

第1章

……都市を襲った大地震

# 神戸の山と川

開港以来、異国文化を吸収しながら発展し、国際港都として、日本有数の観光都市として脚光を浴びてきた神戸。しかし、その歴史は半面、自然災害との闘いの軌跡でもあった。豪雨のたびに地層・地質的なもろさを露呈し、阪神・淡路大震災では未曾有の被害を受けた。神戸の地形的・地質的な特徴と六甲山の成り立ちを概説する。



## 第1章 都市を襲った大地震



## 1. 神戸の自然環境

神戸は六甲の山並みを背に、大阪湾に面して山麓扇状地が細長く東西に連なる傾斜地の上に発展してきた街である。

市街地の背後に連なる六甲山系は、世界有数の美しい港町・神戸の景観をつくりあげているが、地形が急峻で、地質は崩れやすい風化花崗岩がほとんどを占めており、水害や土砂災害に弱い一面を持っている。

六甲山は、明治初期においては今では想像もできないようなはげ山だったが、その後、約100年にわたる植林、治水・砂防事業等によって緑が再生し、市民に憩いの場を提供している。

西宮市、芦屋市から神戸市垂水区まで、六甲山系の急峻な南斜面を下る24水系は総称して「表六甲河川」と呼ばれており、まさに緑豊かな山と青く輝く海を結ぶ水辺・緑地空間としての南北軸になっている。

## 2. 六甲山地とその周辺の地形・地質と地盤

### (1) 地形

六甲山地を上空から見ると、まさに巨大な岩の塊の突出で、山塊の頂上部は比較的平坦である。これは「隆起準平原」と呼ばれ、100万年以上に当時の海面に近いところに広がっていた原野面が、その後の隆起運動（六甲変動）で持ち上げられ、まだ浸食されず

に平坦さを残しているためである。

六甲山地南側は急斜面で、著しい傾斜の急変が見られる。この境は後述する断層と一致しており、急斜面は断層崖にあたっている。この山地急斜面は多くの小河川によって開析されており、これらの河川は天王谷川や生田川に見られるように文字通りV字谷となっている。

神戸市街地の大倉山から会下山にかけては低い丘陵地だが、それ以外は六甲山地から大阪湾に流入する住吉川、都賀川、生田川等による山麓扇状地や小三角州が複合した海岸平野である。

### (2) 地質

神戸の地質は基盤岩と被覆層で構成されている。六甲山地とその周辺では基盤岩は主に山地に露出しており、被覆層は主として丘陵、段丘および平野を構成している。

#### ① 基盤岩類

基盤岩類は古い方から順に、丹波層群相当層、火山岩類、深成岩類がある。

#### ② 被覆層

神戸地域に分布する被覆層は、新旧二つに分かれる。古い方は神戸層群と呼ばれ、主として六甲山地北側の三田盆地に広く露出する第三紀の地層である。新しい方は主として六甲山地の南側に分布して



