

## 第4章 斜面災害



# 1. 兵庫県南部地震における六甲山地の斜面災害

## The slope disasters of Rokko Mountains due to Hyogo-ken Nanbu Earthquake

若松幹男, 堀伸三郎

Mikio Wakamatsu, Shinzaburo Hori

### Abstract

Numerous slope failure occurred in Rokko Mountains with the Hyogo-ken Nanbu Earthquake. This report summarizes slope disasters resulted from the earthquake based on numerous information released after the event.

Some examples of the disaster include :

- a) Rapid landslide of Nikawa occurred on a slope neighboring the residential area and caused a major disaster.
- b) Deformation of the slope of Nishiokamoto which forced many residents to be evacuated.
- c) Relocation of the destructed substances due to a rapid landslide in Takarazuka Golf Course in which the inner structure was well preserved.
- d) Numerous slope movements resulted from land works for housing in valleys.

This paper also reviewed papers which had compared slope failures caused by earthquakes and rainfalls, to clarify the characteristics of slope failures due to earthquakes.

### 1. 斜面崩壊の概要

六甲山地では、1995年1月17日に発生した兵庫県南部地震により六甲山地で多くの斜面崩壊が生じた。とくに、六甲山地南麓に点在する宅地造成地においては宅地地盤の変形や多数の擁壁の転倒、はらみ、亀裂などが発生した。また、社会的に注目された災害として、西宮市仁川百合野町では、斜面崩壊により34名もの人命が失われ、神戸市東灘区西岡本では造成地内の道路を巻き込んだ斜面崩壊が発生し、上流および下流の人家に対して避難勧告がなされた。

#### 1.1 斜面崩壊の分布と規模

地震による斜面崩壊の総数は、奥西(1995)によれば約400ヶ所、地盤工学会阪神大震災調査委員会(1996)では600~900ヶ所と報告されており、建設省土木研究所砂防部(1995)、沖村(1995)、田結・藤田(1995)、川邊(1995)、水山・西田(1995)などもほぼ同じ数字を報告している。これらの報告は、空中写真による判読が主体で、既存の崩壊地との重複やカウントする崩壊規模

の差などから幅を持った数値で示されている。この数は従来の同じマグニチュードの直下型地震による斜面崩壊と比べてひと桁以上小さい(川邊, 1995, 地盤工学会, 阪神大震災調査委員会, 1996)。図-1に「斜面崩壊」発生箇所図, 表-1に流域別崩壊の数を示す。

斜面崩壊の規模は、約80%が1500m<sup>2</sup>以下のものである。4000m<sup>2</sup>以上のものは21箇所ですべて約4%にしか過ぎず全体として小規模である。また、斜面崩壊のかなりの箇所、約40%は過去に崩壊履歴をもつ所が崩壊している。この傾向は比較的大きな崩壊地で顕著で、約85%に及ぶ(田結・藤田, 1995)。

1ヶ所あたりの崩壊規模は大きなものでも10万m<sup>2</sup>オーダー(奥西, 1995)であり、大部分の崩壊地は500~4000m<sup>2</sup>程度と比較的規模が小さい表層滑落型の崩壊である(建設省土木研究所砂防部, 1995)。また、夙川~都賀川を含む流域面積の平均値としては417m<sup>2</sup>(低引, 1995)が報告されている。

1kmメッシュあたりの崩壊数は最大21(水山・西田, 1995)では37, 表-1)で、豪雨による斜面崩壊(1972年の西三河災害では200程度)に比べるとかなり小さいも

