

伊勢湾沿岸域における反射法音波探査の概要

Preliminary results of the seismic reflection survey in the coastal sea area of Ise Bay, Japan

佐藤智之^{1*}・古山精史朗²
Tomoyuki Sato^{1*} and Seishiro Furuyama²

Abstract: Seismic reflection survey was conducted in Ise Bay and Mikawa Bay. The sediment under the seafloor can be divided into three layers, and correlate with the Atsuta Formation and the Nobi Formation and the Nanyo Formation based on the existing borehole core survey. Ise Bay fault, Suzuka-oki Fault, Shiroko-Noma Fault were observed. The upper surface of the Atsuta Formation exhibits irregularities. Most of them are due to channel erosion, but there are possibilities as a result of displacement due to active faults in Mikawa Bay.

Keywords: seismic reflection survey, Ise Bay, Ise Bay fault group, active fault, coastal area

要 旨

伊勢湾及び三河湾にて反射法音波探査を実施した。層序については、大まかに三層に区分でき、既存のボーリング調査の結果から、熱田層及び濃尾層と南陽層に対比できる。活断層については、伊勢湾断層、鈴鹿沖断層、白子-野間断層を確認することができた。熱田層相当層上面は浸食面で凹凸を示す。そのうちのほとんどはチャンネル浸食によるが、三河湾においては活断層による変位の結果の可能性もある。

1. はじめに

産業技術総合研究所地質調査総合センターでは陸上地質図と海洋地質図とを作成しているが、2008年度からその境界部である沿岸域の地質情報の整備を開始しており、2017年度から三カ年で伊勢湾周辺の調査を開始した。初年度目である2017年度は、地域の概要を把握すべく伊勢湾及び三河湾全域を対象に反射法音波探査を実施した。本報告では、実施した反射法音波探査の概要をまとめ、主だった層の内部構造と活構造についてその概要を記載する。

2. 地域概説

調査対象海域は伊勢湾及び三河湾である(第1図)。伊勢湾は、南北約50 km、東西約30 kmで太平洋に対して南東側に開いた内湾である。湾の北部中央付近に

南北に延び最大水深38 mの凹地があり、全体としてその凹地に向かって緩やかに傾斜する地形を示す。湾内では、地質調査所による音波探査(中条・高田, 1970)や重力探査(中条・須田, 1971, 1972)が1960年代になされ、桑原ほか(1972)はその結果をもとに伊勢湾断層、鈴鹿沖断層、白子-野間断層の存在を明らかにした。その後、東部の伊勢湾断層の詳細な調査(中部空港調査会, 1994; 豊蔵ほか, 1999; 岡田ほか, 2000)が行われたほか、海上保安庁水路部が湾全体にわたって音波探査及びボーリング調査(海上保安庁, 1996; 岩淵ほか, 2000)を行い、鈴鹿沖断層の正確な位置と変位速度を明らかにしている。そのほか、国土地理院も湾全域で音波探査を実施している(建設省国土地理院, 1973)。これら断層のうち、伊勢湾断層と白子-野間断層は伊勢湾断層帯として長期評価がなされている(地震調査研究推進本部, 2005)。

