

「活断層の補完調査」成果報告書 No. H23-1

砺波平野断層帯・呉羽山断層帯（砺波平野断層帯西部）
の活動性および活動履歴調査

平成 24 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23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. 断層帯の概要とこれまでの主な調査研究	1
2. 調査内容	2
3. 調査結果	3
3. 1 高岡市上向田地区における石動断層の副次的断層の活動履歴調査	3
(1) 調査地点の概要	3
(2) トレンチ壁面にみられる地質	4
(3) 地層の年代	4
(4) 地質構造	5
(5) 断層と地層の関係	6
(6) 断層活動の時期	6
3. 2 小矢部市蓮沼地区における石動断層の変動地形調査	6
(1) 調査地点の概要	6
(2) ボーリングに基づく蓮沼地区の地下地質と地層の年代	7
(3) 断層活動の時期	8
3. 3 南砺市法林寺地区における法林寺断層の活動履歴調査	8
(1) 調査地点の概要	8
(2) 群列ボーリング調査に基づく法林寺地区の地下地質	9
(3) トレンチ壁面にみられる地質	10
(4) 地層の年代	10
(5) 地質構造	11
(6) 断層と地層の関係	12
(7) トレンチで認定される断層活動	13
(8) 断層活動の時期	14
3. 4 細密地形データを用いた法林寺断層北方延長部の変動地形調査	15
4. まとめ	16
4. 1 断層帯の位置及び形態	16
(1) 断層帯を構成する断層	16
(2) 断層面の位置・形状	16
(3) 変位の向き	17

4. 2 断層帯の過去の活動	17
(1) 平均変位速度	17
(2) 活動時期	17
(3) 1回の変位量	19
(4) 平均活動間隔	19
(5) 活動区間	20
謝 辞	21
文 献	22
図 表	24

1. 断層帯の概要とこれまでの主な調査研究

砺波平野断層帯は、砺波平野の南東～南南東縁に分布する高清水断層からなる砺波平野断層帯東部と北西～北北西縁を限る法林寺断層および石動（いするぎ）断層からなる砺波平野断層帯西部から構成される（地震調査研究推進本部，2002，2008）（図1）．そのうち，断層帯西部が今回の調査対象である．

法林寺断層は，医王山（いおうぜん）およびこれに続く山地・丘陵地と砺波平野とを限る北西側上がりの逆断層である．本断層に沿っては，山地・丘陵と平野との地形境界からやや平野側で後期更新世の河成段丘面群に低断層崖，撓曲崖が形成されており，変位を受けた地形面の年代とその上下変位量から 0.1～0.5 m/千年の平均上下変位速度が見積もられている（活断層研究会編，1991：中村，2002，2005a，2005b：池田ほか編，2002：Nakamura et al.，2008）．富山県（1998，1999，2000a）は同断層を対象として地質踏査，地形判読，反射法地震探査，トレンチ調査を含む総合調査を実施した．そのうち，法林寺断層沿いの4地点でトレンチまたはピット掘削調査により，後期更新世以降の複数回の断層活動を認定している（富山県，2000a，2000b）．

石動断層は，法林寺断層の北方で同断層に対し左ステップするように砺波平野の北西縁を画する断層で宝達（ほうだつ）丘陵の南東麓において北東-南西方向に発達する直線的な急崖として認められる北西側上がりの逆断層である．同断層に沿って鮮新統や更新統に急傾斜帯が認められる（例えば，角ほか，1989）．しかしながら，砺波平野を北流する小矢部（おやべ）川の流路が同断層に近接・並走すること，活断層認定の指標となる地形面の分布が乏しいこと，断層の両側で対比が困難なことから，確実度Ⅰの部分はごくわずかであり，大部分が確実度Ⅱとされている（活断層研究会編，1991）．富山県（1998）は，活断層研究会編（1991）で確実度Ⅰとされた同断層沿いの逆向き低崖を浸食崖と認定した．また，池田ほか編（2002）は，同断層の活動性について，明確な新时期断層変位地形が認められないこと，宝達丘陵南東縁の直線状急崖も部分的に発達するに過ぎず，また丘陵南東縁の崖線の位置や形態は小矢部川やその支流の渋江（しぶえ）川の河食で十分に説明がつくこと，丘陵を開析する諸河川沿いではとりたてて段丘地形の発達がよいわけでもなく，丘陵が最近著しく隆起しているとは思えないこと，前面に広がる平野部も，平野面が段丘化しつつあり，高岡市街付近に低～中位段丘面が保存されていることから，とくに沈降しているとは思われないことなどの理由から，同断層を砺波平野断層帯の1つとして取り扱わないとしている．これに対し，町田（2006）は小矢部川の流路が砺波平野の西側に偏るのは，庄川扇状地の影響を受けたためと考えられるものの，石動断層下盤側での平野北西縁の沈降の影響との相乗効果と見ることができるとし，こうした地形と周囲の第四系の変位から，断層上盤側の隆起と断層崖ないしは撓曲崖の成長は更新世になってから進み，なお継続中であるとした．このように，石動断層の更新世後期以降の活動性については見解の相違がみられる．

地震調査研究推進本部（2002）は，富山県により実施された調査（富山県，1998，1999，

2000a, 2000b) を中心としてそれまでに砺波平野断層帯に関して行われた調査研究成果に基づき、同断層帯の活動特性を評価した。さらに、地震調査研究推進本部 (2008) は評価の一部を改訂した (表 1)。それによると、砺波平野断層帯西部は全長 26 km の西側上がりの逆断層帯であり、最新活動時期が約 6,900 年前以後で 1 世紀以前とされている。一方、同評価の中で、(現状では) 砺波平野断層帯西部の将来の地震発生確率を絞り込むまでには至っておらず、今後に向けた課題として、法林寺断層の活動に関する絞り込みを行うための調査、また石動断層の活動性についての調査が必要としている。

ところで、砺波平野内に広がる庄川 (しょうがわ) 扇状地上に立地していた木舟城が 1586 年の地震で倒壊し、多数の圧死者を出したことが知られている (例えば、安達, 1976; 藤井, 1979)。木舟城は法林寺断層および石動断層に近接している (図 2)。また、砺波平野およびその周辺地域では、中世の地層・土層を切る噴砂、割れ目、地すべりや竈跡の断層変位などが考古学的調査により報告されている (例えば、寒川ほか, 2002; 寒川, 2011) (図 2)。飛騨、美濃、近畿に至る中部日本に大きな被害をもたらした 1586 年天正地震は同年 1 月 18 日に発生したとされている (例えば、宇佐見, 2003)。地震による被害や古地震調査に基づき、庄川断層帯、阿寺断層帯、養老-桑名-四日市断層帯がこの地震の起震断層の可能性が指摘されている (岡田, 2011)。一方、飯田 (1987) は、この天正地震の 2 日前に越中に被害をもたらした地震が発生し、法林寺断層が活動した可能性を指摘した。

2. 調査内容

本調査では、上述の地震調査研究推進本部 (2008) で指摘された今後に向けた課題を解明するため、以下の調査研究を実施した。すなわち、1) 高岡市上向田 (かみむくた) 地区における石動断層の副次的断層 (バックスラスト) の活動履歴調査、2) 石動断層南端部にあたる小矢部市蓮沼地区における断層変位地形調査、3) 法林寺断層中央部にあたる南砺市法林寺地区における活動履歴調査、4) 細密地形データを用いた法林寺断層北方延長部の断層変位地形調査である。以下、1) から 4) の順に各地点の調査結果を報告する。なお、本調査における ^{14}C 年代測定は (株) 加速器分析研究所および (株) 地球科学研究所に依頼した。得られた年代値は、OxCal 4.1 (Bronk Ramsey, 2001, 2009) を用いて暦年較正を行った。較正のためのデータセットは、Reimer et al. (2009) を使用した。本文中の年代値は、 1σ 暦年較正年代を示す。火山灰分析は (株) 古澤地質に依頼した。トレンチ壁面から出土した遺物片の鑑定は、高岡市教育委員会、小矢部市教育委員会および南砺市教育委員会にお願いした。

3. 調査結果

3. 1 高岡市上向田地区における石動断層の副次的断層の活動履歴調査

(1) 調査地点の概要

高岡市上向田地区から上野（うわの）地区では、砺波平野北西縁に沿って現河床からの比高が10～15 m程度の低位段丘面が小矢部川とほぼ平行に北東-南西方向に長軸をもって細長く孤立丘状に分布する（図3）。後述するようにこの段丘面を構成する地層中からは始良 Tn テフラ（AT, 2万6千～2万9千年前, 町田・新井, 2003）が検出された。

段丘面はその南東縁が小矢部川により浸食されているものの、上に凸の断面形状を呈しながら南東に傾動する（図4）。一方、段丘面の北西縁に沿っては活断層研究会編(1991)でも記載されているように北西向き（逆向き）の低崖が認められる（図3）。こうした特徴から、この段丘面は、その南東縁を北西傾斜の石動の主断層（小矢部川の浸食により後退している）に、また北西縁を南東傾斜の副次的断層（バックスラスト）に限られたポップアップ状の変形を受けている可能性が高い。

2011年6月にこの段丘面上に立地する上五位（かみごい）神社への参道整備工事が行われており、副次的断層により段丘堆積物に変形している状況が確認された（図3のLoc. 1, 図5）。工事で出現した露頭壁面には、鮮新世の氷見累層大桑（おんま）砂岩層（角ほか, 1989）を不整合に覆って本流性の段丘砂礫層、その上位に支流性とみられる砂・シルト層が分布する（図5a）。礫層および砂・シルト層は、壁面北西縁で数条の小規模な南東傾斜の逆断層により切断されながら、ほぼ直立している（図5b）。こうした地層の変形は、変動地形学的検討から推定された副次的断層の変形と調和している。したがって、段丘面北西縁の低崖は、富山県（1998）により解釈されたような浸食崖はなく、石動断層の副次的断層の活動に関連した変動崖である。ただし、地層の露出状況が不十分なうえ、人工改変により上位の地層が欠如しているため、具体的な活動履歴に関する情報は得られなかった。

この工事露頭の約300 m北東の段丘北東縁では、農地整理のため掘削工事が行われており、地表から深度1.5～2 m程度までの地質断面を観察することができた（図6）。ここでは、段丘面を刻んで発達する流路を充填する堆積物が数層認められた。堆積物は有機質であり、また堆積物中には多数の土器片が混入している。掘削工事範囲は変動地形学的に認定された逆向き低崖の位置にほぼ一致している。こうしたことから、副次的断層と流路充填堆積物との切断・被覆関係に基づき断層の活動履歴が明らかにできると考え、工事範囲を拡幅・増掘するようにトレンチ掘削調査を実施した（図3のLoc. 2, 図6）。

掘削地点は段丘面を開析して南に流下する小谷（図3のa）の右岸谷壁斜面に一致する。地形を詳細に検討したところ、調査地点では逆向き低崖が不明瞭ながら2列に分かれている（図6a）。このうち、北側の低崖は南側に比べて明瞭である。本調査では、この2列の低崖を掘削した。南側の低崖については農地整理時の掘削工事範囲を深く掘り

込むことで地質構造を観察することができた。一方、農地整理時の掘削工事範囲内では北側の低崖が削られていたため、北側の低崖の掘削は、南側低崖の掘削位置から西にずらして行った(図6a)。以下では、南側の低崖を掘削したトレンチを東トレンチ、北側の低崖を掘削したトレンチを西トレンチとする。

(2) トレンチ壁面にみられる地質

トレンチ壁面には、下位から大桑砂岩層とみられる凝灰岩の薄層を挟在する砂質シルト岩、同層を起源とする崩積層(崖錐堆積物)およびそれらを不整合に覆う段丘堆積物、シルト岩角礫を主体とする斜面堆積物、段丘堆積物を開析する流路を充填する堆積物、亜円礫と砂を主体とする斜面堆積物、崩積土および表土が分布し、それらが複数の南東傾斜の逆断層により、切断、撓曲(ひきずり褶曲)している状況が確認された(図7~12)。これらの地層を分布、連続性、層相、変形構造などに基づき上位から1層から12層に区分した。いくつかの地層は色調や粒径の違いにより細分した(図7~9)。トレンチ壁面に分布する地層の層序および各地層の層相を表2に示す。東トレンチと西トレンチに出現する地層の対比は、両トレンチ壁面をつなぐ西トレンチ南壁面の観察による連続性の確認および各地層の層相などの堆積学的特徴に基づいて行った。

(3) 地層の年代

東西両トレンチ壁面に広く分布する9層は、流紋岩、石英斑岩、凝灰岩を礫とする小矢部川本流起源とみられる砂礫層(10層)を整合に覆う。本層は本流性の礫を含まず、シルト岩偽礫を挟む砂・シルトからなることから、調査地点北西の山地および丘陵から供給されたものとみられる。9層および10層からは、 ^{14}C 年代試料は得られなかった。そこで図8aに示すように、西トレンチにおいて9層の細粒部分についてサンプリングを行い、火山灰分析を実施した。その結果、いずれの試料でもバブルウォールタイプの火山ガラスが検出され、火山ガラスの屈折率は1.497~1.500を示す(表3)。また、いずれの試料ともに高温型石英粒子を含んでいない。こうした特徴は、ATテフラのそれと一致する。ATテフラの降灰層準を示唆する濃集部分が認められないことから、各試料ともATテフラは二次堆積として混入したものと考えられる。したがって、9層は約2万9千年前以降に堆積したものである。

9層を開析した谷を埋積する6層および地形面を覆う斜面堆積物からは炭質物や有機物が混入する。ここでは、後述する本トレンチで認定された断層の最新活動時期を限定するため、6層(6a層および6b層)および4層(4a層および4d層)から採取した計4試料について ^{14}C 年代測定を実施した(図7b, 8b)。 ^{14}C 年代測定結果を表4に示す。4a層、4d層、6a層および6b層の年代値としてそれぞれ1,930-1,860 cal yBP, 960-930 cal yBP, 3,900-3,840 cal yBP および4,840-4,710 cal yBP が得られた。4d層中の炭化物の年代値は4a層中の有機質シルトの暦年較正年代よりも新しく、層序と年代値が矛盾している(図7, 8, 表4)。両試料の種類から判断して、その理由としては、4a層中の試料が古い有機質堆積物を母材としたことによると考えられる。

7層より上位の地層からは多数の遺物片が出土した(図11)。高岡市教育委員会による鑑定結果を表5に示す。

(4) 地質構造

トレンチ壁面には、東～東南東傾斜の逆断層および逆断層運動に伴う地層の撓曲構造が複数認められた(図7～12)。このうち、東トレンチのグリッドS10～13付近に分布し、6層～11層を変位させる断層をF1断層、同トレンチのグリッドS3～S5付近に分布する断層をF2a断層、また西トレンチのグリッドW6～W7付近で9層および10層を変位させる断層をF2b断層とした。F1断層およびF2断層はそれぞれ、調査地点で2列に分かれる低崖のうちの南側トレースおよび北側トレースに対応する(図6a)。

基盤岩(11層)と段丘堆積物(10, 9層)を限るF1断層は、本トレンチ内に認められる断層のうち最も明瞭な断層である(図7)。同断層は、並走する3条の断層からなり、東からF1a断層、F1b断層およびF1c断層に分かれる。F1断層は、走向が南北～北北西～東南東で、東に30～60°傾斜している。断層面の走向・傾斜は、断層上盤側に分布する11層の層理面の走向・傾斜とほぼ平行している(図10)。したがって、F1断層は基盤岩の構造に規制された層面すべり断層と考えられる。同断層下盤側では、9b層～10b層が断層近傍で急斜し、一部は逆転している。こうした変形は、逆断層運動に伴う引きずり褶曲と解釈される。

F1a断層は、F1断層のうち最も新しい活動を示し、6a層を変位させ、5層に削られる。F1b断層は基盤岩(11層)と段丘堆積物層(10, 9層)との境界をなすF1断層のうち最も顕著な断層であり、10b層を大きく変位させている。F1b断層に沿う基盤岩破砕部には、10b層の円礫～亜円礫が混入している。F1c断層は、F1b断層の活動に伴う引きずりによって傾斜が逆転した10a層と10b層との境界をなす。

F2a断層は、東トレンチにおいて9層が西に撓み下がる撓曲構造の基部付近に発達する東傾斜の逆断層である。詳細にみると、東傾斜の逆断層の上盤側には小規模な西傾斜の逆断層が数条発達している(図7b)。なお、図7では9層の層厚がF2a断層の下盤側で厚くなっているように見えるが、これはトレンチ壁面の走向と地層の走向が斜行することによる見かけ上のものである。

F2b断層は、西トレンチに認められる9層を変形させる撓曲構造の基部に発達する東傾斜の逆断層であり(図8)、その位置、走向、変形形態からみて、東トレンチにみられるF2a断層の走向延長あるいは雁行する一連の断層構造と解釈される(図6a)。

西トレンチでは、F2b断層の影響を受け直立または逆転した9層の傾斜が北に向かって徐々に緩くなるものの、トレンチ北端部で再び北に傾斜しはじめる(図8)。こうした9層の構造は、西トレンチの北方(トレンチ掘削範囲外)に分布する東傾斜の逆断層(F3断層)による撓曲変形の可能性が高い(図6a, 図8)。

東トレンチのS7～S12付近には、これらの断層以外にもトレンチ壁面の方位とほぼ平行する走向で北に急傾斜する正断層が複数確認される(図7b中の緑線, 図9)。断層の

走向とすべりセンスに加えて、上述のように掘削地点が南流する河谷により開析された段丘北東端部の北向き斜面（谷壁斜面）に位置することから、これらの断層は、北側が落下する重力性の正断層であると考えられる。

（５）断層と地層の関係

F1断層のうち、最も新しい活動を示すF1a断層は、流路充填堆積物である6a層を切断し、6a層を削り込んで発達する流路充填堆積物である5層に削られている。従って、F1断層の最新活動は、6a層堆積後、5層堆積前である。F1a断層に沿う7層基底面および6a層基底面のずれ量（傾斜隔離）はいずれも約20cmである（図12）。これは最新断層活動に伴うずれ量である。ただし、両層は断層近傍で引きずり変形を受けていることから、断層面沿いのずれ量は最新断層活動に伴う変形の一部である。

一方、F1b断層およびF1c断層は、10b層～9b層までを変形（断層下盤側での引きずり褶曲）させ、8aおよび8b層に覆われる（図7）。

F2aおよびF2b断層は、9a層まで変形させており、この変形構造を顕著に侵食する期間を経た後、4層に被覆される。

図7b図に示すように、F1断層による10b層基底の上下変位量は3.2m以上である。また、F1断層群による9層の上下方向の変位量は明確ではないが、東トレンチのグリッドS7～S8間での9c層の引きずり変形から、少なくとも1m以上であると推定される。これに対して、上述したように、F1断層の最新活動を示す7層基底面および6a層基底面のずれ量は約20cmである。このように、F1断層に沿って変位の累積性が認められる。

F2a断層による9層の上下変位量は東トレンチグリッドS0～S5間の9b層および9c層の撓曲変形から1.5m以上と見積もられる。

（６）断層活動の時期

上向田トレンチで認められる石動断層の副次的断層の最新活動時期は、上述のようにF1a断層沿いで認められる6a層堆積後で5層堆積前である。6a層中の土壌の年代と4d層中の炭化物の¹⁴C年代値から、その時期は約3千9百年前以降で約9百年前以前の年代範囲内に限定される。

最新活動に先行する断層活動の具体的な年代範囲を限定することはできないものの、ATテフラが混入する9層がF1断層およびF2断層沿いでそれぞれ1m以上の上下変位を示していることから、約2万9千年前以降複数回の断層活動が生じた可能性がある。

3. 2 小矢部市蓮沼地区における石動断層の変動地形調査

（１）調査地点の概要

蓮沼地区およびその周辺には、丘陵東側斜面を東に流下し、小矢部川支流の渋江川に合流する複数の谷が形成した扇状地性の段丘面や渋江川や小矢部川沿いの氾濫原面が分布する。1960～1970年代撮影の空中写真および2mメッシュDEMデータを用いた各種地形表現図の判読に基づき、本地域の地形面を図13のように区分した。本地域に分布する

地形面は低位のものから、氾濫原面、L1面、L2面、L3面、L3'面およびM面からなる。このうち、L1～L3面は東に向かって広がる扇状地性の段丘面である。調査範囲内では、L3面上に北北東-西南西～南北に伸びる比高数mの東向きの低崖が2列ほぼ並走するように分布している(図13)。西側の低崖は、中田・今泉編(2002)で推定活断層として認定されているものとはほぼ一致しており、低崖基部付近に複数の湧水地が認められることで特徴付けられる。

一方、東側の低崖は蓮沼から道林寺(どうりんじ)付近まで約1.3kmにわたりL3面上の比高2～3m程度の東向きの低崖として認定され、その背後(西方)では幅約150mにわたりバルジ状の高まりが形成されている(図13)。東側の低崖の平面形態は東に凸の緩やかな弧状を呈する。こうした特徴から、東側の低崖はL3面形成後の北西傾斜の低角逆断層変位により生じた低断層崖の可能性がある。

そこで、この低崖の成因を明らかにすること、L3面の形成年代を明らかにすることを目的として、蓮沼地区において低崖を横切る3地点でのボーリング調査および深さ1mのピット調査を実施した(図13のLoc.3)。図14aに、ボーリング掘削地点およびピット掘削地点を示す。なお、ピット調査では、地層の年代に関する試料が得られず、また壁面内に断層を含む地層の変形構造は確認されなかった。そのため、ここではピット調査結果は省略する。

(2) ボーリングに基づく蓮沼地区の地下地質と地層の年代

断層変位を受けたとみられるL3面の形成時期を明らかにするため、低崖を横切る方向に設けた測線に沿ってボーリングを3孔掘削した(図14a)。なお、低崖の相対的隆起側ではボーリング用地を確保できず、低崖東側(低下側)のみの掘削となった。

ボーリングコアの深度は16～30mで、コア間距離は30～70mである。ボーリングコアにみられる地質は、上から耕作土(1層)、小河川堆積物(2層)、扇状地堆積物(3～8層)および下部更新統の埴生層(9層)である。ボーリングコアに分布する地層の層序を表6に示す。

ボーリング調査に基づく蓮沼地区における東西地質断面図を図14bに示す。いずれのコアとも深度約15m以深には9層(埴生層)のシルト岩・細砂岩が分布し、それを覆ってL3面を構成する未固結の扇状地堆積物が分布する。9層の出現深度は、HAB-1コアで高く、西方のHAB-2孔および東方のHAB-3で低くなっている。礫層を主体とする8層も、9層と同様の高度分布を示す。これに対し、7層上面～4はいずれも東に緩く傾斜している。

扇状地堆積物の最上部には白色火山灰層が挟在する。HAB-1孔のコア深度1.31-1.36mおよび1.53-1.57mで確認された白色火山灰層についてテフラ分析を実施した。いずれの試料ともに、バブルウォール型の火山ガラスの形態、火山ガラスの屈折率および高温型石英を含まないという特徴から、ATテフラに同定された(表7)。このことから、L3面の離水時期は約2万9千年以降である。

(3) 断層活動の時期

ボーリング調査の結果、蓮沼地区およびその周辺に広く分布するL3面の形成時期が約2万9千年以降であることが明らかになった。地形断面図によると蓮沼地区ではL3面に比高2~3m程度の東向きの低崖が生じている(図13)。このことから、本地区の石動断層は約2万9千年以降に少なくとも1回は活動したと考えられる。

3. 3 南砺市法林寺地区における法林寺断層の活動履歴調査

(1) 調査地点の概要

法林寺断層のほぼ中間付近に位置する法林寺地区およびその周辺では、西方の山地・丘陵を開析する河川が形成した扇状地性の段丘面群が発達し、それらに法林寺断層による累積的な変形が生じていることが報告されている(例えば、中村, 2002, 2005a, 2005b; 池田ほか編, 2002; Nakamura et al., 2008)。

法林寺地区では、富山県により反射法地震探査、ボーリング調査、トレンチ掘削調査などの総合調査が実施され、断層の位置や形状の詳細が明らかにされている(富山県, 1999, 2000a)(図15)。そのうち、富山県(2000a)により実施されたトレンチ調査により、後期更新世における複数回の断層活動が認定されている。しかしながら、掘削範囲が断層の上盤側に位置し、主断層は確認されていない。また約5万年前~約2万年前の断層活動が確認されているものの、完新世の活動は明らかにされていない。

