

青島海岸（宮崎県）の侵食とその対策

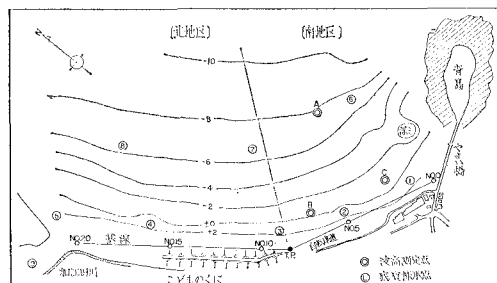
吉高益男*・島田米夫*・岡田 豊**・高野重利***

1. はじめに

宮崎県青島海岸は天然記念物“青島”と海水浴場で知られているが、ここ数年、海浜の砂の流出によって海水浴場の砂浜面積が減少したと社会問題化してきている。その対策のため、宮崎漁港課は昭和 53 年度より調査を開始し、海象および海底深浅図などの資料をえた。これらの資料を検討した結果、青島海岸の変化の状況が大体把握され、海底砂移動の機構と思われるものが解明されてきた。ただ、この海岸は国定公園に指定された青島近くであり、対策として離岸堤などのような海中構造物の設置は困難な条件にある。よって、侵食対策となると、“養浜”などが考えられてくる。そのため、砂補給区域 (borrow area) の設定に問題が生じてくる。これらの問題をも含めて、ここに報告する。

2. 青島海岸の概要

宮崎県中央部に、ほぼ直線的に形成されている約 60 km の砂浜の南端に位置するのが青島海岸である。南側は約 1.4 km ENE に突出した“青島と波状岩”，それに連続する約 1.6 km 沖の“野島出し”（水深 4.5 m）によって遮閉され、北側は加江田川河口で終る約 2 km の砂浜が青島海岸である（図—1）。前面の海底は図—2 のように岩礁が多く存在し、特に“小戸の瀬”は水深 4~5 m しかなく、南東からの波浪を防いでいる。



図—1 青島深浅図（昭和 55 年 7 月測量）

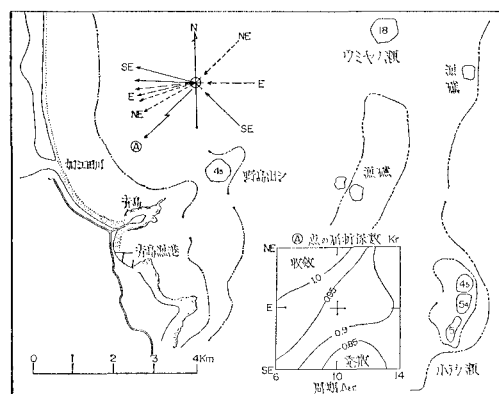
青島海岸の底質は、 $d_{50}=0.19\text{mm}$ （表—3）と細かく全体に一樣に分布している。また、青島よりは水深も浅く、波も弱いので海水浴場に適している。

昭和 40 年代には“水質も日本一”の声により、7~8 月に 150 万名にも達する浴客を集めるようになったが、観光の落込みと砂浜流出の報道で昭和 54 年には約 100 万名に減少、昭和 55 年にはさらに 20 万名の減少と落込みが続けている。

3. 波浪調査

（1）青島前面の波屈折

前述のように、青島の沖には大小の岩礁が分布し、海底地形は複雑である。よって、ある程度それらを簡略化し画いた屈折図によって、沖波向 NE, E, SE, に対する A 点（青島海岸—12.5 m）の波向線と屈折係数 K_r を図—2 に示した。用いた海底図は海図 No. 1220（20 万分の 1）と宮崎県漁業用海底図（5 万分の 1）である。沖



図—2 屈折による波高変化と屈折係数 K_r

で 90° (NE~SE) の開きは A 点に達すると約 45° (周期 6~14 秒) の開きとなってくる。SE 波では青島の遮閉効果が大きく、NE 波は青島海岸線にほぼ直角に近いまま侵入することになる。また、周期 14 秒のものが回り方は大きい。屈折係数 K_r （図—2 の下方）をみると、NE 波は収斂し、SE 波は強く発散することもある。かつ、SE 波は岩礁のため波高はより減衰しているとみら

* 正会員 宮崎大学助教授 工学部土木工学科

** 国土開発コンサルタント

*** 正会員 宮崎大学技官 工学部土木工学科

れる。A点より海岸線までの屈折図は、それぞれの測量図より画かれるが、いずれも青島よりで発散し、当然SE波はNE波より大きく発散している。

（2）波浪観測

波浪観測は昭和54年7月、55年7月に実施したが、

計画の値すべてを得られなかった。その結果は表—1である。表—1のA、B、C（図—1）はスタジア式、容量式、写真撮影による値で、海底摩擦と屈折を考えた計算波高は波の屈折図を用いた。

