

# 地震考古学データベース(GIS)の開発と 災害考古学の展望

河野一隆

九州国立博物館

## 1. はじめに

伝統的な考古学研究の主題は、資源の獲得と環境適応、国家の形成と社会の複雑化、戦争などの現代的課題を密接に反映して選択されてきた。考古学の学問的な特質は人間社会を長期的視点から俯瞰することが出来る点にある。生物としての人間は、多様に変異する自然環境への適応からはじまった。多彩な道具を始めとする適応手段の発明は、自然環境を人間による征服の対象へと換え、都市という人為環境を作り出し、産業革命以後の工業社会は人間までも疎外の対象へと換えつつある。さらに現在では、20世紀後半にはじまる空間情報科学革命によって、時間と空間の観念によって規定される人間存在のあり方にも大きな変化をもたらそうとしている。考古学の分野の多彩化においても、過去の社会の再構成がますます精巧に深化してきたことは改めて述べるまでもないようだ。

しかし、現在も頻発している自然災害に対する追求についてみると、考古学的な証拠から裏付けられる例は多くはない。それは、考古学研究の射程が人間社会の長期持続の変化を対象とするのに対し、一瞬でしかない災害は捕まえにくいからだと考える。たとえば、遺跡調査で災害に被災した痕跡が検出されたとしても、その災害が起こった時点で同時に集落が存在したか否かの証明は難しい。災害は、人間社会との相関ではじめて規定されるものであり、それが無ければ自然環境の変化でしかない。その証明が、災害考古学の研究の前提となるだろう。下山覚によると、主に火山被災を中心とした視点であるが、災害考古学の研究の方向は4つに大別することが出来るという。第1は層位学に基づいて年代学的なアプローチを行うもので、降下火山灰の年代学的な有用性の認識に立っている。第2は降下火山灰の上下層の考古資料の差異に着目して、文化の異同を問うものである。第3は、災害に伴う堆積物などによって埋没した集落などの共時における構造を理解するものである。第4は災害のプロセスに応じて災害がもたらす影響を復元し、さらに抽象的な理論構築(災害遺跡の多様性とその抽象化、災害とその評価、適応、そして文化変化についての理論化)を行うものである。そして、先に述べたように災害考古学の対象とは、火山災害・地震・洪水など地形や景観などの変化を伴い、考古資料に遺存するものが対象となる。しかし、発掘調査の現場で災害考古学の対象物を検出したとしても、その被災レベルは多様であることは言うまでもない。

## 2. 災害考古学とGIS

かりにある災害(地震、火山災害、火災でも良いだろう)によって、広域の被災地が発生したとしよう。発掘調査で検出される災害痕跡は、そのほんの一部でしかない。近世考古学は災害考古学的な検討が最も進んでいる分野であるが、災害都市江戸の実態を発掘調査のデータから復原する研究が進められている。江戸の災害は史料に書き留められているので、それと対照することで実証的な検討が可能である。一方、火災のような一過性的な災害ではなく、長期的な環境変化が看取される例もある。しばしば報告される検出事例は、洪水砂によって水田が埋没し、繰り返して水田耕作がなされているうちに、自然堤防化して畑作地に景観が変貌することである。環境と人間社会の長期的変遷は、主に沖積地のような微細環境の転変が激しい遺跡にパックされている。このような古環境情報と考古学情報とが複合した過去の長期持続的な景観変遷を表現するためには、GISによる時系列変化が最も有効であるが、どのような条件を入力して望ましい成果が得られるかはGISシステムとの整合性が図られるべきだろう。このような問題意識に立った場合、遺跡から検出された地震痕跡はGISの対象に相応しいと考える。これが、地震考古学データベースを企画した理由である。

## 3. 地震考古学とは何か

地震考古学は災害考古学の中でもめざましい成果を挙げている分野の一つである。地震考古学とは、寒川旭氏が提唱する、遺跡調査の過程で検出される地震痕跡から歴史地震の実態を究明しようとする考古学の一領域だ。

