海亀類(総説)



はえ縄で混獲されたヒメウミガメ

海亀類と漁業の背景

海亀類は、世界の熱帯域から温帯域にかけて広く分布して おり、陸上で産卵・孵化を行う以外、稚亀から成熟亀まで生活 史のほとんどを海洋で過ごしている。海亀類と漁業の関係に ついては、はえ縄、定置網、ひき網、刺網等で海亀類が偶発的 に捕獲される一方で、一部地域では人間の食料として海亀を 対象とした漁業や採卵が行われている。また、日本の地域に よっては海亀を神聖な生物として扱い、漁業で偶発的に捕獲 された海亀を漁師が丁重に扱って海に返す風習がある。この ように漁業と密接に関係する海亀類の偶発的な捕獲による死 亡をいかに減らしていくかが、漁業という人間活動と海亀類 の種の存続に大きく関与してくる。また、漁業のみならず、産 卵場の環境や海洋汚染等の多くの要因が海亀類の資源に影響 を与えている。現在、水産庁と水産研究・教育機構では、まぐ ろはえ縄漁業における海亀類の偶発的捕獲の回避策を構築す るべく調査研究を実施しており、海亀資源の保存管理と漁業 との共存をめざしている。

生物学的特性

【種類】

海亀類は、アカウミガメ (Caretta caretta)、アオウミガメ (Chelonia mydas mydas)、タイマイ (Eretmochelys imbrica ta)、ケンプヒメウミガメ (Lepidochelys kempii)、ヒメウミガメ (Lepidochelys olivacea)、ヒラタウミガメ (Natator depre ssus) のウミガメ科5属6種とオサガメ (Dermochelys coriac ea) のオサガメ科1属1種の計7種に分類されている。主に東部太平洋に生息するクロウミガメ (Chelonia mydas agassiz ii) は、形態学的特徴から別種とすべきであるという意見 (Prit chard et al. 1983) と遺伝学的にアオウミガメの亜種にとどめるという意見 (Bowen et al. 1993) があるが、独立した種として確立されていない。

【分布と回遊】

海亀類は、熱帯域を中心として世界中に広く分布するが、 種によってその分布範囲や回遊経路に違いがみられる(図 1、2)。アカウミガメは世界の温帯から亜熱帯域を中心に分布 し、日本は北太平洋における唯一の産卵地となっている。日 本で孵化した稚亀は、太平洋を数年かけて横断し、ハワイ諸 島近海からカリフォルニア沖で20年ほどかけて成長し(To maszewicz et al. 2015)、繁殖のために日本近海に戻ってくる (Briscoe et al. 2016)。また、成熟した雌個体は、産卵後東シナ 海に回遊するグループと太平洋に回遊するグループが存在す る (Hatase et al. 2002)。アオウミガメは世界の熱帯域を中心 に温帯域まで広く分布し、日本では小笠原諸島と屋久島・種 子島以南の島嶼域で産卵が行われている。本種は主に沿岸域 を索餌海域とし、産卵場と索餌海域が1,000 km以上離れてい る(例:小笠原諸島(繁殖場)と本州沿岸(索餌域)、英国領ア センション島 (繁殖場) とブラジル近海 (索餌場)) 場合や、外 洋で索餌する場合もあることが知られている (Hatase et al. 2006)。クロウミガメは主に東太平洋に生息しており、産卵 地はガラパゴス諸島等の中南米の太平洋岸であるが、近年日 本沿岸でも発見例が増えてきている。タイマイは世界の熱帯 域を中心に分布し、日本では沖縄県で産卵が行われているほ か、亜成体は本州でも確認される。ケンプヒメウミガメの成 熟亀はメキシコ湾を中心とした大西洋の限られた海域に分布 するが、幼体や亜成体は北大西洋に広く分布する。本種の産 卵地はメキシコのランチョヌエボとベラクルスのみであっ たが、1960年代から米国とメキシコによる本種の産卵地を増 やすための国際共同プロジェクトがなされ、テキサス州パド レ島においても産卵が見られるようになった。ヒメウミガメ は世界の熱帯域を中心に分布し、沿岸から外洋まで幅広く利 用している。ヒラタウミガメはオーストラリア北部を中心と した、太平洋とインド洋の限られた海域に分布する。オサガ メは世界の熱帯、温帯域の外洋域に分布するが、遊泳能力が 高く、高緯度帯にも回遊することが知られている(Bleakney 1965)。また、これまでの衛星追跡研究から、大西洋及び太平 洋では北緯50度から南緯40度までの範囲を広く利用することが明らかになっており (Schillinger and Bailey 2015)、高緯度における分布記録は北緯71度、南緯47度である (Pritchard and Trebbau 1984)。

【成長・成熟】

海亀類は一般に甲長によりその成長が調べられる。野生下での成長を知るには、放流時に甲長を計測しておき、その個体が再発見された際に再び計測することにより、この期間の成長率が算出される。種を問わず、体サイズが大きくなるにつれて成長率が低くなる傾向にあるが、成熟前までの個体の

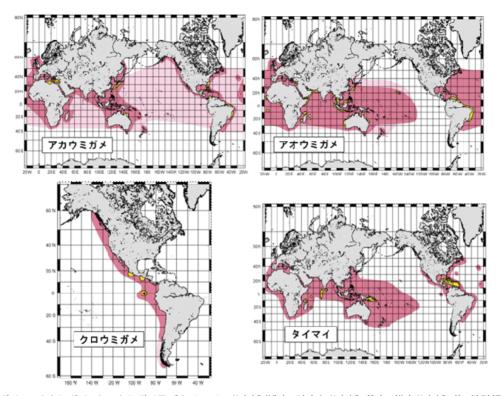


図1. アカウミガメ、アオウミガメ、クロウミガメ及びタイマイの分布域 (濃赤:確実な分布域、薄赤:推定分布域、黄:繁殖場) (Marquez-M. 1990、Seminoff and the Green Turtle Task Force 2004、Spotila 2004)

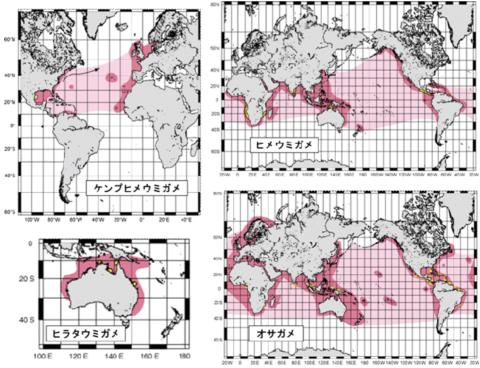


図2. ケンプヒメウミガメ、ヒメウミガメ、ヒラタウミガメ及びオサガメの分布域 (濃赤:確実な分布域、薄赤:推定分布域、黄:繁殖場) (Marquez-M. 1990、Spotila 2004)