六甲山地を望む

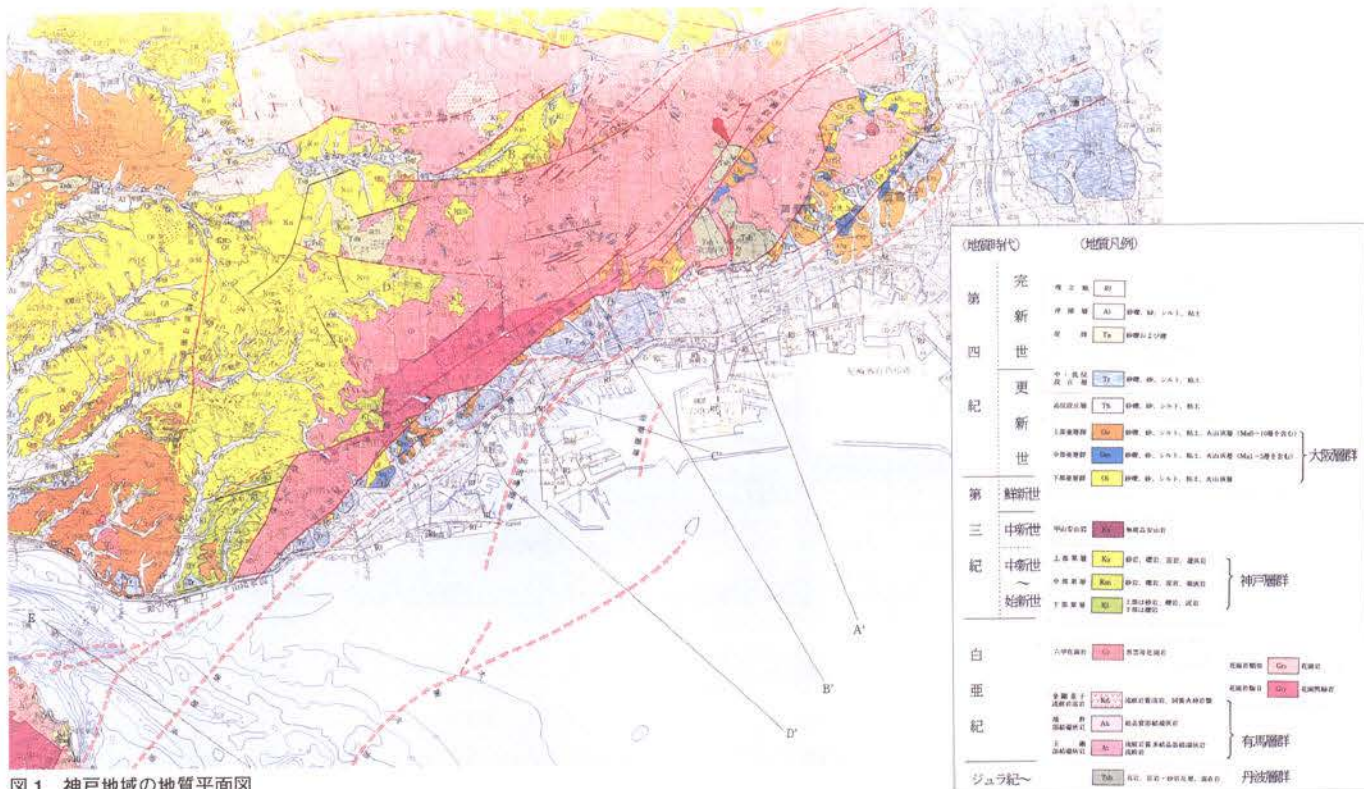


図1 神戸地域の地質平面図

いる大阪層群で、大部分が第四紀の地層である。丘陵・台地の表層地質は基本的には段丘堆積物が、そして平地・平野部では沖積層が覆っている(図1)。

(3)地盤

市街地山麓部の緩傾斜地は、六甲山地の風化花崗岩が洪水時に土石流として堆積した扇状地であることから、河川の旧流路は玉石や礫質土が多く、流路から離れた地域はマサ土が堆積した砂層となっている。

海岸近くは縄文海岸線から現海岸線までが最も平坦な海岸平野地形になっており、潮流によって形成された砂州部と背後にできる後背低湿地になっている(図2)。

された断層地塊の集合体になっている。この断層に支配され、六甲山地は圧力によって隆起するとともに、六甲の花崗岩体は破断・分裂しもろくなっている。

図3は、このように兵庫県南部に東西に働く地殻応力が、山崎断層系や淡路・六甲断層系として地表にズレをもたらす現象を模式的に表したもので、これらの断層系は共役断層とみなされている。

図4(a)は、六甲山地から大阪湾に至る地質断面を模式化した盆地構造のイメージである。西から東へと見ていくと、加古川、明石から六甲山地の頂上にかけては全体として西に傾く傾動地形、東側は急峻で複数の断層でブロック化していることが特徴的である。

