

遺跡が語る巨大地震の過去と未来

— 境界領域「地震考古学」の開拓 —

寒川 旭

考古学の遺跡発掘調査で地震の痕跡が見つかることが多いが、従来は調査の対象とされずに見逃されていた。筆者は、1988年に「地震考古学」を提唱し、遺跡の地震痕跡を用いた研究方法を広く普及させた。これによって、考古学と地震関連分野との境界領域が開拓されて様々な成果が得られた。南海トラフで発生する巨大地震について過去2千年間の発生年代がわかり、次の発生を考える基礎資料となった。内陸の活断層による地震痕跡も数多く見出されており、京阪神・淡路地域では1596年慶長伏見地震での地盤災害が詳しくわかった。液状化現象についても、遺跡での観察結果から新しい知見が得られた。また、地震痕跡は一般市民にも理解しやすいことと、マスメディアにも取り上げられる機会も多いことなどにより、地震災害軽減のための活動へ大きく寄与している。

キーワード: 地震考古学、遺跡、地震痕跡、活断層、液状化現象、南海トラフ、伏見地震、阪神・淡路大震災

A study of paleoearthquakes at archeological sites

– A new interdisciplinary area between paleoseismology and archeology –

Akira Sangawa

Traces of paleoearthquakes have been found at many archeological sites in Japan. However, most of them have been neglected to date and not considered to be a subject relevant to archeological research. The author has studied these traces since 1988, naming this new study field “Earthquake Archaeology”. The field has become popular both in archeology and paleoseismology and many important and useful results have been gradually obtained. These developments will lead to a deeper understanding of the natural and cultural history of the earthquake-prone country, Japan. Most paleoearthquake phenomena present at archeological sites manifest as liquefaction, lateral spreading and landslides. Detailed geological observations may also contribute to a reduction in damage caused by big earthquakes.

Keywords: Earthquake archeology, archeological sites, trace of earthquake, active fault, liquefaction, Nankai Trough, Fushimi earthquake, Great Hanshin-Awaji earthquake

1 はじめに

地球の表面を被うプレートが押し合うことによって、地震を伴いながら細長い形で形成されたのが日本列島である。そして、この日本列島で暮らす人たちは、地震の被害を蒙り、生命の危険に曝され続けてきた。最近でも、2008年の6月14日に岩手・宮城内陸地震が発生しているが、1995年1月17日の兵庫県南部地震では6,434名の尊い命が失われた。

近い将来に目を向けると、東京周辺では首都圏直下型地震が懸念され、関東から九州にかけての太平洋沿岸地域では、東海地震・東南海地震・南海地震などの巨大地震が今世紀中に発生すると考えられている。

世界有数の地震国日本において、地震に関する対策は必須の問題であり、地震の場所・規模・時期に関する予知、さらに、被害予測と被害軽減対策などに関して、様々な視

点からの研究が行われている。一方で、地震研究の成果が社会に還元され、具体的に地震災害の軽減に結びつくためには、一般国民への地震の知識の普及も重要な課題である。

筆者は、地震の被害軽減を通じて社会に貢献することを目的として研究を進めてきた。日本列島に数多く分布する活断層を専門研究対象としているが、1986年以降、これまで地震研究と関連が無かった考古学の領域と連携した研究を展開するようになった。具体的には考古学の遺跡発掘調査で見つかる地震の痕跡を研究対象に取り入れることである。本稿では、このような研究の過程や成果の概要を紹介したい。

2 活断層に関する研究史

日本では、1960年代から、内陸地震を引き起こす原因と

産業技術総合研究所 関西産学官連携センター 〒661-0974 尼崎市若王寺 3-11-46
Kansai Collaboration center, AIST Nakoji 3-11-46, Amagasaki 661-0974, Japan E-mail : sangawa.a@aist.go.jp

Received original manuscript December 8, 2008, Revisions received January 23, 2009, Accepted January 28, 2009

しての活断層が本格的に研究されている。筆者は1970年代初めから活断層を対象として、関西圏を中心に、地形・地質学的手法を用いた研究を行った。当時は、知られている活断層も少なく、新たな活断層を認定して基本的な性質を調べる「活断層の発見と概査の時代」と言われている。

1976年、活断層に関わる30余名の研究者が活断層研究会を組織した。この研究会の目的は、日本列島各地に分布する活断層について、統一基準で個々の断層の性質を調べ、全体のカatalogを作成することである。筆者も、研究会の一員として、近畿・中国・四国地域を中心に調査を行った。4万分の1航空写真を活用して地形学的な見地から活断層の位置を推定し、地質調査によって断層の存在を確認する作業を行い、集成した成果が1980年に出版された^[1]。

1979年に通商産業省工業技術院地質調査所に入所したが、この年から『全国50万分の1活構造図』の編纂作業が始まり、調査を担当することになった。これは、日本全国を50万分の1の縮尺で15の地域に分割して、地質の概要と主要な活断層を記入したもので、地質調査所の構造図シリーズの一環として、1982年から1987年にかけて、15の地域が刊行された^[2]。

このような過程を経て、日本における活断層の全体像が概ね把握できるようになった。そして、研究者には、「活断層から地震が発生するメカニズムの追求」、「個々の活断層の性質をさらに詳しく探る」、「断層活動と地形形成の歴史を考える」など様々な視野から、一段階進んだ研究が求められるようになった。

3 新たな研究の展開

全国50分の1活構造図の編纂作業が終わりに近づいた頃、考古学の遺跡に注目することになったが、これは偶然に訪れた。

筆者は、琵琶湖に関する史料を収集する目的で、1986年の春、高島郡（現・高島市）今津町役場の町史編纂室を訪ねた。この時、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、発掘担当者と会話を交わ