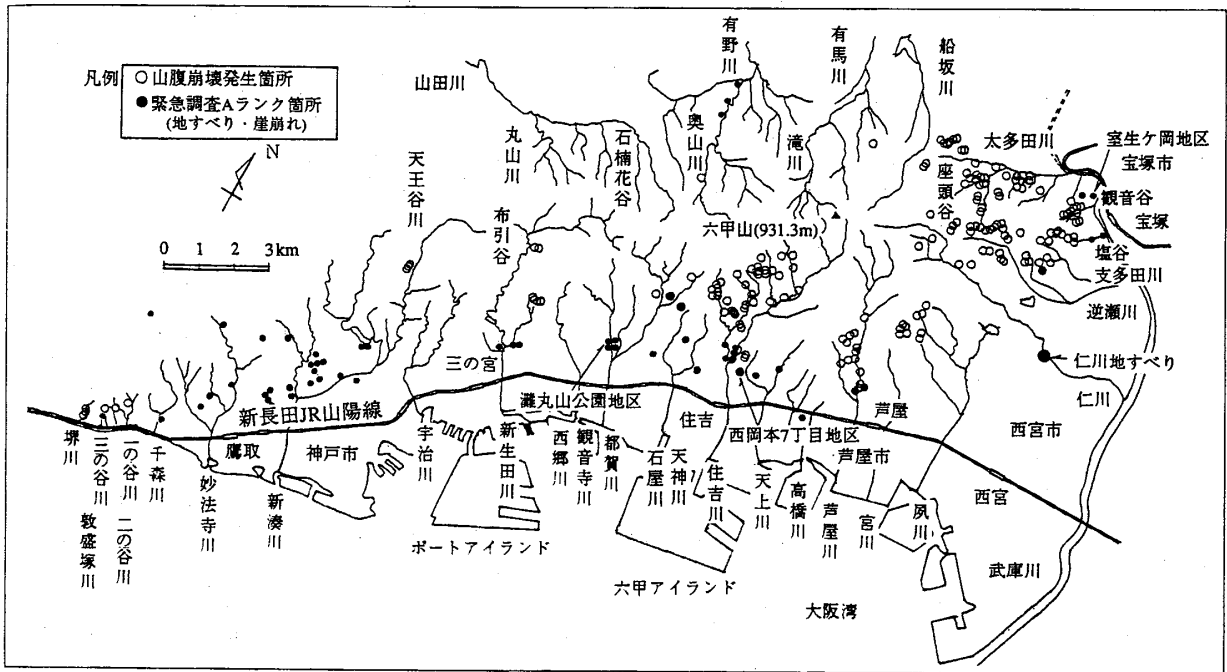


図-1 六甲山系における山腹崩壊発生箇所 (平成7年兵庫県南部地震によるもの). (建設省土木研究所, 1995)  
 Fig.1 Distribution of slope failures in the Rokko mountains. (Due to 1997 Hyogo-ken nanbu Earthquake).

表-1 流域別崩壊の数 (水山・西田, 1995).

Table-1 The number of the slope failures by the drainage basin.

流域名	流域面積 (Km <sup>2</sup> )	崩壊数	崩壊数密度 (/Km <sup>2</sup> )
夙川	6.02	60	10.0
宮川	0.97	13	13.4
芦屋川 (右)	7.0	69	9.9
芦屋川 (左)	1.27	47	37.2
高橋川	1.3	0	0
天井川	2.33	9	3.9
住吉川	10.33	170	16.5
石屋川	1.38	13	9.4
都賀川	7.45	24	3.2
西郷川	2.13	1	0.47
新生田川	12.38	32	2.6
宇治川	3.68	1	0.28
新湊川	21.82	15	0.69
妙法寺川	7.36	5	0.68
仁川	9.56	57	6.0
逆瀬川	3.84	89	23.2
支多田川	2.73	57	20.9

の、地震による斜面崩壊頻度としてはかなり大きい部類に属する (川邊, 1995)。

1・2 地形・地質と斜面崩壊

地形・地質と斜面崩壊との関係については多くの研究

成果が発表されている。ここでは、田結・藤田 (1995)、奥西 (1995)などの成果をもとに説明する。

山腹斜面での崩壊箇所が多い地区は宝塚生瀬～西宮北部付近、芦屋市ごろごろ岳から芦屋川付近、神戸市住吉川～鶴甲付近など六甲山地の東部に集中しており、崩壊の分布は明らかに偏在している (沖村, 1995, 田結・藤田, 1995)。このように、斜面崩壊は六甲山地において均一にみられるのではなく東部にかたより、中央部の摩耶山を境にそれより西部では宇谷を除き、きわめて少なくなる。特に、諏訪山から烏原の18.75km<sup>2</sup>の間では10箇所しか認められない。六甲山山頂を境に南部と北部でみた場合、斜面崩壊の分布に明瞭に違いがあり、崩壊箇所は南部地域に殆ど限られ、北部では、宝塚生瀬～蓬莱峡付近、高取山北部付近に限られている (田結・藤田, 1995)。

斜面崩壊と地質との関係を見ると、古期岩類である布引花崗閃緑岩および八幡谷花崗岩の分布域は風化作用が著しいにもかかわらず殆ど斜面崩壊がみられない。これらの花崗岩はいずれも六甲山山麓の最南部に分布し、標高約300mまでの地形的低所に分布していることが影響しているかもしれない (田結・藤田, 1995)。

