

海亀類（総説）



はえ縄で混獲されたアカウミガメ

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息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、刺し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など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 imbricata*)、ケンブヒメウミガメ (*Lepidochelys kempii*)、ヒメウミガメ (*Lepidochelys olivacea*)、ヒラタウミガメ (*Natator depressus*) のウミガメ科 5 属 6 種とオサガメ (*Dermochelys coriacea*) 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 agassizii*) は、形態学的特徴から別種とすべきであるという意見 (Pritchard *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 (Tomaszewicz *et al.* 2015)、繁殖のために日本に戻ってくることが判明している (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 2 グループに分かれることが明らかになっている (Hatase *et al.* 2002)。アオウミガメは世界の熱帯域を中心に温帯域にまで広く分布し、日本では小笠原諸島と屋久島・種子島以南の島しょ域で産卵が行われている。本種の産卵場と索餌海域は、太平洋では小笠原諸島と本州沿岸、大西洋では英國領アセンション島とブラジル周辺海域など 1,000 km 以上離れていることもある。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をはじめとした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。ケンブ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により、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、成長とともに成長率が低くなる傾向にあるが、成熟前までの個体の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 (Bjorndal 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) やカリブ海英國領ヴァージン諸島のタイマイ (9.3 cm; Hawkes *et al.* 2014) のよう

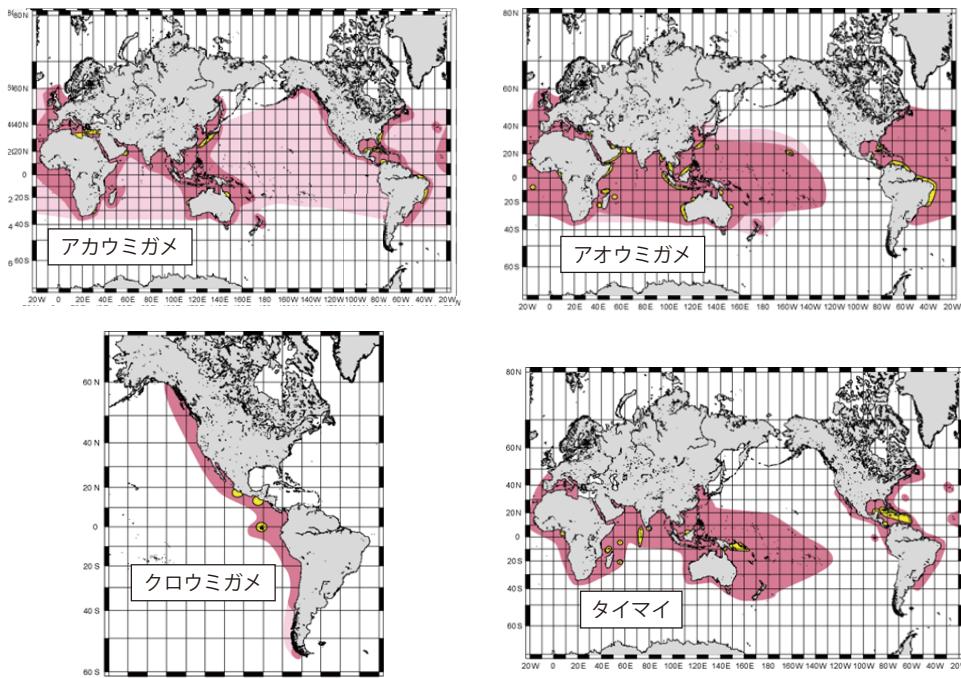


図 1. アカウミガメ、アオウミガメ、クロウミガメ及びタイマイの分布域（濃赤：確実な分布域、薄赤：推定分布域、黄：繁殖場）
(Marquez-M. 1990, Seminoff and the Green Turtle Task Force 2004, Spotila 2004)

