

伊勢湾西南海岸の現地踏査に基づく海岸線の 自然環境保全と海岸保全に関する一考察

A NOTE ON PROTECTION OF SHORE AND COASTAL ENVIRONMENT BASED
ON
FIELD OBSERVATION AT ISEWAN-SEINAN COAST

宇多高明¹・嶋田 宏²・太田和彦²・石河雅典²・芹沢真澄³・三波俊郎⁴

Takaaki UDA, Hiroshi SHIMADA, Kazuhiko OTA, Masanori ISHIKAWA,
Masumi SERIZAWA and Toshiro SAN-NAMI

¹正会員 工博 建設省土木研究所河川部長 (〒305-0804 茨城県つくば市旭 1)

²パシフィックコンサルタンツ(株)中部本社(〒451-0046 愛知県名古屋市中区牛島町 2-5)

³正会員 海岸研究室(有)(〒160-0011 東京都新宿区若葉 1-22-208 ローヤル若葉)

⁴海岸研究室(有)(同上)

Under the new seacoast law, protection of coastal environment became important target of the law. In order to promote protection of coastal environment, understanding of topographic changes of the shore and conditions materializing coastal vegetations is important. This study introduces ergodic reasoning regarding beach changes and its related change in vegetation area, taking the Isewan-Seinan coast as the example. Field observation was made as well as the investigation of aerial photograph of the coast.

Key Words: Ergodic reasoning, beach changes, vegetation

1. まえがき

1999年, 34年振りに海岸法が改正された. 新海岸法では, 法の目的に「海岸の適正利用」とともに, 「海岸環境の整備と保全」が新たに加えられた. 法律に明文化されたことによって, 新河川法制定後の河川における多自然型川づくりと同様, 海岸にあっても豊かな自然環境を持った海岸づくりが求められると考えられる. そして海浜, およびそこに植生などが繁茂した, 昔ながらの自然海岸の環境を回復しようとする試みも増えると予想される. この場合, 従来のように海岸構造物を機能性の点からのみ捉える手法に比べて, 環境に係る多面的な要素を理解する能力が必要とされる. 例えば, 「海岸環境」についての認識が浅ければ, それを狭義にとらえ, 海岸に整然と並べられたコンクリートブロックがすなわち海岸環境の向上であって, それが周辺生態系へ及ぼす影響も含めた上で望ましい姿からはずれているにもかかわらず環境改善がなされたと誤解する恐れがある. 一方, 逆に海浜や海浜植生の環境向上のみに目を奪われ, 自

然条件を十分考慮することなしに, 海浜や植生帯造成を無理に行うことは, それらの失敗につながることも明らかである. 筆者らは, 全国各地の海岸において現地踏査(海岸巡検)を行い, 現場観察から各種問題点を発見し, それらの問題解決の手法について考える試みを行ってきているが, 本研究ではこうした場合, どのような視点に立って海岸を観察すれば今後の海岸環境の整備の方向性を探る上で役立つかについて, 伊勢湾南部に位置する伊勢湾西南海岸を例として考察する.

2. 伊勢湾西南海岸の概要

伊勢湾西南海岸は図-1に示すように伊勢湾南部に位置し, 三重県松坂市から多気郡明和町, 伊勢市にかけて広がる延長約11kmの海岸である¹⁾. この海岸は伊勢湾内に位置することから, 外海・外洋に面した海岸と比較すると波浪は相対的に静穏である. 海岸線はほぼWNWからESE方向に走向し, また伊勢湾が北側と東側に開いているために, これらの方向からの

波浪が卓越している。この海岸における朔望平均満潮位は T. P. +0.872m, 朔望平均干潮位は T. P. -1.078m である。

以下では、まず海岸の全体状況を理解するために、1947 年撮影の空中写真をもとに海岸線付近の地形判読を行い、長い時間スケールでこの土地がどのような変遷を遂げたかについて考察する。次に、1999 年 11 月 6 日には海岸の現地踏査を行った。現地踏査では、汀線と海岸堤防の間に存在する植生帯が自然環境として貴重なものであるとの視点に立って、地形形成の視点も含めて、どのような考え方で海岸保全を進めればこれらの自然環境の保護・保全につながるか、との考察を進め、特に「現地海岸を観察する際の着眼点」についてできるだけ一般的視点に立って述べる。

