

変動地形とボーリングデータの解析による京都盆地南部の 宇治川断層と円明寺-男山断層の位置と活動性

Location and Recent Activity of the Ujigawa and Enmyoji-Otokoyama Faults in the Southern Kyoto Basin Based on Tectonic Geomorphology and Borehole Data Analysis

堤 浩之⁽¹⁾・増田富士雄⁽²⁾・岩田知孝・浅野公之

Hiroyuki TSUTSUMI⁽¹⁾, Fujio MASUDA⁽²⁾, Tomotaka IWATA and Kimiyuki ASANO

(1) 同志社大学理工学部

(2) 京都大学名誉教授

(1) Faculty of Science and Engineering, Doshisha University

(2) Professor Emeritus, Kyoto University

Synopsis

Based on dense borehole data, we mapped the shallow subsurface geology along the Ujigawa and Enmyoji-Otokoyama faults in the southern Kyoto basin. We identified faulted and folded late Pleistocene fluvial strata consistent with tectonic geomorphology and seismic reflection profiles. The Ujigawa fault is 8.5–9.5 km long, trending NE–ENE. It displaces the top of widely distributed gravels deposited during the last glacial maximum by up to 6 meters vertically, due at least to two faulting events. The Enmyoji and Otokoyama faults, west-dipping reverse faults at the southwestern margin of the Kyoto basin, deform late Pleistocene fluvial terrace surfaces down to the east. Their locations and slip directions are concordant with those imaged by seismic reflection profiles. The Enmyoji and Otokoyama faults seem to form a reverse fault system across the lowland where three tributaries of the Yodo River converge.

キーワード: 京都盆地, 宇治川断層, 円明寺断層, 男山断層, ボーリングデータベース
Keywords: Kyoto basin, Ujigawa fault, Enmyoji fault, Otokoyama fault, Borehole database

1. はじめに

京都盆地は東西両縁を南北走向の逆断層によって限られる構造的盆地である。盆地の東縁は花折断層や桃山断層に、西縁は京都西山断層帯の檜原断層や光明寺断層などに限られる。また京都盆地は、北東～東北東走向の宇治川断層によって南北に分けられる (Fig. 1)。宇治川断層は北側隆起の断層であり、それを境に基盤岩の深度が南へ大きく低下し、それを覆う大阪層群の層厚が急激に増す。宇治川断層の

位置や活動度は、主に反射法地震探査とボーリング調査によって明らかにされている (京都市地域活断層調査委員会, 2004)。しかし反射法地震探査では深度約 500 m 以浅で幅広い撓曲構造が認められるのみであり、群列ボーリング調査が行われた宇治川大橋付近 (Fig. 1 の D-D' 測線の西隣) を除いて断層の詳細な位置や浅部の断層構造は不明である。また宇治川断層の西端は、淀川流域の桂川・宇治川・木津川が合流する「三川合流域」で南北走向の京都西山断層帯と接しているが、走向の異なるこれら 2 系統の活断層

の地質学的関係は十分には明らかとなっていない。さらに宇治川断層の東端の位置や南北走向の桃山断層との関係なども十分には解明されていない。堤・飯尾(2019)は、2018年大阪府北部の地震後に震源域周辺の既存の反射法地震探査断面を再解釈し、三川合流域の南北に位置する円明寺断層と男山断層が一連の東側低下の逆断層である可能性を示した。三川合流域では、JR・私鉄・新幹線・高速道路・国道が地形の狭窄部に集中し、大阪や京都への通勤圏として人口も多いので、内陸直下型大地震が発生すれば甚大な被害が予測される。

本研究では淀川三川合流域の南北に位置する円明寺断層と男山断層および宇治川断層を対象に、変動地形学的な解析とボーリングデータを用いた浅部地下地質の解析を行った。また男山断層については、八幡市内里で深度15 mのボーリングを掘削し、コアの解析を行った。その結果、これらの活断層の位置や連続性、および後期更新世の活動性について新たな知見が得られたので報告する。

2. 地下地質の解析による宇治川断層の位置と活動性

「関西圏地盤情報データベース」は関西圏で掘削されたボーリングデータを収集し、パソコンで閲覧・解析できるようにしたものである。上町断層帯など、人工改変が進み変動地形学的な解析が困難な断層帯の調査で大きな成果を挙げている(KG-NET・関西圏地盤研究会, 2007)。本研究では「関西圏地盤情報データベース」を使って、宇治川断層を横切る7本の測線(A-A'測線~G-G'測線)と円明寺断層と男山断層を横切るそれぞれ1本の測線(H-H'測線とI-I'測線)を設定し、深度約20 mの柱状地質断面図(以下、柱状断面図)を作成した(Figs. 1, 2a-2i)。柱状断面図は測線沿いのボーリングを選定しそれらを線で結んで水平方向に配置しているため、各測線の長さは両端のボーリング間の距離よりも長くなっている。これらの柱状断面図に、層相・堆積環境・地形発達などを考慮して岩層境界線を記入した。岩層境界線の不連続の中で、堆積や侵食作用では説明がつかないものを断層変位と認定し変位量を見積もった。地層の解釈や断層の認定に際しては、既存の地形・地質情報や反射法地震探査データなども活用した(KG-NETら, 2021; 京都市地域活断層調査委員会, 2004; 増田ら, 2019)。

2.1 宇治川断層を横切る柱状断面図の解釈

(1) A-A' 測線

この測線は、大山崎町円明寺から桂川・宇治川・木

津川を横切って八幡市八幡垣内山へ至る測線である(Figs. 1, 2a)。測線の北端から500 m以内では標高約2 m以深に、それ以南では標高約-2 m以深に厚い礫層が見られる。この礫層は、京都盆地南部に連続性良く分布する厚さ約20 mの礫層(増田ら, 2019)に対比される。この礫層の上面付近にはAT火山灰(26-29 ka; 町田・新井, 2003)が含まれるので、この礫層の堆積完了時期は最終氷期最盛期頃と考えられる。それ以浅では、シルト・粘土層の中に礫層や砂層がチャンネル状に挟まれる。水平距離500 m以南に見られる厚い砂層は、南から流れ込む木津川が天王山と男山の間の狭窄部にもたらした三川合流砂堆に対比される。三川合流砂堆は7000~8000年前に堆積し始め、3000年前以降に堆積が活発になったと考えられている(増田ら, 2019)。三川合流砂堆に挟まれる礫混じり砂層は北から流れ込む桂川水系がもたらした砂礫層と考えられる。その上位の粘土層は、三川合流砂堆の堰き止めによってできた湖沼の堆積物である水垂粘土層に対比される。水平距離500 mより北側で、厚い礫層の上面の標高が北側に約4 m高くなる。ここを境に三川合流砂堆や桂川水系の砂礫層の分布が途切れることから、これは埋没段丘崖であると解釈される。一方水平距離2.1 km付近で、厚い礫層の上面高度が南落ちに低下する。その南北で礫層上面の標高はほぼ一定であるので、これが宇治川断層による変位と考えられる。断層の北側約250 mの区間では礫層の上面が局所的に高くなっており、それも考慮して礫層の上面を変位基準とした上下変位量を算出すると1.5~3 mとなる。その上位の地層が断層変位を受けているという積極的な証拠はこの断面では判読できない。

(2) B-B' 測線

この測線は、大山崎町下植野から桂川と宇治川を横切って京都市伏見区淀際目町へ至る測線である(Figs. 1, 2b)。A-A'断面と同様に、下位から礫層、三川合流砂堆、水垂粘土層が分布する。測線の北端に近いボーリングコアで見られる水垂粘土層からは、約3 kaと1760 yBPの放射性炭素年代測定値が得られている(増田ら, 2019)。水垂粘土層の上位には、南流する小畑川のデルタ堆積物が粘土層を削り込んで堆積している。宇治川の両岸で掘削されたボーリング間で、礫層の上面高度が4~6 m南落ちに低下しており、さらに上位の三川合流砂堆や水垂粘土層も同程度南落ちに食い違っている。これが宇治川断層による断層変位であると考えられる。

(3) C-C' 測線

この測線は、京都市伏見区淀水垂町から桂川と宇治川を横切って久御山町森へ至る測線である(Figs.

