

電源開発株式会社
大間原子力発電所

清水山南方断層に関する
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. 地形・地質調査 | 2-1 |
| 2.1 地形調査 | 2-1 |
| 2.2 地質調査 | 2-2 |
| 2.3 リニアメントの成因に関する考察 | 2-3 |
| 3. 銭亀沢軽石流堆積物の堆積年代 | 3-1 |
| 3.1 銭亀沢軽石流堆積物中の炭化木の ¹⁴ C法年代測定 | 3-1 |
| (1) 「第四紀露頭集-日本のテフラ」に記載 されている露頭 | 3-1 |
| (2) 高屋敷川試料 | 3-1 |
| (3) 運賀川試料 | 3-2 |
| 3.2 レスクロノメトリーによる銭亀女那川火山灰層の噴出 年代推定 | 3-3 |
| (1) 方法 | 3-3 |
| (2) Spfa-1 の年代推定 | 3-4 |
| (3) Z-M の年代推定 | 3-4 |
| 3.3 銭亀沢軽石流堆積物堆積年代の評価 | 3-5 |
| 4. 清水山南方断層の活動性評価 | 4-1 |
| 5. 耐震設計上考慮すべき長さの評価 | 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、清水山南方断層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) 地形・地質調査
- 2) 銭亀沢軽石流堆積物の堆積年代
- 3) 活動性の評価
- 4) 耐震設計上考慮すべき長さの評価

2. 地形・地質調査

活断層研究会(1991)⁽¹⁾によると、函館市米原町東方から戸井町汐首町付近にかけて、「活断層の疑のあるリニアメント(確実度Ⅲ)」として、清水山南方断層が図示されている。

2.1 地形調査

活断層研究会(1991)⁽¹⁾では「活断層の疑のあるリニアメント(確実度Ⅲ)」は、以下のように定義されている。

「活断層の可能性があるが、変位のむきが不明であったり、他の原因、たとえば川や海の浸食による崖、あるいは断層に沿う浸食作用によってリニアメントが形成された疑いが残るもの。」

さらに、「ⅡとⅢの区別は、Ⅲは活断層でない可能性が大きいということでⅡと区別され、一応その境を活断層である可能性が半ば以上であるか、それ以下であるかにおく。」と述べられている。

これに対し、申請者の空中写真判読においては、リニアメントの分類は表-2.1 に示すように、土木学会原子力土木委員会(1985)⁽²⁾に基づき判読したとしている。

清水山南方断層周辺の地形要素の判読結果を図-2.1 に示す。

この約10kmの区間に、断続するリニアメント(図-2.1中に①～④で示す)を判読している。それらは、主として山地と台地との境界にあたる不明瞭な傾斜変換部からなり、断続的に判読した個々のリニアメントの間に、リニアメントの方向を横断して分布する

扇状地様の崖錐には、傾斜変換部等は認められないとしている(たとえば図-2.1の②と③との間)。

また、これらの個々のリニアメントは、それぞれ連続せず、その個々の方向がやや異っており、全体としての直線性は明瞭ではないとしている。たとえば、戸井町釜谷町周辺では、運賀川を挟み南東側のリニアメント(図-2.1の⑳)が、北西側のリニアメント(図-2.1の㉑)よりも約0.4km北側に位置するとしている。

さらに、リニアメントを判読している区間の両側の延長部には、変位地形は認められないとしている。

このように、変位地形要素が認められないEランクのリニアメントとして判読したとしている。

2.2 地質調査

地表地質調査の結果によれば、清水山南方断層付近では、地層が露出している露頭が少なく、断層の存否、又は断層以外による場合のリニアメントの成因について、確実に判断できる材料が見出せなかったとしている。

申請者が、函館市白石川周辺におけるリニアメントを横断する位置で地形測量及びオーガボーリング調査を実施した結果の白石川沿いの地質図及び地形断面図を図-2.2に、オーガボーリングによる調査結果を図-2.3に示す。

オーガボーリング調査結果によると、図-2.3 に示すように銭亀沢軽石流堆積物の各層及び基底面は、リニアメントを挟んだ両側で連続的に分布し、それらに明瞭な段差は認められないとしている。

さらに、リニアメントを横断する戸井町釜谷町付近の運賀川でも、露頭地質観察等を行っている。この運賀川沿いのルートマップ及び地質断面図を図-2.4 に示す。露頭地質観察結果から、運賀川より北西側のリニアメント延長上を横断して、銭亀沢軽石流堆積物及びその下位の L_1 面を構成する堆積物中の最上位にあたる中粒から粗粒の砂層が、ほぼ水平に分布することを確認している。また、この砂層の下位の亜角礫から成る礫層は、 L_1 面を構成する堆積物に対応し、その傾斜は運賀川河床断面の傾斜にほぼ調和的であり、明瞭な差異は認められないとしている。

以上のことから、申請者は、清水山南方断層付近に断層の存否については、不明であるが、少なくとも銭亀沢軽石流堆積物の堆積以降の活動はなかったものとしている。

2.3 リニアメントの成因に関する考察

申請者は、清水山南方断層のリニアメントの成因について以下のように検討している。

図-2.5 に清水山南方断層付近の地質図を、図-2.6 に汐泊川付

近の地質図及び地質模式断面図を示す。

リニアメントは、山地側に分布する戸井層、汐泊川層及びデイサイトと、台地側に分布する銭亀沢軽石流堆積物及び崖錐堆積物との地層境界にはほぼ一致するとしている。

図-2.6の地質模式断面図に示すとおり、汐泊川付近に分布する段丘堆積物に関しては、銭亀沢軽石流堆積物に覆われているものの、現汀線付近から山地の方向に向かって順次、形成時期の新しいM₃面堆積物から形成時期の古いH₃面堆積物が段状に分布していると推定している。

また、これらの段丘堆積物は、推定される分布形態及び主に砂からなる堆積物の特徴から、海成段丘の堆積物であると推定している。リニアメントの通過位置は、地質模式断面位置付近ではH₃面形成時の旧汀線付近にはほぼ一致していることから、リニアメントを形成する不明瞭な傾斜変換部は、H₃面形成時の旧汀線を反映した可能性があるかと推定している。

なお、図-2.5に示すとおり、リニアメント位置の標高は、南東に向かって低下していることから、リニアメントはH₃面、M₁面、M₂面又はM₃面のいずれかの形成時の旧汀線に起因する可能性があるかと推定している。

さらに申請者は、リニアメントが旧汀線に起因する地形であるとした場合、その直線的な形状の成因について以下のように検討

している。

図-2.5の地質図に示すとおり、リニアメントを挟んで、戸井層と銭亀沢軽石流堆積物とが接する地域では、戸井層はおおむねNW－SE方向の走向が卓越し、海側傾斜の層理（流れ盤構造）を示すため、この方向の浸食抵抗が相対的に弱いと考えられ、その方向とリニアメントの方向とがほぼ一致しているとしている。また、当該地域では、リニアメントの直線性が比較的良くなっているとしている。

これに対して、リニアメントを挟んで貫入岩と銭亀沢軽石流堆積物とが接する地域では、貫入岩は硬質の塊状の岩体を形成しており、浸食抵抗が戸井層及び汐泊川層より相対的に強いことから、貫入岩体の分布形状に規制されたように、リニアメントの直線性が比較的悪くなっているとしている。

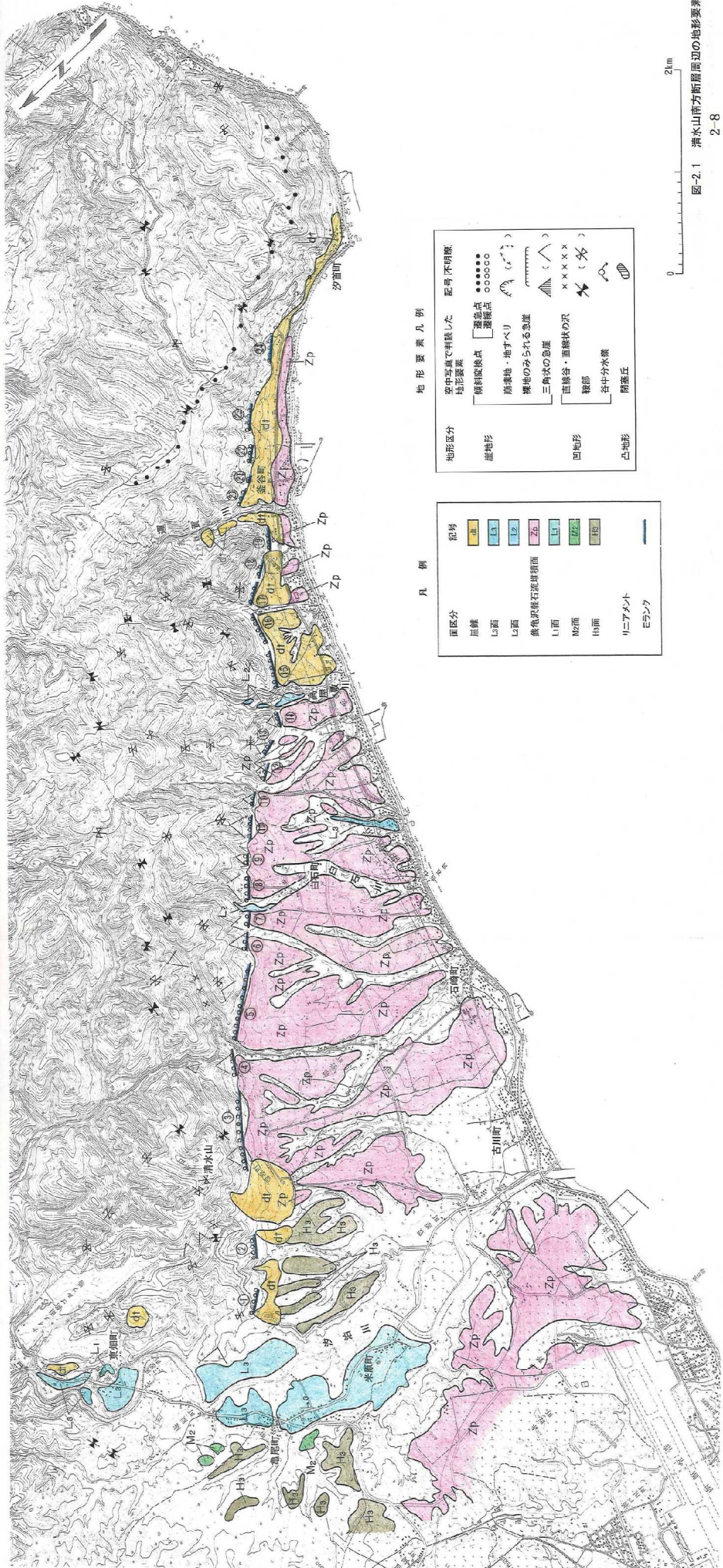
このように、リニアメントが旧汀線に起因する地形であるとした場合、その形状は、戸井層の層理の走向や、貫入岩体の分布形状に規制された可能性があるかと推定している。

以上のように、申請者は、リニアメントが旧汀線に起因する地形の可能性があると推定している。しかしながら、旧汀線と推定される位置やその付近の海成段丘面、段丘堆積物は銭亀沢軽石流堆積物や崖錐堆積物に覆われているため、旧汀線付近において段丘堆積物が戸井層等に直接接している露頭は見出せず、清水山南