斜面崩壊の殆どは六甲花崗岩分布地域で発生した。斜

面崩壊は六甲花崗岩の中でも中～粗粒花崗岩に集中しており、細粒花崗岩では少ない。これは後者が主に、尾根付近に分布することによるのであろう（田結・藤田，1995）。

断層分布との関係を見ると、斜面崩壊は大月断層、六甲断層、有馬一高槻構造線付近に分布している（安江，1995）。大月断層、五助橋断層沿いの北側の急斜面沿いで斜面崩壊が多数生じている（平野・石井，1995，田結・藤田，1995，田結ほか，1995）。特に、宝塚付近や住吉川流域でこの傾向が顕著である（田結・藤田，1995）。鶴甲や渦ヶ森付近では大月断層沿いや渦ヶ森断層の北側急斜面で斜面崩壊が多数生じている。また、芦屋断層北側の芦屋川流域や観音山付近の急斜面でも斜面崩壊が生じている。西部の須磨断層北側の急傾斜面でも斜面崩壊がみられる（田結・藤田，1995）。

六甲花崗岩の風化作用は、東西で異なり西部では厚く風化帯が発達し、東部では風化帯は薄い（吉村，1985）。斜面崩壊は風化帯が発達する西部で少なく、風化帯が薄い東部で多数発生している。

斜面崩壊は35～40°前後の急斜面上で多く発生している。特に、大規模な斜面崩壊は45～50°前後の急斜面に多い。このなかで、斜面傾斜の急な所は鶴甲や渦ヶ森付近の断層崖上のもの、六甲山山頂西南、五助谷頭部のものや芦屋川流域のものが傾斜約40°と急傾斜である。東部宝塚、西宮付近のものは傾斜約35°のものが多い。発生位置は崩壊斜面上部でやや傾斜が緩くなり、傾斜が急になる地形的遷急点付近で発生している（田結・藤田，1995）。

## 2. 斜面災害の事例

### 2・1 西宮市仁川百合野町の崩壊性地すべり

兵庫県南部地震で発生した斜面災害の中でも、最も大きな人的被害が発生し、かつ規模の大きかったものは、西宮市仁川百合野町の二級河川仁川右岸斜面で発生した崩壊性地すべりである。

地すべりは、土量11～12万 $\text{m}^3$ と地すべりとしては規模はそれほど大きくなかったものの、11戸が破壊、34人が死亡する大災害となった（建設省土木研究所砂防部，1995）。仁川地すべりでは、移動速度は平均で数 $\text{m}/\text{秒}$ であり、地すべり移動範囲にあった家屋の住人全員が生き埋めになって死亡した（地盤工学会阪神大震災調査委員会，1996）。移動土塊は主として大阪層群ないしは大阪層群の二次堆積層と考えられており、固結度のそれほど高くない層が「激しい振動によって一挙に崩壊したも

のと考えられる」（安江，1995）。

崩壊前の斜面勾配は20°程度であり、斜面末端部と仁川の間平坦地にあった人家が移動土塊によって破壊した。移動土塊はさらに仁川の河道を埋没し、対岸の人家3戸および道路にまで及んだ。土塊の移動量は、斜面頭部の舗装部分の到達距離からみて頭部の中央で70m程度と考えられる。また、末端部においては仁川の河道沿いに土塊が100m近く流下した（安江，1995）。

仁川の河道は移動土塊によって埋塞されたが、水量が少なかったため、さらに下流への土砂の流出は生じなかった（建設省土木研究所砂防部，1995）。

図-2は、仁川崩壊性地すべりの発生前の地形図に崩壊および崩土が到達した範囲を示したものである。図-3に図-2のA-A'沿いの地質断面図を示す（地盤工学会阪神大震災調査委員会，1996）。地すべりを起こした斜面を構成する地質は、基盤が花崗岩でその上位に大阪層群が堆積している。

斜面の下部の一部には段丘堆積物が大阪層群覆って分布する。この大阪層群と段丘堆積物の上に、ほぼ大阪層群を材料とする盛土と思われる二次堆積層が存在する。この二次堆積土層のN値は小さく、概ね10以下である。ボーリング結果から判断すると、今回の地すべり面はこの二次堆積土層（盛土）内に形成されたと考えられている（地盤工学会阪神大震災調査委員会，1996）。

### 2・2 神戸市東灘区西岡本の斜面変状

神戸市東灘区西岡本6丁目急傾斜地崩壊危険区域十字山地区の道路が幅25m、高さ25～30mにわたり崩壊し、同時に宅地の広い範囲にわたり亀裂を生じた。西岡本の災害は、崩壊箇所はさほど規模が大きくなく人的被害もなかったが、周辺の住宅地や道路などの広い範囲で地すべり現象に伴う亀裂が多数発生し、亀裂上に位置する多数の家屋が被害を受けた。特に西岡本の東部地区（面積1.5ha）では大きな変状が見られる。このため、地域住民に対し避難勧告がなされると同時に、神戸市によってシートがけ・クラック充填といった応急対策がなされ、その後、災害関連緊急地すべり対策事業がおこなわれている（安江，1995）。

