

別府湾北西部の海底活断層 —浅海底活断層調査の新技术とその成果—

岡村 真*・島崎邦彦**・中田 高***・千田 昇⁺・宮武 隆**・前空英明***・
堤 浩之⁺⁺・中村俊夫⁺⁺⁺・山口智香*・小川光明*

Submarine active faults in the northwestern part of Beppu Bay, Japan
—On a new technique for submarine active fault survey—

Makoto Okamura*, Kunihiko Shimazaki**, Takashi Nakata***, Noboru Chida⁺,
Takashi Miyatake**, Hideaki Maemoku***, Hiroyuki Tsutsumi⁺⁺, Toshio Nakamura⁺⁺⁺,
Chika Yamaguchi* and Mitsuaki Ogawa*

Abstract Five major submarine active faults are distributed in the northwestern part of Beppu Bay, eastern Kyushu. The distribution pattern and the length of the faults are similar to those on land observed along the Beppu-Shimabara Graven, central Kyushu. However, these major faults do not extend to land. They are 3 to 5km long, striking roughly E-W, and are categorized as class B (1-0.1mm/y) in slip-rate. North-dipping normal faults are separated from south-dipping ones by a linear zone trending ENE-WSW. The activity of each fault can be estimated from the vertical offset of key-reflector dated with the AMS-C14 method. Twenty meters long core samples were collected on the both sides of each major fault for the correlation of sediments. After analysis on magnetic susceptibility, micropaleontology, and lithology, three seismic events are recognized for the past 6,700 years on the Kamegawa-nishi fault. Some regularity is found between a co-seismic displacement and recurrence interval. The pattern of co-seismic slip distribution along the strike of each fault is similar to each other on the same fault, showing the maximum slip near the both ends of the fault.

Key words : Beppu Bay, submarine active fault, recurrence interval, piston coring, seismic profile

はじめに

地震発生時の長期予測モデルを確立することは、地震危険度の推定や地震予知の基礎となる不可欠の作業過程である。南海トラフ沿いに発生する巨大地震について、Shimazaki and Nakata(1980)は Time-predictable model を提唱し、世界各地の単純なプレート境界の大地震についても成り立つことが知られている。しかしながら、内陸域のいわゆる直下型の地震については同モデルの適合性

は確かめられていない。近年、アメリカ、日本、ニュージーランドや中国などで陸上活断層のトレンチ発掘調査が行われ、これによって、地震活動の歴史が明かにされつつある。とはいえ、陸上は侵食作用の場であることや、粗粒堆積物のために断層両側を時間的に連続して対比することは困難を伴うことも多い。さらに最近のわが国のようにトレンチに適する用地の取得が難しくなっている場合もある。これに対し、海底活断層の場合、基本的に堆積の場であることと、その堆積速度が断層の平均

* 高知大学理学部地質学教室。Department of Geology, Kochi University, Akebonocho 2-5-1, Kochi, 780 Japan.
** 東京大学地震研究所。Earthquake Research Institute, University of Tokyo, Yayoi 1-1-1, Bunkyo-ku, Tokyo, 113 Japan.
*** 広島大学文学部地理学教室。Department of Geography, Hiroshima University, Higashisennda-machi, 1-1-89, Naka-ku, Hiroshima, 730 Japan.
⁺ 大分大学教育学部地理学教室。Department of Geography, Faculty of Education, Oita University, Dannoharu 700, Oita, 870 Japan.
⁺⁺ オレゴン州立大学大学院。Graduate student, Department of Geosciences, Oregon State University, Corvallis, Oregon 97331, USA.
⁺⁺⁺ 名古屋大学年代測定試料研究センター。Dating and Materials Research Center, Nagoya University, Furocho, Chikusa-ku, Nagoya, 464-01 Japan.

変位速度を上回れば、断層変位は、イベント堆積物として層序中に累積的に保存されることになる。ことに、浅海底の活断層の場合、小型の地層探査装置(ソノプローブ)と衛星航法装置(GPS)をチャーターした漁船に載せることで、その分布と累積変位の有無などは比較的手軽に知ることができる。海底の連続試料を得るために、当初我々は大がかりな海上ボーリングを行った(島崎ほか, 1986)。しかしこの方法は、時間的、経済的制約が大きい上に、シンウオール水圧ピストンによる試料採取も、孔内崩落や試料の欠落などがあり、技術的改良の余地が大きいと判断した。これに比べ改良を加えたピストンコアリングでは、海底の条件がよい場合、20mをこえる連続不攪乱試料を一日で数本採取することができる。これらの方法は、海上官署、漁協や建設会社の支援が不可欠ではあるが、学術目的のため理解が得られやすく、継続的調査が可能となっている。

本論では、地震発生時長期予測モデルの研究のために1986年より実施してきた、別府湾海底断層調査の経験的な改良の過程を述べ、現在の浅海底調査にかかわる問題点を整理する。

浅海底活断層の主な調査方法

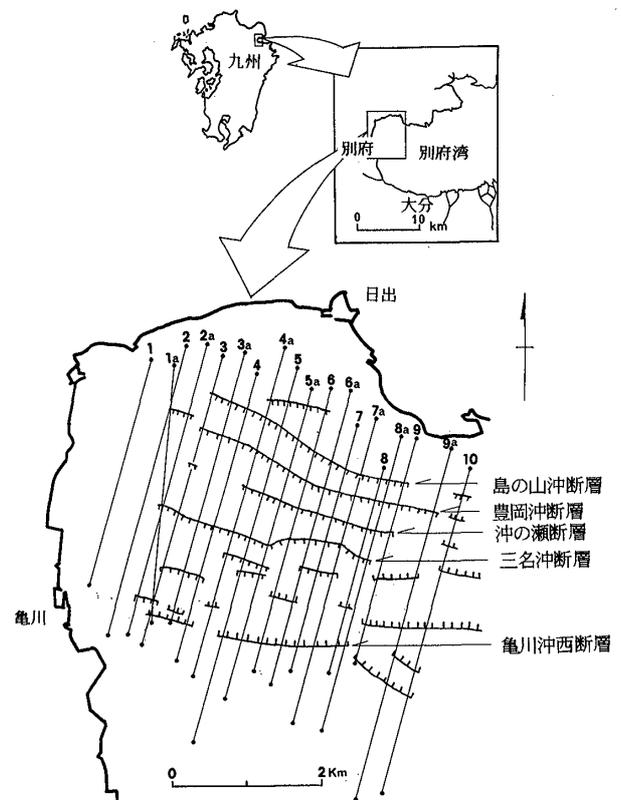
浅海底に予想される活断層の調査計画に当たっては、まず陸上の活断層の延長が海中に期待されるか、もしくは海岸段丘や基盤の傾動などから、陸だな上に断層の存在が予想される海域の設定が重要である。効率の良い海底探査には、詳細な陸上調査結果が不可欠である。