方断層のリニアメントが確実に断層以外に起因する地形であるとは判断できないとしている。

表-2.1 リニアメントの分類

| リニアメント のランク | 判読内容 | | | 備考 |
|----------------|--|---|---|---|
| | 段丘面 | 山地・丘陵内 | リニアメントの連続方向・連続性・高度不連続など | |
| A | <ul style="list-style-type: none"> ・ひと続きであることが明瞭な段丘面上の開折を受け、ひと続きでない鮮明な崖、急傾斜面等の直線的な連続からなるもの。 ・崖、急斜面が異なる複数の段丘面等の地形面上に直線的に連続するもの。 | <ul style="list-style-type: none"> ・鮮明な崖、鞍部等の直線的な連続からなり、ひと続きであることが明瞭な地形面上に一律の高度不連続が認められるもの。 ・河谷・尾根が系統的に同方向に屈曲し、屈曲量に累積性が認められるもの。 | <ul style="list-style-type: none"> ・連続方向は河食崖、海食崖の方向とは斜交或いは直交する。 ・傾斜方向は地形面の一般傾斜方向とは逆方向を示す。 ・連続方向は河食崖、海食崖の方向と、傾斜方向は地形面の一般傾斜方向と同方向であるが、明瞭な高度不連続が認められれば高が大きく一様であり、連続も良い。 | <ul style="list-style-type: none"> 変位地形である可能性が高い |
| B | <ul style="list-style-type: none"> ・ひと続きであると推定される段丘面上のほとんど開折を受けていない鮮明な崖、急傾斜面の直線的な連続からなるもの。 | <ul style="list-style-type: none"> ・崖、鞍部等の直線的な連続からなり、ひと続きであると推定される地形面上に一律の高度不連続が認められるもの。 ・河谷・尾根が不明瞭ではあるが、系統的に同方向に屈曲しているもの。 | <ul style="list-style-type: none"> ・連続方向は河食崖、海食崖の方向とは斜交或いは直交する。 ・傾斜方向は地形面の一般傾斜方向とは逆方向を示す。 ・連続方向は河食崖、海食崖の方向と、傾斜方向は地形面の一般傾斜方向と同方向であるが、明瞭な高度不連続が認められれば高が大きく一様であり、連続も良い。 | <ul style="list-style-type: none"> 変位地形である可能性がある |
| C | <ul style="list-style-type: none"> ・段丘面上にみられるほぼ直線的な崖、急傾斜面の連続からなるが一部で不鮮明なもの。 | <ul style="list-style-type: none"> ・崖、鞍部等のほぼ直線的な連続からなり、その両側で高度不連続が一律に認められる。 ・河谷・尾根が一部で同方向に屈曲しているもの。 | <ul style="list-style-type: none"> ・連続方向は旧流路、河食崖、海食崖の方向とはやや斜交する。 ・連続方向は河食崖、海食崖の方向と、傾斜方向は地形面の一般傾斜方向と同方向であるが、高度不連続が認められれば高が大きい。しかし、一部で不明瞭となる。 | <ul style="list-style-type: none"> 変位地形である可能性が低い |
| D | <ul style="list-style-type: none"> ・段丘面上にみられる崖、急傾斜面の連続からなり、連続することが多く不鮮明なもの。 | <ul style="list-style-type: none"> ・開折をうけ不鮮明な崖、鞍部等のほぼ直線的な連続からなり、その両側で高度不連続が認められるが不明瞭なもの。 | <ul style="list-style-type: none"> ・高度不連続は不明瞭であり、連続方向は河食崖、海食崖の方向と、傾斜方向は地形面の一般傾斜方向と同方向或いは斜交し、一部で寸断され断続する。 | <ul style="list-style-type: none"> 変位地形である可能性は非常に低い |
| E | <ul style="list-style-type: none"> ・段丘面上に崖、急傾斜面は認められない。 | <ul style="list-style-type: none"> ・開折をうけ不鮮明な崖、鞍部等の断続からなり、その両側で高度不連続が認められなくても不明瞭であるもの。 | <ul style="list-style-type: none"> ・高度不連続は認められなくても、不明瞭である。 ・連続方向は河食崖、海食崖の方向と、傾斜方向は地形面の一般傾斜方向と同方向或いは斜交し、しばしば切断され、断続的である。 | <ul style="list-style-type: none"> 変位地形以外に起因するリニアメント |



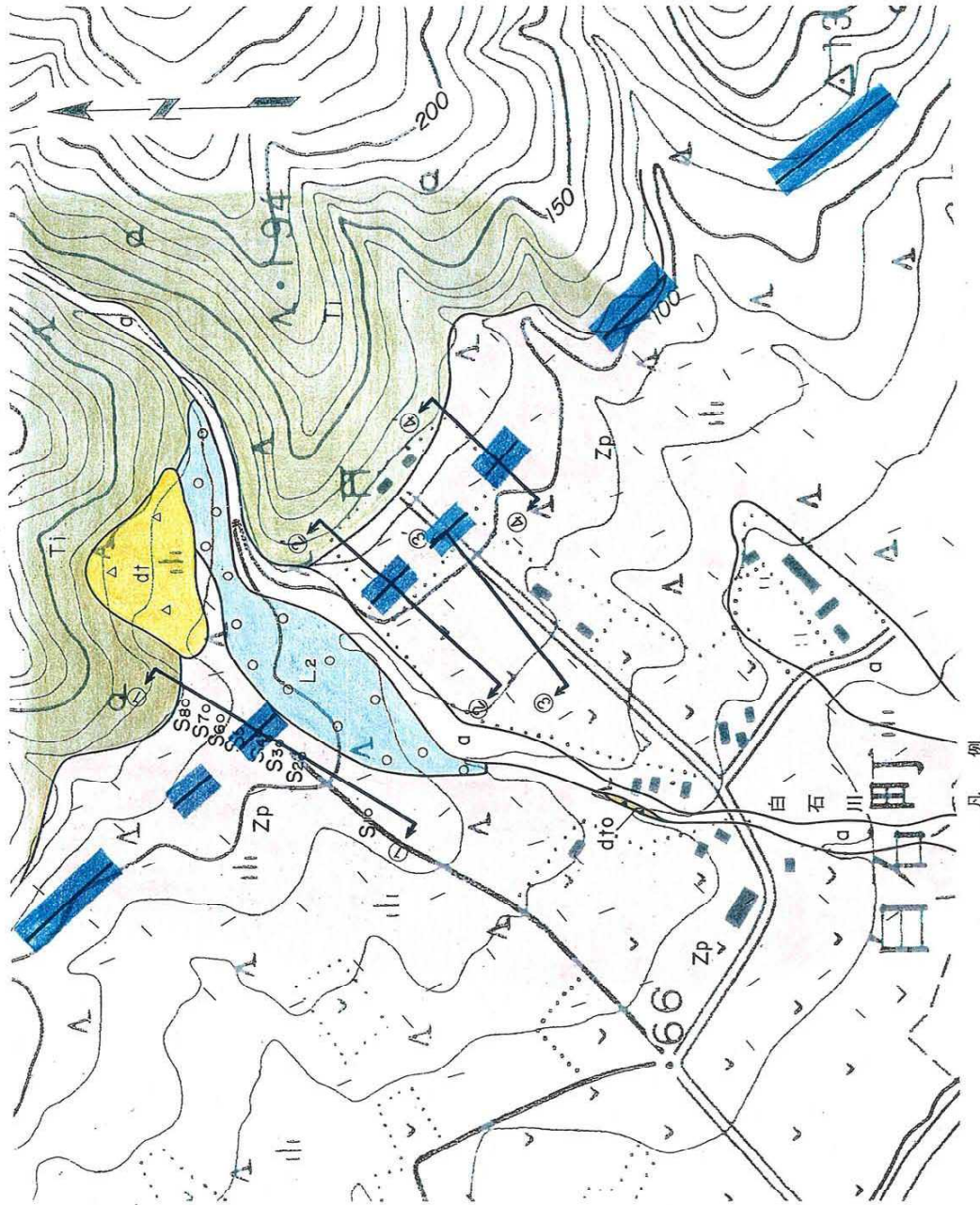
凡例

| 面区分 | 記号 |
|-----------|----|
| 丘陵 | ■ |
| L1面 | ■ |
| L2面 | ■ |
| 後鳥羽線石炭層傾面 | ■ |
| L1面 | ■ |
| L2面 | ■ |
| L3面 | ■ |
| L1面 | ■ |
| L2面 | ■ |
| L3面 | ■ |
| リニアメント | — |
| モラング | — |

地形要素凡例

| 地形区分 | 地形要素 | 記号/不明瞭 |
|------|-----------|--------|
| 崖地形 | 傾斜度傾点 | ●●●●● |
| | 崩壊地・地すべり | ○○○○○ |
| | 崖頂点 | ○ |
| 凹地形 | 扇状地・地すべり | △ |
| | 標地のみられる急崖 | ▽ |
| | 三角状の急崖 | △ |
| | 直線谷・直線状の沢 | ××××× |
| 凸地形 | 鞍部 | △ |
| | 谷中分水嶺 | △ |
| 凸地形 | 閉塞丘 | △ |
| | 閉塞丘 | △ |

図-2.1 清水山南方断層周辺の地形要素判読図
2-8



| 地質時代 | 地層名 | 記号 |
|------------|---------------------|--------------------|
| 第四紀 | 完新世 | △ dt △ |
| | 沖積層 | a |
| | L ₂ 面堆積物 | ○ L ₂ ○ |
| | 後期 更新世 | ∠ Zp ∠ |
| 先新第三紀 | 錫電沢軽石流堆積物 | ▲ dt/a ▲ |
| | 古期礫堆積物 | T1 |
| リニアメント | 戸井層 | — |
| 断面線位置 | | ① ② ③ ④ |
| オーガボ-リング地点 | | S10 |

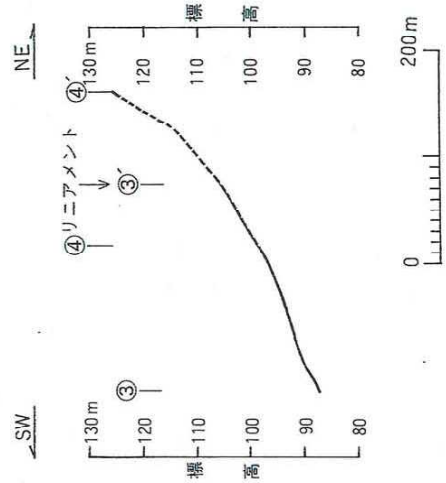
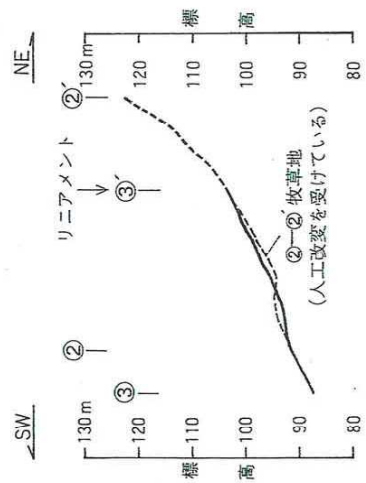
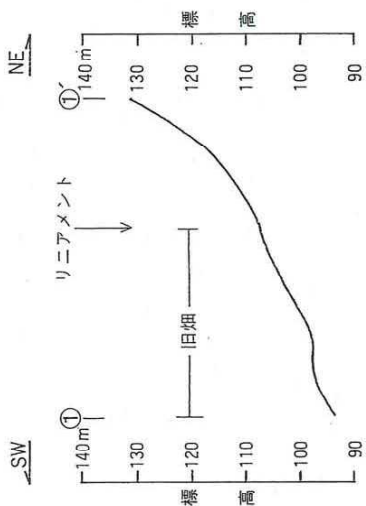


図-2.2 白石川付近の調査結果 (地質図及び地形断面図)

