

# 皆生海岸の侵食について

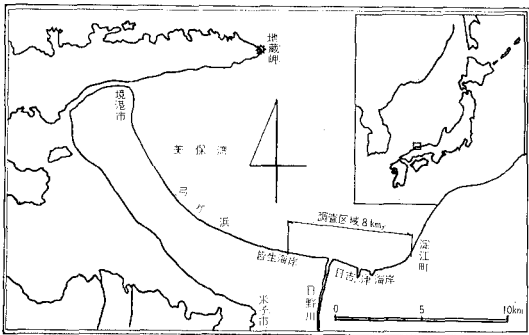
染矢 聰\*

## 1. 概要

本調査の対称になった皆生海岸とは 図-1 に示せるように、皆生海岸および日吉津海岸を総称して皆生海岸と呼んでいる箇所で、海岸線はすべて砂浜であり、太古より、日野川から排出されてきた土砂が堆積し、現在の地形を形作っているものと考えられている。この範囲は、大正末期より徐々に侵食を始め、現在までの約40年間に約120m程度の汀線の後退をみている。従来より、侵食の原因や、弓浜半島先端にある境港の港口の堆砂の原因など、いろいろと研究され、その対策について調査されてきており、次第に、その漂砂の移動機構も解明されつつある現状である。

本報告は、昭和32年度より始めた、Radio Isotope による漂砂の追跡実験結果をふくめて、昭和33年度から行なっている一般的な調査の結果の一部をまとめたものである。

図-1 調査区域図



## 2. 風

### (1) 当地区における風の一般的条件

日本海では、大陸までの距離は、ほぼ800km以内で当地区における各方位に対する吹送距離は表-1のようである。

月別、季別の一般的な風向について、図式的に示す

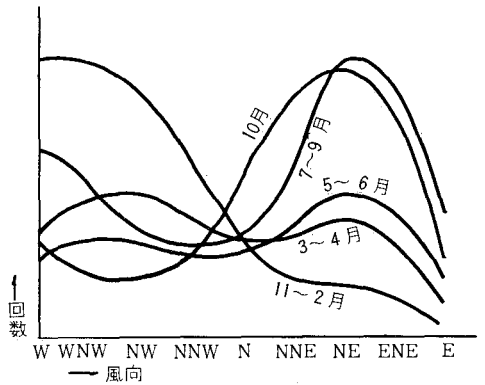
表-1

方位	吹送距離	方位	吹送距離	方位	吹送距離	方位	吹送距離
W	15km	NW	680	N	760	NE	760
WNW	15	NNW	740	NNE	1500	ENE	290

\* 建設省中国地方建設局倉吉工事事務所

と 図-2 のようになる。

図-2 風向頻度図

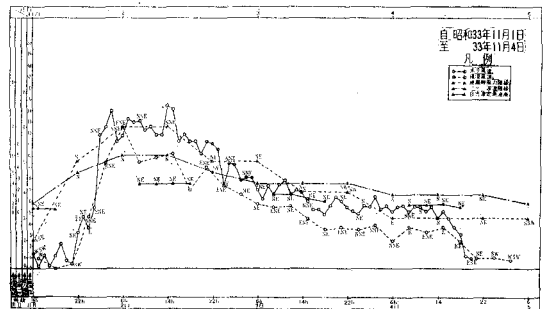


## 3. 風と波の相関

本調査で使用した風および波の資料は、風では米子、境港、地藏岬の各箇所。波では、地藏岬、日吉津の各箇所である。

まず、上記各観測所で同時に観測せるものを24例とって比較してみた。一例をあげると 図-3 のようである。

図-3 米子、境港、地藏岬風向風力、地藏岬、日吉津波向波力相関図



この24例中、日吉津で実測観測せる資料のあるもの16例について、S. M. B. 法による計算値とを比較すると表-2 のようになる。

この表によると、NE 波向については、米子測候所の風と計算値が大体合致するが、NW 波向については、地藏岬観測値が比較的合致するようである。また上記16例で、地藏岬の目視観測(3回/日)と、日吉津の実測波高をプロットしてみると 図-4 のようになり、その実験式は

