

沿岸海域における活断層調査

岩国断層帯（海域延長部）

成果報告書

平成 22 年 5 月

独立行政法人

産業技術総合研究所

1. 当該活断層帯の概要

岩国断層帯は、広島県大竹市から山口県岩国市、玖珂郡玖珂町、下松市を経て周南市に至る長さ約 44km の断層帯である（図 1）。ずれのセンスは右横ずれ主体であり、北西側隆起の逆断層成分を伴う。財団法人原子力発電技術機構（1994、1995、1996、1997、1998）、地質調査所（1998）、の調査結果に基づく地震調査研究推進本部地震調査委員会（2004a）の評価によると、同断層の最新活動時期は、約 1 万 1 千年前以降、約 1 万年前以前、平均活動間隔は、約 9 千～1 万 8 千年であったと推定されている。

<岩国断層帯を構成する断層>

藤田・寒川（1978）は、小方-小瀬断層（現在の大竹断層に相当）及び甘木峠断層について、北西側隆起と谷の右横ずれ屈曲を記載した。東元ほか（1983）は、大竹断層、甘木峠断層、岩国断層、小畑断層に長野断層を加えたものを岩国活断層系と定義した。活断層研究会編（1991）は、小方-小瀬断層、岩国断層、甘木峠断層については確実度Ⅰ、熊毛断層、徳山市北断層については確実度Ⅱの活断層とした。他方、大河内断層については図に示されていない。原子力発電技術機構（1994、1995）は、大竹断層、甘木峠断層、岩国断層、小畑断層、熊毛断層、大河内断層、徳山市北の断層を岩国断層系と認定した。中田・今泉編（2002）では、これらのうち、熊毛断層、大河内断層、徳山市北の断層が示されていない。地震調査研究推進本部地震調査委員会（2004a）は、大竹断層、岩国断層、甘木峠断層、小畑断層、熊毛断層、大河内断層、徳山市北の断層を岩国断層帯として認定した。中田ほか（2008）、後藤ほか（2008）及び後藤・中田（2008）は、大竹断層、岩国断層、甘木峠断層、小畑断層、熊毛断層を活断層、大河内断層を推定活断層と認定するとともに、栄谷断層、河内断層を新たに命名、活断層と認定した。本報告書では、岩国断層帯を構成する断層について、地震調査研究推進本部地震調査委員会（2004a）の区分に従う。

<断層面の位置・形状>

断層面の傾斜は、地表における断層トレースが直線的であることと、断層露頭やトレンチ壁面で観察される断層面の傾斜から、高角（北西傾斜）と推定されている。

<断層の変位の向き>

断層帯のずれの向きは、断層変位地形及び断層露頭観察から、右横ずれを主体とする断層で、北西側隆起の逆断層成分を伴っていると考えられる。東元ほ

か（1983）では、水平変位成分が垂直変位成分の 3-4 倍、地形から求められた最大変位量は、右ずれ 500m、南東側落ち 150mと見積もられている。

2. 調査内容

2. 1 調査の目的及び調査地点の選定理由

中国地方は国内他地域に比べ活断層が少ない地域であるが、広島県西部から山口県南部にかけての地域には、北東-南西走向を持つ活断層が分布している（図 2）。岩国断層帯の北東（広島）側陸域には、五日市断層帯、海域には、安芸灘断層群が分布する。南西（周防灘）側には、宇部沖断層群（周防灘断層群）が分布する。また、図 2 には示していないが、水野ほか（2003）や産業技術総合研究所活断層データベースによると、岩国断層帯の北西側には、これと平行な走向を持つ大原湖断層帯や渋木断層が分布している。

本調査は、岩国断層帯の周防灘への延長の有無と宇部沖断層群（周防灘断層群）との連続性について、断層が認められた場合はその活動履歴（とくに完新世以降）を明らかにすることを主目的とした。

周防灘における既存調査としては、国土地理院（1985）が沿岸海域地形図「防府」及び「徳山」の範囲で、海上保安庁水路部（1999、2000、2002）及び海上保安庁海洋情報部（2004）が「宇部南部」及び「周防灘東部」の範囲で沿岸海域海底活断層調査を実施している。この中で、完新世以降の活動が確認されているのは、周防灘断層群主部上の 1 地点のみである（海上保安庁海洋情報部、2004）。

本調査では、断層の有無及び完新統の変形の有無を明らかにすることを目的としているため、海底面直下の浅部構造を可視化することにターゲットを絞り、極浅部音波探査と高分解能マルチチャンネル音波探査を実施した。東経 131°45′ 以東については、海域調査データが存在しないため、以下に述べるように地質、海底地形、重力データについて検討を行い、想定される断層線を抽出し、測線配置の参考とした。

既存の地質図（例えば、産業技術総合研究所地質調査総合センターのシームレス地質図データベース）によると、広島県西部から山口県東部にかけての地域では、北東-南西方向の地質断層が多数分布している（図 3）。岩国断層帯や宇部沖断層群（周防灘断層群）もこれらの地質断層と調和的な走向を持つ。また、これらと共役をなす北西-南東走向の活断層、地質断層も存在する。地質

断層のうち、三郡帯と領家帯の境界をなす末武川構造線（北北東－南南西走向）、周南市櫛ヶ浜沖の太華山と八合山（地名は図 1 を参照されたい）の境界付近の断層（東西走向）、八合山と杵島との境界付近の断層（南北走向）、光市から下松市にかけての海岸線沿いの断層（北西－南東走向）は、周防灘東部海域部にも延長していると考えられる。これらのうち、末武川構造線と光市から下松市にかけての海岸線沿いの断層は、比較的規模が大きく（連続性が良く）、地域全体に発達する共役断層と同様の走向を持つことから、活断層である可能性があると推定した。

図 4 に海底地形陰影図と活断層トレースを重ねたものを示す。海底地形図作成には、財団法人日本水路協会発行の海底地形デジタルデータ（M7018 瀬戸内海西部）を使用した。周防灘では、北北東－南南西走向と北西－南東走向の斜面とが卓越する。また、関門海峡から宇部沖、姫島沖を経て伊予灘に至る海底谷が存在する。この海底谷は、姫島沖から伊予灘にかけての海域で、北西－南東方向の直線谷となっており、これと平行な谷が多数認められる。周南市沖の大津島、下松市笠戸島沖にも、北西－南東方向の谷地形が認められる。海底谷の延びの方向は、岩国断層帯や宇部沖断層群（周防灘断層群）の走向と共役方向にあたることから、北東－南西方向の谷地形も活断層に対応している可能性があると推定した。

図 5a－5c に重力図と活断層トレースを重ねたものを示す。重力図作成には、産業技術総合研究所地質調査総合センターの重力データベース（GALILEO）を使用した。すべての図において、地殻密度は 2.3g/cm^3 と仮定した。水平微分図は、ブーゲー異常図での水平勾配の大きさを表す。上方接続残差図は、ブーゲー異常の短波長成分を抽出したものであり、ブーゲー異常図より地殻浅部構造を反映している。全体的には、岩国断層帯をはじめとする活断層及び北東－南西方向の地質断層とコンタラインの走向が良く対応している。山口県西部に位置する宇部沖断層群（周防灘断層群）の宇部南方沖断層帯から菊川断層帯にかけての地域についても、北西－南東方向の重力パターンと活断層の走向とが一致している。周防灘東部について詳細に見てみると、地質構造及び海底地形と同様に、北東－南西方向と北西－南東方向のパターンが認められる。これらのうち、光市から下松市にかけての海岸線沿いの断層や周南市沖の大津島、下松市笠戸島沖の北西－南東方向のパターン、及びこれらと共役方向のパターン（図 5b 中の矢印）は、地質断層や海底地形とも良く対応していることから、活断層である可能性

があると推定した。

2. 2 調査手法及び数量

以上を考慮した上で、本調査では、周防灘東部海域において、以下の調査を実施した。

- 1) ソノプロブを用いた極浅部音波探査：208km
- 2) ブーマーを音源とする高分解能マルチチャンネル音波探査：95km
- 3) 海底堆積物採取：4地点、合計コア長：31m

音波探査測線の配置にあたっては、岩国断層帯の走向、推定される断層の走向を高角度で横断するよう、N30° W及びN60° Eの二方向とした(図6)。音波探査の諸元については、表1に示す。当初の計画では、極浅部音波探査によって活断層を抽出した後に、断層周辺についてとくに稠密に高分解能マルチチャンネル音波探査を実施し、その連続性を追跡する予定であった。しかし、周辺漁業組合等との調整・周知期間等の都合により、極浅部音波探査後に計画案(測線)を変更することが工期的に不可能となったため、極浅部音波探査12測線のうちの6測線上で高分解能マルチチャンネル音波探査を実施した。

音波探査、海底堆積物採取とも、海上位置決定は、D-GPS測位装置を用いた衛星測位法で行った。測深は、舷側固定送受波器型の測深器を用いてデジタル測深(アナログ記録紙にも同時出力)を実施した。海底堆積物採取は、ピストンコアラーの自由落下法で行った。

3. 調査結果

3. 1 層序

得られた音波探査断面では、最終氷期の海水準低下期に形成されたと考えられる強い反射面が、調査海域内のほぼ全域にわたって認められる(図7～図15及びデータ集参照)。この反射面を境として、上部を完新統、下部を更新統と区分した。ピストンコアによって堆積物試料が得られた3地点(TP1、TP2、TP3)(図6)では、年代測定の結果、完新統であることが確認されている。一方、更新統の年代はTP3及びTP4のコアから最上部について得られているのみで、大部分の地層の正確な年代は明らかになっていない。

完新統の厚さは、徳山湾内から大津島の間で最も厚く、20mに達する(図6及び図7a)。この範囲では、ソノプロブ反射断面において、完新統の内部、海

底面下 5～10mの位置に強い反射面が認められる。隣接する笠戸湾内では、完新等の厚さは 10～15m程度となる。完新統内部の強い反射面は、徳山湾ほど明瞭ではなく、不明瞭な部分も存在する（図 6 及び図 7b）。完新統は両湾から離れるにつれて薄くなり、測線 T06 と T04-1、T05-1 の交点付近では層厚 5m程度となる。測線 T02 及び T03-1 より外側（西側）では、谷地形を埋積するような形で局所的に分布するのみである。また、全体を通じて、内部には強度は弱い連続性の良い反射面が認められることが多い。下部の更新統は、ソノプローブ反射断面では明瞭な反射面が認められないが、ブーマーマルチチャンネル反射断面ではいくつかの強い反射面が認められる。

3. 2 断層

ソノプローブ反射断面では完新統の内部反射を明瞭に観察できるが、それらの断面では、光市沖の測線 T05-1 上で 1 カ所だけ断層である可能性のある構造が認められた（図 6）。一方、ブーマーを音源とするマルチチャンネル音波探査断面では、光市沖の同地点付近において、上記断層を含む 3 カ所で断層を認定した。また、防府市沖の測線 T11 でも、更新統中に断層活動によると考えられる変形構造を確認した（図 6）。

3. 2. 1 光市沖の断層

光市沖の断層は、光市虹ヶ浜沖約 1km に位置する。同断層について、ソノプローブ音波探査及びブーマーを音源とするマルチチャンネル音波探査によって得られた反射断面を図 8 及び図 9 に示す。ソノプローブ反射断面では、T05-481 付近に、上方に向かって開く V 字状の落ち込み構造が認められる。ブーマーマルチチャンネル反射断面では、この断層に加え、さらに南東側に 2 条の断層が認められた。これらの断層を順に、断層帯 A、断層帯 B、断層帯 C と呼ぶ。

ソノプローブ反射断面で、連続性の良い明瞭な反射面を、上位より Hik-a～Hik-h 面とした（図 8）。これらの反射面群は、ブーマーマルチチャンネル反射断面で認められる反射面群と対応づけられる（図 9）。以下に図 8 及び図 10 上での反射面を記載する。Hik-a 面は、海底面にほぼ水平な反射面群の基底付近に認められる強い反射面である。Hik-b 面は、探査測線 T05-480 付近を中心とする幅広い緩やかな凹地状の形状を呈する。Hik-c 面は、測線 T05-481 から T05-484 付近までほぼ水平に連続する。Hik-d 面は、測線 T05-479 から

T05-483.5 付近まで追跡でき、中央部で下に凸の変形構造が認められる。Hik-d 面とほぼ平行な反射面の基底を Hik-d'面とした。深度-25mから-30m間に位置する強い反射面は、最終氷期における最大海退期の浸食面であると推定される。この面は、上述した Hik-d'面に連続するよう見えるが、T05-481 付近でせん滅する。Hik-e 面は、測線 T05-480 から T05-481.5 付近まで連続する。Hik-e 面の下位には、これとほぼ平行な複数の反射面が認められるが、これら反射面の下底を Hik-e'面とした。Hik-f 面は、Hik-e'面より下位の強い反射面、Hik-g 面は、さらに下位の反射面である。両者とも測線 T05-481 付近より南東側にわずかに追跡できるのみである。Hik-g 面より下位の南東側には、これより明らかに傾斜の大きい反射面が認められる。Hik-h 面は、測線 T05-481 から T05-483 付近にのみ認められ、南東側に緩く傾斜する。

図 10 に断層帯 A 付近の拡大図を示す。ここでは、T05-481 付近の深度-25m 以深に認められる反射面の不連続及び V 字状の落ち込み構造を断層帯と認定した。断層は上方に向かって複数条に分岐する。断層によって変形を被っている反射面のうち、断層帯の両側に連続するものは、Hik-d 及び Hik-d'面のみである。これより下位の反射面群は断層帯中央部までは追跡できるが、断層帯の北西側では不明瞭となる。断層は Hik-b 面には変位を与えていないように見えるが、Hik-c 面上での変形は明瞭でない。また、断層部での Hik-d 及び Hik-d'面と Hik-e 及び Hik-e'面を比較すると、後者の方が下方への撓みがより大きい。同様に、Hik-e 及び Hik-e'面と Hik-f'面を比較すると、後者の方が下方への撓みがより大きい。なお、Hik-f 面と Hik-g 面を比較すると、後者の撓みの方がより大きいように見えるが、断層帯の北西側で Hik-g 面は追跡できなくなる。以上の反射面の分布形態と断層との切断関係より、4 回の断層活動イベントを認定した。すなわち、1) Hik-d 面構成層堆積以降、Hik-b 面構成層堆積以前、2) Hik-e 面構成層堆積以降、Hik-d' 面構成層堆積以前、3) Hik-f 面構成層堆積以降、Hik-e'面構成層堆積以前、4) Hik-g 面構成層堆積以降、Hik-f 面構成層堆積以前である。このうち、イベント 4) については、信頼度が劣る。

