

巨大地震と花崗岩山地の地形変化・続編

1995.1 阪神大地震から10年後の六甲山地

池 田 碩*

A Strong Earthquake and the Changes it Caused in Granitic Landscape
The Case of Mt. Rokko Ten Years After the Great Hanshin Earthquake

Hiroshi IKEDA

要 旨

M7.2の兵庫県南部地震によって、主として花崗岩から構成されている六甲山地の地形にも各地に変形・変状が発生したが、それから10年を経過した。この間での推移と現状を追跡調査したので報告する。

人的被害の出た地域や危険な地域では、砂防工事が行われた部分と現在も工事が行われている部分がある。さらには当時の状況のまま、自然治癒を待っている部分もある。

しかしいずれの地域や部分も、現在はそれぞれの状況下でまだ安定化へ向かって進行中と思えるが、おそらく次の10年すなわち震災から20年経過すれば、ほぼそれぞれに自然な状況に達していくと推測した。

【キーワード】 地震と地形 六甲花崗岩山地 被災状況の経年変化 10年後の状況

1. はじめに

兵庫県南部に1995. 1. 17 AM 5 : 46にマグニチュード7.2の大地震が発生、淡路島から六甲山地にかけて種々の被害が集中した。筆者は、以前から六甲山地の地形地質調査やその関連分野として豪雨時の土石流災害に関する調査をライフワークとして続けてきていたので、地震発生直後から現地に入り地形の変状や被災状況を調査し、その結果を報告してきた。その折、これらの状況が今後年月の経過に伴って、どのように変化していくのかを追跡しつつ、その状況を分析していくことが筆者にとっては重要な課題だと直感した。

タイムスパンの割と短い豪雨災害時の状況変化は六甲山地の場合でも昭和13年・36年・42年災の記録を残している。しかし数100年間隔で発生する地震時に生じた状況の記録は無いし、豪雨時と地震時に発生した地形の変状や被災状況には、災害としては似ているようでも各地・各現象を具体的に観察・調査していくと、種々な違いがあることに気づいたからでもある。できれば10
2006年9月21日受理 *地理学科教授 Dept. of Geography

