

地域評価のための活断層調査（九州地域）

平成 26 年度成果報告書

4. 佐賀平野北縁断層帯

平成 27 年 5 月

国立研究開発法人
産業技術総合研究所

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	1
3. 調査結果	2
(1) 変動地形調査	2
(2) ボーリング調査	3
1. 神崎市城原地区の地形・地質概要	3
2. ボーリングコアに分布する地層の区分と対比	4
3. 地層の年代	6
4. 推定される地質構造	9
(3) トレンチ調査	10
1. 調査地点の概要	10
2. トレンチ壁面にみられる地層	10
3. 地層の年代	11
4. 推定される古地震イベント	13
4. まとめ	15
4.1 断層帯の位置及び形態	15
(1) 断層帯を構成する断層	15
(2) 断層面の位置・形状	15
(3) 変位の向き	16
4.2 断層帯の過去の活動	16
(1) 平均変位速度	16
(2) 活動時期	17
(3) 1回の変位量	18
(4) 活動間隔	18
(5) 活動区間	18
文 献	19
図 表	20

1. 断層帯の概要とこれまでの主な調査研究

佐賀平野北縁断層帯は、佐賀県小城（おぎ）市付近から佐賀市、神埼（かんざき）市を経て、神埼郡吉野ヶ里町付近まで脊振（せふり）山地南縁に沿ってほぼ東西に延びる断層帯である（図1）。本断層帯は複数の並走する断層からなり、地表で認められる断層帯の長さは約22km、重力異常の急変帯から推定される地下の断層帯の長さは38km程度であり、ずれの向きは主として南側が低下する正断層の可能性が指摘されている（地震調査研究推進本部, 2013）。本断層帯については、断層の詳細な分布、活動履歴、地下構造等に関する詳しい調査はこれまでほとんど行われておらず、地震調査研究推進本部（2013）は、本断層帯の長期評価に関する今後の課題として、「最新活動時期や平均活動間隔など、過去の断層活動に関する信頼性の高いデータを取得する必要がある。また、断層面の地下形状や断層の運動様式を明らかにするための調査も必要である。」としている。

こうした課題を踏まえて、産業技術総合研究所は平成25年度に同断層帯の変動地形の検討、同断層帯を横切る反射法地震探査、断層帯を構成する城原（じょうばる）断層（下山ほか, 2010）を横切る群列ボーリング調査及び佐賀平野北縁部の層序確認ボーリング調査を実施した（独立行政法人産業技術総合研究所, 2014）。空中写真判読及び現地踏査の結果、嘉瀬川（かせ）から城原川に至る区間において、脊振山地南縁に分布する扇状地面群上に低断層崖の可能性のある比高0.7～2.5mの南向きの低崖が断続的に認められた。また、佐賀市兵庫町大字瓦町から同市久保泉町川久保に至る佐賀県道51号線沿いの測線長約7.3kmにおいてP波反射法地震探査を実施した結果、堆積層中の連続性のよい反射面が50～70°程度で南に傾斜する複数の正断層及びそれらの上盤側（南側）に随伴する北傾斜の副次的断層により切断されていると解釈された。一方で、重力異常の急変帯から推定された最も平野寄りに伏在するとされた断層の存在を示す証拠は認められなかった。さらに、神崎市神埼町城原地区において城原断層を横断して掘削した計4本のボーリングコア（深度20～30m）に基づく地質断面から、8万5千～9万年前の阿蘇4火砕流堆積物を挟む段丘堆積物の分布に約9mの南側低下の高度不連続が認められ、城原断層の上下方向の平均変位速度は0.1m/千年程度と推定された。今泉ほか（2014）は、同断層帯の変動地形の再検討を行うとともに、城原地区及び神崎市と神埼郡吉野ヶ里町にかけて分布する吉野ヶ里遺跡周辺で極浅層反射法地震探査を行い、同断層帯がその上盤側に逆向きの副次的な正断層群を伴う高角度の南傾斜の正断層と解釈している。

このように、佐賀平野北縁断層帯の後期更新世以降の活動が地質学・地球物理学的手法により確認されたが、同断層帯の断層面の傾斜は直接確認されていない。また、最新活動時期を含む活動履歴も不明である。

2. 調査内容

平成26年度は、佐賀平野北縁断層帯の断層面の傾斜、平均変位速度及び活動履歴の解明を

目的として、城原断層において平成 25 年度に実施したボーリングを補完するように断層近傍で 4 本の追加ボーリング調査及び 1 地点でトレンチ掘削調査を実施した。また、佐賀平野北縁断層帯全域において国土地理院発行基盤地図情報（標高）5 m メッシュデジタル標高モデル（DEM）を用いた地形判読を行い、嘉瀬川から城原川までの脊振山地南麓においては 2 m DEM を用いた地形解析を行い、断層変位地形を検討した。

本調査によって得られた結果を踏まえた佐賀平野北縁断層帯のまとめを表 1 に示す。

3. 調査結果

（1）変動地形調査

平成 25 年度の調査では、嘉瀬川から城原川までの範囲において空中写真判読を行い、変動地形の有無を確認した。その結果、脊振山地の南側前面に分布する扇状地面上に低断層崖とみられる崖地形が断続的に認められた（独立行政法人産業技術総合研究所，2014）。また同区間では、直線的な南向きの崖、直線的な北向きの崖あるいはそれらが向かい合わせになり切り通し状の凹地を形成する直線的な崖地形等がほぼ東北東-西南西方向に直線状に分布しているのが認められた（独立行政法人産業技術総合研究所，2014）。この直線状の崖地形の位置は、歴史学及び考古学的調査研究により確認、推定されている古代官道跡に一致している（佐賀県教育委員会編，1995；小松，2003；木下，2013）。これらの崖地形について、詳細な分布及び断面形態を把握することを目的として、2 m DEM を用いた地形判読及び解析を行った（図 2）。

城原川右岸の城原地区に分布する城原断層に沿っては、圃場整備により一部地形が改変されているが、城原川及びその支流が形成した扇状地性の低位段丘面を変位させる崖高約 1.5～2.5 m の南向きの崖が湾曲しながら約 1.3 km に渡って連続する状況が認められる（図 3，4）。ただし、城原川を挟んだその東方延長部では、明瞭な低崖は認められない。また、西方延長部についても、神崎市神崎町尾崎唐香原（からこうばる）付近から佐賀市久保泉町大字川久保付近まで低断層崖である可能性のある南向きの低崖が雁行、並走するように分布するが、城原地区の低崖に比べて不明瞭であり、また城原地区と尾崎付近まで区間では低崖が認められない。

このように城原地区から西に向かって不明瞭になる城原断層に乗り替わるように、約 800 m 南方の佐賀市久保泉町大字上和泉地区（以下、上和泉地区）において、約 2 km にわたりやや湾曲しながら東北東-西南西～東西方向に延びる崖高 3 m 未満の南向きの低崖を介して低位段丘面が沖積面に接する状況が認められる（図 5，6）。

平成 25 年度に実施した空中写真判読により低断層崖の可能性があった佐賀市金立町大字金立の来迎寺付近及び佐賀市大和町大字久池井にみられる低崖については、人工改変のため 2 m DEM から変動地形の詳細を検討することはできない。

佐賀市大和町大字尼寺から城原地区にかけてほぼ直線状に延びる崖地形のうち、最も西方約 600m の区間では、嘉瀬川が形成した扇状地面の南端において北向き（南側上がり）の低崖が認められる（独立行政法人産業技術総合研究所，2014）（図 7，8）。この直線状に延びる低崖に沿って細長く延びる高まりと凹地を見出した今泉ほか（2014）は、この高まりは古代官道跡とされているが、起伏の形状から判断して、官道の位置は扇状地上に生じた断層変位地形を利用して改変した可能性を指摘している。

以上のように、嘉瀬川から城原川までの範囲において活断層の可能性のある低崖が認定された。しかしながら、これらの低崖については、城原断層をのぞいて第四紀後期における累積変位を示す地形・地質学的証拠は得られなかった。なお、これらの低崖には横ずれを示唆する地形的特徴は認められない。また、嘉瀬川西方から城原川までの範囲においては、九州活構造研究会（1989）及び地震調査研究推進本部（2013）により活断層や活断層の可能性のあるリニアメントが認定・図示されている。それらについては活断層図が小縮尺のため、正確な位置を読み取ることは困難であるが、示された付近には地形面を確実に変位させる断層は認められなかった（図 2）。

佐賀平野北縁断層帯全域において国土地理院発行基盤地図情報（標高）5m メッシュデジタル標高モデル（DEM）を用いた地形判読を行った結果、2m DEM を用いた地形解析を行った嘉瀬川から城原川までの範囲を除いて、地形面に変位を与える明瞭な断層変位地形は認定できなかった。

（2）ボーリング調査

1. 神崎市城原地区の地形・地質概要

脊振山地を開析して南流する城原川の右岸側には、脊振山地の山麓に沿って低位段丘面が分布している（下山ほか，2010）。調査地点にあたる城原川右岸の神崎市城原地区では、上述したように低位段丘面の南縁が東西方向に延びる比高 2.5m 程度の低崖を介して沖積面に接している（図 3，4）。

下山ほか（2010）によると、城原地区周辺の低位段丘面を構成する地層は三田川（みたがわ）層とされ、礫、砂及び泥からなり、下部に阿蘇 4 火砕流堆積物（Aso-4，8 万 5 千～9 万年前；町田・新井，2003）からもたらされたラハール堆積物を含むとされている。三田川層の下位には阿蘇 4 火砕流堆積物が分布し、その下位には中位段丘を構成する中原（なかばる）層が分布する。中原層は阿蘇 3 火砕流（12 万～13 万 5 千年前；町田・新井，2003）を挟む。また、本地区北方の脊振山地及びその南麓斜面には広く白亜紀の花崗岩類が分布し、斜面下部及び佐賀平野北縁部の残丘状の基盤の高まり部には東西走向で高角度に傾斜する片理面が発達する三郡変成岩類が分布する（脇田ほか，2009；下山ほか，2010）。

平成 25 年度には、この城原断層とされる低崖の成因を明らかにすることを目的として、低

崖の走向と直行する南北方向に測線を配置し、相対的隆起側にあたる北側で2本(JB-1 コア, JB-2 コア), 相対的沈降側にあたる南側で2本(JB-3 コア, JB-4 コア)の掘削深度20~30mの計4本のボーリングを掘削した(図3, 9, 10). その結果, 低崖を挟んだJB-2 コアとJB-3 コアの約10mの範囲において阿蘇4火砕流堆積物上面に南側低下約9mの高度不連続が認められた(独立行政法人産業技術総合研究所, 2014). これにより, 低崖が後期更新世以降の城原断層の活動によるものであることが確認された. しかしながら, ボーリングの間隔が広いので, 断層面の傾斜方向及び角度を解明することはできなかった(図11).

本年度は, 阿蘇4火砕流堆積物等の分布に基づいて城原断層の断層面の傾斜を明らかにすることを目的として, JB-2 コアとJB-3 コアの間で2本(JB-6 コア, JB-8 コア: いずれも掘削深度30m)を掘削した(表2)(図9, 10). また, 基盤岩の断層位置あるいは相対的低下側の基盤岩の分布深度を把握することを目的として, JB-3 コアとJB-4 コアの間で掘削深度52mのボーリング(JB-7 コア)を掘削した. ところで, 今泉ほか(2014)は, 変動地形学的検討により, JB-2 コアとJB-3 コアの間で断層が確認された明瞭な低崖から約100m北方でも低崖(今泉ほか, 2014の地形断面図では比高0.8m)を認め, 城原地区では断層が少なくとも2条に分かれていることを指摘している. こうした指摘を受け, 本調査ではこの低崖の成因を把握するため, 今泉ほか(2014)により新たに示された低崖の北側で1本ボーリング(JB-5 コア: 掘削深度15m)を掘削し, この新たに認定された低崖の南側に位置するボーリングコアに見られる基盤岩上面の落差の有無を検討した. なお, 以下では2つの低崖についての記載の混乱を避けるため, 平成25年度のボーリング調査により断層が確認された低崖を“城原断層崖”, 今泉ほか(2014)により新たに認定された低崖を“二子低崖”と呼ぶ. ボーリング地点は, 4本とも稲作と麦作の二毛作の水田で, 調査は水田の刈り取り後で麦を蒔く前の2014年10月下旬から11月初旬に実施した.

2. ボーリングコアに分布する地層の区分と対比

各ボーリングコアの地層は, 層相及びそれから推定される堆積環境, 色調, 締まり度等に基づき, ここでは下位から変成岩類(8層), 斜面堆積物(7層), 段丘堆積物(6層, 5層), 阿蘇4火砕流堆積物(4層), 扇状地性の低位段丘堆積物(3層), 氾濫原堆積物・扇状地堆積物(2層), 表土・耕作土・盛土(1層)に区分し, それらを平成25年度に実施したボーリングを含めて隣り合うコア間で対比した. それに伴い, 平成25年度のボーリングコアの地層区分や対比を一部修正した. 5層及び3層については, 主として堆積物の粒度や色調等に基づいて地層の細分が可能であり, 細分して表示した(表3)(図12).

今年度実施した4本のコアのうち最も山側(北側)に位置するJB-5 コアを除く3本のコアにおいて, 阿蘇4火砕流堆積物(4層)が認められた. 4層は平成25年度に実施した全てのコアでも確認されており, 後述するように各コアでの出現深度をもとに断層の傾斜方向や角

度を検討した。以下各地層の特徴を記載する。

8層（基盤岩）は、北から JB-5 コア、JB-1 コア、JB-6 コア、JB-8 コア、JB-3 コア及び JB-7 コアに確認され、JB-2 コア及び JB-4 コアには確認されない。JB-5 コアで確認された基盤岩は片理面が発達した比較的新鮮に近い片岩であるが、その他のコアに分布する片岩は風化が顕著である。JB-7 コアの 51.05m 以深では、顕著な亀裂群が発達し、一部角礫状を呈する。確認された基盤岩は、強風化～風化した塩基性片岩または風化した泥質片岩であり、下山ほか（2010）に調査地点の北方山地斜面の構成層として分布が示されている三郡変成岩類に対比される。

7層は、JB-6 コア、JB-8 コア、JB-3 コア、JB-7 コアに分布する。片岩の概ね新鮮～風化した礫、強風化片岩起源のシルト、砂からなり、一部半固結状を呈する。JB-6 コア、JB-8 コア、JB-3 コアでは層厚 0～1.2m と薄いのに対し、JB-7 コアでは層厚が約 10m と厚くなる。

6層は、礫混じり粗粒～極粗粒砂及びシルト混じり細粒砂を主体とし、JB-6 コア、JB-8 コア、JB-7 コアに分布が認められる。層厚は 0～約 11m で南に層厚を増す。

5層は、腐植質シルト層、細粒砂層を挟む礫混じり粗粒～極粗粒砂を主体とし、全てのコアに分布する。そのうち最上部の 5a 層は、均質な極細粒～中粒砂で特徴付けられ、一部のコアでは 5a 層上部に腐植質シルトを伴う。JB-5 コアを除く全てのコアにこの極細粒～中粒砂が分布し、いずれも阿蘇 4 火砕流堆積物（4層）に被覆されている。平成 25 年度に 5a 層最上部から採取した腐植質シルト試料について実施した花粉分析では、これまでに報告されている阿蘇 4 テフラ降灰期直前の植物群集と整合的な花粉群集が確認されている（独立行政法人産業技術総合研究所，2014）。JB-5 コアには均質な極細粒～中粒砂は分布しないが、JB-1 コアと JB-2 コアで確認された 5a 層の分布から推定される南北断面における同層の傾斜をもとに地層境界を JB-5 コアに延長させた位置に分布する粗粒砂層が 5a 層に相当するものと解釈した。5層の最下部を構成する 5e 層は腐植質シルトを主体とし、JB-2 コア、JB-6 コア、JB-8 コア、JB-7 コア及び JB-4 コアに分布するが、JB-3 コアでは欠如している。

4層は、JB-5 コアを除く 7本のボーリングコアで確認された。層厚は約 0.3m と極端に薄い JB-8 コアを除き 1.0～1.8m であり、そのうち JB-2 コアと JB-7 コアで最も厚い。4層は、主として長径 0.4～3 cm の白色軽石とそれを埋める灰色火山灰からなり、基質支持を示す。層相及び基質支持であること、JB-1 コア～JB-3 コアにベースサージとみられる中粒～粗粒砂大の成層した火山灰層を伴うこと、層厚がほぼ同じであること、4層が被覆する 5a 層が JB-1 コア～JB-4 コア間でほぼ一層の層相を示す地層であると判断されること、軽石が阿蘇 4 テフラに対比される（独立行政法人産業技術総合研究所，2014；後述の火山灰分析）ことから、4層はほぼ平坦な旧地表面に堆積した阿蘇 4 火砕流堆積物であると判断される。JB-8 コアにみられる 4層には不明瞭ながら高角の剪断面が発達する。

