

「活断層の補完調査」成果報告書 No. H24-1

十勝平野断層帯（光地園断層）の  
活動性および活動履歴調査

平成 25 年 5 月

独立行政法人  
産業技術総合研究所

本報告書は、文部科学省の科学技術基礎調査等委託事業による委託業務として、独立行政法人産業技術総合研究所が実施した平成24年度「活断層の補完調査」の成果を取りまとめたものです。

## 目 次

1. 十勝平野断層帯（光地園断層）の概要とこれまでの主な調査研究	1
2. 調査の方針と調査地の選定	1
3. カシュウンナイ地点における調査結果	2
3. 1 地形地質概要	2
3. 2 調査内容	2
3. 3 カシュウンナイ地点におけるトレンチ調査結果	3
(1) 層序区分	4
(2) 地層の変形構造	5
3. 4 カシュウンナイ地点におけるボーリング調査結果	6
(1) 層相記載と層序区分	6
(2) 断層および変形構造	9
3. 5 カシュウンナイ地点における調査結果に関する考察	9
4. 野塚地点における調査結果	10
4. 1 地形地質概要	10
4. 2 調査内容	10
4. 3 野塚地点におけるトレンチ調査結果	11
4. 3. 1 野塚1トレンチ	11
(1) 層序区分	11
(2) 地層の変形構造	13
4. 3. 2 野塚2トレンチ	13
(1) 層序区分	13
(2) 地層の変形構造	15
4. 4 野塚地点におけるボーリング調査結果	15
(1) 層相記載と層序区分	15
(2) 断層および変形構造	18
4. 5 野塚地点における調査結果に関する考察	18

5. 総合解釈	19
6. まとめ	20
6. 1 断層帯の位置及び形態	20
(1) 断層帯を構成する断層	20
(2) 断層面の位置・形状	20
(3) 変位の向き	20
6. 2 断層帯の過去の活動	20
(1) 平均変位速度	20
(2) 活動時期	20
(3) 1回の変位量	21
(4) 活動間隔	21
(5) 活動区間	21
文献	22
図表	23

## 1. 十勝平野断層帯（光地園断層）の概要とこれまでの主な調査研究

十勝平野南西部に位置する光地園断層は、活断層研究会編（1980）によって認定および命名された活断層である。この活断層の分布は、既存の活断層図では広尾郡大樹町光地園付近から広尾郡広尾町西野塚付近にかけて図示されており、長さは約 22 km とされている（活断層研究会編，1991）。光地園断層は、山地と丘陵の高度変換線に沿って北北西-南南東方向に延びており、中の川層群（白亜紀末もしくは古第三紀初期）と豊似川層（新第三紀）との地質境界をなす広尾断層（松井ほか，1973；秋葉ほか，1975）とほぼ一致する。

この活断層は、高位-低位の河成段丘に東側隆起の変位を与えており、それぞれの地形面の形成年代と変位量から、平均上下変位速度は 0.05-0.2 m/千年と算出されている（活断層研究会編，1980，1991；東郷，1982；東郷・小野，1994）。高位段丘面上で西に張り出した分布形状を持つことや低位段丘面の変位地形が撓曲崖であることから東傾斜の逆断層であることが指摘されており（東郷，1982），北海道（2003，2004）が実施したトレンチ調査では、東傾斜の断層面をもつ逆断層が壁面で観察された。トレンチ調査の結果から、北海道（2004）は光地園断層の最新活動時期を「2,160±60 yBP 以降」、1つ前の活動時期を「17,700±70 yBP 以降，12 ka 以前」とした。

地震調査研究推進本部地震調査委員会（2005）は、北海道が実施した調査結果などに基づき、光地園断層の活動時期について「約 21,000 年前以降に 2 回の断層活動があった」と評価した。また、この評価結果に基づき、光地園断層の平均活動間隔を「7 千年-2 万 1 千年程度」の可能性があるとし、ポアソン過程に基づいて今後 30 年間に光地園断層が活動して大地震が発生する確率を「0.1-0.4%」と算出した。

## 2. 調査の方針と調査地の選定

これまでの光地園断層の長期評価において課題となっているのは最新活動時期が特定できていないことである。北海道（2004）は紋別地区で実施したトレンチ調査の結果から 2,160±60 yBP 以降に最新活動があったことを報告しているが、トレンチ壁面では断層は直接観察されていない。

これらの課題を踏まえ、本調査においては、北海道（2004）が指摘した 1つ前の断層活動時期である「17,700±70 yBP 以降，12 ka 以前」よりも新しい時代に堆積した地層と断層との関係を確認することを主目的として調査地点の選定を行った。また、大きな河川に沿った流域では、粗粒な礫層が厚く堆積して

いるため、断層変形が不明瞭になってしまう傾向があるので、小規模な河川沿いを中心に調査地点を選定した。さらに、断層が通過することが想定されるが地形面上に断層変位が見えていない地点で掘削調査を行うことによって、最新活動時期の上限の年代を特定することも調査の候補地点を選定する際に考慮した。

以上の各点を考慮して、縮尺1万分の1のカラー空中写真を使用した詳細な断層変位地形判読と現地踏査を行い、調査実施地点としてカシュウンナイ地点（図1）と野塚地点（図2）を選定した。

### 3. カシュウンナイ地点における調査結果

#### 3. 1 地形地質概要

カシュウンナイ地点は光地園断層の中部に位置しており（図1C）、今回、調査を実施した地点は豊似川支流のカシュウンナイ川の右岸に位置する（図3、図4）。カシュウンナイ川は東北東に向かって流れ下る河川で、調査地点付近での谷幅は約300mである。川沿いの低地は、数段の小規模な段丘面に区分される。また、調査地点よりも下流側では、蛇行した流路をなす。

調査地点の北側では、西側より標高300-200m前後で延びてきた尾根が、鞍部を挟んで約150m前後に低下している。尾根を構成する斜面は、鞍部を挟んで西側では急斜面が多いのに対して、東側はなだらかな地形となっている。これは構成される地質の違いを反映した組織地形で、断層の西側には硬質な中の川層群、東側には軟質な豊似川層が分布していることによる。

光地園断層がカシュウンナイ川を横切る地点では、右岸側の標高110-115m付近に分布する段丘面に、上流側（西側）が低下する比高5-10mの崖地形が存在する（図4）。この崖地形は、カシュウンナイ川の蛇行や、あるいは南側の支流による浸食で形成された可能性もあるが、活断層の通過地点上に位置し、崖の方向が光地園断層の走向とほぼ一致することから、断層崖である可能性が高いと判断し、この崖の基部で掘削調査を実施した。現在は、牧草地として利用されている。

本調査地は、既往のトレンチ掘削地点である紋別地区（北海道，2003，2004）から約3km南南東に位置する（図1）。

#### 3. 2 調査内容

カシュウンナイ地点では、トレンチ1溝とオールコアボーリング5孔を掘削

した(図4)。トレンチについては、断層崖と推定される崖地形の斜面基部を横切って、東北東-西南西方向に掘削した。トレンチの長さは当初は30 m程度を予定していたが、崖地形の基部に断層が存在していなかったことから西側に延長して東端から長さ約50 mまで掘削し、N31付近の逆断層とS26-30付近の撓曲構造を確認した。しかし、N46-50付近で埋没土壌が西へ向かって傾き下がる構造が観察されたため、地表が緩やかに西へ傾き下がる範囲をさらに掘削した。最終的なトレンチの長さは約85 mである(図5)。調査期間の都合上、壁面のすべてについて詳細なスケッチを作成することはできなかったため、断層近傍のNo.20からNo.40までの範囲について詳細スケッチ(図6, 図7)を作成し、それ以外については写真に基づく概要スケッチとした(図5)。

トレンチの深さについては、先に掘削を行っていたボーリングで観察された明瞭な腐植質シルト層(後述の767層)の変形をトレンチ壁面で確認することを考慮し、地表下約5 mまで掘削した。

トレンチ壁面から採取した年代測定試料12件について、AMS法による放射性炭素年代測定を実施した(表2)。年代値については、IntCal109データベース(Reimer *et al.*, 2009)を用いて、OxCalv4.1校正プログラム(Bronk Ramsey, 2009)を使用して計算した暦年校正年代(cal. yBP)で表すこととした。

オールコアボーリングでは、断層の隆起側から掘削を開始し、掘削した順に従って、それぞれの孔名を「kb-1」から「kb-5」とした(図4)。各孔ともに基盤岩に着岩するまで掘削し、基盤岩の岩相が異なる孔の間を断層が通過すると判断した。各孔の掘削深度は、kb-1から順に、26.0 m, 21.0 m, 10.6 m, 16.5 m, 13.25 mである。

### 3.3 カシュウンナイ地点におけるトレンチ調査結果

断層が現れた壁面を観察壁面とし、北面(KN)、南面(KS)と呼ぶ。観察壁面には、鉛直および水平方向に水糸でグリッドを設置した。鉛直グリッドについては、トレンチ東端から1 m毎に0から85までの番号を付けた。水平グリッドについては、標高が高いトレンチ東端の地表付近を0とし、深度方向に向かって-9までの番号を付した。以下では、観察壁面上の位置を示す際に壁面の名称と鉛直グリッド番号および水平グリッド番号を用い、北面についてはKN(○○, △△)、南面についてはKS(○○, △△)といった表記方法を用いる。

## (1) 層序区分

トレンチの壁面で観察した地層を、主に堆積構造に基づき「K-0層」から「K-7層」に大別した(図5, 図6, 図7)。また、各層を層相に基づいて細分して、3桁数字(1桁目は層番号を示す)の番号を付けた。以下に各層の層相を記載する。

【K-0層】トレンチ全体の地表付近に分布する人工的な地層もしくはごく新しい時代の堆積物である(図5, 図6, 図7)。腐植土, シルト, 礫混じりシルト, 降下軽石(樽前bテフラ: Ta-b, 西暦1667年に噴出・降下)などからなり、一部は人工攪乱を受けている。

【K-1層】旧表土(後述する211層)を覆う河川性堆積物であり、トレンチの西寄りに約2mの層厚で分布する(図5)。細粒の砂礫, シルト, 腐植質シルトからなる。トレンチ壁面では、シルト主体の130層, 150層, および礫主体の155層が比較的連続よく分布している。南面の一部を除き、下位の旧表土(211層)を整合的に覆って堆積しており、砂礫が比較的細粒であることから、カシュウンナイ川が氾濫した時に堆積した地層であると推定される。

【K-2層】北面のN55付近以西および南面のS55付近以西に分布し、下位のK-3層, K-4層およびK-6層を削り込んだ後に堆積した地層である(図5)。礫を主体とし、一部にシルトが分布する。最上位に分布する旧表土(211層)は北面のN45付近, 南面のS45付近よりも東では地表付近に分布するが、それらより西ではK-1層に覆われた埋没土壌となる。211層から2,700-2,466 cal. yBP [KaN(54.4, -7.1): 腐植], 214層から3,360-3,266 cal. yBP [KaN(64.9, -7.6): 腐植]の<sup>14</sup>C年代が得られている(図5, 表2)。

【K-3層】南面のS12以西に分布する暗褐色-暗灰褐色の砂礫とシルトからなる地層であり、トラフ型の堆積構造を持つ複数のチャンネル堆積物が重なりあっている(図5, 図6, 図7)。本層は、断層の隆起側を削って堆積しており、断層による変位を受けていない。本層からは年代測定試料は得られていないため、具体的な堆積年代は不明である。

【K-4層】北面のN32-N55付近および南面のS29-54付近に分布する青灰色シルト層と腐植質シルト層の互層である(図5)。全体として水平な堆積構造を示すが、分布域の東端では東に向かって層厚が減少するとともに、基底の斜面に沿って西方に傾いた堆積構造を示す(図6, 図7)。K-4層のうち、452層から9,466-9,323 cal. yBP [KaS(39.8, -6.1): 材]と9,536-9,500 cal. yBP [KaN(42.2, -6.5): 材(実)], 456層から9,596-9,535 cal. yBP [KaN(41.0, -7.3): 材]と10,246-10,212 cal. yBP [KaS(39.8, -7.1): 腐植質シルト], 458層の上

部から 9,692-9,563 cal. yBP [KaN(39.9, -7.5) : 材(皮)] と 9,626-9,549 cal. yBP [KaS(33.8, -7.2) : 材], 9,607-9,543 cal. yBP [KaS(39.8, -7.4) : 材(実)], 同層の最下部から 12,384-12,149 cal. yBP [KaN(34.9, -7.3) : 腐植質シルト], 11,607-11,362 cal. yBP [KaS(33.8, -7.4) : 腐植質シルト] の  $^{14}\text{C}$  年代が得られている。

層相から堆積環境が止水域であったと考えられることと、短い期間に一気に堆積したと考えられることから、断層変位によって下流側が隆起したことによって形成されたせき止め湖に堆積した細粒堆積物であると推定される。

【K-5 層】北面の N35-40 付近および南面の S34 付近に局所的に分布する青灰色の礫混じりシルト。層厚は 20 cm 前後で、東寄りでは下位の K-6 層を覆って西に傾いて堆積しているが、西寄りではほぼ水平に分布する。断層の低下側の基部に分布することと、堆積構造が不明瞭であることから、断層活動直後に堆積した崩落性堆積物と考えられる。

【K-6 層】北面の N21 付近から N58 付近にかけての範囲および南面の S20 付近から S56 付近にかけての範囲に分布し、灰褐色の礫層 (650 層) とその上部の砂層 (620 層) で構成される。650 層は、礫径が 2-10 cm 程度の垂角-垂円礫を主とし、基質はシルト質砂からなる。北面の KN33 以東および南面 S29 以東では、礫層の上面が上位の K-3 層に不整合に覆われる。一方、北面の N35 付近以西および南面の S33 付近以西では、本層の礫層は K-4 層もしくは K-5 層に整合的に覆われ、分布域の西端では K-1 層および K-2 層に不整合に覆われる。

【K-7 層】北面の KN32 付近以東および南面の S31 付近以東に分布する。最下部の礫層の上にシルト、腐植質シルト、火山噴出物、風成ロームが覆っている。分布域の西端は、上部は K-3 層に、下部は K-6 層にそれぞれ不整合に覆われる。本層中の 740 層は、40-45 ka に噴出・降下した支笏第 1 テフラ (Spfa-1 ; 町田・新井, 2003) とその再堆積物である。また、それより下位の腐植質シルト層には、4 枚の火山灰質砂層 (図 5 の 760 層の最上部, 762 層, 764 層, 766 層) が挟在する。本層中の 767 層から  $>53,767$  yBP [KaN(30.9, -6.9) : 材(実)] の  $^{14}\text{C}$  年代が得られている。

## (2) 地層の変形構造

カシュウナイトレンチでは、逆断層やそれに関連した撓曲構造が確認された。

北面では、明瞭な逆断層が確認された (図 5)。断層は、トレンチ底部の

KN(30.1, -8.4)から KN(31.3, -5.7)にかけて連続する。また, KN(32.2, -5.7), KN(32.8, -6.1)に向かって派生断層が数条認められる。断層面の構造は, KN(30.9, -7.2)付近で  $N62^{\circ}W \cdot 87NE^{\circ}$ , KN(32.8, -6.1)付近で  $N40^{\circ}W \cdot 64^{\circ}NE$ , KN(32.2, -5.7)付近で  $N18^{\circ}W \cdot 64NE^{\circ}$ を示す。断層下盤の650層中の礫は, 断層変位に伴う礫の再配列が顕著である。断層延長上の620層には, 明瞭な剪断面は認められないものの, 西へ傾いた同層の分布は断層変位による変形であると考えられる。620層上位の510層は断層の低下側に局所的に分布しており, 断層活動直後の崩壊性堆積物であると推定される。また, 上盤側の780層中には, 断層変位により断層近傍でラミナ構造が引きずられた変形が認められる。

南面では, 北面と異なり, K-6層, K-7層に明瞭な断層は認められない。767層は, S 20 付近から S 30 に向かって徐々に傾斜を増して下がる撓曲変形が認められる。KS(29.0, -8.0)付近の767層上面で  $N34^{\circ}W \cdot 24^{\circ}SW$ の構造を示す。767層中には変形に伴って生じたと推定される亀裂に沿って, 上位の650層の砂礫が充填する状況が認められる。650層には767層を削り込んで側方へ付加した堆積構造が認められる。KS(28.0, -5.5)付近では東傾斜のラミナ構造が一部に認められるが, その西側では, 撓曲変形に伴って西傾斜のラミナ構造が多い。

