

花折断層南部における諸性質と吉田山周辺の地形発達

Fault characteristics at the southern part of the Hanaore fault and geomorphic development around the Yoshida-yama hills in the northeastern district of Kyoto basin

岡田篤正¹

Atsumasa, Okada

¹立命館大学教授 COE推進機構：歴史都市防災研究センター（〒603-8341 京都府京都市北区小松原北町58）
Professor, Ritsumeikan University, Center for Promotion of the COE(Research Center for Disaster Mitigation of Urban Cultural Heritage)

The Hanaore fault is a right-lateral strike-slip, 48km long active fault in central Japan, and the south portion is situated in the northeast part of Kyoto basin. Drilling and trench excavation surveys have been carried out at the west side of the Yoshida-yama hill, a terminal tectonic bulge due to the dextral movement of the Hanaore fault with average slip rate (about 0.5m/1000 years) of vertical displacement. Fault plane at the trench site dips with 50-60 degree to the east. Fault trace of the Hanaore fault gradually curves toward the south and terminates with flexure scarp at the southern tip. Yoshida-yama and Kurotani hills are tectonic bulges accompanied with secondary reverse faults, and have grown up since the Late Quaternary around the southern terminal area of the Hanaore fault.

Key Words : active fault, terminal tectonic bulge, geomorphic development, Hanaore fault, Kyoto basin

1. はじめに

活断層の末端部がどのような形態で終るかは、活断層や地震の研究にとって重要な課題である。とくに横ずれ活断層の末端部に関していくつかの説が提出されている¹⁾²⁾が、地下構造まで考慮した具体的な研究事例はほとんど無い。しかし、本稿で述べる花折断層の南端部については、断層線の分布形態からみると、徐々に屈曲しながら、消滅していくと予測される³⁾⁴⁾⁵⁾が、反射法地震探査・ボーリング・トレンチ掘削などを含めた地下地質調査がかなり多く実施され、地下構造も判明してきた⁵⁾⁶⁾。吉田山-黒谷周辺域は沈降傾向にある京都盆地内に位置するにも拘わらず、砂礫層からなる比高数10~60mの小丘や台地が分布し、相対的な隆起部と考えられる。こうした特異な地形(面)の成因に関連して、形成年代や形成過程が判明してきた⁷⁾ので、近年得られてきた成果に基づいて、地下構造も考慮に入れた花折断層(帯)南部の性質や地形発達について考察する。

なお、花折断層南端部の詳細位置・地下構造・地形発達史などは、歴史都市である京都にとって、地震防災を考える上で深く関与するために、本稿で取り扱う意義があると考えられる。

2. 花折断層(帯)の概要

花折断層(帯)は滋賀県高島市今津町から京都盆地北東部に至る長大な活断層であり、全長は約48kmに及ぶ⁵⁾⁶⁾⁸⁾。北北東-南南西方向にほぼ直線状に延び、右横ずれを主体とする横ずれ断層であるが、北部の丹波山地北東部では西側が、南部の比叡山・京都盆地東北部では東側が相対的に隆起している。右横ずれの進行方向部が上昇するという、上下運動に関して典型的な配置となっている²⁾。なお、花折断層(帯)の諸性質についてはすでにいくつか発表されており、長期評価は地震調査推進本部地震調査委員会(2003)から公

表されている⁶⁾ので、本稿では全般的な解説は省略する。

花折断層の南端部は京都盆地東北部に位置する吉田山付近で消滅すると図示されている(図1)。しかしながら、今出川通以南では詳しい調査は実施されておらず、まだ未解明の部分が多く残されていた。吉田山の西麓にある吉田幼稚園付近で、2006年にボーリングとトレンチ掘削調査を行い⁷⁾、花折断層南端部の性質や地下構造などが判明してきた。そこで、これら成果に基づいて、吉田山とその周辺部の地形を米軍撮影の縮尺約1万分の1空中写真などで再度詳しく判読・検討し、この地域の地形発達について考察した。

3. トレンチ掘削調査

花折断層(帯)の正確な(メートルオーダーの)通過位置や断層の性質を詳しく確認するために、京都市左京区吉田上大路町36番地内(図1・図3下部)において、平成18年9月にトレンチ掘削調査を行った⁷⁾。

トレンチ掘削によって南北両側法面に明瞭な断層帯(～群)が現れた。これらの断層帯(～群)は大きく、「繰り返しの変位が認められる主断層帯」と「軽微な変位・変形が認められる副断層(群)」の2つに区分されるが、紙面の都合上で、北側法面のみ図2に示す。

前者では、断層帯は地表まで到達しており、断層周辺の堆積物は大きく変位・変形を受けているので、両側の堆積物を対比することは容易で無い。この位置は空中写真判読や中規模の地形から推定された地形境界線にほぼ該当し、地形的にも累積性があると認められる。

一方、後者は断層が地表まで到達していないか、あるいは到達しても、周辺の堆積物に軽微な変位しか与えていない比較的小規模の断層であり、法面の観察から前者とは比較的容易に見分けられる(図2)。

