

地震考古学の誕生と普及

寒川 旭（地質調査所）

要旨

地質調査所で活断層が専門分野だった筆者は、1986年に滋賀県の遺跡発掘現場で縄文時代に発生した液状化現象の痕跡に出会った。直後には、京都府八幡市の遺跡で有名な慶長伏見地震（1596年）の液状化跡、さらに、各地の遺跡で地震痕跡を調査することになった。実は、考古学の遺跡発掘調査現場に地震の痕跡が顔を出すことが多いが、これまで調査の対象とされずに見逃されていた。しかし、1988年に「地震考古学」を提唱したことによって、地震痕跡も考古学の研究対象と認識されるようになり、遺跡の発掘調査報告書にも記載されるようになった。その後、1995年の阪神・淡路大震災を機に、地震考古学が全国に普及し、考古学と地震関連分野との境界領域として、様々な成果が得られている。一方、遺跡で見つかった地震痕跡は一般市民にも理解しやすいので、地震の歴史や地盤災害について広く知って頂くことにも役立っている。

1. はじめに

2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震。激しい揺れの直後に、巨大な津波が押し寄せ、多くの尊い命を奪った（東日本大震災）。この直後に「想定外」という言葉が飛び交ったが、実は、869年にも同じような地震と津波が東日本の太平洋沿岸を襲い、当時の歴史書『日本三代実録』に記述されている。地震という自然災害についても、「過去の歴史に学ぶことが大切」ということが再認識されたのである。

さらに将来に目を向けると、東京周辺では首都直下地震が懸念され、駿河湾から四国沖に及ぶ南海トラフでは、巨大地震が今世紀の中頃には発生すると考えられている。そして、この南海トラフ地震の数10年前から地震が多くなる傾向があると言われており、1995年の阪神・淡路大震災以降、西日本でも多くの地域が内陸地震に見舞われている。

内陸の大地震を引き起こすのは「活断層」。1976年に全国の活断層研究者による「活断層研究会」が発足し、日本各地の活断層について統一基準の断層カタログを作成するプロジェクトが始まった。そして、この成果が『日本の活断層』として出版された（活断層研究会編, 1980）。当時、東北大学大学院で活断層を専攻し、この研究会に参加して各地を調査していた私は、1979年に通商産業省工業技術院地質調査所に入所した。

配属されたのは、垣見俊弘課長のもとで活断層の研究が行われていた環境地質部地震地質課。活気にあふれて、自由で明るい雰囲気職場だった。私が勤務した年から『全国50万分の1活構造図』の編纂作業が始まり、各自が分担して全国の活断層を調べるようになった。50万分の1の縮尺で日本列島を15地域に区分して、地質の概要と主要な活断層を記入

した成果は、1982 年から 1987 年にかけて地質調査所から刊行されている。

活構造図が完成した頃には、日本列島の主な活断層の概要がわかり、もう一歩進んだ研究が求められるようになった。そして、私自身はこれまで全く関係ない領域と考えられていた「考古学」と「地震学」を結びつけた新しい研究を手がけることになった。これは、ある日の偶然の出会いから始まったものであり、本稿では「地震考古学」誕生と、その後の普及について紹介したい。

2. 地震痕跡との出会い

私は、1986 年の春に、琵琶湖の北西岸に位置する滋賀県高島郡今津町（現・高島市今津町）役場の町史編纂室を訪ねた。江戸時代の地震記録を確かめるのが目的だった。この時、すぐ近くで今津町教育委員会による北仰西海道遺跡の発掘調査が行われており、発掘を担当していた葛原秀雄さんが、休憩を取るために編纂室に戻ってきた。私が地震の研究をしていることを話すと、「寒川さん、もし地震の痕跡が発掘現場で見つかるとしたらどんな形になりますか？」という質問を受けた。その時、私の頭に浮かんだのは、琵琶湖沿岸の低地のように、柔らかい砂が厚く堆積していて、地下水位の高い地盤で起きる液状化現象である。激しい揺れによって、地下の砂が上を被う地層を引き裂きながら上昇する光景をイメージして「砂の詰まった細長い割れ目が見つかると思います」と話した（写真 1）。



写真 1 1995 年の兵庫県南部地震の液状化現象で地面に流れ出した噴砂（寒川撮影）

葛原さんから帰ってきたのは「それが、私の発掘している遺跡にあります。」という思いがけない言葉。一緒に現場に行って確かめると、発掘中の遺跡に幅 1 m 近い地割れがあった。地割れの内部には非常に細かくて粒子の大きさが揃った砂が詰まっており、一箇所掘り下げてあった。中をのぞくと、その砂が数 10cm ほど下にある砂の層と連続しており、その砂が上昇したと考えざるを得ない状況だった。彼が担当していた北仰西海道遺跡は、縄文時代から弥生時代にかけての集団墓地。過去の激しい揺れによって地下の砂層で液状化現象が発生し、上を覆う粘土層を引き裂きながら、噴砂が流れ出したのだ。

ここで液状化現象について簡単に説明しよう。地下に堆積した柔らかい砂の層では、砂粒と砂粒の間に隙間がある。そして、この隙間が地下水で満たされている状態で液状化が起きる。普段は、隣り合う砂粒が支え合って、安定しているが、地震で人が立っておれないくらい強く揺れると、砂粒間の結合がはずれてしまう。この時に、隙間を小さくするように砂粒が動くので、砂層が収縮して、地下水が圧縮される。このようにして、圧力の高まった水が砂粒を支えるような状態になり、砂層が液体のような動きをすることになる（液状化）。多くの場合、地下水は「天然の水鉄砲」となって、上を覆う地層を引き裂きながら地面に流れ出す。その時に一緒に流れ出した砂を「噴砂」、地層に刻まれた砂の詰まった割れ目を「砂脈」と言う。

