

運輸省港湾技術研究所

# 港湾技術研究所 報告

---

---

REPORT OF  
THE PORT AND HARBOUR RESEARCH  
INSTITUTE  
MINISTRY OF TRANSPORT

---

VOL. 19

NO. 4

DEC. 1980

NAGASE, YOKOSUKA, JAPAN



# 港湾技術研究所報告 (REPORT OF P.H.R.I.)

第19巻 第4号 (Vol. 19, No. 4), 1980年12月 (Dec. 1980)

## 目 次 (CONTENTS)

1. 曲面スリットケーソンの水理特性に関する実験的研究  
.....谷本勝利・原中祐人・富田英治..... 3  
(A Hydraulic Experimental Study on Curved Slit Caisson  
.....Katsutoshi TANIMOTO, Suketo HARANAKA, Eiji TOMIDA,  
Yoshikazu IZUMIDA and Satoshi SUZUMURA)
2. 漂砂および海浜特性の観点に立った我が国海浜の地域区分.....田中則男..... 55  
(The Delimitation of Coastal Regions in Japan from the View Point of Coastal  
Engineering .....Norio TANAKA)
3. ホーンジョイントによる PC プレキャスト版舗装の開発  
.....佐藤勝久・福手 勤・山崎英男・犬飼晴雄..... 101  
(Development of PC Precast Slab Pavement Connected with Horn-joints  
.....Katsuhisa SATO, Tsutomu FUKUTE, Hideo YAMAZAKI and Haruo INUKAI)

## 2. 漂砂および海浜特性から見た我が国海浜の地域区分

田 中 則 男\*

### 要 旨

漂砂および海浜の変形は地域性の非常に強い現象であると良く言われる。しかしながら、それではどのような地域性があるのか、どの海岸とどの海岸が類似しており、どこどこが異っているのかと言う議論が過去においてなされて来たかと言うと、必ずしもそうではない。

本報告は、こうした漂砂および海浜特性の地域性を検討し、それに基づいて我が国の海浜を地域区分することを試みたものである。

本報告においては、第一に海浜特性を支配している要因について検討した結果、陸上地形・沖合の海底地形・海浜近くでの海底地形・浜の地形・波浪特性・潮位特性・海浜の底質特性および地盤変動を抽出した。

第二に、過去に行われた諸調査の結果を集大成して取りまとめた我が国主要海浜の特性<sup>1)</sup>に基づいて、前述の諸要因の全国分布を調べた。

こうした作業の結果、我が国の地質構造区分と我が国の波浪特性の分布が各要因の分布に強く影響していることが明らかにされ、この二つの組合せを基本として組立てた海浜の地域区分を提唱した。

これによると、我が国は東京湾口以北、青森下北半島に至る東北日本太平洋岸、津軽半島から新潟県名立町に至る地域と飛地的に石川県の滝港から加佐岬の地域を含む東北日本日本海岸、東京湾口から鹿児島に至る外帯海岸、および石川県加佐岬から長崎県に至る内帯海岸、新浮県名立から富山湾氷見に至る富山湾海岸および内湾地域の基本的6地域の区分されている。

さらに、海浜の形態を、海浜の長さ、海底勾配、沿岸漂砂の卓越方向の明瞭さおよび浜の底質の4つの観点から区分し、前述の地域区分とこの形態区分を重ねて我が国の海浜を区分した。

\* 水工部 漂砂研究室長

## The Delimitation of Coastal Regions in Japan from the View Point of the Coastal Engineering

Norio TANAKA\*

### Synopsis

Japan is a island country having long coastal line more than 3800 kilometers. Natural characteristics of coast have wide diversity among different districts. Therefore, the distribution of the intensity of shore change is influenced by the locality of the characteristics of the coast. Delicate differences are found on the mode of reaction of beach topography against construction of harbours and coastal structures due to the locality of beach characteristics.

The purpose of this study is to make clear the cause of these locality of characteristics of beach, and to delimitate the coastal area into several regions having similar character from the standing point of coastal engineering.

In the first stage of study (Chapter 2), main factors affecting to characteristics of beach are picked up as follows;

- \* Land topography behind the coast.
- \* Submerged topography in offshore area.
- \* Beach topography.
- \* Sediment size distribution.
- \* Waves and tide.
- \* Ground subsiding and rising.

In the second stage (Chapter 3), distribution of these factors in Japan is discussed on the bases of data obtained in past field investigations conducted concerning to many harbour construction project and other project of development of coastal area.

These works make clear the importance of the geological structure of Japan islands and the distribution of wave characteristics to characterize the beaches. The geological structure of Japan is delimited into fundamental five regions of the northern part of Hokkaido island, the southern part of Hokkaido island, the northeast Japan (the northeast part of the Honshu inland), the outer zone (the side of Pacific Ocean of the southwest part of Honshu island, Shikoku island and Kyushyu island) and the inner zone (the side of the Japan Sea of the southwest part of the Honshu island and the Kyushyu islands).

The characteristics of waves in Japan are delimited into the basic five regions of the coast facing to the Sea of Okhotsk, the coast facing to northeast Pacific, the coast facing to southwest Pacific, the coast facing to the Japan Sea and the coast facing to the east part of the China Sea as shown in Fig. 3.15.

Coastal areas in Japan except the Hokkaido island are divided into basic regions of the Pacific coast of the northeast Japan, the coast of the Japan Sea of the northeast Japan, the coast of the outer zone, the coast of the inner zone the coast of Toyama Bay and inland seas as shown in Fig. 4.2.

---

\* Chief of Littoral Drift Laboratory, Hydraulic Engineering Division

## 目 次

要 旨	55
1. 序 論	59
2. 海浜および漂砂特性を支配する各種要因	60
3. 各要因の全国分布	63
3.1 陸上地形	63
3.2 海底地形	70
3.3 海浜地形	73
3.4 波浪特性	75
3.5 潮 汐	81
3.6 地盤と平均海面の変動	81
3.7 底質特性	84
3.8 沿岸漂砂の卓越方向	85
3.9 我が国の海浜変形の分布特性	86
4. 我が国海浜の地域区分	91
4.1 海浜区分の基本的考え方（地域区分と形態区分）	91
4.2 海岸の地域区分	91
4.3 海浜の形態区分	93
4.4 各海浜地域区分の特性	97
5. 結 語	98
6. 謝 辞	98
参考文献	98

## 1. 序 論

漂砂や海浜特性の議論においては、「現象の地域性」が言々されることが多い。この場合の地域性と言うのは、例えば新潟県の長岡地方に積雪が多いと言うように、或る現象の生起確率が、特定地域で特に高いことを意味しているわけでは、かならずしもない。同じような波の条件でまた同じような底質特性を持つ二つの海浜の漂砂現象が、明確な理由のわからないままに、何故か異なっている場合などに「漂砂現象の地域性」と言う言葉が使われていることが多いように思われる。すなわち、ここで「地域性」と言うのはその原因とメカニズムの相違が明らかでない現象の地域差のことなのであろう。従って将来、現象の解明が進めば、次第に消えて行くべき地域性である。

周知のように漂砂はきわめて複雑な現象であり、現象に関与する要因も多種多様にわたっている。従って、前述したような現象が未解決であることに起因している地域性が、いつまでも論じられていることを、単純に責めることはいささか酷ではなからうかと思う。

しかしながら、地域性を言々するからには、問題に対する現実的な対応のしかたとして地域性そのものの研究がなされて良いはずである。すなわち、この地方とどの地方が似通った現象を示し、あの地方とどの地方が違っているのかと言う研究がなされれば、多くの未解決な問題を内蔵したまま、それなりに漂砂問題に対する正しい対応が可能となるであろう。

こうした現実的な研究の行き方は、多くの学問分野において見られる方法論である。漂砂や海浜特性の議論との共通点を多く有する地質・地形学の分野においては(初期の漂砂論はむしろ逆に地形学から派生したのであるが)、こうした地域性そのものを研究対象とし、地形的地域性を地域区分する試みが、諸々の観点からなされている。

そのうち最も基本的なものの一つであり、本論文を通じてつねに底流となっている地域区分の概念に、我が国の地質構造区分がある。これは明治8年から明治18年までの10年間我が国に滞在した、ホッサマグナの発見者であり、ナウマン象にその名を留めているナウマンに喩(よ)を發し<sup>1)</sup>、今やほぼ定説化されていると考えて良いものである。図-1.1は、それを示すものであるが、我が国の本州・四国・九州地域は、ホッサマグナの西縁で東北日本と西南日本に二分され、西南日本は、中央構造線に

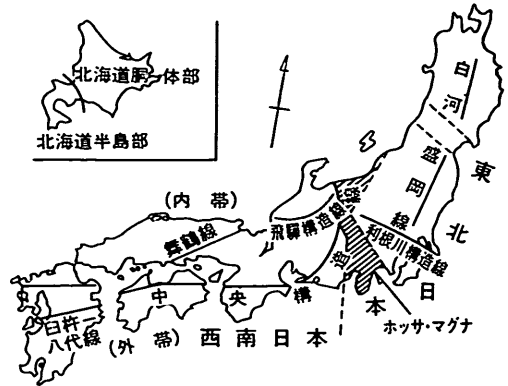
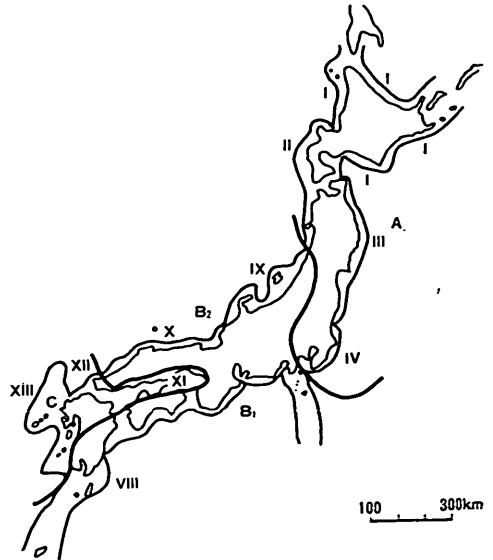


図-1.1 我が国の地質構造区分

よって太平洋側の外帯と日本海岸の内帯とに分けられている。

地形学に関する諸書によると、我が国の海岸地形の研究は、世界的レベルで見ても相当進んだものと考えられる。しかしながら、その研究の目は、長い間海岸地形が地盤運動の痕跡の適切な指示者であることに置かれ、従って海岸段丘の研究等に目が向けられてきた<sup>2)</sup>。海岸における現在の現象に対して興味向けられて来たのは、ごく最近になってからであると言って良いようである。例えば、我が国海岸の地域区分に関しても、図-1.2に示



A: 東北日本(隆起型卓結) B: 中間地域(隆起型、沈降型文様)  
B<sub>1</sub>: 太平洋岸地帯 B<sub>2</sub>: 日本海岸地帯 C: 西南日本(沈降型卓結)

図-1.2 日本の海岸区(渡辺光<sup>3)</sup>)



漂砂および海浜特性から見た我が国海浜の地域区分

表-2.1 海浜・海底地形の変形を支配する要因

海 浜 ・ 海 底 地 形 変 化	漂砂 (海食作用 海底堆積)	海水運動	波 浪	風 注)	気 象	(天文学的要因, グローバル地形要因, 局地々形要因)	
					陸 地 々 形	(地殻変動, 侵食堆積作用, 人工地形)	
				水 位	潮 汐	(天文学的要因, 地形的要因, 気象的要因)	
					地 盤 変 動	(地殻変動, 地盤沈下, 人工地形)	
			海 面 変 動		(天文学的要因, 気象的要因)		
			海 底 地 形				
				潮 流	海 底 地 形		
					沿 岸 構 造 物		
			潮 汐		(天文学的要因, 地形的要因, 気象的要因)		
				沿 岸 流	陸 地 々 形	(地殻変動, 侵食堆積, 人工地形)	
			離 岸 流		海 底 地 形		
				波 浪			
			底質特性		河川流下土砂	潮 汐	
				海 底 地 形			
				河 川 流		降 雨	(気象, 陸地々形)
						地 質	(地殻変動, 侵食堆積作用, 変成作用)
						陸 地 々 形	(地殻変動, 侵食堆積作用, 人工地形)
				人 工 構 造 物			
				地 質	(地殻変動, 侵食堆積作用, 変成作用)		
				海 侵 作 用	海 岸 地 質	同 上	
波 浪							
底質篩分作用	漂 砂						
海底地形	海浜・海底変形						
地盤変動							
人為行為							

注) 多くの場合、或る海岸の波と、その地域の風とは深い関係のない場合がある。従って局地の波浪を規定するためにその局地の風を用いることは、必ずしも正しくない。

な意味を持つと思う。

これらの各要因の変動に関して、その時間的あるいは空間的スケールを概念的に示そうとしたのが 図-2.1 である。この図において (a) 図は現象の変動の平面的広がりや時間の、(b) 図は鉛直変動量と時間のスケールの範囲を、表-2.1 に示す項目のうち主要なものについて示し

たものである。例えば、波浪について考えても、単独な波形のスケール、台風等の1気象原因で生ずる波浪擾乱のスケール、更に、台風の来襲頻度、等に左右される波浪特性の年変動等、波浪現象の変動をどのようなカテゴリーで捕えるかによって、そのスケールが異って来る。このように、要因のスケールの評価は各要因の変動をどの



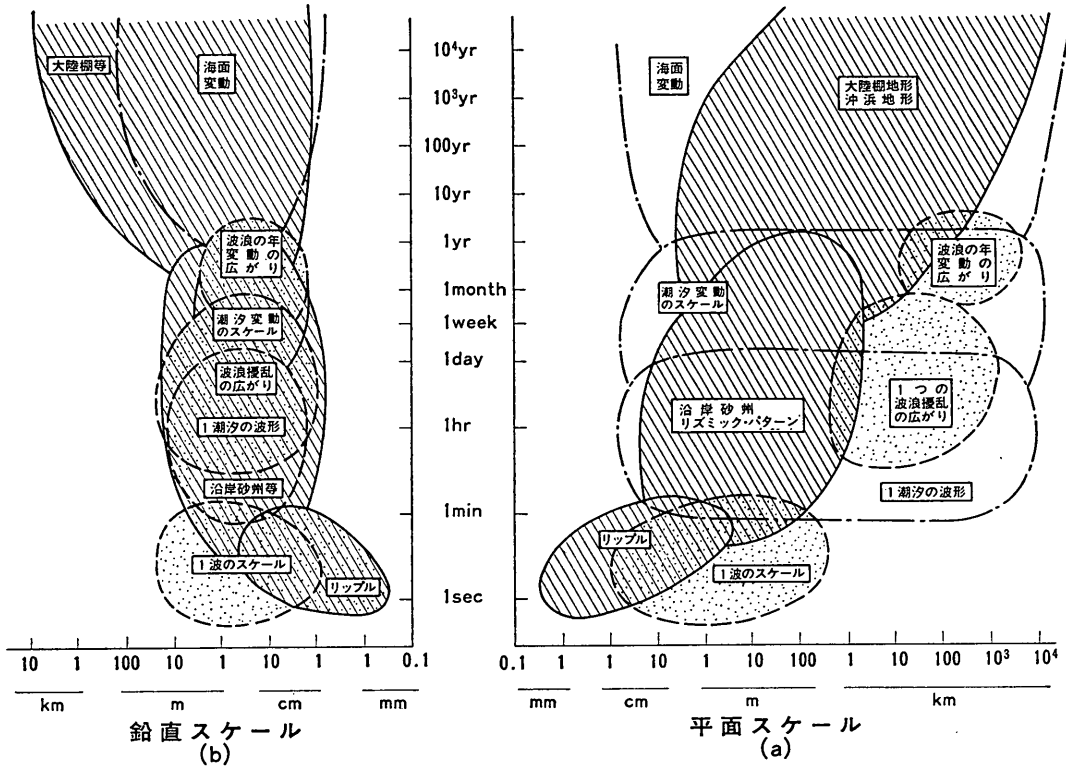


図-2.1 海浜変形を支配する要因の時間的・宇宙的スケール

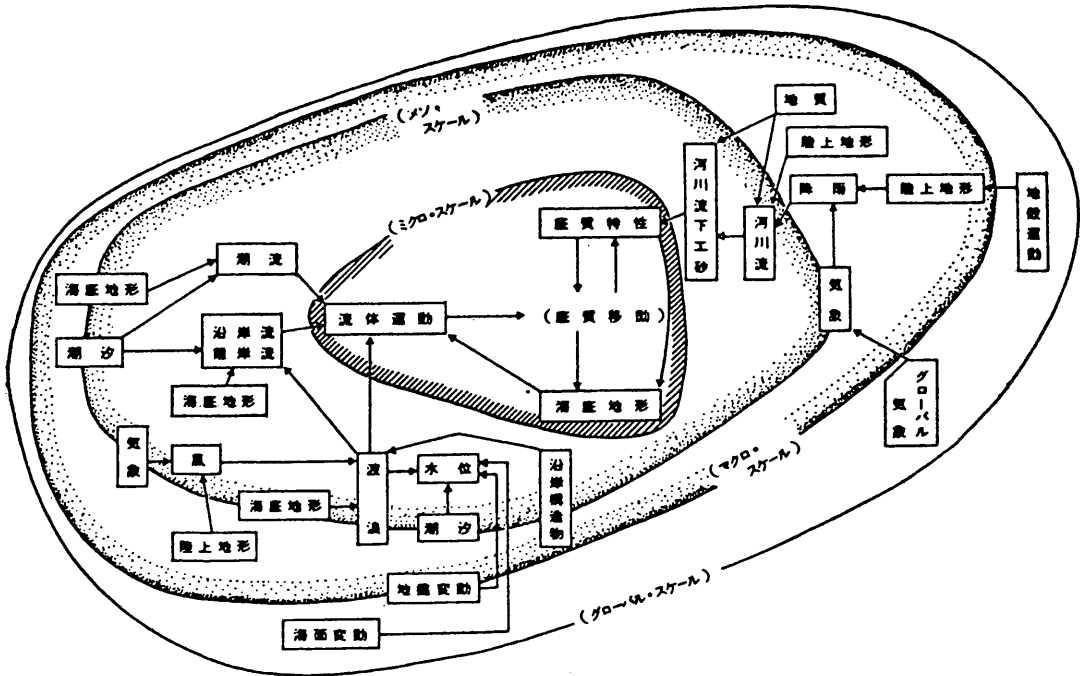


図-2.2 海浜変形を支配する要因の相互関連

ような観点で捕え、その観点の整合性を保つかと言う意味で困難な作業であるが、一応図示したような現象のスケールの認識のもとに、表-1.1 に示した各要因のつながりを図示すると 図-2.2 のように考えられよう。図中の各要因はマイクロ、メソ、マクロ、宇宙規模の4つのカテゴリーのスケールによって囲まれているが、ここに言う各スケールの概念は大略以下のとおりである。

	時間スケール	空間スケール
ミクロ	s~min	mm~cm
メソ	min~month	m~km
マクロ	month~10 <sup>2</sup> year	km~10 <sup>2</sup> km
宇宙規模	year~∞	km~∞