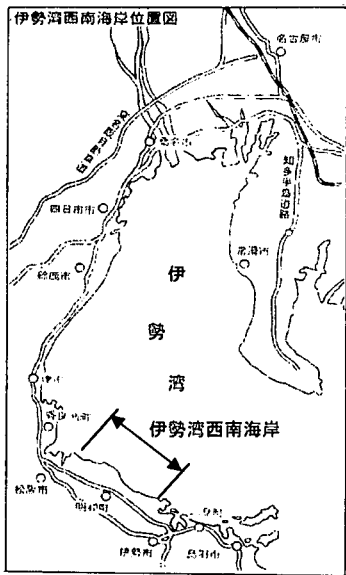


図-1 伊勢湾西南海岸の位置

3. 伊勢湾西南海岸の地形特性

図-2 には伊勢湾西南海岸の海底地形図を、写真-1 には 1947 年撮影の空中写真を示す。西南海岸の中央部において、海岸線が最も北側に張り出した場所付近には祓(はらい)川と笹笛川が流入している。これらの河川が流下している場所は、もともと櫛田川の氾濫原である²⁾。これらの河川の沖合では、浅瀬が北東方向へと大きく突出しており、水深約 5m のフラットな海底平坦面が存在する。海岸西部の沖合では、この浅瀬からほぼ東西方向に -5m 以深の急勾配の海底面が広がっている。これと逆に、笹笛川河口より東側では沖合の等深線は凹状であり、これと合わせて海岸線も大きく凹んでいる。このような地形条件で注目されるのは、写真-1 において大淀(おおいづ)漁港周辺の砂州形状である。大淀漁港の北西側では写真-1 に a, b, c で示すように、陸側から海側へとほぼ平行に 3 列の砂丘が延びている。それぞれの砂丘の形状を調べると、砂丘 a は大淀漁港側で幅が広く、北西方向に細長く延び、先端は笹笛川の流路によって切られている。砂丘 a と b の間には幅約 100m, 長さ約 1 km の低地が細長く入り込んできており、その出口は北西側にある。砂丘 b は 3 砂丘のうち最も幅が広いが、その南側部分には幅約 20m, 長さ約 0.5km の狭い低地を有している。砂丘 b もまた先端を笹笛川の流路によって切られている。砂丘 c は現海岸線に沿って延びたものであるが、砂丘の海側は砂丘 a, b の伸長方向から推定される方向と異なり、不整合的に現海岸線によって切断されているように見える。また、いずれの砂丘も笹笛川の右岸側にのみ発達していることが特徴である。

