

## 北海道留萌沖における活褶曲とその活動性について

### Active fold survey in the shelf area off Rumoi, Hokkaido

阿部信太郎<sup>1</sup>・関根真弓<sup>1</sup>・荒井良祐<sup>2</sup>

Shintaro Abe<sup>1</sup>, Mayumi Sekine<sup>1</sup> and Ryoyu Arai<sup>2</sup>

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

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

**Abstract:** Offshore active folds and faults were surveyed in the shelf area off Rumoi on the western coast of Hokkaido along the eastern margin of the Japan Sea. The surveyed area is located along the onshore fold zone which consists of Miocene sedimentary rocks. The coastal area is underlain by west-dipping layers and cut by the Rikibiru and the Hiroтоми faults. The earthquake (Mj6.1) occurred under the onshore fold zone at 9 km deep on December 14, 2004. The mechanism of the earthquake was a reverse fault and the fault plane inclines east, suggesting that the fold belt is active.

We conducted 7 lines of high-resolution multichannel seismic reflection survey and 8 lines of single-channel seismic reflection survey to recognize the detailed structure of the faults. The reflection profiles showed that the structure of the offshore area is characterized by a clear boundary between gently dipping western and steeply dipping eastern parts. The deeper part of the structural boundary is a reverse fault, suggesting that the boundary is a synclinal axial surface above an east dipping blind thrust. The deformation was recognized in the Pleistocene layer, thus the thrust is inferred to be active. Deformation of Holocene was not clear, because it is too thin.

The length of the thrust is estimated to be about 16 km based on our result of the survey. However, the latest activity age of the fault is uncertain. Therefore, it is not clear that the Rumoi earthquake in 2004 was the rupture of the thrust observed on offshore seismic profiling data.

**キーワード:** 活断層, 活褶曲, 活動性, 海域, 留萌, 日本海東縁

**Keywords:** active fault, active fold, seismic profiling survey, Rumoi, eastern margin of the Japan Sea

#### 1. はじめに

現在の海域活断層調査は、「新たな活断層調査について」(地震調査研究推進本部, 2009)で掲げられた陸上で認定されている主要活断層帯の海域延長部を主たる調査対象としている。しかし, 最近の内陸での大地震が主要活断層帯以外の活断層や地下の伏在断層で発生していることから, これまでの活断層調査に加えて, 今後は, 分布が海域に限られている活断層の調査も必要と考えられる。その場合, 日本列島の沿岸全海域を網羅する調査を短期間で実施することは不可能であるため, どの海域の調査を優先し, それをどのような調査仕様により実施するのかが選択する必要がある。

近年, 日本海東縁部のひずみ集中帯においては2004年中越地震, 2007年中越沖地震などの被害地震が発生している。これらの地震の震源域には震源断層の活動に伴う活褶曲が発達しており, これまで調査されてきた活断層と合わせて活動性等を検討していく必要がある。

本件においては, 中越地震や中越沖地震の震源域と同様, 日本海東縁部の変動帯に属し, 池田ほか編

(2002)等によって東西圧縮のひずみ集中の場にあるとされている北海道北西部留萌沖の褶曲構造を検討対象として音波探査を主体とした海底地質調査を実施した(第1図)。

#### 2. 調査地域の概要

調査海域周辺の陸域には新第三系が広く分布し(工業技術院地質調査所, 1952), 沿岸沖合数kmの範囲には新第三系が, さらにその沖合には広く更新統が分布している(海上保安庁, 1993)。

陸域の新第三系は中新世堆積岩からなり, 海岸線に沿った急な海食崖には, 概ね西に数十度傾斜した地層が露出しており, その背後に5eと7の2段の更新世海岸段丘が分布している(工業技術院地質調査所, 1952, 小池・町田編, 2001)。

海域においては, 鬼鹿漁港周辺の沿岸部浅海域に南北に延びるケスタ状の岩礁域が広がっており, 陸域の中新世堆積岩に連続している。この南北方向の岩礁域を横切り, 陸上の河川に連続する谷も分布する。海岸線より水深5m付近まではやや傾斜の大きい緩斜面で, その沖合では緩やかな緩斜面となる。

水深 20 m～30 m から水深 70 m までは、緩やかに起伏した高まりと凹地によって特徴付けられ、さらにその沖合は概して単調な斜面となっている（海上保安庁、1993）。

陸域における活断層は、苫前町力昼付近に北北東－南南西走向の力昼断層、小平町港町付近に北北西－南南東走向の広富断層が認定されている。これらの活断層は、いずれも確実度 I、活動度 B で西傾斜・東落ちの逆向き低断層崖を形成している（活断層研究会編、1991）また広富断層の東方約 1.5 km には、鬼鹿断層が平行して分布しているが、変動地形は認められていない。褶曲構造は、活断層である力昼断層の東に隣接し、それに平行な軸を持つ力昼背斜、さらにその東方約 3 km に丸山向斜が分布している。

海域の断層分布については、鬼鹿漁港より北部沿岸には断層長 2 km～3 km の数条の短く走向の揃っていない断層が、南部には断層長約 10 km の海岸線に平行な断層が海上保安庁（1993）に記載されている。それによると、南部の断層は、新第三系の地層と第四系の地層の境界部に認められる東上がりの逆断層とされているが、北部への連続性は乏しく、北部の断層は必ずしも新第三系と更新統の境界部付近となっているわけではない（海上保安庁、1993）。

2004 年 12 月 14 日に、調査域の内陸部において留萌支庁南部の地震（深さ 9 km, Mj6.1）が発生した。この地震は、メカニズム解および余震分布から、北北東－南南西を断層面とする東傾斜・東上がりの純粋な逆断層型であると考えられている。また、1910 年にごく近傍を震央として発生した M5.3 の地震のメカニズムも、2004 年の地震と同じ東上がりの逆断層型と推定され、東西圧縮の広域応力場を反映したものである（Maeda and Sasatani, 2009）。2004 年の地震に伴う地表地震断層は出現せず、陸上で見られている力昼・広富断層でも、2004 年の地震による変位は確認されていない。また、力昼・広富断層はこういった地震のメカニズムと異なり、西側隆起の断層であるので、深部の地震断層につながるものではなく、伏在する東傾斜の主断層系の活動により副次的に生じたものと考えられる。

この地域における深部構造に関する情報としては、改訂版「日本の石油・天然ガス資源」編集委員会編（1992）に、基礎試錐「留萌」の掘削結果に基づいた力昼背斜を横断する反射法地震探査の地質構造解釈が記載されている。これによれば、地下深部から背斜西翼部に連続する東傾斜の逆断層が示されている。

### 3. 調査の概要

本調査では、海上保安庁（1993）に記載された断層の形状、活動性をさらに詳しく把握するため、断層のやや深部の地質構造を把握するためのウォー

ターガンを用いた探査では層内部に沖側に傾く非常に急傾斜な層理面が見られる。分布域を海上保安庁（1993）と比較し、中新統～鮮新統の地層に対比した。

ターガンを音源とするシングルチャンネル音波探査、および断層浅部の変形構造を高分解能で捉えて累積性や最終活動時期を把握するための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。音波探査の諸元については第 1 表に示す。

測線は、調査対象とした海上保安庁（1993）に記載された断層の走向に直交する E-W 方向の 6 測線、それらの測線間の反射記録の対比、および断層の走向方向における地質構造の変化を把握するために N-S 方向の 2 測線を設定した。また、構造の連続性等を把握するために、必要に応じて補測線も追加した（第 1 図）。

以下の本文中では、測線名の後ろに“B”が付いているものは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、“W”が付いているものは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の測線を表す。

## 4. 調査結果の概要

### 4.1 音響層序区分と年代対比

本調査海域においては、海上保安庁（1993）が音波探査記録に基づいて I 層～VIII 層に層序区分を行っている。本調査における音波探査記録の地質解釈においても、基本的にはこの層序区分に従って、反射記録に見られる不整合面や顕著な反射面などの内部構造の対比を行い、上位より A～E 層に区分した。本調査と海上保安庁（1993）の層序区分の対比を第 2 表に示す。また、本調査で得られた音波探査記録断面、例えば RMI102W 測線では B 層の細分化が可能であり B1～B3 に細区分した（第 2 図 (a), (b)）。各層の音響学的特徴と対比されると推定した年代を以下に記す。

