

国東半島東部地域の海岸地形と海浜堆積物について

——とくに打上げ砂鉄の濃集変化——

(付) 海浜, 河川堆積物の鉱物組成

向井 清人* 小野寺公兎* 丸山 修司**

**Distribution Pattern of Recent Sediments on the Coast
of Eastern Kunisaki Peninsula, Oita Prefecture, with the
Special Reference to the Distribution of Beach Iron Sands**

By

Kiyoto MUKAI, Kōji ONODERA & Shiyuji MARUYAMA

Abstract

In August, 1964 and November, 1965, the writers' sedimentological works were carried out in the coastal area of eastern Kunisaki peninsula, to clarify the genetic relationship between the development of beach deposits and coastal topography, paying particular attentions to the seasonal change of beach sands distribution. The sedimentation at the coastal area is controlled by the detailed topography of coast-shape and direction of coastal line and also by the extent of drainage area in the background.

The distribution patterns of coastal and estuarine deposits and particularly of beach iron sands vary at different seasons, directly controlled by the seasonal change of various hydrodynamic and meteorological factors.

要 旨

筆者らは、海底地質調査研究の一環として昭和39年8月、および40年11月の2期にわたり、海岸地形と海浜堆積物との関係、とくに季節の変化に伴う打上げ砂鉄濃集形態の実態を明らかにするため、大分県国東半島東部地域の海岸環境と海況の調査を実施した。

この結果、本地域における海浜堆積物の形成規模は、海岸の形状と方向性および後背地の地形環境などにも支配されること、ならびに海浜、河川の堆積物、とくに打上げ砂鉄濃集分布の形態と組成は季節の変化に起因して生じる気象、海況などの営力作用のちがいが直接的な原因となり変化することが判明した。

1. ま え が き

本調査研究は海岸における新时期堆積物、とくに打上げ砂鉄鉱床の堆積環境を究明することを目的として実施さ

れ、国東・武蔵両町の海岸地形環境と堆積形態の関係、および季節の推移と堆積物、とくに打上げ砂鉄の濃集傾向との関係などについて検討した。ここにその結果を報告する。

2. 調査地の概要

2.1 調査範囲

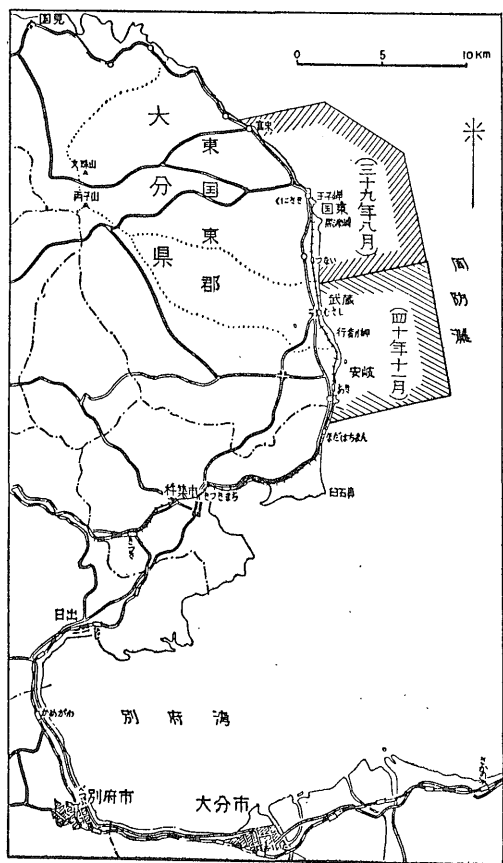
調査の対象地域は第1図に示すように国東市街地のN-NW約8.5kmの海岸に位置する金比羅岩を北限とし、南は池の内前面海岸までを39年8月に、40年11月にはこれに引き続きさらに南の塩屋部落前面海岸に位する三方庚申鼻まで、全長約22kmの屈曲に富む海岸と、その沖合水深約40mにおよぶ範囲である。本報告では主として海岸地形の性状、海浜および流入河川の堆積物・潮流・風向などの相互の関連性から海岸堆積環境の実体把握に努めた。

2.2 調査地周辺の地形概況

国東半島のほぼ中央北部付近には海拔721mの両子山

* 技術部

** 鉱床部



第1図 位置関係図

をはじめ 500m 以上の高さを有する数山が塊状に突起し、これらを中心として緩やかな稜線が全半島に放射状となって海岸までのびており、いかにも火山地形特有の様相を呈している。また、これらの山地を開析して流れる大小の河川もひとしく放射状をなしている。半島の東半部に位置する調査地域内の各河川は、おおむね東流ないしは東南流して海に注いでいる。海岸線は凹凸に富み凸部は主として崖状もしくは岩礁地帯となり、凹部には砂浜地帯が、各種の形態規模を示して存在する。

2.3 地質概況

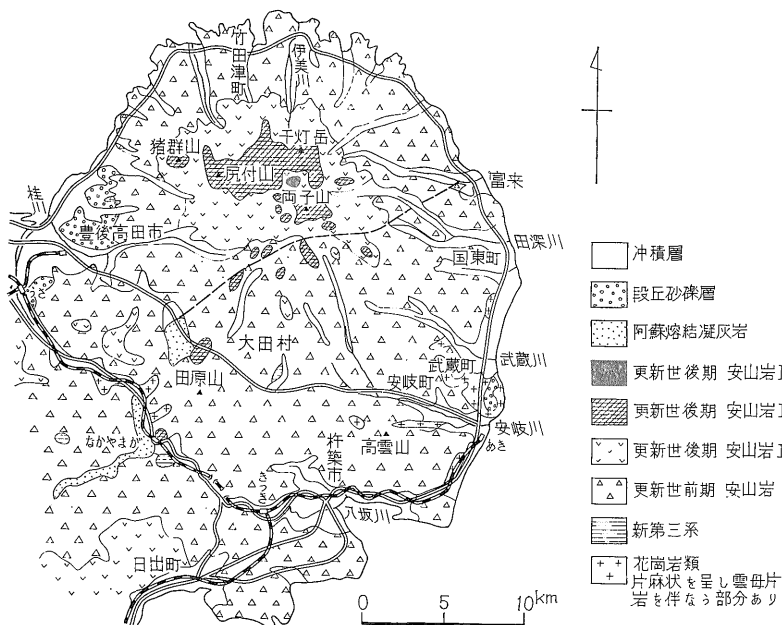
本海岸地帯の地質 (第 2 図) は国東町黒津岬北端を境として異なり、北部には安山岩質集塊凝灰岩層が分布し、南部は花崗岩質岩石の露出地域となっている。

これらの岩石・岩層の概要を古期のものから述べると下記のとおりである。

花崗岩質岩石は武蔵川以北の地区では海岸沿いの狭い地帯に点在露出し、武蔵川以南の地区では海岸から幅 4 km 内外の地帯が分布範囲となっている。岩質は黒津岬付近では花崗閃緑岩、武蔵川・行者岬以南の地区は両雲母花崗岩で、両雲母花崗岩は一部で雲母片岩を捕獲岩とし、一部では $N45^{\circ}W \cdot 25^{\circ}S$ の片麻岩構造を呈する。

夫婦岩・安岐燈台付近では、この両雲母花崗岩中に幅数 10cm~数cm の半花崗岩質岩脈が $N45^{\circ}W \cdot 90^{\circ}$ および $N45^{\circ}E \cdot 70^{\circ}S$ の 2 方向に貫入している。

これらの花崗岩質岩石は国東半島の基盤岩をなすもので、片麻岩および雲母片岩類からなる変成岩類とそれを



第2図 大分県国東半島の地質図(日本地方地質誌・九州地方より)

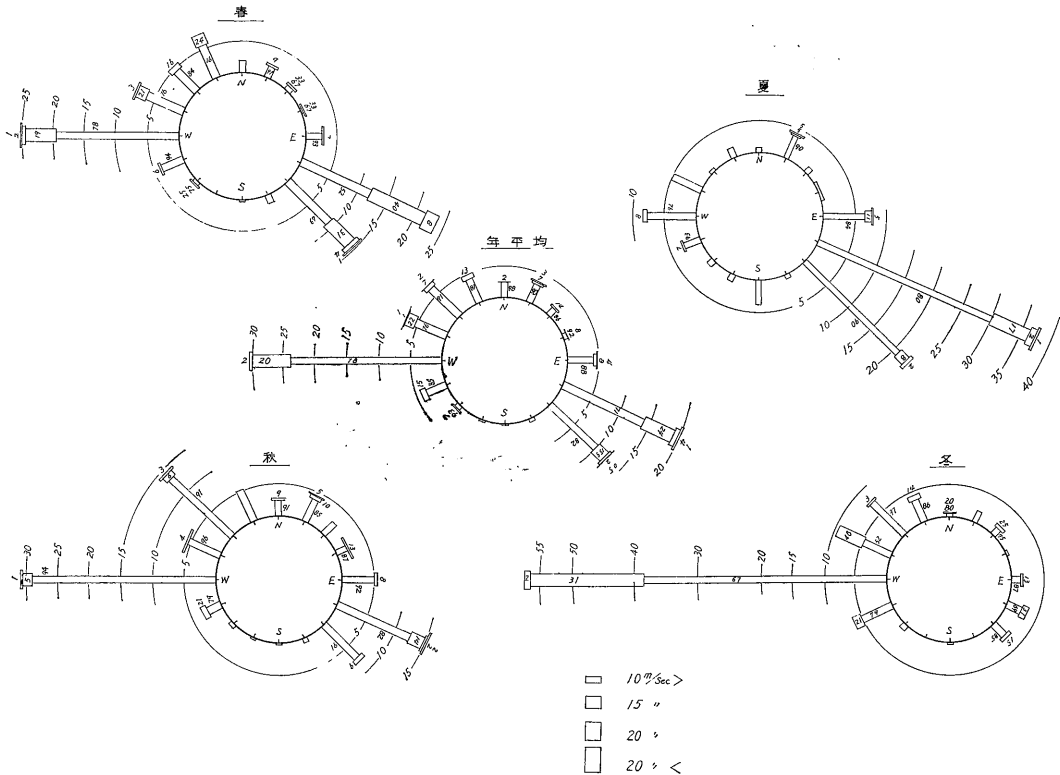
貫く両雲母花崗岩とにわけられている¹⁰⁾。

安山岩質集塊凝灰岩層は国東半島全域に広く分布する両輝石・角閃石安山岩質集塊凝灰岩層の一部に当たり、本地域内では一部に凝灰質砂岩～礫岩の薄層を夾有する集塊岩～集塊凝灰岩層からなり、走向ほぼENE～WSW・傾斜Nに10度内外で分布する。本岩層中の角礫は主として黒雲母・角閃石を含む両輝石安山岩である。

本岩層の地質時代については、新第三紀といわれ¹⁵⁾、また更新世前期ともいわれるが^{10), 8)}、今回は一応後者と

ではいずれも(W～NW)方向からのものと、反対の(SE～SEE)方向からのものにて代表されるが、夏季は主として(SE～SEE)方向から、冬季はW方向からが卓越しており、夏季と冬季の風向は極端な対照を示している。次に海岸線に対する向岸風(SEE～SE)と離岸風(W～NW)とに分けて発生頻度を示したのが第1表である。

この表によると、向岸風では夏季が全体の約43%を占めて最大となり、冬季は7%弱で最小である。離岸風に



第3図 国東海域の風向、風速頻度図
佐賀関測候所 (1961～1965年)

考えたい。

なお、国東半島の中央部高地を構成する両子火山群は角閃石・両輝石安山岩、角閃安山岩、黒雲母・角閃石石英安山岩などからなり、更新世後期の噴出堆積物といわれている¹⁰⁾。

2.4 風況および海況

2.4.1 風況

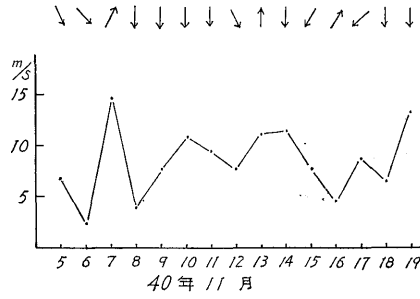
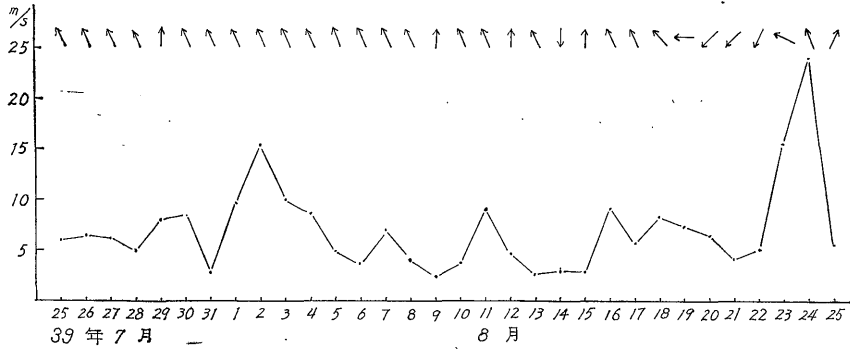
本海域の風況を佐賀関製練所の観測資料¹⁶⁾でみると第3図のようになり、小野寺が国東で期間中に観測した結果は第4図となる。

