九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

駿河湾表層堆積物中の重鉱物分布

岡田，博有
九州大学理学部

郭，暁利
元，静岡大学理学部地球科学科

木下，泰正
工業技術院地質調査所海洋地質部

https://doi.org/10.15017/4494714

出版情報：九州大学理学部研究報告．地球惑星科学．19 (2)，pp.125-139，1996-12-25．九州大学理学部
バージョン：
権利関係：

KYUSHU UNIVERSITY

九大理研報（地球惑星），19巻2号，125－139頁，1996年12月

駿河湾表層堆積物中の重鉱物分布

岡田博有・郭　暁利*・木下泰正**

Heavy mineral distributions in the surface sediments of Suruga Bay, central Japan

Hakuyu OKADA, Xiaoli GUO* and Yasumasa KINOSHITA**

Abstract

To clarify heavy mineral compositions and controlling factors of their distribution in unique environments from a shallow to very deep basin of Suruga Bay in central Japan, about 60 dredged samples were analyzed petrologically.

Identified mineral species are hypersthene, clinopyroxene, chlorite, common hornblende, biotite, zircon, garnet, apatite, olivine and pumpellyite.

These minerals show characteristic distributional features presenting at least three mineral provinces. Chlorite is predominant in the Senoumi Basin and the western coastal area, hypersthene and clinopyroxene are rich in the coastal area of the Izu Peninsula, and a suite of zircon, garnet and biotite are common in the Senoumi Basin. These mineral provinces clearly reflect the geology of provenances.

In addition, other major factors controlling the mineral distribution, such as basin topography and basin circulations are also discussed in detail

1．まえがき

駿河湾は日本列島の代表的海湾であり，相模湾とともにその地形的特徴と造構的に特殊な位置にあるため，これまで多くの地質学的研究が行われてきた（岡田・堀越，1981；郭・岡田，1986）．とくに，駿河湾域の海洋地質学的研究は海上保安庁水路部（1980）の5万分の1海底地形図・海底地質構造図の刊行以来本格化し，日仏KAIKO計画の実施で頂点に達した（LE PICHON et al., 1987）．

湾底表層堆積物の組織的研究は，青木・生沼（1981）による粘土鉱物分布の研究，大塚(1980，1982，1985)による湾底柱状試料の観察，湾奥域の堆積相解析，海底地滑りの研究，岡田・太田による生痕相解析・海底微地形解析（岡田ほか，1980；OKADA and OHTA, 1983，1993；岡田・太田，1985）があるが，堆積物の鉱物組成についてのまとまった研究は行われていなかった．

そこで，本研究は駿河湾全域で採取された表層堆積物の重鉱物分析を行い，重鉱物種の分布特性を明らかにした．

2．駿河湾の海底地形，海底地質と海況

（1）海底地形

駿河湾の海底地形は，湾中央部を南北に走る水深1500～2500mの駿河トラフを中心として，湾東部の伊豆半島側陸棚斜面，駿河トラフ軸部，湾北部・湾西部陸棚斜面，石花海（せのうみ）堆，さらにその西方の小海盆をなす石花海海盆に区分される（Fig. 1）．

湾東部・湾北部陸棚斜面は北東端の内浦湾を除き，伊豆半島沿岸のごく狭い陸棚と湾奥部の殆ど無いに等しい陸棚からトラフ軸部に至るまで小海谷もない平滑

平成8年9月13日受付，平成8年9月24日受理

* 元，静岡大学理学部地球科学科　Formerly, Geoscience Institute, Shizuoka University, Shizuoka 422.

** 工業技術院地質調査所海洋地質部　Marine Geology Department, Geological Survey of Japan, Tsukuba 305.

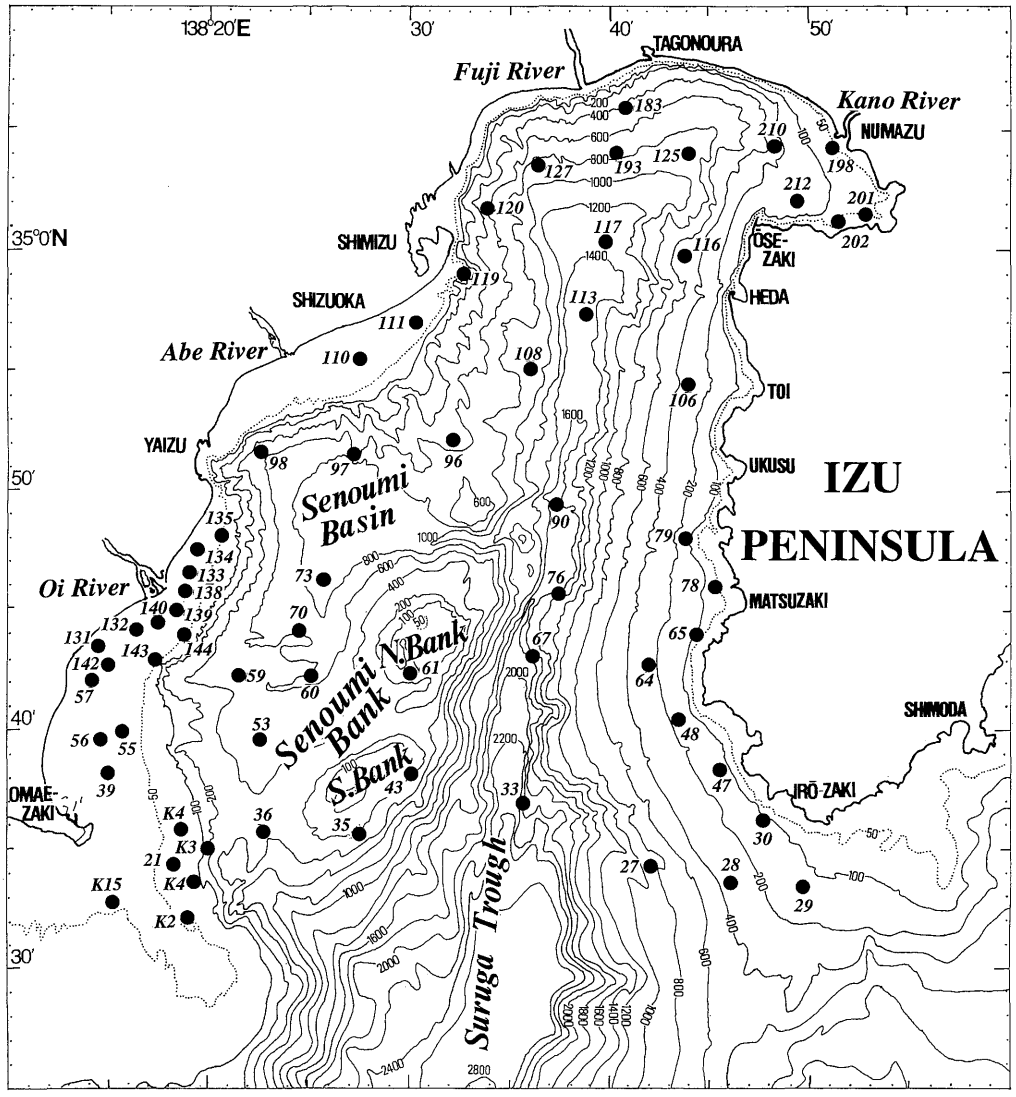

Fig. 1. Topographic map of Suruga Bay showing the sampling sites (contours in meters). Samples with prefix K were collected by Maritime Safety Agency.

