

551, 351. (521, 81/. 82)

山陰美保湾・隠岐諸島周辺海域の堆積学的研究

水野篤行* 丸山修司** 藤井紀之** 安田俊一**
 野口寧世*** 都留信也† 望月常一†† 大嶋和雄†††
 横田節哉††† 中尾征三†††† 小野美代子*

**Sedimentological Study in the Miho Bay and near the Oki
 Islands, off the San'in Coasts of Southwestern Japan**

By

Atsuyuki MIZUNO, Shuji MARUYAMA, Noriyuki FUJII,
 Shun'ichi YASUDA, Yasuyo NOGUCHI, Shinya TSURU,
 Tsunekazu MOCHIZUKI, Kazuo OHSHIMA, Setsuya YOKOTA,
 Seizo NAKAO & Miyoko ONO

Abstract

Preliminary study of the sedimentological features in the Miho Bay and the area including the continental shelf and slope, east and southeast of the Oki Islands, at the southwestern corner of the Japan Sea were carried out. The present study included grain-size, mineral and chemical composition of sediments, remains of mollusks and diatoms, chemical characteristics and microorganisms of sea water.

The characteristics of the bottom deposits and sea water differ by the localities in nearly all respects. At the shelf and slope areas near the Oki Islands, depth of 300m and 150m were observed on the outer margin of shelf and mud line respectively, and thus the mud line lies on the median part of the shelf. The argillaceous sediments clearly show the regular change of grain size, inorganic (in part) and organic chemical composition, with the increase of depth. An existence of the relict sediment of Quaternary age on the shelf and bay areas is yet of doubt and remains to be solved in future, although the humic acid of some bay sediments having no absorption band at about 400m μ is very interesting in relation to this problem, in suggesting the non-marine Quaternary origin of bay sediments.

Examination of some argillaceous core samples obtained at the slope area shows the remarkable aspect in horizons lower than 15-30cm, differing from that of its top horizon. It is represented by general decrease of sand fraction contents and kaolin mineral contents, increase of inner bay type diatom remains and increase of uranium and molybdenum contents and also in the core of TN20 by very distinctive decrease of organic matters. These facts are probably related to the conditions of paleogeography and supply of sedimentary materials under the lower sea level before the Holocene Jomonian transgression, though the genesis of increase of U and Mo still remains doubtful and the details of mechanism resulting in the above-mentioned peculiar features are also still of doubt.

One meridional profile of Neogene geological structure is shown, on the basis of sparker records. It is noteworthy that the structural pattern seems to be distinctively

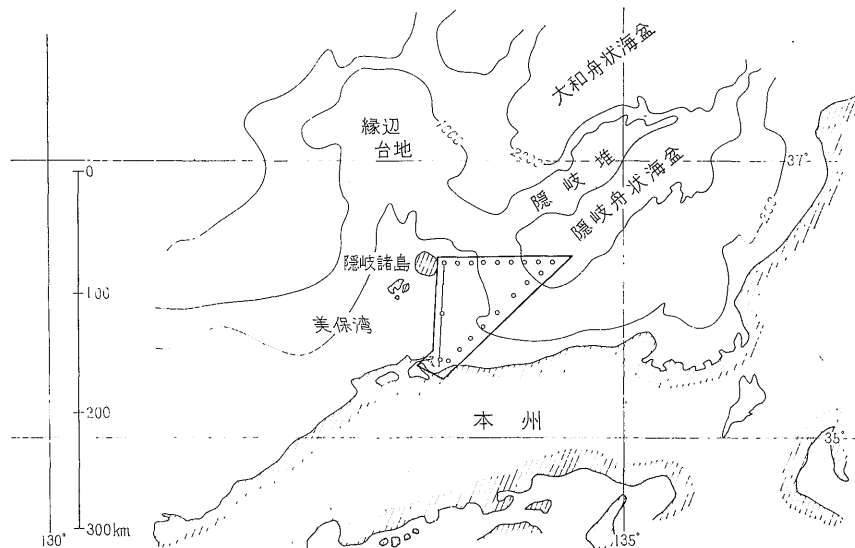
*地質部 **鉱床部 ***大阪府立吹田高校 †工業技術院微生物工業技術研究所 ††技術部 †††北海道支所 ††††燃料部

different between the northern half and southern half of the studied area. It provides interesting data concerning the geologic development of San'in Neogene basin, showing the need of detailed survey in the future.

1. 緒 言

筆者らは、数年来、ウランの沈殿・続成過程を中心的テーマとする総合的な堆積学的研究を山陰海岸の汽水湖

—中海・宍道湖—をモデルフィールドとして行なっている。環境の異なる水域として、その外側に砂洲(弓ヶ浜半島)によってへだてられて隣接する弱内湾型的美保湾および外洋型の隠岐周辺海域を比較研究の対象の一つ



第1図 位置図

とした。幸い1968年8月4日～8日の5日間、東京大学海洋研究所の共同利用研究船、淡青丸(258トン)によるそのための調査の機会(KT68-15次航海)を得た。日数の関係で予察的な調査にとどまり、また、まだ室内処理も十分には進展していない現在であるが、これまでの試料・資料の分析・解析によって、種々の面で、とくに美保湾域と外洋域の堆積学的な特性の相違について興味ある知見を得ることができた。この報告はいわば中間報告である。

研究航海の参加者は次の10名である。水野篤行・小野寺公児・望月常一・丸山修司・中尾征三・角靖夫・衣笠善博・大嶋和雄・中井俊介(東大海洋研)・蓮本浩志(同)。また、室内研究は次の11名によって行なわれた。水野篤行(総括、堆積一般、ウラン、地質構造解析)、丸山修司(砂質堆積物鉱物組成)、藤井紀之・安田俊一(泥質堆積物鉱物組成)、野口寧世(珪藻)、都留信也(微生物)、望月常一(水質およびウラン)、大嶋和雄・横田節哉(腐植、マンガンその他)、中尾征三(微量元素)、小野美代子(粒度組成、有機炭素)。

上記の各テーマごとに、それぞれの関係者により、別

に、くわしい報告がなされる注1)。この報告では、それ以外の事項の記述、主として堆積物の粒度組成、生物遺骸分布、地質構造断面などに重点をおきながら、全体を中間的に総括する。なお、まだ、かならずしも筆者らの見解が統一されておらず、問題によっては見解の相違があり、全体を十分に総括できる段階ではないことをおこたわりしておく。

この海域は、海底地形上、陸棚外縁の深度が日本列島周辺の他海域よりも深いことで注目されている(茂木・川上, 1966; 岩淵, 1968; 佐藤, 1969)。亀井(1967)は隠岐諸島西側海域の水深160~250mの海底からナウマン象化石の産出を報告している。第四紀に関しては、そのほか、日野川河口域、弓ヶ浜半島突端付近でそれぞれ-80m、-40~60m程度の洪積・沖積初期の谷底の存在が知られており(小畑, 1967; 三位, 1966; 山陰第四紀研究グループ, 1969)、また、美保湾とは弓ヶ浜半島によってへだてられている中海湖底下では、沖積世の中海層の下位に武蔵野期の安来層、さらに下位に下末吉期あるいはそれ以前におよぶ可能性のある弓ヶ浜層が横たわる

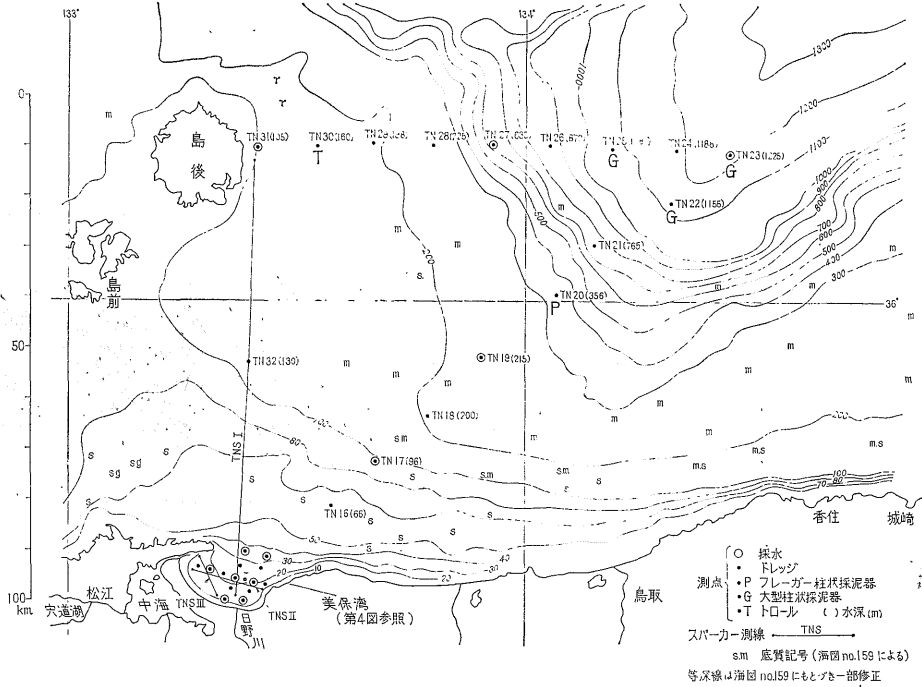
注1) 文献については、それぞれの項にあげられている。

（三位・水野・大嶋，1969；水野・大嶋・中尾，1970）。
 以上のように，この海域は，堆積の背景としての第四紀地史の上で興味深い問題を含んでいるほか，新第三系地質構造の面でも，島根半島部の新第三系と隠岐諸島の新第三系との関係という点で未解決の問題を含んでいる。