3層は、砂・シルト互層の上部と砂礫層を主体とする下部に大別される。ここでは上部を

3a 層，下部を 3b 層とした．3 層は城原断層崖の北側と南側で層厚が大きく異なる．すなわち，城原断層崖の北側の JB-1 コア及び JB-2 コアで 5.3～6.0m であるのに対し，南側の JB-3 コア～JB-4 コアで 15.3～16.4m と層厚を増す．城原断層崖南側に分布する 3a 層と 3b 層は，JB-8 コア～JB-4 コア間で確実に対比されるシルト層（3a2 層及び 3b2 層）に加えて，それぞれの上下には砂・砂礫を主体とする地層が分布し，3a1～3a3 層及び 3b1～3b3 層に細分される．城原断層崖北側の JB-1 コア及び JB-2 コアの深度 2.3m 以浅にシルトを主体とする地層が分布しているが，この地層が城原断層崖南側の 3b2 層か，あるいは 3a2 層に対比されるのかについては層相からは不明である．ここでは，城原断層崖南側の 3b2 層が北に向かってせん滅するように薄くなることから，城原断層崖北側の 3 層上部のシルト層（図 12 の 3a 層）を崖南側の 3a3～3a1 層と対比した．

2 層は軟弱な腐植質シルト層であり，城原断層崖南側の JB-6 コア，JB-8 コア，JB-3 コア，JB-7 コア及び JB-4 コアに分布する．一方，同層は城原断層崖北側には認められない．

1 層は表土，盛土及び耕作土であり，腐植質シルト，礫混じりシルトからなる．

3. 地層の年代

ボーリングで採取された地層の年代を把握するため，本調査で掘削したボーリングコアから採取した試料について ^{14}C 年代測定，火山灰分析及び花粉分析を実施した．以下に各分析結果を示す．なお，地層の堆積年代の推定には，平成 25 年度に実施した ^{14}C 年代測定，火山灰分析及び花粉分析も参照した．

1) ^{14}C 年代測定

本調査では，JB-6 コア及び JB-7 コアから計 4 試料を採取して ^{14}C 年代測定を実施した． ^{14}C 年代測定は（株）加速器分析研究所に依頼した． ^{14}C 年代測定試料の採取位置を図 12 に示す．それらの結果を表 4 に示す．なお，表 4 には平成 25 年度に実施した ^{14}C 年代測定結果（株式会社地球科学研究所を通して，Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory (Miami, USA) において実施）も示している． ^{14}C 年代値の暦年較正には，暦年較正プログラム OxCal 4.2 (Bronk Ramsey, 2009) を用い，較正曲線は IntCal13 (Reimer et al., 2013) を使用した．

JB-7 コアの 2 層から採取した腐植質堆積物試料 CJB-7 (1.75m) は，3060-2870 cal yBP（暦年較正年代，95.4%信頼範囲：以下の年代も断りのない限り同様に表示する）の ^{14}C 年代値を示す．

JB-6 コアと JB-7 コアの 3a2 層から採取した腐植質堆積物試料 CJB-6 (6.17m) と CJB-7 (2.60m) は，それぞれ 18060-17700 cal yBP，24190-23700 cal yBP の ^{14}C 年代値を示す．これらの年代値は，平成 25 年度に実施した同層から採取した 2 試料（いずれも腐植質堆積物試料）の ^{14}C 年代測定結果（CJB-3 (3.60m) : 27130-26390 cal yBP ; CJB-3 (3.80m) : 27640-27210 cal yBP) よりやや若い年代値を示す．

本調査では 3a3 層から試料が得られていないが、平成 25 年度に同層から採取した植物片試料の ^{14}C 年代は、39730–38340 cal yBP を示す。

JB-7 コアの 3b2 層から採取した炭試料 CJB-7(9.68m)は、 $48,120 \pm 560$ yBP (暦年較正年代範囲を越えるため、 $\delta^{13}\text{C}$ を補正した暦年未較正年代、 1σ 年代範囲)の ^{14}C 年代値を示す。

得られた ^{14}C 年代値は層序と調和的(逆転していない)である。したがって、これらの ^{14}C 年代値は各地層の堆積年代を示していると判断した。3層は低位段丘を構成する三田川層に、2層は断層の南側(相対的低下側)に分布する沖積層に相当することを示す。

2) 火山灰分析

JB-6 コア及び JB-7 コアで確認された白色軽石と灰色火山灰からなる火砕流堆積物(4層)から、各コアとも 1 試料の軽石を採取し火山灰分析に供した(TJB-6(10.29m), TJB-7(17.86m))。試料採取位置を図 12 に示す。分析は、各試料について鉱物組成及び火山ガラス、斜方輝石の屈折率測定を実施し、試料 TJB-7(17.86m)については角閃石の屈折率についても測定した。分析は、株式会社古澤地質に依頼した。

分析結果を表 5 に示す。いずれの試料とも、火山ガラスは軽石タイプが大半を占め、わずかにバブルウォールタイプを含む。重鉱物は、いずれも斜方輝石が含まれ、試料 TJB-7(17.86m)では緑色普通角閃石を含む。

火山ガラスの屈折率(n)は 1.506–1.510 のレンジを示す。斜方輝石の屈折率(γ)は 1.699–1.702 のレンジを示す。普通角閃石の屈折率(n_2)は 1.686–1.690 のレンジを示す。岩石記載的特徴からみると、試料は町田・新井(2003)に示された阿蘇 4 テフラあるいは阿蘇 ABCD テフラ(Aso-ABCD)のどちらかに対比される可能性がある。ただし、阿蘇 ABCD テフラは降下軽石及び降下火山灰とされており(町田・新井, 2003)、火砕流堆積物である 4 層と堆積様式が一致しない。また、調査地域は町田・新井(2003)に示された阿蘇 ABCD テフラの分布域から外れている。以上のことから、4層は阿蘇 4 火砕流堆積物に対比される。

3) 花粉分析

ボーリングコアから採取した有機質堆積物試料について、堆積時の気候環境を推定し、それに基づいて年代観を把握することを目的として、JB-6 コアの 3a2 層から 1 試料(PJB-6(6.17m))、JB-7 コアの 2 層から 1 試料(PJB-7(1.75m))、3a2 層から 1 試料(PJB-7(2.60m))、3b2 層から 1 試料(PJB-7(9.68m))の計 4 試料について花粉分析を実施した。試料採取位置を図 12 に示す。分析はパリノ・サーヴェイ株式会社に依頼した。分析結果を表 6 及び図 13 に示す。なお、試料 PJB-6(6.17m)、試料 PJB-7(1.75m)及び試料 PJB-7(2.60m)については、同一試料の ^{14}C 年代測定を実施している(CJB-6(6.17m)、CJB-7(1.75m)及び CJB-7(2.60m))；表 4)。

試料 PJB-6(6.17m)は分析残渣がほとんどなく、花粉化石も 1 個体のみであり、保存状態も悪い。そのため、同試料を含む地層の古環境や年代観を推定することは困難である。

試料 PJB-7(1.75m)からは、保存が悪いものの多くの花粉化石が検出される。木本花粉で常緑広葉樹を主体として、アカガシ亜属とシイ属が多産し、コナラ亜属、マツ属が検出される。草本花粉は、イネ科、ヨモギ属が検出される。このような組成を九州地方の花粉分析結果をまとめた Hatanaka (1985)と比較すると、縄文海進最盛期を中心とする時期（約1万年前～5千年前）の組成に類似する。このことから、同試料を含む地層は縄文時代前期を中心とした温暖期に相当すると考えられる。この年代観は同一試料の¹⁴C年代結果と整合的である。

試料 PJB-7(2.60m)に含まれる花粉化石は保存が悪いが検出数が多い。シダ類胞子の割合が高く、全体の半数以上を占める。次いで草本花粉の割合が高く、ヨモギ属を多産し、キク亜科、カヤツリグサ科等がみられる。木本花粉は全体の10%程度と少なく、落葉広葉樹や針葉樹を中心として、モミ属、ツガ属、マツ属、ハンノキ属、コナラ亜属等がみられるが、突出して多く検出される種類はない。ヨモギ属は風媒花であり、花粉生産量が多い種類であることから、実際の植生状況に比べてヨモギ属の割合が高くなっているとみられるが、周辺はヨモギ属やキク亜科、カヤツリグサ科等からなる草地であったと推定される。一方、木本花粉は検出数に乏しく、また際だって多産する種類がみられない。こうした特徴は、集水域が広い沖積低地のような環境下において周辺から花粉化石が運搬されてきたことが原因とみることができる。このことから当時の環境は、河川の影響を受ける不安定な状況であり、安定した森林は存在せず、氾濫後に先駆的に侵入して生育できるような草本類を主体とした植生であったと考えられる。木本花粉化石において、針葉樹と落葉広葉樹が主である点、落葉広葉樹はハンノキ属やコナラ亜属など湿地林や二次林を構成する種類が中心である点、常緑広葉樹が皆無である点を Hatanaka (1985)と比較すると、本試料を含む地層の堆積年代は、MIS2の終末にあたる晩氷期（約2～1万5千年前）にあたると思われる。こうして推定された年代は、同一試料の¹⁴C年代結果と矛盾しない。

試料 PJB-7(9.68m)の花粉化石は保存が悪く、検出数はやや少ない。シダ類胞子の割合が高く、全体の80%程度を占める。草本花粉は、ヨモギ属、キク亜科等が微量みられる程度である。木本花粉はトウヒ属の割合が高く、次いでモミ属、ツガ属、マツ属がみられ、針葉樹花粉が多産する傾向にある。広葉樹花粉ではハンノキ属がみられる。本試料は、後期更新世と推定される堆積物（三田川層）から採取したものである。Hatanaka (1985)の結果によれば、後期更新世で針葉樹が卓越する層準は、最終氷期中の二度の亜氷期（MIS4とMIS2）にみられるが、本試料の上位から採取された試料 PJB-7(2.60m)がMIS2に対比されることから、本試料はMIS4（約6～7万年前）の最寒冷期に相当すると考えられる。

本年度に実施した花粉分析に基づく地層の年代観は、平成25年度にJB-3コア中の3a2層、3a3層、5a層（平成25年度の5層）及び5c層（平成25年度の6c層）中の有機質細粒堆積物から採取した試料について実施した花粉分析から推定した年代観（独立行政法人産業技術総合研究所、2014）と矛盾しない。

4. 推定される地質構造

平成 25 年度のコアを含めた計 8 本の地層区分及びコア間の地層対比により城原断層を横切る地質断面図を作成した (図 12)。それによると、7 層から 3 層までの各層の分布深度が JB-2 コアと JB-3 コアとの間で南側が系統的に低下している。さらに、古い地層ほど深度分布の落差が大きい傾向がみられる。こうしたことから、JB-2 コアと JB-3 コアとの間に後期更新世以降に繰り返し南側を低下させる断層が推定される。この推定された断層の位置及び南側下がりの特徴は、変動地形学的に認定された城原断層のそれらと調和的である。

ボーリングコア中には、地層を明瞭に切断する断層は確認されなかった。しかしながら、JB-7 コアの深度 45.5~51.05m において 8 層及び 7 層に高角の剪断面が複数認められた。また、JB-8 コアの深度 15.07~15.35m に変形した 4 層が確認された。地質断面図に基づく城原断層による各地層の落差は以下の通りである。

城原断層の断層崖の北側に位置する JB-5 コア~JB-3 コア間では、基盤岩 (8 層) 上面は緩く南に傾斜している。JB-7 コアの深度 45.5~51.05m には、8 層と 7 層に城原断層の破碎帯とみられる高角の剪断面が発達している。一方、今回のボーリング調査では城原断層南側の 8 層には到達していない。このため、8 層上面の落差は不明確であるが、JB-3 コアにおける 8 層上面の分布位置と JB-7 コアの 8 層上面 (破碎帯) の位置から、少なくとも 20m 以上と考えられる。

7 層については、断層を挟んだ JB-6 コアと JB-7 コアにおける同層上面に約 19m の落差が認められる。

5 層の最下部を構成し、腐植質シルトを主体とする 5e 層の落差は約 11m である。

4 層 (阿蘇 4 火砕流堆積物) の落差は約 10m である。

3 層は、地層の層厚と層相がボーリングコア間で変化し、推定される断層を挟んで厳密な地層の対比ができない。2-2-2 で述べたコア間の地層の対比が正しい場合、JB-2 コアと JB-8 コアの間における 3b 層上面の落差は約 6m と推定される。

城原断層による 2 層の変位の有無は、今回のボーリング調査結果からは不明である。

今泉ほか (2014) により城原断層崖の北側に存在が指摘された二子低崖は、JB-5 コアと JB-1 コアとの間に位置する。JB-5 コアには本地域で最も明瞭な鍵層である 4 層が分布しておらず、同層の分布深度に基づいて断層の有無を言及することはできない。しかしながら、JB-5 コアと JB-1 コアでの 5b 層及び 5a 層の分布深度をつないだ線 (勾配) は、JB-1 コアと JB-2 コアでそれらの勾配と大差がない。また、両層ともに JB-5 コア、JB-1 コア、JB-2 コアで層厚にも大差がない。基盤岩である 8 層はその上面に凹凸が生じている可能性があるため、変位基準としては適切ではないが、JB-5 コアから JB-6 コアの間での上面深度はほぼ一様な傾斜を示す。こうしたことから、今泉ほか (2014) により新たに指摘された二子低崖が断層運

動に伴うものである可能性は否定できないものの、後期更新世においてメートルオーダーの変位を伴う断層ではない可能性が高い。

(3) トレンチ調査

1. 調査地点の概要

城原断層の活動履歴を明らかにすることを目的として、断層が確認された城原断層崖の群列ボーリング調査位置から約 110m 東方の比高 1 m 弱の低崖を横切る長さ約 11m、深さ最大約 2.5m のトレンチを 1 箇所掘削した (図 9)。

トレンチ掘削地点のすぐ西方では、南流する小さな谷 (谷 a) が低位段丘面をガリー状に開析している (図 3, 9)。谷 a の右岸の河食崖は直線的に南北に延び、低断層崖とみられる比高 1 m 弱の低崖まで続いている。一方、左岸側は城原トレンチの北方約 20m までは南北に延びるものの、それ以南では東に湾入するように低断層崖とみられる崖まで続いている。

土地利用状況は、低崖の北側 (相対的隆起側) が畑 (耕作中) であり、南側 (相対的沈降側) が未舗装道路及び水田である。調査は 2014 年 11 月中旬から 12 月中旬に実施した。

2. トレンチ壁面にみられる地層

城原トレンチの壁面には、扇状地性の段丘堆積物、その上位の扇状地堆積物、斜面堆積物または氾濫原の湿地性堆積物、人工擾乱層等が確認された (図 14~17)。トレンチ壁面にみられる地質を、地層の連続性、地層上面の削剥の有無、地質構造に差があるか否か、堆積環境の相違、層相の相違などを基に、上位から表土・耕作土・人工擾乱層 (I 層)、人工擾乱層 (II 層)、耕作土 (III 層)、人工擾乱層 (IV 層)、斜面堆積物及び湿地性堆積物 (V 層及び VI 層)、扇状地堆積物 (VII 層)、低位段丘堆積物 (VIII~IX 層) に区分した。さらに、I 層、II 層、IV 層、VI 層、VIII 層及び IX 層は細層に分けた (表 7) (図 16, 17)。以下、各地層の層相を記載する。

Ia 層は、畑及び田面の最上部に分布する耕作土である。

Ib 層は、低崖の基部に沿って延びる未舗装道路の最上部の砂利である。

Ic 層は、トレンチ掘削に先立ち遺跡試掘調査で掘削した溝を埋め戻した堆積物である。

IIa 層は、低崖の北側に分布する整地のための埋土である。

IIb 層は、土留施工及び暗渠施工に伴う盛土、道路盛土及び水田の床土である。

III 層は、耕作土であり、盛土とみられる。

IVa 層は、低崖の南側に分布する暗灰色の成層した腐植質砂質シルトである。基底面に下位の IVb 層を細かく巻き上げた跡がみられることから、人工擾乱層であると推定される。

IVb 層は、径 3~15cm 程度の VIIb 層、VII 層、VIII 層及び IVb 層自体の偽礫をおびただしく含有する黒色の腐植質シルトからなる。本層からは数点の遺物片が出土した。

V 層は、低崖の北側に分布する暗灰色の火山灰質腐植質シルトである。

VIa 層は、低崖の北側に分布する暗褐色の腐植質シルトである。

VIb 層は、低崖の南側に分布する暗灰色の腐植質シルト及び砂である。本層は IVb 層より色が淡く暗灰色であり、同層と明瞭に識別できる。

VII 層は、黄灰色のシルト及び砂からなる。概ね縦糸 E4 及び W4 以北では粗粒砂を主体とし、縦糸 E4 及び W4 以南ではシルト層が主体で砂層を挟む。縦糸 E3～E5 付近にはトラフ型の斜交層理が発達する。本層の最上部は黄色みが強いシルトであり、レスあるいはその再堆積物が多く含まれると考えられる。本層は VIIIa 層を被覆しているが、VIIIa 層の上部が一部削剥されている。

VIIIa 層は、縦糸 E2 及び W2 付近より南に分布し、黄灰色のシルトを主体とし砂層を挟む。一部にチャンネルが認められ、砂が埋積する。

VIIIb 層は、東壁面では縦糸 E2～E4 に、西壁面では縦糸 W4 以北に分布する。やや脱色した腐植質シルトからなり、砂の粒子が散在する。東壁面では VIIIc 層と IXa 層を被覆し、これらの地層の境界付近で最も厚く(約 60cm)、南方及び北方に向かって層厚を減じる。縦糸 E2～E3 では、南に傾斜した IXa 層上面の傾斜を埋めるように分布する。

