

### 3. 研究報告

#### 3.1 標津断層帯の調査

##### (1) 業務の内容

(a) 業務題目 標津断層帯の調査

(b) 担当者

所属機関	役職	氏名
国立研究開発法人 産業技術総合研究所 信州大学教育学部	主任研究員 教授	吾妻 崇 廣内大助 <sup>#1</sup>

<sup>#1</sup> 令和3年4月から担当者。

(c) 業務の目的

標津断層帯は、北海道の北東部に位置する北東－南西走向の逆断層である（図1）。地震調査研究推進本部地震調査委員会（2005）による長期評価では、最新活動時期、平均変位速度および平均活動間隔のいずれもが不明となっていて、将来の地震発生確率を算出することができていない。この活断層に沿っては、最終氷期に形成された扇状地が撓曲変形を受けている地点が多い。これらの扇状地を構成する礫層の層厚が厚いため、トレンチ調査等で明瞭な断層変形を地表付近で確認することができていない。そのため、地形面の形成年代と変形量に基づき、この活断層の上下成分の平均変位速度の推定を試みる。なお、断層変位地形の変形量計測の一部には、UAV（ドローン）を用いて取得された詳細デジタル地形データを用いる。

(d) 3カ年の年次実施業務の要約

1) 令和元年度：

なし

2) 令和2年度：

対象地域の既往成果の整理を行なうとともに、UAV（ドローン）で取得された地形データに基づく詳細デジタル標高モデルの作成及び空中写真図化による地形断面図を作成し、得られた地形データを用いて標津断層帯による地形面の上下変位量を求めた。

3) 令和3年度

令和2年度に作成した地形断面4測線に加えて、6測線について地形断面図を作成した。これら10測線のうち5測線について、地形面の形成年代を明らかにするためにボーリング調査を実施した。また、活断層の位置と活動時期を確認するため、1地点でトレンチ調査を実施した。ボーリングコアやトレンチ壁面から採取した炭素試料や火山灰試料について分析を行い、それらの年代を明らかにした。得られた年代データと前年度に明らかにして変位量データに基づき、2測線において標津断層帯（開陽断層）の平均変位速度（上下成分）を算出した。

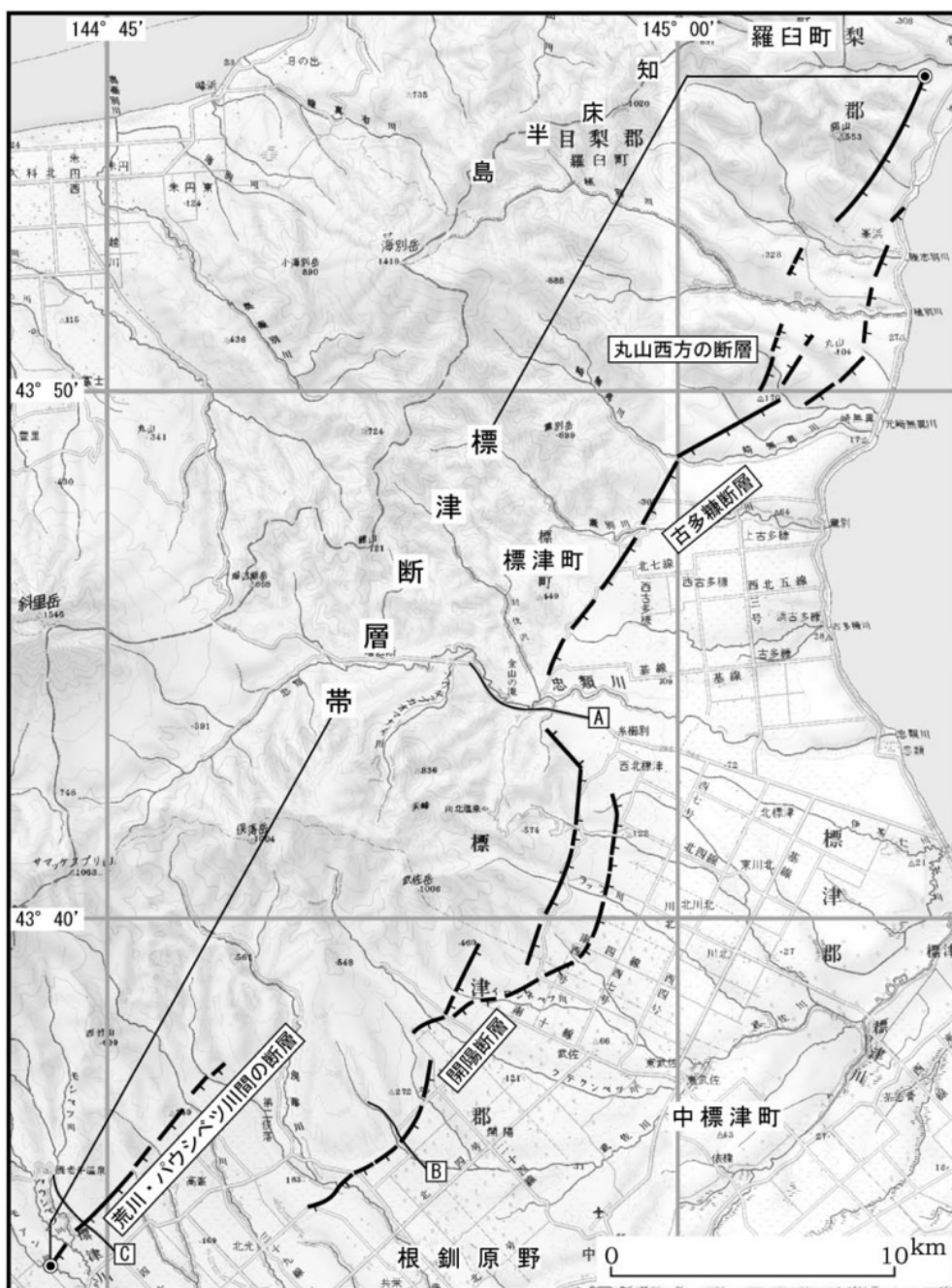


図1 標津断層帯の位置（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2005）

(2) 令和3年度の成果

(3)に記載。

(3) 令和元年度～令和3年度の成果

(a) 業務の要約

標津断層帯の上下成分の平均変位速度を推定するため、主に断層帯の中央部に位置する開陽断層において、地形断面図の作成するための空中写真図化と、地形面の形成年代を

推定するためのボーリング調査を実施した。地形面の形成年代については、主に火山灰分析の結果に基づいて行った。その他、断層帯の北端で新たに推定された断層変位地形について群列ボーリングを実施し、地形面の対比と平均変位速度（上下成分）の算出を試みた。

#### (b) 業務の実施方法

標津断層帯の平均変位速度（上下成分）を算出するため、地形面の上下変位量の計測と形成年代の推定を行った。

令和2年度には、既往文献の整理、調査地の選定、UAVデータを用いた地形解析及び空中写真図化による地形解析を実施し、標津断層帯による地形面の上下変位量の計測を実施した。

令和3年度には、地形解析による上下変位量の算出、ボーリング調査、トレンチ調査、放射性炭素同位体年代測定、火山灰分析、平均変位速度（上下成分）を実施した。

#### (c) 令和元年度の業務の成果

なし

#### (d) 令和2年度の業務の成果

##### 1) 既往研究の整理

##### a) 標津断層帯に関する既往研究

標津断層帯は、北海道東部の知床半島をなす山地の東側の境界に分布する北東－南西走向の断層帯である（図1）。標津断層帯は、北海道目梨郡羅臼町から標津郡標津町を経て同郡中標津町に至る。本断層帯は、北から順に「丸山西方の断層」、「古多糠断層」、「開陽断層」、「荒川・パウシベツ川間の断層」で構成されており、全体としての長さは約52 km以上で、断層の北西側が相対的に隆起する逆断層である。

活断層研究会編（1980）は、知床半島の南東側に「丸山西方」（確実度Ⅱ、活動度B）、「古多糠断層」（確実度Ⅱ、活動度B）、「開陽断層」（確実度Ⅱ、活動度B）、「荒川・パウシベツ川間」（確実度Ⅱ、活動度B）の活断層を図示した。これらのうち「丸山西方」については、更新世中期に形成された第1段丘に西側隆起80 m、更新世末期に形成された第2段丘に東側隆起30 mの上下変位があることが記されているが、平均変位速度については示されていない。また、「開陽断層」については、扇状地面に上下変位量10 m以下の撓曲崖が形成されていることが記載されているが、平均変位速度や扇状地面の形成年代については明らかにされていない。

寒川・他（1987）は、50万分の1活構造図「網走」に活断層研究会編（1980）と同様な活断層を図示しているが、古多糠断層の北方延長に東北東－西南西～北北東－南南西走向の西側隆起の活断層を追記した。

活断層研究会編（1991）は、寒川・他（1987）が示した古多糠断層の北方延長の西側隆起の活断層を同断層に含め、約1～2万年前に形成された第2段丘に西側隆起2 mの上下変位があることを新たに記載したが、平均変位速度は算出せずに「活動度B級」と示した。

松田・他（2000）は、日本陸域の主要起震断層として「標津北断層帯」（活動度B級、断層長 20 km：上述の古多糠断層に相当）と「標津岳南断層帯」（活動度B級、断層長 18 km：上述の開陽断層及び荒川・パウシベツ川間に相当）を記載し、周辺地域の内陸浅部で発生した地震との関係を示した。

中田・今泉編（2002）は、活断層研究会編（1991）が図示した活断層よりもさらに北東側に、3列の推定活断層の存在を指摘した。

北海道（2004、2005）は、トレンチ調査、ボーリング調査、反射法地震探査等を実施したが、過去の断層活動に関する資料が乏しく、具体的な断層活動履歴や平均変位速度は明らかにされていない。

地震調査研究推進本部地震調査委員会（2005）は、既往の調査成果に基づいて標津断層帯の長期評価を行なったが、同断層については過去の断層活動時期、平均活動間隔、平均変位速度に関する情報が得られておらず、将来にこの断層帯が震源となって大地震が発生する確率は算出できていない。また、この断層帯は北東端の沖合の海域に延長していく可能性があり、断層の位置及び長さが正確に把握できていないことから、海域における断層の位置及び長さについて、より確かな資料を得る必要があることを今後の課題として指摘している。

産業技術総合研究所（2019）は、標津断層帯を対象として航空レーザー測量及び既存の詳細DEMデータを利用した地形解析、トレンチ調査、ボーリング調査等を実施した。地形解析では、古多糠断層沿いの詳細地形を明らかにしたほか、その東側において段丘面に西側隆起の変位を与える南北走向の新たな断層変位地形を認定し、東古多糠断層と命名した。また、海底地形データからデジタル標高モデルを作成し、標津断層帯の北東延長を検討した。トレンチ調査では、東古多糠断層の最新活動時期が約 14,000～15,000 年前以後、約 8,000 年前以前であることを明らかにした。ボーリング調査では、扇状地礫層と屈斜路IV火砕流堆積物（約 11 万年前に噴出）の地層境界の深度分布に基づき、古多糠断層の平均変位速度（上下成分）を 0.09～0.02 m/千年と算出した。

吾妻・他（2019）は、航空レーザー測量で取得した詳細デジタル標高データを用いて古多糠断層沿いの変動地形を報告した。それまで山地高度などを指標としていた古多糠断層に沿って、微細な断層変位地形が存在することが明らかにされたが、それらの変位量や平均変位速度に関する検討は行われていない。



## 2) 調査地の選定

2020年7月、10月、11月に現地調査を実施し、令和2年度に地形計測を実施する地点の検討を行なった。当初は航空レーザー測量を実施する予定にしていたが、2020年8月に発生した九州豪雨災害により機材を手配することができなくなってしまったことを受けて、地形計測の手法を変更したため、対象地域をより限定的にするように努めた。

事前に実施した空中写真を用いた地形判読作業及び現地調査の結果、羅臼町の琴萌地区、標津町の西北標津地区と川北地区、中標津町の北武佐地区、開陽地区、俣落地区を候補地に選出した。これらの中から選考を行ない、標津町西北標津地区において UAV で取得されたデータを用いた地形解析を、中標津町の3地区にかかるとする範囲において空中写真図化による地形解析をそれぞれ実施することにした(図2)。

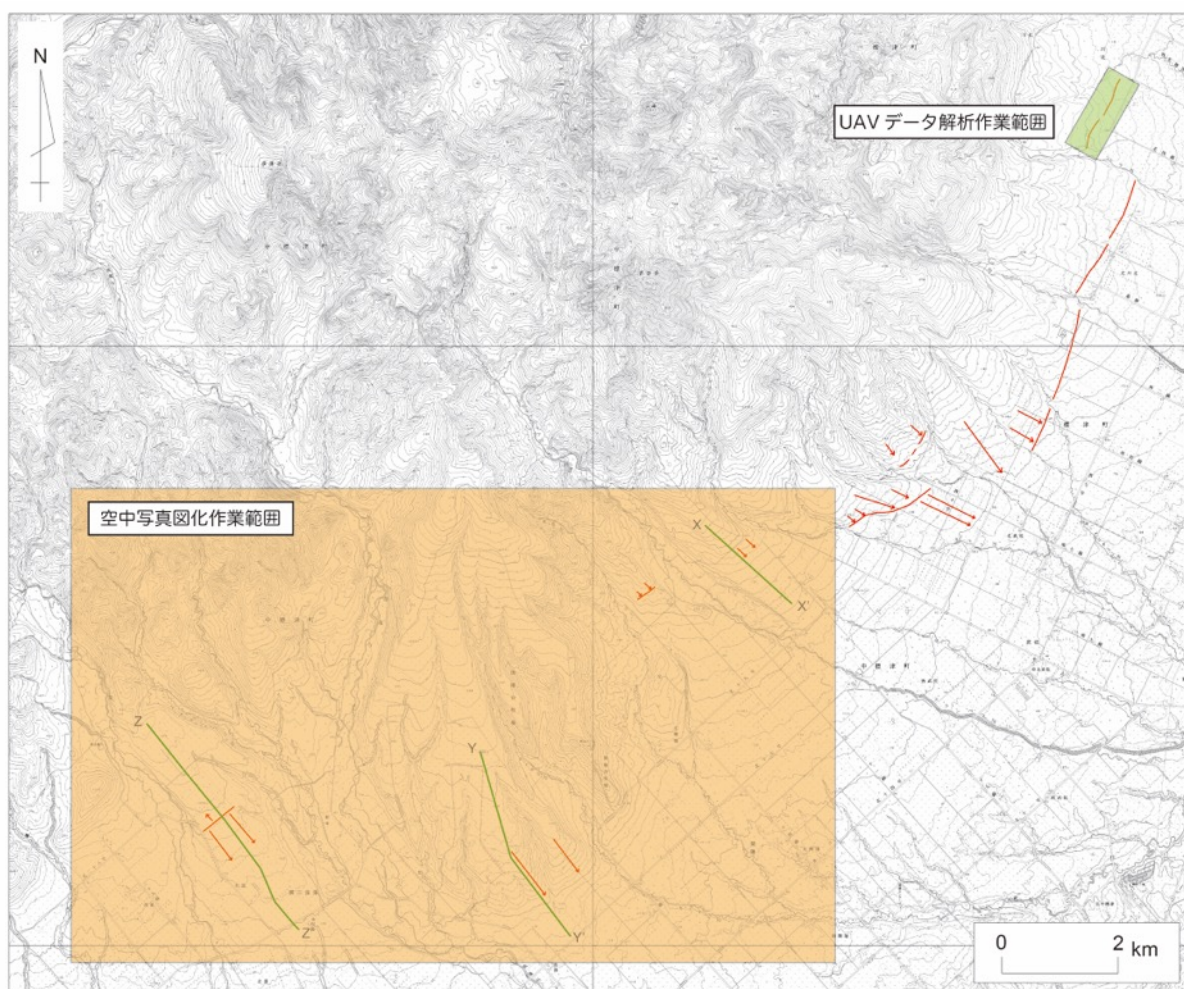


図2 標津断層帯における地形解析の対象地域

基図には「数値地図 25000 (地図画像)『斜里』」(国土地理院, 2003)を用いた。

### 3) UAV データを用いた地形解析

標津町西北標津地区で UAV を用いて計測された地形データを入力し、詳細デジタル標高データを作成して、開陽断層北部の断層変位地形に関するオルソ画像、等高線図、地形陰影図、地形断面図を作成した。詳細デジタル標高データの作成範囲は断層の走向方向（北東－南西方向）に沿って約 1 km でその直交方向（北西－南東方向）に約 500 m の矩形（図 3）であり、データのメッシュサイズは 0.2 m である。詳細デジタル標高データから、開陽断層北部の断層変位地形に関するオルソ画像（図 4）、地形陰影図（図 5）、等高線図（図 6）、地形断面図（図 7）を作成した。この地区では、東に傾き下がる扇状地面上が開陽断層により北西側隆起の変形を受けている。



