

令和3年度春季建築物防災週間関連行事
建築物防災に関する講演会
2022年3月10日, 建設交流会館, グリーンホール

土砂災害に対する 早期警戒・避難のための 防災気象情報とその活用法

関西大学社会安全学部
小山 倫史

本日の内容

- はじめに
- 近年の土砂災害の発生状況
- 豪雨時の土砂災害に関わる防災情報
 - ✓ 土砂災害警戒区域と特別警戒区域, ハザードマップ(「どこ?」)
 - ✓ 防災気象情報と土砂災害警戒情報(「いつ?」)
- 斜面計測・モニタリングの必要性
- 土砂災害リスクの認知と情報共有のあり方
 - ✓ 住民参加型斜面計測・モニタリングシステムの構築(福井市高須町での取り組み)
 - ✓ 豪雨時における住民の早期避難行動促進のための土砂災害に関わる防災情報の伝達方法に関する検討(京都府京丹波町での取り組み)

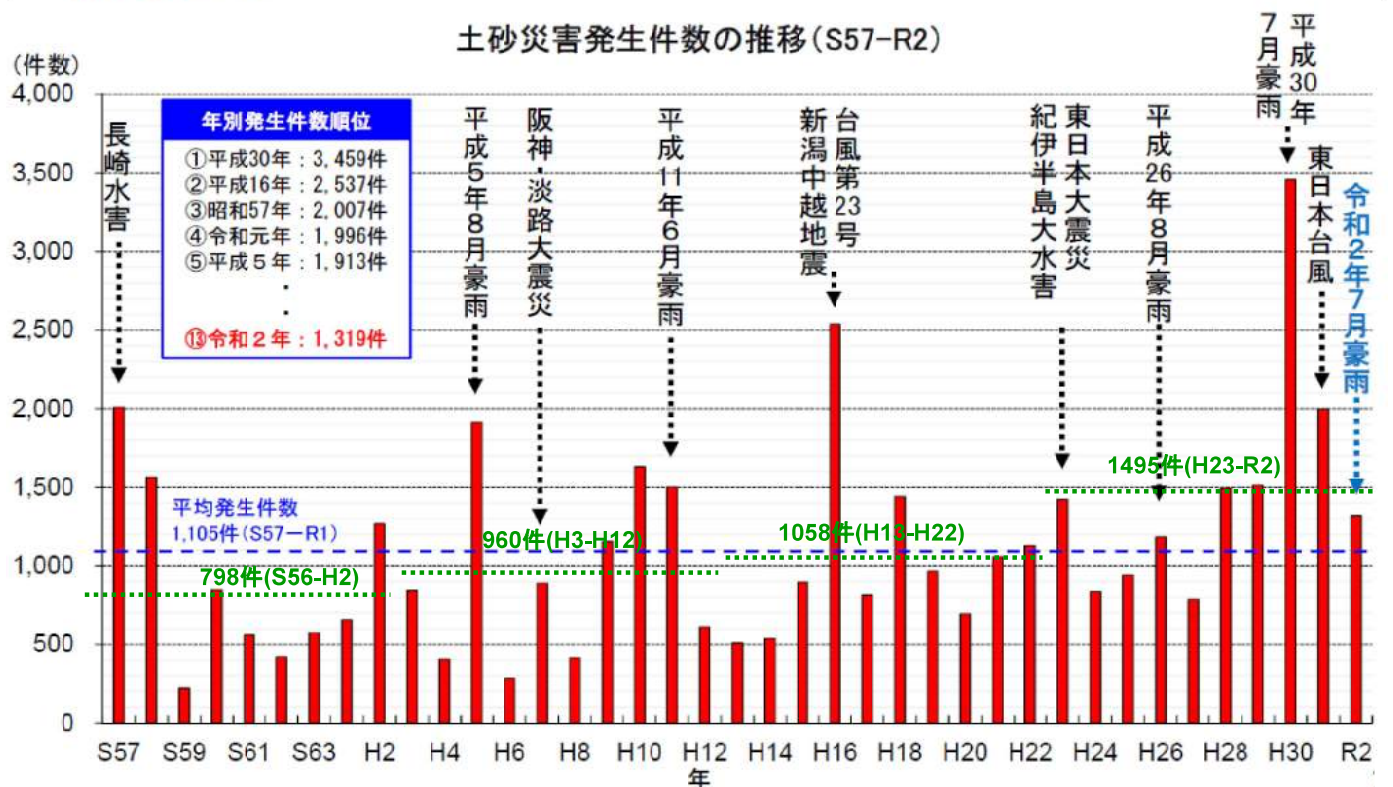
土砂災害の種類

土砂災害の種類には、大きく分けて3つのタイプがあります。自分の周りではどのタイプの土砂災害が発生するのか、確認しておきましょう。