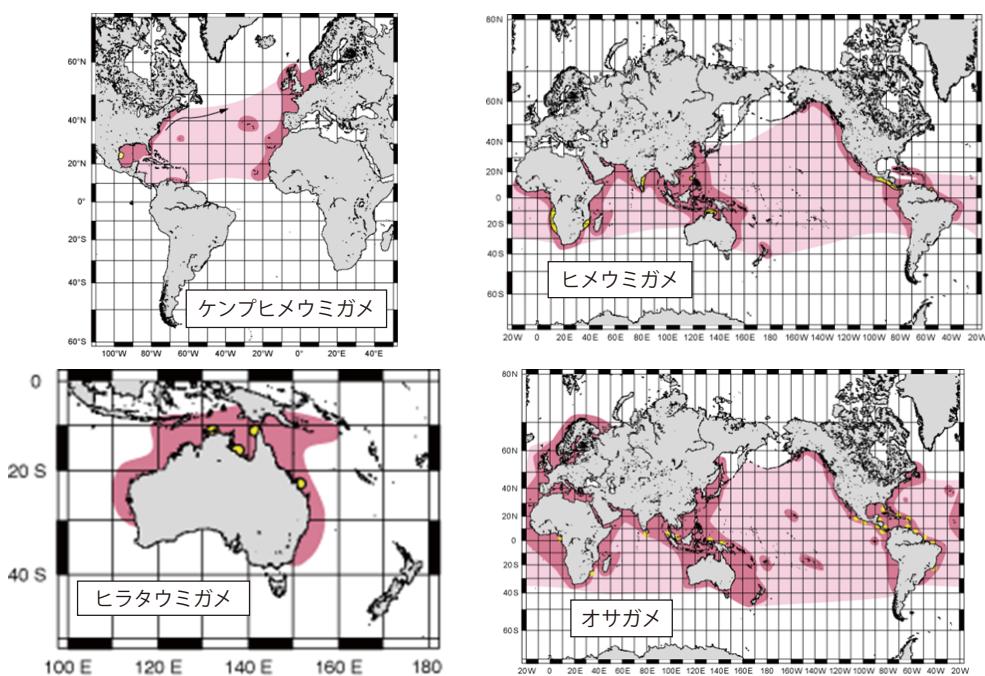


図 2. ケンブヒメウミガメ、ヒメウミガメ、ヒラタウミガメ及びオサガメの分布域（濃赤：確実な分布域、薄赤：推定分布域、黄：繁殖場）
(Marquez-M. 1990, Spotila 2004)

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、一般に上腕骨等に形成される輪紋が年齢を知る形質として有効とされている (Zug *et al.* 1986、Avens and Snover 2013)。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)。成長が早い飼育下では成熟も早い傾向にあり、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、ケンブ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ブヒメウミガメは雑食性が強く、甲殻類や貝類等を主に摂食する。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食する。ヒラタウミガメは、巻貝やナマコなどの軟体無脊椎動物を摂食する。タイマイは、かいめん食という独自の摂食生態を持つ。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食する。

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え縄漁による混獲ではないことが明らかになりました (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。最新の研究では、アフリカ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た (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。

アカウミガメにおいては、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 巢／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ダウニリストされた (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 巢以上の産卵があり、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 巢以上の産卵が記録されている (Chapman and Seminoff 2016)。北東大西洋個体群は 2007～2009 年に 12,028～19,950 巢／年 (Marco *et al.* 2012)、地中海個体群は年に 7,200 巢以上 (Casale and Margaritoulis 2010)、北西インド洋個体群は 2010～2014 年に 64,561 巢／年 (Witherington *et al.* in press) の産卵があったと推定されている。

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 476,550 個体以上まで増加したと推定されている (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 520,000 巢以上の産卵があったと推定されている (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、ガボンに大西洋最大の産卵地が発見され、2,370～9,814 巢／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) の個体群が健全と評価されている。

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グヌなど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、小笠原、オーストラリア、ハイチ及びメキシコ（クロウミガメ）において増加傾向にあることが明らかにされている（Seminoff *et al.* 2015）。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國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 23,724 巢／年の産卵があったと推定されている（Weber *et al.* 2014）。SWOT（2012）の評価では、本種の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）の各個体群が健全と評価されている。

タイマイは、かつてべつ甲材として大量に日本に輸入されたが、現在では海亀類全種がワシントン条約の附属書 I に掲載されることにより、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、ペルトリコやバルバドス、メキシコ、パナマなどで増加傾向を示している（National Marine Fisheries Service and U.S. Fish and Wildlife Service 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、セーシェルなど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など多くの場所で減少傾向を示している。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、3,600 ~ 6,100 個体、8,200 ~ 10,200 個体、10,200 ~ 12,800 個体と見積もられている（National Marine Fisheries Service 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）の各個体群は絶滅が危惧されており、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、英國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）の各個体群が健全と評価されている。