### 2・3 宝塚ゴルフ場で発生した崩壊性地すべり

崩壊性地すべりは、砂・粘土互層を主体とした大阪層群からなる丘陵地を造成したゴルフ場内で発生した。東北東～西南西方向に延びた尾根部の頂部がカットされ、土砂が尾根の両側斜面の小さな谷筋を中心に盛土されている（藤田，1995）。崩壊は北東から南西に流下する谷

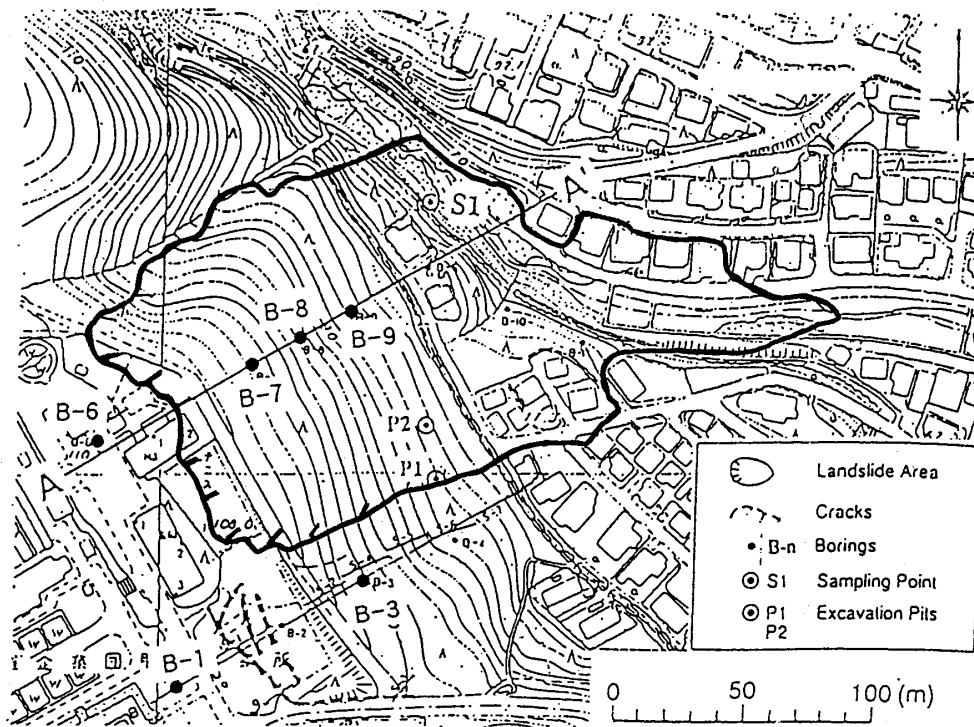


図-2 崩壊前の地形と崩壊性地すべりの範囲 (兵庫県砂防課の調査より)

(阪神大震災調査委員会)

Fig. 2 The geographical features before collapse and the range of the rapid landslide.

筋に沿って発生し、崩壊土塊は急斜面直下にある緩傾斜の下部で東西方向に向きを変えて移動している (図-3 平面図)。

推定土砂量は2~3万 $m^3$  (地盤工学会阪神大震災調査委員会, 1995) であり、仁川の地すべりと比較して少ないが、長距離を移動しその移動形態が内部構造として保存されたことが特徴的である。

崩壊後の急崖には盛土が露出しており、崩壊は盛り土内で発生した (藤田, 1995)。

崩壊土塊は、軟質の盛土中に突入して、移動土塊の重なり合う変形とともに移動域、堆積域の盛土を大きく変形させているのが特徴である (図-4 断面図)。

#### 2・4 住宅造成地の斜面変動

阪神地域には六甲山山麓から瀬戸内海の間には大阪群層や段丘堆積物に覆われたなだらかな斜面があり、この部分が住宅地として開発されている。住宅地では切土工と谷埋め盛土工が広範になされており、この盛土の部分において数多くの斜面変動が発生した。図-5と図-6は、谷埋め盛土での地すべりの断面で沖積層での液状化が地すべりの発生に寄与したと思われる例である (釜井ほか, 1995)。西宮市豊楽町では、すべり面は大阪層群と盛土

の境界付近にあり、盛土が移動した形態である。木津山町は極めて緩い斜面であり、古い地すべり堆積物を含んで変動している。ボーリングコアおよび地表の一部に小規模なものであるが噴砂の跡がみられたことから、沖積層 (砂層) での液状化がこの地すべりの一つの原因となったと推定されている (地盤工学会阪神大震災調査委員会)。