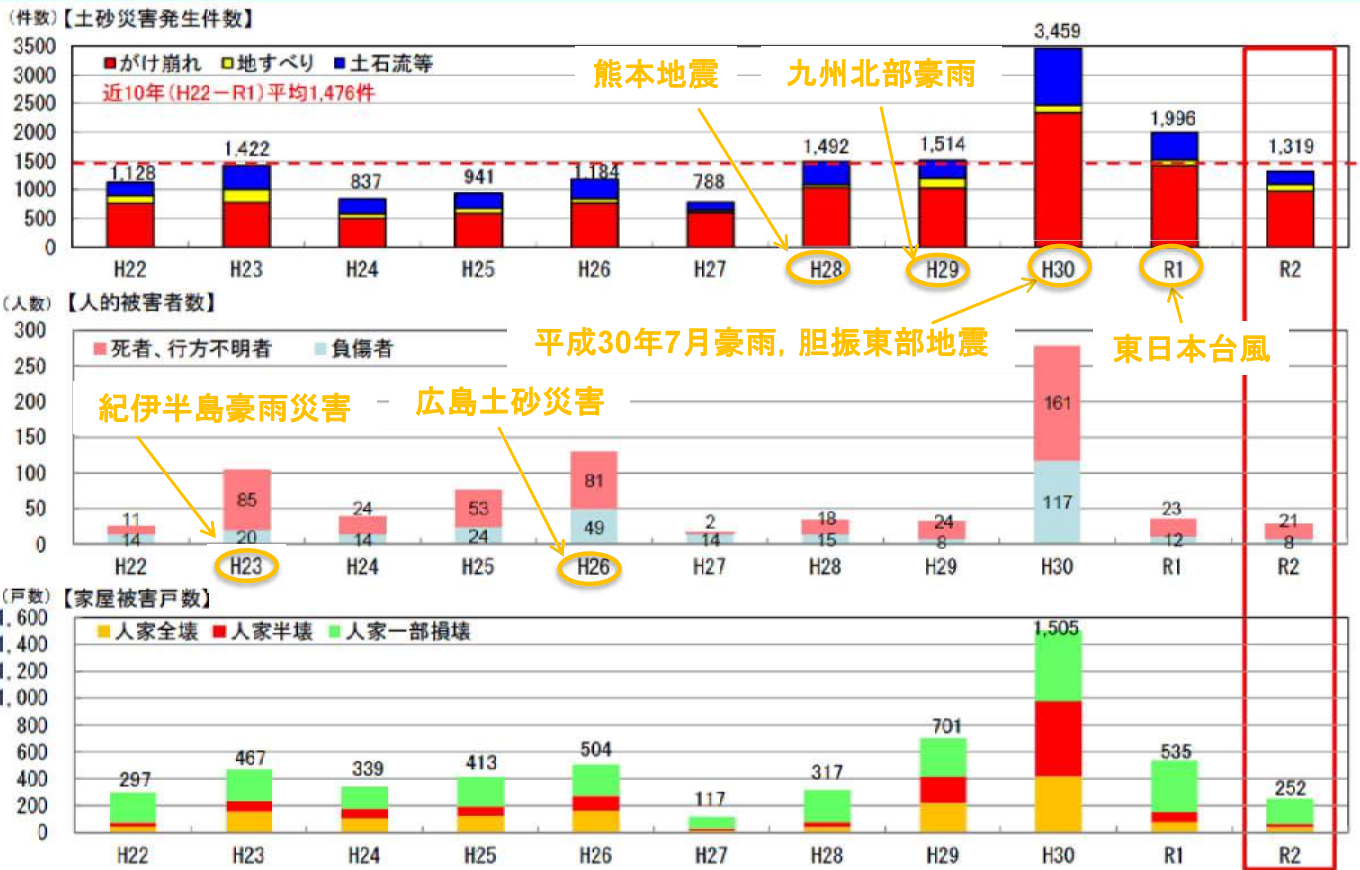
がけ崩れ(急傾斜)	土石流	地すべり
		
<p>地中にしみ込んだ水分により、急な斜面が突然崩れ落ちる現象です。突然起きるため、家の付近で起きると逃げ遅れる人も多く、死者の割合も高くなります。</p>	<p>大雨や集中豪雨などによって、山や川の石と砂が水と一体となって一気に下流へ押し流される現象です。崩壊土砂により河川をせき止める場合があります。</p>	<p>大雨や長雨等により雨水が地面にしみこみ、地面が広い範囲にわたりゆっくりと動き出すものをいいます。ゆっくり動き出すため避難が遅れる場合があります。</p>

令和2年の土砂災害発生件数は平均の約1.2倍

令和2年の土砂災害は、46都道府県で1,319件発生し、集計開始以降における平均発生件数(1,105件)の約1.2倍を記録。



近10年の土砂災害発生件数及び人的・家屋被害件数



(国土交通省HPより)

令和2年 全国の土砂災害発生状況

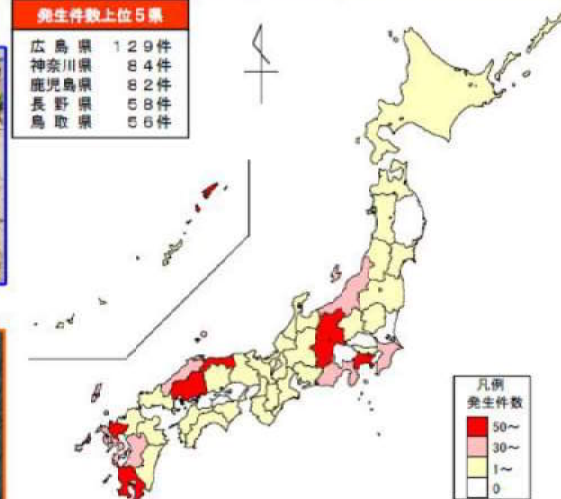


(国土交通省HPより)

令和3年 全国の土砂災害発生状況(9月30日時点)

