

「活断層の追加・補完調査」成果報告書 No.H20-3

## 青森湾西岸断層帯の活動性および活動履歴調査

平成 21 年 5 月

独立行政法人  
産業技術総合研究所

## 目 次

1. 断層帯の概要とこれまでの主な調査研究	1
2. 調査結果	2
2. 1 音波探査	2
(1) 音波探査の手法	2
(2) 音波探査の結果	3
2. 2 反射法弾性波探査	5
(1) 反射法弾性波探査の手法	6
(2) 反射法弾性波探査の結果	6
2. 3 ボーリング調査	8
(1) ボーリング調査の手法	8
(2) ボーリング調査の結果	9
3. まとめ	11
3. 1 青森湾西岸断層帯の位置および形態	11
(1) 断層帯を構成する断層	11
(2) 断層帯の位置・形状	11
(3) 断層の変位の向き	12
3. 2 断層帯の過去の活動	12
(1) 平均変位速度	12
(2) 活動時期	12
(3) 1回の変位量	13
(4) 活動間隔	13
(5) 活動区間	13
文 献	15
図 表	17

## 1. 断層帯の概要とこれまでの主な調査研究

津軽半島の西部に当たる青森湾および陸奥湾の西岸陸域には、図1に示すように入内断層・野木和断層・青森湾西断層および根岸西方の断層などの活断層が分布している（活断層研究会編，1991；中田・今泉編，2002など）。地震調査研究推進本部地震調査委員会（2004）は、これらのうち青森市西方から青森湾南西岸にかけて分布する入内断層・野木和断層・青森湾西断層から構成される活断層帯を青森湾西岸断層帯として、その分布・形状と活動性についての長期評価を実施している。

活断層としての青森湾西岸断層帯が存在することを最初に指摘したのは、松田ほか（1976）および中田ほか（1976）である。活断層研究会編（1980，1991）は、それらの活断層を、青森湾西断層および入内断層に区分し、それぞれが西側隆起成分を持つ活動度A～B級の活断層であるとした。太田（1968），宮内（1988）や吾妻（1995）は海成段丘面の高度分布・変動地形を調べて津軽半島の第四紀地殻変動を論じている。その後、宮内ほか，（2001），池田ほか編（2002）および中田・今泉編（2002）は活断層の詳しい位置を図示し、さらに両断層の間に野木和断層が存在することを新しく示した。また、青森県（1997，1998，1999）は、入内断層・野木和断層および青森湾西断層を対象にして、地形地質調査、反射法弾性波探査、ボーリング調査、トレンチ調査などを実施し、とくに入内断層については中期更新世以降の断層の累積変位を確認するとともに、完新世の活動を示唆するボーリング調査結果等を明らかにした。

これらの調査結果を受けて、平成16年4月に公表された地震調査研究推進本部による長期評価（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2004）では、青森湾西岸断層帯では、全体が一つの活動区間とした場合、マグニチュード7.3程度の地震が発生する可能性があると考えられた。しかし、将来における地震の発生可能性については、過去の活動が十分に明らかではなく、最新活動時期が特定できていないことから、信頼度の低い平均活動間隔（3千～6千年）を用いたポアソン過程による確率しか求められていない（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2004）。また、地震調査研究推進本部地震調査委員会（2004）は、今後に向けての課題として、1）最新活動時期を含めた活動履歴や1回変位量について精度の良いデータを集積させ、2）野木和断層や入内断層の北方海域延長部についても調査を行う必要があると指摘している。

その後、吉岡ほか（2005）は、この断層帯を青森湾西断層と野木和断層から構成される青森湾西岸活動セグメントと入内活動セグメントに区分し、それぞ

れが固有の活動履歴を持つとしている。

## 2. 調査結果

本調査では、青森湾西岸断層帯のうち、青森市の市街地に近接し、かつ最新活動の痕跡が記録されている可能性が高い完新世堆積物が厚く分布している入内活動セグメントを主な対象として、その北方延長海域では音波探査を、沿岸陸域では反射法弾性波探査とボーリング調査を実施して、断層の分布・形状および活動履歴の解明を目指した。

### 2. 1 音波探査

本探査では、入内断層および野木和断層などの青森湾および陸奥湾内での分布形状を明らかにするために、図2に示す南北約40km・東西最大約9kmの海域で、ブーマーおよびチャープソナーを用いたシングルチャンネルの音波探査を実施した。

#### (1) 音波探査の手法

ブーマーによる音波探査では、Applied Acoustic社製Boomer System探査装置とストリーマケーブルを使用して、探査海域の全域にわたって約1~2km間隔の東西主測線に沿ってシングルチャンネルの音波探査を実施した。また、東西測線間の反射記録の対比をするために、南北方向の検測線を設けた。探査測線の総延長は約335kmであった。探査データは船上モニターでアナログ記録するとともに、デジタル記録を取得した。

チャープソナーによる音波探査は、通常のブーマーによる探査ではリングングノイズにより判読が困難な海底面下2~5m以浅の構造を明らかにする目的で、探査海域南部において測線38以南の南北約5kmの海域で実施し、その探査測線の総延長は約30kmであった。探査にはDatasonic社製CAP-6000型探査装置を使用し、船上モニターでのアナログ記録とデジタル記録を取得した。しかし、チャープソナーによる探査では、良好な反射記録が得られなかった。なお、測線39以北の海域はホタテ貝養殖海域にあたり、潜行艇型のチャープソナーを使用した探査を実施できなかった。

## (2) 音波探査の結果

音波探査の結果に基づいて作成した海底地質構造図を図3に示す。また、代表的な測線区間の反射記録と地質解釈を図4～8に示す。本探査では、海底面下最大約60mまでの反射記録が得られたが、測線41以南の浅海域においては、海底面下数mに音響不透明層が広く分布しており、それ以深の反射記録は得られなかった。なお、反射記録の深度変換にあたっては、水中および堆積物中での音波速度をいずれも1500m/sと仮定した。

### a) 海底地形

探査海域は、陸奥湾および青森湾の西部にあって、水深80m以下である。沿岸から数百m～3km程度の海底面は傾斜2-3°程度であるが、それよりも沖合では傾斜が緩い。とくに平舘南東沖から蓬田沖の南北約20km・東西3～5kmの海域では、海底面は水深50～70mでほぼ平坦である。平舘海峡の中央付近では、幅1～2km程度の海底谷が南南東～北北西に延びており、谷底の水深は80m程度で、谷壁には比高10m程度の浸食崖が形成されている。探査海域の南部では、後述の青森港沖背斜に伴って最大比高15m程度の緩やかな海底面の高まりが認められる。この地形的高まりについては、青森県（1999）が、国土地理院（1982）の海底地形図にもとづいて入内断層の延長にあたる可能性を指摘している。

### b) 地質層序

探査海域で確認された地質は、分布範囲、内部の堆積構造および変形構造、層序関係に基づいて、上位から順にmA～mE層に区分できる。

**mA層**：探査海域のうち、沿岸から数百～3km以内の概ね水深20～60m以浅の海底面下に分布する堆積物で、分布の断面形状は上に凸のレンズ状を示す。確認できた層厚は最大約10mである。水平～3°程度沖に向かって傾斜する堆積構造が発達している。下位のmB層、mD層およびmE層を不整合に覆い、このうちmC層の一部とmD層およびmE層を傾斜不整合で覆う。本層は、完新世の高海水準期のデルタ性堆積物と推定される。

**mB層**：mA層分布地域および平舘海峡付近などを除いて、探査海域の海底面直下に広く分布する堆積物ある。内部に認められる反射面は弱いものの、ほぼ水平で連続性がよいことから、本層は細粒堆積物から構成されると推定される。mA層とは一部で指向関係にあると推定され、またmC層上面の凹凸を不整合に覆っている。このうち、図3にmB層の分布範囲として示した平舘南東沖から蓬田沖の南北約20km・東西3～5kmで水深約50～70mの平坦な海底面下には、最大厚さ約10mのやや厚い堆積物として分布する。図3に示す分布以外では本層の厚

さは5m程度以下であり、一部では海底面直下の反射記録に見られるリングングノイズの影響等のために正確な分布状況は確認できなかった。本層は、完新世の海水準上昇期～高海水準期の堆積物と推定される。

mC層：探査海域のほぼ全域にわたって広く分布する堆積物で、最大層厚は少なくとも約80m以上に及ぶ。厚さ10～30m毎のサブユニットに細分され、各ユニット中には2～5°程度の傾斜を示す斜行層理が発達している。図4～8に示す断面図では、上位のサブユニットから順位に、mC1、mC2およびmC3層に区分した。最上部のサブユニットであるmC1層は、平館沖の海底谷によって浸食されている。本層は、最終氷期の低海水準期もしくはそれ以前のデルタ性堆積物と推定される。下位のmD層を傾斜不整合に覆い、平館北方においてはmE層と断層関係で接する可能性がある。また、大部分の海域ではmA層およびmB層に覆われるが、海域南部の青森港沖背斜に伴う地形的高まりにおいては、mC1およびmC2層が直接に海底面に露出している。なお、図3にmC層の分布範囲として示す地域では、一部を除いて厚さ5m程度以下の薄いmB層に覆われている。

mD層：探査海域の中部の蟹田付近において、沿岸から最大2km以内の水深20m以下の海底に露出する堆積物である。数～25°程度東に傾斜した層理面が発達する（図6）。沿岸陸域の地質および構造（上村ほか，1959）との関係から、本層は前～中期更新世の蟹田層に相当すると推定される。

mE層：平館北方の沿岸沖合に分布する堆積物で、内部には不規則な反射面が発達する部分と、褶曲構造を示す明瞭な層理面が発達する部分とが認められる（図4）。沿岸陸域の地質および構造（上村ほか，1959）との関係から、本層は新第三紀中新世の母衣月火山岩類および小泊層に相当すると推定される。

#### c) 地質構造

本探査海域において、後期更新世以降に活動したと推定される活構造として、平館背斜および青森港沖背斜とそれらに伴う断層および向斜構造が発達している。また、陸域に分布する活断層である根岸西方の断層の北方海域にも、活断層が延びている可能性がある。

根岸西方の断層：平館北方の沿岸海域では、陸域で認められている根岸西方の断層（活断層研究会編，1991；中田・今泉編，2002）の北方延長において、mE層を切る南-北走向の複数の断層が認められる。このうち図4に示す測線1においては、東西幅約1kmの範囲に3条の断層が推定される。最も東側の断層に伴って、西上がり約8mの崖が形成されており、崖の東側にはmB層およびmC1層が、西側にはmE層が分布している。また最も西側の断層に沿っては、mA層に覆われ

るmE層の浸食平坦面に東上がり約2mの段差が認められる。これらの段差は、根岸西方の断層の北方延長および共役関係にある活断層である可能性がある。

平館沖背斜：探査海域北部の平館沖約3～4km付近に認められた背斜である。本背斜は、東に凸に湾曲しながら全体として北北東～南南西に延びる長さ約4kmの背斜であり、東翼部の傾斜はごく緩やかで、西翼部が相対的に急傾斜を示す非対称の背斜である（図5）。西翼部は最大幅約1.5kmで、上下変位量は、mC1層の基底面で5m程度、mC2層の基底面は約20mである。本背斜の約0.5～1.5km西側には、緩やかな向斜構造を伴っている。

また、本背斜の東翼部の南方には、北北東～南南西走向で西上りの撓曲が分布している（図3）。この撓曲による上下変位量はmC2層の基底面で約12mである。この撓曲を含めると、本背斜の長さは約7kmとなる。

青森港沖背斜：探査海域南部の青森港沖約3～14km沖にかけて認められた南北性の背斜である。本背斜は、全体として北北西～南南東に延びる長さ約11kmの複背斜である。北部は長さ約6km・最大幅約3.5kmで東翼部が急傾斜を示す非対称の背斜である（図7）。東翼部における地層面の上下変位量は測線33で最大となり（図7）、mC1層の基底面で約5m以上、mC2層の基底面で約25m、mC3層の基底面で約35mと累積的である。また、西翼部における地層面の上下変位量は、mC1層の基底面で約5m、mC2層の基底面で約10m、mC3層の基底面で約15m以上である。本背斜の南部は長さ約3kmであり、背斜軸の西側に東上りの逆向きの断層を伴う（図8）。この逆向きの断層における上下変位量は、mC1層の基底面で約12m以上、mC2層の基底面で約18m以上、mC3層中の反射面で約20m以上の上下変位が認められる。本背斜の東翼部では、厚さ2～3mのmB層が傾斜したmC1層にアバットしているが、背斜による変形がmB層にも及んでいるかどうかは確認できない（図7および8）。

本背斜は、東翼部で急傾斜する非対称な構造をなすことから、その東翼部に西上りの伏在逆断層を伴うことが推定できる（図3）。なお、本背斜構造の南延長については、海底面下の浅部に音響不透明層が発達していることから音波探査では確認できなかった。

## 2. 2 反射法弾性波探査

反射法弾性波探査は、青森県（1999）のボーリング調査等によって入内断層の北方延長が沖積平野下に伏在している可能性が指摘された青森市の沖館地区において、完新世および後～中期更新世堆積物を変位させる断層の存在と最新

活動時期および累積変位量を確認する目的で実施した（図1および9）。この探査では、まず測線長1500mのP波弾性波探査により深度数百mまでの地質構造を明らかにした後、断層が推定された区間を含む測線長300mのS波弾性波探査を実施した。

