

西山断層帯海域延長部における断層分布と活動性について

Fault distribution and activity in the offshore extension of the Nishiyama fault system, western Japan

阿部信太郎¹・荒井良祐²・岡村行信³

Shintaro Abe¹, Ryoyu Arai² and Yukinobu Okamura³

¹ 地震予知総合研究振興会 (Association for the Development of Earthquake Prediction, shintaro@8f.adepr.or.jp)

² 川崎地質株式会社 (Kawasaki Geological Engineering Co. Ltd.)

³ 活断層・地震研究センター (AIST, GSJ, Active Fault and Earthquake Research Center)

Abstract: We performed active fault investigations in the offshore extension of the Nishiyama fault system to clarify the five following matters about the active fault based on those results: (1) Fault continuity of the land and the sea. (2) The length of the active fault. (3) The division of the segment. (4) Activity characteristics. We carried out a digital single channel seismic reflection survey in the whole area of the active fault. In addition, a high-resolution multichannel seismic reflection survey was carried out to recognize the detailed structure of a shallow stratum. Furthermore, the sampling with the vibrocoring to get information of the sedimentation age was carried out. The reflection profile was extremely clear. The characteristics of the lateral fault such as flower structure, the dispersion of the active fault were recognized. In addition, from an analysis of the age of the stratum, it was recognized that the thickness of the sediment was extremely thin in the Holocene epoch on the continental shelf in this sea area. The reflection profiles to show the existence of the active fault were acquired in the sea between Oshima and Kyushu. From the present study and existing results of topographical researches in Oshima, the Nishiyama fault can be regarded as a continuous series of structure to Oshima. Around Oshima, the Nishiyama fault changes the direction 20 degrees counterclockwise. Therefore, this area can be regarded as one of the segment boundaries. Along the Oshima offing active fault, both the upheaval sense and a width of the fault distribution change at about 20km northwest from Oshima. Therefore, we infer that the Oshima offing active fault can be divided into two segments based on the distribution form and geologic structure of the fault.

キーワード: 西山断層, 海域, 活断層, 反射法地震探査, セグメント

Keywords: the Nishiyama fault, sea area, active fault, seismic reflection survey, segment

1. はじめに

これまで地震調査研究推進本部は、主として陸域に存在する110の主要活断層帯を対象として調査を実施し、その成果に基づき活断層で発生する地震の長期評価や強震動評価を公表してきた。一方、近年、日本の沿岸海域においては、2005年福岡県西方沖の地震、2007年新潟県中越沖地震など、被害を伴う地震が発生している。前述した110の活断層帯の中にも、地質構造としては海域部まで連続しているにもかかわらず、その部分における断層の分布、性状、活動性が明確になっていないものがある。このような活断層帯においては、陸域部と海域部が一体となって活動した場合、これまで想定されている地震規模よりも大きな地震が発生し、深刻な被害が生じる可能性もある。以上のような点を踏まえ、本研究においては、文部科学省委託「沿岸海域における活断層調査」の一環として、西山断層帯海域延長部にお

ける断層の分布、性状、活動性を明らかにすることを目的として海底活断層調査を実施した。

調査海域周辺の陸域には、古生代の変成岩類や白亜紀前期とされる関門層群が分布し、それらに貫入する白亜紀後期の花崗岩類を主とする深成岩類が志賀島、玄界島、糸島半島、唐津湾西岸に露出する。これらの基盤岩を覆う始新統(宗像層群、大辻層群)が遠賀川から福岡市にかけて、漸新統から新第三系中新統は、遠賀川の東側沿岸部に芦屋層群、および福岡市姪浜付近に姪浜層群が分布する。第四紀の堆積層は福岡平野に分布する沖積層の下位に広く分布することが知られている(唐木田ほか, 1994)。

西山断層帯は、福岡県飯塚市から宗像市にかけて、北西-南東方向に連続する左横ずれ断層帯で、新編日本の活断層(活断層研究会編, 1991)では数条の断層およびリニアメントから構成されるとしている。分布の南東端付近では、横ずれ成分が500m程度、

上下成分が最大 10 m 程度で北東落ちを示す断層およびリニアメントからなる。分布の中央部から北西部では、確実度 I の活断層とされ、横ずれ成分が 700 m 程度、上下成分が 300 m とされている（活断層研究会 編, 1991）。また、南東部との間には垂直変位が南東側落ちを示す区間があり、最大 15 m の低断層崖が形成されている。宗像市西方に当たる分布の北西部では、直線状の山麓線からなるリニアメントが西山断層の北側に分岐するように示されており、その北側に左横ずれを示すリニアメントが認められる。断層の長さは、リニアメント部分を含む断層系全体で約 29 km である。

九州の活構造（九州活構造研究会 編, 1989）でも「新編 日本の活断層」とほぼ同様の表記がなされているが、「新編 日本の活断層」で分岐するように図示されているリニアメント 3a と 3d が連続したリニアメントとして表記されている。

平成 7 年（1995 年）に地震関係基礎調査交付金により福岡県が実施した調査では、高角で北東側が低下する左横ずれ断層とされ、断層の長さは陸上部のみで約 29 km とし、セグメント区分はされていない。最新活動時期は 10,000～2,100yB.P.、活動間隔は 60,000～230,000 年で、新編 日本の活断層による基準に従って、活動度は C 級以下と推定されている。さらに、この福岡県が実施した調査成果を基に地震調査研究推進本部地震調査委員会は、西山断層帯の長さを 31 km、最新活動時期を約 12,000 年前以後 2,000 年前以前、平均活動間隔は不明、としている。

これらの文献および既存資料では、海岸線のごく近傍までの分布は考慮されているが、海域への連続性については記述していない。

岩渕（1996）は大島沖に海底活断層の存在を報告しているものの、その断層の正確な走向や長さははっきりしない。また、谷口ほか（2008）は西山断層の北西延長上に位置する大島に北西-南東方向に伸びる左ずれを示すリニアメントを報告しており、西山断層の延長の可能性を指摘している。

2. 調査手法および結果

谷口ほか（2008）は、西山断層帯の海域延長上に位置する大島で北西-南東方向に連続して左ずれを示すリニアメントを報告している。このリニアメントが西山断層と連続する可能性を調査するために、九州本土と大島の間（倉良瀬戸）において、ウォーターガン音を音源としたシングルチャンネル音波探査とブーマーを音源とした高分解能マルチチャンネル音波探査を実施した。さらに大島沿岸部においてマルチビーム測深による精密海底地形調査を実施した。

また、大島北西沖で報告されている断層（岩渕, 1996）と西山断層帯の関係を明らかにし、西山断層帯海域延長部の断層の長さを確認するために、大島

沖でウォーターガンを音源としたシングルチャンネル音波探査とブーマーを音源とした高分解能マルチチャンネル音波探査を実施した。さらに断層の活動時期を明らかにするため、これらの音波探査断面に基づいて底質採取地点を決定し、パイプロコアラを用いて柱状採泥を実施した。

これらの調査位置図を第 1 図に示す。音波探査は船上記録で断層の有無などの地質構造を確認しつつ実施し、必要に応じて補足のための測線を追加した。その結果、想定していたよりも沖（北西側）まで断層の存在が確認されたため、当初の予定よりも調査海域を拡大して、大島から約 35 km 沖合まで調査を実施した。最終的に実施した調査項目と数量を第 1 表にまとめて示す。

音波探査実施海域よりも沖合いにおいては旧地質調査所（現：産業技術総合研究所）が 1985 年に実施した、エアガンを音源としたシングルチャンネル音波探査記録を再処理して断層構造を検討した。

2.1 音波探査

(1) 音波探査の手法

音波探査は断層の有無、長さ、累積変位、および最終活動時期を確認する目的で実施した。本調査では、断層のやや深部の構造（海底面から 300 m 程度までの深さ）と累積変位量を確認するためにウォーターガンを音源とするシングルチャンネル音波探査を、断層浅部の構造を分解能良く捉えて累積変位や最終活動時期を確認するために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を実施した。

調査では断層に直交する NE-SW 方向に主たる探査測線を設定し、それらの探査測線間の反射記録を対比するための NW-SE 方向の測線も実施した（第 1 図）。

シングルチャンネル音波探査では Sercel 社製のウォーターガン（S-15）とシングルチャンネルのハイドロフォンを、高分解能マルチチャンネル音波探査では Applied Acoustic Engineering 社製の Boomer System 探査装置と 12 チャンネルのストリーマーを、調査船の船尾から曳航して計画測線上を航行しながら測定した。探査データは船上モニターでデータの質と、断層の有無などの地質状況を確認しつつデジタル記録を取得した。

音波探査に際して、調査船の船位測定はディファレンシャル GPS（DGPS）を用いた。補正データは海上保安庁交通部で沿岸から 200 km の範囲をカバーできるようにラジオビーコンにより発信されているものを使用した。

1 秒毎に記録させた船位データを用いて、調査船の進行方向ならびに GPS アンテナと受発振器の距離を考慮して音波探査における反射点位置を決定した。

(2) 音波探査の結果

本探査では、シングルチャンネル音波探査で海底面下およそ 300 m までの反射記録、ブーマーによる高分解能マルチチャンネル音波探査で海底面下およそ 50 m までの反射記録が得られた。なお、地層の厚さや深度の推定は、水中および堆積物中での音波速度を 1500 m/s と仮定したが、本海域に分布する B 層以下の地層中の音波速度はそれよりかなり速い可能性が高い。

シングルチャンネル音波探査は沿岸部から約 45 km 沖までの範囲で北東-南西方向の測線を 2~4 km 間隔で (第 1 図)、ブーマーによる高分解能マルチチャンネル音波探査は沿岸部から約 30 km 沖までの範囲で同じく北東-南西方向の測線を約 2 km 間隔で沿岸部から約 30 km 沖までの範囲で調査を実施し、探査測線の総延長はそれぞれ約 200 km と 90 km である (第 1 図)。音波探査の結果に基づいて作成した海底地質構造図を第 2 図に示す。また、代表的な反射記録と地質解釈を第 3 図~第 13 図に示す。

1) 層序区分

調査海域で得られた音波探査断面の音響層序は、周辺陸域の地質分布、内部構造、層序関係に基づいて上位から順に A, B1, B2, B3, C1, C2, D1, D2, E の 9 層に区分した。

A 層~C2 層は主としてブーマーによる高分解能マルチチャンネル音波探査による反射断面で地層の特徴が捉えられている。D1 層以下の地層は分布深度や音源のエネルギーなどの関係で、ウォーターガンによるシングルチャンネル音波探査による反射断面によって地層の特徴が認識される。各層の特徴は以下の通り。

- A 層：調査範囲の最上位層で、層厚が 10 m 以下と薄く、下位層とは不整合関係にある。堆積構造が把握できたところでは水平ないしは緩く傾斜した内部構造を示す。
- B1 層：内部反射面が水平から緩く傾斜する堆積層である。局所的な不整合面が認められ、不整合による凹地状の地形を埋めた所には傾斜した内部反射面が認められることがある。
- B2 層：乱れた内部反射面がみられる堆積層で、下位層にオンラップして堆積している。
- B3 層：連続性が良く地層境界面にほぼ水平な内部反射面が認められる堆積層である。本調査海域では層厚が厚いところで 100 m に達する。
- C1 層：内部反射面の振幅が大きく連続性が良い堆積層である。
- C2 層：内部反射面の連続性が良い堆積層である。内部反射面の振幅が大きい。
- D1 層：地層境界にほぼ平行な内部反射面を示す

堆積層である。本層が確認される場所では、振幅の大きい内部反射面が認められる。

D2 層：本層が認められる場所では、あまり連続性のよくない内部反射面が認められる。

E 層：本層の上面には凹凸が認められ、振幅が大きい。本調査で認められる最下層である。

2) 年代

上記の音響学的層序を、沿岸の海の基本図「白島」(海上保安庁, 1983), 「角島」(海上保安庁, 1985), および西村ほか (1995) の層序に対比し、年代の推定を行った。

山口県西部から福岡県北部日本海沿岸の陸域には下位から順に関門層群 (下部白亜系), 阿武層群 (上部白亜系), 宗像層群, 大辻層群 (始新統), 芦屋層群, 姪浜層群 (漸新統, 中新統), 油谷湾層群 (中新統), 第三紀~第四紀の火山岩類が分布している (西村ほか, 1995)。これら沿岸部に分布が認められる各地質の分布域と音波探査記録で区分された各地層の分布域とを比較して、E 層を白亜系, D1 層を古第三系, C2 層を中新統にそれぞれ対比した。また、海上保安庁 (1983, 1985) による更新統の分布域から、B1~B3 層を更新統に対比した。山口県から福岡県にかけての日本海沿岸陸域には更新統の分布が非常に乏しいが、島根県の日本海沿岸には鮮新統~下部更新統の都野津層が分布し、山口県西部日本海側には小規模ながら上部更新統が分布している (大西, 1988)。都野津層は沿岸部に分布していることから海域にも連続していると考え、B3 層に対比する。また、山口県西部日本海側に小規模に分布している上部更新統を、完新統に不整合に覆われる B1 層に対比する。

しかしながら、上記の地層についての年代の証拠は乏しい。A 層は顕著な侵食面を不整合に覆うことから最終氷期以降の堆積物と推定されるが、柱状堆積物は A 層の最上部で最終氷期以前の年代を示すことが多く、後期更新世の海水準低下期の不整合面である可能性も否定できない。また、海上保安庁 (1983, 1985) の年代も、海域で実際に年代試料が得られているわけではないので、信頼性は必ずしも高くない。

3) 地質構造

九州本土と大島の間 (倉良瀬戸) で実施した、NB13 測線では顕著な侵食面を覆う地層中に潮流によって形成されたと考えられる不整合で境されたいくつかの堆積体が認められる。これらの年代については十分な証拠が得られていないが、顕著な侵食面の水深が 35~40 m 程度であることから、その年代を最終氷期とした。同測線のショットポイント (sp) 450~800 の間に、侵食面が、中央が落ち込むような形状が観察され、断層変形である可能性は否定できない (第 3 図)。

NB12 測線でも、顕著な侵食面を最終氷期に対比

できると推定した。侵食面上にはいくつかの段差状の形状が認められる。これらは侵食作用によって形成された可能性もあるが、断層変形の可能性も否定できないことから、断層とした解釈を示す（第4図）。多重反射が重なるため、侵食面より下の地質構造は明瞭には把握できない。本断層が確認された地理的位置は、大島で報告されたリニアメントの南方延長部にあたる。また、NS22 測線にも断層を示唆する構造が確認される。

以上の様に、倉良瀬戸においては明瞭な反射断面が得られず、その解釈には問題が残るものの、西山断層帯と大島のリニアメントの間に断層の存在が示唆され、その一部は後期更新世以降の活動が疑われる。

大島北西方では、NS12 測線及びNB15 測線には、3本の断層が認められる（第5図、第6図）。NS12 測線では、sp1300 付近に認められる断層の北東側が大きく隆起している。その南西側にはsp1800 付近の断層との間が緩やかな高まりになっている。それらの構造ではB層の傾斜が下位に向かって顕著に増加することから、その堆積中に隆起したと考えられる。そのすぐ北西側のNB15 測線では、sp450、610 付近に断層が認められ、B2層上部まで変形が達している。sp1220 付近の断層はA層基底に北東落ちの変位・変形を与えている。これらの断面に観察されるのこぎり状の海底面は、海流によって形成された砂丘状の堆積体であると推定される。このような堆積体が形成されるため、断層変位が海底まで及んでいるのかどうか判断できない。