別府湾周辺にはすでに、完新世の火山碎屑性堆積物を切る、垂直ずれを主体とする正断層が多数確認され、一般に北部で南落ち、南部で北落ちの変位が認められる(池田, 1979; 千田, 1979)。これらの断層はいずれも数キロメートルの長さを持ち、雁行状に配列することから、別府湾の海底にも同種の活断層の存在が推定されてきたが、この事実は森山・日高(1981)のユニブーム海底探査機による音波探査により明かにされた。我々はこの記録の中に、音響反射面としてとらえられる地層の、断層両側での変位量が、おおむね下位のものほど大きく累積性をもっており、一方で、反射面により区切られた特定のインターバルにかぎると断層の両側でその厚さが変化するものと変らないものがあることを見いだした。このことは、断層変位が間欠的に生じていることを意味し、それは断層に沿い繰返し発生する地震によるものと判断した。

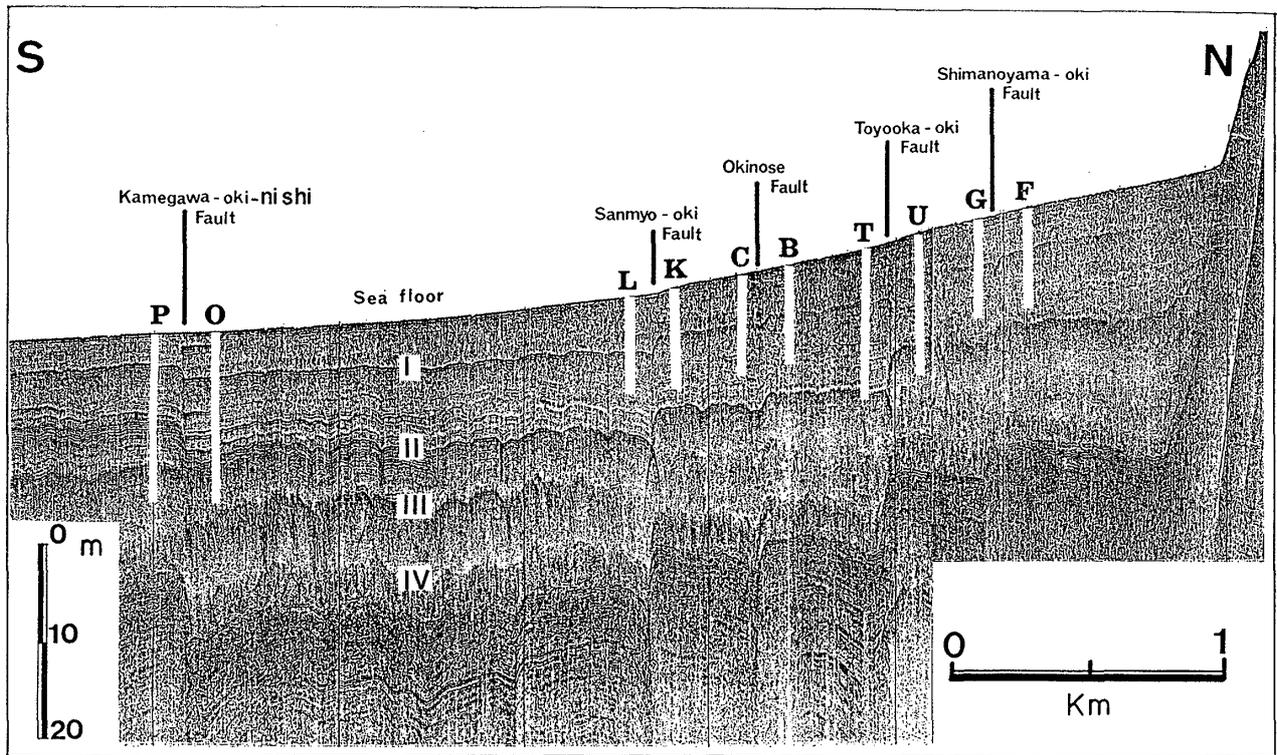
1. 音波探査による断層分布と変位量分布

断層の詳細な分布を知るために、記録器部に改良を加えた音波探査機(株, KAIJO製, SP-3型地層探査機)により別府湾西部の水深20-65mの海底を集中的に探査した。探査測線は断層の伸びにほぼ直行するようにN16°Eで27本設定した。長さ1km以下の小さな断層の分布もとらえるためには、測線間隔を200から300mに設定する必要がある。断層は計24本認められ、このうち長さ2kmから4kmの主要断層に、北より、南落ちの島の山沖、豊岡沖、沖の瀬および三名沖断層と北落ちの亀川沖西断層と命名した(第1図)。いずれの断層も陸上の断層には連続しない。

装置の全重量は約450kgで、最大のユニットは、100kgをこえるため4人以上の人員か小型クレーンが必要である。小型船舶へは、磁歪効果を利用した送波器と受波器(ハイドロフォン)を船殻を遮音体として両舷へ取り付ける。遮蔽効果をあげるためには喫水が深く木造船が望ましい。記録は、30cm幅の放電記録紙上で、0.5秒



