

## 12. 山麓団地において、広島県が指定した土石流警戒区域の検証

Verification of debris flow warning zone designated by Hiroshima Prefecture at residential district developed in piedmont region

横山俊治（株式会社 荒谷建設コンサルタント・公益財団法人 深田地質研究所）

### 1. はじめに

2014年の広島市豪雨災害や2018年の西日本豪雨災害では、広島県内の山麓を造成した団地（以下、山麓団地）を「土石流」が襲い、多くの人が犠牲になった。

2018年8月3日付けの中国新聞によると、2018年の西日本豪雨災害では、死者87名中41名が土砂災害警戒区域に指定された地域で、指定に向けて調査中の地域で24名が亡くなっている（図-1）。犠牲者の多くは「土石流」によるものであった。広島県が作成した土石流警戒区域図（土砂災害ポータルひろしま）を使って、安全な場所に避難することはできなかったであろうか。避難ルートを選択に活用できなかったのであろうか。

本発表では、広島県指定の土石流警戒区域の妥当性について、山麓団地の中を実際に流れた「土石流」＝山津波の流下経路及び被災実態と比較して検証する。事例として、広島市安芸区矢野東7丁目の梅河（うめごう）ハイツを取り上げる。

### 2. 山麓団地を襲った「土石流」の正体

山麓団地を襲った「土石流」は、土石だけでなく、多くの水と流木を含む水の災害であった。それは、学術用語である土石流（「土と石」の「流れ」）から思い描くことができるイメージとは大きくかけ離れた災害で、名称としては大衆用語である山津波がふさわしく、「山から来る津波」と理解した方が住民にも分かりやすい（横山，2015a，2015b）。山津波は、下流に向かって、土石流、土砂流、洪水流と性格を変えていき、同時に被災の程度も変わっていく。したがって、本論文では、広義には山津波を使い、狭義の土石流と区別する。

山麓団地を襲った山津波は規模が小さかったことも流下時の挙動を考える上で重要である。規模が小さいことは、流下時に微地形の影響を受けやすく、家屋や宅盤の構造、道路の配置によっても、流下経路が変えられたり、停止したりする可能性があることを暗示している。

### 3. 山麓団地内を流れる山津波の流下経路の特徴

山麓団地内を流れる山津波は地形や土構造物、家屋によって規制され、流下経路は以下のような特徴をもつ（横山，2018）。

① 谷の中及び谷の出口付近は土石流が直撃する

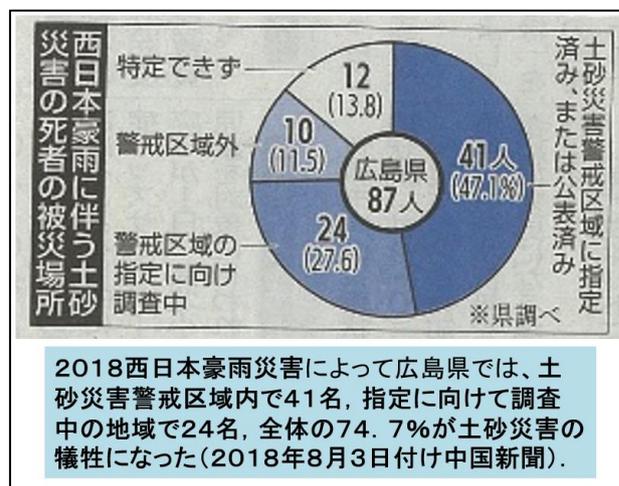


図-1 西日本豪雨に伴う土砂災害の死者の被災場所（2018年8月3日付け中国新聞）

- ② 平坦な空き地に土石流は流れ込んでくる
- ③ 家屋をなぎ倒して土石流が前進することはない
- ④ 谷型斜面や造成によって生じた人工の谷に沿って、山津波は流れる
- ⑤ 山津波はアスファルト舗装道路を流れやすい

山麓団地内で、山津波の流下経路を考える上で、空き地に流れ込んでくること、家屋が流れを妨げることと、アスファルト舗装道路の上を勢いよく流れ下ることが特に重要な事実である。

