

2021年熱海伊豆山地区において発生した大規模土石流被害の原因分析と今後の対応について

橋本隆雄*¹・和田陽介*²

Analysis of the causes of large-scale debris flow damage that occurred in the Atami Izusan area in 2021 and future measures

Takao Hashimoto*¹, Yousuke Wada*²

Abstract: In the Izusan district of Atami City, Shizuoka Prefecture, a debris flow occurred at an altitude of about 390 m on the Aizen River at around 10:30 on July 3, 2021 due to heavy rain. However, the cause of the damage has not yet been clarified.

Therefore, in this paper, we analyzed the cause of the collapse as to the reason why the debris flow occurred on the embankment slope. As a result, high embankment slopes filled with steeper slopes were very dangerous, but no drainage treatment or erosion control was installed. Construction of a residential area on the north side of the collapsed embankment slope changed the traditional basin boundary, revealing that a very large amount of rainwater infiltrated the embankment and collapsed. The signs of this collapse may have begun in 2019.

In the future, a joint project between the Sabo Department of the Water and Disaster Management Bureau and the Urban Safety Division of the City Bureau will be launched within the Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, and a comprehensive survey will be conducted on high embankments with a height of 5 m or more to identify dangerous areas. It is necessary to extract and take immediate measures.

Key words: Atami, debris flow, landslide disaster, slope collapse, high embankment, residential land development

1. はじめに

静岡県熱海市伊豆山地区では、梅雨前線による大雨に伴い、2021年7月3日10時30分頃に、逢初川の源頭部の標高約390m地点で発生した盛土崩壊が土石流化し、下流で甚大な被害が発生した。土石流により被災した範囲は、延長約1km、最大幅約120mにわたる。熱海雨量観測所における降り始めからの総雨量は400mm以上に達し、熱海市は7月2日12:30に土砂災害警戒情報を発表した。静岡県は、7月3日12:00に県災害対策本部を設置し、自衛隊に派遣要請、13:30消防庁に緊急消防援助隊の出動要請、15:30災害救助法の適用を公示した。その後も、9日に被災者生活再建支援法の適用を公示し、23日16:30に緊急消防援助隊を順次引揚げ、31

日12:00自衛隊災害派遣部隊を撤収した。

熱海市伊豆山地区の土石流は、静岡県の調査で最も上流にある盛土法面の土砂に豪雨の水が入り56,000m³以上の盛土が流出したことが明らかとなった。もともと逢初川の上流部では、川底に土砂が堆積し川沿いの住宅地などは土砂災害警戒区域に指定され、県は砂防えん堤を建設して対策を取っていた。

しかし、土石流は高盛土が崩れた場所から下流に500mほどの場所にあった高さ10m、長さ43mの砂防えん堤を乗り越えて、大量の土砂が住宅地に流出し、たくさんの犠牲者を出した。土石流の発生した斜面は、延長2kmにわたって直線状に幅最大約160m厚さ3m傾斜が12度でほぼ一定した勾配で、土質は火山灰などからできた軽くて流れやすい「黒ボク土」が多く含まれていた。

しかし、その被害原因については、まだ明らかとなっていない。そこで、本論文では盛土法面で土石流が発生した崩壊の原因を分析及び今後の対応について言及する。

*¹ 国土館大学理工学部まちづくり学系教授

*² 株式会社千代田コンサルタント国土保全事業部防災まちづくり室長

2. 土石流による被害状況

人的被害の状況は、静岡県災害対策本部によると9月3日16時00分現在、死者26名、行方不明者1名、中等症3名、重傷者1名、軽傷者2名となっている。避難者は85世帯153名(9/3 12:00時点)となっている。今後の居住方針は、①公営住宅入居予定23世帯31名、②民間住宅入居予定34世帯75名、③民間住宅申込:17世帯30名、④その他11世帯17名となっている。物的被害は、被害棟数128棟(135世帯)となっている。ライフライン等の状況は、水道が(9/3 12:00時点)復旧不能件数100件(その他の家屋は復旧済)、電気、通信、ガスが被災家屋以外は復旧済となっている。

9月2日現在で、り災証明書の発行受付累計426件、発行累計284件、被災者生活再建支援制度等申請・相談件数申請・相談累計83件、生活相談ブース相談件数累計246件、災害ボランティア累計564名となっている。

国土地理院では、写真-1, 2に示すように発生した土石流の跡をドローンで撮影した動画や、写真などをホームページで公開している。動画などからは、逢初川に沿って土石流が激しく流れた跡や、泥流になぎ倒された木やのみ込まれた家屋が映っている。その他の写真-3～写真-9は、9月8日に筆者が現地で撮影したものである。

写真-3は土石流源頭部盛土崩壊の状況で、崩壊面に段差が生じている様子から、法面下から徐々に連鎖崩壊が生じたことが分かる。現在も段差上の崩壊滑り面があり、次の豪雨で小規模ではあるが、再度土石流が発生する可能性が高いことが分かる。写真-4は、土石流源頭部盛土崩壊部に隣接した下流の状況で、対岸の法面が大きく崩壊していることが分かる。その中腹部からは下流部の法面の洗堀が少ないことから、法面が飽和状態で大きな水圧を受けて短時間に崩壊したと考えられる。

写真-5及び写真-6は、土石流による家屋内土砂撤去の状況である。土石流の黒ボク土が泥水となって下流部の市街地に流入したため、家屋の1階部分の土砂が入り撤去作業をしていた。黒ボク土の泥は、ヘドロのような異臭がしていた。



写真-1 熱海市伊豆山地区において発生した土石流被害状況¹⁾



写真-3 土石流源頭部盛土崩壊の状況



写真-4 土石流源頭部盛土崩壊下流の状況



写真-2 土石流による家屋被害状況(国土地理院提供)¹⁾



写真-5 土石流による家屋内土砂撤去の状況

写真-7は土石流による最下流橋梁周辺の土砂堆積状況で、橋梁が閉塞して下流に水が流れていなかった。写真-8は土石流による最下流の土砂堆積状況で、橋梁閉塞しているため、写真-9に示すように道路が川のような