おおよその年間成長速度はアカウミガメでは1.5~7.4 cm (Bj orndal 2003、Braun-McNeill *et al.* 2008)、アオウミガメでは 0.3~8.8 cm (Bjorndal and Bolten 1988a、Zárate *et al.* 2015)、タイマイでは1.3~5.8 cmであるが (León and Diez 1999、Bell and Pike 2012)、中には、バハマのアカウミガメ (15.7 cm; Bjorndal and Bolten 1988b)やカリブ海英国領ヴァージン諸島のタイマイ (9.3 cm; Hawkes *et al.* 2014)のように成長の早い集団も存在する。なお、外洋域を主な生息域とするオサガメ、ヒメウミガメの野生下での成長に関する報告は非常に少ない。また、飼育下での成長は野生下より早く、アオウミガメで12 cm/年 (Bjorndal *et al.* 2013) 成長することが知られており、例外的ではあるが、アカウミガメでは34 cm/年 (Swingle *et al.* 1993) という記録もある。

海亀類の年齢については外見から知ることは不可能であるが、オサガメを除き一般に上腕骨等に形成される輪紋が (Zug et al. 1986、Avens and Snover 2013)、オサガメでは眼球の強膜小骨に形成される輪紋が (Avens et al. 2009)、それぞれ年齢を知る形質として有効とされている。野生個体では実年齢との比較が難しいこと、年数の経過とともに骨の中心部が消失してしまうことから、輪紋の計数による高齢個体の年齢査定は困難である。成熟までに要する年数は、アカウミガメとアオウミガメではおよそ15~50年、ヒメウミガメでは13~26年、オサガメでは13~20年と推定されている (Avens and Snover 2013、Petitet et al. 2015)。飼育下では成長が早いため、成熟も早くなる傾向にあり、カリブ海のグランドケイマン島で養殖されているアオウミガメでは、最短で7年で成熟した例が報告されている。

産卵のため上陸した個体を対象とした調査が様々な産卵地で行われてきている。調査の結果から、各種の産卵個体の平均甲長は、アカウミガメでは直甲長74~91 cm、アオウミガメで直甲長88~110 cm(クロウミガメは直甲長82 cm)、タイマイで直甲長66~86 cm、ヒメウミガメで直甲長63~69 cm、ケンプヒメウミガメで直甲長65 cm、オサガメで曲甲長150~165 cm、ヒラタウミガメで曲甲長90 cmと報告されている(Eckert et al. 2012、石原 2012)。

【食性】

海亀類の食性は種によって異なる。アカウミガメ、ヒメウミガメ及びケンプヒメウミガメは雑食性が強く、甲殻類や貝類等を主に摂餌する。アオウミガメ(クロウミガメを含む)は主に草食性であり、海草類及び海藻類等を摂餌する。ヒラタウミガメは、巻貝やナマコ等の軟体無脊椎動物を摂餌する。タイマイは、海綿食という独自の摂餌生態を持つ。オサガメは、くらげやその他の浮遊性生物等の低次栄養段階の生物を摂餌する。

資源の現況と管理策

【個体群の動向】

海亀類各種の個体群動向は世界各国に点在する産卵地によって違いがあり、詳細について把握することは困難である。 IUCN (国際自然保護連合) の Marine Turtle Specialist Group は種別の増減や絶滅危険度の評価を行い、その結果を公表している。このうち、オサガメ、アカウミガメ、ヒメウミガメの最新の評価結果を表1に要約した。また、SWOT (The State of the World's Sea Turtles) (2012) が世界各地におけるウミガメの産卵数の集計を行うとともに海亀各種において絶滅が危惧されている個体群と健全な個体群をまとめている。種別における個体群の状況を以下に説明する。

オサガメについては、太平洋ではほぼすべての産卵場で減 少傾向を示している一方、大西洋の多くの場所では安定もし くは増加傾向にある (National Marine Fisheries Service and U.S. Fish and Wildlife Service 2013a)。メキシコとコスタリカ の太平洋岸における産卵個体群は絶滅の危機に瀕しており、 マレーシア産卵群は絶滅している。その他の太平洋の産卵地 では、インドネシア、パプアニューギニア、ソロモンの西部太 平洋に大きな産卵地が存在する。インドネシアの西パプア州 においても産卵個体数は減少傾向にあるが、その減少の主要 因ははえ縄漁による混獲ではないことが明らかになりつつ ある (Kaplan 2005)。一方、大西洋には、南米側の仏領ギアナ、 スリナムとアフリカ側のガボンに大規模な産卵地があり、産 卵個体数の減少は見られていない。ガボンにおける産卵雌は、 15,730~41,373個体と推定され、世界最大の産卵個体数であ ることがわかっている (Witt et al. 2009)。 なお、インド洋では、 南アフリカの北東部に位置するクワズールナタール州やスリ ランカ等に小規模ながら産卵地が存在する。

アカウミガメについては、北太平洋個体群の産卵個体数が、 1980年代後半に増加傾向を示したが、1990年代では減少傾 向に転じ、その後は1997年に最小となった。1998年以降、産 卵個体数は年により増減があるものの全体として増加傾向 となり、2013年に15,078巣/年と最大となった(松沢 2016)。 この現状を踏まえ、2015年の評価により軽度懸念種に引き 下げられた (Casale and Matsuzawa 2015)。一方、大西洋で は米国沿岸を分布の中心とする北西大西洋個体群は、増減を 繰り返しながらも2013年から2015年には毎年50,000巣以 上の産卵があり、産卵雌個体数は40,000個体以上と推定され ている (Chapman and Seminoff 2016)。また、南西大西洋個 体群(主要産卵場:ブラジル)も増加傾向にあり、2015年に は6,600 巣以上の産卵が記録されている (Chapman and Sem inoff 2016)。北東大西洋個体群は2007~2009年に12,028~ 19,950 巣/年 (Marco et al. 2012)、地中海個体群は推定で年 に7,200 巣以上 (Casale and Margaritoulis 2010)、北西インド 洋個体群は2010~2014年に推定で64,561巣/年の産卵が あった (Witherington et al. in press)。

