

## 黒松内低地断層帯における断層活動履歴調査 Paleoseismological study on the Kuromatsunai fault zone in southwestern Hokkaido, northern Japan

吾妻 崇<sup>1</sup>・下川浩一<sup>2</sup>・寒川 旭<sup>3</sup>・杉山雄一<sup>4</sup>・桑原拓一郎<sup>5</sup>  
奥村晃史<sup>6</sup>・黒澤英樹<sup>7</sup>・信岡 大<sup>8</sup>・三輪敦志<sup>9</sup>

Takashi Azuma<sup>1</sup>, Koichi Shimokawa<sup>2</sup>, Akira Sangawa<sup>3</sup>,  
Yuichi Sugiyama<sup>4</sup>, Takuichiro Kuwabara<sup>5</sup>, Koji Okumura<sup>6</sup>,  
Hideki Kurosawa<sup>7</sup>, Dai Nobuoka<sup>8</sup> and Atsushi Miwa<sup>9</sup>

<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup>活断層研究センター (Active Fault Research Center, GSJ/AIST, t-azuma@aist.go.jp, k.shimokawa@aist.go.jp, sangawa.a@aist.go.jp, sugiyama-y@aist.go.jp, t-kuwabara@aist.go.jp)

<sup>6</sup>広島大学大学院文学研究科 (Graduate School of Letters, Hiroshima University, kojiok@hiroshima-u.ac.jp)

<sup>7, 8, 9</sup>応用地質株式会社 (Oyo Co., kurosawa-hideki@oyonet.oyo.co.jp, nobuoka-dai@oyonet.oyo.co.jp, miwa-atsushi@oyonet.oyo.co.jp)

**Abstract:** The Kuromatsunai fault zone is an N-S trending fold-thrust belt in the southwestern part of Hokkaido. Active faults in the fault zone displace the fluvial terraces of Middle to Late Pleistocene age. We investigated the fault zone in three areas: Shirozumi, Warabitai and Oshamambe areas, in the northern, central and southern part of the fault zone, respectively. Trenching survey at the scarp foot of the Shirozumi-higashi fault has revealed that a silt bed about 200 years old is overlain by Late Pleistocene aeolian loam. The cause of this geologic event remains unsettled because no clear fault trace was found on the trench wall, but possibly contemporaneous with the 1792 earthquake that hit the western part of Hokkaido. S-wave reflection survey across the Shirozumi-higashi fault indicates a vertical offset about 12 m, probably caused by folding, of the M2 terrace formed ca. 100 ka. Detailed topographic survey in the Warabitai area indicates that the Chiraigawa-ugan fault has been reactivated after the formation of M3 terrace, around 50 ka. Drilling and trench excavation surveys in the Oshamambe area revealed about 6 m of vertical offset of the M3 terrace deposits caused by the activity on the Oshamambe fault.

**キーワード:** 黒松内低地断層帯, 褶曲衝上断層帯, トレンチ調査, ボーリング調査, S波反射法地震探査, 洞爺火山灰 (Toya), クッタラ第2火山灰 (Kt-2)

**Keywords:** Kuromatsunai fault zone, fold-thrust belt, trenching survey, boring survey, S-wave reflection survey, Toya volcanic ash, Kt-2 volcanic ash

### 1. はじめに

#### 1.1 調査目的

北海道の南西部に位置する黒松内低地断層帯は、国の地震調査研究推進本部が選定した基盤的調査観測の対象活断層の1つに位置づけられている。活断層研究センターでは、平成14年度より3ヶ年計画で本断層帯の調査を開始した。平成14年度は、その計画の初年度として、本断層帯の最新活動時期及び活動間隔を明らかにすることを主な目的とした。

#### 1.2 平成14年度の調査概要

本年度は、黒松内低地断層帯の活動履歴を明らかにすることを目的として、明瞭な変位地形が観察される地点においてトレンチ掘削調査を実施した。

活断層の分布及び地形面区分の確認と併せて、トレンチ掘削地点を選定するために空中写真判読を実施した。使用した写真は国土地理院が1976年に撮影

した縮尺1万分の1カラー写真(CHO-76-8, C1~C16及びCHO-76-12, C1~C16)及び1965年撮影の縮尺約2万分の1白黒写真(HO-65-5X, C1~C13)である。

上記作業に基づき、断層帯北部に位置する白炭東断層上と断層帯南部に位置する長万部断層上(以下、それぞれ「白炭地区」、「長万部地区」と呼ぶ)に、それぞれトレンチ掘削地点を選定した。また、断層帯中部の知来川右岸断層に沿って、既存の文献では指摘されていない扇状地面上の変位地形を確認したため、その扇状地面上でピット掘削調査を実施した。併せて、知来川右岸断層と平行する蕨岱断層との関係を明らかにするため、その周辺の地質構造図を作成した(以下、ピット掘削及び地質構造図作成範囲を合わせて「蕨岱地区」と呼ぶ)。

さらに、トレンチ掘削調査を補完するため、白炭地区ではS波浅層反射法地震探査を、長万部地区ではボーリング掘削調査をそれぞれ実施した。

各調査から得られた放射性炭素同位体年代試料は株式会社加速器分析研究所に、火山灰試料は有限会社古澤地質調査事務所に、それぞれ分析を依頼した。

## 2. 調査対象地域の地形地質概観

黒松内低地は、寿都から長万部まで南北約 25 km にわたって伸びる低地帯で、北は日本海に、南は噴火湾に面している(第1図左上)。黒松内低地では、沖積低地は黒松内市街地周辺や長万部川流域に限られており、高度 50~100 m 前後の丘陵や段丘が卓越している。この地域に分布する山地・丘陵を構成する地層は、黒松内層(鮮新統)、瀬棚層(鮮新-更新統)、知来川層(更新統)といった新生代の堆積岩類及び瀬棚層と堆積時期をほぼ同じくする火山岩類である(第2図)。堆積岩類の層相は、この地域が深海から浅海、そして陸域へと徐々に堆積の場が浅くなってきたことを示しており、それらの分布域の違いからみて堆積盆の範囲は鮮新世末以降、次第に小さくなっている(椿原ほか, 1989; 鈴木, 1991 など)。火山岩類は黒松内岳、長万部岳、写万部山を中心に分布し、瀬棚層と指交関係にある(北海道立地下資源調査所, 1967; 久保ほか, 1983)。これらの地層は、南北方向の軸を持つ褶曲及び南北走向の逆断層により、変形・変位を受けている(池谷・林, 1982; 山岸・渡辺, 1986; 渡辺, 1993 など)。

黒松内低地に断続的に分布する平坦面は、高位段丘もしくは中位段丘に対比される(今泉ほか, 1982; 奥村ほか, 1984; 奥村, 1991; 小池・町田, 2001)。これらの段丘面は、高度や切り合い関係等の地形学的指標と、主に被覆火山灰層序に基づく地質学的指標に基づき、H1~H3 面、M1~M3 面、L1~L2 面に細分される。当地域における主要な指標火山灰には、約 9-10 万年前に噴出した洞爺火山灰(Toya; 奥村・寒川, 1984 など; 一部では火砕流堆積物として確認される)と約 5 万年前に噴出したクッタラ第 2 火山灰(Kt-2; 山懸, 1994)などがある(第2図)。完新世の指標火山灰としては、駒ヶ岳を噴出起源とする数枚の細粒火山灰と中国大陸の白頭山を噴出起源とする白頭山-苦小牧火山灰(B-Tm)がある(第2図)。

黒松内低地断層帯は、活断層研究会(1991)に記載されている白炭東断層、白炭西断層、旭野断層、西熱原野東断層、蔵岱断層、知来川右岸断層、長万部断層、及び周辺のリニアメントによって構成される(第1図右)。これらの断層については、今泉ほか(1982)、奥村(1983)、山岸(1986)、池田ほか(2002)、中田・今泉(2002)などが断層による地形面の変形について報告している。これらの活断層はいずれもほぼ南北走向で、上述の堆積岩類の褶曲構造にほぼ平行して分布する。変位地形は、高位段丘上や中位段丘上に断続的に存在する逆向き低断層崖や段丘面の逆傾斜、あるいは背斜状の膨らみとして認められる。これらの活断層の多くは、地形面の形成年代と

断層崖の比高から、B級の活動度とされている(活断層研究会, 1991)。

## 3. 調査結果

### 3.1 白炭地区

白炭地区では、朱太川右岸に分布する白炭東断層において、トレンチ掘削調査と S 波浅層反射法地震探査を実施した。本地区では、山岸・木村(1981)が活断層露頭の存在を報告している。

#### (1) 地形地質調査

白炭東断層は、朱太川右岸に分布する高位及び中位の扇状地性の河成段丘を変位させる 3 条の逆向き断層崖として認められる(第3図右のトレース a~c)。トレース a の断層崖の高さは約 20 m であるが、隆起側と低下側とで地形面が異なる。トレース b は M2 面上の背斜状変形(バルジ)を伴う比高 10 m 弱の逆向き低断層崖として認められる。トレース c は上述の 2 つのトレースとは斜交するように N30°E の走向を持ち、やや幅の広い変形帯として認められる。断層崖の比高は約 5 m である。

#### (2) トレンチ掘削調査

トレンチは、断層露頭の存在により断層の位置の認定が比較的容易であり、崖下が湿地になっていて完新世の断層活動履歴を明らかにするための年代測定試料が得られると想定されることから、トレース b で掘削することにした。

トレンチは、長辺の方向が東南東-西北西で、長さ約 20 m、幅約 5 m、深さは断層崖の隆起側で約 5 m、低下側で約 2 m である。トレンチ壁面に現れた地層を、層相に基づき、1 層~10 層と盛土・旧表土に区分した(第4, 5図)。1 層は、灰色のシルトで、炭化した木片を含んでいる。これらの木片の放射性炭素同位体年代は、暦年校正した値で 110~180 yBP を示す(第1表)。また、トレンチ北壁面の N7 付近の 1 層には、駒ヶ岳起源あるいは白頭山-苦小牧火山灰(B-Tm)の火山ガラスが混入している(古澤 明氏私信)。トレンチの中央付近では、1 層が 6 層の上にほぼ水平に堆積するが、N7 付近では 1 層の上部は 3 層上に這い上がるように、下部は 3~5 層と 6 層との間に挟み込まれるようにして分布している(第6図)。2 層はシルト質ロームで、トレンチの東寄りの部分(N16-18, S18 付近)に分布する。3 層はトレンチの東西両側に分布する層厚約 20 cm のシルト質ロームである。4 層はトレンチの西側部分に分布するシルト質ロームで、西側壁面(第7図)から採取した連続サンプリングの分析結果(第8図)によれば、この層準の上部には約 1 万 2000 年前に噴出した濁川テフラ(Ng)が、下部には約 5 万年前に噴出したクッタラ第 2 火山灰(Kt-2)がそれぞれ含まれる。5 層は砂質ロームで、最下部には Kt-2 以前に噴出した松前火

山灰 (Mt) に対比される可能性がある火山灰が含まれる。6層は灰色の細砂で、トレンチ中央付近では1層の下位に、西寄りの部分では5層の下位に分布する。この層からは木片が採取され、それらの放射性炭素同位体年代は暦年校正した値で 130-160 yBP を示す (第1表)。また6層には、駒ヶ岳起源のものと思われる火山灰が含まれるが、駒ヶ岳を起源とする火山灰のうちのどれに対比できるのかは不明である。7層の白色シルトと8層の泥炭はほぼ同時代に堆積したものと思われる。8層から採取された泥炭と木片は、約 43,000 yBP から 49,000 yBP の放射性炭素同位体年代 (未補正值) を示す (第1表; 第4, 5図)。トレンチの西端付近 (N3-5, S4-5) では両層の境界が東へ約 20° 傾く。9層は主に亜角~亜円礫からなる礫層で、マトリックスはシルトが主である。10層の礫層はクサリ礫が中心で、マトリックスは砂質である。

以上のような堆積構造と地層の堆積年代のデータから、白炭東断層のトレース b では、以下のような出来事があったと考えられる。まず、7層が断層崖もしくは背斜構造の形成に伴って堆積した。通常、段丘が離水していく過程を示す堆積物は、礫質な堆積物から氾濫原堆積物へと漸移的に変わり、その上を風成堆積物が覆う。トレンチの南北壁面においては、9層の上にまず8層の泥炭が堆積していることから、一時的に止水環境になったことが伺える。次に、トレンチ西端部の7層と8層とを東に増傾斜させる西上がりの活動があった。さらに、約4~5万年前に堆積した7~8層と、約1~5万年前の火山灰を含む3~5層との間に、西暦1780~1840年頃に堆積した6層と1層の一部が挟み込まれた。