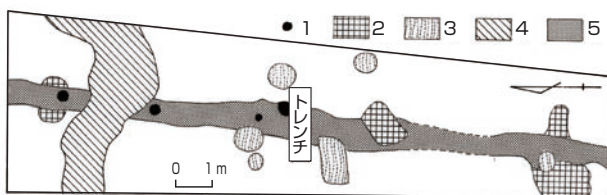


図1 北仰西海道遺跡で検出された地震の痕跡(文献^[3]に加筆)
1. 現代の杭跡 2. 土壇墓 3. 土器棺墓 4. 弥生時代の溝跡 5. 砂脈
トレンチと表記した箇所を掘削して液状化跡であることがわかった。

す機会があった。そして、発掘現場に砂の詰まった奇妙な割れ目が姿を現しており、過去の大地震と関わりを持つ存在ではないかという質問を受けた。

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として知られている。すぐに現場で確認すると、砂の詰まった幅約1mの割れ目が真っ直ぐに延びており、地面を掘り下げて地層の断面を観察すると、地下に堆積した砂層から砂が上昇して、割れ目の内部を満たしていることがわかった。つまり、この地域が激しい地震動に見舞われて、地下の砂層で液状化現象が発生し、上を覆う地層を引き裂きながら、地面に向かって噴砂が上昇した痕跡だった。

図1に示したように、縄文時代の古い墓は噴砂に引き裂かれていたが、新しい墓は逆に噴砂の上から設置されていることがわかった。引き裂かれた墓は地震より前、噴砂を覆う墓は地震より後となる。この遺跡で検出された墓は、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種類で、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った。これに基づくと、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、今から3千年余り前となった^[3]。

考古学の遺跡発掘調査で地震痕跡が見つかり、文字記録に無い地震が把握できたことに強い興味を抱いて、他の遺跡でも地震痕跡を探すことにした。京都府埋蔵文化財調査研究センターに問い合わせると、発掘調査中だった京都府八幡市の木津川河床遺跡にも同じような痕跡があるという情報を得た。

木津川河床遺跡では大規模な液状化現象が発生しており、幅1m前後の割れ目(砂脈)が地面を引き裂いて縦横に走っていた(図2)。ここ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、江戸時代の地層に覆われていたので、16世紀末頃の地震痕跡であるとわかった。

実は、1596年9月5日(文禄5年・慶長元年閏7月13日)に発生して京都などに甚大な被害を与えた慶長伏見地震に



図2 木津川河床遺跡の液状化跡
斜め方向に真っ直ぐのびる白い帯が砂脈(京都府埋蔵文化財調査研究センター発掘、寒川撮影)

ついて多くの文字記録が残されており、木津川河床遺跡の位置する八幡の集落でも家々がことごとく倒れたと書かれている。こうして、木津川河床遺跡では、記録に残る大地震が確かに存在した証拠を見つけることになった^[4]。

1986年当時の日本は経済の安定成長期で、交通網・居住地などの開発が盛んに行われていた。開発に伴って地下に埋蔵された文化財が破壊されることになり、これに対応する遺跡の発掘調査も膨大な件数に上っていた。この過程で、考古学の資料が蓄積され、土器などの遺物に関する編年作業が進み、個々の遺物の年代が精度良くわかるようになった。

しかし、遺跡の発掘調査の過程で、当然、見つかったはずの「地震の痕跡」に関しては、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姿を現しても、考古学的には理解できない現象として、地震の産物という認識がないまま、多くは見逃されてきた。仮に、担当者が地震に関わる現象と気づいても、ごくわずかの場合を除いて、調査方法がわからずに放置される状態であった。

筆者は、1987年7月に、つくば研究学園都市から、大阪府中央区の合同庁舎にあった地質調査所大阪出張所に転勤した。古代・中世に都が置かれた関西圏では遺跡調査が盛んで、考古学に対する市民の関心も高かった。その後は、地震の痕跡が見つかった遺跡に頻りに足を運んで発掘調査に加わった。そして、発掘調査を担当する考古学者から調査の方法や遺物の年代を教わり、逆に地震に関する基礎的な知識を解説することになった。

1987年11月には、古代学研究会の大阪における研究講演会で地震痕跡の実例と基礎的な調査方法を紹介した^[5]。参加者からは、過去の遺跡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、反響は大きかった。その直後、考古学者からのアドバイスで「地震考古学」という名前をつけることにして、1988年春に日本文化財科学会と日本考古学協会で、この分野を正式に提唱した^{[6][7]}。さらに、翌年には考古学研究会の学会誌に地震考古学の基礎的な調査方法を紹介した^[8]。

地震考古学という名称を用いたことによって、遺跡の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。遺跡の発掘調査の過程で地震痕跡が見つかった場合に、年代を絞り込み、さらに地震による人々への影響の痕跡などを検討する事例も増えた。そして、調査完了後に作成する遺跡報告書には、地震痕跡に関する詳しい記述がなされるようになった^[9]。

国立奈良文化財研究所（現・独立行政法人国立文化財機構奈良文化財研究所）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多くの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年度からは、講師として筆者が地震痕跡の調査方法を指導するようになった。

4 研究の特徴

人々が生活した痕跡が地下に豊富に埋蔵されている地域や、文化財として貴重な建造物（古墳など）が、1950年制定の文化財保護法に基づいて「遺跡」に指定される。遺跡には、住居跡や溝跡などの遺構や、皿・茶碗・副葬品・農機具などの遺物が豊富に埋蔵されており、遺跡が開発によって破壊される場合には、建設工事に先行して考古学的な発掘調査が行われる。

日本の考古学は遺構や遺物に関する年代編年が進んでいるので、遺跡発掘調査で地震痕跡が見つかった場合、年代のわかる遺構や遺物との前後関係を考えることによって、地震痕跡の原因となった大地震の年代を絞り込むことができる。特に、弥生時代後期以降に相当する最近の2千年間は、遺構・遺物の考古学的な編年と絶対年代が概ね確定しており、地震痕跡について詳しい年代の把握が可能である。

地殻変動の激しい日本列島では、相対的に沈降する地域が、河川や海から運ばれた土砂で埋積されて平野や盆地となる。私たちの祖先は、平坦で水の得やすい場所に生活の拠点を構えてきたので、遺跡の大半は平野と盆地に集中し、古い年代の遺構・遺物ほど下位に埋積されている。