これらによると、本地方の四季別の風向は春季と秋季

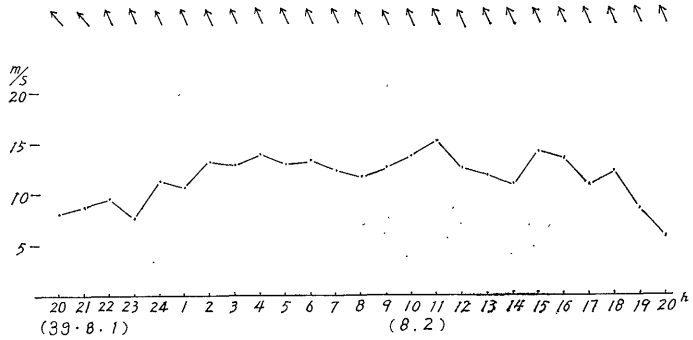
においては冬季が約39%でもっとも多く、夏季は11%で最小となる。次に10m/sec以上の強風発生率についてみてもほぼ同様な傾向があり、向岸風は春が48%、夏季が34%、冬季は6%で最小となっている。離岸風においては冬季が62%と群をぬき夏季は2%ときわめて低い。

したがって本海岸の風況は、夏季に主として向岸風が卓越し、冬季は離岸風が、他の季節に較べて発生頻度が高い。

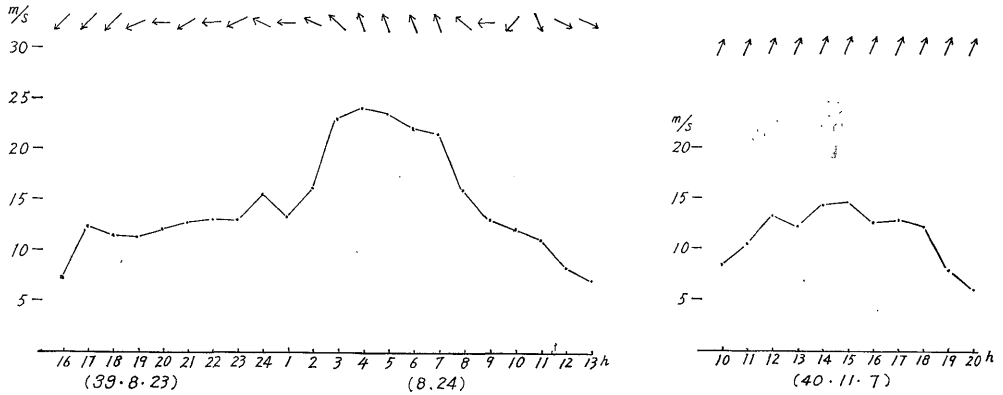
一般に強風をもたらす気象条件には、いろいろあるが、台風の接近あるいは上陸に伴うもののがもっとも強烈である。過去20年間において本県下に災禍をもたらした



台風II号



台風14号



第4図 風況図(国東町鶴川での観測値)

第1表 四季別離岸, 向岸風出現数(1961~1965年)

	春	夏	秋	冬	計
向岸風	226	348	172	55	801
%	(28.2)	(43.4)	(21.5)	(6.9)	(100.0)
離岸風	234	113	282	397	1,026
%	(22.8)	(11.0)	(27.5)	(38.7)	(100.0)

強風(10m/sec以上)出現数

	春	夏	秋	冬	計
向岸風	82	57	21	10	170
%	(48.2)	(33.5)	(12.4)	(5.9)	(100.0)
離岸風	48	4	19	116	187
%	(25.7)	(2.1)	(10.2)	(62.0)	(100.0)

主なる台風の来襲時と件数を水文気象¹⁶⁾から抽出してみると約26件中の21件が7月から9月までの間に発生している。

そのうち2, 3の例をあげれば, 1961年9月の第2室戸台風は最大風速21.1m/sec, WNW方向, また1964年9月の20号台風では最大風速26.3m/sec, NNE方向(いずれも佐賀観測)が記録されている。

2.4.2 海況

1) 波浪

第2表は前項の風況資料から計算作成した四季別の向

第2表 四季別波浪頻度表
(1961~1965年間の水文気象資料より)

平均波高 Ho (T: 3秒以下)	春 (%)	夏 (%)	秋 (%)	冬 (%)	年平均 (%)
0.5m	82.4	87.7	95.5	97.8	90.8
1.2m					
3.3秒	14.8	9.5	3.7	2.2	7.6
2.3m					
5.0秒	2.6	2.2	0.4	0	1.3
3.4m					
6.2秒	0.2	0.6	0.2	0	0.25
4.4m					
7.0秒	0	0	0.2	0	0.05

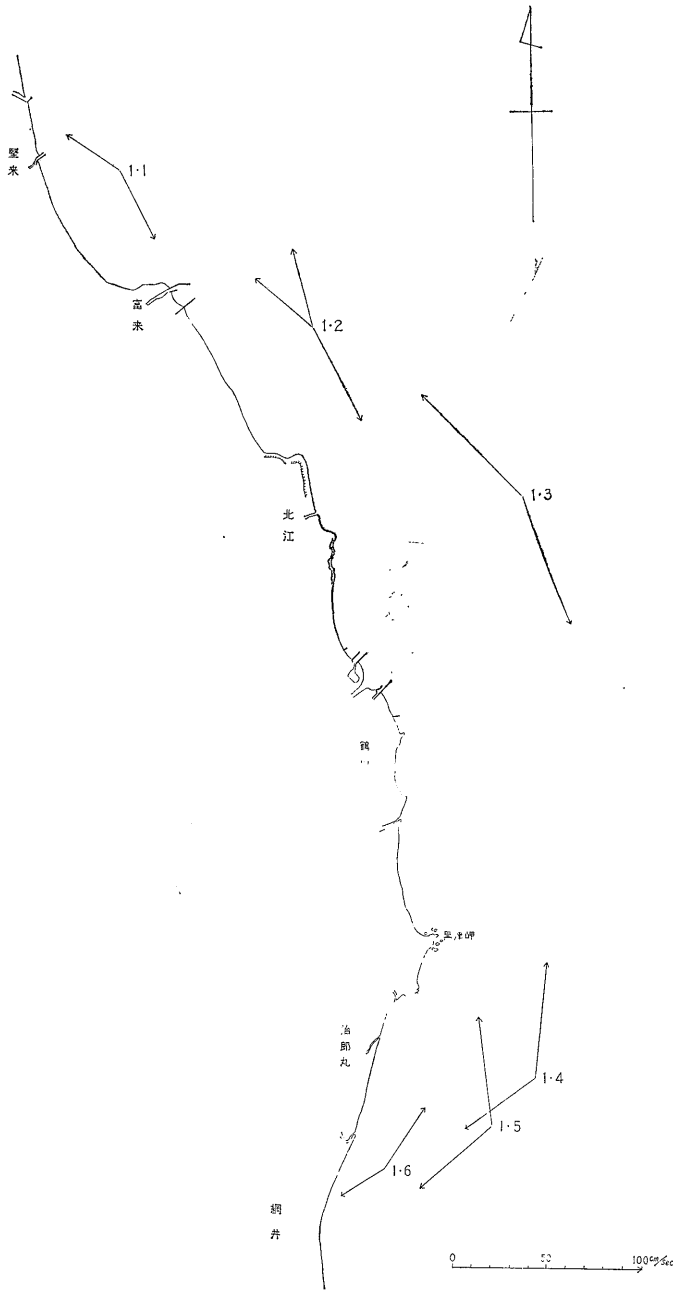
岸風による風波の表である。計算の基礎としては風の吹続時間を1~3時間としたとき, 今まで静穏であった海面に発生する波高と周期である。この表でみると波高1

第3表 日本沿岸の波浪とうねり
階級3以上(佐田岬)

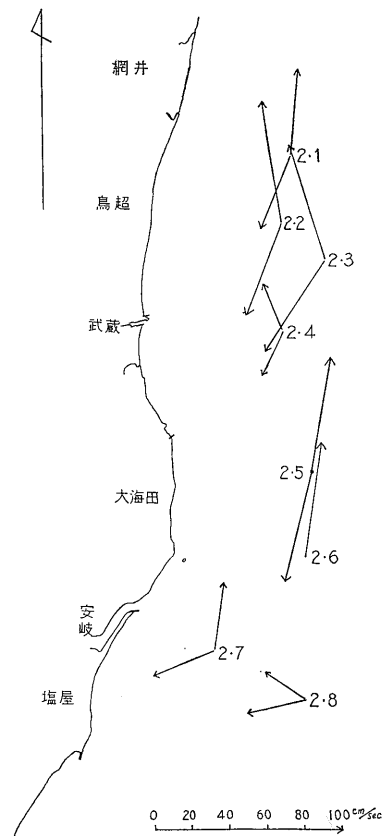
月	うねり (%)	風波 (%)
1	0.6	13.2
2	2.7	14.4
3	2.4	12.9
4	5.7	1.4
5	4.5	6.0
6	7.3	5.4
7	7.5	7.5
8	8.4	4.8
9	7.2	7.8
10	2.7	11.7
11	2.4	11.1
12	3.6	14.4
計	55.0	120.6
平均	4.6	10.1

(昭和二十六年~三十年)

海上保安庁水路部
昭和39年5月報告資料より



第 5 図 a 潮流図 (39年 8 月測定)



第 5 図 b 潮流図 (40年 11 月測定)

m以上の波の発生頻度は年平均7.6%で、このなかで80%以上が春と夏に集中している。

波高3m以上の波は夏季と秋季に多くみられ、台風の接近に大きく支配されていることを示している。また、台風が付随して発生するうねりの状況を佐田岬における観測資料⁵⁾からみると第3表となり、6月から9月までが多発時期になっており、8月、9月には波高4m以上のものが発生している。これらのうねりは豊予海峡を通じて侵入するので波高はSSE方向に限定される。したがって本海岸近くの波浪状況は春季には風波が主体となり、夏から秋にかけてはうねりや激浪が主となり、海岸を洗うことになる。

2) 潮流

伊予灘における主潮流⁶⁾は国東半島の海岸線に対して平行な流れをしめし、漲潮流は2.5ノット(約130 cm/sec)で関門海峡に向い、退潮流は2.2ノット(約113 cm/sec)の流速で豊後水道へ抜けており、相対的には退潮流より漲潮流が速い。また、本調査時(昭和39年8月、昭和40年11月)での底層流(海底より1.5m)測定の結果(第5図a, b)からも大体漲潮流が速くなっており、主潮流に応じた流れ方を示している。

本海域の底層流の概要は北江を境としてその以北では南部海域に比して流速が弱くなっている。漲潮流と退潮流を比較してみると、北江北部海域では退潮流がより強く、南部海域では反対に漲潮流がより強くなっている。本観測中で、最大流速を示した所は1.3地点で、漲潮流が74 cm/secを記録している。

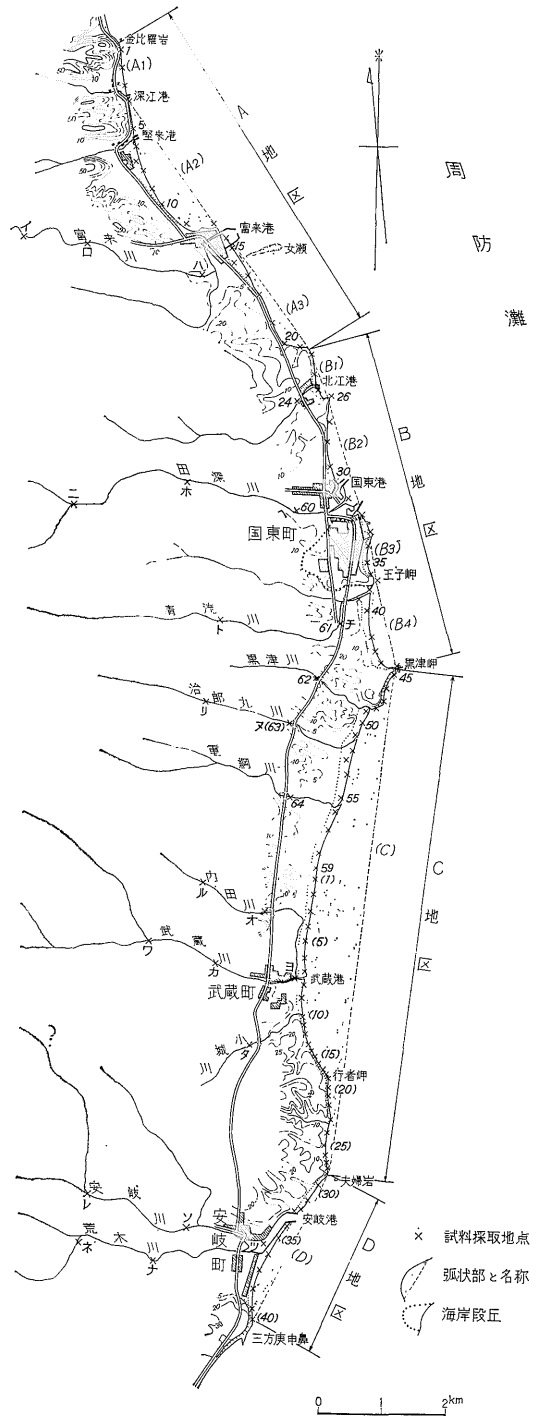
これら底層流の流向は全体的に海岸に対して斜め方向を示すが、2.8地点では漲潮流、退潮流とも海岸にほぼ直角方向を示す。このような流れは海底地形の影響が大きく反映しているものと思われる。

