

ウミガメ産卵地の人為改変パターンの類型化と 配慮すべき事項

CLASSIFICATION OF ARTIFICIAL CHANGE PATTERN OF SPAWNING SITE OF LOGGERHEAD TURTLE *CARETTA CARETTA* AND SOME CONSIDERATIONS

渡辺国広¹・清野聡子²・宇多高明³

Kunihiro WATANABE, Satoquo SEINO and Takaaki UDA

¹学生会員 東京大学大学院農学生命科学研究科 海洋研究所行動生態計測分野
(〒164-8639 東京都中野区南台1-15-1)

²正会員 農修 東京大学大学院総合文化研究科広域システム科学科
(〒153-8902 東京都目黒区駒場3-8-1)

³正会員 工博 国土交通省国土技術政策総合研究所研究総務官(〒305-0804 茨城県つくば市旭1)

Human-induced alterations were investigated at sixty sea turtle nesting sites based on field surveys. Alterations were classified into 6 types due to the effects to the nesting behavior of loggerhead turtle *Caretta caretta*. The 63% of the nesting sites are suffering from decrease of nesting areas caused by construction of seawall, beach erosion and excess usage of back-shore. In order to monitor and restore sandy beaches, cooperation between amateur turtle surveyors and coastal engineers is required.

Key Words : Loggerhead turtle, field observation, coastal structures

1. はじめに

堤防や離岸堤などの海岸保全施設の建設がアカウミガメ(以下ウミガメと略記)の産卵行動へ及ぼす影響が問題になっているが、その影響の科学的な評価は十分でない。ウミガメは砂浜の象徴種として注目されることが多く、日本国内の多くの産卵地においてボランティアによる調査活動が活発に行われ、蓄積されたデータ量自体は非常に多い。しかし、構造物設置などの海浜における人為改変がウミガメの産

卵行動に対して及ぼす影響の議論を試みようとした場合、議論に必要な種類、形式のデータは非常に少ない。これは、実際には産卵地ごとに異なる様々な種類の人為改変が行われているにもかかわらず、従来はそれらを「人為改変」という名のもとに全て同列に扱い、論じてきたことが原因と考えられる。当然のことながら人為改変の種類によって議論の際に必要なデータは異なる。そこで本研究では、海岸における人為改変のパターンをウミガメの産卵行動への影響という視点から整理し、考慮すべき事項を明らかにする。

2. 研究方法

2000年4月～2001年11月にかけて日本のウミガメ産卵地である10県約60箇所(図-1)の海浜現地踏査を実施し、海岸構造物の設置状況とウミガメ産卵地としての環境を調査した。踏査結果をもとに、人為改変のパターン分けを行い、それぞれの海岸についていずれのパターンの人為改変が発生しているかを全ての海岸について決定した。また、代表地域については人為改変前後の空中写真(国土地理院刊行)の比較を

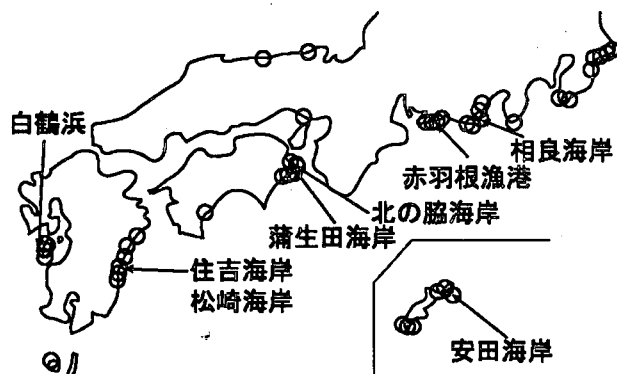


図-1 現地踏査を実施した海岸の位置

行った。さらに、人為改変がウミガメの産卵行動に及ぼす影響について、徳島県蒲生田海岸において現地調査を行い、詳細データを得た。

3. 結果と考察

海岸部における人為改変のパターンを分類する際、まず海浜における一連の産卵行動の中でどの局面において影響が生じるかを基準に分類した。具体的に産卵行動は、①上陸、②産卵、③孵化の3局面に分けられる。さらにこれらを原因によって細かく分類した。ウミガメの産卵行動に影響を与える要因としては、光や騒音など多くあるが、それらを含めるとあまりに影響要因が多くなりすぎるため、ここでは構造物設置などのハード面での人為改変に限定する。これまで各産卵地のウミガメ調査者によっておこなわれてきた海浜地形変化の記述は定性的・感覚的なものが多く、具体的な数値をもって議論した例が非常に乏しかったことから、その中でも特に海浜地形変化に着目する。