一方、図4(b)は、国土地理院が地震後に行った水準測量の結果である。2つの図を比較すると、断面位置、

3. 断層と兵庫県南部地震

地質図を見ると、六甲山地は多くの複雑な断層に支配

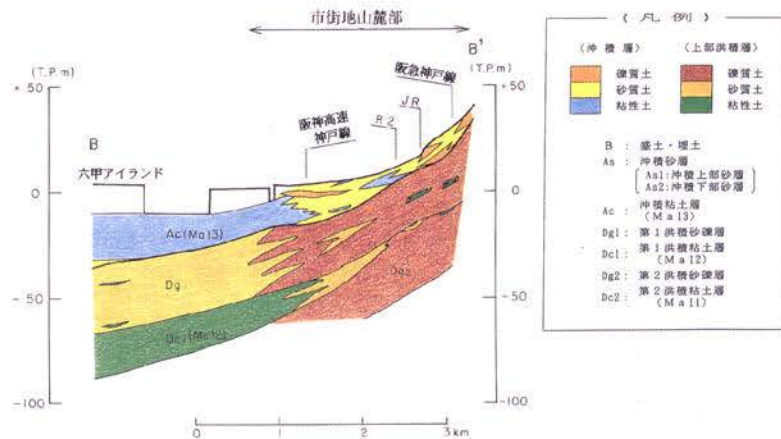
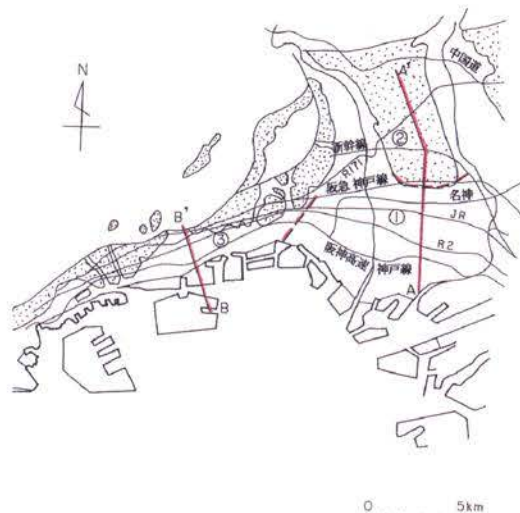


図2 神戸・阪神地域の地盤 (B-B'断面)



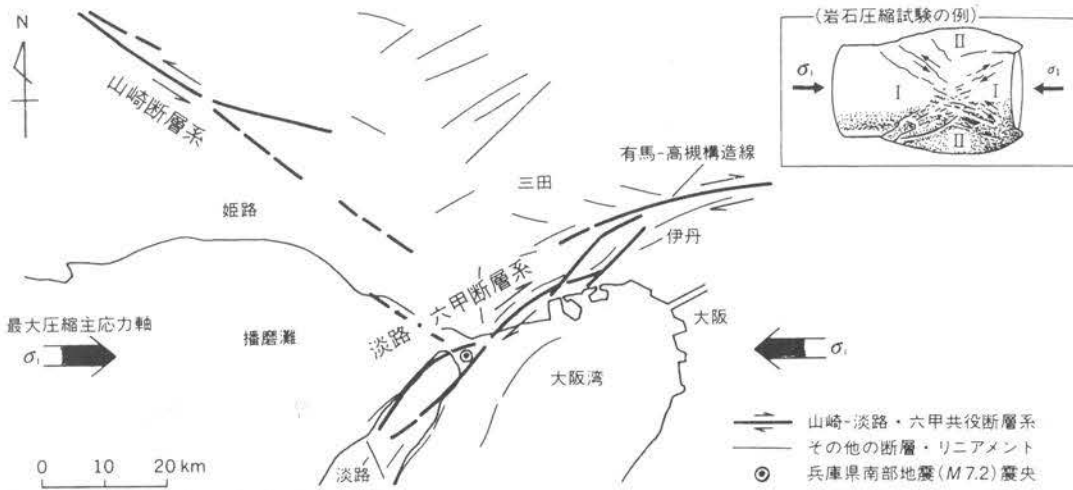


図3 山崎断層と淡路・六甲断層系の配置構造図

スケールは異なるものの形状はよく類似しており、兵庫県南部地震が六甲変動の一環であることを示唆しているといえよう。

#### 4. 神戸市街地から大阪湾にかけての地下深部構造

兵庫県は活断層の真相を探るために「阪神地域活断層調査委員会（委員長、藤田和夫大阪市立大学名誉教授）」を設置し、神戸市街地から大阪湾にかけて反射法地震探査、ボーリング調査を主体とする調査を行った。