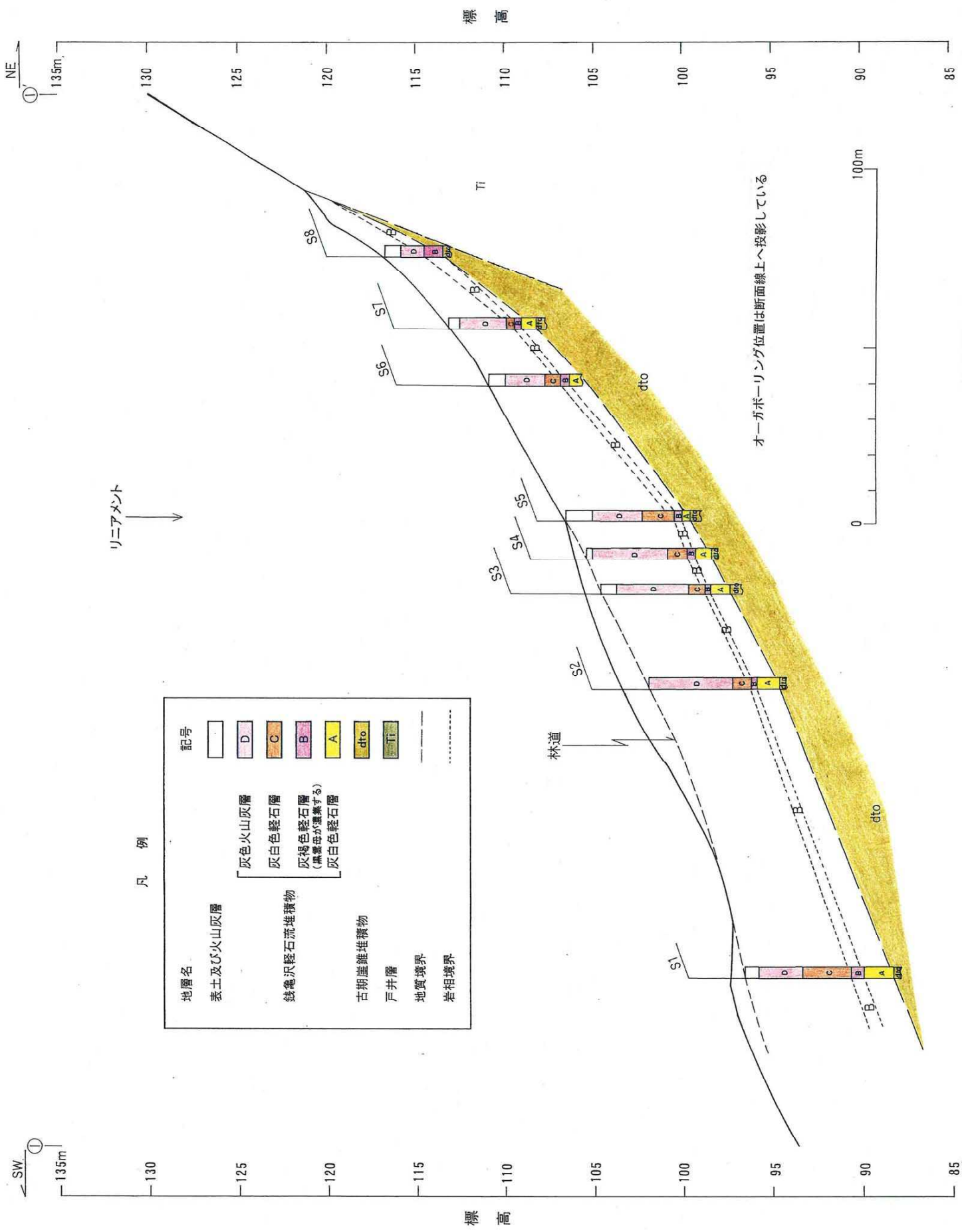
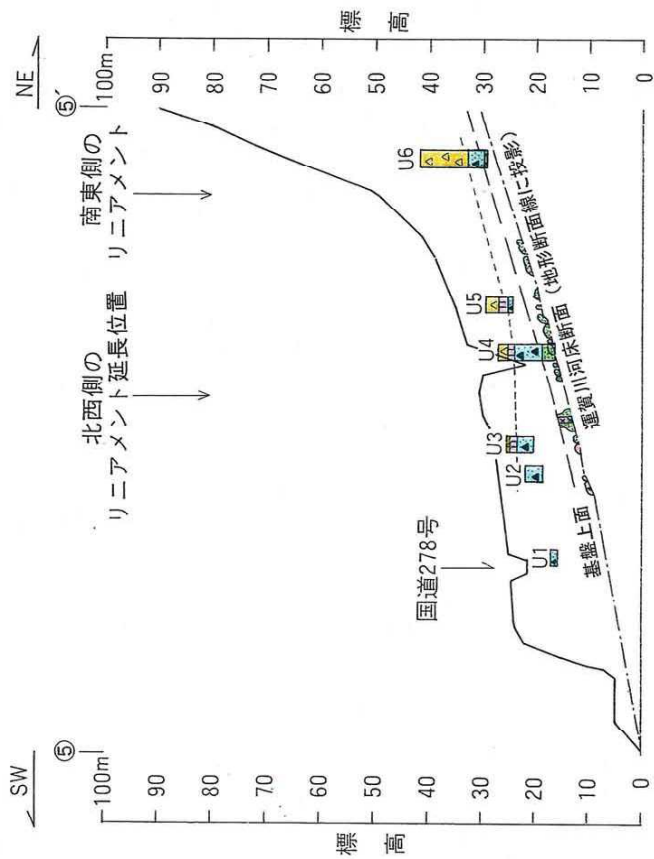


図-2.3 白石川付近の調査結果 (オーガボーリング調査結果) 2-10

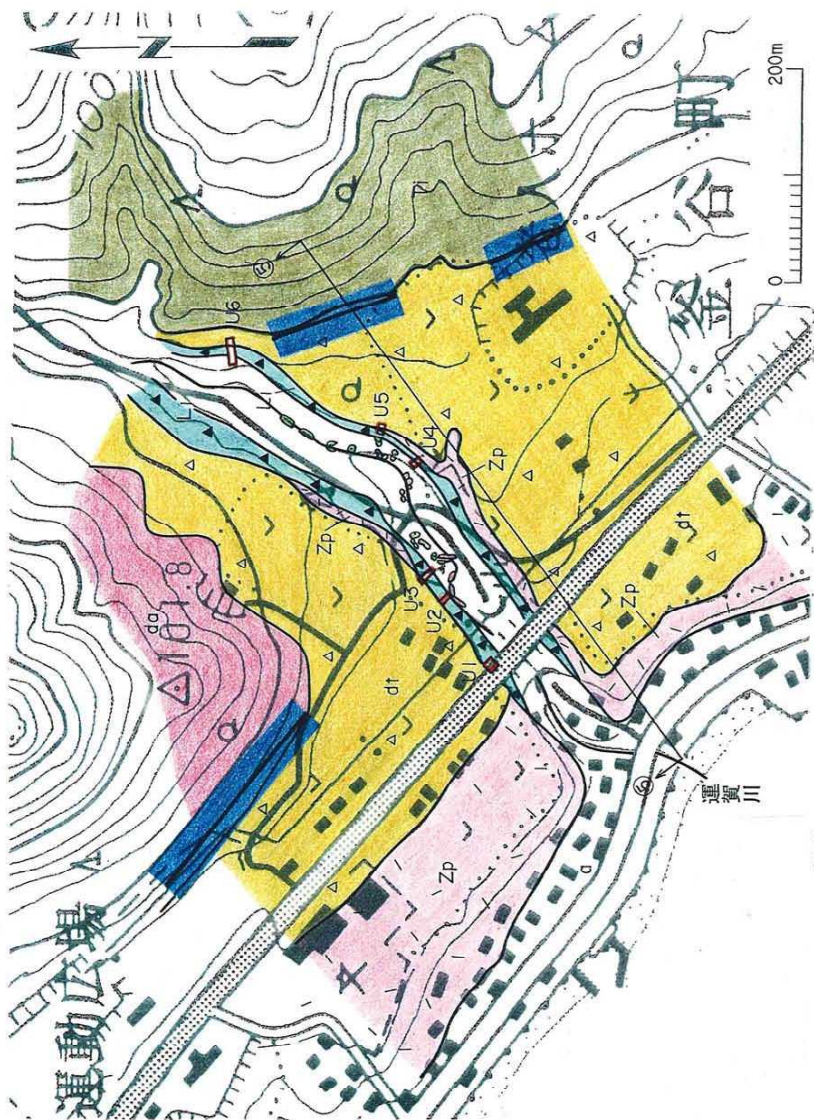


地質断面図



凡例

| 地質時代 | 地層名 | 記号 |
|------|-----------|------|
| 第四紀 | 崖錐堆積物 | △dt△ |
| | 後期 | △dt△ |
| 更新世 | 銭亀沢軽石流堆積物 | □Zp□ |
| | L1面堆積物 | □L1□ |
| 中新世 | 汐泊川層 | ■Sd■ |
| | 貫入岩 | ×rh× |
| 新第三紀 | 流紋岩 | □rh□ |
| | 露頭柱状観察位置 | U1 |
| | 露頭位置 | ○ |

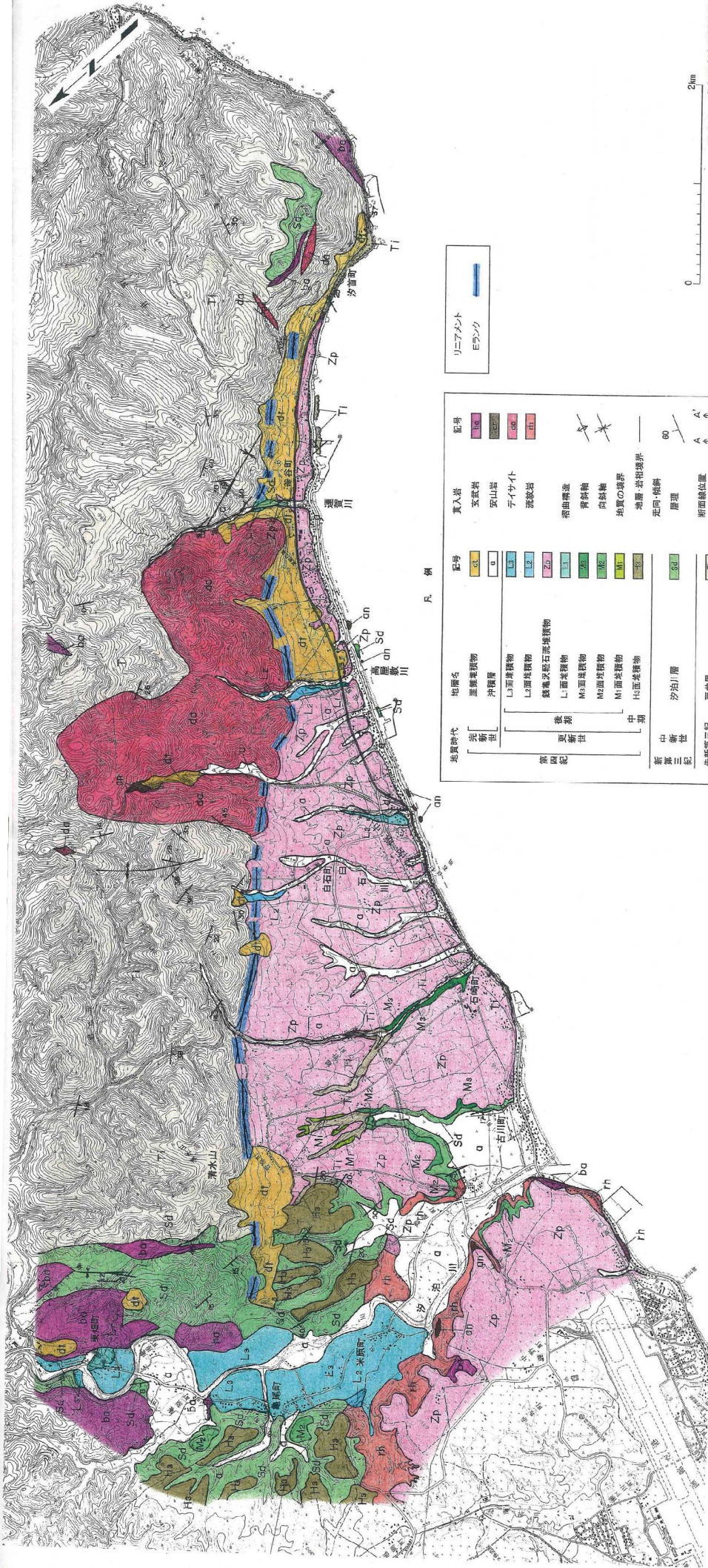


ルートマップ図

凡例

| 地質時代 | 地層名 | 記号 |
|-------|-----------|------|
| 第四紀 | 崖錐堆積物 | △dt△ |
| | 沖積層 | □a□ |
| 更新世 | 後期 | △dt△ |
| | 銭亀沢軽石流堆積物 | □Zp□ |
| 中新世 | 汐泊川層 | ■Sd■ |
| | 戸井層 | ■Tt■ |
| 先新第三紀 | 貫入岩 | ×rh× |
| | サイト | □rh□ |
| | 流紋岩 | □rh□ |
| | 露頭柱状観察位置 | U1 |
| | 露頭位置 | ○ |
| | 断面線位置 | ⑤↔ |
| | リニアメント | ⑥↔ |
| | Eランク | ■ |