このような砂丘の発達原因は次のように推定される。まず、櫛田川は、現在でこそ笹笛川河口の西

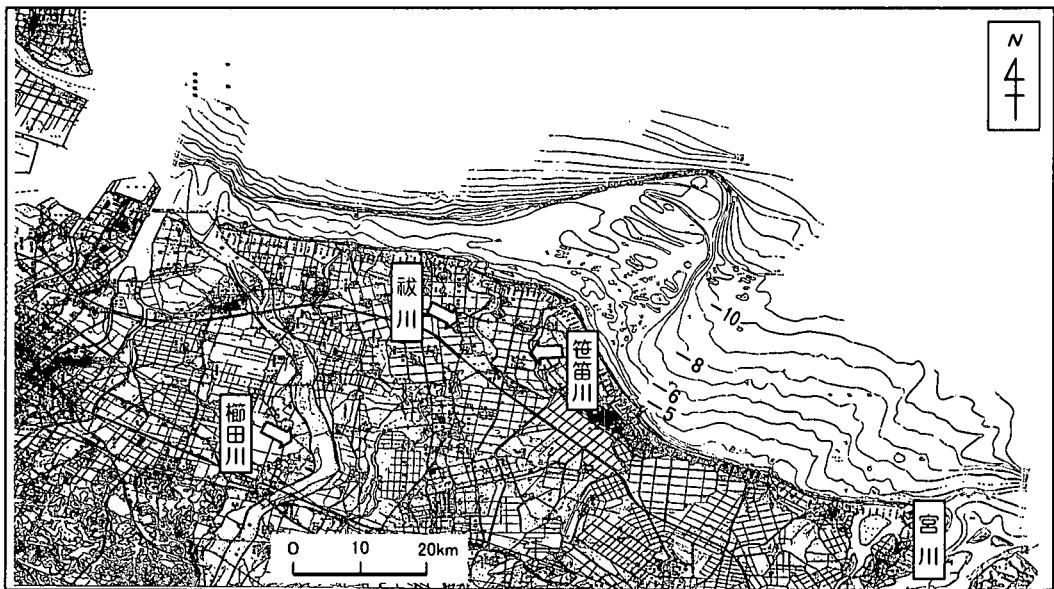


図-2 伊勢湾西南海岸沖の海底地形

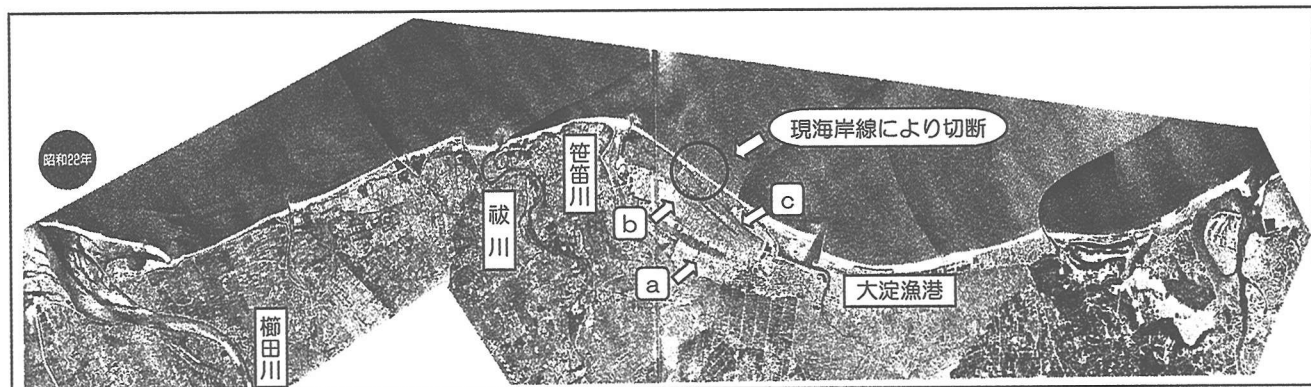


写真-1 伊勢湾西南海岸の空中写真(1947 年撮影)

約 10km に流入しているが、過去には大きな氾濫原を有し、現在の笹笛川と祓川の河口付近からも流入し、これにより伊勢湾内へと河川からの土砂流入があったと推定される。これにより河口からの流出土砂が河口周辺に運ばれ、さらに海岸線から内陸へと飛砂によって運ばれて砂丘列が形成されたと考えられる。現況において、大淀漁港の東西の海岸線は階段状となっており、西側の汀線が東側の汀線よりも約 100m 沖側に位置する。大淀漁港の防波堤は大正 12 年に建設されたので建設後充分長い時間が経過しており、防波堤の東西の汀線形状はほぼ安定している。このことは、現況の大淀漁港周辺では沿岸漂砂がほぼ均衡状態にあるが、榑田川の河口が笹笛川および祓川河口付近にあった当時、河口デルタとして海岸線が突出していたと推定できる。しかし、榑田川の流路が大きく変動した後は、旧河口への土砂供給がなくなり、いったん突出した河口デルタが東向きの沿岸漂砂によって削られ、その土砂が東向きに移動して大淀漁港の防波堤西側に堆積し、このため防波堤を挟んで西側の汀線が東側よりも沖側に位置することになったと考えられる。さらに、河口デルタが縮小する過程で、砂丘の海側が削り取られ、写真-1 に示した現海岸線と砂丘の伸長方向との不整合的な線が形成されたと推定される。なお、砂丘列の形状は、あたかも東側に位置する宮川からの流出土砂が西向きに移動して堆積したようにも見えるが、そうであるとすれば、大淀漁港の西側での現海岸線と砂丘 c の間に形成された、不整合的な線の形成原因、および大淀漁港の防波堤西側隣接部での堆積を説明できなくなる。したがって砂丘列の起源は、旧榑田川からの流出土砂と考えられる。