筑波研究学園都市に帰って、すぐに地質調査所地震地質課長の衣笠善博さんにこの話をした。課の人たちの間でも「貴重な成果」と話題になり、課員の佃栄吉さんと一緒に、再度、現場を訪れることになった。詳しく観察すると、砂脈によって、縄文時代の古い墓は引き裂かれていた。一方、新しい墓は砂脈の上に設置されており、引き裂かれた墓は地震より前、砂脈を覆う墓は地震の後とわかる。この遺跡には、穴を掘って遺体を埋めた土壇墓、甕に遺体を入れた土器棺墓の2種類があり、遺体と一緒に埋葬した土器や、墓に使った土器棺から墓の年代がわかる。そして、地震の年代は縄文時代晩期（考古学の編年では滋賀里Ⅲa期頃で3000年余り前）と判明した（寒川・佃他, 1987; 寒川, 2009）。

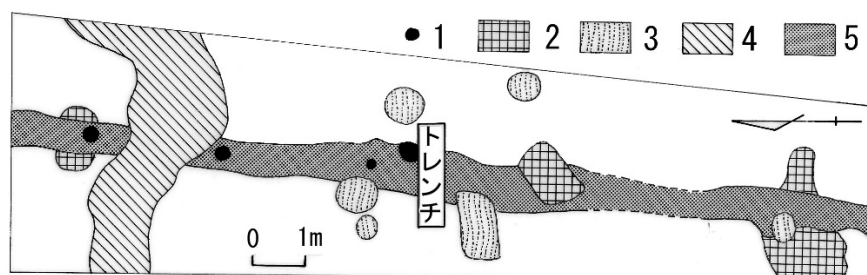


図1 北仰西海道遺跡の液状化跡の平面図（寒川・佃他, 1987；寒川 2009 より）

1 現代の杭跡 2 土壇墓 3 土器棺墓 4 弥生時代の溝跡 5 砂脈

3. 地震考古学の誕生

私自身、本来は歴史好きの「文系人間」で数学や物理学はやや苦手。古い記録を読みながら古代・中世・近世のことを考え、地層を見ながらスケッチをするのが楽しいタイプである。考古学の遺跡調査に魅力を感じて、滋賀県の次は京都の遺跡で地震痕跡を探して見ようと思った。そして、京都府埋蔵文化財調査研究センターに電話をかけると、発掘調査中だった京都府八幡市の木津川河床遺跡にも砂の詰まった奇妙な割れ目があると言う。

すぐに訪れた現場には眼を見張るような光景があった。青い粘土を引き裂いた、幅数 10cm の黄色みを帯びた白い砂の帯が縦横に走っており、大規模な液状化現象が発生したことを

物語る。地震当時の地面から、上限の深さが数 10cm の砂層から流れ出した噴砂は、南北朝や室町時代の地層を引き裂き、江戸時代の地層には完全に覆われていた（写真 2）。

これに該当するのは 1596 年 9 月 5 日午前零時（文禄 5・慶長元年閏 7 月 13 日子刻）に発生して、京都の伏見城が倒壊するなどの被害を与えた「慶長伏見地震」。当時の政治の中枢を襲った地震なので、多くの記録が残されている。木津川河床遺跡に近接した八幡の集落についても、京都の公家である山科言経の日記『言経卿記』に“家々が悉く崩れた”と書かれている。さらに、考古学的に限定された年代（安土桃山時代頃）で、伏見地震以外に京都を襲った大地震の記録はない。今回は、戦国武将・公家・僧侶・神官などが書き記した、有名な地震に巡り会ったのである（寒川・岩松他, 1987）。



写真 2 木津川河床遺跡の液状化跡（寒川撮影）

左の写真では中世の地層を引き裂いた砂脈が近世の地層に被われている。

右の写真のように砂脈に沿って掘り下げると液状化現象が発生した砂層が姿を現せた。

私が遺跡の地震痕跡を調査するようになった頃、日本は経済の安定成長期で、建設に伴う工事が盛んに行われていた。地下を掘り下げて埋蔵文化財を破壊するため、これに伴う遺跡の発掘調査も膨大な件数に上っていた。皮肉にも、この過程で日本の考古学が発展し、土器・陶磁器などの「遺物」や、建物・溝跡などの「遺構」に関する編年が進み、個々の年代が精度良くわかるようになった。

しかし、発掘の現場に顔を出した液状化跡・地割れ・地滑り・地層の食い違いなどの「地震の痕跡」に関して、ごく一部の例外を除いて、ほとんど関心が払われていなかった。発掘調査で地震痕跡が見つかったも、地震の産物という認識がないままに放置されていた。砂脈

についても「モグラの這った跡かな？」など、意味不明な痕跡として処理されることがほとんどだった。仮に、「地震に関わる現象だろう」と思っても、考古学の対象とは考えずに見過ごされる状態だった。

しかしながら、遺跡を発掘している考古学者は好奇心が旺盛で、発掘調査や現場にある遺構・遺物をこよなく愛している。木津川河床遺跡の場合も、遺跡にあった意味不明な痕跡が地震の産物で、それも秀吉を驚かせた大地震とわかると、興味津々。私が現場で地震痕跡のスケッチをしていると、近くの遺跡で調査している人たちが次々に見学に訪れた。そのうち、他の遺跡からの情報が入って、「寒川さん、液状化跡が見つかったから、調査に行ってください。」ということになった。

翌（1987）年7月からは、大阪市中央区の合同庁舎にあった地質調査所大阪出張所に勤務することになった。私の研究の便宜を考えて頂いての配慮に感謝している。言うまでもなく、関西は古代～中世の首都圏。遺跡の発掘調査が盛んで、考古学に関する市民の関心も高い。その後は、大阪・兵庫・京都・滋賀・和歌山などと、地震の痕跡が見つかった遺跡に頻繁に足を運ぶことになった。そして、現場を担当する考古学者から遺跡調査の方法や遺物の年代を教わり、私は地震痕跡に関するスケッチの取り方や基礎的な調査方法を説明することになった。