図-2.4 運賃川付近の調査結果 (ルートマップ及び地質断面図)

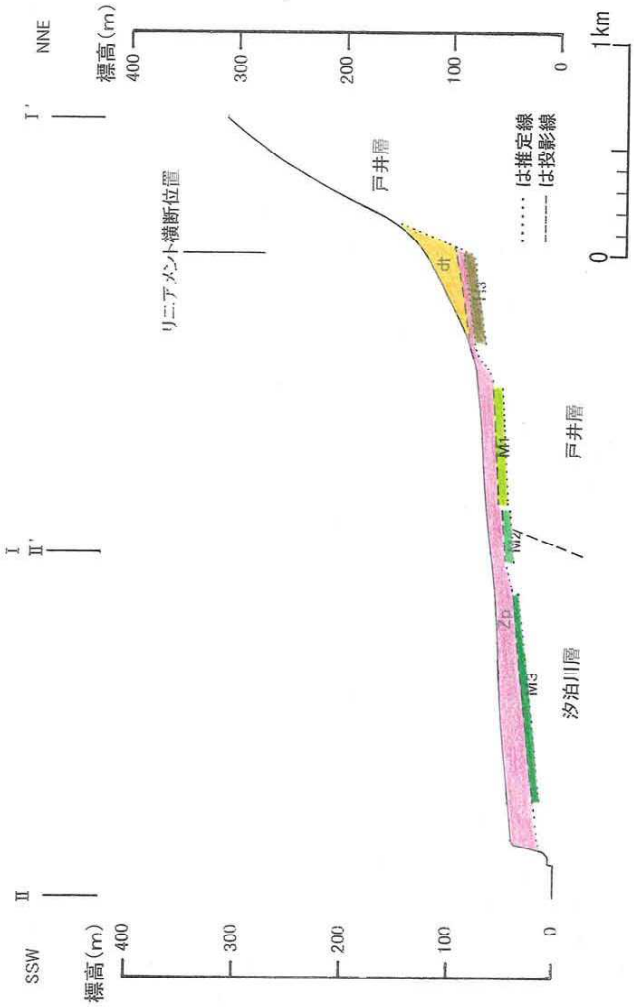
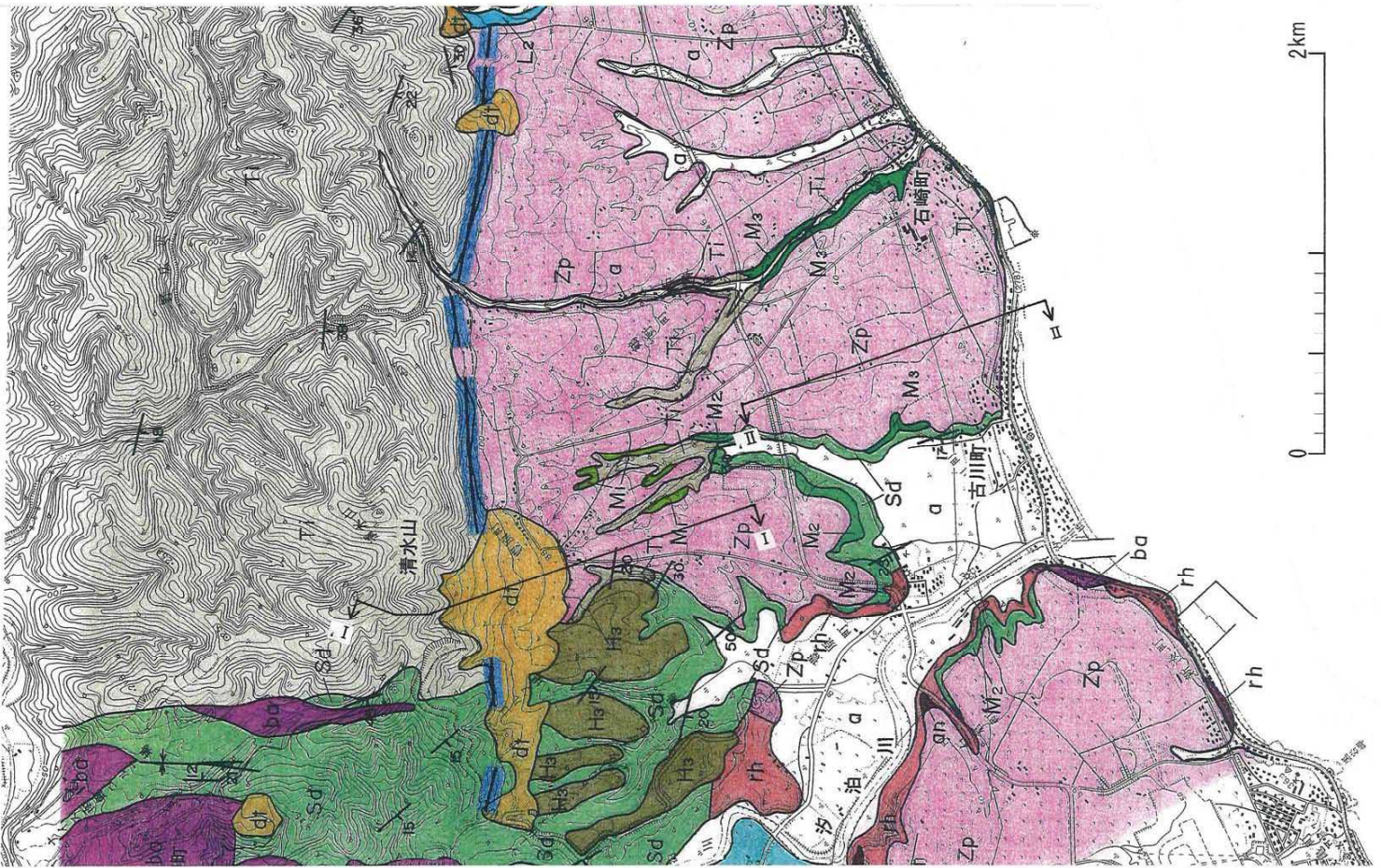


凡例

| 地質時代 | 地層名 | 記号 | 真入岩 | 記号 |
|------|--------|----|-------|-----|
| 新第三紀 | 沖積層 | Q | 玄武岩 | ba |
| | 沖積層 | Q | 安山岩 | sa |
| 第四紀 | L1面堆積物 | L1 | デイサイト | di |
| | L2面堆積物 | L2 | 流紋岩 | ri |
| | L3面堆積物 | L3 | 凝結岩 | kei |
| | 礫層堆積物 | Zp | 凝結岩 | kei |
| | 礫層堆積物 | Zp | 凝結岩 | kei |
| 中新世 | M1面堆積物 | M1 | 凝結岩 | kei |
| | M2面堆積物 | M2 | 凝結岩 | kei |
| | M3面堆積物 | M3 | 凝結岩 | kei |
| | M4面堆積物 | M4 | 凝結岩 | kei |
| | M5面堆積物 | M5 | 凝結岩 | kei |
| 中新世 | 沙治川層 | Sd | 凝結岩 | kei |
| | 沙治川層 | Sd | 凝結岩 | kei |
| 先第三紀 | 戸井層 | T | 凝結岩 | kei |
| | | | 凝結岩 | kei |

0 2km

図-2.5 清水山南方断層付近の地質図
2-12



凡例

| 地質時代 | 地層名 | 記号 | 凡例 | |
|-------|-----|-----------|--------|---------|
| 第四紀 | 完新世 | 崖錐堆積物 | 記号: dt | |
| | 更新世 | 沖積層 | 記号: a | 貫入岩 |
| | | L3面堆積物 | 記号: L3 | 玄武岩 |
| | | L2面堆積物 | 記号: L2 | 安山岩 |
| | 後期 | 錢亀沢段石流堆積物 | 記号: Zp | 流紋岩 |
| | | M3面堆積物 | 記号: M3 | 褶曲構造 |
| | | M2面堆積物 | 記号: M2 | 向斜軸 |
| | | M1面堆積物 | 記号: M1 | 地質の境界 |
| | 中期 | H3面堆積物 | 記号: H3 | 地層・岩相境界 |
| | | 新第三紀 | 汐泊川層 | 記号: Sd |
| 先新第三紀 | | 戸井層 | 記号: Ti | 断面線位置 |

| | |
|--------|--|
| リニアメント | |
| Eランク | |

図-2.6 汐泊川付近の地質図及び地質模式断面図

3. 銭亀沢軽石流堆積物の堆積年代

3.1 銭亀沢軽石流堆積物中の炭化木の¹⁴C法年代測定

(1) 「第四紀露頭集-日本のテフラ」に記載されている露頭

銭亀沢軽石流堆積物の露頭については、「第四紀露頭集-日本のテフラ」(日本第四紀学会第四紀露頭集編集委員会 編, 1996⁽³⁾)において、戸井町小安付近の露頭が記載されているが、この露頭は現在では存在しない。露頭位置を図-3.1 に、記載内容を図-3.2 に示す。

(2) 高屋敷川試料

前記露頭の東南東方約 500m の、高屋敷川沿いにおいて、日本第四紀学会第四紀露頭集編集委員会 編(1996)⁽³⁾による記載とほぼ同様の層序を示す露頭が存在するとしている。露頭位置を図-3.3 に示す。申請者は、本露頭の銭亀沢軽石流堆積物中から炭化木片を採取し、¹⁴C法による年代測定を実施している。試料採取露頭の柱状図及び試料の産状等を図-3.3 に示す。

本試料は、銭亀沢軽石流堆積物に取り込まれた炭化木片であるとし、銭亀沢軽石流の噴火により炭化したものと判断している。また、本試料は露頭表面の風化部を取り除いたうえで採取しており、この炭化木片の¹⁴C法年代は銭亀沢軽石流堆積物の堆積年代を示唆するものと判断している。

本試料の¹⁴C法年代は、47,220yBP以上*)という値を得ている。
測定結果を表-3.1に示す。

*)測定の基本は西暦1950年

(3) 運賀川試料

高屋敷川露頭の更に東南東方約2kmの、運賀川沿いにおいても同様に銭亀沢軽石流堆積物の露頭が存在するとしている。露頭位置を図-3.4に示す。本露頭の銭亀沢軽石流堆積物中からも炭化木片を採取し、¹⁴C法による年代測定を実施している。試料採取露頭の柱状図及び試料の産状等を図-3.4に示す。

本試料は、銭亀沢軽石流堆積物に取り込まれた炭化木片であるとし、銭亀沢軽石流の噴火により炭化したものと判断している。また、試料は露頭表面の風化部を取り除いたうえで採取しており、この炭化木片の¹⁴C法年代は銭亀沢軽石流堆積物の堆積年代を示唆するものと判断している。

本試料の¹⁴C法年代は、49,990yBP以上*)という値を得ている。
測定結果を表-3.1に示す。

*)測定の基本は西暦1950年

なお、年代測定用試料の採取にあたっては、いずれも試料の二次汚染を避ける手段を採用したこと、採取後の処理にあたっては、不純物を十分取り除く処理を行ったこと、試料の分析にあ

