



モニタリングサイト1000  
Since 2003

## モニタリングサイト 1000 ウミガメ調査

# 2004-2012 年度とりまとめ報告書



環境省 自然環境局

生物多様性センター

Biodiversity Center of Japan

## はじめに

重要生態系監視地域モニタリング推進事業（以下、「モニタリングサイト 1000」という）は、平成 14 年 3 月に閣議決定された生物多様性国家戦略に基づき、平成 15 年度に開始した事業で、我が国の代表的な生態系の状態を長期的かつ定量的にモニタリングすることにより、種の増減、種組成の変化等を検出し、適切な自然環境保全施策に資することを目的としている。平成 22 年には愛知県名古屋市で開催された生物多様性条約第 10 回締約国会議（COP10）において、生物多様性に関する世界目標となる愛知目標が採択され、各国はその達成に向けた国別目標を設定し、生物多様性国家戦略に反映することが求められた。そして、平成 24 年 9 月には愛知目標のロードマップとなる「生物多様性国家戦略 2012-2020」が策定された。このロードマップにおける重点施策の基本戦略の中には新たに【科学的基盤を強化し政策に結びつける】ことが加えられ、モニタリングサイト 1000 の重要性があげられている。

モニタリングサイト 1000 では、各生態系の状況を定量的にかつ長期にわたり調査できるような調査体制を構築することが重要である。調査にあたっては、研究者や地域の専門家、NPO、市民ボランティアなど、多様な主体の参加を得ている。このことは、本事業の継続性を強化するとともに、迅速かつ精度の高い情報の収集および利用を可能としている。収集された情報はモニタリングサイト 1000 のウェブサイトなどを通じて広く一般に公開することにより、行政の施策はもちろん、現地の調査主体へのフィードバックを行い、さらには学校などの教育現場においても活用できるようにしている。

モニタリングサイト 1000 では、砂浜生態系における指標動物としてウミガメ類を選定している。我が国におけるウミガメの調査は、地元のボランティアを中心に、地方自治体、NPO 法人、水族館や博物館など様々な主体によって行われている。モニタリングサイト 1000 ウミガメ調査は 2004 年より開始され、現地の調査主体へのヒアリングによってウミガメの上陸・産卵回数等のデータの収集し日本全体の状況を整理するとともに、砂中温度の測定と解析、海岸線の変化状況などを把握している。

本報告書は、調査開始から 5 年毎の区切りとして、2004 年から 2012 年までの成果をとりまとめ、関係する行政機関、個人、団体などに広く周知し、日本におけるウミガメの産卵地の現状を伝えるものである。

最後に、本調査の実施に当たっては、各サイトにおける調査員のみなさま並びに検討委員のみなさまに多大なご尽力をいただいた。ここに厚く御礼申し上げる。

# 要約

モニタリングサイト 1000 ウミガメ調査は、2004 年から本格的な調査を開始し、2012 年で 9 年目を迎えた。そこで、本稿ではこれまでに得られたデータから、ウミガメ類の産卵とそれを取り巻く環境の状況とをとりまとめた。「1. 調査の概要」では、砂浜生態系とウミガメ類の関わり、日本におけるウミガメ類各種の生息状況の概要、調査地の選定、調査の方法を記載した。「2. 調査の結果」では、各種のウミガメの産卵状況と産卵地における問題、砂中温度の測定結果、航空写真による各サイトにおける人工物の設置状況を記載した。「3. 総括」では、調査結果全体の考察、本調査の結果を生物多様性の 4 つの危機に準じて整理した。「4. 今後の課題と展望」では、事業としての成果、成果を一般に伝えるための情報発信のあり方、本事業を継続するための今後の課題を再検討した。以下にとりまとめ結果の概要を記す。

調査サイトは、2004（平成 16）年に、ウミガメが産卵に訪れる全国の砂浜の中から、産卵規模、調査の継続性、砂浜の自然度、地域性などを勘案し、41 ヶ所を選定した。この 41 サイトにおいて現地の調査主体からヒアリングを行い、ウミガメ類の産卵状況を把握した。また、10 サイトを選定し、ウミガメ卵の発生に大きな影響を与える砂中温度の測定を実施した。さらに、2009 年から各サイトの航空写真を経年ごとに収集し、港湾や離岸堤などの構造物の設置状況を記録した。

アカウミガメの産卵は 2004 年から 2007 年までは減少傾向であったが、2008 年以降は増加傾向にあった。2012 年ののべ産卵回数は 9,661 回で、本調査を開始して以来最も多かった。本事業の結果と過去の文献とあわせて検討したところ、アカウミガメの産卵は数年から 10 年ほどの周期で増減を繰り返し、現在は増加傾向の途中にあると考えられた。また、日本を 7 つの地域にわけて産卵数の変化を見たところ、各地域ともに 1 年毎に増減を繰り返し、かつ、その増減の周期は同調していた。アカウミガメの産卵回数は増加しているが、その産卵地である砂浜には多くの構造物が設置され、産卵地の環境は悪化していた。このため現在の産卵回数の増加は、1970 年代から各サイトで盛んになった市民による親個体と卵保護の成果と考えられた。アオウミガメの産卵は 2004 年から 2009 年の期間は 100～160 回の間で大きな変化がなかったが、2010 年以降は 2010 年 258 回、2011 年 137 回、2012 年 265 回と大きく増減した。タイマイは、年に 10 回未満の産卵であり、そのほとんどは「黒島 西の浜」であった。

産卵地の問題として、近年は哺乳類による食害が急増していることがわかった。現在までの捕食者としてはリュウキュウイノシシとタヌキが明らかになっている。地域によって

は産卵巣のほぼ全てが捕食されており、今後 注視する必要がある。その他にも年度によって、台風により多くの産卵巣が流出もしくは冠水した。

砂中温度は、南西諸島よりも本州の方が温度の差が大きく、卵に影響を与えるほどの高温になる時間も長かった。特に四国のサイトは高温の時間が長かった。砂中温度はたびたび急低下したが、これは台風などの襲来と同じタイミングであり、砂中温度の測定によって産卵巣の状況を推定することができた。

航空写真の収集から、本土のほとんどのサイトで離岸堤、大規模な港湾、護岸が設置され、サイトによっては大きく砂浜が侵食されていた。一方で、離島のサイトは、この数十年の間で、構造物が設置されていないことが多かった。しかしながら、人工物の設置が無くても、砂浜が侵食されているサイトがあった。これは近くの河川の上流にダムができたことで砂の供給量が減少したことや、砂浜沖合での海砂の採取による影響と考えられた。

# Summary

This report is the review of the results of “Monitoring sites 1000 sea turtle program” from 2004 to 2012.

Chapter 1; Overview of the program: We described beach ecosystem, overview of sea turtles in Japan, project sites, and method of the survey.

Chapter 2; Results of survey: We described landing and nesting trends, problems of nesting sites, sand temperature, and changes in the coastal environment by aerial photos.

Chapter 3; Conclusion: We discussed the survey results overall and, summarized those results according to the four crises of the biodiversity in Japan.

Chapter 4; Challenges and prospects: We reviewed the outcomes and the ways of information dissemination, and the problems for the continuation of the project.

We have set up 41 sandy beaches for project sites in consideration of numbers of turtle nesting, sustainability of the survey, locality and natural environment in 2004.

We gathered data on number of turtle landing and nesting by hearing from local investigators at 41 sites, and we also monitored sand temperatures that affect the development of the eggs at 10 sites. In order to examine changes in the coastal environment, aerial photos of the sites were collected since 2009.

The number of loggerhead turtle nests declined from 2004 to 2007. However it has been increasing from 2008. The number of the nests was 9,661 in the year of 2012, it was the largest since the inauguration of this project. By combining the result of this survey and the existing literatures, we conclude that the number of loggerhead nests repeats increasing and decreasing on the 10 year interval basis and at the moment, it is in the increasing trend. Nesting of loggerhead turtles in seven regions in Japan was repeats increase and decrease every year, and it was in synchronization with each region. The number of nests of loggerhead turtle is rising, but the environment of beaches got worse. We thought nests of loggerhead turtle have increased by protection activities by citizens. The number of green turtle nests was stable at around 100-160 from 2004 to 2009. However, it fluctuated in 2010-2012. The number of hawksbill turtle nests was very few and almost all of them were on Nishinohama of Kuroshima Island.

In recent years, it is predation by wild mammals is increasing rapidly, such as Ryukyu wild boars and raccoon dogs. It is necessary to keep eyes on the current situation. Also powerful typhoons often hit project sites and many eggs were washed away with sand.

Sand temperatures were stable within the suitable range for eggs incubation in Nansei-shoto archipelago, and exceeded the upper lethal limit in many beaches in the main land of Japan especially the site of Shikoku was high. The rapid drops in Sand temperature coincided with the closest approaches of typhoons and heavy rains. These results suggest that sand temperatures can estimate meteorological events which are critical for egg incubation.

Many structures such as sea walls and harbors have been built on sites of the mainland of Japan, and changes in coast lines were observed. On the other hand, Such structures have not been built much in Nansei-shoto archipelago. However, changes in the coast line was observed even without new structures, for the supply of sand declined by new dams and off-shore sand dredging.

# 目次

## 1. 調査の概要

(1) 事業の目的	1
(2) 日本におけるウミガメ類の概要	2
a. アカウミガメ	3
b. アオウミガメ	4
c. タイマイ	5
(3) 調査サイトの選定と配置	7
(4) 調査の方法	9
a. ウミガメ類の上陸・産卵状況の把握	9
b. 砂中温度の測定	9
c. 海岸の変化状況把握	10

## 2. 調査の結果

(1) 上陸・産卵状況	11
a. アカウミガメの上陸・産卵状況	11
b. アオウミガメの上陸・産卵状況	13
c. タイマイの上陸・産卵状況	14
(2) 産卵地における問題	15
a. 哺乳類による食害の増加	15
b. 台風による影響	17
トピック	19
(3) 砂中温度の測定	22
a. 各サイトの砂中温度の推移	22
b. 地域ごとの比較	28
c. 砂中温度から読み取る産卵巣の状況	30
d. 産卵回数と砂中温度の比較	33
(4) 海岸変化の状況把握	35

## 3. 総括

(1) 調査結果の概要	43
(2) 生物多様性の4つの危機に準じた整理	44
a. 沿岸開発による産卵地の荒廃とウミガメの産卵回数の推移	44
b. 里山の荒廃と外来種の導入によるウミガメ卵の食害増加	45
c. 地球温暖化によるウミガメへの影響	45

4. 今後の課題と展望	
(1) サイト配置	46
(2) 調査手法	47
(3) 持続可能な調査体制	47
(4) 情報の共有・管理及び発信	48
(5) 結果の保全施策への活用	49
(6) 国際的枠組みと連携	49
5. 参考情報	50
6. 調査体制	51
7. 引用文献	53



## 1. 調査の概要

### (1) 事業の目的

日本の海岸線は総延長約 32,000km にも達し、そのうち 21,000km が自然海岸あるいは自然海岸に人工物が設置された半自然海岸で、残り 11,000km が埋め立てなどで作られた人工海岸である。自然海岸と半自然海岸における砂浜海岸の割合は、それぞれ約 3,500km (20%) と約 2,400km (55%) であることから、砂浜は我が国の自然海岸における主要な構成要素といえる (環境庁自然保護局, 1998)。砂浜海岸は波や風によって絶えず形状が変化する動的な環境にある。このように変化の激しい環境は、大型の生物の生息に適しているとはいえず、干潟や岩礁と比較して生態学的な研究が遅れてきた。近年の研究により、生物が存在しないように見える砂浜は、砂と砂の間に 1mm 以下の小さな生物が多数生息し、砂の隙間が深くまで続いていることから、鉛直的にみると多種多様な生物が多量に存在していることが明らかになってきた (須田・早川, 2002)。砂浜海岸は、絶えず波と潮の干満によって大量の海水が打ち上がる状況にある。この砂浜に上がった海水には海域由来の有機物を含んでいるが、砂と砂の間を通る時に物理的にろ過される。そして、砂の隙間に残った有機物は、微小な生物に利用され、無機物として海に戻っていく。また、波によって打ち上げられた海藻や動物の死骸は、カニやヨコエビ類などによって捕食される。そして、それらの動物は鳥などによって捕食され、砂浜生態系の外に運ばれる。つまり、自然の砂浜海岸は、海水の巨大なる過システムであり、かつ、食物連鎖をとおして陸と海の生態系を繋ぐ役割がある。

本事業では砂浜生態系における指標動物としてウミガメを選んでいるが、ウミガメは必ずしも砂浜生態系における重要な生態的地位にあるとはいえない。確かに、ウミガメの産卵は、卵や子ガメが陸上に住む多様な動物の餌になることから、海の栄養素を陸上に運んでいると考えられ、また、ウミガメが産卵する時には卵を産み落とすための穴を掘り周囲の砂や植生を攪乱することから、一晩に数十頭のアカウミガメが上陸する屋久島、小さな砂浜にアオウミガメの産卵が集中する南西諸島や小笠原諸島の産卵地では、ある程度の影響があるかもしれない。しかし、全体的に見ると、ウミガメが砂浜に与える影響はごくわずかである。一方で、産卵のために上陸したウミガメは、音や光、消波ブロックなどの構造物によって産卵を阻害され、ウミガメが産卵しても港湾や離岸堤によって砂浜が侵食されていけば、ウミガメ卵は容易に流出してしまう。また、ウミガメ卵の発生にはガス交換が必要で、侵食によって砂が少ない砂浜では冠水のリスクが高く、ふ化できるものは少ない。自然の砂浜海岸は、夜は暗く静かでウミガメの産卵を阻害する要素がなく、十分な高さや奥行きがあるため波によって卵が流出しない状態にある。このような観点から、ウミガメ類の産卵に適した砂浜は、自然が残っている砂浜であると考えられ、ウミガメ類の上陸・産卵状況を把握することで、砂浜の自然環境を評価できると考えられる。さらに、ウミガメは、海から上陸し時おり荒い呼吸をしながら涙を流して卵を産む姿が印象的であり、また、ふ化した子ガメはとても可愛らしく、多くの人々を魅了する生き物であることから、全国の砂浜で地元

ボランティアがウミガメ調査と保護活動をおこなっており、そのような活動によって日本全体のウミガメの上陸・産卵状況が詳細に記録されている。以上のように、ウミガメは健全な砂浜環境の指標となり、全国規模で繁殖状況が明らかになっている数少ない動物といえることから、本事業のように全国規模で砂浜環境を評価するには最も適した指標生物と考えられる。

また、近年、地球規模で急速な温暖化が進行することにより、様々なレベルで生物やその環境を含めた生態系への影響が懸念されており、ウミガメはその代表的な種の一つであると考えられる。ウミガメには温度依存性決定という特徴があり、胚発生中期に経験する温度によって個体の雌雄が決まるほか、ふ化の日数・ふ化率や脱出率なども温度に左右される (Mrosovsky, 1980; Matsuzawa *et al.*, 2002a)。今後、温暖化が進むと、産卵地の砂中温度も上昇し、その結果、子ガメの性比が著しくメスに偏る、あるいは、子ガメが生まれなくなることも予想され、いずれも長期的には個体群や種の存続を脅かす問題となる (Hawkes *et al.*, 2007)。しかしながら、生まれたばかりの子ガメの雌雄を判別することは困難である。もし、既にウミガメが温暖化による影響を受けていたとしても、それが産卵回数の減少となって顕在化するまでは数十年を要し、その時には既に手遅れとなると考えられる。このため、本事業では 2009 年より砂中温度のモニタリングを実施している。これはウミガメの産卵調査と同じく、種を保全する上で重要な意味を持つと思われる。

本事業の目的は、地域レベルでの調査結果を集約し、日本全体でのウミガメ上陸・産卵状況の推移を議論するとともに、砂中温度のモニタリングによって地球規模の気候変動がウミガメ卵に与える影響をいち早く検出することである。さらに、各産卵地における問題を抽出し、今後の施策に役立てるための基礎資料を収集し、現地の調査主体へフィードバックすることを目的とする。

## (2) 日本におけるウミガメ類の概要

日本では、アカウミガメ *Caretta caretta*・アオウミガメ *Chelonia mydas*・タイマイ *Eretmochelys imbricata*・オサガメ *Dermochelys coriacea*・ヒメウミガメ *Lepidochelys olivacea* の 5 種類のウミガメが確認されている (中村・上野, 1968)。この中で、アカウミガメ・アオウミガメ・タイマイの 3 種は、恒常的に日本の沿岸域で確認され、かつ、産卵する種である。(図 1-1)。オサガメは過去に奄美大島で産卵が確認されたが、その後、我が国において本種の産卵は確認されていない (Kamezaki *et al.*, 2003b)。ヒメウミガメは産卵の記録がない。オサガメとヒメウミガメは、漂着や混獲の事例が年間に数回あるだけであり、我が国においては極めて珍しいウミガメといえる (日本ウミガメ協議会, 未発表)。

上記のように日本では 5 種のウミガメが確認されているが、主な生息種はアカウミガメ・

アオウミガメ・タイマイといえる。この3種はすべてが国際自然保護連合（IUCN）のレッドリストにおいて絶滅危惧種として掲載されており、アカウミガメとアオウミガメが絶滅危機、タイマイが絶滅寸前に評価されている。さらに、ワシントン条約の付属書Iに掲載されており、国際的な取引の規制対象となっている。日本においても、環境省第4次レッドリストにおいてアカウミガメとタイマイが近い将来に野生での絶滅の恐れが高い種（絶滅危惧IB類）、アオウミガメが絶滅の危険性が増大している種（絶滅危惧II類）として掲載されている。なお、ワシントン条約の付属書Iに掲載されているため、日本でも国際希少野生動植物種に指定されている。

以下に、この3種の日本における生息状況の概略を記す。なお、概略には、亀崎（2012）および亀田（2013）を参考文献とし、これらに記載されていない情報については引用をつけた。