### 3. 4 カシュウンナイ地点におけるボーリング調査結果

#### (1) 層相記載と層序区分

【kb-1】掘削地点は断層の隆起側に位置し, 孔口の標高は112.9 mである。

地表から0.5 mまでは, 黒褐色シルトの表土である。0.5-1.64 mには褐-黄褐色のシルト質ロームが分布し, その下位の1.64-2.88mには淡黄灰色シルトが分布する。2.88-3.81 mには Spfa-1 およびその再堆積物と思われる淡黄褐色火山灰と黄白色シルトが分布する。Spfa-1 の下位には3.81-5.2 mまでシルト-粗粒砂が堆積し, その下位の5.2-6.46 mにトレンチで観察された明瞭な黒褐色腐植質シルトが分布する。その下位には, 6.46-7.95 mにかけてシルト・砂が分布し, その下位には7.95-15.9 mにかけて礫層が続く。15.9-20.57 mにかけて花崗岩礫を伴う礫層が分布する。20.57-22.82 mにかけては, 暗灰色礫層と暗灰色シルト層の互層が分布する。深度22.82 mで基盤岩に到達し, 豊似川層の礫岩を確認した。

以上の観察結果に基づき, 表土より下位の深度15.9 m以浅はトレンチで観察したK-7層に対比される。詳細には, 0.5-2.88 mが720層に, 2.88-3.81 mが740層 (Spfa-1) に, 3.81-5.2 mが750層に, 5.2-7.95 mの腐植質シルト層が

760 層に、7.95-15.9 m の礫層が 780 層に対応すると考えられる。また、K-7 層よりも下位の地層について、15.9-20.57 m に分布する花崗岩礫を含む礫層を K-8 層、20.57-22.82 m に分布するシルト層及び礫層を K-9 層とする。

【kb-2】掘削地点は断層の隆起側に位置し、孔口の標高は 110.8 m である。

0.0-0.2 m は暗褐色シルトの表土である。0.2-1.53 m には黄褐色シルト質ロームが分布し、その下位には、1.53-2.75 m にかけて Spfa-1 が堆積している。2.75-6.05 m にかけて、砂質火山灰の薄層を伴って黒褐色腐植質シルトが堆積している。その下位には、6.05-13.45 m にかけて暗灰色砂礫が、13.45-18.15 m にかけて花崗岩礫を伴う暗灰色砂礫が堆積している。18.15-20.4 m にかけては、暗灰色シルトと礫混じりシルトの互層が分布する。深度 20.4 m で基盤岩に到達し、豊似川層の礫層を確認した。

以上の観察結果から、表土より下位から深度 13.45 m 以浅の地層は K-7 層に対比される。詳細には、0.2-1.53 m が 720 層に、1.53-2.75 m が 740 層 (Spfa-1) に、2.75-6.05 m が 760 層に、6.05-13.45 m が 780 層に対比される。また、それ以下の地層については、13.45-18.15 m に分布する花崗岩礫を含む礫層が kb-1 で観察された K-8 層に、18.15-20.4 m に分布する互層が K-9 層に対比される。

【kb-3】掘削地点は崖地形の基部に位置し、孔口の標高は 108.6 m である。

0.0-0.55 m までは黒褐色シルトの表土で、その下位には 0.55-0.62 m にかけて灰白色で中粒砂サイズの火山灰 (Ta-b) が分布する。0.62-0.9 m には再び黒褐色シルト質の旧表土が現れる。0.9-1.7 m には灰褐色シルト質ローム層が分布し、1.7-2.25 m には黄褐-灰褐色礫混じりシルト層が、2.25-2.3 m には灰褐色シルト層が分布する。2.3-3.5 m には黒褐色腐植質シルト層が、3.5-4.1 m には淡緑灰褐色シルト層が分布する。これより下位には礫がちになり、4.1-5.11 m には暗灰色礫混じりシルト層が、5.11-8.02 m には茶褐-灰褐色砂礫層が、8.02-10.6 m には茶褐-灰褐色礫層が分布する。

上記の観察結果に基づき、表土より下位の地層については、0.62-0.9 m が K-2 層に、2.3-4.1 m が K-7 層の 760 層に、4.1-10.6 m が 780 層に対応すると考えられる。

【kb-4】掘削地点は断層の低下側に位置し、孔口の標高は 107.3 m である。

0.0-0.35 m は暗褐色シルトの表土である。0.35-0.42 m には、淡黄褐色で中粒砂サイズの火山灰層 (Ta-b) が分布する。0.42-1.34 m には、茶褐-暗褐色シルト質ローム層が分布し、その下位には1.34-1.69 m に茶褐-灰褐色の砂礫層が分布する。さらに、1.69-2.00 m にかけて灰褐色シルト層と、2.0-2.17 m に茶褐色礫混じりシルト層が分布する。その下位には、2.17-4.12 m にかけて暗灰色-灰褐色のシルト層が分布する。4.12-5.24 m に暗灰-暗灰褐色の砂礫層が分布し、その下位には5.24-5.4 m まで暗褐色腐植質シルト層が、5.4-6.5 m まで礫混じりシルト層が分布する。6.5-7.02 m には上部が弱腐植質の暗褐-灰褐色シルト層が分布する。これより下位は礫がちになり、7.02-9.59 m には黄褐色砂礫層が、9.59-11.75 m には暗灰色砂礫層が分布する。11.75-15.79 m には、花崗岩礫を含む暗灰色礫が分布する。15.79 m で基盤岩に到達し、塊状無層理の中の川層群の砂岩を確認した。

以上の観察結果に基づき、表土より下位の地層について、0.35-2.17 m を K-0 層に、2.17-4.12 m を K-3 層に、4.12-6.5 m を K-6 層に、6.5-7.02 m に分布する腐植質シルト層を K-7 層の 760 層に、7.02-11.75 m の礫層を K-7 層の 780 層に、11.75-15.79 m に分布する花崗岩礫を含む礫層を K-8 層に対比した。

【kb-5】掘削地点は断層の低下側に位置し、孔口の標高は 106.3 m である。

0.0-0.3 m には茶褐色シルトからなる表土が分布する。0.3-0.5 m には茶褐色シルトが分布し、その下位の 0.5-0.57 m には暗褐色腐植質シルト層が、0.57-1.72 m には茶褐色シルト質ローム層が分布する。1.72-1.83 m には暗褐色腐植質シルトからなる旧表土が分布し、その下位には 1.83-4.54 m まで茶褐色砂礫層が続く。4.54-4.97 m には、上部が弱腐植質の暗褐-灰色シルト層が分布する。これより下位は礫がちになり、4.97-5.48 m には暗灰色砂礫層が、5.48-7.37 m には灰褐-茶褐色砂礫層が分布する。7.37-11.35 m には花崗岩礫を含む暗灰色砂礫層が分布する。深度 11.35 m で基盤岩に到達し、中の川層群の灰色砂岩を確認した。

上記の観察結果に基づき、表土より下位の地層について、0.3-1.72 m を K-0 層に、1.72-4.54 m を K-1 層に、3.5-4.54 m を K-2 層に、4.54-4.97 m の腐植質シルト層を K-7 層の 760 層に、4.97-7.37 m に分布する砂礫層を K-7 層の 780 層に、7.37-11.35 m に分布する花崗岩礫を含む礫層を K-8 層に対比した。

## (2) 断層および変形構造

ボーリング観察結果およびトレンチ観察結果を併せて地質断面図(図9)を作成し、トレンチの掘削深度以深における断層による地層の変形構造を確認した。

断層を挟んだ上下変位量は、トレンチ壁面で観察された760層(腐植質シルト)の下面を指標とすると5.0 m、780層(礫層)の下面を指標とすると4.8 mとなる。基盤岩(豊似川層と中の川層群)の上面を指標とした場合には、2.8 mと小さくなってしまいが、断層の隆起側の指標をK-9層(砂礫層とシルト層の互層)の上面とすると4.8 mの高低差となるので、隆起側に分布する基盤岩の上面に起伏があり、その凹みを埋めるようにK-9層が堆積している可能性が考えられる。

### 3. 5 カシュウンナイ地点における調査結果に関する考察

カシュウンナイトレンチで確認される断層活動イベントは1回のみである。トレンチで確認された断層は、K-6層中の650層の礫層を切り620層を変形させて、K-4層の458層に覆われる。

K-5層(510層)は変形したK-6層の低下側に局所的に分布していることから、断層活動直後の崩落性堆積物であると考えられる。断層によって変位を受けている650層および620層からは年代が得られていないが、これより下位の767層の腐植層中から採取した材[KaN(30.9, -6.9)]は、 $>53,767$  cal. yBPの年代を示す。また、K-6層はSpfa-1(740層)を削って堆積している。以上のことから、断層活動時期はSpfa-1の降下年代である40-45 ka以後に限定される。

一方、断層構造を覆う地層の年代について、458層下部から11,607-11,362 cal. yBPおよび12,384-12,149 cal. yBPの $^{14}\text{C}$ 年代が得られていることから、断層活動時期は約12,200年前以前に限定される。なお、K-6層のK-5層の間には時間間隙を示すような堆積構造は認められないことから、458層の堆積は断層活動の発生直後に開始したと考えられる。また、458層よりも上位の地層は断層による変位を受けていないため、同層が堆積した時代以降の活動はないと言える。

また、ボーリング調査による基盤岩(中の川層群および豊似川層)の高度差は約2.8 mであり、トレンチ内で確認される上下変位量約5 mよりも大きくない。したがって、この地点ではK-8層堆積以降における断層活動の累積性はなかったと考えられる。K-8層の堆積時期は不明であるが、少なくとも767層から得られた $>53,767$  cal. yBP以前であるので、1つ前の断層活動の時期は約5万4千年前よりも古いと言える。

以上より、カシュウンナイ地点で確認された光地園断層の最新活動時期は、4万年-4万5千年前以降、約12,200年前以前であり、その時期は約12,200年前にきわめて近い可能性がある。一つ前の断層活動の時期は、約5万4千年前以前であるが、具体的な年代については不明である。

#### 4. 野塚地点における調査結果

##### 4. 1 地形地質概要

野塚地点は、光地園断層の南部に位置する。調査地点は、野塚川と楽古川に挟まれた東西方向に伸びる尾根に挟まれた沢の谷底である(図2, 7)。沢は、調査地点の西約600mの標高約150m付近を谷頭として、調査地点の東約500mで新生川に合流する。

調査地点周辺では、北側は鞍部を挟んで高度不連続となっているやせ尾根が連続し、沢の発達のない比較的単調な斜面からなる。これに対して、南側は細かな谷が発達して開析された斜面となっている。この沢には、北側を流れる野塚川や南側を流れる楽古川の本流性の堆積物が分布せず、土石流や周辺斜面の崩壊による一時的なせき止めによる堆積物中に $^{14}\text{C}$ 年代試料を含んでいることが期待されることから調査を実施することとした。

本地点は、既往調査地点である上野塚地区(北海道, 2003, 2004)の約2-3km南南東に位置する(図1)。

##### 4. 2 調査内容

野塚地点では、トレンチ2溝とオールコアボーリング4孔を掘削した(図7)。光地園断層は、調査地点の北側の尾根の鞍部から沢を横切り、南側の尾根の斜面基部へと延びるかたちで連続するものと想定し、調査地点を選定した。トレンチは、先行して実施したボーリング調査で断層通過位置を絞り込んだうえで、南側尾根斜面からの崩積土の影響が少ない沢の北寄りを調査位置に選んだ。また、トレンチの南側で想定断層通過位置付近に地形の高まりが認められることから、断層変位地形である可能性が考えられたため、この高まりを横切るように追加トレンチを掘削することにした。以下では、当初から計画していたトレンチを「野塚1トレンチ」、追加で掘削したトレンチを「野塚2トレンチ」と呼ぶ。

野塚1トレンチの深さについては、先に掘削を行っていた群列ボーリングによって断層通過位置を挟んで高度差があることが確認されていた明瞭な腐植質

シルト層（後述の 1330 層）をトレンチ壁面で観察することを考慮し、地表下約 6 m まで掘削した。野塚 2 トレンチについては、変形が地表付近まで達していることが想定されるため、トレンチの深さを約 3 m とした。

トレンチ壁面で観察された地層の年代を求めるため、壁面から採取した 18 試料（野塚 1 トレンチ：14 試料，野塚 2 トレンチ：4 試料）について放射性炭素年代測定を実施した（表 2）。年代値については、カシュウナイトレンチと同様に、暦年較正值で表すことにする。

オールコアボーリング調査では 4 孔の掘削を実施し、掘削した順に従って、それぞれの孔名を「nb-1」から「nb-4」とした。各孔ともに基盤岩に着岩するまで掘削した。掘削は、まず断層が間違いなく 2 孔の間を通過するように十分に距離を離して、「nb-1」と「nb-2」を掘削し、基盤岩の岩層が異なることを確認した。そのうえで、両孔の間に「nb-3」と「nb-4」を掘削して、断層の通過位置を限定した。各孔の掘削深度は、「nb-1」から順に、21.0 m, 13.0 m, 21.0 m, 13.0 m である。

#### 4. 3 野塚地点におけるトレンチ調査結果

##### 4. 3. 1 野塚 1 トレンチ

###### (1) 層序区分

野塚 1 トレンチに分布する地層を、表土を構成する N1-1 層、断層変位を受けていない N1-2 層、変形構造が認められる N1-3 層に大別した（図 8）。各層の記載にあたっては、層相に基づいて細分を行い、4 桁数字の番号を付した。1 桁目が本地点におけるトレンチの番号を、2 桁目が大別した地層の番号を表している。トレンチ内の位置を表示するにあたっては、グリッド表示とし、南面については N1S(〇〇, △△)、北面については N1N(〇〇, △△)、西面については N1W(〇〇, △△) と表示する。横座標は南面と北面では、西端の基準点を 0 とし、西面では南端の基準点を 0 とする。縦座標は南面西側上段の横板を 0 として表示する。

【N1-1 層】暗褐色の腐植土で、各面に厚さ 20-50 cm で分布する地層を 1110 層と呼ぶ。北面の N1N(1. 3, -1. 1) から N1N(1. 9, -1. 1) にかけて、Ta-b が層厚 5 cm 弱の白-白褐色の軽石（径 1-2 mm）層として本層中に認められる。この Ta-b 直下から採取した年代測定試料から、537-519 cal. yBP [NTK1N-0160-0120：腐植] の  $^{14}\text{C}$  年代が得られている（図 12, 表 2）。

【N1-2 層】表土の下位に分布する砂礫，シルト，腐植土（旧表土）からなる地層であり，層相に基づき「上部」と「下部」に分類し，さらに堆積構造と年代測定結果をもとに，上部を 1210 層と 1220 層に，下部を 1230 層と 1240 層に細分した。

1210 層は黄褐色の砂礫からなり，層厚は 1-2 m である．南，北，西各面に分布する．本層からは年代測定試料は得られておらず，堆積年代については不明である．

1220 層は黄褐色-暗褐色のシルト，砂礫からなり，南，北，西各面に分布する．層厚は最大で約 1.8 m である．本層の上部から 3,322-3,211 cal. yBP [NTK1N-1550-0280：土壌]，下部から 3,145-3,006 cal. yBP [NTK1N-0600-0310：材] の  $^{14}\text{C}$  年代が得られている（図 12，表 2）．

1230 層は暗灰～黄褐色の砂礫，シルトからなり，南，北，西各面に分布する．層厚は 1-2 m である．本層の上部から 4,383-4,163 cal. yBP [NTK1S-0300-0300：材]，中部から 4,511-4,417 cal. yBP [NTK1N-0600-0390：材]，下部から 4,807-4,574 cal. yBP [NTK1W-0710-0415：木片]，4,340-4,160 cal. yBP [NTK1N-2250-0430：木片] と 4,241-4,156 cal. yBP [NTK1N-2060-0450：材] の  $^{14}\text{C}$  年代が得られている（図 12，表 2）．

1240 層は暗灰色シルト，砂礫からなり，南，北，西各面に分布する．層厚は約 1 m である．本層の上部から 7,311-7,250 cal. yBP [NTK1S-1180-0430：材(実)]，中部から 7,468-7,429 cal. yBP [NTK1N-0670-0470：木片]，下部から 9,599-9,538 cal. yBP [NTK1S-0500-0440：材] の  $^{14}\text{C}$  年代が得られている（図 12，表 2）．

【N1-3 層】トレンチの下部に分布する地層で，主に砂礫層からなる「上部」と，腐植質シルトからなる「下部」に大別される．上部については層相，堆積構造に基づき 1310 層，1320 層に細分し，下部の腐植質シルト層を 1330 層とした．