図 3 UAV により取得された詳細デジタル地形データの範囲  
基図には「数値地図 25000（地図画像）『斜里』」（国土地理院，2003）を用いた。



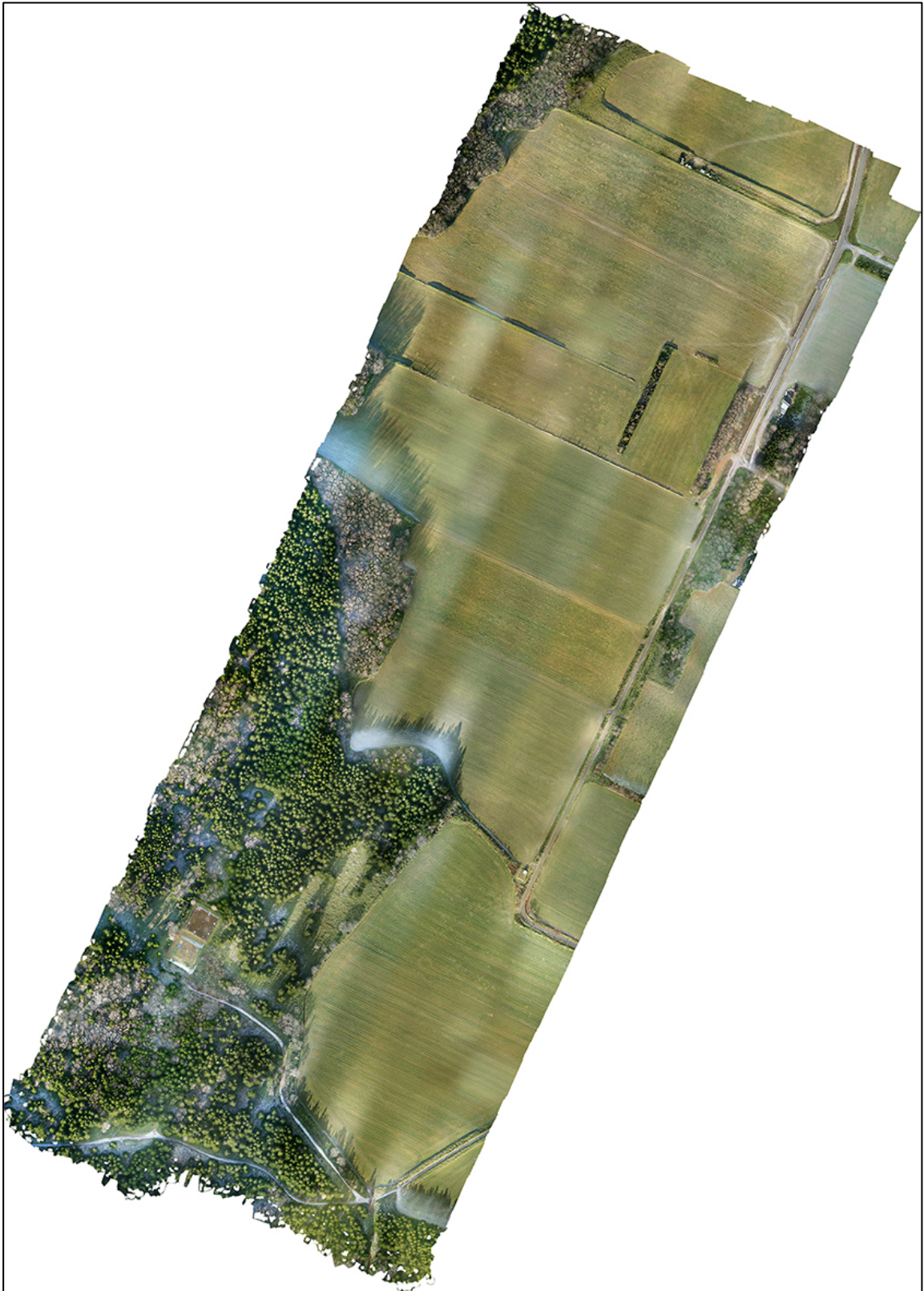


図4 標津町西北標津地区のオルソ画像

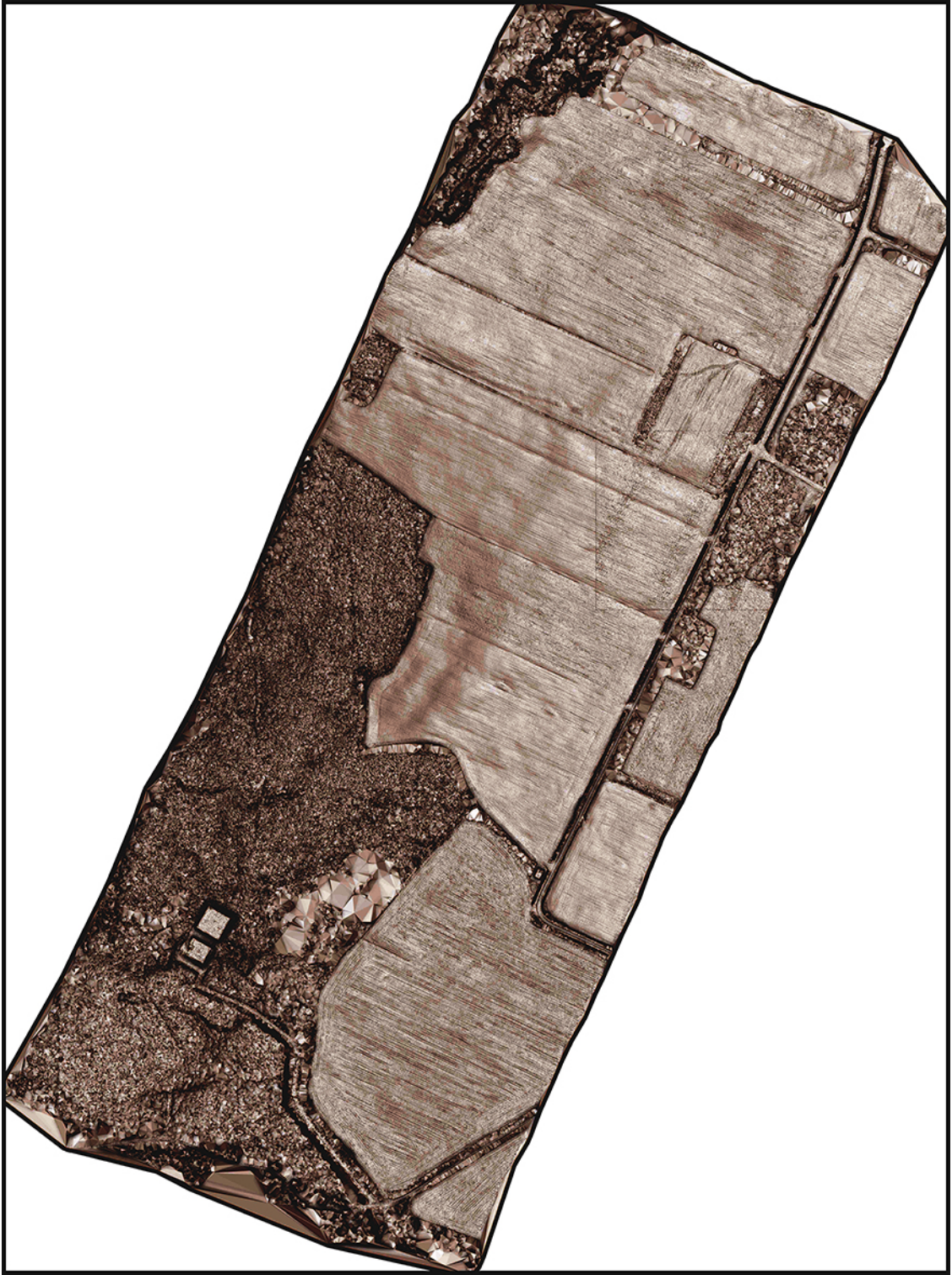


図5 詳細デジタル標高データを用いて作成した地形陰影図



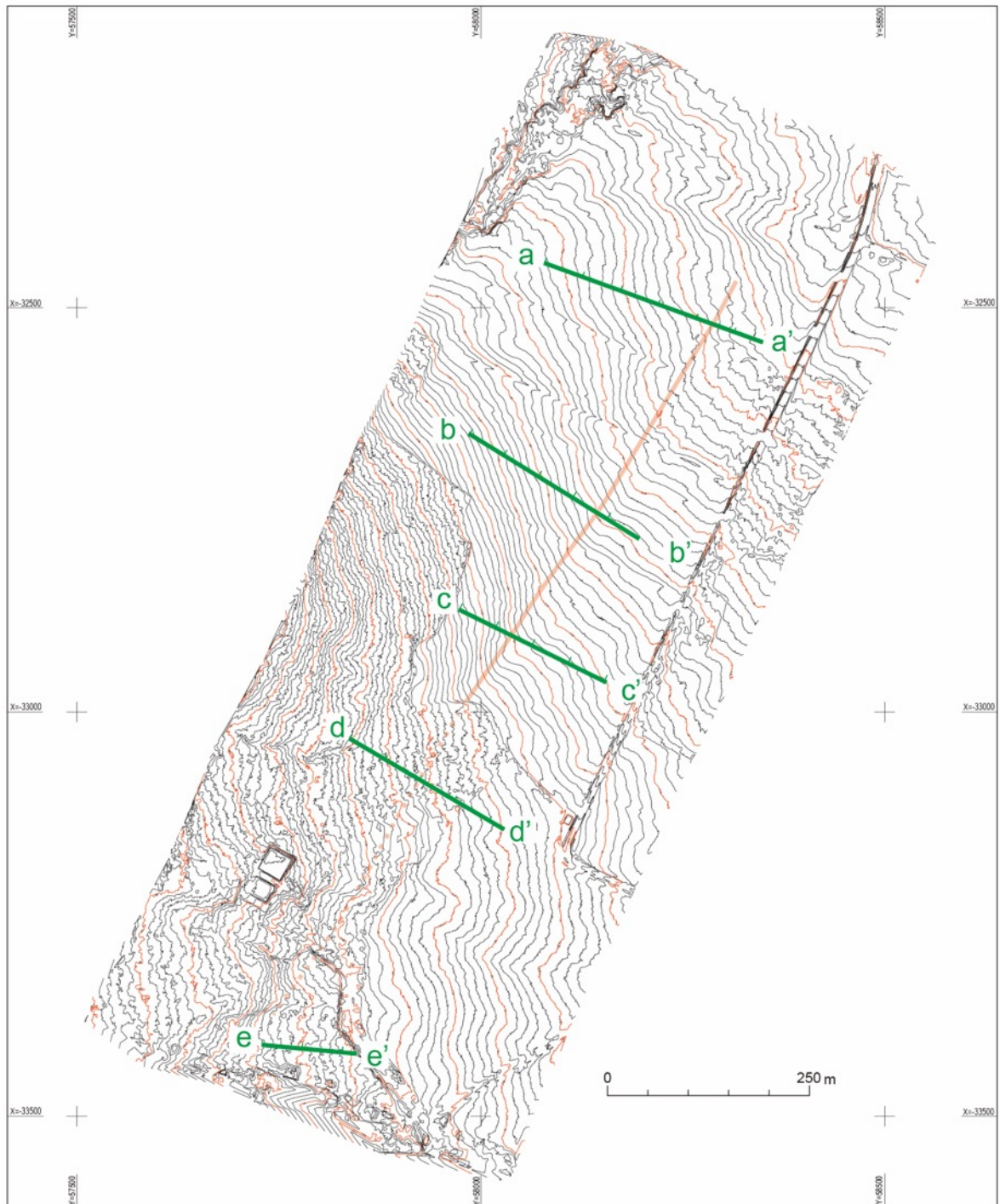


図6 詳細デジタル標高データを用いて作成した等高線図

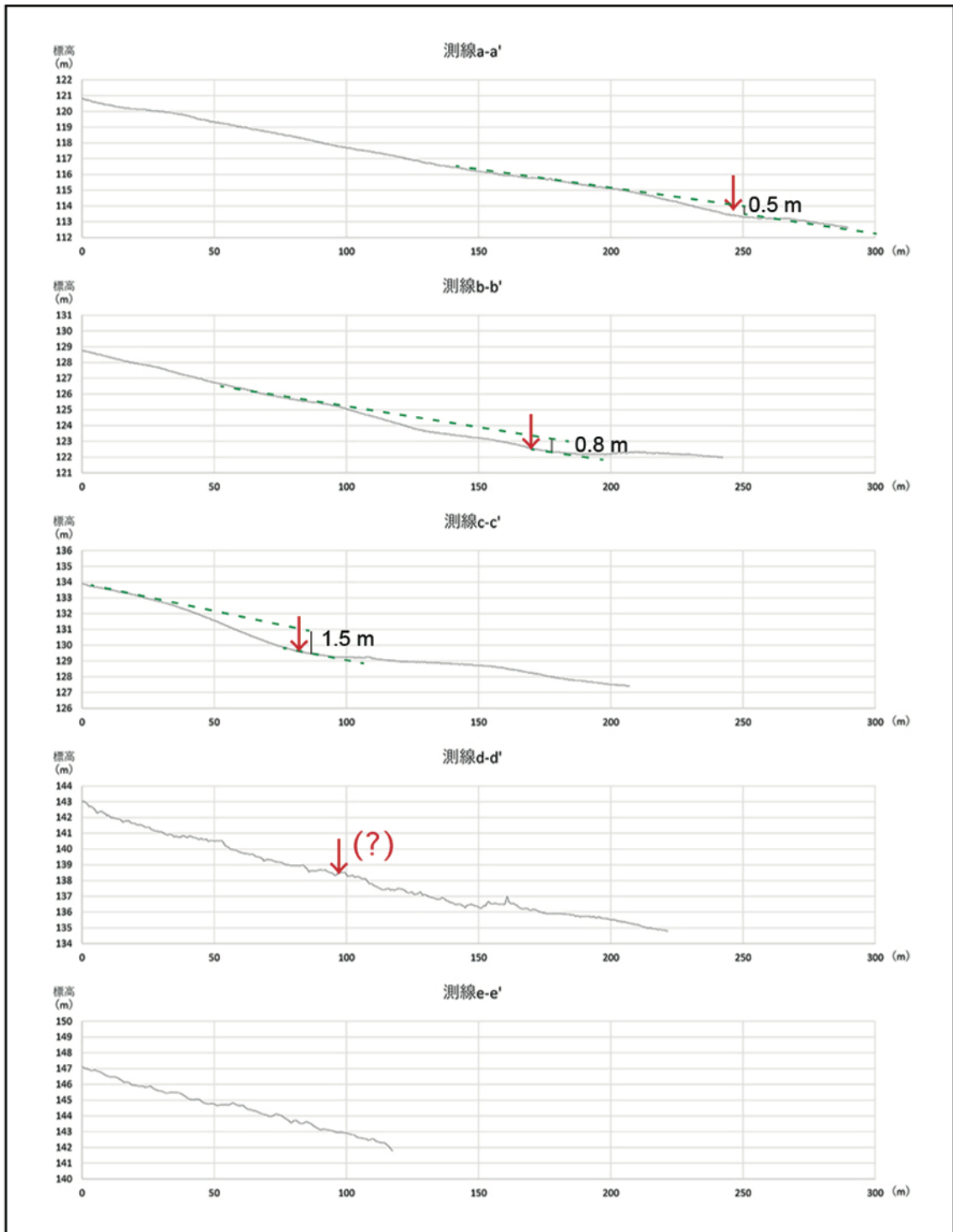


図7 詳細デジタル標高データを用いて作成した地形断面図と  
そこから計測した開陽断層による上下変位量。

赤い下向きの矢印は、地形陰影図及び等高線図を判読した結果から断層が通過することが想定される位置を示す。

#### 4) 空中写真図化による地形解析

中標津町の北武佐地区、開陽地区、俣落地区を対象として、空中写真図化によるデジタル標高データの作成し、それに基づき開陽断層による上下変位量を算出した。デジタル標高モデル作成には、国土地理院が撮影した縮尺 8,000 分の 1 の空中写真 (CH0-78-3、1978 年 10~11 月撮影) と縮尺 15,000 分の 1 の空中写真 (CH0-78-2、1978 年 10 月撮影)、中標津町管内地形図 (縮尺 5,000 分の 1、1981 年 10 月作成) を用いた。一部、管内地形図がない地域については、数値地図 25000 (地図画像)「斜里」を用いた。さらに、デジタル標高モデルを用いて、各地区の 3 測線 (図 8) について地形断面図を作成し、上下変位量を計測した (図 9)。

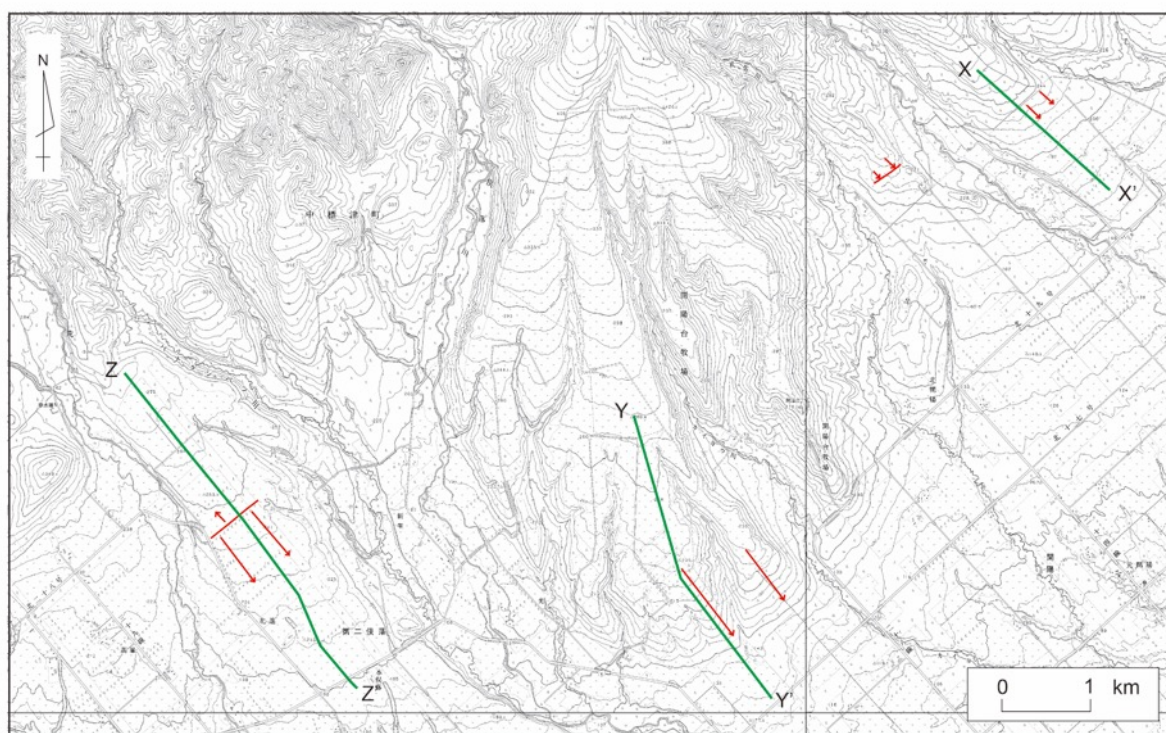


図 8 デジタル標高データを用いて作成した地形断面図の位置図  
基図には「数値地図 25000 (地図画像)『斜里』」(国土地理院, 2003) を用いた。

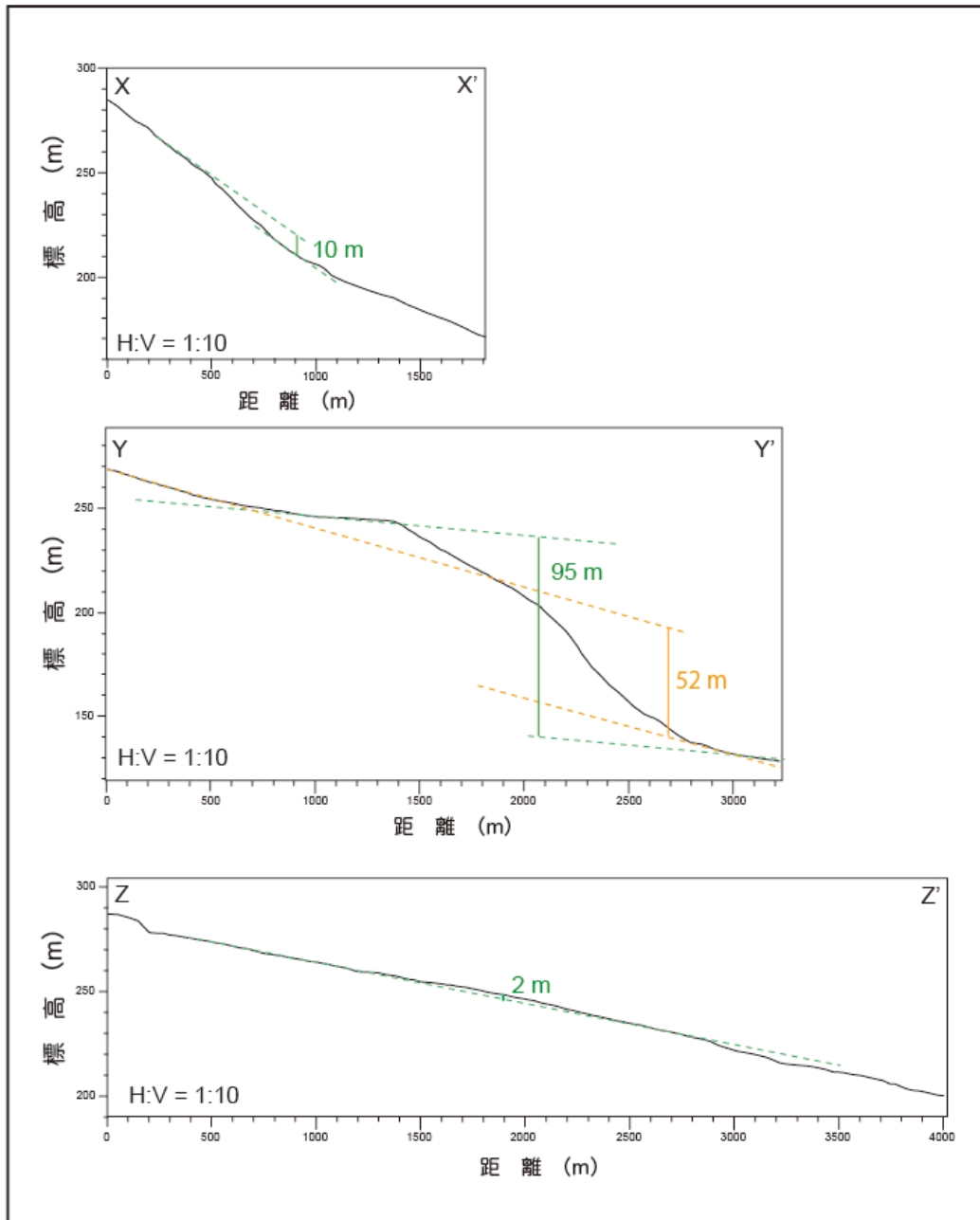


図9 デジタル標高データを用いて作成した地形断面図と上下変位量



(e) 令和3年度の業務の成果

1) 地形解析による上下変位量の算出

既存の空中写真と詳細な地形図を用いて写真測量を行い、デジタル標高モデルを作成した。このデータを用いて地形断面図を作成し、標津断層帯の中央付近に位置する開陽断層（図10）による地形面の上下変位量を算出した。

昨年度に実施した3測線に加え、新たに6測線において空中写真図化による地形断面図を作成した（図11、図12）。また、RTK（Real Time Kinematic）-GPSを用いた現地測量を1測線において実施した。

