

アカウミガメの産卵行動に及ぼす海岸構造物の影響評価

渡辺国広*・清野聡子**・宇多高明***

1. ま え が き

これまで、各種土木事業では安全性の確保と利便性の追求が優先されてきたが、近年では、環境意識の高まりにつれて、土木分野でもこのような認識や価値観に大きな変化が見られる。「土木事業＝自然破壊」という図式から、「土木事業＝自然環境創生」への転換である。こうした流れの中で、自然環境や生態系に配慮した土木事業、いわゆる「エコロジー土木」が全国各地で盛んに進められている。しかし失敗例も多く、いまだ発展途上にあると言える。そのため、これらの「エコロジー土木」について問題点を探ることは、今後の環境配慮型事業を進める上で重要である。このことから、本研究では、宮崎海岸において1987年から実施されたアカウミガメの産卵に配慮した海岸事業（山崎・田水、1992）を事例として、その目的達成の意味から、各種海岸施設の設置がアカウミガメの上陸・産卵行動に及ぼす影響を評価した。

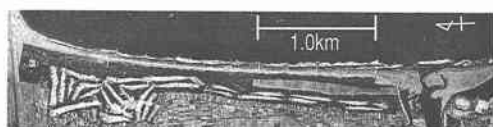
2. アカウミガメの生物学的特徴

対象生物はアカウミガメ (*Caretta caretta*) である。ウミガメ類は爬虫類カメ目潜頸亜目に分類され、2科5属9種が現生する。遊泳に適した体型を有し、前足はヒレ状の強力な遊泳器官となっている。陸棲のカメ類のように足と頭を甲羅の中に完全に引き込むことはできず、もっぱら海洋で生活し、基本的に産卵に訪れる雌しか上陸しない（豊橋市保健環境部環境対策課、1998）。中でも *Caretta caretta* は頭幅が甲幅に比べて大きく、全体にがっしりした形態を有する。大きさは成体甲長で約90 cm（内田、1982）である。

ウミガメ類の生態については不明な点が多く、中でも沖合や外洋における生態は明らかではない。最も知見が豊富なのは、観察機会の多い産卵時である。アカウミガメは、熱帯を中心として分布するウミガメ類の中でも、温帯を繁殖域に含む唯一の種である。その寿命は70～80年で、成熟するまでに20年かかると推測されている（紀



図一 調査区域地図



図二 松崎海岸空中写真（1994年）

伊半島ウミガメ情報交換会ら、1994）。日本での産卵時期は5月中旬から8月中旬で、8月中旬から9月が卵の孵化期である。

環境配慮型事業の例として宮崎市の海岸事業を選んだ理由は、この事業が環境配慮型事業土木事業の先駆的な存在であったこと、またアカウミガメの産卵行動について、宮崎野生動物研究会が1977年から継続的に調査を行っており、信頼性の高いデータが豊富にあることである。宮崎市近郊の海岸（以下、宮崎海岸と呼ぶ）は図一に示すように日向灘に面し外洋性波浪を直接受ける海岸であって、海岸線は南北方向に延びている。本研究の対象区域は、大淀川河口を中心とした全長約15.9 kmの区間のうち、海岸保全事業が行われている住吉、一ツ葉、松崎海岸である。

3. 宮崎海岸の海浜地形変化

国土地理院撮影の空中写真（1962～1995年）より海岸線変化を調べた。まず、松崎海岸では1966年までは直線状の自然海浜が続いていたが、侵食対策として突堤群の建設が進んだ。例えば、1994年の空中写真（図二）では、弓状の海岸線に沿って約250 m間隔で10基の突堤が建設されている。また、海岸の北半分においては緩傾斜護岸が海岸線背後に建設されている。