ケンブヒメウミガメは、ヒメウミガメと同様にアリバダをすることで知られ、かつては年間産卵数が 100,000 巢を超えるほど多く生息していたと見積もられているが、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 巢を超え直近 10 年で最多となっ

た。その後やや減少傾向を示しているようである（Bevan *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】

陸上で産卵を行う繁殖個体に対する影響として、沿岸域における定置網、まき網、刺し網、底びき網等による偶発的捕獲が報告されているが（石原ほか 2014）、詳細な捕獲数については不明である。外洋域における影響としては、種ごとの索餌回遊水域によって違いがみられ、オサガメ、アカウミガメ及びヒメウミガメは、はえ縄による影響が考えられる。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。沿岸漁業及び遠洋漁業による海亀資源に対する定量的な影響評価はまだ実施されていない。

【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、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存在する。発展途上国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がみられる。また、タヌキやキツネ等の動物による卵や孵化稚亀



図 3. 通常まぐろ鈎（左）とサークルフック（右）

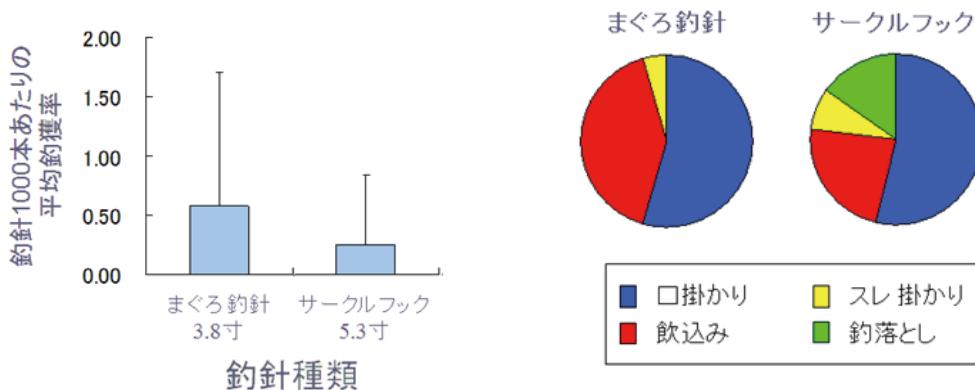


図 4. 通常まぐろ釣とサークルフックによるアカウミガメの混獲率（左）及び釣掛かり位置の割合（右）

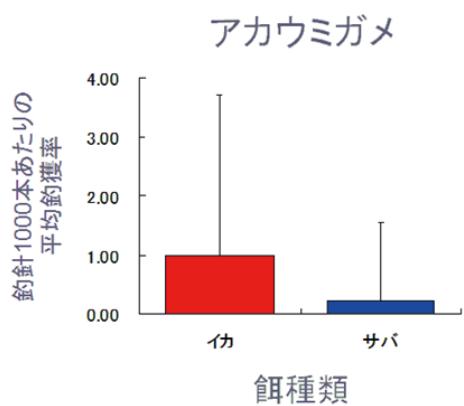
図 5. イカ餌とサバ餌によるアカウミガメの混獲率
(Yokota *et al.* 2009 の図を改変)

図 6. 海亀用釣外し器具

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。

【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釣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などを目的とした操業試験が実施されている。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け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、日本では海亀用釣外し器具の開発（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、刺し網など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、2008年に中西部太平洋まぐろ類委員会（WCPFC）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。

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

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

下位個体群／種		オサガメ			アカウミガメ			ヒメウミガメ		
大西洋	北西大西洋	軽度懸念 (LC)	増加	Tiwari <i>et al.</i> 2013a	軽度懸念 (LC)	増加	Ceriani and Meylan 2017	絶滅危惧II類 (VU)	減少	Abreu-Grobois and Plotkin 2008
	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 Marcowaldi 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	絶滅危惧II類 (VU)	減少	Abreu-Grobois and Plotkin 2008
	北東インド洋	情報不足 (DD)	不明	Tiwari <i>et al.</i> 2013d	絶滅危惧IA類 (CR)	不明	Casale 2015c			
	南西インド洋	絶滅危惧IA類 (CR)	減少	Wallace <i>et al.</i> 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 <i>et al.</i> 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 <i>et al.</i> 2013e						
	東太平洋	絶滅危惧IA類 (CR)	減少	Wallace <i>et al.</i> 2013b						

阻害など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など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。

現在、遠洋漁業による海亀類の偶発的捕獲に焦点が集中しがちだが、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も含めた産卵場周辺の環境についても、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

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

岡本 慶・大島 和浩

(NPO) エバラステイング・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. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T11534A3292503.en>. Downloaded on 18 October 2017.