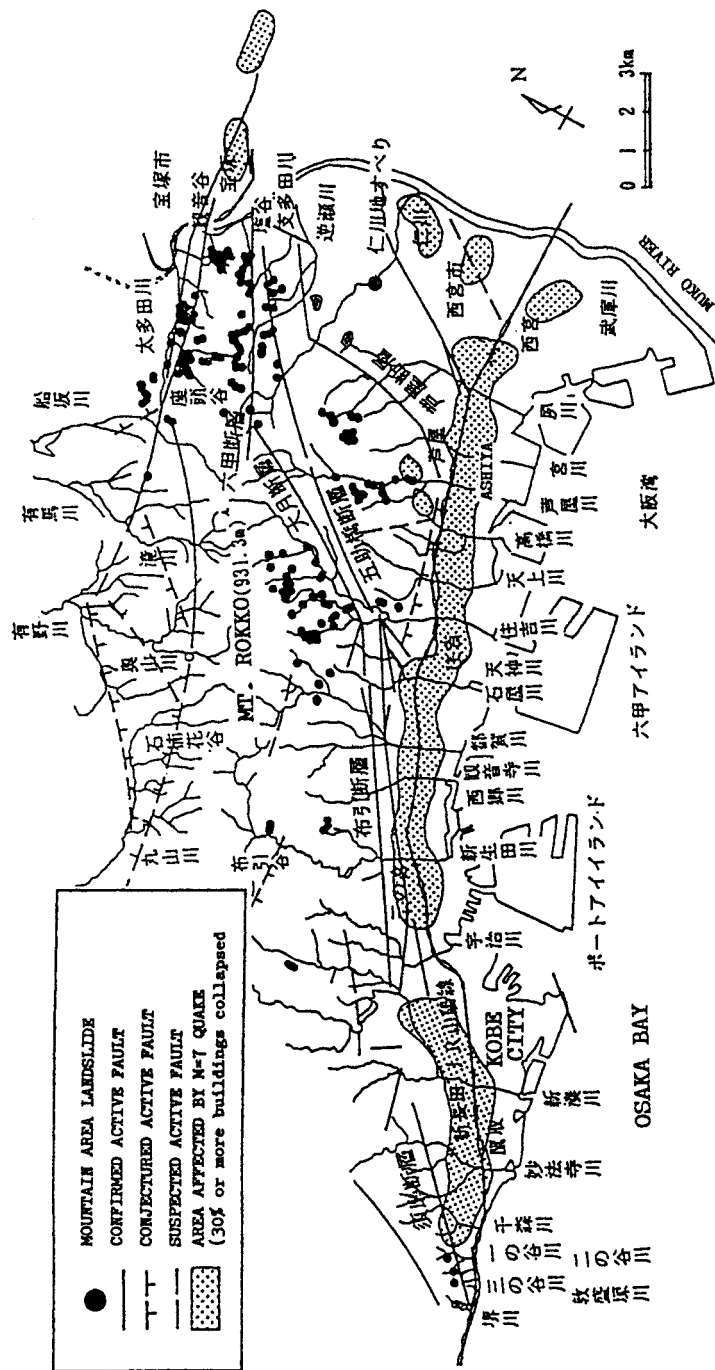


図 - 1 1995年1月の阪神大地震による被害状況
 Fig. 1 Damage Caused by the Great Hanshin Earthquake of 1995

年間隔位で追跡したいとも考えていた。

それから早や10年が経過した。そこで、まずこの10年間での変化の状況全てを記すことはできないので、ここでは内容を整理し、いくつかの特徴的な事例をまとめて取り上げ、具体的に紹介し、解説をしておく。そうしてさらなる10年後、すなわち地震発生から20年後の状況にも対応できることを念頭に置き、整理し現状を記載しておくことにした。

2. 被災地の経過と現状

本報告に当たって、まず被災地域に発生した状況の特徴から次のようにA・B・C 3タイプに分けて記載することにした。

A．山地の斜面や丘陵・段丘崖面の崩壊地の例。

B．山地内の自然公園として保護された地域に生じた変状地の例。

C．開発に伴う切り土・盛り土斜面の崩壊地の例。

上記区分に合わせて各地に生じた代表的な事例を取り上げ、被災当時と現在の状況をできるだけ具体的に実態がわかるようにカラー写真ページに組んで整理し、解説していくことにした。

A 1. カラーページ

六甲山地西南部芋川谷最上流部の崩壊地

六甲山上の尾根道（登山道・通称 学校林道）に沿う南側の急崖斜面の上端（460m）からの崩壊地である。神戸の市街地側からは良く目立つ崩壊地であるが、山体内の奥部に位置し、急な砂防工事を要する地域ではなかったため、崩壊発生時に近い状況（写真上・中）で経過してきた。しかし、崩壊地の先端が登山コースの尾根道に接して拡大してきており、やっと11年目に復旧工事が国土交通省六甲砂防工事事務所によって着手され始めた（写真下）。

尾根一帯は、マサ状風化が進んでおり、崩壊地の頭部周辺には岩盤は露出していない。このため、工事は小型のパワーシャベルを使用し、機材処理で整地されていた。今後クロガネモチ・アラカシ・ヒメユズリハなどを植樹、植栽工が進められる。下方の裸岩地域では、ワイヤーロープネットによる斜面安定工法が施されることになっている。

A 2. カラーページ

六甲山地北東部の断層谷（有馬 - 高槻構造線上の六甲断層）である大多田川右岸側山腹斜面に生じた多数の崩壊地

崩壊地のうち下方に家屋（蓬萊峡山荘）が立地し、雨期に土石流の危険性が高い部分では直ちに復旧のための砂防工事が兵庫県治山事務所によって進められた。ここに示す崩壊地の面積は0.9haで、標高290～170mにかけて平均傾斜は32度である。工事の位置を示す平面図と処置の状況がわかるように断面図をあげておく。その後植樹・緑化工も施行され、工事は完了している。

10年後の現状は写真右上・下で見られるように、緑化はしていても崩壊地の範囲は明瞭にわかるが、ほぼ安定した状況で推移してきていることを示している。おそらく20年後には周囲と同様