図5は、今回の調査結果で明らかになった伏在活断層を含む主な活断層系の概念図と地質横断図である。これらから神戸市街地の地下にも大きな落差を持つ伏在活断層が存在していることがわかる。

#### 5. 神戸市街地の発達と災害ポテンシャル

六甲山に対する治水・砂防事業等に取り組む先人たちのたゆまぬ努力によって、過去度重なる土砂災害を乗り越えてきた。そして、神戸の街は六甲山と共に発展してきたと言っても過言ではない。

明治以前の六甲山麓は、村々が点在する農村地帯だった。慶応3年(1868)の神戸開港を機に外国人居留地が設けられ、県庁や裁判所、湊川神社が建てられるなど、新しい街が生まれた。

開港当時の人口は約2万5,000人と推定されているが、市制施行の明治22年には13万5,000人、大正5年には50万人を超え、人口集中が進んだ。

街づくりの平面的な変遷については図6の地形図で知ることができる。また、昭和11年頃までに形成された居住地は標高40メートルくらいの扇状地部分だったが、昭和12年以降では標高230メートルくらいまで上ることになり、さらに昭和31年以降は急速に上昇。現在では標高340メートルにまで至っている。

しかし、六甲山麓の居住地、街の広がりとは結果的に災害のポテンシャルを増加させることになり、今回の地震では六甲山麓の崖や階段上の宅地の擁壁、石垣等に甚大な被害を生じることとなった。