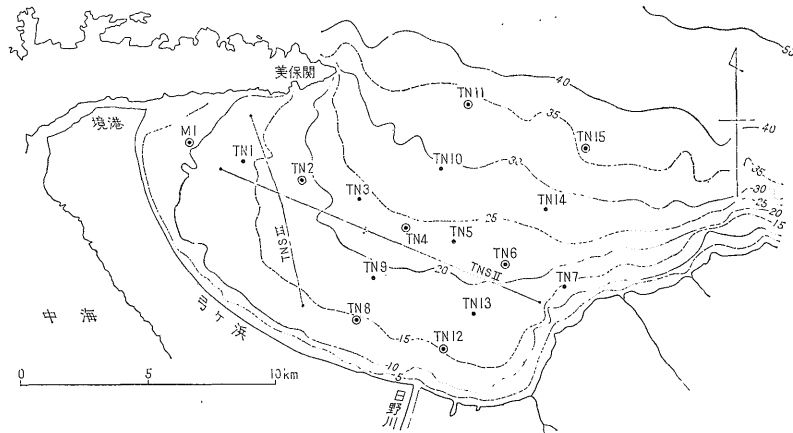
あつかった範囲は，美保湾内とその北～北東方の外洋域で，北東端は隠岐諸島島後東方，鳥取の北々東の地点にある。美保湾は開いた内湾で水深30mの湾口部まで徐

徐に水深を増している。南岸に南方からそそぐ日野川がおもな注入河川であるほか，西端では境水道によって中海と連絡している。外洋域は，陸棚と，岩淵（1968）のいう縁辺台地の延長部（深度の上で）を主とし，一部隠岐舟状海盆の南西隅斜面（最深部 1,225m）にかかっている。

採泥は美保湾内の 13 測点，外洋域の 19 測点を行なった。注2) 主として円筒形ドレッジを用い，4 点は重力式

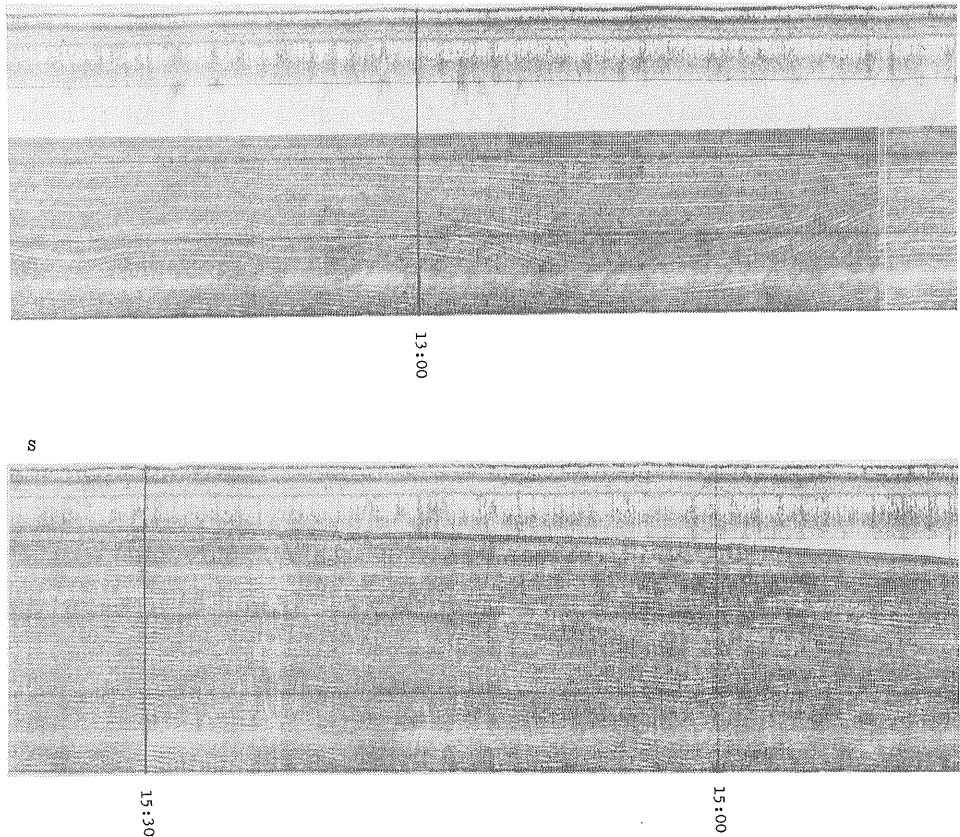


第2図 測点図(1)



第3図 測点図(2) (記号は第2図に同じ)

注2) 美保湾についてはその西部で別の機会に円筒形ドレッジによって採泥した資料 (M1) を加えてのべる。



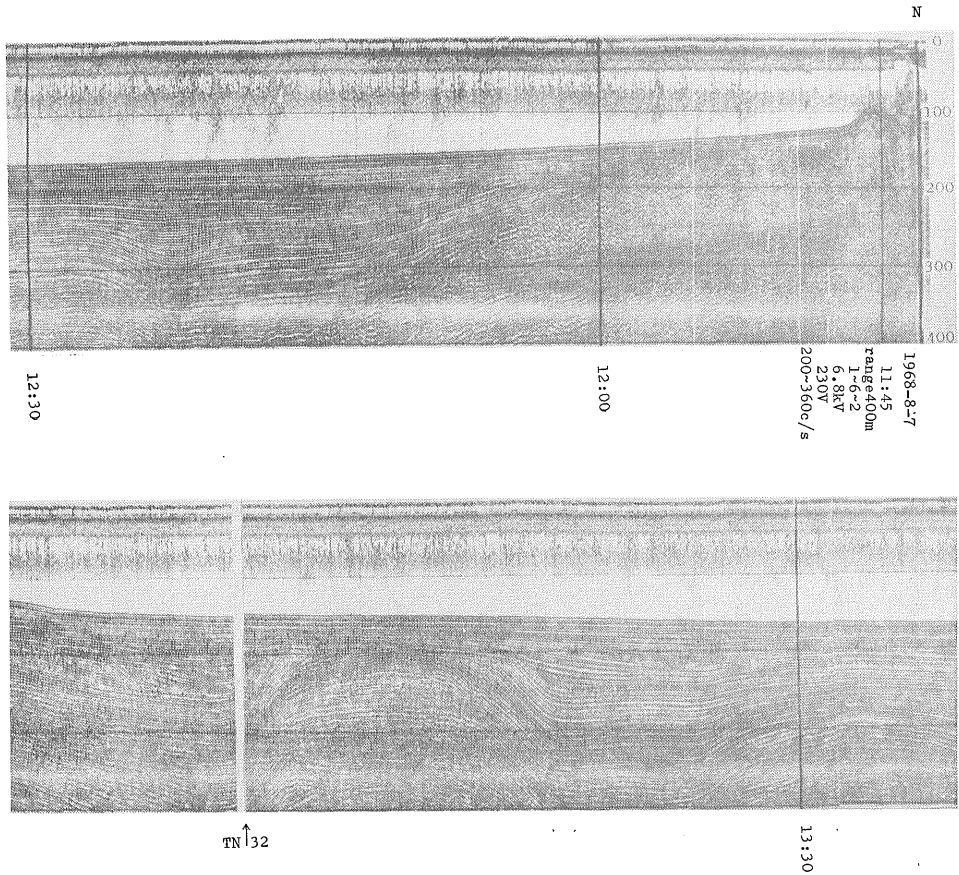
第4図 隠岐諸島島後東側～TN32

柱状採泥器，1点はビームトロールによった。計12測点ではナンセン採水器・同転倒温度計による各層採水・測温を同時に行なった。水試料については船上で、pH, Eh, dis.O₂, Cl⁻, SiO₂, Ca²⁺, Mg²⁺の分析を行ない、残余を他の化学分析、微生物分析のためにもち帰った。新第三系の地質構造に関する資料を得る目的で、島後東側から日野川河口沖にかけて(TNS I)放電式音波探査が行なわれた。また、そのほか湾内の2測線(TNS II, III)についても音波探査が行なわれたが、後2者についてはよい記録を得ることができなかったため、この報告では除外する。測点・測線位置などについては、第2, 3図および第1表に示した。

