

千葉県外房に位置する平砂浦海岸における 保安林造成と海岸侵食

RELATION BETWEEN BEACH EROSION AND DEVELOPMENT OF COASTAL FOREST AT HEISA-URA COAST IN CHIBA PREFECTURE

星上幸良¹・小林昭男²・宇多高明³・熊田貴之⁴・酒井和也⁵・三波俊郎⁶
Yukiyoshi HOSHIGAMI, Akio KOBAYASHI, Takaaki UDA,
Takayuki KUMADA, Kazuya SAKAI and Toshiro SAN-NAMI

¹正会員 国際航業(株) 海洋エンジニアリング部(〒191-0065 東京都日野市旭が丘3-6-1)

²正会員 工博 日本大学理工学部海洋建築工学科助教授(〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1)

³正会員 工博 (財) 土木研究センター審議役なぎさ総合研究室長(〒110-0016 台東区台東1-6-4 タカラビル)

⁴学生会員 工修 日本大学大学院理工学研究科海洋建築工学専攻(〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1)

⁵学生会員 日本大学大学院理工学研究科海洋建築工学専攻(同上)

⁶海岸研究室(有)(〒160-0011 東京都新宿区若葉1-22 ローヤル若葉208号)

Relation between beach erosion and the development of coastal forest was investigated by comparing past aerial photographs, taking the Heisa-ura coast in Chiba Prefecture as the example. Sand dune has been well developed at this coast due to the strong wind-blown sand in winter in the past. In order to prevent the damage due to wind-blown sand, coastal forest has been extensively planted. However, excess development of coastal forest in recent years as well as the construction of earth dike along the coastal forest caused shoreline recession by the excavation of beach sand to supply the construction materials. Appropriate land management is required between the coastal forest area and the shore protection area in order to avoid devastation of natural sandy beach.

Key Words : Shoreline change, coastal forest, beach erosion, Heisa-ura coast

1. まえがき

わが国では、近年全国各地の海岸で侵食が激化しつつあり、昔からあった広い砂浜が消えつつあるとの報告をしばしば目にする。これらの侵食要因の大部分には、沿岸漂砂の場所的の不均衡が深く関与しているが、わが国特有の問題として最近明らかになってきたのは、沿岸漂砂の移動に伴う海岸侵食ではなく、むしろ陸域での土地利用の変化に伴って砂丘地が変貌し、自然の砂浜が消えるものであり¹⁾²⁾、主に、保安林の過剰な前進によって自然砂丘や砂浜が急速に狭まったことが明らかにされている。本研究もこの主旨から研究を行うものであり、新たに房総半島に位置する平砂浦海岸を選んで同種の検討を加える。

平砂浦海岸は、図-1に示すように房総半島先端部の布良と洲崎の間に挟まれた延長約5.5kmの砂浜であり、ほぼ南南西方向に面したポケットビーチである。海岸一帯は南房総国定公園の第2種特別地域に指定され、「日本の白砂青松100選」にも指定された風光明媚な観光地でもあり、海岸法の区分では「一般公共海岸」に属し、特に防護や環境整備等の必要が

