

兵庫県南部地震に伴う阪神地区の被害分布と微地形

吉岡 敏和¹⁾・宮地 良典¹⁾・寒川 旭²⁾・下川 浩³⁾・
奥村 晃史³⁾・水野 清秀³⁾・松山 紀香⁴⁾

1. はじめに

1995年1月17日早朝5時46分に明石海峡付近を震央として発生した兵庫県南部地震は、西宮市から神戸市にかけてのいわゆる阪神地区に大災害をもたらした。日本でも有数の人口密集地を襲ったこの地震は、高度に発達した都市機能を一瞬にして麻痺させ、5,500余人の尊い命を奪った。地質調査所では、地震発生直後から約1カ月にわたって、阪神地区における被害の状況および地表地震断層出現の有無などについての緊急調査を行った。

2. 阪神地区の被害

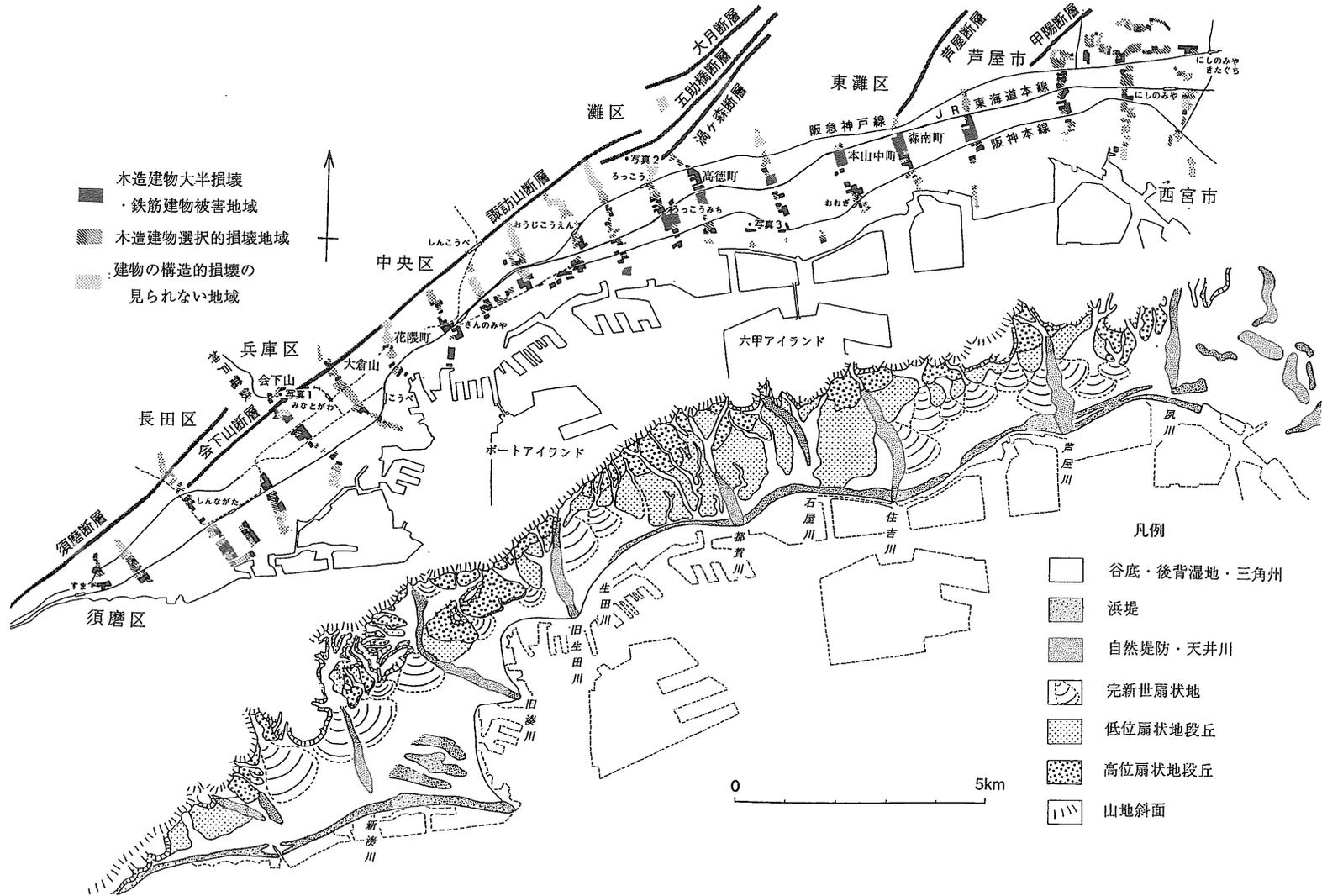
今回の地震の被害は、死者の約9割が圧死である(兵庫県警)ことに示されるように、住宅やビルの倒壊で特徴づけられる。地震直後の報道では、阪神高速道路の倒壊や新幹線の高架橋落下、ビルの倒壊等の情報が伝えられたものの、被害が面的にどのように広がっているのか、その全体像を把握することはできなかった。また、既知の断層のうちどの断層が活動して地震を起こしたのか、その断層のずれが地表地震断層として出現したのかどうかを、正確に知る必要があった。そこで、地質調査所では、被害状況の把握と地震断層の有無の確認のための緊急現地調査を開始した。とはいえ、激しい道路渋滞と家屋の倒壊のため自動車が役に立たず、部分開通した電車や臨時運航している船といった公共交通機関と徒歩により調査を進めることになった。そのために、現地へのアプローチに要する時間がかかり、限られた人数でいかに効率よく調査を進めるかが課題