#### a. アカウミガメ

アカウミガメは動物食で、甲殻類や浮遊性のホヤ類を好んで摂餌する。日本における産卵期は4月から7月で、地域によっても異なるが5月から7月にピークを迎える。世界中の海に広く分布するが、産卵地は暖流の影響を受けている地域に多い。日本は暖流である黒潮の影響を受け、北太平洋で唯一のアカウミガメの産卵地として知られている。恒常的な産卵地は、北限が茨城県、南限が沖縄県の八重山諸島である（日本ウミガメ協議会、未発表）。産卵の中心地は大隅諸島をふくむ九州南部で、特に屋久島は日本全体で確認される産卵の半数が集中している。

日本で生まれたアカウミガメは海流に乗って移動し、ハワイ諸島からメキシコ太平洋側までの北太平洋に広く分散する。そして、成熟サイズになると日本の沿岸域に戻り、繁殖活動をおこなう。日本のアカウミガメは、約2週間の間隔で一年間に2-4回産卵をする。産卵は同じ砂浜で行われることが多い。産卵は毎年おこなわれるものではなく、1-2年の間隔で行われる。そして産卵を終えた個体は、幼体のように広く分散することなく、日本の周辺海域で次の繁殖まで摂餌する。摂餌海域は太平洋と東シナ海の2つに分けられ、個体ごとに異なっている。東シナ海を摂餌海域にしている個体は、体が大きく、卵の数が多く、産卵間隔が短い。一方の太平洋側の個体は、体が小さく、一度に産む卵数が少ない。これは、東シナ海は大陸から豊富な栄養素が供給されるためウミガメの餌が多く、それに対して太平洋側は貧栄養な海域で餌が少ないためと考えられており、摂餌海域における餌の状況が、アカウミガメの繁殖力に影響を与えていることがわかってきた（畑瀬, 2013）。

日本は世界的に貴重なアカウミガメの産卵地で、周辺海域は成熟個体の摂餌海域でもある。このため、日本は本種の保全を考える上できわめて重要な位置にあり、海外の関係機関からの注目度も高い。



図1-1 アカウミガメ

#### b. アオウミガメ

アオウミガメはウミガメ類の中で唯一の草食性である。ただし、完全な草食ではなく、状況によっては動物質の餌も利用する。海草や海藻を主な餌としているため、浅い沿岸域に生息しており、ダイビングでは最も出会う確率の高いウミガメである。世界的にみれば、アオウミガメの主要な産卵地は日本よりも低緯度の地域にあり、日本は北太平洋において北限の産卵地である。このため産卵回数だけを見れば、世界的には決して多いとは言えない。しかしながら、日本列島は北西部太平洋のアオウミガメにとって重要な餌場であることがわかってきた。例えば、日本列島には幼体から成熟サイズまでの様々な大きさのアオウミガメが生息しているが、遺伝的な研究により、これらの個体は日本産だけでなく、フィリピンやパプアニューギニアの生まれの個体が含まれていることが明らかになっている。さらに、アオウミガメは繁殖地と摂餌場所を分けており、数千キロにわたり移動することもある。実際に、小笠原諸島で産卵したアオウミガメは、産卵が終わると餌である海藻を求めて1千キロ離れた日本列島まで移動する。日本におけるアオウミガメの産卵地は、小笠原諸島と南西諸島に大きく分けられる。産卵は4月から10月に見られ、ピークは7月から8月である。小笠原諸島と南西諸島の産卵個体群は、遺伝的に異なることが明らかにされている。つまり、アオウミガメの保全を考える上で、この二つの産卵地を別々に扱う必要があり、仮にどちらか一方の産卵地を保全しても、もう一方には効果がないという可能性がある。アオウミガメの産卵は離島の小さな砂浜に集中することがある。例えば、西表島のウブ浜やサザ

レ浜は、延長が 500m 程度の小さな砂浜であるが、産卵シーズンには数 m おきに上陸跡が見られる。また、近年では奄美諸島南部の離島でもアオウミガメの産卵が集中している砂浜が発見された（興・水野, 2013）。南西諸島には多数の離島があり、十分な調査が実施されていないところもある。今後も調査が進めば、新たな産卵地が発見される可能性がある。



図 1-2 アオウミガメ

### c. タイマイ

タイマイはサンゴ礁性のウミガメで、サンゴの隙間に生息するカイメンを摂餌する。生息地の中心は、日本よりも低緯度地域にある。このため、日本はタイマイにとって北限の生息地である。日本における産卵期は5月から8月に見られ、7月がピークである（亀田・若月, 2011）。産卵は奄美諸島以南の南西諸島で確認されているが、恒常的に確認されているのは八重山諸島のみであり、一年間に確認される産卵回数はわずか 10 回前後と非常に少ない。べっ甲細工の原料として利用されることから、以前は乱獲され、個体数が激減したことがある。このため、べっ甲細工のタイマイを確保するために水産庁や民間機関などで人工ふ化と種苗生産が試みられている（興世田・清水, 2006）。



図 1-3 タイマイ

### (3) 調査サイトの選定と配置

2004（平成16）年に、ウミガメが産卵に訪れる全国の砂浜の中から、産卵規模、調査の継続性、砂浜の自然度、地域性などを重視し、41カ所を調査サイトとして選定した（図1-4）。サイトは、西は沖縄県から東は東京都まで1都9県にわたり、海岸線距離の総延長は約140kmに及ぶ。そのほとんどは、日本列島の太平洋側に位置する。2003（平成15）年に全国で確認されているアカウミガメの産卵4,520巣のうち74%、アオウミガメの産卵999巣のうち24%が本調査サイトで占められており、我が国の砂浜に産卵するウミガメの個体群を論じるに十分と考えられる。

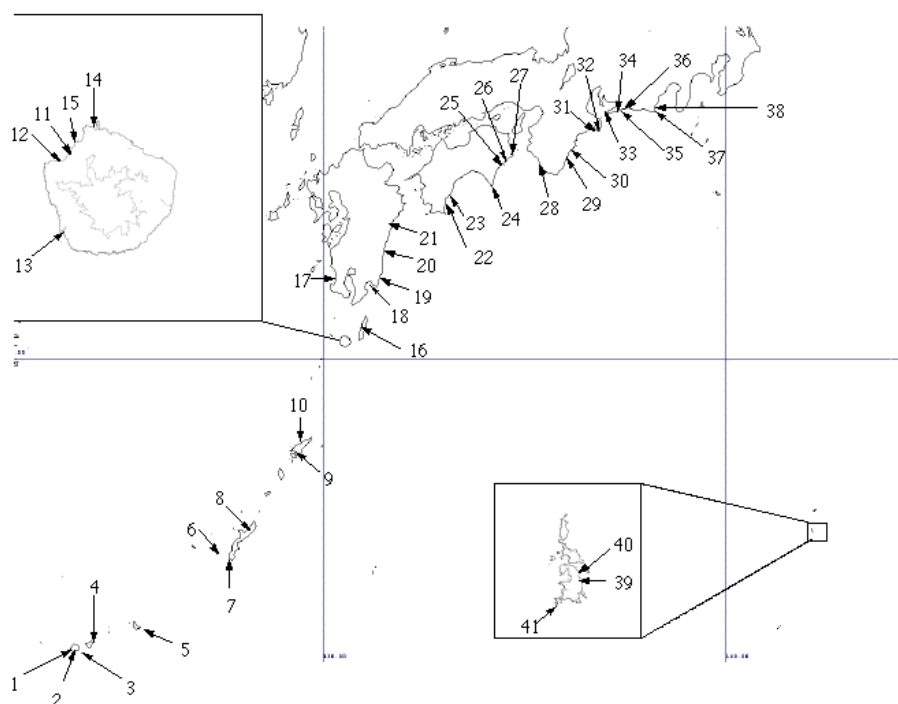


図1-4 各サイト位置図

- 1：西表島 ウブ浜 2：西表島 サザレ浜 3：黒島 西の浜 4：石垣島 伊原間牧場 5：宮古島 吉野海岸 6：座間味島 ニタ浜 7：沖縄島 大度海岸 8：沖縄島 謝敷海岸 9：奄美大島 嘉徳浜 10：奄美大島 大浜 11：屋久島 田舎浜 12：屋久島 前浜 13：屋久島 栗生浜 14：屋久島 一湊浜 15：屋久島 四つ瀬浜 16：種子島 長浜 17：吹上浜 18：志布志湾 19：日南海岸 20：宮崎海岸 21：延岡海岸 22：大岐海岸 23：入野浮鞭海岸 24：元海岸 25：大里松原海岸 26：日和佐大浜海岸 27：蒲生田海岸 28：南部千里浜 29：新宮王子ヶ浜 30：井田海岸 31：広ノ浜 32：黒ノ浜 33：日出・堀切海岸 34：赤羽根海岸 35：豊橋海岸 36：湖西白須賀海岸 37：御前崎海岸 38：相良海岸 39：小笠原父島 初寝浦 40：小笠原父島 北初寝浦 41：小笠原南島

砂中温度計の設置場所については、上記の41調査サイトの中から、地理的バランス、産卵地としての重要性、砂浜環境の変化などを勘案し、10サイト（「3 黒島 西の浜」、「8 沖縄島 謝敷海岸」、「11 屋久島 田舎浜」、「12 屋久島 前浜」、「20 宮崎海岸」、「25 大里松原海岸」、「26 日和佐大浜海岸」、「28 南部千里浜」、「30 井田海岸」、「34 赤羽根海岸」）を抽出した（図1-5）。各サイトとも、アカウミガメの産卵が集中する海浜植物の際を基本観測点とした。また、これと比較するために、2つの補助観測点を設けた。保護のために卵の移植を実施している「11 屋久島 田舎浜」、「26 日和佐大浜海岸」、「28 南部千里浜」では、移植の必要性を考えるライン付近と移植先を追加観測点とした。アカウミガメとは産卵位置の選択性が異なるアオウミガメやタイマイも上陸しうる「3 黒島 西の浜」においては、これに対応し、植生の内部と植生帯前に観測点を追加した。浜の幅が狭い「8 沖縄島 謝敷海岸」では、海側の観測点の代わりに浜の北東側の植生際に補助観測点を設けた。サイト内で場所によって冠水や日当たりなどの違いが予想される「12 屋久島 前浜」と「30 井田海岸」では、適宜、観測点を設けた。海岸線が比較的長い「20 宮崎海岸」、「25 大里松原海岸」、「34 赤羽根海岸」では、海岸線と平行方向に補助観測点を設けた。



図 1-5 砂中温度モニタリング実施サイト

南から順に「3 黒島 西の浜」、「8 沖縄島 謝敷海岸」、「11 屋久島 田舎浜」、「12 屋久島 前浜」、「20 宮崎海岸」、「25 大里松原海岸」、「26 日和佐大浜海岸」、「28 南部千里浜」、「30 井田海岸」、「34 赤羽根海岸」



#### (4) 調査の方法

##### a. ウミガメ類の上陸・産卵状況の把握

ウミガメは、一生のほとんどを海で生活するが、産卵のときは砂浜に上陸する。成熟したウミガメは甲羅の長さが 80 cm 以上にも達する。この大きな体のために、砂浜に上陸すると幅 1m ほどのキャタピラのような上陸痕跡ができる。さらにウミガメが産卵をする時には、不安定な砂浜で体を固定するためにボディーピットと呼ばれる幅 1m ほどの穴を掘り、産卵が終わると産卵巣の上に砂をかけてカモフラージュする。この上陸跡、ボディーピットとカモフラージュした痕跡は、気象条件や砂の質にもよるが 1~2 週間ほど残る。ウミガメ類の産卵調査は、この上陸痕跡で上陸数を数え、産卵痕跡をたよりに産卵巣を探し出し産卵の有無を確認している（図 1-6）。その他にも夜間に砂浜を巡回し、産卵のために上陸したウミガメを対象として調査しているサイトもあるが、上記の痕跡調査と合わせて実施していることが多い。調査は、主に地元有志のボランティアによって実施されているが、行政と連携している地域もある。日本では各地で精力的な調査が実施されており、特に本土では主要なウミガメ産卵地のすべてが調査されている状況にある。

2004（平成 16）年に設定した 41 サイトにおいて、現地の調査主体を対象に、ウミガメ各種の上陸・産卵状況と産卵地における問題をヒアリングした。



図 1-6 ウミガメの産卵痕跡。矢印は産卵巣の場所

##### b. 砂中温度の測定

データロガーを埋設し、1 時間の間隔で砂中温度を自動測定させ、秋以降にそれを回収してデータを読みとった。使用したデータロガーは、Onset社製のStowaway TidbiT ver.2である。このデータロガーは耐圧防水設計が施されており、過酷な環境においても多くの実績がある。寸法は30×40×17mm、重さは23gで、±0.2℃の精度、0.02℃の分解能と64Kバイトのメモリを有する。1時間毎の測定をした場合に1750日間分、10分毎でも290日間分をカバーすることができる。アカウミガメの産卵巣中心部の平均深度が43.0cm

であることや（松沢ほか, 1995）、それ以外にも40cm深での観測が広く行われていることを踏まえて（松沢・坂本, 1994; Matsuzawa *et al.*, 2002b）、データロガーの設置深度は原則的に40cmとした。回収の際の探査を容易にするために、データロガーを結束バンドで水道管工事用のマーカーに固定して、これを1セットとして埋設した（図1-7）。



図1-7 データロガーを水道管工事用マーカーと結合した状態

### c. 海岸の変化状況把握

2009年（平成21年）から、海岸線の変化を把握するための基礎資料として、各サイトの航空写真を収集した。現在までに2004年に設定した41産卵地すべての写真を入手した。入手した写真は時系列順に整理し、海岸線の変化、堤防や港湾などの構造物の設置状況を記録した。主な引用先は下記の2つである。

1. 国土交通省国土地理院地図空中写真閲覧サービス（旧国土変遷アーカイブ空中写真閲覧）<http://mapps.gsi.go.jp/maplibSearch.do>
2. 海上保安庁空中写真閲覧サービス  
[http://www4.kaiho.mlit.go.jp/Aphoto/Air\\_code/INDEX/](http://www4.kaiho.mlit.go.jp/Aphoto/Air_code/INDEX/)

## 2. 調査の結果

### (1) 上陸・産卵状況

#### a. アカウミガメの上陸・産卵状況

2004年から2012年における全国のアカウミガメの産卵回数の推移を図2-1に示す。2004年から2007年までは産卵回数が3,562回から2,141回と減少傾向にあったが、2008年に急に6,771回に増加し、その後2012年まで1年ごとに増減を繰り返しながら増加傾向にある。2012年の延べ産卵回数は9,661回であり、本調査の開始以来もっとも多かった。

過去の資料から、日本の主要なウミガメ産卵地である「11 屋久島 田舎浜」・「26 日和佐大浜海岸」・「28 南部千里浜」・「37 御前崎海岸」では、1980年に産卵回数が増加し、1990年頃をピークに減少に転じ、1997-99年には最も少なくなった (Kamezaki *et al.*, 2003a)。その後、産卵回数は増加したが、2003年をピークに再び減少している。また、1990年頃と2003年頃のピークよりも2008年から現在の方が、産卵回数が多い (亀崎, 2013)。これらの情報をまとめると、日本全体のアカウミガメの産卵回数は1年ごとに増減を繰り返しながら、長期的には数年から十数年の間隔で増減しているようであり、現在は増加傾向の途中にあると考えられる。

全サイトを、奄美諸島より南の南西諸島 (以下、奄美以南)、屋久島、種子島、九州、四国、紀伊半島、遠州灘の7つの地域に区分して、各地域におけるアカウミガメの産卵回数の推移を2004年の産卵回数に対する相対比にしたものを図2-2に示す。なお、種子島では2006年の産卵回数が不明である。例外もあるが、各地ともに1年ごとで増減を繰り返しながら、全体として増加傾向にあるといえる。産卵の増加する年と減少する年は、各地とも同調している。このような増減の同調は、産卵個体の摂餌海域における海水温の変化とそれにとまなう餌資源の変動に起因するという説もあるが (Chalopuka *et al.*, 2008)、詳しいことはわかっていない。産卵回数の増減の幅は地域差があり、奄美以南・屋久島および九州では、種子島・四国・紀伊半島・遠州灘よりも相対的に変化が小さい。

上記のように2008年以降は、全体として産卵回数が増加傾向にあるが、サイトごとに見ると状況は異なると考えられる。例えば、「3 黒島 西の浜」は、1978年よりウミガメの産卵が記録されているが、1980年代には毎年10~40回の産卵があったものの、2000年代に入ってから5回未満にとどまっている (亀田, 2013)。同様に、四国のサイトである「26 日和佐大浜海岸」や「27 蒲生田海岸」でも継続的な産卵回数の減少が報告されている (亀崎, 2012)。ウミガメ類は一度産卵した浜に、繰り返し産卵に訪れることが多い。ウミガメはサケ科魚類の母川回帰のような特性を持つわけではないが、生まれた浜を含むその周辺で産卵すると考えられている (Bowen and Karl, 1997; Watanabe *et al.*, 2011)。さらに、日本のアカウミガメの成熟年齢は個体差も大きいですが、約40年かかると考えられている (石原, 2011)。これらのことから、産卵回数が継続的に減っている地域は、ウミガメが産卵し難い (もしくはウミガメが浜まで到達できない) 状況が長く続いているか、その産卵地を利用している産卵個体の個

体数自体が減少していると考えられる。そして、その原因が改善されたとしても、成熟には40年ほどかかることから、産卵回数の回復には長い時間がかかると思われる。いずれにしても、今後のアカウミガメの保全を考えるには、日本全体だけでなく、サイトごとに問題点を抽出し、その改善に向けて取り組む必要がある。