4. 海岸堤防前面の植生帯と海浜幅の調査

写真-2 は、伊勢湾西南海岸の大淀漁港の東側区域で撮影した海岸状況である。直立型海岸堤防があり、その前面には数十 m の幅を有する植生帯が広がっている。またその沖側には白く写されているように、ほ

ぼ一様な幅を有する砂浜が沿岸方向に帯状に延びている。写真は干潮時に撮影されたために、満潮時汀線付近にうちあげられた貝殻が白く見えている。写真-2 で砂浜の陸側に植生帯があるのは、海岸堤防が汀線に対して十分陸側に位置し、護岸と汀線の間に通常時には波浪の作用を受けることのない空間が残され、そこに乾燥や塩分に耐える植生が繁茂したことによる。写真-2 より東側に移動して撮影したのが写真-3 である。写真-2 の左端にある階段(矢印)が、写真-3 でも矢印で示すように小さく見えることから、その相対的距離が判断できよう。写真-3 では、海岸堤防と海浜の間の空間が写真-2 の撮影箇所と比較して大きく狭まっているが、狭いながらも植生帯が残されている。この付近において行った簡易測量によれば、海浜のほぼ中央に見えるバーム頂から植生帯と海浜を区切る線までの岸沖距離は約 10m、逆にバーム頂から写真撮影時の汀線までの距離は約 15m であった。したがって両者の和(25m)と比較すれば、写真に写されている白い看板付近での植生帯幅はわずかに 5~6m であることがわかる。

写真-3 の撮影位置からわずかに東側では、写真-4 の状況が観察された。写真-3,4 における海岸堤防ののり先近傍にある白い看板の位置の変化から、移動距離が数十 m であることが推定できよう。写真-4 では、海岸堤防の前面に植生帯は全く存在しない。この理由は、海岸堤防の法線と汀線とが斜交しているため、東側に移動するにしたがい植生帯の幅が狭まったのである。ここでは海岸堤防ののり先には砂浜のみが存在する。さらに、写真-4 の撮影位置からわずかに東側では、写真-5 に示すように、バーム頂が堤防ののり先と一致している。このような状況になれば、満潮時には波浪の作用が堤防ののり面に及ぶから、植生帯が繁茂することは不可能である。さらに写真-6 は、写真-5 の撮影位置東側の場所において、東方向を望んで撮影した海岸状況である。緩やかな曲線状の法線を有する海岸堤防が延び、その前面には消波ブロック製の小規模な突堤や消波工が設置されている。海岸堤防ののり先は満潮時のバーム位置よ



写真-2 海岸護岸と海浜の間に十分広い空間がある



写真-6 前浜がほとんどなく消波工と護岸で守られた海岸の状況(写真-4の東側で撮影)



写真-3 海岸護岸と海浜の間の空間が狭い場所の海岸状況(写真-1の東側で撮影)



写真-7 大淀漁港の東側に延びた砂浜の空中写真¹⁾



写真-4 海岸護岸の前面に海浜のみが広がる場所の海岸状況(写真-2の東側で撮影)



写真-5 海岸護岸と満潮時汀線が重なる場所の海岸状況(写真-3の東側で撮影)