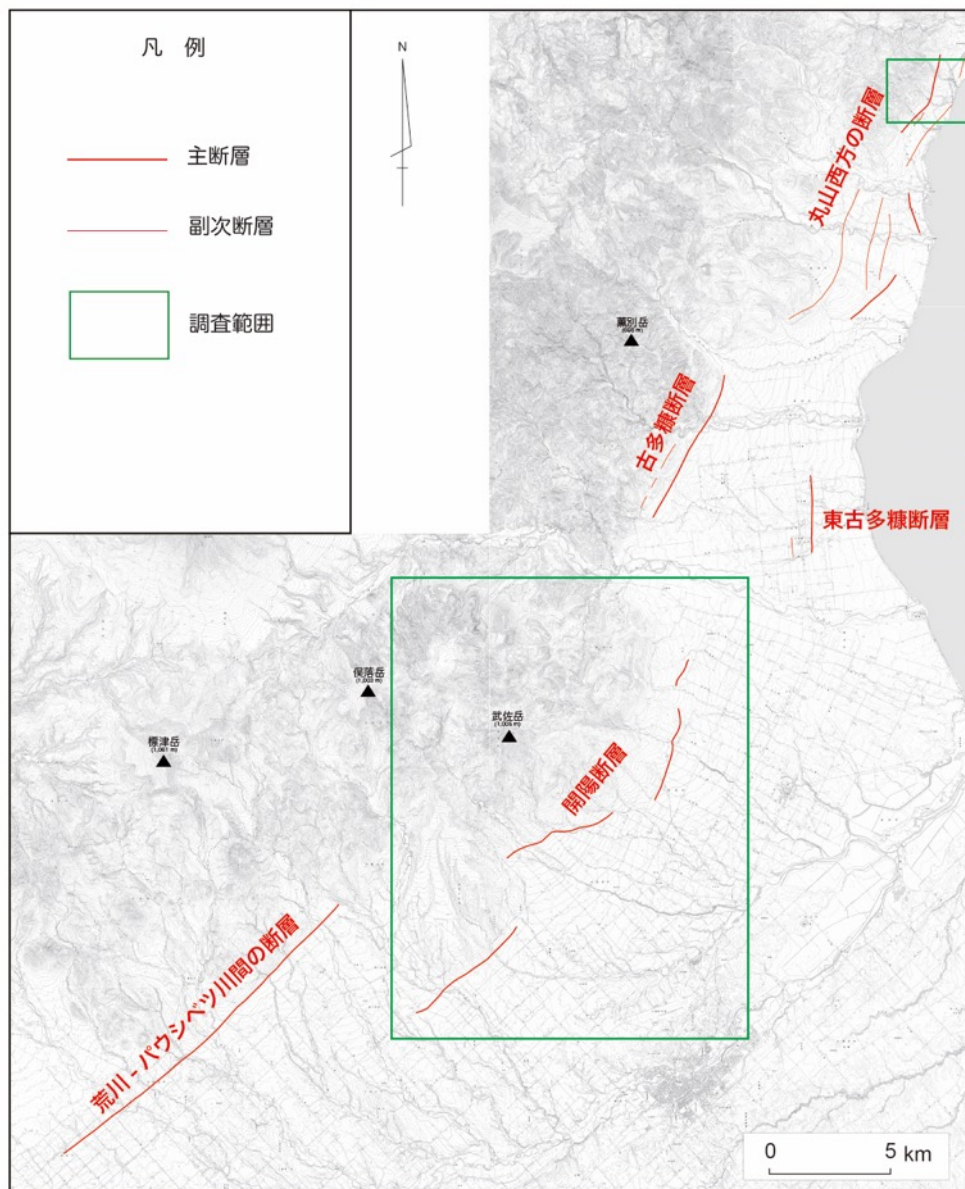


図10 標津断層帯における断層変位地形の分布

基図には「数値地図25000（地図画像）『斜里』」（国土地理院，2003）および「数値地図25000（地図画像）『標津』」（国土地理院，2003）を使用した。

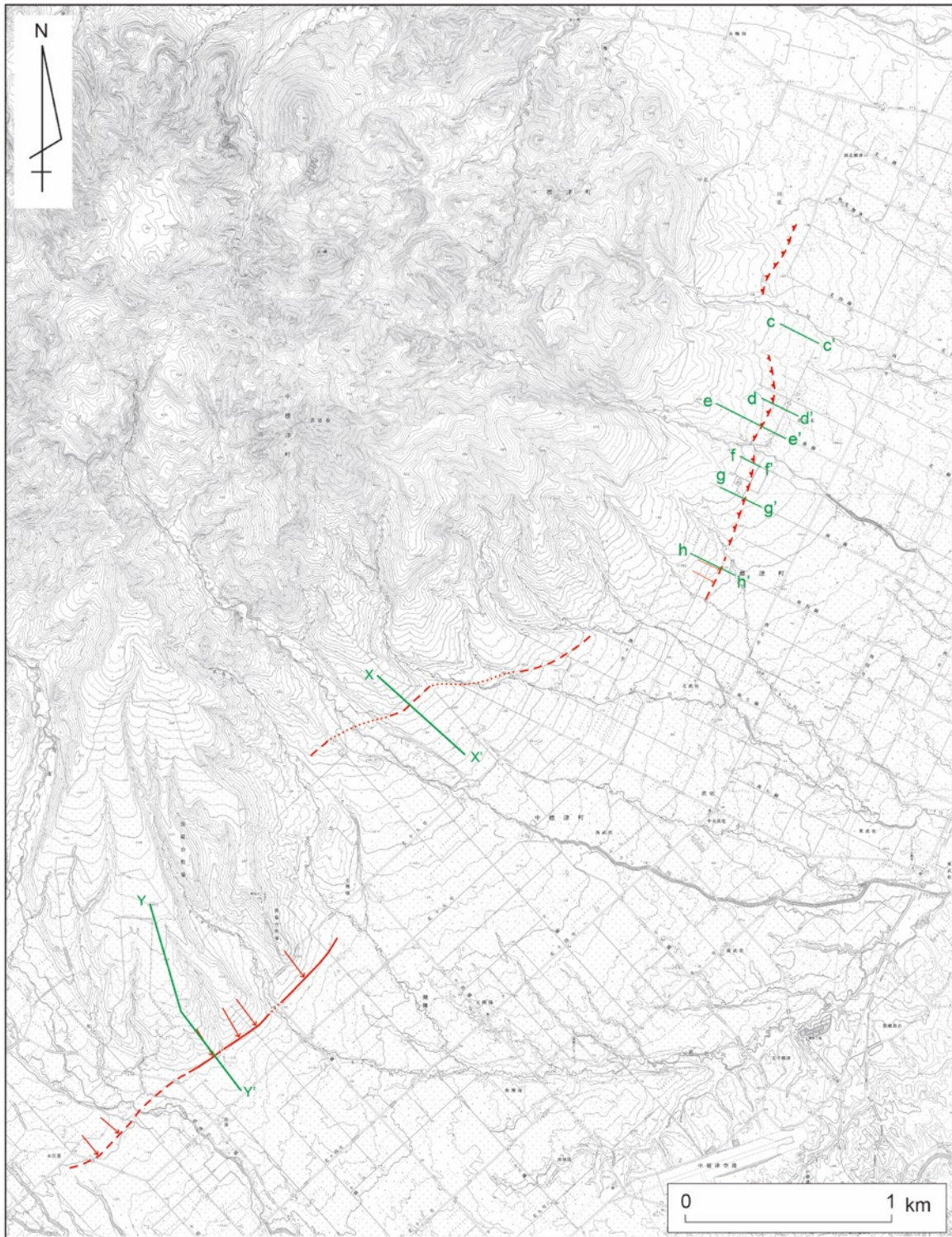


図 11 地形断面図を作成した測線の位置図

令和 3 年度に地形断面図を作成したのは c-c' から h-h' までの 6 測線。X-X' と Y-Y' の地形断面図は令和 2 年度の調査で作成した。基図には「数値地図 25000 (地図画像)『斜里』」(国土地理院, 2003) および「数値地図 25000 (地図画像)『標津』」(国土地理院, 2003) を使用した。

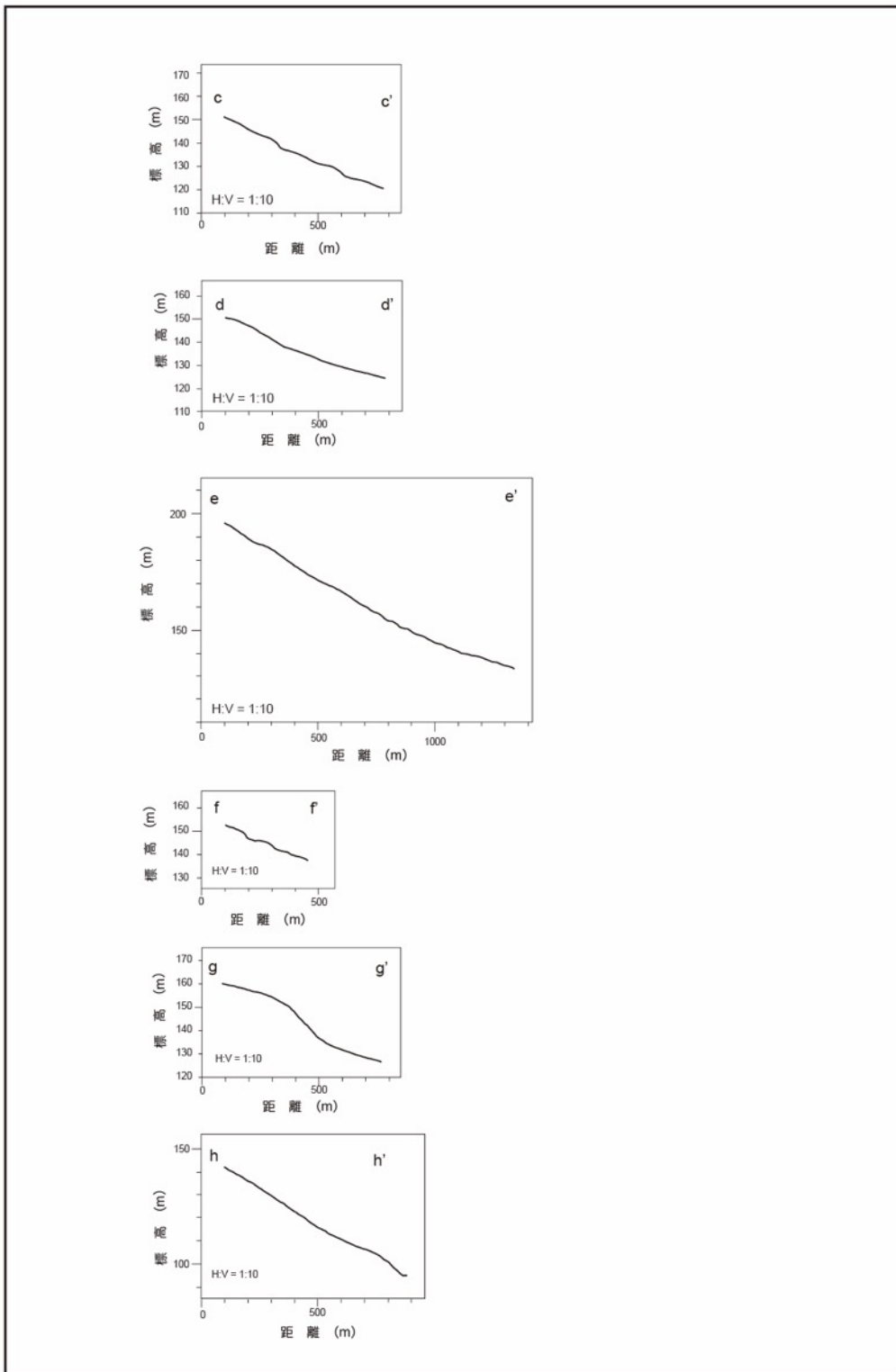


図 12 空中写真図化により作成した地形断面図  
各断面の位置は図 11 に示す。

## 2) ボーリング調査

地形断面図を作成した地形面の形成年代を明らかにするため、ボーリング調査を実施した。主たる対象は標津断層帯中部の開陽断層とし、川北地区、武佐地区、開陽地区においてオールコアボーリングを実施した。また、断層帯の北端で新たに推定された断層変位地形について群列ボーリングを実施した。

### a) 幌萌地区（羅臼町）

幌萌地区では、断層崖と推定される崖地形を挟んで、合計3孔のボーリングを掘削した。孔名は北西側から順に、HM-01、HM-02、HM-03とした（図13）。掘削深度は、HM-01が7m、HM-02が10m、HM-03が16mである。図14から図16に、それぞれコア写真と層序区分図を示す。また、図17に柱状図を、図18に地形地質断面図を、それぞれ示す。

#### 【HM-01】

HM-01は最高位に位置する平坦面上で掘削した。孔口標高は122.40mで、掘削深度は7.00mである。

地表から深度0.28mまでは表土（耕作土）である。

深度0.28mから0.50mまでは、黒灰色の腐植混じりシルトである。深度0.33mから採取した腐植質シルト（HM-01\_0.33）について放射性炭素同位体年代測定を実施したところ、530～340 cal.yBPが得られた（図17、表1）。

深度0.50mから深度0.86mまでは、茶褐色シルトからなる風成ロームが堆積する。この風成ローム中には、目視で確認できる火山灰や軽石は含まれていない。

深度0.86mから深度0.95mまでは、茶褐色のシルト混じり砂礫が堆積する。

深度0.95mから深度1.46mまでは、軽石混じりシルトからなる茶褐色の風成ロームが堆積する。軽石は径が2～10mmで風成ローム中に点在しており、層をなしてはいない。

深度1.46mから深度2.70mまでは、褐灰色の砂層が分布する。中部が細粒で、下部に向かって粗粒化する。全体にわたって水平な堆積構造が認められる。

深度2.70mから深度6.00mまでは、暗褐色～茶褐色の砂礫が堆積する。コア径を超える大礫が所々に含まれる。

深度6.00mから深度7.00mまでは、灰色及び褐色を礫岩が分布する。礫岩中に認められる礫の大きさは径が10～20cmが主体で、マトリックスにも径5～20mmの小礫が含まれる。上位の砂礫層と比べて固結が進んでいる。

#### 【HM-02】

HM-02は断層崖と推定される斜面の基部付近で掘削した。孔口標高は102.30mで、掘削深度は10.00mである。

地表から深度0.21mまでは、黒褐色の表土である。

深度0.21mから深度0.94mまでは、褐色のシルトからなる風成ロームが堆積する。この風成ローム中には、目視で確認できる火山灰や軽石は含まれていない。深度0.55mから採取した腐植質シルト（HM-02\_0.55）について放射性炭素同位体年代測定を実施した



ところ、908～730 cal. yBP の年代値が得られた（図 17、表 1）。

深度 0.94 m から深度 3.66 m までは、褐色の砂礫が分布する。礫は亜円礫が主体で、礫径は 20～30 mm のものが多い。

深度 3.66 m から深度 4.17 m までは、黄褐色のシルトが分布する。シルトは非常に軟質である。

深度 4.17 m から深度 5.52 m までは、黄褐色～暗褐色の砂礫が分布する。礫径は 10～20 mm で、亜円礫が主体である。

深度 5.52 m から深度 5.74 m までは、黄褐色のシルトが分布する。上位のシルトに似るが、やや硬い。

深度 5.74 m から深度 7.52 m までは、暗褐色～茶褐色の砂礫が分布する。礫径は 10～20 mm が主体であるが、一部にコア径が含まれる。マトリックスは、深度 5.80 m から深度 6.00 m 付近では細砂が主体だが、深度 7.00 m 以深ではシルト質になる。

深度 7.52 m から深度 9.68 m までは、黄褐色を呈する砂とシルトの互層が分布する。一部に径 5～10 mm の亜角～亜円礫からなる砂礫の薄層を挟む。

深度 9.68 m から深度 10.00 m までは、黄褐色～暗褐色の砂礫が分布する。礫径は 10～20 mm で、角～亜角礫を主体とする。礫は風化して軟らかい。

#### 【HM-03】

HM-03 は、標高 87.04 m の地点で掘削した。掘削深度は 16.00 m である。

地表から深度 0.68 m までは、黒褐色の表土である。深度 0.47 m から採取した腐植質シルト（HM-03\_0.47）について放射性炭素同位体年代測定を実施したところ、2,767～2,624 cal. yBP の年代値が得られた（図 17、表 1）。

深度 0.68 m から深度 1.74 m までは、褐色のシルトからなる風成ロームが堆積する。この風成ローム中には、目視で確認できる火山灰や軽石は含まれていない。

深度 1.74 m から深度 2.41 m までは、暗褐色～茶褐色の砂礫が分布する。礫は 2～30 mm の角礫が主体である。

深度 2.41 m から深度 3.39 m までは、灰色～褐灰色のシルトが分布する。上部には径 10～20 mm の礫からなる薄層を挟む。深度 3.23 m から採取した腐植質シルト（HM-03\_3.23）について放射性炭素同位体年代測定を実施したところ、36,992～36,201 cal. yBP の年代値が得られた（図 17、表 1）。

深度 3.39 m から深度 6.60 m までは、褐色～茶褐色の砂が分布する。細砂から中砂を主体とし、淘汰が良い。最下部には径 5～40 mm のクサリ礫が含まれる。

深度 6.60 m から深度 10.14 m までは、褐色～灰褐色の砂礫が分布する。礫はクサリ礫がほとんどであり、礫径は 5～20 mm 程度が主体であり、最大で 40 mm 程度である。

深度 10.14 m から深度 10.87 m までは、褐色～黄灰白色の細粒砂とシルトの互層が分布する。

深度 10.87 m から深度 12.23 m までは、灰白色の砂礫が分布する。礫径は 10～20 mm が主体である。

深度 12.23 m から深度 13.11 m までは、灰白色の砂が分布する。細砂を主体とし、一部に径 10 mm 以下の白色の角礫を伴う。

深度 13.11 m から深度 13.64 m までは、灰白色の砂礫が分布する。礫は径が 5～20 mm の白色の軟岩が主体である。深度 13.27 m から深度 13.39 m は細砂が主体となり、ほぼ水平な層構造が認められる。

深度 13.64 m から深度 15.06 m までは、灰白色の砂質シルトが分布する。一部に径 5 mm 前後の白色の角礫を含む。

深度 15.06 m から深度 16.00 m までは灰白色の火砕流堆積物が分布する。

HM-01 から HM-03 を地形断面に重ねて、層序の対比を検討したが、いずれのボーリングコアも層相の変化が著しく、対比することはできなかった。HM-01 と HM-02 の間に位置する比高約 7.4 m の崖地形については、その成因を確認することはできなかった。また、ボーリングを行なった各地形面の年代について、その指標となる火山灰や軽石などを確認することはできなかった。