砕波帯波高の観測値と計算値の差は屈折図の精度の差

表—1 波浪観測表

月 日	潮 位	油 津 観 測 （-50）		A 点 （-8） H 1/3	砕 波 帯				
		H 1/3	T 1/3		B 点			C 点	
					H 1/3	T 1/3	計 算 H 1/3	H 1/3	計 算 T 1/3
54. 7. 10 7. 11	+ 36 +118	69 71	8.2 7.7	(65) (66)	55 61	8.0 5.1	73 75	/ /	/ /
55. 7. 10 7. 11	+149 + 57	(33) (30)	/ /	29 28	45 52	7.0 9.5	36 42	21 30	25 25

註：（ ）内も計算値

であるが、青島による回折の影響もある。青島海岸の中央より（B点）と青島より（C点）の波高を相対的にみるとC/Bは約50～70%になり、かなりの沿岸流の存在が推定される。

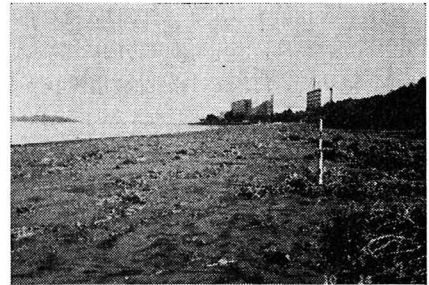
日向灘の最多波浪は $H_{1/3}=0.7\text{ m}$ 、 $T_{1/3}=7.5$ 秒とみられるから、図—2のA点での相当沖波波高は屈折係数などより0.65mを静天時のものとして使用してよいだろう。

（3）台風波浪の影響

日向灘海岸の波浪は台風がその沖を通過する場合が大きい。たまたま、沖通過の台風が多かった昭和41年記録（宮崎県北部の細島波高計と青島より南10kmの内海波高計の同時記録あり）によると①海岸を直撃した15号では両記録とも一様に増加し、高波高を記録し、②海岸にそい北で近づいた19号では細島は発達したが、内海は一樣な波高であり、③日向灘沖より四国に向った21号では内海が高波高であった。

昭和54、55年には大型台風により日向灘海岸全体が大きな被害をうけたが、これらの台風は日向灘より四国に向うものが多かった。例えば、昭和54年20号は25m/s暴風圏が（半径300km）10月19日に日向灘を覆い四国に向った。この進路の台風では、SE波によるものが青島海岸に來襲するが、この時は波高も低く青島の遮閉効果もある。その後のより発達した沖NE波が來襲すると、海岸を直撃し、青島よりの波高も比較的に減少しない。昭和55年19号ではそだなどが海岸全体一様に+3m以上に打上げられているのが見られた（写真—1：55.10.14）。

荒天時の観測例はないが、NE波でより発達する台風の場合、青島よりの海岸にも高い波浪が打ち寄せ、後浜も大きく欠潰することがありうる。なお、図—2のA点の荒天時の沖波相当波高は写真—1などにより逆算すると約3mとみられ、海岸の検討には周期10秒として使



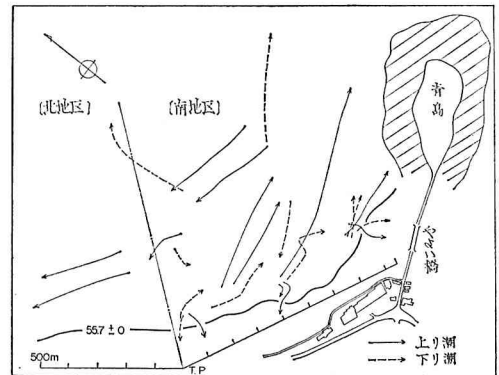
写真—1 55, 16号通過後 (55.10.14撮影)

用しうるのではなからうか。

4. 流況調査

フロートと追跡板の間隔1mのものによる流況追跡の結果は図—3に示され、その速度は表—2に示される。これは表面流とみなされ、西風によって流される傾向もあった。

上り潮では沖より北地区に向かい、南地区では逆流である。下り潮では前面では沖に流れ、南地区では一定の流れはない。



図—3 流況図 (昭和55年観測)