大きな地震が発生した場合、地盤の軟弱な地域の被害が著しく、北仰西海道遺跡や木津川河床遺跡で紹介した液状化現象の痕跡が見つかることが多い。この現象は1964年の新潟地震で現代都市が大被害を蒙ったことで注目を集め、1995年阪神・淡路大震災でもライフラインなどに甚大な被害を与えた。そして、液状化現象によって、地下水と一緒に地面に流れ出す砂が噴砂である。

地下に堆積した柔らかい砂層では、砂粒の間に隙間があり、強く揺れると、隙間を小さくするように砂粒が動いて砂層が縮む。この時に、隙間を満たす地下水が圧縮されて水圧を高め、上を覆う地層を引き裂きながら噴砂を含んだまま地面に流れ出す。噴砂の痕跡を模式化した図3では、噴砂が引き裂いた地層が地震の前、噴砂を覆う地層が地震の後に堆積したことになる。遺構・遺物を検討しながら、両方の地層の年代を絞り込むが、この図のように、噴砂に引き裂かれた（地震以前の）地層の最上部の年代が7世紀、噴砂を覆う（地震以後の）地層の最下部が8世紀とすると、この噴砂が7世紀から8世紀にかけての年代に発生した大地震の痕跡とわかる。

日本では、過去千数百年にわたる文字記録が残されて

おり、地震被害に関する記述も多い。1891年の濃尾地震を契機に震災予防調査会が生まれ、この活動の一つとして地震記録の収集作業が行われるようになった。現在までこの作業が継続しており^{[10] - [12]}、最近では歴史地震研究会を中心に地震史料に関する学際的な研究も進んでいる。被害記録には地震の年月日や時刻が記載されているので、遺跡の地震痕跡と文字記録を対比することによって地震痕跡の生じた年月日がわかる。

地震の痕跡が確認されると、寺社の記録や貴族の日記などの記述が裏付けられる。また、文字記録の絶対数が急減する江戸時代より前では、大きな地震が存在しても記録として残されていないことが多いので、遺跡の地震痕跡によって記録の空白が埋まる。さらに、文字記録の無い古墳時代以前では、地震痕跡の存在が地震の発見になる。

このように、歴史地震の記録と対比することによって地震痕跡の年代の精度が高まる。逆に、地震痕跡の存在が、文字記録に基づいている歴史地震の信頼性を高め、記録の無い時代まで地震の歴史を遡らせることになる。

5 研究成果の概要

日本における遺跡発掘調査の大半が開発に伴って実施されるので、どこで、どのような地震痕跡が見つかるかは偶然に支配される。発見された痕跡に合わせて研究を進めることになるが、これまでに得られた成果^{[13] - [16]}の中から、いくつかを紹介する。

5.1 文字記録が無い時代の地震

文字記録が存在しない時代の地震が明らかになった例として、琵琶湖周辺地域を取り上げる。前述のように北仰西海道遺跡で縄文時代の地震痕跡が見つかったが、その後、琵琶湖北西部にある高島郡新旭町^{しんあさひちやう}の湖岸から250m沖合で、滋賀県文化財保護協会が湖底遺跡（針江浜遺跡^{はりえはま}）の発掘調査を行った。湖底を約1m掘り下げた段階で、

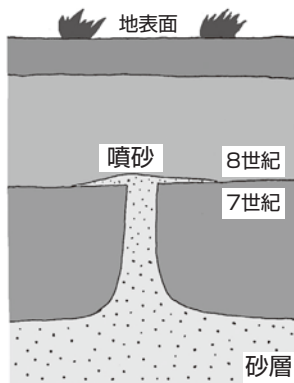


図3 液状化跡の模式図
図中の黄色の部分が砂

弥生時代中期の人たちが暮らしていた地面が見つかり、畦跡や耕作用具の他、横倒しになった柳の木々が検出された。この地面は、地下の砂層から流れ出した噴砂に覆われていたので、当時の湖岸にあった陸地が地震で水没し、その時の激しい地震動で液状化現象が発生したと考えられる。琵琶湖周辺の沖積低地では、同じ年代と考えられる液状化跡が他の多くの遺跡でも見つかっており（図4）弥生時代中頃の大地震で湖岸の一部が水没して琵琶湖周辺が激しく揺れた可能性が高い。

5.2 日本書紀に書かれた地震

地震という文字が最初に登場するのは『日本書紀』である。この中で、天武天皇7年条（679年）の筑紫地震に関しては、「地面が引き裂かれて、その広さが二丈（約6m）、長さが三千余丈（約10km）にも達し、どの村でも多くの民家が倒れた」と、被害が具体的に記述されている。しかし、『日本書紀』には歴史的事実の改ざんや中国史の模倣が多く、筑紫地震の記述についても検証が必要だった。

地震考古学誕生の1988年以降、当時の筑後国府跡を含む福岡県久留米市周辺の遺跡で地震痕跡が報告されるようになったが、7世紀後半の年代に限定されており、日本書紀に書かれた筑紫地震に対応した。そして、1992年には、久留米市東方で東西にのびる水縄断層帯^{みのう}の直上にある山川前田遺跡の調査で、この年代の断層活動の痕跡が見つかった。これらの結果、679年に水縄断層帯が活動して大地震が発生し、これが『日本書紀』に記録されたことが明らかになった。

『日本書紀』に登場する684年（天武天皇13年条）の地震は「夜の十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。

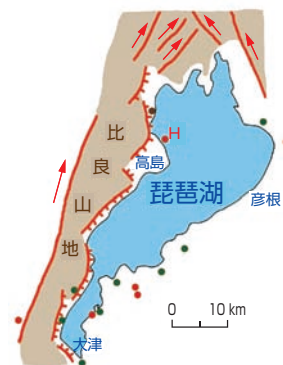


図4 琵琶湖周辺の地震痕跡

赤い線が活断層（ケバを示した側が相対的に下降し、矢印は横ずれの方向を示す）
緑色が中世から近世の地震痕跡を検出した遺跡、赤色が弥生時代の地震痕跡を検出した遺跡、茶色が縄文時代の地震痕跡を検出した北仰西海道遺跡、Hは針江浜遺跡