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.

Balazs, G.H., and Chaloupka, M. 2004. Spatial and temporal variability in somatic growth of green sea turtles (*Chelonia mydas*) resident in the Hawaiian Archipelago. *Mar. Biol.*, 145: 1043-1059.

Bell, I., and Pike, D.A. 2012. Somatic growth rates of hawksbill turtles *Eretmochelys imbricata* in a northern Great Barrier 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. 10.1002/ecs2.1244

Bjorndal, K.A. 2003. Roles of loggerhead sea turtles in marine 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

- immature 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 juvenile 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 England 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 assessment and conservation relevance. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.*, 90: 5574-5577.
- Braun-McNeill, J., Epperly, S.P., Avens, L., Snover, M.L., and Taylor, J.C. 2008. Growth rates of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) from the Western North Atlantic. *Herpetol. Conserv. Biol.*, 3: 273-281.
- Briscoe, D.K., Parker, D.M., Bograd, S., Hazen, E., Scales, K., Balazs, G.H., Kurita, M., Saito, T., Okamoto, H., Rice, M., Polovina, 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 subpopulation). The IUCN red list of threatened species 2015: e.T83644804A83646294. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T83644804A83646294.en>. Downloaded on 18 October 2017.
- Casale, P. 2015b. *Caretta caretta* (North West Indian Ocean subpopulation). The IUCN red list of threatened species 2015: e.T84127873A84127992. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T84127873A84127992.en>. Downloaded on 18 October 2017.
- Casale, P. 2015c. *Caretta caretta* (North East Indian Ocean subpopulation). The IUCN red list of threatened species 2015: e.T84126444A84126520. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T84126444A84126520.en>. Downloaded on 18 October 2017.
- Casale, P., and Marco, A. 2015. *Caretta caretta* (North East Atlantic subpopulation). The IUCN red list of threatened species 2015: e.T83776383A83776554. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T83776383A83776554.en>. Downloaded on 18 October 2017.
- Casale, P., and Marcovaldi, M. 2015. *Caretta caretta* (South West Atlantic subpopulation). The IUCN red list of threatened species 2015: e.T84191235A84191397. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T84191235A84191397.en>. Downloaded on 18 October 2017.
- Casale, P., and Margaritoulis, D. 2010. Sea Turtles in the Mediterranean: distribution, threats and conservation priorities. IUCN, Gland, Switzerland. 294 pp.
- Casale, P., and Matsuzawa, Y. 2015. *Caretta caretta* (North Pacific subpopulation). The IUCN red list of threatened species 2015: e.T83652278A83652322. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T83652278A83652322.en>. Downloaded on 18 October 2017.
- Casale, P., Riskas, K., Tucker, A.D., and Hamann, M. 2015. *Caretta caretta* (South East Indian Ocean subpopulation). The IUCN red list of threatened species 2015: e.T84189617A84189662. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T84189617A84189662.en>. Downloaded on 18 October 2017.
- Ceriani, S.A., and Meylan, A.B. 2017. *Caretta caretta* (North West Atlantic subpopulation). (amended version published in 2015) The IUCN red list of threatened species 2017: e.T84131194A119339029. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-2.RLTS.T84131194A119339029.en>. Downloaded on 18 October 2017.
- Chapman, R., and Seminoff, J.A. 2016. Status of loggerhead turtles (*Caretta caretta*) within nations of the Inter-American Convention for the protection and conservation of sea turtles. Inter-American Convention for the Protection and Conservation of Sea Turtles (IAC), Technical Document CIT-CC13-2016-Tec.13. 46 pp.
- Eckert, K.L., Wallace, B.P., Frazier, J.G., Eckert, S.A., and Pritchard, P.C.H. 2012. Synopsis of the biological data on the leatherback sea turtle (*Dermochelys coriacea*). U.S. Department of Interior, Fish and Wildlife Service, Biological Technical 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., Espinoza, A., Sánchez, O., Orozco, J., Gutiérrez, W., Mairena, D., Rodríguez, M., and Urteaga, J. 2012. Establishment of arribada censusing methodology at olive ridley (*Lepidochelys olivacea*) Nicaraguan rookeries. In Jones, T.T. and Wallace, B.P. (comps.), Proceedings of the thirty-first annual symposium on sea turtle biology and conservation. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-631. 219-220 pp.
- Hatase, H., Takai, N., Matsuzawa, Y., Sakamoto, W., Omura, K., Goto, K., Arai, N., and Fujiwara, T. 2002. Size-related differences in feeding habitat use of adult female