- A 層：調査範囲の最上位層で、層厚が 10 m 以下と非常に薄く、海岸線から約 2 km より沖合に分布する。沿岸部においては、一部の谷地形に薄く堆積が見られるところがある。下位層とは不整合関係にあり、ほぼ水平に覆っていることから、最終氷期以降の堆積物と推定される。
- B 層：A 層の下位層で、海岸線より約 2 km より沖合に分布し、沖に向かって厚みを増していく。内部の反射面によって、B1～B3 に区分した。最終氷期以前の更新統に対比される。
- C 層：沖に向かって傾斜する地層で、下位層に緩くダウンラップしている。分布域を海上保安庁（1993）と比較し、鮮新統～更新統に対比した。
- D 層：沿岸部浅海域で海底に露出しているが、沖合では緩い傾斜で記録上の最下層あるいは、その 1 つ上の層として認められる。ウォーターガンをを用いた探査では層内部に沖側に傾く非常に急傾斜な層理面が見られる。分布域を海上保安庁（1993）と比較し、中新統～鮮新統の地層に対比した。

E層：本調査で認められる最下層であり、沿岸部浅海域で海底に露出している。ウォーターガンを用いた探査では内部に沖側に傾く非常に急傾斜な層理面が見られる。分布域を海上保安庁(1993)と比較し、中新統に対比した。

#### 4.2 音波探査記録の地質構造解釈

本調査では、前述の通り、同一測線上において可探深度および分解能が異なる2種類の音波探査を実施した結果、海底面下約300mまでの地質構造を把握することができた。

以下に、断層に直交する各E-W測線で把握された地質構造についてまとめる。

##### (1) RMI1 測線

全体に地層は沖に向かって傾斜する。特にB2層以下の地層の傾斜がやや大きい。RMI1W断面のショットNo(以下、SPと記載する)1345付近を境に陸側で地層の傾斜が大きく、海側で緩傾斜となる(第3図)。より陸側のSP1500付近までは地層の急傾斜が反射断面図で確認できるが、さらに陸側では地層の変形が大きいため反射面が不明瞭になる。この傾斜変換点の深部ではE層上面に断層変位が生じている可能性が高く、断層運動による変形によって地層が急傾斜したものと考えられる。この断層の直上ではB1層に変形は認められない(第4図)。

##### (2) RMI2 測線

RMI1測線とほぼ同じ構造を持ち、RMI2W断面のSP1200付近に地層の傾斜が急変し、沖側で緩傾斜、陸側で急傾斜する(第5図)。より陸側のSP1300付近までは地層の急傾斜が反射断面図で確認できるが、さらに陸側では反射面が不明瞭になる。RMI2W測線で確認される地層の傾斜変換点に対応するあたりでは反射面が不明瞭であるが、A層内にはこの変形は及んでいない(第6図)。

##### (3) RMI3 測線

本測線のシングルチャンネル音波探査は漁具等の障害物の影響でRMI3W測線とRMI3W-2測線(第7図)の2測線に分かれており、両測線は連続していない。そのため、連続した地質構造データは得られていないが、基本的には傾斜変換点を境に、沖側の緩傾斜部と陸側の急傾斜部に区分できる。RMI1W測線、RMI2W測線に比べて、沖合い部の地層の傾斜が緩い。SP130付近に地層の傾斜が急変する構造が認められる。それより陸側のSP250付近までは地層の急傾斜が反射断面図で確認できるが、さらに陸側では反射面が不明瞭になる。この傾斜変換点において、C層以下の地層は断層により連続性が断たれている。

RMI3B測線(第8図)では、RMI3W-2測線で確

認される地層の傾斜変換点に対応するあたりでは反射面が不明瞭であるが、A層内にはこの変形は及んでいない。

##### (4) RMI4 測線

上記の測線とほぼ同じ構造を持ち、RMI4W-2測線(第9図)のSP70付近に地層の傾斜が急変する構造が認められる。それより陸側のSP200付近までは連続的に地層の急傾斜が反射断面図で確認できる。さらに陸側では反射面が不明瞭になるが部分的に傾斜した反射面が認められる(例えば、RMI4W-2測線のsp450付近)。この傾斜変換点において、C層以下の地層は断層により連続性が断たれている。

RMI4B測線(第10図)では、RMI4W-2で確認される地層の傾斜変換点に対応するあたりでは反射面が不明瞭であるが、A層内にはこの変形は及んでいない。

##### (5) RMI5 測線

RMI5W測線(第11図)でもSP1000付近に地層の傾斜が急変する構造が認められる。それより陸側のSP1250付近までは連続的に地層の急傾斜が反射断面図で確認でき、沖側は緩傾斜である。さらに陸側では反射面が不明瞭になるが部分的に傾斜した反射面が認められる。この傾斜変換点において、B2層以下の地層は断層により連続性が断たれている。

RMI5B測線(第12図)では、RMI5W測線で確認される地層の傾斜変換点に対応するあたりでは反射面が不明瞭であり、断層変形の影響がどの地層まで及んでいるかは不明である。ただし、海底地形には変形は及んでいない。

##### (6) RMI6 測線

RMI6W測線(第13図)ではSP1000付近に地層の傾斜が急変する構造が認められる。それより陸側では連続的に地層の急傾斜が反射断面図で確認でき、沖側は緩傾斜である。RMI6B測線(第14図)では、RMI6W測線で確認される地層の傾斜変換点に対応するあたりでは、断層変形の影響はB1層内部には認められる。また、海底地形にもわずかな段差が認められる。しかし、A層基底の不整合面にはそのような明瞭な段差や変形が認められないことから、この地形が断層活動に起因したのか、A層の堆積によるものであるか、はっきりと区別できず、A層内に変形が及んでいるとは断言できない。

#### 5. 北海道留萌沖における活褶曲とその活動性

本調査海域では海岸線から2~3km沖合い付近に地層の傾斜変換点が存在する(第15図)。この西側(沖側)では地層は緩く西に向かって傾斜するが、東側では傾斜変換点の近傍から陸では地層は西側へ急傾

斜する。陸上地質（工業技術院地質調査所：1952）を考え合わせると、沿岸海域の急傾斜帯の大部分は陸上で数十度の傾斜が確認されている新第三系の地層に相当すると考えられる。

各測線で認められる傾斜変換点では更新統に明瞭な変形が認められることから、この変形構造は活構造であり、活断層が伏在するものと解釈される。この変形構造は本調査海域における主要な地質構造であり、その形態的な類似性から一連のものであると考えられる。南部の RMI4~RMI6 測線で認められる傾斜変換点は海上保安庁（1993）で指摘されている断層と位置が一致することから、この断層はさらに北側へ連続する構造であることが明らかになった。その全長は、調査測線の北端から海上保安庁（1993）の地質構造図に示された断層線の南端を結ぶ約 16 km となる（第 15 図）。

既存資料に基づく従来の知見では、断層の分布と地質構造の関係が必ずしも整合的でなかったため、活構造の全長については明確な判断ができていなかった。今回の調査では、活構造の端部付近について、断層分布、連続性が明瞭な反射記録断面により詳細に把握されたため、全長が明らかになり、この活構造の地震規模評価に資するための調査結果が得られた。

また、断層変形は B1 層内部にまで認められるので更新世以降の活動が推定される。しかし、最終氷期以降の堆積物である A 層は、断層付近において極めて薄いため、断層近傍における層厚の変化が断層活動によるものなのか、堆積構造の違いによるものなのかは明確には判断できず、本件の調査結果のみからは、最新活動時期についての議論はできない。

本調査においては、海底試料のサンプリング等を実施しておらず、音響学的層序への地質年代の対応については不確定要素がある。したがって、最新活動時期については、最終氷期以降の活動を絞り込めるまでの明確な答えを導き出せるだけのデータは得られていない。

一般論としては、M7 以上の内陸地震であれば、地表地震断層が出る可能性は高いとされているが、2004 年に発生した留萌の地震は M6.1 であり、大規模な地殻変動に伴うような地表変位は確認されていないことは従来の知見と矛盾しない。したがって、本件で把握された活構造と 2004 年の留萌の地震との直接的な関連性を解明することはできない。しかしながら、地震のメカニズムと活構造の性状については、両者とも逆断層を示唆するものであり、テクトニクスの観点では整合的といえる。

## 6. 今後の展望

これまで沿岸海域において、断層の詳細な活動履歴を把握するための調査が実施された領域は限られ

ており、今後、さらに調査が実施され、最終的には全国的に網羅されるのが理想である。しかしながら、限られた予算と時間の中では、全国の沿岸海域全てを調査することは不可能なので、優先順位を決めて、粛々と実施していく必要がある。

本調査結果を踏まえれば、既存資料に示されている活断層の線状記載部のみに着目するのではなく、活動性が明確ではない撓曲・褶曲構造も含めた活構造全体としての性状、活動性把握を実施していくべきである。

なお、平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震は沈み込み帯において発生した地震であり、本件で検討した海域活断層調査とは異なる範疇のものであるが、このような巨大地震に伴って誘発的に発生する地震の中には、海底の活構造調査の対象として考慮していかなければならない活構造も含まれている。たとえば、4 月 11 日に福島県浜通りの深さ約 5 km で発生した M7.0（暫定）の地震に伴って地表に正断層が出現している。この地震のテクトニクスの背景を考えれば、これと同様な地震が太平洋側沿岸海域に発生する可能性があり、このような地震のポテンシャルを示す海底活構造の把握も重要と考えられる。