となった。そこで、阪神間の細長い都市部を胴切りにするように、海岸線から山麓に至る約20本のルートを選択し、これに沿って調査を進めることにした。調査は、救援・復旧作業の妨げにならないように気を遣いながら、安全の確保と、できるだけ客観的なデータをとるため、常に2人以上のグループで行動した。建物被害の調査では、家屋一棟ごとに木造および鉄筋・鉄骨造に区分した上で、基本的に全壊、半壊、構造的被害なしの3段階に区分した。調査結果は市販の住宅地図や1万分の1の地形図上に書き込み、最終的には一辺100m程度の街区ごとに、木造建物大半損壊・鉄筋建物被害地域、木造建物選択的損壊地域、建物の構造的損壊の見られない地域、に3つに区分して図示した(第1図上)。

この調査の過程で1つのことが明らかになってきた。すなわち、建物の被害は山麓部から市街地へ降りて地形の傾斜がやや緩くなったあたりから目立ち始め、JR線および国道2号線付近で最も大きくなる。そして、海岸へ向かうと再び大きな被害は見られなくなるのである。この現象は、西宮市の西部から神戸市須磨区に至るかなり広い範囲に共通して認められた。この被害が集中する地域がいわゆる“震災の帯”であり、後に気象庁が震度7に指定した範囲と概ね一致する。しかし、さらに調査を進めるにつれ、この帯状の地域の中でも被害が特に著しいゾーンが島状に分布することも徐々に判明してきた。一般的な木造家屋の被害に着目すると、東灘区森南町および本山中町周辺、灘区高徳町からJR六甲道駅周辺にかけての地域などで全壊家屋が集中する傾向が見られる。一方、鉄筋建造物では、ビルが集中するJR三宮駅周辺および六甲道駅周辺で多く

1) 地質調査所 地質部
2) 地質調査所 大阪地域地質センター
3) 地質調査所 環境地質部
4) 財大阪土質試験所

キーワード：兵庫県南部地震，地震被害，阪神地区，神戸市，芦屋市，西宮市，被害分布，微地形区分，地震断層



第1図 阪神地区における建物被害の分布(上)および微地形区分図(下).