そこで、本調査では、法林寺断層の主断層の位置・形状を明らかにした上で、後期更新世~完新世の断層活動を解明することを目的として、1960~1970年代撮影の空中写真および2mメッシュDEMデータを用いた各種地形表現図を用いた地形判読、群列ボーリングおよびトレンチ調査を実施した。

地形判読に基づく法林寺地区周辺の地形分類図を図15aに示す。調査範囲内では現氾濫原面(L0面)を除き、低位段丘面が大きく4面(L1~L4面)に区分され、L1面およびL2面は複数に細分される。このうち、L2面構成層中からATテフラが検出されている(富山県, 2000a)。

これらの段丘面のうち、法林寺断層の相対的隆起側にあたる北西側にはL2~L4面が分布し、断層近傍で東向きに撓曲変形している(図15b)。上下変位(上下オフセット)には累積性が認められ、同断層が低位段丘面形成時期以降に複数回活動したことを示している。一方、相対的低下側には撓曲崖の一部を埋積するようにL1面群が広く分布する。

法林寺断層の浅部地下形状と活動履歴を明らかにするために、図15のLoc.4で示した地点で群列ボーリングおよびトレンチ掘削調査を行った(図16a)。ここでは、東向きに撓曲変形するL2面が、平坦なL1面と接しており、撓曲崖基部付近に西傾斜の法林寺断層(主断層)が推定された(図16b)。本地点を調査対象とした理由は、1)周辺の大規模な圃場整備から免れており、原地形が保存されていること、2)丘陵を開析する2つの谷からそれぞれ広がる扇状地の間(扇間)に位置し、細粒堆積物の分布が期待される

こと、3) 推定される断層位置は休耕地および林地であり、ボーリングおよびトレンチ調査の実施にあたり十分な用地を確保できることによる。

(2) 群列ボーリング調査に基づく法林寺地区の地下地質

群列ボーリングは、低崖の走向に直交する測線に沿って6孔掘削した(図16, 17)。HOB-6は低崖の背後に位置し、HOB-5は低崖の中腹やや下部、HOB-1およびその東側の3孔は低崖の前面に位置する。掘削に際しては、まずHOB-1, 2, 3の3孔を掘削し、調査地点の地層の層相・連続性・堆積年代と断層位置の概要を把握した。その後、断層の正確な位置・形状を明らかにし、トレンチ掘削範囲を確定するため、HOB-4, 5の3孔を掘削した。さらに断層上盤側の変形構造を確認するためHOB-6孔を掘削した。ボーリングコアの深度は10~20mで、孔間距離は2.5~20mである。コア内に分布する地層は、深度方向に層相・色調の顕著な違いが認められ、地層区分が容易である。また隣接するコアではほぼ同様の層相が認められることからコア間での地層の対比も容易である。

各コアに分布する地質は、上位から耕作土・盛土、湿地性堆積物、扇状地堆積物である。これらを層相、層相から推定される堆積環境、締まり具合、変形構造の差異などに基づき上位から1層~11層に区分した(図17)。ボーリングコアに分布する地層の層序を表8に示す。

HOB-1~4の7層中には厚さ6~8cmの灰色細粒火山灰層(7d層)が挟在している。このうちHOB-1の深度2.33-2.45mとHOB-2の深度4.53-4.58mの2試料について火山灰分析を実施したところ、いずれもバブルウォール型の形態を呈する火山ガラスが多数含まれることと屈折率が1.4987~1.5009の低い値を示す特徴から、ATテフラに同定される(表9)。

¹⁴C年代試料は、層厚1m以上の植物遺体が濃集し強腐植質な湿地性堆積物である5層上部(5a層)および同層下部(5c層)、扇状地堆積物である7層上部(7a層)および同層中部(7c層)および扇状地堆積物である11層から採取した(図17)。年代測定結果を表10に示す。それによると、11層は約5万年前以前、7層は約3万年前、5層は約2万1千年~2万4千5百年前の年代を示す。

低崖中腹部のHOB-5および低崖背後のHOB-6のコアでは、8~11層が明瞭に急傾斜し、最大60~70°傾斜している。これに対して、低崖より東側のHOB-1~4コアではほぼ水平ないしは緩く東に傾斜している。

連続性のよい鍵層であるATテフラ層(7d層)は、低崖東側のHOB-4, 2, 3では扇状地面の傾斜と平行に東に向かって数度傾斜しているが、低崖基部のHOB-1でその出現深度が急激に浅くなる。出現深度の違いは、HOB-1とHOB-4との間に分布する西傾斜の逆断層の活動によるものと考えられる。

こうした地層の分布、変形構造に基づき推定した地質断面図を図17に示す。法林寺断層は、7d層の分布深度の急変から深度3m付近でHOB-1とHOB-4のコア間に分布し、HOB-5およびHOB-6コアにみられる地層の急傾斜が同断層上盤側の撓曲変形と解釈し、

この急傾斜の下方を通過すると判断した。こうして推定された法林寺断層は地表に向かって傾斜が緩くなる45~20°西に傾斜する逆断層であり、その上盤側に顕著な撓曲変形を伴うと考えられる。一方、断層下盤側の地層はほぼ水平であり、低崖より東方に顕著な断層は存在しない。

なお、HOB-5およびHOB-6には、7層およびその上位の地層が確認されず、地表付近まで地層が急斜していることから、低崖背後の民家が立地している面は、8~11層の撓曲変形が人工的に削剥されていると判断される。

(3) トレンチ壁面にみられる地質

群列ボーリング調査に基づく地質断面図から法林寺断層の位置・形状および変形構造の特徴が判明した。そこで、同断層の活動履歴を明らかにするために、コアHOB-1~HOB-2の間で長さ10m、幅最大6m、深さ最大約4mのトレンチを掘削した(図16a)。トレンチ掘削にあたり、安全上深さ約2mで小段を設けた。

法林寺トレンチの壁面には、扇状地堆積物、その上位の湿地性堆積物や低崖背後からもたらされた斜面堆積物および耕作土・人工攪乱層が確認された(図18~22)。

これらの地層を、層相およびそれから推定される堆積環境、連続性、上面の削剥の有無、地質構造などをもとに、上位から耕作土・人工攪乱層(1層)、細粒砂層(2層)、礫層を挟在する有機質シルト層(3層)、砂層を挟在するシルト層(4層)、強腐植層(5層)、シルト層(6層)、有機質シルトや火山灰層等を挟在するシルト質砂層・シルト互層(7層)および礫層(8層)に区分した。さらに、1層、3層、5層および7層については、層相、粒径や色調に基づき細層に分けた。7層に関しては、連続性や良い有機質シルトや火山灰層地層に7a~7dの層名を付した。トレンチ壁面内に分布する地層の層序を図22および表8にまとめた。なお、トレンチの層序区分は上述した群列ボーリングコアに分布する地層の層序区分と一致させている。

(4) 地層の年代

南北両トレンチ壁面西半部に広く分布する7層中には、明瞭な灰白色火山灰層(7d層)が挟在する。群列ボーリングコア内に分布する同層は、ATテフラに対比されている。トレンチ南壁面に分布する同層から5試料採取し、火山灰分析を実施したところ、群列ボーリングと同様の特徴を備えており、ATテフラに同定された(表11)。

¹⁴C年代測定用試料は、2層、3層、5層および7層から計25試料採取し、年代測定を実施した。試料採取位置を図20および図21に、年代測定結果を表12に示す。それによると、7層からはおよそ2万9千2百年前~3万2百年前、5層からはおよそ2万1千7百年前~2万5千年前、3層からはおよそ5千5百年前~6千2百年前、2層からはおよそ5千3百年前~6千1百年前の年代を示す。このうち、5層および7層中の年代は、群列ボーリングコアから得られた試料の年代と調和的である。3層はその層相および変形構造の差異から3a~3e層の5層に細分されたが、各細層で層位と調和的な年代値が得られていない。また、3層中の試料の年代値は、より上位の2層中の試料とほ

ば同様の値を示す。3層および2層が主として低崖背後の斜面から供給された斜面堆積物あるいは扇状地堆積物であること（表8）から、両層中の試料は再堆積によるものである可能性が高い。

（5）地質構造

トレンチ壁面には、1層を除く全ての地層を明瞭に切断する西傾斜の低角逆断層である主断層（F1断層）とそれから派生する西傾斜の逆断層、主断層に並走する西傾斜の逆断層および主断層から分岐して中角～高角で東に傾斜する東側上がりの複数の逆断層が確認された（図18～21）。壁面に認められた断層を、分布、傾斜方向、変位センス、地層との関係に基づき、F1～F12断層に区分した（図20、21）。

主断層であるF1断層は、北側壁面ではグリッドN1のトレンチ底付近からN7付近の小段付近まで延びる（図18～21）。一方、南側壁面では、グリッドS1のトレンチ底付近から東方に延び、グリッドS8.7付近で現耕作土である1層の下面まで達している。F1断層の走向は北北東-南南西～北東-南南西走向で、傾斜は西に10～36°である（図23）。こうしたF1断層の走向・傾斜は、変動地形学的検討および群列ボーリングから推定された法林寺断層主断層の走向・傾斜と調和的である。F1断層に沿う各地層のずれ（傾斜隔離）は、表13に示すように1m程度以下である。

F3断層は、南北両壁面ともグリッド3付近でF1から派生して6層までの地層を変位させる西傾斜の逆断層である。

北壁面のグリッドN2～N3間にF1断層とほぼ並走して分布するF6a断層は7層を変位させ、6層基底面には変位が認められない。

F11断層は南北両壁面ともグリッド2付近でF1断層に合流する西傾斜の逆断層であり、後述するF8あるいはF9断層により切断される。

F12断層は北壁面にのみ分布し、F1断層とほぼ並走する。同断層は、7層の一部に逆断層変位を与える。

本トレンチ壁面で確認される断層のうち、特徴的なものがF1断層の上盤側で同断層から分岐、派生する中角～高角で東に傾斜する逆断層群である（図20、21）。それらは、南北両壁面において、3層中、5b層付近、7a層付近、7c層付近および8層付近で中角～高角で東側上がりの逆断層（東からF2、F4、F6、F7、F8、F9およびF10断層）として認定される。これらの断層は、いずれも東側上がりであり、地層の層理面に沿ってずれているものが多い（図23）。また、いずれの断層も、下方に向かって、すなわちF1断層に近づくにつれ傾斜角が緩くなり、上方に向かって急傾斜である。さらに、これらの断層は、層位的により下位の地層に分布するものほど傾斜が高角度になっている。

壁面内にはF1断層の下盤側に断層は認められない。

壁面に分布する断層の一部では切断関係が認められる。南側壁面のグリッドS1付近では、F11b断層を切るF9断層が、F1断層に切られている。一方、北側壁面では、F9断層はF11断層を切っているが、F9断層がF1断層近傍で屈曲しF1断層と接していないこと

から、F1 断層と F9 断層の切り合い関係は不明である。また、北側壁面、南側壁面とも F5 断層を F4 断層が切っている。

法林寺地区トレンチ壁面内には、上記の断層構造とともに以下に述べるように断層運動に関連したとみられる顕著な地層の変形構造が認められる。8 層～5 層は $23\sim 85^\circ$ (計測していないが、一部は逆転している) 東向きに傾動・回転し、その基部が F1 断層で切られる。地層の傾動には累積性が認められ、下位の地層ほど大きく傾斜している。一方、F1 断層下盤側の 7 層～5 層の傾斜は東に $6\sim 11^\circ$ であり、扇状地の初生勾配を保持していると考えられる。こうした F1 断層を境にその上盤側で地層の顕著な東向きの傾動および下盤側で変形が認められないという特徴は、上記群列ボーリングから推定された地質構造と調和的である。上述した F4～F10 断層は、いずれも F1 断層あるいはその派生断層である F3 断層から分岐していること、また傾動した地層の層理面に沿うように発達することから、F1 断層 (あるいはその地下延長部) の変位に伴って上盤側の地層が東に傾動・回転した際に生じた層面すべり断層 (flexural slip fault) と考えられる。これらの断層のずれ量は数 cm～数十 cm である。

以上述べたように、法林寺地区のトレンチで認められる変形様式は、主として地層の単斜変形であり、その基部を西傾斜の主断層が切断するものの、断層沿いの変位量は小さい。また、主断層から分岐・派生した断層および地層の傾動に伴い生じた層面すべり断層のずれ量も小さい。こうしたことから、地表付近での法林寺断層は、撓曲変形や傾動運動を主体としていると考えられる。

(6) 断層と地層の関係

南壁面に認められる F1 断層は 2 層を切断し、現耕作土である 1 層に切られる (図 21)。一方、北壁面では F1 断層は 5 a 層を確実に変位させるものの同層を不整合に覆う 3 層には明瞭な断層変位は認められない (図 20)。ただし、北壁面では、F2a, F2b および F2c の 3 条の東傾斜の逆断層が 3 層を変位させており、それらの位置関係からみて、F1 断層のバックスラストとみられる (図 20)。

北側壁面のグリッド N3～N4 付近には、6～4 層および 3 e 層を変位させる F5a 断層が分布する。この F5a 断層および同断層に切られる 4 層および 3 e 層の一部は侵食されて、3 b 層に覆われる (図 24b)。

この F5a 断層および同断層に切られる 4 層および 3 e 層を不整合に覆う 3 b 層は北壁面のグリッド N3～N4 に分布する F4 断層により明瞭に切断されている (図 24a)。

F2a, F4, F7, F8 および F9 断層は、3 b 層、5 層および 7 層を切断している。ただし、地表付近でこれらの断層および地層は人工的に削剥されており、現耕作土 (1 a 層) あるいは暗渠埋積層 (1 b 層) が覆っている。

F1 断層から派生する F3 断層は、6 層を明瞭に切断するが、6 層を覆って分布する 5 c 層基底に変位が認められない。

(7) トレンチで認定される断層活動

法林寺地区のトレンチでは、上述のように主断層 (F1 断層) および主断層から派生、分岐する複数の副次的な断層が出現した。それらの断層と地層の切断・被覆関係、地層の変形程度の差異および地層の分布形態などに基づき、複数回の断層活動が認定された (図 25)。以下、新しい活動から順に証拠を述べる。

[断層活動 1 および 2]

南壁面で F1 断層は 3 層および 2 層を明瞭に変位させ、1 a 層に覆われる。したがって、本トレンチで認められる最新活動は 2 層堆積後 1 層堆積前である。この活動に伴う F1 断層のずれを記録している南壁面の 3 e 層、3 c 層、3 b 層および 3 a 層の各層基底面の傾斜隔離はいずれも約 30 cm である (図 21) (表 13)。

ところで、3 層を変位させ、1 a あるいは 1 b 層に覆われる F2a, F4 および F5 断層の活動に関しては、これらの断層沿いに 2 層が分布しないため、F1 断層の最新活動に関連した断層か判断することが難しい。同様に、3 層中に発達する F2b, F2c および F2d 断層についても、F1 断層の最新活動と同時に生じた副次的断層 (バックスラスト) の可能性もある一方、F1 断層の活動とは独立した断層活動で生じたものである可能性も否定できない。

このように、壁面内に分布する複数の断層のうち、最新活動に関連した断層を限定することは難しい。そのため、3 層堆積後の断層活動の回数を正確に認定することはできない。しかしながら、3 層を切断する断層のうち、明らかに時間間隙を経た異なる時期に活動したことを示す証拠が北壁面のグリッド N2~N4 付近で認められる。そこでは、1) 6~4 層および 3 e 層を変位させる F5a 断層が、3 b 層に不整合に覆われる (図 24b)。一方、この F5a 断層および同断層に切られる 4 層および 3 e 層を不整合に覆う 3 b 層がグリッド N2~N4 に分布する F4 断層により明瞭に切断されている (図 24a)。このことから、3 e 層堆積後で 3 b 層堆積前の断層活動と 3 b 層堆積後で 1 層堆積前の 2 回の断層活動が認定される。このうち、後者の断層活動を断層活動 1、前者を断層活動 2 とする。断層活動 1 は、上述した F1 断層による 2 層堆積後で 1 層堆積前の断層活動と同時である可能性が高いが、異なる断層活動によるものである可能性も否定できない。

繰り返しになるが、3 層を変位させる断層のうち、F4 断層と F5a 断層を除く断層については、それぞれ異なる別の断層活動で生じたものか、F4 断層あるいは F5a 断層の活動と同時に生じたものか、それともいくつかの断層が同時に生じたものかを判断することはできない。そのため、5 層堆積後の断層活動は少なくとも 2 回であり、それ以上の可能性もある。

[断層活動 3]

南北両壁面において、本来ほぼ水平に堆積したと見られる湿地性堆物である 5 a 層が F1 断層上盤側で最大 40° 傾斜しており、それを斜面堆積物である 3 e 層 (一部 3 b 層) が傾斜不整合に覆う。したがって、5 a 層堆積後、3 e 層堆積前に 1 回あるいはそれ以上

の断層活動が認定される。

[断層活動4]

5c層は、北壁面グリッドN4付近および南壁面グリッドS3付近で内部構造にうねりや微褶曲などによる顕著な乱れが生じており、乱れが少ない5bおよび5a層との間に軽微な構造差が認められる。また、南北両壁面ともに5c層と5a層との間に挟在する5b層が東に向かって層厚が20cmから7cmまで漸減する。5b層は灰色シルトであり、同じ灰色シルトである6層を起源とする可能性がある。その場合、5c層堆積後の断層活動によって隆起した6層が侵食され、5c層上に堆積したものであるとすると、構造差の存在と合わせて5c層堆積後、5a層堆積前の断層活動の可能性はある。

[断層活動5]

5c層は東方に向かって明瞭に層厚を増しており、6層上面の傾斜を解消するように堆積している。また、F1断層から派生するF3断層は6層を変位させるのに対して、5c層基底に断層変位は認められない。これは、F3断層が派生したF1断層による地層の傾斜隔離が6層基底（7層上面）と6層上面との間で有意な違いが認められることでも示される（表13）。この5c層の層厚変化とF3断層と6層および5c層の切断・被覆関係から、6層堆積後、5c層堆積前に断層活動が認定される。

[断層活動6]

北壁面グリッドN2～N3に分布するF6a断層は7層を変位させるものの、6層基底には変位が認められない。このF6a断層の上方延長部を中心として、6層基底面は下に凸の盆状の形態を示し、この凹地を埋めるように地層が堆積している。こうした凹地とF4a断層の形成が、法林寺断層断層の活動による引きずりを伴う上盤側地層の傾動とそのヒンジ部分での断層の発達によるものである可能性がある。F6a断層と地層の切断・被覆関係から、7層堆積後、6層堆積前に断層活動が推定される。

(8) 断層活動の時期

図25に法林寺地区のトレンチで認定（推定されたものも含む）された断層活動とその年代範囲を示す。各断層活動の年代範囲の限定に際しては、層位と年代値に矛盾が認められる¹⁴C年代試料を除いたもののうち、各地層の最も新しい年代および最も古い年代をそれぞれ地層の堆積年代の上限および下限とした。以下、各断層活動の時期を新しいものから述べる。

[断層活動1および2]

北壁面において3e層までの地層を変位させるF5a断層を不整合に覆う3b層をF4断層が変位させ、1層に覆われることから認定される2回の断層活動である。図25および表12に示すように、3層および2層の年代値は層位および試料種にかかわらず、約5千3百年前～約6千2百年前の狭い年代範囲に集中する。また、層位と年代との間に矛盾もみられる。こうしたことから上述したように3層および2層から採取された試料はいずれも再堆積したものとみられ、地層の堆積年代はこれらよりも新しいと考えられる。

ここでは、2回の断層活動の年代の下限值として、3e層から採取された試料のうち最も新しい試料の年代値を採用した。この場合、最新の2回の地震活動は、約5千6百年前以降となる。一方、これらの活動の上限を与える1層は現耕作土であり、年代を限定できない。

[断層活動3]

5a層と3e層との間に認められる顕著な傾斜不整合から認定される断層活動である。5a層中から得られた試料のうち最も新しい年代値と3e層中から採取された試料のうち最も古い年代から、この断層活動の時期は、約2万2千2百年前以降約5千9百年前以前の年代範囲内である。

[断層活動4]

5c層の層厚の変化および5c層とそれを覆う5bおよび5a層との構造差に基づいて可能性が指摘される断層活動である。この断層活動の上限を与える5a層から採取された3試料のうち最も古い年代値は5c層の最も新しい年代値よりも古い。この5a層内の古い年代試料を再堆積とした場合、この断層活動は、約2万2千9百年前以降約2万2千7百年前以前の年代範囲内である。

[断層活動5および6]

断層活動5は、5c層が6層上面の傾斜を解消するように堆積する状況と、F3断層が6層を変位させ、5c層基底に断層変位は認められないことから、6層堆積後、5c層堆積前に推定された断層活動である。一方の断層活動6は、F6a断層と地層の切断・被覆関係および6層基底面の下に凸の盆状の形態から7層堆積後で6層堆積前に推定された断層活動である。これらは2つの異なる断層活動であるが、6層中から年代試料が得られなかったため、7層と5c層の年代値にもとづいて断層活動年代範囲を検討する場合、年代範囲を区別することができない。7層から採取された試料のうち最も新しい年代値と5c層の最も古い年代値から、この2つの断層活動は、約2万9千5百年前以降約2万4千7百年前以前の年代範囲内に限定される。

3. 4 細密地形データを用いた法林寺断層北方延長部の変動地形調査

2 mグリッドの細密DEM (Digital Elevation Model) を用いて法林寺断層の北方延長部に位置する庄川扇状地西部の詳細な等高線図および地形断面図を作成し、断層変位地形の有無を検討した。

図26に庄川扇状地西部の等高線図(等高線間隔2 m)を示す。法林寺断層の北延長では等高線が北に凸状の平面形態を呈しており、北北東-南南西に長軸をもつ高まり地形の存在が示唆される。

庄川扇状地西部における、法林寺断層の走向に直交する西北西-東南東方向の地形断面図には、本来北西向きの扇状地の傾斜に逆らうように東向きの緩やかな低崖が連続し、その背後(西側)には幅2 kmにわたって小丘状に高まりが認められる(図27)。な

お、各地形断面図の中央部付近のパルス状の高まりは能越自動車道である。

低崖や膨らみ地形の走向は、庄川扇状地の傾斜方向と大きく斜行し（図 26）、また、神嶋ほか（2005）による庄川扇状地面上に発達する微高地（砂礫堆）の分布や延びの方向とも斜行している。低崖の連続性および斜面下方側（西側）上がりの断面形状から、この低崖は法林寺断層の北方延長部における西傾斜の逆断層運動により庄川扇状地面に生じた撓曲崖である可能性がある。1586 年天正地震の際に破壊し、のちに廃城となった木舟城跡はこの低崖の西側（上盤側）に位置している（図 26）。

このように細密 DEM から推定された庄川扇状地面上に北北西-南南東走向に延びる東向きの低崖は、藤原（2001）による砺波平野における第四紀層基底深度の等深度線の不連続から推定された西側上がりの断層の位置および運動センスがほぼ一致している（図 28）。藤原（2001）の図によると、この推定断層を境に新第三紀層を不整合に覆う第四紀層（呉羽山礫層と埴生累層）の基底面の落差は約 600~800 m に達する。このことから、過去約 200 万年間における平均上下変位速度は、0.3~0.4 m/千年（圧密等の影響を無視した場合）となり、第四紀後期における法林寺断層の平均上下変位速度（例えば、活断層研究会編，1991：中村，2002，2005a，2005b：Nakamura et al.，2008）と調和的である。

4. まとめ

4. 1 断層帯の位置及び形態

（1）断層帯を構成する断層

砺波平野断層帯西部は、法林寺断層と石動断層からなる（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2002，2008）。本調査により、両断層とも完新世に活動していることが明らかになった。

（2）断層面の位置・形状

本調査により、高岡市上向田地区～上野地区間および小矢部市蓮沼地区での石動断層（あるいはその副次的断層）、また南砺市法林寺地区で法林寺断層の位置および形状を明らかにした。また、庄川扇状地面上に法林寺断層の北方延長の可能性がある低崖を新たに認定した。

上向田地区で実施したトレンチ調査により、石動断層のバックスラストと考えられる東傾斜の逆断層が 2 条確認され、さらにトレンチ範囲外西方にももう 1 条分布する可能性が示された。バックスラストの走向・傾斜は上盤側の大桑砂岩層の層理面の姿勢とほぼ一致することから、地表付近では地質構造に規制された層面すべり断層であると考えられる。

