

兵庫県南部地震による人工改変地の被害や山腹崩壊と
後の降雨での2次災害の継続観察

課題番号 09680446

平成9・10・11年度科学研究費補助金
(基盤研究(C)(2)) 研究成果報告書

2000年3月

研究代表者

田結庄 良昭
(神戸大学発達科学部)

神戸大学人社系図



0102002172980

兵庫県南部地震による人工改変地の被害や山腹崩壊と
後の降雨での2次災害の継続観察

課題番号 09680446

平成9・10・11年度科学研究費補助金
(基盤研究 (C) (2)) 研究成果報告書

2000年3月

研究代表者

田結庄 良昭
(神戸大学発達科学部)

はじめに

1995年兵庫県南部地震から5年の歳月が過ぎ、神戸の町は表面的には新しいビルディングが立ち並び、復興が進んでいるように見える。しかし、私が育った長田の町は随所に更地が見られ、人口も減り復興にはまだほど遠い状況にある。地震被害は「震災の帯」付近で最も顕著であるが、比較的安定地盤にある丘陵地でも、場所によっては大きな被害を受けている。それらの多くは谷埋め埋土などの人工改変地域である。そこでは地下水位が高く、地震により家屋倒壊だけでなく、地盤そのものが流動するなど地盤損傷をこおむっているのが特徴である。家屋の解体は公費で行ったが、地盤損傷の復旧は自己責任であるため、復興はなかなか進まず、更地のまま放置される場合が多い。そこで、建設会社がこれら更地を買い占め、住宅密集地にマンションを地域住民の同意なく建て、トラブルが随所で生じている。また、マンションは急傾斜地崩壊危険区域など、本来宅地に向かない危険な場所所でも、復興の名で建てられている。その結果、現在では空き屋率が震災前を上回ってしまった。また、人工改変地域では損傷した地盤の改良工事に莫大な費用がいるため、多くは軽い組立ハウスが主流を占め、風情のない町になってしまった。行政は高層ビルの建設だけでなく、個人の住宅建設支援をもっと行うべきである。この報告ではこれまであまり省みられなかった人工改変地域の地震による被害の実態を詳細に報告し、それらから被害の要因を検討し、その大きな要因のひとつが傾斜した地下水位とそのための地盤流動にあることを明らかにした。そのため、神戸市での地下水位を詳細に調べ、はじめて地下水位分布図を作成し、地下水位が地震被害と密接な関係にあることも明らかにした。また、兵庫県南部地震によるクリーニング店の倒壊による溶剤の流出によるテトラクロロエチレンによる地質汚染をはじめて明らかにした。残念ながら、これら汚染された土壌の撤去もなく家屋が建ち、汚染のつけは後世に受け継がれた。このように、地震での被害は多様であり、復旧にあたって、科学の研究成果がもっと生かされなければならない。そこで、我々は地質ボランティアを組織し、直接住民の所に出向き、地盤の損傷の調査や復旧に科学の成果を生かすよう努力を行った。

兵庫県南部地震によるもう一つの隠れた大きな問題に土砂災害がある。六甲山地は良く知られているように、断層で急に高くなった山であり、しかも深部まで著しく風化した花崗岩から構成されている。そのため、六甲山地はこれまで昭和13年の阪神大水害のように、たびたび土砂災害に遭遇してきている。そこに地震が生じ、神戸市では830箇所以上の斜面崩壊が生じた。その後、100mm程度の雨で、崩壊が進行し、現在では1500箇所にも崩壊が広がり、いつ大きな土砂災害が生じてもおかしくない状況にある。さらに、復興の名目で、山麓付近の急傾斜地崩壊危険区域にもぞくぞく住宅が建設され、現在は標高300mの高さまで住宅が建ち、さらに危険度が増してきている。そこで、この報告では兵庫県南部地震による斜面崩壊の分布を調べ、その特徴を調べ、その原因について検討した。特に、崩壊斜面では花崗岩中に変質鉱物が多産し、これが崩壊の誘因であることも明らかとなった。また、神戸市の急傾斜地崩壊危険区域、約830箇所すべてを調べ上げ、その中で39箇所が特に危険度が高いことを報告し、その結果を行政にも報告し、