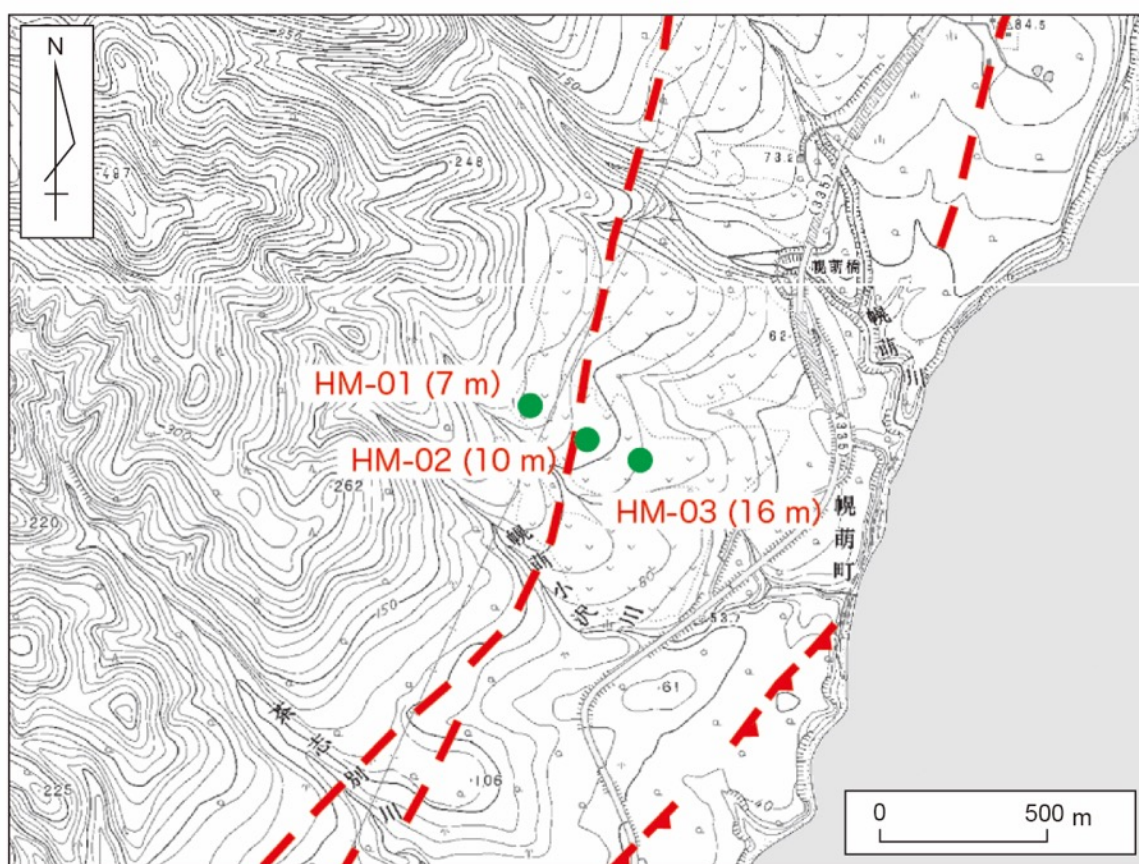


図 13 標津断層帯における地形解析の対象地域。

基図には「数値地図 25000 (地図画像)『標津』」(国土地理院, 2003) を用いた。

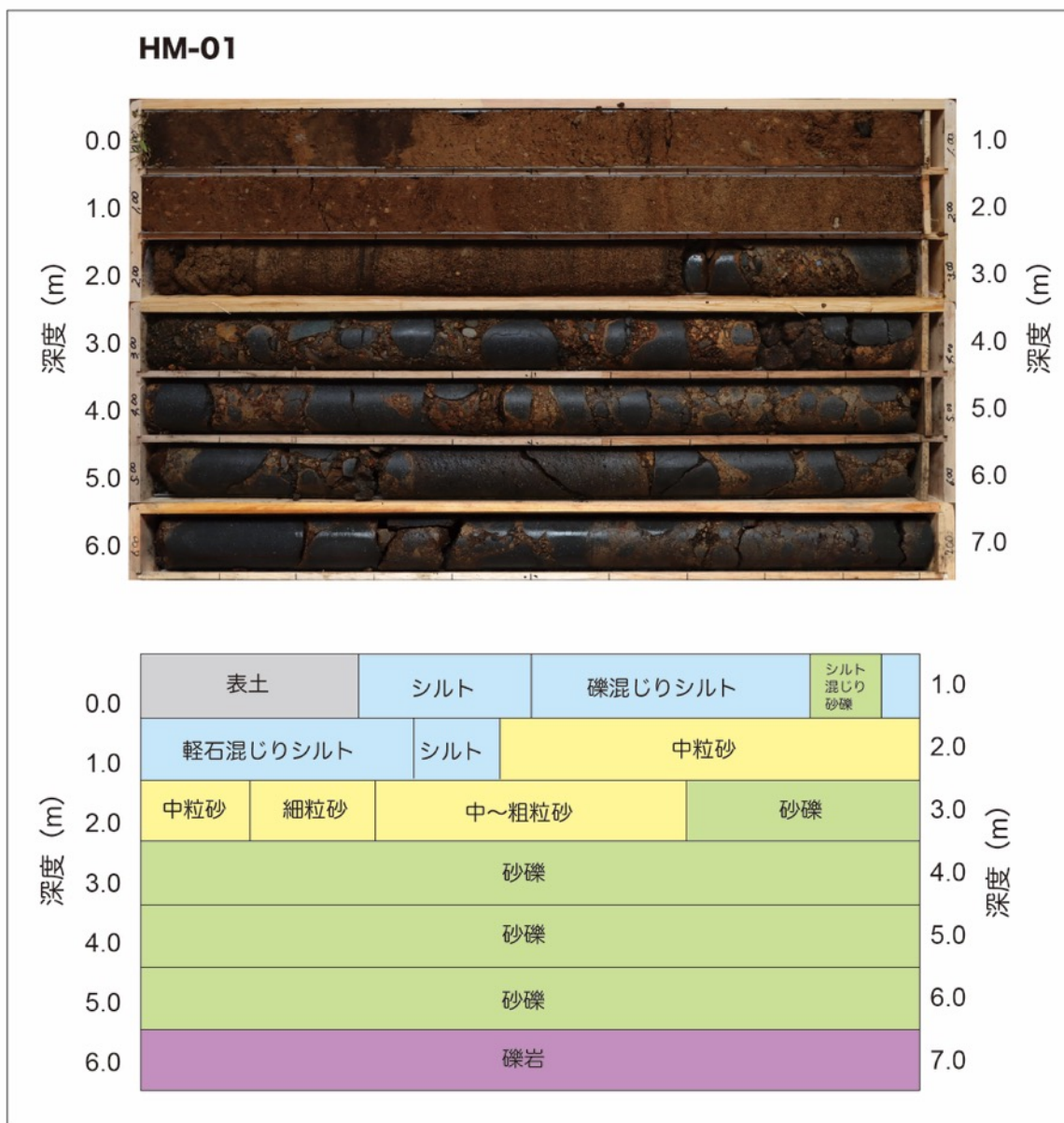


図 14 幌萌地区で掘削したボーリングコア（HM-01）のコア写真と層相区分

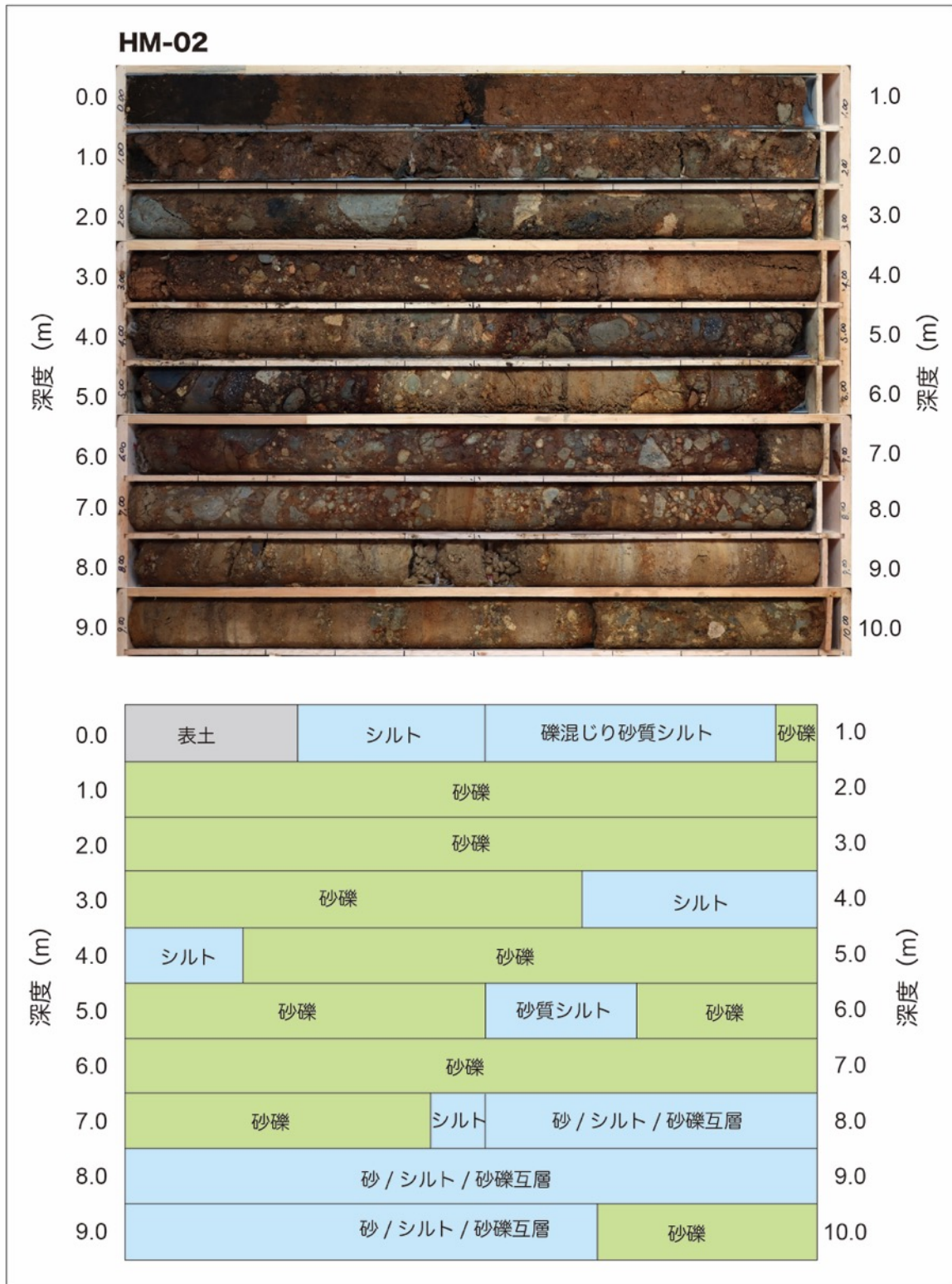


図 15 幌萌地区で掘削したボーリングコア (HM-02) のコア写真と層相区分



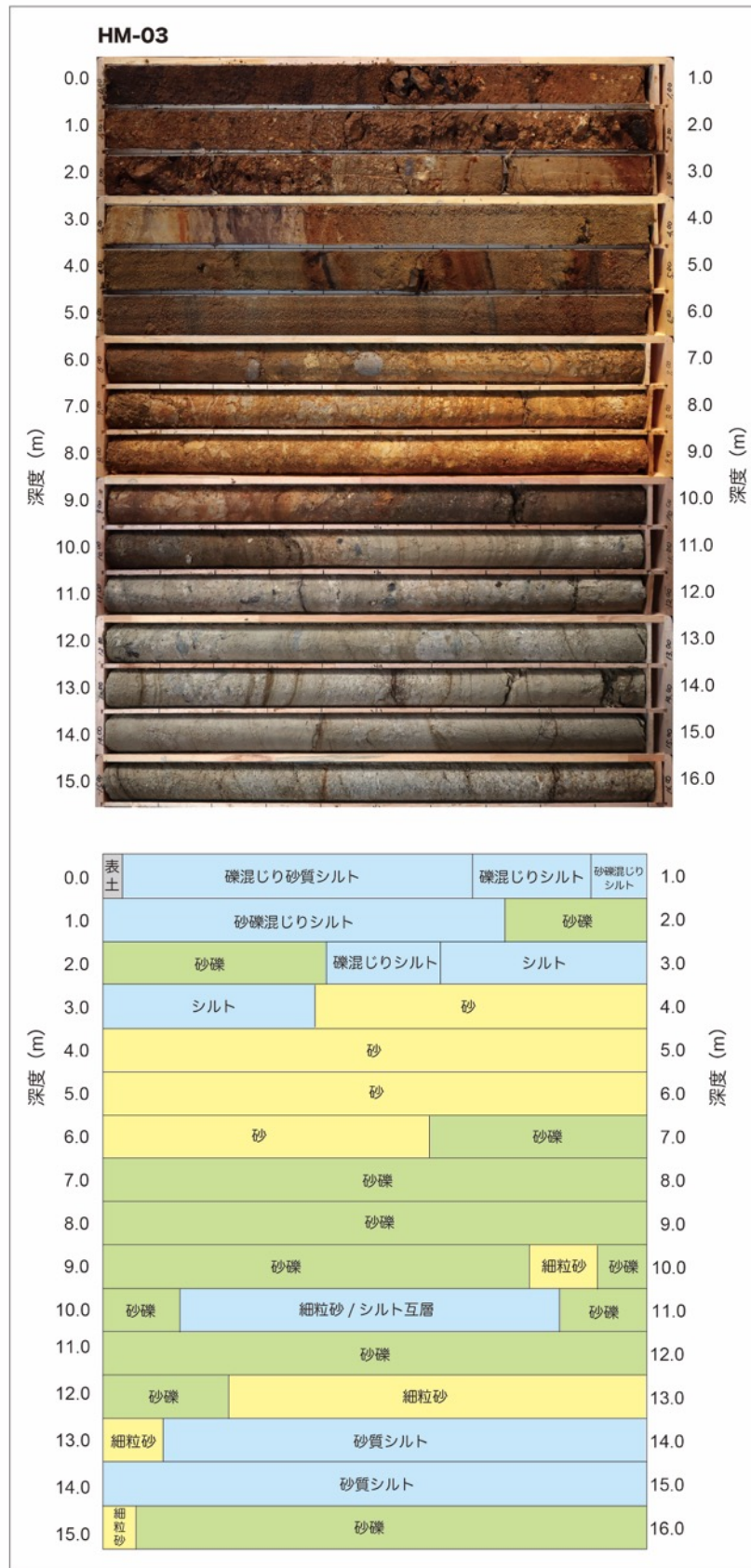


図 16 幌萌地区で掘削したボーリングコア (HM-03) のコア写真と層相区分

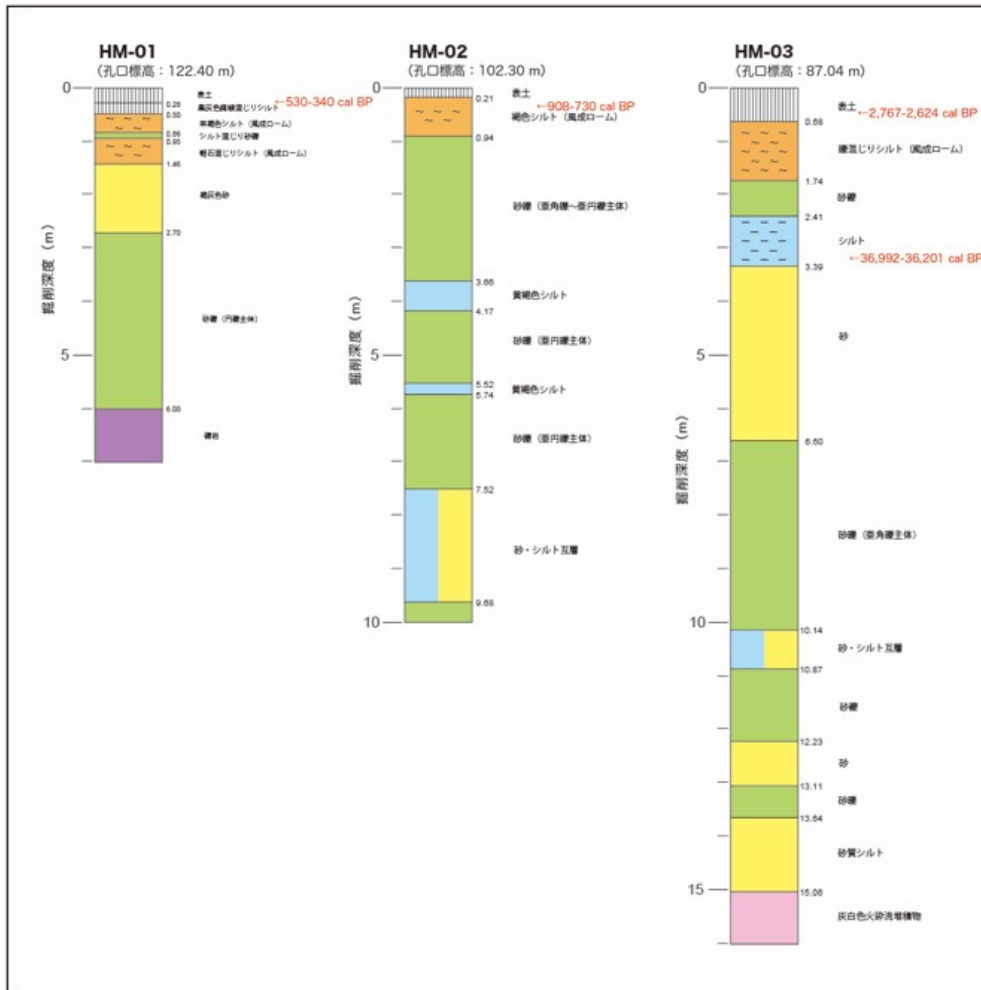


図 17 幌萌地区で掘削したボーリングコアの柱状図

掘削地点は図 13 に示す。赤文字は放射性炭素同位体年代測定の結果で、IntCal\_20 を用いて暦年較正した値の  $1\sigma$  の範囲の年代幅を示す。

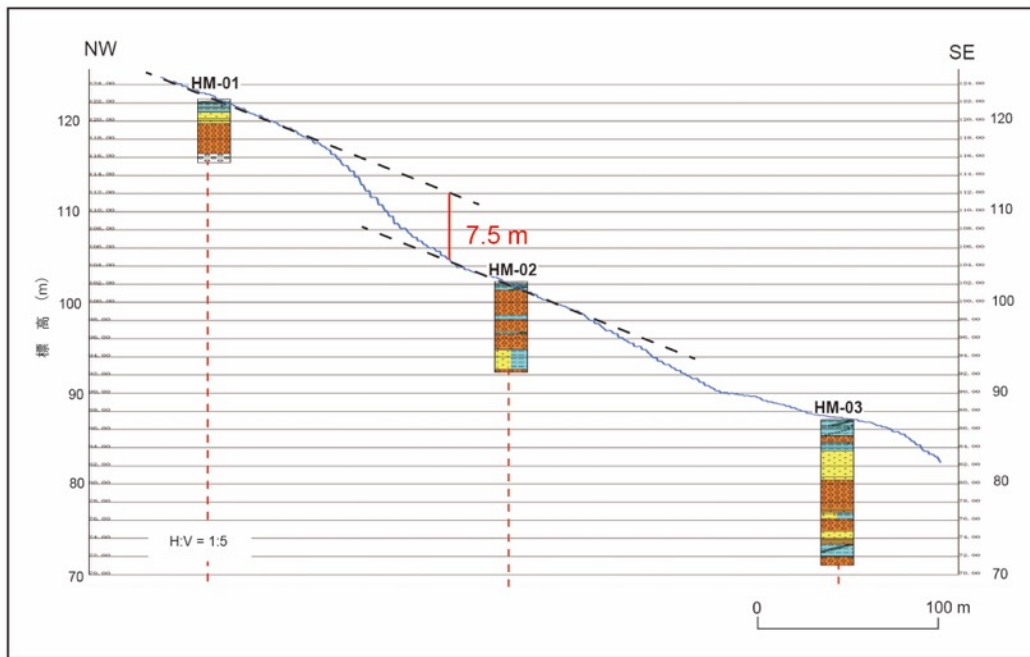


図 18 幌萌地区の地形地質断面図

地形断面は既往の DEM データから作成した。

b) 川北地区（標津町）

川北地区では、KK-03、KK-04、KK-05 の 3 孔を掘削した。孔番号については 2018 年度に産総研が川北地区で掘削したボーリング孔 (KK-01、KK-02) を参照することを考慮し、KK-03 から KK-05 とした。KK-03 と KK-04 は、後述するトレンチ調査地点のそれぞれ北西側と南東側に、KK-05 は地形断面測線 g-g' 上の断層崖の隆起側に位置する (図 19)。掘削深度は、KK-03 と KK-04 が 5 m、KK-05 が 6 m である。図 20 から図 22 に、それぞれコア写真と層序区分図を示す。また、図 23 に柱状図を示す。

【KK-03】

KK-03 はトレンチ孔の北西側で掘削した。孔口標高は 131.97 m で、掘削深度は 5 m である。

地表から深度 0.52 m までは、黒色の表土である。この層準の深度 0.51 m から採取した腐植質土壌 (KK-03\_0.51) について放射性炭素同位体年代測定を実施したところ、4,612 ~ 4,418 cal. yBP の年代値が得られた (図 23、表 1)。

深度 0.52 m から深度 0.69 m までは、黄褐色の軽石が分布する。これまでの調査状況から、この軽石は摩周-ghi に対比されると考えられる。

深度 0.69 m から深度 1.18 m までは、暗褐色～灰褐色の腐植質シルトが分布する。この層準の深度 1.12 m から採取した腐植質シルト (KK-03\_1.12) について放射性炭素同位体年代測定を実施したところ、9,270 ~ 9,017 cal. yBP の年代値が得られた (図 23、表 1)。

深度 1.18 m から深度 2.21 m までは、褐色～赤褐色の軽石が分布する。これまでの調査状況から、この軽石は摩周-1 に対比されると考えられる。

深度 2.21 m から深度 3.00 m までは、茶褐色の砂混じりシルトが分布する。この層準の深度 2.24 m から採取した腐植質シルト (KK-03\_2.24) について放射性炭素同位体年代測定を実施したところ、12,701~12,483 cal. yBP の年代値が得られた (図 23、表 1)。

深度 3.00 m から深度 3.92 m までは、褐色~茶褐色の砂礫質シルトが分布する。マトリックスが多いが、最大礫径 70 mm 程度の亜角礫~亜円礫を含む。

深度 3.92 m から深度 5.00 m までは、茶褐色の砂礫が分布する。礫は礫径が 10 mm 以下のものを主体とするが、礫径が 50 mm を超えるものも含まれる。亜角~亜円の安山岩礫が主体である。

#### 【KK-04】

KK-04 はトレンチ孔の南東側で掘削した。孔口標高は 130.65 m で、掘削深度は 5 m である。

地表から深度 0.62 m までは、黒色の表土である。この層準の深度 0.55 m から採取した腐植質土壌 (KK-04\_0.55) について放射性炭素同位体年代測定を実施したところ、5,992~5,758 cal. yBP の年代値が得られた (図 23、表 1)。

深度 0.62 m から深度 0.71 m までは、黄褐色の軽石が分布する。これまでの調査状況から、この軽石は摩周-ghi に対比されると考えられる。

深度 0.71 m から深度 1.07 m までは、暗褐色~灰褐色の腐植質シルトが分布する。

深度 1.07 m から深度 1.86 m までは、褐色~赤褐色の軽石が分布する。これまでの調査状況から、この軽石は摩周-1 に対比されると考えられる。

深度 1.86 m から深度 3.00 m までは、褐色の砂礫質シルトが分布する。上部はマトリックスが多い。礫径は、深度 2.10 m から深度 2.52 m 付近では 10 mm 以下が主体であるが、それ以外では 30 mm を超える礫が多く含まれる。

深度 3.00 m から深度 3.73 m までは、褐色~茶褐色のシルト質砂礫が分布する。礫径は 10~20 mm を主体とし、最大で 80 mm 程度である。

深度 3.73 m から深度 5.00 m までは、茶褐色の砂礫が分布する。礫は径 20~30 mm のものを主体とする。基質は全体的に粗粒砂からなるが、一部で中粒砂となる。亜角礫が主体だが、深度 4.05 m から深度 4.32 m では円礫が多い。礫種は安山岩が主体である。

#### 【KK-05】

KK-05 はトレンチ掘削地点から南西に約 1.5 km 離れた段丘面上で掘削した。孔口標高は 157.07 m で、掘削深度は 6 m である。

地表から深度 0.50 m までは、黒色の表土である。この層準の深度 0.55 m から採取した腐植質土壌 (KK-05\_0.45) について放射性炭素同位体年代測定を実施したところ、4,825~4,575 cal. yBP の年代値が得られた (図 23、表 1)。

深度 0.50 m から深度 0.66 m までは、黄褐色の軽石が分布する。これまでの調査状況から、この軽石は摩周-ghi に対比されると考えられる。

深度 0.66 m から深度 0.93 m までは、暗褐色のシルトが分布する。

深度 0.93 m から深度 2.00 m までは、茶褐色~赤褐色の軽石が分布する。これまでの調査状況から、この軽石は摩周-1 に対比されると考えられる。

深度 2.00 m から深度 3.00 m までは、茶褐色を呈する砂礫質シルトからなる風成ロームが堆積する。この風成ローム中に目視で確認できる火山灰や軽石は含まれていない。

深度 3.00 m から深度 4.00 m までは、褐色を呈する礫混じり砂質シルトからなる風成ロームが堆積する。この風成ローム中に目視で確認できる火山灰や軽石は含まれていない。この層準の深度 3.10 m から採取した腐植質シルト (KK-05\_3.10) について放射性炭素同位体年代測定を実施したところ、1,301~1,176 cal. yBP の年代値が得られた(図 23、表 1) が、火山灰の層位と大きく矛盾するため、上位層から混入した試料を測定してしまった可能性が高い。

深度 4.00 m から深度 4.20 m までは、茶褐色のシルト質砂が分布する。

深度 4.20 m から深度 6.00 m までは、茶褐色の砂礫が分布する。コア径を超える大礫が多く含まれる。

KK-03 と KK-04 では摩周-1 の下位に河川性の堆積物が見られるのに対し、KK-05 では摩周-1 の下位に層厚 2m 程度の風成ロームが存在する。風成ローム中に目視で確認できる火山灰や軽石はなかった。後述する武佐地点では風成ローム中にアトサヌプリ火山灰が確認されているので、KK-05 を掘削した段丘面の形成年代はアトサヌプリ火山灰の降下時期以降である可能性が考えられる。

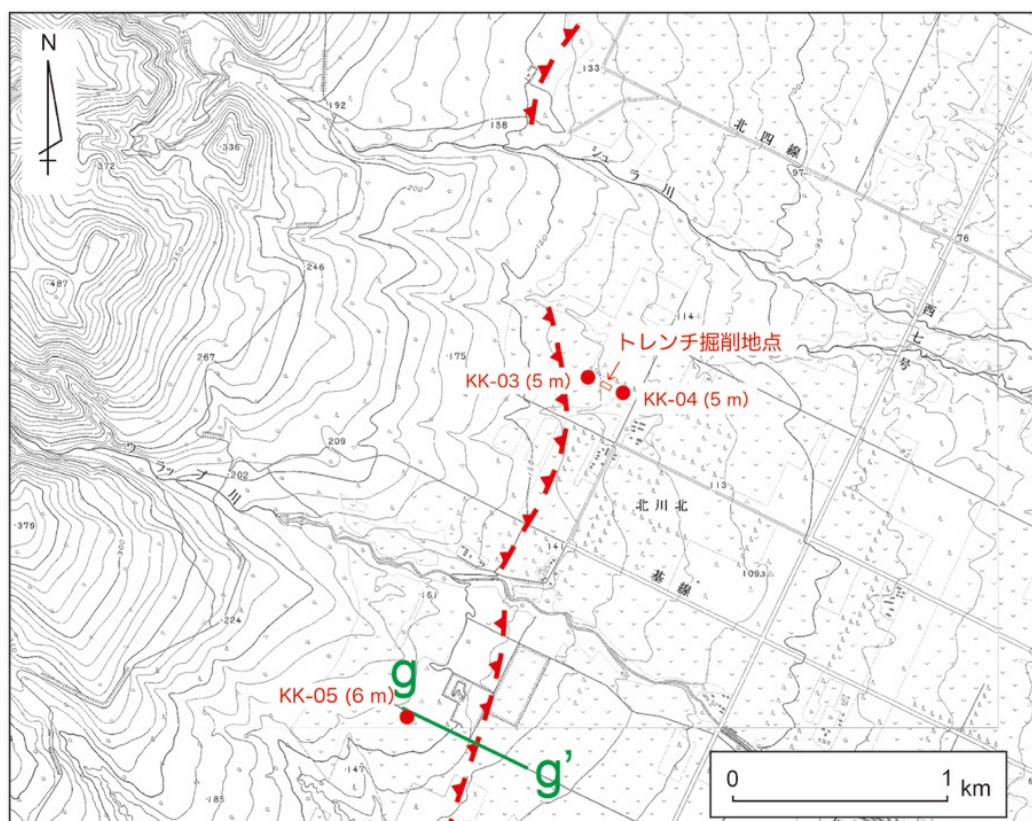


図 19 川北地区におけるボーリング掘削地点位置図

基図には「数値地図 25000 (地図画像)『斜里』」(国土地理院、2003) および「数値地図 25000 (地図画像)『標津』」(国土地理院、2003) を使用した。