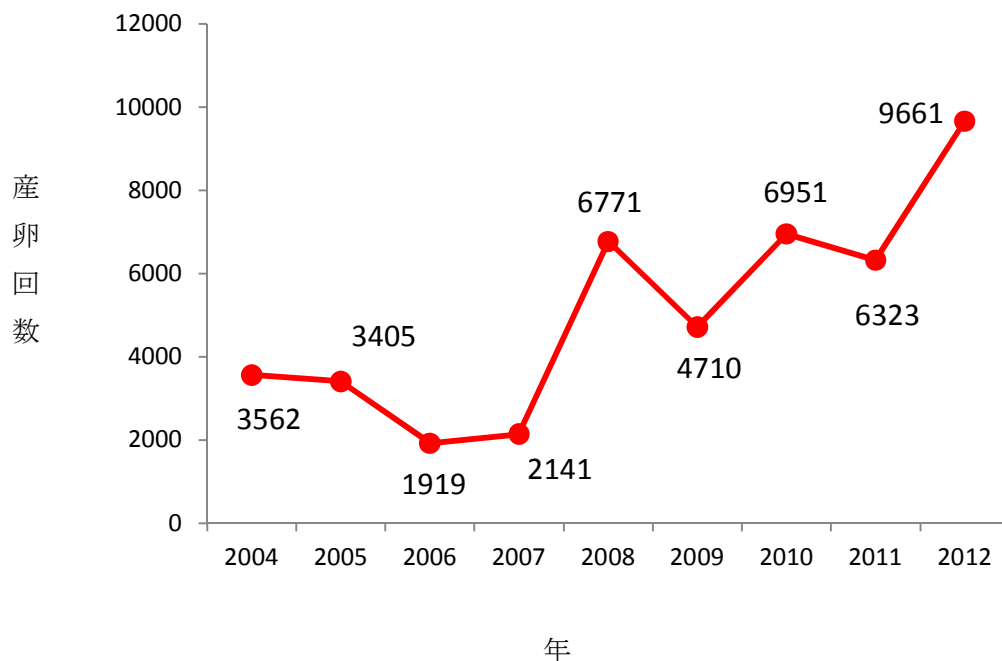


図2-1 全国のアカウミガメの産卵回数の推移

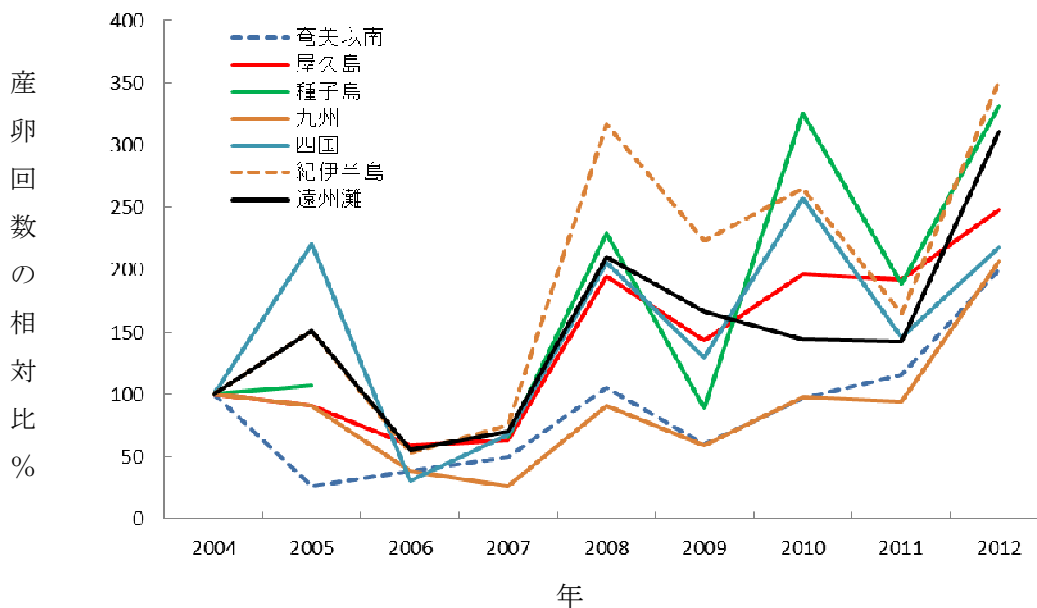


図2-2 地域別のアカウミガメ産卵回数の2004年の産卵回数に対する相対的変化

## b. アオウミガメの上陸・産卵状況

2004年から2012年のアオウミガメの産卵回数の推移を図2-4に示す。小笠原諸島のデータは継続的に得ることができなかつたため、本報告は南西諸島の集計結果である。アオウミガメの産卵地はアクセスの困難な離島の小さな砂浜に集中する傾向にあり（図2-5）、調査体制や台風などの天候に大きく左右されるため、年によっては十分な調査を実施できないサイトもあった。

2004年から2009年の産卵回数は、100回から160回前後であったが、2010年から2012年の3年間は大きく増減している。2010年の増加の原因は不明であるが、2012年の増加は、2004年から2011年まで年に数回しか確認されていなかった「16種子島 長浜」のアオウミガメの産卵が2012年に急増した影響が大きいと考えられる。このように、急にアオウミガメの産卵が確認されるようになった事例は、「3黒島 西の浜」でも確認されている。「3黒島 西の浜」では、1970年から1980年代はアカウミガメが優先していたが、1990年代から急にアオウミガメの産卵が確認されるようになり、現在ではアカウミガメの産卵数を上回るようになった（亀田, 2013）。アオウミガメの産卵が急に増えた原因として、2つの可能性が考えられる。一つは、太平洋におけるアオウミガメの産卵地は、赤道付近の低緯度地域にあり、日本は北限に位置することから、地球温暖化の影響により海水温が上昇し、アオウミガメの産卵地が北上している可能性である。もう一つは、アオウミガメの産卵回数が日本を含め世界中で増加していることから（例えば、阿部, 2000; 山口ほか, 2005; Chalopuka *et al.*, 2007）、産卵地の裾野が広がっている可能性である。今後、調査を継続することで、産卵回数の推移と産卵地の地理的な変化を把握し、気候変動と比較することで、この原因が明らかになる可能性がある。

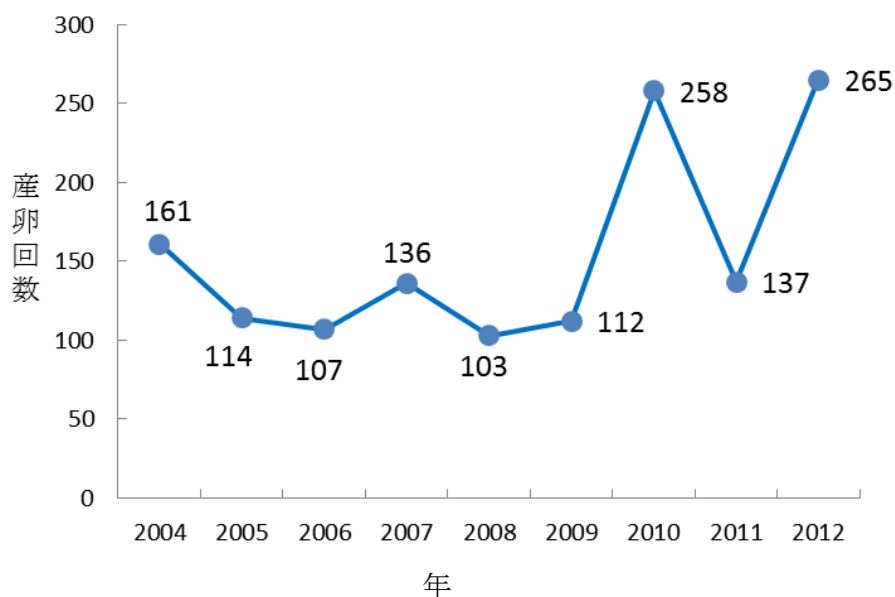


図2-4 南西諸島におけるアオウミガメの産卵回数の推移



図 2-5 「2 西表島のサザレ浜」；八重山諸島を代表するアオウミガメの産卵地であるが、陸路がなく人里離れているため、アクセスが困難であり十分な調査が難しい

### c. タイマイの上陸・産卵状況

2004 年から 2012 年におけるタイマイの産卵回数の推移を図 2-6 に示す。タイマイの産卵は 2011 年の 9 回が最も多く、それ以外の年は 0 から 4 回であった。2012 年の産卵回数は 2 回となっており、前年の 9 回から急減しているが、全体的な産卵回数から勘案すると 2011 年の産卵回数が偶発的に多かった可能性も示唆される。しかし、2004 年から 2006 年の 3 年間に 1 回しか産卵がなかったことを考えれば、産卵は全体的には増加傾向にあると考えられる。

タイマイの産卵は 1978 年に日本で初めて「3 黒島 西の浜」で確認された（御前, 1978）。その後も、黒島西の浜では 10 回未満の産卵回数であるが、2012 年までほぼ毎年 継続的に産卵が記録されている（亀田, 2013）。タイマイも他のウミガメ類と同様に同一の個体が 1 産卵シーズンに 2-4 回産卵するため、「3 黒島 西の浜」に訪れる産卵個体はわずか 1・2 個体と推測される（亀田・若月, 2011）。

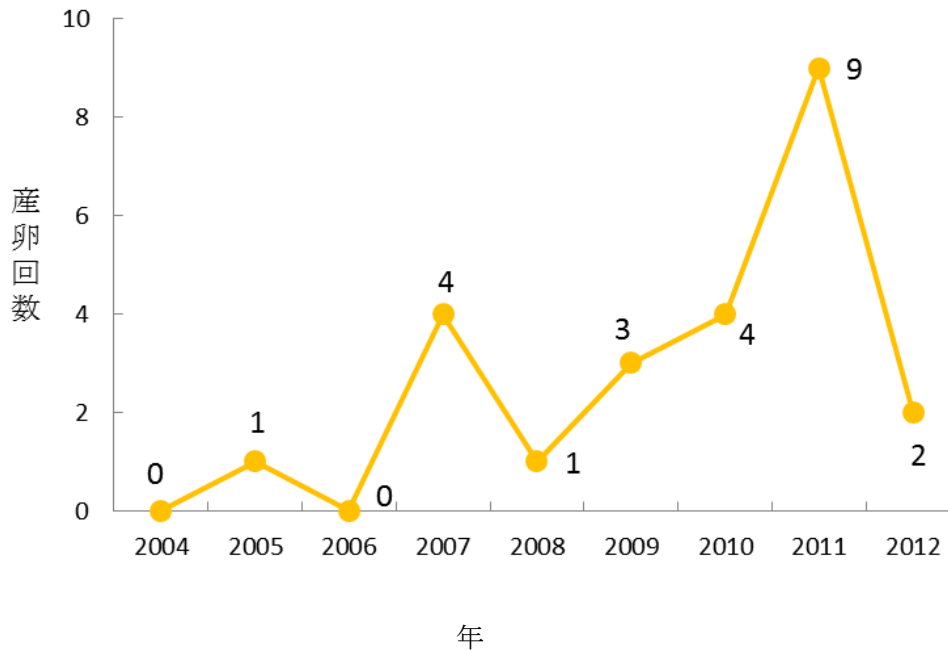


図2-6 タイマイの産卵回数の推移

## (2) 産卵地における問題

### a. 哺乳類による食害の増加

ウミガメの卵はさまざまな動物の餌となっている。代表的なものはスナガニ類である。スナガニは産卵巣に侵入し卵を食べ、孵化した子ガメが海へ向かう時に捕まえて巣穴に引きずり込む。その他にもアリ類やヘビによる食害も報告されている（亀崎, 1993; 宮平ら, 2000）。しかしながら、近年、最も問題視されているのは、哺乳類による食害である。特に2008年ごろから哺乳類による食害が急に増えたという情報が各地からよせられている。

「1 西表島 ウブ浜」と「2 西表島 サザレ浜」では、2008年からリュウキュウイノシシによって産卵巣が捕食されはじめた（図2-7）。これらのサイトは、黒島研究所の前身である八重山海中公園センターの時代から約20年以上にわたり調査をしているが、2008年まではリュウキュウイノシシによる食害はなかった。これらのサイトの食害は、年によってもその程度が異なるが、多い年には産卵巣の約60%が捕食された（亀田ら, 2013）。サザレ浜では2008年から2012年までは継続的に産卵巣が捕食されているが、ウブ浜では2008年から2012年の間で2011年と2012年だけは食害なかった。また、食害はあったとしても、産卵シーズンの初期から食べ始めすべての産卵巣を食べる年もあれば、シーズンの終盤から始まる年もあり、その捕食状況は年によってさまざまである。なお、リュウキュウイノシシによる食害は奄美諸島でも拡大している（興・水野, 2013）

「28 南部千里浜」でも2009年から何者かによって産卵巣が掘り返される被害がはじまった。本地域

では、1981年より約30年間ウミガメの産卵調査が実施されているが、食害はごく稀なことであった。2009年当時は、周辺の集落でアライグマの目撃例が増えていた時期であったため、アライグマによる被害と思われたが、後にセンサーカメラによる撮影と足跡から、タヌキであることが明らかになった。2011年は全体の3割の産卵巣が掘り返されたが、途中から柵を産卵巣の上にかけることによって、網の横から入られることがあったものの、概ね食害を防ぐことができた。2012年まで、このタヌキによる食害は継続して確認されており、現在では地元有志や民間企業の協力によって防護柵を設置し、産卵巣を保護している(図2-8)。

この他、「20 宮崎海岸」「34 赤羽根海岸」や「35 豊橋海岸」でも、哺乳類による被害が急増しているという情報がある。「20 宮崎海岸」では被害のあった産卵巣の回りに、キツネとタヌキの足跡が多く確認されている。哺乳類は高い学習能力があり、一度ウミガメ卵を捕食すると、その後も捕食を継続する可能性が高い。砂浜によっては、産卵巣のほぼ全てが捕食されることもある。哺乳類によるウミガメ卵の食害は、今後もっとも注視しなければいけない事例である。



図 2-7 「1 西表島 ウブ浜」におけるリュウキュウイノシシによるウミガメ卵の捕食痕跡；  
大きな穴が開き、周囲には卵の殻が散らばる



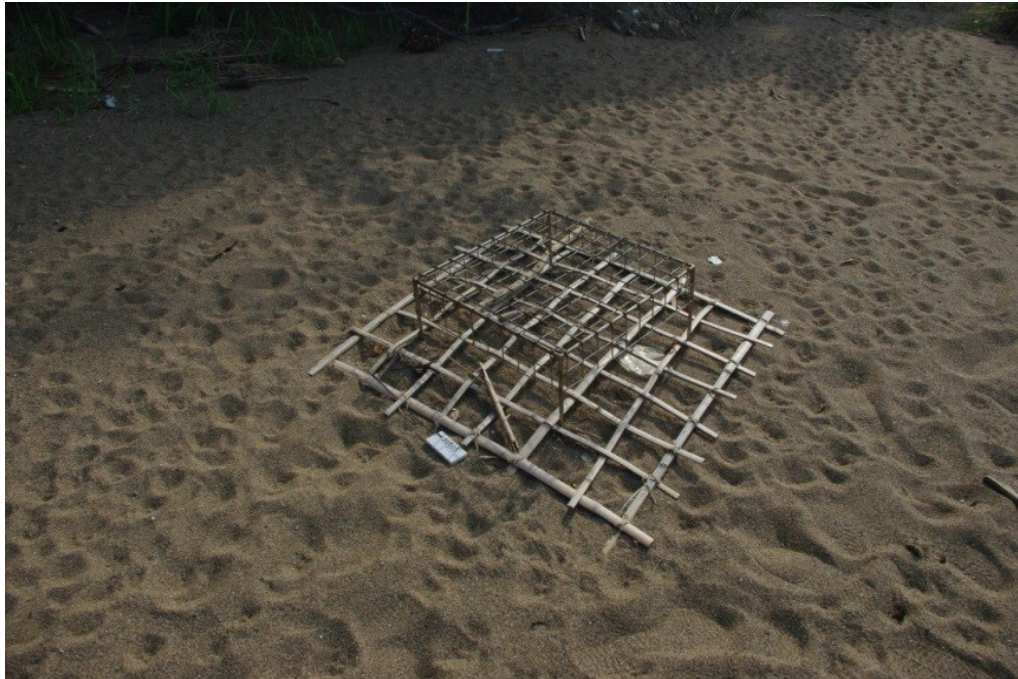


図 2-8 「28 南部千里浜」におけるタヌキ対策；産卵巣の上に竹柵をかぶせ、さらに金網で覆う。ここまで厳重にしなければ、隙間から産卵巣を掘り返されてしまう

#### b. 台風による影響

台風は砂浜の形状を大きく変化させ、時として多くの産卵巣が流出する。例えば、2011年7月19日に室戸岬と紀伊半島に上陸した台風6号と、9月3日に四国に室戸岬に上陸して日本海へ抜けた台風12号は、いずれも接近するまでの動きが遅く、波が高まった時期と大潮の時期が重なったために、多くのサイトで砂の堆積が大きく変化した。その結果、各地で産卵巣が流出したという情報が各地からあった。特に「11 屋久島 田舎浜」の調査者からは、推定8万から10万個の卵が流失したとの情報を得ている。

また、台風による高潮や波・大雨などによって産卵巣が冠水すると、胚の発生が止まり卵は死亡することが知られる。各サイトからは台風による冠水に起因する直接的な卵の死亡についての情報は得られていないが、本事業の砂中温度測定の調査では、台風の襲来時に温度が急激に低下するなど、産卵巣が冠水したと考えられる状況が読み取れており、実際に台風に起因する卵の死亡が発生していると考えられる。

一方で、自然の砂浜は波や風によって砂が移動することで、柔らかい状態を保っている。柔らかい状態というのは、砂浜に降りた際に足が砂に埋まるような状態である。護岸や離岸堤で囲まれた砂浜は、砂の移動がなく、有機物が堆積し、固結化がおこり（亀崎, 2003）、固結化した砂は、踏んでもほとんど沈みこまない。固結化した砂浜は、砂の中に十分に酸

素がいきわたらず、また、外気温の影響を受けやすくなることから、卵の発生に悪影響を与える。沖縄島では砂の柔らかさを定量的に測定しており、ウミガメの産卵状況と比較したところ、砂が柔らかい砂浜は相対的にウミガメの産卵回数が多いという報告もある (Kikukawa *et al.*, 1999)。

また、台風が襲来しない年は、グンバイヒルガオなどの海浜植物が汀線近くまで繁茂した事例がある (近藤・黒柳, 2000)。このような植物の繁茂がどのように砂浜生態系に影響を与えるのか明らかになっていないが、台風による攪乱は海浜植物の過剰な繁茂を制限している可能性がある。