発掘調査によって検出される地震痕跡とは何か。それは、地滑り・横ずれ・断層・噴砂などが挙げられよう。まず、地滑りが検出した代表的な遺跡として、兵庫県西求女塚古墳・奈良県赤土山古墳が挙げられる。西求女古墳は全長98mの前方後方墳であるが、1596年に京都の伏見(指月伏見)城を倒壊させた伏見地震により、墳頂部が約2m陥没し、後方部の堅穴式石室が棺床を残して壁体の大半が大きく崩壊した。赤土山古墳は、後方部の側線が直線的だったので今まで前方後方墳と考えられてきたが、地滑りによる滑落崖であることが判明した。この地滑りは大規模かつ、築造後に時をおかないで発生したと考えられ、埴輪が樹立した状態で埋没していた。しかし、地震の特定は出来ていない。横ずれの代表的として、丘陵頂部に築かれた京都府通り3号墳第1・2主体部は、墓壙が大きく横ずれして片側はずれ落ちていた。これは1927年に発生し、北近畿地方に甚大な被害をもたらした丹後地震によるものと考えられている。断層が発掘調査で検出されることは少ないが、古墳などの大型遺構が変形を被っている例は知られている。例えば、大阪府古市古墳群の盟主的位置を占める誉田御廟山(応仁陵)古墳では、墳丘の片側が大きく崩落しているが、活断層上に築造されたためと言う。また、継体陵と考えられる今城塚古墳でも地震による変形が指摘されている。噴砂は最もよく見られる地震痕跡である。



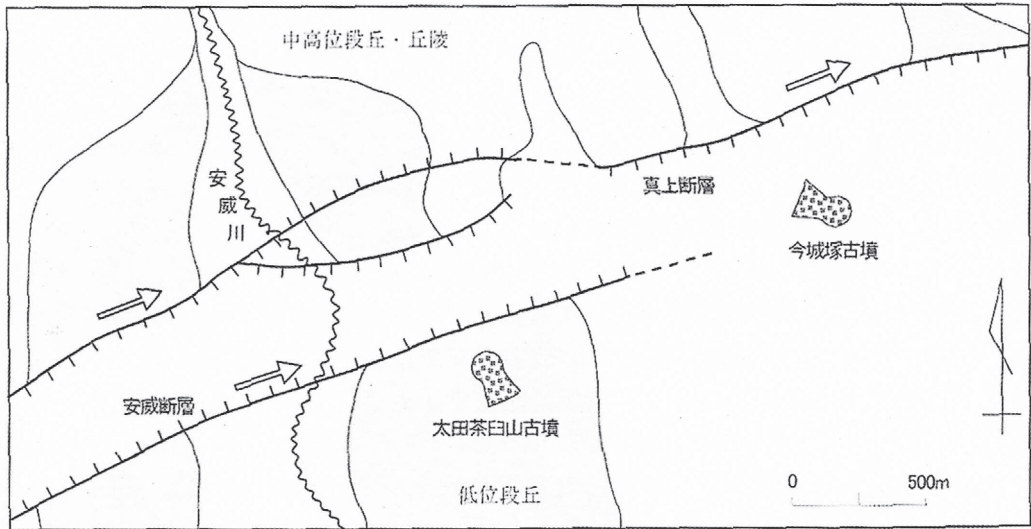


図1 今城塚古墳周辺の活断層 (参考文献の寒川2004より)

これは、遺構面の下に含水率の高い砂層がある場合に、地震の振動によって砂層が液状化し、上層の遺構面を突き破って下層の砂層が噴出する現象である。発掘調査によって地震痕跡が最初に検出された京都府木津川河床遺跡で注意が喚起され、その後、沖積地の遺跡を中心に発掘調査で報告されるようになった。噴砂が注目されるのは、切り合いによって地震の時期が限定されることである。つまり、地震の発生時期は噴砂が引き裂いた層よりも新しく、噴砂を覆っている層よりも古い。しかし、上層は地震後に整地または侵食されていることが大半だから、多くの事例では地震の発生時期は下限を示すに過ぎない。

