

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

IMPACT OF THE CONSTRUCTION OF SEAWALL ON BACKSHORE TO NESTING OF LOGGERHEAD TURTLE *CARETTA CARETTA*

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)

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助手(同上)

³正会員 工博 国土交通省土木研究所河川部長(〒305-0804 茨城県つくば市旭 1)

Impact of the construction of seawall on the backshore to nesting of loggerhead turtle *Caretta caretta* was investigated at the Kamouda coast in Eastern Tokushima Prefecture. Emergence number of sea turtles rapidly decreased after the construction of seawall on the backshore, where was the accumulation zone of wind blown sand and partly covered by vegetation. The reason is due to the fact that sufficient consideration of coastal environment was not taken into account in the coastal planning, because of lack of idea in the old seacoast law. Several measures to improve this situation are proposed.

Key Words : loggerhead turtle, *Caretta caretta*, Kamouda coast, seawall

1. まえがき

近年、海岸法の改正に伴い海岸保全事業においても防護だけではなく、環境面に対する十分な配慮が求められるようになった。その一例として、環境に配慮したとするエココスト事業なども行われている。しかし海浜を利用する生物の生態に関する土木工学的知見が十分ではないために、いまだ試行錯誤の域を脱していないのが現状である。こうした状況より、本研究では海浜を利用する様々な生物に関し、海岸防護と生態系保護との間で生じている問題について考察し、新海岸法の理念達成の一助となることを目的とし、ここではアカウミガメ *Caretta caretta* (以下、ウミガメ)を対象生物として取り上げて検討を進める。

ウミガメの産卵地となる砂浜における環境条件の悪化の一因として、海岸構造物の建設があげられる。ウミガメ保護活動家の間では、「海岸構造物の建設は明らかに悪影響」という声が圧倒的であるが、それがいかなる理由によるか、科学的な証明はなされていない。本研究では、海岸堤防の建設がウミガメの上陸・産卵行動に対し、実際にどのような影響を与えたのかを考察するとともに、ウミガメの産卵・上陸行動の障害にならないようにするための工夫についても述べる。

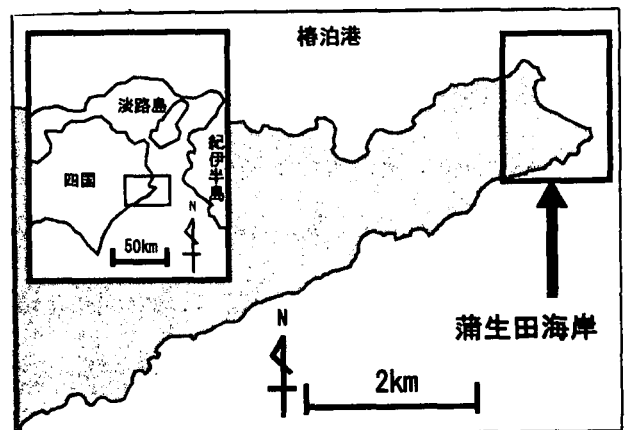


図-1 蒲生田海岸の位置図

2. 研究方法

研究対象地としては、アカウミガメ (以下、ウミガメ) の代表的な産卵地である、紀伊水道に面した徳島県阿南市の蒲生田海岸 (図-1) を選んだ。この海岸はウミガメの産卵について、国内では半世紀近い観察が行われており、経年変化が追えるデータがある一方で、海岸堤防と離岸堤の設置によってウミガメの産卵・上陸数が激減したとの声が高い海岸である。本研究では蒲生田海岸にお

いてウミガメの上陸状況について既往文献調査とウミガメ保護活動家、現地住民への聞き込み調査を行った。また、海岸堤防の位置を空中写真から調べた。さらに2000年11月と2001年3月の2度の現地踏査によって海岸状況を調べるとともに、図-2に示す5測線において縦断測量、海浜砂のサンプリングを行った。なお、11月の測量は測線③でのみ行い、3月には測線①～⑤全部で測量を行った。またとくに測線①では堤防の背後地も測量した。ただし、背後地では低木・高木が密生していることもあり、地盤の傾斜度(0.1°精度)を計測しスタジア測量により縦断形を定めた。この方法による測量は測線①の海浜部でも行い、レベル・スタッフによる測量と比較して高い精度が得られることを確認した。