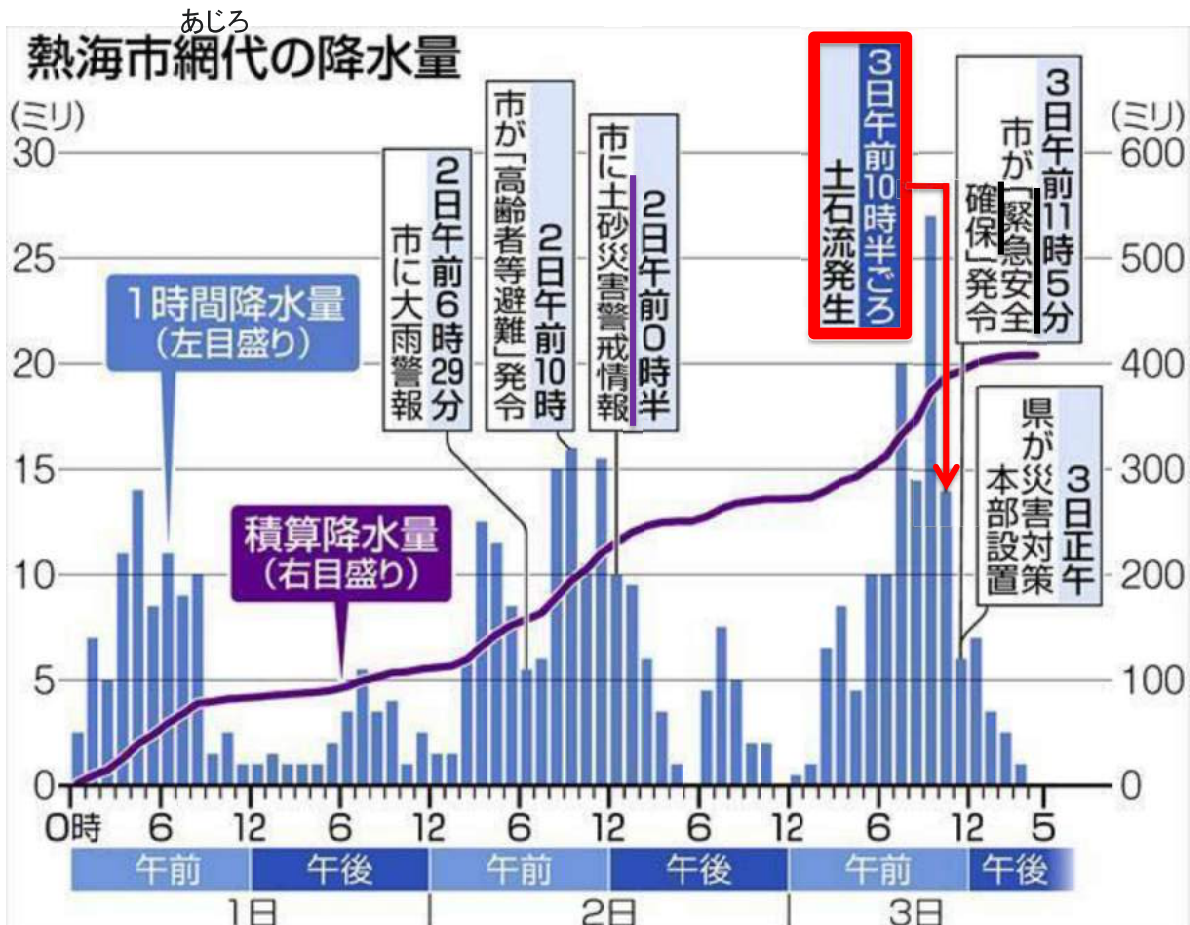
※これは速報であり、今後数値等が変わる可能性があります。

土砂災害発生件数
934件
 (土石流等: 161件)
 (地すべり: 70件)
 (がけ崩れ: 703件)
【被害状況】
 人的被害: 死者 32名
 行方不明者 1名
 負傷者 13名
 家屋被害: 全壊 70戸
 半壊 20戸
 一部損壊 152戸



※これは速報値であり、今後数値等が変わる可能性があります。

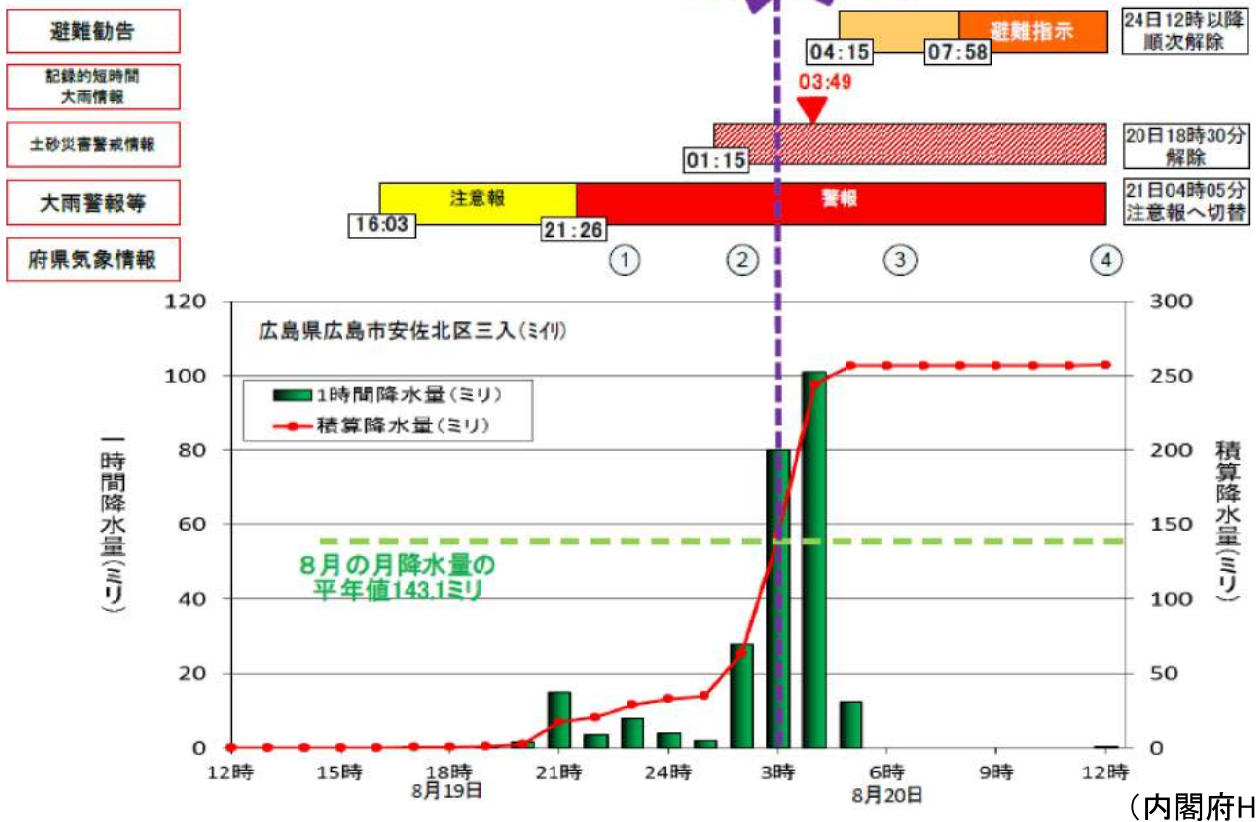
(国土交通省HPより)