家屋が土石流の流下経路を塞ぐと、家屋は被災する。特に谷の中や出口付近では、土石流の直撃を受けて全壊する家屋が出てくる。ただし、2018年の西日本豪雨災害で被災した広島市安芸区矢野東7丁目の梅河ハイツの被災家屋の分布（図-2）を見れば明らかだが、土石流の直撃を受けて全壊した家屋の下流側の家屋は半壊になることがあっても、大部分の土石流堆積物や流木は全壊した民家のところではほぼ完全に停止する。山麓団地を襲った山津波には、土石流であっても、家屋をなぎ倒しながら前進する破壊力は無いのである。

山麓団地は、造成前の自然地形を一部に残しつつ、人工地形が被う。特徴的な人工地形がアスファルト舗装道路とその両側のひな壇群である。梅河ハイツに堆積した山津波堆積物の分布（図-3）を見れば、山津波がアスファルト舗装道路上を流れやすいことは一目瞭然である。アスファルト舗装道路上を流れた土石流は、ひな壇の上流側から宅盤上に流れ込み、家屋は道路側の一階部分を中心に被災することがあるが、二階に居れば、命の危険性は低下する。

山麓団地は、造成前の自然地形を一部に残しつつ、人工地形が被う。特徴的な人工地形がアスファルト舗装道路とその両側のひな壇群である。梅河ハイツに堆積した山津波堆積物の分布（図-3）を見れば、山津波がアスファルト舗装道路上を流れやすいことは一目瞭然である。アスファルト舗装道路上を流れた土石流は、ひな壇の上流側から宅盤上に流れ込み、家屋は道路側の一階部分を中心に被災することがあるが、二階に居れば、命の危険性は低下する。



図-2 梅河ハイツ（北ブロック）の被災家屋分布図

地理院地図（電子地図 Web）：2004年～（被災以前の簡易空中写真）に加筆。赤色実線：全壊家屋、青色破線：半壊家屋



図-3 梅河ハイツに堆積した山津波堆積物の分布

山津波は、空き地（図4参照）とアスファルト舗装道路上を流れている。土石流堆積物・流木・全壊した家屋は撤去されている。

地理院地図（電子地図 Web）：2018年空中写真（被災直後）に加筆。茶色破線：土石流堆積物、黄色実線：土砂流堆積物、水色実線：洪水流堆積物

土砂流や洪水流もアスファルト舗装道路上を流れやすい。土砂流や洪水流で、家屋は破壊されないが、人や車は流される恐れがある。どの道路が避難時に山津波の流下経路となるかが防災上の課題となる。

#### 4. 広島県の土石流警戒区域図の作成方法

広島県は、土石流モデルを作成して、それを実際の現場に適用して、土石流警戒区域図を作成している。モデル作成において、3つの仮定を置いている(図-4)。1番目の仮定は、「土石流」(山津波)は直進性があり、谷を流れ出た「土石流」は谷の地形に規制されて、まっすぐ進むものとする。2番目の仮定は、「土石流」が流れる斜面の傾斜は3度までとする。3番目の仮定は、直進する「土石流」を中心において、その両側30度の範囲も土石流が流れる危険性があるとして、警戒区域の範囲を決める。

1番目の仮定である直進性は、実際の「土石流」の流下経路が道路や家屋の配置によっても大きく影響されるので、必ずしも保証されるものではない。

2番目の仮定は多くの事例から判断しておおむね妥当であると考えられる。

3番目の仮定は、同じ谷から流出した「土石流」の流下経路群から導き出されたものではない。それぞれ別の谷で発生した「土石流」の流下経路を寄せ集めたものである。同じ谷から流れ出た「土石流」の流下経路が変わるのは、先の「土石流」で堆積した流木や土石流堆積物によって、次に発生する「土石流」の流路が妨げられるからである。流木や土石流堆積物を除去してしまえば、次に発生する「土石流」の流下経路は先のもので変わらない。しかし、3番目の仮定によって、下流ほど広がる扇形の土石流警戒区域が設定されることになる。