人為改変は次の6パターンに分類できた。

- (a) 上陸過程での障害
 - a-1: 上陸経路消失
 - a-2: 海浜流の変化
- (b) 産卵空間の消失
 - b-1: 産卵空間の埋め立て
 - b-2: 陸の利用空間の拡大
 - b-3: 侵食による消失
- (c) 孵化環境の悪化
 - c-1: 海浜材料の変化

ここで、「陸の利用空間の拡大」とは保安林などの境界線が海側に前進し、陸側から海浜幅が狭められることを指し、「侵食による消失」とは汀線の後退により、海側から産卵空間である砂浜が狭められることを指す。「産卵空間の埋め立て」は原海岸線よりも海側に堤防や駐車場などの施設が造られた場合を意味する。

分類された事項の間にはそれぞれ因果関係のあるものも多いが、ここではその問題が発生するプロセスの解明を目的とせず、各海浜での状態量の違いを明らかにすることを目的とするので、因果関係が存在しても別個のものとして取り扱う。以下では現地踏査を行った海岸の中でも特徴的な数例(図-1)をあげて議論を行う。

(1) 上陸経路の消失: a-1

産卵地の前面海域に離岸堤などの構造物が設置され、ウミガメが海から陸へ上陸する経路が遮断されたケースである。図-2は沖縄県安田(あだ)海岸の空中写真である。見やすくするために、離岸堤の位置を白線で示してある。この海岸の場合、1基約70mの離岸堤6基が海浜のほぼ全域を覆うように設置され、その開口部も約20~30mと非常に狭い。そのため、離岸堤によってウミガメの上陸経路は大きく制限され