法林寺地区で実施した群列ボーリングおよびトレンチ調査により、法林寺断層の主断層は地表に向かって傾斜が緩くなる西傾斜の逆断層であり、地表付近では主断層だけで

なくその上盤側で副次的な断層（層面すべりやバックスラスト）および引きずりを伴う傾動（回転）によりすべりが分配・解消されているなど、地震時に複雑な地表変形を伴う。

なお、本調査から断層帯を構成する断層の南北両端の位置に関する新たな資料は得られていない。

（3）変位の向き

石動断層、法林寺断層ともに主断層は西～北西傾斜の逆断層である（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2002，2008）。石動断層沿いの上向田～上野地区間では、砺波平野西縁に推定される主断層の背後（西側）に東傾斜の副次的断層（バックスラスト）が発達し、両断層に限られた区間の段丘面が孤立丘状を呈している（図3，4）。こうした主断層とその背後の副次的断層により段丘面がポップアップ状に変形している状況は、法林寺断層でも報告されている（例えば、富山県，1998，1999；中村，2002，2005a，2005b）。

4. 2 断層帯の過去の活動

（1）平均変位速度

（a）石動断層

上向田地区におけるトレンチ壁面で認められた2条の東傾斜の逆断層（F1 および F2 断層）による9層の上下方向の変位量（2.5 m 以上）（図7）と、同層の堆積年代（AT テフラ降灰期以降）に基づくと石動断層の副次的断層（バックスラスト）の上下方向の平均変位速度は、0.1 m/千年以上である。一方、この副次的断層の南東に分布が推定される石動断層の主断層（西傾斜の逆断層）の平均変位速度に関する資料は得られなかった。

（b）法林寺断層

法林寺地区で実施した群列ボーリングおよびトレンチ調査により、AT テフラ層が法林寺断層の活動により少なくとも4 m 上下変位している（図17）。ただし、断層上盤側ではAT テフラ層が人工的に削剥されているため、実際と同層の上下変位量はこれを上回る。AT テフラ層の年代から、法林寺断層の上下方向の平均変位速度は、0.1-0.2 m/千年以上と見積もられる。この値は、従来報告されている同断層の平均変位速度（0.1～0.5 m/千年；活断層研究会編，1991；中村，2002，2005a，2005b；池田ほか編，2002；Nakamura et al.，2008）と矛盾しない。

（2）活動時期

本調査により、上向田地区における石動断層の副次的断層の完新世における活動時期および法林寺地区における法林寺断層の後期更新世～完新世における複数回の活動時期を限定した。断層活動の認定（推定）根拠とその年代範囲は各地点の調査結果で詳述し

た。本調査に基づく過去約3万年間の断層活動の年代範囲を図29に示す。参考として、同図の左に地震調査研究推進本部地震調査委員会(2008)による砺波平野断層帯西部の過去約3万年間の断層活動履歴を示した。

(a) 石動断層

石動断層の副次的断層が約4千年前以降9百年前の年代範囲に活動したことが明らかになった。しかしながら、調査対象とした断層が副次的断層(バックスラスト)であること、またトレンチ掘削範囲外にさらに断層の存在の可能性があることから、現状ではこの断層活動時期が石動断層の最新活動か不明である。

(b) 法林寺断層

法林寺断層の最新活動時期を含む最近2回の活動は、約5千6百年前以降である。本調査からはこれらの活動の上限年代を精度良く限定することはできなかった。

ところで、砺波平野断層帯周辺で発生した被害地震としては、1586年1月18日(天正13年11月29日)に北陸、中部、近畿の広範囲にわたり甚大な被害が生じたとされる天正地震とその2日前に越中地域に被害をもたらしたとされる地震(天正越中地震)があげられる(例えば、飯田, 1987; 宇佐見, 2003; 岡田, 2011 など)。これらの地震に伴い、富山県内でも木舟城が崩壊し、また現在の砺波市庄川町の庄川で堰きとめが生じるなど砺波平野断層帯周辺で顕著な被害が知られている(例えば、安達, 1976; 藤井, 1979)。これまでの古地震学的調査により、これらの地震の起震断層として、御母衣断層、阿寺断層、養老・桑名・四日市断層が候補にあげられている(例えば、岡田, 2011)。一方、被害記録などから、天正地震に先行する地震の起震断層が法林寺断層である可能性があるとの見解もある(例えば、飯田, 1987)。今回の調査で明らかにされた法林寺断層の最新活動は年代範囲が広いため、これを歴史地震と結びつけるのは早計であり、また歴史記録に知られていない地震あるいはより古い地震の可能性もあるものの、天正地震で活動した可能性も出てきた。今後、法林寺断層の最新活動時期をさらに限定する調査が望まれる。

ところで、地震調査研究推進本部地震調査委員会(2008)は、砺波平野断層帯西部の最新活動時期は約6,900年前以後、1世紀年以前と評価している。この場合、同断層帯の最新活動は1586年地震ではなく、それよりも古いことになる。この最新活動の年代範囲の下限および上限は、それぞれ富山県(2000a)により実施された安居(あご)西地区のトレンチ壁面に出現した法林寺断層のバックスラストの最新活動の下限年代および安居東地区でのピット調査と低崖を横切るボーリング調査から推定された法林寺断層の主断層を覆う地層の年代に基づいている。そのうち、上限値を与える安居東地区について、地形判読の再検討および富山県(2000a)を再解釈した結果、1)調査地点の低崖が法林寺断層の断層崖ではなく、北流する河川による浸食崖(旧河道の谷壁斜面)の可能性が高いこと、2)ピット壁面内で断層や撓曲を確認しているわけではないこと、3)断層の存在は、一孔のボーリングコアで基盤岩が砂礫層の上位に分布することから推定され

ているが、複数のボーリングに基づく地質構造が明らかでないため、地層分布が断層によるものか谷壁の崩壊など断層活動以外によるものか断定することは難しいことが指摘できる。こうした理由から、現状では最新活動時期の上限を限定するには根拠が不十分であると考えられる。安居東地点のイベントの有無およびその時期については追加調査を含めた再検討を行うべきであろう。

(3) 1回の変位量

(a) 石動断層

上向田地区トレンチで出現した石動断層の副次的断層のうち、F1a断層の最新活動に伴う6a層および7層の基底面の断層沿いのずれ（傾斜隔離）はいずれも約20cmである。ただし、両層はいずれも断層近傍で顕著な引きずり変形を受けていることから、断層面沿いのずれは最新活動に伴う変形の一部である。石動断層主断層の地震時変位量に関する資料は得られなかった。

(b) 法林寺断層

法林寺地区トレンチで出現した断層のうち、F1断層の最新活動による変位を記録している南壁面の3e層、3c層、3b層および3a層の各層基底面の断層沿いのずれ（傾斜隔離）はいずれも約30cmである。ただし、上述したようにトレンチ壁面内には、F1断層と並走する断層のほか、同断層と傾斜方向が異なる断層が多数分布し、それらのうち最新活動に伴って活動した断層を限定することが困難である。そのため、ここで示した約30cmの断層変位は最小値である可能性が高い。なお、法林寺断層の変形様式は、主として上盤側の増傾斜運動である。この増傾斜の量に関する資料が得られていないことから、法林寺断層の活動時における全体的な変位量は不明である。

(4) 平均活動間隔

(a) 石動断層

石動断層の副次的断層が約4千年前以降9百年前の年代範囲に活動したことが明らかになった。しかしながら、これに先行する断層活動を明らかにすることができなかったため、平均活動間隔は不明である。なお、同断層の上下方向の平均変位速度(0.1m/千年以上)と1回の変位量(約20cm以上)に基づく、平均活動間隔は2千年程度と見積もられる。

(b) 法林寺断層

法林寺地区でのトレンチ調査の結果、過去約2万9千5百年間に少なくとも6回の断層活動が認定(推定)された。歴史記録によると1586年天正(越中)地震以降起震断層候補として法林寺断層があげられる地震は発生していない。したがって、約2万9千5百年前以降で1586年以前の約2万9千1百年間の平均活動間隔は約4,900年あるいはそ

れより短いと考えられる。これは、地震調査研究推進本部（2008）により評価された活動間隔（約6千－1万2千年もしくはこれらよりも短い間隔）よりも短い。

（5）活動区間

（a）石動断層

石動断層の活動区間について具体的な資料は得られなかった。

（b）法林寺断層

本調査により、法林寺断層の北方延長部が庄川扇状地に連続している可能性が示された。等高線図および地形断面図から検出される庄川扇状地面状の低崖の北端は木舟城付近までであり、これが法林寺断層の延長部であるとすれば、その全長は少なくとも約19 kmとなる。

（調査担当：丸山 正）

謝 辞

本研究にあたり、国土交通省北陸地方整備局からは砺波平野周辺の航空レーザデータを貸与していただくとともにデータを用いた図の公表を許可していただきました。高岡市教育委員会文化財課根津明義氏には、上向田トレンチ壁面から出土した遺物の鑑定をしていただいたうえ、遺物の編年に関してご教示いただきました。小矢部市教育委員会生涯学習文化課中井真夕氏には、蓮沼地区でのボーリング掘削に先立ち、遺跡確認調査を実施していただき、土層状況についてご教示いただきました。南砺市教育委員会文化財課佐藤聖子氏には、法林寺地区でのトレンチ壁面から出土した土器片の鑑定をしていただきました。地権者各位には、調査の趣旨をご理解いただき用地借用を許可いただいたうえ、様々なご配慮をいただきました。富山県知事政策局防災・危機管理課の上野秀和氏には、調査に際してご支援をいただきました。その他地元関係者の皆様には、多くのご協力を賜りました。ここに厚く御礼申し上げます。

文 献

- 安達正雄 (1976) : 白山大地震により埋没した「帰雲城」と「木舟城」. 金沢大学日本域研究報告, 8, 91-103.
- Bronk Ramsey, C. (2001) : Development of the radiocarbon program OxCal. Radiocarbon, 43, 355-363.
- Bronk Ramsey, C. (2009) : Bayesian analysis of radiocarbon dates. Radiocarbon, 51, 337-360.
- 藤井昭二 (1979) : 富山県西部地震 (1976) と木舟城の崩壊. 自然と社会, 44, 27-30.
- 藤原 治 (2001) : 第四紀構造盆地の沈降量図. 小池一之・町田 洋編, 「日本の海成段丘アトラス」, 東京大学出版会, 85-96.
- 飯田汲事 (1987) : 「天正大地震誌」. 名古屋大学出版会, 552p.
- 池田安隆・今泉俊文・東郷正美・平川一臣・宮内崇裕・佐藤比呂志編 (2002) : 「第四紀逆断層アトラス」. 東京大学出版会, 260p.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2002) : 「砺波平野断層帯・呉羽山断層帯の評価」, 36p.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2004) : 「庄川断層帯の評価」, 23p.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2008) : 「砺波平野断層帯・呉羽山断層帯の評価の一部改訂について」, 47p.
- 神嶋利夫・中村俊夫・藤井昭二 (2005) : 庄川扇状地における完新世後期の礫層堆積速度. 富山県地学地理学研究論文集, 12, 6-12.
- 活断層研究会編 (1991) : 「新編日本の活断層—分布図と資料—」. 東京大学出版会, 437p.
- 町田 洋 (2006) : 富山平野. 町田 洋・松田時彦・海津正倫・小泉武栄編, 「日本の地形 5 中部」, 東京大学出版会, 245-253.
- 町田 洋・新井房夫 (2003) : 「新編火山灰アトラス—日本列島とその周辺」. 東京大学出版会, 336p.
- 中村洋介 (2002) : 富山県砺波平野, 高清水断層および法林寺断層の第四紀後期における活動性, 第四紀研究, 41, 389-402.
- 中村洋介 (2005a) : 砺波平野の高清水・法林寺断層について. 砺波山村地域研究所研究紀要, 22, 25-39.
- 中村洋介 (2005b) : 河成段丘面の変形から見た北陸地方東部の活断層の第四紀後期における活動性と地震の再来間隔. 地球環境研究, 7, 17-30.
- Nakamura, Y., Okada, A., Takemura, K. (2008) : Late Quaternary activity of faults and recurrence interval of earthquakes in the eastern Holuriku region, northern central Japan, on the basis of precise cryptotephra analysis of fluvial terrace sequences. Geomorphology, 99, 59-75, doi:10.1016/j.geomorph.2007.10.004.

- 中田 高・今泉俊文編 (2002) : 「活断層詳細デジタルマップ」. 東京大学出版会, DVD-ROM
2枚・付図1葉・60p.
- 岡田篤正 (2011) : 天正地震とこれを引き起こした活断層. 活断層研究, 35, 1-13.
- Reimer P. J., Baillie M. G. L., Bard E., Bayliss A., Beck J. W., Blackwell P. G., Bronk
Ramsey C, Buck C. E., Burr G. S., Edwards R. L., Friedrich M., Grootes P. M.,
Guilderson T. P., Hajdas I., Heaton T. J., Hogg A. G., Hughen K. A., Kaiser K. F.,
Kromer B., McCormac F. G., Manning S. W., Reimer R. W., Richards D. A., Southon
J. R., Talamo S., Turney C. S. M., van der Plicht J., Weyhenmeyer C. E. (2009) :
IntCal09 and Marine09 radiocarbon age calibration curves, 0-50,000 years cal
BP. Radiocarbon, 51, 1111-50.
- 寒川 旭 (2011) : 天正地震の地震考古学, 活断層研究, 35, 67-73.
- 寒川 旭・越前慎子・町田賢一 (2002) : 富山平野の北西縁で検出された地震の痕跡.
活断層・古地震研究報告, 2, 245-255.
- 角 靖夫・野沢 保・井上正昭 (1989) : 「石動地域の地質」. 地域地質研究報告 (5万分
の1地質図幅), 地質調査所, 118p.
- 富山県 (1998) : 「平成9年度地震関係基礎調査交付金 砺波平野断層帯に関する調査 成
果報告書」. 82p.
- 富山県 (1999) : 「平成10年度地震関係基礎調査交付金 砺波平野断層帯に関する調査 成
果報告書」. 120p.
- 富山県 (2000a) : 「平成11年度地震関係基礎調査交付金 砺波平野断層帯に関する調査
成果報告書」. 173p.
- 富山県 (2000b) : 砺波平野断層帯に関する調査. 第4回活断層調査成果報告会予稿集,
科学技術庁, 69-78.
- 宇佐見龍夫 (2003) : 「最新版日本被害地震総覧 [416] -2001, [付] 安政江戸地震大名家
被害一覧表」. 東京大学出版会, 605p.

図 表

表 1 砺波平野断層帯西部のまとめ

表 2 上向田地区トレンチ壁面に分布する地層の層序

表 3 上向田地区トレンチ壁面から採取した試料の火山灰分析結果

表 4 上向田地区トレンチ壁面から採取した試料の ^{14}C 年代測定結果

表 5 上向田地区トレンチから出土した遺物片

表 6 蓮沼地区ボーリングコアに分布する地層の層序

表 7 蓮沼地区ボーリングコアから採取した試料の火山灰分析結果

表 8 法林寺地区ボーリングコアおよびトレンチ壁面に分布する地層の層序

表 9 法林寺地区ボーリングコアから採取した試料の火山灰分析結果

表 10 法林寺地区ボーリングコアから採取した試料の ^{14}C 年代測定結果

表 11 法林寺地区トレンチ壁面から採取した試料の火山灰分析結果

表 12 法林寺地区トレンチ壁面から採取した試料の ^{14}C 年代測定結果

表 13 法林寺トレンチ南北両壁面における F1 断層群による地層の傾斜隔離(m)

図 1 砺波平野断層帯西部とその周辺の断層帯の位置とこれまでの主な調査地点（黒色の○）および本調査で実施した調査地点（黄色の○）。地震調査研究推進本部地震調査委員会（2008）に加筆。

図 2 砺波平野とその周辺の地形と活断層の分布および中世の地震の痕跡が確認された地点（水色の○）と中世城跡（黄色の○）。活断層の分布は、中田・今泉編（2002）および地震調査研究推進本部地震調査委員会（2004）に基づく。紫線は推定活断層。

中世の地震の痕跡が確認された地点は寒川ほか (2002), 寒川 (2011) による。基図は国土地理院発行数値地図 50 m メッシュ (標高) 日本-II を使用。Ka : 上向田地区, Ha : 蓮沼地区, Ho : 法林寺地区, IS : 石名田木舟遺跡, IW : 岩坪岡田島遺跡, KA : 開葺大滝遺跡, TA : 手洗野赤浦遺跡, TO : 友坂遺跡, UM : 梅原落戸遺跡, YA : 安居大堤窯, KI : 木舟城跡, IM : 今石動城。

図3 高岡市上向田地区・上野地区とその周辺の詳細地形と地形分類図。基図は国土交通省北陸地方整備局による 2 m DEM データを用いて作成。Loc. 1 と Loc. 2 は、それぞれ、断層露頭観察位置とトレンチ掘削調査位置を示す。

図4 高岡市上野地区に分布する低位段丘面を横切る地形断面図。断面図の位置を図3に示す。国土交通省北陸地方整備局提供 2 m DEM データを用いて作成。

図5 a) 高岡市上向田上五位神社付近の工事現場 (図3の Loc. 1) で確認された石動断層の副次的断層 (バックスラスト) による低位段丘構成層の変形。折れ尺の長さは 1 m。b) 断層近傍の拡大写真。写真範囲を図5aに示す。断層を赤色矢印で示す。f : 断層面, b : 層理面。

図6 a) トータルステーションを用いた上向田地区のトレンチ掘削地点 (図3の Loc. 2) の位置と周辺の詳細地形 (等高線間隔は 25 cm)。図中の F1~F3 断層はトレンチ壁面のスケッチ (図7, 8) の断層と一致。図中黄色部分がトレンチ観察壁面 (東壁面と西壁面)。b) トレンチ掘削範囲の掘削前の状況。北から撮影。

図7 上向田地区東トレンチ壁面の a) モザイク写真および b) スケッチ。グリッド間隔は 1 m。

図8 上向田地区西トレンチ壁面の a) モザイク写真および b) スケッチ。グリッド間隔は 1 m。火山灰分析試料採取位置を図8aに示す。

図9 上向田地区東西両トレンチ壁面の凡例。

図10 断層面, F1 断層上盤側に分布する 11 層の層理面および同下盤側に分布する 9 層の層理面の走向・傾斜を示すステレオネット (下半球投影)。

図11 上向田地区東トレンチ壁面から出土した遺物片の採取位置。遺物片の時代を表5に示す。

図 12 上向田地区トレンチ東壁面のグリッド S10～S11 間にみられる F1a 断層による 6 a 層の逆断層変位. 写真の範囲を図 7 b に示す.

図 13 小矢部市蓮沼地区とその周辺の地形分類図および低崖を横切るスワス地形断面図 (スワス幅は 10 m). 図 3 に本図の位置を示す. 基図は国土交通省北陸地方整備局提供 2 m DEM データを用いて作成.

図 14 a) 蓮沼地区群列ボーリング調査位置図 (図 13 の Loc. 3). b) 群列ボーリングに基づく蓮沼地区の地質断面図.

図 15 a) 法林寺地区とその周辺の地形分類図. 図 3 に位置を示す. 基図は国土交通省北陸地方整備局提供 2 m DEM データを用いて作成. 反射法地震探査測線は富山県 (1999) による. b) 法林寺地区における法林寺断層を横切る地形断面図. 断面位置を図 15 a に示す.

図 16 a) トータルステーションを用いた法林寺地区調査地点 (図 15 の Loc. 4) とその周辺の詳細地形図 (等高線間隔は 25 cm). ボーリング位置, トレンチ位置図および地質断面図位置を示す. b) 掘削前のトレンチ調査地点周辺の状況. 西に向かって撮影.

図 17 群列ボーリングとトレンチに基づく法林寺地区の地質断面図. 断面図の測線を図 16 a に示す.

図 18 法林寺地区トレンチ北壁面のモザイク写真. グリッド間隔は 1 m.

図 19 法林寺地区トレンチ南壁面のモザイク写真 (左右反転). グリッド間隔は 1 m.

図 20 法林寺地区トレンチ北壁面のスケッチ.

図 21 法林寺地区トレンチ南壁面のスケッチ (左右反転).

図 22 法林寺地区トレンチ南北両壁面の凡例.

図 23 法林寺地区トレンチ南北両壁面で観察される主断層面群の極 (コンター間隔 :

2%) および上盤側の小断層, 上盤側の層理面および下盤側の層理面の走向・傾斜(大円)を示すステレオネット(下半球投影).

図 24 a) 法林寺地区トレンチ北壁面グリッド N2~N3 間にみられる F4 断層沿いの変形構造. b) 法林寺地区トレンチ北壁面グリッド N3~N4 間にみられる F5a 断層沿いの変形構造. 写真の範囲を図 20 に示す.

図 25 法林寺地区トレンチで認定された古地震イベントの年代範囲.

図 26 2 m グリッド細密 DEM データに基づく庄川扇状地西部の詳細地形図. 地形データは国土交通省北陸地方整備局から提供. 図 3 に本図の範囲を示す. A-A' ~I-I' は図 27 に示す地形断面図の位置.

図 27 2 m グリッド細密 DEM データに基づく庄川扇状地西部を横切る地形断面図. 測線の位置を図 26 に示す. 東向き低崖の基部を赤矢印で示す. 各断面中央付近のパルス状高まりは能越自動車道. 鉛直誇張は 200 倍.

図 28 砺波平野とその周辺に分布する活断層の分布と砺波平野と周辺の盆地における第四紀堆積物基底の等深度線およびその不連続から推定される断層の分布. 活断層(赤線)および推定活断層(紫線)の分布は, 中田・今泉編(2002)による. 第四紀層基底の等深度線およびその不連続などに基づき推定され新第三系および下部更新統を変位させる断層(黒実線)の分布は, 藤原(2001)による. KI: 木舟城, IM: 今石動城.

図 29 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2008)による砺波平野断層帯西部の過去約 3 万年間の断層活動履歴(左)と本調査で認定された断層活動履歴(右). イベント時期の年代範囲は 2σ で表示した. なお, () 内で示した年代は 1σ の年代範囲を示す.