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しろう(約一千町歩)が没して海となった。波が押し寄せて、調みつぎ(税)を運ぶ舟がたくさん流失した」と詳しく記述されている。

畿内を含む広い地域が激しく揺れて、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のは、太平洋海底のプレート境界である「南海トラフ」で発生する南海地震の特徴なので、684年に南海地震が発生したことがわかる。

5.3 南海トラフの巨大地震

南海トラフの巨大地震について、図5に年表を示した。トラフを西からA～Eと5区分しており、AとBで南海地震、CからEにかけて東海地震が発生する。後者については、昭和以降ではCとDで東南海地震、Eで想定東海地震と区別される。図5に西暦で示したのは、684年の南海地震のように、文字記録からわかる発生年である。

史料の豊富な江戸時代以降では、大きな地震の場合は、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、史料の絶対数が激減するため、地震があっても記録が存在しないことが多い。図5に記入した西暦年代を見ると、江戸時代以降の地震の数が多くなるのはこの理由からである。

静岡県の浜名湖の東方に位置する袋井市の坂尻遺跡の調査では、7世紀中頃の住居跡が噴砂で引き裂かれていた。8世紀初めの建物群(郡衙)が噴砂の上に建築されていたので、7世紀後半に東海地域が激しく揺れたことがわかる。さらに、同じ年代の液状化跡が静岡市内の川合遺

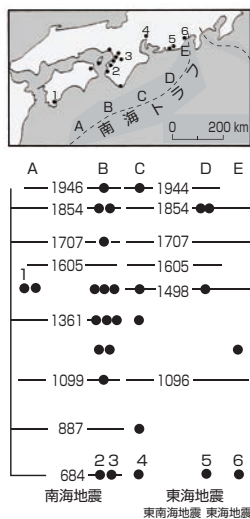


図5 南海トラフの巨大地震に関する年表(文献^[13]に加筆)
西暦年で示したのは記録からわかる発生年、●は遺跡で地震痕跡が見つかった遺跡
1. アゾノ遺跡、2. 川辺遺跡、3. 酒船石遺跡、4. 田所遺跡、5. 坂尻遺跡、6. 川合遺跡

跡、愛知県の田所遺跡で見つかっており、『日本書紀』に書かれた684年の南海地震と同じ頃に東海地震も発生した可能性が高い。また、684年の南海地震については、和歌山市の川辺遺跡や、奈良県の酒船石遺跡で対応する地震痕跡が確認されている。

一方、1498年に東海地震が発生したことが記録されているが、南海地震を示す史料は存在していなかった。しかし、1989年以降、四国の高知県四万十市のアゾノ遺跡や徳島県板野町の遺跡で、次々に15世紀末頃の液状化現象の痕跡が発見されたので^{[9][17]}、この年代に四国全体が激しく揺れる南海地震も存在したことがわかる。

このように、文字記録から考えられる地震の西暦年の他に、両地震のものと考えられる地震痕跡を図に書き込むと、南海トラフからの巨大地震は、かなり一定した間隔で、ほぼ同時、あるいは連続して発生している。

5.4 慶長伏見地震の全体像を探る

一方、大阪平野周辺では内陸地震の痕跡が数多く見つかっている。その大半が、中世の地層を引き裂き、近世の地層には被われているので、木津川河床遺跡と同様に1596年慶長伏見地震によると考えられる(図6)。地震痕跡には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が見られる(図7)。また、六甲山地南麓の住吉宮町遺跡などでは、液状化現象に伴って地盤が横方向に流れ動いた側方流動の痕跡が見ついている。高槻市の今城塚古墳や神戸市の西求女塚古墳では、古墳の墳丘が地滑りで大きく変形していたが、滑り落

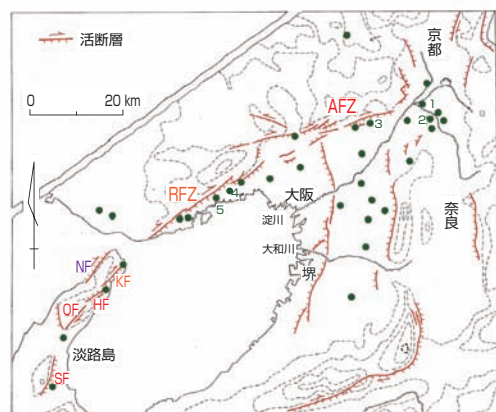


図6 伏見地震によると考えられる地震痕跡(文献^[16]に加筆)
●で示したのが、伏見地震の痕跡が見つかった遺跡
1. 木津川河床遺跡、2. 内里八丁遺跡、3. 今城塚古墳、4. 住吉宮町遺跡、5. 西求女塚古墳
1995年兵庫県南部地震で活動したのが、NF:野島断層、1596年伏見地震で活動したのがAFZ:有馬-高槻断層帯、HF:東浦断層、OF:野田尾断層、SF:先山断層、伏見地震で活動した可能性が高いのが、RFS:六甲断層帯、KF:楠本断層

ちた墳丘盛土が覆い被さった地層の年代から慶長伏見地震の痕跡とわかった。

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、後述のように、活断層の発掘（トレンチ）調査から、この地震が有馬-高槻断層帯や淡路島の活断層などによって引き起こされたことがわかった。

慶長伏見地震の場合、活動した断層が判明し、文字記録から城郭・寺社・民家の被害がわかる。これに遺跡の地震痕跡から把握でき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できる。

5.5 液状化現象に関する新発見

1964年の新潟地震以降に液状化現象が注目されるようになったが、地面に流れ出した噴砂については、地震発生直後に誰もが観察できる。しかし、噴砂を供給した本来の砂層や、地下を上昇する過程の噴砂についての知識は乏しく、従来は地下のボーリング調査資料からの推測に留まっていた。しかし、遺跡で液状化跡が見つかった場合、地下を掘り下げて地層の断面を観察できるので、これまで不明だった次のような基礎的な事実が把握できるようになった。