さて、図中に示したような各種スケールの要因に関連した全体系としての海浜変形を見る場合には、見る眼の視野と焦点の当て方の相違によって現象に対する種々の見方が生じて来る。勿論、前述したように長時間スケールの現象と言えども、短時間スケールの現象の集積として生ずる場合が多い。しかし、長時間スケールの現象は短時間には観察者の眼にはふれにくく、逆に短時間スケールの現象にとらわれることなく、1種のローパス・フィルタを通じて見る必要のある場合もある。

本論文において著者は研究技術者の一人として、物理学者のごとくミクロを偏せず、地質学者まで大スケールでない視点、すなわち図中のメソ・スケールからマクロ・スケールで現象をとらえたいと思う。

このように視点を固定したとき、海浜特性を規定する要因として以下の諸項目が特に重要ではないかと考えている。これらの項目は 図-2.2 の中において当然関連の鍵となる位置を占めているが、各々が独立しているわけではなく、これら要因の相互間にも複雑な関連が存在する。

自然現象を考える場合に“気象”の重要性は論を待たないところである。しかし、気象の中でも海浜特性に関連して特に重要な風および降水量に関しては、これらを直接取り扱うよりも、これらによって生ずる波や河川流量として取り扱う方が、直載的であろうと考えられる。したがってここでは特に気象として取り扱ってはいない。

すなわち

- a. 陸上地形
- b. 海底地形
- c. 波 浪
- d. 潮 汐

e. 地盤変動

f. 地 質

次章以下において、これら各項目の海浜特性規定上の意味と我が国における分布特性について論じたい。

### 3. 各要因の全国分布

#### 3.1 陸上地形

陸上地形は宇宙規模の大気運動との関係によって局地気象を特徴付け、降雨・風あるいは波浪等の形で海浜の特性に強く関与して来る。その主要海浜の大半が沖積作用の結果として形成された平野と海洋との境界をなしている我が国においては、山地からの土砂流出と海岸域における堆積状況の相違が海浜特性を決定していると言って良く、陸地の構造地形はこの意味でも決定的な役割を演じている。

##### (1) 我が国の構造地形の特徴

我が国はアジア・ユーラシア大陸の東縁に沿って弧状に配置された列島群の1つである。島の中心線に沿って標高 1000~3000m 級の山地が連なり、太平洋岸と日本海岸との気象の明瞭な相違の原因となっている。この山地の高度は、中部山岳地帯で最も高く、これから両側に離れると共に低くなる。

我が国の陸地構造地形は、環太平洋造山帯と呼ばれる地域の一連の火山活動とアルプス・ヒマヤラ造山帯と呼ばれる地域の大規模な褶曲作用の影響下に形成されていると言われ、その地質構造区分の大様は 図-1.1 に示したとおりである。これらの地質構造区分は通常2つのカテゴリーによって図中に示すように東北日本と西南日本および内帯と外帯に区分されている。

東北日本は環太平洋造山帯の影響が最も強く現れている地域であると言われ、第三紀および第四紀の比較的新しい地層を中心に構成され、那須・烏海・富士等の火山帯からの噴出物によって広くおおわれている。このような中であって北上山地および阿武隈山地が特異な存在であり、中世代および深成岩層を主体として構成され、むしろ西南日本内帯の地質構造に類似している。

一方、西南日本は主として深成岩類・古生層および中世層を主体とした比較的古い地層で形成され、内帯においては第三紀から第四紀に生じたと言われる地塊運動によって地形が細かく分割され、小盆地群が発達している。

アルプス・ヒマヤラ造山運動の影響が最も色濃く残されていると言われる西南日本外帯は、古生代・中世代の比較的古い地層を中心に形成され、深成岩類および火山

噴出物の分布がきわめて狭いのが特徴である。またこの地帯は破碎性地帯として知られ、群発生地帯りの多発地帯である。

(2) 地質構造と陸上地形

このような地質構造区分に対応して、各区は各々独特

な地形的特徴を持っている。すなわち、**図-3.1**に示すように東北日本においては南北に走る奥羽山脈から盤梯山・那須岳・男体山と連なる山地を主幹として東に北上および阿武隈山地、西に越後山地が並んでいる。さらにこの主幹山地から白神・大平山・下岳・飯岡および朝日山

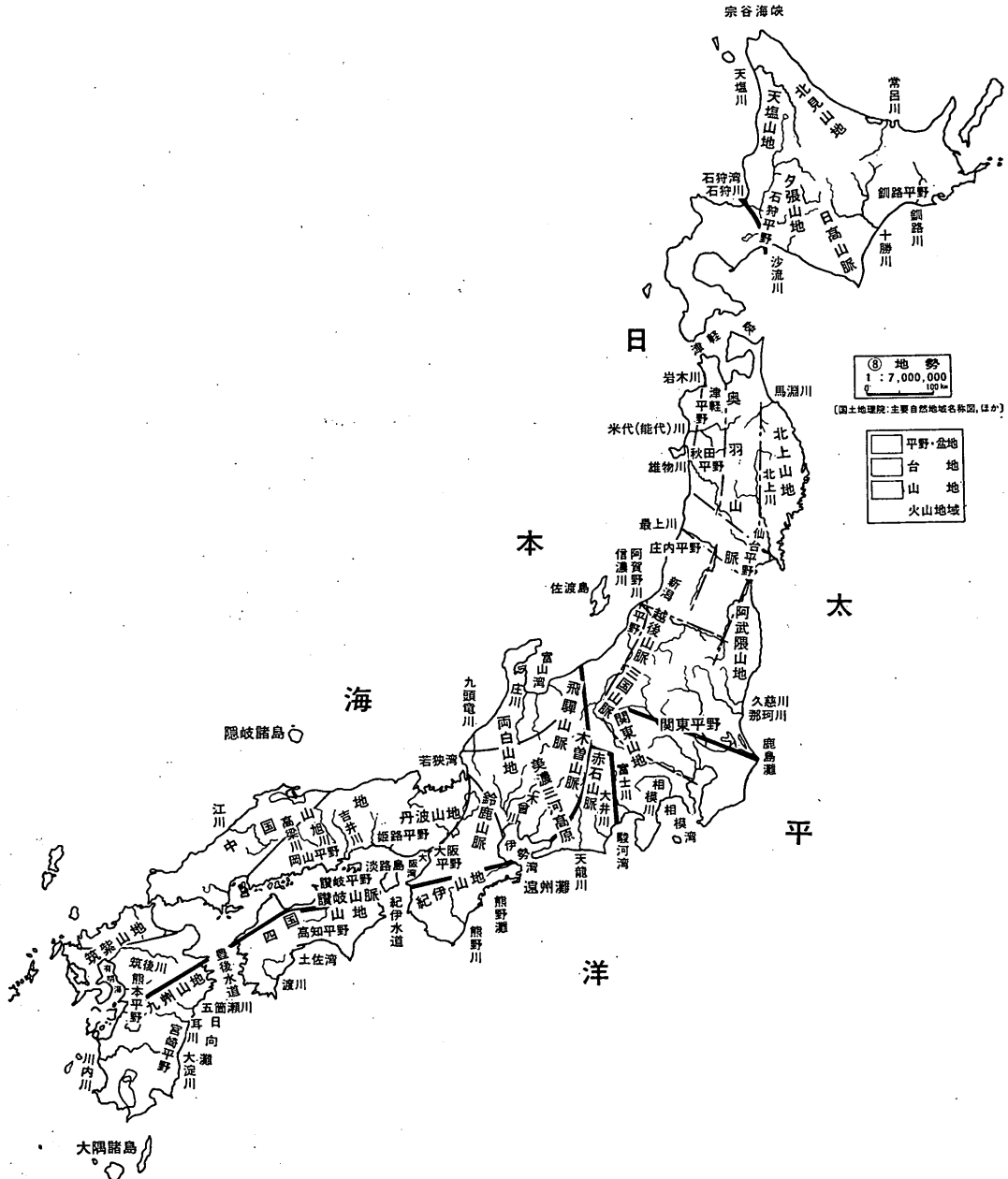


図-3.1 我が国地形の概要





漂砂および海浜特性から見た我が国海浜の地域区分

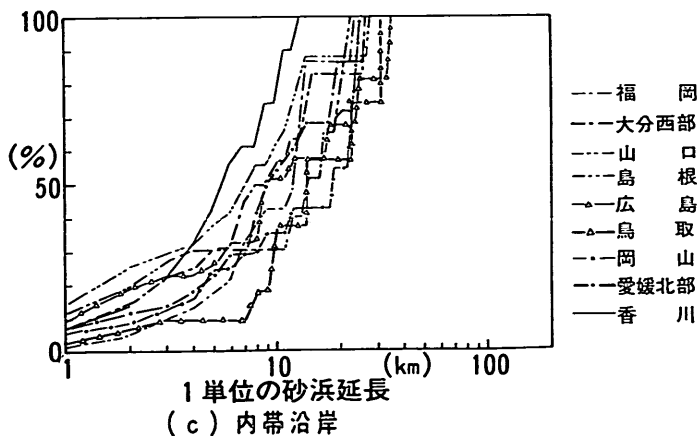
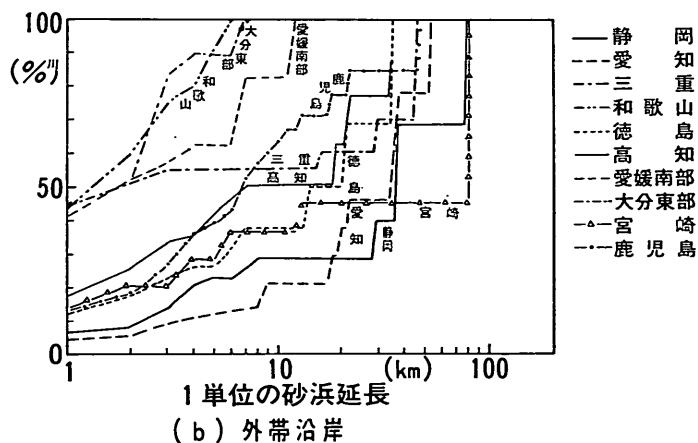
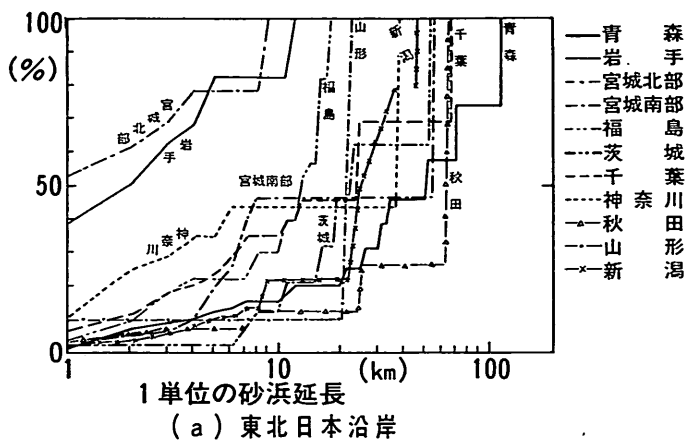


図-3.4 各地質構造区分毎の海浜の延長分布

表-3.1 ダム堆砂に見る比量

		ダム数	流域面積 (km <sup>2</sup> )	年平均堆砂量 (m <sup>3</sup> )	比流砂量 (m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /年)	
北海道	日本海岸	6	3,525.6	278,363.0	79.0	
	太平洋岸	8	3,075.8	2,403,446.3	781.4	
	北海道平均	14	6,601.4	2,681,809.3	406.2	
東北日本	日本海岸	35	61,767.5	6,061,489.8	98.1	
	太平洋岸	29	5,755.2	1,284,805.2	223.2	
	外帯	6	2,435.5	1,204,720.6	494.7	
	東北日本全域	70	69,958.2	8,551,015.6	122.2	
西南日本	内帯	富山湾岸	26	14,550.0	6,241,690.3	439.0
		北陸・山陰海岸 (富山を除く)	15	1,544.5	536,795.4	347.6
		九州日本海岸	3	67.5	24,500.4	363.2
	内帯全域		44	16,162	6,802,986.1	420.9
	外帯	本州	20	12,057.3	19,897,249.0	1,650.2
		四国	16	4,124.8	3,230,914.1	783.3
		九州	24	8,468.2	6,501,527.5	767.8
		外帯全域		60	24,650.3	29,629,690.6
	西南日本全域		104	40,812.3	36,432,676.7	892.7
	内湾	東京湾	5	1,503.1	217,827.5	144.9
伊勢湾		27	26,243.1	5,024,399.9	191.5	
瀬戸内海		18	3,208.5	1,230,910.1	383.6	
有明海		5	3,573.1	123,064.9	34.4	
内湾全域		55	34,527.8	6,596,202.4	191.0	
日本全域		243	151,899.7	54,261,704.0	357.2	

出来る。

(4) 海浜の規模(海浜の延長)の分布

海浜の延長は外力の変動等海浜特性を支配する要因の変化に対する、海浜の応答性を決める要素として注目されるべきである。延長の短かいポケット・ビーチが安定

性の高い海浜であると言われ、また、長い浜を突堤等で区切ることによって海浜が安定になると言われる。これはこれらの浜が、浜の両端にある岬や突堤によって激しい外力から防護されており、かつ底質の移動を抑止されていることに1つの大きな理由がある。これに加えて今

砂砂および海浜特性から見た我が国海浜の地域区分

砂量の分布 (花籠<sup>19)</sup>のデータによる)

対象水系名 (ダム名)

石狩川 (古川・桂沢・野花南・鷹泊・千歳第3・千歳第4)
十勝川 (糖平・元小屋・活込・岩松), 沙流川 (岩知志), 新冠川 (岩清水), 鶴川 (双珠別), 幌満川 (幌満川第3)
岩木川 (日屋・沖浦), 米代川 (萩形), 雄物川 (鎧畑・皆瀬), 最上川 (上郷・菅野・木地山), 赤川 (荒沢・八久和), 荒川 (赤芝), 阿賀野川 (豊実・鹿頼・旭・富川・奥只見・田子倉・大島・滝・本名・上田・柳津・片岡・新郷・山郷・上野尻), 信濃川 (黒又第1・黒又第2・笠堀・黒又・齋神・平・水内・笠平・小田郷)
北上川 (石淵・田瀬・花山・栗駒・鳴子), 名取川 (大倉), 鮫川 (高柴), 利根川 (黒部・中岩・七呂部・西古屋・逆川・小網・五十里・品木・平出・中之条・中木・大津・白砂川・鍛冶屋沢・檜俣・小森・藤原・相俣・藪原)
相模川 (相模・沼本・通志), 富士川 (西山・小樺・柿元)
(但し外帯を除くと 108.8 m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /年)
黒部川 (黒部・仙人谷・小屋平・犀川), 神通川 (神通川第1・神通川第2・菅沼・若土・八尾・角川・坂上・打保・新猪谷・浅井田), 常願寺川 (有降・祐延・小俣), 庄川 (小原・成出・祖山・利賀・小牧・御母衣・鳩ヶ谷・椿原・大白川)
十頭竜 (笹生川), 由良川 (大野), 日置川 (殿山), 天神川 (中津), 千代川 (三竜・茗荷谷), 神戸川 (米島), 江川 (八戸・浜原・高暮・沓ヶ原), . . . (浜田), 周布川 (周布川・長見), 三隅川 (木都賀)
遠賀川 (黒川), 喜瀬川 (北山), 有田川 (有田)
(但し富山湾を除くと 348.2 m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /年) (但し富山湾岸河川と九頭竜川を除くと 288.3 m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /年)
大井川 (田代・畑薙第1・畑薙第2・井川・奥泉・大井川・寸又川・千頭・大間・境川・笠間川), 天竜川 (高遠川・岩倉・平岡・奏岡・美和・佐久間), 新宮川 (三津野)
那賀川 (長安田・川田・追立・大美谷), 吉野川 (宮川内・名頃・松尾川・大森川・長沢・大橋・穴内・別子), 仁淀川 (筏津・面河), 四万十川 (初瀬・津賀)
五瀬川 (北川・桑野内・星山・芋洗谷), 耳川 (上椎葉・岩屋戸・塚原・山須原・諸塚), 小丸川 (松尾・渡川・戸崎・川原), 一ツ瀬川 (立花・寒川・一ツ瀬・杉安), 大淀川 (大淀川第1・高岡・古賀根橋・緩南・緩北), 川内川 (鶴田・川内川第2)
(東北日本外帯を含むと 1138.4 m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /年)
荒川 (二瀬・大洞・玉淀), 多摩川 (小河内・白丸)
木曾川 (三浦・王滝川・牧尾・常盤・山口・読書・朝日・秋神・久々野・東上田・西村・下原・川辺・落合・大井・笠置・兼山・今渡・丸山), 揖斐川 (横山・西平・久瀬・神ヶ岳), 豊川 (辛連), 矢作川 (羽布・黒田・越戸)
加古川 (鴨川), 武庫川 (千莉), 吉井川 (恩原), 旭川 (湯原・旭川), 高梁川 (河本・小坂部・旁秋川), 大田川 (鶴溜・王泊・立岩・檜床・辛賀), 佐波川 (佐波川), 国領川 (鹿森), 脩川 (鹿野川), 大分川 (芹川)
六角川 (岸川), 球磨川 (市房・瀬戸石・荒瀬・日水滝)

1つの大きな理由は、これらの砂浜は波向等の変動に対して容易に回答し、小さい変化でより安定な地形を取り得ることにある。

図-3.4 (a)~(c) は砂浜延長の加積曲線を示すものであり、横軸には1単位 (岩場等で途切れることなく、連

続している一連の海浜) の海浜の延長を示し、縦軸にはその海浜延長以下の延長を有する海浜延長和の総延長に対する百分比が示されている。(2県にまたがって広がる砂浜はどちらかの一方の県に含まれる) (a) 図には図-1.1 に示した我が国の地質構造区分の東北日本に該当す



る地域が、(b) 図には同じく外帯に該当する地域、また (c) 図には内帯に該当する地域が集められている。(a) 図における宮城県北部・岩手県 (b) 図における和歌山県・大分県東部・三重県および愛媛県南部、すなわち、これら出入りの複雑なリヤス式海岸においては、当然なことながら延長の短い海浜が多く、延長 1km 未満のポケット・ビーチが、全砂浜延長の 50% 弱に達している。これらの海岸を除くと、海浜延長の分布は各地質構造区分に応じて各々特徴を持っている。まず東北日本においては延長の短い砂浜の占める割合が低く、延長が数十 km の大規模砂浜が、総延長の多くの部分を占めている。外帯地域においては短い砂浜の出現率、長い砂浜の占める割合共に比較的高く、種々の規模の砂浜が比較的一様に存在している。内帯地域においては、短い砂浜の出現率が高く、最大規模の砂浜でも高々 20~30km の延長を有するにすぎない。

このように海浜の規模の分布は、地質構造区分と深い対応関係を有しているが、これは海浜がその背後に発達する平野と海との境界として存在することを考え、かつ我が国の平野の分布と地質構造区分との深い関係を考え合せると当然な結果であると言って良い。

### 3.2 海底地形

#### (1) 海底地形と海浜特性

海浜の特性に関連して海底地形を考える場合、2つの観点が存在する。その第1は海浜の特性に強く影響を与える海水流動場（特に波浪場）の境界条件として海底地形を見る場合であり、第2は沿岸における諸現象の痕跡として海底地形を見る場合である。