(東京新聞Webより)

広島県広島市の警報等発表状況

※気象庁の資料を基に内閣府が作成



国道168号奈良県大塔村地すべり (2004年8月10日)

168号線地すべり

国道168号奈良県大塔村地すべり (2004年8月10日)

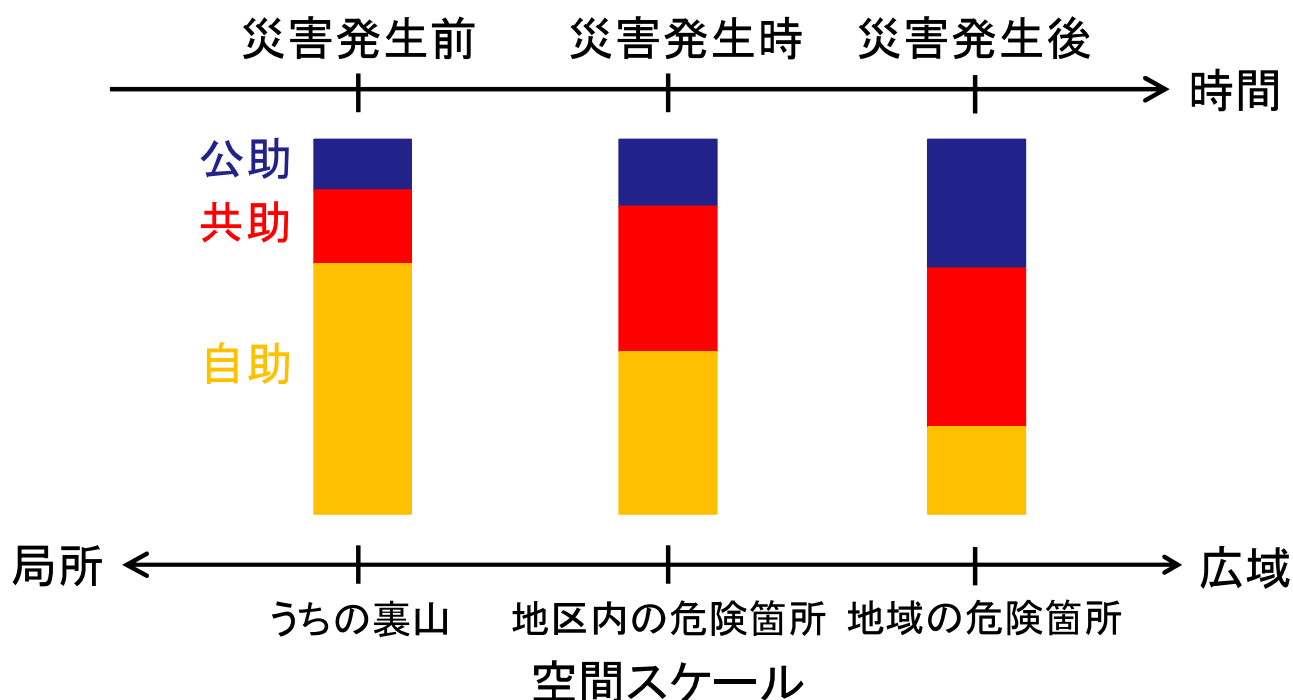


8月4日から5日にかけて台風11号に伴う300mm程度の降雨

突然ですが...

自助・共助・公助
のうちどれが最も
重要でしょうか？

自助・共助・公助の重要度



自助・共助・公助の重要度は時間軸・空間スケールで変化する！
→ **土砂災害リスクの感知と情報の伝達・共有**は？

豪雨時の土砂災害に関わる防災情報

1) 防災気象情報(「いつ?」)

- ✓ 大雨に関する気象情報(注意報, 警報, 特別警報など), 気象庁が発令

2) 土砂災害警戒情報(「いつ?」)

- ✓ 都道府県と気象庁が共同で発表

3) 土砂災害警戒区域, 特別警戒区域(「どこ?」)

- ✓ 土砂災害防止法により指定

4) 土砂災害ハザードマップ(土砂災害危険箇所)(「どこ?」)

- ✓ 「土石流危険溪流箇所」, 「地すべり危険箇所」, 「急傾斜地崩壊危険箇所」
- ✓ 都道府県, 市町村などがそれぞれ情報公開

「どこ？」

土砂災害危険箇所

- **土石流危険渓流**：土石流による被害の発生するおそれのある渓流
- **地すべり危険箇所**：地すべりによる被害の発生するおそれのある箇所
- **急傾斜地崩壊危険箇所**：急傾斜地崩壊（**がけ崩れ**）により被害のおそれのある箇所

土砂災害危険個所の調査は、都道府県が、昭和41年から概ね5年毎に実施し、平成15年に調査結果を公表しています。土砂災害危険箇所には法的制限はありません。

土砂災害警戒区域と特別警戒区域(1)

土砂災害防止法(土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律)に基づき、土砂災害のおそれのある区域を**土砂災害警戒区域**等に指定し、危険の周知(**ハザードマップ**の作成)、一定の開発行為の制限、建築物の構造規制、既存住宅の移転促進等のソフト対策を推進しています。

➤ **土砂災害警戒区域**(通称:**イエローゾーン**)

土砂災害が発生した場合に、住民の生命または身体に危害が生ずるおそれがあると認められる区域で、土砂災害を防止するために警戒避難体制を特に整備すべき土地の区域

➤ **土砂災害特別警戒区域**(通称:**レッドゾーン**)

土砂災害が発生した場合に、建築物の損壊が生じ住民等の生命又は身体に著しい危害が生ずるおそれがあると認められる区域

土砂災害警戒区域と特別警戒区域(2)

土砂災害警戒区域(通称:**イエローゾーン**)