な急斜面を呈している．内浦湾は外縁水深150m の平坦な湾底を示す．

駿河トラフは富士川河口沖の水深1400m 付近から金洲の瀬東方では水深3000m に達し，南海トラフに連続する．この間，殆ど南北に直線状で，軸部は宇久須沖，松崎沖，石廊崎沖の狭隘部により 4 盆状部に分けられ，北から水深1400～1600m，2000～2400m，2600～2900m と次第に南へ深くなる．トラフ底の幅は狭いところで約1km，南端の最大盆状部では約7km に達する．これらのトラフ底は混濁流堆積物で覆われている（大塚，1980）．

湾西部陸棚斜面は東側斜面よりも急勾配であるが，石花海堆北側に深い海底谷が開口している．石花海堆は駿河トラフにほぼ平行に配列する二つの堆からなり，北堆・南堆と呼ばれる．いずれも頂部の水深は北堆で50m，南堆で75m である（花田ほか，1980）．

石花海海盆は水深400～800m，NNE-SSW 方向の比較的平坦な地形を示すが，北東端で駿河トラフに海底

谷が開口している．石花海北堆の西側斜面には海底地滑り堆積物が報告されている（大塚，1982）．

（2）海底地質

OHTA（1983）は駿河湾全域の海底表層堆積物の分布図をまとめた．それによると，沿岸域を除き，湾奥部に中～巨礫の円磨礫が分布しており（岡田ほか，1980），石花海堆域と湾東部斜面下部に砂質堆積物が発達している．これらの礫は富士川上流域から海底地滑りや土石流によって運び込まれた（佐藤，1962；青木ほか，1967）．白井・志岐（1968）は駿河湾底の有機物分布を調べ，湾奥部に有機物が濃集していることを明らかにした．また，駿河湾底表層堆積物中の粘土鉱物分布について，青木・生沼（1981）はイライトが湾西岸域に卓越するのに対し，モンモリロナイト，カオリナイトは伊豆半島寄りに増加することを示した．

（3）海況

駿河湾は極めて深い海湾であるため深度毎の水塊特性が認められる．中村（1982）は駿河湾の水塊模式図を示し，その海洋構造を次のように区分した．(A)沿岸河川系水（20m 以浅の湾奥～湾西部），(B)表層水（B_1混合系水，B_2沖合系水）（50m 以浅の湾央），(C)沖合水主流部（水深100～200m の湾口部・湾奥部），(D)亜寒帯系中層水（水深200～1200m，外洋の北太平洋亜寒帯系中層水に続く），(E)南極起源太平洋深層水（1200m 以深）．表層水は反時計回りの環流系をなし，0.4～1.4ノットの流速を示す．また，石花海堆の存在は湧昇渦流形成に貢献している．

また，駿河湾深海底に影響を与える底層流の存在については，底生生物の姿態観察による推定（岡田・太田，1982；OHTA，1983；OKADA and OHTA，1993）や流速計による直接観測（TAIRA and TERAMOTO，1985；OHTA，1989；門馬・満澤，1993）によりかなり強い流れ（20～50cm/s)が報告されている．とくに，門馬・満澤（1993）は駿河湾の水深2000m の海底で最大78cm/s の非常に強い流れを20時間以上にわたって観測した．

3．試料と研究方法

（1）試料

本研究に使用した試料は主として工業技術院地質調査所が1977年に実施した「底質汚染の調査技術に関する研究」の一貫として，駿河湾全域で採取された．これらは，スミス・マッキンタイヤ採泥器によって採取された．その他，海上保安庁水路部が採取したドレッジサンプル5個を追加した．Fig. 1 に試料採取地点を示す．

（2）研究方法

個々の試料について，先ず，15%過酸化水素（H_2O_2）に一晩浸して粒子分散を行い，次に透析バッグによる塩抜きを行った．さらに，250メッシュ篩いを使って wet-sieving 法による砂と泥の分離を行い，乾燥する．

これらの試料は篩い震盪機により粒度分析を行った後，0.063-0.125mm 粒径試料について，ツーレ氏重液（比重2.85）により重鉱物分析を実施した．重鉱物分離・同定等の処理は OKADA（1960）の方法に従った．

4．結　果

（1）同定鉱物種

駿河湾表層堆積物で同定された透明重鉱物は，緑泥石・普通輝石・紫蘇輝石・普通角閃石・ザクロ石・円磨ジルコン・自形ジルコン・電気石・黒雲母・オリビン・燐灰石・パンペリー石である．これらのうち，輝石類・角閃石類・緑泥石は全ての試料で最も多量に産する．とくに，変成鉱物として重要なパンペリー石は No 131 試料のみで検出された．

（2）重鉱物分布の地域性

(a)重鉱物全量．全体として，湾東部・湾奥部で重鉱物量比が高く，湾西部とトラフでは低い（Fig. 2）．

(b)緑泥石．本鉱物は大井川河口沖と石花海海盆に最も多く含まれており，全重鉱物量の70%以上にも達する（Fig 3）．安倍川デルタと御前崎海域が次に多く，10～50%占める．湾東部は最も少ない．

