

## 6. 3Dハザードマップを利活用した豊田市における土砂災害の特徴と防災対策に関する調査・研究

中村吉男・飯塚圭樹・権代侑哉・松本晴樹・宇津木慎司

### 1. はじめに

非常に複雑な地質状況を呈し、山地や丘陵が約七割を占める日本では、そのような地形・地質が分布する素因、台風や地震などの誘因により引き起こされる土砂災害が多く発生してきた。近年、地球温暖化により、記録的な豪雨による災害が増えるとともに、東日本大震災などの巨大地震に伴う発生事例も確認されており、今後さらなる増加が懸念される。

しかしながら土砂災害発生箇所は、既往の実績などから、発生しやすい地形・地質などが明らかになっており、それに準じたハザードマップが作成されているため、そのような場所に住まない、豪雨時、安全な場所に避難するなどすれば、回避できる災害であるとされている。現在では、自治体によるハザードマップ作成および不動産取引時における状況説明が義務化され、国の研究機関においても、国土地理院「地理院地図（GSI Maps）」、産総研「地質図Navi」、国土交通省「重ねるハザードマップ」など、インターネットで様々な情報が開示されている。しかしこれらの情報は一般市民にとって理解しづらい2次元の地図情報であり、広く利活用されているとは言い難い。

これに対して、愛知工業大学で利活用されている地図情報システムソフトArcGISを用いて、豊田市の地形・地質および想定される災害の状況を分りやすく表示できる3Dハザードマップを作成した(図-1)。本研究では、豊田市における土砂災害に着目し、過去の災害事例から地形・地質の特徴を調査するとともに、3Dハザードマップを用いて検討した防災対策について述べる。

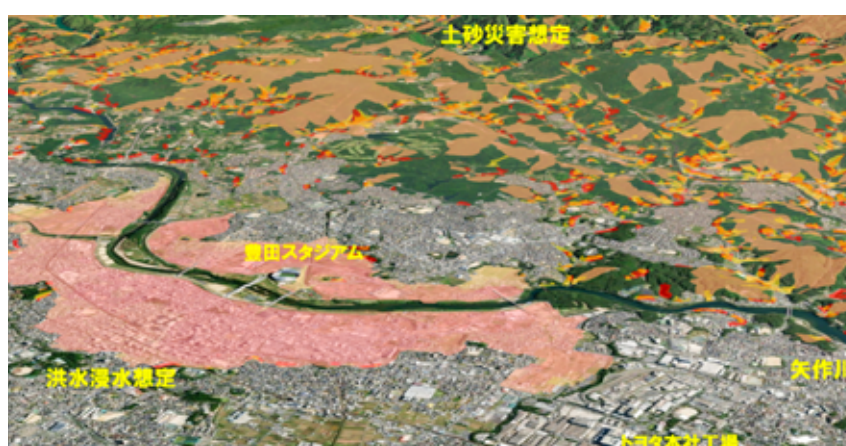


図-1 豊田市における3Dハザードマップ

### 2. 豊田市の地形・地質および土木地質的特徴

豊田市の東側に分布する山間部においては、領家変成帯に属する花崗岩類が広く認められる(図-2)。この花崗岩類は、マグマが地中でゆっくり冷え固まってできる深成岩の一種であり、新鮮な岩質部が堅硬であるとともに、冷却時に直方体を生成するような方状節理と呼ばれる割れ目が生成するものの、その割れ目間隔が比較的広いことが知られている。このため、地形については、この直角に分布する割れ目に沿って斜面崩壊が何度も発

生し、その崩壊後の形状がV字の谷として形成される場合が多い。

また、この割れ目に沿って浸透した水により土砂化したマサが、地表付近に比較的厚く分布することが知られている。さらに、割れ目間隔が比較的広いため、風化せずに残った残留核（コアストーン）と呼ばれる比較的堅硬な石が内在することが多い（図-3）。

そのため、土木地質の特徴として、地山深部の割れ目が比較的少なく岩質部が堅硬な部分においては、ダムなどの土木構造物設置箇所として選定される事例も多くあるが、表層のマサ部については、構造物基礎としての支持力不足や、地すべり・崩壊の素因となりやすい。また、V字状を呈する沢部においては、地表面を流下する雨水が深いV字沢の底に集まり、そこに分布するマサやコアストーンを洗い流すことによって、土石流を誘発する事例が多く発生している（図-4）。