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。また、査読者である活断層・地震研究センターの岡村行信センター長には、原稿の細部にまでわたって有益な助言をいただきました。ここに記して感謝の意を表します。

## 文 献

- 池田安隆・今泉俊文・東郷正美・平川一臣・宮内崇裕・佐藤比呂志編（2002）：第四紀逆断層アトラス，東京大学出版会，260p.
- 地震調査研究推進本部（2009）：新たな活断層調査について，[www.mext.go.jp/b\\_menu/boshu/detail/\\_icsFiles/fieldfile/2011/02/21/1302365\\_02\\_1.pdf](http://www.mext.go.jp/b_menu/boshu/detail/_icsFiles/fieldfile/2011/02/21/1302365_02_1.pdf).
- 海上保安庁（1993）：沿岸の海の基本図「鬼鹿」（1/50,000）.
- 改訂版「日本の石油・天然ガス資源」編集委員会編（1992）：改訂版日本の石油・天然ガス資源，天然ガス鉱業会・大陸棚石油開発協会，520p.
- 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，437p.
- 工業技術院地質調査所（1952）：地質図幅「鬼鹿」（1/50,000）.
- 小池一之・町田洋編（2001）：日本の海成段丘アトラス，東京大学出版会，105p.

Maeda, T. and Sasatani, T. (2009) : Strong ground motions from an Mj 6.1 inland crustal earthquake in Hokkaido, Japan: the 2004 Rumoi earthquake, Earth Planets Space, 61, 689-701.

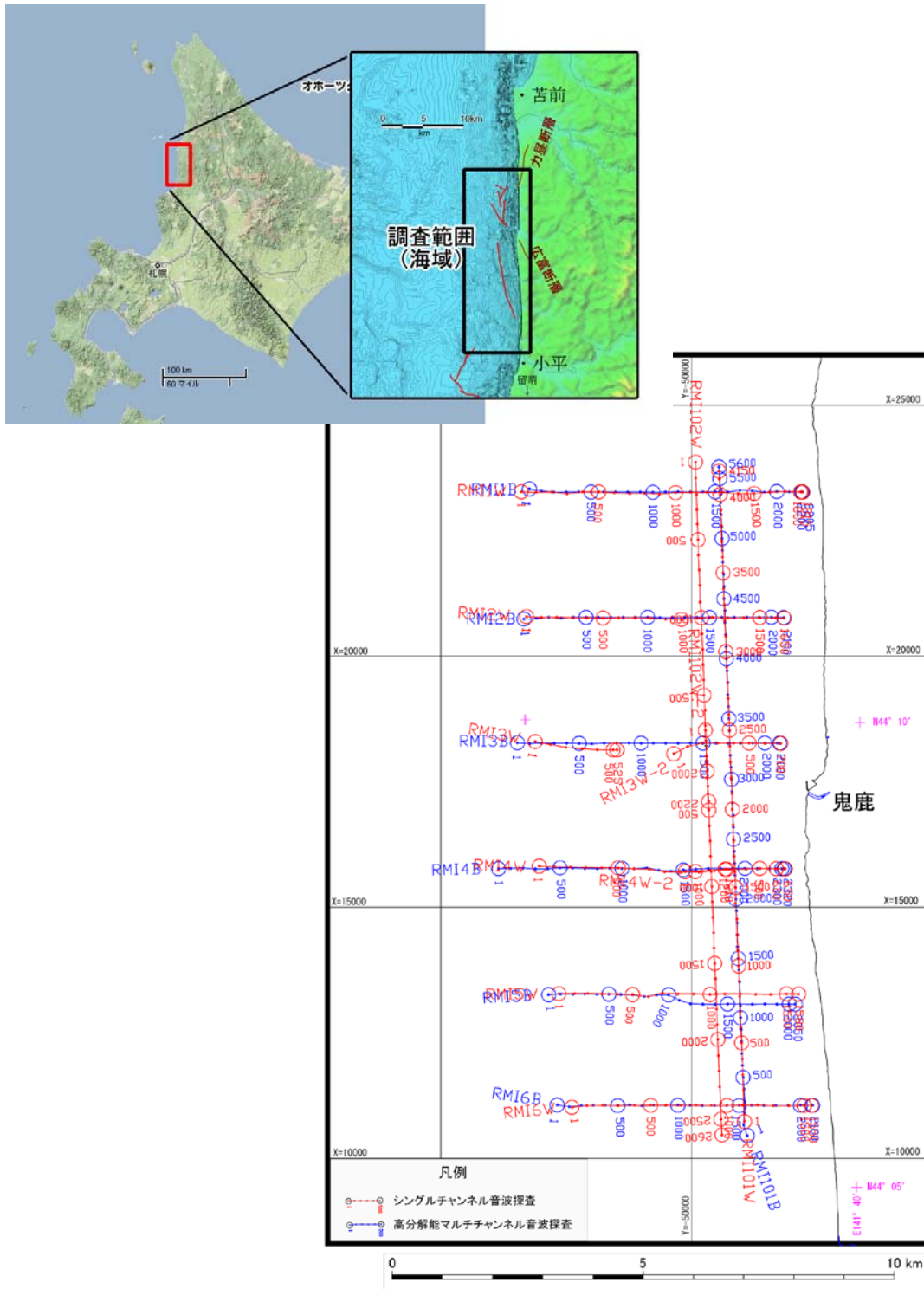
(受付 : 2011 年 10 月 9 日, 受理 : 2011 年 10 月 31 日)

第 1 表. 探査仕様.  
Table 1. Survey parameters.

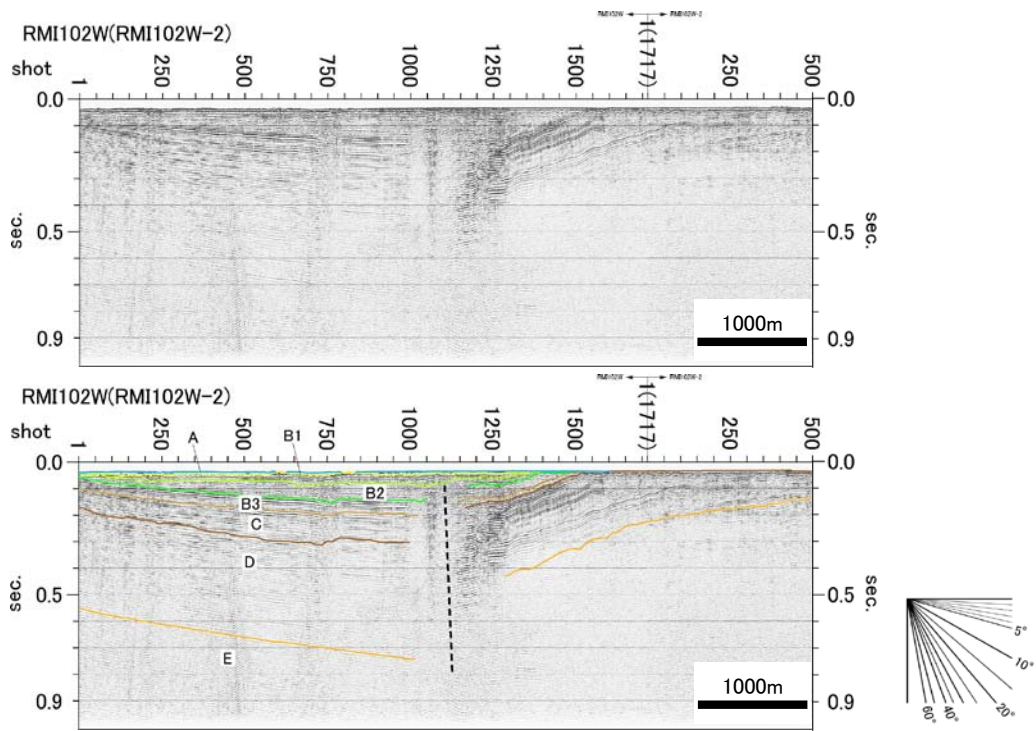
	調査手法	高分解能マルチチャンネル音波探査	シングルチャンネル音波探査
送信部	音源	ブーマー (電磁誘導振動素子)	ウォーターガン (高圧水開放式) (15cu-in)
	発振エネルギー	約200 J	約13.2 MPa
	発振周波数	500~5,000 Hz	40~3000 Hz (中心周波数 : 1,000Hz)
	音源の深度	0.5 m	2 m
	船尾と音源の距離	25 m	20 m
	発振点間隔	2.5 m	約1.5 sec. (約3m)
受信部	受信器	圧電型振動素子 (ハイドロフォン)	圧電型振動素子 (ハイドロフォン)
	チャンネル数	12 ch	1 ch
	チャンネル間隔	2.5 m	—
	受信器の深度	0.5 m	1.0~1.5 m
	船尾とニアチャンネルの距離	30 m	25 m
収録部	探鉱機	24bit (GEODE)	24 bit
	記録方式	SEG-Y	SEG-Y
	重合数	6	なし
	サンプリング間隔	0.125 msec.	0.5 msec.
	記録長	0.42 sec. (プレトリガー : 0.02sec)	1.0 sec.
測点間隔 (CMP 間隔)		1.25 m	約3 m
測位		DGPS	DGPS
船速		約3ノット	約3ノット

第 2 表. 層序対比表.  
Table 2. Correlation table.