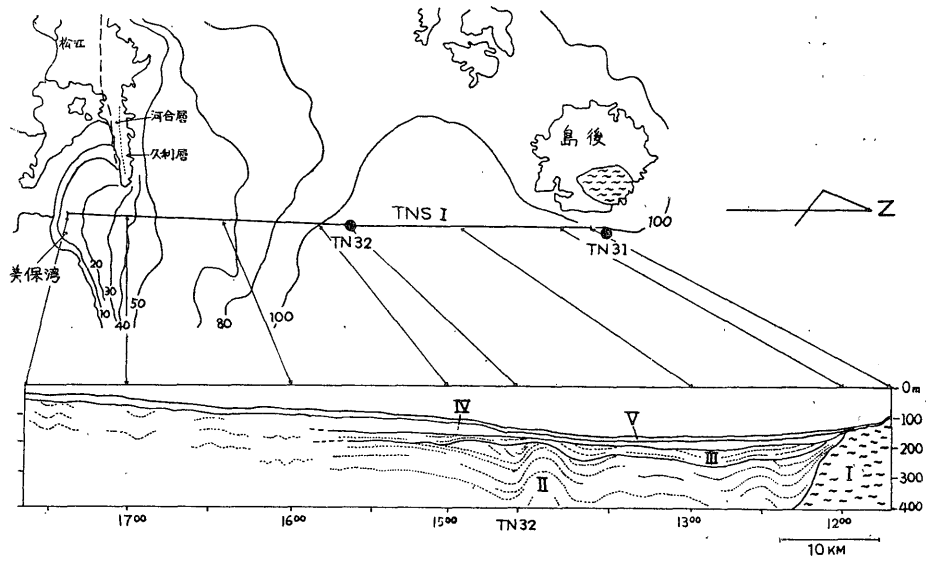
海底地形 海底地形については、海図(no. 159 およびI172)の測深資料にもとづいて、等深線をえがき、船上における音響測深結果によって一部修正した(第2, 3図)。現在、十分な解析が進んでいないので、ここでは地形上の大きな特徴についてのみ記述する。当海域の陸棚外縁の深度は、岩淵(1968)によれば220mである

が、われわれの観測結果では、これよりやや深く、300m近くになると思われる。また、200m付近に比較的平坦な面が発達し、沖合に向かって次第に深度を下げて陸棚外縁に達する。なお、陸棚斜面の傾斜は、1,000m付近までの範囲では、島後東方で約3.3°、美保湾北東方では約2.9°である。

地質構造断面に関する知見 隠岐島後東方～日野川河口にかけて放電式音波探査を行なった(測線TNS I)ところ、興味ある結果を得た。わずかに1本の断面であるため、地層の真の傾斜を含む全体的構造については一切不明であるが、一つの資料としてここに発表する。音波探査記録を第4図に掲げ、ある程度模式化した断面(深度未補正)を第5図に示した。全体的に、表層堆積物はせいぜい30m程度と思われる。それ以下で特徴的なことは、ほぼ測線の間(TN32のやや南方)をさかいとして、地層の構造的パターンが全く異なることである。すなわち、北半側では褶曲・斜交不整合関係がきわめて明瞭であるが、南半側では上下を通じて、ほぼ平行的にな



南方までの音波探査記録



第5図 島後東側～美保湾間の模式的断面

第1表 1968年8月 淡青丸測点 (美保湾~隠岐諸島周辺海域)

TN	緯度 N		経度 E		水深 (m)	肉眼的底質	サンプリング			
	1	2	3	水						
1	35°	31.7'	133°	17.5'	14	泥質砂	○			
2	35	31.5	133	19.0	40	泥質砂	○			○
3	35	31.1	133	20.6	22	砂	○			
4	35	30.6	133	22.0	22	砂	○			○
5	35	30.5	133	23.2	21	砂	○			
6	35	30.1	133	24.6	21	砂	○			○
7	35	29.7	133	26.2	13	岩盤	○			
8	35	28.6	133	20.8	14	砂	○			○
9	35	29.6	133	21.2	18	砂	○			
10	35	32.0	133	22.7	28	砂	○			
11	35	33.4	133	23.3	32	砂	○			○
12	35	28.2	133	23.2	14	砂	○			○
13	35	29.0	133	23.8	16	砂	○			
14	35	31.3	133	25.5	26	砂	○			
15	35	32.7	133	26.4	35	砂	○			○
16	35	38.2	133	34.7	66	砂	○			
17	35	42.8	133	40.4	96	泥	○			○
18	35	47.8	133	47.2	200	泥	○			○
19	35	53.8	133	54.2	215	泥	○			○
20	36	00.6	134	04.1	356	(コア長35cm) 泥		○		
21	36	05.8	134	08.8	765	泥	○			
22	36	10.2	134	19.0	1,155	(コア長48cm) 泥			○	
23	36	15.4	134	26.6	1,225	(コア長73cm) 泥			○	○
24	36	16.0	134	19.8	1,188	泥	○			
25	36	15.9	134	11.3	1,080	(コア長55cm) 泥			○	
26	36	16.3	134	03.2	870	泥	○			
27	36	16.3	133	55.6	630	泥	○			○
28	36	16.2	133	47.8	225	泥	○			
29	36	16.4	133	40.1	198	泥	○			
30	36	16.0	133	32.7	160	砂				
31	36	15.9	133	24.9	105	砂	○			○
32	35	53.3	133	23.8	130	砂	○			

注 サンプリングの項の1, 2, 3はそれぞれ円筒形ドレッジ, フレーガー柱状採泥器, 大型重力式柱状採泥器を示す。

っている。ただし、南半側の浅海部では多重反射がいちじるしくて反射面の明確なよみとりが困難である。北半側・南半側の構造は漸移関係にある。

北半側では、島後東方の、反射面が不規則・不明瞭なもの(I)の上位に、明瞭な反射面をもつ地層が横たわる。これは大きく、II~Vの4層にわけられ、それぞれ明らかな斜交関係にある。IIはIの上位に収れん、かつオーバーラップの関係で重なり、ゆるい背斜・向斜構造を示す。とくにTN32のすぐ北側の背斜は目立っている。

る。IIIはIIの上に斜交関係で重なり、IVはIIIの上に斜交関係で、北部ではIIIをけずりこんでIIの上にオーバーラップしている。以上の関係は測線のほぼ中間点(15.00時の位置)付近までは明瞭であるが、それ以南ではきわめて追跡困難となり、全層平行的となっている。

隠岐島後の地質については、富田(1936)のほか最近のUCHIMIZU(1966)の研究がある。それらによると島後東部に片麻岩からなる基盤が分布し、中新統は、周吉層群(300m)・中条流紋岩層群、穩地層群(400m)、道

後層群にわけられる。道後層群は穩地層群（中条層群の上に不整合関係にのる）の上位に不整合関係で重なり、西郷玄武岩層群以上の鮮新統に不整合におおわれている。測線にもっとも近い海岸地域では、周吉、穩地兩層群の上位に西郷層群以上の鮮新統が広く分布している。これらの諸層が音探断面にどのようにあらわれているかについては、反射面やひろがりの点から、Iが基盤に相当するであろう、ということ以外は、いくつかの可能性が考えられて推定がきわめて困難である。しかし、島根半島に、山陰の中新統の中下部の河合・久利兩層帯が分布し（西山・三浦，1963），すなわち、測線の南部の断面には、中新統の中下部があらわれている可能性からみると、II→周吉層準、III→穩地層準、IV→島後層準となる可能性がもっとも強いように考えられる。Vは表層の未固結堆積層であろう。地層の同定については問題がまだまだ大きく残されているが、少なくとも南半と北半における構造・累重関係の明瞭な相違性は、北半部が新第三系の盆地の周縁相を代表することを示唆しており、山陰新第三系の構造発達史の考察の上に興味ある資料を提供するものである。

2. 堆積物の粒度・鉱物組成

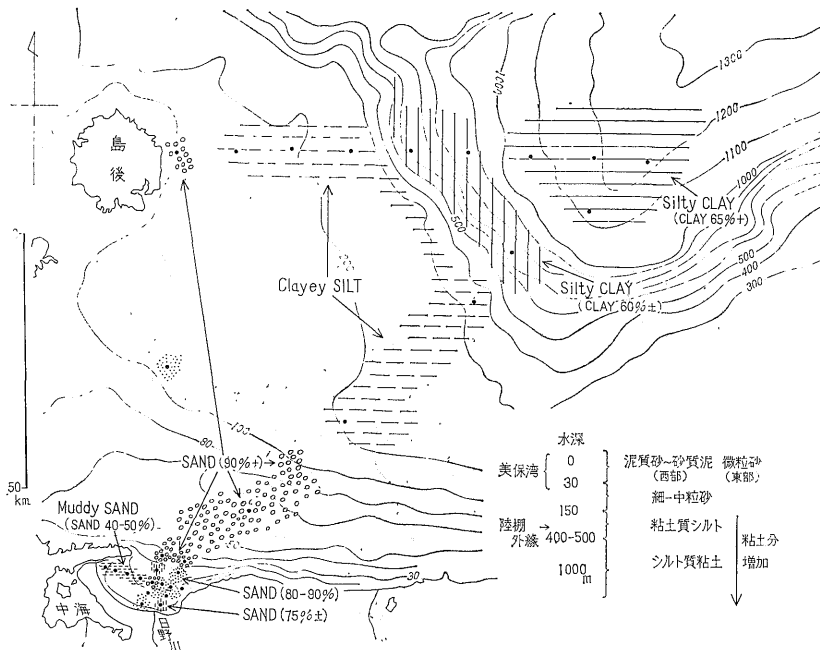
粒度組成注3) 砂質物についてはエメリー管法により

粒度分析を行なった。泥質物については、超音波洗滌器による機械的分散とヘキサメタリン酸による分散の後、沈降法・湿式ふるいわけ法を用いて砂・シルト・粘土フラクションの量的組成を求めた。砂質物については中央粒径値 (Mdφ) と含泥量、泥質物については砂・シルト・粘土の三成分図法によって、粒度分布の検討を行なった。