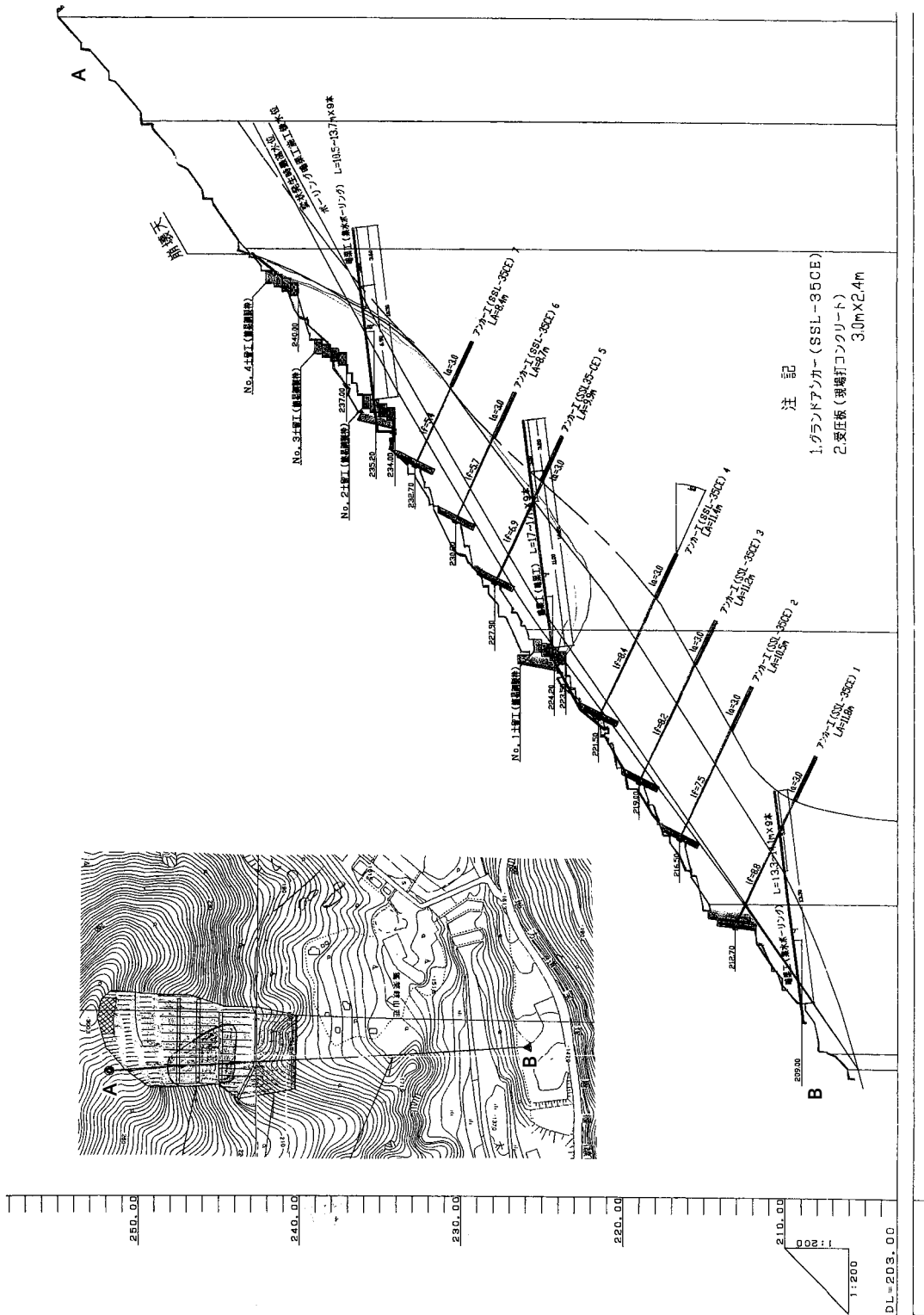


図 - 2 大田川沿い A 2 崩壊地の砂防工事図 (兵庫県砂防課)
 Fig. 2 Map of Section of Erosion Prevention Structures of the Landslide Area

に回復するであろう。この写真の下方には大多田川の支流座頭谷の中・上流域に、次に記す大規模崩壊が生じたため、砂防工事と管理用道が設置され、そのため近代的デザインの橋梁が完成している状況がよくわかる（常時の一般車の進入は不可）。

A 3. カラーページ

座頭谷上流域 上ヶ原段丘壁面の崩壊

この地域は昔から特徴的な奇形地形が見られる景勝地であり、蓬萊峡の名称で知られてきた。しかし実際は、荒廃した裸山的地形で、悪地・バッドランド地域なのである。六甲山地には、同様なバッドランドからなる景勝地が表六甲（南）側にはロックガーデンの名称で存在しており、対比され親しまれてきた。この地域については、本編でも次にB 1・B 2 カラーページとして取り上げる。

さて、蓬萊峡のバッドランドの特徴は、まったく性格を異にする上方側と下方側と2段に重なったバッドランドから作り出されている奇景にある。すなわち、上方のバッドランドは、礫層からなる段丘面が六甲山地の急速な隆起に伴って侵食してきた座頭谷の巨大な侵食崖・段丘崖壁とその崩壊過程に生じた種々の荒廃地の連続景である。一方、下方のバッドランドは、基盤の風化した花崗岩が侵食を受けて生じた岬々とした突出奇形からなる荒廃地の連続景である。

