

ウミガメ保護に関する海岸工学的考察

大 冨 将 範*・大 牟 田 一 美**・西 隆 一 郎***

1. はじめに

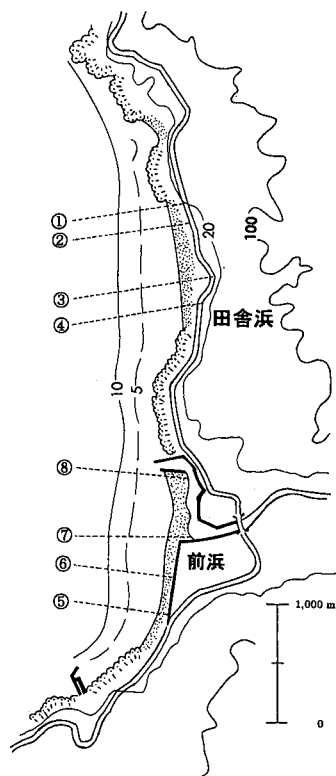
2000 年 4 月から施行された新海岸法は「美しく、安全で、いきいきした海岸を次世代へ継承するために」と銘打ち、「防護・利用・環境」の 3 つのテーマを大きな柱とした海岸管理を提唱している（社団法人全国海岸協会, 1999）。従前の海岸保全事業はこのうちの「防護」について重きを置いた感があったが、新海岸法では残り 2 つについても同等に保証せねばならない。従って、海岸保全を行う場合は、その浜に関する生態系への影響をも十分に考慮しなければならないわけである。

沖縄県沿岸域から九十九里海岸に至る太平洋岸で保全工事を行う場合、海岸生態系の重要な指標動物としてアカウミガメがいる。アカウミガメは環境省により絶滅危惧 II 種（絶滅のおそれが増大している種）に指定されている。また、日本は北太平洋海域におけるウミガメの重要な産卵地となっている。ところが我が国の多くの砂浜海岸は、従前の海岸法に倣って離岸堤や防潮堤などの海岸構造物が構築されているのが現状で、これらがアカウミガメ成体の上陸・産卵、および孵化幼体の帰海を阻害している（紀伊半島ウミガメ情報交換会, 1994）。また、海岸構造物の影響以前に、ウミガメの上陸・産卵する夜間に、海岸利用者を産卵海浜に導かないゾーニングがなされる海岸も見当たらない。新海岸法の環境保護の視点に立てば、当然ながらアカウミガメの絶滅を阻止するために、海岸管理者およびコンサルティング技術者が適切な知識を持ち、海岸保全だけでなく生態系保護も両立した管理計画を策定すべきである。そのために、熊本県天草町白鶴浜のエコ・コースト事業（熊本県, 1999）、宮崎県住吉・一葉海岸のカメに配慮した緩傾斜護岸（山崎・田水, 1992）などの対策が行われているはずであるが、日本全国の海岸でアカウミガメの絶滅を防ぐための実効例は皆無といえ、海岸保全工事のために北太平洋海域のウミガメが絶滅する可能性もある。そのために、海岸構造物がウミガメの生態（上陸・産卵・孵化）に及ぼす影

響と地元住民による海岸利用の影響を現地調査した。

2. 現 地 調 査

1999 年と 2000 年に屋久島の永田海岸（田舎浜と前浜、図一参照）で、ウミガメの産卵シーズン（4 月下旬～8 月上旬）に調査を行った。田舎浜はほぼ人工構造物のない自然海浜であるのに対して、前浜は南西側に護岸が設置され北東側には消波ブロックが投入されている人工海浜である。また、浜の北東半分（河口砂州域）は養浜されている。この二つの海浜での上陸・産卵率を比較し、海岸構造物がウミガメの生態にどのような影響を及ぼすかを考察した。また、両浜の地形測量や植生調査に基づいて高波浪時の遡上波が到達する領域の推定を行った。



図一 永田海岸（田舎浜と前浜）

* 鹿児島大学大学院理工学研究科

** 屋久島うみがめ館

*** 正会員 工博 鹿児島大学助教授 工学部海洋土木工学科

なお、GPS 測量により構造物位置などを調べた。

2.1 海岸地形調査

調査を行った永田海岸は鹿児島県屋久島の北東に位置している。田舎浜、前浜ともに平均粒径約 1.4 mm の花崗岩砂で構成されている。田舎浜は延長約 1 km のポケットビーチで後ろ浜に海浜植生が繁茂している。また、背後は県道 78 号に隣接しており、人が容易に浜に降りることができる。一方、前浜は延長約 1.1 km で、植生は浜の中央に一部を残すのみである。また、護岸の背後には防潮林が広がっているため、浜に通じる道は限定されている。前浜では、夜間、地元住民主催による有料のウミガメ観察会が行われているが、これがウミガメの上陸に影響を及ぼす可能性については未知であった。