第1の観点においては、第1義的には波浪が海底の影響を受けて、屈折や海底摩擦による波高減衰等を生ずる範囲、すなわち、一般には大陸棚の海底地形を考えるのが普通であろう。また近年は、海浜流系の発生との関連において長周期の波浪成分の海岸での反射共振の境界条件として、水深 -10m 程度以浅における海底地形の重要性が指摘されている。

第2の観点においては、沿岸の諸現象によって有意に海底地形が変形を受ける地域が考慮の対象となる。このような地域は海底地形学の分野では、海浜の断面形の変形の議論から wave base と呼ばれ、茂木によるとほぼ水深 -10~-15m 程度であろうと指摘されている<sup>14)</sup>。一方海岸工学の分野では、底質の移動に着目して各種の移動限界水深が提唱されている。図-3.5 は、海底々質粒径を、 $d_{50}=0.2\text{mm}$ 、沖波々高  $H_{1/3}=3.0\text{m}$  および 6.0

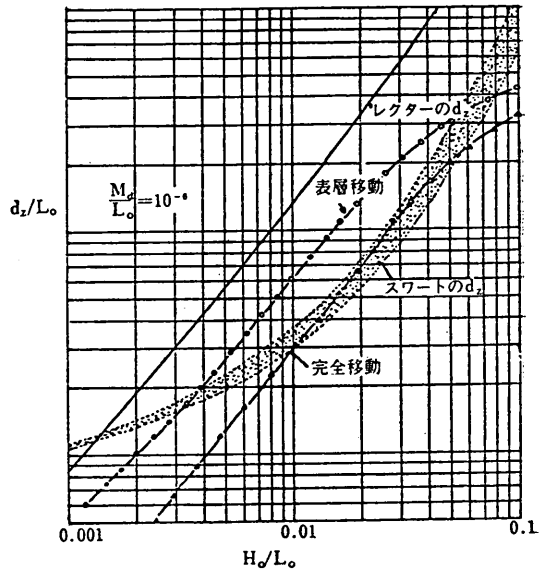


図-3.5 底質の移動限界水深の一例 ( $d_{50}=0.2\text{mm}$ ,  $H_{1/3}=3.0\text{m}$  および 6.0m の場合)

m とした場合に有意な地形変化が生ずると考えられる水深を示すものであるが、これによっても、ほぼ水深 -15~-20m 以浅を考えれば良いことがわかる。

#### (2) 沖合の海底地形

図-3.6 は海岸の汀線から水深 -30, -50 および -100m 等深線までの距離の分布を示している。図においてグラフのピークは、この地点で海底勾配が緩やかであることを示すものであるが、グラフのこのようなピーク点はほとんど大規模な平野と対応し、その前面沖合に発達している。逆に岩質の海岸の沖合いでは等深線が海岸に迫り、急勾配となっている。この事実は、水深 -100m 程度までの海底地形が或る地質年代において平野の形成と同一の営力によって、平野の一部として形成されていることを示すものと考えられるであろう。従って、海浜特性に影響し得る程度の沖合の海底地形もまた、地質構造区分と深い関係を有していると言える訳で、事実海底勾配の緩やかな地域は、仙台湾沖、東海村・鹿島灘沖、秋田沖、新潟沖、さらに八戸・小川原沖等、東北日本に集中し、逆に外帯沿岸では比較的急勾配になっている。

沖合海底の地形が海浜の特性に与える影響の最も顕著なものは、沖合の地形の相違によって沖波の変形の状況が異なり、その結果海浜に作用する波浪特性が異って来ることによって生じて来る。図-3.7 は海底摩擦による

漂砂および海浜特性から見た我が国海浜の地域区分

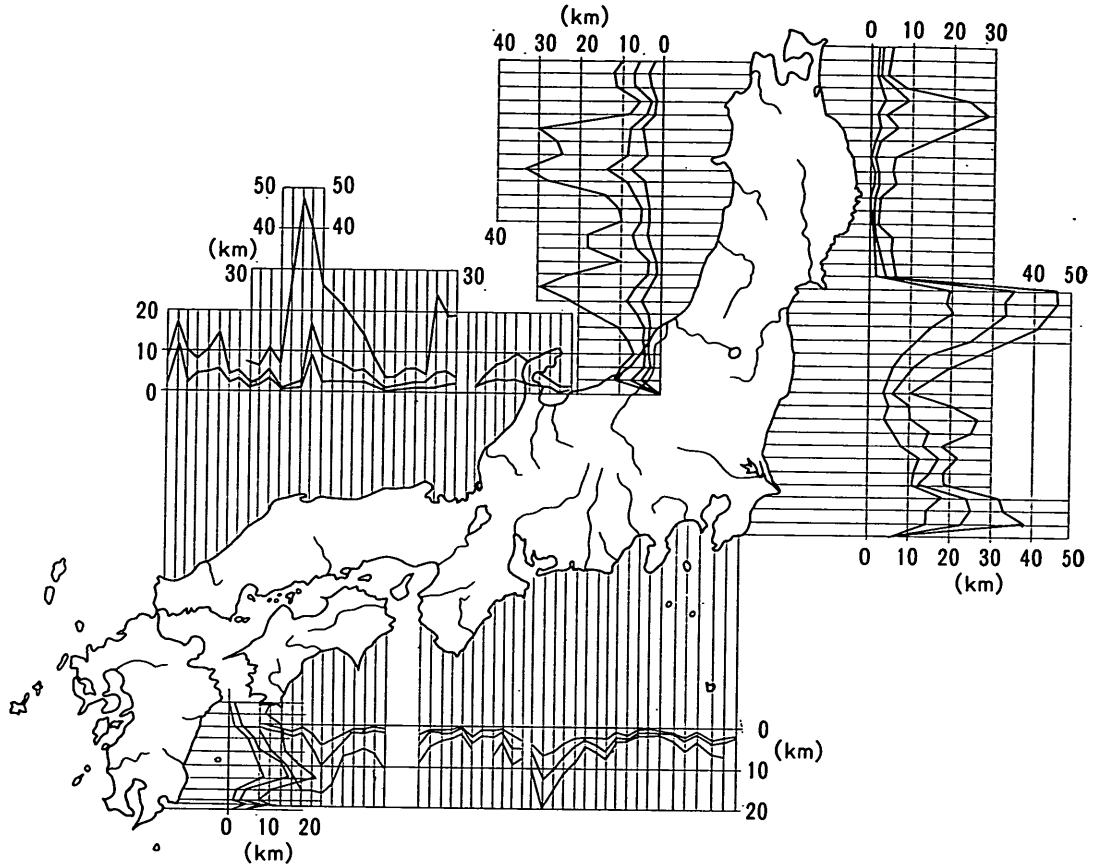


図-3.6 海岸線から水深 -30m, -50m および水深 -100m までの距離の分布

波高の減衰量に対する海底勾配の効果を示すものである。図の縦軸は沖波々高を 3m, 海底摩擦係数  $f$  を 0.01 とした場合の、深海から水深 -5m に至る間の海底摩擦による波高減少量（浅水変形量を差引いた純粋に摩擦による減衰量）と沖波々高との比を示し、横軸は海底の平均勾配である。パラメーターには、波の周期が取られている。周期の右に括弧中に示した数字は、その周期の波に対して海底摩擦が効き始める水深、すなわち沖波々長の  $1/2$  に相当する水深を示す。海底摩擦による減衰量は、Bretschneider & Reid の公式を用い  $\Delta x$  を水深変化 5m に対応する距離、すなわち  $5 \cot \beta$  として求めた。これによると海底勾配が  $1/100$  より急な海岸においては、海底摩擦による波高減衰量は高々沖波々高の 1 割程度である。しかし、これより緩勾配になると長周期の波では海底摩擦による波高減衰量は相当量にのぼる。例えば最も緩勾配の仙台海岸の場合、水深 -100m までの

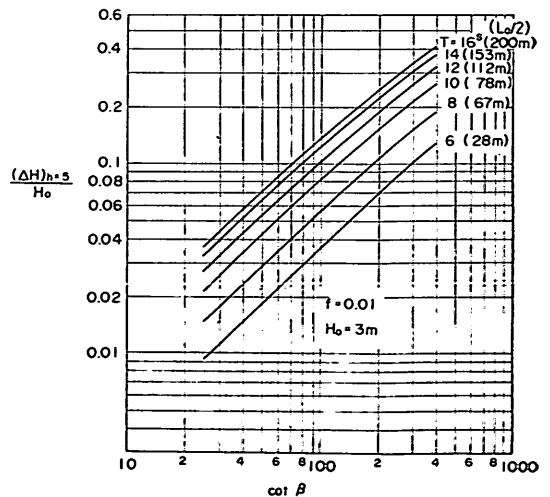


図-3.7 海底摩擦による波高減衰量の試算例 ( $f=0.01$  沖波々高 3m の場合)

平均勾配は 1/450 程度になり、沖波々高 3m、周期 12 sec の波は水深 -5m に達するまでに、海底摩擦のためにはほぼ 3 割強減衰することが明らかであり、急勾配の海岸に比べると海浜に作用する波高は相当異なることになる。

(3) 沿岸砂州の特性の分布

我が国における浅海部の海底の断面形を、茂木は 図-3.8 のように分類し、その全国分布を示している<sup>15)</sup>。茂

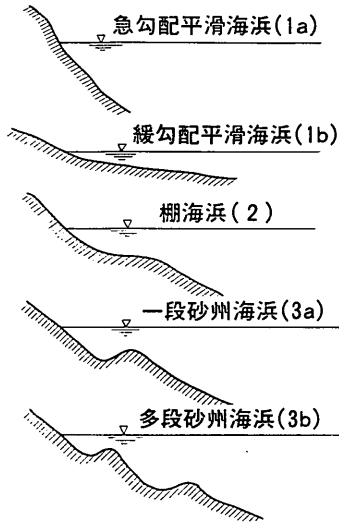


図-3.8 茂木による海浜断面形状の分類<sup>15)</sup>

木の分類に従って、著者等のデータに基づいて海浜の断面形状を分類し、その分布を示すと 図-3.9 のとおりである。図において海浜型の表示を四角枠で囲んだ海岸は、著者のデータによって茂木のデータを確認した海岸であることを意味する。また海浜型の表示を括弧で囲んだのは、著者が茂木の分類を変更した海岸であり、唯海浜型の表示を示した海岸については著者はデータを持たず、茂木の分類をそのまま引用したものである。

仙台湾沿岸は茂木によるとその両端部で 1b 型、中央部で 2 型となっているが、今回の分類では南端の相馬港近辺を除いて 3a 型と分類している。著者がかつて報告しているように<sup>16)</sup>、この海岸における沿岸砂州は比高の小さなものであり、かつ特異な変形の仕方を示す傾向がある。このため、測量時期によっては、1b 型あるいは 2 型を示すのは事実である。

遠州灘海岸および日向灘海岸に関しては、茂木の分類では多段砂州の 3b 型となっているが、著者の有するデータでは 2 段砂州は見受けられず、一段砂州型 3a と分

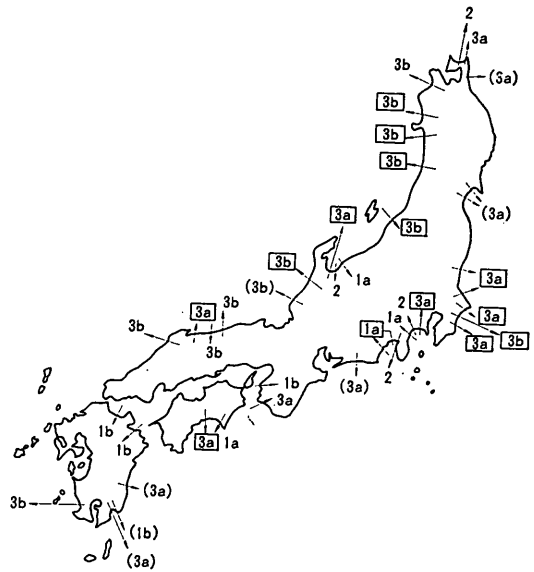


図-3.9 我が国における海浜断面型の分布 (茂木<sup>15)</sup>の図に一部修正を加えた)

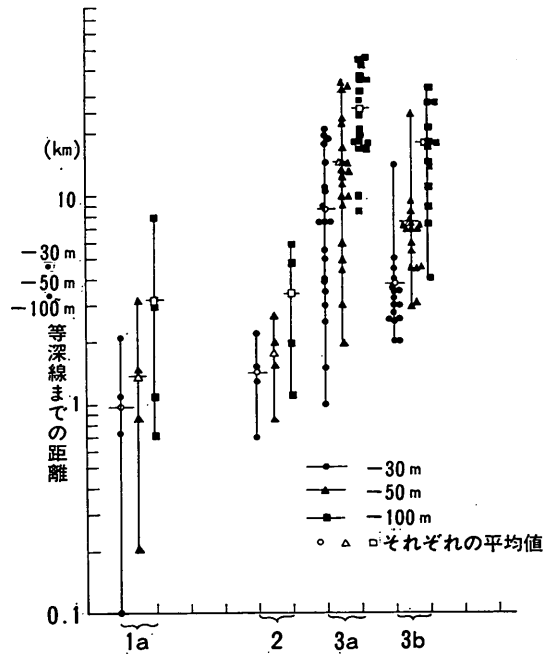


図-3.10 海浜の断面型と沖合海底勾配との関係

類した。

小川原海岸、福井海岸、志布志湾については茂木の分類はなく、著者が追加したものである。

その他の多くの地域については、著者の分類と茂木の

漂砂および海浜特性から見た我が国海浜の地域区分

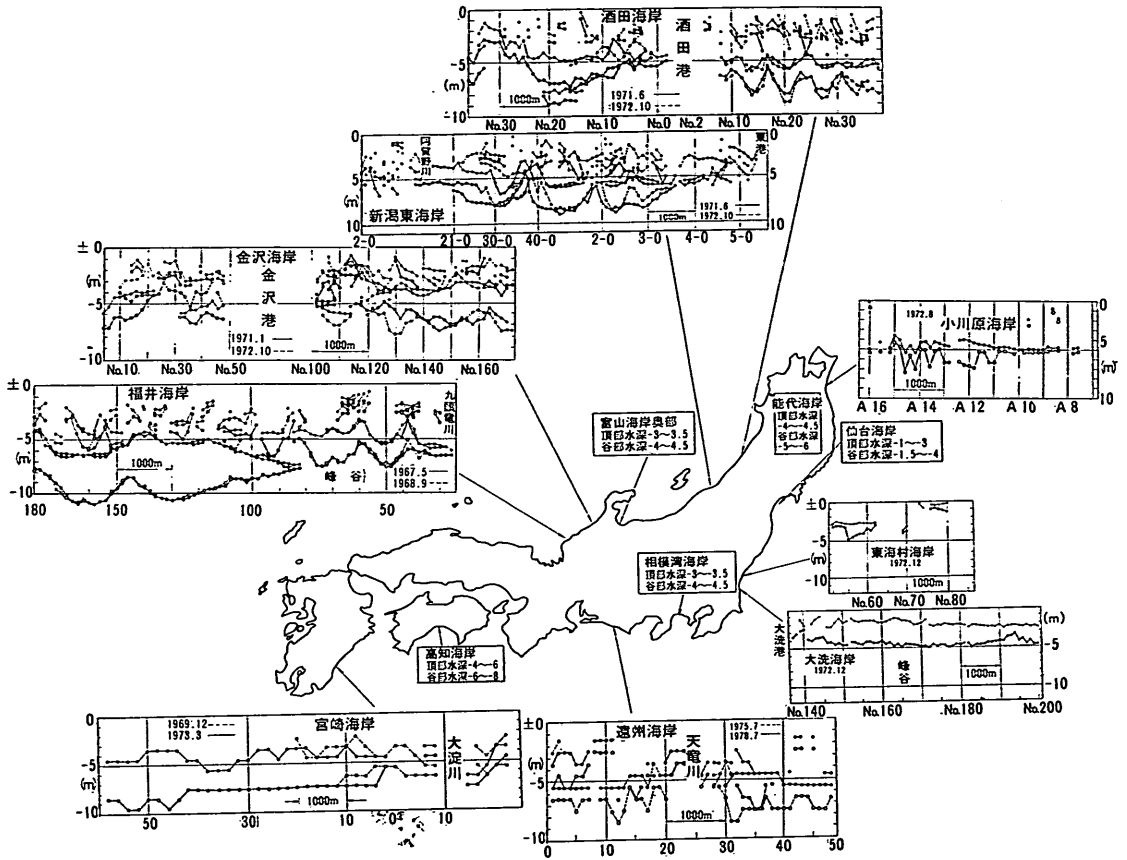


図-3.11 我が国主要海岸における沿岸砂州の頂部水深と谷部水深の分布

それとは良く一致している。しかしながら、これらの分類はいわゆる一般の深淺測量の成果を基本データとした分類であり、研究目的を持って行われたより詳細な測量を見ると、太平洋岸の1段砂州型 3a と分類された海岸であっても、海岸に極く近い最終碎波点近くの部分に小規模な砂州が認められる場合がある<sup>17),18)</sup>。従って、1段砂州型 3a と多段砂州型 3b の区分がどこまで有意であるのかについては疑問の残されるところである。

ともあれ、この図によって明らかなように、太平洋岸の海岸では九十九里海岸を除いて 3b の現われる場所は無く、1列の砂州が見られる 3a 型が多く、一方日本海岸では 3a 型は富山湾西部および弓ヶ浜のように、外洋の波から地形的に多少防護された地域のみを生じており、他の地域には 3b 型が多く現われている。

また急斜海岸 1a は外帯および富山湾東部等に見られ、地域的には後述する隣浜海岸の現われる地域と良く一致しており、ここにもまた陸上地形と海底地形の深い関連

性を見ることが出来る。

図-3.10 は、各海浜型の発生する地域の沖合の海底勾配の関係を示すもので、海底勾配は水深 -30、-50 および -100m 等深線までの距離で示されている。当然予想されるように急斜海岸は沖合が急勾配は地域に発生しやすく、次いで棚状海岸、バー海岸と勾配が緩やかになる。3a 型と 3b 型海岸については、前述したように太平洋岸と日本海岸とへ発生地域がかたよっており、これを反映して、太平洋岸に主として分布する 3a 型については、沖合海底勾配は広い範囲の値を取る傾向を有し、平均的には 3a 型の方が緩勾配である。したがってこの傾向は、勾配が緩やかだから 3a 型になると単純に解釈するには問題があり、波浪特性との関連で議論されるべきであろう。

図-3.11 は、主要海浜における沿岸砂州の頂部および谷部の水深の沿岸方向の分布を示している。またこのような図に示すデータの得られていない海岸について

表-3.2 沿岸砂州の頂部水深、比高と海浜諸特性の関連

	水深 (m)		比高	砂州の沖合底勾配	エネルギー波		底質粒径	備考
	頂部	谷部			波高	周期		
小川原海岸	-4~-5	-5~-7	1~3	1/50~ 1/70	1.25	8.5	0.3~0.4	
大洗海岸	-1.5~- -2.5	-3.5~- -5	2~3	1/180~ 1/200	1.25	7.5	0.2~0.3	
遠州灘海岸	-2.5~- -5.5	-3.5~- -8.5	1~4	1/90~ 1/100	1.75	7.5	0.2	波の諸元は波浮の値を取った
高知海岸	-4~-6	-6~-8	≒2				3.0	
宮崎海岸	-3.5~- -5.5	-5.5~- -9.5	2~5	1/150~ 1/200	1.75	7.5	0.5~1.0	
酒田海岸	-4~-6	-5~-9	1~3	1/90~ 1/130	2.75	7.5	0.4~2.0	
新潟海岸	-4~-6	-5~-9	1~3	1/95~ 1/135			0.3	
金沢海岸	-3~-6	-4~- -7.5	1~3.5	1/120~ 1/130	3.75	8.5	0.3~0.4	
福井海岸	-4~- -6.5	-5~- -11	1.5~5	1/40~ 1/70	3.75	8.5	0.3~0.6	波の諸元は金沢と同じとした
	(m)	(m)	(m)		(m)	(s)	粒径は前浜の粒径である (mm)	