表1 砺波平野断層帯のまとめ

	従来評価	今回の調査を含めた結果	備考
1. 断層帯の位置・形態			
(1) 断層帯を構成する断層	法林寺断層, 石動断層	法林寺断層, 石動断層	
(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	(北西端) 北緯36°45'東経136°57' (南東端) 北緯36°31'東経136°50'	(北西端) 北緯36°45'東経136°57' (南東端) 北緯36°31'東経136°50'	
長さ	約26 km	約26 km	
地下における断層帯の位置・形状			
長さ及び上端の位置	地表での長さ・位置と同じ	地表での長さ・位置と同じ	
上端の深さ	0 km	0 km	
一般走向	N40°E	N40°E	
傾斜	約45-50°北西傾斜 (深さ200-500 m)	約45-50°北西傾斜 (深さ200-500 m)	
幅	20-30 km程度	20-30 km程度	
(3) 断層のずれの向きと種類	北西側隆起の逆断層	北西側隆起の逆断層	
2. 断層帯の過去の活動			
(1) 平均的なずれの速度	0.3-0.4m/千年程度以上 (上下成分)	0.3-0.4m/千年程度以上 (上下成分)	
(2) 過去の活動時期	活動1 (最新時期) 約6千9百年前以後, 1世紀以前 活動2 約1万4千年前頃 活動3 約2万6千年前以後, 約1万9千年前以前 活動1と活動2の間, また活動2と3の間に別な活動があったかどうかは不明	活動1 (最新時期) 約5千6百年前以後 活動2 約5千6百年前以後 活動3 約1万4千年前頃 活動4 約2万3千3百年前以後, 約2万2千6百年前以前 活動5 約2万6千年前以後, 約2万4千5百年前以前 約5千6百年前以後の活動は少なくとも2回. 活動2と3の間, また活動活動3と4の間に別な活動があったかどうかは不明	上向田トレンチで出現した断層群は, 副次的断層であること, トレンチ範囲外に断層 (F3断層) が存在する可能性があることから, トレンチで認められる最新活動が砺波平野断層帯西部の最新活動とは言い切れない. また, 同トレンチの最新活動時期が法林寺地区トレンチの活動1 (最新活動) と活動2の範囲内であり, どちらの活動によるものか (あるいは独立した活動によるものか) 判断できない. そのため, 上向田地区トレンチの断層活動の時期は断層帯の活動時期の限定材料として採用しない.
(3) 1回のずれの量と平均活動間隔			
1回のずれの量	2 m程度	2 m程度もしくはこれより小さい (上下変位)	平均的なずれの速度と平均活動間隔に基づく
平均活動間隔	約6千-1万2千年もしくはこれらよりも短い間隔	約5千2百年もしくはこれよりも短い間隔 (過去約2万6千年間). なお, 最近過去2回の活動は約2千8百年 (あるいは約2千6百年) よりも短い間隔	
(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	

表2 上向田地区トレンチ壁面に分布する地層の層序

地層名	堆積相	細層	層相	年代または対比される地層
1	表土	—	腐植質シルト	—
2	崩積土	2a	砂, 腐植質シルト, 礫,	—
		2b	腐植質シルト, 砂および礫. 土器片, 打製石器等を多産	—
3	斜面堆積物	3a	礫混じり砂	—
		3b	礫混じり砂	—
		3c	礫混じり砂	—
4	斜面堆積物	4a	腐植質な礫混じり砂質シルト	1,940 ± 20 yBP (腐植質シルト)
		4b	礫混じり砂を主体とし, 腐植質な礫混じり砂質シルトを挟在	—
		4c	やや腐植質なシルト質砂. 礫混じり	—
		4d	腐植質砂質シルト	1,040 ± 20 yBP (炭化物)
		4e	砂, 腐植質シルト細互層. 幅0.4~0.7 mの流路を埋積	—
		4d	灰色の礫混じり砂質シルト	—
5	斜面堆積物/谷埋堆積物	—	礫層主体. 6層を削剥する小規模な河道を埋積	—
6	斜面堆積物/谷埋堆積物	6a	礫混じり砂質シルト. 一部腐植質であり, 土器片が散在.	3,580 ± 20 yBP (土壌)
		6b	礫混じり砂質シルト	4,200 ± 20 yBP (炭化物)
		6c	礫混じり砂質シルト	—
7	斜面堆積物/谷埋堆積物	—	河道充填礫層. 8層および9層を削剥する流路を埋積. 概ね新鮮な径1~18 cmの円礫~亜円礫主体. 礫種は石英斑岩, 凝灰岩, ヒン岩および流紋岩等	—
8	斜面堆積物/谷埋堆積物	8a	ほとんどシルト岩の角礫からなる. 基質支持	—
		8b	シルト岩の角礫と石英斑岩の亜円礫からなる. 基質支持	—
9	段丘堆積物	9a	シルト質砂層を主体とし, シルト層, 礫層を挟在	ATテフラ混入
		9b	シルト・砂・礫の細互層. 礫種はほとんどがシルト岩礫	
		9c	径2~8cmの亜角礫~亜円礫を主体とする. 連続性が高く, 西トレンチと東トレンチで対比できる	
		9d	中粒砂・砂質シルトの細互層を主体とし, 礫層を挟む. 礫は径0.5~2 cm (最大5 cm) の亜角~亜円のシルト岩礫主体	
10	段丘堆積物	10a	礫層を主体とし, 淘汰のよい砂層を挟在. 礫は径0.5~16 cmの亜円~円礫主体. 礫種はヒン岩, 閃緑岩, 石英斑岩および流紋岩等. 礫支持で基質は中粒~極粗粒砂	—
		10b	礫層を主体とし, 淘汰のよい砂層を挟在. 礫は径0.5~10 cmの亜円~亜角礫主体. 礫種は凝灰岩, ヒン岩, 石英斑岩および流紋岩等. 礫支持で基質は中粒~極粗粒砂.	—
11	海成堆積物	11a	シルト岩を主体とし, 凝灰岩の薄層および砂質シルト岩を含む. 貝化石 (巻貝, 二枚貝) を産出.	大桑砂岩層
		11b	凝灰岩薄層	
		11c	シルト岩強風化部	
12	断層破碎部	—	径1~5 cmの角礫状シルト岩が主体. 一部10b層の亜円~円礫が混入	大桑砂岩層/段丘堆積物

表3 上向田地区トレンチ壁面から採取した試料の火山灰分析結果

試料番号	火山ガラスの形態別含有量 (#/3,000)			重鉍物の含有量 (#/3,000)		β 石英 (#/3,000)	火山ガラスの屈折率 (n)	テフラ
	Bw	Pm	O	Opx	GHo			
TKMW-1	165	0	0	0	0	0	1.4974-1.5005	AT
TKMW-2	107	0	0	0	0	0	1.4970-1.4997	AT
TKMW-3	155	0	0	0	0	0	1.4965-1.5003	AT

Bw : バブルウォール型

Pm : パミス型

O : 低発泡型

分析は、(株)古澤地質に依頼した。

表4 上向田地区トレンチ壁面から採取した試料の¹⁴C年代測定結果

分析番号 ¹	試料名	層準	試料種	前処理	d ¹³ C (‰)	¹⁴ C年代 (yBP) (1σ)	暦年較正年代(1σ) (cal yBP)	暦年較正年代(2σ) (cal yBP)
IAAA-111227	CKME-3	4a	有機質シルト	HCl	-21.04 ± 0.44	1,940 ± 20	1,930-1,860	1,940-1,820
IAAA-110869	CKMW-3	4d	炭化物	AaA	-35.90 ± 0.50	1,040 ± 20	960-930	980-920
IAAA-110871	CKME-8	6a	土壌	HCl	-23.07 ± 0.38	3,580 ± 20	3,900-3,840	3,970-3,940 (4.3%) 3,930-3,830 (91.1%)
IAAA-110870	CKME-5	6b	炭化物	AaA	-24.63 ± 0.50	4,200 ± 20	4,840-4,810 (20.2%) 4,760-4,710 (48.0%)	4,840-4,800 (28.0%) 4,770-4,690 (55.5%) 4,680-4,640 (11.9%)

¹IAAA- : (株) 加速器分析研究所

表5 上向田地区トレンチから出土した遺物片

試料名	層序	種類	時代・時期
KMEP-1	6a	打製石斧	縄文時代か
KMEP-2	6a	縄文土器	縄文時代（時期不明）
KMEP-3	6a	縄文土器	縄文中期後半（串田新Ⅱ式か）
KMEP-4	6a	縄文土器	縄文時代（時期不明）
KMEP-5	6a	縄文土器	縄文中期後半（串田新Ⅱ式か）
KMEP-6	6a	縄文土器	縄文中期後半（串田新Ⅱ式） 又は縄文後期（気屋式）
KMEP-7	6a	縄文土器	縄文時代（時期不明・前期か）
KMEP-8	6b	縄文土器	縄文時代（時期不明）
KMEP-9	6a	縄文土器	縄文時代（時期不明）
KMEP-10	6a	縄文土器	縄文時代（時期不明）
KMEP-11	6a	縄文土器	縄文中期後半（串田新Ⅱ式）
KMEP-12	6a	縄文土器	縄文中期後半（串田新Ⅱ式）
KMEP-13	6a	縄文土器	縄文時代（時期不明）
KMEP-14	6a	縄文土器	縄文時代（時期不明）
KMEP-15	6a	縄文土器	縄文時代（時期不明）
KMEP-16	6b	縄文土器	縄文中期後半（串田新Ⅱ式古段階）
KMEP-17	6a	縄文土器	縄文時代（時期不明）
KMEP-18	6a	縄文土器	縄文時代（時期不明）
KMEP-19	6c	縄文土器	縄文時代（時期不明）
KMEP-20	6c	縄文土器	縄文時代（時期不明）
KMEP-21	6c	縄文土器	縄文時代（時期不明）
KMEP-22	2	縄文土器	縄文時代（時期不明）
KMEP-23	2	縄文土器	縄文時代（時期不明）
KMEP-24	2	縄文土器	縄文中期後半（串田新Ⅱ式）
KMEP-25	4b	縄文土器	縄文中期後半（串田新Ⅱ式）
KMEP-26	6a	縄文土器	縄文中期後半（串田新Ⅱ式）
KMEP-27	6a	縄文土器	縄文時代（時期不明）
KMEP-28	6a	縄文土器	縄文中期後半（串田新Ⅱ式）
KMEP-29	6a	縄文土器	縄文時代（時期不明）
KMEP-30	2	珠洲	14世紀代
KMEP-31	2	打製石斧	縄文時代か
KMWP-1	4a	土師器	5世紀後半～7世紀

鑑定は、高岡市教育委員会文化財課根津明義氏による。

表6 蓮沼地区ボーリングコアに分布する地層の層序

地層名	堆積相	層相	年代または対比される地層
1	表土	腐植質シルト	—
2	小河川堆積物	砂, シルト, 腐植質シルト, 礫. 側方変化の著しい砂・シルト互層を主体とし, 腐植質シルトを含む. 一部3層および4層を刻む流路を埋積する. 杭, 板等の材を含む.	—
3	扇状地堆積物	砂質シルト	—
4	扇状地堆積物	シルトを主体とし, シルト質砂層が挟在. 黄灰色細粒火山灰が挟在.	AT
5	扇状地堆積物	シルト・砂互層を主体とし, 礫質粗粒砂が挟在. 上方細粒化.	—
6	扇状地堆積物, 湿地性堆積物	腐植質シルト.	—
7	扇状地堆積物	砂質シルトを主体とし, 砂層および腐植質シルトが挟在.	—
8	扇状地堆積物	粗粒砂層および礫層を主体とする. 一部に植物片を含み, 腐植質シルトが挟在. 礫は1~2 cmの垂円~垂角礫が主体.	—
9	湖沼堆積物	シルト・砂細互層が主体.	埴生層

表7 蓮沼地区ボーリングコアから採取した試料の火山灰分析結果

試料番号	火山ガラスの形態別含有量			軽鉱物 (石英・長石) の含有量	重鉱物の含有量				岩片・ 風化粒子の 含有量	総計	火山ガラスの屈折 率 (n)	テフラ
	Bw	Pm	O		Opx	Cpx	GHo	Opq				
THAB-1 1.31-1.36	266	3	0	11	0	0	0	0	20	300	1.4989-1.5007	AT
THAB-2 1.53-1.57	272	2	0	11	0	0	0	0	15	300	1.4984-1.5004	AT

Bw : バブルウォール型

Pm : パミス型

O : 低発泡型

Opx : 斜方輝石, Cpx : 単斜輝石

GHo : 緑色普通角閃石, Opq :

不透明鉱物

分析は、(株)古澤地質に依頼した。

表8 法林寺地区ボーリングコアおよびトレンチ壁面に分布する地層の層序

地層名	堆積相	細層	層相	年代または対比される地層
1	耕作土, 人工攪乱層	1a	耕作土, 腐植質シルト	—
		1b	人工攪乱層, 礫, 砂, シルト	—
2	斜面堆積物/扇状地堆積物	—	砂, シルト	4,720 ± 30 yBP (土壌)
				4,820 ± 30 yBP (炭化物)
				4,860 ± 30 yBP (炭化物)
				5,000 ± 30 yBP (炭化物)
		5,240 ± 30 yBP (炭化物)		
		3a	砂質シルト	—
3	斜面堆積物/河川堆積物	3b	腐植質シルトを主体として, 礫層および砂層を挟む	4,760 ± 30 yBP (木片)
				4,800 ± 30 yBP (炭化物)
		3c	砂質シルトを主体とし, 一部腐植質シルトを挟む	4,830 ± 30 yBP (種子)
				4,940 ± 30 yBP (炭化物)
		3d	砂質シルトを主体とする	5,050 ± 30 yBP (炭化物)
				5,070 ± 30 yBP (土壌)
		3e	礫層	5,850 ± 30 yBP (炭化物)
				6,100 ± 30 yBP (有機質シルト)
				—
				4,710 ± 30 yBP (木片)
4	沼沢性堆積物	—	シルトを主体とし, シルト質砂層, 礫層を挟む	4,960 ± 30 yBP (木片)
				4,960 ± 30 yBP (種子)
		5a	腐植質シルト	5,260 ± 30 yBP (植物片)
				17,750 ± 50 yBP (炭化木片)
				18,370 ± 50 yBP (植物片)
5	沼沢性堆積物, 湿地性堆積物	5b	シルト	19,290 ± 80 yBP (泥炭)
				20,030 ± 60 yBP (植物片)
		5c	腐植質シルト	—
				19,010 ± 70 yBP (泥炭)
6	沼沢性堆積物	—	砂質シルトを主体とする	20,270 ± 80 yBP (泥炭)
				—
		7	砂質シルト層および細粒砂層の互層を主体とし, 腐植質シルト, 中粒~粗粒砂層, 火山灰層を挟む	20,400 ± 60 yBP (炭化物)
				20,860 ± 70 yBP (腐植土)
				—
7	扇状地堆積物	7a	腐植質シルト, 上下2層	24,400 ± 80 yBP (有機質シルト)
				24,610 ± 80 yBP (有機質シルト)
		7b	中粒~粗粒砂層	—
				—
7c	腐植質シルト, 上下2層	24,830 ± 80 yBP (木片)		
		24,950 ± 90 yBP (木片)		
8	扇状地堆積物	—	礫層を主体とし, 砂層を挟む	AT
				—
9	扇状地堆積物	—	シルト質砂層を主体として, シルト層, 礫層を挟む	—
				—
10	扇状地堆積物	—	礫層を主体とする	—
				—
11	扇状地堆積物	—	シルト質砂層を主体とし, 礫層および腐植質シルト層を挟む	44,390 ± 420 yBP (植物片)
				>53,770 yBP (有機質シルト)
				>53,850 yBP (植物片)
				>53,720 yBP (炭化物)

表9 法林寺地区ボーリングコアから採取した試料の火山灰分析結果

試料番号	火山ガラスの形態別含有量			軽鉱物 (石英・長石) の含有量	重鉱物の含有量					岩片・ 風化粒子の 含有量	総計	火山ガラスの 屈折率 (n)	テフラ
	Bw	Pm	O		Opx	Cpx	GHo	Bi	Opq				
HOB-1 2.33-2.45	231	56	3	4	0	0	0	0	0	6	300	1.4987-1.5006	AT
HOB-2 4.53-4.58	206	62	8	13	1	0	0	0	0	10	300	1.4987-1.5009	AT

Bw : バブルウォール型

Pm : パミス型

O : 低発泡型

Opx : 斜方輝石, Cpx : 単斜輝石,

GHo : 緑色普通角閃石, Bi :

黒雲母, Opq : 不透明鉱物

分析は、(株)古澤地質に依頼した。

表10 法林寺地区ボーリングコアから採取した試料の¹⁴C年代測定結果

分析機関番号 ¹	試料名 ²	層序	試料種	前処理	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	¹⁴ C年代(yBP) (1 σ)	暦年較正年代 ³ (1 σ) (cal vBP)	暦年較正年代 ³ (2 σ) (cal vBP)
I AAA-110866	CHOB-2-1.99	5a	炭化木片	AAA	-28.55 ± 0.45	17,750 ± 50	21420-21120	21500-20850 (93.1%) 20660-20580 (2.3%)
I AAA-110867	CHOB-2-2.84	5c	炭化物	AAA	-26.11 ± 0.38	20,400 ± 60	24480-24220	24680-24660 (0.2%) 24550-23920 (95.2%)
I AAA-110868	CHOB-2-3.80	7a	有機質シルト	HCl	-31.35 ± 0.60	24,610 ± 80	29550-29360	29710-29210
I AAA-110865	CHOB-1-1.83	7c	木片	AAA	-25.58 ± 0.39	24,830 ± 80	29810-29450	30140-29420
I AAA-111364	CHOB-2-14.90	11	植物片	AAA	-28.74 ± 0.40	44,390 ± 420	48180-46700	48950-46260
I AAA-111365	CHOB-2-16.62	11	有機質シルト	HCl	-27.48 ± 0.32	>53,770	D.O.R.	D.O.R.
I AAA-111366	CHOB-6-7.86	11	植物片	AAA	-26.64 ± 0.71	>53,850	D.O.R.	D.O.R.
I AAA-111367	CHOB-6-14.87	11	炭化物	AAA	-30.97 ± 0.70	>53,720	D.O.R.	D.O.R.

¹I AAA- : (株) 加速器分析研究所

²CHOB (測線名) -2 (コア番号) -1.99 (深度 : m)

³D.O.R. : 較正年代範囲外

表11 法林寺地区トレンチ壁面から採取した試料の火山灰分析結果

試料番号	火山ガラスの形態別含有量 (#/3,000)			重鉱物の含有量 (#/3,000)			β石英 (#/3,000)	火山ガラスの屈折 率 (n)	テフラ
	Bw	Pm	O	Opx	GHo	Cum			
CHO-Ts-43	19	1	32	1.5	1.5	0	0	1.4989-1.5129	AT
CHO-Ts-42	33	3	40	0.5	0.5	0	0	1.4968-1.5086	AT
CHO-Ts-41	20	9	39	1	0.5	0	0	1.4969-1.5064	AT
CHO-Ts-39	53	5	34	1	0.5	0	0	1.4947-1.5109	AT
CHO-Ts-59	31	2	23	1	0	0	0	1.4936-1.5075	AT

Bw : バブルウォール型

Pm : パミス型

O : 低発泡型

分析は、(株)古澤地質に依頼した。

表12 法林寺地区トレンチ壁面から採取した試料の¹⁴C年代測定結果

分析機関番号 ¹	試料名 ²	層序	試料種	前処理	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	¹⁴ C年代(yBP) (1 σ)	暦年較正年代 ³ (1 σ) (cal yBP)	暦年較正年代 ³ (2 σ) (cal yBP)
IAAA-111694	CHOTS-48	2	土壌	HCl	-24.27 ± 0.42	4,720 ± 30	5580-5540 (24.4%) 5480-5450 (12.8%) 5380-5330 (31.0%)	5590-5500 (34.8%) 5490-5440 (20.5%) 5410-5320 (40.1%)
IAAA-111695	CHOTS-49	2	炭化物	AAA	-29.12 ± 0.42	4,820 ± 30	5600-5580 (27.8%) 5530-5480 (40.4%)	5610-5570 (34.0%) 5550-5470 (61.4%)
IAAA-111216	CHOTS-44	2	炭化物	AAA	-28.43 ± 0.47	4,860 ± 30	5650-5580	5660-5580 (89.4%) 5510-5480 (6.0%)
IAAA-111215	CHOTS-50	2	炭化物	AAA	-23.21 ± 0.48	5,000 ± 30	5850-5830 (4.9%) 5750-5660 (63.3%)	5890-5810 (23.3%) 5770-5650 (72.1%)
IAAA-111693	CHOTN-32	2	炭化物	AAA	-28.57 ± 0.46	5,240 ± 30	6100-6080 (4.1%) 6010-5930 (64.1%)	6180-6150 (6.9%) 6120-6040 (14.9%) 6030-5920 (73.6%)
IAAA-111217	CHOTS-37	3b	木片	AAA	-26.73 ± 0.45	4,760 ± 30	5590-5570 (9.3%) 5560-5500 (44.1%) 5490-5470 (14.8%)	5590-5460 (88.1%) 5380-5330 (7.3%)
IAAA-111691	CHOTN-18	3b	炭化物	AAA	-26.16 ± 0.47	4,800 ± 30	5590-5570 (12.0%) 5530-5480 (56.2%)	5600-5570 (20.1%) 5560-5470 (75.3%)
IAAA-111212	CHOTN-24	3b	種子	AAA	-26.95 ± 0.47	4,830 ± 30	5610-5580 (38.9%) 5510-5480 (29.3%)	5650-5570 (47.8%) 5550-5470 (47.6%)
IAAA-111218	CHOTS-40	3b	炭化物	AAA	-29.38 ± 0.53	4,940 ± 30	5710-5600	5730-5600
IAAA-111219	CHOTS-29	3b	炭化物	AAA	-27.79 ± 0.43	5,050 ± 30	5890-5800 (54.6%) 5770-5740 (13.6%)	5910-5720
IAAA-111692	CHOTN-20	3b	土壌	HCl	-24.87 ± 0.47	5,070 ± 30	5900-5860 (19.2%) 5830-5750 (49.0%)	5910-5740 (95.4%)
IAAA-111210	CHOTN-28	3b	炭化物	AAA	-23.74 ± 0.56	5,850 ± 30	6730-6630	6750-6600 (90.2%) 6590-6560 (5.2%)
IAAA-111220	CHOTS-32	3c	有機質シルト	HCl	-20.82 ± 0.41	6,100 ± 30	7010-6910	7160-7050 (13.2%) 7030-6880 (82.2%)
IAAA-111214	CHOTN-14	3e	木片	AAA	-29.49 ± 0.40	4,710 ± 30	5580-5540 (14.7%) 5480-5440 (16.3%) 5390-5320 (37.2%)	5580-5510 (24.7%) 5490-5440 (21.0%) 5420-5320 (49.7%)
IAAA-111213	CHOTN-25	3e	種子	AAA	-29.81 ± 0.41	4,960 ± 30	5730-5650	5750-5600
IAAA-111211	CHOTN-27	3e	木片	AAA	-29.59 ± 0.45	4,960 ± 30	5730-5650	5750-5600
IAAA-111221	CHOTS-31	3e	植物片	AAA	-29.84 ± 0.40	5,260 ± 30	6180-6150 (9.9%) 6120-6070 (17.9%) 6020-5940 (40.5%)	6180-6140 (13.5%) 6130-5930 (82.0%)
IAAA-111222	CHOTS-20	5a	植物片	AAA	-25.28 ± 0.45	18,370 ± 50	22150-21730	22250-21540
Beta-316931	CHOTS-18	5a	泥炭	AAA	-28.2	19,290 ± 80	23280-23210 (7.1%) 23190-22890 (39.9%) 22830-22650 (21.2%)	23420-22570
IAAA-111223	CHOTS-15	5a	植物片	AAA	-27.61 ± 0.56	20,030 ± 60	24130-23780	24300-23620 (94.4%) 23610-23560 (1.0%)
Beta-316930	CHOTS-14	5c	泥炭	AAA	-26.5	19,010 ± 70	22940-22780 (15.5%) 22680-22390 (54.7%)	23270-23100 (9.2%) 23010-22320 (86.2%)
Beta-316929	CHOTS-12	5c	泥炭	AAA	-28.0	20,270 ± 80	24360-24020	24460-23890
IAAA-111224	CHOTS-25	5c	腐植土 (バルク)	HCl	-25.42 ± 0.51	20,860 ± 70	25040-24690	25120-24510
IAAA-111225	CHOTS-8	7	有機質シルト	HCl	-25.70 ± 0.50	24,440 ± 80	29490-29220	29560-28850 (94.0%) 28690-28600 (1.4%)
IAAA-111226	CHOTS-3	7	木片	AAA	-31.01 ± 0.48	24,950 ± 90	30160-29990 (22.6%) 29850-29540 (45.6%)	30200-29500 (95.4%)

¹IAAA- : (株) 加速器分析研究所, Beta- : (株) 地球科学研究所

²CHOTN: トレンチ北壁面, CHOTS: トレンチ南壁面

表13 法林寺トレンチ南北両壁面におけるF1断層群による地層の傾斜隔離(m)

壁面	7d層上面	7c層上面	7b層上面	7a層上面	7層上面	6層上面	5b層上面	3e層上面
北壁面	≥1.0	≥1.0	0.9	0.7	0.9	0.2	0.2	—
南壁面	—	1	0.9	1	1	0.4	0.4	0.3