図 9 のブーマーマルチチャンネル反射断面では、断層帯 A の深部延長部にあたる深度-40m 付近の反射面は、連続するよう見える。しかし、下位の反射面には、ずれや変形構造が認められることから、断層帯 A は深部へ連続すると判断した。断層帯上部の反射面の上下変位量が、断層帯下部 (-40m 以深) の反射面の上下変位量より大きいのは、横ずれ断層活動時に上方に開いた形の断層面

群が発達し、堆積物が断層帯内部まで落ち込んだためと解釈した。

他方、Hik-g から Hik-c までの反射面は下位から上位に向かって徐々に谷状の変形が減少していった可能性もある。もしそうであれば、この構造は最終氷期に形成された谷地形を徐々に埋積していったか、谷を覆った地層が圧密によって沈下したという解釈も可能である。しかし、近接する T05-479.4 付近の谷地形の上部では、このような変形構造は認められない (図 8)。

図 9 の T05-1768 付近では、顕著な反射面の不連続が認められる。これを断層 B とした。断層 B は、ソノプローブ音波探査による断面図では、Hik-f 面の延長部を変形させているが、Hik-e' 面の延長部には変位を与えていないように見える (図 8)。これに対し、マルチチャンネル音波探査による断面図では、Hik-d' 面を変位させており、Hik-d 面には覆われているように見える (図 9)。しかし、近接する断層帯 A の断層活動イベントには、Hik-d' 以降 Hik-d 以前のイベントはない。両断層間が約 300m と近接していること、Hik-d' 面を変位させていることから、ここでは、断層 B の最新活動時期は、断層帯 A のイベント 1 と同時期と判断した。

図 9 の T05-1765 付近では、幅約 100m の区間で、反射面が北西側に急傾斜するゾーンが認められる。このゾーンを断層帯 C とした。断層帯 C の内部で、深度-30m と -40m における反射面の傾斜を比べると、後者の方が有意に大きい。この構造は、累積的な変形構造と解釈することが可能である。断層帯 C 上部は、少なくとも最終氷期の浸食面直上の反射面までは変形を被っている。この反射面は、断層帯 A 付近の Hik-d 面の上位に相当する。一方、Hik-b 面は変形していない。以上より、断層帯 C の最新活動時期は、Hik-d 面構成層堆積以降、Hik-b 面構成層堆積以前であり、断層帯 A のイベント 1 と同時期と判断できる。

T05-481 付近の断層を挟む 2 地点において、ピストンコアリングを実施し、得られたコアから採取した試料の放射性炭素年代を測定した。コア柱状図を反射断面と重ねたものを図 10 に、放射性炭素年代測定値を表 2 に示す。放射性炭素年代測定は、(株)地球科学研究所を通じて、米国ベータアナリティック社に依頼した。測定方法はすべて AMS 法である。放射性炭素年代測定値については、Ramsey (1995、2001、2009)、Reimer *et al.* (2009) に基づいて暦年較正を行った。以下の記載では、 2σ 幅の暦年較正值 (cal yBP) について、「年」の桁を四捨五入した表記を用いる。採取コア TP1 及び TP2 とも、コア長は 9m 弱で、Hik-d 面には到達しなかった。両コアにおいて、堆積物の層相及び含まれる

貝殻遺骸からは、現在と同様の内湾泥底環境下での堆積が示唆される。先に述べた断層活動イベントのうち、イベント1は Hik-d 面構成層堆積以降、Hik-b 面構成層堆積以前であった。図 10 において、Hik-d 面とほぼ平行な反射面は少なくともコア長 7 m (-26m) 付近まで分布する。したがって、TP1 の下位 2 試料及び TP2 の下位 2 試料は、変形を被った層準から採取されたものである。以上より、イベント1の年代は、この範囲で最も新しい 7950-7720 cal yBP 以降、TP2 の Hik-b 面と Hik-c 面の間から得られた 2750-2370 cal yBP 以前と判断した。

また、海底面下数メートルに位置する強い反射面が、最終氷期の浸食面であるか否かを検討することと、周辺海域の層序を確認することを目的として、TP3 コアを採取した。採取位置は、堆積物が実際に採取可能な深度に分布し、なおかつ複数の測線に拡張できるように、測線 T04-1 と T07 の交点とした。結果を図 11 に示す。TP3 において、表層から 592cm までは内湾泥底環境を示す。それ以深は、砂質がちになること、砂層にはリップルが認められること、生物擾乱が著しいこと等から、干潟環境が推定される。以上の層相変化及びコア下位から得られた 3 万年前前後の年代値は、強反射面が最終氷期の浸食面であることと矛盾しない。他方、図 11 において、海底面下 2 m 付近に見られる Hik-a 面は、図 10 の範囲から連続する。TP1 からは Hik-a 面付近の堆積物の年代値として 1060-930 cal yBP が得られている、しかし、TP3 では、Hik-a 面より上位層からより古い 4820-4530 cal yBP が得られた。これは、この試料（木片）が再堆積したものであると解釈することで説明出来る。

光市沖の断層は、位置及び北西側隆起を示すずれのセンスから、岩国断層帯大河内断層もしくは中田ほか（2008）に示された島田川河口の北西側に位置する 2 条の断層のいずれかに連続すると考えられる。断層の南西延長部については、測線 T04 及び T07 に表れているか否かを検討した。その結果、T04 の 397.5 付近に南東側が低下するような部分が認められたが、断層と認定するには至らなかった（図 12）。しかし、T04 及び T07 測線では、ソノプローブ音波探査しか実施していないため、更新統の深部までの構造が明瞭に見えていない。このため、断層がこれらの測線外に延長していないとは言えない。

3. 2. 2 防府市沖の断層

防府市沖の断層は、防府市竜ヶ崎の南約 10km 付近の T11 測線上で認められ

た(図 6)。同断層について、ソノプローブ音波探査及びブーマーマルチチャンネル音波探査によって得られた反射断面を図 13 及び図 14 に示す。両図において、連続性の良い明瞭な反射面を上位より Hof-a~Hof-c 面とした。海底面より Hof-a 面、Hof-b 面以下までは、ほぼ水平な反射面群が連続する。Hof-c 面は凹凸を示すことから、何らかの不整合面であると考えられる。

断層帯は、測線 T11-1383 付近の-40m以深に西側隆起を示す反射面の急傾斜ゾーンとして認められる(図 14)。断層帯の北東側には、低下側を埋積するような堆積物を示すと思われる反射面群が認められる。断層帯は、Hof-c 面は変位させていない。以上より、断層活動イベント(最新活動)は、Hof-c 面形成以前と認定した。

本断層帯の直上部において、ピストンコアリングを実施し、得られたコアから採取した試料の放射性炭素年代を測定した。コア柱状図を反射断面と重ねたものを図 15 に、放射性炭素年代測定値を表 2 に示す。採取したコア TP4 のコア長は 5m弱で、Hof-b には到達しなかった。堆積物の固結度は TP1-TP3 より高い。全体に貝殻遺骸が認められないが、生痕から潮間帯から潮下帯環境下での堆積が示唆される。また、コア表層にも現在と同様の内湾泥底堆積物が認められない。このことは、この海域が長期的無堆積もしくは浸食場であることを示していると考えられる。TP4 からは、36,590-35,210 cal yBP を示す年代値が得られた。したがって、本断層の最新活動時期は、36,590-35,210 cal yBP 以前であると言える。しかし、年代値が 1 試料からしか得られていないこと及び年代試料が木片であること(再堆積の可能性があること)から、複数試料でのクロスチェックあるいは火山灰分析を実施する等、本地点の堆積物の年代値としての信頼度を上げる必要がある。なお、図 13 及び図 14 の延長部において、Hof-a 及び Hof-b 面を削り込んだ谷地形を埋積して、ほぼ水平に堆積物が堆積している様子が観察された。3. 1 層序の項で述べたように、本地点の周辺海域では、局所的にしか完新統が認められないことから、この削り込んだ部分以降の堆積物が完新統に相当すると推定される。

本断層帯は位置及び西側隆起を示すずれのセンスから、周防灘断層群主部を構成する断層群のうち、F.9 断層もしくは F.3 断層(海上保安庁、2000)に相当すると考えられる。本断層帯の延長部が存在する可能性のある測線 T12 上でも、東落ちの断層による変形構造と解釈できる箇所がある(図 6)。しかし、この地点には完新統が分布しないため、この構造は更新統を変形させているとしか判

断できない。

4. まとめ

4. 1 断層帯の位置及び形態

<断層帯を構成する断層>

音波探査結果で得られた断面図より、光市沖の3カ所の断層及び断層帯は、それぞれが大河内断層もしくは中田ほか（2008）に示された島田川河口の北西側に位置する2条の断層のいずれかに連続すると考えられる。測線 T04-1 及び T07 では明瞭な断層構造は認められないが、深部形状が見えていないため、断層の走向及び連続性については不明である。今後は、断層が発見された地点から連続的に音波探査を実施し、その連続性を確認する必要がある。

防府市沖の断層は、周防灘断層群主部の北東部分と考えられる。測線 T12 には、不明瞭ではあるが、断層による変形構造と解釈可能な構造が認められる。いずれにしても、この地点は周防灘断層群主部の最北端に相当することから、断層長は従来の44kmから変更がない。

<断層面の位置・形状>

光市沖の3カ所の断層及び断層帯は、いずれもほぼ垂直な断層面形状である。断層帯Aは、深度約-40m以浅では、複数条に分岐する。

防府市沖の断層は、深度-45m以深の地層を変形させており、断層面の形状はほぼ垂直である。他方、深度-45m以浅の地層は変形させていない。

<変位の向き>

光市沖の3カ所の断層及び断層帯のうち、断層帯Aは北西側隆起成分を、断層B及び断層帯Cは南東側隆起成分を持ち、全体としては、幅約1kmの区間が落ち込んでいる。断面形状から、水平ずれ成分を主体とすることは確実であるが、ずれの量及び垂直／水平ずれ成分の比率については不明である。

防府市沖の断層は、西側隆起成分を持つ。上下変位量は、下位層ほど大きく、変位の累積が認められる。

4. 2 断層帯の過去の活動

<活動時期と1回の変位量>

光市沖の断層については、1) Hik-d 面構成層堆積以降、Hik-b 面構成層堆積以前、2) Hik-e 面構成層堆積以降、Hik-d' 面構成層堆積以前、3) Hik-f 面構成層堆積以降、Hik-e' 面構成層堆積以前、4) Hik-g 面構成層堆積以降、Hik-f 面構成層堆積以前の4回の断層活動イベントが認定された。このうち、イベント4)については、信頼度が劣る。イベント1(最新活動)の時期は、7950-7720 cal yBP 以降、2750-2370 cal yBP 以前と推定される。その際の変位量は、上下方向で数十センチメートル程度である。

防府市沖の断層については、少なくとも36,590-35,210 cal yBP 以降は活動していないと考えられる。1回の変位量は不明である。

<平均変位速度>

光市沖の断層の平均変位速度は、反射面構成層の年代値が得られていないこと、またずれ成分の縦横比が不明であることから、不明である。

防府市沖の断層の平均変位速度については、上記と同様の理由により不明である。

<平均活動間隔>

光市沖の断層の平均活動間隔については不明である。ただし、図8及び図10において、Hik-d'面が最終氷期の浸食面であると仮定し、最終氷期の浸食面の年代が21,500年前である(地震調査研究推進本部地震調査委員会、2004a)とすると、平均活動間隔は、19,130年から13,550年以上となる(図16)。しかし、図8及び図10において、最終氷期の浸食面は、より下位の反射面に相当する可能性もあり、その場合平均活動間隔は短くなる。この点を明らかにするためには、本地点においてコアを採取し、少なくともHik-g面までの年代を明らかにすることが必要である。

防府市沖の断層の平均活動間隔については不明である。

<活動区間及び周辺断層との関係>

図16に、今回得られた断層活動イベントの時期と岩国断層帯、宇部沖断層群(周防灘断層群)の既存古地震データとをあわせて示す。

岩国断層帯陸域部と光市沖の断層については、断層活動時期が異なっている。岩国断層帯陸域部の最新活動時期認定の根拠となった臼田トレンチ(原子力発

電技術機構、1997) では、約1万年前以降の年代を示す地層より上位の地層の年代値が得られていない。したがって、今回の海域調査で得られた最新活動時期(7950-7720 cal yBP以降、2750-2370 cal yBP以前)に断層活動イベントが存在したか否かは不明である。また、海域部では、海底面下-9m以深の堆積物の年代値(約9千年前以前)は得られていない。したがって、陸域と海域部での最新活動時期の違いが、真に断層活動時期の違いを反映しているのか、堆積物の欠損によるイベント層準の欠落なのかは判断できない。この問題を解決するためには、陸域及び海域部でおおよそ1万年前以降の堆積物と断層活動との関係を明らかにする必要がある。

光市沖の断層については、その連続性についても確認できていない。今後は、地震の規模を想定するために、今回断層が見つかった地点から連続して音波探査を実施し、その延長方向と長さを確認することが重要である。佃(1985)は、岩国断層系の走向が中国地方西部に発達する北東-南西方向の断層系とはやや斜交していること、山口県東部の大河川(島田川や錦川)は断層によって流路が規制されていないことから、同断層系の出現が広島県西方の断層に比べて新しい時期であったと推定している。また、断層発達過程においても、断層帯全体の連続性が良くなりつつあるステージにあると述べている。したがって、岩国断層帯の分布形態や連続性を明らかにするためには、海域においても稠密な調査が必要であると考えられる。

