

有馬一高槻構造線活断層系を調べた日々

寒川 旭¹⁾

1. かなり昔

—床にジュウタンをひく時、カッターで端を切り落とす。定規を当てて、一気に手を引き寄せると、シャープな切り口がまっすぐにのびる。うっかり手を触れると指先が痛くなりそうな鋭さだ—。

これと似たイメージを航空写真の中で感じたことがある。20数年前、私が大学院で活断層の研究を始めた頃のこと。東北大学の研究室にあった大阪平野北部の2万分の1の写真で、箕面から茨木市にかけての範囲を眺めていると、東西にまっすぐ続く線が目についた。実体視すると、まさにジュウタンの上の切り口。細く分割された水田の中を一気にのびる崖が一つ、二つ、そして三つ—これらはまさしく断層崖。それも、ごく最近の地震で生じた「地震断層」の跡ととっても不思議でない新鮮さだ。

私は、この「水田の切り傷」たちを現地で本格的に調べることにした。大阪平野の北縁地域は、藤田和夫さん(大阪市立大学名誉教授)によって有馬一高槻構造線という名称が与えられて、活断層の存在が推定されていた(藤田・奥田, 1973)。しかし、どこにどんな断層があるか、まだ具体的に知られていなかったからである。

当時の私は、紀伊半島の中央構造線活断層系の調査をすでに手掛けていた。今回、それと並行して行うことになった大阪平野北縁の断層崖は、航空写真で見ると、はるかに「新鮮」で、こちらの方が新しい地震の産物という印象だった。

調査地での宿舎は大阪大学の豊中キャンパス。当時、刀根山寮という名の木造長屋が並んでいた。その中に、他の国立大生用に提供する部屋が一つあった。たしか「臨泊室」と呼んでいたはず。客人が居ない日は学生がマージャン用に使っていて、決して清

潔ではなかったが、一泊50円という安さが魅力だった。そして、夜はそこに寝袋持参で泊まり、夕食はキャンパス正面出口の学生食堂でとることになった。

調査を始めてすぐ、強力な助っ人に出会った。何かの用事で、当時まだ東京の世田谷区池尻にあった国土地理院に立ち寄って雑談しているうち、無造作に丸く巻いた航空写真の束を見せて頂いた。よく見ると私の調査地域。そして、家がまだ少なく、地形が実によくわかった。これが、終戦直後に米国が撮影した1万分の1航空写真。現在、日本地図センターで一般に販売されているが、当時はほとんど知られていなかった。

