

福岡県の玄界・響灘沿岸の海浜変形とその原因について

小島 治幸*・井島 武士**・中牟田直昭***・大中英揮***

1. まえがき

福岡県の玄界・響灘沿岸には、岬で区切られた延長 1 km から 15 km 程度の湾曲性に富んだ海岸が連続している(図-1)。これらの海岸は、河川からの供給土砂の量が余らないにもかかわらず砂浜海岸が存在することから一部の海岸をのぞいて安定な海岸であると言われてきた。過去に福岡県の海岸の変形に関して、建設省では地形図を用いて¹⁾、また田中ら²⁾は空中写真の解析により全国的な規模の一環として調査を行っており、花鶴川周辺の海岸以外は 50 m 以下の小規模な侵食かあるいは安定傾向であると報告している。しかし近年、報道記事や地元住民から海岸侵食が指摘され、またその原因が沖合で行われている海砂利の採取によるとの見方もされ、社会的な問題となっている。

本研究の目的は、1947 年から 1982 年までの過去 35 年間に撮影された空中写真の解析と現地調査によって、問題となっている玄界・響灘沿岸の海浜変形の実態を把握し、その特性を明らかにしようとするものである。また、既往の気象・海象資料および海岸構造物の設置や海砂利採取等の人為的な行為に関する資料を検討し、著しい海浜変形、特に海岸侵食の原因を究明した。

2. 調査地域の海岸の概要と気象・海象特性

(1) 海岸の概要

玄界・響灘沿岸の海浜は、地質構造や外力としての波浪特性、海浜の形態等を考慮した田中の区分によると内帯閉鎖海浜に属する³⁾。この海岸の特徴としては、第三紀から第四紀に生じたと言われる地殻運動によって地形が細かく分割され、沈降および隆起による小盆地が多く形成されたことから、岬で区切られた延長 1 km から 15 km 程度の湾曲性のポケット・ビーチ的な海岸が多く見られる。これらの海岸は、内湾域や北海道オホーツク海岸を除けば、安定海岸の比率が最も高く、かつ大規模な

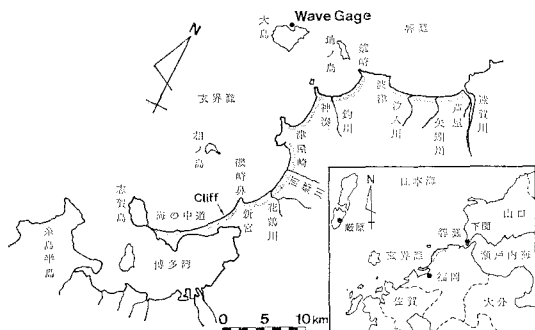


図-1 調査地域位置図

変形の比率が少ない海岸であると言われている⁴⁾。

これらの海岸の漂砂供給源を調べる意味で、海岸に流出する各河川の流域面積と福岡県のダムの流域 1 km² 当りの平均的年堆砂量 すなわち比流砂量の 214 m³/km²/年より生産土砂量を推定すると、遠賀川で年約 22 万 m³、釣川で年約 2 万 m³ となり、他の河川は 1 万 m³ にも満たない⁵⁾。したがって、調査地域で漂砂供給源となりうる河川は遠賀川のみであろう。また、河川以外の供給源としては、海の中道海岸に位置する延長約 1.5 km、高さ 10~20 m の海崖が考えられる。

(2) 風と波浪の特性

福岡気象台の報告によると、調査地域では秋期から冬期にかけて NW 方向の季節風が他の方向よりも著しく卓越し、さらに 10 m/s 以上の風(暴風)については季節の別なく NW, NNW, N 方向の風によって占められている。また、調査地域では大島の岩瀬海岸の沖合の水深 22 m のところで 1974 年から波浪観測が行われており、1974 年から 1980 年に至る 6 年間の有義波高と有義周期の季節別発生頻度を示すと図-2 となる。これより秋から冬にかけて波高が高く、周期の長い波浪が多く発生することがわかる。前述の風の卓越方向と対応してみると、玄界・響灘沿岸においては高波浪の来襲する方向は NW から N 方向であることが推定される。