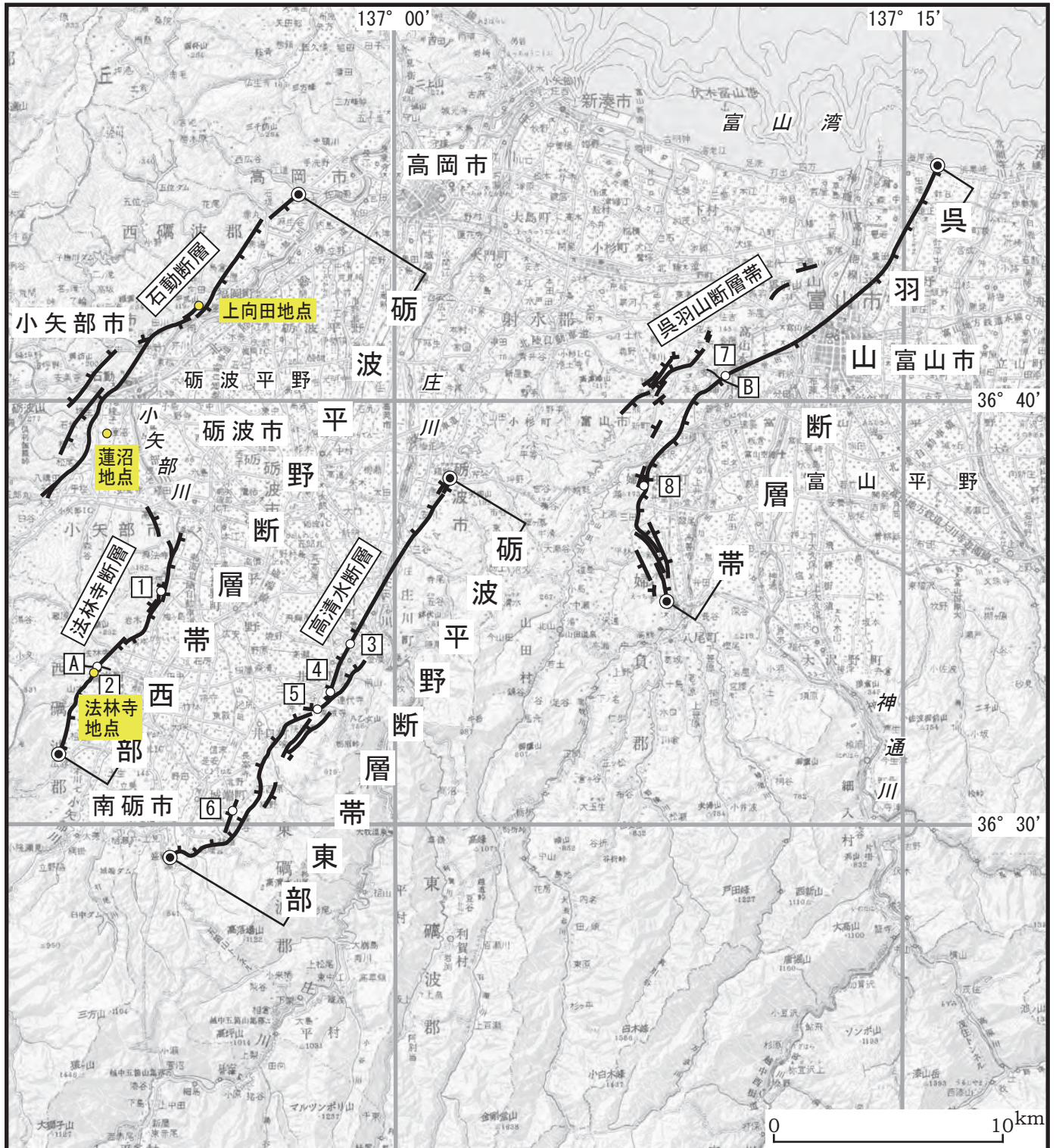


図1 砺波平野断層帯西部とその周辺の断層帯の位置とこれまでの主な調査地点（黒色の○）および本調査で実施した調査地点（黄色の○）．
地震調査研究推進本部地震調査委員会（2008）に加筆．

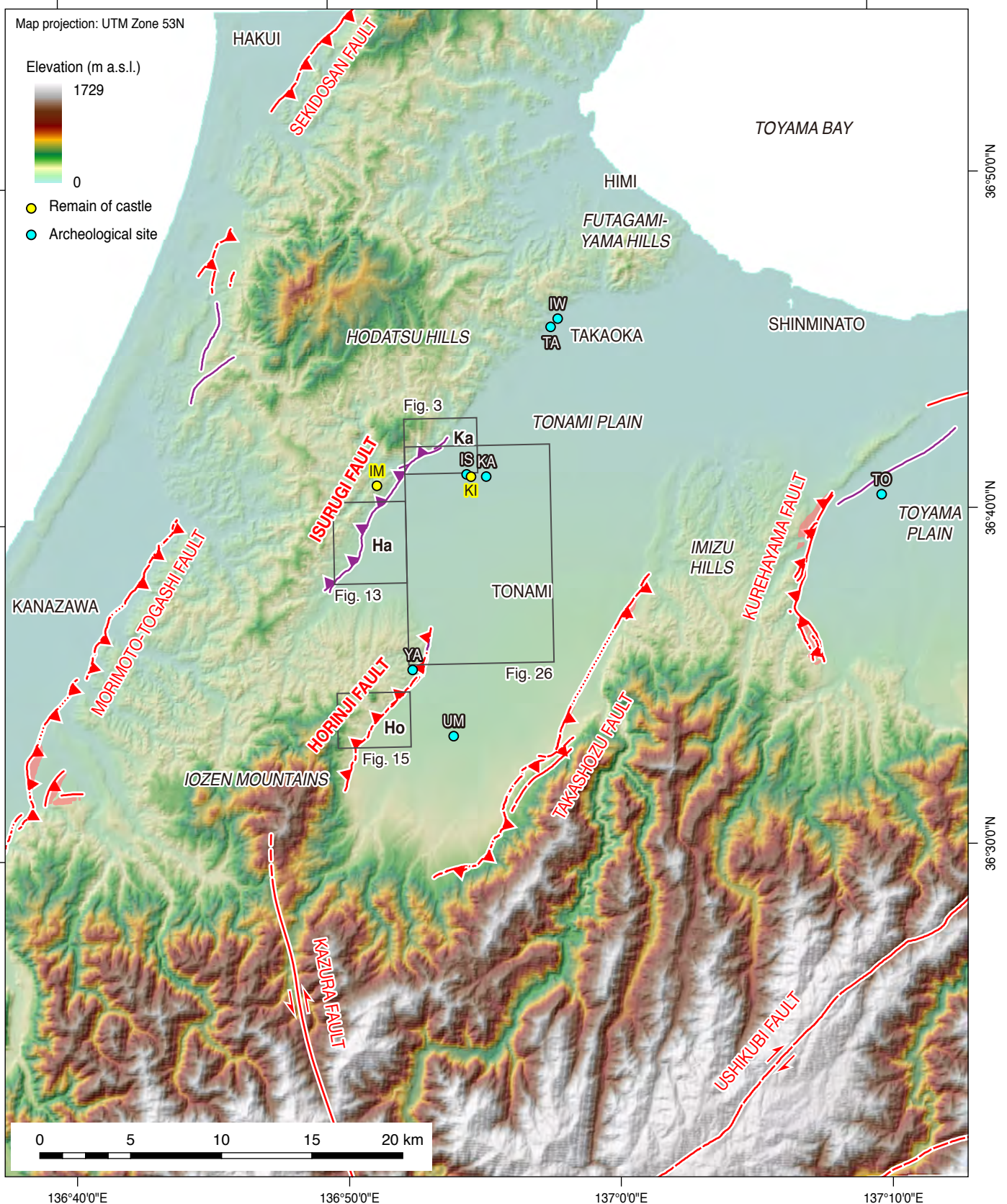


図2 砺波平野とその周辺の地形と活断層の分布および中世の地震の痕跡が確認された地点（水色の○）と中世城跡（黄色の○）。活断層の分布は、中田・今泉編（2002）および地震調査研究推進本部地震調査委員会（2004）に基づく。紫線は推定活断層。中世の地震の痕跡が確認された地点は寒川ほか（2002）、寒川（2011）による。基図は国土地理院発行数値地図50 mメッシュ（標高）日本-IIを使用。Ka：上向田地区，Ha：蓮沼地区，Ho：法林寺地区，IS：石名田木舟遺跡，IW：岩坪岡田島遺跡，KA：開葎大滝遺跡，TA：手洗野赤浦遺跡，TO：友坂遺跡，UM：梅原落戸遺跡，YA：安居大堤窯，KI：木舟城跡，IM：今石動城。

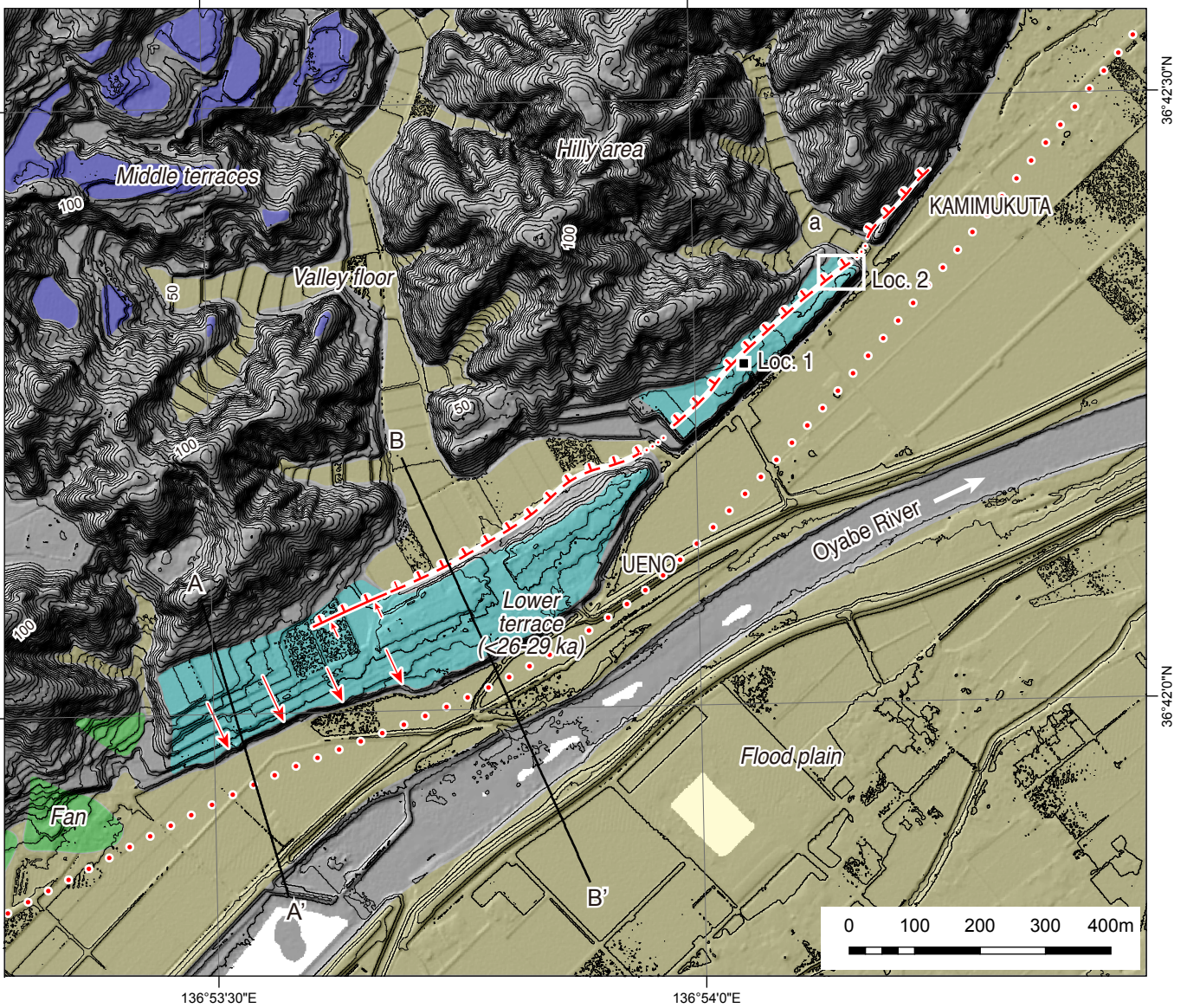


図3 高岡市上向田地区・上野地区とその周辺の詳細地形と地形分類図。
 基図は国土交通省北陸地方整備局による2 m DEMデータを用いて作成。
 Loc. 1とLoc. 2は、それぞれ、断層露頭観察位置とトレンチ掘削調査位置を示す。

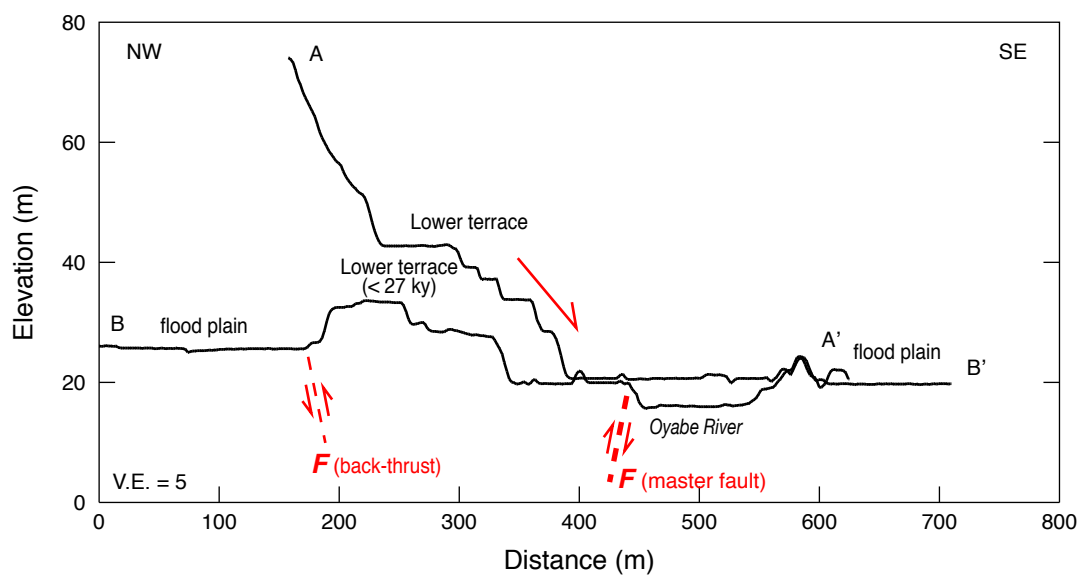


図4 高岡市上野地区に分布する低位段丘面を横切る地形断面図。断面図の位置を図3に示す。国土交通省北陸地方整備局提供2 m DEMデータを用いて作成。

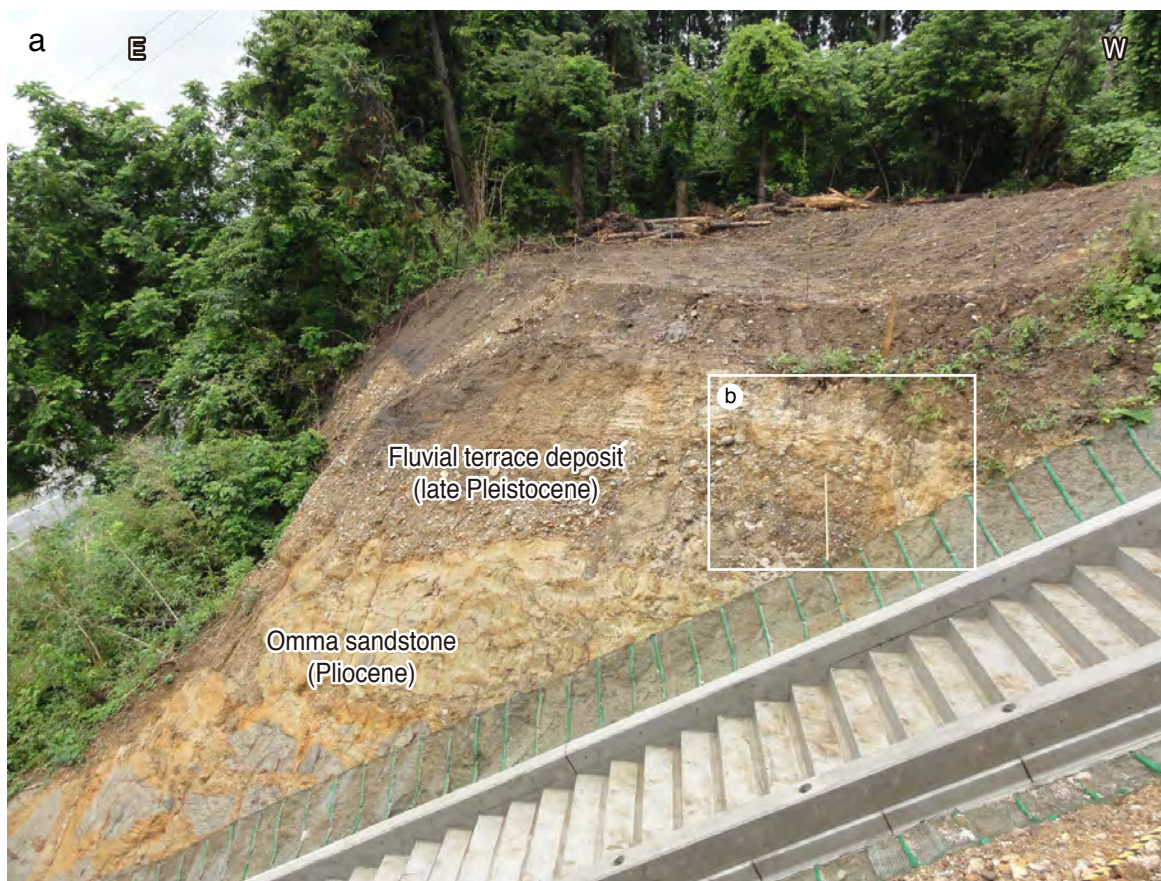


図5 a) 高岡市上向田上五位神社付近の工事現場 (図3のLoc. 1) で確認された石動断層の副次的断層 (バックスラスト) による低位段丘構成層の変形. 折れ尺の長さは1m. b) 断層近傍の拡大写真. 写真範囲を図5aに示す. 断層を赤色矢印で示す. f: 断層面, b: 層理面.

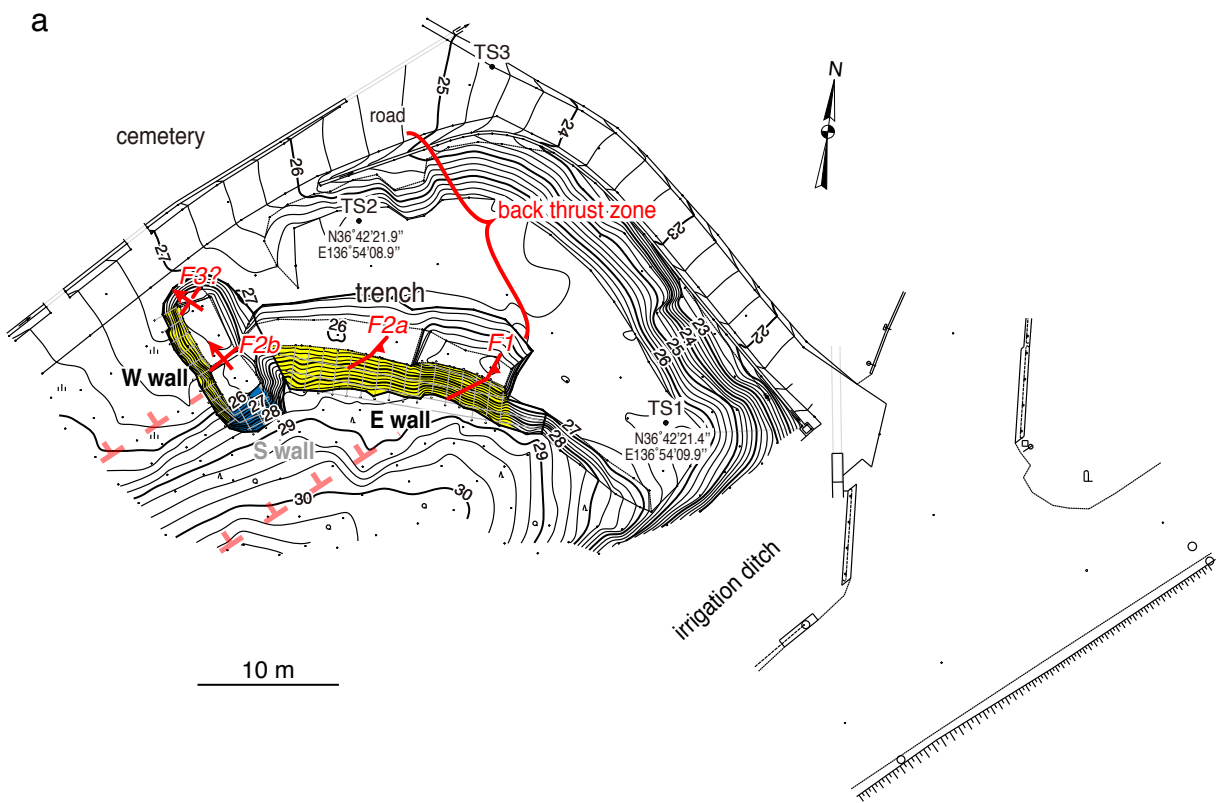


図6 a) トータルステーションを用いた上向田地区のトレンチ掘削地点 (図3のLoc. 2) の位置と周辺の詳細地形 (等高線間隔は25 cm) .
 図中のF1~F3断層はトレンチ壁面のスケッチ (図7, 8) の断層と一致.
 図中黄色部分がトレンチ観察壁面 (東壁面と西壁面) .
 b) トレンチ掘削範囲の掘削前の状況. 北から撮影.

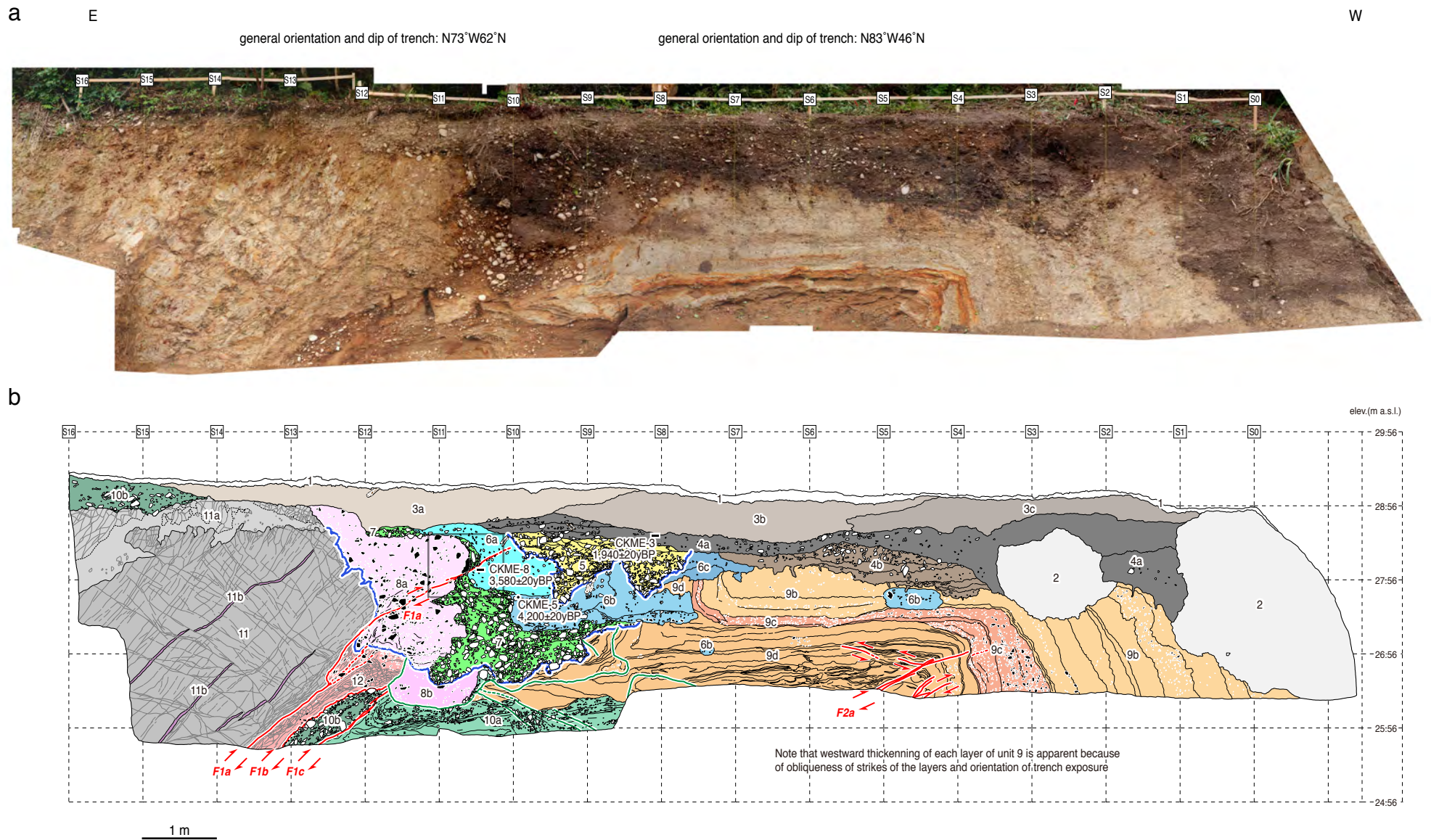


図7 上向田地区東トレンチ壁面のa) モザイク写真およびb) スケッチ. グリッド間隔は1 m.