ヒメウミガメは、アリバダと呼ばれる集団産卵をすることで知られている。太平洋では、コスタリカのオスティオナルにおいて、保護活動の成功により、1980年代初頭に35,000~180,000個体だった産卵雌個体数は推定で476,550個体以上まで増加した(Valverde et al. 2012)。ニカラグアのラ・フローでは2008~2009年にかけてのシーズンに推定で520,000巣以上の産卵があった(Gago et al. 2012)。東南アジアの個体群は低位水準にある。インドのオリッサ州では産卵個体数は数十万個体に達するが減少傾向にある。一方、大西洋では、ガボ

下位個体群/種		オサガメ			アカウミガメ			ヒメウミガメ		
	北西大西洋	軽度懸念 (LC)	増加	Tiwari et al . 2013a	軽度懸念 (LC)	増加	Ceriani and Meylan 2017			
大西洋	北東大西洋				絶滅危惧IB類 (EN)	不明	Casale and Marco 2015			
	地中海				軽度懸念 (LC)	増加	Casale 2015a			
	南西大西洋	絶滅危惧IA類 (CR)	増加	Tiwari <i>et al</i> . 2013b	軽度懸念 (LC)	増加	Casale and Marcovaldi 2015			
	南東大西洋	情報不足 (DD)	不明	Tiwari <i>et al</i> . 2013c						
インド洋	北西インド洋				絶滅危惧IA類 (CR)	減少	Casale 2015b			
	北東インド洋	情報不足 (DD)	不明	Tiwari et al . 2013d	絶滅危惧IA類 (CR)	不明	Casale 2015c	絶滅危惧Ⅱ類 (VU)	減少	Abreu-Grobois and Plotkin 2008
	南西インド洋	絶滅危惧IA類 (CR)	減少	Wallace et al. 2013a	準絶滅危惧 (NT)	増加	Nel and Casale 2015			
	南東インド洋				準絶滅危惧 (NT)	不明	Casale et al . 2015			
太平洋	北太平洋				軽度懸念 (LC)	増加	Casale and Matsuzawa 2015			
	南太平洋				絶滅危惧IA類 (CR)	減少	Limpus and Casale 2015			
	西太平洋	絶滅危惧IA類 (CR) 減少 Tiwari et al. 2013e								
					-			1	I	

表1.IUCNの評価に基づくオサガメ、アカウミガメ、ヒメウミガメの個体群別絶滅危険度と個体数の現状

ンに大西洋最大の産卵地が発見され、2,370~9,814巣/年が確認されている(Metcalfe et al. 2015)。SWOT (2012) の評価では、北東部インド洋 (主要産卵場: インド) 及び西部インド洋 (主要産卵場: インド、オマーン) の各個体群は絶滅が危惧されており、東部太平洋 (主要産卵場: メキシコ、コスタリカ、ニカラグア) の個体群は健全と評価されている。

絶滅危惧IA類

減少

Wallace et al. 2013b

東太平洋

アオウミガメの産卵個体数は、直近10年において、トル コ、台湾、マレーシアのトレンガヌ等では減少傾向にあるも のの、大西洋ではコスタリカとフロリダ、インド洋ではセー シェルや仏領インド洋無人島群、太平洋ではマレーシアのサ バタートルアイランド、オーストラリア、ハワイ及びメキシ コ (クロウミガメ) において増加傾向にある (Seminoff et al. 2015)。なお、小笠原では、1830年以降190年近く本種を対象 とした海亀漁が行われ、明治時代に乱獲により激減した。し かし近年、来遊数は6.8%/年の急激な増加を示しており(Ch aloupka et al. 2007)、海亀類において、海亀漁業への資源管 理が奏功している世界で唯一の例となっている (Kondo et al. 2017)。世界全体の産卵雌個体数は563,826~564,464個体と 推定されており、個体群別の産卵雌個体数では、北大西洋が 167,528個体で最も多く、続いて南西インド洋で91,159個体、 南西太平洋で83.058個体、東インド洋・西太平洋で77.009個 体であった (Seminoff et al. 2015)。大西洋の中央に位置する 英国領アセンション島でも本種は増加傾向にあり、2010~ 2013年には推定23,724巣/年の産卵があった(Weber et al. 2014)。SWOT (2012) の評価では、絶滅が危惧されている個 体群はなく、東部太平洋(主要産卵場:ガラパゴス諸島、メキ シコ)、南西部大西洋(主要産卵場:ブラジル)、南東部インド 洋(主要産卵場:オーストラリア)、中南部太平洋(主要産卵場: 仏領ポリネシア、太平洋島嶼国) 及び中西部太平洋(主要産卵

場:パラオ、グアム、ミクロネシア連邦)の各個体群は健全と 評価されている。

タイマイは、かつてべっ甲材として1992年まで大量に日 本に輸入されたが、現在ではワシントン条約の附属書」に掲 載されており、国際商取引は行われていない。本種の主要産 卵地における動向としては、カリブ海では、プエルトリコや バルバドス、メキシコ、パナマ等で増加傾向を示している(Na tional Marine Fisheries Service and U.S. Fish and Wildlife Se rvice 2013b)。南大西洋では、ブラジルで増加傾向にある一 方、東のアフリカ側では減少傾向を示している。インド洋で は、マダガスカルやモルディブ、セーシェル等の多くの場所 で減少傾向を示している。太平洋においても、インドネシア、 オーストラリア、パプアニューギニア等の多くの場所で減少 傾向を示しているが、インドネシアジャワ海西部の島嶼で は、保全活動により1980年代のレベルまで回復している(菅 沼 未発表)。大西洋、インド洋、太平洋の年平均産卵雌個体数 はそれぞれ推定で、3,600~6,100個体、8,200~10,200個体、 10,200~12,800個体とされる (National Marine Fisheries Ser vice and U.S. Fish and Wildlife Service 2013b) SWOT (2012) の評価では、東部大西洋(主要産卵場:コンゴ、サントメ・プ リンシペ)、東部太平洋(主要産卵場:エルサルバドル、ニカ ラグア、エクアドル)、北東部インド洋(主要産卵場:インド、 スリランカ、バングラデシュ)及び西部太平洋(主要産卵場: マレーシア、インドネシア、フィリピン)の各個体群は絶滅危 惧と評価されている一方、南東部インド洋(主要産卵場:オー ストラリア)、南西部インド洋(主要産卵場:セーシェル、英 国及びフランス海外領土) 及び南西部太平洋(主要産卵場: オーストラリア) の各個体群は健全と評価されている。