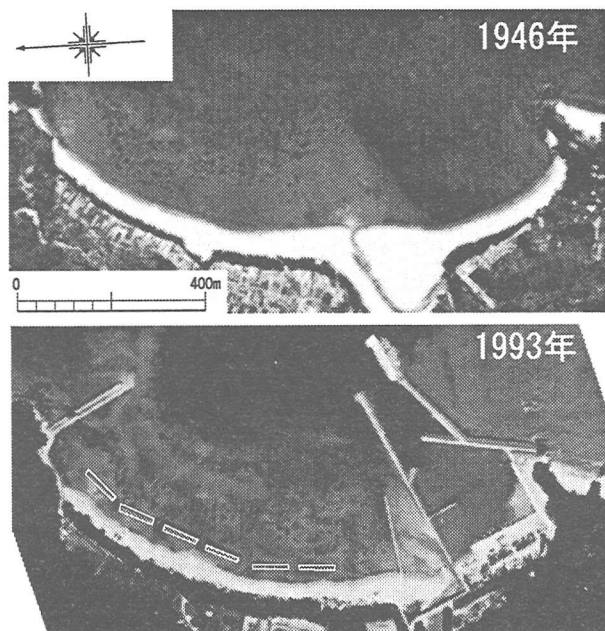


図-2 沖縄県安田海岸の空中写真

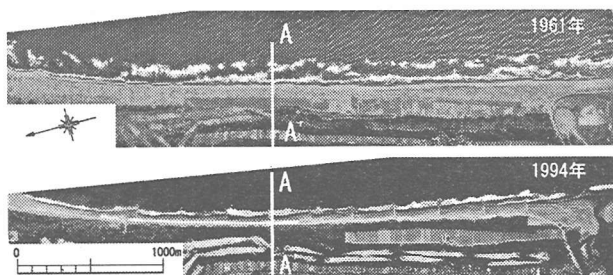


図-3 宮崎県松崎海岸の空中写真

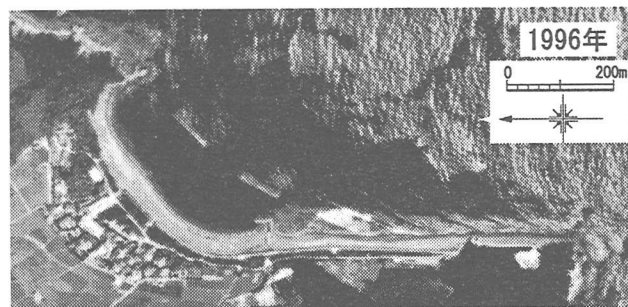


図-4 徳島県蒲生田海岸の空中写真

ていると考えられる。現地住民へのヒアリングでは、離岸堤設置前にはウミガメの上陸が観察されていたが、最近では上陸がみられず、隣の海浜で上陸するようになっていたとの情報が得られたが、これがこれまで安田海岸へ上陸していた個体によるものかどうかはわからない。宮崎県一ツ葉海岸でも同様に、離岸堤群背後への上陸頭数が減少し、隣接する離岸堤が設置されていない海浜への上陸が増加していた^{1), 2)}。

(2) 海浜流の変化: a-2

宮崎県松崎海岸は宮崎空港の南に位置し、やや南向きの沿岸漂砂が卓越している。図-3に示すように、約200m間隔で突堤群が設置されている。この場合、

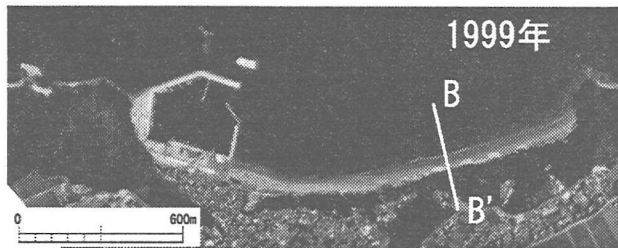
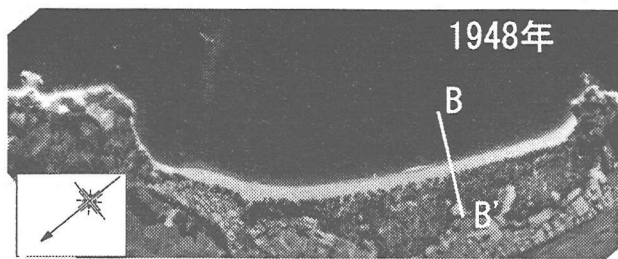


図-5 徳島県北の脇海岸の空中写真

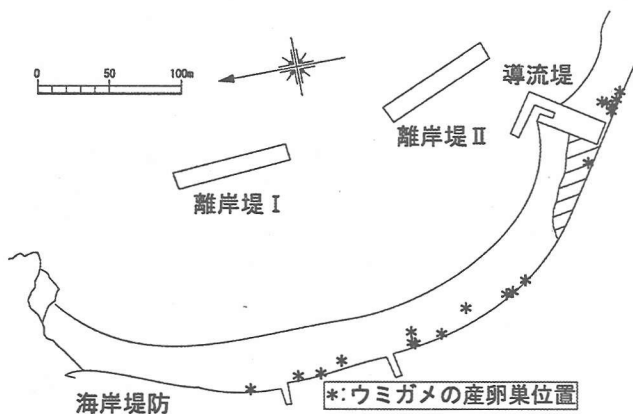


図-6 蒲生田海岸の産卵巣分布図

安田海岸のように海浜前面を塞がれてはいないため、ウミガメの上陸には影響がないとされがちである。しかし、沿岸流を分断化し、海浜流系を大きく変化させることがウミガメ上陸に対して間接的に影響を及ぼす。

筆者ら³⁾による徳島県蒲生田海岸(図-4)での調査では、ウミガメ上陸位置が変化したのは構造物の設置によって海浜流系が変化したことが原因であることが示唆された。蒲生田海岸の例では、上陸経路の消失と海浜流系の変化の両方が生じているものの、海浜流系変化の方が大きく影響していると考えられる。

松崎海岸においても、宮崎野生動物研究会¹⁾によれば、突堤群の設置後上陸数が減少を始めた。宮崎県の日向灘に望む海岸は長大な一続きの海岸であることから、ウミガメの上陸数の動向は地理的に近い海浜では特に同調する傾向が見られる。しかし、松崎海岸において上陸数が減少傾向に転じるのは、他の近隣の海岸(住吉、一ツ葉)などで上陸数が減少に転じるのよりも約5年早い。図-3に見られるようにこの海岸は大規模な保安林が背後に存在しており、光、騒音などが影響するとは考えにくい。突堤群設置による影響と考えられる。