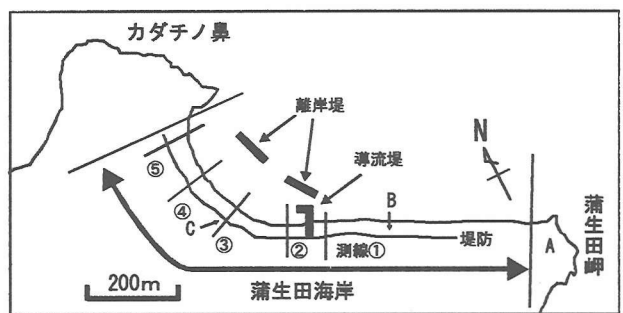


図-2 蒲生田海岸の詳細図



写真-1 蒲生田岬の頂上から北西方向の海岸を遠望

3. 現地踏査

蒲生田海岸における構造物の設置状況を図-2に示す。蒲生田岬の頂上(図-2の点A)から北西方向を望んで撮影したのが写真-1である。中央にそびえる岬は蒲生田海岸の北側を区切るカダチノ鼻である。中央より下部に碎波の白濁域が見られるが、これは蒲生田岬を回り込んだ入射波が大きく斜め入射して蒲生田海岸に入射していることを示している。海浜背後には直立式海岸堤防があり、沖合には2基の離岸堤が設置されている。海岸線の湾曲部の南端部には排水樋管とその導流堤が沖方向に突出している。導流堤と南側離岸堤の組み合わせによって、北

半分の小さなポケットビーチと南半分のビーチにほぼ分断されている。海浜の南半分(導流堤よりも南側)は巨礫浜であるが、北半分の海浜では汀線沿いに礫が、その陸側には $d_{50}=1.00\sim0.12\text{mm}$ の粗砂・細砂が堆積している。



写真-2 海岸堤防前面の礫浜から導流堤と離岸堤を遠望



写真-3 樋門導流堤の東側に広がる三角形の海浜



写真-4 導流堤上から東側を望んで撮影した三角形の海浜

写真-2は図-2の点Bから導流堤と離岸堤を望んだものであるが、この付近の礫浜は直径が約0.5mの巨礫で覆われており、ウミガメの産卵に適した砂浜は存在しない。しかしさらに西側に移動して導流堤に接近すると、写真-3のように導流堤と海岸堤防の隅角部には三角形

の砂浜があり、海岸堤防の基部には一部ハマヒルガオを中心とする植生帯も見られる。この砂浜は内田¹⁾によれば毎年多数のウミガメの産卵が見られる場所である。写真-4は導流堤上から東側を望んで海岸状況を撮影したものであり、砂浜が三角形に広がり、その前方は礫浜で覆われている。この三角形の区域のみに中央粒径 0.6～0.9mm の細砂からなる砂浜が形成されていることが特徴である。

写真-5は海岸堤防を抜けて突出している樋管上から内陸側を撮影したものである。注目されるのは、円形の樋管上には左側から砂が被さってきており、左側の砂浜の地盤高が高いことである。不透水性の樋管の東側に三角形の砂浜が形成され、その地盤高が東側で高い点は、この砂浜が東側からの沿岸漂砂によって運ばれ、堆積したものであることを示している。写真-6は樋管付近の海岸堤防とその背後地の状況を撮影したものであるが、海岸堤防の背後地は一段低くなっており、そこに背後地からの排水路が流入している。



写真-5 海岸堤防を抜けて突出している樋管上から内陸部を撮影



写真-6 樋管付近の海岸堤防と背後地の状況

この排水路を境に西側にはきれいな砂礫浜が広がる。写真-7は導流堤上から西側の砂浜を撮影したものである。汀線が前進し、写真手前には三角形の植生帯が見られるが、これは逆L型に突出した導流堤の背後に波の遮蔽