表-2 米子, 境, 地蔵岬風向風力と, 日吉津実測波高, 地蔵岬波浪階級の相関

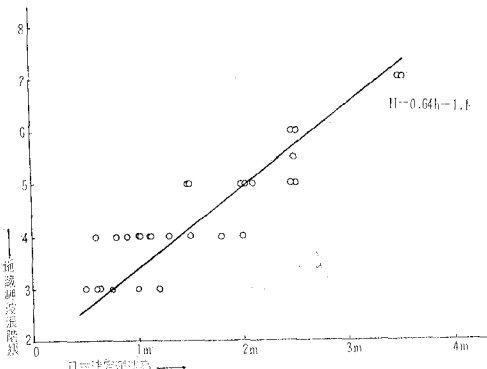
番号	地蔵岬			米子			境			地蔵岬			観測月日	
	実測波高	波浪階級	主たる波向	吹送距離	平均風速	吹送時間	計算波高	平均風速	吹送時間	計算波高	平均風速	吹送時間		計算波高
	m			km	m	hr	m	m	hr	m	m	hr	m	
1	1.1	(4) 1.5	NE	400	7	8	1.1	3.5	8	—	(4) 6.7	24	1.4	S 33. 9. 30.9~18
2	1.5	(5) 2.1	NE	200	11	2	1.2	8.5	3	1.0	(5) 9.5	5	1.5	9.22.14~16
3	2.5	(6) 2.7	(ENE) NE	400	22	9	2.6	9.0	9	1.5	(7) 15.5	8	3.6	9.26.9~18
4	2.5	(6) 2.7	(N) NE	350	12.5	14	3.3	10.0	14	2.2	(6) 12.5	12	3.2	11.2.9~18
5	2.5	(5) 2.1	E	400	14	4	2.2	11	4	1.6	(8) 15	5	2.8	11.14.9~18
6	2.5	(5) 2.1	NW	600	8.5	4	1.2	7	16	1.3	(5) 9.5	17	2.1	12.10.9~18
7	1.1	(5) 2.1	NW	400	(max13.9) 8.5	(2) 5	(1.4) 1.3	8.5	4	1.2	(6) 12.5	4	1.9	34.1.4.9~18
8	2.0	(4) 1.5	(NW) N	400	9	5	1.4	7.5	6	1.2	(5) 8	3	0.9	1.18.9~18
9	2.0	(4) 1.5	NE	250	9	10	1.7	7.5	11	1.3	(5) 8.5	12	1.7	2.15.9~18
10	2.1	(5) 2.1	(NW) N	350	11.5	8	2.4	7.5	11	1.3	(6) 12.5	11	3.1	6.11.9~18
11	0.6	(3) 0.8	NE	200	7.5	4	0.9	4.5	6	—	(4) 6	3	0.7	8.4.9~18
12	2.5	(5) 2.1	(NW) N	150	12.5	9	2.7	10	12	2.2	(8) 14	15	3.4	8.9.9~12
13	2.5	(6) 2.7	NE	300	11	10	2.3	10	10	2.0	(6) 12	6	2.1	9.25.9~18
14	3.5	(8) 3.9	NE	300	17	6	3.7	12	14	3.2	(9) 17	14	5.5	9.27.9~18
15	1.0	(5) 2.1	NE	300	5.5	7	0.7	4	5	—	(5) 8	6	1.3	11.9.9~18
16	1.1	(5) 2.1	NNE	200	10	5	1.6	6	10	0.8	(5) 8	4	1.0	35.6.11.6~18