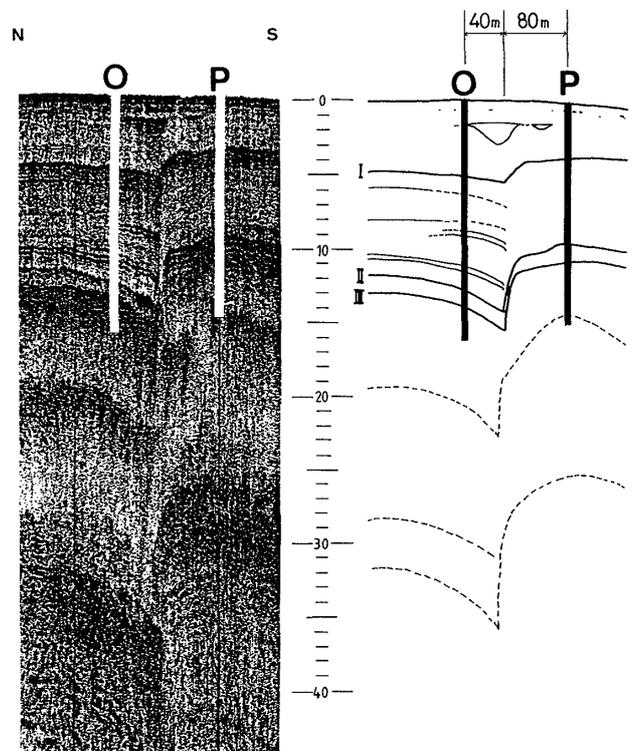
第1図. 別府湾北西部海底活断層の分布。長さ2kmから5kmの5本の主要正断層(ケバは落ちのセンスを表す)に北より島の山沖、豊岡沖、沖の瀬、三名沖、と亀川沖西断層と命名した。斜めの直線は音波探査測線を示し、合わせて測線番号も記す。



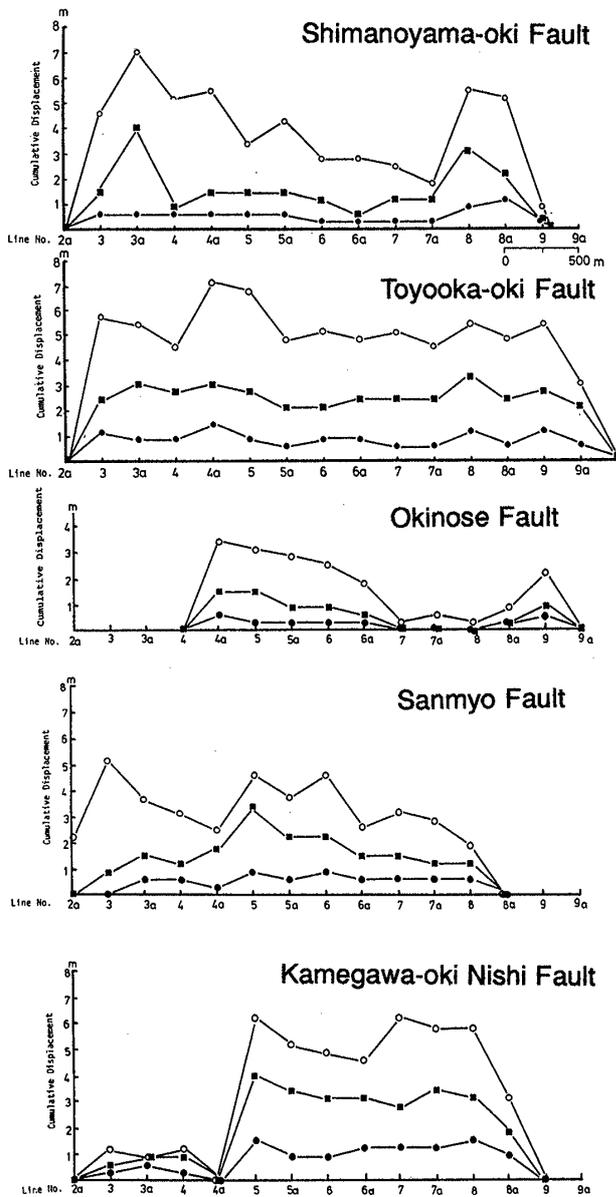
第2図. 第1図Line 7aの音波探査記録. 断層を挟む白いバーは, コアリングサイトとコアの長さを示す.

間隔の送信パルスと同期したペンにより描かれる. 音波の伝播速度は1500m/秒と固定されており, アナログ記録される. 気象大学校宝来帰一氏の測定による, 別府湾の海底下20mまでの試料のP波伝播速度は, 1.48km/秒から1.53km/秒の範囲にあり, 記録紙上の1cmを実際の深度2mに換算して差し支えない. 断層による反射面のずれからとらえられる分解能は約10-20cmで, これより小さな変位の読み取りは不可能である. 断層変位を示す代表的な例として, 第2図に測線7aの音波探査記録を示した. ここには比較的変位量の大きな5本の断層による食い違いが, 沖積層中に認められる. 沖積層の厚さは30mを越え, 下位は湖水性の泥炭であることがボーリングで確かめられている(島崎ほか, 1986). 亀川沖西断層の記録(第3図)には海底断層崖に, 北部浅海域から供給されたと推定される堆積ウェッジが明瞭にとらえられており, 地震によるイベント堆積物と考えられる.

音波探査記録にとらえられた個々の断層の変位累積過程は, 別府湾全域で認められる3つの明瞭な音響反射面を測線上で追跡することにより容易にもとめられる(第4図). 反射面Iは陸源の砂粒を多く含む単層で, 反射面IIは鬼界アカホヤ火山灰層(以下K-Ah火山灰と略す), 反射面IIIは泥層と泥炭層の境界に対応することが



第3図. 亀川沖西断層の音波探査記録(左)と主要反射面のトレース(右). 断層両側のコアの位置と長さも示す. 断層北側にはイベント堆積物のウェッジが認められる.