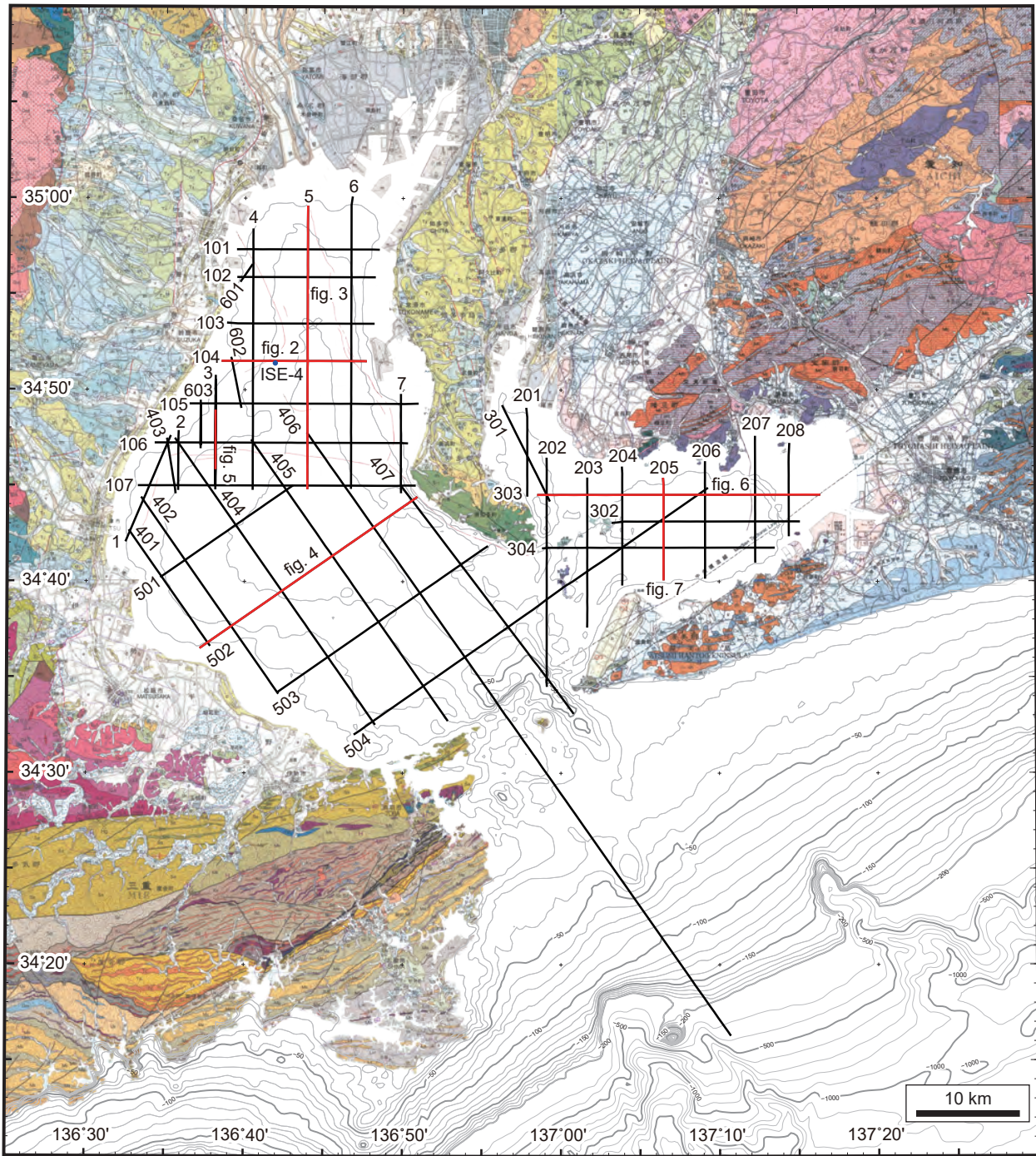
3. 調査方法

本研究の反射法音波探査は2017年5月19日から8月31日にかけて行った。水深に応じて発振装置を変えており、以下にそれぞれについて記載する。まず、水深の浅い海域での仕様を述べる。発振装置はブーマー(AAE社製AA300)を用い、出力は200 Jとした。受波用のストリーマーケーブル(総合地質調査株式会社)のチャンネル数は12、チャンネル間隔は2.5 mであり、発振間隔は1.25 mである。収録長は0.6 secでサンプリングレートは0.1 msecとした。水深の深い海域では、

*Correspondence

1 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 地質情報研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Research Institute of Geology and Geoinformation)

2 東京海洋大学 学術研究院 海洋資源エネルギー学部 (Tokyo University of Marine Science and Technology, Department of Marine Resources and Energy)



第1図 反射法音波探査測線図。黒線と赤線が反射断面図の測線を示す。陸域の地質図及び海域の活断層は、牧本ほか（2004）、水野ほか（2009）及び西岡ほか（2010）に基づく。

Fig. 1 Line maps of the seismic survey. Black and red lines represent the positions of the seismic lines. Geology in land and Active faults in marine are based on Makimoto *et al.* (2004), Mizuno *et al.* (2009) and Nishioka *et al.* (2010).

より深部まで観察するため、ブーマーの出力を 300 J、発振間隔を 3.125 m、受波用のストリーマケーブル (Geometrics 社製 GeoEel Digital) のチャンネル数は 16、チャンネル間隔は 3.125 m であり、サンプリングレートは 0.125 msec に変更した。

デジタル信号として受波した信号はオープンソフト

ウェアである Seismic Unix を用いて以下のように処理を行った。まずバンドパスフィルタリング、直達波のミュート、ゲイン補償、デコンボリューションを行った。その後、速度解析と垂直動補正 (NMO) を行って重合し、再びデコンボリューションとバンドパスフィルタリング、ゲインの正規化を行った。処理後のデータ

は SEG-Y 形式、位置情報は重合後の共通反射点位置について ASCII 形式で出力した。バンドパスフィルタの通過周波数などはブーマーの出力や調査結果ごとのノイズレベルに合わせて適宜調整したが、ブーマーについては、300～2000 Hz を基本とした。

総測線長は合計 740 km である（第 1 図）。測線名については以下のルールに従って命名した。まず、地域と測線の方向ごとにグループを分けてそれぞれに百の位をつけ、さらにグループ内で西、あるいは北から順番で三桁あるいは二桁の数字を与えた。さらに 2017 年度の沿岸域（EnGan）調査であることを示す eg17 をハイフンで区切って数字末尾につけることで測線名とした。