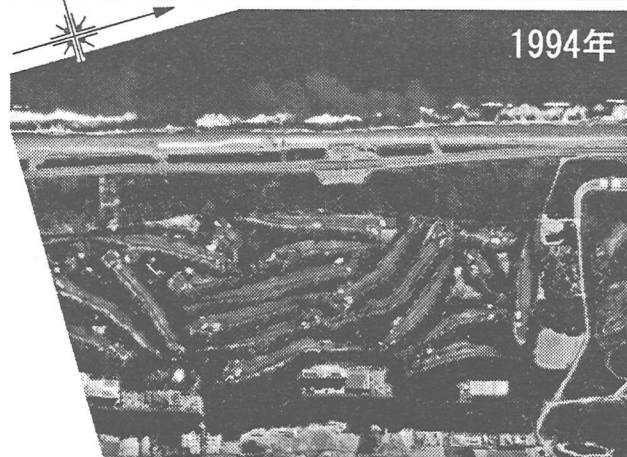
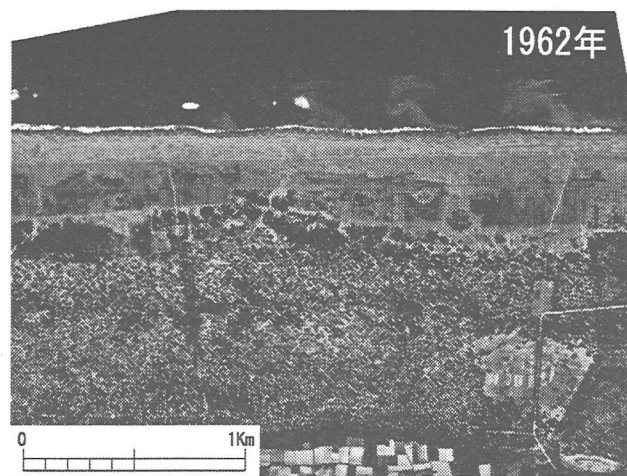


図-7 宮崎県住吉海岸の空中写真

開口部が広く、上陸経路の消失が少ない離岸堤群や、全く上陸を妨げないと考えられてきた潜堤、人工リーフもこのケースに含まれるので、ウミガメ産卵地への適用には注意が必要である。

(3) 産卵空間の埋め立て:b-1

徳島県北の脇海岸では図-5に示すように、砂浜の一部に漁港が建設され、その部分の産卵空間が埋め立てられ消失した。砂浜幅はB-B'において1948年が39m、1999年が38mとほとんど変化していないため、沿岸方向での砂浜長に着目する。沿岸方向での汀線に沿った砂浜長を空中写真から読み取ると、1948年には1626mであったが、1999年には1316mとなり、漁港建設前の約80%になった。砂浜全体において一様に分散して産卵が行われると仮定すれば、産卵空間が80%にまで減少したことになる。

しかし、実際にはウミガメが産卵に利用する空間は海浜の中でも幾分かの偏りがある可能性がある。図-6は蒲生田海岸での2001年の産卵巣分布であるが、産卵巣の分布には偏りが存在するように見受けられる。漁港建設により埋め立てられた空間が本来、産卵が集中するような場所であったならば、埋め立てによる影響はここで示した数値よりも大きくなる。

北の脇海岸は沿岸方向での産卵空間の消失が発生したケースであったが、次に岸沖方向での変化に着

目する。岸沖方向での産卵空間消失には2通りがある。一つは保安林の前進、道路施設などの建設のように陸の利用空間の拡大によって砂浜が狭められるケースで、宮崎県住吉海岸に代表される。もうひとつは遠州灘の赤羽根漁港周辺の海浜に代表される汀線の後退である。

(4) 陸の利用空間の拡大:b-2

宮崎県住吉海岸は、侵食による汀線の後退も多少発生しているものの、図-7に示すように、1962年には砂浜であった部分に道路が建設され、背後にはリゾート施設、保安林が形成されている(1994年)。この場合は、陸の利用空間の拡大によって産卵空間が狭められたと考えることができる。