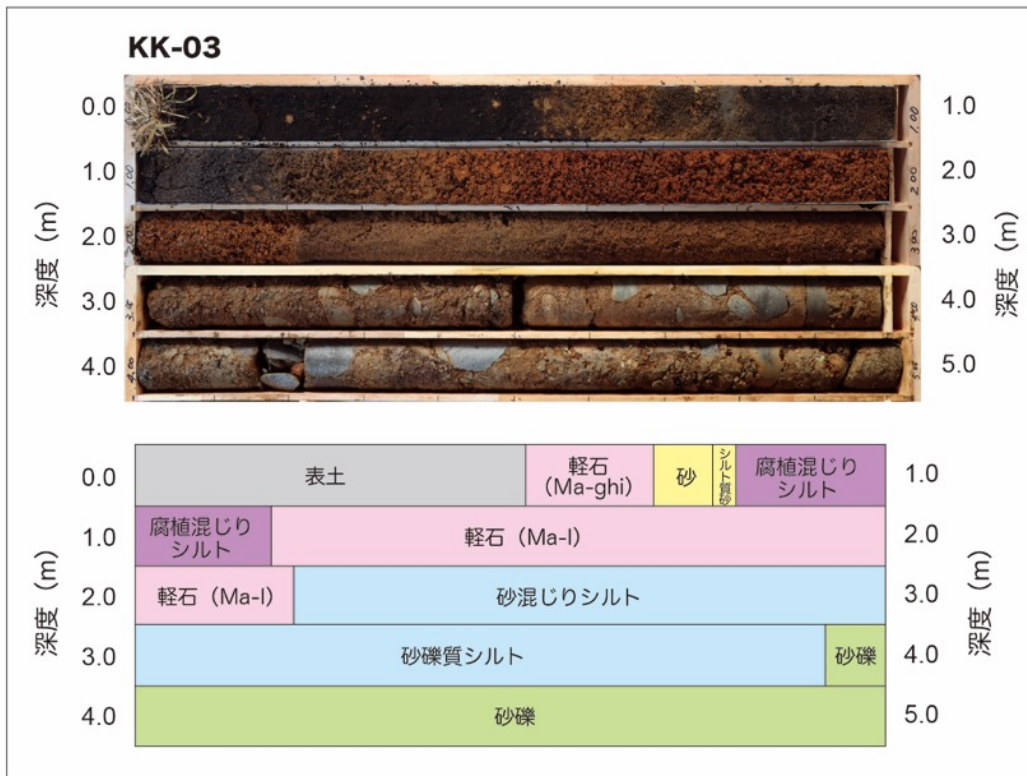


図 20 川北地区で掘削したボーリングコア (KK-03) のコア写真と層相区分

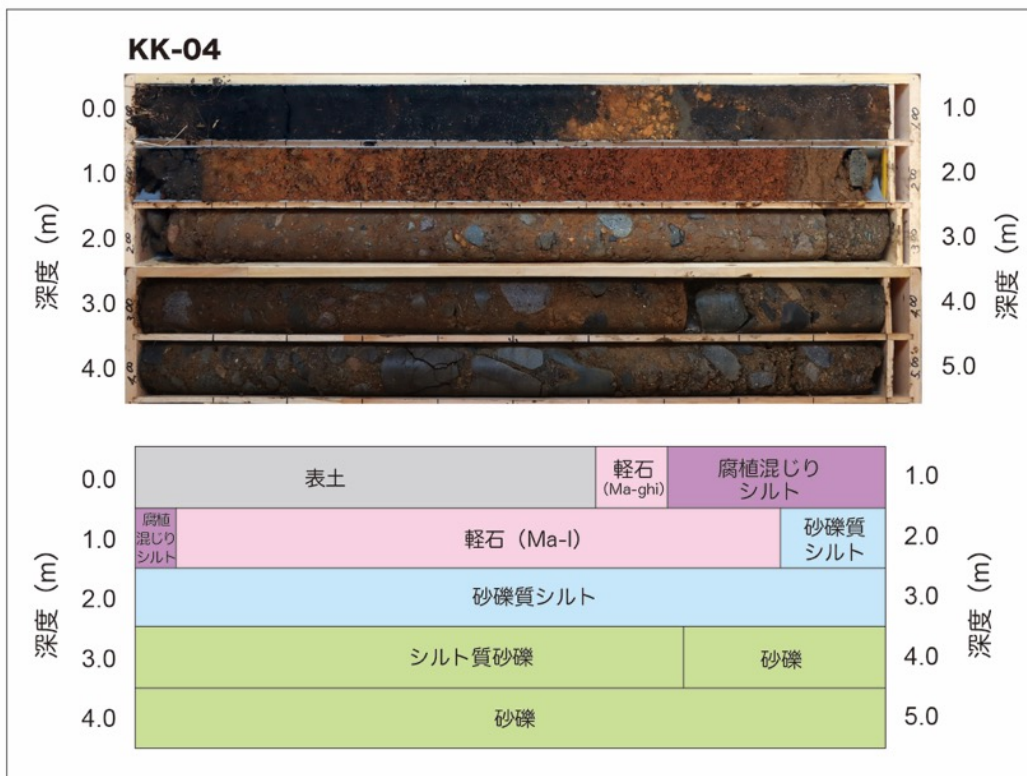


図 21 川北地区で掘削したボーリングコア (KK-04) のコア写真と層相区分

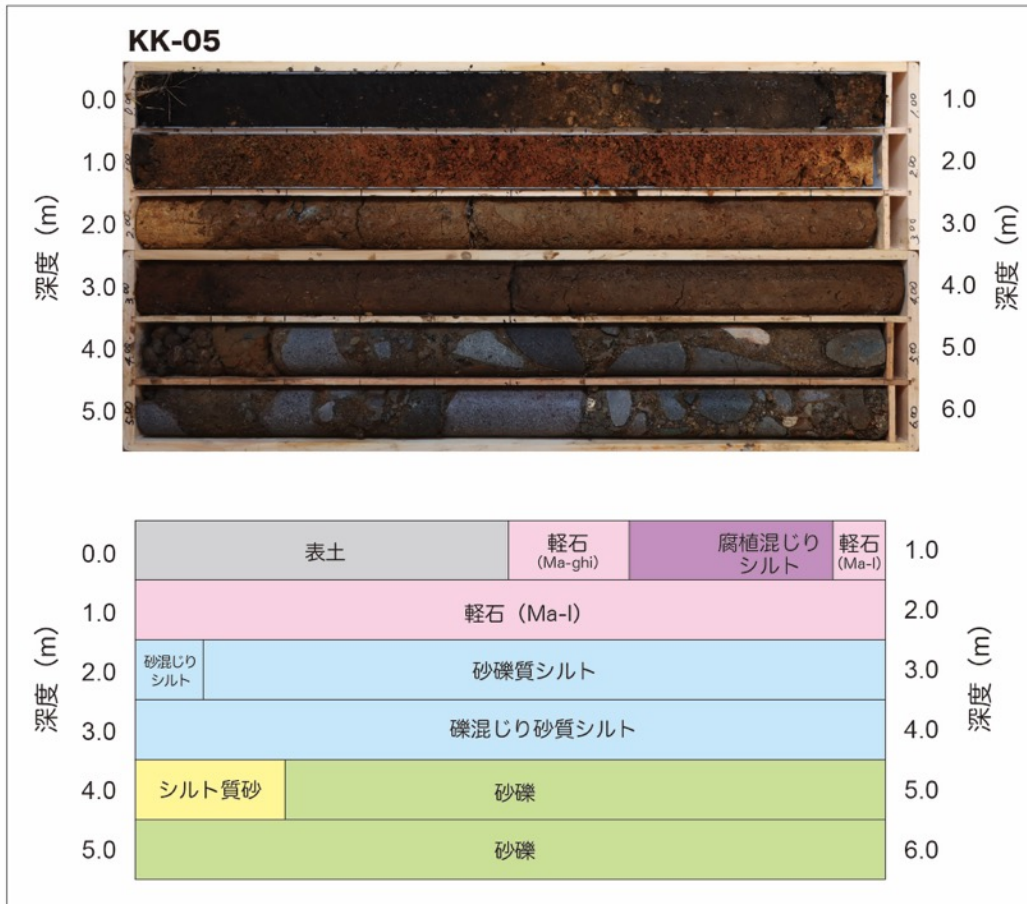


図 22 川北地区で掘削したボーリングコア (KK-05) のコア写真と層相区分

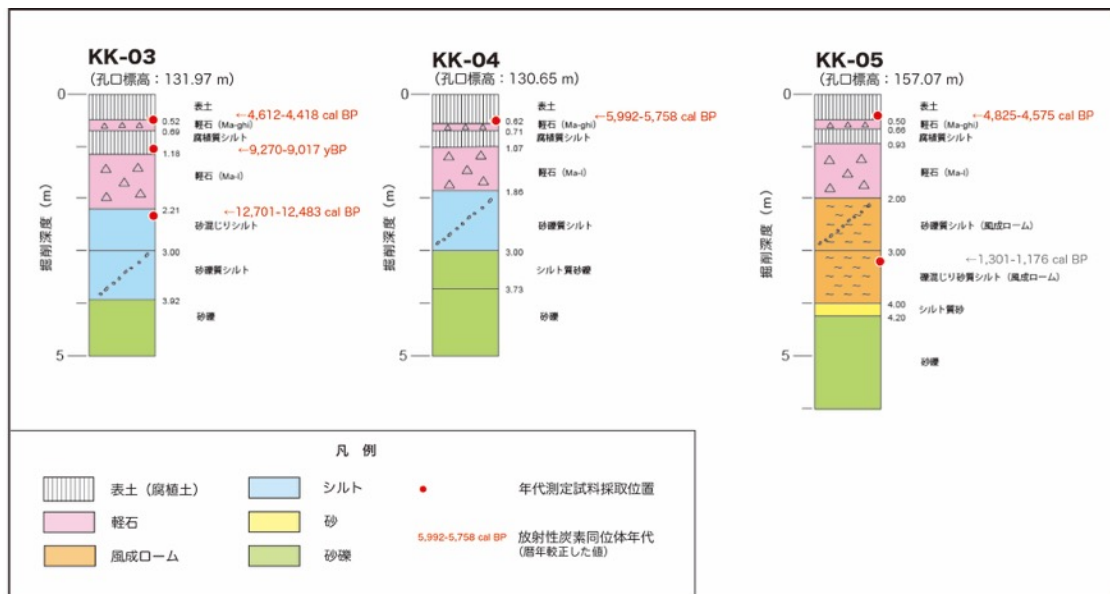


図 23 川北地区で掘削したボーリングコアの柱状図

掘削地点は図 19 に示す。赤文字は放射性炭素同位体年代測定の結果で、IntCal\_20 を用いて暦年較正した値の  $1\sigma$  の範囲の年代幅を示す。

c) 武佐地区（中標津町）

武佐地区では MA-01 地点で深度 8 m のオールコアボーリングを実施した（図 24）。孔口標高は 196.97 m である。図 25 にボーリングコア写真と層序区分図を示す。また、MS-02 地点（図 24）における露頭の観察結果と併せて、図 26 に柱状図を示す。以下に MS-01 で掘削したボーリングコアの記載と、MS-02 における露頭観察結果の記載を記す。

【MS-01】

MS-01 は開陽断層の上盤に位置すると推定される段丘面上で掘削した。

地表から深度 0.72 m までは黒褐色の表土である。

深度 0.72 m から深度 1.22 m までは、褐色の軽石が分布する。軽石の径は 1～10 mm 程度である。これまでの調査状況から、この軽石は摩周-ghi に対比されると考えられる。

深度 1.22 m から深度 1.68 m までは、黒色の腐植質シルトが分布する。

深度 1.68 m から深度 2.66 m までは、橙褐色～赤褐色の軽石が分布する。軽石の径は 2～20 mm 程度である。これまでの調査状況から、この軽石は摩周-1 に対比されると考えられる。

深度 2.66 m から深度 3.00 m までは、褐色を呈する礫混じりシルト質砂からなる風成ロームが堆積する。この風成ローム中に目視で確認できる火山灰や軽石は認められない。

深度 3.00 m から深度 6.00 m までは、茶褐色～淡褐色を呈する礫混じり砂質シルトからなる風成ロームが堆積する。この風成ローム中に目視で確認できる火山灰や軽石は認められない。

深度 6.00 m から深度 8.00 m までは、褐色～淡黄褐色の砂礫が分布する。礫は角礫～亜角礫が主体である。マトリックスが比較的多く、礫率は 40 %程度である。コア径を超える大礫が多く含まれる。

【MS-02】

MS-02 は開陽断層の下盤に位置すると推定される段丘面に位置する露頭である。

地表から深度 0.50 m までは、黒色の表土である。

深度 0.50 m から 0.60 m までは、明褐色の軽石が分布する。

深度 0.60 m から 0.90 m までは、黒色の腐植質シルトが分布する。

深度 0.90 m から 1.10 m までは、明褐色の軽石が分布する。これまでに周辺で行われた調査状況から、この軽石は摩周-ghi に対比されると考えられる。

深度 1.10 m から 1.35 m までは、黒色の腐植質シルトが分布する。

深度 1.35 m から 1.55 m までは、暗灰色の細粒火山灰が分布する。これまでに周辺で行われた調査状況から、この火山灰は摩周-k に対比されると考えられる。

深度 1.55 m から 1.70 m までは、黒色の腐植質シルトが分布する。

深度 1.70 m から 3.60 m までは、赤褐色の軽石が分布する。これまでに周辺で行われた調査状況から、この火山灰は摩周-1 に対比されると考えられる。



深度 3.60 m から 4.30 m までは、褐色のシルトからなる風成ロームが堆積している。この風成ローム中の深度 3.95 m から 4.05 m には黄灰色の砂質火山灰が挟在する。後述する火山灰分析の結果から、この火山灰はアトサヌプリ火山灰に対比されると考えられる。