1310 層は暗青灰色砂礫からなり，南，北，西各面に分布する．層厚は最大で約 1.8 m である．南面から 46,903-46,055 cal. yBP [NTK1S-0700-0480：材]，北面から 49,275-47,603 cal. yBP [NTK1N-0600-0520：木片] の  $^{14}\text{C}$  年代が得られている（図 12，表 2）．

1320 層は暗灰色砂礫からなり，南，北面に分布する．層厚は最大で約 2.0 m である．1320 層の下部は砂礫層が主体で，径 2-10 cm 程度の角-亜角礫を含み，基質は砂混じりシルトからなる．上部は角礫層をレンズ状に挟む青灰-灰白色のシルトを主体とする．N1N(20.1, -5.6)付近にはラミナの発達した細-中粒砂中に径 1-2 mm 程度の軽石粒を含む淡褐色の中-粗粒砂層を挟む．本層は

N1N(9.7, -5.5)付近では南西に向かって傾斜 (N26°W・24°SW) する。

1330 層は暗褐色腐植質シルトからなり、南、北面に分布する。本層の下部はトレンチ底の下へと続いており、トレンチ壁面で確認できた層厚は最大 1.1 m である。本層は木片、炭質物を多く含む。1330 層の上面は N1N 15 付近より西に向かって徐々に低下してトレンチ内において、北面では約 2 m、南面で約 2.6 m の高低差を有する。一方、北面の N1N(22.5, -6.0)付近では、腐植質シルト層に東への傾斜の構造 (N45°W・16°E) が認められる。本層から >54,106 cal.yBP [NTK1N-2300-0630 : 木片] の <sup>14</sup>C 年代が得られている (図 12, 表 2)。

## (2) 地層の変形構造

野塚 1 トレンチでは、明瞭な断層は確認されなかったが、N1-3 層が西へ傾斜する構造が確認された。北面における 1330 層上面の構造は、トレンチの東寄りではほぼ水平に連続するが、N1N(13.0, -6.2)付近より N1N(8.0, -7.9)に向かって西に緩く傾斜し、トレンチの西端付近で再びほぼ水平になる状況が確認された。N1N(9.6, -5.4)の腐植質シルト層は N34° W・24° W の構造を示す。南面では、ほぼトレンチ全域の N1S(18.8, -5.3)付近から N1S(6.0, -7.7)に向かって西に緩く傾斜している。1330 層は腐植質シルトなどの細粒な堆積物であり、そのような堆積物が上流側に向かって傾斜する構造が堆積作用で形成されたとは考えにくい。地下の断層運動による撓曲変形であると考えられる。トレンチで観察される変形帯の幅は 10 m 以下であるので、トレンチ底からそれ程深くないところまで断層の先端が達している可能性が高い。

なお、北面東端の N1N(22.0, -6.0)付近では、1330 層に東へ傾斜する構造も認められた (N53° W・16° E)。上位の 1310, 1320 層中の腐植質シルト層中にも同様な構造が認められる。このような東へ増傾斜した構造は、光地園断層の活動によって東側隆起が生じた際に、断層の上盤側で発生する逆傾斜や副次断層などの二次的な変形によって形成された可能性が考えられる。

## 4. 3. 2 野塚 2 トレンチ

### (1) 層序区分

野塚 2 トレンチでは、壁面で観察した地層を N2-1 層, N2-2 層, N2-3 層の 3 層に大別した (図 13, 図 14)。各層について、層相, 堆積構造および年代分析の結果をもとに細分を行い、数字 4 桁の番号を付した。トレンチ内の位置の表示については、他のトレンチと同様にグリッド表示とし、南面は N2S(〇〇, △△),

北面は N2N(○○, △△) , 西面は N1W(○○, △△) と表示する (単位:m). 横座標は, 南面と北面では西端の基準点を 0 とし, 西面では南端の基準点を 0 とした. 縦座標は, 野塚 1 トレンチの座標と合わせるように留意し, 北面 No. 2-No. 16 の横板を 0 とした.

【N2-1 層】 N2-1 層は, 2110 層と 2120 層の 2 層に細分される.

2110 層は暗褐色の腐植土で, 現在の表土である. 南, 北, 西各面に層厚 20-60 cm で分布する. 南面と北面では, Ta-b が厚さ 5cm 弱の黄白色軽石 (径 1-2 mm) 層として断続的に本層中に分布する.

2120 層は暗褐色の腐植質シルトからなる旧表土である. 南北両面で N2S (19.0, -1.5), N2N(19.1, -1.1) より東側に層厚約 20-70 cm で分布する.

【N2-2 層】 N2-2 層は下位の N2-3 層を不整合に覆っており, 細礫を中心とした砂礫のほか, 砂, シルト, 腐植質シルトからなる. 斜面堆積物 (後述の 2222 層) との層序関係に基づき, 本層は 2210 層と 2220 層の 2 層に区分される.

2210 層は, 暗灰-黄褐色の砂礫層からなり, 南面の N2S (20.0, -1.7) から東側, 西面から北面にかけて, および北面の N2N(22.0, -2.6) 以東に分布する. 礫は礫径 1-8 cm 程度の角-亜角礫からなり, 基質はシルト質細粒砂からなる. 上部に黄褐色のローム質シルトが厚さ 20-50 cm 程度で分布する. 本層から 5,281-5,054 cal. yBP [ NTK2S-2335-0340 : 腐植質シルト ] と 5,892-5,751 cal. yBP [ NTK2N-0310-0205 : 材 ] の  $^{14}\text{C}$  年代が得られている (図 14, 表 2).

2220 層は, 砂礫およびシルトからなり, 北面では N2N(6.3, -2.2) から N2N(8.5, -0.8) 付近と N2N(18.3, -1.4) 以東に, 南面では N2S(20.0, -1.8) 以東に分布する. 本層は, 主にシルトからなる斜面堆積物 (2221 層と 2222 層) とそれよりも下位の層準にあたる砂礫層 (2223 層) に細分される. これらの層準からは年代測定試料は得られていないため, 2220 層の具体的な年代は不明である.

【N2-3 層】 N2-3 層は還元色を示す砂礫層であり, 腐植質シルトや炭化木片を含む. これらの層相から, 野塚 1 トレンチで観察された N1-3 層に対比されると考えられる. 本層は, 堆積構造および層相に基づき, 本層は 2310 層, 2320 層, 2330 層の 3 層に区分される.

2310 層は黄褐色砂礫からなり, 南, 北, 西各面に分布する. 層厚は最大で約 1m である. 黄褐色の砂礫からなり, シルトブロックをレンズ状に挟む. 砂礫は

径 1-6 cm の垂角-角礫からなり、基質はシルト質細粒砂からなる。上部にはローム質シルトが分布する。

2320 層は黄褐-暗灰色の礫混じりシルトを主体とし、南、北、西各面に分布する。層厚は最大約 2 m である。上部では淡褐-黄褐色礫混じりシルトを主体として黄褐色の細礫混じり粗粒砂をレンズ状に挟む。下部は暗灰色の砂礫からなる。礫は径 1-8 cm 程度の垂角-角礫で、基質は砂混じりシルトである。本層から 31,051-30,809 cal. yBP [NTK2N-0725-0225: 腐植質シルト] の  $^{14}\text{C}$  年代値が得られている (図 14, 表 2)。

2330 層は暗褐色腐植質シルトからなり、植物片を多く含む地層で、南、北、西各面に分布する。本層の下部はトレンチ底の下へ続いており、トレンチで確認された層厚は最大約 1.4 m である。本層は中-強腐植質シルトを主体として、木片を多量に含む。また、粗粒砂層、細礫層をレンズ状に挟む。

## (2) 地層の変形構造

野塚 2 トレンチでは、N2-3 層中の 2330 層に剪断面が認められた。この剪断面は、北面では N2N(18.5, -3.7) から N2N(19.5, -3.3) にかけて連続する南西傾斜 ( $\text{N}46^\circ \text{W} \cdot 18^\circ \text{W}$ ) の構造として、南面では N2S(20.5, -3.9) から N2S(21.8, -3.5) にかけて連続する南西傾斜の構造 ( $\text{N}41^\circ \text{W} \cdot 28^\circ \text{W}$ ) が認められており、これらが光地園断層の副次断層である可能性が考えられる。また、2330 層分布域の西端付近では西傾斜の構造 (北面では  $\text{N}48^\circ \text{W} \cdot 18^\circ \text{W}$ , 南面では  $\text{N}48^\circ \text{W} \cdot 28^\circ \text{W}$ ) が認められ、断層変位に伴う撓曲変形の可能性がある。ただし、2310 層と 2320 層には、シルトや砂礫が不均質に混在した著しく乱れた構造が観察されていることから、周氷河環境下で形成されたインボリューションの可能性が考えられるため、光地園断層の活動との関連性については留意が必要である。

## 4. 4 野塚地点におけるボーリング調査結果

### (1) 層相記載と層序区分

【nb-1】掘削地点は低下側に位置し、孔口の標高は 73.9 m である。

0-0.30 m までは表土で、0.30-0.50 m には黄褐色ローム層が分布する。その下位には 0.50-1.05 m に黄灰褐色砂礫層、1.05-1.55 m に黒褐色の弱腐植質砂礫層が分布する。その下位には、7.50 m まで緑灰色-暗赤灰色の砂礫層とシルト層の互層が続く。さらに下位の 7.50-9.90 m まで灰-灰褐色もしくは暗緑灰色の砂礫層が分布する。9.90-11.22 m には暗褐色の腐植質シルト層が分布する。

11.22-13.75 m には基質がシルト質の緑灰褐色の砂礫層が分布する。13.75-18.00 m には、砂礫層とシルト層の互層が分布する。18.00 m で基盤岩に到達し、傾斜角が 60-70° の層理面をもつ中の川層群の砂岩が確認された。

以上の観察結果から、表土よりも下位の地層については、0.30-1.55 m の腐植質砂礫層が N1-2 層の上部に、1.55-7.50 m の砂礫層が N1-2 層の下部に、7.50-9.90 m が N1-3 層の上部にそれぞれ対比される。また、トレンチで観察される地層よりも下位の地層について、9.90-11.22 m の比較的細粒な地層を N1-4 層、11.22-13.75 m の砂礫層を N1-5 層、13.75-18.0 m の砂礫層とシルト層の互層を N1-6 層に分類した。

【nb-2】掘削地点は隆起側に位置し、nb-1 から約 50 m 離れている。孔口の標高は 72.6 m である。

0-0.40 m は暗灰褐色砂質シルトからなるローム層である。0.40-1.70 m は、黄褐色-暗褐色のシルト層が、1.70-3.83 m には黄褐色-青灰色の砂礫層が分布する。その下位には細粒堆積物が連続しており、3.83-3.90 m には白灰色極細粒砂層が、3.90-4.80 m には黒色-暗褐色腐植質シルト層が、4.80-5.00 m には暗青灰色細礫層が、5.00-5.30 m には黒色細礫混じり腐植質シルト層が、5.3-5.5m には青灰色シルト層が、5.50-5.65 m : 灰色シルト層（下位に向かって黄褐色の中粒砂層へと漸移）が分布する。5.65-7.65 m にかけては、青灰色の砂礫層とシルト層の互層が続く。その下位では粗粒な砂礫層となり、7.65-10.80 m には褐色の砂礫層が、10.80-11.10 m には灰褐-暗灰色の砂礫層が分布する。11.10 m で基盤岩に到達し、13.00 m まで豊似川層の泥岩が続く。

以上の観察結果から、表土よりも下位の地層については、0.40-1.70 m のシルト層と 1.70-3.83 m が N1-2 層に、3.83-5.65 m の細粒堆積物が N1-3 層の下部（1330 層）に対応すると考えられる。また、5.65-7.65 m の砂礫層とシルト層の互層が K1-4 層に、7.65-11.10 m の砂礫層が N1-6 層に対比される。

【nb-3】掘削地点は nb-1 と nb-2 のほぼ中間に位置する。孔口の標高は 73.9 m である。

0-0.25 m は表土である。0.25-0.50 m には礫混じりシルトが、0.50-1.10 m には礫混じりシルト質砂層が、1.10-2.30 m には礫混じりシルト質砂層が分布する。その下位には、2.30-3.50 m に淡灰褐-淡緑灰褐色の砂礫層、3.50-3.95 m には腐植質シルト層が分布する。その下位には細粒な堆積物が連続し、3.95-4.25 m

には植物片を含む黒褐色腐植質シルト層が、4.25-5.17 mには礫混じりシルト質砂層が、5.17-5.40 mには腐植質シルト層が分布する。5.40-6.50 mには緑灰褐色の砂礫層が分布する。6.50-9.55 mには材を多く含む腐植質シルト層が分布する。9.55-9.70 mには暗灰褐色の中粒砂層が、9.70-9.92 mには灰褐色のシルト層が分布する。9.92-10.70 mには砂礫層が、10.70-11.30 mには礫混じりシルト層が分布する。この礫混じりシルト層の下部には、10-20° 傾くラミナ構造が認められる。11.30-11.60 mに砂礫層が分布し、11.60-11.95 mには腐植質シルト層が分布する。11.95-12.00 mには火山灰層 (Kc-Hb?) の可能性がある淡灰褐色の細粒砂層は分布する。12.00-12.20 mにはシルト層が、12.20-14.45 mには礫混じりシルト質砂層が、14.45-14.60 mには再びシルト層が分布する。14.60-15.10 mには礫混じりシルト質砂層が、15.10-19.90 mには砂礫層が分布する。19.90 mで基盤岩に到達し、豊似川層の砂岩が確認された。

以上の観察結果から、表土よりも下位の地層については、0.25-2.30 mがN1-2層の上部に、2.30-3.95 mがN1-2層の下部に、3.95-6.50 mがN1-3層の上部に、6.50-9.92 mがN1-3層の下部に対応すると考えられる。また、9.92-12.20 mの比較的細粒な堆積物がK1-4層に、12.20-14.60 mのシルト層と礫混じりシルト質砂層がK1-5層に、14.60-19.90 mの砂礫層がK1-6層に対比される。

【nb-4】掘削地点はnb-2とnb-3のほぼ中間に位置する。孔口の標高は73.2 mである。

0-0.20 mには暗褐色シルトからなる表土が分布する。0.20-2.00 mには、褐色シルト質ローム層と礫混じりシルト層の互層が分布する。2.00-2.35 mには、シルト層が分布し、下方に向かって粗粒化していき、2.35-2.73 mには細礫混じりシルト層が、2.73-4.46 mには青灰色砂礫層が分布する。その下位では再び細粒な堆積物へと変わり、4.46-6.20 mには腐植質シルト層とシルト層の互層が分布する。6.20-10.96 mには、礫層とシルト層の互層が続き、深度10.96 mで基盤岩に到達し、豊似川層の泥岩が確認された。

以上の観察結果から、表土よりも下位の地層については、0.20-2.00 mがN1-2層の上部に、2.00-4.46 mがN1-2層の下部に、4.46-6.20 mに分布する細粒堆積物がN1-3層の下部に対比される。また、6.20-8.38 mの腐植質な細粒堆積物をM1-4層に、8.38-10.96 mの砂礫層をN1-6層に細分した。

## (2) 断層および変形構造

ボーリングコアの観察結果およびトレンチ壁面の観察結果を併せて、野塚地点の地質断面図を作成した(図15)。断層を挟んだ上下変位量は、野塚1トレンチ底部に分布するK1-3層(下部)の腐植質シルト(1330層)の上面を指標とすると2.6 m、ボーリング調査で観察・対比されたK1-5層の上面では約6 m、基盤岩(中の川層群と豊似川層)の上面では約9 mの高低差が認められる。

### 4. 5 野塚地点における調査結果に関する考察

野塚1トレンチでは、N1-3層が上流側に傾く構造が認められた。N1-3層は上位のN1-2層に傾斜不整合を持って覆われており、N1-2層には変形構造は認められないことから、それぞれの地層が堆積した時期の間に光地園断層が活動したと考えられる。トレンチ範囲内でのN1-3層下部の1330層の上面での変位量は北面で約2.0 m、南面では約2.6 mである。K1-3層の年代については、上部の1310層から49,275-47,603 cal. yBP、46,903-46,055 cal. yBP、下部の1330層から>54,106 cal. yBPが得られている。一方、N1-3層を傾斜不整合で覆うN1-2層の下部から9,599-9,538 cal. yBPが得られている。したがって、野塚1トレンチで確認された光地園断層の断層活動時期は「約47,000年前以後、約9,600年前以前」である。

野塚2トレンチでは、N2-3層とN2-2層に傾斜不整合が認められ、N2-3層が上流側に傾斜していることが確認された。また、N2-3層下部の2330層中には副次断層の可能性のある剪断面が認められた。N2-3層からは31,051-30,809 cal. yBPの<sup>14</sup>C年代が得られている。一方、N2-2層から5,892-5,751 cal. yBPの<sup>14</sup>C年代が得られている。したがって、野塚2トレンチで確認された断層活動時期は、約31,000年前以降、約5,800年前以前である。