防府市沖の断層は、周防灘断層群主部の北東部と考えられるが、本調査で得られた断層活動時期は、既知のそれと異なっている。地震調査研究推進本部地震調査委員会(2008)は、海上保安庁海洋情報部(2004)に基づいて、周防灘断層群主部の最新活動時期は約1万1千年前以後、約1万年前以降と評価した。評価の根拠となった堆積物コアは、同断層の中央部付近で採取されたものである。これに対し、本調査で堆積物を採取した地点は、同断層の北東端に近い部分に位置し、年代測定の結果、更新統最上部は変形を被っていない。したがって、周防灘断層群主部の最新活動時期に、断層端部は変形を被らなかった(活動しなかった)可能性が指摘できる。しかし、周防灘断層群は複数条に分岐・並走した複雑な形状を示すことから、断層帯全体の活動性を評価するためには、それぞれの断層トレースについて古地震履歴調査を実施する必要がある。

(調査担当 宮下由香里)

文献

- 地質調査所, 1998, 岩国断層帯の活動履歴調査結果について. 地震予知連絡会会報, 59, 建設省国土地理院, 514-520.
- 藤田和夫・寒川 旭, 1978, 中国地方西部の活断層について. 第15回自然災害科学総合シンポジウム, 227-228.
- 原子力発電技術機構, 1994, 平成5年度原子力発電立地確認調査に関する報告書, 1-1-3-9.
- 原子力発電技術機構, 1995, 平成6年度原子力発電立地確認調査に関する報告書(2), 1-1-5-6.
- 原子力発電技術機構, 1996, 平成7年度原子力発電立地確認調査に関する報告書(3), 62p.
- 原子力発電技術機構, 1997, 平成8年度原子力発電立地確認調査に関する報告書(2), 238p.
- 原子力発電技術機構, 1998, 平成9年度原子力発電立地確認調査に関する報告書(2), 136p.
- 後藤秀昭・中田 高, 2008, 1:25,000 都市圏活断層図 岩国断層帯とその周辺「岩国」「下松」解説書, 国土地理院技術資料D・1-No.520.
- 後藤秀昭・中田 高・岡田篤正・熊原康博・池田安隆・千田 昇・廣内大助, 2008, 1:25,000 都市圏活断層図 岩国断層帯とその周辺「岩国」, 国土地理院技術資料D・1-No.520.
- 東元定雄・濡木輝一・原 郁夫・佃 栄吉・中島 隆, 1983, 岩国地域の地質. 地域地質研究報告, 5万分の1地質図幅, 地質調査所, 79p.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2004a, 岩国断層帯の長期評価について. 15p.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2004b, 五日市断層帯の長期評価について. 16p.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2008, 宇部沖断層群(周防灘断層群)の長期評価について. 29p.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2009, 安芸灘断層群の長期評価について. 22p.
- 海上保安庁海洋情報部, 2004, 平成15年度 周防灘東部深層音波探査 報告書. 70p.

- 海上保安庁水路部, 1999, 平成10年度 沿岸海域活断層調査「宇部南部」 資料整理報告書. 30p.
- 海上保安庁水路部, 2000, 平成11年度 沿岸海域活断層調査「周防灘東部」 資料整理報告書. 47p.
- 海上保安庁水路部, 2002, 平成13年度 宇部南部 堆積物採取作業及び解析処理作業 報告書. 107p.
- 活断層研究会編, 1991, 新編日本の活断層—分布図と資料—. 東京大学出版会, 437p.
- 国土地理院, 1985, 1:25,000 沿岸海域地形図「防府」
- 国土地理院, 1985, 1:25,000 沿岸海域地形図「徳山」
- 水野清秀・下川浩一・佃 栄吉・小松原琢・新見 健・井上 基・木下博久・松山紀香・金折裕司, 2003, 山口県大原湖断層帯の活動性に関する地質調査(序報). 活断層・古地震研究報告, No. 3, 175-184.
- 中田 高・今泉俊文編, 2002, 活断層詳細デジタルマップ. 東京大学出版会. DVD-ROM 2枚・付図1葉・60p.
- 中田 高・後藤秀昭・石山達也・杉戸信彦・千田 昇・平川一臣・廣内大助, 2008, 1:25,000 都市圏活断層図 岩国断層帯とその周辺「下松」, 国土地理院技術資料D・1-No.520
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター 20万分の1日本シームレス地質図データベース, <http://riodb02.ibase.aist.go.jp/db084/>
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター 重力データベース (GALILEO), <http://riodb.ibase.aist.go.jp/gravdb/>
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター 活断層データベース, <http://riodb02.ibase.aist.go.jp/activefault/>
- Ramsey, C.B., 1995, Radiocarbon calibration and analysis of stratigraphy: The OxCal Program. *Radiocarbon*, **37**, 425-430.
- Ramsey, C.B., 2001, Development of the radiocarbon program OxCal. *Radiocarbon*, **43**, 355-363.
- Ramsey, C.B., 2009, OxCal Program v4.1. <http://c14.arch.ox.ac.uk/oxcal.html>
- Reimer PJ, Baillie MGL, Bard E, Bayliss A, Beck JW, Blackwell PG, Bronk Ramsey C, Buck CE, Burr GS, Edwards RL, Friedrich M, Grootes PM, Guilderson TP, Hajdas I, Heaton TJ, Hogg AG, Hughen KA, Kaiser KF,

Kromer B, McCormac FG, Manning SW, Reimer RW, Richards DA, Southon JR, Talamo S, Turney CSM, van der Plicht J, Weyhenmeyer CE. 2009. IntCal09 and Marine09 radiocarbon age calibration curves, 0–50,000 years cal BP. *Radiocarbon* 51(4), 1111–50.

佃 栄吉, 1985, 岩国断層系 その概要と発達史. 吉田博直先生退官記念論文集, 245-253.

岩国断層帯について

	従来評価	海域部の調査結果(セグメント区分がある場合はこの列を追加)	海陸を合わせた結果
1. 断層帯の位置・形態			
(1)断層帯を構成する断層	大竹断層、岩国断層、甘木峠(はたきとうげ)断層、小畑(おばた)断層、熊毛断層、徳山市北の断層、大河内(おおかわち)断層	光市沖の断層帯	光市沖の断層帯は、大河内断層もしくは中田ほか(2008)に示された島田川河口北西に位置する2条の断層のいずれかに連続する可能性がある。 *1
(2)断層帯の位置・形状			
地表における断層帯の位置・形状			
断層帯の位置(両端の緯度・経度)	(北東端)北緯34° 15′ 東経13° 2′ 13′ (南西端)北緯34° 05′ 東経13° 1′ 47′		(北東端)北緯34° 15′ 東経13° 2′ 13′ (南西端)北緯34° 05′ 東経13° 1′ 47′
長さ	約44km		約44km
地下における断層面の位置・形状	地表での長さ・位置と同じ	地表(海底)での位置と同じ	地表(海底)での長さ・位置と同じ
上端の深さ	0km	0km	0km
一般走向	N60° E(全体) (ただし、東部ではほぼ北東-南西方向、西部ではほぼ東西方向)	不明*1	不明
傾斜	高角、北西傾斜 (地表付近)	ほぼ垂直(地表付近)	高角、北西傾斜～ほぼ垂直 (地表付近)
幅	20km程度	不明	不明
(3)断層のずれの向きと種類	右横ずれ断層 (北西側隆起の逆断層成分を伴う)	横ずれ断層	右横ずれ断層
2. 断層の過去の活動			
(1)平均的なずれの速度	不明	不明	不明
(2)過去の活動時期	活動1(最新活動時期) 約1万-1万1千年前 活動2(1つ前の活動時期) 約2万8千年前以後	活動1(最新活動時期) 約8千年前以後、2千4百年前以前 活動2(1つ前の活動時期) Hik-e面構成層堆積以降、Hik-d'面構成層堆積以前 活動3(2つ前の活動時期) Hik-f面構成層堆積以降、Hik-e'面構成層堆積以前 活動4(3つ前の活動時期) Hik-g面構成層堆積以降、Hik-f面構成層堆積以前	*2
(3)1回のずれの量と平均活動間隔			
1回のずれの量	2m程度 (右横ずれ成分)	不明	
平均活動間隔	約9千-1万8千年	不明*3	
(4)過去の活動区間	断層帯全体で1区間	不明	不明

備考

*1: 中国電力株式会社上関原子力発電所の原子炉設置許可申請にあたり、岩国断層帯南西海域部の音波探査(エアガン、ウォーターガン)が実施されている。この調査の結果、光市沖に南北走向の断層が確認されている。本調査で発見した光市沖の断層帯は、この断層の延長部に位置している。

*2: 陸域と海域部での最新活動時期の違いが、真に断層活動時期の違いを反映しているのか、堆積物の欠損によるイベント層準の欠落なのかは判断できない。

*3: Hik-d'面が最終氷期の浸食面であると仮定し、最終氷期の浸食面の年代が21,500年前である(地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2004a)とすると、平均活動間隔は、19,130年から13,550年以上となる。しかし、最終氷期の浸食面は、より下位の反射面に相当する可能性もあり、その場合平均活動間隔は短くなる。

		極浅部音波探査	高分解能マルチチャンネル音波探査
発振系	音源	ソノプローブ	ブーマー
	出力	36J	300J
	発振間隔	0.3秒	1秒
	音源深度	0.95m	0.3m
受信系	チャンネル数	1	12
	チャンネル間隔	-	3.125m
	受信機深度	1.15m	0.3m
記録系	記録範囲・記録時間	0~50m	0.6秒
	サンプル間隔	-	0.125ミリ秒
	記録フォーマット	プロッターによる記録紙出力	SEG-Y形式 プロッターによる記録紙出力

Sample No.	Material	Code No. (Beta-)	Core No.	Method	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	Conventional ^{14}C age (yBP)	Calibrated age (Cal yBP; $\pm 2\sigma$)
TP-1-4	wood	273451	1	AMS	-26.2	1070 \pm 40	1059 - 926
TP-1-10	wood	275006	1	AMS	-26.8	1670 \pm 40	1697 - 1420
TP-1-18	wood	273453	1	AMS	-28.3	3750 \pm 40	4237 - 3985
TP-1-24	wood	273454	1	AMS	-30.1	7010 \pm 50	7948 - 7723
TP-1-27	wood	273455	1	AMS	-29.4	7620 \pm 50	8541 - 8356
TP-2-10	wood	275008	2	AMS	NA	2510 \pm 40	2745 - 2371
TP-2-13	wood	273458	2	AMS	-32.1	3090 \pm 40	3391 - 3212
TP-2-20	wood	273459	2	AMS	NA	7150 \pm 50	8152 - 7855
TP-2-21	wood	273460	2	AMS	-30.2	7900 \pm 50	8979 - 8594
TP-3-3	wood	273461	3	AMS	-27.7	4130 \pm 40	4823 - 4531
TP-3-9	wood	273462	3	AMS	-29.5	7890 \pm 50	8979 - 8590
TP-3-14	wood	273463	3	AMS	-27.7	24600 \pm 160	30128 - 28915
TP-3-16	organic sediment	273464	3	AMS	-20.9	24290 \pm 150	29490 - 28581
TP-3-18	wood	273465	3	AMS	-27.9	26950 \pm 180	31512 - 31081
TP-4-3	wood	273467	4	AMS	-24.7	31530 \pm 270	36590 - 35214



図1. 岩国断層帯の位置及び断層帯を構成する断層

各断層の名称および区間は，地震調査研究推進本部地震調査委員会（2004）に従った．基図には，国土地理院発行の数値地図200000（地図画像）を使用した．

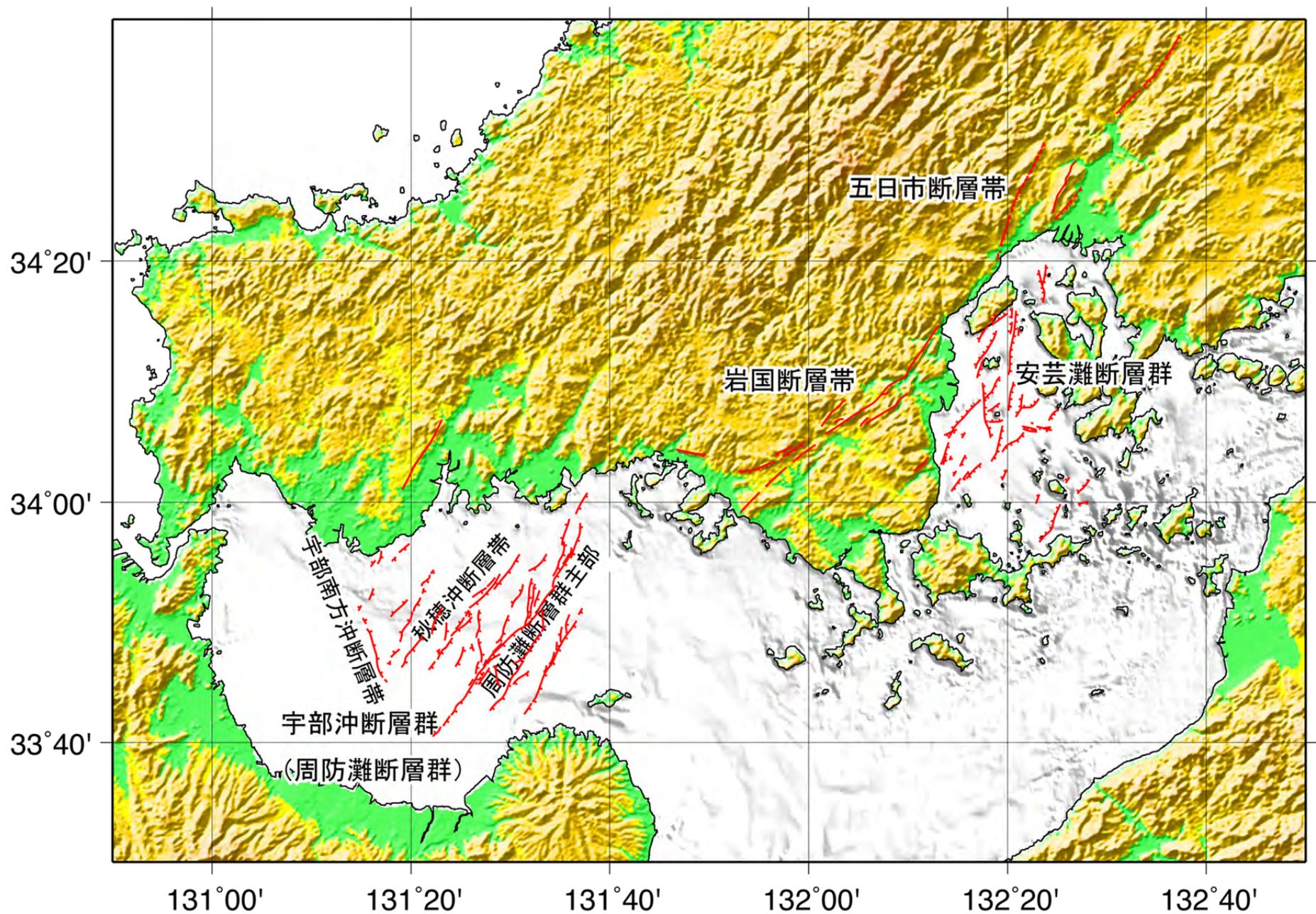


図2. 岩国断層帯と周辺の活断層

活断層線は、地震調査研究推進本部地震調査委員会（2004，2008，2009）に従った。地形図作成には、国土地理院発行の数値地図50mメッシュ（標高）を使用した。