- 注 1) 日吉津実測波高で, 9, 12, 15, 18 時の4回観測のうち適当と思われるもの。  
 2) 地蔵岬目視観測による波浪階級を( )で示し, 下段は式(1)による換算波高。  
 3) 上段( )内は傾向を示す。  
 4) 吹送距離は7番の上段を除いて同一と考えた。  
 5) 上段( )内は風力階級で下段は平均風速。  
 6) アンダーラインは計算値としばしば合致するもの。

$$H=0.64h-1.1 \dots\dots\dots(1)$$

である。ただし,  $H$ ; 日吉津波高 水深 10 m (m)  
 $h$ ; 地蔵岬波浪階級 水深 50 m 以上  
 波浪階級  $h$  は 3~8 の範囲とする。

図-4 地蔵岬波浪階級一日吉津実測波高相関



4. 天気図より波浪の推定

昭和33年7月より昭和36年6月までの3カ年の資料で, 地蔵岬における波浪階級3以上の発生した日と, 天気図の気圧配置および気圧傾度の相関を調べてみた。まず波の発生する日の気圧配置を分類してみると表-3の

表-3 気圧配置分類

分類	原因	分類	原因
1	純然たる北高南低型	7	純然たる台風によるもの
2	北高南低型で南低が不連続線または低気圧をともなう不連続線によるもの	8	純然たる西高東低型
3	北高南低型で北高が高気圧の吹き出しに原因するもの	9	西高東低型で東低が不連続線または低気圧をともなう不連続線によるもの
4	北高南低型で南低が台風の影響によるもの	10	西高東低型で西高が高気圧の張り出しによる吹き出しに原因する型
5	純然たる高気圧の吹き出しによるもの	11	西高東低型で東低が台風の影響によるもの
6	不連続線または低気圧の通過をともなうもの		

図-5(a) 気象分類図

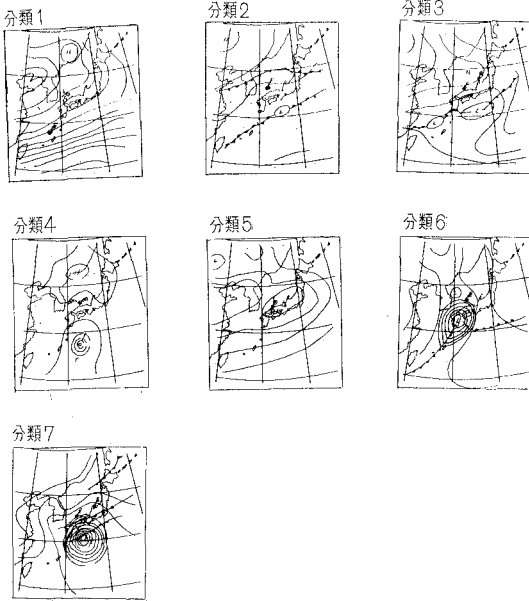
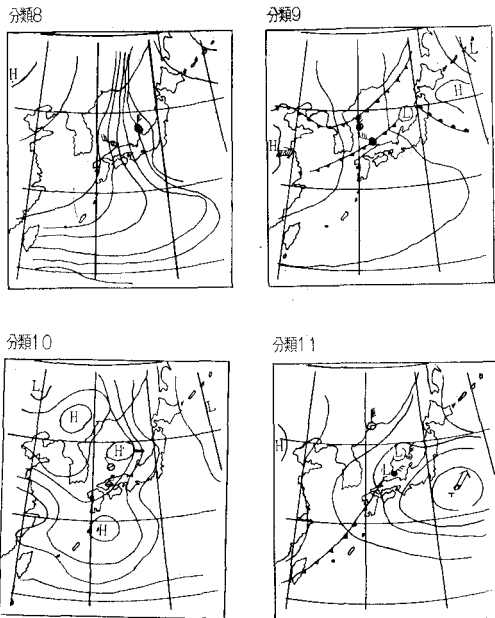