一方、表六甲河川は六甲山地の山腹をV字に開析し、溪流・溪谷の様相を呈しながら一気に扇状地の上流端に達した後、海に向かって市街地を流下する。谷の出口は

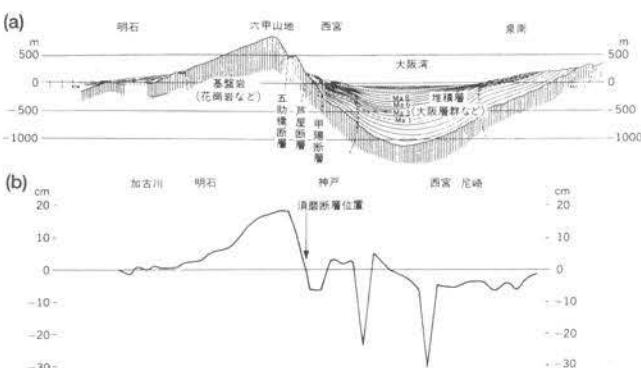


図4 六甲山地～大阪湾の模式断面と兵庫県南部地震による上下変動図

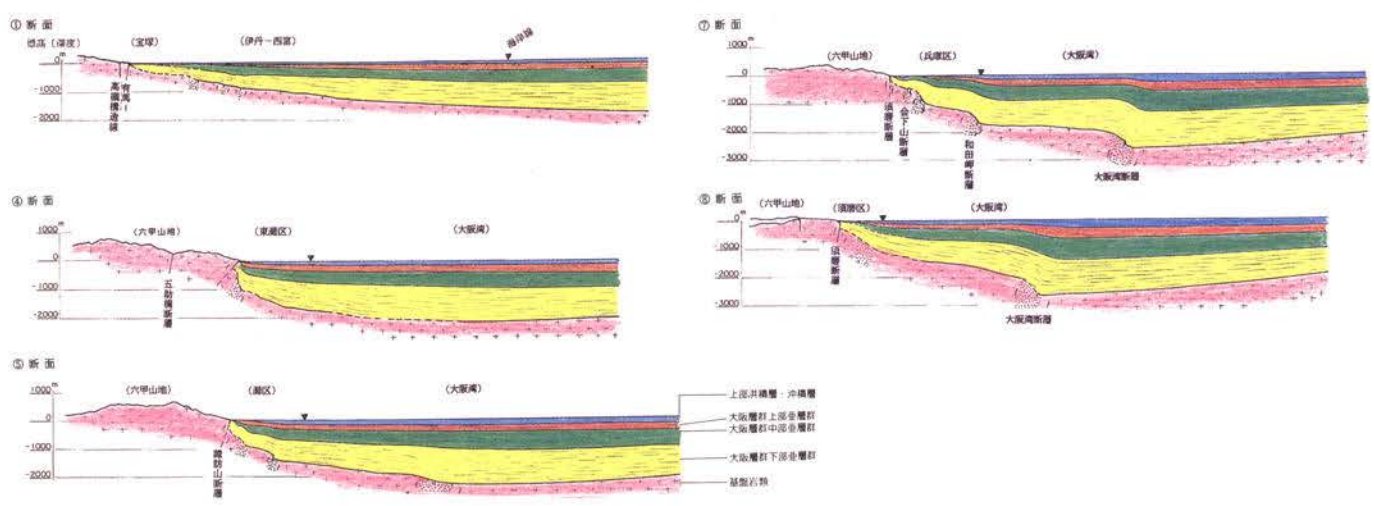
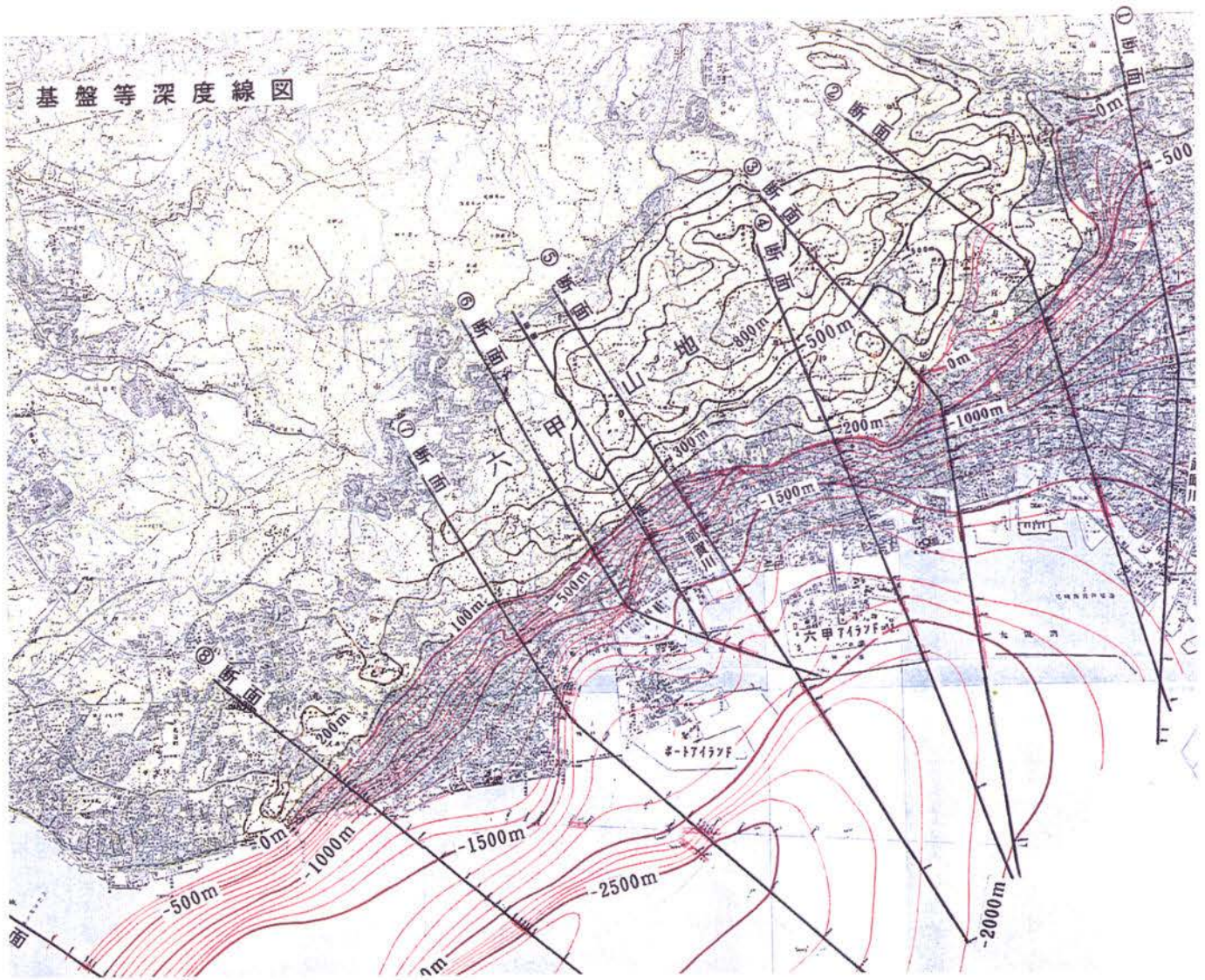