(c)紫蘇輝石．紫蘇輝石の分布は湾東部で優勢である(Fig. 4)．次いでトラフ，石花海堆から御前崎海域に多く分布する．安倍川沖から石花海海盆にかけて少ない．

(d)普通輝石．普通輝石は，大井川河口域を除くと，ほぼ一様に多量に分布する（Fig. 5）．

(e)普通角閃石．Fig. 6 に示されるように，本鉱物は御前崎海域，石花海堆，トラフ，湾奥部に多く，石花海海盆や湾東部では少なくなっている．

(f)ザクロ石．本鉱物は量的に少ないが，分布に特徴があり，御前崎海域に多産する（Fig. 7）．

(g)円磨ジルコン．円磨ジルコンも特徴的な分布を示し，御前崎海域から石花海海盆一帯を特徴づけている（Fig. 8）．

(h)自形ジルコン．自形ジルコンも分布形態が円磨ジルコンと極めてよく似ており（Fig. 9），御前崎海域～石花海海盆域を特徴づけている．

(i)黒雲母．本鉱物の分布も基本的にジルコンと類似して，御前崎海域に集中している（Fig. 10）．

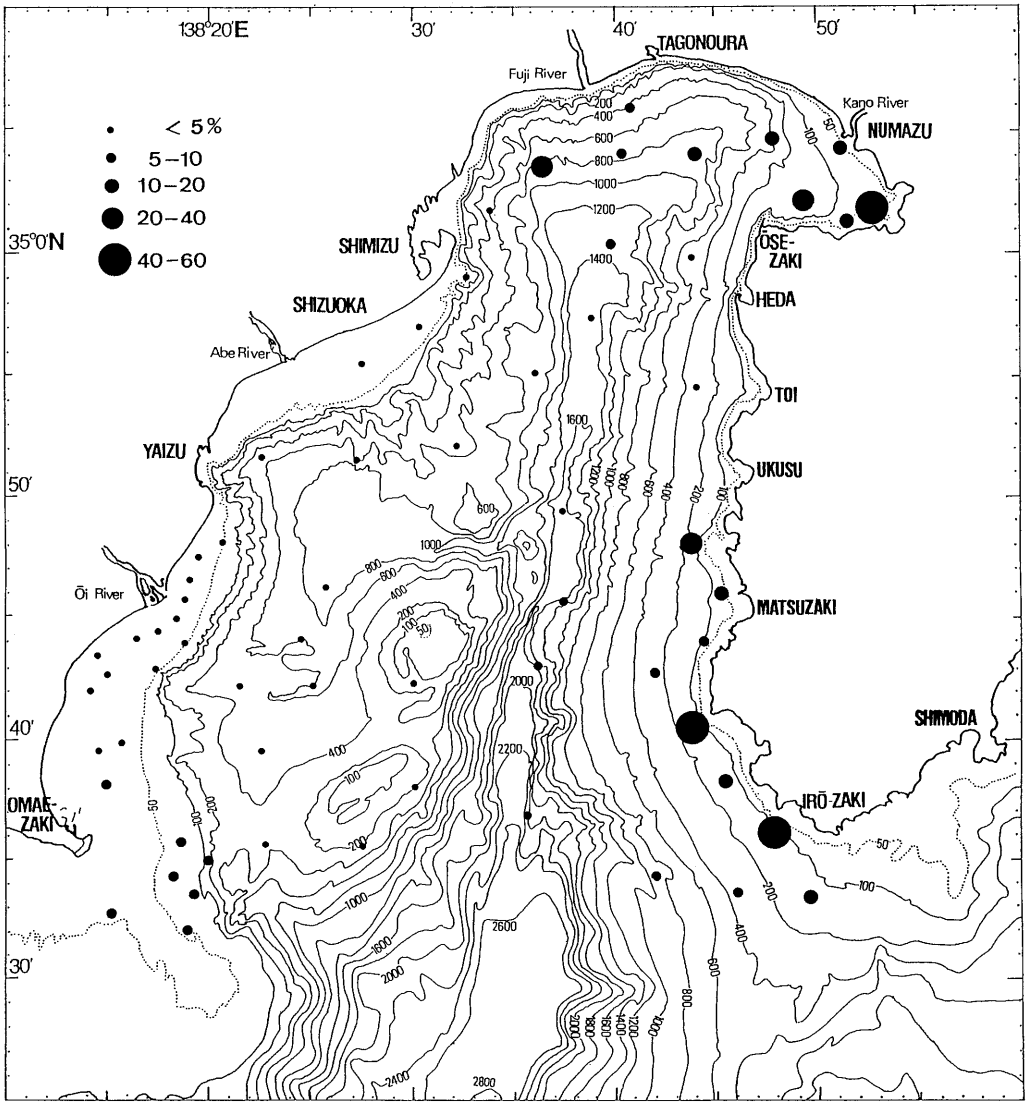

Fig. 2. Distribution of heavy minerals of 0.063–0.125 mm fractions in Suruga Bay.

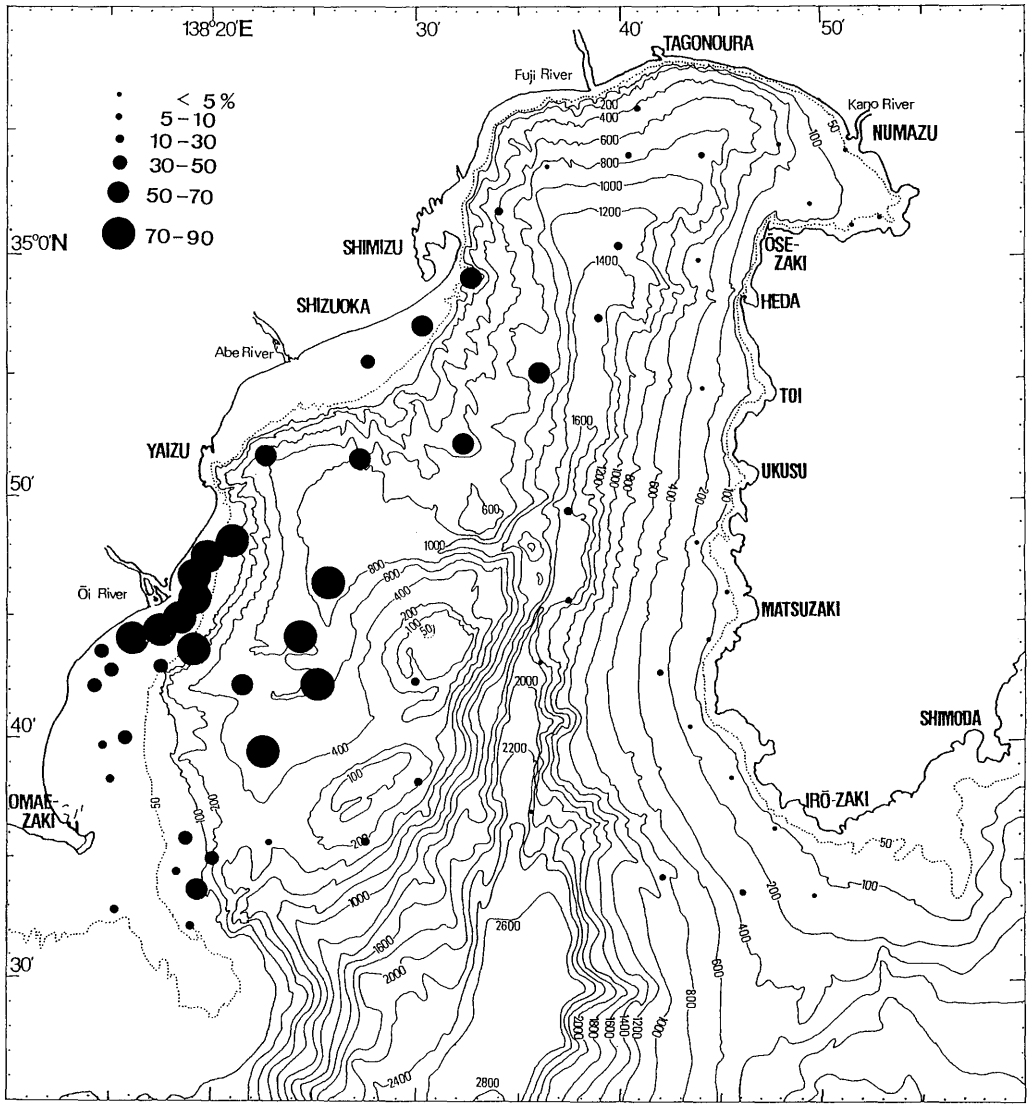

Fig. 3. Regional distribution of chlorite.