写真-6 土石流による家屋内土砂撤去の状況



写真-7 土石流による最下流橋梁周辺の土砂堆積状況



写真-8 土石流による最下流の土砂堆積状況



写真-9 最下流の道路が河川となっている状況

になり泥水を海へ流している。写真-10は大規模な土石流で大量の土砂が流れ込んだ伊豆山港の様子で、発生から2か月以上経ても、港内に土砂が堆積したままで利用できず、わかめ養殖や9月16日から伊勢エビの漁が解禁されたが漁業者の水揚げへの影響が強くでている。写真-11は有料道路脇の土石流による産業廃棄物の土砂堆積状況で、高さ100m以上もある斜面上部にある建物の下部から流出してきたものである。図-1は、熱海市の土砂災害ハザードマップで、土石流、急傾斜地の崩壊などのリスクが高いエリアに指定されていたことが分かる。

3. 土石流源頭部の崩壊前の状況分析

図-2は、静岡県熱海市伊豆山の土石流源頭部について、国土地理院が崩壊前（二時期）の航空レーザ測量データの①2009年公共測量（計画機関：中部地方整備局）と②2019年公共測量（計画機関：静岡県）の航空レーザ測量データの標高値の差分を取ることで、変化量を抽出したものである。

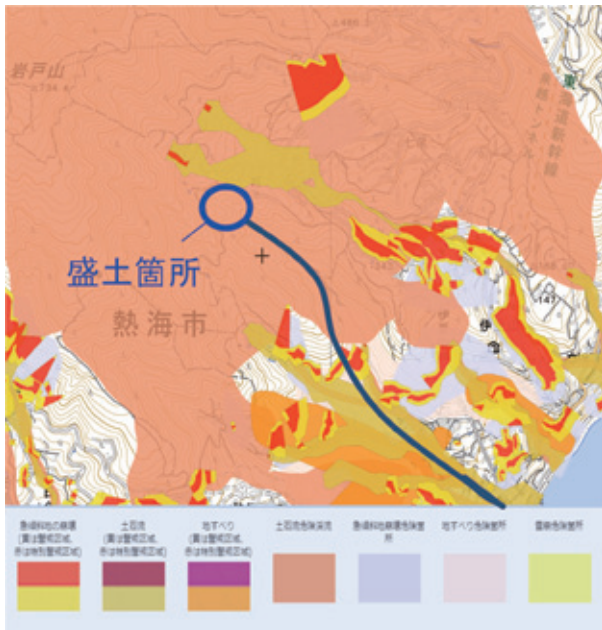
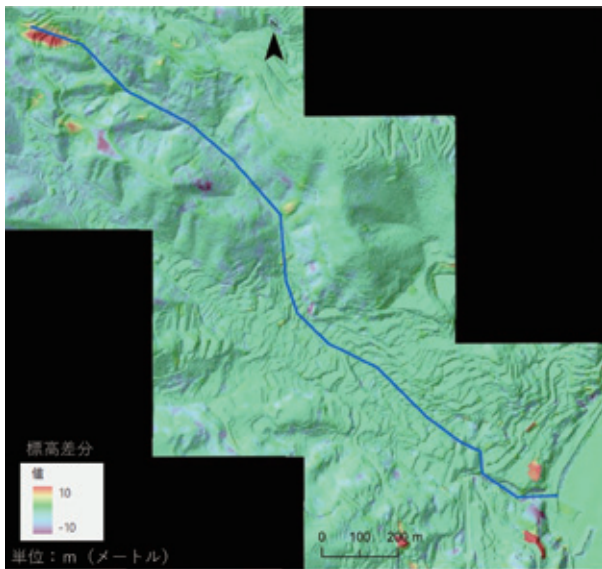
図-3は、国土地理院が土石流起点部分の土量を2019年と2009年の比較から算出するための断面位置である。赤



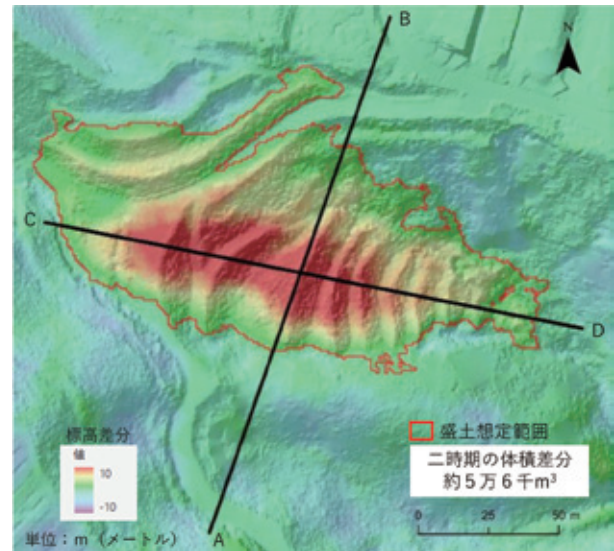
写真-10 土石流による土砂流出した伊豆山港の状況



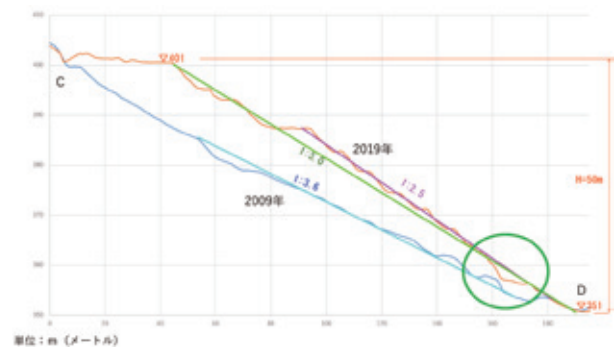
写真-11 有料道路脇の土石流による産業廃棄物の土砂堆積状況

図-1 熱海市の土砂災害ハザードマップ²⁾図-2 変化量(土石流エリア広域)¹⁾

の枠が盛土想定範囲である。本解析による体積差分は、盛り土範囲をおおまかにくくったおおよその見積もりである。図-4は土石流起点部分の断面図で、2019年と2009年の二時期の体積差分から、盛土量約56,000m³と算出している。図-4(a)から沢の横断方向にフラットに盛土し、深いところで15mの厚さの盛土であることが分かる。図-4(b)は、沢の縦断方向で高さが50mの高盛土面の勾配が分かる。元の2009年の勾配を計測すると、1:3.6と緩くなっているが、その後の2019年の勾配は、法尻から38mの平均勾配が1:2.5、その上部の法肩付近の平均勾配は1:3.0であった。法勾配的には、通常盛土勾配が1:1.8であるが5m毎に1.5mの小段、15m毎に3.0m