は、砂州の頂部と谷部の水深範囲の概略値が示されている。

図によると日本海岸と太平洋岸とでは、沿岸砂州の特性の分布に大きい相違が見られる。すなわち前者では、沿岸方向に 500~1000m の波長で特に谷部の水深、および沿岸砂州の比高（頂部と谷部の水深差）の変化に周期性が顕著である。

周期的変化を示しつつ連らなつた沖の大きい砂州の岸側に、切れ切れの小規模な砂州が分布しているが、後者の太平洋岸の海岸では砂州は一段であり、しかもその特性の沿岸方向の変化は少なく、一樣な砂州が長く連続して分布している。

沿岸砂州の規模の最も大きいのは福井海岸の西部である。ここでは谷部の水深は -11m にも達し、その比高は 5m 前後にも達する。金沢海岸の砂州も大規模であり、比高は 3~3.5m 程度になる。この海岸の場合、砂州の頂部水深は -3~-4m であり、日本海岸の中では最も浅いのが目立っている。新潟海岸と酒田海岸では、砂州の頂部水深、比高共にほぼ同程度の値を持っている。

一方太平洋岸では、鹿島、東海村海岸で砂州の頂部、谷部の水深が浅いのが目立っているが、比高についてはこの海岸が特に小さい訳ではなく、2.5~3m 程度の値である。小川原海岸では、図示する範囲の北部 2km 程度の位置を除いて、砂州の規模は極端に小さくなる。

表-3.2 は、これらの海岸の砂州の頂部、谷部の水深および比高に対して砂州の沖合 -20m 程度までの海底勾配、後述するエネルギーピークの波の波高と周期、および前浜の底質粒度を示している。これによると、太平洋岸と日本海岸の間の大きな差は、エネルギーピークの波高に見られ、これが砂州型の 1 段砂州型と 2 段砂州型の相違を生んでいる大きい理由であるように見うけられる。今一つ太平洋岸と日本海岸の相違として潮位偏差の大きい相違が考えられねばならないであろう。特に前浜に近い水深の浅い部分では、大きい潮位偏差のために砂州が形成のされにくいのではないかと考えられる。しかし、著者等<sup>10)</sup>観測においても、また佐々木<sup>15)</sup>の観測においても、潮位の変化によって前浜に生ずる小砂州が著しく消長する傾向は見出されていない。

砂州の頂部水深が他に比べて浅い太平洋岸の大洗海岸と、日本海岸の金沢海岸を見ると、いずれも砂州沖合の海底勾配が他の海岸に比べて緩やかであることがわかる。逆にこの勾配が 1/40~1/70 と急な福井海岸で頂部・谷部の水深が深く、太平洋岸で急勾配の小川原海岸でも、波の諸元がほぼ同じ大洗海岸より砂州の頂部水深、谷部水深共に深くなっている。

### 3.3 海浜地形

海浜地形のうち、特に浜部の形状は、主たる外力である波浪条件の変化に応じて刻々と変化している。従って或る海浜の地形的特徴を表現する指標として何が適当で

砂砂および海浜特性から見た我が国海浜の地域区分

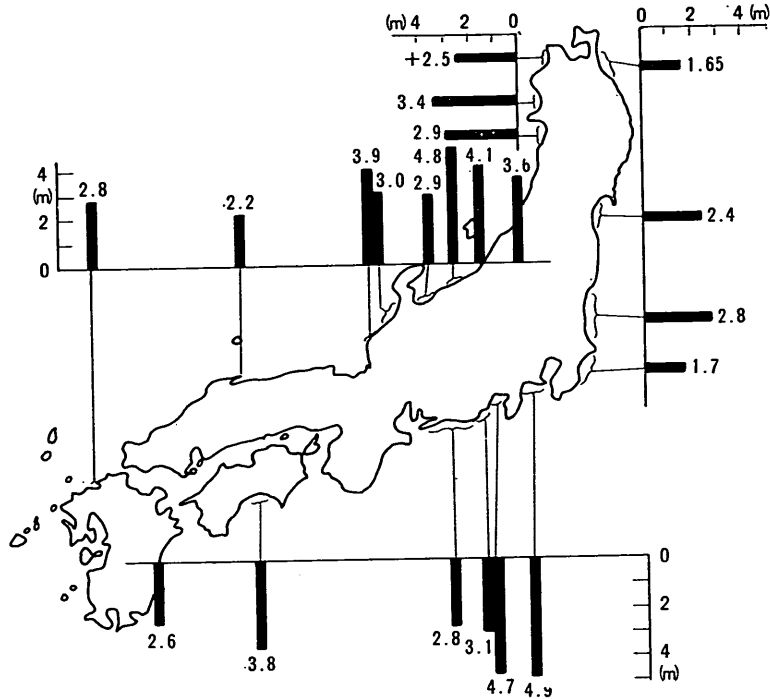


図-3.12 さく望平均満潮面上の後浜高の分布

あるかは難しい問題であり、種々議論のあるところであろう。例えば、前浜勾配は浜の地形にとって重要な要素ではあるが、その変化はあまりにも激しすぎ、ある海浜の地域的特徴を表わす指標としては不適當である。

そこで本文では、浜上に植物が生育する下限を後浜の高さと定義し、これをその海浜の地域性を表わす指標としてその分布を検討した。図-3.12 はその結果を示しているが、資料の整理に際して、前に定義した植物の育成限界点の海側に、育成限界点より標高の高い点が存在する場合には、この点の高さを後浜高とした。また、生成限界が浜崖の上にある場合には、実際の後浜高さはより低い点にあるものと考え、この点のデータは無視している。

これによると、太平洋岸、日本海岸共に南北から本州の中央部に向かって後浜高が増し、太平洋岸では駿河湾、相模湾岸がピークとなり、日本海岸では直江津、柏崎近辺で後浜が最も高くなる。

図-3.13 は、図-3.12 に示されたさく望平均満潮面上の後浜高と、沖の海底勾配（水深 -30m までの距離で示されている）との関係を示している。これによると、沖合海底勾配が急な地域程、後浜高が高くなる傾向を見

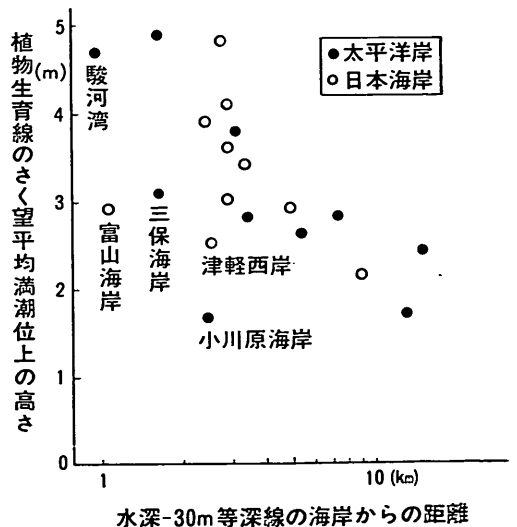


図-3.13 さく望平均満潮面上の後浜高と沖合海底勾配との関係

ることが出来る。

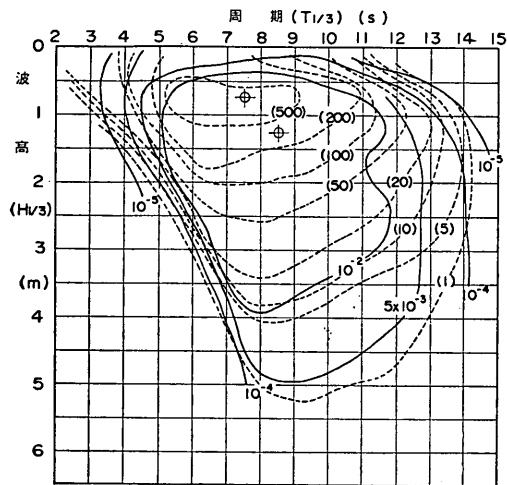
3.4 波浪特性

我が国沿岸の異常波浪の特性に関しては、港湾構造物

等の設計波の検討の目的で多くの研究がなされ、その全国分布についても相当に明らかにされている<sup>19)</sup>。しかし通常波浪の特性の分布に関する調査研究には見るべきものがなく、燈台における目視観測結果に基づいた議論が散見される程度である。現在異常波浪の特性の議論がほとんど推算された波浪情報に基づいて行われているのに対して、通常時波浪の特性の議論は推算の頻雑さと、精度を考えると波浪の実測値に基づかなければ意味がなく、統一された計器と測定条件で実測された、波浪情報

の蓄積が十分なかったことに由来しているものと思われる。

しかしながら、港湾局が鋭意進めて来た沿岸波浪観測網の展開も過去5か年程で著しく充実し、多くの地点で年間測得率が95%を越える観測資料が数年にわたって蓄積されるに至っている。ここに取り上げるのは、港湾技研資料<sup>20), 21)</sup>として毎年刊行される沿岸波浪観測年報のうち、超音波々高計による観測が3年以上継続した地点の資料に基づいた若干の検討結果である。



小川原 (水深-49m)  
 波高・周期相関係数; 0.358  
 測得率  
 頻度ピーク波;  $H=0.75\text{m}$ ,  $T=7.5\text{s}$  '74; 90.69%  
 エネルギーピーク波;  $H=1.25\text{m}$ ,  $T=8.5\text{s}$  '75; 94.32%  
 '76; 98.91%

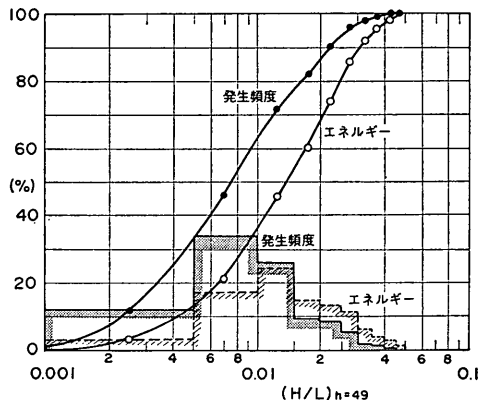
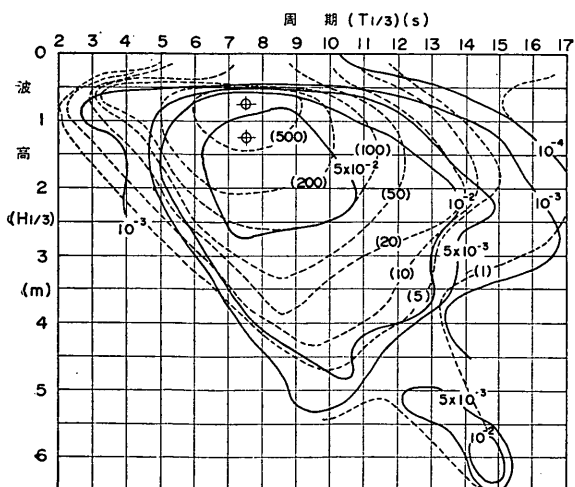


図-3.14 (a) 小川原海岸沖の波浪特性



鹿島 (水深-21m)  
 波高・周期相関係数; 0.283  
 測得率  
 頻度ピーク波;  $H=0.75\text{m}$ ,  $T=7.5\text{s}$  '74; 90.16%  
 エネルギーピーク波;  $H=1.25\text{m}$ ,  $T=7.5\text{s}$  '75; 85.02%  
 '76; 87.41%  
 '77; 75.53%

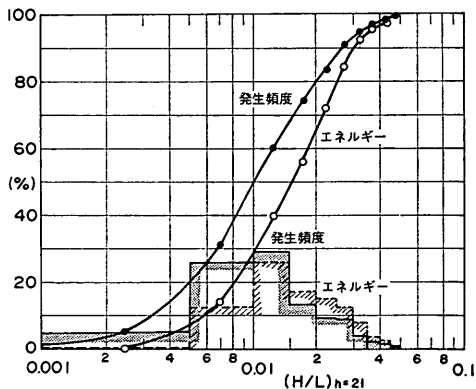


図-3.14 (b) 鹿島海岸沖の波浪特性

漂砂および海浜特性から見た我が国海浜の地域区分

図-3.14 (a)~(h) は、我が国沿岸 8 地点における波浪特性の分布を示すものである。各地点毎に 2 枚のグラフが示されている。左側のグラフ中の点線は、有義波高と周期の結合発生頻度を示しているが、括弧中の数字の表示は、パーセント表示の発生頻度の百倍、すなわち 5% の発生率の場合に、500、0.5% の場合に 50 と表示されている。左側のグラフ中の実線は、或る波高 ( $H_{1/3}$ ) と周期 ( $T_{1/3}$ ) の組合せに対して深海波を仮定した場合の波の輸送エネルギーとその波高と周期の組合せの発生

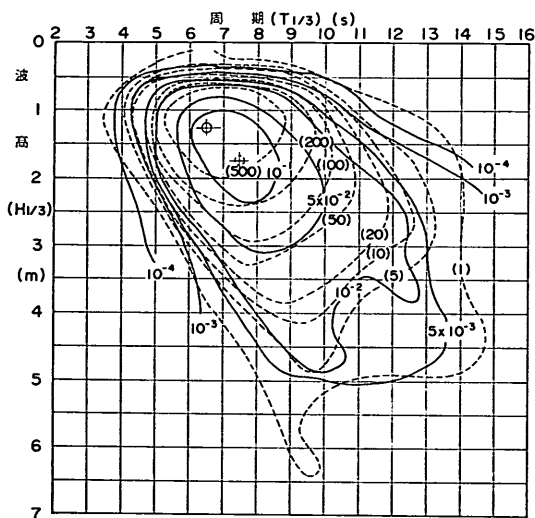
頻度 ( $p$ ) の積、すなわち

$$(nCE)p = \frac{1}{2}(1.56T_{1/3}) \left( \frac{1}{8}w_0H_{1/3}^2 \right) \cdot p$$

$$= 0.1T_{1/3} \cdot H_{1/3}^2 \cdot p \quad (\text{t}\cdot\text{m}/\text{m}/\text{s})$$

の値が表示されている。図中の丸印は発生頻度の最も高い点、およびエネルギーの最も高い点を示している。

右側のグラフは波高計の設置地点の有義波に対する波形勾配の累積発生頻度を示すもので、黒丸は単純な発生



波浮 (水深-50m)  
 波高・周期相関係数: 0.387  
 頻度ピーク波:  $H=1.25\text{m}$ ,  $T=6.7\text{s}$   
 エネルギーピーク波:  $H=1.75\text{m}$ ,  $T=7.8\text{s}$

測得率  
 '74: 66.44%  
 '75: 97.15%  
 '76: 89.12%  
 '77: 94.57%  
 '78: 92.4%

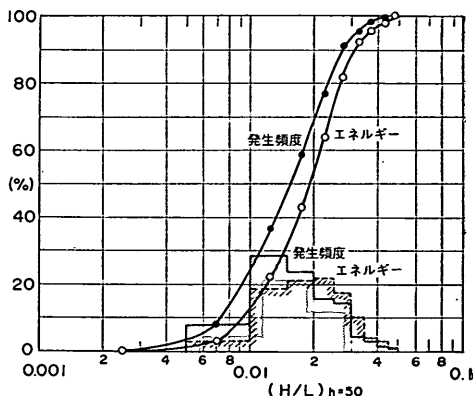
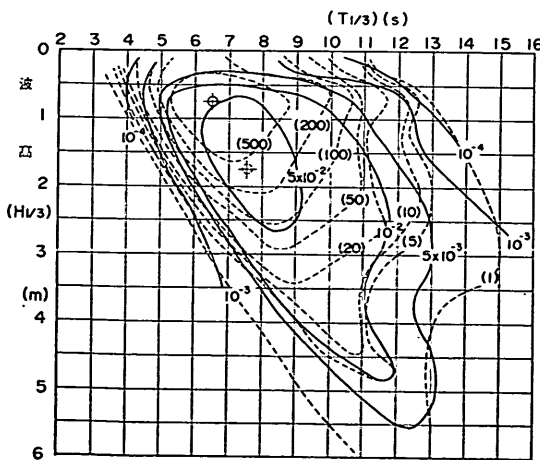


図-3.14 (c) 波浮港の波浪特性



油津 (水深-50m)  
 波高・周期相関係数: 0.451  
 頻度ピーク波:  $H=0.75\text{m}$ ,  $T=6.5\text{s}$   
 エネルギーピーク波:  $H=1.75\text{m}$ ,  $T=7.5\text{s}$

測得率  
 '70: 81.51%  
 '71: 99.9%  
 '72: 99.7%

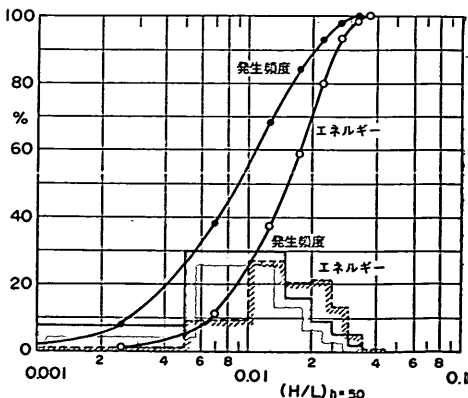


図-3.14 (d) 油津港沖の波浪特性





漂砂および海浜特性から見た我が国海浜の地域区分

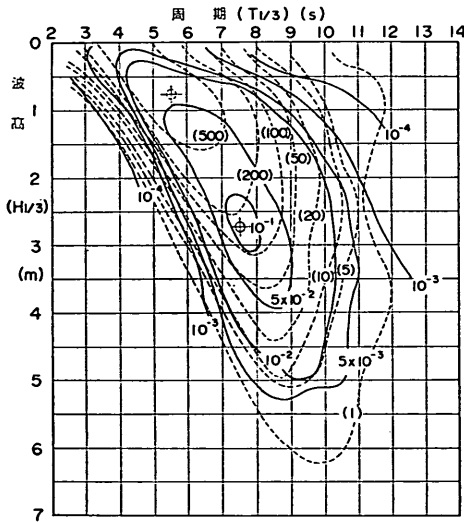
右側のグラフで波形勾配を見ると、発生頻度 50% の波形勾配は日本海岸で 0.016~0.017 であるのに対し、太平洋では波浮を除いて 0.01 以下である。

今一つ日本海岸と太平洋岸との顕著な相異は、日本海岸では発生頻度ピークの波の波高とエネルギーピーク波高との間に大きな差があり、前者が 1m 未満で太平洋岸のそれに比べて小さいのに対して、後者は 2.5~3.75 m にも達し、太平洋岸のそれより相当大きくなることである。