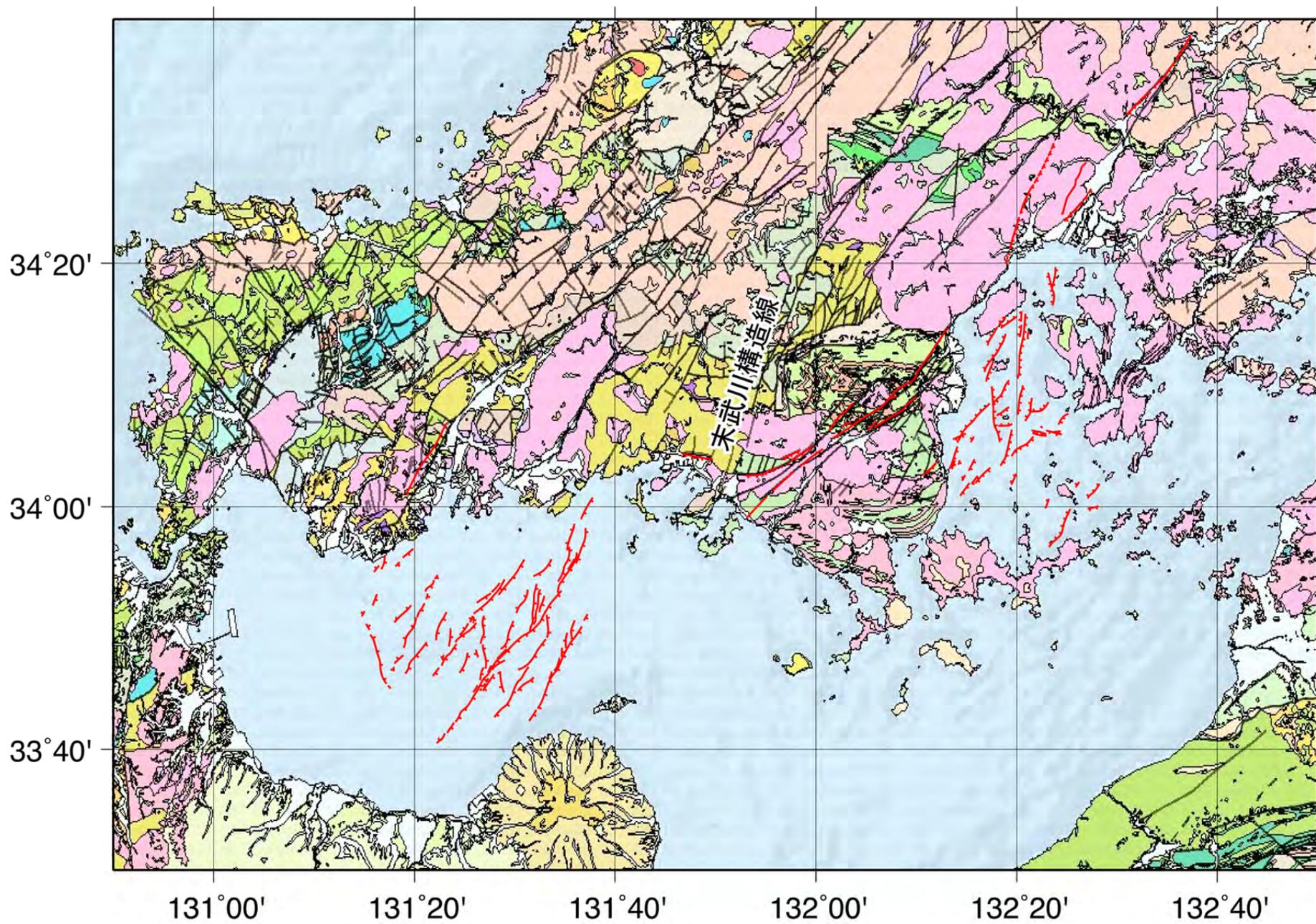


図3. 岩国断層帯周辺地域の地質図
 基図には、産業技術総合研究所地質調査総合センターのシームレス地質図を使用した。

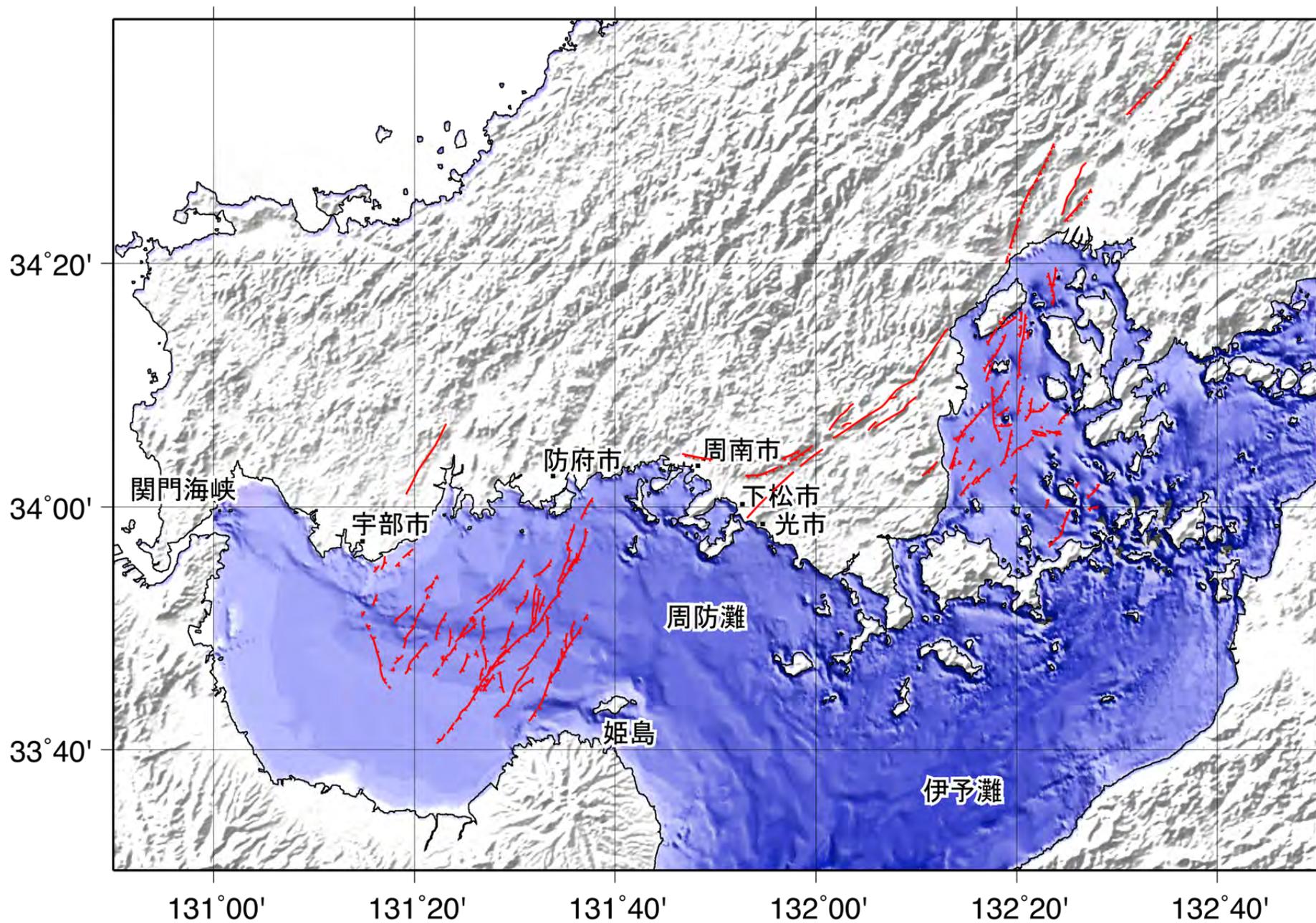


図4. 岩国断層帯周辺地域の海底地形
 海底地形図作成には、財団法人日本水路協会発行の海底地形デジタルデータ（M7018瀬戸内海西部）を使用した。

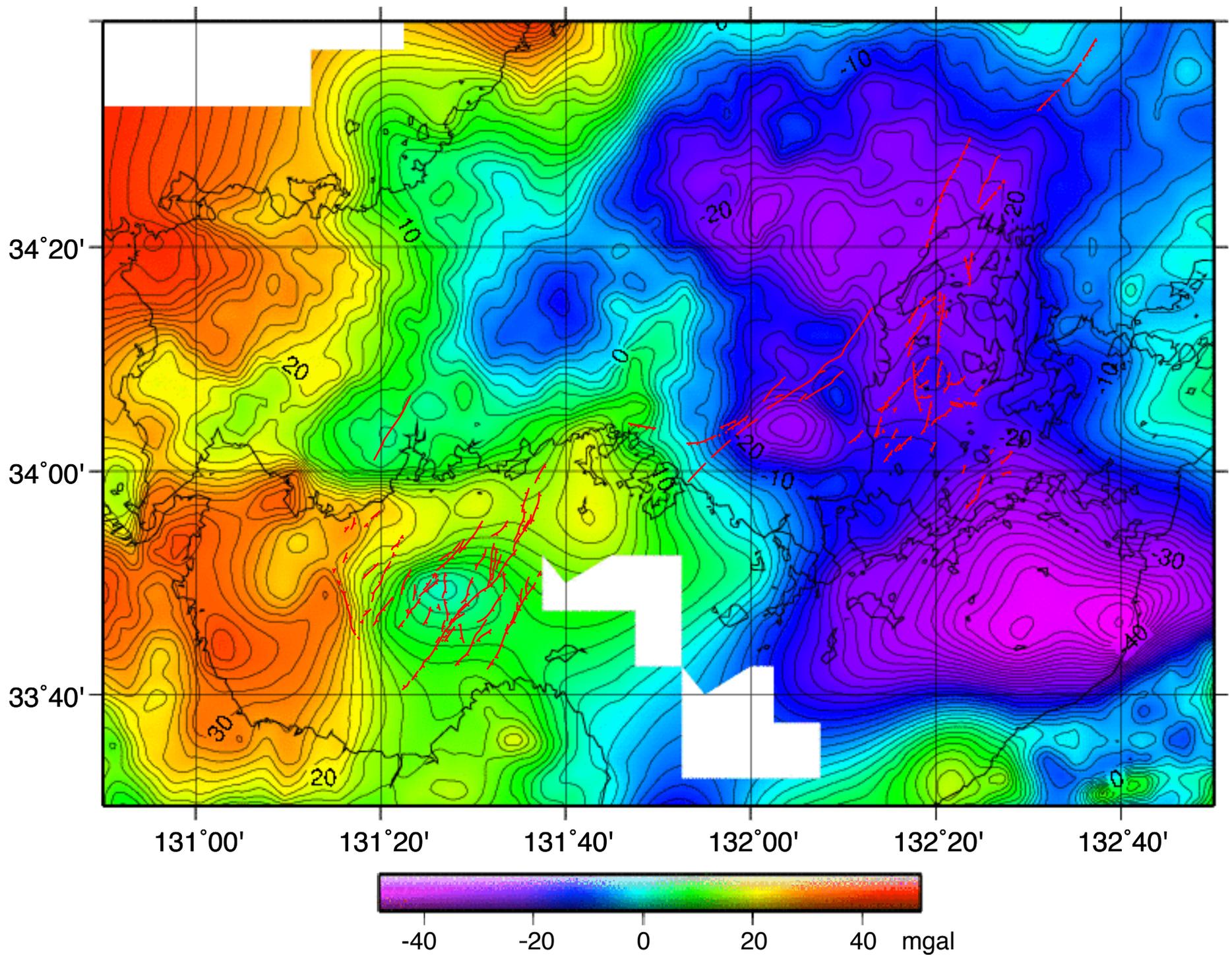
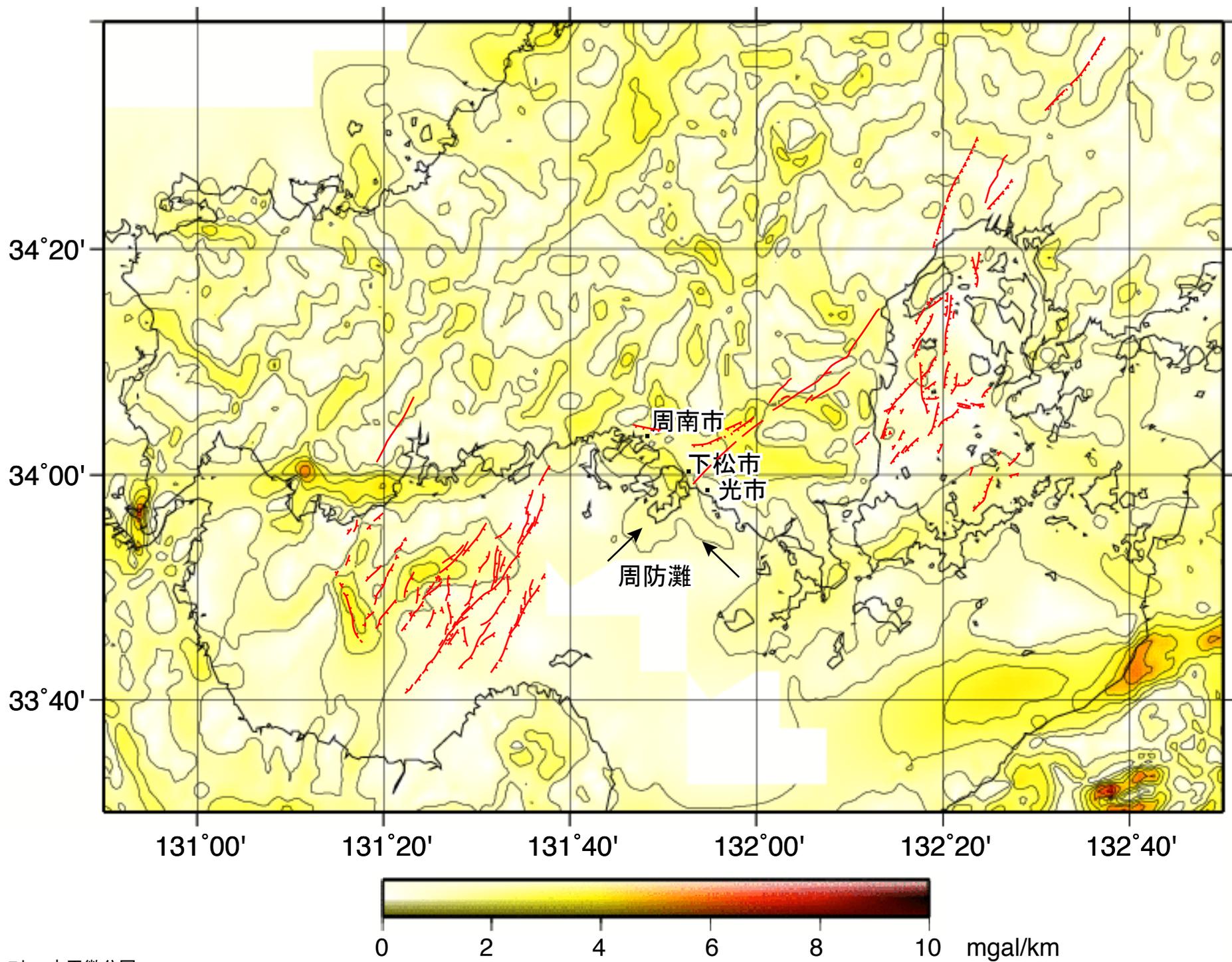