域が形成され、そこでは波のうちあげ高が低いために植生帯が形成されたものである。一方湾曲した汀線に沿っては礫がうちあげられてきれいなバームが形成されている。

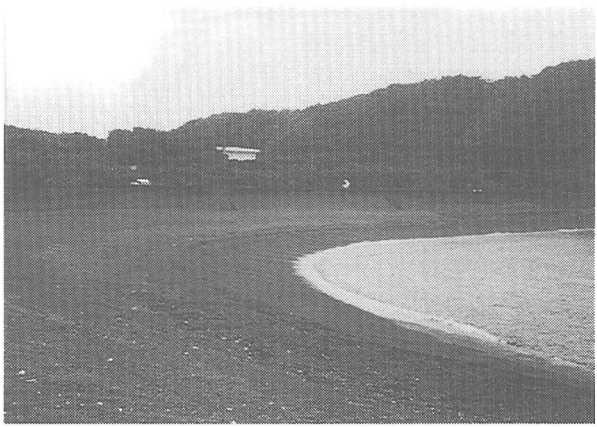


写真-7 導流堤付近から北向きに延びる砂礫浜の状況

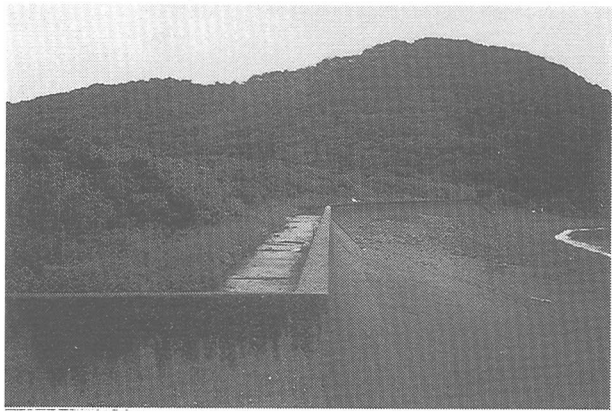


写真-8 ウミガメの産卵地中央付近から北側の海浜を望む

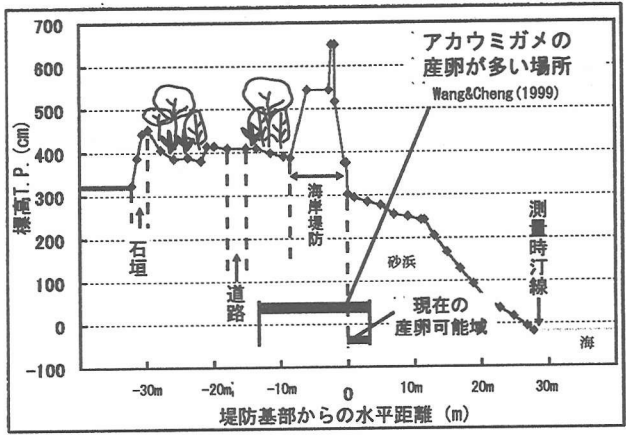


図-3 測線①における海浜縦断測量の結果

海岸堤防上の図-2の点Cからカダチノ鼻方向に延びた砂浜を撮影したのが写真-8である。現況では海岸線に沿っては礫が堆積して連続的なバームが形成されているが、それより陸側では主として飛砂が堆積した細砂から

なる後浜が存在する。堤防背後には低木などの植生が見られるものの、堤防前面に植生は見られない。このことから、この海浜では高波浪時には海岸堤防位置まで波が到達すると考えられる。海岸堤防直下のこの砂浜はアカウミガメの産卵に多く利用されている場所である。そこで、この付近の測線③で海浜の横断測量と海浜材料の採取を行い、粒度分析を行った。

測線①の測量結果が図-3 である。また国土地理院刊行の 1968 年（堤防設置ほぼ終了時）の空中写真から堤防位置を読み取り、1963 年（堤防設置前）の空中写真上に重ねあわせたのが図-4 である。さらに、図-5 は鎌田²⁾と阿南市教育委員会（未発表）をもとに上陸数の経年変化と構造物の設置状態を示したものである。

