

電源開発株式会社
大間原子力発電所

函館平野西縁断層帯に関する
個別検討事項について

平成16年6月
原子力発電安全審査課

目次

1. 検討目的	1-1
2. 北端部の評価	2-1
2.1 北端部の地形・地質構造・基盤構造	2-1
(1) 地形	2-1
(2) 地質構造	2-1
(3) 基盤構造	2-3
2.2 断層帯北部西側のリニアメント	2-4
2.3 函館平野西縁断層帯北端の評価	2-5
3. 活動性の評価	3-1
3.1 函館平野西縁断層帯の平均変位速度	3-1
3.2 撓曲崖が沖積平野と接する付近の平均変位速度	3-2
(1) 函館平野の沖積低地の地下の状況	3-2
(2) 段丘面撓曲部における変位量の測定方法	3-3
(3) 沖積低地の地下に分布する沖積層の基底 面の深さと平均変位速度	3-4
(4) 函館平野西縁断層帯の活動度	3-5
4. 南端部の評価	4-1
4.1 海域への連続性	4-1
4.2 海域南西延長部を含む函館平野西縁断層帯	4-1
(1) F-2断層	4-1
(2) F-3断層	4-2
(3) 陸域の函館平野西縁断層帯からF-2断層, F-3断層への連続性	4-3

(4) F-3 断層の延長部	4-3
(5) F-3 断層の延長部の南端	4-4
4.3 海域南東延長部を含む函館平野西縁断層帯	4-5
5. 海域の既存文献との比較	5-1
5.1 海上保安庁水路部(2000)の概要	5-1
5.2 函館湾海域の地質構造	5-1
6. 検討結果	6-1
7. 参考文献	7-1

1. 検討目的

敷地周辺陸域の地質構造のうち、函館平野西縁断層帯に係る以下の個別検討事項に関し、申請者により実施された検討結果の妥当性について、検討を行う。

- 1) 北端部の評価
- 2) 活動性の評価
- 3) 南端部の評価
- 4) 海域の既存文献との比較

2. 北端部の評価

断層帯の規模を評価するにあたって、必要な、北端部付近の地質構造について、申請者は以下のように評価している。

2.1 北端部の地形・地質構造・基盤構造

(1) 地形

函館平野西縁断層帯北部の空中写真判読図を図-2.1 に示す。

本断層帯北部では、河成の高位段丘面として、 H_2 f 面及び H_3 f 面を、中位段丘面として M_1 f 面及び M_2 f 面を、低位段丘面として L_1 f 面、 L_2 f 面、 L_3 f 面及び L_3' f 面を、並びに山麓部に崖錐面として dt 面をそれぞれ判読している。これらのうち、 L_3 f 面は濁川火山灰層との関係から、約 1.2 万年前の段丘面としている。

これらの段丘面が東へ撓み下る撓曲や逆向き低崖の連続として、本断層帯付近のリニアメントを判読している。

図-2.1 に示すように、撓曲地形が判読される北端は七飯町峠下付近までであり、それより北方の地形面及び山地には、変位地形は判読されないとしている。

(2) 地質構造

本断層帯周辺の地質図を図-2.2 に、地質断面図を図-2.3 に、地質構造図を図-2.4 にそれぞれ示す。

本断層帯の主部では、西方の山地を形成している中新統～鮮新統の茂辺地川層及び鮮新統最上部～下部更新統の富川層の走向はほぼ N-S 走向、傾斜は、東傾斜であり、平野に近い東側ほど若い地

層が分布している。

本断層帯は、このように相対的な隆起地塊の縁としての、平野の西方の山地との境界付近に位置しており、活構造の隆起側と、広域的な地質構造の隆起側はどちらも西側で一致しており、地形と地質構造の傾向は以下に述べるように一致している。

段丘面の撓曲が認められる大野川流域の大野町鹿島橋の上流側付近では、富川層上部層が、NE-SW走向で、 $50^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 程度東へ急傾斜しており、最急傾斜部は近傍の段丘面の撓曲よりやや背後側に位置する。段丘面の撓曲とその背後の逆向き低崖が認められる宗山川流域の上磯町添山から流溪川流域の上磯町水無付近では、撓曲の背後側に背斜構造がみられる。

このように、本断層帯周辺の地質構造は、東への急傾斜とその背後の背斜構造との組み合わせとからなり、地形にみられる撓曲とその背後の逆向き低崖との組み合わせと調和的であるという特徴が認められるとしている。例えば太田ほか(1999)⁽¹⁾によると、図-2.5のような地質構造モデルが提唱されており、断層露頭は見出されていないものの、地下深部に西傾斜で西側が相対的に隆起している主断層(逆断層)の存在が推定されている。

北海道(1999)⁽²⁾によると、図-2.6に示すように浅層反射法探査が実施されており、その報告によると、地表の撓曲地形に対応した撓曲状の構造が地下においても認められるとされており、地下深部の逆断層との関係が示唆されるとしている。

これらのことから、函館平野の西縁の山地及びその地下の地質構

造は、西側が相対的に隆起する地下深部の逆断層の活動により形成されてきたことが推定されるとしている。

大野川から七飯町峠下にかけての本断層帯の北部においても、地表の撓曲崖やそれとほぼ同方向の地下浅部の地層の傾斜構造が推定され、撓曲崖の変形量が小さくなる、あるいは、逆向き低崖が認められなくなる等の違いはあるものの、基本的には太田ほか(1994)⁽¹⁾と同様の地質構造を示しているとしている。

しかしながら、このような函館平野西縁断層帯付近の地質構造は、北方へは七飯町峠下付近までは認められるが、それより北方の山地では、図-2.2 及び図-2.4 に示すように、鮮新統の峠下火山碎屑岩類及び鮮新統最上部～下部更新統の富川層の走向がE-W方向となり、連続しないとしている。

(3) 基盤構造

本断層帯周辺の重力構造は、図-2.7 に示すように、広域的な地質構造と調和的である。すなわち、函館平野は南北に伸びた特徴的な低重力異常域となっており、周囲を高重力異常域に取り囲まれている。

この低重力異常域の西縁をなす南北方向に伸びた重力急傾斜部に本断層帯は位置している。

低重力異常域の北方には、東西方向に伸びた相対的な高重力異常の尾根があり、南北方向に伸びた重力急傾斜部はこの東西方向の相対的な高重力異常の尾根より北方へは延長しないとしている。

2.2 断層帯北部西側のリニアメント

函館平野西縁断層帯北部の地質平面図、及び地質断面図にリニアメント等を加筆して図-2.8に示す。

断面図の①付近に見られるように、浅層反射法探査結果によると、断面中央部の浅部には、第四系下部更新統の富川層上部層と推定される地層が約 25° 南東傾斜の地質構造を示すとしている。この付近は、渡島大野断層の撓曲の横断位置付近であり、この撓曲は、大野川から七飯町峠下付近にかけて分布する L_3f 面及び $L_3'f$ 面を変形させる函館平野西縁断層帯の中で、最も若い活動を示す変位地形であるとしている。

断面の②付近に見られるように、浅層反射法探査結果によると、①付近の西側には向斜構造がみられ、富川層上部層の地質構造は、更にその西側までは少なくとも連続するとしている。

また、断面の③付近に見られるように、浅層反射法探査結果によると、富川層上部層が約 10° の南東傾斜を示すとしている。

申請者は、図-2.1に示すように函館平野西縁断層帯北部の木地挽山南東山麓に、約5 kmの区間にほぼN-S方向に山地内や山地と丘陵地の境界にDランクのリニアメントを判読している。断面の⑤付近に見られるように、このリニアメントを挟んだ断面西側の浅部には富川層上部層が分布しており、地表地質調査の結果によると、富川層上部層はNE-SW走向で 10° 南東傾斜を示し、断面の③付近の約 10° の南東傾斜とほぼ一致するとしている。

以上のことから、Dランクのリニアメントを横断して富川層上部層が、約 10° の単斜構造を示し、渡島大野断層のリニアメント横断位置付近の富川層上部層の約 25° 南東傾斜に比較して、やや緩い南東傾斜の地質構造を示すとしている。

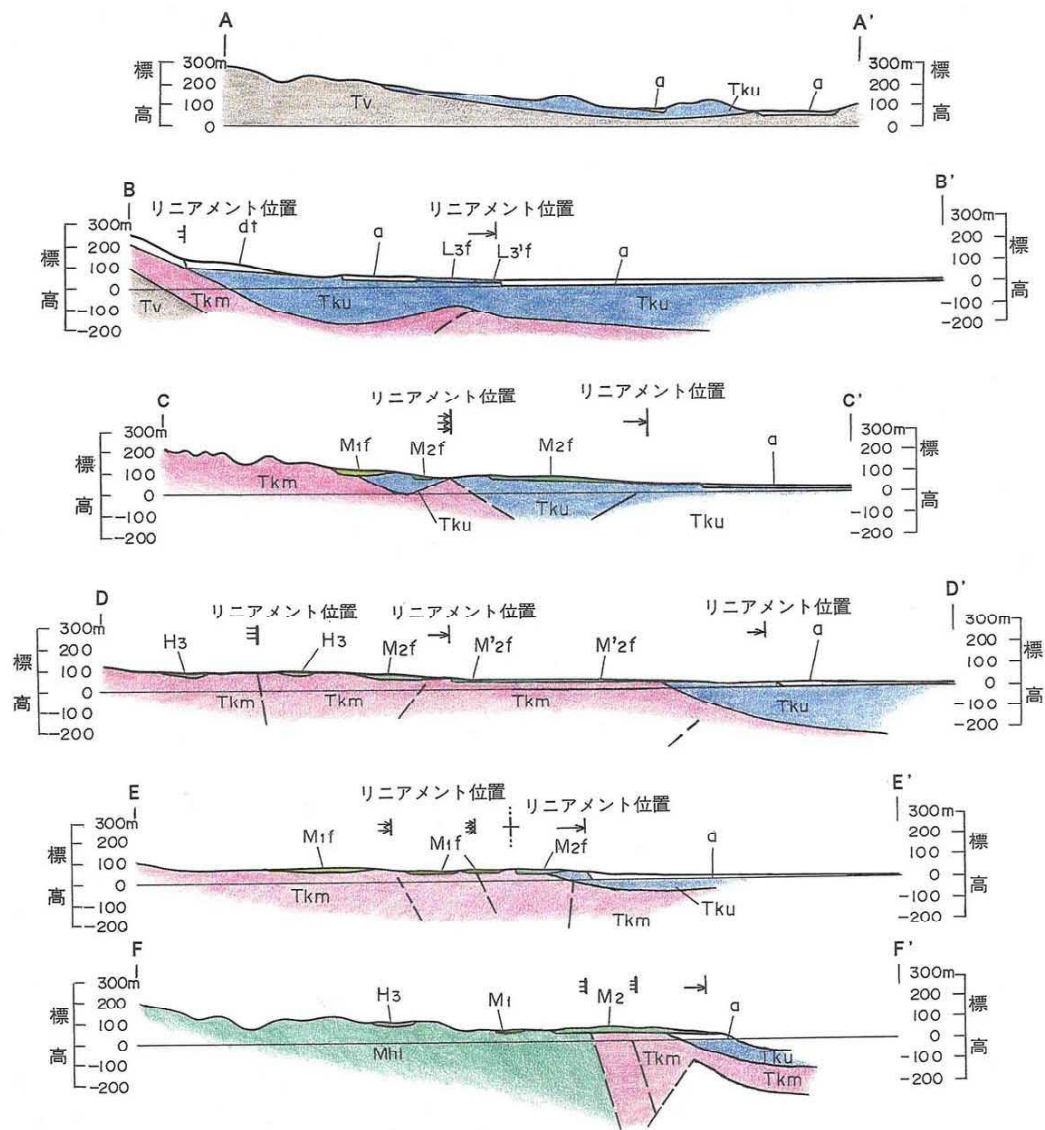
北海道(1999)⁽²⁾によると、「活断層は第四紀以降、現在の位置で変動が継続したのではなく、活動の前縁は東へ移動したらしい。つまり、現在の渡島大野断層は、少なくとも中期更新世以降に活動的になった断層帯と考えられる。」とされている。

これらのことから、函館平野西縁断層帯全体として考えた場合の最新の活動は、最も東側に位置する渡島大野断層に主部があり、耐震設計上考慮すべき断層の規模を評価する場合の北端は、渡島大野断層によって検討するとしている。

2.3 函館平野西縁断層帯北端の評価

以上のように、リニアメント及び変位地形が認められる範囲は、七飯町峠下付近までであり、それより北方では、リニアメント及び変位地形は認められないとしている。

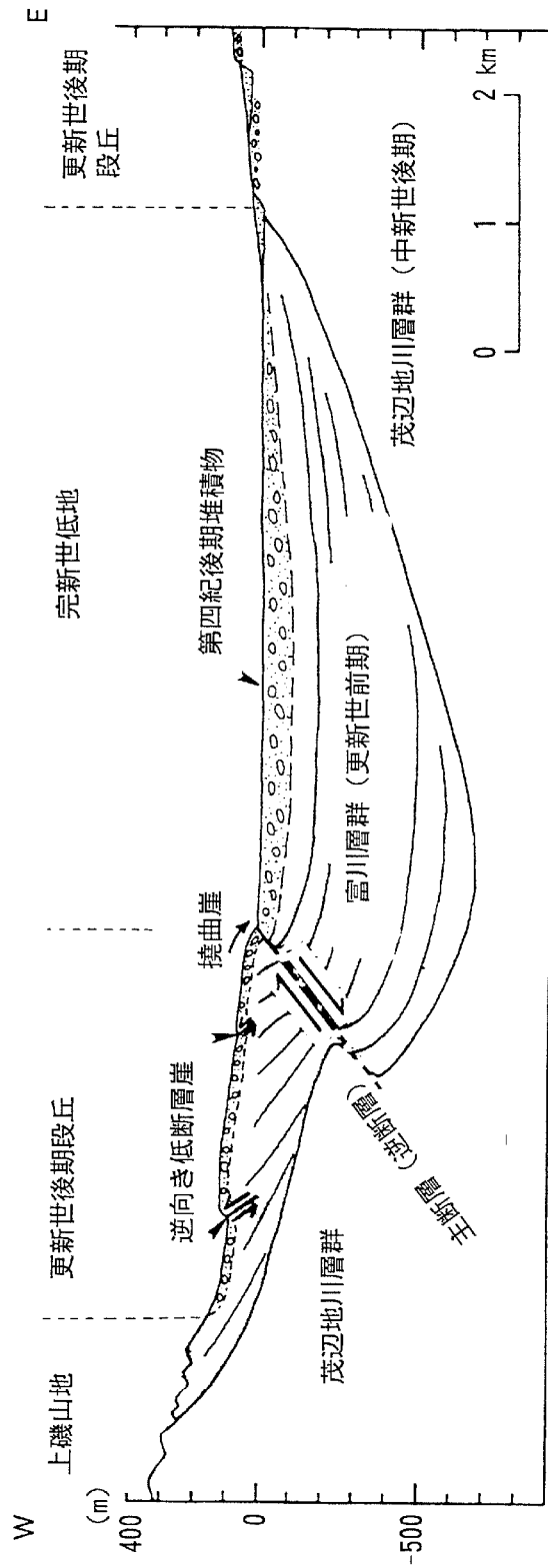
したがって、本断層帯の北端は七飯町峠下付近であり、それより北方の山地へは延長しないものと判断している。