VIIIc 層は、縦糸 E2.8 及び W2.4 以南に分布する暗灰色の腐植質シルトであり、東壁面、西壁面ともに南に急斜する IXa 層上面にアバットする。

IXa 層は、縦糸 E3 及び W2.4 以北に分布する主として粗粒砂～極粗粒砂～細礫であり、一部シルト質になる。縦糸 E6.3～E6.4 においてトレンチ底部を掘り増ししたところ、IXa 層が城原断層崖の南側に分布することが確認された。

IXb 層は、北壁面のみに分布するトレンチ壁面で確認された最下位の地層であり、シルトからなる。

3. 地層の年代

トレンチ壁面にみられる地層の堆積年代を推定するため、有機質堆積物試料について ^{14}C 年代測定を実施した。トレンチ壁面には肉眼で識別できるテフラは認められなかった。ここでは、人工擾乱による地層の分布の途切れのため層序関係が不明である VI 層～IV 層の層位を明らかにするため、東壁面の縦糸 E1 付近と縦糸 E5 付近において、鉛直方向に 10cm 刻みで連続的に試料 (TJTE-1 測線及び TJTE-5 測線) を採取し、テフラ分析を行った。また、V 層と IVb 層の堆積環境をもとに両層の層位及び年代観を把握することを目的として、東壁面において V 層から 1 試料 (試料 PLJTE-19)、IVa 層から 2 試料 (試料 PLJTE-12 及び試料 PLJTE-14) の計 3 試料を採取し、花粉分析を実施した。IVa 層及び IVb 層からは、複数の遺物片が出土した。出土した遺物片の鑑定と編年を神崎市教育委員会に依頼した。 ^{14}C 年代測定、火山灰分析及び花粉分析のための試料採取位置ならびに土器片出土位置を図 16, 17 に示す。

1) ¹⁴C年代測定

IVa層から3試料, IVb層から10試料, V層から2試料, VIa層から1試料, VIb層から2試料, VIIIb層から1試料, VIIIc層から2試料の計21試料について¹⁴C年代測定を実施した(表8)。その結果, IVa層から採取した試料は2850-2740 cal yBP~3210-3000 cal yBP, IVb層は2340-2150 cal yBP~6000-5900 cal yBP, V層は3570-3460 cal yBP及び6300-6200 cal yBP, VIa層は12070-11770 cal yBP, VIb層は6500-6320 cal yBP及び11610-11230 cal yBP, VIIIb層は27680-27310 cal yBP, VIIIc層は27160-26530 cal yBP及び27200-26570 cal yBPの年代範囲を示す。得られた¹⁴C年代値は概ね層序と調和的である。しかしながら, VIIIc層から採取した2試料の¹⁴C年代値は, 層序的に上位のVIIIb層から採取した1試料の¹⁴C年代値よりも数100年若い値を示し, 層序と逆転している。VIIIc層中のほぼ同一層準から採取した2試料がほぼ同様の年代値を示すことを考慮すると, この逆転の理由としては, VIIIb層の試料が古い炭素試料を母材として形成されたものである可能性が高い。

2) 火山灰分析

火山灰分析結果によると, TJTE1測線及び試料TJTE5測線のいずれの試料(VIIIc層~IVb層)からもバブルウォールタイプの火山ガラスを含むテフラが検出された(表9, 10)。それらは火山ガラスの形態及び屈折率から始良Tnテフラ(AT, 2万6千~2万9千年前; 町田・新井, 2002)に対比される。一方, 試料TJTE1-5から上位の試料(V層)及び試料TJTE-5-1(IVb層)からはATテフラに加えて, 火山ガラスの屈折率から鬼界アカホヤテフラ(K-Ah, 7千3百年前, 町田・新井, 2002)と同定されるテフラも検出された。こうしたことから, 火山灰分析を実施した地層は, いずれもATテフラ降灰以降に堆積したものであり, V層はK-Ahテフラ降灰期あるいはそれ以降の堆積した地層と考えられる。この年代観は,¹⁴C年代測定結果(表8)と概ね調和的である。

3) 花粉分析

分析を行った3試料(試料PLJTE-12, 試料PLJTE-14, 試料PLJTE-19)からは, いずれも花粉化石はほとんど認められなかった(表6)。分析残渣中の有機物はほとんどが微粒炭である。そのため, 堆積環境を推定することができない。

4) 遺物片鑑定

出土遺物片の鑑定によると, いずれの試料も弥生時代の土器片であり, 東西両壁面のIVb層から出土した土器片の時代は弥生時代中期とされた(表11)。

5) トレンチ壁面にみられる地層とボーリングコアにみられる地層の対比

トレンチ壁面とボーリングコアにみられる地層について, 層相, 層位, 分布深度(標高)及び年代測定結果に基づいて対比を行った(表7)。その結果, トレンチのIX層がボーリングの3a3層に, VIII層が3a2~3a1層に, IV層が2層に, III~I層が1層にそれぞれ対比された。VI層及びV層は3a1層に対比できる可能性があるが, その信頼度はその他の地層に

比べて低い。VII 層は後述するように、谷 a が形成した小規模な扇状地の堆積物である可能性が高い。

4. 推定される古地震イベント

城原トレンチでは、傾斜不整合及び断層による地層の切断に基づいて少なくとも2回の古地震イベントが推定された。また、断層活動と関連しないと判断した地層の変形も認められた。以下、それらの根拠について古いものから順に述べる。

[イベント2]

縦糸 E2~E3 付近及び W2 付近で IXa 層上面が南に急斜している (図 16, 17)。この南への急斜は東壁面に露出する IXb 層と IXa 層の境界面にも同様に認められる。こうした IXa 層上面の起伏を埋めるように VIIIc 層及び VIIIb 層が分布している。縦糸 E2.8 及び W2.4 付近での VIIIc 層と IXa 層との境界は急斜している。縦糸 E2.8 以南及び W2.4 以南で IXa 層を被覆している VIIIc 層は腐植質シルトからなり、IXa 層を侵食して堆積したとは考えにくい。したがって、VIIIc 層は急斜した IXa 層にアバットしていると考えられる。

トレンチには IX 層を変位させる断層は出現していない。しかしながら、1) IX 層の急斜部は、群列ボーリングで断層崖であることが確認された低崖の東延長部に位置すること、2) ボーリング調査により、IX 層に対比される 3a3 層が断層変位を受けていると判断されること (2-2-4)、3) IXa 層上面の南側低下の落差が群列ボーリングで確認された南傾斜の正断層の運動センスと調和的であることから、IX 層の南への急斜は、伏在する城原断層の活動に伴う撓曲変形であると考えられる。

この断層活動をイベント2とする。このイベントの発生時期は IXa 層堆積以降で VIIIc 層堆積前と考えられる。ただし、このイベントの認定は傾斜不整合から認定したものであり、IXa 層堆積以降で VIIIc 層堆積前の期間に複数回の断層活動が生じた可能性がある。

ところで、VIIIc 層は縦糸 E2.8 及び W2.4 付近で北方への分布が途絶えており、IXa 層及び VIIIc 層を覆って VIIIb 層が分布する。このように、VIIIc 層は撓曲した IX 層上面を広く覆っていないため、VIIIc 層堆積後 VIIIb 層堆積前に断層活動 (イベント2') があつた可能性も否定できない。

イベント2以降の断層活動を記録している IXa 層上面の落差は約 2.5m である。

[イベント1]

西壁面では、イベント2により急斜した IX 層の上方延長部において、IX 層、VIIIb 層、VIIIa 層及び VII 層に 10cm 弱南側低下の変位を与える断層が出現した (図 17, 18)。断層変位を受けた VIIIb 層~VII 層は南に 20~30° 傾斜し、東壁面では VII 層基底面に 0.8~1.0m の南側低下の落差が認められる (図 16)。VII 層上面は人工改変により部分的に削剝を受けているが、基底面と同様に 0.8~1.0m の南側低下の落差が推定される。また、IX 層~VII 層には地割れ

のような地層の V 字状の落ち込みが確認される。これらのことから、VII 層堆積後に、南側低下の断層活動があった可能性がある。この断層活動をイベント 1 とする。IX 層～VII 層にみられる地割れは、断層に近接することから、この活動に伴って生じた可能性がある。

この VII 層堆積後の断層活動の存在は、トレンチ地点の変位地形からも推定される。上述したように、城原地区トレンチ掘削地点の西方では、南に流下する谷 a により低位段丘面がガリー状に河刻されている（図 3，9）。この谷 a の左岸の河食崖はトレンチ北方 20m で東側に湾入し、低断層崖まで続いている。このためトレンチ付近では低位段丘面を構成する堆積物の上部が谷 a により侵食されていると判断される。トレンチ壁面では、IXa 層、VIIIb 層及び VIIIa 層が削剥され、それらの地層を VII 層が被覆している。VII 層は南に緩く傾斜し、上流側では粗粒～極粗粒砂層が主体で、下流側ではシルト層が主体となり、一部に小さなチャンネルが複数形成されている。こうした層相及び南に緩やかに傾斜して下流側で細粒になることから、VII 層は谷 a からもたらされた扇状地堆積物とみられる。これらの状況から、トレンチを掘削した低崖北側の畑は、VII 層によって構成される規模の小さい扇状地面と推定される。ボーリング測線から連続する低断層崖は、この扇状地面を切っており、トレンチ地点では比高 1m 弱の崖となっている。ボーリング調査で確認された低断層崖の連続性、トレンチ壁面で観察された VII 層の落差、断層や変形構造の位置を考慮すると、この比高 1m 弱の崖は、低断層崖であると判断される。この比高 1m の低断層崖を形成した地震活動は、トレンチ調査で認定されたイベント 1 に対応する可能性が高い。

ところで、東壁面において VII 層を整合的に覆う VIa 層と VIb 層は層厚がほぼ一定であり、両層の上面には 0.8～1.0m の高度差が生じている（図 16）。この高度差は VII 層基底面及び上面の落差と同等である。VI 層にみられる高度差が、地割れや地層の傾斜の直上付近で生じていることから、VIa 層と VIb 層が対比され、それらが断層変位を受けている可能性がある。その場合、イベント I の発生時期は、VI 層堆積以降である可能性がある。しかしながら、縦糸 E2～E5 間で人工改変のため両層の分布が途絶えており、VIa 層と VIb 層を確実に対比することができない。そのため、VI 層の高度差が断層変位によってもたらされたものかについては判断できない。

[断層活動と関連しないと判断した地層の変形]

東壁面の縦糸 E6 付近に地割れがあり、E6～E7 間で VIb 層～VIIIa 層が IVb 層中に倒れこみ、E7 以南の IVb 層には多数の偽礫が含まれている。こうした顕著な地層の擾乱が断層運動に関連する可能性を検討した結果、1) IVb 層が一部 U 字型の分布形状を示すこと、2) IVb 層中には IVb 層自体の偽礫を多数含むこと、3) IVb 層中から採取した試料の ^{14}C 年代値は 2340-2150 cal yBP～6000-5900 cal yBP と幅広い年代範囲を示し、出土する土器片から弥生時代中期以降とみられる同層の年代よりも古いこと、4) 縦糸 W4 付近での IVb 層と VII 層との境界がほぼ直立していることから、IVb 層は同層堆積後に同層を含め VIb 層、VII 層及び

VIIIa 層を人工的に掘削し、埋め戻した地層であり、埋め戻しの際に地割れ、倒れこみ、偽礫の混入が生じたと判断される。トレンチでみられた偽礫を含む IVb 層と類似した構造が佐賀平野内の埋蔵文化財調査でも土杭痕として報告されている（佐賀県教育委員会編，1995）。

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

佐賀平野北縁断層帯は、男女神社（なんによじんじゃ）断層，今山－杉町断層，都渡城（とどき）－川久保断層，松瀬断層，楮原（かごはら）断層，城原断層，久富（ひさどみ）断層からなる（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2013）。また，断層名は示されていないが，重力異常の急変帯からさらに平野寄りに伏在する断層が推定されている（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2013）。ただし，断層帯を横切って実施したP波反射法地震探査からは，この伏在断層の存在を示す証拠は認められなかった（独立行政法人産業技術総合研究所，2014）。

変動地形学的検討により，嘉瀬川から城原川に至る区間において，脊振山地南縁に分布する扇状地面群上に低断層崖の可能性がある比高0.7～2.5mの南向きの低崖が断続的に分布することが認められた（独立行政法人産業技術総合研究所，2014）。ただし，それらの成因についての具体的な情報は得られなかった。

（2）断層面の位置・形状

城原地区における群列ボーリング調査の結果，城原断層崖を境に各地層の分布深度に南側低下の顕著な不連続が認められた（図 11，12）。

断層面の傾斜方向と角度については，主として各コアにおける4層及び8層の分布深度から推定することができる（図 12）。4層は，断層北側（相対的隆起側）の JB-1 コア～JB-6 コア間で南に緩やかに傾斜するが，それ以南には続かず，JB-8 コアで深度を下げ，さらに，南の JB-3 コアで深度を下げたのち，JB-7 コア及び JB-4 コアとともに断層南側（相対的低下側）で水平に分布する。こうした4層の分布は，断層面が JB-6 コアの4層よりも上位かつ JB-3 コアの4層よりも下位を通過する南傾斜の正断層であることを示唆する。JB-8 コアの4層の層厚が周囲のそれに比べて著しく薄いことは，断層近傍であることを示している可能性がある。JB-5 コアから南に向かって徐々に傾斜を増す8層は，JB-3 コアと JB-7 コアの間で20m以上の明瞭な落差を伴う。JB-7 コアの8層は破碎帯であり，断層面に近接していると考えられる。こうした8層の分布から，断層面が JB-3 コアの8層よりも上位を通過し，また JB-7 コアの8層付近に位置することを示唆する。

以上のことから，断層面が平滑な1条と仮定した場合，JB-6 コアの4層よりも上位，JB-3

コアの4層よりも下位，JB-3 コアの8層よりも上位を通過し，JB-8 コアの4層とJB-7 コアの8層を通過する断層面の傾斜は南に約70°となる（図12）。

佐賀市兵庫町大字瓦町から同市久保泉町川久保に至る佐賀県道51号線沿いの測線長約7.3 kmのP波反射法地震探査の結果，基盤岩上面及びそれを覆う堆積層とみられる連続性のよい反射面を50～70°程度で南に傾斜する複数の正断層及びそれらの上盤側（南側）に随伴する北傾斜の副次的断層が認定された（独立行政法人産業技術総合研究所，2014）。

以上のことから，佐賀平野北縁断層帯の断層面は50～70°程度で南に傾斜すると考えられる。

（3）変位の向き

変位の向きについては，P波反射法地震探査を実施した結果，堆積層中の連続性のよい反射面が50～70°程度で南に傾斜する正断層により南側低下の変位を受けていると解釈された（独立行政法人産業技術総合研究所，2014）。また，城原地区における群列ボーリング調査の結果，南に約70°傾斜する城原断層を境に各地層の分布深度に南側低下の顕著な不連続が認められた（図12）。佐賀平野北縁断層帯に沿って横ずれを示す変動地形は認められない。

以上のことから，佐賀平野北縁断層帯は北側が相対的に隆起する正断層と考えられる。

4.2 断層帯の過去の活動

（1）平均変位速度

城原地区での群列ボーリング調査によると，城原断層による4層（阿蘇4火砕流堆積物）の落差は約10mである（図12）。また5a層の落差も約10mである。上述したように推定される城原断層の傾斜が約70°と高角度であり，また断層から離れた下盤側（JB-1 コア～JB-2 コア間）と上盤側（JB-3 コア～JB-4 コア間）において，4層の分布がそれぞれほぼ水平であることから，地層の落差はほぼ上下変位量を示していると考えられる。阿蘇4火砕流堆積物の上下変位量と年代から，JB-2 コアからJB-3 コアの間には推定される城原断層の8万5千～9万年前以降における平均変位速度の上下成分は約0.1m/千年と推定される。

こうして見積もられた平均変位速度は，3b層の上下変位量（約6m）と形成年代（3b2層：¹⁴C年代は48,120±560 yBP；花粉分析ではMIS4）から推定される平均変位速度とほぼ調和している。このことは，確実度が低いとした3b層の対比や年代観の妥当性を示しているのかもしれない。

トレンチ東壁面におけるIXa層上面の落差（約2.5m）とVIIIc層及びボーリング調査による3a3層（トレンチのIX層に対比）の¹⁴C年代値から求められる過去約2万7千～4万年間における上下方向の平均変位速度は約0.06～0.09m/千年と見積もられる。この値は群列ボーリングにおいて阿蘇4火砕流堆積物を基準として見積もられた平均変位速度に比べてやや

小さい。このことは、後期更新世以降における城原断層の平均変位速度が一様と仮定すると、同断層の活動の大部分は今回のトレンチで捕捉されているものの、一部の活動がトレンチ掘削範囲外で生じており、そのイベントが見逃されている可能性も否定できない。