1, 2c) . より西方の測線と同様の地層が観察されるが、宇治川以南の地表付近には巨椋池粘土層が分布する。宇治川と桂川の間は標高0 m以浅に砂礫層が厚く堆積しているが、これは古桂川の流路堆積物であると解釈される。宇治川を挟んで礫層上面の標高を比べると南側が約3 m低くなっており、これが宇治川断層による変位と考えられる。三川合流砂堆や巨椋池粘土層にもほぼ同程度の南落ち変位が認められる。

(4) D-D' 測線

この測線は、京都市伏見区南寝小屋町から宇治川を横切って久御山町森へ至る測線である (Figs. 1, 2d) . 測線全域に分布する厚い礫層の上面は、北から南へ徐々に標高が低くなるが、宇治川以南では標高約0 mでほぼ一定となる。その上位に古木津川のデルタ堆積物や巨椋池粘土層が分布する。水平距離1.6~2 km付近で、礫層中の砂層やシルト層が南へ大きく傾いており、礫層の上面も南へ約4 m低下する。巨椋池粘土層もそれと調和的に南側に厚く堆積している。よって南側低下の幅広い変形帯の南端に宇治川断層が位置すると考えられる。この結果は、D-D'測線のすぐ西で行われたS波反射法地震探査や群列ボーリングの結果 (京都市地域活断層調査委員会, 2004) と同様である。さらにその北側に、礫層や巨椋池粘土層を明瞭に切断する南落ちの副次的な断層が存在すると解釈した。この断層は宇治川断層の活動による地層の撓曲変形の頂部の引張場にできた局所的な断層の可能性があり、この断層を境に礫層の傾斜が大きく異なる。この副次的な断層は、植村・中塚 (1992) がボーリング柱状図の解析により認定した横大路断層の北東側のトレースと位置がほぼ一致するため、同一の構造と考えられる。

(5) E-E' 測線

この測線は、京都市伏見区中之町から宇治川を横切って宇治市槇島町へ至る測線である (Figs. 1, 2e) . 測線の全域で見られる礫層の上位に、宇治川以南では巨椋池粘土層が見られる。測線D-D'と同様に、宇治川以北の約700 mの区間で礫層が南落ちに撓曲変形しており、礫層の上面を基準にすると約4 mの南落ち変位が確認できる。宇治川断層は、南落ちの撓曲帯の基部に認定される。これらの結果は、京都市地域活断層調査委員会 (2004) がP波反射法地震探査 (観月橋測線) を基に認定した南落ちの幅広い撓曲帯とその基部の宇治川断層と一致する。D-D'測線ほど明瞭ではないが、水平距離1 km付近に副次的断層が認められる。

(6) F-F' 測線

この測線は、京都市伏見区桃山町百軒長屋から山科川を横切り桃山南大島町へ至る測線である (Figs. 1, 2f) . 桃山丘陵の南端から宇治川のすぐ北に至る測線で、京都市地域活断層調査委員会 (2004) のP波反射法地震探査 (桃山南測線) と位置がほぼ一致する。山科川や宇治川など西流する河川の影響で地層の連続性が悪く、より西方の測線と比べると地層の対比線を描くことが難しいが、山科川付近で砂礫が卓越する地層とシルト層・粘土層の境界が南下がりに約5 m食い違い、これが宇治川断層の変位を示している可能性がある。他の測線に比べて地層の対比が難しく断層の認定の確度は低いが、この位置は桃山南測線で認定されている宇治川断層の位置と一致する。

(7) G-G' 測線

この測線は、宇治市六地藏から木幡に至る測線である (Figs. 1, 2g) . 最下部に位置する礫層の上に巨椋池粘土層が載っている。巨椋池粘土層には東方から流れ込む小河川の流路と氾濫原堆積物がチャンネル状に挟まれている。地表付近には、木幡池の堆積物が分布する。水平距離350 mと950 mの2ヶ所で礫層の標高が数m食い違い、それらに挟まれた部分で礫層上面の標高が低くなっている。水平距離950 mのものは、JR木幡駅東方の低位段丘面を解析する谷の出口に位置するため、支流性の河谷の段丘崖と解釈した。一方水平距離350 mのものは西方から追跡された宇治川断層の延長上に位置することから宇治川断層の変位を示す可能性があるが、この東方には低位段丘面を開析する谷があるため、埋没段丘崖である可能性も否定できない。

2.2 宇治川断層の位置と活動性

7本の柱状断面図の解析によって、八幡市八幡一丁目から京都市伏見区桃山町あるいは宇治市六地藏まで、長さ約8.5 kmあるいは約9.5 kmにわたって宇治川断層が北東~東北東方向に延びることがわかった。横倉 (2003) によって木津川の左岸で実施された反射法地震探査 (木津川測線) では宇治川断層は確認されていないので、A-A'測線で確認された断層が宇治川断層の西端部にほぼ相当すると考えられる。また東端は、G-G'測線のすぐ東に黄檗断層が位置し、宇治川断層の東方延長でも連続的に南北に延びることから、黄檗断層を越えて東へは延びないと考えられる。よって宇治川断層は、京都盆地の東西両縁を限る2条の南北走向の逆断層間に発達した断層と解釈される。宇治川断層は桃山丘陵の西縁部で桃山断層と近接するが、すでに京都市地域活断層調査委員会 (2004) が複数の反射法地震探査に基づいて明らかにしたように、宇治川断層は桃山断層との交差部

を超えて東へ延びることが本研究でも確認された。岩田ら（2024）によって巨椋池干拓地を東西に横切って実施された反射法地震探査（巨椋池測線）でも、桃山断層の南方延長には活断層は認定されていないことも上記の解釈を支持する。

京都市地域活断層調査委員会（2004）は主にP波反射法地震探査データに基づいて断層の地表位置を決めたのに対して、本研究では既存の稠密なボーリングデータの解析により断層の位置を解析した。そのため、断層の位置をより正確に確定することができた。断層の中央部（D-D'測線）以東の地表位置は既存研究とほぼ同様であるが、以西の断層位置はより南であることが判明し、西端部（A-A'測線）では約700 m南に位置することが判った。

宇治川断層の上下変位は全域にわたって南側低下である。断層の中央付近のD-D'測線やE-E'測線では幅500~700 mの撓曲変形が明瞭に認められる。一方、断層の西部のA-A'測線やB-B'測線では撓曲変形は明瞭ではなく、地層がシャープに切断されている。京都市地域活断層調査委員会（2004）の八幡測線や淀測線では、深度約500 mまで南落ちの撓曲変形がイメージされているが、撓曲の幅が150~200 mと狭くなっている。これは断層の傾斜や変位センスの側方への変化を反映したものである可能性がある一方、変位量が断層端へ向かって小さくなることを反映している可能性もある。

宇治川断層は最終氷期最盛期に京都盆地南部を広く埋積した礫層上面を1.5~6 m南落ちに変位させている。さらにその上位の三川合流砂堆や水垂粘土層・巨椋池粘土層も宇治川断層によって変位している。京都市地域活断層調査委員会（2004）は群列ボーリング調査に基づいて、AT火山灰（26-29 ka）降灰以降に少なくとも2回の断層活動を認定し、最新活動が約3000年前以降とした。本研究の結果もこれと調和的である。またE-E'測線の礫層中の粘土層の撓曲変形量が礫層上面の変形量よりも明らかに大きいことから、変位の累積性が認められる。

3. 変動地形と地下地質の解析による円明寺断層と男山断層の連続性と活動性

3.1 円明寺断層と男山断層の変動地形

天王山と男山の間の三川合流域を挟んで南北に位置する円明寺断層と男山断層は共に西傾斜の逆断層であるが、その連続性を実証的なデータで検証した研究はない。本研究では、縮尺1万分の1の米軍撮影空中写真の判読により断層変位地形を判読し、その後現地調査を行った（Fig. 3）。円明寺断層は天王山の東縁と丘陵・段丘面の境界に位置する。大山崎町