0 1 km

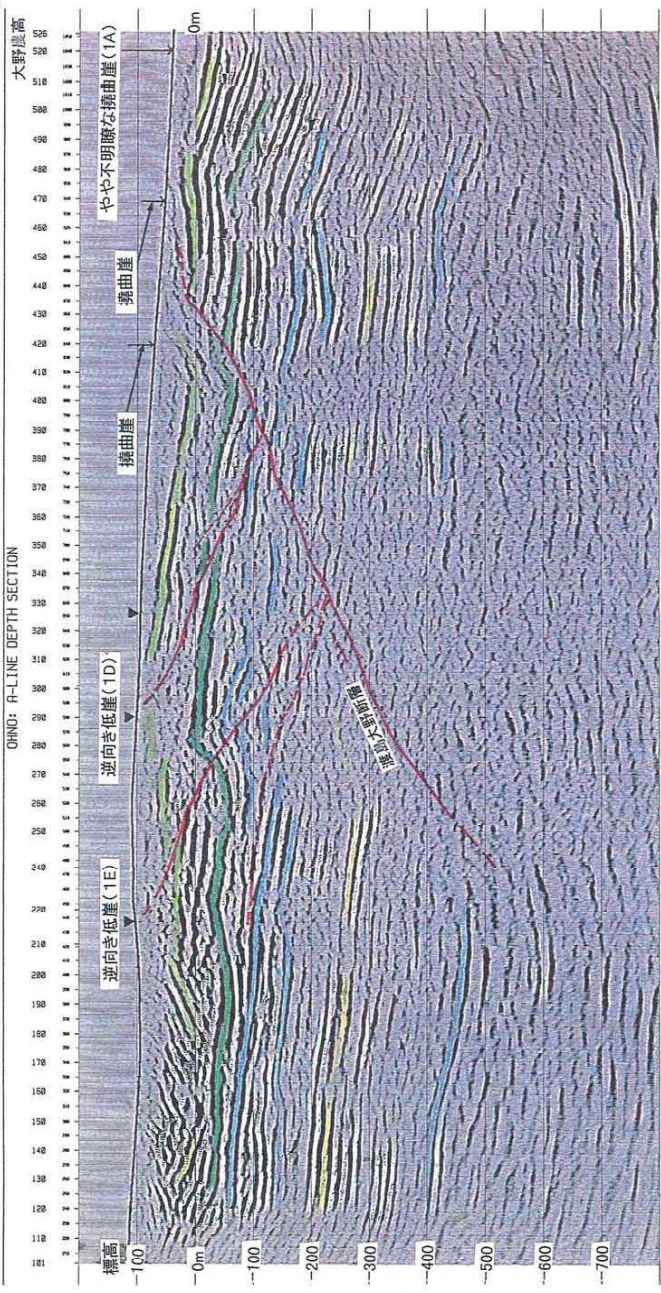
※凡例は図-2.2函館平野西縁断層帯周辺の地質図を参照

図-2.3 函館平野西縁断層帯周辺の地質断面図

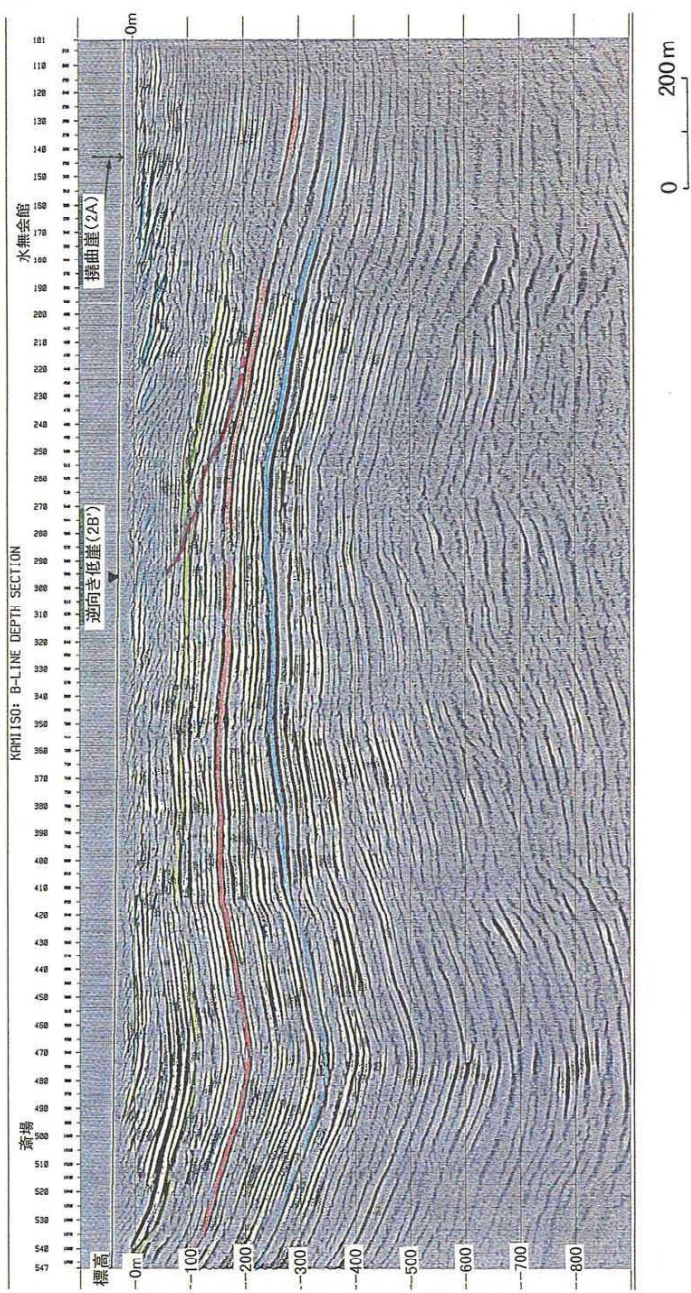


太田(1999)より引用

図-2.5 函館平野西縁断層帯周辺の断層モデル図
2-10



反射法地震探査深度断面図(大野町向野測線R-A)の地質構造解釈



反射法地震探査深度断面図(上磯町水無線R-B)の地質構造解釈

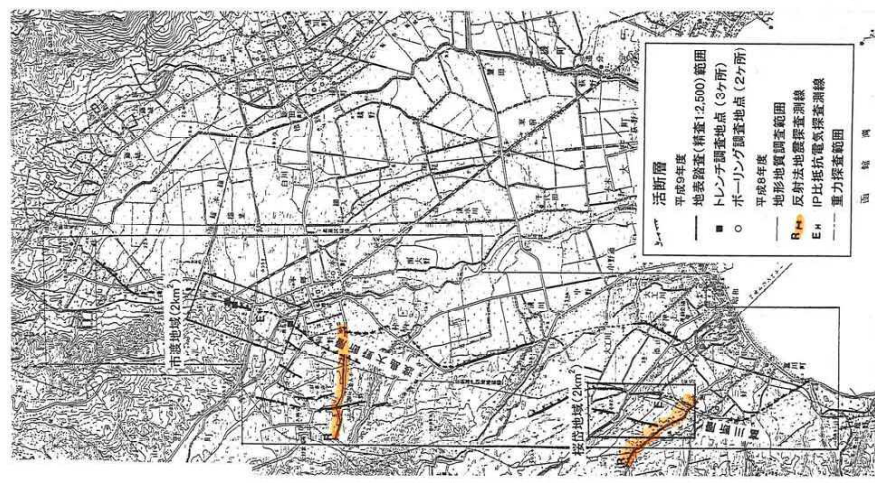


図-2.6 北海道(1999)による浅層反射法探査記録断面 2-11

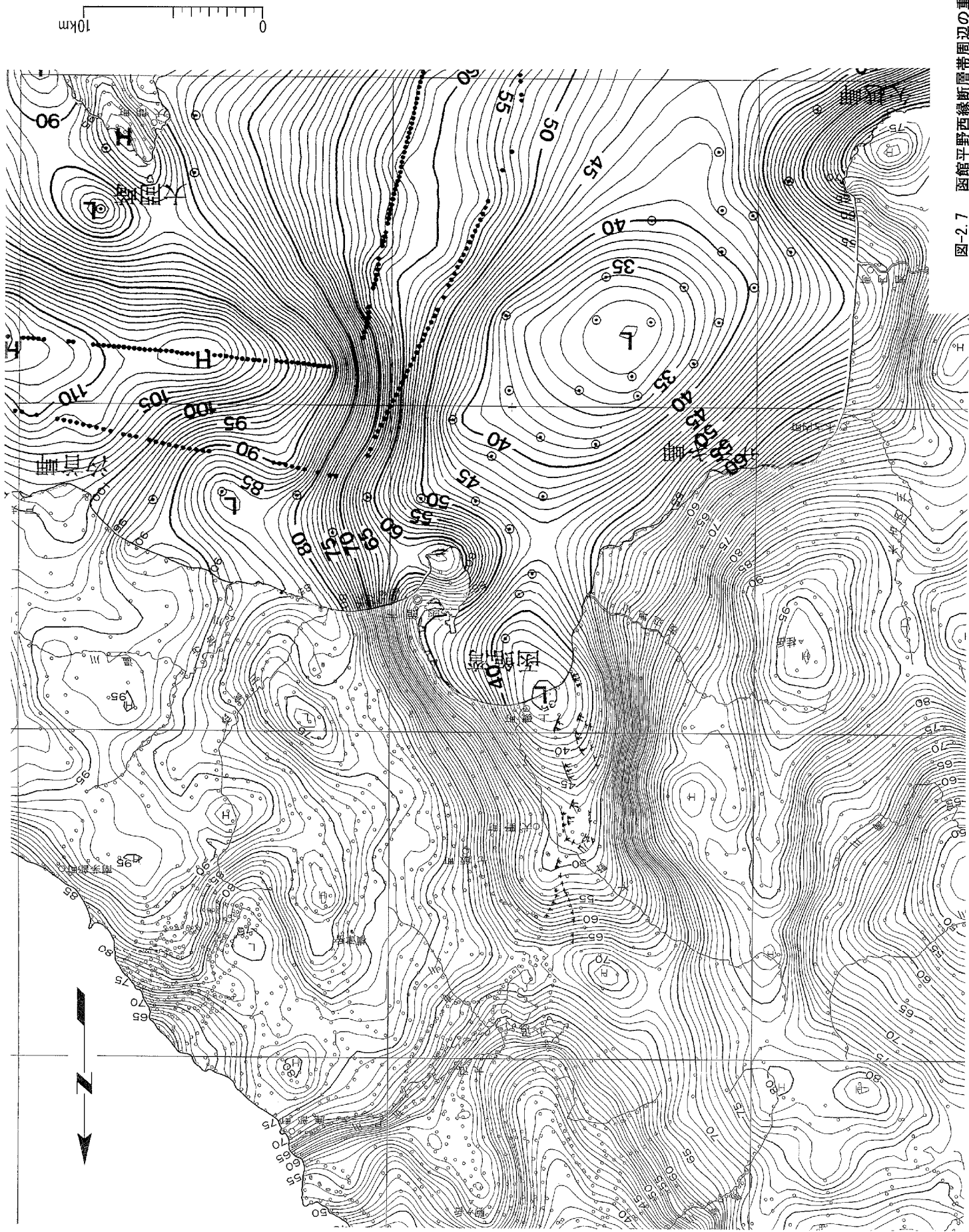


図-2.7 函館平野西縁断層帯周辺の重力図

3. 活動性の評価

断層帯の活動性を評価するにあたって、平均変位速度について、申請者は以下のように評価している。

3.1 函館平野西縁断層帯の平均変位速度

申請者による調査結果によると、本断層帯周辺では、最も若い段丘面である L_3 f面においても撓曲地形を判読していることから、5万年前以降の活動は否定できないとしている。

本断層帯周辺の地形断面を図-3.1に、段丘面の平均変位速度分布を図-3.2にそれぞれ示す。

渡島大野断層の撓曲崖の比高差の大きいところとして、大野町市渡では L_3 f面が比高差約5m(平均変位速度0.4m/1,000年)変形しているとしている。

富川断層の撓曲崖の比高差の大きいところとして、上磯町富川付近では、 M_2 面が比高差約50m(同0.5m/1,000年)変形しているとしている。

さらに、逆向き低崖の比高差と平均変位速度は、これらの撓曲崖のものよりも一桁小さいものとしている。

このように、平均変位速度は、大きいところでも0.5m/1,000年程度であり、ほとんどのところでB級の下位であるとしている。

なお、本断層帯を構成する断層の活動度については、活断層研究会(1991)⁽³⁾によると、撓曲部の活動度はB級、逆向き低断層崖部の活動はB～C級とされている。

また、北海道(1999)⁽²⁾によると、本断層帯に関して図-3.3及び表-3.1に示すように、3箇所の特レンチ調査を含む活断層の調査結果が報告されている。それによれば、最終活動年代は約8,800～7,800年前の間、再来周期が5,000～9,000年程度であり、平均変位速度は0.2～0.3m/1,000年程度、B級の下位であるとされている。

3.2 撓曲崖が沖積平野と接する付近の平均変位速度

上磯町野崎付近では、本断層帯の撓曲崖が沖積平野と接している。そのような箇所での断層帯の平均変位速度について、申請者は以下のように検討している。

(1) 函館平野の沖積低地の地下の状況

図-3.4に、函館平野西縁の段丘面の撓曲部周辺の想定地質断面を示す。

申請者は、図-3.4に示す位置において、地表地質調査における露頭観察により、中位段丘面堆積物を構成する砂礫層を確認している。

太田ほか(1994)⁽¹⁾によると、約40本のボーリングデータに基づいた函館平野沿岸部の地形・地質断面図が示されている。それによると、函館平野の沖積低地西部の地下には、N値が2～3及び5～10程度の粘土層及び砂層と、N値が35～50以上の砂礫層とが分布するとされている。

申請者は、このN値が2～3及び5～10程度の堆積物は、函館平野西部の地下の最上部に薄く分布し、砂層及び粘土層からなる沖積層であるとし、この下方に分布し、ボーリングNo.30地点付近に

においてその上面深度が約 8 m の N 値 35～50 以上の堆積物は、砂礫層からなる更新世の地層と判断されるとしている。

以上のことから、沖積低地の地下には表層に薄く沖積層が分布し、段丘面の地下の砂礫層は、沖積低地の地下まで連続して分布するものと、判断している。更に、段丘面の撓曲部と沖積低地とが接する付近では、沖積層が分布する地域の縁辺部であることから、砂礫層を被覆する沖積層の厚さは薄いものと、判断している。

(2) 段丘面撓曲部における変位量の測定方法

申請者は、上磯町野崎付近の撓曲崖を含め、撓曲を示す函館平野西縁断層帯の平均変位速度を求めるのに際し、ある年代既知の基準面の変形量を求め、その変形量を変位量として用いている。

太田ほか(1994)⁽¹⁾による撓曲変形を受けた段丘面の変位量測定方法を示した図に、申請者による測定方法等を加筆したものを図-3.5 に示す。

太田ほか(1994)⁽¹⁾では、段丘面の撓曲部の変位量は、図中の e-a に示す撓曲による変形を受けていない段丘平坦面を a-b に示す傾斜方向へ延長した線と、図中の c に示す段丘面の撓曲部と沖積低地とが接するところとの、図中の I に示す高度差を変位量としている。この測定法では、沖積低地の地下の段丘面の撓曲部の位置が不明なため、求められる段丘面の変位量は最小値であるとされている。

一方、申請者は、段丘面の撓曲部の変位量は、撓曲による変形を受けていない段丘平坦面が明瞭に判読される場合には、図中の a に示す段丘面のうち段丘平坦面と撓曲部との傾斜変換点と、図中の c

に示す段丘面の撓曲部と沖積低地とが接するところとの、図中のⅡに示す高度差を変位量としている。

また、撓曲による変形を受けていない段丘平坦面が明瞭でない場合には、図中のeに示す段丘面頂部の標高と、図中のcに示す段丘面の撓曲部と沖積低地とが接するところとの、図中のⅢに示す高度差を変位量としている。

(3) 沖積低地の地下に分布する沖積層の基底面の深さと平均変位速度

段丘面の撓曲部が沖積低地と接している付近における、太田ほか(1994)⁽¹⁾による変位量及び平均変位速度の値と、近傍の位置での申請者によるそれぞれの値を図-3.6に示す。

測定方法の違いにより、太田ほか(1994)⁽¹⁾による値に比較して、申請者による値は大きなものになっているが、いずれもみかけの変位量である。申請者は、段丘面の撓曲部と沖積低地とが接する付近における砂礫層を被覆する沖積層の厚さ(基底面の深さ)を考慮し、真の変位量に近づける一策としている。

なお、沖積層の基底面の深さについて、以下のように推定している。

太田ほか(1994)⁽¹⁾によると、図-3.7に示すように、約40本のボーリングデータに基づいた函館平野沿岸部の地質断面図が示されている。

また、図-3.7の右図中に図示されるB6地点付近の函館平野東部において、標高-28.0~-30.5mの砂礫層は、層相・年代から沖積層の基底を示すいわゆる基底礫層に当たるとされている。なお、当文

献では ^{14}C 法年代測定が行われ、標高-30.5~-32.7mのシルト質の腐植土(泥炭混り)の最上部において 37,740 \pm 2,800y. B. P. の年代が得られている。このボーリングの位置は、図-3.7の地質断面図の位置より若干離れているため、紀藤・小野(1995)⁽⁴⁾を参照した。

紀藤・小野(1995)⁽⁴⁾によると、図-3.8に示すように、函館平野東部の上磯町七重浜付近の地下に分布する地層は、海成の沖積層と、それより下位の河川成・陸成の堆積物とに区分され、河川成・陸成の堆積物の上部の泥炭層からは、太田ほか(1994)⁽¹⁾による値とほぼ同一の>32,680y. B. P. の ^{14}C 法年代が得られており、沖積層の基底面は標高-21mとされている。

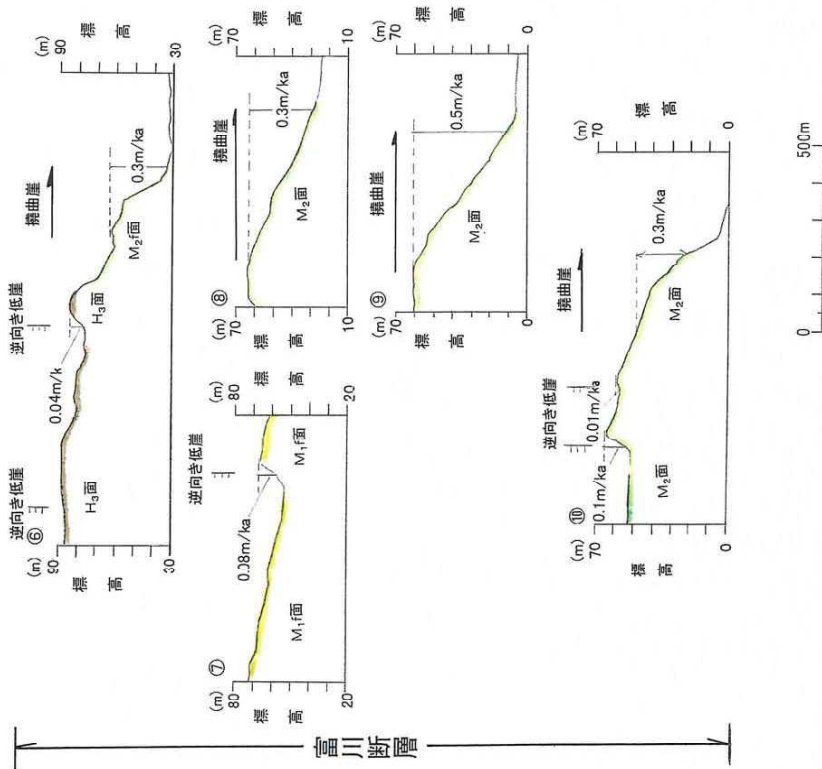
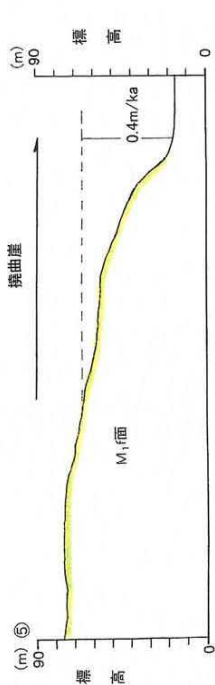
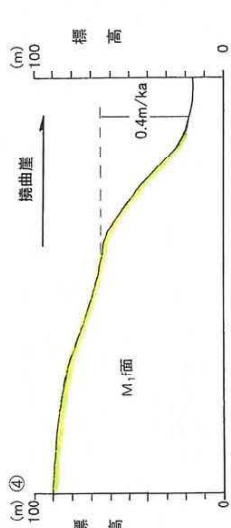
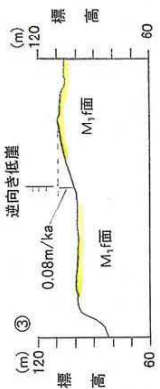
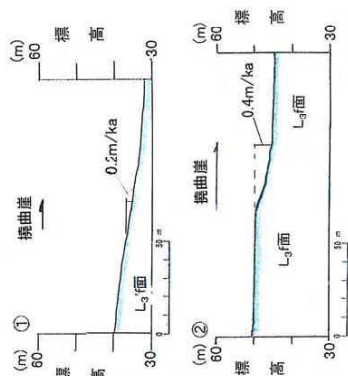
これらのことから、函館平野東部では、沖積層の基底面は最大でも標高約-31m(地表からの深さ約 36m)にあるとしている。また、その深さは、西方に向かい徐々に浅くなり、戸切地川^{へきりじ}より西方では10m以浅と浅く、ほぼ一定となるものと推定している。