表-2 流況図における流向と速度

月日	下り潮 (AM)				上り潮 (PM)			
	中央深 =		流向	速度 m/s	中央深 =		流向	速度 m/s
	X	Y			X	Y		
5.55	300	200	↗	5 6 6	450	350	↗	14 13 17
6.27	550	150	↗	5 5 6	800	350	↗	22 19 21
	600	200	↗	4 5 6	850	200	↗	9 10 10
6.28	200	750	↖	7 8 9	200	450	↖	14 15 11
	700	700	↖	11 9 12	450	550	↖	9 11 15
11.9	500	300	↗	9 10 9	150	400	↗	6 4 3
	200	400	↖	3 4	600	300	↖	5 3 5
11.10	100	200	↖	18 10	100	150	↓	14 21 17
	400	100	↖	19 12	450	100	↓	16 14
	650	150	↖	15 8	750	150	↓	8 14

基線より 100~150m (砕波帯) まで岸に向う流れがあるが、それより沖では青島に向う (ほぼ東流)。沖のやや早い流れは南地区で東流。境界線で NW 方向、北地区は北流している。これらより、上り潮で北よりに進入した潮は、一部南流する。下り潮では、それらは南地区で循環するが、結局、海岸に直角方向に潮は流出するとみられる。この間、汀線では南北流の沿岸流が発生しているとみられるが、離岸流らしきものは T.P. にみられるだけである。

沖波高 $H_0=0.3\text{m}$ 、周期 7.5 秒として Iribarren 数を計算すると 0.23 となり $Y_b/X_b=2\sim4$ である。砕波帯幅 $X_b=100\text{m}$ としても、離岸流発生間隔 $Y_b=200\sim400\text{m}$ とみられる。よって、青島では典型的な海浜流パターンでなく、蛇行流パターンに近いとみられる。荒天時も強い離岸流が発生することはなく、海浜勾配も各点一様に変化すると予想される。

5. 海底深淺測量

(1) 底質粒径

底質採取点は 図-1 に示され、表-3 に各点の d_{50} 、 $M\phi$ 、 $|\sigma_\phi|$ が示されている。沖の底質は前浜よりもやや小さいが全体的には差は小さい。標準偏差 $|\sigma_\phi|$ も 0.28~0.89 で、非常に均一化されていることを示す。すなわち、均一の細砂が沖も含めて海岸全体に一樣に分布しているといえる。そのため海浜形状も理論的に取扱いや

表-3 底質粒径

No.	中央粒径 d_{50} mm	平均粒径 $M\phi$	標準偏差 $ \sigma_\phi $
+1m 線	1	0.16	2.45
	2	0.20	2.29
	3	0.17	2.48
	4	0.27	1.78
	5	0.22	2.14
沖側	6	0.16	2.42
	7	0.14	2.75
	8	0.14	2.78
河口	9	0.25	2.15
平均	0.19	2.36	0.49

すいともいえる。

(2) 海浜勾配

海底深淺は昭和 53 年 11 月~昭和 55 年 11 月の 6 時点て測量された。初めの 4 回は南地区が主であったが、昭和 55 年の調査区域は 図-1 のように約 200 ha である。

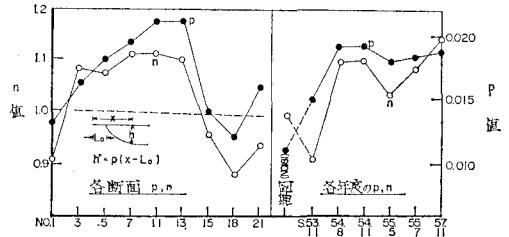


図-4 海浜勾配の n, P 値

日向灘の各海浜に用いた指数型海浜勾配式 (図-4) を青島海岸にも適用して計算すると n, P は 図-4 のようになる。また、その精度 S (m) を他の海岸の値とともに 図-5 に示す。

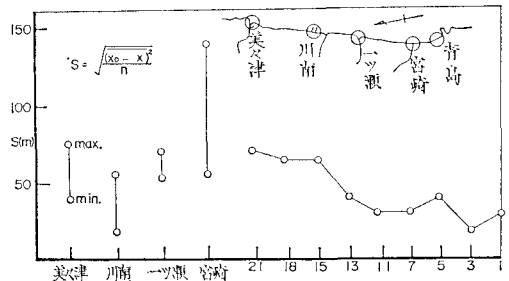


図-5 海浜勾配の指数式の精度 S 値

図-4 は断面 No. による変化と年月による変化を示した。 $n<1$ であれば上に凸、 $n>1$ では下に凹んだ形であり、No. 1 と No. 15~21 の両側は沖に堆積地帯があることを示し、海底全体が皿のように中央部が凹んでいるとみられる。年月による変化は殆んどみられず、海図 No. 181 (2 万分の 1, 昭和 14 年修正) による n, P に比較するとやや欠潰をうけている程度である。