3. 海岸および後背地形環境と砂浜形態について

3.1 海岸地形状況と地形区分

本調査地域の海岸線は、その方向性が地域のほぼ中央部付近の黒津岬を境として、北方側はN14°W内外、南側はS15°W内外と大きく2分され、この南北両海岸線は北江、安岐燈台(夫婦岩)付近の両凸部地点によってさらに2分されるので、方向性の点からみれば、4区分とすることができる(第6図参照)。

これら海岸線方向性によって4区分した海岸地区を便宜上、北から順にA, B, C, Dの各地区とよぶことにする。



第6図 河川、海浜の試料採取地点および海岸地形区分図

4地区海岸線方向性は、第4表に示すとおりである。

第 4 表 浜砂の集積と海岸形状および後背地との関係

方向性 による 海岸区分	弧状形の 海岸区名	凹地形区 の方向性	浜砂集積面積 (凹地形区)と傾位	弧状長(凸部相互 間の長さ)と傾位	凹細部地形区 の弧状部面積と傾位	凹地区の後背河川長 (長さ2km以上の集積値)	凹地区後背地の流域 面積および傾位	用語の説明
A 地区	深江凹部 (A1)	N27°W	41,000 (7)	1,000 (7)	124,000 (7)	2.3 (8)	2.7 (8)	
	堅来凹部 (A2)		86,000 (3)	2,400 (3)	958,000 (2)	4.4 (7)	5.1 (7)	
	富来凹部 (A3)		85,000 (4)	2,150 (4)	477,000 (4)	15.8 (4)	16.2 (4)	
B 地区	北江凹部 (B1)	N9°W	26,000 (8)	950 (8)	19,000 (9)	4.5 (6)	5.4 (6)	
	田深凹部 (B2)		51,000 (6)	2,100 (5)	259,000 (6)	28.4 (3)	40.1 (3)	
	王子岬北岸 (B3)		11,000 (9)	550 (9)	25,000 (8)	(ほとんど空)	0.4 (9)	
C 地区	黒津岬と 行者岬間 (C)	S12°W	506,000 (1)	7,900 (1)	4550,000 (1)	49.6 (2)	49.2 (2)	
	安岐川周 辺の凹部 (D)		112,000 (2)	2,700 (2)	550,000 (3)	80.5 (1)	97.1 (1)	

註：以上の数値は何れも精密値ではない

3.1.1 A地区海岸(金比羅岩～北江凸部)

両子山を中心として放射状に稜線が緩やかに海岸にのびた末端部が、それぞれ本調査地域全海岸の凸部を形成している。A地区におけるこれら末端部の高さは北部の金比羅岩付近で約40m、堅来北部で約30m、富来付近では約14m、北江付近で約6mと、南部に至るほどその高さは低下し、海浜に迫る傾斜もゆるやかとなる。本地区内で沖積平野部が発達する地域は深江港・堅来港・富来港に注ぐ3河川の周辺に限られ、このうち富来川口周辺の平坦部が最大で人家も比較的密集している。

海岸における堆積砂は、凸部相互間に囲まれた凹状部地帯に存在し、富来港の南岸部一帯に長さ約1.6km、最大の幅約200mのもの、堅来港南北一連の海岸に長さ約1.6km、最大幅約100m、深江港北岸に長さ約500m、最大幅120mの三地帯がある。

3.1.2 B地区海岸(北江凸部～黒津岬)

本地区では、北部の北江凸部付近に高さ約6m～12m、延長約2.5km、幅約900m規模の台地が海浜と接し、海食されて急崖、もしくは洞穴を生じている。また田深川南岸から王子岬に至る間には高さ約10m、延長約1.3km、幅約1km規模の海岸段丘が存在し、鶴川付近では高さ約5mから急角度をなして海浜と接し、王子岬では高さ約10mの急崖となり直接波に洗われる所となっている。ついで南部の黒津岬凸部付近は安山岩質集塊岩層と花崗岩質岩石が高さ12m内外の台地を構成すると共に、海浜に接し急崖となり、巨岩類が海浜に転在する地帯となっている。

本地区における平野部はこれらの台地間を縫って流れる田深川・清流川の流域周辺に発達し、このうち、田深川下流部に形成された平坦部は規模も大きく、本調査地域中では2番目にあたり、本半島東部側海岸中随一の国

東町市街地もここに形成されている。

砂浜地帯は北江港を中心とした凹状部に長さ約700m、最大幅約40mのものと田深港を中心とした凹状部に長さ約1,400m、最大幅約60m、および王子岬と黒津岬間の凹状部に長さ約1,300m、最大幅約130m規模のものがみられる。

3.1.3 C地区海岸(黒津岬～安岐燈台)

本地区の海岸では、北部の黒津岬凸状部周辺に約10m～15m高の台地があり、南部の行者岬から夫婦岩に至る付近にも約15m高の丘陵地が海浜に迫り、いずれも急崖もしくは巨岩類の露出する地帯となって、直接波浪の影響を受ける所となっている。これらの突出部にはさまれた凹状部地帯では丘陵地は海岸からおよそ700mの巨離に遠のき、海浜との間には本調査地域中で最大の平野部が形成され、流入する河川は武蔵川をはじめ黒津川・治郎九川・重綱川・内田川・小城川などの6河川があり、河川数においても他地区を凌駕している。

浜砂の堆積は、弧状形をなす本調査地域海岸区中で、もっとも規模が大きく、長さ約5,000m最大幅は約270mを有している。

3.1.4 D地区(安岐燈台～三方庚申鼻)

北部の凸状部に約15m高さの丘陵地が海浜と接し、南部の三方庚申鼻付近でも高さ約15m～20mの台地が海浜にせまり、ともに急崖となって波に洗われている。これら凸部にはさまれた凹状地帯は、東部海岸中最大の河川である安岐川により形成された沖積平野となり、人家も比較的が多い。

砂浜は、平野部に接する弧状形の海岸内にみられ、長さ約2,400m、最大幅約80mを有する帯状形となっている。

3.2 海岸および後背地の地形環境と浜砂規模

前項で大別した4つの海岸地形区において、浜砂の堆

積地帯は主として弧状形の海岸内であって、その後背地は比較的平坦な地帯であることが認められる。

このように、浜砂の形成と海岸形状との間には密接な関係があるように思われる。これらの関係を検討するため、前記の4海岸地区内を、弧状形の海岸地形区ごとにさらに細分すると第6図の9地形区となる。

また、浜砂の生成上には不可欠な要素と考えられる後背地の地形環境(河川および流域状況)の関係数値を表にまとめたのが第4表である。

以下、これらの各要素と浜砂集積規模(面積で代表した)との相互関係を検討した結果は下記のとおりである。

3.2.1 海岸形状(弧状長、弧状面積)と浜砂規模

海岸形状のうちの弧状長(ここでは海岸突出部相互間を結ぶ長さであらわす)と浜砂集積規模との関係を第4表からみると、9海岸地形区中で弧状長が最大値を示す(C)地区海岸は、浜砂規模も第1位を占める。これとは反対に弧状長が最小値を示す(B₃)地区海岸は、浜砂規模も最下位となっている。

他の7地区海岸においても、このように浜砂規模は弧状長の大小に依存している関係が認められ、両者は密接な関連性を有していることが示されている。

次に、弧状部面積と浜砂規模との関係は、弧状長との関係ほどには明らかではないが、浜砂規模の大小順位に準じた排列状態を示している。

3.2.2 後背地形環境と浜砂規模

河川長および流域面積と浜砂規模の関係:支流の長さ約2km以上を含めた河川の長さ(集計値)が最大となる(D)地区は、浜砂面積においては9地区海岸中、第2位を占める。

河川長で第2位を占める(C)地区は浜砂の規模では第1位、河川長がほとんど零に近い(B₃)地区海岸は浜砂規模では最下位となる。

他の6地区におけるこれらの関係順位は、かならずしも対応した順位とはなっていない。

次に、流域面積との関係についてみれば、流域面積が最大である(D)地区海岸は、浜砂規模順位では第2位である。

流域面積が最小値となっている(B₃)地区海岸は、浜砂規模も最下位であり、他の7地区におけるこれらの関係は、河川長との比較の場合と同じ順位関係を示している。

以上、4つの要素と浜砂規模との関係をまとめてみると、浜砂規模において最大区となっている(C)地区では、弧状長と弧状面積の順位が共に第1位、河川長と流

域面積は第2位である。

浜砂規模が第2位となっている(D)地区では、弧状長は第2位、弧状面積は第3位、河川長と流域面積は第1位を占める。また、浜砂規模が最小である(B₃)地区では、弧状長が最下位、弧状部面積は9地区中の第8位、河川長と流域面積はともに最下位となっている。

このように、浜砂規模と、これらの4要素との関係においては、4要素が増大すると共に、浜砂規模も総体的に漸増していることが知れる。しかし、(A)地区と(B)地区の両海岸のみは河川長、流域面積の対応順位が、著しく不均衡となっている。

このことは、本地域における砂浜形成の発達条件を考える場合、このほかに気象、海象などの諸条件を考慮する必要がある。

とくに、(B₃)海岸を含むB地区の各海岸は、総体的にみて浜砂の集積状態がよくない。

これは、本地区が国東半島東部海岸中で、もっとも海側に突出した部分に位置し、海岸の形状は小規模な弧状地形区の集合体海岸であり、常時波浪による侵食作用が強く、砂粒の沈積が行なわれ難いなどの地理的な環境下にあるがために、浜砂の発達が不充分となる大きな原因と考えられる。

4. 河川および海岸堆積物の季節的变化について

4.1 資料の採取と処理

第1次(8月)および第2次(11月)調査期間における試料採取の地点は第6図のとおりである。

1) 河川試料

第1次調査期では富来川・北江川・田深川・清流川・黒津川・治郎丸川・重綱川などの大小7河川について河口から陸域内に約1kmまでを、第2次調査期には、以上のほかに内田川・小城川・武蔵川・安岐川・荒木川の5河川を追加し、河口から平均600m間隔に第1次を、第2次は平均1,300m間隔で最長約3.5kmまでの川砂(深さ約15cm、重量約800g)を採取した。

2) 海浜試料

採取地点は平均満潮面の水位付近と後浜の限界付近(海岸線地帯)を平均300m間隔ごとに深さ約15cmまでの打上げ砂を約800gづつ、両期を通じて総計113個採取した。