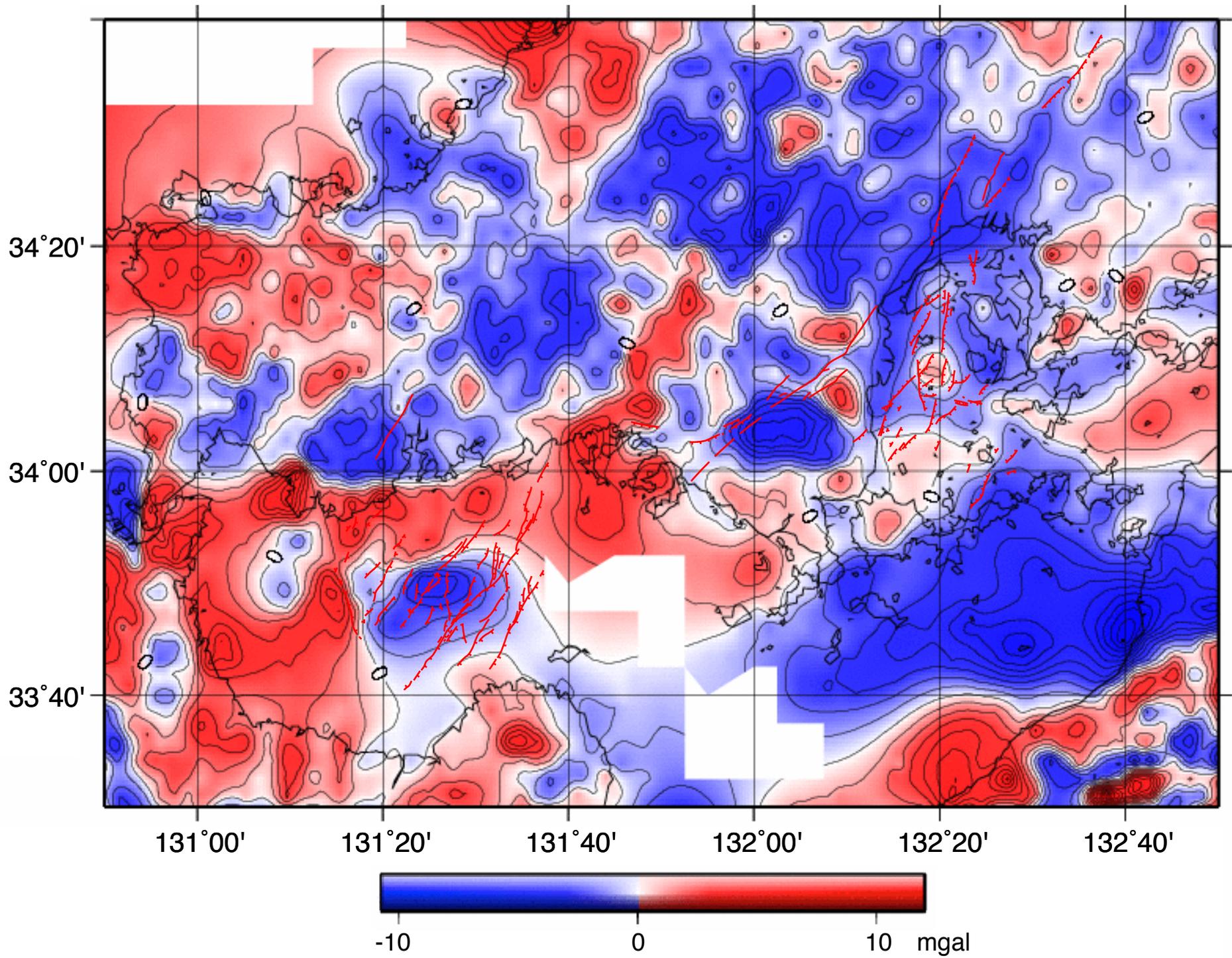


図5. 岩国断層帯周辺地域の重力図
 重力図作成には、産業技術総合研究所地質調査総合センターの重力データベースを使用した。
 5a. ブーゲー異常図



5b. 水平微分図



5c. 上方接続残差図

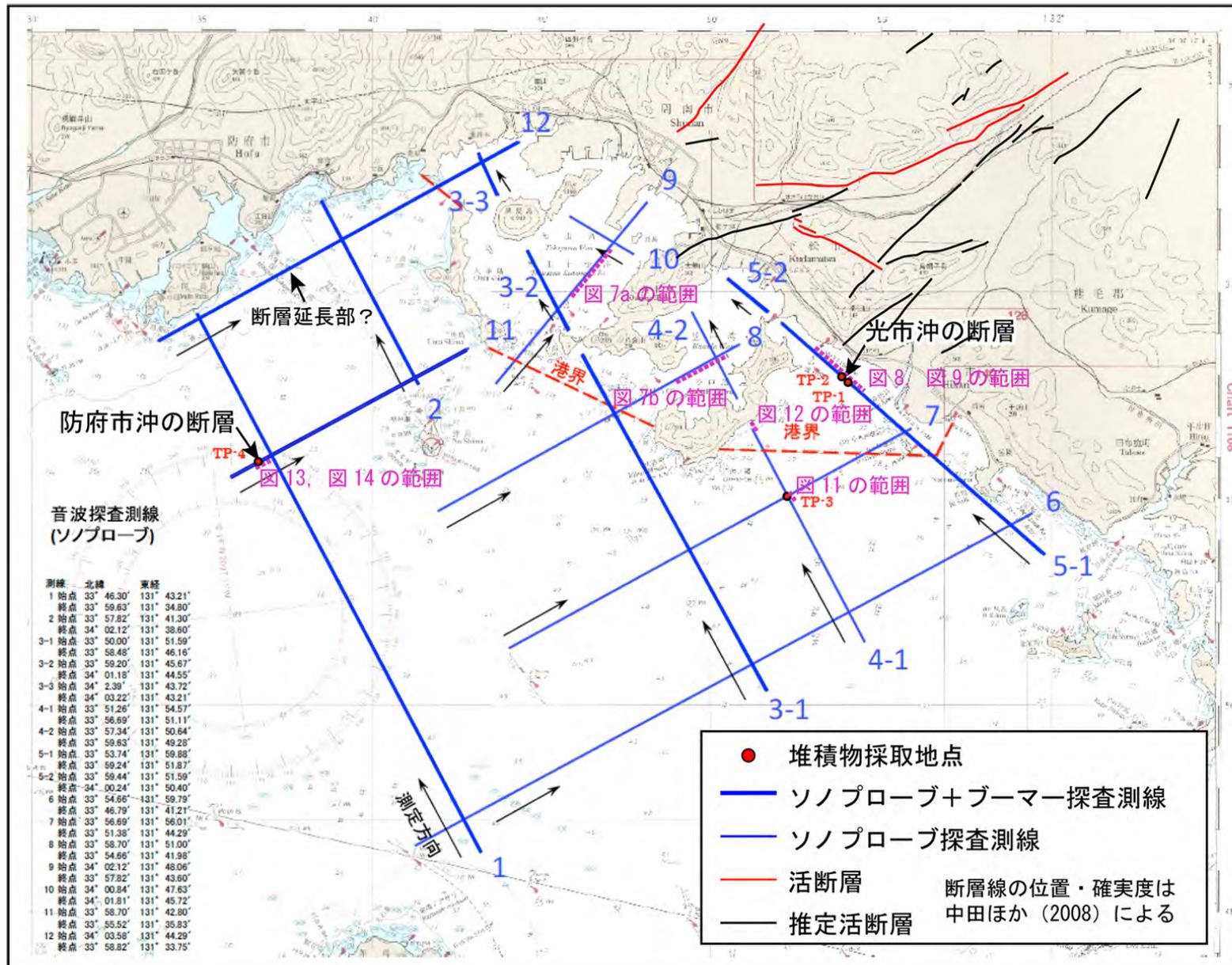


図6. 音波探査測線配置図
断層確認位置と堆積物の採取位置をあわせて示す。

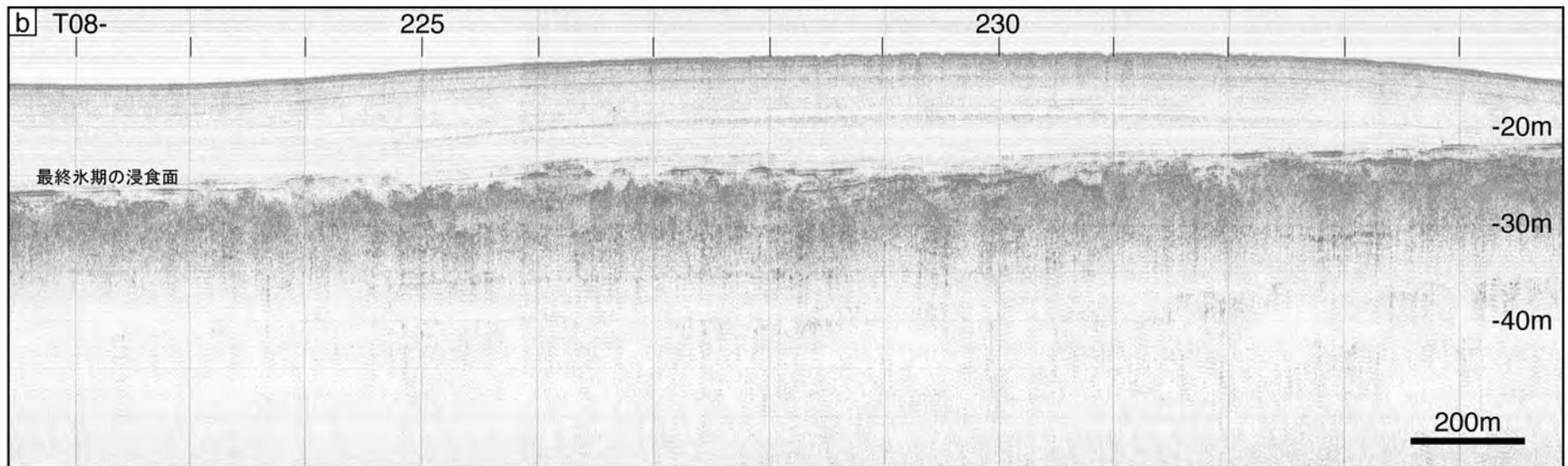
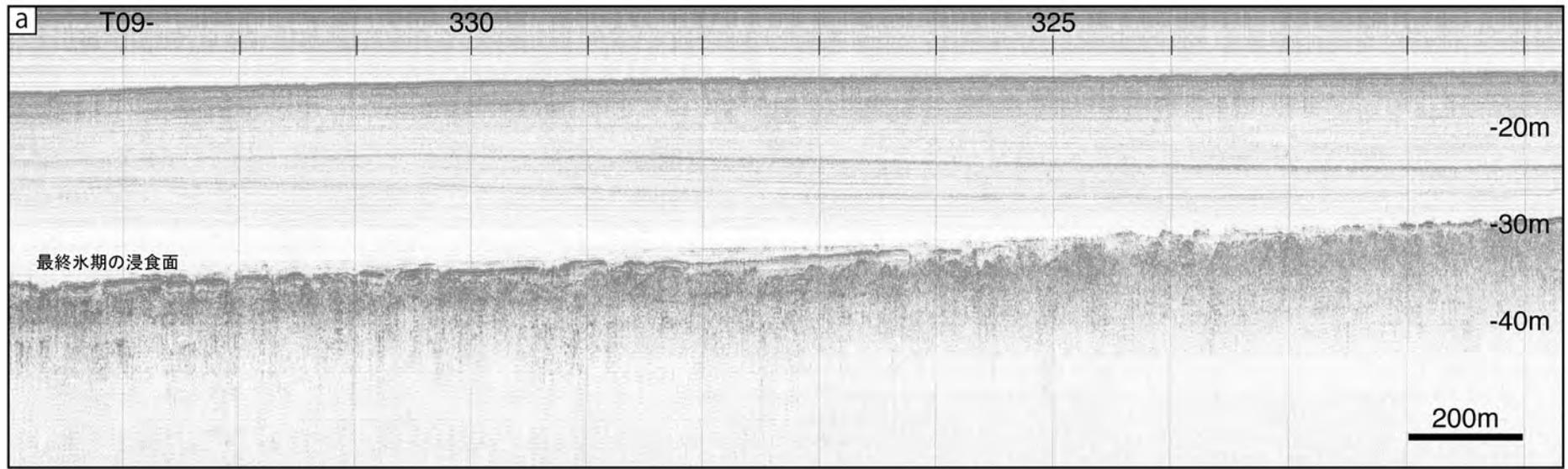