の被害が見られたほか、その他の地域でも点々と被害が分布する。三宮周辺では、5~10階建てのいわゆる中層ビルにおいて、1階部分の破壊による倒壊やビル全体のパンケーキ状崩壊、神戸市役所第二庁舎に見られるような中間階の崩壊などが顕著であった。その他の地域でも、1階が店舗または駐車場になっているビルにおいて、1階部分の破壊による倒壊が目立った。これら建造物の被害が大きいところでは、アスファルトの亀裂や盛り上がりといった路面の損傷も顕著に認められた。特に、海岸に近い地域や埋積谷の上では、地面の亀裂に伴って噴砂の痕跡が認められ、液状化現象が起きていることが確認された。

これらの地域とは逆に、いわゆる震災の帯の中にありながら、他の地域と比べて軽微な被害にとどまっている地域もある。中央区花隈町から大倉山を経て神戸電鉄湊川駅に至る地域の周辺では、倒壊した鉄筋建物が局所的に見られるものの、概して木造建物には比較的被害が少ない。このような被害の大きい地域とそうでない地域との境界は、ある線を境界にしてははっきりと認められることが多い。たとえば、阪急の六甲駅から王子公園駅にかけての地域では阪急の線路をほぼ境にして、また神戸市東灘区ではJRの北側を通る山手幹線道路をほぼ境にして、いずれも北側ではほとんど建物被害が見られないのに対し、南側では多くの建物に被害が見られる。

一方、これら震災の帯を形成する建物被害の他に、兵庫区と長田区の境界に位置するの会下山^{えげやま}周辺や西宮市西北部の丘陵を造成した地域(第1図の範囲外、釜井ほか、1995参照)では、数カ所で地震によって地すべりが発生し、道路に亀裂が生じたり、家屋が傾くなどの被害が出ている。

3. 阪神地区には地震断層は出現しなかった

被害の調査と並行して、地表に地震断層が出現しているか否かを確認することも、阪神地区での調査の大きな目的であった。既に淡路島では野島断層に沿って約1.5mの右横ずれ変位が確認されたことが報告されていたこともあって、被害の大きかった神戸側ではどの断層が活動したのかが、研究者の間やマスコミ等でも注目されることとなったのである。我々は調査ルートに沿って、路面の亀裂や地割れ、



写真1 会下山付近の地すべりによる被害。写真中央の路地は、本来直線であったものが右方に湾曲している。周辺の家屋には、基礎部分に段差が生じたり、建物全体が傾くといった被害が出ている。

斜面の擁壁の崩れなどを綿密に調査し、連続するものについては末端まで追跡した。その結果、調査範囲で見られた亀裂等は、新聞等によって地震断層であると報道されたものも含め、すべて地すべりや液状化に伴うもので、地震断層ではないことが確認された。すなわち、部分的に右横ずれ変位が認められる亀裂であっても、面的に見るとその変位はある範囲で収束し、一定距離以上連続する系統的な変位は認めることができない。また、右横ずれ亀裂と対となる左横ずれを持つ亀裂が、平行もしくは八の字を描くような位置関係で存在する。さらに、上下変位を伴う亀裂の多くは斜面の途中で発達し、斜面方向に滑り落ちる円弧状の亀裂と斜面下方に位置する圧縮性の路面の変形で特徴づけられる、典型的な地すべりによるものであった。

また、六甲山の山麓には、第1図の上図にも示したように多くの活断層が存在し、それらは少なくとも過去数十万年の間、繰り返し活動してきたことが確認されている。しかし、これらの活断層を調査した結果、断層を挟んでの目に見える変位は、いずれの断層においても確認できなかった。特に諏訪山断層、五助橋断層、大月断層が市街地に延びる部分では、建物被害もほとんど見られない状況であった。

一方、余震分布(本号7ページの図参照)は、震源を挟んで北東—南西方向にほぼ直線状に延びており、神戸側では須磨断層から諏訪山断層に概ね沿っているように見える。またその深さは、淡路島の野

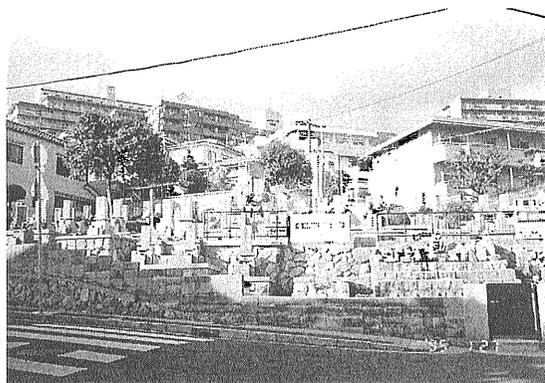


写真2 灘区篠原北町の墓地の状態。この墓地は五助橋断層のごく近くに位置するにもかかわらず、墓石の転倒等は見られない。また、付近の家屋の被害も比較的軽微である。

島断層沿いに比べやや深い。このことは、神戸側では既存の活断層の地下で起きた断層変位が、地上に到達していない可能性を示唆している。この地下での断層の動きを捉えるために、測量結果等の詳しい解析が待たれる。