波浪の長期的な観測資料がないため、海岸線の変形の経年的な変化を検討する上で、風波を発生させるところ

* 正会員 Engr.D. 九州大学助手 工学部水土木学科

** 正会員 工 博 九州大学教授 工学部水土木学科

*** 九州大学大学院 水土木学科

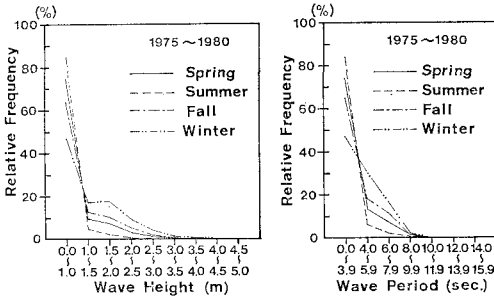


図-2 波浪の季節別発生頻度

の暴風つまり日最大風速 (V_{max}) が 10 m/s 以上の風の出現頻度を調べた。図-3 が、福岡と対馬の厳原、下関で観測された暴風の出現頻度の経年変化である。年によりかなりの違いはあるが、暴風の出現頻度が非常に高い期間と低い期間とがあることが分る。また、地域によってもかなりの違いが見られる。3観測地点において共通する傾向は、1950年と1960年前後で暴風の頻度が高い値を示し、ピークとなっており、次に1970年の前後でも1950年や1960年と比べると頻度は低いが一つのピークをなしている。その後、頻度は減少傾向にある。暴風が出現する頻度が高い期間には、高波浪が海岸に來襲する頻度も高くなることが予想され、海岸侵食が起こる可能性が高く、逆に出現頻度が低い期間には海浜が堆積する可能性が高くなることが推測される。

3. 海浜変形の特性

(1) 汀線変化

汀線変化の定量的な解析には、多くの研究者によってその有用性が裏付けられている空中写真を利用した。空中写真により汀線変化を求める場合、写真上の水際線が撮影時期の標準的なあるいは代表的な水際線であるか、つまり撮影直前に台風等の異常波浪による影響を受けていないかを調べておく必要がある。そこで、撮影日前一ヵ月間の暴風の出現日数とその最大値を調べ、使用した空中写真の撮影年月日とともに表-1にまとめた。なお、解析の都合上、調査地域の岬等によって区切られた海岸を1単位として、6つの海岸に分けて Region 1~6と呼ぶことにした。

解析は、まず同一海岸で撮影時期の異なる写真の各々に共通する基線に対する写真上の水際線の位置をデジタイザーで読みとり、縮尺補正と潮位補正を行ったのちに、撮影時期の古い順に汀線の位置を100 mあるいは50 m間隔で比較して汀線変化を求めた。図-4と5は、1947年から1961年の14年間と1961年から1975年の14年間、1975年から1982年の7年間の汀線変化の場所的分布を示す。図中のバーは、200 m幅の浜における汀線変