例えば、液状化現象が発生した際に噴砂を供給した砂層の深さについて、ほとんどが数10 cmから2 m程度であり、一般的に考えられていたよりも浅い位置であった。また、液状化現象は砂層で発生すると考えられていたが、礫（小石）の比率の多い砂礫層が液状化して大量の礫が砂脈内を上昇した事例も遺跡で見つかっている。図8は琵琶湖湖底の針江浜遺跡で観察された液状化現象の痕跡である。礫を多く含む砂層で液状化現象が発生しているが、地下水

と一緒に砂や礫が上昇する際に大きな礫は取り残されている。この場合、地表での観察だけで判断すると、礫を含まない砂層で液状化現象が発生したことになるが、実際は、そうではない。このように、液状化現象が発生した地層が流動して、噴砂が地上に達するまでを連続的に観察することによって基礎的な知識が得られる。

6 阪神・淡路大震災

1995年1月17日の兵庫県南部地震は、地質調査所1990年発行の5万分1地質図幅「明石」に示した野島断層の活動によって生じた^[18]。この断層の位置や活動の様式は図幅の説明書に正しく記載していたが、説明書執筆時は将来の活動時期を考察し、その断層の活動によりもたらされる地震災害の規模を予測できる段階には達していなかった。

阪神・淡路大震災を契機として活断層の重要性が認識され、政府の組織として、当時の科学技術庁（現・文部科学省）に地震調査研究推進本部が設置された。そして、全国の主要な活断層について、正確な位置や活動の性格、さらに、これまでの活動履歴を調べて将来の活動を確率的に予測し、活動によりもたらされる地震動の大きさ・広がりをも予測する国家的プロジェクトが開始された。これを工業技術院地質調査所や科学技術庁・全国の自治体・大学が分担して調査研究を実施した。

京都盆地南西部から大阪平野北縁を通して淡路島に至るまで、多くの活断層が帯のように連なっており、その中の野島断層（図6のNF）が主に活動して兵庫県南部地震を引き起こした。大震災の直後から、もし他の活断層が長い間活動していなくてエネルギーが十分に蓄積されているなら、今回の地震と連動する形で、さらに大きな地震が近いうちに発生するのではないかという懸念が持ち上がり、大阪平



図7 内里八丁遺跡の液状化跡
（八幡市教育委員会発掘、寒川撮影）

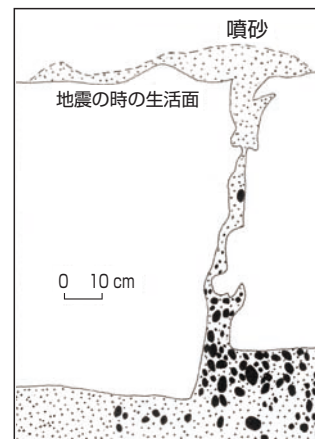


図8 針江浜遺跡の液状化跡
砂礫層で液状化現象が発生しているが、大きな礫は地面まで達していない。

野北部に居住する多くの市民に不安が広がっていた。

しかし、京阪神・淡路全域の多くの遺跡から1596年の慶長伏見地震の痕跡が見つかっており(図6参照)、この資料に基づけば、懸念される活断層が399年前の地震で活動していたことになる。さらに、1995年度に地質調査所が実施した活断層のトレンチ調査によって、有馬-高槻断層帯(図6のAFZ)など、大阪平野北縁から淡路島東岸にかけての多くの断層が慶長伏見地震で活動していたことが明らかになった^[19]。有馬-高槻断層帯のもう一つ前の活動が3千年前頃というトレンチ調査の結果^[19]も合わせて、「兵庫県南部地震に続いて、京阪神地域を壊滅させるほどの大型地震が発生する」という懸念は解消されることになった。

一方では、阪神・淡路大震災によって、寺院や神社の建物が倒壊して仏像などの文化財が被害を蒙り、展示していた考古学の遺物の多くが破損したため、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性が叫ばれるようになった。

被害の著しかった阪神・淡路地域では迅速な震災復興が必要となったが、この事業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、発掘調査支援のために兵庫県下に派遣されることになり、地元の考古学者たちと共同で遺跡調査を担当することになった^[20]。

各地から被災現場に派遣された考古学者たちは、この震災での被害を詳しく知り、地震に関する基礎的な知識を学んだ。さらに、阪神・淡路地域の遺跡を発掘する過程で、慶長伏見地震の痕跡が数多く発見されたので^[21]、これまで地震痕跡に接することの無かった人たちも基礎的な調査方法を習得することになった。

このような地震痕跡に対する関心の高まりを受けて、全国の考古学者が分担して地震痕跡のカタログ「発掘された地震痕跡」を編集・刊行した^[22]。さらに、季刊「古代学研究」は毎号で地震痕跡を特集する企画を開始して現在も継続している^{[17][23]}。

前述の50万分の1全国活構造図シリーズについては、阪神・淡路大震災で注目された「京都」地域が全面的に改定されて第2版が刊行された。この中の「古地震データ図」には、慶長伏見地震や、南海トラフからの巨大地震の痕跡などが、対応する地震がわかるように色分けして表示されている^[24]。

7 今世紀の地震に向けて

兵庫県南部地震の直後、被災地で多くの人たちと接したが、ほとんどの市民が「関西には地震が無い」と思ってい

たことは大きな衝撃だった。現実には、この地域には活断層が多く、約400年前の慶長伏見地震でも甚大な被害を蒙っている。同時に、研究者レベルで持ち合わせている地震の知識が広く市民に伝わっていたら、被害も軽減されたであろうという思いを強くした。

南海トラフからの巨大地震について、文字記録に地震痕跡の資料を加えて作成した年表(図5)によると、21世紀、それも中頃までに南海地震・東海(東南海)地震が発生することがほぼ確実となる。さらに、これらの巨大地震が、同時、あるいは、連続して発生する可能性が高いと考えられる。これに加えて、南海地震などが発生する数10年前から地震の多くなる時期(活動期)が存在し、兵庫県南部地震以後、この時期に入ったと言われている^[25]。