#### （１）反射法弾性波探査の手法

P波弾性波探査は、長さ1500mの測線に沿って受振点および発振点間5mで実施し、振源には落錘重量50kgのドロップヒッターを用いて、記録チャンネル数120、垂直重合数20～30回とした。

S波弾性波探査は、P波弾性波探査の結果から断層が伏在すると推定されたP波測線の測線距離825～1125m区間の長さ約300mの測線に沿って実施した。受振点および発振点間1mで、振源には「板たたきS波振源」を用い、記録チャンネル数120、垂直重合数8回とした。

測線は比較的交通量の多い臨港道路に沿っており、ノイズによる影響を避けるためにP波探査、S波探査ともに夜間に測定を実施した。またデータ処理には、反射法探査データ処理ソフトウェアProMAX（Landmark社製）を使用し、共通反射点編集、デコンボリューション、通過帯域フィルター、振幅補正（AGC）、静補正、速度解析および残差静補正、NMO補正、ミュート、CMP重合、重合後フィルターの処理を行った後に、深度変換とマイグレーションを行った。このうち静補正では、全ショット記録の初動走時に基づいて屈折トモグラフィーによる速度解析を行い、P波探査では地表から深度40mまでの弾性波速度を1200m/s、S波探査では弾性波速度を120m/sと仮定して走時差を補正した。また、マイグレーション処理では、傾斜した反射面に対するオーバーマイグレーションを避けるために、平滑化した重合速度の80%の弾性波速度を用いた。

#### （２）反射法弾性波探査の結果

##### a) P波反射法弾性波探査の結果

P波反射法弾性波探査の結果、図10および図11に示すように、深度500m付近まで反射イベントが認められた。なお、測線北西端付近で南東へ急傾斜する反射イベントおよび南東端付近で北西へ急傾斜する反射イベントは、マイグレーション処理によって発生した疑似の反射イベントと推定され、その範囲を各断面図では波線で示す。

図11の地質構造解釈図に示すように、本探査の結果では、ほぼ水平～わずか



に南東側に傾斜する反射イベントが認められ、このうち、深度30～50m以浅のⅠ層では反射イベント群は弱く、連続性が悪いが、その下位にあつて深度150m程度まで分布するⅡ層では反射イベント群はやや連続性が良い。さらに下位のⅢ層には連続性の良い、強い反射イベント群が深度500m付近まで認められる。これらの反射イベントのうち、強振幅で連続性の良いpA～pF反射イベントを抽出して図11に示した。

各反射イベントの分布高度は、測線の北西側から南東側に向かつて緩やかに低下し、測線の両端付近での比高は、Ⅰ層とⅡ層の境界に認められるpA反射イベントでは10m程度、Ⅱ層とⅢ層の境界に認められるpB反射イベントおよびⅢ層中に認められるpC～pE反射イベントでは30m程度となっている。また、pA反射イベントでは測線距離900～1000m付近、pB反射イベントおよびⅢ層中に発達するpC～pF反射イベントでは距離750～850mを境にして、北西側が南東側に対して相対的に高くなるわずかな高度不連続が推定できる（図11）。

#### b) S波反射法弾性波探査の結果

S波反射法弾性波探査の結果、図12および図13に示すように、深度100m付近まで反射イベントが認められた。なお、測線の北西端および南東端において波線で示す範囲より外側の反射イベントは、マイグレーション処理によって発生した疑似のイベントと推定される。

図13の地質構造解釈図に示すように、本探査の結果では、緩やかな褶曲状を示す反射イベントが認められ、このうち、深度25m程度以浅のⅠ層では反射イベント群は弱くやや連続性が悪いが、その下位にあつて深度100m程度まで分布するⅡ層では反射イベント群はやや連続性が良い。強振幅で連続性の良いsA、sBおよびsC反射イベントが抽出できる。このうちaA反射イベントは、P波反射法弾性波探査で認められたpA反射イベント相当すると推定される。

各反射イベントは、全体として測線の北西側から南東側に緩やかに傾斜するとともに、距離920m付近を頂点とする背斜1が、また距離1050m付近を頂点とする背斜2が認められる。背斜1の頂部と測線南東端での各反射イベントの比高は、sA反射イベントで約4m、sB反射イベントで約6m、sC反射イベントで約8mと累積的に大きくなる。また、背斜1および背斜2における各反射イベントも下位のものほど変形の程度が大きく、累積的である。さらに、背斜1ではsA～sCのいずれの反射イベントにおいても南東翼部が北西翼部よりもやや急傾斜を示し、とくにsBおよびsC反射イベントでは南東翼部でわずかながら高度不連続が推定される（図13）。

### c) 地質層序および構造

P波およびS波反射法弾性波探査で認められたI層は、青森県(1999)のボーリング調査結果および後述のボーリング調査結果から、主に完新世堆積物からなると推定される。II層およびIII層には明瞭な成層構造が発達し、このうちIII層には強振幅の反射イベントがよく発達している。青森県(1997)では、入内断層の南部を横切って実施された反射法弾性波探査の結果(青森県, 1990)から、断層の東側(沈降側)の標高-150~-500m付近に分布する強振幅の反射面群を、中期更新世の八甲田第1期および同第2期火砕流堆積物(0.7~0.6Maおよび0.4~0.3Ma; 宝田・村岡, 2004)を含む鶴ヶ坂層および岡町層下部に対比している。本調査におけるII層およびIII層は、青森県(1999)の鶴ヶ坂層および岡町層に相当する可能性がある。

今回の探査では、標高約-500m以浅の堆積物中には明瞭な断層は存在しないが、北西側が相対的に隆起する傾動ないし撓曲変形が生じていることが見出された。このうち、完新世堆積物であるI層の基底面のpAおよびsA、II層中のsBおよびsC、II層基底面のpBの各反射イベントは累積的な変形を示す。しかし、標高-140~-170m付近に分布するpB反射イベント以深のIII層中では、その変形量に有意な差は認められない。

## 2. 3 ボーリング調査

ボーリング調査は、青森県(1999)によって入内断層の北方延長が沖積平野下に伏在している可能性が指摘された沖館地区において、完新世および後~中期更新世堆積物を変位させる断層の存在と累積変位量を確認する目的で実施した(図9)。

### (1) ボーリング調査の手法

ボーリング調査は、P波反射法弾性波探査の結果から推定された北西上がりの断層を対象として、第1層中に期待された最新活動の層準を確認するために、測線に沿って3孔、掘削深度29~32mのオールコアボーリングを掘削した。なお、工期の制約からP波弾性波探査の結果に基づいて掘削地点を選定し、S波弾性波探査の結果が判明する以前に掘削を完了した。

## (2) ボーリング調査の結果

### a) 地質層序

ボーリング調査の結果、各孔において埋土、砂層、砂質シルト層、シルト層、軽石質シルト層、腐植土層などからなる堆積物が確認された。これらの堆積物は、上位から順に、埋土層およびbA～bF層に区分される（図14）。

**埋土層**：厚さ1.4～3.0mの礫混じり砂層および砂礫層からなり、アスファルト片、ブルーシート片などの人工物を多く含む。埋め立て地の造成に伴う人工堆積物である。

**bA層**：厚さ9.8～11.5mの締まりの悪い細～粗粒砂層からなり、上部は層理の発達した細～粗粒砂層、下部は貝殻片および木片を含む塊状の細粒砂層からなる。完新世の海水準期の浅海～ビーチ堆積物である。本層の基底面は標高-10.0～-10.2mに分布し、ほぼ水平である。

**bB層**：厚さ11.5～13.2mのシルト層および砂質シルト層からなり、貝殻片および植物片を含む。完新世の海水準上昇期から高海水準期の内湾性～デルタ性堆積物である。本層の基底面は標高-24.4～-23.3mに分布する。本層はさらに、上位から順にbB1～4層に細分される。

**bB1層**：厚さ2.6～3.1mの、やや締まりの良い塊状の砂質シルト層からなり、貝殻片および木片を含む。放射性炭素同位体年代は $1750\pm 40\sim 1810\pm 30$ yBPを示す。本層の基底面は標高-12.8～-13.1mに分布し、ほぼ水平である。

**bB2層**：厚さ3.4～4.5mの、やや締まりの良い塊状のシルト層であり、植物片および貝殻片を含む。放射性炭素同位体年代は $1840\pm 30\sim 2250\pm 30$ yBPを示す。本層の基底面は標高-16.2～-17.3mに分布し、南東に向かって次第に低くなる。

**bB3層**：厚さ4.9～5.1mの、やや締まりの良い塊状のシルト層であり、少量の植物片および貝殻片を含む。放射性炭素同位体年代は $2460\pm 30\sim 2800\pm 30$ 年を示す。本層の基底面は標高-21.1～-22.4mに分布し、南東に向かって次第に低くなる。

**bB4層**：厚さ0.6～0.9mの、やや締まりの良い塊状のシルト層であり、大型の貝殻および貝殻片を含む。下部には軽石を含むことがある。放射性炭素同位体年代は $7110\pm 40\sim 8320\pm 40$ 年を示す。本層の基底は標高-21.7～-23.3mに分布し、南東に向かって次第に低くなる。

**bC層**：厚さ0.1～0.7mの、軽石層および軽石混じりシルト層からなり、植物片を挟むことがある。本層堆積物の火山灰分析の結果、バブルウオール型ガラス（屈折率： $n=1.494\sim 1.511$ ）および角閃石（屈折率： $n_2=1.662\sim 1.674$ ）・斜方輝石（屈

折率： $\gamma=1.703-1.731$ ) を含むことから、主に十和田八戸テフラ (To-H ; 町田・新井, 2003) および十和田八戸火砕流堆積物 (約12-13ka ; 宝田・村岡, 2004) に由来する堆積物と判断できる。本層の基底は標高-21.8~-23.8mに分布し、南東に向かって次第に低くなる。

**bD層**：厚さ1.9~2.1mの木片を多く含む層理面の発達した腐植土層からなり、基質に乏しい。放射性炭素同位体年代は $17770\pm 70\sim 2160\pm 100$ 年を示す。後期更新世末の低海水準期における陸性堆積物である。本層の基底面は標高-23.7~-25.9mに分布し、南東に向かって次第に低くなる。

**bE層**：厚さ1.7~2.4mの、締まりの良い塊状の軽石質砂層からなり、植物片を挟むことがある。本層の火山灰分析の結果、バブルウオール型ガラス (屈折率： $n=1.502-1.511$ ) を主体とし、斜方輝石 (屈折率： $\gamma=1.697-1.731$ ) および少量の角閃石 (屈折率： $n_2=1.671-1.678$ ) を含むことから、主に十和田大不動テフラ (To-Of; 町田・新井, 2003) および十和田大不動火砕流堆積物 (約30ka ; 宝田・村岡, 2004) に由来する堆積物と判断できる。本層の基底面は標高-23.7~-25.9mに分布し、南東に向かって次第に低くなる。

**bF層**：厚さ0.9~1.7mの、腐植土層および腐植質シルト層からなり、一部では弱い層理面が発達している。後期更新世の低海水準期における陸性堆積物である。各ボーリング孔は本層の基底面には達しておらず、その基底面は標高-25.2~-27.6m以深にある。

#### b) 地質構造

ボーリング調査で認められた堆積物のうち、標高約-13m以浅に分布する**bA層**および**bB1層**の基底面はほぼ水平の構造を示すのに対して、それ以深に分布する**bB2~bE層**の基底面はいずれも北西側から南東側に向かって高度が低くなっている (図14および15 ; 表3)。このうち、**bB2層**の基底面では地点1と地点3の間に1.1mの高度差が認められる。さらに下位層では、この高度差が次第に大きくなり、**bE層**の基底面では2.4mとなっている。

このように、**bB2層**堆積時より後~**bB1層**堆積時より前 ( $1840\pm 40$ yBPより後~ $1810\pm 30$ yBPより前) に1.1mの基底面高度差を生じさせる間欠的なイベントがあったことが推定できる。また、**bF層**堆積時より後~**bB2層**堆積時より前 ( $2250\pm 30$ yBPより前) には、1.3mの累積的な基底面高度差が生じており、このうち1.1mの高度差が**bE層**堆積時より後~**bB2層**堆積時より前 (約30kaより後~ $2250\pm 30$ yBPより前) に形成されている。しかし、**bB2層**以下の各層基底面の高度差は漸移的に大きくなっており (図22および表3)、その間に大きな高度差を

生じさせた間欠的なイベントを特定することはできない。

以上のボーリング調査によれば、調査地点において地層の傾動ないし撓曲変形をもたらした構造運動は、最新のイベントがbB2層堆積時より後～bB1層堆積時より前（1840±40yBPより後～1810±30yBPより前）に発生した可能性がある。しかし、それ以前のイベントの発生時期は特定できない。

### 3. まとめ

#### 3. 1 青森湾西岸断層帯の位置および形態

##### (1) 断層帯を構成する断層

地震調査研究推進本部地震調査委員会（2004）では、長さ約11kmの入内断層、長さ4kmの野木和断層および長さ約16kmの青森湾西断層からなる雁行配列する3条の断層帯が一つの起震断層（松田，1990）を構成するとして、それらの断層群を長さ約31kmの青森湾西岸断層帯として評価している。今回の調査の結果、入内断層の北方には約5.5km以下の間隔において青森港沖背斜が分布し、その東翼部には西上がりの逆断層が推定できた。また、入内断層と青森港沖背斜との間では、沿岸陸域において西上がりの累積的な傾動ないし撓曲を示す地質構造が伏在していることが明らかになった。したがって、長さ20km以上の主要な起震断層としての青森湾西岸断層帯は、入内断層および青森港沖背斜から構成されることになる。

