

愛媛県松山市における芸予地震の住宅被害と地形との関係

羽毛田紀音

1. はじめに

2001年3月24日に広島県安芸灘を震源として発生した芸予地震によって、広島県や愛媛県を始め近畿から九州まで幅広い地域で揺れが観測された。広島県熊野町などで震度6弱、広島県呉市や三原町、愛媛県今治市、松山市などでは震度5強の揺れが観測された。特に住宅被害の大きかったのは広島県呉市であり、全壊35棟、半壊136棟、一部損壊9698棟であった。(吉村ほか, 2001)

地震による家屋被害の調査や研究が本格的に行われる契機となったのは1949年の福井地震であった。1968年の十勝沖地震、1978年の宮城県沖地震の被害を受け、建築基準法が改正されてきた。1978年に発生した宮城県沖地震では、丘陵部の地形改変地での被害が甚大であった。この地震において建物被害は盛土区間に集中した。河上ほか(1978)は、特に谷埋め盛土での被害が顕著であると報告している。また、小荒井ほか(2007)は、土地分類ごとに被害率を求め、地形的に低い部分である谷底平野や氾濫平野などで相対的に被害率が高い傾向があるとした。本稿では、様々な地形的特徴を持った地域を選び、2001年芸予地震における松山市内各地

域における住宅被害から震度を推定し、揺れの大きさと地形にどのような関わりがあるのか検討した。



図2 調査地域

2. 調査地域の地震概要

2001年に発生した芸予地震によって、愛媛県松山市では震度5弱を観測した。人的被害は死者1名、負傷者47名であり、住宅被害としては全壊1棟、半壊3棟、一部損壊が2932棟であった(森ほか, 2002)。発生時刻が午後3時28分であり、外出していた人が多かったと思われる。建物の被害は、山地丘陵部に位置する下伊台地区、山地に隣接する平野部に位置する湯築地区に集中している。主な住宅被害は、ブロック塀・土塀等の塀のひび割れ、一部破損、倒壊や家屋の傾斜、室内のゆがみ、外壁・内壁のひび割れ、壁の剥がれ落ち、屋根瓦のずれ、落下、軒の落下・破損、基礎部分の破損、ひび割れであった。

3. 調査方法

本調査では、1962年国土地理院空中写真を判読し、調査対象とした地域の地形分類を行った。また、松山市下伊台地区、湯築地区、土居地区、三津浜地区、久枝地区、福住地区でアンケート

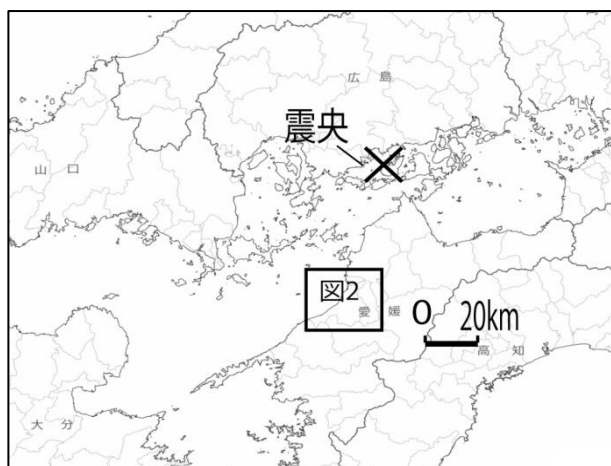


図1 芸予地震震央

調査を行った。現地では松山市下伊台地区(伊台ハイツ、向陽ハイツ)、湯築地区(祝谷1丁目から6丁目、道後緑台、道後北代)、三津浜地区において地震発生当時の住宅(屋内、屋外)及び住宅周辺の被害の状況や被害の地域差等について各地域の自主防災会の方々及び住民の方への聞き取り調査を行った。体感震度、住宅の内側、住宅の外側の被害等から気象庁震度階級関連解説表を参考にその場所の震度を推定し、揺れの大きさから住宅被害と地形との関係を検討した。

4. 調査結果

地形の特徴、震度の関係について触れながら地域ごと聞き取った被害状況について述べる。

1) 下伊台地区 (図3)

下伊台地区は最も被害の大きかった地区の一つである。ヒアリングから半壊、屋根瓦の落下や外壁やお風呂場のタイルのひび割れの被害が目立っている。山地を切り開いた場所に位置する。本調査で最も顕著な被害が確認できたのは、伊台ハイツである。伊台ハイツは昭和50～52年に宅地開発により作られた団地である。この団地内のほとんどの場所が山を切り開いて作ら

れ、盛土がなされている。また、山地であり斜面に位置することから、造成した後それぞれの家を建設するときにさらに盛土がなされている。それに対し、向陽ハイツでは屋根瓦の落下等の被害がほとんど見られなかった。地形と被害の関係について、被害は谷埋め盛土の伊台ハイツに集中している様子が確認できた。被害の様子を地形分類図とアンケート、聞き取り調査を合わせたものが図3である。

2) 湯築地区 (図4)