一ツ葉海岸も1966年までは自然海浜であったが、1971

* 東京大学大学院総合文化研究科広域システム科学科
** 正会員 農修 東京大学助手 大学院総合文化研究科広域システム科学科

*** 正会員 工博 建設省土木研究所河川部長

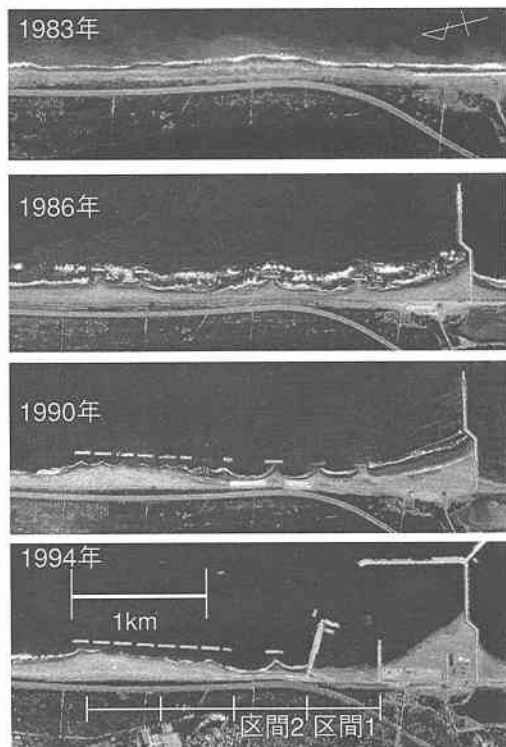


図-3 一ツ葉海岸空中写真 (1983, 1986, 1990, 1994)

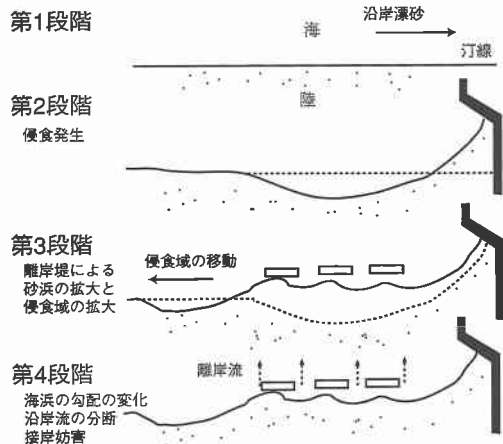


図-4 一ツ葉海岸変遷模式図

年になると海岸線背後に道路が建設された。図-3には空中写真を示すが、1986年には宮崎港の防波堤の建設が進むとともに離岸堤の設置が始まった。その後も離岸堤の建設は進み、防波堤付け根の波の遮蔽域での堆砂が進んだ。これらの離岸堤周辺における地形変化については、宇多 (1997) が深浅測量データから汀線の時間的・空間的变化について調べ、「密に並んだ離岸堤群の背後では、全体に宮崎港方向へと向いた沿岸漂砂が卓越すると同時

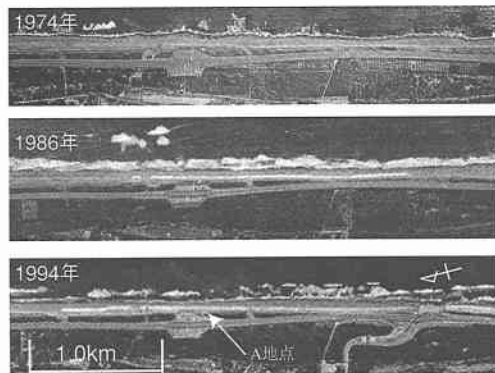


図-5 住吉海岸空中写真 (1974, 1986, 1994)

に、離岸堤による沿岸漂砂の阻止効果のために北側ほど離岸堤背後の舌状砂州の発達が明瞭となる。」とした。離岸堤の設置によって浜幅が増大しているのがわかる。また1990年には離岸堤群南側の海浜の汀線が大きく後退し、その対策として緩傾斜護岸が設置されているのも見て取れる。一連の変化は図-4に要約される。