各調査測線は調査工程、海況のために複数回に分けて観測を行った場合もあるが、その場合は重合後の共通反射点の位置を基準につなげ合わせて一つのデータとし、一連の断面として扱った。その場合は潮位や波浪条件が異なるために継ぎ目で深度方向のずれが生じたり、ノイズレベルが異なっている場合もある。

4. 伊勢湾及び三河湾の地質構造

取得した反射断面に基づき、伊勢湾及び三河湾の地質構造について概要を以下に記載する。

4.1 伊勢湾の層序

伊勢湾に分布する堆積層は、不整合を境界に三層に区分することができる。下位から、成層するものの連続性がやや弱く最上部で反射強度が強く、上端は浸食面である A 層、チャンネル内部にのみ分布し内部構造がハンモック状の B 層、最上位に分布し、反射強度が弱いものの成層して連続性がよい C 層の三つである（第 2 図）。測線 104-eg17 上で得られているボーリング試料の解析結果（海上保安庁、1996）に基づけば、最下位の A 層は熱田層（上部更新統）及び濃尾層（上部更新統）、最上位の C 層は南陽層（完新統）に対比できる。B 層は掘削地点に分布しておらず直接対比はできないが、A 層を削る浸食面の上位かつ C 層の下位に位置するため、濃尾層あるいは南陽層相当層である。それぞれの最大層厚については、まず A 層は下限不明のため不明、B 層は約 40 msec（往復走時、音速を 1,500 m/sec と仮定すれば 30 m）、C 層は約 30 msec（23 m）である。B 層が分布するチャンネルは湾北部では南北に延びているが（第 3 図）、湾南部では南東に曲がる。湾南部では A 層の上面深度が浅くなり、それに伴って C 層が薄くなり、ところにより A 層が海底に露出する（第 4 図）。

4.2 伊勢湾の活構造

今回取得した反射断面にて、伊勢湾に分布するとさ

れている伊勢湾断層、鈴鹿沖断層、白子一野間断層が確認できた（第 2 図、第 5 図）。どの断層も A 層上面の浸食面、または C 層を変位させている。上部更新統以上を変位させているためこれらは活断層であることが確認できる。これらの中で鈴鹿沖断層は緩い撓曲を示し、変位量が最も小さい。

4.3 三河湾

三河湾でも伊勢湾とほぼ同様な三種類の堆積層が分布している。おそらく同一層が両湾に分布していると思われるが、分布が伊勢湾とは連続しないために直接対比することはできず、同一層であることを確認する必要がある。