#### 4. 中越地震と阪神大震災

たとえば、近年マスコミでも大きく取り上げた、2つの地震を取り上げてみよう。2004年10月23日に新潟県川口町を震源地として発生した震度7強の地震は、中越地方を中心として極めて甚大な被害をもたらした。死者は40名に達し、4万人を超える人々が避難した。連日報道される悲惨な被害状況を目にするたびに、9年前の同じ地震災害の悲劇が想起される。そう、兵庫県北淡町の野島断層を震源とし、神戸という大都市の機能を破壊した阪神大震災である。この地震では、地震予知と耐震構造に対しての抜本的な見直しが図られ、その一環として被災状況の把握分析と復興計画の立案に大きな威力を発揮したのがGISであった。今回の中越地震でも、Web-GISによる被害状況の速報が大きな威力を発揮し、刻々と変わる被災状況や復興情報がリアルタイムで情報発信されている。このように、GISは現在の地震に対する分析には使用されているものの、歴史地震に対するデータは蓄積されていない。本研究では、遺跡から報告された地震痕跡を集成し、GLOBALBASEによるWeb-GISを作成した。

さて、中越地震と阪神大震災に関連して、過去に新潟県と阪神地域で発生した歴史地震をデータベースから検索してみよう。新潟県で地震痕跡の検出された遺跡は10遺跡あり、噴砂は9遺跡、地割れと断層が1遺跡である。発生時期の限定されるもののうち、最古のものである和島村八幡林遺跡で検出された地割れ・断層は、貞観五(863)年7月10日に発生した地震に比定される。『三代實録』によると「六月十七日戊申、越中越後国地大震」に対応し、山崩れ、谷埋まり、水湧き、民家が破壊され圧死者多数を出したという。また直江津市付近にあった数個の小島が壊滅したと記されている。この地震はマグニチュード7.0と推定されるが、文から想定される限り、今回の中越地震に匹敵する被害状況が推測される。噴砂を発生させた地震は、1828年の三条地震か1964年の新潟地震に比定されている。三条地震は1828年12月18日に発生したマグニチュード6.9の地震で、激震地域である信濃川流域の平地、および三条・見付・今町・与板などに甚大な被害をもたらした。全壊9808戸、焼失1204戸、死者1443人であった。また、同年7月18日には同じく越後を震源とするマグニチュード6.9の地震が発生し、連続して地震に見舞われたことが分かる。1964年の新潟地震は記憶にも新しいが、新潟県沖を震源とし、マグニチュード7.5、新潟・秋田・山形の各県を中心に被害は拡大し、死者26人、全壊1960戸、半壊6640戸、浸水15298戸、船舶・道路も壊滅した。新潟市内の各所で噴砂水がみられると同時に、津波が日本海沿岸一帯を襲い、波高は新潟県沿岸で4 m以上に達した。これらからみても、今回の中越地震は決して地震の空白地で発生したものでないことが、遺跡から検出された地震痕跡からも裏付けられる。

阪神大震災との関連では、兵庫県阪神地域の調査で多くの地震痕跡が報告されている。特に、顕著なのは有馬-高槻構造線によって引き起こされた伏見地震である。これは、1596年7月5日に発生した、マグニチュード7.0の地震であり、京都では三条より伏見の間で被害が最も多く、伏見城の天守が大破して、石垣が崩れて圧死者は約500人。諸寺・民家の倒潰も多く、堺で死者は600余人に達した。奈良・大阪・神戸でも甚大な被害をもたらすとともに、余震は翌年4月まで続いたという。この地震による遺跡での痕跡は、京都・大阪・兵庫にまたがる14遺跡におよび、先述した西求女塚古墳や木津川河床遺跡、特に亀岡市鹿谷遺跡、川西市栄根遺跡、神戸市坊ヶ塚遺跡、兵庫津遺跡、津名町佃遺跡など、有馬-高槻構造線沿いの諸遺跡から地震痕跡が検出されている。また、この断層系である真上断層や安威断層などでは発掘調査が実施されている。記憶に新しい中越地震と阪神大震災のいずれも、遺跡の中に歴史地震の痕跡を止めており、作成したデータベースによっても関連が明らかとなったのである。