ただし、トレンチ西端部の7層/8層境界の約20°に達する傾斜や、6層と1層が挟み込まれるに至った原因が断層活動なのか、あるいは地すべりや人為的な埋積なのかについては、現段階では判断しかねるところがある。今後、追加実施する火山灰分析等の結果に基づいて、解釈をさらに検討する必要がある。

### (3) S波浅層反射法地震探査

トレンチ掘削地点から約20m南に離れたところに、トレースbと直交する長さ約300mの測線 (第3図右) を設定し、ポータブルバイブレータを震源とするS波浅層反射法地震探査を実施した。探査の主な目的は、背斜部における上下方向の平均変位速度を算出するため、段丘構成層と基盤 (瀬棚層) との地層境界の高度を明らかにすることである。このため、深度約50mまでの地質構造を探査対象とした。本探査の主要諸元は、発震点間隔1m、受震点間隔1m、垂直重合数4回である。

深度断面 (第9図上) では、測線距離200~250m付近の極浅層の反射面が、地形と調和的に背斜状に撓んでいる。また、測線距離200m付近では、知来川層に対比される、より深い反射面が西側に撓み下がっている。トレースc付近では、西上がりの、地層

の累積的な変形の様子が認められる。トレースa付近では向斜構造がイメージされたが、断層の存在を明瞭に示す反射波構造は認められなかった。

反射法地震探査測線の南を流れる下白炭川の谷壁には瀬棚層及び知来川層が断続的に露出する。両層の地質構造と深度断面との対照 (第9図下) から、深度断面中の地表下約5mの反射面がM2面構成層基底に対応すると考えた。この反射面について、堆積時の原傾斜を考慮した場合、図上で計測すると背斜部で上下方向に約12mシフトしている。

## 3.2 蕨岱地区

蕨岱地区では、知来川右岸断層と蕨岱断層の存在が知られている (第10図左)。本年度は、これらの断層により変位を受けている段丘面の形成年代と変位量を明らかにすることを目的として、地質踏査、地形測量及びピット掘削調査を行なった。

### (1) 地形地質調査

写真判読を行なった結果、知来川右岸断層は、トマムナイ川付近において、従来から断層変位を受けていることが指摘されている地形面よりも新しい地形面を変位させている可能性があると判断した。この変位地形の特徴を明らかにするため、この地域でトータルステーションを用いた測量を行い、詳細地形図 (縮尺500分の1, コンター間隔1m) と地形断面図を作成した (第10図右)。作成した地形断面図を用いると、東側の断層によるトマムナイ右岸での地形面の上下変位量は約5mと読み取れる (第11図)。

また、蕨岱地区を流れる知来川及びその支流の谷壁には、泥炭やシルトを挟む砂礫層からなる知来川層と未固結の砂層からなる瀬棚層が露出している。これらの地層の分布と走向・傾斜を調べ、地形から認められる活構造と対比した。その結果、知来川層と瀬棚層上部が東へ急傾斜する構造が、知来川右岸断層の周辺と、蕨岱断層周辺の幅10m程度の狭い範囲にみられることが明らかになった。

### (2) ピット掘削調査

トマムナイ川右岸に分布する地形面の形成年代を明らかにするため、ピット掘削調査を行なった。ピットは、トマムナイ川右岸で地形断面方向 (東西方向) に6ヶ所 (第10図右の1~6) で掘削し、さらに比較のため、その東方延長にあたる知来川左岸の2ヶ所 (第10図右の7と8) でも掘削した。

いずれのピットにおいても、シルト層または砂礫層の上位にパッチ状の黄褐色~黄色の火山灰が認められた。この火山灰は、層相からKt-2に対比され、トマムナイ川右岸の地形面はM3面であることが明らかになった。

## 3.3 長万部地区

長万部地区では、長万部断層によりM3面が西上が

りの撓曲変形を受けている地域（オバルベツ川右岸）において、トレンチ掘削調査を実施するとともに、断層を挟んだ3地点でボーリングを掘削した。

### (1) トレンチ掘削調査

長万部断層は、丘陵と平野との境界に位置し、オバルベツ川右岸でM3面を、長万部公園付近でM1面を撓曲変形させている（第12図左）。オバルベツ川右岸域の撓曲崖基部については、用地の問題から掘削が困難であったため、その南方延長の、扇状地面上に比高約1mの傾斜変換が認められる地点において、トレンチを掘削することとした。

トレンチは、長辺の方向がWNW-ESE方向で、長さ約25m、幅約5m、深さ約2.5mである。トレンチ東寄りの部分では、深さ約4mまで掘り下げた。トレンチの南北壁面に現れた地層を、層相に基づき、1層～6層までと表土・耕作土に区分した（第13、14図）。各層準には腐植質シルト、泥炭、火山灰が含まれている。これらの層準のうち、3層及び4層中の腐植質シルト、6層中の泥炭と火山灰について分析を行った。その結果、3層の腐植質シルトからは、暦年較正した値で、4,500 yBPから5,200 yBP頃、4層の腐植質シルトからは、同じく暦年較正した値で、約7,000 yBPから約9,800 yBPの放射性炭素同位体年代がそれぞれ得られた（第2表）。6層中・上部の泥炭は約44,000 yBPから約49,000 yBPの放射性炭素同位体年代（未補正值）を示す。同層下部の泥炭の測定結果はscale outとなった。6層上部の泥炭の上位には、層厚約20cmで黄白色軽石質火山灰が堆積している。この火山灰（第13図のOT-b）を分析したところ、Kt-2に対比されることがわかった（第15図）。また、北壁面のN6付近の火山灰層（第13図のOT-d）直上から採取した古土壌は、約28,000 yBPの放射性炭素同位体年代（未補正值）を示している。この火山灰（OT-d）の鉱物組成はKt-2に似ているが、角閃石を全く含まないことから別の火山灰、おそらく駒ヶ岳起源の火山灰に対比される可能性が高い（第15図）。

南・北両壁面で観察される地層の構造で注目すべき点は、6層が約20°の傾斜で東へ傾いており、上位の層準とは傾斜不整合の関係にあることである。このほか、トレンチの西端では、6層中の泥炭が小規模な逆断層で切られている。また、北壁面のN-13付近では、4層の砂礫層が液状化した痕跡が見いだされた。

### (2) ボーリング掘削調査

トレンチ掘削調査で見いだされた泥炭層の傾斜と撓曲変形との関係を明らかにするため、撓曲崖の南方延長を挟んでボーリングを掘削し、ボーリングコアの層序対比を行なった。

ボーリング掘削地点は、撓曲崖とトレンチ掘削地点を挟んで隆起側、低下側のそれぞれ1地点と、撓曲崖斜面上の1地点とした（第12図右）。西側の掘削地点から順に、OT-1、OT-2、OT-3と呼ぶ。

OT-1 コアは上位から耕作土、風成ローム層、M3面構成層及び基盤をなす瀬棚層（未固結砂層）に区分される。OT-2 コアは耕作土、沖積層、堆積年代が不明な砂礫層及び基盤の砂層に区分される。OT-3 は耕作土、沖積層、M3面構成層、火山灰層及び基盤をなす砂層に区分される。

これらの地層の堆積年代を明らかにするため、放射性炭素同位体年代測定と火山灰分析を実施した。放射性炭素同位体年代測定の結果、OT-1とOT-3から得られた泥炭は、トレンチ壁面で確認された泥炭とほぼ同じ年代を示す（第2表）。このことから、これらの泥炭はM3面構成層の一部であると考えられる。火山灰分析の結果からは、OT-3の地表下3m付近にKt-2が存在することと、M3面構成層に不整合に覆われる火山灰層がToyaであることが分かった（第15図）。

これらの結果に基づき、長万部断層によるM3面構成層の上下変位量を次のようにして求めた（第16図）。撓曲変形を被っていないと考えられる、撓曲崖から離れた隆起側のM3面の傾斜を、同面の原傾斜と仮定する。この原傾斜を相対的沈降側（撓曲崖の東側）にも当てはめ、隆起側のOT-1と沈降側のOT-3におけるM3面構成層の上限高度から、同面の上下変位量を求める。このようにして求められた長万部断層によるM3面の上下変位量は約6mとなる（第16図）。

## 4. 断層帯周辺の古地震との関係

黒松内低地断層帯周辺では1792年（寛政4年）の地震による被害が知られている。詳細な記録は不明であるが、宇佐見（2003）によると、小樽から積丹岬にかけての地域で揺れを感じ、津波が発生した。「寿都町史」（寿都町教育委員会、1974）には、寿都地方の出来事として、「五月二十四日この地方地震、海嘯あり被害甚大であった」、北海道での出来事として、「西蝦夷地地震、津波あり被害多し」と記されている。

白炭地区では、既述のように、ロームとシルトに挟まれる地層中の植物遺体から西暦1770-1840年の放射性炭素年代が得られている。ローム層が覆いかぶさるイベントが起きた時期は、1792年の地震と重なっている可能性が高く、大変興味深い。今後、このイベントと黒松内低地断層帯の活動との関係、さらにそれと1792年地震との関係について、調査を進めていきたいと考えている。

## 5. 平成14年度調査のまとめ

平成14年度の調査により得られた黒松内低地断層帯に関する新たな知見と今後の課題は、以下のとおりである。

(1) 白炭地区では、白炭東断層のトレースbで行なったトレンチ掘削調査により、約200年前頃に湿地

の上にローム層が覆いかぶさるイベントが生じたことが明らかになった。このイベントは、1792年に発生した西蝦夷地方の地震と時期的に重なる可能性が高い。このイベントと白炭東断層の活動との関係、それらと1792年の地震との関係の解明が今後の課題として残されている。

(2) 蕨岱地区においては、被覆火山灰層序から、M3面の分布が確かめられた。今後、蕨岱断層と知来川右岸断層によるM3面構成層とそれを覆うローム層の上下変位量や、両断層の最新活動時期の解明を進める必要がある。

(3) 長万部地区においては、長万部断層の両側に分布するM3面構成層の高度分布の比較から、同断層による約6mの上下変位量を明らかにすることができた。今後は同地区に分布する活断層の最新活動時期の解明に向けた研究の推進が課題である。

(4) 白炭地区における反射法地震探査の結果、黒松内低地断層帯は、褶曲構造の発達と密接に関連して形成されていることが明らかになった。今後、反射法地震探査による地下構造調査を進め、断層帯の3次元的な構造を解明することが各地区に共通する課題である。