たつては、放射能測定法よりも高感度の加速器質量分析法（AMS）により分析したこと、年代値の算出にあたっては適切な方法で算出及び補正を行ったことから、求められた年代値が真の年代よりも古い年代を示した可能性は極めて低いとしている。

3.2 レスクロノメトリーによる銭亀女那川火山灰層の噴出年代推定

(1) 方法

銭亀沢軽石流堆積物と同時に噴出した降下堆積物である銭亀女那川火山灰層(以下「Z-M」という。)があり、レスクロノメトリーの手法を用いてZ-Mの噴出年代を推定している。

Z-Mの年代推定に係る支笏第一火山灰層(以下「Spfa-1」という。)の噴出年代について、近年いくつかの異なる年代が報告されているため、レスクロノメトリーを用いてまずSpfa-1の噴出年代を推定し、次にこれを用いてZ-Mの噴出年代を推定している。

- 1) Spfa-1の噴出年代を、その直上下に分布するクッチャロ庶路火山灰層(以下「Kc-Sr」という。)と阿蘇4火山灰層(以下「Aso-4」という。)の噴出年代を使用して求めている(網走市浦士別露頭)。
- 2) 1)により求められたSpfa-1及びAso-4の噴出年代を使用してZ-Mの噴出年代を求めている(大樹町拓北露頭)。

これらのレスクロノメトリーによる年代推定が行われた露頭の

位置を図-3.5 に示す。

レスクロノメトリーによる調査を行った露頭は、堆積物がほぼ平坦で水平に堆積しており、砂層や礫層の挟在もないことから、安定した堆積環境を示す露頭であったとしている。広域火山灰層の認定にあたっては、複数の広域火山灰層の層序を確認して認定するとともに、表-3.2 に示すとおり特徴的な鉱物の確認や火山ガラス等の屈折率の測定を行って確認したとしている。

(2) Spfa-1 の年代推定

網走市浦士別における露頭の地質柱状、年代計算の表及びレスの層厚と年代との関係図をあわせて図-3.6 に示す。本露頭において、Spfa-1 が Kc-Sr と Aso-4 とに挟まれて分布しており、それらの間のレスの層厚と火山灰層の噴出年代とを使用して、Spfa-1 の噴出年代として約 41.4ka が得られている。

なお、柳田(1994)⁽⁴⁾によると、¹⁴C 法による Spfa-1 中の炭化木片の年代値として、42,000±1,800yBP が得られている。

(3) Z-M の年代推定

大樹町拓北における露頭の地質柱状、年代計算の表及びレスの層厚と年代との関係図をあわせて図-3.7 に示す。Z-M が Spfa-1 と Aso-4 とに挟まれて分布しており、それらの間のレスの層厚

と火山灰層の噴出年代とを使用して、Z-M の噴出年代として約 50.5ka が得られている。

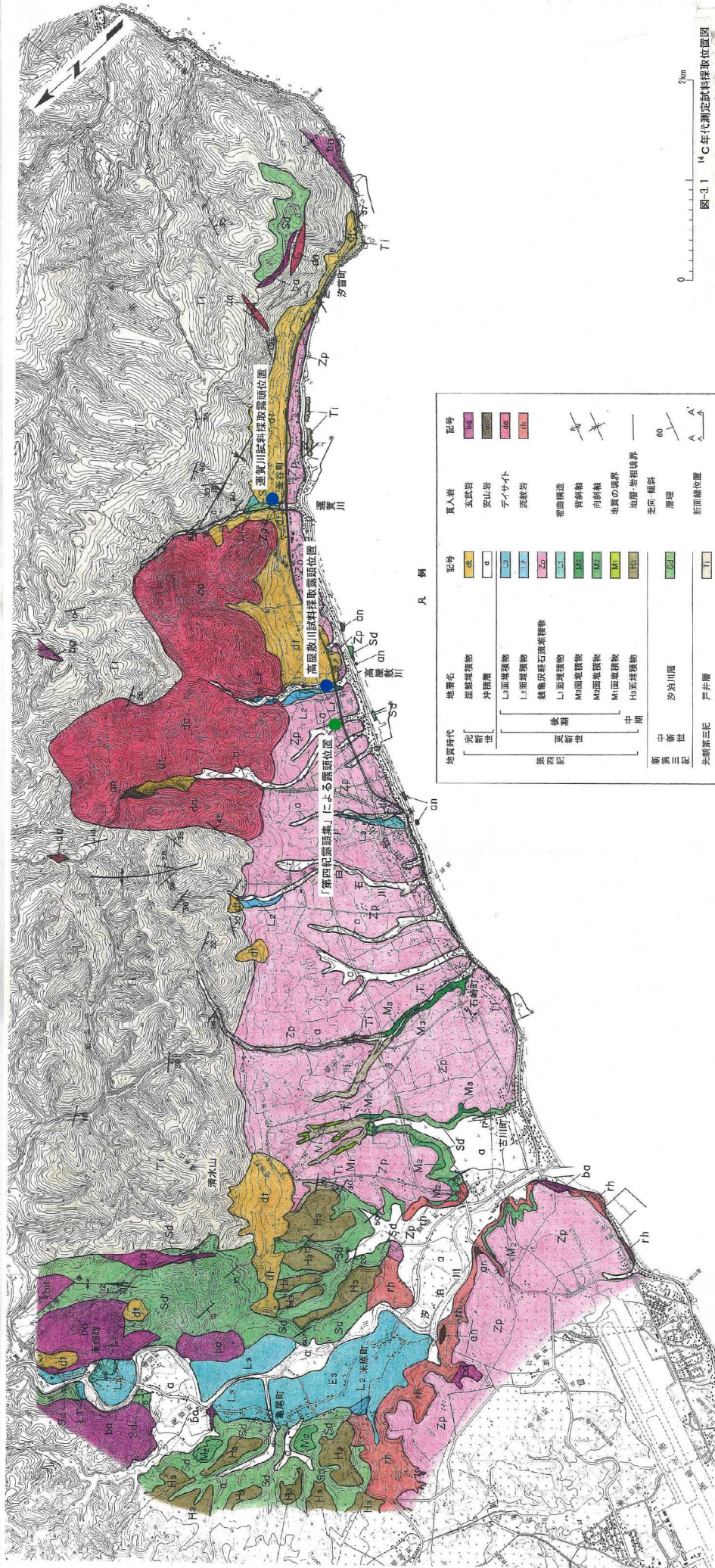
本露頭には、Z-M を挟んで 4 枚の広域火山灰層が分布しており、図-3.7 に示すように洞爺火山灰層(以下「Toya」という。)から Spfa-1 の間に断続的に火山灰層が認められ、レスの供給が間断なく行われたと推定している。また、本露頭は、河成段丘の平坦面上に耕作された牧草地を切土して作られた人工露頭であり、堆積物の保存が良いことからレスクロノメトリーの手法を用いた年代を求めるのに適するものと判断している。

3.3 銭亀沢軽石流堆積物堆積年代の評価

以上のように、申請者は、銭亀沢軽石流堆積物に関し、同堆積物中の炭化木の¹⁴C 法年代測定結果と、同堆積物と同起源の銭亀女那川火山灰層のレスクロノメトリーにより求めた年代値とからその堆積年代を約 5 万年前とし、¹⁴C 法年代測定及びレスクロノメトリーのいずれにおいても測定法自体は適切であったことを確認したとしている。

しかしながら、¹⁴C 法による年代値は 47,220 y. B. P. と 49,990 y. B. P. で測定限界に至ること、また、レスクロノメトリーはその特徴から、耐震設計上考慮する断層か否かの判断のために使用される 5 万年前前後の詳細な年代推定の根拠とするには、十