図-3 断面図位置図¹⁾

(a) A-B断面



(b) C-D断面

図-4 土石流起点部分の断面図
(2019年と2009年の比較)¹⁾

の幅広の小段を設置すると平均的な勾配と見える。

しかし、法尻5~12m付近に大きく土砂の崩壊箇所がある。このことは、2019年当時から排水処理ができずに崩壊現象が始まっていたと考えられる。この急な斜面にさらに盛土することは腹付け盛土といい非常に危険であることから、沢部に盛土することは十分な水処理及び安定計算に基づいた対策、砂防堰堤の設置が必要である。しかし、現地ではこのような処置が行われていなか

ったことが、崩壊原因であると考えられる。

4. 土石流源頭部の崩壊後の状況分析

国土地理院は航空レーザ測量等による静岡県熱海市伊豆山の土石流源頭部についての崩壊後（三時期）の標高値変化量抽出を、以下のようにデータの標高値変化量を用いて、土石流源頭部における各種土量を推計している。

崩壊後（三時期）の標高は、下記のデータを用いている。

A：2009年航空レーザ測量（計測日：2009年6月27日）による標高

B：2019年航空レーザ測量（計測日：2019年12月11日）による標高

C：2021年7月6日（発災後）に実施したUAVレーザ計測による標高

各種土量は、下記のように算出した。

- ①：Aに対するBの変化量：+56,000m³
- ②：Bに対するCの変化量：-58,000m³（※植生等の影響を簡易的に取り除いて算出）
- ③：①のうちBに対するCの変化がなかった部分及びAに対するCの変化がプラスの量：21,500m³

図-5は2009年，2019年に対する2021年（発災後）の標高変化量である。下記のようにして求めている。

- 赤枠範囲：2009年から2019年に標高が高くなった範囲
- 青枠範囲：2019年から2021年（発災後）に標高が低くなった範囲
- 薄赤塗り範囲：2019年に対する2021年（発災後）の標高が変わらない部分
- 赤塗り範囲：2009年に対する2021年（発災後）の標高が高くなった部分
合計 約21,500m³
- 青塗り範囲：2009年に対する2021年（発災後）の標高が低くなった部分
合計 約22,300m³

図-6は図-3の崩壊部分の断面図位置に、さらにE-F断面を追加したものである。この断面を比較すること

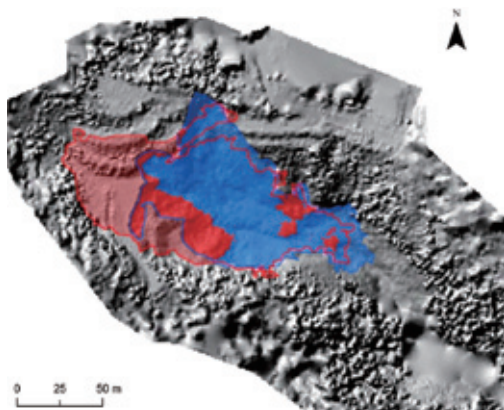


図-5 2009年，2019年に対する2021年（発災後）の標高変化量

で、地山と盛土がどこまで崩壊したかを分析することができる。図-7(a)A-B断面からは、北東部は大きく地

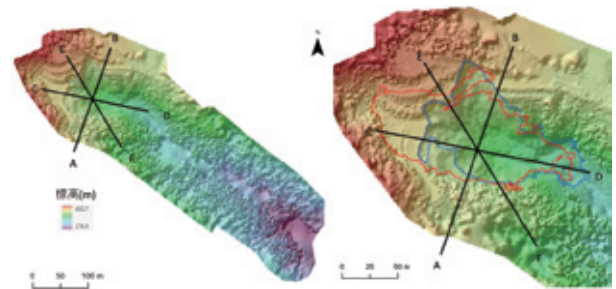
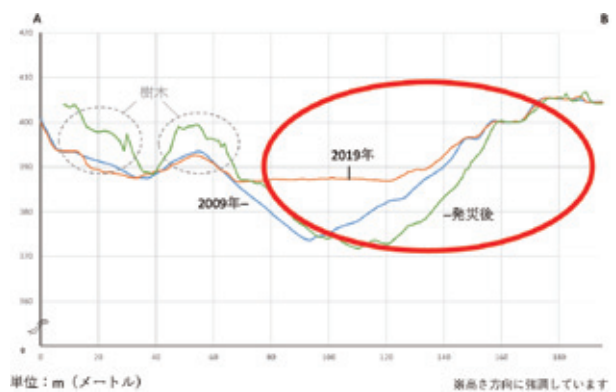
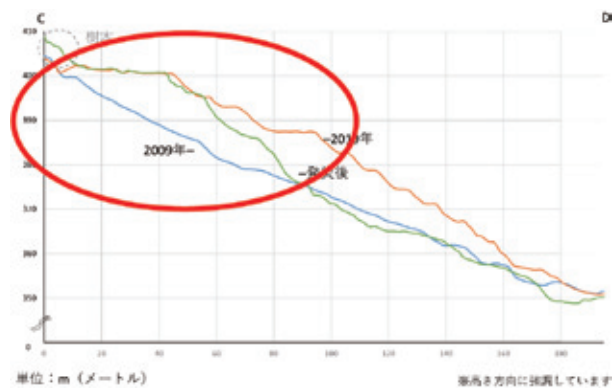