円明寺以南では、山麓線から200~300 m東に中位段丘面（M1面）を東落ちに変位させる低断層崖や撓曲崖が見られ、一部には背斜状の高まりが見られる。この低断層崖は、さらに南方の沖積面にも延長する。対岸では、男山とその東方の沖積面の地形境界に男山断層が位置する。男山断層は横倉ら（2003）の木津川測線では、京阪石清水八幡宮駅の北方で基盤岩と大阪層群を境する明瞭な西傾斜の逆断層としてイメージされている。八幡市八幡女郎花より南方では、男山丘陵の東縁に沿って扇状地起源のM1面が連続的に分布する。国道1号線（枚方-八幡-久御山測線と一致）までのM1面は、北東へ向かって撓曲し、M1面の東縁に沿って男山断層が位置すると考えられる。M1面は国道1号線より南東にも連続的に分布するが、それらには撓曲変形は認められない。M1面の北東には支流性の低位段丘2面（L2面）や4面（L4面）が発達する。それらの段丘面の北東~北縁は直線状に並び、さらに比高数mの崖地形を伴う箇所がある。これらの崖地形は男山丘陵から北東~北へ流れ出る河谷とは直交しているため、侵食崖ではなく男山断層の変動崖と考えられる。この男山断層の位置は、大阪府（2003）の枚方測線と横倉ら（2003）の八幡1測線で確認される男山断層の位置と一致する。よって男山断層の地表トレースは国道1号線付近で約400 m左ステップすると考えられる。変動地形学的に確認される男山断層の東端は、八幡市内里古溜池付近である（Fig. 3）。

3.2 円明寺断層と男山断層を横切る柱状断面図の解釈

(1) H-H' 測線

この測線は、大山崎町大山崎をJR山崎駅から北東方向へ延びる測線である（Figs. 1, 2h）。最下位の礫層を三川合流砂堆が覆い、その上に水垂粘土層が分布する。測線の北東部では、水垂粘土層の中に厚さ数mの腐植土が挟まれる。変動地形で認められる円明寺断層の地表トレースの南方延長部で、礫層の上面高度が約3 m東落ちに低下し、低下側に三川合流砂堆が厚く堆積している。これが円明寺断層の活動によるものである可能性がある。その上位では、東側に水垂粘土層が堆積しているのに対して西側ではシルト層が卓越するので、この付近が水垂粘土層を堆積させた湖沼の西端であると考えられる。この付近では、北東から淀川に流れ込む旧流路地形が複数認められるので、これが埋没段丘崖である可能性も完全には否定できない。

(2) I-I' 測線

この測線は八幡市美濃山荒坂から内里松ヶ外へ、

男山丘陵から木津川の沖積面に至る測線である (Figs. 1, 2i) . 水平距離500 mまでの地表付近には, M1面の段丘礫層や大谷川の流路堆積物とその下位の大阪層群が確認できる. L4面の地下の深度約10 m以深の礫層は後述するボーリング調査の結果を考慮すると中位段丘礫層に対比される. 水平距離1 km よりも南では, 地形と同様に地層が北へ傾斜しており, C203以北ではほぼ水平となる. 地層の北への傾斜は男山断層の活動による撓曲変形と考えられ, その基部に男山断層を認定した. この測線付近では男山断層の変動地形は確認できないため, 男山断層は伏在していると解釈される.

3.3 円明寺断層と男山断層の連続性

円明寺断層と男山断層の地表トレースは, 三川合流域を挟んで約1.5 km東西方向にずれており, また幅約800 mの堤防内では変位地形は認められない (Fig. 3) . 堤・飯尾 (2019) は, 赤松ら (2007) により明らかとなった重力基盤構造から, 円明寺断層と男山断層が一連の逆断層である可能性を示した. 今住・小林 (1985) は三川合流域の背割堤で微動観測と浅層反射法地震探査を行い, 西上りの逆断層の位置を明らかにした. その位置は横倉ら (2003) の木津川測線で確認された男山断層の北西に当たり, 男山断層の延長であると考えられる. またH-H'断面では男山断層の北方延長が確認できなかったことも考慮すると, 男山断層の変位は三川合流域よりも北では円明寺断層によって賄われていると考えられる. ただし両者の地表トレースが連続するためにはかなり鋭角に左屈曲しなければならないので, 円明寺断層と男山断層は左ステップしている可能性が高い.

3.4 八幡市内里における男山断層のボーリング調査

男山断層については第四紀後期の活動性や活動履歴データが皆無であるので, 2023年2月に八幡市内里でボーリングを掘削し (YWUZ2023) コア試料を採取した (Figs. 3, 4) . 掘削地点周辺では, ほとんど開析されていない扇状地性のL4面が北に増傾斜し沖積面下に潜り込む. これは男山断層の南側隆起の撓曲変位を示すと解釈される.

男山断層の推定通過位置の南側 (上盤側) で, 深度15 mのボーリング (YWUZ2023) を掘削した. ボーリングの孔径は86 mmで表層からの全ての試料を連続的に採取するオールコアボーリングである. コアを半割した後に, スケッチ・写真撮影・X線画像撮影・層相解析・放射性炭素年代測定・火山灰分析を行った (Figs. 4, 5, Table 1) . 放射性炭素年代測定は, 株

式会社パレオ・ラボに依頼した. 火山灰分析は砂以下の粒径の部分について10 cm間隔で行ったが, 火山ガラスが微量しか検出されず火山灰の同定はできなかった. また掘削地点の約150 m北の男山断層の下盤側では, 2003年度に産業技術総合研究所が深度29.5 mのボーリング (GS-KYH-1) を掘削している (宮地ら, 2005) . コアの一部が京都教育大学に保管されていたので, 層相解析と放射性炭素年代測定を行い地層を対比した (Fig. 4) .

YWUZ2023コアでは, 下位から赤色風化の進んだ中位段丘堆積物, 掃流葉理の発達した扇状地河川流路堆積物, 重力流層の卓越した扇状地の水域堆積物, 扇状地上の凹地を埋積した根痕や生痕を多数含む湿地堆積物, 掃流葉理の卓越した扇状地河川流路堆積物が見られた (Fig. 4) . GS-KYH-1では, 深度13.2 m以深の中位段丘堆積物の上位に, YWUZ2023コアと同様な堆積構造と堆積物が観察された. この2つのコアについて, 層相や堆積構造 (水域の拡大・深化・停滞を示す有機質黒色泥層, 洪水などで流入した水中重力流砂層, 陸成から水成への環境変化の境界など) に基づいて地層を対比した (Fig. 4) . また扇状地の凹地を埋積した堆積物中には有機質な箇所があり, そこから採取された材・植物片・炭について放射性炭素年代測定を実施した (Fig. 4, Table 1) . 放射性炭素年代測定値は地層の対比線と調和的であった. 対比線は標高約5 m以深と以浅で傾きが有意に異なる. 中位段丘堆積物と扇状地河川流路堆積物の間の不整合面は, 北側が約3 m低い. 一方, 扇状地の凹地を埋積した泥層は北側が約1 m低く, 対比線はほぼ平行である. すなわち, それらの対比線に挟まれる扇状地の水域に堆積した重力流砂礫層が北に厚く堆積している. この層厚の変化が男山断層の活動による北側低下の地形変化を反映している可能性があるが, 不整合面の初生的形状を復元することは困難なため, この断層活動の認定の信頼度は低い. ただしボーリングが掘削されたL4面が断層変位を受けていることは確実であり, 扇状地の概形ができてから断層変位を受けている. 扇状地を形成した河川流路堆積物や水域堆積物の堆積年代を決めることはできなかったが, 約4000 yBPまでには扇状地の概形が形成されていたことは確実である.

