

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

小野寺 公規* 向井 清人** 丸山 修司**

On the Sea Condition and Distribution of Iron Sand near
the Cape Isonozaki, Chiba Prefecture

By

Koji ONODERA, Kiyoto MUKAI & Syūji MARUYAMA

Abstract

This paper treats with the relation between the enrichment of iron sand and sedimentation of other clastic materials. The enrichment of iron sand on the beach is controlled by the scale and direction of tides and waves, as well as the topographic conditions of the beach and sea bottom nearby. Especially, the enrichment on the sea bottom tends to show regular distribution perpendicular to the direction of prevailing wave and tidal stream.

要 旨

筆者らは、大陸棚地質調査研究の一環として、昭和38年10月、東京湾口千葉県磯根岬南部海域における砂鉄濃集部の、堆積環境を明らかにするため、海況と海浜状況の調査を実施した。この結果、海岸砂鉄の濃集は波浪の規模、方向および地形的要素によつて規定されること、また海底における砂鉄の濃集の傾向としては、卓越波向および潮流に対して直角方向の分布形態を示すことが指摘された。

1. 緒 言

この調査では、海岸および海底における砂鉄鉱床の堆積環境の究明に重点がおかれ、筆者らは、おもに海況、すなわち波浪、潮流の卓越性を把握するとともに、営力の観点から砂鉄の濃集場所および分布形態を明らかにしようと試みたものである。しかしこの問題に取り組んでまだ日が浅く、充分な解析には至っていない。諸賢の批判と指導を期待するものである。

なお一連の調査として、表層試料採取と海底地形調査を実施したが、これらについては、別途報告される予定である。

2. 調査地の概要

本調査地は、君津湾に流入する染川を北端とし、南は

浜金谷に至る延長約14kmの海岸と、その沖合水深約40mまでの範囲である(第1図)。

海岸の地形は、湊川を境として北部と南部とでは、著しい差異がみられる。北部海岸はN~NW方向にゆるい弧状をなしており、せまいが一律な砂浜がつづく。南部は萩生付近からS方向に湾曲する突起海岸で、全体として波食崖がつづき、顕著な砂浜の発達はみられない。

海底地形は、大体1°以内の傾斜をもつ平坦面が大部分を占める。この平坦面は、深さ20~25m付近を変換点として傾斜を増し、浦賀水道に落ちている。またこの平坦面は、深さ15~20mにかけて分布するものと、島戸倉沖の深さ35m付近を下限とするものと2つの異なつた平坦面で構成されている。加賀美ら⁷⁾によればこれらの平坦面は、いずれも現在に近い時代の海面変動によつたものと考えられ、湾内の大部分を占める平坦面は堆積面であり、島戸倉沖のものは侵食面といわれている。

沿岸付近^{1) 2) 3)}には鮮新統および中新統が分布し(第2図)、長浜以北は、主として礫層、砂層、泥層等の地層からなり、礫は頁岩・砂岩・珪岩等からなる。礫の径は5~6cmで良く水磨されている。礫の分布はジャジャン川~染川付近にみられる。長浜以南では凝灰質の砂岩・角礫岩、または火砕岩・泥岩等が露出する。凝灰質砂岩、角礫岩層は長浜~竹岡付近、火砕岩層は城山~萩生付近までに露出し、スコリア、凝灰角礫岩などからなつている。稲子沢泥灰層および天津泥岩層は萩生より南に分布している。沖積層は湊川および白狐川川口に分布し、

* 技術部

** 鉱床部



第1図 a 調査位置図

汨濫原ないしは小規模な砂浜を形成している。

3. 調査方法

本海域における調査は下記に挙げる4つの項目について実施した。

- 1) 表層試料採取
- 2) 海底地形
- 3) 海況
- 4) 海浜

筆者らはこのうち3)、4)の調査を担当した。

調査期間は昭和38年10月18日から同年11月21日まで24日間である。

3.1 海況調査

海岸および海底の堆積物の移動、堆積、分布形態を規定するものは、波と潮流が重要な要素となっている。波については風況の実態を把握する必要がある。以下これらについて調査方法の概略を述べる。

3.1.1 風況および波浪

本項の調査は主として資料収集による調査であり、現地での調査は行なっていない。したがって風況については、本海域に最も近い横浜測候所の資料⁸⁾で代表させ、風向と風速についてはその日の最大風速をもつて、統計的に処理した。

波浪については、風波とうねりの2つに分けて調査した。風波の推定には、風波の予知曲線図^{註1)6)}(第3図)により、風速の吹続時間を3時間としたとき、いままで静穏であった海面に発生する波とした。

うねりについては、本海域が南に開口している関係から、太平洋に面している海岸に準ずる影響をこうむるものと考え、房総半島南端にある富崎測候所の目視観測資料⁹⁾を参考にした。

3.1.2 潮流

潮流は年中作用をおよぼしており、海底堆積物の運搬、淘汰にあたる積算効果が大きいといわれている。本調査では小野式自記流速計を使用し、8地点において底流(海底から1.5mの高さ)の測定を実施した。測定方法としては第4図のような方法を用いた。

本機の測定範囲は、弱流、中流、強流と3段階に分かれており、それぞれプロベラを取り換えることにより測定できる。この適用範囲は弱流で0.10~1.30 m/sec、中流は0.70~2.30 m/sec、強流は1.50~3.00 m/secまで測定できる。本海域では弱流用を用い、測定は1箇所ですべて25時間以上行なつた。

3.2 海浜

ここで海浜というのは、干潮汀線付近より陸側で暴風時、波の作用がおよぶ範囲までである。その範囲を明らかにすることと、試料の採取を目的とした。試料採取地点は通常波が海浜上に溯上する最高位の地点(Barmといわれている)を選び、北部海岸では間隔約500mで8地点、南部海岸ではとくに砂鉄の打上げが多い竹岡から萩生に至る海岸で3点実施した(第5図)。これらの試料は現地において水洗乾燥後、粒度分析ならびに着磁品位の測定が行なわれた。