ケンプヒメウミガメは、ヒメウミガメと同様にアリバダを

することで知られ、かつては年間産卵巣数が推定で100,000 巣を超えていたが、1970年代~1980年代に減少した。その後、 産卵個体数は徐々に増加し、2012年に22,000巣を超え直近 10年で最多となった。その後やや減少傾向を示している(Bev an *et al.* 2016)。

ヒラタウミガメについては、本種の最大の産卵場の1つであるオーストラリアのドメット岬で年3,250個体 (Whiting et al. 2009)、北部のクラブ島で年3,000個体 (Sutherland and Sutherland 2003)、北西部のバロー島とムンダバランガーナで、それぞれ年1,500個体と1,800個体 (Pendoley et al. 2014)、東部のワイルドダック島とピーク島で年600個体と500個体がそれぞれの場所で産卵していると推定されている (Limpus et al. 2013)。このうち、年変動が明らかにされているワイルドダック島及びピーク島では1990年以降の産卵雌個体数は安定している。

【漁業による影響】

沿岸域で摂餌している未成熟亀から成熟亀に対する影響として、世界各地で行われている刺網、定置網、まき網、底びき網等による偶発的捕獲が報告されており(石原ほか 2014、Alfaro-Shigueto et al. 2018)、一部の水域では推定捕獲数を計算する試みがなされているが、各個体群への影響の大きさについては見積もられていない。外洋域では、種による索餌回遊水域の違いが関連する漁業の種類の違いに現れており、アカウミガメ及びヒメウミガメははえ縄、アオウミガメ及びヒメウミガメはまき網、オサガメは両方の漁業による影響を受けている。また、一部地域では人間の食料として海亀類を対象とした漁業が行われている。漁業による海亀資源に対する定量的な影響評価は、沿岸域・外洋域ともに漁業で混獲される海亀類がどの産卵地に由来するものかについての情報が限られているため実施には至っていない。

【漁業以外の影響要因】

繁殖海岸では、照明による親亀の産卵行動や孵化稚亀の降 海行動の攪乱 (Dimitriadis et al. 2018)、レジャー等の人間活 動、漂着物及び廃棄物による産卵阻害、堤防等の人工建造物 による産卵阻害及び海岸の浸食による産卵条件の不適合等の 海岸環境の悪化によって、産卵成功率の低下、孵化率の低下、 孵化稚亀の入海数の減少、孵化稚亀の沖合への遊泳行動への 悪影響が指摘されている (Lutcavage et al. 1997、Rizkalla and Savage 2011)。一部の地域における産卵雌個体や卵の採取 も、海亀類の資源に重大な影響を与えている。自然条件下で は、台風や高波による卵の流失や卵の窒息死亡、高温化によ る孵化時期の胚死亡やふ化稚亀のメス化がみられる(Jensen et al. 2018)。また、タヌキやきつね、アライグマ等の動物によ る卵や孵化稚亀の食害も問題視されている。海洋における漁 業以外の影響要因として、幽霊漁業(ゴースト・フィッシング) と呼ばれる放置・投棄された漁具に海亀類が絡まる現象や海 亀類が浮遊する人工ゴミを餌として誤飲することによる影響 も挙げられている (Duncan et al. 2017)。

【海亀類の保存管理策】

漁業に関しては、エビトロールによる海亀類の偶発的捕獲 が問題となっており、米国は中南米や東南アジア諸国等の他 国に対して偶発的捕獲の回避措置なしで漁獲されたえび類の 輸入規制を実施している。また、2001年より米国は北太平洋 や北西部大西洋における自国のメカジキを対象としたはえ縄 を規制している。はえ縄による海亀類の偶発的捕獲の回避策 を構築するために、日本と米国が中心となり通常のまぐろ鈎 と異なるサークルフック(図3)による混獲死亡率の削減、は え縄餌の種別混獲率の解明等を目的とした操業試験が実施さ れている。特に大型のサークルフックは、海亀の捕獲率を削 減できる効果や、たとえ捕獲されても、飲み込みによる喉掛 かりの割合を低くして生体へのダメージを軽減させる効果を 持っている(図4)。また、餌の種類によっても海亀の偶発的 捕獲率は異なり、魚類を餌とした場合にはいか類を餌とした 場合に比べ捕獲率が約4分の1になることが確認されている (Yokota et al. 2009) (図5)。さらに、はえ縄により捕獲された 生存海亀類について適切な保護放流ができるように、日本で は海亀用鈎外し器具の開発(図6)や漁業者に対する啓発普及 活動を実施している。また、海亀類は産卵のため沿岸域に集 結するため、定置網、刺網等の沿岸漁業による偶発的捕獲も 大きな問題となっており、エビトロールの海亀混獲回避装置 (TED) を応用して定置網における海亀混獲防止装置の開発及 び試験を行っている。地域漁業管理機関では、中西部太平洋 まぐろ類委員会(WCPFC)及び全米熱帯まぐろ類委員会(IAT TC) において、条約水域で浅縄操業するはえ縄漁船に対する 大型サークルフックの使用又は魚餌の使用の義務付け等を内 容とする保存管理措置が採択されている。またWCPFC、大西 洋まぐろ類保存国際委員会 (ICCAT)、インド洋まぐろ類委員 会(IOTC)及びIATTCでは、タモ網や釣鈎外し器具、ラインカッ ター等のリリース器具の携行・使用及び適切な取扱いと放流 を行うことが求められている。

産卵場の環境に関しては、護岸や住居等の人工建造物による海岸の開発、海岸浸食、外敵による食害、観光による産卵阻害等の多くの問題が存在する。一部の地域では養浜等の保護活動が実施されているが、その活動は世界各国に多くの産卵



図3. 通常まぐろ鈎(左)とサークルフック(右)

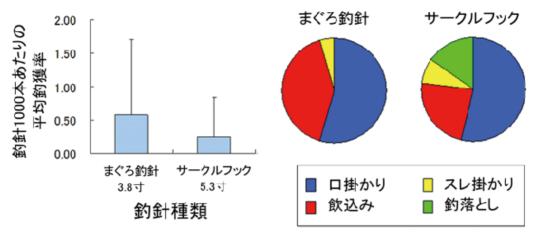


図4. 通常まぐろ鈎とサークルフックによるアカウミガメの混獲率(左)及び鈎掛かり位置の割合(右)

