

「活断層の追加・補完調査」成果報告書 No. H21-2

横手盆地東縁断層帯（南部）の
活動性および活動履歴調査

平成 22 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21年度「活断層追加・補完調査」の成果をとりまとめたものです。

目 次

1. 横手盆地東縁断層帯南部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	2
3. 変動地形学的調査	3
3. 1 地形面区分と地形面の形成年代	3
(1) A面	3
(2) L2面	4
(3) L1面	4
(4) L0面	4
(5) M面	5
3. 2 地表における位置形状	5
(1) 金沢本町-御所野	6
(2) 御所野-横手市街	6
(3) 横手市街-寺内	7
(4) 釜ノ川-平鹿	7
(5) 熊淵-川連	7
(6) 猪岡-醍醐	8
(7) 浅舞-増田	8
3. 3 平均変位速度	9
4. 地下構造探査	10
4. 1 探査概要	10
4. 2 探査結果	11
(1) 中山測線	11
(2) 十文字測線	12
5. 活動履歴調査	12
5. 1 寺内地点	12
(1) 調査概要	12
(2) 群列ボーリング	13

(3) 断層活動時期に関する考察	13
5. 2 釜ノ川地点	14
(1) 調査概要	14
(2) 構造確認ピット	14
(3) オールコアボーリング	15
(4) 変位量に関する考察	15
5. 3 半助村地点	15
(1) 調査概要	15
(2) 群列ボーリング	16
(3) 地質構造に関する考察	17
(4) 活動時期に関する考察	17
5. 4 平鹿地点	18
(1) 調査概要	18
(2) トレンチ調査	18
(3) オールコアボーリング	19
(4) 断層活動時期に関する考察	19
5. 5 熊淵地点	20
(1) 調査概要	20
(2) 層序確認ピット	20
(3) オールコアボーリング	20
(4) 地質構造に関する考察	21
5. 6 中山地点	21
(1) 調査概要	21
(2) 構造確認ピット調査	21
(3) 群列ボーリング	22
(4) 断層構造に関する考察	23
6. まとめ	24
6. 1 断層帯の位置及び形態	24
(1) 断層帯を構成する断層	24
(2) 断層面の位置・形状	24
(3) 変位の向き	25

6. 2 断層帯の過去の活動	25
(1) 平均変位速度	25
(2) 活動時期	25
(3) 1回の変位量	25
(4) 活動間隔	25
(5) 活動区間	25
文 献	26
図 表	28

1. 横手盆地東縁断層帯南部の概要とこれまでの主な調査研究

横手盆地東縁断層帯は、秋田県仙北市（旧仙北郡田沢湖町）から横手市を南北に縦断して同県湯沢市付近に至る南北走向で主として東側隆起の逆断層帯である（図1）。活断層の長期評価において、本断層帯は、1896年に発生した陸羽地震（M7.2）に伴って活動した横手盆地東縁断層帯北部（白岩断層，太田断層，千屋断層および金沢断層の北部）と、この地震の際には活動しなかった横手盆地東縁断層帯南部（金沢断層の南部，杉沢断層，大森山断層）の2つの活動区間に区分されている（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2005）。断層帯北部と断層帯南部の境界は、仙北郡美郷町金沢本町付近とされている（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2005）。

横手盆地東縁断層帯南部を構成する活断層について、活断層研究会編（1991）は、金沢断層（長さ10 km）、杉沢断層（長さ6.5 km：「杉沢付近」とされている区間3 kmを含む）、大森山断層（長さ24 km）を認定し、その位置を20万分1地勢図上に示した。秋田県（1998，1999）は、上記活断層のほか、横手市街の西方に活断層を示した。そのほか、土木学会原子力土木委員会（1999）は、C級活断層の分類に関する研究の事例として、断層帯南部にあたるこの区間のリニアメント分布図と認定基準およびそのランクを示している。土木学会原子力土木委員会（1999）は、金沢断層をランクC（長さ0.9 km）およびランクB（長さ1.8 km）のリニアメント、杉沢断層をランクB（長さ1.1 km）のリニアメント、大森山断層をランクD（長さ2.1 kmおよび1.3 km）、ランクC（長さ2.8 km）およびランクB（長さ1.8 km）のリニアメントとした。池田ほか編（2002）は、横手盆地東縁断層帯について金沢断層の南端にあたる横手市睦成（横手川右岸）までを図示し、横手盆地の南半の東縁部については崖地形で盆地と境されているものの、これらに沿って新期の明瞭な変位地形は認めがたいとした。地震調査研究推進本部地震調査委員会（2005）は、活断層研究会編（1991）と中田・今泉編（2002）の活断層情報に基づき、20万分1地勢図上に横手盆地東縁断層帯の位置を示した。その後、谷口ほか（2007）は大縮尺の空中写真を用いた詳細な地形判読結果に基づき、横手市街付近より南の地域において長さ22.5 kmと10 kmの2条の活断層の存在が推定されることを指摘した。

横手盆地東縁断層帯南部の平均変位速度について、活断層研究会編（1991）は、金沢断層の活動度をB級としたが、杉沢断層と大森山断層については活動度を記載していない。秋田県（1999）は、金沢断層の三貫堰地点さんかんぜきにおける調査に基づき、約29,000年前の粘土シルト層が東上がりに約6.8 m変位していること

から、同地点における上下方向の平均変位速度を 0.23 m/千年と算出した。しかしながら、本断層帯の長期評価では、信頼性のあるデータはこれまでに得られていないとされている（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2005）。

横手盆地東縁断層帯南部の活動時期について、横手市谷地中地点では谷底面（約 5 千—6 千年前以降：秋田県，1999）に東側隆起の撓曲崖が認められることから、最新活動時期は谷底面の形成年代以降であるとされている（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2005）。断層帯南部では、最新活動に先立つ活動に関する情報は得られていない。

地震調査研究推進本部地震調査委員会（2005）は、この断層帯南部について、秋田県（1998，1999）の調査結果などに基づき審議した結果、活動性に関する資料が十分に得られていないとし、平均活動間隔および将来の活動確率については「不明」と評価した。その上で今後の課題として、平均変位速度や活動履歴に関する資料を収集し、断層の位置を明確にした上で、活動性について検討する必要性を指摘している。

2. 調査の方針と調査地の選定

本調査ではまず、断層線の位置を特定するとともに、掘削調査候補地点の選定を行なうため、米軍が 1948 年から 1949 年にかけて撮影した縮尺約 1 万分の 1 空中写真による地形判読を行なった。活断層の位置の特定については、金沢断層、杉沢断層および大森山断層のほか、秋田県（1999）、土木学会原子力土木委員会（1999）および谷口ほか（2007）によって新たに示されている活断層についても検討を行なった。空中写真判読で地形学的に認められる断層変位地形の多くは、圃場整備によって現在は地形が失われていることが多いことから、空中写真図化から多数の地点において活断層を横切る地形断面を作成し、変位量および平均上下変位速度を検討した。

新たに認定した活断層については、地形から推定される活断層と地下構造との関係を確認するために、これらの活断層を横切る 2 測線で反射法地震探査を実施した。

活動履歴解明のための調査地の選定にあたっては、1) 形成年代が若い（後期更新世以降の）地形面が断層変位を受けている、2) 年代測定試料となる有機物を含む可能性が高い細粒堆積物が堆積している、3) 断層の両側に同一地形面が保存されている（侵食地形との誤認を回避するとともに、上下変位量の

確認に適している), といった点に注目した. 低断層崖と推定される地形に沿って水路が設置されている場所が多く, とくにトレンチ掘削地点の決定は難航した. 結果として, 低断層崖地形と判読される3地点においてトレンチもしくは地層の堆積・変形構造を確認するためのピット(以下では「構造確認ピット」と呼ぶ)を掘削した. 地形面の変形が幅広い撓曲崖と判断される場所においては群列ボーリングを実施した. トレンチ調査, ピット調査およびボーリング調査で観察された地層の堆積年代を決めるため, 放射線炭素同位体年代測定と連続採取した試料の火山灰分析を行なった.

3. 変動地形学的調査

3. 1 地形面区分と地形面の形成年代

変位基準となる地形面の区分について, 本報告書では下位から順に A 面(場所によって A1 面と A2 面に細分), L2 面, L1 面, L0 面, M 面の名称を用いる. 空中写真判読によって分類および対比される地形面の形成年代を決定するため, 後述する群列ボーリング調査とは別に, ボーリング調査および層序確認ピット調査を実施した. 各地点で掘削されたボーリングコアの柱状図を図3に示す.

(1) A 面

A 面は沖積低地および谷底にあたる地形面である. A 面で実施したボーリングコアのうち, 礫層直上のシルト層中から採取した試料からは 7,490-7,390 年前(NK-1), 7,320-7,180 年前(HS-3), 1,430-1,290 年前(HS-1), シルト層上部の腐植質シルトもしくは腐植の層準からは 3,600-3,620 年前(HS-6), 3,460-3,390 年前(HS-1), 2,850-2,740 年前(JM-4'), 礫層直上の砂もしくは砂礫の層準から 1,360-1,310 年前(HK-2) および 1,300-1,290 年前(HK-1)の年代値がそれぞれ得られた(図3, 表2). このほか, 後述する平鹿トレンチでは, 710-610 年前の年代値が得られた. MM-2 で得られた3万年前を超える年代試料については, A 面構成層に対する基盤にあたる古い堆積物の年代と解釈した. また, HS-1, HS-2, JM-4' および平鹿トレンチで得られた年代試料は, 周辺の A 面を開析している A2 面の堆積物から採取された試料であるため, 検討から外した. シルト層中から採取された試料のうち, HS-1 で年代の逆転がみられる. 同地点の他のボーリングコアでは, シルト層上部の腐植質シルトから3000年前以前の年代値が得られていることから, 下位の層準から得られた年代値

(1, 430-1, 290 年) に問題があると考え、検討の対象から外した。そのうえで、シルト層と腐植質シルトのどちらを A 面の形成年代とするか検討した結果、水流の影響がほぼなくなったと考えられる後者の年代値 (3, 600-3, 620 年前, 3, 460-3, 390 年前) の概数として約 3, 000-4, 000 年前が適切であると判断した。

(2) L2 面

L2 面は、横手市街、十文字、増田および大門付近に広く発達する地形面で、A 面とは比高数 \sim 10 m 程度の崖をもって区分される。L2 面で実施したボーリング調査のコア (DM-1, JM-2') からは、約 1, 300 年前から約 37, 000 年前までの幅広い年代が得られた。地表に近い層準から 2, 340-2, 190 年前 (DM-1), 1, 340-1, 300 年前 (JM-2') の年代値がそれぞれ得られた (図 3, 表 2)。堆積物の基底と地表付近との間での年代幅が広いこと、これらの年代測定結果から L2 面の形成時期を特定するのは難しいと判断し、次に述べる L1 面の形成年代を検討した後に改めて考察する。

(3) L1 面

L1 面は、横手川左岸、醍醐、熊渕付近などに分布する。釜ノ川地点の L1 面で実施したボーリング調査のコア (KK-1) からは、シルトから $46, 580 \pm 530$ 年前, $37, 840 \pm 260$ 年前および 15, 670-15, 340 年前の年代値が得られた (図 3, 表 2)。寺内地点で堆積物の下部から採取された試料からは、 $25, 440 \pm 110$ 年前 (TU-3), $24, 650 \pm 110$ 年前 (同), $24, 330 \pm 90$ 年前 (TU-1), $24, 200 \pm 100$ 年前 (TU-3), 21, 810-21, 360 年前 (TU-2), 20, 060-19, 900 年前 (同), 19, 780 年前 (TU-1) の年代値が得られた。また、後述するピット調査において、構成層上部のシルト層中から 15, 110-14, 880 年前 (釜ノ川ピット), 11, 320-11, 240 年前 (熊渕ピット), 構成層を覆う腐植土中から 5, 300-5, 070 年前 (釜ノ川ピット) の年代値がそれぞれ得られた。これらのうち、熊渕地点で観察された氾濫原堆積物のシルトが L1 面の離水時期に最も近接していると判断し、ある程度の年代幅を見込んだ値として、L1 面の形成年代を約 10, 000-12, 000 年前とした。

(4) L0 面

L0 面は三又周辺に分布する地形面で、この付近に局所的に発達したものと推定される。三又地点において掘削したボーリングコア (MM-1) では、採取した試料から 16, 090-15, 720 年前の年代値が得られた。したがって、L0 面は約 16, 000

年前以後，L1 面形成以前に離水した地形面であると判断した。

(5) M 面

M 面は平鹿周辺の山麓に沿って局地的に分布する。中山地点で掘削したボーリングコアのうち，礫層を覆うシルトから 24,240±100 年前 (NK-2)，礫層中に挟まれるシルトから 45,880±720 年前 (NK-3) の年代値が得られた。したがって，M 面は約 24,000 年前以降に離水した地形面であると推定される。また，M 面の分布は連続性が悪く，分布地域が離れた場所での対比には問題があるため，この年代を M 面の形成年代として一律に用いることには注意が必要である。

以上の結果，本調査地域に分布する地形面の形成年代については，A 面 (A1 面) を 3,000-4,000 年前頃，L1 面を 10,000-12,000 年前頃，L0 面を 16,000 年前頃以降と推定した。L2 面については，調査結果から具体的な年代値を導き出せないため，本報告では A 面と L1 面の形成年代の間の幅をとり，L2 面の形成年代を 5,000-10,000 年前とする。また，M 面の形成年代については，地形面の開析の程度から判断して後期更新世に形成されたものと推定され，中山地点ではおよそ約 26,000 年前以降に形成されたと推定される。ただし，M 面は地形面の分布の連続性が悪いため，中山地点以外の調査地点にこの年代値を用いる場合には注意が必要である。

3. 2 地表における位置形状

既存資料に示されている横手盆地東縁断層帯南部の活断層は，奥羽山脈と横手盆地との境界にほぼ沿って分布する南北走向の活断層トレースと，盆地内に分布する北西-南東走向の活断層トレースに大別される。前者は，地震調査研究推進本部 (2005) に示された「横手盆地東縁断層帯南部」のほか，横手市街地以南の地域では，谷口ほか (2007) によって，新しい活断層トレースが示されている。また，横手市街地の西方に位置する赤坂丘陵の西縁に沿って北北西-南南東走向の活断層トレースと，横手市十文字付近から湯沢市川連付近^{かわつら}にかけてみられる北西-南東走向の活断層トレースが，谷口ほか (2007) により指摘されている。

以下では，山地と低地との地形境界に沿う活断層トレースを「金沢本町-^{ごしよの}御所野」，「御所野-横手市街」，「横手市街-寺内」，「釜ノ川^{ひらか}-平鹿」および「熊渕

かわつら
-川連」の 5 区間に、盆地内に分布する活断層トレースを「猪岡-醍醐」と「浅舞-増田」の 2 区間に区分して、断層変動地形の特徴を記載する。

(1) 金沢本町-御所野

横手盆地東縁断層帯北部と横手盆地東縁断層帯南部との境界は金沢本町付近とされており（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2005），そこがこの区間の北端部となる。ただし，断層変位地形として認められる活断層トレースは北部区間から南部区間にかけて連続的である。この断層は金沢断層（活断層研究会編，1991）の一部にあたる。

金沢本町から御所野にかけての区間（図 4a）においては，山麓線に沿って北東-南西走向で東側隆起の低断層崖がほぼ連続して認められる。金沢本町の北側に位置する美郷町ぼらしま茨嶋では，山麓線から約 200 m 西側に扇状地面を変位させる東側隆起の低断層崖が認められるが，現在は水田の区画整理によって消失してしまっている。金沢中野周辺においては山麓線から延長してくる断層トレースの東側に，斥候山ものみやまの東西両縁に沿って活断層の存在が推定される。これらの活断層は三貫堰の南で収斂してびるも蛭藻沼の西側にある丘陵の西側を通るが，これとは別に蛭藻沼の東側に東側隆起の活断層が現れる。この周辺の三貫堰地点，御所野地点，谷地中地点では，秋田県（1998，1999）によってトレンチ掘削調査，群列ボーリング調査等の活動履歴調査が実施されている。

(2) 御所野-横手市街

横手市御所野から横手市街にかけての地域（図 4a，b）においては，東側隆起の断層変位地形の背後に現れる西側隆起の断層変位地形が明瞭となり，西側隆起の低断層崖が数列認められる。その一部は杉沢断層（活断層研究会編，1991）にあたる。中杉沢の南では，M 面上に北北東-南南西方向の背斜状の高まりが認められ，その両側に活断層の存在が推定される。睦成付近では活断層の一般走向がほぼ南北になり，横手市街地北部の新坂町にかけて，3 条の東側隆起の低断層崖と 1 条の西側隆起の低断層崖が認められる。これらの東方にも東側隆起の活断層の存在が推定され，その南方延長は横手市街地中心部まで延びており，L2 面および L1 面を変位させていると考えられる。横手市街地南部では，横手川左岸に発達した河成段丘の L1 面に 2.8-3.0 m の東側隆起の変形が認められる（図 5，6）。

(3) 横手市街-寺内

横手市街地以南の地域では、前郷から寺内にかけて山地と盆地との地形境界に沿って大森山断層（活断層研究会編，1991）が存在する。横手市街地の南から寺内にかけての地域（図 4b）では、東側隆起の断層変位地形が不明瞭ながら L1 面や L2 面上に断続的に認められる。大屋新町付近では一旦活断層トレースの連続が途切れるが、その南延長にあたる中里、鬼嵐、寺内などでは L1 面に対比される地形面に東側隆起の撓曲変形が認められることから、両者の変位地形は連続しているものと判断した。寺内では、L1 面に東側隆起の撓曲変形が認められ、その変形量は 0.8-1.1 m と見積られる（図 7, 8）。寺内以南では、東側隆起の断層変位地形の分布は一旦途絶え、釜ノ川から平鹿にかけての地域でその分布が再び明瞭になる（図 4b, 4c）。

(4) 釜ノ川-平鹿

横手市釜ノ川から同市平鹿にかけての地域（図 4c）においては、M 面、L1 面、L2 面、A 面に東側隆起の断層変位地形がほぼ連続して認められる。釜ノ川の北側においては、L1 面に東側隆起の低断層崖が 2 条認められる（図 9, 10）。これらのうち、西側の活断層トレースが南方へと連続し、釜ノ川集落の西側、明沢集落の西側および亀田集落の東側に低断層崖が認められる。亀田の南で活断層トレースは分岐しており、山麓線に沿って真人まるとに向う活断層トレースと、その前縁（西側）に半助村から樋場を抜け、平鹿まで繋がる活断層トレースとが認められる。いずれも東側隆起の低断層崖であり、一般走向は真人に向かう活断層トレースでは北西-南東走向、平鹿に向かう活断層トレースではほぼ南北走向となる。半助村および平鹿においては、大規模な圃場整備により低断層崖は消失してしまっている。米軍撮影の空中写真を用いた航測図化によって作成した地形断面に基づくと、半助村では M 面に 12 m、A 面に 0.6 m の東側隆起の低断層崖（図 11, 12）が、平鹿においては A 面に 0.3-0.8 m の東側隆起の断層変位が認められる（図 13, 14）。

(5) 熊淵-川連

成瀬川以南の地域（図 4d）では、南北に延びる皆瀬川流域の東縁および流域の段丘面上に主として東側隆起の断層変位地形が不明瞭ながら断続的に認められる。湯沢市熊淵では、成瀬川左岸の L1 面上に 2 条の東側隆起の低断層崖が認

められる (図 15). 圃場整備によりこれらの変動地形は現存しないが, 空中写真図化による地形断面に基づいて L1 面の変形量を検討すると, 西側の活断層トレースで 1.2 m, 東側の活断層トレースで 0.7 m のそれぞれ東側隆起の変位が認められる (図 16). 熊渕の西側の活断層トレースは, 皆瀬川流域東縁の山麓線に沿って南へと続き, 湯沢市大倉, 東福寺を経て, 佐野に至る区間において, ほぼ南北走向で東側隆起の断層変位地形が認められる. 東福寺付近ではこれより東側にも東側隆起の断層変位地形が約 1 km にわたって認められる. 佐野の南では約 1.5 km の区間で断層変位地形を追跡できないが, 川連集落の南の^{しものしゆく}下宿から大沢にかけての約 1.5 km の区間において, 東側隆起の低断層崖とその隆起側に西側隆起の低断層崖と推定される地形が分布することから, 推定活断層を示した (図 4d).

このほか, 皆瀬川流域東縁から 1 km 離れた流域内において, 背斜状の高まりと東側隆起の低断層崖が認められる. 湯沢市高村では M 面が背斜状に変形し, その東西両側に低断層崖と地形面の撓曲変形が認められる. 大門では, L2 面に東側隆起の低断層崖と, その隆起側の L1 面に西側隆起の低断層崖が認められる (図 17, 18). 空中写真図化による地形断面に基づくと, L2 面にみられる東側隆起の変位量は 1.2-3.2 m である (図 19). 同様な背斜状の変形はさらに南の狐塚から^{やつおもて}八面にかけても分布する. これより東の^{みつまた}三又から羽立にかけて東側隆起を主とする断層変位地形が認められる (図 20). 三又では L0 面に撓曲を伴いながら東側隆起の低断層崖によって変位している. ただし, 低下側が侵食を受けており, 変位量については不明である (図 21).

(6) 猪岡-醍醐

猪岡から醍醐にかけての区間 (図 4b) では, 南北から北西-南東走向の東側隆起の変形を主とする断層変位地形が分布する. 猪岡から中山にかけての地域では, 赤坂丘陵の西縁の地形境界が明瞭である. とくに中山付近では, 北北西-南南東の方向に延びる地形の高まりが明瞭であり, これらの両側に活断層の存在が推定される. ^{ほのきだ}朴田から醍醐にかけては, 丘陵西縁に沿った東側隆起の低断層崖が認められ, ^{あらところ}荒処付近では A 面に東側隆起の変形が認められる. この断層トレースは醍醐から南に延長し, 釜ノ川付近に連続すると推定される.

(7) 浅舞-増田

浅舞付近（図 4b）では、A 面上に南北走向で東側隆起の低断層崖が認められる。この地域においては詳細な調査を行っていないが、道川付近における現地での目測では比高は 1 m 以下である。この活断層トレースの南延長は、十文字から増田にかけて北西-南東の崖地形へと連続する（図 4c）。この崖地形は、猪岡-醍醐にかけての区間の南部とほぼ同じ方向で連続しており、L2 面は崖側（南西）およびその反対側（北東）に向かって傾いていることなどから低断層崖の可能性があると推定された（谷口ほか，2007）。そのため、崖地形を挟んで両側でボーリング掘削およびピット掘削調査を実施した（図 22, 23）。しかし、後述する反射法地震探査の結果から、この崖は侵食崖であると判断したため、図 4c から削除した。

3. 3 平均変位速度

米軍撮影の空中写真から航測図化した地形断面を基に求めた変位量と、上述した地形面の形成年代を用いて、各地点における平均変位速度を検討した。検討に用いた各地点における変位量、基準年代および算出された平均変位速度を表 3 にまとめた。ただし、A 面が変位基準となっている場合には、地形面の年代が若く、地形面形成後に経験した断層活動が少なく、変位量の累積がほとんどない可能性があるため、ここでは平均変位速度を算出していなかった。

横手市街地付近（神明町北および南）で L1 面に東側隆起の低断層崖が認められる。地形断面を作成した 2 測線（図 5 の 246, 247）における変位量は、3.0 m と 2.8 m である。これらの値を基に、L1 面の形成年代を 10,000-12,000 年前として平均変位速度を算出すると 0.2-0.3 m/千年となる。ただし、低下側が A 面または L2 面である点に留意する必要がある。

鬼嵐の集落北方では、L2 面に 0.6 m の変位が認められる。L2 面の形成年代を 5,000-10,000 年前として平均変位速度を算出すると、0.06-0.12 m/千年と求められる。

寺内では、L1 面に対比される地形面上で計測した 3 測線において、0.8 m, 1.0 m, 1.1m の変位量が計測されている（図 8）。L1 面の形成年代を 10,000-12,000 年前として平均変位速度を算出すると 0.1 m/千年もしくはそれをやや下回る値が得られる。

阿^あ弥^み陀^だ田では、L1 面に 1.6 m, L2 面に 0.8 m の変位量が認められる。L1 面と L2 面の形成年代を約 10,000-12,000 年前および約 5,000-10,000 年前とすると、0.16-0.2 m/千年および 0.08-0.16 m/千年の平均変位速度が求められる。ただし、

前者（L1 面）については、低下側が新しい地形面である点に留意する必要がある。

釜ノ川のピット掘削地点付近では、3 測線において 1.6 m, 1.8 m (図 10), その南側では 1.6 m の変位量が求められている。基準となる地形面は L1 面であるため、平均変位速度は 0.13-0.16 m/千年, 0.15-0.18 m/千年と算出される。

樋場北では、L1 面に東側隆起 1.3 m の変位が認められる。L1 面の形成年代と併せて考えると、この地点における平均変位速度は 0.1-0.13 km/千年と算出される。

熊渕では L1 面上に 2 本の活断層が認められる (図 15)。東側の断層トレースで 0.7 m, 西側の断層トレースで 1.2 m の東側隆起の変位が認められる (図 16)。離水年代を 10,000-12,000 年前とすると、それぞれの測線における平均変位速度は 0.06-0.07 m/千年, 0.1-0.12 m/千年と算出される。

三又北では L0 面に東側隆起 1.3 m の東側隆起の変形が認められる。L0 面の形成年代を前述のように約 16,000 年前とすると、この地点における平均変位速度は 0.08 m と算出される。

4. 地下構造探査

4. 1 探査概要

谷口ほか (2007) や今回行なった空中写真判読から活断層の存在が推定されている赤坂丘陵の西縁および十文字付近の北西-南東方向の崖地形について、それらの存在や地表で認められる変位地形と地下構造との関係などを明らかにするため、それぞれを横切る 2 測線について P 波反射法地震探査を実施した (図 2)。以下では、赤坂丘陵を横切る測線を中山測線、十文字付近の崖を横切る測線を十文字測線と呼ぶ。探査期間は、十文字測線が 2009 年 11 月 19 日から 11 月 24 日にかけて、中山測線が 11 月 22 日から 11 月 28 日にかけてである。

震源には油圧インパクトを使用した。起振点間隔および受振点間隔は、どちらも 5 m とした。その他、主な仕様は表 4 に示したとおりである。収録記録のデータ処理及び解析については、まず共通中間点 (Common Midpoint; CMP) 重合法により SN 比 (シグナルとノイズの比) を高めた時間断面を作成し、次に速度解析結果等に基づいてマイグレーション処理を施して時間断面中の反射面を正しい位置に戻した後に、深度変換を施して最終的な深度断面を作成した。

4. 2 探査結果

(1) 中山測線

中山測線は、西端を横手市平賀町上吉田四ツ屋付近、東端を同市赤坂の国道107号線付近とし、測線長は約2.2 kmである(図24)。丘陵を構成する新第三系の堆積岩は、丘陵西縁付近では 20° から 30° の角度を持って西へ傾斜していることが露頭で観察される。また、丘陵と平野の境界部には、段丘面が背斜変形したような明瞭な変位地形が存在している。

中山測線の探査結果では、CMP 550 付近よりも東側ではほぼ水平な構造を示すのに対し、それよりも西側では西へ約 20° 傾斜した構造が見られる(図25)。しかし、地形から東側隆起の活断層の存在が推定される丘陵と低地との境界付近(CMP 200 付近)には明瞭な地質構造境界は認められず、地形境界のどちら側においても西へ傾斜する構造が認められる。上記の地形境界付近の地下では反射面の勾配が緩くなっている。この構造については、この付近(CMP 150 から300)で測線が活断層に沿うように緩やかに屈曲していることが原因しているのではないかと考えられるが、傾斜が変化する範囲がやや異なることなどから測線の影響ではなく、実際に地層の傾斜が緩くなっているものと解釈した。

上記の解釈に基づくと、赤坂丘陵西縁の活断層トレースに関係した地下の断層面について、以下の3通りの解釈が考えられる。まず、1) この構造からは傾斜変換部に東傾斜の逆断層が存在する可能性が示唆される。ただし、反射断面におけるその構造は、地表で観察される明瞭な変位地形とは結びつけにくい程に不明瞭である。2) 地表で確認される変位地形と地下構造の関係については、西傾斜の層面すべり断層によって地表でみられる背斜状の変形が形成された可能性もある。さらに、3) CMP 550 付近より西側にみられる地層の西傾斜をもたらした伏在断層の存在が推定される。新第三系の変形構造から推定されるこの伏在断層の形状は、東傾斜の低角な逆断層であり、その先端は赤坂丘陵の西縁よりもさらに西側に達し、また、その断層面は東傾斜していると推定されることから地下深部では横手市街地直下に広がる可能性も考えられる。上述の解釈のうち、1) と 2) は同時には説明が難しいものであり、丘陵と平野の地形境界に分布する変位地形の形成要因はこれらのうちのどちらかであると考えられる。また、3) については伏在断層の断層面を反射探査で直接確認していないため、その他の解釈も可能である。したがって、この伏在断層の存否を確認するためには、目標深度をより深く設定した地下構造探査を行なう必要がある。

(2) 十文字測線

十文字測線は測線長が約 2 km である。この測線の西端は横手市十文字町上鍋倉付近、東端は同市十文字町梨木の湯沢横手道路交差付近である (図 26)。

十文字測線の探査断面では、深度約 100 m 以深で緩やかな東下がりの構造がみられる (図 27)。深度約 200 m から約 400 m までに見られる明瞭な反射面では、CMP 400 から 500 にかけての範囲に東下がりの変形が集中している。これらの変形は地表付近には認められないことから、活構造ではないと判断される。地表で認められる活断層トレース (CMP 150 付近) の地下には明瞭な地質構造境界は認められないことから、この崖地形は侵食崖であると考えられる。一方、CMP 100 から 200 にかけての範囲では、地表付近にまで変形が及ぶ緩やかな短波長の背斜構造が認められる。この背斜構造の存在から、東傾斜の低角逆断層が地下浅部に伏在断層として存在していることが推定される。この伏在断層の先端は測線の西端よりもさらに西側へ現れている可能性が考えられるが、この断面からは特定はできない。しかし、測線の北西側に位置する浅舞付近から南北走向に延びる東側隆起の活断層トレース (図 4b, 4c) が、この伏在断層に関係した最新の活動と関連している可能性がある。

5 活動履歴調査

寺内、釜ノ川、半助村、平鹿、熊淵および中山の各地点で、トレンチ掘削調査、ピット掘削調査およびボーリング掘削調査を行なった。

5.1 寺内地点

寺内地点は、大森山断層 (活断層研究会編, 1991) の活断層トレース上にほぼ位置している (図 4b)。今回、空中写真判読によって微細な断層変位地形を抽出し、詳細な断層位置を特定し、群列ボーリング調査を実施した (図 7)。

(1) 調査概要

寺内地点は、横手市街から南方へ約 5 km に位置し、丘陵の高度変換部に沿った谷底の東側斜面にあたる。本地点には、谷底に分布する低位段丘面と東側の丘陵から流れ下って低位段丘面を覆う小扇状地面 (L1 面相当) が分布する。活断層は小扇状地面の扇端付近を通過しており、この地形面に撓曲変形を与えて

いる（図 7,8）. 今回の調査では, この地形面の形成年代を明らかにして最新活動時期の下限値を求めることと, 地下での地層の上下変位量を求めて断層変位の累積性に関する情報を入手することを主な目的とした.