- 土砂災害防止法施行令第二条で規定
- 急傾斜地の崩壊
 - ✓ 傾斜度が30度以上で高さが5m以上の区域
 - ✓ 急傾斜地の上端から水平距離が10m以内の区域
 - ✓ 急傾斜地の下端から急傾斜地高さの2倍(50mを超える場合は50m)以内の区域
- 土石流
 - ✓ 土石流の発生のおそれのある溪流において、**扇頂部から下流で勾配が2度以上**の区域
- 地滑り
 - ✓ 地滑り区域(地滑りしている区域または地滑りするおそれのある区域)
 - ✓ 地滑り区域下端から、**地滑り地塊の長さ**に相当する距離(250mを超える場合は、250m)の範囲内の区域

土砂災害警戒区域と特別警戒区域(3)

土砂災害特別警戒区域(通称:レッドゾーン)

- 土砂災害防止法施行令第三条で規定.
- 急傾斜の崩壊に伴う土石等の移動等により建築物に作用する力の大きさが、通常の建築物が土石等の移動に対して住民の**生命又は身体に著しい危害が生ずるおそれのある崩壊**を生ずることなく耐えることのできる力を上回る区域.

※ただし、地滑りについては、地滑り地塊の滑りに伴って生じた土石等により力が建築物に作用した時から30分間が経過した時において建築物に作用する力の大きさとし、地滑り区域の下端から最大で60m範囲内の区域.

土砂災害警戒区域と特別警戒区域(4)

土石流

・土地の勾配2度以上

地すべり

・地すべりの長さの2倍以内 ※1
※1 ただし250mを越える場合は250m

急傾斜地崩壊(がけ崩れ)

・急傾斜地の下端から高さの2倍以内 ※2
・急傾斜地の上端から10m ※2
※1 ただし50mを越える場合は50m

土砂災害警戒区域と特別警戒区域(5)

土砂災害警戒区域(通称:イエローゾーン)

急傾斜地の崩壊等が発生した場合に住民等の生命又は身体に危害が生じるおそれがあると認められる区域であり、**危険の周知、警戒避難体制の整備**が行われる。

- **市町村地域防災計画**への記載(土砂災害防止法第七条一項)
- 災害時要援護者関連施設の**警戒避難体制**(土砂災害防止法第七条二項)
- **土砂災害ハザードマップ**による周知の徹底(土砂災害防止法第七条三項)
- 宅地建物取引における措置(宅地建物取引業法第三十五条(同法施行規則第十六条の四の三))

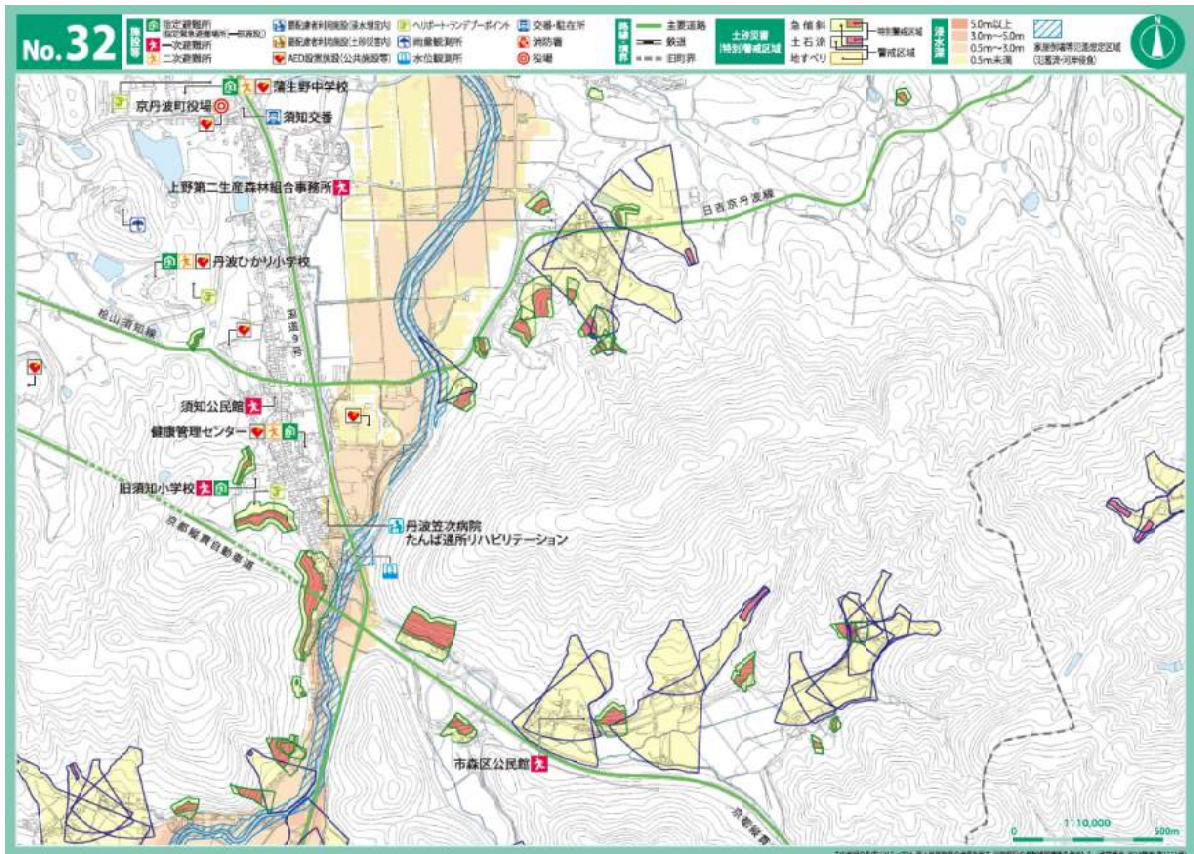
土砂災害警戒区域と特別警戒区域(6)

土砂災害特別警戒区域(通称:レッドゾーン)

急傾斜地の崩壊等が発生した場合、建築物に損壊が生じ、**住民等の生命又は身体に著しい危害が生ずるおそれがあると認められる区域**で、特定の開発行為に対する許可制、建築物の構造規制等が行われる。

- **特定開発行為に対する許可制**(土砂災害防止法第九条)
- **建築物の構造の規制**(土砂災害防止法第二十三、二十四条)
- **建築物の移転等の勧告及び支援措置**(土砂災害防止法第二十五条)
- **宅地建物取引における措置**(宅地建物取引業法第三十三条(同法施行令第二条の五)、第三十五条(同法施行令第三条)、第三十六条(同法施行令第二条の五))

防災ハザードマップの例(京都府京丹波町)



人的被害発生場所と土砂災害発生リスク

自然災害科学 J.NSDS 28-4 487-502 (2020)

豪雨による人的被害発生場所と災害リスク情報の関係について

牛山 兼行¹

Relationship between hazard risk information and location of victim caused by heavy rainfall disaster.