NB9 測線では4本の断層が認められ（第7図）、断層にはさまれたsp1330~1520では背斜構造状の変形がB1層以下に認められる。背斜構造の北東側では、海底が緩やかに傾斜しており、海底面にまで断層運動による変形が及んでいると推定される。

NS9 測線ではsp1680 付近に断層が認められ、その北東側が大きく隆起している（第8図）。この変形はB2層以下の地層に認められるものの、それより上位層の変形の有無については、層厚が薄いため不明である。海底面もほぼ平坦で、変形が及んでいるように見えない。

NB7 測線ではsp2300~2500に2本の北東側落ちの断層とsp1300~1500に南西側落ちの2本の断層が認められ、それらの間が相対的に落ち込んでいる（第9図）。また、sp1300~1500の断層はA層基底に、それ以外の断層はB1層以下の地層に変位・変形を与えている。南西側落ちの断層は北東側落ちの断層に比べて見かけの垂直変位量が大きく、南西側落ちの断層を境として北東側が大きく上昇している。海底面には断層活動を示唆する変形は認められない。

NS4 測線ではsp1520 付近に北東側落ちの断層、sp1000~1200に南西側落ちの2本の断層が確認される（第10図）。これらの断層のうち一番北東側に位

置する（sp1050 付近）断層が最も見かけの垂直変位量が大きく、B1層以下の地層に変位・変形が認められるが、海底面には変形は認められない。この断面でも北東側の断層の北東側が大きく隆起している。

NB1 測線ではsp1900~2000 付近のC2層~D1層と、sp1200~1600 付近のB3層以下の地層にも撓曲構造が認められ、撓曲帯の上面は侵食平坦面となっている（第11図）。その侵食面にB2層およびB1層がオンラップして覆っているが、侵食面とそれを覆う地層に断層活動による変形は認められない。

NS25 測線ではsp500 付近に断層が認められる（第12図）。断層付近で落ち込み、その両側の幅の狭い部分で地層が褶曲している。本断層はC1層までは変形が認められるが、それ以上の地層の変形の有無は判断できない。少なくとも海底には変形は認められない。sp2160 付近には北東側落ちの断層がありB2層基底面に変形を与えているが、B2層上面には断層変形が確認されない。

NS29 測線ではsp2900~3400に3本の断層と、sp770、1430 付近にそれぞれ断層が確認される。これらの断層はB2層以下の地層に変位・変形が認められるが、それ以上の地層は薄いため変形は確認できない（第13図）。海底には断層活動に伴う変形は認められない。

2.2 精密地形調査

大島で指摘されたリニアメント（谷口ほか、2008）が、九州陸域の西山断層帯に連続するかどうかを確認するため、大島の南東側海域において、断層変位地形の存否を確認する目的で精密地形調査を実施した（第1図）。

(1) 精密地形調査の手法

精密地形調査はReson社のマルチビーム測深機SEABAT8101を使用して実施した。測深データと同時に波浪などの影響による送受波器の動揺を測定し、測定水深値の補正を行なった。測量中はモニターによって監視し、調査範囲内に測量漏れがないようにした。

取得データに潮汐等の補正を行い2mグリッドの水深格子データを作成して、水深が0.5m間隔の等深線図を作成した（第14図）。

(2) 精密地形調査の結果

精密地形調査を実施した場所は、谷口ほか（2008）が報告した大島のリニアメントの南方延長部で、九州との海峡部にあたる。

大島沿岸からおよそ1.5kmまでは傾斜が1.6°より小さく、その南側には傾斜が1.9~3°のややきつい傾斜の斜面が分布する。この斜面の南側には海釜が認められ、その中に精密地形調査範囲での最深部が位置し、水深はおよそ34mである。海釜は調査範囲

中央部でその伸長方向が北東—南西方向から北北東—南南西方向へと変わる。海釜の北西側では、海釜の伸長方向が変化する位置と相まって等水深線が南に張り出している。

調査範囲には、主に潮流によって形成されたと考えられる堆積体や侵食地形が発達し、明瞭な変動地形は認められなかった。

2.3 底質採取調査

音波探査記録で認められる表層部の地層形成年代を確認するために、堆積物を採取し、年代測定を実施した。

(1) 底質採取調査の手法

本調査海域の海底堆積物は砂質であることが予想されたため、泥質堆積物採取に有効なピストンコアは用いず、バイプロコアラを使用した。音波探査記録の検討によって選定した採取地点に調査船を定点維持させて底質採取を実施した。

採泥器を海中に投入してから回収するまでの作業中は、船位データを1秒毎に記録しており、採泥器の着底位置と離底位置の間を採泥地点の位置とした。

(2) 底質採取調査の結果

西山断層帯では6地点で底質採取を行なった(第15図)。全体的に多量の貝殻片を含む粗粒堆積物が主体であった。以下に各地点で採取されたコアの特徴を述べる。

1) NY1

本採泥点はNB1測線のsp1950付近(水深は68m)で、C2層をB2層が不整合で覆っているところである(第15図、第16図)。本地点での堆積物採取長は264cmで、砂を主体とした粗粒堆積物である(第20図)。上端から168cmより上位では黄灰色、それより下位では灰色を呈し、色調が大きく変わる。上端から86cmのところから採取した合弁の2枚貝(現地棲ではない)を用いて測定した ^{14}C 年代値は $10,840\pm 60\text{yBP}$ である(第2表)。

2) NY3-2

本採泥点はNB7測線のsp1080付近で、水深は58m、採取長は305cmである(第15図、第17図)。上端から207cmまでは粗粒砂から小礫、207cm～285cmではシルト～粘土質の堆積物である(第20図)。上端から114cmのところから採取した貝殻片、222cmのところから採取した有機質土を用いて測定した ^{14}C 年代値はそれぞれ $8,330\pm 60\text{yBP}$ 、 $> 43,500\text{yBP}$ である(第2表)。

3) NY5-2

本採泥点はNB7測線のsp1450付近で(第15図、第17図)、水深は57m、堆積物採取長は212cmで全体が粗粒砂であるが、175cm～203cmは細粒砂主体の地層が挟まっている(第20図)。上端から200cmのところから採取した植物片を用いて測定した ^{14}C 年代値は $18,580\pm 100\text{yBP}$ である(第2表)。

4) NY6-6

本採泥点はNB9測線のsp960付近である(第15図、第18図)。水深は58m、堆積物採取長は343cmで全体として中粒～粗粒砂で貝殻片を含んでいる(第20図)。上端から226cm、336cmのところから採取した貝殻片及び、344cmのところから採取した炭化植物片を用いて測定した ^{14}C 年代値はそれぞれ $> 43,500\text{yBP}$ 、 $> 43,500\text{yBP}$ 、 $32,900\pm 260\text{yBP}$ である(第2表)。

5) NY7-5

本採泥点はNB9測線のsp1210付近である(第15図、第19図)。水深は59m、堆積物採取長は360cmで中粒砂～粗粒砂主体である(第20図)。上端から113cmのところから採取した貝殻片及び、227cmのところから採取した植物片を用いて測定した ^{14}C 年代値はそれぞれ $8,580\pm 60\text{yBP}$ 、 $> 43,500\text{yBP}$ である(第2表)。

6) NY8

本採泥点はNB9測線のsp1540付近である(第15図、第19図)。水深は57m、堆積物採取長は389cmである。105cm～174cmにシルト層を狭在する(第20図)。上端から205cmのところから採取した木片及び、366cmのところから採取した貝殻片を用いて測定した ^{14}C 年代値は共に $> 43,500\text{yBP}$ である(第2表)。

放射性同位体年代測定に供した試料は、貝殻片や植物片などの異地性のものと考えられるため、測定年代値は堆積した年代値の下限を示す値であると考えられる。NY6-6から採取した試料の ^{14}C 年代値に逆転が認められるが(第20図)、再堆積した試料を測定していることを考えると、最下部で最も新しい年代値を示す試料NY6-6-344の $32,900\pm 260\text{yB.P.}$ が、本柱状採泥サンプル(NY6-6)における堆積年代の下限を与える値である可能性がある。

本調査海域で得られた5試料にほぼ共通して認められる特徴は、海底表層の1～2mに貝殻片を含む粗粒堆積物が分布し、その下位に植物片を含む細粒砂やシルト層が分布することである。植物片の多くは最終氷期以前の年代を示し、それらの堆積物が海水準低下期に陸上に露出していた時期の陸上の堆積物である可能性が高い。それを覆う粗粒砂は、その後

の海進期の堆積物と考えられる。従って、調査海域の大部分では、最終氷期以降の海進期に1~2m程度の厚さの堆積物がたまった後、ほぼ無堆積の状態にあったと推定されることから、音波探査と柱状堆積物とを用いて断層の活動履歴を解明することは困難である。

3. 考察およびまとめ

以上の結果に基づき、本断層帯の断層形状および過去の活動について考察を加え、まとめとする。

3.1 西山断層帯海域延長部の断層形状

大島と九州との間の倉良瀬戸で実施した精密海底地形調査では、変動地形らしい形状は認められなかった。一方海峡部で得られた音波探査断面には、音響基盤の分布深度が浅いため明瞭に断層は捉えられてはいないが、最終氷期の侵食面と考えられる面に断層変形と推定される構造が見つかった。断層の連続性も部分的にしか明らかになっていないが(Fn10断層)、大島で報告されているリニアメント(谷口ほか, 2008)と西山断層帯を結ぶような活断層が存在する可能性は考えられる。

大島北西方海域には、幅数kmの範囲に複数の断層が分布する断層帯が約60km以上連続して認められる。この断層帯は十数本の断層と、連続性が確認されない多数の断層から構成され、全体として北西-南東方向に連続する(第21図)。断層は高角で、南西側落ちと北西側落ちの両方が認められる。NB1より陸側では断層帯の内側は沈降帯、北東側に隆起帯を伴うことが多い。しかしながら、断層周辺の地質構造は断面毎に変化が大きく、断層の連続性も必ずしも良くない。一方、NS25測線より北西では、断層が分布する幅が広くなり、南西側が隆起している。GH85402b2測線より北西ではフラワーストラクチャーが認識されず、九州本土から約75km北西のGH85203a1測線には断層に伴う変形構造が認められない。

西山断層帯海域延長部の断層帯については、NB1を境界として、その陸側(南東側)のセグメントAとその沖側(北西側)のセグメントBの2つのセグメントに区分した(第21図)。また、大島は陸上の西山断層の延長上に位置することから、大島の北西沖を陸域部と海域部のセグメント境界とした。この境界では断層の方向が約20度反時計回りに回転している。海域の南東部は約20kmの長さを持つ。北西部は断層が断続的に認められるが、断層の連続性が不明なため、西山断層帯海域延長部に属するものか否かについては更なる検討を要する。また、海底に明瞭な変形は認められない。

3.2 西山断層帯海域延長部の過去の活動

(1) 活動時期

本調査で倉良瀬戸に認められる断層(Fn10)はA層基底に変形を与えているようにみえることから、最終氷期以降に活動したと判断した。大島北西方ではNB4測線で確認されるFn5断層より南東側では、ほぼ連続的にA層に変位・変形が確認され、Fn3断層ではNB8測線やNB9測線で、Fn7断層ではNB6測線で海底まで変位変形が及んでいる(第21図)。これらのことから海域延長部の南東側セグメント(セグメントA)は最終氷期の最大海退期以降に活動があったと考えられる。この結果は地震調査研究推進本部地震調査委員会(2004)による西山断層帯の陸域における過去の活動時期(約1万2千年前以降、概ね2千年前以前)とも矛盾しない。

一方、海域延長部北西側セグメント(セグメントB)では、シングルチャンネル音波探査のみを実施したため、分布する断層について完新統の基底面における変位、変形は、いずれの断層についても記録の分解能という点で不明である。一方、断層直上の海底面においては、断層形状と調和的な顕著な変位は確認されない。これらの断層に完新世の活動があった場合、完新世の堆積物が薄いため海底の変位・変形が埋積され難いと考えられるが、海底での顕著な変位が確認されていないことから、少なくとも最終氷期以降、セグメントBは活動していないと考える。

しかしながら、このセグメントには高分解能の音波探査やマルチナロービーム測深による詳細な海底地形図がないことから、断層の活動時期についてこれ以上議論することはできない。

(2) 活動区間

本断層帯の南東側セグメントは最終氷期以降の活動が推定されるが、北西側セグメント(セグメントB)には最終氷期以降の活動は確認できない。そのため、2つのセグメントは活動時期が異なっている可能性が高い。

(3) 1回の変位量

本断層帯の1回の変位量に関する直接的資料は得られていない。本調査の音波探査記録からA層基底面に、南東側セグメント(セグメントA)に属する断層では最大2.3m(第22図)の高低差が確認された。A層堆積後の活動回数が不明のため1回の変位量は明らかでないものの、南東側セグメントで最大2.3mの見かけ垂直変位量がある可能性がある。

(4) 平均変位速度

本調査による音波探査記録の各地層における堆積年代値の直接的資料は得られていないが、周辺陸域の地質との対比から、A層を最終氷期の最大海退期以降の堆積物、B1層を上部更新統に対比している。

このことから、A層基底面の年代を1.8万年前、B1層基底面を12.6万年前として、本断層帯の平均変位速度を計算すると、南東側セグメントでは0.016～0.13 m/千年となり（第3表）、松田（1975）による活動度による分類ではB～C級の活断層となる。

謝辞 本研究を実施するにあたり、調査海域に隣接する自治体および漁業関係の方々には調査の趣旨を御理解いただき、多大なる御協力をいただきました。ここに記して感謝の意を表します。

文 献

岩渕 洋：1996，九州北岸，大島沖の海底活断層，地質学雑誌，102，271-274.
 地震調査研究推進本部地震調査委員会：2004，西山断層帯の長期評価について，http://www.jishin.go.jp/main/chousa/04dec_nishiyama/index.htm
 海上保安庁：1983，沿岸の海の基本図「白島」1：50,000.
 海上保安庁：1985，沿岸の海の基本図「角島」1：50,000.

唐木田芳文，富田宰臣，下山正一，千々和一豊：1994，福岡地域の地質，地域地質研究報告 5 万分の1地質図「福岡」，地質調査所.
 活断層研究会 編：1991，新編 日本の活断層一分布図と資料，東京大学出版会，439.
 九州活構造研究会 編：1989，九州の活構造，東京大学出版会，555.
 松田時彦：1975，活断層から発生する地震の規模と周期について，地震第2輯，28，269-283.
 大西郁夫：1988，中国地方の第四紀層，地質学論集，30，127-144.
 谷口 薫，中田 高，渡辺満久，鈴木康弘，堤 浩之，後藤秀昭，活断層位置・形状検討作業グループ：2008，活断層の長期評価の改良に向けた主要活断層帯の位置・形状に関する検討一北部九州地域一，日本地球惑星科学連合 2008 年大会予稿集，J237-002.
 西村祐二郎，今岡照喜，宇多村 譲，亀谷 敦 編：1995，新編山口県地質図 1:150,000，山口地学会。
 (受付：2010年8月26日，受理：2010年10月14日)

第1表. 西山断層帯海域延長部の調査項目および数量.
 Table 1. Survey items and volume in the offshore extension of the Nishiyama fault system.