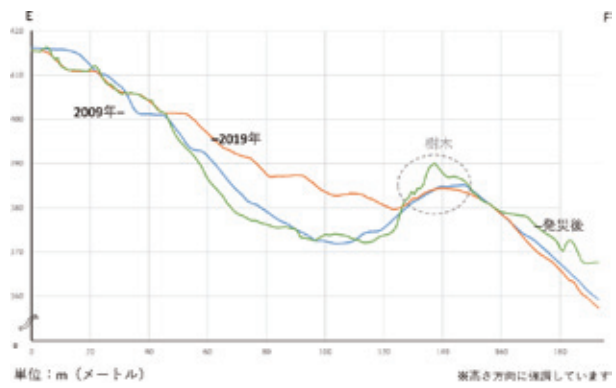
図-6 断面図の位置¹⁾



(a) A-B断面



(b) C-D断面



(c) E-F断面

図-7 断面の比較¹⁾

山まで崩壊していることが分かる。

一方、図-7(b)C-D断面からは南西部の盛土が急勾配で残っているために非常に危険であることが分かる。今後の豪雨により崩壊する恐れがある。図-7(c)E-F断面からは、地山と崩壊面が一致していることから、この断面の盛土が全て崩壊していることが分かる。

5. 熱海市伊豆山周辺の造成履歴 (空中写真)

土石流が発生した静岡県熱海市伊豆山周辺の既往撮影写真-12は国土地理院が撮影した熱海市伊豆山周辺の造成履歴 (空中写真) である。この図の赤線は、災害前後の状況が確認できるように、災害前撮影の空中写真に、



(a) 1962年11月



(b) 2017年8月



(c) 2021年7月6日

写真-12 熱海市伊豆山周辺の造成履歴 (空中写真)¹⁾

国土地理院が7月6日に撮影した空中写真から、地山・土砂が見えている範囲を判読した結果 (崩壊地等: 第3報) を重ね合わせたものである。写真-12(a)の1962年撮影時点では、土石流が発生した逢初川中流部は畑作・果樹園といった土地利用が多い。写真-12(b)の2017年撮影時点では、住宅が増えている状況がうかがえる。写真-13(b)2017年では、上流部東側の尾根沿いにソーラーパネル施設の造成がされていることが分かる。写真-14の土石流源頭部は、2012年に既に盛土造成が完了していることが分かる。

6. 土砂崩壊地の条件

(1) 土砂崩壊地及び堆積範囲

図-8(a)は赤部分が国土地理院が作成した梅雨前線に伴う大雨による崩壊地等分布図で、青い部分はその集水域である。図-8(b)は赤部分が国土地理院が作成した土砂堆積範囲図である。土石流が発生した静岡県熱海市伊豆山周辺の土地条件図 (図幅名「熱海」) (平成4年/1992年) の解説文から関連する事項を以下掲載する。

①対象箇所周辺の地形の概況

湯河原峠から熱海峠への稜線の東側は湯河原火山の旧



(a) 2012年



(b) 2017年

写真-13 土石が発生した上流部の造成履歴 (空中写真)³⁾



(a) 2012年



(b) 2017年

写真-14 土石流源頭部についての造成履歴（空中写真）³⁾

火口の開析された急斜面が卓越しており、谷頭部には崩壊地が見られ、急傾斜の谷の発達が比較的進んでおり、これらの崩壊等によって押し出された土砂によって形成されたと考えられる土石流堆積が分布する。

②対象箇所周辺の土地条件と災害の関係

対象箇所周辺は、急斜面が広く分布しており、開析が進んでいる。このような土地条件の地域では、地震及び豪雨等によって山地崩壊、地すべり、土石流等の発生する危険性がある。また、最近では、斜面を利用して住宅地の造成、観光施設やゴルフ場の建設等が行われているが、一般に自然斜面の改変に伴って雨水の流況の変化、斜面の安定度の変化等を生じ、災害発生の危険性が高くなる可能性がある。

(2) 土地条件（地形分類）

図-9(a)は、2021年3月に公開した火山土地条件図「箱根山」の一部に、国土地理院が7月6日に撮影した空中写真から、地山・土砂が見えている範囲を判読した結果（崩壊地等分布）を重ね合わせたものである。

図-9(b)は主な地形分類で、以下のようになっている。

①今回発生した崩壊地等の発生域

多賀火山の開析斜面：多賀火山が侵食されてできた斜面のうち、斜面の下部にある急な斜面。

防災上の注意：豪雨などによって崩れやすい。

②今回発生した崩壊地等の流下域の北側斜面



(a) 崩壊地等分布図（赤）及び集水域（青）



(b) 土砂堆積範囲図

図-8 崩壊地等分布図及び土砂堆積範囲図¹⁾

外輪山前期火山体の開析斜面：約75～24万年前の箱根火山の噴火でできた成層火山群が侵食されてできた斜面のうち、斜面の下部にある急な部分。

防災上の注意：豪雨などによって崩れやすい。

③今回発生した崩壊地等の流下域の南側斜面

地すべり地形（移動体）：地すべりによってできた斜面のうち、移動してできた緩やかでこぼこした部分。

防災上の注意：豪雨や地震による地すべりに注意。

④今回発生した崩壊地等の流下・堆積した緩斜面

土石流堆積地・沖積錐：現在にかけて土石流によってできつつある斜面。

防災上の注意：土石流に注意。

図-10は、基盤地図情報数値標高モデル（5mメッシュデータ）から作成したデジタル標高地形図に、国土地理院が7月6日に撮影した空中写真から、地山・土砂が見えている範囲を判読した結果（崩壊地等分布）を重ね合わせたものである。

(3) 降雨条件

土石流は、山腹や川の土砂、石が集中豪雨や長雨など



(a) 火山土地条件図 (熱海市伊豆山周辺)