構造物の設計において考慮されるような異常時の波に関しては、日本海岸と太平洋岸の間にさ程大きな差異は

なく、防波堤の設計波を見ると太平洋岸の方がむしろ大きい。しかし、0.05% の発生頻度を持つ波高の最大値は日本海岸で 6m 前後であるのに反して、太平洋岸では 4m 前後となる。

このように、数年に 1 度程度の発生頻度を有する高浪の波高に関しては、太平洋岸と日本海岸の間に大差がなく、むしろ太平洋岸の方が大きいが、有義波高 3~6m 程度の通常の荒天に伴う波高の発生頻度は、日本海岸の方が明らかに高い。波高 1~2m 未満の波に関してはその逆に、太平洋岸の方が発生頻度が高いと言えるであろう。



浜田 (水深-50m)  
 波高・周期相関係数; 0.726  
 頻度ピーク波; H=0.75m, T=5.5s  
 エネルギーピーク波; H=2.75m, T=7.5s

累積率  
 '75; 95.27%  
 '76; 99.7%  
 '77; 96.3%  
 '78; 87.8%

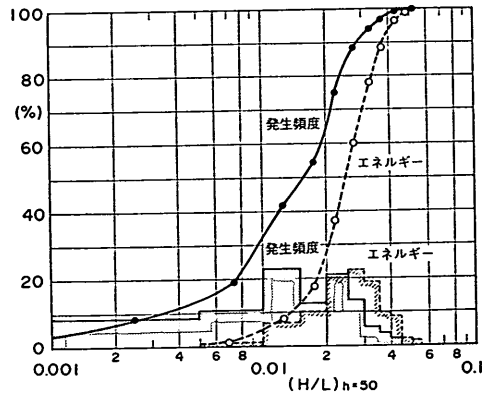
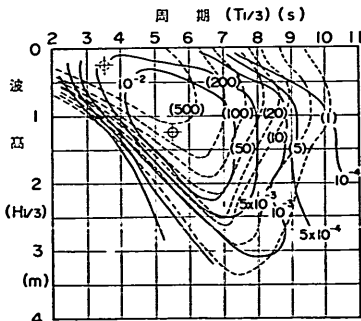


図-3.14 (g) 浜田港沖の波浪特性



波高・周期相関係数; 0.607  
 頻度ピーク波; H=0.25m, T=3.5s  
 エネルギーピーク波; H=1.25m, T=5.5s

藍島 (水深-20.3m)  
 波高・周期相関係数; 0.726  
 頻度ピーク波; H=0.75m, T=5.5s  
 エネルギーピーク波; H=2.75m, T=7.5s

累積率  
 '75; 78.12% '77; 96.2%  
 '76; 94.4% '78; 62.6%

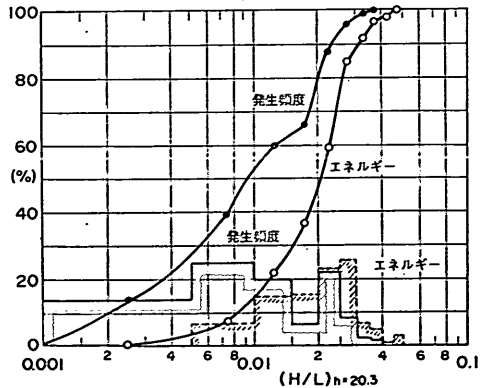


図-3.14 (h) 藍島の波浪特性



漂砂および海浜特性から見た我が国海浜の地域区分

3.5 潮 汐

図-3.16 は、我が国沿岸のさく望平均満潮位および大潮差 ( $M_2+S_2$ ) の分布を示すものである。衆知のように潮汐についても太平洋岸と日本海岸とは著しい相違がある。すなわち太平洋岸では、さく望平均満潮位は +1.5~2.0m 程度、大潮差は 1.0~1.5m 程度に達する。これに対して日本海岸においては、さく望平均満潮位は 0.5m 前後、大潮差は 0.3m 前後にすぎない。

太平洋岸においては、青森県から遠州海岸までの間は北から南にわずかに増加しつつさく望平均満潮位 +1.5 前後、大潮差 1.0m 前後の値をとる。紀伊半島以西においては、これもまた東から西へわずかに増加する傾向を有するが、ほぼさく望平均満潮位 1.8~2.0m、大潮差が 1.2~1.5m 程度である。

3.6 地盤と平均海面の変動

地盤の沈降・隆起あるいは平均海面の上昇と降下は、

海岸線の前進・後退に直接的に反映されると同時に、水深の変化として底質の移動・海浜変形の現象にかかわって来る。数千年・数万年の時間レンジにおける地盤および平均水位の変動は、10m<sup>2</sup> 以上のオーダーに達することが地形・地質学の分野で明らかにされており、現代の陸上地形、あるいは深い沿岸海域（大陸棚以浅部分）の海底地形の解釈に際しては、こうした長時間レンジの地盤の変動と平均海面の変動が考慮されなくてはならないのは周知の通りである。

それでは、工学的な意味を持つ 10 年レンジのより短い期間のこれらの変動は、どの程度に及ぶのだろうか。

図-3.17 は、建設省国土地理院から発刊されている「一等水準点検測成果集録」に基づいて、我が国において組織的国土測量の始められた 1900 年前後以降現代の期間について、海岸線から内陸へ 3km 以内にある一等水準点の標高の変化を、主要海浜に対して示したものである。

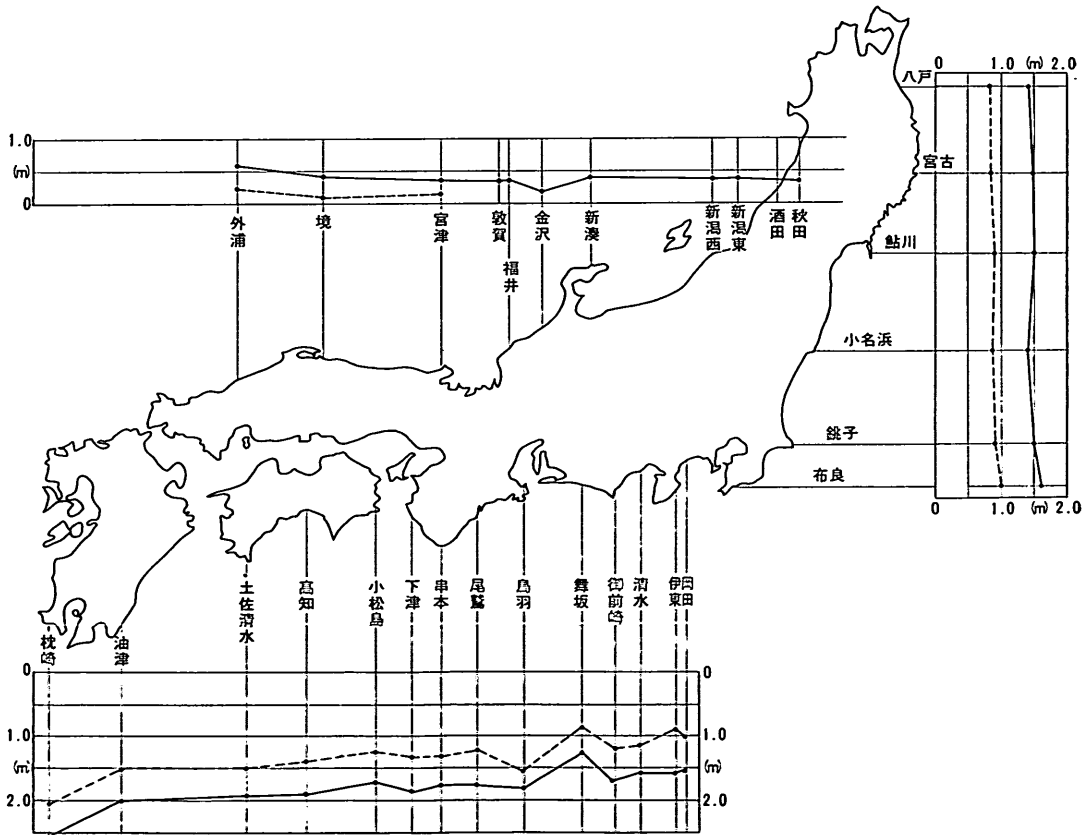


図-3.16 我が国沿岸のさく望平均満潮位および大潮差の分布

注：海岸線から3km以内に位置する一等水準点について、70～80年レンジ変動値を示した。

凡例

対象区間距離km(対象期間)	平均変動量mm	最大変動量mm
26km(1900～1971)	-3.6mm	(-32.5mm)

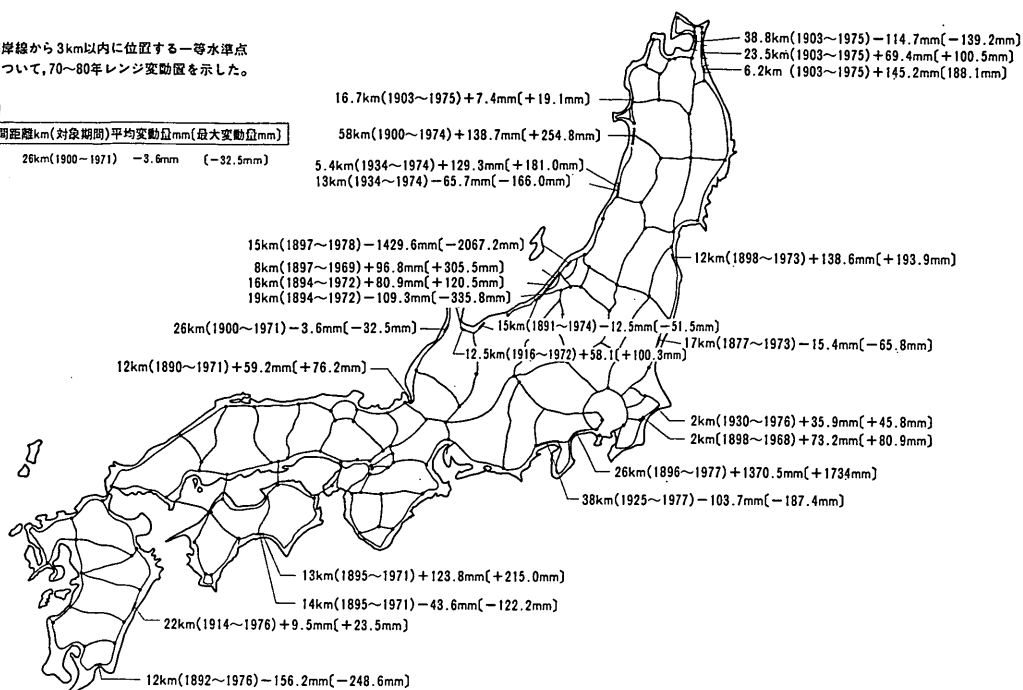


図-3.17 50～80年レンジでの我が国主要海浜の地盤変動量の分布

図中に示した路線は一等水準点網を示している。図の表示方法を、例えば駿河湾々奥部について説明すると、図示した地域 38km の延長について、1925年から1977年の50年間における38km間の平均変動量は-103.7mmとなるが、この区間で最も変動の大きい1点では、その変動量が187.4mmに達していたことが表わされている。一等水準点はほぼ1km毎に配置されているが、この中から1地点飛び、すなわちほぼ2km毎の間隔のデータが平均化されている。

これによると、相模湾沿岸で約80年余で1370.5mm地盤の隆起が見られ、新潟市内で同じく80年余で1429.6mmの沈降が見られる他は、大方の地域で平均的変動量は50～80年のレンジで精々150mm程度にすぎない。

地盤変動量はむしろ、より短い時間レンジで見た場合の方が大きい。図-3.18は、主要海浜において海岸線から3km以内の一等水準点中5～20年の時間レンジの変動量が、平均50mmを越える地域を示している。(すべての水準点についてこの時間レンジの検測がなされている訳ではないので、より大きい変動が見落されている可能性は十分にある) 図における表示方法は図-3.17と同様であるが、表示されているデータのうちの

中には、その期間に生じた大地震が示されている。

これによると、関東大震災による相模湾岸の最大2m近い隆起、南海地震による高知海岸東部の隆起と西部の沈降など、顕著な地盤変動は大地震に伴って生ずる場合が多い。また新潟海岸における沈降は、新潟地震によるものも勿論含まれているが、その多くは天然ガスの汲み上げに伴う地盤の沈下に起因していると考えられる。こうした天然ガス、地下水の汲み上げに伴う地盤沈下は、新潟海岸の他、首都圏一円、阪神地方、名古屋等々天然ガス埋蔵地域あるいは沖積地に発達した大都市周辺に多く見られる。

地盤沈下に伴う新潟海岸の侵食にその例を見るように、こうした比較的短期間に生ずる地盤の変動が、海浜変形を生じ、海浜特性を左右することは明らかである。図-3.18の相模湾海岸の地盤変動を改めて見ると、関東大震災によって隆起した地盤は、その後徐々に沈降して行っていることがわかるが、本間・堀川<sup>28)</sup>はこの地盤の沈降が、湘南海岸の侵食の原因となっていることを指摘している。

しかしながら、こうした地震に伴う地盤変動の分布を見ても、特にその地域性を見出すことは困難である。



3.7 底質特性

図-3.19 は我が国沿岸の前浜における底質粒径の分布を示すものであり、粒度は底質を細砂 ( $0.42 > d_{50} \geq 0.074$  mm), 粗砂 ( $2.00 > d_{50} \geq 0.42$  mm) および礫 ( $d_{50} \geq 2.00$  mm) に3分して表示されている。図中には主要河川および著名な海触崖の分布(図中黒塗り三角形形で表示)が示されている。

外洋に面する礫質の海浜は、相模湾酒匂川河口以西、駿河湾岸、天竜川河口付近、新宮川河口周辺、日高川(和歌川県御坊市)河口周辺、那賀川河口周辺、高知海岸の物部川・奈半利川河口周辺、四万十川河口周辺、および宮崎県の耳川周辺等の外帯沿岸と、新潟県西部富山湾東側沿岸および石川県手取川河口周辺に分布し、ここにも地質構造の影響を見ることが出来る。従って当然、河川特性と密接に関連しているものと考えられる。

図-3.20 は、外海に面する河川について河川のピーク

流量と河川勾配(河口から標高100mに至るまでの距離で表示されている)に対して、河口付近の海岸の底質が礫であるもの、粗砂、細砂であるものの分布を示している。当然予想される通り、礫質は図の右下に分布し、ピーク流量の大きい急勾配河川の河口を中心として現われる。河道に沿って内陸部に扇状地を形成するような、広げて比較的平坦な場所が存在せず、海岸近くになって初めて扇状地が形成されるような河川では、この扇状地が直接海に面し、礫浜を形成していることが多い。

図-3.19において、これらの礫浜部分を除いて見ると、太平洋岸特にその東北日本部分で細砂海浜が多く分布することが目立っている。一方、日本海岸では、粗砂海岸が広く分布し、男鹿半島近辺および北部、山陰地方および佐渡背後の新潟海岸などに細砂海浜が分布する。こうした太平洋岸と日本海岸の底質分布の特徴は、地質構造や河川特性との関連では理解することは難かしく、むしろ

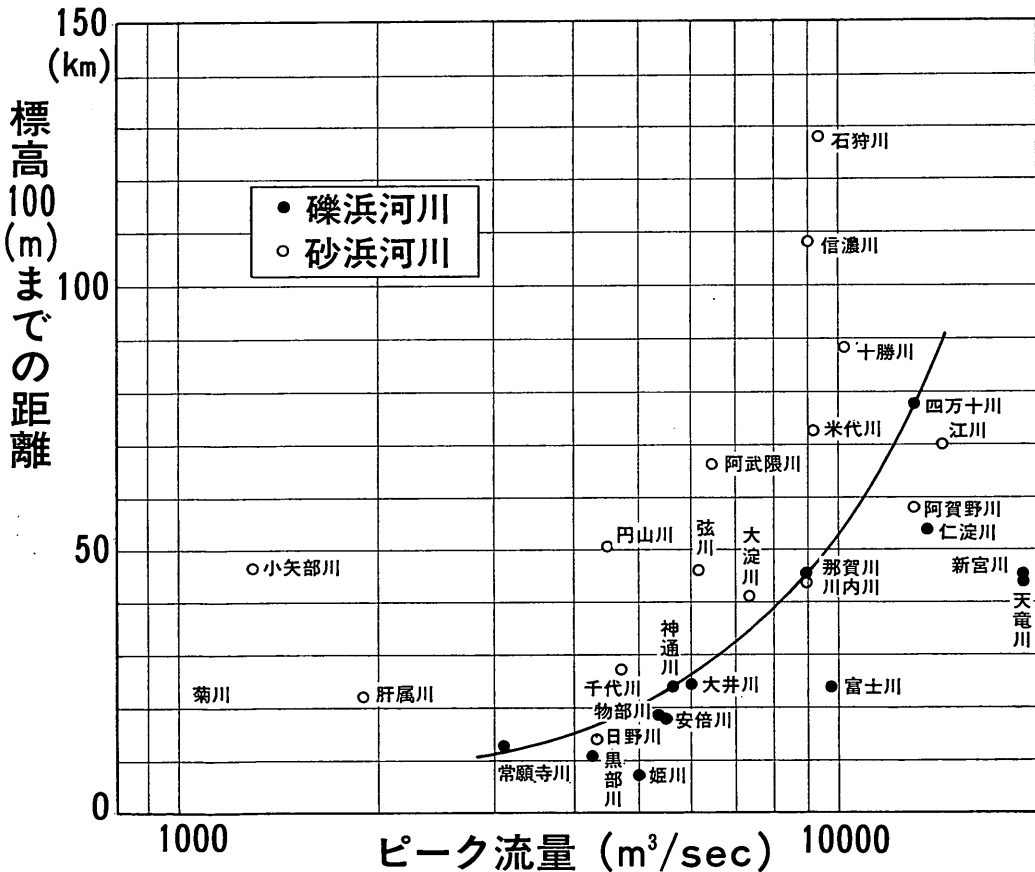


図-3.20 河川のピーク流量、河床勾配と河口付近海底の底質特性の関係

漂砂および海浜特性から見た我が国海浜の地域区分

ろ前述した波浪の特性地域分布との関連が強いように思われる。

3.8 沿岸漂砂の卓越方向

現在ほぼ定説化されている沿岸漂砂の卓越方向を図-3.21に示した。図を見ると、沿岸漂砂の卓越方向の分布にはいくつかの型が存在することがわかる。すなわち、

- 奥行きが深い入り込んだ湾の側面の海岸での卓越方向；駿河湾の西岸、紀伊水道の徳島県側、伊勢湾の西岸富山湾東岸および内浦湾の北岸等がこの型に相当し、湾奥に向う漂砂が相当明確に卓越し、正味の沿岸漂砂量は比較的多い。

- 両側が岩石質で奥行きが比較的深い湾の湾奥部海岸での卓越方向；志布志湾・相模湾などがこれに当り、浜の中央から、波から遮蔽された浜の両側へ分散するような卓越方向が見られる。