以上のことから、佐賀平野北縁断層帯を構成する城原断層の後期更新世以降における平均変位速度の上下成分は約 0.1m/千年と推定される。

(2) 活動時期

城原地区トレンチにおいて、少なくとも 2 回の断層活動が推定された。

そのうち、新しい活動（イベント 1）は、少なくとも VII 層堆積後に生じたと考えられ、VI 層堆積後の可能性がある。VII 層堆積後とした場合、同層から ^{14}C 年代試料が得られなかったため、VIIIc 層の ^{14}C 年代値（VIIIb 層の ^{14}C 年代値は VIIIc 層よりも古いことから、古い炭素を母材とした試料と考え、イベント年代に採用していない）から、イベント 1 は 27160 cal yBP 以降に発生したと推定される。イベント 1 が VI 層堆積後とした場合、VI 層から得られた 3 試料の ^{14}C 年代値に基づいて時期を推定することになる。しかしながら、3 試料の年代値には最大で約 5,800 年の幅がある。このうち、VIb 層から採取した 11610-11230 cal yBP（試料 CJTE-16）と 6500-6320 cal yBP（試料 CJTE-15）の年代値を示す試料はほぼ同一の層準から採取したものであり（図 16）、どちらかの試料の年代値が異常値を示していることが疑われる。火山灰分析によると、VIa 層及び VIb 層から採取した試料には AT が含まれるが、K-Ah は含まれない。K-Ah が出現するのは VI 層を覆う V 層及び IVb 層である（表 8）。こうしたことから、VIb 層中に K-Ah よりも若い年代を示す試料（試料 CJTE-15）が含まれることは異常と考えられる。試料 CJTE-16 の年代値が VIa 層から得られた ^{14}C 年代値（12070-11770 cal yBP：試料 CJTE-20）と近接する年代を示すことも、試料 CJTE-15 が異常値を示していることを支持する。こうしたことから、VI 層の堆積時期の推定において CJTE-15 の年代値は採用しないとすると、イベント 1 が VI 層堆積後とした場合、その時期は 11610 cal yBP 以降と推定される。イベント 1 の変形を確実に受けていない地層を特定するはできなかった。

一方、古い活動（イベント 2）は傾斜不整合から IXa 層堆積後で VIIIc 層堆積前に発生したと考えられる。IXa 層から ^{14}C 年代試料が得られなかったため、同層に対比されるボーリングコアにみられる 3a3 層の ^{14}C 年代値を用いると、VIIIc 層の ^{14}C 年代値と合わせて、イベント 2 の発生年代は 39730 cal yBP 以降で 26570 cal yBP 以前と推定される。ただし、前述したように、イベント 2 は傾斜不整合から認定したものであり、39730 cal yBP 以降で 26570 cal yBP 以前に複数回の断層活動が存在した可能性もある。また、VIIIc 層と IXa 層の分布関係から、VIIIc 層堆積後で VIIIb 層堆積前に断層活動（イベント 2'）が生じた可能性も完全には否定できない。このイベントが存在したとすると、その発生時期は VIIIc 層と VIa 層の ^{14}C 年代値から、27160 cal yBP 以降で 11770 cal yBP 以前となり、イベント 1 と識別できない。

以上のことから、佐賀平野北縁断層帯を構成する城原断層では約4万年前以降に少なくとも2回の断層活動が推定される。そのうち、イベント1は27160 cal yBP以降に発生したと推定され、11610 cal yBP以降の可能性もある。イベント2は39730 cal yBP以降で26570 cal yBP以前に発生したと推定される。ただし、イベント層準やイベント回数については不明確な部分が多い。

(3) 1回の変位量

城原地区トレンチにおいて、1回の断層活動(イベント1)により生じたと考えられるVII層基底面及び上面の南側下がり落差(約0.8~1.0m)及び少なくとも2回の断層活動の累積であるIX層上面の南側下がり落差(約2.5m)から判断すると、城原断層の1回変位量(地震時変位量)は上下方向に1m程度あるいはそれ以下と推定される。横ずれの有無は不明であるが変動地形学的特徴から、上下変位を上回る横ずれは生じていないと考えられる。

(4) 活動間隔

城原地区トレンチ調査の結果、39730 cal yBP以降に少なくとも2回の断層活動があったと推定される。このうち、イベント2は39730 cal yBP以降で26570 cal yBP以前に発生したと考えられる。一方、イベント1は27160 cal yBP以降に発生したと考えられ、11610 cal yBP以降の可能性もある。ただし、その上限は不明である。また、イベント2の認定根拠が傾斜不整合であるため、39730 cal yBP以降で26570 cal yBP以前に複数回の断層活動が生じた可能性もある。こうした古地震イベントの回数と時期についての不確実性から、活動間隔を見積もることは困難である。

一方、城原地区トレンチで推定された1回の変位量(上下方向に1m程度あるいはそれ以下;ここでは、イベント1による上下変位量である約0.8~1.0mを採用)と同地区の群列ボーリングによる8万5千~9万年前以降の平均変位速度の上下成分(約0.1m/千年)から、城原断層の活動間隔は8千~1万年程度と推定される。

以上のことから、佐賀平野北縁断層帯を構成する城原断層の活動間隔は8千~1万年程度の可能性がある。

(5) 活動区間

今回の調査では具体的な情報は得られなかった。

(調査担当:丸山 正)

文 献

- Bronk Ramsey, C. (2009): Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon*, **51** (1), 337-360.
- 独立行政法人産業技術総合研究所 (2014) 地域評価のための活断層調査 (九州地域) 平成 25 年度成果報告書「佐賀平野北縁断層帯」. 42p.
- Hatanaka, K. (1985) Palynological studies on the vegetational succession since the Würm Glacial Age in Kyusyu and adjacent areas. *Journal of the Faculty of Literature, Kitakyusyu Univerasity (Series B)*, **18**, 29-71.
- 今泉俊文・楮原京子・宮内崇裕・副田宣男 (2014) 佐賀平野北縁の活断層. *月刊地球*, **36** (8), 297-302.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2013) 「佐賀平野北縁断層帯の長期評価」. 12p.
- 木下 良 (2013) 「日本古代道路の復元的研究」. 吉川弘文館, 572p.
- 小松 譲 (2003) 佐賀平野の官道・官衙・条理. *古代交通研究*, **12**, 35-48.
- 九州活構造研究会編 (1989) 「九州の活構造」. 東京大学出版会, 553p.
- 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, 60p.
- Reimer, P. J., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J. W., Blackwell, P. G., Bronk Ramsey, C., Grootes, P. M., Guilderson, T. P., Hafliadon, H., Hajdas, I., Hatte, C., Heaton, T. J., Hoffmann, D. L., Hogg, A. G., Hughen, K. A., Kaiser, K. F., Kromer, B., Manning, S. W., Niu, M., Reimer, R. W., Richards, D. A., Scott, E. M., Southon, J. R., Staff, R. A., Turney, C. S. M., & van der Plicht, J. (2013) IntCal13 and Marine13 Radiocarbon Age Calibration Curves 0-50,000 Years cal BP. *Radiocarbon*, **55** (4), 1869-1887.
- 佐賀県教育委員会文化財課編 (1995) 「古代官道・西海道肥前路」, 106 p.
- 下山正一・松浦浩久・日野剛徳 (2010) 「佐賀地域の地質」. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 97 p.
- 脇田浩二・井川敏恵・宝田晋治編 (2009) 「20 万分の 1 日本シームレス地質図 DVD 版」. 数値地質図 G-16, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.

図 表

表 1 佐賀平野北縁断層帯のまとめ

表 2 本調査及び平成 25 年度に城原で掘削したボーリングの位置及び孔口標高

表 3 城原地区の群列ボーリングコアの層序

表 4 城原地区の群列ボーリングコアから採取した試料の ^{14}C 年代結果

表 5 城原地区の群列ボーリングコアから採取した試料の火山灰分析結果

表 6 城原地区の群列ボーリングコア及びトレンチ壁面から採取した試料の花粉分析結果

表 7 城原地区トレンチ壁面に分布する地層の層序

表 8 城原地区トレンチ壁面から採取した試料の ^{14}C 年代結果

表 9 城原地区トレンチ東壁面から採取した連続試料 TJTE-1 の火山灰分析結果

表 10 城原地区トレンチ東壁面から採取した連続試料 TJTE-5 の火山灰分析結果

表 11 城原地区トレンチ壁面から採取した土器片の鑑定結果（神崎市教育委員会による）

図 1 佐賀平野北縁に分布する活断層，古代官道跡及び平成 25 年度に実施した反射法地震探査測線

活断層の分布は九州活構造研究会編（1989），中田・今泉編（2002），下山ほか（2010），地震調査研究推進本部（2013），今泉ほか（2014）による．古代官道跡は佐賀県教育委員会編（1995），小松（2003），木下（2013）を編集．反射法地震探査測線（CMP 測線）は独立行政法人産業技術総合研究所（2014）による．図中の黒枠は 2 m DEM 画像判読範囲（図 2 の範囲）を示す．

図2 嘉瀬川から城原川にかけての佐賀平野北縁部の2m DEM から作成した地形陰影図と既存研究による活断層及び直線状地形の分布

図3 2m DEM から作成した城原地区周辺の地形陰影・等高線図
等高線間隔は5m. 図の範囲を図2に示す. 図の中央付近の実線囲みは図9の範囲を示す. 赤破線は城原断層を示す. u, dはそれぞれ相対的隆起側, 沈降側を示す.

図4 2m DEM から作成した城原地区周辺の地形断面図
断面図の位置を図3に示す.

図5 2m DEM から作成した上和泉地区周辺の地形陰影・等高線図
等高線間隔は5m. 図の範囲を図2に示す.

図6 2m DEM から作成した上和泉地区周辺の地形断面図
断面図の位置を図5に示す.

図7 2m DEM から作成した佐賀市大和町大字尼寺周辺の地形陰影図
図の範囲を図2に示す.

図8 2m DEM から作成した佐賀市大和町大字尼寺周辺の地形断面図
断面図の位置を図7に示す.

図9 城原地区における群列ボーリング及びトレンチ位置を示す測量図
ボーリングコアのうち, 平成25年度に実施したものを黄丸, 平成26年度に実施したものを赤丸で示す. 図の範囲を図3に示す.

図10 城原地区における群列ボーリング掘削位置
北北西に向かって撮影. ボーリングコアのうち, 平成25年度に実施したものを白丸, 平成26年度に実施したものを赤丸で示す.

図11 平成25年度に実施したボーリングに基づく城原地区の地質断面図(独立行政法人産業技術総合研究所(2014)を簡略化)

図 12 平成 25 年度と 26 年度に実施した群列ボーリングに基づいて推定した城原地区の地質断面図

図 13 城原地区における群列ボーリング及びトレンチから採取した試料の花粉出現状況

図 14 城原トレンチ東壁面のモザイクオルソ写真

図 15 城原トレンチ西壁面のモザイクオルソ写真（左右反転）

図 16 城原トレンチ東壁面ログ

図 17 城原トレンチ西壁面ログ（左右反転）

凡例は図 16 と同じ。

図 18 城原トレンチ西壁面断層部分の拡大写真

ユニット境界，VIIa 層内の単層境界をそれぞれ黒鎖線，白点線で示す。

表1 佐賀平野北縁断層帯のまとめ

	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	男女神社(なんによじんじゃ)断層、今山-杉町断層、都渡城(ととぎ)-川久保断層、松瀬断層、楮原(かごはら)断層、城原(じょうばる)断層、久富(ひさどみ)断層	男女神社断層、今山-杉町断層、都渡城-川久保断層、松瀬断層、楮原断層、城原断層、久富断層	変更なし
(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)	(西端)北緯33° 18.6' 東経130° 12.7' (東端)北緯33° 19.4' 東経130° 24.8'	(西端)北緯33° 18.6' 東経130° 12.7' (東端)北緯33° 19.4' 東経130° 24.8'	変更なし
長さ	約22 km	約22 km	変更なし
一般走向	N89° W	N89° W	変更なし
傾斜	南傾斜(60-80° 程度)	南傾斜(50-70° 程度)	反射法地震探査、群列ボーリングにより推定
地下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)	(西端)北緯 33° 15' 東経 130° 5' (東端)北緯33° 19' 東経130° 29'	(西端)北緯 33° 15' 東経 130° 5' (東端)北緯33° 19' 東経130° 29'	変更なし
長さ	38 km程度	38 km程度	変更なし
上端の深さ	0km	0km	変更なし
下端の深さ	13-15 km程度	13-15 km程度	変更なし
一般走向	N79° E	N79° E	変更なし
幅	13-17 km程度	13-17 km程度	変更なし
(3)断層のずれの向きと種類	北側隆起の正断層	北側隆起の正断層	変更なし(反射法地震探査、群列ボーリングにより推定)
2. 断層の過去の活動			
(1)平均的なずれの速度	0.2-0.5 m/千年程度(上下変位)	0.1 m/千年(上下変位)(城原断層)	群列ボーリングによる
(2)過去の活動時期	不明	城原断層活動1 27160 cal yBP以降 (11610 cal yBP以降の可能性もある) 活動2 39730 cal yBP以降26570 cal yBP以前(複数回の可能性もある)	トレンチ調査による
(3)1回のずれの量と平均活動間隔			
1回のずれの量	4 m程度	1 m程度あるいはそれ以下(上下成分)(城原断層)	トレンチ調査による(地下の断層の長さ及び活動区間に関する新たな情報が得られなかったため、従来評価が否定されたわけではない)
平均活動間隔	6千6百-1万9千年程度	8千-1万年程度(城原断層)	本調査による平均的なずれの速度及び1回のずれの量に基づく。
(4)過去の活動区間	全体で1区間	不明	

表2 本調査及び平成25年度に城原で掘削したボーリングの位置及び孔口標高

コア名	緯度	経度	X座標(m) ¹	Y座標(m) ¹	孔口標高(m)
JB-1 ²	33°19'34.09274"	130°21'36.70781"	36350.085	-59565.273	13.444
JB-2 ²	33°19'33.45865"	130°21'36.65247"	36330.560	-59566.824	13.407
JB-3 ²	33°19'33.07222"	130°21'36.81921"	36318.629	-59562.585	11.568
JB-4 ²	33°19'32.42756"	130°21'36.90454"	36298.756	-59560.500	10.954
JB-5	33°19'35.63493"	130°21'36.53166"	36397.622	-59569.537	14.270
JB-6	33°19'33.26531"	130°21'36.74730"	36324.589	-59564.408	13.060
JB-7	33°19'32.75160"	130°21'36.84440"	36308.748	-59561.994	10.970
JB-8	33°19'33.14813"	130°21'36.74766"	36320.979	-59564.421	12.010

¹平面直角座標系(2系)

²平成25年度実施(独立行政法人産業技術総合研究所, 2014)

表3 城原地区の群列ボーリングコアの層序

層名	堆積相	細層	トレンチの地層名	層相	年代 (対比される地層)
1層	表土, 盛土, 耕作土	—	I-III層	腐植質シルト, 礫混じりシルトからなる.	—
2層	扇状地堆積物, 谷底堆積物	—	IV層	やや腐植質の砂質シルト, 礫混じりシルトからなる.	3060-2870 cal yBP
3層	段丘堆積物	3a1層	V-VIIIa層	砂質シルトを主体とし, シルト質細粒~中粒砂層, 粗粒砂層を挟む.	(三田川層) 18060-17700 cal yBP 24190-23700 cal yBP 27130-26390 cal yBP 27640-27210 cal yBP (三田川層)
		3a2層	VIIIb-VIIIc層	腐植質シルトを主体とし, 粗粒砂層を挟む.	(三田川層)
		3a3層	IX層	砂混じりシルトを主体とし, 粗粒砂~細礫層を挟む.	39730-38340 cal yBP (三田川層)
		3b1層	—	礫混じり粗粒~極粗粒砂を主体とする. 不淘汰で基質支持である.	(三田川層)
		3b層			
		3b2層	—	礫混じりシルトを主体とする.	48,120 ± 560 yBP (三田川層)
		3b3層	—	礫混じり極粗粒砂を主体とする.	(三田川層)
4層	火砕流堆積物	—	—	径0.4~5.0 cmの白色軽石と灰色火山灰からなる。デイサイト岩片を含む。基質支持である。一部にサージ堆積物とみられる中粒~粗粒の火山灰層がみられる。	(阿蘇4火砕流堆積物)
5層	段丘堆積物	5a層	—	シルト質細粒~粗粒砂が主体をなす.	—
		5b層	—	礫混じり砂質シルト, シルト質細粒砂を主体とする.	—
		5c層	—	シルト~シルト質極細粒砂, 礫混じりシルトを主体とする.	—
		5d層	—	礫混じり極粗粒砂~細礫を主体とする.	—
		5e層	—	砂混じりシルト, シルト質細粒砂を主体とする.	—
6層	段丘堆積物	—	—	砂混じりシルトおよび礫混じり粗粒~極粗粒砂を主体とする.	—
7層	斜面堆積物	—	—	片岩の概ね新鮮~風化した礫, 強風化片岩起源のシルト, 砂からなる. 礫混じり砂質シルト状. 一部半固結状.	—
8層	—	—	—	風化した泥質片岩および塩基性片岩	(三郡変成岩類)

表4 城原地区の群列ボーリングコアから採取した試料の¹⁴C年代結果

試料名	Lab. ID	試料種	Unit	Conventional ¹⁴ C age (yBP)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	Calibrated ¹⁴ C age (cal yBP) (68.2% probability) ¹	Calibrated ¹⁴ C age (cal yBP) (95.4 % probability) ¹
CJB-3 (3.60m)	Beta-369553	Organic sediment	3a2	22,440 ± 110	-24.8	26960-26550	27130-26390
CJB-3 (3.80m)	Beta-369554	Organic sediment	3a2	23,130 ± 100	-24.2	27540-27320	27640-27210
CJB-3 (6.32m)	Beta-369555	Charcoal	3a3	34,420 ± 320	-27.8	39280-38570	39730-38340
CJB-6 (6.17m)	IAAA-142423	Organic sediment	3a2	14,700 ± 50	-25.40 ± 0.26	17990-17810	18060-17700
CJB-7 (1.75m)	IAAA-142424	Organic sediment	2	2,850 ± 20	-23.29 ± 0.30	3000-2920	3060-2870
CJB-7 (2.60m)	IAAA-142425	Organic sediment	3a2	19,900 ± 70	-25.06 ± 0.24	24070-23830	24190-23700
CJB-7 (9.68m)	IAAA-142426	Charcoal	3b2	48,120 ± 560	-26.85 ± 0.28	D.O.R.	D.O.R.