1974年ではまだ海岸に構造物は設置されていない(第1段階)。1983年になると、南側に防波堤が設置されたことによって波の遮蔽域が形成され、防波堤北側の遮蔽域の外から内へ向かって土砂が移動した(第2段階)。そのため防波堤基部北側において土砂が堆積し、北側隣接海岸では侵食が発生した。そこで背後の有料道路と産卵地の砂浜を守るために離岸堤が設置された(第3段階)。その後離岸堤群の背後での堆砂と、沿岸流の分断が起きた(第4段階)。

図-5は住吉海岸の空中写真である。一ツ葉有料道路前面の砂浜幅が次第に減少したために、1982年度より海岸侵食事業が開始されたが、環境保全、景観、利用を考慮して緩傾斜護岸の設置が進められた。一方、宮崎県野生動物研究会によるアカウミガメの産卵調査では、1982年より上陸頭数に比べて戻り数が非常に多くなっており、緩傾斜護岸の施工がその原因の一つとして指摘された。そのため、アカウミガメの産卵が可能のように、のり面の一部を下げて砂だめを有する改良型緩傾斜護岸が1987年より施工された(山崎ら, 1992)。

4. アカウミガメの上陸数・産卵率の変化

宮崎野生動物研究会(1988, 1991, 1993, 1994, 1996)は、6月1日から7月31日にかけて5日ごとに車でこの海岸区域を巡回し、海浜に残された足跡数を数え、アカウミガメの産卵を調べている。