2012年の台風17号の通過前後の「3黒島 西の浜」の写真(図2-9)を見ると、上段の砂浜の中央部で撮影した写真は、台風が通過後に岩盤が露出し、浜崖が形成され、海浜植物の葉が無くなっている。しかしながら、砂浜の南側は、台風の通過前はキノコ型の岩の下には砂が無かったが、通過後は岩の近くまで砂が堆積し、砂が増えたことがわかる。「3黒島 西の浜」は南北に延びる砂浜であるが、台風17号は八重山諸島の南側を通過したため強い北風が吹き、砂が流出したというよりは、北側から中央の砂が南側に移動したと考えられる。このような大規模な砂の移動は、台風の際に多く観察される。

上記のように、台風の襲来は、短期的にみればウミガメ卵を流出や冠水によって死亡させることから、ウミガメ卵にとって大きな脅威である。一方で、産卵地によっては台風による定期的な攪乱が起こることで、砂浜がウミガメの産卵や卵の発生にとって適した状態を保っている可能性がある。



図 2-9 「3 黒島 西の浜」における台風 17 号の通過後の砂浜の景観；上段は砂浜の中央部。左は台風 17 号の通過前、右は通過後。通過後は砂が無くなり、岩盤が露出している。下段は砂浜南端。左は通過前、右は通過後。通過後はキノコ型の岩のすぐ下まで砂があり、砂が増えたことがわかる

### トピック①

#### 市民に支えられる日本のウミガメ調査と保護

ウミガメの産卵地は、南日本のいたる所に存在している。産卵回数の多い少ないを別にすれば、南日本の外海に面している砂浜であれば、ほぼ全ての砂浜でウミガメが産卵にできる可能性がある。本事業では、全国に 41 カ所のモニタリングサイトを設置しているが、この 41 サイトを選定できたのも、事前に地元市民によって全国のウミガメの産卵状況が把握されていたからである。

日本におけるウミガメの調査と保護活動は、世界的にみても長い歴史がある。例えば、徳島県の「26 日和佐大浜海岸」では、1950 年から世界ではじめてのウミガメ生態調査が、当時の中学校教員である近藤氏と生物クラブの生徒たちによって始められた（図 2-10）。この調査は上陸回数や産卵回数、胚の発生状況までを調べ、冊子としてまとめられている（近藤, 1968）。同じく徳島県の「27 蒲生田海岸」では、1954 年から上陸回数がカウントされており、世界で最も長期的なモニタリング調査として知られている。このような市民ボランティアによる活動はその後にも広がり続け、現在では日本のほとんどの産卵地で行われる

ようになった。ウミガメの産卵期は4月から7月まで、子ガメのふ化の時期まで含めると半年以上にわたる。ウミガメの調査には多大な労力と時間が必要となる。世界的に見ても、地元住民のボランティア活動によって、その国全体の産卵状況が明らかになっているところは稀である。

2008年以降、日本のアカウミガメの産卵回数は増加傾向にある。特に九州南部と鹿児島県屋久島は順調な回復傾向にある。実はこの産卵回数の回復は、市民による保護活動と関係があると考えられる。近年の研究により日本のアカウミガメは30年から40年で成熟することが明らかになってきた(亀崎, 2013)。このことから、近年産卵に来ている母ガメは1970~1980年頃に生まれた個体と考えられる。この1970年から1980年というのは、まさに日本の各地においてウミガメの保護活動が始まった時期と重なる。例えば、「20 宮崎海岸」では、1970年代から宮崎野生生物研究会がウミガメの保護活動を開始し、行政に働き掛けて砂浜を天然記念物とすることで、それまでほとんどを食用として採集されていたウミガメ卵の採集を規制した。この結果、1980年代にはウミガメ卵の採取は無くなった。同様の保護活動は屋久島など鹿児島県をはじめ、日本全国で実施された。すなわち、現在のウミガメ産卵回数の増加は、ウミガメの成熟年齢を踏まえると、1970年から1980年代にかけて始まった市民による保護活動の成果と考えられる。



図 2-10 日和佐中学校の近藤康男氏と生物クラブ (1951年)

## トピック②

### 各地における先駆的なウミガメ保護対策の事例

各サイトレベルでの代表的なウミガメの保護活動は産卵巣の移植である。本土の多くの砂浜は、後背が護岸化され、砂浜が侵食されている。このため、場合によっては産卵巣を移植しなければいけない状況もある。それ以外にも、各地で様々な問題を抱えており、その問題に対する解決策が実施されている。2008年から2012年の間には、2つの先駆的な事例があったので紹介する。

#### ●屋久島永田地区ウミガメ観察ルール

「11 屋久島 田舎浜」と「12 屋久島 前浜」は、アカウミガメの国内最大の産卵地であることから、産卵期にウミガメの産卵をみるために多くの見学者が押し寄せる。大勢の見学者が砂浜に来ることで、上陸のために海で待機しているウミガメが上陸をしないことや、踏圧によって卵のふ化率が悪くなるなど、ウミガメの繁殖に悪影響を与えることがわかってきた。そこで、2009年からは環境省や地元住民、ウミガメ調査者などの関係者が話し合い、ウミガメ保護と砂浜利用に関する自主的なルールを策定した。2010年にはリーフレットを作成し、来島者にもルールを守っていただくように協力を呼びかけている。加えて、同浜をエコツーリズム推進法に基づく「特定自然観光資源」に指定し、利用者数などの調整を図っていくことにしている。このような取り組みは、ウミガメの産卵地を保全するきっかけとして先駆的である。

#### ●豊橋市のエココースト事業

「35 豊橋海岸」では、侵食対策として消波ブロックが砂浜の中央付近に設置され、半分露出している状態にあった。この露出した消波ブロックによって、アカウミガメの上陸が阻害され、時には上陸した個体が挟まって海に帰れない事例があった。そこで豊橋市では2008年よりエココースト事業の一環として、露出していた消波ブロックを砂浜の後背に移設する作業を開始した。この事業は、過去の海岸防護対策を見直し、当海岸においてはアカウミガメが上陸しやすい海岸を目指すものである。日本においては、ウミガメ類のために構造物を移動するという初めての事例である。現在は、800mの区間において消波ブロックの撤去が終了しており、今後は県境まで進めていく予定である。この事業によって、アカウミガメが本来の産卵場所である海浜植物の際まで容易に移動することが可能なると思

われる。現在は地元の調査主体によって、消波ブロックの撤去後のアカウミガメの行動分析がおこなわれ、移設の効果が検証されている（図 2-11）。



図 2-11 豊橋海岸で行われた消波ブロックの移動作業

### （3）砂中温度の測定

#### a. 各サイトの砂中温度の推移

調査対象である 10 サイトにおいて各サイトに 3 観測地点を設けて 1 つずつデータロガーを埋設し、砂中温度を測定した。しかしながら、台風などの影響により、1 年間に 1 個から 10 個のデータロガーが流出した。各サイトの観測地点ごとの観測期間と拾得・紛失状況を表 1 に示す。

2009 年から 2012 年までの産卵・ふ化の最盛期にあたる 6 月 14 日から 9 月 30 日の期間の平均温度、最高温度と最低温度の平均、その範囲を表 2 にまとめた。年平均温度については、宮崎海岸大炊田海岸 30.4℃が最も高く、次いで大里松原海岸南 30.2℃、宮崎海岸一つ葉海岸 30.0℃であった。最も低かったのは屋久島前浜西 27.4℃、次いで赤羽根海岸西 27.9℃、赤羽根海岸中央 28.4℃の順であった。全体的には 29℃から 30℃の間の地点がほとんどで、サイトの間で大きな差はなかった。年平均最低温度は、大里松原海岸南の 21.1℃、同海岸中央 21.6℃、日和佐大浜海岸移植ライン 21.9℃の順で低かった。年平均最高温度は、

大里松原海岸南 36.3℃、屋久島前浜階段下 36.0℃、大里松原海岸 35.4℃の順で高かった。温度差（年平均最低温度 - 年平均最高温度）については、最も差がなかったのは黒島西の浜の3地点で、それぞれ植生中 4.0℃・植生前 4.4℃、植生際 5.9℃であった。最も差が大きかったのは、大里松原海岸の3地点で、それぞれ南 15.1℃・北 13.4℃・中央 13.4℃であった。全体として、南西諸島の「3 黒島 西の浜」・「8 沖縄島 謝敷海岸」・「11 屋久島 田舎浜」は範囲が 10℃以下であるのに対して、本土のサイトはほとんどが 10℃以上であった。

2009 年から 2013 年における各サイトの平均温度と気温の推移を図 3-1 に示す。なお、この平均温度はウミガメ類の産卵とふ化が多い 6 月 14 日から 9 月 30 日までのデータで、気温のデータは気象庁のデータを集計した（気象庁ホームページ）。一つのサイトの中では、観測地点間で温度の増減に差がないように見えるが、屋久島 前浜西だけは EF 境と階段下とでは大きく異なっている。サイトごとにみると「20 宮崎海岸」・「25 大里松原海岸」・「30 井田海岸」・「34 赤羽根海岸」は相対的に年変動が大きい。2010 年は本土のほとんどの地点で温度が上昇しているのに対して、「3 黒島 西の浜」と「8 沖縄島 謝敷海岸」では低下している。気温と砂中温度を比較すると、気温が高かった 2010 年は各地とも砂中温度も上昇しているが、それ以外の年は必ずしも気温と砂中温度が同調しているとはいえない（図 3-1）。温度の測定は、まだ 5 年間しか実施しておらず、十分に今後の推移を考察できていないが、今後も調査を継続することでサイトごとの温度の変化が明らかになる予定である。

観測地点における平均温度、ウミガメ脱出率が半減する 31.6℃以上であった時間、ふ化が危険となる 33.0℃以上であった時間を図 3-2 にまとめた。この 5 年間では、2010 年と 2012 年の平均温度が高く、31.6℃以上・33.0℃以上の時間がともに長いことがわかる。サイトごとでみると、31.6℃以上・33.0℃以上の時間は、南西諸島よりも本土のサイトが長くなる傾向にあった。特に、「25 大里松原海岸」と「26 日和佐大浜海岸」の四国 2 サイトは、本土の他のサイトである「20 宮崎海岸」・「28 南部千里浜」・「34 赤羽根海岸」よりも長かった。

表1 各サイトにおけるデータロガーの回収状況と観測期間

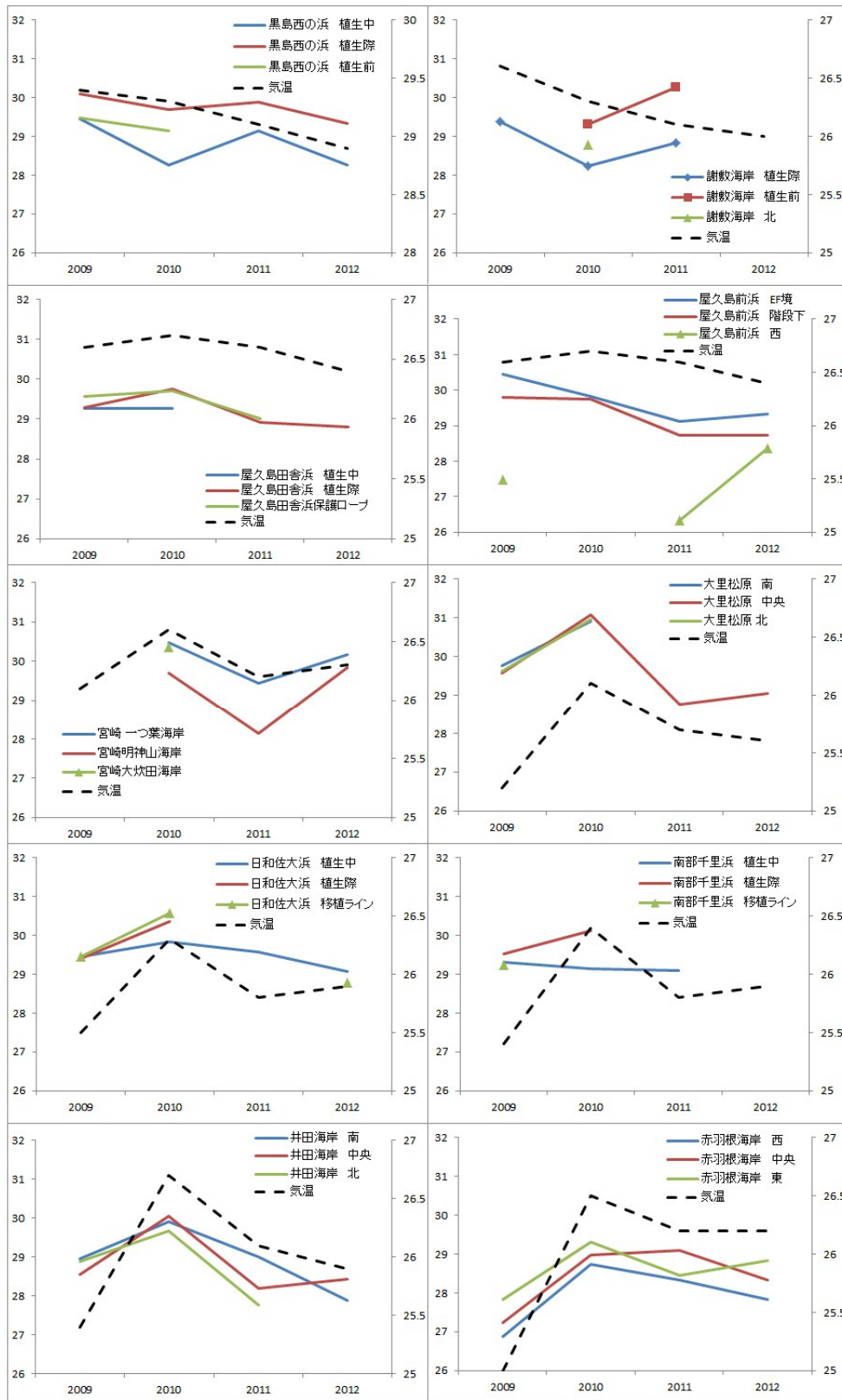
番号	調査地	ロガー設置地点	2009	2010	2011	2012
3	黒島 西の浜	植生中	5/22-1/14	5/24-12/1	4/24-12/1	4/26-11/7
		植生際			紛失	紛失
8	沖縄島 謝敷海岸	植生際	4/30-12/29	6/3-11/21	5/14-10/8	紛失
		植生前	紛失			
		北東植生前	5/31-12/29	6/3-12/5	紛失	
11	屋久島 田舎浜	植生中	5/29-10/1	5/26-9/30	4/30-10/1	4/26-9/24
		植生際				紛失
12	屋久島 前浜	EF境	5/30-10/1	5/26-9/30	5/6-10/2	4/26-9/24
		階段下			5/6-10/1	
		西		紛失	5/6-10/2	
20	宮崎海岸	一つ葉海岸	調査なし	5/28-10/5	4/29-10/22	6/29-10/19
		明神山海岸				6/29-10/18
		大炊田海岸			紛失	紛失
25	大里松原海岸	南	6/3-1/20	5/26-11/3	紛失	5/3-11/3
		中央			4/30-11/22	
		北			紛失	
26	日和佐大浜海岸	植生中	5/19-1/18	5/30-11/7	6/8-12/2	5/8-11/21
		植生際				5/8-9/29
28	南部千里浜	植生中	4/30-11/2	4/30-10/17	4/24-10/15	紛失
		植生際	6/15-11/2		紛失	
		移植ライン		紛失		
30	井田海岸	南	6/11-1/15	6/9-11/15	4/24-11/4	4/25-11/5
		中央				紛失
34	赤羽根海岸	西	6/4-12/2	5/25-11/25	4/25-12/7	4/24-12/11
		中央				
		東				



表2 2009年から2012年の砂中温度の平均値

番号	調査地	ロガー設置地点	年平均温度 (°C)	年平均 最低温度 (°C)	年平均 最高温度 (°C)	温度差
3	黒島 西の浜	植生中	28.8	26.2	30.2	4.0
		植生際	29.8	26.0	31.8	5.9
		植生前	29.3	26.9	31.3	4.4
8	沖縄島 謝敷海岸	植生際	28.8	25.0	31.0	6.0
		植生前	29.8	24.1	33.9	9.8
		北東植生前	28.8	25.2	32.0	6.8
11	屋久島 田舎浜	植生中	29.1	23.7	32.5	8.7
		植生際	29.2	23.8	32.8	9.0
		保護ロープ	29.4	23.7	33.0	9.4
12	屋久島 前浜	EF境	29.7	23.0	34.4	11.4
		階段下	29.3	22.8	36.0	13.2
		西	27.4	22.3	30.9	8.6
20	宮崎海岸	一つ葉海岸	30.0	23.1	34.8	11.8
		明神山海岸	29.2	22.8	33.5	10.7
		大炊田海岸	30.4	24.0	35.1	11.1
25	大里松原海岸	南	30.2	21.1	36.3	15.1
		中央	29.6	21.6	35.0	13.4
		北	29.9	22.0	35.4	13.4
26	日和佐大浜海岸	植生中	29.5	22.3	33.8	11.4
		植生際	29.7	23.0	34.0	11.0
		移植ライン	29.6	21.9	35.3	13.4
28	南部千里浜	植生中	29.2	23.4	33.5	10.1
		植生際	29.8	24.3	33.7	9.4
		移植ライン	29.2	24.9	32.9	8.0
30	井田海岸	南	28.9	22.0	33.5	11.5
		中央	28.8	22.7	33.2	10.5
		北	28.8	22.1	33.5	11.4
34	赤羽根海岸	西	27.9	22.6	31.5	8.9
		中央	28.4	22.2	32.3	10.1
		東	28.6	22.5	32.6	10.2