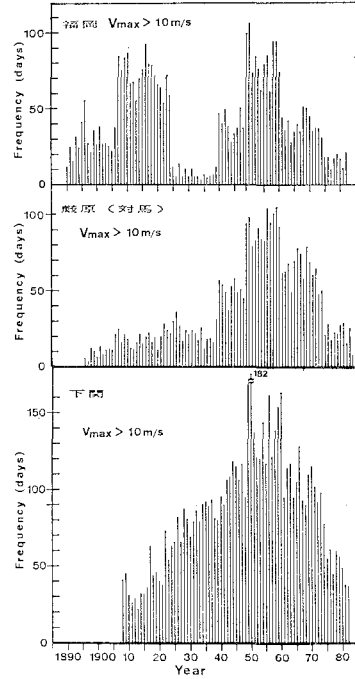


図-3 暴風の出現頻度の経年変化

表-1 空中写真の撮影年月日と気象状況

年	月 日	暴風出現 日数(日)	暴風最大値 (m/s)	Region
1947	3. 11	6	11.5	1, 2
	4. 23	3	13.2	6
	4. 26	2	11.8	3, 4, 5
1961	5. 13	0	—	6
	9. 1	0	—	1, 3, 6
	9. 18	2	22.8	5
1966	6. 7	3	13.0	1, 2, 3
	8. 8	0	—	4, 5, 6
1969	4. 21	7	14.5	6
1975	3. 8	2	12.4	1 ~ 6
1981	9. 27	1	10.5	1 ~ 4
	11. 18	3	10.1	5, 6
1982	12. 14	0	—	1 ~ 6

動の速度を示し、黒ぬりのバーが侵食を、白ぬきのバーが堆積を、バーの長さが変化速度の程度を表わしている。また、岬で区切られた各海岸において、汀線変化の分布状況や海岸構造物の設置位置等を基準として各地域をさらに細かく区域 (Area) わけし、区域ごとの汀線変化を平均化して、各々の区域の経年変化を求め、図-6に示す。ただし、1947年の写真の撮影状況や時間が不明のため1961年の汀線の位置を基準とした。これらの図より、汀線変化について次の諸点が言える。

a) 1947年から1961年の14年間で Region 1と2、

5 の各海岸で 20 m から最大 80 m ほどの著しい汀線の後退が起ったが、1961 年以降の汀線変化は、穏やかな侵食が安定傾向にある。

b) Region 1 では、Area 2 と 3 の海岸が 1947 年から 1982 年の 35 年間はほぼ侵食傾向であったが、Area 1 の海岸は 1975 年以降 30 m 程度の汀線の前進があった。

c) Region 3 の海岸では、35 年間にそれ程大きな変動はなく、Area 1 で約 20 cm の侵食が、Area 2 と 3 で約 10 m づつの堆積が起り、沿岸漂砂の卓越方向は鐘崎から神湊の方向であると考えられる。

d) Region 4 も Region 3 同様に汀線変化はあまり大きくなく、35 年間に Area 1 の海岸で 10 m 程の前進、Area 3 で 10 m 程の後退があり、漂砂の卓越方向は池尻から勝浦方向であると思われる。

e) Region 5 では、前述のごとく 1947 年から 1961 年にかけて著しい侵食があり、他の海岸と比べても後退量が大きい。これは、表-1 に示す通り 1961 年の写真撮影の直前に台風が来襲し、それによる影響がある程度あったものと思われる。Area 1 の海岸では、汀線の前進や後退の変動は見られるものの長期的には堆積傾向であり、Area 4 の海岸では、逆に全般的に汀線が後退している侵食傾向である。また、Area 3 の延長約 1.8 km の海岸では、1947 年から 1961 年にかけて 80 m に及ぶ汀線の後退が起ったが、1975 年には 30 m 程の回復があり、その後は安定した傾向にある。

f) Region 6 においては、前述の海崖がある Area 2 の海岸で汀線の前退・後退はあるものの長期的には侵食傾向であるが、Area 4 の海岸で逆に堆積傾向となっている。この堆積傾向は、海の中道海岸から志賀島に延びる砂しの発達による地形変化の傾向とも一致している。また、すべての海岸で 1966 年あるいは 1969 年から 1975 年にかけて急激に汀線が後退し、その後は安定した傾向が見られた。