調査項目	測線数 (採泥地点数)	距離 (km)
シングルチャンネル音波探査	29 測線	196km
高分解能マルチチャンネル音波探査	16 測線	90km
既存音波探査データの再処理	7 測線	188km
精密地形測量	1.8×3.3km	
柱状採泥	6 地点	

第2表. 西山断層帯海域延長部における年代測定結果.

Table 2. Dating results in the offshore extension of the Nishiyama fault system.

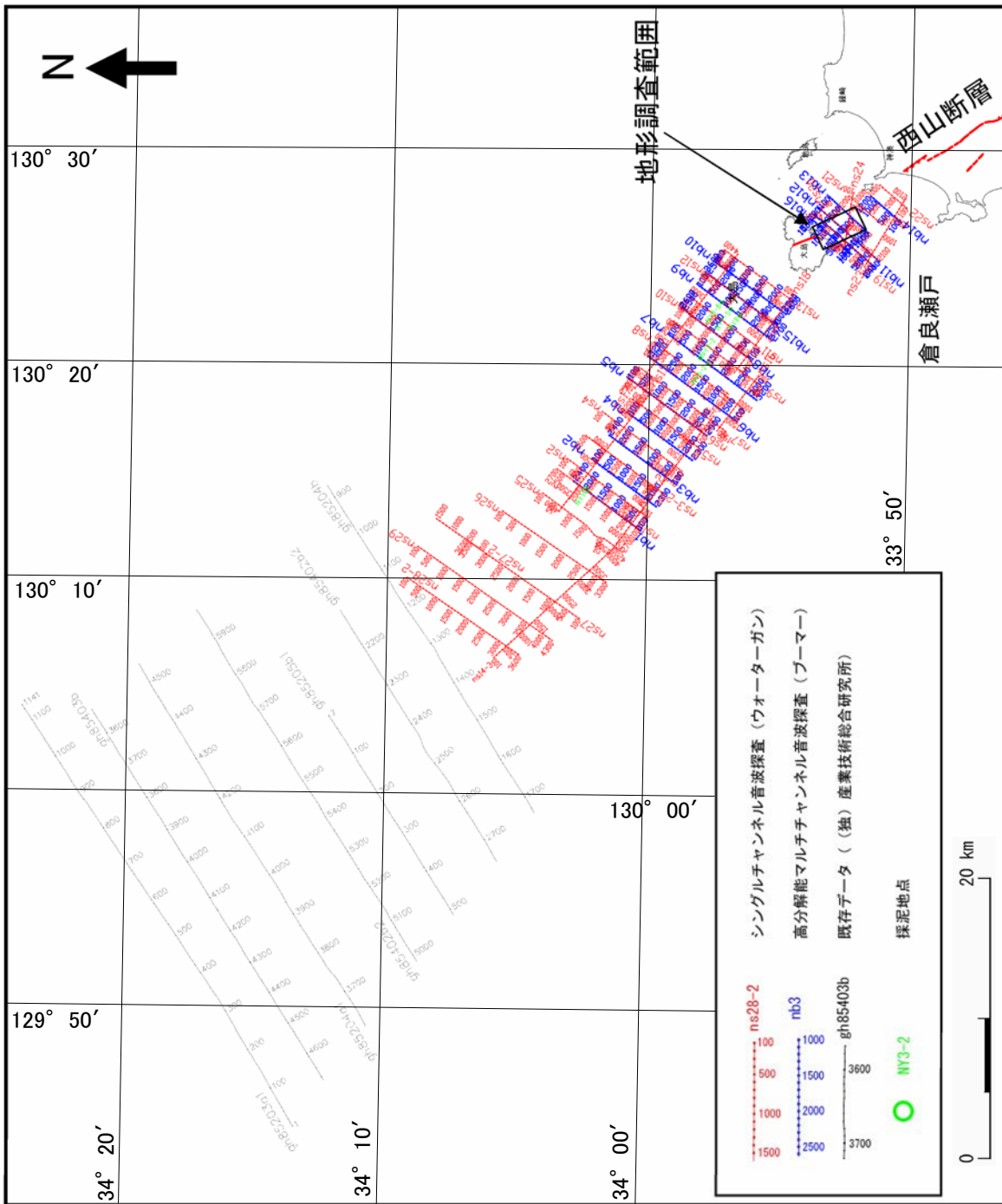
試料名	深度 (cm) (海底面下)	試料の種類	測定方法	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	^{14}C 年代* (yBP)	未補正 ^{14}C 年代 (yBP)
NY1-86	86	貝殻	AMS	-0.3	10,840±60	10,430±60
NY3-2-114	114	貝殻	AMS	+1.1	8,330±60	7,900±60
NY3-2-222	222	木片	AMS	-27.0	>43,500	NA
NY5-2-200	200	植物片	AMS	NA	18,580±100	NA
NY6-6-226	226	貝殻	AMS	+1.2	>43,500	NA
NY6-6-336	336	貝殻	AMS	+1.1	>43,500	NA
NY6-6-344	344	炭化物	AMS	-25.2	32,900±260	32,900±260
NY7-5-113	113	貝殻	AMS	+0.2	8,580±60	8,170±60
NY7-5-227	227	植物片	AMS	-28.3	>43,500	NA
NY8-205	205	植物片	AMS	-26.4	>43,500	NA
NY8-336	336	貝殻	AMS	+0.1	>43,500	NA

* 補正した暦年代

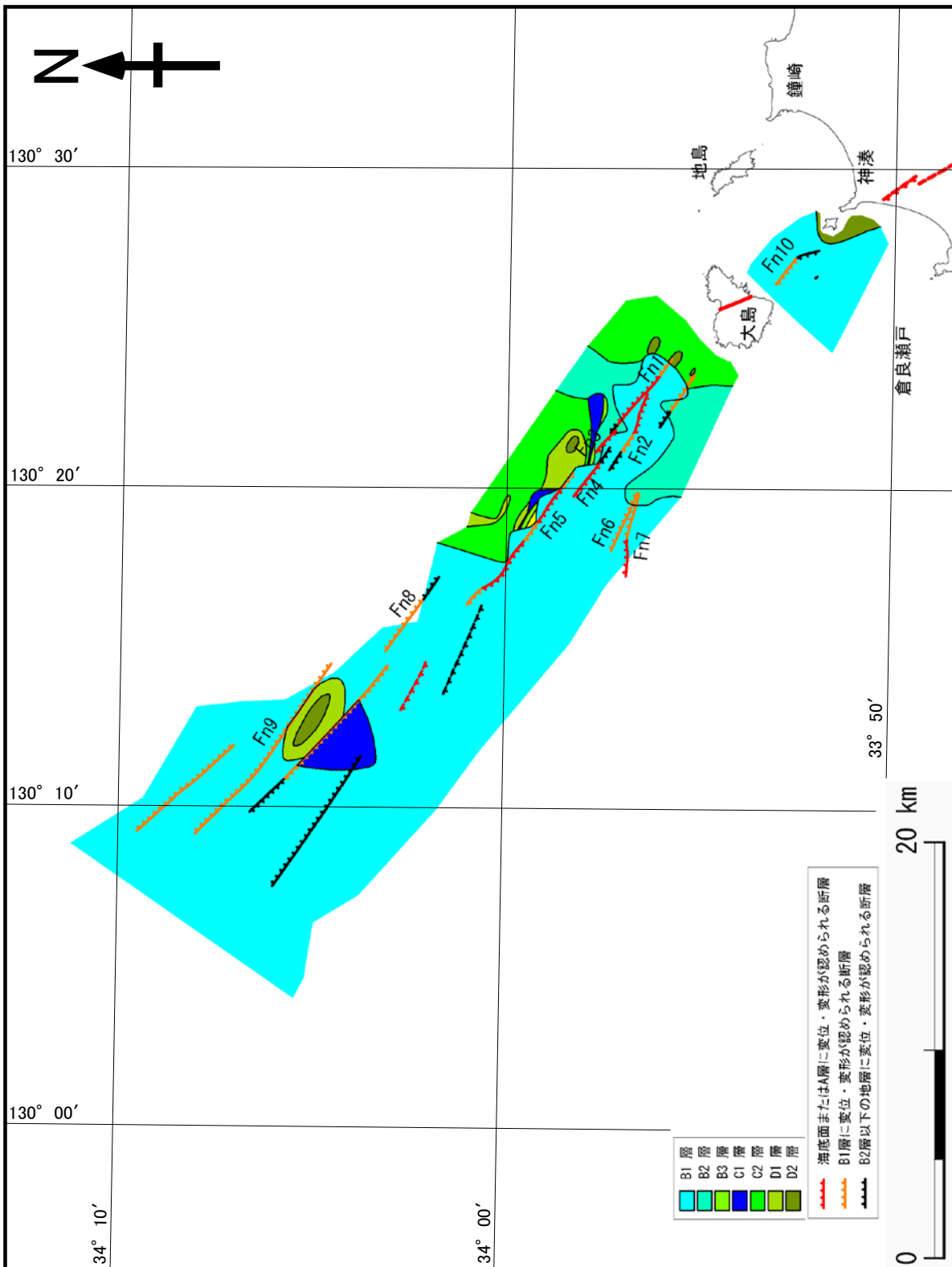
第3表. 西山断層帯海域延長部における平均変位速度.

Table 3. Mean slip velocity in the offshore extension of the Nishiyama fault system.

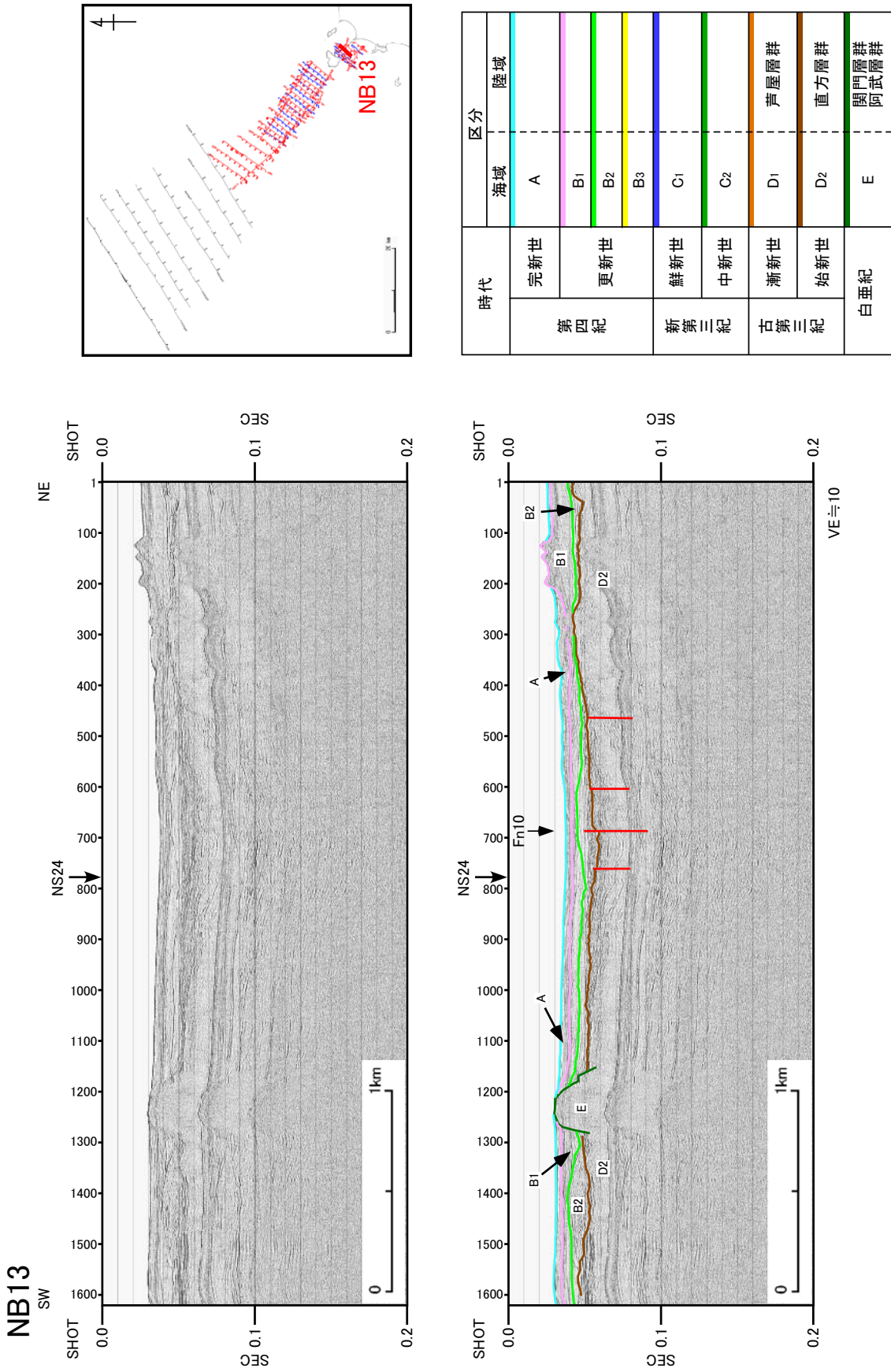
セグメント 区分	断層名 (使用した測線)	平均変位速度 (m/1000 年)	
		A 層基底	B1 層基底
セグメント A	Fn1 (NB15)	0.056	0.030
	Fn2 (NB9)	—	0.021
	Fn3 (NB8)	0.128	0.090
	Fn4 (NB7)	0.061	0.016
	Fn5 (NB6)	0.067	0.048
	Fn6 (NB7)	—	0.035
	Fn7 (NB6)	0.028	0.023



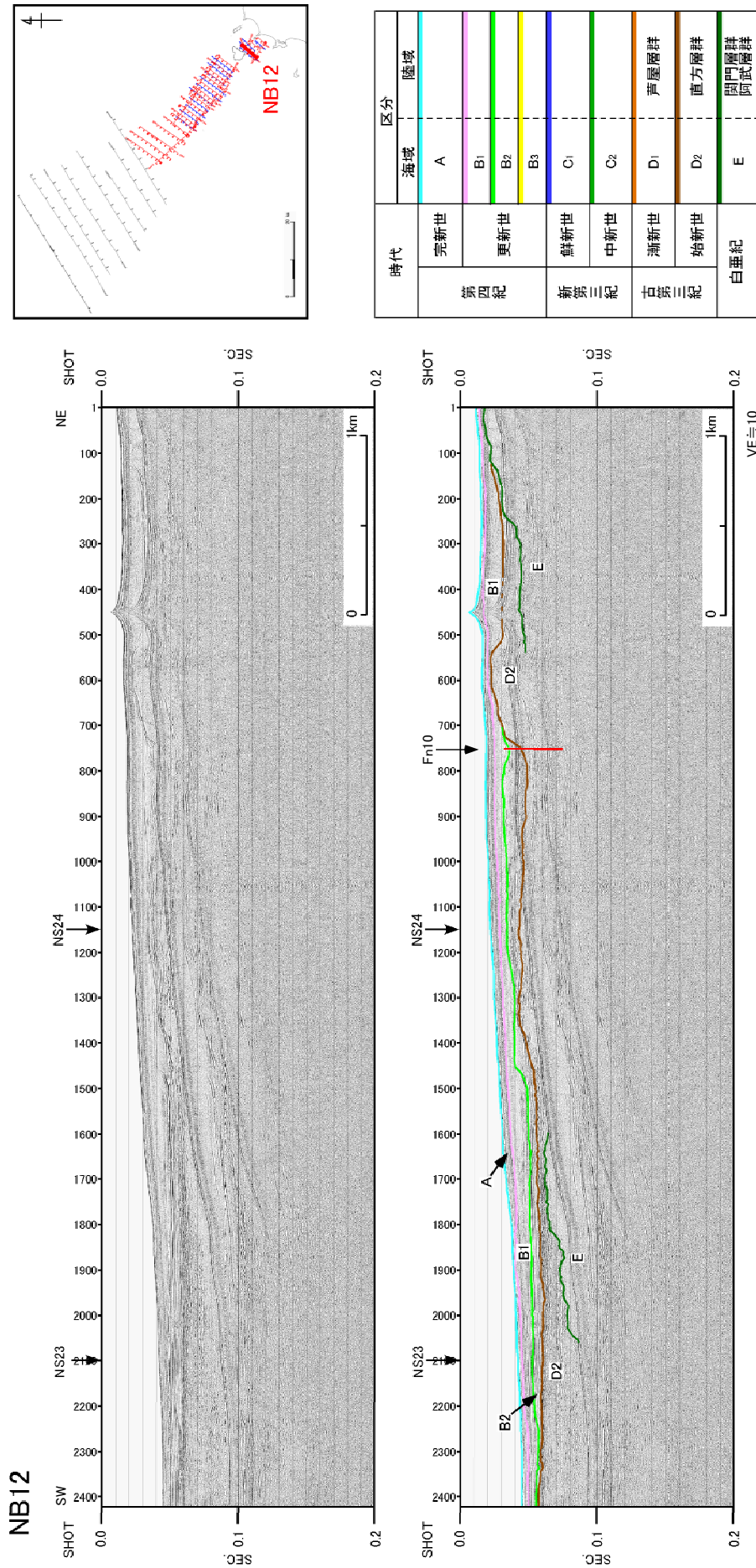
第1図. 西山断層帯海域延長部の調査位置図.
Fig. 1. Location map of the survey in the offshore extension of the Nishiyama fault system.