図5 神戸・阪神地域および大阪湾北部の基盤表面等深度線図と代表地質横断面



(a) 明治18年ごろ



(d) 昭和40年代

図6 神戸・阪神地域の変遷

標高50～100m、海岸線からわずか2～4km地点であるため、河床勾配は1/20～1/50程度と急である。図7に各河川の河床勾配を示す。

六甲山系は長年にわたって乱伐が続けられ、はげ山化はすでに江戸時代からかなり進んでいたことが古文書にも断片的に見られる。明治後半の砂防植林が実施されるまでは荒廃した状態で、洪水のたびに流出する土砂で被害を受け、堤防内の河原に堆積するとともにたび重なる堤防の改修で次第に河床が高くなり、天井川が形成されていった。

地震での河川被災箇所は神戸市東部に集中している。

これは堆積層により形成された河川が多い東灘区、灘区に符号するものと思われる。

世界有数の美しい街に壊滅的な被害を与えた今回の大都市直下型地震を機に、六甲山地とその周辺の地形・地質、市街地の地盤に改めて焦点を当ててみたとき、神戸の街がいかに自然の脅威と隣り合わせになっているかを再認識せざるを得ない。しかし、神戸に暮らす人々の安全で快適な生活を守るためには、六甲山地や表六甲河川と共生できる技術と知恵が求められている。震災復興に携わる者として、今一度、謙虚な姿勢で自然に対峙したい。

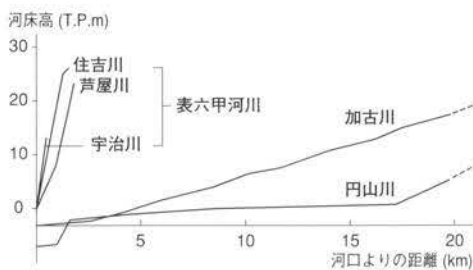


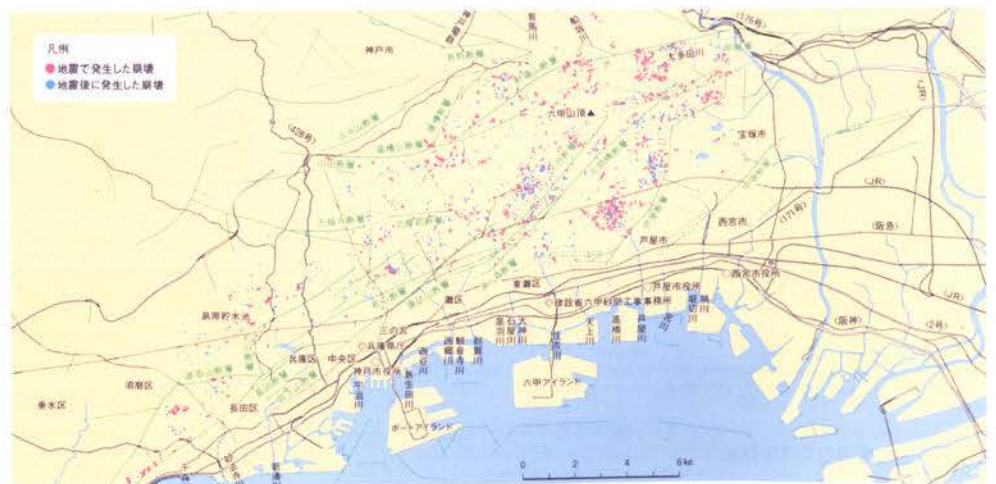
図7 表六甲河川の河床勾配

# 激震の爪あと

わずか10数秒の揺れは、150万都市・神戸の様相を一変させた。家屋をなぎ倒し、高層ビルをも崩壊させ、4,500人以上の命を奪った。市民に憩いの場を提供してきた緑豊かな六甲の山並みにも、人々に安らぎを与えてくれた数多くの河川にも、深い爪あとを残す。神戸市内の山や川の被害の特徴をまとめた。