砂中温度℃



気温℃

年

図 3-1 2009 年から 2012 年における各サイトの平均砂中温度と気温

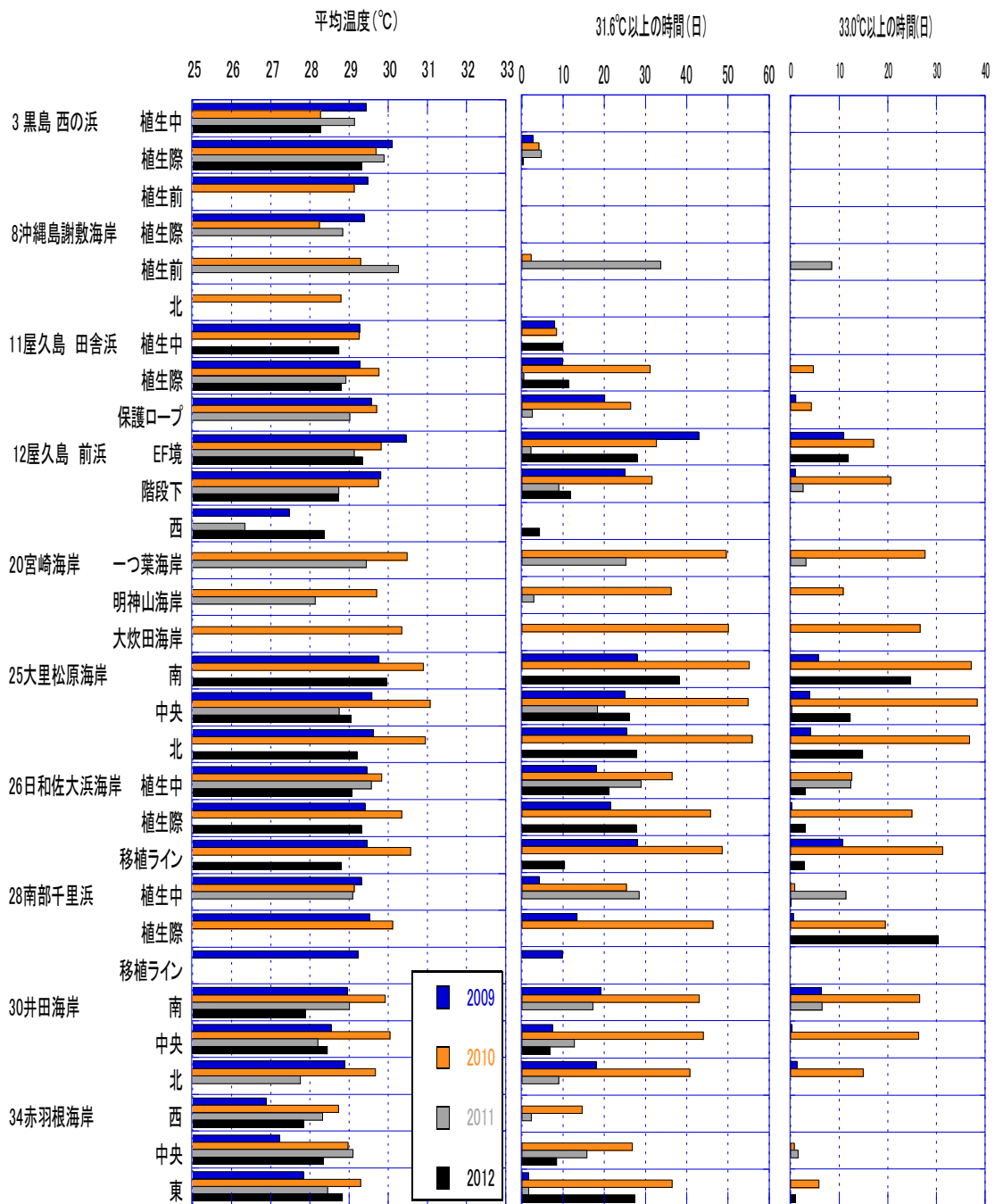


図 3-2 各サイトの観測点における平均温度（左）、31.6°C以上の合計時間（中）、33.0°C以上の合計時間（右）；31.6°C以上になると胚の発生に悪影響がある。一定時間以上にわたり33.0°C以上になると胚は死亡する（亀崎, 2013）

## b. 地域ごとの比較

砂中温度の季節変化を地理ごとで比較するため、代表として2012年の「3 黒島 西の浜」、  
「11 屋久島 田舎浜」、「26 日和佐大浜海岸」の3サイトにおける砂中温度と、その24時間  
移動平均残差を図3-3に示す。さらに、ウミガメの産卵と子ガメのふ化が多かった6月14  
日から9月30日までの砂中温度の頻度分布を図3-4にまとめる。なお、同一サイトでも観  
測地点が複数あるため、比較には便宜的に植生中の温度を用いた。

砂中温度は季節的な変化を示し、7月から8月がピークであった。そして、しばしば急な  
温度の低下が見られた。本土のサイトである「11 屋久島 田舎浜」と「26 日和佐大浜海岸」  
は良く似た傾向を示しているが、沖縄のサイトである「3 黒島 西の浜」は異なる傾向を示  
した。つまり、「11 屋久島 田舎浜」と「26 日和佐大浜海岸」は8月にピークがあり、観測  
期間中の範囲は21°Cから33°Cである。それに対して、「3 黒島 西の浜」は7月下旬にピー  
クがあり、範囲は25°Cから29°Cで、前の2サイトと比較してピークが早く、変化がすくな  
い。移動平均残差は、その時間における温度とその前の24時間の平均温度との差を示し、  
時間当たりの温度変化を示している。残差の傾向も「11 屋久島 田舎浜」と「26 日和佐大  
浜海岸」は良く似ており、「3 黒島 西の浜」と比較して残差の幅が大きいことがわかる。残  
差が急に変化する時期は、砂中温度が急低下する時と同調しており、台風や大雨によって  
データロガーが冠水したためと推測される。

図3-4より、「3 黒島 西の浜」では29°C前後に温度が集中しているのに対して、「11 屋久  
島 田舎浜」では24°C~33°C、「26 日和佐大浜海岸」では21°C~34°Cまでの広い温度分布  
が見られる。このように沖縄のサイトにおいて温度が安定しているのは、砂の色が大きく  
関係していると考えられる。砂中温度は砂の反射率に影響を受ける (Hays *et al.*, 1995)。  
沖縄の砂浜は、主に死んだサンゴの骨格や貝殻によって構成されているため砂の色が白く、  
日光の反射率が高い。それに対して、本土の砂浜は陸域由来ものが多いため砂の色が黒や  
茶色であることから、日光の反射率が沖縄に比べて低いため温度が高くなる。つまり、沖  
縄の砂浜は日光による影響を受けにくいため、相対的に温度が安定していると考えられる。

「11 屋久島 田舎浜」と「26 日和佐大浜海岸」では、温度の分布が2峰性を示している  
が、これは梅雨の時期に温度が低く、梅雨が明けるとともに急に温度が高くなるためであ  
ると考えられる。

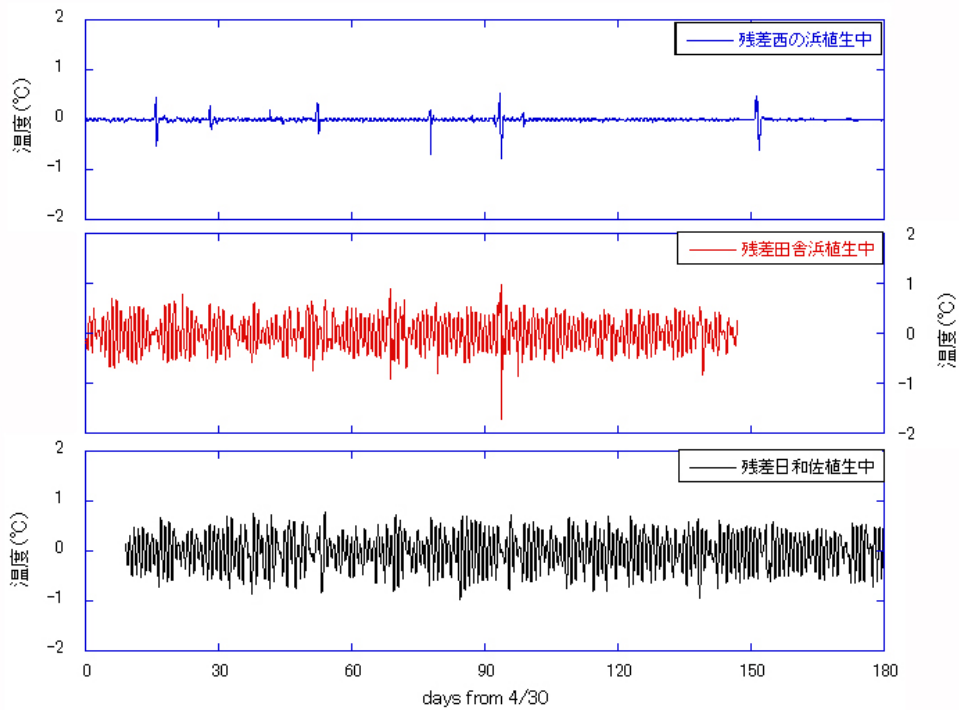
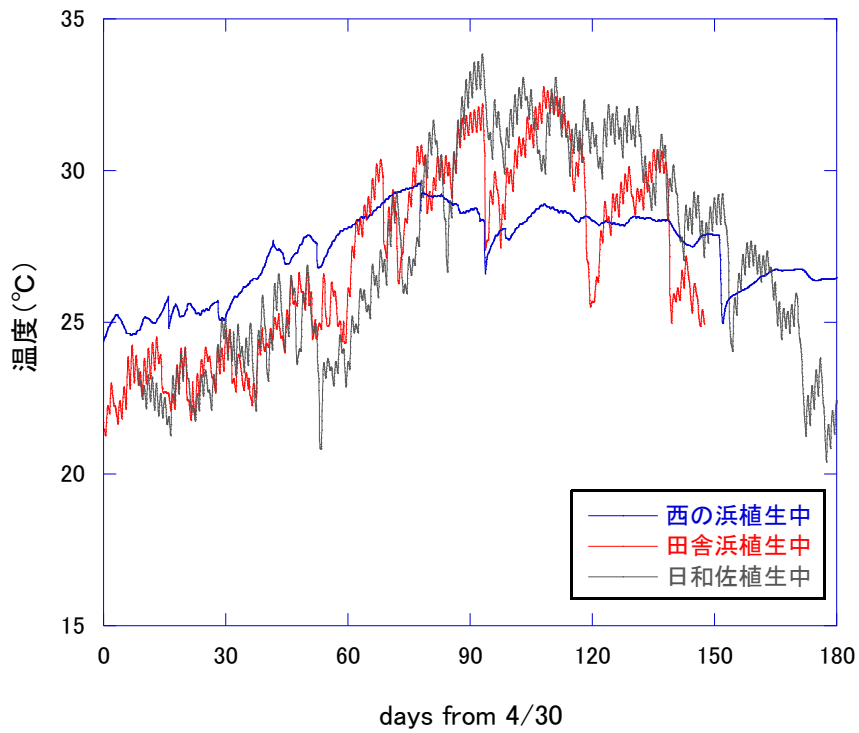


図 3-3 地域ごとの砂中温度の推移（上）と 24 時間移動平均残差（下）の比較  
 全 10 サイトのうち、地理的に離れた場所にある「3 黒島 西の浜」・「11 屋久島 田舎浜」・「26 日和佐大浜海岸」の 3 サイトを代表とし、それぞれの植生中の観測地点を比較した

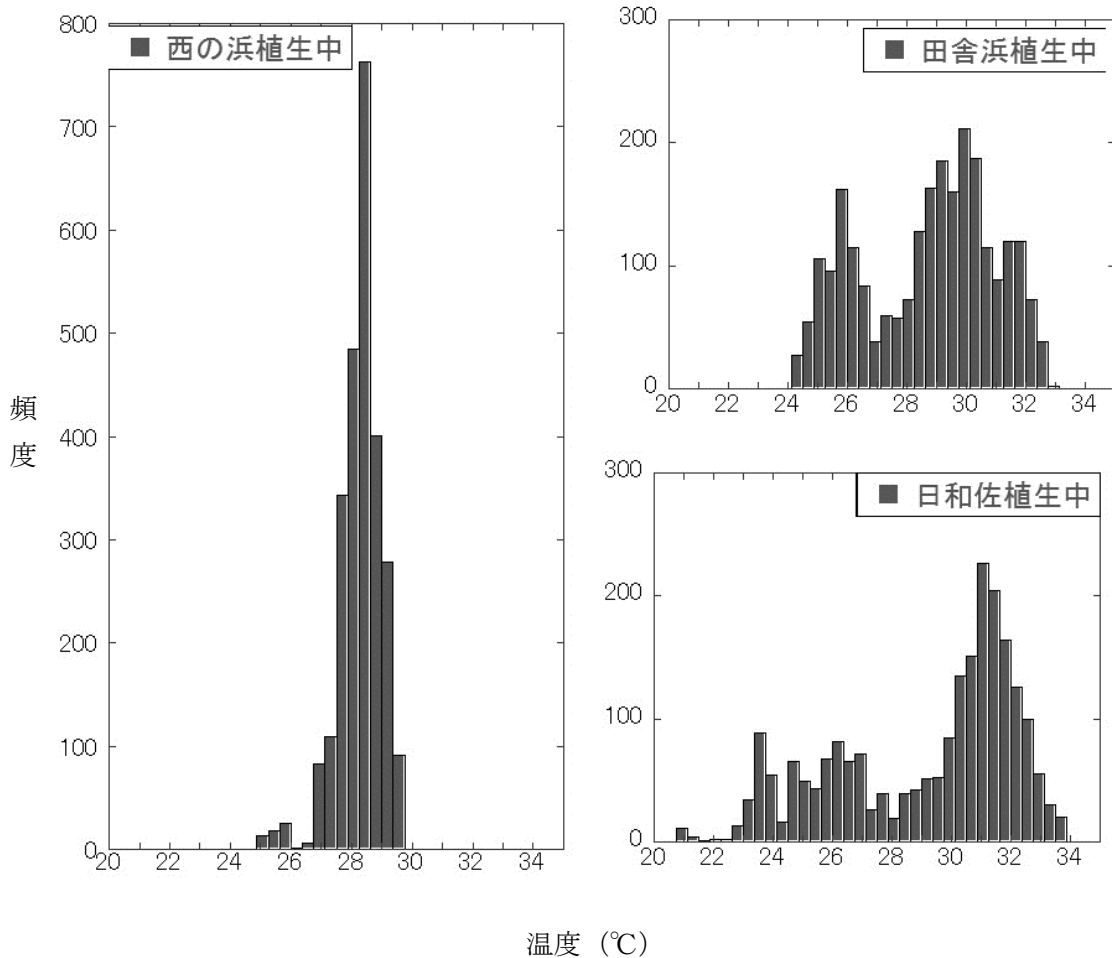


図 3-4 「3 黒島西の浜」・「11 屋久島田舎浜」・「26 日和佐大浜海岸」における 6 月 14 日から 9 月 30 日までの砂中温度の頻度分布

c. 砂中温度から読み取る産卵巣の状況

卵の長時間の冠水は胚の死亡につながることから、冠水の有無を把握することが重要である。砂中温度は台風の接近・通過や局所的な豪雨にもなう冠水などに対応して、急に低下する。このため砂中温度の測定は、卵の冠水の状況を調べるには有効と考えられている。その急低下は、図3-3の残差から、どの時期に発生したのかを読み取ることができるが、どの程度温度が低下したのか、どの位の時間冠水したのかなどの詳細はわからない。そこで、温度が急に变化した時に焦点をあて時間もしくは日単位で温度の変化を調べることで、産卵巣の状況を推測できる。例として、2012年に観測された春の大潮、梅雨前線の豪雨と台風による冠水の3例を記載する。

●春の大潮の影響（図 3-5）

「26 日和佐大浜海岸」では、5 月 21 日から翌日 22 日までの大潮時に、最も海側の観測地点（移植ライン）においてのみ、21 日夕方の満潮前後に約 4℃急低下したのち安定し、22 日明け方の満潮時にわずかに低下し、その後再び安定し、夕方の満潮前後に約 3.5℃急上昇した。より陸地側の 2 観測点では確認されていないこと、全てのイベントが満潮に対応していること、この時に大雨などの温度が急低下するような他の気象変化がなかったことから、潮汐に対応した冠水がおこったと考えられる。

●梅雨前線による大雨の影響（図 3-6）

「11 屋久島 田舎浜」では、7 月 7 日午後 4 時から 6 時までの間に約 3℃の急激な温度の低下を記録した。これはサイト内の全ての位置において、同時に同程度生じていた。気象庁の観測によれば、潮位や波浪に特筆すべき変化は観測されなかったが、この時に梅雨前線が屋久島にかかるように停滞しており、午後 4 時から 6 時までの 3 時間に 78 mm の激しい雨を記録していた（気象庁ホームページ）。このため、この急激な温度低下は大雨によるものと考えられる。

●台風 10 号の影響（図 3-7）

台風 10 号は小笠原諸島の北側から西北西に進み、8 月 1 日昼過ぎに屋久島を通過し、東シナ海に抜けた。台風の接近が大潮に重なったため、種子島では 8 月 1 日午後 2 時に、最大で +62 cm の潮位差が生じた

台風の影響は進路から遠く離れた本土にも及んだ。「26 日和佐大浜海岸」では、最も海側の観測地点（移植ライン）において、7 月 31 日の夕方の満潮時に約 3℃の急上昇があった。これは、日中に暖められた地表付近の砂の層に波が被り、そこで暖められた海水が下の層まで届いたためと考えられる。同様に、8 月 1 日未明には、約 6℃急低下し、その後は夕方の満潮時までほぼ一定の温度が続いた、この時、より陸側の観測地点では、このような変化が全く見られないことから、海側の観測地点での変化は、波をかぶり冠水したためと考えられる。