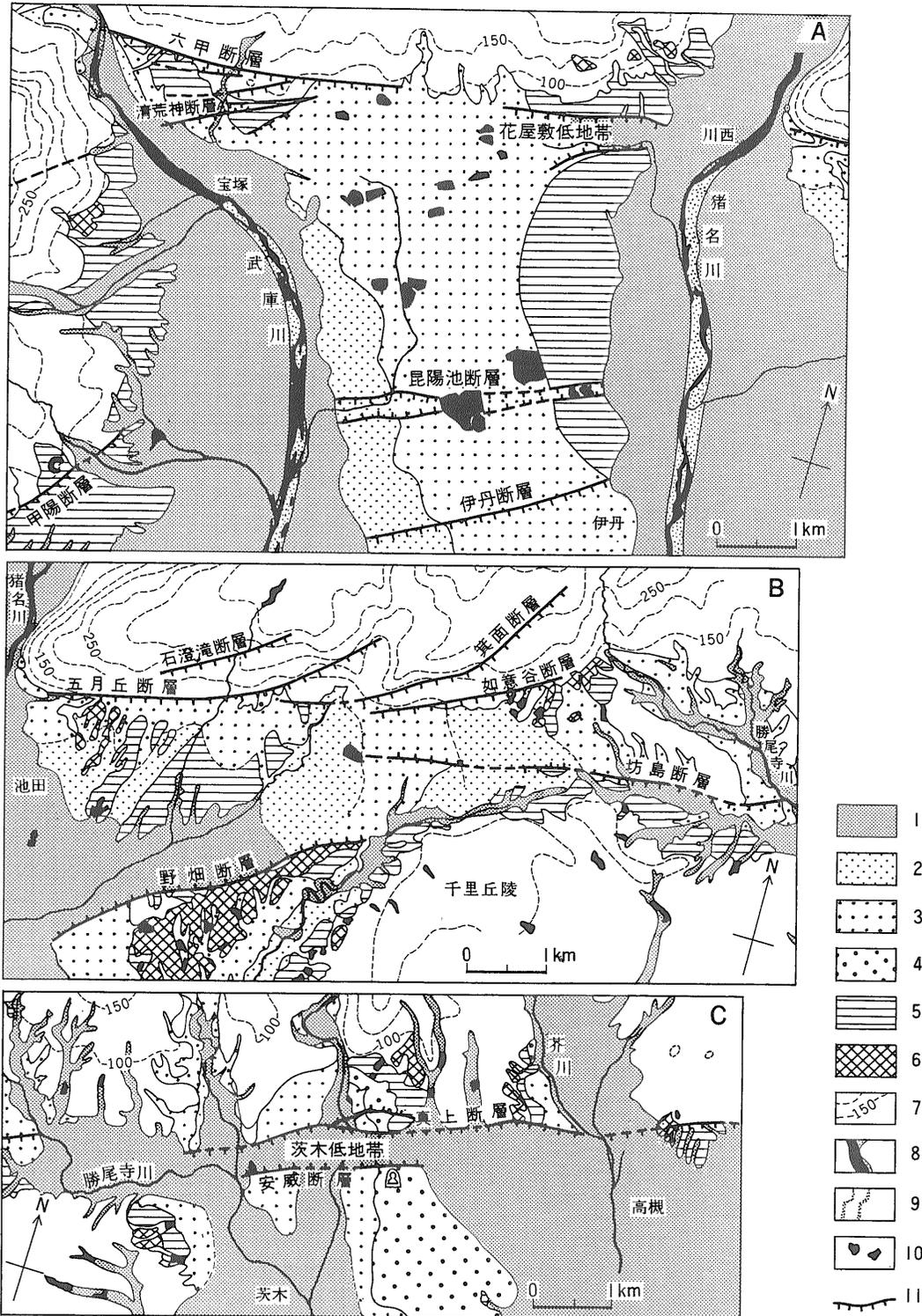
活断層の調査には古い写真が有効で、現在改変されている地域でも、自然に近い活断層の形状を知ることができる。まず、この写真で見通しをつけ、軽自動車(廃車にするまでメーターを一回転させて15万kmも走らせた)で目的地まで行き、そこから断層崖に沿って歩くのが現地での日課となった。

宝塚市の清荒神社。南北に細長くのびる参道にはいろんな店が並び、いつも参拝客で賑わっている。この参道を横切るように東北東-西南西にのびる比高最大5mの崖があり、この延長上には小さな池が多い。米軍の写真でよく見ると、昔の流路に沿ったものとわかる。そして、ぼんやりと残る流路が右横ずれ方向に40~80mも食い違っていた。地形的に活断層であることが確実となったので、この神社にちなんで清荒神断層と名付けた(以下、第1図参照)。

箕面市を流れる石澄川。山地の出口で五月丘断層に沿って少し右横ずれしている。ここから300mほど東へ歩くと大阪青山短期大学のキャンパス。ここで、はじめて断層露頭を見つけた。大阪群の礫層と古生代の地層がほぼ垂直な断層面で接しており、とても見栄えのする資料であった。しかし、何という

1) 地質調査所 大阪地域地質センター

キーワード: 有馬一高槻構造線活断層系, 航空写真, 地震考古学, 伏見地震, 液状化跡, トレンチ調査



第1図 大阪平野北縁の活断層と段丘面の分布 (寒川, 1978; 松浦ほか, 1995に加筆).

- 1. 沖積面 2. T13面 3. T12面 4. T11面 5. Tm面 6. Th面 7. 丘陵・山地 8. 現河床
- 9. 変位河谷 10. ため池 11. 活断層