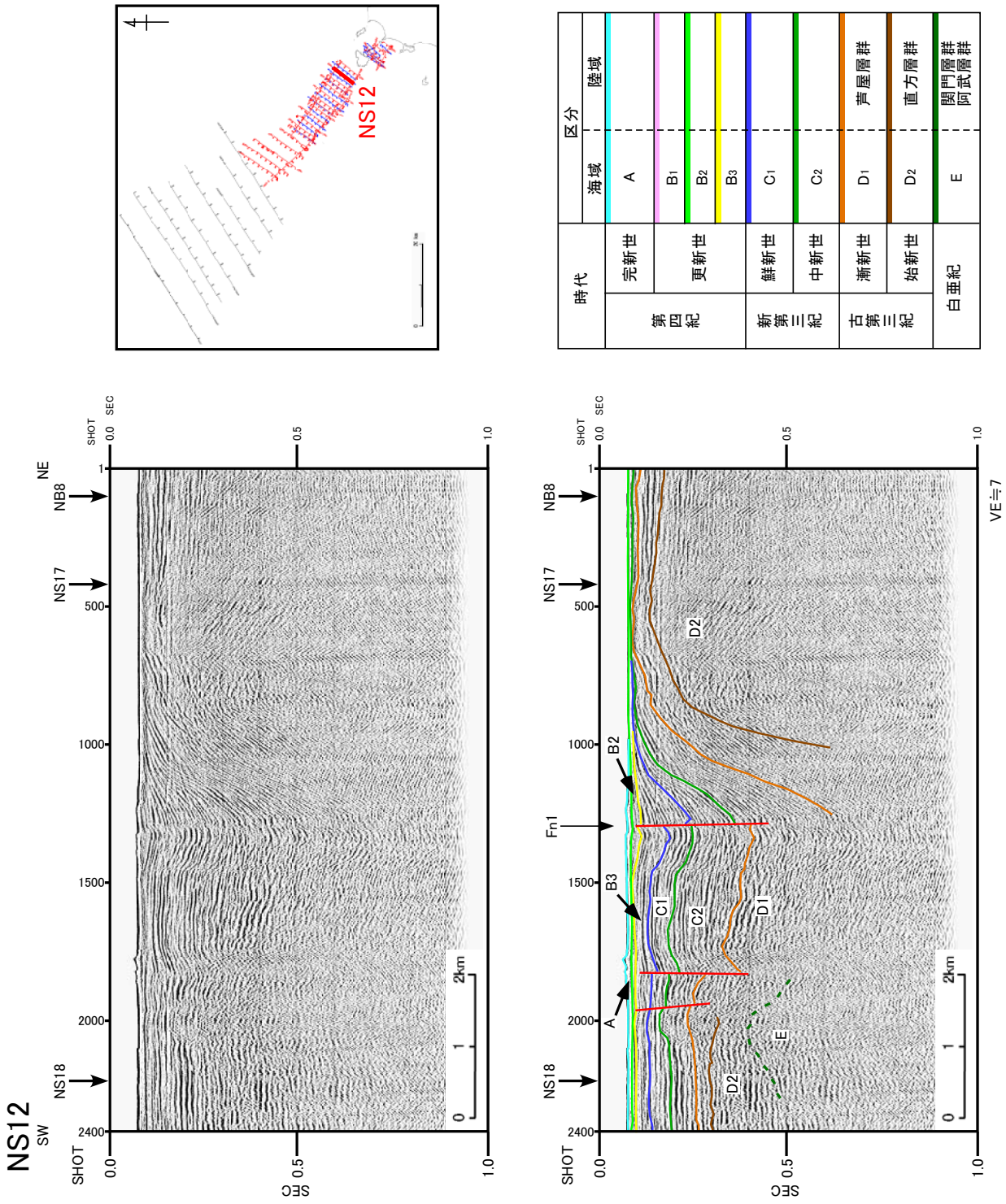
第2図. 西山断層帯海域延長部の地質構造図.
Fig. 2. Geological structure map in the offshore extension of the Nishiyama fault system.



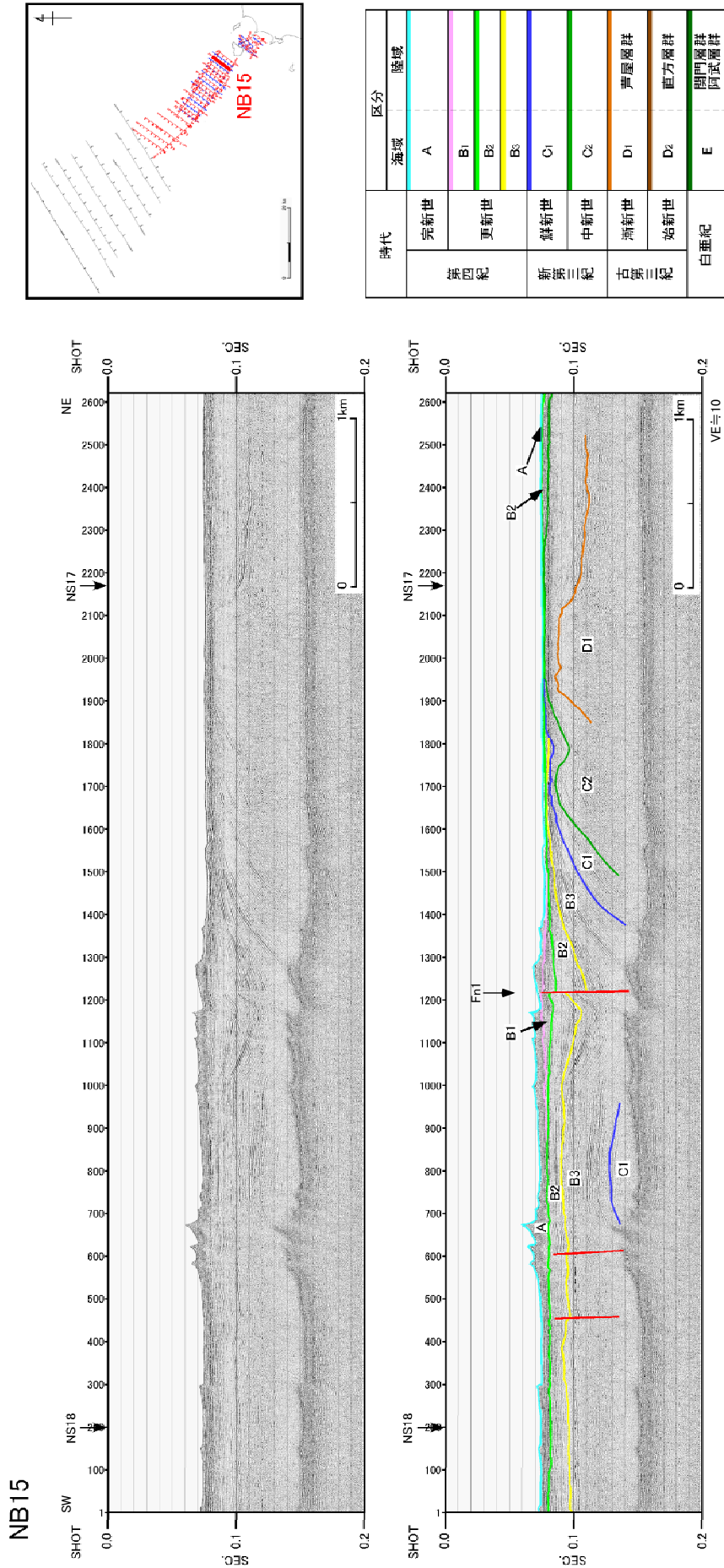
第3図. 西山断層帯海域延長部の高分解能マルチチャンネル音波探査記録 (NBI13 測線). 上段: 記録断面, 下段: 解釈断面.
 Fig. 3. High-resolution multichannel profile in the offshore extension of the Nishiyama fault system (Line NBI13). Upper: Time section, Lower: Geological interpretation.



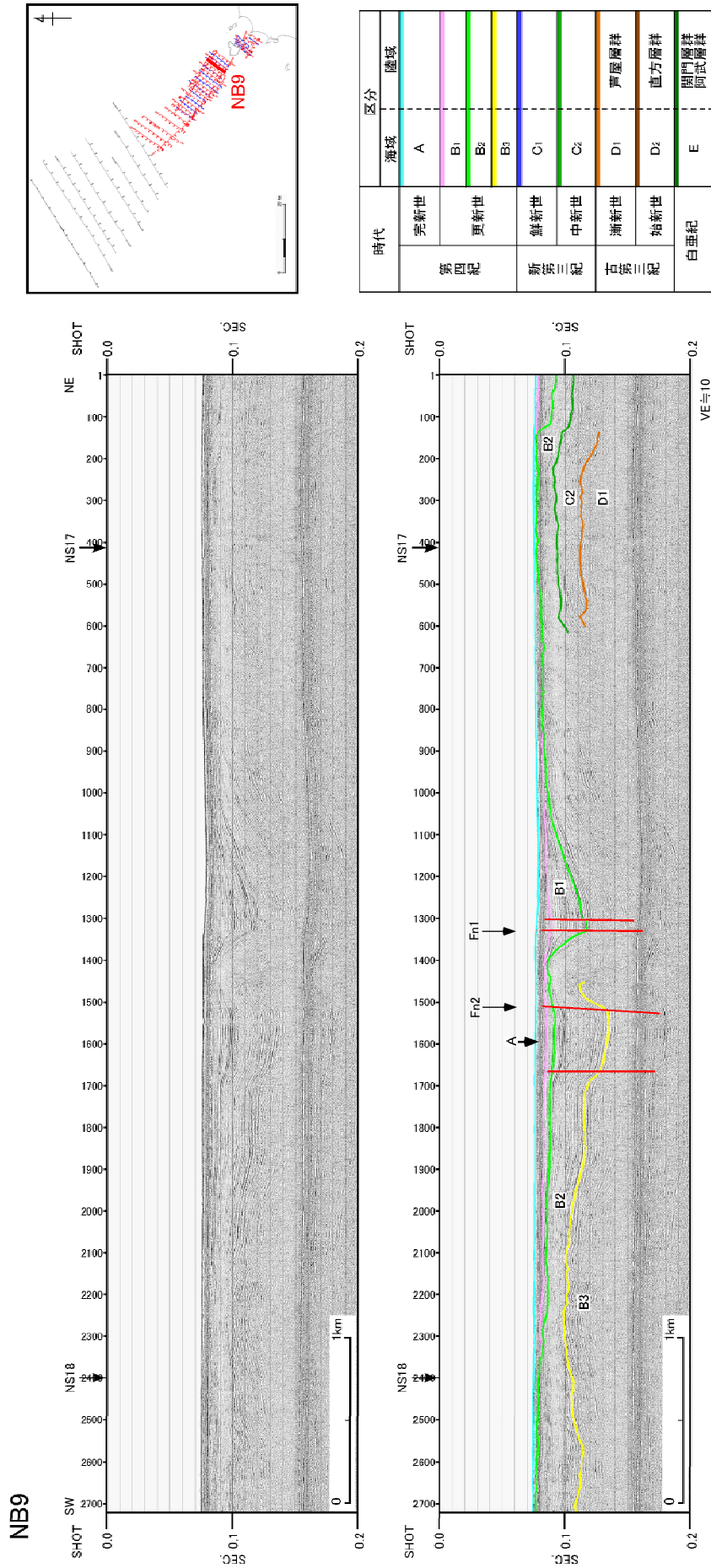
第4図. 西山断層帯海城延長部の高分解能マルチチャンネル音波探査記録 (NB12 測線). 上段: 記録断面, 下段: 解釈断面.
 Fig. 4. High-resolution multichannel profile in the offshore extension of the Nishiyama fault system (Line NB12). Upper: Time section, Lower: Geological interpretation.