野塚1トレンチと、野塚2トレンチは近接しているため、両トレンチで観察された断層活動は同一のものであると考えられる。したがって、野塚地点における光地園断層の活動時期は、約31,000年前以後、約9,600年前以前となる。

野塚1トレンチ内で観察された上下変位量は約2.6 mである。一方、群列ボーリングの結果からは、N1-5層の上面で約6 m、基盤岩(中の川層群および豊似川層)上面で約9 mの上下変位が推定され、この地点ではN1-6層堆積以降に複数回の断層活動が生じたと考えられる。1つ前の断層活動の時期については、N1-5の年代が得られていないため詳細は不明であるが、K1-3層の下部から得られている年代(>54,106 cal. yBP)よりも古いことから、少なくとも「約54,000

年前以前」である。

## 5. 総合解釈

カシュウンナイ地点で確認された断層活動は 1 回のみであり，上下変位量は約 5 m である．最新の断層活動時期は「4 万-4 万 5 千年以後，約 12,200 年前以前」であり，「約 12,200 年前」の直前であった可能性が高い（図 16）．また，それ以降には光地園断層の活動がなかったことが確認された．また， $>53,767$  cal. yBP の年代を示す地層（767 層）の上下変位量も最新活動による変形と考えられることから，最新活動以前の断層活動時期は「約 5 万 4 千年以前」であると推定される．

野塚地点で確認された断層活動は，トレンチ内では 1 回のみであり，上下変位量は約 3 m である．最新の断層活動時期は「約 31,000 年前以降，9,600 年前以前」であり，これ以降には断層活動がなかったことが確認された（図 16）．群列ボーリングの結果から断層活動が繰り返し発生していることが推定され，トレンチ調査では $>54,106$  cal. yBP の年代を示す地層（1330 層）の上下変位量も最新活動による変形と考えられることから，最新活動以前の断層活動時期は「約 5 万 4 千年以前」であると推定される．

以上の 2 地点の調査結果から推定される光地園断層の最新活動時期は「約 31,000 年前以後，約 12,200 年前以前」である（図 16）．また，1 つ前の断層活動時期は「約 5 万 4 千年前以前」とあると推定される．

ところで既往調査では，カシュウンナイ地区の北方に位置する紋別地区で実施されたトレンチ調査の結果から $2,160 \pm 60$  yBP 頃に最新の断層活動があった可能性があることが指摘されている（北海道，2004）が，この年代を示す断層活動は確認できなかった．この点について，北海道（2004）が示している断層活動の根拠はトレンチの西端付近で観察された地層の傾きだけであり，断層運動による変形ではなく，侵食作用と堆積作用で形成されたと解釈することも可能であるため，その断層活動の認定についての信頼性は低い．

一方，北海道（2004）は 1 つ前の断層活動として，17,700 yBP 以降，12 ka 以前の断層活動を想定しており，北海道（2004）が示したこの断層活動の時期と本調査による最新活動時期は整合的である．

上記のような検討の結果，今回の調査で得られた結果が光地園断層の最新活動であると考えられる．それ以降の断層活動がないとすると光地園断層は活動間隔が非常に長い活断層である可能性が示唆される．

## 6. まとめ

### 6. 1 断層帯の位置及び形態

#### (1) 断層帯を構成する断層

地震調査研究推進本部地震調査委員会（2005）が図示した断層トレース以外に新たな活断層は確認されていない。

#### (2) 断層面の位置・形状

カシュウンナイトレンチ北面で観察された断層面の傾斜は、北東に向かって約60-70度で傾き下がっている。

#### (3) 変位の向き

地震調査研究推進本部地震調査委員会（2005）の評価結果を変更するような資料は得られていない。横ずれの証拠は見つかっておらず、北東側隆起の上下成分を主とする活断層と考えられる。

### 6. 2 断層帯の過去の活動

#### (1) 平均変位速度

カシュウンナイトレンチでは、 $>53,767$  cal. yBP の年代を示す地層（767層）の上下変位量が約5mであることから、平均上下変位速度は0.1m/千年以下と算出される。

野塚トレンチでは、 $>54,106$  cal. yBP の年代を示す地層（1330層）の上下変位量が2.0-2.6mであることから、平均上下変位速度は0.04-0.05m/千年以下と算出される。

以上の調査結果から、光地園断層の平均変位速度は0.1m/千年以下（上下成分）と考えられる。

#### (2) 活動時期

カシュウンナイ地点では、約4万5千年前（Spfa堆積時期）以降、約1万2千年前（12,384-12,149 cal. yBP）以前に最新断層活動があった。なお、後者の年代は、断層活動発生直後の年代を示している可能性が高い。

野塚地点では、約3万1千年前（31,051-30,809 cal. yBP）以降、約9千6百年前（9,599-9,538 cal. yBP）以前に最新断層活動があった。

両地点における最新活動時期が同時期の活動であったと考えると、光地園断

層の最新活動時期は、「約 3 万 1 千年前以降, 約 1 万 2 千年前以前」であり, 約 1 万 2 千年前の直前であった可能性がある。

最新活動以前の断層活動について, カシュウンナイ地点では $>53,767$  cal. yBP 以前, 野塚地点では $>54,106$  cal. yBP 以前であることが推定される。したがって, 光地園断層の最新活動の 1 回前の断層活動時期は, 「約 5 万 4 千年以前」であったと推定される。

### (3) 1 回の変位量

カシュウンナイ地点で実施した調査に基づくと, 1 回の断層活動における上下変位量は約 5 m である。

野塚地点で実施した調査に基づくと 1 回の断層活動における上下変位量は約 3 m である。

これらの調査結果から, 光地園断層が活動したときの変位量は約 3-5 m (上下成分) と考えられる。

### (4) 活動間隔

今回の調査結果に基づくと, 最新活動時期が「約 2 万 7 千年前以降, 約 1 万 2 千年前以前」であり, 1 回前の活動時期が「約 5 万 4 千年前以前」であることから, 活動間隔は短くとも「約 3 万 3 千年以上」と推定される。なお, 最新活動時期が「約 1 万 2 千年前の直前」であった可能性が高いことを考慮すれば, 活動間隔は「約 4 万 2 千年以上」となる可能性がある。

### (5) 活動区間

光地園断層の活動時期については, 既往調査と今回の調査で共通した断層活動時期が認められる。北海道 (2003, 2004) が紋別地区で実施した調査結果においては,  $2,160 \pm 60$  yBP 以降にも断層活動が存在していた可能性が指摘されているが, その信頼性は低い。したがって, 光地園断層は 1 つの活動区間で構成されると考えられる。

(調査担当: 吾妻 崇)

## 文 献

- 秋葉 力・木崎甲子郎・宮坂省吾・紺谷吉弘 (1975) : 「上豊似」 5 万分の 1 地質図幅. 北海道立地下資源調査所, 48p.
- 北海道 (2003) : 十勝平野断層帯に関する調査 成果報告書, 平成 9 年度地震関係基礎調査交付金, 103p.
- 北海道 (2004) : 十勝平野断層帯に関する調査 成果報告書, 平成 10 年度地震関係基礎調査交付金, 150p.
- Bronk Ramsey, C (2009) : Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon*, 51, 337-363.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2005) : 十勝平野断層帯の長期評価について. 23p.
- 活断層研究会編 (1980) : 「日本の活断層一分布図と資料」. 東京大学出版会, 363p.
- 活断層研究会編 (1991) : 「新編 日本の活断層一分布図と資料」. 東京大学出版会, 437p.
- 町田 洋・新井房夫 (2003) : 「新編火山灰アトラス」. 東京大学出版会, 336p.
- 松井 愈・佐藤博之・小坂利幸・宮坂省吾・笹島征士郎・秋葉 力・右谷征靖・春日井 明 (1973) 「大樹地域の地質」 地域地質研究報告 5 万分の 1 図幅. 地質調査所, 79p.
- Reimer, P. J., M. G. L. Baillie, E. Bard, A. Bayliss, J. W. Beck, P. G. Blackwell, C. Bronk Ramsey, C. E. Buck, G. S. Burr, R. L. Edwards, M. Friedrich, P. M. Grootes, T. P. Guilderson, I. Hajdas, T. J. Heaton, K. A. Hughen, K. F. Kaiser, B. Kromer, F. G. McCormac, S. Manning, R. W. Reimer, D. A. Richards, J. R. Southon, S. Talamo, C. S. M. Turney, J. van der Plicht, and C. E. Weyhenmeyer (2009) : IntCal09 and Matine09 radiocarbon age calibration curves, 0-50,000 years cal BP. *Radiocarbon*, 51, 1111-1150.
- 東郷正美 (1982) : 光地園断層について. 「環境科学の諸断面」. 三井教授還暦記念論文集, 土木工学社, 146-152.
- 東郷正美・小野有五 (1994) : 十勝活断層系およびその活動特性について. 法政大学多摩研究報告, 9, 1-14.

## 図 表

表 1 十勝平野断層帯（光地園断層）のまとめ

表 2 光地園断層調査で採取した試料の放射性炭素年代測定結果

図 1 光地園断層および調査地点の分布図

- (A) 十勝平野断層帯の位置図（地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2005）
- (B) 十勝平野断層帯における光地園断層の位置図（ 同上 ）
- (C) 光地園断層の分布と調査地点の位置図．基図には国土地理院発行の 2 万 5 千分の 1 地形図を使用．赤線は，今回の調査によって認定および推定された活断層の位置を示す．実線は断層変位地形が比較的明瞭な区間を，破線は断層変位地形が不明瞭な区間を，点線は活断層が伏在していると推定される区間を，それぞれ示す．

図 2 光地園断層カシュウンナイ地点の位置と調査地点周辺の地形

基図には国際航業株式会社が取得した 2 m メッシュ DEM データを用いて作成した段彩陰影図を用いた．光源の位置と高度は， $45^\circ$  と  $45^\circ$  とした．赤い矢印に挟まれた位置に光地園断層の断層変位地形が認められる．赤枠で示した位置が，掘削調査を実施した調査地点．

図 3 光地園断層野塚地点の位置と調査地点周辺の地形

基図には国際航業株式会社が取得した 2 m メッシュ DEM データを用いて作成した段彩陰影図を用いた．光源の位置と高度は， $45^\circ$  と  $45^\circ$  とした．赤い矢印に挟まれた位置に光地園断層の断層変位地形が認められる．赤枠で示した位置が，掘削調査を実施した調査地点．

図 4 カシュウンナイ地点周辺の詳細地形図と調査実施位置図

基図には国土地理院が撮影した縮尺約 1 万分の 1 航空写真を図化して作成した等高線図を使用した．

図 5 カシュウンナイトレンチの全景

赤字で示した数字は暦年較正した<sup>14</sup>C年代を示す.

図6 カシュウナイトレンチ（北面）の主要部分の壁面写真およびスケッチと年代測定結果

赤い数字は暦年較正した<sup>14</sup>C年代値（単位は cal. yBP）を示す.

図7 カシュウナイトレンチ（南面）の主要部分の壁面写真およびスケッチと年代測定結果

赤い数字は暦年較正した<sup>14</sup>C年代値（単位は cal. yBP）を示す.

図8 カシュウナイトレンチ北面で観察された780層の剪断構造（上）と断層面の走向・傾斜.

図10 野塚地点周辺の詳細地形図と調査実施位置図

基図には国土地理院が撮影した縮尺約1万分の1航空写真を図化して作成した等高線図を使用した.

図11 野塚1トレンチの壁面写真

図12 野塚1トレンチのスケッチと年代測定結果

赤字の数字は暦年較正した<sup>14</sup>C年代値（単位は cal. yBP）を示す.

図13 野塚2トレンチの壁面写真

図14 野塚2トレンチのスケッチと年代測定結果

赤字の数字は暦年較正した<sup>14</sup>C年代値（単位は cal. yBP）を示す. 括弧書きにした年代値は、古い炭素の混入によって正確な年代を表していないと判断したものを示す.

図15 野塚地点で実施した調査結果に基づく地形地質断面図

図16 光地園断層における断層活動の時空間ダイアグラム

ピンク色の帯は既存調査および地震調査委員会の長期評価における断層

活動時期を、緑色の帯は今回の調査によって各地点で得られた断層活動時期を示す。赤破線は両調査地点で認められた断層活動が同一のものと判断した場合におけるその活動時期の上限値と下限値を示す。黄色の帯は火山噴出物の年代（町田・新井，2003）を、紫色の帯は各調査によって得られた 14C 年代（縦方向は年代幅）をそれぞれ示す。

表1 十勝平野断層帯(光地園断層)のまとめ

	従来評価	今回調査を含めた結果	備考
1. 断層帯の位置・形態			
(1)断層帯を構成する断層	光地園断層	光地園断層	
(2)断層帯の位置・形状			
地表における断層帯の位置・形状			
断層帯の位置(両端の緯度・経度)	(北端)北緯42° 31', 東経143° 10' (南端)北緯42° 18', 東経143° 19'	(北端)北緯42° 31', 東経143° 10' (南端)北緯42° 18', 東経143° 19'	変更なし
長さ	約26km	約26km	変更なし
地下における断層面の位置・形状	地表での長さ・位置と同じ	地表での長さ・位置と同じ	変更なし
上端の深さ	0km	0km	変更なし
一般走向	N30°W	N30°W	変更なし
傾斜	北東傾斜	北東傾斜 地表付近では60-70°	
幅	不明	不明	変更なし
(3)断層のずれの向きと種類	東側隆起の逆断層	東側隆起の逆断層	変更なし
2. 断層の過去の活動			
(1)平均的なずれの速度	上下成分:0.1-0.2m/千年	上下成分: 0.1m/千年以下	
(2)過去の活動時期	活動1および活動2(最新活動, 1つ前の活動) 約2万1千年前以後に2回活動したと推定されるが, それぞれの活動時期は特定できない	活動1(最新活動) 約31,000年前以後, 約12,200年前以前  活動2(1つ前の活動) 約5万4千年前以前	約12,200年前の直前であった可能性が高い。
(3)1回のずれの量と平均活動間隔			
1回のずれの量	1.5m程度(上下成分)	約3-5 m(上下成分)	
平均活動間隔	7千-2万1千年程度	約3万3千年以上	最新活動時期が約12,000年前の直前であった可能性が高いことを考慮すれば, 活動間隔は「約4万2千年以上」となる。
(4)過去の活動区間	断層帯全体で1区間	断層帯全体で1区間	変更なし

表2 光地園断層で採取した試料の放射性炭素年代測定結果

## カシュウナイトレンチ

Sample	Unit	material	Lab. No	$\delta^{13}C(\%)$	Libby Age	cal BC (1 $\sigma$ )	cal yrBP
KaN (54.4,-7.1)	211	腐植	IAAA-121347	-29.55 $\pm$ 0.37	2,464 $\pm$ 24	750 cal BC - 687 cal BC (28.1%)	2,700 - 2,466
						667 cal BC - 641 cal BC (11.2%)	
						593 cal BC - 516 cal BC (29.0%)	
KaN (64.9,-7.6)	214	腐植	IAAA-122374	-27.57 $\pm$ 0.29	3,085 $\pm$ 24	1,410 cal BC - 1,371 cal BC (39.3%)	3,360 - 3,266
						1,346 cal BC - 1,316 cal BC (28.9%)	
KaS (39.8,-6.1)	452	材	IAAA-122376	-27.13 $\pm$ 0.41	8,369 $\pm$ 31	7,516 cal BC - 7,452 cal BC (51.3%)	9,466 - 9,466
KaN (42.2,-6.5)	452	材(実)	IAAA-121348	-29.26 $\pm$ 0.51	8,524 $\pm$ 33	7,399 cal BC - 7,373 cal BC (16.9%)	9,536 - 9,500
						7,586 cal BC - 7,550 cal BC (68.2%)	
KaN (41.0,-7.3)	456	材	IAAA-122375	-29.52 $\pm$ 0.33	8,614 $\pm$ 31	7,646 cal BC - 7,641 cal BC (3.8%)	9,596 - 9,535
						7,635 cal BC - 7,623 cal BC (9.7%)	
						7,612 cal BC - 7,585 cal BC (54.7%)	
KaS (39.8,-7.1)	456	腐植	IAAA-122377	-26.27 $\pm$ 0.28	9,071 $\pm$ 32	8,296 cal BC - 8,262 cal BC (68.2%)	10,246 - 10,212
KaN (39.9,-7.5)	458	材(皮)	IAAA-121349	-28.36 $\pm$ 0.46	8,705 $\pm$ 32	7,742 cal BC - 7,647 cal BC (61.7%)	9,692 - 9,563
						7,638 cal BC - 7,636 cal BC (1.3%)	
KaS (33.8,-7.2)	458	材	IAAA-122416	-28.71 $\pm$ 0.39	8,660 $\pm$ 28	7,623 cal BC - 7,613 cal BC (5.2%)	9,626 - 9,549
KaS (33.8,-7.4)	458	材(実)	IAAA-122417	-26.08 $\pm$ 0.26	8,641 $\pm$ 29	7,676 cal BC - 7,599 cal BC (68.2%)	9,607 - 9,543
KaN (34.9,-7.3)	458	土壌	IAAA-121350	-29.45 $\pm$ 0.49	10,385 $\pm$ 38	7,657 cal BC - 7,593 cal BC (68.2%)	12,384 - 12,149
						10,434 cal BC - 10,307 cal BC (43.3%)	
KaS (33.8,-7.4)	458	腐植	IAAA-122378	-32.85 $\pm$ 0.49	10,006 $\pm$ 34	10,277 cal BC - 10,199 cal BC (24.9%)	11,607 - 11,362
						9,657 cal BC - 9,576 cal BC (27.3%)	
						9,553 cal BC - 9,442 cal BC (37.1%)	
KaN (30.9,-6.9)	767	材	IAAA-121351	-27.92 $\pm$ 0.27	>53,767	9,425 cal BC - 9,412 cal BC (3.7%)	