(b) 主な地形分類

図-9 熱海市伊豆山周辺の火山土地条件図¹⁾

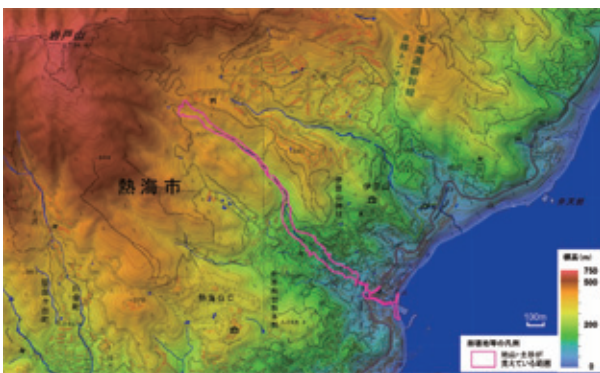


図-10 デジタル標高地形図¹⁾

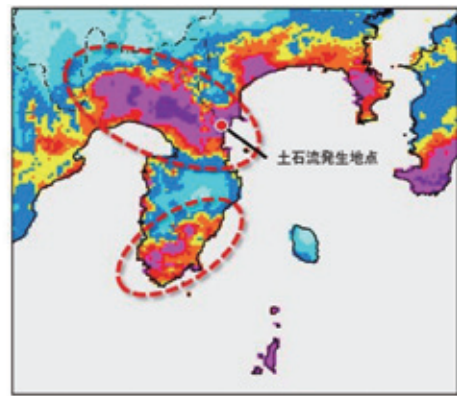
で一気の下流へ押し流される現象で、その速さは時速20~40km/hともいわれる。気象庁によると、熱海市網代の観測地点では、3日午後3時20分までの48時間で321mmの降水量を記録し、7月の観測史上で最多となったことから、非常に強い雨が降り続いたことが大きい。この降り続いた雨が斜面全体に浸透し、土壌の中が水で飽和状態となり、土中の水の圧力が大きくなり一気に斜面の土砂が流出したと考えられる。普段は土粒子が互いに結び付き、斜面を滑り落ちる力よりも、滑りに抵抗する力の方が大きい状態で安定しているが、土の中に浸透した水の圧力によって、粒子同士の結び付きが離れると、粒子の摩擦力がなくなると、斜面の傾斜が緩くて

も、滑り出して土石流が起こる可能性が高くなる。

日本気象協会では、国土交通省の解析雨量(1kmメッシュ)を使用し、6月30日0時から7月4日0時にかけての降水量を解析している。図-11は、今回の大雨における72時間降水量と、その降水量がそれぞれの場所において過去最大の72時間降水量と比較して何割に達したのか、ということを示している。これが100%前後に達すると、甚大な被害の発生する可能性が高まるという研究結果がある。解析結果によると、熱海市以外にも静岡県東部の広い範囲で、これまで経験したことのないような大雨が降り、甚大な被害が発生してもおかしくない状況であったということが分かる。

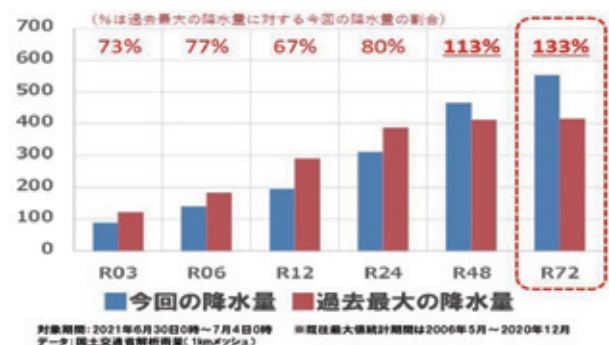
実際に大規模な土石流が発生した熱海市の降水量を見ると、図-12に示すように48時間降水量(R48)と、72時間降水量(R72)が、過去最大の降水量を上回り、特に、72時間降水量は過去最大の降水量の1.3倍となり、比較的長い時間の降水量が多くなっていた。熱海市の土石流発生地点の降水量を時系列で見ると、図-13に示すように降り始めてから48~72時間にわたって時間雨量20mm以下の比較的弱い雨が降り続いていたことが分かった。

ただし、土石流が発生した10時30分の2時間半ほど前には1時間40mmの激しい雨が降り、さらに土石流発



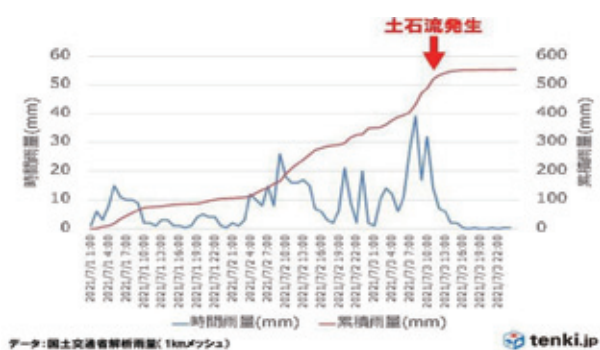
対象期間: 2021年6月30日0時~7月4日0時 ※既往最大値統計期間は2006年5月~2020年12月
データ: 国土交通省解析雨量(1kmメッシュ)

図-11 過去最大降雨量に対する熱海の降水量の割合(72時間降雨量)⁴⁾



対象期間: 2021年6月30日0時~7月4日0時 ※既往最大値統計期間は2006年5月~2020年12月
データ: 国土交通省解析雨量(1kmメッシュ)

図-12 熱海市における降水量の比較⁴⁾

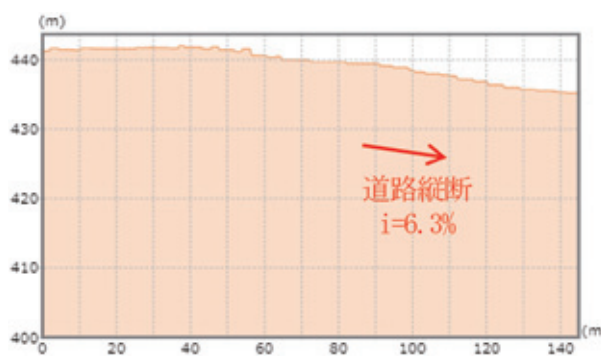
図-13 熱海市における時間降水量の時系列⁴⁾

生直前の10時台にも1時間30mmの雨が降っていたことがわかり、この比較的強い雨が引き金になった可能性があると考えられる。長時間の雨で地盤が緩んでいると、短い時間のやや強い雨が降っただけでもそれが土砂災害の引き金になることがあるので、長時間雨が続いていて、自治体から避難情報が出ているときは、油断せずに避難を続けるようにしなければならない。

