

皆生海岸の侵食について

馬場 和秋*・河村 信武*・成石 活郎*

1. ま え が き

皆生海岸の侵食は昭和の初期より戦時中、戦後にかけて激しく、特に日野川河口の西側に位置する皆生温泉地区は侵食による災害が大きかった。そのため昭和 22 年学識経験者による鳥取県漂砂対策委員会が設けられ、皆生を中心とした美保湾沿岸（図—1 参照）の調査、研究が行なわれ相当の成果が得られた。建設省では、昭和 33 年から調査に着手、昭和 35 年から直轄海岸として、日野川の東側の日吉津（ひえづ）地区 3 050 m と、西側の皆生地区 3 320 m を施工している。

皆生海岸の名称は美保湾にのぞむ東は淀江から皆生を経て、西は弓ヶ浜半島の先端端港までの約 20 km の海岸を総称している。

ここでは、昭和 33 年より昭和 41 年までの 9 カ年間

にわたる調査資料をもとにした侵食の実態と、これに関する要因について整理、検討を行なった。その成果および海岸保全工事の効果について報告するものである。

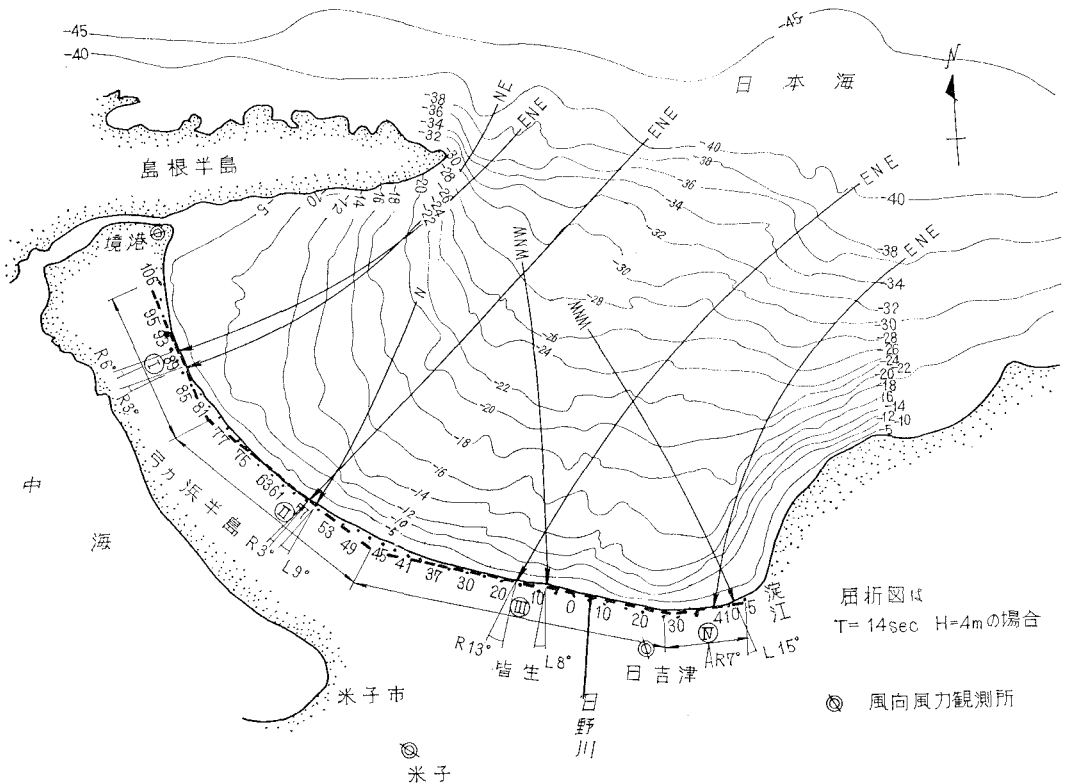
2. 海岸侵食の要因について

（1）風

皆生海岸を代表する地点として、昭和 38 年 8 月より日吉津（図—1）で観測を継続している。しかし汀線の変化や深淺測量は昭和 33 年より実施しているので、この間の風資料と欠測時の資料の補正をするために、米子（測候所）と隠岐群島にある西郷（測候所）に対する相関を求めた。その結果、当然のことながら日吉津と米子では相関性はよく、米子の風向、風速を補正して日吉津の資料を補った。