函館平野の西部では、沖積層の基底面の深さはボーリング地点番号 30 付近のデータにより約 8mと推定されるが、安全評価上、函館平野東部の深さ最大 36mとした場合の本断層帯の平均変位速度を図-3.6中の表に示す。沖積層の基底面の深さを最大 36mとした場合でも、本断層帯の平均変位速度は、最大約 0.8m/1,000年であり、活動度B級を超えるものではないとしている。

(4) 函館平野西縁断層帯の活動度

以上のことから、段丘面の撓曲部と沖積低地とが接する付近では、砂礫層を被覆する沖積層の層厚は、段丘面の撓曲部の変位量に比較

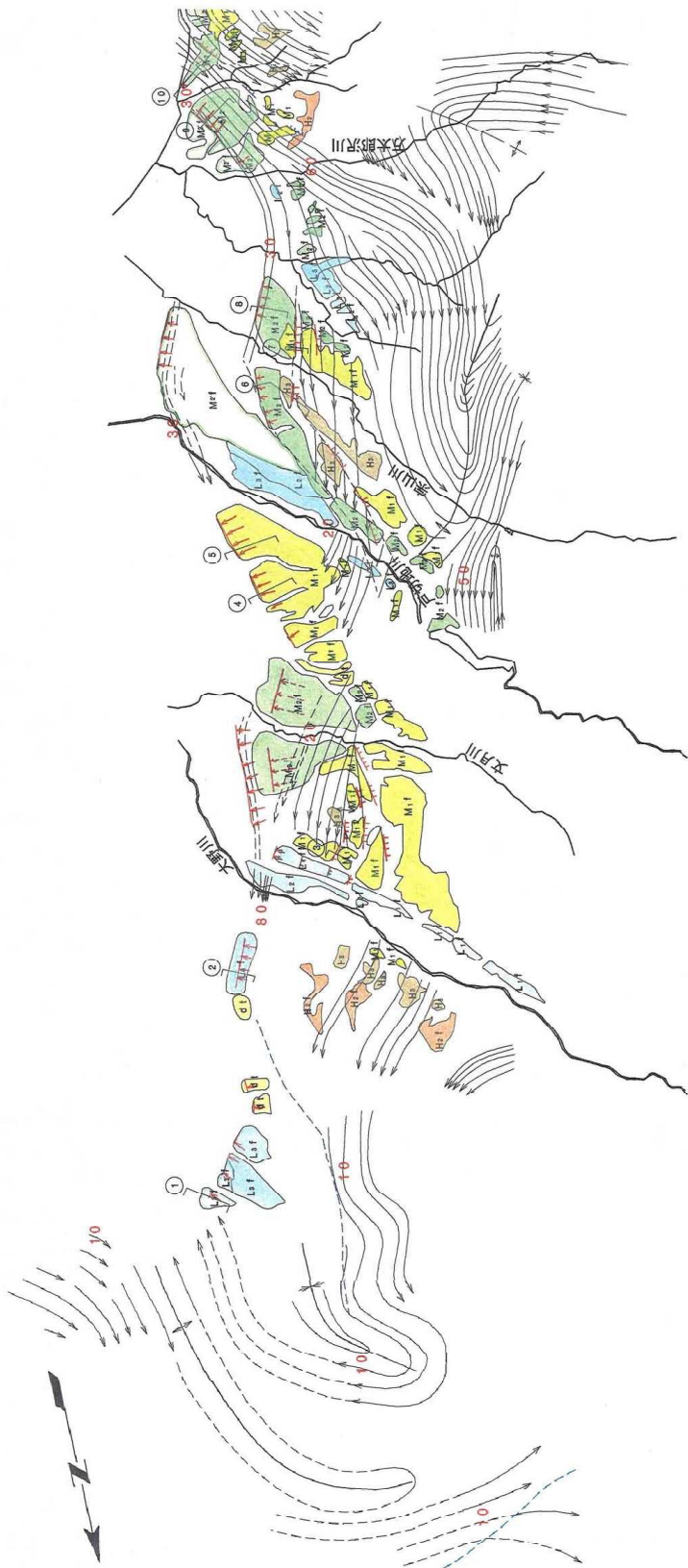
して薄いこと、また申請者の変位量測定方法は、太田ほか(1994)による測定方法よりも変位量を大きめに見積ることになることから、申請者による平均変位速度の評価方法は真の値を算出するものではないが、算出した平均変位速度による活動度はB級を超えるものではないとしている。



渡島大野断層

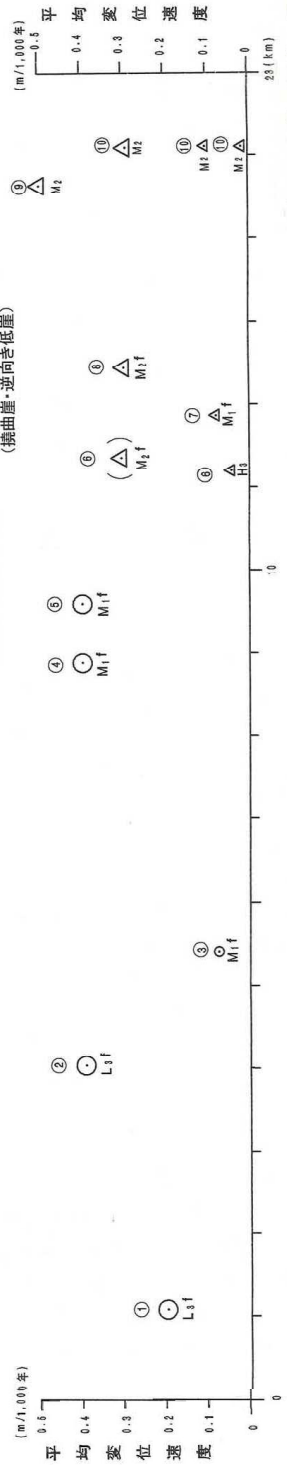
富川断層

図-3.1 函館平野西縁断層帯周辺の地形断面図



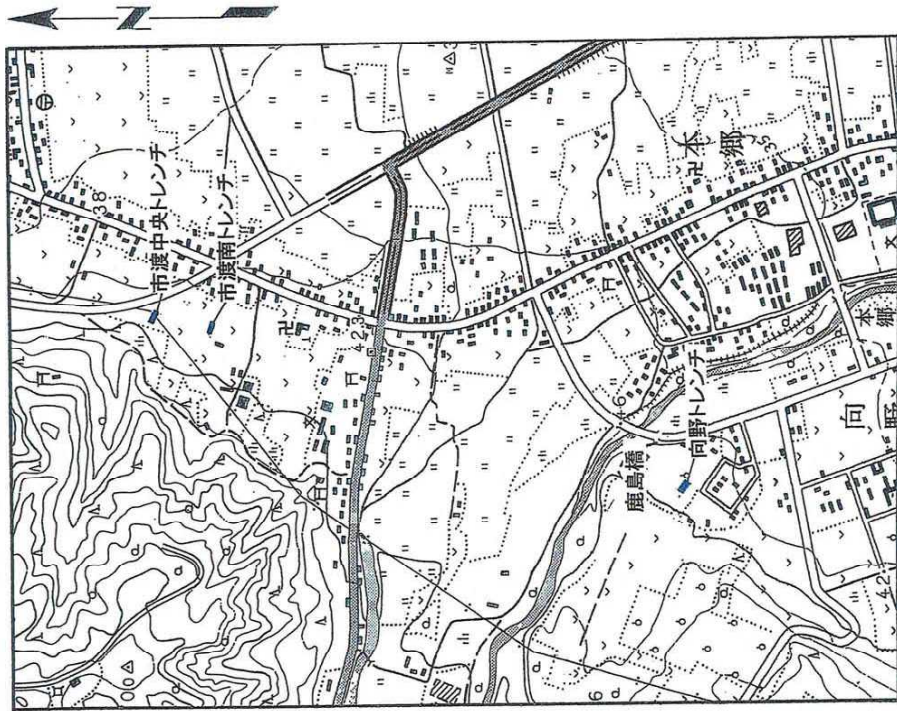
渡島大野断層
(横曲層・逆向き低崖)

富川断層
(横曲層・逆向き低崖)



記号凡例
 ○ 渡島大野断層 (横曲層)
 △ 渡島大野断層 (逆向き低崖)
 △ 富川断層 (横曲層)
 △ 富川断層 (逆向き低崖)
 () は不明瞭なもの

図-3.2 函館平野西縁断層帯周辺の段丘面平均変位速度分布図 3-8



トレンチ位置(北海道、1998より転写)

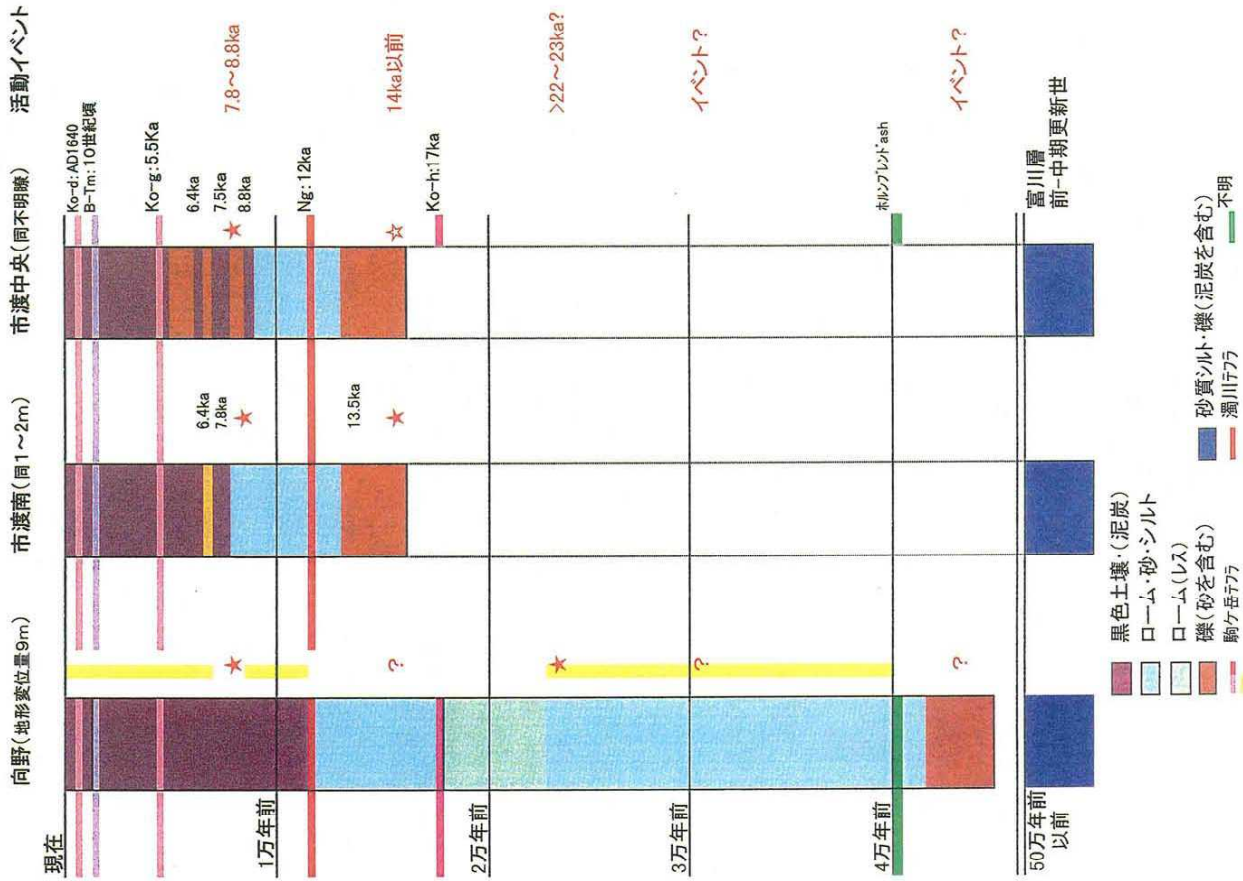


図-3.3 北海道(1999)による函館平野西縁断層帯の調査結果

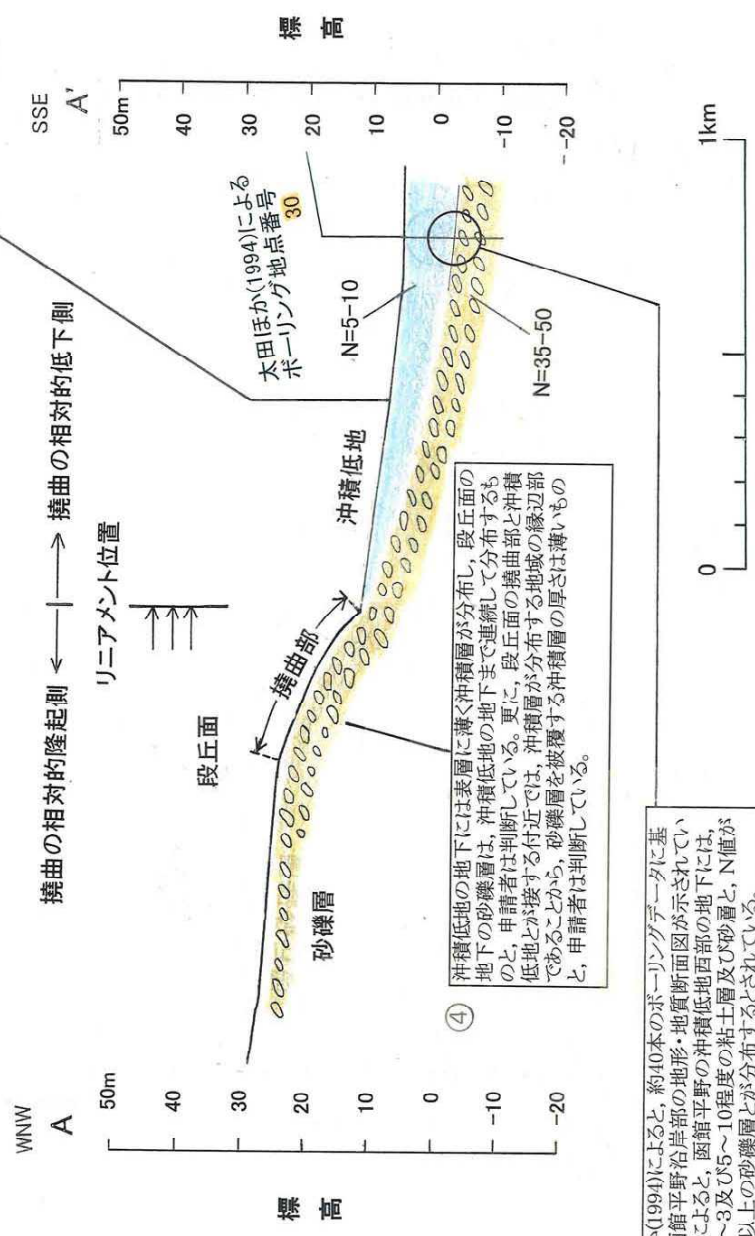
表-3.1 北海道 (1999) による函館平野西縁断層帯の調査結果

	渡島大島断層	富川断層
断層の型	西側上がりの逆断層(地質・トレンチデータ・物理探査) 地表付近では全体として撓曲・横ずれ変位はみられない。同野トレンチで認められた小断層の走向と傾斜はN54° E31° NWである。また、反射法地震探査によって把握した深度500mまでの断層の傾斜はおおよそ40°で西に傾く。より深部での構造を示すデータは得られていない。	西側上がりの逆断層あるいは撓曲構造(地形・地質・物理探査) 地表付近では全体として撓曲変形として現れる。横ずれ変位はみられない。セグメント境界部の浅層反射法地震探査によれば断層は地表に達していない。
長さ	12km(地形) 富川断層との活動の同時性を検討するデータ及びセグメントを区分するデータは得られていない。	4.5km(陸上部)、海域を含めると15km程度の可能性がある(地形ほか)。 渡島大野断層との活動の同時性を検討するデータ及びセグメントを区分するデータは得られていない。
走向	北北西-南南東ないし北北東-南南西(地形・トレンチデータ)	北北西-南南東ないし北北東-南南西(地形)
平均変位速度	垂直方向で0.2m/1,000年程度(地形・トレンチデータ)。B級下位。	垂直方向で、0.2~0.3m/1,000年程度である(地形)。B級下位。
最終活動時期	8,800年前から7,800年前の間(トレンチデータ)	約9万年前以降、詳細は不明(地形・地質)。
活動間隔	最短で6,000年、概ね7,000年~9,000年程度(トレンチデータ)	1回の変位量:不明。
1回の地震活動の規模	M=6.6~7.2(地形・トレンチデータ)	M=6.8~7.1(地形)。