防災工事が進展した。この報告では、住宅地近辺の急傾斜地崩壊危険区域のカタログを作成し、危険度判定を行うなどの緊急を要する研究も行い、2次災害から住民を守ることに大きな力点を注いだ。

以上のように本報告はこれまであまり報じられなかった兵庫県南部地震の人工改変地域の被害や斜面崩壊の状況を詳細に報告し、その原因を検討し、その成果を地域住民に返すことに焦点をあてている。この報告が少しでも役立てば光栄の至りである。

なお、本報告書「兵庫県南部地震による人工改変地の被害や山腹崩壊と後の降雨での2次災害の継続観察」が、明らかにしている事柄、報告している内容、集録している資料は以下のごとくである。

「1章」 本来安全であるべき学校建物の被害の実態を詳細に調べ、それらの多くが池や谷の埋め立てなどの人工改変地域であることを明らかにした。また、古い地形図をもとに、どのような人工改変地域で被害が多いかも報告した。さらに、その原因についても考察を行った。参考として、筆者の研究を紹介した新聞記事も掲載した。

「2章」 人工改変地域、特に谷埋め埋土地域での地震被害の状況を、特に被災の大きい6地域を調べ、その状況を詳細に報告した。また、それら地域の個々の原因について検討し、その結果を報告した。この中で、特に人工改変地域では地盤流動などの地盤損傷を伴うことが特徴であることを明らかにした。

「3章」 地震被害が浅い地下水位、特に2m未満の地域が被害甚大地域と対応していることを明らかにした。また、はじめて神戸市の地下水位図を作成した。さらに、浅い地下水位が何故被害を大きくしたのかを明らかにした。参考として、筆者の研究を紹介した新聞記事も掲載した。

「4章」 兵庫県南部地震によるクリーニング店倒壊による洗濯溶剤による地質汚染—テトラクロロエチレン汚染—の実体を世界ではじめて明らかにした。そこでは環境庁の基準の5000倍にも達していることを示した。参考として、筆者の研究を紹介した新聞記事も掲載した。

「5章」 この科学研究費で得られた成果を普及し、地域に還元し、復興に役立てることを報告した。参考として、筆者の研究を紹介した新聞記事も掲載した。

「6章」 兵庫県南部地震による斜面崩壊の分布と特徴を詳細に述べた。また、斜面崩壊多発地域の花崗岩の特徴を述べた。参考として、筆者の研究を紹介した新聞記事も掲載した。

「7章」 兵庫県南部地震で損傷した斜面が、その後の降雨で崩壊が拡大していくことを詳細に報告した。参考として、筆者の研究を紹介した新聞記事も掲載した。

「8章」 兵庫県南部地震による急傾斜地崩壊危険区域の損傷の程度を詳細に報告し、危険度を判定した結果、39箇所が著しく危険であることを報告した。参考として、筆者の研究を紹介した新聞記事も掲載した。

「9章」 兵庫県南部地震後5年過ぎ、人工改変地域の復旧がどの様に進行し、どのような問題が生じたか報告した。また、急傾斜地崩壊危険区域の復旧とその問題点も報告した。