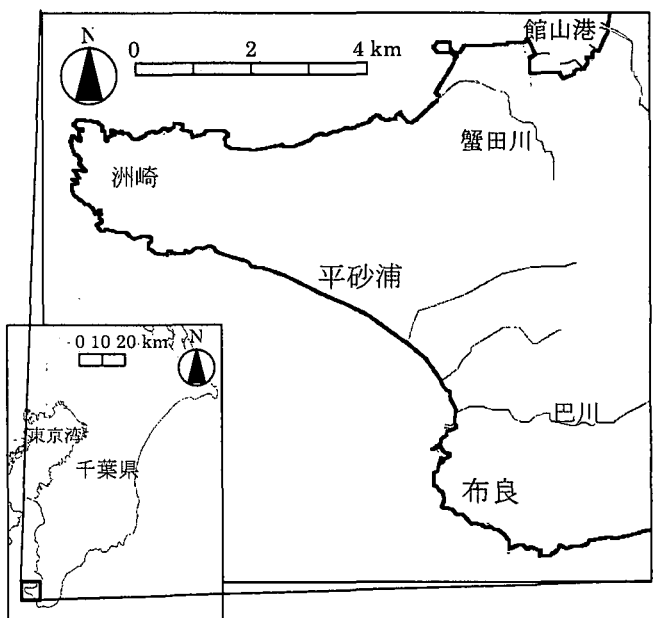


図-1 房総半島南端の平砂浦の位置

ないとされている海岸である。この海岸では、過去に規模の大きな砂丘地が発達していたが、飛砂防止のための保安林の造成工事が長年行われた結果、現在では海岸線近傍まで保安林（松林）が迫り、保安林を防護するための海岸護岸が建設され、海岸線延長の約半分では護岸建設による人工化が進み、2002年11月の時点で砂浜は完全に消失した。当海岸にはわずかに数年前まで砂浜が存在していたことは、空中写真や地域住民の証言からも明らかである。しかし、現状を見ると海岸線のごく近傍まで造成された保安林区域と汀線との関係が、新海岸法の理念と矛盾するように見える。

本研究では、このような状況に至った理由について様々な角度から検証し、今後の沿岸域管理に向けて問題点を整理する。

2. 海浜の形成過程

(1) 地質年代スケールの地形発達史

まず資料³⁾から、この地域の地質年代スケールに着目した地史を分析し、いかなる成因が作用しているか整理した。

房総半島南部、特に千倉から館山にかけての海岸付近では侵食性の岩石海岸段丘がよく発達しており、幅1km前後で半島南部を取り巻くように帯状に分布している。これらと背後の丘陵地との間には急峻な旧海食崖があり、この崖の前面に海岸に向かって雛壇状に段丘が形成され、それらはほぼ沼Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ面（元禄段丘）、および大正ベンチに分類される。こ

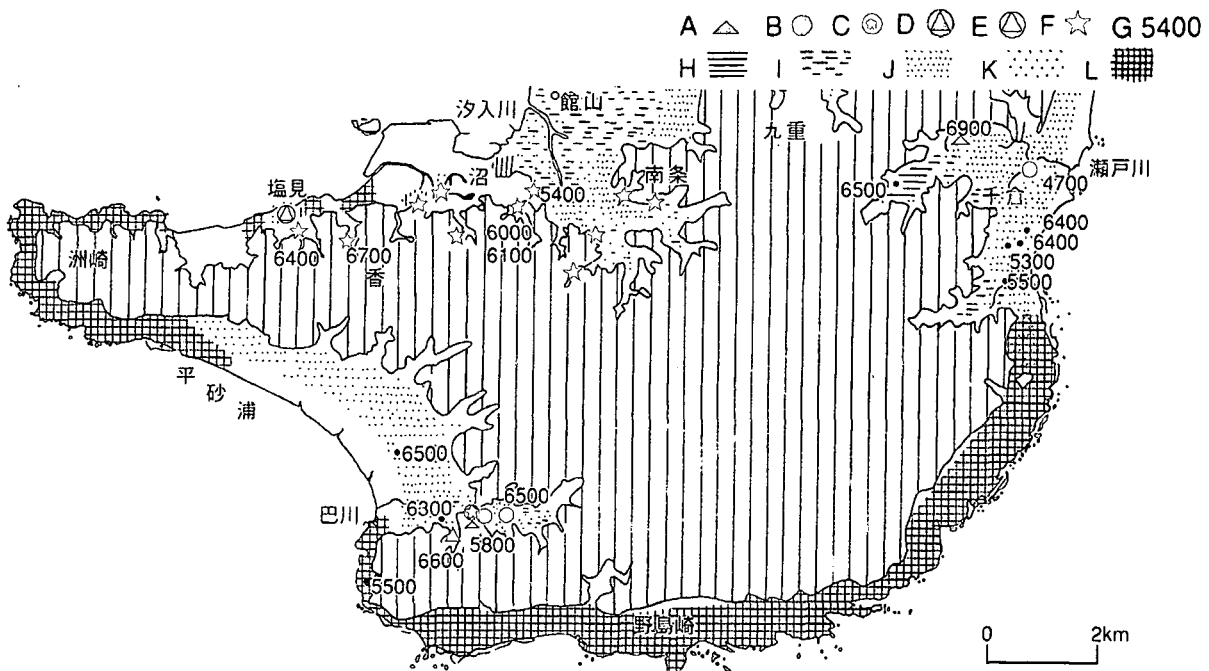
れらは大正地震や元禄地震と同様の地震（大正型地震、元禄型地震）による間欠的隆起によって離水したと考えられており、その隆起量は元禄地震では4.1～5.1m、大正地震では約1.4mと見積もられている。