- 奥行きが浅い弓型海岸線での卓越方向；小川原海岸、

鹿島海岸、九十九里海岸、高知海岸、秋田海岸、新潟東海岸（信濃川から三面川の間）などがこれに相当し、浜の両端部から中央へ集る沿岸漂砂が卓越する。

- 海岸の一方が、半島などで遮蔽された海岸での卓越方向；仙台湾、弓ヶ浜などがこれに相当し、半島等のかげに向う卓越方向が見られる。

最初に述べた奥行きが深い湾の側岸の場合を除いて、海岸線が美しい弓形をなし、波の入射方向と汀線の方向がほぼ直角に近い平衡形状をなしていることが多いために、沿岸漂砂の卓越方向と言っても、正味漂砂量はさ程多いものではない。このような傾向は、ほとんどの海浜が沖積平野の前面に発達する我が国海浜の大きな特色であり、遠い過去の海触平野等が急激な隆起を生じた結果形成された構造平野前面に広がる海浜での、沿岸漂砂の状況とは大きな相違がある。このような構造平野は、北米大西洋岸、ヨーロッパ大陸大西洋岸、インド東海岸等

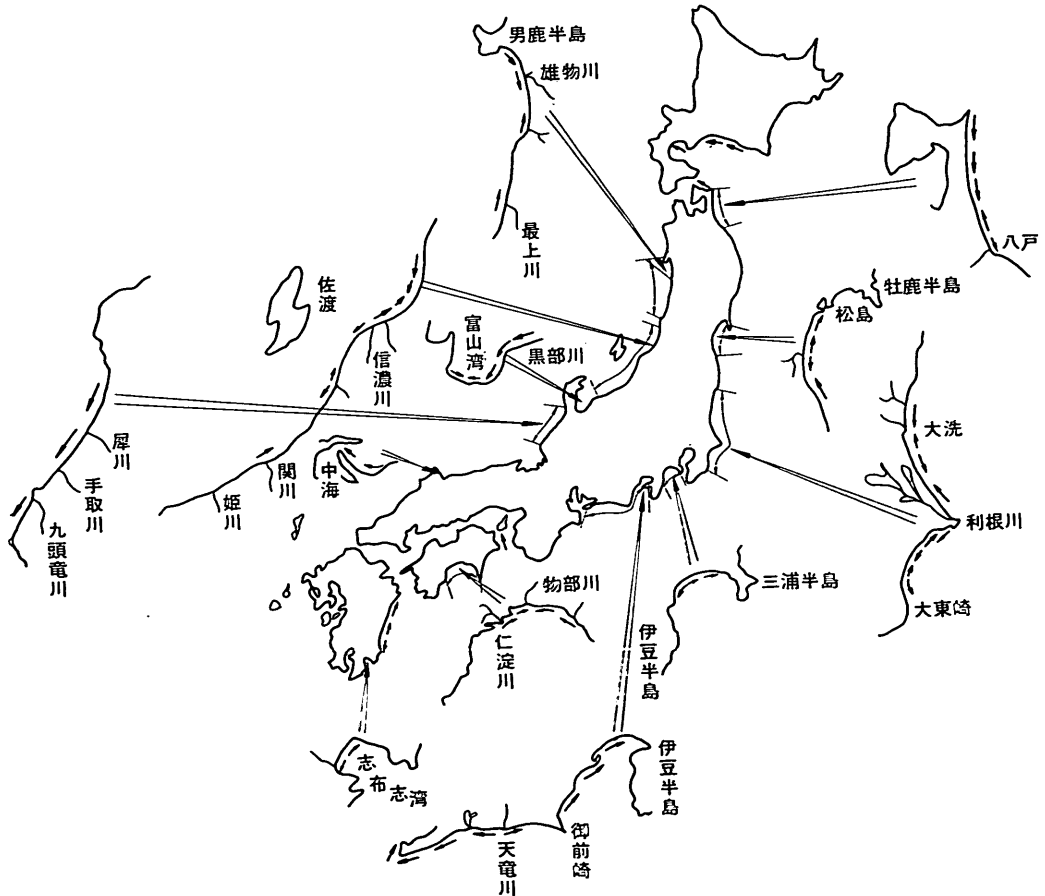


図-3.21 我が国主要海浜の沿岸漂砂の卓越方向



に見られ、平野が崖状に終わった前面に数百 km にわたって直線状の海岸線が続いている。このため、このような海岸では、沿岸漂砂の卓越方向がきわめて明瞭であり、正味漂砂量も、我が国の場合とは1オーダー程度多いのが普通である。

### 3.9 我が国の海浜変形の分布特性

#### (1) 我が国における汀線変化の実態とその分布

我が国の主要海浜の変形の実態について、著者等は撮影年代の異なる航空写真を用いて汀線の前進・後退を沿岸方向 160m 間隔で計測し、これらの資料に基づいて全

国 1km 格子地域毎に、格子内平均および格子内最大の汀線変化速度を求め「日本海浜変形図」を作成した<sup>25)</sup>。本節では、これに基づいて我が国の海浜変形の分布特性について言及する。

図-3.22 には海浜変化速度を堆積・侵食について各々凡例に示す3段階に分け、これらの変化速度を持つメッシュ数の各海岸の全メッシュ数に対する比が示されている。各海岸に対応するグラフは上下2本で一組の棒グラフで示されているが、上段の太いグラフはメッシュ内平均変化速度、下段の細いグラフはメッシュ内最大変化速

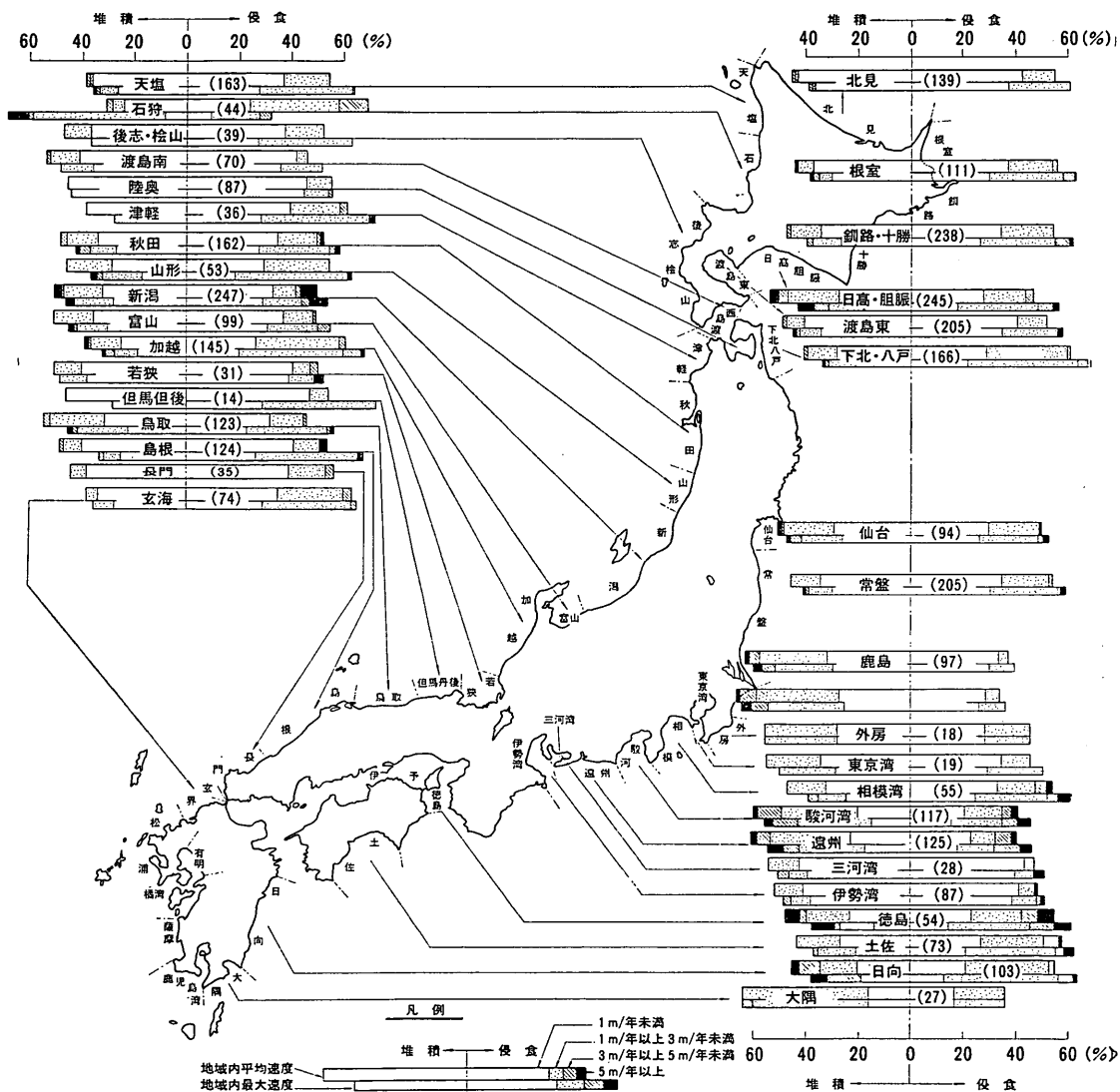


図-3.22 我が国における汀線変化の実態

## 浜砂および海浜特性から見た我が国海浜の地域区分

度を意味している。変化速度が 1m/年未満のメッシュは海岸が安定しているものと判定し、グラフに白抜で示した。この安定なメッシュ出現率の中央点を鉛直な直線上に一致させてグラフが並べられている。したがって、鉛直な直線に対してグラフが右側にかたよる程侵食地域が広いことを意味し、また斑点、斜線、黒塗と色の濃い部分が長くなるほど汀線変化速度が高いメッシュの多いことを意味する。また表-3.2 は前述した我が国の地質構造区分にしたがって我が国沿岸を区分し、メッシュ平均変形速度を集計したものであり、値は百分率で示されている。これらによって以下の事実が明らかである。すなわち、

a) 全調査海岸について見ると、安定していると判定された海岸は全調査延長 3.999km 中の 65.8% であり、堆積性の海岸と侵食性の海岸の延長の比率は 0.91 となり、わずかに後者の方が多い。これは小池<sup>24)</sup>が地形図を用いて求めた明治年代以降の値 1.24 に比べれば、戦後我が国の海岸がわずかながら侵食傾向に転じたことがわかる。しかしながら、全国平均で見ると侵食速度は意外に少なく、いま、仮に小規模変化の速度を 2m/年、中規模を 4m/年、さらに大規模を 6m/年として全国統計の年間侵食面積を求めると、0.1219km<sup>2</sup>/年となり、これに伴う侵食土量は百数十万 m<sup>3</sup> のオーダーにすぎない。すでに砂浜が消滅し、海岸護岸前面の水深が次第に増加している場合のように、この調査では把握し得ない侵食の進行のケースも勿論多い。それにしても、この値は意外と小さいという印象が強い。

b) 平均的に最も安定した海域は各地域の内湾域であり、北海道半島部およびオホーツク沿岸がこれに次ぐ。一方安定海岸の最も少ないのは東北日本および西南日本外帯である。内湾域以外の地域で安定海岸の比率が 80% を越えている地区は、北見沿岸、渡島西沿岸、島根沿岸、但馬丹後沿岸、若狭湾沿岸等であり、逆に安定海岸の比率 50% が以下であるのは大隅沿岸（志布志湾）、日向灘沿岸、紀伊水道西岸、遠州灘沿岸、駿河湾沿岸、石狩湾沿岸等である。

c) 堆積性海岸が侵食性海岸より多い地域は、東北日本および西南日本外帯および北海道胴体部しかない。より狭い地域で見ると、堆積性海岸の延長の比が 30% を越える地区は大隅沿岸（志布志湾）、遠州灘沿岸、駿河湾沿岸、九十九里沿岸、鹿島灘沿岸、石狩湾沿岸である。

d) 前項以外の地域では、すべて侵食性海岸が堆積性のそれをしのいでいる。侵食性海岸の比率が 30% を越

える地区は、日向灘沿岸、土佐湾沿岸、加越沿岸、下北・八戸沿岸である。

e) 年間の侵食速度が 5m/年を越える地域（戦後 30 年で 150m 以上の侵食を示している地域）は、全国でほぼ 30km 程度あり、侵食速度が 3m/年（戦後の侵食量が 100m 程度以上）以上の海岸は全国で 90km 弱あって、東北日本日本海岸および西南日本外帯に集中している。地区別に見ると中規模侵食以上の侵食が 5% を越える地域には、土佐湾沿岸、紀伊水道西岸（徳島海岸）、遠州灘沿岸、駿河湾沿岸、相模湾沿岸および新潟海岸が挙げられ、行政的にも戦後我が国の深刻な侵食海岸として注目されて来た地域と一致する。

f) 逆に、年間の堆積速度が 5m/年以上に達する海岸の延長は、全国で 30km 弱、堆積速度が 3m/年以上の延長が 95km 程度あり、東北および西南日本外帯および北海道胴体部、等に集中している。地区別に見ると中規模堆積以上の海岸線延長が 5% を越える地区は、日向灘沿岸、紀伊水道西岸、駿河湾沿岸、遠州灘沿岸、九十九里沿岸、鹿島灘沿岸、日高・胆振沿岸、石狩湾沿岸である。このうち紀伊水道沿岸から遠州灘沿岸に至る地域は、前項の侵食の激しい地域にも該当し、グラフの両側に色の濃い部分が目立ち局所的に侵食・堆積共に激しい地域と言うことが出来る。

### (2) 汀線変化分布と地質構造区分との関係

こうした海浜変形の特徴を地質構造区分毎にまとめて整理して見ると、次のことが指摘されるであろう。

a) 外帯においては安定な砂浜の延長が他の地域に比べて極端に少なく、全国平均の安定海浜の延長の比率が 65.8% であるのに反して、西南日本外帯では 46.8%、東北日本外帯を合せても 50% 弱にすぎない。さらに外帯においては堆積傾向、侵食傾向共にその比率が高く、特に大規模な海浜変形が各所に発生している。この地域は東西に走る数本の褶曲山脈間の狭い谷間を急流河川が流れ、世界有数の多雨地帯でもある。したがって、3.1、(2)において述べたように元来山地における土砂生産および土砂の流下が最も激しい地帯である。しかし、表-3.3 に示すように広域で総量として見れば、外帯は北海道胴体部と並んで堆積地域の延長が侵食地域をしのぐ唯一の地区である。急激に減少して来つつあるとは言え、他の地域に比べれば豊富な河川流下土砂量と、河口部で侵食された土砂とによって、地域全体としては未だに砂浜の増大が維持されているのであろう。

b) 西南日本内帯は、内湾域や北海道オホーツク岸を

田中則男

表-3.3 我が国の地質構造区分にしたがって集計したメッシュ平均変化速度の集計表

地域区分	地 域	調 査 延 長 (m)	堆 積			安 定	侵 食			地 区
			大規模	中規模	小規模		小規模	中規模	大規模	
北海道 胴体部	太平洋岸	484	1.45	2.48	15.70	60.95	17.98	1.45	0	日高・胆振，釧路・十勝
			19.63					19.42		
	日本海岸	207	0.48	1.93	17.39	63.78	16.43	0	0	天塩，石狩湾
			18.84					16.43		
オホーツク海	250	0.40	0.40	3.20	80.80	14.40	0.80	0	北見，根室	
		4.00					15.20			
胴体部小計	941	0.96	1.81	12.75	66.84	16.68	0.96	0	太平洋岸，日本海岸，オホーツク海岸	
		15.52					17.64			
北海道半島	341	0	0.64	8.92	80.25	10.19	0	0	後志・桧山，渡島東，渡島西	
		9.55					10.19			
北海道小計	1255	0.72	1.51	11.79	70.20	15.06	0.72	0	北海道胴体部，北海道半島部	
		14.02					15.78			
東北 日本 本	太平洋岸	563	0.36	1.24	14.92	62.88	19.72	0.71	0.18	下北，仙台，常盤，鹿島
			16.52					20.60		
	日本海岸	498	1.00	1.00	13.05	66.66	13.25	1.61	3.41	津軽，秋田，山形，新潟
			15.06					18.27		
	内湾域	106	0	0	3.77	86.79	9.43	0	0	陸奥湾，東京湾
		3.77					9.43			
外帯	261	0.77	6.13	26.44	50.57	11.88	2.30	1.92	九十九里，外房，相模湾，駿河湾	
		33.33					16.09			
東北日本小計	1428	0.63	1.96	15.55	63.72	15.27	1.26	1.61	太平洋岸，日本海岸，内湾域，外帯	
		18.13					18.14			
外帯小計	696	1.58	4.89	23.13	49.43	15.95	3.45	1.58	東北日本外帯，西南日本外帯	
		29.60					20.98			
西南 日本 本	外帯	435	2.47	4.14	21.15	48.73	18.39	4.14	1.38	遠州灘，紀伊西岸，土佐湾，日向灘，大隅，薩摩
			27.36					23.91		
	内帯(日本海岸)	646	0.15	0.62	11.76	68.42	17.34	1.39	0.31	富山湾，加越，若狭湾，但馬丹後，島取，島根，長門，玄界灘
			12.54					19.04		
内湾	235	0	0	7.66	79.14	12.77	0	0.43	燧灘，伊予，三河湾，伊勢湾，鹿児島湾，豊前・豊後，松浦湾，有明海，橘湾，大阪湾	
		7.66					13.19			
南日本帯小計	1316	0.76	1.67	14.13	63.83	16.97	2.05	0.68	外帯，内帯，内湾域	
		16.56					19.60			
全国合計	3999	0.70	1.73	13.90	65.79	15.73	1.35	0.80	北海道，東北日本，西南日本	
		16.33					17.88			

除けば，安定海岸の比率が最も高く，かつ大規模な変形の比率は少ない地区である。河口部についても，この地域は東北日本太平洋岸と並んで変化の小さい地域である。

c) 東北日本では，海浜は外帯海浜より安定しており，ホッサマグナに近い日本海岸地帯を除いては，大規模な変化が少ない。



な関係を有している。しかしながら、河川流下土砂量の増減と汀線移動量との間の関係は、その海岸における海底勾配、海浜の広さ、波浪条件等々種々の条件にも左右されるであろう。さらに、何らかの人為的行為によって生ずる河川排出土砂の減少量は、例え同等な行為が行なわれたとしても、河川の諸性状によって異なるはずである。

従って、河口部の侵食が、河川流下土砂の減少に起因すると漠然と言えたとしても、一歩進んで河川流下土砂の減少の理由を適確に指摘することは容易ではない。

例えば表-3.4は日本ダム協会発刊の日本ダム総覧(1976年版)中の水系別ダム一覧表に基づいて、我が国主要水系に昭和55年度までに築造あるいは築造予定のダムの総貯水量と単位流域面積当りの貯水量を示している。これによると、単位流域面積当りの貯水量が $10^5 \text{ m}^3/\text{km}^2$ を越える河川は、常願寺川・庄川・手取川・新宮川・黒部川・阿賀野川・九頭竜川・大井川・小丸川・吉野

川・物部川・天竜川・利根川・北上川・神通川の15河川である。九頭竜川・利根川・北上川の3河川を除いて、これら河川の流出する海岸は我が国で著名な侵食海岸である。そしてこれら河川の多くが、中部山岳地帯と外帯に流域が分布し、この地域での侵食性の激しさとも、或る程度の対応関係を示すことは認められる。しかしながら、単位面積当りの貯水量が66万 $\text{m}^3$ 余りと飛び抜けて多い常願寺川に比べるとこの値がわずかに1万 $\text{m}^3$ 強の富士川周辺の侵食が激しい例のように、個々にダムの貯水量と海岸侵食の傾向を調べて行くと、ダム貯水容量のみでは説明不能な事例は幾つでもある。