地表面付近における主断層帯の幅は北側法面で約1.3m、南側法面で約1.5mであり、この位置は山麓線に沿って伸びる(図2)。主断層はトレンチ法面上部では、地表に向かって2~3条に分かれているが、下部に向かって収斂するので、V字状をした花弁状構造(Flower Structure)を示す。すなわち、北側法面では主断層帯の東側断層は傾斜: $60^{\circ} \sim 80^{\circ} E$ であるが、その西側の2条はやや低角度で $50^{\circ} \sim 60^{\circ} E$ である。主断層帯の上盤側では、下位の堆積物ほど大きな変位・変形を受けていることから、断層は繰り返し活動したと認められるが、詳細は別報⁷⁾にゆずる。

南側法面では、断層変位の様子がより顕著に表現されている。断層面の走向は $N30 \sim 40^{\circ} E$ を示す。主断層帯東側の断層面は傾斜: $50 \sim 60^{\circ} E$ をもつが、西側のものは $30^{\circ} E$ であり、トレンチ下部で両断層は収斂しV字状の構造をなす。したがって、さらに下方では両者はほぼ同じ断層面(～帯)に合流すると思われる。

南北両側法面とも地表に向かって分岐する花弁状構造をもち、幅約1.5mの明瞭な剪断帯を伴っている。さらに、主断層帯に沿って、その内側に挟まれた堆積物は大きく変形している。こうした断層(帯)の形状からみて、横ずれに伴う変位が卓越すると推定される。また、主断層帯の断層面は高角度で東側へ傾斜し、上盤側の堆積物が東側へ徐々に上昇するような変形様式からみて、上盤側が下盤側へ乗り上げた逆断層の性質を伴っていると判断される。