また、図-2によると、平砂浦周辺の縄文海進以前の古地形は、貝やサンゴの化石群による年代測定等から、南東端に流入する巴川を中心に西に大きく開いた内湾状であり、多量の礫や内湾性の貝化石を含む泥質堆積物が20m程度堆積することが分かっている。

ここで、海上保安庁発行の海底地形図「野島崎」によれば、汀線から水深10m付近までの海底勾配は約1/60であり、元禄地震と大正地震の際に出現した海浜幅は、その隆起量からおおよそ300m（隆起量5m）、および84m（同1.4m）程度と推定できる。また、後述する砂防史には、かつては南西の風によって内陸3kmまで飛砂が運ばれたとの記述がある。以上より、ここでは縄文海進以降に形成された湾入地形に海成・河成の土砂が堆積し、その後の数度の地震隆起により広大な砂浜が形成され、飛砂に伴い内陸へ発達したと考えられる。

(2) 有史以降の地史と砂防史

資料⁴⁾には、平砂浦地区の地勢に関する次の記述がある。「元禄16年11月大地震あり同時に大海嘯襲来し陸地の大隆起あり稗田浦（現在の平砂浦）は一面の砂原と化し、その後安政2年の大地震にまたまた土地の隆起あり益々砂原は拡大され、大正12年9月1日の大地震には海嘯とともに七尺余に及び大隆起をなし海岸線は一面の白砂地帯を化した。」さらに、同資料には、小河川を利用した人力による「砂流し」



A. 干潟群集、B. 内湾砂底群集、C. 内湾泥底群集、D. 内湾岩礁群集、E. 外海岩礁性群集、F. 造礁性サンゴ、G. ¹⁴C年代測定値、H. 泥相、I. シルト相、J. 砂相、K. 砂礫相、L. 波食台

図-2 房総半島南部における縄文海進最高期の貝類群集とサンゴ礁の分布
「千葉県（1997）：千葉県の自然史本編2—千葉県の大地—, p. 289」より作成

が営々と続けられたとの記述もある。

以上より、前述の飛砂や地震隆起に伴う海浜の出現が裏付けられるとともに、自然および人力によって河川の流水の力を用いて飛砂の一部は海浜へと戻されていたと推定される。平砂浦ではその後も飛砂防止への努力がなされ、砂防林も広がりを見せたが、平砂浦一帯は昭和15年頃に軍が買上げ、砂防林は全て演習場として永年使用され一面の砂原と化した。

その後、軍用地の払い下げを受けて開拓事業が着手され、更なる砂防への要請から、昭和24年に県の砂防林造成事業に指定され現在に至っている。

(3) 現地踏査

2002年9月に現地踏査を行った。写真-1は保安林の海側に隣接する土堤上から沿岸方向西向きに後背地を撮影したものであり、海岸線と平行に土堤が直線状に延び、陸側には保安林が広がって見える。ここから土堤天端上を海側に平行移動したのが写真-2である。海側に向かってなだらかに傾斜した海浜地にこんもりとした丘のように見えるのは、盛土によって造られた土堤の姿である。



写真-1 保安林海側の土堤天端から西側を望む
(2002年9月17日)

さらに、土堤の海側の法面の中段まで下り、同一方向に撮影したのが写真-3である。コンクリートマット式護岸の海側には砂浜はほとんど存在せず、鉄線蛇籠で包まれた根固工が延々と敷設されていた。この2ヶ月後の11月に同じ場所で撮影した写真-4では、護岸前面の蛇籠の上にコンクリート被覆ブロックが並べられ、もはや砂浜は完全に消失していた。

