来事のお知らせや感想もお待ちしております。変な卵が見つかった、いつもは見ない場所でウミガメを見つけた、いままで付けてきた記録をちょっとまとめてみた、などなど、どんなことでも「ウミガメ」の文字が入れるものを残していきたいと思います。専門的な文章である必要はありません。気軽に newsletter@umigame.org までご相談ください。

※ 次号は2018年1月末の発行を予定しています。

うみがめニュースレター編集委員会
編集委員長 石原 孝
編集顧問 亀崎 直樹

編集委員
平間 茂知・河津 勲・亀田 和成・岡本 慶

Editor

Takashi Ishihara
Suma Aqualife Park, Hyogo, Japan

Editorial Adviser

Naoki Kamezaki
Okayama University of Science, Okayama, Japan
& Suma Aqualife Park, Hyogo, Japan

Editorial Board

Shigetomo Hirama
Isao Kawazu
Kazunari Kameda
Kei Okamoto

Supported by

Sea Turtle Association of Japan

2017年7月31日発行
発行 うみがめニュースレター編集委員会
〒573-0163 大阪府枚方市長尾元町 5-17-18-302
NPO 法人 日本ウミガメ協議会 内
e-mail: newsletter@umigame.org