青島海岸の精度 S (m) は日向灘海岸の海浜では最も小さく、指数式で簡単に表現できる。

日向灘海岸は種々な性格をもつ海浜で構成され、青島海岸は均一粒径砂が一樣に分布した終着的な性格をもち、海底砂移動も単純な機構によるものとみられる。

(3) 後浜形状

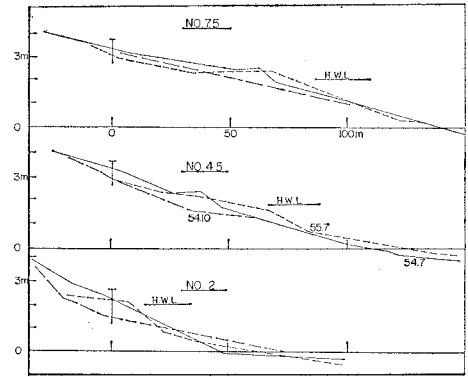
前浜、後浜形状の変化の一部が 図-6 に示される。54.7~54.11 の変化は、54-16・20 号台風によるもので後浜の欠潰が大きい。その量は延長 750m で 2.7 万 m^3 であった (表-4)。55.7 になると再び堆積してきているが、後浜は +3m 以上は復元していない。延長 750m で堆積量 1.9 万 m^3 で、特に海水浴場では 5 千 m^3 しか復元していない (表-4)。

Swart の提案後浜高式より +3m の後浜高に対する波高を逆算すると高潮位（+2.0m）に対し $H_0 \div 2.0$ m 周期 8~10 秒となり、異常潮位に合えば海岸自転車道まで波は打ち上げられることになる。逆に言えば、これだけの波がこないと復元しにくいといえる。

（4）土砂量変化

各測量時間隔および年間間隔の土砂量変化は表—4 に示し、その変化量を基線にそって直角な区域（50m）、また沖に向っての各 50m 区域ごとに集計し、変化高にして画いたものが図—7、8 である。

53.11~54.8 に堆積した土砂は、その後持ち去られる傾向をみせる。結局、53.11~54.11 に堆積した土砂は



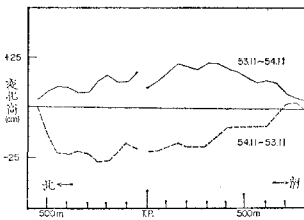
図—6 前浜，後浜形状の変化

表—4 海底土砂量変化

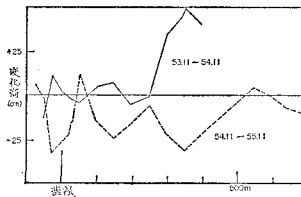
期 間	南 地 区			北 地 区			総 計		
	量 $\times 10^3 \text{ m}^3$	面 積 ha	変化高 cm	量 $\times 10^3 \text{ m}^3$	面 積 ha	変化高 cm	量 $\times 10^3 \text{ m}^3$	面 積 ha	変化高 cm
55. 11~54. 8	82.3	43.5	19	67.7	25.0	27	150.0	68.5	22
54. 8~54. 11	- 8.1	61.0	- 1	-33.6	39.4	- 9	- 41.7	100.4	- 4
54. 11~55. 5	- 3.6	46.6	- 1	-41.1	27.4	-15	- 44.7	74.0	- 6
55. 5~55. 7	-54.7	46.6	-12	-27.2	27.5	-10	- 81.9	74.1	-11
55. 7~55. 11	82.4	93.6	9	66.9	120.4	5	149.4	214.0	7
53. 11~54. 11	70.2	43.8	16	29.1	25.0	12	99.3	68.8	14
54. 11~55. 11	-66.0	61.9	-11	-75.1	39.6	-19	-141.2	101.5	-14

後 浜 部 分

期 間	No. 0 ~ No. 4（海水浴場）			No. 4 ~ No. 7.5			総 計		
	量 $\times 10^3 \text{ m}^3$	面 積 ha	変化高 cm	量 $\times 10^3 \text{ m}^3$	面 積 ha	変化高 cm	量 $\times 10^3 \text{ m}^3$	面 積 ha	変化高 cm
54. 7~54. 10	-12.5	5.2	-24	-14.6	6.0	-25	-27.1	11.2	-24
54. 10~55. 7	+ 4.8	5.2	+ 9	+13.7	6.0	+23	+18.5	11.2	+17