## 野塚1トレンチ

Sample	Unit	material	Lab. No	$\delta^{13}C(\%)$	Libby Age	cal BC (1 $\sigma$ )	cal yrBP
NTK1N-0160-0120	2110	腐植	IAAA-122382	-28.01 $\pm$ 0.33	512 $\pm$ 20	1,413 cal AD - 1,431 cal AD (68.2%)	537 - 519
NTK1N-1550-0280	1221B	土壌	IAAA-121268	-25.02 $\pm$ 0.41	3,025 $\pm$ 25	1,372 cal BC - 1,345 cal BC (17.8%)	3,322 - 3,211
						1,317 cal BC - 1,261 cal BC (50.4%)	
NTK1N-0600-0310	1223	材	IAAA-122383	-23.35 $\pm$ 0.32	2,929 $\pm$ 23	1,195 cal BC - 1,141 cal BC (34.9%)	3,145 - 3,006
						1,134 cal BC - 1,111 cal BC (15.2%)	
						1,103 cal BC - 1,076 cal BC (13.6%)	
NTK1S-0300-0300	1232A	材	IAAA-122418	-28.22 $\pm$ 0.38	3,852 $\pm$ 25	1,065 cal BC - 1,056 cal BC (4.5%)	4,383 - 4,163
						2,433 cal BC - 2,423 cal BC (3.8%)	
						2,403 cal BC - 2,380 cal BC (10.4%)	
						2,349 cal BC - 2,281 cal BC (43.5%)	
NTK1N-0600-0390	1233B	材	IAAA-122384	-26.13 $\pm$ 0.27	3,968 $\pm$ 24	2,249 cal BC - 2,231 cal BC (8.2%)	4,511 - 4,417
						2,219 cal BC - 2,213 cal BC (2.3%)	
						2,561 cal BC - 2,536 cal BC (28.5%)	
NTK1W-0710-0415	1234A	木片	IAAA-121272	-30.56 $\pm$ 0.33	4,121 $\pm$ 29	2,492 cal BC - 2,467 cal BC (39.7%)	4,807 - 4,574
						2,857 cal BC - 2,811 cal BC (20.7%)	
NTK1N-2250-0430	1235A	木片	IAAA-122385	-29.25 $\pm$ 0.33	3,844 $\pm$ 23	2,749 cal BC - 2,724 cal BC (11.1%)	4,340 - 4,160
						2,699 cal BC - 2,624 cal BC (36.5%)	
						2,390 cal BC - 2,385 cal BC (2.1%)	
						2,346 cal BC - 2,278 cal BC (46.0%)	
NTK1N-2060-0450	1235C	材	IAAA-122386	-27.34 $\pm$ 0.29	3,819 $\pm$ 23	2,252 cal BC - 2,229 cal BC (14.2%)	4,241 - 4,156
						2,221 cal BC - 2,210 cal BC (5.9%)	
NTK1S-1180-0430	1241	材(実)	IAAA-122381	-26.27 $\pm$ 0.35	6,335 $\pm$ 27	2,291 cal BC - 2,271 cal BC (18.4%)	4,241 - 4,156
NTK1N-0670-0470	1242	木片	IAAA-121269	-25.24 $\pm$ 0.35	6,544 $\pm$ 28	2,259 cal BC - 2,206 cal BC (49.8%)	7,311 - 7,250
NTK1S-0500-0440	1243B	材	IAAA-122379	-30.60 $\pm$ 0.30	8,624 $\pm$ 30	5,361 cal BC - 5,300 cal BC (68.2%)	7,468 - 7,429
NTK1S-0700-0480	1310A	材	IAAA-122380	-23.00 $\pm$ 0.41	43,615 $\pm$ 319	5,518 cal BC - 5,479 cal BC (68.2%)	9,599 - 9,538
NTK1N-0600-0520	1310A	木片	IAAA-121270	-24.96 $\pm$ 0.43	45,130 $\pm$ 527	7,649 cal BC - 7,588 cal BC (68.2%)	46,903 - 46,055
NTK1N-2300-0630	1330	木片	IAAA-121271	-24.82 $\pm$ 0.38	>54,106	44,953 cal BC - 44,105 cal BC (68.2%)	49,275 - 47,603

## 野塚2トレンチ

Sample	Unit	material	Lab. No	$\delta^{13}C(\%)$	Libby Age	cal BC (1 $\sigma$ )	cal yrBP
NTK2N-0735-0060	2110	腐植	IAAA-122419	-25.77 $\pm$ 0.34	13,934 $\pm$ 43	15,135 cal BC - 14,932 cal BC (68.2%)	17,085 - 16882
NTK2S-2335-0340	2210	腐植	IAAA-122389	-26.86 $\pm$ 0.23	4,492 $\pm$ 24	3,331 cal BC - 3,265 cal BC (31.5%)	5,281 - 5,054
						3,243 cal BC - 3,215 cal BC (13.6%)	
						3,185 cal BC - 3,157 cal BC (12.9%)	
NTK2N-0310-0205	2210	材	IAAA-122387	-29.69 $\pm$ 0.31	5,061 $\pm$ 24	3,126 cal BC - 3,104 cal BC (10.2%)	5,892 - 5,751
						3,942 cal BC - 3,896 cal BC (30.1%)	
						3,881 cal BC - 3,856 cal BC (18.5%)	
						3,844 cal BC - 3,836 cal BC (5.1%)	
NTK2N-0725-0225	2320	土壌	IAAA-122388	-26.74 $\pm$ 0.29	26,166 $\pm$ 85	3,821 cal BC - 3,801 cal BC (14.5%)	31,051 - 30,809
						29,101 cal BC - 28,859 cal BC (68.2%)	

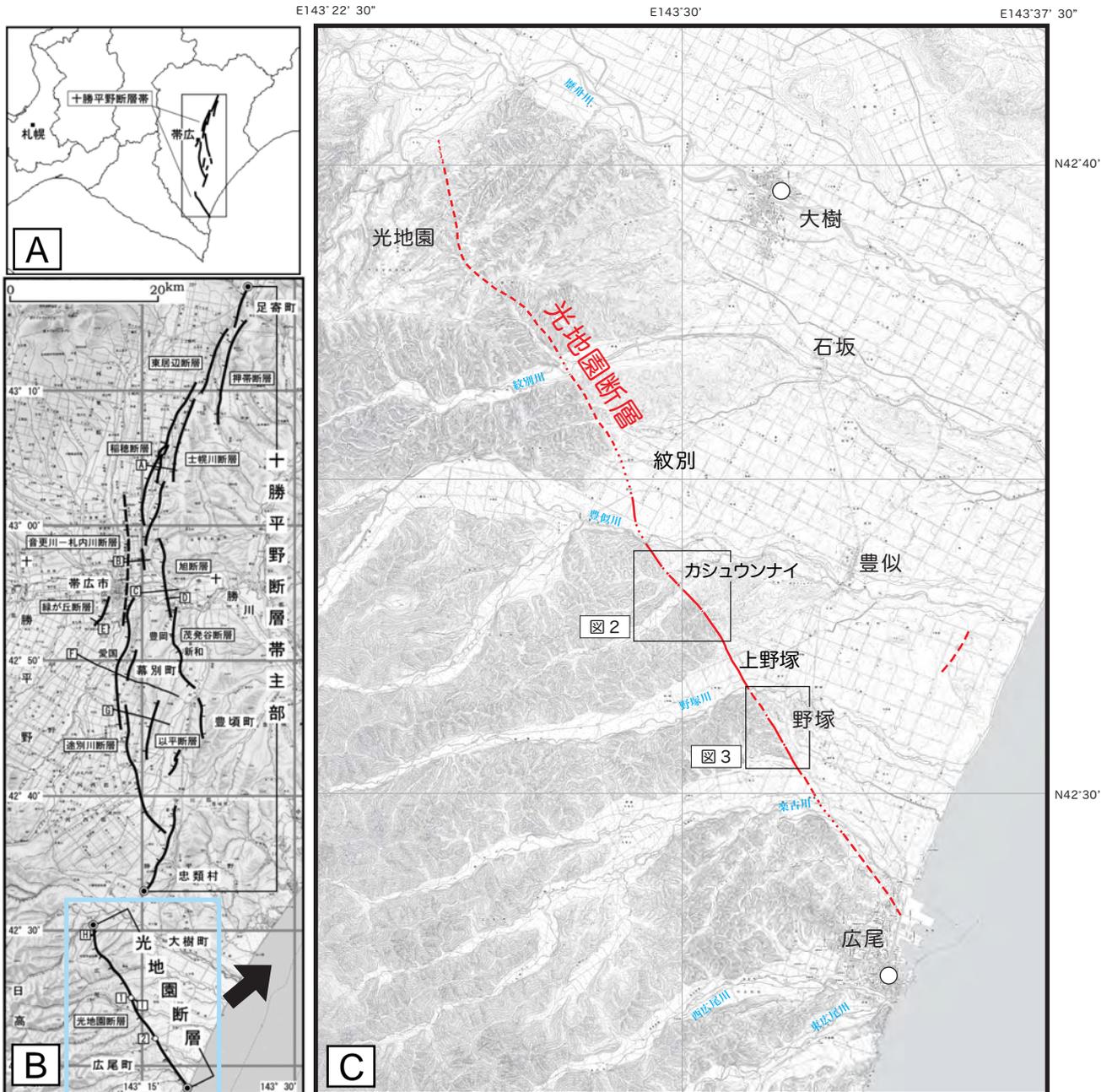


図1 光地園断層および調査地点の分布図

- (A) 十勝平野断層帯の位置図（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2005）  
 (B) 十勝平野断層帯における光地園断層の位置図（同上）  
 (C) 光地園断層の分布と調査地点の位置図。基図には国土地理院発行の2万5千分の1地形図を使用。赤線は、今回の調査によって認定および推定された活断層の位置を示す。実線は断層変位地形が比較的明瞭な区間を、破線は断層変位地形が不明瞭な区間を、点線は活断層が伏在していると推定される区間を、それぞれ示す。

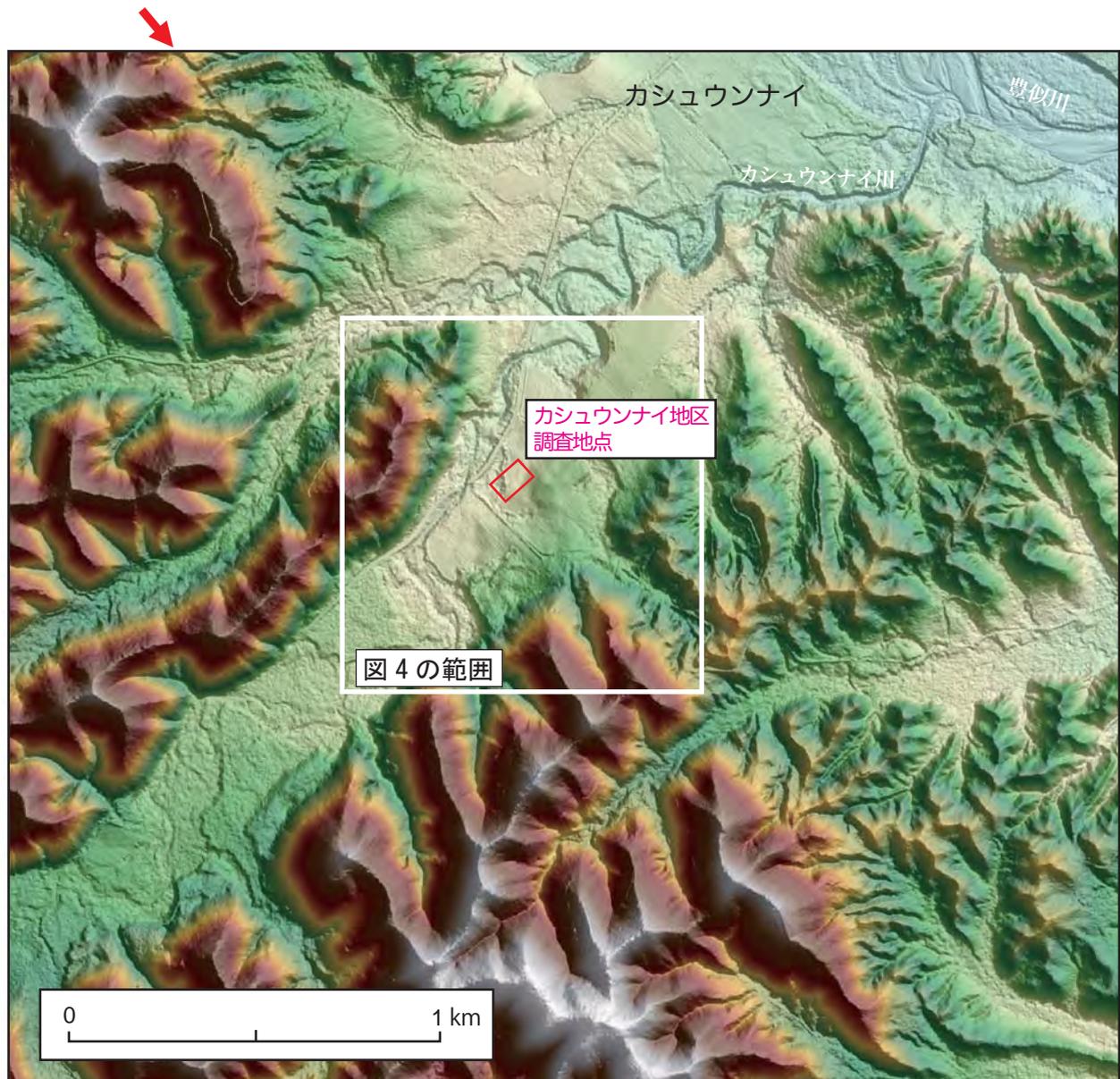


図2 光地園断層カシュウンナイ地点の位置と調査地点周辺の地形

基図には国際航業株式会社が取得した2 mメッシュDEMデータを用いて作成した段彩陰影図を用いた。光源の位置と高度は、 $45^\circ$  と  $45^\circ$  とした。赤い矢印に挟まれた位置に光地園断層の断層変位地形が認められる。赤枠で示した位置が、掘削調査を実施した調査地点。