4. 被害分布を規制しているものは何なのか

これまで述べてきたように、今回の地震による被害の分布は、六甲山麓の活断層に沿わずに、活断層から海側に1 km 程度離れた低地に帯状に広がる。そして、さらにその中を細かく見ると、いわゆる震災の帯の中でも局所的に被害の大きい地域と比較的被害の軽微な地域が存在することが明らかになった。このような現象がなぜ生じたのか、調査を進めていくうちに、被害の分布と地形との間に関係がありそうなことが判明してきた。すなわち、被害の大きい地域とそうでない地域の境目には、多くの場合地形に段差があり、地形的に低い地域で被害が大きくなる傾向が見られたのである。このことを面的にまた客観的に捉えるために、扇状地や自然堤防などの低地上の微地形を区分し地図上に表すことを試みた。しかし、この地域には市街地が発達し、現在の地形図や空中写真では微地形を確認することはほとんど不可能である。そこで、可能な限り自然の地形を復元するため、第二次世界大戦直後に米軍によって撮影された1万分の1空中写真や明治年間に作成された仮製2万分の1地形図等を判読すること

によって微地形区分図を作成した(第1図下)。この図によれば、阪神地区の地形は、基本的には六甲山麓の直線的な崖地形の前面に形成された扇状地と海岸に形成された三角州、および河道沿いの自然堤防と海岸の浜堤で構成されることがわかる。扇状地はその形態と面の傾斜の度合いから、縄文海進以降も成長していると考えられる完新世扇状地、最終氷期に形成されたと考えられる低位扇状地段丘、さらにそれ以前に形成されたと考えられる高位扇状地段丘に3分される。このうち傾斜の急な氷期の扇状地段丘は比較的粗粒の礫層で構成されるが、完新世扇状地は傾斜が緩く、砂質の堆積物からなると推定される。扇状地と扇状地の間、扇状地と自然堤防もしくは浜堤との間には比較的細粒で軟弱な堆積物が堆積している後背湿地が分布する。今回の地震で大きな被害が出た東灘区の森南町や本山中町、長田区のJR新長田駅周辺はこのような低湿地にあたる。同様に、被害の集中が見られた灘区高徳町からJR六甲道駅にかけての地域は、低位扇状地段丘を開析した浅い谷と、扇状地と石屋川の自然堤防および浜堤の間の後背湿地に概ね一致する。これに対し、山麓部の高位扇状地段丘上では、建物の構造的被害はほとんど見られない。また、沿岸部の浜堤上でも被害は比較的小さい傾向にある。このように地震被害の分布が微地形に影響されることは、既に1978年の宮城県沖地震の際に確認されており(東北大学理学部地質学古生物学教室, 1979)、今回の地震の被害分布が微地形すなわち表層の堆積物の影響を受けている可能性は高いものと考えられる。

しかし、微地形によって規制される被害分布は局所的なものであり、全体として帯状の地域で被害が大きかった理由としては他の要因を考えなければならぬ。この要因としては、いくつかの説が挙げられている。そのうちの1つは、震災の帯の真下に伏在する未知の活断層が存在するというもので(嶋本ほか, 1995)、墓石のずれから推定した初動方向がこの伏在断層線を境に相反する方向を示すという調査結果(池田ほか, 1995)はこの説を支持する。このほかに、六甲山地のいくつかの活断層の延長が市街地の地下に延びていて、それらのすべてが活動したという説(前田・宮田, 1995)もある。しかし、地震断層が地表に出現した淡路島での被害分布を見ると、被害の多くは振動によるもので、倒壊家屋は

