

平成 30 年 6 月 15 日現在

機関番号：82708

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2015～2017

課題番号：15H05584

研究課題名(和文)北太平洋におけるアカウミガメ個体群の集団構造に基づく保全管理単位の提言

研究課題名(英文)Conservation management unit of loggerhead turtles in the North Pacific based on the ecological characteristics of population structure

研究代表者

奥山 隼一 (OKUYAMA, JUNICHI)

国立研究開発法人水産研究・教育機構・西海区水産研究所・研究員

研究者番号：80452316

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 18,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、衛星対応型発信機を用いた行動追跡、および卵の安定同位体比分析による採餌海域解析に基づき、北太平洋に生息するアカウミガメ産卵個体群にみられる生活史多型(浅海型・外洋型)が日本の産卵各地で普遍的に見られることを明らかにした。また、各産卵地における浅海型と外洋型の比率は、南限域は浅海型で占められるのに対し、北限に近づくほど外洋型が増加することを明らかにした。この結果は、各産卵地の海洋環境が北太平洋におけるアカウミガメの回遊多型の形成機構に影響を与えていることを示唆している。

研究成果の概要(英文)：This study approached the mechanism of migration dichotomy (neritic v.s. oceanic) of loggerhead sea turtles (*Carretta caretta*) nesting in Japan. We conducted the satellite tracking of the turtles nesting at the northern and southern area to figure out which turtles migrate to the neritic/ oceanic habitat. In addition, we analyzed the stable isotope ratios of egg yolk to estimate the ratio of habitat types in each nesting population. Our results indicate that loggerhead turtles nesting at any nesting beaches ordinarily show the migration dichotomy: larger turtles migrate to the neritic foraging area, while smaller migrate to the oceanic foraging area. The ratio of the habitat type demonstrated that almost all of the southern nesting populations were neritic type, meanwhile the ratio of oceanic type gradually increased with the northern populations. This fact indicates that ocean environment around the nesting beach may be involved in the formation mechanism of migration dichotomy.

研究分野：保全生態学

キーワード：ウミガメ 衛星追跡 安定同位体 バイオロギング 保全生物学 回遊生態 回遊多型

### 1. 研究開始当初の背景

生物の保全を考えるうえで、その管理単位を検討することは管理を実践する上で非常に重要な課題である。保安全管理単位の設定は、異なる地域個体群間に見られる生態的・遺伝的多様性を考慮して行なうことが望ましい。これを踏まえると集団間における遺伝的、あるいは生態的可換性によって、その単位を決定すべきである。海洋に棲息する希少種の保全を考える場合、その環境ゆえに行動を直接観察することが困難であるため、分布、生態などの基本的生態情報が希薄である場合が多い。このため、海洋希少種の保安全管理単位を検討する場合、これらの情報の調査が急務となっている。

ウミガメ類は、全7種中6種が混獲、産卵地の減少などの理由により絶滅の危険性が高いとされている。ウミガメ類は、その生活史を通じて回遊を行う。例えば、本研究の対象種である北太平洋に棲息するアカウミガメは、完全に南太平洋の個体群とは独立しており、日本列島が北太平洋唯一の産卵地である。アカウミガメ産卵個体の生活史タイプは、東シナ海・日本沿岸で採餌を行う浅海型と西部北太平洋で採餌を行う外洋型の2タイプあることが知られているが、何故二分化されるのか、そのメカニズムは明らかになっていない。日本の海浜で生まれたアカウミガメ幼体は黒潮・黒潮続流などの海流に乗り、カリフォルニア浅海域に加入、成長の後、産卵のために再び日本へ回帰すると考えられていた。しかし、これまでの研究結果から、一部の幼体はカリフォルニア浅海域に加入せず、北太平洋外洋域で成長・成熟し、日本へ回帰する個体もいる可能性が考えられ (Okuyama et al. 2011)、これらの幼体期の成育環境の違いが浅海型と外洋型の生活史二分化に繋がると考えられた。この仮説が正しければ、日本の各産卵地で生まれた幼体の北太平洋上における回遊過程の違いがそのまま浅海型と外洋型の比率の違いに現れるはずである。