3) 試料処理

試料は50°C定温乾燥の後、4分法を行ない、JIS標準篩で篩わけ、約600ガウスの磁石で磁選し、各試料

別、粒度別の重量百分比を算出した後、INMAN³⁾の方法により堆積物全体と着磁砂の兩者について平均粒径値、淘汰度、歪度などを求めた。

4.2 河川堆積物の变化について

4.2.1 第1次(8月)と第2次(11月)との両期間での粒度組成

第5表、第7図および第8図は、各河川における各地点別の河床堆積物の粒度組成を、第1次、第2次の各調査試料により季節的な対比をしたものである。

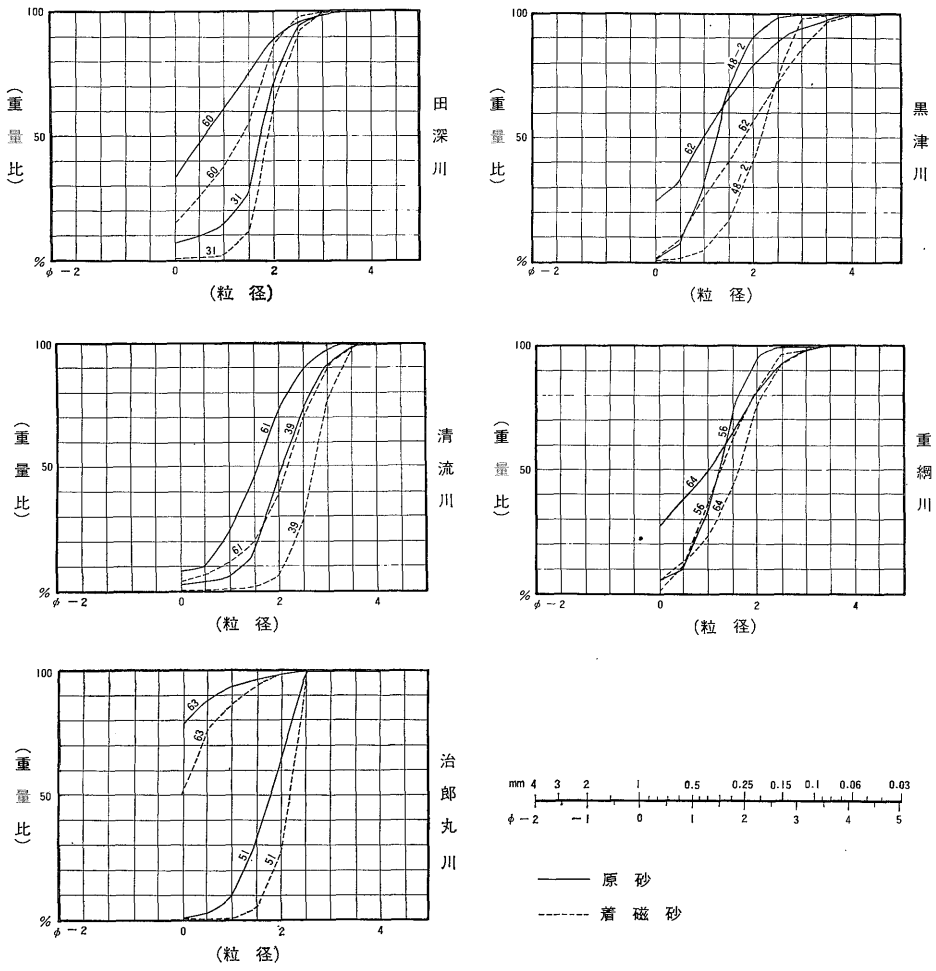
これらによれば、第1次調査における各河川では、上流側の地点が、粗粒砂を主体とし、淘汰度は下流側より悪く、歪度はすべて(-)値を示す(第9図)。これに対し、下流側は中粒砂が主体となり、上流部地点より淘汰度は比較的によい。

上記の状況に対し、第2次の粒度組成は2種類の異なった型が認められる。

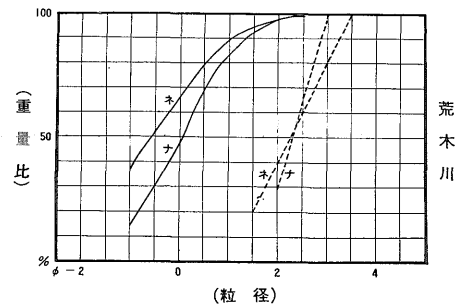
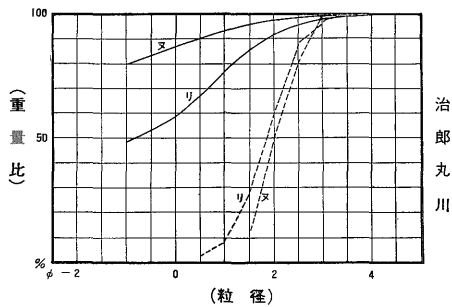
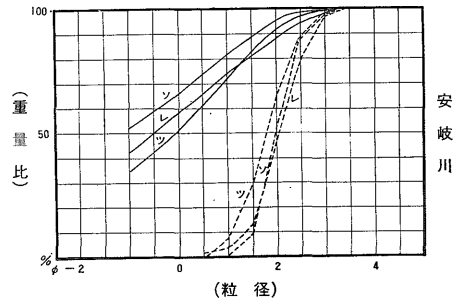
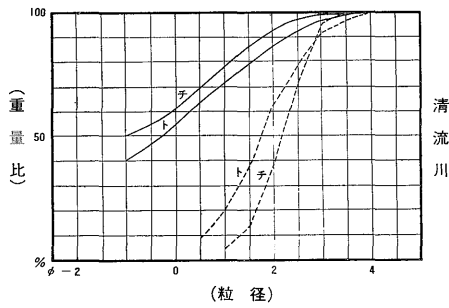
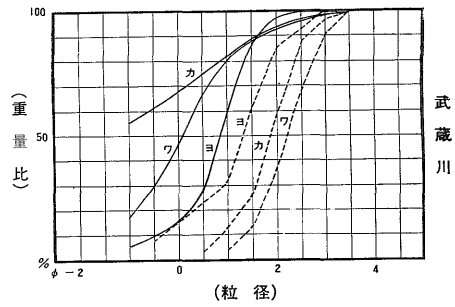
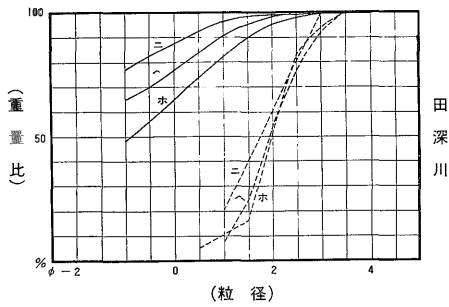
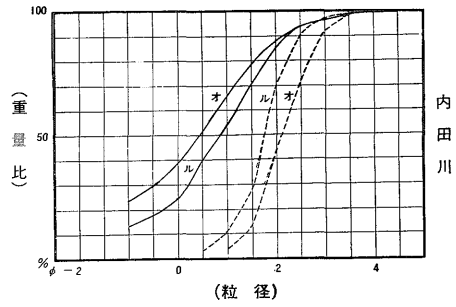
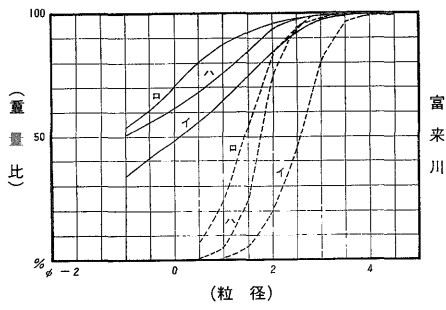
1つの型は、富来川・清流川・治郎丸川・内田川など、表流水のきわめて乏しい小河川における傾向で、第1次期とはまったく反対に、下流側地点の方が上流側地点よりも極粗砂以上のものが多量で、淘汰も悪くなっている。もう一つの型は第1次の場合と同様に上流側地点の方が粗粒砂を多く含有し、中央値も大きく、淘汰も悪いという傾向を示すもので田深川・安岐川・武蔵川・荒木川といった河川規模が比較的に大きく、水量も割合に多い河川などに認められる。

4.2.2 着磁率の変化

第1次調査時における同一河川の上流側地点と下流側地点との着磁率を第5表上で比較すると、田深川・清流川・治郎丸川の3河川では下流側地点の方が上流側地点よりも極度に高着磁を示しており、黒津川での比較値は近似値、重綱川では逆に上流側地点の方が高い値となっている。この2河川は共に前記3河川より水量は少なく



第7図 河川底質砂の粒度分布積算曲線 (1964年8月)



第8図 河川底質砂の粒度分布積算曲線 (1965年11月)

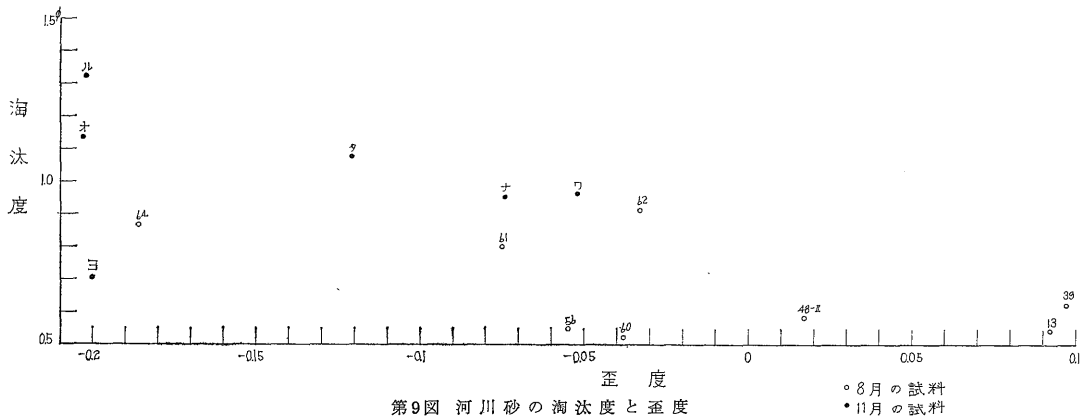
第5表 河川底質砂の粒度構成

1965年11月試料 (第2次)

1964年8月試料 (第1次)

河川名	試料番号	着磁率 (重量%)	中央値 $Md\phi$	平均値 $M\phi$	淘汰度	歪度	試料番号	着磁率 (重量%)	中央値 ϕ_{50}	平均値 $M\phi$	淘汰度	歪度
富来川	イ(上)	2.63	0.1	(細礫)								
	ロ(中)	3.29		(〃)								
	ハ(下)	1.02		(〃)								
田深川	ニ(上)	0.12		(〃)			60(上)	27.23	0.61	0.59	0.52	-0.038
	ホ(中)	0.58	-0.90	(〃)			31(下)	63.00	1.75	1.67	0.60	-0.133
	ヘ(下)	0.56		(〃)								
清流川	ト(上)	0.56		(〃)			61(上)	15.74	1.59	1.53	0.80	-0.075
	チ(下)	3.04		(〃)			39(下)	20.95	2.10	2.16	0.34	0.176
治郎丸川	リ(上)	3.84	0.80	(〃)			63(上)	3.22		(細礫)		
	ヌ(下)	0.35		(〃)			51(下)	36.24	1.77	1.70	0.58	-0.122
内田川	ル(上)	11.65	0.88	0.62	1.32	-0.202						
	オ(下)	2.57	0.45	0.22	1.13	-0.203						
武蔵川	ワ(上)	0.73	0.08	0.03	0.96	-0.052						
	カ(中)	1.41		(細礫)								
安岐川	ヨ(下)	0.33	0.87	0.73	0.70	-0.200						
	レ(上)	2.12	-0.54	(細礫)								
	ソ(中)	2.67	-1.13	(〃)								
荒木川	ツ(下)	4.46	-0.08	(〃)								
	ネ(上)	0.12	-0.58	(〃)								
黒津川	ナ(下)	0.08	0.08	0.01	0.95	-0.074						
							62(上)	3.79	0.96	0.93	0.91	-0.033
重綱川							48-2(下)	3.16	1.27	1.28	0.58	0.017
							64(上)	9.93	1.04	0.88	0.86	-0.186
							56(下)	1.30	1.20	1.17	0.55	-0.055

注 (上): 上流側地点 (中) は中間点 (下): 下流側地点



第9図 河川砂の淘汰度と歪度

○ 8月の試料
● 11月の試料

河川規模も小さい。これに対して第2次調査では、田深川・清流川・安岐川を除いた他の5河川は上流側地点の方が下流側地点より高い数値を示し、第1次の結果値とは反対の傾向を示す。

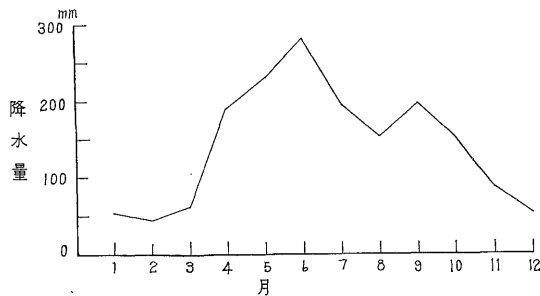
次に、第1次と第2次調査時の着磁を対比してみる

と、第1次では3%以上を示すのは、10地点中の9地点で、10%以上を示すのは6地点である。これに対し第2次では3%以上の箇所は16地点中の5地点で、10%以上は1地点のみにすぎない。また着磁最低値では、第1次は1.3%であるが、第2次では0.1%にすぎず、最高値

をみると、第1次は63%を示したが、第2次は12%弱でその較差はすこぶる大である。また、両期における着磁率の較差が顕著なことを示す諸現象として、第1次と第2次とに重複し、同一個所で採取した着磁の比較を下記にのべる。第5表中にある田深川の60地点と(イ)地点、清流川の61地点と(イ)地点、治郎丸川の63地点と(イ)地点とは、それぞれ同一の地点である。これらの着磁割合は第1次の方が第2次の5倍から数10倍も高率となる。

以上のような諸現象のちがいはについては、両期における河川流量の差異が考えられる。この河川水量の増減は砂粒の運搬、淘汰に影響をおよぼし堆積物の組成上にもいろいろの変化を与えることになる。この河川水量の変化を知るには、それぞれの時期の降雨量を比較する必要がある。

第10図は当地方における過去5年間の平均降水量⁽⁶⁾を月別に示したものである。これによると、5月から8月までの合計降水量(861mm)は年間総雨量(1,696mm)の約50%強を占めている。



第10図 月別降水量 (1961~1965年の水文気象より)

このことは、第1次調査(8月)の頃は降雨量の多い夏季下の河川状態であったことを意味し、河川流量は比較的多い時期であり、第2次調査(11月)の頃は降水量が少なく河川水量も減少している時の河川状態をあらわしているとみなされる。この事実、筆者が観察したところでも両期間の水量には大きな差があり、第2次調査時での各河川の水位低下は総じて顕著であった。