住吉海岸の場合、1962年の空中写真から保安林と砂浜部の境界を判読することが困難なため、具体的な判読例としては前述の松崎海岸(図-3)のものをを用いる。松崎海岸でも汀線の後退と保安林の前進によって砂浜幅の減少が生じている。A-A'において1961年に154mだった砂浜幅は、1994年には35mとなっていることが空中写真から判読された。また、1961年から1994年までの変化を判読すると、汀線は9m程度後退したのみであるが、保安林は86m前進し、さらに緩傾斜堤防により23m埋め立てられている。陸域から大きく砂浜が狭められていることがわかる。

このような例として、渡辺ら⁴⁾では産卵空間として利用されていた部分に海岸堤防が建設されたことを蒲生田海岸における調査で報告している。このケースの場合、写真-1のように、産卵のために上陸したウミガメが堤防基部沿いに歩く行動がしばしば観察される。2001年に実施した蒲生田海岸での現地調査では、7~9月間の57日間の調査期間中に上陸した延べ16頭のウミガメのうち、59%にあたる9頭においてこのような行動が観察された。9頭のうち産卵に至ったのはわずか1頭のみであった。一方で堤防による阻害の無かった7頭については7頭全てが産卵に至り、蒲生田海岸においては堤防による阻害がウミガメの産卵行動に多大な影響を及ぼしていることがわかる。同様な点は鹿児島県屋久島前浜でも大富ら⁵⁾が報告している。

これらの事例に対して、確かに産卵地によっては堤防による阻害が産卵率の低下につながっていないとの報告もある。そのような場合、産卵ができているのだから問題ないとする意見も聞かれる。しかし、ここで筆者らが問題と考えているのは、ウミガメのUターンそのものの是非ではない。重要なのは産卵適地がコンクリートで覆われることで、産卵できる空間が確実に減少した点である。

また、産卵の局面のみでなく、孵化までを考慮した場合、護岸前面に形成された産卵巣は浸水・越波したときに自然の砂浜と違う物理条件となる。産卵できたとしても、通常の産卵巣よりも孵化率が低下する可能性がある。産卵率のみをもって安易に「影響がない」と判断するのは、ウミガメ保護の観点から



写真-1 海岸堤防沿いに歩いたウミガメの足跡

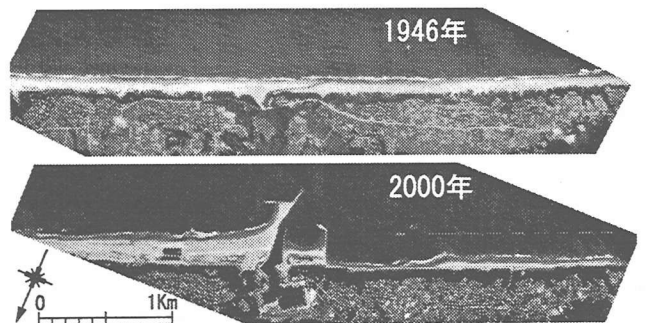


図-8 遠州灘の赤羽根漁港周辺の空中写真

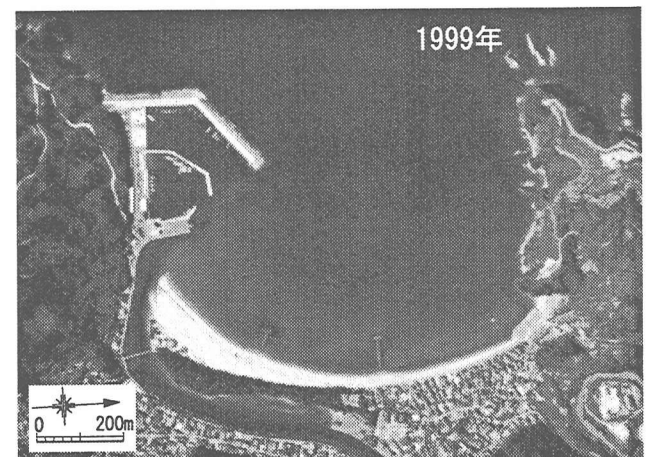
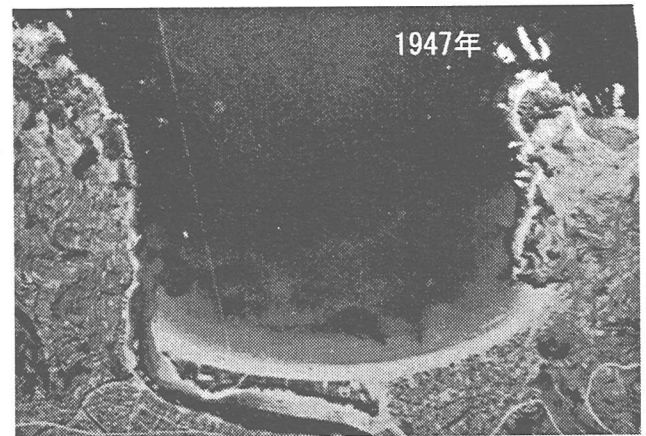