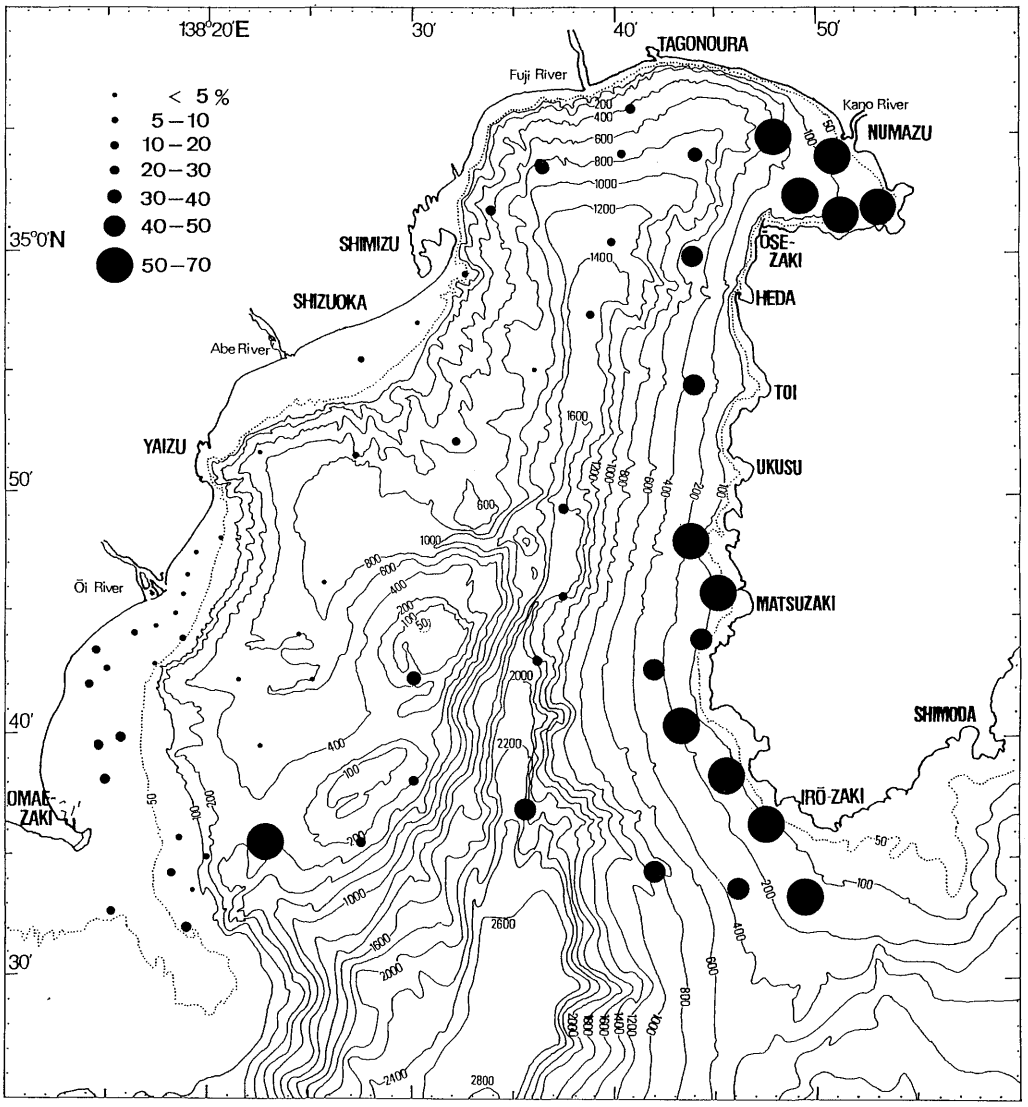

Fig. 4. Regional distribution of hypersthene.

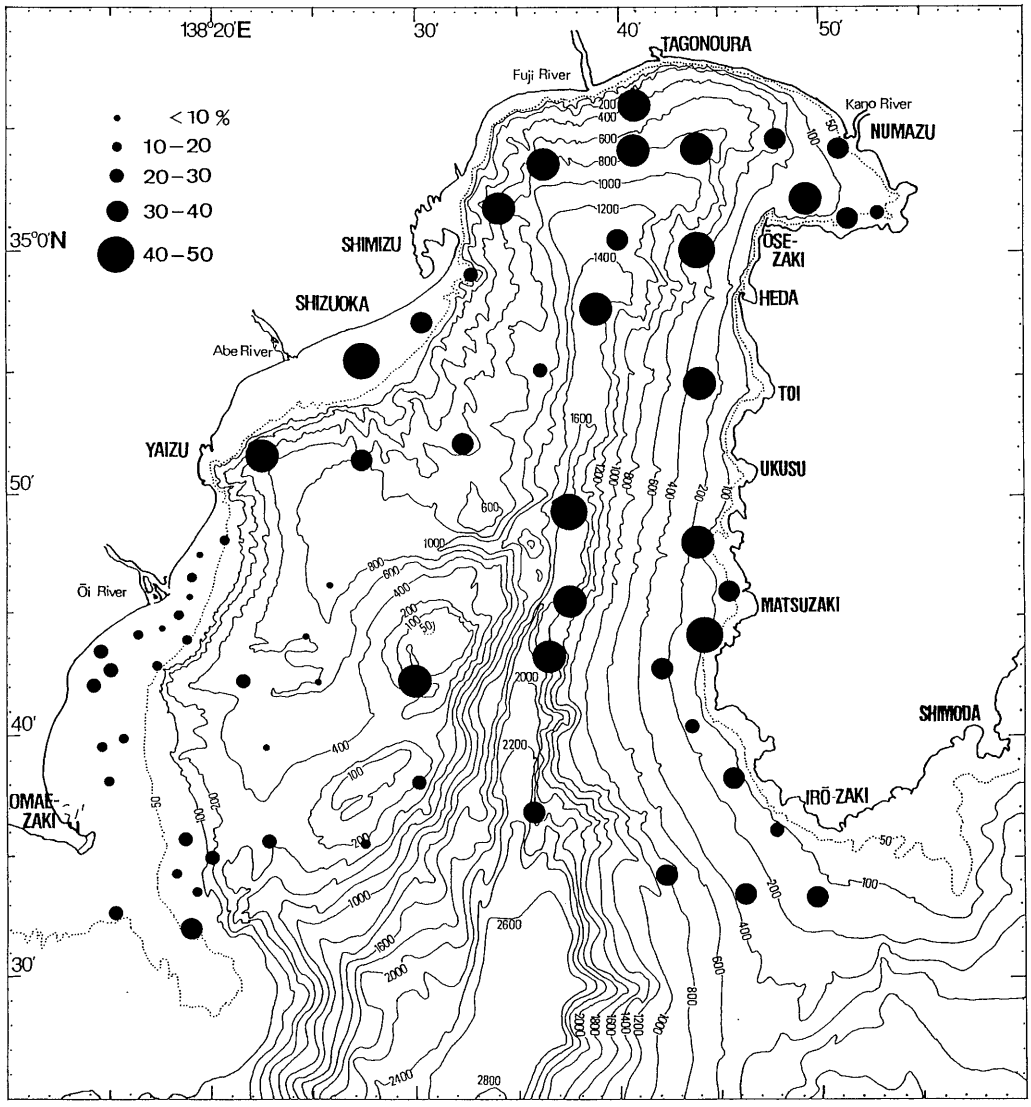

Fig. 5. Regional distribution of clinopyroxene.