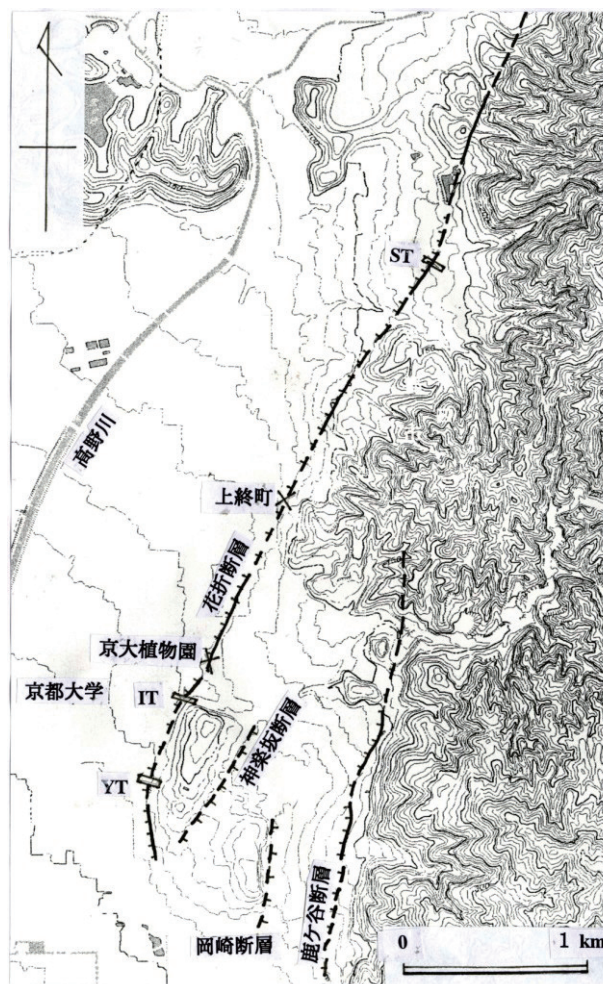


図1 花折断層南端部付近の地形 等高線は10m間隔。ST:修学院トレンチ、IT:今出川トレンチ、YT:吉田トレンチ。

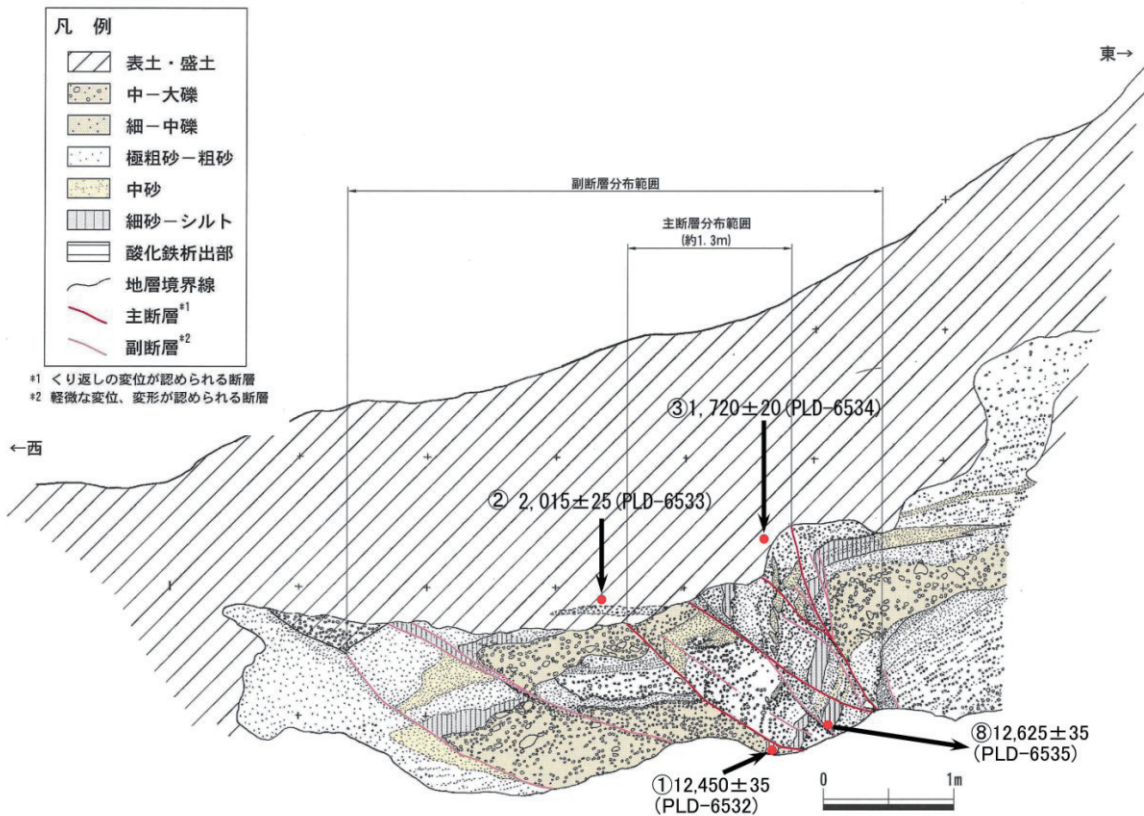


図2 吉田トレンチ北側法面中央部のスケッチ ①-⑧は試料番号、数字はC14年代値 (yBP)、()は測定機関番号

4. ボーリング調査

吉田幼稚園の西側では、標準貫入試験用のボーリングNo.1 (深さ: 15.5m) とNo.2 (深さ10.5m) の2本が実施されていた (図3)。花折断層のさらに詳しい断層位置を決め、地質試料を採取するために、オールコアボーリングA (深さ: 25.15m) とB (深さ: 17.0m) の2本が追加して実施された (図3)。これらのコア断面を丹念に肉眼で観察・記載すると共に、火山灰や花粉の分析用及び年代測定用の試料を抽出した。

オールコアボーリングAの-5.4mで腐植質層が得られたので、そのC14年代 (AMS法) を委託したところ、 $12,842 \pm 40$ y BP (PLD-6182) の値が求められた。また、オールコアボーリングBの-13m付近で採取した腐植質層は $21,051 \pm 67$ y BP (PLD-6183)、-15m付近のものは $23,220 \pm 90$ y BP (PLD-6184) と測定された (図3)。これらの地層及び年代値間では逆転は無く、層序と矛盾しないので、妥当な値と判断した。なお、図3はこれらのボーリング柱状図とトレンチ北側壁面を重ね合わせて示したものである。こうしたボーリング調査で判明した主な事柄は以下の通りである。

1) 西側の平坦地で行われたボーリングAでは、いずれの地層境界もコア断面に対してほぼ水平であり、風化した礫は含まれていない。全体として、新鮮な層相を呈し、層相や堆積構造で上下間に大きな差違は認められない。-5.4mで得られた腐植質層の年代値は前述のようにいわゆる沖積層に該当するので、ボーリングAの全ての地層は第四紀層 (沖積世層と後期更新世層) と考えられる。

2) 東側の斜面基部近くで行われたボーリングBとNo.2の上部では、N値が50以上と高く、かなり固結した砂礫層が認められる。また、風化した礫が多く含まれている。コア断面での地層は深さ-3m付近と-4m付近で、 30° 近く傾斜している。-7.8m付近の扁平な偽礫は 80° 傾き、-10m付近の地層も $30 \sim 40^\circ$ 傾斜している。しかし、ボーリングB下部の-14m付近では、逆にN値が小さくなり、ほぼ水平な層理となる。この層準では風化した礫も含まれず、新鮮な層相を呈する。-13mと-15m付近で得られたC14年代値から、この区間は最終氷期最盛期にやや先行する年代に堆積したことが判明した。

3) ボーリングBコア内では、明瞭な断層は認められなかった。-5.5mから-11mにかけては固結・風化し

た砂礫層であり、一部のコアは採取できなかった。偽礫が80°と大きく傾斜している-7.8m付近の下部を中心に、不採取部は断層運動で地層が乱されており、こうした部分を断層が通過している可能性が大きいと考えられる。-3mから-10mで認められた30°前後の傾斜を示す地層は花折断層(帯)によって変位・変形を受けた上盤側の地層とみなされる。これらの現象とトレンチ法面での観察結果を考慮すると、花折断層はボーリングBの-8mから-10m強付近を通る公算が大きい。図3では、50°~60°東傾斜と求められるが、この角度はトレンチとボーリングの位置を正確な測量によって決めたものでないため、概略値とする。