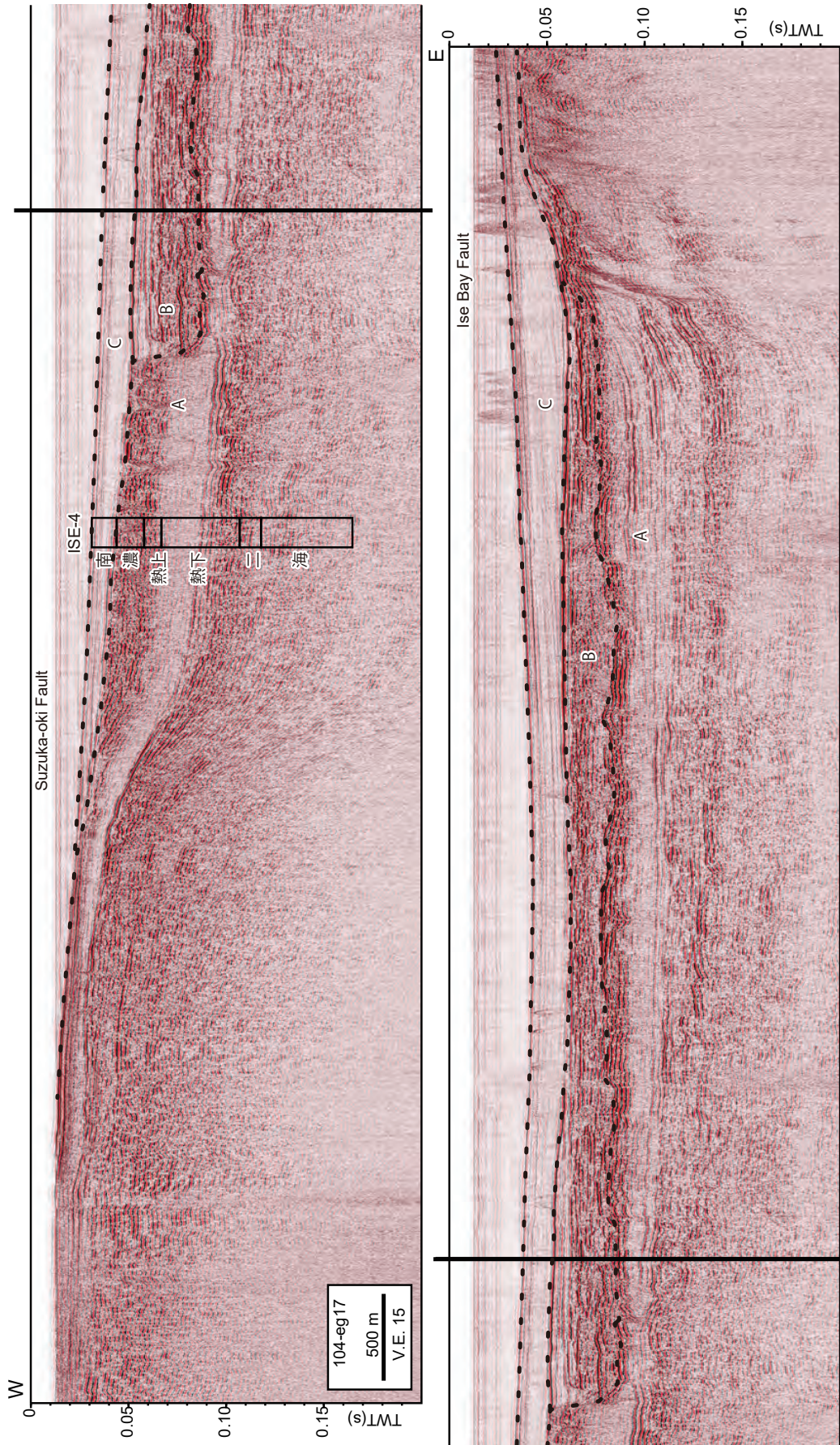
A 層上面には伊勢湾同様にチャンネルが発達している（第 6 図）。三河湾ではチャンネルが多数発達し、A 層上面が複雑な形状を示す。伊勢湾ではチャンネル内をほぼ B 層が埋積しているが、三河湾では B 層があまり観察されない。また、A 層上面に比高がある箇所の上位にて C 層がチャンネルと整合的に比高を示している箇所もあり（第 7 図）、A 層上面の凹凸はチャンネル浸食だけではなく、場所によっては活断層の変位による可能性もある。

5. まとめ

伊勢湾及び三河湾にて反射法音波探査を実施し、地質構造の概要を記載した。層序については、大まかに三層に区分でき、既存のボーリング調査の結果から、熱田層及び濃尾層と南陽層に対比できる。活断層については、伊勢湾断層、鈴鹿沖断層、白子一野間断層を確認することができた。熱田層相当層上面は浸食面で凹凸を示す。そのうちのほとんどはチャンネル浸食によるが、三河湾では活断層による変位の結果の可能性もある。