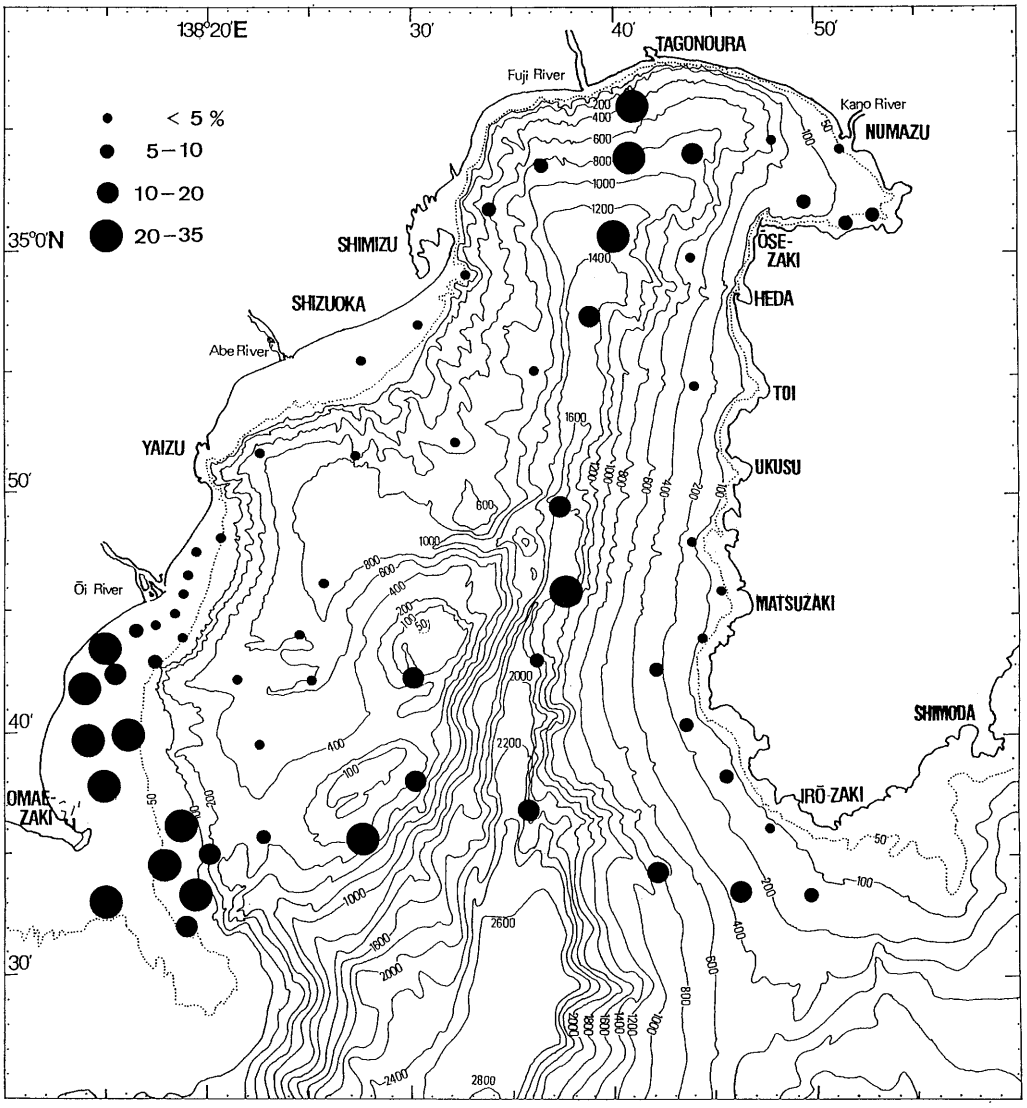

Fig. 6. Regional distribution of common hornblende.

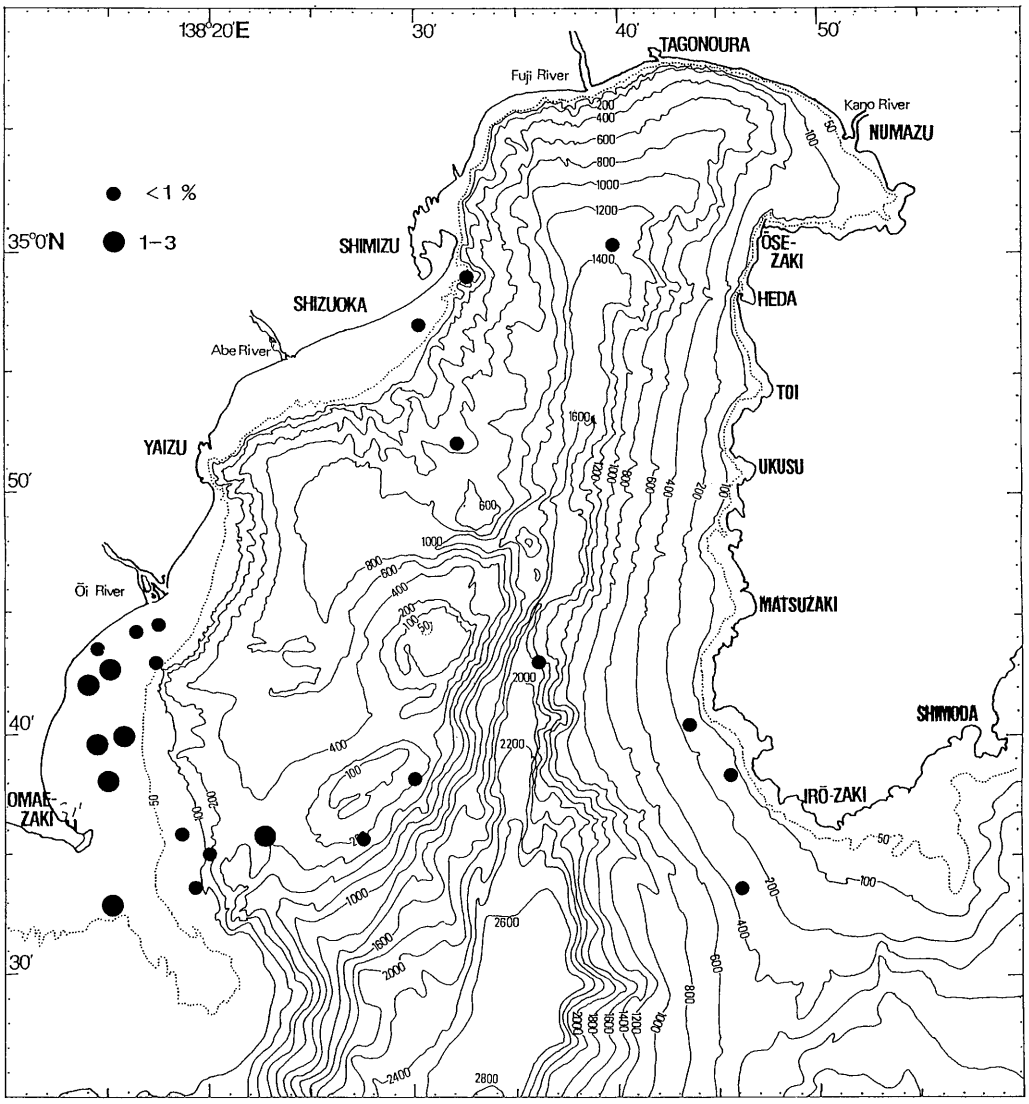

Fig. 7. Regional distribution of garnet.