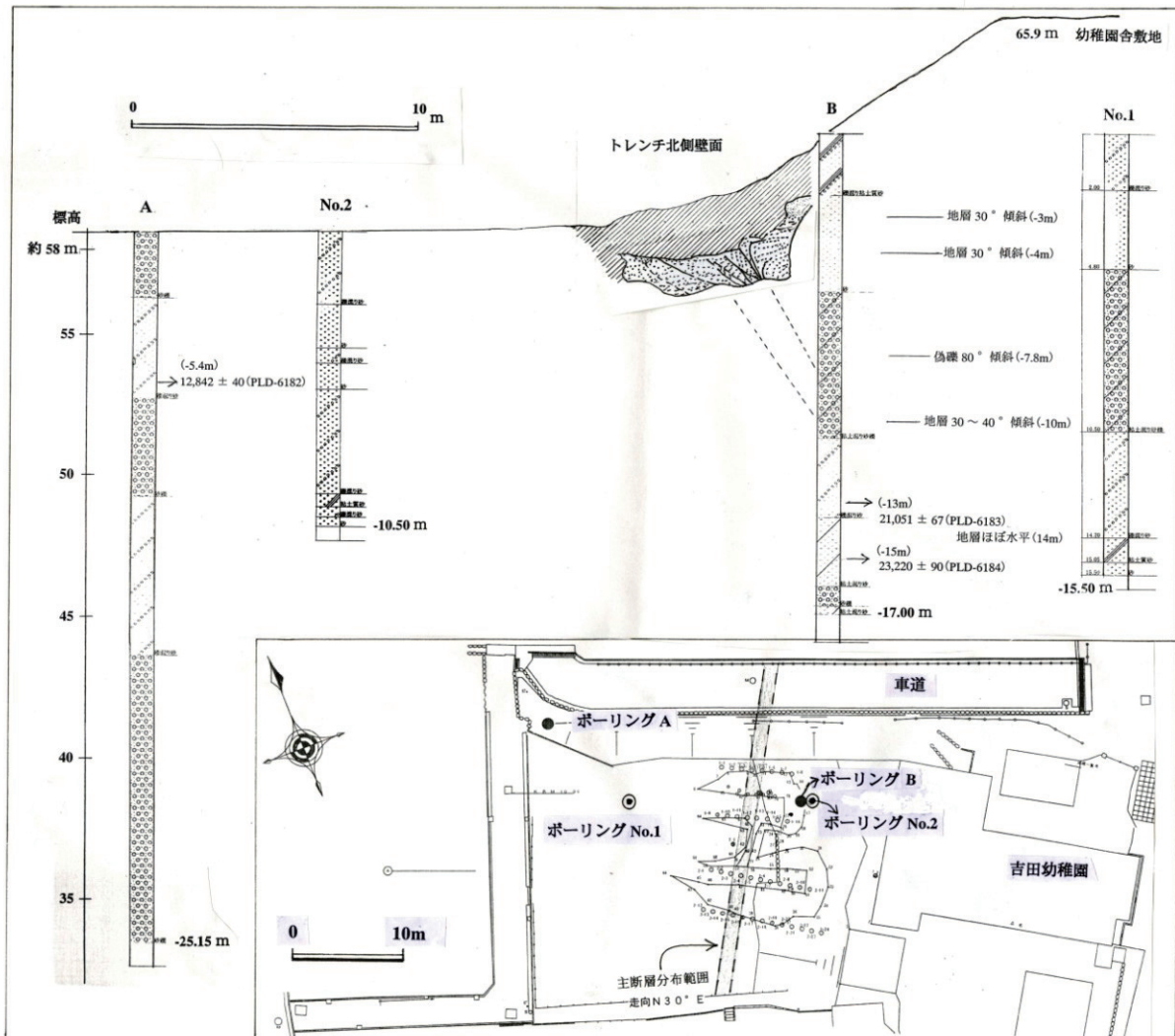


図3 ボーリング調査とトレンチ調査による東西地下構造の推定断面(上)と平面位置図(下) ボーリングNo.1はBとほぼ同じ位置で実施されたが、表記上離して図示した。

4) 上述のように、断層より下位の堆積物は第四紀末期の地層である。上位にある傾斜した地層の年代はボーリング試料からでは直接には得られなかった。しかし、トレンチ法面の東部で得られた上位の年代値から考えると、この上部は1万年前程度の新しい段丘堆積物とみられる。一方、この堆積物下部はN値が高く、層理は傾斜しているため、上部と下部の間に不整合があり、下部は大阪層群に相当するやや古い砂礫層である可能性が高いと考えられる。

5. 花折断層の諸性質

(1) 最新活動時期・活動間隔など

吉田地区でのトレンチ・ボーリング調査では、完新世後半の堆積物がほとんど堆積していないことが判明した。したがって、最新期の活動時期や活動間隔について新しい情報は入手できなかった。これらに関して

はすでに長期評価で公表された成果⁶⁾を参照されたい。

(2) 上下変位量と上下平均変位速度

上下変位量については、次のような貴重な成果が得られた。前述のようにオールコアボーリングAでは、地表下5.4mの腐植質層が12,842yBPと測定された。本トレンチの断層上盤側では東法面の上位層最下部のシルト層(⑩)で12,755yBPと測定され、ほぼ同じ年代値が得られた。オールコアボーリングBの位置付近で、高度差を測ると約6mと見積られる(図4)。上盤側にある上部の地層が西側へ約10°と緩く傾いているので、さらに東側での上下変位量はもう少し大きい可能性がある。横ずれ変位や地層堆積時の傾斜なども考慮する必要があるが、概略の値として少なくとも6m/12,800yBP、すなわち、千年につき約0.5mの変位速度が見積もられ、花折断層南部での上下平均変位速度が求められた。