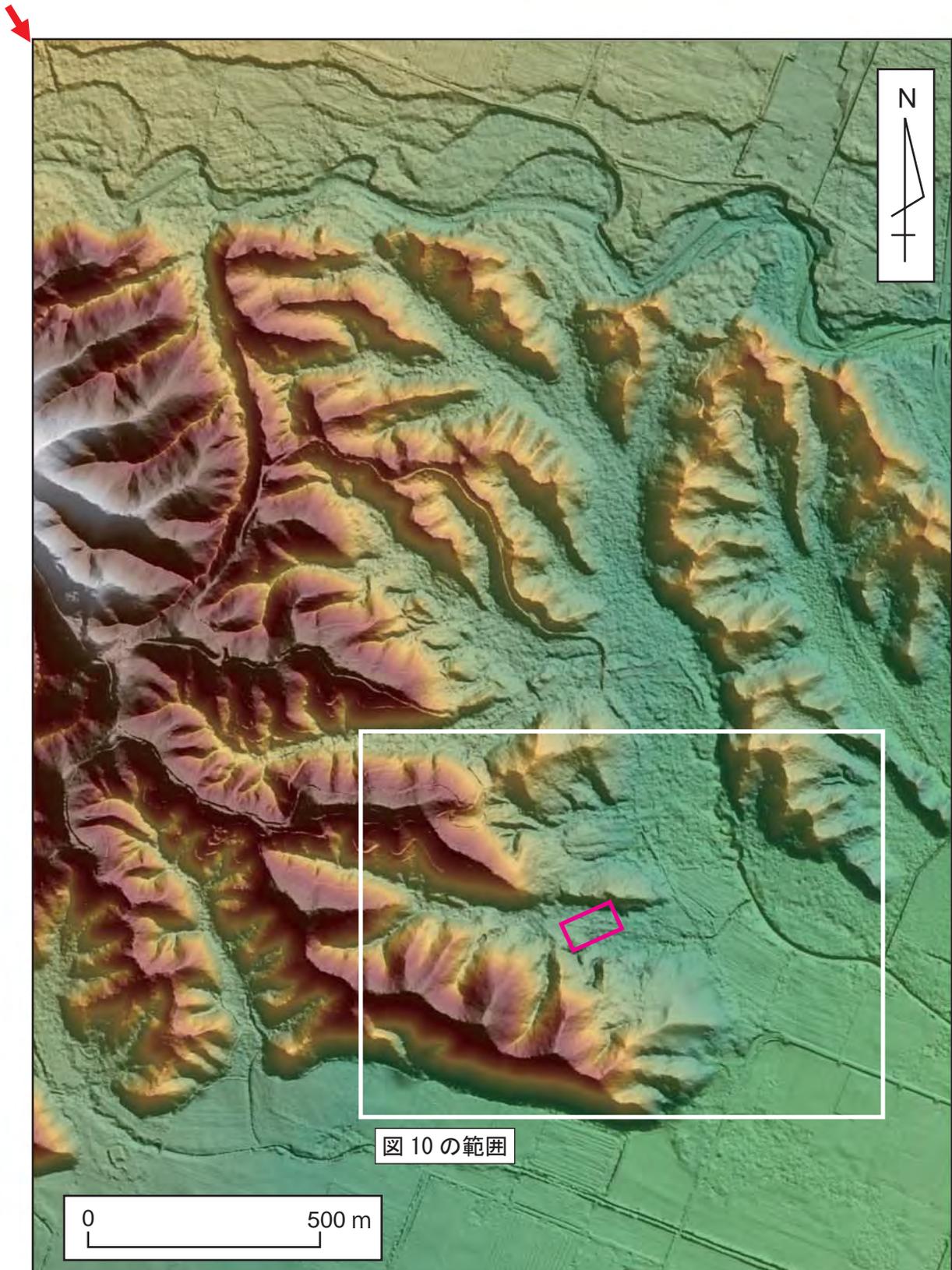


図 3 光地園断層野塚地点の位置と調査地点周辺の地形

基図には国際航業株式会社が取得した 2 m メッシュ DEM データを用いて作成した段彩陰影図を用いた。光源の位置と高度は、 $45^\circ$  と  $45^\circ$  とした。赤い矢印に挟まれた位置に光地園断層の断層変位地形が認められる。赤枠で示した位置が、掘削調査を実施した調査地点。

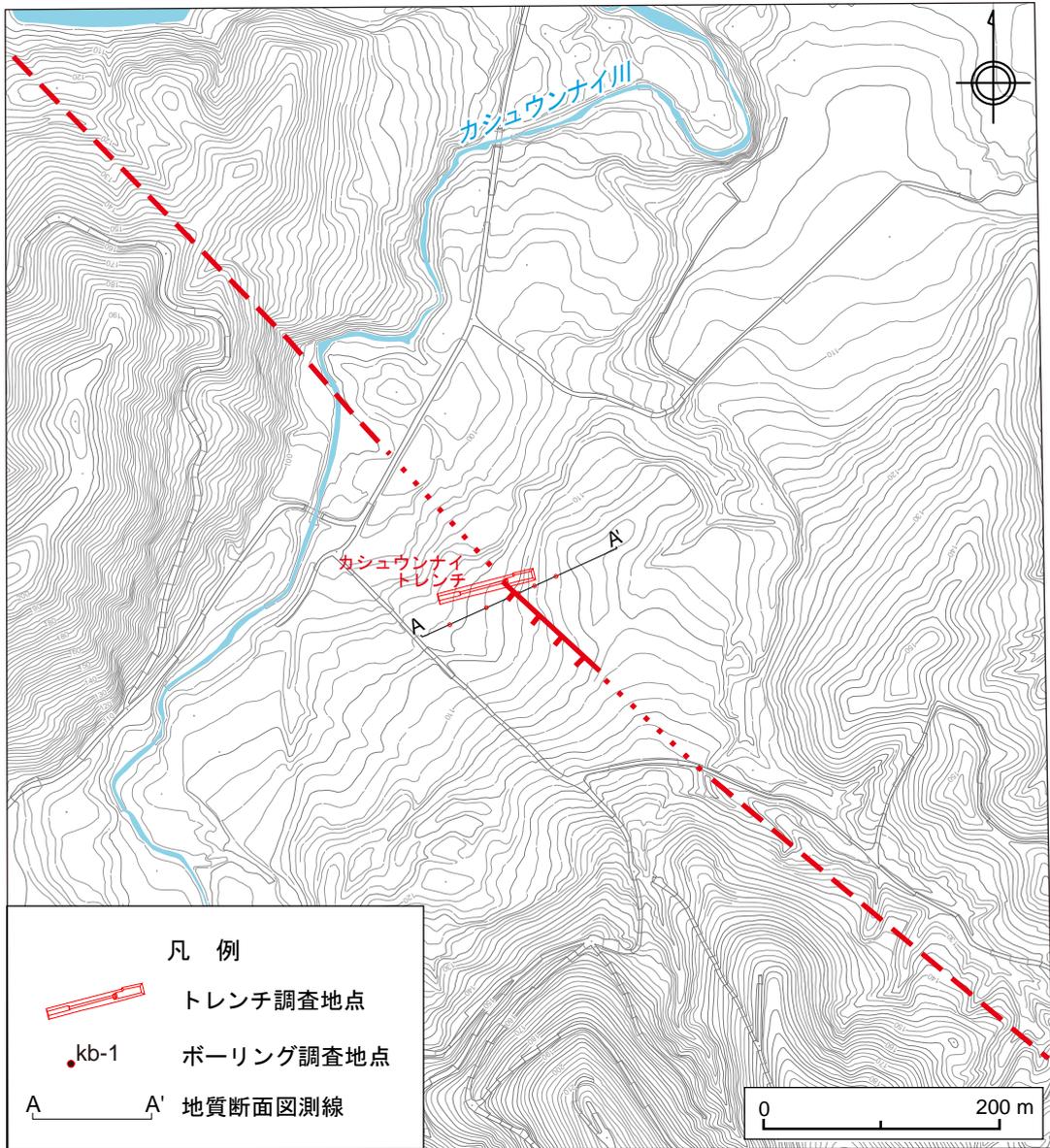


図4 カシュウンナイ地点周辺の詳細地形図と調査実施位置図

基図には国土地理院が撮影した縮尺約1万分の1航空写真を図化して作成した等高線図を使用した。

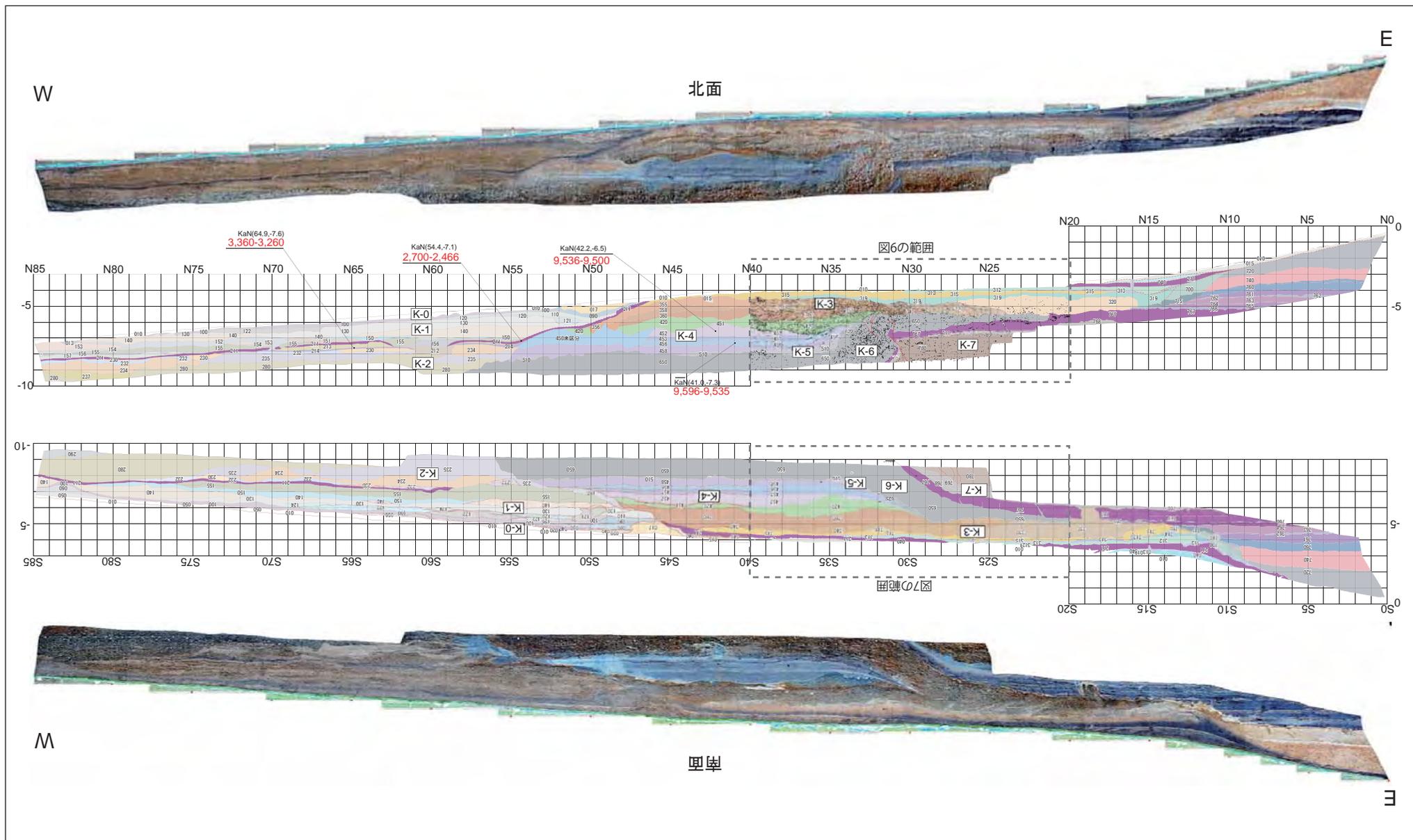


図5 カシュウナイトレンチ全景  
 赤字で示した数字は暦年較正した<sup>14</sup>C年代値を示す。

W

E

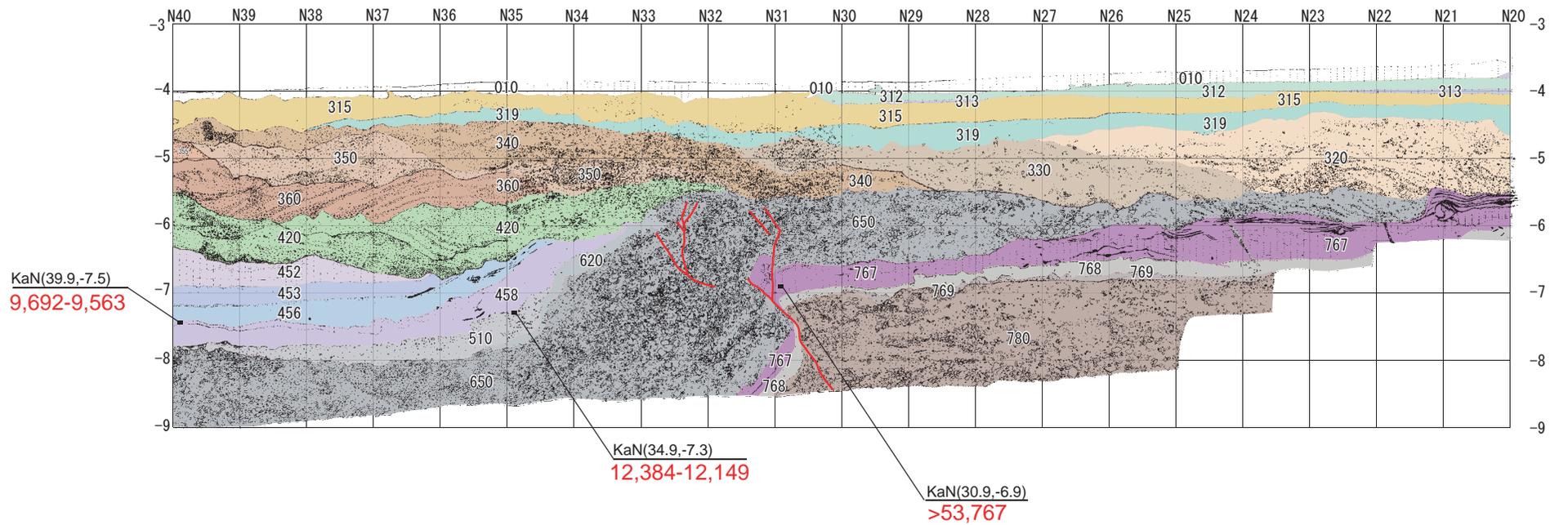


図6 カシュウンナイトレンチ主要部分のスケッチと年代測定結果

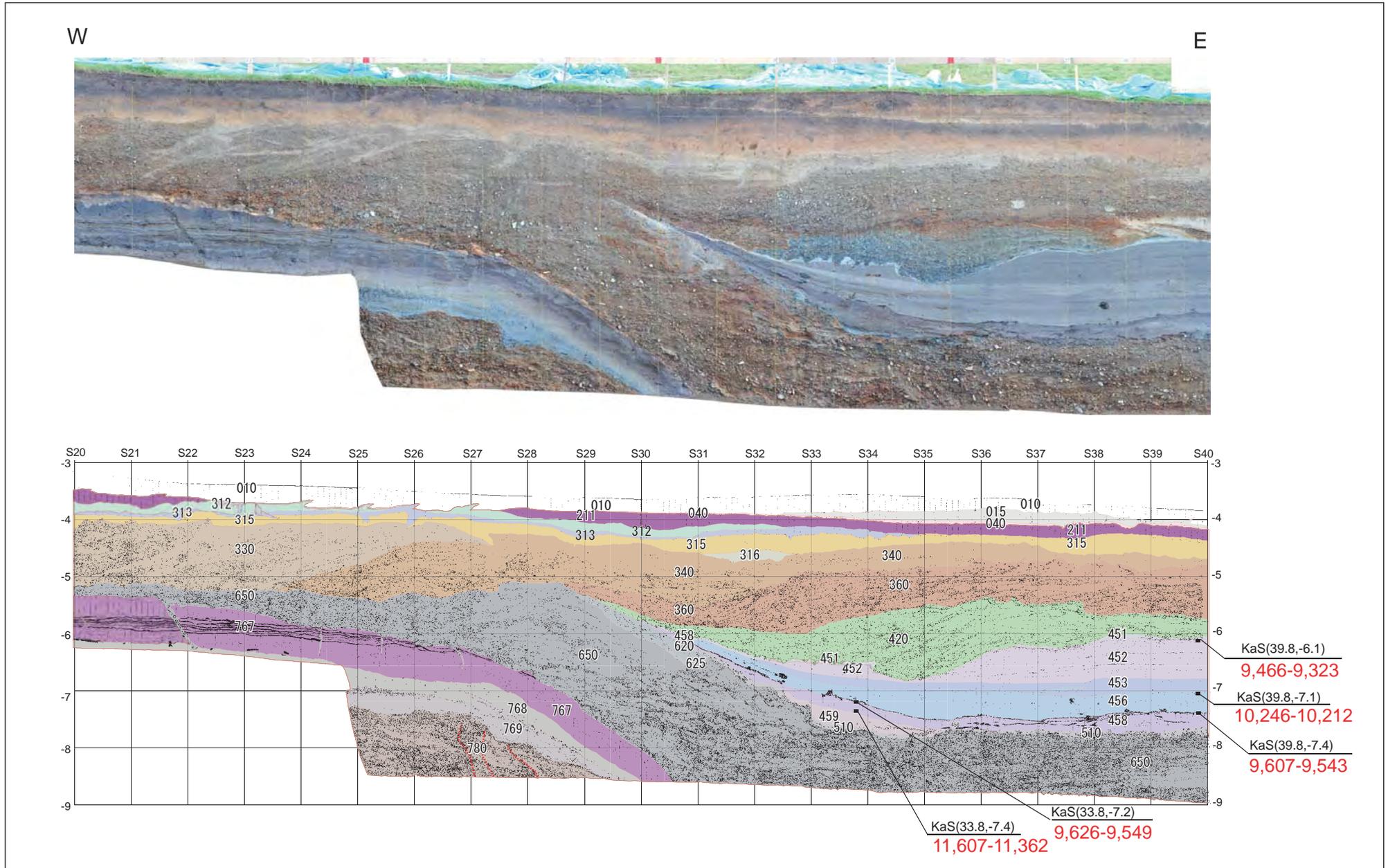


図7 カシュウナイトレンチ（南面）の主要部分の壁面写真およびスケッチと年代測定結果  
赤い数字は暦年較正した $^{14}\text{C}$ 年代値（単位はcal. yBP）を示す。