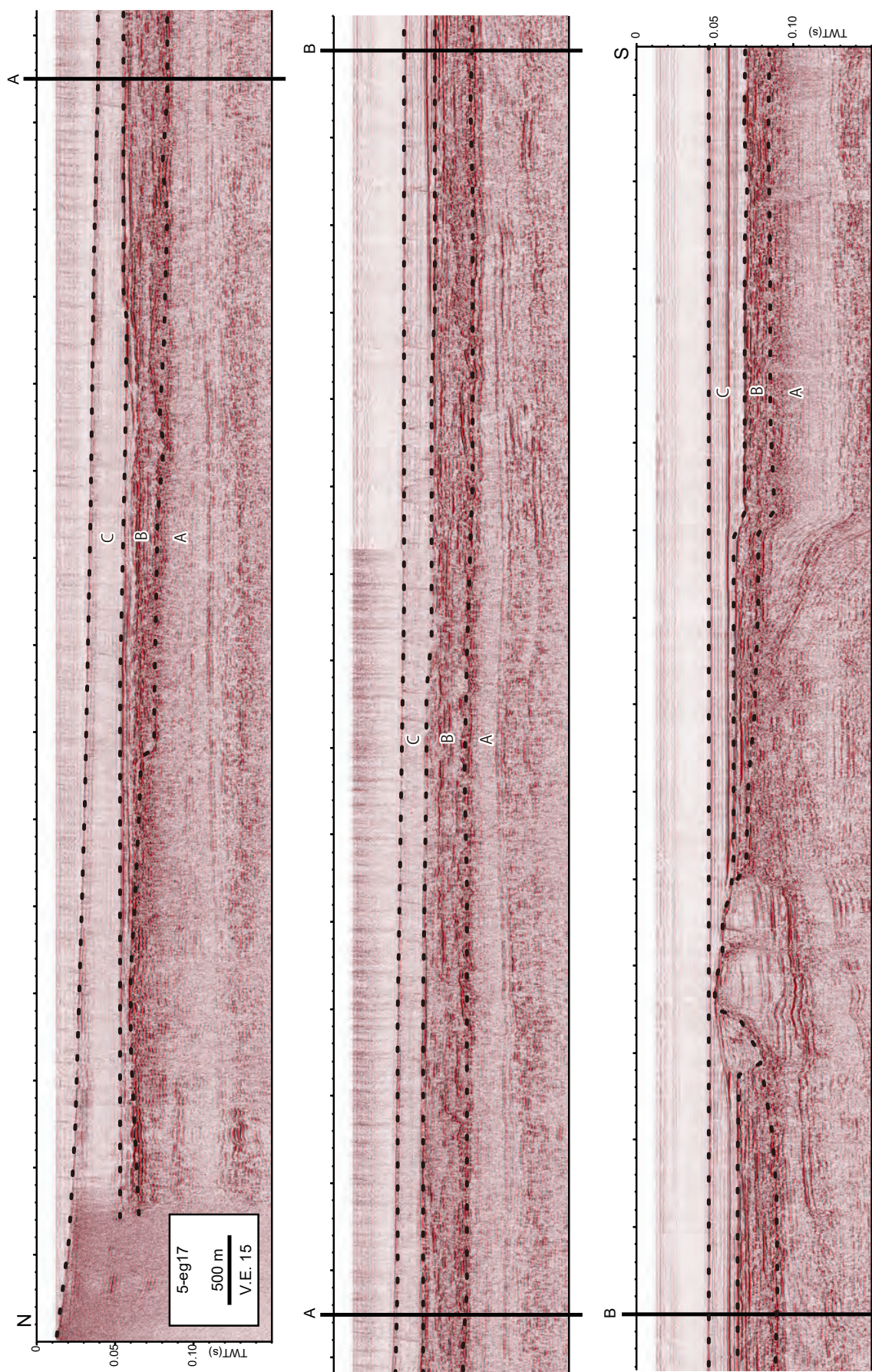
今後詳細な解釈とボーリング調査を行い、これらの活構造の分布や活動性などを明らかにしていくとともに堆積層の区分、分布の詳細など層序についても解明し、地質図を作成する予定である。

謝辞：反射法音波探査は総合地質調査株式会社に実施いただいた。船長、調査員の方々には大変お世話になった。また、愛知県、愛知県漁連、三重県、三重県漁連及び地元の各漁協をはじめとする関係機関には調査にあたり様々な情報提供をいただき、便宜を図っていただいた。以上の方々に厚くお礼申し上げます。