北海道(1998)「函館平野西縁断層帯に関する調査」、科学技術庁 第2回活断層調査成果報告会予稿集、p41~50。より引用

③ 申請者は、このN値が2~3及び5~10程度の堆積物は、函館平野西部の地下の最上部に薄く分布し、砂層及び粘土層からなる沖積層であるとし、この下方に分布し、ボーリングNo.30地点付近においてその上面深度が約8mのN値35~50以上の堆積物は、砂礫層からなる更新世の地層と判断されている。

函館平野西縁周辺の想定地質断面(A-A'断面)



④ 沖積低地の地下には表層に薄く沖積層が分布し、段丘面の地下の砂礫層は、沖積低地の地下まで連続して分布するものと、申請者は判断している。更に、段丘面の撓曲部と沖積低地とが接する付近では、沖積層が分布する地域の縁辺部であることから、砂礫層を被覆する沖積層の厚さは薄いものと、申請者は判断している。

② 太田ほか(1994)によると、約40本のボーリングデータに基づいた函館平野沿岸部の地形・地質断面図が示されている。それによると、函館平野の沖積低地西部の地下には、N値が2~3及び5~10程度の粘土層及び砂層と、N値が35~50以上の砂礫層とが分布するとされている。

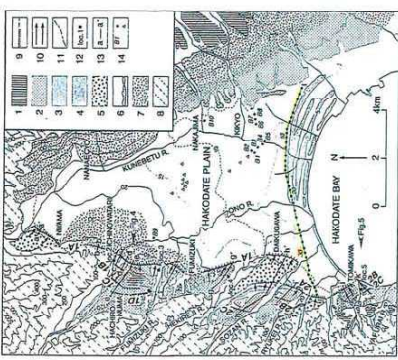


図2 函館平野沿岸部の地形・地質断面図
1. 沖積層 2. 沖積層 3. 沖積層 4. 沖積層 5. 沖積層 6. 沖積層 7. 沖積層 8. 沖積層 9. 沖積層 10. 沖積層 11. 沖積層 12. 沖積層 13. 沖積層 14. 沖積層
15. 沖積層 16. 沖積層 17. 沖積層 18. 沖積層 19. 沖積層 20. 沖積層 21. 沖積層 22. 沖積層 23. 沖積層 24. 沖積層 25. 沖積層 26. 沖積層 27. 沖積層 28. 沖積層 29. 沖積層 30. 沖積層 31. 沖積層 32. 沖積層 33. 沖積層 34. 沖積層 35. 沖積層 36. 沖積層 37. 沖積層 38. 沖積層 39. 沖積層 40. 沖積層

太田ほか(1994)より引用

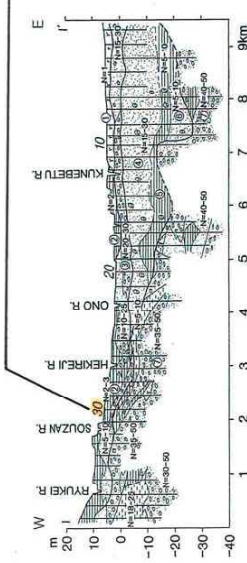
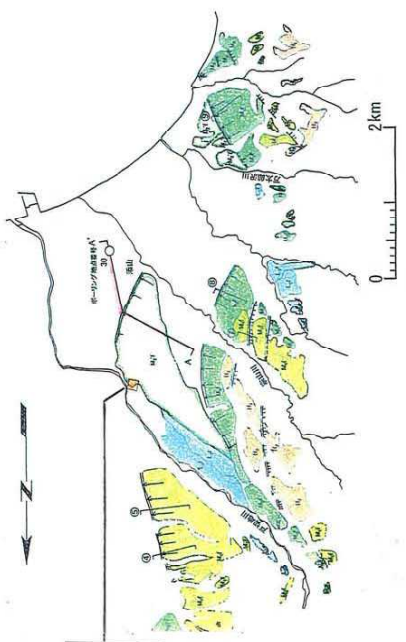


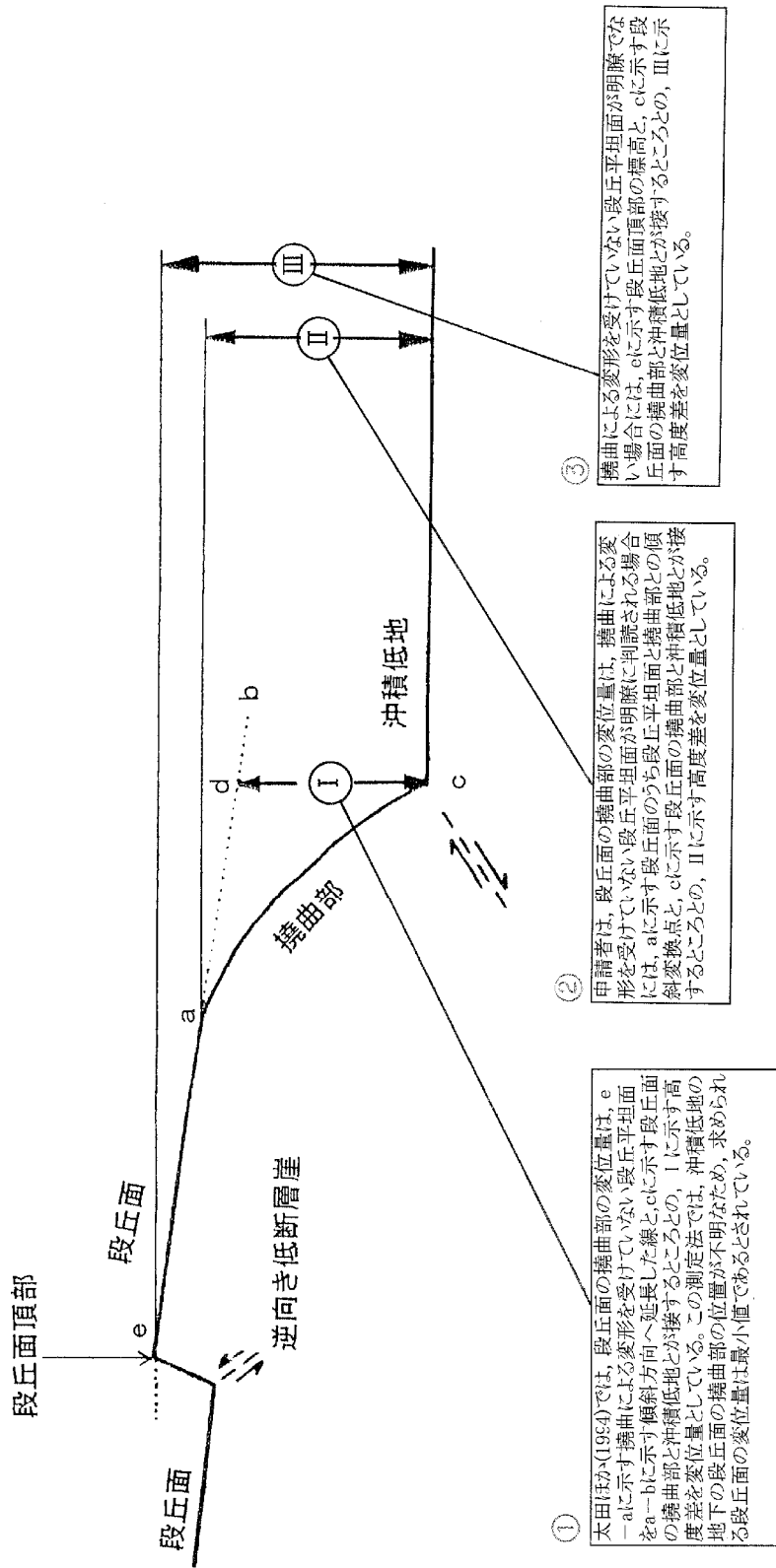
図7 函館平野沿岸部の地形・地質断面図
位置は図2を参照。①-④については本文参照。
北緯座標(10) 函館式電力局電線(1974)による。
Location is shown in Fig. 2. See text for ①-④.

太田ほか(1994)より引用

区分	記号	説明
地質図記号	①-④	申請者による地質断面図記号
リニアメント	TTT	リニアメント
Bボウリング	TTT	Bボウリング
Dボウリング	TTT	Dボウリング
段の撓曲	---	段の撓曲 (地質図記号不明のもの)
申請者による地質断面図記号	①-④	申請者による地質断面図記号
段状砂礫層位置	■	段状砂礫層位置



① 申請者は、図に示す位置において、地表地質調査における露頭観察により、中位段丘面堆積物を構成する砂礫層を確認している。



測定に用いる地形要素

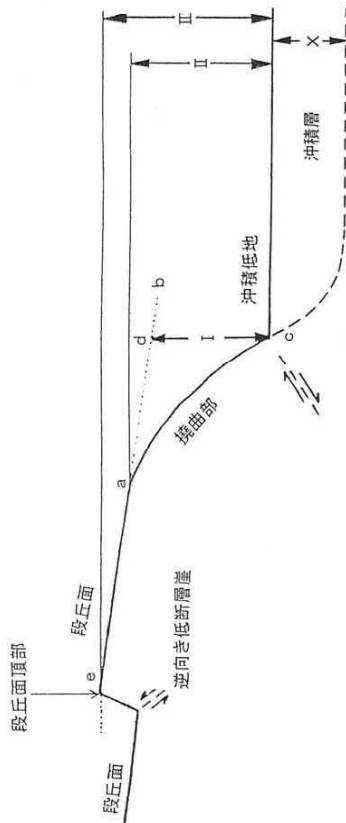
- a : 段丘平坦面と撓曲部との地形変換点
- a-b : 撓曲による変形を受けていない段丘平坦面の傾斜方向への延長線
- c : 撓曲部が沖積低地と接するところ
- d : a~bとcの鉛直上方との交点
- e : 段丘頂部

太田ほか(1994)に加筆

図-3.5 段丘面撓曲部の変位置量測定方法

断層系	太田ほか(1994)		申請者		平均変位速度(m/1,000年)	太田ほか(1994)と申請者との差
	1) 測線名	2) 平均変位速度(m/1,000年)	3) 変位基準面	4) 測線名		
渡島大野断層	g-g'	> 27	M ₁ f面	⑤	5) 86	59
	h-h'	> 9.5	M ₂ f面	h-h'	6) 56	46.5
富川断層	i-i'	> 28	M ₂ f面	⑧	5) 76	48

- 1) 測線位置は右下図参照
- 2) 太田ほか(1994)に記載されている値
- 3) 申請者の調査による
- 4) 申請者の調査による(h-h'は太田ほか(1994)とほぼ同じ位置で申請者が再測定した)
- 5) 左下図の II+X
- 6) 左下図の III+X
- 7) 差は申請者の値から太田ほか(1994)の値を引いたもの



- 測定に用いる地形要素
- a : 段丘平坦面と撓曲部との地形変換点
 - a-b : 撓曲による変形を受けていない段丘平坦面の傾斜方向への延長線
 - c : 撓曲部が沖積低地と接するところ
 - d : a~bとcの鉛直上方との交点
 - e : 段丘面頂部
 - X : 沖積層の基底面の深さ
- 太田ほか(1994)に加筆

段丘面撓曲部の変位量測定方法

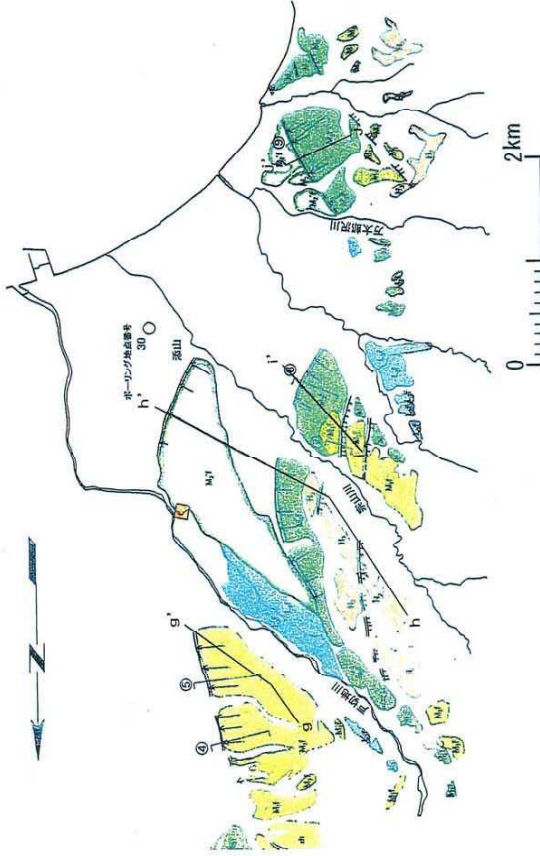
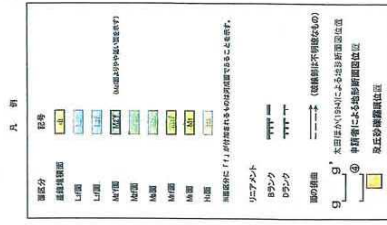


図-3.6 太田ほか (1994) に示される変位量と申請者の調査による変位量との比較

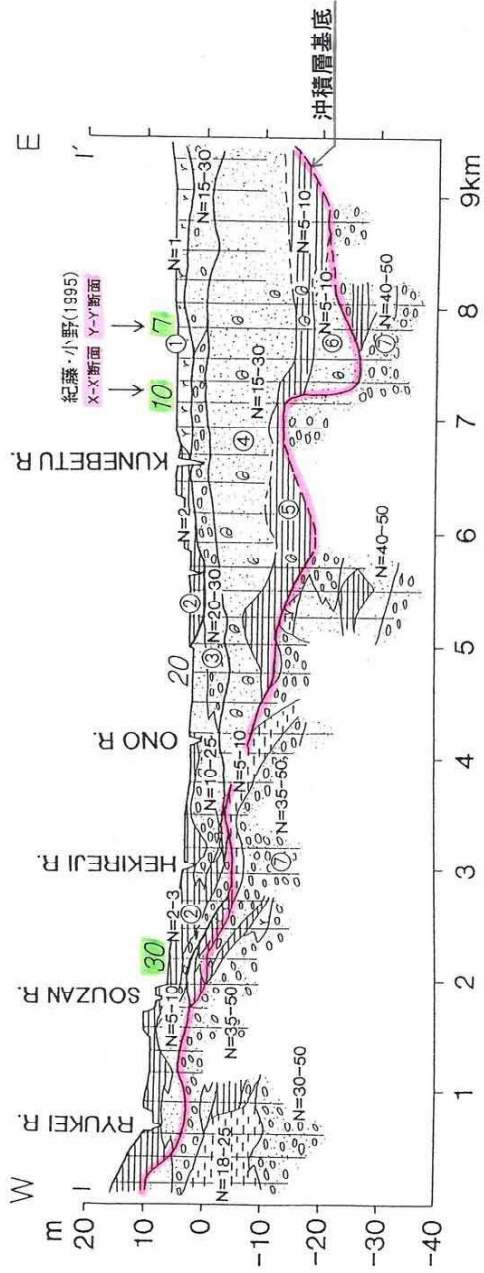


図 函館平野沿岸部の 1-1' 間における地形・地質断面図
 位置は図 2 参照。①~⑦については本文参照。
 北海道電力(株)函館支店電力部送電課(1974)による。
 Fig. Shore-parallel profile along the Hakodate Bay showing stratigraphy of Holocene deposits
 Location is shown in Fig. 2. See text for ①~⑦

太田ほか(1994)に加筆

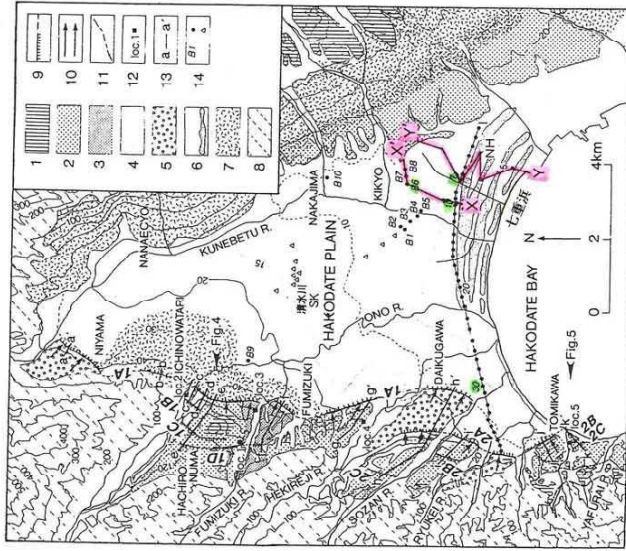
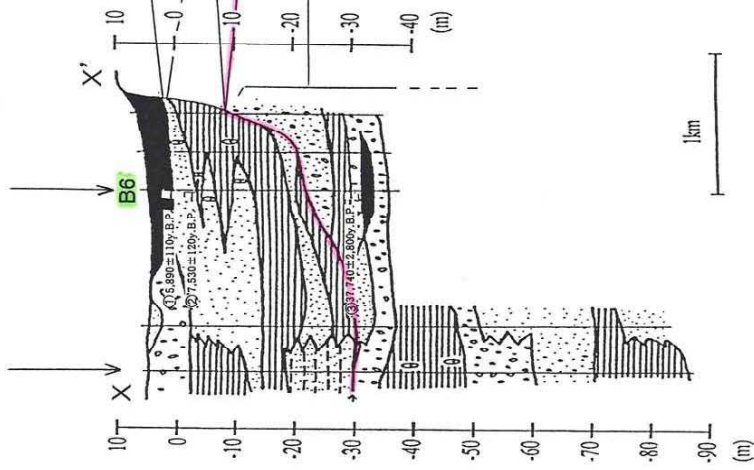