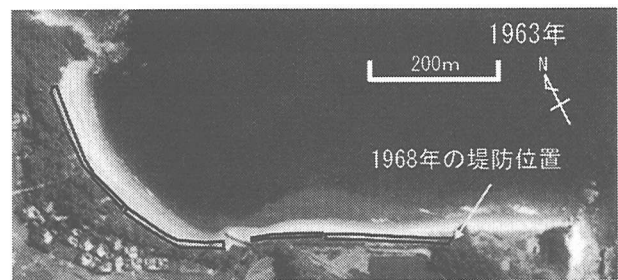


図-4 蒲生田海岸の空中写真(1963 年)と堤防の位置

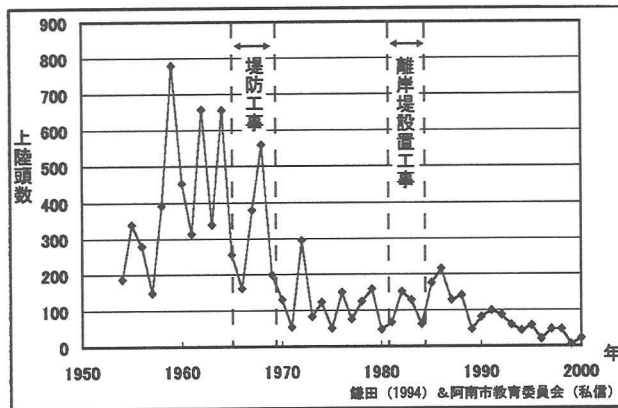


図-5 蒲生田海岸へのウミガメ上陸数の変化

4. 考察

図-5 によると 1964 年以前は年平均約 480 頭のウミガメの上陸が見られたが、1965～1969 年にわたって行われた海岸堤防の工事以降上陸数が急激に減少し、年によっては 100 頭以下になった。他の明確な理由が観察されていないため、ウミガメ上陸数が減少した最大の要因は海岸堤防の規模と設置位置にあったと考えられる。本来、自然海浜は汀線から内陸へと環境条件が連続的に変移し、それに伴い植生などの生物層も連続的に変化するものである。特に海から陸への連続的な環境変化をになう緩衝領域 (interface zone) となっているのが図-6 に示すよ

うな砂浜であるといえる。蒲生田海岸の場合、この連続的な変化を担っている緩衝領域への海岸堤防の設置が問題であったと考えられる。これまでウミガメ保護活動家の間では堤防設置による砂浜幅の減少が問題とされてきたが、今回は新たに海岸堤防の規模と設置位置の視点を取り入れて考察する。

(1) 海岸堤防の設置位置

蒲生田海岸の場合、図-3、4 に示したように海岸堤防は植生帯と後浜との境界付近に設置された。この位置は海から陸への連続的な変化を担っている緩衝領域である。特に陸域の最も海側に位置する部分の植生帯 (ハマゴウ帯～ハマヒルガオ帯など) が砂浜と連続していることが非常に重要と考えられる。なぜなら、加藤³⁾も述べているように、植生には、①飛砂を軽減させ砂浜の安定度を高める、②飛来してきた砂を捕捉する、③砂浜の分解者に生息地を提供するという 3 大効果があるからである。それと同時に、Wang and Cheng⁴⁾ が Wan-An Island におけるウミガメの産卵巣のうち約 70% が植生帯の最前線から岸沖両方向に 10m の範囲内にあったと報告しているように、この緩衝領域はウミガメの産卵場所としても利用されることが多いからである。

図-3 には、海浜縦断面形の上に 1963 年当時の植生帯前線をプロットし、さらに Wang and Cheng⁴⁾ に基づいて前線から岸沖方向に 10m の範囲も示す。この範囲こそが、本来ウミガメの産卵に適した場所であるが、図-3 では堤防が存在することによって、この範囲のうち 90% は堤防によって置き換えられるか、海浜側からアクセスできない状態になっていることがわかる。言い換えれば、ウミガメが産卵に使えるのは残りのわずか 10% ほどでしかない。