分な精度を有していないことから，錢亀沢軽石流堆積物の堆積年代が確実に5万年前以前であると評価することはできないとしている。



| 地質時代 | | 凡例 | |
|------|----------|--------|----|
| 記号 | 地質名 | 記号 | 凡例 |
| ab | 凝結礫物 | 真入岩 | |
| a | 沖積層 | 玄武岩 | |
| L1 | L1面層礫物 | 安山岩 | |
| L2 | L2面層礫物 | チャイサイト | |
| L3 | L3面層礫物 | 流紋岩 | |
| L4 | L4面層礫物 | | |
| L5 | L5面層礫物 | | |
| L6 | L6面層礫物 | | |
| L7 | L7面層礫物 | | |
| L8 | L8面層礫物 | | |
| L9 | L9面層礫物 | | |
| L10 | L10面層礫物 | | |
| L11 | L11面層礫物 | | |
| L12 | L12面層礫物 | | |
| L13 | L13面層礫物 | | |
| L14 | L14面層礫物 | | |
| L15 | L15面層礫物 | | |
| L16 | L16面層礫物 | | |
| L17 | L17面層礫物 | | |
| L18 | L18面層礫物 | | |
| L19 | L19面層礫物 | | |
| L20 | L20面層礫物 | | |
| L21 | L21面層礫物 | | |
| L22 | L22面層礫物 | | |
| L23 | L23面層礫物 | | |
| L24 | L24面層礫物 | | |
| L25 | L25面層礫物 | | |
| L26 | L26面層礫物 | | |
| L27 | L27面層礫物 | | |
| L28 | L28面層礫物 | | |
| L29 | L29面層礫物 | | |
| L30 | L30面層礫物 | | |
| L31 | L31面層礫物 | | |
| L32 | L32面層礫物 | | |
| L33 | L33面層礫物 | | |
| L34 | L34面層礫物 | | |
| L35 | L35面層礫物 | | |
| L36 | L36面層礫物 | | |
| L37 | L37面層礫物 | | |
| L38 | L38面層礫物 | | |
| L39 | L39面層礫物 | | |
| L40 | L40面層礫物 | | |
| L41 | L41面層礫物 | | |
| L42 | L42面層礫物 | | |
| L43 | L43面層礫物 | | |
| L44 | L44面層礫物 | | |
| L45 | L45面層礫物 | | |
| L46 | L46面層礫物 | | |
| L47 | L47面層礫物 | | |
| L48 | L48面層礫物 | | |
| L49 | L49面層礫物 | | |
| L50 | L50面層礫物 | | |
| L51 | L51面層礫物 | | |
| L52 | L52面層礫物 | | |
| L53 | L53面層礫物 | | |
| L54 | L54面層礫物 | | |
| L55 | L55面層礫物 | | |
| L56 | L56面層礫物 | | |
| L57 | L57面層礫物 | | |
| L58 | L58面層礫物 | | |
| L59 | L59面層礫物 | | |
| L60 | L60面層礫物 | | |
| L61 | L61面層礫物 | | |
| L62 | L62面層礫物 | | |
| L63 | L63面層礫物 | | |
| L64 | L64面層礫物 | | |
| L65 | L65面層礫物 | | |
| L66 | L66面層礫物 | | |
| L67 | L67面層礫物 | | |
| L68 | L68面層礫物 | | |
| L69 | L69面層礫物 | | |
| L70 | L70面層礫物 | | |
| L71 | L71面層礫物 | | |
| L72 | L72面層礫物 | | |
| L73 | L73面層礫物 | | |
| L74 | L74面層礫物 | | |
| L75 | L75面層礫物 | | |
| L76 | L76面層礫物 | | |
| L77 | L77面層礫物 | | |
| L78 | L78面層礫物 | | |
| L79 | L79面層礫物 | | |
| L80 | L80面層礫物 | | |
| L81 | L81面層礫物 | | |
| L82 | L82面層礫物 | | |
| L83 | L83面層礫物 | | |
| L84 | L84面層礫物 | | |
| L85 | L85面層礫物 | | |
| L86 | L86面層礫物 | | |
| L87 | L87面層礫物 | | |
| L88 | L88面層礫物 | | |
| L89 | L89面層礫物 | | |
| L90 | L90面層礫物 | | |
| L91 | L91面層礫物 | | |
| L92 | L92面層礫物 | | |
| L93 | L93面層礫物 | | |
| L94 | L94面層礫物 | | |
| L95 | L95面層礫物 | | |
| L96 | L96面層礫物 | | |
| L97 | L97面層礫物 | | |
| L98 | L98面層礫物 | | |
| L99 | L99面層礫物 | | |
| L100 | L100面層礫物 | | |
| L101 | L101面層礫物 | | |
| L102 | L102面層礫物 | | |
| L103 | L103面層礫物 | | |
| L104 | L104面層礫物 | | |
| L105 | L105面層礫物 | | |
| L106 | L106面層礫物 | | |
| L107 | L107面層礫物 | | |
| L108 | L108面層礫物 | | |
| L109 | L109面層礫物 | | |
| L110 | L110面層礫物 | | |
| L111 | L111面層礫物 | | |
| L112 | L112面層礫物 | | |
| L113 | L113面層礫物 | | |
| L114 | L114面層礫物 | | |
| L115 | L115面層礫物 | | |
| L116 | L116面層礫物 | | |
| L117 | L117面層礫物 | | |
| L118 | L118面層礫物 | | |
| L119 | L119面層礫物 | | |
| L120 | L120面層礫物 | | |
| L121 | L121面層礫物 | | |
| L122 | L122面層礫物 | | |
| L123 | L123面層礫物 | | |
| L124 | L124面層礫物 | | |
| L125 | L125面層礫物 | | |
| L126 | L126面層礫物 | | |
| L127 | L127面層礫物 | | |
| L128 | L128面層礫物 | | |
| L129 | L129面層礫物 | | |
| L130 | L130面層礫物 | | |
| L131 | L131面層礫物 | | |
| L132 | L132面層礫物 | | |
| L133 | L133面層礫物 | | |
| L134 | L134面層礫物 | | |
| L135 | L135面層礫物 | | |
| L136 | L136面層礫物 | | |
| L137 | L137面層礫物 | | |
| L138 | L138面層礫物 | | |
| L139 | L139面層礫物 | | |
| L140 | L140面層礫物 | | |
| L141 | L141面層礫物 | | |
| L142 | L142面層礫物 | | |
| L143 | L143面層礫物 | | |
| L144 | L144面層礫物 | | |
| L145 | L145面層礫物 | | |
| L146 | L146面層礫物 | | |
| L147 | L147面層礫物 | | |
| L148 | L148面層礫物 | | |
| L149 | L149面層礫物 | | |
| L150 | L150面層礫物 | | |
| L151 | L151面層礫物 | | |
| L152 | L152面層礫物 | | |
| L153 | L153面層礫物 | | |
| L154 | L154面層礫物 | | |
| L155 | L155面層礫物 | | |
| L156 | L156面層礫物 | | |
| L157 | L157面層礫物 | | |
| L158 | L158面層礫物 | | |
| L159 | L159面層礫物 | | |
| L160 | L160面層礫物 | | |
| L161 | L161面層礫物 | | |
| L162 | L162面層礫物 | | |
| L163 | L163面層礫物 | | |
| L164 | L164面層礫物 | | |
| L165 | L165面層礫物 | | |
| L166 | L166面層礫物 | | |
| L167 | L167面層礫物 | | |
| L168 | L168面層礫物 | | |
| L169 | L169面層礫物 | | |
| L170 | L170面層礫物 | | |
| L171 | L171面層礫物 | | |
| L172 | L172面層礫物 | | |
| L173 | L173面層礫物 | | |
| L174 | L174面層礫物 | | |
| L175 | L175面層礫物 | | |
| L176 | L176面層礫物 | | |
| L177 | L177面層礫物 | | |
| L178 | L178面層礫物 | | |
| L179 | L179面層礫物 | | |
| L180 | L180面層礫物 | | |
| L181 | L181面層礫物 | | |
| L182 | L182面層礫物 | | |
| L183 | L183面層礫物 | | |
| L184 | L184面層礫物 | | |
| L185 | L185面層礫物 | | |
| L186 | L186面層礫物 | | |
| L187 | L187面層礫物 | | |
| L188 | L188面層礫物 | | |
| L189 | L189面層礫物 | | |
| L190 | L190面層礫物 | | |
| L191 | L191面層礫物 | | |
| L192 | L192面層礫物 | | |
| L193 | L193面層礫物 | | |
| L194 | L194面層礫物 | | |
| L195 | L195面層礫物 | | |
| L196 | L196面層礫物 | | |
| L197 | L197面層礫物 | | |
| L198 | L198面層礫物 | | |
| L199 | L199面層礫物 | | |
| L200 | L200面層礫物 | | |

図-3.1 14C年代測定試料採取位置図

函館周辺に分布する後期更新世のテフラ層

—津軽海峡函館沖から噴出した銭亀女那川テフラ—

山縣耕太郎

地名：北海道戸井町小安 緯度・経度：N41°44'40" E141°53'58" 標高：20m

露頭種別・現況：谷壁，現存 堆積物の種別と年代：降下軽石堆積物，火砕流堆積物，更新世後期

記載時期：1985年7月 キーワード：銭亀火山，銭亀女那川テフラ，津軽海峡

北海道南部函館市街東方の海岸に沿う台地は，銭亀沢火砕流堆積物(瀬川，1980)と呼ばれる角閃石に富む白色非溶結の火砕流堆積物からなる。一方，亀田半島の東端に位置する恵山火山周辺には女那川降下火山灰が記載された(中川，1961)。両者は別々のテフラ層と考えられていたが，山縣ほか(1989)によって一連の噴火によって噴出されたテフラであることが確かめられた。さらには，さらに東方の日高沿岸地域から十勝平野にかけて分布している日高降下軽石堆積物(春日井ほか，1978)とも対比され，銭亀女那川テフラ(Z-M)と命名された。本露頭は，銭亀沢火砕流堆積物と女那川降下火山灰の関係が確認できる数少ない露頭の一つである。礫層と粘土層の上に厚さ80cmの淘汰の良い粗粒降下軽石があり，その上を火砕流堆積物が直接覆っている。両堆積物の境界には土壌も浸食の痕跡も認められない。この地点で降下軽石は，軽石の粒径変化から4つのユニットに分けられる。この4つのユニットは，降下軽石のみが分布する恵山付近では7つユニットのうち下部4ユニットに対比される。上部3ユニットは火砕流と同時に噴出したことがわかる。戸井町女那川の漁協前の露頭では，この7つのユニットが，よく観察できる。また，この露頭ではZ-Mの下位に灰白色ガラス質火山灰の洞爺テフラ(Toya)が認められ，ToyaとZ-Mの間の火山灰土中からAso-4のガラスが検出された。Z-Mの給源については，降下軽石堆積物の層厚および粒径，および火砕流堆積物中の岩片の大きさの変化，さらに海底地形から函館市東部汐泊川河口沖約2.5kmの津軽海峡海底と推定された。また，その噴出年代は¹⁴C年代値や他のテフラとの層序関係，河成段丘との関係から最終氷期の前半で，33～45kaの間に入ると考えられる。このテフラの詳しい岩石記載の特徴や対比の根拠，分布，給源については山縣ほか(1989)を参照されたい。

文献：春日井ほか(1978)，中川(1961)，瀬川(1980)，
山縣ほか(1989)



2.5万分の1『汐首』
(函館2号-2)

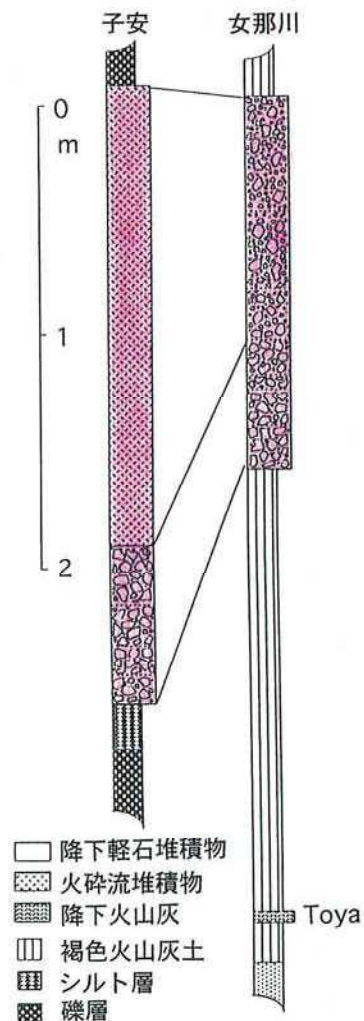


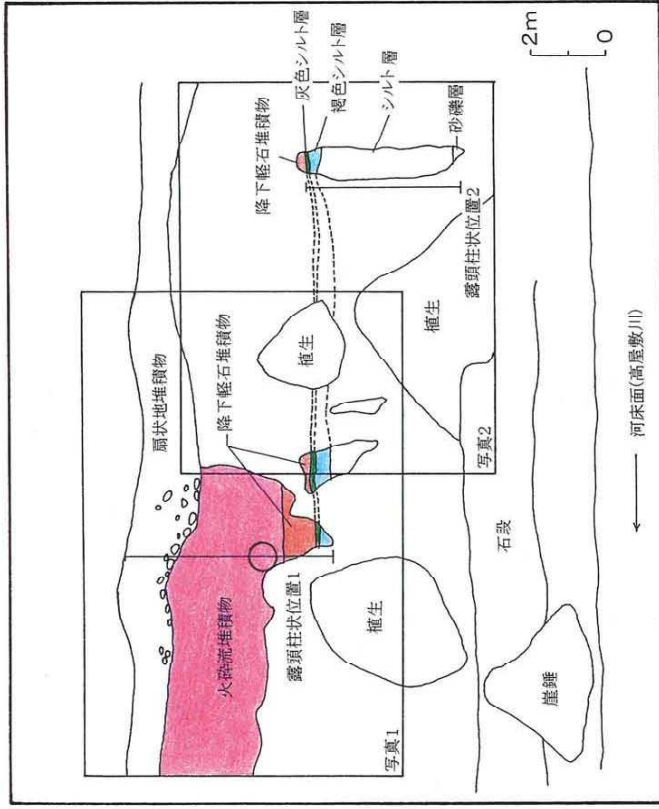
図-3.2 「第四紀露頭集—日本のテフラ」に示される銭亀女那川テフラ



写真1(スケールは2m)



写真2(スケールは2m)



炭化木片の産状

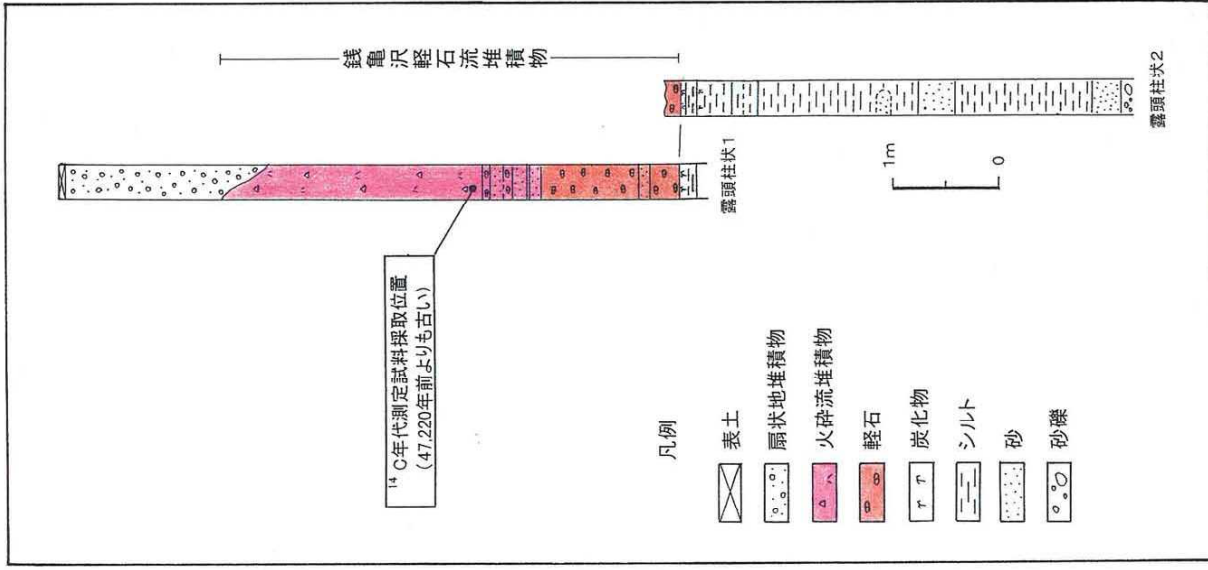


図-3.3 高屋敷川右岸の¹⁴C年代測定試料採取露頭の地質性状及び試料の産状

表-3.1 ^{14}C 年代測定結果

高屋敷川露頭

| 試料名 | 処理・調製・その他 | 処理後の試料種 | 測定方法 | 初期重量 | 前処理後重量 | ^{14}C 年代 (yBP) | $\delta^{13}\text{C}$ (‰PDB) | 補正後 ^{14}C 年代 (yBP) |
|-----|-----------------------|---------|--------------------|---------|---------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| T-1 | 酸-アルカリ-酸処理 グラファイト化 | 炭化物 | AMS法 (加速器質量分析法) | 103.4 g | 64.5 mg | >47,210 | -24.7 | >47,220 |