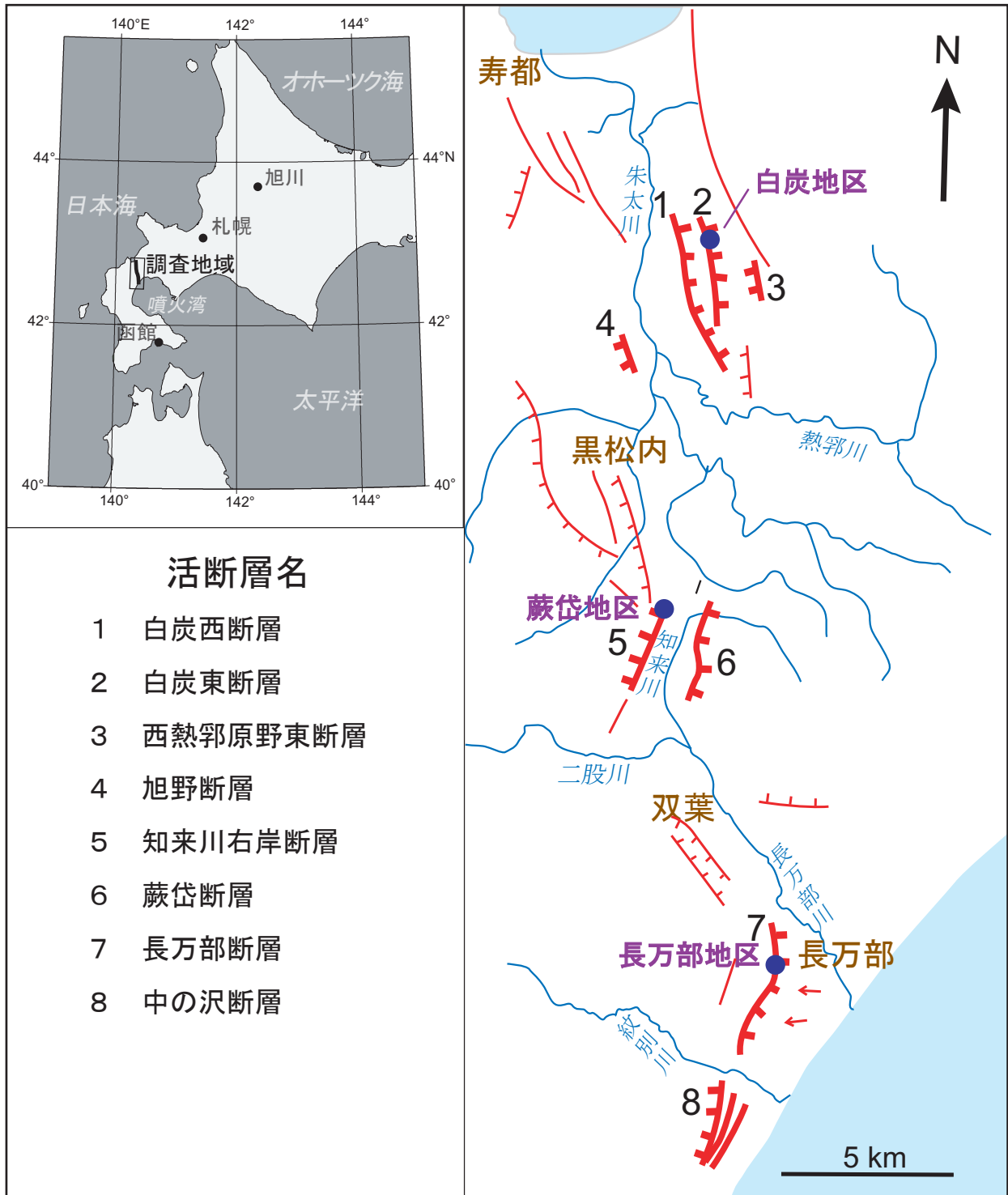
**謝辞** 平成14年度の調査を実施するにあたり、調査用地の地権者の皆様には快く調査をお認め頂き、北海道庁並びに黒松内町役場と長万部町役場の担当者の方々からはいろいろとご協力を賜った。各町への調査説明に際しては、黒松内町ブナセンターの高橋興世館長にいろいろと便宜を図って頂いた。北海道立地下地質研究所と北海道開拓記念館の研究者の皆様をはじめとする多くの方々には、トレンチ現場において有益な議論をして頂いた。以上の方々のお蔭で調査を無事に進めることができ、貴重な研究成果を得ることができた。ここに記して、篤く御礼申し上げます。

## 文 献

北海道工業振興委員会 (1990) 北海道の石油・天然ガス資源-その探査と開発(昭和52年~63年)-. 北海道立地下資源調査所 (1967) 長万部町の地質. 62 p.  
池田安隆・今泉俊文・東郷正美・平川一臣・宮内崇裕・佐藤比呂志 (2002) 第四紀逆断層アトラス. 東京大学出版会, 260 p.  
池谷仙之・林 慶一 (1982) 北海道渡島半島黒松内地方の地質. 地球科学, 35, 94-97.  
今泉俊文・渡島半島活断層研究グループ (1982) 黒

松内低地帯の活断層. 日本地理学会予稿集, No. 22, 98-99.  
活断層研究会 (1991) 新編日本の活断層-分布図と資料-. 東京大学出版会, 448 p.  
小池一之・町田 洋 (2001) 日本の海成段丘アトラス. 東京大学出版会, 122 p.  
久保和也・石田正夫・成田英吉 (1983) 長万部地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅, 地質調査所, 70 p.  
町田 洋・新井房夫 (1992) 火山灰アトラス [日本とその周辺]. 東京大学出版会, 276 p.  
中田 高・今泉俊文 (2002) 活断層詳細デジタルマップ. 東京大学出版会, 68 p.  
Niklaus, T. R. (1991) CalibETH (Version 1.5b).  
奥村晃史 (1983) 黒松内低地帯の活構造と地形発達. 日本地理学会予稿集, No. 23, 30-31.  
奥村晃史 (1991) 北海道地方の第四紀テフラ研究. 第四紀研究, 30, 379-390.  
奥村晃史・寒川 旭 (1984) 洞爺火砕流 (Tpfl) の分布と絶対年代 (演旨). 火山, 29, 338.  
奥村晃史・八木浩二・寒川 旭 (1984) 黒松内低地帯の後期更新世段丘に関する年代資料. 第四紀研究, 23, 209-212.  
寿都町教育委員会 (1974) 寿都町史. 587 p.  
鈴木明彦 (1991) 西北海道美利河-花石地域の瀬棚層の堆積環境. 地質学雑誌, 97, 329-344.  
椿原慎一・長谷川四郎・丸山俊明 (1989) 西北海道黒松内地域の上部新生界—とくに黒松内層の層序と微化石年代について-. 地質学雑誌, 95, 423-438.  
宇佐見龍夫 (2003) 最新版日本被害地震総覧 [416]-2001. 東京大学出版会, 605 p.  
渡辺 寧 (1993) 岩脈・火口配列に基づく西北海道北部の新生代後期の応力場. 地質学雑誌, 99, 105-116.  
山懸耕太郎 (1994) 支笏及びクッタラ火山のテフロクロノロジー. 地学雑誌, 103, 268-285.  
山岸宏光 (1986) 北海道におけるいくつかの活断層露頭. 活断層研究, No. 2, 19-28.  
山岸宏光・木村 学 (1981) 黒松内低地帯の活断層露頭. 地球科学, 35, 94-97.  
山岸宏光・渡辺 寧 (1986) 西北海道における新生代後期の応力場の変遷-地質断層, 岩脈, 鉞脈及び活断層の検討-. 地団研専報, No. 31, 321-331.

(受付: 2003年9月10日, 受理: 2003年10月17日)



第1図. 黒松内低地断層帯の位置 (左上) と同低地に分布する活断層 (右) .

Fig. 1. location (upper left) and distribution of active faults (right) in the study area.

活断層の位置及び断層名は活断層研究会 (1991) による. ケバ付きの太い線は活動度B級の活断層, ケバ付きの細い線は活動度C級の活断層を示す. ケバは断層の低下側を示す. 細い実線はリニアメント (確実度IIIの活断層) を, 赤い矢印は地形面の異常な傾斜の方向を示す. 黒丸は14年度の調査実施地区の位置を示す.

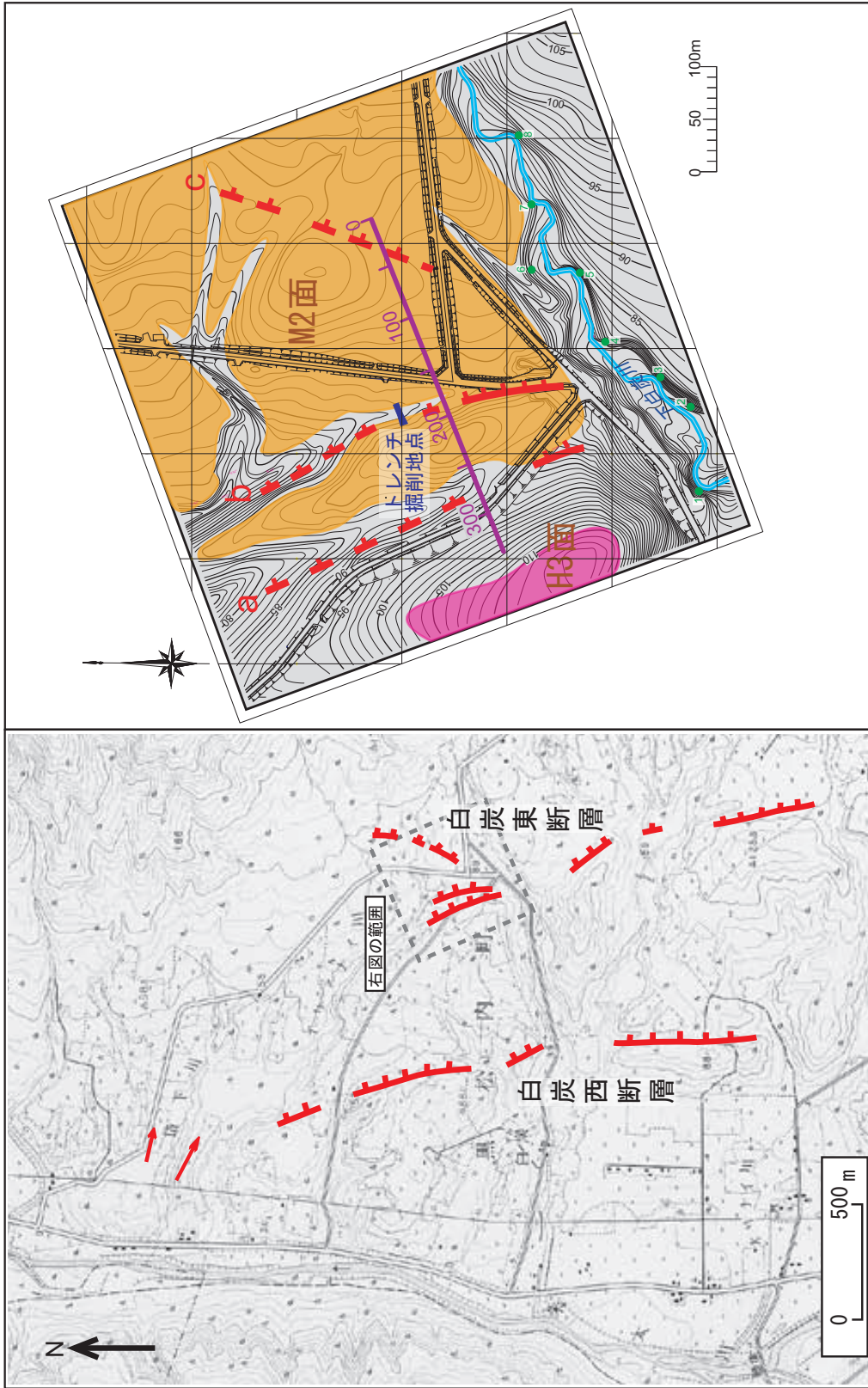


年代	地質時代	地層名	主な指標火山灰 (略号; 噴出年代)	
1ka	完新世	沖積層	— 駒ヶ岳d (Ko-d; AD1640)	
			— 白頭山苦小牧 (B-Tm; 0.8-0.9ka)	
10ka	更新世	後期	— 濁川 (Ng; 12 ka)	
			L 2 面構成層	
		L 1 面構成層	— 銭亀-女那川 (Z-M; 35-45 ka)	
		M 3 面構成層	— クッタラ第2 (KT-2; 50 ka)	
		M 2 面構成層	— 松前 (MT; ?)	
		M 1 面構成層	— 洞爺 (Toya; 90-100ka)	
		中期	H 3 面構成層	— 蕨岱 (WT; 0.4 Ma)
			H 2 面構成層	
			H 1 面構成層	
		知来川層		
1Ma	前期	瀨棚層		
	鮮新世	黒松内層		

第2図. 黒松内低地に分布する地層の層序・年代と主な指標火山灰.

Fig. 2. Stratigraphy and key tephra beds in the Kuromatsunai Lowland.

火山灰の噴出年代は, 主に町田・新井 (1992) による.