図 函館平野とその周辺の地形分類図
 1. 1 面 2. 2 面 3. 3 面 4. 4 面 5. 5 面 6. 沖積面を伴わないポリング地点の位置
 7. 階地 8. 山地・丘陵 9. 活断層 10. 拗曲 11. 旧行跡 12. 基岩位置 13. 断面位置 14. ポリング地点位置
 断面 1-1' の 10, 20, 30 はポリング地点番号。断面間隔は 20 m。ただし山地部分は 100 m。
 国土地理院発行 5 万分の 1 地形図「函館」, 「大沼公園」, 「五稜郭」, 「白虎」を使用。
 Fig. Geomorphological map of the Hakodate Plain and its surroundings
 1. Terrace 1, 2. Terrace 2, 3. Terrace 3, 4. Terrace 4, 5. Terrace 5, 6. Holocene lowland and dune,
 7. alluvial fan, 8. mountain and hill, 9. Active fault, 10. flexural scarp, 11. former shoreline, 12. location
 of major exposures, 13. location of cross sections in Fig. 3, 14. location of bare hole sites (Δ represents the
 site where no marine deposits were found)

SKNH: 紀藤・小野(1995)による断面位置
 X-X', Y-Y' 紀藤・小野(1995)に記載されるポリング地点
 太田ほか(1994)に加筆

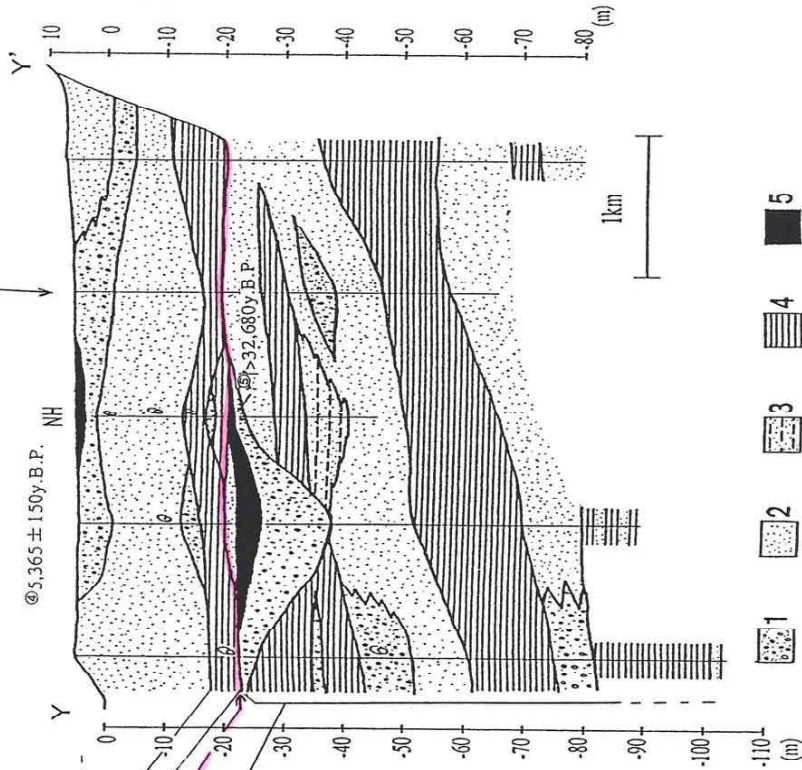
10付近

太田ほか(1994)に記載される
ボーリング地点
I-I'断面との交点



7付近

太田ほか(1994)
I-I'断面との交点



第 4 図 函館平野の地質断面図。断面図の位置は第 4 図に示す。断面図側の矢印は沖積層基底。1. 礫・砂
礫 2. 砂 3. シルト質砂 4. シルト 5. 泥炭
紀藤・小野(1995)に加筆
※ 示される年代値は全て¹⁴C法による。対象は、①・④・⑤泥炭②マガキ(貝殻)③腐植土である。

4. 南端部の評価

4.1 海域への連続性

本断層帯の陸域における南端としては、富川断層の南端が上磯町富川付近の海岸線付近に達している。

活断層研究会(1991)⁽³⁾によると、上磯町茂辺地付近から当別付近に至る区間に、逆向き低断層崖のみからなる「茂辺地断層」が図示され、その東方の海域には、相対的に東側落下の撓曲の存在が推定されている。

また、これとほぼ同じ区間に、申請者による空中写真判読でも段丘面上のふくらみや直線的な段丘崖の連続としてリニアメントを判読しており、その東方海域には、撓曲構造の存在が推定されるとしている。

これらのことから、陸域の函館平野西縁断層帯の南方は、海域へ連続していることが推定されるとしている。

4.2 海域南西延長部を含む函館平野西縁断層帯

函館湾海域の海底地形を図-4.1に、海底地質図を図-4.2にそれぞれ示す。

音波探査記録の解析の結果、函館湾海域には、F-2断層、F-3断層等の断層が認められるとしている(表-4.1)。

(1) F-2断層

F-2断層は、陸域における函館平野西縁断層帯の南端に位置する上磯町富川町の沿岸付近から、ほぼ南方に延びている。本断層

は、D層の東側にC層が帯状に分布する海域のほぼ東縁に沿って、NNW-SSE方向に延びており、相対的落下側（以下「落下側」という。）は東側である。本断層は、B₁層に変位又は変形が認められるとしている。

F-2断層付近の海底地質断面図を図-4.3に、測線毎の活動性と代表的記録を図-4.4にそれぞれ示す。

本断層付近では、内田ほか(1997)⁽⁵⁾により音波探査が実施されている。それによれば、数本の東西方向の測線において、異なる堆積構造の境界や東落ちの変位が確認され、これらの境界面の位置を結ぶと、その方向は陸上の富川断層の方向とよく一致するうえ、その延長は富川断層の末端部へと連なることから、陸上の断層の延長が海域にまで延びている可能性があるとされている。この内田ほか(1997)⁽⁵⁾が指摘している堆積構造境界は、図-4.5に示すように位置、方向及び落下側が、F-2断層とほぼ一致している。

(2) F-3断層

F-3断層は、F-2断層の南端の約0.5km西側付近を北端として、D層が分布する海域のほぼ東縁に沿って、南方へ延びており、断層の落下側はF-2断層と同様に東側であるとしている。本断層は、A層に変位が認められるとしている。

F-3断層付近の海底地質断面図を図-4.6に、測線毎の活動性と代表的記録を図-4.7にそれぞれ示す。

(3) 陸域の函館平野西縁断層帯からF-2断層, F-3断層への連続性

陸域の函館平野西縁断層帯の西側の山地には, 新第三系から第四系下部更新統が分布し, 図-4.8に示すように, これらは南方の函館湾海域にも連続しており(海域においてはD層及びC層), 南方ではその走向がややNE-SW方向に変わるが, 大局的には西側が相対的に隆起している隆起地塊を形成するとしている。

函館平野西縁断層帯, F-2断層及びF-3断層は, このように相対的な隆起地塊の縁に分布するという地質構造上の特徴, また, その位置, 方向, 相対的な落下側の一致等に共通性が認められることから, 一連の構造として考えている。

(4) F-3断層の延長部

F-3断層の南西延長部にあたる海域には, 陸域の調査結果等から判断すると, 南東側が相対的に下がっている撓曲構造が連続する可能性があるとしている。

F-2断層及びF-3断層は, 前述したように函館湾西部の沿岸海域で, 陸域から連続して分布するD層をやや急傾斜で覆って分布するC層の帯状分布域の外縁に沿って分布しており, 同様の構造はF-3断層の南西延長部にも見られる。

F-3断層南西延長部付近の海底地質断面図を図-4.9(1)～図-4.9(2)に, 測線毎の活動性と代表的記録を図-4.10にそれぞれ示す。

図-4.9及び図-4.10に示すように, B層以下の地層が沖合南東方向へ向かって傾斜して分布しているが, 浅部から中深部の音波

探査記録が解析できる範囲には、少なくとも変位は認められないとしている。

従って、この区間においては、浅部から中深部の音波探査記録が解析できる範囲には、B層以下の地層に断層変位は認められないものの、B層以下の地層の南東方向への傾斜が、撓曲による変形なのか否かは判定困難であるとしている。

(5) F-3断層の延長部の南端

F-3断層の南西延長部のさらに南西方の、サラキ岬付近の沿岸における音波探査記録を図-4.11に示す。

このうち、深部の音波探査の記録(No.513M測線)には、図-4.11に示すように、E層～D層にかけて深部の断層運動に起因すると考えられる変形が認められるが、それと同一測線上における中深部(No.13測線)及び浅部音波探査の記録(H9測線)によれば、この変形がC層以浅には及んでいないと判断している(図-4.12参照)。

これらのことから、総合的に判断して、F-3断層南端からサラキ岬付近にかけては、深部に断層が存在している可能性及び浅部に変形が及んでいる可能性のいずれも否定し難いが、少なくともサラキ岬付近では第四紀後期における活動はないものと判断し、その南端はサラキ岬付近としている。

サラキ岬付近より西方では、C層基底面の傾斜構造は継続しているが(図-4.13)、B層基底面は、サラキ岬付近より南西方では極めて緩やかな傾斜となり(図-4.14)、断層運動を伴わないことが裏付けられるとしている。

これらのF-2断層、F-3断層及びサラキ岬付近に至るまでのF-3断層の南西延長部は、安全評価上、陸域の函館平野西縁断層帯と一連の構造(以下「海域南西延長部を含む函館平野西縁断層帯」という。)と考え、陸域の部分と海域の部分とを合わせた長さで評価している。

なお、F-3断層の一部でA層に変位が認められるとしているが、断層による変位の累積性は明確に論ずることはできないとしている。これらのF-2断層、F-3断層及びサラキ岬付近に至るまでのF-3断層の南西延長部は、陸域の函館平野西縁断層帯と一連の構造と考えていることから、その活動度はB級であると評価している。

4.3 海域南東延長部を含む函館平野西縁断層帯

函館湾湾口海域のF-3断層の南端付近から南東方向には、F-4断層が分布しているが、その方向はF-2断層及びF-3断層とは異なるNW-S E方向であり、位置もB層が分布する海域に位置していることから、F-4断層は、F-3断層及びその延長部とは地質構造上の位置が異なるとしている。

一方、海上保安庁水路部(2000)⁽⁶⁾によると、F-3断層の前面からF-4断層をまたぐ位置付近に、撓曲及び断層が図示されている。

申請者は、海上保安庁水路部(2000)⁽⁶⁾に図示される断層等は、申請者の解析による当該海域の地質構造と矛盾しないことを確認し(5. で詳述)、陸域の函館平野西縁断層帯並びに、海域のF-2断層、

F-3断層及びサラキ岬付近に至るまでのF-3断層の南西延長部を一連の構造とする評価に変更はないとしている。

しかしながら、F-3断層の南西端とF-4断層の北西端とは位置的に極めて近接しており、両断層が一連の構造として同時に活動する可能性を否定できないとしている。

以上のことから、申請者は、安全評価上、陸域の函館平野西縁断層帯、F-2断層、F-3断層及びサラキ岬付近に至るまでのF-3断層の南西延長部のみでなく、陸域の函館平野西縁断層帯、F-2断層、F-3断層及びF-4断層についても、一連の構造(以下「海域南東延長部を含む函館平野西縁断層帯」という。)として活動するものとして第四紀後期の活動を考慮するとしている。

海域南東延長部を含む函館平野西縁断層帯を一連の構造として評価する場合、F-3断層とF-4断層とは著しく斜交した方向の走向を有している。

このため申請者は、松田(1975)⁽⁷⁾による「1つの地震で2つの地震断層線がややはなれて生じた場合(丹後、北伊豆、鳥取、三河の各地震の場合)には、その2つの断層線がふくまれる最小の円の直径をもってその地震断層のLとした」と同様の方法により断層の長さを算定し、その長さを約26 kmと評価している。

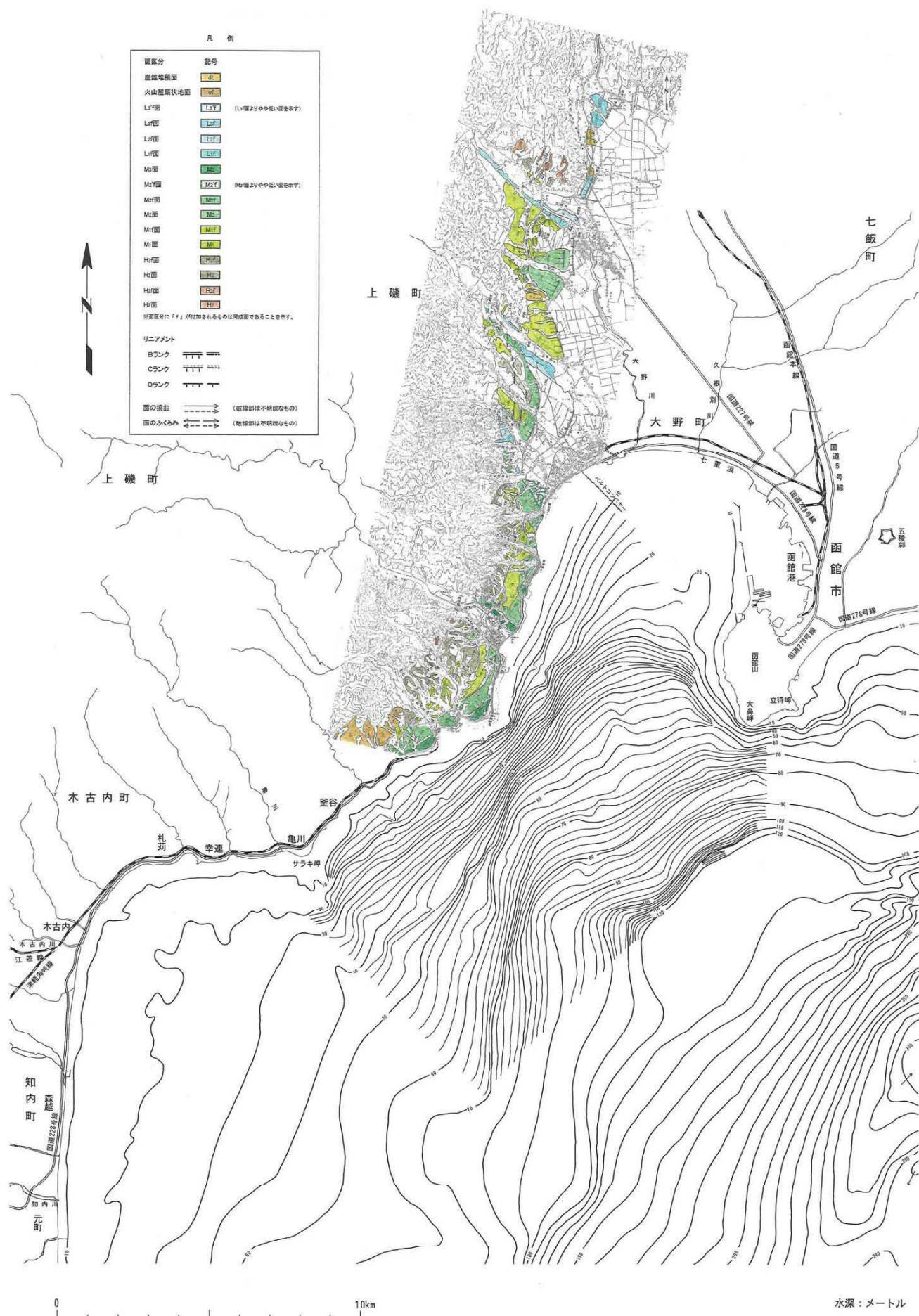
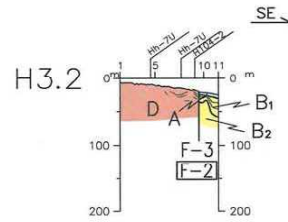
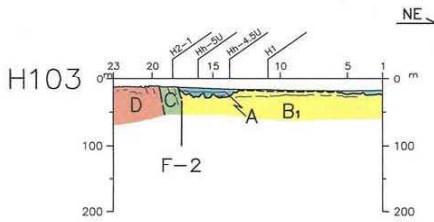
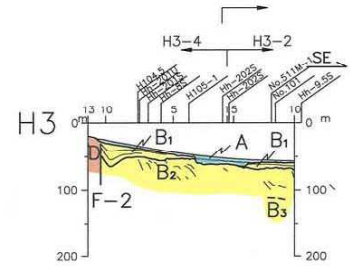
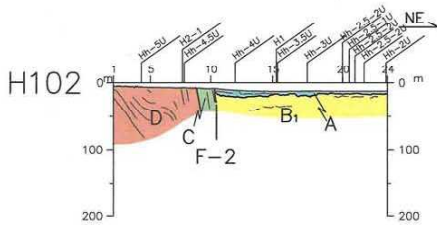
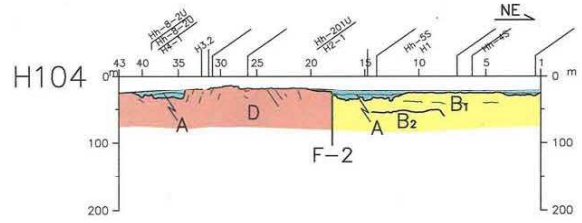
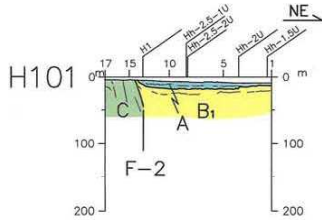
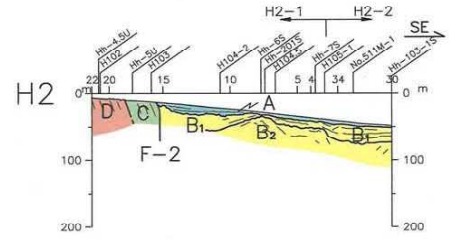
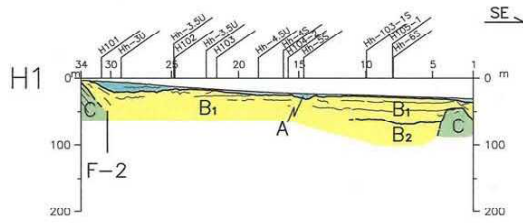