これまで屋久島や和歌山県みなべ町の産卵個体群の生態的・遺伝的特徴は明らかにされてきたが (Hatase et al. 2002, 2013 等)、一方で奄美群島以南の南限域や千葉県房総半島の北限域で産卵する個体群の研究は進んでいない。これら未解明の産卵域のアカウミガメ個体群の生態的特徴を明らかにすることは、アカウミガメの生活史多型 (浅海型・外洋型) の形成メカニズムを明らかにするだけでなく、北太平洋におけるアカウミガメの保安全管理単位の策定にあたり科学的根拠を供するものである。

### 2. 研究の目的

本研究では、これまで浅海型と外洋型の比率が明らかになっていない、石垣島、沖永良部島、千葉県一宮町で産卵するアカウミガメを対象に、産卵後の生息域から浅海型・外洋型のどちらに属するのかを明らかにする。ま

た、各産卵地における浅海型・外洋型の比率から、アカウミガメの生活史多型メカニズムの形成機構を考察する。

### 3. 研究の方法

本研究では、各産卵地における産卵後の生息域を明らかにするために、以下の2点の調査をおこなった。

#### 衛星対応型発信機による産卵後の生息域の特定

2016年～2017年の産卵期において、沖永良部島、一宮町に産卵上陸したアカウミガメ合計10頭に衛星対応型発信機 (Satellite Relay Data Logger, SMRU社製) にエポキシ樹脂系接着剤を用いて背甲に装着し放流した (図1)。石垣島ではアカウミガメの産卵上陸数が少なく、残念ながら遭遇できなかったため、発信機装着を行わなかった。

衛星対応型発信機は、ウミガメが呼吸するために海面浮上した際に上空を通過しているアルゴス衛星と通信を行い、その位置情報 (緯度・経度) を特定できる。また、発信機は深度・水温センサーを搭載しているため、その際の潜水行動や経験水温の情報も取得可能である。



図1. 衛星対応型発信機を装着したアカウミガメ産卵個体。

#### 安定同位体解析による産卵後の生息域の特定

アカウミガメ産卵個体の2つの生息場である浅海 (東シナ海、日本沿岸) と北太平洋外洋域では、餌生物が顕著に異なる。前者では栄養価の高い甲殻類や貝類等を食べているとされ、後者は栄養価の低いプランクトン類 (クラゲ、サルパ等) を採餌しているとされる。この餌生物の違いは、アカウミガメの体組織の安定同位体比にも反映されるため、アカウミガメの血液、筋肉、あるいは産卵された卵の安定同位体比 ( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ ) を分析することにより、浅海型か外洋型を判別することができる。つまりは、浅海型では安定同位体比 ( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ ) が高くなるのに対し、外洋型では低くなる (Hatase et al. 2002)。

本研究では、アカウミガメが産卵する卵を

用いて安定同位体比の測定を行った。卵のうち、卵黄のみを乾燥粉末にし、脱脂処理を行った後、安定同位体比分析に供した。

2015年～2017年の産卵期において、石垣島、沖永良部島、一宮町で産卵されたアカウミガメの卵を一巣につき1個採取した。石垣島と沖永良部では、産卵する各個体に標識を装着し、1個体から1卵を採取するようにし、同一個体から複数卵を採取しないようにした。一宮町では個体識別が困難であったため、産卵された全卵を採取し、屋久島で明らかになっている浅海型と外洋型の1個体あたりの1産卵シーズンにおける産卵回数(浅海型4.3回、外洋型3.6回、Hatase et al. 2013)で除することにより、浅海型と外洋型の比率を推定した。

なお、各産卵地における調査では、石垣島ウミガメ研究会、沖永良部ウミガメネットワーク、一宮ウミガメを見守る会の方々にご協力頂いた。また調査は沖縄県、鹿児島県各町、千葉県の特採捕許可を得て実施した。

#### 4. 研究成果

衛星対応型発信機による産卵後の生息域の特定

衛星対応型発信機を装着した個体数は、沖永良部島において合計8個体(平均直甲長83.7cm)、一宮町において合計2個体(平均直甲長82.7cm)であった。追跡期間は平均217日であり、2個体は未だ追跡中である。産卵後の回遊域は、大きく浅海型(東シナ海、日本沿岸)と外洋型に分かれ(図2)、先行研究で調査された屋久島やみなべ町の産卵個体群の回遊先と同様であった。また、大型の個体(平均直甲長86.4cm)が浅海型、小型の個体(平均直甲長79.3cm)が外洋型になる傾向も合致しており、その甲長組成も先行研究(浅海型平均甲長85.9cm、外洋型平均甲長79.1cm、Hatase et al. 2013等)と差がなかった。このため、浅海型・外洋型ごとのサイズ組成は日本の全産卵個体群で共通であると思われる。