そして、この年の11月、同志社大学教授の森浩一さんからお手紙を頂いた。古代学会の研究講演会（大阪）で、私の研究を紹介してほしいという内容だった。大変ありがたいお話で、これまで見つかった地震痕跡の写真を多く盛り込んだ講演をさせて頂くことになった。参加者からは、過去の調査で地震痕跡らしきものがあったという話題が相次ぎ、考古学の世界に溶け込めそうだという期待がこみ上げてきた。

さらに、知人の紹介でお目にかかった奈良文化財研究所（現・独立行政法人国立文化財機構奈良文化財研究所）指導部長の佐原真さんから、後日、お電話を頂いた。「地震考古学」という名前をつけてはどうかというご提案だった。「地震考古学の提唱」というタイトルで日本文化財科学会会報に寄稿し、日本考古学協会の総会で口頭発表するという具体的な案も示して頂いた（寒川, 1988）。このようにして、1988年の春、多くの人たちの協力のもとで「地震考古学」が誕生したのである。

4. 地震考古学の普及と阪神・淡路大震災

地震考古学という名前の威力は大きかった。初めての現場に連絡するときに「地震の研究をしている者ですが、遺跡の発掘調査の過程で地震痕跡が見つかることがあり、それが考古学にとっても貴重な資料なので・・・」という説明は不要。「地震考古学をやっている者ですが」という一言で大凡の意図が通じる。さらに、この名称のおかげで、遺跡の発掘調査に携わる人たちが、地震痕跡も考古学の研究対象であると認識するようになった。そして、関西圏を中心に、調査完了後に作成する遺跡発掘調査報告書にも、地震痕跡に関する記述がなされるようになった。

報告書は多くの場合、精密な図面やカラー写真が掲載され、ずっしりと重い冊子。報告書の作成は、考古学者が成果を共有するために重要な作業でもあった。やがて、その中に「地震痕跡」という項目を設けて頂いて、私が執筆することが多くなった。報告書作成の過程では、担当の考古学者との間で、細部についての検討が必要である。年に数編の報告書に関わることもあったが、これは新分野の普及のために欠かせない作業だった。

一方、奈良文化財研究所では、全国の自治体や埋蔵文化財センターから派遣された発掘調査担当者が滞在して、新しい研究法などの研修を受けるシステムがあり、1989 年度から随時、講師として地震痕跡の調査方法を説明するようになった。さらに、液状化跡などの地震痕跡は目新しい存在で、一般市民にも理解しやすいので、新聞やテレビに取り上げられることが多くなった。そして、地震考古学に関する成果を一般市民向けにまとめて公表した（寒川, 1992）。

1995 年 1 月 17 日の午前 5 時 46 分。兵庫県南部地震（M7.3）の激しい揺れによって阪神・淡路大震災が生じた。地質調査所発行の 5 万分 1 地質図幅「明石地域の地質」に示した、淡路島北西岸の野島断層が活動したのである（水野他, 1990）。

野島断層については、学生時代から調査を続けており、地質調査所入所直後の 1979 年 7 月には、淡路市の野島平林地区で、花崗岩が粘土に 48° の傾斜で乗り上げた逆断層の露頭を見つけた。さらに、水野清秀さんたちと一緒に行った 5 万分の 1 地質図幅「明石」の調査で、この断層の位置を知り、垂直方向の変位と右横ずれの比率が 1 対 2 ということもわかった。具体的には、野島断層によって、今から 2 万年余り前の地形と地質が、垂直方向に 9.5 m、右横ずれ（断層の前に立って、向こう側が右に動くのが右横ずれ）方向に 20m 食い違っていることを確認して、地質図の説明書に示した。

実際、1995 年の野島断層の活動による両側の地面の食い違いは、垂直方向に最大 1.3m、右横ずれ方向に最大 2.1m だった。断層の位置や、活動の仕方、変位の水平・垂直比は正確に把握できていたわけだが、この日のこの時間に活動するとは、とても予測できなかった。

地震の翌朝から、主に神戸～西宮市の被害調査を行った。古記録で「家悉崩、死人不知数」という言葉を見かけるが、私の目の前に展開するのは、まさに、この八文字。地震の悲惨さを思い知らされた。

被災地でたびたび耳にしたのは「神戸は地震の無いところなのに、どうして」という言葉。いつの間に、このような「常識？」が市民の間に広まったのだろうか。神戸は地震が無いどころか、約 400 年前の豊臣秀吉の時代（1596 年）に、激しい揺れに襲われ、甚大な被害を受けたのに。

研究で得られた成果を、わかりやすい形で、できるだけ多くの市民に伝えることがなにより大切——これが、私が阪神・淡路大震災から学んだ大きな教訓。その後の研究生活の最大の目標となった。

この震災を契機として、科学技術庁（現・文部科学省）に地震調査研究推進本部が設置され、全国の主要な活断層について、地質調査所や科学技術庁・自治体が分担して詳細な調査

を行うことになった。この中で、活断層の推定位置を細長く発掘調査して、地震前と地震後の地層を観察しながら、断層の姿や、断層活動の年代を知る「活断層のトレンチ調査」が数多く実施されることになった。

私が 1995 年度に手がけたのは、大阪平野北縁から六甲山地の北縁にいたる有馬-高槻断層帯。地質調査所地震地質課長の杉山雄一さんと担当し、調査を依頼したダイヤコンサルタントの연구원の方々と一緒に、この断層帯の多くの地点で調査を実施することになった。

実は、地震考古学を始めてから、京阪神・淡路地域の多くの遺跡で 1596 年に発生した伏見地震の痕跡が見つかっている。もし、この地震で有馬-高槻断層帯が活動していれば、これらの事実が矛盾なく説明できる。実際、私たちの調査は、このことを裏付ける結果となった。さらに、この断層帯のもう一つ前の活動が 2 千 8 百年前頃ということもわかった(地質調査所, 1996; 寒川, 2010, 2011 など)。この間、川西・箕面・茨木市など、調査を行った自治体の文化財保護課の考古学者の方々から全面的な協力を頂いた。発掘現場が遺跡に指定された場所の場合は、発掘調査を担当・指導して頂いた。さらに、見つかった土器などを鑑定して頂くなど、地質学と考古学が融合した活断層の発掘調査だった。