とくに、清流川・治郎丸川・重綱川・内田川などの小河川にあっては、この傾向が強く、表流水は絶無状態に近く、中には河口が海からの打上げ砂礫により封鎖されているものも認められた。このように、夏季における河川状況は冬季に比すれば、水位、水量ともに豊富であるから、流水による諸作用も活発化し、土砂は淘汰されつつ下流側へ供給される。この結果、河口近くなるほど土砂は細粒質のものが多く沈積するようになる。また砂鉄の分級作用も活発に行なわれ高着磁帯は比較的河口ちか

くにみられるようになる。

しかし、夏をすぎて秋から冬へと季節が移行するにつれて河川の水位、水量は漸次減少し、必然的に土砂の運搬能力は低下して土砂の沈積個所は逐次上流部へと移動するようになる。

このため、堆積物は河川の形態や、流水の運搬能力などに適応した局所的な粒度分布形態を示すようになるものと考えられる。

以上、両期にみられた粒径および着磁上の相異した諸現象は、すべて季節の変化が主因となって生じる流量のちがいが直接的な原因となったものと考えられる。

4.3 海浜堆積物とその中の着磁砂の季節的变化

第1次調査時における汀線部の傾斜値は、一般に5°~11°ぐらゐを示したが、第2次に同一海岸で得た数値は約7°~16°と急傾斜を示し、第1次にはみられなかった汀段の形成も認められた。これらの現象は第1次から第2次調査にわたる期間内で、海浜環境上に変動があったことを示すものである。

なお、海浜砂の堆積形態の変化については、次のような現象が認められる。

1) 突堤部における堆積の変化

第1次では東西方向の突堤に対し、その南側に多く浜砂は集積し、北側には少なく、両者の汀線部における水平の差は約15mの個所もみうけられた(北江港)。

これに対して第2次調査では第1次と反対現象の北側に堆積の傾向が認められたが、第1次の状態ほど顕著ではない。

2) 河口付近の変化

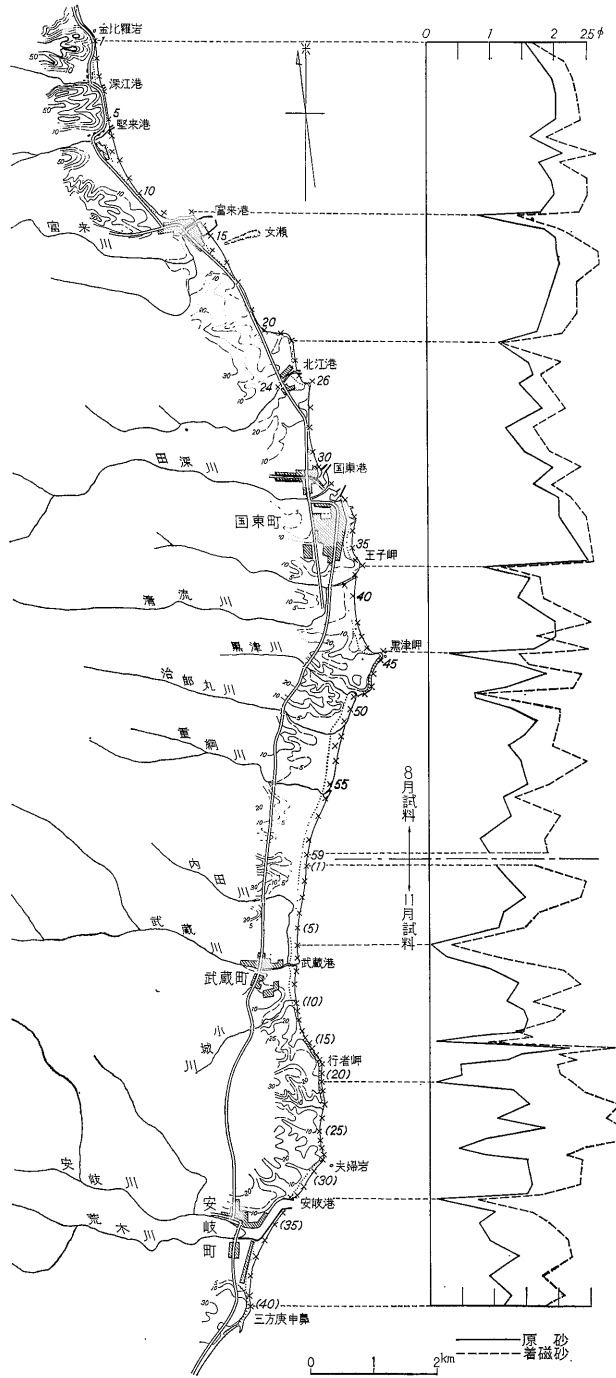
小河川の河口道方向を観察した結果、第1次調査ではいずれの小河川も北方に偏向流していたが、第2次調査では反対の南方方向に偏流しており、8日間で約30度も南に転位した小川もみうけられた(No. 23 と No. 24 の小川)。

また、第2次での治郎丸川河口では、新期に堆積したと思われる径5cm以下の礫を含む砂などにより河口は埋め尽されて、汀線にはほぼ平行した細長い帯状の淀みを形成し、淀みと汀線間の堆積幅は10mぐらゐもあった。この淀みの水は新期堆積物中を伏流して海中に注いでいた。このようなことは、第1次ではまったくみられなかったもので、冬季における海浜地形特性の一つと考えられる。

4.3.1 原砂粒度組成

1) 粒度分布形態

第11図で第1次と第2次調査時の粒度分布形態を平均粒径値(Mφ)で対比すると下記となる。



第11図 海浜堆積砂の粒度分布 (Mφ 値)

第1次調査地域の最南端にあたる池の内前面海岸 (No. 59) においては $M\phi=0.96$ を示し、これより北上するにつれて粒径はしだいに小となり、黒津岬南方約 300m (No. 46) に至ると $M\phi=1.85$ を示すようになる。黒津岬とその周辺地では $M\phi=(0.3\sim 1.6)$ と、ひとたび粗くはなるが、さらに北方のB地区に至るやふたたび急激に細粒化し、凹状地形部中央 (No. 41) では $M\phi=2.0$ を有し、田深川南岸部までこの状態はつづく。ついでその北岸から北江凸部 (No. 22) までは川口や小凸部があってふたたび粗粒化し $M\phi=1.1$ ぐらいまでに低下するけれども、なお北方の富来海岸凹状部へ近づくにつれて再度細粒化し、(No. 17) では $M\phi=2.0$ を示し、富来南岸突堤まではこの状態がつづく。ついで、富来北岸の凸状部付近 (No. 12) では $M\phi=0.8$ とふたたび粗くなり、塩屋・深江付近の砂浜地帯まで北上すると $M\phi=2.0$ を有するようになり、最北端の金比羅岩付近凸部ちかくなるにいたってまた粗粒化し、No. 1 では $M\phi=$

1.6 と低下する。

以上のように、第1次における粒度分布の形態は、河口付近や凸状地形部などの局地的な個所では、粗粒砂が散在するけれども、大局的にみれば、南部の池の内海岸から北部の富来海岸近くまでの間においては、粒径は漸次細粒化の傾向が認められる。

この観点からすれば、第1次調査時頃の本調査海域の海岸では南から北へと砂粒の移動が行なわれたものと考えられる。

第2次の分布形態は、No. (14), No. (21) で代表されるような凸状地形部付近と No. (33) で示されるような港湾堤防の北岸などにおいて、 $M\phi$ 値が 0.1 から 0.6 と粗粒であるが、凹状地形部中央付近 No. (25), および小トンボロ地形部 No. (16), No. (29) などにおいては $M\phi$ (1.5~2.2) という数値で、局地的な地形区による分布形態のちがいが顕著である。しかし、第1次にみられたような粒度分布の傾向はみられず、この期間の砂粒の移

第6表 堆積物全体の粒度構成 (海浜)

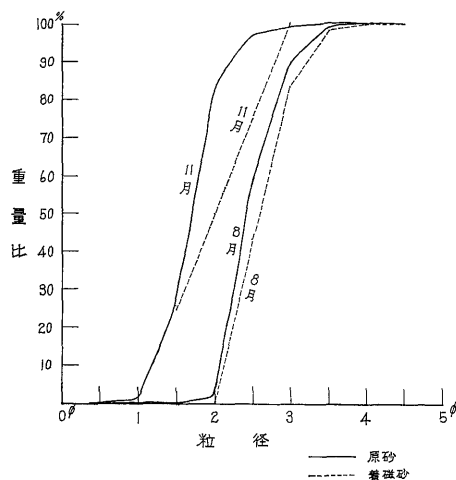
1964年8月試料

試料番号	中央値 $Md\phi$	平均値 $M\phi$	淘汰度	歪度	試料番号	中央値 $Md\phi$	平均値 $M\phi$	淘汰度	歪度
1	1.63	1.55	0.47	-0.170	30	1.88	1.97	0.40	0.225
2	1.78	1.75	0.62	-0.048	31	1.75	1.67	0.60	0.133
3	1.89	1.97	0.45	0.177	32	2.13	2.07	0.41	0.160
4	2.01	2.02	0.40	0.025	33	2.04	2.06	0.40	0.050
5	2.00	2.02	0.24	0.085	36	2.42	2.51	0.39	0.231
6	1.66	1.64	0.59	-0.034	37	0.77	0.87	0.85	0.118
7	2.03	2.12	0.51	0.176	38	1.39	1.57	0.53	0.339
8	1.73	1.74	0.57	0.017	40	1.30	1.41	0.36	0.306
9	1.85	1.93	0.49	0.161	41	1.93	1.98	0.43	0.116
10	1.84	1.98	0.45	0.311	42	2.03	2.00	0.38	-0.079
11	1.77	1.78	0.61	0.016	43	1.71	1.65	0.60	-0.100
12	0.68	0.80	0.73	0.166	44	0.33	(細礫)		
14	1.82	1.82	0.52	0.0	45	1.44	1.40	0.53	-0.075
15	2.08	2.02	0.45	-0.133	46	1.78	1.85	0.37	0.189
16	1.98	2.03	0.48	0.094	47	1.32	1.22	0.77	0.130
17	2.03	2.08	0.47	0.108	48	0.82	0.71	0.68	-0.162
18	1.92	1.99	0.45	0.146	49	0.50	0.74	0.70	0.342
19	1.80	1.84	0.50	0.070	50	1.31	1.30	0.57	-0.017
20	1.72	1.74	0.54	0.037	51	1.77	1.70	0.58	-0.122
21	1.58	1.55	0.42	-0.071	52	1.47	1.50	0.43	0.070
22	0.95	1.09	0.57	0.239	53	1.21	1.25	0.67	0.060
23	1.62	1.58	0.47	-0.086	54	1.38	1.46	0.44	0.181
25	1.69	1.66	0.53	-0.057	55	1.57	1.54	0.39	-0.076
26	1.58	1.49	0.75	-0.120	56	1.20	1.17	0.55	-0.055
27	1.80	1.82	0.55	0.036	57	1.27	1.28	0.56	0.018
28	1.26	1.26	0.59	0.0	58	0.73	0.78	0.66	0.069
29	1.52	1.54	0.52	0.029	59	0.94	0.96	0.62	0.032

第7表 堆積物全体の粒度構成 (海浜)

1965年11月試料

試料番号	中央値 Mdφ	平均値 Mφ	淘汰度	歪度
(1)	0.86	1.06	0.55	0.364
(2)	1.27	1.27	0.59	-0.008
(3)	1.60	1.51	0.44	-0.204
(4)	1.16	1.17	0.50	0.020
(5)	1.03	1.09	0.56	0.099
(6)	0.02	0.02	0.42	0.0
(7)	-0.05	0.25	0.61	0.491
(8)	1.16	0.98	0.86	-0.216
(9)	1.43	1.39	0.57	-0.070
(10)	1.22	1.22	0.65	0.0
(11)	1.41	1.48	0.44	0.159
(12)	1.54	1.52	0.51	-0.049
(13)	1.64	1.48	0.68	-0.235
(14)	0.89	0.64	1.01	-0.254
(15)	0.08	(細礫)		
(16)	1.91	2.20	0.69	0.420
(17)	1.47	1.42	0.68	-0.081
(18)	1.14	1.24	0.69	0.145
(19)	0.71	0.49	1.22	-0.180
(20)	1.17	0.51	1.44	-0.463
(21)	0.37	0.11	1.02	-0.236
(22)	1.41	1.32	0.60	-0.150
(23)	1.67	1.57	0.53	-0.200
(24)	1.20	1.07	0.92	-0.147
(25)	1.82	1.82	0.65	0.0
(26)	1.03	0.91	1.22	-0.098
(27)	0.57	0.47	1.26	-0.084
(28)	1.60	0.89	1.22	-0.588
(29)	1.70	1.52	0.45	-0.400
(31)	1.67	1.60	0.73	-0.103
(32)	1.56	1.54	0.46	-0.055
(33)	-0.11	0.11	0.57	0.386
(34)	1.10	1.05	0.53	-0.094
(35)	0.76	0.77	0.66	0.008
(36)	1.12	0.96	0.82	-0.202
(37)	1.49	1.40	0.50	-0.180
(38)	0.99	0.94	0.69	-0.072
(39)	1.33	1.27	0.56	-0.117
(40)	1.17	1.15	0.69	-0.029