(1) 宮崎海岸全体でのアカウミガメの上陸数

宮崎海岸全体での上陸数と産卵率の経年変化を図-6に示す。ここに産卵率とは、産卵巣の数を産卵数として、

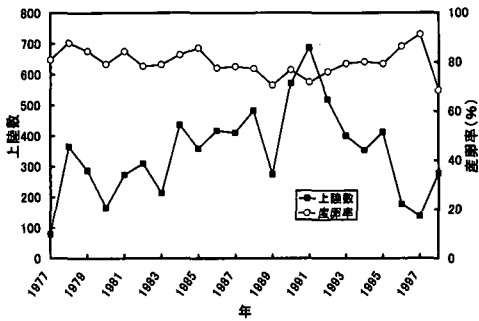


図-6 宮崎海岸全体での上陸数・産卵率の経年変化

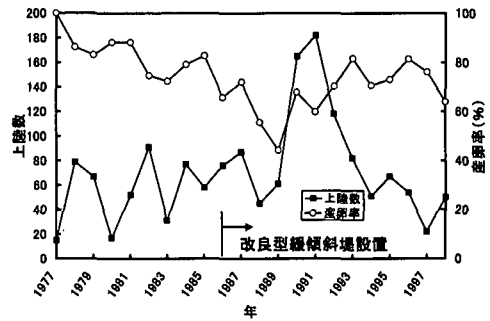


図-9 住吉海岸における上陸数・産卵数・産卵率の経年変化

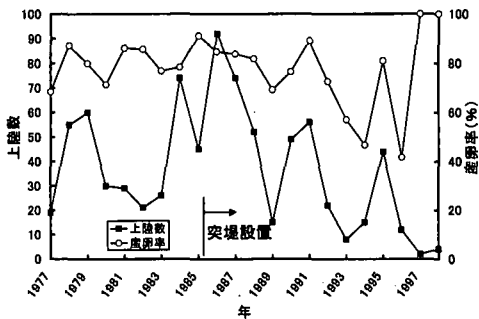


図-7 松崎海岸における上陸数・産卵率

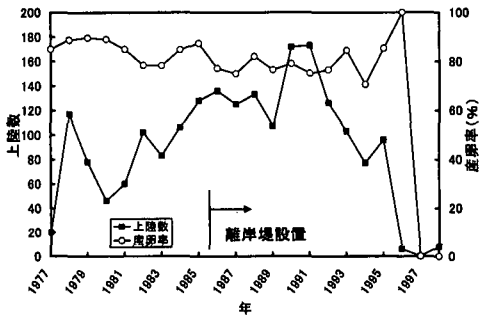


図-8 一ツ葉海岸における上陸数・産卵率の経年変化

(2) 個別海岸でのアカウミガメの上陸数

松崎海岸における上陸数の推移を図-7に示す。宮崎海岸全体では上陸数のピークが1991年頃であったのに対して、松崎海岸では1986年にピークを見せたあと減少傾向に転じた。産卵率については1988年までは65%付近で安定しているもののそれ以降はばらつきが大きい。同様に、図-8は一ツ葉海岸におけるウミガメ上陸数の推移である。1989年までは上陸数が増加傾向にあり、増加率は他の海岸と比べて高い。1990、1991年に高い値を示しているが、1992年以降急激にし、1997年には上陸数が0までになった。産卵率は1997年以前は安定していた。

図-9は住吉海岸におけるウミガメ上陸数の推移である。ここでも1989年までの緩い増加傾向と、1990年の急増傾向が見られる。しかし、この海岸の場合、急増状態は持続せず、3年後の1994年には激減して元の水準に戻り、それ以降はさらに低い水準で減少傾向を見せている。産卵率は調査開始時から低下傾向を見せ、1986～1992年にかけて最大の落ち込みを示したが、1993年以降では約75%でほぼ安定している。

5. 考 察

各海岸において海岸保全事業がアカウミガメの上陸・産卵数に及ぼした影響について考察する。まず、松崎海岸における1986年以降の上陸数の減少傾向については、突堤が設置された時期と上陸数が減少傾向に転じている時期とが非常に近いことから、突堤の影響も考えられる。突堤の設置によって海浜は小規模なポケットビーチに分割され、海浜の安定化は進んだが、沿岸流が分断され、それぞれの突堤基部から離岸流が発生するようになったと考えられる。しかし岸沖方向への投影面積が小さいので、突堤自体による接岸妨害は少ないと考えられるが、沿岸流の分断はアカウミガメの産卵に対しては負の影響を与えると考えられる。

一ツ葉海岸においては、1986年以降離岸堤が設置さ

総上陸数に対する産卵数の割合を百分率で表したものである。1シーズン中に同じ浜に複数回上陸するアカウミガメも多いが、ここでは個体の区別を付けずに計測しているため、データは延べの上陸数である。調査開始から1991年にかけては変動があるものの、全体として上陸数は増加傾向にあった。しかし1991年をピークに急激な減少傾向を示す。一方、産卵率は調査開始から1990年にかけて、緩やかではあるが減少傾向にあったが、1990年以降については上昇に転じ、1996、1997年については調査開始時以上の水準にまで増加したが、1996年には急激に低下している。

れ、その効果によって砂浜幅は増加した。このことはウミガメの産卵にとっては望ましいものであった。しかし1990年において上陸数の増加が他の海岸と比較して低いことから、この海岸は他の海岸に比べてウミガメが上陸にくい海岸になったと考えられる。このことをさらに詳しく考察する。

宮崎野生動物研究会 (1988) の求めた、一ツ葉海岸における500 m 区間ごとのウミガメ上陸数 (図-10) を基に、500 m 区間を南側から順に区間1, 2, … (図-3) と呼び、各区間の上陸数の違い、および1986年設置の離岸堤の建設以前・以後における上陸数の違いについて分散分析を行った。各区間の上陸数を1986年以前と1987年以降に分け、例えば、1982年の区域1における上陸率などのように、各年の観測値を1個のデータとみなし、これを繰り返し有りの2元配置分散分析にかけた。解析データは、1986年以前は1982～1986年の5年分、1987年