- loggerhead turtles *Caretta caretta* around Japan determined by stable isotope analysis and satellite telemetry. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 233: 273-281.
- Hawkes, L.A., McGowan, A., Broderick, A.C., Gore, S., Wheatley, 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—成長と生活場所. In 亀崎直樹（編）, ウミガメの自然誌—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. 漁業者への聞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.
- Jones, T.T., Hastings, M.D., Bostrom, B.L., Pauly, D., and Jones, D.R. 2011. Growth of captive leatherback turtles, *Dermochelys coriacea*, with inferences on growth in the wild: Implications for population decline and recovery. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 399: 84-92.
- Kaplan, I.C. 2005. A risk assessment for Pacific leatherback turtles (*Dermochelys coriacea*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 62(8): 1710-1719.
- Kubis, S., Chaloupka, M., Ehrhart, L., and Bresette, M. 2009. Growth 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 hawksbill 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. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T84156809A84156890.en>. Downloaded on 18 October 2017.
- Limpus, C.J., Parmenter, C.J., and Chaloupka, M. 2013. Monitoring of coastal sea turtles: gap analysis. 5. Flatback turtles, *Natator depressus*, in the Port Curtis and Port Alma region. Report produced for the Ecosystem Research and Monitoring Program Advisory Panel as part of Gladstone Ports Corporation's Ecosystem Research and Monitoring Program. 26 pp. <http://gpcl.com.au/EnvironmentDocuments/EHP Monito ringofCoastalSeaTurtlesGapAnalysis5 Flatback%20 turtles.pdf> (2017 年 12 月 21 日)
- Marco, A., Abella, E., Liria-Loza, A., Martins, S., López, O., Jiménez-Bordón, S., Medina, M., Oujo, C., Gaona, P., Godley, B.J., and López-Jurado, L.F. 2012. Abundance and exploitation of loggerhead turtles nesting in Boa Vista island, Cape Verde: the only substantial rookery in the eastern Atlantic. *Anim. Conserv.*, 15: 351-360.
- Marquez-M., R. 1990. FAO species catalog. Vol. 11. Sea turtles 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., Cardiec, F., Fay, J.M., Formia, A., Kema Kema, J.R., Kouerey, C., Koumba Mabert, B.D., Maxwell, S.M., Minton, G., Mounguengui Mounguengui, G.A., Moussounda, C., Moukoumou, N., Churley Manfoumbi, J., Megne Nguema, A., Nzegoue, J., Parnell, R.J., du Plessis, P., Sounguet, G.P., Tilley, D., Verhage, S., Viljoen, W., White, L., Witt, M.J., and Godley, B.J. 2015. Going the extra mile: ground-based monitoring of olive ridley turtles reveals Gabon hosts the largest rookery in the Atlantic. *Biol. Conserv.*, 190: 14-22.
- National Marine Fisheries Service and U.S. Fish and Wildlife Service. 2013a. Leatherback sea turtle (*Dermochelys coriacea*) 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 imbricata*) 5-year review: Summary and evaluation. National Marine 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 Indian Ocean subpopulation). The IUCN red list of threatened species 2015: e.T84199475A84199755. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T84199475A84199755.en>. Downloaded on 18 October 2017.
- Pendoley, K.L., Bell, C.D., McCracken, R., Ball, K.R., Sherborne, J., Oates, J.E., Becker, P., Vitenbergs, A., and Whitlock, 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., Kinias, P.G., and Bugoni, L. 2015. Age and growth of olive ridley sea turtles *Lepidochelys olivacea* in the main Brazilian nesting ground. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 541: 205-218.
- Pritchard, P.C.H., Bacon, P., Berry, F., Carr, A., Flettemeyer, J., Gallagher, R., Hopkins, S., Lankford, R., Marquez-M., R., Ogren, L., Pringle, W. Jr., and Witham, R. 1983. Manual of sea turtle research and conservation. Techniques. Second Edition. 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 Venezuela. Society for the Study of Amphibians and