第12図 同一地点における季節別粒度曲線対比図 (No. 36)

0.8~1.6φ までの間に 39 個の試料中 28 個 (72%) が占め、残りの大部分は 0.8φ 以下の粗粒砂である。また両期にわたって重複採取した No. 36 の粒度構成を第12図で比較してみると、第1次においては 2φ 以上の細粒砂が98%をしめたのが、第2次では 2φ 以上は約16%にとどまり、第1次に比してより粗い中粒砂が激増している。

すなわち、第2次調査時における堆積物の粒度構成は一般に第1次の時のものよりも粗いということになる。

2) 淘汰度と歪度

第13図から両期の関係を見ると、淘汰度については第1次では0.35から0.70までの数値を示すのが54個の試料中49個 (約90%) であるが、第2次で同数値を示す試料は39個中の28個 (70%) と若干少なく、残りの30%の試料はほとんどが0.7以上から1.5以下で第1次よりは若干大きな値を示す。

歪度については第1次における全試料の値は (-0.17 ~ +0.34) までの範囲であり、そのうち零から負の数値を示すのは54個の試料中20個 (約40%) である。第2次では試料39個中の30個 (約80%) が零から負数値 (0 ~ -0.59) を示しており、第1次とは大きく異なる。

以上の結果によると、第2次は第1次より淘汰度においてはやや悪く、歪度においては圧倒的に負数値を示しており、粗粒質で組成されていることが明らかである。

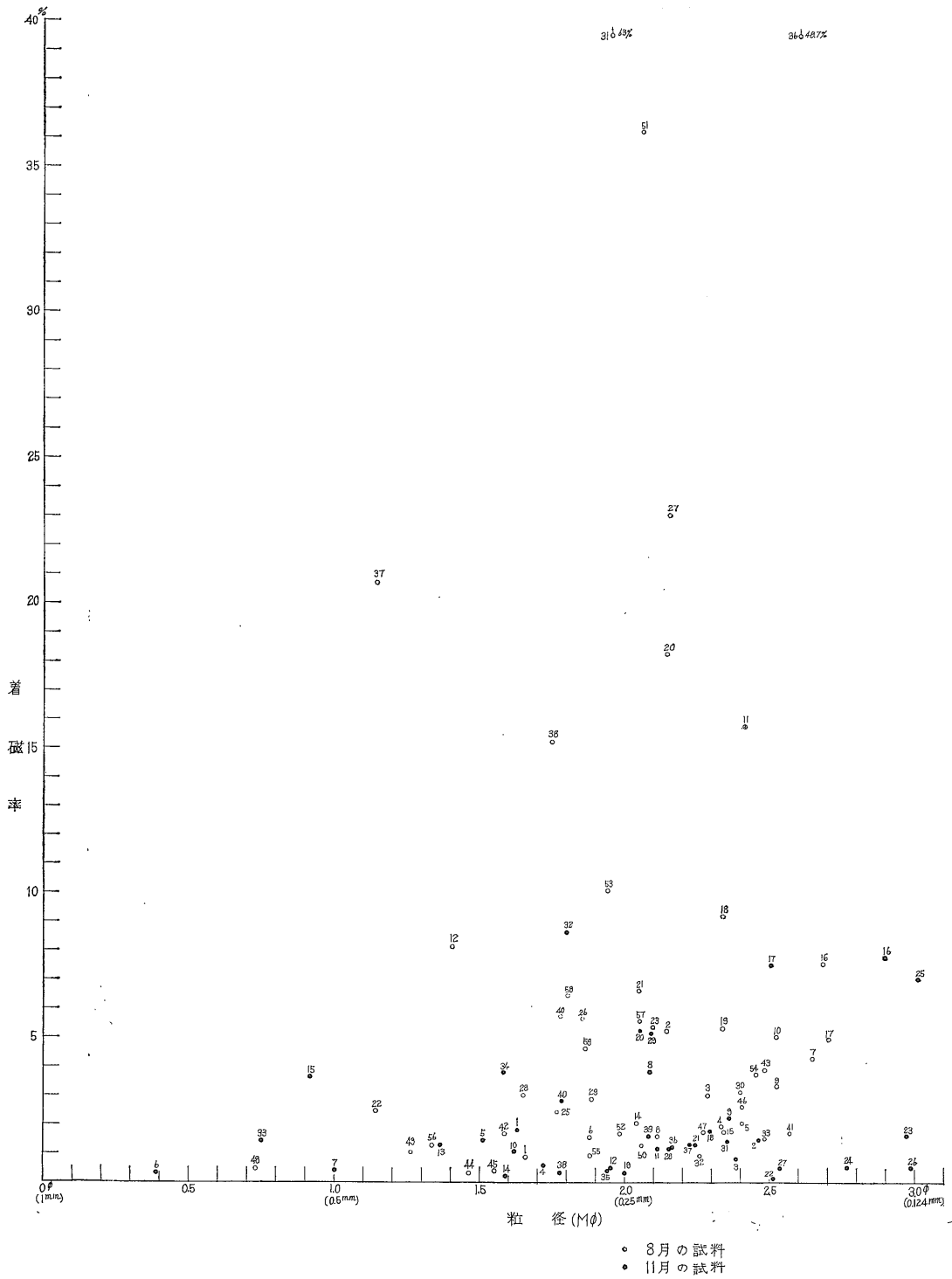
4.3.2 着磁砂の粒度組成について

第14図により第1次と第2次調査時の粒径頻度率を見ると、両期ともに Mφ 値は (1.5~2.6) 間に集中の傾向があり、第1次では54個の試料中44個 (81%) が、第2次では40個中の30個 (75%) が占めており、両者間には

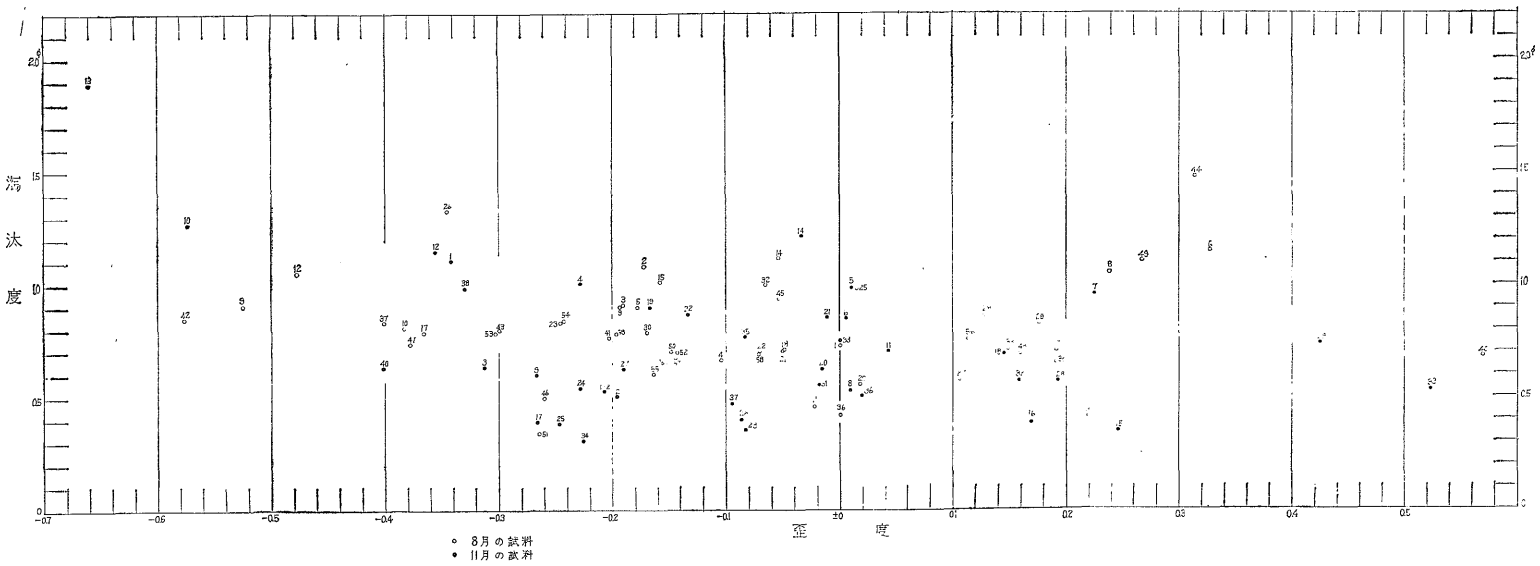
動については定かではない。

1) 粒径の比較

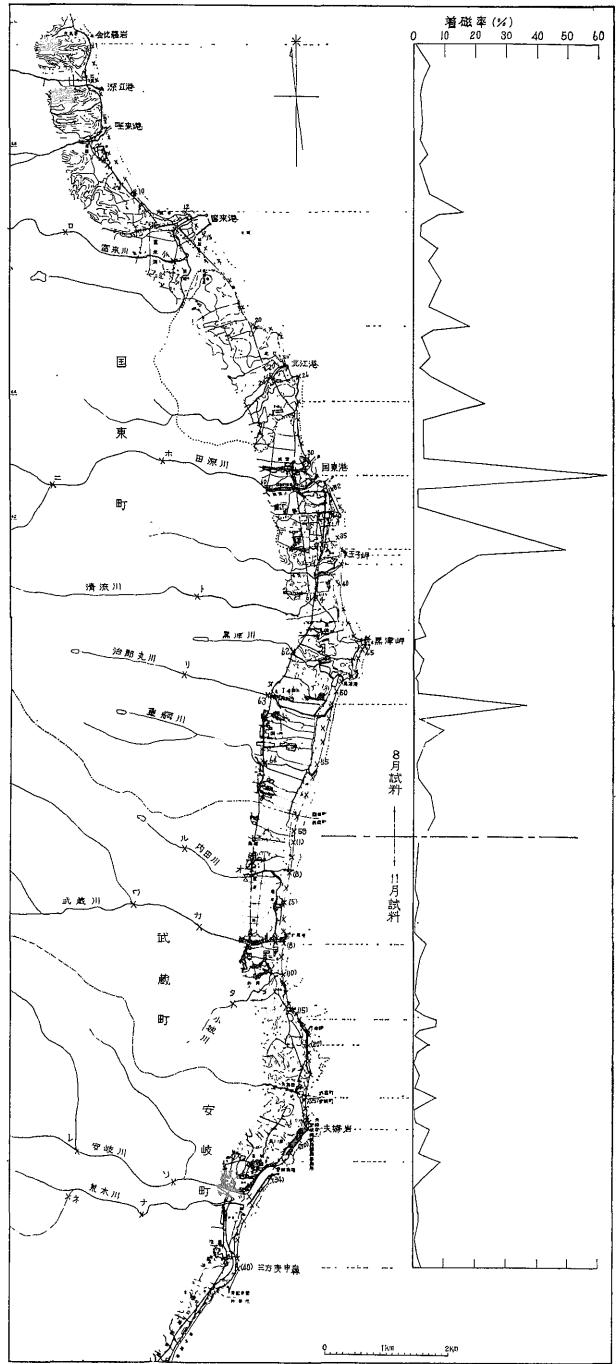
第6表と第7表で両期粒径 (Mφ) の頻度を見ると、第1次では55個の試料中45個 (82%) が 1.2~2.1φ までのもので占められているが、第2次ではそれよりも粗い



第14図 海浜着磁率と粒径



調査年度8月の堆積量の変化 図15



第 16 図 海岸地形と打上げ砂鉄の関係

それ程大きな差異はみられない。

淘汰度においては第15図で示すように、第1次、第2次とも0.35から1.0までの頻度を示し、第1次は54個中の48個(86%)が、第2次では40個中の34個(85%)が占め、ほとんど同率となる。

歪度の頻度値は、両期とも-0.4から+0.2までで、第1次が54個のうち46個(85%)で、第2次は40個中34個(85%)となり同率である。

4.3.3 砂鉄の濃集変化

第1次と第2次調査時における砂鉄の濃集傾向を第16図でみると、1次では、凸状地形部から凹状地形部へと変移する部分(とくに、北側の変換部)に $M\phi$ (2.1~2.6)までの着磁砂が15~48%の高濃集値を示している。