3) 断層面の傾斜(角度)

花折断層(帯)は右横ずれの活断層であり、直線状に長く延びることから、ほぼ垂直の断層面をもつとみなされている⁵⁾⁶⁾⁸⁾⁹⁾。しかし、末端部に近くなると、その傾斜は変化することが予想される。

京都市左京区の修学院トレンチ(図1;ST)では、70-80°Eの高角度で傾斜する断層が観察された¹⁰⁾¹¹⁾。左京区の上終町交差点(図1)での断層観察¹²⁾によれば、V字状のくさび形をなすので、この地下では高角度の断層に収斂していくと考えられる。これらの観察のように、右横ずれが卓越した花折断層はほぼ垂直ないし東側へ高角度で傾斜する断層面を持ち、これが一般的な性状と考えられる。

一方、本トレンチの北側に近接する今出川通(図1;IT)でのトレンチ掘削とボーリング調査¹³⁾によれば、地表近くの-5mでは20-30°Eであるが、下方へ徐々に急になり、-10mで74°Eと高角度の断層面をもって傾いている。

本トレンチ地点の法面で観察された断層面はすべて東側へ傾斜している。高角度(約75°E)から低角度(約30°E)までであるが、主要部の断層帯は概してV字状をした花弁状構造を呈する(図2)。さらに深部では、1つの断層面に収斂すると思われるので、トレンチ法面での観察とボーリング柱状コアとの対応から、浅層部-10m程度までは50°~60°Eに傾斜していると考えられる(図4)。

これらの観察から、修学院・上終町地区では花折断層(帯)の断層面はほぼ垂直であったが、今出川トレンチ以南では東側へ傾く逆断層状の構造へと移化する。後述のように、吉田山の南端部では花折断層は地表で断層崖地形が追跡できなくなる。さらに南方では、撓曲崖として徐々に湾曲しながら追跡されるが、黒谷台地の南側で消滅するようである。本トレンチは花折断層の南端部から北側へ約1kmに位置しており、こうした場所での断層構造を観察しているとみなされる。

6. 花折断層(帯)南端部：吉田山-黒谷付近の地形分類

吉田山及び黒谷付近の台地は砂礫層で構成され⁵⁾¹⁴⁾、いくつかの平坦面に分類される。1946年10月に撮影された米軍撮影の縮尺約1万分の1空中写真と、京都市作成の地形図(縮尺：1/2,500、2mの等高線間隔)を使用して、活断層地形の抽出と地形分類を行った(図5)。項目に分けて以下に概説する。