運賃川露頭

| 試料名 | 処理・調製・その他 | 処理後の試料種 | 測定方法 | 初期重量 | 前処理後重量 | ^{14}C 年代 (yBP) | $\delta^{13}\text{C}$ (‰PDB) | 補正後 ^{14}C 年代 (yBP) |
|-----|-----------------------|---------|--------------------|--------|--------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| U-1 | 酸-アルカリ-酸処理 グラファイト化 | 生木 | AMS法 (加速器質量分析法) | 14.3 g | 1.34 g | >50,010 | -26.0 | >49,990 |

^{14}C の半減期は5568年を用いた。
年代の基準は西暦1950年



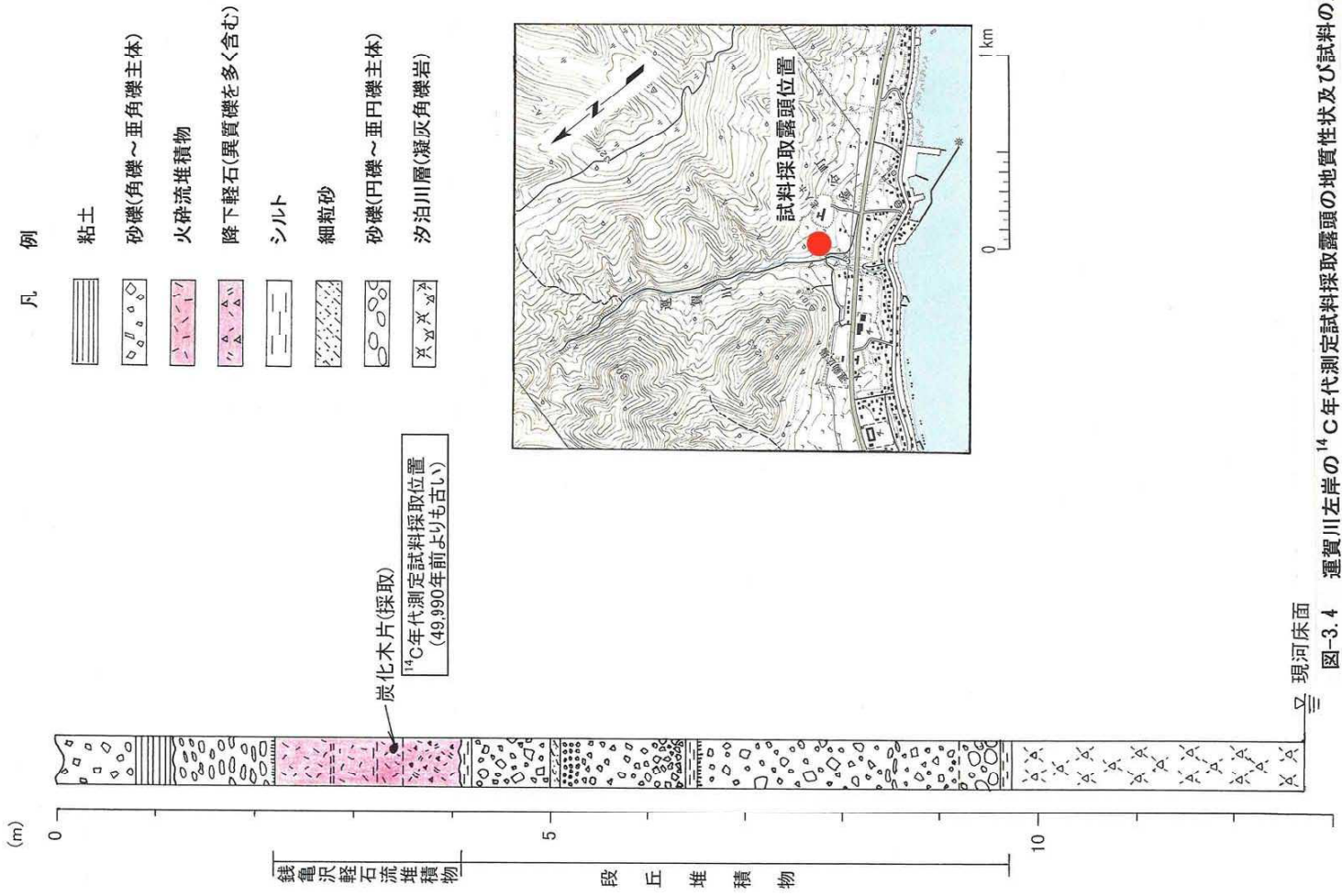
露頭全景



炭化木片(採取)

銭亀沢軽石流堆積物

炭化木片の産状



凡例

- 粘土
- 砂礫(角礫~亜角礫主体)
- 火砕流堆積物
- 降下軽石(異質礫を多く含む)
- シルト
- 細粒砂
- 砂礫(円礫~亜円礫主体)
- 汐泊川層(凝灰角礫岩)

図-3.4 運賃川左岸の¹⁴C年代測定試料採取露頭の地質性状及び試料の産状

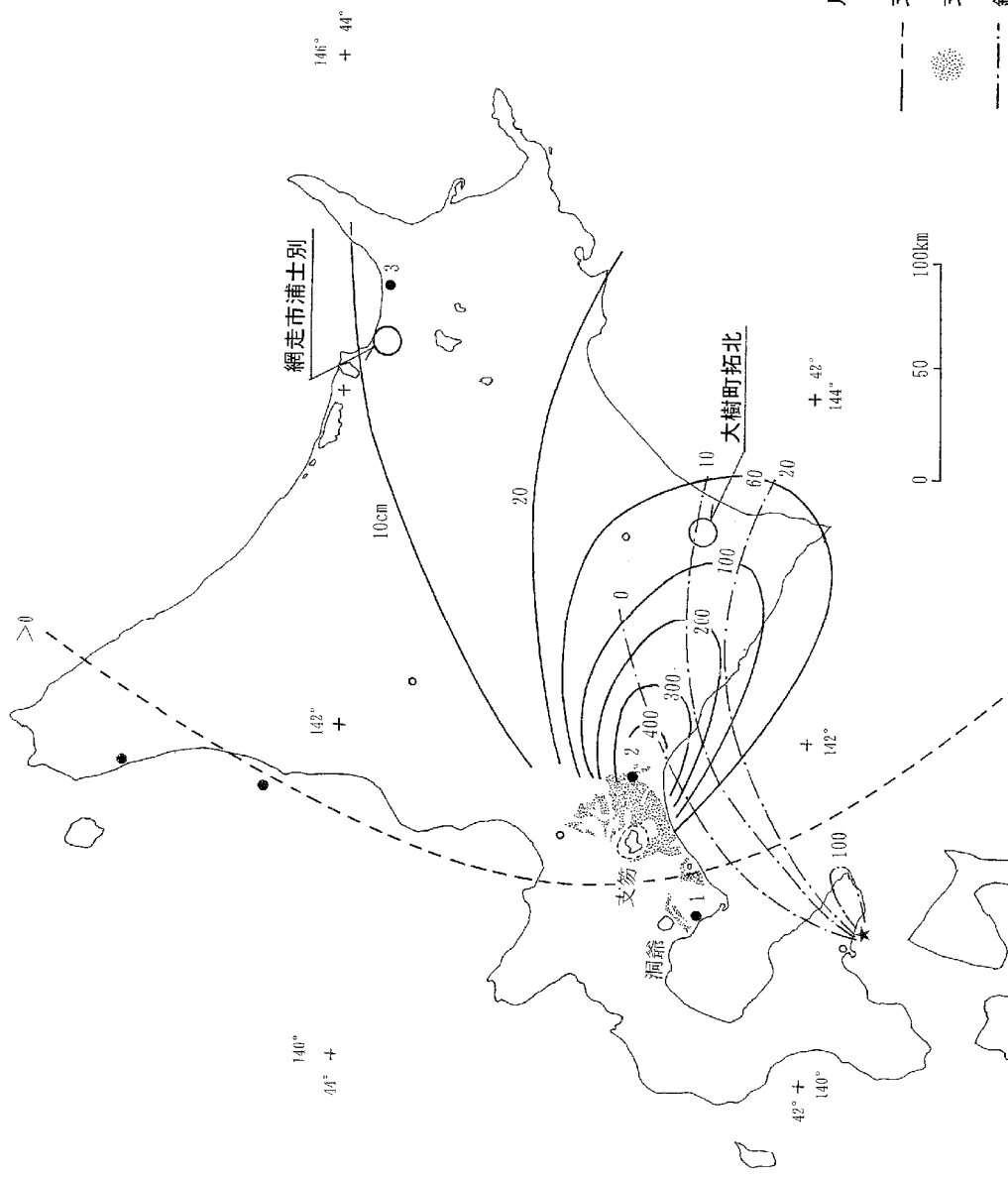


図2-4-7 支笏第1降下軽石 (Spfa) の等層厚線と支笏火砕流堆積物 (Spfl) , および北西太平洋における支笏第1火山灰の分布
 模式地: 1. 伊達市館山, 2. 千歳市美々, 3. 斜里町斜里。
 [勝井 (1958a) , 勝井 (1959) を改訂]

凡 例

- 支笏第1降下軽石等層厚線(単位はcm)
- 支笏火砕流堆積物分布域
- - - 銭亀女那川火山灰等厚保線(単位はcm)
- ★ 銭亀女那川火山灰推定噴出口

町田・新井(2003)に加筆。

なお、北西太平洋の支笏第1火山灰確認地点は範囲外のため割愛。

表-3.2 火山灰の屈折率

| 火山灰名 | 記号 (新井(1992)による) | 火山ガラス | | 火山ガラスの屈折率 | | 斜方輝石の屈折率 | | 備考 |
|--------------|---------------------|------------------|-------------|-------------|------------------|--------------------------|-------------|----|
| | | 形態 ¹⁾ | 申請者による | 文献による | 文献 ²⁾ | 申請者による | 文献による | |
| 町田・新井 | Spfa-1 | pm ≧ bw | 1.500-1.502 | 1.501-1.505 | A | 1.732-1.735 | 1.729-1.735 | A |
| 支笏第1 | Z-M | pm ≧ bw | 1.500-1.502 | 1.505-1.513 | B | 1.709-1.712, 1.722-1.724 | 1.710-1.726 | C |
| 銭亀女那川 阿蘇4 | Aso-4 | bw ≧ pm | 1.507-1.509 | 1.506-1.510 | A | - ³⁾ | 1.699-1.701 | A |

¹⁾pm: 脛石型ガラス、bw: バブル型ガラス

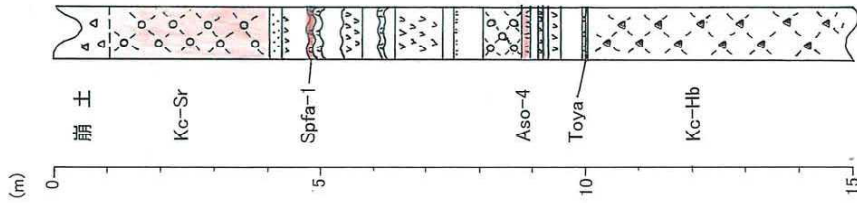
²⁾A: 町田・新井(2003): 新編火山灰アトラス[日本列島とその周辺], 東京大学出版会, 336p.