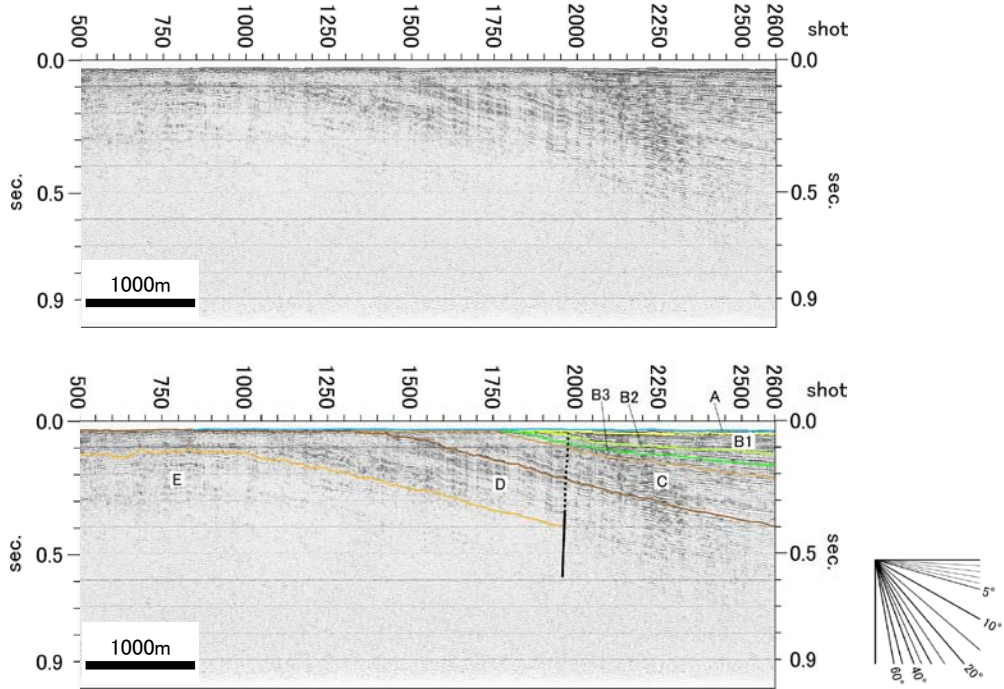
時代		陸上地質層序	海上保安庁 (1993)	本調査
第四紀	完新世		I	A層
	更新世	段丘堆積層	II	B1層
			III	B2層
			IV	B3層
			V	C層
新第三紀	鮮新世		VI	D層
		遠別層		
	中新世	鬼鹿層	VII、VIII	E層
		古丹別層		
ユードロ層				



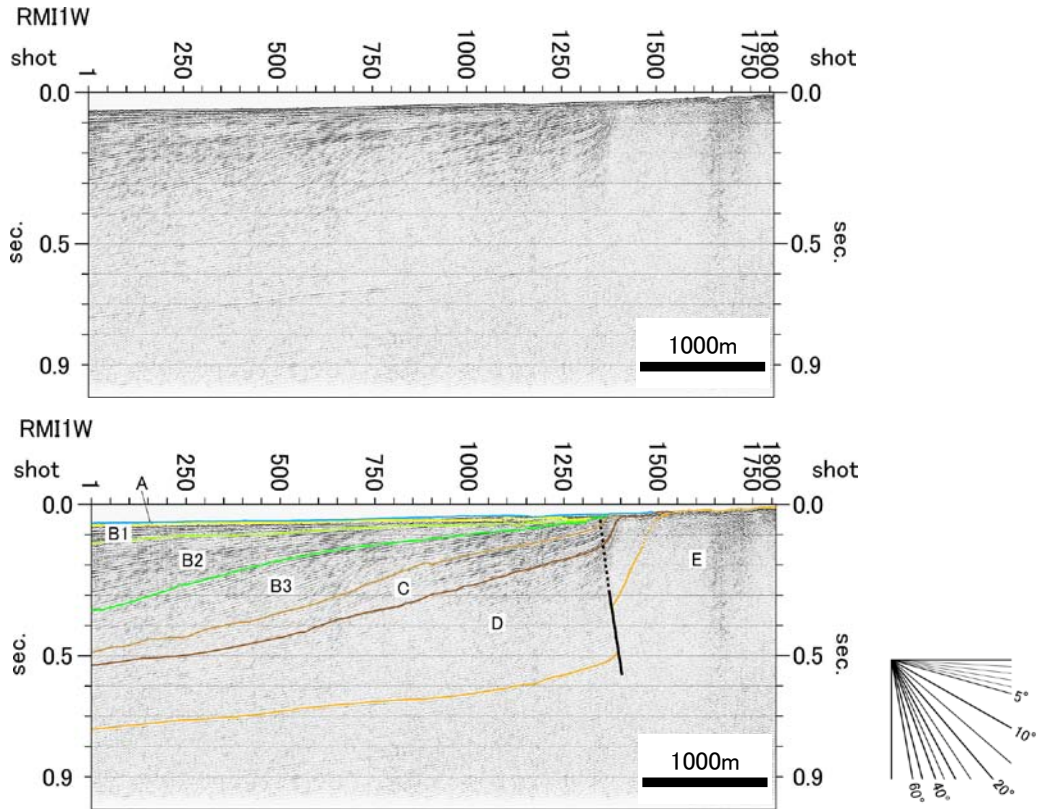
第1図. 調査地域と調査位置図.  
Fig. 1. Location map of this survey.



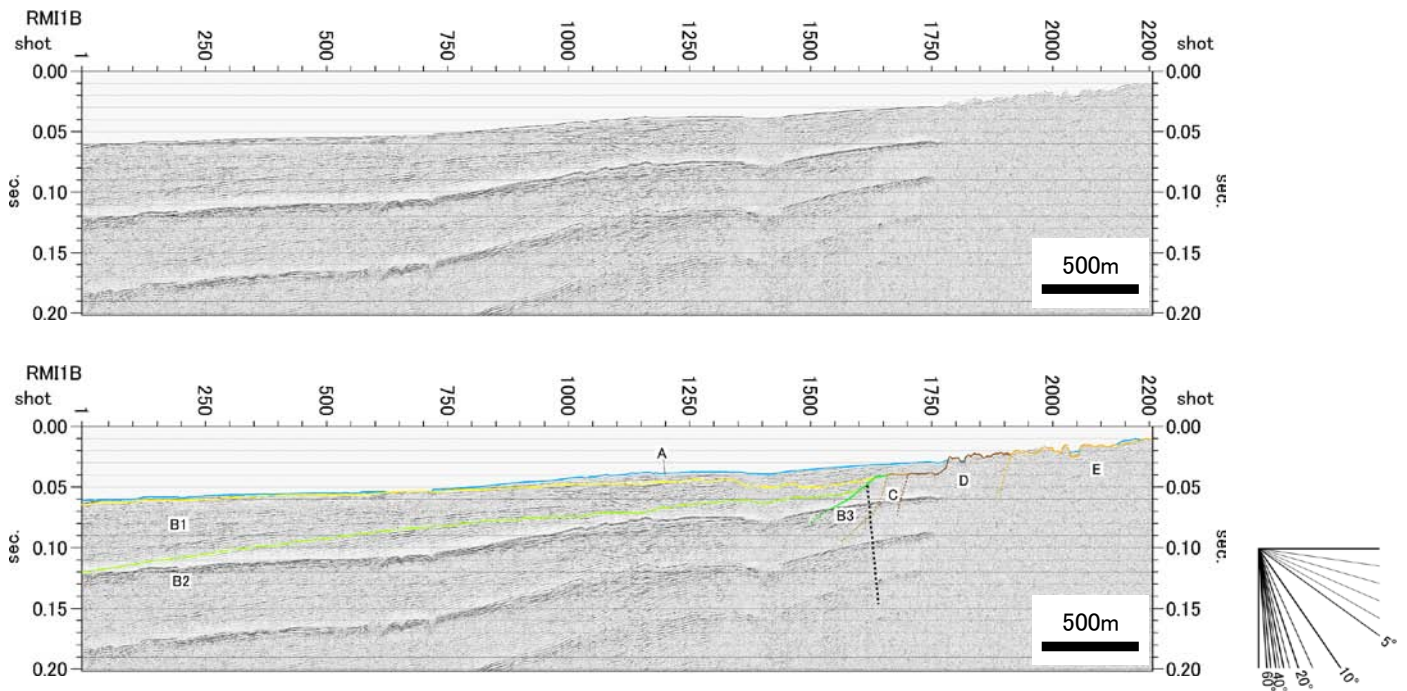
第 2a 図. シングルチャンネル音波探査記録(RMI102W) (その 1).  
 上段：反射断面，下段：解釈断面。  
 Fig. 2a. Single-channel seismic reflection profile (RMI102W) (No.1).  
 Upper: Time section, Lower: Geological interpretation.



