

東京大学工学部 正会員 工博 堀川清司
 東京大学工学部 正会員 ○ 砂村健夫

1. 緒言

海蝕崖の後退にともなって生ずる土砂が、漂砂の重要な供給源となっている海岸がある。昨年度の年次学術講演会において、われわれは福島県大熊町海岸(図-1)における海蝕崖(写真-1)の後退に関して、自然地理的条件および海蝕崖の後退量と波浪の出現頻度との関係等について報告した¹⁾。ここでは、波浪の資料はらびに航空写真より求めた海蝕崖の後退距離をもとにして、当海岸における今後の後退距離の推定を試みる。

2. 今後の後退距離の推定

海蝕崖を後退させるような波浪の特性、およびその時の後退距離等を示す資料が得られるならば、今後の後退距離を推定することは、さほど困難なこととは思われない。しかし、このような資料を入手できない現在、われわれは次に述べるような非常に簡略化された方法によって、今後の後退距離を推定することにする。

海蝕崖基部での波の侵蝕力 f は次式で示されるものとする。

$$f = kH \quad (1)$$

ここで、 H は砕波後の波高(海蝕崖基部での)、 k は係数である。さらに、 H に対して^{2), 3)}次式が成立するものと仮定する。

$$H = H_0 e^{-\alpha x} \quad (2)$$

ここで、 H_0 は砕波波高、 x は砕波点から海蝕崖基部までの距離、 α は係数である。(図-2参照)。

(1), (2)式より

$$f = k H_0 e^{-\alpha x} \quad (3)$$

(3)式を時間 t で微分して

$$\frac{df}{dt} = -\alpha f \frac{dx}{dt} \quad (4)$$

[A] $\frac{dx}{dt} = \text{const.}$ の場合、すなわち砕波点から崖の基部までの距離が時間と共に一定の割合で増加する場合には、(4)式は次のようになる。

$$\frac{df}{dt} = -\beta f, \quad \beta = \alpha \frac{dx}{dt} \quad (5)$$

^{*)} 実際には、 α は周期および水深の函数として表わさねばならないが、ここでは一定の定数として取扱うこととする。

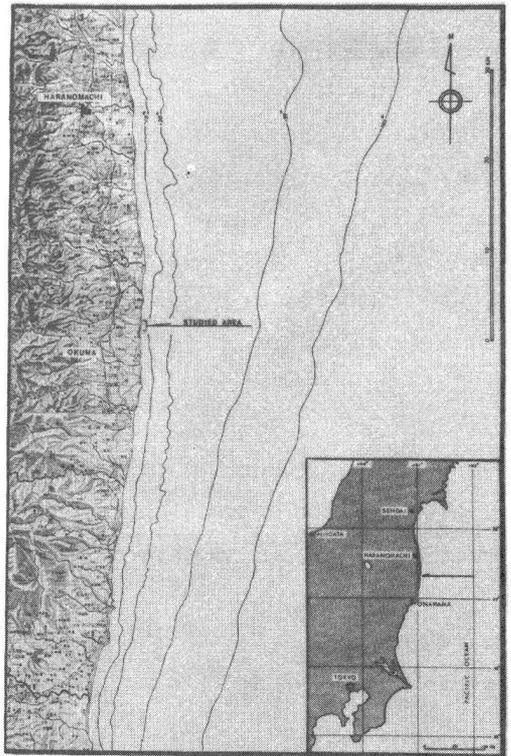


図-1 調査地域

(5)式より

$$f = C e^{-\beta t} \quad (6)$$

ここで、 C は積分定数である。

海蝕崖の後退距離 X と侵蝕力 f とが linear 関係にあり、侵蝕力 f によって dt 時間に後退距離が dX になると仮定すると、

$$dX = C_R f dt \quad (7)$$

ここで、 C_R は波による岩石の侵蝕されやすさ、すなわち *erosibility* を示す係数である。

(6), (7)式より

$$\frac{dX}{dt} = C_R C e^{-\beta t} \quad (8)$$

(8)式より

$$X = \int_0^t C_R C e^{-\beta t} dt = \frac{C_R C}{\beta} (1 - e^{-\beta t}) \quad (9)$$

(9)式は、Popov が 2次元水路を用いて行った *reservoir shore* やアース・ダムの法面変形に関する実験結果と一致すると思われる。すなわち、(9)式は崖の後退にとまらなくて生ずる土砂が、海岸線に直角方向のみ運搬され、短時間に平衡縦断面形が形成されるような *ideal* な海岸における、時間と後退距離との関係を示しているものであろう。したがって、(9)式を実際の海岸に適用することには問題がある。