¹暦年較正プログラムOxCal 4.2 (Bronk Ramsey, 2009)による。較正曲線はIntCal13 (Reimer et al., 2013)を使用

表5 城原地区の群列ボーリングコアから採取した試料の火山灰分析結果

試料名	火山ガラス			軽鉱物	重鉱物				Rock	Total	備考	火山ガラス の屈折率	斜方輝石の 屈折率'	角閃石の 屈折率'	テフラ名
	Bw	Pm	O		Opx	Cpx	Gho	Opq							
TJB-6(10.29m)	1	283	0	15	0	0	0	1	0	300	Opx,Ap含む	1.506-1.508	1.699-1.702		Aso-4? Aso-ABCD?
TJB-7(17.86m)	3	278	0	16	0	0	0	1	2	300	Opx>>Gho	1.507-1.510	1.699-1.702	1.686-1.690	Aso-4? Aso-ABCD?

Bw:バブルウォールタイプ

Pm:パミスタイプ

O:低発泡タイプ

Opx:斜方輝石 Cpx:単斜輝石 Gho:緑色普通角閃石 Ap:燐灰石

Opq:不透明鉱物 Rock:岩片・風化粒

表6 城原地区の群列ボーリングコア及びトレンチ壁面から採取した試料の花粉分析結果

		PJTE	PJTE	PJTE	PJB-6	PJB-7	PJB-7	PJB-7
		12	14	19	6.17	1.75	2.60	9.68
木本花粉	Arboreal Pollen							
マキ属	<i>Podocarpus</i>	-	-	-	-	3	-	-
モミ属	<i>Abies</i>	-	1	-	-	6	9	19
ツガ属	<i>Tsuga</i>	-	1	-	-	3	20	24
トウヒ属	<i>Picea</i>	-	-	-	-	1	3	67
マツ属	<i>Pinus</i>	-	-	-	-	11	23	11
スギ属	<i>Cryptomeria</i>	-	-	-	-	4	-	8
マオウ属	<i>Ephedra</i>	-	-	-	-	-	1	-
ヤナギ属	<i>Salix</i>	-	-	-	-	-	1	1
サウグルミ属	<i>Pterocarya</i>	-	-	-	-	1	2	-
クルミ属	<i>Juglans</i>	-	-	-	-	1	-	-
クマシデ属-アサダ属	<i>Carpinus - Ostrya</i>	-	-	-	-	2	2	-
カバノキ属	<i>Betula</i>	-	-	-	-	1	3	-
ハンノキ属	<i>Alnus</i>	-	-	-	-	3	16	11
ブナ属	<i>Fagus</i>	-	-	-	-	4	3	2
コナラ属コナラ亜属	<i>Quercus</i> subgen. <i>Lepidobalanus</i>	-	-	-	-	31	21	-
コナラ属アカガシ亜属	<i>Quercus</i> subgen. <i>Cyclobalanopsis</i>	-	-	-	-	116	1	-
クリ属	<i>Castanea</i>	-	-	-	-	-	2	2
シイ属	<i>Castanopsis</i>	-	2	-	1	89	-	-
ニレ属-ケヤキ属	<i>Ulmus-Zelkova</i>	-	-	-	-	1	6	2
シラキ属	<i>Sapium</i>	-	-	-	-	-	1	-
モチノキ属	<i>Ilex</i>	-	-	-	-	-	1	-
カエデ属	<i>Acer</i>	-	-	-	-	-	-	1
トチノキ属	<i>Aesculus</i>	-	-	-	-	1	-	-
イボタノキ属	<i>Ligustrum</i>	-	-	-	-	-	-	4
草本花粉	Nonarboreal Pollen							
サジオモダカ属	<i>Alisma</i>	-	-	-	-	1	-	-
イネ科	Gramineae	-	1	-	-	49	9	-
カヤツリグサ科	Cyperaceae	-	-	-	-	11	30	-
ワスレグサ属	<i>Hemerocallis</i>	-	-	-	-	-	1	-
サナエタデ節-ウナギツカミ節	Persicaria-Echinocaulon	-	-	-	-	-	-	2
ナデシコ科	Caryophyllaceae	-	-	-	-	-	1	-
カラマツソウ属	<i>Thalictrum</i>	-	-	-	-	-	14	-
キンポウゲ属	<i>Ranunculus</i>	-	-	-	-	1	19	1
ワレモコウ属	<i>Sanguisorba</i>	-	-	-	-	-	4	-
フウロソウ属	<i>Geranium</i>	-	-	-	-	-	11	-
セリ科	Umbelliferae	-	1	-	-	2	7	1
ヨモギ属	<i>Artemisia</i>	-	-	-	-	14	116	8
キク亜科	Carduoideae	2	-	-	-	10	27	8
タンポポ亜科	Cichorioideae	-	-	-	-	4	1	-
不明花粉	Unknown Pollen							
不明花粉	Unknown pollen	-	-	-	-	8	6	2
シダ植物孢子	Pteridophyta Spores							
他のシダ植物孢子	other Pteridophyta spores	7	4	-	-	97	431	602
合計	Total							
木本花粉	Arboreal Pollen	0	4	0	1	278	115	152
草本花粉	Nonarboreal Pollen	2	2	0	0	92	240	20
不明花粉	Unknown Pollen	0	0	0	0	8	6	2
シダ植物孢子	Pteridophyta Spores	7	4	0	0	97	431	602
総花粉・孢子(不明を除く)	Total Number of Pollen & Spores	9	10	0	1	467	786	774
分析後残渣の観察								
有機物残渣量; VA: Very Abundant(非常に多い), A: Abundant(多い), C: Common(普通), F: Few(少ない), Tr: Trace(痕跡程度(微量))		A	A	F	Tr	C	C	A
花粉・孢子化石の産出傾向; VA: Very Abundant(非常に多い), A: Abundant(多い), C: Common(普通), R: Rare(稀れ), VR: Very Rare(極く稀れ), N: Non(無化石)		VR	VR	N	VR	C	C	C
花粉・孢子化石の保存状態; VG: Very Good(非常に良い), G: Good(良い), M: Moderate(普通), P: Poor(悪い), VP: Very Poor(非常に悪い)		P	P		P	P	P	P

表7 城原地区トレンチ壁面に分布する地層の層序

層名	堆積相	細層	ボーリング コアの層名	層相	年代 (対比される地層)
I層	表土, 耕作土, 人工攪乱層	Ia層	1層	耕作土	—
		Ib層	1層	表土	—
		Ic層	1層	埋土	—
II層	人工攪乱層	IIa層	1層	整地のための盛土	—
		IIb層	1層	埋土, 道路盛土	—
III層	耕作土	—	1層	やや腐植質のシルト質砂	—
IV層	人工攪乱層	IVa層	2層	腐植質砂質シルト. 本層下面にIVb層を細かく巻き上げた部分が認められる.	2850-2740 cal yBP 2960-2790 cal yBP 3210-3000 cal yBP 弥生時代?の土器片
		IVb層	2層	径3~15cm程度の偽礫を多く含む暗灰色腐植質シルト. 偽礫は主としてVIb層, VII層, VIII層起源であり, IVb層自体の偽礫も含まれる.	2340-2150 cal yBP 3060-2870 cal yBP 3160-2950 cal yBP 3470-3380 cal yBP 3580-3400 cal yBP 3610-3470 cal yBP 3860-3690 cal yBP 4070-3840 cal yBP 5460-5140 cal yBP 6000-5900 cal yBP 弥生時代中期の土器片
V層	斜面堆積物	—	3a1層?	火山灰質暗灰色腐植質シルト	3570-3460 cal yBP 6300-6200 cal yBP
VI層	斜面堆積物, 湿地堆積物	VIa層	3a1層?	やや脱色した腐植質のシルト	12070-11770 cal yBP
		VIb層	3a1層?	暗灰色腐植質シルトおよび砂	6500-6320 cal yBP 11610-11230 cal yBP
VII層	扇状地堆積物	—	—	黄灰色シルトおよび砂. 最上部にレスあるいはその二次堆積物を含む.	—
VIII層	扇状地堆積物	VIIIa層	3a2-3a1層	黄灰色シルトを主体とし, 砂層を挟む. 上部の一部は削剥されている.	(三田川層)
		VIIIb層	3a2-3a1層	やや脱色した腐植質シルト	27680-27310 cal yBP (三田川層)
		VIIIc層	3a2-3a1層	暗灰色腐植質シルト	27160-26530 cal yBP 27200-26570 cal yBP (三田川層)
IX層	扇状地堆積物	IXa層	3a3層	粗粒砂~極粗粒砂~細礫	(三田川層)
		IXb層	3a3層	シルト	(三田川層)

表8 城原地区トレンチ壁面から採取した試料の¹⁴C年代結果

試料名	Lab. ID	試料種		Conventional ¹⁴ C age (yBP)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	Calibrated ¹⁴ C age (cal yBP)	Calibrated ¹⁴ C age (cal yBP)
						(68.2% probability) ¹	(95.4 % probability) ¹
CJTE-3	Beta-399241	Organic sediment	IVa	2,670 ± 30	-23.9	2800-2750	2850-2740
CJTE-1	Beta-399240	Organic sediment	IVa	2,780 ± 30	-23.6	2930-2840	2960-2790
CJTW-2	IAAA-143145	Peat	IVa	2,950 ± 30	-25.18 ± 0.25	3170-3060	3210-3000
CJTW-3	IAAA-143146	Peat	IVa	3,620 ± 30	-26.51 ± 0.28	3980-3890	4070-3840
CJTW-9	IAAA-143147	Peat	IVb	2,250 ± 20	-24.95 ± 0.26	2330-2180	2340-2150
CJTE-14	Beta-399245	Organic sediment	IVb	2,850 ± 30	-22.9	3000-2890	3060-2870
CJTE-12	Beta-399243	Organic sediment	IVb	2,900 ± 30	-23.3	3080-2970	3160-2950
CJTW-11	IAAA-143144	Peat	IVb	3,210 ± 20	-26.50 ± 0.29	3450-3390	3470-3380
CJTE-13	Beta-399244	Organic sediment	IVb	3,270 ± 30	-24.1	3560-3450	3580-3400
CJTE-5	IAAA-142427	Peat	IVb	3,320 ± 20	-23.82 ± 0.25	3580-3490	3610-3470
CJTE-4	Beta-399242	Organic sediment	IVb	3,500 ± 30	-24.6	3840-3720	3860-3690
CJTE-22	IAAA-142431	Organic sediment	IVb	4,610 ± 30	-22.45 ± 0.27	5450-5300	5460-5140
CJTE-9	IAAA-142428	Organic sediment	IVb	5,180 ± 30	-24.21 ± 0.28	5990-5910	6000-5900
CJTE-18	IAAA-143143	Organic sediment	V	3,290 ± 20	-25.31 ± 0.29	3560-3480	3570-3460
CJTE-19	Beta-399248	Organic sediment	V	5,450 ± 30	-24.5	6300-6210	6300-6200
CJTE-20	Beta-399249	Organic sediment	VIa	10,210 ± 30	-23.0	12010-11820	12070-11770
CJTE-15	IAAA-142429	Organic sediment	VIb	5,640 ± 30	-24.01 ± 0.26	6470-6390	6500-6320
CJTE-16	Beta-399246	Organic sediment	VIb	9,930 ± 40	-23.3	11390-11250	11610-11230
CJTE-21	IAAA-142430	Organic sediment	VIIIb	23,230 ± 80	-21.71 ± 0.33	27590-27400	27680-27310
CJTE-23	IAAA-142432	Organic sediment	VIIIc	22,530 ± 80	-20.91 ± 0.22	27040-26680	27160-26530
CJTE-17	Beta-399247	Organic sediment	VIIIc	22,570 ± 80	-21.7	27080-26730	27200-26570

¹暦年較正プログラムOxCal 4.2 (Bronk Ramsey, 2009)による。較正曲線はIntCal13 (Reimer et al., 2013)を使用

表9 城原地区トレンチ東壁面から採取した連続試料TJTE-1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粒子)			重鉱物の含有量 (/3,000粒子)			β石英 (/3,000粒子)	火山ガラスの屈折率	テフラ名
	Bw	Pm	O	Opx	GHo	Cum			
TJTE1-1	177	1	1	4	27	0	0		
TJTE1-2	151	0	0	6	171	0	0		
TJTE1-3	318	0	0	7	12	0	0	1.494-1.501 (21/30), 1.512-1.516 (9/30)	K-Ah
TJTE1-4	253	0	5	11	33	0	0.1		K-Ah
TJTE1-5	96	0	2	5	24	0	0	1.495-1.500 (20/30), 1.510-1.516 (10/30)	K-Ah
TJTE1-6	154	0	1	4	32	0	0	1.494-1.500	
TJTE1-7	86	0	0	3	24	0	0		
TJTE1-8	75	0	0	1	46	0	0		
TJTE1-9	163	0	0	1	23	0	0	1.497-1.500	
TJTE1-10	5	0	0	0	32	0	0		
TJTE1-11	3	0	0	0	26	0	0		
TJTE1-12	3	0	0	0	14	0	0	1.496-1.498	AT降灰以降

Bw: バブルウォールタイプ

Pm: パミスタイプ

O: 低発泡タイプ

表10 城原地区トレンチ東壁面から採取した連続試料TJTE-5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粒子)			重鉱物の含有量 (/3,000粒子)			β石英 (/3,000粒子)	火山ガラスの屈折率	テフラ名
	Bw	Pm	O	Opx	GHo	Cum			
TJTE5-1	79	0	0	5	30	0	0.1	1.495-1.500 (22/30), 1.511-1.515 (8/30)	K-Ah混在
TJTE5-2	65	0	0	1	23	0	0		
TJTE5-3	63	0	0	2	25	0	0	1.496-1.500	
TJTE5-4	41	0	0	2	34	0	0	1.495-1.499	
TJTE5-5	25	0	0	0	67	0	0		
TJTE5-6	12	0	0	0	108	0	0		
TJTE5-7	32	0	0	2	181	0	0	1.495-1.500	
TJTE5-8	22	0	0	0	217	0	0		
TJTE5-9	22	0	0	0	568	0	0		
TJTE5-10	10	0	0	0	631	0	0		
TJTE5-11	17	0	0	0	592	0	0		
TJTE5-12	26	0	0	0	330	0	0		
TJTE5-13	27	0	0	0	325	0	0	1.495-1.500	
TJTE5-14	19	0	0	0	651	0	0		
TJTE5-15	25	0	0	0	645	0	0		
TJTE5-16	29	0	0	0	414	0	0	1.497-1.500	
TJTE5-17	21	0	0	0	542	0	0		
TJTE5-18	437	0	0	0	226	0	0		
TJTE5-19	686	25	17	6	32	0	0.1	1.497-1.500	AT降灰以降(AT層準に近い)

Bw: バブルウォールタイプ

Pm: パミスタイプ

O: 低発泡タイプ

表11 城原地区トレンチ壁面から採取した土器片の鑑定結果
(神崎市教育委員会による)

試料名	壁面	層準	種類	時代
PJTE-1	東側	IVb層	土器片(壺)	弥生時代中期
PJTE-2	東側	IVb層	土器片	弥生時代?
PJTE-3	東側	IVa層	土器片	弥生時代?
PJTW-1	西側	IVb層	土器片	弥生時代中期
PJTW-2	西側	IVb層	土器片	弥生時代?