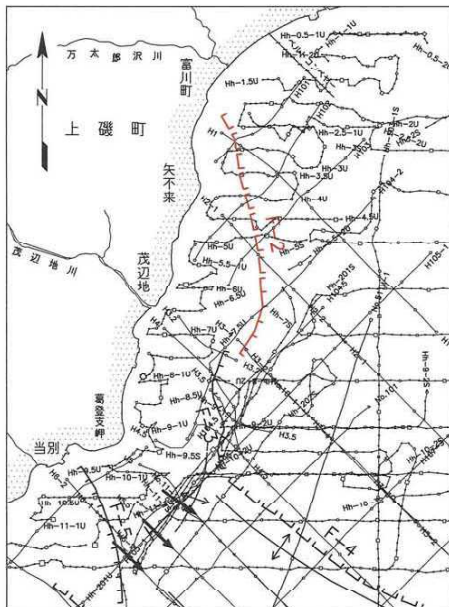
図-4.1 函館湾の海底地形図

表-4.1 F-2断層, F-3断層及びF-3断層の延長部とF-4断層との比較表

		F-2断層	F-3断層	F-3断層の南西延長部	F-4断層
性状及び分布	走向	N-S	N-S	NE-SW	ほぼNW-SE
	相対的 落下側	E	E	SE	NE
	長さ	5.2km	3.4km	陸域の函館平野西縁断層帯, F-2断層及びF-3断層ととも に評価。	7.5km
性状		断層を境にC層又はD層とB層とが接する。B層の層厚は断層を境に沖側で厚くなる。	断層を境にC層又はD層とB層とが接する。B層の層厚は断層を境に沖側で厚くなる。	D層以上の地層は沖合いに向かつて比較的緩やかな傾斜を示す。	断層を境にD層のパターンが急変する。
	分布	C層又はD層分布域のほぼ東縁に沿って分布する。	C層又はD層分布域のほぼ東縁に沿って分布する。	陸上の調査結果, 重力異常図等から判断し, C層又はD層分布域の外縁付近に推定される。	B層分布域に分布。
最新活動時期	B ₁ 層まで変位が認められる。	A層まで変位が認められる。	C層以上に影響が及んでいないことを確認できたNo.513M測線までの区間で, 断層運動に伴う変位は認められないもの, 第四紀後期の地層に変形が及んでいるかを判定することは困難であった。	変位又は変形がB ₁ 層まで及んでいる。	

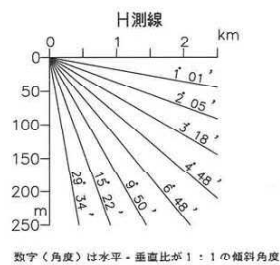


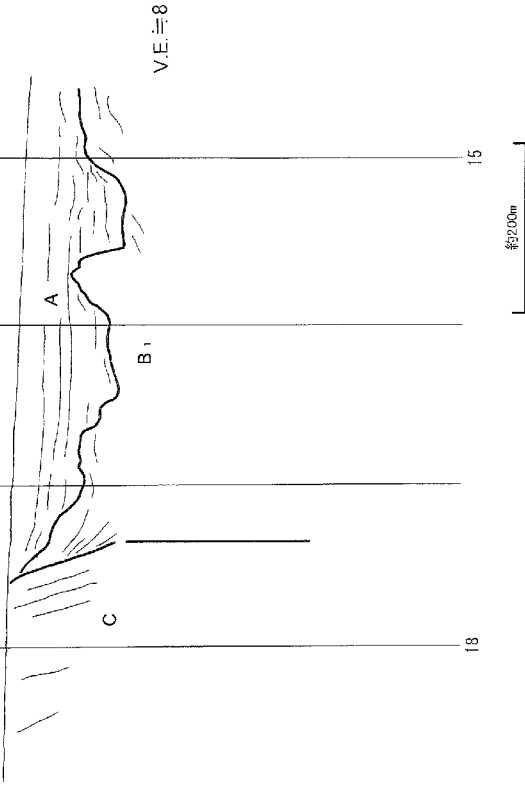
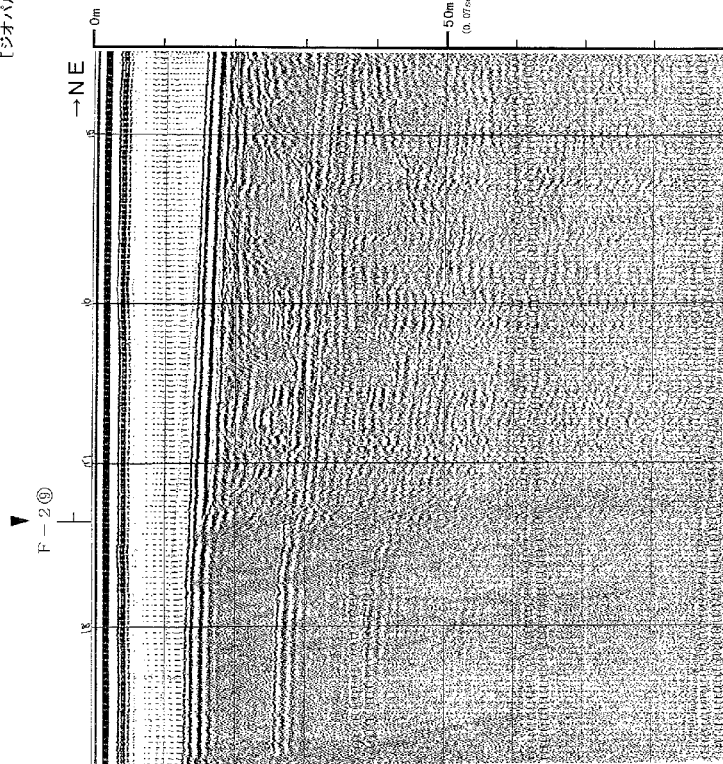
案内図



凡例

- A層 完新世
- B₁層 後期更新世
- B₂層 } 中期更新世
- B₃層 }
- C層 後期鮮新世～前期更新世
- D層 後期中新世～後期鮮新世
- | 断層
- (---) 地層境界(推定)
- F-2 対象断層の延長線と測線との交点





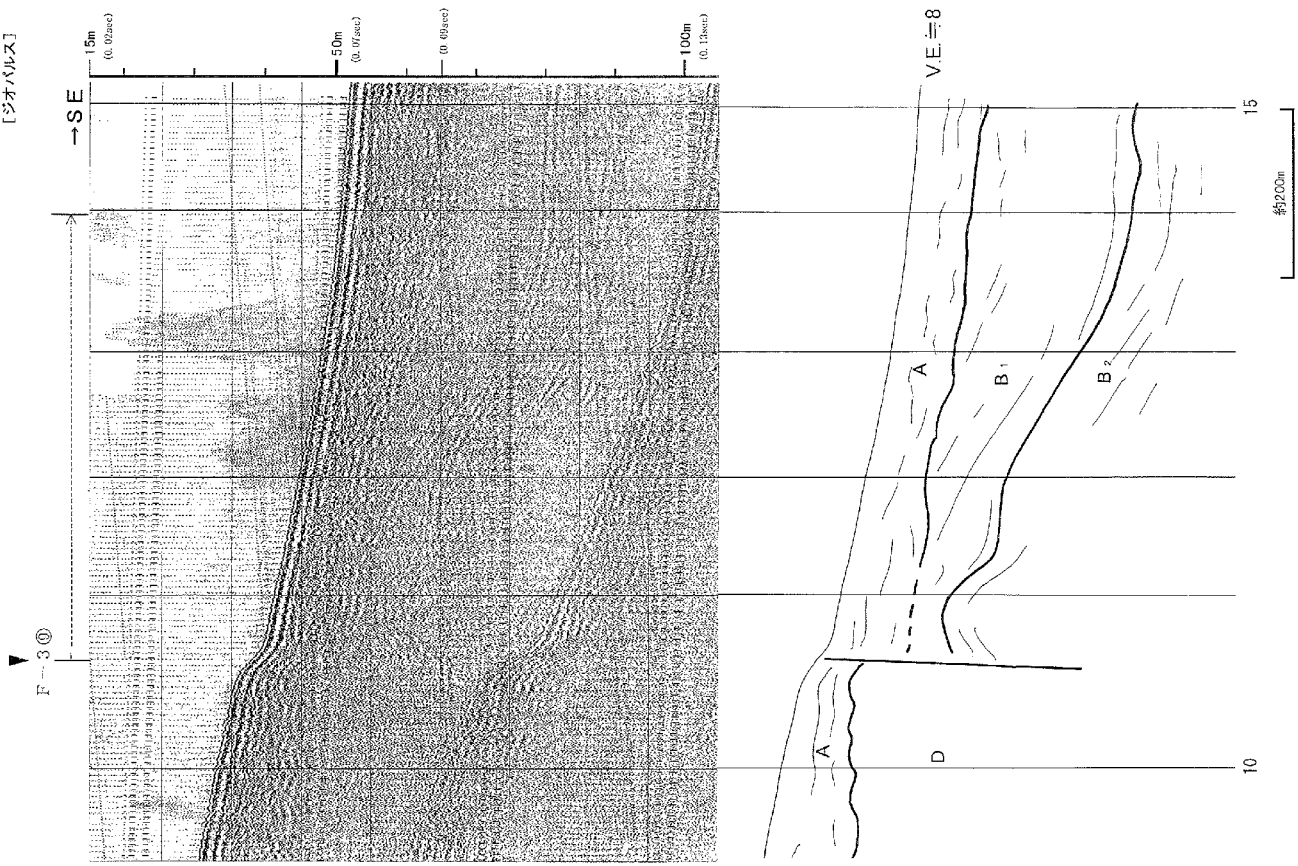
断面名		F-2		距離からの距離		約38km		走向		NW SSE		探査線		SSE		相対的落下側		ENE																																																																																																																																																					
測線名及び 測点番号		H1 # 30.3 ①	H101 # 13.3 ②	H102 # 10.8 ③	H103 # 11:00.5 ④	H104 # 10:35.0 ⑤	H105 # 10:32.4 ⑥	H106 # 10:17.2 ⑦	H107 # 10:17.2 ⑧	H108 # 10:17.2 ⑨	H109 # 10:17.2 ⑩	H110 # 10:17.2 ⑪	H111 # 10:17.2 ⑫	H112 # 10:17.2 ⑬	H113 # 10:17.2 ⑭	H114 # 10:17.2 ⑮	H115 # 10:17.2 ⑯	H116 # 10:17.2 ⑰	H117 # 10:17.2 ⑱	H118 # 10:17.2 ⑲																																																																																																																																																			
地層名		<table border="1"> <tr> <td>A層</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> </tr> <tr> <td>B₁層</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> </tr> <tr> <td>B₂層</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> </tr> <tr> <td>B₃層</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> </tr> <tr> <td>C層</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> </tr> <tr> <td>D層</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> </tr> <tr> <td>E層</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> <td>黒</td> </tr> </table>																			A層	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	B ₁ 層	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	B ₂ 層	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	B ₃ 層	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	C層	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	D層	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	E層	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒
A層	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒																																																																																																																																																			
B ₁ 層	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒																																																																																																																																																			
B ₂ 層	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒																																																																																																																																																			
B ₃ 層	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒																																																																																																																																																			
C層	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒																																																																																																																																																			
D層	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒																																																																																																																																																			
E層	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒																																																																																																																																																			

備考:

凡例

- 該当する地層に即層運動による変形が認められるか推定することが可能な範囲
- 該当する地層に即層運動による変形が認められる範囲
- 該当する地層に即層運動による変形が及んでいない範囲
- 該当する地層が分布しない範囲
- 記録の推定領域外
- 断層運動による影響が及んでいないか否かの判断が困難な範囲
- 記録が悪くて判定が困難な箇所

図-4.4 F-2断面 測線毎の活動性と代表的記録
4-11



断層名	F-3		N-S		東西		相対的垂直期		正
	長さ	最大のΔt	観測からの距離	約30km	走向	主要探査線	航跡	結果	
測線名及び 観測番号	H104-2 # 25.0	H104-2 # 25.0	H104.5 # 17.4	H104.5 # 17.4	H14.5 # 10.6	H14.5 # 10.6	H14.5 # 10.6	H14.5 # 10.6	H103-1 # 30.8
地層名	近江層	近江層	近江層	近江層	近江層	近江層	近江層	近江層	近江層
A 層	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
B ₁ 層	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰	⑱
B ₂ 層	⑲	⑳	㉑	㉒	㉓	㉔	㉕	㉖	㉗
C 層	㉘	㉙	㉚	㉛	㉜	㉝	㉞	㉟	㊱
D 層	㊲	㊳	㊴	㊵	㊶	㊷	㊸	㊹	㊺
E 層	㊻	㊼	㊽	㊾	㊿	㋀	㋁	㋂	㋃

備考：①H104.5、②H104.5及び③H104.5 SSでは、当該断層にあたる部分の記録は欠けているが、断層に付随したと考えられる振動が認められる。

凡 例

- 該当する地層に断層運動による変形が認められるか推定することが可能な範囲
- 該当する地層に断層運動による変位が認められる範囲
- 該当する地層に断層運動による変位・変形が及んでいない範囲
- 該当する地層が分布しない範囲
- 記録の探査線外
- 断層運動による影響が及んでいないか否かの判断が困難な範囲
- 記録が悪くて半定が困難な箇所