なお、横山 (1995) は、盛土内で見られる変形の多くが地震による斜面前方への傾動的な変形で、表面的な現象であるとして、地すべり運動として捉えることに疑問を投げかけている。

### 3. 地震による斜面崩壊の特徴

#### 3・1 崩壊の地形・地質的特徴

兵庫県南部地震による崩壊の特徴を降雨による崩壊との関係、特に斜面上の発生位置や地山の風化、含水状況との関係で論じた報告や論文が多く発表されている (例えば西・沖村1995, 沖村1995, 安江1995, 奥西1996)。西・沖村 (1995) および沖村 (1995) は、今回の地震による斜面崩壊の特徴を豪雨時に発生した崩壊と比較して次のように述べている。

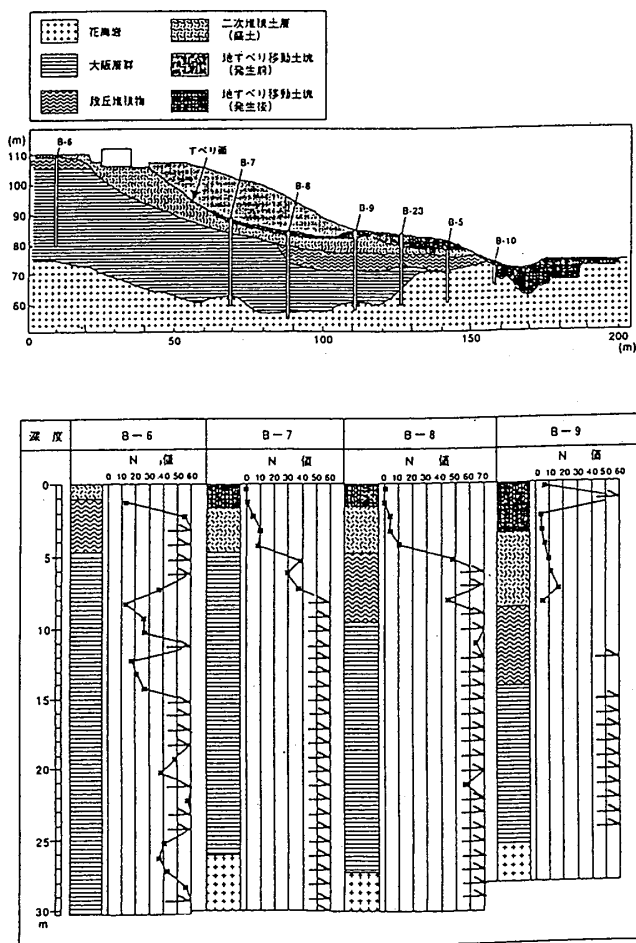


図-3 仁川地すべりA-A'断面図(上)と標準貫入試験の結果(下)(兵庫県砂防課の資料より)  
(阪神大震災調査委員会).

Fig. 3 The A-A' cross section of the Nikawa landslide (the top) and examination with standard penetration test(the bottom).

- (1) 六甲山系全体としては、小規模な崩壊が多く発生した。豪雨で発生する崩壊規模と比較すると、やや小さいかほぼ同程度である。
- (2) 傾斜変換点(線)と崩壊発生との関係は遷急点(線)付近からの崩壊が多発している。
- (3) 急斜面での崩壊発生が多い。
- (4) 今回崩壊した土砂は流下・削剥することなく、崩壊源直下に堆積している場合が多い。豪雨時に発生する崩壊は、崩土が流下し下流斜面で表土層を削剥することが多い。
- (5) 崩壊が発生した斜面型は平行(直線)型斜面や、わずかに尾根型斜面での崩壊が多い。谷型斜面で崩壊発生が多く見られる豪雨時の崩壊と大きな違いである。
- (6) 斜面が急で植生が回復することなく、岩が現れている露頭崖からの剥落、落石が多い。

- (7) 崩壊した土砂は握りこぶし大から人頭大の角礫が多い。
- (8) 崩壊の形式としては不安定岩塊の転動や崩落も見られた。
- (9) 崩壊あるいは崩落にまでは至っていないが、大きな亀裂が発生した斜面もいくつか見られた。これらの斜面では、その後変位量が観測されたが二・三の例外を除き、そのほとんどが地震時以後変形が観測されていない。

奥西(1996)は、地震による斜面崩壊の特徴を次のように述べている。

- (1) 急崖の基部に風化して脆弱化した岩塊があり、そこに応力が集中し、辛うじて安定を保っていたような斜面で、岩塊の座屈破壊による崩壊がかなり見られた。
- (2) 地震動による引っ張り応力に起因すると思われる土砂崩落がきわめて多数見られた。