例……No. 11, 20, 27, 36

また、河口およびその周辺地にも $M\phi$ (1.1~2.1)まで

のものが着磁率5~63%を有す濃集部となっている。

例……No. 2, 23, 31, 37, 38, 51, 58

なお、これら高濃集を示す海浜地点のうち、No.37地点は、洪積世の海岸段丘が海浜と接して崖状となり、強く侵食されている部分にも相当している。

第2次では第1次にみられたような凹凸地形変換部での特殊な高濃集傾向は認め難く、総体的に着磁率は低い。

この期の傾向は凹状地形海岸の中央付近No.(17)、No.(20)や夫婦岩と陸側No.(29)との間でみられるような、海水の諸作用により、とくに砂が堆積した尖頭部付近、および河口周辺No.(8)、No.(25)、No.(32)などに3%から8.7%までの濃集部(この期としては高率)が認められる。

砂鉄の濃集堆積は上記のような地形環境以外に、人工的な構築物周辺部にもみとめられる。その顕著な例を

第8表 着磁砂の粒度構成(海浜)

1964年8月試料

試料番	中央値 $Md\phi$	平均値 $M\phi$	淘汰度	歪度	着磁率 (重量%)	試料番	中央値 $Md\phi$	平均値 $M\phi$	淘汰度	歪度	着磁率 (重量%)
1	1.66	1.66	0.73	0.0	0.90	30	2.53	2.40	0.80	-0.169	3.14
2	2.33	2.14	1.08	-0.172	5.24	31	1.87	1.96	0.41	0.220	63.00
3	2.46	2.29	0.92	-0.191	3.03	32	2.32	2.26	1.01	-0.065	0.95
4	2.40	2.33	0.67	-0.105	1.94	33	2.38	2.48	0.71	0.148	1.52
5	2.56	2.40	0.90	-0.178	2.09	36	2.60	2.60	0.42	0.0	48.73
6	1.50	1.88	1.15	0.327	1.58	37	1.48	1.15	0.84	-0.401	20.72
7	2.78	2.65	0.71	0.192	4.31	38	1.62	1.75	0.66	0.191	15.22
8	1.86	2.11	1.05	0.238	1.60	40	1.39	1.78	0.68	0.570	5.73
9	3.00	2.52	0.91	-0.527	3.34	41	2.72	2.56	0.77	-0.203	1.77
10	2.83	2.52	0.81	-0.383	5.05	42	2.08	1.59	0.86	-0.579	1.75
11	2.40	2.41	0.46	0.022	15.77	43	2.72	2.48	0.80	-0.300	3.85
12	1.91	1.41	1.06	-0.479	8.13	44	1.00	1.47	1.48	0.315	0.33
14	2.10	2.04	1.12	-0.054	2.07	45	1.60	1.55	0.94	-0.053	0.39
15	2.50	2.34	1.01	-0.158	1.77	46	2.53	2.40	0.50	-0.260	2.66
16	2.78	2.68	0.66	-0.152	7.59	47	2.55	2.27	0.74	-0.378	1.74
17	2.99	2.70	0.79	-0.367	4.99	48	0.62	0.73	0.69	0.159	0.47
18	2.37	2.34	0.72	-0.049	9.20	49	0.96	1.26	1.11	0.267	1.04
19	2.53	2.36	0.91	-0.193	5.34	50	2.16	2.06	0.71	-0.149	1.30
20	2.13	2.14	0.56	0.018	18.25	51	2.15	2.06	0.34	-0.265	36.24
21	2.01	2.05	0.71	0.050	6.65	52	2.08	1.98	0.70	-0.143	1.72
22	1.19	1.14	0.71	-0.070	2.49	53	2.18	1.94	0.79	-0.304	10.11
23	2.30	2.09	0.84	-0.246	5.39	54	2.66	2.46	0.85	-0.243	3.77
25	1.75	1.77	0.99	0.015	2.44	55	1.98	1.88	0.61	-0.164	0.93
26	2.31	1.85	1.33	-0.346	5.69	56	1.25	1.34	0.76	0.113	1.30
27	2.09	2.15	0.57	0.105	23.01	57	2.15	2.05	0.68	-0.147	5.60
28	1.54	1.65	0.86	0.128	3.05	58	1.85	1.80	0.69	-0.072	6.49
29	1.74	1.89	0.83	0.176	2.91	59	2.02	1.87	0.79	-0.197	4.64

第9表 着磁砂の粒度構成 (海浜)

1965年11月試料

試料番号	中央値 Mdφ	平均値 Mφ	淘汰度	歪度	着磁率 (重量%)
(1)	2.01	1.63	1.11	-0.342	1.83
(2)	2.56	2.46	0.51	-0.196	1.46
(3)	2.58	2.38	0.64	-0.313	0.84
(4)	1.95	1.72	1.01	-0.228	0.60
(5)	1.50	1.51	0.99	0.010	1.49
(6)	0.38	0.38	0.86	0.006	0.36
(7)	0.79	1.01	0.96	0.225	0.46
(8)	2.08	2.09	0.54	0.009	3.84
(9)	2.52	2.36	0.60	-0.267	2.24
(10)	2.35	1.62	1.27	-0.575	1.06
(11)	2.08	2.11	0.71	0.042	1.17
(12)	2.36	1.95	1.15	-0.357	0.49
(13)	2.62	1.37	1.90	-0.662	1.32
(14)	1.63	1.59	1.22	-0.033	0.26
(15)	0.83	0.92	0.35	0.246	3.65
(16)	2.83	2.90	0.39	0.169	7.81
(17)	2.61	2.51	0.40	-0.266	7.57
(18)	2.19	2.29	0.69	0.145	1.78
(19)	2.15	2.00	0.90	-0.167	0.32
(20)	2.06	2.05	0.63	-0.016	5.26
(21)	2.25	2.24	0.86	-0.012	1.29
(22)	2.51	2.40	0.87	-0.133	0.15
(23)	3.00	2.97	0.36	-0.083	1.63
(24)	2.89	2.77	0.55	-0.229	0.55
(25)	3.11	3.02	0.39	-0.247	7.04
(26)	3.02	2.99	0.41	-0.086	0.54
(27)	2.53	2.41	0.63	-0.190	0.50
(28)	2.04	2.15	0.57	0.193	1.17
(29)	2.09	2.40	0.73	0.425	5.16
(31)	2.36	2.35	0.56	-0.018	1.44
(32)	1.71	1.80	0.57	0.158	8.67
(33)	0.75	0.75	0.75	0.0	1.42
(34)	1.65	1.58	0.31	-0.226	3.82
(35)	1.94	1.88	0.78	-0.084	0.42
(36)	2.17	2.16	0.51	0.020	1.26
(37)	2.27	2.23	0.48	-0.095	1.36
(38)	2.08	1.76	0.99	-0.330	0.37
(39)	1.81	2.09	0.53	0.524	1.63
(40)	2.01	1.76	0.64	-0.402	2.80

げれば、第1次においては富来港防波堤の北岸側に存在した濃集部、第2次においては武蔵港南岸部 No. (8) などがその好例である。

以上、海浜堆積物とその中の着磁砂についての堆積現

象や、粒度組成および分布の傾向などにつき、第1次と第2次の両調査結果を比較し、両期の間に多くの相異現象が認められることを指摘した。

これらの原因を検討するため、(2.4), (3.1), (4.3)の各項内でのべた諸事項を要約すると、次のとおりである。

1) 冬季(第2次)において、流れが停止状態に近くなっているようなある小河川の河口は、径5cm以下の礫や砂などにより完全に遮断、閉鎖されており、この現象は夏季(第1次)にはまったくみあたらなかった。

2) 冬季の方が汀線部付近の傾斜は急であり、しかもこの期には汀段の形成が認められた^{注1)}。

3) 海浜砂の主要堆積地帯である凹状地形海岸区での粒度組成は、冬季の方が夏季よりも粗粒で、比較的にそろった中粒砂からなっている。

4) 本調査地域の海岸線の方法は、地形区分の当初においてのべたように、黒津岬から北方側はN14°W内外、南側はS15°W内外を示す地理的環境下にあるので、夏季においては東南方からの向岸風が卓越し、海岸は激浪に洗われることが多いが、冬季では西方からの離岸風が主体となり、海況の条件は夏季よりも静穏下にある。

これらの諸事項は、本調査地域の海岸が夏季に主として侵食を受け、冬季には堆積する傾向があることを意味するものと判断される。

このことは、一般に向岸風の卓越する所では、海岸は侵食され、離岸風のある所では堆積が行なわれるといわれて^{注2)} いること、および現地に住する人々が浜砂は主として夏季の台風によりもち去られ、冬季には堆積する現象がみられるということとも一致する。

このように本海岸の環境は、夏季や冬季という季節のちがいで、大きく変化することがわかる。この海岸環境の変化は、必然的に海浜堆積物と、その周辺の海底堆積物にも影響を与えることになる。

海岸に砂鉄が急速に、かつ多量に打ち上げられる条件としては、台風などによって生ずる激浪のとき、あるいは季節風の激しい時であるとされている^{11,12)}。

本地域の海岸において、このような条件に合った季節は、風況の項でのべたように6月から9月頃までの間である。

この時期においては、河川から海域への土砂の供給が、降雨量の関係からもっとも増大し、他方、海岸においては、台風などで代表される激浪のため、侵食が促進

注1) 文献11)によれば、汀段の形成時は堆積期に当たっていたといわれる。

注2) 文献1)のp. 19

されると同時に、局部的な集積も顕著に行なわれる。

以上のように、夏季では供給の条件、気象、海況などの諸条件が相まって、砂鉄を打ち上げるのに最適な時期となる。

他方、冬季は降雨量の関係から土砂の供給量も少なくなり、海況においても比較的平穏であるので、夏季のような濃集の作用は行なわれない状況にある。

このようなちがいが、打上げ砂鉄濃集についての時期的な差異をあらわす要因と考える。

なお、打上げ砂鉄と一般砂の堆積現象の差異については、それぞれの比重差、約(1:2)が主因となって、打上げ形態を異にするものと判断される。

また、凸凹変換部などの局地的な部分に濃集する機構の解明については、今後の課題として、さらに検討の必要がある。

4.4 鉱物組成

4.4.1 検討目的

鉱物組成の検討については、これまで特殊な目的のために、特定鉱物を取り扱ったものが多く、堆積物中の鉱物全般について、構成状態を検討したものはほとんど見当たらない。

今回は海浜堆積物と周辺地質との関連性を確かめ、堆積機構を検討するのに必要な資料を収集することを目的として、海浜堆積物を構成する鉱物全般について、その構成状態を調べた。また砂鉄粒については鉄鉱質源に関する資料作成の一環として、本地域の砂鉄を構成する酸化鉄鉱物の集合体の鉱物組成を確かめた。

4.4.2 試料の採取法と取扱試料の選定

本海浜地域における採取試料は海浜堆積物の粒度組成の検討を目的として汀線斜面の最上位を海岸線沿いにほぼ300m間隔で採取したものであり、又河川については各河川において海浜堆積物の影響が少なく、また海浜から余り離れない地点の河床堆積物を採取したものである。その採取法は表面部厚さ15cmの平均試料として約400ccずつ採取したものである。

試験試料の選定は、上記試料中から下記検討項目に適し、試料採取地がなるべく全域にわたって、それぞれの地域条件を代表するように選び、下記の9地点の試料を使用することとした。

- 1) 沿岸地質と海浜堆積物との関連性把握
北江・行者岬・その他
- 2) 河川供給物の確認
田深川・安岐川
- 3) 河川供給物と海浜堆積物との関連性の把握
武蔵港外南側

- 4) 特殊地形(トンボロ地形)堆積物の検討
夫婦岩

- 5) 打上砂鉄の鉄鉱物組成の検討

王子岬・治郎丸・奈多(地域外)

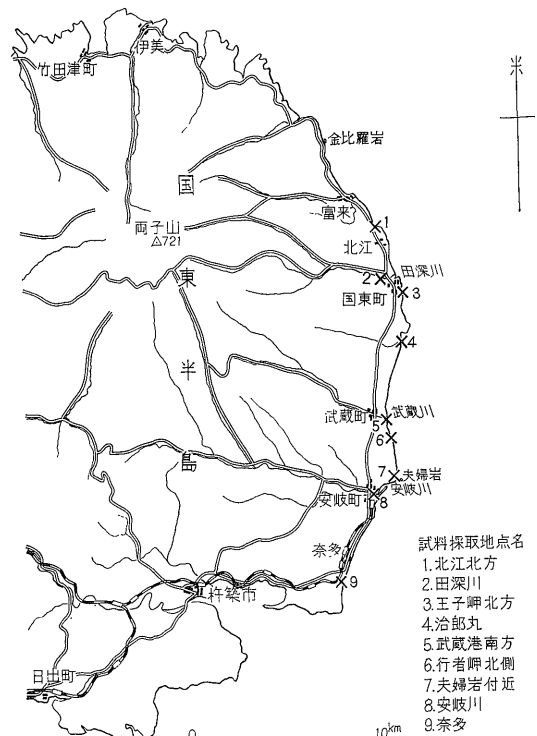
試料「奈多」は、本地域の南方隣接地の奈多浜で、稼行採掘中の海浜砂鉄鉱床の高品位砂鉄層(白砂・黒砂・砂鉄の互層、厚さ30cm平均試料)を採取したもので、鉄鉱物組成の検討を目的として加えた。