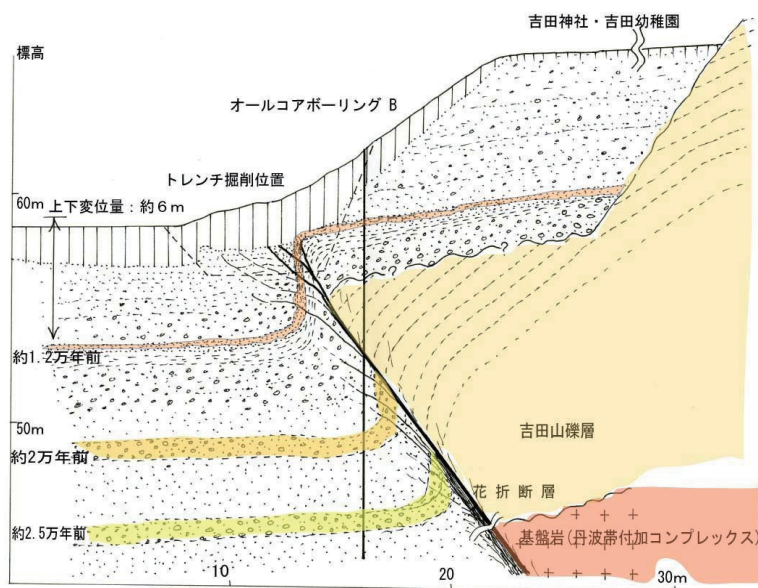


図4 ボーリングとトレンチ調査から推定した吉田地区の東西地形・地質断面図

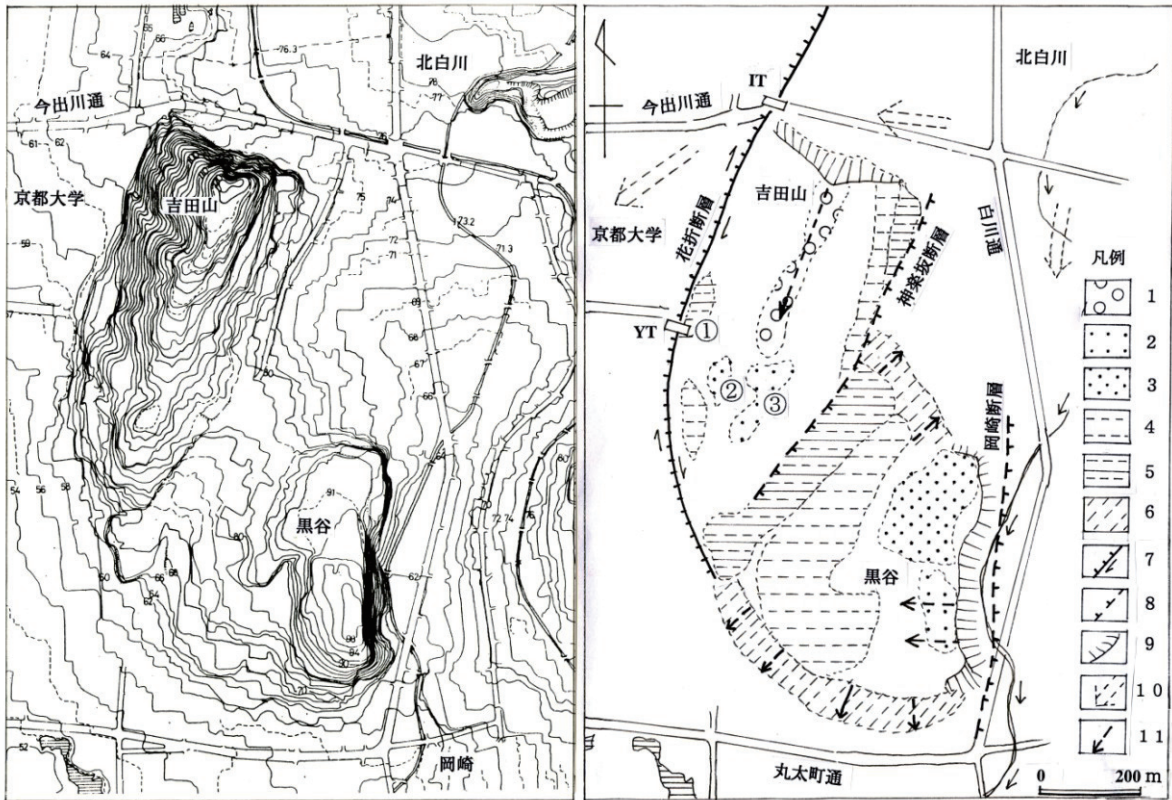


図5 吉田山・黒谷付近の地形

左：京都市作成の地形図（縮尺：1/2,500）より2m間隔を抽出した等高線図、右：地形分類図、凡例（1:高位段丘面、2:中位段丘1面、3:中位段丘2面、4:下位段丘1面、5:下位段丘2面、6:撓曲崖、7:活断層線〔カハ側低下、矢印は横ずれ方向〕、8:推定活断層線、9:侵食崖、10:流下方向、11:傾動方向）と場所（①:吉田幼稚園、②:大元宮、③:宗忠神社）

(1)活断層

既述のように、活断層としては花折断層が吉田山の南西麓までは地形的に明瞭に追跡される³⁾。

ところで、吉田山－黒谷付近の地形面は白川起源の礫質堆積物で構成され、地形的な配置からみても、かつての白川扇状地面が開析された平坦面（＝開析扇状地面）と考えられる。これらは南西方向へ流下する旧河流が形成した沢であるから、元々は南西側へ緩傾斜していたはずである。しかし、現在の地形面は断層変位・撓み・傾動などを受けて、形成後に大きな変位・変形を受けているとみなされる。とくに吉田山の南側では花折断層の走向が徐々に変化し、南方から南東方向へと向かう。この延長部では等高線が弯曲し、やや混む場所がある（図5左）。ここは人家が密集し、地表面はかなりの人工改変を受けているが、流路跡の地形は認められないので、河食崖とは考えられず、花折断層の延長部に当たる活撓曲崖とみなされる（図5右）。この場合、花折断層はここで大きく弧状を描いて、上述した撓曲崖へと移化し消滅していくと判断される。

花折断層（帯）の副次的な活断層として吉田山の東側に沿って神楽坂断層が、黒谷台地の東側に岡崎断層が推定される³⁾⁵⁾¹⁵⁾¹⁶⁾。神楽坂断層は走向が北北東－南南西方向であり、延長約0.7km認められる（図5）。花折断層にほぼ並走し、吉田山の東縁を限る。低位段丘面に数m程度の上下変位を与えているが、市街地化で地形が人工改変されており、基準面や上下変位量の測定が難しい。花折断層（帯）とは逆の西側隆起を示すことから、共役関係にある逆断層（back-thrust）とみなされる。

岡崎断層は黒谷台地と白川低地との間に推定され、ほぼ南北走向で長さは約0.6kmとみなされる（図5）。黒谷台地南東縁にも基盤岩石である丹波層群が現れており、これを覆って砂礫層が分布している⁵⁾¹⁶⁾。また、この東側の急崖そのものは白川による側方侵食で西側へやや後退した河食崖と認定されるが、その起源は低断層崖とみなされる。この南方延長部に当たる位置を東西方向に走る丸太町通沿いで、ボーリング調査や反射法地震探査が行われ、基盤岩石上面に約80mの西側隆起が認められている⁵⁾¹⁶⁾。また、この低地でAT火山灰層が約5m西上がりしていることから、0.2m/千年の平均上下変位をもつと推定されている¹⁶⁾。