（2）群列ボーリング

寺内地点では, ほぼ東西の測線上に3本のボーリング（TU-1, 2, 3）を掘削した（図 7）. それぞれの掘削深度は, TU-1（中央）で 6.0 m, TU-2（西側）で 8.2 m, TU-3（東側）で 8.4 m である.

ボーリングコアで観察された地層は, 腐植質シルト, シルト, シルト質砂礫および礫に大別される（図 28）. シルト質砂礫が小扇状地面の構成層であり, その下位に現れる礫はこの谷の本流性の堆積物であると判断される.

小扇状地面の堆積物は低地側の TU-2 孔付近ではシルトが主体の地層に遷移する. 小扇状地面の構成層から得られた試料の年代は, 約 20,000 年前（TU-1, 深度 4.58 m, 19,780-19,500 年前（暦年）; TU-2, 深度 3.25 m, 20,060-19,900 年前（暦年）および深度 4.12 m, 21,810-21,360 年前（暦年））を示している. ただし, これらの年代はいずれも小扇状地面の構成層の下部から得られており, 地形面の形成年代（離水年代）はこれらの年代値よりも後になるものと思われる.

一方, 本流性と思われる礫層中から採取された試料から得られた年代（いずれも暦年較正なし）は, 約 25,000 年前（TU-1, 深度 5.47 m, 24,330±90 年前; TU-3, 深度 5.20 m, 24,200±100 年前, 深度 5.77 m, 24,650±110 年前および深度 6.25 m, 25,440±110 年前）を示している.

（3）断層活動時期に関する考察

寺内地点では, 約 20,000 年前の年代を示す地層の堆積後, この地形面が離水した後に東側隆起の断層活動があった. この地形面は L1 面に対比されることからこの地形面の離水時期は約 10,000 年前と推定される. したがって, 寺内地点における最新活動時期は約 20,000 年前以降であり, 地形面の対比を考慮すると約 10,000 年前以降であった可能性がある. なお, 本流性と思われる礫層の上限高度から推定される変位量は約 1.3 m であり（図 28）, 地形断面から計測された上下変位量（0.8-1.1 m）とほぼ同じであることから, この期間に生じた断層が活動は1回であった可能性がある.

5. 2 釜ノ川地点

釜ノ川地点は、横手市街の南方約 8 km に位置している。この周辺では丘陵と盆地との地形境界から約 1 km 西側に位置する開析扇状地面上を横切る南北走向の低崖が空中写真判読によって認められる。今回はこの低崖に着目して、構造確認ピット調査 1 孔とボーリング調査 1 孔を実施した (図 9)。

(1) 調査概要

構造確認ピットは、開析扇状地面上に連続する NNE-SSW 方向の比高 1 m 弱の低崖を横切って掘削した。最終的なピットの掘削規模は長さ約 8.5 m、幅約 4 m、深さ約 2.5 m である。

(2) 構造確認ピット

ピットの各壁面では、シルトを主体とする地層、礫層およびそれを覆う土壌層が観察された (図 29, 30)。これらの地層について、層相、累重関係および構造に基づき、上位より順に、表土・I 層・IIa 層・IIb 層・III 層の 5 層に区分した。以下にピット壁面で観察されたこれら各層の分布状況、層相および採取した試料の放射性炭素同位体年代 (暦年較正年代: 10 年単位で四捨五入した値) を記す。

表土は、層厚が 10-40 cm 程度で、現在の崖地形に沿うように分布する。黒色で腐植物は良く分解されている。この表土の下限付近から採取した腐植土から得られた放射性炭素年代は約 260-30 年前である (表 2)。一方、北側壁面で連続試料を採取して行なった火山灰分析では、表土の最下部の KKP-t21 からわずかではあるが、浅間草津テフラ (As-K: 約 1.5-1.65 万年前に噴出した浅間板鼻黄色軽石の一部: 新井, 1962; 町田・新井, 2003 など) に由来する可能性が高い繊維束状の火山ガラス ($n=1.501-1.505$) が検出された (表 5)。ただし、この火山灰対比結果は放射性炭素同位体年代測定結果よりも古い値を示していることから、ここでみられる火山灰は再堆積もしくは耕作時に混入したものと思われる。

I 層は、層厚は 20-50 cm 程度で、崖地形より西側にのみ分布する。本層は、直径 8 cm 前後の角礫を主体とする礫層で、下位の III 層を削り込んでいる。

II 層は下位の III 層を削り込み、上位の I 層に削り込まれている。本層はシルト質砂と礫からなり、優勢な層相の差異に基づき、上位より IIa 層, IIb 層に細分した。IIa 層は褐色を呈する礫混じりシルト質砂であり、崖地形より東

側にのみ分布する。IIb 層は概ね崖地形より東側にのみ分布し、基質支持の砂礫であり、基質はシルト質砂である。東側壁面の本層中から採取された植物遺体から得られた放射性炭素同位体年代は、約 5,300-5,070 年前である。

III 層は白色を呈するシルト層からなり、クラックが発達する。シルト中には礫が点在し、レンズ状に砂礫を挟む。北側壁面の本層上限付近から採取された植物遺体から得られた放射性炭素同位体年代は約 15,110-14,880 年前である。

ピット内の各層はほぼ水平に連続し、崖地形を挟んで連続する III 層中に断層や地層の不連続は確認されなかった。本地点で認められる崖地形は II 層堆積後、I 層により侵食された侵食崖であり、その侵食崖形成後に人工改変を受けたことによって形成されたものであると判断される。

(3) オールコアボーリング

ピット掘削地点から約 40 m 西側の水田で、オールコアボーリング (KK-1) を実施した (図 9, 31)。孔口標高は 103.7 m で、掘削長は 6.0 m である。耕作土より下位は深度 4.15 m まで一部に砂礫が挟在するシルトが続いている。本層は層相からピットの III 層に対比される。シルトの下位には層厚 35 cm の礫層があり、この礫層が III 層堆積時の基底礫であると判断される。III 層中の深度 2.65 m から採取した腐植質シルトから得られた年代は、15,670-15,340 年前 (暦年) を示す (図 31, 表 2)。この年代はピット内の III 層の年代とほぼ同じ値である。

III 層の下位にはシルト、砂および砂礫が確認され、深度 5.3 m のシルト層中から採取された腐植質シルトの放射性炭素同位体年代は $37,840 \pm 260$ yBP (図 31, 表 2) である。

(4) 変位量に関する考察

ピット掘削とボーリング掘削を併用した今回の調査では、低崖地形およびそのごく近傍に断層が存在することを示すことはできなかった。ただし、III 層の上面高度は山地側に向かって緩やかに高度を増し、地形面の傾斜と同程度の勾配を持つようにも見える。本地点では撓曲末端の傾斜変換線として抽出されていることから、同層の傾斜は変形構造の一部を示している可能性がある。

5. 3 半助村地点

(1) 調査概要

本地点においては、米軍撮影の空中写真を用いた地形判読により沖積低地上に認められた北北東-南南西走向の低断層崖（現在は圃場整備により消失）を横切って、群列ボーリングを実施した（図 11）。ボーリングは、活断層の想定通過位置の直近の隆起側に 1 孔（HS-1）と、活断層トレースから隆起側と低下側の両方向に約 40～50 m 離れた位置にそれぞれ 1 孔ずつ（HS-2, HS-3）を掘削した。その状況を見た後で、想定される隆起側に 1 孔（HS-4）と低下側に 2 孔（HS-5, HS-6）を掘削した。米軍撮影の空中写真をオルソ化した画像と掘削位置を記した 2500 分の 1 の地形図（横手市発行の都市計画図）との比較に基づくと、かつての断層崖は HS-5 と HS-6 の間に存在していたと推定される（図 11）。

（2）群列ボーリング

本地点では、米軍撮影の空中写真で認められる活断層トレースと直交する方向に測線を配置し、計 6 孔のボーリングを掘削した。群列ボーリングにおける各孔の掘削深長は、最大で 8.0 m、最小で 6.0 m である（図 32）。

HS-1 は、低断層崖があったとされる付近で掘削された。孔口標高が 114.3 m であるのに対して掘削長が 8.0 m である。上位から順に耕作土、腐植質シルト、シルト、砂礫、礫となっており、上方に向かって細粒化する一連の堆積物であると考えられる。地表から深度 0.4 m までが耕作土で、その下位に層厚 0.5 m の黒色腐植質シルトが存在する。この腐植質シルトの下限付近（深度 0.86 m）から採取した試料からは 3,460-3,390 年前（暦年）の年代が得られている。腐植質シルトの下位には深度 2.13 m まで明灰～明青灰色のシルト層が続く。このシルト層の中位（深度 1.68 m）から採取した炭化物からは 1,430-1,290 年前（暦年）の年代が得られている。シルト層の下位には砂礫層が層厚約 0.5 m 存在し、深度 2.7 m 以深では礫層になる。礫層は深度 5.8 m 付近で一度シルトを挟み、HS-1 の基底である深度 8.0 m まで続く。

HS-2 は、確実に断層の低下側にあると判断される位置で掘削された。孔口標高が 113.7 m で、掘削長は 6.0 m である。HS-2 のコアは、地表から深度 0.4 m までが耕作土で、そこから下位には層厚 1.0 m の灰褐色から明青灰色のシルト層が存在する。その下位には、最上部に比較的細粒な砂礫を伴う礫層が深度 6.0 m まで続く。

HS-3 は、確実に断層の隆起側にあると判断される位置で深度 5.0 m まで掘削された。孔口標高は 114.5 m であり、低下側で掘削した HS-2 よりも 1.2 m 高い。HS-3 のコアは、地表から深度 0.3 m までが耕作土で、その下位には深度 1.2

mまで茶褐色～明青灰色のシルトが続く。このシルト層の上半部は腐植混じりであり、深度 0.7 m から採取された炭化物から 7,320-7,180 年前（暦年）の年代が得られている。シルトの下位には、比較的細粒な砂礫と砂混じりシルトを挟んで、礫層が深度 1.7 m から深度 5.0 m まで続く。

HS-4 は HS-1 と HS-3 とのほぼ中間の位置で掘削された。孔口標高は 114.3 m で、掘削長 4.0 m である。地表から深度 0.2 m までが耕作土で、その下位には深度 0.6 m まで褐～暗褐色の腐植質シルト、深度 1.2 m まで明青灰色の砂質シルトが続く。その下位には、深度 1.9 m まで比較的細粒な砂礫層とシルト（一部は砂質）との互層が続き、そこから下位は基底まで礫層が続く。

HS-5 は、HS-1 と HS-2 とのほぼ中間で掘削された。孔口標高は 114.1 m で、掘削長は 3.0 m である。地表から深度 0.3 m までが耕作土で、そこから深度 1.5 m まで一部で砂質となる褐色～明青灰色のシルトが続く。シルト層の最上部の約 5 cm は腐植質で、暗褐色～黒色を呈する。シルトの下位には深度 2.0 m 付近まで比較的細粒な砂礫層が存在し、そこから下位には基底まで礫層となる。

HS-6 は、孔口標高が 114.1 m で、掘削長が 3.0 m である。地表から深度 0.2 m までが耕作土で、そこから下位では深度 1.7 m まで一部に腐植を伴う砂質シルトが存在する。とくに深度 0.9 m 付近で腐植質が強くなり、暗褐色～黒色を呈する。シルト層の下限付近から採取した試料から 3,600-3,620 年前（暦年）の放射性炭素同位体年代が得られている。深度 1.7 m から 2.0 m までには比較的細粒な砂礫層が堆積し、それより下位は基底まで礫層が続く。

（３）地質構造に関する考察

半助村地点では合計 6 孔のボーリングを掘削し、地表から 3 m 以深の比較的浅い地質構造を明らかにした。いずれの孔もこの地点が離水する前の本流性の礫層に達しており、その地層とその上に載る比較的細粒な砂礫層の上面高度を繋ぐことにより、地層の変形の有無を検討した。その結果、HS-1 付近を境として約 1 m の東側隆起が推定された。

（４）活動時期に関する考察

この地点では地形面（A 面）に変形が認められることから、これらの堆積物が堆積した後に変形が生じたと推定される。礫層よりも上位の細粒堆積物は地形面の離水に伴う一連の堆積物と考えられるが、ボーリングコアの層相観察からもこれを細分して、さらに詳細に対比することは困難である。上述のように、

この地点の細粒堆積物から採取した試料からは、7,320-7,180 年前 (HS-3)、3,600-3,620 年前 (HS-6)、3,460-3,390 年前 (HS-1)、1,430-1,290 年前 (HS-1) の年代が得られている。ただし、1,430-1,290 年前の年代は同一のコアで年代値の逆転がみられることから、ここでは採用しないことにする。

以上のことから、一連の細粒堆積物の年代のうち若い方の年代を採用すると、約 3,600-3,400 年前以後に断層活動があった可能性を指摘することができる。ただし、その活動の存在を断定的に示すことは難しい。

5. 4 平鹿地点

(1) 調査概要

低位段丘を変位させる低断層崖の延長が旧河床を横切る地点でトレンチ調査を実施した。また、その低下側でボーリングを2本掘削した(図13)。

(2) トレンチ調査

本地点では、北方に分布する NNE-SSW 方向の低崖の南方延長方向と直交する方向にトレンチを掘削した。掘削規模は長さ約 12 m、幅約 5 m、深さ約 2 m である。

トレンチの各壁面では、礫層およびそれを覆う土壌層が観察された。これらの地層について、層相、累重関係、構造などに基づき、上位より順に、表土・I 層・IIa 層・IIb 層・III 層の5層に区分した(図33)。

表土は層厚 20-50 cm 程度で、現地形に沿うように分布する。

I 層は黄褐色を呈する細粒砂からなる。層厚は 10-30 cm 程度で、ピット内ではほぼ水平に分布する。この層準を上下に5分割して採取した連続試料について火山灰分析を試みたが、HKP-t3 において 500 粒の試料から 1 粒の火山ガラスが検出されたのみであったため(表5)、屈折率の計測は行っていない。

II 層は層相の側方変化が著しく、区分が困難であるが、層相から上位より IIa 層、IIb 層に細分される。

IIa 層は南側壁面では中礫-大礫からなり、淘汰が悪い。南側壁面の東端および北側壁面では、礫混じりの粗粒砂からなる。本層の下限付近で採取された2点の炭から得られた放射性炭素同位体年代は約 710-610 年前および Modern である。

IIb 層は中礫を主体とし、基質は粗粒砂である。本層はトレンチの西側にのみ分布する。

III 層は玉石混じりの巨礫-中礫からなり、淘汰悪い。基質は粗粒砂である。西方向へ流下したことを示すインブリケーションが発達する。本層の上限高度はトレンチ中央部を境にして西側が低く、50 cm 程度の高度差が認められる。

壁面で観察された各層はほぼ水平に連続し、断層は確認されなかった。ただし、礫層の IIa 層と IIb 層との間に傾斜不整合が認められ、それらの下位の III 層の上限高度は西側に向かって 50 cm 程度高度を減じている。この構造に関する解釈について、1) IIb 層が変位を受けており、その後にその構造を切って IIa 層が堆積したとする見方と、2) チャンネルの堆積構造であるとの見方ができる。

(3) オールコアボーリング

HK-1 では、上位より表土、細粒砂層、礫層が確認される (図 3, 34)。

表土は層厚が約 60-70 cm で、砂質シルトからなり、わずかに腐植を含む。深度 40 cm 以深では下位の細粒砂層との漸移的な層相を示す。掘削地点が果樹園内であることから、耕作土であると判断した。

細粒砂層は層厚が約 50-60 cm で、下限の深度は地表下 1.26 m である。層相からトレンチで観察された地層のうちの IIa 層に対比される。地表下 1.10-1.20 m に挟まれる腐植質シルトから得られた 2 点の放射性炭素同位体年代は、約 1,300-1,260 年前である。ただし、この腐植質シルトは層状に分布していないことから偽礫である疑いがあり、本層の堆積年代よりも古い年代を示している可能性がある。

礫層は地表下 1.26 m から掘削深度下限 (地表下 3.0 m) まで確認される。最大径が 14 cm 以上に達する大礫で主に構成され、粗粒砂を基質とし、淘汰は悪い。層相の特徴から、トレンチで観察された地層のうちの III 層に対比されると判断した。

HK-2 では、上位より盛土、礫層が確認された。礫層のうち、地表下 1.30 m より上位は基質が泥質砂であり、堆積構造が乱れていることから、人工改変の影響を受けている可能性がある。地表下 1.30 m からは 1,360-1,310 年前の年代値が得られている (図 34)。それより下位の礫層は、最大径が 16 cm 以上の大礫からなり、基質が粗粒砂といった層相から、トレンチで観察された地層のうちの III 層に対比されると判断した (図 34)。

(4) 断層活動時期に関する考察

以上の調査結果を整理すると、まずトレンチ調査では、明瞭ではないものの、

IIa層とIIb層の間に断層活動があった可能性を示す構造が確認された。すなわち、断層活動時期はIIb層堆積後、IIa層堆積前である。IIb層の年代を示す試料は得られていない。IIa層については、トレンチから約710-610年前の年代が、ボーリングコアの試料から1,300-1,260年前および1,360-1,310年前の年代が得られているが、ボーリングコアから得られた試料は前述のように再堆積物の可能性があること、およびトレンチ内のIIa層に対比されない可能性も否定できないことなどから、ここでは前者の値を断層活動時期の推定に用いることにする。

5. 5 熊淵地点

(1) 調査概要

成瀬川の左岸のL1面上にみられる東側隆起の撓曲帯に直交する方向に測線を設定し、層序確認ピットとオールコアボーリングを掘削した。撓曲帯の隆起側でピットを掘削し、撓曲帯の途中および低下側にオールコアボーリング2孔を配置した(図15)。

(2) 層序確認ピット

L1面上の果樹園内で深さ約2.5 mのピットを掘削した(図35)。開口部の標高は131.6 mである。ピットの壁面では、地表から約0.3 mまで耕作土が続き、その下位には小礫を含んだ暗褐色～桃色のシルト質砂が約2 m堆積している。さらに下位には、腐植混じりのシルトが確認された。この腐植シルトからは11,320-11,240年前(暦年)の年代値が得られた。ピット内では段丘構成礫層は確認できなかった。

(3) オールコアボーリング

オールコアボーリングは、KB-1とKB-2の2孔を掘削した(図3, 図35)。

KB-1は撓曲帯の低下側で掘削し、孔高標高は127.1 mで掘削長は11.0 mである。地表から0.4 mまでは耕作土で、その下位には深度2.2 mまでシルト(一部で砂質)が続く。深度2.2 mから下位には砂礫が深度11.0 mまで続く。礫層下位の基盤は確認することができなかった。

KB-2と撓曲帯の途中で掘削し、孔口標高が129.0 mで掘削長は11.0 mである。地表から0.2 mまでが耕作土で、その下位には深度2.2 mまでシルト(一部に腐植および砂を含む)が続き、その下位には深度11.0 mまで砂礫が続く。

(4) 地質構造に関する考察

オールコアボーリングでは、KB-1とKB-2ではともに耕作土の下位に層厚約2 mのシルトが存在する。この細粒堆積物は、L1面が離水した際の氾濫原堆積物であると推定される。ピット掘削地点においては氾濫原堆積物の上に、小礫を含むシルト質の堆積物が約2 m堆積している。この層準については、層相から支流性の堆積物とみられることから、掘削地点の南東側に位置する谷から元々は連続していた小扇状地面がL1面の上に覆っていると解釈できる。

ピット掘削地点における氾濫原堆積物の層厚がオールコアボーリング掘削地点と同様に約2 mであると仮定してKB-2の段丘構成層上面をつなぎ、その勾配を西側へ延長する(図35中の赤破線)と、礫層上面にわずかな食い違いがみられるが、有意に変形とみなせるものではない。

5. 6 中山地点

(1) 調査概要

横手市市街地の西方、赤坂丘陵の西縁の北部において、構造確認ピットを掘削した(図36)。本地点では、丘陵西縁端部を境する比高2 m程度の崖地形を横切ってピットを掘削した。また、本地点より約500 m南の地点(図38)では、背斜状の高まりを構成する地層とその形成年代を確認するために群列ボーリング調査を実施した。

(2) 構造確認ピット調査

中山地区において掘削した構造確認ピットの規模は、長さ約6 m、幅約4 m、深さ約3 mである。ほぼ南北走向の断層崖を直交する方向にピットを掘削した(図36)。

ピットの各壁面では、砂-シルトを主体とする地層およびそれを覆う土壌層が分布する(図37)。これらを層相、累重関係、構造などにに基づき、上位より順に、表土・盛土・Ia層・Ib層、IIa層、IIb層の6層に区分した。

表土は、層厚が10-40 cm程度で、現在の崖地形に沿うように分布する。層相は、分解が進んだ黒色の腐植土である。

盛土は明褐色-肌色を呈する無層理な塊状のシルトおよび腐植土からなり、層厚は崖地形の上部と下部でそれぞれ1 m程度である。下位のIa層との境界は極めて明瞭であり、層相から盛土と判断した。

I層は層相から上位よりIa層, Ib層に細分される。

Ia層は黒-黒褐色の腐植質砂質シルトからなり, 層相および層位から, 旧表土と判断した。

Ib層は茶褐色の塊状のシルトからなり, 上位のIa層との境界は漸移的である。

II層は層相から上位よりIIa層, IIb層に細分される。IIb層とIIa層との境界は明瞭ではないが, IIa層が有機質シルトになることから, 上位の地層と時代間隙が存在すると判断し, IIa層とIIb層に区分した。

IIa層は明褐色を呈する粘性高い有機質シルトからなる。この層から採取した有機質シルトから得られた放射性炭素同位体年代は, 約6,950-6,800年前の年代である。一方で, 火山灰分析用に採取した連続試料のうちIIa層から採取したNKP-t11の試料からは, 十和田八戸テフラ (To-H: 約1.5万年前, 中川ほか, 1972; 町田・新井, 2003など) に対比される繊維束状の軽石型ガラスと角閃石が検出された。ただし, 火山灰層序から推定される年代は放射性炭素同位体年代から推定される年代に比べて古いため, この層準から採取された火山灰は再堆積した可能性がある。

IIb層は層相から, 上部・中部・下部に細分される。上部は灰白色-茶褐色を呈する砂混じりシルトからなる。中部は赤褐色-青灰色を呈するシルト質砂-細粒砂からなり, 平行葉理が認められる。下部は暗青灰色を呈するシルトからなり, やや有機質で植物片が混じる。

上記の各層はほぼ水平に連続しており, 崖地形を挟んで連続するIIb層に断層や地層の変形は確認されなかった。したがって, 本地点で認められる崖地形は侵食崖または人工改変によるものと判断される。ただし, IIb層中部の砂層の上限高度は丘陵側に向かって緩やかに高度を増し, 地形面の傾斜と同程度の勾配を持つように見える。また, 壁面で観察した層相からは, もともと低湿地に堆積した堆積物が段化した結果, 現在の高度にあることが推定される。空中写真判読では本地点の断層変位地形は撓曲崖として抽出されていることから, 同層の傾斜は変形構造の一部を示している可能性がある。

(3) 群列ボーリング

中山地点で実施した群列ボーリングでは, 南北方向に延びる背斜状の高まりを横切って測線を設定し, 3孔のオールコアボーリングを実施した (図38)。低地側で掘削したNK-1については, 1) 想定される断層の低下側にあり, 厚い堆積物が期待されること, 2) 反射法地震探査の測線に近接しており, 地下構造

の参考となることから、掘削長80 mのボーリングを行なった。NK-2とNK-3は、背斜状の高まりが残丘なのか堆積面の変形なのかと確認することを目的として実施した。それぞれの掘削長は10.0 mと9.0 mである（図39）。

NK-1は、孔口標高が54.0 mで、掘削長が80 mである。地表から約0.5 mが耕作土で、その下位に深度2.5 mまで粘土・シルト・砂などの細粒堆積物が続く。深度2.4 mの砂層中から採取された試料から得られた放射性炭素同位体年代は、7,440-7,330年前（暦年）を示す。深度2.5 mから深度6.4 mまでは礫径が3 cm程度の砂礫が続く。砂礫の下位には砂および砂質シルトが深度9.0 mまで続き、その下位に層厚10 cmの礫を挟んで、基盤の第三紀層（砂岩・泥岩）に達する。これより下位は、基底の深度80 mまでこの砂岩・泥岩が続く。

NK-2は、孔口標高が58.3 mで、掘削長が10.0 mである。地表から深度1.1 mまでが耕作土で、その下位には深度2.4 mまで粘土、腐植質シルトおよび礫混じり砂などの細粒堆積物が続く。深度2.0 m付近の腐植質シルト中から採取された試料から得られた放射性炭素同位体年代は、 $24,240 \pm 100$ 年前（暦年較正なし）を示す。深度2.4 mから基盤の泥岩に達する深度9.8 mまでは中礫を主体とする砂礫が続く。一部に層厚10 cm程度の粗粒砂層を挟む。

NK-3は、孔口標高が56.1 mで、掘削長が9.0 mである。地表から深度0.6 mまでが耕作土で、礫混じりの砂質粘土ないしシルト質砂、礫混じり砂礫が深度2.3 mまで続く。その下位に層厚0.3 mの灰褐色の腐植質シルト層がある。この腐植質シルトの放射性炭素同位体年代は $45,880 \pm 720$ 年前の年代を示す。深度2.5 mから礫層が続く。深度7.8 mから深度8.0 mにかけて砂層を挟み、基盤（新第三系砂岩）に達する。砂岩には $25-35^\circ$ 傾いたラミナ構造が発達する。

（4）断層構造に関する考察

構造ピット調査では、孔内で断層を確認することができなかった。周辺の地形は、低断層崖が認定される米軍の空中写真の撮影時とは大きく変わってしまっており、現在の崖地形は当時の崖の位置よりも大きく東側に後退してしまっている可能性が高い。

群列ボーリング調査では、背斜状の高まりが新第三系の丘陵の削られ残しではなく、第四紀後期の堆積物が載った地形面が変形しているものであることが確認された。一方、低地側では第四系の層厚は予想以上に薄く10 m程度であり、丘陵と低地の地形境界において活発な東側隆起の断層運動が生じているとは考えにくい。中山測線における反射法地震探査において新第三系が低地の地下に

においても丘陵部と同様に西傾斜の構造を示していること（図24）と併せて考えると、赤坂丘陵を隆起させ、新第三系を西傾斜させる原因となっている東側隆起の断層の先端は、丘陵と低地との地形境界部よりも西側にあるか、もしくは完全に伏在している可能性が高い。

しかしながら、丘陵と低地との地形境界に発達する背斜状の地形の変形は、活発な断層運動の存在を示すものである。この問題点に解消するための一つの解釈は、背斜状地形の形成要因を西側隆起の層面すべり断層によるものとすることである。なお、同じような背斜状の地形変形を伴う新潟県の片貝断層（長岡平野西縁断層帯の一部）の一部は、層面すべり断層であることが報告されている（鈴木ほか、2008など）。

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）が図示した活断層トレースに加え、大森山断層の前縁（西側）に新期地形面を変位させる東側隆起の低断層崖が存在することを示した。また、横手市街西方の赤坂丘陵の西縁に沿って断層変位地形が連続して分布しており、反射法地震探査の結果と併せて考えると、地下に東側隆起の逆断層が伏在している可能性がある。