第4図. 5本の主要断層に沿う変位量分布。
 ○：海底面から反射面Ⅳまでの累積変位。
 ■：海底面から反射面Ⅲまでの累積変位。
 ●：海底面から反射面Ⅰまでの累積変位。

ボーリングとピストンコアリング双方から明らかになっている。各々の反射面における変位の累積過程を5本の断層、北より島の山沖、豊岡沖、沖の瀬、三名沖さらに亀川沖西各断層について見ると共通して、変位の大きな場所では、引き続き活動でも大きな変位を示している。島の山沖断層では変位量が場所により大きく変化し、両端で最大となる。沖の瀬、三名沖両断層では断層の東部で変位量が最大となる。これに対し豊岡沖、亀川沖西両断層は繰り返す地震により均一に落ちていく。

2. ピストンコアラーの製作とコアリング

海底断層を挟む両側に2本のボーリングを行い、両者を詳細に対比すればイベント堆積物の認定ができる。しかし水深40から50mの地点にプラットフォームを設置し、さらにボーリングロッドの巨大なガイドフレームを沈める作業を、ボーリング地点毎にやり直すには、一週間単位の時間が必要であった。さらに、シンウオール水圧ピストンによるサンプリングではコア長に対し10%程度の欠落を覚悟しなければならない。また孔壁の崩れによるノイズがあり、特に火山灰層はこの傾向が著しかった。これらの問題を解決するために新しい長尺ピストンコアラーが必要となった。コアラーの長さは、別府湾の平均堆積速度2m/1000年とK-Ah火山灰の深度から求めた断層の平均変位速度0.7m/1000年から判断して(島崎ほか, 1986)3回程度地震イベントを再現するためには、少なくとも15m程度の長さが必要であると考えた。

ピストンコアラーの設計にあたり次の要点を考慮した。1. 研究の継続のために、消耗機材については市販の製品を利用する。調達が容易で、現場での作業が臨機応変に行える。このことは結果的に僻地での作業を可能にした。2. 運搬の便を考え、最長ユニットを5m以下にする。2トントラックでの移動が可能。3. 1ユニット最大重量を40kg以下に分割し、2名以下で取り扱う。などを基本と考え、ほかに主な要目(各部名称は日本工業会編, 1975ほか)は、4. コアパイプは外径90mm, 内径80mmの純アルミ製でシングルチューブ。5. 外径100mmのステンレスジョイントによりパイプを連結する。6. コアキャッチャーは長さ150mmのステンレス製で泥底の場合、試料の脱落防止のためのコアリテーナー等は設けない。7. ピストンは長さ30cm, 重量10kgで4本のOリングで気密を保つ。8. トリガーはアーム長2mでステンレス製, 重量40kg。9. トリガーウエイトは60kgから100kgまで鉄製鎖で可変2, 3の組み合わせで現在ウエイト100kg, コアパイプ5mから最大850kg, 22.5mまでで試料採取を行った。これまでに日本周辺海域における47地点でコアリングを行い、延べ630mのコアを回収した。回収率は86%である。底質条件のよい地点では、20mを越える連続試料を一日で、4本のコア採集も可能である(92年別府湾)。

3. コア試料処理と分析

音波探査では、特定少数の音響反射面が変位の累積を示すものの、それは地震イベントの記録そのものではない。採集された、断層を挟む2本のコアから、このイベントの層準を特定する必要がある。そのためにはコア試

料の詳細な対比が不可欠である。しかしながら別府湾奥部のコア試料の目視観察では、K-Ah 火山灰を欠き、岩対比ができない均質の緑灰色泥からなる。加えて音響断面に捉えられた明瞭な反射面との対応関係も K-Ah 火山灰のほかは不明である。

ところで、浅海底のコア試料は一般に陸源碎屑物、生物起源および火山起源物質の3成分の混合物から成る。別府湾の場合、陸源碎屑物には石英粒、火山碎屑性岩片が多く、生物起源物質には多いものから珪藻、底生有孔虫や木片炭化物などが見られる。一方火山起源の粒子としては、透明のバブルウオール型火山ガラスや褐色の火山ガラス(由布岳火山灰; 竹村恵二氏の御教示による)などがある。

多数のコア試料を様々な分野の研究者が総合的に研究し、第四紀における浅海域環境発達史を明かにした例として大阪湾の研究がある(中世古ほか, 1984)。我々はこの経験をふまえ、特に専門的知識を必要としない、これら3成分の時間的な構成比変化を使って対比を試みた。さらに帯磁率変化や地磁気永年変化(Ohno *et al.*, 1991)を加味した。以下にその試料処理と分析結果を亀川沖西断層の例を通して述べる。採集されたコアは隆起側の Site-P で1500cm、沈降側の Site-O で1830cmである。

1) 目視記載と試料処理

試料の詰まった5mのコアパイプは、電動鋸により1mに切断し、試料は油圧押し出し器で押し出すと同時にステンレスワイヤーにより、縦に二分割を行う。一方は Working half として分析に、もう一方は Preservation half として、再現性の確認のため保存する。切断面は霧吹きで表面を洗浄した後、目視記載を行う。同時に AMS-C14 試料となるウニ殻、貝殻や木片等を採取する。記載が終了した後は、必要に応じ軟 X 線用試料採取をする。Working half は10cm ずつ縦方向に10gの短柱状試料を切り出す。この試料は80メッシュと200メッシュのふるい上でシャワー洗浄の後、粗粒残滓をシャーレにとり乾燥し、実体顕微鏡により粗粒成分の検鏡と量比の算定を行う。

亀川沖西断層両側のコア試料で最も明瞭な堆積層は、K-Ah 火山灰である。淡オレンジ色を呈し、その基底部の深度は、隆起側の Site-P で海底面より1045cm、沈降側の Site-O で1391cmに位置する。一方、貝殻とウニ殻の濃集層が Site-P の105cmに見られ、沈降側215cmに対比される(第5図)。

2) 音波探査記録とコア試料の対応

音波探査記録からは、4つの反射面が断層を挟んで追

跡される(第2, 3図)。それによると、海底面より1mまでは変位は見られない。沈降側150cmより250cmには断層によりせき止められ、強く反射する堆積ウェッジが認められる。この堆積ウェッジは断層活動により生じた海底崖に、より水深の浅い場よりもたらされた貝殻、ウニ殻や陸源砂からなる堆積物が埋積したイベント堆積物そのものと考えられることから、その年代は重要である。

反射面 I は Site-P (以下 P と略す) で375cm、Site-O (以下 O と略す) で490cmの深度に相当し、火山ガラスに富む。また反射面 II はそれぞれ深度920cm(P)と1265cm(O)で、陸源砂の多い層準に対応する。一方 K-Ah 火山灰と下位の泥層との境界は、1045cm(P)と1391cm(O)に相当する。