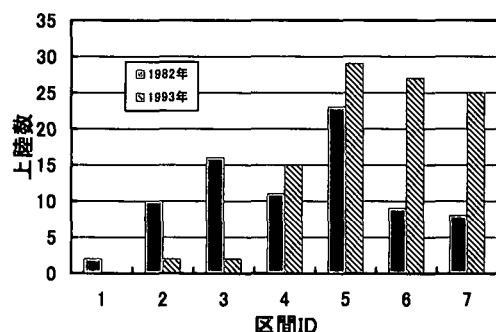


図-10 一ツ葉海岸における500 m 毎の上陸数

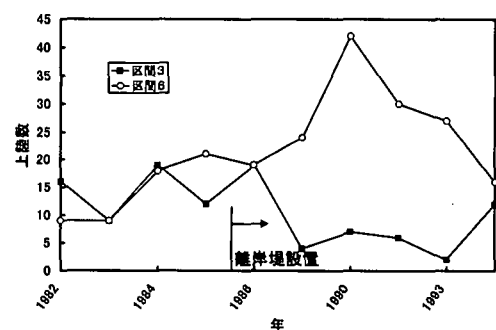


図-11 各区域毎の上陸数の経年変化

表-1 一ツ葉海岸における上陸数の分散分析表

要因	平方和	自由度	平均平方	F値
年 (A)	$S_A=120.417$	1	$V_A=120.417$	$F_A=3.132$
区域 (B)	$S_B=2541.283$	5	$V_B=508.257$	$F_B=13.219^{**}$
交互作用 (A×B)	$S_{A \times B}=5216.183$	5	$V_{A \times B}=1043.237$	$F_{A \times B}=3.687^{**}$
誤差	$S_e=1845.600$	48	$V_e=38.450$	

以降は1987, 1990, 1992, 1993, 1995年の5年分であり、各条件について5回の繰り返し実験が行われたとみなす。配置は、因子A: 年変動(1986年以前と1987年以降の違い)、因子B: 区間変動(場所による上陸数の違い)である。

分散分析結果を表-1に示す。1986年以前と1987年以降の違い(因子A)については有意な差は見られない($F=3.132$, $p=0.0831$)が、区間による差(因子B)については1%水準で有意な差が見られた($F=13.219$, $p<0.0001$)。また年と区間の間では交互作用が有意水準5%で存在する($F=3.687$, $p=0.0066$)。区域ごとの上陸数の変動を示したのが図-11である。特に、区間3と区間6の間で明らかに交互作用があるのが見て取れる。区間2～4では沖合に離岸堤が設置されているが、区間5～7では未設置であることを考慮すると、区間3と区間6の間では離岸堤の設置が上陸数に影響を及ぼしたと考えられる。

離岸堤設置に伴うウミガメ上陸数の減少には、次の原因が考えられる。図-12のように、離岸堤設置によって沿岸流系が分断され、離岸堤の設置前には碎波帯幅の3～4倍間隔で発生していた離岸流が、離岸堤設置後は離岸堤開口部に発生位置が固定される。そしてウミガメが離岸堤背後の浜に接岸するための唯一のルートである開口部において強い離岸流が発生する。このことは、ウミガメの上陸に対して負の影響を及ぼすと考えられる。また、開口部背後の海浜では一般に勾配が急になるが、鎌田 (1994) は汀線付近の急勾配化がウミガメの上陸を阻害しているとした。また北側隣接海岸においては防波堤による波の遮蔽域方向への沿岸漂砂移動によって汀線が後退し、浜幅が減少するが、大須賀 (1998) が述べたように、このような砂浜幅の減少もウミガメの上陸に対して負の影響を与えられられる。以上から、この海岸でアカウミガメの産卵に影響すると考えられる事項は、①離岸堤自体によるウミガメの接岸妨害、②沿岸流系の分断、③離岸堤開口部背後の海浜の急勾配化、④隣接海