住吉台の山腹崩壊（神戸市東灘区）（写真提供：建設省六甲砂防工事事務所）



地震による崩壊地とその後発生した崩壊地の分布（資料提供：建設省六甲砂防工事事務所）

## 1. 六甲山の被害

地震直後の調査では約770カ所の崩壊地が確認され、その多くが六甲山系の東側に分布していた。なかでも芦屋、五助橋、大月の各断層と六甲山の主稜に囲まれた間に多数集まっていたが、活断層上や断層の隣接地域に集中するというような傾向は特には認められなかった。

崩壊地の形態は岩盤崩壊をはじめ、表層崩壊や岩の落下などさまざまだった。一部には大きい規模の崩壊もあったが、平均すると崩壊面積は約560平方メートルで、とりわけ1,000平方メートル以下のものが多発していた。崩壊深は2メートル以下の浅いものが主で、崩壊土量も1,000立方メートル以下のものが多く、傾向としては、比較的規模の小さいものが多発したといえる。

また、神戸市灘区鶴甲地区の山腹崩壊のように時間の経過とともに崩壊地が拡大した箇所もあり、それらは断層周辺に多く分布していることが判明した。加えて、新規崩壊も発生し、平成8年3月末時点での崩壊地は1,000カ所以上に及ぶ。崩壊の拡大や新たな崩壊が生じた要因としては降雨や強風などが考えられるが、因果関係は明らかではない。

砂防施設に関しては、被災した施設の大部分が六甲山系の東・中部の谷出口付近に分布していた。六甲山系は砂防事業の歴史が古く、石積等の古い施設も多いが、い

ずれもクラック程度の軽微な被害ですみ、機能には支障はなかった。

## 2. 河川の被害

神戸市内の表六甲河川は昭和13年、42年と大災害に見舞われた際、復旧工事として現地産の御影石による護岸工事が施された。その後、市街地を流れる河川は土地利用上、河川断面を最大限に確保するために法勾配3分から5分の護岸工で整備されてきた。

また、小河川は低地を流れるため、暗渠河川として整備され、石積、ブロック積、コンクリート擁壁などによる護岸工がほとんどである。これらは、洪水に対しては十分に耐え得る強度を持った施設だった。

しかし、今回の地震による被害は、河川施設として想定外のものだったため、護岸を中心に被害を受けた。表六甲河川の代表的な景観を呈していた神戸市東部の多くの河川は、空石積の構造だったことも一因となって被災。西部の新湊川、妙法寺川など大型コンクリート構造の擁壁を持つ河川でさえも、擁壁そのものが河道側に倒れ込むなどの被害を受けた。形態としては護岸の崩壊、はらみ、クラック、沈下等であり、暗渠部においては打継部の分離、クラック、沈下が見られた。

また、六甲山系に源を発する表六甲の河川は、市街地を南北に貫いて瀬戸内海へと注いでいる。山麓から河口



被災状況（暗渠河川の継目分離等：西谷川）



被災状況（民家倒壊他、護岸崩壊等による河道閉塞：高橋川）



被災状況（塩屋地区の落石：神戸市垂水区）



被災状況（住吉山手8丁目の民間宅地擁壁の崩壊：神戸市東灘区）

付近までの間は住宅などが密集しており、多数の河川では家屋等の倒壊物が河道を閉塞するというケースが出てきた。

### 3. 急傾斜地等の被害

六甲山系と瀬戸内海に挟まれた神戸市は、市街地の拡大に伴い、六甲山系の麓まで人家が広がっていった。その結果、人家のすぐ背後が六甲山で崖地の危険箇所が多

数生じた。これらを急傾斜地崩壊危険区域に指定し、対策工事を行ってきた。

今回の震災による施設災害は比較的小さく、致命的な被害は見られなかった。自然斜面は小規模な崩壊や亀裂などが発生した程度だった。しかし、六甲山系に向かって山すそから階段状に住宅地を形成しているという神戸市の特徴により、民間宅地内の擁壁が甚大な被害を受ける結果となった。