前述のように、河川流下土砂の変化が海浜変形を招来することは明らかな事実である。また山地における生産土砂の多くが、ダム等によって下流への流出を妨げられ、また河床安定のために施される諸々の施策が流下土砂量を左右することもまた周知の事実である。しかしながら

表-3.4 我が国主要水系別ダム総貯水量(日本ダム協会「ダム総覧」により集計)

水系名	流域面積 ( $\text{km}^2$ )	ダム総貯水量 ( $\times 10^6 \text{ m}^3$ )	単位流域面積 当り貯水量 ( $\times 10^3 \text{ m}^3/\text{km}^2$ )	水系名	流域面積 ( $\text{km}^2$ )	ダム総貯水量 ( $\times 10^6 \text{ m}^3$ )	単位流域面積 当り貯水量 ( $\times 10^3 \text{ m}^3/\text{km}^2$ )
利根川	16,840	1,952.9	115.97	五ヶ瀬川	1,820	53.0	29.12
石狩川	14,300	871.4	60.94	相模川	1,680	132.0	78.59
信濃川	12,050	510.9	42.40	川内川	1,610	127.2	79.02
北上川	10,250	1,085.2	105.88	仁淀川	1,530	105.1	68.70
十勝川	8,400	246.2	29.32	久慈川	1,490	3.0	2.01
阿賀野川	7,340	1,453.3	198.00	大井川	1,280	288.8	178.75
最上川	7,040	149.9	21.23	千代川	1,190	3.2	2.69
天塩川	5,590	135.0	24.16	子吉川	1,190	8.7	7.32
阿武隈川	5,400	26.2	4.85	庄川	1,180	535.6	453.90
天竜川	5,090	614.7	120.77	荒川	1,150	30.8	26.74
雄物川	4,640	129.9	28.00	関川	1,140	15.1	13.22
米代川	4,100	106.8	26.04	鳴瀬川	1,130	20.3	18.04
江の川	3,870	136.3	35.22	高津川	1,080	0.1	0.06
吉野川	3,650	517.5	141.80	遠賀川	1,030	51.4	49.92
富士川	3,570	38.6	10.80	名取川	970	79.7	82.15
那珂川	3,270	43.8	13.28	那賀川	880	79.2	49.73
九頭竜川	2,930	560.6	191.34	日野川	870	31.0	35.66
神通川	2,720	290.3	103.04	手取川	810	265.1	327.30
岩木川	2,540	73.1	28.78	黒部川	682	200.2	293.50
新宮川 (熊野川)	2,420	728.3	300.96	物部川	510	64.7	126.90
鹿川 (四万十川)	2,270	21.2	9.35	肝属川	485	14.0	28.84
大淀川	2,230	95.8	42.98	小丸川	475	80.1	168.93
馬渕川	2,050	4.7	2.30	松浦川	446	3.7	8.24
				常願寺川	368	233.1	663.40

現状では、こうした問題は漠然と、あるいは個々の事例として論じられているに過ぎず、全国的視野で本格的追究がされていないように思われる。長期的な視野で我が国の海浜の保全を考える場合、不可欠の課題であろうと考えられる。

#### 4. 我が国海浜の地域区分

##### 4.1 海浜区分の基本的な考え方（地域区分と形態区分）

前章における海浜の諸特性の分布に関する議論において、我が国の基本的な地質構造が海浜の特性に強い影響を与えていることが最も印象的である。地質構造は、一単位の花浜の延長、漂砂の供給源としての河川の特長、大陸棚上の海底勾配、沿岸砂州等浜近くの花浜地形、浜の高さ、浜の底質の分布等の支配要因として、これらの分布特性に強い影響を与えている。その結果として、我が国の海浜変形の花分布にも地質構造区分の影響を色濃く見ることが出来る。

我が国の海浜特性を考える場合に、今一つの重要な要因は、漂砂あるいは海浜変形の外力としての波浪特性および潮汐特性の花分布であろう。前述したごとく、本論文で取扱っている本州・四国・九州の範囲では、波浪特性は基本的に太平洋岸と日本海岸とに2分される。また潮汐分布に関しても、基本的には太平洋岸と日本海岸という区分が有効であることは衆知の通りである。3.4に述べたように、波浪特性に関して太平洋岸において東北部の海岸と西南部の海岸と花間の、また日本海岸については山陰以西の海岸と北陸以北と花間の二次的区分が可能である。

潮汐に関しても3.5に述べているように太平洋岸と日本海岸とでは、潮位偏差に著しい差があり、また太平洋岸にあっては、遠州灘近辺を境として大潮差・さく望平均満潮位が西側で上昇する傾向がある。この結果、大略的には波浪特性に似た領域での区分が可能である。

このように、海浜区分の第一段階として、海浜特性を左右する主要々因のうち、地域性の明瞭なものに基づいて、我が国の海岸を大きく地域区分することは可能であるし、海浜の特性を考える場合のバック・グラウンドを与えろと言う意味で、こうした地域区分は有用なものであると思われる。

しかしながら、このような大きい地域区分によって個々の海浜の特性が十分に説明し得るかと言うとけっしてそうではない。例えば、東北日本太平洋岸の海岸におい

て広大な下北・八戸海岸、仙台湾海岸、鹿島灘海岸等と三陸のリヤス式海岸の中の花ポケット・ビーチ群や常盤海岸に沿った小砂浜群を同一に取り扱うのは、いかにも無理である。また、外帯海岸においても駿河湾内の海浜と遠州灘海岸あるいは紀伊半島のリヤス式海岸と同一視することも、また適当ではない。一方海浜区分にこうした個々の海浜の特性を組み入れることは区分をいたずらに複雑にし、区分の意味を失わせてしまうであろう。また例えば三陸沿岸のリヤス式海岸に点在するポケット・ビーチと若狭湾内のポケット・ビーチと花間にも、ポケット・ビーチとしての共通な特性が存在するはずであり、こうした共通性は海浜区分に反映されてしかるべきである。

このために、地域区分と重ねて、海浜の形態区分を考える必要がある。過去において、海浜の形態は多くの人々によって種々の角度から区分されて来た。これらの海岸形態区分の多くは地質・地形学の花分野からの提案であり、ジョンソン (D. W. Johnson)<sup>27)</sup> による「沈水海岸」・「離水海岸」・「中性海岸」という区分は地形発生的な分類であり、バレンチ (H. Valentin)<sup>28)</sup> の分類は、土砂の堆積・侵食と地盤の隆起沈降と花組合せによって海岸花変化過程を動的に分類しようと試みたものである。さらにシェパート (F. P. Shepard)<sup>29)</sup> の分類は、海岸を河川・氷河などの陸上花営力、火山活動や地盤変動によって生じた地形を「一次海岸」とし、その後海蝕や生物花作用によって造り変えられた地形を「二次地形」と分類し、海岸形成の花主たる営力によって海浜を区分するものである。

これらの分類はいずれも地形々成の過程すなわち過去に視点が置かれており、主として内陸および海岸における諸々花人為的対して海浜が如何に反応するかを考えるための海浜区分の試みようとする著者花視点とは基本的な相違がある。

##### 4.2 海岸花地域区分

前述のように、我が国の海浜区分を考える場合に我が国の地質構造区分を素地とすることは十分な理由があると言えるであろう。更に我が国の波浪特性区分をこれに重ねると、我が国の海岸は東北日本太平洋岸・東北日本日本海岸・外帯海岸・内帯海岸に4分される。

本論文において論じて来た海浜は、すべてその延長が10数kmに達する外海に面する海岸である。特に陸奥湾、東京湾、伊勢湾、瀬戸内海、有明海等花内湾域に関しては、本文花議論から除外されている。内湾域に関しては、湾形によってその部分毎に波浪特性が相当に異なるはずであり、また一般に大きな潮位偏差・潮流花効果

の評価、干潟の形成とその特性の考察など、相当異なった視点からの検討が必要であろうと思われる。従って海岸の地域区分において内湾域を別途区分し、前4基本区分と併せて基本的な区分を設定することが出来る。

しかし、この基本5区分にはいくつかの疑問点が存在する。その第一は、相模湾・駿河湾を九十九里浜や鹿島灘海岸と同じカテゴリーに含ませ得るだろうかという疑問である。陸上地形や河川特性の両者における著しい相違、大陸棚上の海底勾配の両者における著しい相違、底質粒度特性の著しい相違等、両地区はあまりにも様相が異りすぎているように思われる。これらの諸点に関して見ると、相模湾・駿河湾はむしろ外帯の範囲に含ませた方が合理的である。さらに波浪特性において述べたように、大東岬付近を境界としてその東と西では、同じ太平洋岸と言っても波浪特性に微妙な違いがある。この意味からも、この両海岸は外帯海岸に含めるべきであろう。

第二は、新潟県南西部から富山湾に至る海岸に関する疑問点である。この海岸には姫川、黒部川、常願寺川等の急流河川が流入し山地の土砂生産が活発であり、また底質は礫浜で、海谷等が海岸に入り込んで海底勾配は急である。これらの状況は相模湾・駿河湾あるいは高知海岸などと非常に類似した特徴であり、秋田、酒田、新潟海岸とは逆に著しく異っている。従ってこの地域も日本海岸に位置し、外帯海岸的特性の強い海岸として例外地

域と考えるべきであろうと思われる。

第三は、金沢海岸に関する疑問である。この地域は、地質構造的には内帯の範囲に含まれているが、滝港から加佐岬に至る海浜は80km弱の延長を有し、我が国においても有数な大砂浜であり、地塊が細分化され、ポケットビーチ的な浜が多いとする内帯的な特徴は見られない。また日本海における波浪特性を見ても、酒田辺りとの差異はほとんどなく、波浪特性の地域分布の節で述べたように、波浪特性としては日本海中央部として完全に同一区分に入るべきものである。一方内帯海岸の大部分を占める北九州から山陰にかけては、前述のように波浪特性の上からは、日本海南部と分類し得る特徴を有している。従って、金沢海岸のうち滝港から加佐岬の部分は、飛地的に東北日本日本海岸と同区分に含ませる方が合理的であると思われる。

海浜の地域区分と波浪特性の区分との関連を考えると、日本海の北部および東支那海の波浪特性をどのように区分に組み込むかという問題が残されている。しかし、図-4.1におけるこの両地域の区分は、本文の範囲では観念上の所産であり、明確なデータに基づいた議論をしている訳ではない。

特に北日本海という区分に関してはその特性、境界共に不明確であり、現時点でこれを考慮するのは大胆に過ぎるものと思われる。今後、北海道の海浜の地域区分を

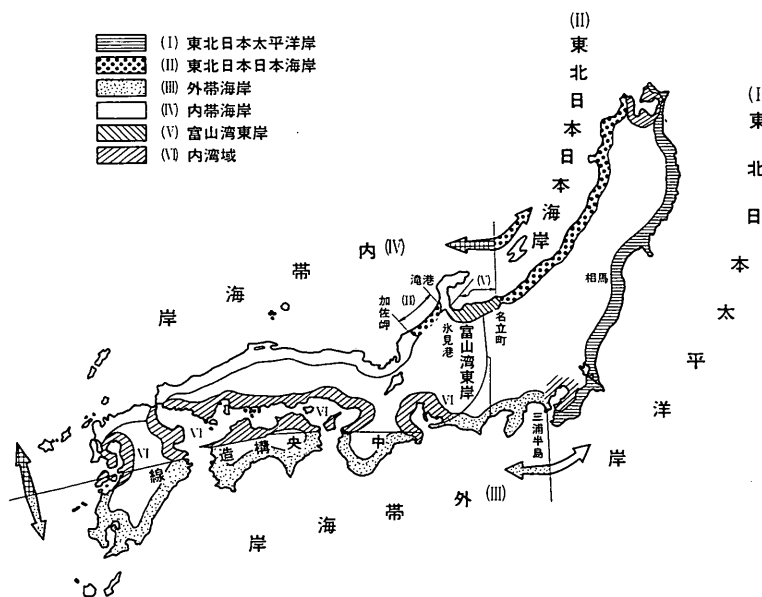


図-4.1 海浜区分の基本素案

論ずる機会があれば、改めて再考したい。

東支那海については、本文では明確な議論をしていないが、ここに別箇な波浪区分を設けることは、常識的に考えて十分な理由があるものと思われる。しかしながらこの海岸には、吹上浜を除いて外洋に面したそれらしい砂浜が存在せず、吹上浜に関しては、その海浜特性を著者は十分に把握していない。従って、今回は東支那海の存在を考慮することは止め、外帯海岸および内帯海岸に含ませておきたい。

以上の考察の結果我が国の海岸は 図-4.1 のとうり区分される。

#### 4.3 海浜の形態区分

前述したとうり、内陸および海岸における何らかの人為行為に対する海浜の応答性の相違を考える場合に、海浜の形態をどのような観点から区分するのが最も適切かと言う問題に関しては、種々の見方が存在するであろう。それら各種の見方は各個人の見方に対する一種の思想に由来するものであって、あらゆる見方を網羅することは出来ても、論理的に整理統合して簡潔なものとするのは困難であろう。

したがって、多少私意的に陥る危険性があるかもしれないが、著者は次の点に視点を置くことにした。すなわち、

##### 1) 海浜延長の規模による区分

大規模海浜: 海浜延長が十数 km 以上に及ぶ海浜

小規模海浜: 海浜延長が十数 km 未満の小規模海浜、小規模海浜を更に次の通り2分する。

閉鎖海浜: 奥行き深い湾奥部に存在する典型的ポケットビーチ

小規模海浜: 奥行き浅い湾内の海浜のように波からは遮蔽されていないが、短かく区切れた海浜

##### 2) 海底勾配による分類

急勾配海浜: 富山海岸・駿河湾岸に見られる急勾配平滑海岸

正常勾配海浜: 前記以外の海浜

##### 3) 沿岸漂砂の卓越方向の明瞭さによる分類

一方向漂砂海浜: 漂砂の卓越方向がきわめて明瞭な海浜

多方向漂砂海浜: 上記以外の海浜

##### 4) 浜の底質による区分

礫浜海浜: 浜の広質が礫である海岸

#### 砂浜海浜: 上記以外の海岸

1 単位の見浜延長が 10km に満たない小規模な海浜は、いわゆるポケット・ビーチとして知られるように独特な安定機構を持っている。ポケット・ビーチは一般には目立った土砂の供給源を持たない。それにもかかわらず、周辺の小岬などによって波から遮蔽され、来襲する波向が著しく制限されているために安定した汀線形を有するか、あるいは、波向の変化に対して高い応答性を有するために、安定性の高い海浜である。しかし、ビーチの境界条件の人為的な変化に対しても素早く応答し、海浜の状況を一変してしまう場合が多く、人為的な手を加えるのに慎重さを要求される海浜でもある。

こうした小海浜の特性に関しても近年二・三の研究結果が見られるようになってはいるが、その知見の蓄積は十分とは言えず、詳細な特性分類が可能な段階ではないように思われる。しかし、こうした小規模海浜は長大な海浜とは多くの面で異った特性を有し、同一次元で考えることは出来ない。したがって、ここでは小海浜を奥行き深い、遮蔽されたポケット・ビーチと奥行き浅い開放的な海浜の2つのカテゴリーに分類した。

海浜の勾配は、海浜流系など沿岸における諸々な現象に深く関係し、漂砂の移動の形態や沿岸漂砂の沖岸方向の分布等を決定的に支配している。しかしながら、勾配の効果を区分する場合に、何処に区切りをおくのかとなるとまた種々の議論がある。一つの考え方は、全国の海岸の海底断面から勾配を抽出し、その出現度数に基づいて区分することであろう。しかし、こうした区分はその区分が海浜特性に与える効果の差が明確でないことを意味をなさないことになる。ところが本文を通じて用いられている「海浜特性」とは、海岸侵食とか堆積と言うように明確な定義付けが可能な概念ではなく、まして定量化し得るものではない。従って、海底勾配が急なために、その地域の海浜特性が他のそれと著しく異っていると著者が考えている例を列举し、その海岸の勾配を見て区切の勾配を決定することが、唯一の決定方法であろう。

海底勾配の区分において、著者が急勾配であると考えるのは例えば駿河湾の西岸、富山湾の東岸、相模湾の西部の海岸等であり、これらの地域では 1/10 前後以下の海底勾配である。

3.8 において述べたように、我が国の海岸は、一般に沿岸漂砂の卓越方向があまり明瞭でないのが一般的な特徴である。しかしながら、海岸線の方向と我が国沿岸の波浪特性との関係で、宿命的に卓越方向が明瞭な海浜が