第 2b 図. シングルチャンネル音波探査記録 (RMI102W) (その 2).  
 上段：反射断面，下段：解釈断面。  
 Fig. 2b. Single-channel seismic reflection profile (RMI102W) (No.2).  
 Upper: Time section, Lower: Geological interpretation.

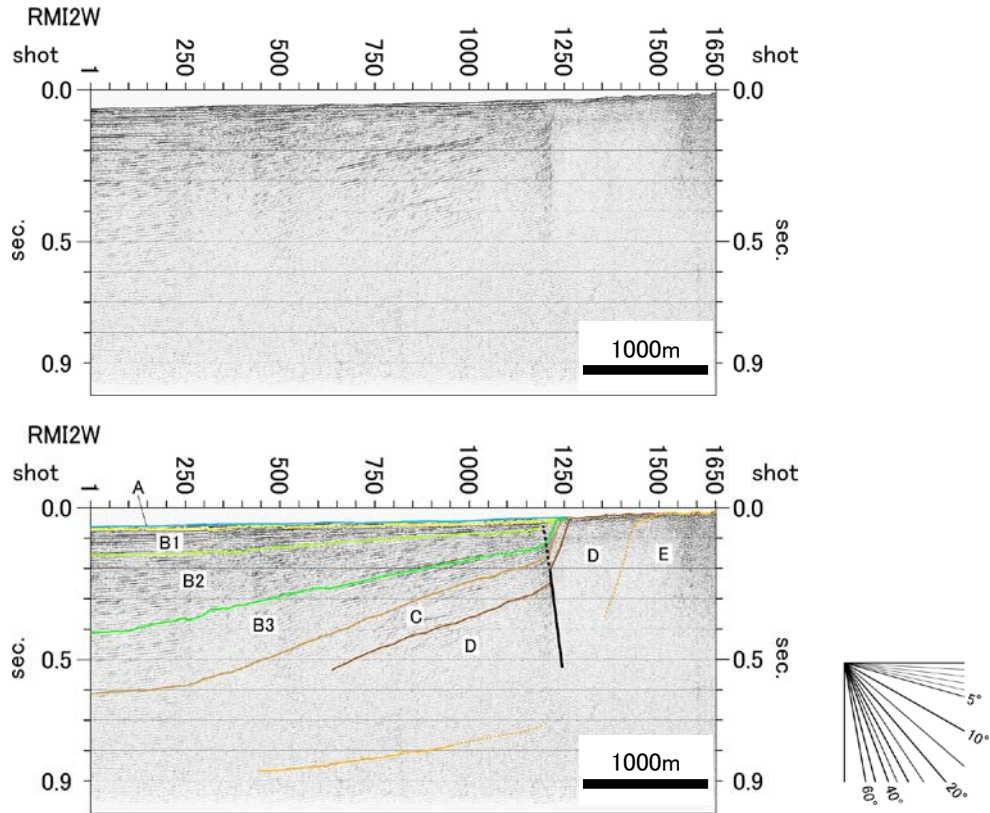


第3図. シングルチャンネル音波探査記録 (RMI1W).  
 上段：反射断面，下段：解釈断面。  
 Fig. 3. Single-channel seismic reflection profile (RMI1W).  
 Upper: Time section, Lower: Geological interpretation.

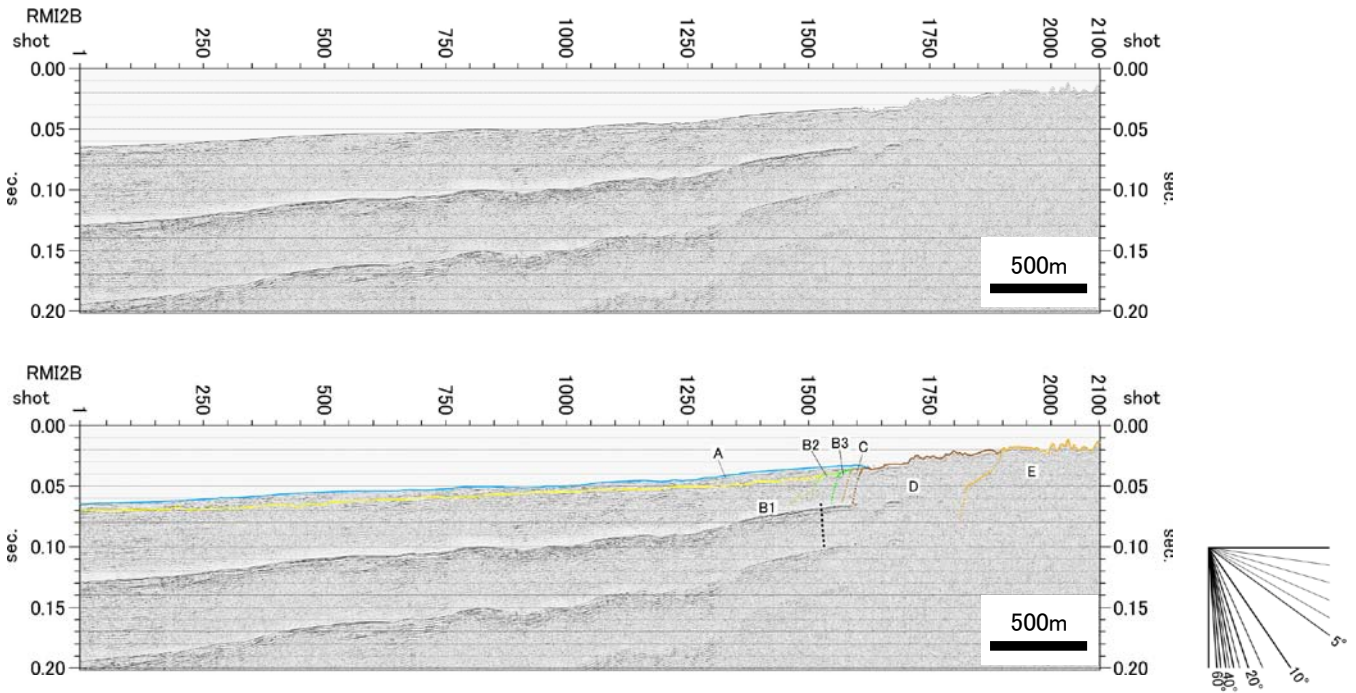


第4図. 高分解能マルチチャンネル音波探査記録 (RMI1B). 上段：反射断面，下段：解釈断面。  
 Fig. 4. High-resolution multichannel profile (RMI1B). Upper: Time section, Lower: Geological interpretation.