4. おわりに

京都盆地南部の淀川三川合流域周辺に分布する円明寺断層や男山断層, および宇治川断層について, 稠密なボーリングデータベースに基づき浅部地下構造を解析した. その結果, 断層の位置や活動性について新たな知見を得ることができた. 宇治川断層は,

南北走向の桃山断層を越えてさらに東へ延びる可能性が高いことが明らかとなった。これらの活断層は人口密集地の地下に伏在し第四紀後期に繰り返し活動していることから、京都盆地とその周辺地域に甚大な震災をもたらす可能性のある活断層として注意が必要である。八幡市内里で行ったボーリング調査では、男山断層の活動に起因する可能性のある地層の変形構造の差を確認することができたが、年代測定可能な試料が乏しく、断層活動の時期を特定することはできなかった。本研究で得られた知見をさらに検証するために、今後も地形・地質学的解析や物理探査などを継続する必要がある。

本研究によって、ボーリングデータの密度が十分であれば最終氷期や後氷期に堆積した地層の断層変位の有無を高精度に検討できることが明らかとなり、ボーリングデータベースの活断層・古地震研究への有効性を示すことができた。

謝 辞

本稿は、京都大学防災研究所一般共同研究「淀川三川合流域の活断層と地下地質構造の解明」(2022G-07, 研究代表者：堤 浩之, 所内担当者：岩田知孝)の研究成果である。京都教育大学の田中里志教授には、産業技術総合研究所が掘削したGS-KYH-1コアを観察する機会を与えていただいた。ふじのくに地球環境史ミュージアムの中西利典教授には、ボーリング試料のX線画像撮影でお世話になった。記して謝意を表します。

参考文献

赤松純平・中村佳重郎・西村敬一・駒澤正夫(2007)：大阪盆地北東部の脈動による地盤震動特性と重力基盤構造との関係について、京都大学防災研究所年報, 50B, pp. 133-142.
今住 隆・小林芳正(1985)：微動観測と浅層反射法による京都盆地西南部, 金ヶ原構造線の探査, 物理探査, 38, pp. 155-162.
岩田知孝・浅野公之・関口春子・山田浩二・新谷加代・石原大亮(2024)：奈良盆地東縁断層帯における重点的な調査観測による地下構造調査, 京都大学防災研究所年報, 67B, pp. 16-38.
植村善博・中塚 良(1992)：京都盆地南部の地下を

横断する横大路断層について, 活断層研究, 10, pp.65-72.

大阪府(2003)：平成14年度大阪平野地下構造調査に関する調査成果報告書, <https://www.hp1039.jishin.go.jp/kozo/Osaka7frm.htm> (令和7年7月24日参照)

KG-NET・関西圏地盤研究会(2007)：「新関西地盤-大阪平野から大阪湾」, 354pp.

KG-NET・関西圏地盤研究会・一般社団法人関西地質調査業協会(2021)：「新関西地盤-京都南部地域と木津川周辺」, 154pp.

京都市地域活断層調査委員会(尾池和夫・岡田篤正・竹村恵二・植村善博・吉岡敏和・松井和夫・古澤 明・園田玉紀・杉森辰次・梅田孝行・斉藤 勝)(2004)：京都盆地の地下構造を南北に分ける宇治川断層の第四紀断層活動, 活断層研究, 24, pp. 139-156.

堤 浩之・飯尾能久(2019)：地形・地質・物理探査データに基づく2018年大阪府北部の地震の震源域周辺の活構造の再検討, 地震, 72, pp.57-67.

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, 付図1枚, 解説書60pp.

増田富士雄・伊藤有加・石田志朗(2019)：京都盆地南部巨椋池の湖沼堆積物, 増田富士雄編著「ダイナミック地層学-大阪平野・神戸六甲山麓・京都盆地の沖積層の解析」, 近未来社, pp. 160-182.

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, 336 pp.

宮地良典・楠 利夫・武蔵野 實・田結庄良昭・井本伸広(2005)：「京都西南部地域の地質」, 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 産総研地質調査総合センター, 90pp.

横倉隆伸・駒澤正夫・山口和雄・田中明子・加野直巳・伊藤 忍・大滝壽樹・稲崎富士(2003)：京都盆地南部低地-丘陵境界周辺における反射法探査・重力探査に基づく地下構造, 日本地震学会秋季大会講演予稿集, P126.

Reimer, P. J. and 41 others (2020): The IntCal20 northern hemisphere radiocarbon age calibration curve (0-55 cal kBP), Radiocarbon, Vol. 62, No. 4, pp. 725-757.

(論文受理日：2025年8月18日)

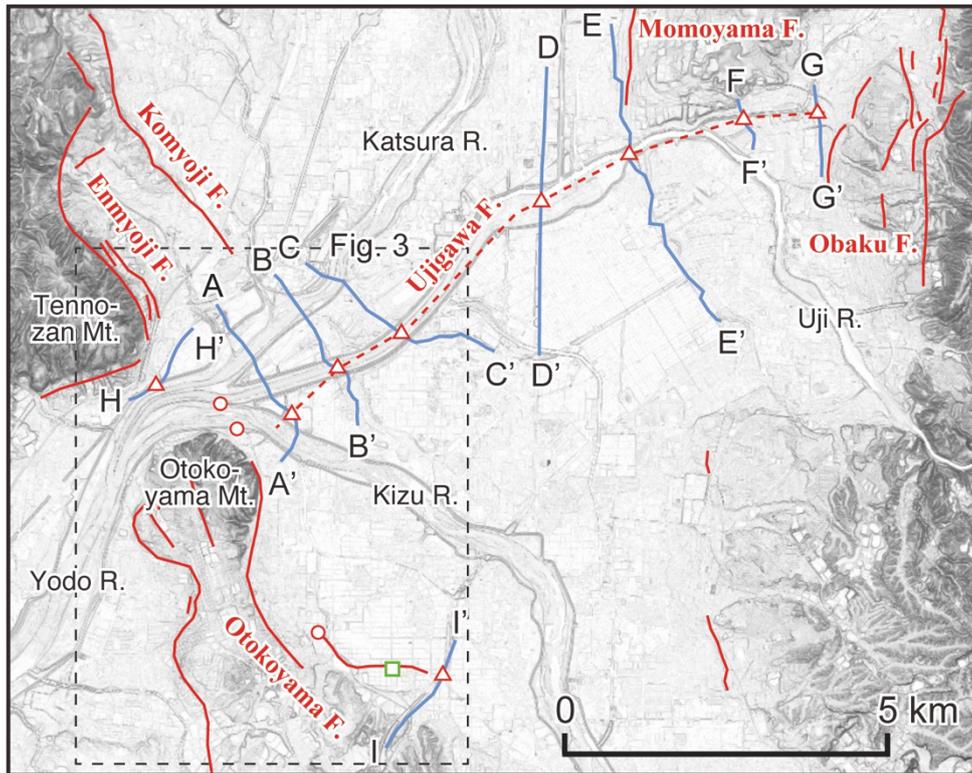


Fig. 1 Index map of the study area indicating the locations of the geologic cross sections (A–A' to I–I'). Active and presumed active faults are shown with red lines, as illustrated in Nakata and Imaizumi, eds. (2002). The blind Ujigawa fault is depicted by dashed red lines based on this study. The red triangles on the geologic cross sections mark the locations of active faults identified in this study, while the red circles indicate the position of the Otokoyama fault, as identified by previous geophysical studies. The green square indicates the location of the boring surveys at Uchizato, Yawata City. The dashed rectangle depicts the location of Fig. 3. The base map is the Geospatial Information Authority of Japan map.