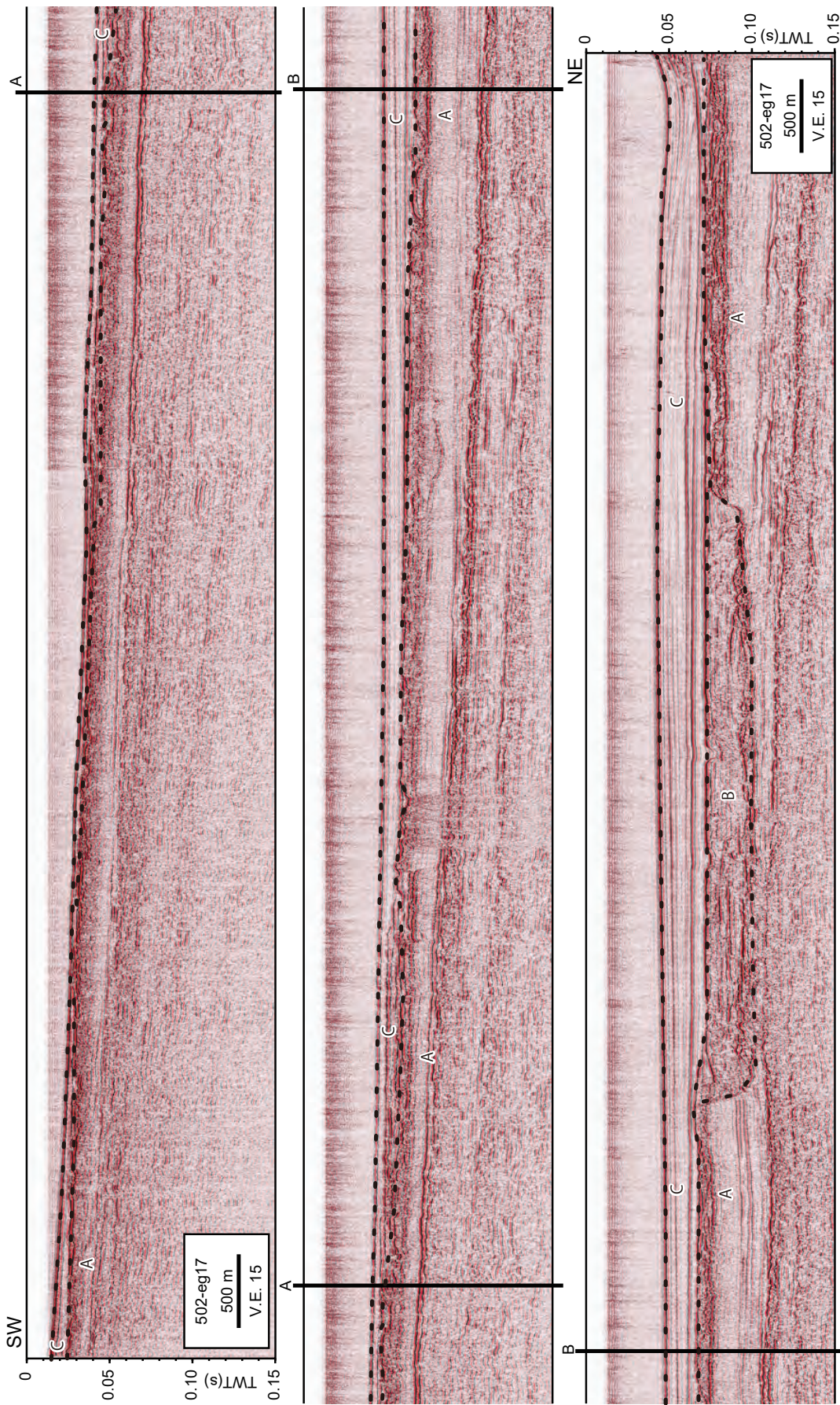


第2図 伊勢湾北部を東西に横断する反射断面図と近傍で掘削されたボーリングコアによる層序 (海上保安庁, 1996). 二列の反射断面は太線で連続する. 断面の位置は第1図の赤線で示す. 南: 南陽層, 熱上: 熱田層 (上部層), 熱下: 熱田層 (下部層), 二: 第二礫層, 海: 海部累層.

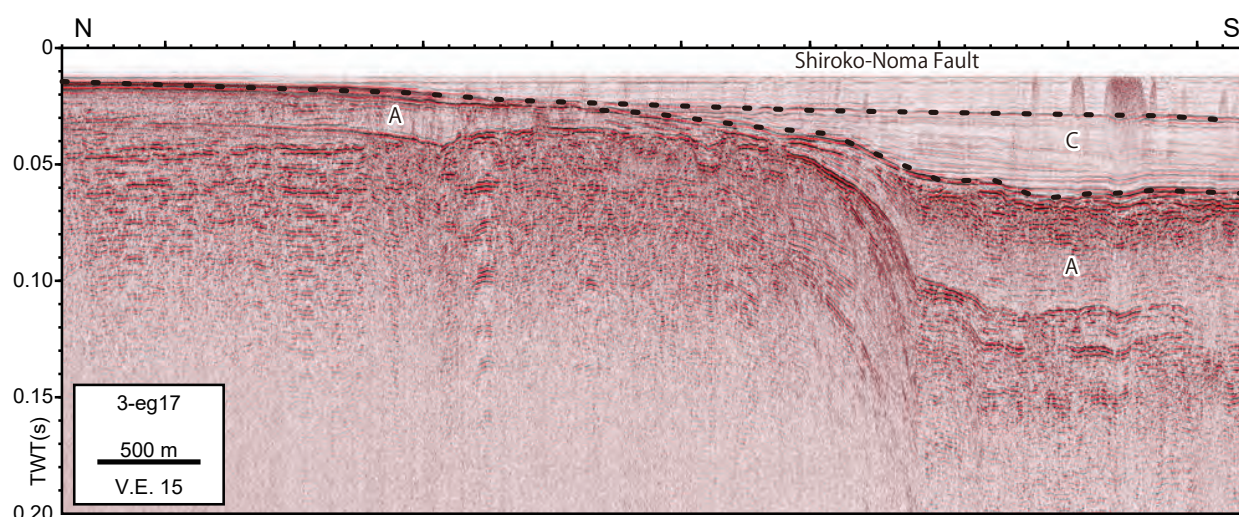
Fig. 2 Transverse seismic section in the northern part of Ise Bay and the stratigraphy based on the borehole core sample (Japan Coast Guard, 1996). The two sections are continued in broad lines. The position of the section is indicated by red lines in Fig. 1. 南: Nanyo Formation, 濃: Nobi Formation, 熱上: Atsuta Formation (Upper part), 熱下: Atsuta Formation (Lower part), 二: Second gravel bed, 海: Ama Formation.