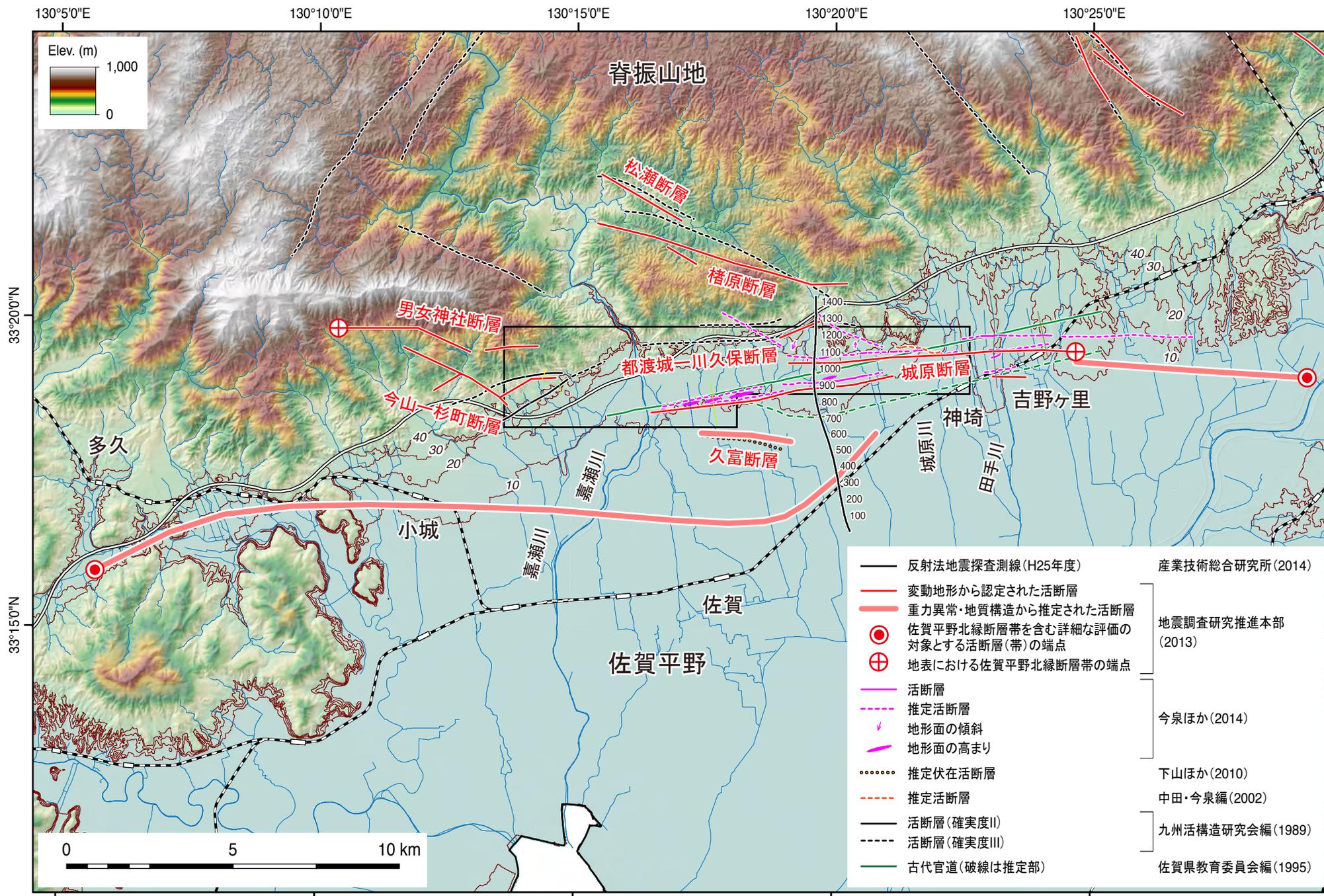
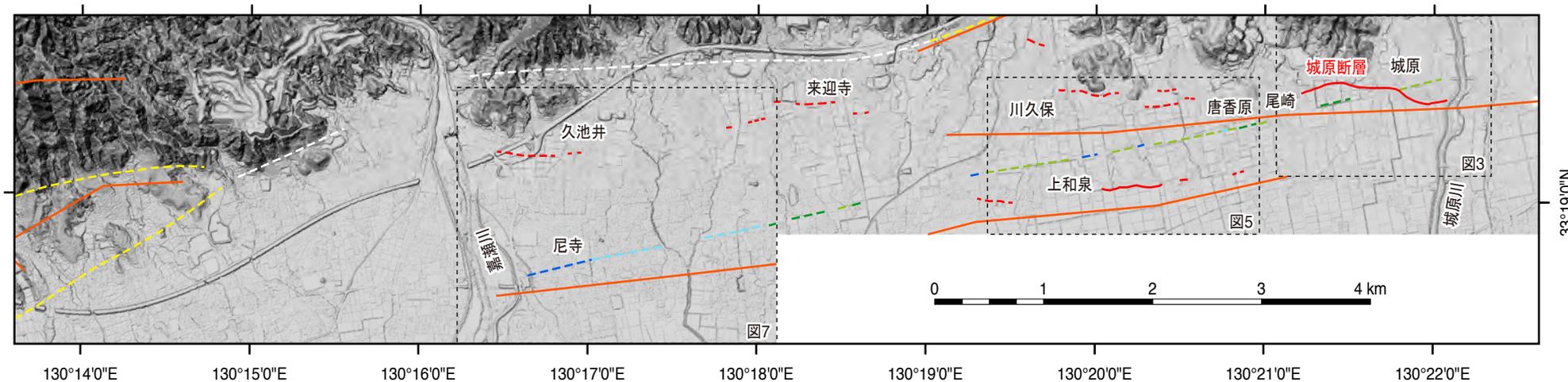


図1 佐賀平野北縁に分布する活断層，古代官道跡及び平成25年度に実施した反射法地震探査測線
 活断層の分布は九州活構造研究会編 (1989)，中田・今泉編 (2002)，下山ほか (2010)，地震調査研究推進本部 (2013)，今泉ほか (2014) による。
 古代官道跡は佐賀県教育委員会編 (1995)，小松 (2003)，木下 (2013) を編集。反射法地震探査測線 (CMP測線) は独立行政法人産業技術総合研究所
 (2014) による。図中の黒枠は2m DEM画像判読範囲 (図2の範囲) を示す。



- 低断層崖とみられる崖
 - - - 低断層崖の可能性のある崖
 - - - 直線的な低崖(南向き)
 - - - 直線的な低崖(北向き)
 - - - 切り通し
 - · - 直線的な区画
- (独立行政法人産業技術
総合研究所, 2014)
- 変動地形から認定された活断層 (地震調査委員会, 2013)
 - · - 活断層(確実度II)
 - · - 活断層(確実度III)
- (九州活構造研究会編, 1989)

図2 嘉瀬川から城原川にかけての佐賀平野北縁部の2m DEMから作成した地形陰影図と既存研究による活断層及び直線状地形の分布

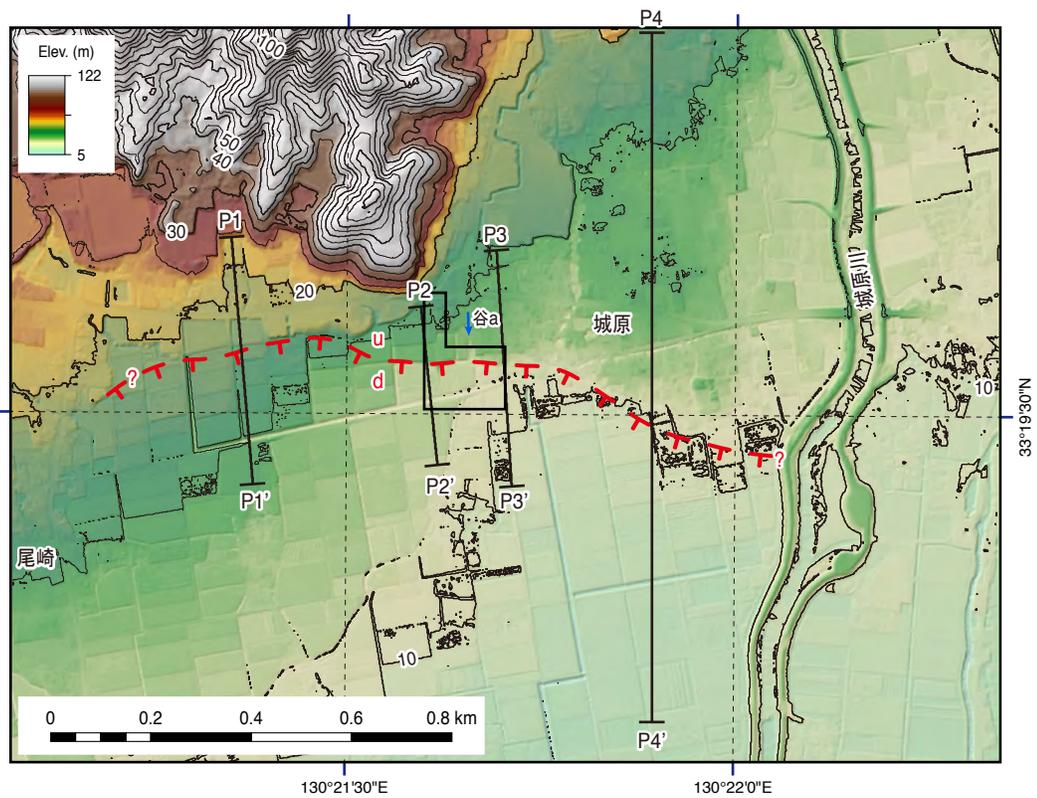


図3 2m DEMから作成した城原地区周辺の地形陰影・等高線図
 等高線間隔は5m. 図の範囲を図2に示す. 図の中央付近の実線囲みは図9
 の範囲を示す. 赤破線は城原断層を示す. u, dはそれぞれ相対的隆起側,
 沈降側を示す.

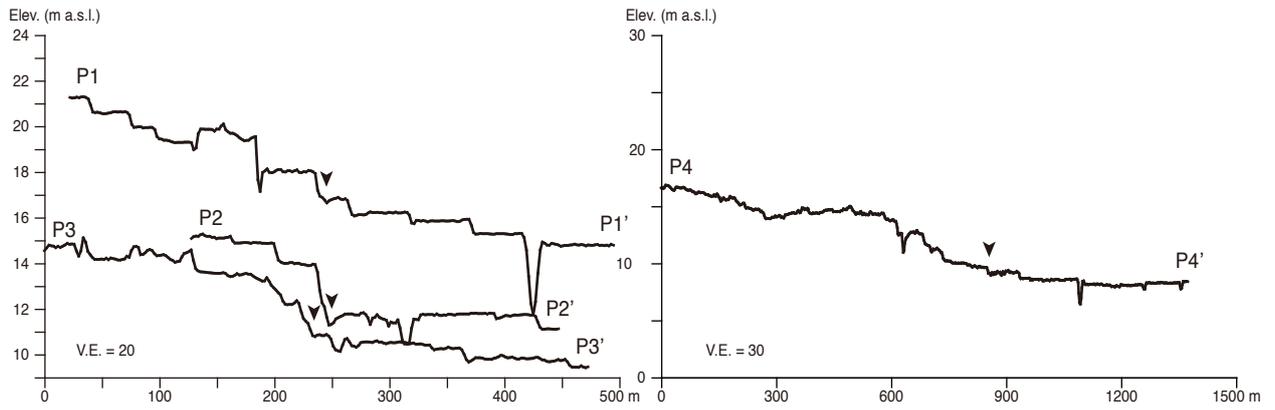


図4 2m DEMから作成した城原地区周辺の地形断面図
断面図の位置を図3に示す。

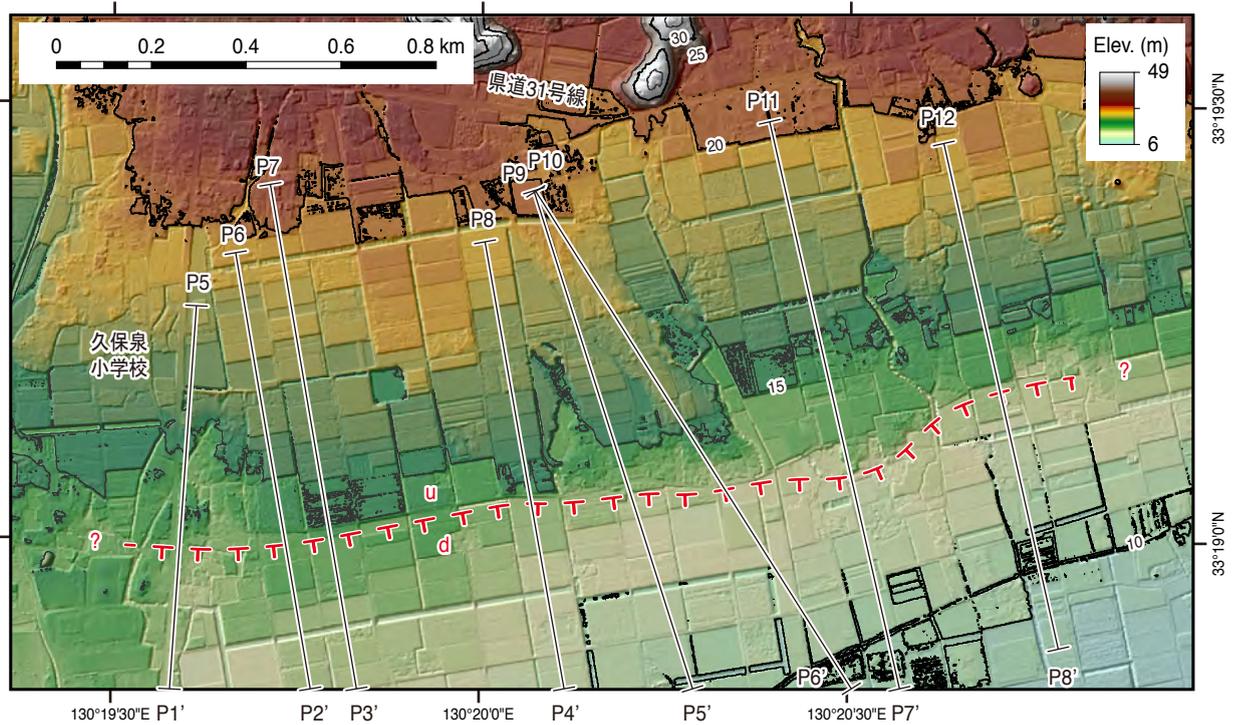


図5 2m DEMから作成した上和泉地区周辺の地形陰影・等高線図
等高線間隔は5m. 図の範囲を図2に示す.

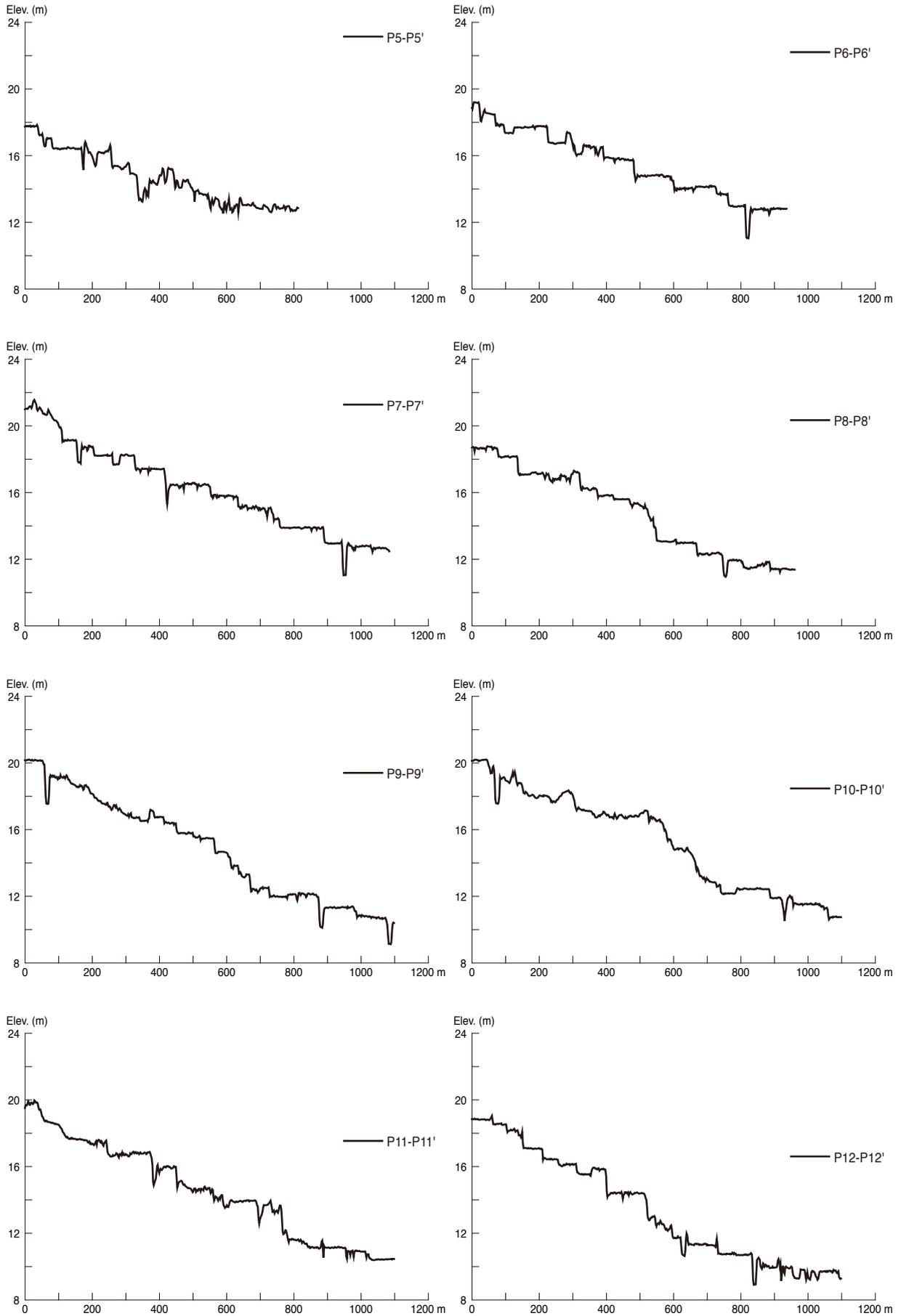


図6 2m DEMから作成した上和泉地区周辺の地形断面図
断面図の位置を図5に示す.