これらの点を整理すると、地震時に起こる山腹斜面の崩壊は、急斜面、尾根部末端や傾斜変換点などの凸状地形部に発生しやすいと言える。地震による崩壊が凸状地形で起こりやすい理由の一つとして西田ほか(1996)は、凸状地形での地震波の増幅をあげている。

### 3・2 崩壊面積率

降雨による崩壊面積率(崩壊面積を対象面積で除した値)についてみると、集中豪雨などの降雨による一般的な山地における崩壊面積率は1%前後である。災害史上に残る豪雨では、1953年有田川流域で22%、1959年木津川流域で2.08%、1961年天竜川流域で7.87%、1938年枕崎台風による六甲山の被害では、その中の再度谷流域約20haをとると413箇所10%である(芥川ほか1980)。

地震による崩壊面積率としては、1923年の関東大震災では、特に丹沢～箱根地方ではおびただしい崩壊が発生している。この時発生した崩壊地は、丹沢～箱根地方で約8,600haであったといわれる「関東震災荒廃林地復旧事業報告」。これを崩壊面積率にすると約7%になる。崩壊面積率7%という値は、丹沢～箱根地方全体のものであり、局地的には、崩壊面積率で約30%が壊滅的な被害を受けたという(安江, 1995)。この他、代表的な事例では、表-2に示すように十勝沖地震(1968年)で、2.36%、伊豆大島近海地震(1978年)で0.47%となっている(中筋・郡 1995)。

兵庫県南部地震では、崩壊面積率の概算数値で0.1~0.2% (六甲全域を平均せずに、東側の崩壊集中流域のみをカウントすると、0.3%~0.5%)と報告している(中筋・郡 1995)。

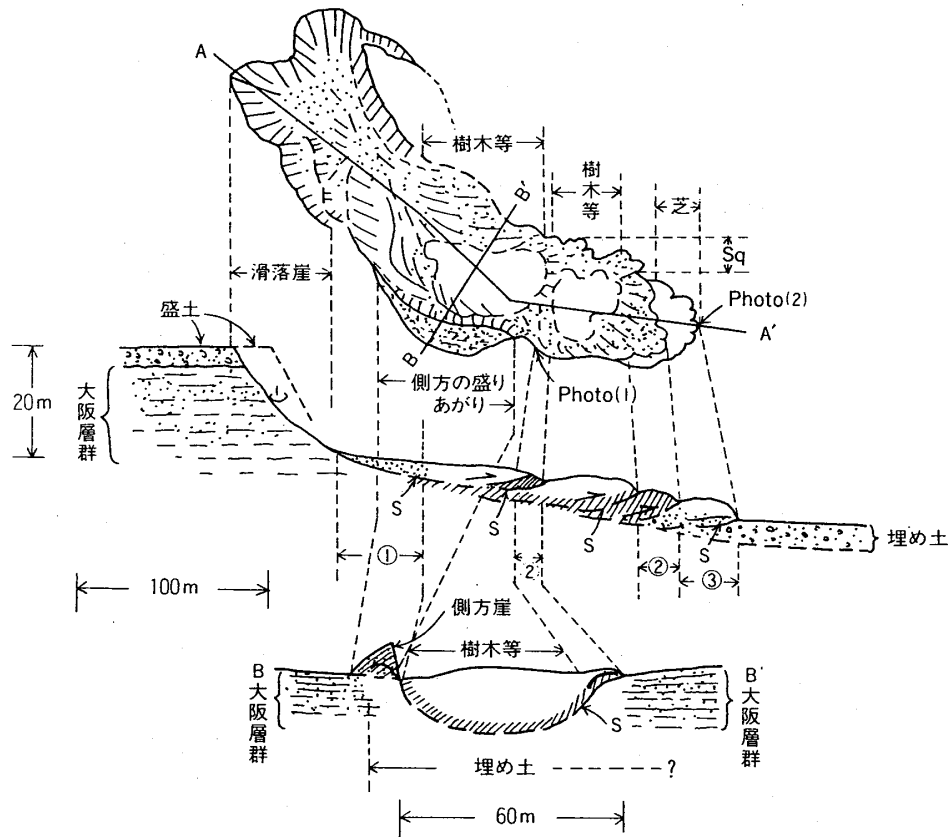


図-4 宝塚市蔵人のゴルフ場内に発生した地すべりの構造を示す模式図 (古谷, 1996, ランドスライド, 古今書院).  
 S: スベリ面, Sg: 側方へのスキージング, ♪: 湧水  
 ①土塊に引きずられた後続の部分で乱れている。  
 ②地表の乱れが激しくスベリ面に相当する。  
 ③芝生の面の盛り上がり。

Fig. 4 Schematic map and profile which shows inner structure of landslide in Takarazuka Golf course.