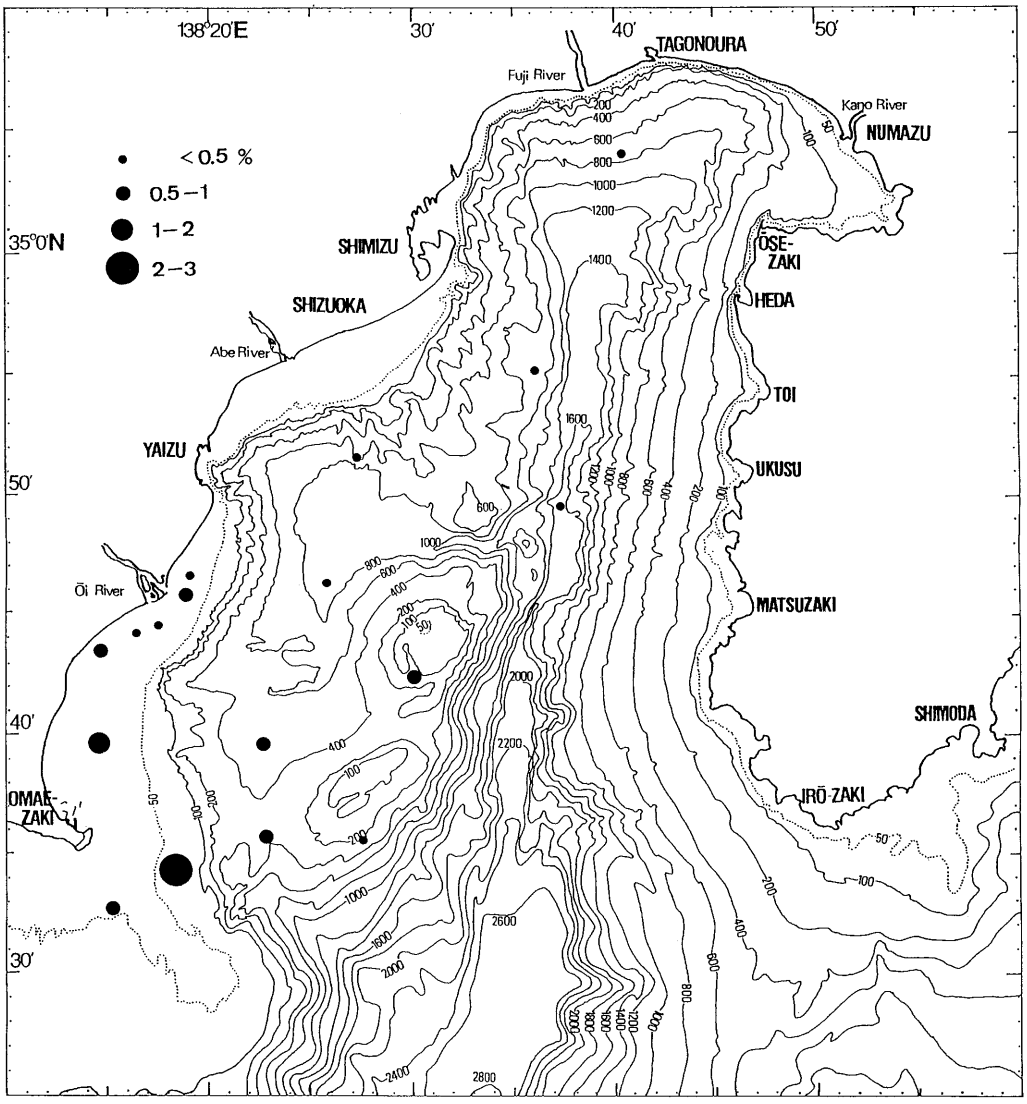

Fig. 8. Regional distribution of rounded zircon.

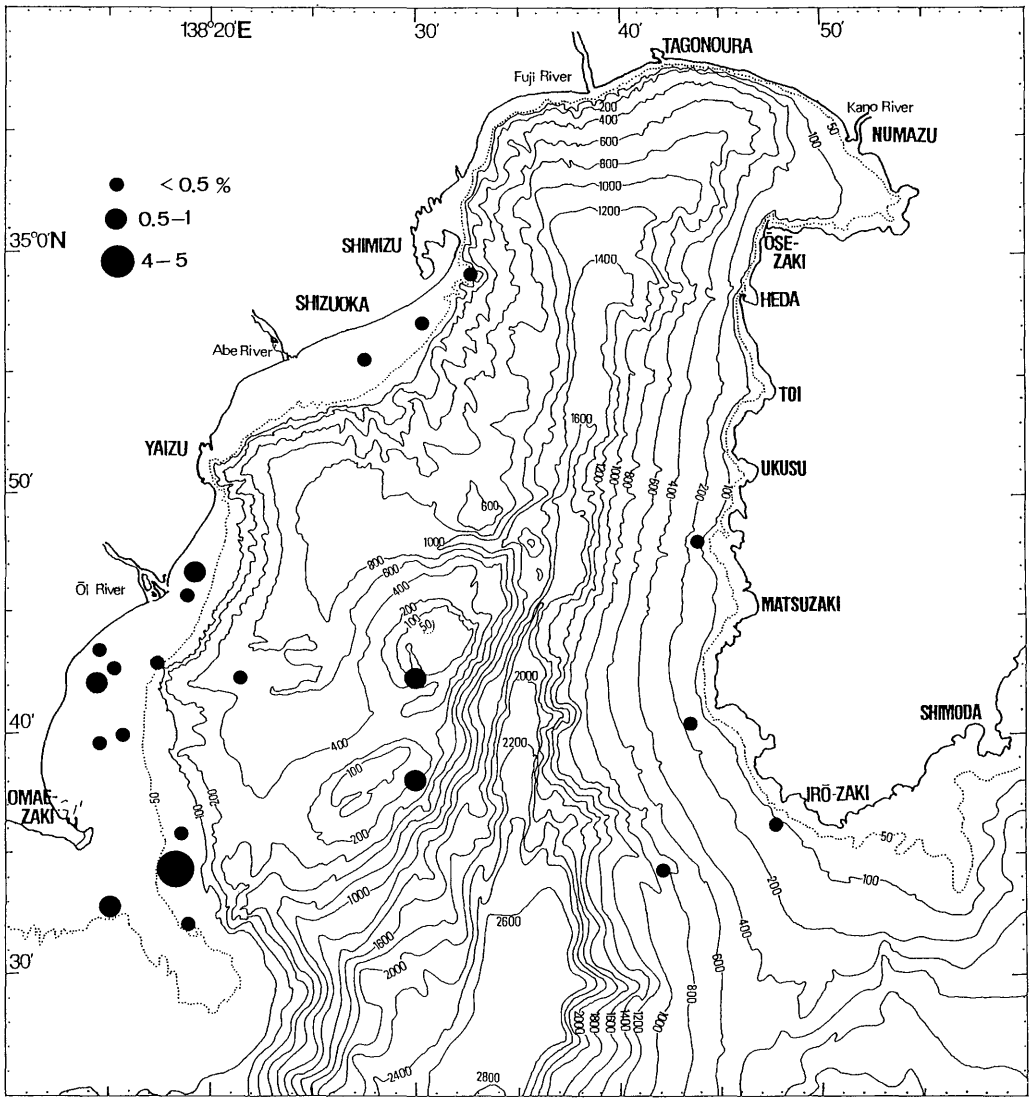

Fig. 9. Regional distribution of euhedral zircon.