図-4.7 F-3断層 測線毎の活動性と代表的記録
4-14

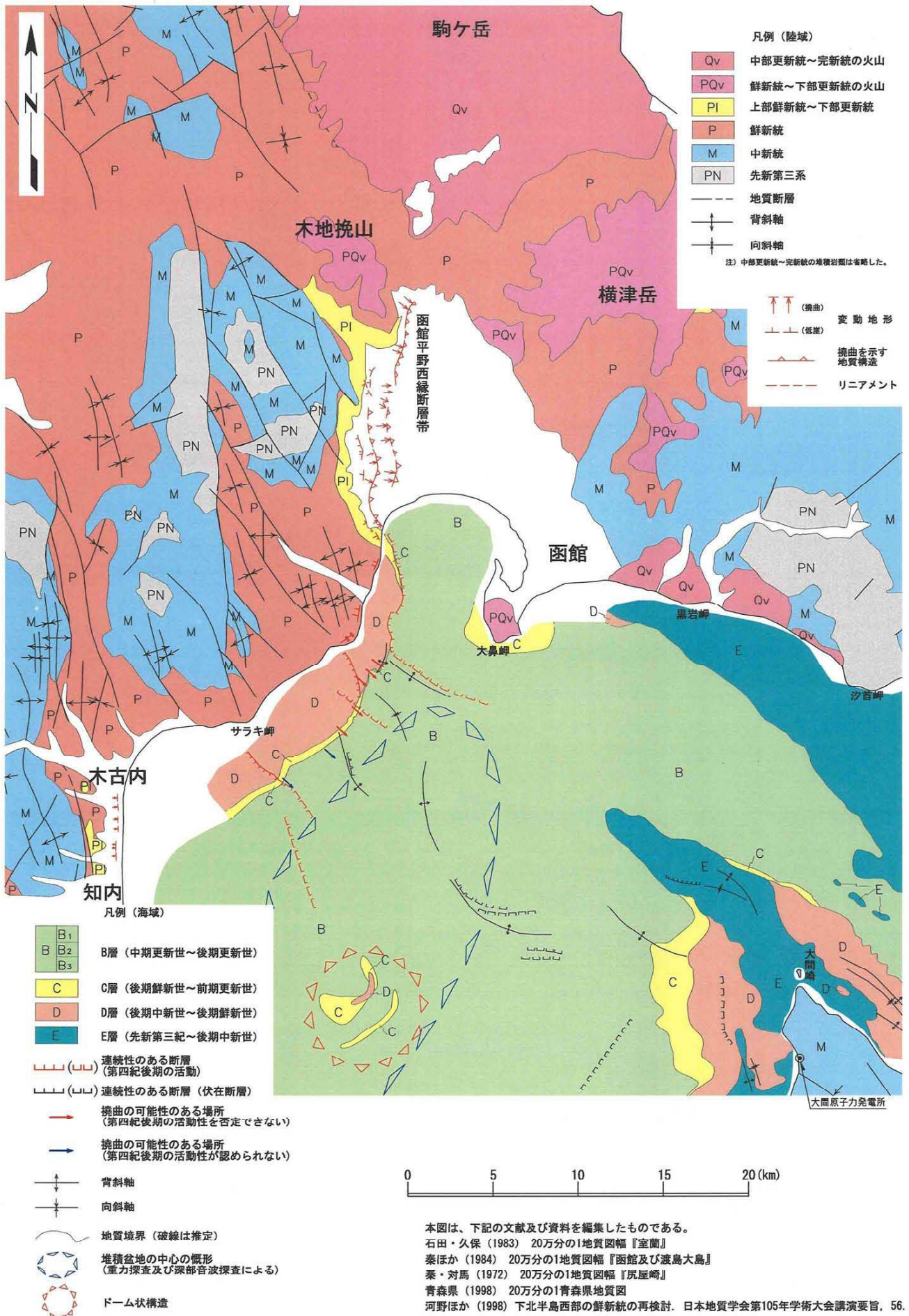
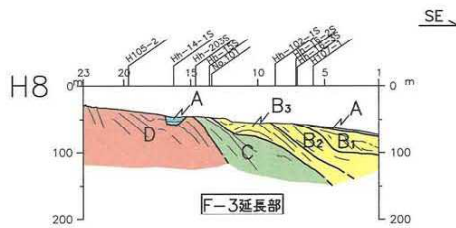
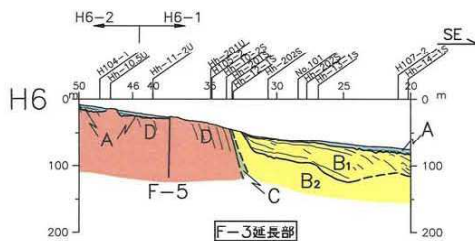
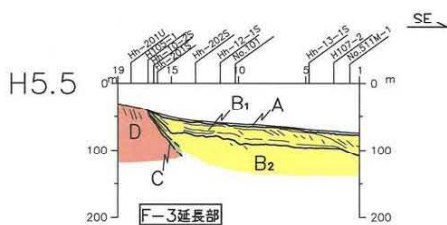
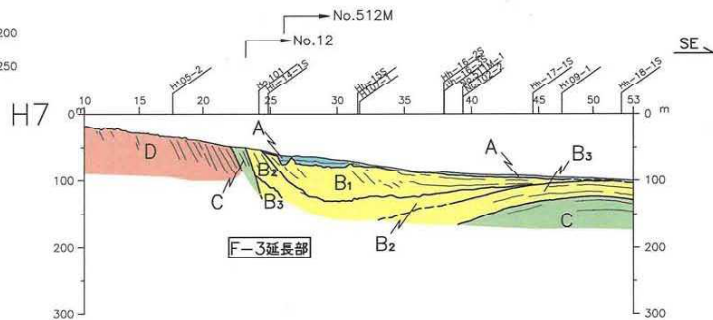
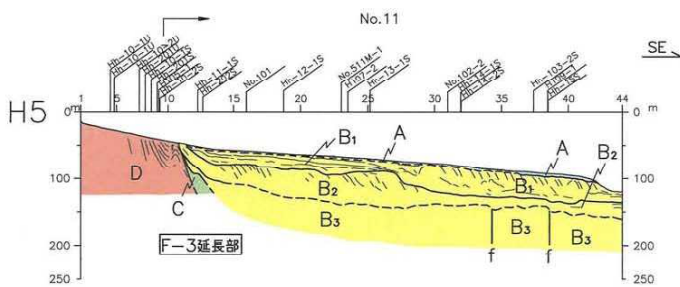
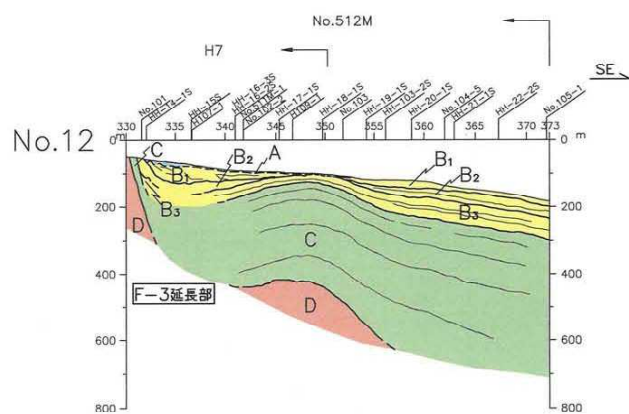
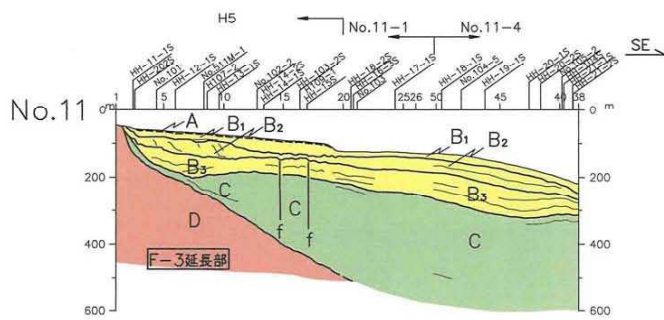
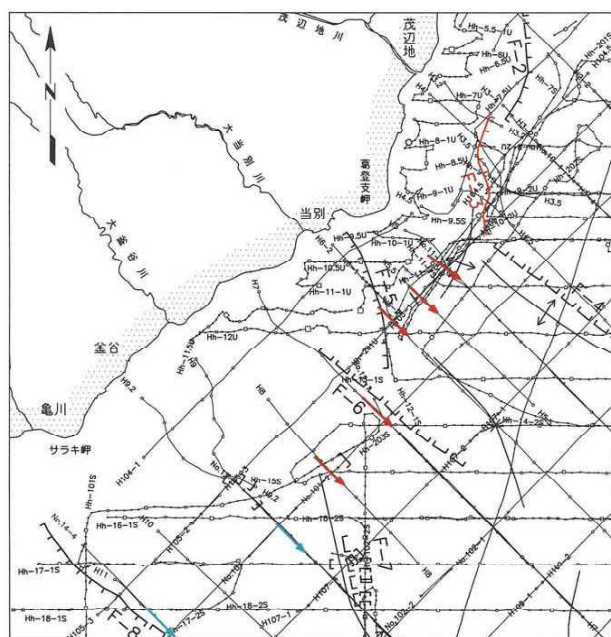


図-4.8 函館平野西縁断層帯周辺の地質



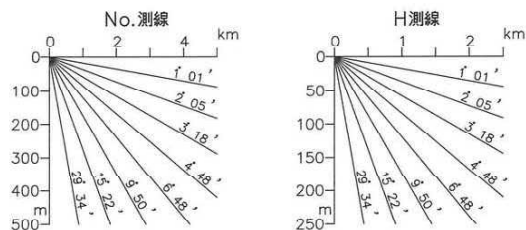
案内図



凡例

- A層 完新世
- B₁層 後期更新世
- B₂層 } 中期更新世
- B₃層 }
- C層 後期鮮新世～前期更新世
- D層 後期中新世～後期鮮新世

- 断層
- 地層境界(推定)
- F-3延長部** 撓曲の可能性のある延長線と測線との交点



数字(角度)は水平・垂直比が1:1の傾斜角度

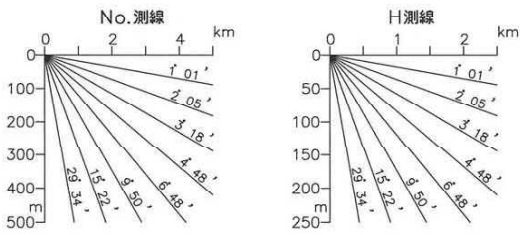
凡 例

- A 層 完新世
- B₁層 後期更新世
- B₂層 } 中期更新世
- B₃層 }
- C 層 後期鮮新世～前期更新世
- D 層 後期中新世～後期鮮新世
- E 層 先新第三紀～後期中新世

—|— 断 層

—(---) 地層境界 (推定)

F-3延長部 標曲の可能性のある延長線と測線との交点



数字(角度)は水平・垂直比が1:1の傾斜角度

案 内 図

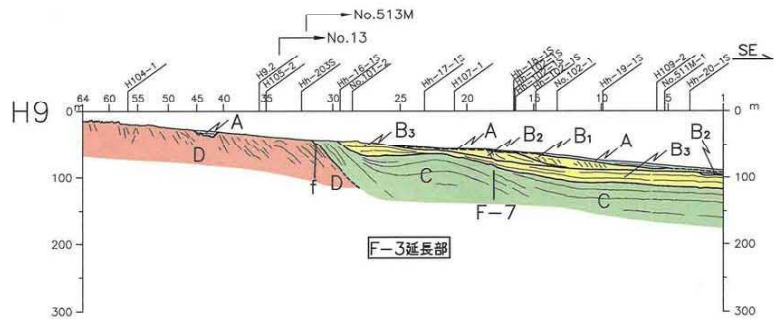
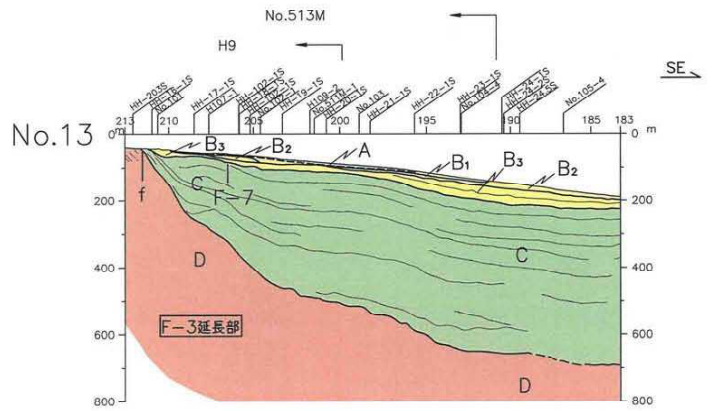
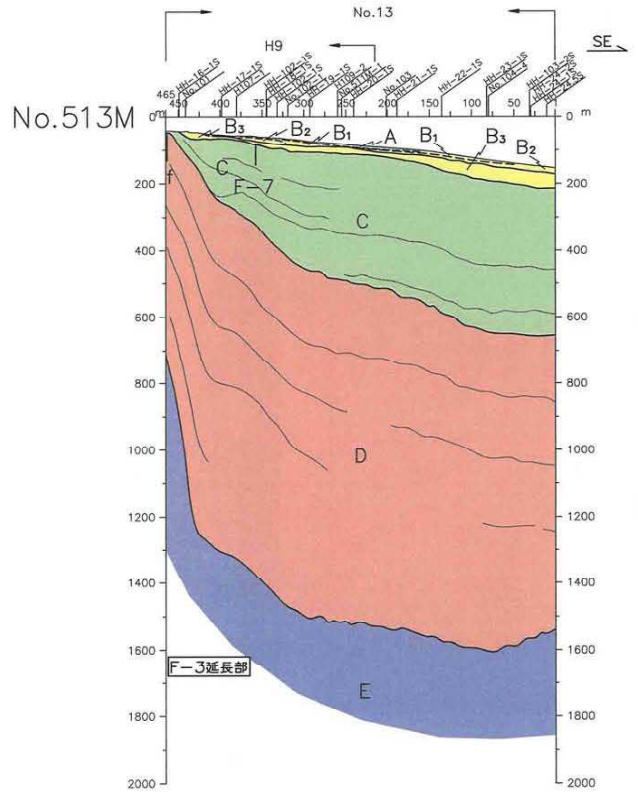
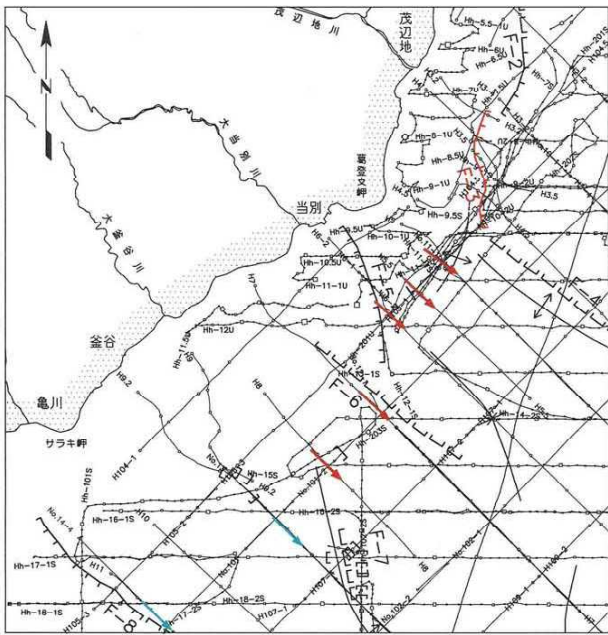
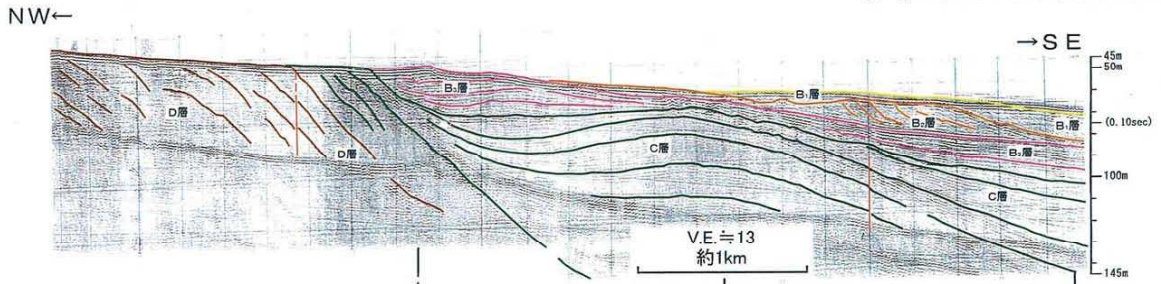
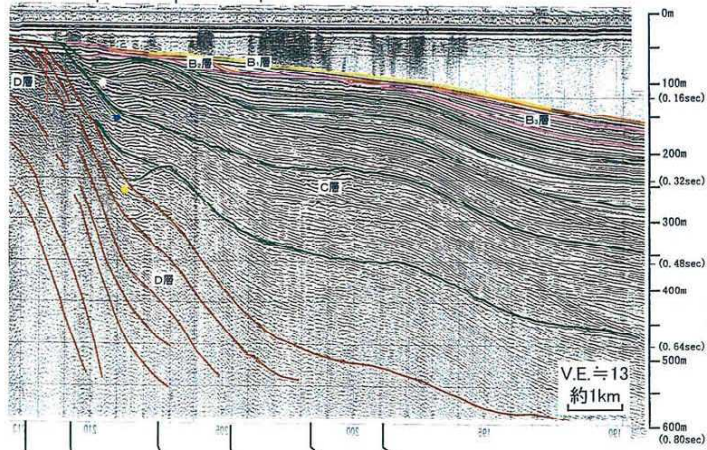


図-4.9(2) F-3断層延長部 地質断面図 4-17

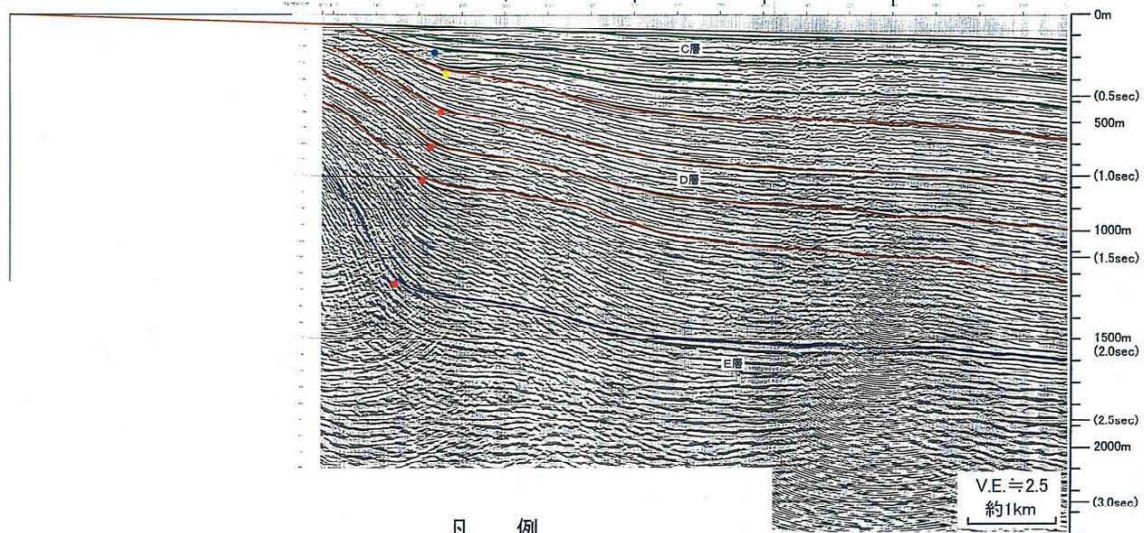
H9
(ジオパルス・シングルチャンネル)



No. 13
(水中放電・シングルチャンネル)

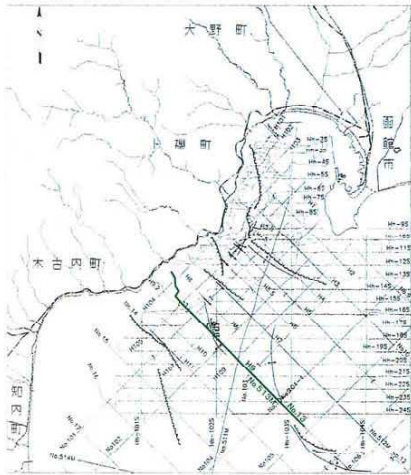


No. 513M
(エアガン・マルチチャンネル)



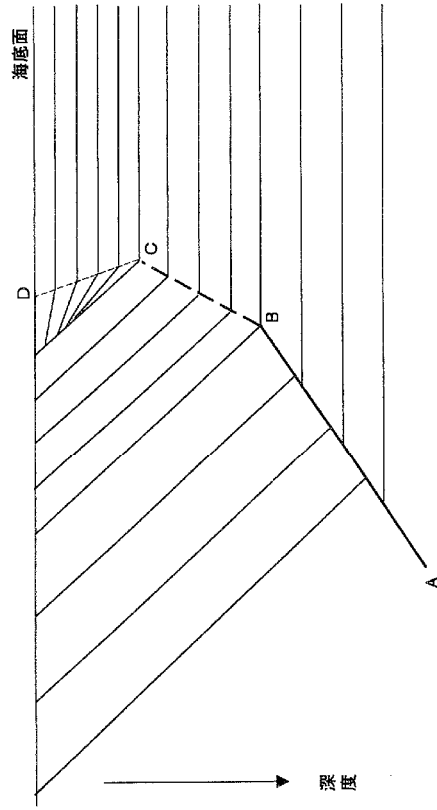
凡例

- B₁層上面及び層理面
- B₂層上面及び層理面
- B₃層上面及び層理面
- C層上面及び層理面
- D層上面及び層理面
- E層上面
- 断層により変形した層理の傾斜変換点
- 断層による変形から堆積への移行点
- ○ 堆積による層理の傾斜変換点

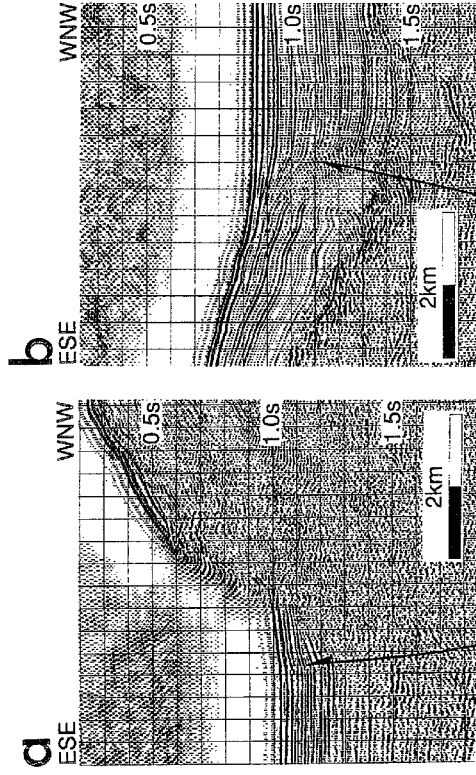


測線位置図

海岸線



A-B: 断層変位 (マルチチャナンネル測線No. 513Mの記録断面図では見えていない潜在断層。)
 B-C: 断層運動に伴った変形 (撓曲)。
 C-D: 断層運動が終息し、堆積空間を埋めた構造。
 B-C線上に並んだ屈曲列が断層運動の終息に伴いC点で消滅する。断層運動終了後の堆積層は断層運動に伴い生じた古地形に促った形態をとる。



第6図 半島の南東端および北西側の断層の音波探査プロファイル。 a. 最上トラーの表層堆積物に变形を与える左向き撓曲線。 b. 最近の活動が停止したと考えられる右向き撓曲線。位置は第3図参照。
 Fig. 6 Seismic profiles of active faults bounding the southeastern and northeastern margins of the Hirase Bank. a. Deformation of the uppermost sediments in the Mogami Trough due to active fault movement at the eastern margin of the Hirase Bank. b. Quaternary fault which does not deform the upper most sediments in the Sado Ridge. Locations of the profiles are shown in Fig. 3.