図-5(b) 気象分類図



ように11の型にまとめることができるようである。

この分類による代表的な天気図を示すと 図-5(a)および 図-5(b)のようである。

上述の分類にしたがい、発生回数(普通の状態(波級2)より上昇して波級3以上となり、ふたたび、波級2以下となる1サイクルを1回とする)と、観測回数累計(地蔵岬観測の3回/日でこの1回を観測回数1回とする)とを表に示すと表-4のようになる。

表-4 発生回数, 観測回数累計

分類番号	発生回数	観測回数累計	発生回数順位	分類番号	発生回数	観測回数累計	発生回数順位
1	6	34	6	7	5	37	7
2	26	156	3	8	41	216	1
3	11	56	4	9	34	152	2
4	11	91	4	10	3	10	9
5	7	30	5	11	1	12	10
6	4	14	8	計	149	808	

この表を作成する基礎になった資料は延べ日数 353 日分である。この資料をそれぞれ、発生日時、波向、波浪階級、気圧配置、気圧傾度等々を分類し、発生回数サイクル中の主波向、主階級、主傾度と思われるものを採用し、主波向が  $N \sim NE \sim E$  の状態と、 $W \sim NW$  の状態にわけてプロットすると、それぞれ 図-6、 図-7 のように双曲線となる。相当のばらつきがあるのは、天気図を時間的にうまく採択できなかったためと思われるが、一応の状態は把握できるものと思われる。

図-6 波浪階級-気圧傾度相関  
(主として図-5(a)に属する NE 型)

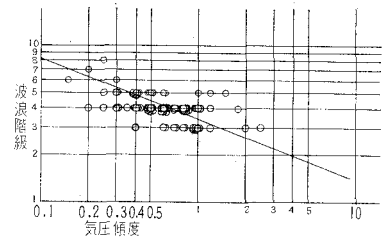


図-7 波浪階級-気圧傾度相関  
(主として図-5(b)に属する NW 型)

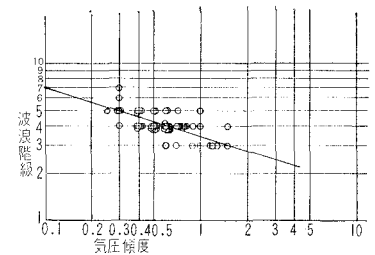


図-6 および 図-7 より図解法で、波浪階級  $y$ 、気圧傾度を  $x$  ( $x$  は緯度または経度で  $1^\circ = 111 \text{ km}$  を 1 とする)として実験式を算出すると、それぞれ

$$y_1 = 3.4 x^{-2/3} \dots \dots \dots (2)$$

(天気図例 5(a) に相当する NE 型)

$$y_2 = 3.2 x^{-1/3} \dots \dots \dots (3)$$

( // 5(b) に相当する NW 型)

となる。

ここで気圧傾度  $x$  を 0.1~1.5 程度として式(2)および式(3)を比較すると、

$$\frac{(3)}{(2)} = 0.94 \sim 0.97$$

となり、大体 NW 波高の 95% 程度と考えるとよいようである。上記の式は発生回数 149 回中、不明 12 回、欠測 2 回を除いたものの集計である。不明 12 回の内訳は、高気圧の影響下にあるもの 8 回、低気圧の通過と推定されるもの 2 回、その他 2 回となっており、波の発生した原因は多分海陸風によるものではないかと推定される。

5. Radio Isotope による漂砂追跡実験

R. I. による漂砂追跡実験については、昭和 31 年 3 月より 33 年 11 月までに、 $Zn^{65}$  および  $Sr^{90}$  を使用して通算 10 回の投入試験を行なった。本報告では第 7 次 8, 9, 10, の 4 回について概略を述べると (図-8)、波向屈折図で示した投入点において、追跡期間の風の合成風向を用いて、その拡散状態を調べると、図-9 の a~d に示すようになる。この図より、明らかに風向、すなわち波向の状態と酷似していることがわかる。詳細については現在とりまとめつつあるので、後日発表する機会があることと思う。