(2) 地形分類

吉田山は北端部に基盤岩類が露出するが、これを不整合に被覆する吉田山礫層から構成される⁵⁾¹⁴⁾。この堆積年代は、大阪層群相当のやや古い形成年代とする見解⁵⁾と、高位段丘相当の新しい年代とみなす考え¹⁶⁾がある。しかしながら、具体的な年代を示唆する化石や火山灰層などの材料は得られていない。

筆者は地形判読から吉田山稜線部に定高性が認められ、標高122mから徐々に南南西方向に低下しているのので、堆積面がこの方向へ傾動しているとみた。稜線沿いは開析されているものの、幅狭いながらも平坦面を残すと認定されるので、これは高位段丘面に相当する地形面と考える(図5)。また、扇状地相を呈する吉田山礫層は少なくとも上部は高位段丘礫層にあたとみなす。吉田山の南側にある宗忠神社(標高約95m)や大元宮(標高約84m)も人工的に平坦地化されたのではなく、それぞれ中位段丘1面、2面に相当する河成段丘面であり、これら用地はこうした平坦面を利用して立地したと判読される(図5右)。

吉田山の東西両側山腹斜面には狭いながらも平坦面が認められ、神社や宅地が立地している。吉田神社・吉田幼稚園付近の平坦面は記述のように白川が運搬堆積した扇状地性の堆積物で構成され、約1万年前頃に形成された河成段丘面であり、花折断層の活動に伴って段丘化したとみなされる。図5右では低位段丘2面に区分したが、低位段丘面は1面と共に吉田山の東麓にも発達する。

黒谷付近の台地も標高98mと90-92m付近に2段の平坦面が認められ、西側へ緩く傾く³⁾が、これらもそれぞれ中位段丘1面と2面に分類した。吉田山と黒谷との間は相対的な浅い谷底状となっており、2段の平坦面に分けられる。連続性からみて、低位段丘1面と2面に細分される。この南東側(既述)は徐々に沖積低地面に移行するが、撓曲崖の可能性が高いが、北東側も撓曲崖とみなされ、中央部が背斜状に膨れあがっている(図5)。

現在のところ、低位段丘2面以外には具体的な年代試料は判明していないが、ここで得られた年代や平均上下変位速度を参考にすると、吉田山-黒谷の台地(段丘)面は全て第四紀後期(数10万年)以降に形成されてきたと考えられる。

(3) 活断層運動と地形発達

吉田山-黒谷の小丘・台地群は地形的な配置からみて、右横ずれが卓越する花折断層(帯)の南端部に形成された隆起部であり、末端膨隆丘(terminal bulge)とみなされる。花折断層(帯)南端部の「し」の字状の湾曲は右横ずれに伴う一般的な形状である。この部分が圧縮に伴う隆起部となり、副次的な断層や撓曲を伴いながら、数10万年以降において徐々に上昇してきたとみなされる。吉田山は西側を花折断層に、東側を副次的な神楽坂断層に限られた細長い地塁であり、しかも吉田山を頂点とするドーム状の膨隆丘であるとみなされる。北側はかつて西方へ流下した白川の侵食によって削り取られている。黒谷の台地も東側を岡崎断層で限られる西に傾動しているが、南側も撓曲崖で限られた隆起地塊である。

吉田山と黒谷を含めた小丘・台地群は花折断層帯の末端膨隆丘であり、第四紀後期(数10万年)以降に隆起現象が顕在化してきたとみなされるので、花折断層帯南端部での右横ずれ運動はこうした比較的新しい時代に発現した可能性が高い。また、南端部の位置が徐々に南方へ移動してきたことも考えられる。

7. 花折断層(帯)南端部の性質とまとめ

今回の吉田地区のボーリング調査及びトレンチ調査と既往の研究から、花折断層帯南端部での断層の性質や地形発達が以下のような項目で判明してきた。

- 1) 花折断層(帯)の詳しい通過位置がメートルオーダーの精度で判明した。地表の一部で軽微な人工改変があるが、花折断層(帯)は吉田山西側の急斜面下と白川扇状地が形成した平地との地形境界線(=山麓線)に沿って北北東-南南西方向に通過している(図1・図5)。
- 2) 花折断層(帯)は東側隆起の逆断層成分を伴った右横ずれ断層である。断層面は吉田幼稚園西側付近で東側へ50°~60°で傾斜していると予想される(図4)。
- 3) 花折断層(帯)の最新活動時期は本トレンチ法面では、約2,000年前以前とみなされる。しかし、この上限を決める年代は得られなかった。既往の文献や長期評価では、2,000-2,500年前頃と推定されているが、これを修正したり、時代を限定したりする資料は得られなかった。活動間隔についても、吉田地区では精度の良い資料は入手できなかった。