図-9 熊本県天草白鶴浜海岸の空中写真



写真-2 浜崖に阻まれて上陸できないウミガメの足跡
(静岡県相良町波津海岸, 2000年7月30日)

は早計である。

(5) 侵食による消失:b-3

遠州灘赤羽根漁港周辺(図-8)では赤羽根漁港の防波堤の建設により西向きの沿岸漂砂が阻止され、下手側では大きく汀線が後退している。保安林の状態はほとんど変化していないことから、汀線の後退に伴って産卵空間が狭められたといえる。

また、侵食傾向にある海岸では、浜崖が形成されることが多い。写真-2には静岡県相良町の波津海岸におけるウミガメの上陸痕跡を示すが、ウミガメは浜崖の存在のためにそれより内陸へは到達できず、浜崖前面でUターンをして産卵を行っている。このように、砂浜幅自体が確保されていても、浜崖により利用できる空間が狭くなるケースも多い。浜崖前面に形成された産卵巣は高潮時の水没や地盤高変動による産卵巣の流出の危険性も高く、孵化の点でも不利である。

熊本県天草白鶴浜海岸では、図-9に示すように、防波堤の建設によってポケットビーチ内の波浪場が変化し、北側では汀線が後退し、南側では汀線の前進が起きている⁶⁾。この場合、ポケットビーチ内でのトータル砂浜面積はほとんど変化しておらず、数字上では産卵空間が減少してはいない。しかし、汀線が必要以上に前進しているため、ある程度よりも陸側の部分は産卵空間として利用されず、産卵空間の増大には寄与しない。一方で、汀線が後退した部分では産卵空間が減少するのでやはり産卵空間は減少したことになる。

このようなことから海岸によっては、単純に砂浜幅のみで産卵空間を議論するだけでは不十分であり、産卵に利用される空間を推定することが必要な場合もある。

(6) 海浜材料の変化:c-1

徳島県蒲生田海岸(図-4)では導流堤と離岸堤で囲まれた海域が静穏化され、背後の砂浜(図-6中の斜線部)で土壌化が進んだ。ウミガメの卵は砂中に産卵され、砂浜が孵化器の役割を果たすことから、海岸材