6. 漂砂について

昭和 33 年 7 月より 36 年 6 月までの 3 カ年で、深浅測

量を 6 回行なっている。範囲は汀線より水深 10 m に達する地点までとし、汀線方向は基線杭 No. 25 より No. 35' までの間、約 8 km である。陸上については、この期間に約 30 回横断測量を行なっている。

いま、図-10 において、海岸法線 A を t 時間内について通過する漂砂量を Q とすると、Q(t) はつぎの式で与えられるものとする。

$$Q(t) = \pm k \left| \sum_{i=0}^t E_i \right|^m \quad (m^2) \dots\dots\dots(4)$$

ここで k, m は常数で正負記号は  $\sum E_i$  の正負をとることとする。また上式で、互いに隣接する海岸の沿岸方向の波のエネルギー差が、海岸の侵蝕または、堆積を生ずるものとして、k および m の値が、それぞれ  $k_1, k_2, m_1, m_2$ , であるものとするれば、つぎの式が成立するはずである。

$$\Delta Q = \pm k_1 |E_1|^{m_1} \pm k_2 |E_2|^{m_2} \dots\dots\dots(5)$$

本海岸では、以上の考え方により k, m, の値を見い出そうとしたが、好結果が得られなかった。

そこで、ある観測期間中に口野川より流出した土量 (推定) を  $\sum_{i=0}^t Q$ , 同期中に増加または減少した全区

図-8 美保湾波高屈折図

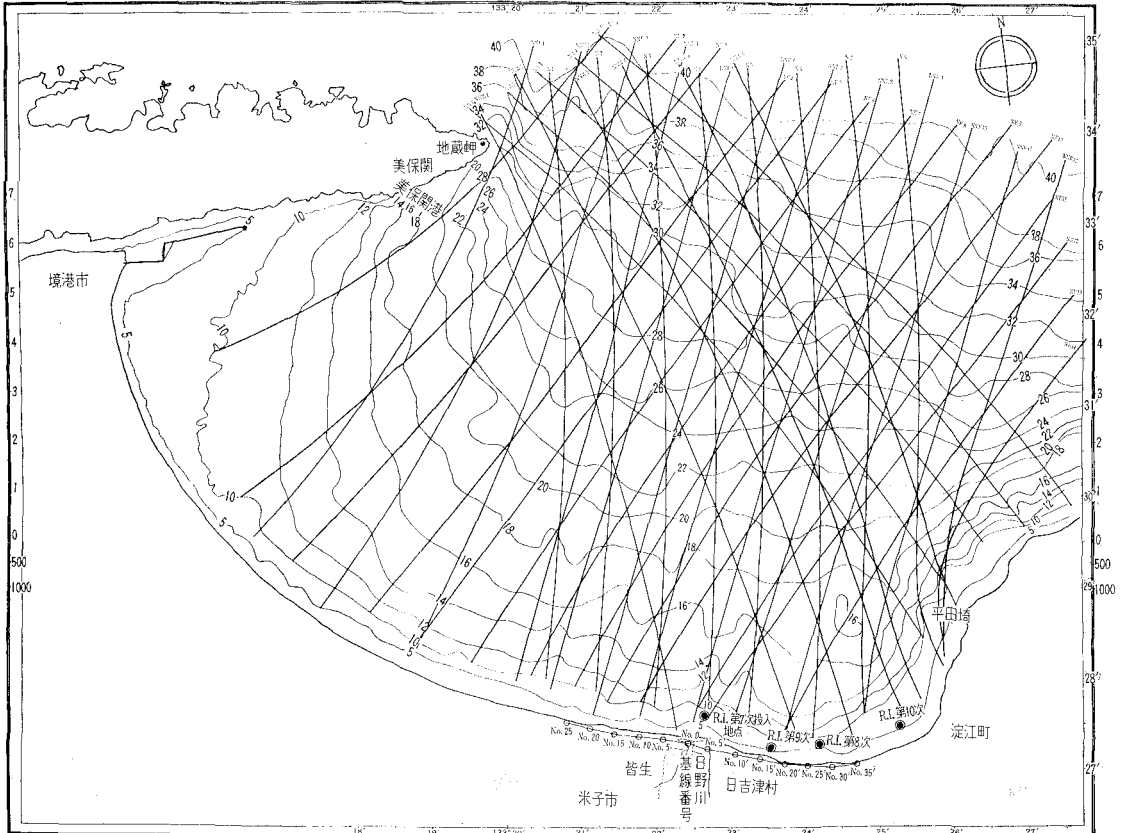


図-9 Radio Isotope 追跡結果

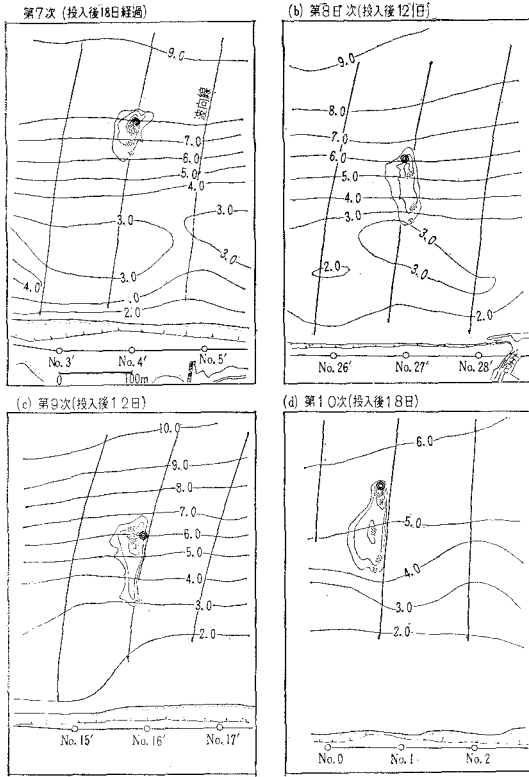
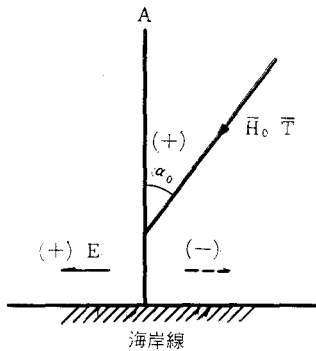