ここでは、青森湾西岸断層帯は、青森湾南岸から同湾南部にかけて分布する活断層帯であり、入内断層および青森港沖背斜から構成されと再定義する（図1）。

なお、本断層帯の西方には、野木和断層および青森湾西断層帯からなる長さ約16kmの活断層が分布し、青森湾西岸断層帯とこの起震断層は、8～9km程度の間隔で併走している。

さらに、青森湾西岸断層帯の20km程度北方の陸域には、西上がりの活断層とされる長さ約8kmの根岸西方の断層（活断層研究会編，1990；中田・今泉編，2002）が分布し、その延長部は海域にも連続する可能性がある。また、根岸西方の断層の東方約4～5kmには活構造である長さ約4～7kmの平舘沖背斜が分布する。

##### (2) 断層帯の位置・形状

青森湾西岸断層帯は、青森市からその北方沖にかけて分布する。長さは約27kmで、N5～10°E方向に延びており、断層の西側が相対的に隆起する逆断層である。

本断層帯のうち、青森湾南部に分布する青森港沖背斜では、その東翼部に最大幅約1.5kmの撓曲状の構造が発達しており、断層面の上端は海底面下に伏在していると推定される。また、青森港沖背斜と入内断層の間に位置する青森市の沖館地区付近では、沖積低地下に幅広い傾動ないし撓曲変形が伏在している。入内断層については、青森県（1990, 1999）による反射法弾性波探査結果およびその解釈に基づいて、深さ500m程度以浅では高角度で西傾斜すると推定されている（地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2004）

### （3）断層の変位の向き

本断層帯では、北部の青森港沖背斜および南部の入内断層（地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2004）のいずれも、東へ撓み下がる断層変位地形や地質構造を形成しており、また前述のように断層面は西傾斜と推定されている。したがって、本断層帯は西側が東側に乗り上げる逆断層である。

## 3. 2 断層帯の過去の活動

### （1）平均変位速度

本断層帯の平均変位速度は、南部の入内断層における中位段丘面の撓曲変位、八甲田第1期および同第2期火砕流堆積物（約0.7Maおよび0.4～0.3Ma；宝田・村岡, 2004）の上下変位量から、0.4～0.8m/千年程度の可能性があるとされている（地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2004）。

今回の調査においても、入内断層と青森港沖背斜の間において、反射法弾性波探査およびボーリング調査によって、十和田八戸火砕流堆積物（約12～13ka）および十和田大不動火砕流堆積物（約30ka）に由来する堆積物であるbC層およびbE層が、傾動ないし撓曲によって上下に少なくとも約4～10m程度変位していることが推定された。このことは、地震調査研究推進本部地震調査委員会（2004）が評価した平均変位速度と矛盾しない。

なお、今回のボーリング調査地点の南西側約200mにおいて青森県（1999）が実施したボーリング調査の結果によれば、十和田大不動火砕流堆積物（約30ka）の基底面に西側上がり約10mの高度差が推定されている。このことも、地震調査研究推進本部地震調査委員会（2004）が評価した平均変位速度と矛盾しない。

### （2）活動時期

入内断層と青森港沖背斜の間に位置する沖館地区におけるボーリング調査の

結果、完新世の高海水準期の堆積物であるbB1層の基底面高度はほぼ水平であるのに対して、下位のbB2層の基底面高度は西側で1.1m高いことが明らかになった。したがって、本断層帯の最新活動時期は、bB3層堆積時より後～bB1層堆積時より前（2460±30yBPより後～1810±30yBPより前）の約2800年前以降～約1600年前以前（755 BC～316 AD）であった可能性がある。

また、青森県（1999）および今回のボーリング調査の結果では、約12～13kaの十和田八戸火砕流堆積物もしくはその2次堆積物、あるいは約30kaの十和田大不動火砕流堆積物もしくはその2次堆積物の分布高度には、より大きな差が認められた。しかし、最新活動より前の断層活動時期を特定することはできない。

### （3）1回の変位量

入内断層と青森港背斜の間に位置する沖館地区におけるボーリング調査の結果、本断層帯の最新活動に伴って少なくとも1.1mの上下変位が生じた可能性がある。

また、松田（1990）に基づいて、起震断層の長さに松田（1975）の次の関係式を適用して1回の変位量を算出すると、約2.1m（上下成分）と求まる。このことから、本断層の1回の変位量は2m程度（上下成分）であった可能性が高い。

$$\text{Log } L = 0.6 M - 2.9 \quad (1)$$

$$\text{Log } D = 0.6 M - 0.4 \quad (2)$$

ただし、 $L$ は1回の地震で活動する断層もしくは起震断層の長さ（km）、 $D$ は断層の変位量（m）、 $M$ は地震のマグニチュード。

### （4）活動間隔

本断層帯の活動間隔に関する直接的資料は得られていない。

本断層帯の長さ（約27km）から経験式で算出される1回の変位量（上下成分約2.1m）と、平均変位速度（上下成分0.4～0.8m/千年）から計算した値に基づくと、平均活動間隔は2千6百年～5千年程度の可能性がある。

### （5）活動区間

本断層帯は、北部の青森港背斜と南部の入内断層から構成されるが、これらの背斜と断層は、沖館地区の傾動ないし撓曲を介して、互いに5km以内に近接し

て連続して分布していると推定される。したがって、松田（1990）の定義に基づくと、青森湾西岸断層帯では全体が一つの起震断層として同時に活動したと推定できる。

（調査担当：栗田泰夫）



## 文 献

- 青森県（1990）平成元年度県営荒川地区鉍毒対策事業 荒県鉍第 42 号委託業務報告書. 61 p .
- 青森県（1997）平成 8 年度地震調査研究交付金 入内断層及び折爪断層に関する調査 成果報告書. 116 p .
- 青森県（1998）平成 9 年度地震関係基礎調査交付金 入内断層及び折爪断層に関する調査成果報告書. 131 p .
- 青森県（1999）平成 10 年度地震関係基礎調査交付金 青森湾西岸断層帯に関する調査 成果報告書. 185p.
- 吾妻 崇（1995）変動地形から見た津軽半島の地形発達史. 第四紀研究, 34, 75-89.
- 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, 254p.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会（2004）青森湾西岸断層帯の評価. 16p.
- 国土地理院（1982）沿岸地域利用事業成果図「陸奥湾地域」
- 国土地理院（1983）沿岸海域基礎調査報告書. 36p.
- 町田 洋・新井房夫（2003）新編火山灰アトラス. 東京大学出版会, 336p.
- 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.
- 松田時彦（1990）最大地震規模による日本列島の地震分帯図. 地震研究所彙報, 65, 289-319.
- 宮内崇裕（1988）海成段丘の変位から知られる東北日本弧北部の褶曲運動, 月刊地球, 10, 561-567.
- 宮内崇裕・佐藤比呂志・八木浩司・越後智雄・佐藤尚登（2001）1 : 25000 都市圏活断層図「青森」. 国土地理院技術資料 D・1-No. 388.
- 中田 高・大槻憲四郎・今泉俊文（1976）：東北地方の活断層の諸特徴, 日本地理学会予稿集, 11, 138-139.
- 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-ROM2 枚・60p. 付図 1 葉.
- 太田陽子（1968）旧汀線から見た第四紀地殻変動に関する二・三の考察, 地質学論集, 2, 15-24.

Ramsay, B. (in press) Dealing with outlines and offsets in radiocarbon dating. Radiocarbon.

斎藤正次・上村不二雄（1957）5万分の1地質図幅「母衣月」及び同説明書，地質調査所，26p.

上村不二雄・対馬坤六・斎藤正次（1959）5万分の1地質図幅「蟹田」及び同説明書，地質調査所，30p.

高橋 学（1995）ラグーンを臨む台地での生活－三内丸山遺跡の地形環境－，「縄文文明の発見」（梅原 猛・安田喜憲編著），PHP 研究所，98-109.

宝田晋治・村岡洋文（2004）八甲田山地域の地質．地域地質研究報告（5万分の1地質図幅），地質調査所，86p.

吉岡敏和・栗田泰夫・下川浩一・杉山雄一・伏島祐一郎（2005）全国主要活断層活動確率地図および同説明書．構造図 14，地質調査総合センター，126p.

## 図 表

表 1 青森湾西縁断層帯のまとめ

表 2 ボーリング調査における放射性炭素同位体年代の測定結果

表 3 沖館地区のボーリング調査による地層面の高度分布

図 1 青森湾西岸断層帯および周辺の活断層の位置図

A～C：青森県（1999）による反射法弾性波探査測線。

D：本調査による反射法弾性波探査およびボーリング調査地点。

基図は、国土地理院発行の 20 万分の 1 地勢図「青森」を使用。

図 2 音波探査の測線位置図

チャープソナーによる音波探査は測線 38～42 に沿って実施した。

太線は、図 4～8 に断面図および地質解釈を示す測線の範囲。

図 3 青森湾および陸奥湾西部の海底地質構造図

図 4 測線 1 西部のブーマー探査記録の地質解釈図（上）および反射記録（下）

根岸西方の断層の北方延長にあたる推定断層帯が認められる。

縦横比は 10 : 1。

図 5 測線 5 西部のブーマー探査記録の地質解釈図（上）および反射記録（下）

平館沖背斜およびその西方の向斜の位置を示す。

縦横比は 10 : 1。

図 6 測線 21 西部のブーマー探査記録の地質解釈図（上）および反射記録（下）

縦横比は 10 : 1。

図 7 測線 33 東部のブーマー探査記録の地質解釈図（上）および反射記録（下）

青森港沖背斜の位置を示す。

縦横比は 10 : 1。

図 8 測線 36 東部のブーマー探査記録の地質解釈図（上）および反射記録（下）

青森港沖背斜とその西側に並走する推定断層の位置を示す。

縦横比は 10 : 1。

図 9 反射法弾性波探査測線およびボーリング調査地点の位置図

基図は、青森市発行の 1 : 2,500 都市計画図を使用。

図 10 P 波反射法探査によるマイグレーション後の深度断面図

図 11 P 波反射法探査による断面図の地質解釈

マイグレーション後の深度断面図に基づく。

図 12 S 波反射法探査によるマイグレーション後の深度断面図

図 13 S 波反射法探査による断面図の地質解釈

マイグレーション後の深度断面図に基づく。

図 14 ボーリング調査に基づく沖館地区の地質断面図

図 15 ボーリング調査で認められた地層面の分布高度と推定年代との関係

各地層面の分布高度および推定年代を表 3 に示す。

表1 青森湾西縁断層帯のまとめ.

	従来評価	今回調査を含めた結果	備考
1. 断層帯の位置・形態 (1)断層帯を構成する断層	青森湾西断層、野木和断層、入内断層	入内断層、青森港冲背斜	青森湾西断層および野木和断層は、長さ約16kmの別の起震断層を構成している。
(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) 長さ 地下における断層面の位置・形状 上端の深さ 一般走向 傾斜 幅	(北端)北緯40° 59', 東経140° 38' (南端)北緯40° 43', 東経140° 43' 約31km 地表での長さ・位置と同じ 0km N20° W 西傾斜 不明	(北端)北緯40° 57', 東経140° 44' (南端)北緯40° 43', 東経140° 43' 約27km 地表での長さ・位置と同じ 0km N5-10° W 西傾斜 不明	北部では、青森港冲背斜の東翼部に伏在断層が推定される。 変更なし 変更なし
(3)断層のずれの向きと種類	西側隆起の逆断層	西側隆起の逆断層	変更なし
2. 断層の過去の活動 (1)平均的なずれの速度	0.4-0.8m/千年(上下成分)	0.4-0.8m/千年(上下成分)	変更なし
(2)過去の活動時期	不明	最新活動 約2千8百年以後-約1千6百年前以前	
(3)1回のずれの量と平均活動間隔 1回のずれの量 平均活動間隔	2-3m程度(上下成分) 約3千-6千年	2m程度(上下成分) 約2千6百年-5千年	断層の長さから推定 1回のずれ量と平均的なずれの速度から推定
(4)過去の活動区間	断層帯全体で1区間	断層帯全体で1区間	変更された断層帯区分に、松田(1990)の基準を適用して推定

表2 ポーリング調査における放射性炭素同位体年代の測定結果.