4) 花折断層(帯)に沿う1回の変位量はトレンチ調査地点では判明しなかった。京都大学北部構内やそれ以北では、花折断層に沿った白川扇状地上の低断層崖の比高は約2mであり¹⁵⁾¹⁶⁾、これは最新活動時の上下変位量とみなされる。しかし、本トレンチ地点は南端部に近いため、こうした上下変位量や長期評価で言及された値より小さく、上下変位量で1m前後と予測されるが、正確な観測・測定値は提出できなかった。右横ずれ量についても野外から直接に求められた値としては、本調査地区では得られなかった。

5) 花折断層を横切るボーリング・トレンチ調査から、吉田地区では上下変位量は6m/12,800yBPであり、千年につき約0.5mの平均上下変位速度を伴うことが判明した。

6) 吉田山西側斜面の吉田神社・吉田幼稚園付近には、1万年前程度の新しい河成段丘面が付着しており、その西側は花折断層(帯)で切断されている。吉田山自体は尾根筋に軸をもち、北部(標高121m)から南方へプランジする地塁状の高まりであり、西側を花折断層(帯)で、東側を神楽坂断層で限られている。黒谷の台地も東側を岡崎断層で限られ、西側に傾動隆起した隆起部である。

7) 花折断層(帯)は吉田山南部付近までは断層崖として連なるが、さらにこの南側は南から東南方向へと湾曲しながら、撓曲崖として延長するとみなされる。黒谷台地の南縁まで追跡され、この付近で消滅するので、ここが花折断層(帯)の最南端と認定される。

8) 吉田山-黒谷の小丘・台地は右横ずれの花折断層(帯)南端部に形成された末端膨隆丘であり、副次的な逆断層性の活断層を伴って、第四紀後期以降に新期の段丘面を付け加えながら、徐々に隆起・成長してきたとみなされる。花折断層帯の右横ずれ運動は第四紀後期から顕在化し、これら膨隆丘を成長させてきた。

謝辞: トレンチ法面の観察・スケッチ・試料採取では、松井和夫氏を初めとする株式会社ダイヤコンサルタント関西支社の関係者に多大な援助を受けた。嶋田徹夫氏他の株式会社ジャクエツ大阪事務所には、調査全般にわたってお世話になった。特に調査成果の公表を許可された吉田幼稚園(理事長:澤井隆男、園長:金柁純子)の皆様に深謝する。

参考文献

- 1) 松田時彦: 断層の末端と上部地殻の性質, 月刊地球, 号外31号, pp. 74-80, 2000.
- 2) 中田 高・隈元 崇・熊原康博・山中桂子: 「形態単位モデル」による一括活動型活断層の設定と起震断層の再検討, 活断層研究, 24, pp. 39-48, 2004.
- 3) 岡田篤正・東郷正美・中田 高・植村善博・渡辺満久: 1:25,000都市圏活断層図「京都東北部」, 国土地理院技術資料, D. 1-333, 1996.
- 4) 岡田篤正・東郷正美編: 「近畿の活断層」, 東京大学出版会, 395頁+付図4図葉, 2000.
- 5) 吉岡敏和・長 秋雄・木村克己・中江 訓: 花折断層ストリップ・マップ(2.5万分の1)及び説明書, 地質調査所, 35頁, 2000.
- 6) 地震調査研究推進本部地震調査委員会: 三方・花折断層帯の長期評価, (<http://jishin.go.jp/main/index.html>), 2003.
- 7) 岡田篤正: 花折断層南端部の詳細位置と断層構造, 21世紀COEプログラム「文化遺産を核とした歴史都市の防災研究拠点」平成18年度報告書. 立命館大学COE推進機構・立命館大学歴史都市防災研究センター, pp. 43-50, 2007.
- 8) 活断層研究会: 「新編日本の活断層-分布図と資料-」, 東京大学出版会, 437頁. 1991.
- 9) 吉岡敏和: 京都盆地周辺部における第四紀の断層活動および盆地形成過程, 第四紀研究, 26, pp. 97-109, 1987.
- 10) 吉岡敏和・宍倉正展・細矢卓志・徳田博明・山口弘志: 花折断層南部, 京都市修学院地区における活動履歴調査, 活断層・古地震研究報告, No. 1, 産業技術総合研究所地質調査総合センター, pp. 133-142, 2001.
- 11) 吉岡敏和・宍倉正展・細矢卓志・徳田博明・山口弘志: 花折断層南部の過去2回の活動時期-京都市修学院地区におけるトレンチ調査結果, 活断層研究, 21, pp. 59-65, 2002.
- 12) 石田志朗: 京都市北白川上終町の衝状断層でずれている腐植の絶対年代, -日本の第四紀14C年代XXXV II-, 地球科学, 21, pp. 39-40, 1967.
- 13) 吉岡敏和・苅谷愛彦・七山 太・岡田篤正・竹村恵二: トレンチ発掘調査に基づく花折断層の最新活動と1662年寛文地震. 地震, 第2輯, 51, pp. 83-97, 1998.
- 14) 木村克己・吉岡敏和・井本伸広・田中里志・武蔵野 実・高橋裕平: 京都東北部地域の地質, 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 89頁. 1989.
- 15) 京都市: 京都の活断層(第2版), 京都市消防局防災対策室, 272頁+付録19頁+文献10頁, 2002.
- 16) 植村善博: 変位地形と地下構造からみた京都盆地の活断層, 京都歴史災害研究, 2, pp. 7-28, 2004.