下伊台地区と同様に、山地に隣接する平野部であり、被害が大きかった地域の一つである。この地域では、湯築小学校の体育館の半壊や、道後温泉にあったホテルの半壊が起きた。本調査では、体育館が半壊した湯築小学校周辺での被害が大きかったことが確認できた。ヒアリングからは屋根瓦の落下、壁へのひびわれが主な被害であった。こうした被害は体育館が半壊した小学校周辺に集中していた。小学校周辺はかつて水田だったが、建物の建築にあたって造成した場所である。田を埋め立て造成した盛り土地形や沖積扇状地面で被害や震度が大きくなった様子が確認された。

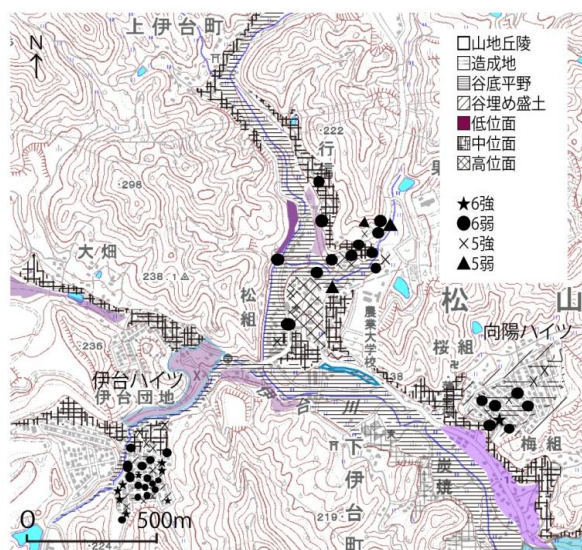


図3 下伊台地形分類図と震度
(松山北部 1:25000 を使用)

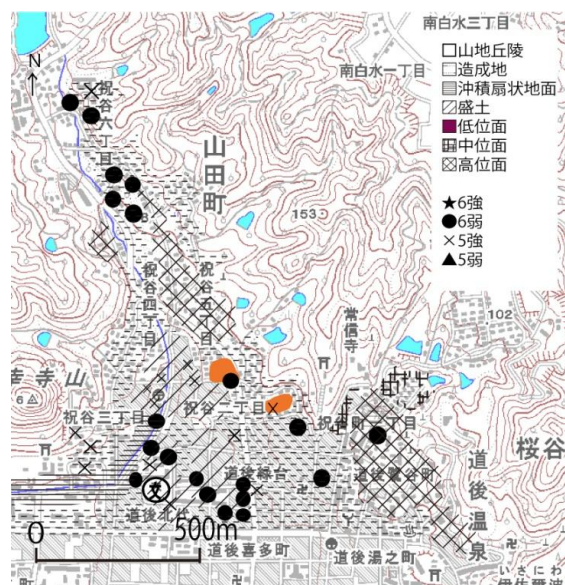


図4 湯築地区地形分類図と震度
(松山北部 1:25000 を使用)

3) 土居地区 (図 5)

内川に隣接する地域である。被害があったのは、1962 年以降に新しく宅地開発された場所であるがあまり大きな被害は確認されなかった。盛土部でも被害がみられ、盛土での被害が大きくなった様子が確認できた。



図 5 土居地区地形分類図

(松山北部 1:25000 を使用)

4) 三津浜地区

ほとんどの地域が埋立地で形成される。本調査では、屋根瓦がずれた住宅が一棟あったほかは、特に大きな被害は確認されなかった。また、液状化の被害も確認されなかった。自主防災会の方々の話しや住民の方のアンケートからは、地震で住宅が損壊するよりも、高潮・津波による被害が懸念されているようである。

5) 久枝地区 (図 6)

平野部に位置する地域である。平成 13 年芸予地震被害調査団による調査では、久枝地区久万ノ台での被害が大きかったとされている。2014 年に久枝地区の自主防災会によって行われたアンケート結果から、屋根瓦落下の住宅被害が多いことが分かった。久枝地区全体の震度としては震度 5 以上揺れがあったと予知できる。しかし、被害を受けた住宅の詳しい立地の調査結果は得られなかった。自主防災会の方々の話しや 1962 年の航空写真より、かつてほとんどの地域が田園地帯であったことが明らかとなった。また、建設の際に盛り土がなされている住宅が多いことが分かった。



図 6 久枝地区久万ノ台地形分類図

(松山北部 1:25000 を使用)

6) 福住地区

堀江町を中心とする臨海部である。あまり被害の大きくなかった地域である。この地域で最も大きかった被害は、屋根瓦のずれである。アンケート調査からは、揺れを感じる程度であり、住宅の被害はほとんどみられなかった。

5. 考察

調査地域の被害の大きさの差異の原因について考察した。

1) 下伊台地区 (図 3)