7. 土石流源頭部上流の流域界の検討

図-14は国土地理院の流域界で、土石流源頭部上流の流域はほとんどない。しかし、今回の土石流崩壊は、大量の雨水が盛土内に含まれ飽和状態にならないと崩壊原因の説明ができない。写真-15では、Google Earthによる2011年の航空写真で、崩壊盛土北側の宅地造成、さらに北西側の斜面において法面の切土と道路が施工されたことが確認できる。道路より西側の地山の表面排水は、図-15に示すように道路に沿って崩壊盛土上部の谷埋め盛土があり、そこに向かって流下・浸透することになる。崩壊した盛土の北西側の道路については、図-16に示すように縦断勾配が6.3%もあり盛土に向かって下っている。また、盛土に近い位置で大きくUターンするように曲がっており、道路に沿って流れてきた雨水が盛土側へ流れ込みやすい道路線形となっていることが分かる。

道路の曲線部に土砂が堆積し、流出した箇所の草が無いことが写真-16より確認できる。このような土砂が道

図-14 国土地理院の流域界¹⁾写真-15 土石流源頭部上流開発に伴う表面排水⁵⁾図-15 土石流源頭部上流開発に伴う表面排水⁶⁾図-16 土石流源頭部上流開発に伴う道路縦断勾配⁶⁾

路側溝内にも堆積し、側溝として機能が果たせずに写真-17に示すように路面を流れる雨水がそのまま南側の造成地へ流れ込んだ可能性が高い。

道路より西側の地山の表面排水を考慮して図-17のように新たな流域界の算定を行った。写真-18(a)では1999年の航空写真では、崩壊した盛土及び盛土北側の宅地造成が行われていないことが確認できる。この時点における崩壊盛土の沢筋の流域を流域Aとし、北側の流域を流域Bとする。写真-18(b)では現在は崩壊した

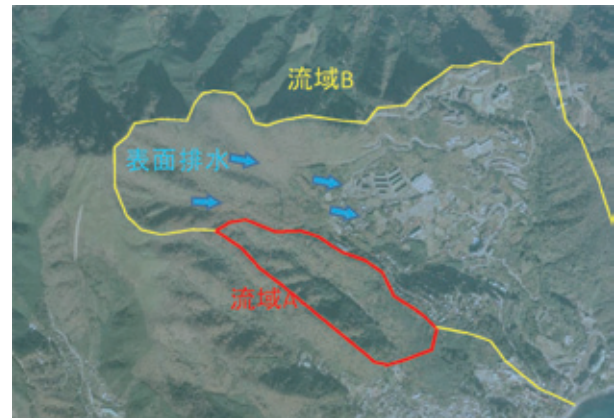
写真-16 土石流源頭部上流開発に伴う盛土内への流入⁷⁾写真-17 土石流源頭部上流道路からの盛土内への流入⁷⁾図-17 流域界の算定⁸⁾

盛土北西の道路が施工されたことで、流域Bの上流部(約28ha)が流域Aに入ったと考えられる。

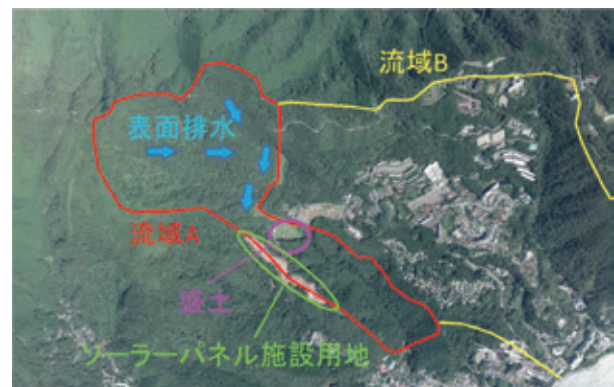
土石流源頭部の南西部にあるソーラーパネル施設は、県の調査結果から表流水は別の溪流に集まっていることが分かっている発表した。しかし、写真-19に示すように管理用道路の亀裂が生じていることから、土砂が谷側に流出した結果生じたものであると考えられる。

8. 今後の土石流の総点検の提案

国土交通省では、静岡県熱海市内で発生した土石流を受け、関係省庁と連携して全国の盛土の総点検を実施す



(a) 1999年



(b) 2019年

写真-18 流域界の変更³⁾写真-19 ソーラーパネル施設管理用道路の亀裂⁹⁾

る意向を示した。宅地盛土造成地の防災対策については、宅地造成等規制法に基づき、宅地造成工事の申請をしっかりと確認して許可を出している。一方、山林における土砂の搬入など、それ以外のことは国交省の所管ではないため、農林水産省や環境省などの関係省庁と全国

の盛土自体の総点検を行う方向で考えていかなければならない。そこで、宅地以外の盛土について、具体的にどのように行ったらよいかを提案する。

(1) 土砂災害防止法の現状

土砂災害には、崖崩れ（急傾斜地崩壊）、地すべり、土石流¹⁰がある。1999年6月に広島県呉市で大規模な土砂災害が発生し、開発された住宅地等が被災し死者24名の人的被害が出た。この災害をきっかけに、土砂災害から国民の生命を守るために、土砂災害の恐れのある区域について、住民に危険の周知、警戒避難体制の整備、住宅等の新規立地の抑制、既存住宅の移転促進等のソフト対策を推進することの必要性から、土砂災害防止法が2000年に制定された。

しかし、2013年10月には東京都伊豆大島における土砂災害により死者・行方不明者39名、2014年8月には広島市における土砂災害等により死者74名の甚大な被害が発生した。