このモデルを機械的に現場に当てはめて作成したのが、広島県の土石流警戒区域である。

#### 5. 梅河ハイツにおける広島県指定の土石流警戒区域と現実の山津波の流下経路との比較

広島県が作成した梅河ハイツの土石流警戒区域図によると、北ブロックと南ブロックでそれぞれ別の谷で「土石流」の発生が予測され、それらの「土石流」に対して設定された土石流警戒区域に、団地のほぼ全域が入っている。

2018年西日本豪雨災害では、北ブロックと南ブロックのそれぞれの谷で予測されていた山津波に襲われた。山津波は、下流に向かって、土石流、土砂流、洪水流と状態を変化させながら、アスファルト舗装道路上を流下している(図-5)。北ブロックの住宅地の地形は南に傾斜しているために、山津波は、谷の出口の空き地を除いて、アスファルト舗装道路上を南に流れた。傾斜する南ブロックの住宅地の地形は全体として北東方向に傾斜しているために、山津波は、北東端のアスファルト舗装道路を選択的に流

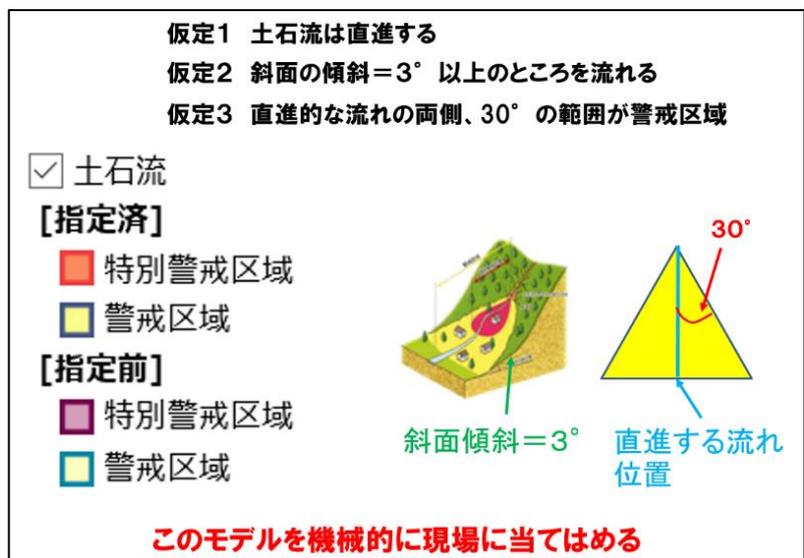


図-4 広島県指定の土石流警戒区域の設定の仕方と仮定条件(土砂災害ポータルひろしまに加筆)

