

論文の内容の要旨

生圏システム学 専攻
平成19年度博士課程 進学
氏名 石原 孝
指導教員名 亀崎 直樹

論文題目 北太平洋産アカウミガメの性成熟過程における生活史

第1章 緒言

アカウミガメ (*Caretta caretta*)の北太平洋個体群の産卵地は日本に存在し、幼体は太平洋を横断し、カリフォルニア半島沿岸を摂餌域として成長する。その後、再び太平洋を横断し日本近海に戻ってくる。しかし、太平洋を広く使った生活史の中で、どの時期に性成熟が始まり、いつ完了するのかは明らかになっていない。そこで、本研究では北太平洋産アカウミガメの性成熟過程における生活史を明らかにするため、第2章で甲長と性成熟の関係について、第3章で性成熟と二次性徴、特に二次性徴の性的二型の形質である尾部伸長について、第4章で日本近海へ戻る甲長と性成熟階級について、第5章で性成熟年齢と成長速度について論じた。また、本研究の成果を交えながら、第6章ではウミガメ類全般の生活史についてまとめ、第7章では得られた知見に基づき保全に関する提言を行った。

第2章 性成熟のはじまる甲長と性成熟が完了する甲長

日本で産卵するアカウミガメについて、甲長と生殖腺の性成熟状態との関連を様々な甲長の死亡個体を得て調べ、性成熟のはじまる甲長と性成熟が完了する甲長を明らかにした。試料としたのは死亡して間もない152個体のアカウミガメで、

標準直甲長 (SCL: straight carapace length)を計測した後、解剖して性と性成熟階級を判別した。性成熟階級は性成熟を開始している個体を幼体、性成熟の過程にある個体を亜成体、性成熟の完了している個体を成体とした。また、精子の確認された生存個体 8 個体を成体の雄とみなし試料に加えた結果、雄は合計 54 個体、雌は 106 個体になった。

幼体、亜成体、成体のすべての性成熟階級で甲長に性差は見られず、以降の解析は雌雄を合わせて行った。性成熟がはじまる SCL の範囲を亜成体の最小値から幼体の最大値までとし、性成熟が完了する SCL の範囲を成体の最小値から亜成体の最大値までとすると、それぞれ 636–750mm, 738–853mm であった。また、これらの範囲の中で半数の個体で性成熟がはじまる甲長と、性成熟が完了する甲長を推定するため、幼体と亜成体、亜成体と成体の割合を求め、ロジスティック曲線で回帰した。その結果、半数が性成熟をはじめめる SCL は 660 mm, 半数が性成熟を完了する SCL は 821 mm と求められた。

第3章 雄の尾部伸長と性成熟

カメ類の雄では二次性徴の発現を代表する形態変化として尾部の伸長がある。アカウミガメもその例外ではなく、尾部の伸長は性成熟の進行状況を測る指標として期待される。そこで、第 3 章では北太平洋のアカウミガメについて性成熟状態と甲長および尾長との関連について検討した。

試料として用いたのは定置網で捕獲された 128 個体のアカウミガメで、第 2 章と同様に性と性成熟階級を分類した結果、幼体は雄が 5 個体で雌が 8 個体、亜成体は雄が 29 個体で雌が 55 個体、成体が雄 11 個体で雌 20 個体であった。これらの個体は SCL と尾長 (TL: tail length)が計測され、SCL に対する TL の長さを示す相対尾長 (rTL: relative tail length, TL/SCL)が求められた。また、尾部の伸長の程度を表すため、TL の相対成長係数を求めた。相対成長係数とは $Y = b \cdot X^a$ で示される定数 a のことであり、定数 a が 1 以上ならば優成長とした。

rTL は幼体では雌雄で差が認められなかったが、亜成体や成体では明確に雄の方が長く ($p < 0.001$, Mann-Whitney U-test), 亜成体になった後に雄の尾部が伸長することが明らかになった。雄の尾部伸長の開始点を雌雄の尾長に違いが現れはじめる点とし、雌雄それぞれに亜成体および成体のデータから SCL と rTL との回帰直線の交点を求めたところ、雄の尾部伸長がはじまる SCL は 670 mm, その時の rTL は 0.155 と求められた。

また、SCL に対する TL の相対成長係数から雄の尾部伸長は亜成体の時期が顕著で ($a = 4.3898$, $n = 29$, $r^2 = 0.5542$, $p < 0.01$, 無相関検定), 成体になってからも伸

長し続けることが示唆された。また、雌の亜成体と成体をあわせて相対成長係数を求めると、雄ほど顕著ではないものの性成熟とともに尾部が伸長することが示され ($a = 1.7528, n = 83, r^2 = 0.3366, p < 0.01$, 無相関検定)、雌にとっても尾部が伸長することに繁殖活動に関わる機能的な意義があると考えられた。