そこで、警戒避難体制の充実・強化を図るため、2014年11月12日に土砂災害防止法が改正され、2015年1月18日に施行され、土砂災害防止対策基本指針が変更された。2015年4月に「土砂災害地域避難ガイドライン」が改訂された。国土交通省は図-18¹¹に示されるように、都道府県に5年程度で基礎調査を終えるよう求め、2021年3月時点で、土砂災害警戒区域等の指定状況は、公表済の区域数677,787、警戒区域指定数663,258、特別警戒区域指定数549,370となっている。したがって、基礎調査はほとんど終了した。

(2) 大規模盛土造成地の滑動崩落対策の現状

1995年の兵庫県南部地震、2004年の新潟県中越地震などにおいて、大規模に谷を埋めた盛土造成地で、地盤の滑動崩落現象による災害が多発し、宅地や公共施設等に甚大な被害が生じた。そのため、国はこのような地盤災害を未然に防止または軽減し、宅地の安全性を確保す

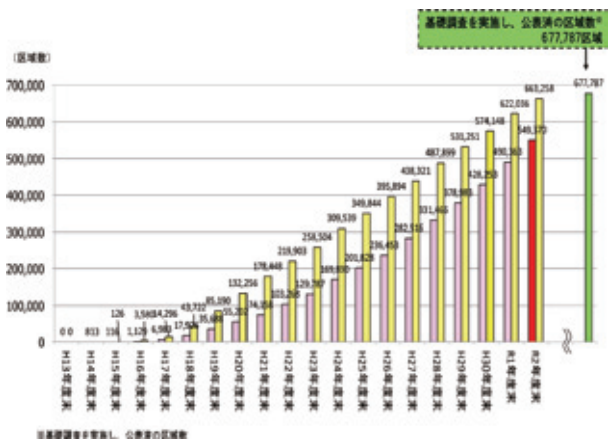


図-18 土砂災害警戒区域等の指定状況推移¹¹⁾

ることを目的に、2006年4月宅地造成等規制法の一部を改正し、宅地耐震化推進事業が創設された。東日本大震災における造成宅地被害¹²⁾は、被災宅地危険度判定調査¹³⁾によると仙台市の丘陵地の5,728箇所の大規模盛土造成地等が滑動崩壊や擁壁被害等を生じた。

大規模盛土造成地¹⁴⁾の抽出は、「大規模盛土造成地の滑動崩落対策推進ガイドライン及び同解説」¹⁵⁾に基づいて宅地造成前後の地形図や砂防基盤図、航空写真、衛星写真及び標高データ、または開発許可の際に添付されていた地形図、宅地の平面図、断面図、造成計画平面図などから標高を把握して比較して盛土造成地を抽出する参考手順¹⁵⁾が図-19のように示されている。

全国の大規模盛土造成地は、令和3年3月現在で表-116)に示すように50,950箇所、全1,741市区町村のうち999市区町村に存在している¹⁷⁾。この大規模盛土造成地で耐震性が不十分な場合は、大地震等により滑動崩落が生じ、人命や家屋等に甚大な被害が発生する可能性がある。①造成年代調査は大規模盛土が存在するすべての市区町村で完了し、②現地踏査等は着手済：55.4%（553市区町村）うち完了45.1%（451市区町村）し、③安全性把握は着手済：6.3%（63市区町村）うち完了3.9%

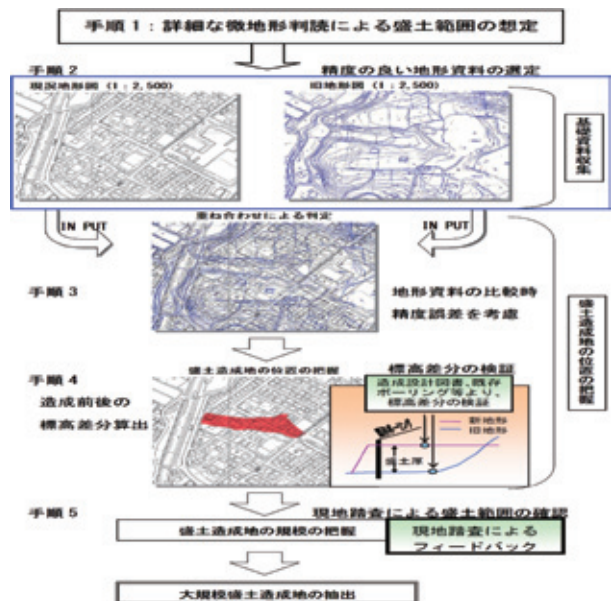


図-19 大規模盛土造成地マップの事例¹⁵⁾

表-1 全国集計¹⁶⁾（令和3年3月31日現在）

| | 市区町村数 |
|---------------------------|-------|
| 大規模盛土造成地の有無等について公表(全国で完了) | 1741 |
| 大規模盛土造成地が存在しない旨を公表 | 742 |
| 大規模盛土造成地マップを公表 | 999 |
| 大規模盛土造成地の地盤調査に未着手 | 936 |
| 大規模盛土造成地の地盤調査に着手 | 63 |

(39市区町村)である¹⁷⁾。したがって、大規模盛土造成地の机上の調査は完了しているが、今後具体的な現地踏査が半数程度、ボーリング調査等に基づく事前対策はほとんど行われていない。

(3) 総点検の提案

今回のような人命にかかわるものは、他の省庁と調整し、国土交通省が一括して行う必要がある。国土交通省内においても土砂災害防止法は水管理・国土保全局の砂防部、大規模盛土造成地の滑動崩落対策は都市局都市安全課が窓口となっている。今回の熱海の土石流は、発生源は水管理・国土保全局の砂防部、その下流部の土砂災害としては都市局都市安全課の両方が絡んでいる。

そこで、今回は省内の合同プロジェクトを立ち上げ、高さ5m以上のある高盛土について、調査総点検を行い、危険な箇所を抽出して図-20に示すような早急な対策をする必要がある。