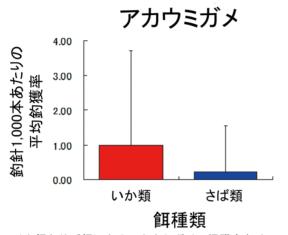


図5. イカ餌とサバ餌によるアカウミガメの混獲率 (Yokota *et al.*2009の図を改変)



図6. 海亀用鈎外し器具

左:海亀用釣鈎外し。ヤットコの先端に溝を付けたもので、その溝で鈎を挟んで外す。右:デフッカー。鈎の湾曲部を先端の円形部に通し、鈎の刺さっていない方向に押し込むようにして外す。

場をもつ海亀類にとって十分であるとは言えない。また、一部の地域では産卵個体や卵の捕獲が行われており、地域住民にとっての貴重な水産資源として利用されている。メキシコにおいては、1990年より海亀を対象とした漁業や採卵を禁止する等の海亀類の保護を実施し、ヒメウミガメの急増はその効果の現れであるとされている。世界的に海亀類にとって最適な産卵環境が減少している中、海岸の環境に関する定量的な情報は不足しているのが現状である。

海亀資源を保存管理するためには、遠洋漁業のみならず沿岸漁業や産卵場における人為的な影響等の沿岸周辺環境についても、包括的かつ継続的な調査の実施と適切な保存管理体制の構築が必要不可欠である。

執筆者

かつお・まぐろユニット 熱帯まぐろサブユニット 国際水産資源研究所かつお・まぐろ資源部まぐろ漁業資源グループ 岡本慶かつお・まぐろユニット 混獲生物サブユニット 国際水産資源研究所かつお・まぐろ資源部混獲生物グループ 越智大介

(NPO) エバーラスティング・ネイチャー 菅沼 弘行

参考文献

Abreu-Grobois, A., and Plotkin, P. (IUCN SSC Marine Turtle Specialist Group). 2008. *Lepidochelys olivacea*. The IUCN red list of threatened species 2008: e.T11534A3292503. Doi: 10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T11534A3292503.en

Alfaro-Shigueto, J., Mangel, J.C., Darquea, J., Donoso, M., Ba quero, A., Doherty, P.D., and Godley, B.J. 2018. Untangling the impacts of nets in the southeastern Pacific: Rapid asse ssment of marine turtle bycatch to set conservation priorit ies in small-scale fisheries. Fish. Res., 206: 185-192.

Avens, L., and Snover, M.L. 2013. Age and age estimation in sea turtles. *In* Wyneken, J., Lohman, K.J. and Musick, J.A. (eds.), The biology of sea turtles volume III. CRC Press, Boca Raton. 97-133 pp.

Avens, L., Taylor, J.C., Goshe, L., Jones, T., and Hastings, M. 2009. Use of skeletochronological analysis to estimate the age of leatherback sea turtles *Dermochelys coriacea* in the western North Atlantic. Endang. Species. Res., 8: 165-177.

Balazs, G.H., and Chaloupka, M. 2004. Spatial and temporal variability in somatic growth of green sea turtles (*Chelon*

- *ia mydas*) resident in the Hawaiian Archipelago. Mar. Biol., 145: 1043-1059.
- Bell, I., and Pike, D.A. 2012. Somatic growth rates of hawksb ill turtles *Eretmochelys imbricata* in a northern Great Barri er Reef foraging area. Mar. Ecol. Prog. Ser., 446: 275-283.
- Bevan, E., Wibbels, T., Najera, B.M.Z., Sarti, L., Martinez, F.I., Cuevas, J.M., Gallaway, B.J., Pena, L.J., and Burchfield, P.M. 2016. Estimating the historic size and current status of the Kemp's ridley sea turtle (*Lepidochelys kempii*) population. Ecosphere, 7(3): e01244. Doi: 10.1002/ecs2.1244
- Bjorndal, K.A. 2003. Roles of loggerhead sea turtles in mari ne ecosystems. *In* Bolten, A.B. and Witherington, B.E. (eds.), Loggerhead sea turtles. Smithsonian Books, Washington. 235-254 pp.
- Bjorndal, K.A., and Bolten, A.B. 1988a. Growth rates of imma ture green turtles, *Chelonia mydas*, on feeding grounds in the southern Bahamas. Copeia, 1988(3): 555-564.
- Bjorndal, K.A., and Bolten, A.B. 1988b. Growth rates of juveni le loggerheads, *Caretta caretta*, in the Southern Bahamas. J. Herpetol., 22(4): 480-482.
- Bjorndal, K.A., Parsons, J., Mustin, W., and Bolten, A.B. 2013. Threshold to maturity in a long-lived reptile: interactions of age, size, and growth. Mar. Biol., 160: 607-616.
- Bleakney, J.S. 1965. Report of marine turtles from New Engla nd and eastern Canada. Can. Field Nat., 79: 120-128.
- Bowen, B.W., Nelson, W.S., and Avise, J.C. 1993. A molecular phylogeny for marine turtles: Trait mapping, rate assessm ent and conservation relevance. Proc. Natl. Acad. Sci. USA., 90: 5574-5577.
- Braun-McNeill, J., Epperly, S.P., Avens, L., Snover, M.L., and Ta ylor, J.C. 2008. Growth rates of loggerhead sea turtles (*Car etta caretta*) from the Western North Atlantic. Herpetol. Co nserv. Biol., 3: 273-281.
- Briscoe, D.K., Parker, D.M., Bograd, S., Hazen, E., Scales, K., Ba lazs, G.H., Kurita, M., Saito, T., Okamoto, H., Rice, M., Polovi na, J.J., and Crowder, L.B. 2016. Multi-year tracking reveals extensive pelagic phase of juvenile loggerhead sea turtles in the North Pacific. Mov. Ecol., 4: 23.
- Casale, P. 2015a. *Caretta caretta* (Mediterranean subpopulati on). The IUCN red list of threatened species 2015: e.T8364 4804A83646294. Doi: 10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T8364 4804A83646294.en
- Casale, P. 2015b. *Caretta caretta* (North West Indian Oce an subpopulation). The IUCN red list of threatened spe cies 2015: e.T84127873A84127992. Doi: 10.2305/IUCN. UK.2015-4.RLTS.T84127873A84127992.en
- Casale, P. 2015c. *Caretta caretta* (North East Indian Oce an subpopulation). The IUCN red list of threatened spe cies 2015: e.T84126444A84126520. Doi: 10.2305/IUCN. UK.2015-4.RLTS.T84126444A84126520.en
- Casale, P., and Marco, A. 2015. Caretta caretta (North East At