3年間の研究期間では兵庫県南部地震の被害の実態を明らかにすることはあまりにも時間が少なく、はじめに構想した報告書にはできなかった。詳細な現地での調査の報告や写真、図、ビデオテープなどはほとんど割愛せざるを得なかった。また、人工改変地域の被害を大きくした要因に開発がある。人工改変地形地、傾斜造成地の開発の背景には山を削り海を埋め立てる「神戸方式」がある。開発事業が行われたもう一つの条件に、六甲山地は砂状となっており容易に削り取ることができ、開発コストが安いことがあげられる。地震後は、土石危険渓流の谷の出口付近、急傾斜地崩壊危険箇所、地下水深度が浅い谷の開発など、従来では宅地に不向きな所が多く開発されている。しかも、開発および建築許可が従来に比べきわめて早く出されている。また、これまでであれば地域住民と共生する試みがなされているが、現在では地域との共生の試みは薄れ、とにかく復興で住宅が足りないからとの名で、開発が行われている傾向がある。業者は復興で早期に多量の住宅がいるなどの名目で、地域との調和など無視して建築し、トラブルが続出している。その結果現在では、むしろ住宅は過剰供給となってしまった。総務庁がまとめた住宅・土地統計調査によると、1998年10月1日現在の神戸市内の総住宅数は66万700戸、このうち空き家95300戸で、空き家率は14.4%で、震災前の調査(1993年)の10.0%を上回り、震災前の1.5倍近くにのぼっていることがわかった。

兵庫県や近畿地方建設局の調査では1999年6月現在、土砂災害の恐れがあるところが約1500箇所、そのうち1140箇所が工事に着手しているが、完成したのはわずか62箇所である。しかし、いくら斜面の防災工事を行っても、宅地開発がより危険な所まで進んでいるため新たに危険箇所は増え続ける。最近、貝原兵庫県知事は六甲山地の宅地が標高340mの高さまで開発され、今や居住地が危険地に近づいていることを認め、もう六甲山は開発しないという社会的合意の必要性に言及し(県議会本会議、6月10日神戸新聞)、砂防事業だけではもはや対応しきれないことを強調した。このような流れの中で、行政側はコンクリートで固める方針から表六甲全域で大規模に用地を買収し、砂防樹林帯を広げる「六甲山系グリーンベルト整備事業」を計画している。一歩前進であるが、なによりも開発をストップさせるべきである。最も危険箇所については住民に公表し、住民の協力を得て防災にあたる必要がある。住民も行政に頼るだけでなく、24時間監視体制など、自ら防衛する必要がある。そのためにも情報の開示は必要不可欠である。

この報告書がひとりでも多くの関係者の目に触れ、今後の防災や開発を考えるよき資料になればと願っている。

本研究には、多くの方々のご協力により遂行できた。特に「地質ボランティア」の方々、特に、事務局長の佐藤隆晴さんからは調査にあたり援助を受けた。また、研究室の院生・学生・研究生の皆様、榛葉康男、東 督大、孝子 揚、山下 優、戸和寛文、木村一成・森岡幸三郎の諸氏の援助を受けた。また、神戸大学発達科学部の事務当局による支援を受けた。ここに記して謝意を表する。

2000年3月

田結庄 良昭

研究組織

研究代表者 : 田結庄 良昭 (神戸大学発達科学部自然環境論講座)

研究経費

平成 9 年度	1, 1 0 0 千円
平成 1 0 年度	5 0 0 千円
平成 1 1 年度	5 0 0 千円
計	2, 1 0 0 千円

研究発表 (出版物)