また境港は図—1 でわかるように島根半島の影になっ

図—1 屈 折 図



* 正会員 建設省中国地方建設局倉吉工事事務所

- in the North Atlantic Ocean, Proc. Roy. Soc. London, Ser. A, 230, pp. 560-569, 1955.
- 7) Darbyshire, J. : A Further Investigation of Wind Generated Waves, Deutsche Hydrogr. Zeitschrift, 12, pp. 1-13, 1959.
- 8) 前掲 1)
- 9) 前掲 1)
- 10) 前掲 4), p. 145.
- 11) Chien, N. : Sediment Motion at the Vicinity of a Littoral Bareier, Beach Erosion Board, Bull., 10, 1956.
- 12) 三木五三郎 : 地盤注入用各種グラウトの注入特性, 第 22 回土木学会年次学術講演会講演集, 1967.
- 13) Trask, P.D. : Origin and Environments of Source of Sediments of Petroleum, Nat. Res. Coun. Rept. Comm. Sed. pp. 67-76, 1932.
- 14) 前掲 4), p. 114.
- 15) Mogi, K. : The Influence of the Dimensions of Specimens on the Fracture Strength, Bull. Earthq. Res. Inst., 40, 1962.
- 16) Bernaix, J. : La Mesure de la Résistance des Roches, Proc. Geotechnical Conf., Oslo, 1967.
- 17) Evans, I. and C.D. Pomeroy : The Strength of Cubes of Coal in Uniaxial Compression, Mechanical Properties of Non-Metallic Brittle Materials (edited by W.H. Walton), pp. 1-28, Butterworths Scientific Publications, 1958.
- 18) 前掲 4), pp. 111-112.
- 19) 前掲 1)
- 20) Cotton, C.A. : Geomorphology, Whitcombe & Tombs, pp. 408-409, 1960.
- 21) Thornbury, W.D. : Principles of Geomorphology, John Wiley & Sons, pp. 432-433, 1960.
- 22) Bird, E.C.F. : Coastal Landforms, Australian National Univ. Press, p. 50, 1965.
- 23) Zenkovich, V.P. : Processes of Coastal Development, Oliver & Boyd, p. 141, 1967.
- 24) 本間 仁・堀川清司・長谷川直樹 : 海岸堤防に作用する波圧の分布について, 第 10 回海岸工学講演会講演集, 1963.
- 25) Horikawa, K. and C. Kuo : A Study on Wave Transformation inside Surf Zone, Proc. of 10th Conf. on Coastal Engg., 1967.
- * 波高 2 m 以上の波も崩落物を運搬するであろうが。

$$V = \frac{a}{2} \left[\sqrt{1 + \frac{4c \sin \alpha_b}{a}} - 1 \right]$$

$$a = \frac{2.61 H_b \cdot i \cos \alpha_b}{K_f \cdot T}$$

$$c = \sqrt{2.28 g \cdot H_b}$$

ここで海底の摩擦係数は Inman-Quine が $K_f = 0.0404 \cdot V^{-3/2}$ を与え、これを上式に代入して

$$V = \left[\left(\frac{1}{4x^2} + y \right)^{1/2} - \frac{1}{2x} \right]^2$$

$$x = \frac{646 H_b \cdot i \cdot \cos \alpha_b}{T}$$

$$y = c \sin \alpha_b$$

を導いている。ここではこの式によって計算した。 H_b と T の関係は地点ごとに、沖波の波高によって波の変形のしかたが異なってくるためばらつきを示すが、沿岸流の計算では、これを一つの曲線におきかえて関係を求めて、これをノモグラムにしたものが、図-5である。

図-5 碎波波高沿岸流相関曲線

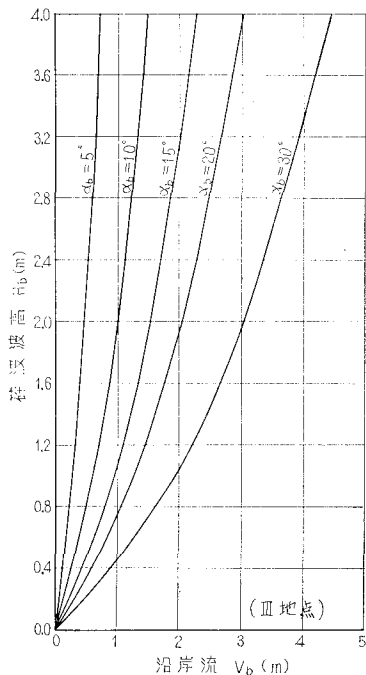
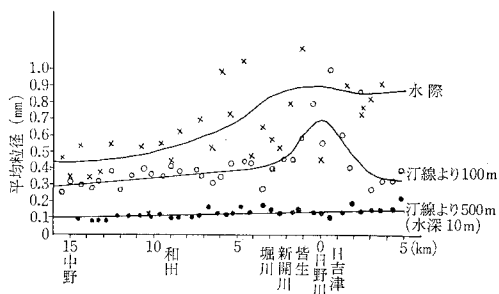