ここでは、巨大なほぼ直立した段丘崖壁面が、地震の振動により大規模崩壊した部分を取り上げる。落下前の巨大な壁面では、長期間を経て壁面に生じた縦方向の侵食微地形の雨裂（リル・ガリ）とそれに沿うように付着した植生が目立つが、落下直後の新鮮な壁面では、段丘礫層の堆積状況を示す横方向の感触が良くわかる。10年を経過して壁面に変化が生じてきているのだろうか。一見ただけではほとんど変化していない様に思われる。しかし、当時の写真上と現状を詳細に比較してみると、微妙に変化してきている状況がわかる。やはり壁面には縦方向のリル・ガリ侵食が入りだしており、ごく一部・局部的ではあるが、草本の植生も付着してきている。

ここもこれからの10年後の回復状況を追跡していくことが、大地震の発生が作り出すこの種の地形の形成とその後の変化を考察していくには重要である。

B カラーページ

山地内の自然公園として保護された地域に生じた変状地の例

表六甲(南)側の山間地で高座の滝（200m）から風吹岩（473m）にかけて広がる奇岩の多い景勝地で、その名もロックガーデンと称される山岳自然公園内である。この地の奇岩群は、その表情の豊かさから「万物相」とも称されて親しまれてきた。

地震は、そのような奇岩群にも種々な変状をもたらした。山上に位置し岩峰の間を時折強風が吹きぬけることから「風吹岩」の名でハイキング客にも登頂の目標とされていた巨岩峰も、その片側がほぼ破壊されてしまった。その下方に位置し、巨大な岩塔としてロッククライミングにも使用されてきた「ピラーロック」も転倒し分解してしまった。一方、山塊の片側が傾斜した節理に沿って大きく削り落とされ、岩塊なだれを生じた跡地は「鬼のすべり台」とでも称されそうな新たな奇景を生じるなど、万物相の「相」の内容にも変化を生じている。では、破壊された万物

相、さらには新たに生じた奇景群は、10年を経てどのような状況や表情を示しているのだろうか追跡してみた。

B 1. カラーページ

ロックガーデン東側尾根沿いの変状地

豪雨による侵食作用は、上方から下方へと降雨や流水が集中してくるほど働き、その結果残されたのがピークである。それに対し、地震では逆に地下から上方へと向かうエネルギーによって突き上げられ破壊されるのが、エネルギーが最も収斂してくるピークである。このため主として岩塊群、岩峰、岩尾根等の突出部へ生じる奇景地の多い「万物相」での変状は大きかった。

ここではまず、風吹岩の崩壊当時と現状の写真を示しておく。写真の左側が大きく破壊した部分であり、現在は全体に風化色も付き、下方では小岩片ほど無くなってきている。

次に岩尾根上の小ピークが同様に突き上げられ分解破壊した当時の様子と現状を示した。現状は、残された上方の部分の形状は変化していないが、色調は新鮮であった破壊面の白色も風化色に変わってきており、下方に転落した岩片は丸みを帯びてき、さらに小片は無くなっている。

B 2. カラーページ

ロックガーデン内部・地獄谷周辺の変状地

山頂の片側が衝撃で削り落とされ「岩石なだれ現象」を生じた巨岩峰の写真を示す。下方には落下した大きな岩塊が多量に埋積しており、滑った上方の岩盤は巨大なすべり台の状況を示している。形状としては規模が大きいから、現在もほとんど変わっていないように見えるが、壁面に当たる部分の岩盤は風化変色してきており、周囲には植生もかなり増加してきている様子がわかる。

次に岩峰の上端部が突き上げられて、まるで飛び去ってしまい、さらにそれに続く下部の岩面も衝撃で剥ぎ取られた状況が良くわかる部分の写真を示した。現状は両写真を比較して見ればわかるように全体が風化色に覆われてきている。おそらく次の10年を経ればほぼ周囲と同様な自然な状況に至るものと考えられる。

C カラーページ

都市開発に伴う切り土・盛り土斜面の崩壊

都市化の進展による六甲山麓の開発は著しい。すでに山麓を越え山中へと食い込み、さらに山上での開発も進んでいる。その結果、各所で切り土・盛り土による危険な造成地の開発が出現してきている。このような造成地は、一見高燥地で眺望も良く、快適な地域のように思えるが、わが国のように梅雨・台風等による豪雨の危険や、今回のように強震を受けると盛り土地の流動さらには崩壊・地すべりを発生させる危険性をはらんでおり、その影響は下方側や周辺の開発地にも大きな迷惑をかけてしまうことになる。このような開発に伴う被害は、人為的に誘導された災害・人災である。そこで、ここでは今回の地震で生じた2地域の典型的なこの種の事例と山頂部で切り土をして造成しただけでも、その先端部分から崩壊した例の現状を紹介しておく。