4. 調査結果

4.1 海況

ここでは風波の発生原因である一般風況と、台風通過に伴なううねりの状況および潮流の測定結果について述べる。

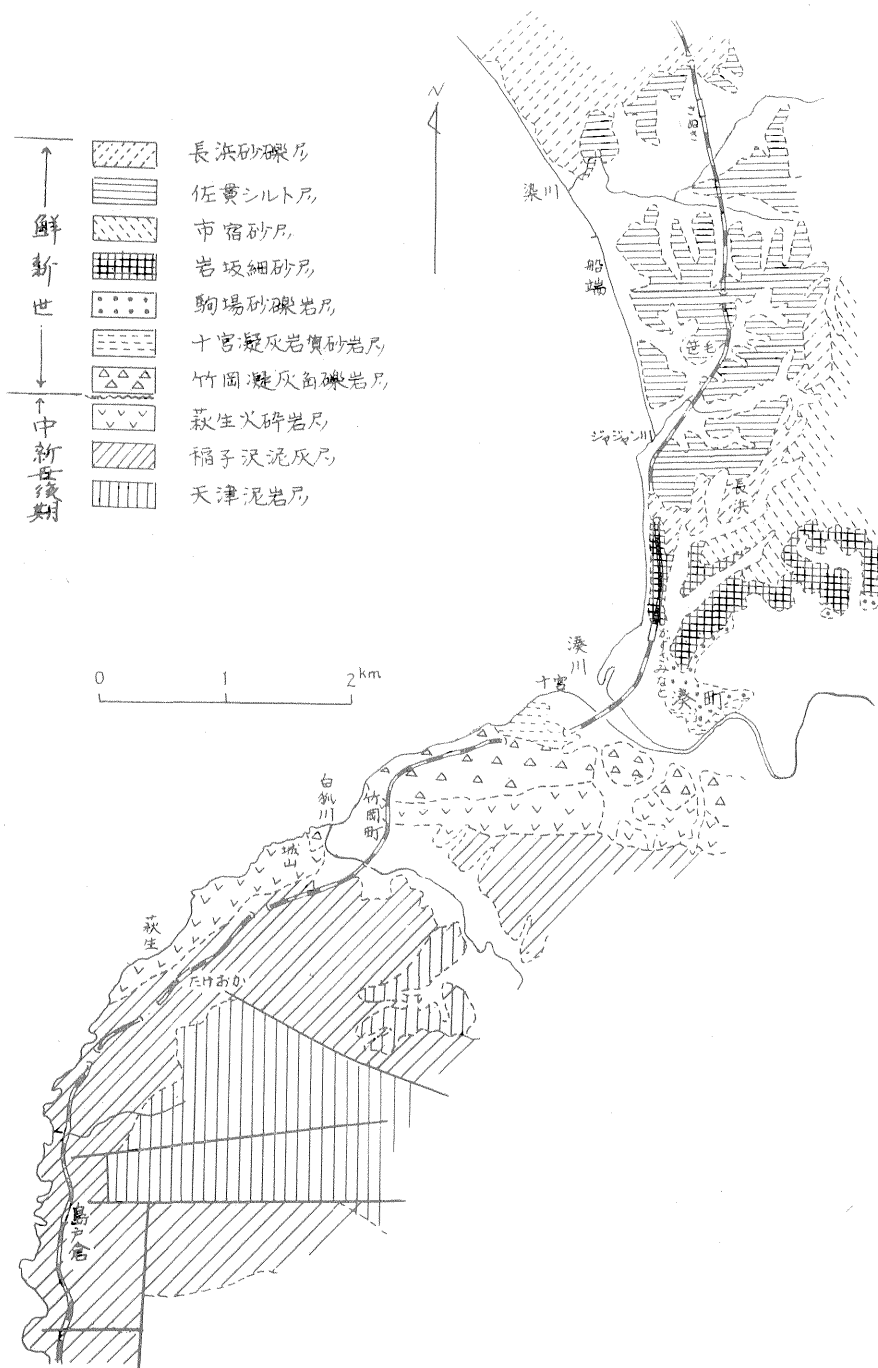
4.1.1 風況

第6図は過去3カ年における横浜付近の風配図である。すなわち季節的にみると、夏季以外はいずれもNNW~N方向が卓越性を示している。とくに秋季より冬季にかけては、55~62%の出現率をみせ、極端な集中性を現わしている。年間を通じてみた場合でも、NNW~N方向のものは約40%で優位を占め、次にS~SW方向が

注1) この図表は“井島武士著：海岸、港湾測量”に収められている。

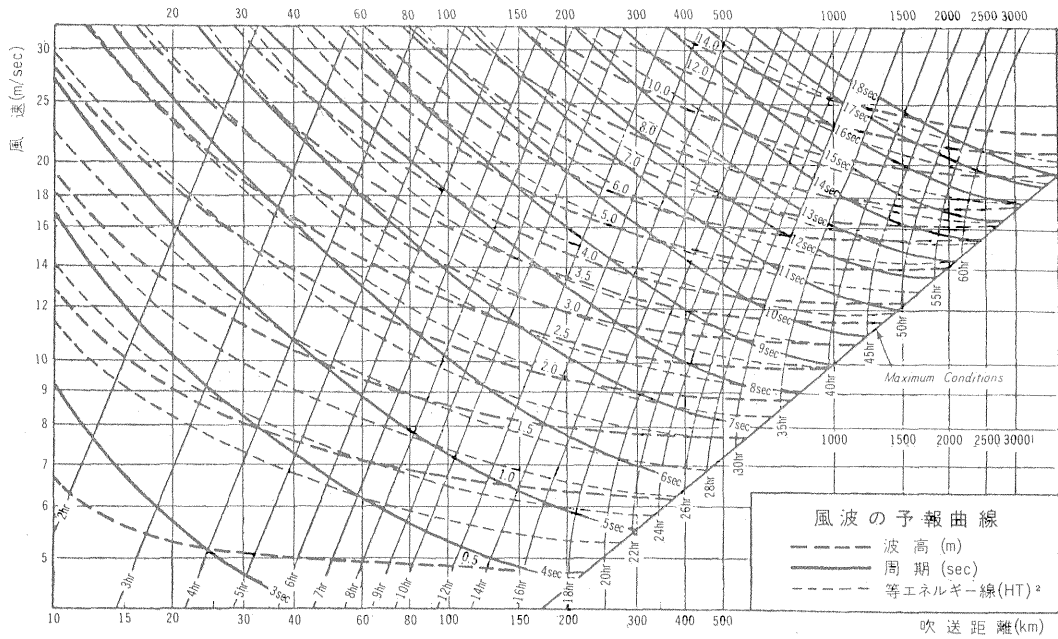


第1図 b 千葉県磯根岬南部海域浅海底地形図



第2図 千葉県君津湾沿岸部地質図

本図は千葉県地学図集地質編の小池清(1950)の房総半島中部地質図¹⁾と藤原昭・生越忠(1952)の千葉県佐貫町付近の新生代層の千葉県佐貫町付近の地質図²⁾から編図したものである。