- lantic subpopulation). The IUCN red list of threatened sp ecies 2015: e.T83776383A83776554. Doi: 10.2305/IUCN. UK.2015-4.RLTS.T83776383A83776554.en
- Casale, P., and Marcovaldi, M. 2015. *Caretta caretta* (South West Atlantic subpopulation). The IUCN red list of threate ned species 2015: e.T84191235A84191397. Doi: 10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T84191235A84191397.en
- Casale, P., and Margaritoulis, D. 2010. Sea Turtles in the Medi terranean: distribution, threats and conservation priorities. IUCN, Gland, Switzerland. 294 pp.
- Casale, P., and Matsuzawa, Y. 2015. *Caretta caretta* (North Pa cific subpopulation). The IUCN red list of threatened sp ecies 2015: e.T83652278A83652322. Doi: 10.2305/IUCN. UK.2015-4.RLTS.T83652278A83652322.en
- Casale, P., Riskas, K., Tucker, A.D., and Hamann, M. 2015. *Ca retta caretta* (South East Indian Ocean subpopulation). The IUCN red list of threatened species 2015: e.T8418961 7A84189662. Doi: 10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T8418961 7A84189662.en
- Ceriani, S.A., and Meylan, A.B. 2017. *Caretta caretta* (North West Atlantic subpopulation). (amended version publish ed in 2015) The IUCN red list of threatened species 2017: e.T84131194A119339029. Doi: 10.2305/IUCN.UK.2017-2. RLTS.T84131194A119339029.en
- Chaloupka, M., Bjorndal, K.A., Balazs, G.H., Bolten, A.B., Ehrha rt, I.M., Limpus, C.J., Suganuma, H., Troëng, S., and Yamag uchi, M. 2007. Encouraging outlook for recovery of a once severely exploited marine megaherbivore. Glob. Ecol. Biog eogr., 17: 297-304.
- Chapman, R., and Seminoff, J.A. 2016. Status of loggerhe ad turtles (*Caretta caretta*) within nations of the Inter-American Convention for the protection and conservation of sea turtles. Inter-American Convention for the Protecti on and Conservation of Sea Turtles (IAC), Technical Document CIT-CC13-2016-Tec.13. 46 pp.
- Dimitriadis, C., Fournari-Konstantinidou, I., Sourbes, L., Kou tsoubas, D., and Mazaris, A.D. 2018. Reduction of sea tur tle population recruitment caused by nightlight: Eviden ce from the Mediterranean region. Ocean Coast, Manage., 153: 108-115. Doi: 10.1016/j.ocecoaman.2017.12.013
- Duncan, E.M., Boterelli, L.R., Broderick, A.C., Galloway, T., Lind eque, P.K., Nuno, A., and Godley, B.J. 2017. A global review of marine turtle entanglement in anthropogenic debris: a baseline for further action. Endang. Species. Res., 34: 431-448. Doi: 10.3354/esr00865
- Eckert, K.L., Wallace, B.P., Frazier, J.G., Eckert, S.A., and Pritcha rd, P.C.H. 2012. Synopsis of the biological data on the leat herback sea turtle (*Dermochelys coriacea*). U.S. Departme nt of Interior, Fish and Wildlife Service, Biological Technic al Publication BTP-R4015-2012, Washington, D.C. 158 pp.
- Gago, P.T., Valverde, R., Orrego, C.M., Gutiérrez, L., Salazar, H.,

- Spotila, J., Romero, L., García, W., Ríos, A., Toruño, C., Espi noza, A., Sánchez, O., Orozco, J., Gutiérrez, W., Mairena, D., Rodríguez, M., and Urteaga, J. 2012. Establishment of arrib ada censusing methodology at olive ridley (*Lepidochelys olivacea*) Nicaraguan rookeries. In Jones, T.T. and Wallace, B.P. (comps.), Proceedings of the thirty-first annual sympo sium on sea turtle biology and conservation. NOAA Techni cal Memorandum NMFS-SEFSC-631. 219-220 pp.
- Hatase, H., Sato, K., Yamaguchi, M., Takahashi, K., and Tsuka moto, K. 2006. Individual variation in feeding habitat use by adult female green sea turtles (*Chelonia mydas*): are they obligately neritic herbivores? Oecologia, 149(1): 52-64
- Hatase, H., Takai, N., Matsuzawa, Y., Sakamoto, W., Omuta, K., Goto, K., Arai, N., and Fujiwara, T. 2002. Size-related differe nces in feeding habitat use of adult female loggerhead tu rtles *Caretta caretta* around Japan determined by stable is otope analysis and satellite telemetry. Mar. Ecol. Prog. Ser., 233: 273-281.
- Hawkes, L.A., McGowan, A., Broderick, A.C., Gore, S., Wheatl ey, D., White, J., Witt, M.J., and Godley, B.J. 2014. High rates of growth recorded for hawksbill sea turtles in Anegada, British Virgin Islands. Ecol. Evol. 4: 1255-1266.
- 石原 孝. 2012. 生活史一成長と生活場所. In 亀崎直樹(編), ウミガメの自然誌一産卵と回遊の生物学. 東京大学出版会,東京. 57-83 pp.
- 石原 孝・亀崎直樹・松沢慶将・石崎明日香. 2014. 漁業者への間き取り調査から見る日本の沿岸漁業とウミガメの関係. 野生生物と社会, 2(1): 23-35.
- Jensen, M.P., Allen, C.D., Eguchi, T., Bell, I.P., LaCasella, E.L., Hi lton, W.A., Hoff, C.A.M., and Dutton, P.H. 2018. Environme ntal warming and feminization of one of the largest sea tu rtle populations in the world. Curr. Biol., 28: 154-159. Doi: 10.1016/j.cub.2017.11.057
- Jones, T.T., Hastings, M.D., Bostrom, B.L., Pauly, D., and Jones, D.R. 2011. Growth of captive leatherback turtles, *Dermoc helys coriacea*, with inferences on growth in the wild: Imp lications for population decline and recovery. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 399: 84-92.
- Kaplan, I.C. 2005. A risk assessment for Pacific leatherback tu rtles (*Dermochelys coriacea*). Can. J. Fish. Aquat. Sci., 62(8): 1710-1719.
- Kondo, S., Morimoto, Y., Sato, T., and Suganuma, H. 2017. Fa ctors affecting the long-term population dynamics of gre en turtles (*Chelonia mydas*) in Ogasawara, Japan: Influen ce of natural and artificial production of hatchlings and ha rvest pressure. Chelon. Conserv. Biol., 16(1): 83-92.
- Kubis, S., Chaloupka, M., Ehrhart, L., and Bresette, M. 2009. Gr owth rates of juvenile green turtles *Chelonia mydas* from three ecologically distinct foraging habitats along the east central coast of Florida, USA. Mar. Ecol. Prog. Ser., 389:

- 257-269.
- León, Y.M., and Diez, C.E. 1999. Population structure of hawk sbill turtles on a foraging ground in the Dominican Republic. Chelonian Conserv. Biol., 3(2): 230-236.
- Limpus, C., and Casale, P. 2015. *Caretta caretta* (South Pacific subpopulation). The IUCN red list of threatened species 2015: e.T84156809A84156890. Doi: 10.2305/IUCN. UK.2015-4.RLTS.T84156809A84156890.en
- Limpus, C.J., Parmenter, C.J., and Chaloupka, M. 2013. Moni toring of coastal sea turtles: gap analysis. 5. Flatback turtl es, *Natator depressus*, in the Port Curtis and Port Alma reg ion. Report produced for the Ecosystem Research and Mo nitoring Program Advisory Panel as part of Gladstone Por ts Corporation's Ecosystem Research and Monitoring Program. 26 pp.
 - http://gpcl.com.au/EnvironmentDocuments/EHP Monitor ingofCoastalSeaTurtlesGapAnalysis5 Flatback%20 turtles. pdf (2017年12月21日)
- Lutcavage, M.E., Plotkin, P., Witherington, B., and Lutz, P.L. 1997. Human impacts on sea turtle survival. *In* Lutz, P.L. and Musick, J.A. (eds.), The biology of sea turtles. CRC Pre ss, Boca Raton, Florida. 387-409 pp.
- Marco, A., Abella, E., Liria-Loza, A., Martins, S., López, O., Jiménez-Bordón, S., Medina, M., Oujo, C., Gaona, P., Godl ey, B.J., and López-Jurado, L.F. 2012. Abundance and expl oitation of loggerhead turtles nesting in Boa Vista island, Cape Verde: the only substantial rookery in the eastern Atl antic. Anim. Conserv., 15: 351-360.
- Marquez-M., R. 1990. FAO species catalog. Vol. 11. Sea turtl es of the world. An annotated and illustrated catalogue of sea turtle species known to date. FAO Fisheries Synopsis. No. 125, Vol. 11. FAO, Rome. 81 pp.
- 松沢慶将(編). 2016. 日本ウミガメ誌 2016. 日本ウミガメ協議会, 大阪. 70 pp.
- Metcalfe, K., Agamboué, P.D., Augowet, E., Boussamba, F., Ca rdiec, F., Fay, J.M., Formia, A., Kema Kema, J.R., Kouerey, C., Koumba Mabert, B.D., Maxwell, S.M., Minton, G., Moungue ngui Mounguengui, G.A., Moussounda, C., Moukoumou, N., Churley Manfoumbi, J., Megne Nguema, A., Nzegoue, J., Pa rnell, R.J., du Plessis, P., Sounguet, G.P., Tilley, D., Verhage, S., Viljoen, W., White, L., Witt, M.J., and Godley, B.J. 2015. Goi ng the extra mile: ground-based monitoring of olive ridley turtles reveals Gabon hosts the largest rookery in the Atla ntic. Biol. Conserv., 190: 14-22.
- National Marine Fisheries Service and U.S. Fish and Wildlife Service. 2013a. Leatherback sea turtle (*Dermochelys coria cea*) 5-year review: Summary and evaluation. National Marine Fisheries Service, Silver Spring, Maryland and U.S. Fish and Wildlife Service Jacksonville, Florida. 89 pp.
- National Marine Fisheries Service and U.S. Fish and Wildlife Service. 2013b. Hawksbill sea turtle (*Eretmochelys imbrica*

- *ta*) 5-year review: Summary and evaluation. National Mari ne Fisheries Service, Silver Spring, Maryland, and U.S. Fish and Wildlife Service Jacksonville, Florida. 87 pp.
- Nel, R., and Casale, P. 2015. *Caretta caretta* (South West Indi an Ocean subpopulation). The IUCN red list of threatened species 2015: e.T84199475A84199755. Doi: 10.2305/IUCN. UK.2015-4.RLTS.T84199475A84199755.en
- Pendoley, K.L., Bell, C.D., McCracken, R., Ball, K.R., Sherborne, J., Oates, J.E., Becker, P., Vitenbergs, A., and Whittock, P.A. 2014. Reproductive biology of the flatback turtle *Natator depressus* in Western Australia. Endanger. Species Res., 23: 115-123.
- Petitet, R., Avens, L., Castilhos, J.C., Kinas, P.G., and Bugoni, L. 2015. Age and growth of olive ridley sea turtles *Lepido chelys olivacea* in the main Brazilian nesting ground. Mar. Ecol. Prog. Ser., 541: 205-218.
- Pritchard, P.C.H., Bacon, P., Berry, F., Carr, A., Fletemeyer, J., Gallagher, R., Hopkins, S., Lankford, R., Marquez-M., R., Og ren, L., Pringle, W. Jr., and Witham, R. 1983. Manual of sea turtle research and conservation. Techniques. Second Edit ion. *In* Bjorndal, K.A. and Balazs, G.H. (eds.), Center for environmental education. Washington D.C. 1-126 pp.
- Pritchard, P.C.H., and Trebbau, P. 1984. The turtle of Venezu ela. Society for the Study of Amphibians and Reptiles, Itha ca, New York, 414 pp.
- Rizkalla, C.E., and Savage, A. 2011. Impact of seawalls on log gerhead sea turtle (*Caretta caretta*) nesting and hatching success. J. Coastal Res., 27: 166-173.
- Schillinger, G.L., and Bailey, H. 2015. Movements and behavi or of adult and juvenile leatherback turtles. *In* Spotila, J.R. and Tomillo, P.S. (eds.), The leatherback turtle: biology and conservation. Johns Hopkins University Press, Maryland. 162-172 pp.
- Seminoff, J., and the Green Turtle Task Force. 2004. Green tur tle (*Chelonia mydas*), red list assessment. Marine Turtle Sp ecialist Group, the World Conservation Union (IUCN). 34 pp.
 - http://www.iucn-mtsg.org/red_list/cm/MTSG_Chelonia_mydas_Assessment_April-2004.pdf (2009年11月10日)
- Seminoff, J.A., Allen, C.D., Balazs, G.H., Dutton, P.H., Eguchi, T., Haas, H.L., Hargrove, S.A., Jensen, M.P., Klemm, D.L., Laurits en, A.M., MacPherson, S.L., Opay, P., Possardt, E.E., Pultz, S.L., Seney, E.E., Van Houtan, K.S., and Waples, R.S. 2015. Status review of the green turtle (*Chelonia mydas*) under the U.S. endangered species act. NOAA Technical Memorandum, NOAA-NMFS-SWFSC-539. 571 pp.
- Spotila, J.R. 2004. Sea turtles. The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London. 1-227 pp.
- Sutherland, R.W., and Sutherland, E.G. 2003. Status of the flat back turtle (*Natator depressus*) rookery on Crab Island, Au stralia, with notes on predation by crocodiles. Chelonian