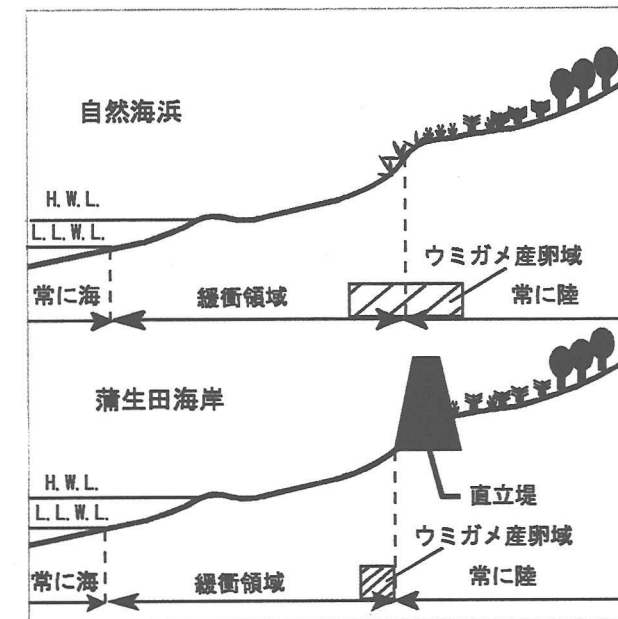


図-6 砂浜模式図

測線③において 11 月の現地踏査時に採取された海浜砂の粒度分析結果によれば、汀線付近では $d_{50}=4.0\text{mm}$ 、護岸直下では $d_{50}=0.62\text{mm}$ 、淘汰係数 $S_0=1.26$ ($S\Phi=0.63$) であった。Mortimer⁵⁾ はアカウミガメではなく、アオウミガメについてではあるものの、世界各地のウミガメ産卵地の多くは $d_{50}=0.2\sim 1.0\text{mm}$ 、 $S\Phi=0.4\sim 1.1$ の砂によって構成されていることを示している。このことから、現在の堤防設置位置はウミガメの産卵にとって好都合な、よく淘汰された細砂が分布する場所であると言える。実際に、現海岸堤防の設置工事当時の記録でも、「堤体建設工事がウミガメの産卵場の核心部分に及んだとき、連日ブルドーザーが海浜を掘り起こし、踏み潰すウミガメの卵の多いことに目を見張った」という内田¹⁾ の記述が残されており、この海岸堤防が本来ウミガメの産卵域に設置されたことは間違いないと考えられる。



写真-9 旧堤防写真

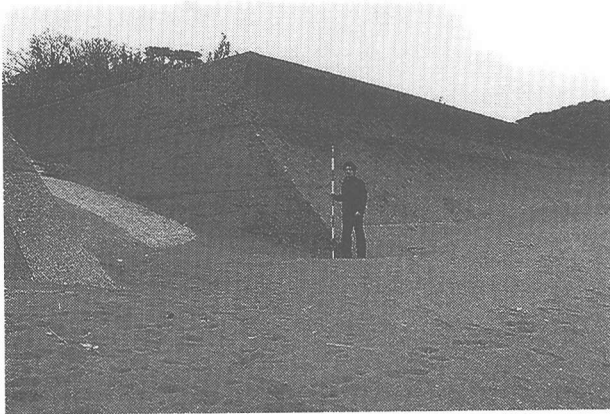


写真-10 現堤防写真

(2) 海岸堤防の規模

海岸堤防の規模については天端高および堤防法線の連続性が問題となる。蒲生田海岸では 1964 年以前にも海岸堤防は存在していたが、天端高、沿岸方向の長さともに小規模なものであった(写真-9)。そのため海岸堤防によって陸と海が分断されるまでには至っていなかった。実際に、現地住民も「昔は松林がずっと続いていて、なだらかに砂浜にまで降りることができた」と語っている。