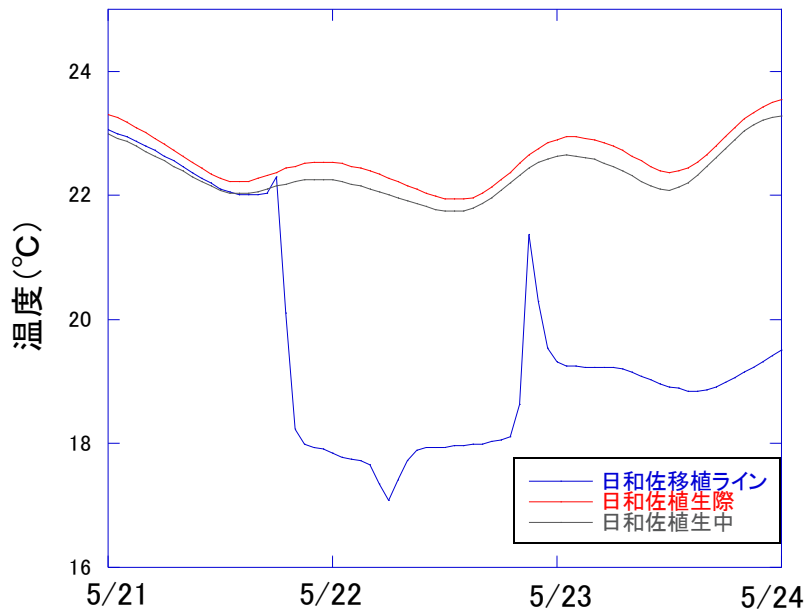


図 3-5 春の大潮時の「26 日和佐大浜海岸」における砂中温度の推移  
(2012/5/21-2012/5/24)

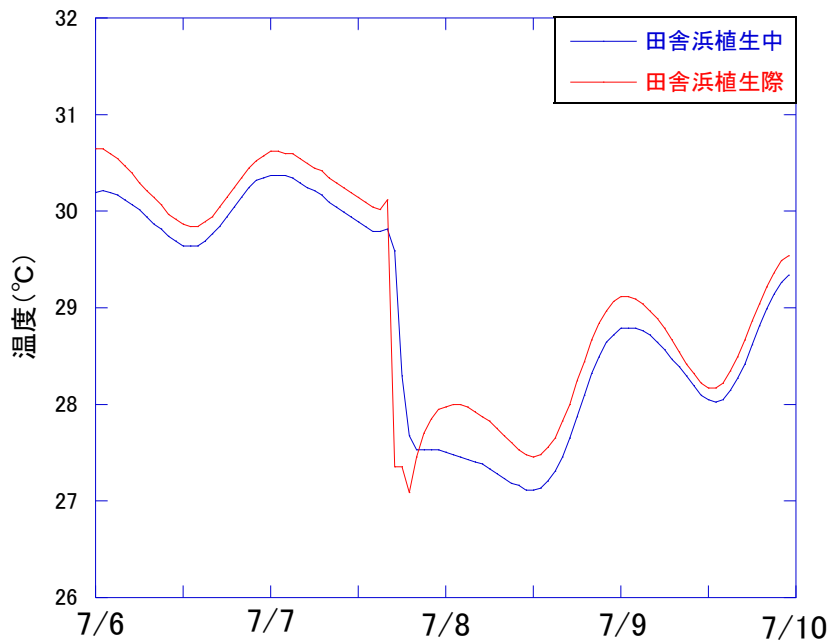


図 3-6 梅雨前線による大雨時の「11 屋久島 田舎浜」における砂中温度の推移  
(2012/7/6-2012/7/9)



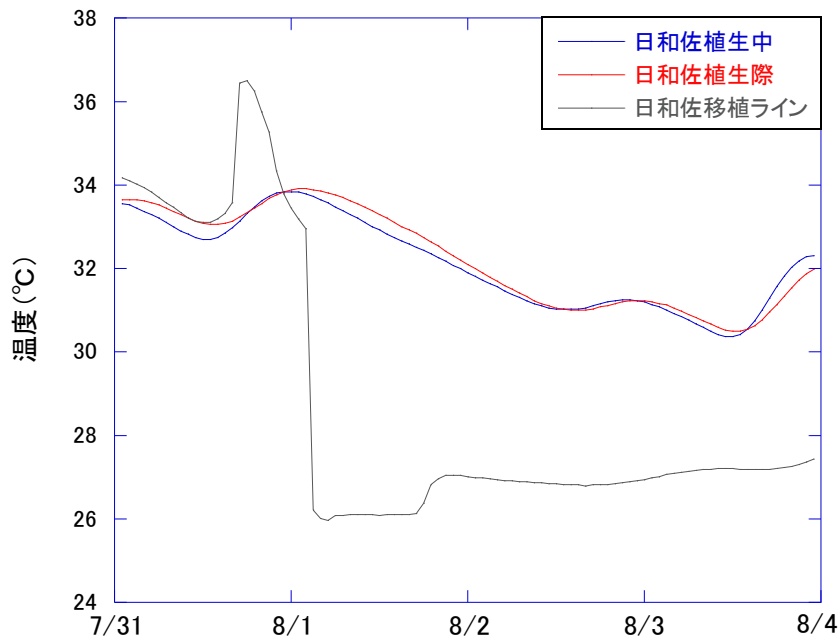


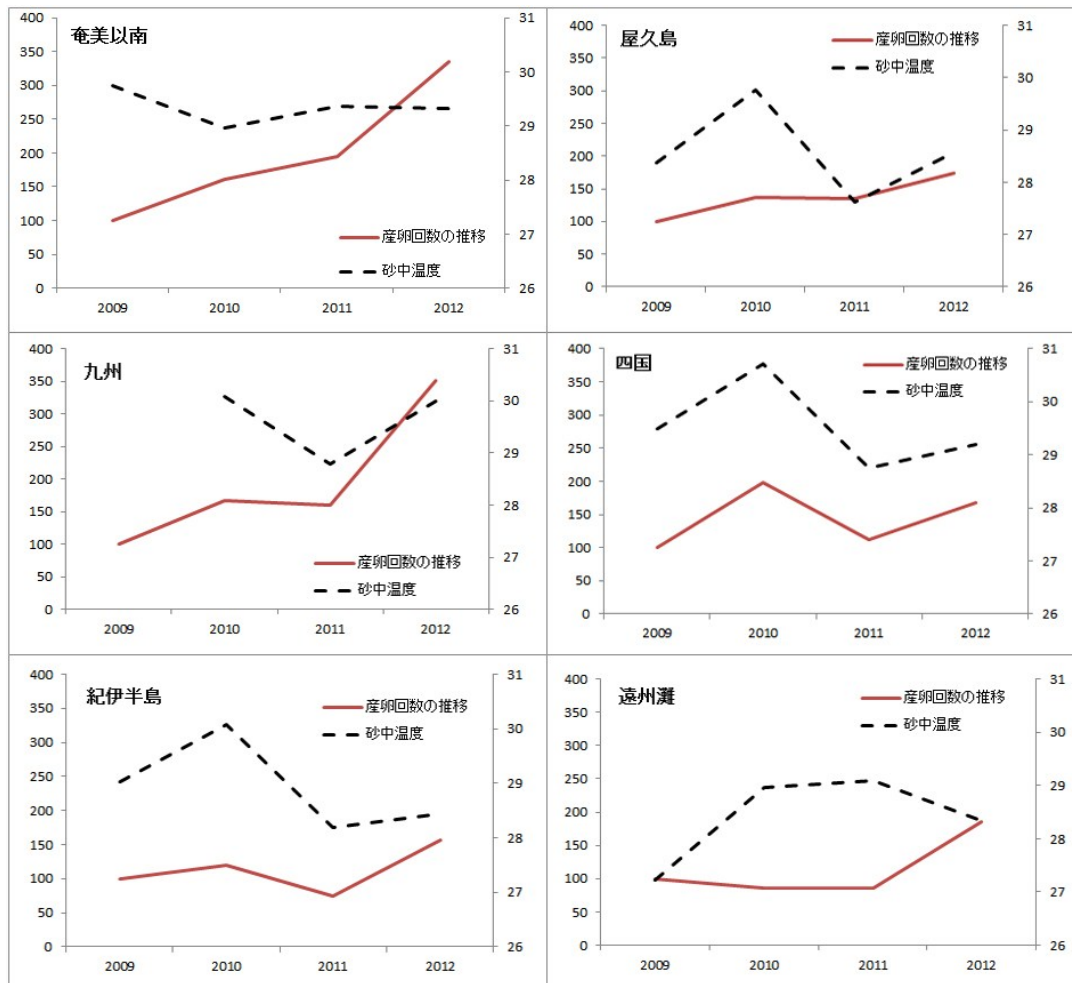
図 3-7 台風 10 号接近時の「26 日和佐大浜海岸」における砂中温度の推移  
(2012/7/31-2012/8/4)

#### d. 産卵回数と砂中温度の比較

各地域の産卵回数の推移と砂中温度を比較する（図 3-8）。地域の区分は図 2-3 と同様である。砂中温度には、奄美以南は「3 黒島 西の浜」と「8 沖縄島 謝敷海岸」、屋久島は「11 屋久島 田舎浜」と「12 屋久島 前浜」、九州は「20 宮崎海岸」、四国は「25 大里松原海岸」と「26 日和佐大浜海岸」、紀伊半島は「20 南部千里浜」と「30 井田海岸」、遠州灘は「34 赤羽根海岸」における各サイトの植生際の観測点もしくは浜の中央の観測点の平均値を用いた。九州・四国・紀伊半島の 3 地点では、産卵回数と砂中温度の増減が同調している。

ウミガメの産卵回数と砂中温度の増減が直接的に関係しているかどうかは不明であるが、砂中温度は気温の影響を受け、気温はその年の沿岸の表層海水温と関係があることから（赤崎ら, 2010）、沿岸の表層水温が、ウミガメの産卵回数に間接的に影響し、結果として砂中温度と産卵回数との間に相関が生じている可能性が考えられる。また、奄美以南と遠州灘では産卵回数と砂中温度の推移は同調していなかったが、砂中温度は日射量の影響などもあるため、沿岸の表面海水温と産卵回数に相関があったとしても、必ずしも表面海水温と砂中温度は一致しないためと思われる。

産卵回数



砂中温度  
°C

年

図 3-8 各地域の産卵回数の推移と砂中温度を比較

#### (4) 海岸変化の状況把握

本土の産卵地を中心に砂浜の侵食が進んでいるという情報が多数あった。侵食の原因は、砂利採取やダム建設にともなう河川からの砂の供給量の減少、堤防や港湾の設置による潮流と漂砂の変化が代表的である(宇野木, 2005; 須田・早川, 2002)。そこで、本事業では各サイトの航空写真を収集し、海岸線における構造物の設置状況を記録した。各サイトの収集状況および航空写真から読み取れる構造物を表3にまとめる。

護岸や消波ブロックなど構造物が設置されていた地点は28サイトであった。そのうち、27サイトでは新たに設置もしくは既存のものが拡張されていた。特に、「14 屋久島 一湊浜」、「18 志布志湾」、「20 宮崎海岸」、「21 延岡海岸」、「26 日和佐大浜海岸」、「27 蒲生田海岸」、「30 井田海岸」、「31 広ノ浜」、「37 御前崎海岸」、「38 相良海岸」の10サイトでは、大規模な港湾が設置される、砂浜のほとんどが護岸になる、砂浜前方に多数の離岸堤が設置されるなど、大きな変化があった。その例として、「27 蒲生田海岸」と「31 広ノ浜」の状況を図4-1・2に示す。なお、「33 日出・堀切海岸」では、本事業で収集した期間に新たな構造物は設置されていなかったが、収集した中で最も古い1977年の写真ではすでに砂浜の大部分が護岸化されていた。

「8 沖縄島 謝敷海岸」では構造物の設置はみられなかったが、砂浜の奥行きが減少している(図4-3)。この原因として、地元の調査者より「沖合で作業している砂採取船によって海底の砂が採られ、砂浜の砂がそれを補うために移動したのではないか」という話がある。類似の事例は、九州でも報告されており、沖合での砂の採取が砂浜の侵食の原因である可能性が指摘されている(Hashida *et al.*, 1992)。

「19 日南海岸」では、1974年と2001年の航空写真を比較して、砂浜の幅が狭くなっている(図4-4)。この期間には、本サイトに隣接する広渡川の上流に日南ダム(1984年竣工)と広渡ダム(1993年竣工)が設置されている(一般財団法人日本ダム協会ホームページ)。仮に、本サイトの砂の供給源が河川から運ばれる砂であった場合、ダムの設置による砂の供給量の減少が、砂浜の衰退に起因していると考えられる。砂浜の侵食は、日本中で発生し、ウミガメの産卵地における大きな脅威といえるが、サイトごとに原因は多様と考えられる。

構造物が設置されていなかった砂浜は13サイトであった。そのうち12サイトは、奄美諸島以南の南西諸島と小笠原諸島であることから、離島にある砂浜の方が開発による影響が少なかったことが伺える。しかしながら、「10 奄美大島 大浜」では砂浜自体に構造物は設置されていないものの、後背に公園が整備され、植生が大きく衰退している(図4-5)。

本土で唯一変化がなかったサイトは高知県の「22 大岐海岸」であった。本サイトは植生帯の後方に集落が発達しているものの、1947年から2007年までの間植生の幅は保たれており、砂浜にも人工物は設置されていない(図4-6)。60年間にわたり変化のない、本土では稀な自然の残っている砂浜と言える。

表3航空写真の収集状況と海岸線の変化

番号	都県名	サイト名(砂浜名)	距離(km)	収集期間	年数(注1)	護岸物の設置(注2)			備考
						港湾	護岸	堤防(注3)	
1		西表島 ウブ浜(タカハマ)	0.4	1977-2003	3				
2		西表島 サザレ浜(ワカレハマ)	0.6	1977-2003	4	●	○		護岸は砂浜の北側に設置され、その部分は砂浜が消滅している
3		黒島 西の浜	1.1	1977-2003	3				
4	沖縄県	石垣島 伊原間牧場	1.7	1977-2003	4				
5		宮古島 吉原海岸	0.6	1977-2000	2				
6		壺間味島 ニタ浜(新田浜)	0.5	1977-1996	2				
7		沖縄島 大度海岸	0.4	1977-2000	2		△		護岸は砂浜の両端のみであるが、植生帯のすぐ後方に道路がある。
8		沖縄島 謝敷海岸	0.6	1977-2000	2				
9		奄美大島 嘉徳浜	0.5	1965-2008	5				
10		奄美大島 大浜	0.7	1997-2001	2				後背に大規模な公園が整備され、植生が大きく衰退している
11		鹿児島 田舎浜	1.2	1977-2001	2				後背に建物(ホテル)が建設されている
12		鹿児島 前浜	1.6	1977-2002	2	○	△		
13		鹿児島 栗生浜	0.2	1977-2003	2	●		○	
14	鹿児島県	鹿児島 一漆浜	0.8	1977-2004	2	●		○	
15		鹿児島 四つ瀬浜	0.2	1977-2005	2	●		○	
16		種子島 表浜	12.0	1997-2001	2	●		○	現地の写真からは護岸が設置されていることがわかるが、航空写真からは不明瞭
17		種子島 吹上浜(吹上町-金峰町)	2.5	1947-2006	17			○	砂が減少し、植生が発達したように見える
18		志布志湾(志布志町-東津良町)	14.0	1947-2008	13	○	○	○	南端には大規模な石油基地が設置されている
19		日南海岸(風田・平山海岸)	3.5	1974-2001	2		●		浜に接していないが、南側の岬を挟んだ場所にある護岸は拡張している
20	宮崎県	宮崎海岸(宮崎市-高輪町)	26.5	1974-1993	2	○	○	○	
21		延岡海岸(方財/長浜/新浜)	7.2	1974-1993	2	○		△	
22		大崎海岸	2.0	1947-2007	9				
23	高知県	入野浮瀬海岸	3.7	1948-2002	9	○	○	○	
24		元海岸	2.1	1947-1996	5	○	○	○	
25		大豊松原海岸	2.4	1947-1996	5	○			
26	徳島県	日和佐大浜海岸	0.5	1947-2003	10		○	○	
27		蒲生田海岸	0.5	1968-2009	6		○	○	
28		南筋千里浜	1.5	1947-2011	10		○	○	
29	和歌山県	新宮王子ヶ浜	3.0	1946-2011	11		○	○	
30		井田海岸	1.7	1946-2011	10	○	○	○	
31	三重県	広ノ浜	1.5	1947-2008	14	○	○	○	
32		奥ノ浜	0.8	1947-2008	14	○	○	○	港および離岸堤の設置
33		日田・堀切海岸	3.6	1977-1997	3		△		
34	愛知県	赤羽根海岸	4.5	1975-1997	3	●	●		赤羽根港の西側には離岸堤がある
35		豊橋海岸	13.5	1977-1997	4	●	●		砂浜に半分埋没したドラゴボット群がある
36		湖西白須賀海岸	4.5	1975-1997	2	●	●		砂浜に接していないが、浜名湖の河口は堤防が延長され、離岸堤が設置された
37	静岡県	御前崎海岸	7.0	1975-1999	2	●	●		
38		相良海岸	5.6	1975-1994	2	●	●		
39		小笠原父島 初寝浦	1.3	1969-1997	3			●	
40	東京都	小笠原父島 北初寝浦	0.7	1969-1997	3				
41		小笠原南島	0.1	1969-1997	3				

注1) 期間内に収集された年の数。例えば1970年、1980年、1990年、2000年の写真を収集した場合は、期間は1970-2000年、年数は4となる

注2) 航空写真から読み取れた護岸物の設置状況。△新設の設置、●既存のものを拡張

注3) ここの堤防とは、港湾と異なり埋立てを伴わないものを示す。例えば、河川の導流堤や排水用に設置されたもの



図 4-1 「27 蒲生田海岸」における 1968 年と 2009 年の海岸線の比較；集落の前の砂浜に離岸堤防が設置されている。砂浜の中央にある堤防は拡張されている。2001 年の写真には海岸線に沿って護岸の影と考えられる黒い線がある（矢印の場所）。