(2) 断層面の位置・形状

従来から指摘されていた山地・盆地境界に分布する金沢断層、大森山断層といった東傾斜の逆断層に加えて、横手市街の西方の赤坂丘陵西縁に沿って断層変位地形が分布する。ただし、これらの断層変位地形は新第三系の褶曲翼部における副次的な構造であると考えられ、さらに地下に東傾斜の逆断層が伏在していると推定される。

横手市釜ノ川から増田にかけての地域では、山地・盆地境界の断層（大森山断層）から派生したと推定される東側隆起の逆断層によって最終氷期以降に形成された地形面が変形している。

皆瀬川流域では、流域東縁に最終氷期以降に形成された地形面上に東側隆起の断層変位地形が認められるほか、流域のほぼ中央にあたる三又から八面周辺に、南北に延びる地形の高まりが認められ、その東西両縁に活断層の存在が推

定される。

(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。累積的な変位地形の特徴から東側隆起の上下成分を主とする活断層と考えられる。横手市街西方の丘陵西縁にみられる断層変位地形については、西側隆起の層面すべり断層によって形成された可能性も考えられる。

6. 2 断層帯の過去の活動

(1) 平均変位速度

横手市街地付近において、約10,000～12,000年前に形成された地形面(L1面)に3.0-2.6mの上下変位が認められることから、この地点における平均上下変位速度は0.2-0.3m/千年と算出される。その他の地点で算出される平均変位速度は、0.1m/千年前後の地点が多い。

(2) 活動時期

平鹿地点におけるトレンチ調査では断層活動を示す可能性がある活動時期の上限値が約13-14世紀以前と推定される。半助村地点における「約3,600-3,400年前以降」という活動時期の情報と併せると、最新活動時期は約3千6百年前以後、14世紀以前であった可能性がある。しかしながら、今回の調査結果だけからはその信頼性は低い。

(3) 1回の変位量

1回の断層活動と明確に関連づけられる地質学的な証拠は得られていない。A面およびL2面には、上下成分が1m前後の東側隆起の変形が認められており、最新活動時期と併せて考えると、これが1回の変位量にあたる可能性がある。

(4) 活動間隔

今回の調査では活動間隔を推定するに至る情報は得られなかった。

(5) 活動区間

今回の調査では活動区間の設定に関する新しい情報は得られなかった。

文 献

- 秋田県 (1998) : 横手盆地東縁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.
- 秋田県 (1999) : 横手盆地東縁断層に関する調査 成果報告書, 平成 10 年度地震関係基礎調査交付金, 150p.
- 新井房夫 (1962) : 関東盆地北西部の第四紀編年. 群馬大学紀要自然科学編, **10**, p. 1-79.
- Bronk Ramsey, C (1995): Radiocarbon calibration and analysis of stratigraphy: The OxCal program. *Radiocarbon*, **37**, 425-430.
- Bronk Ramsey, C (2001) : Development of the radiocarbon calibration program OxCal. *Radiocarbon*, **43**, 355-363.
- 土木学会原子力土木委員会 (1999) : 「原子力発電所の立地多様化技術-断層活動性評価技術- (C 級活断層の分類と電子スピン共鳴法による断層年代測定)」。219p.
- 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, 254p.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2005) : 横手盆地東縁断層帯の長期評価について. 23p.
- 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・新井房夫 (2003) : 新編火山灰アトラス. 東京大学出版会, 336p.
- 松田時彦・山崎晴雄・中田 高・今泉俊文 (1980) : 1896 年陸羽地震の地震断層. 地震研究所彙報, **55**, 795-855.
- 中川久夫・中馬教充・石田琢二・松山 力・七崎 修 (1972) : 十和田火山発達史概要. 岩井淳一教授記念論 文集, p. 7-17.
- 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, DVD2 枚+60p, 付図 1 葉.
- Reimer, P. J., M. G. L. Baillie, E. Bard, A. Bayliss, J. W. Beck, C. J. H. Bertrand, P. G. Blackwell, C. E. Buck, G. S. Burr, K. B. Cutler, P. E. Damon, R. L. Edwards, R. G. Fairbanks, M. Friedrich, T. P. Guilderson, A. G. Hogg, K. A. Hughen, B. Kromer, G. McCormac, S. Manning, C. Bronk Ramsey, R. W. Reimer, S. Remmele, J. R. Southon,

M. Stuiver, S. Talamo, F. W. Taylor, J. van der Plicht, and C. E. Weyhenmeyer (2004): IntCal04 terrestrial radiocarbon age calibration, 0-26 cal kyr BP. Radiocarbon, 46, 1029-1058.

鈴木郁夫・太田陽子・吾妻 崇 (2008) : 信濃川左岸, 時水背斜東翼の露頭に現れたタイプを異にする活断層群とその解釈. 地学雑誌, 117, 637-649.

谷口 薫・中田 高・渡辺満久・鈴木康弘・後藤秀昭・活断層位置・形状検討グループ (2007) : 活断層長期評価の改良に向けた主要活断層の位置・形状に関する検討ー横手盆地東縁および北上低地西縁活断層帯を事例としてー. 日本地球惑星科学連合 2007 年大会予稿集, S141-P026.

図 表

表 1 横手盆地東縁断層帯南部のまとめ

表 2 2009 年度横手盆地東縁断層帯調査で採取した試料の放射性炭素年代測定結果一覧

表 3 横手盆地東縁断層帯（南部）における変位量および平均変位速度一覧表

表 4 反射法地震探査の仕様

表 5 トレンチおよびピット壁面から採取された連続試料の火山ガラス比分析結果.

図 1 横手盆地東縁断層帯の位置図

図 2 調査時に考慮した断層と調査地点位置

図 3 各地形面上で掘削されたボーリングコアの柱状図と放射性炭素同位体年代測定結果

図 4a-4d 横手盆地東縁断層帯（南部）の分布（熊淵-川連）と調査地点

図 5 横手市街地における地形分類図

図 6 横手市街地における L1 面の変形を示す地形断面図

図 7 寺内地点周辺の詳細地形図

図 8 寺内地点における L1 面の変形を示す地形断面図

図 9 釜ノ川地点周辺の詳細地形図

図 10 釜ノ川地点における L1 面の変位を示す地形断面図

図 11 半助村地点周辺の詳細地形図

図 12 半助村地点における M 面および A 面の変位を示す地形断面図

図 13 平鹿地点周辺の詳細地形図

図 14 平鹿地点における A 面の変形を示す地形断面図

図 15 熊渕地点の地形分類図と調査地点および測線位置

図 16 熊渕地点における L1 面の変形を示す地形断面図

図 17 大門地点の地形分類図と調査地点および測線の位置

図 18 大門地点の地形地質断面図

図 19 大門地点における L2 面の変形を示す地形断面図

図 20 三又地点の地形分類図と調査地点および測線の位置

図 21 三又地点における地形地質断面図

図 22 十文字地点の地形分類図と調査地点および測線の位置

図 23 十文字地点における地形地質断面図

図 24 反射法地震探査中山測線の配置図

図 25 中山測線において実施した反射法地震探査の深度変換断面図

図 26 反射法地震探査十文字測線の配置図

図 27 十文字測線において実施した反射法地震探査の深度変換断面図

図 28 寺内地点で実施した群列ボーリングに基づく地形地質断面図

図 29 釜ノ川地点で実施した構造確認ピットの壁面写真

図 30 釜ノ川地点で実施した構造確認ピットの北側壁面スケッチと分析用試料採取位置

図 31 釜ノ川地点で実施した構造確認ピット及びボーリングに基づく地形地質断面図

図 32 半助村地点で実施した群列ボーリングに基づく地形地質断面図

図 33 平鹿地点で掘削したトレンチの壁面

図 34 平鹿地点で実施したトレンチ及びボーリングに基づく地形地質断面図

図 35 熊渕地点の地形地質断面図

図 36 中山地点周辺の詳細地形図

図 37 中山地点で実施した構造確認ピットの壁面

図 38 中山地点群列ボーリング実施地点周辺の詳細地形図

図 39 中山地点群列ボーリング結果に基づく地形地質断面

表1 横手盆地東縁断層帯(南部)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	金沢断層, 杉沢断層, 大森山断層	金沢断層, 杉沢断層, 大森山断層, 赤坂丘陵西縁の断層	
(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39° 23', 東経140° 34' (南端)北緯39° 07', 東経140° 35'	(北端)北緯39° 23', 東経140° 34' (南端)北緯39° 07', 東経140° 35'	変更なし
長さ	約30km	約30km	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	N-S	N-S	変更なし
傾斜	東傾斜	東傾斜	変更なし
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 横手市街西方では西側隆起の副次的な断層が存在する可能性がある。	
2. 断層の過去の活動			
(1)平均的なずれの速度	不明(活動度はB級)	上下成分: 0.2~0.3 mm/yr(東側隆起)	
(2)過去の活動時期	活動1(最新活動) 6000-5000年前以後 (1896年の陸羽地震時には活動していない)	活動1(最新活動) 約3600年前以後, 14世紀以前	信頼度は低い
(3)1回のずれの量と平均活動間隔			
1回のずれの量	2-3m程度(上下成分)	上下成分: 約1 m(東側隆起)	
平均活動間隔	不明	不明	変更なし
(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 2009年度横手盆地東縁断層帯調査で採取された試料の放射性炭素同位体年代測定結果一覧

試料の分析は(株) 加速器分析研究所に依頼した。計測方法はすべてAMS法とし、暦年較正にはIntCal04データベース (Reimer *et al.*, 2004)を用い、OxCal v4.1較正プログラム (Ramsey, 1995; Ramsey, 2001; Ramsey *et al.*, 2001)を使用した。

Site	survey type	Sample	Material	Lab.No.	$\delta^{13}\text{C}$ (permil)	Conventional age (yBP)	^{14}C	Calibrated age (1σ)	(%)	cal yBP
寺内	ボーリング	TU-3_tera-1	charred plant	IAAA-92192	-20.73 \pm 0.64	15,050 \pm 50		16,637 BC - 16,515 BC 16,398 BC - 16,208 BC	29.1 39.1	18,590-18,160
寺内	ボーリング	TU-1_tera-4	charred plant	IAAA-93012	-25.02 \pm 0.57	16,450 \pm 50		17,825 BC - 17,741 BC 17,632 BC - 17,548 BC	32.1 36.1	
寺内	ボーリング	TU-1_tera-5	charred plant	IAAA-93013	-25.29 \pm 0.64	24,330 \pm 90				
寺内	ボーリング	TU-2_tera-2	wood	IAAA-93014	-24.86 \pm 0.55	16,850 \pm 60		18,112 BC - 17,951 BC	68.2	20,060-19,900
寺内	ボーリング	TU-2_tera-3	wood	IAAA-93015	-30.07 \pm 0.65	18,140 \pm 70		19,864 BC - 19,413 BC	68.2	21,810-21,360
寺内	ボーリング	TU-3_5.20	soil	IAAA-93018	-26.13 \pm 0.34	24,200 \pm 100				
寺内	ボーリング	TU-3_5.77	humic silt	IAAA-93019	-32.56 \pm 0.49	24,650 \pm 110				
寺内	ボーリング	TU-3_6.25	humic silt	IAAA-93020	-25.34 \pm 0.36	25,440 \pm 110				
釜ノ川	ピット	KK14C-1	humic silt	IAAA-92436	-20.66 \pm 0.54	12,690 \pm 40		13,157 BC - 12,929 BC	68.2	15,110-14,880
釜ノ川	ピット	KK14C-2	humous	IAAA-92437	-19.86 \pm 0.72	4,520 \pm 30		3,349 BC - 3,322 BC 3,272 BC - 3,268 BC 3,236 BC - 3,171 BC 3,163 BC - 3,116 BC	12.8 1.5 30.7 23.1	
釜ノ川	ピット	KK14C-4	wood	IAAA-92439	-32.21 \pm 0.73	110 \pm 30		1,694 AD - 1,710 AD 1,717 AD - 1,727 AD 1,813 AD - 1,891 AD 1,910 AD - 1,918 AD	10.5 6.1 46.6 5.0	260-30
釜ノ川	ボーリング	KK1-1_kamanomkawa-1	humic silt	IAAA-92199	-32.52 \pm 0.69	37,840 \pm 260				
釜ノ川	ボーリング	KK1-1_kamanomkawa-2	plant	IAAA-93016	-32.48 \pm 0.59	13,130 \pm 60		13,736 BC - 13,392 BC	68.2	15,670-15,340
半助村	ボーリング	HS-6_hansuke-1	humic sandy silt	IAAA-92190	-18.97 \pm 0.65	3,410 \pm 30		1,746 BC - 1,668 BC	68.2	3,600-3,620
半助村	ボーリング	HS-3_hansuke-2	humic silt	IAAA-92191	-20.42 \pm 0.62	6,340 \pm 40		5,367 BC - 5,296 BC 5,249 BC - 5,230 BC	58.3 9.9	
半助村	ボーリング	HS-1_Hansuke-0.86	sediment	IAAA-92763	-20.80 \pm 0.48	3,200 \pm 30		1,496 BC - 1,442 BC	68.2	3,460-3,390
半助村	ボーリング	HS-1_Hansuke-1.68	sediment	IAAA-92764	-25.00 \pm 0.82	1,460 \pm 30		583 AD - 637 AD	68.2	1,430-1,290
平鹿	ボーリング	HK-1_hiraka-1	humic soil	IAAA-92198	-19.10 \pm 0.48	1,340 \pm 30		654 AD - 686 AD	68.2	1,300-1,260
平鹿	ボーリング	HK-2_hiraka-2	humic silt	IAAA-92764	-25.00 \pm 0.82	1,460 \pm 30		583 AD - 637 AD	68.2	1,360-1,310
平鹿	トレンチ	Hiraka-4	charcoal	IAAA-92885	-22.73 \pm 0.76	640 \pm 30		1,293 AD - 1,315 AD 1,356 AD - 1,388 AD	59.2 9.0	710-610
平鹿	トレンチ	Hiraka-5	plant	IAAA-92886	-29.29 \pm 0.61	<i>Modern</i>				
熊淵	ボーリング	KBP-1-1	humic silt	IAAA-92441	-23.30 \pm 0.91	9,900 \pm 40		9,367 BC - 9,294 BC	68.2	11,320-11,240
中山	ピット	NK14C-1	humic soil	IAAA-92433	-19.20 \pm 0.53	6,290 \pm 30		5,308 BC - 5,287 BC 5,271 BC - 5,226 BC	22.3 45.9	7,260-7,180
中山	ピット	NK14C-3	plant	IAAA-92434		<i>Modern</i>				
中山	ピット	NK14C-4	plant	IAAA-92435		<i>Modern</i>				
中山	ピット	NK14C-5	humic silt	IAAA-92884	-22.45 \pm 0.58	6,030 \pm 30		4,987 BC - 4,897 BC 4,866 BC - 4,852 BC	27.3 40.9	6,950-6,800
中山	ボーリング	NK-1_2.36-2.40	wood	IAAA-92761	-27.64 \pm 0.59	6,500 \pm 30		5,489 BC - 5,466 BC 5,441 BC - 5,423 BC 5,406 BC - 5,383 BC	37.5 10.9 19.8	7,440-7,330
中山	ボーリング	Nakayama-3	wood	IAAA-92762	-31.43 \pm 0.53	47,680 \pm 590				
中山	ボーリング	NK-3_2.45	humic silt	IAAA-92882	-26.86 \pm 0.30	45,880 \pm 720				
中山	ボーリング	NK-2_1.95	humic silt	IAAA-92883	-28.16 \pm 0.43	24,240 \pm 100				
十文字	ボーリング	JM-2'_jumon-1	humic silt	IAAA-92196	-21.56 \pm 0.49	1,410 \pm 30		614 AD - 654 AD	68.2	1,340-1,300
十文字	ボーリング	JM-4'_jumon-2	humic silt	IAAA-92197	-22.45 \pm 0.50	2,720 \pm 30		896 BC - 831 BC	68.2	2,850-2,780
十文字	ピット	JMP-1-1	charred material	IAAA-92440	-27.23 \pm 0.73	<i>Modern</i>				
十文字	ピット	JMP-1-2	charred material	IAAA-93017	-28.66 \pm 0.24	<i>Modern</i>				
三又	ボーリング	MM-1_mitusumata-1	charred plant	IAAA-92193	-29.37 \pm 0.33	13,400 \pm 50		14,141 BC - 13,773 BC	68.2	16,090-15,720
三又	ボーリング	MM-2_mitusumata-2	charred plant	IAAA-92194	-28.65 \pm 0.34	37,620 \pm 290				
三又	ボーリング	MM-2_mitusumata-3	peat	IAAA-92195	-29.29 \pm 0.36	30,490 \pm 170				
大門	ボーリング	Daimon-1	sediment	IAAA-92760	-21.82 \pm 0.62	2,270 \pm 30		393 BC - 236 BC	68.2	2,340-2,190

表3 横手盆地東縁断層帯(南部)における変位量および平均変位速度一覧表

測線番号	地点名	変位量	変位速度(m/千年)		基準年代	低下側	上昇側	備考
246	横手神明町北	3.0 m	0.25-0.30	↑	10-12ka	L2	L1	図5,6
247	横手神明町南	2.8 m	0.23-0.28	↑	10-12ka	L2	L1	図5,6
252	赤谷地北	1.9 m	0.16-0.19		10-12ka?	L1?	L1?	図なし
255	大屋新町	0.9 m	—		—	A or L2	A or L2	図なし
258	鬼嵐北	0.6 m	0.06-0.12		5-10ka	L2	L2	図なし
259	鬼嵐南	0.9 m	0.08-0.09		10-12ka	L1?	L1?	図なし
260	寺内北	0.8 m			10-12ka	L1	L1	図7,8
261	寺内中	1.0 m	0.08-0.1		10-12ka	L1	L1	図7,8
262	寺内南	1.1 m	0.09-0.1		10-12ka	L1	L1	図7,8
273	阿弥陀田北	0.8 m	0.08-0.16		5-10ka	L2	L2	図なし
278	阿弥陀田沼南	1.6 m	0.13-0.16	↑	10-12ka	L2	L1	図なし
280	釜ノ川トレンチ	1.6 m	0.13-0.16		10-12ka	L1	L1	図9,10
279	釜ノ川トレンチ南	1.8 m	0.15-0.18	↑	10-12ka	L2	L1	図9,10
285	釜ノ川南	1.6 m	0.13-0.16	↑	10-12ka		L1	図なし
286	関合東北	0.5 m	0.05-0.1		5-10ka	L2	L2	図なし
292	下町~明沢	2.7 m	0.22-0.27		10-12ka	L2 or L1	L1	図なし
294	明沢南	1.1 m	—		—	A	A	図なし
297	亀田南	12 m	—	↑	—	A	M	図11,12
299	半助村北	0.6 m	—		—	A	A	図11,12
301	樋場北	1.3 m	0.1-0.13	↑	10-12ka		L1	図なし
302	平鹿	0.3 m	—		—	A	A	図13,14
303	平鹿	0.3 m	—		—	A	A	図13,14
304	平鹿	0.8 m	—		—	A	A	図13,14
	平鹿トレンチ南西側	0.9 m	—		—	A	A	図なし
309	熊淵	0.7 m	0.06-0.07		10-12ka	L1	L1	図15,16
310	熊淵	1.2 m	0.1-0.12		10-12ka	L1	L1	図15,16
317	三叉北	1.3 m	0.08	↑	16ka		L0	図なし

表 4 反射法地震探査の主な仕様

項目	内容		備考
探査手法	P波反射法地震探査		
波動種別	P波		
測線数	2		
測線名	測線 1 (中山測線)	測線 2 (十文字測線)	
調査測線長	2,299m	2,229m	測点間距離の累計
解析測線長	2,202m	2,072m	CMP 間距離の累計
標準起振点間隔	5m		
起振点数	446 点	424 点	
標準受振点間隔	5m		
受振点数	456 点	444 点	
基本展開方法	エンドシューティング		起振点が受振区間の端部
標準同時収録チャンネル数	81 チャンネル		
標準水平重合数	40		
標準垂直重合数	8~15 回	7~10 回	スタック回数
収録記録長	1.5 秒		
サンプリング間隔	0.5msec		
収録様式	SEG-Y		
震源	油圧インパクト(JMI-200 II)		(株)地球科学総合研究所製
受振器	速度型地震計 (固有周波数 30Hz ; 6 個グルーピング ; SM-11)		I/O Sensor 社製
収録装置	デジタルテレメトリ型地震探鉱機 (24 ビット A/D 変換 ; G.DAPS-4A)		(株)地球科学総合研究所製

表5 トレンチおよびピット壁面から採取された連続試料の火山ガラス比分析結果

分析は火山灰考古学研究所に依頼した。

地点名	試料	bw(cl)	bw(pb)	bw(br)	md	pm(sp)	pm(fb)	その他	合計
釜ノ川ピット	KKP-t21	1	0	0	4	0	3	492	500
	KKP-t20	2	0	0	2	0	0	496	500
	KKP-t19	0	0	0	0	0	0	500	500
	KKP-t18	0	0	0	1	0	0	499	500
	KKP-t17	0	0	0	0	0	0	500	500
	KKP-t15	1	0	0	0	0	0	499	500
	KKP-t13	0	0	0	0	0	0	500	500
	KKP-t11	1	0	0	0	0	0	499	500
	KKP-t9	2	1	0	3	0	2	492	500
	KKP-t7	0	0	0	0	0	0	500	500
	KKP-t5	0	0	0	0	0	0	500	500
	KKP-t3	0	1	0	0	0	0	499	500
	KKP-t1	0	0	0	0	0	0	500	500
平鹿ピット	HKP-t5	0	0	0	0	0	0	500	500
	HKP-t4	0	0	0	0	0	0	500	500
	HKP-t3	0	0	0	1	0	0	499	500
	HKP-t2	0	0	0	0	0	0	500	500
	HKP-t1	0	0	0	0	0	0	500	500
中山トレンチ	NKP-t14	2	0	0	0	0	2	498	500
	NKP-t13	1	0	0	1	0	0	498	500
	NKP-t12	0	0	0	0	0	0	500	500
	NKP-t11'	3	0	0	2	0	4	491	500
	NKP-t11	7	0	0	5	0	27	461	500
	NKP-t10	2	0	0	2	0	3	493	500
	NKP-t9	0	0	0	1	0	0	499	500
	NKP-t8	0	0	0	0	0	0	500	500
	NKP-t7	0	0	0	0	0	0	500	500
	NKP-t6	0	0	0	0	0	0	500	500
	NKP-t5	0	0	0	0	0	0	500	500
	NKP-t4	0	0	0	1	0	0	499	500
	NKP-t3	0	0	0	0	1	0	499	500
	NKP-t2	0	0	0	1	0	0	499	500
	NKP-t1	0	0	0	0	0	0	500	500

数字は粒子数. bw:バブル型, md:中間型, pm:軽石型. cl:無色, pb:淡褐色, br:褐色. sp:スポンジ状発泡, fb:繊維束状発泡.

