

平成 21 年 6 月 2 日現在

研究種目：若手研究（スタートアップ）  
研究期間：2007～2008  
課題番号：19880017  
研究課題名（和文） 三次元行動情報に基づくウミガメ類をモデルとした回帰行動メカニズム  
解明に関する研究  
研究課題名（英文） Studies on the mechanism of homing migration of sea turtles based  
on the three-dimensional behavioral analysis.  
研究代表者 奥山 隼一 (OKUYAMA JUNICHI)  
京都大学・大学院情報学研究科・グローバル COE 助教  
研究者番号：80452316

## 研究成果の概要：

本研究では、近年開発された動物の行動を三次元で再現できる地磁気・加速度データロガーを用いて、アオウミガメをモデルとし、海洋生物の回帰行動メカニズムの解明に資することを目的とした。

本研究は、沖縄県石垣島にて産卵上陸をするアオウミガメを対象とした。産卵上陸したアオウミガメに地磁気・加速度ロガーを装着し、約 12 日後の次回産卵上陸時に回収を行った。この結果、3 個体のアオウミガメからデータを得ることができた。データは現在解析中である。再現したアオウミガメの三次元回帰経路は、GIS をベースに、その行動特徴量（回帰の直線度、遊泳速度、遊泳深度、潜水時間、海面表出時間）と環境データ（磁場マップ、天候、風向風速、潮汐、水温）を統合的に解析する。この解析によって、アオウミガメがどの環境を手がかりに移動しているのか推定できると考えている。

## 交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	1,370,000	0	1,370,000
2008 年度	1,350,000	405,000	1,755,000
年度	0	0	0
年度	0	0	0
年度	0	0	0
総計	2,720,000	405,000	3,125,000

研究分野：水産学

科研費の分科・細目：水産学・水産学一般

キーワード：水産学・行動学・バイオロギング・保全生物学・回帰行動

## 1. 研究開始当初の背景

生物が生息域や産卵場へ回帰するという現象は、行動学から内分泌学、そして生理生化学に至る幅広い学問分野から注目を集めるテーマである。水圏生物においては、母川回帰を行うサケ・マス類が典型的な例として広く知られている (Hasler & Scholz 1983)。海洋において大回遊、または回帰行動をする生物は、自身の行動の手掛かりとして、磁気感覚 (地磁気)、視覚 (太陽、偏光、星、ランドマーク)、嗅覚 (化学物質) など様々なものを利用していると示唆されており、多くの生物がこれらを識別できることが明らかとなっている。しかし、こうした回帰行動において生物どのような経路で回帰するのかを明らかにした例はない。回帰の経路を明らかにできれば、回帰する生物が周囲の環境情報をどの程度詳細に把握して行動しているのかが分かる。

近年、日本が他国に先駆けて開発した、動物に装着するデータロガー (小型記録計) や発信機・通信技術を使って、直接目視観察ができない水圏生物の行動を測定する手法が注目を浴びている。これらはバイオロギング、もしくはバイオテレメトリーと呼ばれる。このうち、地磁気・加速度ロガーを用いることによって、生物の遊泳速度、加速度、三次元の姿勢、三次元の方角から、水中での生物 (鰭脚類や鯨類) の移動経路を三次元で再現することが可能となった (Mitani et al. 2003)。この手法は、水圏生物の回帰行動のメカニズム解明に対して、非常に効果的なアプローチと考えられるが、現時点では重要水産魚介類へ装着できるほど小型化されていない。

そこで本研究では、モデル生物としてアオウミガメ雌成体を選定した。世界の海洋に生息するウミガメ類は産卵のために母浜回帰することが知られている。アオウミガメ雌成体 (甲長:90~110cm) は、その大きさゆえに負担をかけることなく測器を装着出来る。また、比較的短い期間 (12 日程度) で回帰し、回帰の全行程をモニタリング出来るため、回帰行動のメカニズムを解明するモデルとしては最適である。

## 2. 研究の目的

本研究では、最新の行動計測技術を用いて回帰中の行動を三次元で再現することで、アオウミガメ雌成体の母浜への回帰メカニズムの解明に資することを目的とした。

具体的には、地磁気・加速度ロガーを用いて、アオウミガメの母浜回帰行動を三次元で再現し、どのような経路で回帰するのかを明らかにした。産卵シーズンに複数回産卵を行うため、同一個体での同じ地域への固執性と、同じ経路を用いるのかどうかにも注目した。また、回帰行動データと環境データを統合的に解析することで、タイマイの回帰に用いられている環境指標 (太陽・偏光、ランドマーク、匂い、地磁気) を考察した。

## 3. 研究の方法

本研究は沖縄県八重山諸島石垣島にて行った。共同研究契約に基づき、(独)水産総合研究センター西海区水産研究所石垣支所の協力を得て実施した。2007 年度、科学技術研究費採択時には、既に日本における産卵シーズンが終了していたため、2008 年度のみ調査をおこなった。

実験は以下の手順で行った。

- (1) 石垣島のアオウミガメ産卵シーズンである 6 月~8 月に毎夜砂浜を巡回し、産卵上陸したアオウミガメを捜索した。アオウミガメを発見の後、産卵を終了したのを見計らって、地磁気・加速度・速度ロガーを甲羅に装着した (図 1)。装着後は、すみやかに放流した。
- (2) 放流から、約 12 日後に記録計装着個体は再び産卵回帰するため、その日程を中心に再度砂浜の巡回を行った。記録計装着個体を発見した際は、産卵を終了したのを見計らって捕獲し、回収した (図 2)。回収したロガーは PC に接続し、データをダウンロードした。