人工改変地域関係

- 東 督大・田結庄良昭 (1996) 兵庫県南部地震による宝塚市西部, 紅葉ガ丘の地盤と家屋被害. 神戸大学発達科学部研究紀要, 3,139-146.
- 孝子 揚・田結庄良昭 (1996) 神戸市東部渦ヶ森付近の人工改変地形における地震被害と地盤との関係. 人間科学, 4,45-55.
- 田結庄良昭 (1996a) 1 9 9 5 年兵庫県南部地震による神戸市長田付近の学校被害と地盤. 地学教育, 49, 1-8.
- 田結庄良昭 (1996b) 1995 年兵庫県南部地震による神戸市西部長田地域の地震災害と地質・地盤. 応用地質, 37, 41-47.
- 田結庄良昭 (1996c) 神戸, 長田地域のビルのボーリング資料と井戸による地下地盤と地下水位. Proceedings of the 6th Symposium on Geo-Environments and Geo-technics, 109-114.
- 田結庄良昭・榛葉康男・藤田智子・楡井久・鈴木喜計 (1996) 兵庫県南部地震でのクリーニング店倒壊による神戸市灘区地下空気汚染. Proceedings of the 6th Symposium on Geo-Environments and Geo-technics, 303-308.
- 田結庄良昭 (1997) 神戸市西部, 長田付近の地下水深度と地震被害の関係. 応用地質, 38,145-152.
- 田結庄良昭・戸和寛文 (1997) 兵庫県南部地震による西宮市甲陽園付近の人工改変地の地震被害. 神戸大学発達科学部研究紀要, 4, 245-258.
- Yuzuru Iguchi and Yoshiaki Tainosho (1998) Characterisycs of distribution of groundwater level in the seismic damagedd zone in eastern part of Kobe city due to the 1995 Hyogo-ken Nanbu Earthquake. 神戸大学発達科学部研究紀要, 5, 403-415.
- 田結庄良昭 (1998) 神戸市長田, 谷埋め埋土地域の地震被害と地下水. Proceedings of the 8th Symposium on Geo-Environments and Geo-technics,193-198.
- 田結庄良昭 (1999) 兵庫県南部地震による神戸市長田, 大谷地域の人工改変地形地域の地震被害. 神戸大学発達科学部研究紀要, 6, 79-89.
- 田結庄良昭 (1997) 地質ボランティアの活動. 神戸新聞総合出版センター, 85-102.
- 田結庄良昭 (1999) 地震による人工改変地の宅地被害とその復興. 「大震災 5 年の歳月」, 第 2 章住宅地における被災住民の苦闘は続く, 神戸新聞総合出版センター, 105-122.

斜面崩壊関係

- 田結庄良昭・藤田智子(1996a) 1995年兵庫県南部地震による六甲山地の斜面崩壊。一地学(兵庫県南部地震)の教材開発をめざして一。地学教育, 49巻, 187-194.
- 田結庄良昭・藤田智子(1996b) 1995年兵庫県南部地震とその後の降雨による斜面崩壊。応用地質, 37, 35-45.
- 田結庄良昭・藤田智子(1996c) 神戸市東部、大月断層に伴う斜面崩壊の分布と特徴。神戸大学発達科学部研究紀要、第3巻、129-137.
- 田結庄良昭(1996) 神戸市の急傾斜地崩壊危険区域の現状と降雨による斜面崩壊の可能性。Proceedings of the 6th Symposium on Geo-Environments and Geo-technics, 115-120.
- 田結庄良昭・木村一成(1997) 神戸市東部、鶴甲付近の斜面崩壊地域の花崗岩の性質。Proceedings of the 7th Symposium on Geo-Environments and Geo-technics, 269-274.
- 田結庄良昭・木村一成(1998) 1995年兵庫県南部地震による斜面崩壊多発地域における磁鉄鉱系花崗岩と沸石脈存在の意義。都市安全センター紀要, 2, 237-250.
- 田結庄良昭(1998) 地震後の神戸市の急傾斜地崩壊危険区域の崩壊による災害の防止の研究－危険斜面のカタログ－。神戸大学発達科学部研究紀要、第6巻、第1号, 101-103.
- 田結庄良昭・山下光子(1998) 六甲花崗岩類中の磁鉄鉱系花崗岩の存在とその意義。神戸大学発達科学部研究紀要, 5, 371-381.
- 田結庄良昭・高橋 優(1999) 兵庫県南部地震による宝塚付近の急傾斜地崩壊危険区域の産状と危険度判定の試み。神戸大学都市安全センター紀要, 3, 279-298.
- 田結庄良昭・高橋 優(1999) 兵庫県南部地震により損傷した宝塚付近の急傾斜地崩壊危険箇所の産状と危険度判定の試み。Proceedings of the 9th Symposium on Geo-Environments and Geo-technics, 69-74.
- 田結庄良昭(1999) 地震による急傾斜地崩壊危険区域の被害と降雨による2次災害防止。「大震災5年の歳月」第2章住宅地における被災住民の苦闘、神戸新聞総合出版センター、123-141.