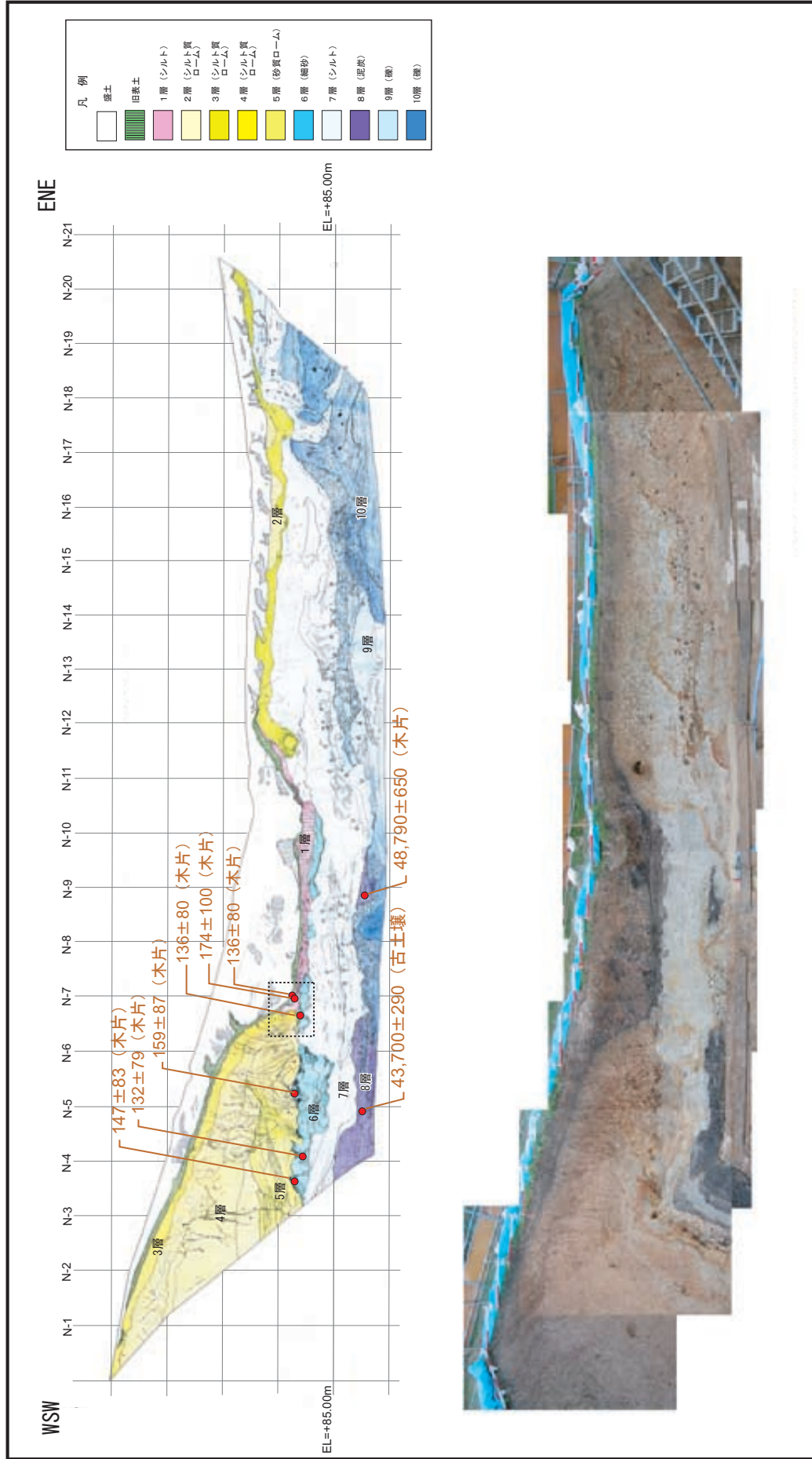


第3図. 白炭地区周辺の地形と活断層の分布 (左) 及び調査地点周辺の詳細地形 (右).

Fig. 3. Topography and distribution of active faults around the Shirozumi site (left) and detailed topographic map of the Shirozumi site (right).

(左図) 国土地理院発行25,000分の1地形図「熱那」を使用。断層の位置は空中写真判読結果に基づき、断層線のケバは断層の低下側を示す。矢印は地形面が異常な傾斜を示す部分とその方向を示す。(右図) 地形図はトータルステーションを用いた測量結果による。等高線の間隔は主曲線1 m, 計曲線は5 m。断層線のうち、侵食などにより位置が不鮮明なものは破線で示した。ケバは低下側を示す。下白炭川沿いの数字は、露頭番号を示す。紫色の実線及びその上の数字は、反射法地震探査測線とCMP番号を示す。

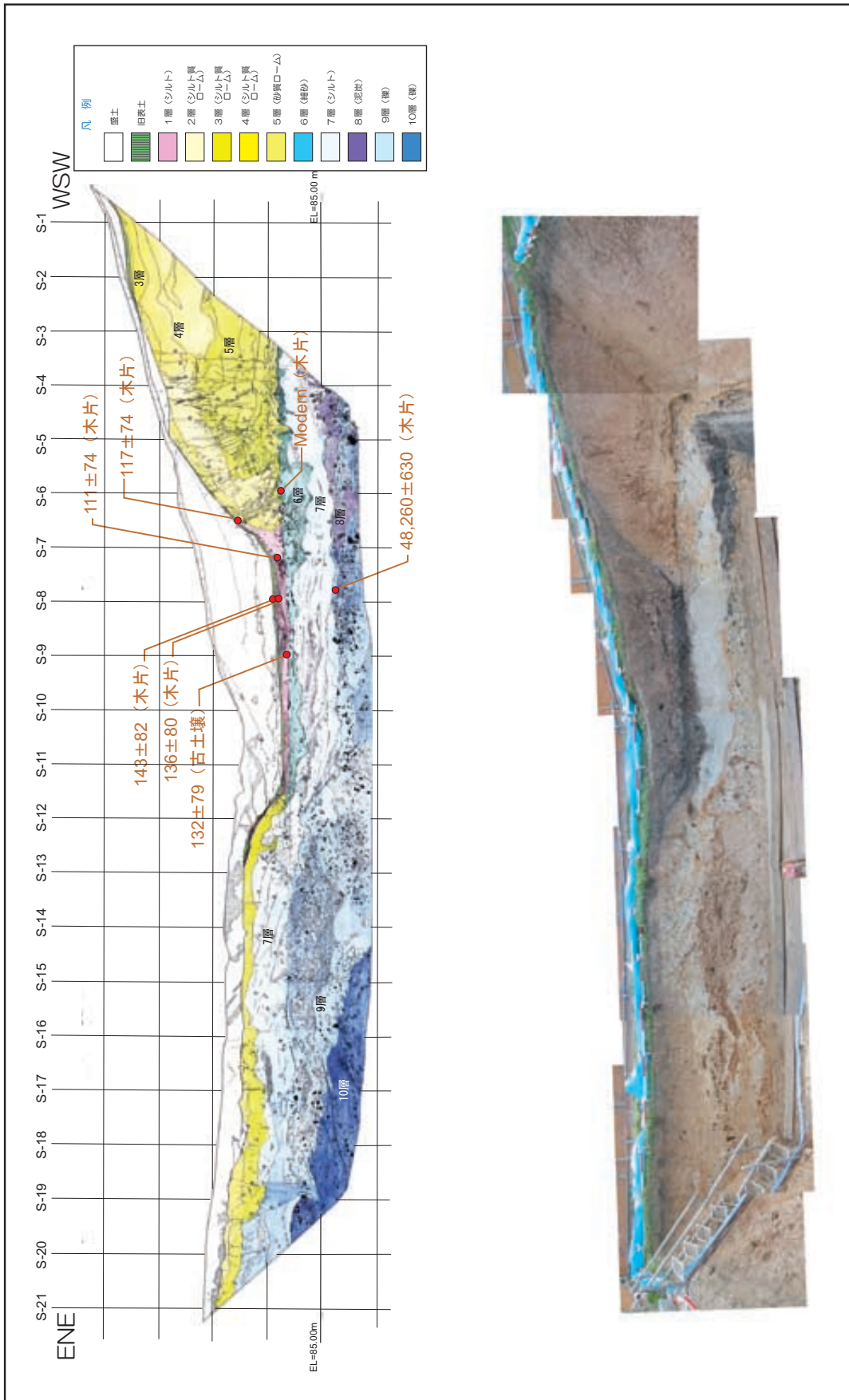




第4図. 白炭地区トレンチ北壁面のスケッチ (上) と写真 (下) .

Fig. 4. Log and photo of the north wall of the Shirozumi trench.

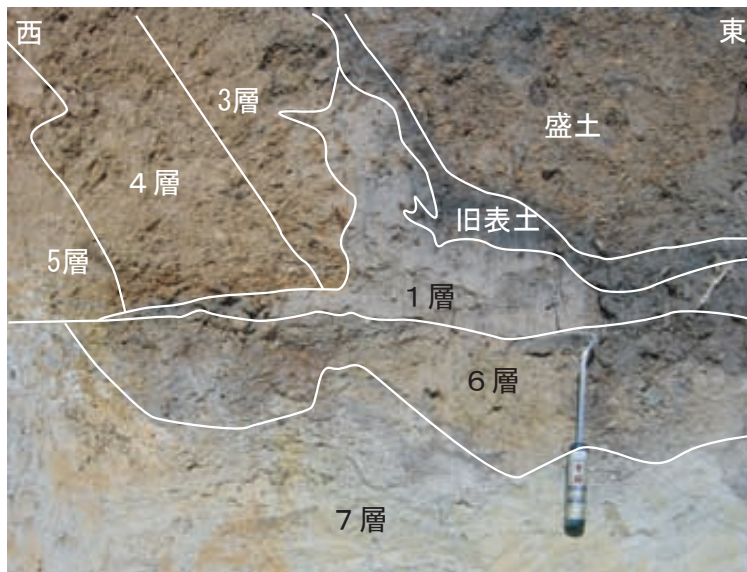
トレンチ掘削地点の位置は第3図に示す。破線で囲んだ枠は、第6図の写真の位置を示す。図中に示した数字は、赤丸印の位置から採取された試料の放射性炭素同位体年代測定 (AMS法) の値 (1層及び6層から採取した試料の年代は暦年較正值, 8層から採取した試料の年代は未補正值, 単位はyBP) を示す。



第5図. 白炭地区トレンチ南壁面のスケッチ (上) と写真 (下) .

Fig. 5. Log and photo of the south wall of the Shirozumi trench.

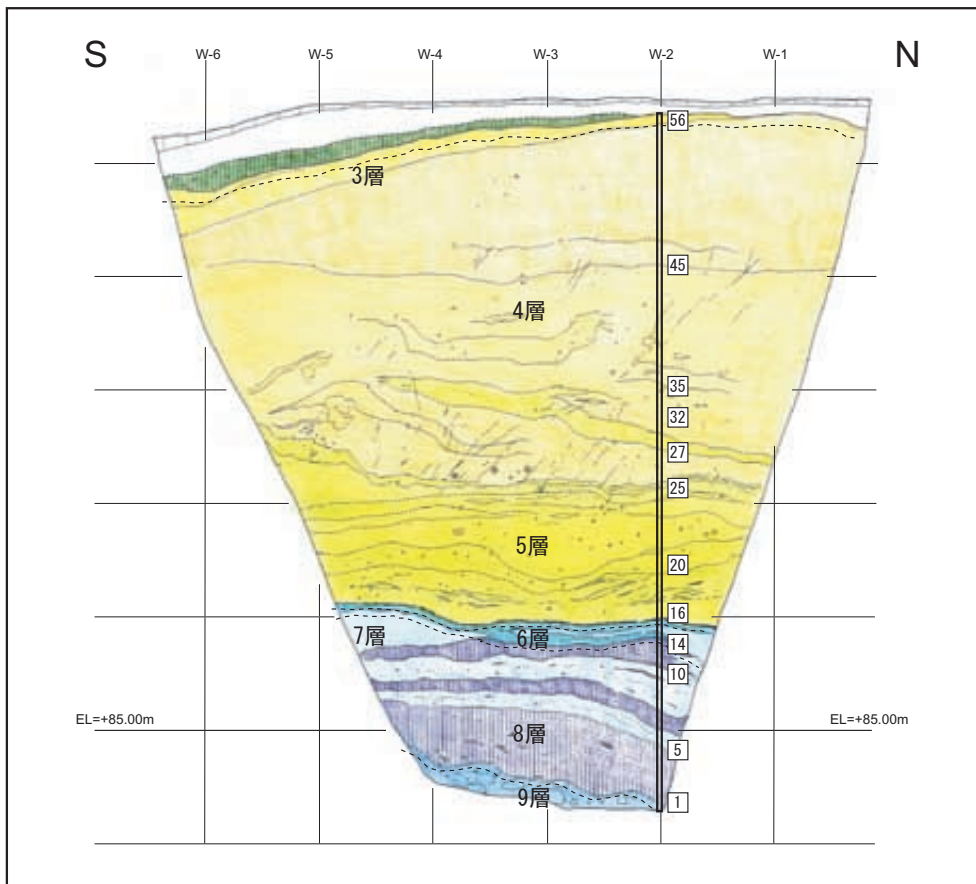
トレンチ掘削地点の位置は第3図に示す. 図中に示した数字は, 赤丸印の場所から採取された試料の放射性炭素同位体年代測定 (AMS法) の値 (1層から採取した試料の年代は暦年較正值, 8層から採取した試料の年代は未補正值, 単位はyBP) を示す.