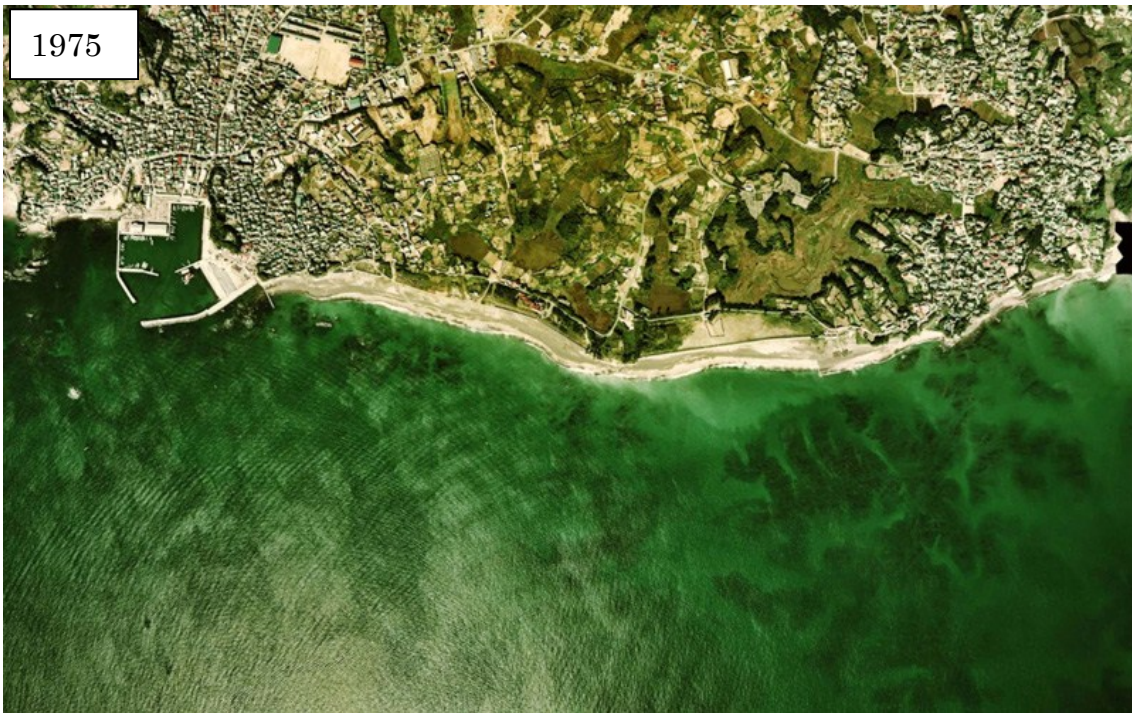


図 4-2 「31 広ノ浜」における 1975 年と 2008 年の海岸線の比較；隣接する港が拡大され、さらに多数の離岸堤が設置されている。港の近くでは砂が減っているように見える。



図 4-3 「8 沖縄島 謝敷海岸」における 1977 年と 2000 年を比較；砂浜は全体的に幅が狭くなっている。また北側と南側が数十 m ほど短くなっている。砂が流出し、全体的な砂の量が減少していると考えられる。



図 4-4 「19日南海岸」における 1974 年と 2001 年の海岸線の比較；砂浜全体にわたり幅が狭くなっている。特に 1974 年に中央部でみられた幅の広い部分が 2001 年に消失している



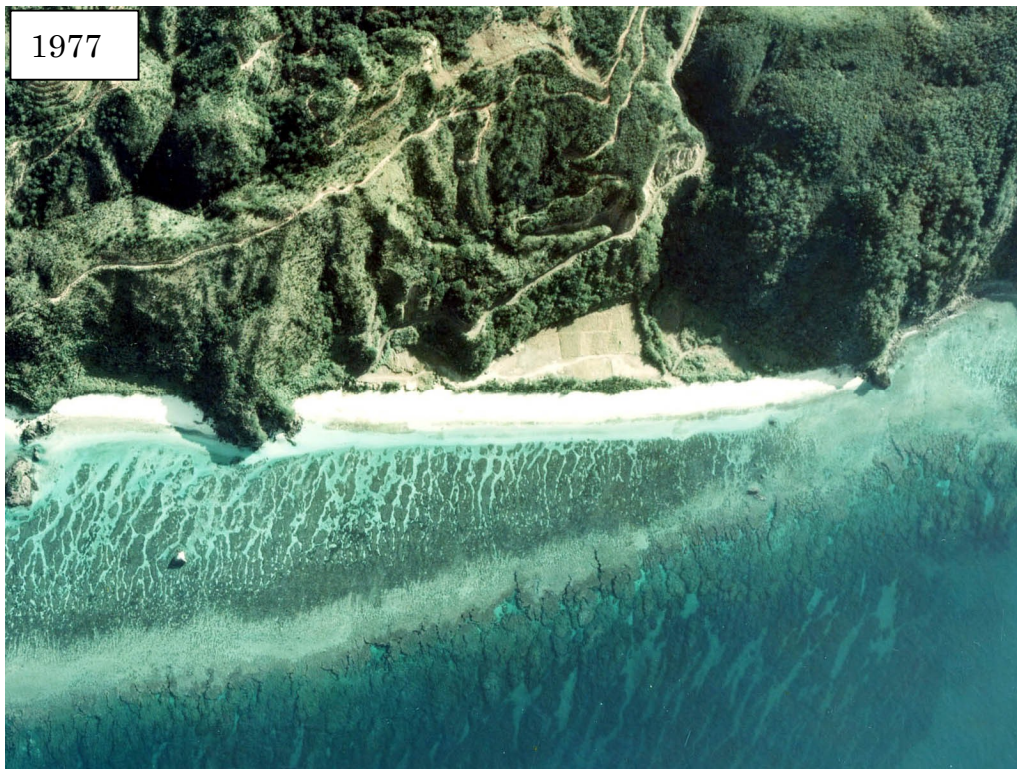


図 4-5 「10 奄美大島 大浜」における 1977 年と 2001 年の比較；砂浜の后背の植生が道路や建物に変わっている。砂浜は侵食していないが、光の影響などが懸念される。

1947



2007



図 4-6 「22 大岐海岸」における 1947 年と 2007 年の海岸線の比較；植生の後背に集落が発達したが、植生は維持され構造物の設置も見られない。

### 3. 総括

#### (1) 調査結果の概要

2004年から2012年まで、全国の41カ所のウミガメ産卵地におけるウミガメ類の上陸産卵状況を現地調査主体からヒアリングした。アカウミガメは2004年から2007年までは減少傾向にあったが、2008年に急増した。その後は、1年ごとに増減を繰り返しながら、全体としては増加傾向にあった。全国を7つの地域に区分し、産卵回数の推移を比較したところ、各地域とも1年ごとに増減を繰り返し、さらに増減の周期は同調していた。このような増減は、アカウミガメの産卵周期が概ね2年に1回であるため、もしくは、摂餌海域における餌の量によるものという説があるが、詳細はわからなかった。アオウミガメの産卵は2004年から2009年までは安定していたが、2010年から2012年までは年によって産卵回数が大きく変わった。2008年以降、獣による食害が多く聞かれるようになった。地域によっては、ほとんどの産卵巣を捕食されるなどその影響は大きいと思われる。産卵期間中に台風が度々襲来し、年によっては多くの産卵巣が影響を受けた。

2009年より10サイトにおいて砂中温度のモニタリングを開始した。各サイトの砂中温度は季節性があり、毎年7月後半から8月にピークがあった。南西諸島と本土のサイトにおける砂中温度を比較すると、平均温度は南西諸島が低く、温度の変動は本土の方が大きかった。胚の発生に影響をおよぼす高温の時間は、本土の方が長く、特に四国のサイトは周囲のサイトよりも長かった。砂中温度は年変動があり、2010年は他の年よりも相対的に温度が高かった。砂中温度は急に低下する時があり、それは台風の襲来や大雨の時間と同調していることから、冠水などによる影響と考えられた。

離岸堤や港湾・護岸などの構造物の設置状況を把握するために、各サイトの航空写真を入手し、年ごとに並べて比較した。28サイトで構造物が設置されており、そのうち27サイトでは、この数十年の間に新たな構造物の設置もしくは既存のものが拡張されていた。特に、本土のほとんどサイトでは大規模な構造物が設置されており、その中には砂浜の侵食が顕著に表れている場所もあった。逆に、南西諸島と小笠原諸島のサイトでは、構造物が設置されていない地域が多かった。

## (2) 生物多様性の4つの危機に準じた整理

本事業の成果を生物多様性国家戦略における生物多様性の危機と合わせて考察し、ウミガメを取り巻く問題点について整理した。

「生物多様性国家戦略2012-2020」では、生物多様性の危機として、①開発や乱獲など人間活動による直接的な危機（第1の危機）、②里山の荒廃などの自然に対する働きかけの縮小による危機（第2の危機）、③外来種や化学物質など人間により持ち込まれたものによる危機（第3の危機）、④温暖化など地球環境の変化による危機（第4の危機）の4つがあげられている。本報告書では、それぞれの危機について、以下のとおり整理した。

### a. 沿岸開発による産卵地の荒廃とウミガメの産卵回数の推移（第1の危機）

2004年からの本事業によって、アカウミガメの産卵回数は2008年以降に増加傾向にあると推測された。増加の理由としては、摂餌海域における混獲の防止と地元調査者による保護活動の成果が考えられる。1992年には北太平洋の流し刺網が海鳥やイルカなどの混獲が多いという理由で禁止された。さらに、2004年にはハワイでメカジキの延縄に対する混獲対策が施され、ウミガメ類の混獲数が90%近く削減された(日本ウミガメ協議会, 2009)。砂浜での保護は、日本の各地で1970年から1980年頃より地元有志によるウミガメの保護活動が開始されている。そして、現在では食用として産卵個体や卵を採取することはなくなり、台風によって産卵巣が流出するのを防ぐ対策が実施されている。

過去の航空写真から海岸線の変化や人工物の設置状況を調査したところ、ほとんどの砂浜で新たな護岸や港湾が整備され、砂浜の侵食が確認された。特に、アカウミガメの主要な産卵地である鹿児島県屋久島から遠州灘までの28サイトは、そのうち26サイトで新たに堤防や護岸などの構造物が設置されていた。さらに、構造物が設置されていない2サイトのうち1サイトでは後背に建物が建設されており、光の影響などが懸念された。すなわち、ウミガメの産卵地としての砂浜環境は、悪化していると考えられる。

安全な繁殖地は、野生動物が存続するために必要な条件である。日本が北太平洋で唯一のアカウミガメの産卵地であることを考えれば、日本の砂浜環境を健全な状況に保つことは、本種の保全に関する我が国の国際的な役割といえる。

#### b. 里山の荒廃と外来種の導入によるウミガメ卵の食害増加（第2の危機、第3の危機）

日本ではシカやイノシシをはじめ獣が増加しているという話を聞くことが多い。これは狩猟者の減少、鳥獣の保護対策の成果、過疎化による田畑の放棄などによる影響と言われることが多いが、具体的な原因は分かっていない。「1 西表島 ウブ浜」と「2 西表島 サザレ浜」では2008年より、突如としてリュウキュウイノシシによるウミガメ卵の捕食が始まっている。「28 南部千里浜」でもタヌキによる食害が急増している。その他、「17 吹上浜」と「20 宮崎海岸」でも、種は不明であるが獣による被害が多発している。このような、哺乳類による急激なウミガメ卵食害の増加は、近年の哺乳類の増加と関連している可能性がある。

その他、外来種の問題もある。例えば、沖縄島の北部ではクマネズミが脱出前の子ガメや卵を食べており、慶良間諸島では外来イノシシの侵入が確認されている。これは渡嘉敷島で飼育されていた個体が脱走し、野生化したものに由来する。家畜として島嶼に持ち込まれたイノシシやブタが逸脱し、ウミガメ卵を捕食する被害は世界中で報告されている（亀田ら, 2013）。イノシシは海を泳いで隣接する島に渡ることができるが、慶良間諸島ではすでに地元のダイビング業者からイノシシが海を泳ぐ姿をみたという情報がある。渡嘉敷島と同じ慶良間諸島の外地島には、イノシシと思われる痕跡が見つかっており侵入している可能性が高い。慶良間諸島には「6 座間味 ニタ浜」をはじめ多くのウミガメ産卵地があり、今後、イノシシが分布を広げれば、新たに食害が始まる可能性がある。

ヒアリングの結果から、本土での食害はタヌキによるものが多いように思える。しかしながら、本来タヌキは地上性の果実や小動物を捕食し、ウミガメ卵のように砂中に埋まっている餌を食べることは少ない。「28 南部千里浜」でタヌキによる食害が急に始まっているが、同時期にアライグマの目撃例が急増しており、実際に和歌山県ではアライグマはこの数年で急速に分布域を拡大している（Sato and Suzuki, 2006）。タヌキとアライグマは生態的な地位が重なっているため、タヌキがウミガメ卵を食べるようになったのは、アライグマなどの外来種の侵入によって生息地や餌資源の競争がおこり、砂浜に降りてきた個体が偶発的にウミガメ卵を捕食した可能性がある。しかしながら、未だこれらの被害の状況についてはきちんと把握できていないことから、各地における被害状況の収集・整理を進めるとともに、被害対策について検討する必要がある。

#### c. 地球温暖化によるウミガメへの影響（第4の危機）

ウミガメの性別は、ウミガメ卵がふ化するまでの温度で決定され、およそ29℃を境に、低ければ雄に、高ければ雌になる（Matuzawa *et al.*, 1998）。また、発生後期の胚は、22℃以下もしくは33℃以上の温度にさらされると発生が止まり死亡する。これらの他にも、砂中温度はウミガメ卵にさまざまな影響を及ぼすことが知られている（亀崎, 2013）。このた

め、温暖化などの地球規模での気候変動が進行すると、ウミガメの存続に危機的な状況をもたらすと考えられる。本事業では 2009 年より、全国の 10 サイトにおいて、砂中温度の測定を実施している。今までの調査結果から、南西諸島の砂中温度は相対的に低く、変化も少なく、胚の発生が止まる温度にさらされる時間が短かった。一方で、本土の産卵地では、砂中温度の平均値は南西諸島よりも少し高いだけであるが、その温度の変動が大きく、胚が危険になる高温にさらされる時間が長かった。今後、数十年というモニタリングができれば、砂中温度の長期的な変化と、その影響がウミガメにもたらす影響を論じることができるようになると考えられる。

温暖化に関連し、アオウミガメの産卵で注目される事例があった。「16 種子島 長浜」では 2008 年までアオウミガメの産卵は数例であったが、2012 年から急増し、2013 年には各サイトの中で最も多くなった。日本列島がアオウミガメの産卵地の北限であることを考えると、地球温暖化にともなう海水温の上昇によって産卵地の北限が上がってきている可能性がある。

## 4. 今後の課題と展望

### (1) サイト配置

#### 【成果】

本事業では、2004（平成 16）年にウミガメ類の主要な産卵地 41 ヶ所を調査サイトとして選定した。この 41 サイトはウミガメが産卵に訪れる全国の砂浜の中から、産卵規模、調査の継続性、砂浜の自然度、地域性などを考慮し、選定したものである。サイトは、西は沖縄県から東は東京都まで 1 都 9 県にわたり、海岸線距離の総延長は約 140km に及ぶ。そのほとんどは日本列島の太平洋側に位置する。砂中温度計は 41 サイトの中から、地理的バランス、産卵地としての重要性、砂浜環境の変化などを勘案し、10 サイトに設置している。

#### 【課題と展望】

アカウミガメについては、主要な産卵地を網羅しており、日本全体の産卵回数傾向を推測するに十分なデータが得られていると考えられる。地理的には、主要な産卵地が太平洋側にあるため、日本列島にあるサイトはすべて太平洋側に設置されている。アカウミガメの産卵は、少数ではあるが、日本海側や房総半島以北でも確認されている。仮に、温暖化によって産卵地の分布が変化するならば、もう少しサイトを広げる必要があるかもしれない。

南西諸島のアオウミガメに関しては、近年、奄美諸島で集中的に産卵が確認される砂浜が明らかになった（興・水野, 2013）。アオウミガメの産卵地は、離島の小さな砂浜に集中

する可能性がある。例えば「1 西表島 ウブ浜」と「2 西表島 サザレ浜」は、それぞれ全長 350m と 600m ほどの比較的短い砂浜であるが、この 2 つの砂浜に八重山諸島で確認されるアオウミガメの産卵巣の約 4 割が集中する。今後も新しい産卵地が発見されれば、現状のサイトだけでは産卵数の傾向を推定するには不十分になる可能性がある。

## **(2) 調査手法**

### **【成果】**

日本各地でウミガメ調査を実施しているさまざまな調査主体に対してウミガメ類の上陸産卵状況と産卵地の問題点をヒアリングしている。砂中温度については、ウミガメの産卵が集中する植生際 1 地点を基準とし、さらに各サイトの特性を考慮した 2 地点を選定し、計 3 地点に温度計を埋設した。そして、ウミガメの産卵期とふ化期の温度データを収集している。さらに、各サイトにおける構造物の設置状況を把握するために、航空写真を入手し、年ごとで並べ比較した。

### **【課題と展望】**

様々な調査主体にヒアリングをしているが、ウミガメの上陸・産卵調査は何処のサイトも同じような手法で実施し、その砂浜における延べ産卵数を記録するようにしている。このため、調査主体による調査精度の差は少ないと思われる。ただし、調査頻度の少ないアオウミガメの場合は、調査体制と調査員の技術によって結果に差が出ると思われる（詳細は「(3) 持続可能な調査体制」を参照。）。砂中温度計については、台風などによって流出することが多く、設置方法を検討する必要があるかもしれない。航空写真は 2013 年ですべてのサイトを収集し終え、各サイトの情報を得ることができた。しかし、引用先のデータベースのシステム上の問題から収集しきれなかった年度があり、今後追加で入手する必要があると思われる。