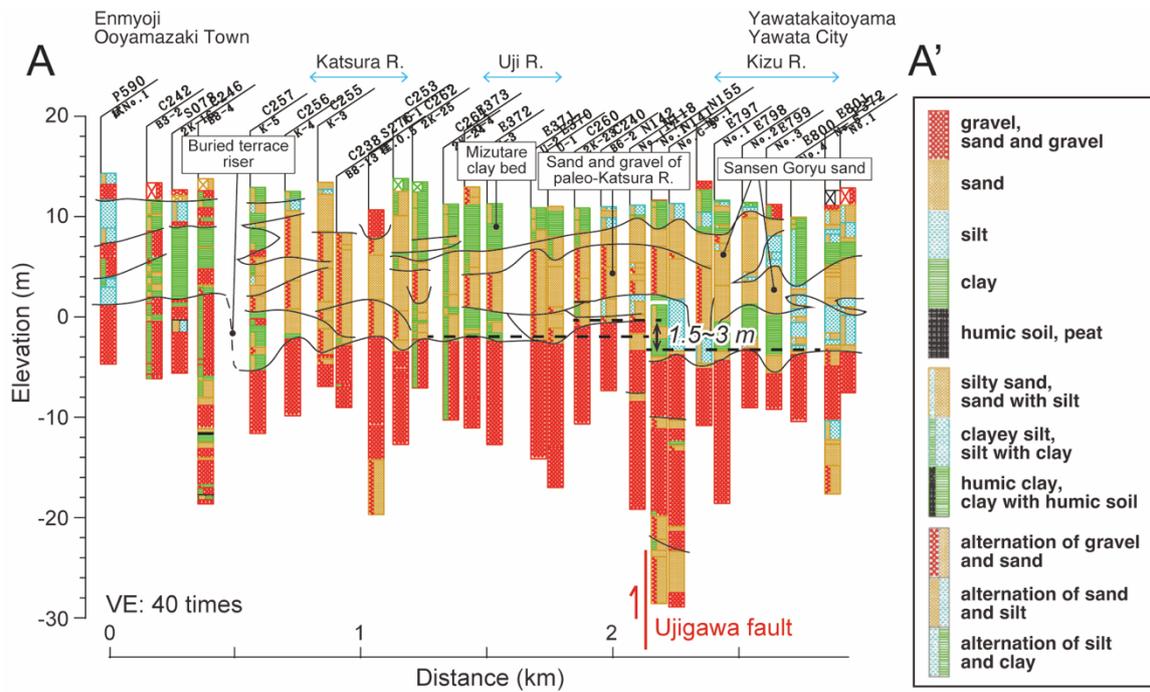


Fig. 2a Geologic cross section A–A'. See Fig. 1 for the location of the cross section. The figure legend is the same for all the cross sections.

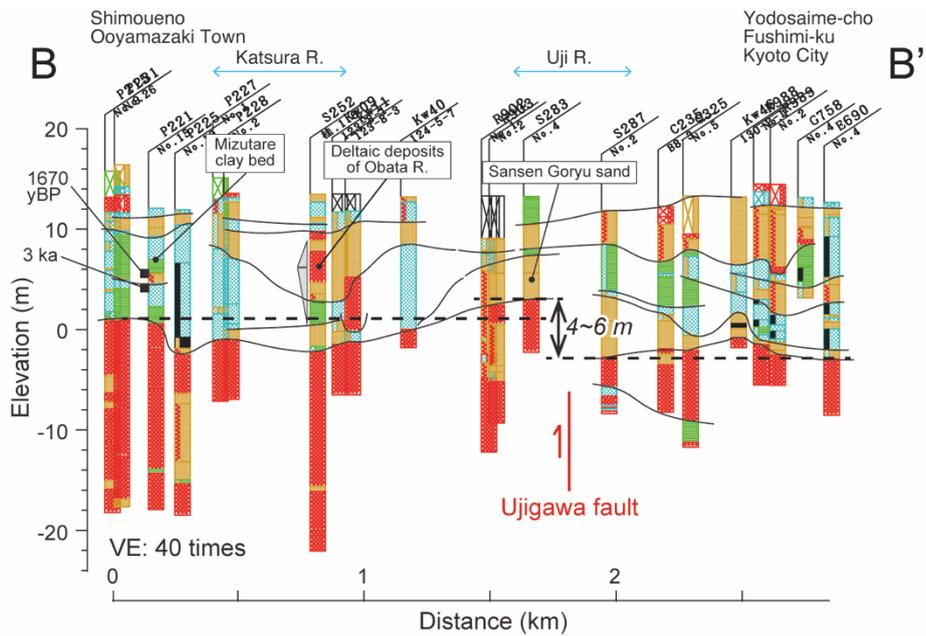


Fig. 2b Geologic cross section B–B'. See Fig. 1 for the location of the cross section.

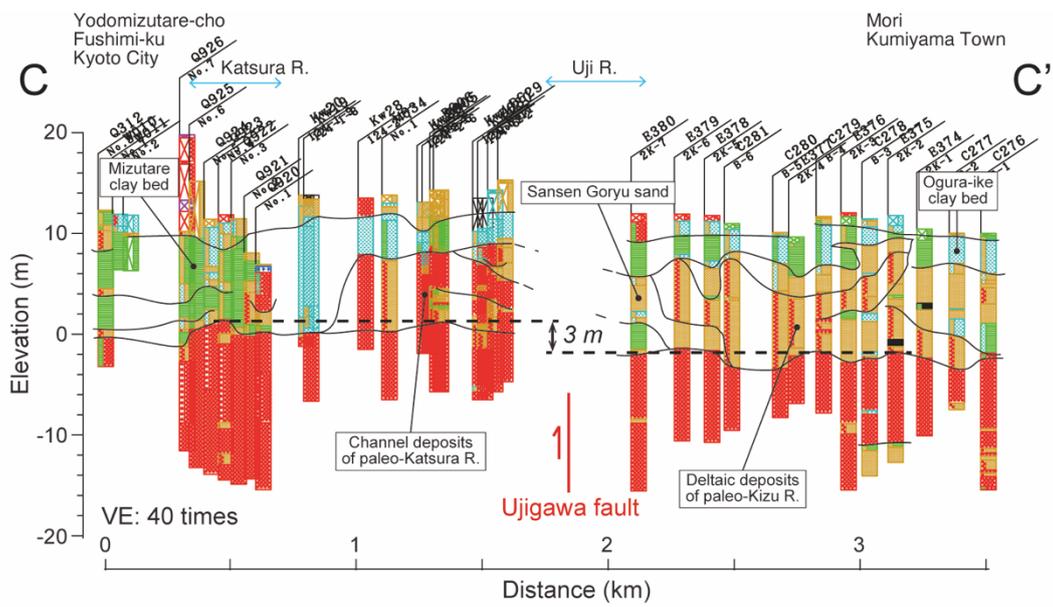


Fig. 2c Geologic cross section C-C'. See Fig. 1 for the location of the cross section.

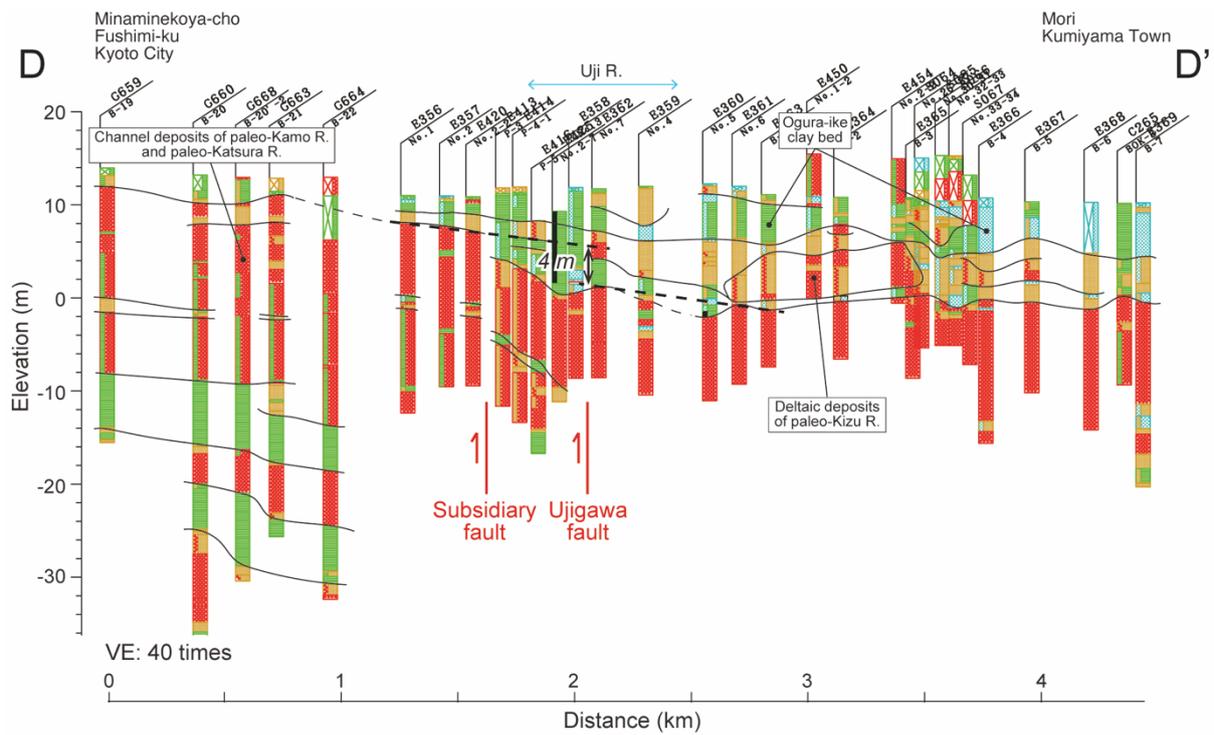


Fig. 2d Geologic cross section D-D'. See Fig. 1 for the location of the cross section.