第6図. 白炭地区トレンチ北壁面N7付近における1層の変形の様子.

Fig. 6. Deformation of the unit 1 on the north wall of the Shirozumi trench.

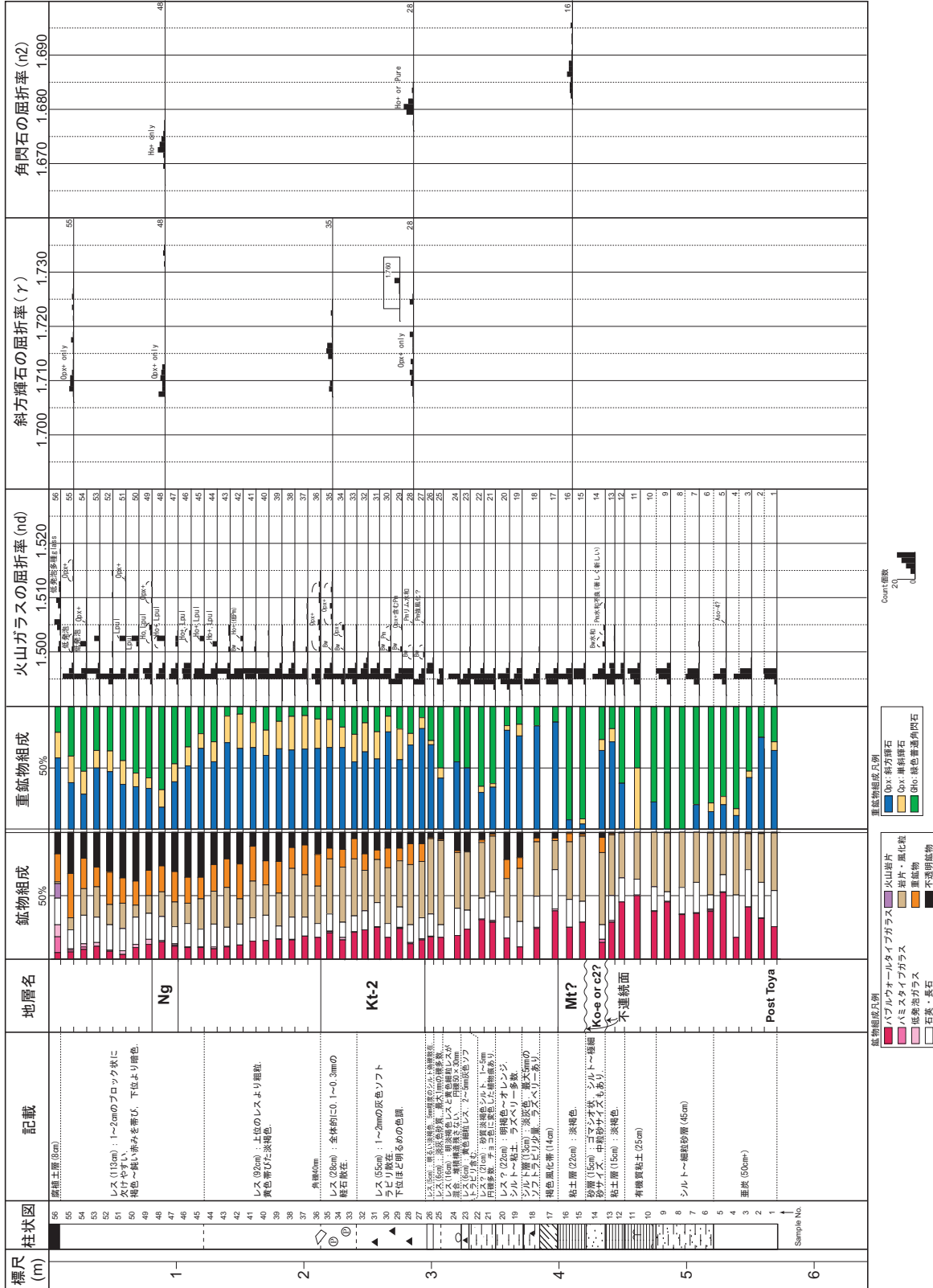
1層のシルト層は3層のローム層の上に這い上がるような分布形状を示すとともに、一部は3層～5層と6層との間に挟み込まれており、ロームのブロックにより低下側(東)に押され、一部がめくり上げられたように見える。



第7図. 白炭地区トレンチ西壁面のスケッチと火山灰分析用連続試料採取位置.

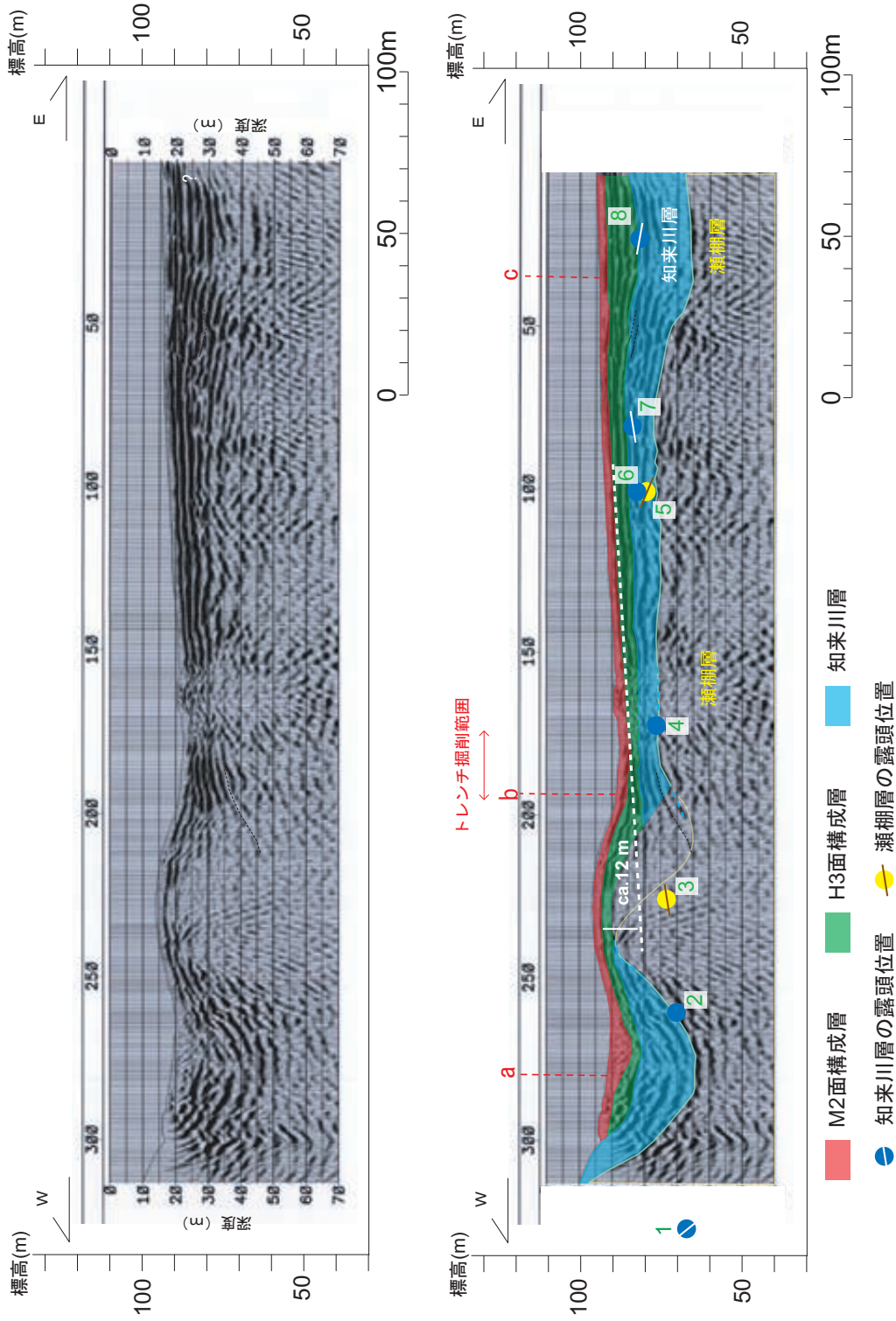
Fig. 7. Log of the west wall of the Shirozumi trench, and location of continuous sampling for tephra analysis.

スケッチの層序区分は、第4, 5図の凡例を参照. スケッチ内の黒線とその脇の数字は、火山灰分析用試料を連続的に採取した場所と第8図に示した試料番号を示す。



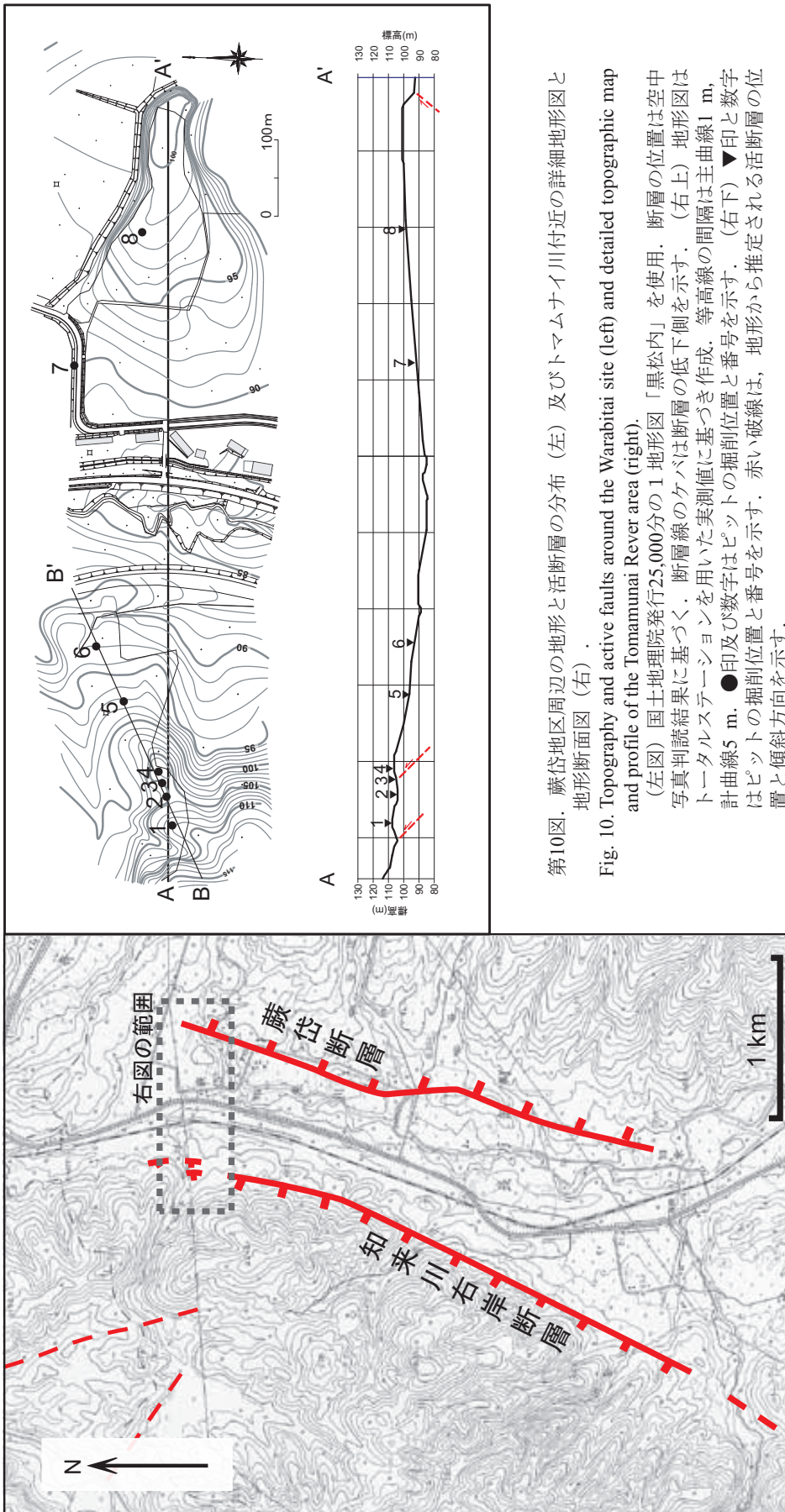
第8図. 白炭地区トレンチ西面連続試料分析結果.  
 Fig. 8. Ratios and refractive indices of minerals in the continuous samples from the Shirozumi trench.  
 試料を採取した位置は第7図に示す. 火山ガラスの屈折率で1.494-1.499のものは, 洞爺火砕流からの再堆積物と考えられる.