図-2 領家変成帯の分布<sup>1)</sup>

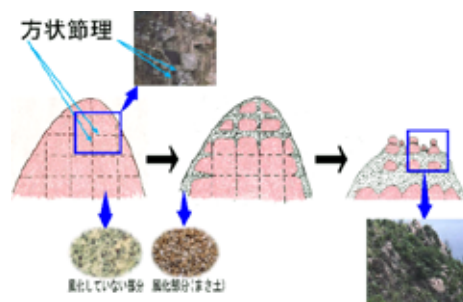


図-3 花崗岩の風化状況模式図<sup>2)</sup>



図-4 花崗岩地帯における土石流の事例（2014年8月 広島土砂災害）<sup>3)</sup>

### 3. 豊田市における土砂災害事例および今後想定される状況

#### 3.1 豊田市における土砂災害事例

1972年に発生した、47.7豪雨災害による土砂災害の様子を図-5に示す。この災害では、斜面崩壊・土石流が多く発生するとともに、河川が決壊し、道路が氾濫水によって寸断されるなど、市内全域で壊滅的な被害を受けた。

2000年9月11日から9月12日にかけて、秋雨前線と台風14号の影響により記録的な豪雨となり、豊田市内各地で土砂災害が発生し、死者3名、家屋全半壊11棟の被害が発生した。図-6に稲武学区での被害状況を示すが、図-4に示した広島土砂災害同様、V字谷や沢筋で土石流が発生している様子が認められる。

#### 3.2 豊田市の土砂災害予測

豊田市が公開している防災カルテをもとに、地域ごとの地形と想定される土砂災害を表-1、2にまとめた。防災カルテは各地区の災害に対する脆弱性や現在の防災力などを、整理し基礎資料として取りまとめたものであり、表-1は、過去に土砂災害が発生した地区、表-2は、過去に土砂災害が起きた記載はないが今後、起こり

うる可能性が高いとされている地区を抜粋した。これらに共通していることは、花崗岩地帯で発生すると想定されていること、図-5に示した斜面崩壊、図-6に示した土石流が懸念されていることである。



図-5 斜面崩壊によって被害を受けた家屋<sup>4)</sup>



図-6 土石流が発生したV字沢<sup>5)</sup>

表-1 土砂災害が起こった地区

中学校区	地形・地質	災害区分	備考
高橋中	花崗岩（東）	斜面崩壊、土石流	
猿投中	花崗岩	斜面崩壊、土石流	
石野中	花崗岩	斜面崩壊、土石流	
松平中	花崗岩	斜面崩壊、土石流	
藤岡中	花崗岩	斜面崩壊	47豪雨時（土石流）
小原中	花崗岩	斜面崩壊	47豪雨時（土石流）
足助中	花崗岩 （急斜面）	斜面崩壊	東海豪雨時（土石流）
下山中	花崗岩	斜面崩壊	豪雨時（土石流）
旭中学	花崗岩	斜面崩壊	東海豪雨、平成元年豪雨時（土石流）
稲武中	花崗岩	斜面崩壊	東海豪雨時（土石流）

表-2 土砂災害が今後懸念される箇所

中学校区	地形・地質	災害区分	備考
豊南中	花崗岩 （川より東）	斜面崩壊	
保見中	花崗岩	斜面崩壊、土石流	
猿投台中	花崗岩（北東）	土砂災害	
藤岡南中	丘陵（6号線北）	土石流	（花崗岩地形あり）
浄水中	急斜面 （段丘×低地）	斜面崩壊	

#### 4. 豊田市の3Dハザードマップ作成および防災対策の検討

3Dハザードマップを作成するソフトについては、愛知工業大学において既に種々の検討に利活用されているArcGISを使用した。これに、国や地方自治体が開示している地質図、ハザードマップ、避難所を明示し、想定される災害の見える化を図るとともに、関係者がWebブラウザ、モバイルデバイスを介して、どこからでも利用できるようにした（図-1）。

豊田市では、災害時の避難所として小学校や中学校などの公共の施設が指定されている。これらの避難所の中には、前章までに示した花崗岩が周辺に分布し、土石流や斜面崩壊の被害が懸念される土砂災害警戒区域に含まれる場所に位置する施設がある。これに対して、本研究で作成した3Dハザードマップを用いて、避難所の危険度を図-7の手順で評価し、避難所としての適正について検討した。また、危険と判断した避難所に対しては周辺で代替の避難所の候補地を提示することとした。