ところが 1969 年に完成した海岸堤防は、堤防基部(海側)から天端までが 4m と高い上に、長さ約 500m の間に堤防が途切れる場所は 2 ヶ所のみであった(写真-10)。本来の自然海岸では、砂浜と内陸との間では生物および物質の移動が盛んに行われていた。砂浜へうち上がった海藻、魚の死体などの漂着物はハマダンゴムシやハサミムシを始めとする昆虫や微生物により捕食・分解され、その昆虫たちはカエルなど上位の生物に捕食された。このような食物連鎖が存在することによっても海浜は浄化されたと考えられる。また、これら砂浜の食物連鎖を司る生物の中には内陸へ移動するものも存在し、結果的に海浜と内陸との間の物質循環も行われた。ところが、現在海岸堤防は後浜からの高さが大きく勾配も急であって、さらに堤防法線がほとんど途切れることがないために、陸と海の間での生物および物質の移動は非常に困難である。わずかに 2 ヶ所存在する堤防法線の切れ目では、スロープを利用してハマダンゴムシの大群やカエルが砂浜と内陸との間を行き来する姿が 1972 年に調査を行った姫路市立水族館研究員らによって観察されている。これらは鳥居ほか⁶⁾ も指摘しているように、海岸堤防の建設に当たっての配慮事項にウミガメの産卵地保護の概念や砂浜と内陸との間に存在する生態系についての配慮が全くなかったことに帰着する。

(3) 環境改善手法の提案

こうした状況を受けて将来的な環境改善手法について考察する。改善の可能性は以下の 3 点にある。

- ① 堤防を全面的に陸側へ移動し、物質循環上必要なだけの植生や生物が堤防よりも海側に存在できるようにする。
- ② 堤防の天端高を下げるとともに、のり面勾配を緩やかにする。
- ③ 堤防法線を直線状とせず、ところどころ海岸堤防が陸側に凹状となった法線形とし、凹状部に砂浜と植生帯を残す。

①案に関しては、法線を陸側へ移動するだけでも植生が存在するようになりうることは、筆者が千葉県千倉海岸で行った現地踏査でもうかがえたとし、加藤³⁾ も砂浜幅が広い方が多様な植物が生息していることを示している。しかし、海岸線ぎりぎりにまで民有地が迫り、人が生活していることの多いわが国においては用地買収、補償等の問題で実現は難しいであろう。②案に関しては、ウミガメなど野生生物の生息環境改善になる一方で、越波量が増えるので採用できそうもない案である。③案は、①案を引堤の可能な部分についてのみ適用したものであるが、用地に余裕がある場合にはいくらか採用の余地があると考えられる。河川というワンドと同じ概念である。

③案の模式図を図-7、8 の平面図・断面図に示す。平面的に見れば海岸堤防の法線を陸側に引き、凹状部を造り出すことに主眼がある。また断面図に示すように引堤

を行ったとしても無施設にはできないと考えられるが、そこには河川における多自然型川づくりでしばしば用いられているカゴマットなど、透水性のものを敷き詰めた上に覆土を行い、植生の進出を許すことが考えられる。用地買収が不可能な場合には従来通りの堤防で対処し、用地買収が可能な場合についてのみ堤防の法線を陸側に下げるのである。防災上、堤防の天端高は従来の堤防と同程度にせねばならないが、陸側に法線を下げることで、基部から天端までの高さは大幅に低くすることができる。堤体を透水性にしたのは陸と海浜間の地下水等の移動を妨げないためである。また、堤体上での生物の移動、植生の生育を可能にするために堤体上には覆土を行う。このようにすることができれば陸から海浜にかけての連続性が保持されると考えられる。また、景観も良くなると考えられる。