第9図. 白炭東断層を横切るS波浅層反射法地震探査結果 (深度断面) (上) とその解釈図 (下) .  
 Fig. 9. S-wave seismic profile (top) and schematic image of the subsurface structure (bottom) across the Shirozumi-higashi fault.  
 測線の位置は第3図に示す. 縦横比は1:1. 解釈図における地層境界は, 主に下白炭川沿いにおける地層観察に基づいて推定. 図中のa, b, cはそれぞれ測線上における断層トレースa, b, cの位置を示す. 白い破線は, M2面構成層の基底に対応する反射面を西へ延長したものの, 背斜部の同一層準と比較した場合の上下方向へのシフトは約12 mである.

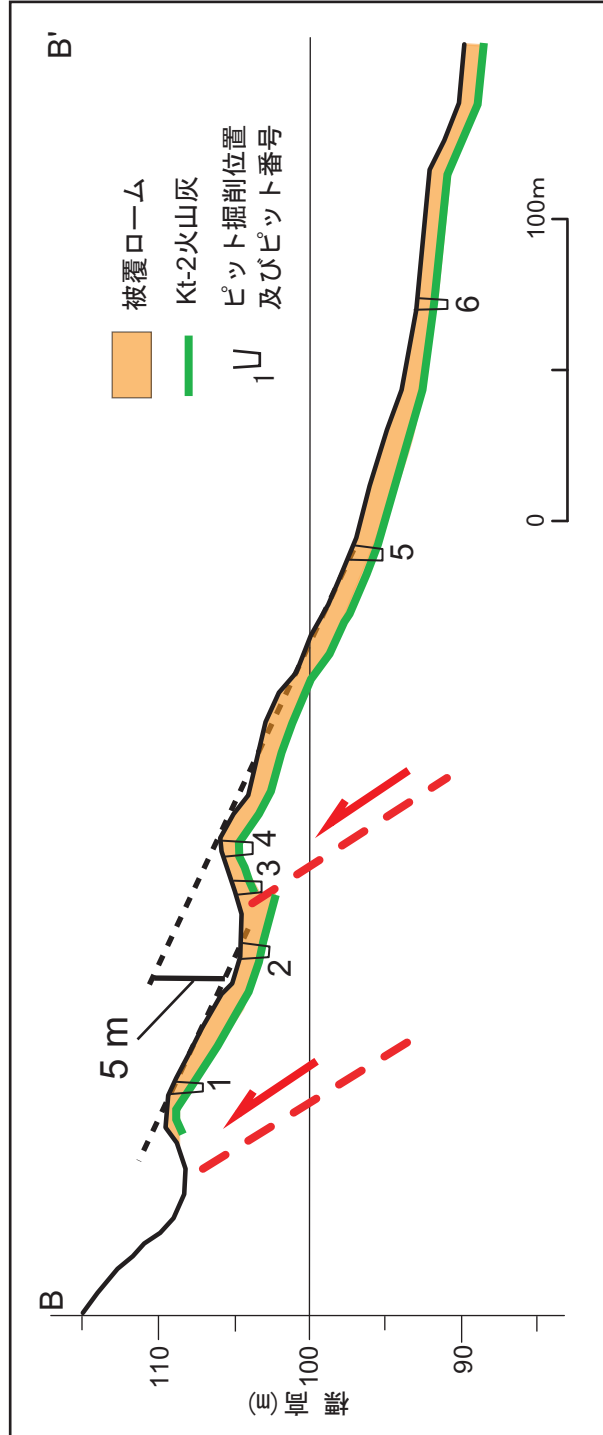




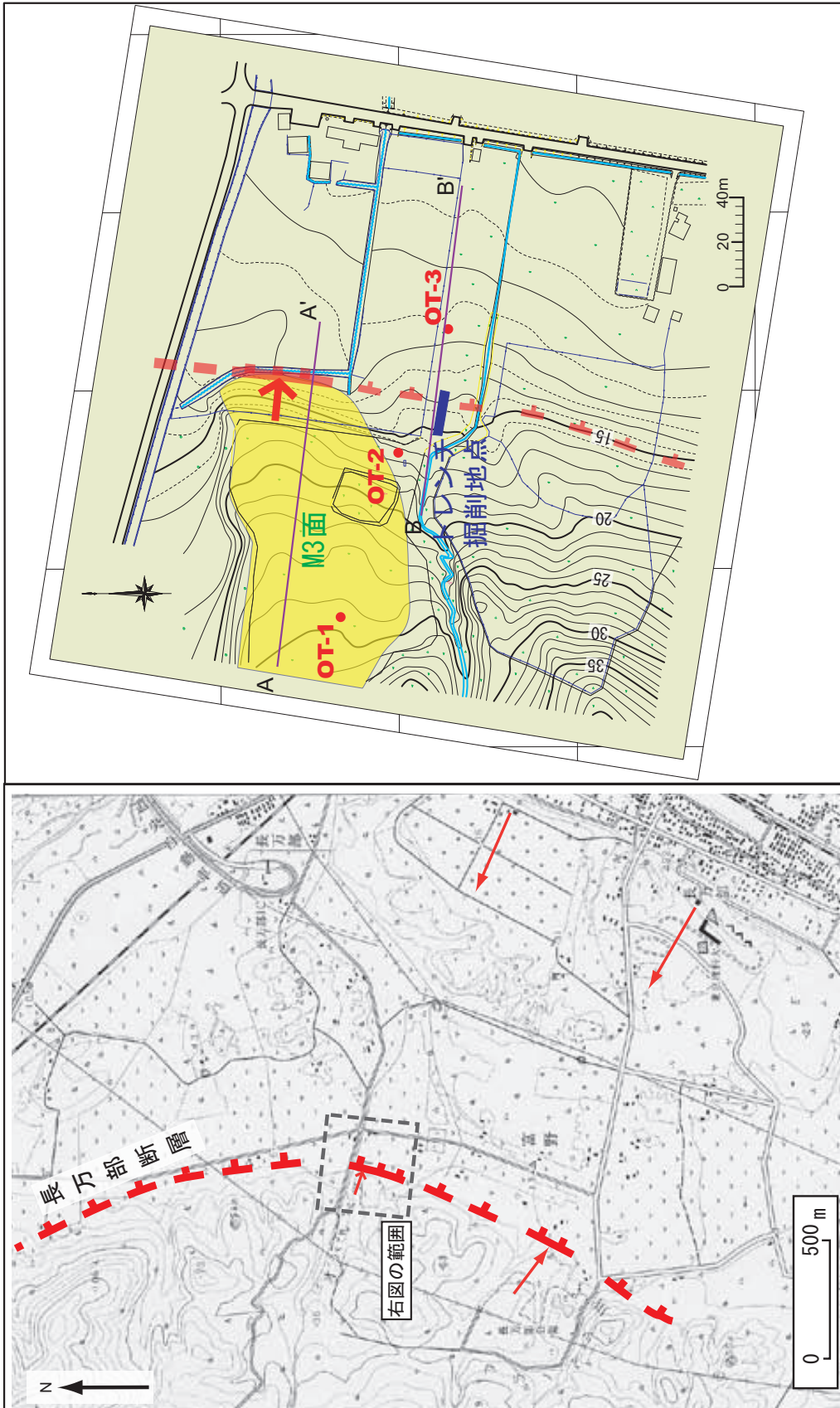
第10図. 蔵谷地区周辺の地形と活断層の分布 (左) 及びトマムナイ川付近の詳細地形図と地形断面図 (右).

Fig. 10. Topography and active faults around the Warabitai site (left) and detailed topographic map and profile of the Tomamunai Rever area (right).

(左図) 国土地理院発行25,000分の1地形図「黒松内」を使用. 断層の位置は空中写真判読結果に基づく. 断層線のケバは断層の低下側を示す. (右左) 地形図はトータルステーションを用いた実測値に基づき作成. 等高線の間隔は主曲線1 m, 計曲線5 m. ●印及び数字はピットの掘削位置と番号を示す. (右下) ▼印と数字はピットの掘削位置と番号を示す. 赤い破線は, 地形から推定される活断層の位置と傾斜方向を示す.



第11図. トマムナイ川右岸における, 知来川右岸断層によるM3面の変形を示す模式断面.  
 Fig. 11. Schematic cross section of the Tomamunai River area, showing the deformation of M3 terrace by the Chiraigawa-ugan fault.  
 被覆ロームの層厚とKt-2火山灰の層序は, ピット調査の結果に基づく. 赤い破線は, 地形から推定される知来川右岸断層の位置と傾斜方向を示す. 地形面の原傾斜の勾配を考慮した場合には, 東側の断層によるM3面の上下変位量は約5 mとなる.

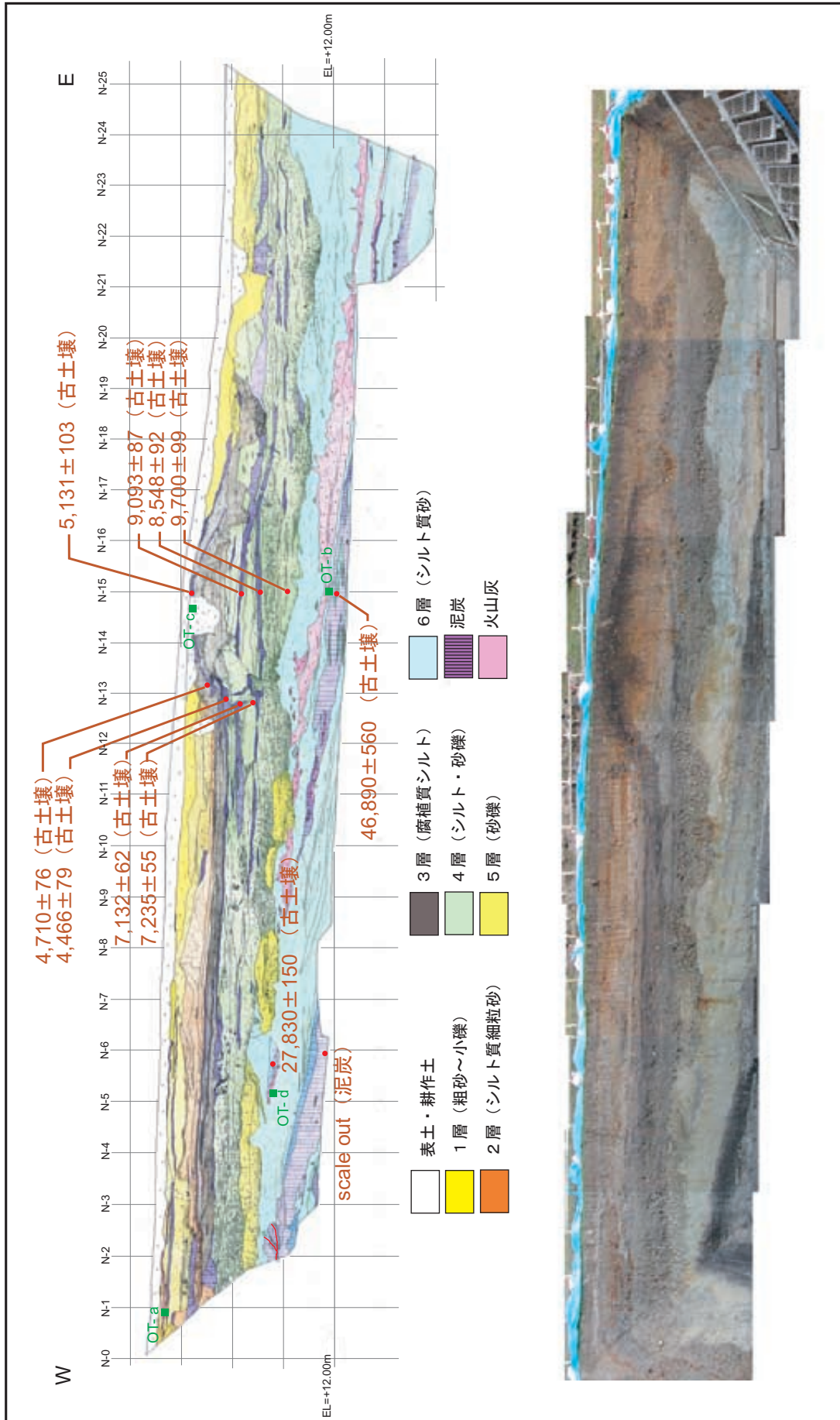


第12図. 長万部地区周辺の地形と活断層の分布 (左) 及び詳細地形図 (右).