図-8に示した、石野中学校区において避難所に指定されて箇所は、背面に花崗岩が分布する山帯があり、V字沢が形成されているため、図-6に示したような土石流の発生が懸念されている。この学区では過去に斜面崩壊や土石流による土砂災害が発生した経緯があったことも考慮すると、別の避難所の確保を検討する必要がある。これに対して、3Dハザードマップを用いて周囲の地形・地質、想定される災害を俯瞰すると、図-8に示すように、周りにはV字沢はなく斜面も緩やかな石野運動広場が安全な場所だと判断される。



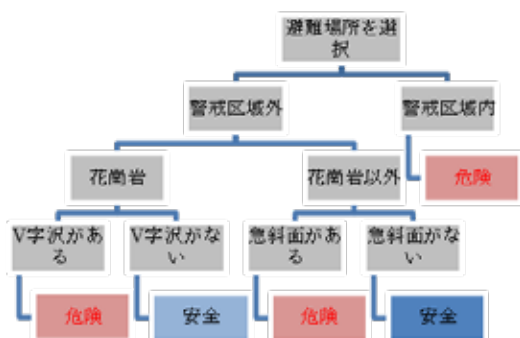


図-7 避難所危険度判定フロー

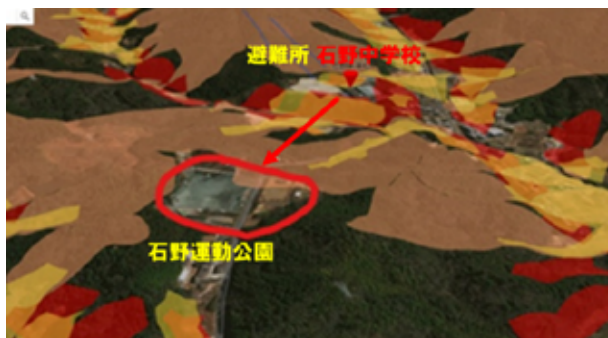


図-8 石野中学校と代替案の石野運動公園

同様な観点で豊田市全域の避難所についての評価と代替案を総括すると表-3の通りとなる。避難所103箇所に対し、74%に当たる76箇所は、地形・地質的観点から安全と判断されるが、残り27箇所(26%)は斜面崩壊や土石流により被災する可能性が高い。地質別にみると、安全性が高いとされる箇所の地質は、花崗岩以外の堆積地盤(段丘など)に集中しており、花崗岩地帯では44%の箇所が土砂災害が想定されていることがわかった。

これに対して、危険箇所でも提示できる避難所の代替地の箇所数については、堆積地盤に位置する箇所では7箇所中6箇所が代替地を設定できたが、花崗岩地帯は約半数の箇所において近隣で容易に代替地を見つけることはできなかった。

表-3 豊田市内全域における避難所の土砂災害評価結果

避難所周辺の地質	安全	危険	計
花崗岩	26 箇所(56%)	20 箇所(44%) 代替地 9 箇所設定可	46 箇所
堆積地盤 (段丘など)	50 箇所(88%)	7 箇所(12%) 代替地 6 箇所設定可	57 箇所
計	76 箇所(74%)	27 箇所(26%)	103 箇所

## 5. おわりに

本研究では、豊田市の土砂災害事例について地形・地質状況との関連を調査するとともに、その両者の関係の見える化を目的として3Dハザードマップを作成し、避難所の適正評価など防災対策を検討した。これにより、2Dによる平面情報の記載だけではイメージできない災害の状況把握、具体的な避難所代替地の検討を実施することができた。

今後の展開としては、図-4に示した広島などの過去の土砂災害事例と豊田市の状況比較などを行い、豊田市内で起こりうる土砂災害の規模を検討していく必要がある。その上で、特に表-3に示した、土砂災害が懸念される避難所について、その安定性を評価するとともに、避難所の代替案、具体的な避難方法の提案などを、3Dハザードマップを用いて検討していく所存である。

### 参考文献

- 1) 高橋裕平:「広島地域の地質」, 地質調査所, pp.5, 1991.
- 2) 倉敷市自然史博物館: (最終閲覧日2021年4月7日)  
<http://www2.city.kurashiki.okayama.jp/musnat/geology/rock/igneousrock/granite.html>
- 3) 平成30年7月豪雨に関する情報, 国土地理院: (最終閲覧日2021年4月7日)  
<https://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H30.taihuu7gou.html>
- 4) 昭和47年7月災害 愛知県: (最終閲覧日2021年4月7日)  
<https://www.pref.aichi.jp/soshiki/sabo/0000021335.html>
- 5) 平成元年9月豪雨 愛知県: (最終閲覧日2021年4月7日)  
<https://www.pref.aichi.jp/soshiki/sabo/0000021338.html>