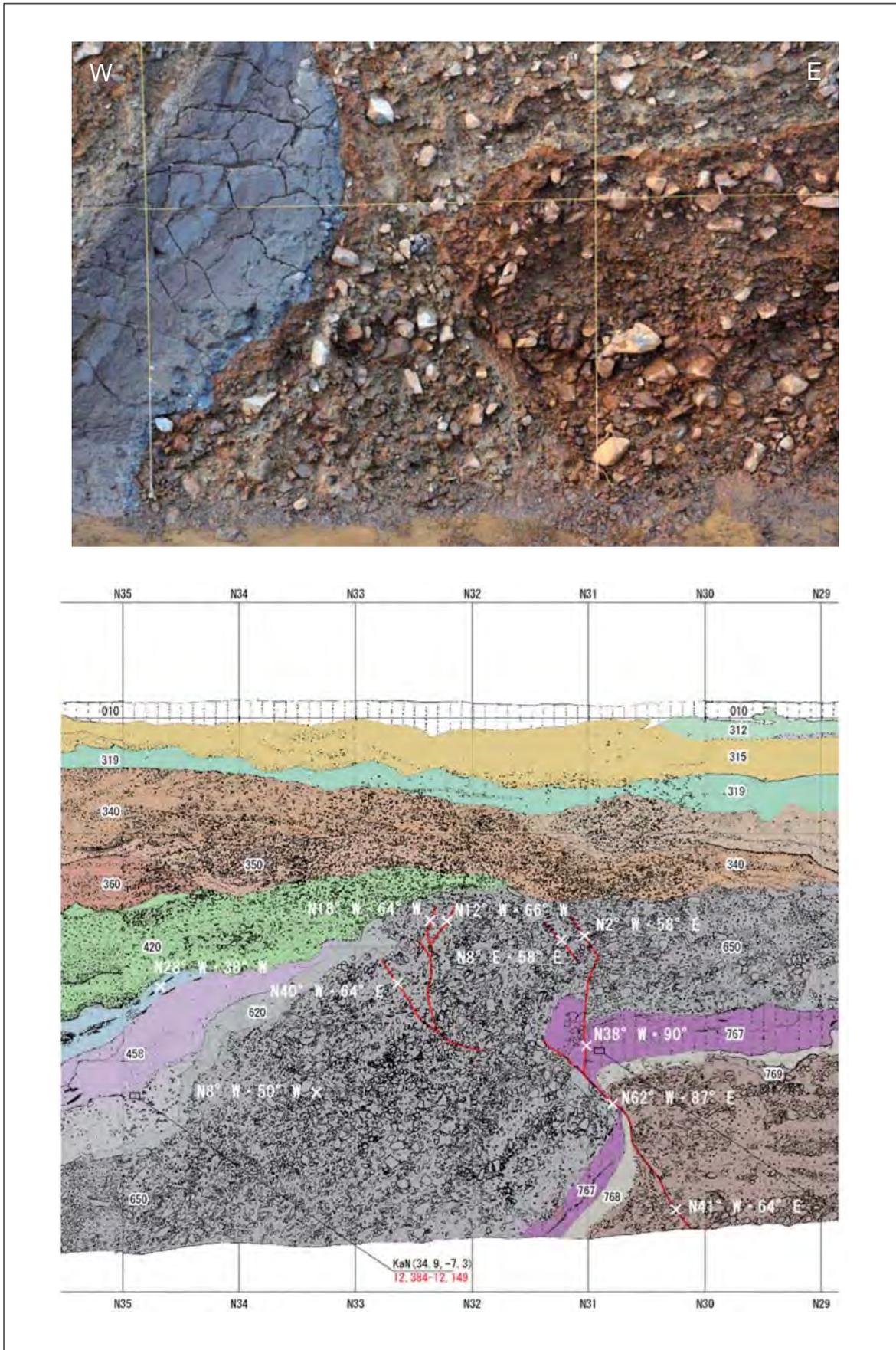


図8 カシュウナイトレンチ北面で観察された780層の剪断構造（上）と断層面の走向・傾斜（下）

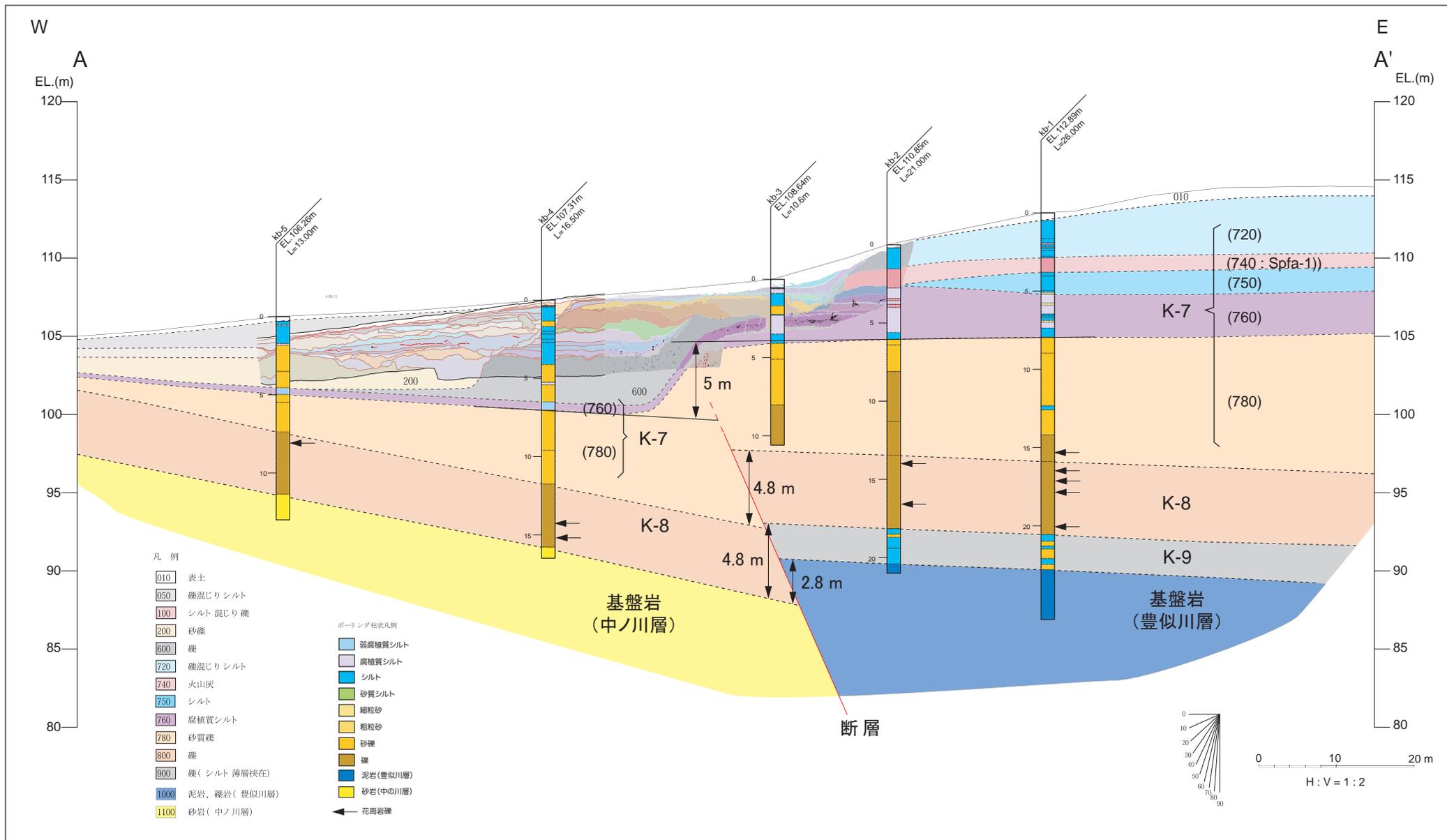


図9 カシュウンナイ地点で実施した調査結果に基づく地形地質断面図



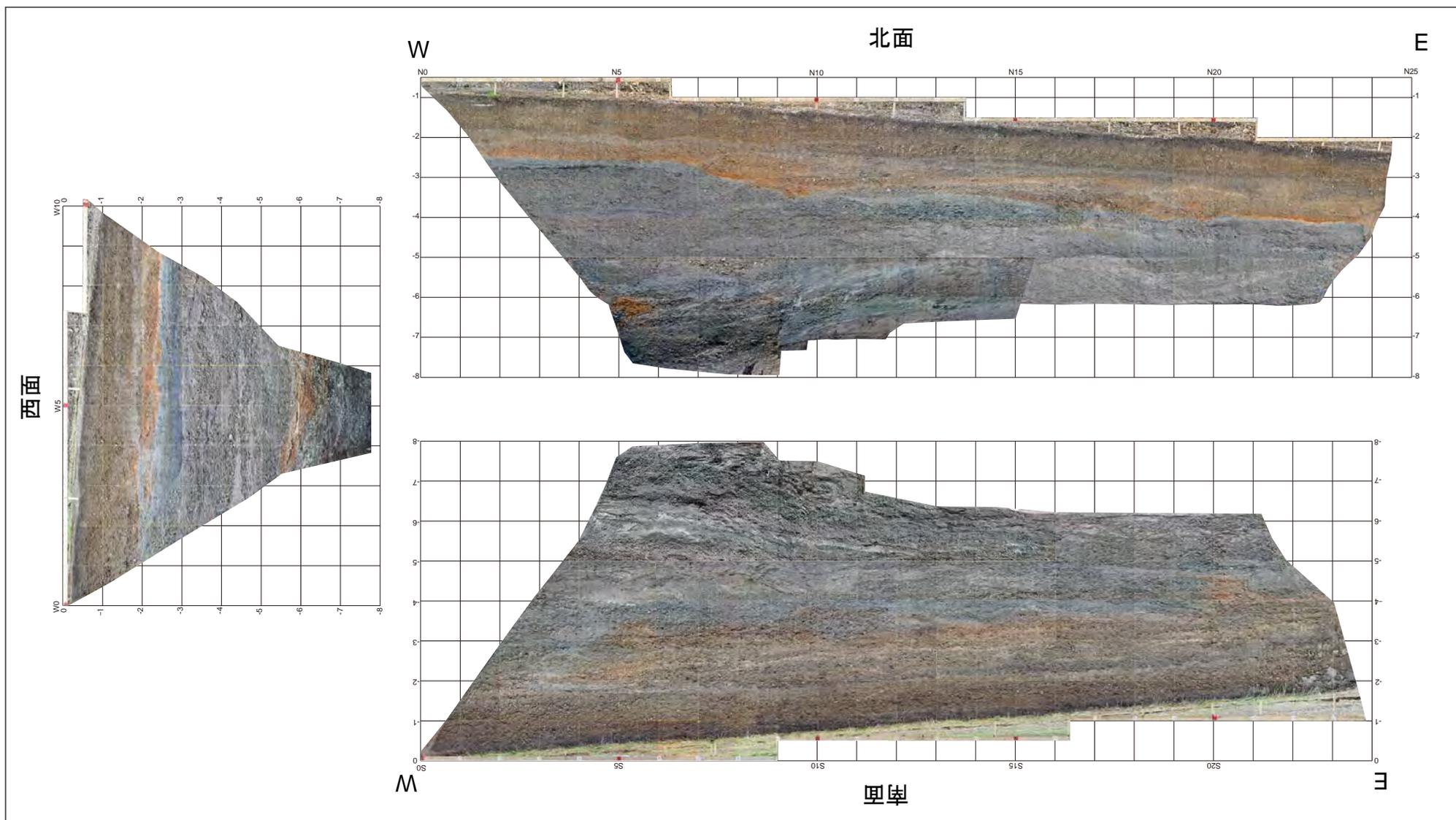


図11 野塚1トレンチの壁面写真

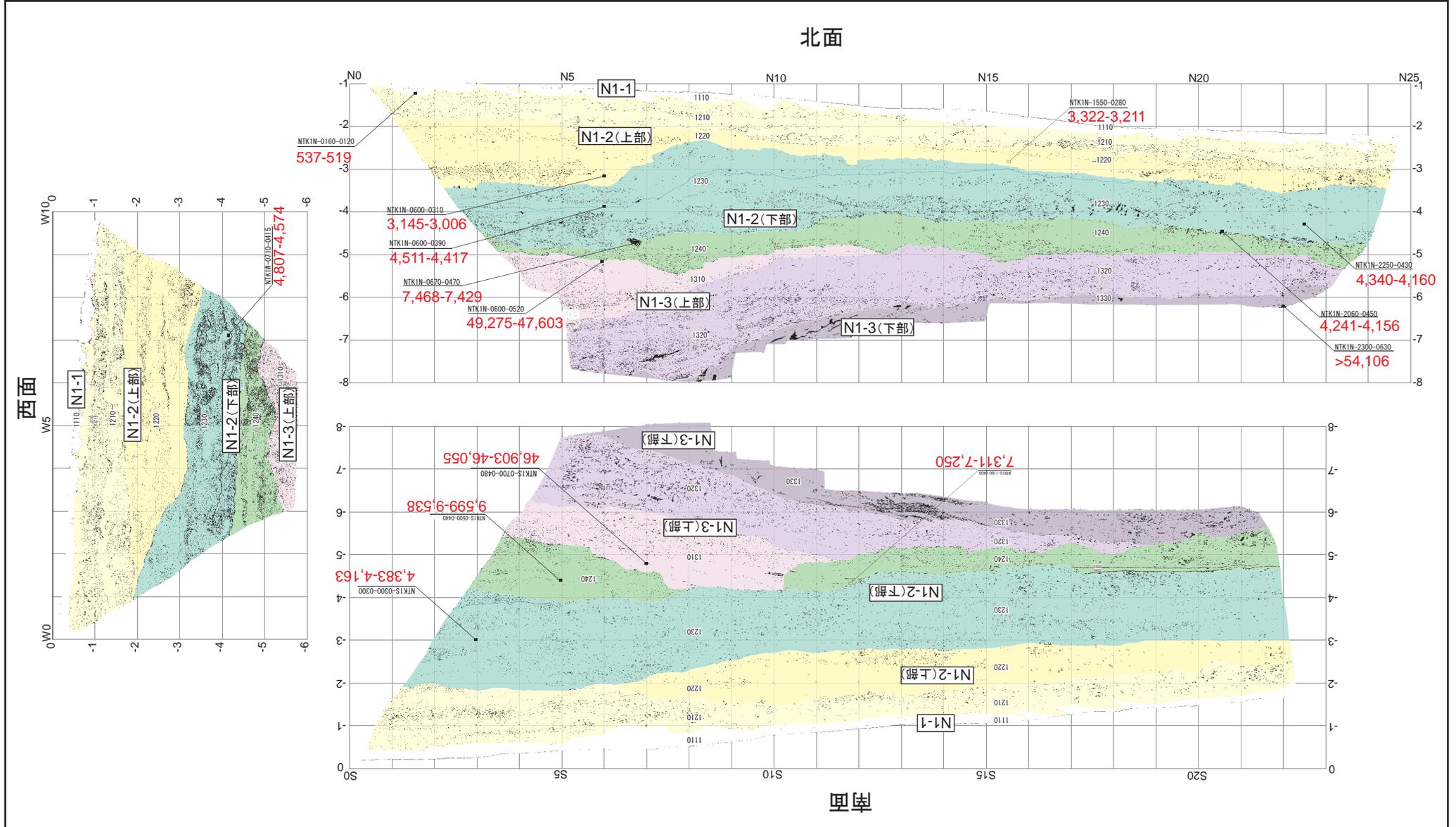


図12 野塚1トレンチのスケッチと年代測定結果  
 赤字の数字は暦年較正した<sup>14</sup>C年代値（単位はcal. yBP）を示す。

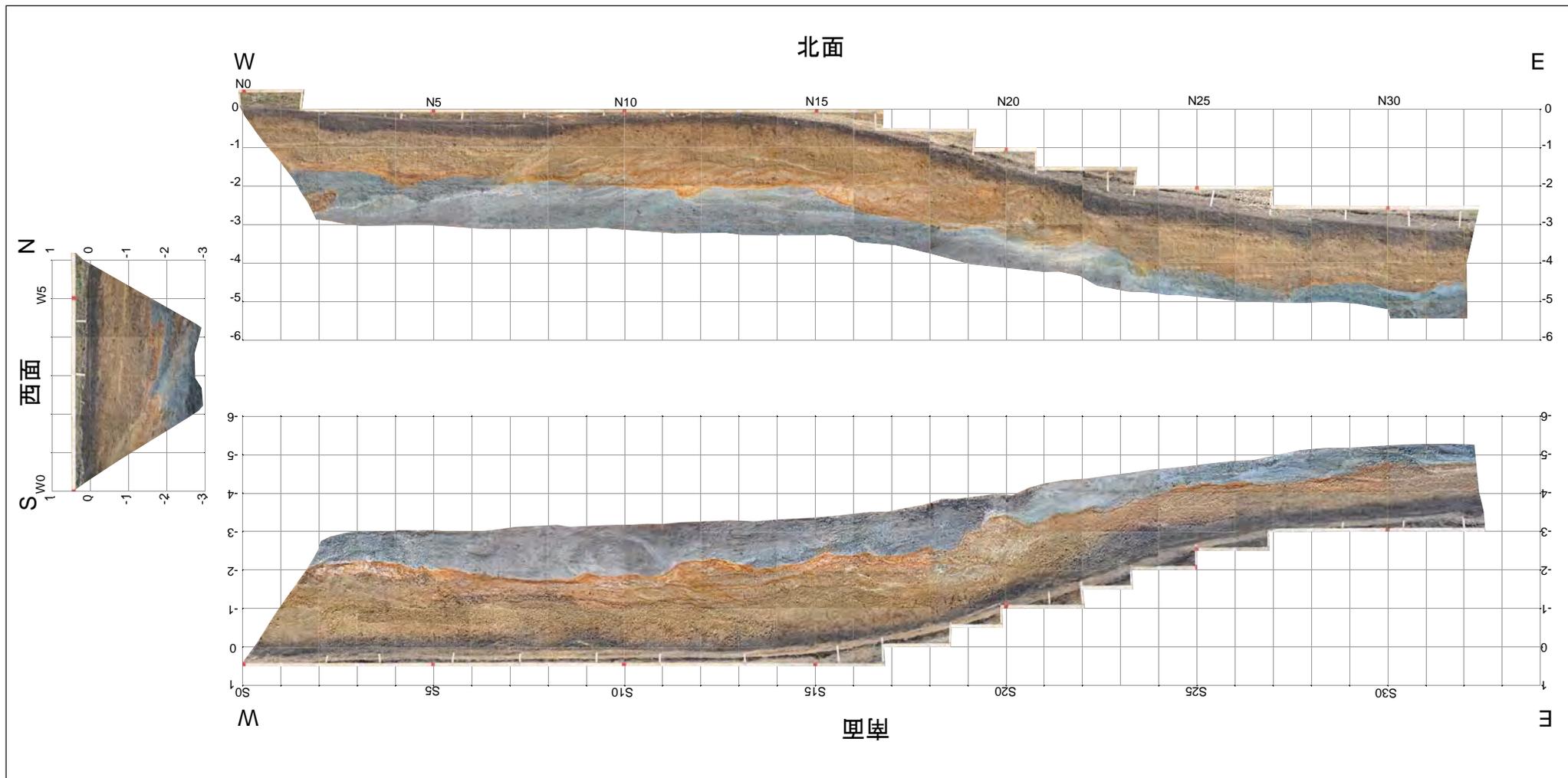


図13 野塚2トレンチの壁面写真

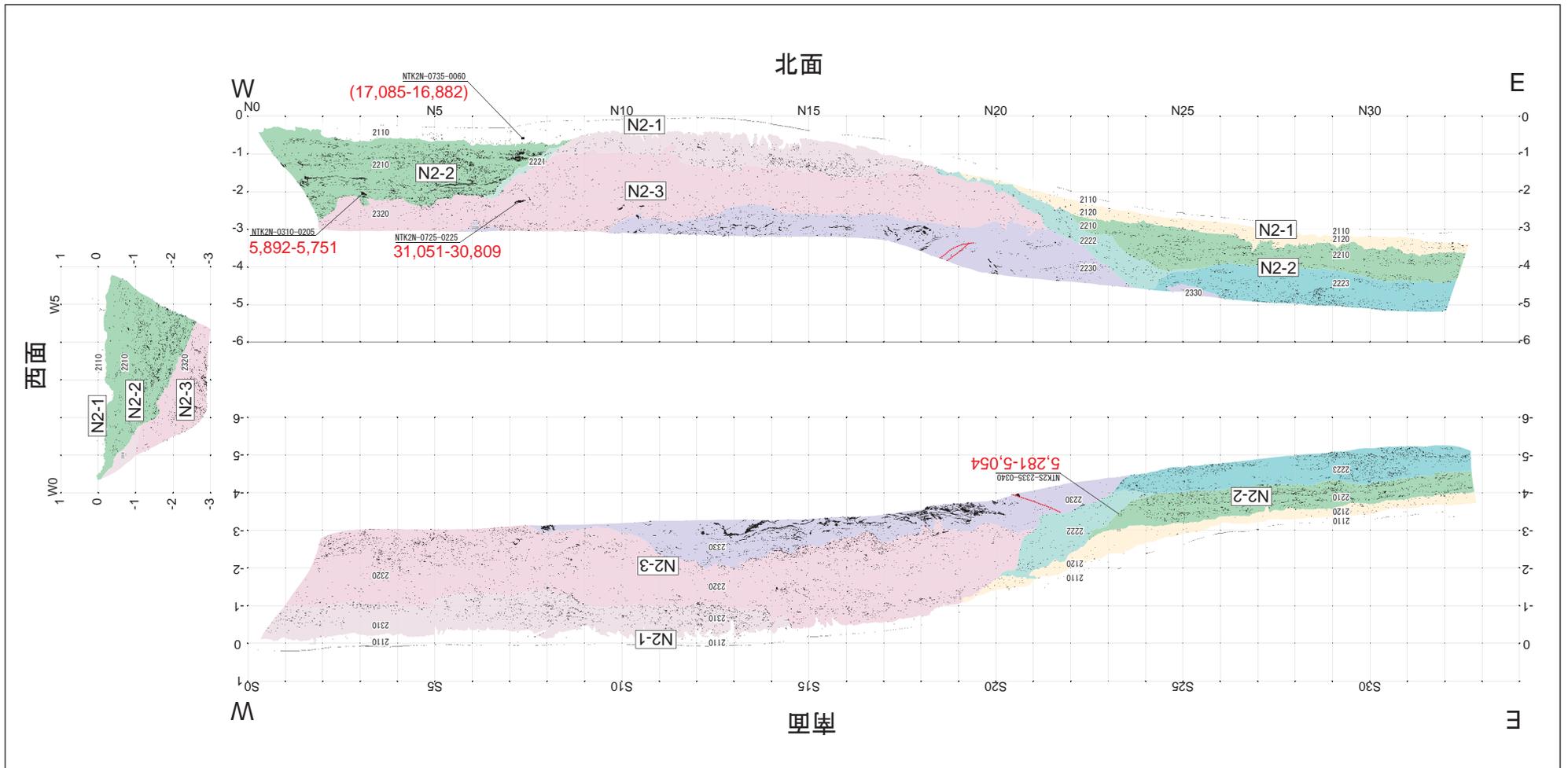