Fig. 12. Topography and active faults around the Oshamambe site (left) and detailed topographic map of the Oshamambe site (right).

(左図) 国土地理院発行25,000分の1地形図「渡島双葉」を使用. 断層の位置は空中写真判読結果に基づき, 断層線のケバは断層の低下側を示す. 矢印は地形面が異常な傾斜を示す部分とその方向を示す. (右図) 地形図はトータルステーションを用いた測量の実測値に基づいて作成. 等高線の間隔は, 主曲線1 m, 計曲線5 m. 断層線のうち, 侵食などにより位置が不鮮明なものは破線で示した. ケバは断層の低下側を示す. 矢印は地形面が異常な傾斜を示す部分とその方向を示す. 赤丸印とそれに付随する記号は, ボーリング調査を実施した地点とその地点番号を表す. 紫色の実線は, 第16図に示した地形地質断面の位置.

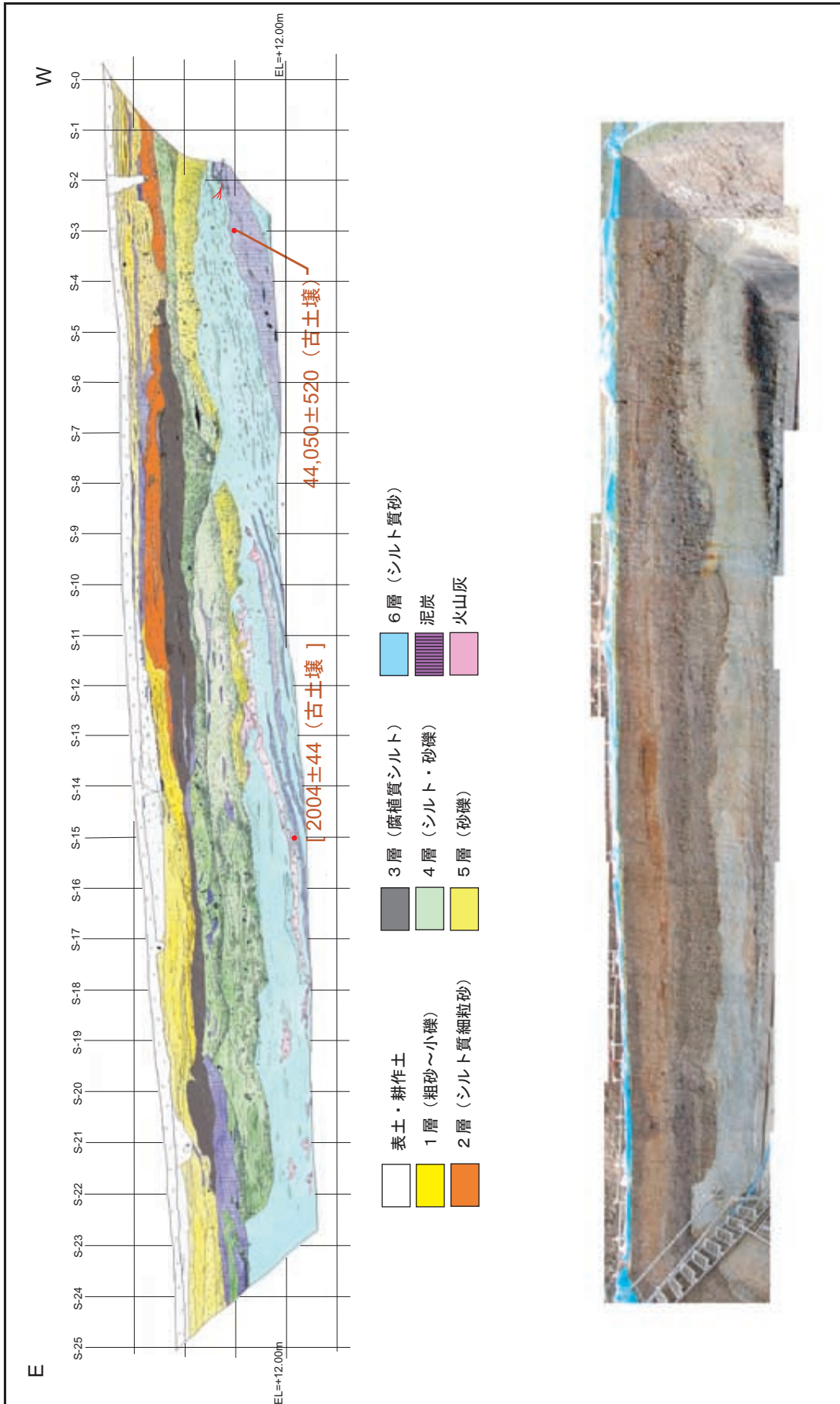




第13図. 長万部地区トレンチ北壁面のスケッチ (上) と写真 (下) 及び放射性炭素同位体年代.

Fig. 13. Log and photo of the north wall of the Oshamambe trench.

トレンチ掘削地点の位置は第12図に示す. 図中に示した数字は, 赤丸印の場所から採取された試料の放射性炭素同位体年代測定 (AMS法) の値 (1万年より若い年代は暦年較正值, 2万年以上の年代は未補正值, 単位はyBP) を示す. 四角印とその脇の記号は, 第15図に分析結果を示した火山灰試料の採取位置と試料番号を示す.

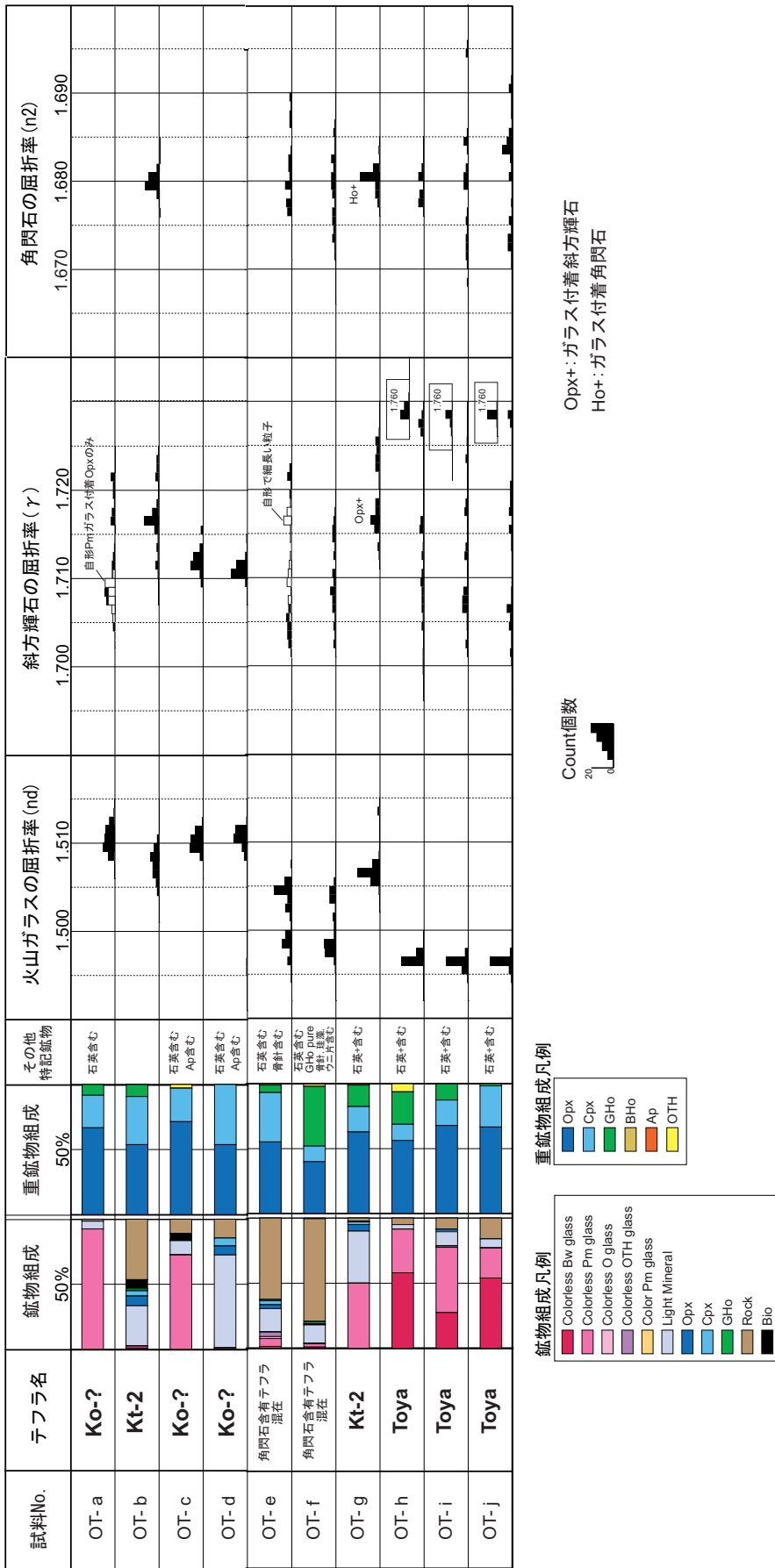


第14図. 長万部地区トレンチ南壁面のスケッチ (上) と写真 (下) 及び放射性炭素同位体年代.

Fig. 14. Log and photo of the south wall of the Oshamambe trench.

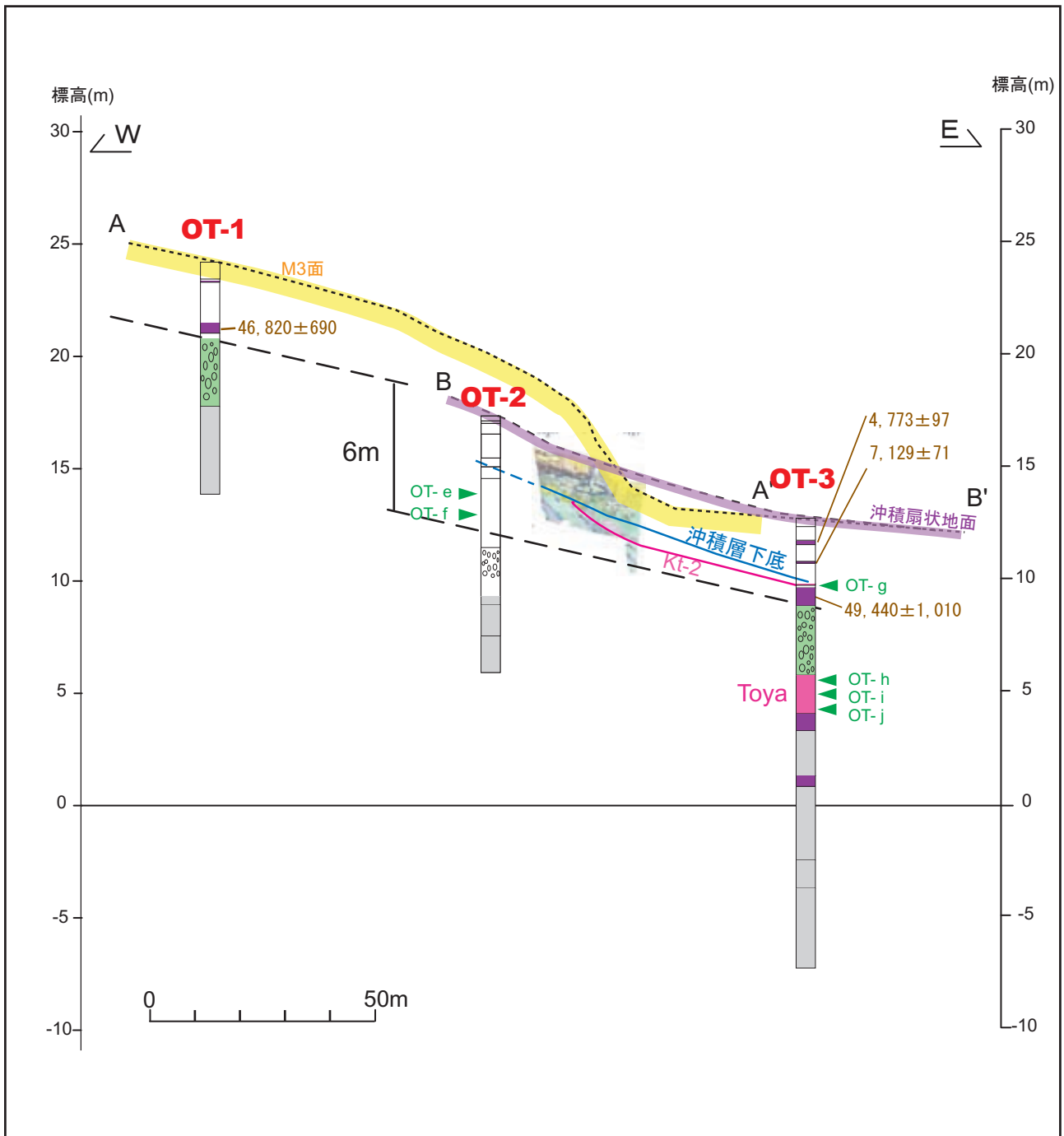
トレンチ掘削地点の位置は第12図に示す. 図中に示した数字は, 赤丸印の場所から採取された試料の放射性炭素同位体年代測定 (AMS法) の値 (1万年より若い年代は暦年較正值, 2 万年以上の年代は未補正值, 単位はyBP) を示す. [ ]内の年代は, 他の結果と比較すると年代が若すぎっており, モダンカーボンにより汚染されたものと考えられる.