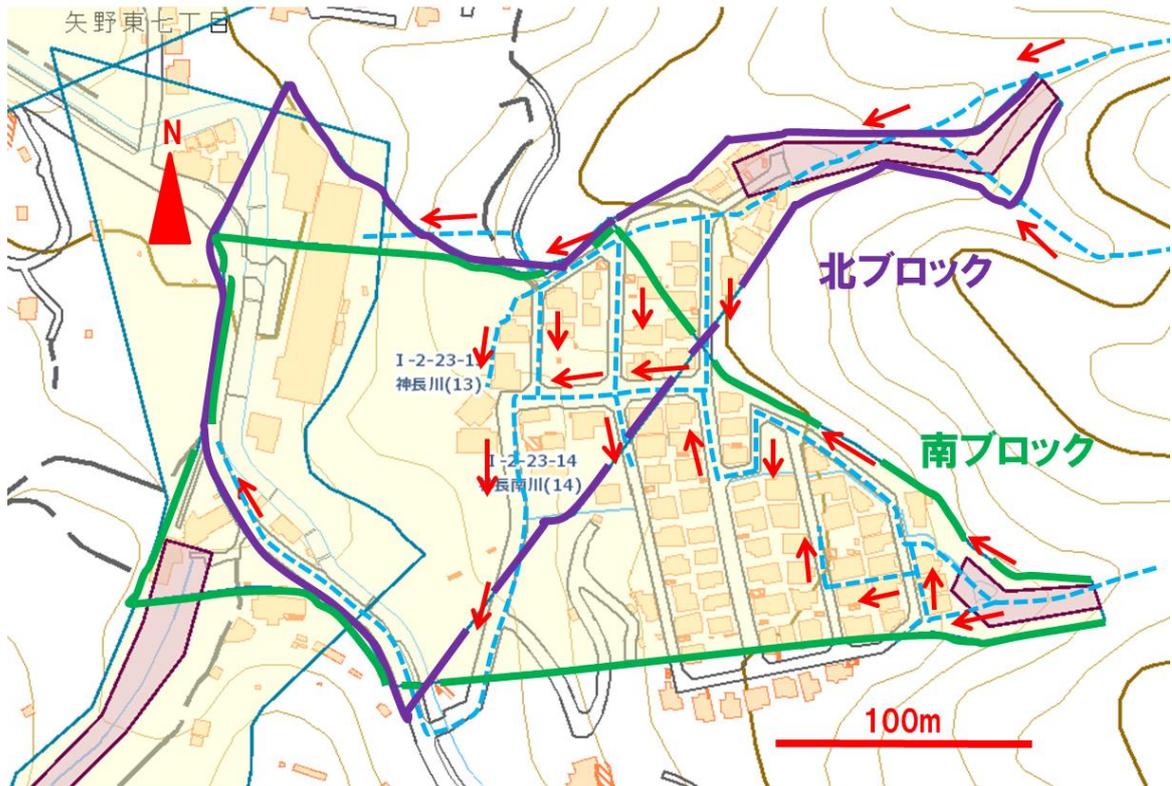


図-5 梅河ハイツの土石流警戒区域と山津波の流下経路との比較

土砂災害ポータル広島に加筆。

青色実線（細）で囲まれた範囲：土石流警戒区域，赤紫色実線で囲まれた範囲：特別警戒区域，水色破線：山津波の流下経路，赤色矢印：山津波の流下方向

れ、道路の配置に流下経路が規制されていたために、直角に近い角度で曲がりながら流下した。北ブロックと南ブロックに設置された道路を流れた山津波は、両ブロックの境界を東から西に走る道路に沿って合流し、団地外に繋がる道路を流れ下った。

その結果、土石流警戒地域に設定されていても、南ブロックの南半部の住宅地は山津波が流下していない。また、両ブロックの西側（下流側）に広く分布する森林地域においても、団地外に繋がる道路を除いて、山津波は流れていない。その一方で、団地外に繋がる道路一部は土石流警戒区域から抜け落ちている。

## 6. 梅河ハイツの住民の証言から見てきた避難行動に関わる広島県指定の土石流警戒区域の問題

2018年の西日本豪雨災害で山津波が発生したとき、梅河ハイツの住民はどのような避難行動を採ったのであろうか。図-6は、2018年9月7日付け中国新聞のデータを基に作成した住民の避難行動の記録である。自宅は全壊したが助かった証言者④によると、梅河ハイツの北ブロックを襲った山津波が発生した時間は7月6日の20時頃で、広島市による避難指示発令時刻は20時14分である。避難指示発令時刻は山津波発生時刻にわずかに遅れたかほぼ同時刻であった。

証言者①は、山津波発生1時間30分前の18時30分頃に、家の前の道路を流れる濁流で自宅待機を選択した。19時に車で自宅を出た証言者②は、団地外の公認避難所の南矢野小に向かう途中、県道矢野安浦



図-6 証言による梅河ハイツ住民の避難行動

2018年9月7日付けの中国新聞のデータを、地理院地図（電子地図Web）：2007年～撮影の空中写真）に加筆。

線はすでに冠水していたが、無事1500m離れた矢野南小にたどり着くことができた。証言者②の自宅は全壊した。19時30分に車で南矢野小に向かった証言者③は、県道で歩行者が流れているのを見て引き返そうとしたが、山からの流れ出た濁流で車ごと流された。証言者③は森林の脇道に避難して九死に一生を得た。

団地外に繋がる道路は、証言者①の証言から推察すると、山津波発生前から激流が流れていたと考えられる。山津波発生時には、団地外と繋がる道路は土石流の流路になっていなくても、土砂流の流路になっている。証言者②が県道矢野安浦線にたどり着いたときにはすでに冠水していた。証言者③は県道を進むことができなかった。にもかかわらず、遠く離れた団地外の公認避難所に避難しようとしたのか。