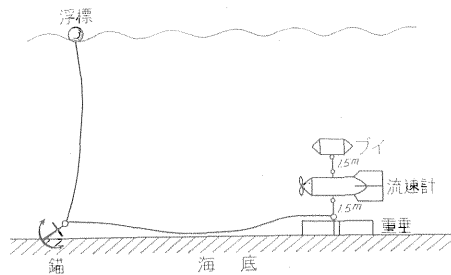


第3図 風波の予知曲線

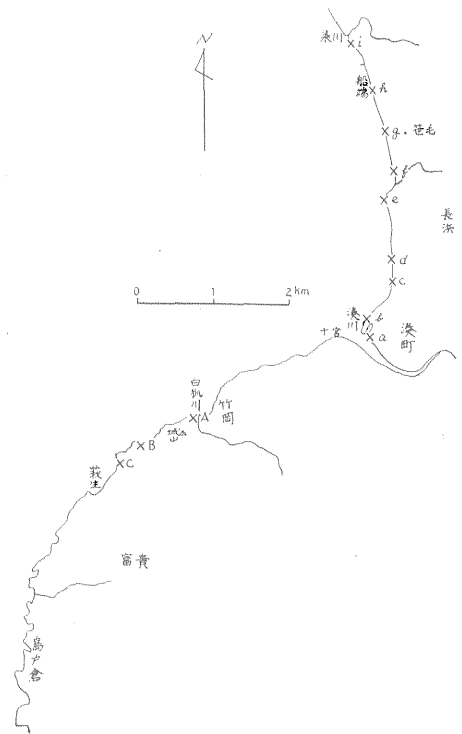
28%とつづく。このように本海域においては、これら2つの方向が卓越した風向となっている。

次に強風 (10 m/sec 以上) の出現率を 10~15 m/sec と 15 m/sec 以上に分けて作成したグラフを第7図に示した。この図からもわかるように、10~15 m/sec は、全体として全風配図の型 (第7図) に準じているが、15 m/sec 以上では、いずれの季節でも南寄りの出現率が優位を占めている。とくに春季では S~SW が 7.6% であり、NNW~N の 2.5% の出現率に比して約3倍の割合である。

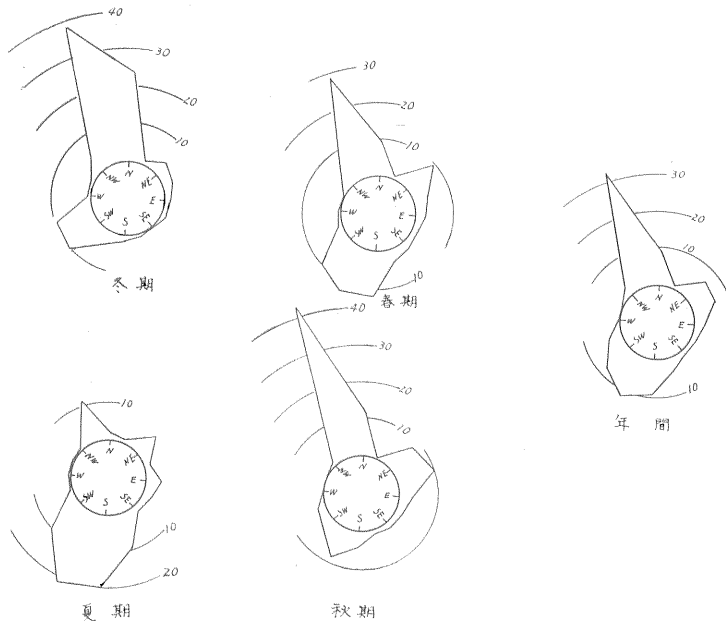
また以上の風況から考えられることは、本海域ではほとんど向岸風で占められる。一般に向岸風の卓越するところでは、海岸は侵食され、離岸風の卓越するところでは堆積が行なわれるといわれているが⁴⁾、そのような見方からすれば、本海域の海浜は一般的に侵食型とみなす



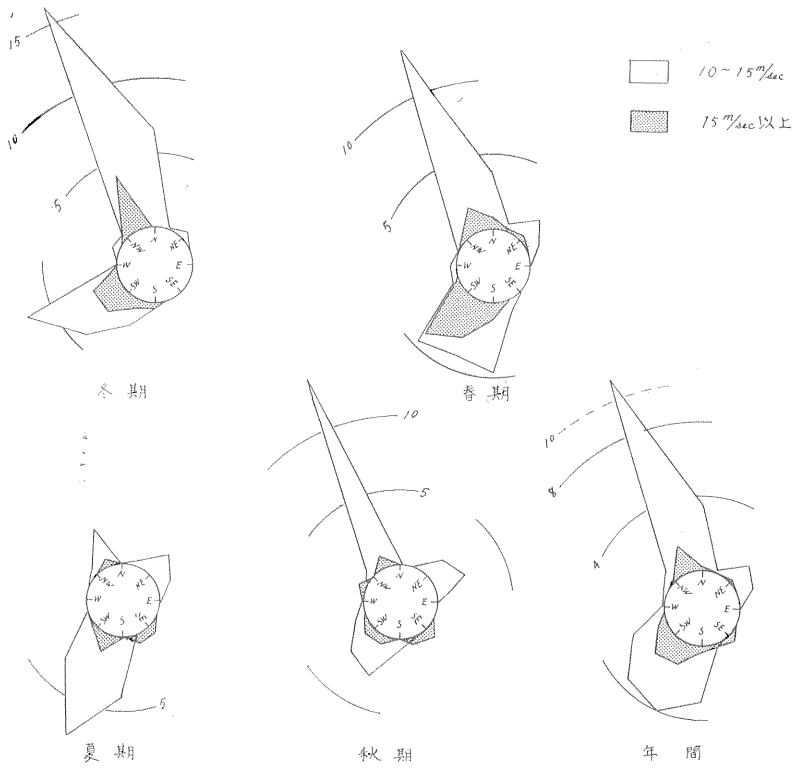
第4図 浮標と流速計の関係



第5図 試料採取地点図



第6図 横浜付近の風向図(1958-1960)