## 5. 地震考古学データベースの構想

さて、今回、GLOBALBASEに搭載した地震考古学データは、1996年8月17日に大阪府高槻市で開催された埋蔵文化財研究集会にあわせて作成された埋文関係救



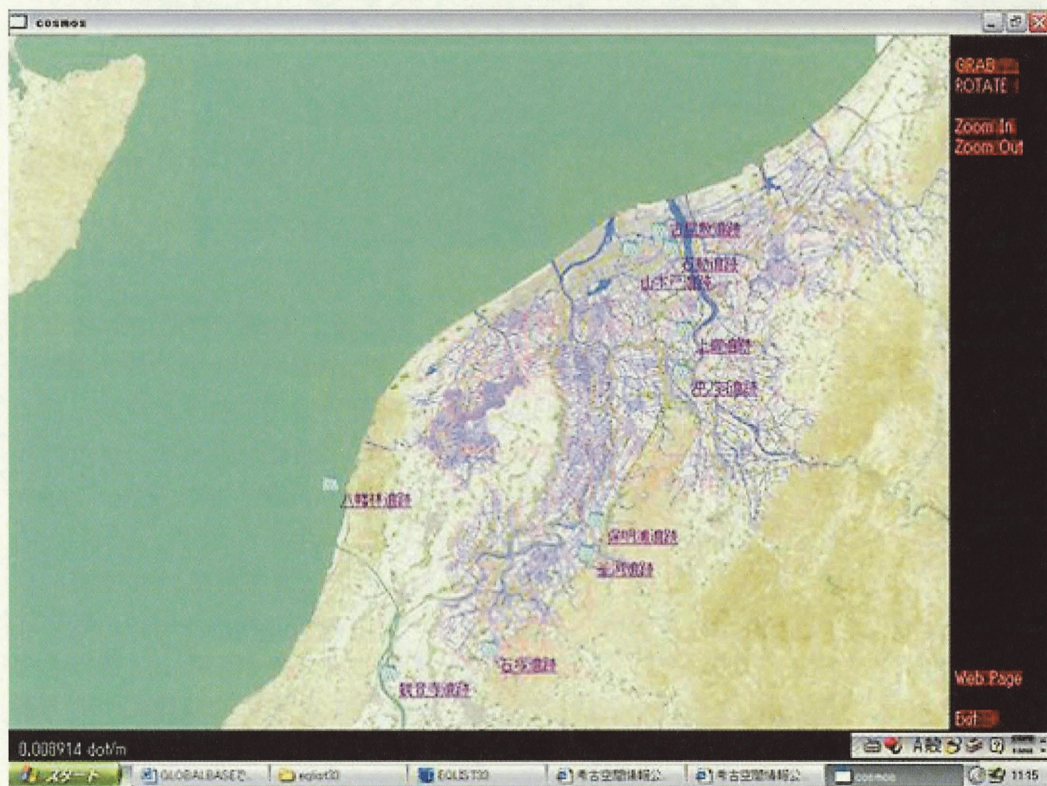


図2 新潟県における遺跡検出の地震痕跡

援連絡会議・埋蔵文化財研究会編『発掘された地震痕跡』を許可を得てデジタル化したものである。これは、1995年1月17日に発生した阪神大震災による復興の事前調査のため、全国各地から埋蔵文化財調査の技師の支援があったことを契機として、埋文関係救援連絡会議という、情報収集・意見交換の場が立ち上がった。この会議は、今まで等閑に付されてきた埋蔵文化財の危機管理とその対応について大きな前進となったと同時に、現在に至るまで、世界的にも数少ない文化財保存のための連帯組織が出来たのである。さて、このテキストデータ入力に当たっては、大手前大学橋本明子氏の協力を得た。この地震考古学データは、①所在地、②調査年月日、③調査主体、④遺跡概要、⑤参考文献、⑥地震痕跡の概要、⑦遺跡の位置図、⑧地震痕跡の遺構・層位図から構成されている。これを都道府県別にシートに分け、入力後、検索に適するよう用語の統一を行った。また、添付した地形図から国土座標を起こしてGLOBALBASEに登録し、国際日本文化研究センター内のサーバからWeb発信している。このデータベースは、フリーワード検索のほか、地名・遺跡・世紀・西暦・出土遺物・遺跡の種類などをプルダウンメニューから選択して結果を一覧テーブルとして表示することになっている。また、テーブルの列にそれぞれの遺跡カードがリンクされており、各GLOBALBASEのビューワが立ち上がって、位置情報の参照が出来るようになっている。



このように、考古学から災害史・古環境にアプローチするデータベースを、GISへ搭載することは緒に就いたばかりである。将来的には、国内では奈良文化財研究所や文化庁が、国際的にはICROMなどでも方向性が模索されている遺跡データベースの標準化の動向と連動した形で、考古学データベースに統合されることが望ましい。