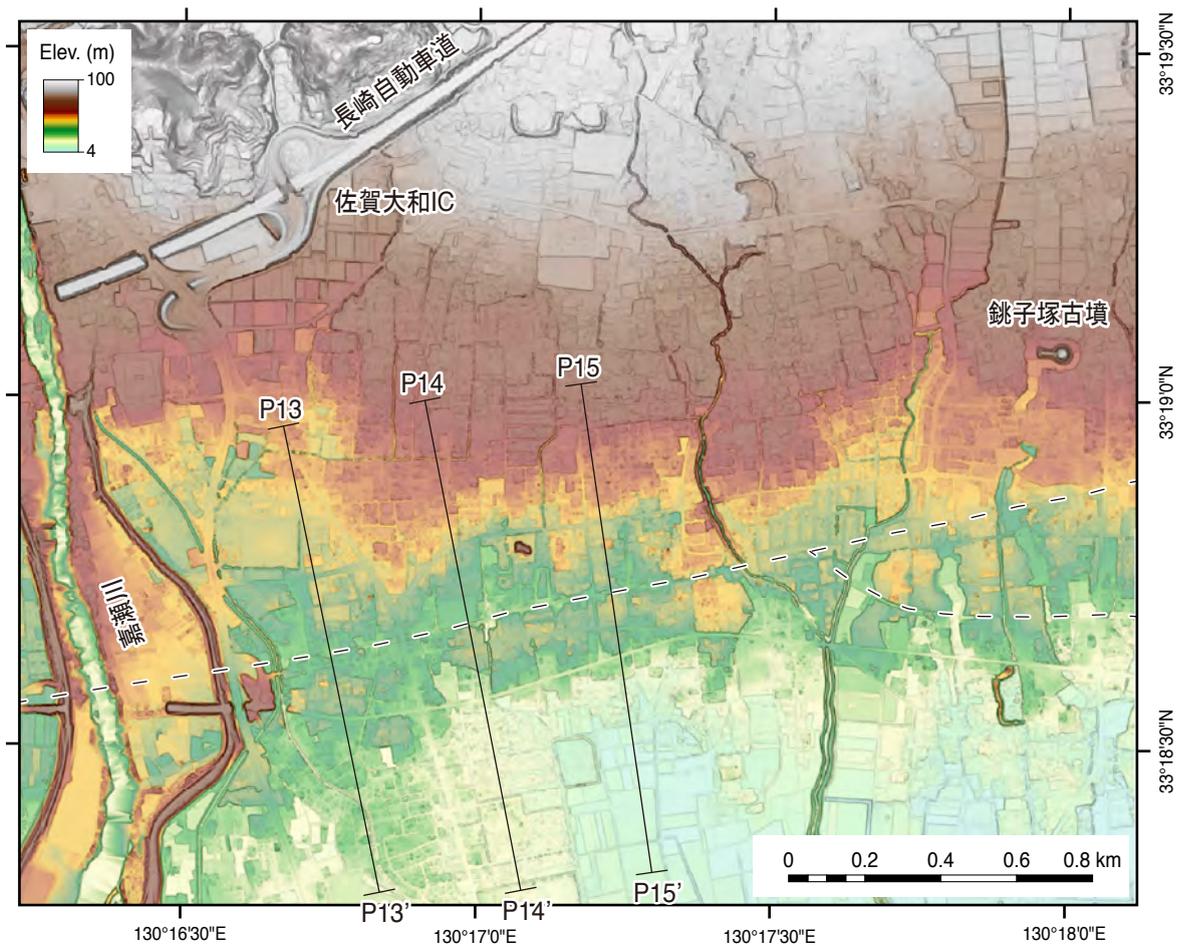


図7 2m DEMから作成した佐賀市大和町大字尼寺周辺の地形陰影図
 図の範囲を図2に示す.

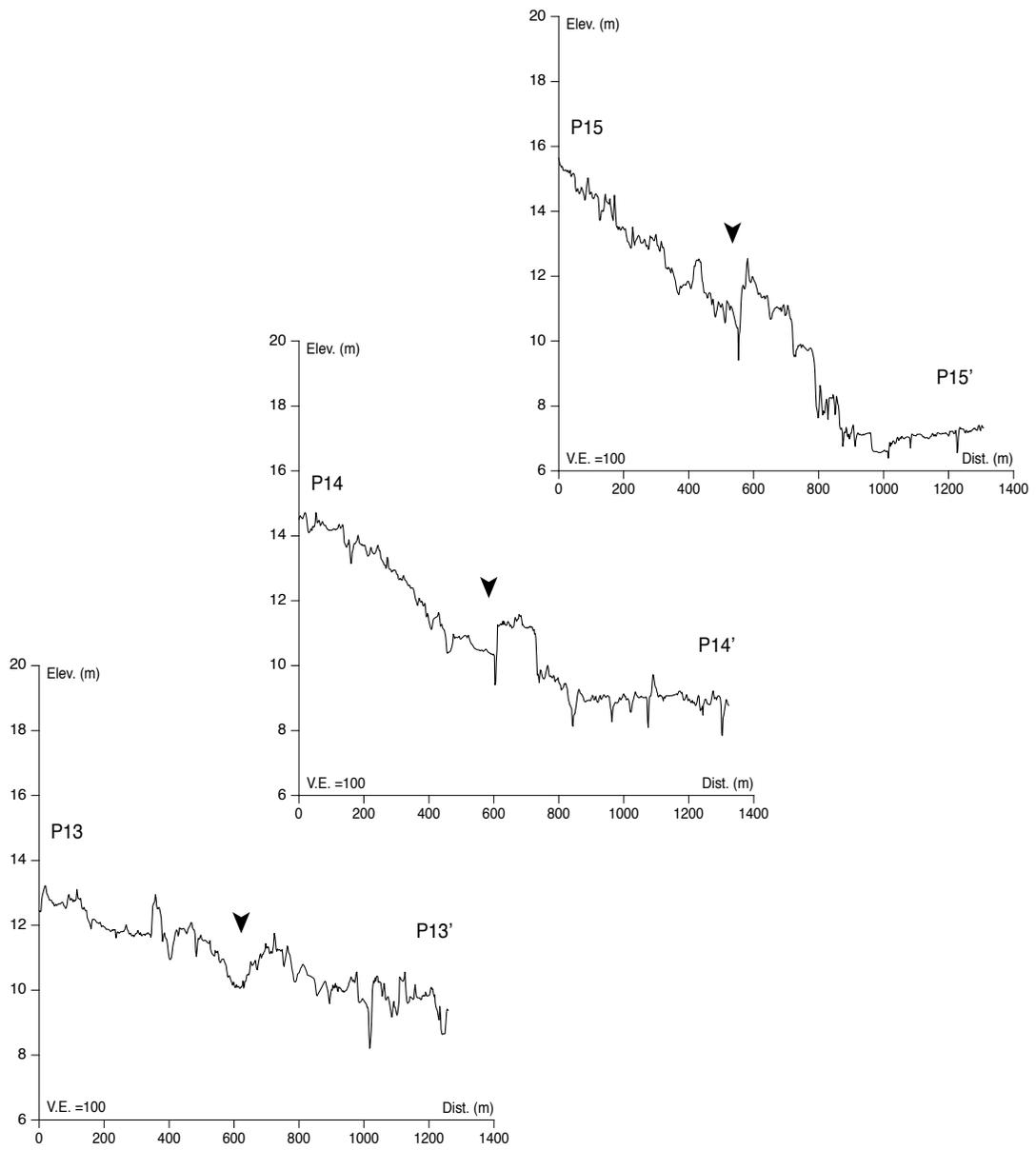


図8 2m DEMから作成した佐賀市大和町大字尼寺周辺の地形断面図
断面図の位置を図7に示す.

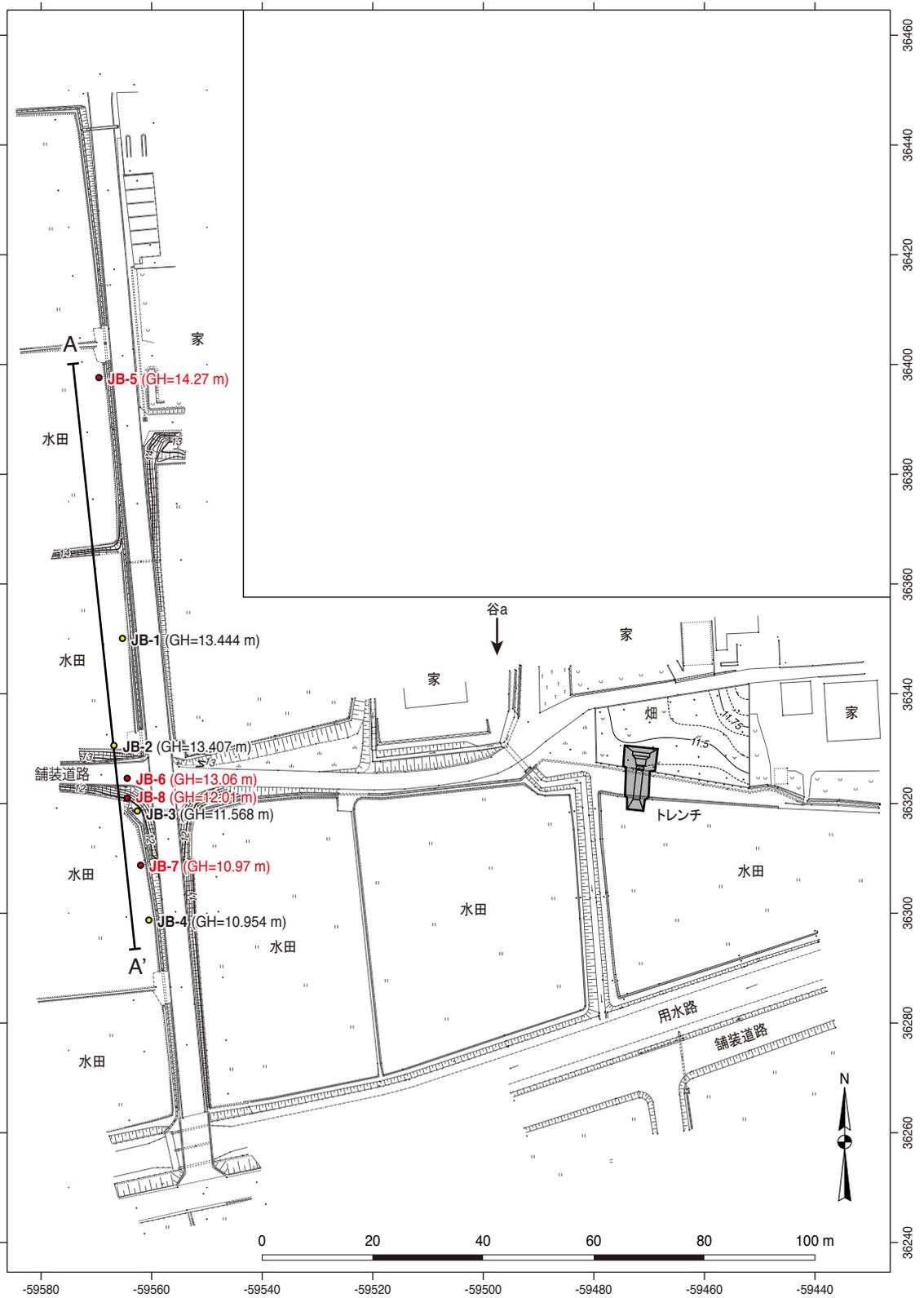


図9 城原地区における群列ボーリング及びトレンチ位置を示す測量図
 ボーリングコアのうち、平成25年度に実施したものを黄丸、平成26年度に実施したものを赤丸で示す。図の範囲を図3に示す。