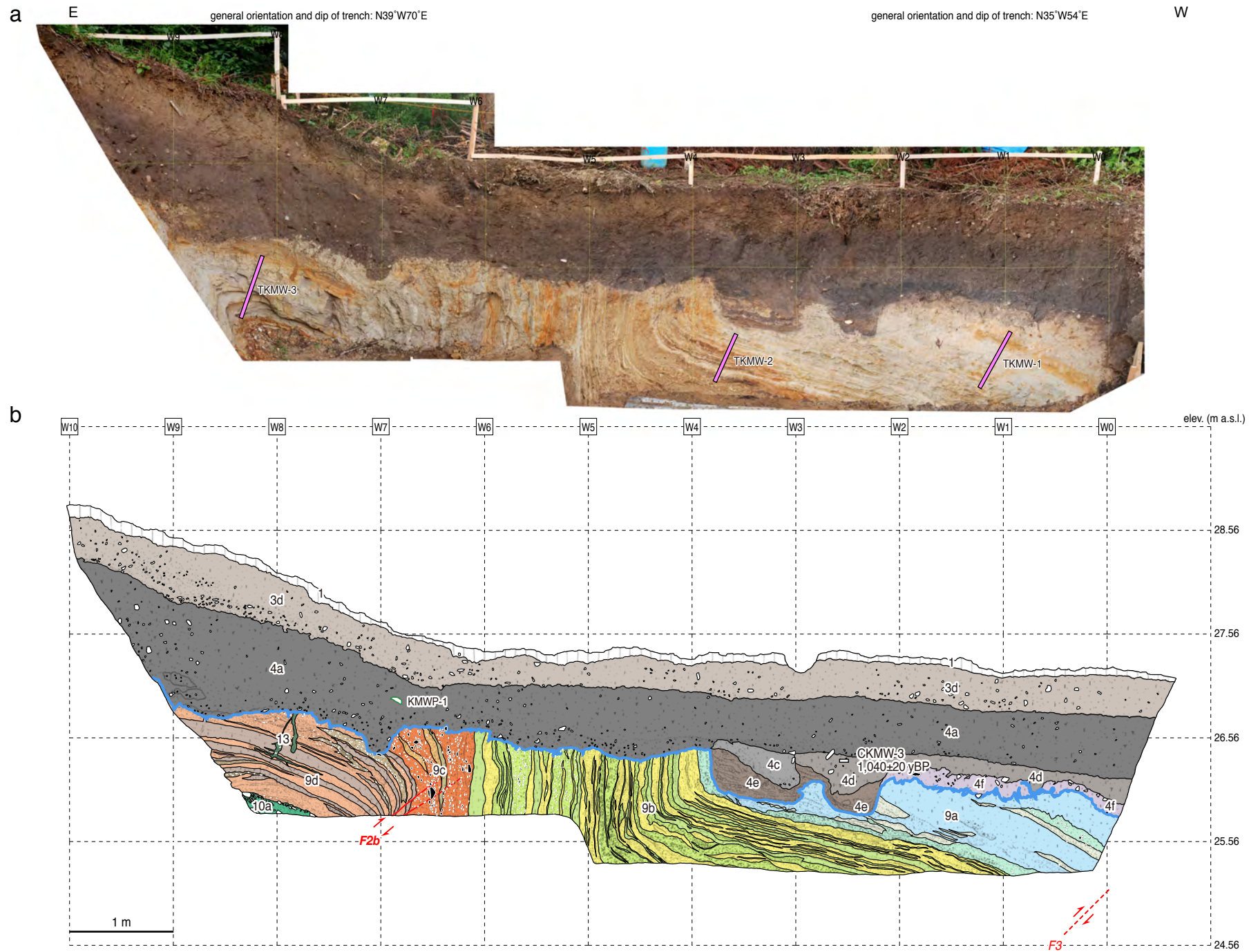


図8 上向田地区西トレンチ壁面のa) モザイク写真およびb) スケッチ。 グリッド間隔は1m。 火山灰分析試料採取位置を図8a)に示す。

EXPLANATION

Trench unit

1	Top soil		Unit contact
2	Colluvium		Subunit contact
3a	Slope sediment		Bedding
3b	Slope sediment		Crack in basement rock
3c	Slope sediment		Event horizon
4a	Slope sediment		Fault: Identity and existence certain, location accurate. Arrows show relative motion
4b	Slope sediment		Fault dashed: Identity and existence certain, location inferred; queried where existence uncertain
5	Channel fill gravel		Gravity-induced slip surface: Identity and existence certain, location accurate; dashed where existence uncertain, location inferred
6a	Channel fill gravel		Clasts (derived from unit 10)
6b	Channel fill sandy silt		Rip-up clasts (derived from unit 11 and equivalent strata nearby)
6c	Channel fill sandy silt		Twigs
7	Channel fill gravel		Radiocarbon sample, in radiocarbon years circle: charcoal; rectangle: organic silt and soil
8a	Talus deposit (matrix-supported)	CKME-8 3,580±20yBP	
8b	Talus deposit (matrix-supported)	PHOTS-1	Earthenware shard sample
9a	Fluvial silt, sand and gravel with rip-up clast (not exposed in this wall)	} containing trace of AT tephra	
9b	Fluvial silt, sand and gravel with rip-up clast		
9c	Fluvial gravel with rip-up clasts		
9d	Fluvial sand containing rip-up clasts		
10a	Fluvial/debris flow sand and gravel (clast-supported)		
10b	Fluvial/debris flow sandy gravel (clast-supported)		
11	Sandy siltstone occasionally containing bivalve and univalve fossils (Omma Fm.)		
11a	Strongly weathered part of unit 11		
11b	Thin tuff layer in unit 11		
12	Cataclastically deformed zone (brecciated siltstone mixed with sediment-derived clasts)		

図9 上向田地区東西両トレンチ壁面の凡例.

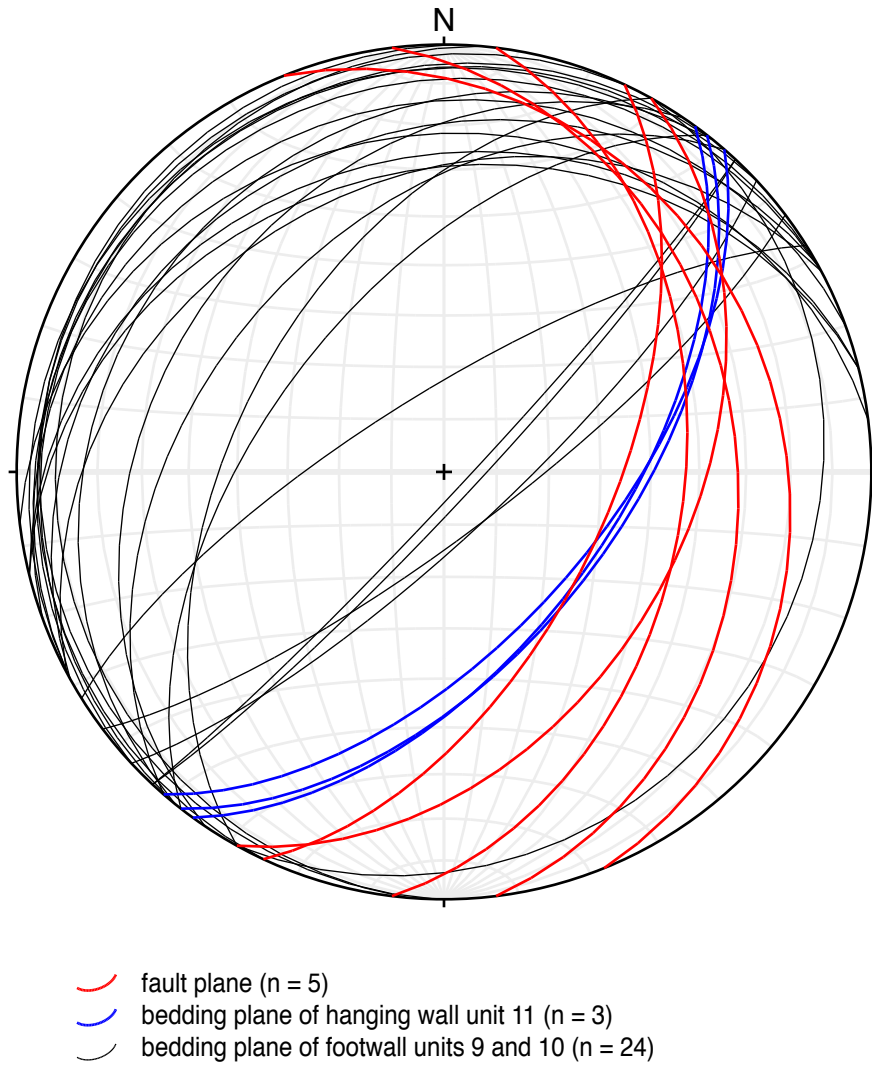


図10 断層面，F1断層上盤側に分布する11層の層理面および同下盤側に分布する9層の層理面の走向・傾斜を示すステレオネット（下半球投影）。

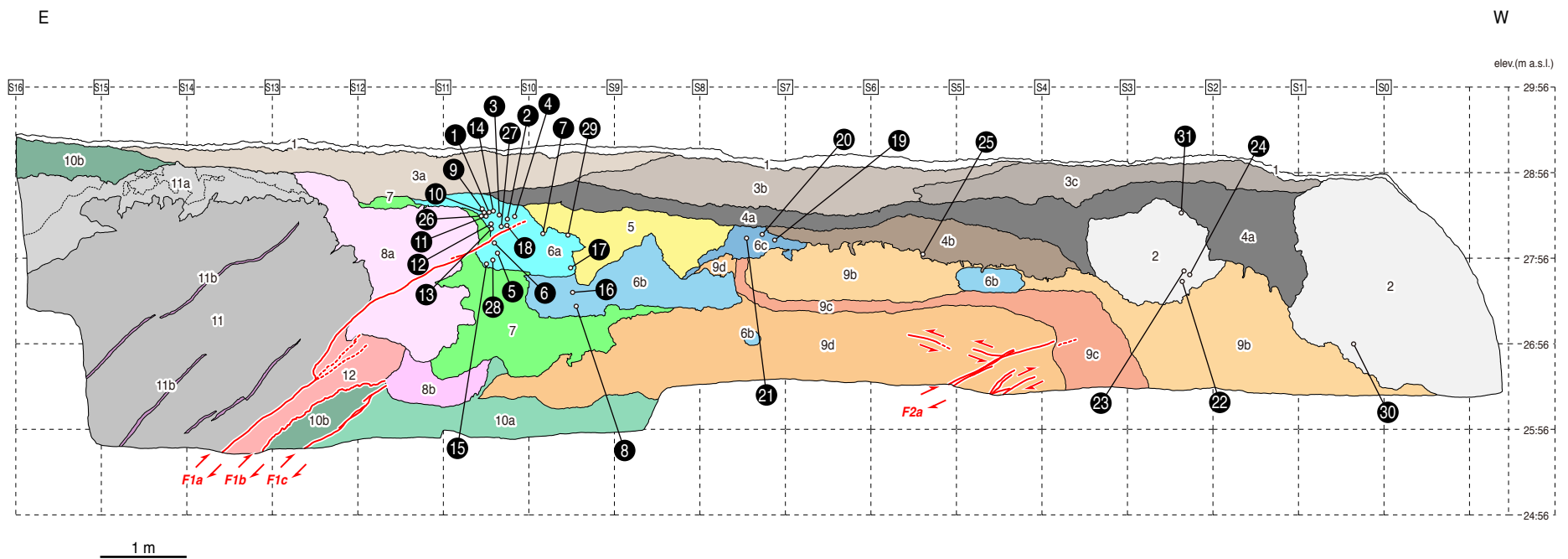


図11 上向田地区東トレンチ壁面から出土した遺物片の採取位置。 遺物片の時代を表5に示す。



図12 上向田地区トレンチ東壁面のグリッドS10～S11間にみられるF1a断層による6a層の逆断層変位.
写真の範囲を図7bに示す.

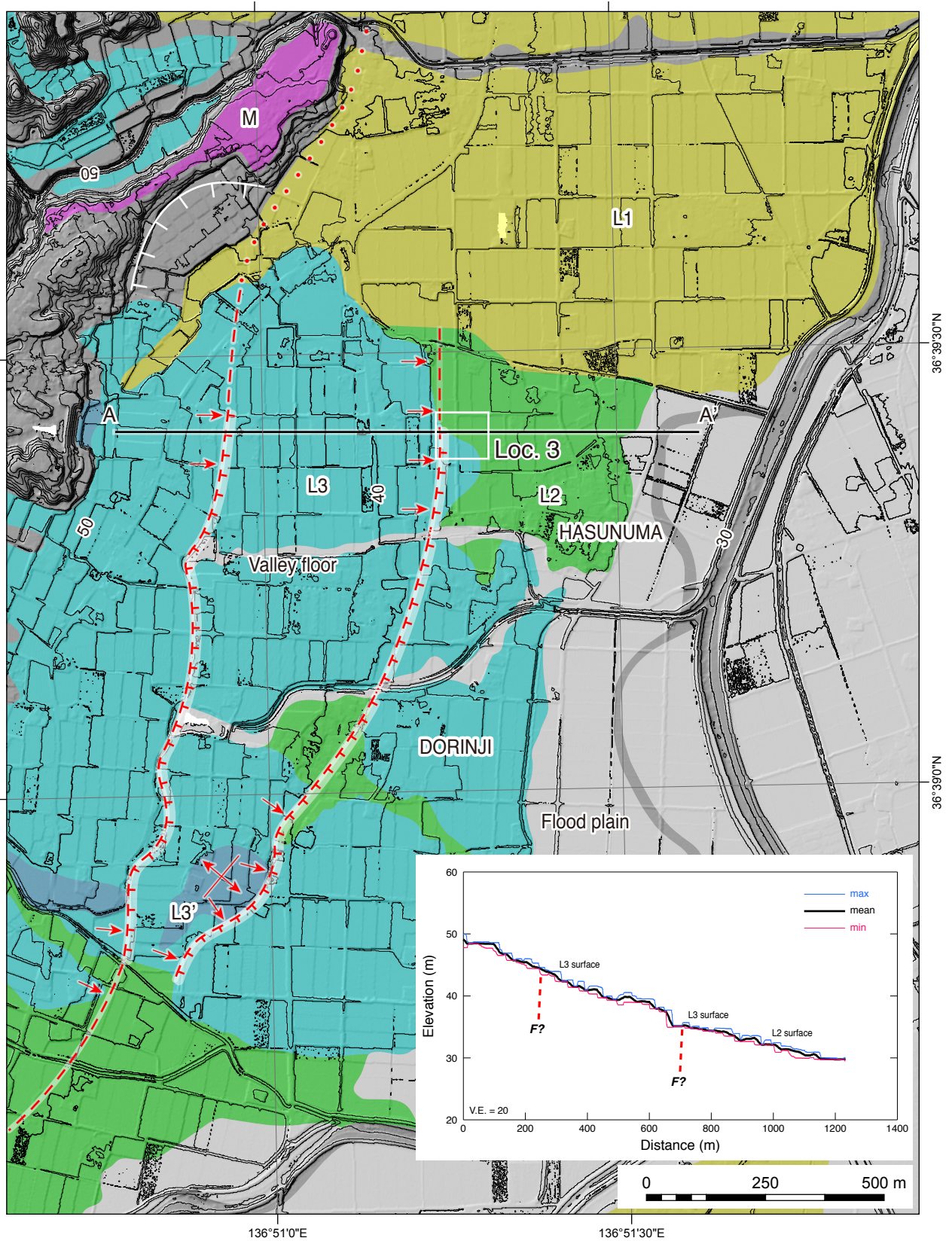
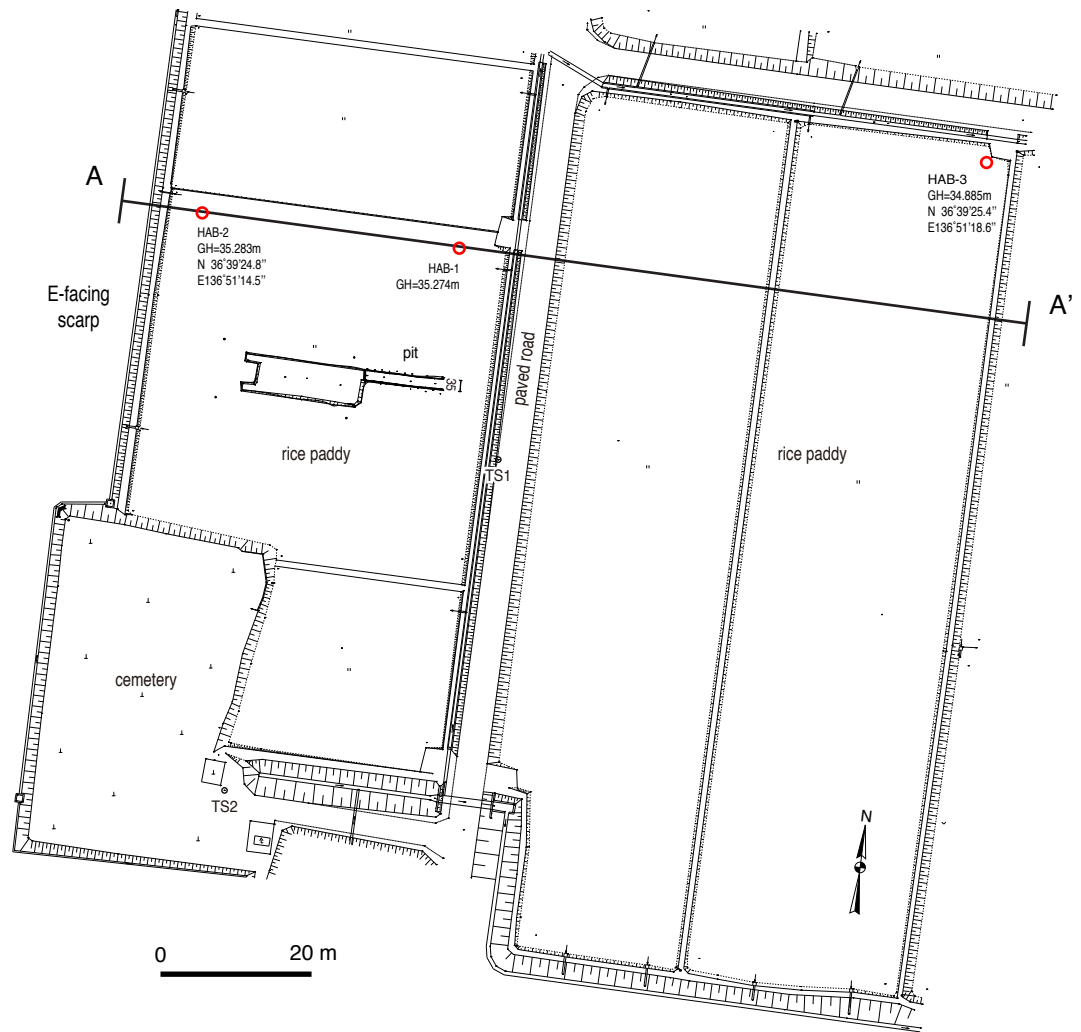


図13 小矢部市蓮沼地区とその周辺の地形分類図および低崖を横切るスワス地形断面図（スワス幅は10 m）．
 図 3 に本図の位置を示す．基図は国土交通省北陸地方整備局提供2 m DEMデータを用いて作成．

a



b

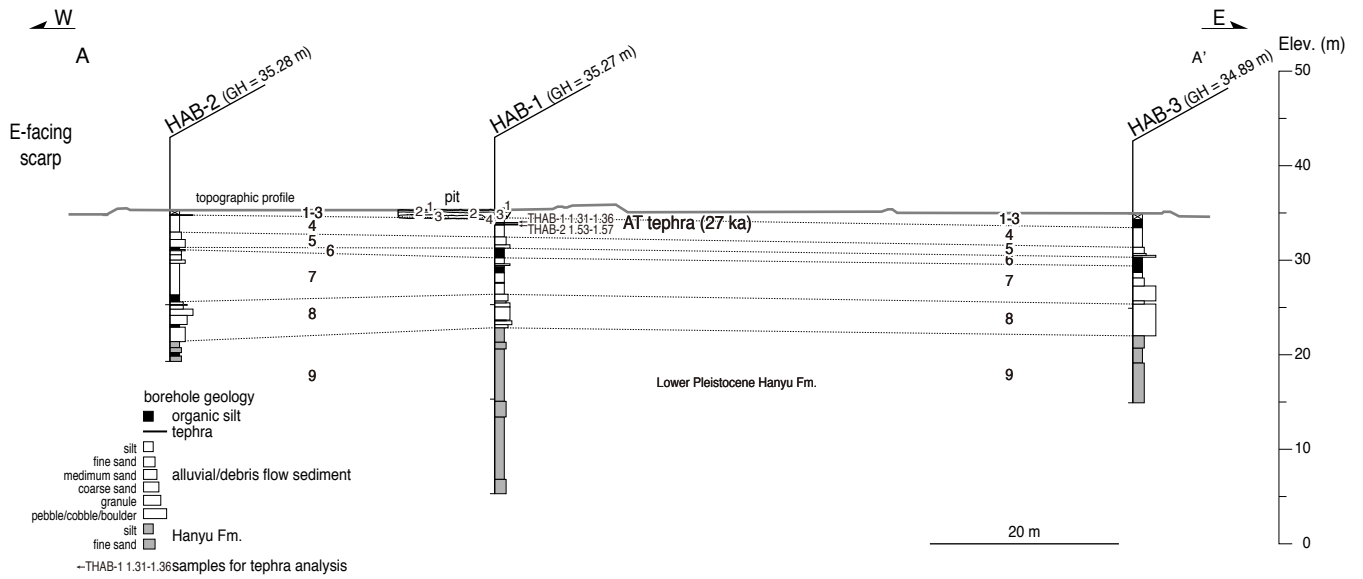


図 14 a) 蓮沼地区群列ボーリング調査位置図 (図 13 の Loc. 3).

b) 群列ボーリングに基づく蓮沼地区の地質断面図.