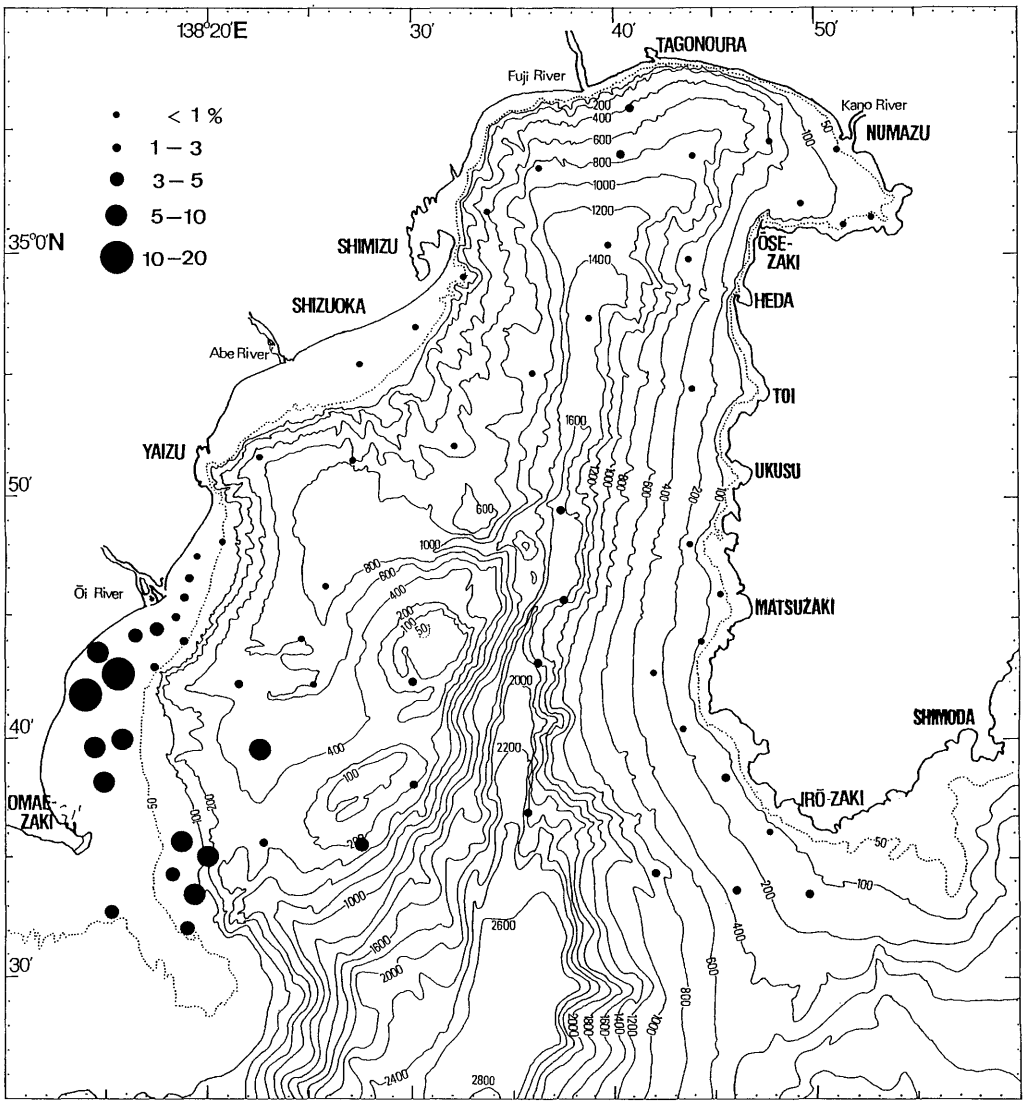

Fig. 10. Regional distribution of biotite.

5．考　察

（1）岩石区の設定

岡田（1989），OKADA（1996）が提唱した岩石区の概念によると，駿河湾表層堆積物に含まれる重鉱物各種の地理的分布特性から次の岩石区を設定することができる（Fig. 11）．

(a)湾東部岩石区．この海域は圧倒的に優勢な紫蘇輝石分布で特徴づけられ，普通輝石も多産する．また，本海域全体として普通角閃石も少なくない．すなわち，本鉱物区は紫蘇輝石・普通輝石・普通角閃石の鉱物組み合わせで特徴づけられる．

(b)湾西部岩石区．富士川河口から御前崎に至る陸棚～陸棚斜面域で，緑泥石が優勢な分布を示す．他の鉱物種はとくに分布上の特徴は示さない．

(c)御前崎－石花海海域岩石区．ザクロ石・ジルコン・緑泥石の鉱物組み合わせが特徴的分布を示す．

（2）重鉱物分布を規制する要因

重鉱物分布を規制する要因としては，後背地の地質，堆積盆地の地形と水理環境が重要である．次に，それ

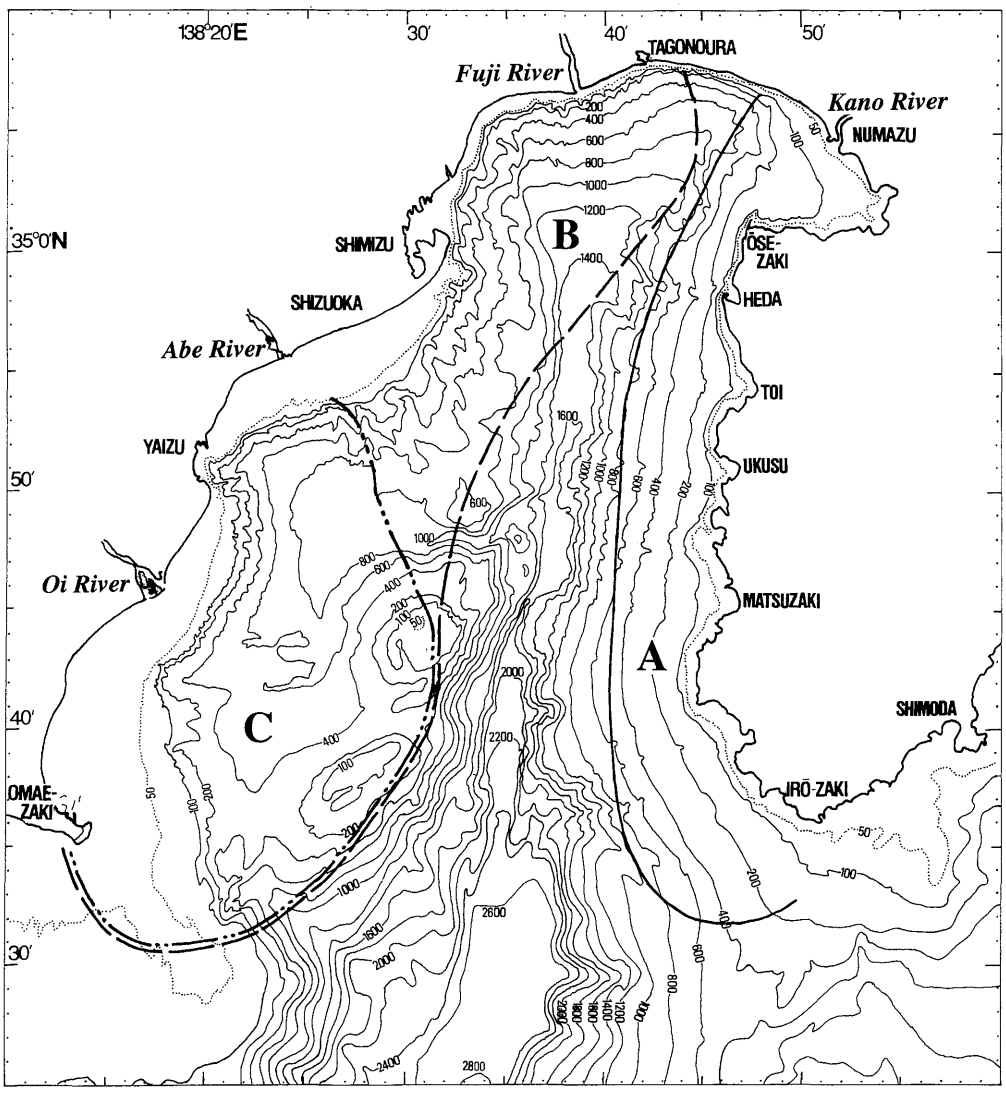

Fig. 11. Heavy mineral petroprovinces in Suruga Bay. A: East Bay Petroprovince, B: West Bay Petroprovince, C: Senoumi Basin Petroprovince.