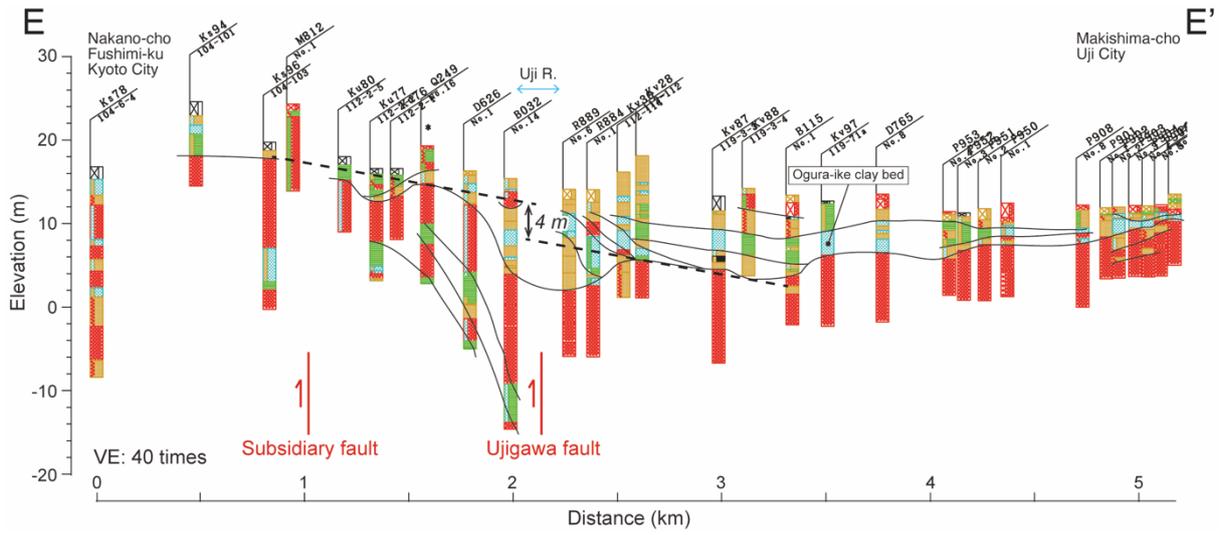


Fig. 2e Geologic cross section E–E'. See Fig. 1 for the location of the cross section.

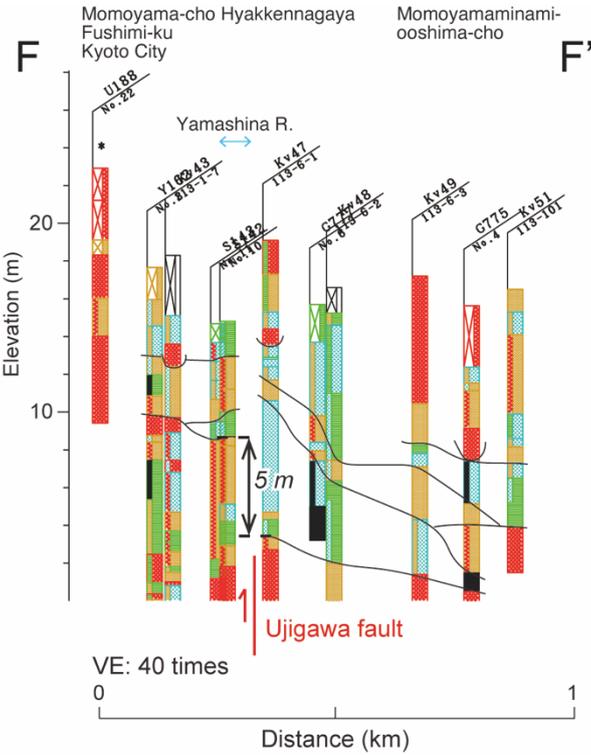


Fig. 2f Geologic cross section F–F'. See Fig. 1 for the location of the cross section.

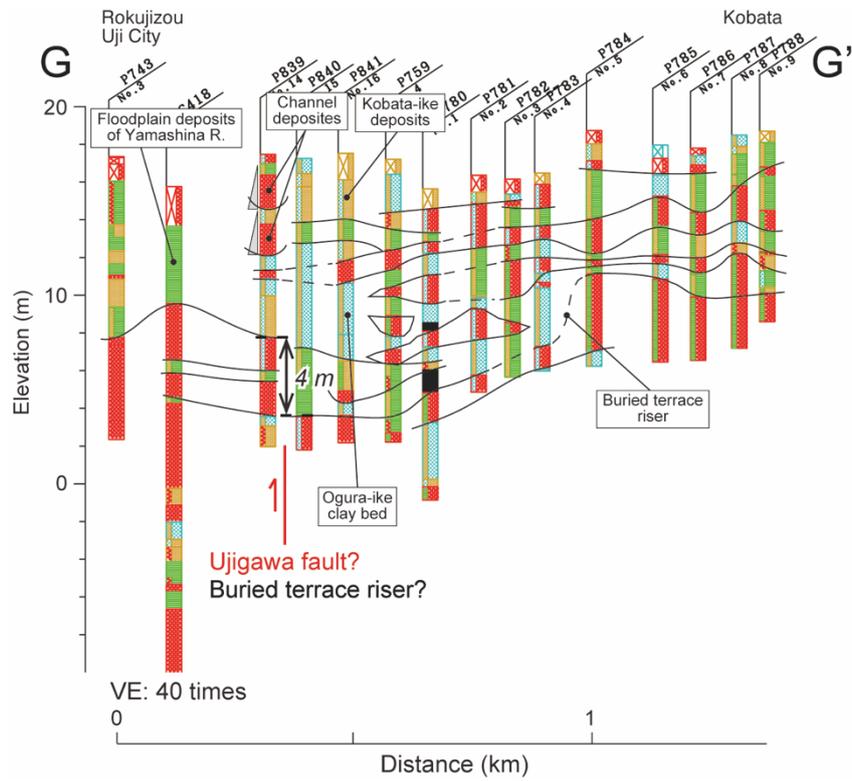


Fig. 2g Geologic cross section G-G'. See Fig. 1 for the location of the cross section.

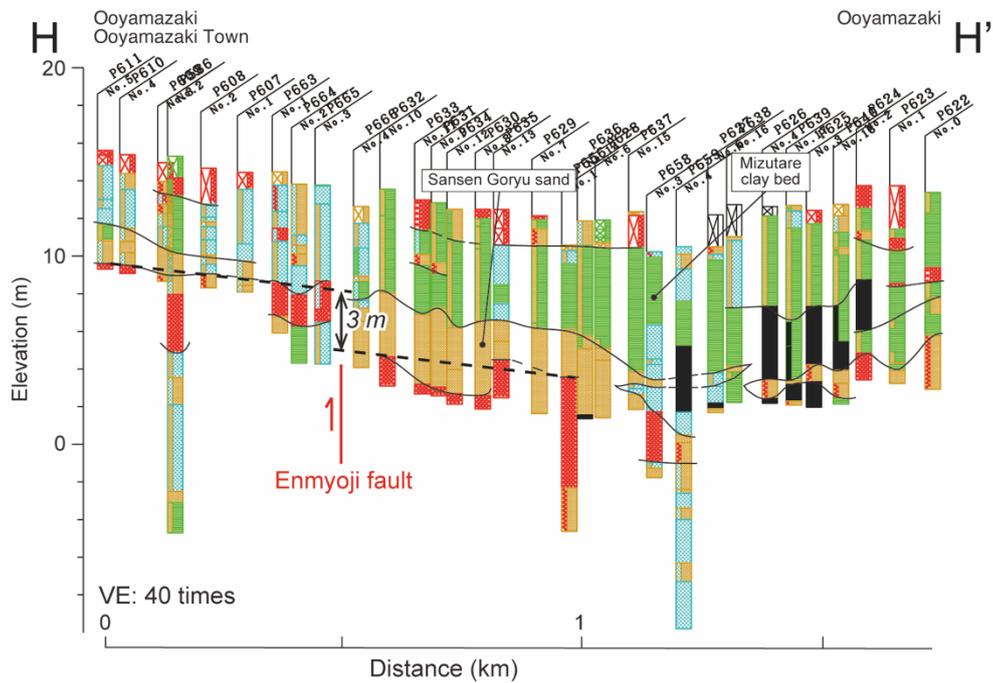


Fig. 2h Geologic cross section H-H'. See Fig. 1 for the location of the cross section.