図 2 有馬-高槻断層帯の真上断層トレンチ調査 (寒川, 2010, 2011 に加筆)

a : 江戸時代の耕作土、b : 盛り土、c : 鎌倉-室町時代の耕作土、d : 中世初頭の地層
e : 奈良-平安時代の地層、f : 弥生時代の地層

有馬-高槻断層帯を構成する真上断層(茨木市)で地質調査所が実施したトレンチ調査(図 2)では、地層 c ~ f が同じ量だけ食い違って(変位して)おり、f (弥生時代)が堆積してから後の断層活動は 1 回とわかる。そして、断層活動の直後に下がった側に盛り土され、その上を江戸時代の耕作土が水平に覆っているので、伏見地震で活動したと考えられる。

阪神・淡路大震災直後から、「兵庫県南部地震に続いて、有馬-高槻断層帯が活動して、京阪神地域を壊滅させるような大地震が発生する」のではないかという懸念が一般市民の間に広まっており、私たちの調査現場には、連日、地元の人たちが見学に訪れた。そして、有馬-高槻断層帯の調査結果によって約 400 年前の最新活動と 2 ~ 3 千年の活動間隔がわかり、

当面の大きな不安は解消されることになった。

今回の震災によって、多くの寺院や神社の建物が倒壊して仏像などが被害を受けた。さらに、重要な古文書・古記録が散逸し、考古資料館などに展示していた土器などが破損した。このため、歴史学や考古学の分野でも、文化財に関する地震対策や、地震後の救援活動の必要が強く認識されるようになった。

一方では、被害の著しかった阪神・淡路地域では速やかな震災復興が必要となった。これに伴う建設工事が埋蔵文化財の破壊を伴うため、遺跡の発掘調査件数が一気に増加した。緊急の処置として、全国の自治体に所属する多くの考古学者が、被災地に派遣されることになり、地元の考古学者たちと共同で調査を担当することになった。

全国各地から神戸にやってきた考古学者たちは、震災の現実を目のあたりにした。さらに、阪神・淡路地域の遺跡を発掘する過程で、伏見地震の痕跡が多く発見されたので（寒川・菅本他, 1999 など）、これまで地震痕跡を見たことがなかった人たちも、「地震痕跡とはいかなるものか」を知り、基礎的な調査方法を知った。私自身も、活断層のトレンチ調査の合間を縫って、遺跡の発掘現場に行って、多くの考古学者と接することになった。また、考古学関係に人たちも私たちのトレンチ現場を訪れて、活断層についての知識を深めた。

このような地震痕跡に対する関心の高まりを受けて、全国の考古学者が、都道府県ごとに分担して、これまでの調査で見つかった地震痕跡を収集・整理した。そして、これを集めた全国版のカタログ「発掘された地震痕跡」が 1996 年夏に刊行されている（埋文関係救援連絡会議・埋蔵文化財研究会編, 1996）。この冊子で数えると、これまでに地震痕跡が見つかった遺跡の総数は 370 に達していた。一方では、考古学の学術雑誌「古代学研究」は毎号で、どこかの都道府県の地震痕跡を特集する企画を開始して、これがずっと継続している。

5. 地震考古学の成果について

地震考古学ではどのような成果が得られているかについて、プレート境界型地震と活断層型地震に関する代表的な事例を紹介する。

まず、今世紀の中頃に発生が予想されている南海トラフの巨大地震。古くは、天武天皇が編纂を命じた『日本書紀』に登場する。684 年（天武 13 年）11 月 29 日に“夜の 10 時頃に大地震があり、国中の男も女も叫び合って逃げまどった。山は崩れ、河はあふれ、諸国の郡の官舎や民家・倉庫・寺社が壊れ、多くの人や家畜が死傷した。伊予の道後温泉の湯が出なくなった。土佐国（高知県）では田畑五十余万頃（約一千町歩）が没して海となった。波が押し寄せて、調（税）を運ぶ舟がたくさん流失した。”と書かれている。

畿内を含む広い範囲が激しく揺れて、道後温泉の湯が止まり、高知平野が沈降して、太平洋沿岸に津波が押し寄せるなど、太平洋海底のプレート境界である「南海トラフ」から発生する南海地震の特徴を簡潔に表現しており、684 年に南海地震が発生したことがわかる。

日本では古くから文字記録が多く、特に、『日本書紀』の編纂が始まった天武天皇の時代以降は地震についても具体的な記述がある。そして、日本における地震の記録に関する研究

は1981年の濃尾地震以降延々と続いており、地震に関する史料が体系的に収集され（文部省震災予防評議会編『増訂大日本地震史料』・東京大学地震研究所編『新収日本地震史料』など）、一般市民向けに日本の地震を総覧した書籍が刊行された（宇佐美他, 2013 など）。

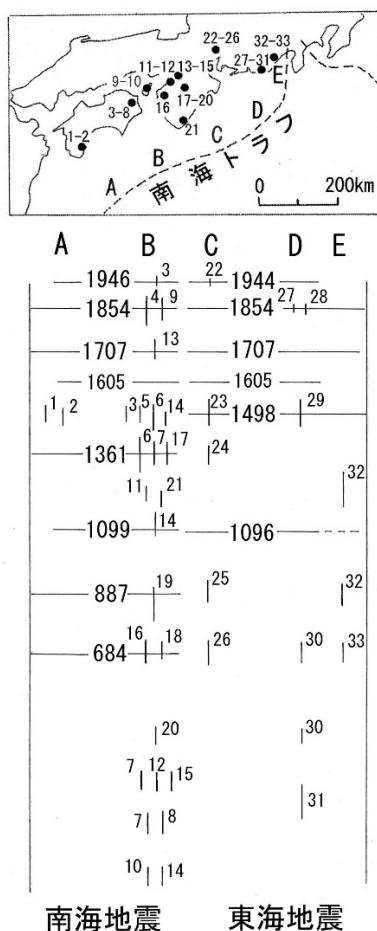


図3 南海トラフの地震年表（寒川, 2013b に加筆）

西暦は史料から求めた地震の発生年. 数字は遺跡で見つかった地震跡で, 上の図の●は遺跡の位置, 下の図の縦線は地震跡の年代幅を示す. 数字に対応する遺跡名は下記の通り。