## **(3) 持続可能な調査体制**

### **【成果】**

個体群の推移を把握するためには、定量的な調査手法と長期的な調査体制の構築が必要不可欠である。特に、ウミガメは成熟までに 20 年から 40 年、寿命が 60 年以上にもなるため、モニタリングは数十年という単位で考えなければならない。アカウミガメについては、その主要な産卵地が本土にあり、各地で精力的な産卵調査が実施されているため、各サイトともにほぼ産卵の実数を把握していると言える。

### **【課題と展望】**

アオウミガメの産卵地はアクセスの難しい地域が多く、サイトによっては十分な調査が実施できていない。例えば、「1 西表島 ウブ浜」と「2 西表島 サザレ浜」のサイトは陸路がなく、船で砂浜の沖合まで移動し、そこから泳いで上陸しなければならない。「6 座間味 ニタ浜」は陸路が浜の上までしかないため、途中からは崖をおりていくことになる。このようなサイトでは、調査頻度が月 1・2 回程度になるため、産卵の実数を知ることができない。さらに、アオウミガメはアカウミガメと比較して陸地側の植生の中で産卵し、産卵巣も深いため、卵を見つけることが難しい。上記のように、月に 1・2 回の調査では、砂浜にある痕跡自体が消えかかっていることも多く、産卵巣の探索はさらに困難になる。このため、「1 西表島 ウブ浜」と「2 西表島 サザレ浜」や「8 座間味 ニタ浜」などは、陸路がある他のサイトと比較すると相対的に産卵回数が少なくなっている。

数十年というモニタリングを継続するには、後継者の問題もある。2010 年には「18 志布志湾」、2011 年には「8 座間味島 ニタ浜」、2012 年には「20 宮崎海岸」の主要な調査員がご逝去された。「5 宮古島 吉野海岸」では現地の調査員が高齢でヒアリングすることができず、後継者の目処も立っていない。今後、現地での地元住民を対象としたウミガメ保護と調査への啓発活動、若手研究者の育成が重要になる。

また、いくつかサイトでは、調査主体からデータの提供、公開に関して十分な理解を得られず、情報提供を断られたことがあった。本事業を継続するためには、事業の成果を現地へフィードバックできる仕組みと、現地調査主体との交流を深め、本事業への理解と協力を求めていく必要がある。

#### (4) 情報の共有・管理及び発信

##### 【成果】

本事業の成果は、他のモニタリングサイト 1000 の事業と同様に、環境省生物多様性センターのウェブサイトにおいて、速報・報告書という形で公開している。さらに、その年のトピックをニューズレターに掲載し、関係機関に送付している。

また、ウミガメ調査の場合は、これらに加えて、日本の各地でその地域のウミガメ関係者を集めた情報交換会を毎年実施している。この情報交換会には、現地で調査している市民ボランティアをはじめ、NPO、地方自治体、環境省の担当官などが集まり、それぞれのフィールドの発表をおこない交流を深めている。この情報交換会によって、持ち寄った情報を参加者全員で整理し、見直すことで、ウミガメを取り巻く自然環境に対する理解が深まり、新たな知恵が生まれ、今後の活動に役立つことが期待されている。



### 【課題と展望】

情報交換会の参加者からは、地域ごとの現状について深く話し合うことができたという好評を得ている。ウミガメ関係者の全国の集まりとしては、NPO 法人日本ウミガメ協議会が主催しているウミガメ会議ある。しかし、現地の調査主体の中には、高齢者や仕事の関係で参加できない方も多く、また、ウミガメ会議は規模が大きく、自分たちの現状を十分に伝えきれない場合もある。そのような意味では、本事業の情報交換会は、より地域レベルに立った話し合いの場として機能していると思われる。今後も継続することで、本事業への理解と成果の還元につながると考えられる。

## （5）結果の保全施策への活用

### 【成果】

本事業の成果は、生物多様性センターに集約され、環境省の事業などで利用されている。例えば、沖縄島謝敷海岸のデータは「やんばる地域の国立公園指定に関する検討会」などで活用されている。また、2006年に作成され、全国のウミガメ関係者に配布されたウミガメ保護ハンドブック（環境省自然環境局・日本ウミガメ協議会, 2006）で使用されている。

### 【課題と展望】

調査成果をより有効に保全施策に活用するためには、より詳細なデータの公開を進める必要があるが、個別の調査サイトにおけるデータの取扱いについては現地調査主体のインセンティブや希少種保護の観点から整理が必要である。

## （6）国際的枠組みと連携

### 【成果】

地球規模生物多様性モニタリング推進事業の一環として進められているモニタリングサイト 1000 では、GBIF（Global Biodiversity Information Facility 世界生物多様性情報機構）や GEO-BON（Group on Earth Observations Biodiversity Observation Network 地球観測グループ生物多様性観測ネットワーク）などの国際モニタリング事業へ貢献することも重要であるが、現時点では具体的な取組は行っていない。

### 【課題と展望】

前述のとおりデータの公開を進めるとともに、公開されたデータの登録について進めて行く必要がある。

## 5. 参考情報

- モニタリングサイト 1000 ウェブサイト  
<http://www.biodic.go.jp/moni1000/index.html>
- モニタリングサイト 1000 ウミガメ調査報告書  
<http://www.biodic.go.jp/moni1000/findings/reports/index.html>
- モニタリングサイト 1000 ウミガメ調査速報  
<http://www.biodic.go.jp/moni1000/findings/newsflash/index.html>
- 日本長期生態学研究ネットワーク (Japan Long-Term Ecological Research Network: JaLTER)  
<http://www.jalter.org/>
- 地球規模生物多様性情報機構 (Global Biodiversity Information Facility: GBIF)  
<http://www.gbif.org/>
- 地球規模生物多様性情報機構日本ノード (Japan Node of GBIF: JBIF)  
<http://www.gbif.jp/>
- 地球観測グループ生物多様性観測ネットワーク Japanese Biodiversity Observation Network: GEO-BON)
- アジア太平洋地域生物多様性観測ネットワーク (Asia Pacific Biodiversity Observation Network: AP-BON)
- 日本生物多様性観測ネットワーク (Japanese Biodiversity Observation Network: J-BON)  
<http://www.j-bon.org/>

## 6. 調査体制

### <検討会委員>

岩本俊孝	宮崎大学教育文化学部 教授
天野雅男	長崎大学水産学部 教授
青木伸一	大阪大学工学部 教授

### <調査主体>

現場での調査主体の方は以下のとおりです。

1. 西表島 ウブ浜・NPO 法人日本ウミガメ協議会附属黒島研究所
2. 西表島 サザレ浜・NPO 法人日本ウミガメ協議会附属黒島研究所
3. 黒島 西の浜・NPO 法人日本ウミガメ協議会附属黒島研究所
4. 石垣島伊原間牧場 石垣島ウミガメ研究会 谷崎樹生
5. 宮古島吉野海岸・根間 タケ
6. 座間味島ニタ浜・宮平秀幸/富山加奈/琉球大学ウミガメ研究会
7. 沖縄島大度海岸・小林 茂夫
8. 沖縄島謝敷海岸・嘉陽 宗幸
9. 奄美大島嘉徳浜・奄美海洋生物研究会・水野康次郎
10. 奄美大島大浜・奄美海洋展示館・里村正力
11. 屋久島田舎浜・屋久島うみがめ館・大牟田一美
12. 屋久島前浜・屋久島うみがめ館・大牟田一美
13. 屋久島栗生浜・屋久島町役場・岩川 卓誉
14. 屋久島一湊浜・屋久島町役場・岩川 卓誉
15. 屋久島四つ瀬浜・屋久島うみがめ館・大牟田一美
16. 種子島長浜・中種子町役場・笹川二成/岡山智史
17. 吹上浜・鹿児島大学ウミガメ研究会
18. 志布志湾・大黒イルカランド/志布志市市民環境課/大崎町・大和隆信/丸山晃/平内光弘/  
鶴野雄司/畑山浩一郎
19. 日南海岸・日南市野生動物研究会・上村哲規
20. 宮崎海岸・宮崎野生動物研究会・児玉純一/岩本俊考
21. 延岡海岸・延岡市教育委員会・甲斐康大
22. 大岐海岸・岡田幸生/溝渕幸三

23. 入野浮鞭海岸・黒潮町海亀保護委員・吉岡修
24. 元海岸・室戸市立元小学校・包国浩哉
25. 大里松原海岸・大原松原うみがめを守る会・乃一繁・中川道生
26. 日和佐大浜海岸・日和佐うみがめ博物館・田中宇輝
27. 蒲生田海岸・阿南市市民文化振興課・棚橋コズエ/向井公紀
28. 南部千里浜・みなべウミガメ研究班・後藤清
29. 新宮王子ヶ浜・新宮市海ガメを保護する会・濱野兼吉
30. 井田海岸・紀宝町役場・萩野進也
31. 広ノ浜・志摩半島野生生物研究会・若林郁夫
32. 黒ノ浜・志摩半島野生生物研究会・若林郁夫
33. 日出・堀切海岸・渥美半島ウミガメ保護連絡会/ウミガメを守る会・合田昌平
34. 赤羽根海岸・あかばね塾・渡邊幸久・彦坂真
35. 豊橋海岸・豊橋市アカウミガメ保護調査会/表浜ネットワーク/豊橋市環境部環境保全課
36. 湖西白須賀海岸・カレッタ君のふるさとを守る会・田中輝彦
37. 御前崎海岸・御前崎市教育委員会・伊村潤也
38. 相良海岸・カメハメハ王国・山本明男
39. 小笠原父島初寝浦・小笠原海洋センター
40. 小笠原父島北初寝浦・小笠原海洋センター
41. 小笠原南島・小笠原海洋センター

## 7. 引用文献

- 阿部寧 (2000) 八重山諸島におけるウミガメ類の産卵実態. 独立行政法人西海区水産研究所. 平成11年度主要研究成果情報. <http://snf.fra.affrc.go.jp/seika/snf99/snf99004.htm>
- 赤崎いずみ・中村公正・森下敏郎 (2010) 宮崎県沿岸域における海水温と水質変動解析. 宮崎県衛生環境研究所年報. 22: 119-124.
- Bowen, B. W. and S. A. Karl (1997) Population genetics, phylogeography, and molecular evolution. In (Lutz, P. L. and J. A. Musick, eds.) *The Biology of Sea Turtles*. Pp. 29-50. CRC Press, Boca Raton.
- Chaloupka, M., K. A. Bjorndal, G. H. Balazs, A. B. Bolten, L. M. Ehrhart, C. J. Limpus, H. Suganuma, S. Troëng and M. Yamaguchi (2007) Encouraging outlook for recovery of a once severely exploited marine megaherbivore. *Global Ecology and Biogeography* 17(2):297-304.
- Chaloupka, M., N. Kamezaki and C. Limpus (2008) Is climate change affecting the population dynamics of the endangered Pacific loggerhead sea turtle? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 356: 136-143.
- Hashida, M., N. Matsunaga and T. Komatsu, (1992) Present Situation of Sea-Sand Mining in Kyushu Island, Japan and Its influence on Coastal Environment. *Coastal Engineering* 13: 3331-3342.
- 畑瀬英男 (2013) ウミガメ類の回遊生態と生活史に関する研究. 日本水産学会誌, 79 (4) :634-637.
- Hawkes, L. A., A. C. Broderick, M. H. Godfrey and B. J. Godley (2007) Investigating the potential impacts of climate change on a marine turtle population. *Global Change Biology*, 13:1-10. Doi:10.1111/j.1365-2486.2006.01320.x
- Hays, G. C., C. R. Adams, J. A. Mortimer and J. R. Speakman (1995) Inter- and in-tra-beach thermal variation for green turtle nests on Association of the United Kingdom, 75: 405-411.
- 石原孝 (2011) 北太平洋産アカウミガメの性成熟過程における生活史. 東京大学博士論文. 一般財団法人日本ダム協会ホームページ <http://damnet.or.jp/> (2013年12月10日閲覧)
- 亀田和成 (編) (2013) 日本のアオウミガメ. 日本ウミガメ協議会. 沖縄. 122pp.
- 亀田和成・阿部悠・笹井隆秀・伊澤雅子 (2013) 琉球列島におけるリュウキュウイノシシによるウミガメ卵の捕食の記録. うみがめニュースレター97: 2-8.
- 亀田和成・若月元樹 (2011) 八重山諸島黒島におけるタイマイの産卵生態について. うみがめニュースレター, 89 :11-14.
- Kamezaki, N. and M. Matsui (1995) Geographic variation in skull morphology of the green turtle, *Chelonia mydas*, with a taxonomic discussion. *Journal of Herpetology*, 29:51-60.

- Kamezaki, N. *et al.* (2003a). Loggerhead turtles nesting in Japan. *In* (Bolten, A.B. and B. E. Witherington, eds) Loggerhead Sea Turtles. Pp. 210-217. Smithsonian Books, Washington, D. C.
- Kamezaki, N., Oki, K. Mizuno, K. Toji and T. Doi (2003b) First Nesting Record of the Leatherback Turtle, *Dermochelys coriacea*, in Japan. *Current Herpetology*. 21:95-97.
- 亀崎直樹 (1993) 屋嘉比島を中心とした慶良間諸島のウミガメ類の産卵状況調査. *みどりいし*, 4:4-7.
- 亀崎直樹 (2003) ウミガメからみた沿岸域、特に砂浜海岸の現状と未来. *沿岸域* 16: 45-53.
- 亀崎直樹 (編) (2012) 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. 301pp.
- Karl, S. A. and B. W. Bowen (1999) Evolutionary significant units versus geopolitical taxonomy: molecular systematics of an endangered sea turtle (genus *Chelonia*). *Conservation Biology*, 13:990-999.
- 環境庁自然保護局 (1998) 平成 9 年度 第 5 回自然環境保全基礎調査 海辺調査海岸改変状況調査及び総合とりまとめ業務, 総合報告書. 東京. 260pp.
- 環境省自然環境局・日本ウミガメ協議会 (2006) ウミガメ保護ハンドブック. 東京. 34pp.
- Kikukawa, A., N. Kamezaki and H. Ota (1999) Factors affecting nesting beach selection by loggerhead turtles (*Caretta caretta*): a multiple regression approach. *J. Zool., Lond.* 249: 447-454.
- 気象庁ホームページ <http://www.jma.go.jp/jma/index.html> (2014 年 4 月 16 日 閲覧)
- 近藤鉄也・黒柳賢治 (2000) 八重山諸島黒島「西の浜」におけるウミガメ類の産卵状況 (1998 - 1999 年) . *うみがめニュースレター*, 43: 32.
- 近藤康男 (1968) アカウミガメ. 海亀研究同人会. 徳島. 96pp.
- Matsuzawa, Y., K. Sato, W. Sakamoto and K. Bjorndal (2002a) 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* 140:639-646.
- Matsuzawa, Y., K. A. Bjorndal, A. B. Bolten and W. Sakamoto. (2002b) Latitudinal variation of sand temperatures and sand colors of loggerhead nesting beaches in the United States and Japan. p.171 , *In*: Mosier, A. ,Foley, A. ,Brost, B. Compilers, *Proceedings of the Twentieth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-477. 369 pp.
- Matsuzawa, Y., K. Sato, T. Tanaka, T. Bando, W. Sakamoto and K. Gotou (1998) Estimation of sex ratio of loggerhead turtles hatching on the Senti-coast in Japan. *In* (Byles, R. and Y. Fernandez, eds.) *Proceedings of the Sixteenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*.

- Pp. 101-102. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-412.
- 松沢慶将・坂東武治・坂本亘（1995）南部町千里浜海岸におけるアカウミガメ産卵巣の深度分布と深度ごとの砂中温度. うみがめニュースレター, 26: 3-7.
- 松沢慶将・坂本亘（1994）日本列島における主なウミガメの産卵場の砂中温度環境-1993年報告-. うみがめニュースレター, 21 : 9-13.
- 御前洋（1978）ウミガメの観察 (I) .マリンパビリオン（串本海中公園）,7: 62-63.
- 宮平秀幸・岡島友恵・米澤里美・木下裕美子・水島亜耶乃・姉崎麻美子（2000）沖縄慶良間諸島座間味島に産卵するウミガメ類の種組成と産卵場の分布（1999年）. うみがめニュースレター 45: 3-5.
- Mrosovsky, N. (1980) Thermal biology of sea turtles. *American Zoologist* 20:531-547.
- 中村健児・上野俊一（1968）原色日本両生爬虫類図鑑, 第4刷. 保育社. 大阪.214pp.
- 興克樹・水野康次朗（2013）平成24年奄美大島とその属島におけるウミガメ上陸・産卵全島調査報告. うみがめニュースレター, 96: 9-13.
- Sato, H. and K. Suzuki (2006) Gastrointestinal Helminths of Feral Raccoons (*Procyon lotor*) in Wakayama Prefecture, Japan. *The journal of Veterinary medical Science*. 68 (4): 311-318.
- 須田有輔・早川康博（訳）（2002）砂浜海岸の生態学. 東海大学出版会. 東京. 427pp.
- 宇野木早苗（2005）河川事業は海をどう変えたか. 東京. 116pp.
- Watanabe, K. K., H. Hatase, M. Kinoshita, K. Omuta, T. Bando, N. Kamezaki, K. Sato, Y. Matsuzawa, K. Goto, Y. nakashima, H. Takeshita, J. Aoyama and K. Tsukamoto (2011) Population structure of the loggerhead turtle *Caretta caretta*, a large marine carnivore that exhibits alternative foraging behaviors. *Marine Ecology Progress Series*, 424: 273-283.
- 山口真名美・菅沼弘行・鳴島浩二（2005）小笠原諸島父島列島で繁殖するアオウミガメ (*Chelonia mydas*) の上陸・産卵状況（2005年）と過去27年間の産卵巣数の経年変化. うみがめニュースレター 66:2-6.
- 與世田兼三・清水智仁（2006）希少種であるウミガメ類の産卵, ふ化管理および放流技術の開発. 日本水産学会誌. 72: 476-479.





モニタリングサイト 1000 ウミガメ調査

2004-2012 年度とりまとめ報告書

平成 26 (2014) 年

環境省自然環境局 生物多様性センター

〒403-0005 山梨県富士吉田市上吉田剣丸尾 5597-1

電話 : 0555-72-6033 FAX : 0555-72-6035