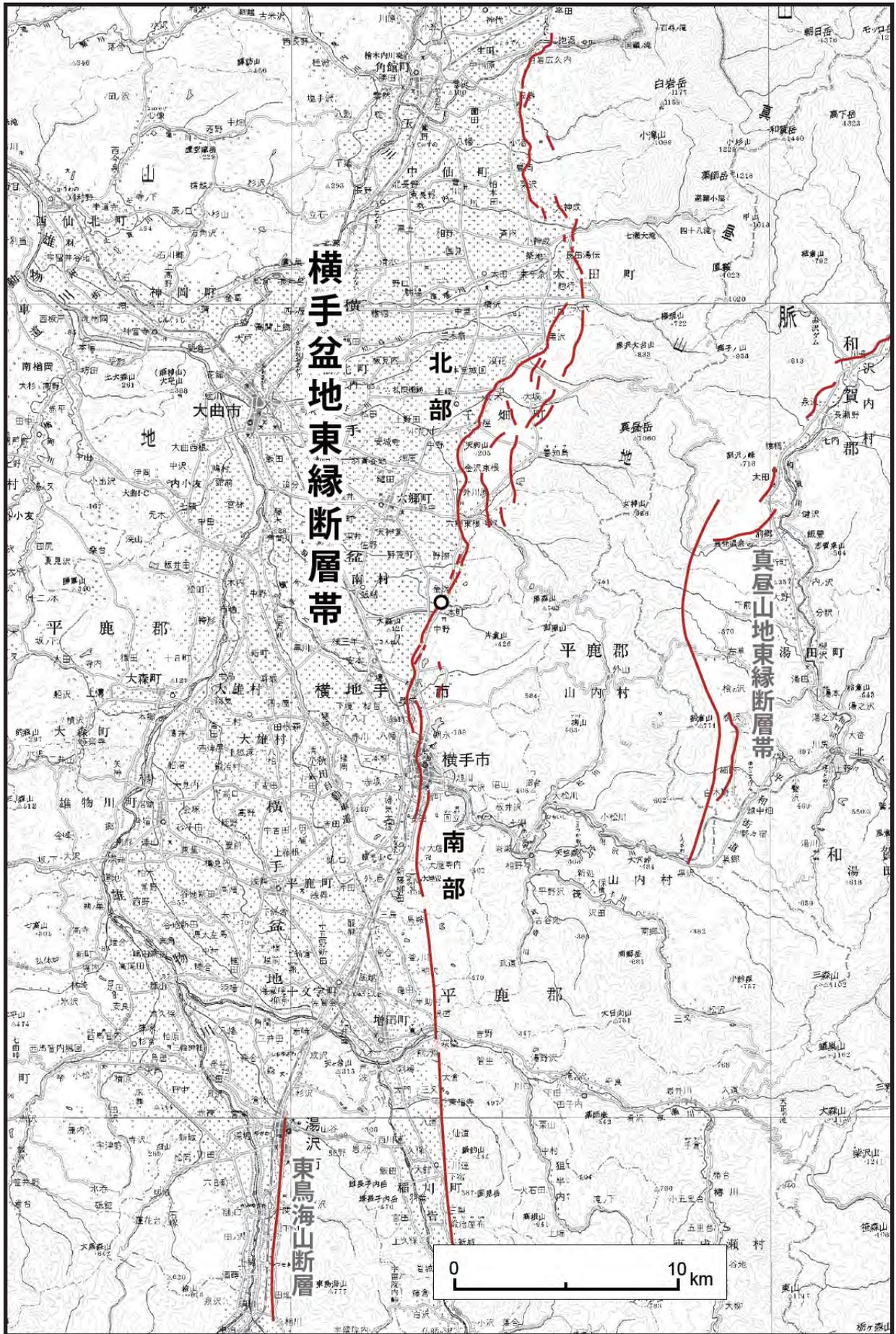


図1 横手盆地東縁断層帯の位置図

基図には20万分1地勢図「秋田」「新庄」を使用した。横手盆地東縁断層帯のおよびその他の断層の位置は地震調査委員会の評価文に従った。

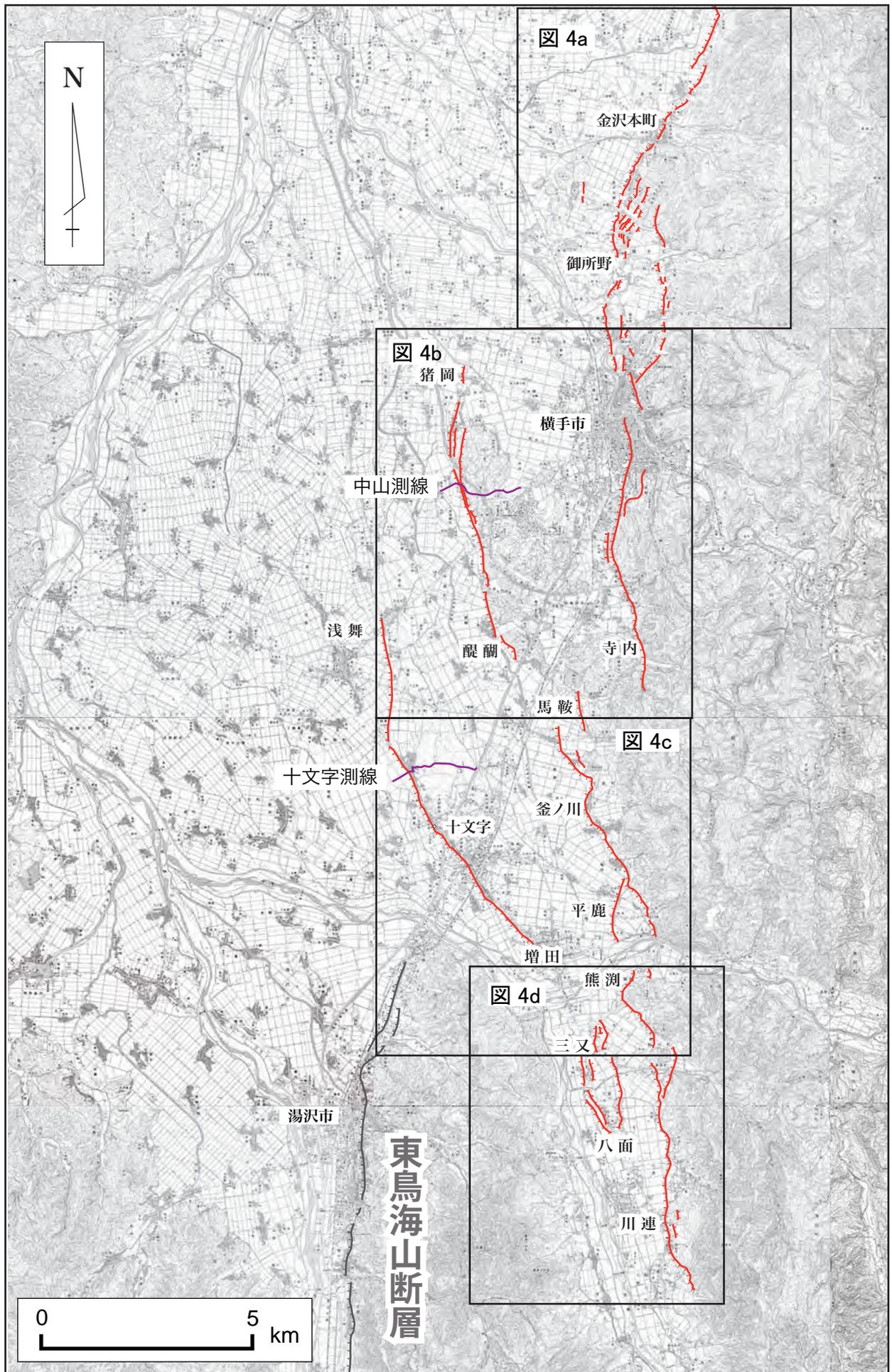


図2 調査時に考慮した断層と活断層図の位置

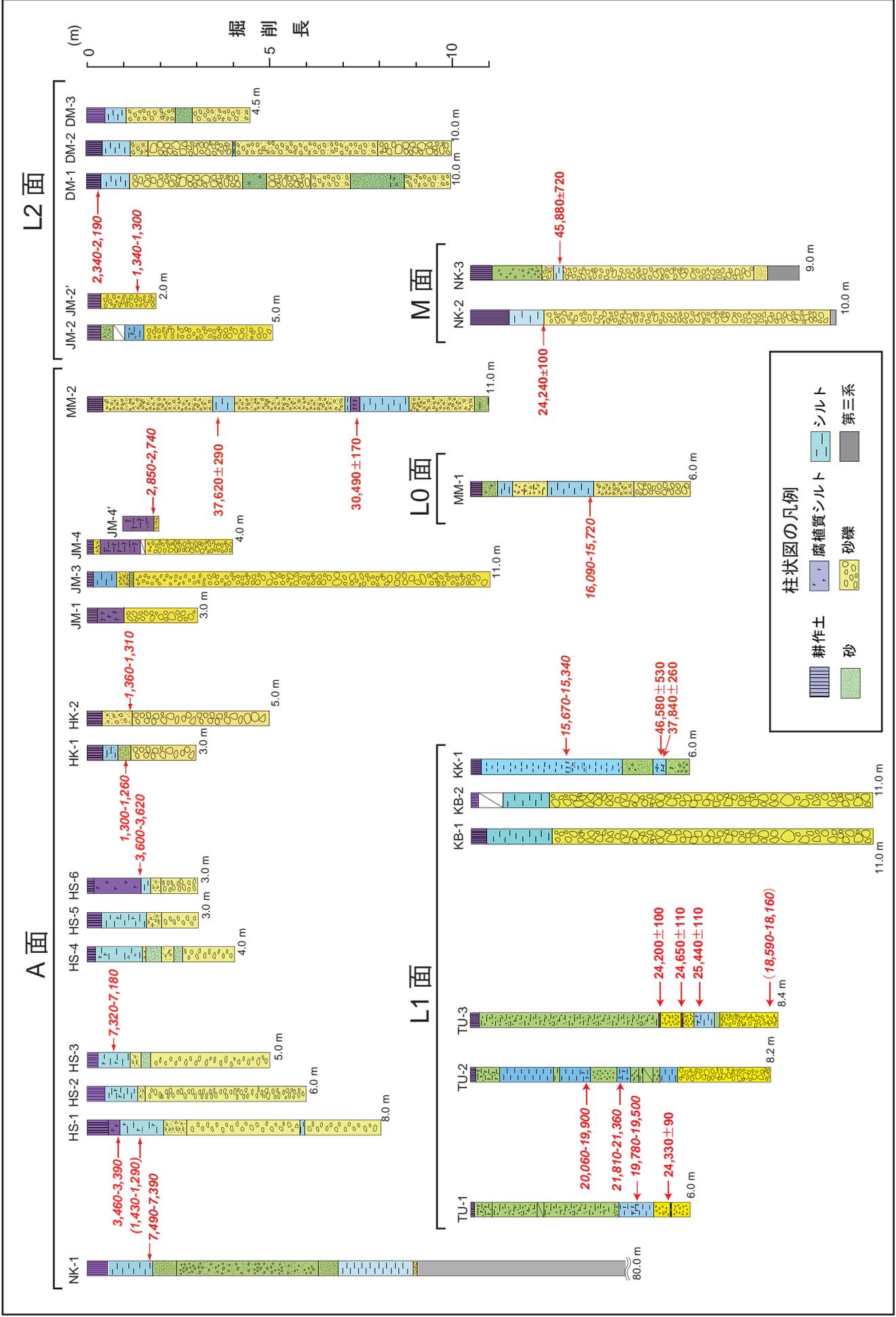


図3 各地形面上で掘削されたボーリングコアの柱状図と放射性炭素同位体年代測定結果
 年代測定結果のうち斜体字のものは暦年較正した年代値であることを示す。

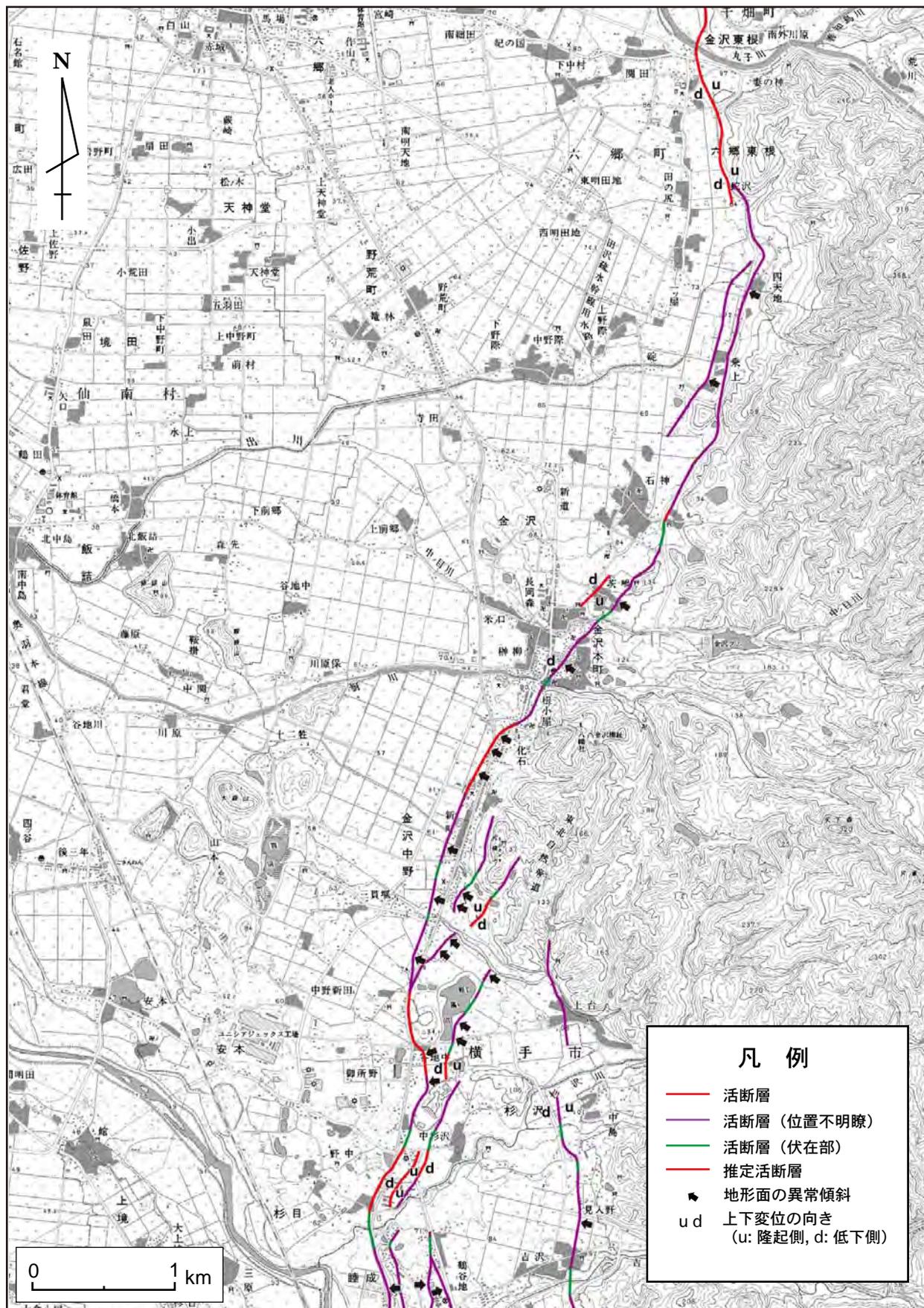


図4a 横手盆地東縁断層帯 (南部) の分布 (金沢本町-横手市街) と調査地点
 基図には国土地理院発行25,000分1地形図「金沢本町」を使用.

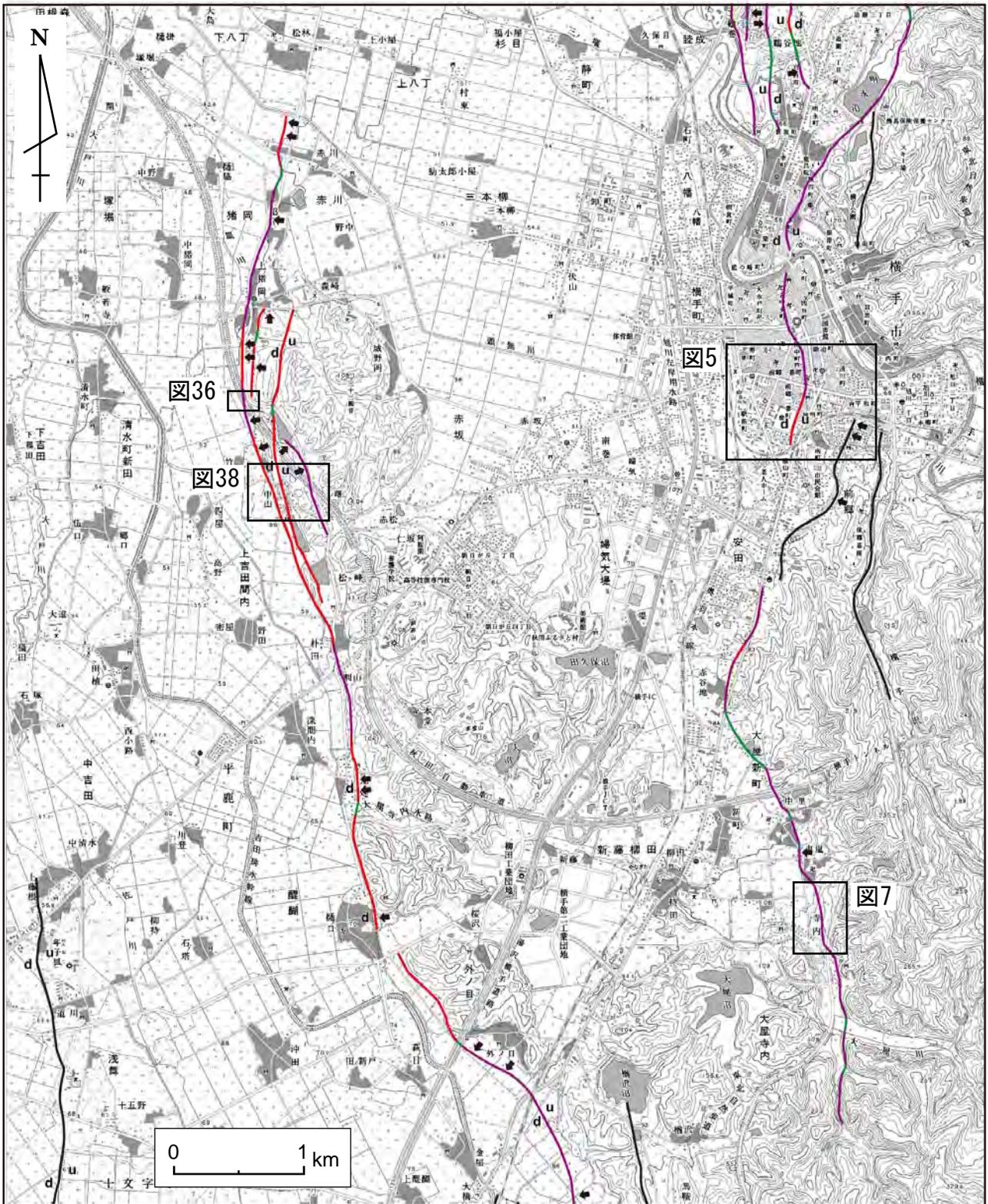


図4b 横手盆地東縁断層帯（南部）の分布（横手市街-寺内）と調査地点
基図には国土地理院発行25,000分1地形図「横手」を使用。

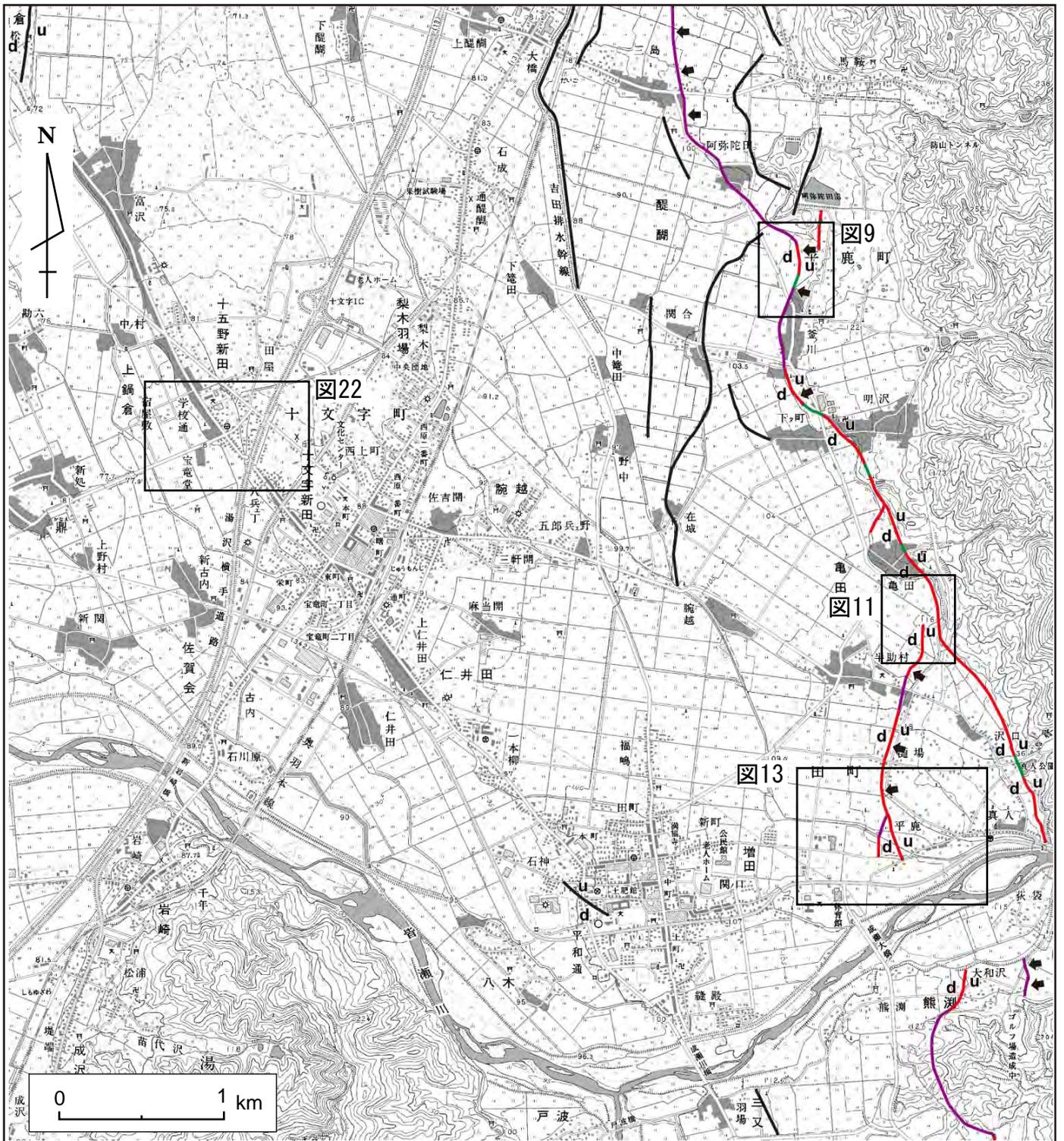


図4c 横手盆地東縁断層帯（南部）の分布（釜の川-平鹿）と調査地点
基図には国土地理院発行25,000分1地形図「十文字」を使用。

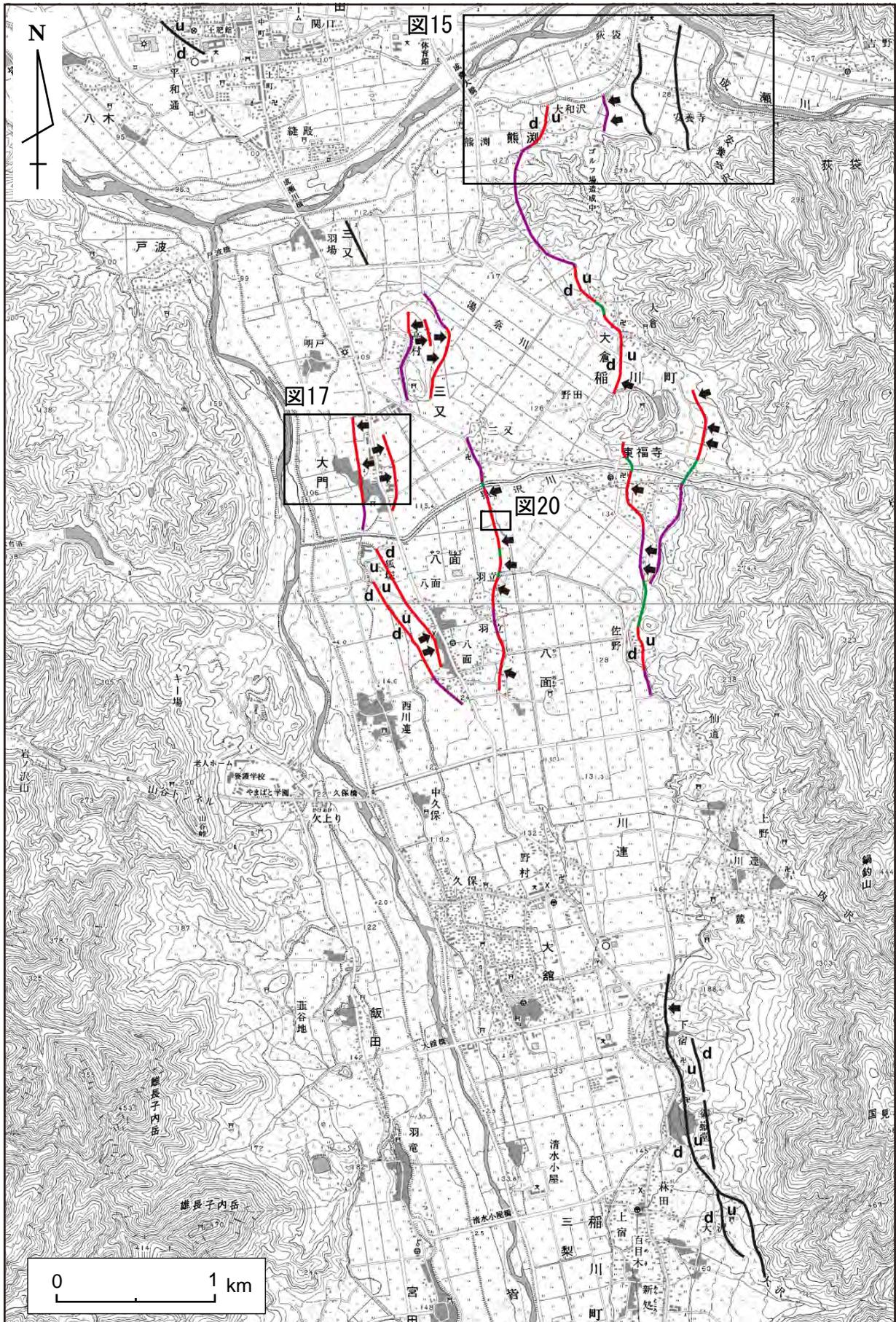


図4d 横手盆地東縁断層帯（南部）の分布（熊淵-川連）と調査地点
 基図には国土地理院発行25,000分1地形図「十文字」および「稲庭」を使用。

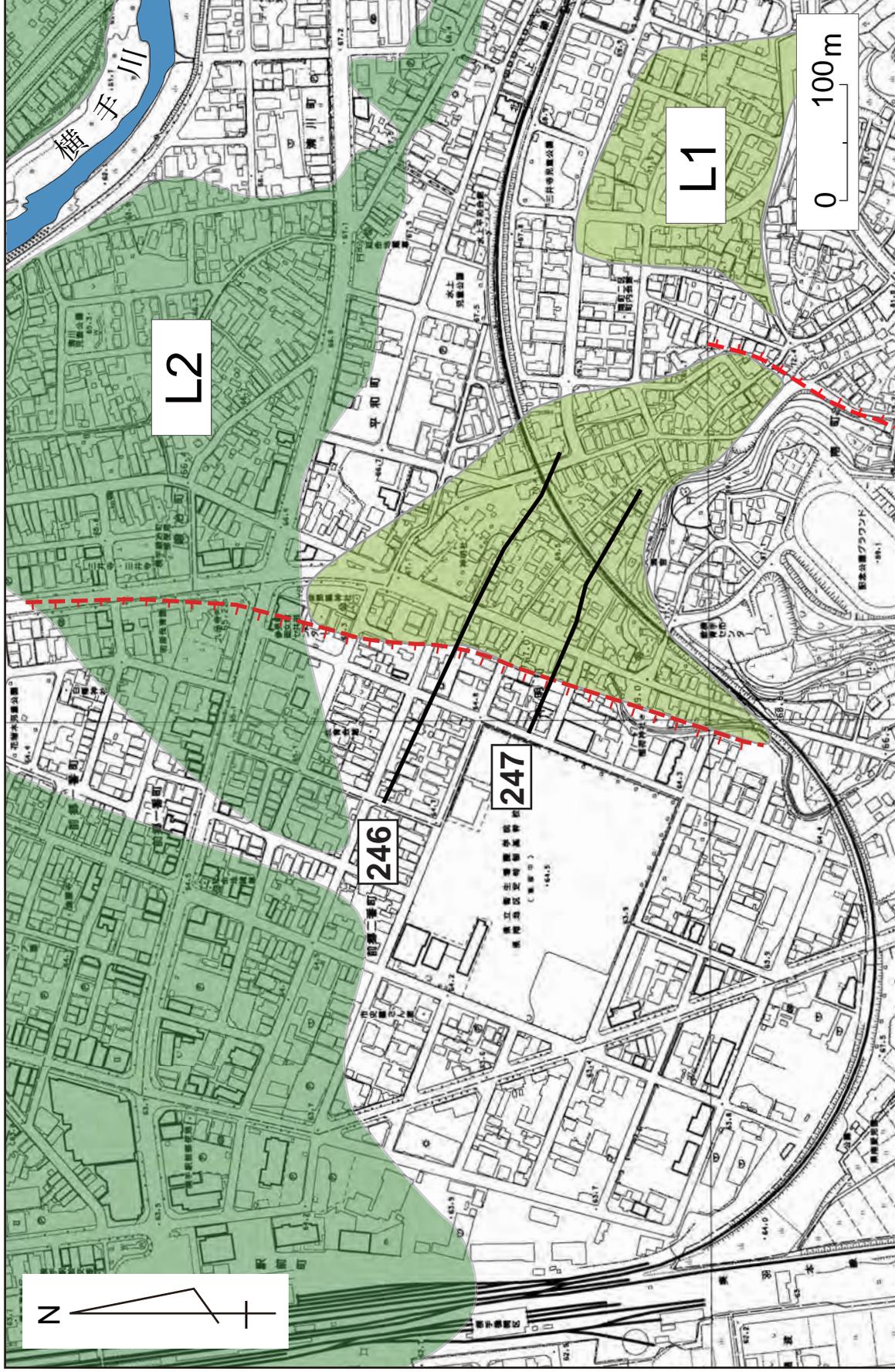


図5 横手市街地周辺の地形分類図と地形断面測線位置図

基図には横手市発行都市計画図（縮尺2500分の1）を使用した。

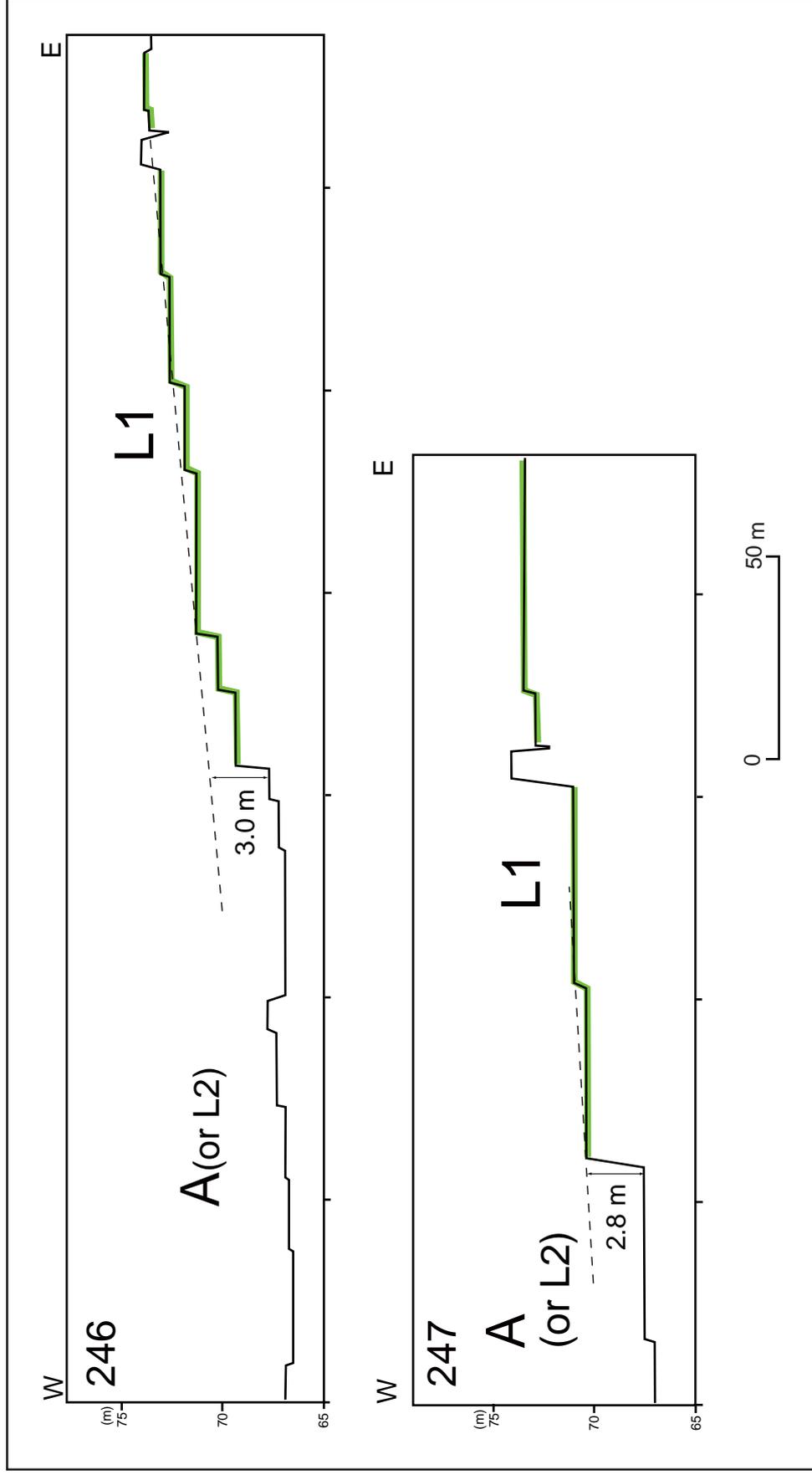


図6 横手市街地におけるL1面の変形を示す地形断面図
米軍撮影の空中写真を図化して作成. 断面の位置は図5に示す.