3) 帯磁率変化にもとづく対比

コアパイプから取り出した直後の、径8cmの円柱状の試料を、帯磁率計(Bartington Instruments 社製)により2cm ずつ測定した(第6図)。測定単位は $10^{-5}S$ 。I.. 常温のもとで放置した試料では、青灰色から青褐色へ表面から5mm程度変色し、帯磁率は約1週間で半減した。測定値は上位から下位へ10前後から20まで徐々に上昇し、最高値は K-Ah 火山灰層準で70-120を示した。このほかにも、定常値より2倍程度の値をもつピークがあり、5つの層準で対比が可能である(第6図)。

4) 粗粒成分の時間変化にもとづく対比

はじめに述べた粗粒成分は、多いものから火山ガラス、石英粒、有孔虫、珪藻、木片炭化物や黄鉄鉱粒などが含まれる。これを百分率表記した(第7図から第10図まで)。微量含まれる石膏粒、放散虫やウニの刺などは量比から除外した。

a. 火山ガラス

火山ガラスは、K-Ah 火山灰層準で最大100%となり、上方へ向かって4回増減を繰り返す(第7図)。音響反射面に対応するピークも考慮すると、極大値と極小値から合計19の対比面が得られた。隆起側(P)の530cm, 555cm, 780cm, 830cmは沈降側の645cm, 735cm, 955cm, 1175cmに対比される。

b. 石英粒

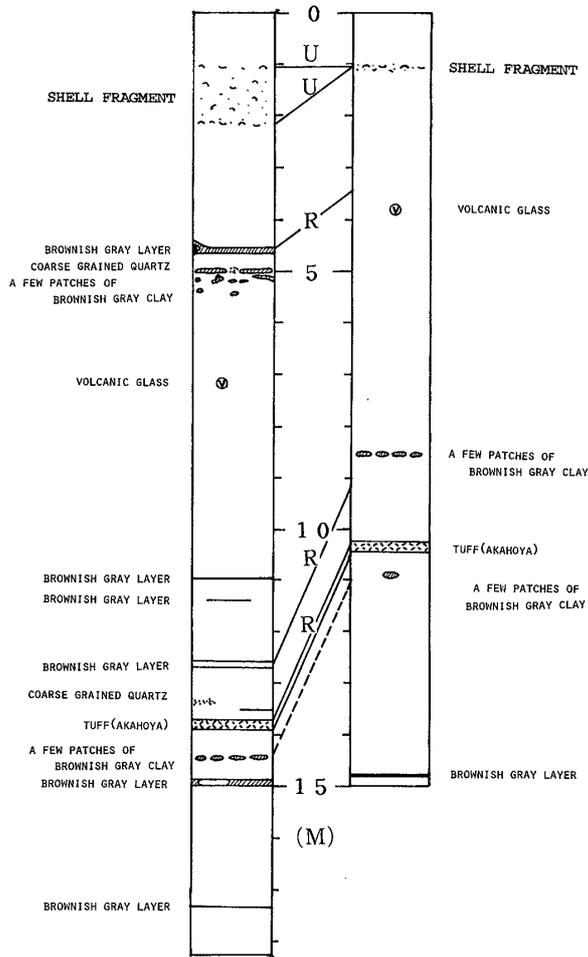
石英粒は、粗粒成分の20%から、多い層準で70-95%を占め、その増減の変化は著しい(第8図)。上方へ向かって4回の増減サイクルがあり、そのうち隆起側(P)の530cm, 740cm, 820cm, 915cmの鍵層は、それぞれ沈降側645cm, 910cm, 985cm, 1270cmに対比される。

c. 有孔虫

有孔虫は底生有孔虫により占められ、火山ガラスや石

Macroscopic Description

Site O Site P



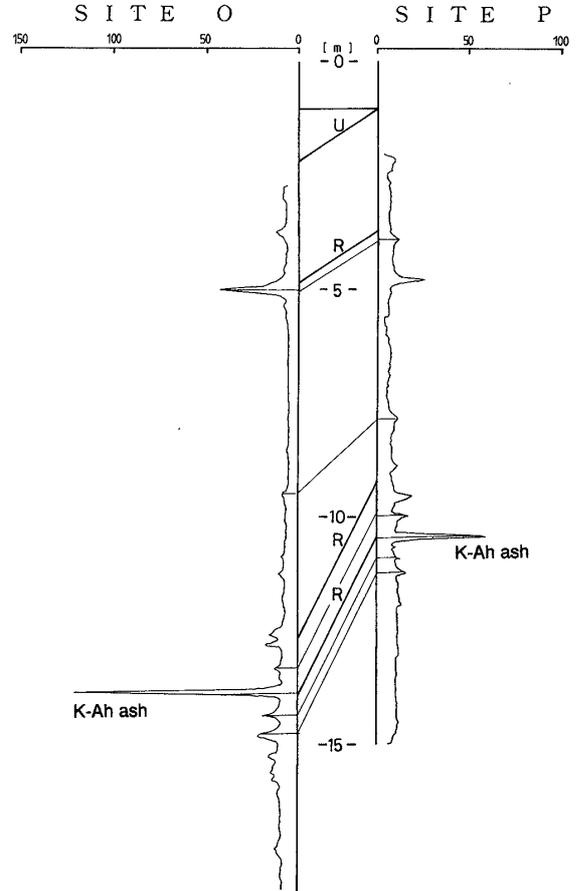
第5図. 亀川沖西断層を挟む2本のコア, 隆起側Pと沈降側Oの目視記載と対比. Rは音響反射面による対比. イベント堆積物(U)とK-Ah火山灰で対比可能.

英粒に比べ量的に少ないが, 数%から最大50%程度含まれる(第9図). 隆起側(P)で上方へ漸増傾向にある3回のサイクルが認められる. この量比変化は火山ガラスの増減と逆の相関を示す. 17の対比可能な量比の急変層準があり, そのうち隆起側(P)で主要な530cm, 610cm, 825cm, 845cmは, 沈降側(O)の645cm, 780cm, 990cm, 1200cmに対応する.

d. 珪藻

珪藻は粗粒成分のうち0から50%を占め, 時間的変動の大きな生物起源物質である(第10図). 隆起側(P)で7回の増減のサイクルが認められ, 特に1095cmと沈降側(O)1445cmの多産層準は明瞭な対比面となる. より小さなピークにより, 15の対比層準が得られた. 主要な深度は, 隆起側(P)の540cm, 715cm, 855cm, 920cmで,

Magnetic Susceptibility



第6図. 帯磁率変化による対比. 5つの層準で対比可能.