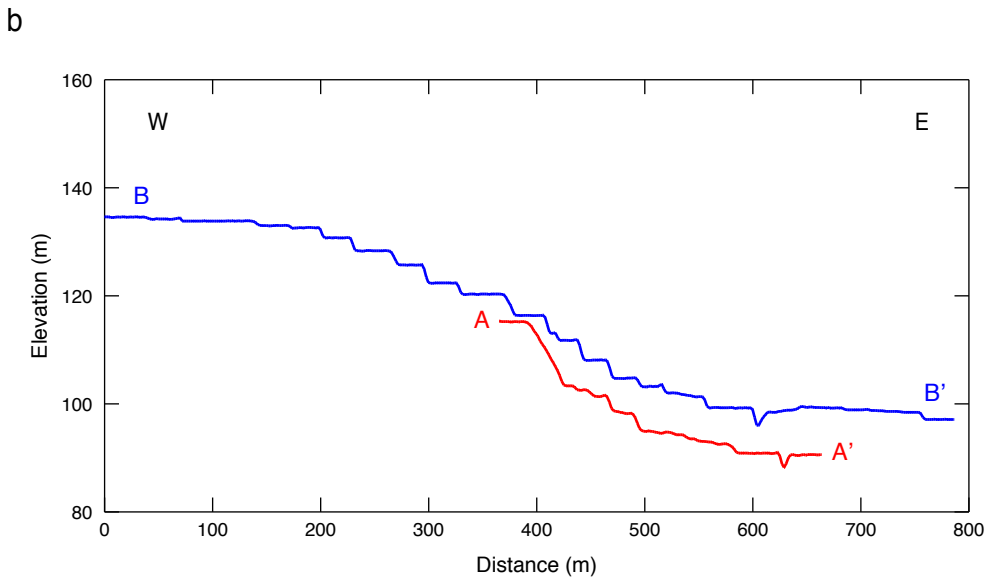
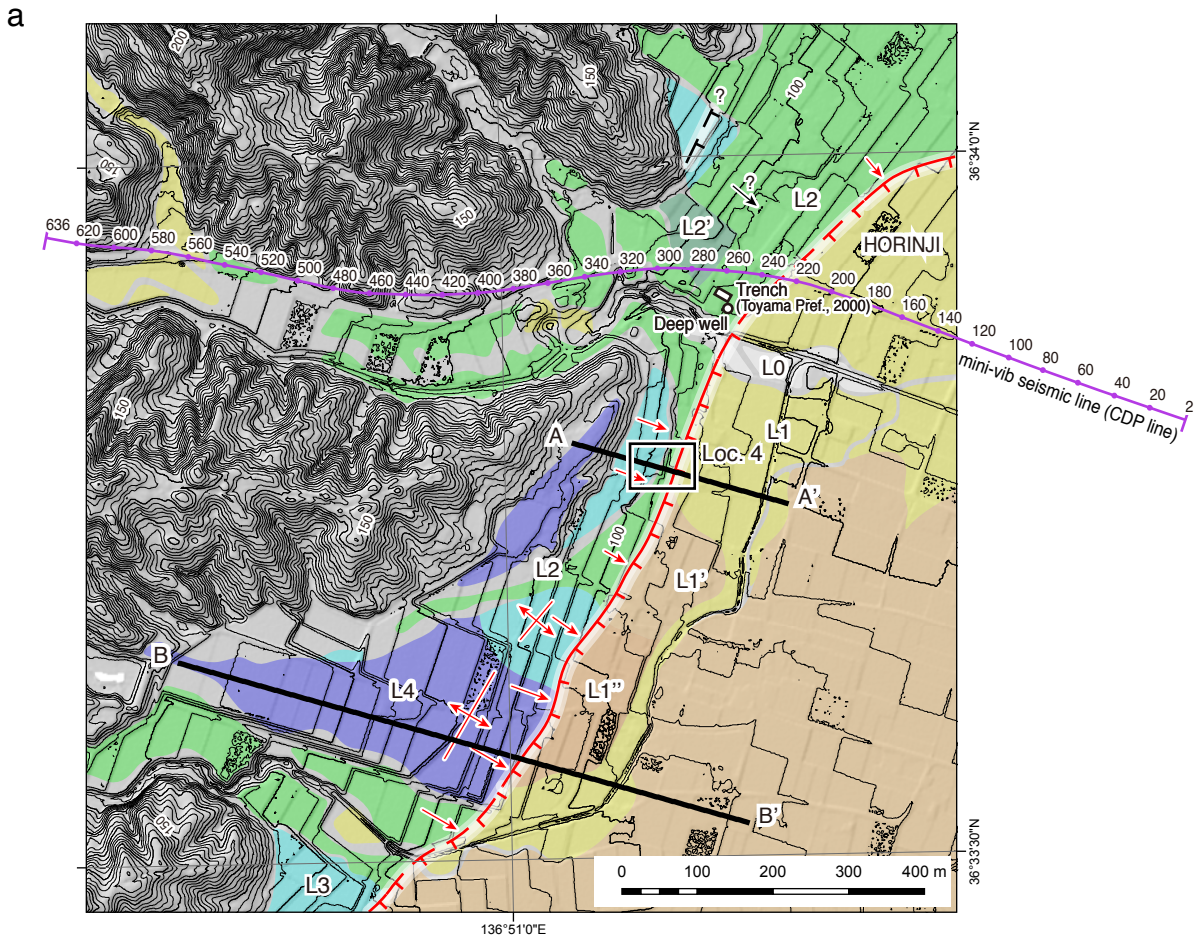


図15 a) 法林寺地区とその周辺の地形分類図。

図3に位置を示す。

基図は国土交通省北陸地方整備局提供2 m DEMデータを用いて作成。
 反射法地震探査測線は富山県（1999）による。

b) 法林寺地区における法林寺断層を横切る地形断面図。
 断面位置を図15aに示す。

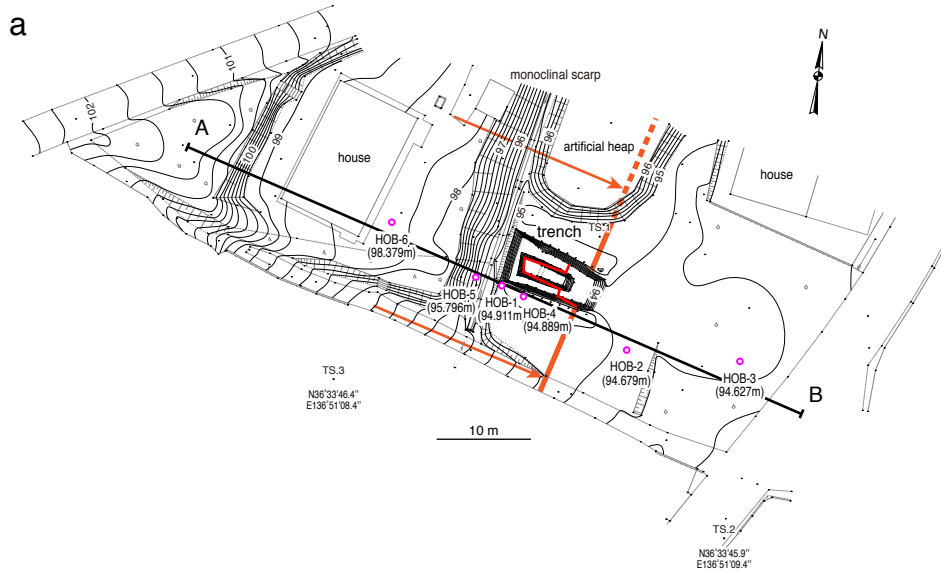


図16 a) トータルステーションを用いた法林寺地区調査地点 (図15のLoc. 4) とその周辺の詳細地形図 (等高線間隔は25 cm) .
 ボーリング位置, トレンチ位置図および地質断面図位置を示す.
 b) 掘削前のトレンチ調査地点周辺の状況. 西に向かって撮影.

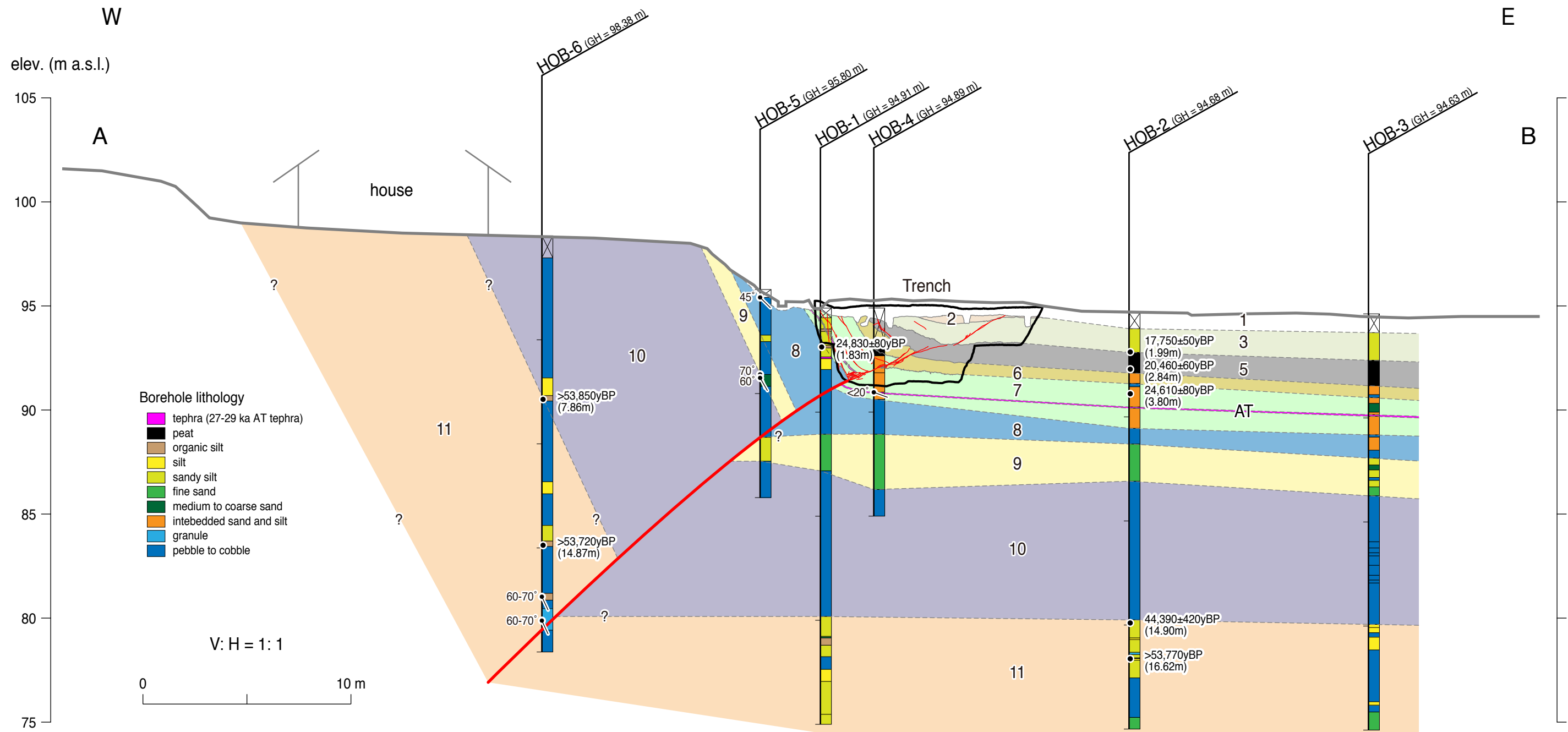


図 17 群列ボーリングとトレンチに基づく法林寺地区の地質断面図。 断面図の測線を図 16a に示す。



図18 法林寺地区トレンチ北壁面のモザイク写真. グリッド間隔は1m.

S wall (reversed view)
W

E

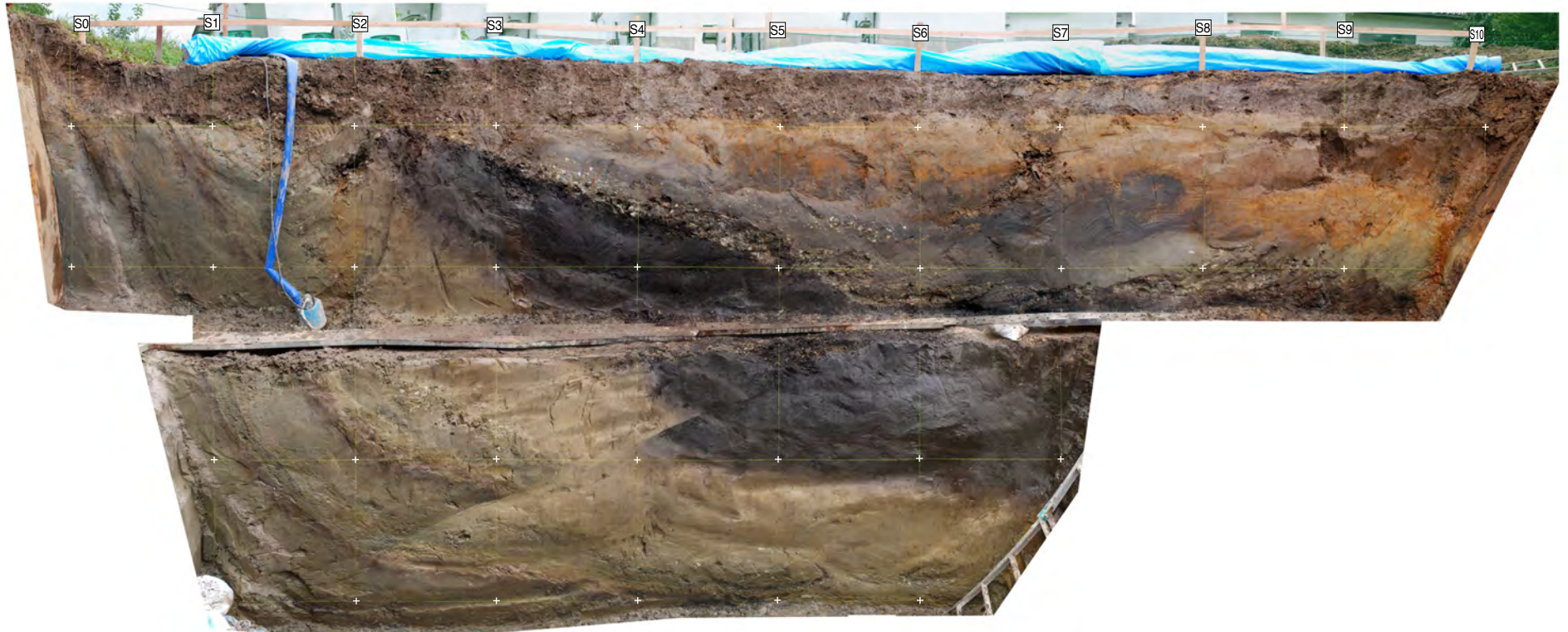


図19 法林寺地区トレンチ南壁面のモザイク写真（左右反転）．グリッド間隔は1m.

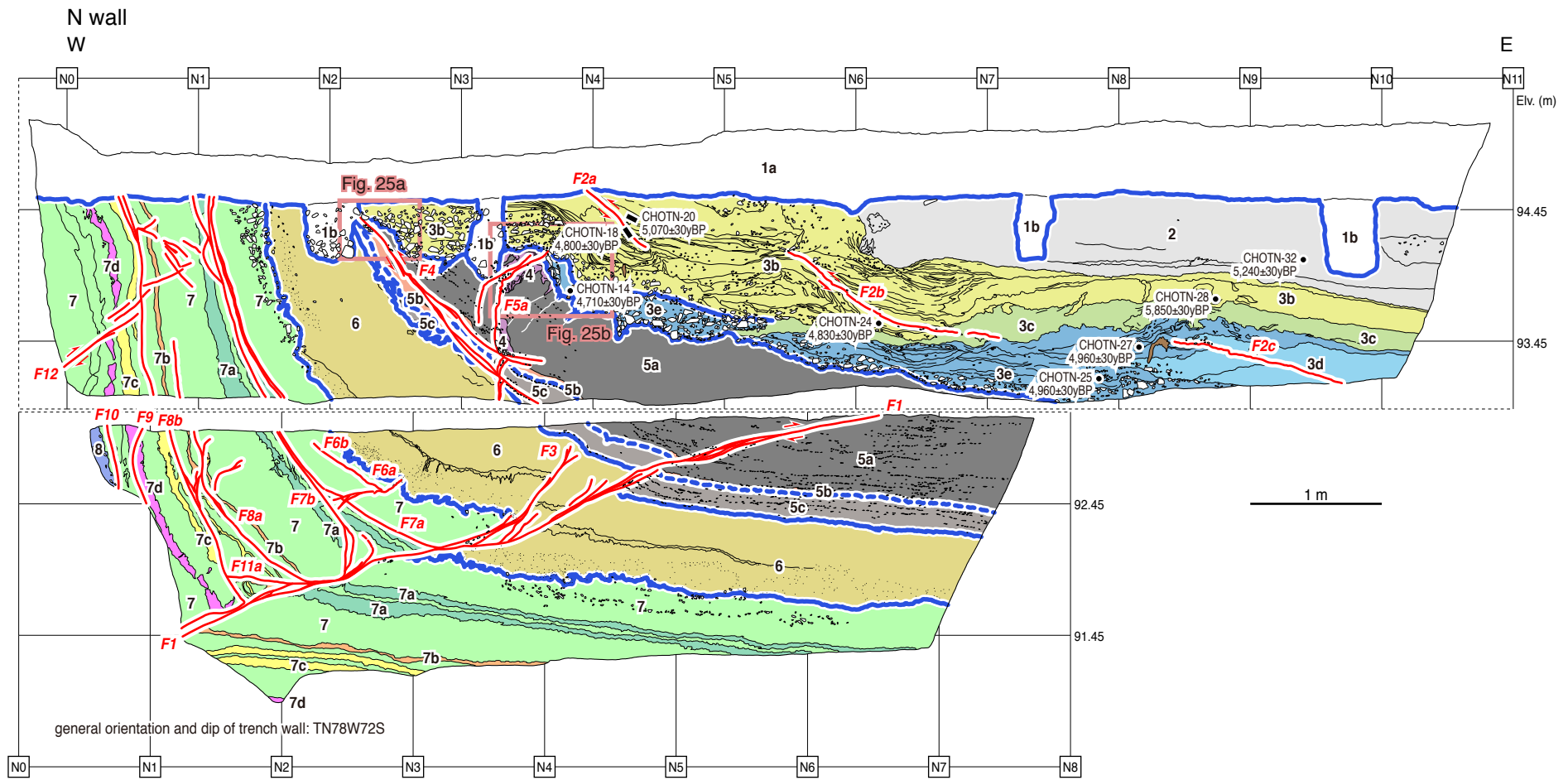


図20 法林寺地区トレンチ北壁面のスケッチ.

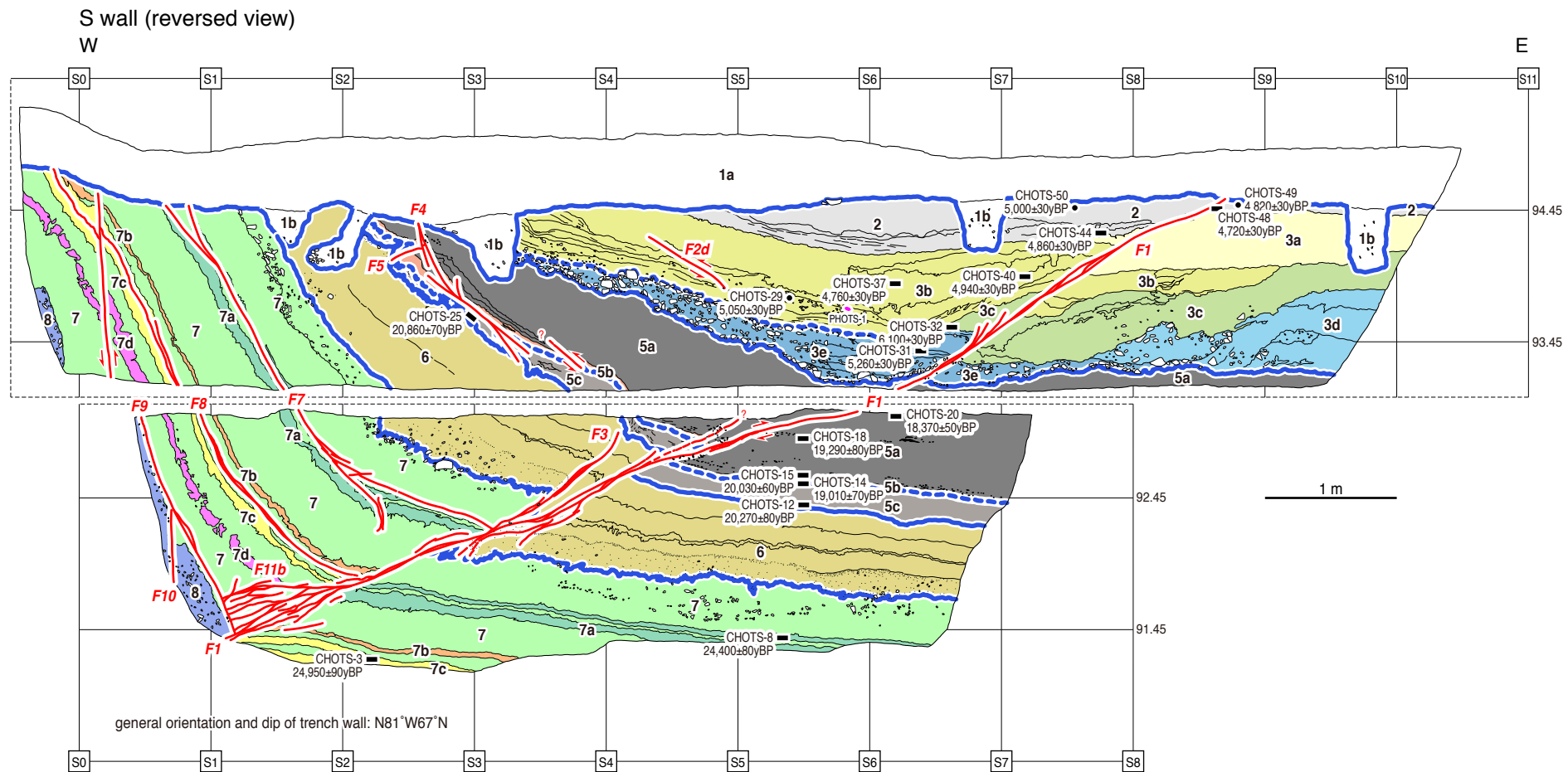


図21 法林寺地区トレンチ南壁面のスケッチ（左右反転）。

EXPLANATION

Trench unit














1a	Plowed soil		Unit contact
1b	Man-made channel fill		Subunit contact
2	Fluvial sand and silt		Bedding
3a	Fluvial sandy silt		Event horizon: dashed where possible event horizon
3b	Organic silt with fluvial gravel and sand		Fault: Identity and existence certain, location accurate. Arrows show relative motion
3c	Fluvial sandy silt with organic silt		Fault dashed: Identity and existence certain, location inferred; queried where existence uncertain
3d	Fluvial sandy silt		Clasts
3e	Fluvial gravel		Plant residues
4	Silt		Twigs
5a	Peat		Radiocarbon sample, in radiocarbon years
5b	Thin silt layer		circle: charcoal, seed, wood chip, plant fragment;
5c	Peaty silt		rectangle: peat, organic silt
6	Sandy silt		PHOTS-1 Earthenware shard sample
7	Fluvial silt and sand		
7a	Organic silt layer in unit 7		
7b	Medium to coarse sand layer in unit 7		
7c	Organic silt layer in unit 7		
7d	Volcanic ash (AT tephra)		
8	Fluvial/debris flow sandy gravel		

図22 法林寺地区トレンチ南北両壁面の凡例.