表-1 踏査海岸における人為改変の整理

| | 海岸名 | 県名 | a-1 | a-2 | b-1 | b-2 | b-3 | c-1 |
|----|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 大度浜 | 沖縄 | | | ○ | | | |
| 2 | 塩川 | 沖縄 | | | | | | |
| 3 | 謝敷 | 沖縄 | | | ○ | | ○ | |
| 4 | 安田 | 沖縄 | ○ | ○ | ○ | | | |
| 5 | 屋久島前浜 | 鹿児島 | | | ○ | | | ○ |
| 6 | 屋久島田舎浜 | 鹿児島 | | | | | | |
| 7 | 吹上浜 | 鹿児島 | | | | | | |
| 8 | 子供の国 | 宮崎 | | ○ | | | | |
| 9 | 松崎海岸 | 宮崎 | | ○ | | | | |
| 10 | 一ツ葉 | 宮崎 | ○ | ○ | | | | |
| 11 | 住吉海岸 | 宮崎 | | | | ○ | | |
| 12 | 堀之内 | 宮崎 | ○ | ○ | ○ | | | ○ |
| 13 | 長浜 | 宮崎 | | | | ○ | | |
| 14 | 方財 | 宮崎 | | | ○ | ○ | ○ | |
| 15 | 砂月 | 熊本 | | | ○ | ○ | | |
| 16 | 白浜 | 熊本 | | | | | | |
| 17 | 小白浜 | 熊本 | | | | | | |
| 18 | 白鶴浜 | 熊本 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 19 | 入野松原 | 高知 | | | | | | |
| 20 | 日和佐大浜 | 徳島 | | | ○ | ○ | | |
| 21 | 蒲生田 | 徳島 | ○ | ○ | | ○ | | ○ |
| 22 | 北の脇 | 徳島 | | | ○ | | | |
| 23 | 中林 | 徳島 | | | ○ | ○ | | |
| 24 | 淡島 | 徳島 | | | ○ | | | |
| 25 | 東播海岸 | 兵庫 | | | | | | ○ |
| 26 | 赤羽漁港西側 | 愛知 | | | | | ○ | |
| 27 | 赤羽漁港東側 | 愛知 | | | ○ | | | ○ |
| 28 | 城下 | 愛知 | | | ○ | | | |
| 29 | 伊古部 | 愛知 | | ○ | ○ | | | |
| 30 | 小松原 | 愛知 | | | ○ | | ○ | |
| 31 | 御前崎 | 静岡 | | | ○ | ○ | | |
| 32 | 須々木 | 静岡 | ○ | ○ | | | ○ | |
| 33 | 波津 | 静岡 | ○ | ○ | | | | |
| 34 | 相良 | 静岡 | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| 35 | 平田 | 静岡 | | ○ | ○ | ○ | | |
| 36 | 片浜 | 静岡 | | | | | | ○ |
| 37 | 弓ヶ浜 | 静岡 | | | ○ | ○ | | |
| 38 | 千倉 | 千葉 | | | ○ | ○ | | |
| 39 | 一宮 | 千葉 | | ○ | | | ○ | |
| 40 | 堀川 | 千葉 | | | | | | |
| | 合計 | | 7 | 13 | 21 | 12 | 7 | 7 |
| | 割合(%) | | 18 | 33 | 53 | 30 | 18 | 18 |

料は孵化の段階で重要な要素となる。土壌化が進んだ場所では孵化の状況が悪化することが予測される。

また、近年では侵食対策として養浜が多く用いられるようになってきた。兵庫県の東播海岸は養浜が実施されているウミガメ産卵地の代表的なものである。養浜材料の粒径は目標とする海浜の安定性を達成するように選択され、外部から導入される。そのため、材料の粒径や太陽放射照度に対する反射率は本来そこに存在していたものとは異なることが多い。

これら、海浜材料の土壌化、粒径や反射率の変化は産卵巣中の様々な物理環境を変化させる。中でも、砂中温度とウミガメの卵との関係については多くの研究がなされ、胚発生中の特定期間の温度環境によって性別⁷⁾、孵化率、孵化日数⁸⁾が影響を受けることが知られている。

松沢ほか⁹⁾は日本の主なアカウミガメ産卵場17ヶ所において砂中温度をデータロガーにより計測し、産卵場砂中温度の地域特性は、気温と日照時間に加えて砂の反射率の地理的傾向にも起因することを明らかにした。砂の反射率に地理的傾向が現れるのは、供給元によって砂の鉱物学的組成が異なることによ

る。養浜砂選定の際には粒径に注意が払われることが多いが、鉋物組成にも注意を払う必要がある。

4. まとめ

人為改変パターンを現地踏査した海岸についてあてはめ、各々いずれのパターンが生じているかをまとめたのが表-1である。ここでは、現地踏査を実施した60海岸のうち実際にウミガメの上陸記録が残されているか、もしくは踏査時に上陸痕跡が確認された40海岸に絞って示してある。そのため、ここで示さなかった残りの20海岸の中にも実際にはウミガメの産卵場となっているものは多いであろう。特に鳥取、京都などの日本海に面した海岸についてはウミガメの産卵についての公式な記録がほとんど残されていないが、Uchida and Nishiwaki¹⁰⁾では石川県でも産卵が行われるとしている。

表-1によると今回示したパターンは単独で生じることは少なく、多くの海岸において、複数のパターンが共存している。例えば蒲生田海岸では「上陸経路の消失」、「海浜流系の変化」、「陸の利用空間拡大」、「海浜材料の変化」の4パターンがともに発生している。