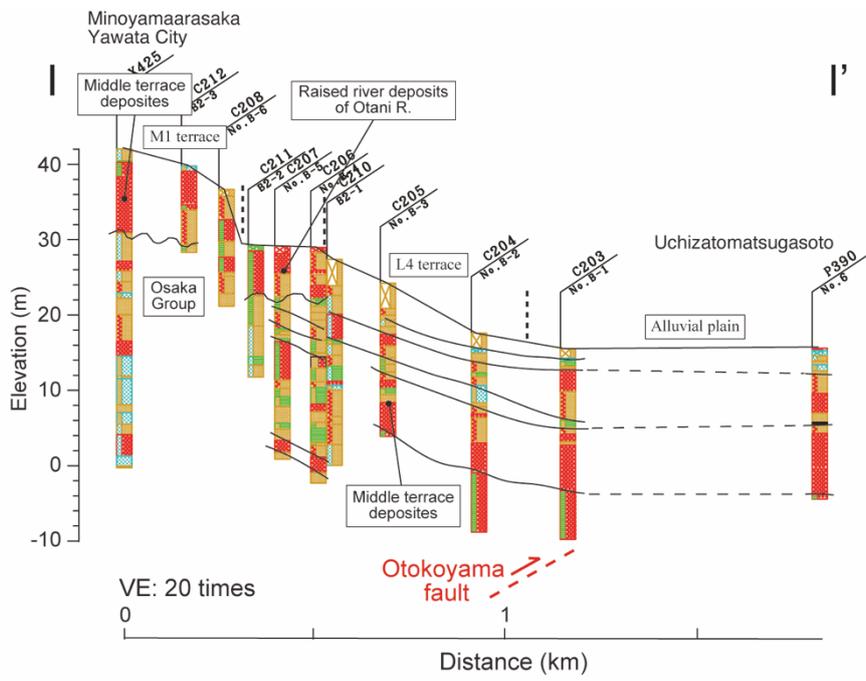


Fig. 2i Geologic cross section I-I'. See Fig. 1 for the location of the cross section.

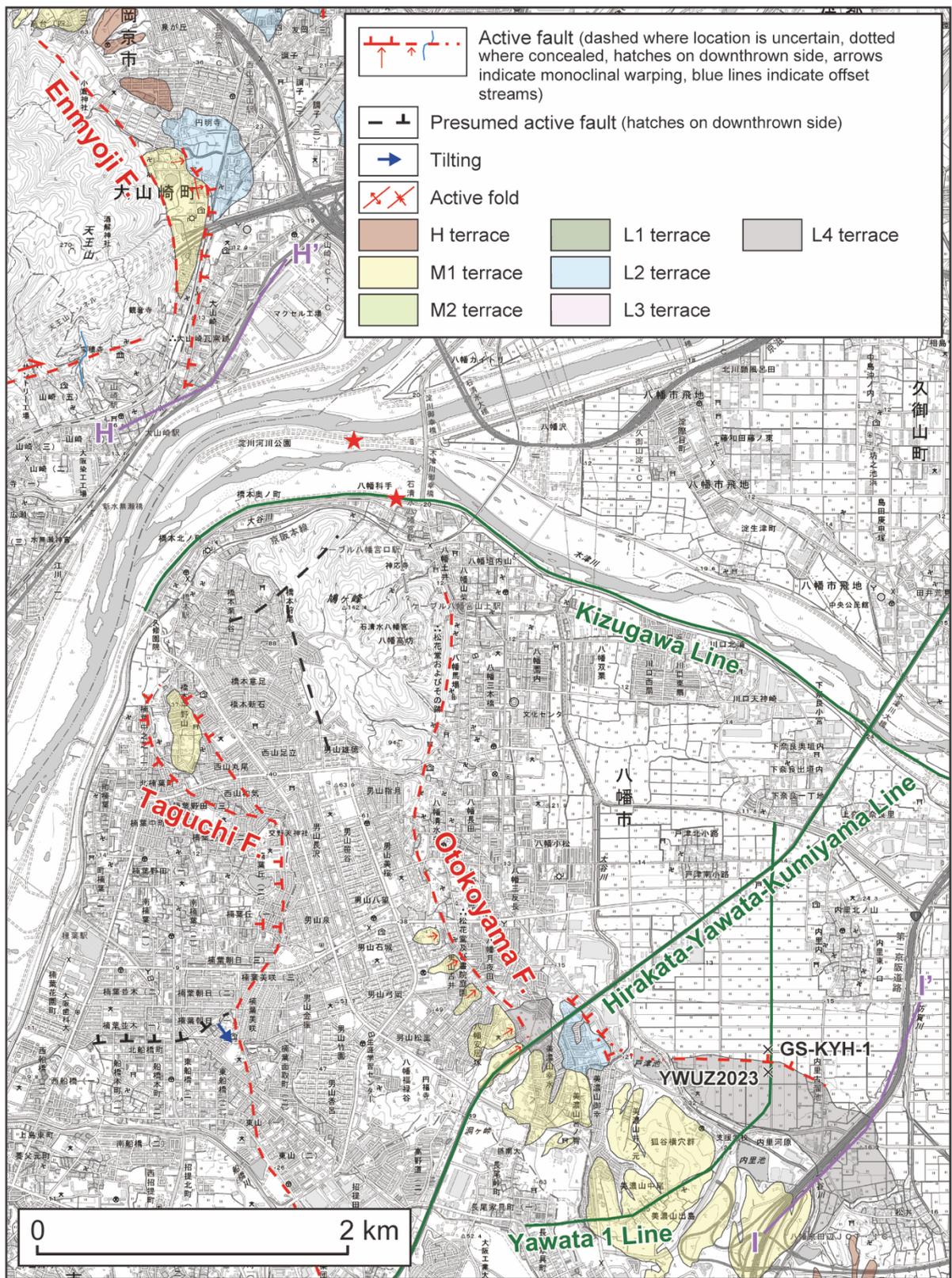


Fig. 3 Active fault map of the southwestern margin of the Kyoto basin based on the interpretation of 1:10,000-scale aerial photographs and field observations. The base map is the GSI electronic map 25000. See Fig. 1 for the location of this map. The green lines are seismic reflection lines of Yokokura et al. (2003) and Osaka Prefecture (2003). Red stars denote the northern extension of the Otokoyama fault detected by geophysical surveys by Imazumi and Kobayashi (1985) and Yokokura et al. (2003).