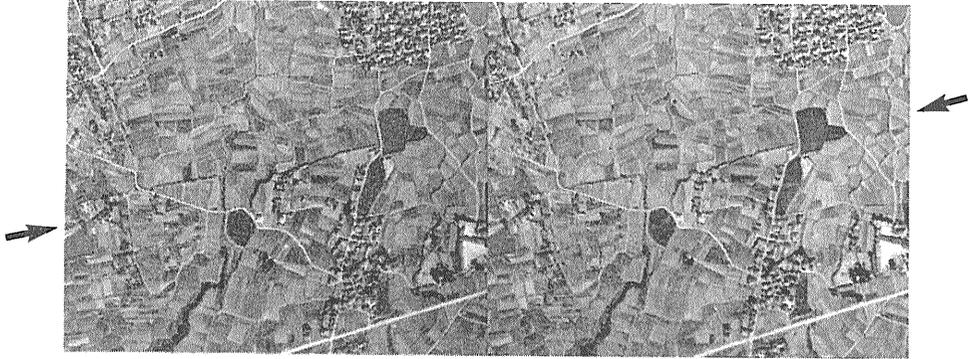


写真1 坊島断層(米軍撮影の1万分の1航空写真:M34.3,26~27)(矢印の部分が活断層)



写真2 真上断層と安威断層(米軍撮影の1万分の1航空写真:M33.5,60)(矢印の部分が活断層)

運命の巡り合わせか、正面に大きくてよく吠える犬が繋がれており、鎖を目一杯伸ばすと、私の尻をガブリと噛める位置にあった。必死に機嫌をとりながらスケッチを続け、3回も通ってやっと完成した。

北摂山地と平野の間には、他にも箕面断層・如意谷断層があったが、いずれも、断層を横切る谷を右横ずれさせていた。

さらに、箕面市の中央を東西に走る断層があり、一直線に水田を切断していた(写真1)。この断層は露頭こそ見つからなかったが、地形的には鮮明で、地

殻変動の産物であることには疑う余地がなかった。一部では現在でも使われている水田の畦を3mも横ずれさせていた。私はこの断層を坊島(ぼうじま)断層と名付けた。しかし、地元の人たちが「ぼうのしま」と呼んでいるのをごく最近まで気付かなかった。

茨木市から高槻市にかけて、両手にカッターを持って一斉に地面を切ったような鋭い断層崖が東西に2本並ぶ(写真2)。北側が真上断層、こちらが利き腕なので、少し大きくて長い。そして、南側が安威断層で、断層崖を利用して太田茶臼山古墳(継体天皇陵

とされている)が造られている。真上断層が北上がり、安威断層が南上がりなので、丁度、断層にはさまれた帯状の地域がストンと落ちこんだように見える。安威断層に沿う、水田の畦も絵に描いたようなきれいな右横ずれを示していた。

これらの調査結果は地理学評論に「有馬一高槻構造線中・東部地域の断層変位地形と断層運動」としてまとめた(寒川, 1978)。断層変位地形は鮮明だったのにもかかわらず、断層露頭は少なかった。断層露頭を見つけない限り、地形だけから断層崖と断言できないので、このことが唯一心残りであった。別刷を300部も注文して、「若気の至りで多く頼みすぎた」と後悔したが、兵庫県南部地震によって、この断層系が注目を集め、「この倍作っておけばよかったのに」と再度後悔した。

2. 少し昔

1819年の近江地震に関する史料の中に、「酒波村西林二反許並木十一本共にづれになり、下宮鳥居一尺許位置を变ず」という記述がある。

酒波は、琵琶湖北西岸の滋賀県高島郡今津町に位置する。1986年春、私はこの地変を確認し、さらに、有名な1662年の琵琶湖西岸地震で湖岸が水没したことを示す絵図を探すために今津町役場をお訪ねした。この調査が、私の研究生活での大きな転換になるとは夢にも思わずに――。

役場で雑談しているうち、教育委員会で発掘を担当している葛原秀雄さんが休憩に帰って来られた。そして、発掘中の現場に地震の痕跡らしいものが見られることを教えて頂いた。

大急ぎで駆けつけたのは北仰西海道遺跡。縄文時代の集団墓地の中を幅1mの砂の詰まった裂け目が走っていた。私が遺跡で最初に目にした液状化現象の痕跡である。

多くの墓の中で、縄文時代晩期前半代中頃(今から3,000年近く前)を境にして、これより古いものはすべて砂脈に引き裂かれ、新しいものは逆に砂脈を覆っていた。この時期に大地震が発生したことを示す確実な証拠である。