- 1 アゾノ 2 船戸 3 宮ノ前 4 神宅 5 古城 6 中島田 7 黒谷川宮ノ前
 8 黒谷川郡頭 9 志筑廃寺 10 下内膳 11 石津太神社 12 下田 13 池島・福万寺
 14 瓜生堂 15 志紀 16 川辺 17 カヅマヤマ古墳 18 酒船石 19 平城京大極殿回廊跡
 20 赤土山古墳 21 川関 22 東畑廃寺 23 尾張国府跡 24 門間沼 25 地藏越 26 田所
 27 御殿二之宮 28 袋井宿 29 元島 30 坂尻 31 鶴松 32 上土 33 川合

図3は、南海トラフの巨大地震についての年表である。トラフを西からA～Eと5区分しており、A・Bから南海地震、C～Eから東海地震が発生する。C～Eを東南海・東海と区分することが多いが、私は一括して東海地震としている。

図に西暦で示したのは、684 年の南海地震のように、古記録・古文書の記載からわかる発生年である。江戸時代になると、大きな地震の場合、ほとんどが文字記録として残されている。対照的に、江戸時代より前では、史料の数が激減し、戦乱などで散逸すること多いので、大きな地震があっても記録として残らないことがある。図 3 に記入した西暦年を見ると、江戸時代以降の地震が多いのはこの理由からである。

この図では、江戸時代以降は東海地震と南海地震が同時、あるいは連続している。1707 (宝永 4) 年は一つの巨大地震として発生 (宝永地震 M8.6 以上)。1854 (嘉永 7・安政元) 年は安政東海地震 (M8.4) の翌日に安政南海地震 (M8.4) が発生している。そして、1944 年に小さな東海地震 (東南海地震: M7.9) があり、2 年後の 1946 年に小さな南海地震 (M8.0) が起きた。1605 年は揺れがわずかで津波だけが押し寄せる「津波地震」と考えられている。

江戸時代より一つ前、戦国時代初期の 1498 (明応 7) 年には、東海地震が発生して、伊勢・三河・駿河・伊豆に大きな津波が打ち寄せた史料があるが、これに対応する南海地震の記録はない。このため、南海地震が起きなかったのか、それとも、単に記録が存在しないだけなのかが不明だった。

1988 年の夏、高知県教育委員会から連絡を受けて、四万十市のアゾノ遺跡を訪れると、当時の地面から 1.8 メートルを上限とする深さに堆積した砂層で液状化現象が発生して、上を被う粘土を引き裂いて上昇した噴砂が、15 世紀末頃の地面に広がっていた。この直後から、アゾノ遺跡では生活の痕跡が途絶えており、この遺跡の住人たちがどこかに引っ越したことがわかる (高知県教育委員会編, 1989; 寒川, 2011)。

液状化現象を引き起こした地震は 15 世紀末頃で、少なくとも四万十市周辺が激しく揺れたことがわかった。続いて、吉野川下流の低地にある徳島県板野郡の宮ノ前遺跡でも同じ時期の液状化跡。さらに、大阪平野東部にある東大阪市の瓜生堂遺跡でも同じ頃の液状化跡が見つかり、近畿・四国が激しく揺れたことがわかった。明応東海地震にも、「パートナー」となる南海地震が存在したのである。

このように、遺跡の地震痕跡を使うと、南海トラフ巨大地震について、記録の空白を埋めることが可能で、詳しい発生の履歴がわかる。図に縦線で示したのは、南海トラフから発生した巨大地震によって生じたと考えられる地震痕跡で、縦線の長さはその痕跡の推定される年代幅を示している 684 年以降、100~200 年の間隔で南海トラフから巨大地震が発生し、東海地震と南海地震は同時、あるいは、連続して発生している (寒川 2001, 2013ab など)。

さらに、文字記録のない時代でも、遺跡は「地震の語り部」の役割を果たす。南海トラフの巨大地震の産物と考えられる、古墳時代前期末 (四世紀末)・古墳時代初頭 (三世紀前半)・弥生時代後期中頃 (西暦一~二世紀)・弥生時代中期中頃の後半 (紀元前一世紀) の地震痕跡が見つまっている (寒川, 2013ab)。最近では津波の痕跡の研究も進んでおり、さらに充実した「南海トラフの地震年表」が期待できる。

一方、先述の伏見地震については、京都から大阪、さらに、淡路島にいたる広い範囲で、中世の地層を引き裂き、あるいは変形させて、近世の地層に被われる地震痕跡が見つかる

いる。様々なタイプがあるが、木津川河床遺跡や内里八丁遺跡のように、京都盆地南部の地下水位の高い沖積低地では、大規模な液状化現象の痕跡、それも様々なタイプが見られ、液状化現象にともなう地層の動きを詳細に観察することができた。また、六甲山地南麓の住吉宮町遺跡などでは、液状化した砂層が横方向に流れ動いた側方流動の痕跡が見つかっている。そして、神戸市の玉津田中遺跡では礫（小石）層が液状化した痕跡が顔を出した。そして、淡路島でも淡路市佃遺跡や洲本市下内膳遺跡などで伏見地震の液状化跡が検出された。