## 6. 古代・中世の歴史地震

再び翻って、地震考古学データベースに戻ってみよう。遺跡で検出される歴史地震の痕跡は、旧石器時代以降、沖縄県を除く日本列島全域に及んでいる。旧石器時代の地震痕跡としては、宮城県北前遺跡、長野県中島A遺跡・貫ノ木遺跡、熊本県西原遺跡などが挙げられる。長野県中島A遺跡では、2200-2300年前またはそれより新しい断層、4000-5000年前の断層、9000-10000万年前の断層、15000年前より新しい断層など複数の断層が検出され、旧石器時代から弥生時代にわたって継起的に地震におそわれたことが分かる。縄文時代には地震痕跡は36遺跡に増大し、北海道・東北・鹿児島に集中するものの、これは縄文時代遺跡の検出数に比例しているだろう。一方、弥生時代の地震痕跡は関西以西に集中する。このうち注目されるのは、琵琶湖底に所在する針江浜遺跡で、噴出した噴砂が風化によって削平されずに遺存していた。古墳時代の地震痕跡になると、13遺跡で検出されると同時に、文献記録にも現れるようになる。416年8月23日に大和国遠飛鳥宮付近を震源として発生した地震が記録に現れる最初の地震である。記録には被害の有無は記載されず、遺跡の地震痕跡にも対応するものは見当たらない。599年5月28日にも大和で地震が発生して、倒壊家屋を生じたと言うが、大和に多いのは政権中枢部で記録が残りやすかったためだろう。奈良時代になると、715年7月4・5日に遠江・三河、734年には畿内・七道諸国、745年には美濃、また762年にも美濃で地震が発生している。このうち、745年の地震はマグニチュード7.9と推定され、正倉・仏寺・堂塔・民家が多く倒潰し、摂津では余震が20日間止まらなかったと言う。734年の地震も民家倒潰し圧死者多く、マグニチュードは7.0に達した。畿内だけではない。869年7月13日には三陸沿岸でマグニチュード8.6の地震が発生し、多賀城下で死者千人、城郭・門楼・倉庫などが崩壊したという。これによって多賀城跡でも政庁の建物配置が大きく変更されることになった。静岡県上土遺跡では838年の神津島天上山噴火以降の地震による表層地滑り、さらには887年地震と推定される被害が検出されている。

中世では、1096年12月17日に東海沖でマグニチュード8.4の巨大地震が発生した。その被害は大極殿が小破し、東大寺の巨鐘や近江の勢多橋までもが落ちた。津波が伊勢・駿河を襲い、駿河で社寺・民家の流失400余。余震も多く発生したという。13世紀になると政権中枢の鎌倉周囲の地震が記録に残されるようになる。特に1293年にはマグニチュード7.1の強震が鎌倉を襲い、建長寺がほとんど炎上したほ



か、諸寺に被害は及んだ。死者は数千人あるいは2万3千人余にのぼり、余震が続いた。また同日、越後魚沼郡で山崩れあり死者多数という記事もあるが、両者の関連は分かっていない。1361年の8月3日には南海トラフを震源とする地震が発生し、摂津の四天王寺が崩壊したとともに摂津・阿波・土佐などの四国南海岸に大津波が押し寄せた。特に被害の大きかったのは、阿波の雪(由岐)湊で流失1700戸、流死60人余を数えた。南海トラフ起源で最も被害が大きかったのは、いわゆる明応東海地震で、1498年の8月2日から4日にかけて紀伊から房総にかけての海岸と甲斐とで大きく揺れ、同時に津波が紀伊から房総の海岸を襲っている。伊勢大湊では家屋流失1千戸、溺死5千人、伊勢・志摩で溺死1万人、静岡県志太郡で流死2万6千人などに達した。この地震痕跡と目されるものが、高知県アヅノ遺跡、徳島県宮ノ前遺跡などで検出されているが、とりわけ徳島県古城遺跡(B地点)では噴砂が削平されずに遺構面上に残っているのが検出された。

近世になると記録も枚挙に暇が無く、被害状況も判明したものが多いために、ここでは触れられない。最後に各時期ごとの震源地分布を提示しよう。これらによって、歴史地震が列島全域に亘っており、遺跡での検出が多い理由も理解できよう。