深度 4.30 m 以深には、砂礫層が分布する。露頭では砂礫層の下限を確認できないが、層厚は少なくとも 5 m に達する。

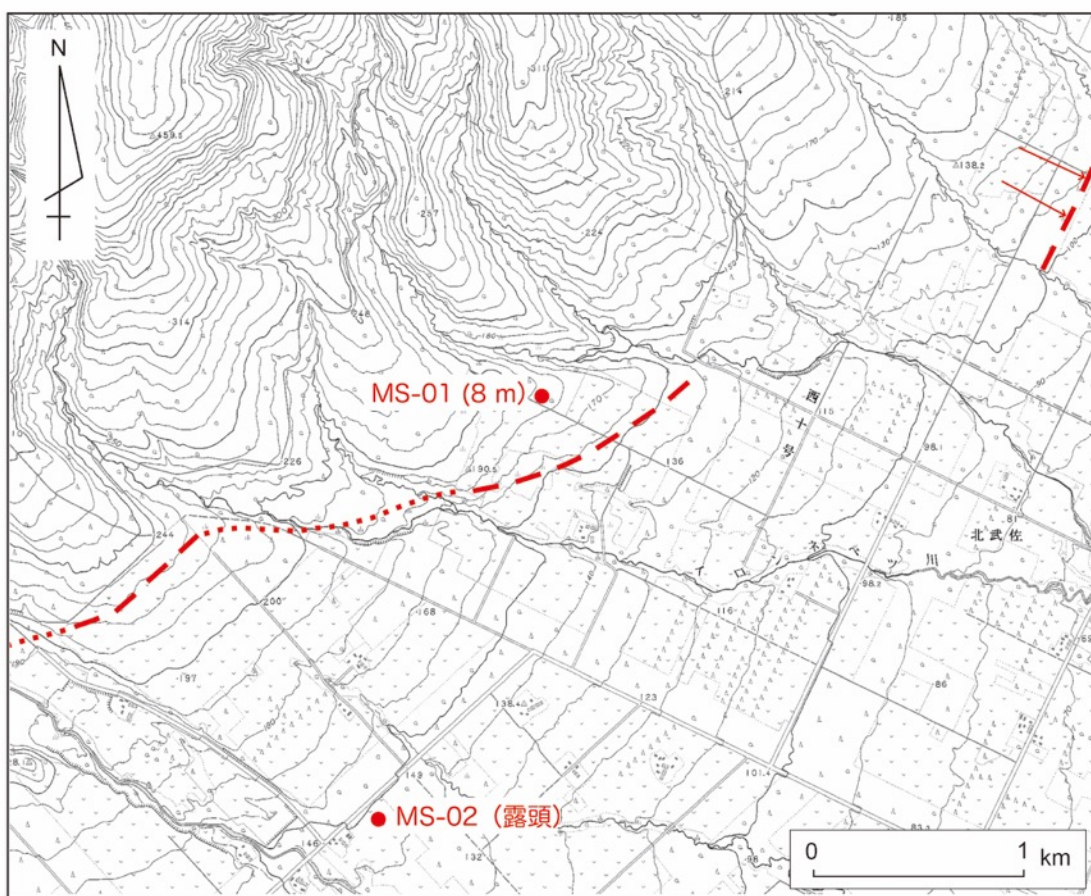


図 24 武佐地区におけるボーリング掘削地点位置図  
基図には「数値地図 25000 (地図画像)『斜里』」(国土地理院、2003)を使用した。

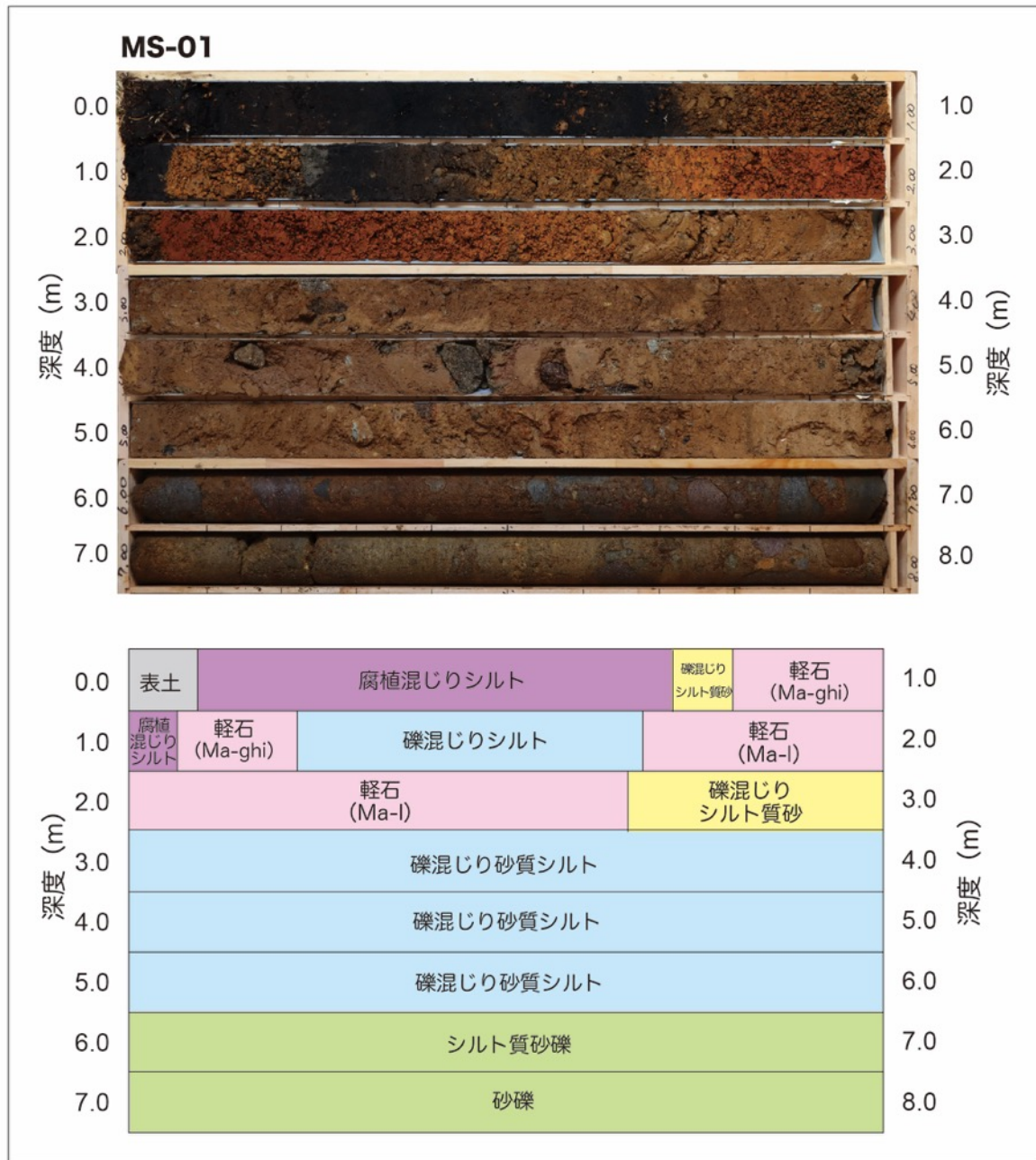


図 25 武佐地区で掘削したボーリングコア (MS-01) のコア写真と層相区分

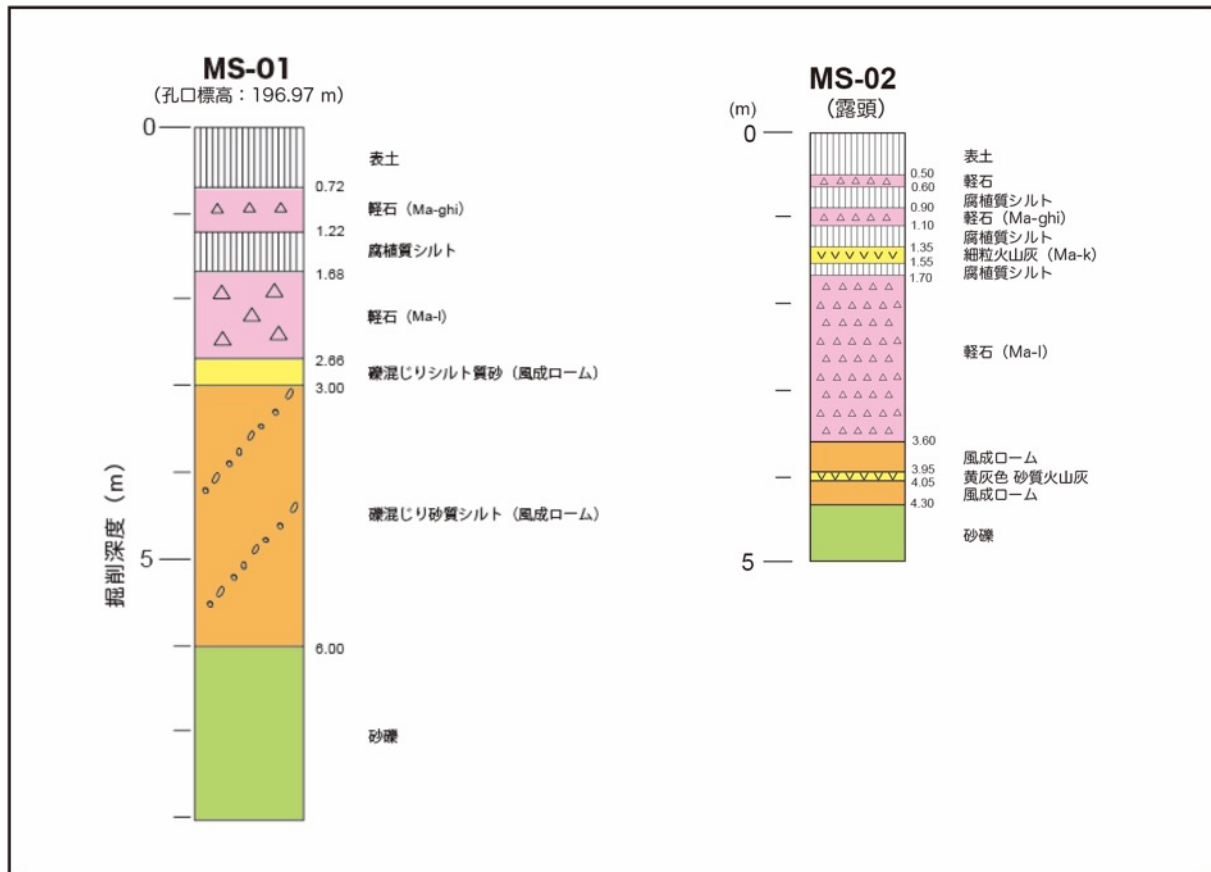


図 26 武佐地区で掘削したボーリングコア（MS-01）と露頭（MS-02）の柱状図  
掘削地点及び露頭観察位置は図 24 に示す。

d) 俣落地区（中標津町）

俣落地区では M0-01（深度 10 m）と M0-02（深度 5 m）のオールコアボーリングを実施した（図 27）。それぞれのボーリングコアの写真と層序区分図を図 28 と図 29 に、柱状図と年代測定結果を図 30 に示す。

【M0-01】

M0-01 は、開陽断層の上盤に位置する高位段丘面上の標高 242.55 m の地点で掘削した。

地表から深度 0.43 m までは、黒褐色～黒灰色の表土である。この層準の深度 0.30 m から採取した腐植質土壌（M0-01\_0.30）について放射性炭素同位体年代測定を行なったところ、688～564 cal.yBP の年代値が得られた（図 30、表 1）。

深度 0.43 m から深度 0.52 m までは、暗褐色の軽石が分布する。

深度 0.52 m から深度 0.84 m までは、黒褐色の腐植質シルトが分布する。この層準の深度 0.70 m から採取した腐植質シルト（M0-01\_0.70）について放射性炭素同位体年代測定を行なったところ、4,817～4,526 cal.yBP の年代値が得られた（図 30、表 1）。

深度 0.84 m から深度 1.00 m までは、褐色の軽石が分布する。

深度 1.00 m から深度 1.15 m までは、黒褐色の腐植質シルトが分布する。この層準の深度 1.13 m から採取した腐植質シルト（M0-01\_1.13）について放射性炭素同位体年代測

定を行なったところ、470～310 cal. yBP の年代値が得られた（図 30、表 1）。ただし、この年代値は上下の層準から得られた年代値と比較して著しく矛盾するため、軽石の降下年代や地形面の形成年代の議論には用いないこととする。

深度 1.15 m から深度 1.28 m までは、褐色の軽石が分布する。軽石の径は 20 mm 以下である。これまでに周辺で行なわれた調査状況から、この軽石は摩周-ghi に対比されるものと考えられる。

深度 1.28 m から深度 1.42 m には、腐植質シルトが分布する。この層準の深度 1.32 m から採取した腐植質シルト（M0-01\_1.32）について放射性炭素同位体年代測定を行なったところ、7,825～7,670 cal. yBP の年代値が得られた（図 30、表 1）。

深度 1.42 m から深度 1.82 m には、茶褐色～褐灰色のシルト質砂が分布する。この層準の深度 1.80 m から採取した腐植質土壌（M0-01\_1.80）について放射性炭素同位体年代測定を行なったところ、8,008～7,847 cal. yBP の年代値が得られた（図 30、表 1）。

深度 1.82 m から深度 3.17 m には、褐色～暗褐色（一部、灰色）の軽石が分布する。軽石の径は 10 mm 前後が主体である。これまでに周辺で行なわれた調査状況から、この軽石は摩周-1 に対比されるものと考えられる。

深度 3.17 m から深度 4.00 m には、褐色のシルトからなる風成ロームが堆積している。この層準の深度 3.49 m から採取した腐植質シルト（M0-01\_3.49）について放射性炭素同位体年代測定を行なったところ、14,308～14,023 cal. yBP の年代値が得られた（図 30、表 1）。

深度 4.00 m から深度 4.10 m には、黄灰色の軽石が分布する。

深度 4.10 m から深度 4.92 m には、灰褐色の礫混じり砂質シルトからなる風成ロームが堆積している。

深度 4.92 m から深度 6.00 m には、褐色～黄褐色のシルト質砂礫が分布する。礫は亜角礫から亜円礫が主体で、コア径を超える大礫を含む。

深度 6.00 m から深度 7.90 m には、褐色～灰色の砂礫質シルトが分布する。礫は安山岩の玉石を含む。

深度 7.90 m から深度 10.00 m には、灰色～黄褐色の砂礫が分布する。礫は安山岩の玉石を含む。

#### 【M0-02】

M0-02 は、開陽断層と荒川-パウシベツ川間の断層の間に位置する段丘面上の標高 196.97 m の地点で掘削した（図 27）。

地表から深度 0.58 m までは、黒褐色の表土である。この層準の深度 0.50 m から採取した腐植質土壌（M0-02\_0.50）について放射性炭素同位体年代測定を行なったところ、1,826～1,640 cal. yBP の年代値が得られた（図 30、表 1）。

深度 0.58 m から深度 0.80 m までは、暗褐色の軽石が分布する。軽石の径は 20 mm 以下である。

深度 0.80 m から深度 1.20 m までは、黒褐色の腐植質シルトが分布する。この層準の深度 1.19 m から採取した腐植質シルト（M0-02\_1.19）について放射性炭素同位体年代測定を行なったところ、466～306 cal. yBP の年代値が得られた（図 30、表 1）。ただし、こ



の年代値は上下の層準から得られた年代値と比較して著しく矛盾するため、軽石の降下年代や地形面の形成年代の議論には用いないこととする。

深度 1.20 m から深度 1.92 m までは、褐色の軽石が分布する。軽石の径は 5~20 mm 程度である。これまでに周辺で行なわれた調査状況から、この軽石は摩周-ghi に対比されるものと考えられる。

深度 1.92 m から深度 2.45 m までは、黒褐色~褐灰色の腐植質シルトが分布する。この層準の深度 1.93 m から採取した腐植質シルト (M0-02\_1.93) と深度 2.29 m から採取した腐植質シルト (M0-02\_2.29) について放射性炭素同位体年代測定を行なったところ、それぞれについて、7,992~7,700 cal.yBP と 9,075~8,776 cal.yBP の年代値が得られた (図 30、表 1)。

深度 2.45 m から深度 3.71 m までは、褐色の軽石が分布する。軽石の径は 10~20 mm 程度である。これまでに周辺で行なわれた調査状況から、この軽石は摩周-1 に対比されるものと考えられる。

深度 3.71 m から深度 5.00 m までは、褐色の礫混じり砂質シルトからなる風成ロームが堆積する。この風成ローム中に目視で確認できる火山灰や軽石は認められない。この層準の深度 3.74 m から採取した腐植質シルト (M0-02\_3.74) と深度 4.98 m から採取した腐植質シルト (M0-02\_4.98) について放射性炭素同位体年代測定を行なったところ、それぞれについて、12,432~11,829 cal.yBP と 15,806~15,496 cal.yBP の年代値が得られた (図 30、表 1)。

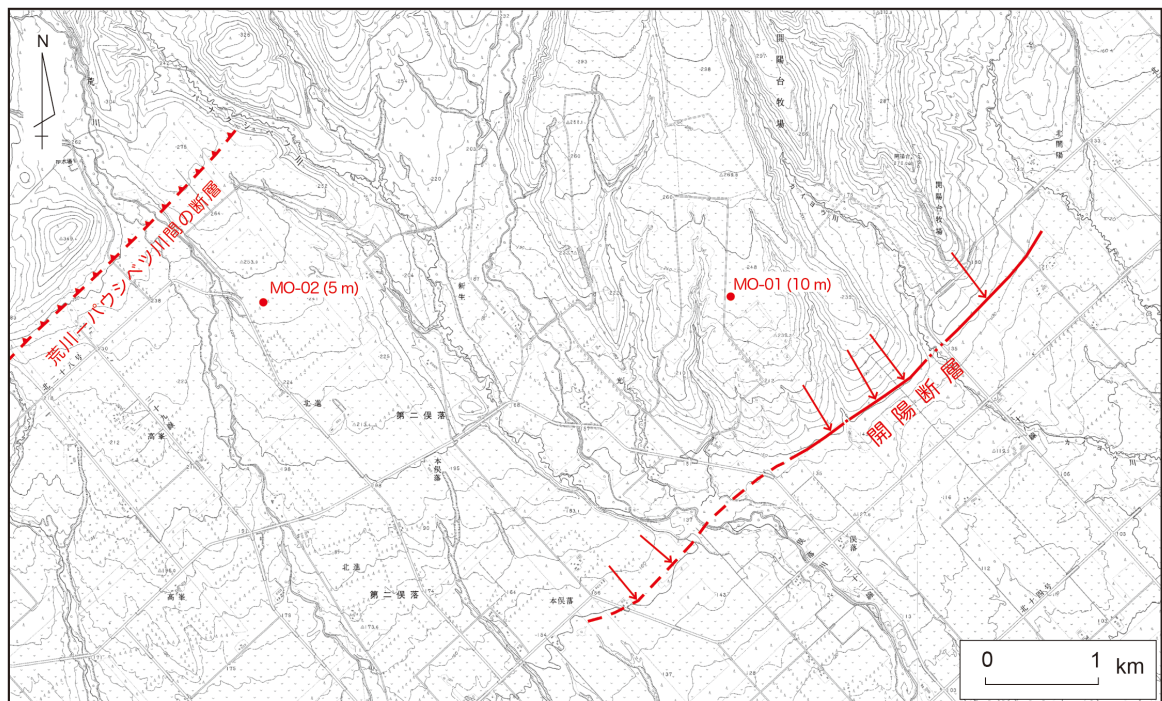


図 27 武佐地区におけるボーリング掘削地点位置図

基図には「数値地図 25000 (地図画像)『斜里』」(国土地理院、2003)を使用した。

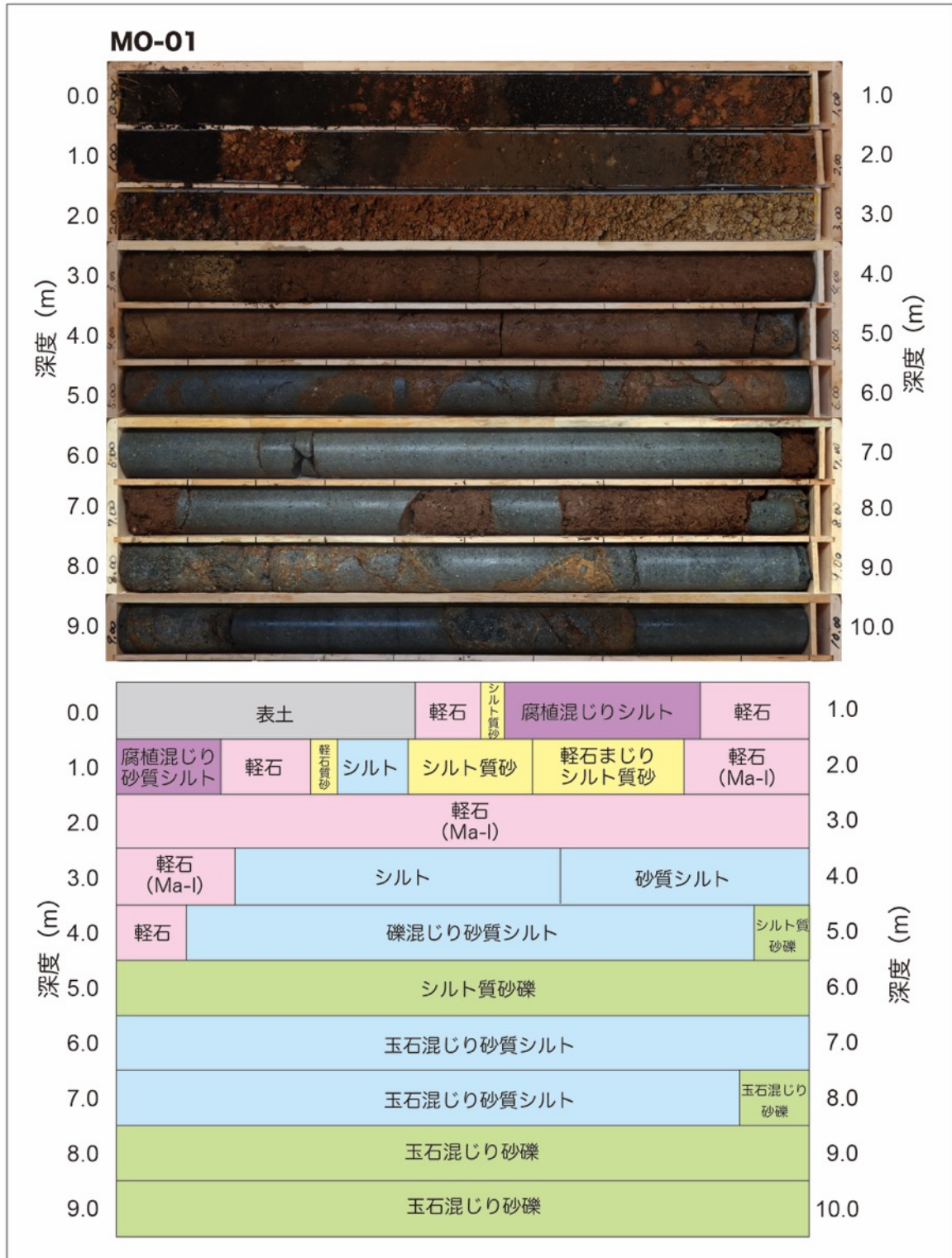


図 28 俣落地区で掘削したボーリングコア (M0-01) のコア写真と層相区分

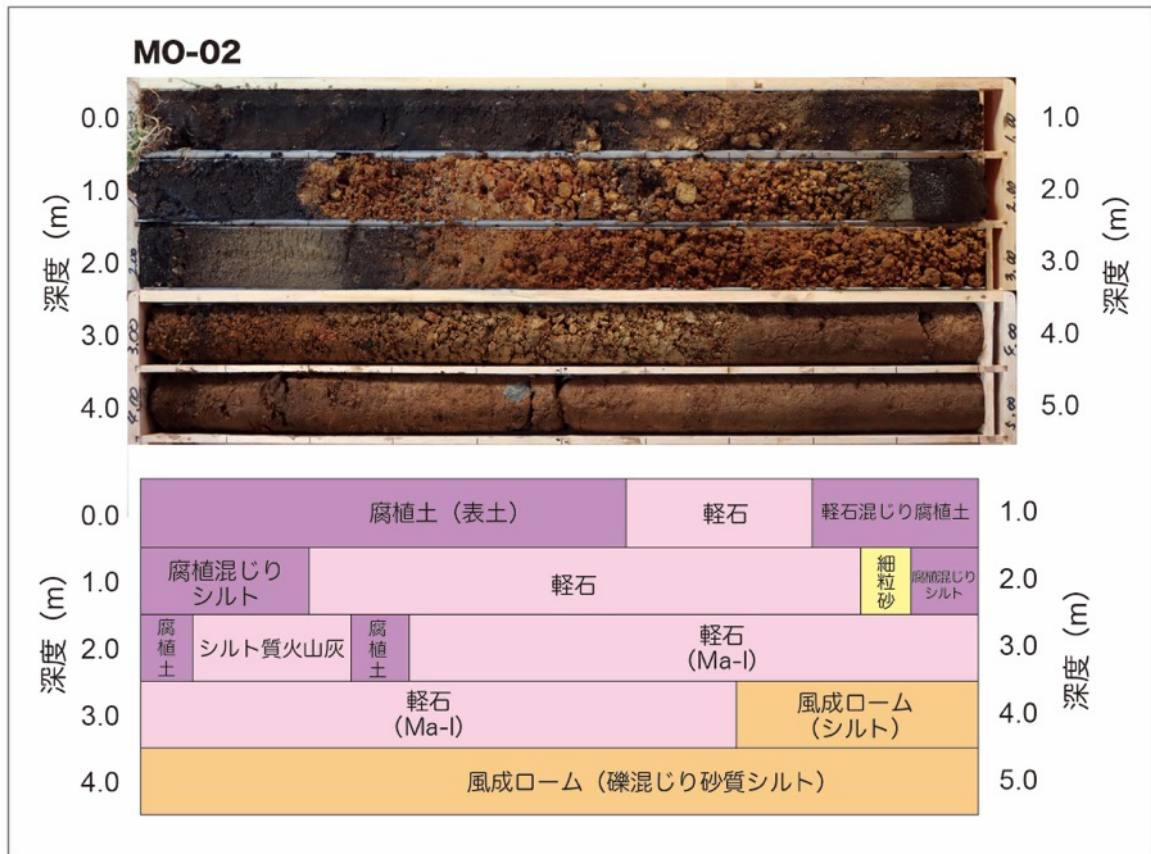


図 29 俣落地区で掘削したボーリングコア (MO-02) のコア写真と層相区分



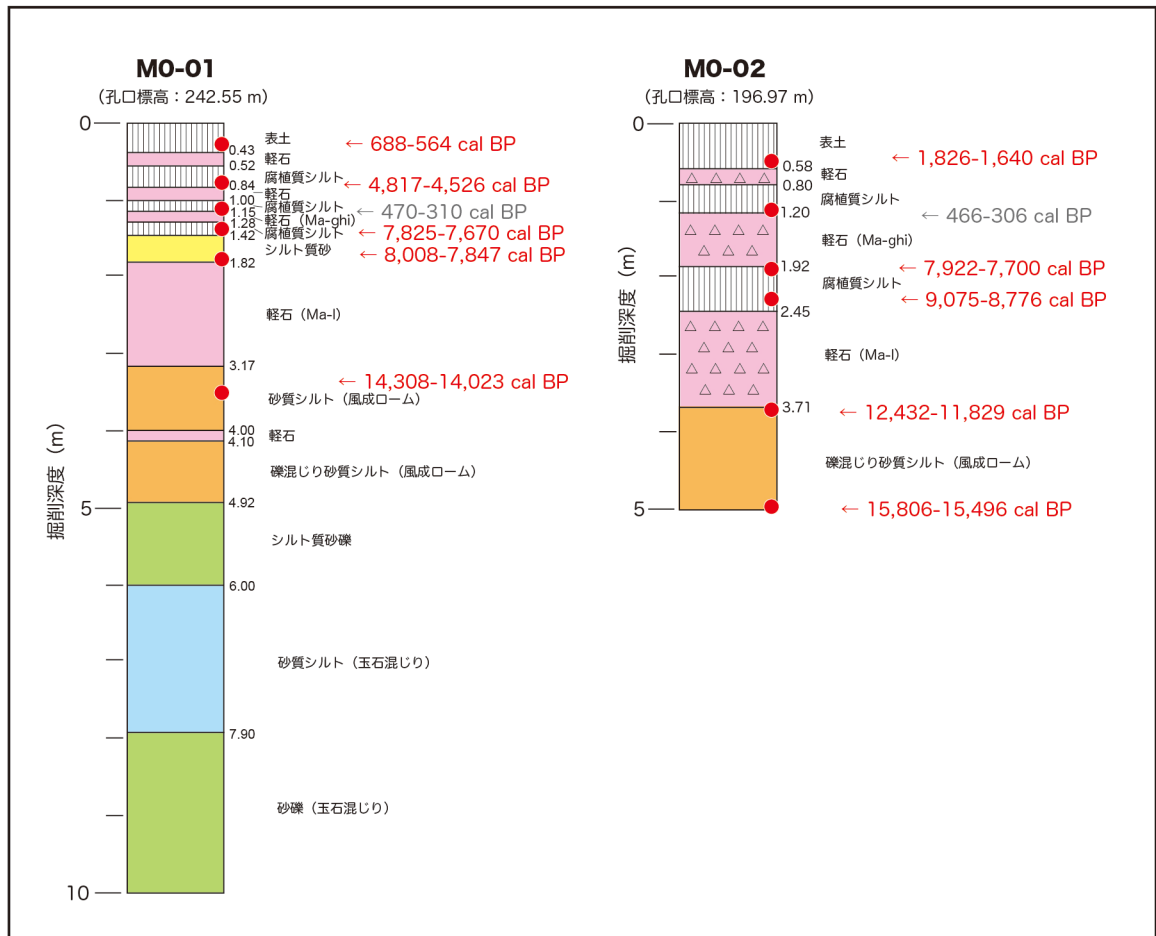


図 30 俣落地区で掘削したボーリングコアの柱状図

掘削地点は図 27 に示す。赤文字は放射性炭素同位体年代測定の結果で、IntCal\_20 を用いて暦年較正した値の 1σ の範囲の年代幅を示す。

### 3) トレンチ調査

活断層の通過位置及び活動時期を確認するため、川北地区（標津町）（図 31）においてトレンチ調査（1 孔）を実施した。トレンチ掘削地点では、地表に約 1 m 程度の高度差が認められる。掘削は 2021 年 10 月下旬に行ない、観察作業を行なった後、11 月下旬にトレンチ孔を埋め戻して原状復旧した。