浅海(東シナ海・日本沿岸)へ回遊した個体群では、各個体において利用する地域は異なるものの、いずれも生息域に固執性が見られ、その生息域における行動圏はおおよそ3000km<sup>2</sup>であり、非常に狭い範囲に限られていた。また、水温変動には応答を見せ、固執性をもっていた生息域の水温が約20°Cを下回った2個体はいずれも南下し、暖水塊へ季節移動を行った。北太平洋外洋へ回遊した個体はいずれも黒潮、黒潮続流やそこで形成される渦で流されながら徐々に東へ移動している様子が確認された。このため、特異的に固執する生息域はないように思われる。

浅海域、外洋域で見られるアカウミガメの潜水行動はそれぞれ非常に特徴的であった(図3)。浅海域での潜水は、その多くがU字型の形をしており、その潜水深度は海底水深と一致する(図3)。このため、これらの潜

水は海底で甲殻類や貝類などのベントスを採餌していると思われる。一方で外洋域では、中層域へのW字型の潜水が多く見られた(図3)。これはオサガメがクラゲ等を採餌する時に現れる潜水タイプと言われており、アカウミガメにおいても同様にクラゲやサルパ等を採餌している潜水であると考えられる。以上のように、本研究において浅海型と外洋型における餌生物の違いを反映するような潜水タイプの違いを明らかにした。

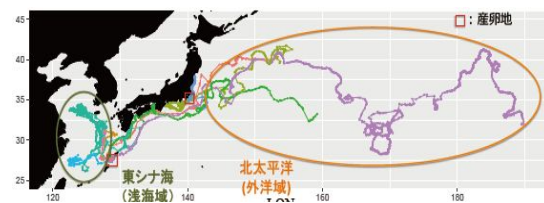


図2. 衛星対応型発信機を用いて追跡した沖永良部島と一宮町の産卵個体の産卵後の回遊経路。

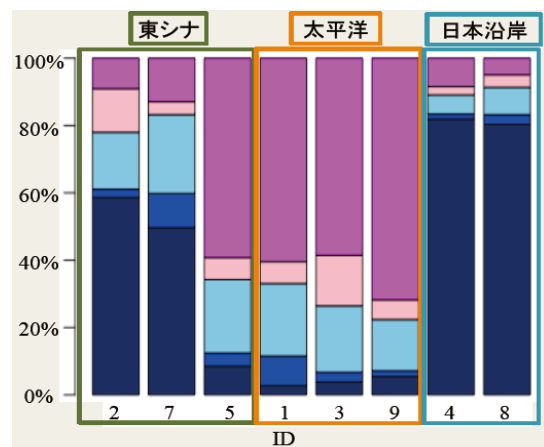
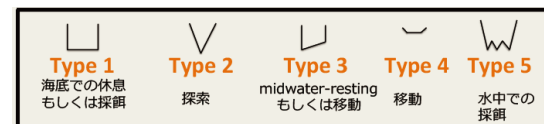


図3. アカウミガメで見られた潜水タイプ(上)と各個体の日中の潜水タイプの割合(下)

安定同位体解析による産卵後の生息域の特定

調査期間において、石垣島で19個、沖永良部島で58個、一宮町で37個の採卵を行い、卵黄の安定同位体比を測定した。安定同位体比から推定される各産卵地における浅海型・外洋型の比率は、石垣島で100:0、沖永良部島で83.3:16.7、一宮町で、52.4:47.6であった(図4)。これの値に、先行研究で得られた屋久島、みなべ町、静岡県御前崎町における浅海型と外洋型の比率を加えて比較すると、南部の産卵地はほぼ浅海型であり、一方で北部の産卵地へいくほど外洋型の比率が上昇することが明らかになった(図4)。