第3図 伊勢湾北部を南北に横断する反射断面図。三列の反射断面は太線部で連続する。断面の位置は第1図の赤線で示す。
 Fig. 3 Longitudinal seismic section in the northern part of Ise Bay. The three sections are continued in broad lines. The position of the section is indicated by red lines in Fig. 1.



第4図 伊勢湾南部を南西—北東に横断する反射断面図。三列の反射断面は大線部で連続する。断面の位置は第1図の赤線で示す。
 Fig. 4 Transverse seismic section in the southern part of Ise Bay. The three sections are continued in broad lines. The position of the section is indicated by red lines in Fig. 1.



第 5 図 白子一野間断層を横断する反射断面図. 断面の位置は第 1 図の赤線で示す.

Fig. 5 Seismic section across Shiroko-Noma Fault. The position of the section is indicated by red lines in Fig. 1.

文 献

中部空港調査会 (1994) 中部新国際空港建設予定地における地象調査報告書. 88p.

中条純輔・須田芳朗 (1971) 伊勢湾北部の重力分布とその考察. 地質調査所月報, **22**, 15-35.

中条純輔・須田芳朗 (1972) 伊勢湾南部と三河湾の重力分布とその考察. 地質調査所月報, **23**, 1-22.

中条純輔・高田康秀 (1970) 音波探査による知多湾の研究. 地質調査所月報, **21**, 187-218.

岩淵 洋・西川 公・野田直樹・川尻智敏・中川正則・青砥澄夫・加藤 勲・安間 恵・長田 智・角谷昌洋 (2000) 伊勢湾における活断層調査. 水路部研究報告, **36**, 73-96.

地震調査研究推進本部 (2005) 伊勢湾断層帯の評価. http://www.jishin.go.jp/main/chousa/02may_ise/index.htm. (確認日:2018年4月16日)

海上保安庁 (1996) 大都市周辺海域活断層調査—伊勢湾海上作業及び解析処理作業—報告書. 海上保安庁.

建設省国土地理院 (1973) 沿岸海域基礎調査報告書 (四日市・津地区). 建設省国土地理院, 44P.

桑原 徹・松井和夫・吉野道彦・高田康秀 (1972) 伊勢湾と周辺地域の埋没地形と第四系—“沖積層”細分と伊勢湾の新しい沈降盆地化の問題—. 地質学論集, **7**, 61-76.

牧本 博・山田直利・水野清秀・高田 亮・駒沢正夫・須藤定久 (2004) 20 万分の 1 地質図幅「豊橋及び伊良湖岬」. 産業技術総合研究所地質調査総合センター.