第7図 10 m/sec 以上の強風出現率(1958-1960)

ことができよう。

4.1.2 波浪

波の性格を分類すると、大別して風波とうねりに分かれる。風域内で発生するものを風波といい、その風波が風域外に放射され、伝達されるものをうねりといっている。両者を波形上の相違点からみれば風波は波形が鋭く不規則であり、一般的にうねりに比して周期は短いといわれている。

1) 風波

本海域の風波は、風況からも推定されるように、波向はN~NWとS~SW方向からのものが主たるものとなる。第8図はこれら卓越風による波高分布を示したものである。本図から波向の卓越性を各海岸別にみると、長浜前面海岸より北方では、SSW~SW方向で海岸線に対しては40~70°位の入射角を示し、湊川付近から城山

る。本図からも明らかのように、うねりの頻度は風波に比しておよそ3倍になっており、圧倒的に高い。規模としては波高2m以下、周期8秒以下が大部分を占める。波高3m以上、周期8~12秒位の大規模なものは、8、9月に集中しており、これはいずれも台風の接近に伴うものである。

本海域で波高2m以上のうねりが到達するのは、大体北緯23°以北、東経130~140°の海上に中心示度約960ミリバール以下の台風が通過するときである。このようなうねりは第10図に示すような進行経路で進入し、海岸の影響範囲は、竹岡付近から南の海岸、長浜前面海岸から北方の海岸である。

4.1.3 潮流(底流)

浅海帯における潮流(底流)は、海底地形およびその時期の風、波などの影響によつて非常に複雑であり、そ

第1表 海岸別波浪頻度(1958~1961)

海岸別	1.0~1.5 m		2.0 m		2.5 m		3.0 m		3.5 m		計	
	回	%	回	%	回	%	回	%	回	%	回	%
A	63	44	56	39	19	13	6	4	0	0	144	10
B	171	90	15	8	2	1	1	1	0	0	189	13
C	278	54	170	33	54	11	9	2	2	0.4	513	35
周期 sec	4		5		6		6.5		6.5			

A: 長浜前面海岸以北

B: 湊川~竹岡

C: 竹岡以南

(注) 吹続時間3時間としたときの波高、周期

付近まではNNW~NW方向でほぼ直角に入射する。城山より以南の海岸は南北両方向の風波に洗われる地帯であり、波の規模も大きい。これらの海岸で風波の規模と頻度を推定したのが第1表である。

本表をみるとA地域は、最も少ない頻度率を示しているが、比較的規模の大きい波を受ける地帯となつている。B地域は頻度率の大部分が波高1.5m位の波で、定常的に現われる。C地域では頻度率、波の規模は他の地域に比して最高を示している。このように同じ海域でも海岸別にみると、頻度および波の規模においては著しい差異がある。

2) うねり

本海域におけるうねりの方向は、海岸地形の関係からSW方向からのものに限られ、その規模は太平洋に面する海岸に準ずるものである。第9図は富崎測候所における、風波とうねりの目視観測の結果をまとめたものであ

の流れの特性をつかむことはむずかしい。

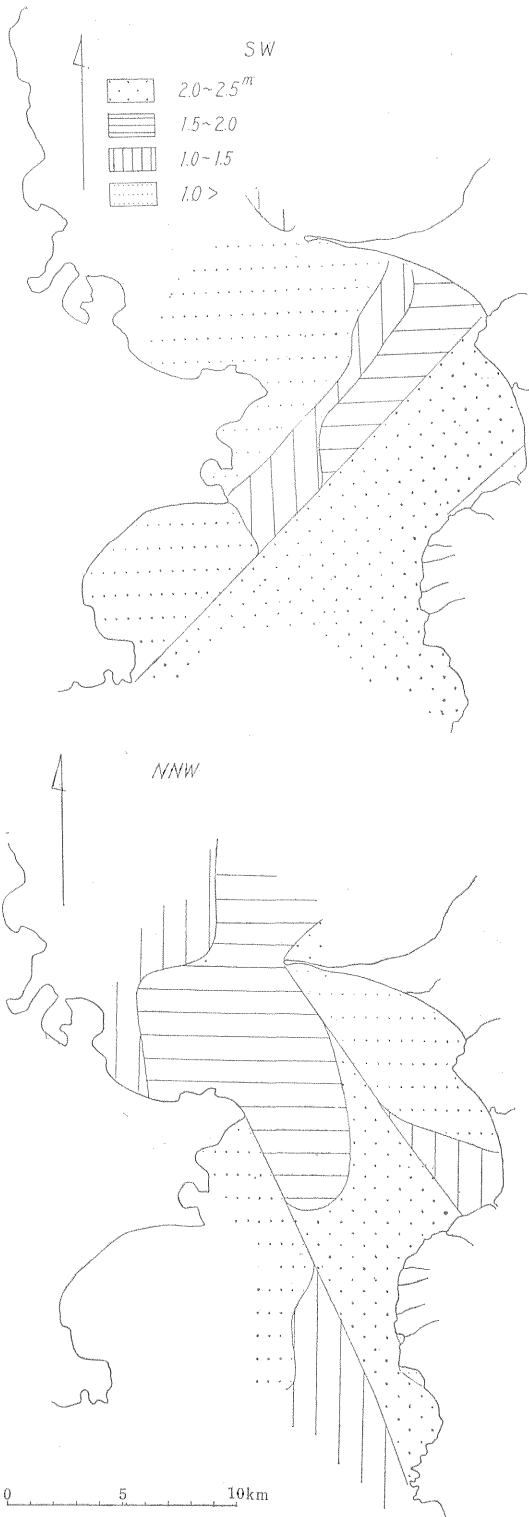
第11図は測定時における、漲潮時および落潮時の最大流速の流動状況を示したものである。以上の結果から本海域の流況を要約してみると、(1)沿岸に近い場所における流向は南流で、ほぼ海岸に並行な流れを示し、その流れは南に向かうほど流速は速くなる傾向をもつ。(2)海岸より遠い場所での流向は、大体SSW~SWWであり、流速は一般に速くなつている。測点IIでは瞬間最大流速37cm/sec、VIIでは34cm/secのものが測定された。