岡村ほか (1998)

5. 海域の既存文献との比較

5.1 海上保安庁水路部(2000)⁽⁶⁾の概要

運輸省海上保安庁水路部(現 国土交通省海上保安庁海洋情報部)(以下「海上保安庁水路部」という。)は、地震予知連絡会会報第63巻に、「函館湾の断層分布」(海上保安庁水路部(2000))⁽⁶⁾として函館湾の海上音波探査結果について報告している。図-5.1に海上保安庁水路部(2000)⁽⁶⁾による函館湾の断層分布図に申請者の解析による断層を加筆して示す。

図-5.2に海上保安庁水路部(2000)⁽⁶⁾と申請者の測線及び調査仕様を示す。

海上保安庁水路部(2000)⁽⁶⁾はE-W方向の測線配置を基本とし、沖合部では水中放電(スパーカー)及びチャープソナー、沿岸部ではユニブーム又はチャープソナーをそれぞれ使用して音波探査を行っている。

一方、申請者は、NE-SW, NW-SE方向の測線配置を基本とし、深部(エアガン, マルチチャンネル方式), 中深部(水中放電又はウォーターガン)及び浅部(ジオパルス及びソノプローブ)音波探査をそれぞれ行っている。

5.2 函館湾海域の地質構造

申請者が、海上保安庁水路部(2000)⁽⁶⁾の音波探査記録を加え、函館湾海域の地質構造に関して検討した結果は以下のとおりである。

申請者の解析による函館湾海域の海底地質図を図-4.2に示す。

F-3断層は、陸域の函館平野西縁断層帯やF-2断層と同様に、相対的な隆起地塊に相当するC層とD層とが分布する海域の東縁付近に沿って、ほぼN-S方向に分布し、東側が相対的に低下している断層であるとしている。断層を挟んで西側にはD層及びC層が、東側にはこれらより上位のB層が海底面に広く分布するとしている。F-3断層の低下側には、断層運動に伴ったと考えられる撓みが認められるとしている。

F-4断層は、B層が海底面に広く分布している海域を二分するように、F-3断層の南西端部付近から南東方向の函館湾湾口にかけて分布しており、NW-SE方向の背斜軸の北東に位置し、その北東側が相対的に低下している断層であるとしている。

海上保安庁水路部(2000)⁽⁶⁾によると、II層(上部更新統)を変形させる断層及び撓曲、IV層(鮮新統～下部更新統)を変形させる向斜軸及び背斜軸、推定断層等が図示されている。これらのうち、断層、撓曲及び推定断層は計4条であり、北からF1、F2、F3及びF4として図示されているが、申請者は便宜上北からF_H-1、F_H-2、F_H-3及びF_H-4と呼称している。

F_H-1は、その位置、方向、低下側等がほぼ一致することから、申請者の解析によるF-2断層に相当するとしている。

F_H-2は、その位置、方向、低下側等がほぼ一致することから、F-3断層の南部に相当するとしている。

F_H-3は、その北部が撓曲、南部が断層として図示されている。北部の撓曲として図示されている部分は、その位置と性状がほぼ一致することから、既述のF-3断層の低下側に認められる撓みの南部に相当するものとしている。一方、F_H-3の南部の断層として図示されている部分は、その位置と断層の低下側等がほぼ一致することから、F-4断層の北西端部に相当するものとしている。

したがって、F_H-3は、その北部（撓曲部分）がF-3断層の一部に、南部（断層部分）がF-4断層の一部にそれぞれ相当するものとしている。

F_H-4は、その位置と性状とから、B層以下の地層が沖合南東方に向かって傾斜しており、地下深部に断層の存在及びその第四紀後期の活動性が否定できないF-3断層の南西延長部の一部に相当するものとしている。

以上のように、申請者は、海上保安庁水路部(2000)⁽⁶⁾の音波探査記録を加え検討しても、海上保安庁水路部(2000)⁽⁶⁾に図示される断層等は、申請者の解析による函館湾海域における断層等と矛盾しないことを確認している。

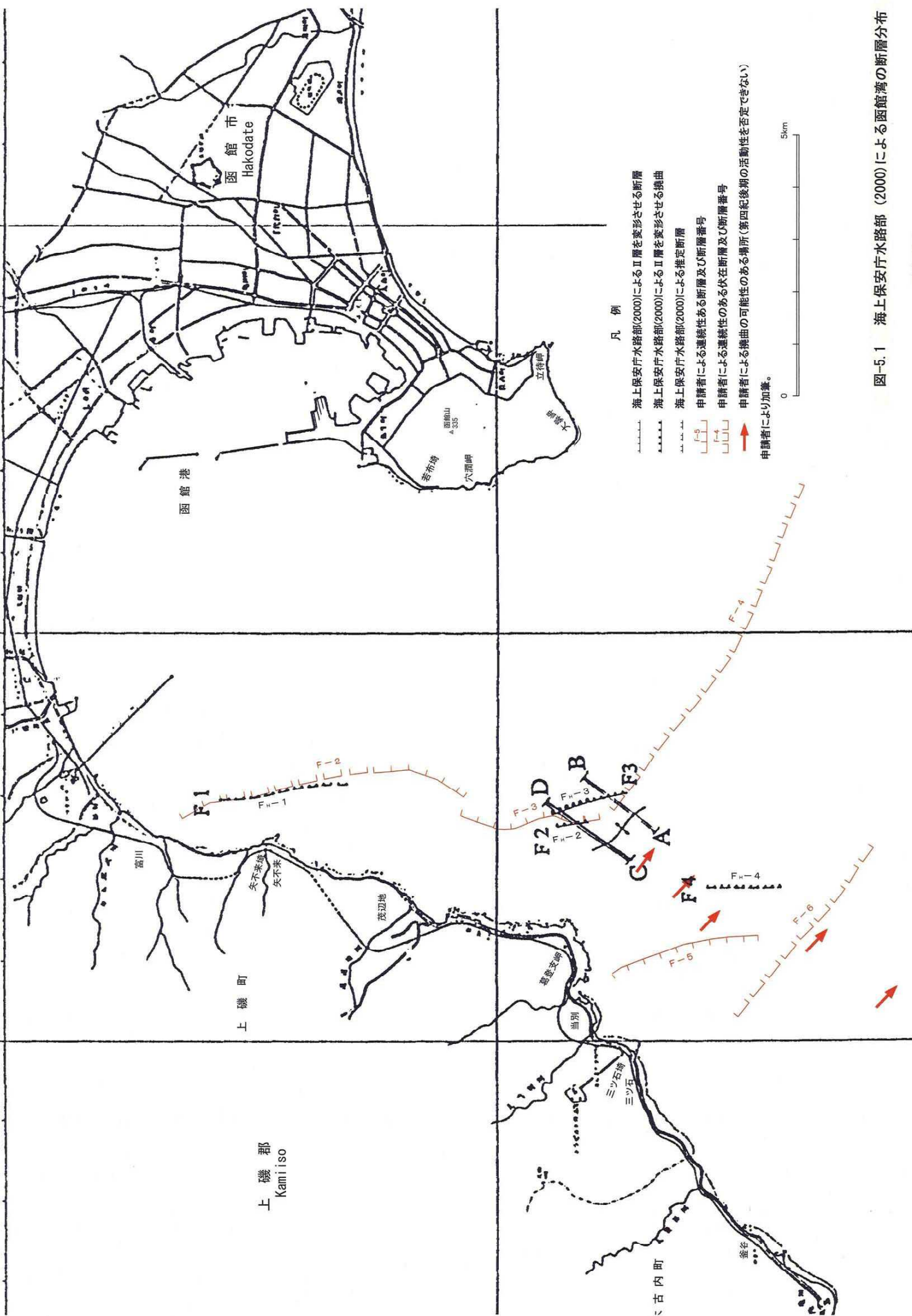
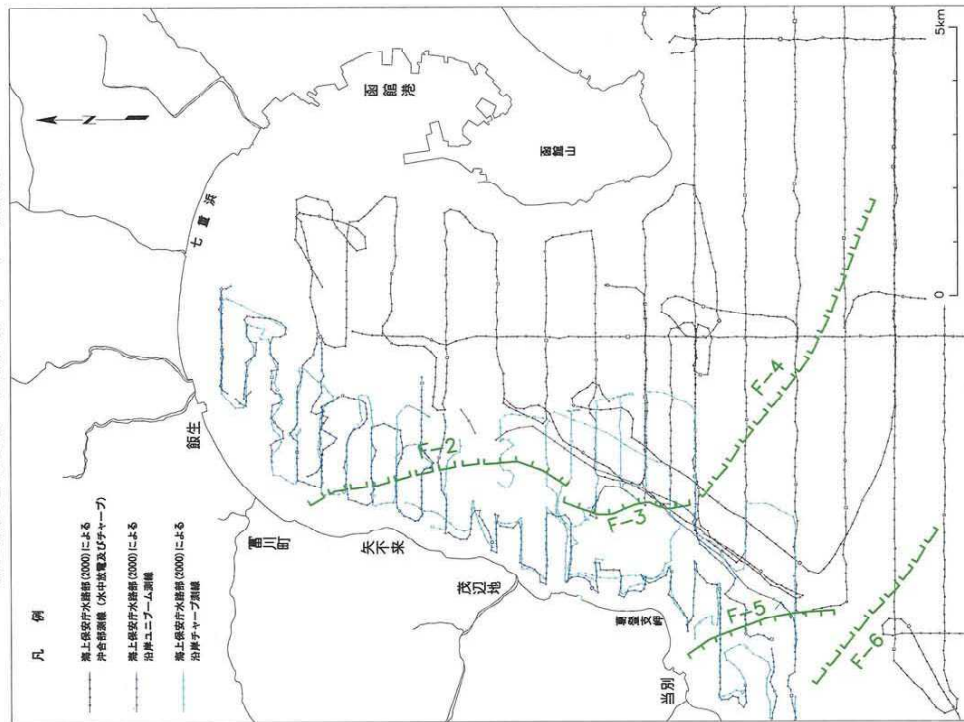


図-5.1 海上保安庁水路部(2000)による函館湾の断層分布

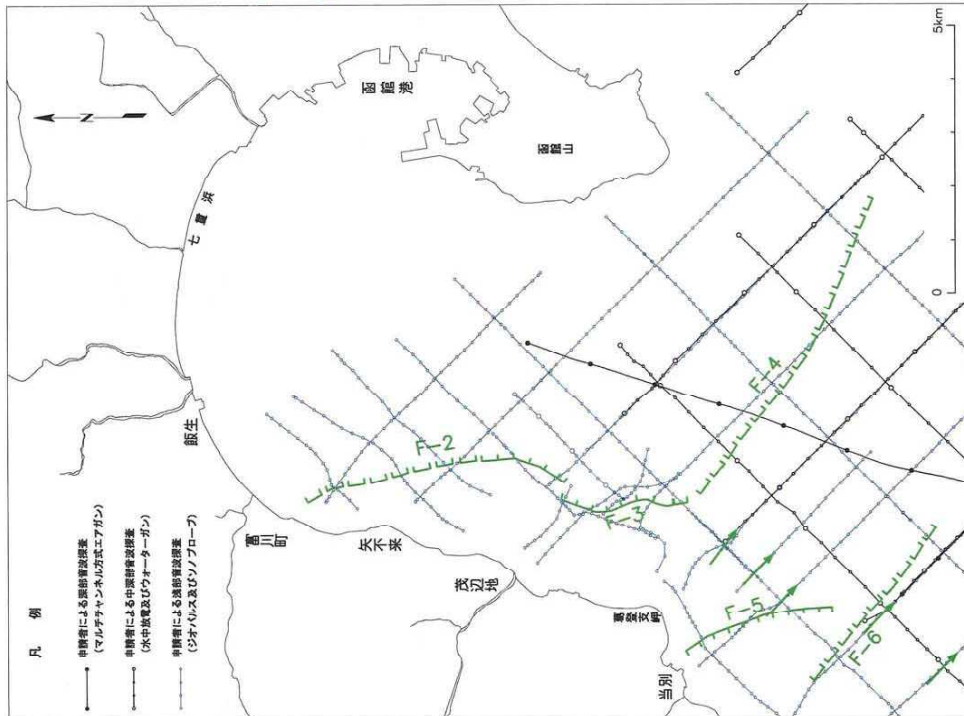
海上保安庁水路部「函館湾」(2000)の音波探査



調査の種類	シングルチャンネル		
	沖合部	沿岸部	
装置の概要	水中放電 (スバーカー)	チャープソナー	チャープソナー
	圧電型振動素子	圧電型振動素子	圧電型振動素子
記録長	0.5又は1.0sec (375又は750m)	0.133sec (100m)	0.08sec (60m)
	1.0sec	0.25sec	0.25sec
送振間隔	約1,000J	約300J	約30J
	100~1,000Hz	500~2,000Hz	5,000~8,000Hz
受振フィルター	感熱	感熱	感熱
	約13又は6.5	約7	約20
記録方式	チャープソナーと同時観測。	スバーカーと同時間観測。	単独観測
	垂直・水平尺度比		
備考			

海上保安庁水路部(2000)による記載及び海上保安庁水路部からの聞き取りを基に申請者が編集。

申請者による函館湾付近の音波探査



調査の種類	マルチチャンネル		シングルチャンネル	
	深部探査	浅部探査	ジオハルス	ソノブローブ
装置の概要	水中放電又はウォーターガン	圧電型振動素子	圧電型振動素子	圧電型振動素子
	4.0sec (3,000m)	0.8sec (600m)	0.133sec (100m)	0.007sec (50m)
記録長	25m	1.6sec	0.5sec	0.2sec
	約150,000J	2,000~4,000J *約2,800J	約200J	約36J
送振間隔	0~400Hz	80~1,000Hz *60~500Hz	500~2,000Hz	2,000~5,200Hz
	デジタル磁気テープ	乾式放電破壊	感熱	乾式放電破壊
記録方式	48チャンネル12重畳	*はウォーターガン	ソノブローブと同時間観測	ジオハルスと同時間観測
	垂直・水平尺度比			
備考				

図-5.2 海上保安庁水路部(2000)と申請者による海上音波探査の測線図と調査仕様 5-5

6. 検討結果

以上のことから、申請者が実施した函館平野西縁断層帯の北端部の評価、活動性の評価、南端部の評価、海域の既存文献との比較の検討方法、検討結果は、妥当なものと判断した。

7. 参考文献

- (1) 太田陽子・佐藤賢・渡島半島活断層研究グループ(1994):函館平野とその周辺の地形—とくに西縁の活断層に関連して—, 第四紀研究, Vol.33, pp.243-259.
- (2) 北海道(1999):北海道活断層図 No.2函館平野西縁断層帯 活断層図とその解説, 65p.
- (3) 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.
- (4) 紀藤典夫・小野正史(1995):函館平野の沖積層, 平成5・6年度北海道教育大学特定研究報告書函館周辺における後期更新世以降の自然環境変遷, pp.103-108.
- (5) 内田康人・嵯峨山積・大澤賢人・菅和哉・濱田誠一(1997):函館湾上磯沖における富川断層延長部の音波探査, 物理探査学会第97回学術講演会論文集, pp.23-26.
- (6) 海上保安庁水路部(2000):函館湾の断層分布, 地震予知連絡会会報, Vol.63, pp.18-22.
- (7) 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, Vol.28, pp.269-283.