図 10 城原地区における群列ボーリング掘削位置

北北西に向かって撮影。ボーリングコアのうち、平成 25 年度に実施したものを白丸、平成 26 年度に実施したものを赤丸で示す。

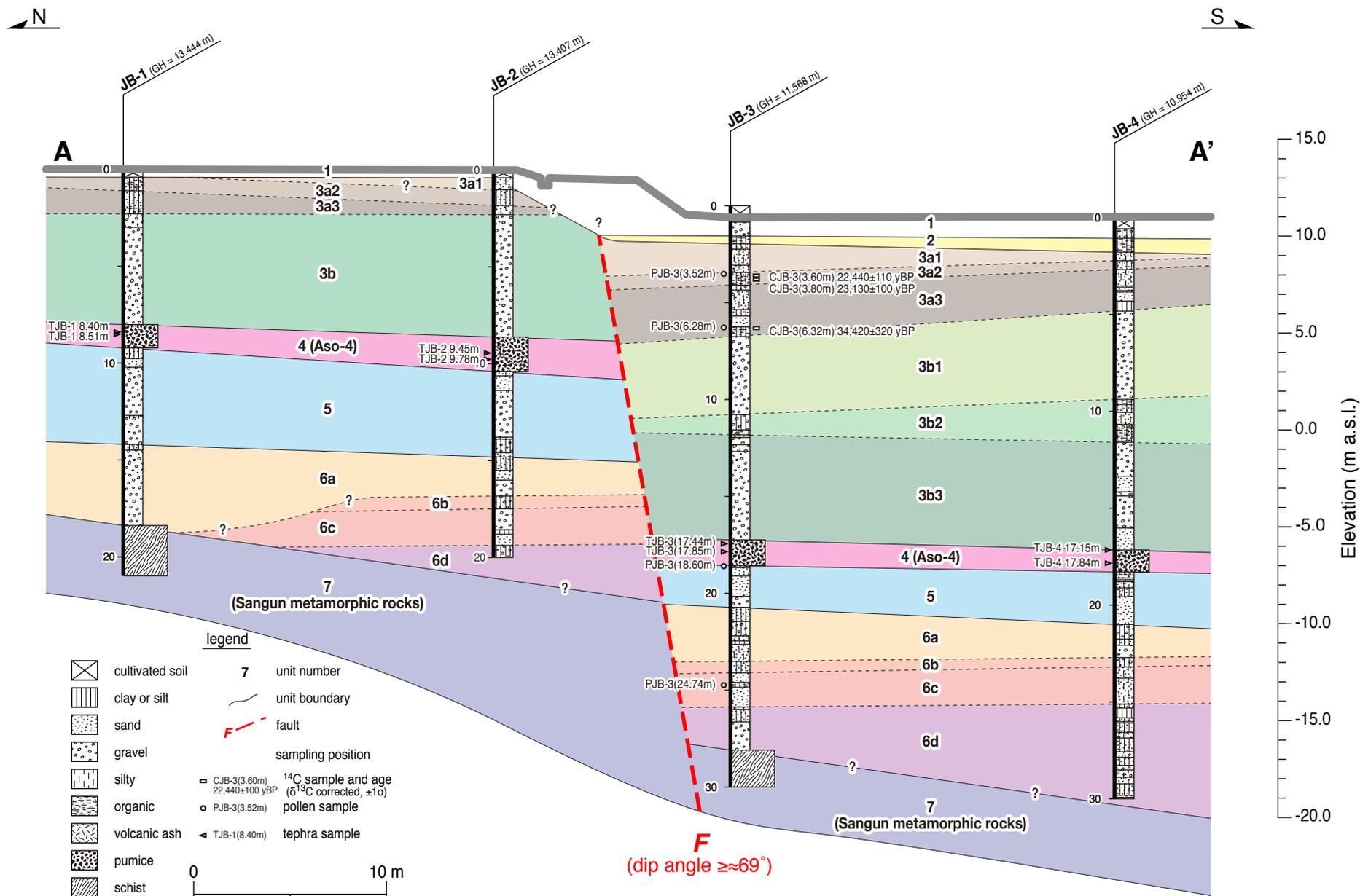


図 11 平成 25 年度に実施したボーリングに基づく城原地区の地質断面図（独立行政法人産業技術総合研究所（2014）を簡略化）

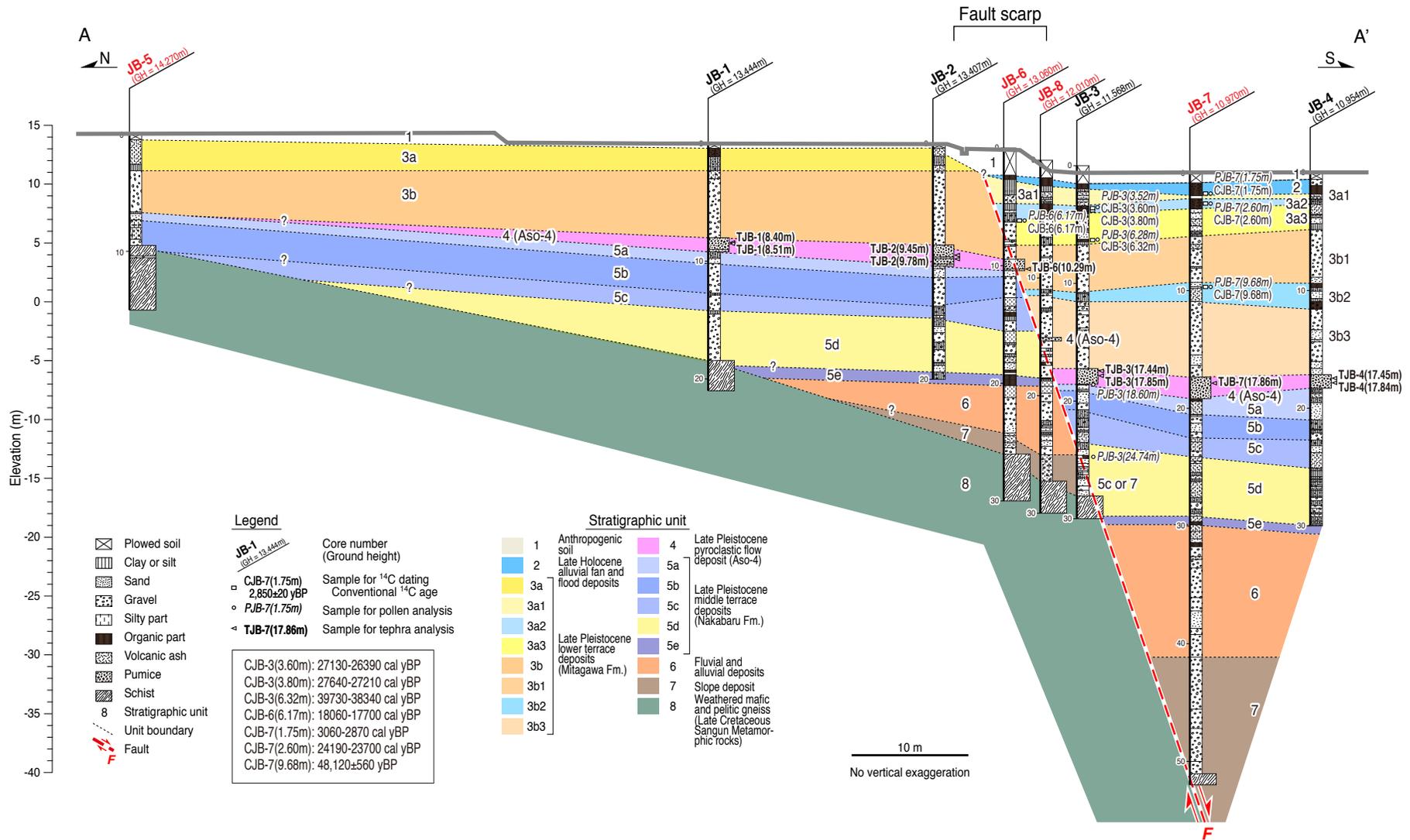
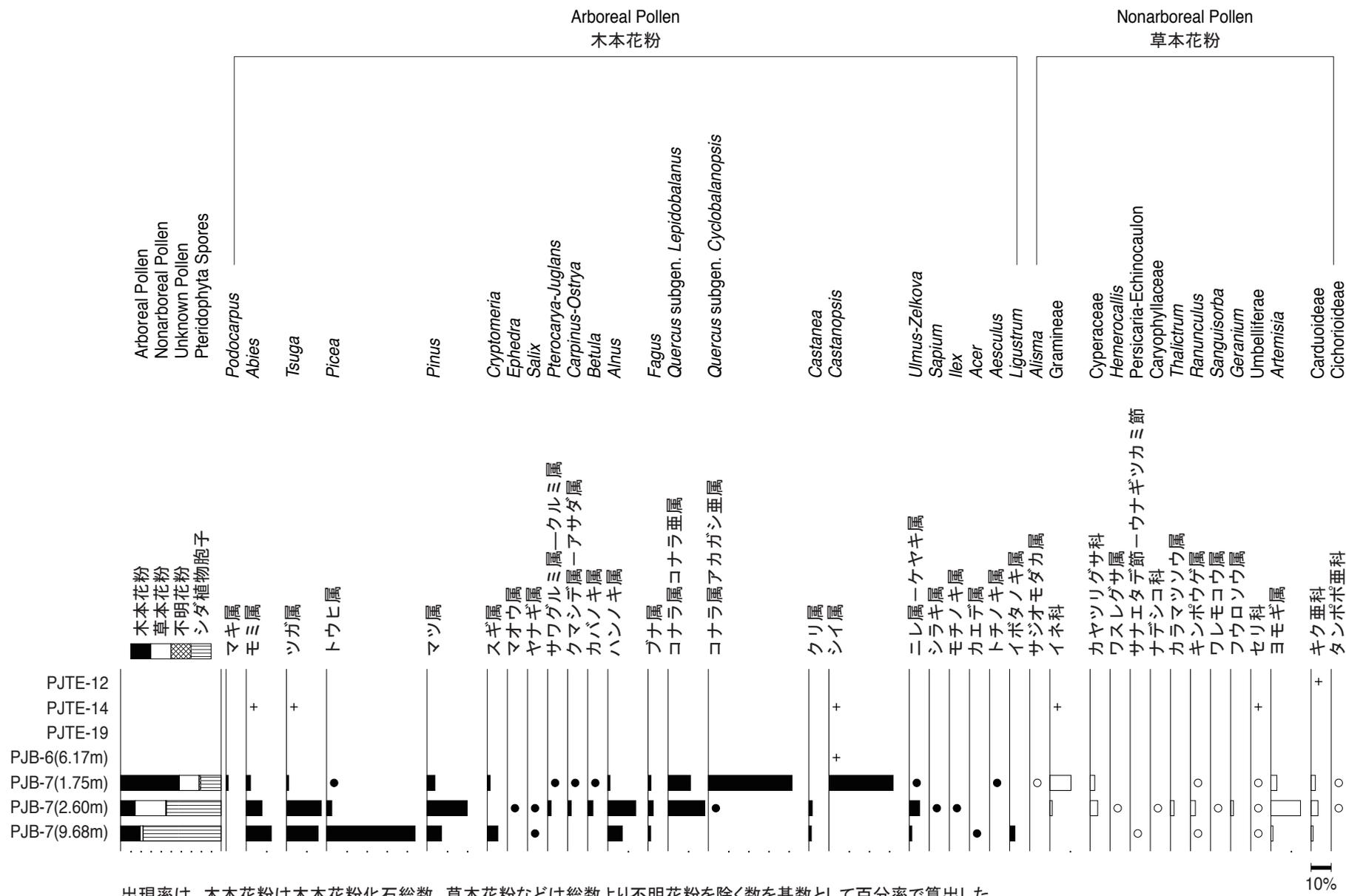


図 12 平成 25 年度と 26 年度に実施した群列ボーリングに基づいて推定した城原地区の地質断面図



出現率は、木本花粉は木本花粉化石総数、草本花粉などは総数より不明花粉を除く数を基数として百分率で算出した。
なお、●○は1%未満、+は木本花粉が100個体未満の試料について検出した種類を示す。

図13 城原地区における群列ボーリング及びトレンチから採取した試料の花粉出現状況

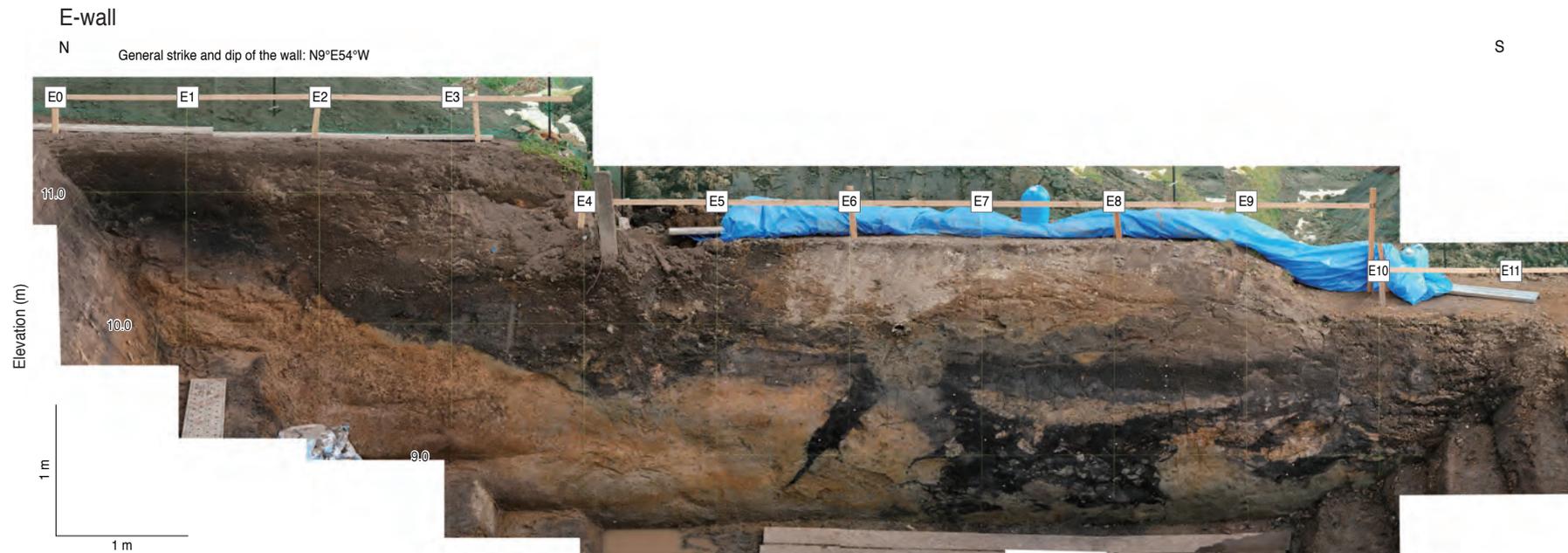


図 14 城原トレンチ東壁面のモザイクオルソ写真



図 15 城原トレンチ西壁面のモザイクオルソ写真 (左右反転)

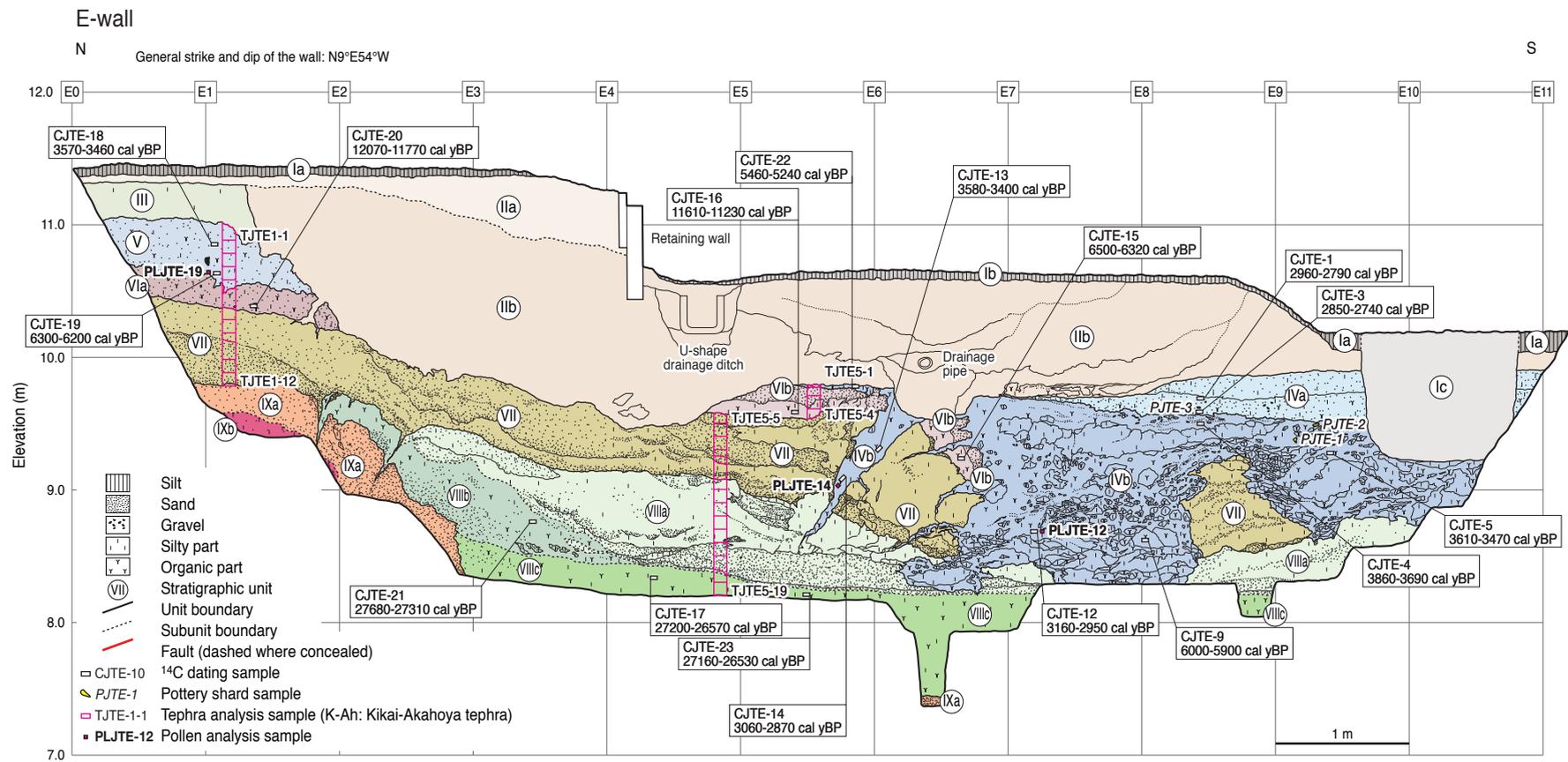


図 16 城原トレンチ東壁面ログ

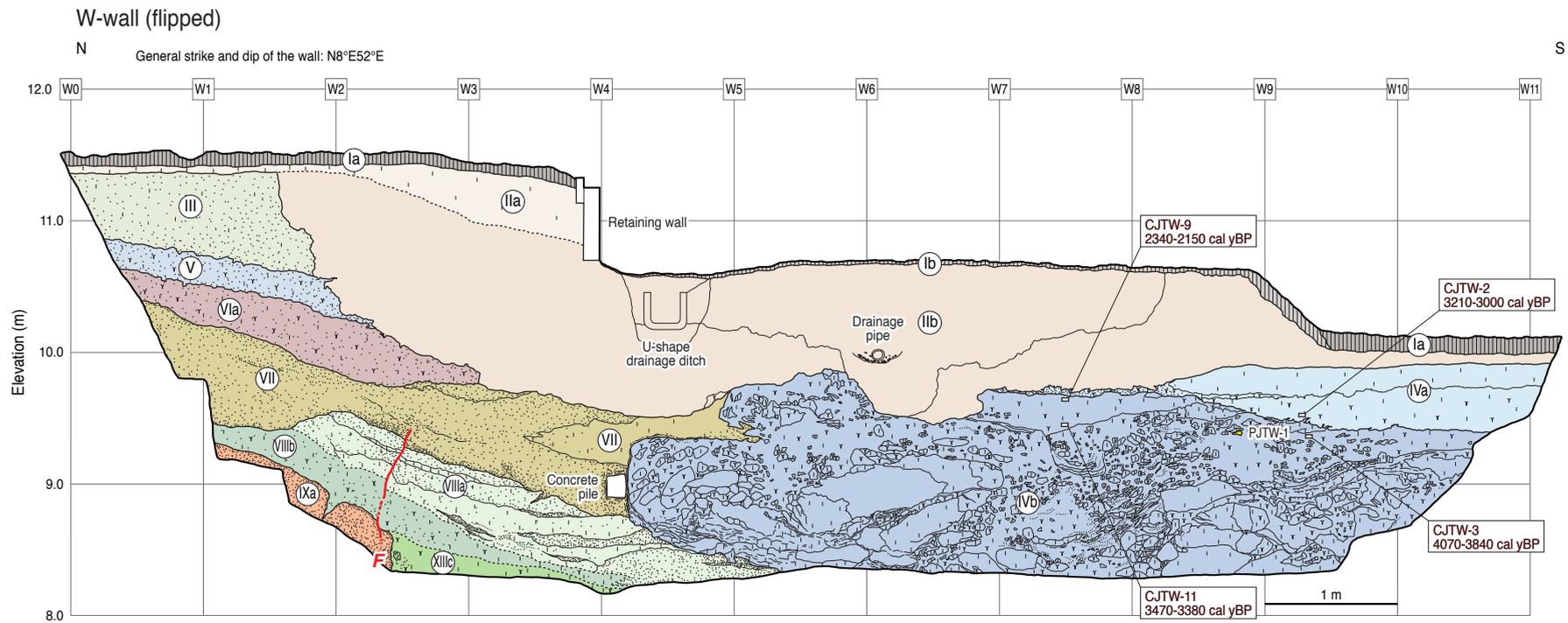


図 17 城原トレンチ西壁面ログ (左右反転)

凡例は図 16 と同じ.



図 18 城原トレンチ西壁面断層部分の拡大写真
ユニット境界，VIIa 層内の単層境界をそれぞれ黒鎖線，白点線で示す。