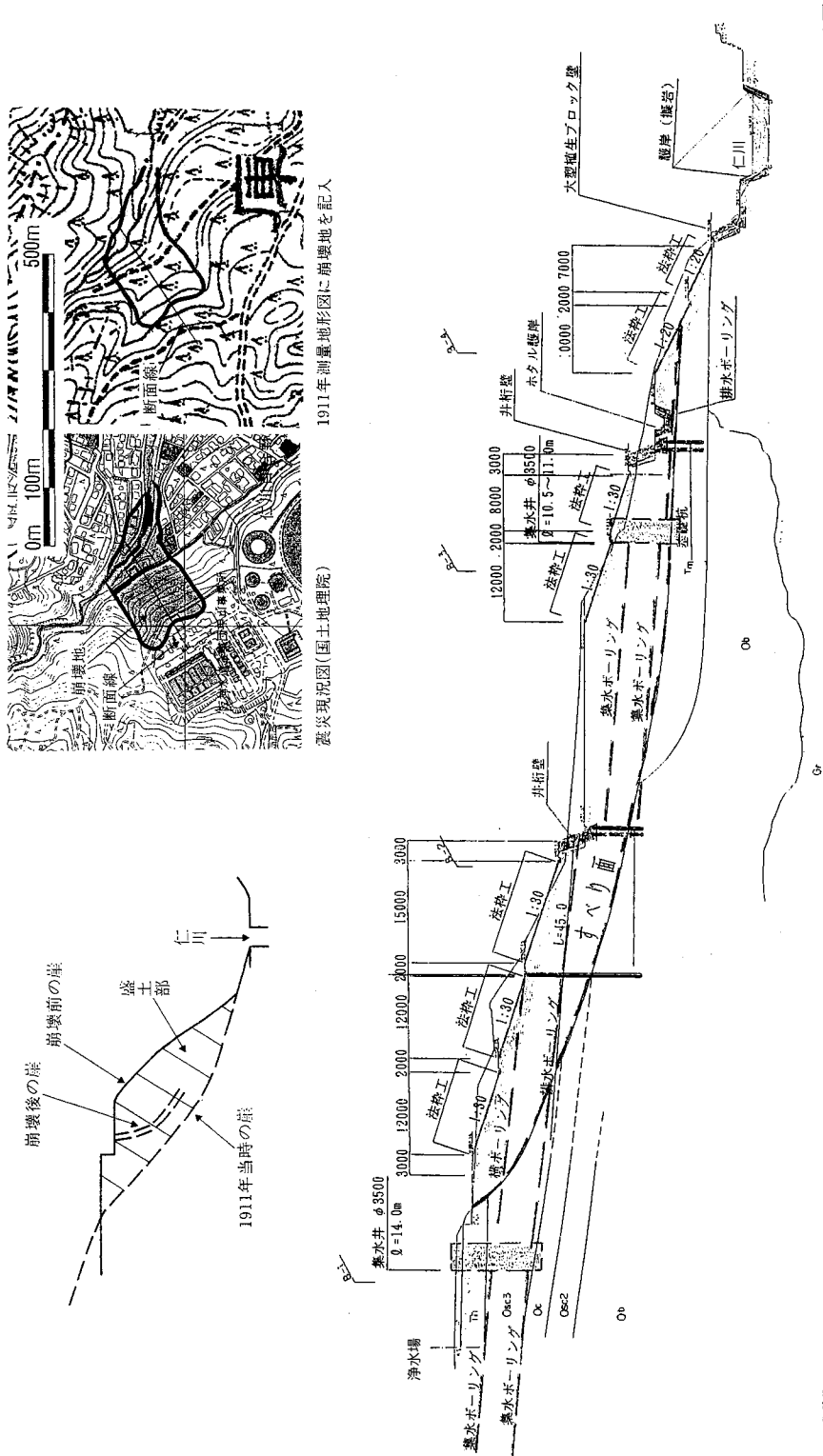


図 - 3 西宮百合ヶ丘付近の旧・新地形図・斜面崩壊地の模式断面図と砂防工事図(兵庫県砂防課)
 Fig. 3 Map of Before and After Earthquake Topography and Erosion Prevention Structures in the Landslide A rea