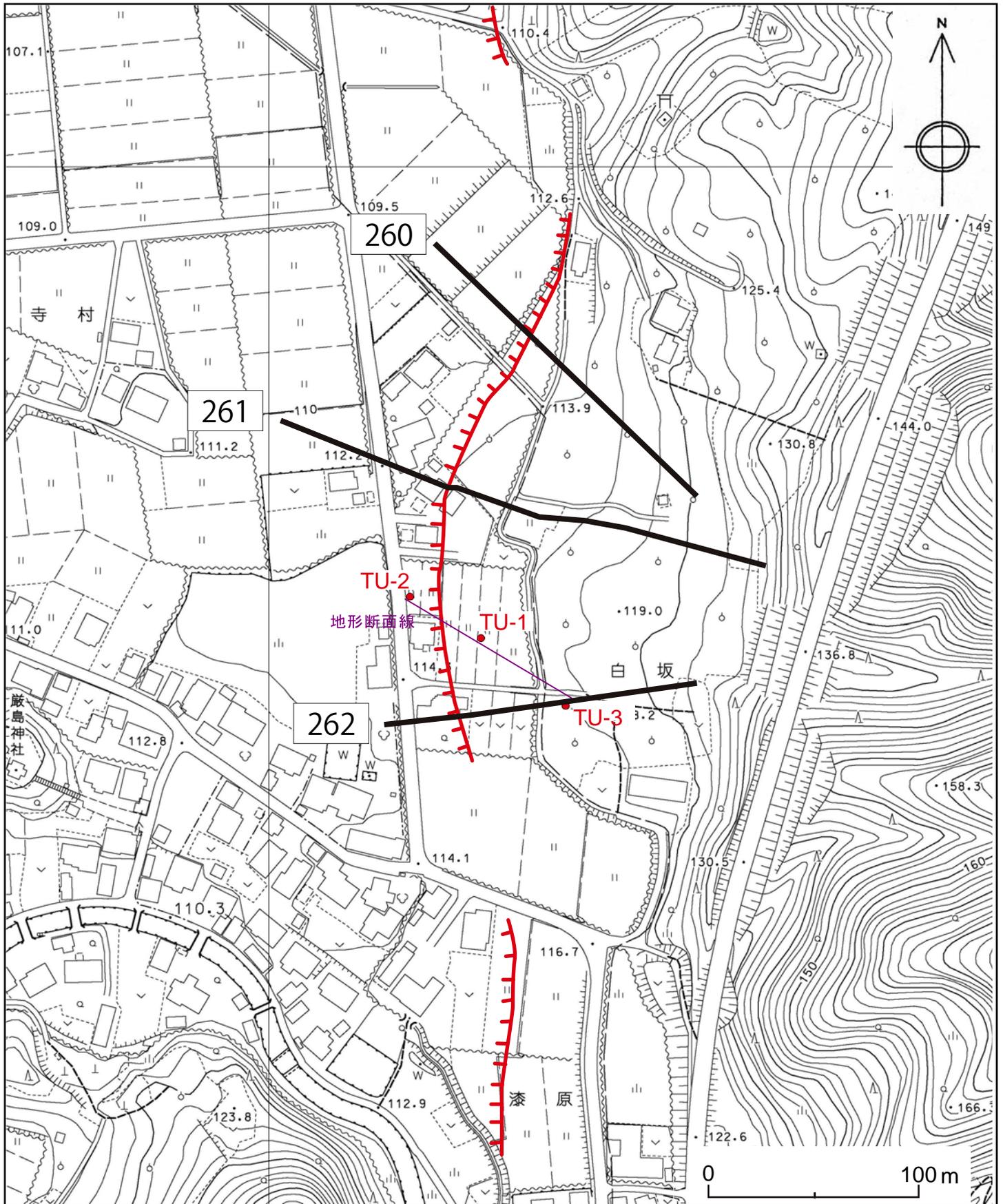


図7 寺内地点周辺の詳細地形図
 基図には横手市発行の2,500分の1都市計画図を使用した。

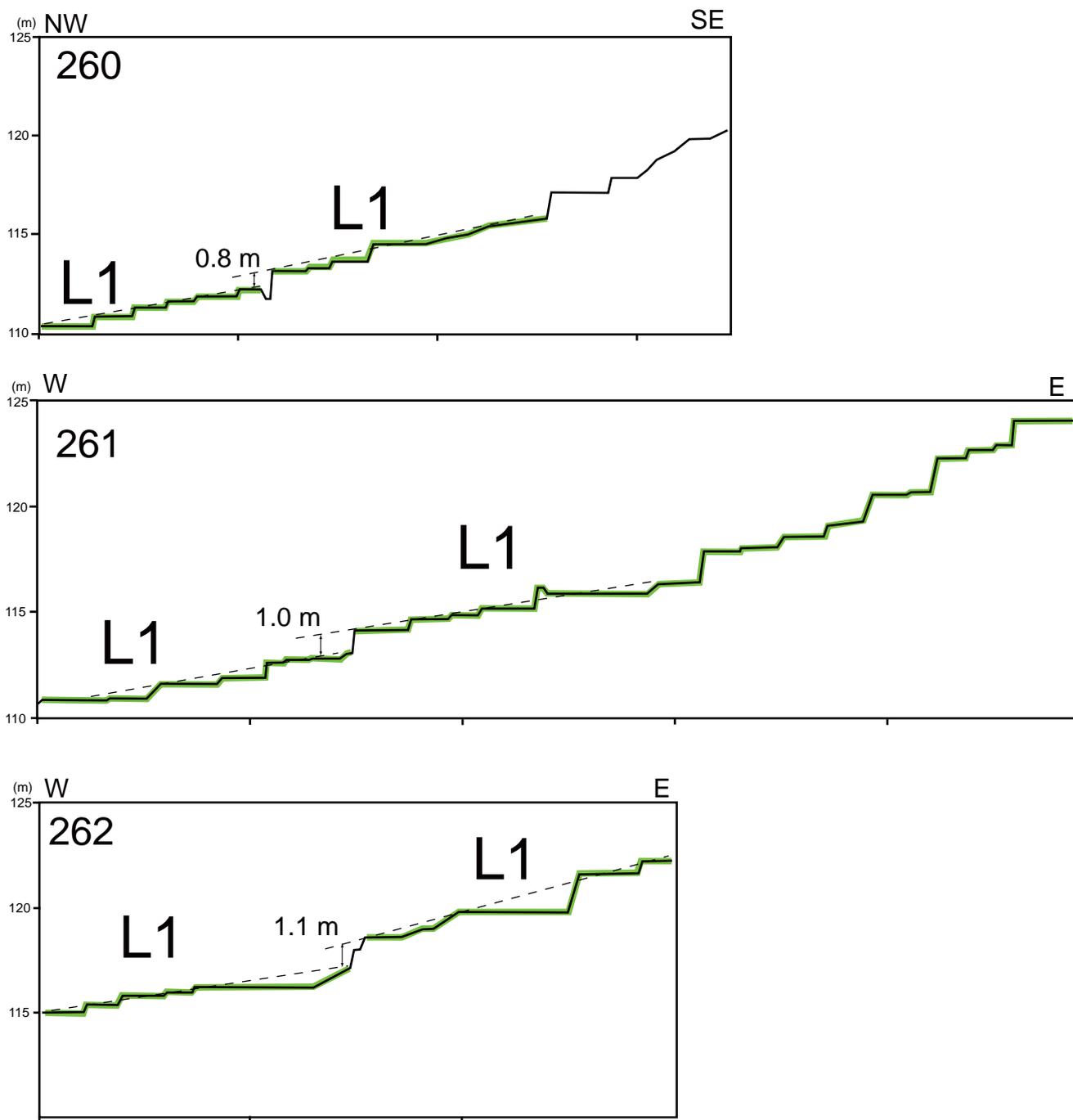


図8 寺内地点におけるL1面の変形を示す地形断面図
米軍撮影の空中写真を図化して作成。断面の位置は図7に示す

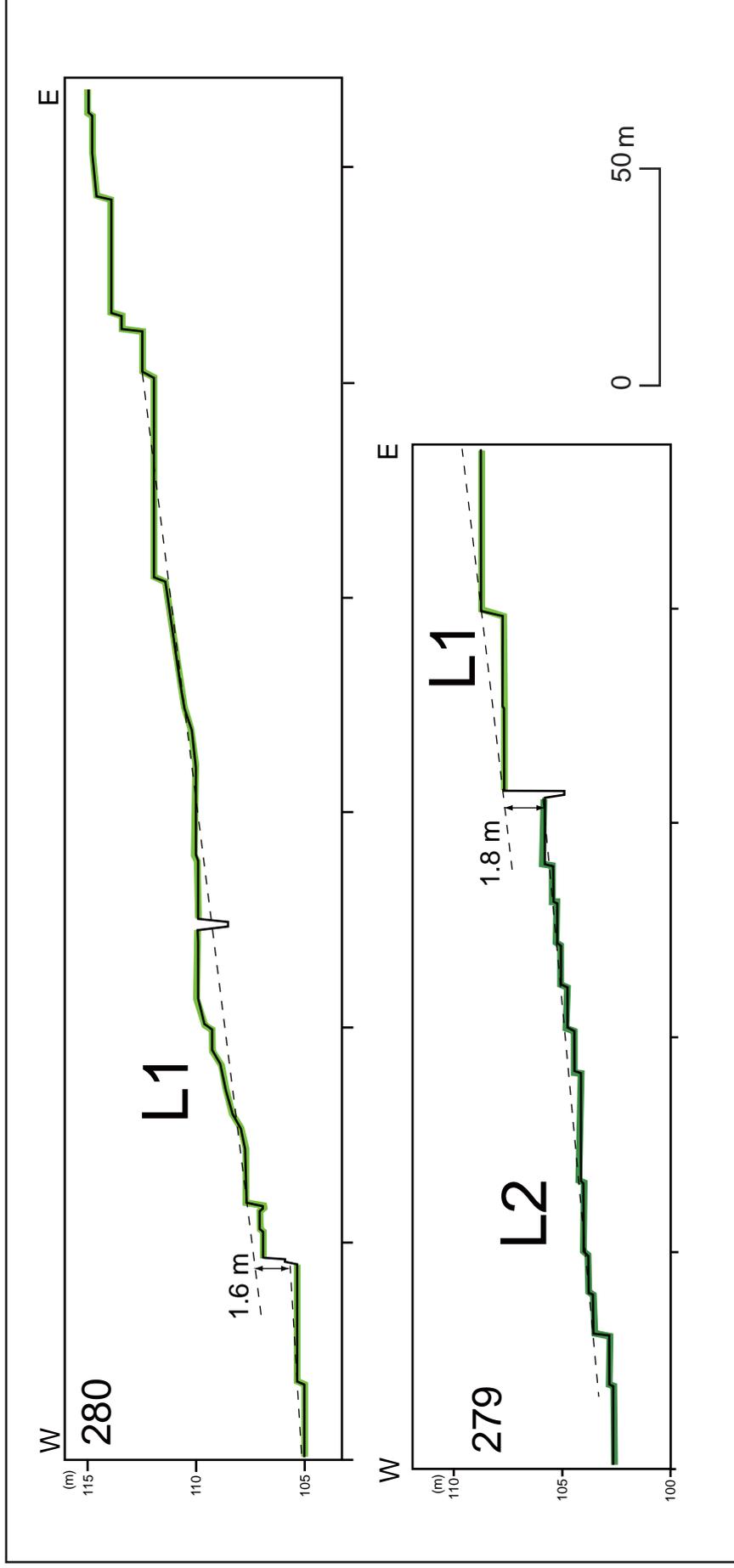


図10 釜ノ川地点におけるL1面の変位を示す地形断面図
 米軍撮影の空中写真を図化して作成. 断面の位置は図9に示す.

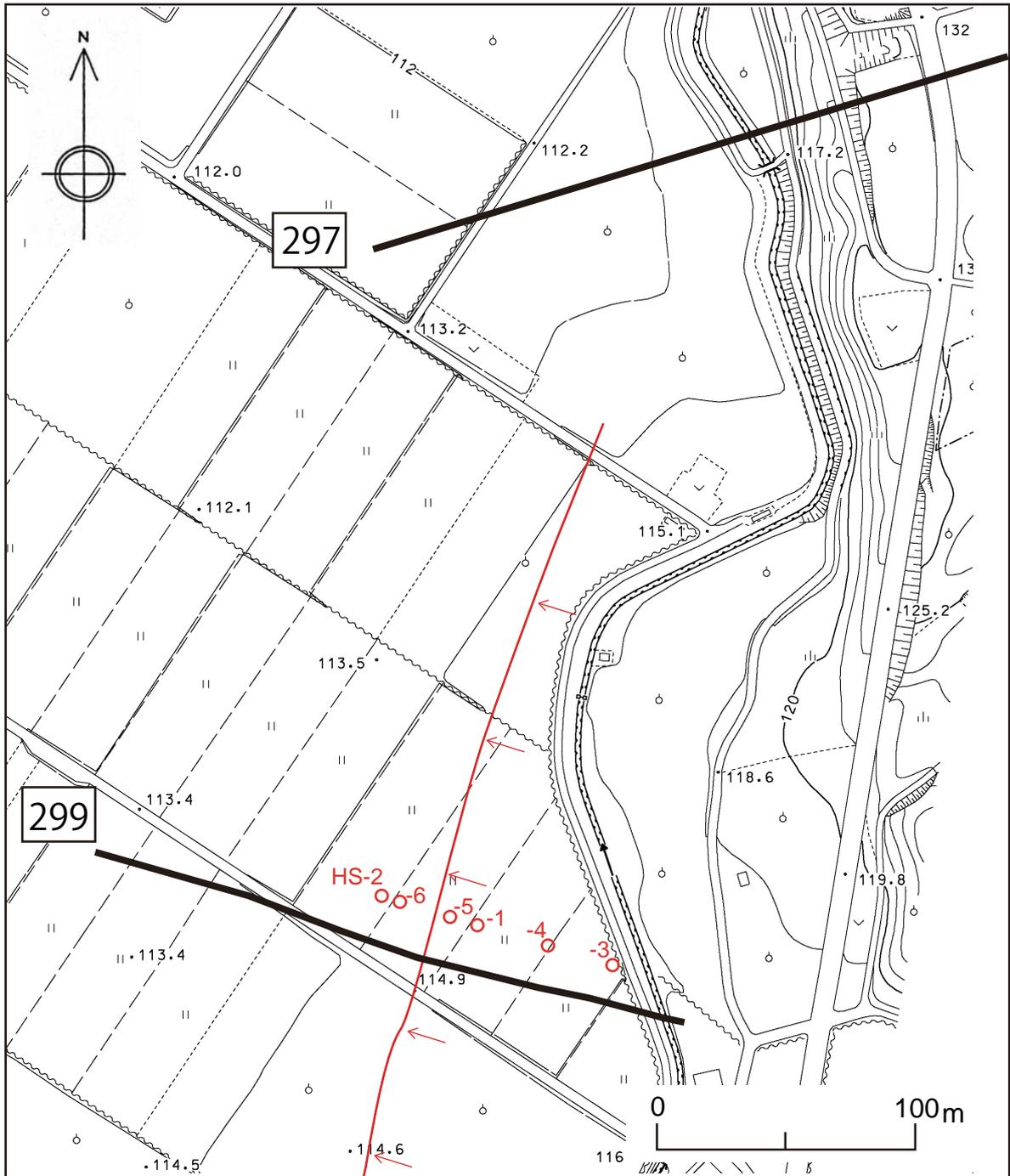


図11 半助村地点周辺の詳細地形図
 基図には横手市発行の2,500分の1都市計画図を使用した。

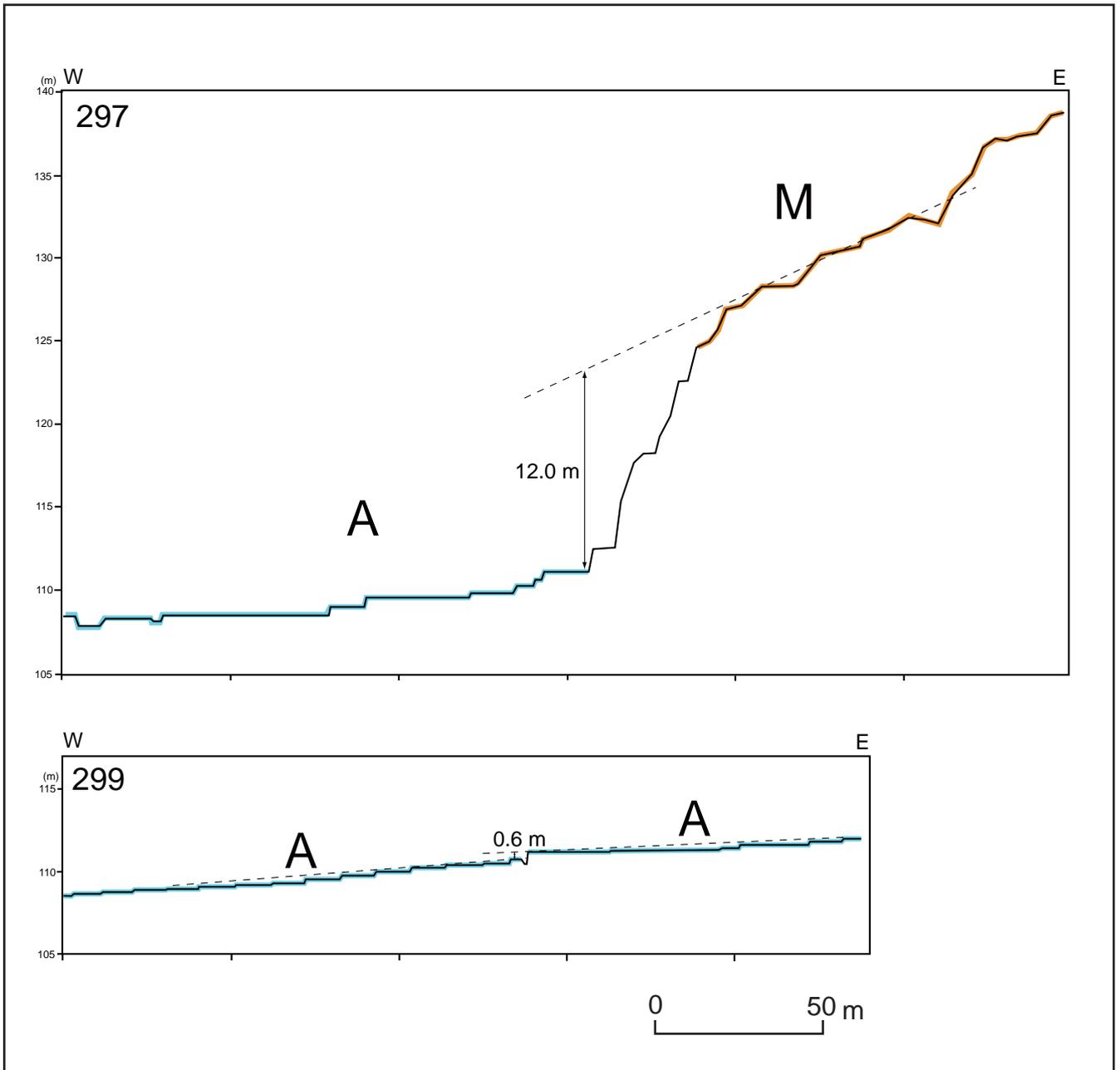


図 12 半助村地点における M 面および A 面の変位を示す地形断面図
米軍撮影の空中写真を図化して作成。断面測線の位置は図 11 に示す。

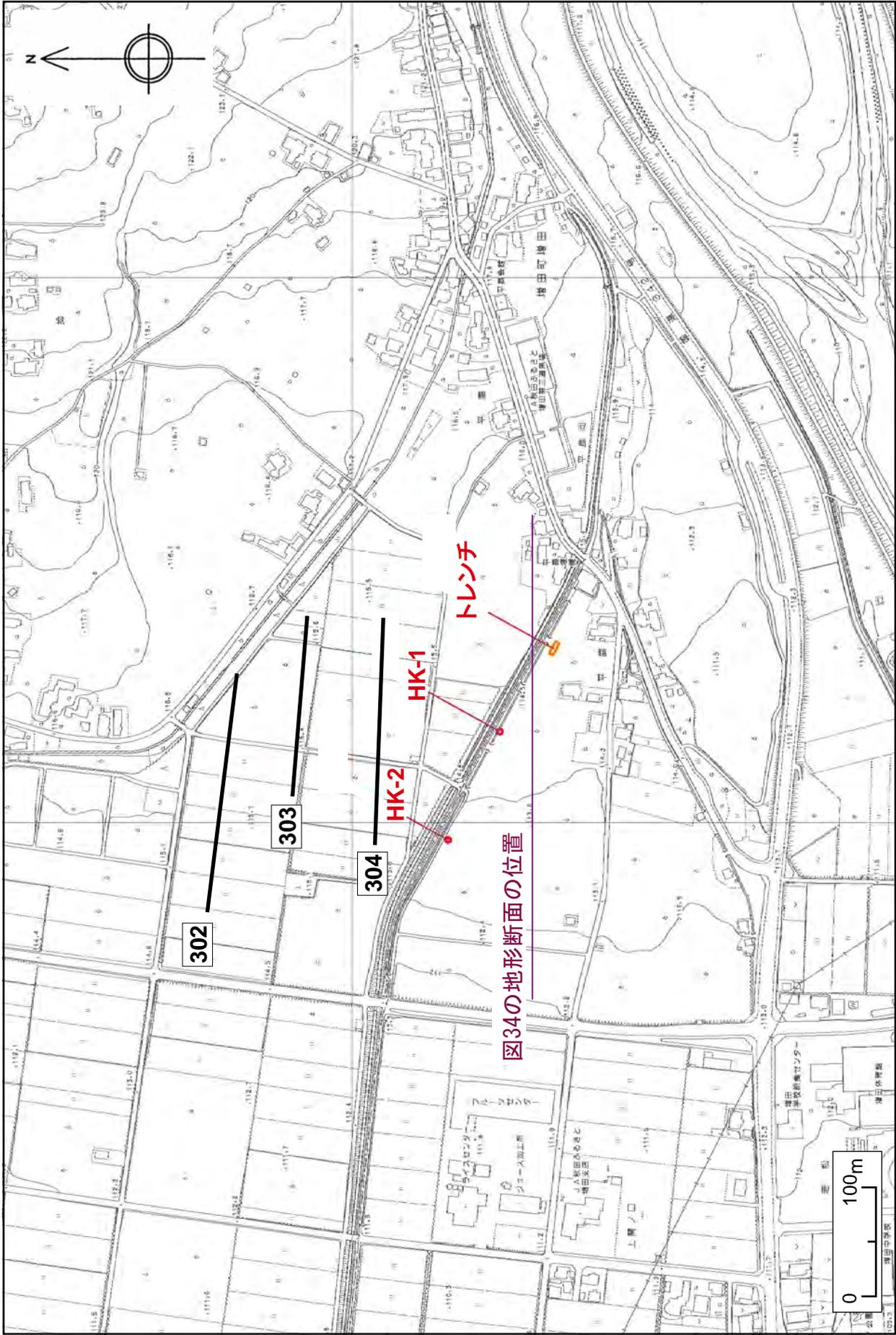


図13 平鹿地点周辺の詳細地形図
 基図には横手市発行の2,500分の1都市計画図を使用した。

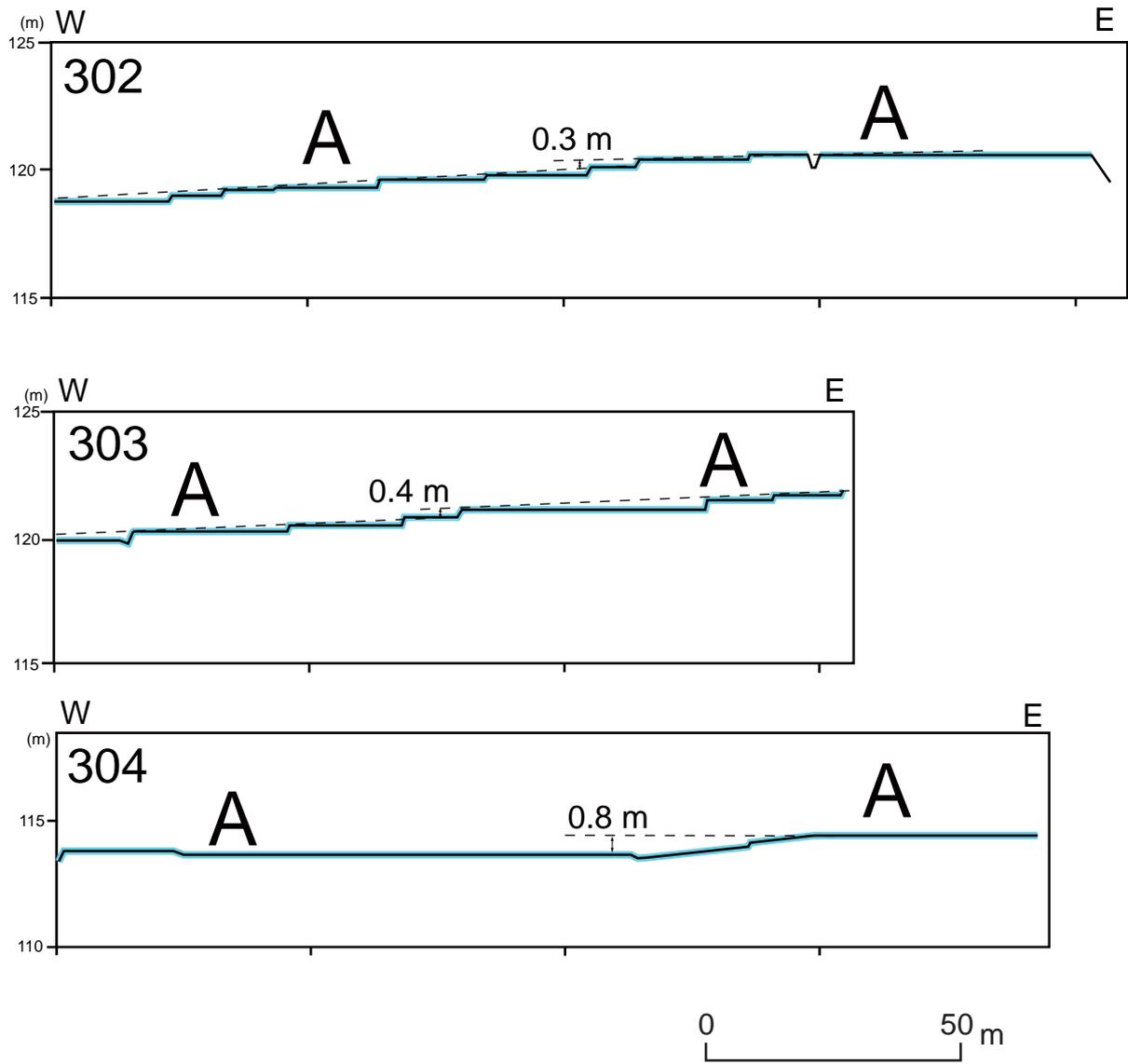


図 14 平鹿地点における A 面の変形を示す地形断面図
 米軍撮影の空中写真を図化して作成。断面の位置は図 13 に示す。

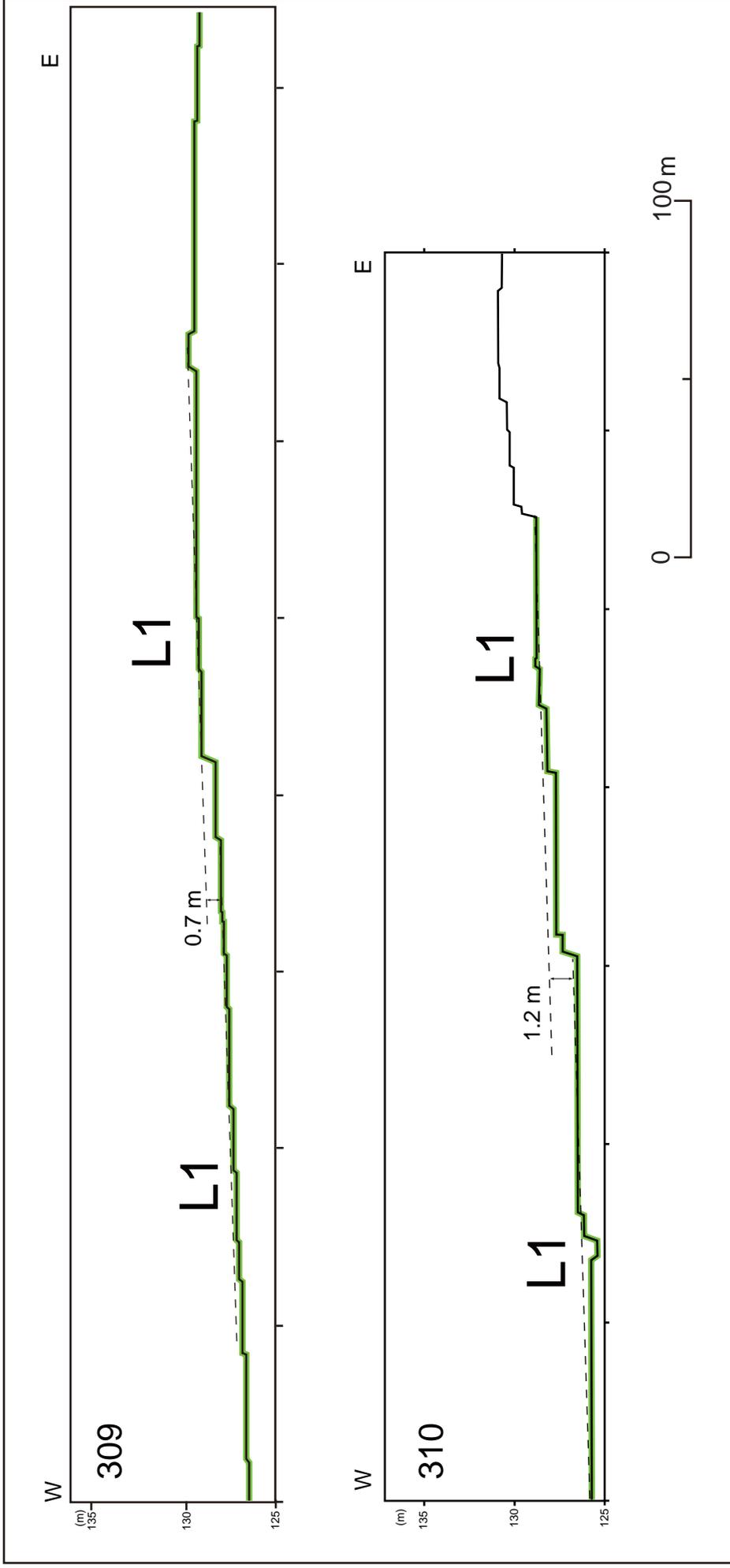


図 16 熊淵地点における L1 面の変形を示す地形断面図
米軍撮影の空中写真を図化して作成. 断面の位置は図 15 に示す.