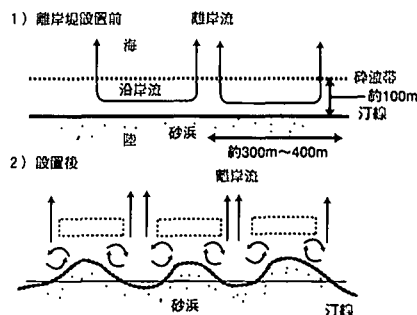
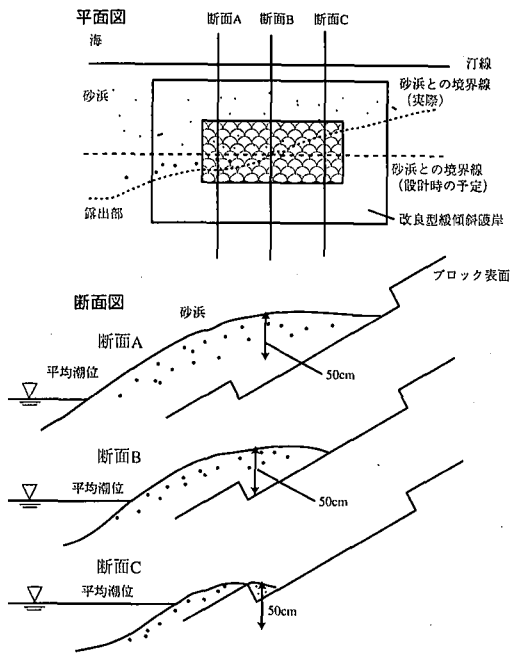


図-12 離岸堤による沿岸流の変化



図一13 改良型緩傾斜護岸における砂浜と護岸堤斜面との境界線の変化

岸における侵食，が考えられる。また，1997年については上陸数が0を記録するまでになっているが，これは海岸侵食により護岸前面の砂浜が消失し，車による調査ができなくなったことによる。

住吉海岸では，産卵率が1986～1992年に最大の落ち込みを示したことを考えると，産卵率を増加させる目的で1987年に設置された改良型緩傾斜護岸の効果はほとんどなかったと考えられる。筆者による1999年5月の現地調査の結果も加味して検討すると，この付近の海岸は緩傾斜護岸で覆われているが，所々にはカメの産卵に配慮した改良型緩傾斜護岸も見られた。そこで，護岸プロッ

クが凹状となっている部分の上部境界から約1m前方の砂浜を掘削すると，約7cmでブロックに突き当たった。本来，ウミガメの産卵には約50cmは必要なので，明らかに産卵には適さない。図一5中のA地点にも改良型緩傾斜護岸が設置されているが堆砂量が少ない。この現象は図一13に示すように，漂砂移動に伴って砂浜は絶えず変動し，砂浜と護岸斜面との境界線は一定位置に保たれる訳ではないことが原因と考えられる。つまり，断面の設計にとらわれ過ぎ，3次元的海浜変形に対する理解が不十分であったことが原因と考えられる。

謝辞：本研究に当たり，宮崎野生動物研究会の中島義人氏，屋久島ウミガメ研究会の方々には調査に協力していただいた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 宇多高明 (1997): 日本の海岸侵食，山海堂，442 p.
- 内田 至 (1982): 海ガメ学入門II，海洋と生物，Vol. 23, No. 4, pp. 402-410.
- 大須賀哲夫 (1998): アカウミガメが来る瀨美半島表浜海岸，海岸，第38巻，第1号，pp. 11-19.
- 鎌田 武 (1994): 蒲生田海岸のウミガメ情報，日本のウミガメの産卵地，日本ウミガメ協議会，pp. 59-65.
- 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.
- 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～，紀伊半島ウミガメ情報交換会，117 p.
- 豊橋市保健環境部環境対策課編 (1998): 豊橋市アカウミガメ実態調査報告書，豊橋市保健環境部環境対策課，83 p.
- 宮崎野生動物研究会 (1977): Mammalia，宮崎野生動物研究会，51 p.
- 宮崎野生動物研究会 (1988, 1991, 1993, 1994, 1996): 各年度宮崎県指定天然記念物アカウミガメ調査報告書，宮崎野生動物研究会。