(4) 地形図と空中写真の判読

写真-5は1947年から2002年のうち代表4時期の空中写真である。

写真-5(a)によれば、1947年当時ここでは海岸線から内陸側に最大約800mまで砂丘が発達しており、海岸線に沿って洲崎から布良へ達する道は存在せず、大部分の土地は乾田として利用されていた。1967年には写真-5(b)のように現況の土地利用にかなり近い形まで変化し、海岸全体に保安林が造成された。この当時、海岸中央部より東側では砂浜幅は100m以上存在したが、西側では海浜に形成されたカस्प頂部の至近距離に護岸が建設され、砂浜幅は概ね20~40m程度に狭まった。



写真-2 土堤天端の海側端部から西側を望む
(2002年9月17日)

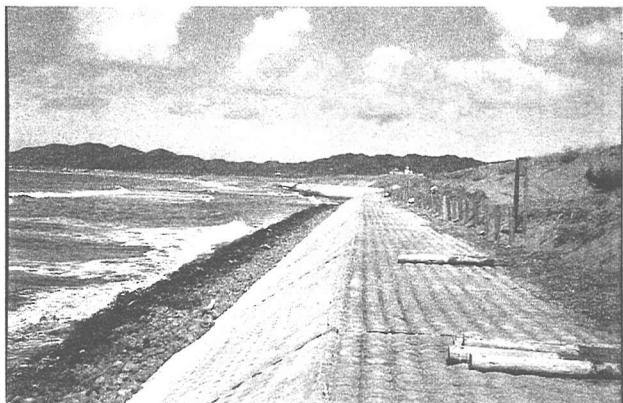


写真-3 土堤の海側法面の中段から撮影
(2002年9月17日)

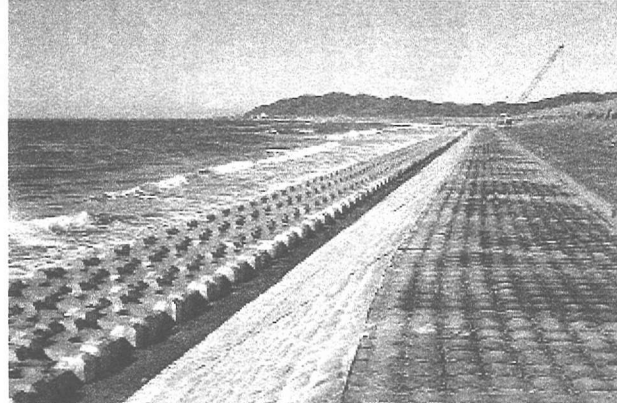
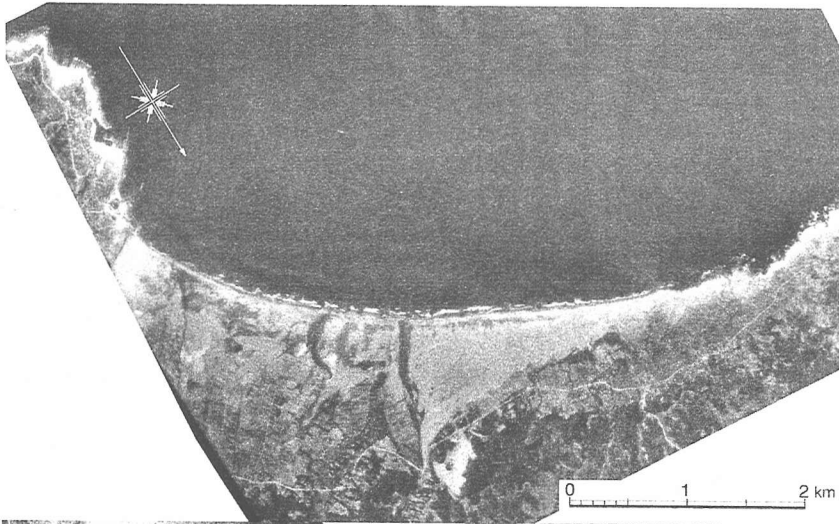
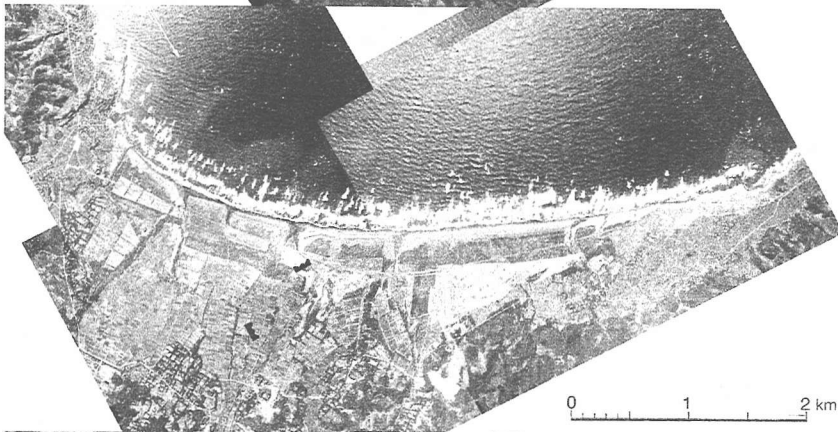