Motoyuki USHIYAMA¹

Abstract

The purpose of this study is to analyze the relationship between hazard risk information and location of victim caused by heavy rainfall disaster in Japan. I have constructed database of victims (1259 persons) by heavy rainfall disaster from 1999 to 2018. In this study, 767 victims of flood and sediment disaster recorded in the database were analyzed. Eighty-seven percent of the victims of sediment disaster have died near the sediment disaster dangerous sites. On the other hand, 42% of flood disaster victims died near the inundation hazardous areas. As a result of analyzing the relationship between the flood disaster victims and the topography, 85% of the victims died in lowlands where there is a possibility of flooding. Most of the victims of flood disaster and sediment disaster occur geographically where disasters can occur. However, the current hazard map alone is not enough to understand the risk of flood disasters in the residence. It is important to construct easy-to-understand landform classification map information.

キーワード: 土砂災害, 洪水災害, 犠牲者, ハザードマップ, 地形分類図

Key words: sediment disaster, flood disaster, victims, hazard map, landform classification map

1. はじめに

土砂災害に関するハザードマップは2001年の土砂災害防止法で、洪水災害に関するハザードマップは2005年の水防法改正によりそれぞれ作成が実質的に義務づけられたとあってよい。いずれのハ

ザードマップも整備が進み、2017年3月現在で、作成対象市町村数に対するハザードマップの公表率は、洪水ハザードマップが98%、土砂災害ハザードマップが83%となっている(内閣府, 2018)。ハザードマップは、その整備を進める政府から、

¹ 奈良大学の災害学センター
Center for Integrated Research and Education of Natural hazards, Nara University

本報告に対する謝辞は、2020年8月末日まで受け付ける。

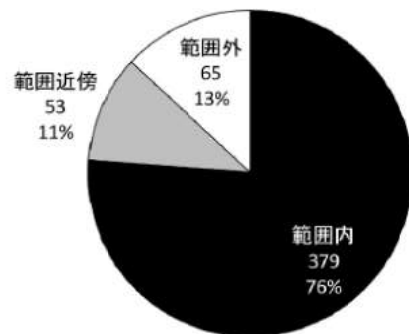


図2 土砂災害危険箇所と犠牲者発生位置

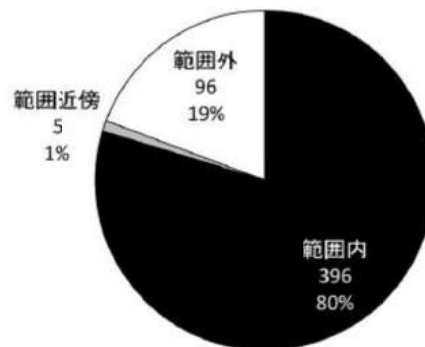
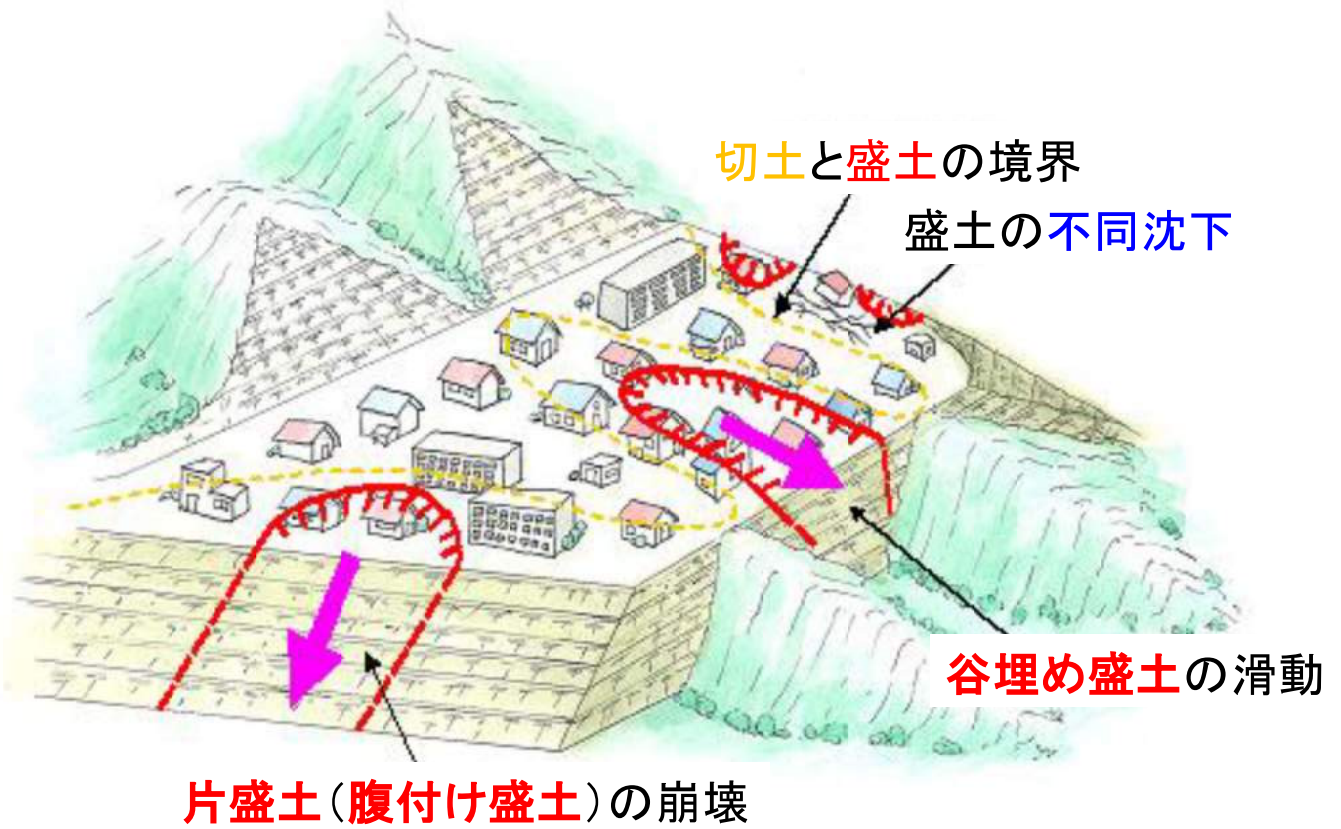