5. エルゴード性の概念を応用した海岸の変遷調査に関する考察

宇多³⁾は、海浜変形に関してエルゴード性の概念を応用することにより、時間-空間の置換が可能なることを示し、さらにそれが海岸侵食に伴う海岸護岸の被災過程の説明にも利用できることを、新潟県の青海海岸における緩傾斜堤の被災状況を具体例として明らかにした。すなわちこの概念の応用によれば、ある日に、沿岸方向に移動しつつ撮影した海岸写真が、ある場所で侵食が時間的に進んでいく場合の変化過程をよく説明することから、現地踏査によって、その海岸の過去の履歴復元が可能になるのである。このことから、本研究でもこの概念の応用を試みる。

写真-7は、建設省三重工事事務所撮影の調査区域北端部の空中写真である¹⁾。写真上部に見える防波堤は大淀漁港の防波堤である。大淀漁港の防波堤に隣接する場所に三角形に砂浜が広がっている。この区域において写真-2～6を撮影したのである。写真よりこの区域の特徴は図-3の模式図として整理できる。

図-3aを参照したとき、本研究で示した写真-2～6は、海岸線に沿って①～⑤の順に移動しつつ撮影したものである。しかし、上述のエルゴード性の概念を利用すれば、一連の写真は、時間-空間の置換によって、海岸線付近の海岸環境の時間的変化を説明する

り海側に出ている。この付近では、当時存在した海浜の上に前出しする形で海岸堤防が造られたため、写真に示す状況となったのである。

ものになる。汀線付近の海浜地形は沿岸方向に一様性を有しているから、図中に破線で示すように海浜は一定幅で带状に延びている。海岸堤防はこれと斜交して設置されている。このため、東側区域ほど植生帯の幅が狭く、測線①、②、③の順に植生帯幅が狭まったのである。各測線での縦断形を重ねて書くと図-3bとなる。

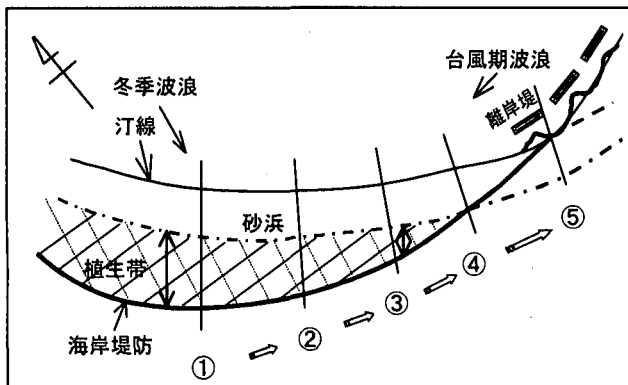


図-3a 海岸堤防前面の植生帯と汀線との相対関係の模式図（平面図）

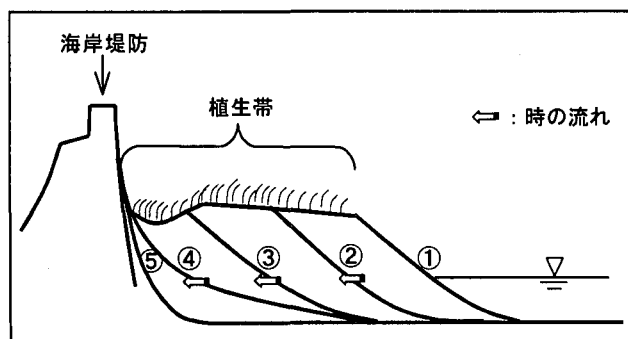


図-3b 海岸堤防前面の植生帯と汀線との相対関係の模式図（断面図）

ここで沿岸方向の変化を経時的変化に置き換える。いま、測線①において時間的な変化がある場合を考え、この断面内での現象を考える。測線①において起こり得る変化は2つある。第1は汀線の後退であり、第2は人為的な変化としての海岸堤防の前進である。しかしながら、汀線付近の環境条件の変化は絶対的な位置によって支配されるのではなく、汀線と海岸堤防の相対距離に依存する。したがっていずれの場合も全く同様な結果をもたらす。したがってここでは侵食が進んで汀線が後退する場合を考える。