断層の真上よりやや離れた海沿いの低地に集中している。したがって、被害の帯状分布からただちにその真下で断層が活動したということとはできない。伏在断層の存在以外に考えられる要因としては、硬い基盤岩と軟らかい第四紀層の境界が急激に浅くなる場所で地震波が反射・屈折して重なり合ったり(中川ほか, 1995), 第四紀層を伝わる地震波が山地の基盤岩ではねかえって振動が増幅されたため、被害が帯状に広がった可能性もあるが、このことを実証するためには基盤構造をより詳細に知る必要がある。また、東灘区や長田区の被害が集中した地域は、戦前または戦争直後に建設された比較的古い住宅・商店が密集する地域と概ね一致し、古い建物が選択的に倒壊した可能性も否定できない。このように、今回の地震の被害分布には様々な要因が複雑に関与しているものと考えられ、これらを解明するためには、被害分布の定量的な評価と、地質・土木・建築等の分野にまたがる総合的なデータの検討が必要である。

5. おわりに

今回の兵庫県南部地震による被害は、日本の大都市が今まで経験したことのなかった、典型的な都市型震災であった。この震災を今後の教訓として生かしていくためにも、被害をもたらした様々な要因を1つ1つ解明していくことが今後の最大の課題であり、そのためには分野を越えた研究者の協力が必要となると考える。

最後に、今回の震災で亡くなられた方々のご冥福をお祈りするとともに、被災された方々に心からお見舞い申し上げます。

文 献

池田安隆・東郷政美・澤 祥・加藤茂弘・隈元 崇(1995)墓石のずれから推定される初動分布と伏在断層の挙動。陶野

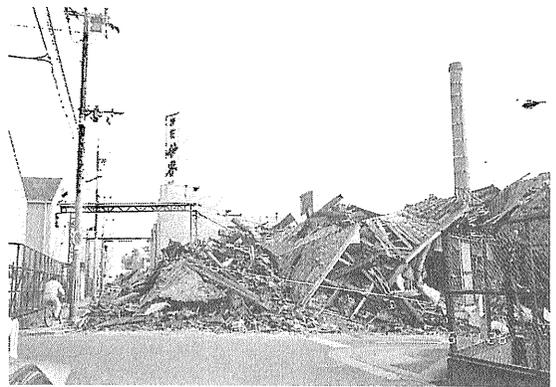


写真3 灘区御影本町において倒壊した酒蔵。屋根が重く壁の少ない酒蔵は、ほとんどが全壊した。

- 郁雄・遠藤邦彦・池田安隆編, 1995年1月17日兵庫県南部地震, 「1995年1月17日兵庫県南部地震調査速報会」記録, 45-46.
- 釜井俊孝・鈴木清史・磯部一洋(1995)兵庫県南部地震による都市地域の地すべり。地質ニュース, no. 486, 21-23.
- 前田保夫・宮田隆夫(1995)神戸—西宮間における活断層の観察。陶野郁雄・遠藤邦彦・池田安隆編, 1995年1月17日兵庫県南部地震, 「1995年1月17日兵庫県南部地震調査速報会」記録, 43-44.
- 中川康一・大阪市立大学阪神大震災学術調査団(1995)大阪周辺域での震害と地盤構造。「阪神大震災」緊急合同報告会資料集, 92-108.
- 嶋本利彦・堤 昭人・大友幸子・川本英子(1995)神戸市・芦屋市・西宮市における地震被害と推定地震断層。陶野郁雄・遠藤邦彦・池田安隆編, 1995年1月17日兵庫県南部地震, 「1995年1月17日兵庫県南部地震調査速報会」記録, 41-42.
- 東北大学理学部地質学古生物学教室(1979)1978年宮城県沖地震に伴う地盤現象と災害について。東北大学地質学古生物学研究報, no. 80, 1-97.

YOSHIOKA Toshikazu, MIYACHI Yoshinori, SANGAWA Akira, SHIMOKAWA Koichi, OKUMURA Koji, MIZUNO Kiyohide, and MATSUYAMA Noriko (1995): Survey on damages induced by the Hyogoken-nanbu earthquake.

〈受付/受理: 1995年4月26日/5月25日〉