層準	調査地点	深度 (m)	標高 (m)	試料種	測定機関 ID No.	測定方法	14-C年代 (yBP)	14-C年代(校正用) (yBP)	暦年代(BC/AD) -2 $\sigma$ +2 $\sigma$
B1層	地点1	14.92	-12.25	木片	IAAA-82109	AMS	1750 ± 30	1745 ± 26	236 382
B1層	地点3	12.90	-10.23	土壌	IAAA-82123	AMS	1750 ± 30	1746 ± 31	222 391
B1層	地点2	13.52	-10.68	土壌	IAAA-82116	AMS	1750 ± 40	1753 ± 36	140 392
B1層	地点1	15.17	-12.50	木片	IAAA-82110	AMS	1810 ± 30	1813 ± 27	128 316
B1層	地点2	14.17	-11.33	木片	IAAA-82117	AMS *	2040 ± 30	2043 ± 30	-165 25
B1層	地点3	14.85	-12.18	土壌	IAAA-82124	AMS *	2220 ± 30	2220 ± 28	-381 -203
B2層	地点1	16.22	-13.55	木片	IAAA-82111	AMS	1840 ± 30	1837 ± 27	86 244
B2層	地点2	17.17	-14.33	木片	IAAA-82118	AMS	1970 ± 30	1970 ± 29	-43 83
B2層	地点3	17.30	-14.63	木片	IAAA-82125	AMS	2140 ± 30	2142 ± 27	-353 -60
B2層	地点1	19.28	-16.61	木片	IAAA-82112	AMS	2230 ± 30	2225 ± 26	-384 -204
B2層	地点2	18.35	-15.51	木片	IAAA-82119	AMS	2250 ± 30	2247 ± 28	-391 -207
B3層	地点3	20.48	-17.81	木片	IAAA-82126	AMS	2460 ± 30	2457 ± 29	-755 -413
B3層	地点1	22.62	-19.95	木片	IAAA-82113	AMS	2490 ± 30	2494 ± 28	-778 -514
B3層	地点2	21.38	-18.54	木片	IAAA-82120	AMS	2800 ± 30	2802 ± 28	-1025 -851
B3層	地点1	25.80	-23.13	貝殻	IAAA-82114	AMS *	8600 ± 40	8596 ± 36	-7710 -7551
B4層	地点2	24.42	-21.58	木片	IAAA-82121	AMS	7110 ± 40	7110 ± 34	-6057 -5911
B4層	地点3	23.88	-21.19	貝殻	IAAA-82127	AMS	8320 ± 40	8322 ± 41	-7517 -7196
D層	地点2	26.49	-23.65	木片	IAAA-82122	AMS	17770 ± 70	17772 ± 68	-19388 -18700
D層	地点1	27.50	-24.83	木片	IAAA-82115	AMS	21530 ± 100	21529 ± 98	
D層	地点3	25.50	-22.81	木片	IAAA-82128	AMS	21610 ± 100	21614 ± 100	

\* 下位層から得られた年代値よりも古い値を示したものの.

暦年代は、校正用14-C年代値と暦年校正曲線 IntCal 04に基づいて、暦年校正ソフトウェアOxCal 4.1 (Ramsay, in press) を使用して求めた.

表3 沖館地区のボーリング調査による地層面の高度分布.

	標高(m)			高度差(m)			推定年代(BC/AD)	
	地点3	地点2	地点1	地点3-1	地点3-2	地点2-1	下限	上限
bA層基底面	-10.2	-10.0	-10.1	-0.1	-0.2	0.1	236	1766
bB1層基底面	-12.8	-13.1	-12.8	0.0	0.3	-0.3	86	316
bB2層基底面	-16.2	-16.6	-17.3	1.1	0.4	0.7	-755	-207
bB3層基底面	-21.1	-21.6	-22.4	1.3	0.5	0.8	-6057	-851
bB4層基底面	-21.7	-22.3	-23.3	1.6	0.6	1.0	-13000	-7196
bC層基底面	-21.8	-23.0	-23.8	2.0	1.2	0.8	-19388	-13000
bD層基底面	-23.7	-24.9	-25.9	2.2	1.2	1.0	-28000	-23485
bE層基底面	-25.2	-27.3	-27.6	2.4	2.1	0.3		-28000



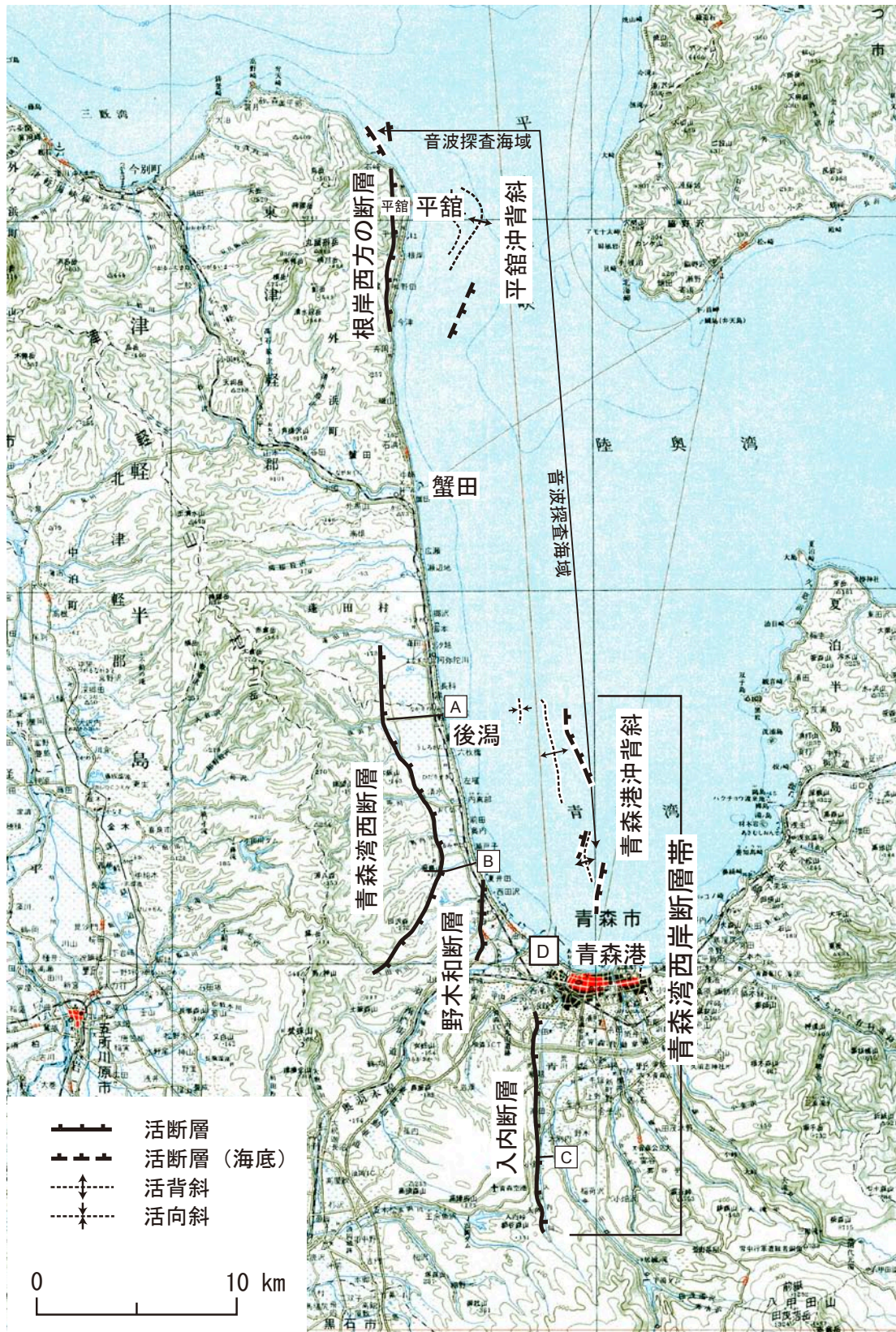


図1 青森湾西岸断層帯および周辺の活断層の位置図。A~C：青森県（1999）による反射法弾性波探査測線。D：本調査による反射法弾性波探査およびボーリング調査地点。基図は、国土地理院発行の20万分の1地勢図「青森」を使用。



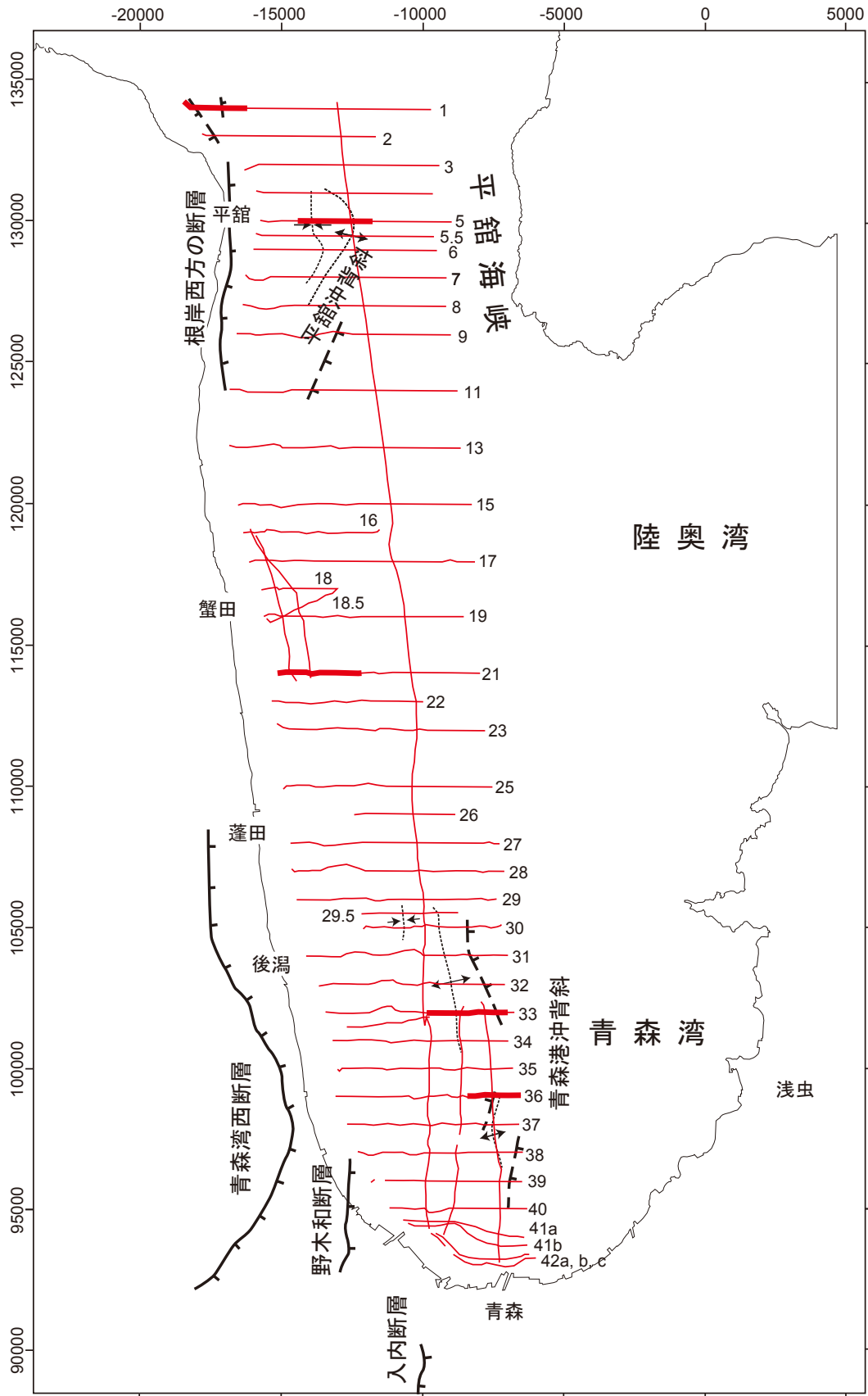


図2 音波探査の測線位置図. チャープソナーによる音波探査は測線38~42に沿って実施した. 太線は, 図4~8に断面図および地質解釈を示す測線の範囲.

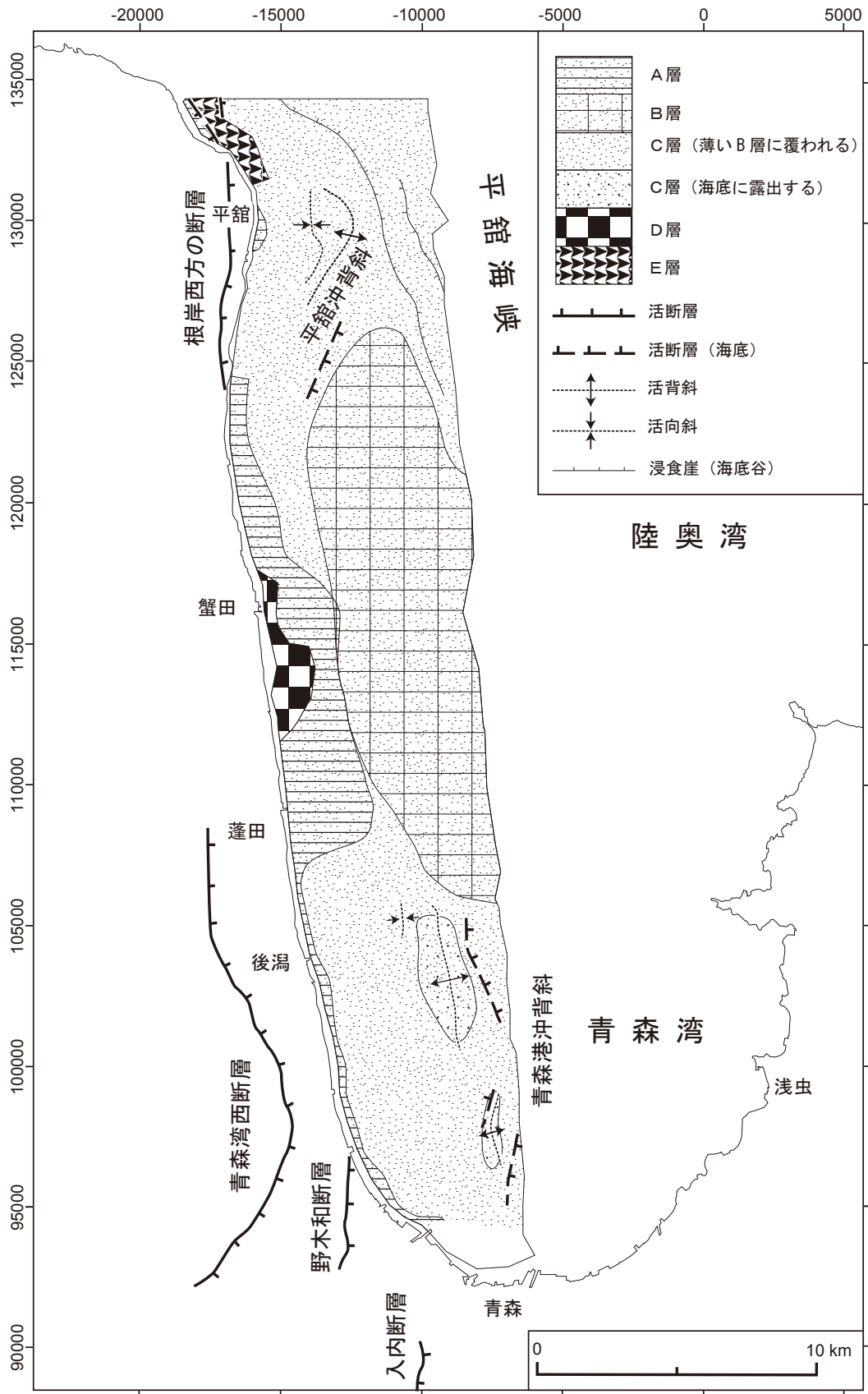


図3 青森湾および陸奥湾西部の海底地質構造図.