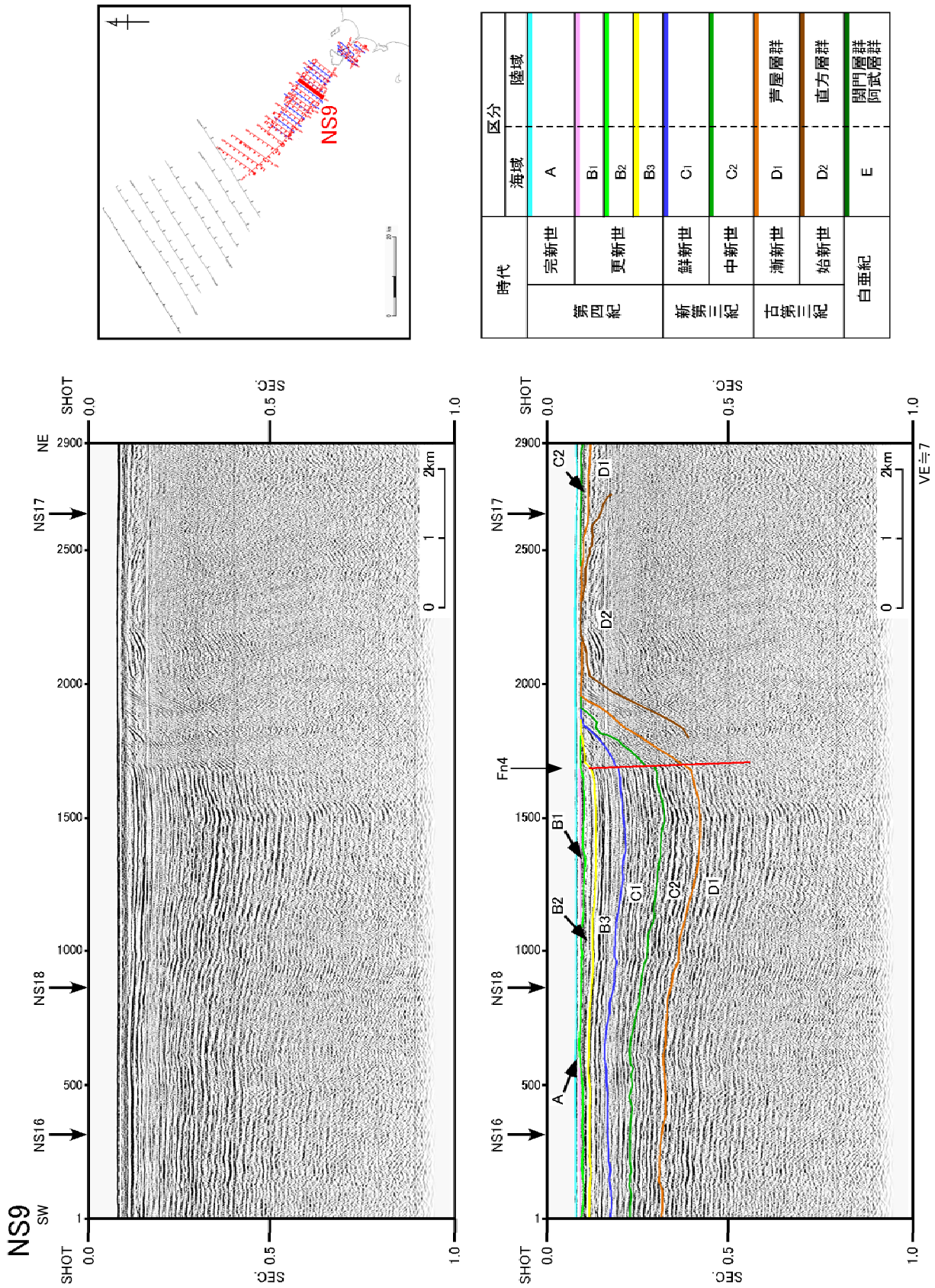
第5図. 西山断層帯海域延長部のシングルチャンネル音波探査記録 (NS12 測線). 上段: 記録断面, 下段: 解釈断面.
 Fig. 5. Single-channel seismic reflection profile in the offshore extension of the Nishiyama fault system (Line NS12).
 Upper: Time section, Lower: Geological interpretation.



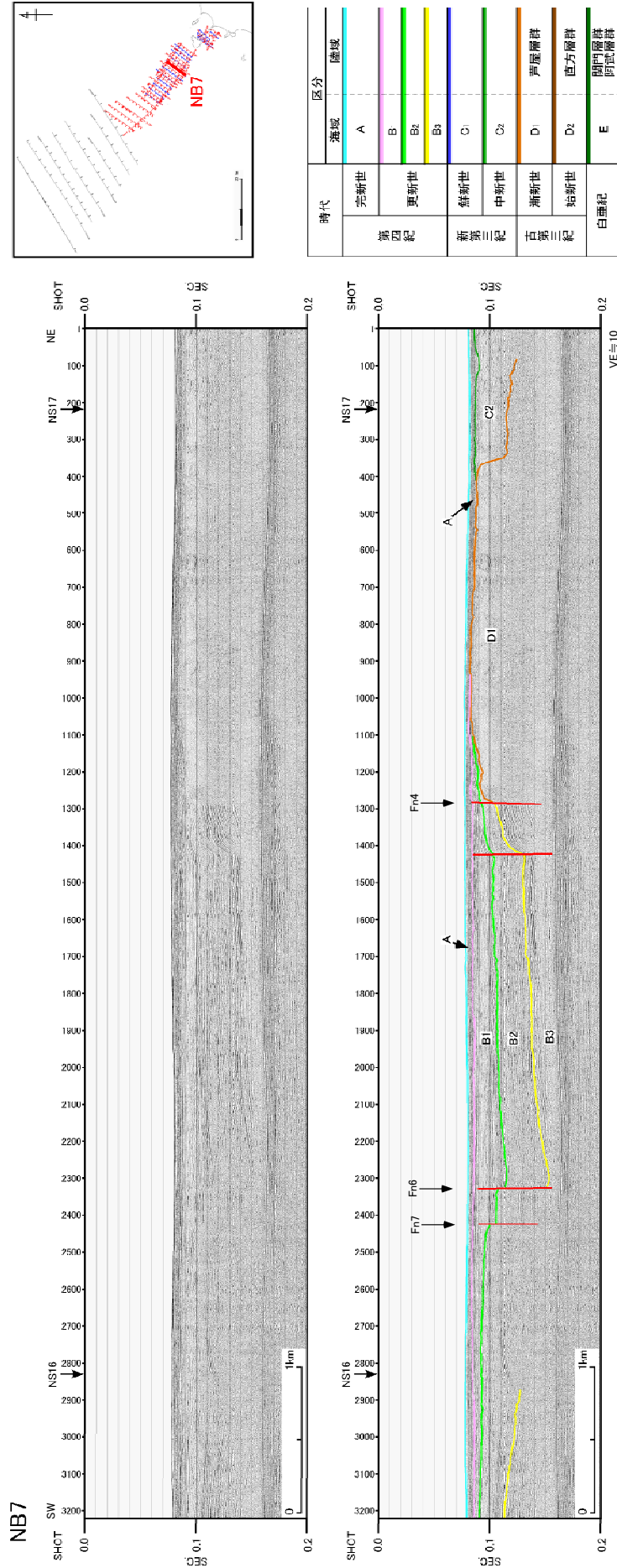
第 6 図. 西山断層帯海域延長部の高分解能マルチチャンネル音波探査記録 (NB15 測線). 上段: 記録断面, 下段: 解釈断面.
 Fig. 6. High-resolution multichannel profile in the offshore extension of the Nishiyama fault system (Line NB15). Upper: Time section, Lower: Geological interpretation.



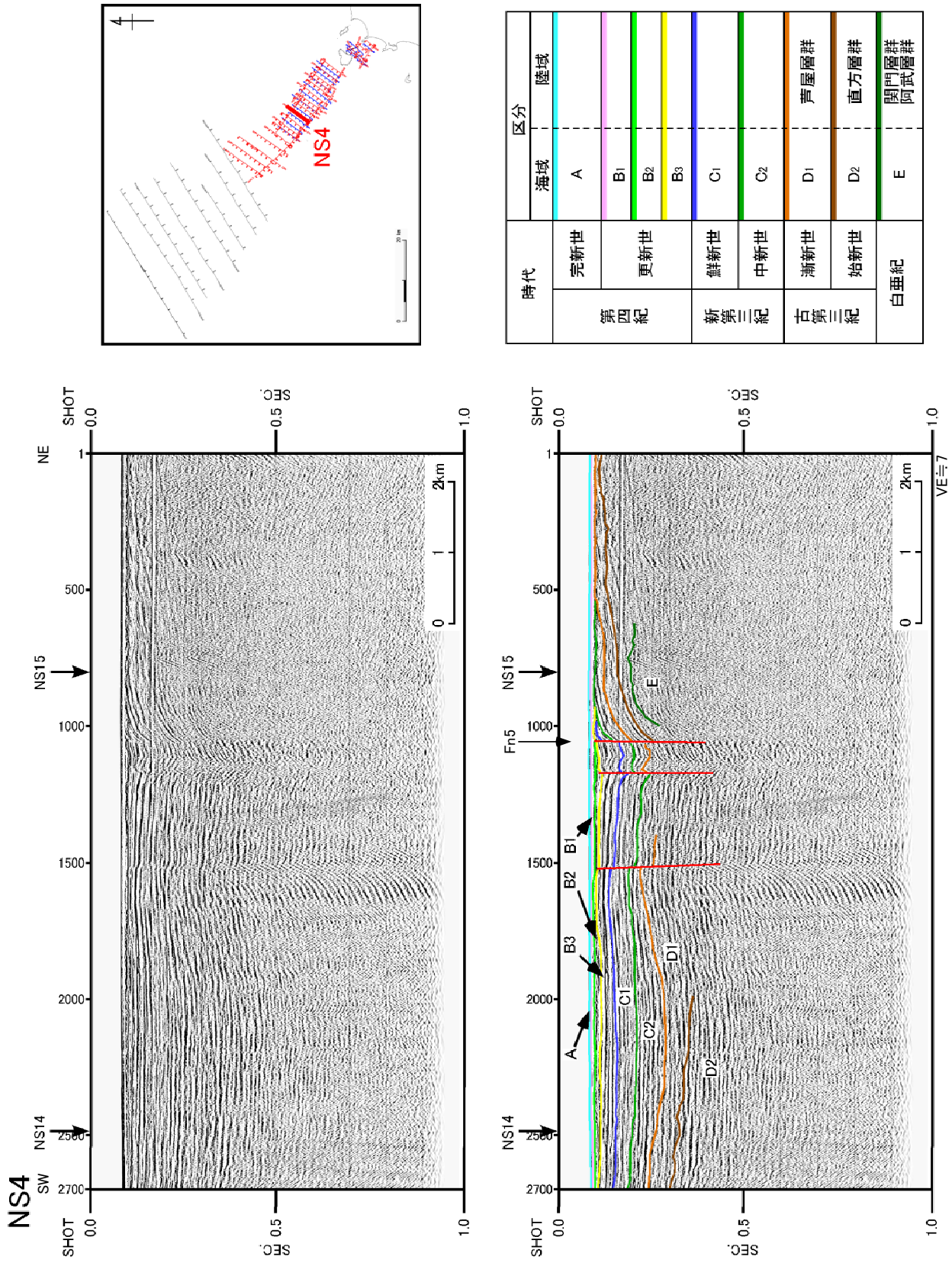
第7図. 西山断層帯海域延長部の高分解能マルチチャンネル音波探査記録 (NB9 測線). 上段: 記録断面, 下段: 解釈断面.
 Fig. 7. High-resolution multichannel profile in the offshore extension of the Nishiyama fault system (Line NB9). Upper: Time section, Lower: Geological interpretation.



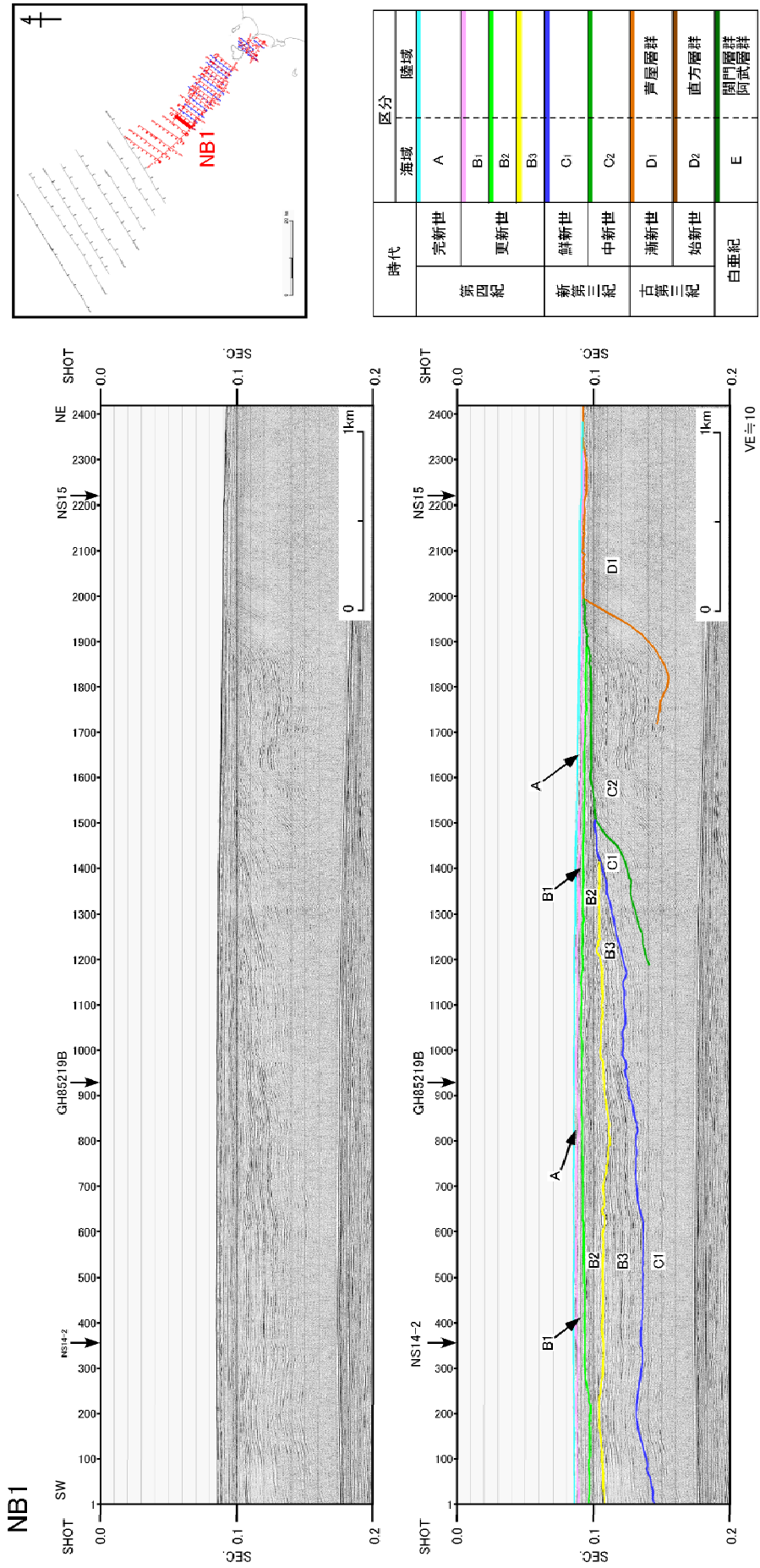
第8図. 西山断層帯海城延長部のシングルチャンネル音波探査記録 (NS9 測線). 上段: 記録断面, 下段: 解釈断面.
 Fig. 8. Single-channel seismic reflection profile in the offshore extension of the Nishiyama fault system (Line NS9).
 Upper: Time section, Lower: Geological interpretation