各海岸のパターンを総合すると、「産卵空間の消失」が最も多くの産卵地において確認された。現地踏査を行った40海岸のうち埋立によるものが21、陸域の利用拡大によるものが12、侵食によるものが7の海岸でそれぞれ見られ、その数は合わせて26海岸、全体の65%にもものぼる。産卵地において有効なウミガメ保護策を講じようとするならば、「産卵空間の消失」への対策こそが現在、最も必要であることがわかる。

これまで、ウミガメ産卵地における人為改変に関する議論の中では、その海浜を利用するウミガメの上陸数や産卵数が指標とされることが多かった。これらは、上陸過程での影響を考える上では重要なデータのひとつである。しかし、人為改変による影響を考えるうえでは、本研究でのパターン整理でも多く扱われたように、海浜地形や流れ、海浜材料といった海岸の物理的特性も重要な要素となる。

現場の多くのウミガメ調査者にとっては海浜の物理特性データは馴染みの薄いものである。一方で、海岸管理者は海岸管理の実務上、上述の物理的パラメータには精通しているものの、配慮する対象であるウミガメの生物学的データについては馴染みにくいし、様々な制約により十分に取得できないことが多い。こういった事情が制約となって、生物学的データと物理的データの双方を用いた本格的な検討があまり実施されてこなかったものと考えられる。

現場のウミガメ調査者と海岸管理者の双方の協力

なくして、ウミガメに配慮した海岸管理は成功しえない。両者の協力を容易にするための取り組みも今後は更に重要となるであろう。その際、互いが有する貴重な調査データの取り扱いについても十分注意する必要があることは言うまでもない。特に、現場のウミガメ調査者が取得した貴重なデータに対する敬意を海岸管理者は忘れてはならない。

謝辞：現地調査の際には、井口利枝子氏、岡本増夫氏、加藤弘氏、鎌田武氏、中島義人氏、新居順子氏、増田茂夫氏、山本明男氏を中心に多くの各地ウミガメ調査ボランティアの方々や（有）コスタルテクノの菊地昭男氏、LESのみなさま、（有）海岸研究室のみなさまに大変お世話になりました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 宮崎野生動物研究会：平成7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、宮崎、21p.、1996。
- 2) 渡辺国広・清野聡子・宇多高明：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、海岸工学論文集、第47巻、pp. 1221-1225、2000。
- 3) 渡辺国広・清野聡子・宇多高明：離岸堤の建設がアカウミガメの上陸・産卵行動へ与えた影響—徳島県蒲生田海岸の例—、海岸工学論文集、第48巻、pp. 1196-1200、2001。
- 4) 渡辺国広・清野聡子・宇多高明：海浜部における堤防建設がアカウミガメの産卵に及ぼした影響、海洋開発論文集、第17巻、pp. 381-386、2001。
- 5) 大富将範・大牟田一美・西隆一郎：ウミガメ保護に関する海岸工学的考察、海岸工学論文集、第48巻、土木学会、pp. 1201-1205、2001。
- 6) 宇多高明・西隆一郎・菊地昭男・三波俊郎・熊田貴之：防波堤建設に伴うポケットビーチの変形と対策案の検討—天草白鶴浜を例として—、海岸工学論文集、第48巻、pp. 686-690、2001。
- 7) Yntema, C. L. and N. Mrosovsky: Critical periods and pivotal temperatures for sexual differentiation in loggerhead sea turtles., *Canadian Journal of Zoology*, 60, pp. 1012-1016, 1982.
- 8) Matsuzawa, Y., K. Sato and K. A. Bjorndal: Seasonal fluctuations in sand temperature: effects on the incubation period and mortality of loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) pre-emergent hatchlings in Minabe, Japan, *Marine Biology*, 140, pp. 639-646, 2002.
- 9) 松沢慶将・坂本亘・徳永和彦：アカウミガメの再生産から見た日本列島砂浜域の温度環境特性に関する研究（1）～砂中温度の地域特性とその形成要因～、日本水産学会大会講演要旨集、平成10年度春季、p. 35、1998。
- 10) Uchida, I. and M. Nishiwaki: Sea turtles in the waters adjacent to Japan., *The biology and conservation of sea turtles, revised edn.*, Bjorndal, K.A. eds., Smithsonian Institution Press, Washington, D. C., pp. 583-584, 1995.