C1. カラーページ

西宮市百合ヶ丘市営浄水場の盛り土斜面からの崩壊・地すべり

六甲山地の東端部にあたり、海拔100~200mくらいの山麓緩斜面の小起伏上を大阪層群の砂礫層が薄く覆う地域である。その東端は高さ50~60mの崖をなして武庫川・仁川の低地と接している。この崖上方の山麓緩斜面に盛り土をして拡張させ整地した部分に、1953年から阪神水道企業が浄水施設と事務所の一部を建設していた。

今回の地震で斜面(崖)崩壊させたのは、盛り土した造成地で、その上端から幅約130mが高度差約45mにわたって崩壊落下した。その土石の主体は乾燥期でもあったため一種の粉体流となって最大延長250mほど流動したが、その間で崖下を流下している仁川の谷底を埋め、対岸に位置する民家をも破壊した。この結果崖直下に位置していた民家9戸を埋め死者26名を出し、対岸でも民家3戸を埋め死者8名を出す今地震における崩壊・地すべりでは最大の被災地となった。このため被災直後から兵庫県砂防課・六甲治山事務所が中心となって対策、さらに工事が図3の設計図に基づき行われた。崩壊斜面全域を整地保全のために段切りし再植生、集水・排水溝を設置しつつ公園緑地とし、一部は小規模なグラウンドとしても利用されている。現在は写真下左・右で示すような状況にまで至っているが、付帯工事はまだ継続中である。なお、崩壊地に隣接する部分に「砂防資料館」が設置され、館内には被災当時の状況と復興の過程をたどれるようにパネル展示をし、ボランティアによる解説も行われている。さらに周辺住民との対応のために地域の集会場としても使用されている。

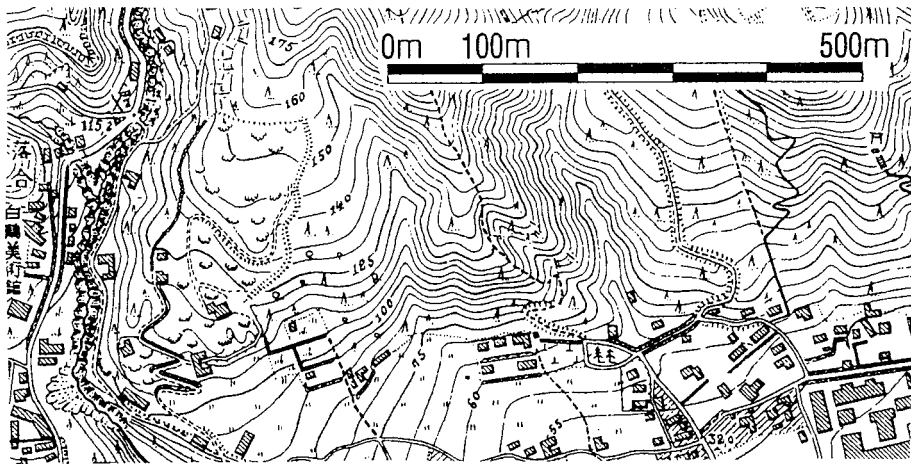
C2. カラーページ

東灘区岡本・ヘルマンハイツ団地盛り土造成部からの崩壊・地すべり

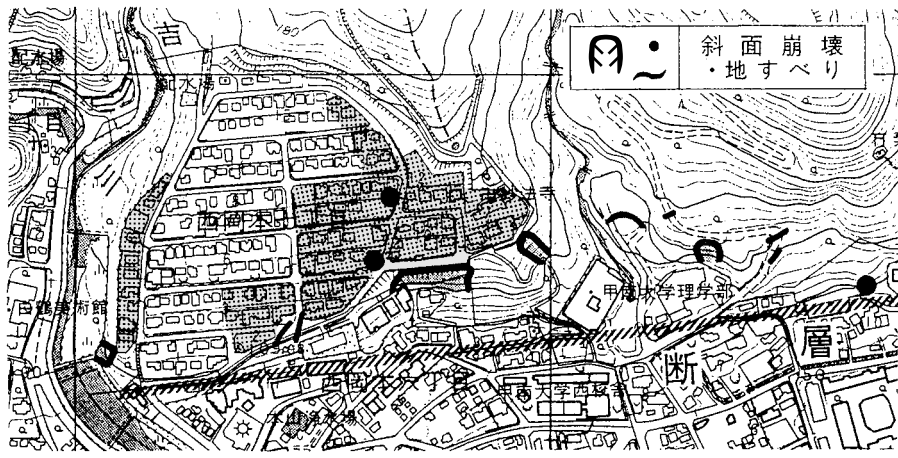
被災地は、六甲山地中央部の南側で代表的な河川である住吉川左岸の花崗閃緑岩からなる山麓緩斜面末端の高さ35~40mの崖に位置している。ここは山麓とほぼ平行する活断層に沿う崖でもある。崖上方の山麓緩斜面のうち、山側の海拔160mから崖上端の100~200m間が造成整地され、ヘルマンハイツ団地(約150戸)として開発されていた。崩壊はこの団地の東側の崖上端部から発生しており、崩落部の露頭調査から、ここは団地造成時に形成された盛り土地であることがわかった(写真右上)。しかも崩壊した崖の背後には、全・半壊家屋が多く、地盤が崖に向かって流動しており、地面の亀裂は造成地上方の山地側端まで続いていた。一方、崖の直下には民家やアパートが立ち並び、崖の途中にさえ斜面をそのまま利用したマンションが建てられていた。