図-10

波力



域の土量を  $\sum_{No.25}^{No.35} \Delta Q$  とすると、

$$\sum_{t=0}^{No.25} \Sigma Q + \sum_{No.35}^{No.25} \Delta Q = f(\bar{E}) \dots\dots\dots (6)$$

なる関係が見出されるはずである。

式(6)で、各観測期間中の  $\Sigma Q$ 、 $\Sigma \Delta Q$  および  $\bar{E}$  を示すと表-5のようになる。

この図では、資料が少ないため、正確にはつかみにくい、一応線を入れてみると、つぎのようにいえる。すな

表-5  $\Sigma Q$ 、 $\Sigma \Delta Q$ 、 $\bar{E}$  の関係

観測期間	$\Sigma Q(1000m^3)$	$\Sigma \Delta Q(1000m^3)$	$\bar{E}$
S.33.8~34.2	+5	+503	2 773
S.34.3~34.8	+9.8	-1 478	434
S.34.9~35.2	+13.3	+1 137	1 360
S.35.3~35.7	+7.8	-397	791

表-5 を図示すると 図-12 のようになる。

図-11  $\Sigma Q + \Sigma \Delta Q = f(\bar{E})$  の関係。

わちエネルギー  $E$  ( $E = \text{const.} \times \bar{H}_0^2 \bar{T} \sin \alpha_0 \cos \alpha_0$ ) で、1000 程度まではむしろ堆積の傾向で、それ以上になって始めて侵食という状態になっている。これは、日野川の流出土砂を正確に把握するのが困難なこと、エネルギーを算出した風を米子測候所のもののみを使用したことに疑問が残るようである。