第6図は粒度型分布の概略を示したものであり、第7・8両図は個々の測点ごとの資料を示したものである。

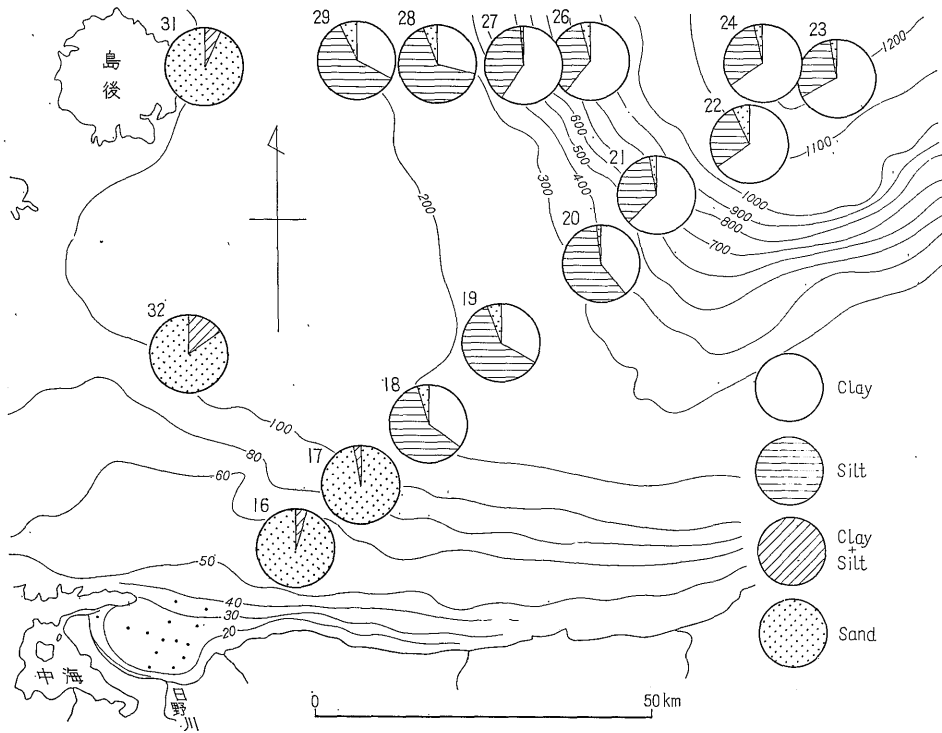
図にみられるように、粒度型の上では、美保湾を含めた沿岸浅海部の砂質帯、沖合のシルト質粘土帯、その中間の粘土質シルト帯の3帯が区別される。おおよそ、これらは水深に対応する。測点があらいために、正確な深度についての資料はないが、砂質帯の下限は、海図 (no. 1172, 159) 記載の資料をも参照すると、深度約150mにあり、かなり画然と粘土質シルト帯とさかいされていると考えられる。

砂質帯は、美保湾内と外洋域で粒度組成を異にしている。美保湾内では、日野川河口域（含泥量20~25%）を除いて東半部では含泥量が12~14%であるが、西半部では52%から61%まで西方へむかつて含泥量を著しく増加させている。いっぽう、外洋域では例外もあるが、大体

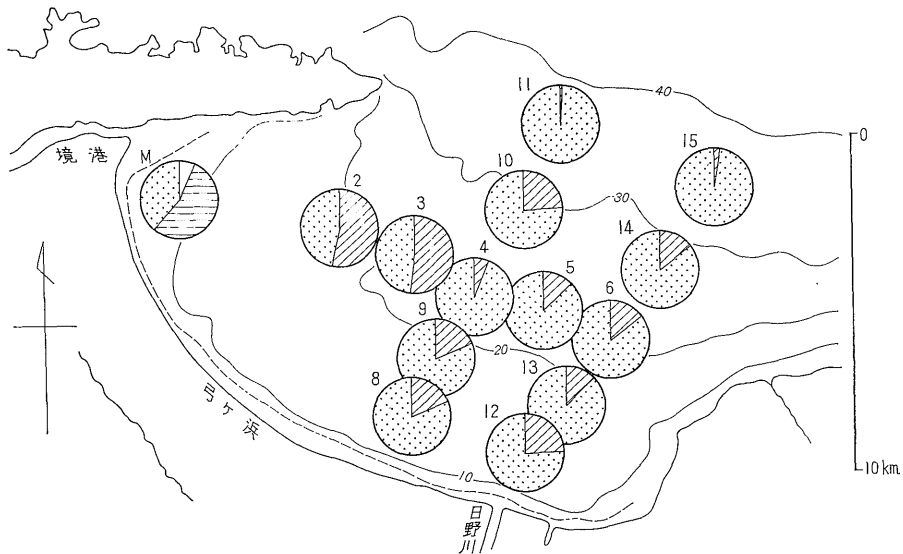


第6図 堆積物の粒度型の模式的分布

注3) 小野・水野による。



第7図 隠岐島諸島周辺海域底質の粒度組成



第8図 美保湾底質の粒度組成 (記号は第7図に同じ)

は含泥量がわずかに数%程度であり、ほとんど純粋な砂である。美保湾内のタイプと外洋域のタイプとは、美保湾湾口域の水深約30mのところをもって境されている。

砂質帯にみられる以上のちがいは、中央粒径値(Mdφ)の上にも明瞭にあらわれている。美保湾東半部ではMdφ 3.1~3.5(微粒砂)であるが、西半部では3.8から大部

分4±と細粒化する。ただし、中央部には2.0のややあらい部分が孤立的に存在する(ここでは含泥量も周囲より低い)。いっぽう、外洋域の砂はMdφ 2.5前後(細粒砂)、一部で1.6(中粒砂)あるいは2.7となる。

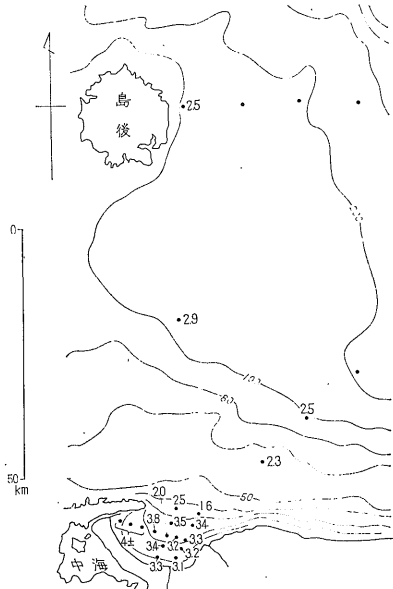
以上のような湾内と外洋域にみられる相違は鉱物組成上のちがいと共に明瞭に肉眼的なみかけに反映されている。

地形との関係については、この地域での大陸棚外縁は300m前後と思われるので、外洋域の砂質堆積物の下限(150m前後)は、陸棚内に位置することになる。

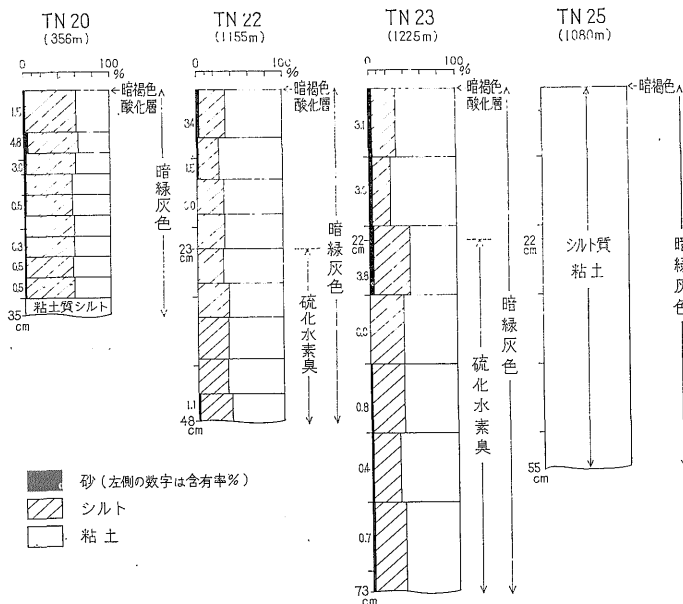
粘土質シルト帯は、砂質帯のすぐ沖合に、陸棚外半部から縁辺台地(岩淵, 1968)の延長に相当の部分全体にわたって分布し、その下限は深度400~500のところにある(正確な深度については測点があらい関係で不明)。隠岐島後東方では東南方にくらべて、わずかに粗粒化している。

シルト質粘土帯は、前者の沖合に広く分布すると思われる。全体として、深度を増すにつれて、粘土含有量が増大し、約1,000m以深では、深度の増大に応じて65.3(1,155m)→65.7(1,188m)→67.8(1,225m)%という規則的な変化がみられる。粘土質シルト帯からは漸移すると思われる。

粘土質シルト帯の1点、シルト質粘土帯の2点については、最深73cmの範囲で、垂直的粒度組成変化を検出した。第10図にその結果を示すように、とくに目立った



第9図 砂質堆積物の中央粒径値(Mdφ)分布



第10図 コアAの粒度組成

変化はみとめられないが、どのコアにおいても15~30 cm以下で、含砂量が有意に減少していることが注目される。また、TN22, 23の両コアでは中下部ではごくわずかにシルトが増加して行く傾向がみられる。なお、コアは、表層の暗褐色酸化フィルムを除けば、上下を通じて暗緑灰色を示し、22~23mのところから下位では硫化水素臭がみとめられる。