これを機に、私は、遺跡の地震跡に限りない魅力を感じるようになった。そして、早速はじめたのは、滋賀県と京都府の発掘現場に相次いで問い合わせ

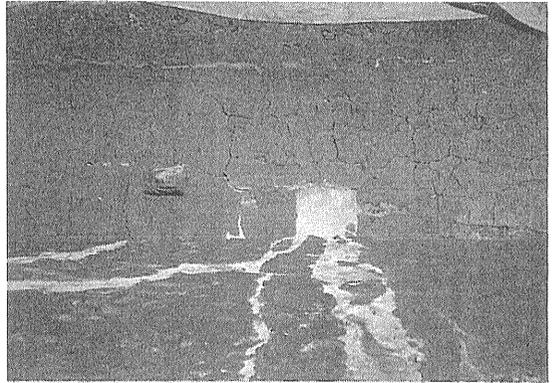


写真3 京都府木津川河床遺跡で検出された砂脈。
(室町時代の地層を引き裂き、江戸時代の地層に削られている)

の電話を入れることだった。

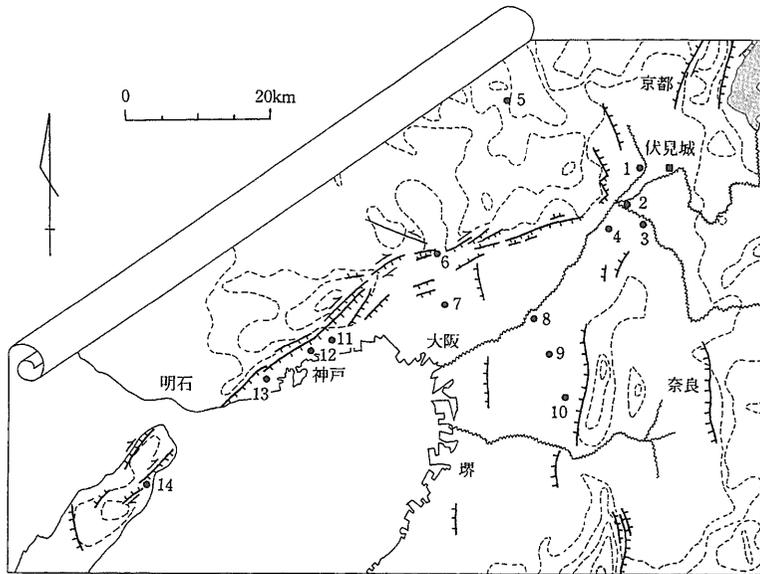
京都府八幡市の淀川・木津川・宇治川の三河川が交わる位置にある木津川河床遺跡に、それらしいものが山ほどあるという返事を頂いた。急遽駆けつけた現場はまさに噴砂の宝庫(写真3)——言い換えると「液状化跡に関するショールーム」。京都府埋蔵文化財調査・研究センターの岩松 保さんが担当していたこの現場での何日かは、液状化現象を見る眼を養った日々。そして、直後の1987年7月、私は大阪出張所へ転勤となり、遺跡発掘のメッカへ住みつくことになった。

木津川河床遺跡の大量の噴砂は、すべて中世の地層を引き裂き、近世の地層に覆われていた。これに対応する大地震はただ一つ。それも超大型で歴史上有名な「伏見地震」である。

この地震は1596年9月5日の午前零時に発生して、「謹慎中の加藤清正が伏見城の秀吉のもとにかけた」という逸話を生んだ。多くの地震史料から、京阪神一帯に著しい被害が生じたことがわかる。

大阪出張所へ来てから、本格的に遺跡の地震跡を研究することになり、1988年には、これに「地震考古学」という名前をつけた(寒川, 1992)。全国の遺跡を発掘している考古学者の皆さんから大きな反響が得られ、次々に新しい資料が得られるようになった。大阪平野周辺は、地の利を生かして多くの情報が集まったが、大阪平野北部の地震跡は大部分が400年前に集中した(第2図)。

京都盆地では、伏見城の他、東寺・天龍寺・大覚寺・二尊院などのよく知られた寺院が倒れたが、山



第2図

京阪神地域の遺跡から検出された伏見地震の痕跡。

1. 志水町遺跡
2. 木津川河床遺跡
3. 内里八丁遺跡
4. 樟葉野田遺跡
5. 鹿谷遺跡
6. 栄根遺跡
7. 田能高田遺跡
8. 西三荘・八雲東遺跡
9. 西鴻池遺跡
10. 池島福万寺遺跡
11. 坊ヶ塚遺跡
12. 西求女塚古墳
13. 兵庫津遺跡
14. 佃遺跡

