

論文の内容の要旨

水圏生物科学専攻
平成 26 年度博士課程進学
氏名 福岡拓也
指導教員名 佐藤克文

論文題目

三陸沿岸域に來遊するアオウミガメ (*Chelonia mydas*) の採餌生態に関する研究

要旨

絶滅の恐れがある動物の生態を理解することは、その動物に対する有効な保全対策を考案する際の基礎情報として重要である。アオウミガメ *Chelonia mydas* は世界中の熱帯から温帯域に生息する種で、過去の乱獲や産卵場破壊によって個体数が激減し、現在は国際自然保護連合が発行するレッドリストに絶滅危惧種として掲載されている。本種の生態を包括的に理解するためには、様々な環境の生息域で情報を収集することが重要と考えられるが、従来の研究は産卵場が分布する熱帯や亜熱帯といった低緯度域に偏っており、高緯度の温帯域における情報が不足している。そこで本研究では、高緯度域を利用する本種の採餌生態を明らかにするために、太平洋における本種の生息北限に近い三陸沿岸域で調査研究を行った。

来遊状況および季節回遊様式

2005 年から 2016 年（2011 年を除く）に、岩手県大船渡市から宮古市にかけての沿岸域で操業する定置網漁業者に協力を要請してウミガメ類の混獲調査を行った。また、放流後の回遊様式を調べるために、混獲個体には個体識別標識を装着し、一部の個体には人工衛星対

応型電波発信器も装着して岩手県の大槌湾または船越湾から放流した。なお、2011 年以前のデータは研究室に蓄積されていたものを使用した。結果、7 月から 11 月にかけて合計 109 個体のアオウミガメが混獲され、その内の 95%は生存していた。混獲時の水温は 14 - 24℃であり、水温が 20℃以上になる 8 月から 9 月にかけて混獲が集中していた。混獲個体の平均直甲長は 48.1 ± 11.3 cm で、成熟サイズ（直甲長約 80 cm）よりも小さい個体が 97%を占めたことから、当海域には主に亜成体が季節的に来遊していることが明らかとなった。また 101 個体に標識を装着して放流したところ、15 件の再捕獲情報が得られ、その内の 12 件は放流地点よりも南の海域での再捕獲であった。人工衛星対応型電波発信器による衛星追跡では、6 個体から平均 241 日間の回遊経路情報が得られ、全ての個体が 500 km 以上南の海域まで回遊した。さらに、冬期の経験水温は常に 12℃以上であり、三陸沿岸域の水温（8℃以下）に比べて高く、低水温による生理的失活を避けるための回遊であるとみられた。以上より、当海域を利用する本種は水温の季節変化に応じた回遊を行うことが示された。

食性解析

2012 年から 2015 年にかけて、三陸沿岸域の定置網で混獲されたアオウミガメを岩手県大槌町にある東京大学大気海洋研究所国際沿岸海洋研究センターの屋外水槽に搬入し、生存していた個体の内の 25 個体から排泄物を、死亡していた 10 個体（再捕獲時の死亡も含む）から消化管内容物を採集した。得られたサンプルから出現した餌生物を網のレベルまで同定し、各餌生物の出現率と湿重量比を算出した。また、43 個体から採血し、血清成分を用いた炭素・窒素安定同位体比を測定した後、ベイズ推定を利用した混合モデルによって各餌生物（海藻、海草、ゼラチン質プランクトン）の相対的な寄与率を推定した。さらに、2007 年から 2015 年に合計 6 個体から得られた動物搭載型ビデオカメラによる 52 時間の映像も解析した。排泄物および消化管内容物分析によると、褐藻綱が出現率（排泄物：60%，消化管内容物：100%）、湿重量比（排泄物：23%，消化管内容物：34%）ともに高い値となった。これに対して、安定同位体比分析の混合モデルによると、3 種類の餌生物の中ではゼラチン質プランクトンの寄与率が 69 - 94%と最も高く推定された。動物搭載型ビデオカメラでは合計 210 回の摂餌行動が観察され、摂餌回数では紅藻綱が 73 回で最多となり、摂餌した個体数では褐藻綱が 6 個体中 5 個体と最多であった。また、3 個体ではゼラチン質プランクトンを合計 10 回捕食しており、雑食であることが示された。排泄物および消化管内容物分析がおおよそ 1 ヶ月前までの餌生物、安定同位体比分析が数週間から数ヶ月前の餌生物、動物搭載型ビデオカメラが放流後の餌生物を反映していることを考慮すると、当海域に来