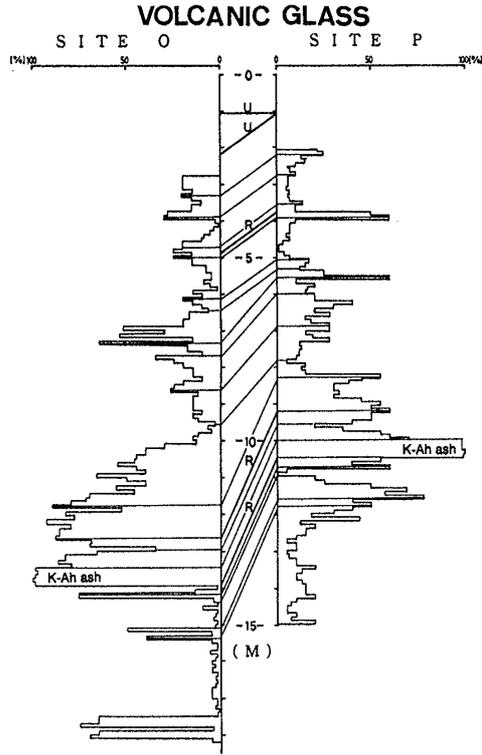
それは沈降側(O)のそれぞれ640cm, 885cm, 1030cm, 1265cmに対比される.

このほかの木片, 炭化物や黄鉄鉱粒は, 粗粒成分に占める割合が10%以下であり, 量比の時間的変化も少なく意味ある対比はできない.

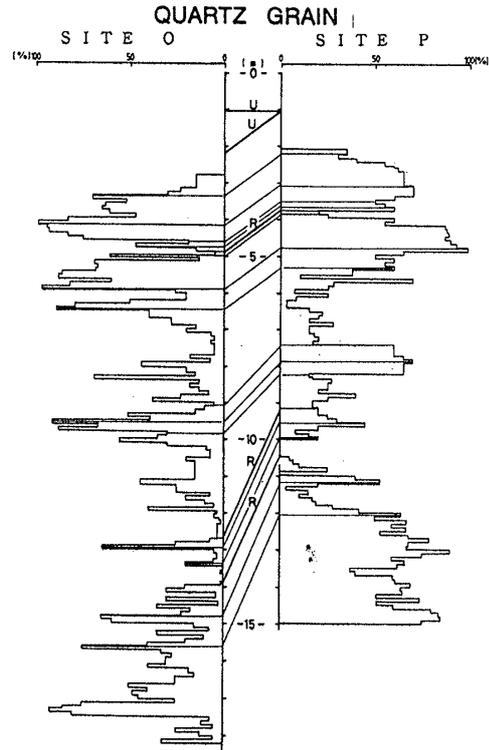
別府湾におけるコアは生物起源と火山起源の物質が主体であるが, 一方同じ中央構造線系に属する伊予灘沖のコアは, 陸源砂主体である(小川ほか, 1992). このようにコアを構成する物質は海域や地質的背景により様々であり, 分析の進め方も変える必要がある.

地震イベントの認定とその年代

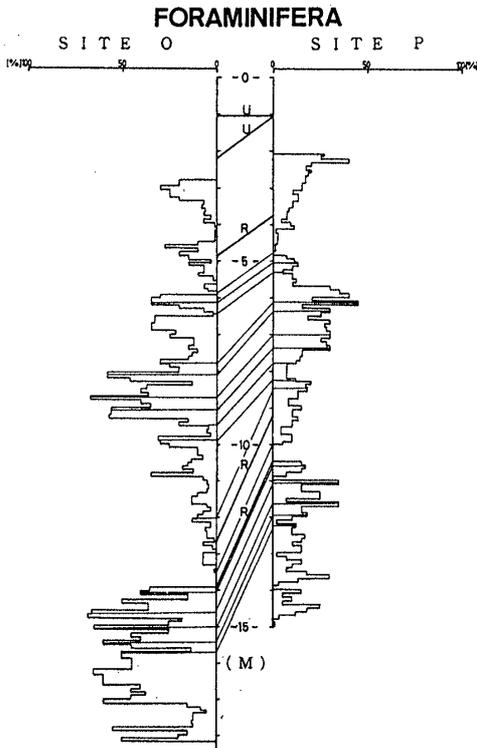
断層を挟んだ2つのブロックは, 音響反射面, 目視記載, 帯磁率変化, 粗粒成分(火山灰, 石英粒, 有孔虫,



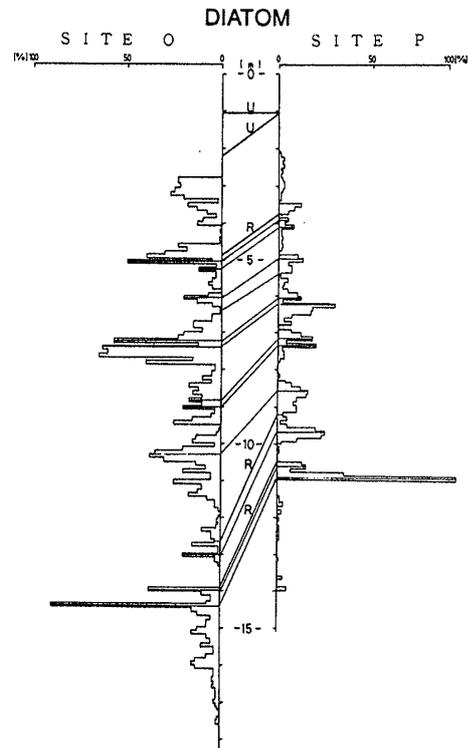
第7図. 火山ガラス量比の垂直変化と対比. 17層準で対比可能.