図 1.ロガーを装着し、海へ帰るアオウミガメ

- (3) ロガーから取得したデータは、3軸の加速度、地磁気、対流速度、深度、水温である。加速度データは低周波成分を抽出することにより、アオウミガメの姿勢角を抽出することができる。さらに3軸の地磁気データから進行方位を算出することにより、ウミガメの3次元空間での進行方位を知ることができる。このデータを1秒間隔で算出し、それに1秒ごとの対流速度を足し加えることによって、推測航法でのウミガメの3次元遊泳経路を算出した。
- (4) 再現した三次元回帰経路から、行動の特徴量を抽出した(回帰の直線度、遊泳速度、遊泳深度、活動量(三軸加速度)、潜水時間、海面表出時間)。
- (5) 実験とは別に、実験場所の環境データ(磁場マップ、天候、風向風速、潮汐、水温)を取得した。
- (6) 得られたウミガメの三次元行動と、環境データをGISでベースに統合した。現在環境と行動データの関連を調べる解析を行っている。これを発展させることにより、回帰に利用されている環境指標を推定できると考えている。



図2.地磁気・加速度ロガーを装着したアオウミガメ雌成体.ロガー回収の様子.

#### 4. 研究成果

実験の結果、3個体からデータを無事取得することができた。

データは現在解析中である。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 4件)

- ① Junichi OKUYAMA, Yuki Kawabata, Yasuhiko Naito, Nobuaki Arai, Masato Kobayashi, Monitoring of beak movement using an acceleration datalogger can reveal foraging and breathing behaviors of sea turtles, *Endangered Species Research* (in press) 査読有
- ② Junichi Okuyama, Kengo Kataoka, Masato Kobayashi, Osamu Abe, Kenzo Yoseda, Nobuaki Arai, BEHAVIORAL PATTERN OF JUVENILE HAWKSBILL TURTLES AT YAEYAMA ISLANDS, JAPAN, *Proceedings of 28th International Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*, (in press) 査読無
- ③ Junichi Okuyama, Hideaki Nishizawa, Osamu Abe, Masato Kobayashi, Kenzo Yoseda, Nobuaki Arai, Preliminary result of ontogenic change of wave orientation of green turtles in the initial growth stages, *4th Int. Symp. SEASTAR2000 and Bio-logging Science*, p23-27, 2009 査読有
- ④ Kengo Kataoka, Junichi Okuyama, Masato Kobayashi, Osamu Abe, Kenzo Yoseda, Tohya Yasuda, Nobuaki Arai, Comparison of the activity budget between wild and reared juvenile hawksbill turtles, *4th Int. Symp. SEASTAR2000 and Bio-logging Science*, p19-22, 2009 査読有

[学会発表] (計 5件)

- ① 西澤秀明, 阿部寧, 奥山隼一, 小林真人, 奥澤公一, 荒井修亮, 八重山地方におけるアオウミガメ産卵個体群の遺伝的構造と出生地回帰性, 平成21年度日本水産学会大会, 2009/3/30, 東京
- ② 橋口岳史, 奥山隼一, 河端雄毅, 内藤靖彦, 荒井修亮, 小林真人, 奥澤公一, ウミガメ類の潜水直後の呼吸時間の変化について, 平成21年度日本水産学会大会, 2009/3/29, 東京
- ③ Junichi Okuyama, Kengo Kataoka, Masato Kobayashi, Osamu Abe, Kenzo Yoseda, Nobuaki Arai, Diving capability of reared juveniel hawksbill turtles, *5th International Symposium on SEASTAR2000 and Bio-logging Science*, 2009/3/5, Bangkok,

Thailand

- ④ Yuuki Kawabata, Junichi Okuyama, Yasuhiko Naito, Nobuaki Arai, Masato Kobayashi, Koichi Okuzawa, Relationships of the breathing frequency with dive duration and overall dynamic body acceleration (ODBA) of the hatchery-reared Loggerhead turtle *Carretta carretta*, 5th International Symposium on SEASTAR2000 and Bio-logging Science, 2009/3/5, Bangkok, Thailand
- ⑤ Junichi Okuyama, Kengo Kataoka, Masato Kobayashi, Osamu Abe, Kenzo Yoseda, Nobuaki Arai, EVALUATION OF SWIMMING ABILITY OF REARED JUVENILE HAWKSBILL TURTLE, Third International Bio-logging Science Symposium. 2008/9/3, Monterey, CA, USA

〔図書〕（計 2 件）

- ① 奥山隼一、自然を観察し、予測する（フィールド情報学入門—自然観察、社会参加、イノベーションのための情報学—：京都大学フィールド情報学研究会 編）共立出版、2009 年、p5-7
- ② 荒井修亮・奥山隼一、バイオロギング（フィールド情報学入門—自然観察、社会参加、イノベーションのための情報学—：京都大学フィールド情報学研究会 編）共立出版、2009 年、p25-40

6. 研究組織

(1) 研究代表者

奥山 隼一 (OKUYAMA JUNICHI)  
京都大学・大学院情報学研究科・グローバル COE 助教  
研究者番号：80452316