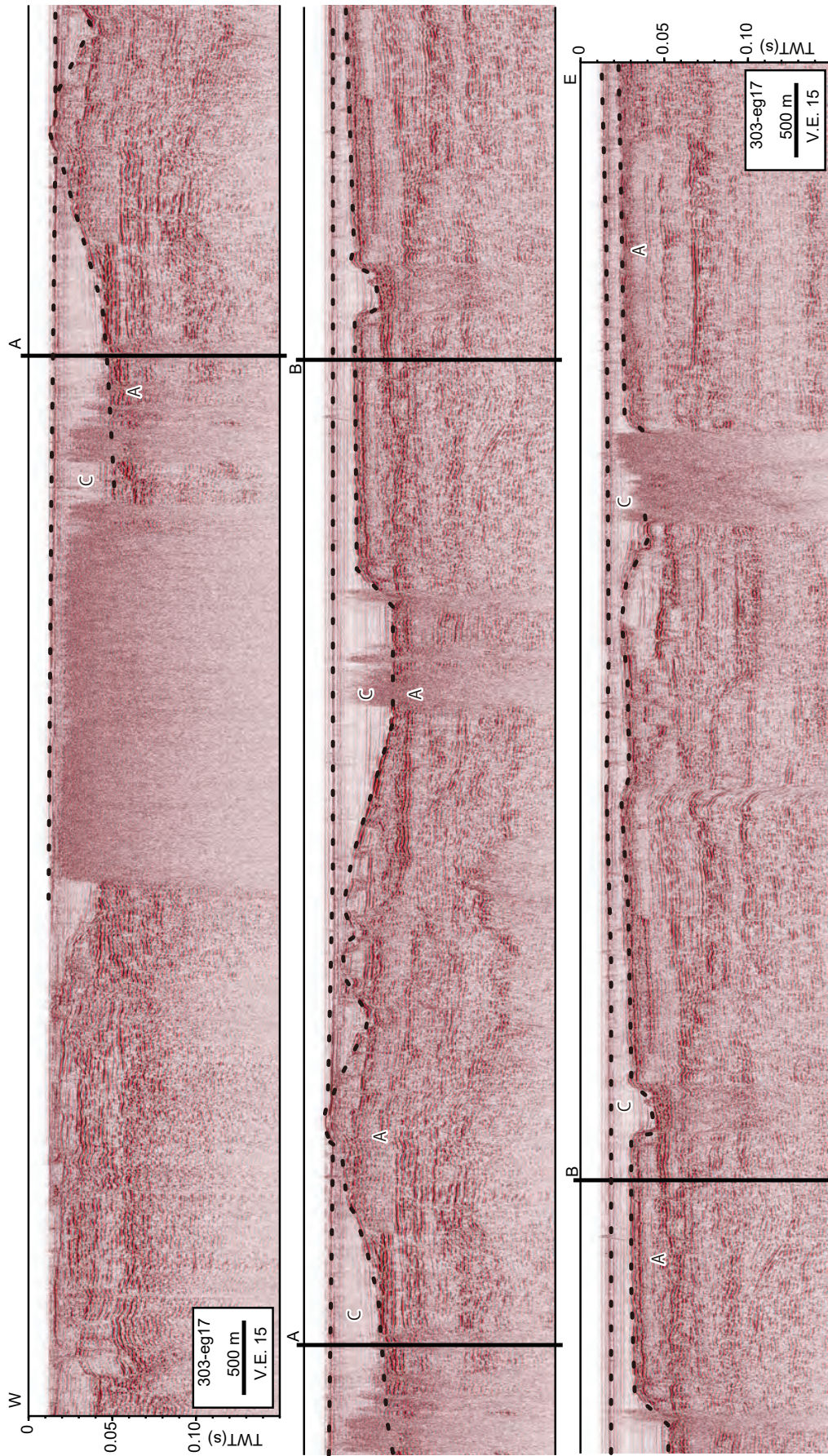
水野清秀・小松原 琢・脇田浩二・竹内圭史・西岡芳晴・

渡辺 寧・駒澤正夫 (2009) 20 万分の 1 地質図幅「名古屋 第 3 版」. 産業技術総合研究所地質調査総合センター.

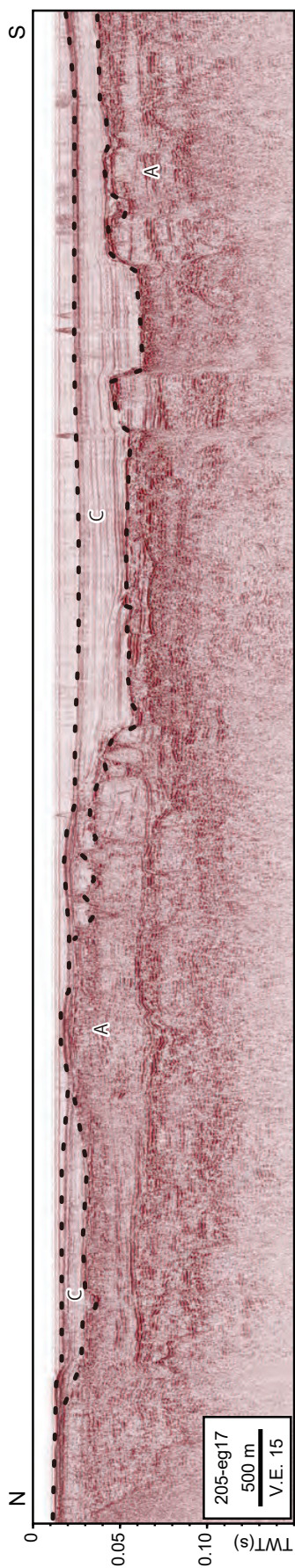
西岡芳晴・中江 訓・竹内圭史・坂野靖行・水野清秀・尾崎正紀・中島 礼・実松健造・名和一成・駒澤正夫 (2010) 20 万分の 1 地質図幅「伊勢」. 産業技術総合研究所地質調査総合センター.

岡田篤正・豊蔵 勇・牧野内 猛・藤原八笛・伊藤孝 (2000) 知多半島西岸沖の伊勢湾断層. 地学雑誌, **109**, 10-26.

豊蔵 勇・岡田篤正・牧野内 猛・堀川義夫・長谷川淳 (1999) 「中部国際空港」海域 (知多半島常滑市沖) の海底地形・地質. 地学雑誌, **108**, 589-615.



第 6 図 三河湾を東西に横断する反射断面図. 三列の反射断面は太緑線で連続する. 断面の位置は第 1 図の赤線で示す.
 Fig. 6 Transverse seismic section in the Mikawa Bay. The three sections are continued in broad lines. The position of the section is indicated by red lines in Fig. 1.



第7図 三河湾を南北に横断する反射断面図。断面の位置は第1図の赤線で示す。

Fig. 7 Longitudinal seismic section in the Mikawa Bay. The position of the section is indicated by red lines in Fig. 1.