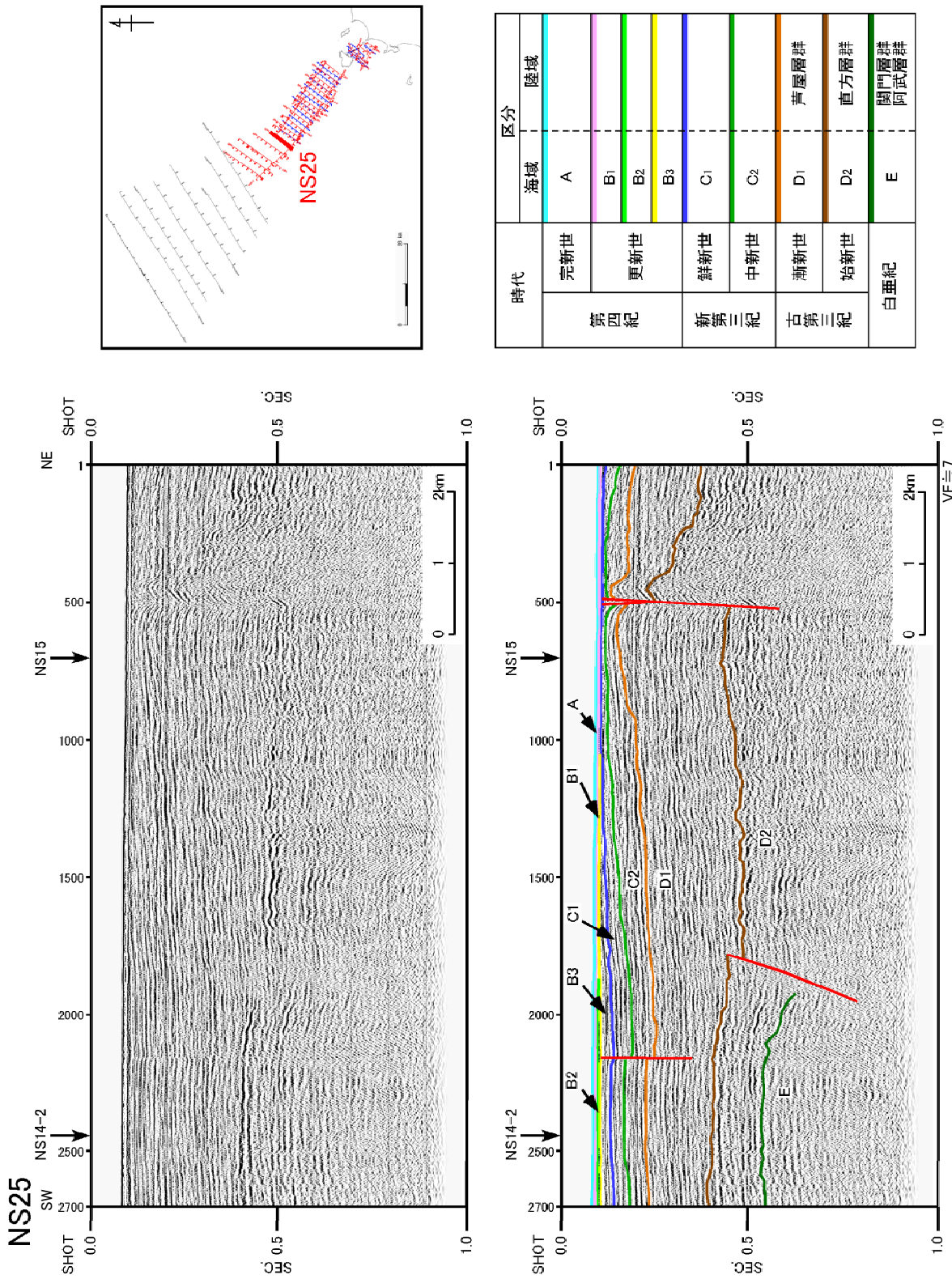
第9図. 西山断層帯海域延長部の高分解能マルチチャンネル音波探査記録 (NB7 測線). 上段: 記録断面, 下段: 解釈断面.
 Fig. 9. High-resolution multichannel profile in the offshore extension of the Nishiyama fault system (Line NB7). Upper: Time section, Lower: Geological interpretation.



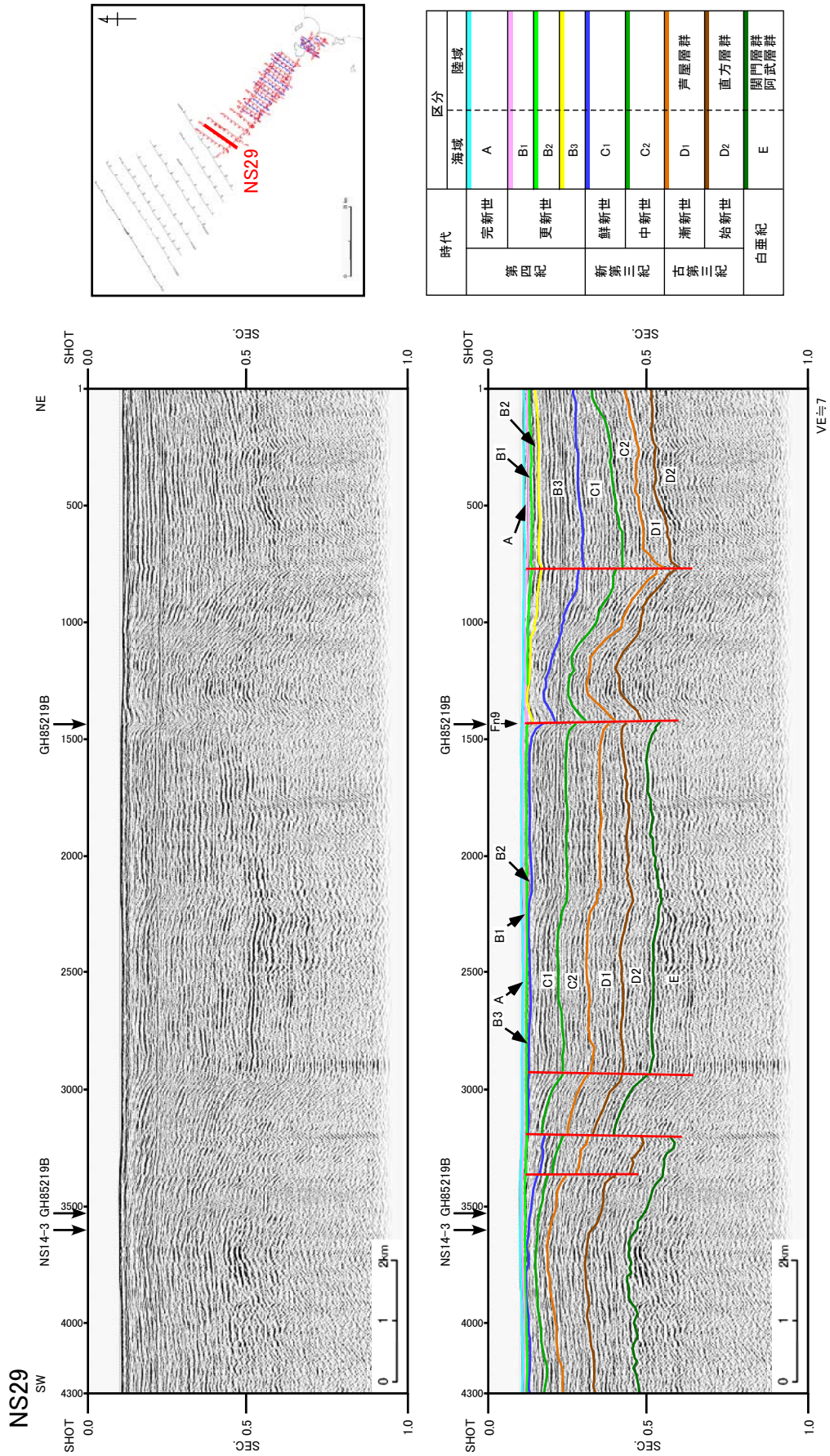
第 10 図. 西山断層帯海域延長部のシングルチャンネル音波探査記録 (NS4 測線). 上段: 記録断面, 下段: 解釈断面.
 Fig. 10. Single-channel seismic reflection profile in the offshore extension of the Nishiyama fault system (Line NS4).
 Upper: Time section, Lower: Geological interpretation.



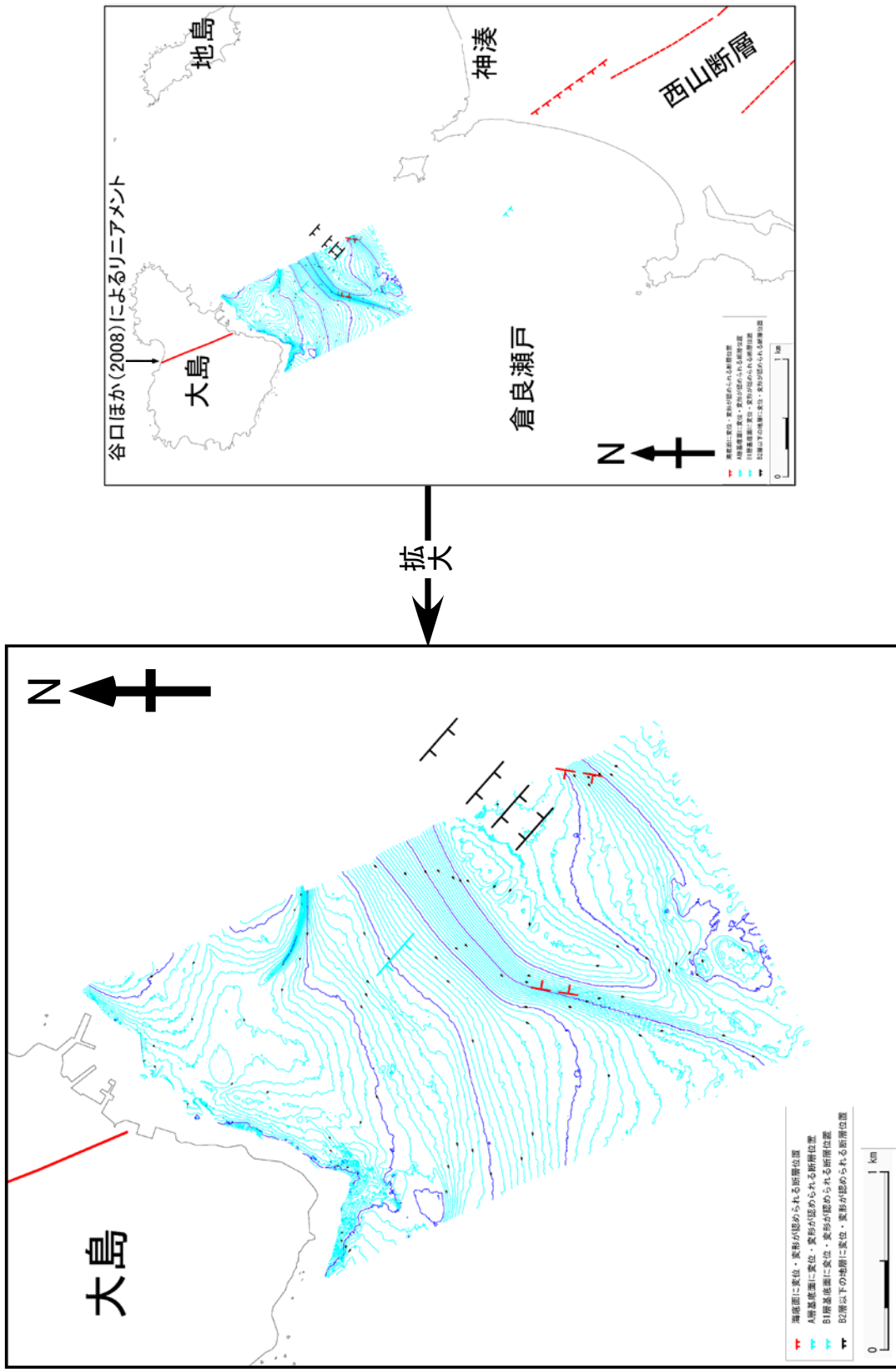
第11図. 西山断層帯海域延長部の高分解能マルチチャンネル音波探査記録 (NB1 測線). 上段: 記録断面, 下段: 解釈断面.
 Fig. 11. High-resolution multichannel profile in the offshore extension of the Nishiyama fault system (Line NB1). Upper: Time section, Lower: Geological interpretation.



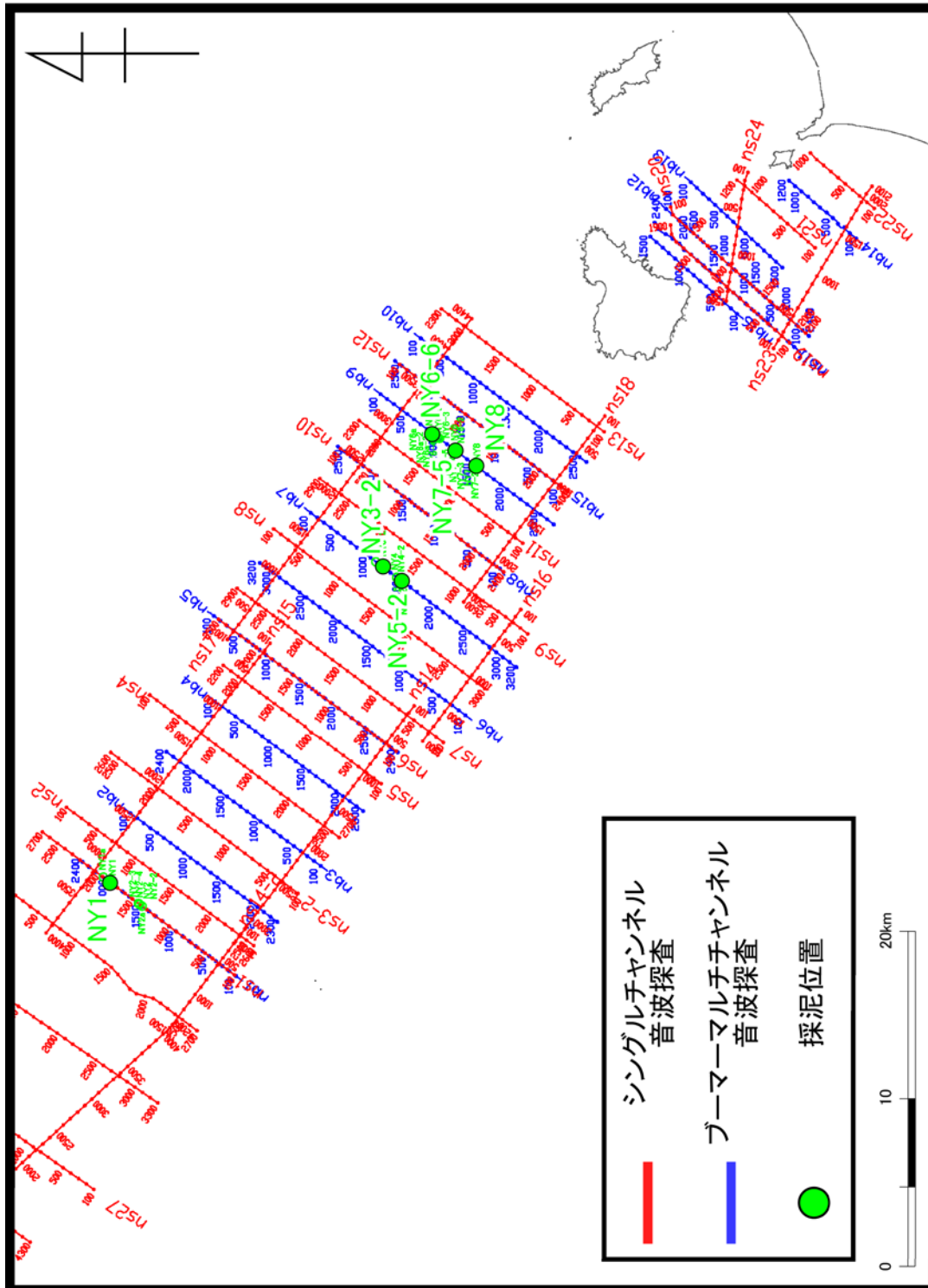
第12図. 西山断層帯海域延長部のシングルチャンネル音波探査記録 (NS25 測線). 上段: 記録断面, 下段: 解釈断面.
 Fig. 12. Single-channel seismic reflection profile in the offshore extension of the Nishiyama fault system (Line NS25).
 Upper: Time section, Lower: Geologic interpretation.