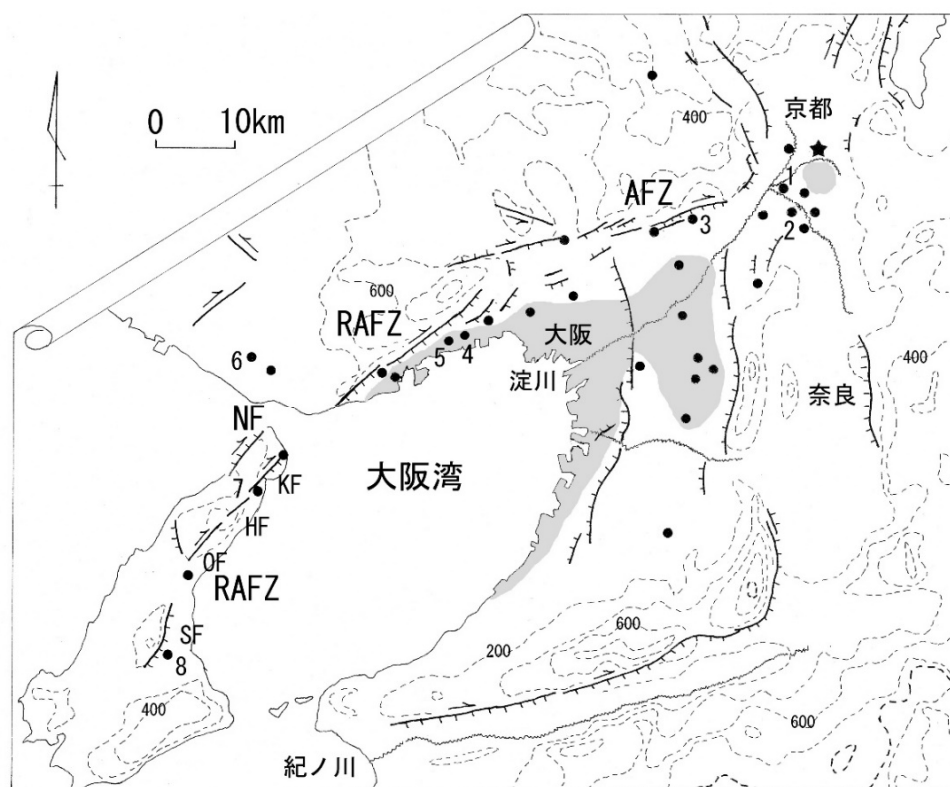


図4 大阪平野周辺の活断層と伏見地震の痕跡が見つかった遺跡（寒川 2010 に加筆）

●は伏見地震の痕跡が見つかった遺跡。★は伏見城。太線は活断層で下降する側をケバで示し、矢印は横ずれの方向。1 木津川河床遺跡、2 内里八丁遺跡、3 今城塚古墳、4 住吉宮町遺跡、5 西求女塚古墳、6 玉津田中遺跡、7 佃遺跡、8 下内膳遺跡。AFZ 有馬-高槻断層帯、RAFZ 六甲・淡路島断層帯（六甲山地南麓の断層と淡路島の NF 野島断層・KF 楠本断層・HF 東浦断層・OF 野田尾断層・SF 先山断層など）

液状化現象については、遺跡の発掘現場で地層断面を観察することによって、砂がどのように動き、周囲の地層がどのように変形したかがよくわかる。また、地震の際に噴砂として地面に流れ出した砂についても、その砂を供給した砂層がわかる。ちなみに、これまで観察した事例に基づく（伏見地震の事例に限らず）、噴砂を供給した砂層の上限の深さは数10cm～2mの場合が多い。

一方、高槻市では、古墳公園整備のための今城塚古墳（継体大王の墳丘として知られる巨大な前方後円墳）の発掘調査が行われたが、その過程で、墳丘に大規模な地滑り跡が刻まれていることがわかった。実は、この古墳は伏見地震で活動した有馬-高槻断層帯を構成する活断層（安威断層）の直上に築かれており、この地震の際の激しい揺れで古墳が変形したのである（図5）。そして、活断層上に築かれた巨大古墳の変形が発掘調査で確認された初めての事例として広く注目された。滑り落ちた墳丘の盛土は濠に厚く堆積した粘土層にも覆い被さっており（写真3）、粘土層の上端から約10cm下の位置で西暦1450年頃（放射性炭素年代測定法による暦年較正值）を示す試料が得られている（寒川・宮崎, 2001）。

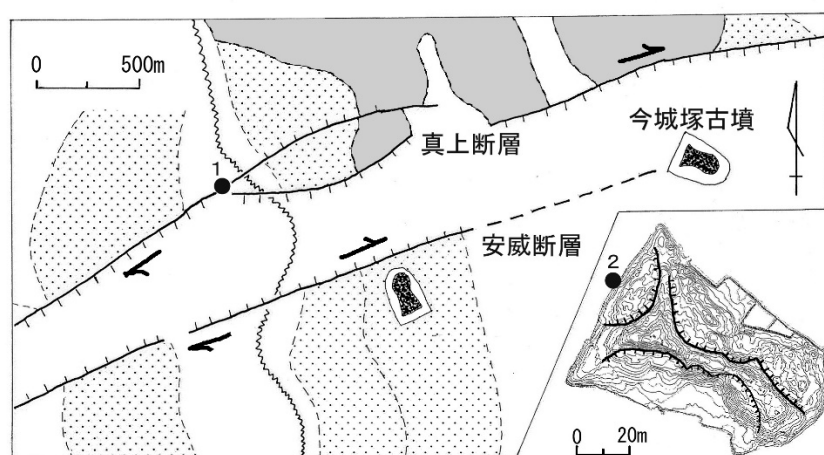


図5 今城塚古墳と活断層（寒川 2013a に加筆）

右下の図は今城塚古墳、実線が地滑りの滑落崖でケバの方向に滑り落ちている。

●1は図2，●2は写真3の位置を示す。アミで示したのは古い段丘で、ドットで示したのは数万年以内の新しい段丘である。



写真3 今城塚古墳の地滑り跡（寒川撮影）

墳丘(向こう側)の盛り土が濠(手前側)に堆積した粘土の上に滑り落ちている。

伏見地震による古墳の変形としては、阪神・淡路大震災直前の 1993 年に発見された神戸市灘区の西求女塚古墳の事例もある。この古墳では、地滑りによって石室が中央で切断されて約 2m の段差が生じていた。滑り落ちた墳丘盛土が覆い被さった地層には、16 世紀の遺物が多く含まれ、それ以降の遺物は皆無だったことなどから伏見地震の痕跡とわかった（神戸市教育委員会, 2004）。