研究発表 (口頭発表)

- 田結庄良昭(1996) 神戸、長田地域のビルのボーリング資料と井戸による地下地盤と地下水位。第6回環境地質学シンポジウム。
- 田結庄良昭・榛葉康男・藤田智子・楡井久・鈴木喜計(1996) 兵庫県南部地震でのクリーニング店倒壊による神戸市灘区地下空気汚染。第6回環境地質学シンポジウム。
- 田結庄良昭(1998) 神戸市長田、谷埋め埋土地域の地震被害と地下水。第8回環境地質学シンポジウム。
- 田結庄良昭(1996) 神戸市の急傾斜地崩壊危険区域の現状と降雨による斜面崩壊の可能性。第6回環境地質学シンポジウム。
- 田結庄良昭・木村一成(1997) 神戸市東部、鶴甲付近の斜面崩壊地域の花崗岩の性質。第7回環境地質学シンポジウム。
- 田結庄良昭・高橋 優(1999) 兵庫県南部地震により損傷した宝塚付近の急傾斜地崩壊危険箇所の産状と危険度判定の試み。第9回環境地質学シンポジウム。

目 次

はじめに

1. 地震による人工改変地域の学校建物の被害ー長田付近を例としてー
2. 谷埋め埋土地での被害の具体例
 - 2-1 神戸市長田地区の地震被害と地盤
 - 2-2-1 神戸市長田地区の人工改変地域と地震被害
 - 2-2-2 神戸市大谷地区の人工改変地域の地震被害
 - 2-3 宝塚市西部、紅葉ガ丘地区の地盤と家屋被害
 - 2-4 西宮市、甲陽園の人工改変地域の地震被害
 - 2-5 神戸市東部、渦ヶ森付近の人工改変地域と地震被害
 - 2-6 西宮市宝生ヶ丘・芦屋市奥池付近の人工改変地域と地震被害
3. 地下水位と地震被害
 - 3-1 神戸市長田付近の地下水位と地震被害
 - 3-2 地震被害と地下水位および地下地盤
 - 3-3 神戸市大谷、谷埋め埋土地域の地下水位と地震被害
 - 3-4 神戸市東部付近の地下水位と地震被害
4. 兵庫県南部地震でのクリーニング店倒壊によるテトラクロロエチレン汚染
5. 地震被害と地質ボランティア
6. 兵庫県南部地震による斜面崩壊
 - 6-1 地震による斜面崩壊の分布
 - 6-2 断層に沿う斜面崩壊の分布と特徴
 - 6-3 斜面崩壊多発地域の花崗岩の性質
 - 6-4 斜面崩壊多発地域の磁鉄鉱系花崗岩の意義
7. 兵庫県南部地震とその後の降雨による斜面崩壊
 - 7-1 降雨による斜面崩壊の拡大
 - 7-2 兵庫県南部地震による崩壊斜面の継続観察
8. 兵庫県南部地震による急傾斜地崩壊危険区域の産状と危険度判定
 - 8-1 神戸市の急傾斜地崩壊危険区域の危険度判定
 - 8-2 宝塚市の急傾斜地崩壊危険区域の危険度判定
 - 8-3 岩石の化学組成による危険度判定
9. 復興ー震災5年の歳月、特に、開発と防災ー
 - 9-1 地震による人工改変地の宅地被害とその復興
 - 9-2 地震による急傾斜地崩壊危険区域の被害とその復興