崎や八幡でも「山崎、事外相損、家悉崩了、死人不知数了。八幡在所、是又家悉崩了」という激しい被害の記録がある。そして、八幡市内では木津川河床遺跡の他、内里八丁遺跡などで記録に見合う大規模な液状化跡が出現した(口絵写真1)。砂脈の最大幅は2m近くで、砂礫が流れ出した例も多い。木津川河床遺跡では、液状化した砂が地下で盛り上がった珍しい地変の跡が何本も平行していた(口絵写真2)。ここでは、地震と共に、地面が東西に列をなす山脈のように膨らんできたのであろう。

守口市と門真市にまたがる西三荘・八雲東遺跡。ここでも明瞭な液状化跡が見出され、剥ぎ取った断面が、松下電工本社と門真市立歴史資料館に展示されている。滝沢文教さん(元近畿・中部地域地質センター長)が、よく、「液状化した地層の変形をしっかり見なきゃだめだよ」とアドバイスして下さった。実際、気をつけて見るといろんなパターンが顔を出す。この西三荘・八雲東遺跡では柱状構造(写真4)、東大阪市の西鴻池遺跡では激しい擾乱構造(写真5)、木津川河床遺跡は皿状構造(写真6)が特に明瞭であった。通常、液状化し難いと考えられている砂礫でも、尼崎市の田能高田遺跡などで、地面に向かって礫を噴き上げた痕跡がはっきり確認できた(写真7)。

神戸市灘区の海岸に処女塚古墳がある。東に東求女塚、西に西求女塚古墳が築かれ、まん中の古墳

を守っているようだ。——かつて菟井処女という美しい娘がおり、二人の男性が求婚した。どちらにも決めかねた娘は海へ飛び込んでこの世を去り、二人の男も後を追った。——という物語の主人公が葬られたと伝えられる。

この西求女塚古墳の発掘調査で、石室から7枚の三角縁神獣鏡が出土して話題になった。しかし、私が驚いたのは変わり果てた石室の様子。何と、まん中から切断され南西側が2mもすべり落ちていたのである(写真8)。すべり落ちた側は、室町時代後期の水田を覆いながら横に移動していたので、400年前の大地震の産物とわかる。

400年前には神戸市兵庫区の兵庫津が賑わっていた。そして、伏見地震で「兵庫在所崩了、折節火車出来候、悉焼了、死人不知数了」と『言経卿記』に書かれているので、1995年の阪神・淡路大震災と同様に、家並みが倒れて燃えてしまったことがわかる。この中の兵庫津遺跡では、伏見地震に相当する液状化跡が見つかった。

この地震の痕跡は淡路島にもあった。島の北東を走る東浦断層の北東端付近にある佃遺跡で、鎌倉・室町の地層を引き裂くおよそ30本の地割れから噴砂が噴出し、近世の地層に覆われていたのだ。