## 6. 歴史地震と復興

このような頻発する地震の被災に対して、人々はどのように対処したのであるうか。古代においては、もっぱら国家的には祈願が主であったことは想像に難くない。竹岡俊樹による分析によると、『続日本紀』においては、聖武天皇の神亀四(727)年～天平勝宝元(749)年によると神への祈願27回に対し、仏への祈願56回に達する。その内訳は、地震の場合はすべて仏に対してであり、神亀元年～天平三年の間は0回、天平四年～天平十一年の間は6回、さらには天平十二年以降は27回に達している。

特に注目されるのは、聖武朝の後半期において地震被災に対する仏への祈願が目立っていることだ。前節で言及したとおり、730～760年代は列島全域に地震が頻発した時期でもあった。天平六(735)年4月17日条の地震では、地震の原因として、政事に欠けたところがあり、諸官司はその職務をよく勤め、治めよという綱紀肅正の詔が出されている。また、同年7月2日には天変や地震がしきりに起こり、人民が多く罪に落ちているため、天下に大赦が行われたという。ところが、奇妙なことに先行する天武天皇と比較すると、全く逆である。天武朝では、天変地異に対する祈伏は神に対して行われていた。天武朝に発生した災害は、地震18回、降灰2回であるが、農耕への障害となる自然災害の調停者であった天皇は、神に対して呪術儀礼を執行するものとして位置づけられていた。いずれにせよ、古代においては、国家とは天皇の徳で治められるべきものであり、天皇が不徳であれば、神や仏によって恒常的にそれを消去するための儀礼が反復して行われたのである。天武朝と聖武朝とでは天皇に対する神と仏の位相が逆転していることは、何に起因するの



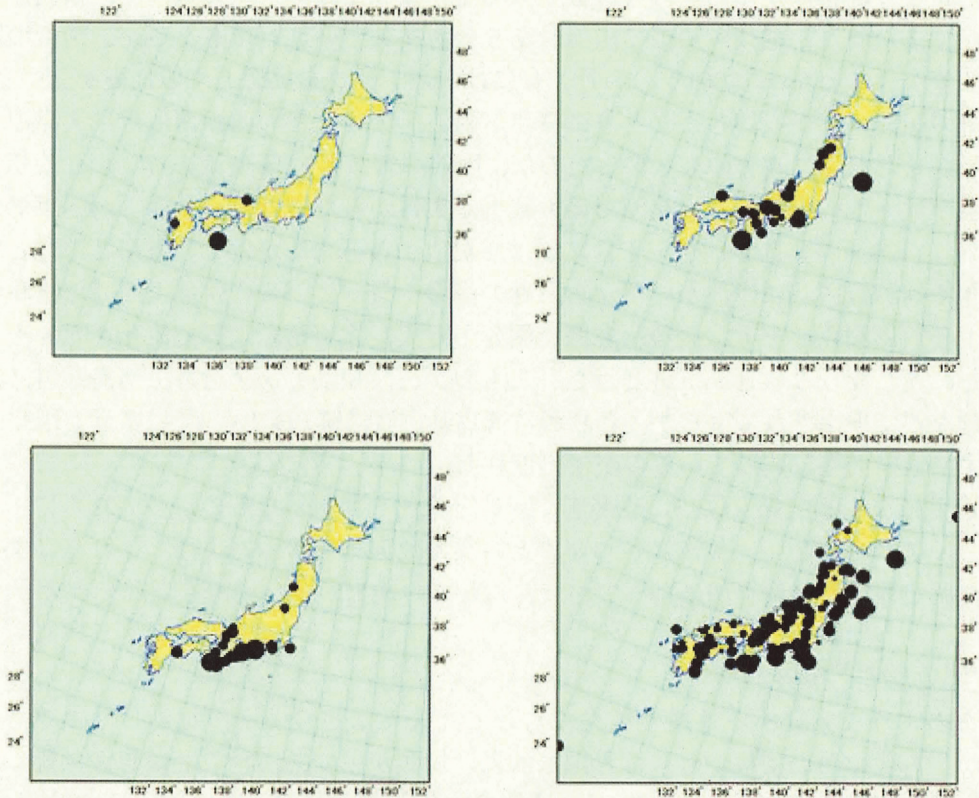


図3 歴史地震の震央分布 (Eqlist33より作成)