砂質堆積物の鉱物組成^{注4)} 美保湾内の7測点、外洋域の5測点の砂(うち外洋の1測点TN20は砂混りシルト)について、合成樹脂によって固結した試料の薄片観察による鉱物組成の検討を行なった。なお、カリ長石判定のために弗化水素酸・コバルチ亜硝酸ナトリウムによる腐蝕・着色法を行なった。また、比較のために弓ヶ浜の海浜砂と砂丘砂および中海の沖・洪積の柱状試料についても検討した。全体として、砂質堆積物は、石英・長石類の無色鉱物と岩石片が主体であり、有色鉱物・砂鉄粒などをまじえる。有色鉱物中にはかんらん石はほとんど存在しない。岩石片は花崗岩質岩石片と安山岩質岩石片とに大別した。

美保湾内では、石英16%±^{注5)}、斜長石30%±、カリ長石6%±、有色鉱物7%±、岩石片27%±である。湾内での傾向としては、石英>20%の地域は湾内中央部から湾口中央部にわたる。また斜長石>30%、安山岩質岩石片>20%域は湾内・湾口東部にみられる。いっぽう花崗岩質岩石片>20%域は湾内中央部から西部にかけてみられる。なお、湾口・湾内中央域の2測点(TN10, 4)では砂鉄粒が5~7%の高含有率を示すことが注目される。これに対して、外洋域においては、やや構成が異なり、石英27%±、斜長石16%±、カリ長石10%、有色鉱物3%±、岩石片17%±であり、石英・カリ長石が多く斜長石が少ない。斜長石はTN16の23%から沖合にむかって漸減する。岩石片は離岸距離15km以内では30%以上であるが、他域では減少する。

弓ヶ浜海浜砂では、石英30~40%±、斜長石7%±、カリ長石17%±、岩石片30~40%±であり、東から西へ石英は漸増するが、カリ長石、花崗岩質岩石片、安山岩質岩石片は漸減の傾向を示している。

美保湾に注ぐ日野川の下流(日野橋下の川床)では花崗岩質岩石片36%、安山岩質岩石片26.5%、石英17.5%、斜長石4.5%、カリ長石15.5%であった。

以上の鉱物組成の分布様式の形成には、碎屑物質の供給条件(供給源からの遠近、供給源の物質組成、底層流の速度・方向など)が反映されている。とくに湾内と外

洋での相違、湾内での分化、は目立っている傾向である。これらについてはある程度の解析は可能であるが、とくに底層流の速度・方向の条件にともなう組成成分の問題についてはさらに一層の検討が必要とされる。

泥質物の鉱物組成^{注6)} 予察的に美保湾内の3測点(M1, TN9, TN12)と外洋域の8測点(TN18, 19, 21, 23, 25, 27, 23, 25)^{注7)}について、泥質部の鉱物組成をX線回折によって検討したところ、湾内と外洋部の底質の間に明瞭な相違のあることがみとめられた。

非粘土鉱物については、美保湾では石英にくらべて長石がかなり多く、また角閃石を含むが外洋域では一般に長石は石英より少なく、また普遍的に石膏を含んでいる。

粘土鉱物に関しては、美保湾ではカオリン鉱物が主成分であり、雲母粘土鉱物・パーミキュライトが伴われるが、緑泥石とモンモリロナイトは全くみられない。いっぽう、外洋の泥底では雲母粘土鉱物・カオリン鉱物が主成分であり、常に緑泥石とモンモリロナイト(両鉱物の比はかなり変動する)が伴われている。

美保湾内で長石、カオリン鉱物が優勢であることは美保湾に注ぐ河川流域での花崗岩類の広い分布と関係があるであろう。同湾にみられないモンモリロナイトは中海では比較的多く含まれるもので、沿岸流などの流れのために微細なモンモリロナイトの沈殿が湾内では妨げられるものと考えられる。

柱状試料中の鉱物組成変化にみられる特徴としては、①雲母粘土鉱物をもっとも主要な組成鉱物である。②カオリン鉱物は下部になる程少なくなる傾向がみられる。③例外はあるが、緑泥石は下部に増加する傾向にある。などがあげられる。これらにはある程度続成作用の影響が反映されているとみられる。しかし、カオリン鉱物については安定性がよいので、かつての鉱物の供給条件に、その量的変化の原因を求めるべきであろう。この点、厳密には一致しないが、コアの含砂率の垂直的变化の成因の問題とあわせ、今後の検討を要する。

3. 堆積物の化学組成

有機物^{注8)} CNコーダー(柳本MT-500型)による全炭素・全窒素量の検討、腐植酸の吸収スペクトル型の検討を行なったほか、泥質物に関しては、CNコーダーによる燃焼法の炭素分析値とチューリン・シマコフ法による酸化滴定法の有機炭素値との比較を行なった。

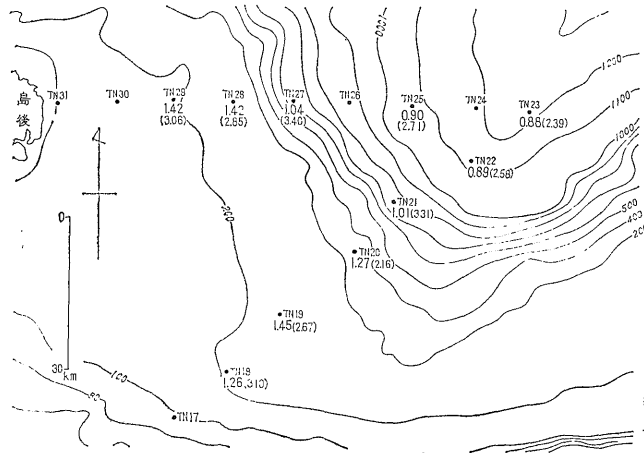
注6) 藤井・安田(1970)

注7) TN23, 25については柱状試料を含む。

注8) 大嶋・横田(1970)参照

注4) 丸山修司(1970)

注5) 薄片下における各粒の出現頻度を示す。



第11図 CNコーダーによる全炭素量と酸化滴定法による有機炭素量との比
数字は tC (CNコーダー)/orgC, () 内は tC (%) を示す。

大嶋・横田の分析結果によれば、全炭素・全窒素は、水深 100, 200, 600m をさかいとして含有量の明瞭な差異がみとめられる。100m 以浅（美保湾と外洋沿岸域）では C は 0.8% 以下，N は 0.025% 以下，100~200m の間では深度と共に多少増加する。200m 以深の泥質堆積物では C は 2% 以上，N は 0.16% 以上であり，C，N 共に最大含有域は 600~1,100m 前後（C 3% 以上，N 0.3% 以上）の斜面部にみられる。それ以深では両者共やや減少する傾向を示す。C が有機炭素であるという保証は今のところ一つもないが，泥質物については，酸化滴定法の値と比較すると，おおよそ有機炭素とみなして差支えないように思われる。

第11図は，上記の全炭素と酸化滴定法による有機炭素値（小野による）の比率の分布を示したものである。tC^{注9)}/orgC^{注10)} の変化には規則性がある。すなわち，水深が浅ければその値は高く，深ければ低いという関係がみられる。400m 以浅ではすべて比は 1.2 以上であるが，600m 台—1.04，700m 台—1.01，1,000m 台—0.90，1,100m 台—0.89，1,200m 台—0.88 という深度増加に伴う漸減を示す。極度に還元的な環境である汽水湖の中海の泥底の大部分では，小野寺・小野の未発表資料によれば，tC/orgC は 0.7~0.8 の範囲にある。EMERY & RITTENBERG (1952) はカリフォルニア盆地の現世堆積物の検討結果として，酸化滴定法の分析値には有機物の酸化状態が反映されていることをのべた。上記の事実は，大嶋・横田 (1970) が指摘している，この海域底における有機物量の多少の原因—海水の循環と水温条件—と

ほぼ対応するものであり，酸化滴定法の分析値が底質の酸化条件の関数であることを示している。したがって，汽水域のみならず海洋域においても酸化滴定法分析によって有機物量を検討することは非常に危険である。と同時にいっぽうではそれと燃焼法による分析値との比較が底質の酸化還元条件を相対的に示すという点である程度有効であると考えられる。

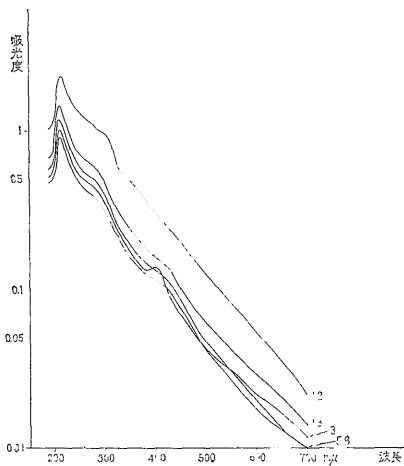
腐植酸の吸収スペクトル型については，美保湾と外洋域で，第 12・13 両図に示すように顕著な相違がみられる。すなわち，220m μ 前後の吸収帯は同じようにみられる。しかし，400m μ 付近の吸収帯は外洋域にはみられるが，美保湾内ではほとんどみとめられない。この一因としては，このような傾向を示す湾内の堆積物がもともと非海成のものであって洪積世の遺存堆積物である可能性が考えられる。