遺跡から見た伏見地震の痕跡は京阪神と淡路に集中する。かつて、佃 栄吉さん(前近畿・中部地域地質センター長)・栗田泰夫さんと連名で、伏見地震

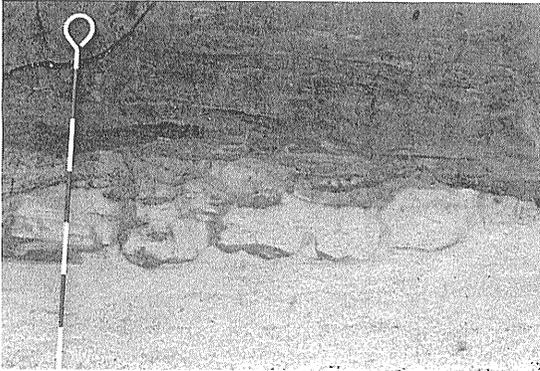


写真4 大阪府西三荘・八雲東遺跡で検出された柱状構造



写真7 兵庫県田能高田遺跡で検出された砂礫層の液状化跡



写真5 大阪府西鴻池遺跡で検出された擾乱構造

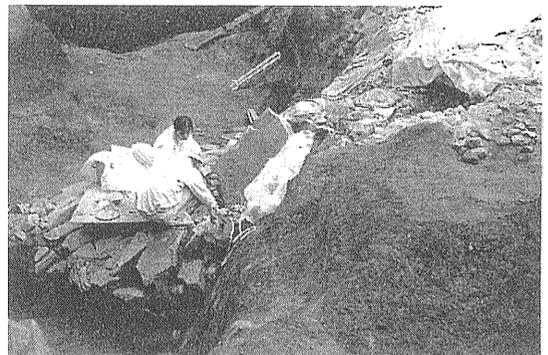


写真8 兵庫県西求女塚古墳で検出された地すべり跡



写真6 京都府木津川河床遺跡で検出された皿状構造

3. ごく最近

1995年1月17日早朝、枚方市の公務員宿舎にいた私は、小さな揺れで目をさました。すぐに始まった激しい震動で、私の体は、まわりから落ちて来た書類・本・ダンボールに埋もれてしまった。台所では食器が次々と落ちて砕けるけたたましい音。そして、隣の部屋からは家族の悲鳴。

揺れが東西だったので、琵琶湖の地震かと思いながらテレビのスイッチを入れると、洲本や神戸で震度Ⅵの表示。「つくばに地震のことを知らせなくては」

は有馬一高槻構造線活断層系や六甲活断層系の活動によって生じたと発表した(佃ほか, 1988)。そして、遺跡を調べれば調べるほど、この考えが私の心の中で確かさを強めるのであった。

と、衣笠善博さんのお宅に電話を入ると、すでに地調べ出勤されたとのこと。「出遅れてはいけない」と大急ぎで調査の準備を済ませ、交通機関が麻痺した大阪の家並みをぬけながら、近畿・中部地域地質センターへと向かった。

18日の朝から本格的な震災調査が始まった。以後、同センターが現地調査の拠点となり、吉田史郎センター長や、つくばから次々に現地入りした調査グループと一緒に3月末まで様々な調査を行うことになった。

調査が進むにつれ、淡路島の野島断層が兵庫県南部地震を引き起こしたことがわかった。同時に、京阪神の人々の間で、今回活動しなかった有馬一高槻構造線活断層系や六甲活断層系が連動して、大きな地震を引き起こすのではないかと不安が広まるようになった。

こんな状況下、1995年度の補正予算によって、全国の五つの活断層系に関する地質調査所の緊急プロジェクトが始まった。五つの断層系の中には勿論、有馬一高槻構造線活断層系が含まれていた。私は、この活断層系を杉山雄一さん(地震地質課長)と一緒に担当することになり、川西・箕面・茨木の三市でトレンチ調査を計画した。以後、調査を依頼したダイヤコンサルタントの方々と共に用地交渉から発掘まで、手に汗握る日々を過ごすことになった。

最初に行ったのは兵庫県川西市の花屋敷低地帯北(南)縁活断層系。断層の真上には空き地が無く、少し離れた川西市所有の土地をお借りすることにした。ここは、考古学の遺跡(栄根遺跡)指定地なので、川西市教育委員会にお願いして、考古学的な発掘調査をして頂きながら断層活動を探ることになった。活断層の調査と考古学の発掘がドッキングした新しい試みである。

発掘が始まって数日後、江戸時代の耕作土を取り除いた段階で、数本の地割れ・小断層が顔を出した。皆、断層と「杉型」に雁行する北西-南東方向に整然と並んでいた。

これらの地変の年代を決めたのは、第3図のⅢ層に含まれていた土師皿の破片。鑑定の結果安土桃山時代、それも恐らく天正年間ということになった。つまり、安土桃山から江戸初期にかけての限られた時期に大地震が発生したのである。そして、「伏見地震でこの断層が活動し、雁行する地割れ群を作っ

た」という解釈が、最も合理的なものとなった。

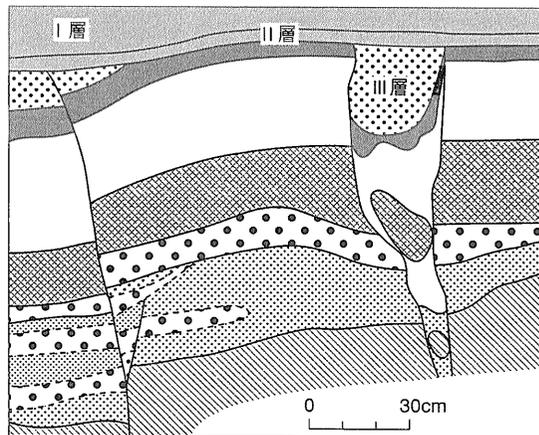
箕面市では坊島断層上の2地点で発掘を行った。最初の発掘地点をどこにしようか考えているうち、水田の畦が右横ずれ方向に3mほど食い違っていたことを思い出した。念のため、戦時中に撮影された5千分の1航空写真で確認すると、隣合った二つの畦に横ずれがくっきりと浮かび上がった。疑う余地の無いほど鮮明な変位地形だ。