図14 野塚2トレンチのスケッチと年代測定結果

赤字の数字は暦年較正した<sup>14</sup>C年代値（単位はcal. yBP）を示す。括弧書きにした年代値は、古い炭素の混入によって正確な年代を表していないと判断したものを示す。

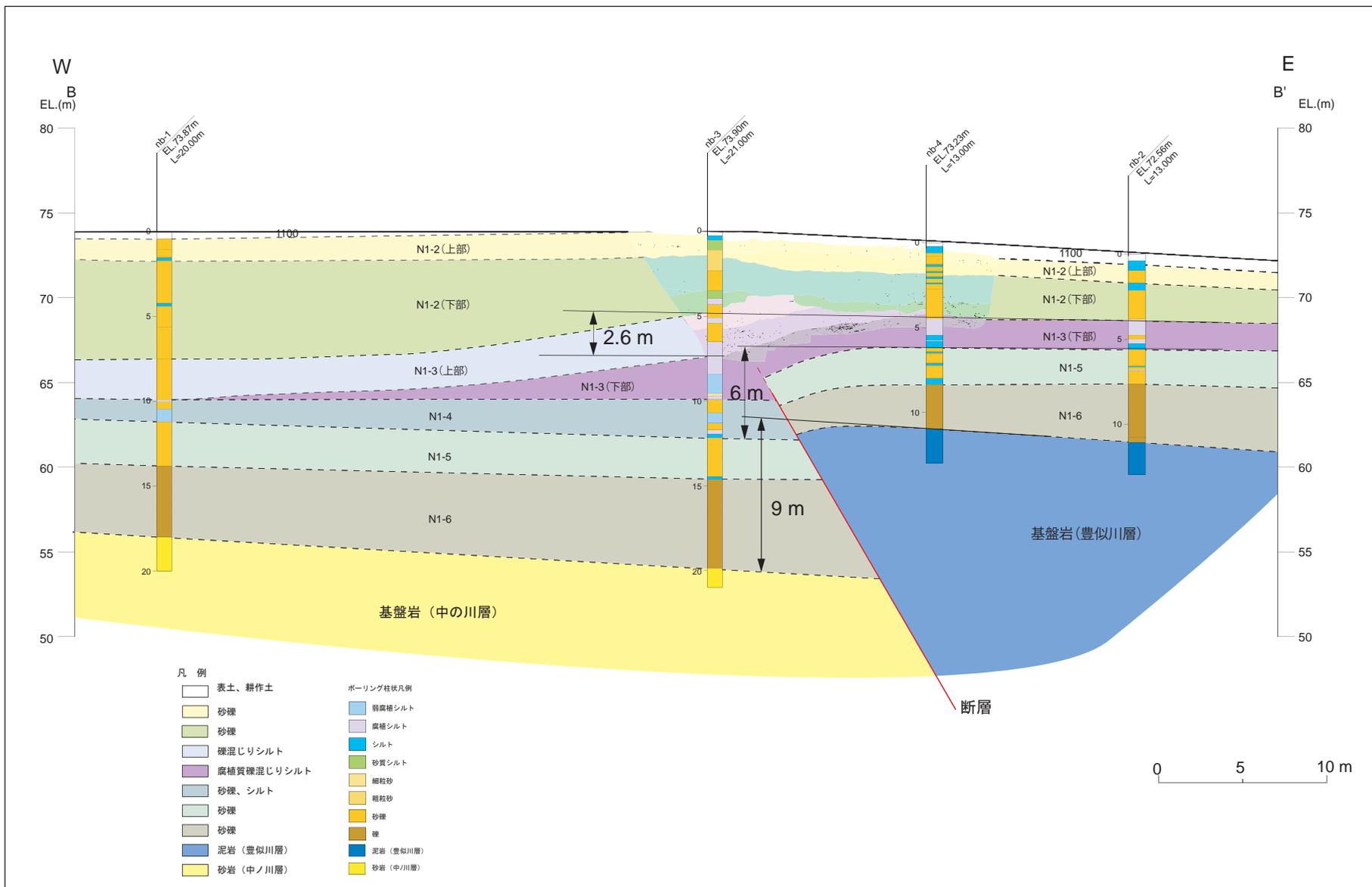


図15 野塚地点で実施した調査結果に基づく地形地質断面図

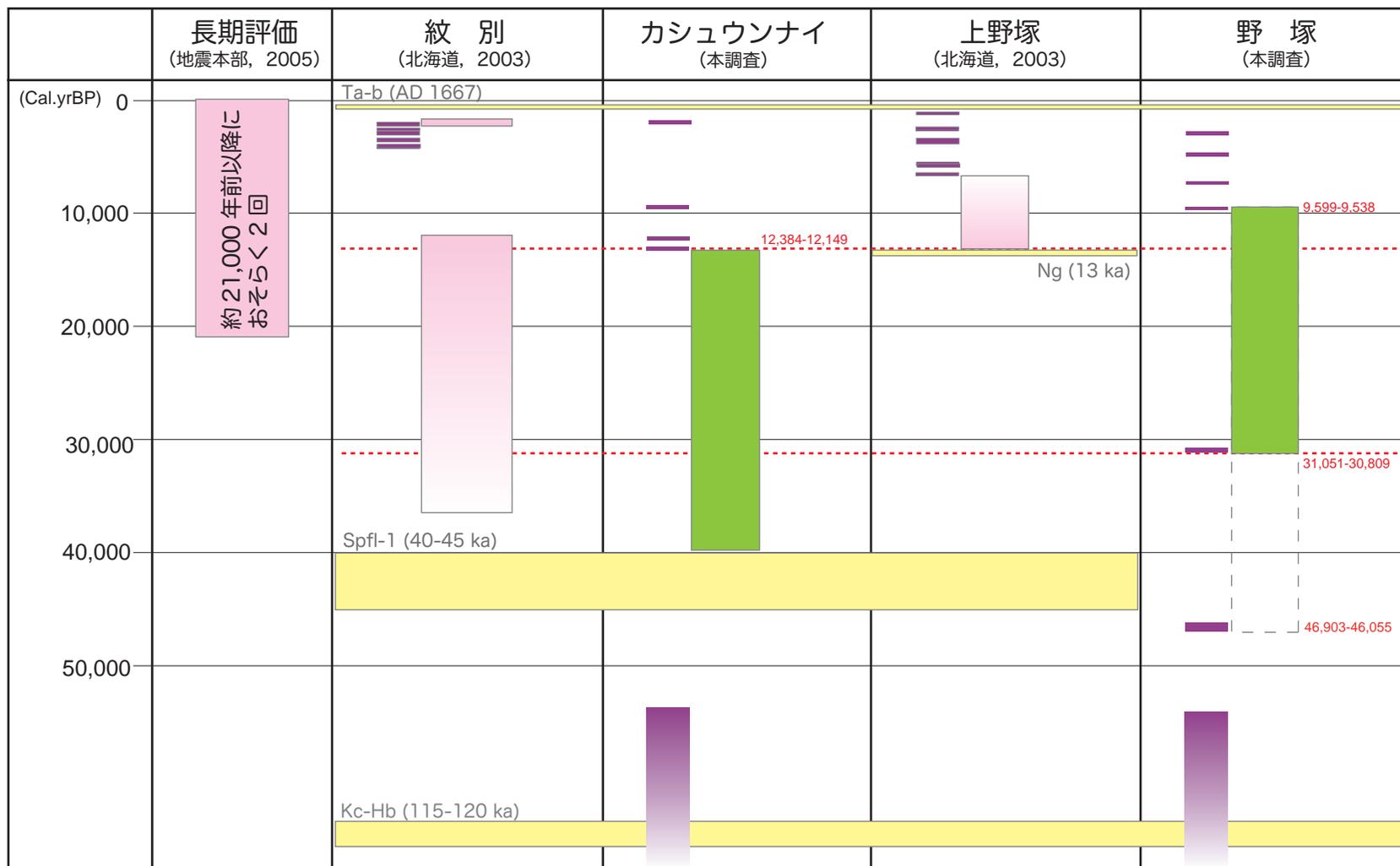


図 16 光地園断層における断層活動の時空間ダイアグラム

ピンク色の帯は既存調査および地震調査委員会の長期評価における断層活動時期を、緑色の帯は今回の調査によって各地点で得られた断層活動時期を示す。赤破線は両調査地点で認められた断層活動が同一のものと判断した場合におけるその活動時期の上限値と下限値を示す。黄色の帯は火山噴出物の年代（町田・新井，2003）を、紫色の帯は各調査によって得られた<sup>14</sup>C年代（縦方向は年代幅）をそれぞれ示す。