被災後この一帯はどのように処置されるのだろうかと思いついてきた。結果的には斜面全体をアンカー工法で固定し、一部は再盛り土しほぼ元の状態に復旧された。

崩落崖上端に位置していたアスファルト舗装道路も写真右中に示すごとくまったく元の位置に復旧され、その背後で破壊した民家も同様に次々と再築された。隣接する崖斜面を利用し、這うように構築され、内部にかなり被害が出ていたマンションカトリアも修復され使用されている。このような状況のため、写真で示したように現在では当時の悲惨な状況はまったくわからなくなってしまっている。一体、被災の教訓は何だったのかと疑いたくなる事例地域である。神戸市危機管理室発行の東灘区ハザードマップの図上には崖崩れ・地すべり危険地として記入されている。



1932年測量地形図



● 災害対策本部による避難勧告指定地域

//// 断層

震災現況図(国土地理院)

図 - 4 ヘルマンハイツ団地付近の旧・新地形図と被災地域

Fig. 4 Map of Original and Topography Cut and Filled for Hillside Housing Sites

C 3. カラーページ

有馬温泉背後山頂部造成地からの斜面崩壊と砂防工事の状況

有馬温泉街西側背後にせまる落葉山（533m）の山頂部には、善福寺が位置している。その境内の造成地の先端から温泉街側に向けての急斜面に発生した崩壊地。

写真上は発生当時ヘリコプタから撮影したが、写真下は砂防工事完了後の現状を対岸の愛宕山側山腹から撮影した。写真中は上端部のコンクリートフレームとグランドアンカーによる工事完了状況。

3. まとめ

パターンA地域の事例では、大地震が発生すればどこの山中でも斜面や崖面で生じると予測されるタイプの崩壊地としての3例をあげた。そのうち砂防工事が施工され、ほぼ完工している地域例。やっと11年目にして工事が開始され始めた地域例。震災時発生のまま、自然治癒の状況下におかれている巨大な段丘壁面での変化例。それぞれの地域の現在までの変化変質の状況を報告した。

パターンB地域の事例では、国立公園内で奇岩の景観が目立ち、まさにロックガーデンと称される自然公園地域を取り上げた。種々の奇岩景を「万物相」として総称され親しんできたが、「相」に変化を生じた。この地域は自然の成り立ち、そこに生じていた景観を可能な限り保全・保護していこうとして公園へ指定された地域だけに、震災で生じた崩壊地その他の現象も当時のまま残されている。いわば今回のような変状追跡調査にとっては、実験地としても使用できる有効な地域である。

パターンC地域の事例では、都市化が進む背山地域で生じた開発に伴う人為災害の典型的な例を取り上げた。被災後、教訓を生かしつつ修復・整地された地と、結局元のままに復旧された地の例である。被災への対応のあり方について今後も追跡考察していくべきである。

4. さいごに

大地震による地形の変形・変状をそれぞれの内容を中心にパターンA・B・C地域に分類して記載してきた。その結果、取り上げた事例地それぞれに現状は自然治癒・人為的回復にしても、いまだ安定化に向けて進行途次の状況であることがわかった。しかしながら、次の10年後すなわち震災発生から20年後にはそれぞれに変状は安定してき、ほぼ終末の状況に達する、つまり自然の状態に推移するものとする。それ故に、20年までの追跡が重要なのである。

豪雨に伴う崩壊地や土石流発生地での追跡結果の記録は残されているが、タイムスパンの長い地震による被災地の追跡は無いので、六甲山地での記録をぜひ残したい。

幸いに、震災発生時の調査、そして今回の追跡調査には筆者のゼミの学生達や大学院生、さらに卒業生達の多くに協力してもらえた。そして彼らも調査を続けるべきだと応援してくれている。何とか頑張って目標まで完結させたいと考えている次第である。