ぞれの要因について考察する．

(a)後背地の地質．駿河湾表層堆積物中の重鉱物分布の特徴から設定された上記3岩石区はそれぞれ後背地の地質と密接な関係を示している．すなわち，湾東部岩石区は伊豆半島の安山岩を主とする第四紀火山岩類(土ほか，1974)の分布と密接に関係している．本岩石区はまた青木・生沼（1981）が示した駿河湾海底粘土鉱物の分布で，内浦湾を中心として伊豆半島側に卓越するモンモリロナイトの分布域が完全に重なることは興味深い．

湾西部岩石区では，緑泥石が卓越するが，その後背地は当然，富士川，安倍川，瀬戸川，大井川，などの河川流域を構成する主として四万十超層群の古期堆積岩類が主要な供給源であろう．それを裏付けるように，青木・生沼（1981）もこの海域に緑泥石，イライトなどの粘土鉱物が優勢なことを報告している．

御前崎・石花海海域岩石区は，この海域の基盤地質の構成層である中新世相良層群の重鉱物組成（斉藤・岡田，1986）の特徴をよく反映している．すなわち，相良層群は圧倒的にジルコン・ザクロ石が多産し，電気石や普通角閃石，藍閃石・パンペリアイトなどの変成鉱物を伴う．この点，相良沖131地点でのパンペリー石の産出は興味深い．

(b)堆積盆地の地形．駿河湾は中央に陸上の比較的大きい河川デルタと直結した深い溝状のトラフとその西側の小海盆（石花海海盆）で特徴づけられるユニークな海底地形を示す．トラフ底では頻繁に混濁流の発生が記録され(大塚，1980，1985)，また，観測されている（門馬・満澤，1993)．したがって，湾奥の河川デルタからトラフ軸部に至る海底域は連続した組成上の特徴を示すと思われる．事実，本研究資料でもそのような傾向が認められるが，一つの鉱物区として認定するには資料不足である．

石花海海盆では陸域から流入する安倍川，大井川の流出物質が石花海堆と御前崎スパーによる隆起構造によって一旦せき止められる形になるため，一つの堆積区を形成している．しかも，この隆起体は第四紀氷期の海水準低下時に削剝された可能性が高く（奈須ほか，1968)，残留性侵食物質の堆積域にもなっていると思われる．

(c)水理環境．駿河湾の海洋構造で既に述べたように，物質散布に影響を及ぼしそうな海水運動は沿岸水系・表層水に見られる沿岸流，底層流，混濁流，波浪である．沿岸流の影響は，北向きの波浪の運動とあいまって湾東部の鉱物分布が湾内を反時計回りに流れる流向と対応しているように思われる．しかし，湾西部では，湾奥へ進む波浪営力で海岸砂礫は海岸沿いに北東方向へ移動しており，その漂砂現象は極めて強く作用している（斉藤・小菅，1975)．当然，緑泥石の散布はこの波浪の影響を受けているはずである．

混濁流の作用は駿河トラフを中心に頻発していることは既に述べた通りであり，トラフ底部はタービダイトで埋積されている(大塚，1980)．したがって，混濁流は駿河湾では最も重要な堆積物運搬作用であり，重鉱物の堆積にも大きく貢献しているが，その詳細は今後の研究に待たなければならない．

底層流は駿河トラフを中心に頻繁に発生していることは多くの観測・観察によって示されている（OHTA, 1989；OKADA and OHTA 1993；門馬・満澤，1993)．その原因は潮汐に起因すると考えられているが，流速20～80cm/sにも及び，これは堆積物を侵食し，再堆積させるに十分な流速である．

謝　辞

本論文は郭が静岡大学理学部地球科学科卒業論文として行ったものを基礎としている．この研究を進める上で終始お世話になった静岡大学理学部池谷仙之教授，新妻信明教授，黒田直教授，および静岡大学教育学部大塚謙一助教授に篤くお礼申しあげる．また，試料を提供していただいた海上保安庁水路部桂　忠彦博士に感謝申しあげる．

文　献

青木三郎・生沼　郁（1981)：駿河湾表層堆積物中の粘土鉱物の分布．地質雑，**87**（7)，429-438.

青木　斌・吉原　毅・星野道平（1967)：駿河湾の地質（その1)．駿河湾奥の海底に分布する礫について．東海大紀要，(2)，85-92.

郭　暁利・岡田博有（1986)：駿河湾の文献目録　II ── 海況，地質学，古生物学，地震・地球物理学関係．静岡大学地球科学研報，**12**，255-273.

海上保安庁水路部（1980)：駿河湾海底地形図・海底地質構造図．1/50,000.

LE PICHON ET AL. (1987): Project Kaiko. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **83**, 181-375.

門馬大和・満澤巨彦（1993)：深海底の長期観測と今後の潜水船の役割．第10回しんかいシンポジウム予稿集，67-69.

中村保昭（1982)：水産海洋学的見地からの駿河湾の海洋構造について．静岡水試研報，**17**，1-153.

奈須紀幸・土　隆一・本座栄一（1968)：駿河湾西域の海底地質構造．藤田至則ほか編：フォッサ・マグナ．東海大学出版会，196-200.

OHTA, S. (1983): Photographic census of large-sized

benthic organisms in the bathyal zone of Suruga Bay, central Japan. *Bull. Ocean Res. Inst., Univ. Tokyo,* **15**, 1-244.

OHTA, S. (1989): Current measurements with bottom-moored current meter systems in the axis of the Suruga Bay. In: Ohta, S. (Ed.): Preliminary Report of the Hakuho Maru Cruise KH-88-4. Ocean Res. Inst., Univ. Tokyo, 63-70.

OKADA, H. (1960): Sandstones of the Cretaceous Mifune Group, Kyushu, Japan. *Mem. Fac. Sci., Kyushu Univ., Ser. D, Geol.*, **10** (1), 1-40.

岡田博有 (1989)：日本列島中生界砂岩の岩石学的特性 ── その総合化と地質学的意義解明に向けて ──．変動帯の砂岩，(1)，1-3.

OKADA, H. (1995): Cretaceous petroprovinces in the Japanese Islands and their tectonic significance. *Proc. 3rd Intern. Symp. IGCP 350 "Cretaceous Environmental Change in East and South Asia"*, 1.

OKADA, H. and OHTA, S. (1993): Photographic evidence of variable bottom-current activity in the Suruga and Sagami Bays, central Japan. *Sediment. Geol.*, **82**, 221-237.

岡田博有・堀越増興 (1981)：駿河湾の文献目録ー地質学，ベントス学，古生物学関係．静岡大学地球科学研報，**6**，83-93.

岡田博有・太田　秀 (1982)：駿河湾・相模湾の深海域における底層流起源の海底諸性状．静岡大学地球科学研報，**7**，97-102.

岡田博有・太田　秀 (1985)：海底写真による深海底環境の解析．梶浦欣一郎編：海洋の動態．恒星社厚生閣，東京，412-424.

岡田博有・太田　秀・新妻信明 (1985)：海底写真による駿河舟状海盆の生痕．静岡大学地球科学研報，**5**，31-36.

大塚謙一 (1980)：駿河湾における研究船淡青丸の KT-77-7 および KT-78 ── 19次航海で採取されたピストン・コア試料について．静岡大学地球科学研報，**5**，23-30.

大塚謙一 (1982)：駿河湾石花海堆西斜面の海底地すべり．静岡大学地球科学研報，**7**，87-95.

大塚謙一 (1985)：活動的トラフの埋積過程と堆積相 ── 相模トラフ北端域および駿河トラフ北端域の上部第四系．静岡大学地球科学研報，**11**，57-117.

斉藤　晃・小菅　晋 (1972)：駿河湾の海岸ぞいに動く砂や小石．駿河湾の自然，86-93.

斉藤克栄・岡田博有 (1986)：東京大学理学部御前崎地震予知観測井のボーリング・コアについて．東大地殻化学実験施設彙報，**4**，109-115.

佐藤任弘 (1962)：駿河湾湾口のコア資料について．地質雑，**68**，609-617.

白井　亨・志岐常正 (1968)：駿河湾の底質，とくに有機物について．地質雑，**74**，140.

TAIRA, K. and TERAMOTO, T. (1985): Bottom currents in Nankai Trough and Sagami Trough. *Jour. Oceanogr. Soc. Japan,* **41**, 388-398.

土　隆一・ほか (1974)：静岡県地質図．1: 200,000．静岡県.