表-6 は各海岸区域における、波のエネルギーの沿岸方向成分と、それらの平均加積値を示すものである。

表-6 エネルギー

観測期間	No21	No9	No3	No7'	No17'	No29'	平均E	35.7 加積 $\Sigma E$ 33.8
s.33.8~34.2	1 996	2 574	2 733	2 408	3 028	3 902	2 773	2 773
34.3~34.8	368	430	439	409	474	483	434	3 207
34.9~35.2	975	1 257	1 335	1 176	1 479	1 940	1 360	4 567
35.3~35.7	556	738	789	685	883	1 093	791	5 358
35.7 $\Sigma E$ 33.8	3 895	4 999	5 296	4 678	5 864	7 418	5 358	

図-11 日野川流出土砂を考慮した全区間の土量の増減と平均エネルギーの相関

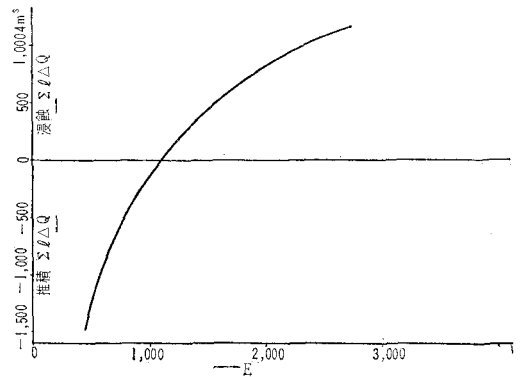


図-12 加積エネルギーおよび加積土量関係図

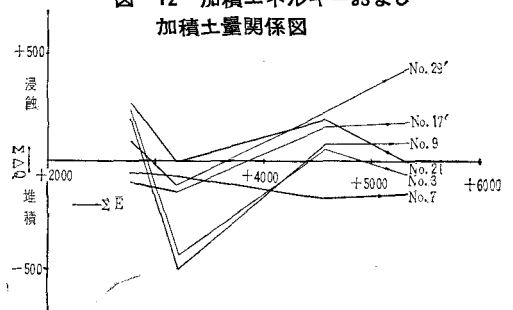


表-6によると、境港に近くなるにつれて、エネルギー成分は減少しているが、この範囲では大差なく、ほぼ同じエネルギー成分とみなすことができよう。

図-12は $\Sigma \bar{E}$ と各地点の加積土量(表-7)の関係を示すものである。

表-7  $\Sigma \Delta Q$  (法線 A の断面積)

基線番号 観測期間	No. 21	No. 9	No. 3	No. 7'	No. 17'	No. 29'
s. 33.8~34.2	269	189	233	-54	-100	92
34.3~34.8	-3	-497	-434	-70	-142	-113
34.9~35.2	193	79	53	-171	160	226
35.3~35.7	-10	87	-63	-145	182	436

この図より No. 7' を除いて各地点とも、年変化は同じ傾向を示すようであるが、No. 3, No. 9 とは、侵食の傾向がほかにくらべて小さいようである。No. 7', No. 3, No. 9 の 3 地点は、構造物建設により、侵食量が軽減されたものであると考えられよう。ここで  $\Delta Q = Q_1 - Q_2$

で、正ならば侵食、負ならば堆積である。

## 7. 結 言

波のエネルギーと、侵食量の定量的な関係を明確に打ち出すことができなかったのは、かえすがえすも残念である。何分にもぼう大な資料のため、3カ年程度のものを整理したのみで、現在残っている2カ年の結果については未整理のまま残されている状態で、つぎの機会には、はっきりした関係が得られるものと確信している次第である。

最後に本報告書を作成するにあたって、終始適切にご指導とご助言をいただいた、土木研究所細井河川部長、三井技官、前倉吉工事々務所長坂井技官、現同所長藤田技官、整理にあたってご協力いただいた工務課長山根技官以下各職員に深甚なる謝意を表すものである。