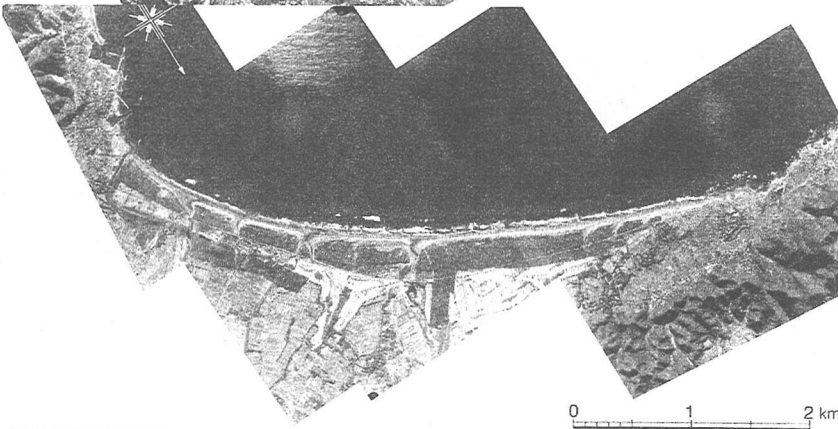
写真-4 写真-3と同位置で撮影
(2002年11月23日)



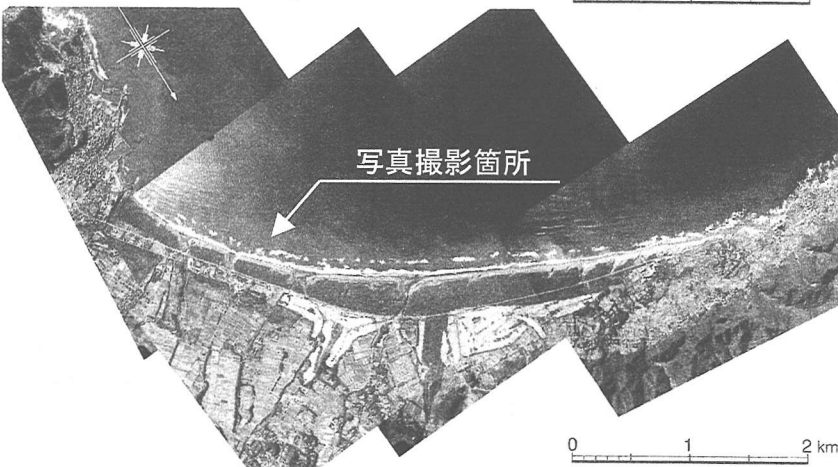
(a) 1947年



(b) 1967年



(c) 1985年



(d) 2002年

写真-5 平砂浦周辺の空中写真の経年変化

写真-5(c)を見ると1985年には海岸東側では護岸の陸側で植林が進められ、海岸西側では新たに護岸が建設され砂浜幅は約20mとなった。

2002年(写真-5(d))では護岸背後地の保安林の生育が進み、護岸と房総フラワーラインの間が密生した松によって覆われた。また、護岸が数m海側に拡幅され、護岸前面にはほとんど前浜は残されておらず、特に海岸東側ほど護岸前面の前浜は狭くなった。