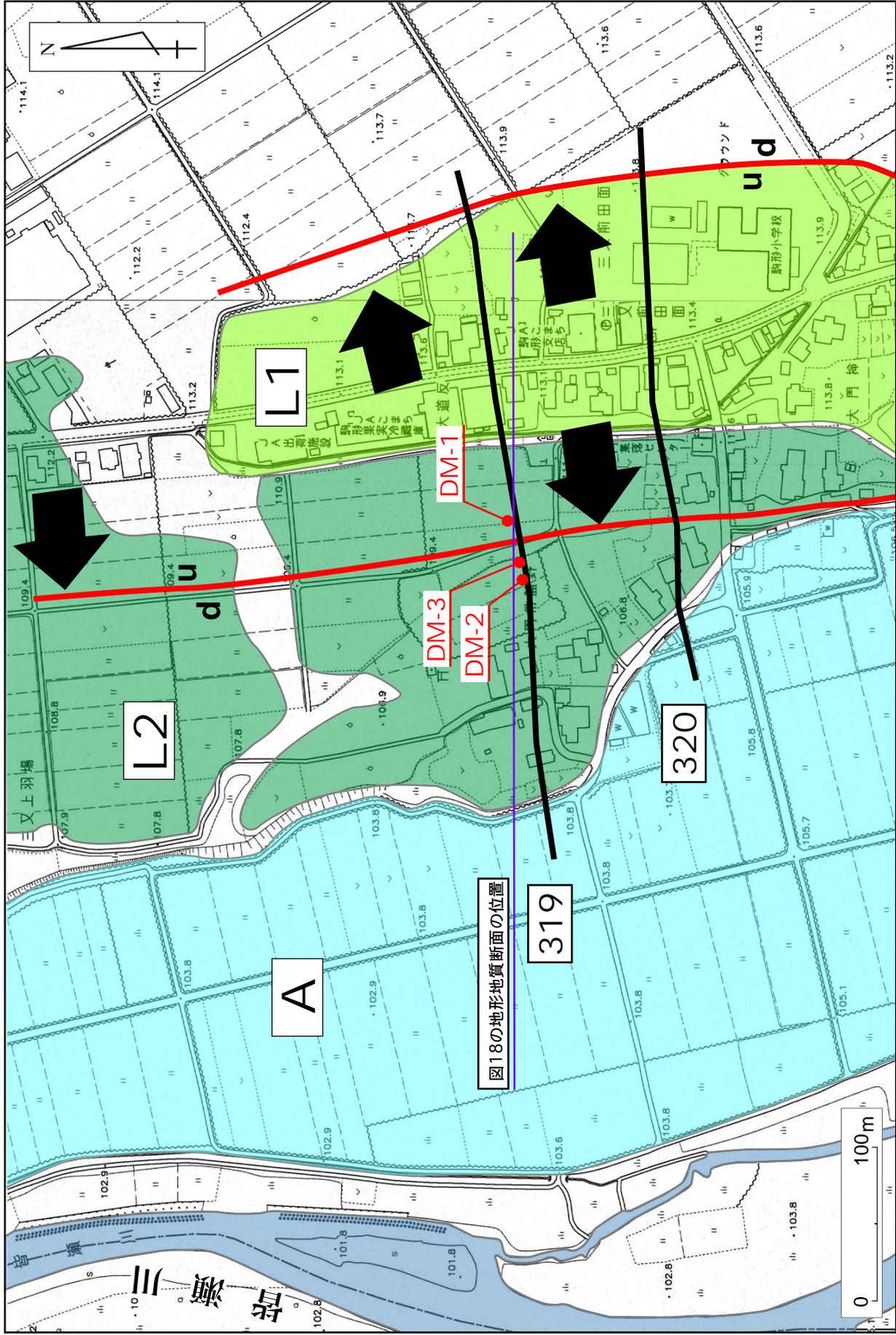


図17 大門地点の地形分類図と調査地点および測線の位置
 基図には2500分の1都市計画図（湯沢市発行）を使用。

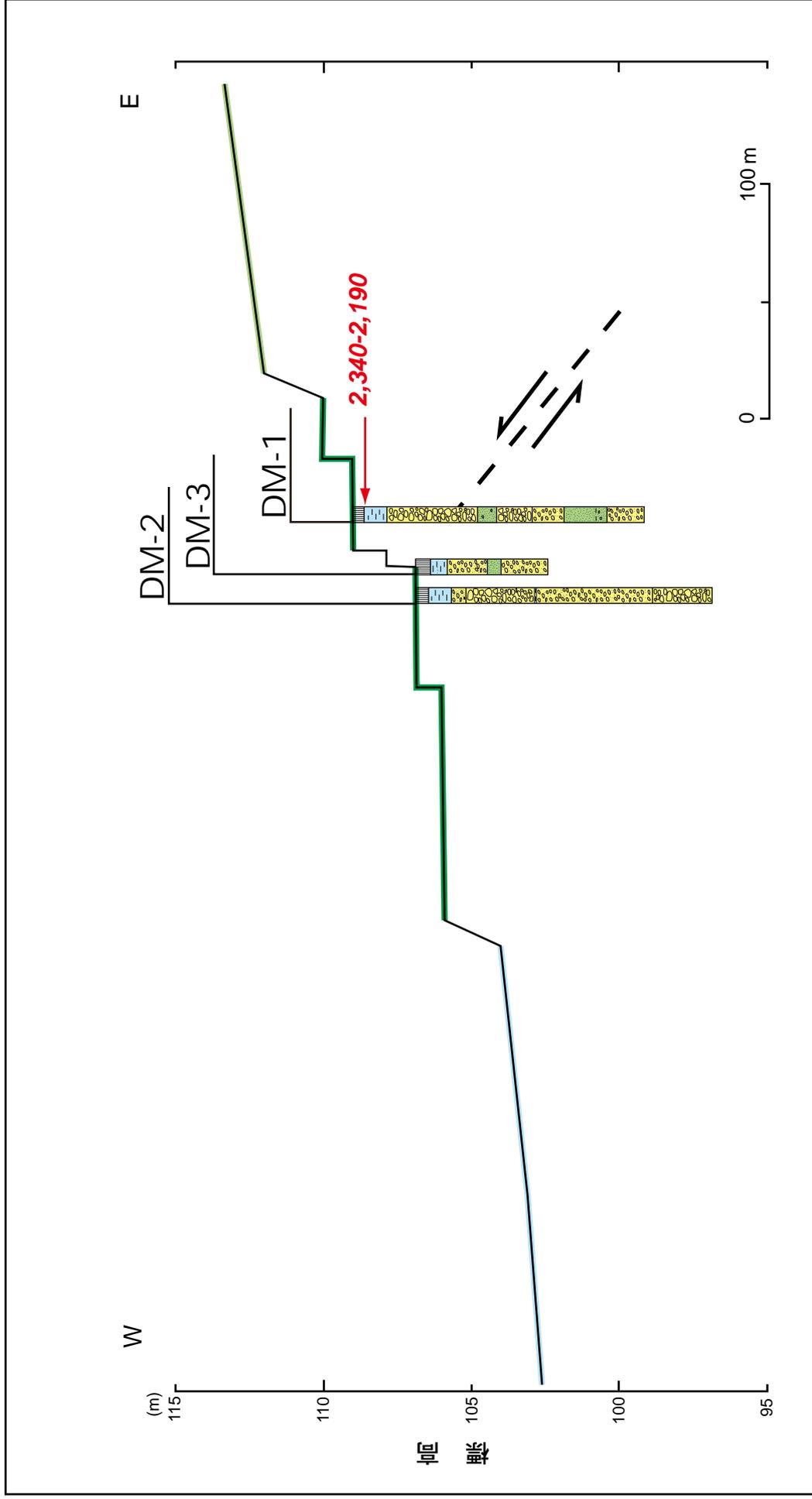


図1, 大門地点の地形地質断面図
 地形断面は2,500分の1都市計画図（湯沢市発行）の等高線による。
 地形断面の位置は図18に示す。赤い矢印と数字は、年代測定試料を
 採取した位置とその年代値（暦年較正值）を示す。

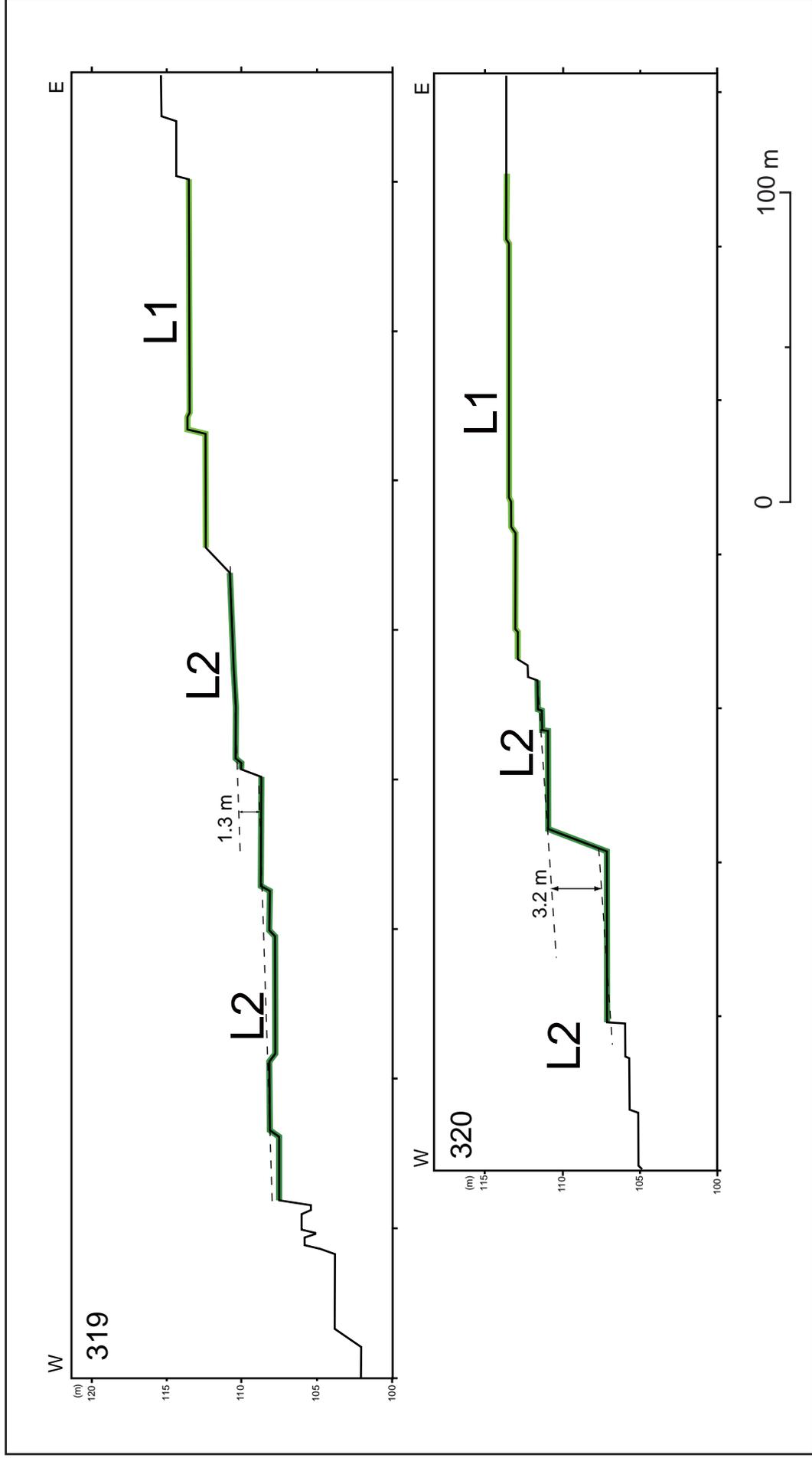


図 19 大門地点における L2 面の変形を示す地形断面図
米軍撮影の空中写真を図化して作成. 断面の位置は図 17 に示す.

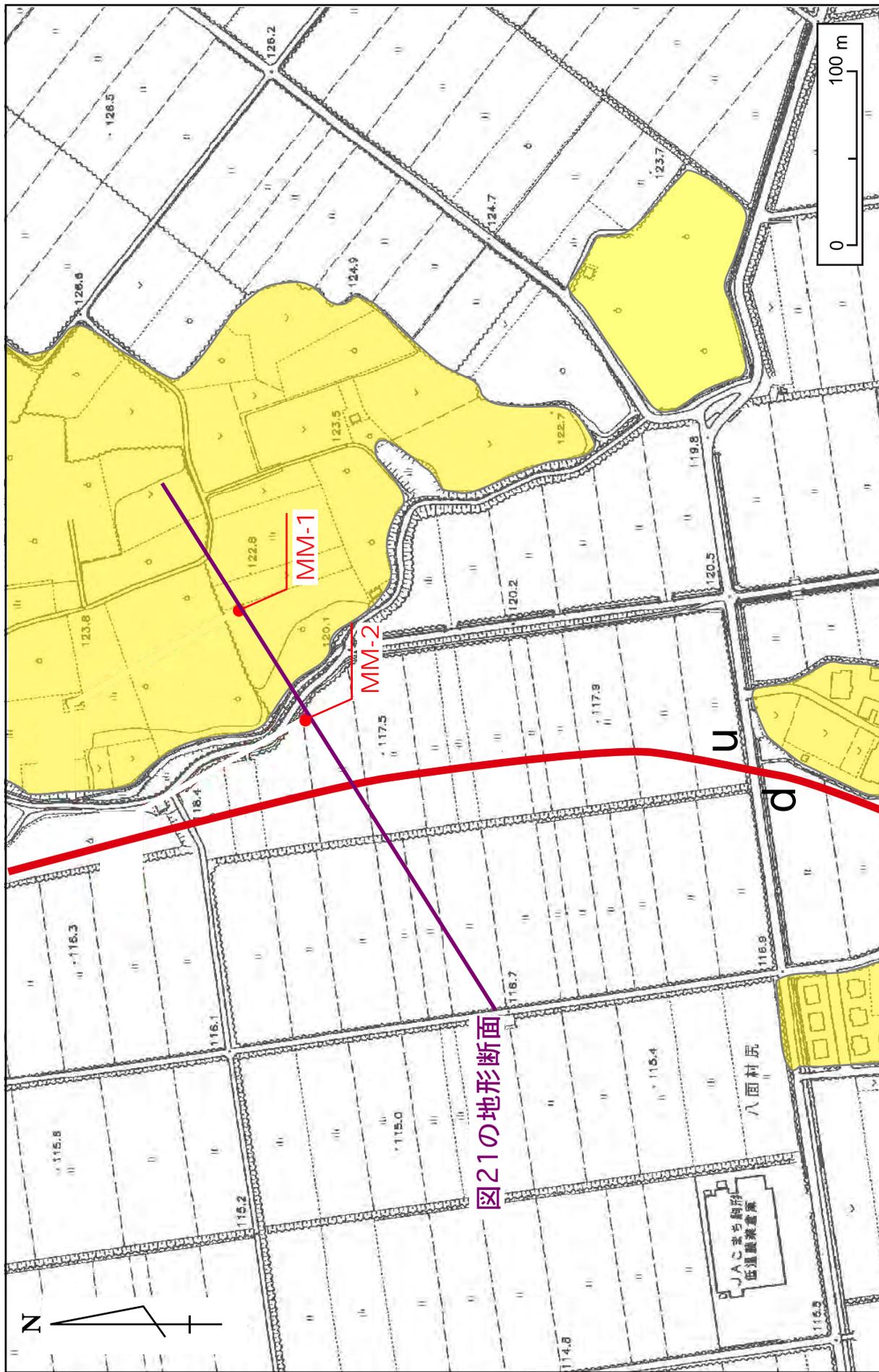


図20 三又地点の地形分類図と調査地点および測線の位置
 基図には2500分の1都市計画図（湯沢市発行）を使用。

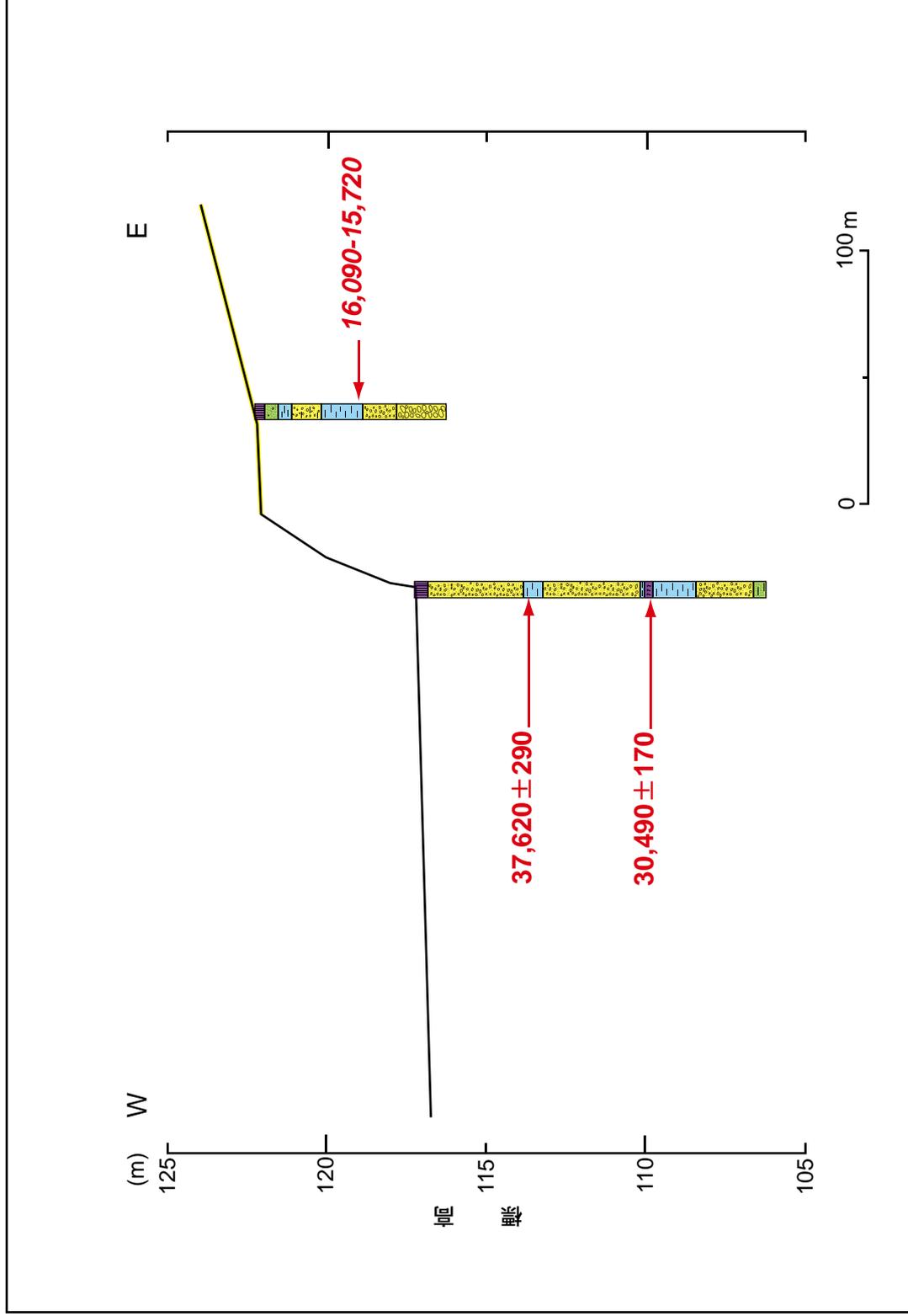


図21 三又地点における地形地質断面図
 地形断面は2500分の1都市計画図（湯沢市発行）の等高線に基づき作成。
 赤い矢印と数字は、年代測定試料を採取した位置とその年代値を示す。
 年代値のうち斜体字のものは暦年較正值であることを示す。

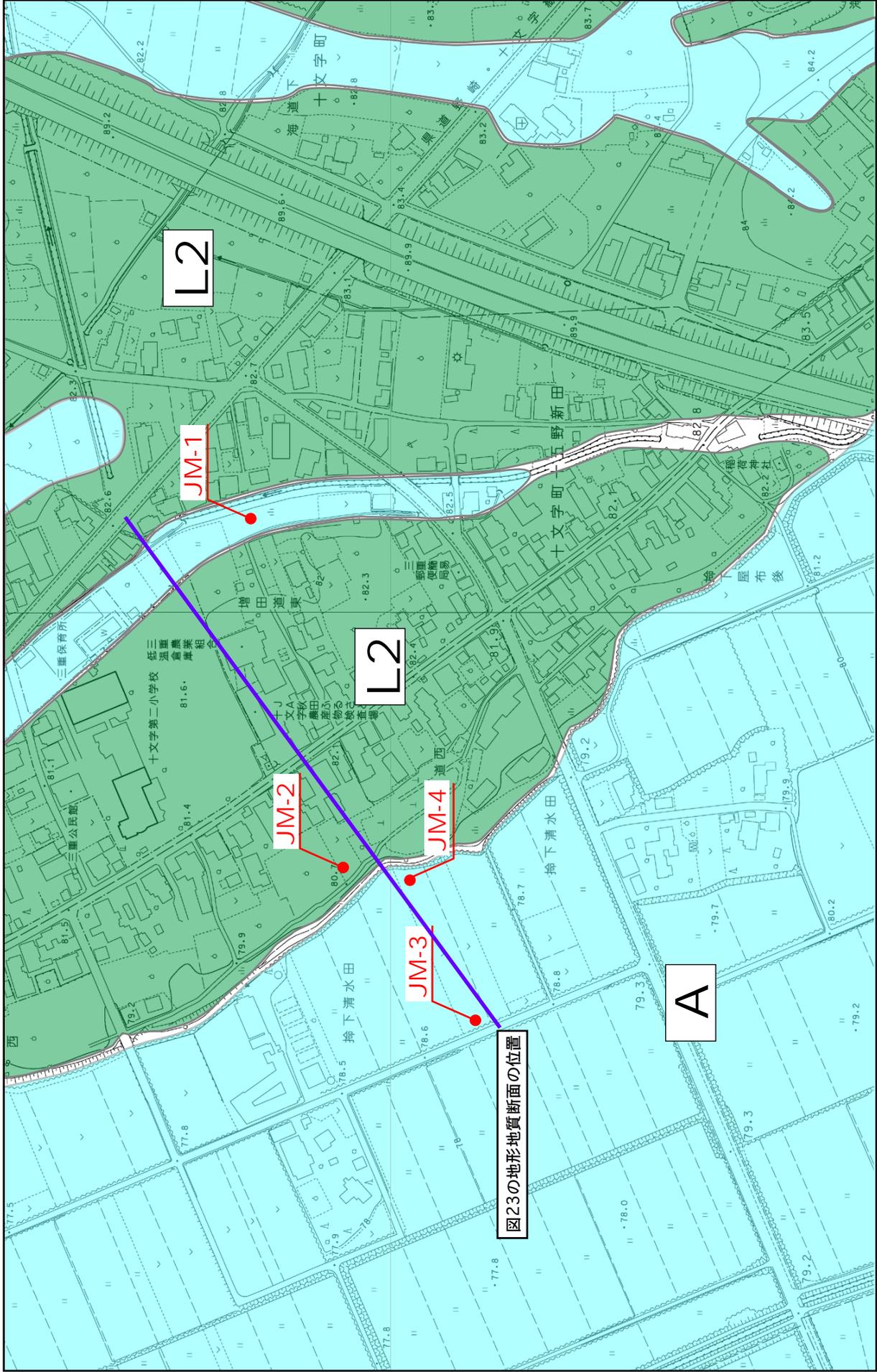


図22 十字地点の地形分類図と調査地点および測線の位置
 基図には2500分の1都市計画図（横手市発行）を使用。

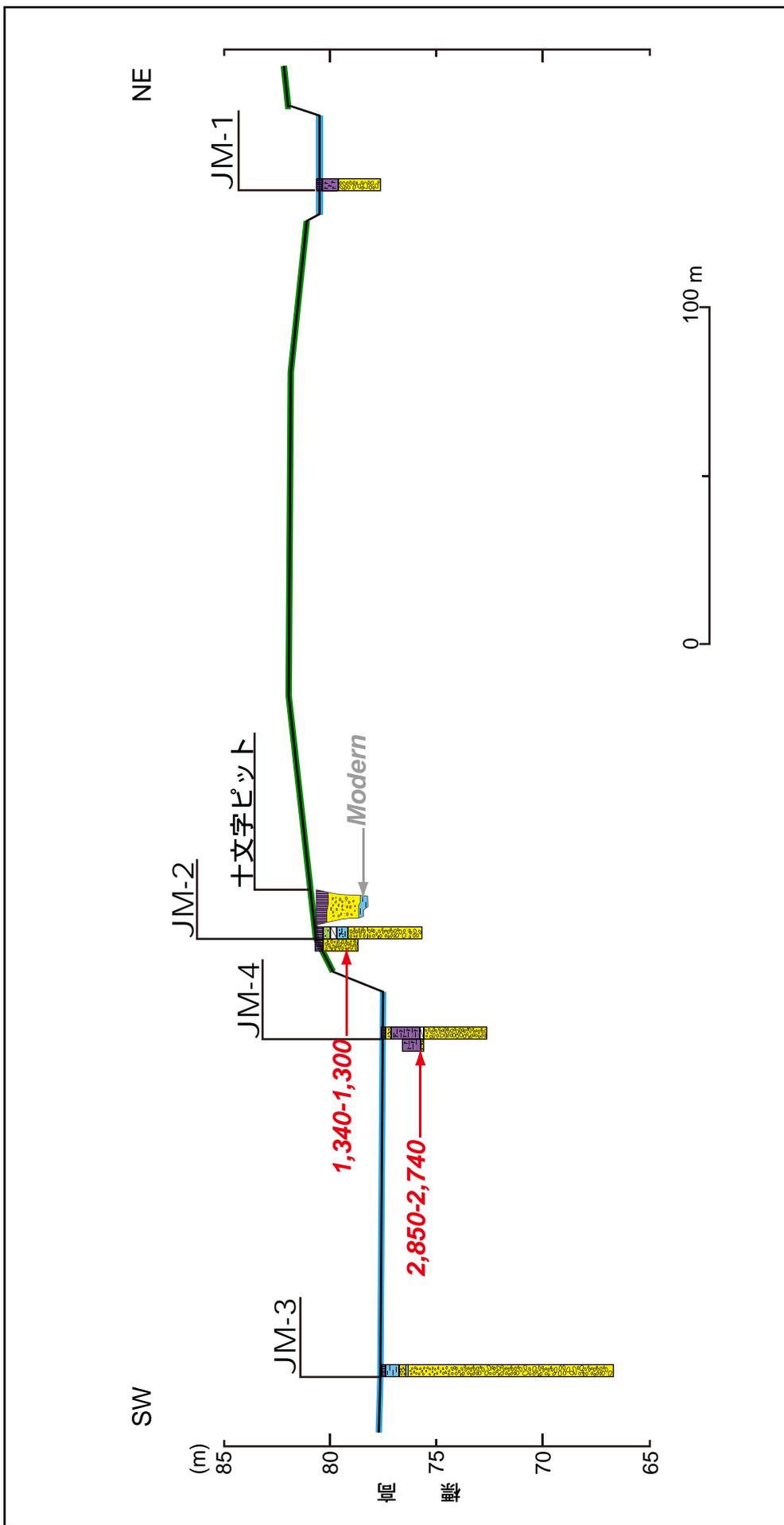


図23 十字字地点における地形地質断面図
 地形断面には2500分の1都市計画図（横手市発行）による。
 赤い矢印と数字は、年代測定試料を採取した位置とその年代値（暦年較正值）を示す