か不明であるが、国家イデオロギーの大転換を示しており、興味深い。

## 8. GISが探る災害史への展望

考古学研究における古環境復元と災害の問題は、冒頭に述べたように一緒に就いたばかりである。将来は、地震考古学のデータベースは現活断層と比較対照することで、地震予知やハザードマップの作成などにも活用できる道と期待される。今後はより体系的な分析作業が必要であり、本稿ではその基礎的な検討を提示したに過ぎない。また、被災時点のミクロな景観復元GISについてもこれから設計を進めるべき段階にある。考古学情報のデジタル化の目的は歴史空間の再構築にあるが、その道程には多くの問題が胚胎していることを、最後に再認識しておきたい。

考古学のデータは、歴史空間情報的なアプローチに最も接近しているにも関わらず、十分な資料体として活用できていない、という感想は考古学データベースを作成した経験を持つ誰もが抱くところであろう。言うまでもなく、膨大な考古学データは、調査精度や史料取得方法も異なる集積である。これらをデータベースに搭載するためには、スキーマが確立していなければならないが、その前提となるため



のメタデータの整備でさえ、十分に進んでいないのが現状である。考古学データの標準化は、その是非も含めて不断に議論を積み重ねていかねばならないし、国内だけでなく、また考古学以外の分野でも活用できるような構造を持たせなければ不十分であろう。それが実現できた時に、考古学データベースは歴史的空間情報を提供するための資源として大きな役割を果たすことが出来るに違いない。

喫緊の課題としては、考古学研究の諸過程で出てくるデータを整理し、データベースシステムのアーキテクチャに取り込むことが必要となるだろう。発掘調査は鋤入れしてから、報告書を作成し、それを基礎的資料として考察を加えるという重層的なワークフローである。その整理の中で、取得されるデータの相互関係を明らかにすることで、はじめて比較研究のための前提が出来るだろう。今まで、人間が意識的に処理していたデータの抽出と相互比較、さらには有意な結果を導き出すといった作業をコンピュータで処理するためのシステム構築が必要となるに違いない。

## 参考文献

- 寒川 旭1992 『地震考古学』 中公新書 中央公論社
- 寒川 旭2004 「今城塚古墳の地震痕跡」『発掘された埴輪群と今城塚古墳』 高槻市教育委員会 高槻市立しろあと歴史館
- 下山 覚2001 「シラス台地の遺跡と環境適応—橋牟礼川遺跡の事例を中心として—」『環境適応と人間社会—適応、開発から共生へ—』 埋蔵文化財研究会
- 竹岡俊樹1996 『日本民族の感性世界—考古学から文化分析学—』 同成社
- 福山大学工学部建築学科鎌田研究室 地震検索システム EQLIST Ver 3.30
- 埋文関係救援連絡会議・埋蔵文化財研究会1996 『発掘された地震痕跡』
- 埋蔵文化財研究会2001 『環境と人間社会—適応、開発から共生へ—』 埋蔵文化財研究会

# **Ancient Natural Disasters and GIS: Application of GLOBALBASE to Archaeoseismological Research**

Kawano Kazutaka

*Kyushu National Museum*

There is as yet no standard methodology for applying an archaeological approach to the study of past natural disasters. This can be attributed to a number of factors including the traditional lack of interest in the subject and the fact that archaeological evidence of one-time occurrences such as disasters is much more difficult to date than that of processes, such as that of social transformation. Against this background, I conceived of two possible applications of the geographic information system (GIS) to the exploration of ancient natural environment, one "micro" in nature and the other "macro". With the former, one focuses on a single archaeological site and builds a spatio-temporal model of its landscape illustrating the changes caused by hazards, while the latter consists of building a database of multiple sites affected by disasters of a similar nature in order to perform a comparative analysis.

This paper discusses the potential of GIS technology as a tool for studying ancient disasters based on my experiences of building an archaeoseismological database using the I was able to pursue the "macro" approach with great success: there is now a database of georeferenced information about a group of ancient quake-hit sites accessible through GLOBALBASE.

It led to the discovery of archaeological traces of earlier tremors in the areas stricken by the Great Hanshin-Awaji Earthquake of 1995 and the Niigata Chuetsu Earthquake of 2004.

The GLOBALBASE project also made it possible to cross-reference archaeoseismological data with historical accounts of major quakes. This helped verify some of the records from primeval to medieval times. The database may also be used in combination with active fault maps to help with earthquake prediction and in the creation of hazard maps.