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

田結庄 良昭*

Earthquake Damage caused by the 1995 Hyogoken-Nanbu Earthquake and
Geological Background in Nagata District, Western Part of Kobe City, Japan

Yoshiaki TAINOSHO*

Key words : 兵庫県南部地震 Hyogoken-Nanbu Earthquake, 木造倒壊家屋 collapsed wooden buildings,
軟弱地盤 soft ground, 神戸市長田地区 Nagata district in Kobe city

Abstract

Nagata district can be divided into two areas on the basis of geological conditions, particularly, Jyomon coast line which was formed by Jyomon transgression about 6000 years ago.

The first area is the northern part which is characterized by the uplift of Suma Fault which forms mountains and hilly lands. The mountains are composed of Cretaceous granitic rocks. This area has very weak earthquake disasters except for slope failure, even though active fault (Suma Fault) is located on this area. The hilly lands consist of Plio-Pleistocene Osaka Group. This earthquake had caused various damages on this hilly lands. Many wooden buildings which were located on the bankings were collapsed by the 1995 Hyogoken-Nanbu Earthquake. Serious damaged grounds were observed on the margin of the hilly lands.

The second area is alluvial formation which is located in southern part of the Jyomon coast line. This area is composed of clay rich deposits. Concentrative damaged area caused by the 1995 Hyogoken-Nanbu Earthquake is located in this area. About 70% of Wooden buildings were collapsed and elevated-railroads were destroyed by the 1995 Hyogoken-Nanbu Earthquake. The reason for this seriously damaged wooden buildings is soft ground which is mainly composed of clay. Geologic hazards associated with this great earthquake are slightly weak in sand rich alluvial formation area compared with those of the clay rich alluvial formation area.

The 1995 Hyogoken-Nanbu Earthquake had caused various damages. The damage associated with the earthquake had close relation to the geologic conditions and the ground.

1. はじめに

神戸市市街地西部, 長田区付近は今回の地震で木造家

屋の多くが倒壊するなど最も大きな被害を受けた地域で, その被害は約6,000年前の縄文海岸線以南の粘土層優勢地域に集中している¹⁾。一方, 最南部の砂州地域や北部の主に砂からなる沖積層地域では木造家屋の倒壊が少なくなり, 被害が小さくなる。北部の大阪層群よりなる丘陵地域では一般に被害は小さいが, 丘陵地縁辺部の

* 神戸大学発達科学部 Faculty of Human Development,
Kobe University

人工改変地形地域では大きな被害を受けている。また、須磨断層近傍であっても花崗岩や神戸層群が分布する良好な地盤地域では大きな被害は見られない。このように、長田付近の地震による被害は地質の違いを顕著に反映しており、地質の違いが被害の程度を決める大きな要素であると考えられる。しかし、これまで詳しい野外調査に基づく地質と地震被害との関係は十分に検討されたとは言えない。そこで、本論では地質の違いが家屋や地盤被害とどのような関係にあるのか、個々の地質区分毎に詳細に検討したのでここに報告する。

2. 神戸市長田付近の地質のあらまし

調査地域である神戸市長田付近は神戸の中心部三宮から西へ約数 km の市街地西部で、淡路島の北東対岸に当たる (図-1)。長田付近の微地形区分は栗田ほか²⁾による山地、丘陵地、扇状地、緩扇状地、低地に区分される

図-1 調査地域の位置図

調査地域を四角で囲んで示した。黒つぶしは家屋倒壊集中地域。

図-2 神戸市長田付近の微地形区分 (栗田ほか²⁾による)

図-3 神戸市長田付近の地質と家屋倒壊集中地域との関係

番号はボーリング位置を示す。本報告で用いた地名も併せて示した。

紀～第四紀の大阪層群、それに沖積層である。

花崗岩は六甲花崗岩に属し、中粒の黒雲母花崗岩から成り山地に分布する。花崗岩は一般にしっかりした地盤で硬岩と呼ばれ、良好な地盤と言えるが、風化状態や断層沿いの破碎帯の存在や裂か状態などによって地盤状況はかなり異なる。長田付近では花崗岩の風化作用は顕著で、特に、須磨断層近くでは著しく風化作用が進んでいる。

神戸層群は本地域北東部の須磨断層南部付近の丘陵地に小規模に分布する。岩質は多くは非凝灰質の砂岩やれき岩から成るが、泥質岩も分布する。固結度が高いため標高約40mの高台や急崖をなすことが多い。北部の花

崗岩とは断層で接する。

大阪層群は山麓部に沿った丘陵地に産するが、山麓南部の大谷や池田付近の丘陵地にも分布する(図-3)。主に、砂れき層から成るが、海成粘土層も見られ、約10度南に傾斜している。