このように、今世紀に入って、地震に対する対策が、ますます重要視されており、研究・行政諸機関もこれに取り組んでいる。このような流れの中で、一般市民への普及活動に遺跡の地震痕跡を活用することが特に有効であると思われる。

一例として、奈良県南部の飛鳥にある高松塚古墳を挙げる。この古墳の石室で1972年に発見された極彩色の飛鳥美人の壁画は考古学ブームの火付け役となった。最近の調査で、高松塚古墳の墳丘には地割れが多く刻まれ、石室にも亀裂が及んでいることがわかった^[26]。原因は、南海トラフから繰り返し発生した巨大地震である。2006年になって、壁画の劣化を防ぐ目的で石室が解体され、この作業に伴う発掘調査の成果が、連日、新聞・テレビで報道された。これに合わせて、高松塚古墳を傷つけた地震痕跡の報道も行われ、多くの市民が「南海トラフの巨大地震が近づいており、飛鳥は言うまでもなく、広い範囲が大きな揺れに見舞われる」という知識を得た。

一般市民は地震のメカニズムなどについて難解というイメージを抱いている。しかし、遺跡に現れた地震痕跡を見ることによって、自分が住んでいる地域で過去に大地震が存在し、このような地変が刻まれたという事実を容易に理解できる。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、多いときには数万人規模の人たちが訪れる。地震考古学の提唱以来、地震痕跡も見学の対象になり、その都度、報道されているので啓発としての効果は大きい。

筆者は講演・イベントなどで、一般市民を対象にして地震の話をする機会が多い。この時に、遺跡や歴史と関連づけることが、地震に対する関心が低かった人たちへの啓蒙を容易にしている。最近では、小学校などの生徒を対象にして地震の授業を行う機会も増えたが、親しみやすい遺跡の地震痕跡などを教材に用いることが学習効果を高めている。

この研究を始めてから20年余が経過したが、遺跡の調査で見つかった地震の痕跡を調査対象とする意識が考古学者の間に浸透し、基礎的な調査方法も普及している。この意味では、当初の目標は達せられたと思う。この分野に関する一般市民向けの普及書も執筆した。特に、1992年に出版した著書^[13]で、研究成果の紹介とともに、遺跡の地震痕跡の調査法を示したが、これによって、多くの読者が地震考古学に関心を持つことになった。さらに、縄文時代以降の日本における地震の歴史の紹介も試みた^[16]。

地震に関連した諸分野、特に地質学・工学関係の研究者に対しても、一見無関係に見える考古学の遺跡が研究対象になり得るという意識が浸透しつつあり、新たな視点からの研究が行われるようになった。

著者は東京大学生産技術研究所・京都大学防災研究所の客員教授などを兼任したが、この間にも地震工学・地盤工学などの研究者と連携して研究を行っている。

一例として、静岡県元鳥遺跡では、先述の針江浜遺跡の事例のように、液状化現象が発生した砂礫層から砂だけが噴砂として流れ出した痕跡を観察できた^[27]。この他、液状化現象に関して、遺跡から得られた様々な知見が、工学関係の研究者にも広く普及しつつある^[28]。

また、地滑りによって墳丘の盛土が滑り動く様子が連続的に観察できた今城塚古墳では、数値解析などを含めた共同研究を行った^[29]。この他、西求女塚古墳・高松塚古墳などでも、工学系の研究者とともに地滑りや地割れの痕跡を研究している^{[30]-[32]}。

今後、遺跡を用いた研究が進展することに期待しつつ、成果のさらなる普及・啓発に尽力したい。

参考文献

- [1] 活断層研究会編：日本の活断層 分布図と資料，東京大学出版会，東京（1980）。
- [2] 通商産業省工業技術院地質調査所編：1:500,000全国活構造図シリーズ（1982-87）。
- [3] 寒川 旭，佃 栄吉，葛原秀雄：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（1987）。
- [4] 寒川 旭，岩松 保，黒坪一樹：京都府木津川河床遺跡において認められた地震跡，*地震*，2（40），575-583（1987）。
- [5] 寒川 旭：考古学の研究対象に認められる地震の痕跡，*古代学研究*，116，1-16（1988）。
- [6] 寒川 旭：地震考古学の提唱，*日本文化財科学会会報*，16，19-26（1988）。
- [7] 広瀬和雄，寒川 旭，藤永正明：遺跡から発掘された地震跡—東大阪市西鴻池遺跡を中心として—，*日本考古学協会第54回総会研究発表要旨*，72-75（1988）。
- [8] 寒川 旭：地震考古学の展望，*考古学研究*，141，95-112（1989）。
- [9] 高知県教育委員会：後川・中筋川埋蔵文化財発掘調査報告書Ⅱ，*風指遺跡・アヅノ遺跡*（1989）。
- [10] 文部省震災予防評議会編：増訂大日本地震史料，全3巻（1941-1943）。
- [11] 東京大学地震研究所編：新収日本地震史料，全5巻・別巻・補遺・続補遺（1981-1994）。
- [12] 宇佐美龍夫：最新版日本被害地震総覧[416]-2001，東京大学出版会，東京（2003）。
- [13] 寒川 旭：地震考古学 遺跡が語る地震の歴史，中央公論社，東京（1992）。
- [14] 寒川 旭：遺跡に見られる液状化現象の痕跡，*地学雑誌*，108，391-398（1999）。
- [15] 寒川 旭：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*，産業技術総合研究所地質調査総合センター，1，287-300（2001）。
- [16] 寒川 旭：地震の日本史 大地は何を語るのか，中央公論新社，東京（2007）。
- [17] 菅原康夫：徳島県下の遺跡にみる地震の痕跡，特集 地震の考古学13，徳島県，*古代学研究*，145，26-29（1999）。
- [18] 水野清秀，服部 仁，寒川 旭，高橋 浩：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（1990）。
- [19] 地質調査所：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*，259（1996）。
- [20] 阪神・淡路大震災と埋蔵文化財シンポジウム実行委員会編：震災を越えて「阪神・淡路大震災と埋蔵文化財」シンポジウムの記録，株式会社エビック（2001）。
- [21] 寒川 旭，菅本宏明，齋木 巖，内藤俊哉，藤井太郎：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65回総会研究発表要旨，161-164（1999）。
- [22] 埋文関係救援連絡会議・埋蔵文化財研究会編：発掘された地震痕跡（1996）。
- [23] 服部敏之：愛知県の地震と遺跡，特集 地震の考古学12，愛知県，*古代学研究*，144，52-61（1998）。
- [24] 寒川 旭，佐竹健治，関口春子，水野清秀，杉山雄一：古地震データ図.50万分の1活構造図「京都」（第2版）説明書，産業技術総合研究所地質調査総合センター，17-19（2002）。
- [25] 尾池和夫：活動期に入った地震列島，岩波書店，東京（1995）。
- [26] 寒川 旭：地震の痕跡について，独立行政法人文化財研究所奈良文化財研究所，*高松塚古墳の調査*，44-47（2006）。
- [27] 寒川 旭，小長井一男，伊藤寛倫：元鳥遺跡で検出された液状化現象の痕跡，*「元鳥遺跡」Ⅱ*，213-221（2005）。
- [28] 小長井一男：地盤と構造物の地震工学，東京大学出版会，東京（2002）。
- [29] 伊藤寛倫，小長井一男，沼田宗純，山口直也，寒川 旭：古墳に残された地震地すべり痕跡の工学的調査，*第27回地震工学研究発表会*（2003）。
- [30] 釜井俊孝：墳丘における地すべりのメカニズム，*西求女塚古墳発掘調査報告書*，235-236（2004）。
- [31] 釜井俊孝：カヅマヤマ古墳の基礎地盤と地震応答解析，*カヅマヤマ古墳発掘調査報告書*，97-100（2007）。
- [32] 三村 衛，石崎武志：墳丘の土質・地盤調査，独立行政法人文化財研究所奈良文化財研究所，*高松塚古墳の調査*，40-43（2006）。