外洋域の泥底の数点 (TN 20, 22, 23, 25) においては全炭素・全窒素の垂直分布が検討された。局視的には大きな変動がみられないが，深度 356m の TN20 では 10 cm 以下でそれらがいちじるしく減少している。これは，減少部分が海水準低下期に現在よりもさらに酸化性環境の浅海域で堆積したことを示すものとみられる。

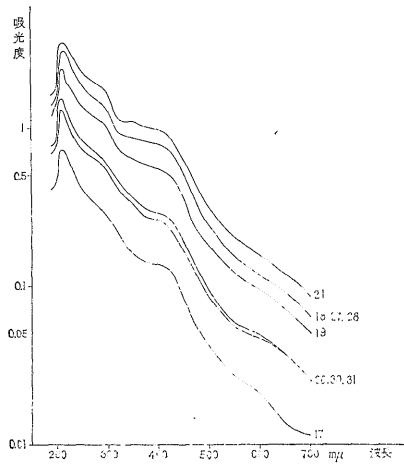
Mn, Mg の分布^{注11)} Mn 含有量には美保湾内と外洋とできわめていちじるしい相違がみられる。すなわち，粒度条件をとわず，湾内では 0.07%（一部 0.09%，日野川河口北東側沖合），外洋では 0.02~0.05（大体は 0.03~0.04%）である^{注12)}。粒度条件ではむしろ外洋型を示す湾口の TN11 では 0.06% で外洋の傾向に多少近づいた湾内型を示している。Mg (0.6~1.7%，一部 3.5%) についても，明らかに貝殻片の混入に起因していると考えら

注9) CNコーダーによる燃焼法分析値。

注10) チューリン・シマコフ法による酸化滴定法分析値。



第12図 美保湾内底質の腐植酸吸収スペクトル



第13図 大陸棚および陸棚斜面堆積物の吸収スペクトル

れる値を除けば、Mnと同様に湾内に高く、外洋に低い傾向がみとめられる。Mn, Mgともに地殻中の平均存在量にくらべると低い。Mnについては、少なくとも外洋域での値は砕屑性起源と考えられる。いっぽう湾内での2倍前後の値^{注13)}は、もし同様に考えた場合には供給砕屑物質の相違(安山岩質岩片が多いことから可能性はある)によるということになるだろうが、Mn-coatingの可能性もあろう。この点については今後の検討を要する。

Uの分布^{注14)} Uは美保湾内では1.2~3.2 ppm (平均

1.8 ppm), 湾外の砂質帯では0.7~1.2 ppm (平均0.98 ppm), 粘土質シルト帯では1.0~4.0 ppm (平均2.2 ppm), シルト質粘土帯では1.9~4.1 ppm (平均3.1 ppm) で、湾外では沖合にむかって高くなる傾向にある。これらの値は、一般に海域の底質でみられる範囲にあるが、砂質部については泥(粘土+シルト)含有量と、また泥質部については粘土含有量と大よそ正相関を示している。しかし、炭素との間にはこのような規則的関係は存在しない。泥質部におけるウランの沈殿には粘土コロイドへの吸着沈殿が大きな役割を果しているように思われる、TN20, 22, 23, 25のコアにおけるUの垂直分布は、TN20をのぞいては、下方にむかって増加する傾向を示す。すなわち、30cm以下ではすべて5 ppm以上(最大8 ppm)と上昇している。コアでは、粘土含有量との間には規則的関係は全くみられず、かえって巨視的には炭素との間に弱い平行関係がみられる。このことは、最初期続成過程下で溶解性Uの移動が行なわれたことを示唆していると考えられるが、いっぽう三宅ら(1967)がのべたような海水準低下に伴う還元的环境下でのUの沈殿の可能性も現在の資料では否定できない。今後の検討を要する問題である。

泥質堆積物中のMo, Ni, Co, Ti, Ga, Cu, Zn, V, Bの分布^{注15)} 粘土質シルト帯, シルト質粘土帯において、それぞれ次のような含有量が示されている(単位はppm)。Mo, <1.1; Ni, 11-73; V, 4-110; Co, 4-13; Ga, 24-100; Cu, 31-57; Zn, 330-640; Ti, 80-390; B, 50-180。クラーク数と比較すると、大きな濃縮係数を示すものはB, Zn, Gaであり、クラーク数より低いものはCo, Ni, V, Ti, 同程度のものはMo, Cuである。ごく大局的には、V, Mo, Cu, Co, Ni, Bは水深とともに、したがってまた、粒度の細粒化とともに、増加する傾向にある。炭素との間にはどの場合でも注目すべき関係はない。前述のUとの間に正相関がみとめられるのはCoだけである。TN22, 23の両コアについてそれぞれの垂直分布の資料を得た。Uと同様にコア中で含有量を増すのはMoとCoである。とくにMoは下方で著しく高い傾向を示す。V, Ti, Cu, Gaは一部で表泥中よりも高くなっている。全体として、それぞれ異なる分布パターンを示し、タイプわけをするのが困難であるが、Ni, V, Bの3元素は粘土含有量50%以上の部分に関してそれと正相関し、それらが同様の機構で堆積し、かつ初期続成環境下で大きな移動をおこしていない可能性を示唆している。また、UとMoはかならずしも相関は示さないが、初期続成作用下での両者のたがい

注11) 大嶋・横田(1970), 原子吸光分析法による。
 注12) この海域の東方(TN23から60~70kmの地点)の深度約300~500mの泥底においても同様な値0.05MnO₂%が報告されている(浜口ら, 1953)。
 注13) 中海の泥質堆積物では、尾本の研究(未発表)によればMnは最高1%近くの高含有を示す。これについては中海の閉鎖性が根本的な原因となっていると思われる。
 注14) 水野・望月(1970) 蛍光分析法による。

注15) 中尾(1970), 発光分光分析法(半定量)による。

第2表 湾内型の貝類遺骸群

種名	1	2	3	4	5	6	8	9	10	12	13	14
二枚貝												
<i>Pillucina pisidium</i>												○
<i>Fulvia hungerfoldi</i>					○						○	
<i>Callista chinensis</i>						○						
<i>Veremolpa micra</i>	○ ●		○ ●	●	●	●	●	○ ●	●	●		
<i>Cadella delta</i>	○											
<i>Moerella edoensis</i>	● ○ ○ ○				○ ○ ○			● ○ ○ ○				
<i>Tellinides ovalis</i>								○				
<i>Raeta pulchella</i>	○ ○ ○			○			○ ○			○		
<i>Siliqua pulchella</i>						○					○	
掘足貝												
<i>Dentalium hexagonum</i>	○											
巻貝												
<i>Polynices didyma</i>							○					
<i>Proclava pfefferi</i>	○						○					
<i>Tiberia dunkeri</i>							○					○
<i>Oliva mustelina</i>		○		○			○					
<i>Tritia japonicus</i>		○										
<i>Nassarius livescens</i>							○					
<i>Decorifer insignis</i>									○			
<i>Aliculastrum cylindricum</i>	○											
<i>Turris indica</i>		○ ○							○			
<i>Leiocythara longispira</i>		○										
<i>Actaeopyramis pareximia</i>								○				

●とくに多い。

に類似した挙動を暗示している。

4. 生物遺骸の分布

貝類遺骸群^{注16)} ドレッジによって底質とともに採取された貝類を検討した。生体が得られたのはTN30(160 m)のみであり、したがって以下主に遺骸をあつかう。貝類遺骸は美保湾内および外洋の砂質底では各点で豊富にみられるが、外洋の泥質泥ではきわめて少ない。後者についてはわずかにTN19(粘土質シルト帯, 215m)で*Acila divaricata*と*Venericardia ferruginea*が数片ずつ、またTN21(シルト質粘土帯, 765m)で“*Dentalium*”sp.が得られたのみである。

群集の型は、大別すると、湾内型(*Veremolpa-Moerella*群集)、外洋砂質帯型(*Pectunculina-Oblimolpa*群集)、両者の遷移型、外洋泥質帯型となる。なお、貝殻のみかけは比較的新鮮であり、たとえば東支那海陸棚縁でみられるような化石と考えられるもの(海底地質調査技術グ

注16) 水野による。ここでは微小貝類については除外する。

第3表 遷移型の遺骸群

TN11	<i>Fulvia hungerfoldi</i> <i>Callista chinensis</i> <i>Macra sulcataria</i> <i>Moerella edoensis</i>
TN15	<i>Anomia cytaeum</i> <i>Fulvia hungerfoldi</i> <i>Dosinia japonica</i> ○ <i>Callista chinensis</i> ○ <i>Macoma awajiensis</i> ○ <i>Moerella nishimurai</i> <i>Labiostrombus japonicus</i> <i>Myadora fluctuosa</i> <i>Dentalium</i> sp. <i>Anisocorbula scaphoides</i>