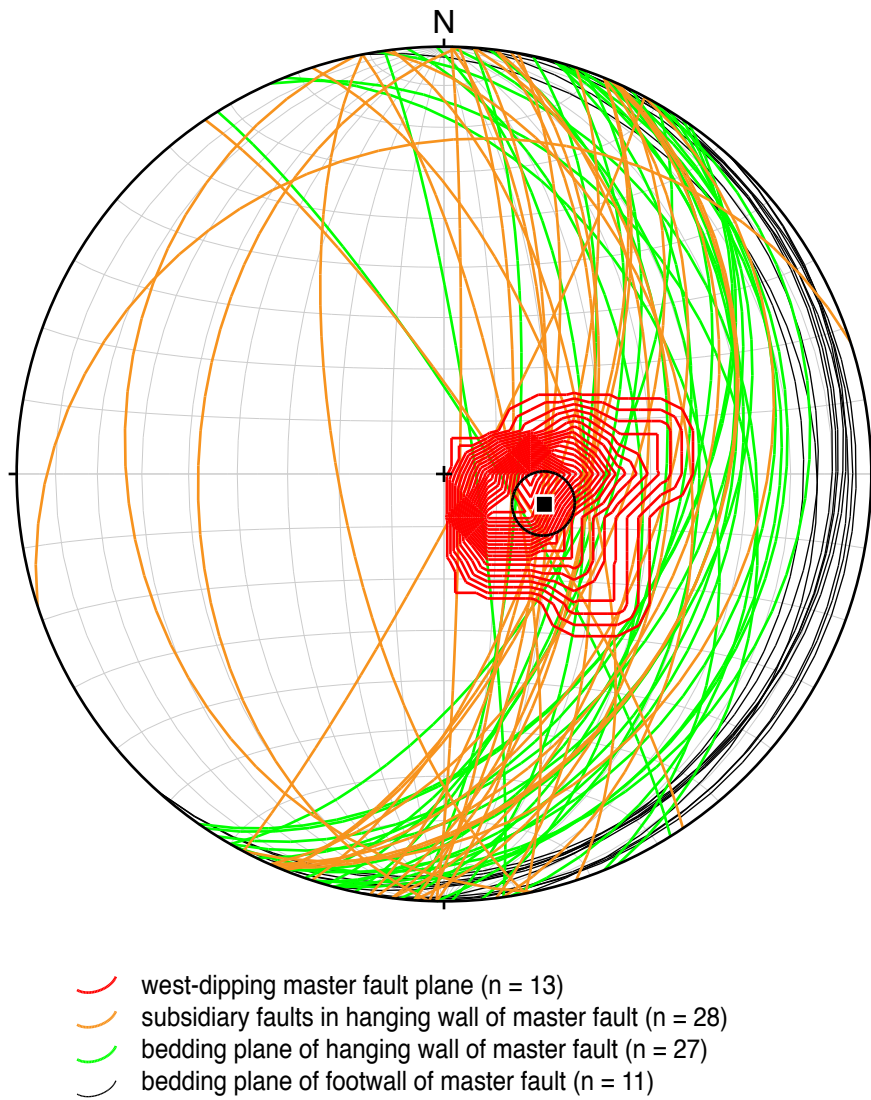


図23 法林寺地区トレンチ南北両壁面で観察される主断層面群の極（コンター間隔：2%）
 および上盤側の小断層，
 上盤側の層理面および下盤側の層理面の走向・傾斜（大円）を示すステレオネット
 （下半球投影）．

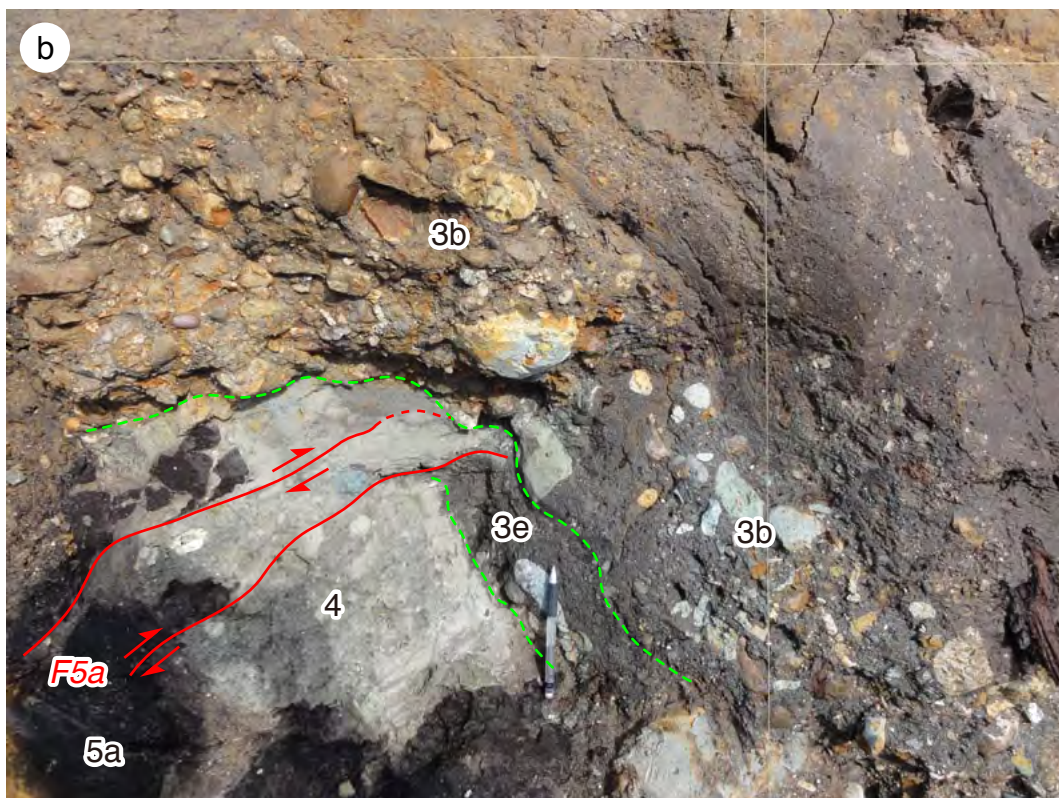
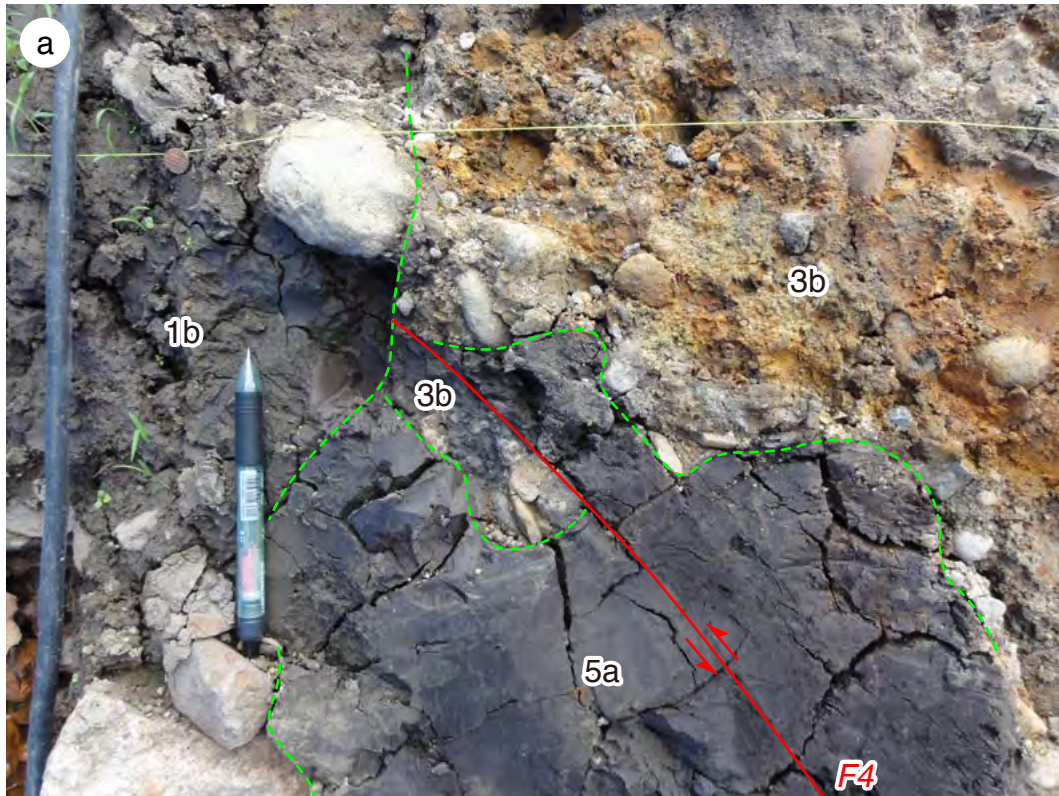


図24 a) 法林寺地区トレンチ北壁面グリッドN2～N3間にみられるF4断層沿いの変形構造。
 b) 法林寺地区トレンチ北壁面グリッドN3～N4間にみられるF5a断層沿いの変形構造。
 写真の範囲を図20に示す。

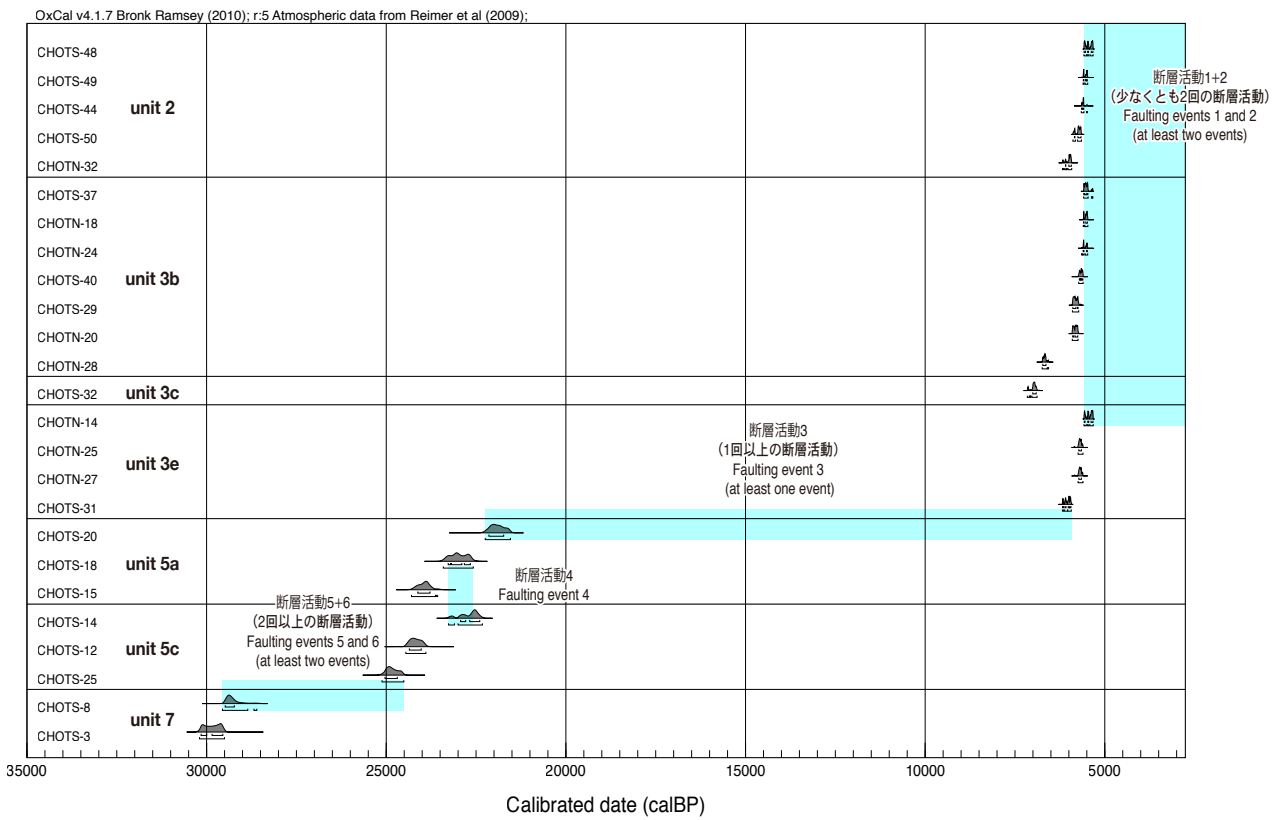


図25 法林寺地区トレンチで認定された古地震イベントの年代範囲.

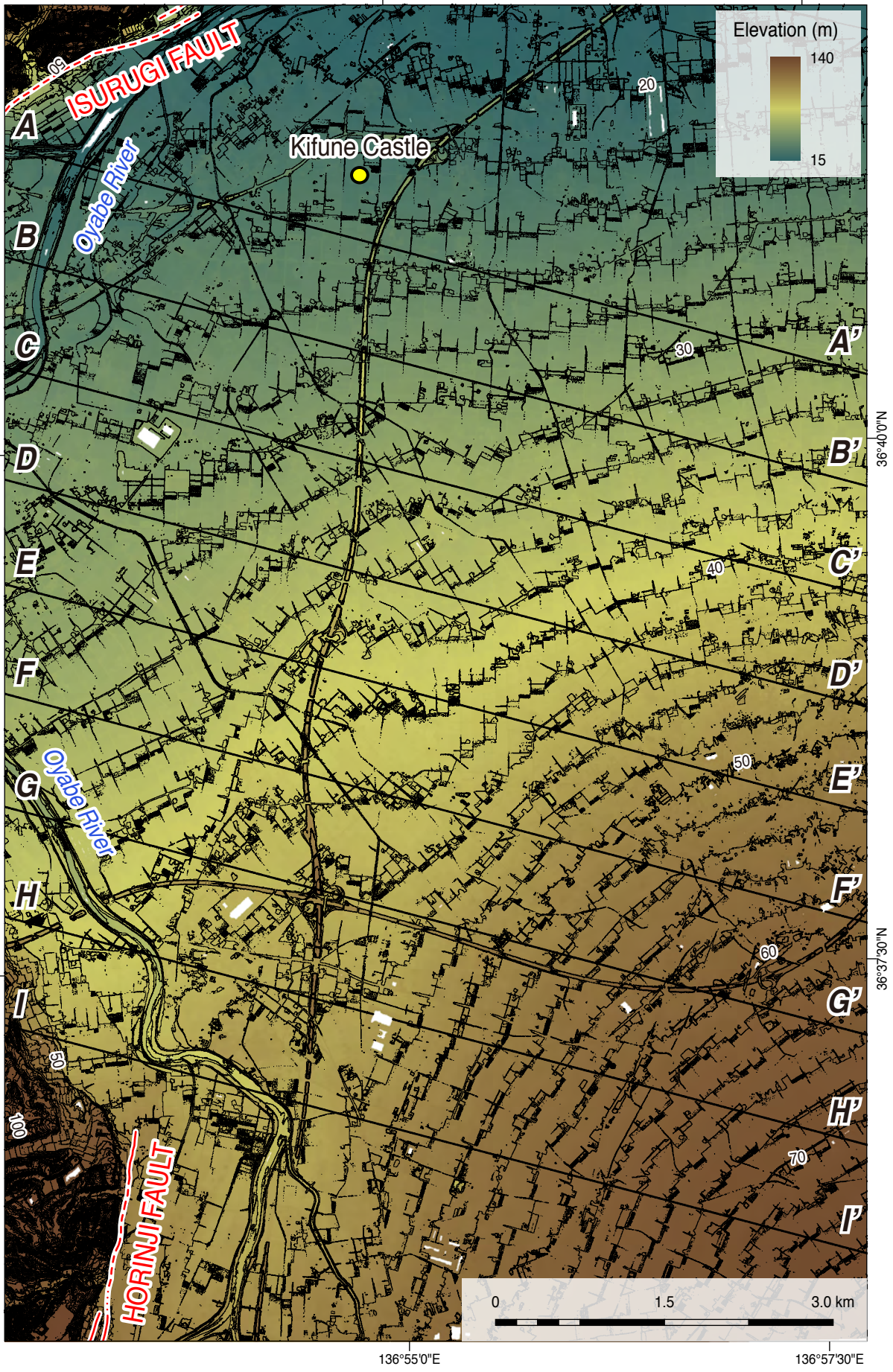


図26 2 mグリッド細密DEMデータに基づく庄川扇状地西部の詳細地形図。
 地形データは国土交通省北陸地方整備局から提供。図3に本図の範囲を示す。
 A-A' ~ I-I' は図27に示す地形断面図の位置。

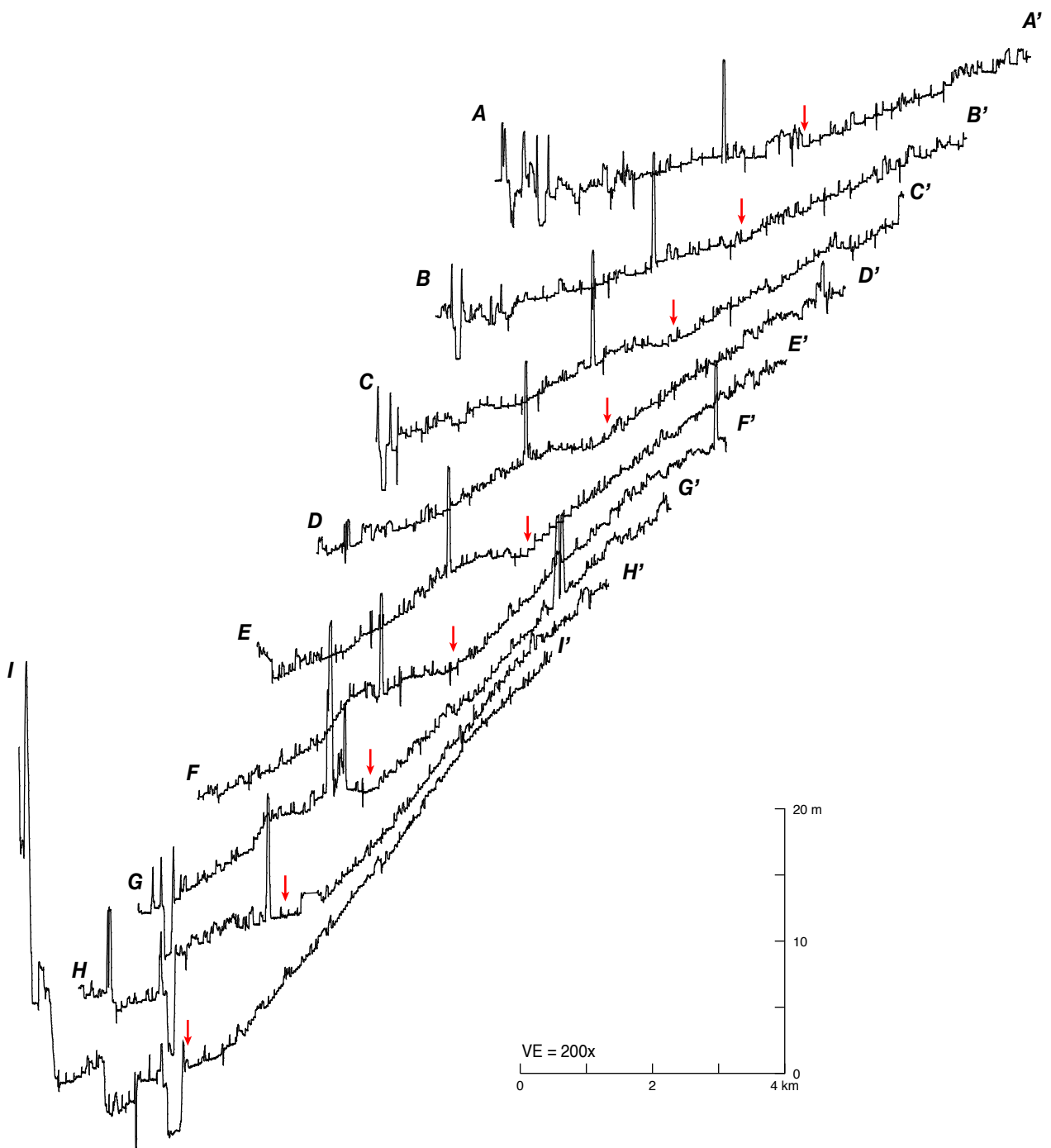


図27 2 mグリッド細密DEMデータに基づく庄川扇状地西部を横切る地形断面図。測線の位置を図26に示す。東向き低崖の基部を赤矢印で示す。各断面中央付近のパルス状高まりは能越自動車道。鉛直誇張は200倍。

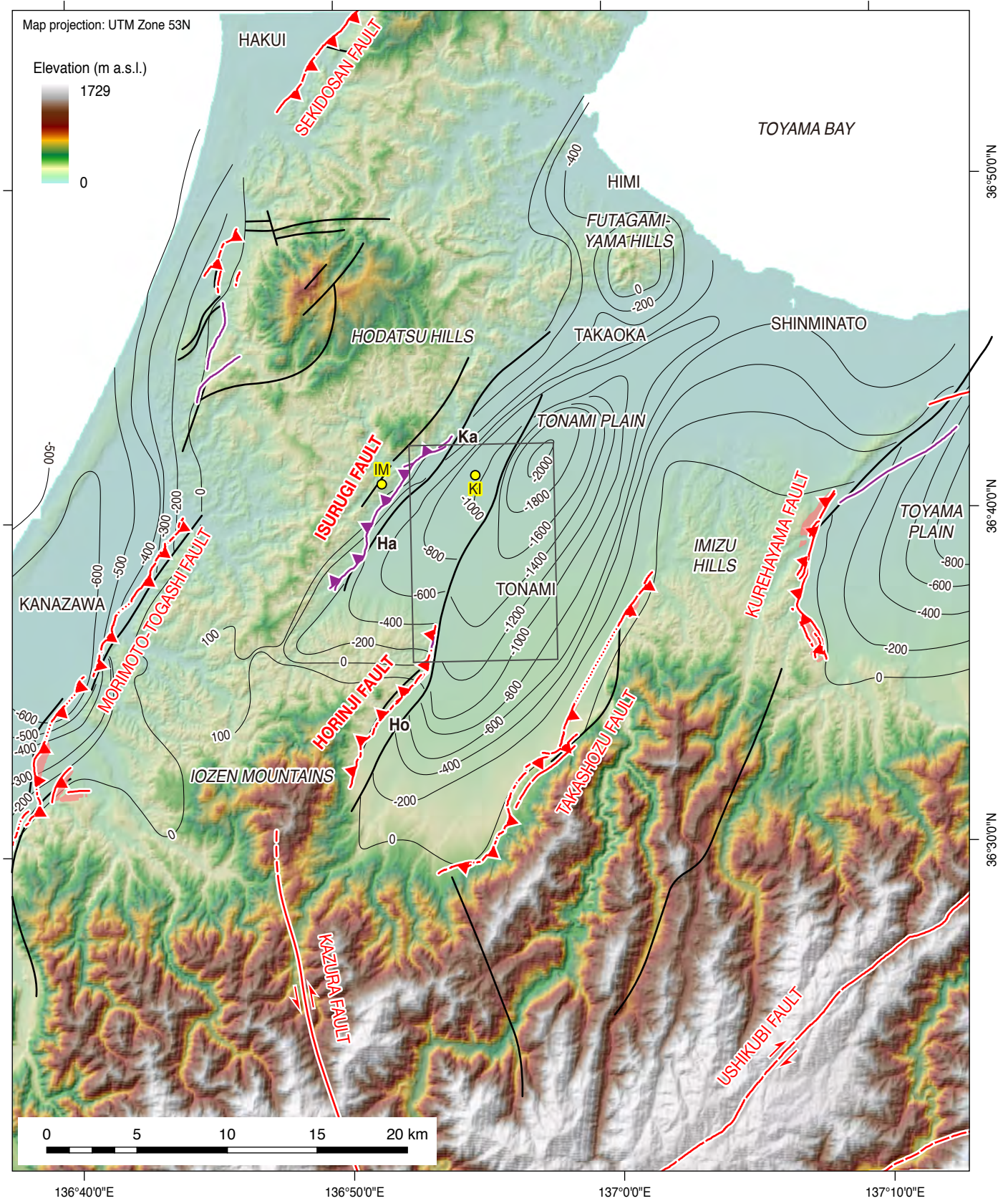


図28 砺波平野とその周辺に分布する活断層の分布と砺波平野と周辺の盆地における第四紀堆積物基底の等深度線およびその不連続から推定される断層の分布. 活断層 (赤線) および推定活断層 (紫線) の分布は, 中田・今泉編 (2002) による. 第四紀層基底の等深度線およびその不連続などにに基づき推定され新第三系および下部更新統を変位させる断層 (黒実線) の分布は, 藤原 (2001) による. KI: 木舟城, IM: 今石動城.

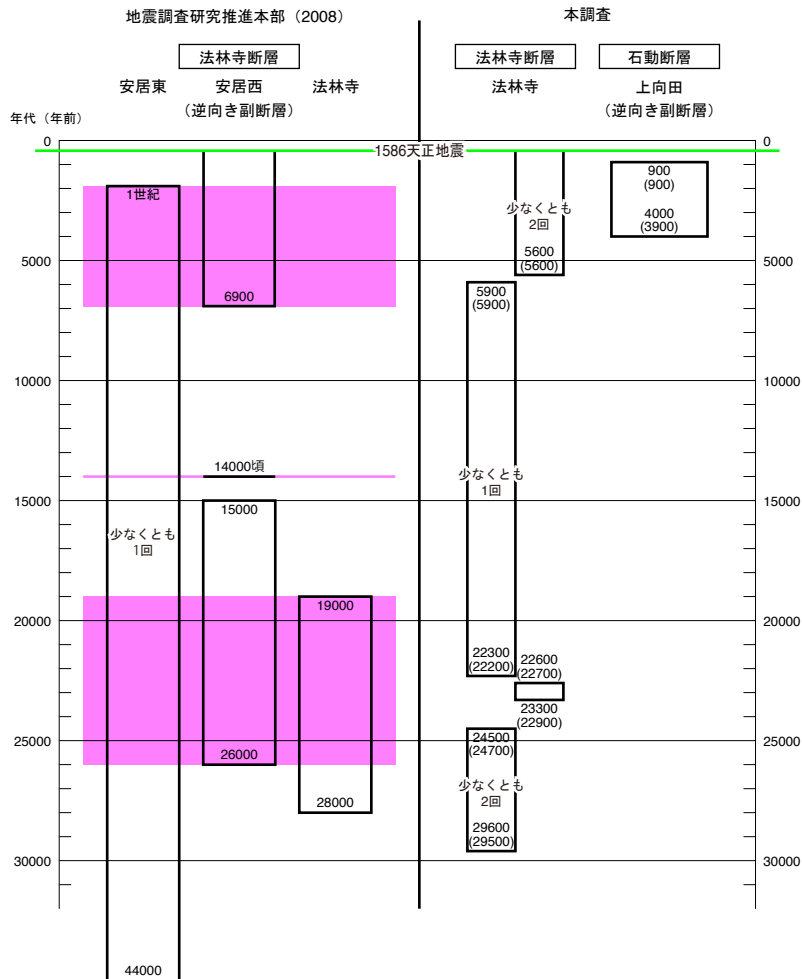


図29 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2008) による砺波平野断層帯西部の過去約3万年間の断層活動履歴 (左) と本調査で認定された断層活動履歴 (右)。
 イベント時期の年代範囲は 2σ で表示した。なお、() 内で示した年代は 1σ の年代範囲を示す。