図3 土砂災害警戒区域と犠牲者発生位置

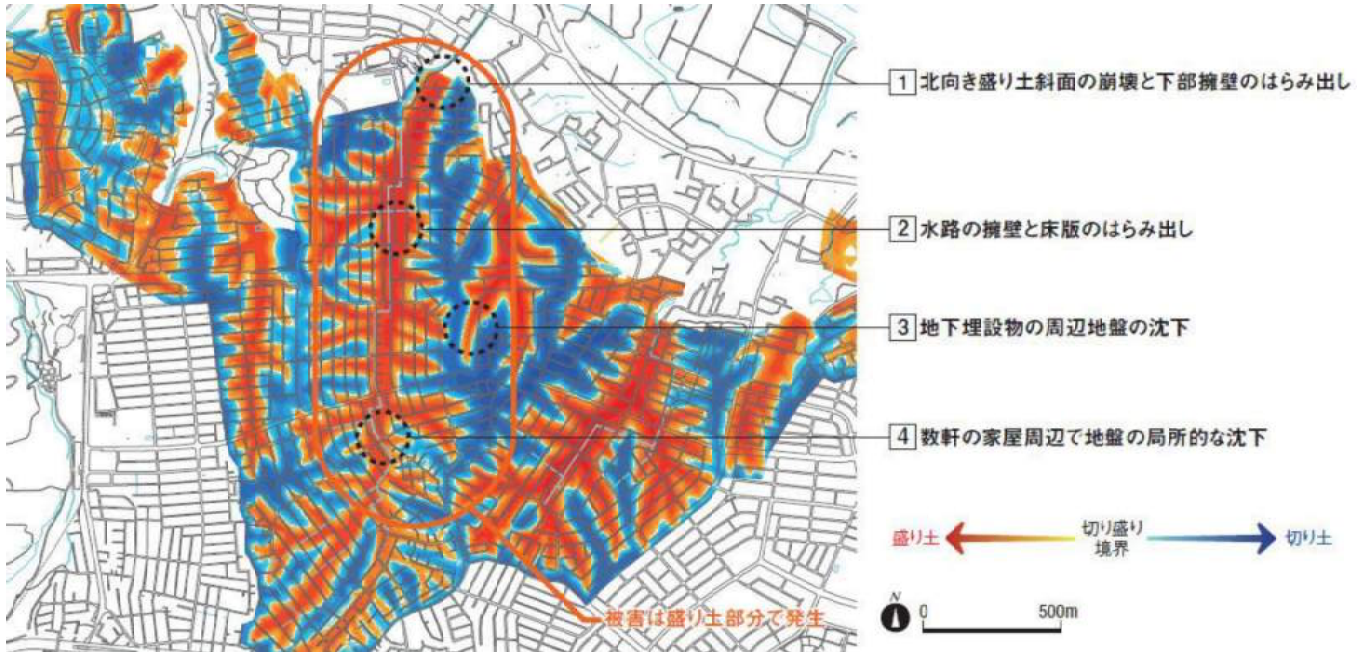
「切土」と「盛土」



令和3年7月伊豆山土石流災害



谷埋め盛土の被害(東日本震災)



仙台市泉区南光台：1950年代後半に整備された造成宅地

2011年6月22日, 日本経済新聞HPより

谷埋め盛土の被害(東日本震災)