この地域は山地を切り開いた場所に位置する。この地区のなかでも被害が特に大きかったのは昭和 59 年に造成された伊台ハイツという団地であった。この伊台ハイツではほとんどの家で屋根瓦がずれるまたは落下する、外壁にヒビが入る、家具が動くなど家屋の内外で被害を受けており、震度 6 強程度の揺れがあったことが確認できる。この地域では谷埋め盛土がなされている。またもうひとつの団地である向陽ハイツは造成地であるが、この団地でも屋根瓦の軽微なずれ浴室タイルの剥がれが確認され、震度 6 弱以上の揺れがあった。この地域は造成地である。中位面や谷底平野でも屋根瓦がずれる被害を確認できたが、地形との関連は見いだせなかった。震度 6 以上の揺れがあったと推定できた

住宅が集中しているのは、造成地、特に伊台ハイツの谷を埋め立てた土地であることが確認できる(図7)。揺れが最も大きくなり被害も大きくなったのは盛土のために揺れが大きくなったためであると考えられる。



図7 伊台ハイツの地形分類図と震度
(松山北部 1:25000 を使用)

2) 湯築地区(図4)

被害状況から特に震度が大きかったと予知されるのは、湯築小学校周辺である。小学校周辺はかつて水田であり、田を埋め立て造成した盛土部であるため揺れが大きくなったと考えられる。道後温泉でホテルが倒壊した場所でなぜ揺れが大きくなったのかは、明らかにできなかったが沖積扇状地面であることが関連している可能性がある。

3) 土居地区(図5)

この地域はほとんどが後背湿地である。したがって地盤が軟弱であり、揺れが大きくなったと考えられる。被害があった場所は新興住宅地である。ヒアリングから1962年から変わらぬ場所に位置している集落では被害が見られなかったことが分かった。今回のヒアリング結果でこの地区で被害が確認されたのは2件のみであり新旧集落での被害状況と地形との関係は見いだせなかった。

4) 三津浜地区

この地域でほとんど被害が見られなかった。

地形的な要因を明らかにすることはできなかった。

5) 久枝地区(図6)

この地域は湧き水が豊富であり、ポンジューズの工場も位置している。かつては田園地帯が広がっていた。現在、住宅のほとんどがかつて水田であった場所にある。本調査では住宅被害について確認することができなかった。しかし森ほか(2014)によると久枝地区久万ノ台は丘陵の切り盛りの住宅造成地である。このため被害が大きくなったと考えられるが、本研究では地形と被害の関係を明らかにすることはできなかった。

6) 福住地区

この地域でほとんど被害が見られなかった。地形分類を行ったが、地形的な要因と被害の関係を明らかにすることはできなかった。

6. まとめと今後の課題

地形条件と地震での住宅被害の関係について調査を行った。地形と揺れの関係を検討し、沖積扇状地面や盛土がなされた地域、特に下伊台の谷埋め地域では揺れが大きくなった。一方で、中位面など十分な調査結果を得られなかった地域もあるため被害が最も大きくなりやすい地形がどこなのか結論付けることは難しい。局所的な結果は得ることができたが一般的な結果と言えるのか検討する必要がある。

7. 謝辞

本調査を行うにあたって、愛媛県松山市の多くの方々にご協力して頂きました。事前調査では愛媛県松山市役所危機管理課及び市民参画町づくり課の皆さまにご協力を頂きました。また現地調査では、松山市下伊台地区、湯築地区、土居地区、三津浜地区、久枝地区、福住地区の自主防災会の方をはじめ、多くの方々にご協力をして頂きました。この場をお借りしまして感謝を申し上げます。ありがとうございました。

8. 参考・引用文献

- ・(社)土木学会芸予地震被害調査団(2001):
2001年3月24日芸予地震被害調査報告
- ・石川浩次・細矢卓志・緒方信一・馮少孔
(2000):地形被害と地形・表面地質・地盤被害
- ‘震災の帯’ 中の被害差の原因について -
第四期研究 39(4)389 - 400
- ・石澤彩佳(2015):1975年大分県中部地震の被害と地形条件の関係 2013 年度地理学野外実習報告書Ⅳ大分 39-44
- ・愛媛大学(2002):愛媛大学芸予地震学術調査団最終報告書 1-159
- ・落合弘和・山田健人・大塚悟・磯部公一(2012):
新潟県中越沖地震の家屋被害特性の分析 土木学会論文集 A1(構造・地震工学)Vol.64No.4(地震工学論文集第 31-b 巻)1052 - 1061
- ・気象庁震度階級関連解説表 気象庁
- ・平成 13 年芸予地震被害調査団(2001):平成 13 年芸予地震被害調査報告
- ・森伸一郎・下村博之・岡部隆宏(2014):地震被害想定に用いる平野地下構造のモデル化 - 愛媛県松山平野の事例 - (2014) 土木学会論文集 A1(構造・地震工学)Vol.70 No.4(地震工学論文集第 33 巻)839 - 863
- ・吉村美保・村尾修・宇治田和・丸山喜久・ガブリエル・ガジェ(2001):2001 年芸予地震被害調査報告 生産研究 53 巻 7-8 号 425 - 428
- ・国土地理院 ウォッチーズ