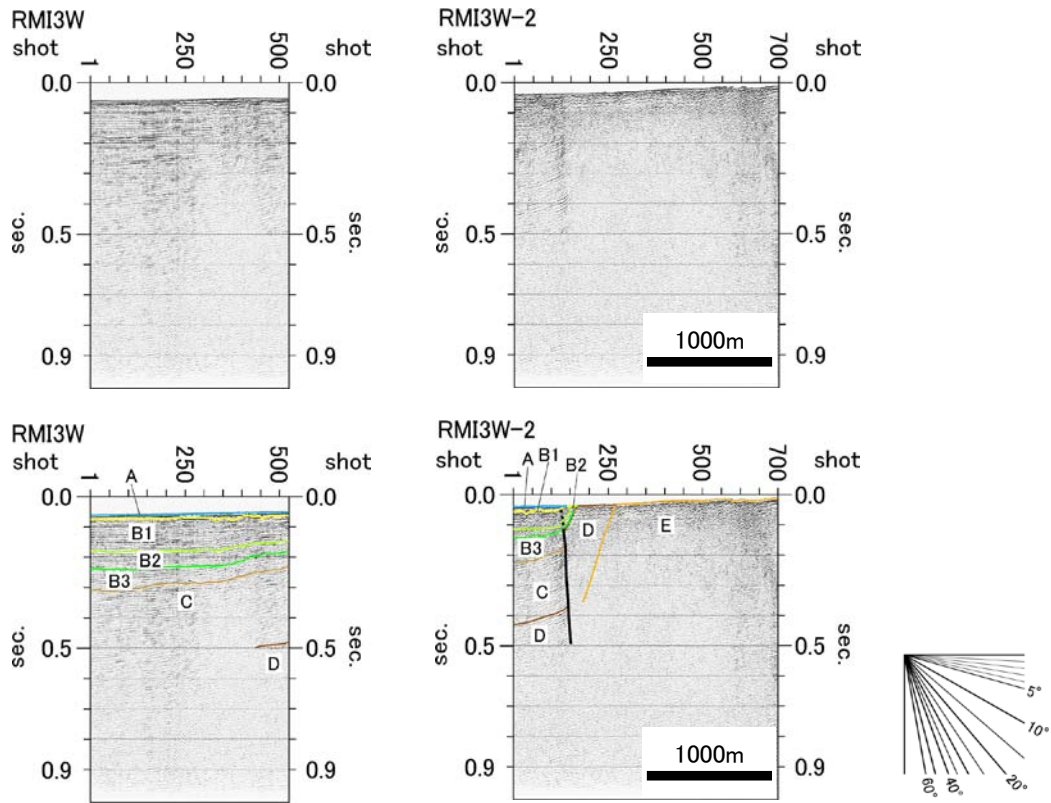




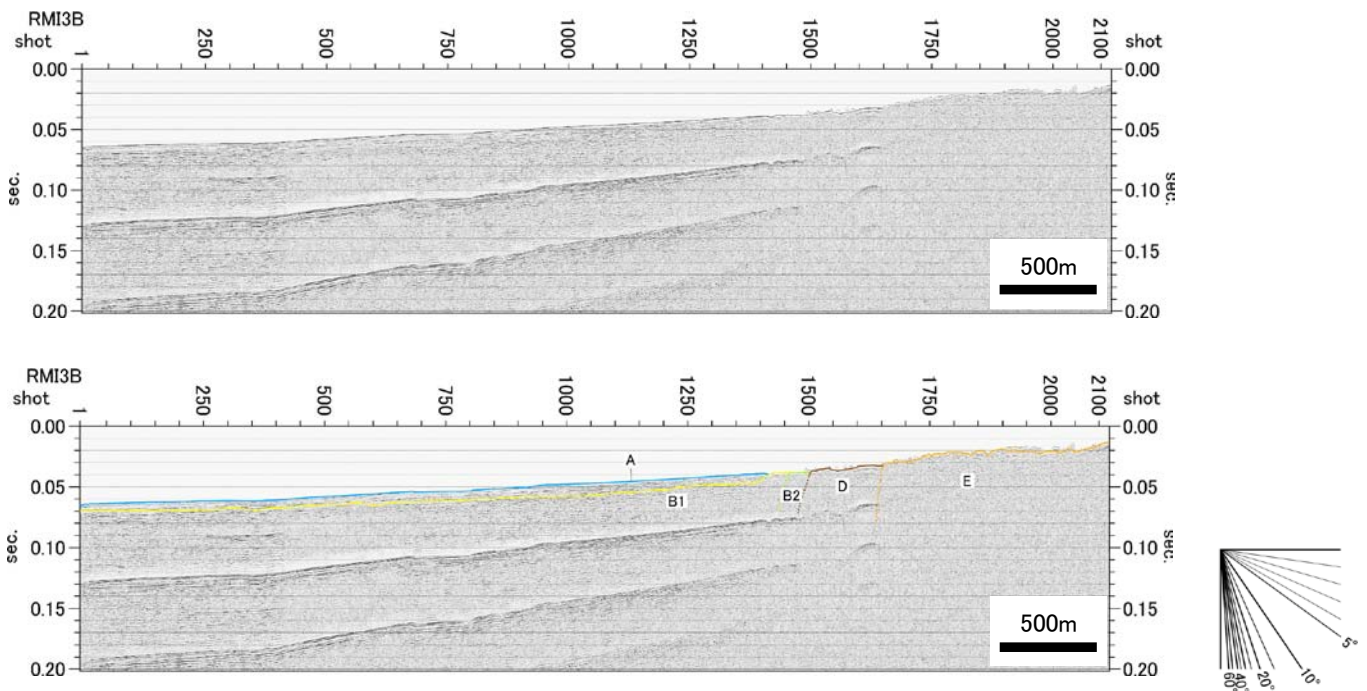
第5図. シングルチャンネル音波探査記録(RMI2W). 上段: 反射断面, 下段: 解釈断面.  
 Fig. 5. Single-channel seismic reflection profile (RMI2W). Upper: Time section, Lower: Geological interpretation.



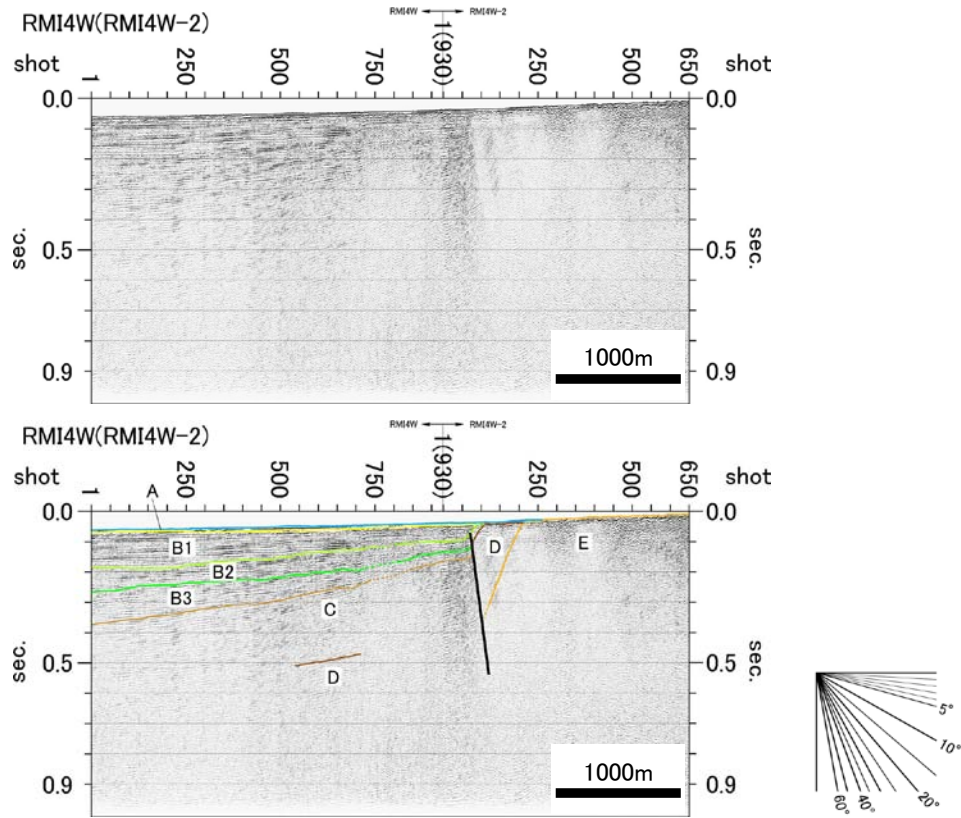
第6図. 高分解能マルチチャンネル音波探査記録 (RMI2B). 上段: 反射断面, 下段: 解釈断面.  
 Fig. 6. High-resolution multichannel profile (RMI2B). Upper: Time section, Lower: Geological interpretation.



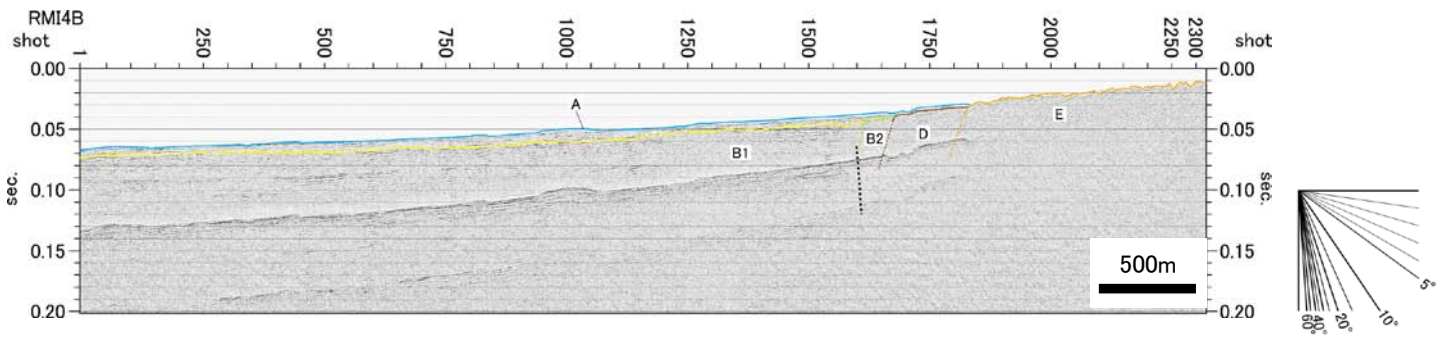
第7図. シングルチャンネル音波探査記録 (RMI3W).  
 上段：反射断面, 下段：解釈断面.  
 Fig. 7. Single-channel seismic reflection profile (RMI3W).  
 Upper: Time section, Lower: Geological interpretation.