図7. 徳山湾 (a) および笠戸湾 (b) における反射断面 (ソノプローブ)
 起伏に富む強い反射面は最終氷期の浸食面と推定される。その上位は完新統と推定され、内部に明瞭な反射面を持つ。(a) (b) とともに左側が南西方向。

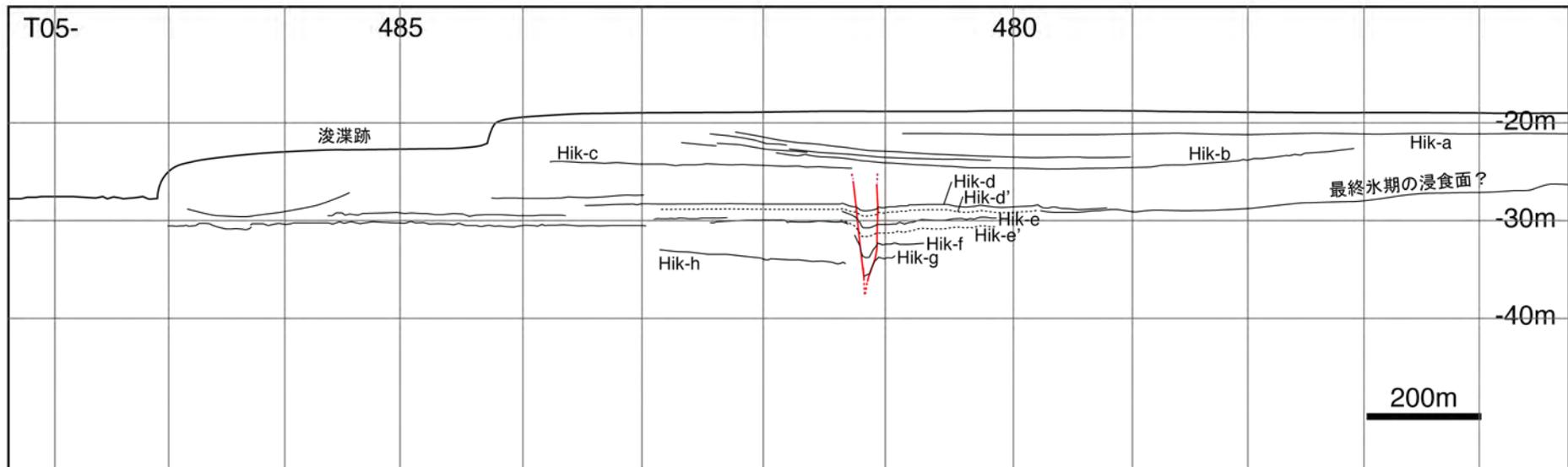
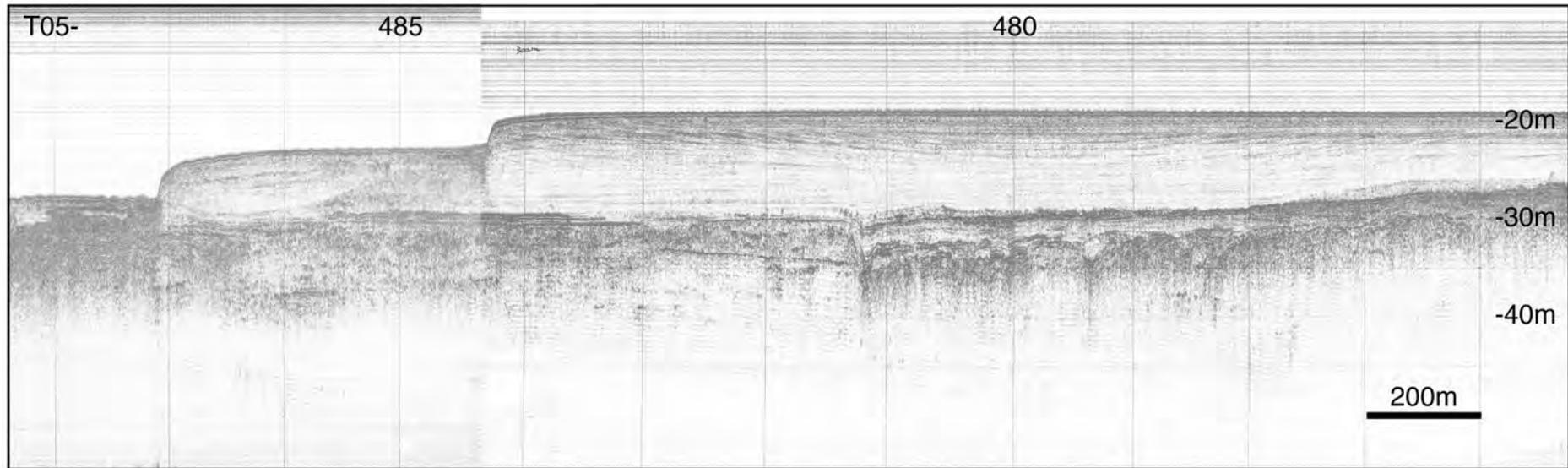


図8. 光市沖の断層反射断面（ソノプローブ）及び解釈図
 下の図において、黒線は反射断面から読み取った反射面を、赤線は断層を示す。左側が北西方向。

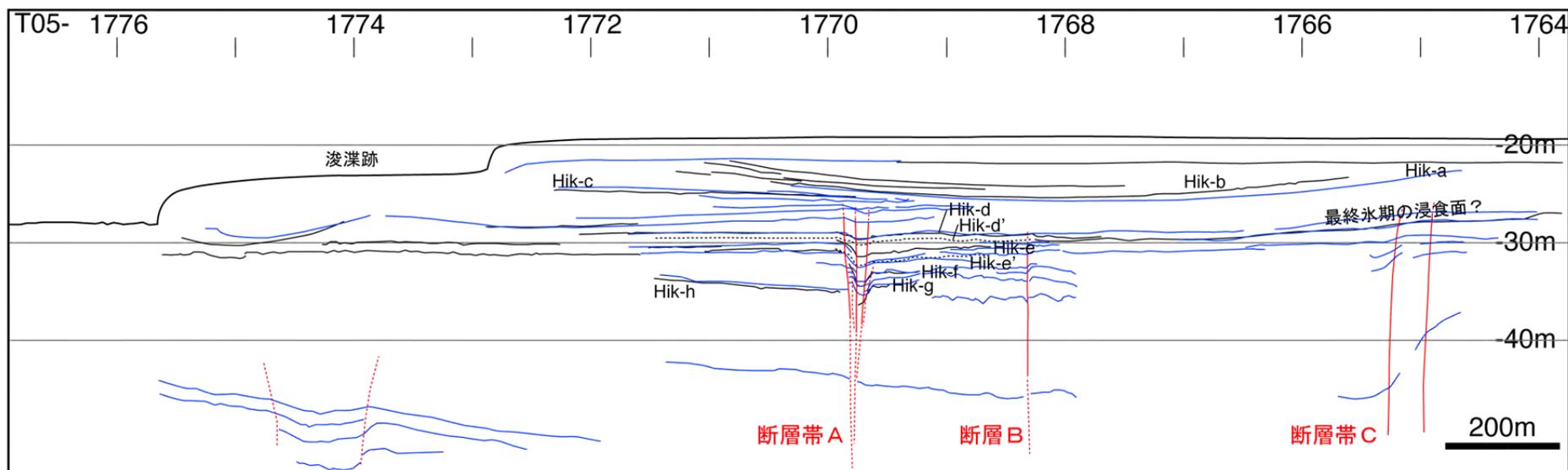
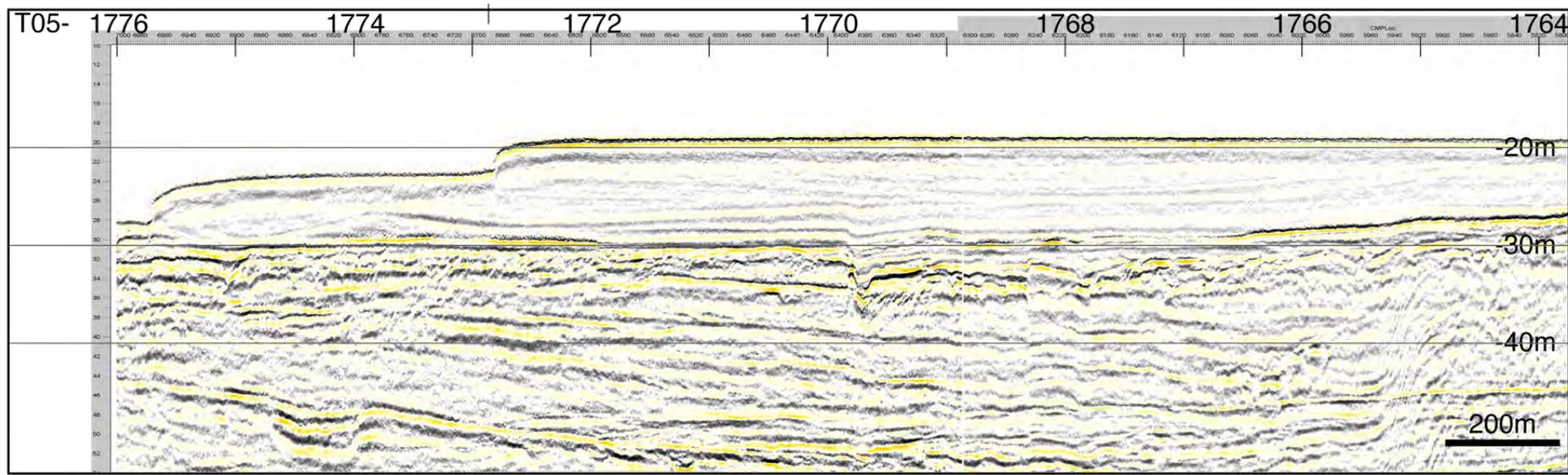