上述したように、広島県指定の土石流警戒区域は下流ほど広がっており、その結果、多くの山麓団地では、団地のほぼ全域が土石流警戒地域に入っている。土石流警戒区域に指定されると、その中に避難所を設置してはいけないというルールがある（条例にはなっていないようだが、県はそのように指導している）がために、ほとんどの山麓団地で、団地内に公的な避難所を設置することができない。そのため、避難しようとする人は、何が何でも団地外の避難所に向かおうとする。その結果、道路上で被災した。証言者③もそのひとりである。

団地外への避難に駆り立てたもうひとつの原因は、公認避難所に避難した人以外は避難したとは認めない、目に見えない圧力の存在である。証言者③は、遠く離れた団地外の避難所に避難しようとしせずに、自宅待機の方が安全であった。どうしても避難するなら、自宅の前の道路を下るのではなく山に向かっ

て上って、団地内に避難すべきであった。証言者③が最終的に引き返して避難した場所は南ブロックの西に位置する森林の中を通る道路であった。皮肉なことにそこは、広島県指定の土石流警戒区域に入っているが、山津波が流れ込む危険性はないところである。

では、証言者④や自宅で亡くなられた方はなぜ避難しなかったのでしょうか。広島県指定の土石流警戒区域には、山津波の危険性がきわめて低い領域がかなり含まれている。その一方で、谷の中や谷の出口付近の住宅地のように早めの避難（大雨警報が出たらすぐにでも避難）が必要な場所も含まれている。ところが、広島県作成の土石流警戒区域図では、ほんとうに危険な場所と危険性がきわめて低い領域とが明確に地図化されていない。その結果、ほんとうに自宅外避難が必要な人にも、土石流警戒区域内なら、どこにいても危険性は同じと考えるしまう変な心理的安心感を抱かせたのではなかろうか。

2019年4月18日付けの中国新聞によると、全国インターネット調査の結果、逃げやすい距離は300～550mと答えている。そして、遠すぎて避難できないと感じる距離は1500m以上と答えた人が42.2%いた。団地内に避難所がないと、早めの避難を実現するのは心理的にも難しい。

避難所の劣悪な環境も、早期避難の妨げになっている。「避難所はこりごり、災害が起きてももう避難しない」「避難所に行きたくなくて、自宅から逃げなかった」（2019年2月9日付け中国新聞）という住民の声に耳を貸そうとせず、災害大国でありながら避難所の質は世界基準に達していないという事実を目を向けるべきである。直接の災害では生き延びた人がその後亡くなる災害関連死と呼ばれる人が多すぎる。その原因のひとつが避難所の質にあることは間違いない。

## 7. おわりに

「避難が命を守る行動である」とするならば、広島県が作成した土石流警戒区域図は、実際の避難行動にあまり役立たない。それを感じ取った多くの住民は、土石流警戒区域図を活用して避難しようとは考えなかったのではないか。避難に役立つ被害予測地図（ハザードマップ）を作成するには、現実の被災現象から、流下時の山津波の姿をできるだけリアルに描き出し、山津波の挙動を分析し、その情報を元に、個々の山麓団地で山津波の流下経路を予測して、それを地図化することが第一に必要である。その上で、自宅外避難を必要とする場所を抽出し、避難に使ってはいけない道路を選定する。と同時に、山津波の危険性の低いところ（いざという時の避難に適しているところ）を抽出する。そしてこれらも地図化する。このような作業は応用地質技術者が得意とするところであり、そこに応用地質技術者が身近な防災で活躍できる場所がある。

## 引用文献

横山俊治（2015a）：山津波（土石流）の実像に迫る－発生から停止までの挙動を知る－，平成26年広島大規模土砂災害調査報告書「土地の成り立ちを知り土砂災害から身を守る」，pp.5-12.

横山俊治（2015b）：2014年広島土砂災害を教訓とするために，全国地質調査協会連合会機関誌「地質と調査」，pp.16-21.

横山俊治（2018）：山麓を造成した団地の防災－山津波（土石流）からどう逃げるか－，日本応用地質学会：「平成30年7月豪雨災害（西日本豪雨災害）調査団報告書～広域・激甚化する災害に学び，次の災害に備える～」，pp.257-274.