この地震については、寺社や公家の日記に、京都では伏見城の天守閣が崩れて、東寺・大覚寺・天龍寺・二尊院などが倒壊し、大坂や堺の町屋が大被害を受け、兵庫（現在の神戸）では建物が倒壊した後に火事で燃えたことが書かれている。また、前述のように、活断層の発掘（トレンチ）調査から、この地震が有馬-高槻断層帯、および、六甲・淡路島断層帯を構成する多くの活断層（楠本・東浦・野田尾・先山断層など）によって引き起こされたことがわかった。そして、六甲山地南麓の活断層も活動したことが推測される。有馬-高槻断層帯単独で地震を起こしても M7.5 前後と考えられているが、伏見地震の場合、有馬-高槻断層帯が六甲・淡路島断層帯と連動しており、活動した断層の全長が百 km に及ぶので、M8.0 前後の地震規模だった可能性が高い（寒川, 2010, 2011 など）。

この時に、淡路島北西部の野島断層（2000 年前後の間隔で活動）は動かずにいて、約 400 年後に兵庫県南部地震を引き起こしたのである。もし、野島断層が伏見地震で活動しておれば、阪神・淡路大震災は起きなかった。長い年月を隔てて発生した伏見地震と兵庫県南部地震には、このように密接な関係がある。

伏見地震の場合、活断層のトレンチ調査から活動した断層が判明し、文字記録から城・寺社・民家などの被害がわかる。これに遺跡の地震痕跡からわかる地盤災害を加えると、地震の全体像を三つの視点から把握することができる。

6. 東日本大震災前後

1972 年に極彩色の飛鳥美人の壁画が発見されて、考古学ブームを巻き起こした高松塚古墳（奈良県明日香村）。壁画の劣化を防ぐ目的で 2006 年から石室が解体された。この調査の過程で、墳丘に地割れ・亀裂が多く刻まれ、石室の石材にも亀裂が及んでいることがわかった（文化庁他, 2017）。調査結果が、連日、新聞・テレビで報道されたが、高松塚古墳を傷つけた地震痕跡についても頻繁に取り上げられた。そして、この文化遺産を通じて、多くの人たちが「南海トラフの巨大地震が発生すると、明日香を含めた広い範囲が大きな揺れに見舞われる」という知識を得た。

また、地震に関する様々な分野の研究者が、遺跡を訪れて地震痕跡を研究対象とすることが多くなり、新しい視点から古墳の変形や液状化現象をとらえるようになった（小長井, 2007; 釜井, 2016 など）。

そもそも地震について、一般市民は難解というイメージを抱いている。しかし、遺跡に現れた地層の食い違いや、砂の詰まった割れ目などの地震痕跡を見ることによって、自分が住んでいる地域が過去に激しく揺れて、このような痕跡が残されたという事実は容易に理解

できる。通常、考古学の遺跡発掘調査が行われると市民に対する現地見学会が実施され、多くの人たちが訪れる。地震考古学を提唱した頃から地震痕跡も見学の対象となるケースが増えた。私自身も、もちろん、市民対象の講演などの際に、遺跡の地震痕跡の写真を多く用いている。また、2005年から勤務した産業技術総合研究所関西センター（池田市）では、近隣の小学校に出前授業に出かけることが多かったが、この時も、遺跡の地震痕跡の写真が大いに役立った。

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震。激しい揺れに続いて、押し寄せた巨大な津波によって多くの尊い命が奪われた。この地震の直後には「想定外」という言葉が飛び交った。誰も想像も出来ないような巨大で特殊な地震が起きたというイメージだが、これは正しくない。なぜなら、同じような地震が千年余り前の869（貞観11）年にも起きて、同じ規模の津波が押し寄せているからである。

近年、東北大学や産業技術総合研究所の地質学者たちが、貞観地震による津波の堆積物を詳しく調べている。そして、2010年8月には、産業技術総合研究所の活断層・地震研究センターの「AFERC NEWS」に、石巻平野・仙台平野・南相馬市などで、東日本大震災に匹敵するような巨大津波が押し寄せたことが書かれている（穴倉他, 2010 など）。

近代地震学で詳しくわかるのは、最近の百年余りである。しかしながら、地震のサイクルは、これよりも遙かに長い。もし、古代の東日本大震災（貞観地震）のことが広く知られて、地震対策にも十分に生かされていたなら、今回の被害はかなり軽減されていただろう。そして、この地震から得られた大きな教訓は、それぞれの地域で、過去の地震についての詳しい情報を持ち、これが地域住民の共通の知識として生かされることが大切と言うことである。

東日本大震災の直後、多くの自治体、特に考古資料館や歴史博物館が、それぞれの地域でこれまで見つかった地震痕跡についてまとめ、「過去の地震展」を開催することになった。これに伴う講演会に招かれることが何度かあったが、各地の遺跡で多くの地震資料が見つかることに驚かされた。

2007年に産業技術総合研究所を定年退職した私は、その数年前から遺跡の発掘現場に調査に行くことも少なくなり、地震考古学の現状については疎くなっていた。それでも、日本全国で遺跡発掘を担当している人たちの間に、地震考古学が普及していることを実感した。

考古学の遺跡調査は自治体単位で行われることが多い。各都道府県や市町村で地震痕跡を把握して、それぞれの地域における地震災害の軽減に生かせるようになることが望ましい。一方、東日本大震災のすぐ後から、奈良文化財研究所では、全国の発掘調査で見つかった地震痕跡を収集整理してデータベース化する作業が始まった。

東日本大震災で注目されたのは過去の津波痕跡である。近年、津波の痕跡に関する研究が大きな発展を遂げている（藤原, 2015 など）。ボーリングやジオスライサーなどを駆使した地質学的な研究が主体だが、一部の地域では考古学の遺跡で津波痕跡が見つかり、考古学者との共同研究が進んでいる（高田他, 2002 など）。もし、考古学の遺跡で津波痕跡が見つかった場合は、遺構・遺物を用いた年代推定も可能である。