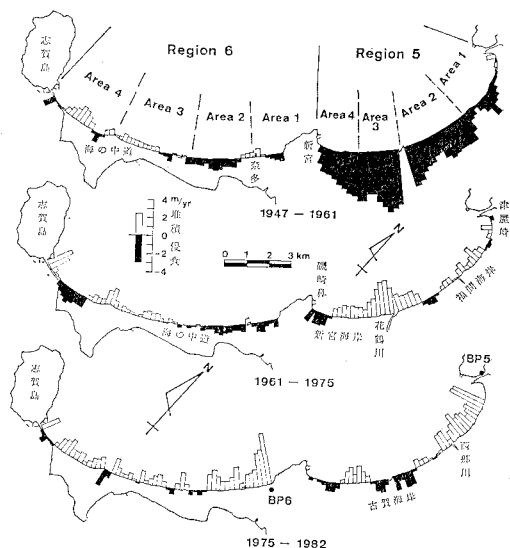


図-5 Region 5~6 の汀線変化の分布

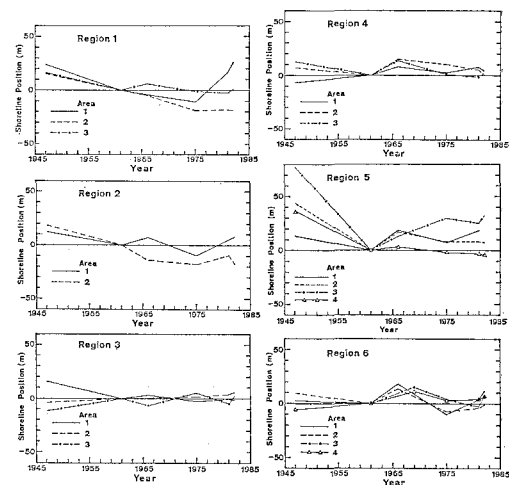


図-6 汀線の経年変化

(2) 底質粒径と前浜勾配

当研究室では、1982 年の 1 月から 2 月にかけて調査地域の海岸を踏査し、前浜の 2 ヲ所厚さ 15~20 cm の底質を採取して粒度分析を行った。また、福岡県の港湾課では、各海岸に 3~4 本の測線を設け、1981 年より夏と冬の年 2 回、海岸測量を行っている⁶⁾。図-7 は、各海岸における前浜での底質の中央粒径 (d_{50}) とふるい分け係数 (S_0)、海浜勾配 (S) を示す。横軸は、各海岸の右端に設けた基点 (BP1~6) からの直線距離を表わしている。基点の位置は図-4 と 5 に示す。なお、前浜勾配は、1981 年から 1983 年までの計 6 海浜断面より平均して求めた。

一般的に言われている底質の粒径と海浜勾配とはよく

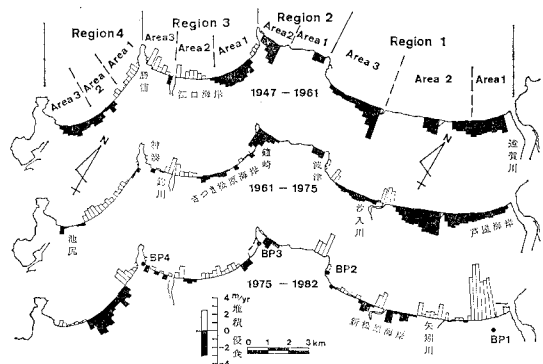


図-4 Region 1~4 の汀線変化の分布

対応しており、底質が粗いところでは勾配は急であり、逆に細かいところでは勾配が緩やかであった。ここで特に注目する点は、侵食傾向にある海浜では、底質の粒径が粗く、したがって前浜勾配は急となるが、逆に堆積傾向の海浜では粒径が細かく勾配は緩やかとなる傾向が見られることである。特に、Region 4 と 5 でこの傾向が明確に現われている。これは、漂砂の供給があまりない岬で区切られた海岸において卓越した漂砂の方向がある場合、漂砂の上手の浜では移動しやすい細かい底質が漂砂として持って行かれその浜には働きにくい粗い底質のみが残るのに対して、漂砂の下手の浜では漂砂として移動してきた細かい底質が岬により行く手を阻まれそこに堆積して勾配の緩やかな海浜を形成するためと考えられる。

4. 顕著な汀線変化の原因

顕著な汀線変化をもたらす原因として、外力としての高波浪の来襲や海岸構造物の設置、海砂利の採取等の要因が考えられる。これら各要因と空中写真の解析によって得られた支界・響灘沿岸の汀線変化との関連性を検討し、汀線変化の原因を以下に考察する。