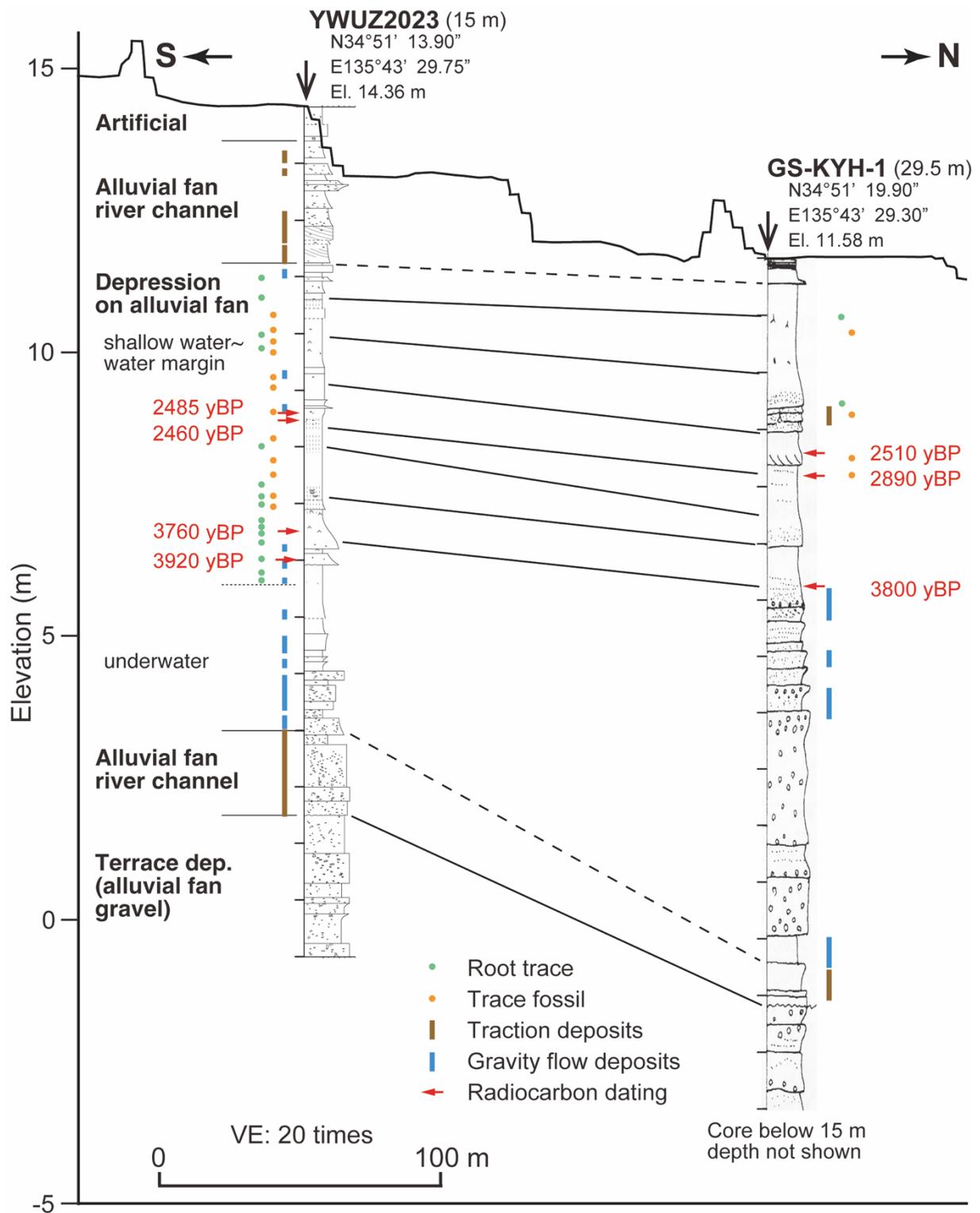


Fig. 4 Stratigraphic columns of the YWUZ2023 and GS-KYH-1 boreholes drilled at Uchizato, Yawata City. See Fig. 3 for the locations of the boreholes. The GS-KYH-1 column is from Miyachi et al. (2005). Geologic observations and radiocarbon dating were conducted in this study.

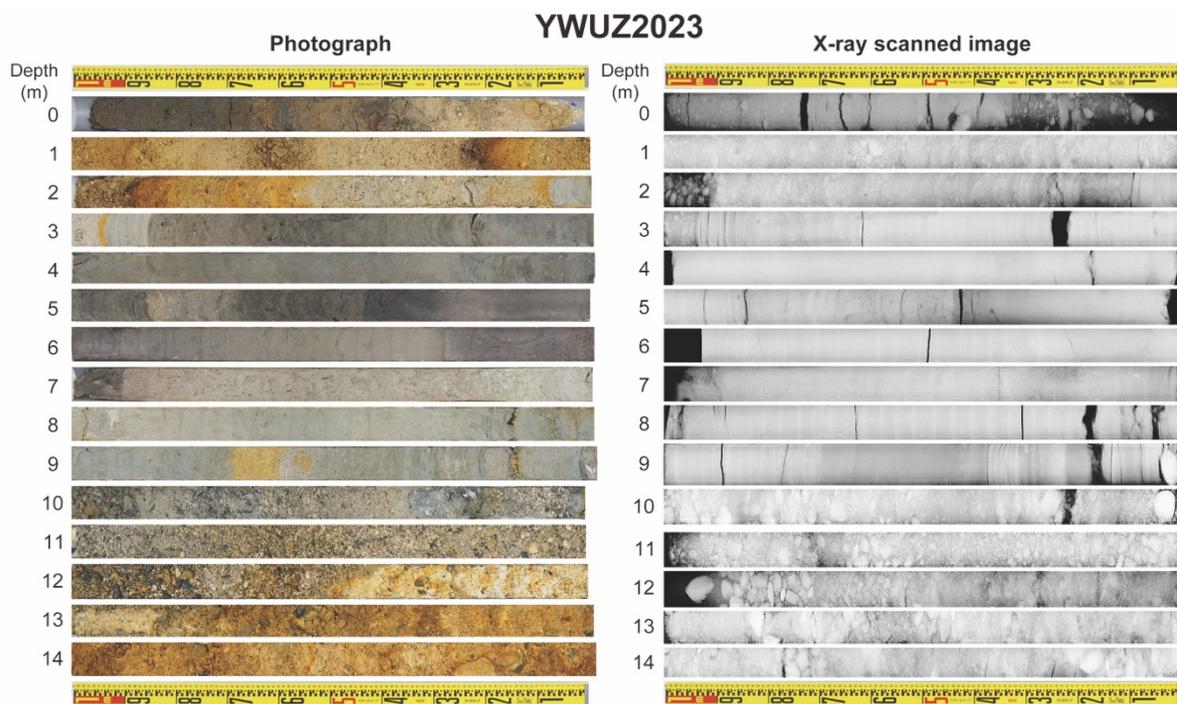


Fig. 5 Photograph (left) and X-ray scanned image (right) of the YWUZ2023 borehole core sample. The X-ray scanned images were taken using the ITX-S40T X-ray scanner by Image Tech Co., Ltd. at the Museum of Natural and Environmental History in Shizuoka.

Table 1 Radiocarbon ages for the samples from the borehole cores at Uchizato, Yawata City. Calendar age calibration is based on IntCal20 (Reimer et al., 2020).

Borehole	Depth (m)	Material type	PLD ID*	Conventional age (yBP)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	2 σ calibrated age (cal BC)
YWUZ2023	5.41	plant material	50033	2485 \pm 20	-29.38	770 - 538 (93.84%) 530 - 518 (1.61%) 756 - 680 (34.47%)
YWUZ2023	5.51-5.53	wood	50034	2460 \pm 20	-29.32	670 - 606 (19.88%) 597 - 460 (38.29%) 438 - 420 (2.82%)
YWUZ2023	7.49	plant material	50035	3760 \pm 25	-30.29	2284 - 2249 (13.23%) 2234 - 2218 (2.81%) 2211 - 2129 (66.28%) 2090 - 2042 (13.13%)
YWUZ2023	7.99	plant material	50036	3920 \pm 25	-27.77	2471 - 2339 (90.38%) 2324 - 2301 (5.07%) 775 - 731 (20.17%) 726 - 726 (0.11%)
GS-KYH-1	3.42	wood	50037	2510 \pm 20	-30.35	705 - 703 (0.38%) 698 - 663 (18.04%) 651 - 544 (56.76%)
GS-KYH-1	3.80	charcoal	50038	2890 \pm 20	-25.66	1196 - 1174 (3.63%) 1160 - 1145 (2.76%) 1129 - 1001 (89.05%)
GS-KYH-1	5.75-5.78	wood	50039	3800 \pm 25	-28.58	2339 - 2324 (1.94%) 2301 - 2191 (76.75%) 2182 - 2141 (16.76%)

* Paleo Labo Co., Ltd.

All samples were pretreated by acid/alkali/acid washes