図9. 光市沖の断層反射断面（ブーマー）及び解釈図

下の図において、黒線は図7と同じ。青線及び赤で示した断層線は、上図の反射断面から新たに読み取った反射面及び断層を示す。左側が北西方向。

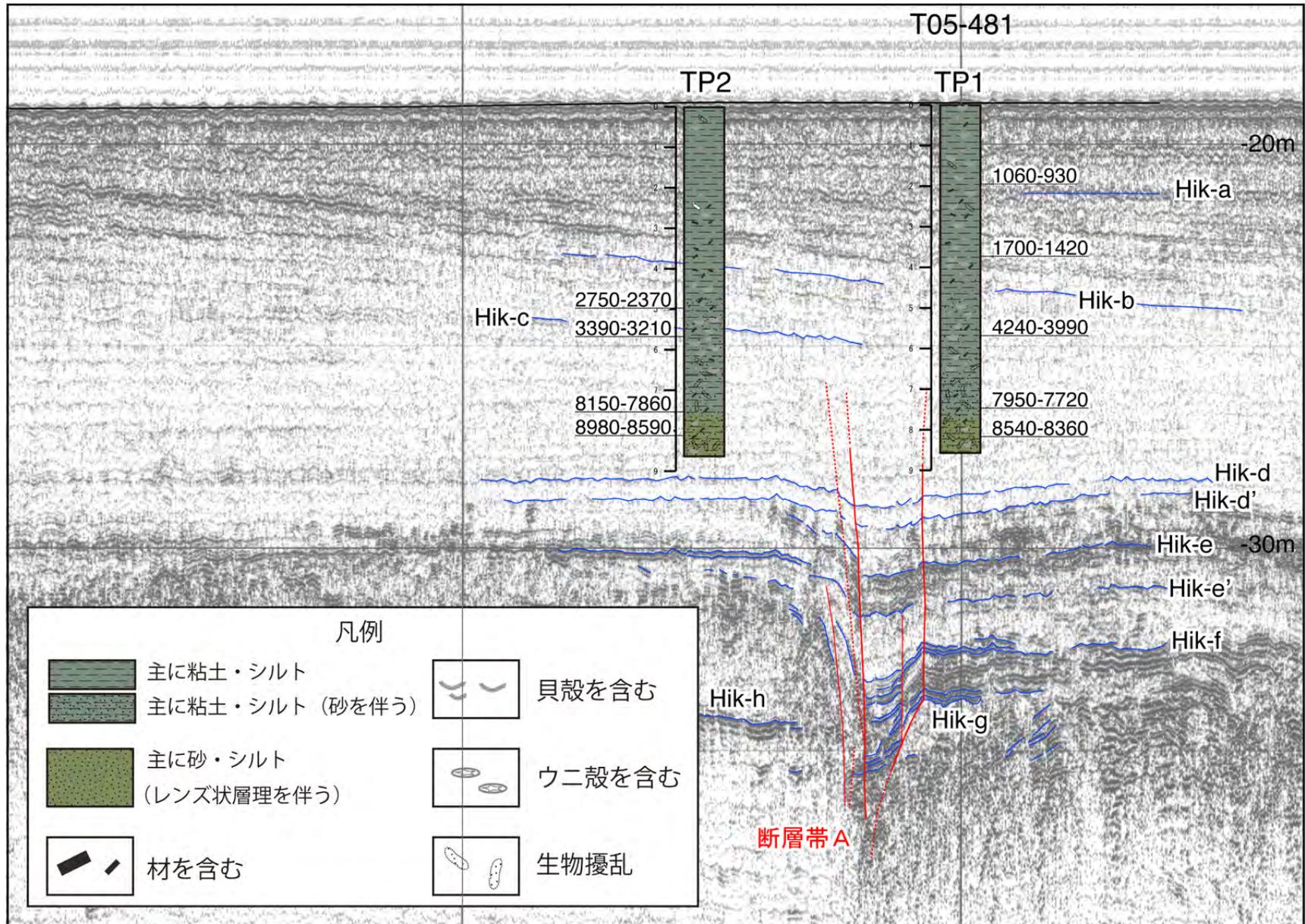


図 10. 光市沖の断層帯 A 付近の反射断面とコア柱状図 (TP1, TP2) との対比

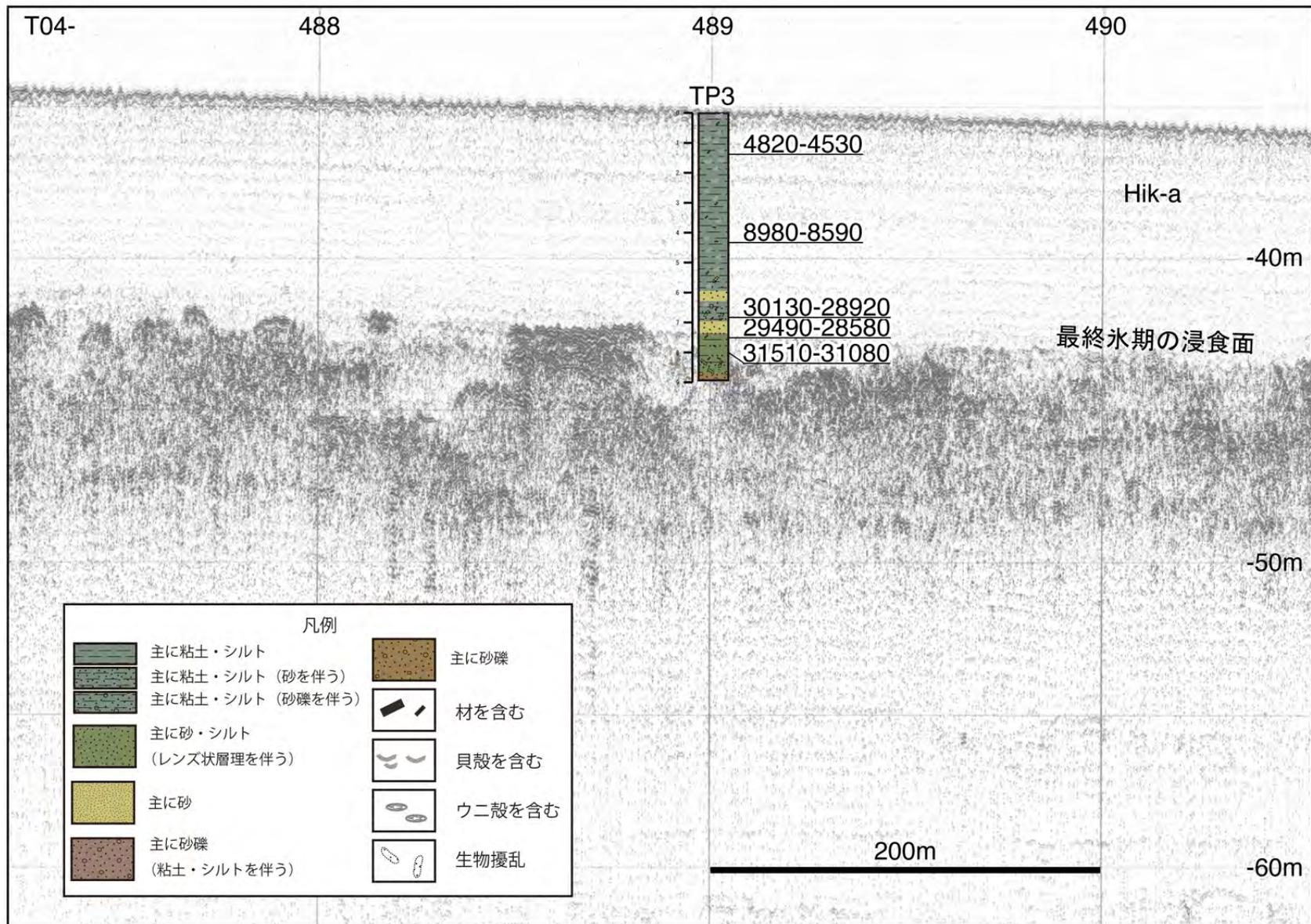


図 11. 測線 T-14 と T7 交点付近の反射断面とコア柱状図 (TP3) との対比

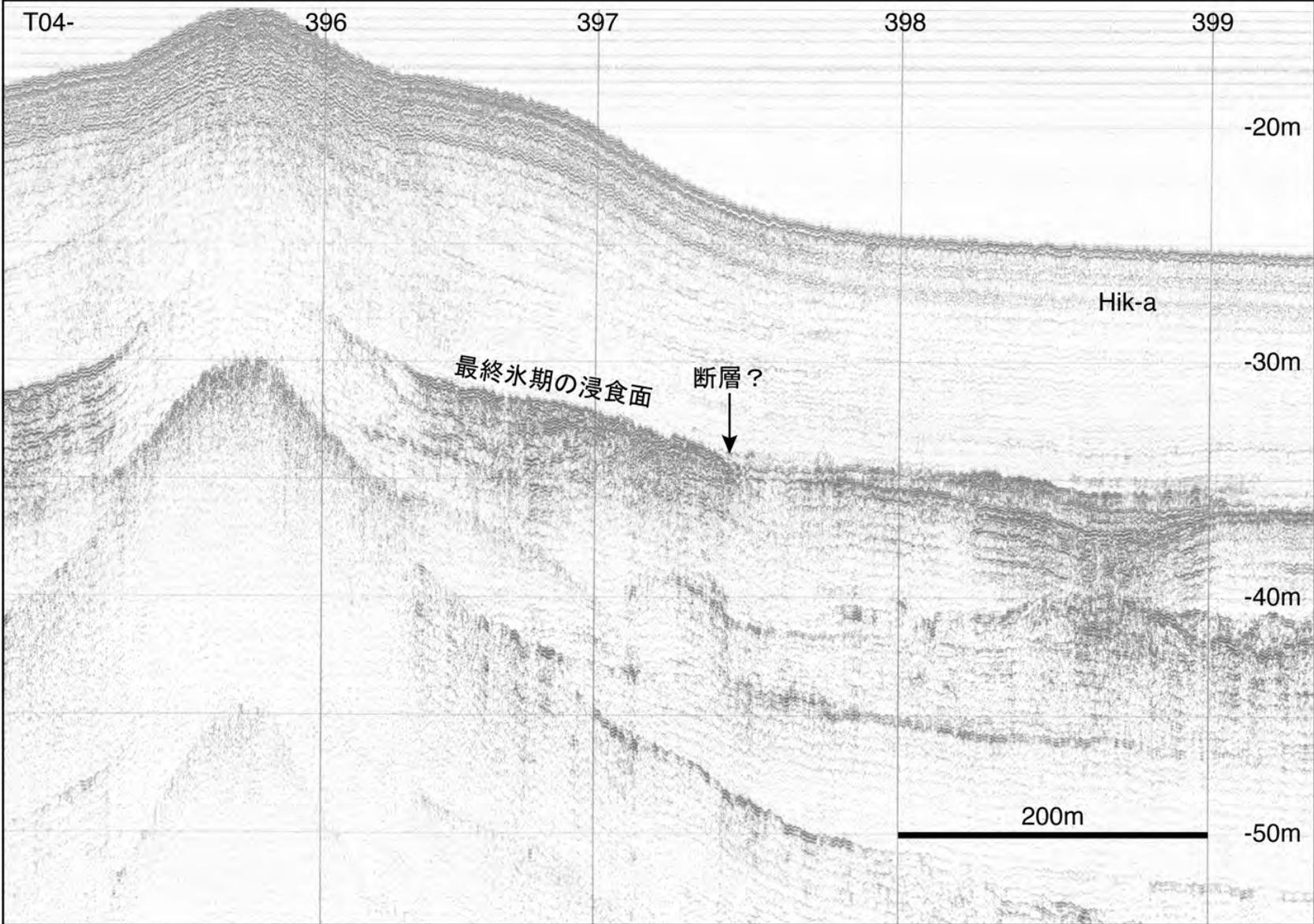


図 12. 光市沖の断層の推定延長部の反射断面 (ソノプローブ)

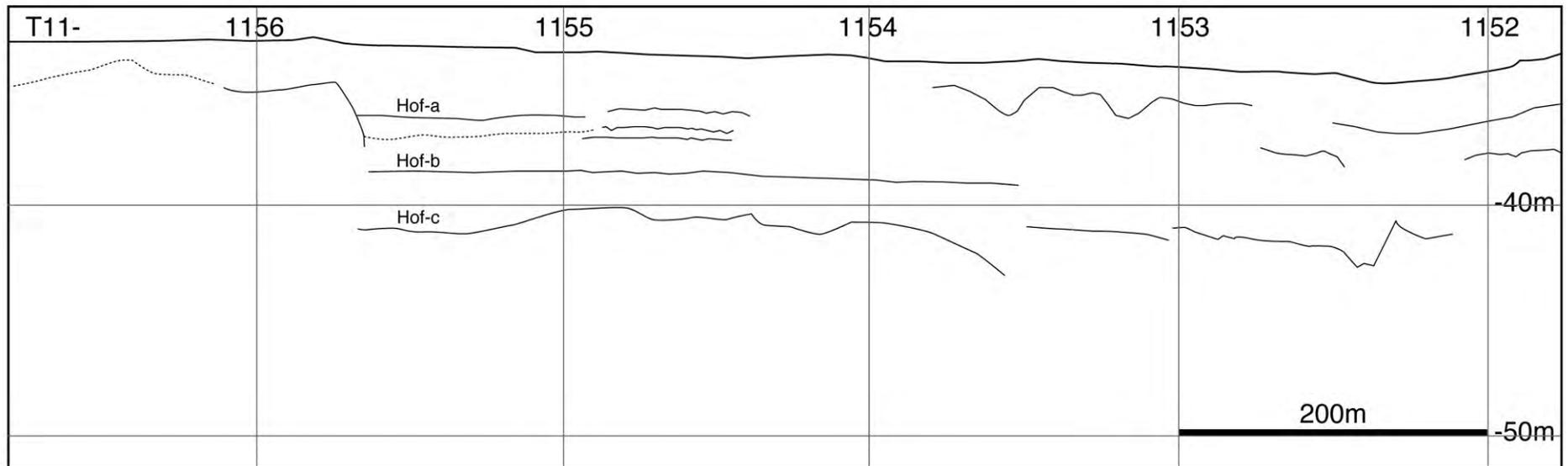
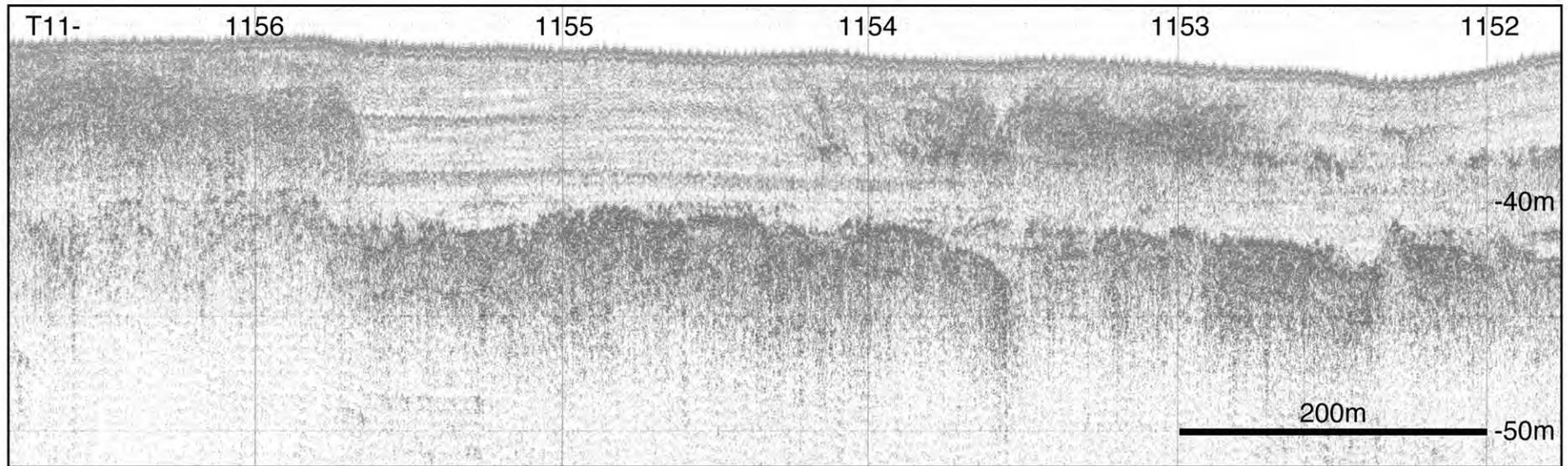