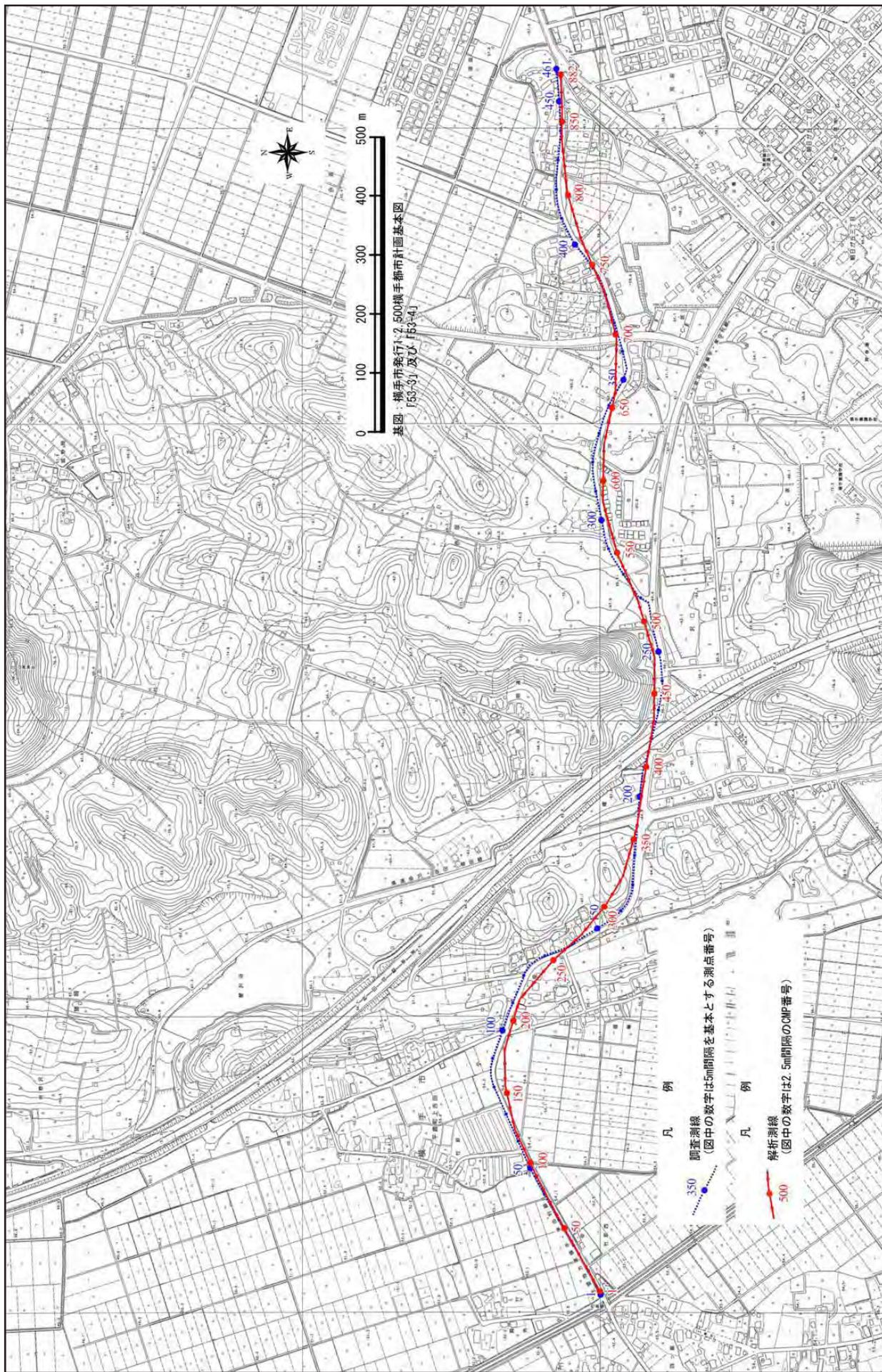


図24 反射法地震探査中山測線の配置図

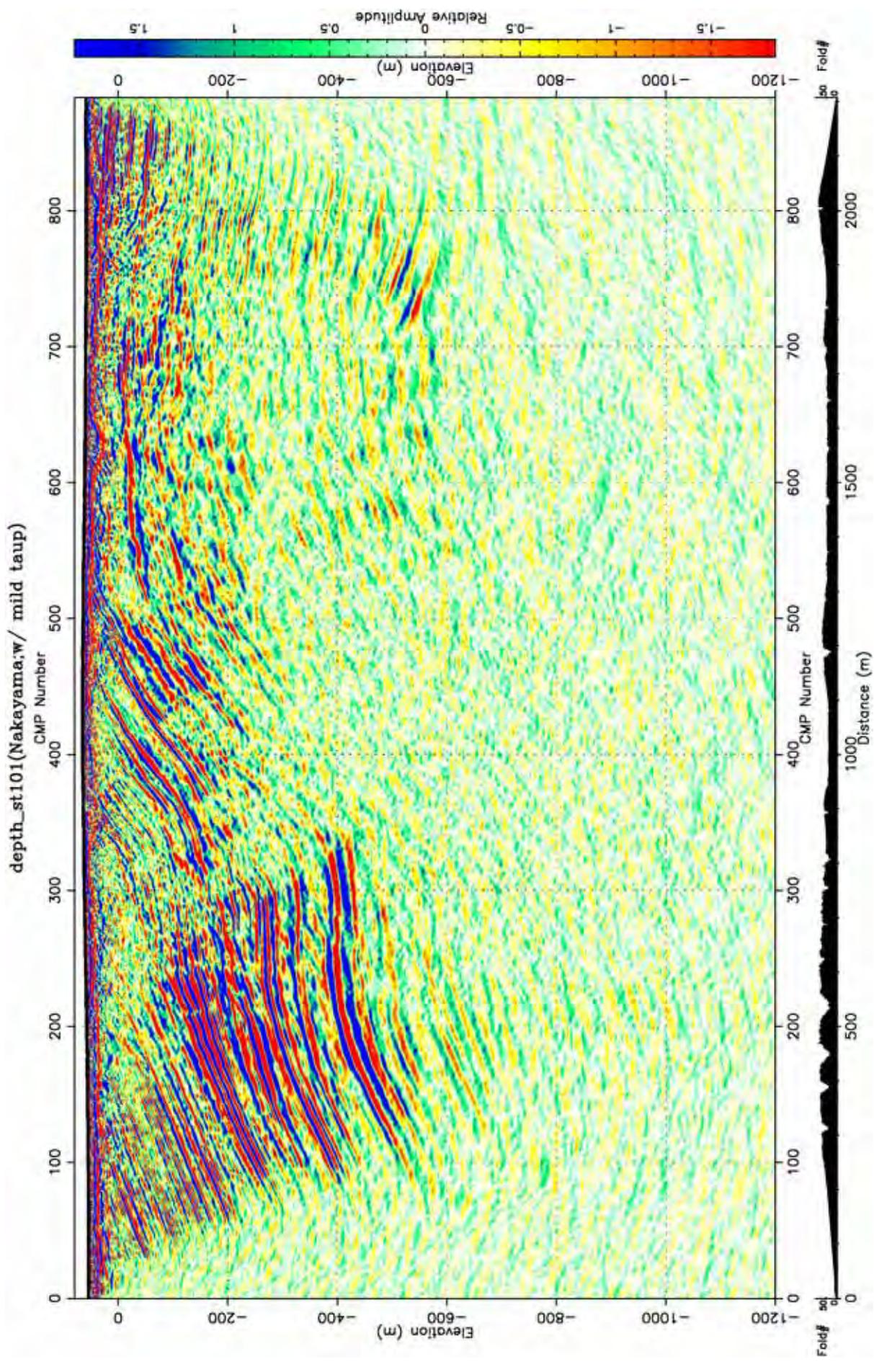


図25 中山測線において実施した反射法地震探査の深度変換断面図
 探査測線の位置は図2および図24に示す。

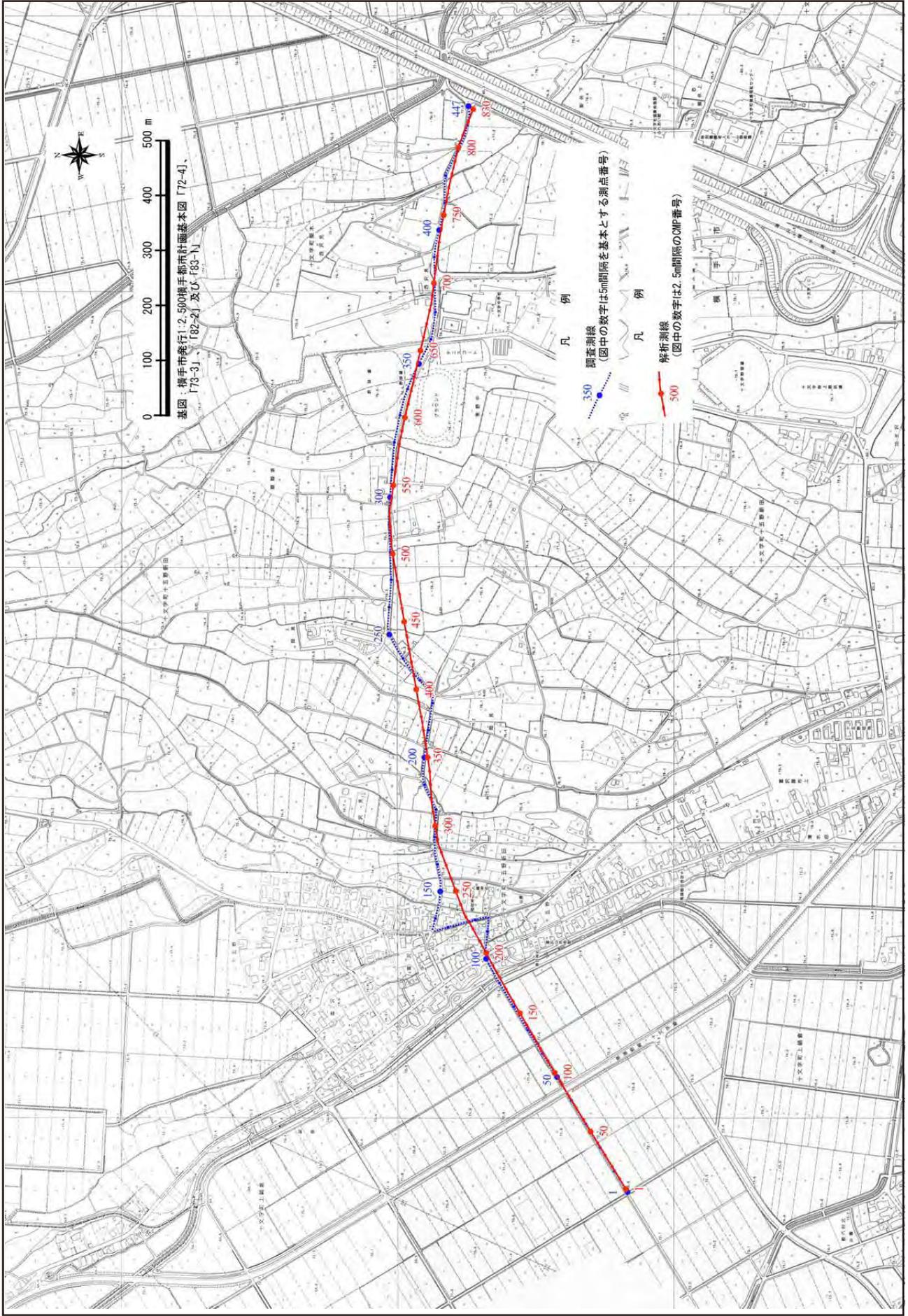


図26 反射法地震探査十字測線の配置図

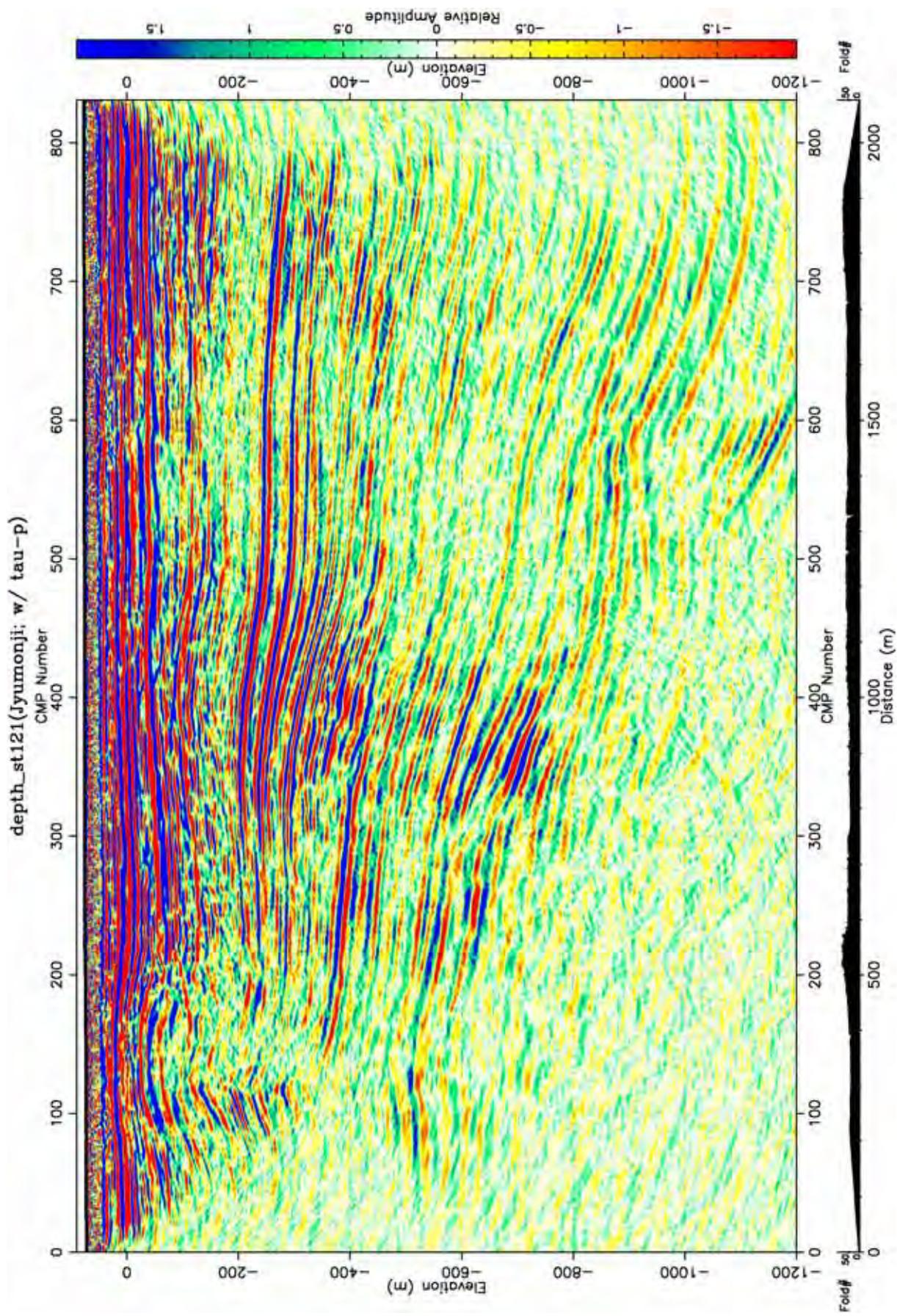


図27 十字測線において実施した反射地震探査の深度変換断面図
 探査測線の位置は図2および図26に示す。

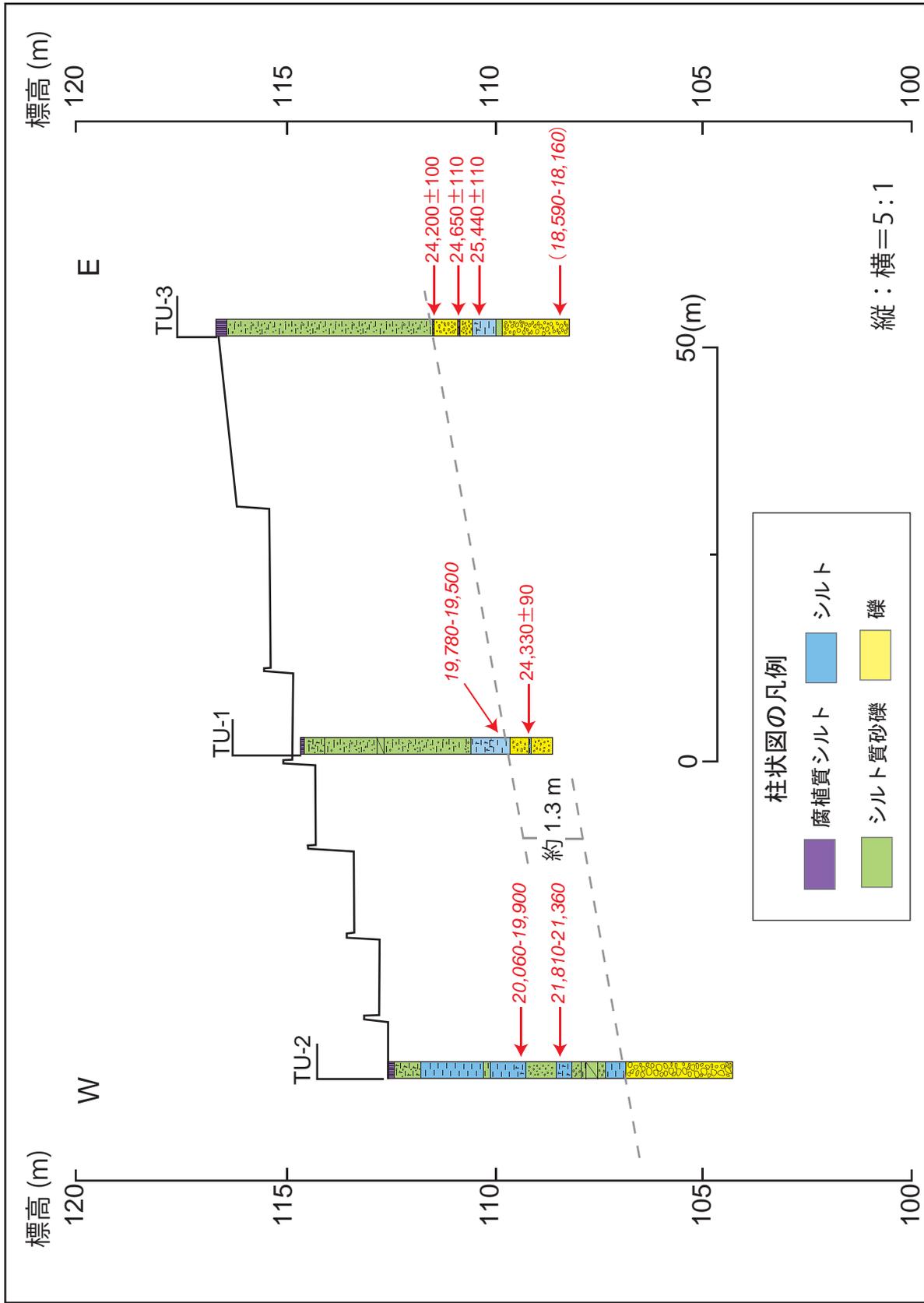


図 28 寺内地点で実施した群列ボーリングに基づく地形地質断面図

断面の位置は図 7 に示す。赤色の矢印と数字は、放射性炭素同位年代の試料を採取した位置とその年代値を示す。年代値のうち、斜体で表しているものは暦年較正を施した値であり、括弧で示した値は同一コア内の上層で年代の逆転が見られることから信頼性が低いと判断した値であることを示す。

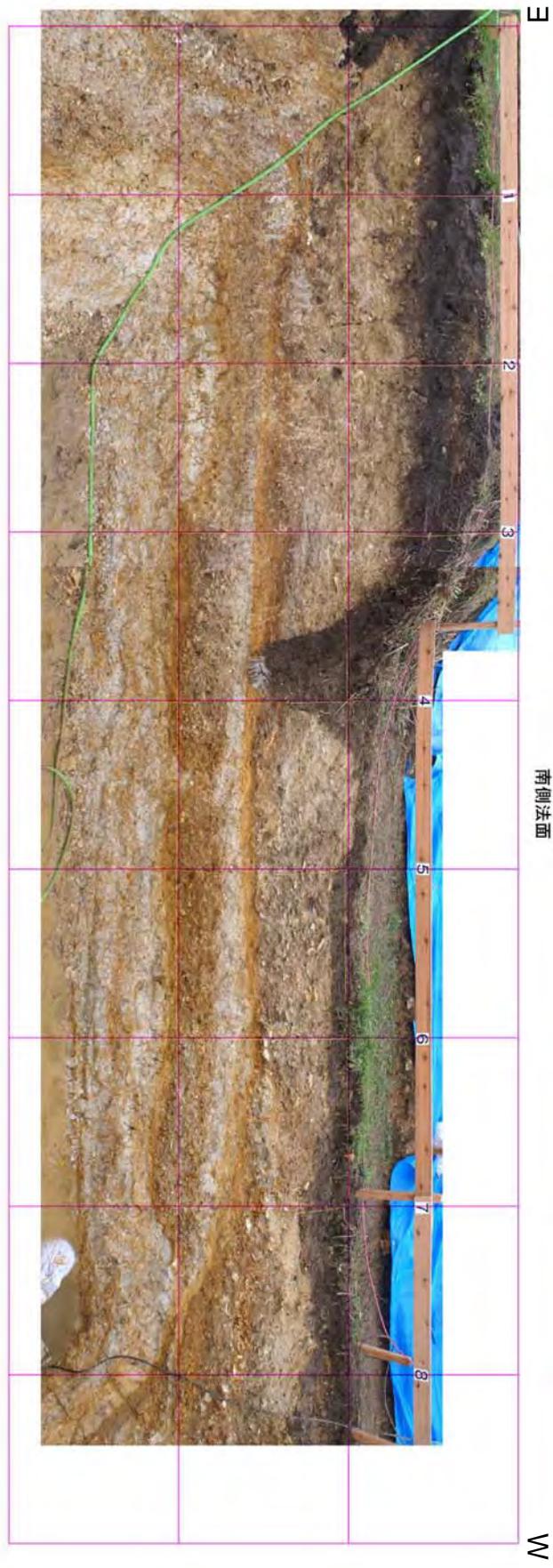


図29 釜ノ川地点で実施した構造確認ピットの壁面写真
掘削地点の位置は図9に示す.

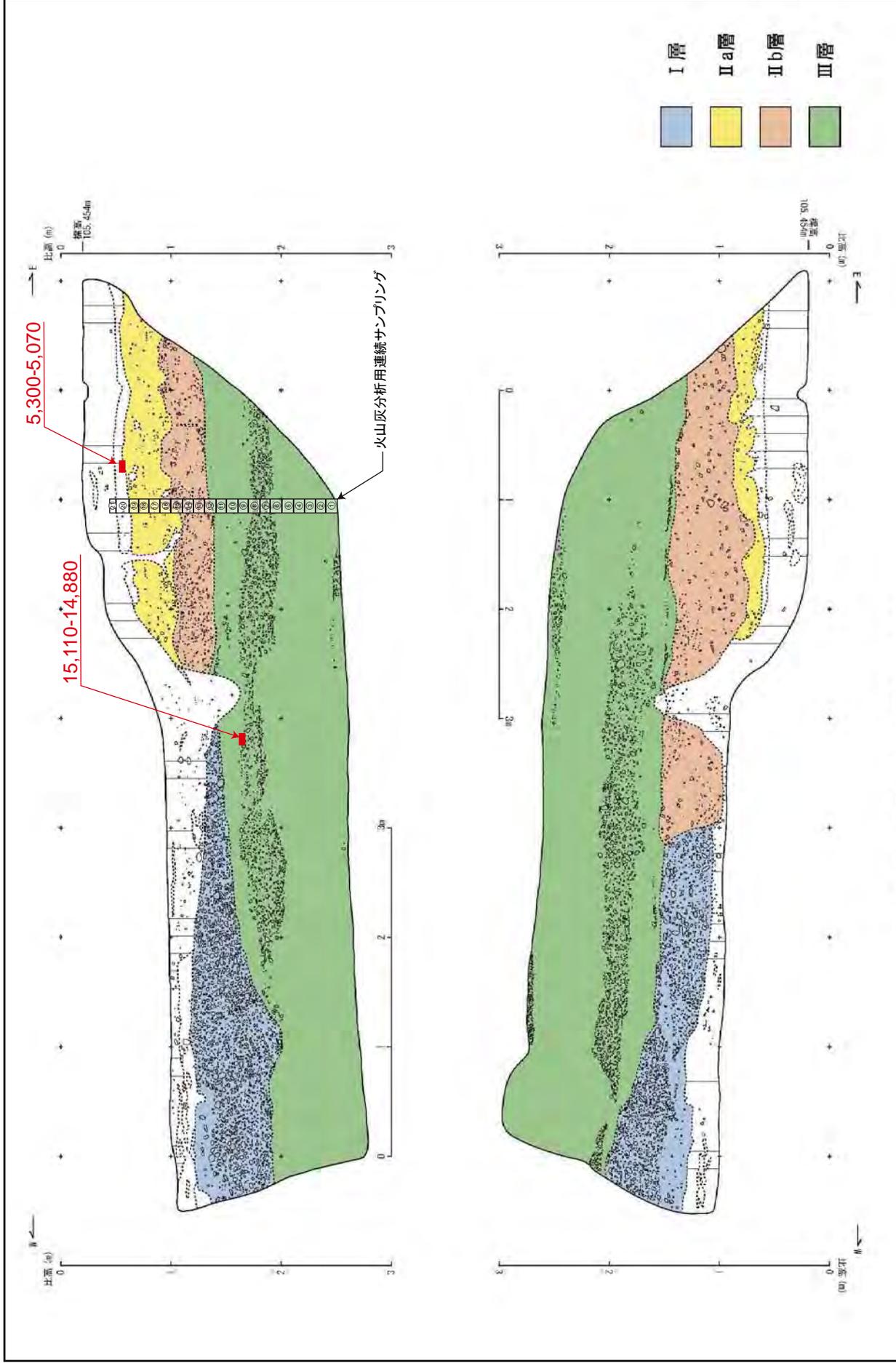


図30 釜ノ川地点で実施した構造確認ピットの壁面スケッチと分析用試料採取位置

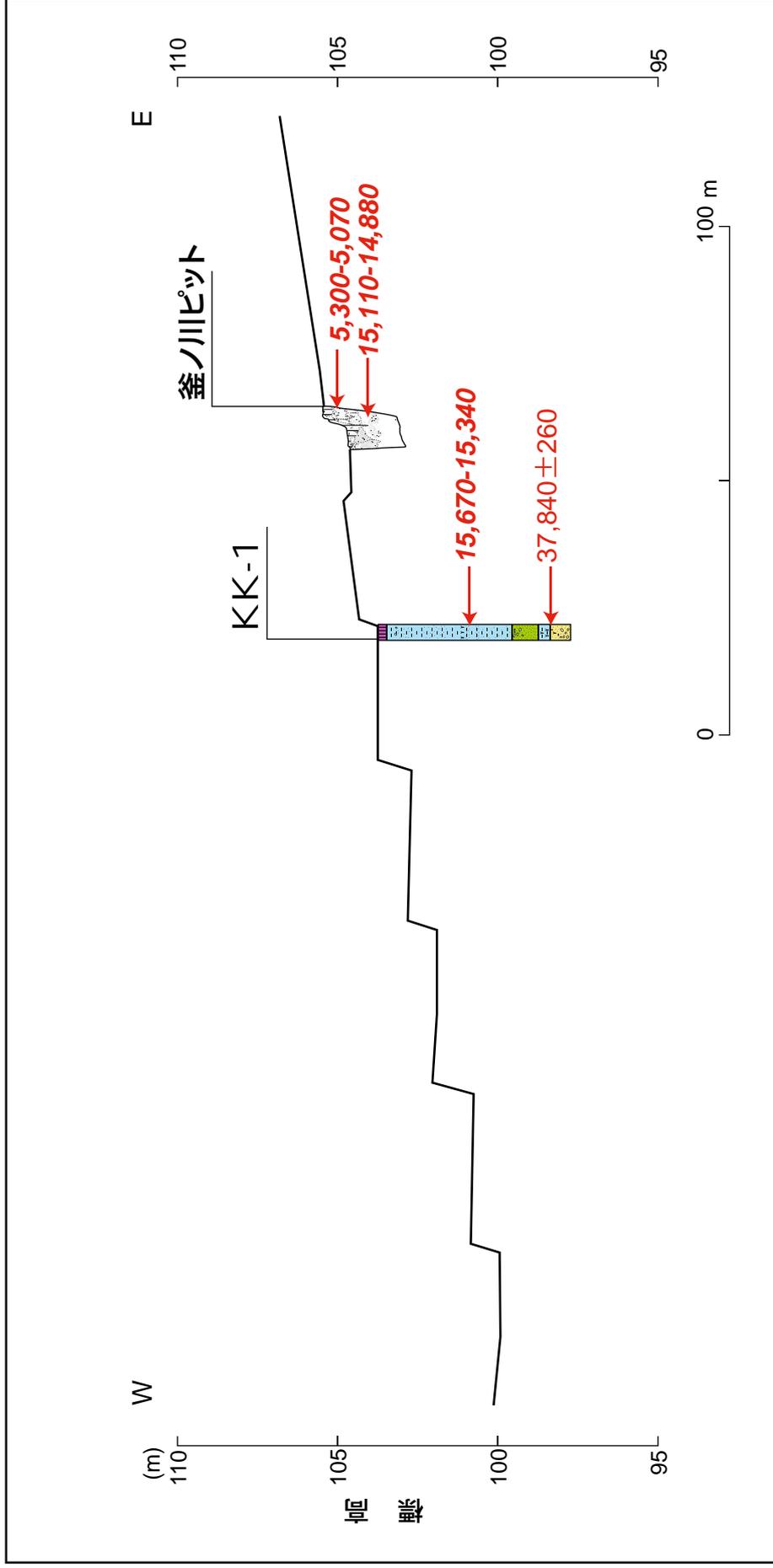


図31 釜ノ川地点で実施した構造確認ピット及びボーリングに基づく地形地質断面図
 地形断面は現地での測量結果に基づく。断面の位置は図9に示す。図中の赤色の矢印と数字は、放射性炭素同位年代の試料を採取した位置とその年代値を示す。年代値のうち、斜体で表したものは暦年較正を施した値を表す。