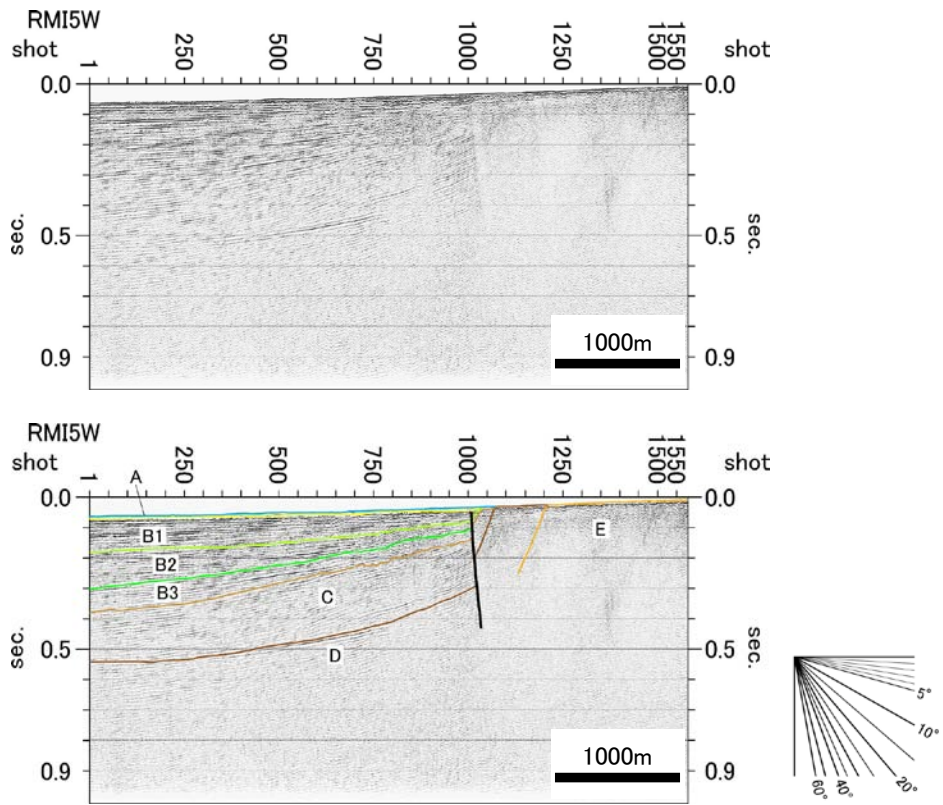
第8図. 高分解能マルチチャンネル音波探査記録 (RMI3B). 上段：反射断面, 下段：解釈断面.  
 Fig. 8. High-resolution multichannel profile (RMI3B). Upper: Time section, Lower: Geological interpretation.



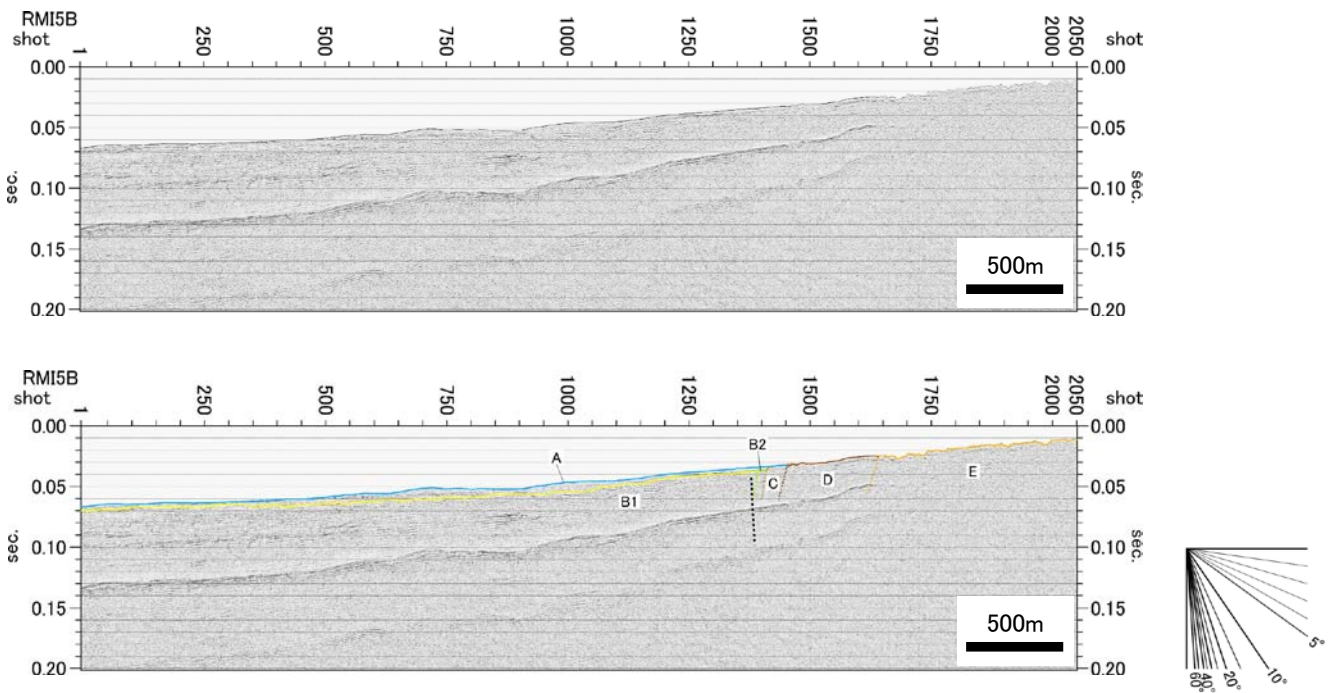
第9図. シングルチャンネル音波探査記録 (RMI4W).  
 上段: 反射断面, 下段: 解釈断面.  
 Fig. 9. Single-channel seismic reflection profile (RMI4W).  
 Upper: Time section, Lower: Geological interpretation.



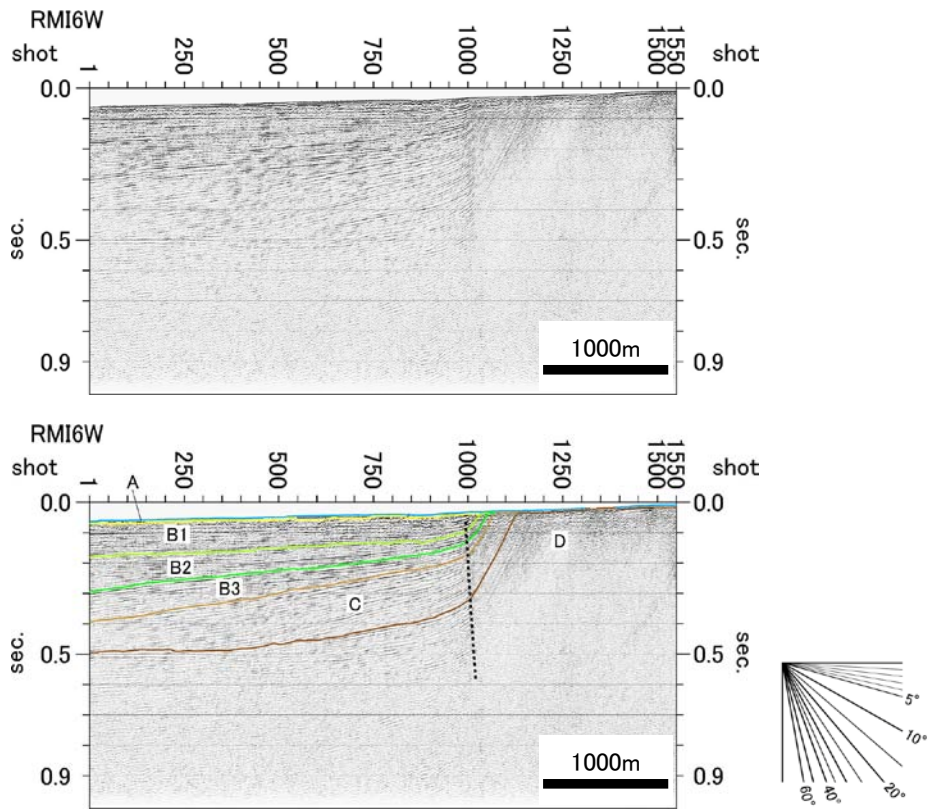
第10図. 高分解能マルチチャンネル音波探査記録 (RMI4B). 上段: 反射断面, 下段: 解釈断面.  
 Fig. 10. High-resolution multichannel profile (RMI4B). Upper: Time section, Lower: Geological interpretation.