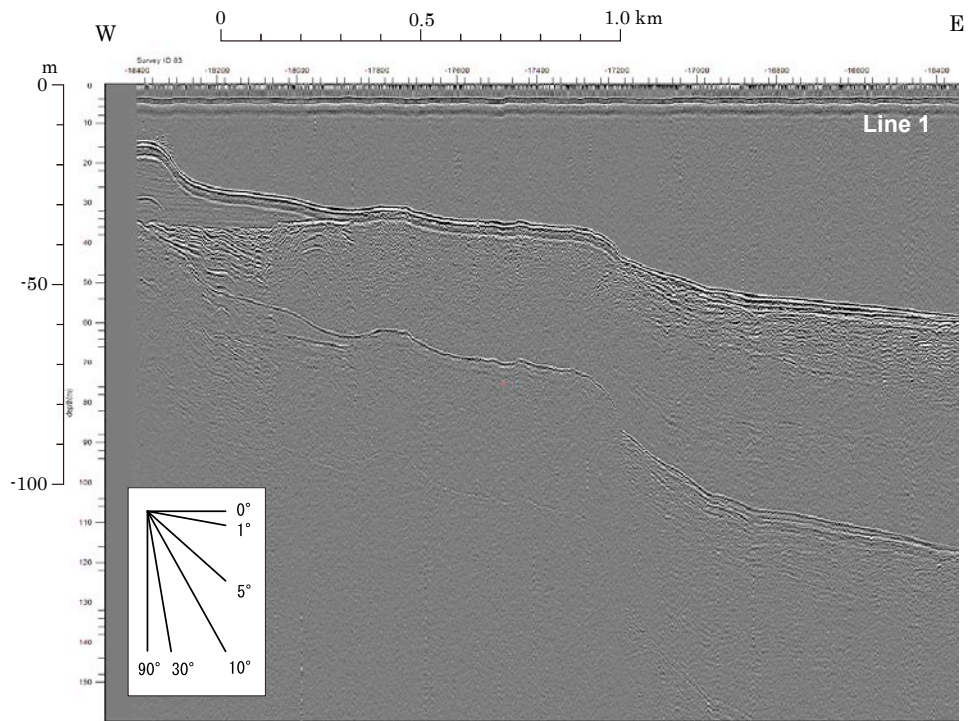
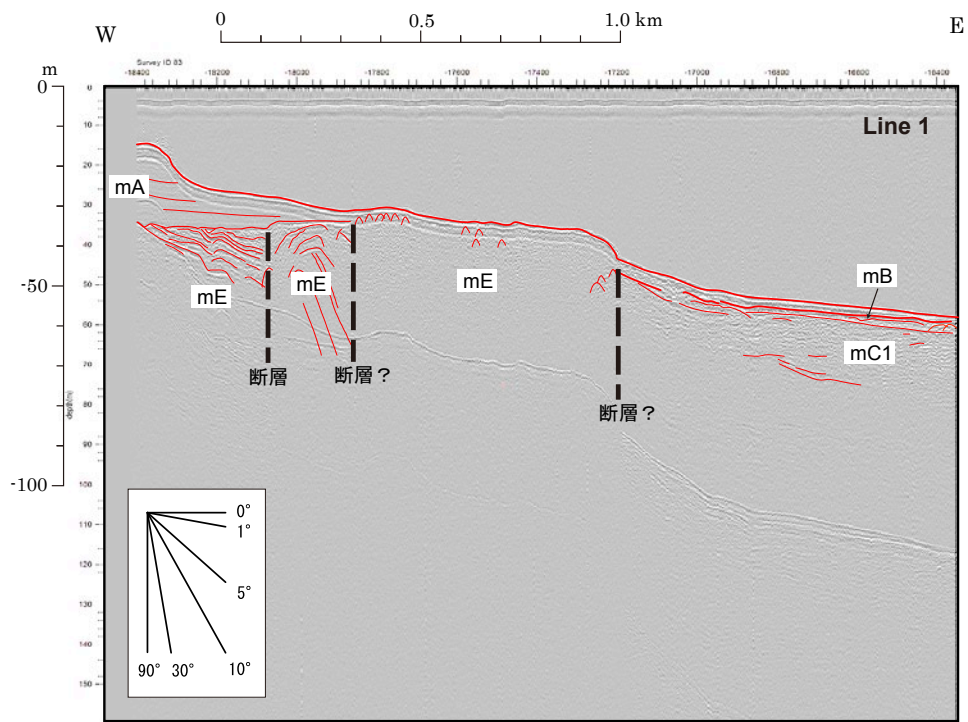


図4 測線1西部のブーマー探査記録の地質解釈図(上)および反射記録(下). 根岸西方の断層の北方延長にあたる推定断層帯が認められる. 縦横比は10:1.

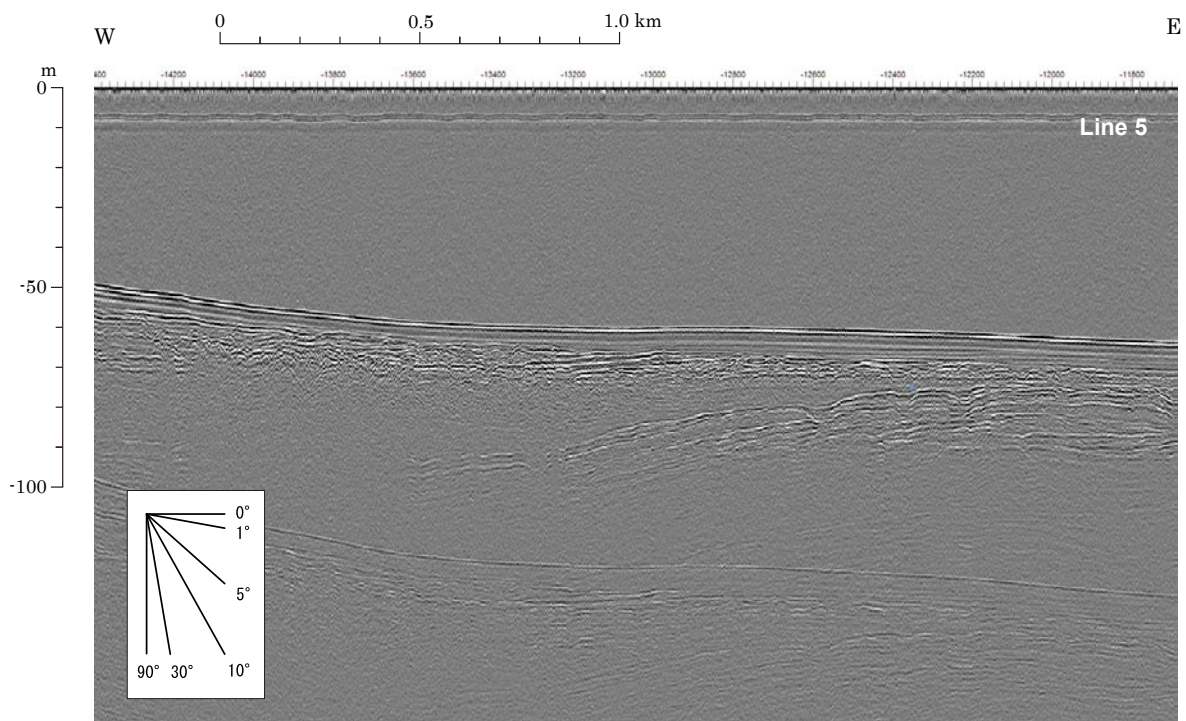
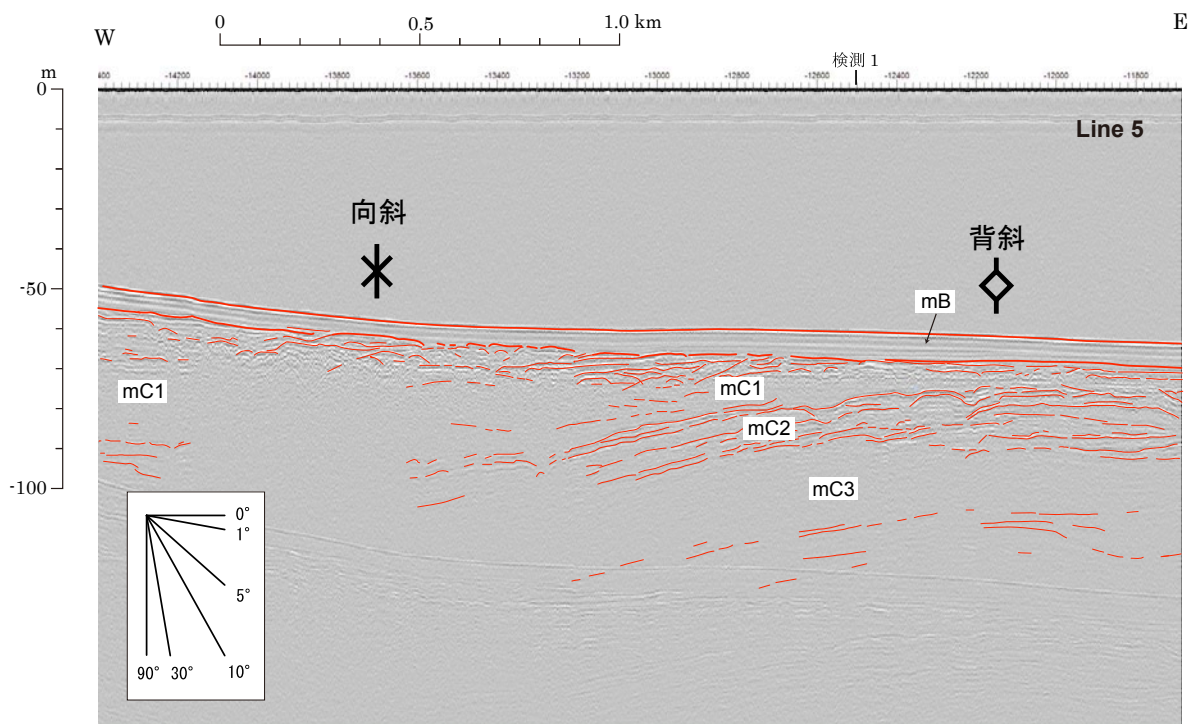