図 13. 防府市沖の断層反射断面（ソノプロープ）及び解釈図

下の図において、黒線は反射断面から読み取った反射面を、赤線は断層を示す。左側が南西方向。

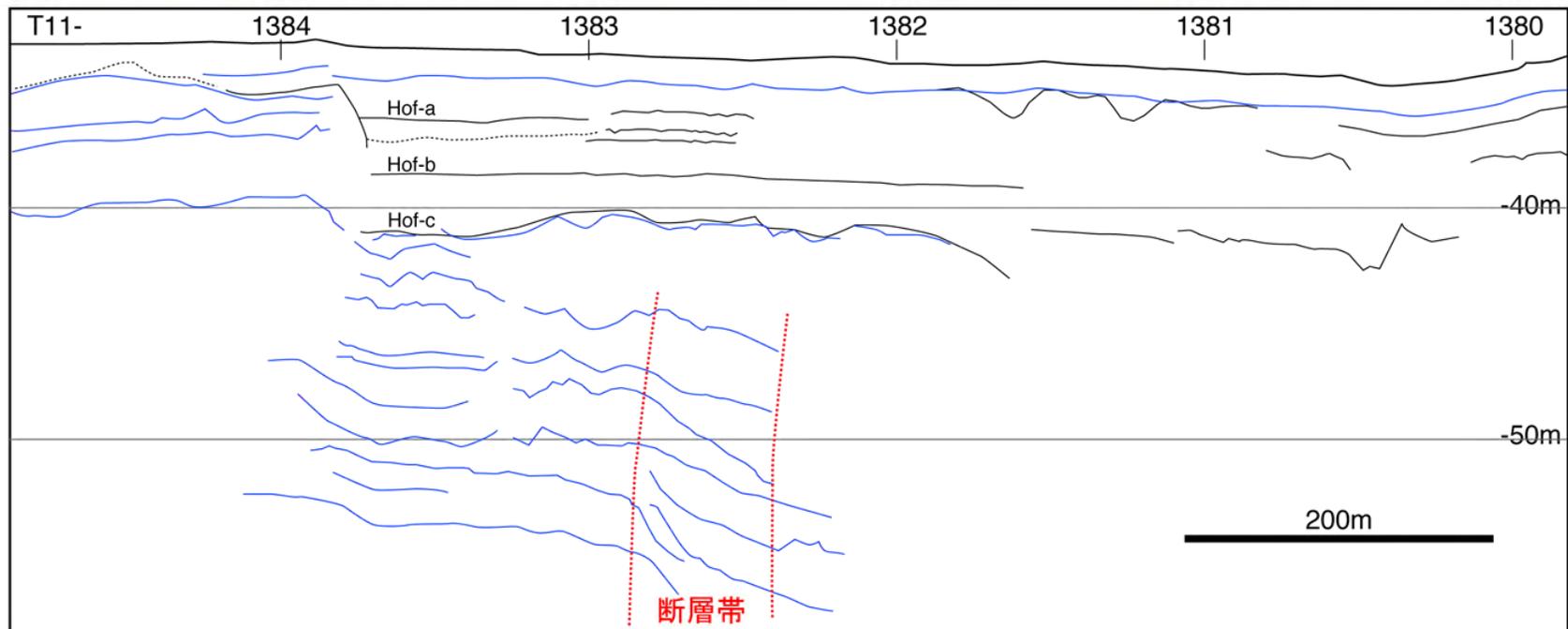
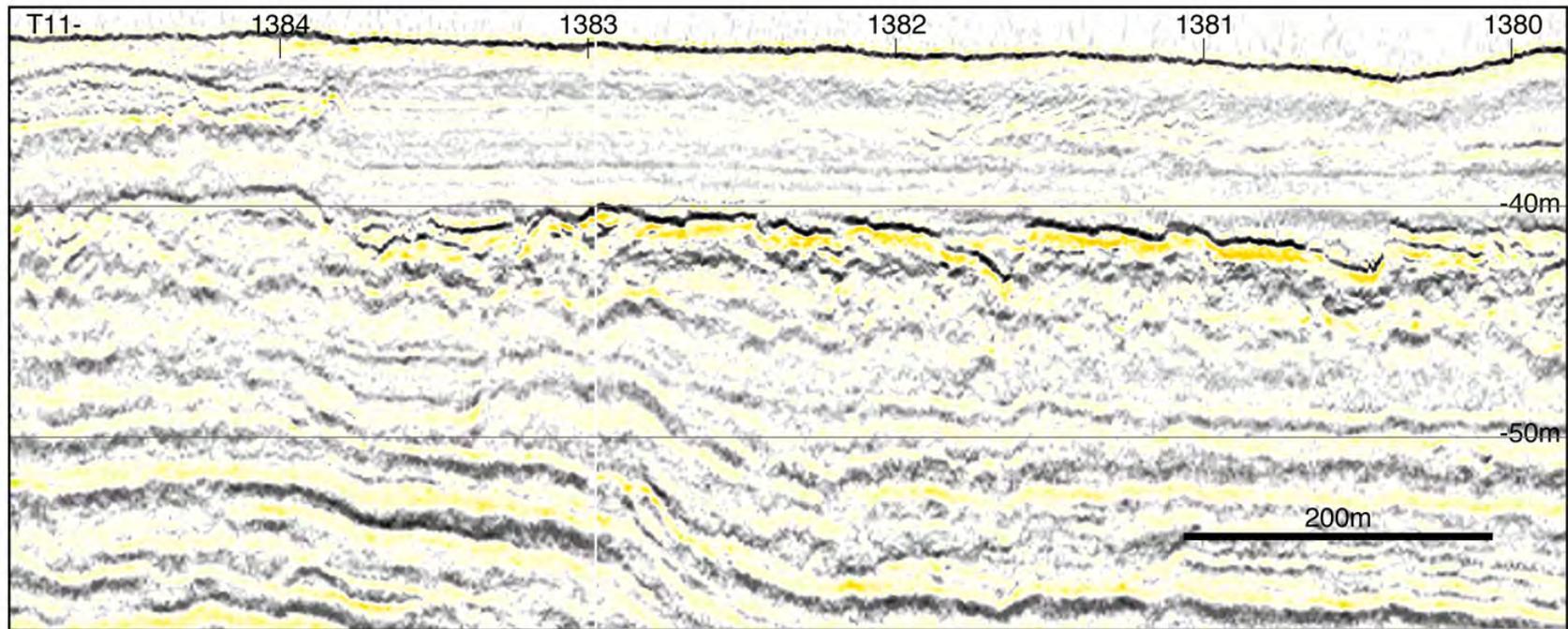


図 14. 防府市沖の断層反射断面（ブーマー）及び解釈図

下の図において、黒線は図 11 と同じ。青線及び赤で示した断層線は上図の反射断面から新たに読み取った反射面及び断層帯を示す。左側が南西方向。

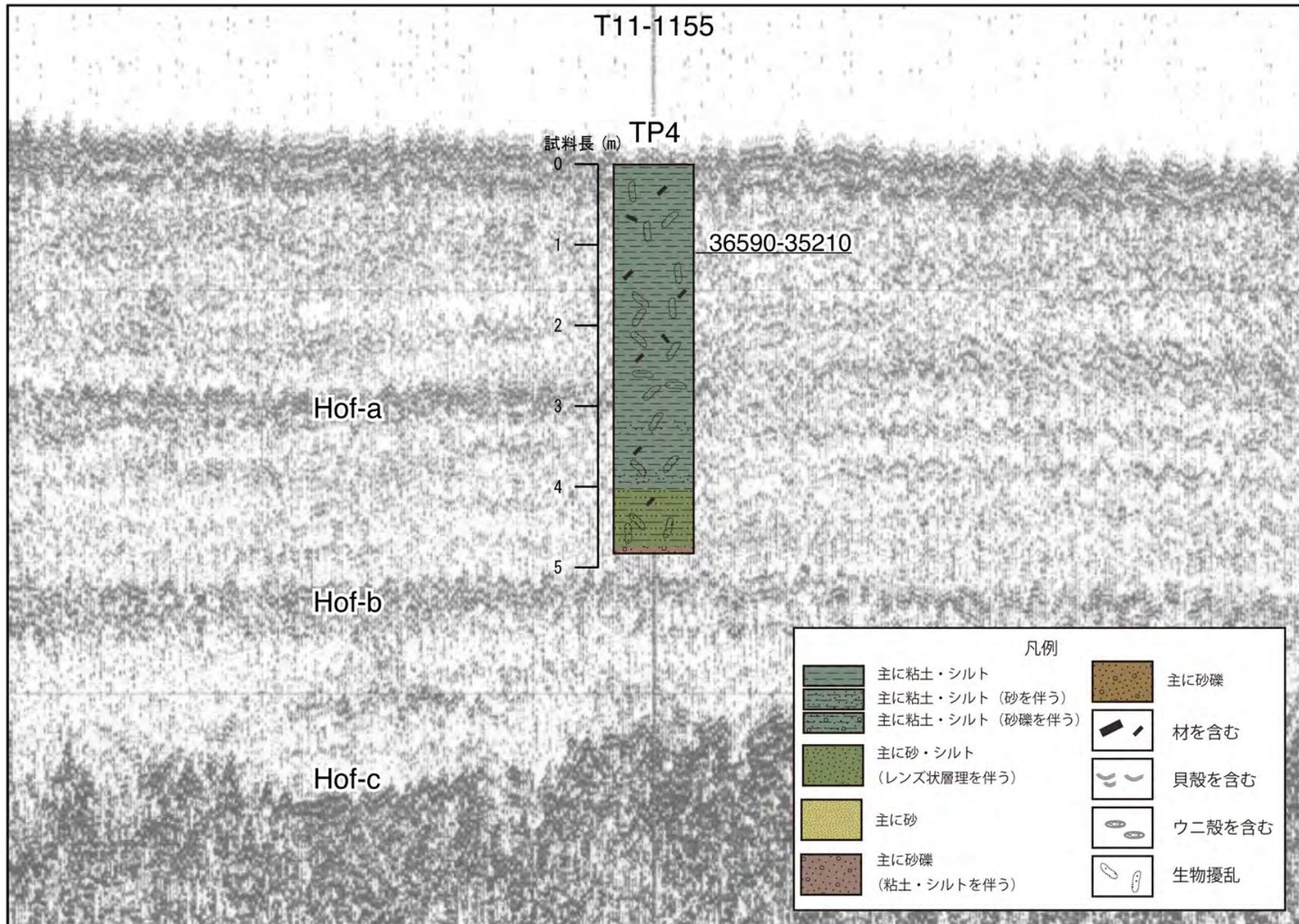


図 15. 防府市沖の断層反射断面とコア柱状図 (TP4) との対比

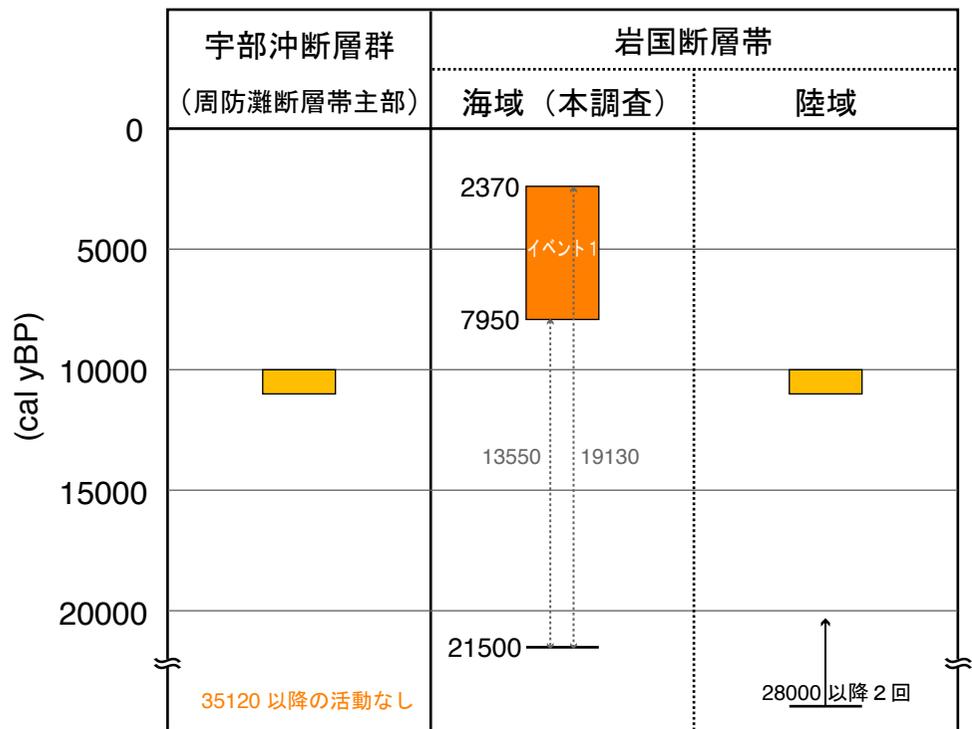


図 16. 岩国断層帯及び宇部沖断層群のイベントダイアグラム