トレンチの規模については、長さが約 25 m、幅が約 6 m、深さが約 3 m（隆起側では約 4 m）とした（図 32）。トレンチには縦横 1 m 間隔のグリッドを水糸で設置し、垂直グリッドについてはトレンチの北西側から、水平グリッドについては基準線を中心として、それぞれ番号を付けた。トレンチ壁面では、黒色土壌、火山灰、軽石、砂、礫といった地層が観察された。トレンチ壁面で観察された地層を I 層から V 層までの 5 層にユニット区分し、さらに層相によって細分して I a 層から V b 層までの 14 層に区分した。層序区分を示したスケッチを、図 33（西壁面）と図 34（東壁面）に示した。以下に各層の層相及びその層準から採取した試料の放射性炭素同位体年代及び目視レベルで同定される火山灰の種類について記載する。放射性炭素同位体年代の詳細については、上述したボーリング



コアから採取した試料の測定結果をともに表 1 にまとめた。

I a 層は、黒褐色の黒ボク土で上部は耕作土である。トレンチ全体に分布し、層厚は 40～60 cm である。トレンチの北西寄りの部分でやや厚く堆積しており、一部では白色の火山灰が挟在する。I a 層の最下部から採取した腐植質土壌 (KK-C-03) について放射性炭素同位体年代測定を実施した結果、4,817-4,526 cal. yBP の年代値が得られた (図 34、表 1)。

II a 層は、黒ボク土に挟まれた黄褐色の軽石で、トレンチのほぼ全体で確認される。層厚は 10～20 cm 程度で、軽石の大きさは径が 1～2 cm 程度である。これまでに行われた調査結果に基づくと、摩周火山起源の摩周-ghi に対比される。

II b 層は、摩周-ghi の直下に見られる薄い灰色の細粒火山灰である。層厚は 5 mm～5 cm 程度である。摩周-ghi の軽石噴火が発生する前に降下した火山灰であると考えられるが、詳細は不明である。

II c 層は、Ma-ghi (II b 層) の下位に位置する黒色の黒ボク土で、トレンチ全体に連続して分布する。層厚は 10～20 cm 程度である。一部では、中程に細粒火山灰層 (II d 層) を挟在する。II c 層の最上部と最下部から採取した腐植質土壌 (KK-C-04、KK-C-05) について放射性炭素同位体年代測定を実施した結果、7,258-7,021 cal. yBP (KK-C-04)、7,583-7,434 cal. yBP (KK-C-05) の年代値がそれぞれ得られた (図 34、表 1)。また、II c 層最下部から採取した炭化物 (KK-C-01) について放射性炭素同位体年代測定を実施した結果、11,264-11,195 cal. yBP の年代値が得られた (図 34、表 1)。

II d 層は、暗灰色の火山灰で、II c 層の黒ボク土中に断続的に分布する。層厚は 10 cm 以下である。これまでに行われた調査結果に基づくと、摩周-k に対比される。

II e 層は、黄褐～赤褐色の軽石で、トレンチ全体に連続して分布する。一部では軽石が脱色しており、黄白色となる。一部では、本層の直下に II b 層と同様な細粒火山灰が 2 cm 以下の層厚で認められる。軽石層の層厚は約 70～100 cm で、軽石の大きさは径が 1～2 cm 程度である。これまでに行われた調査結果に基づくと、摩周-1 に対比される。

III a 層は、灰～褐灰色の薄い砂層で、トレンチ全体に連続よく追跡することができる。層厚は 5 cm 程度である。また、III 層中に認められる砂質な部分もこの層準に含めた。本層と上位の II e 層との境界付近から採取された炭化物 (KK-C-02) について放射性炭素同位体年代測定を実施した結果、13,087-12,087 cal. yBP の年代値が得られた (図 34、表 1)。

III b 層は、褐色の砂礫で、層厚は 20～30 cm 程度である。トレンチの北西寄りで層厚がやや薄く、南東寄りでやや厚く堆積している。礫径は 3～5 cm 程度で、安山岩の垂円礫を主体とする。

III c 層は、褐灰色の礫混じり砂で、層厚は 10～50 cm 程度である。礫径は 3 cm 以下で、礫率は 10～20 %程度である。

IV a 層は、III c 層よりも下位のマトリックスが比較的が多い堆積ユニットのうちの砂がちな部分である。トレンチの北東寄りに部分的に分布するのみであり、層厚は 20～30 cm 程度である。

IV b 層は、褐灰色の礫混じりシルトであり、IV 層の中で礫が非常に少なく、シルト質のマトリックスを多く含む部分である。層厚は最大で 1.5 m を超えるが、堆積構造の判別

が難しい。

IVc層は、褐灰色で砂礫である。IV層の中で礫が多く、マトリックスをあまり含まない部分である。東壁面（図33）ではトレンチの中央付近で、西壁面（図34）ではトレンチの南東寄りで、それぞれ層厚が1 mを超える。礫径は3～10 cm程度である。

Va層は、褐灰～黄灰色の礫混じり砂の薄層である。層厚は5～10 cm程度である。トレンチ壁面の最下部付近に分布しているため、一部では確認ができていないが、トレンチのほぼ全域で連続よく追跡することができる。

Vb層は、トレンチの基底で観察された褐灰色の砂礫で、層厚は30 cm程度まで確認されているが、正確な層厚は不明である。礫径は主に1～6 cmが主体で、最大径は20 cm程度である。

トレンチ壁面で観察した地層には断層による変形は認められなかった。観察当初は西壁面のIVb層とIVc層の境界の大きな傾き（図33）が変形構造の可能性があると考えたが、埋め戻し前に増し掘りを行なったところ、その直下でVa層の砂の薄層がほぼ水平に連続している様子が観察されたため（図33）、このトレンチを掘削した地点には活断層は存在しないと判断した。

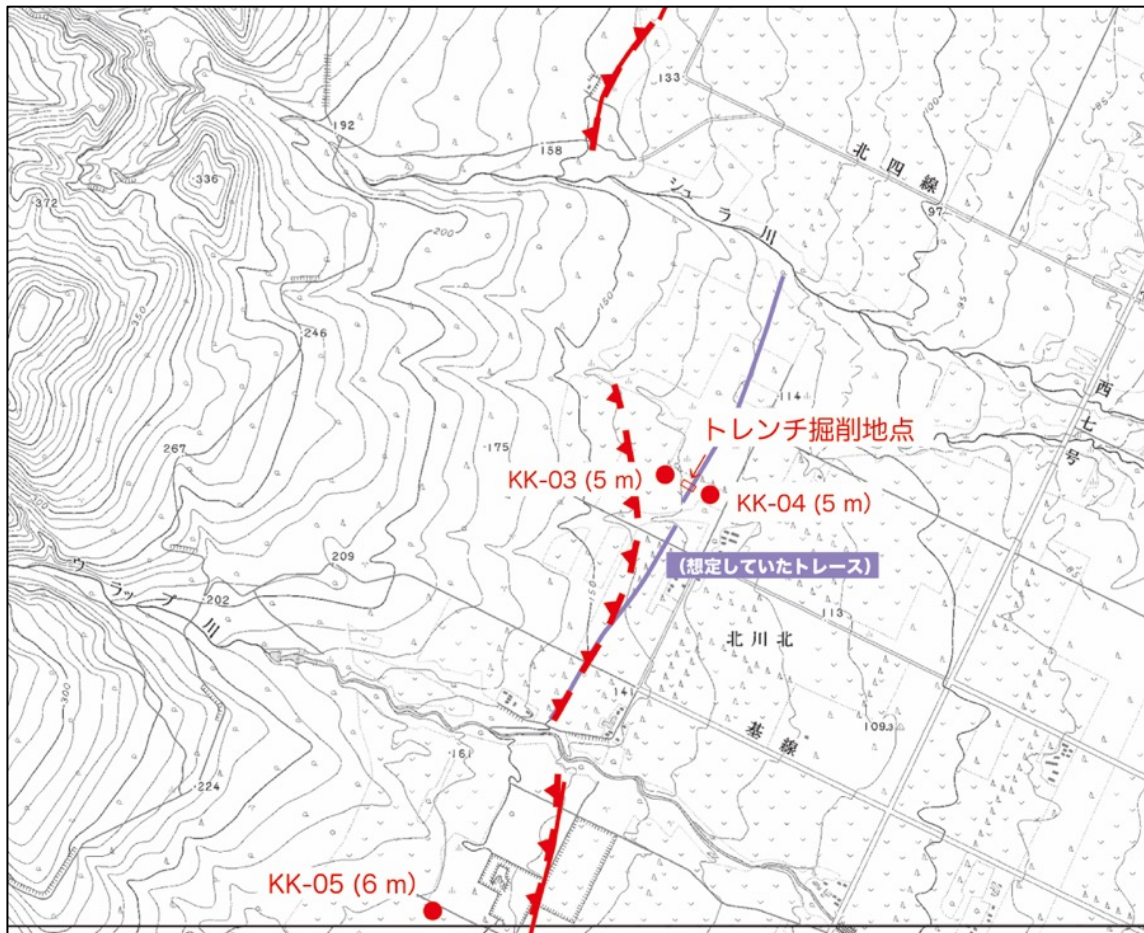


図31 川北地区で実施したトレンチの掘削地点位置図

基図には「数値地図25000（地図画像）『斜里』」（国土地理院、2003）および「数値地図25000（地図画像）『標津』」（国土地理院、2003）を使用した。



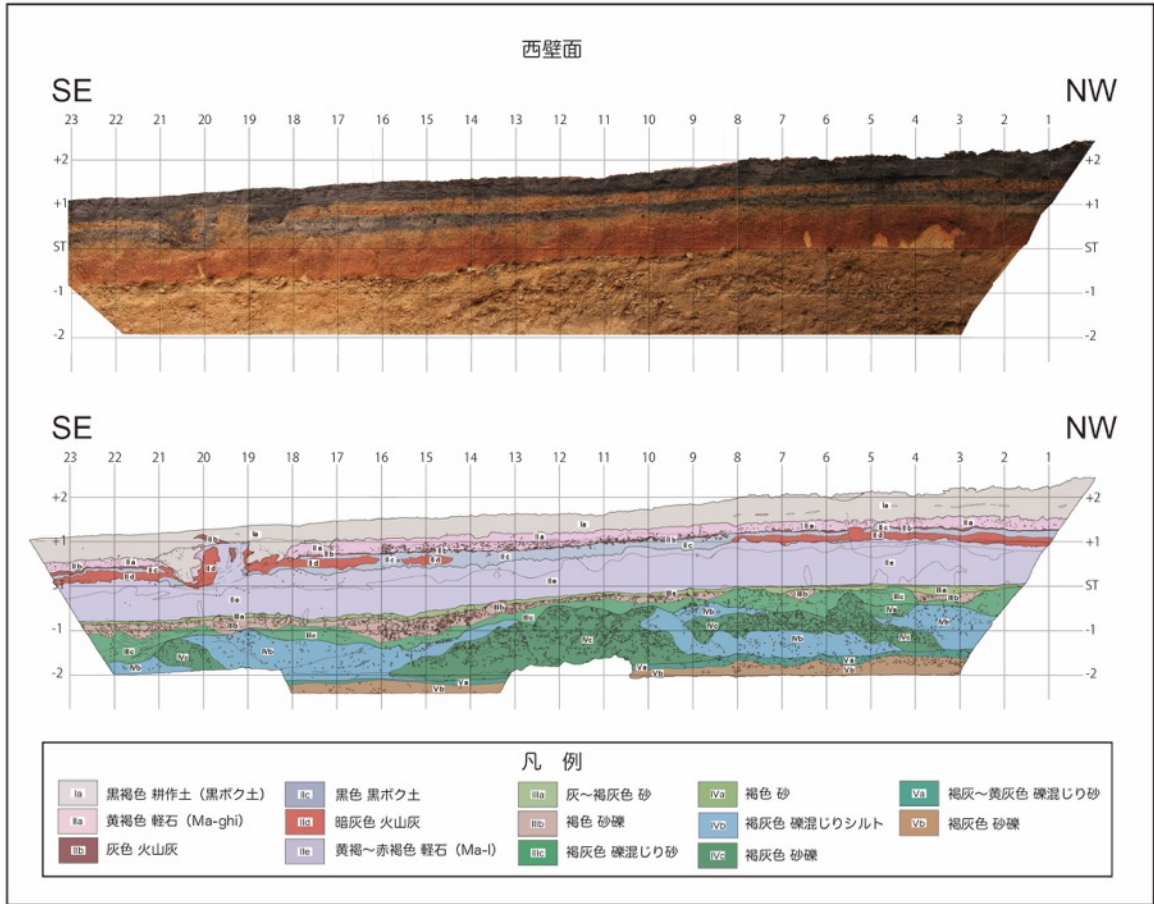


図 33 川北トレンチ西壁面の写真（上）とスケッチ（下）



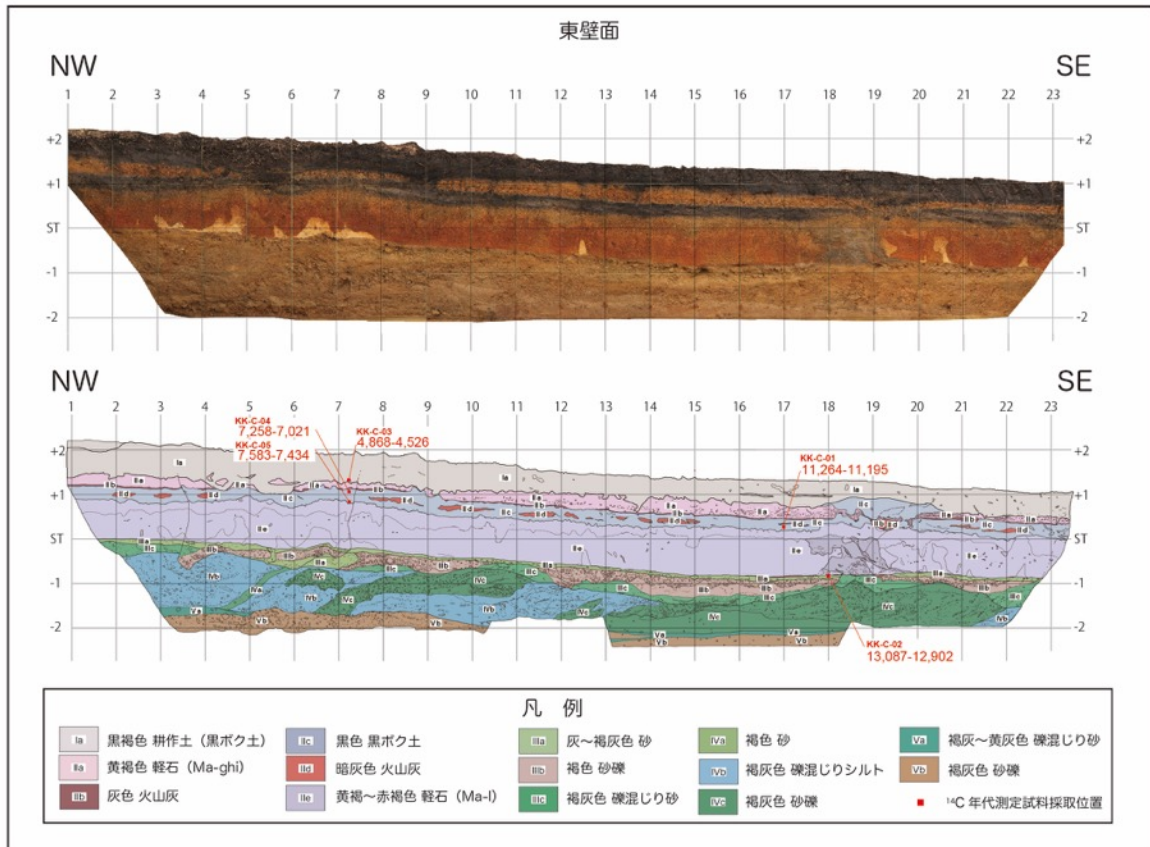


図 34 川北トレンチ東壁面の写真（上）とスケッチ（下）

#### 4) 放射性炭素同位体年代測定

幌萌地区、川北地区、俣落地区で掘削したボーリングコア及び川北地区で掘削したトレンチの壁面から採取した炭化物試料について、加速器を用いた放射性炭素同位体年代測定を実施した。測定は地球科学研究所に依頼した。年代測定結果を表1に示す。暦年代は、いずれも Intcal20 (Reimer *et al*, 2020) を用いて暦年較正した結果の  $1\sigma$  の幅を示した値である。

なお、年代測定結果のうち、KK-05\_3.10、M0-1\_1.13、M0-02\_1.19 については軽石層との層位関係や上下の層準から採取された試料の年代測定結果と大きな矛盾がある。これらの年代測定結果については、上位層から混入した試料を分析した可能性があると判断し、地形面の形成年代の推定には用いないこととした。



表 1 放射性炭素同位体年代測定結果一覽

採取地点	試料名	試料種	測定コード	Conventional Radiocarbon Age (BP)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	暦年代 (cal BP)
梶萌 (羅臼町)	HM-01_0.33	organic sediment	Beta-616270	440 ± 30	-27.42	530 - 455 (94.0 %) 349 - 340 (1.4 %)
	HM-02_0.55	organic sediment	Beta-616271	900 ± 30	-26.97	908 - 842 (34.9 %) 834 - 731 (60.5 %)
	HM-03_0.47	organic sediment	Beta-616272	2,600 ± 30	-26.16	2,767 - 2,709 (95.1 %) 2,626 - 2,624 (0.3 %)
	HM-03_3.23	organic sediment	Beta-616273	32,260 ± 190	-27.56	36,992 - 36,201 (95.4 %)
川北 (標津町)	KK-C-01	charred material	Beta-616971	9,820 ± 30	-25.33	11,264 - 11,195 (95.4 %)
	KK-C-02	charred material	Beta-616972	11,060 ± 30	-24.18	13,087 - 12,087 (95.4 %)
	KK-C-03	organic sediment	Beta-616287	4,120 ± 30	-22.32	4,725 - 4,526 (69.0 %) 4,817 - 4,751 (26.4 %)
	KK-C-04	organic sediment	Beta-616288	6,250 ± 30	-21.42	7,258 - 7,155 (72.7 %) 7,120 - 7,021 (22.7 %)
	KK-C-05	organic sediment	Beta-616289	6,660 ± 30	-22.33	7,583 - 7,473 (93.9 %) 7,442 - 7,434 (1.5 %)
	KK-03_0.51	organic sediment	Beta-616979	4,040 ± 30	-22.19	4,612 - 4,600 (1.6 %) 4,581 - 4,418 (93.8 %)
	KK-03_1.12	organic sediment	Beta-616274	8,180 ± 30	-22.12	9,270 - 9,171 (29.1 %) 9,147 - 9,017 (66.3 %)
	KK-03_2.24	organic sediment	Beta-616275	10,570 ± 40	-24.63	12,701 - 12,586 (59.4 %) 12,550 - 12,483 (36.0 %)
	KK-04_0.55	organic sediment	Beta-616978	5,150 ± 30	-20.80	5,992 - 5,963 (12.3 %) 5,947 - 5,888 (66.9 %) 5,818 - 5,758 (16.1 %)
	KK-05_0.45	organic sediment	Beta-616976	4,150 ± 30	-22.42	4,825 - 4,575 (95.4 %)
	KK-05_3.10	organic sediment	Beta-616977	1,330 ± 30	-26.68	1,301 - 1,242 (57.1 %) 1,222 - 1,176 (38.3 %)
俣落 (中標津町)	MO-01_0.30	organic sediment	Beta-619224	710 ± 30	-24.80	688 - 641 (79.5 %) 588 - 564 (15.9 %)
	MO-01_0.70	organic sediment	Beta-616276	4,120 ± 30	-24.75	4,817 - 4,751 (26.4 %) 4,725 - 4,526 (69.0 %)
	MO-01_1.13	organic sediment	Beta-616277	330 ± 30	-24.49	470 - 310 (95.4 %)
	MO-01_1.32	organic sediment	Beta-616278	6,900 ± 30	-20.49	7,825 - 7,817 (1.6 %) 7,793 - 7,670 (93.8 %)
	MO-01_1.80	organic sediment	Beta-616279	7,100 ± 30	-22.47	8,008 - 7,994 (2.1 %) 7,980 - 7,915 (55.5 %) 7,905 - 7,847 (37.8 %)
	MO-01_3.49	organic sediment	Beta-616280	12,200 ± 40	-23.55	14,308 - 14,269 (2.8 %) 14,224 - 14,023 (92.6 %)
	MO-02_0.50	organic sediment	Beta-616980	1,840 ± 30	-19.73	1,826 - 1,700 (91.6 %) 1,656 - 1,640 (3.8 %)
	MO-02_1.19	organic sediment	Beta-616281	320 ± 30	-25.40	466 - 306 (95.4 %)
	MO-02_1.93	organic sediment	Beta-616282	6,970 ± 30	-21.01	7,922 - 7,899 (7.6 %) 7,864 - 7,700 (87.8 %)
	MO-02_2.29	organic sediment	Beta-616283	8,050 ± 30	-23.40	9,075 - 9,070 (0.4 %) 9,025 - 8,969 (44.5 %) 8,964 - 8,855 (27.4 %) 8,836 - 8,776 (23.1 %)
	MO-02_3.74	organic sediment	Beta-616981	10,280 ± 30	-24.23	12,432 - 12,397 (4.6 %) 12,320 - 12,312 (0.5 %) 12,247 - 12,242 (0.3 %) 12,104 - 11,829 (86.8 %)
	MO-02_4.98	organic sediment	Beta-616284	13,060 ± 40	-23.20	15,806 - 15,496 (95.4 %)