4.2 海岸状況

すでに述べたように、本海域の海岸は、地形的に湊川を境として大別できるので、以下それぞれの海岸について述べる。

4.2.1 南部地域

この海岸は一般に凹凸の激しい岩礁海岸であり、平均



第8図 波高分布図 風速17m/sec, 吹続時間3時間としたとき。

10 m 台の波食崖がつづいている。そのなかで唯一の砂浜海岸を成しているのが竹岡の前面海岸で、白狐川川口の北部にあたる。その海浜幅は川口付近で約70 m、北方約500 mで消滅している。海浜勾配は 2° 以内でゆるい砂浜となつている。砂粒は中細粒で、淘汰は比較的良好である。

砂鉄の濃集地帯としてみられるのは、城山付近から萩生までの海岸で、濃集地はおもに岩礁間のごくせまい浜の一部であり、着磁率は50%以上を示す。そのほかとくに岩礁上の凹部、城山下の海食洞の中には90%以上の着磁を示すものが認められている。

一般砂粒と砂鉄の粒度分析の結果を比較してみると第12図のようになる。粒度の比較からみるとほぼ等しくなっており、これは高品位砂鉄の一般的傾向として指摘されている⁵⁾。また淘汰度、歪度においてもそれぞれ接近した値が得られた。

4. 2. 2 北部地域

この海岸は南部地域の海岸とは対照的に、一様な砂浜海岸である(第13図)。砂浜規模の最も大きいのは湊川川口北岸で、その最大幅は川口付近で約200 mあり、世入川まで約700 mの海岸線を有する。傾斜は 1° 以内で最もゆるく、その中央付近には小規模な浜堤がみられる。また汀線付近には円礫の打上げ著しく、径20~30 mm程度のものが混在している。

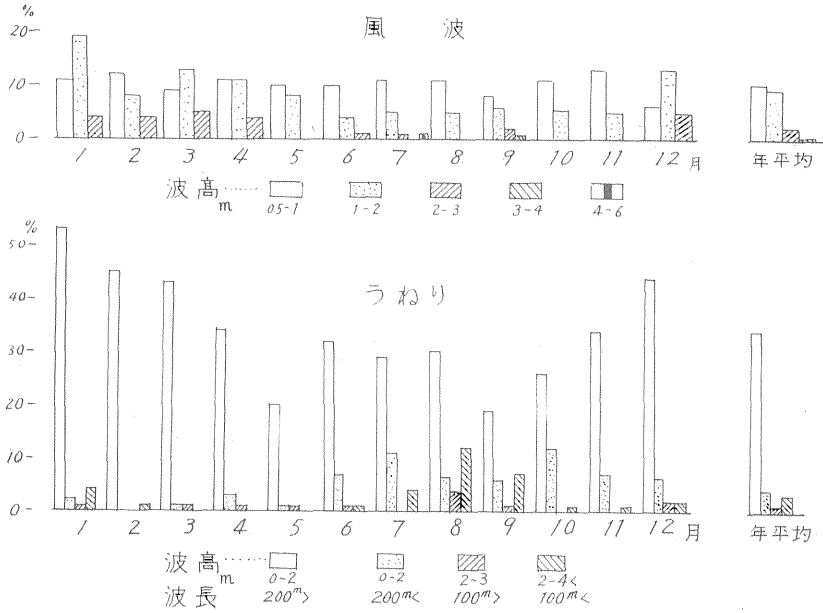
砂浜部分が最もせまく、傾斜も急になつているのは、世入川よりジャジャン川に至る海岸である。海浜幅は大体40 m以下であり、傾斜は 4° 以上で、満潮時には直接海岸崖まで海水が浸る場所もある。

ジャジャン川以北の海岸は幅50~70 m位の砂浜がつづき、傾斜は $2\sim3^{\circ}$ 程度で前二者の間である。第14図は海岸の傾斜と海浜幅の関係を示したものであるが、これによれば傾斜は海浜幅に比例し、海浜幅が約70 mからせまくなると、傾斜率は徐々に増大する傾向を有する。

粒度分析の結果をみると(第15図) a, i 点を除いては、中粒砂である。淘汰度は a, e および笹毛以北の海岸が不良であり、これは粒径が大きくなるほど淘汰度も悪くなることを示している。歪度においては g, h 点がとくに大きい負の値を示している。

砂鉄の濃集地としては湊川北岸とジャジャン川北岸の2箇所のみみられる。これはいずれも川口付近に濃集するよい例である。とくに湊川北岸では着磁率が10%を超え、北部海岸では唯一の高い濃集率を示している。

砂鉄の粒度、淘汰度、歪度について、一般砂粒と比較してみると、粒度については大体一般砂粒の粒度に比例



第9図 波浪頻度図 (富崎1958-1960)

しているが、淘汰度、歪度については規則性はみられない。

5. 海岸砂鉄と波浪の関係

海岸砂鉄の打上げは、すべてその時期の波向および波の規模に支配される。本節ではおもに卓越する波向との関係から述べる。

5.1 竹岡地帯

本地帯の高濃集地としてはA, B, Cの3地点が代表的なものである。これらを海岸線の方向からみると、AはNNW方向に対する磯浜内の海食洞の中であり、B, CはそれぞれNNW方向に開いている湾形の北端部、SW方向に対する湾形の南端部と、湾形内では一方に偏した位置を占めている。このような濃集地点を卓越する波向からみると、AおよびBにおける砂鉄の濃集はNNW方向、CのそれはSW方向からの波浪によるものと推定できる。その濃集機構として考えられることは、第16図に示されるように波が湾内に入ってくると、汀線と斜交する部分では汀線と並行な沿岸流を起す。この流れの速さは波の汀線に対する入射角に規定されるが、それによる一般砂の移動量は、その角度が30~40°のときに最も大きいとされている⁶⁾。その流れは汀線に直角に近くなるほど弱まり、直交する部分ではもつぱら陸岸方向の波浪流によって砂粒は打上げられるものとする。砂鉄の移動、堆積もこのような海水の動きに支配され、この部