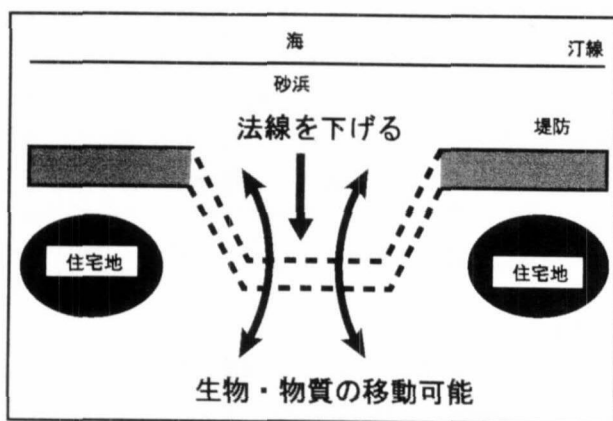


図-7 ウミガメの生態に配慮した新型堤防の平面図

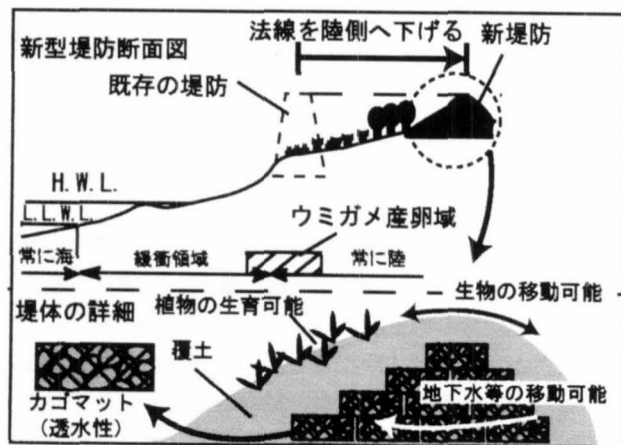


図-8 ウミガメの生態に配慮した新型堤防の断面図

重要な点は、後背地を利用する人がどれだけの越波を許容できるかである。自然環境に十分配慮しようとするのなら、人も土地利用について相応の不便を覚悟することが必要であろう。人の欲望（例えば、広い土地が欲しいなど）に最大限配慮した条件を求めた上で、なおか

つ「良好な自然環境を創出する」などの目標設定は自然の営みを十分理解した上では原理的に無理があることを認識しなければなるまい。人の願望と自然環境をどこかで折り合いを付けることが必要である。今回提案した堤防は、一部分の法線を陸側に下げるという点で、自然環境を保全するためには可能な限り人が譲歩すべきという発想をもとにしている。

5. あとがき

蒲生田は、ウミガメの上陸数の減少と時を同じくして衰退し、過疎化に悩む地となるという皮肉な運命をたどってきた。ウミガメが上陸しなくなった海浜は、また人にとっても悪い環境であるのかもしれない。今回提案した方式により、ウミガメの上陸数が増えれば、環境教育の場として非常に価値の高い地となる。それ以上に蒲生田海岸は人にとってもいい海岸となり、人を引き付けるようになるかもしれない。そうなることで再びこの地に活気がよみがえることを期待したい。

謝辞：現地での聞き取り調査にあたっては、元蒲生田小学校校長の鎌田武氏の、海浜横断測量にあたっては、バンダクラブ徳島の井口利枝子氏のご協力をいただいた。また蒲生田海岸でのウミガメの上陸に関するデータは鎌田武氏、阿南市教育委員会より、旧堤防の写真は黒潮旅館より提供していただいた。紙面を借りて謝意を表わせていただきます。

参考文献

- 1) 内田 至：海ガメ学ノート③-離岸堤の構築と海ガメの産卵上陸生態の変化，海洋と生物，44，Vol. 8，No. 3，pp. 217-219，1986。
- 2) 鎌田 武：蒲生田海岸のウミガメ情報，日本のウミガメ産卵地，pp. 58-65，日本ウミガメ協議会，1994。
- 3) 加藤史訓：砂浜の植生と地形変化，ヘドロ，No. 76，pp. 18-23，1999。
- 4) Wang, H. C., Cheng, I. J.: Breeding biology of the green turtle, *Chelonia mydas* (Reptilia: Cheloniidae), on Wan-An Island, Penghu archipelago, *Marine Biology*, 133, pp. 603-609, 1999。
- 5) Mortimer J. A.: The influence of beach sand characteristics on the nesting behavior and clutch survival of green turtle (*Chelonia mydas*), *Copeia*, pp. 802-817, 1990。
- 6) 鳥居謙一・加藤史訓・宇多高明：生態系保全の観点から見た海岸事業の現状と今後の展開，応用生態工学，Vol. 3，No. 1，pp. 29-36，2000。