図-6 皆生海岸における平均粒径分布



海岸の変形は、漂砂の動きであるから、ここでは岩垣・榎木阿氏が Kalinske-Brown 型の流砂量公式が漂砂にも適用できるとされているので、これにより、沿岸流については前述のものによった。

なお、この海岸の底質については、図-6 に示される資料が得られている。汀線より 500 m の位置においては粒径はほとんど一定している。汀線より 100 m の位置でも日野川の影響が考えられる箇所以外は、ほぼ一定とみなされる。このことは、漂砂に対するエネルギーの分布を表わしているといえる。

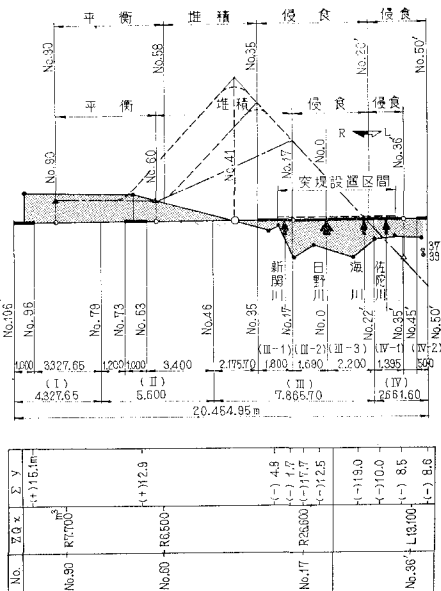
3. 皆生海岸の侵食機構とその要因

皆生海岸の侵食は、日野川から供給されていた流砂の量が減少したため、汀線付近における波による漂砂に対して補給ができなくなったときからはじまった。

皆生海岸における漂砂の動きは、日野川河口から約 3 km 西を中心とする付近が最も活発であり、これより西に遠ざかるにしたがって漸減している。しかも日野川を中心に右岸は東へ、左岸は西に移動している。このことは美保湾の沿岸地形と波浪との関係によるものであって、この付近では沖波の影響を強く受けている。皆生海岸の西の部分 (I, II 地区) では漂砂の動きはほとんど一定で、その移動の方向も弓ヶ浜半島の先端へ向かっている。

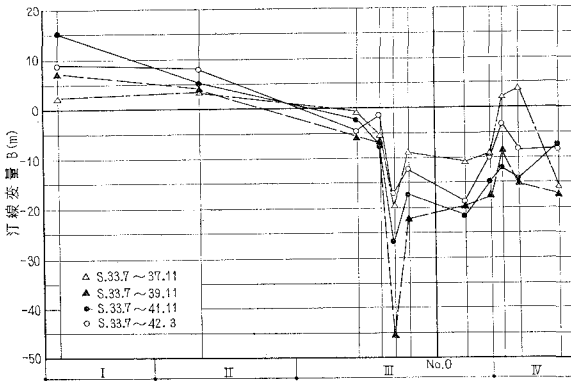
海岸線の変化は、同一地点であっても、ときには侵食され、また、ときには堆積することがある。この現象は特に季節的に異なって運動をする。皆生海岸特に皆生温泉地区では、冬期の波浪によって侵食され、夏期の出水

図-7 皆生海岸の漂砂と汀線変化

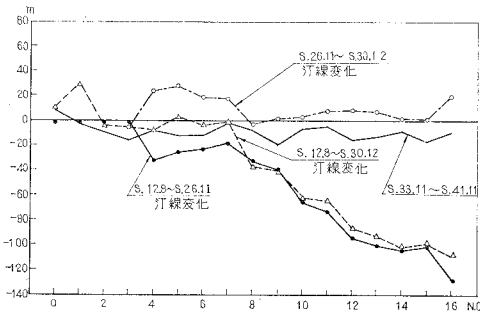


註; R; 西向き漂砂 L; 東向き漂砂
 ΣQx ; S.33.7 ~ S.41.11 の土埋砂量 (m³)
 ΣY ; S.33.7 ~ S.41.11 の全汀線変化量 (m)

図—8 汀線区間平均累加変量
(昭和 33 年 7 月基準)