(1) 外力としての高波浪の来襲

気象・海象のところで述べたように暴風の出現頻度が高い期間と低い期間とがあることから、暴風のうちの高波浪を発生されと思われる日平均風速 (V_{avg}) が 5 m/s 以上で風向が ENE~WNW 方向の北風の福岡での発生頻度の経年変化を調べてみると 図-8 のようになる。この図には、大島で観測された有義波高 ($H_{1/3}$) が 3 m 以上の高波浪の来襲頻度も破線で示してある。7 年間と短い期間ではあるが、両者の傾向は非常によく一致している。また、1949 年から 1959 年の 10 年間は、暴風の発生頻度が他の年よりも全般的に高いことがわかる。さらに、図には調査地域に海風を伴う台風の数も示し、表-2 には汀線変化の分布を求めた期間における台風の来襲数と最大風速の平均値およびその最大値を示している。1947 年から 1961 年の間に他の期間に比べ大型の台風がより多く来襲したことがわかる。この期間は、前述のとうり著しい侵食が起り、汀線がもっとも後退した時期に応じている。従って、この期間の侵食傾向は、高波浪が異常に多く来襲したためと考えられる。

(2) 海岸構造物の設置

Region 1 の Area 1 と Region 5 の Area 3 の海岸は、周囲の海岸の汀線変化の傾向とは異なり、急激な堆積傾向を示している。前記の海岸では 1976 年から 1978 年にかけて離岸堤が 5 基設置され、後記の海岸では 1972 年に導流堤による河口整備が行われ、両海岸ともこれら海岸構造物の設置時期と堆積傾向に転じた時期とが対応し

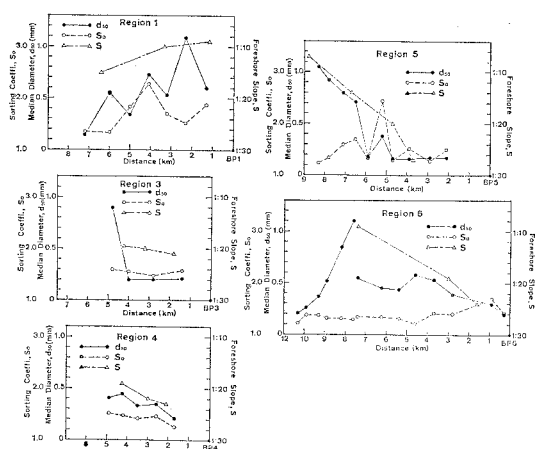


図-7 底質の粒径と前浜勾配の変化

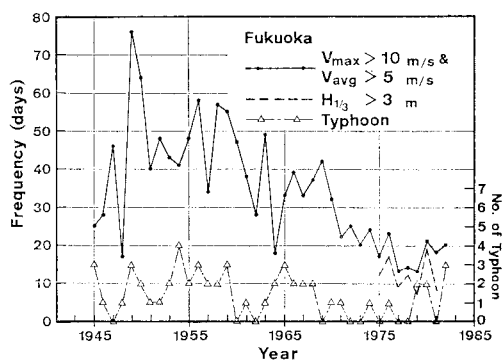


図-8 暴風と高波浪、台風の来襲頻度の経年変化

表-2 台風の来襲数とその程度

期 間	年来襲数 (個)	平均最大風速 (m/s)	最大風速の最大値 (m/s)
1947~1961	2.0	20.2	32.5
1961~1975	1.3	15.1	18.3
1975~1982	0.8	15.2	24.4