田舎浜、前浜ともに海岸地形を把握するため、代表的な 4 測線ずつを選定し、縦断面形状を測量した (図-2 (a), (b))。地盤高の基準面に測量時の干潮面を用いた。

田舎浜の測線①および②は背後にリゾートホテルの石垣護岸があり、降雨時には背後の山地からの流水が海浜に流入し、小さな河道が形成される。測線①の汀線より 30~40 m の地点の凹地形はこの河道の蛇行流路を示している。また、規模は縮小するが晴天時であっても常時河道が形成されている。測線③は田舎浜の中でドライビーチ幅が最大で、ウミガメの産卵頻度が最も高い領域である。後ろ浜には海浜植生 (ネコノシタ、ハマエンドウなど) が広がり、台風時の高波浪による遡上波の進入が少ないことを示している。従って、遡上波により卵が窒息したり流失する可能性が低く、仔ガメの孵化率が高いものと推測される。しかし、海浜植生以外の背丈の大きな海岸樹林が少なく、夜間、道路からの車の照明が遮光されないために、光害の割合が大きい。測線④付近は後ろ浜に砂崖があり、高波浪時に侵食を受けたことが分かる。また、南西端に民宿が一軒あり、夜間は光害の影響が及ぶ可能性がある。

一方、前浜の測線⑤および⑥はドライビーチ幅が 10~20 m と狭く、背後に護岸が設置されている。特に測線⑥はドライビーチ幅が狭く比較的急勾配で、上陸が困難である。測線⑦は護岸と河口砂州浜浜の付け根にあたり、前浜の中でドライビーチ幅が最大で、後ろ浜に前浜唯一の植生が点在する。田舎浜の測線③同様、過去にこの領域に遡上波の進入が少ないことを示唆している。測線⑧は浜浜された河口砂州であるため、人工的な地盤形状になっており、40 m 位置より後ろの人工砂丘部での遡上が困難である。また、背後は永田川に面している。

2.2 ウミガメの生態調査

鹿児島県内全 96 市町村のうち約 60 市町村に砂浜があり、1999 年はそのうちの 37 市町村でウミガメの上陸が確認された。総上陸のべ頭数は 2,694 頭 (アオウミガメ

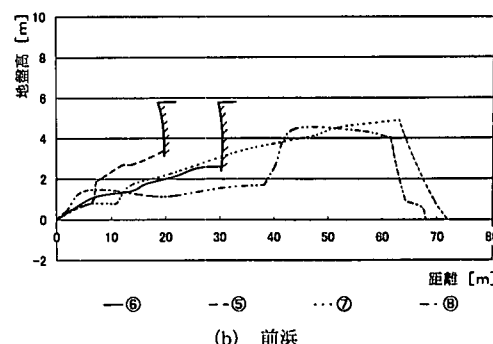
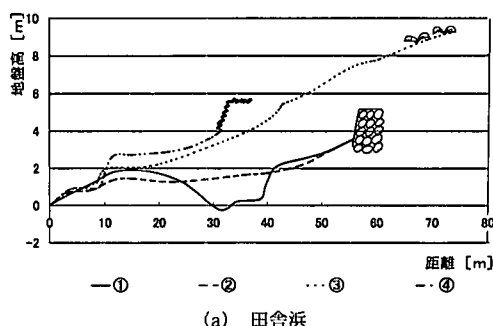


図-2 海浜縦断面図

61 頭を含む) であった (鹿児島県, 2000)。そのうち調査対象とした屋久島永田海岸に上陸した個体数は 1,103 頭 (アオウミガメ 15 頭を含む) で、これは県内の総上陸のべ頭数の 40.9% に相当する。また、屋久島はアオウミガメ産卵地のほぼ北限とされている。生態調査は、田舎浜・前浜の合計約 2.1 km の海岸線を、屋久島うみがめ館の調査員と分担して行った。