土地改変のため、当時の地形はほとんど残っていないので、昔の記憶と写真を頼りに、畦の食い違いに合わせてトレンチを行う場所を選んだ。そして、発掘開始から3時間ほど経過し、私の胃が痛くなりはじめた頃、高角の逆断層が姿を現せた。

ここでは、砂礫層が1.2m垂直に食い違っており、2回分の変位であることがわかった。そして、新しい変位は室町時代後半以降、江戸時代以前に限定された。変位をうけた地層の上部から見つかった陶磁器(室町時代)や、いくつかの瓦器(鎌倉～室町時代)が断層活動の時期を教えてくれたのである。そして、この段階で、改めて、水田の畦の3mの食い違いが伏見地震によって生じたことが、地質学的に実証されることになった。

茨木市では、真上断層・安威断層について5ヵ所のトレンチを計画した。今回の調査の成否を決める「メインイベントの会場」は安威川西岸の、まだ水田が多く残ったのどかな場所に定められたのである。

真上断層の断層崖は、安威川西岸で二つに枝分



第3図 栄根遺跡で検出された地震の痕跡。

I層：現在の耕作土，II層：江戸時代の遺物を含む層，III層：16世紀後半の遺物を含む層。

かれし、川をわたって東へ少し行った所でまた一つになる。だから、トレンチの場所を、枝分かれが始まってすぐの地点に決め、両者の関係を調べることにした。

北側の断層に沿って、比高50cmで定規で引いたように真っすぐ続く断層崖が水田の中を走っていた。実際、発掘してみると、サンドイッチのように重なった色とりどりの5枚の地層が、すべて上下方向(北側が上昇)に50cmづつ食い違っていた。この中で最上部の地層(水田耕作土)の中に、鎌倉から室町時代にかけての遺物が何点も含まれていた。地震の時期を室町時代以降に限定できた。一方、断層の上を水平に覆う耕作土からは、江戸時代の皿の破片が出土した。やはり、この断層も伏見地震で活動していたのである(口絵写真3)。

このトレンチで2枚(室町と奈良・平安期)の水田耕作土が見つかったことで、さらに新しい情報を探る手だてが得られた。水田の表面は固く平らなので、この面に沿って上の地層をはぎ取ることができたからだ。

試しに、室町時代の水田面を使って地震以後の地層を取り除くと、写真9のように、地震直後の断層崖が復元できた。これは、400年前に、この田を耕していたお百姓さんたちが眺めたものと同じ活断層の姿である。ちょうど、昨年、多くの人が野島断層の断層崖を目にしたように。

今度は、平安時代の水田に沿って地層をはぎ取ると、断層を横ぎる小さな溝が右横ずれしていることがわかった。これで、垂直と水平の変位量の比率は1対2であることがわかった。

もう一つの断層は、南へ向かって引きしぼった弓のように、ゆるやかな弧を描く比高1.2mの断層崖として表現されていた。ここでも、全く同じ地層が、北上がりに撓曲しており、落差は地形と同じく1.2m。真上断層内で枝分かれた二つの断層は、400年前に同時に活動し、垂直方向に2m近い変位を生じさせていた。そして、右ずれ量は、もっと大きかったはずである。

最後は安威断層の発掘調査。予定した3地点のうち、2地点で400年前の活動が確認できたので、もう1回は古い時期の活動を知ること全力を挙げた。

少し前、安威断層のかなり南で縄文時代晩期の大規模な液状化跡を見たことがある。だから、この時



写真9 真上断層に沿って復元した地震断層の断層崖



写真10 安威断層による段丘崖の右横ずれ変位
(矢印の位置で段丘崖が連続していた)

期にも断層活動があったことを想定し、縄文晩期の情報が豊富な耳原遺跡内に地点を選んだ。ここでは、断層崖に直交する段丘崖が約12m(写真10)、水田の畦が3mほど右横ずれ方向に食い違っていた。だから、ここで断層を掘り当てると、右横ずれ変位の累積性も知ることができる。