(5) 汀線変化解析

図-3は汀線変化の解析結果である。図-3(a)は比較期間の初年にあたる1947年と最終年の2002年の汀線形状を重ねて表示したものであり、図-3(b)は1947年から各年までの汀線変化量である。

まず、図-3(a)によれば平砂浦西端部の $X=6.5\text{km}$ 付近と、東端部の $X=1.4\text{km}$ 付近では1947年から2002年まで全く変化が見られないことが注目される。空中写真を見れば明らかなように、海岸線の両端部は岩礁帯で挟まれており、沿岸漂砂移動の点から見ると漂砂の出入りは無視できる。このことは平砂浦が閉じた漂砂系にあることを明瞭に示している。汀線形状

の比較によれば1947年から2002年までほぼ全域で汀線の後退が見られる。このことは何らかの理由によって前浜の砂が消失したことを示す。この理由について考察するために、図-3(b)の汀線変化図を詳細に調べると次の特徴がよみ取れる。

- ① 1967年までは東端から $X=3.6\text{km}$ 区間で汀線の後退が生じたが、 $X=3.6\text{km}$ 以西では汀線変化は見られず安定であった。
- ② 1967～1985年では、それ以前に汀線の後退が著しかった $X=3.6\text{km}$ 以東での汀線後退は減少し、代わりに1967年までは汀線が安定していた $X=3.6\text{km}$ 以西で大きな後退が生じた。
- ③ 1985～2002年では西部の $X=4\text{km}$ 以西では汀線が安定した一方、1985年までにはほぼ安定化しつつあった汀線が再び大きく後退した。

なお、1947年基準の海浜面積の減少量はそれぞれ約 $12 \times 10^4\text{m}^2$ (1967)、 $7 \times 10^4\text{m}^2$ (1985)、 $9 \times 10^4\text{m}^2$ (2002)であった。以上の結果では、総じて汀線の後退に見合った汀線の前進は存在せず、大量の砂が消失したように見える。