ウミガメの産卵は通常、夜間に行われるが、上陸時刻に特定のピークは観察されず、日没前後から明け方までほぼランダムに上陸してくるために、調査も同時間帯に渡って行った。産卵のために上陸したウミガメは非常に警戒心が強く、人 (外敵) の気配や特に光に対して敏感である。例えば、タバコの火程度であっても反応した。総じて、満月や雷の日には上陸数が減少する傾向が見られた。ほとんどの場合、これら光の影響 (光害) を受けたウミガメは産卵活動に入らず帰海してしまう。そのため調査時は必ず無灯火で後ろ浜を歩き、上陸を確認したら産卵活動に至るまで静かにその場で待機する。ただし、総じて光に敏感ではあるが、動きを伴わない暗い光 (月光や民家の照明など) に関しては比較的許容を示す。例えば、雷電の場合に比べ満月の場合の方が上陸頭数が多く、新月の場合でも、浜の一隅を照らす民家の外灯付近に上陸する場合もあった。

一度産卵行動に入るとほとんどの場合産卵を止めるこ

とがないため、この時点で甲長・甲巾、タグ（標識）ナンバー、産卵数、産卵地点、産卵に要した諸時間を記録した。タグナンバーを記録することにより、個体の産卵周期や上陸地点の推移などが考察できる。これにより、ウミガメは、一個体が2年もしくは3年周期で産卵のために上陸し、一シーズンに約18日間周期で3～4回（過去最高6回）産卵することが分かっている（大牟田, 1993；屋久島うみがめ館, 1999, 2000）。また、タグによって、産卵期以外に定置網などで再捕された記録により、回遊域や移動速度などを推測できる。これより、永田海岸に産卵を訪れる個体群は吹上浜や屋久島の他の砂浜（例えば、一奏や栗生）に上陸する個体群とは異なることが分かっており、各の浜における個体群は産卵に関してその浜に固着している。ゆえに、仮にある個体群の利用する浜が侵食などによって完全に消滅した場合、その個体群への影響が非常に大きいと考えられる。夜間の生態調査の再確認と不備や誤認を補うために、昼間に足跡調査を行い、すべてのウミガメの上陸・産卵頭数を産卵シーズン中を通して正確に把握した。

観察によると、浜に上陸したウミガメは産卵に適した箇所を目視で確認するわけではなく、ある一定の距離を上陸すると穴掘りを開始する。ゆえに植生域や締まりの緩い地盤の上であっても穴掘りを開始する場合があり、この場合穴掘りに失敗することもある。失敗した場合は場所を移動して、再度穴掘りを開始する。産卵巣は直径約20 cm、深さ約70 cm程度で、アカウミガメに限っては深さ1 mを超えることはない。穴掘りには約20～40分を要する。約80～140個を産卵するが、平均は120個で、大きい個体ほど産卵数も大きくなる。産卵に要する時間は15～20分である。産卵を終えると後肢を用いて産卵巣に砂をかぶせ、体重を利用して押し固め、次に前肢を用いて周辺を乱し産卵跡をカモフラージュする。個体によってはカモフラージュのみに40分以上を要し、帰海する場合もある。

2.3 ウミガメの戻り調査

自然海岸の田舎浜と海岸構造物の入った前浜に上陸したウミガメが、人為的要因以外に、どのような場合に産卵せずに帰海するか、戻りの原因調査を行った。

田舎浜の後ろ浜の海浜植生域で穴掘りを開始した個体は、植生の密な根に穴掘りを阻害され、産卵できなかった（写真—1）。植生が密なところでは前進を阻害され浜を蛇行したあとと帰海した個体もあった（写真—2）。また、図—2に示される降雨によって発達した河道に入水すると、流水の水温が産卵期の海水温のほぼ25℃より低いためこれに驚いたのか、産卵を諦め河道に沿って帰海してしまった。ただし、一部個体は河道を越えて上陸を続行することがある。両者の行動の違いは、個体の卵の腹持

ち状態によるのではないかと考えられる。

一方、前浜では護岸に接触、あるいは直前にこれを認識して回避し、帰海の大きな原因となっている。中には何度突き当たっても前進しようとする個体も多数いる（写真—3(a), (b)）。これらの写真から分かるように、ウミガメは進路を阻害された場合でも直ちに帰海するわけではなく、何度か前進を試みたあと、無理と分かると帰海してしまう。前述したように、一定の距離を進んだあと産卵行動に移るが、沿岸方向に長距離を進んだとしても、ほとんどの場合産卵行動には移らない。