執筆者略歴

寒川 旭（さんがわ あきら）

1979年3月東北大学大学院理学研究科博士課程修了（理学博士）、同年4月通商産業省工業技術院地質調査所入所。2001年4月産業技術総合研究所主任研究員。2007年4月より同所招聘研究員。この間、2002年4月から2004年3月まで東京大学生産技術研究所客員教授、2005年4月から2008年3月まで京都大学防災研究所客員教授。主に活断層の研究に携わり、1988年に地震考古学を提唱してからは考古学との境界領域の研究を行っている。平成12年度工業技術院長賞受賞。



査読者との議論

議論1 「地震考古学」の普及活動について

質問・コメント (佃 栄吉:産総研研究コーディネータ)

寒川さんの研究成果は、広く社会に認知されマスコミからも継続的に注目され、マスメディアを通して地震災害軽減の普及に貢献されていると思います。地震研究は近年急速に進歩していますが、本格研究として成果が社会に還元され実際に地震災害軽減に結びつくためには、一般国民の地震に対する理解の向上が不可欠で、正しい理解のもとでの長期的(地震に強い住環境など)対策、短期的(地震発生直後)行動に結びつく必要があります。寒川さんの研究はまさに、本格研究として地震災害軽減分野において、非常に重要な貢献だと思います。マスメディアとの連携の経験を通じた普及活動について、ご意見を開陳していただければと思います。

回答 (寒川 旭)

ご指摘のとおり、マスメディアを通じた普及活動は重要と思います。研究者の講演・著書で専門的な知識を市民に正確に伝えることができますが、多くの人に伝えるという点では新聞・テレビ・ラジオ報道に比べて格段の差があります。その意味で、マスメディアは、研究者と一般市民を繋ぐ架け橋の役割を担っており、研究成果などを広く伝えてくれる大切な存在です。取材があった場合には、十分な説明を行って、こちらの意図が正しく伝わるように心がけていますし、必要に応じて専門的な知識をわかりやすく解説して質の高い報道にしてもらえよう努力しています。産業技術総合研究所、特に、私の身近で地震に関わる研究を手がけている地質調査総合センターの方たちも取材に対しては丁寧に対応していると感じています。

日本列島で暮らす限り、地震に遭遇して命を奪われる可能性がありますから、誰もが地震に関する必要最小限の知識を持つ必要があります。しかし、積極的に知識を得ようとしている人たちは多くありません。地震を難しい現象と考えて、敬遠しがちな人々への普及活動こそが大切と思っています。このための手段の一つとして、一般市民にとって興味を持ちやすいテーマとセットにした啓発を心がけています。古墳などの文化財や歴史上の有名な出来事などと、地震との接点を見つけて、関連づけて報道してもらおうと啓発の効果が高まります。

議論2 「地震考古学」の構成プロセスについて

質問・コメント (小野 晃:産総研副理事長)

考古学と地震学とを融合した優れた研究で、新たな研究領域の創出に成功していると思います。異なる2つの学問領域からどのような過程を経て新しい融合領域を創出したかを図なども用いて説明していただけないでしょうか。

回答 (寒川 旭)

図aを作成してみました。考古学と地震学の融合ということですが、地質学の方法論を主体とした地震学ですので、図の左で地震学の下に地質学と小さく併記しました。

考古学の遺跡調査では、地表面から下に向かって発掘を進めて遺構と遺物を掘り出し、考古学的手法によって年代を求め、古記録や古文書との対比を行います。この結果、その地域の歴史に新しい知見を加えることになります。

地震学は、含まれる分野も方法論も多岐にわたるので、図aでは項目として研究対象を挙げました。プレート境界、活断層のように地震が発生する場所。さらに、液状化現象や地滑りのように地震によって生じる地変。両方の研究が進展することが、地震の予測や被害の軽減にとって必要です。