図5 測線5西部のブーマー探査記録の地質解釈図(上)および反射記録(下)。平館沖背斜およびその西方の向斜の位置を示す。縦横比は10:1。



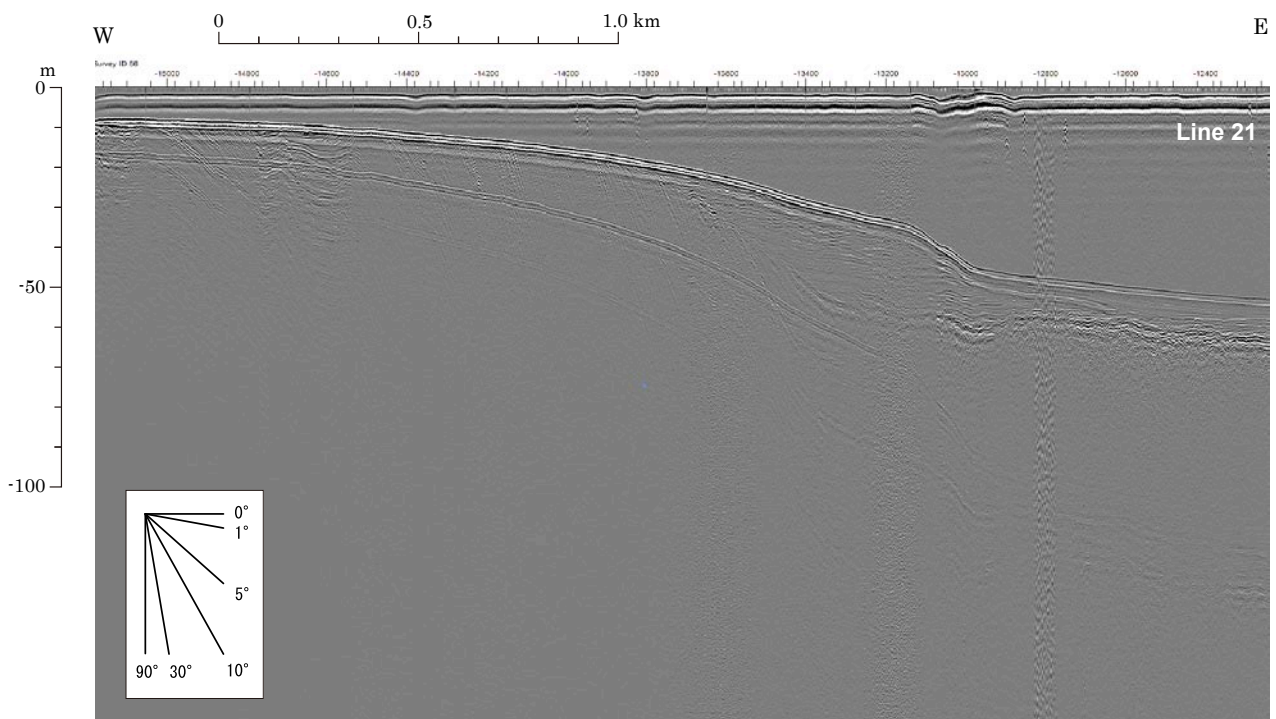
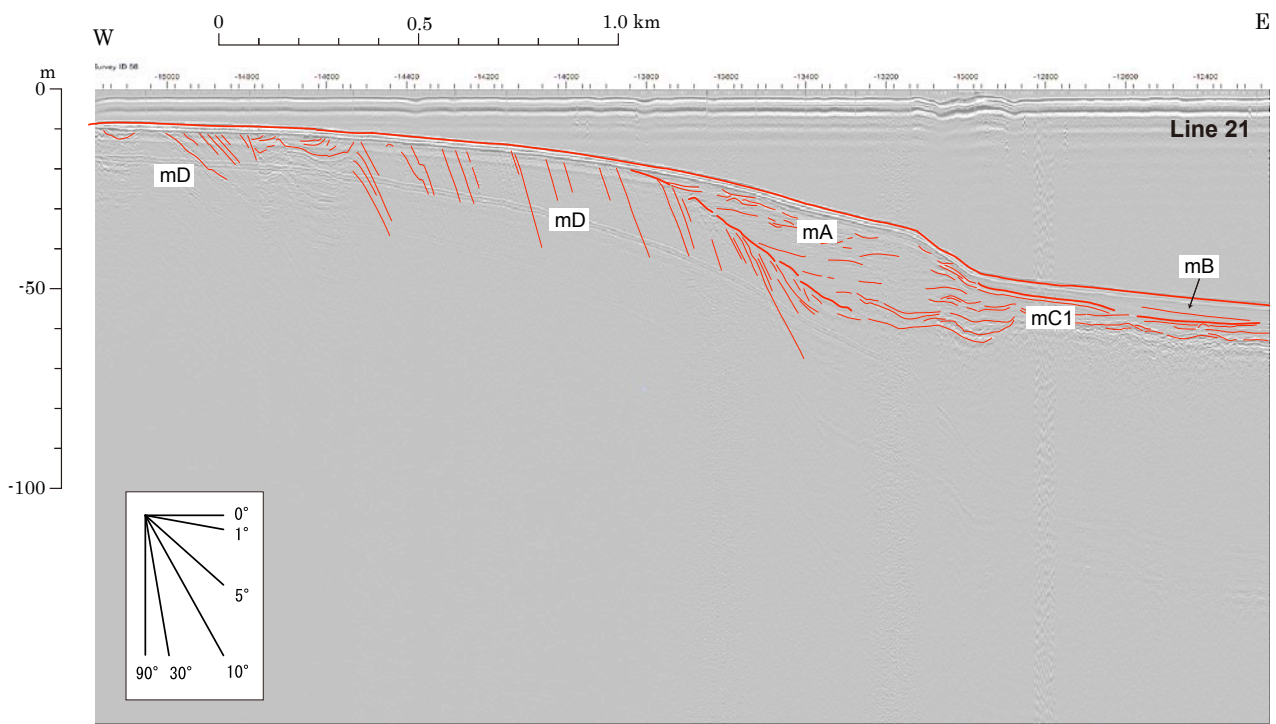


図6 測線21西部のブーマー探査記録の地質解釈図(上)および反射記録(下)。縦横比は10:1。

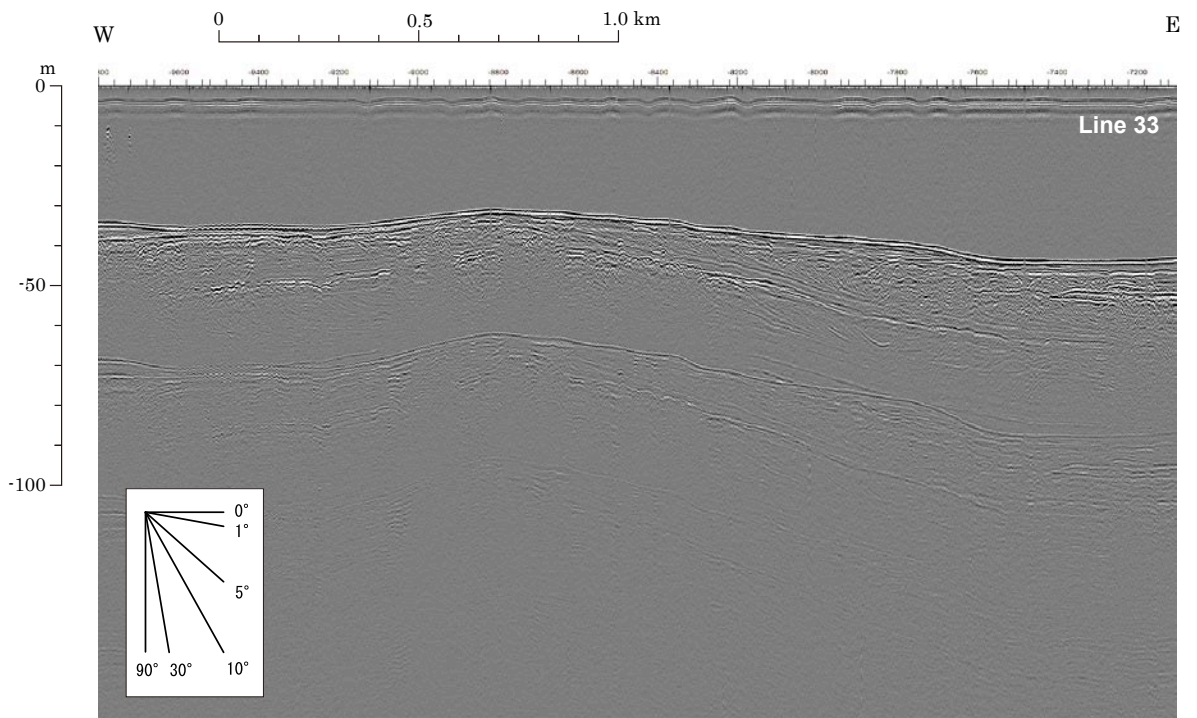
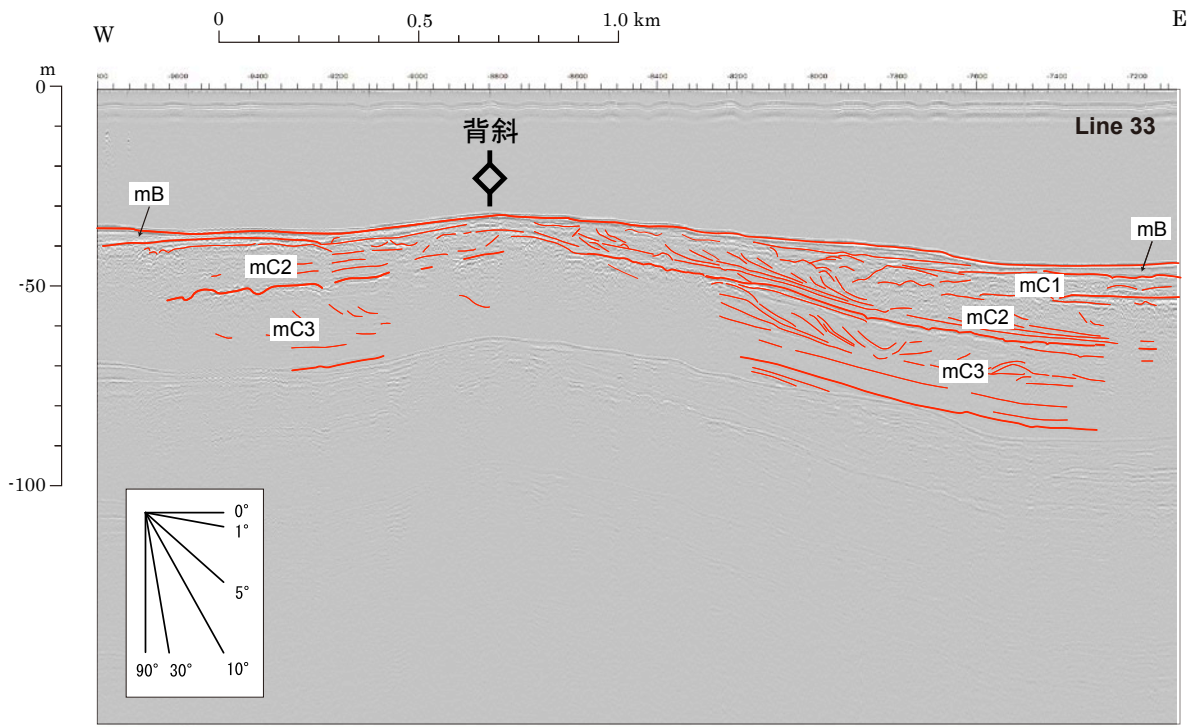


図7 測線33東部のブーマー探査記録の地質解釈図(上)および反射記録(下)。青森港沖背斜の位置を示す。縦横比は10:1。

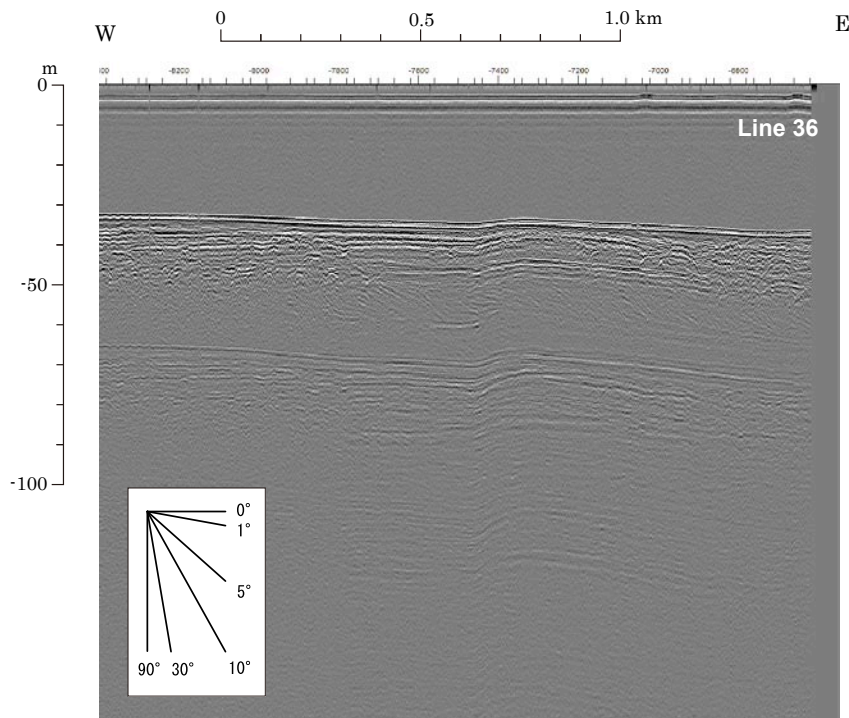
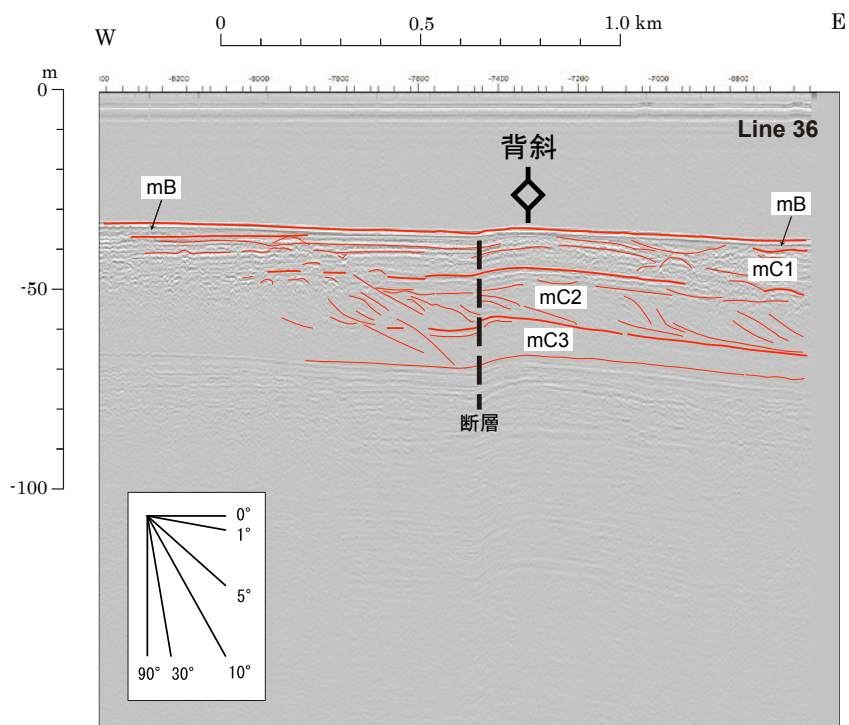