侵食が進んで汀線が後退するとき、測線①～④で見た状況は時間的な変化として観察される。この場合、写真-2は、海岸が侵食される十分前の状況と考えることができる。海岸堤防の位置は固定されているから、汀線が後退するにしたがい、海浜背後の植生帯の幅が減少していき、やがて植生帯は完全に消失する。この状況では海岸堤防の前面には砂浜が残るのみである。しかし、さらに汀線が後退すればバームは消失

し、高波浪時の越波がきつくなるために、写真-6に示したように消波工や離岸堤が置かれて海岸が人工化するのである。このようにいわば余裕が全くない状態において、施設を造ることによって海岸の環境改善を図ることは非常に難しい。図-3aの測線⑤の位置で、既設の直立型海岸堤防の海側に緩傾斜堤を建設することは、余裕をさらに失わせることになる。

最近では、海岸環境に関する研究が盛んになってきており、例えば写真-2に示したような海浜地の植生の繁茂条件などが議論されている。しかしそのような条件がわかったとしても、それが直ちに海岸の植生を含む環境改善にはつながらないことは明らかである。例えば、人為的な原因によって海岸堤防の位置を海側にずらせば、汀線の位置がそのままであれば植生帯となり得る場所が消失するのは自明であり、消失した空間に無理に植生を植えてもそれは枯れることは確実である。海岸堤防の法線と汀線の位置関係から、図-3aに示したような余裕を持った空間でなければ植生繁茂を期待することには無理があることを十分認識しなければならない。

6. 海岸環境復元の可能性についての考察

沿岸漂砂の阻止や波の遮蔽構造物の建設に伴って周辺域で侵食が起これば、汀線が後退する。その場合は写真-2～5の順の状況変化が見られ、植生の繁茂すべき空間が失われる。この場合、汀線の後退はある海浜断面内で起こるのではなく、沿岸漂砂の移動範囲全体で起こる。汀線と護岸位置との相対関係が汀線位置を定めたのではなく、汀線位置は沿岸漂砂移動の結果として定められたものである。したがってある海浜断面で養浜によって植生が繁茂する空間を広げるという行為は、海岸全体での沿岸漂砂による海浜変形を考え、海岸線が安定化する策を取らない限り不可能であることは明白である。部分的に養浜を行っても、養浜砂は沿岸漂砂の移動が可能な全域に広がり、養浜箇所には止まることは原理的にできない。

この状況を改善し、海岸堤防の前面に砂浜および植生帯を創生するには、規模の大きなヘッドランドや突堤などを建設し、砂浜の「囲い込み」を行うことが必要になる。その場合、長大な施設が海岸線と直交方向に伸ばされることから、周辺海域の潮流に変化をもたらす、それが沿岸漁場に変化を与える可能性が非常に大きい。従って代替案としては、施設規模をそれほど大きくしない代わりに、維持的な養浜を繰り返して行うことが考えられるが、これには事業費の増大に加え養浜材の調達面等、課題は多い。そこで有効な手段としては、砂の移動をある程度許容し、他事業との連携を図りサンドリサイクルを行うことが考えられる。これには関連機関の十分な調整・協

議が必要であり、今後はこのような観点で事業を推進していくことも重要であろう。

7. あとがき

筆者らは、最近現地海岸の巡検をしばしば行っている。このような巡検は、ある日にその海岸を見て歩くという単純な行為である。このため、そこから得られるのは主に写真であるがゆえに、そのようなデータは定量分析に使いようがなく、あまり有効でないという考え方があるかもしれない。しかし、本研究で述べたエルゴード性の概念を充分理解しておれば、単にある日の海岸状況を見るにとどまることなく、その海岸の過去の変遷を知り、さらには将来の変化

の予見が可能になる。こうしたことから、改めて現地海岸を観察することの重要性を指摘しておきたい。

最後に本論文を作成するに当たりご協力頂いた、建設省中部地方建設局三重工事事務所に深謝いたします。

参考文献

- 1)建設省中部地方建設局三重工事事務所：伊勢湾西南海岸写真集，p. 26, 1995.
- 2)佐々木俊夫：櫛田川，（株）夕刊三重新聞社，p. 47, 1983.
- 3)宇多高明：現場のための海岸 Q&A 選集，山海堂，p. 173, 19