沖積層を見ると、縄文海岸線より北部の風化花崗岩を起源に持つ主に砂から成る地域、縄文海岸線より南部の粘土を主とする粘土層優勢の地域、海岸部の粘土を伴う砂から成る地域、そして速い潮流により形成された砂州地域に区分される。岩見⁵⁾の資料や神戸市のボーリング資料⁶⁾からも(図-4)、縄文海岸線より北部は主に砂から、縄文海岸線より南部は主に粘土から成り、この区分

図-4 神戸市長田付近のボーリング柱状図

1. 玉石混じり粘土, 2. 玉石混じり砂, 3. シルト混じり砂, 4. 砂混じりシルト, 5. 砂混じり粘土, 6. 砂混じり玉石, 7. 玉石, 8. 砂, シルト, 9. 粘土, 10. まさ, 11. 資料欠損

ボーリング資料は岩見⁵⁾と神戸市企画局⁶⁾による。ボーリング位置は図-3に番号で示した。

を支持している。なお、JR 兵庫駅付近は砂を主体とし⁵⁾、この付近にも砂州の存在が考えられる。これら長田付近の沖積層の厚さは一部を除くと、一般に10 m～20 m 前後である。また、長田港付近には古い埋立地が存在する。

断層は北部に須磨断層が分布する(図-3)。断層付近では花崗岩は著しく圧砕され、北側には断層崖が発達する。この地域では須磨断層の副断層が少し南に分布するほか、共役関係にある北西～南東の断層も見られる。また、西部の板宿付近において須磨断層は沖積層分布地域を通り、そこでは一部湧水が見られる。なお、須磨断層の露頭において、今回の地震による変位地形は見られない。会下山断層は須磨断層の南に分布する。主に沖積層分布地域を通るため断層露頭は見られない。そこで、断層の位置は藤田・笠間⁹⁾によった。断層沿いでは地震による変位地形は見られない。約6,000年前の縄文海岸線は比高約4～6 m の所にあり、西代の北では小さい崖をなし、連続して追跡できる。

4. 地震被害と地質の関係

長田付近は異なった地質が北から南に帯状に配列し、それに応じて地震被害が異なる。そこで、各地質区分毎の地震被害の特徴を表-1 に示し、その被害の状況を以下に述べる。なお、家屋倒壊や地質の調査はすべて現地で行い、神戸市発行の2,500分の1の地形図に示した。

花崗岩地域：家屋の被害は少ない。須磨断層近傍の著しく風化した地域で屋根瓦の損傷が見られるほか、壁の剝離など住宅の一部損壊はあるが、全壊の建物は極めて

少ない(図-5)。また、石垣の縦亀裂など擁壁の損傷が須磨断層近傍の急斜面地域に見られる。山地の斜面崩壊は高取山山頂付近に見られるほか、小規模な自然斜面の崩壊が断層崖上に見られる。なお、この地域は急傾斜指定地が多いにもかかわらず格子枠安定加工などの人工斜面はほとんど崩壊していない。

神戸層群地域：神戸層群地域は安定な軟岩地域で須磨断層が分布するにもかかわらず、ほとんど大きな被害は見られない。斜面崩壊も見られない。わずかに断層近傍で石垣などの擁壁の縦亀裂が見られる。被害は名倉小学校西の小丘陵地で見られるが、その地域は明治18年(1885)測量の地形図によると、昔のため池の北端付近に位置し(図-6のAの北部)、ため池を埋め立てた土地改変地域であり、軟弱地盤にその原因を求めることができる。

大阪層群地域：大阪層群地域はこれまで比較的安定地盤とされてきた。大阪層群から成る丘陵地の中央部地域では今回の地震で屋根瓦や壁の損傷などがあるが、倒壊など大きな被害はない。しかし、丘陵地の縁辺部では大きな被害が生じている。丸山中学校では斜面が崩壊し(写真-1)、直上の校舎が倒壊したほか、アスファルト道路は滑落し、崖下の家屋に大きな被害が生じた。また、丸山中学校周辺も石垣擁壁のはらみだしや崩壊、地盤の

表-1 地質区分別に見た地震による家屋や地盤被害の特徴

地質区分		家屋や地盤被害の特徴
花崗岩地域		家屋倒壊の被害はきわめて少ない。屋根瓦の損傷や石積み擁壁の損傷、山腹の斜面崩壊がみられる。
神戸層群地域		家屋倒壊の被害は少ない。石垣擁壁の損傷が生じている。
大阪層群地域		大阪層群丘陵地中央部では壁の損傷はあるが家屋倒壊の被害は少ない。丘陵縁辺部の昔の谷埋め地域では地滑りが生じ、家屋倒壊の被害が甚大である。
沖積地帯	粘土層優勢地域	家屋の70%が倒壊するなど甚大な被害が生じた。また、コンクリート建造物にも大きな被害が生じた。特に、昔のため池埋土地での被害が顕著である。
	主に砂からなる地域	家屋倒壊の被害は顕著であるが、粘土層優勢地域より小さい。昔のため池などの盛土した地域では大きな被害が生じた。
	粘土を伴う砂からなる地域	家屋の被害は多いが、倒壊に到らず半壊のものが多く、
	砂州地域	家屋の損傷は少なく、倒壊は少なくなる。液状化により護岸の倒壊がみられる。