図—9 皆生海岸の汀線変化



によって流砂が排出され多少の堆積がある。しかし海岸の変化は冬期の波浪が支配的である。

(1) 汀線の変化

海岸の侵食は汀線の変化とみなして、図—1 の 4 地区について、沿岸流および漂砂の動きを連続的に計算した結果と汀線の動きとを対応させて検討した結果からつぎのような推定ができる。この場合、沿岸流または漂砂の計算量は、各地区の代表点を直線的に結んでいる。

図—8 は昭和 33 年 7 月より昭和 41 年 11 月までの汀線変位量を示している。図—7 は昭和 33 年 7 月～昭和 41 年 11 月までの全汀線変化量と、この期間の漂砂量の累計をプロットしたものである。図によって汀線の平衡地点がⅡとⅢ地区の境界近くにあることから、この付近で漂砂の移動量の変曲点があるものと考え修正すべきである。皆生海岸での漂砂の活発なのは、日野川河口から西へ約 5.5 km の間と、日野川河口から東へ 3.0 km の区間であって、この西と東の区域では日野川を中心に、それぞれ西と東に漂砂を運んでいる。漂砂量の最大地点は、日野川河口から東へ 3.0 km の区間であって、この西と東の区域では日野川を中心に、それぞれ西と東に漂砂を運んでいる。漂砂量の最大地点は、日野川河口から西約 5.5 km のほぼ中央で、最大移動地点より東は侵食、西は堆積海岸となっている。侵食の最も大きいⅢ地区について、昭和 12 年より昭和 41 年までの汀線の

変化を図示すると、図—9 (日野川河口を No. 0 として西へ) のとおりで、汀線の変化は日野川より西にいくほど大きくなっているのがわかる。

4. 海岸保全施設と保全効果

海岸保全施設は、海岸における漂砂の運動をなんらかの方法によって小さくし、あるいは海岸から持ち去られる土砂をなくすることにある。

皆生海岸においては、これまでに実施された海岸保全施設は、表—1 のとおりである。ここでは、昭和 22 年に皆生海岸温泉地区に長さ 60 m の捨石突堤を 1 カ所施工したときからはじまり、昭和 41 年施工までのものを対象とした。

海岸保全対策を本格的に実施するまでの汀線の変化は、すでに述べたように皆生温泉地区が著しく、昭和 12 年 8 月から昭和 26 年までの間に最大 130 m の後退がみられる (図—9)。このため保全対策はまずこの地区を対象として着手され、海岸はしだいに安定化の方向に向かい、昭和 30 年 12 月の汀線測量によれば、海岸線は維持されている。したがって、この地区の激しい侵食は防止され、突堤群による保全効果があったと判断している。しかし昭和 33 年より昭和 41 年までの 9 年間の実

表—1 皆生海岸の保全施設 (防砂突堤)

海 岸 区 分		22—32/33—37/38—39/40—41/22—41 (11年)(5年)(2年)(2年)(20年)				
皆 生 工 区	No. 0—12	1190 m	11	1	—	12
	No. 12—20	800	3	—	4	13
	No. 20—25	500	—	—	8	8
	No. 25—35	1000	—	—	—	0
皆 生 工 区 計		3490	14	1	4	33
日 吉 津 工 区	No. 5'—19'	1400	—	—	22	22
	No. 19'—24'	500	—	—	7	1
	No. 24'—28'	400	—	—	5	5
	No. 28'—35'	700	—	—	2	4
日 吉 津 工 区 計		3000	—	—	31	10
合 計		6490	14	1	35	24

防砂突堤の分類 (皆生工区)

L	B/L < 1.5	1.5 < B/L < 2.0	2.0 < S/L < 2.5	2.5 < S/L < 3.0	3.0 < S/L
L < 25				1	1
25 < L < 30		13	3	1	
30 < L < 35		1	1	1	
35 < L < 40		1			
40 < L < 45		1			
45 < L < 50		5			
50 < L < 55	1	2			
55 < L	1				
計	2	23	4	3	1

防砂突堤の分類 (日吉津工区)

L	B/L < 1.5	1.5 < B/L < 2.0	2.0 < S/L < 2.5	2.5 < S/L < 3.0	3.0 < S/L
L < 25	1		2	7	3
25 < L < 30		19	5		4

測の結果よりみれば、わずかながら汀線の後退が現われている。この原因としては突堤端の沈下や、破損による機能低下と考えられる。

突堤の効果は漂砂の移動を遮断するための部分的に設けた場合、侵食進行方向の隣接部では、いままで以上の侵食が生ずる。また突堤のみでは完全に侵食を防止できないので、護岸根固または消波工を併設する必要がある。