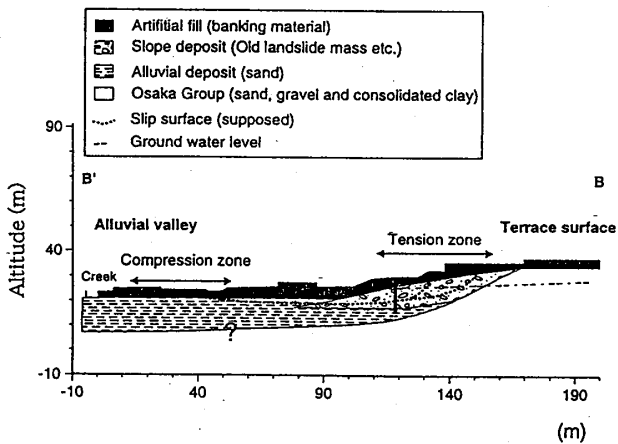


図-5 西宮市木津山町における地すべりの地質断面 (釜井ほか, 1995).  
 Fig. 5 Geological profile of landslide in Kizuyama-cho.

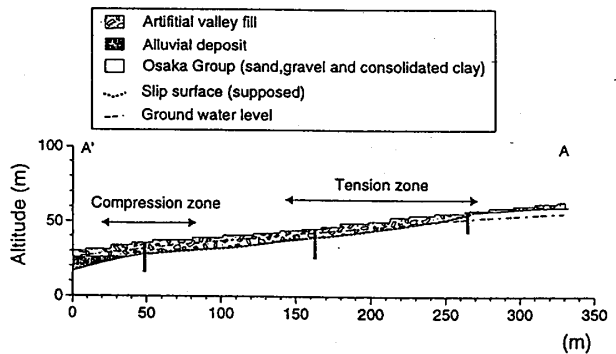


図-6 西宮市豊楽町における地すべりの地質断面図 (釜井ほか, 1995).  
 Fig. 6 Geological profile of landslide in Houraku-cho.



表-2 主要地震の崩壊面積率(中筋・郡, 1995).

Table-2 The slope failures area rate of the main earthquakes.

地震名(年月)	対象地の震度	対象面積(km <sup>2</sup> )	平均崩壊面積率(%)	主要地質	文献*
1.関東大地震(1923.9.1)	6	527	15.2	第三紀層・花崗岩	山口・川辺(1982)
2.福井地震(1948.6.28)	6	326.0	0.61	洪積層	大村ほか(1980)
3.今市地震(1949.12.26)	6	233.5	0.24	古生層・花崗岩	〃(〃)
4.新潟地震(1964.6.16)	5	386.4	0.06	第三紀層・花崗岩	尾張・駒村(1965)
5.十勝沖地震(1968.5.16)	5	17.4	2.36	第四紀火山灰類	安江・沖野(1981)
6.伊豆半島沖地震(1974.5.9)	5	82.7	0.90	第三紀層(火山岩)	大村ほか(1980)
7.伊豆大島近海地震(1978.1.14)	5	300.0	0.47	第三紀層(火山岩)	〃(〃)
8.長野県西部地震(1984.9.14)	5~6	92.9	0.36	中生層・流紋岩	土研報告書(1985)
9.兵庫県南部地震(1995.1.17)	5~6	約140	0.1~0.2	花崗岩	

\*文献が複数ある場合は、できるだけ対象面積の広いものを採用した。

従って、崩壊面積率で見ると兵庫県南部地震による斜面崩壊の規模は小さかったといえる。なお、前述したように地震による発生頻度としては大きい部類に属する(川邊 1995) との見方もある。

崩壊が少なかった理由を、先行降雨の少なさや風化花崗岩(マサ)の性質に求める考え方がある(例えば奥西 1996)。

#### 4. まとめ

兵庫県南部地震によって発生した六甲山地の斜面災害の概要を、地震後に発表された多くの報告を参考にしてまとめた。

山地での斜面崩壊の箇所数は900ヶ所との報告もあり、また、造成地での斜面災害も多く発生している。しかしそれでも、今回の地震が六甲山地に近接したマグニチュード7.2の直下型地震であったことや、発生した多の地盤災害や構造物の被災状況と比較すると、斜面災害が多かったとは言えない面があり(例えば、奥西, 1995), 斜面災害が大きくなかったことがこの地震の特徴の一つとなっている。大規模な斜面崩壊災害が発生しなかった理由を六甲山地を構成する地質の性状や、地形状況に起因する考え方もあるが(奥西, 1995), 一方で、先行降雨が少なく山地が乾いていたことが大きく影響したとする意見もある(中筋・群, 1995)。