○とくに多い。

ループ, 1970) はみうけられなかった。湾内型、外洋砂質型、遷移型それぞれの測点ごとの種類を第2~4表に示す。

第4表 外洋砂質型の貝類遺骸群

種 名	測 点	16	17	31	32
	水 深(m)	66	96	105	130
二枚貝					
<i>Nucula nipponica</i>				○	○
<i>Sarepta specioca</i>				○	
<i>Nuculana yokoyamai</i>				○	○
<i>Saccula gordonis</i>				○	
<i>S. sematensis</i>			○	○	
<i>Hawacarca uwaensis</i>	○			○	
<i>Glycymeris vestita</i>				●	
<i>Pectunculina oblonga</i>	●	○	●	●	●
<i>Oblimopa forskalli</i>	●	●			
<i>Nucinella sulcata</i>					●
<i>Volsella margaritacea</i>			○		○
<i>Plicatula simplex</i>	○				
<i>Pecten albicans</i>	○				
<i>Palliolum macrocheiricola</i>			○	○	
<i>Cryptopecten vesiculosus</i>			○	●	
<i>Limatula japonica</i>				○	
<i>Notostrea musashiana</i>	○			○	
<i>Anomia cytaeum</i>	○				
<i>Astarte bennetii</i>			○	○	
<i>Crassatellites</i> sp.	●				
<i>Venericardia ferruginea</i>	●				
<i>Wallucina lamyi</i>			○		
<i>Thyasira tokunagai</i>					○
<i>Nemocardium samarangae</i>	○				
<i>Dosinia japonica</i>					○
<i>Veremolpa mindanensis</i>				○	
<i>Callista chinensis</i>	○				
<i>Venerupis iaponica</i>			○		
<i>Pitar noguchii</i>				○	
<i>Macoma awajiensis</i>	○				
<i>M. praetexta</i>					○
<i>Poromya castanea</i>	○				
<i>Myadora reeveana</i>	○				
<i>M. fluctuosa</i>	○				
<i>Cardiomya gouldiana septentrionalis</i>	○	○			○
<i>Solecurtus</i> sp.	○				
掘足貝					
<i>Dentalium hexagonum</i>			○		
巻 貝					
<i>Calliostoma aculeatum</i>				○	
<i>Turritella fascialis</i>	○				
<i>Siphonalia fusoides</i>		○			
<i>S. spadicea</i>				○	
<i>Adamnestia japonica</i>	○				

以上のほか、TN17ではサンゴ片が多く、また、TN32では小型有孔虫が肉眼的に目立っている。

●とくに多い。

湾内型の遺骸群は水深30mまでの美保湾の微粒砂ないし泥質砂底にみられる。地点によって多少構成を変えるが、多くの場合に *Veremolpa micra* と *Moerella edoensis* が存在し、かつそのどちらかが優勢である。前者は日野川河口沖合に多く、後者はその外側に多いようである。*Raeta pulchella* もかなり普遍的に分布するが湾口に近い測点には分布していない。これらも含めて中強内湾性のものが一般にみられることが美保湾の遺骸群の特徴であり、外洋域のものは全く異なる性格を示している。

美保湾の貝類の生体・遺骸群集についてはかつて詳細に研究されたことがある（宮地ほか、1952；宮地ほか、1954）。細部については多少異なるが、大局的にはそれらとほぼ同様な結論に達している。

美保湾湾口部の TN 11 と TN 15 では、上記と多少異なる遺骸群がみられる。これを「遷移型」とよんだ。とくに、TN 15 では外洋性のものがみられる。

外洋の陸棚砂質帯（水深約60~130m）では4測点の資料がある。これらの遺骸群の構成は第4表に示すようにそれぞれかなり異なるが、いずれにおいても二枚貝、とくに多齒目と貧齒目、なかでも *Limopsidae* に属する *Pectunculina*, *Oblimopa* がいちじるしく優勢である。ここではこのことにもとづいて一つの群集型としてまとめた。大体において陸棚砂底に期待される属種から構成されているが、よりくわしい研究によってさらに区分される可能性もある。

外洋の泥質帯では先のべた遺骸群のほかに TN 30（160m）で *Fusitriton oregonensis* および *Limopsis uwadokoi* の2種の生体をそれぞれ数個体ずつ得た。*Acila* と *Venericardia* の遺骸がみられる TN 19 とともに、後述のように、水温が10~5°Cに低下しているところであり、水温の点で上記の砂質帯（15°C前後~18°C前後）と異なっている。

珪藻遺体の分布^{注17)} 種数・個体数共に美保湾内よりも外洋域に豊富である。湾内では、内湾種を上まわって淡水~中鹹汽水を好む種が優勢であり、とくに日野川沖合から北東にかけてこの傾向が著しい。外洋域においては、海生種のほかにかなりの内湾種の混入がみられるほか、一部には淡一汽水種も含まれている。淡一汽水種の混入は100m前後の水深まで数%あり、1,000mをこえるところ（TN 22）でもごくわずかにみとめられる（0.6%）。内湾種の分布はそれ以上に普遍的である。海生種について、暖水種・冷水種の分布関係からみても、全体として珪藻分布は深度とはかならずしも一致せず、おもな流れと海底地形に支配された水の動きともなる再堆積

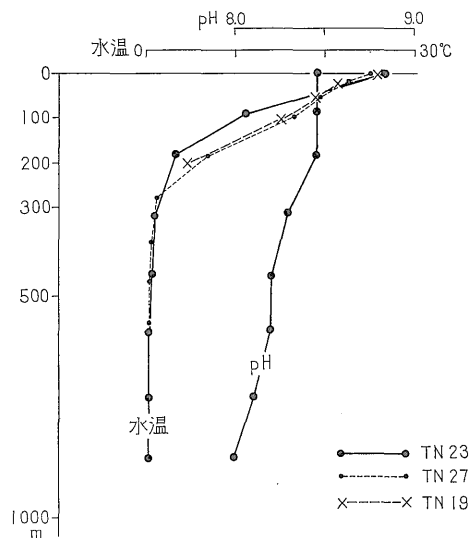
注17) 野口寧世（1970）

がなされていると考えられる。TN22 と TN25 のコアについては垂直分布を検討した。顕著な傾向としては、両コアとも、細部についてはかなり異なるが、ほぼ10cm以下で内湾種がいちじるしく増加していることである。また、とくに15cmでは好冷水種が増加している。25~35cmの部分では比較的好暖水種が多い。これらのことが何に起因しているものか、現在の少ない資料では速断できかねるが、少なくとも水理要素を含めた環境条件が現在とはかなり異なっていたことは指摘できる。

5. 水質と水中微生物

水質について^{注18)} 美保湾から外洋域にわたる12測点（湾内5，外洋域7）においてナンセン転倒採水器・転倒温度計による各層採水・測温を行なった。水試料については、pH, Ca²⁺, Mg²⁺, Cl⁻, SiO₂（イオン状珪酸）、Uの分析を行ない、水温とあわせてこれらの垂直・水平分布の点から水質環境を明らかにし、またとくに海水中のウランの挙動についての資料を得ようとした。

水温は全域を通じて表面では25~27°C^{注19)}、20m層では22~23°C、50~60m層では19°C前後まで低下する。以下270m層の1°C前後まで急激な低下を示し、300m以下の層では0.6~0.1°Cの範囲で下方にむかって漸次低下して行く。代表的測点での垂直変化の状態を第14図に示した。須田（1948）は隠岐付近対馬海流中心部の水温垂直分布パターン（1929年7月観測）を示してい



第14図 代表的地点での水温とpH垂直変化
pHは塩類誤差未補正のまま図示した。

注18) 望月（1970）参照。

注19) 湾内の方ではやや高目である。

るが、以上の傾向は、200m層以上が全体にそれより高目になっていることを除いては比較的よく一致している。同資料と比較すると、50~100mの間の水温低下傾度が小さくなる範囲(ここではCl⁻も若干高くなっている)が対馬海流の中心的な部分に相当する。水温分布からみれば、大きく、表層部、対馬海流中心部、その下の躍層部(100m~200m前後)、深部冷水層の4部分に分けることができる。躍層部以浅では同一深度における水温のばらつきがあるが、深部冷水層ではばらつきが少ない。すなわちここでは安定化しており、細粒泥質堆積物の分布とも大きくは対応している。なお、先にのべたように、躍層部以下にあたる泥底では大型底棲動物は極度に少なく、深部冷水層ではほとんどみられない。

pHは約200m以浅では湾外・外洋をとわず8.4(塩類誤差未補正)と一定している。深部冷水層では顕著な低下を示し、測点によるばらつきはあるが7.9~8.2となる。

Cl⁻、Mg²⁺、Ca²⁺はたがいにほぼ同様な傾向を示す。Cl⁻について注目されるのは、美保湾の西半で上下を通じてやや低く、とくに0~5m層で顕著なことである(一般に20g/l程度であるが、最低14.7g/lまで低下する)。これは日野川から排出する淡水が時計まわりの湾内沿岸流(注20)にのることと境水道から排出する中海の汽水の影響と考えられる。Uは外洋域では2.8~3.8μg/lの範囲内(3.0~3.4が多い、平均3.2)で垂直的にも水平的にも不規則的変化を示すが、大局的には海洋水中の含有量と変らない。しかし、湾内では全般的に低下し、1.9~3.0μg/lの範囲(2.5~2.8が多い、平均2.6)となる。U/Cl⁻比をとると、外洋域全層と湾内底層水では標準的な値であるが、とくに湾内表層水では、中海水と同様に小さくなる。この原因については淡水による希釈によってだけは説明困難であって、今後の吟味を必要とする。