図8 測線36東部のブーマー探査記録の地質解釈図(上)および反射記録(下)。青森港沖背斜とその西側に並走する推定断層の位置を示す。縦横比は10:1。



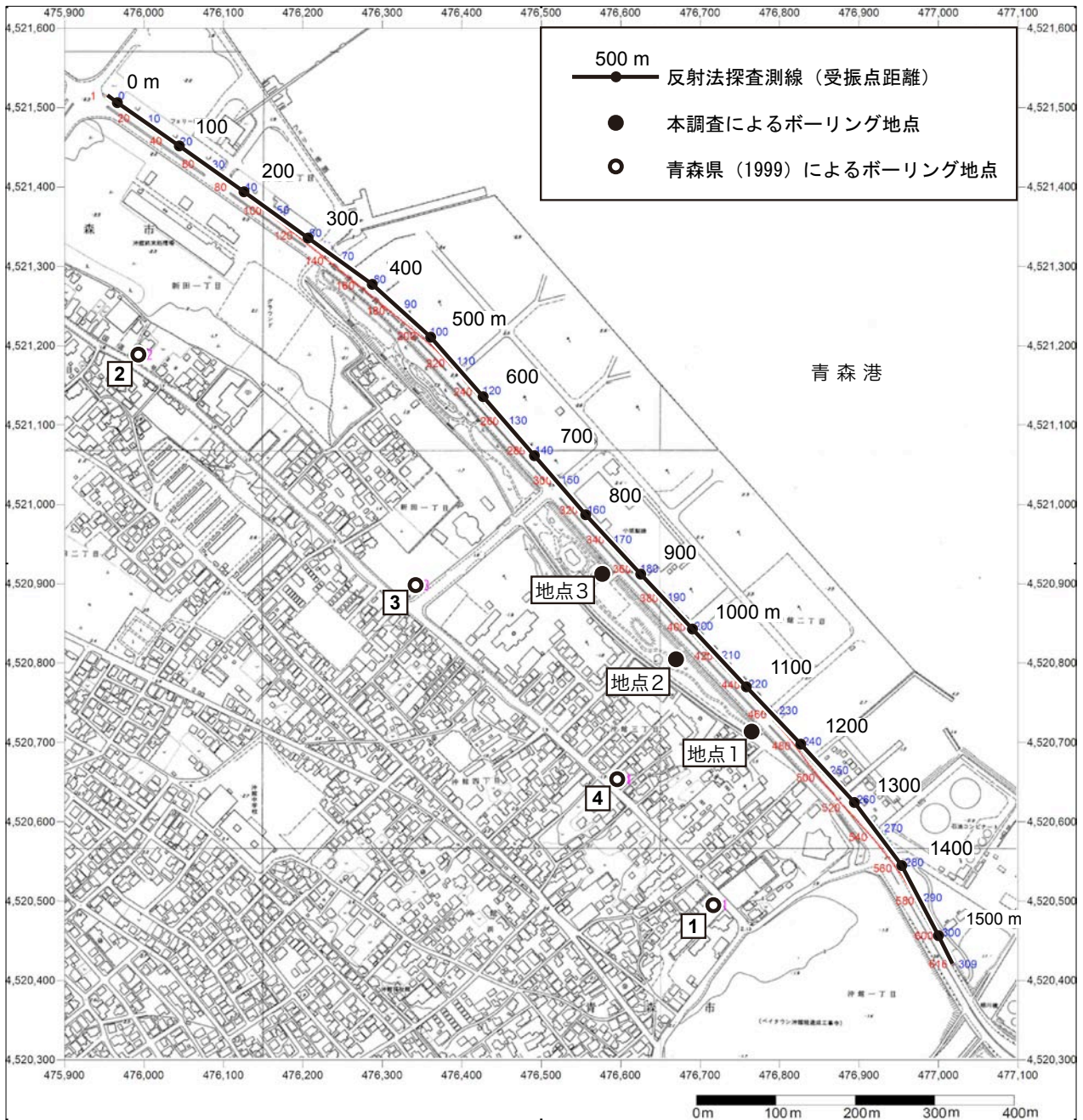


図9 反射法弾性波探査測線およびボーリング調査地点の位置図。基図は、青森市発行の1:2,500都市計画図を使用。



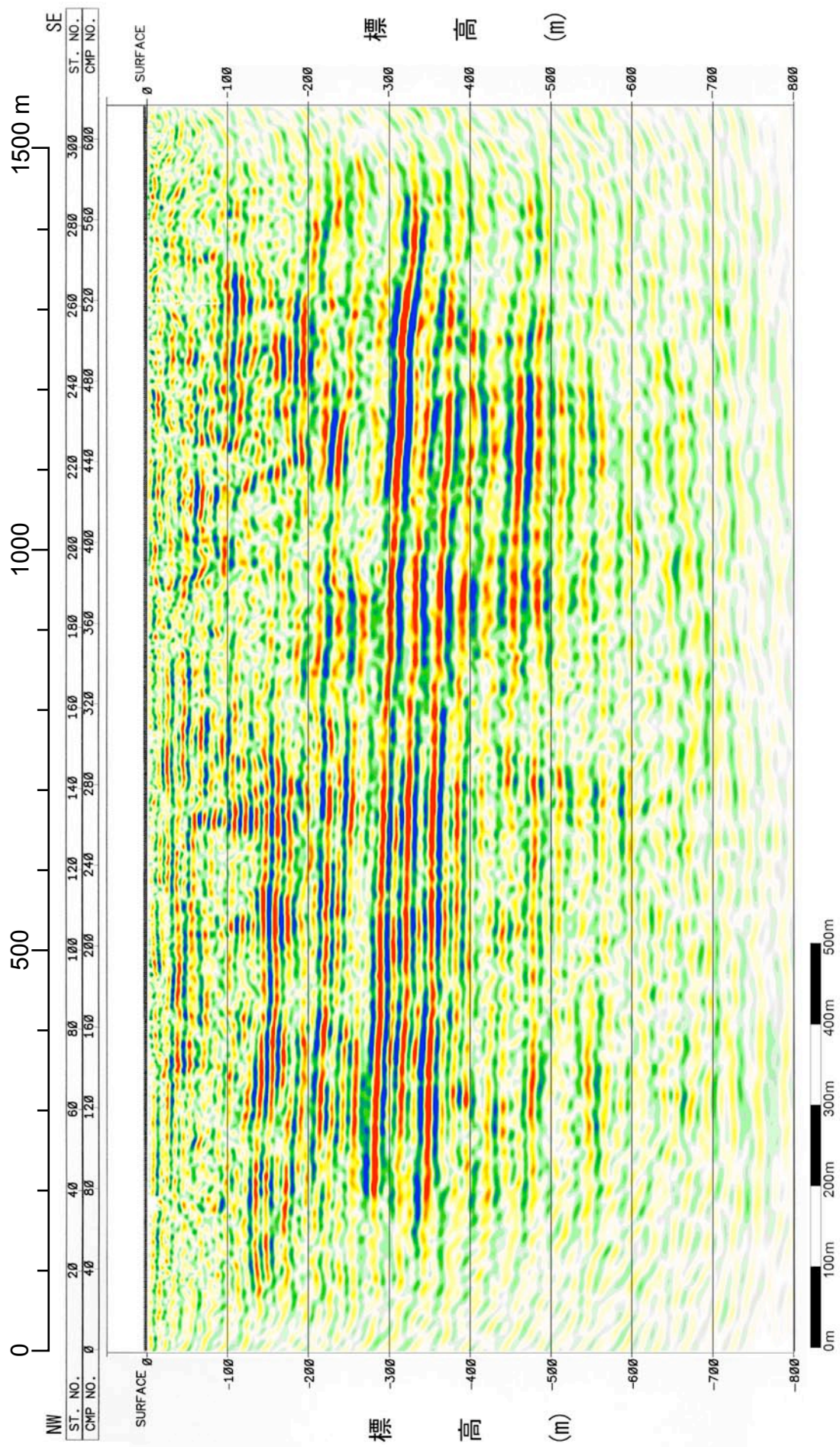
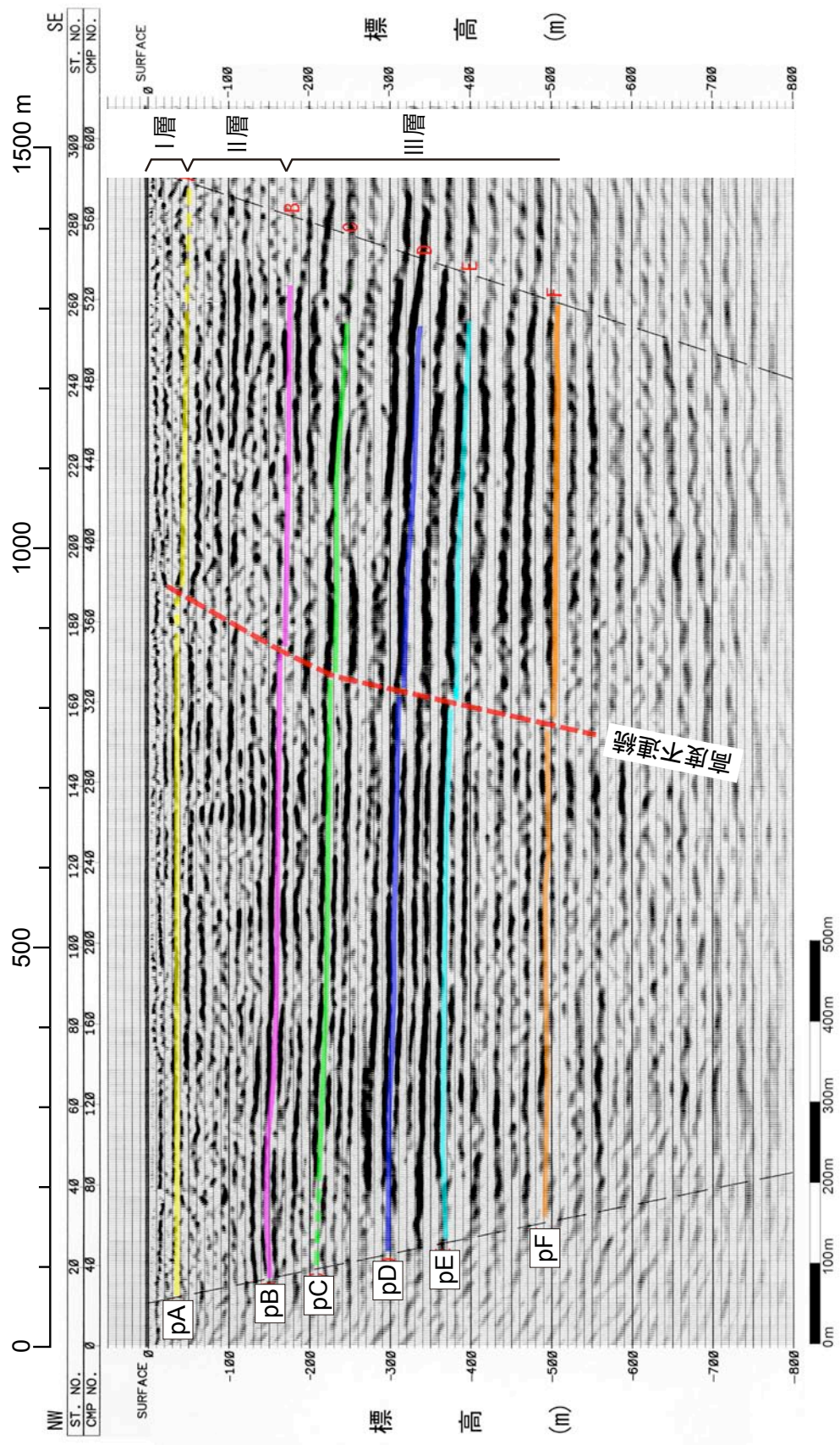


図 10 P 波反射法探査によるマイグレーション後の深度断面図.