分に高い濃集部が生成されるものとみられる。

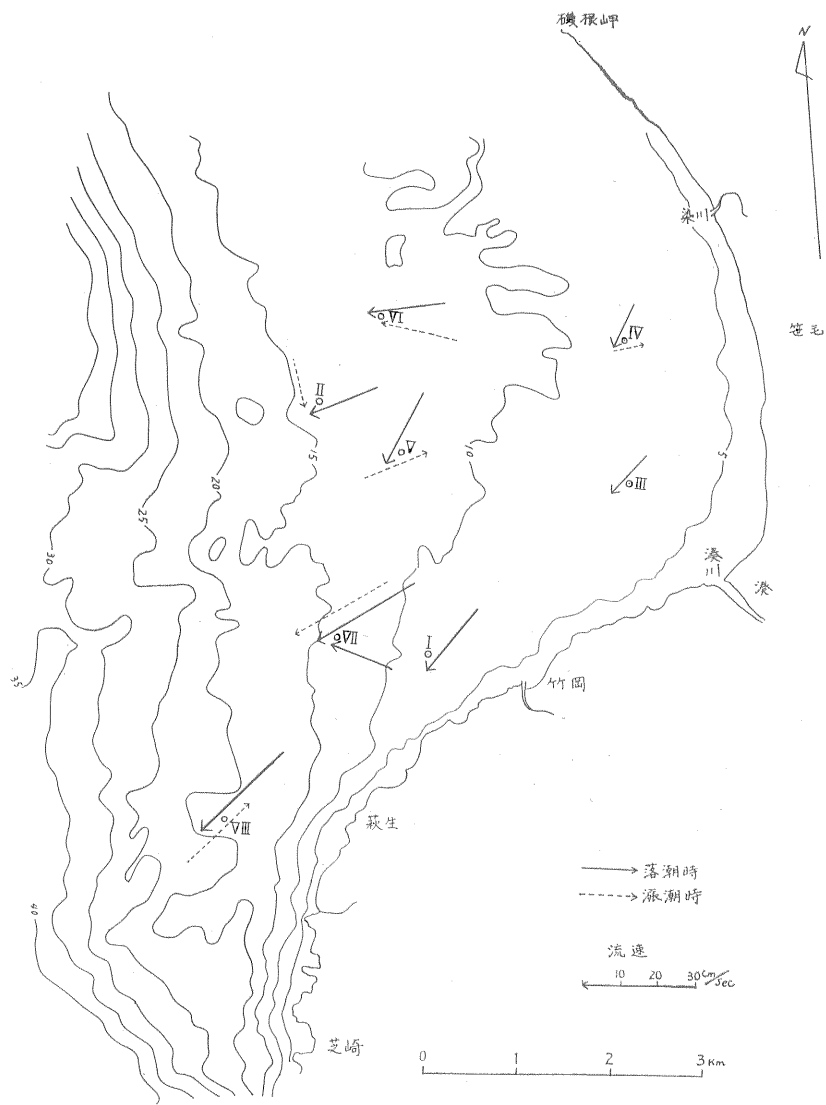
5.2 北部海岸

本海岸での砂鉄の高着磁地点は湊川北岸で10%、ジャジャン川北岸で4%とこの2カ所が挙げられる。しかし竹岡地帯に比して非常に低い着磁率を示している。湊川北岸の波はおもに北寄りの風波であり、波の性格としては一般に波形勾配が大きいと考えられる。一方ジャジャン川北岸部は南寄りの風波と、うねりの影響地帯となっている。北寄りの風波によつては、上総湊駅前沖から湊川川口方面に沿岸流を起す。この流れは川口に近づくにつれて弱まり、陸岸方向に向かう波浪流が強くなるものと思われる。またジャジャン川北岸部では北に向かう沿岸流が発生する。この流れはうねりの影響が強いこの海岸では、とくに著しいであろう。これは本海岸を刻んでいる小河川の川口が北に偏寄していることや、染川に近い2つの突堤の南側(上流側)に砂粒の堆積が目立ち、反対側は砂が取られている状況から明らかである。またこの流れは海岸線の微細な変化によつて、局部的な欠濱と堆積をおこす。第17図はジャジャン川付近の海岸地形と、上述の流れとの関係を示したもので、このような場所では、流況は一時的に変化され上流側から運ばれてくる砂粒は、この凸部を支えとして堆積するものと思われる。この堆積の場所が砂鉄の高着磁帯としてみられる。

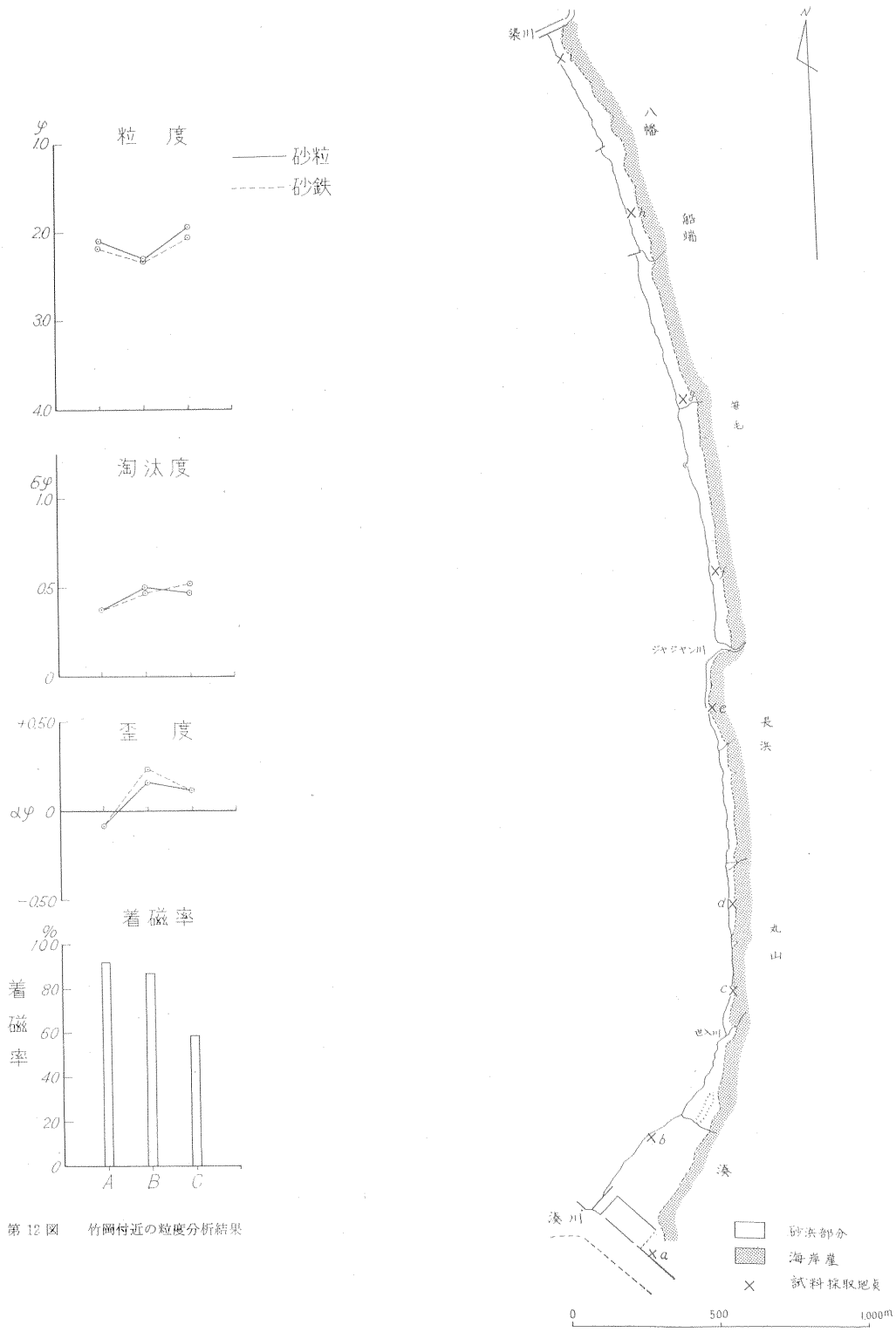
以上海岸の高着磁地点はいずれも流れの乱れあるいは流況の変化する場所に限られる。また卓越する波向との