地震考古学では、遺跡で地震痕跡が見つかった時がスタートです。遺構・遺物の年代を用いて地震痕跡の年代を求め、資料を蓄積して地震史を組み立てます。最近では活断層の履歴調査が進展していますが、断層活動に対比できる地震痕跡も多く見つかります。プレート境界・活断層について、それぞれの地震発生史が、将来の発生を予測するための基礎資料となります。一方、液状化現象については砂が流れ動いた痕跡を観察することで新たな知見が得られます。古墳などのように、本来の形がわかる建造物の地滑り痕跡は、地滑りのメカニズムを考えることに役立ちます。

考古学では、地震痕跡そのものが、かつては、意味不明な謎の存在でした。また、地震痕跡が生じた年代を境に集落が消滅・衰退し、湖底から過去の生活を示す遺構が掘り出される、奇妙な形の古墳が存在するなど、考古学の謎のいくつかは、地震という概念を取り入れることで解決できます。また、地震痕跡が豊富で、地震の全体像がよくわかる場合、例えば、679年筑紫地震、1596年慶長伏見地震などは、地震痕跡が西暦年月日を示す指標として、逆に、考古学の細かな年代推定に役立ちます。

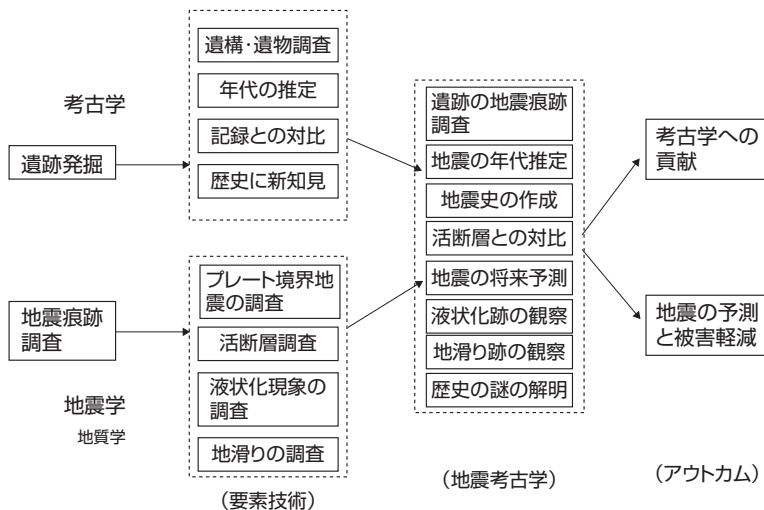
議論3 液状化以外の地震痕跡について

質問・コメント (小野 晃)

本論文では遺跡に対する巨大地震の痕跡として主として液状化現象が述べられていますが、その他の痕跡もあるのでしょうか。

回答 (寒川 旭)

遺跡の調査では液状化現象の痕跡が特に多く見つかります。液状化現象は地下水の豊富な柔らかい砂層で発生します。私たちの祖先は水の豊かな平野地域を生活の拠点としていますから、居住地の周辺でこの現象の痕跡が多く見つかります。そして、液状化現象で地面に流れ出した噴砂の痕跡によって地震の年代を特定することができます。



図a 地震考古学における構成のプロセス

す。その他、少し小高い位置に造られることの多い古墳などでは地滑りや、地震動に伴う地割れが見つかります。679年筑紫地震のように、地震を引き起こした活断層の真上で遺跡調査が行われて、断層活動の証拠が見つかることもあります。

議論4 地震の規模の推定について

質問・コメント（小野 晃）

図5は南海トラフの過去の巨大地震を示していますが、地震考古学の手法で推定できる地震の規模（マグニチュード）ほどの程度のものでしょうか。

回答（寒川 旭）

どこかの遺跡で地震痕跡が見つかった場合、その場所の震度については考察できます。同じ地震の痕跡が広い範囲の複数の地点で見つかり、激しい震動を被った地域の広がりがあり、地震の規模も推測できるようになります。南海トラフの巨大地震の場合、文字で書かれた被害の記録が豊富なため、それを参考にして、規模などを考えることになります。最近では、津波の痕跡の研究が進んでおり、津波の痕跡からも巨大地震発生の履歴がわかるようになっています。強震動と津波の両面から把握できることが望ましいと思います。

議論5 外国の地震への適用について

質問・コメント（小野 晃）

外国で起きた地震に対しても地震考古学を適用することは可能とされますが、日本と比べて異なる点はありますか。

回答（寒川 旭）

日本は世界でも特に発掘件数が多く、考古学の編年が進歩してい

ます。人口密度が高いですし、家屋などが木で建築され、壊れやすい土器や陶磁器を使っていることが、生活更新のサイクルを短くして、細かな編年を可能にしています。また、過去千数百年におよぶ膨大な文字記録があり、これとの対比が考古学的な編年の精度を高めています。もちろん、世界有数の地震国ですし、水の豊富な平野に住んでいるので、液状化現象の痕跡も沢山見つけられます。ですから、考古学と連携して地震の歴史を調べるには最も適した国土と言えます。日本と同じようにはいかないかもしれませんが、遺跡を使って地震を調べるという視点は、どの国にでも当てはまりますので、その国の状況に合った手法を考えながら、適用することは可能だと思います。

議論6 文系と理系との分野融合について

質問・コメント（小野 晃）

地震考古学は、文系と理系という相当の距離がある2つの学問を取り扱っている融合領域と考えられます。古文書の解読などは理系研究者に対して困難な要因にはなりませんでしたか。その他文理融合における要点があればお聞かせください。

回答（寒川 旭）

古文書・古記録を読むことは理系研究者にとってかなり困難な事柄だと思います。ただ、日本では明治以降に、地震に関する古記録の収集が進んで活字化されていますので、ある程度まではわかります。私自身は、考古学はもちろんですが、国文学や日本史が好きなので、古文書・古記録を読むことは、結構、楽しいものです。ただ、専門的な訓練を受けていないので、そのハンディはありますが、読み慣れるに従って理解が進んできたように思います。いずれにしろ、文理融合に関しては、相手方の分野を好きになるのが必須の条件だと思います。