(B) $\frac{dX}{dt} = 0$ の場合、すなわち砕波点から海蝕崖基部までの距離が不変の場合、つまり崖が後退するにつれて砕波点も岸側に一定の間隔で移動する場合には、(4)式は次のようになる。

$$f = C \quad (10)$$

ここで、 C は積分定数であるが、(3)式が示すように、 X が一定ならば、 f は H_b の函数となり、したがって C もまた H_b の函数である。(9), (10)式より、

$$\frac{dX}{dt} = C_R C \quad (11)$$

(11)式より

$$X = \int_0^t C_R C dt = \gamma t, \quad \gamma = C_R C \quad (12)$$

したがって、 γ が一定ならば後退距離と時間は linear 関係となる。海蝕崖の後退が激しい海岸に(12)式が適用できるものとして、以下に福島県大熊

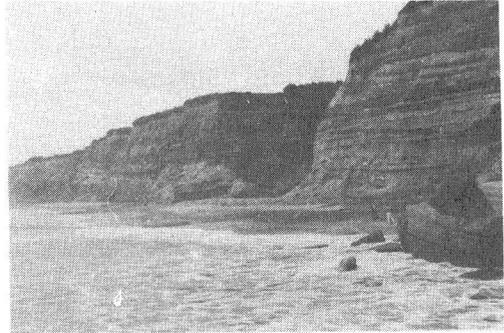


写真 - 1

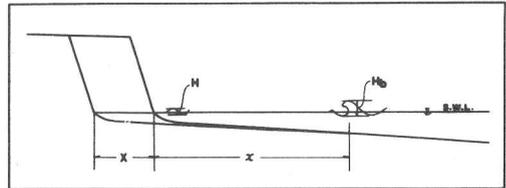


図 - 2

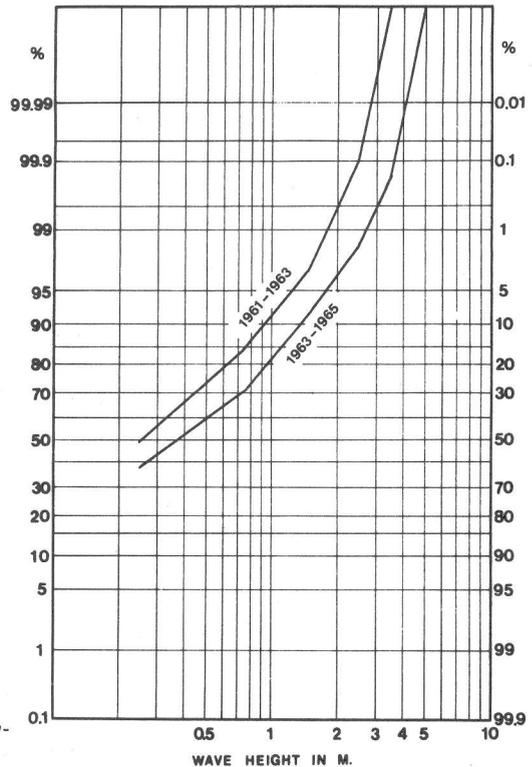


図 - 3 波高の出現頻度

町海岸における今後の後退距離を推定する。

後退距離は、1961年9月、1963年10月に撮影した航空写真および1965年8月に実測した $1/200$ 地形図をもとにして求められた。(表-1)。当海岸では上記期間内での波浪の資料がないため、約60km南の小名浜での目視観測の資料(図-3)を使用することにする。

(2)式中の C は、前述したように、 H_b の函数であるから、 γ もまた H_b の函数である。しかし H_b と観測された波高とがlinearな関係にあると仮定すれば、ある波高 A に対して γ は定数となる。(2)式中の τ は、海蝕崖を後退させるような侵蝕力が作用した時間であるから、海蝕崖を後退させると考えられる波高が、 T 年間に $\delta\%$ の頻度で襲来したならば、 τ は次のようになる。

$$\tau = \frac{\delta T}{100} \quad (13)$$

(2)、(13)式より

$$\gamma = \frac{100X}{\delta T} \quad (14)$$

ここで、 δ は図-3より求めることができる。また X は表-1に示された値を使用する。計算結果(表-2)を用いて、各々の期間における γ と波高との関係を図-4に示す。ここで γ は前期間で一様にはばらない。図-4において2つの曲線の交点を求めると、 $\gamma \approx 20$ となり、海蝕崖を後退させる波浪は波高1.7m以上のものがあるということになる。(したがって(14)式に $\gamma=20$ を代入して

$$X = 0.20 \delta T \quad (15)$$

(15)式は、 T 年間に1.7m以上の波高をもつ波浪が、 $\delta\%$ の頻度で襲来したときの海蝕崖の後退距離を示すものである。(図-5参照)。

3. 結語

海蝕崖の後退を研究するにあたって、海蝕崖侵蝕のメカニズムを把握することが必要である。そのためには、海蝕崖を後退させる波浪の諸特性と、その時の後退距離との関係、さらに海蝕崖基部における波の侵蝕力ららび