- Conserv. Biol., 4: 612-619.
- Swingle, W.M., Warmolts, D.I., Keinath, J.A., and Musick, J.A. 1993. Exceptional growth rates of captive loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*. Zoo Biol., 12: 491-497.
- SWOT. 2012. The world's most (and least) threatened sea tur tles. SWOT report volume VII. 48 pp.
- Tiwari, M., Wallace, B.P., and Girondot, M. 2013a. *Dermoch elys coriacea* (Northwest Atlantic Ocean subpopulation). The IUCN red list of threatened species 2013: e.T4696782 7A46967830. Doi: 10.2305/IUCN.UK.2013-2.RLTS.T4696782 7A46967830.en
- Tiwari, M., Wallace, B.P., and Girondot, M. 2013b. *Dermoch elys coriacea* (Southwest Atlantic Ocean subpopulation). The IUCN red list of threatened species 2013: e.T4696783 8A46967842. Doi: 10.2305/IUCN.UK.2013-2.RLTS.T4696783 8A46967842.en
- Tiwari, M., Wallace, B.P., and Girondot, M. 2013c. *Dermochelys coriacea* (Southeast Atlantic Ocean subpopulation). The IUCN red list of threatened species 2013: e.T4696784 8A46967852. Doi: 10.2305/IUCN.UK.2013-2.RLTS.T4696784 8A46967852.en
- Tiwari, M., Wallace, B.P., and Girondot, M. 2013d. *Dermoc helys coriacea* (Northeast Indian Ocean subpopulation). The IUCN red list of threatened species 2013: e.T4696787 3A46967877. Doi: 10.2305/IUCN.UK.2013-2.RLTS.T4696787 3A46967877.en
- Tiwari, M., Wallace, B.P., and Girondot, M. 2013e. *Dermochelys coriacea* (West Pacific Ocean subpopulation). The IUCN red list of threatened species 2013: e.T4696781 7A46967821. Doi: 10.2305/IUCN.UK.2013-2.RLTS.T4696781 7A46967821.en
- Tomaszewicz, C.N.T., Seminoff, J.A., Avens, L., Goshe, L.R., Peckham, S.H., Rguez-Baron, J.M., Bickerman, K., and Kurle, C.M. 2015. Age and residency duration of loggerhead turtles at a North Pacific bycatch hotspot using skeletochronology. Biol. Conserv., 186: 134-142. Doi:10.1016/j.biocon.2015.03.015
- Valverde, R.A., Orrego, C.M., Tordoir, M.T., Gómez, F.M., Solís, D.S., Hernández, R.A., Gómez, G.B., Brenes, L.S., Baltodano, J.P., Fonseca, L.G., and Spotila, J.R. 2012. Olive ridley mass nesting ecology and egg harvest at Ostional Beach, Costa Rica. Chelonian Conserv. Biol., 11: 1-11.
- Wallace, B.P., Tiwari, M., and Girondot, M. 2013a. *Dermoch elys coriacea* (Southwest Indian Ocean subpopulation). The IUCN red list of threatened species 2013: e.T4696786 3A46967866. Doi: 10.2305/IUCN.UK.2013-2.RLTS.T4696786 3A46967866.en
- Wallace, B.P., Tiwari, M., and Girondot, M. 2013b. *Dermoc helys coriacea* (East Pacific Ocean subpopulation). The IUCN red list of threatened species 2013: e.T4696780 7A46967809. Doi: 10.2305/IUCN.UK.2013-2.RLTS.T4696780

7A46967809.en

- Weber, S.B., Weber, N., Ellick, J., Avery, A., Frauenstein, R., Go dley, B.J., and Broderick, A.C. 2014. Recovery of the South Atlantic's largest green turtle nesting population. Biodive rs. Conserv., 23(12): 3005-3018.
- Whiting, A.U., Thomsoni, A., Chaloupka, M., and Limpus, C.J. 2009. Seasonality, abundance and breeding biology of one of the largest populations of nesting flatback turtles, *Natator depressus*: Cape Domett, Western Australia. Aust. J. Zool., 56: 297-303.
- Witherington, B., Willson, A., Baldwin, R., Al-Kiyumi, A., Al Har th, S., Al Blooshi, A., and Possardt, E. (in press.) Comparison of recent and historical surveys of nesting by loggerhead turtles on beaches of Masirah island, Sultanate of Oman. Proceedings of the 35th Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation.
- Witt, M.J., Baert, B., Broderick, A.C., Formia, A., Fretey, J., Gib udi, A., Mounguengui, G.A.M., Moussounda, C., Ngouesso no, S., Parnell, R.J., Roumet, D., Sounguet, G., Verhage, B., Zogo, A., and Godley, B.J. 2009. Aerial surveying of the wor ld's largest leatherback turtle rookery: A more effective me thodology for large-scale monitoring. Biol. Conserv., 142: 1719-1727.
- Yokota, K., Kiyota, M., and Okamura, H. 2009. Effect of bait sp ecies and color on sea turtle bycatch and fish catch in a pe lagic longline fishery. Fish. Res., 97: 53-58.
- Zárate, P.M., Bjorndal, K.A., Seminoff, J.A., Dutton, P.H., and Bolten, A.B. 2015. Somatic growth rates of green turtles (*Chelonia mydas*) and hawksbills (*Eretmochelys imbricata*) in the Galápagos Islands. J. Herpetol., 49(4): 641-648.
- Zug, G.R., Wynn, A.H., and Ruckdeschel, C. 1986. Age determ ination of loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, by incremental growth marks in the skeleton. Smithsonian Contributions to Zoology No. 427. Smithsonian Institution Press, Washington. 34 pp.