- Reptiles, Ithaca, New York. 414 pp.
- Schillinger, G.L., and Bailey, H. 2015. Movements and behavior 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 turtle (*Chelonia mydas*), red list assessment. Marine Turtle Specialist Group, the World Conservation Union (IUCN). 34 pp.
http://www.iucn-mtsg.org/red_list/cm/MTSG_Chelonia_mydas_Assessment_April-2004.pdf (10 November 2009)
- 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., Lauritsen, 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 flatback turtle (*Natator depressus*) rookery on Crab Island, Australia, 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 turtles. SWOT report volume VII. 48 pp.
- Tiwari, M., Wallace, B.P., and Girondot, M. 2013a. *Dermochelys coriacea* (Northwest Atlantic Ocean subpopulation). The IUCN red list of threatened species 2013: e.T46967827A46967830.
<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-2.RLTS.T46967827A46967830.en>. Downloaded on 18 October 2017.
- Tiwari, M., Wallace, B.P., and Girondot, M. 2013b. *Dermochelys coriacea* (Southwest Atlantic Ocean subpopulation). The IUCN red list of threatened species 2013: e.T46967838A46967842.
<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-2.RLTS.T46967838A46967842.en>. Downloaded on 18 October 2017.
- Tiwari, M., Wallace, B.P., and Girondot, M. 2013c. *Dermochelys coriacea* (Southeast Atlantic Ocean subpopulation). The IUCN red list of threatened species 2013: e.T46967848A46967852.
<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-2.RLTS.T46967848A46967852.en>. Downloaded on 18 October 2017.
- Tiwari, M., Wallace, B.P., and Girondot, M. 2013d. *Dermochelys coriacea* (Northeast Indian Ocean subpopulation). The IUCN red list of threatened species 2013: e.T46967873A46967877.
<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-2.RLTS.T46967873A46967877.en>. Downloaded on 18 October 2017.
- Tiwari, M., Wallace, B.P., and Girondot, M. 2013e. *Dermochelys coriacea* (West Pacific Ocean subpopulation). The IUCN red list of threatened species 2013: e.T46967817A46967821.
<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-2.RLTS.T46967817A46967821.en>. Downloaded on 18 October 2017.
- 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. *Dermochelys coriacea* (Southwest Indian Ocean subpopulation). The IUCN red list of threatened species 2013: e.T46967863A46967866.
<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-2.RLTS.T46967863A46967866.en>. Downloaded on 18 October 2017.
- Wallace, B.P., Tiwari, M., and Girondot, M. 2013b. *Dermochelys coriacea* (East Pacific Ocean subpopulation). The IUCN red list of threatened species 2013: e.T46967807A46967809.
<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-2.RLTS.T46967807A46967809.en>. Downloaded on 18 October 2017.
- Weber, S.B., Weber, N., Ellick, J., Avery, A., Frauenstein, R., Godley, B.J., and Broderick, A.C. 2014. Recovery of the South Atlantic's largest green turtle nesting population. *Biodivers. Conserv.*, 23(12): 3005-3018.
- Whiting, A.U., Thomson, 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 Harth, 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., Gibudi, A., Mounguengui, G.A.M., Moussouna, C., Nguessono, S., Parnell, R.J., Roumet, D., Sounguet, G., Verhage, B., Zogo, A., and Godley, B.J. 2009. Aerial surveying of the world's largest leatherback turtle rookery: A more effective methodology for large-scale monitoring. *Biol. Conserv.*, 142: 1719-1727.
- Yokota, K., Kiyota, M., and Okamura, H. 2009. Effect of bait species and color on sea turtle bycatch and fish catch in a pelagic 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 determination 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.