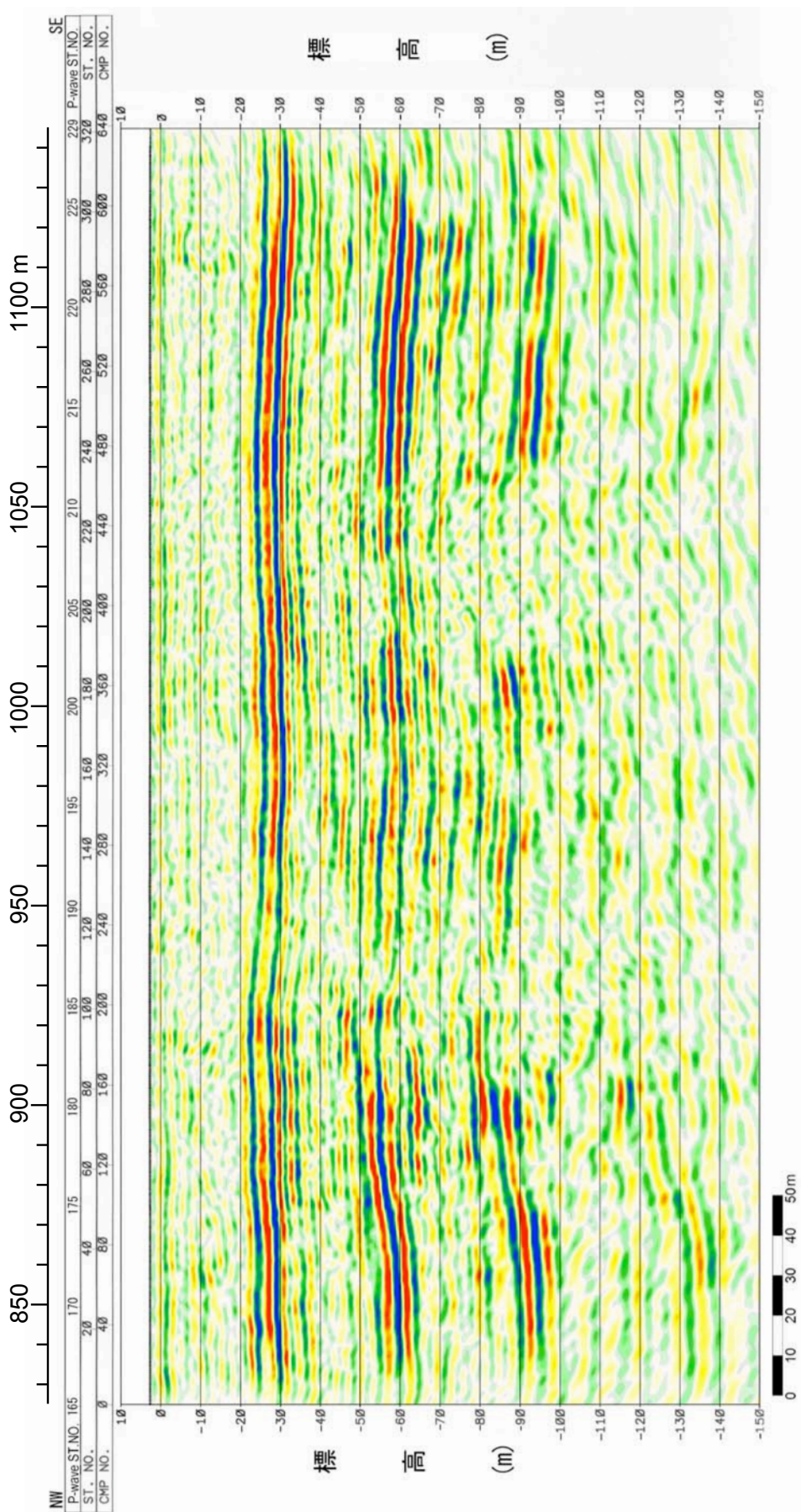


図 12 S 波反射法探査によるマイグレーション後の深度断面図.



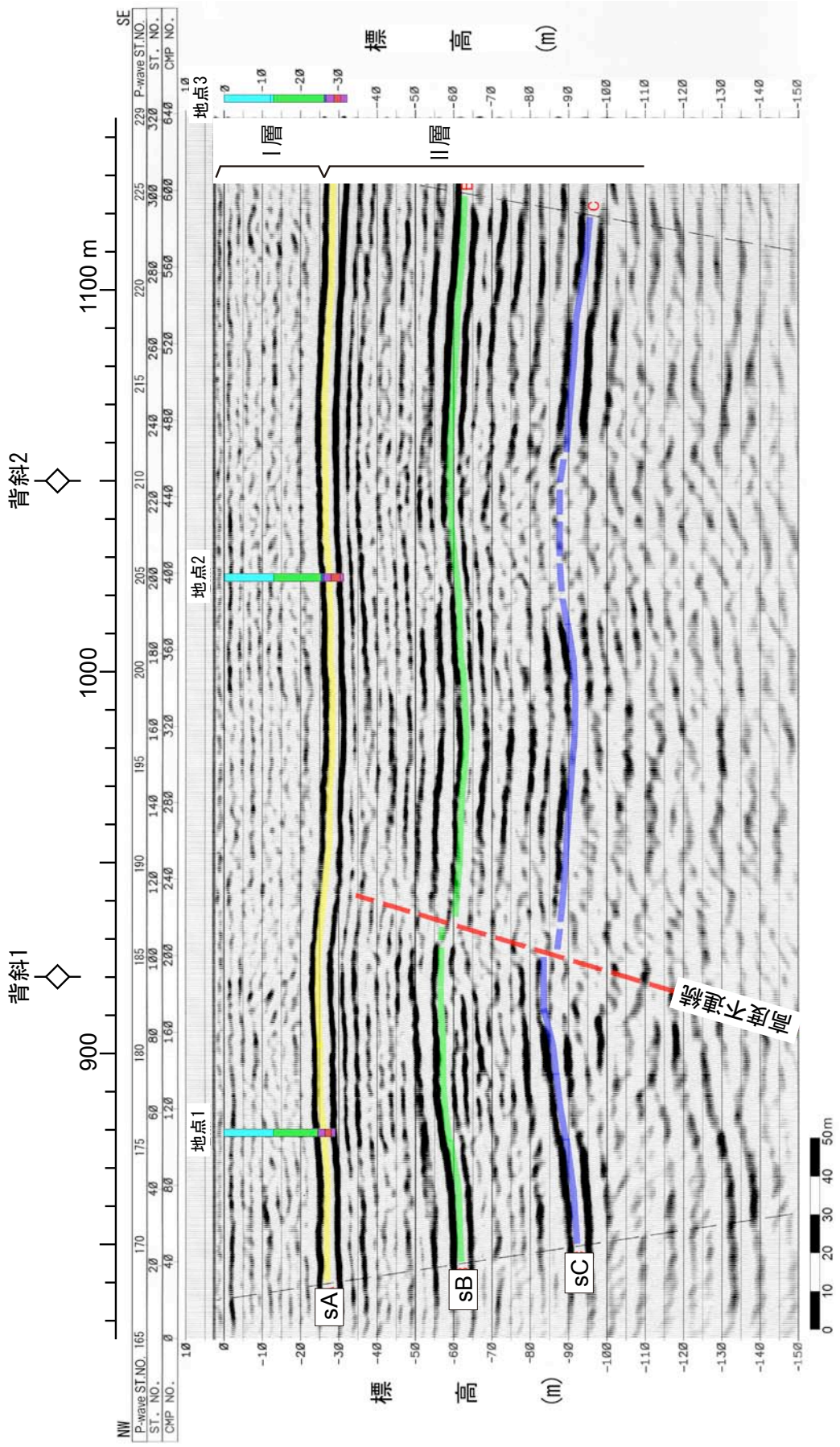


図 13 S 波反射法探査による断面図の地質解釈. マイグレーション後の深度断面図に基づく.

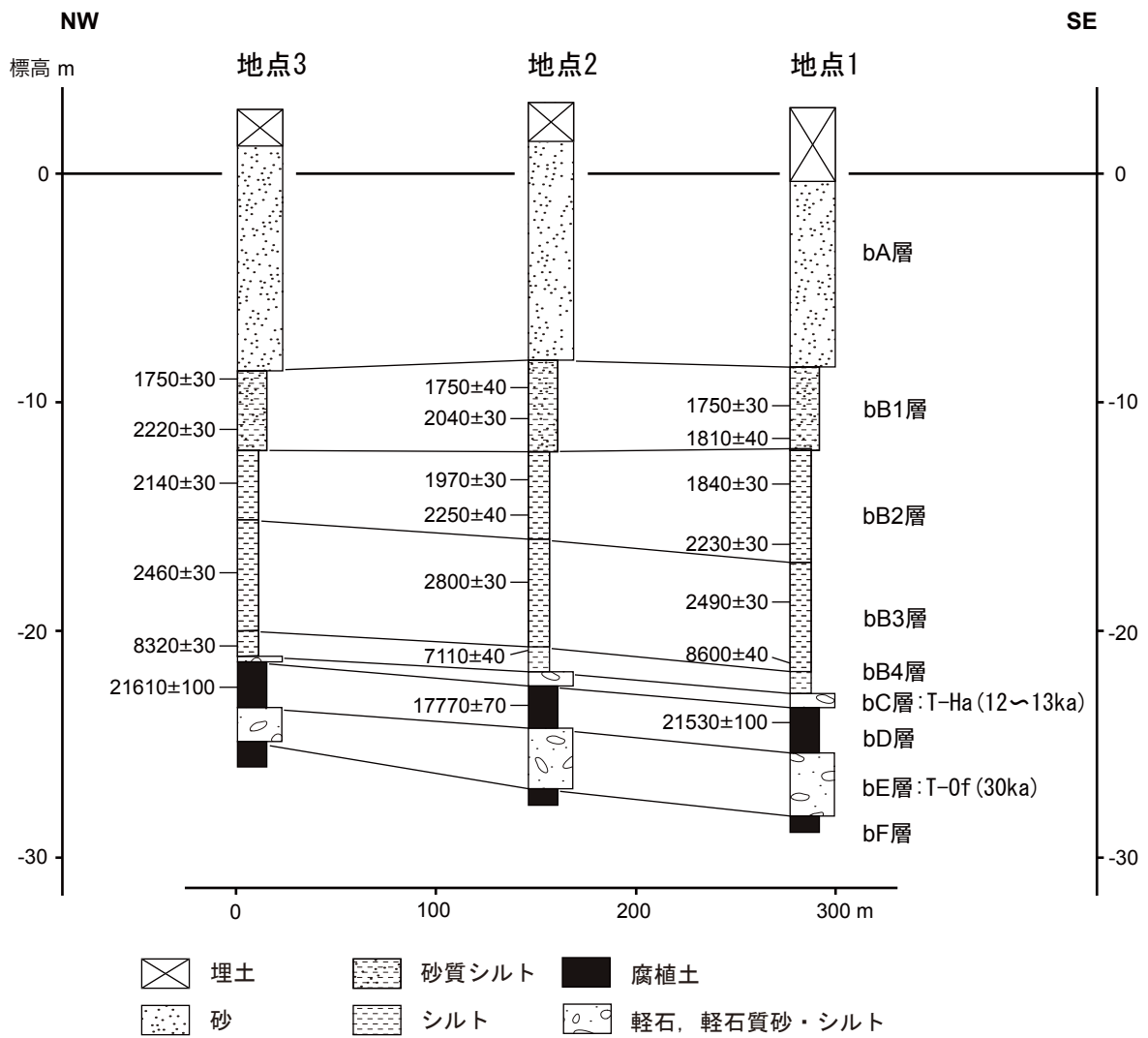


図 14 ボーリング調査に基づく沖館地区の地質断面図.

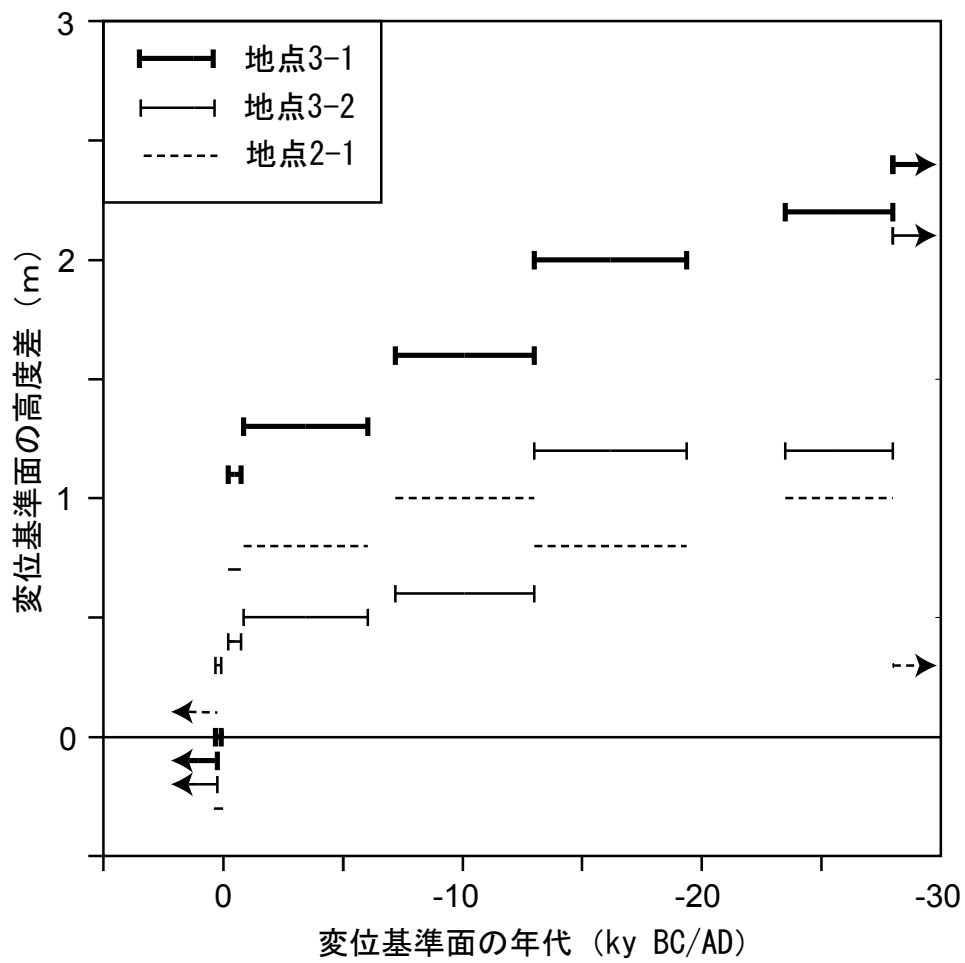


図 15 ポーリング調査で認められた地層面の分布高度と推定年代との関係. 各地層面の分布高度および推定年代を表 3 に示す.