5) 火山灰分析

段丘構成層を覆う火山灰及び軽石について、ボーリングコア、トレンチ壁面、露頭から採取した試料の分析を行い、火山ガラス及び鉱物の屈折率の測定を実施し、既知の火山灰及び軽石との対比を行った。それらのうち、武佐地区の露頭（MS-02）で採取した黄白色火山灰（図 26）が、火山ガラスと斜方輝石の屈折率（図 35）および火山ガラスに含まれる SiO<sub>2</sub>、K<sub>2</sub>O、TiO<sub>2</sub> の化学組成比（図 36、図 37）から判断して、約 2.3～2.6 万年前に噴出したアトサヌプリ火山灰（町田・新井編，2011）に対比される可能性が高いことが確認された。

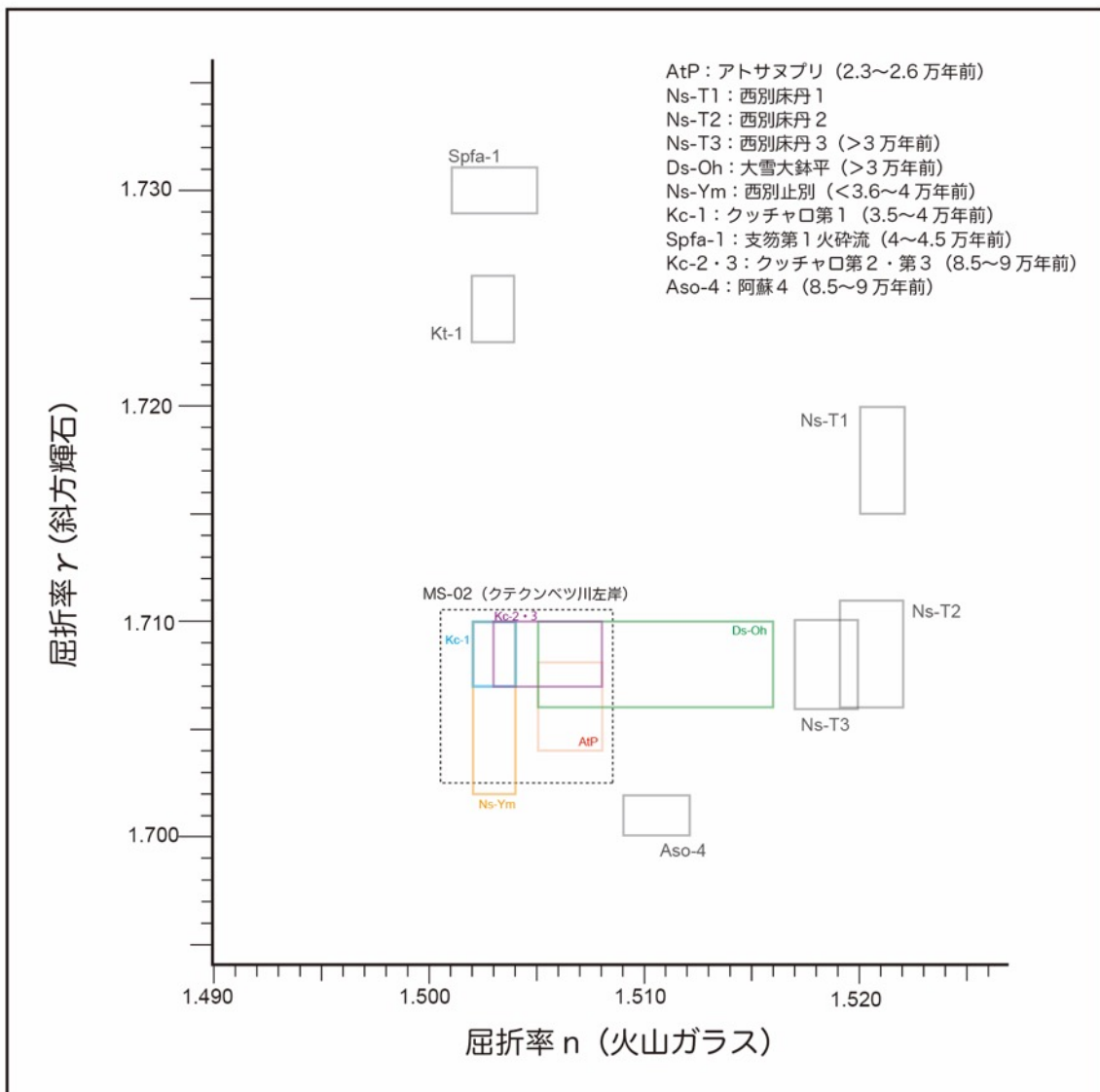


図 35 MS-02 で採取した黄白色火山灰に含まれる火山ガラスおよび斜方輝石の屈折率と既知の火山灰の屈折率との比較  
既知の火山灰の屈折率は町田・新井編（2011）に従った。

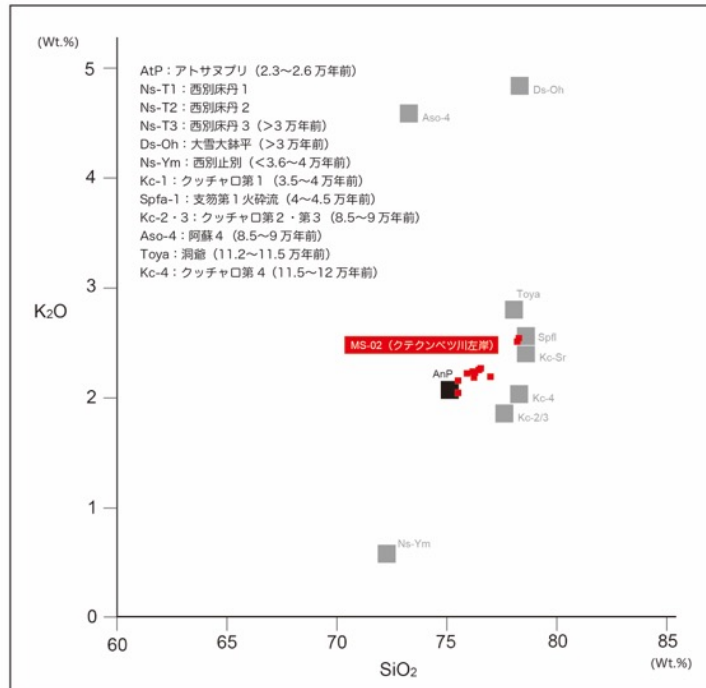


図 36 MS-02 で採取した黄白色火山灰に含まれる火山ガラスに含まれる  $SiO_2$  および  $K_2O$  の組成比と既知の火山灰の組成比との比較  
既知の火山灰の化学組成比は町田・新井編 (2011) に従った。

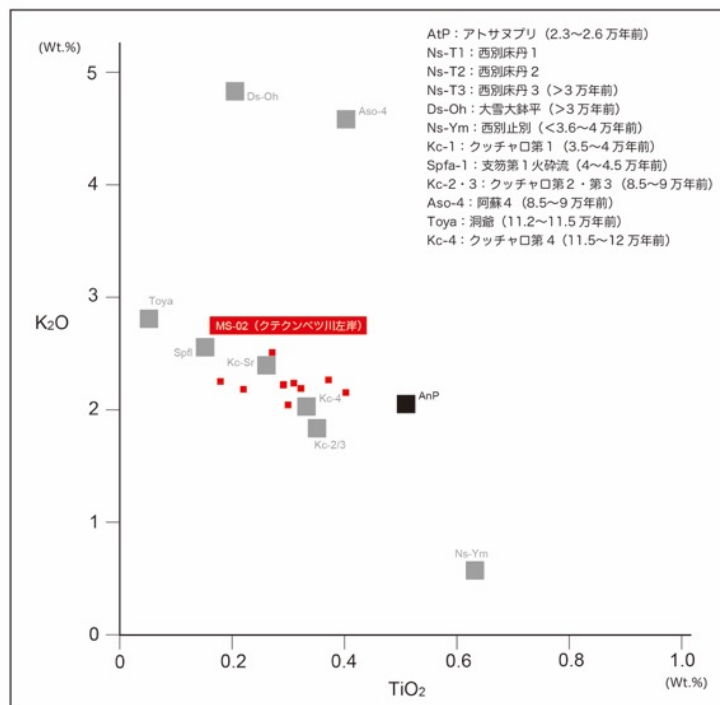


図 37 MS-02 で採取した黄白色火山灰に含まれる火山ガラスに含まれる  $SiO_2$  および  $K_2O$  の組成比と既知の火山灰の組成比との比較  
既知の火山灰の化学組成比は町田・新井編 (2011) に従った。

## 6) 平均変位速度（上下成分）の検討

地形解析から得られた上下変位量と地形面の形成年代に基づき、標津断層帯の平均変位速度（上下成分）を算出した。

川北地区では、g-g' 測線の地形断面図から上下変位量が約 10 m と求められた。その測線上で掘削した KK-05 のボーリングコアでは、Ma-1 の下位に層厚約 2 m の風成ロームが確認されており、その中には目視できる範囲では Kc-1 火砕流堆積物（約 3.5～4 万年前）が含まれていないことから、4 万年前以降に形成された地形面であると推定される。これらの上下変位量と地形面の形成年代の情報に基づくと、川北地点における標津断層帯（開陽断層）の平均変位速度（上下成分）は 0.25 m/千年以上と算出される（図 38）。

武佐地区では、X-X' 測線の地形断面図から上下変位量が約 10 m と求められた。また、この測線に近接する MS-02 の露頭では、Ma-1 の風成ローム中にアトサヌプリ火山灰（約 2.3～2.6 万年前）が挟在されていることが確認された。このことと、目視される範囲では Kc-1 火砕流堆積物が認められないことから、MS-02 の露頭が位置している地形面は約 3～4 万年前に形成されたと推定される。これらの上下変位量と地形面の形成年代の情報に基づくと、武佐地点における標津断層帯（開陽断層）の平均変位速度（上下成分）は約 0.33～0.25 m/千年と算出される（図 39）。

俣落地区では、Y-Y' 測線の地形断面図から上下変位量が約 52 m と求められた。この測線上で掘削した M0-01 のボーリングを掘削したが、地形面の形成年代を決めるために有効な情報は得られなかった（図 40）。仮に、川北地区や武佐地区と同程度の平均変位速度（上下成分）が俣落地区でも見られるのであれば、地形面の形成年代は 15～20 万年前となるが、それを支持する地質学的なデータは今回の調査で得ることはできなかった。

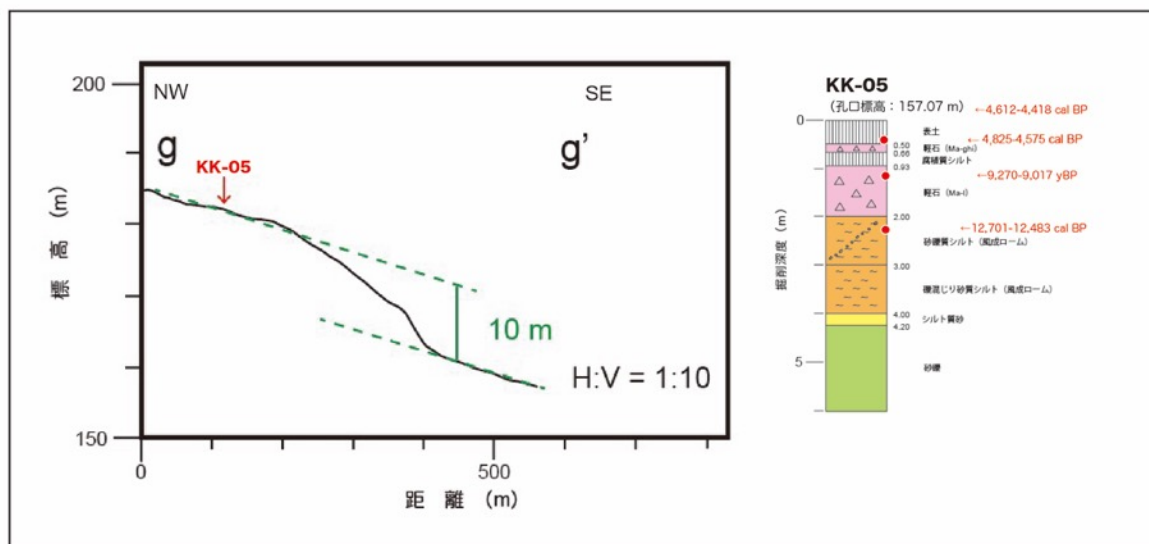


図 38 川北地点の測線 g-g' の地形断面図と KK-05 の柱状図  
柱状図の脇に赤文字で示した値は放射性炭素同位体年代の暦年較正值。

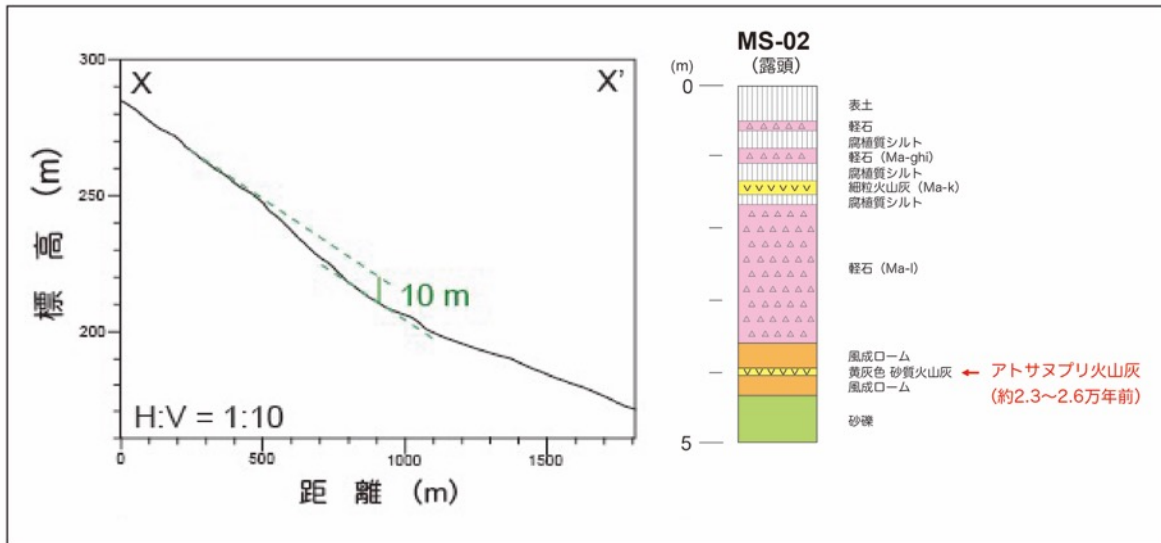


図 39 武佐地区の測線 X-X' の地形断面図と MS-02 (露頭) の柱状図  
柱状図の脇に赤文字で示した値は放射性炭素同位体年代の暦年較正值。

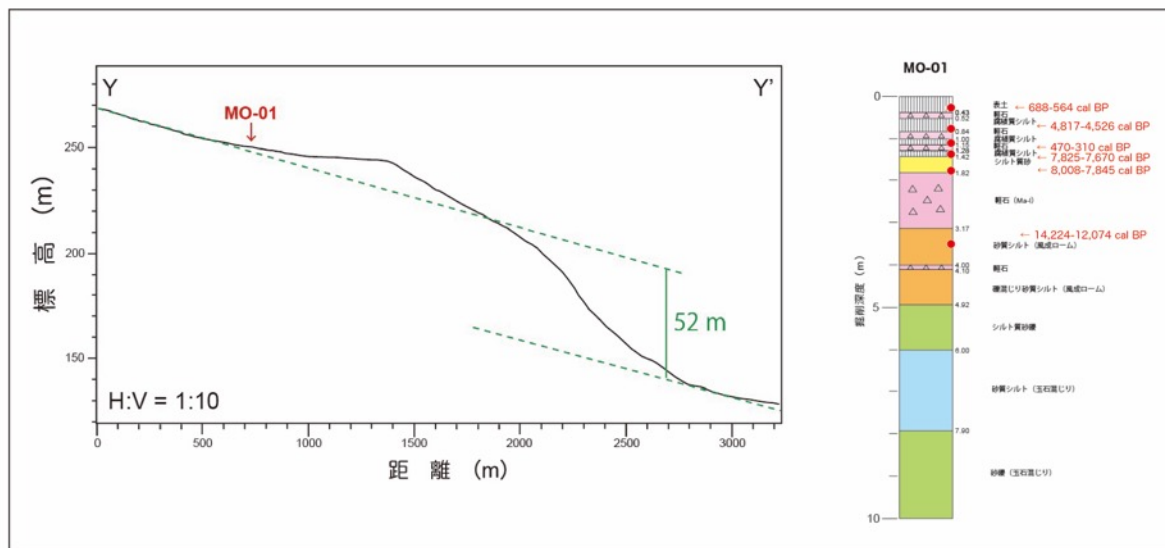


図 40 川北地点の測線 Y-Y' の地形断面図と MO-01 の柱状図  
柱状図の脇に赤文字で示した値は放射性炭素同位体年代の暦年較正值。

(f) 結論と今後の課題

今回の作業によって、標津断層帯の中部に位置する開陽断層において平均変位速度(上下成分)の検討を行ない、約 0.3 m/千年 (0.33~0.25 m/千年) と算出された。地形面の年代は摩周-1 より下位の風成ロームを詳しく調べることで、さらに年代の精度が向上することが期待される。なお、今回の調査では、平均変位速度の算出が主目的であったため、断層構造の存在を明らかにすることができていない。今後、活断層調査の成果を地震動評価や断層変位の事前評価に繋げるためには、標津断層帯の断層変位地形を形成した



活断層の地下形状を確認するための調査が実施されることが望まれる。

(g) 引用文献

- 吾妻 崇・廣内大助・奥村晃史, 航空レーザー測量により見出された標津断層帯古多糠断層沿いの低崖地形. 活断層・古地震研究報告, no. 19, 61-69, 2019.
- 北海道, 「平成 15 年度 地震関係基礎調査交付金 十勝平野断層帯、富良野断層帯及び標津断層帯に関する調査 成果報告書」. 1-181, 1-109, 1-183, 2004.
- 北海道, 「平成 16 年度 地震関係基礎調査交付金 標津断層帯及び富良野断層帯に関する調査 成果報告書」. 1-189, 1-81, 2005.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会, 標津断層帯の評価, 10p, 2005.
- 活断層研究会編, 日本の活断層-分布図と資料-, 東京大学出版会, 363p, 1980.
- 活断層研究会編, 新編日本の活断層-分布図と資料-, 東京大学出版会, 437p, 1991.
- 国土地理院, 数値地図 25000 (地図画像) 『斜里』, CD-ROM, 2003.
- 国土地理院, 数値地図 25000 (地図画像) 『標津』, CD-ROM, 2003.
- 町田 洋・新井房夫, 新編火山灰アトラス-日本列島とその周辺- (第2刷), 東京大学出版会, 336p, 2011.
- 松田時彦・塚崎朋美・萩谷まり, 日本陸域の主な起震断層と地震の表 -断層と地震の地方別分布関係-. 活断層研究, no. 19, 33-54, 2000.
- 中田 高・今泉俊文編, 活断層詳細デジタルマップ, 東京大学出版会, DVD 3枚+解説書 60p, 2002.
- Reimer, P. J., Austin, W. E. N., Bard, E., Bayliss, A., Blackwell, P. G., Bronk Ramsey, C., Butzin, M., Cheng, H., Edwards, R. L., Friedrich, M., Grootes, P. M., Guilderson, T. P., Hajdas, I., Heaton, T. J., Hogg, A. G., Hughen, K. A., Kromer, B., Manning, S. W., Muscheler, R., Palmer, J. G., Pearson, C., van der Plicht, J., Reimer, R. W., Richards, D. A., Scott, E. M., Southon, J. R., Turney, C. S. M., Wacker, L., Adolphi, F., Büntgen, u., Capano, M., Fahrni, S. M., Fogtmann-Schulz, A., Friedrich, R., Köhler, P., Kudsk, S., Miyake, F., Olsen, J., Reinig, F., Sakamoto, M., Sookdeo, A. and Talamo, S., The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0-55 cal kBP), Radiocarbon 62(4), 725-757, 2020.
- 寒川 旭・水野清秀・山口昇一, 50 万分の 1 活構造図「網走」. 地質調査所, 1987.
- 産業技術総合研究所, 2. 標津断層帯 (北海道), 内陸及び沿岸海域の活断層調査 平成 30 年度成果報告書. 55p, 2019.