ている。

(3) 海砂利の採取

調査地域の沿岸域では、1972 年頃から水深 15~20 m 付近で海砂利の採取が行なわれている。図-9 に、海砂利採取量と卓越波向きの沖で採取が行われている海岸の汀線変化を示す。Region 5 の海岸では採取以前から侵食傾向であったが、Region 6 の Area 3 の海岸では海砂利採取以前の堆積傾向が採取を始めてから侵食傾向に転じた。また、Region 6 の Area 2 の海岸では海砂利をもっとも多く採取 (40 万 m^3 以上) した時期と汀線が最も後退した時期とが一致している。よって、これらの海岸では海砂利採取が侵食傾向の一因となった可能性が考えられる。しかし、海砂利採取による汀線変化への影響は、

海岸構造物のように顕著な汀線変形として現われにくく、さらに各要因がおたがいに影響を及ぼすため、海砂利の採取が海岸侵食の直接の原因となったか判断しがた

4. あとがき

本研究によって得られた成果を以下に述べる。

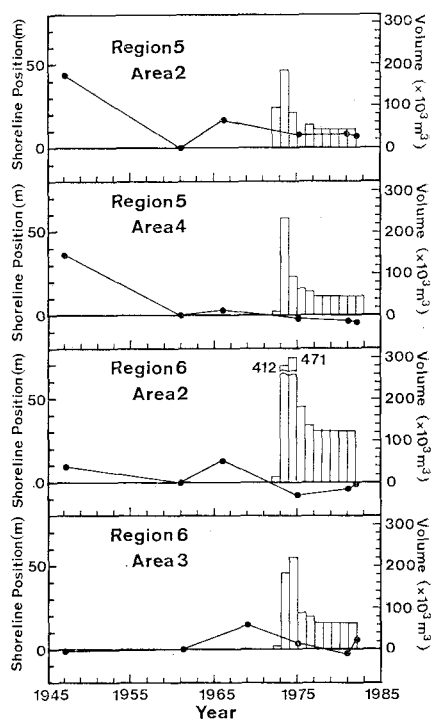
1) 玄界・響灘沿岸の延長が10 km以上と長い Region 1と5の海岸で、1947年より1961年にかけて顕著な侵食が起り、特に Region 5の古賀海岸の延長約1.8 kmでは平均で約80 mも汀線が後退した。しかし、その後、これらの海岸では、汀線がやや回復し安定した状態にあるか、侵食傾向を示している海岸でも1961年以降は穏やかな傾向になっている。延長が5 km程度と比較的短く、湾曲性の強い Region 3と4の海岸では、汀線の変動量が10~20 mと小さく、安定した海岸である。

2) 調査地域の暴風の出現頻度と有義波高3 m以上の高波浪の来襲頻度との傾向はよく一致しており、前述の顕著な海岸侵食が起きた時期に暴風の出現頻度が異常に高かった。また、同期間は、他の期間と比べ台風来襲数が多くその程度も大きかった。従って、この著しい侵食は、この時期に異常に多く来襲したと推定される高波浪によるものと示唆される。

3) 水深15~20 m付近での海砂利の採取が侵食の原因となった可能性がある海岸が確認された。

4) 岬によって区切られ、河川などの漂砂供給源があまりないような調査地域の海岸において、侵食傾向の浜ではその底質の粒径は粗く前浜勾配が急であり、逆に堆積傾向の浜では細砂で前浜勾配が緩やかな傾向が見られた。

最後に、本研究を行うにあたり、調査資料の収集にご協力いただいた福岡県土木部港湾課の関係諸氏に深謝する次第である。



図—9 海砂利採取量と汀線の経年変化

参 考 文 献

- 1) 建設省国土地理院：地形変化の類型化に関する研究—主として汀線変化について—, 1978.
- 2) 田中則男・小笹博昭・蜂須賀和吉・三好英一：海浜変形調査資料(第3報), 港湾技研資料, No. 266, 1977.
- 3) 田中則男：日本沿岸の漂砂特性と沿岸構造物に伴う地形変化に関する研究, 港湾技研資料, No. 453, 1983.
- 4) 3) に同じ.
- 5) 福岡県土木部港湾課：玄界・響灘沿岸域海浜海底保全調査報告書, 1985.
- 6) 5) に同じ.