茨木市教育委員会に地表付近の遺跡調査をお願いし、完了後に、トレンチ調査を始めた。ユンボが土をかき上げ始めてから2時間後、明瞭な逆断層が姿を現した。厚さ2mたらずの砂礫層が上下に2.4m食い違い、低下した側には腐植土層が厚く堆積していた(写真11)。伏見地震より一つ前の活動を示す不整合があり、これを境に、上部の地層からは弥生時代の遺物が大量に見つかり、下部の地層からは縄文時代晩期の遺物のみが出土した。考古学的には、縄文晩期に大きな断層活動があったことが判明したのである。その後、放射性年代測定値が次々と求められ、縄文時代晩期の断層活動の存在が確定した。そ

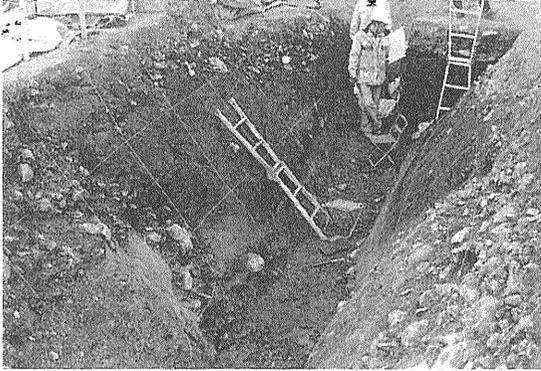


写真11 安威断層のトレンチ現場



写真12 真上断層の現地説明会風景

して、さらに2回分の活動が認められ、前述の段丘崖のずれは4回分、畦のずれは1回分の右横ずれを示すことがわかった。

私たちが発掘を続けている間に、淡路島北部を発掘していた粟田泰夫さんから、兵庫県南部地震で活動しなかった東浦断層も、400年前に活動していたという情報を頂いた(粟田ほか、1996)。有馬一高槻構造線活断層系と東浦断層、恐らくは間にある六甲活断層系も一緒に活動して慶長伏見地震を引き起こしたのであろう(寒川ほか、1996a,b)。

有馬一高槻構造線の発掘調査には、地元住民の皆さんも大きな関心を示しておられた。新聞などでかなりの知識を得ており、多くの人たちが、400年前にすでに活動していたという結果に胸をなでおろしていたようだ。

茨木市内で行われた地元住民への現地説明会(写真12)の途中、私は初老の男性に肩をたたかれた。「あんた、20年くらい前に、うちの田んぼの中を調べ回ったやろ。年とっても、昔の面影はよう残ってるわ」と、彼はなつかしそうに微笑んだ。

私と有馬一高槻構造線との付き合いは、ほんとうに長かったと思い込んでいた。しかし、この男性の一言で、私には、それがほんの一瞬の出来事であっ

たかのように感じられた——まるで、昨夜の夢の1コマのように——。

文 献

- 粟田泰夫・角井朝昭・柳田 誠・J.Begg・R.V.Dissen (1996) : 淡路島北東岸・東浦断層の最新活動と1596年慶長地震。地球惑星科学関連学会 1996年合同大会予稿集, p.149.
- 藤田和夫・奥田 悟 (1973) : 近畿・四国の中央構造線のネオテクトニクス。杉山隆二編『中央構造線』東海大学出版会, p.127-152.
- 松浦浩久・栗本史雄・寒川 旭・豊 遙秋 (1995) : 広根地域の地質。地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 110p.
- 寒川 旭 (1978) : 有馬一高槻構造線中・東部地域の断層変位地形と断層運動。地理学評論, vol.51, p.760-775.
- 寒川 旭 (1992) : 地震考古学 一遺跡が語る地震の歴史一。中央公論社, 251p.
- 寒川 旭・粟田泰夫・杉山雄一 (1996a) : 慶長伏見地震を発生させた活断層系。地球惑星科学関連学会 1996年合同大会予稿集, p.149.
- 寒川 旭・杉山雄一・須藤孝孝 (1996b) : 有馬一高槻構造線活断層系の発掘調査。地球惑星科学関連学会 1996年合同大会予稿集, p.148.
- 佃 栄吉・寒川 旭・粟田泰夫 (1988) : 中部・近畿地方における歴史地震の発生様式。地震学会講演予稿集, no.1, p.44.

SANGAWA Akira (1996) : The history of my study along the active fault system of Arima-Takatsuki Tectonic Line.

<受付: 1996年6月3日>