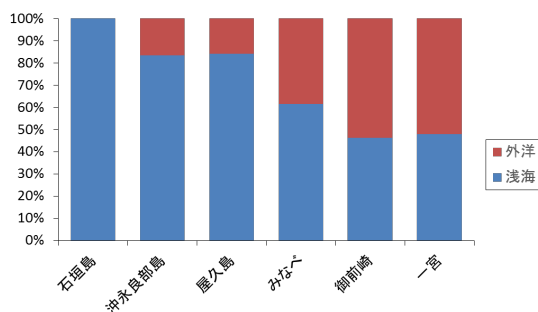


図 4 . 各産卵地におけるアカウミガメ産卵個体群の浅海型・外洋型の比率。屋久島、みなべ町、御前崎は、先行研究(Hatase et al. 2002, Hatase et al. 2013, 南ら 2008) の値を引用。

#### 北太平洋外洋におけるアカウミガメ個体群の生活史多型形成機構仮説

本研究により、アカウミガメの北太平洋唯一の産卵地である日本において、産卵域の北限(一宮町)から南限(石垣島)に至るまで、産卵後の生活史に多型(浅海型と外洋型)が確認され、この形質は日本の産卵個体群において普遍的に見られることが明らかになった。また産卵地の南では浅海型が多く、北限に近づくほど外洋型が増加するという結果は、各産卵地の海洋環境が回遊多型の形成機構に参与していると考えられる。本研究の成果を得て、現在各産卵地で出生した幼体の北太平洋における回遊経路や経験環境がどのようなことなるのかを数値シミュレーションにより検討しているところである。

#### <引用文献>

Hatase, H., N. Takai, Y. Matsuzawa, W. Sakamoto, K. Omuta, K. Goto, N. Arai, and T. Fujiwara. 2002. Size-related differences in feeding habitat use of adult female loggerhead turtles *Caretta caretta* around Japan determined by stable isotope analyses and satellite telemetry. *Marine Ecology Progress Series* 233: 273–281.

Hatase, H., Omuta, K., & Tsukamoto, K. (2013). A mechanism that maintains alternative life histories in a loggerhead sea turtle population. *Ecology*, 94(11), 2583-2594.

Okuyama J., Kitagawa T., Zenimoto K., Kimura S., Arai N., Sasai Y., Sasaki H. 2011. Trans-Pacific dispersal of loggerhead turtle hatchlings inferred from numerical simulation modeling. *Marine biology* 158 (9), 2055-2063.

南浩史、清田雅史、宮本 波. 2008. 海鳥類・海亀類の回遊と摂餌特性, 安定同位体スコープで覗く海洋生物の生態 - アサリからクジラまで 水産学シリーズ 159 .恒星社厚生閣 .

pp. 165.

#### 5 . 主な発表論文等

(研究代表者には下線)  
〔学会発表〕(計 4 件)

1. Fujita K., Nishizawa H., Okuyama J., Takuma S., Narazaki T., Watabe A. Dive behavior during post-nesting migration of loggerhead turtles nesting in Japan. 38th Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. 2017
2. Okuyama J. Ishii H., Tanizaki S., 他 13 名. Change in the species composition of sea turtles nesting at Ishigaki Island, Japan where the edges of nesting areas of three species are overlapped. 38th Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. 2017.
3. 奥山隼一. 東シナ海におけるアカウミガメの採餌場とその季節変動. 平成 29 年度日本水産学会九州支部会(招待講演). 2017
4. Okuyama J. Satellite tracing of sea turtles in the North Pacific and the application of environmental monitoring basis. 2nd Argos Asian Wildlife Tracking Workshop(招待講演). 2017

〔図書〕(計 2 件)

1. 奥山隼一. 自然保護 No.555 シリーズ 新・生命の輪 63 : 沖へ向かう子ガメに秘められた驚きの能力. 公益財団法人日本自然保護協会. 2016
2. 奥山隼一. バイオロギング 2 —動物たちの知られざる世界を探る「ウミガメは世界一の低燃費ダイバー」「海洋の楽園で大捕物！」京都通信社. 192-197. 2016

〔その他〕

ホームページ等

日本バイオロギング研究会のホームページで公表されている会報において、適宜研究内容を伝えている。

#### 6 . 研究組織

(1)研究代表者

奥山 隼一 (OKUYAMA, Junichi)

国立研究開発法人水産研究・教育機構西海区水産研究所亜熱帯研究センター・研究員  
研究者番号：80452316