4.4.3 試料採取地点周辺の地質と地形

本地域の地質概況は別項で述べたように、両輝石・角閃石安山岩質集塊凝灰岩層が広く分布し、黒津岬以南の海岸線沿いには幅狭く花崗岩質岩石が露出する。

本検討に使用した9試料の採取地点は第17図に示した。試料北江・田深川・王子岬の3地点は集塊凝灰岩層が直接海岸線迄分布する海浜に属し、治郎丸・武蔵港外の2地点は海岸線沿いの狭い範囲に花崗岩質岩石が点在露出する地区、行者岬以南の各地点は海岸線から約4kmの幅で花崗岩質岩石が分布する地区の前面海浜である。

河床試料を採取した田深川・安岐川両河川の流域の地質状況は、角閃石・両輝石安山岩、角閃安山岩、黒雲



第17図 鉱物組成検討試料採取位置図

母・角閃石石英安山岩等の双子火山群中に源を発し、安山岩質塊凝灰岩層分布地域を流域とするが、安岐川はさらに最下流部で花崗岩質岩石の分布地区を流域とする。

次に各試料採取地点付近の地形特徴を述べると、北江・王子岬・行者岬の3地点は海岸線に岩石・岩層が直接露出分布してできた突出部海浜とその北側に広がる砂浜との接合部、すなわち砂浜から突出部海浜への移化地帯を試料採取地点としている。武蔵港外・治郎丸の2地点は、武蔵港外が武蔵川川口南方約100mの砂浜で、治郎丸は治郎丸川川口から60m北方の砂浜である。夫婦岩は海中の露岩に向かって砂浜が突出生長するトンボロ地形の砂浜に当たる。田深川・安岐川の両河川試料採取地点は、田深川では川口から約800m上流の河床、安岐川では川が沖積平地から海浜地帯に流入した地点の河床で、共に直接海浜堆積物の移動・混入を受けないと思われる地点である。

4.4.4 検討方法

今回の鉱物組成検討は一般鉱物を対象としたことから、各砂粒の鉱物種の決定はすべて偏光顕微鏡下での観察によった。

このため各試料については、その構成状態を変えないように、四分法をおこない、各試料ごとに薄片・研磨片を作り、鏡下で距離・間隔1mmごとの場所に存在する砂粒について性質を確かめ、各鉱物・岩石片ごとの構成

率を求めた。

各薄片・研磨片上での取扱砂粒数は、求める百分率数値の信頼度²⁾の関係から薄片上では300粒以上、研磨片上では200粒以上とした。

4.4.5 鉱物組成概況

前記の方法によって得られた結果は第10表となる。

この結果によれば本地域の海浜堆積物は石英(ガラス質物を含む)6%内外、長石51%内外、角閃石2.5%内外、輝石2%内外、岩石片20~30%、などから構成されていることがわかる。

取扱試料選定時に予定した検討課題については下記となる。

1) 沿岸地質状況と海浜堆積物との関連性

この事項については堆積物中の岩石片の含有状況に明瞭にあらわれている。

本地域の海浜堆積物中の岩石片は北部地区では安山岩・安山岩質凝灰岩などの岩石片が主体となり、花崗岩質岩石片はほとんど認められないが、中部地区では漸次花崗岩質岩石片の含有率が高まり、南部地区では花崗岩質岩石片が安山岩・安山岩質凝灰岩岩石片よりも多量となる。

この現象は本地域の海浜環境をあらわす一現象と考えられるが、さらに、本海浜前面・極浅海域の海底地質状況を暗示する一現象とも考えることができる。

2) 河川供給物の鉱物組成上の特性

第10表 大分県国東・武蔵地域、海浜堆積物の鉱物組成概況 (%)

試料番号 採取地	20 北江	60 田深川	36 王子岬	51 治郎丸川 (川口北方)	(8) 武蔵港 外南方	(16) 行者岬 北方	(29) 夫婦岩 前	
石 (含・ガラス質物)	3	1	9	7	6	3	9	平均 6.42 (除 田深川)
長石	44	14	27	55	52	57	46	平均 51.06 (除 田深川・王子岬)
雲母	1	1	11	+	+	3	6	
角閃石	3	1	20	6	2	3	2	平均 2.55 (除 田深川・王子岬・治郎丸川)
輝石 (斜方晶系)	2	1	17	6	1	2	1	} 平均 1.89 (除 田深川・王子岬・治郎丸川)
輝石 (単斜晶系)	+	1	+	1	+	+	1	
貝細片	4	+	1	2	1	4	3	
鉄鉱物	8	11	(47.29)*	(33.43)*	4	5	4	
オパサイト化	3	4	7	4	1	1	+	
花崗岩質岩石片	1	1	1	7	3	12	12	
安山岩質岩石片	11	31	1	4	11	4	4	
安山岩質凝灰岩岩石片	17	34	4	7	16	4	11	
その他	2	+	1	1	2	1	1	

* 試料中に含まれる着磁砂量

田深川試料によれば河床堆積物の約60%が岩石片から構成されており、河川が多量の岩石片を海域に流しだし、供給していることを示している。

この試料中には27重量%の鉄鉱物砂が含まれるが、その大半は単体の鉄鉱物砂粒として存在した。

本試料の粒径については別項・粒度組成でNo. 60(田深川試料)として記したように注3)、中央値は $\phi 0.61$ (径0.65mm)となり、27重量%をしめる砂鉄砂の中央値は $\phi 1.33$ (径0.39mm)となっている。

共存する各種鉄物砂粒と砂鉄粒との粒径関係がほぼ2対1⁹⁾となるのは一般的な傾向であるが、本試料では各種鉄物砂が岩石片を主体とすることに特徴がある。この単体分離の進んだ砂鉄粒と岩石片が共存する現象は単体分離の難易度の違いによるとともに、砂鉄粒の移動速度が岩石片の移動速度より遅く、長時間にわたる磨砕作用を受けた結果による現象と思われる。

3) 河川供給物と海浜堆積物との関連性

試料「武蔵港外」は武蔵川川口南方100mの海浜試料であり、その周辺の地質状況は前述のように海岸線沿いに花崗岩質岩石が分布する。花崗岩質岩石の北限は本地点の北方約5km、黒津岬北端部に当たり、海岸線では安山岩質集塊凝灰岩層に不整合関係で接している。

試料「武蔵港外」の鉄物組成上の特性は、第10表にみ

に記載注4)したように、中央値 $\phi 1.16$ (径0.447mm)・淘汰度0.86となり、武蔵川川口北方約200m地点の海浜試料「試料番号、(7)、中央値 $\phi -0.05$ (径1.035mm)・淘汰度0.61」と共に、川口周辺の海浜堆積物とその南北両側に連なる海浜堆積物より、より粗粒で、より淘汰の悪い事を示している。

これら鉄物および粒度両組成上の性質は安山岩質集塊凝灰岩層の分布地域を広く流域とする武蔵川の河川放出物の影響が川口周囲の海浜堆積物に反映していることを示している。

4) 特殊地形(トンボロ地形)堆積物の検討

試料「夫婦岩」は海中露岩に向かって砂浜が突出する地点の海浜試料を採取したものであるが、鉄物組成上の特徴としては、雲母が6%と、やや多く含まれるほか、他の一般海浜の堆積物に対してとくに目立った傾向は認められない。

また粒度組成上注5)でも別項で「試料(29)」として示されたように中央値 $\phi 1.70$ (径0.307mm)・淘汰度0.45、と細粒のものが主で、淘汰状況も良く、又とくに堆積を示す環境下の堆積物としての特性も認められない。

5) 打上砂鉄の鉄物組成

この検討は鉄資源の基礎的資料作成を目的としており、今回は海浜堆積物中に賦存する砂鉄の鉄物組成を確

第11表 大分県国東・武蔵地域、海浜堆積物中の鉄鉱物の組成概況(%)

試料番号			20	36	51	ツ)		海浜平均	総平均
採取地			北江北方	王子岬北方	治郎丸	奈多	安岐川		
鉄物名									
単鉄物砂体粒	磁鉄鉱	鉄	61	53	60	46	56	55.00	(55.11)
		赤鉄鉱	14	9	15	14	8	13.00	(12.13)
	チタン	鉄	3	13	12	13	7	10.25	(9.69)
		マグヘマイト	6	(+)	2	5	8	4.00	
離溶組織砂粒	磁鉄鉱	鉄	7	4	2	8	8	5.25	(5.95)
		赤鉄鉱	1	1		1	1		
	チタン	鉄	4	3	5	4	6	4.00	(5.01)
		鉄		5					
	チタン	鉄	(+)	2		(+)	2		
変鉄物質砂鉄粒	マルタイト	化	4	2	1	4	4		(2.94)
		針鉄		6	2	4			
	鉄	化							

られるように、安山岩・安山岩質凝灰岩岩石片を27%も含むことで、同じ地質環境下にある治郎丸以南の各地点の試料中の同質岩石片含有量の2~3倍である。

また、本試料(試料番号8)の粒径は別項「粒度組成」

認し、その供給源の一つと考えられる河川堆積物中の砂鉄の鉄物組成状況と対比した。その結果は第11表となる。

第11表によれば本海浜地域中に胚胎する砂鉄粒は磁鉄鉱粒55%、赤鉄鉱粒13%、チタン鉄鉱粒10%、マグヘマイト粒4%と、単体鉄物によって構成される砂粒が82%

注3) 第5表参照

注4) 第7表参照

注5) 第7表参照

内外をしめる。離溶組織を示す砂鉄粒は7~17%で、その大半が磁鉄鉱・赤鉄鉱間の格子状共生を示すものからなる。

これに対して河床堆積物中の砂鉄粒は粒径が中央値 $\phi 1.50$, (径 0.353mm) と海浜砂中に胚胎する砂鉄粒の粒径 (中央値 $\phi 2.10=0.233\text{mm}$) の約1.5倍の大きさを示し、鉱物組成上では第11表に示されたように海浜砂中の砂鉄粒より赤鉄鉱が約3%少なく、マグヘマイトが約3%多い。

5. むすび

以上、国東半島東部海岸における海岸地形上からみた砂浜形成と、河川および海岸堆積物の諸性質を検討した結果、砂浜形成の規模は、海岸形状と後背地の地形環境とに密接な関係を有していることと、一般の砂質堆積物については、季節的に変化する気象、海象の条件によって特徴づけられていることなどが判明した。

とくに、本海岸における打上げ砂鉄は夏季に発生する激浪時に局所的な濃集傾向が促進されていることが明らかにできた。

河川、海岸堆積物の試料採取および観察とも四季を通じたものでないので、不十分ではあるが、海岸における堆積環境、とくに打上げ砂鉄に関する資料の一つともなれば幸いである。

(昭和39年8月, 40年11月調査)

文 献

- 1) 服部富雄 (1960) : 本邦の含チタン砂鉄および磁鉄鉱資源, 地質調査所報告特別号(E), 地質調査所
- 2) 星野通平 (1958) : 日本近海大陸棚上の堆積物について, 地学団体研究会専報7
- 3) INMAN, DOUGLAS L. (1952) : Measures for Des-

cribing the Size Distribution of Sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*, vol. 22, no. 3, p.125~145.

- 4) 井島武士 (1961) : 海岸, 港湾測量 (測量実務叢書10), 森北出版株式会社
- 5) 海上保安庁水路部 (1964) : 日本沿岸の波浪とうねり, 水路部報告
- 6) 海上保安庁水路部 (1964) : 内海 [瀬戸内] 西部第100号B, 1/300,000, 水路部発行
- 7) 河井与三 (1952) : 重鉱物百分率の信頼度に就いて, 石油技術協会誌, vol.17, no.4
- 8) 河野義礼・他 (1952) : 50万分の1地質図「福岡」地質調査所
- 9) 丸山修司・他9名 (1966) : 東京湾口, 君津湾南半部の海底新期堆積物と海底砂鉄 (第2報), 地質調査所月報 vol.17, no.10
- 10) 松本達郎・他1名 (1962) : 日本地方地質誌, 九州地方, 朝倉書店
- 11) 茂木昭夫 (1965) : 神奈川県二宮海岸における海岸, 海底の季節変動, 地理学評論, vol.38, no.12, p.727~738
- 12) 中沢次郎・丸山修司 (1957) : 大分県国東半島の含チタン砂鉄鉱床調査報告, 地質調査所月報, vol.8, no.5
- 13) 奈須紀幸 (1958) : 砂浜の生成機構, 科学誌, vol.28, no.10
- 14) 小野寺公児・向井清人・丸山修司 (1966) : 千葉県磯根岬南部海域の海況と砂鉄の分布形態について, 地質調査所月報, vol.17, no.3
- 15) 大分県 (1951) : 県地質図 (20万分の1) 同地質・地下資源説明書, 大分県総務部企画調査課
- 16) 大分県水文気象連絡協議会 : 水文気象 (1961-1965)
- 17) 原田種成 (1966) : 黒い砂, 地質ニュース, no.146