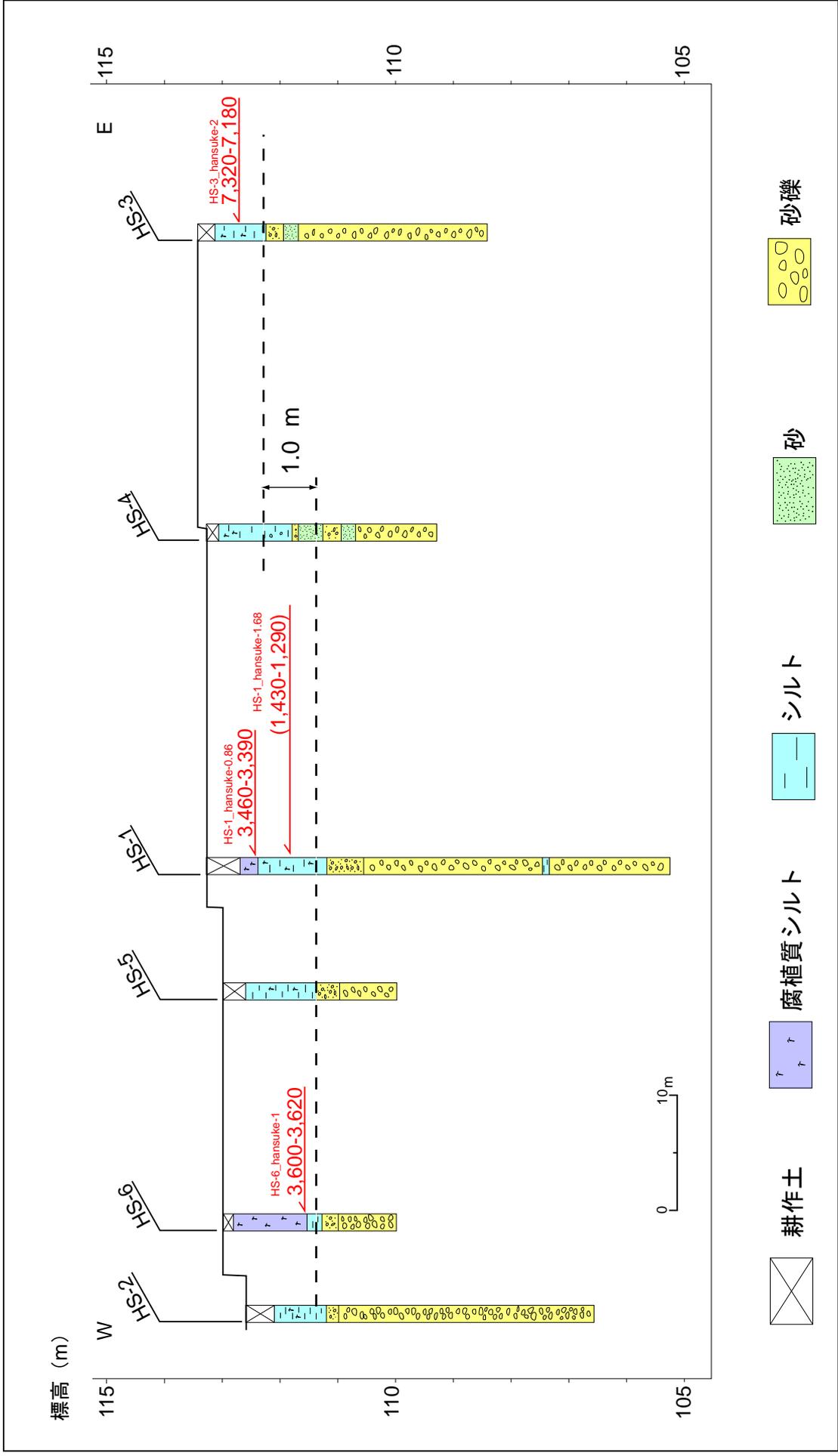


図32 半助村地点で実施した群列ボーリングに基づく地形地質断面図
 赤で示した矢印および数字は、放射性炭素同位体年代測定を行なった試料を採取した位置とその測定値を示す。測定値はいずれも暦年較正した値。括弧で示したものは、信頼性が低いと判断し、断面活動性を検討する上で除外したものの。断面の位置は図11に示す。

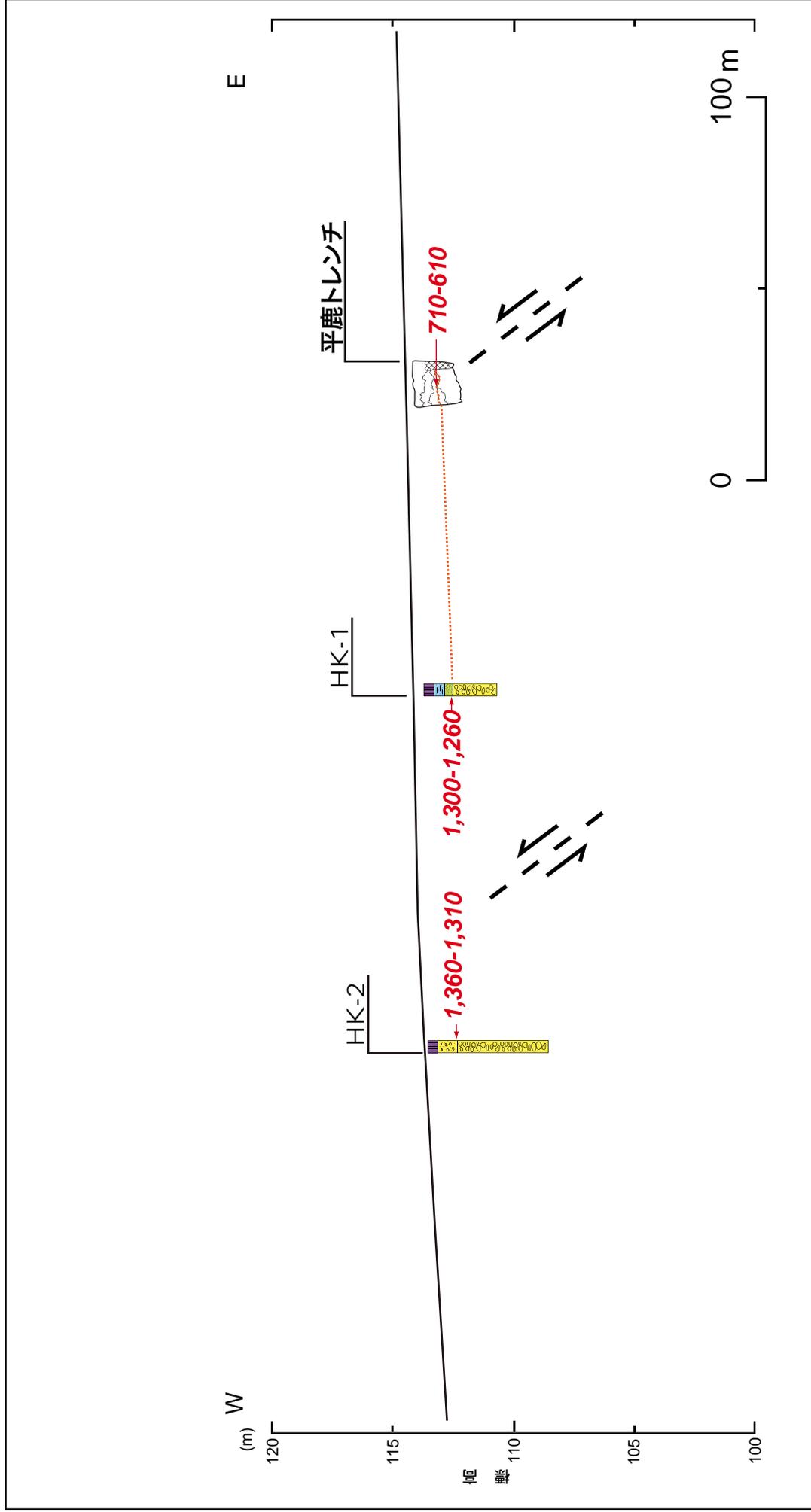


図34 平鹿地点で実施したトレンチ及びボーリングに基づく地形地質断面図

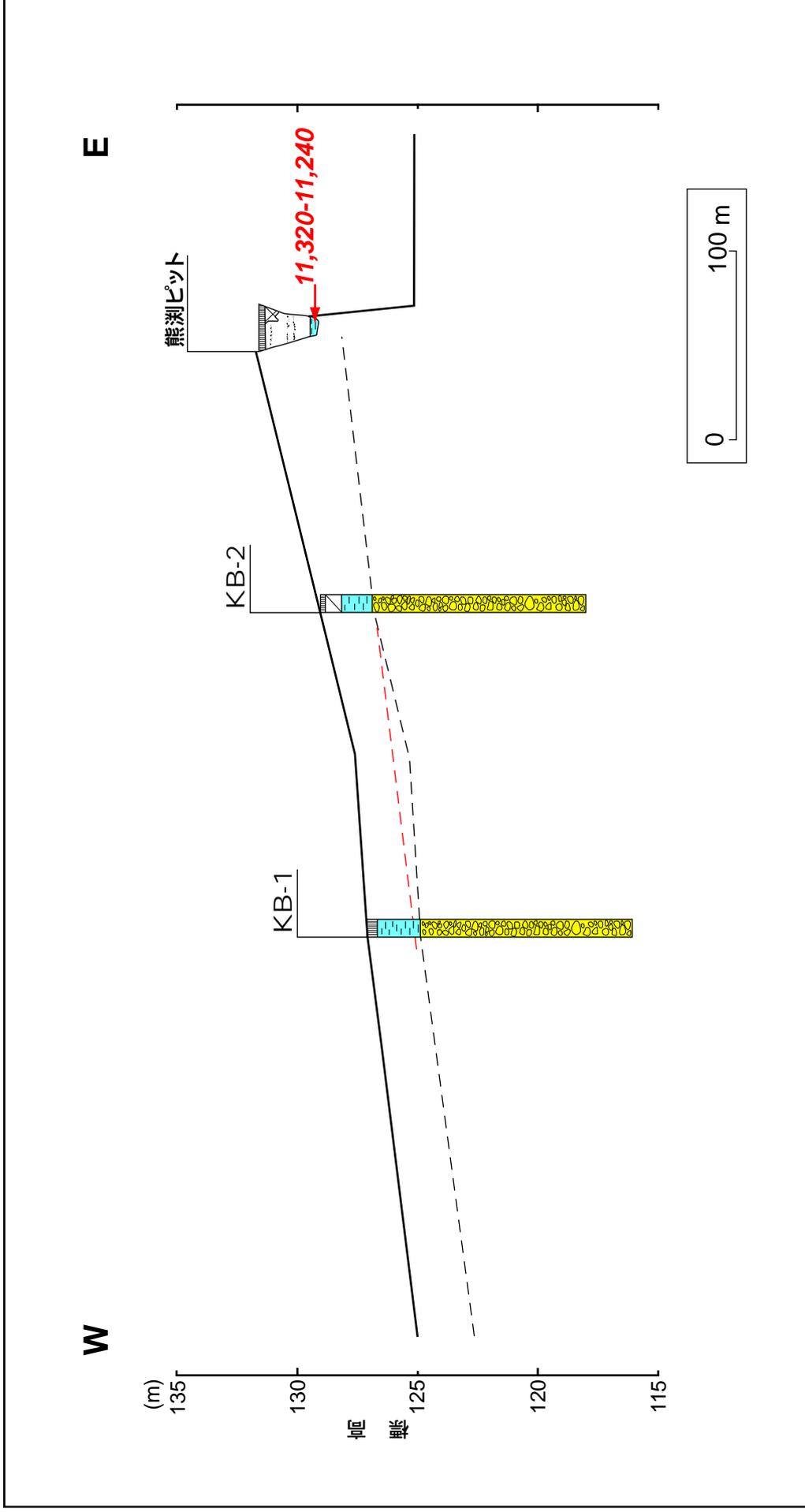


図35 熊淵地点の地形地質断面図
 地形断面は2,500分の1都市計画図（湯沢市発行）の等高線による。
 断面の位置は図15に示す。ピットを示す矢印と数字は、年代測定試料を採取した
 位置とその年代値（暦年較正值）を示す。

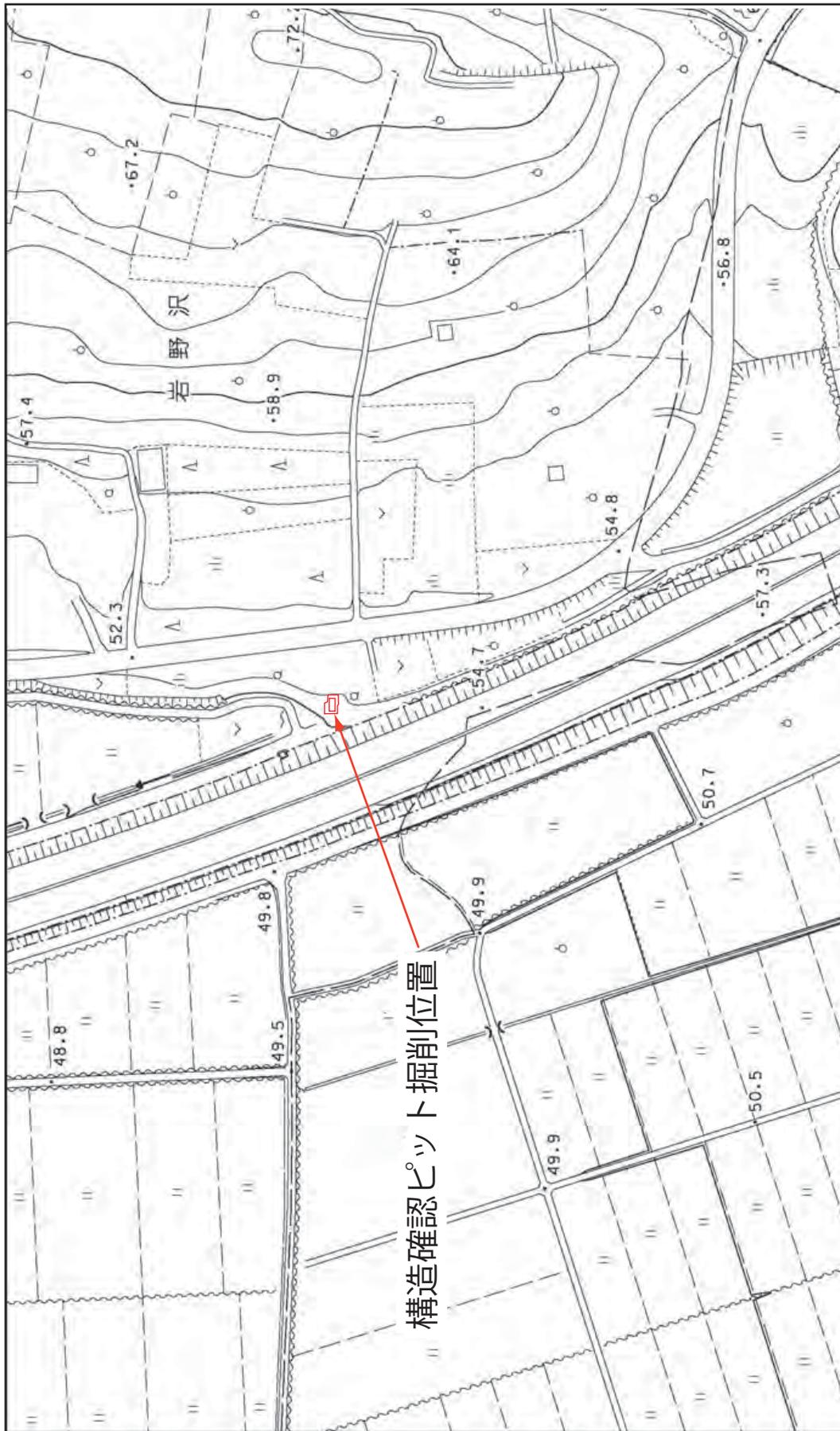
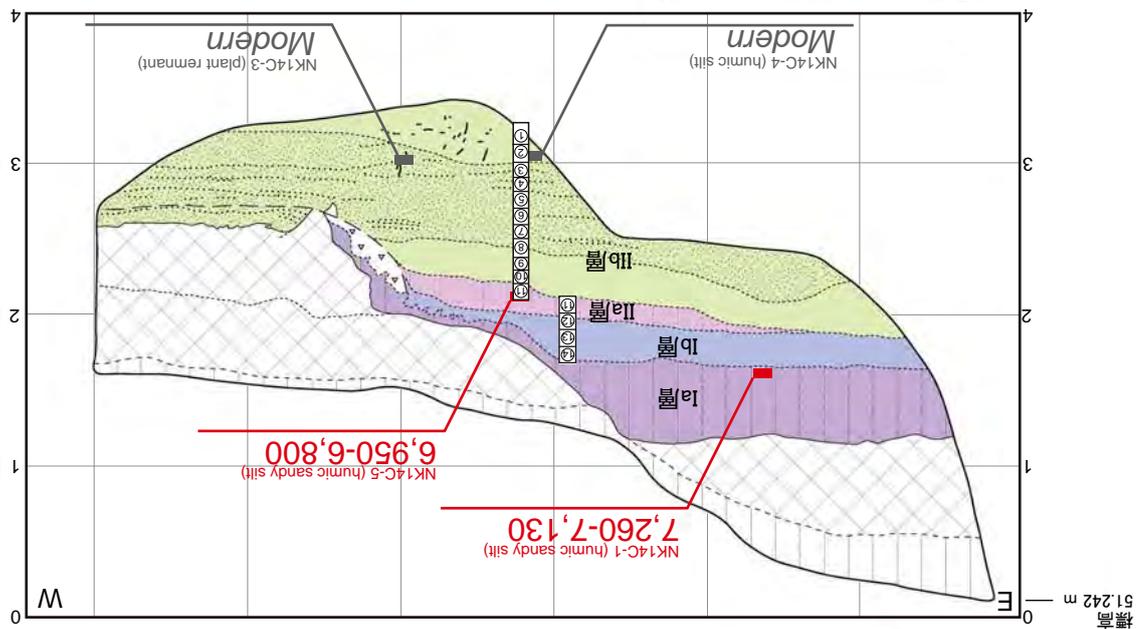
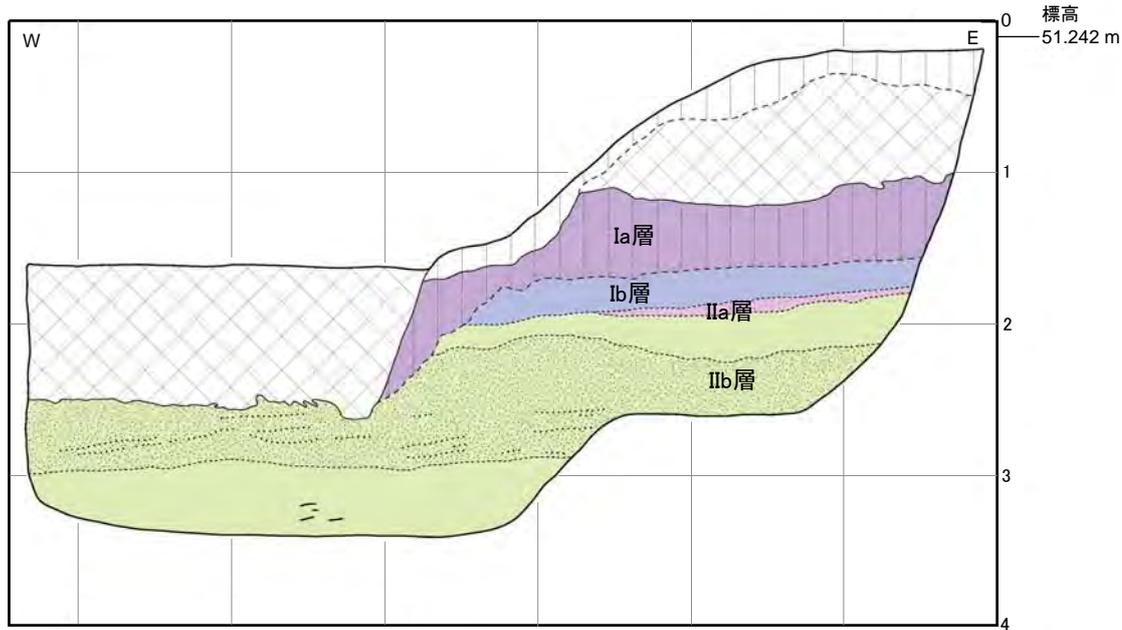


図 36 中山地点周辺の詳細地形図
基図には横手市発行の2,500分の1都市計画図を使用した。



- I a層
- I b層
- II a層
- II b層

図37 中山地点で実施した構造確認ピットの壁面掘削地点の位置は図36に示す。

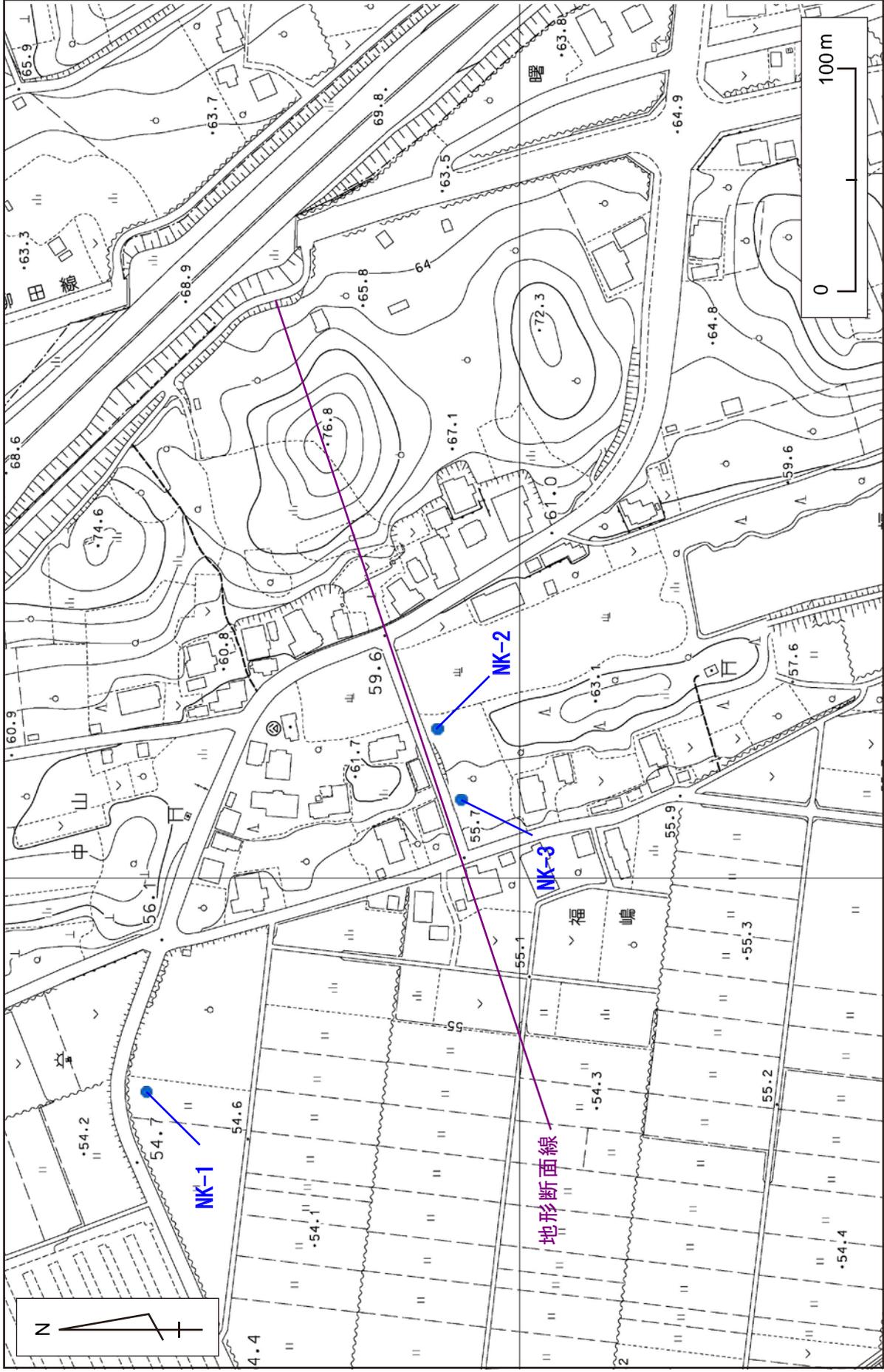


図38 中山地点群列ボーリング実施地点周辺の詳細地形図
 基図には横手市都市計画図（縮尺2,500分の1）を使用。

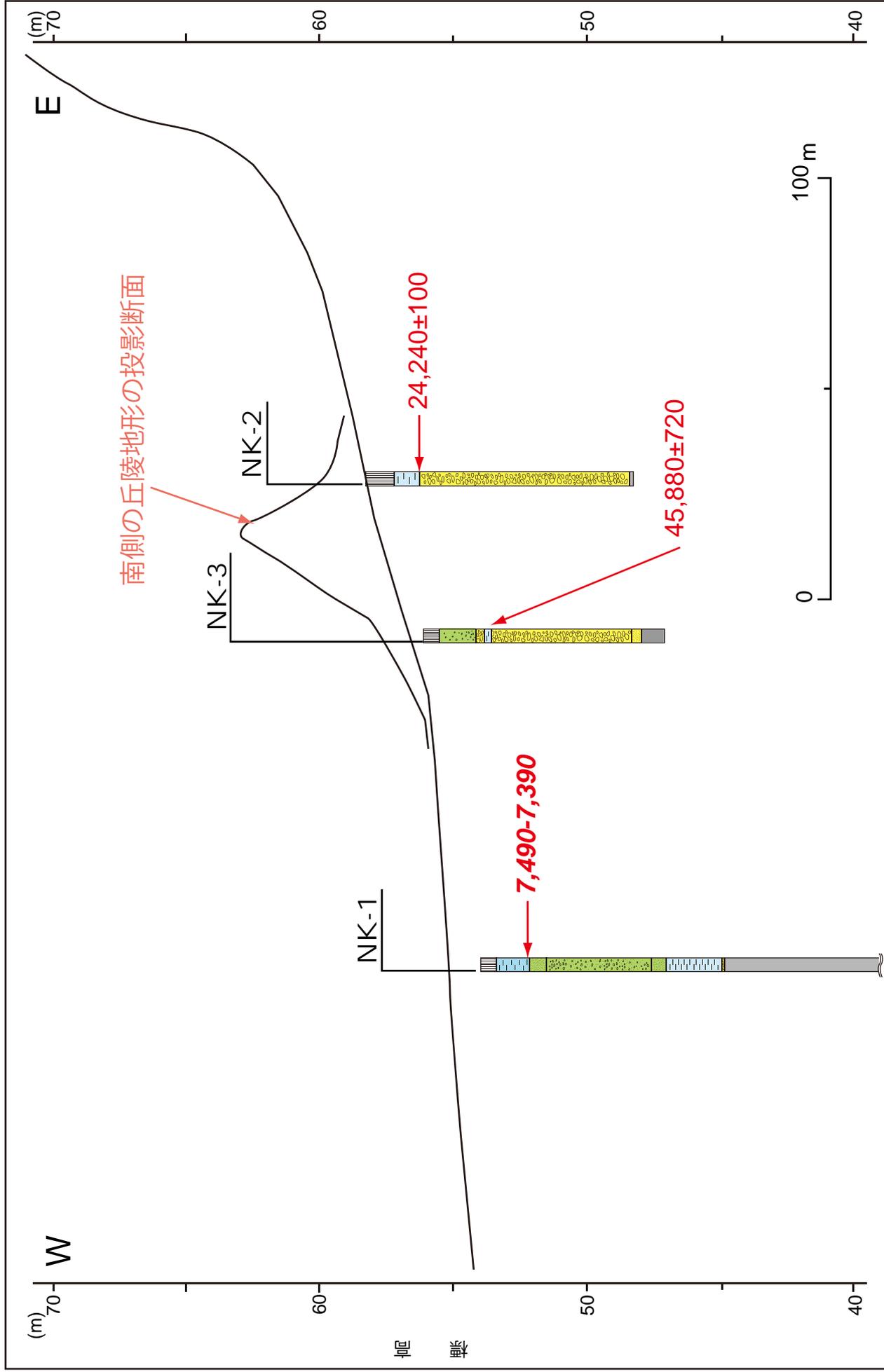


図39 中山地点群列ボーリング結果に基づく地形地質断面

赤色で示した矢印および数字は、年代測定を行なった試料を採取した位置とその測定値を示す。斜体数字の測定値は暦年較正值。断面の位置は図38に示す。