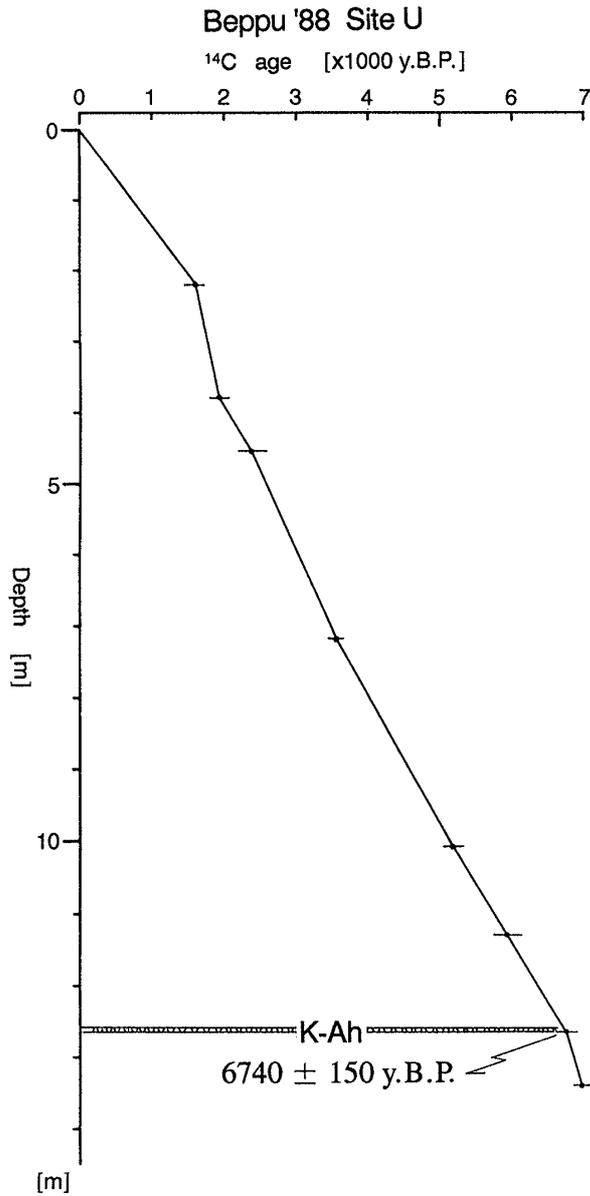
第8図. 石英粒量比の垂直変化と対比. 14層準で対比可能.



第9図. 有孔虫量比の垂直変化と対比. 16層準で対比可能.

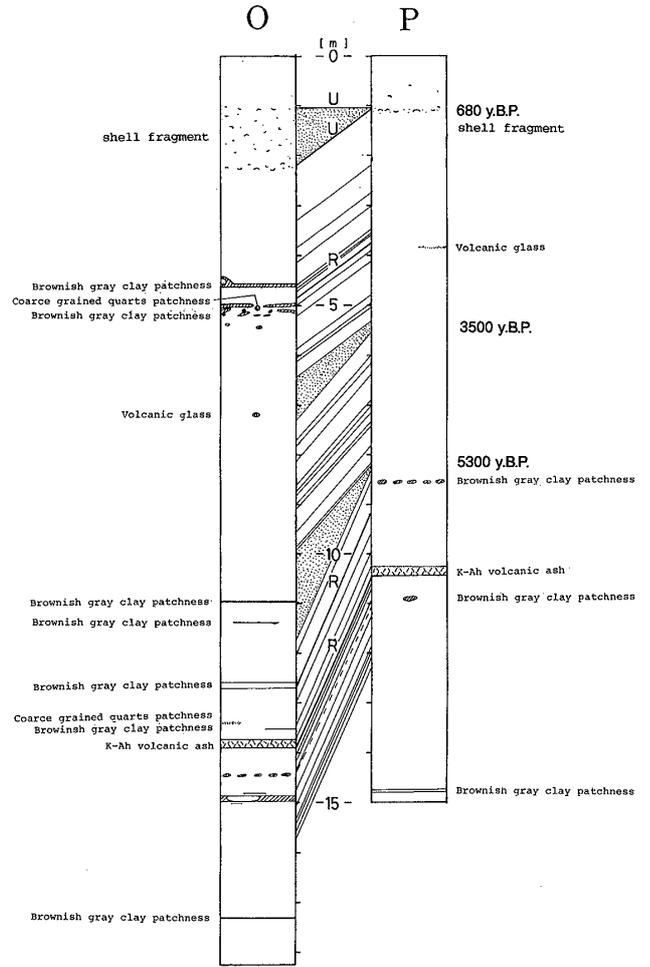


第10図. 珪藻量比の垂直変化と対比. 12層準で対比可能.



第11図. 第2図に示す豊岡沖断層隆起側のコアのAMS-C14年代. K-Ah火山灰直下の年代は6740年±150年B.P.を示す. 堆積速度はほぼ一定である.

珪藻)変化などから求めた, 延べ78層準で対比が可能となった. これらの対比を通して, 断層活動による3回の変位の急変層準を読み取ることができる(第12図). それらイベント層準は, 隆起側(P)の105cm, 545cm, 825cmとなる. 豊岡沖断層隆起側のAMS-C14年代によると, 断層の隆起側では堆積速度が一定である(第11図). その結果を亀川沖西断層にあてはめると, K-Ah火山灰直下の年代6740y±150y B.P.の結果(第11図)から導かれる断層の活動年代と変位量は, 5300年前に176cm, 3500年前に55cmであり, 最新活動時期は680年前の115cmと求



第12図. 目視記載による対比と, 帯磁率, 火山灰, 石英粒, や有孔虫の垂直変化から求めた総合対比. 3回の断層活動イベント(黒塗り)が認められる. Rは音響対比面, Uはイベント堆積物.

められた.

まとめ

完新世における別府湾北西部の海底断層活動は, 次のようにまとめられる.

1. 音波探査により, 3 km から 5 km の長さをもつ, 5本の東西性主要正断層の分布が明かになった. それらは, 北より島の山沖, 豊岡沖, 沖の瀬, 三名沖と亀川沖西断層と命名した.
2. 各断層の変位分布は対称で, 変位量は断層の両端付近で最大となる.
3. 亀川沖西断層は, 過去6700年に3回の地震発生が認められ, その変位量と時間は, おおよそ5300y B.P. (176cm), 3500y B.P. (55cm)と680y B.P. (115cm)である.