写真—1 植生域での穴掘り（失敗跡）



写真—2 密な植生による前進の阻害



(a) 繰返衝突型の接触

(b) 平行移動型の接触

写真—3 護岸との接触

3. 戻りの原因

3.1 海岸構造物の影響

1999年における田舎浜と前浜の産卵率を表-1と表-2に示す。ウミガメが産卵せずに帰海してしまう要因は、人為的要因（例えば、浜での観光客の喫煙や、周辺道路の通行車両の光などを確認した場合）、人為的環境要因（上陸中に海岸構造物遭遇してしまった場合）、自然環境要因（密な植生に遭遇あるいは河道に進入）、自的要因（ウミガメ自身に後肢欠損など産卵に至れない理由がある場合）に大別できる。表-2中の直前回避とは、護岸に直接は接していないが、その直前（護岸より約1m以内）で明らかに護岸を認識して回避したと思われる個体を指す。

1999年に田舎浜に上陸したのべ個体数は600頭で、うち412頭が産卵を行ったので産卵率は68.7%であった。また、産卵せずに帰海した188頭のうち、光害を含む人為的要因によるものが63頭、ウミガメ自身によるもの（後肢欠損）が10頭であった。その他の要因（植生・河道）による戻りは115頭（19.2%）である。なお、上陸したものうち、人為的要因によって帰海する割合は10.5%と高く、浜が開けていて、ウミガメにとって浜外部からの光害を受けやすくなっていることを示唆している。一方、前浜の南西半分の護岸域（図-1の測線⑤～⑦間）に上陸したウミガメは、のべ個体数221頭である。うち113頭が産卵を行ったため、産卵率は51.1%であり、約半数の個体が産卵せずに帰海していることが分かる。人為的影響による帰海は田舎浜に比べて少ないものの、護岸に接触した個体数は181頭に上り、その割合は81.9%で、人為環境要因が卓越している。また、護岸に接触した個体181頭のみについては産卵率が54.7%である。しかし、護岸に接触しなかった個体40頭のうち、産卵に至ったものは14頭であり、産卵率は35%に過ぎないので、護岸に接触

した方が、接触しない場合より産卵率が高いことになり奇異である。しかし、実際はウミガメ個体によっては比較的遠方からであっても護岸の存在を認識して、接触する前に戻っている可能性がある。

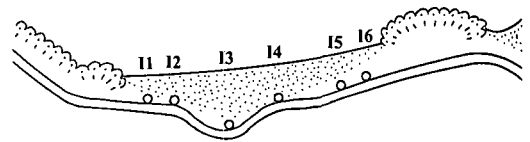
3.2 養浜砂の影響

ウミガメ保護を目的とした、侵食性の砂浜での養浜有効性については、ウミガメ保護に関し先進的な米国においていくつかの確認がなされている（Davisら、1999）。図-3に示す地点において前浜の天然砂（M1～M4）と養浜砂（M1'～M4'）をほぼ一定間隔でサンプリングし、粒度試験を行った（図-4(a), (b)）。また、河口砂州の養浜部の底質粒度分析も行った。I3での試料が比較的細かい以外はほぼ類似の粒度分布を示した。南西端部での養浜砂（M1', M2'）と河口砂州の養浜砂（M3', M4'）は、元々の砂浜の粒度より細かいものと粗いものが若干多めに含まれているが、これは河道および河口内で砂の採取を行ったためである。

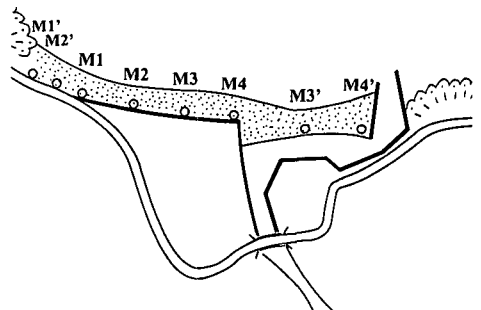
表-3に前浜の天然砂域と養浜砂域の産卵率を示す。前述したとおり、護岸域の産卵率は約52.2%であったが、河口砂州の養浜域ではこれより低い40.7%であった。養浜砂域の背後は永田川を隔てて集落となっており、集落からの光が影響する可能性がある。また、養浜域では産卵までに平均2.2回の巣穴掘り回数を要し、天然砂域の1.8回よりも多い。河口砂州養浜域の平均穴掘り回数が天然砂域よりも多いのは、養浜砂の中に礫などが混入し穴掘りの障害となっている可能性がある。