B: 山縣(1994): 支笏およびタタラ火山のデフロクログロジ-, 地学雑誌, vol.103, no.3, pp.268-285.

C: 山縣・町田・新井(1989): 銭亀-女那川テフラ: 津軽海峡函館沖から噴出した後期更新世のテフラ, 地理学評論, vol.62, no.A-3, pp.195-207.

³⁾Aso-4起源の斜方輝石は含まれていなかった

露頭柱状図



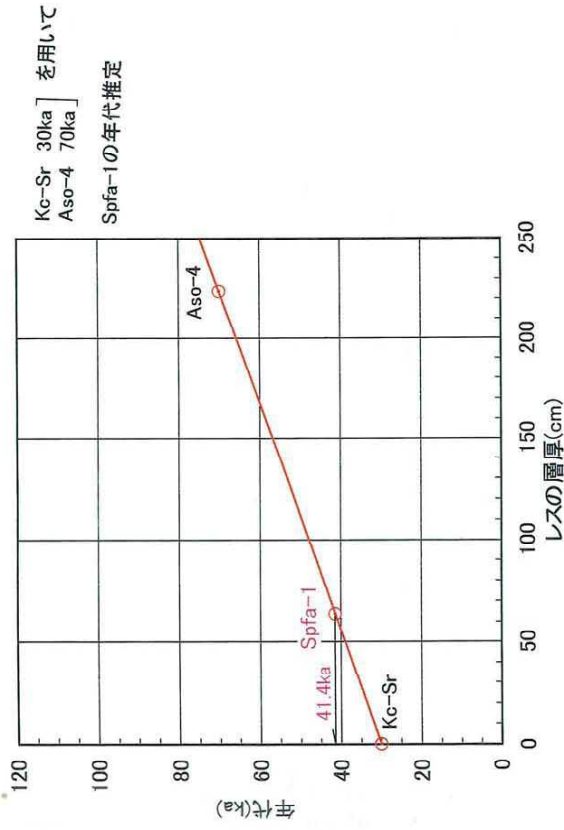
Kc-Sr : クッチャヤロ庶路火山灰
 Spfa-1 : 支笏第1火山灰
 Aso-4 : 阿蘇4火山灰
 Toya : 洞爺火山灰
 Kc-Hb : クッチャヤロ羽幌火山灰

年代計算表

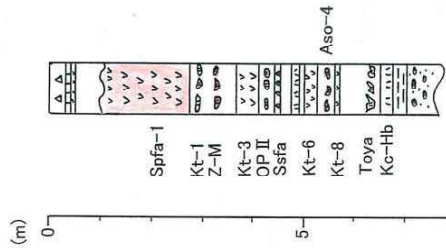
| 指標火山灰 | 略号 | レスの層厚 (cm) | 年代 (ka) |
|----------------|---------------|------------|----------------|
| クッチャヤロ庶路火山灰 | Kc-Sr | | 30 ①) |
| 支笏第一火山灰 | Spfa-1 | 63.5 | 41.4 ②) |
| 阿蘇4火山灰 | Aso-4 | 160 | 70 ③) |

ka: 千年前
 ①) 町田・新井(1992)による
 ②) 本手法による
 ③) 町田ほか(1985)による

レスの層厚と年代の関係図



露頭柱状図

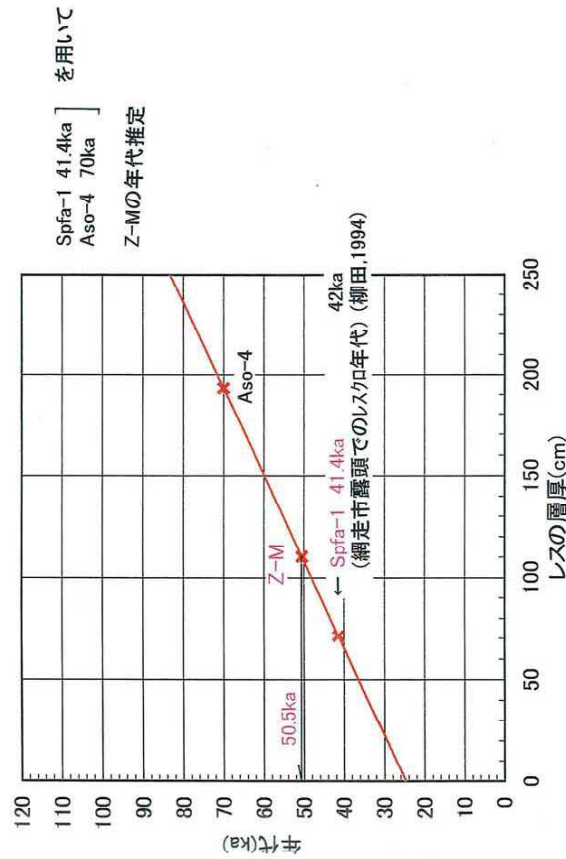


年代計算表

| 指標テフラ (地表) | 略号 | レスの層厚 (cm) | 年代 (ka) |
|---------------|--------|---------------|------------|
| 支笏第1火山灰 | Spfa-1 | 71 | 41.4 1) |
| 銭亀女那川火山灰 | Z-M | 39 | 50.5 1) |
| 阿蘇4火山灰 | Aso-4 | 83 | 70 2) |

ka: 千年前
 1) 本手法による
 2) 町田ほか(1985)による

レスの層厚と年代の関係図



4. 清水山南方断層の活動性評価

以上のことから、申請者は、銭亀沢軽石流堆積物の堆積年代が確実に5万年前以前であるとは評価できず、清水山南方断層の5万年前以降の活動については、同断層が銭亀沢軽石流堆積物に変位を与えていないことをもって、これを確実に否定できるものではないとしている。

したがって、申請者は、清水山南方断層の5万年前以降の活動を確実に否定できていないことから、安全評価上、第四紀後期の活動を考慮するとしている。

5. 耐震設計上考慮すべき長さの評価

図-5.1 に汐泊川付近の段丘面高度分布図を示す。

清水山南方断層の西方延長に分布する汐泊川付近に認められる M_2 面堆積物は、リニアメント延長位置を横断して汐泊川の河床勾配にほぼ平行に分布するとしている。また、 H_3 面堆積物は、リニアメント延長位置を横断してほぼ水平に分布するとしている。

これらのことから、清水山南方断層は、少なくとも函館市米原町北東方の汐泊川付近よりも北西方向へは延長しないとしている。

また、図-2.5 の地質図に示すとおり、清水山南方断層のリニアメントを、山地と台地との境界にあたる地形の傾斜変換部として判読しており、その南東端は、戸井町汐首町付近であり、それより南東方向へは判読できないとしている。

このことから、清水山南方断層は、戸井町汐首町付近の山体付近よりも南東方向へは延長しないとしている。

したがって、申請者は、清水山南方断層に関し、函館市米原町北東方の汐泊川付近から戸井町汐首町付近にかけての約 11km の区間について、安全評価上、第四紀後期の活動を考慮している。



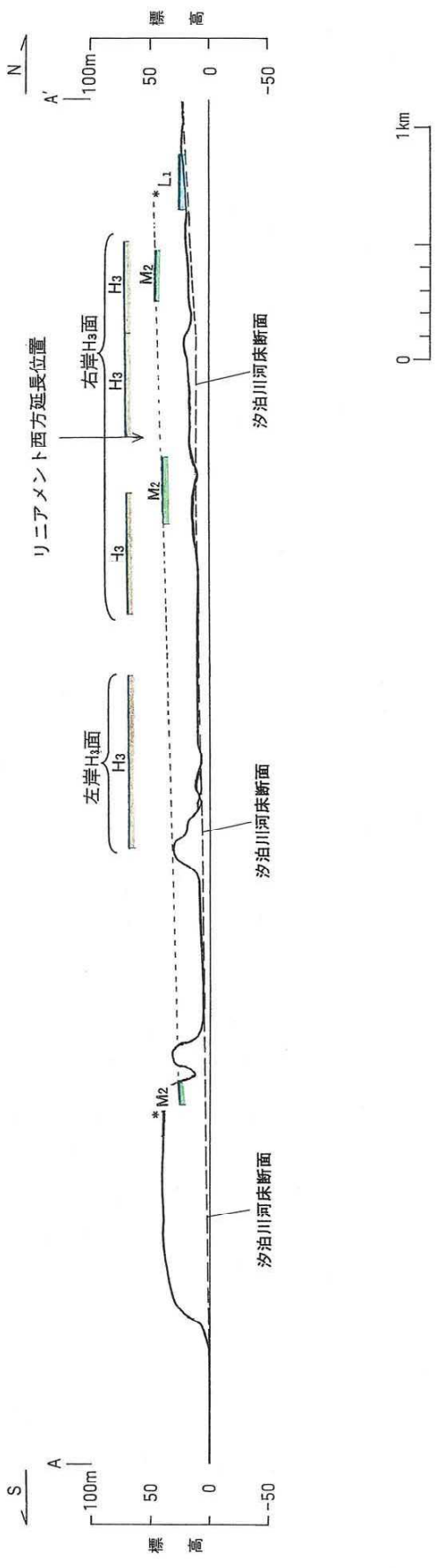
凡 例

| 地質時代 | 地層名 | 記号 | 貫入岩 | 記号 | |
|-------|---------------------|---------------------|----------------|---------|------|
| 第四紀 | 沖積層 | c | 玄武岩 | ba | |
| | L ₃ 面堆積物 | L ₃ | 安山岩 | an | |
| | | L ₂ 面堆積物 | L ₂ | 流紋岩 | rh |
| | 後期 更新世 | 鎌倉沢軽石流堆積物 | Zp | 褶曲構造 | |
| | | L ₁ 面堆積物 | L ₁ | 向斜軸 | |
| | | M ₃ 面堆積物 | M ₃ | 地質の境界 | |
| | | M ₂ 面堆積物 | M ₂ | 地層・岩相境界 | |
| | | M ₁ 面堆積物 | M ₁ | 走向・傾斜 | 60 |
| | 中期 更新世 | H ₃ 面堆積物 | H ₃ | 断面線位置 | A A' |
| | | Sd | Sd | | |
| 中新世 | 汐泊川層 | T1 | | | |
| 先新第三紀 | 戸井層 | T1 | | | |

| | |
|--------|--|
| リニアメント | |
| Eランク | |



図-5.1(1) 汐泊川付近の段丘面高度分布図



凡 例

| 面区分 | 記号 |
|-----|----|
| L1面 | L1 |
| M2面 | M2 |
| H3面 | H3 |

* 堆積物上面標高を示す

図-5.1(2) 汐泊川付近の段丘面高度分布図
5-3

6. 検討結果

以上のことから、申請者が実施した清水山南方断層の地形・地質調査、銭亀沢軽石流堆積物の堆積年代、活動性の評価及び耐震設計上考慮すべき長さの評価の検討方法、検討結果は、妥当なものと判断した。

7. 参考文献

- (1) 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.
- (2) 土木学会原子力土木委員会編 (1985) : 「原子力発電所地質・地盤の調査・試験法および地盤の耐震安定性の評価手法」報告書 第2編, 48p.
- (3) 日本第四紀学会第四紀露頭集編集委員会編 (1996) : 第四紀露頭集-日本のテフラ, 日本第四紀学会, 352p.
- (4) 柳田誠 (1994) : 支笏降下軽石 1 (Spfa-1) の年代資料, 第四紀研究, Vol.33, pp.205-207.