図-5 神戸市長田区名倉地区の倒壊家屋と地質・地形との関係

+ (Gr)：花崗岩，△(K)：神戸層群，○(O)：大阪層群，×(X)：倒壊家屋。地形図は神戸市発行の2,500分の1，長田，夢野。

図-6 明治18年(1885年)測量の20,000分の1地形図,
兵庫, 神戸
A: 名倉小学校, B: 丸山中学校, G: 宮川

亀裂などはほぼ全域壊滅的な被害が生じた(図-5のB)。この地域は明治18年(1885年)測量の地形図によると昔の谷地形であり(図-6のB), 崩壊斜面の堆積物から煉瓦などの人工物が見られ, 大阪層群基盤の谷を埋め立てた切り盛り境界が崩壊したと考えられる。昔の谷地形の頭部では開口亀裂と陥没が見られ, 谷の入口付近ではアスファルト道路の傾斜変換部での盛り上がりや石積み擁壁のはらみだしなど圧縮による地盤変状が生じており, 地滑りが生じた可能性を示唆している。また, 名倉小学校付近でも甚大な被害が生じた。これら倒壊家屋の多くは昔のため池を埋土した地域に位置する(図-6のA)。そのため, 地盤が軟弱で, 地震動が増幅され, 多くの被害が生じたと想像される。

大谷町の大阪層群地域でも被害が甚大である(図-7のC)。この地域も明治18年測量の地形図ではため池を有する谷を埋めた人工土地改変地域である(図-8のC)。家屋倒壊は昔の谷地形に沿って集中している。とくに, 昔のため池を埋土した所では木造家屋の多くが倒壊した(写真-2)。同じような例は池田の南や長田高校の西の斜面でも見られ(図-7のDとE), やはり昔の谷やため池を埋め立てた土地改変地域で被害が甚大である。これら谷埋め地域では斜面が集水溝として働くことが予想され, 盛土の底部は水の集まりやすい部分であると考えられ, そこへ地震による強い振動が働いたため

図-7 神戸市長田区池田, 大谷付近の倒壊家屋と地質・
地形との関係
○(O): 大阪層群, ×(X): 倒壊家屋。
地形図は神戸市発行の2,500分の1, 長田

大きな被害となったと予想される。すなわち, 盛土の部分の荷重, 切土部斜面の高角化が, 地震の振動で不安定となり, 地盤被害を大きくした可能性が考えられる。昔のため池を埋土した五位池付近では地盤は陥没し, 鉄筋コンクリート住宅は約30cm 抜け上がり, 噴砂が生じていることから, 液状化したことを示している。このように, 安定地盤とされた大阪層群地域でも人工改変地形地域では大きな被害が生じた。

沖積層地域: この地域は縄文海岸線より北部の主に砂から成る地域, 縄文海岸線より南部の粘土層優勢地域および海岸付近の粘土を伴う砂から成る地域と海岸部の砂州地域に分けられ, 被害の程度も異なるので個々に記載する。

主に砂から成る地域: 家屋倒壊の被害はあるが, 粘土層優勢地域に比べやや被害が少ない。この地域は主に砂からなるため, 粘土層優勢地域より地盤がやや良いため被害が少ないと考えられる。なお, この地域でも被害が多い所が見られる。そこでは多くの木造家屋の基礎に亀裂が生じ倒壊している。例えば西部の板宿地域は, 明治18年測量の地形図によると昔の田やため池が分布し(図-8のF), その後盛土した土地改変地域である。また, 宮川地域も明治18年の地形図によると昔の田やた

写真-1 大阪層群縁部、昔の谷を埋めた人工土地改変地域、丸山中学での斜面崩壊

写真-2 大阪層群縁部、昔のため池を埋めた人工土地改変地域、大谷での家屋被害

写真-3 粘土層優勢の沖積層、JR 新長田駅周辺の家屋被害

写真-4 砂州地域、駒ヶ林町付近の家屋被害

写真-5 苅藻川沿いの家屋被害

め池であり（図-6のG）、土地改変地域である。このように、これら人工改変地形地域は地盤が軟弱なため、被害が大きくなったと考えられる。

粘土層優勢地域：地震で最も被害が大きかった地域である。この地域はかつて沖合いに砂州が形成されたためラグーン状態になり、そこに苅藻川から泥が運ばれ埋め立てられ、この過程で水が滞留し、池ができるなど低湿地帯となった場所と予想される。地盤が弱いため、ほとんどの木造家屋のほか鉄筋コンクリート建造物にも大きな被害が出た。とくに、JR 新長田駅付近では約70%の木造住宅が倒壊する大きな被害を受けた（図-9）。こ