遊するまでは主にゼラチン質プランクトンを利用し、来遊後は当海域に豊富な褐藻類を主とした海藻を利用する割合が増加すると考えられた。

採餌様式

2006 年から 2015 年に三陸沿岸域で混獲されたアオウミガメの内、13 個体の背甲に水中 3 次元移動経路を再現できる 3D ロガー、浮力体、電波発信器、時限式切り離し装置を固定したタグを装着した。その内の 10 個体には動物搭載型ビデオカメラも同時に装着して大槌湾または船越湾から放流した。記録計一式は放流後 1 - 7 日後にウミガメから切り離されるように設定し、海面に浮上したものを電波受信器と八木アンテナを用いて搜索し、備船で回収した。3D ロガーの時系列データを元に、供試個体の 3 次元移動経路を推測航法によって再現した後、水平方向の移動経路情報から行動を移動期と滞在期（1 時間当たりの直線移動速度が 700 m h^{-1} 以上と 700 m h^{-1} 未満）に分類した。加えて、前後方向の動的加速度（絶対値）から、滞在期をさらに活動と休息（1 分間の平均が 0.1 m s^{-2} 以上と 0.1 m s^{-2} 未満）に分類し、それぞれの行動に割いた時間割合を算出した。ビデオ映像は 3D ロガーと同期した後、に摂餌行動を抽出し、餌生物の種類（海藻、ゼラチン質プランクトン、自然ゴミ、人工ゴミ）と摂餌した場所（海底、中層）、行動フェーズ（移動期、滞在期）を記録した。プロペラの停止もしくは記録計の早期脱落が起きた 4 個体を除く 9 個体から合計 542 時間の行動データを得た。移動期と滞在期の時間割合はそれぞれ 31% と 69% で、越冬場に向けて移動しているとみられた 3 個体では、移動と滞在を繰り返しながら断続的に南下していることが示された。休息行動は全体の 21% を占め、日中（12%）よりも夜間（30%）の方が有意に高い割合となっていた（ウィルコクソンの符号付順位検定： $V = 0$, $p = 0.02$ ）。3D ロガーと同期したビデオ映像は 6 個体から合計 43 時間得られ、181 回の摂餌行動が記録されていた。餌生物の種類は海藻が 135 回、ゼラチン質プランクトンが 7 回、自然ゴミが 22 回、人工ゴミが 17 回であり、摂餌場所は海底が 140 回、中層が 41 回であった。滞在期は主に海底（140 回中 134 回）で海藻（135 回中 127 回）を摂餌するという採餌様式を示した一方で、移動期には主に中層（41 回中 34 回）でゼラチン質プランクトン（7 回中 6 回）を捕食するという採餌様式を示していた。以上より、当海域を利用する個体は狭い範囲に滞在して海産植物を利用するという低緯度域で知られていた採餌様式に加え、移動と滞在を繰り返しながら長距離を回遊することや、移動中もゼラチン質プランクトンを利用するという採餌様式を併せ持っていることが新たに判明した。これは、ゼラチン質プランクトンが豊富に存在するとみられる高緯度域に特有の採餌様式ではないかと考えられた。

人工ゴミの誤飲過程

食性解析の項目で使用した 25 個体の排泄物と 10 個体の消化管内容物から出現した人工ゴミについて、種類（ペットボトルキャップなどの硬いプラスチック、ポリ袋などの柔らかいプラスチック、発泡スチロール、釣り糸およびロープ、ゴム、その他）と色（透明、白、黒、色付き）を分類して湿重量を測定し、それぞれの出現率と湿重量比を算出した。同じく食性解析に用いた 6 個体のビデオ映像では、野生下における人工ゴミへの遭遇回数と誤飲回数をそれぞれ数え、遭遇した人工ゴミを誤飲する割合を算出した。また、当海域を同所的に利用するアカウミガメから 2012 年以降に得られた 28 個体の排泄物と 13 個体の消化管内容物、2007 年から 2015 年にかけて得られた 10 個体（60 時間）のビデオ映像も分析し、人工ゴミの誤飲量や遭遇した人工ゴミを誤飲する割合を本種と比較した。アオウミガメでは、全個体の排泄物と消化管内容物から人工ゴミが出現し（出現率 100%）、消化管内容物における人工ゴミ出現率の世界平均（42%）よりも高い値であった。全内容物に対する人工ゴミの湿重量比は排泄物で 39%、消化管内容物で 14% となり、1 個体あたりの湿重量はアカウミガメに比べて有意に多くなった（ウィルコクソンの順位和検定、排泄物： $W = 611.5$, $p < 0.001$, 消化管： $W = 105.5$, $p = 0.01$ ）。人工ゴミの種類では柔らかいプラスチック、色では透明なゴミが出現率（80%以上）、湿重量比（40%以上）ともに高い値となり、従来の知見と一致していた。なお、今回の分析において、人工ゴミの誤飲が直接の死因とみられる個体はいなかった。ビデオ映像には、アオウミガメとアカウミガメが人工ゴミにそれぞれ 34 回と 12 回遭遇し、その内の 21 回と 2 回を誤飲する様子が映っていた。誤飲した人工ゴミは主に中層を漂流する透明で柔らかいプラスチックであった。また、遭遇した人工ゴミを誤飲する確率はアオウミガメ（62%）の方がアカウミガメ（17%）よりも有意に高く（フィッシャーの正確確率検定： $p = 0.02$ ）、動かない植物や中層を漂うゼラチン質プランクトンを主な餌とするアオウミガメの食性が高い誤飲率に関連していると考えられた。

以上の結果は、従来低緯度域で示されてきた何年にもわたって特定の餌場に固執するという採餌生態とは異なっており、相対的に栄養が豊富で夏期にのみ利用可能となる高緯度域に適応した採餌生態であると考えられた。これは、本種には低緯度域に周年滞在するだけでなく、夏期に餌を求めてより栄養豊富な高緯度域へ回遊する個体がいることを示唆しており、本種の生態をより正しく理解する上で貴重な知見となった。