図—7 基線に直角な区域の海底変化高



図—8 基線に平行な区域の海底変化高

55.11 までに同量洗掘されている。

堆積洗掘の傾向は T.P. 付近で強いが南北になるほど変化量は小さく（図—7）、沖方向では基線より 300~400 m が変化量大きい（図—8）。この区間は水深が 3~5m で暴風時の波浪に対し碎波帯とみなされ、底質ははげしく移動し、この区域の変化が、その後の前浜変化に影響をおよぼすことになる。

（5）海底変化の模式図

海底変化が ± 20 cm 以上の区域を模式化すると 図—9

がえられる。

冬期~春期では T.P. を中心にして汀線で堆積するが、その沖には洗掘域が残る。夏期~秋期では T.P. 付近は台風などにより洗掘をうけるが、その沖には堆積域が近づいている。T.P. から南へ移動した土砂は汀線付近には堆積せず、流況が示すように、やや沖に堆積する。この青島より堆積した砂は沖に移動している。T.P. から北へ移動した砂は

加江田河口とのある領域で循環し、複雑な海底を作るが、加江田川の流出土砂（年間最低 8 千 m^3 ）とともに沖に移動するとみられる。極端に変化が大きい領域（ ± 40 cm 以上）は北地区に多く、南地区は比較的に変化は少ない。

これら青島ぞいに加江田川ぞいに沖に移動した砂は、一部はかなり沖に流出されるが、10~15m 線から再び岸に向かい大きな湾内土砂循環があるとみられる。それは今回の深浅図と海図 No. 181（昭和 14 年修正）との比較で 10m 線が変化していないとみられるからであ

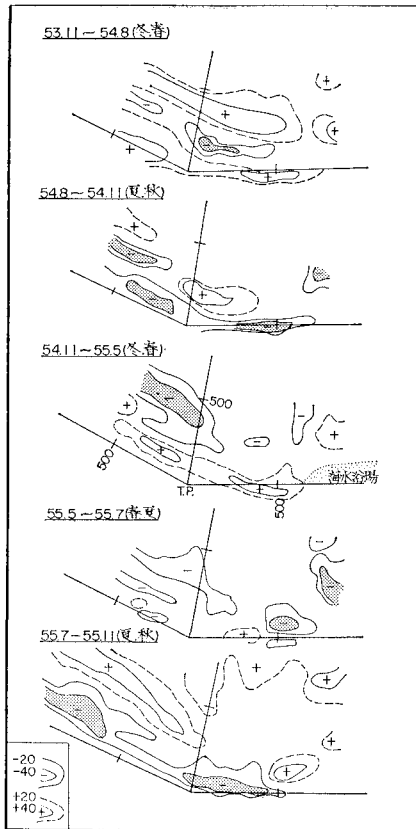


図-9 海底変化模式図

る。なお、湾内土砂循環の期間は土砂変化量からみて 2～4 年と推定される。

6. 海水浴場の侵食対策

日向灘海岸の終着的な海浜といえる青島海岸は、その前面海底は均一粒径の様な細砂のため、波高が低くて

も変化するが、その湾内には 2～4 年の周期の大きな土砂循環があるとみられる。

前浜から後浜にかけての変化も大きいが、“青島”で強く遮閉されている海水浴場を除いた断面では侵食をうけてもまた堆積する復元性がある。海水浴場海浜も後浜まで変化しえない波浪来襲に対しては復元性をもつが、NE 波が強く発達する台風が日向灘を通過すると、“青島”の遮閉がなく、特に高潮時と発達した NE 波が進入する時が一致すると後浜まで大きな侵食を受け、その後の後浜の復元には時間を要することが予想される。

侵食後も海水浴場の面積を確保したい場合は、その領域を北側に拡げることも考えられる。この時の心配は海浜流が強いのかということだが、流況からみるとその心配は必要ない。

また、後浜の低下は海水浴場の機能を低下させるのでそれを早急に復元するには“養浜”しかないだろう。この砂補給区域としては、変化は大きいが大体は堆積域とみられる海岸中央部から加江田川にかけての沖 400～500m の領域が考えられる。加江田川は年間最低 8 千 m^3 は土砂を流下しており、砂補給地域を加江田川よりを設定しても 1 万 m^3 の年間採取量では海岸全体に大きな変化はないものと考えられる。

7. むすび

昭和 56 年になって青島よりの前浜には砂が補給されてきた。しかし、当然後浜高は必要な高さにはなっていない。再び昭和 54, 55 年のような台風が来襲すれば、海水浴場の砂浜は流出するだろう。このためには“養浜”すなわち適当な砂補給区域はあるかという点での調査が必要になるであろう。

最後に調査資料の使用を許可された宮崎漁港課の方々に感謝の意を表する。