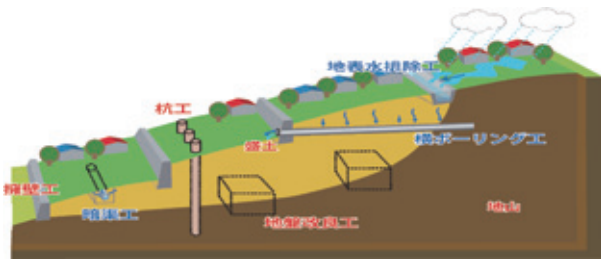


図-20 滑動崩落防止工のイメージ¹⁵⁾

9. ま と め

(1) 土石流による被害状況

土石流源頭部盛土崩壊の状況で、崩壊面に段差が生じている様子から、法面下から徐々に連鎖崩壊が生じたことが分かる。次の崩壊滑り面があり、次の豪雨で小規模ではあるが、再度土石流が発生する可能性が高いことが分かる。下流部の法面の洗堀が少ないことから、法面が飽和状態で大きな水圧を受けて一期に崩壊したと考えられる。

(2) 土石流源頭部の崩壊前の状況分析

法尻5~12m付近に大きく土砂の崩壊箇所がある。このことは、2019年当時から排水処理ができずに崩壊現象が始まっていたと考えられる。この急な斜面にさらに盛土することは腹付け盛土といい、非常に危険であることから沢部に盛土することは十分な水処理及び安定計算に基づいた処理、砂防堰堤の設置が必要である。しかし、現地ではこのような処置が行われていなかった。

(3) 土石流源頭部の崩壊後の状況分析

北東部は大きく地山まで崩壊していることが分かる。

一方、南西部の盛土が急勾配で残っているために非常に危険であることが分かる。今後の豪雨により崩壊する恐れがある。地山と崩壊面が一致していることから、盛土のほとんどが崩壊していることが分かる。

(4) 熱海市伊豆山周辺の造成履歴 (空中写真)

1962年撮影時点では、土石流が発生した逢初川中流部は畑作・果樹園といった土地利用が多く、2017年撮影時点では、住宅が増えている状況がうかがえる。土石流源頭部は、2012年に既に盛土造成が完了し、その盛土上部に道路を造り2017年では上流部西側の尾根沿いにソーラーパネルの造成がされていることが分かる。

(5) 降雨条件

気象庁によると、熱海市網代の観測地点では、3日午後3時20分までの48時間で321mmの降水量を記録し、7月の観測史上で最多となったことから、非常に強い雨が降り続いたことが大きい。日本気象協会の解析では、72時間降水量は過去最大の降水量の1.3倍となり、比較的長い時間の降水量が多くなっていた。この降り続いた雨が斜面全体に浸透し、土壌の中が水で飽和状態となり、土中の水の圧力が大きくなり一気に斜面の土砂が流出したと考えられる。

(6) 土石流源頭部上流の流域界の検討

国土地理院のよる流域界では、土石流源頭部上流の流域はほとんどないが、崩壊盛土北側の宅地造成、さらに北西側の斜面において法面の切土と道路が施工されたことで流域界が変わり、大量の雨水が盛土内に含まれ飽和状態になって崩壊したことが明らかとなった。

(7) 今後の土石流の総点検の提案

今回のような人命にかかわるものは、他の省庁と調整し、国土交通省が一括して行う必要がある。今回の熱海の土石流は、発生源は水管理・国土保全局の砂防部、その下流部の土砂災害としては都市局都市安全課の両方が絡んでいる。そこで、今後は省内の合同プロジェクトを立ち上げ、高さ5m以上のある高盛土について、調査総点検を行い、危険な箇所を抽出して早急な対策をする必要がある。

参考文献

- 1) 国土地理院：令和3年(2021年)7月1日からの大雨に関する情報、https://www.gsi.go.jp/BOUSAI/R3_0701_heavyrain.html
- 2) 国土交通省：ハザードマップポータルサイト～身のまわりの災害リスクを調べる～、<https://disaportal.gsi.go.jp/>
- 3) 国土地理院：地図・空中写真閲覧サービス <https://mapps.gsi.go.jp/maplibSearch.do#1>
- 4) 日本気象協会：熱海市の土石流災害 解析雨量から分析

土石流発生の可能性は広い範囲にあった, https://tenki.jp/forecaster/r_anzai/2021/07/05/13079.html

- 5) Google earth
- 6) 国土地理院：地理院地図 <https://maps.gsi.go.jp>
- 7) Google Map Street View： <https://www.google.com/maps>
- 8) 国土地理院：主題図（地理調査）デジタル標高地形図, <https://maps.gsi.go.jp>
- 9) TBS NEW： <https://www.youtube.com/watch?v=gxKgK6s14V0&t=681s>
- 10) 国土交通省水管理・国土保全砂防部：土砂災害防止法の概要, <http://www.mlit.go.jp/river/sabo/sinpoupdf/gaiyou.pdf.2015>
- 11) 国土交通省水管理・国土保全砂防部：全国の土砂災害警戒区域等の指定状況推移（令和2年3月末時点）, https://www.mlit.go.jp/river/sabo/sinpoupdf/shiteisui_200331.pdf
- 12) 仙台市 被災宅地状況図, 平成25年7月31日現在, http://www.city.sendai.jp/jutaku/_icsFiles/afeldfile/2013/09/04/20130731hisaitakuchi5728.pdf.
- 13) 被災宅地危険度判定連絡協議会, 被災宅地危険度判定制度
- 14) 国土交通省都市局：わが家の宅地安全マニュアル, <http://www.mlit.go.jp/crd/pamphlet.html>, 2015.
- 15) 国土交通省：大規模盛土造成地変動予測調査ガイドライン, <http://www.mlit.go.jp/toshi/web/index.html>, 2012.
- 16) 国土交通省都市局：宅地防災, 大規模盛土造成地マップの公表状況等について (R3.3.31時点), https://www.mlit.go.jp/toshi/web/toshi_tobou_tk_000025_00003.html
- 17) 国土交通省都市局都市安全課：盛土造成地の安全対策を加速します!, <https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001395901.pdf>