の地域は明治18年の地形図によると、昔の田およびため池地域であった（図-8のH）。そこでは木造家屋の一階部分が押しつぶされるなど大きな被害が生じた（写真-3）。苅藻川流域の大橋地域でも昔のため池があり（図-8のI）、被害が大きい。このように粘土層優勢の地盤で、そのうえ、ため池を埋めた盛土地盤であるため、極端に地盤が弱く、地震動が増幅され被害が大きくなったのであろう。低湿地を盛土した所に被害が多い傾向は栗田ほか²⁾などによっても報告されている。この地域のさらに南部の海岸近くになると、地盤は粘土を伴う砂から成る沖積層となり、地盤がやや良くなるため被害

図-8 明治18年(1885年)測量の20,000分の1地形図, 神戸, 須磨村

C: 大谷, D: 池田, E: 長田高校, F: 板宿, H: JR 新長田駅, I: 大橋, J: 荻藻

がやや少なくなる。

砂州地域: 海岸付近の砂州地域では木造家屋の倒壊は粘土層優勢地域より少なくなる(図-10)。この地域では、家屋の損傷はあるが倒壊まで到らず(写真-4)、粘土層優勢地域と被害の程度を異にしている。なお、荻藻川の河川敷では多くの家屋倒壊が見られた(写真-5)。

埋立地: 長田港周辺は古い埋立地で、まさ土の押し出しによる埋立地である。この付近は液状化が著しく、石油タンクが傾いている。この地域では側方流動が顕著で、護岸が海側へ張り出し、護岸内側での陥没が著しい。

5. ま と め

神戸市長田付近の兵庫県南部地震による家屋被害は地質を反映している。

花崗岩や神戸層群地域は良好な地盤であるため、須磨断層が分布しているにもかかわらず大きな被害は見られない。

大阪層群地域は被害は少ないが、丘陵縁辺部の昔の谷埋め地盤などの人工改変地形地域では大きな被害が生じた。

沖積層地域を見ると、縄文海岸線より南部の粘土層優勢地域ではほとんどの木造住宅が倒壊するなど、甚大な

図-9 神戸市長田区 JR 新長田駅付近の倒壊家屋と地形との関係

×：倒壊家屋，点線：火災消失家屋，H：JR 新長田駅。

地形図は神戸市発行の2,500分の1，大橋

図-10 神戸市長田区荻漕付近の倒壊家屋と地形との関係

×：倒壊家屋。

地形図は神戸市発行の2,500分の1，大橋

被害が生じた。この地域はかつての後背湿地と考えられ、地盤が極めて弱いため、地震動が増幅され被害が大きくなったと予想される。縄文海岸線より北部の砂を中心とする地域では木造住宅は被害を受けたが、粘土層優勢地域はど著しくない。海岸沿いの砂州地域では大きな被害は見られない。これは砂州地域が砂から成り、粘土層優勢地域より地盤が良いためと考えられる。

参 考 文 献

- 1) 田結庄良昭 (1995)：神戸長田地域の地震災害と地質，地盤との関係，シンポジウム「阪神・淡路大震災と地質環境」論文集，pp. 149-154.
- 2) 栗田泰夫，吉岡敏和，水野清秀，下川浩一，宮地良典，杉山雄一，寒川旭，釜井俊孝，磯部一洋，奥村晃史，佃栄

吉，吉田史郎，鎌田浩毅，松山紀香 (1995)：1995年兵庫県南部地震に伴う地震断層と地盤被害，日本第四紀学会調査速報，pp. 55-59.

- 3) 藤田和夫，笠間太郎 (1971)：六甲山地とその周辺の地質，—5万分の1神戸市および隣接地域地質図，および説明書—神戸市企画局，58p.
- 4) 吉岡敏和，地質調査所緊急調査グループ (1995)：1995年兵庫県南部地震による阪神地域の被害分布と微地形区分，日本地質学会・日本応用地質学会・関西地質調査業協会・断層資料研究センター・大阪市立大学「阪神大震災」学術調査団共催，「阪神大震災」緊急合同報告会資料集，pp. 88-91.
- 5) 岩見義男 (1980)：神戸の地盤特性，神戸市都市整備公社，192p.
- 6) 神戸市企画局 (1980)：神戸の地盤，神戸市企画局総合調査課，54p.

(1995年9月28日受付，1995年12月20日受理)