7. おわりに

日本の考古学は、1980年代から自然科学との融合の機運が高くなり、骨の考古学・トイレの考古学・年輪年代学・地下探査・須恵器の産地特定などの分野が注目されている（田中・佐原編, 1994 など）。「地震考古学」も、このような時代の流れの中で誕生したとも言える。

私の場合、活断層に関する大きなプロジェクト研究に加わっていたものの、遺跡の地震痕跡研究は偶然の出会いから始まった。そして、考古学の研究者たちが、予想をはるかに上回る関心を示してくれたことが研究の進展を促した。地面を広く掘り下げるには膨大な費用が必要だが、それを全国的な規模で行っている遺跡発掘現場の情報を得ることができれば、そこに行って観察することで多くの知見が得られる。大きな予算も必要なく、異なる分野の研究者たちとの良好な人間関係が、なにより大切だった。

この研究を進められたのは、地質調査所が自由な発想を大事にしてくれたからである。新しい研究の種子は、いつどこで発芽するか予想が立たない。それを大切に育てるのは、研究者が所属する組織の見識とも言える。地質調査所・産業技術総合研究所に勤めて良かったと思うし、今後も、様々な視点を尊重し、根気よく見守る職場であってほしいと願っている。

文献

文化庁・奈良文化財研究所・奈良県立橿原考古学研究所・明日香村教育委員会（2017）

特別史跡高松塚古墳発掘調査報告. 221p.

地質調査所（1996）平成7年度活断層研究調査概要報告書. 地質調査所研究資料集 No. 259, 98p.

藤原 治（2015）津波堆積物の科学. 東京大学出版会, 283p.

釜井俊孝（2016）埋もれた都の防災学 都市と地盤災害の2000年. 京都大学学術出版会, 209p.

活断層研究会編（1980）日本の活断層—分布図と資料. 東京大学出版会, 437p.

神戸市教育委員会（2004）西求女塚古墳発掘調査報告書. 368p.

高知県教育委員会編（1989）後川・中筋川埋蔵文化財発掘調査報告書Ⅱ 風指遺跡・アゾノ遺跡. 94p.

小長井一男（2007）カヅマヤマ古墳のデジタル標高モデル. 明日香村教育委員会, カヅマヤマ古墳発掘調査報告書. 78-81.

埋文関係救援連絡会議・埋蔵文化財研究会編（1996）発掘された地震痕跡. 825p.

水野清秀・服部 仁・寒川 旭・高橋 浩（1990）明石地域の地質. 地域地質研究報告（5万分の1地質図幅）, 地質調査所, 90p.

寒川 旭（1988）地震考古学の提唱. 日本文化財科学会会報, 16, 19-26.

寒川 旭（1992）地震考古学 遺跡が語る地震の歴史. 中央公論社, 251p.

寒川 旭（2001）遺跡で検出された地震痕跡による古地震研究の成果. 活断層・古地震研究報告, No. 1, 287-300.

寒川 旭（2009）遺跡が語る巨大地震の過去と未来. Synthesiology, Vol. 2, No. 2, 91-100.

- 寒川 旭 (2010) 秀吉を襲った大地震 地震考古学で戦国史を読む. 平凡社, 277p.
- 寒川 旭 (2011) 地震の日本史 大地は何を語るのか 増補版. 中央公論新社, 276p.
- 寒川 旭 (2013a) 歴史から探る 21 世紀の巨大地震 揺すぶられる日本列島. 朝日新聞出版, 283p.
- 寒川 旭 (2013b) 地震考古学に関する成果の概要. 第四紀研究, 52, 5, 191-202.
- 寒川 旭・佃 栄吉・葛原秀雄 (1987) 滋賀県高島郡今津町の北仰西海道遺跡において認められた地震跡. 地質ニュース, 390, 13-17.
- 寒川 旭・岩松 保・黒坪一樹 (1987) 京都府木津川河床遺跡において認められた地震跡. 地震, 40, 575-583.
- 寒川 旭・菅本宏明・斎木 巖・内藤俊哉・藤井太郎 (1999) 阪神・淡路大震災以後に神戸市内で検出された地震の痕跡. 日本考古学協会第 65 回総会研究発表要旨, 161-164.
- 寒川 旭・宮崎康雄 (2001) 今城塚古墳で認められた地滑りの痕跡. 日本文化財科学会第 18 回大会研究発表要旨集, 24-25.
- 穴倉正展・澤井祐紀・行谷佑一・岡村行信 (2010) 平安時代の人々が見た巨大津波を再現する—西暦 869 年貞観津波—. AFERC NEWS, 16, 1-10.
- 高田啓太・佐竹健治・寒川 旭・下川浩一・熊谷博之・後藤健一・原口 強 (2002) 静岡県西部湖西市における遠州灘沿岸低地の津波堆積物調査. 月刊地球, 24, 736-742.
- 田中 琢・佐原 真編 (1994) 発掘を科学する. 岩波書店, 231p.
- 宇佐美龍夫・石井 寿・今村隆正・武村雅之・松浦律子 (2013) 日本被害地震総覧 599-2012. 東京大学出版会, 694p.

筆者略歴

寒川 旭 (Sangawa Akira)

1947 年香川県高松市生まれ

1979 年 3 月東北大学大学院理学研究科地学専攻博士課程修了 (理学博士)

1979 年 4 月通商産業省工業技術院地質調査所入所

2001 年 4 月独立行政法人産業技術総合研究所主任研究員

2007 年 3 月独立行政法人産業技術総合研究所定年退職

2007 年 4 月独立行政法人産業技術総合研究所招聘研究員

2012 年 4 月独立行政法人産業技術総合研究所客員研究員 (2016 年 3 月まで)

兼任 (2002 年 4 月～2004 年 3 月 東京大学生産技術研究所客員教授

2005 年 4 月～2008 年 3 月 京都大学防災研究所客員教授)

現在は国立研究開発法人産業技術総合研究所名誉リサーチャー

受理日：2019年5月7日