第15図. 長万部地区の調査で採取された火山灰試料の分析結果.

Fig. 15. Ratios and refractive indices of minerals in the tephra samples from the Oshamambe site. OT-a, c, dは駒ヶ岳起源の火山灰と思われるが, どの時代のものに対比されるかは不明.



第16図. 長万部地区の地形地質断面.

Fig. 16. Topographic and geologic cross section of the Oshamambe site.

地形断面は、A-A' (黄色) がM3面、B-B'' (紫色) が沖積扇状地面。縦横比は5:1。断面の位置は第12図右図を参照。緑色の三角印とその脇の記号は、第15図に分析結果を示した火山灰試料の採取位置と試料番号を示す。柱状図の緑色で示した礫層は、直上の泥炭の年代から判断して、ほぼ同時代に堆積した、M3面構成層と考えられる。隆起側のM3面の勾配を原傾斜と仮定して、OT-1とOT-3のM3面構成層の上限高度から、長万部断層によるM3面の上下変位量(約6 m)を求めた。

第1表. 白炭地区のトレンチ壁面から採取された試料の年代測定結果一覧表。  
 暦年較正值は、CalibETH (ver. 1.5b) を用いて算出した。

Table 1. List of the radiocarbon age of the samples from the Shirozumi trench.

Labo No.	Sample No.	Material	Unit	Conventional Age (yBP)		Calibrated Age (yBP)	Calibrated Age (1 : 68.2%)		Calibrated Age (2 : 95.4%)	
							(1 : 68.2%)	(2 : 95.4%)		
IAAA-11603	N5C1	木片	6	190 ± 20	159 ± 87	1,760 AD - 1,810 AD	1,730 AD - 1,810 AD	1,660 AD - 1,690 AD	1,730 AD - 1,810 AD	60.3 (%)
IAAA-11604	N5C2	土壌	8	43,700 ± 290	—	1,660 AD - 1,680 AD	1,660 AD - 1,680 AD	1,930 AD - 1,950 AD	1,660 AD - 1,680 AD	20.1 (%)
IAAA-30006	N3C1	木片	6	150 ± 40	147 ± 83	1,720 AD - 1,780 AD	1,720 AD - 1,780 AD	1,660 AD - 1,960 AD	1,660 AD - 1,960 AD	95.4 (%)
IAAA-30007	N4C1	木片	6	110 ± 40	132 ± 79	1,830 AD - 1,880 AD	1,830 AD - 1,880 AD	1,800 AD - 1,930 AD	1,800 AD - 1,930 AD	62.3 (%)
IAAA-30008	N7C4	木片	6	120 ± 40	136 ± 80	1,680 AD - 1,740 AD	1,680 AD - 1,740 AD	1,670 AD - 1,780 AD	1,670 AD - 1,780 AD	33.1 (%)
IAAA-30009	N7C2	木片	1	120 ± 40	136 ± 80	1,800 AD - 1,890 AD	1,800 AD - 1,890 AD	1,800 AD - 1,960 AD	1,800 AD - 1,960 AD	59.2 (%)
IAAA-30010	N7C3	木片	1	220 ± 40	174 ± 100	1,680 AD - 1,740 AD	1,680 AD - 1,740 AD	1,670 AD - 1,780 AD	1,670 AD - 1,780 AD	36.2 (%)
IAAA-30011	N9C2	木片	8	48,790 ± 650	—	1,910 AD - 1,930 AD	1,910 AD - 1,930 AD	1,720 AD - 1,820 AD	1,720 AD - 1,820 AD	46.4 (%)
IAAA-30012	S6C2	木片	6	-1,100 ± 40	(modern)	1,760 AD - 1,810 AD	1,760 AD - 1,810 AD	1,630 AD - 1,700 AD	1,630 AD - 1,700 AD	34.2 (%)
IAAA-30013	S6.5C1	土壌	1	70 ± 40	117 ± 74	1,640 AD - 1,680 AD	1,640 AD - 1,680 AD	1,910 AD - 1,960 AD	1,910 AD - 1,960 AD	11.7 (%)
IAAA-30014	S7.5C1	土壌	1	30 ± 50	111 ± 74	1,930 AD - 1,950 AD	1,930 AD - 1,950 AD	1,520 AD - 1,560 AD	1,520 AD - 1,560 AD	3.2 (%)
IAAA-30015	S8C1	土壌	1	120 ± 40	136 ± 80	1,870 AD - 1,920 AD	1,870 AD - 1,920 AD	1,800 AD - 1,930 AD	1,800 AD - 1,930 AD	61.7 (%)
IAAA-30016	S8C2	木片	1	140 ± 40	143 ± 82	1,690 AD - 1,730 AD	1,690 AD - 1,730 AD	1,680 AD - 1,740 AD	1,680 AD - 1,740 AD	21.7 (%)
IAAA-30017	S8C3	木片	8	48,260 ± 630	—	1,810 AD - 1,850 AD	1,810 AD - 1,850 AD	1,940 AD - 1,960 AD	1,940 AD - 1,960 AD	12.0 (%)
IAAA-30018	S9C1	土壌	1	110 ± 40	132 ± 79	1,940 AD - 1,960 AD	1,940 AD - 1,960 AD	1,800 AD - 1,820 AD	1,800 AD - 1,820 AD	5.5 (%)
IAAA-30017	S8C3	木片	8	48,260 ± 630	—	1,800 AD - 1,890 AD	1,800 AD - 1,890 AD	1,800 AD - 1,960 AD	1,800 AD - 1,960 AD	59.2 (%)
IAAA-30018	S9C1	土壌	1	110 ± 40	132 ± 79	1,680 AD - 1,740 AD	1,680 AD - 1,740 AD	1,670 AD - 1,780 AD	1,670 AD - 1,780 AD	36.2 (%)
IAAA-30017	S8C3	木片	8	48,260 ± 630	—	1,830 AD - 1,890 AD	1,830 AD - 1,890 AD	1,660 AD - 1,960 AD	1,660 AD - 1,960 AD	95.4 (%)
IAAA-30018	S9C1	土壌	1	110 ± 40	132 ± 79	1,720 AD - 1,780 AD	1,720 AD - 1,780 AD	1,800 AD - 1,930 AD	1,800 AD - 1,930 AD	47.4 (%)
IAAA-30018	S9C1	土壌	1	110 ± 40	132 ± 79	1,910 AD - 1,960 AD	1,910 AD - 1,960 AD	1,680 AD - 1,740 AD	1,680 AD - 1,740 AD	20.8 (%)

第2表. 長万部地区のトレンチ壁面とボーリングコアから採取された試料の年代測定結果一覧表。  
 暦年較正値は, Calib ETH (ver. 1.5b) を用いて算出した。

Table 2. List of the radiocarbon age of the samples from the trench and boring cores at Oshamambe site.

Labo No.	Sample No.	Material	Unit	Conventional Age (yBP)	Calibrated Age (yBP)	Calibrated Age (1 : 68.2%)	Calibrated Age (2 : 95.4%)			
IAAA-30019	ON13C1-1	土壌	3	4,200 ± 50	4,710 ± 76	2,820 BC - 2,680 BC 2,890 BC - 2,850 BC	55.1 (%) 13.1 (%)	2,900 BC - 2,620 BC	95.4 (%)	
IAAA-30020	ON13C3-1	土壌	4	6,260 ± 50	7,132 ± 62	5,310 BC - 5,200 BC 5,170 BC - 5,140 BC 5,110 BC - 5,100 BC 5,090 BC - 5,080 BC	52.1 (%) 10.6 (%) 2.9 (%) 2.6 (%)	5,330 BC - 5,060 BC	95.4 (%)	
IAAA-30021	ON13C5-1	土壌	6	46,890 ± 580	—	—	—	—	—	
IAAA-30096	ON6C5-1	土壌	6?	27,830 ± 150	—	—	—	—	—	
IAAA-30097	ON6C6-1	泥炭	6	>49,800 ±	scale out	—	—	—	—	
IAAA-30098	ON13C2-1	土壌	3	4,000 ± 50	4,466 ± 79	2,580 BC - 2,460 BC	68.2 (%)	2,670 BC - 2,340 BC 2,840 BC - 2,810 BC	94.1 (%) 1.3 (%)	
IAAA-30099	ON13C4-1	土壌	4	6,340 ± 50	7,235 ± 55	5,380 BC - 5,260 BC 5,460 BC - 5,450 BC 5,420 BC - 5,400 BC	62.5 (%) 2.9 (%) 2.9 (%)	5,470 BC - 5,200 BC 5,170 BC - 5,140 BC	93.8 (%) 1.6 (%)	
IAAA-30100	ON15C1-1	土壌	3	4,490 ± 50	5,131 ± 103	3,340 BC - 3,150 BC 3,140 BC - 3,090 BC	55.4 (%) 12.8 (%)	3,360 BC - 3,010 BC	95.4 (%)	
IAAA-30101	ON15C2-1	土壌	4	8,150 ± 50	9,093 ± 87	7,190 BC - 1,060 BC 7,300 BC - 7,270 BC 7,240 BC - 7,220 BC	55.1 (%) 9.1 (%) 4.1 (%)	7,330 BC - 7,050 BC	95.4 (%)	
IAAA-30102	ON15C3-1	堆積物	4	7,810 ± 50	8,548 ± 92	6,690 BC - 6,560 BC 6,550 BC - 6,510 BC	60.8 (%) 7.4 (%)	6,900 BC - 6,450 BC	95.4 (%)	
IAAA-30103	ON15C4-1	土壌	4	8,720 ± 50	9,700 ± 99	7,820 BC - 7,600 BC 7,920 BC - 7,900 BC	66.2 (%) 2.0 (%)	7,960 BC - 7,600 BC	95.4 (%)	
IAAA-30104	OS3C3-1	堆積物	6	44,050 ± 520	—	0 AD -	90 AD	64.7 (%)	—	
IAAA-30105	OS15C2-1	堆積物	6	1,960 ± 40	2,004 ± 44	20 BC - 100 AD -	10 BC 110 AD	2.7 (%) 0.8 (%)	50 BC - 130 AD	95.4 (%)
IAAA-30545	OT-1-1	堆積物	6?	46,820 ± 690	—	—	—	—	—	
IAAA-30546	OT-3-1	堆積物 沖積層	沖積層	4,260 ± 60	4,773 ± 98	2,930 BC - 2,850 BC 2,820 BC - 2,740 BC 2,730 BC - 2,690 BC	37.2 (%) 23.3 (%) 7.6 (%)	3,020 BC - 2,830 BC 2,820 BC - 2,660 BC 2,650 BC - 2,620 BC	(%) (%) (%)	
IAAA-30547	OT-3-2	堆積物 沖積層	沖積層	6,260 ± 60	7,129 ± 71	5,310 BC - 5,200 BC 5,180 BC - 5,140 BC 5,120 BC - 5,080 BC	45.3 (%) 12.4 (%) 10.5 (%)	5,370 BC - 5,040 BC	(%)	
IAAA-30548	OT-3-4	堆積物	6?	49,440 ± 1,010	—	—	—	—	—	