おわりに

浅海域は、陸上活断層研究主体の活断層研究にとり未知の領域であった。それは海洋地質の研究者の興味が、もっぱら深海と大深度音波探査へむいていき、その研究手段をもつ者と興味をもつ者との、すき間の領域であったともいえる。小型ではあるが分解能の高い音波探査機とその深度に見合うピストンコアラを組み合わせるにより、比較的簡単に断層の変位量分布や地震イベントを知ることができる。この手法は地震学、地形学、地質学や加速器科学の研究者の協力の結果生まれた。活断層研究の先進国といえるアメリカ合衆国、ニュージーランドなどにおいても、この種の研究は行われておらず、本研究グループとアメリカの研究者との共同研究がサンアンドレアス断層、ハイワード断層についてようやく緒をついたばかりである。

謝辞

本研究は、主に平成元年度文部省科学研究費補助金(重点領域研究(1))都市の地震危険度：近接活断層群の評価(代表者東京大学島崎邦彦教授)により実施されたものである。

音波探査器に関して高知大学満塩博美教授、帯磁率測定に関し東京大学浜野洋三教授、高知大学小玉一人助教授、C14試料作成に関して広島大学藤原健蔵教授、同大学田辺 嵐氏の協力を得た。またコアラの設計と成功は(有)田村器械の田村茂彦社長の尽力によるところが大きい。京都大学理学部竹村恵二助教授には堆積物の分析と由布岳火山灰について助言をいただいた。西日本技術開発(株)の平田和彦部長代理には作業全般に便宜をはかっていただいた。現地調査にあたり、福岡管区気象台橋田俊彦氏、熊本大学大学院岩内明子氏、高知大学平田政義氏、同坂口有人氏、前田真一氏、山本浩二氏の協力を得た。さらに、船舶の運用にあたっては鶴崎海陸運輸

(株)港湾部、別府湾海区漁業共同組合連合会、日出漁業共同組合、大分海上保安部、大栄建設(株)、大分港湾労働者福祉センターなど多数の方々のご好意があつてはじめて実現したものであり、ここに記して感謝の意を表す。

本論の粗稿は工業技術院地質調査所の杉山雄一、水野清秀ならびに山崎晴雄氏らに査読助言をいただいた。本研究に日頃援助をいただいている愛知県立大学岡田篤正教授に合わせて感謝する。

文 献

- 千田 昇, 1979, 中部九州の新时期地殻変動一とくに第四紀火山岩分布地域における活断層について. 岩手大学教育学部研究年報, **39**, 37-75.
- 池田安隆, 1979, 大分県中部火山地域の活断層系. 地理評, **52**, 10-29.
- 森山善蔵・日高 稔, 1981, 別府湾基礎調査(I)-(2)ユニブーム地層探査機による別府湾の海底堆積物の構造. 大分大学教育学部研究紀要(自然科学), **5**, 35-53.
- 中世古幸次郎編, 1984, 関西国際空港地盤地質調査. 災害科学研究所報告, 285p.
- 日本工業会編, 1975, 海底サンプリングハンドブック. ラテイス, 310p.
- 小川光明・岡村 真・島崎邦彦・中田 高・千田 昇・中村俊夫・宮武 隆・前空英明・堤 浩之, 1992, 伊予灘北東部における中央構造線海底活断層の完新世活動. 地質学論集, No.40, 75-97.
- Ohno, M., Hamano, Y., Okamura, M. and Shimazaki, K., 1991, Geomagnetic secular curve recorded in the sediment from Beppu Bay, Kyushu Japan. *Rock Magnetism and Paleogeophysics Research Group in Japan*, **18**, 68-74.
- Shimazaki, K. and Nakata, T., 1980, Time-predictable recurrence model for large earthquakes. *Geophys. Res. Lett.*, **7**, 279-282.
- 島崎邦彦・中田 高・千田 昇・宮武 隆・岡村 真・白神 宏・前空英明・松木宏彰・辻井 学・清川昌一・平田和彦, 1986, 海底活断層のボーリング調査による地震発生長期予測の研究一別府湾海底断層を事例として一(予報). 活断層研究, **2**, 83-88.

(要 旨)

岡村 真・島崎邦彦・中田 高・千田 昇・宮武 隆・前空英明・堤 浩之・中村俊夫・山口智香・小川光明, 1992, 別府湾北西部の海底活断層—浅海底活断層調査の新技术とその成果—, 地質学論集, No. 40, 65—74.

(Okamura, M., Shimazaki, K., Nakata, T., Chida, N., Miyatake T., Maemoku H., Tsutsumi, H., Nakamura, T., Yamaguchi, C. and Ogawa M., 1992, Submarine active faults in the northwestern part of Bep-pu Bay, Japan —On a new technique for submarine active fault survey—. *Mem. Geol. Soc. Japan*, No. 40, 65—74.)

別府湾北西部の海底には3 km から5 km の長さを持つ5本の正断層が分布する。この分布の様子は、別府—島原地溝にみられる陸上の活断層分布と類似しているが、連続する部分は認められない。今回、長さ2 km 以上の断層セグメントを命名した。活動度はいずれもB級(1-0.1mm/y)である。地溝状の、相対する南落ちと北落ちの正断層とは、東北東—西南西の線により二分される。伊予灘の中央構造線断層系においても地溝状の形態が認められ、別府湾まで連続するかどうか興味ある問題である。断層の活動度は、年代が解っている反射層の変位量から求めることができる。しかし、個々の地震の発生時や変位量を求めるためには、断層両側のコア試料の対比が必要となる。我々は当初、豊岡沖断層の両側で海底ボーリングを行い、海底下20mまでの試料をえた。しかし、ボーリングによる海底堆積物採取は、時間と費用がかさみ、多くの断層に対して、また継続的に行うことがむずかしい。このため以後は、ピストンコアリングにより堆積物の採取を行っている。現在、海底下20m以上の連続試料を一日で数本得ることができるようになった。亀川沖西断層では、過去6000年間に3回の地震発生が認められ、その変位量と時間間隔との間には規則性がある。断層変位の分布は対称で、断層の両端の近傍で最大となる。