4. あとがき

現地調査により以下のことが分かった。



(a) 田舎浜



(b) 前浜

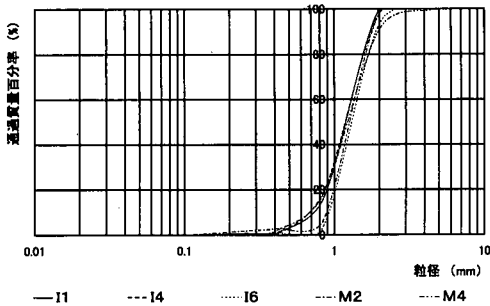
図-3 底質砂採取地点

表-1 田舎浜産卵率 (1999年)

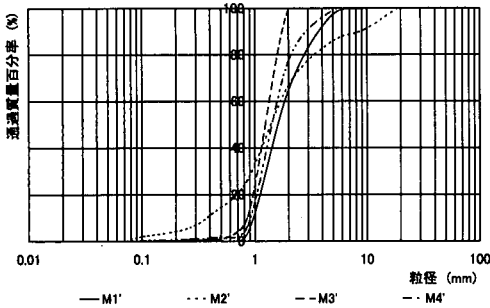
田舎浜	上陸頭数	産卵率	備考
産卵	412	68.7%	
戻り	600	31.3%	光・人為 63 後肢欠損 10

表-2 前浜（護岸域）産卵率 (1999年)

前浜	総頭数	防潮堤	産卵率	備考
産卵	211	非接触 14	51.1%	接触は直前回避32を含む
		接触 99		
戻り		非接触 26	48.9%	光・人為 12 後肢欠損 4
		接触 82		



(a) 田舎浜 (11, 14, 16)・前浜 (M2, M4) 天然砂



(b) 前浜の養浜砂

図-4 底質の粒径加積曲線

1) ほぼ自然海岸である田舎浜と、前浜の護岸前面地区での上陸・産卵データを比較し、人工海岸で産卵率が約2割低下しているので、海岸構造物がウミガメの戻りの大きな要因となっている。

2) 田舎浜の海浜と砂丘がよく発達している領域に上陸したカメは、満潮汀線より30m以上後ろまで到達して産卵を始めていることから、産卵にはこの程度、あるいはそれ以上の後浜幅があることが望ましい。

3) 産卵巣が約70cmの深さに達することから、緩傾斜護岸などの強固な基礎の上にウミガメ保護を目的として養浜する場合は、被覆厚1m以上が必要である。

4) 田舎浜では車輛の光害による戻りが多い。これは浜と隣接している県道78号を夜間に通行する車輛のラ

表-3 前浜 産卵率

前浜	護岸域 (天然砂)	河口砂州域 (養浜砂)
上陸頭数	228	182
産卵頭数	119	74
産卵率	52.2%	40.7%
穴掘回数	214	165
失敗回数	95	91
平均	1.80 回	2.23 回

イトによるものがほとんどであるため、遮光林の植栽などが必要であると考えられる。

なお、今後の課題として、ウミガメ上陸地点の特定化、浜の各地点での夜間入射光量の測定、また、光量と上陸・産卵率との関係などを調査する必要がある。

謝辞：本調査を行うにあたり、屋久島うみがめ館ウミガメ生態調査ボランティアの方々に調査のご協力を頂いた。末筆ながらここに記して深謝の意を表させていただきます。

参 考 文 献

- 大牟田一美 (1993): 屋久島ウミガメの足あと, 海洋工学研究所出版部, 237 p.
- 鹿児島県環境生活部環境保護課 (2000): ウミガメ, 10 p.
- 紀伊半島ウミガメ情報交換会・日本ウミガメ協議会共編 (1994): ウミガメは減っているか ～その保護と未来～, pp. 67-91.
- 熊本県環境生活部 (1999): 熊本県のアカウミガメ, pp. 24-25.
- (社)全国海岸協会(1999): (建設省, 農林水産省, 運輸省監修): 海岸保全基本方針, 22 p.
- 屋久島うみがめ館 (1999): 1999 年上陸・産卵調査表.
- 屋久島うみがめ館 (2000): 1999 年屋久島におけるウミガメ上陸・産卵調査報告書 (田舎浜・前浜).
- 山崎丈夫, 田水達之(1992): ウミガメの上がる海岸, 海岸, Vol. 32, No. 1, pp. 12-21.
- Davis, R. A., M. V. Fitz Gerald and J. Terry (1999): Turtle nesting on adjacent nourished beaches with different construction styles: Pinellas country, Florida. *Journal of Coastal Research*, 15-1, pp. 111-120.