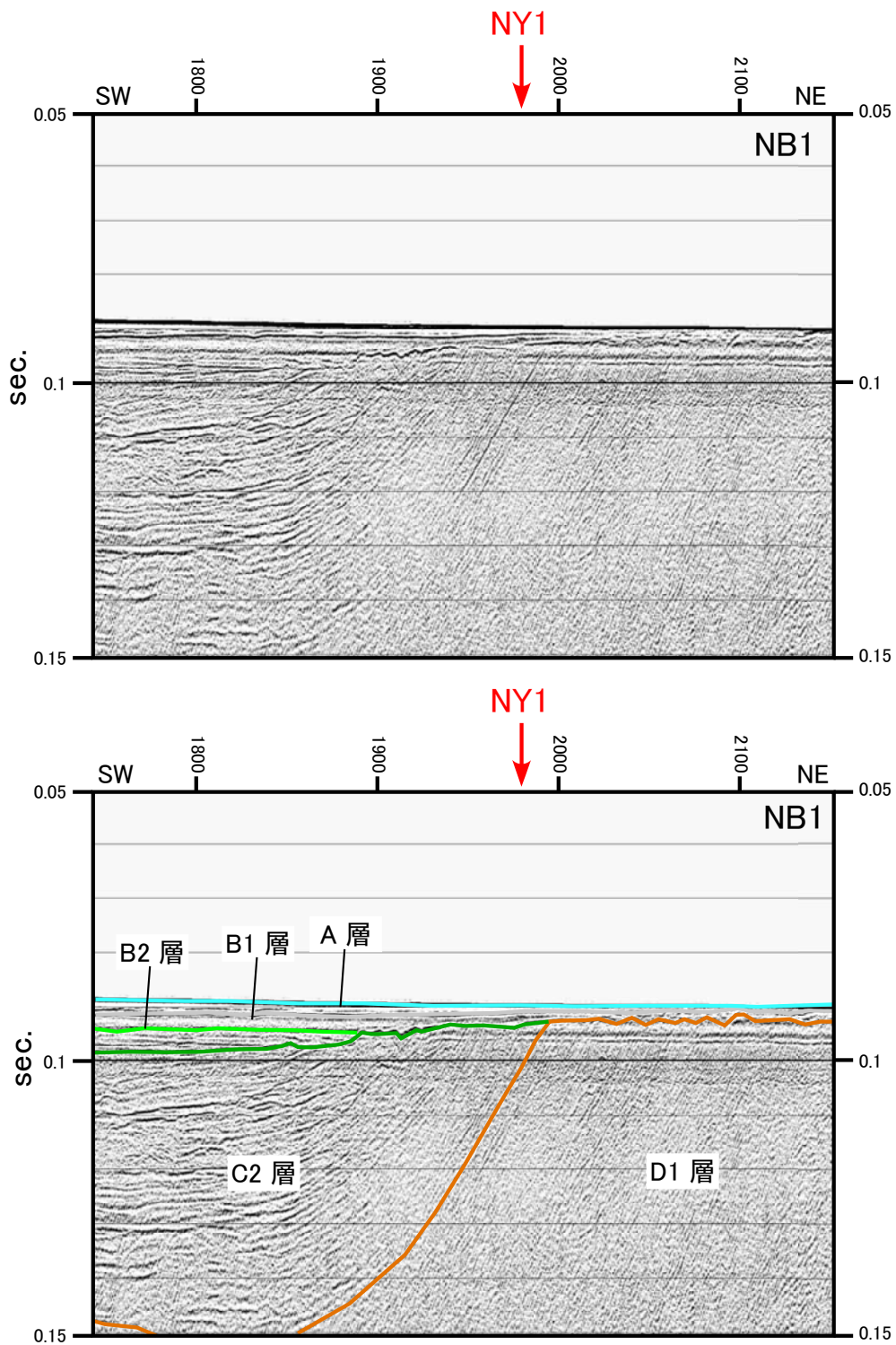
第13図. 西山断層帯海域延長部のシングルチャンネル音波深査記録 (NS29 測線). 上段: 記録断面, 下段: 解釈断面.
 Fig. 13. Single-channel seismic reflection profile in the offshore extension of the Nishiyama fault system (Line NS29).
 Upper: Time section, Lower: Geologic interpretation.



第14図. 倉良瀬戸(大島沿岸)の海底地形図.
Fig. 14. Topographic map of Kurara Seto (coastal area of Oshima Island).

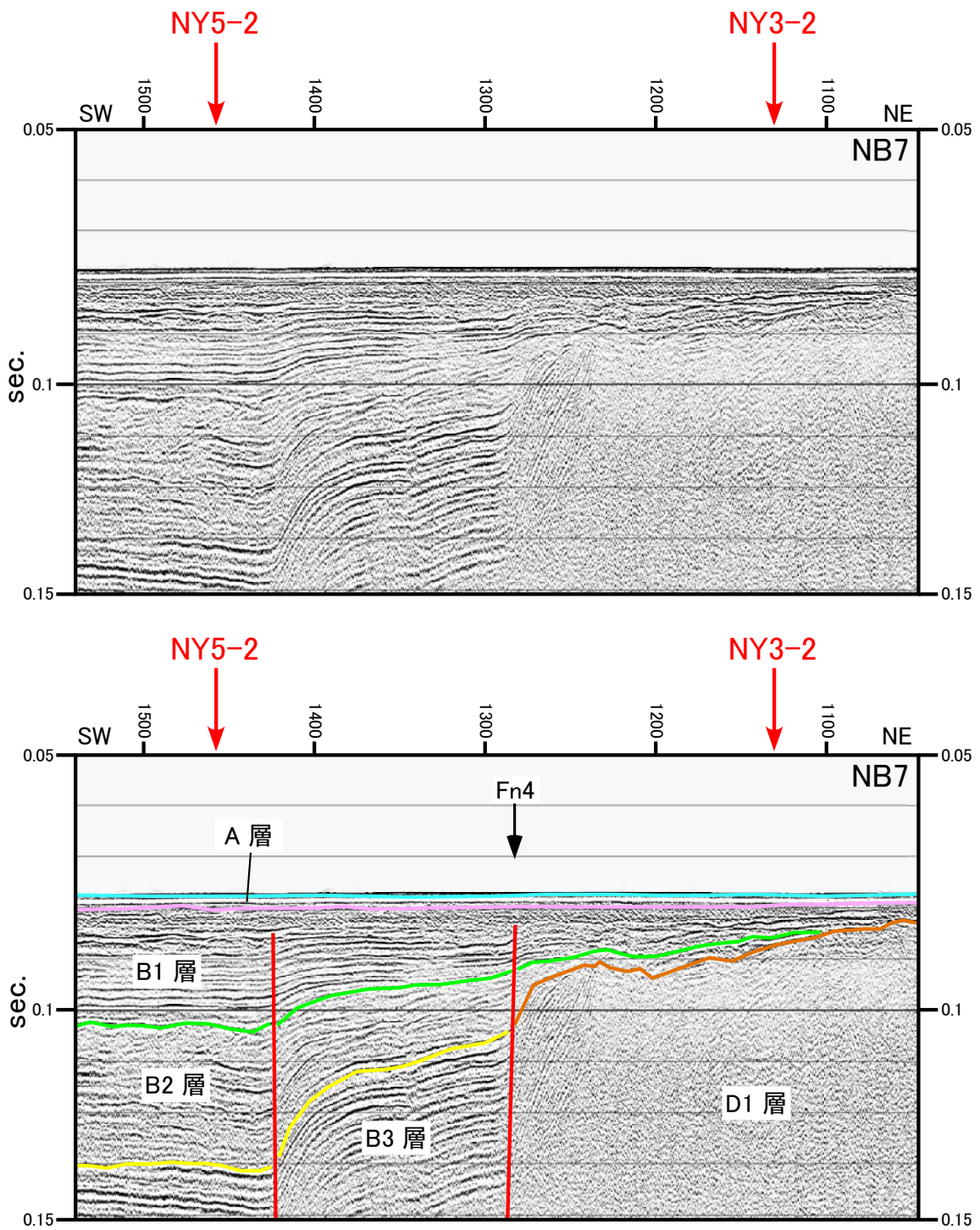


第15図. 西山断層帯海域延長部における底質採取位置.
Fig. 15. Sampling points of the bottom sediment in the offshore extension of the Nishiyama fault system.



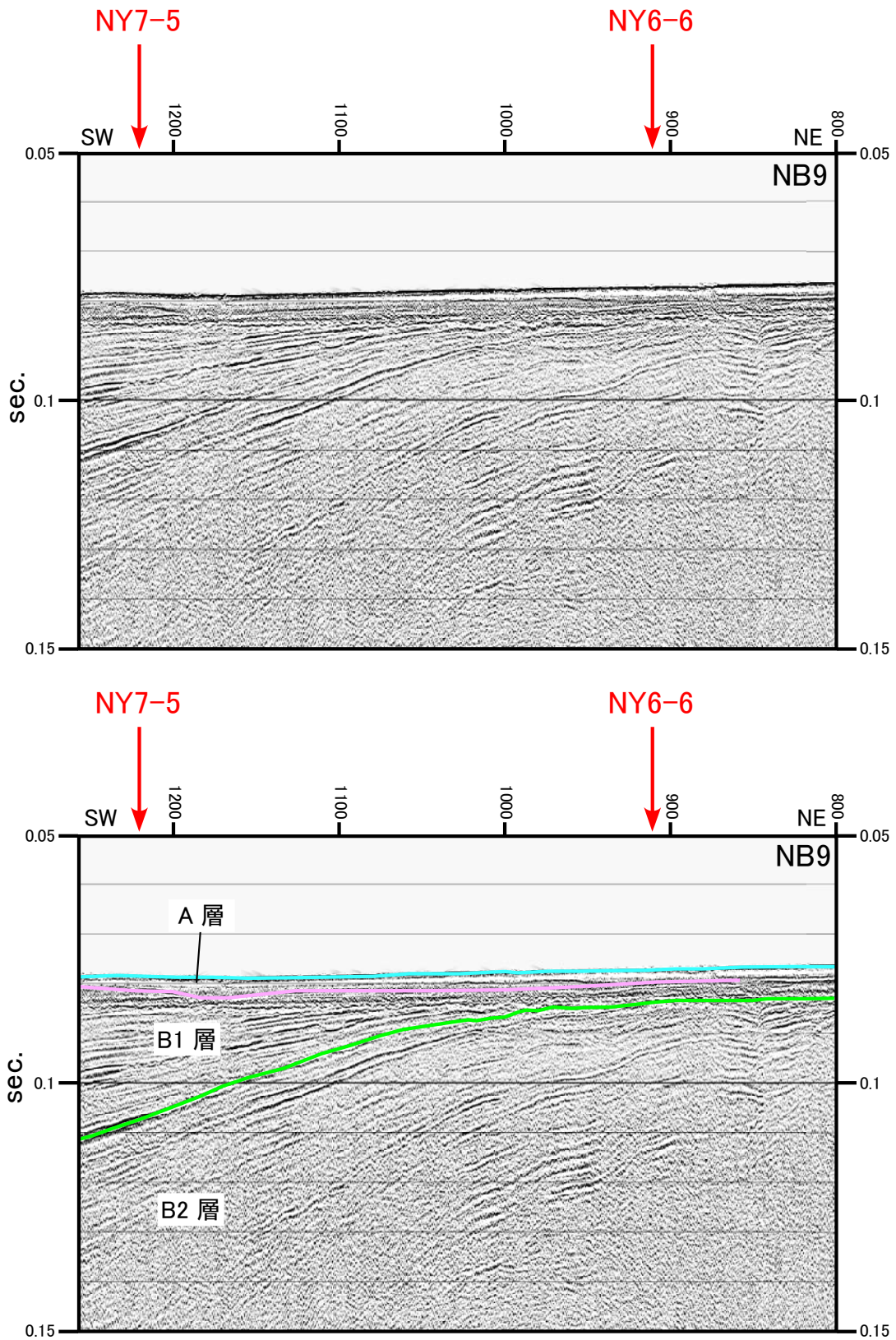
第 16 図. 西山断層帯海域延長部における底質採取位置 (NB1 測線における NY1 の位置). 上段: 記録断面, 下段: 解釈断面.

Fig. 16. Sampling point of the bottom sediment in the offshore extension of the Nishiyama fault system. (Location NY1 in the Line NB1). Upper: Time section, Lower: Geological interpretation.



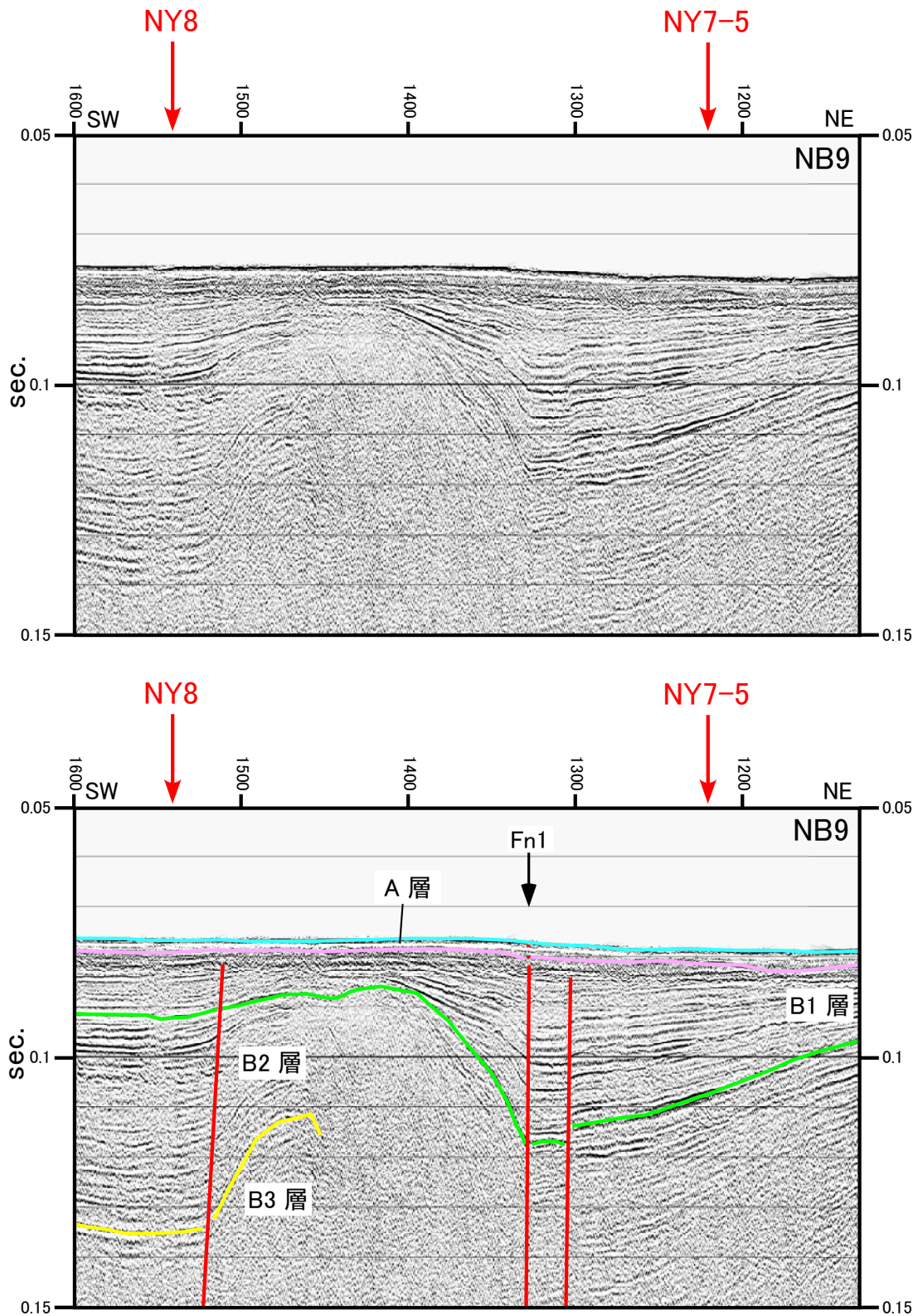
第 17 図. 西山断層帯海域延長部における底質採取位置 (NB7 測線における NY5-2, NY3-2 の位置). 上段: 記録断面, 下段: 解釈断面.