第 10 図 波 向 線 図 (周期 10 秒)



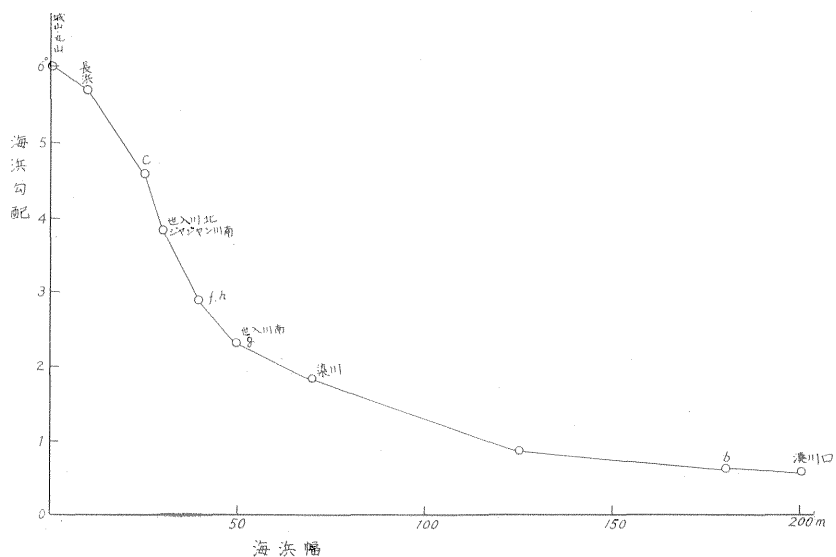
第11図 底層流図 (海底から1.5 m)



第12図 竹岡村近の粒度分析結果



第13図 相模川・相模湾沿岸地形図



第14図 海浜勾配と海浜幅との関係

関係からみた場合、本海域においては、いずれも北寄りの波向の卓越する海岸で着磁率が高いことが示されている。

6. 海底の砂鉄濃集部について

本海域の高着磁帯(着磁率6%以上を指す)は第18図に示すように大部分北部海域に集中している。その分布形態は、深さ15mおよび13m付近では等深線に平行な方向性をもつて濃集しており、7m以浅の区域にある濃集部は、ほぼNW-SE方向で等深線を斜めに切るように分布している。南部にあたる海域では、深さは7m以浅に限られており、方向はSW-NEでほとんど海岸に密着した位置に分布する。このように砂鉄の分布形態は、深さによつて若干の差異を示している。これは深さによる海水流動のおよぼす影響のちがいがみられるためと思われる。

波が砂の移動を起す水深は、理論的には波長の1/2の深さからである。しかし実際には海底の砂の粒度がどの程度であるかによつて決まる⁶⁾。本海域の砂の粒度を大ざっぱにみると、大体北部は細砂(平均0.15mm)、南部は中砂(平均0.3mm)で覆われている。第19図はこれらの砂粒が移動を始める水深と、波の規模との関係を示したものである。本図からも明らかなように、粒子の初動水深は波の周期に比例し、粒径に逆比例する。したがつてうねりのような長周期の波においては、砂粒の初動水深は深くなるわけである。