水中微生物について(注21) 前記の海水試料のうち、美保湾内の3測点(湾口部を含む)、外洋域の3測点の計19試料について、グルコース・グルタメート培地、ゾベル人工海水培地、肉汁・ペプトン培地を使用して、一般微生物の平板計測を行ない、さらにポストゲート培地によって硫酸還元菌の分布を検討した。

微生物の平板計測値は一般にゾベル人工海水培地で高く、肉汁・ペプトン培地で低い。また、深度との関係で

は、美保湾では深度に増加に伴う菌数減少がみられるが、外洋域にはその傾向はみられない。さらに、微生物組成については、湾内では海洋細菌 *Pseudomonas*, *Flavobacterium* などのほかに、*Bacillus* が大きな比率を占めて存在するなど、明らかに陸地の影響がみとめられる。閉鎖的な環境である中海・宍道湖水と比較すると、量的には全く異なり、湖水域では1ml当り数万~数十万に達するのに対して、海洋域では1ml当り数百~数千で、急激な菌数の減少がみられる。

6. 総括

美保湾および隠岐諸島東方および東南方の陸棚・斜面域について、粒度・鉱物組成、化学組成、生物遺骸、水質、水中微生物の諸測定から堆積学的特性を検討した。それらほとんどすべての面において、美保湾と外洋域とで相異なる特徴を示すことが具体的に明らかにされた。外洋域においては、陸棚外縁の深度(約300m)、泥線の深度(約150m)に関する知見を得たほか、とくに泥質堆積物の粒度組成、有機的・無機的化学組成の水深にもなる変化状態、諸成分間および諸成分と粒度組成との関係、遺骸群の分布と水深・水温との関係が明らかとなった。有機炭素分析については酸化滴定法の吟味をあわせて行なった。美保湾を含め、陸棚上の堆積物が第四紀の遺存堆積物であるかどうかの問題については確定的な資料を得ていない。しかし、とくに美保湾の若干の底質に関する腐植酸の非海成型の吸収スペクトル型は、この問題に対して一つの資料を与える可能性がある。

外洋の泥底における数本のコア(最長約70cm)についてもいくつかの面で興味深い結果を得た。それは、15~30cm以下における、含砂量の減少、カオリン・鉱物の減少、ウラン・モリブデンの増加およびそれと粒度・炭素との関係、内湾生珪藻の増加、とくにTN20(水深356m)における有機物のいちじるしい減少、などである。以上のうち、第3の点については問題が残されているが、その他については、堆積時における初生的環境(古地形も含め)が現在とはかなり異なっていたことを積極的に示唆するものである。おそらく縄文海進以前における海水準低下にともなう古地形、堆積物質の供給条件を反映するものであろう。

新第三系の地質構造断面(隠岐島後東側~日野川河口)については、南側では地層が平行的であるのに対して、北側では褶曲・斜交不整合関係があらわれ、基盤上にアバットおよびオーバーラップして行く。後者は中新統の盆地の縁辺部を代表するものと考えられ、山陰新第三系の地質構造発達史の考察の上に興味ある一つの資料を提

注20) 測点M1で流速向を測定した資料(1966年8月28日、水野・小野寺観測、東邦電探K.K製流速計CM-2型による)によれば、上下(水深0.5~11m)を通じて、流向0°前後(350°~20°)、最大流速5cm/secであった。

注21) 都留(1970)

供している。

以上のようにある程度明らかになった点が多いとはいえ、現在まだきわめてかぎられた資料であり、とくに成因的な面についてはすべての点で今後試料の追加と同時に別の手段による詳細な吟味が必要である。

謝 辞 現地観測に際しては、東京大学海洋研究所淡青丸の島宗秀造船長をはじめとする乗組員諸氏から終始多大なお世話をいただいた。また、地質調査所の小野寺公兎・角靖夫・衣笠善博3氏・海洋研究所の中井俊介・蓮本浩志両氏は、われわれと観測作業を共にされた。なかでも、中井・蓮本両氏からは全作業を通じて暖かい助言・助力をいただき、小野寺氏には粒度・鉱物分析の一部を援助していただいた。地質調査所中条純輔氏からは音波探査記録解析に際して御教示を、海洋研究所加賀美英雄氏からは調査計画立案に際して御援助をいただいた。以上の方々から心からの謝意をささげるものである。なお、この原稿の最後の整理途次に、島根大学三位秀夫博士急逝の悲報に接した。同氏はわれわれの山陰海岸地域における数年来の研究に対して、終始、援助・協力・激励をあたらせられ、本研究の内容に関してもしばしば、非常に有意義な討論をいただいた。優秀なよい友人であり先輩である同氏を失なったことはまことに残念である。今ここに故人の生前の御厚意に対して感謝するとともに深く哀悼の意を表し、小論を謹んで地下の霊にささげる次第である。

（昭和45年3月稿）

引用文献

- EMERY, K. O. & RITTENBERG, S. C. (1952) : Early diagenesis of California basin sediments in relation to origin of oil. *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, vol. 36, p. 735~806.
- 藤井紀之・安田俊一 (1970) : 鳥取県美保湾および隠岐諸島東方の泥質堆積物の鉱物組成, 地調月報, vol. 21, no. 4, p. 33~39
- 浜口 博・立本光信・板谷実平 (1953) : 深海底土の化学的研究 (その17~18), 日本化学雑, vol. 74, no. 12, p. 933~941
- 岩淵義郎 (1968) : 日本海南東部の海底地質, 東北大理地古邦文報告, no. 66, p. 1~76
- 海上保安庁水路部 (1956) : 海図 no. 1172 「大社港至鳥取港」 (1/200,000), 第3版
- 海上保安庁水路部 (1965) : 海図 no. 159 「日御碕至珠洲岬」 (1/500,000)
- 海底地質調査技術グループ (1970) : 九州西方甕島周辺海域の海洋地質調査 ③, 地質ニュース, no. 190, p. 1~20, 実業公報社刊
- 亀井節夫 (1967) : 日本海南部海底のナウマン象化石, 九十九地学, no. 2, p. 24~31
- 丸山修司 (1970) : 美保湾・隠岐東南海域および中海における水底砂質堆積物の鉱物組成, 地調月報, vol. 21, no. 4, p. 19~32
- 三位秀夫 (1966) : 日本海沿岸における海岸砂丘の問題点, 日本海地域の地学的諸問題, p. 151~158, 日本地質学会ほか連合学術大会総合討論会資料
- 三位秀夫・水野篤行 (1969) : 出雲海岸平野の問題点, 海岸平野, p. 167~171, 日本地質学会第76年学術大会シンポジウム資料集
- 宮地伝三郎・波部忠重・山路 勇 (1952) : 美保湾・中海の海況と生物群集 (美保湾生物調査1), 京大理生理生態学研究業績, no. 76, p. 1~29
- 宮地伝三郎・波部忠重・山路 勇・布施慎一郎 (1954) : 美保湾・中海の海況と生物群集 (美保湾生物調査2), 京大理生理生態学研究業績, no. 78, p. 1~43
- 三宅泰雄・杉村行勇・松本英二 (1967) : 日本海底土の $^{10}\text{Po}/^{232}\text{Th}$ 法による堆積速度の研究, 1967年地球化学討論会講演要旨集, A~40
- 水野篤行・望月常一 (1970) : 山陰沖の底質・柱状試料中のウラン分布, 地調月報, vol. 21, no. 4, p. 69~74
- 水野篤行・大嶋和雄・中尾征三 (1970) : 中海・宍道湖湖底下の第四紀層序の問題・(演旨), 第四紀研究 (投稿中)
- 望月常一 (1967) : 美保湾・隠岐諸島周辺海域の水質, とくにウラン含有量について, 地調月報, vol. 21, no. 4, p. 53~60
- 茂木昭夫・川上喜代四 (1966) : 日本海の海底地形の諸問題, 日本海地域の地学的諸問題, p. 7~15, 日本地質学会ほか連合学術大会総合討論会資料
- 中尾征三 (1970) : 日本海隠岐島周辺泥質堆積物中の微量元素, 地調月報, vol. 21, no. 4, p. 75~82
- 西山省三・三浦 清 (1963) : 島根県地質図 (20万分の1) および同説明書, 島根県水産商工部商工課
- 小畑 浩 (1967) : 中海・宍道湖付近の第四系と地形発達史, 第四紀研究, vol. 6, no. 2, p. 69~78
- 大嶋和雄・横田節哉 (1970) : 山陰沖底質中の腐植について, 地調月報, vol. 21, no. 4, p. 61~68
- 山陰第四紀研究グループ (1969) : 山陰海岸砂丘の問題点, 日本の第四系, p. 355~376, 地調研専報,

no. 15

佐藤任弘 (1969) : 海底地形学, p. 1~191, ラティス,
東京

須田皖次 (1948) : 海洋科学, p. 1~770, 増訂版, 古今
書院, 東京

都留信也 (1970) : 海洋微生物の組成, とくに美保湾・

隠岐諸島周辺海域について, 地調月報, vol.
21, no. 4, p. 49~52

UCHIMIZU, M. (1966) : Geology and petrology of
alkali rocks from Dôgo, Oki Islands. *Jour.*
Fac. Sci., Univ. Tokyo, Sec. 2, vol. 16. pt. 1,
p. 85~159.