存在する。このような海浜においては、沿岸構造物による海浜の変形が著しく現われる場合が多く、海浜形態上重要な区分であろうと思われる。

底質の特性は前出の海浜勾配と強い因果関係を有し、また前述したとおり我が国沿岸における底質粒径分布は、海浜の地域区分と深い関連を有している。従って底

質粒度によって海浜を形態区分することの重要性は高いとは言えない。それゆえ、ここでは礫浜と砂浜とに2分した。

図-4.1 に示す地域区分の上に、これらの海浜の形態区分を重ね、我が国の海浜の区分を示すと 図-4.2 のとおりである。

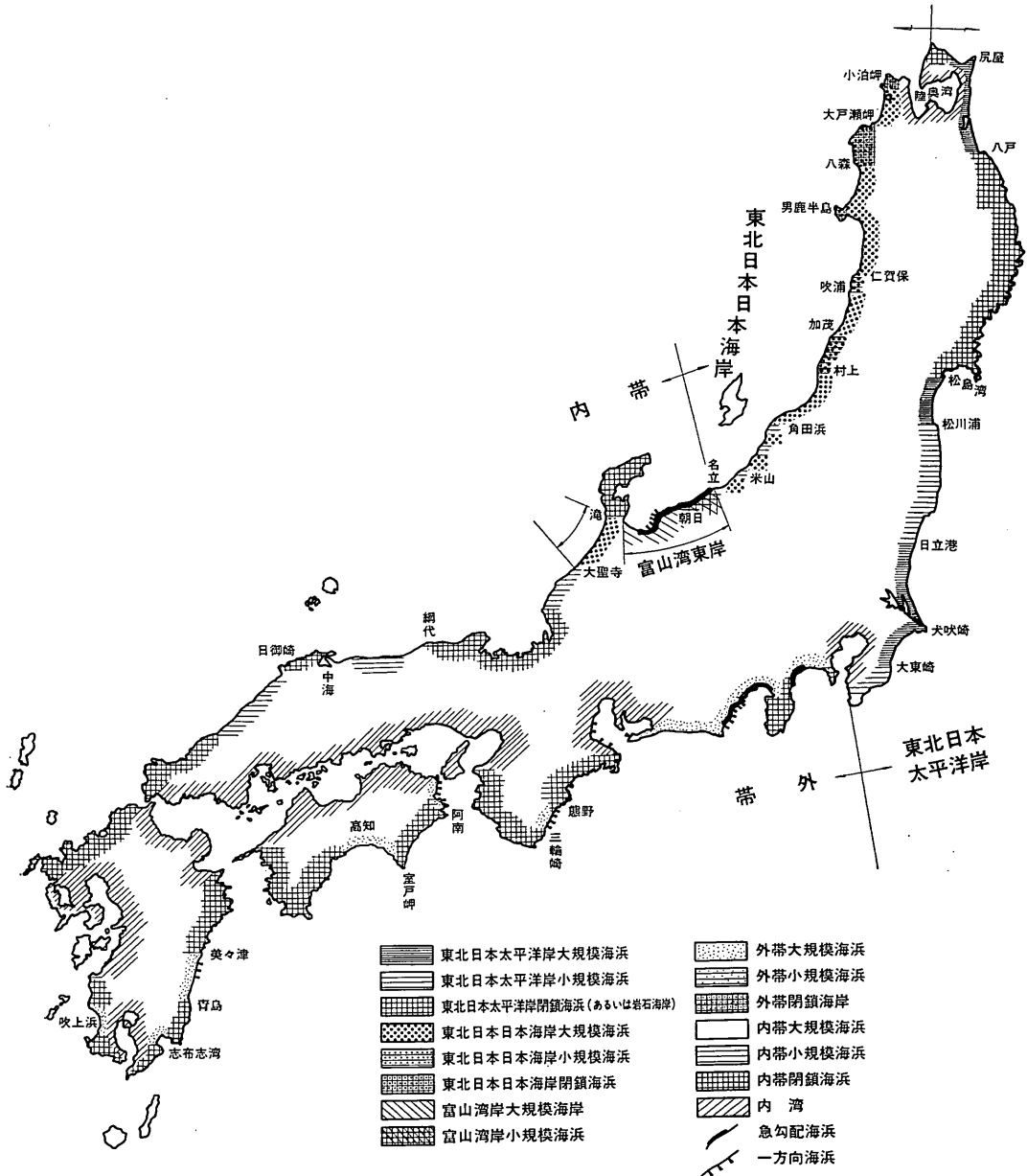


図-4.2 我が国海浜の地域区分試案

#### 4.4 各海浜地域区分の特性

前節において提案した我が国の海浜区分に従って、各海浜区域の海浜特性を改めて整理しておこう。表-4.1は第3章の記述を各区域毎に整理し、一覧表として取りまとめたものである。これによって、海浜区分の根拠を整理して理解することが出来ると同時に、各区域の状況のイメージを形成することが容易となるであろう。確実なデータに基づいてこれだけのイメージが与えられると、そのイメージを過去の諸々の知見と対照することによって、各区域の状況をより深く類推することが可能である。以下、多少大胆に過ぎる場合もあるが、こうした類推を混えながら、各区域の特性について記述する。

##### 1) 東北日本太平洋岸

イ) 沖合の海底勾配が緩やかであり、また海浜は美しい弓形の汀線形状を有する。従って海岸線に対して波が大きく斜いて入射することは少ない。このため、正味沿岸漂砂量は比較的少ない。

ロ) 砂浜の延長が長いこと、海浜の平面形状、例えば汀線形状の外力変化に対する応答性は遅い。加えて、著しい荒天が長期間継続する機会は日本海岸や外帯太平洋岸に比べて少ない。

ハ) 前記2つの理由によって、構造物周辺等での局所変形を防止出来れば海浜の安定性は高い。

ニ) 海底勾配が緩やかであり、海岸線にほぼ直角に近い角度で波が入射することが多い。従って碎波帯中では複雑な海浜流系が形成されることが予測される。また底質が細かく、全漂砂量のうち浮遊砂が占める割合が高く、これが前述の海浜流によって運搬される。従って海浜変形に対する海浜流の寄与の高い海岸である。

ホ) 前項に示す理由によって、港湾等の計画に際しては、構造物によってその周辺にどのような局所的流れが生ずるかを十分に検討し、局所的侵食の防止に万全を期す必要がある。

ヘ) 海岸侵食対策工法としては、突堤工よりも離岸堤工の方が有効である。

チ) 海浜の変形は春秋期に激しい。

##### 2) 東北日本日本海岸

イ) 延長の長い、美しい弓形の汀線形状を有する。従って長期的な正味の沿岸漂砂量はそれ程多くはない。

ロ) しかしながら、冬期の強烈な波浪条件のために、短期的な海浜の変形は最も激しい。

ハ) 従って、冬期に生じ、静穏な夏期に回復の不可能な非可逆的な変形、例えば構造物の洗掘・沈下や港湾等

の遮蔽域に大量の土砂を貯めてしまうなどに起因する変形には、十分な注意が必要である。

ニ) 海岸構造物、特に海岸護岸は、冬期における海浜の短期的後退を考慮して、十分な海浜幅を残して計画される必要がある。この短期的な海浜の後退によって波が護岸を直撃するようになると、夏期における砂浜の回復は望めなくなる場合が多い。

ホ) 最も沖側の沿岸砂州の距岸が大きいことは、冬期の碎波帯幅が広いことを意味している。従ってマリーナ等小港湾の埋没について十分な留意検討が必要である。

ヘ) 海岸侵食対策としては、突堤工よりも離岸堤工の方が有効である。離岸堤工において離岸堤の開口部対岸での侵食部分で水深がかえって増大し、このため越波の増長をもたらす場合もある。連続離岸堤が築造され、二重離岸堤の築造が始められようとしている。

ト) 海浜変形は勿論冬期に圧倒的に激しい。

##### 3) 外帯海岸

イ) 海底勾配が急であり、磯浜海岸が多い。加えて来襲波は波形勾配が小さくうねり性が強い。

ロ) これらの条件は、すべて漂砂が浜近くで活発であることを予想させる。特に、駿河湾の西岸および湾奥部、紀伊水道西岸（徳島海岸）においては沿岸漂砂の卓越方向が明瞭である。このため海岸から突出した構造物の沿岸漂砂の捕捉効果が高く、上手堆積、下手侵食と言う典型的な変形が生じやすい。

ハ) 更に、このような状況では、構造物が沿岸漂砂を沖の大水深地点に吐き出すように働らくことが多く、このために上手の土砂堆積量以上に下手の侵食が進行するのが普通である。

ニ) 特に海底勾配の急な、相模湾西部、駿河湾岸、高知海岸等においては構造物の基礎が不安定であり、かつての田子浦防波堤の洗掘、駿河湾・高知湾における海岸構造物の壊滅的な災害のように激しい洗掘を受けることがある。

ホ) 東北日本太平洋岸に比べると、台風等に伴う高浪の継続時間が長く、短期間で汀線後退は東北日本日本海岸に次いで大きい。

ヘ) 海浜侵食対策としては、突堤が有効な海岸が多い。また状況が許すようになれば、サンド・バイパス工法の適用が望まれる状況の箇所が多い。

##### 4) 内帯

イ) 海浜の規模が小さく、両側の岩礁や島などによって、波から遮蔽された海浜が多い。

表-4.1 各海浜区域の

	東北日本太平洋岸		東北日本日本海岸	
	大規模海浜	小規模海浜	大規模海浜	小規模海浜
イ) 砂浜の規模	数10kmに及び長大。	数100m~数km, 比較的短小。	数10kmに及び長大。	数100m~数km 比較的短小
ロ) 流入河川	大規模河川が多く, 河床勾配は比較的緩やか。流下土砂量は河川規模の割には少ない。	小規模河川が多い。流下土砂量は少ない。	大規模河川が多く, 河床勾配は比較的緩やか。流下土砂量は河川規模の割には少ない。	小規模河川が多い
ハ) 沖合の海底勾配	緩やか	比較的急勾配	東北日本太平洋岸に次いで緩やか。	比較的急勾配
ニ) 浜近くの海底地形	1段砂州海岸が多く, 砂州は小規模	小さい1段砂州海岸が多い。	2段砂州海岸が多く, 砂州の規模は大きい。	
ホ) 後浜高さ	新潟県中部直江津・柏崎近辺が最も高い。		後浜高は外帯太平洋岸に次いで高いが, さく望平均満潮位上の高さは東北日本日本海岸程度である。	
ヘ) 波浪	エネルギーピーク波; $H_{1/3}=1.25\text{m}$ " $T_{1/3}=7.5\text{s}$ " 波形勾配 =0.014	エネルギーピーク波; $H_{1/2}=1.25\text{m}$ " $T_{1/3}=7.5\text{s}$ " 波形勾配 =0.014	エネルギーピーク波; $H_{1/3}=3.75\text{m}$ " $T_{1/3}=8.5\text{s}$ " 波形勾配 =0.024	同 左
ト) 潮汐	さく望平均満潮位 $\pm 1.5\text{m}$ 大潮差 $\pm 0.9\text{m}$	さく望平均満潮位 $\pm 1.5\text{m}$ 大潮差 $\pm 0.9\text{m}$	さく望平均満潮位 $\pm 0.4\text{m}$ 大潮差 $\pm 0.3\text{m}$	同 砂
チ) 底質特性	主として細砂の海浜である。		粗砂 ( $d_{50}=0.4\sim 2\text{mm}$ ) が広く分布する。	粗砂
リ) 漂砂の卓越方向	凹型海岸毎に凹部の両側から中央部へ砂が集ることが多い。しかし卓越方向はそれ程明瞭でなく, 正味漂砂量も少ない。	平面的平衡状態に達している浜が多く, 卓越方向は不明瞭な場合が多い。	凹型海岸毎に凹部の両側から中央部へ砂が集ることが多い。卓越方はそれ程明瞭ではない。	
ヌ) 海浜変形	海浜の安定性は内帯日本海岸に次で高い。	海浜の安定性は高い。	短期的変動は最も激しい。長期的変動も, 外帯太平洋岸に次で激しい。	

漂砂および海浜特性から見た我が国海浜の地域区分

特性のとりまとめ

外 帯		内 帯		富 山 湾 岸
大 規 模 海 浜	小 規 模 海 浜	大 規 模 海 浜	小 規 模 海 浜	
数 10km に及び長大。	数 100m～数 km	数 10km 程度	数 100m～数 km	数 10km に及ぶ。
大～中規模な急流河川が多い。流下土砂量の多い河川が多い。	同 左	小規模河川が多い。流下土砂量の小さい河川が多い。	同 左	中規模な急流河川が多い。流下土砂の多い河川が多い。
比較的急勾配特に駿河湾岸は急勾配海浜。		外帯に次いで急勾配。	同 左	東北日本日本海岸程度
急勾配平滑海岸および1段砂州海岸。		段砂州が見られる。	1段砂州海浜が多い。	急勾配平滑海岸および小規模な1段砂州海岸。
地域差はあるが平均的には最も高い。				
エネルギーピーク波; $H_{1/3}=1.75\text{ m}$ " $T_{1/3}=7.8\text{ s}$ " 波形勾配 =0.019	同 左	エネルギーピーク波; $H_{1/3}=1.25\sim 2.75\text{ m}$ " $T_{1/3}=5.5\sim 7.5\text{ s}$ " 波形勾配 =0.02～0.002	同 左	エネルギーピーク波; $H_{1/3}=3.75\text{ m}$ " $T_{1/3}=8.5\text{ s}$ " 波形勾配 =0.024
さく望平均満潮位 ≒+1.5～+2.0m 大潮屋≒1～1.5m	同 左	さく望平均満潮位≒0.4m 大潮差≒0.2m	同 左	さく望平均満潮位≒0.4m 大潮差≒0.2m
礫浜が多く、砂質の浜は相模湾東部・遠州灘海岸東部・日向海岸南部および志布志湾である。		一部を除いて粗砂および細砂が分布する。	同 左	大半が礫浜
駿河湾西岸、遠州灘、紀伊水道西岸、日向海岸などと沿岸漂砂の方向が明瞭である。		平衡状態に達している浜が多く、卓越方向は不明瞭な場合が多い。	平衡状態に達しており卓越方向は不明瞭	卓越方向は明瞭で正味漂砂量は比較的多い。
長期的海浜変形は最も激しい。特に河口周辺および港湾等の周辺で大きい変形が見られる。短期的変動も、東北日本日本海岸に次いで激しい。		一般には最も安定した海浜である。しかし、人為的条件変化に応じて速かに変形を生ずる。	安定性が高いが人為的条件変化に応じて速かに変形を生ずる	短期的にも、長期的にも変形の激しい海岸である。

ロ) このため、波の入射方向が限定されている場合が多く、海浜は安定性が高い。

ハ) しかし、構造物の築造等の条件変化にも敏感に応答し、例えば離岸堤等によって局所的に土砂を貯めると、それに伴う土砂不足のために侵食箇所が明瞭に現れたりするケースが多い。

ニ) 従って、わずかな工事であっても、湾全体への影響を十分に検討した上で始める必要がある。

ホ) 海岸侵食対策として、土砂の投入が有効であり成功率が高いと思われる場合が多い。

#### 5) 富山湾東岸

イ) この区域の特徴は、第一に海底勾配が著しく急であることにある。加えて礫質の底質で構成されている。したがって沿岸漂砂は汀線近くの狭い幅に分布し、いわゆる浜漂砂が卓越する。

ロ) 更に、特に黒部川以西の富山湾東岸の地域では、沿岸漂砂の卓越方向がきわめて明瞭に湾奥に向っている。従って、比較的短かい構造物によっても、多量の漂砂を上手に捕捉し、下手への土砂供給の欠除を誘く。

ハ) この海底のうち特に黒部川以東の青梅・姫川海岸には、冬期相当な高波が来襲する。このため、海底勾配が著しく急なことも原因して構造物の基礎は波による強い洗掘作用を受けやすい。

ニ) この地域に流入する河川は、いずれも我が国有数の急流河川であり、上流における土砂の生産性が高い。このため、河川工事等に伴う流下土砂の減少の影響を最も敏感に受けているものに思われる。

ホ) 礫の活発な移動のために、この地域の異形ブロック等コンクリート構造物の摩耗は著しく、小さく丸くなったブロックが箇所に見られる。

ヘ) この海岸の沖合の海底地形は谷などの侵入によってきわめて複雑である。このため、波の局所的な集中が生じている地域がある。

ト) 海岸侵食対策は、かつて突堤を中心として行なわれて来たが、現在は離岸堤の築造が急速に進められている。

## 5. 結 語

分類や区分の作業には“どこまで分類区分するのか”という問題が、割り切れないまま最後まで付きまとう。分類が詳細に過ぎても、また大まかに過ぎても分類の実用性が薄れ、分類の意味が失われてしまうからである。今回の場合にも、日々自分の所管の海岸を見ておられる

方々にとっては、多くの異論があろうことは十分覚悟しなくてはならないであろう。

ここに提案した地域区分はあまりにもマクロに過ぎるかも知れないが、こうしたマクロな区分をベースとして、更に各々の区分中での海浜特性の違いを論じて行くことによって、各々の海岸の特性をより明確にすることが出来るのである。このような“比較漂砂論”とも呼べる検討の方向もあり得るように思われる。

## 6. 謝 辞

本報告の取りまとめに当って小山内英雄氏(現港湾局防災課)から、一方ならない協力を受けた。紙面をかりて心からの謝意を表したい。また、地盤変動の調査には国土地理院の方々の御厚意を受けた。

(1980年9月30日受付)

## 参 考 文 献

- 1) 中野尊正: 日本の地形, 築地書館, p. 1
- 2) 同 上 p. 16
- 3) 同 上 p. 220
- 4) 田中則男, 小笹博昭, 小笠原昭: 海浜変形調査資料(第1報), 港湾技研資料 No. 163, 1973年6月, p. 95
- 5) 田中則男, 小笹博昭: 同上(第2報), 港湾技研資料 No. 192, 1974年6月, p. 106
- 6) 田中則男, 小笹博昭, 蜂須賀和吉, 三好英一: 同上(第3報), 港湾技研資料 No. 266, 1977年6月, p. 159
- 7) 田中則男: 汀線変化の変遷, 土木学会水理委員会1978年(第14回)水工学に関する夏期講習会講義集(Bコース), 1978年7月, pp. B-4-1~B-4-21
- 8) 田中則男, 沢本正樹: 砂浜港湾周辺における海浜変形—航空写真による現状把握と海浜変形々態類型化の試み—, 港湾技研資料 No. 180, 1974年3月, p. 121
- 9) 田中則男: 砂浜港湾周辺における海底および海浜の変形, 昭和49年度港湾技術研究所講演会講演概要, 1975年11月, pp. 1~46
- 10) 田中則男: 港湾周辺における地形変形の典型的なパターンについて, 第24回海岸工学講演会論文集, 1977年11月, pp. 190~194
- 11) 田中則男, 小山内英雄, 夷塚葉子: 我が国主要海浜の特性について, 港湾技研資料 No. 356, 1980年9月, p.
- 12) 花籠秀輔: 貯水地の堆積について
- 13) 朝日新聞昭和53年11月5日 荒廃進むダム
- 14) 東大出版会: 海洋科学基礎講座, 第7巻, 浅海地形学
- 15) 茂木昭夫: 日本の海浜型について, 地理学評論 No. 36, 1963年, pp. 245~266

漂砂および海浜特性から見た我が国海浜の地域区分

- 16) 佐藤昭二, 田中則男, 庄司忠夫: 仙台湾沿岸の漂砂について, 第13回海岸工学講演会講演集, 1966年, pp. 176~182
- 17) 佐々木巽: 砂浜海岸の前浜帯における地形変化—茨城県鹿兒島海岸の場合—, 第26回海岸工学講演会論文集, 1979年11月, pp. 253~256
- 18) 田中則男, 加藤一正: 大洗海岸における海浜流, 碎波帯の波の観測, 第25回海岸工学講演会論文集, 1978年11月, pp. 232~236
- 19) 高橋智晴, 広瀬宗一, 佐々木徹也: 沖繩周辺の波浪特性, 港湾技研資料 No. 283, 1978年3月, p. 128
- 20) 高橋智晴, 副島 毅, 金子大二郎: 太平洋北東部の沖波(深海波)の推算, 港湾技研資料 No. 206, 1975年3月, p. 191
- 21) 高橋智晴, 他: 波浪に関する拠点観測5ヶ年統計(昭和45~49年), 港湾技研資料 No. 234, 1976年3月. 他, 各年々報の他5ヶ年, 10ヶ年統計が港湾技研資料として刊行されている。
- 22) Takashi, Y., T. Matsumoto, and S. Ohmatsu: Winds and Waves of the North Pacific Ocean, 1964-1973—Statistical diagrams and tables, Ship Research Inst., 1980
- 23) Hom-ma, M., K. Horikawa and C. Sonu: A study on beach erosion at the sheltered beaches of Katase and Kamakura, Japan, Coastal Eng. in Japan, No. 3, 1960, pp. 101~121
- 24) 小池一也: Preliminary notes on recent changes of sandy shoreline in Japan, 地学評論, Vol. 36, 1975
- 25) 港湾技術研究所・運輸省港湾局: 日本海浜変形図, 1977年3月
- 26) 日本ダム協会: 日本ダム総覧(1976年版), 1976年11月, p. 971
- 27) Johnson, D. N.: Shore processes and shoreline development, John Wiley & Sons Inc., 1919
- 28) Valentin, H.: Die Kuste der Erde, Petermanns Geographisch Mitteilungen Ergunzungsheft, 1952, p. 246
- 29) Shepard, F. P.: Submarine Geology, Harper & Row Publishers, 1963, p. 557