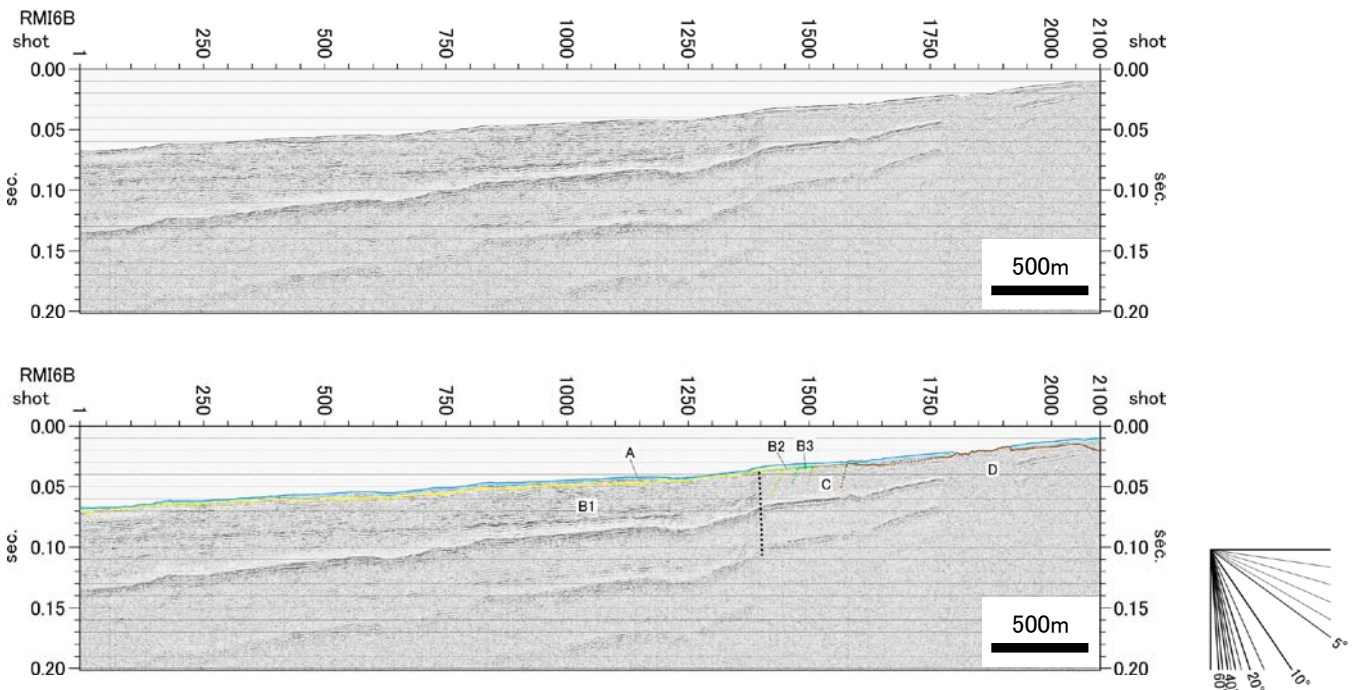
第 11 図. シングルチャンネル音波探査記録 (RMI5W).  
 上段：反射断面，下段：解釈断面。  
 Fig. 11. Single-channel seismic reflection profile (RMI5W).  
 Upper: Time section, Lower: Geological interpretation.



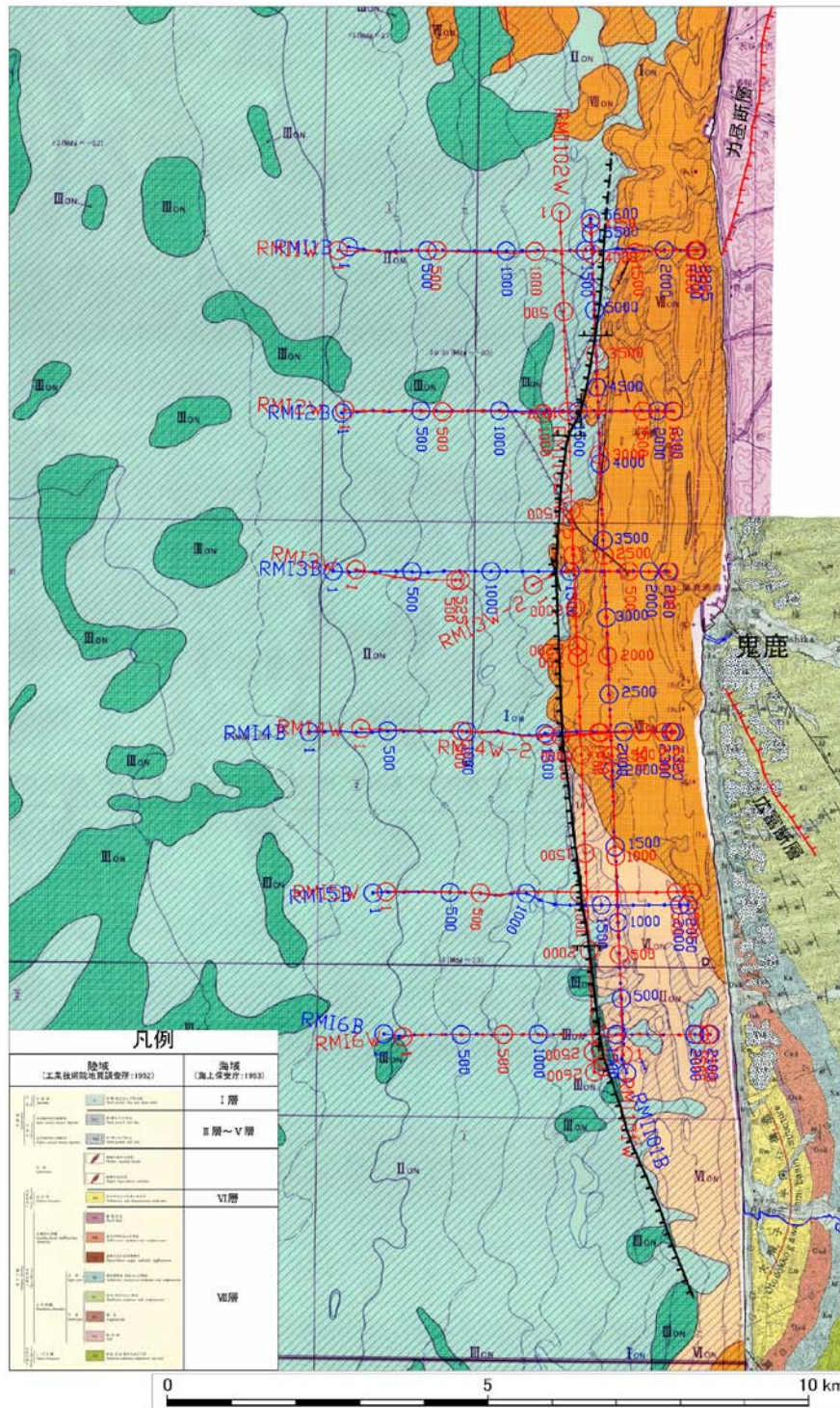
第 12 図. 高分解能マルチチャンネル音波探査記録 (RMI5B). 上段：反射断面，下段：解釈断面。  
 Fig. 12. High-resolution multichannel profile (RMI5B). Upper: Time section, Lower: Geological interpretation.



第 13 図. シングルチャンネル音波探査記録 (RMI6W).  
 上段: 反射断面, 下段: 解釈断面.  
 Fig. 13. Single-channel seismic reflection profile (RMI6W).  
 Upper: Time section, Lower: Geological interpretation.



第 14 図. 高分解能マルチチャンネル音波探査記録 (RMI6B). 上段: 反射断面, 下段: 解釈断面.  
 Fig. 14. High-resolution multichannel profile (RMI6B). Upper: Time section, Lower: Geological interpretation.



第 15 図. 本調査結果を踏まえた地質構造図. 海上保安庁 (1993), 工業技術院地質調査所 (1952), 活断層研究会 (1991) を統合した図に加筆.

Fig. 15. Geological structure map based on the results of this survey. We corrected the figure which unified existing documents.