第4章 繁殖海域である日本近海への再加入サイズ

日本は北太平洋唯一のアカウミガメの産卵地であり、成熟した雌が生息することは明らかである。しかし、未成熟の個体や雄の生態については断片的な情報がいくつかあるにすぎない。そこで、本章では定置網で捕獲されたアカウミガメから、日本近海に生息するアカウミガメの甲長分布や生活史における性成熟の段階を明らかにし、日本近海へ戻ってくる甲長や性成熟段階について議論した。

試料としたアカウミガメは高知県室戸市の大型定置網で2002年7月から2009年11月までの期間に無作為に捕獲された1392個体である。これらの個体は計測したSCLの値によって、孵化幼体、幼体、亜成体、成体の4つの性成熟階級に分類された。分類の基準となるSCLには第2章で求めた半数が性成熟をはじめるSCL 660 mmと半数で性成熟が完了するSCL 821 mm、さらに、日本の孵化個体の平均値42 mmを用いた。捕獲されたアカウミガメのSCLは 757 ± 67 (SD) mm (range: 563–1050 mm) で、SCLの分布は単峰性を示した。これらの個体を性成熟段階で分けると亜成体が全体の77.7% (1081個体)を占めた。

SCLの分布から、アカウミガメはSCLが560–570 mmで日本近海に出現し始め、740–750 mmで最頻値を迎えるまで増加し、その後減少に転じた。ここでの増加要因は日本近海への再加入であり、主にSCL 560–750 mmの幼体の後期から亜成体の個体が日本近海に再加入すると推察された。また、北太平洋のアカウミガメが摂餌域の一つとして過ごすカリフォルニア半島沿岸では、SCLの分布から500–700 mmに達した頃に沿岸を離れはじめると示唆され、日本近海に再加入する個体とのSCLの差や、先行研究で明らかにされた北大西洋での成長速度や衛星発信器による追跡の軌跡から、カリフォルニア半島から日本までは1–2年で太平洋を横断することが示唆された。

第5章 北太平洋における成長速度と性成熟年齢

本章では、性成熟を完了する年齢を上腕骨に残された成長停止線 (LAG: lines of arrested growth)から骨年代学的手法で推定し、さらに日本近海に生息するアカウミガメが性成熟を完了するまでの成長速度を明らかにした。

試料は日本国内で混獲死および死亡漂着したアカウミガメの雄27個体、雌42

個体、性の判別ができなかった個体 10 個体の計 79 個体の上腕骨を用いた。LAG を観察するため、上腕骨から厚さ 1 mm 以下の切片を切り出し、LAG の半径と幅を計測した。LAG は 1 年に 1 本できるとされており、LAG の幅は SCL の 1 年あたりの成長量に比例した。

成長速度は Back Calculation protocol で LAG の幅から逆算し、当時の SCL を LAG の半径から求めた。個体ごとの年齢は Correction Factor protocol で求めたが、年齢が過大に推定されるおそれがあるため、Regression Growth protocol では von Bertalanffy の成長式を求め、SCL または上腕骨の幅と年齢との関係式から年齢を推定した。

各個体から 9.3 ± 4.3 本 (range: 3–20)、合計で 732 本の LAG が確認され、653 箇所で LAG の幅が算出された。Back Calculation protocol で求めた成長速度の平均は 13.9 ± 7.8 (SD) mm/year (range: 0.0–64.5) であり、求められた当時の SCL は 694 ± 75 (SD) mm (range: 374–935, $n = 732$) であった。Regression Growth protocol では成熟する年齢を、第 2 章で求めた性成熟を完了する SCL 821 mm から求めた結果、37 歳と推定された。同様に、日本近海に再加入する年齢は 18–31 歳と推定された。Correction Factor protocol では、成熟した個体では雄が 38, 46, 47 歳 ($n = 3$) で雌が 43 ± 11 歳 ($n = 15$, range: 22–61) であった。また、成熟した個体は未成熟の個体よりも構成年齢が高く、SCL も大きかったが ($p < 0.05$, Mann-Whitney U-test), SCL が大きければ年齢が高いという関係は成り立たなかった。($p > 0.05$, 無相関検定)。このことは、同じ個体群においても成長と性成熟にばらつきがあることを示唆している。

第6章 ウミガメ類の生活史—成長と生息域—

第 6 章ではアカウミガメの生活史を他のウミガメ類の生活史と比較して、ウミガメ類全般の生活史について論じた。

第7章 総合考察

日本近海はアカウミガメの幼体の後期から成体までが利用している。すなわち、繁殖に都合の良い場所であるだけでなく、アカウミガメの生息環境として適していることが示唆された。また、性成熟するまでに孵化して方 37–43 年もの年月が必要であることが明らかになり、将来にわたって個体群を維持するためには、産卵個体や産み落とされた卵や孵化幼体だけでなく、日本近海に再加入した未成熟な幼体や亜成体の生態も注視する必要がある。