Fig. 17. Sampling point of the bottom sediment in the offshore extension of the Nishiyama fault system. (Location NY5-2, NY3-2 in the Line NB7). Upper: Time section, Lower: Geological interpretation.



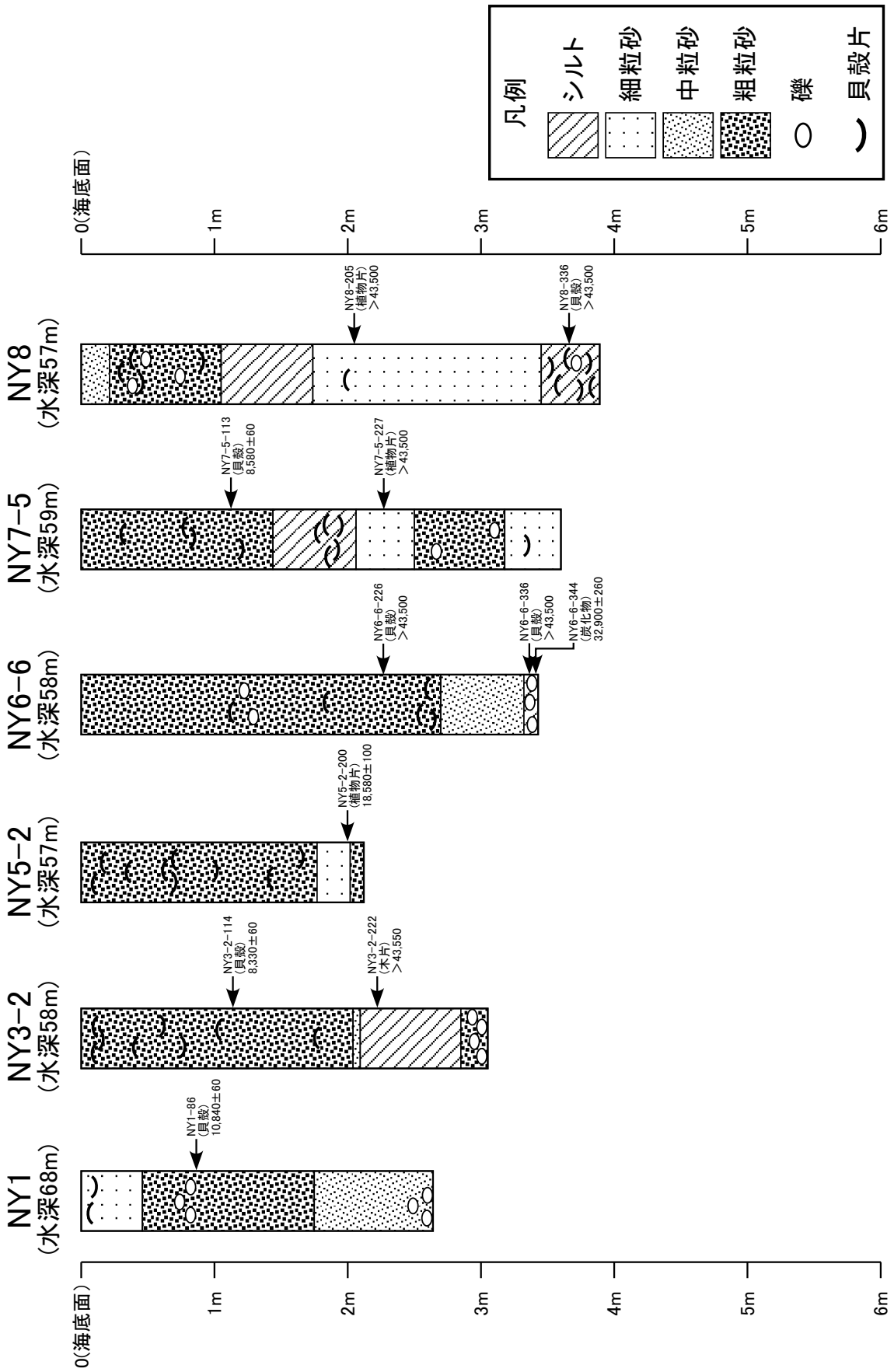
第 18 図. 西山断層帯海域延長部における底質採取位置 (NB9 測線における NY7-5, NY6-6 の位置). 上段: 記録断面, 下段: 解釈断面.

Fig. 18 Sampling point of the bottom sediment in the offshore extension of the Nishiyama fault system. (Location NY7-5, NY6-6 in the Line NB9). Upper: Time section, Lower: Geological interpretation.

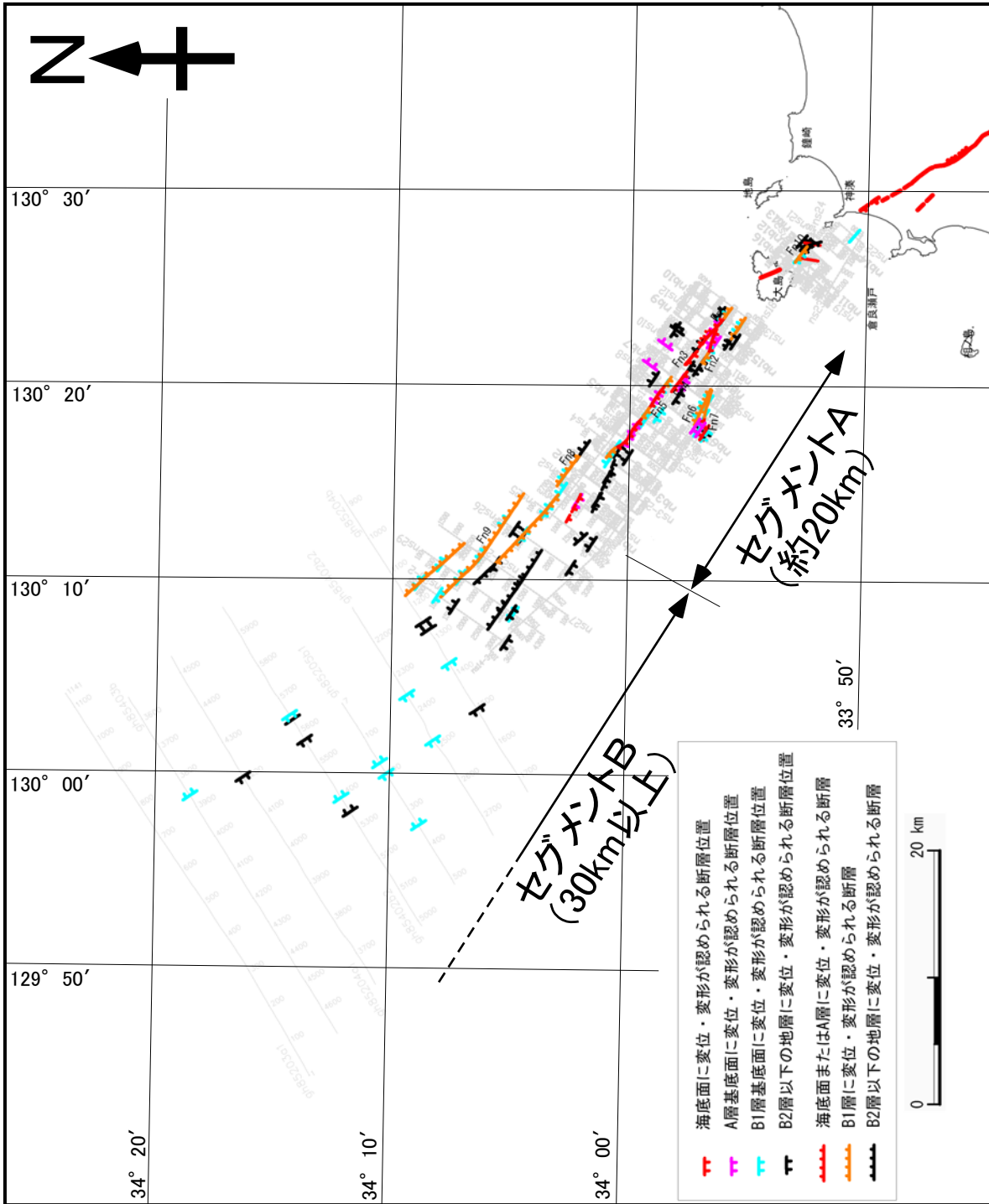


第 19 図. 西山断層帯海域延長部における底質採取位置 (NB9 測線における NY8, NY7-5 の位置).
上段: 記録断面, 下段: 解釈断面.

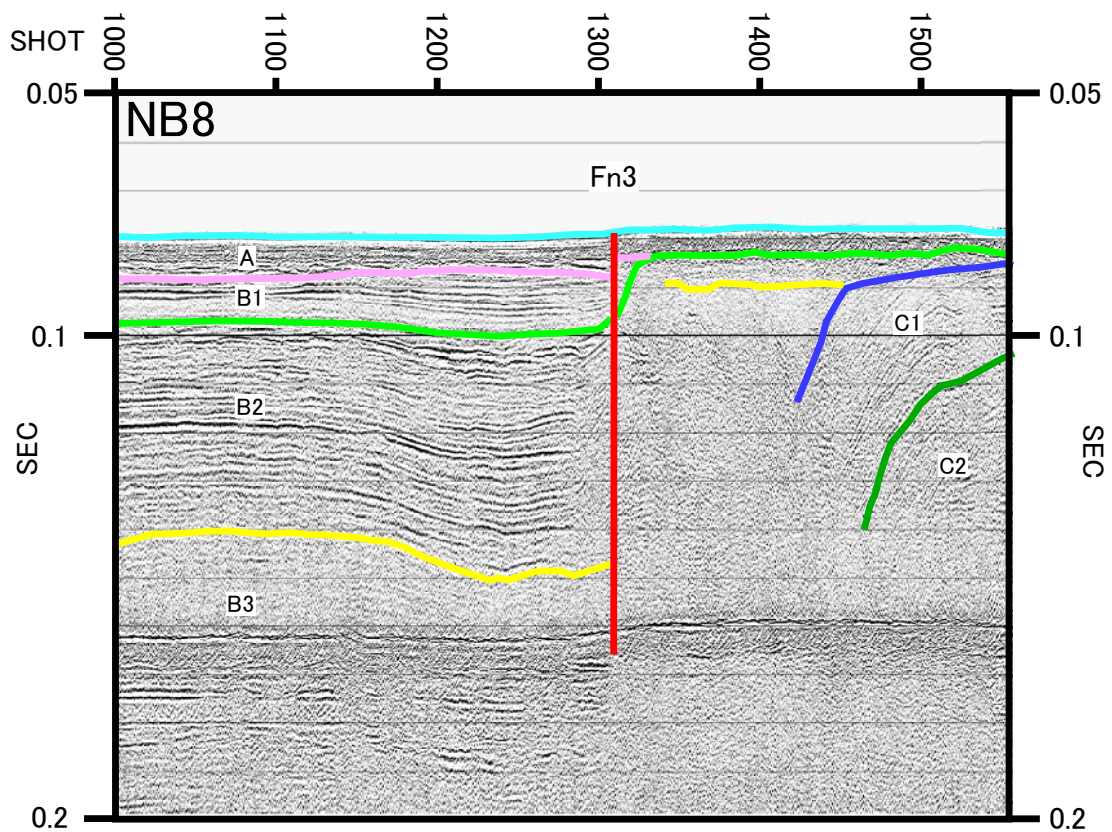
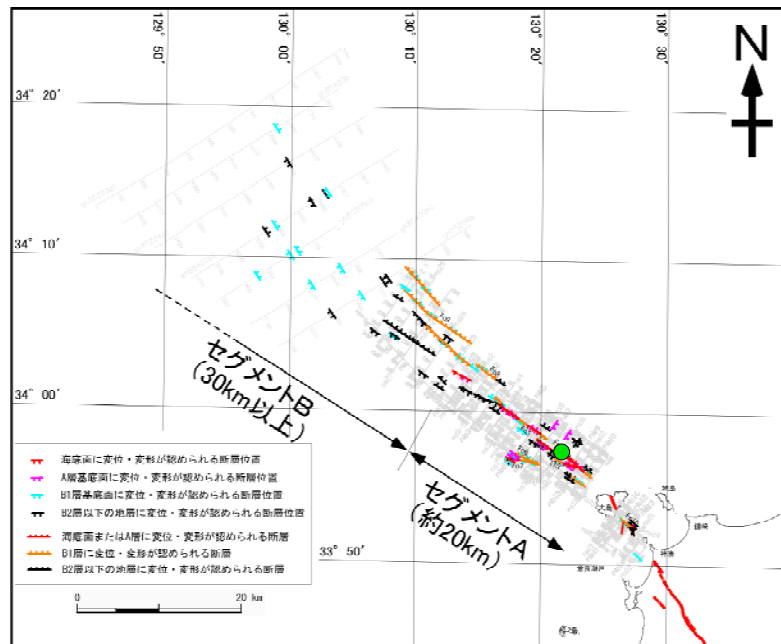
Fig. 19 Sampling point of the bottom sediment in the offshore extension of the Nishiyama fault system. (Location NY8, NY7-5 in the Line NB9). Upper: Time section, Lower: Geological interpretation.



第20図. 西山断層帯海域延長部の採泥コアの柱状図.
 Fig. 20. Geologic column of the sampling core in the offshore extension of the Nishiyama fault system.



第21図. 西山断層帯海域延長部の断層のセグメント区分.
Fig. 21. Fault segmentation in the offshore extension of the Nishiyama fault system.



第 22 図. NB8 測線における Fn3 断層 (セグメント A) の位置と変位. 上段: 断層のセグメント区分 (緑丸は Fn3 の位置), 下段: 解釈断面.

Fig. 22. Location and displacement of Fn3 (segment A) in the Line NB8. Upper: Fault segmentation (A green circle indicates the location of Fn3). Lower: Geological interpretation.