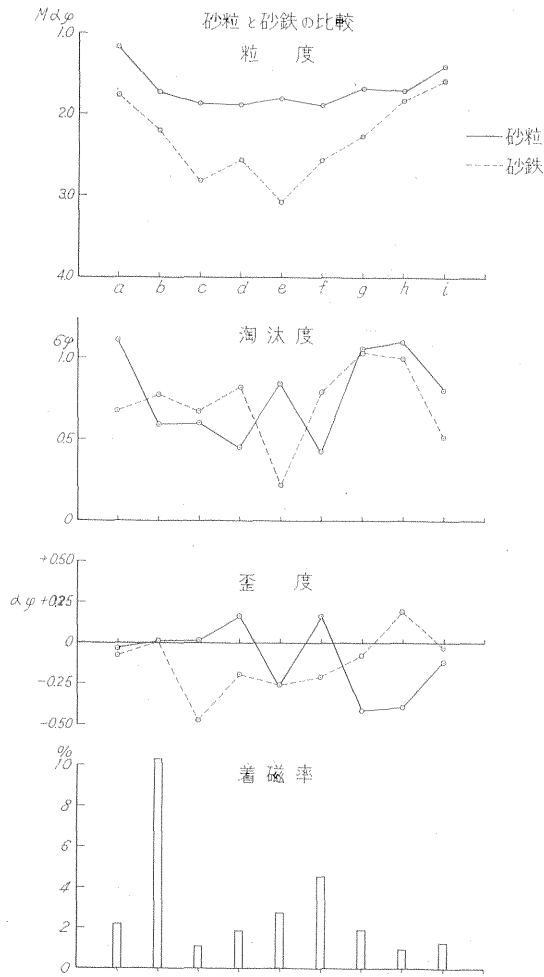
本海域について波の規模から推定される砂粒の初動水

深は、北部海域では大体15m、南部海域では12m位の深さとなるであろう。しかしうねりの規模からみると30m位の深さより砂粒が動かされるものが現われているが、このような初動水深を与える波は、年間を通じて実に少なく10数%にしかすぎない。したがつてそのほとんどが10m付近から以浅となる。これは深さ10m付近を境として以浅の砂粒は、おもに波に支配され、以深では潮流の影響が大きく効くものと判断される。

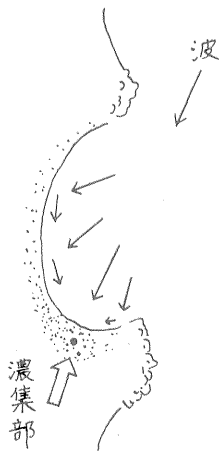
すなわち長浜沖、深さ7m以浅の砂鉄の分布形態をみると、すべてSW方向の卓越波向に対して直角方向に、その延びを示していること、また田の山、城山沖、10m以浅の高着磁帯は、それぞれNNW方向の卓越波向に対して直角である。ただ城山沖のものは、深さを増すほどSW方向にずれるような型になつている。この原因としては、潮流の影響がこの付近から現われる結果と判断される。海深12m、15m付近の砂鉄の分布形態もおもな潮流の方向に対して、直角な方向をとつており、卓越する波向に対しての規則性は認められない。このように海底の砂鉄の分布形態は、海水の流動方向に対して直角方向をとつている。

7. むすび

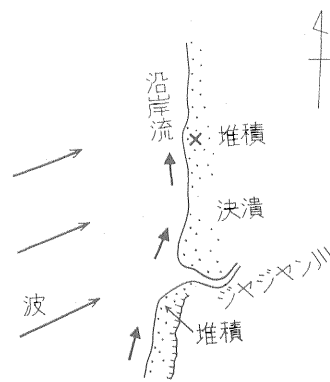
砂鉄の堆積環境について筆者らは、海岸の状況と海況の面から調査を実施したが、まだまだ未解決な面が多くある。すなわち砂鉄の分布は、海岸においても、海底においても、ある特定の場所に限られている。このような濃集地における地理的環境と、波浪、潮流の特性との具



第15図 北部海岸の粒度分析の結果



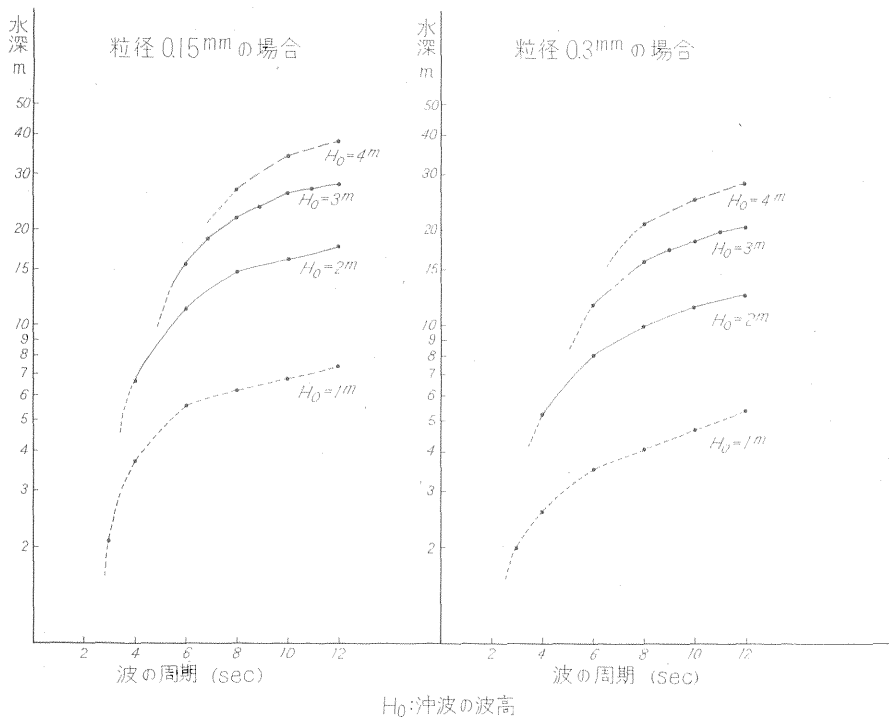
第16図 湾内の濃集部と波向との関係



第17図 ジャジャン川付近の海岸地形と波向の関係



第18図 砂鉄分布図



第19図 沖波波高と砂粒の初動水深

体的関係について今後さらに調査研究を進める必要がある。さらに海底における砂鉄の分布形態の把握には、現在進められている海中テレビによる海底観察法の確立によつて、海水の流動との関連をより適確につかむことができるであろう。またこのことは海底堆積物の堆積環境を究明するため重要な鍵と考える。

(昭和40年8月脱稿)

参考文献

- 1) 千葉県地学教育研究会編(1954)：千葉県地学図集，地質編
- 2) 藤原 昭・生越 忠(1952)：千葉県佐貫町付近の新生代層，地質学雑誌，vol. 58, no. 683
- 3) 藤本治義(1955)：関東地方，日本地方地質誌
- 4) 服部富雄(1952)：本邦の含チタン砂鉄資源，地質調査所報告特別号(E)
- 5) 服部富雄(1962)：本邦砂鉄の構成鉱物と粒度分布について，地質調査所月報，vol. 13, no. 3
- 6) 井島武士(1961)：海岸，港湾測量
- 7) 加賀美英雄・奈須紀幸・堀越増興(1962)：東京湾口の海底地形，日本海洋学会創立20周年記念論文集
- 8) 気象庁編(1958～1960)：気象月報
- 9) 気象庁編(1958～1960)：気象要覧