*1) オートグラフA7およびステレオプロッター-ABをもちいて、各々 X_{1000} に図化されたものを用いた。

*2) この資料には、周期が記されていない。

表-1 2つの期間における後退距離

PERIOD	ERODED DISTANCE
1961.9 - 1963.10	0.65 ^m (mean)
1963.10 - 1965.8	2.05 ^m (mean)

表-2

WAVE HEIGHT A m	PERIOD	T year	X m	$\delta\%$	γ
0.5	1961.9-1963.10	2.1	0.65	26.0	1.19
	1963.10-1965.8	1.8	2.05	40.0	2.85
1.0	1961.9-1963.10	2.1	0.65	8.5	3.68
	1963.10-1965.8	1.8	2.05	18.0	6.33
1.5	1961.9-1963.10	2.1	0.65	2.9	1.07×10
	1963.10-1965.8	1.8	2.05	8.0	1.42×10
2.0	1961.9-1963.10	2.1	0.65	0.5	6.19×10
	1963.10-1965.8	1.8	2.05	3.5	3.26×10
2.5	1961.9-1963.10	2.1	0.65	0.1	3.10×10^2
	1963.10-1965.8	1.8	2.05	1.6	7.12×10
3.0	1961.9-1963.10	2.1	0.65	0.01	3.10×10^4
	1963.10-1965.8	1.8	2.05	0.05	2.28×10^4

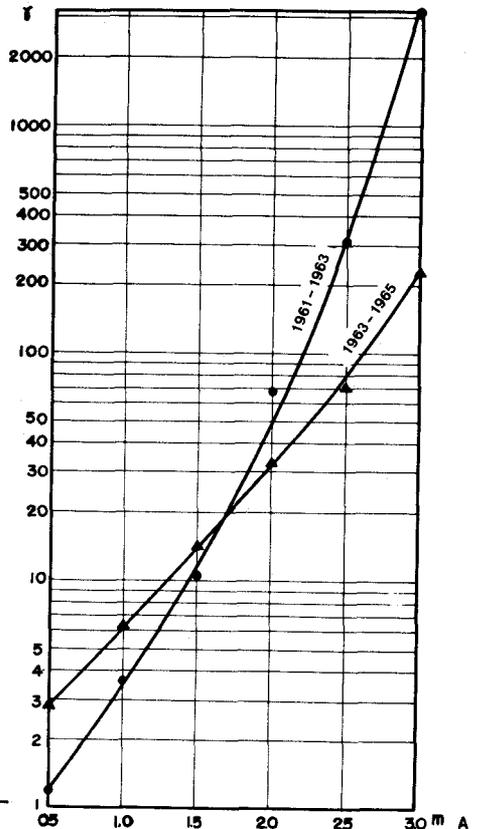


図-4 γ と波高との関係

に崖を構成する物質の力学的諸性質等を明らかにしなければならぬであろう。

最後に、本研究を促すにあたり、御指導戴いた東京大学工学部教授本岡仁博士、はらびに資料を提供して戴いた東京電力株式会社に対して、ここに謝意を表す。またこの研究は文部省科学研究費による研究であることを付記する。

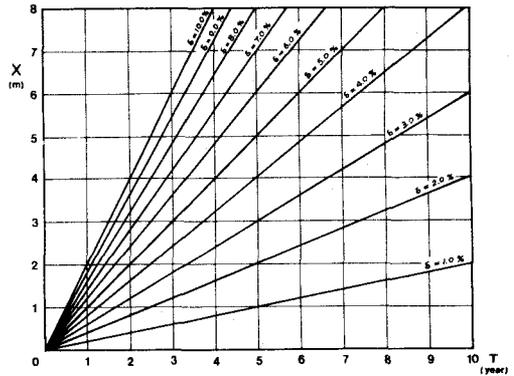


図 - 5

参 考 文 献

- 1). 堀川清司, 砂村継夫: 海蝕崖の後退に関する研究, 第21回年次学術講演会講演概要, 1966.
- 2). Ijima, T., and others : Wave Characteristics in the Surf Zone Observed by Stereophotography, Report of Transportation Tech. Research Inst. Report No. 31, 1958.
- 3). Horikawa, K., and C. Kuo : A Study on Wave Transformation inside Surf Zone, Proc. of 10th Conf. on Coastal Engineering (in print).
- 4). Popov, I.J. : Experimental Research in Formation by Waves of Stable Profiles of Upstream Faces of Earth Dams and Reservoir Shores, Proc. of 7th Conf. on Coastal Engineering, 1961.
- 5). Kuenen, Ph. H. : Marine Geology, John Wiley & Sons, New York, pp. 302-310, 1960.
- 6). 気象庁: 海洋気象観測資料(小名浜), 1961-1965.