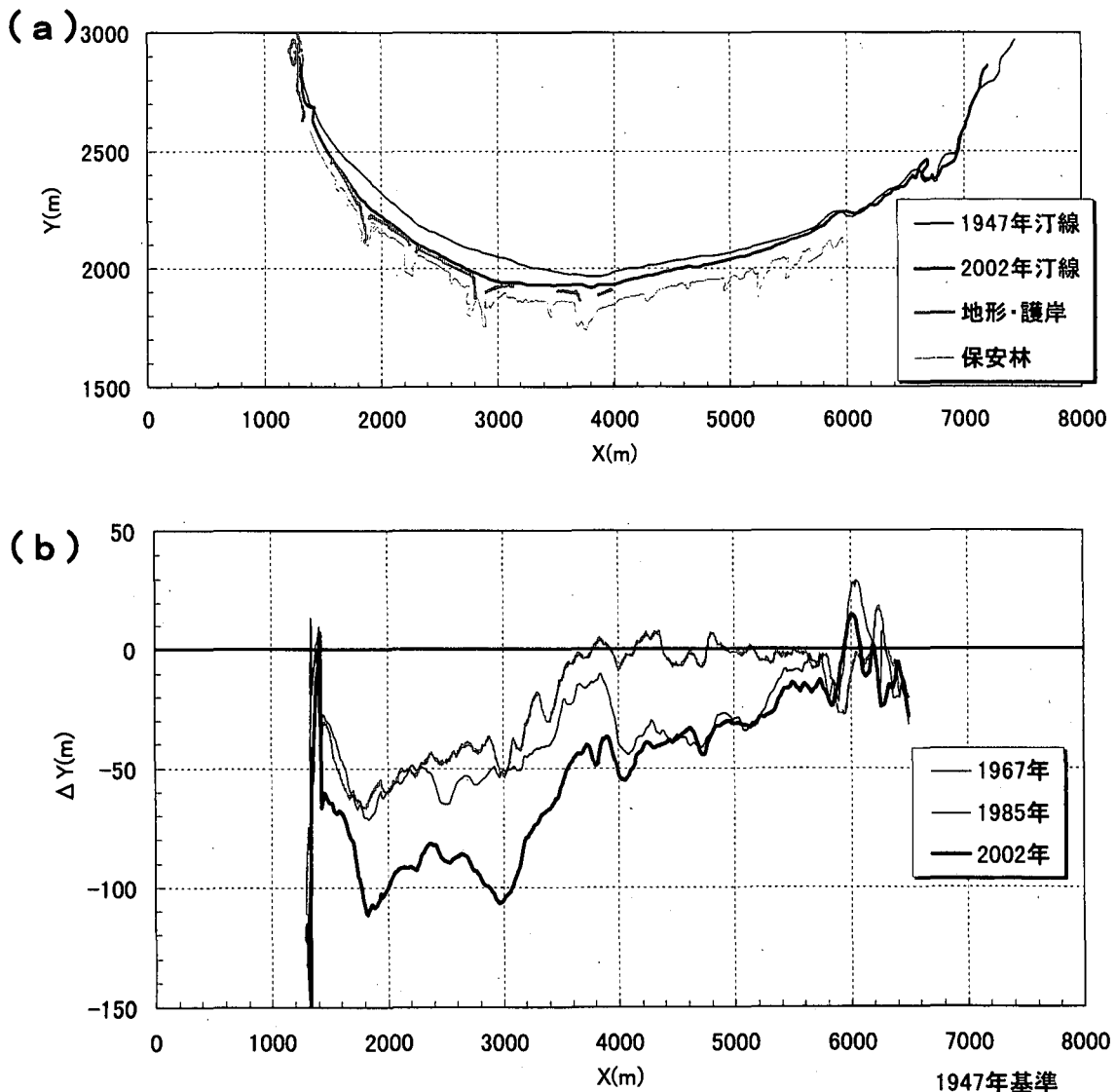


図-3 空中写真による汀線変化量図

3. 侵食要因の考察

(1) 自然的侵食要因

まず、地質年代スケールの現象に着目すると、最近では1923年の関東大地震により約1.5m地盤が隆起しており、隆起によって安定状態にあった海浜が不安定化し、例えば高波浪に伴う冲向き漂砂により運ばれ陸側に戻れなくなるなど、より安定な状態へと変化する可能性はあるが、そのような変形は地盤隆起直後に著しく、時間的に減衰するはずであり、地震から24年経過した1947年以降の侵食原因をこれに求めることはできない。工学的スケールの現象に関しては、平砂浦はポケットビーチであり、波向変動に応じたシーソーモードの汀線変化が生じてもよい。しかし汀線の変化を見ると全ての地点で汀線が単調に後退しており、片側での汀線後退に見合った反対側での汀線前進は全く生じていないので、波向変動に伴って東西に沿岸漂砂が移動するような海浜変形は生じていないと判断できる。同様に、岸沖漂砂が生じるのであればポケットビーチ全体に等しく作用するはずであり、海浜の片側だけ汀線が後退した原因をこれに求めることには無理がある。また、この海岸では冬季の西風に伴う飛砂が著しいが、全体として保安林の造成が進めば陸への飛砂量を減少させるので、海浜の土砂量の欠損の要因とはならない。さらに平砂浦には規模の大きな流入河川はなく、小規模河川が流入しているのみである。したがって河川からの流入土砂が海浜変形に及ぼす影響はほぼ無視できる。同様に、海域に突出し波の遮蔽効果をもたらすような施設は存在しないので、人工構造物建設に伴う影響も無視できる。以上の状況を考えれば、平砂浦の海岸線は主に長時間の波の作用によって静的安定状態にあったと考えられる。このような条件下にもかかわらず前述の特性が見られた点は、汀線変化が自然的要因では生じにくいことを強く示唆する。