A 1 . カラーページ 六甲山地西南部芋川谷最上流部の崩壊地
Slope Collapse near Imo River Southwest Side of Mt. ROKKO



A 2 . カラーページ 六甲山地北東部の断層谷 大多田川右岸側山腹斜面に生じた崩壊地
Slope Collapse Due to the Earthquake on Right Side of Otata River



A 3 . カラーページ 蘆菜峡座頭谷上流域 上ヶ原段丘壁面の崩壊

Mountainous Horaikyo Zatoudani River Badland Topography Made Worse by the Earthquake



B1. カラーページ ロックガーデン東側尾根沿いの変状地

Mountainous Rockgarden Badland Topography Made Worse by the Earthquake



B2. カラーページ ロックガーデン内部・地獄谷周辺の変状地

Mountainous Rockgarden Badland Topography Made Worse by the Earthquake



C1. カラーページ
 西宮市百合ヶ丘市営浄水場の盛り土斜面からの崩壊・地すべり
 Landslide and Collapse of Badly-Done Landfill
 Beneath Water-Purification Plant Buildings



C2. カラーページ 東灘区岡本・ヘルマンハイイツ団地盛り土造成部からの崩壊・地すべり
Landslide and Slope Collapse Due to House and Road Construction on Poorly Done Landfill on the Mountainside



C3 . カラーページ 有馬温泉背後山頂部造成地からの斜面崩壊と工事の状況
Collapse of Mountain Slope Behind ARIMA Spa Buildings



注

- 1) 池田 碩 (1995): 阪神大地震と地形災害. 地理40巻4号. 古今書院.
- 2) (1995): 危険な土地造成による被災例. 『日本列島の地震防災 - 阪神大震災は問いかける - 』所収. 日本科学者会議編. 大月書店.
- 3) (1996): 阪神大震災と地形条件. 『兵庫県南部地震と地形災害』所収. 日本地形学連合編. 古今書院.
- 4) (1996): 巨大地震と花崗岩山地の地形 - 1995年1月の阪神大地震による六甲山地での例 - . 奈良大学紀要 第24巻.
- 5) (1998): 『1995. 1. 17大震災と六甲山地 (CD-ROM版)』. 建設省近畿地方建設局.

謝 辞

現地調査では、旧・現大学院生の江上正道・野村智・待鳥良治・匂坂裕一郎・大西一憲君等が、協力してくれたことを記し、感謝の意を表します。

A Strong Earthquake and the Changes It Caused in Granitic Landscape: The Case of Mt. Rokko Ten Years After the Great Hanshin Earthquake

Hiroshi Ikeda

An earthquake of $M=7.2$ struck west-central Japan near the city of Kobe at 5:46 AM on January 17, 1995. Major damage from it was concentrated in the area from Awaji Island across Akashi Strait southwest of the City to Mt. Rokko just behind and north of the City. As part of his professional geomorphological work, the author has continuously studied land and mudslide damage due to intensive rainstorms in the Mt. Rokko area. Thus, immediately after the 1995 Quake, he entered the area to study topographic changes and quake-caused damage. Studies of how conditions will change in coming years are considered by him to be important.

In 1938, 1961 and 1967, intensive rainstorms caused major changes there, and records of those remain. However, no records exist of the geomorphological changes due to earthquakes, which tend to occur in the area at intervals of 100 years or so. Though the changes caused by intensive rainstorms and earthquakes are similar, if carefully observed, where and how they occur reveal many differences. If possible, the author hopes to pursue the study of such changes at ten year intervals in the future.

In fact, ten years have *already* passed since the Great Hanshin Earthquake, so the author studied changes in the area since then. Here, he has organized the results into several characteristic types and has put color pictures of those right after the Quake alongside pictures of conditions today, with descriptions and explanations of each. He hopes to do this again in ten more years, i.e. 20 years after the Quake for comparative purposes.

Geomorphological changes caused by the Quake were organized into three basic types as follows:

Type A: Landslides on mountain slopes and on hill and terrace cliffs;

Type B: Changes that have occurred naturally in mountain areas in the Mt. Rokko natural park;

Type C: Landslides in cut and fill areas due to urban development.

In each case, slow but steady natural recovery, or man-aided recovery is now in progress as the area moves toward stability. However, in the next ten years, i.e. two decades after the Quake, it is expected (barring the unforeseen) that each area will be in the final stages of its return to stable, i.e. *relatively natural* conditions. Therefore, it is considered important to pursue these studies at least until then, and that is what this author hopes to do.