5. 今後の保全対策の検討

皆生海岸において保全施設（突堤、護岸）を施工している区間をまとめると、表—2 のとおりである。これは皆生海岸の全延長 20 455 m の 23.5%，侵食区間と推定される海岸延長 8 350 m の 70% であり、日野川を中心として西の海岸の侵食区間 3 500 m の 72%，東の海岸の侵食区間 4 900 m の 68% に相当する。保全施設区間の海岸状態については汀線の回復がみられる区域もあるが、一応安定し、またわずかずつ侵食されている区間もある。このように突堤群完成後の保全効果については、それぞれの地区で異なっている。

突堤群完成後の効果の現われかたも、漂砂の分布状態によるとともに、突堤の延長、突堤間隔、突堤構造によっても異なるものと思われる。突堤実施前後の汀線の変化について比較したものが、表—3 である。

今後の保全対策については、海岸侵食の防止、回復をどのような状態で期待するかによって施工方法が異なる。

表—2 皆生海岸の保全施設区間

区 分	測 点	延 長	保 全 施 設
日野川より西海岸	0～25	2 490 m	突堤 33 基と護岸
〃 東海岸	0～33	3 300	〃 41 〃
計	25～0～33	5 790	〃 74 〃

表—3 皆生海岸突堤群の海岸保全状況

突堤区間	施工年次	突堤群完成後の海岸状態	総合判断
2—12	22—26	犠牲的な侵食状態が継続最大 20 m の汀線後退あり	安定化
13—20	27—40	S 37～39 侵食増大 S 40～42 の間に No. 12～14 完全回復 No. 15～20 は残量 5～30 m	安定化
21—25	41	完成後汀線は回復に向かっている。	安定化
5'—18'	34—39	No. 7'～12' は侵食状態が継続し、汀線の回復が認められない。No. 13'～18' は 40 年以後回復傾向が認められるも残量 15～25 m	効果微弱
20'—24'	39	突堤群完成 1 方年後より緩慢ながら汀線回復の方向にあると認められる。	安定化
25'—27'	40	41 年以降汀線の回復が認められる。	安定化
30'—33'	37—41	汀線安定化の方向に向かうものと認められる。	安定化

る。すなわち、海岸侵食の進むのを、これ以上にならないよう防ぎ、固定化すればよいのであれば、現在の施工方法でよいといえる。

海岸の侵食された部分を、ある程度まで回復させたい場合には、漂砂の移動を遮断するように突堤を長くし、水深の深いところまで延長しなければ効果がない。

(1) 突堤の新工法

現在の突堤は、ブロックの沈下、飛散が激しく、常に補修をしなければならない。これの対策として鋼矢板突堤が提案されている。この鋼矢板工法は、沈下の完全な防止と、堤体の損耗防止を目標とするものである。この工法を採用するにあたっては、つぎのことについて検討する必要がある。鋼矢板工法は不透過であることと、粗度が低いため波の反射が強くなること、波によって突堤付近近くの水面が上昇し、潜り流れが発生すること、などにより先端部や突堤に沿って深掘れするおそれがある。したがって、鋼矢板の特徴とブロックの特徴を考え合わせた工法としてつぎのようなものが考えられる。鋼矢板を打込み、これを芯にしてブロックを巻きブロックの飛散と沈下を防ぐ構造とする。

(2) 離岸堤の検討

海岸線に到達する波を弱くし、積極的に海岸線を前進さす工法として離岸堤が考えられる。離岸堤は設置される位置が沖合となり、それにとまって構造も突堤以上の断面となり、工費、維持費ともに大きくなる。また離岸堤を施工することにより漂砂の移動が全く抑制されると、その下手への補給が断たれ、下手の区域に対する検討が必要となる。現在、皆生温泉地区で実施すべく検討中である。

6. あとがき

皆生海岸の調査については、今後も継続されるが、特につぎのような資料の集取と検討を考えている。

波について、水圧式波高計を昭和 37 年 12 月に水深 10 m の所に設置したが、比較的良好な資料が取れるようになったのは昭和 41 年の 8 月からで、今回の検討資料としては期間が短かった。現在は階段抵抗式の波高計を併設し観測している。

また日野川の流出土砂が、この海岸の侵食と密接な関係があることがわかっているが、流出土砂に関する検討が十分でないので今後検討する。

突堤を施工した付近の地形の変化をもっと密に測定し波浪との関係づけを行なう。

最後に、皆生海岸に関する調査資料の解析を指導賜った佐藤清一博士ならびに深谷新氏をはじめ、関係各位に謝意を表する次第である。