(2) 人為的侵食要因

注目されるのは、海浜の中央（ほぼX=4km地点）を境として最初には東部で汀線が後退し、それがほぼ終息した1985年では東部でほぼ落ち着いたものの、逆に西部で汀線が後退し、2002年までには1967年までと同様、再び東部で汀線の後退が著しくなったことである。この後退は、空中写真の判読結果に示した護岸建設の範囲と時期に符合しており、護岸や人工砂丘の造成のために海浜土砂が使われ、それによって侵食が進んだ可能性が無視できないことが推定される。また、現地踏査において、汀線に近接するように護岸や人工砂丘が設置され、その形式は海岸西側では人工砂丘、東側ではコンクリートマットや直立式の護岸であることが確認されている。

そこで、千葉県の実業概要等の資料を基に、人工砂丘および護岸の標準断面図から盛土量を算出し、空中写真から判読した護岸延長を乗じた結果、各年代での護岸建設の際必要であったと思われる土量は、

- ① 1967年までの東側人工砂丘
約 $90\text{m}^3/\text{m} \times 2.2\text{km} \approx 20 \times 10^4\text{m}^3$
- ② 1985年までの西側人工砂丘
約 $90\text{m}^3/\text{m} \times 2.0\text{km} \approx 18 \times 10^4\text{m}^3$
- ③ 2002年までの東側護岸拡幅
約 $40\text{m}^3/\text{m} \times 2.2\text{km} \approx 9 \times 10^4\text{m}^3$

と概算された。これに対し、陸上から重機により掘削した時の平均層厚を1mと仮定し、各年で減少した海浜面積に乗じた侵食土砂量は

- ① $12 \times 10^4\text{m}^3$ (1967)、② $7 \times 10^4\text{m}^3$ (1985)
- ③ $9 \times 10^4\text{m}^3$ (2002)

となり、土砂量はかなりよい対応を示した。

4. 結論

平砂浦は元禄の頃から砂防に対する労を尽くし、近代に入るまで人工砂丘や砂防林の造成が行われ、戦後の農地政策とその後のリゾート開発により、昭和30年代中頃には汀線からおよそ100m付近までの間を除く大部分の開拓が完了し背後地への飛砂は減少した。しかしその後も砂防林の造成は海側へと継続され、前述した通り平砂浦東部では過去の広々とした砂浜はほとんど消失し、海浜中央部の汀線付近では護岸が露出し前浜は完全に消失した。このような事態は、もともと内陸深く存在した保安林が侵食の脅威に晒され、土堤および護岸が建設されたものではない。これと逆に、旧海岸線ぎりぎりまで保安林区域が過剰に拡張され、その保安林を海からの塩分および飛砂から守るために海浜砂を使用して土堤と護岸が建設された結果、海浜が消失したと推定された。かくして平砂浦では自然現象としての海岸侵食によってではなく、陸側からの保安林の前進と、それを防護する施設の急速な前進が海浜幅の消失を招いたと結論される。保安林の管理は森林法に基づくが、同じ海に面していながら新海岸法では海浜を貴重なものと捉え、同時に海岸の環境や利用にも配慮する考え方が基本になっている。これに対し、森林法に基づく国土管理ではこれと逆な基本的考え方で管理がなされている。こうした状況では前述のような問題は解決されず、益々深刻化せざるを得ない。今後、より大局的立場からの全体的調整が必要である。

参考文献

- 1) 市川慎一・宇多高明・三波俊郎・古池 鋼・木戸浩彦・星上幸良:外洋に面した海岸における河口処理と河口地形の応答-九十九里浜南部に流入する南白丸川および一宮川河口の例-, 海岸工学論文集, 第48巻, pp. 621-625, 2001.
- 2) 宇多高明・清野聡子・吉田哲朗・酒井英次・三波俊郎: 九十九里浜野手海岸の変遷と海岸人工化要因の検討, 海岸工学論文集, 第49巻, pp. 541-545, 2002.
- 3) 千葉県: 千葉県の自然史本編2-千葉県の大地-, 1997
- 4) 千葉県農地農林部農地課: 平砂浦砂防史, p. 6, 1957.