今回の報告では、他の地震との比較についてふれなかったが、関東大震災による丹沢山地の崩壊や、伊豆半島沖地震の伊豆山地崩壊、北海道南西沖地震による斜面災害などとの地形、地質状況、降雨の状況などを考慮した比

較検討によって地震による斜面災害の特徴を抽出することや、地震後の降雨によって崩壊する現象についても追跡調査して、地震発生以前との増減を長期的に検討し、地震が斜面災害に与える影響の全体像を明らかにする必要がある。

また、地震によりダメージを受けた山体が降雨などでまとまって崩壊し、崩壊土砂が土石流化して広い範囲に災害を及ぼす懸念もある。従来の砂防的な検討に加え、まとまった崩壊土砂の直接的な流出を考慮した土石流対策の検討も必要と思われる。

#### 引用文献

- 芥川真知・吉中竜進・安江朝光, 1980: 地震災害と地形・地質, 土と基礎 Vol.28, No.6.
- 沖村孝, 1995: 兵庫県南部地震による六甲山系の斜面崩壊, 第30回土質工学研究発表会
- 奥西一夫, 1995: 山腹斜面崩壊の地形立地条件, 平成7年度講話会—阪神・大震災のそこが知りたい—, 社)地盤工学会関西支部.
- 釜井俊孝・鈴木清文・磯部一洋・山川和美・神保光昭・佐藤拓二, 1995: 兵庫県南部地震による都市域の斜面変動について, 兵庫県南部地震等に伴う地すべり・斜面崩壊研究報告書, 地すべり学会
- 川邊洋, 1995: 過去における地震と山地崩壊, 兵庫県南部地震に伴う土砂災害に関する緊急報告会資料, 砂防学会
- 建設省土木研究所砂防部, 1995: 平成7年兵庫県南部地震による斜面崩壊, 斜面崩壊(速報), 新砂防.

vol 47. No6.

- 古谷尊彦, 1996: ランドスライド, 古今書院
- 齊藤正美・新谷融・中村太士, 1995: 北海道南西沖地震に伴う奥尻島の斜面崩壊の特徴と土砂滞留, 新砂防. 47-6
- 地盤工学会・阪神大震災調査委員会, 1996: 阪神・淡路大震災調査報告書(解説編), 第6章丘陵, 山地(主査. 佐々恭二) 地盤工学会
- 低引洋隆, 1995: 阪神大震災による六甲山地内の土砂流出について, 新砂防. vol 48. No1.
- 田結庄良昭・藤田智子, 1995: 兵庫県南部地震による六甲山系山腹の斜面崩壊の分布と特徴, 第5回環境地質学シンポジウム論文集, 日本地質学会
- 田結庄良昭・棒葉昌次・小寺悦子・藤田智子, 1995: 兵庫県南部地震による大月断層沿いの斜面崩壊の連続観察, 第5回環境地質学シンポジウム論文集, 日本地質学会
- 中家嵩夫・中島和一, 1991: 六甲山地東南部の古期花崗岩類, 神戸大学教育学部研究集録.83.
- 中筋章人・郡曲宏, 1995: 兵庫県南部地震における斜面崩壊の実態, 砂防と治水, 第184号
- 西勝・沖村孝, 1995: 山麓斜面及び造成地, 神戸大学工学部兵庫県南部地震緊急被害調査報告書(第2報)。
- 平野昌繁・石井孝行, 1995: 六甲山地東部の崩壊の特徴, 兵庫県南部地震に伴う土砂災害に関する緊急報告会講演要旨集, 砂防学会
- 藤田崇, 1995: 宝塚・西宮で発生した地すべり, 平成7年度講話会。阪神大震災のそこが知りたい, (社)地盤工学会. 関西支部
- 水山高久・西田顕郎, 1995: 兵庫県南部地震による山腹崩壊(続報), 新砂防. vol 48. No1.
- 安江, 1995: 兵庫県南部地震における斜面災害, 第21回地すべり対策技術講習会後援会, 地すべり対策技術協会
- 横山俊治, 1995: 兵庫県南部地震による盛土地盤の地表変動の地質学的解釈, 平成7年度講話会阪神・淡路大震災のそこが知りたい, (社)地盤工学会. 関西支部。
- 吉村一尋, 1985: 六甲山地の花崗岩の風化分帯, 神戸大学教育学研究科修士論文