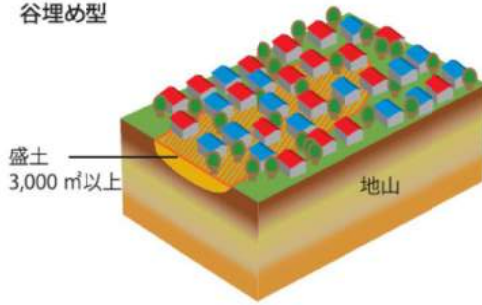
仙台市泉区南光台

2011年6月22日, 日本経済新聞HPより

大規模盛土造成地マップ

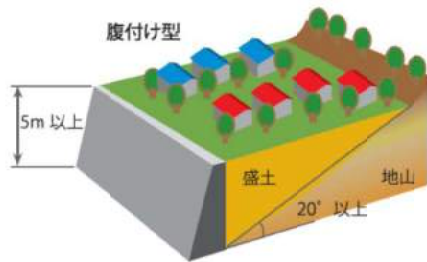
1) 谷埋め型大規模盛土造成地
盛土の面積が3,000㎡以上

谷埋め型

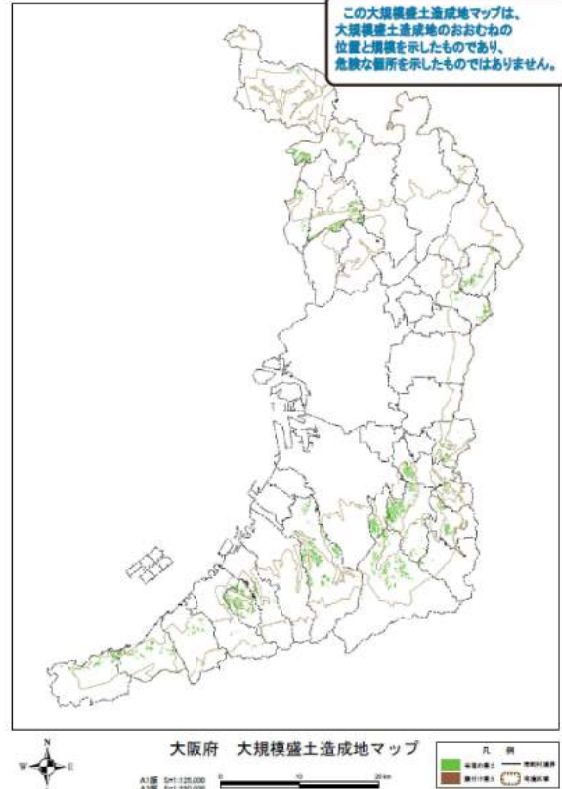


2) 腹付け型大規模盛土造成地
盛土する前の地盤面の水平面に対する角度が20度以上で、かつ、盛土の高さが5m以上

腹付け型



この大規模盛土造成地マップは、大規模盛土造成地のおおむねの位置と規模を示したものであり、危険な箇所を示したものではありません。



国土交通省: 大規模盛土造成地マップの公表状況等について

https://www.mlit.go.jp/toshi/web/toshi_tobou_tk_000025.html

「いつ?」

気象に関する「特別警報」とは？

- 平成25年(2013年)8月30日(金)より運用を開始(気象庁)
- 「警報」の発表基準をはるかに超える豪雨や大津波等が予想され、**重大な災害の危険性が著しく高まっている**場合、新たに「**特別警報**」を発表し、最大限の警戒を呼び掛ける(「警報」は大雨、地震、津波、高潮などにより重大な災害の起こるおそれがある場合に発表される)。
- 「特別警報」が対象とする現象：
 - ✓ 18,000人以上の死者・行方不明者を出した**東日本大震災における大津波**
 - ✓ 我が国の観測史上最高の潮位を記録し、5,000人以上の死者・行方不明者を出した**「伊勢湾台風」の高潮**
 - ✓ 紀伊半島に甚大な被害をもたらし、100人近い死者・行方不明者を出した**「平成23年台風第12号」の豪雨**など

「特別警報」の発表基準(1)

- 地域の災害対策を担う都道府県知事および市町村長の意見をもとに決定。

現象の種類	基準	
大雨	台風や集中豪雨により 数十年に一度の降雨量となる大雨 が予想され、若しくは、数十年に一度の強度の台風や同程度の温帯低気圧により大雨になると予想される場合	
暴風	数十年に一度の強度の台風や同程度の温帯低気圧により	暴風が吹くと予想される場合
高潮		高潮になると予想される場合
波浪		高波になると予想される場合
暴風雪	数十年に一度の強度の台風と同程度の温帯低気圧により雪を伴う暴風が吹くと予想される場合	
大雪	数十年に一度の降雪量となる 大雪 が予想される場合	

発表にあたり、降水量、積雪量、台風の中心気圧、最大風速などについて過去の災害事例に照らして算出した客観的な指標を設け、これらの実況および予想に基づいて判断する。

「特別警報」の発表基準(2)

【数十年に一度とは??】

- 雨を要因とする特別警報の指標:
 - ①または②いずれかを満たすと予想され、かつ、更に雨が降り続くと予想される場合.
 - ① **48時間降水量**及び**土壌雨量指数**※¹において、**50年に一度の値以上**となった**5km格子**が、共に**府県程度の広がり**の範囲内で**50格子以上**出現。⇒**長雨用**
 - ② **3時間降水量**及び**土壌雨量指数**※¹において、**50年に一度の値以上**となった**5km格子**が、共に**府県程度の広がり**の範囲内で**10格子以上**出現(ただし、**3時間降水量**が**150mm**※²以上となった格子のみをカウント対象とする)⇒**局地的大雨用**

土壌雨量指数※¹:降った雨が地下の土壌中に貯まっている状態を表す値。この値が大きいほど、土砂災害発生の危険性が高い。

3時間降水量150mm ※²:1時間50mmの雨(滝のようにゴーゴー降る、非常に激しい雨)が3時間続くことに相当。

「特別警報」の発表基準(3)

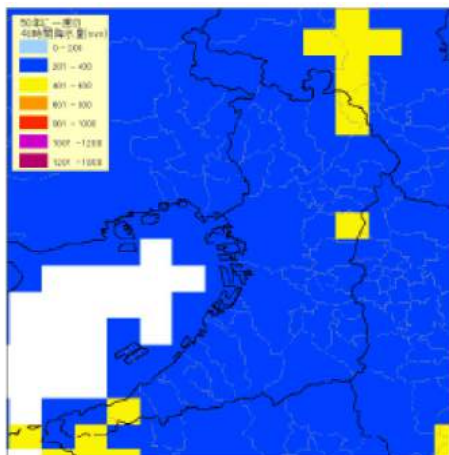
【50年に一度の値とは??】

- 平成3年から22年までの20年間分の観測データを用いて、**50年に一回程度の頻度**で発生すると**推定される降水量**及び**土壌雨量指数**の値「**50年に一度の値**」を求める(過去50年の間に実際に観測された値の最大値ではない)。
- この「50年に一度の値」は、**日本全国を5km四方に区切った領域**(「格子」と呼ぶ)ごとに算出する。
- 予想される大雨により「**50年に一度の値**」以上となる格子が**いくつ出現するか**を、大雨特別警報の指標とする(ひとつの格子の「50年に一度の値」の大小が特別警報の発表判断に大きく影響するものではない)。府県程度の広がり領域を大まかに見て、どの程度の大雨で特別警報になるのかをイメージする必要がある。

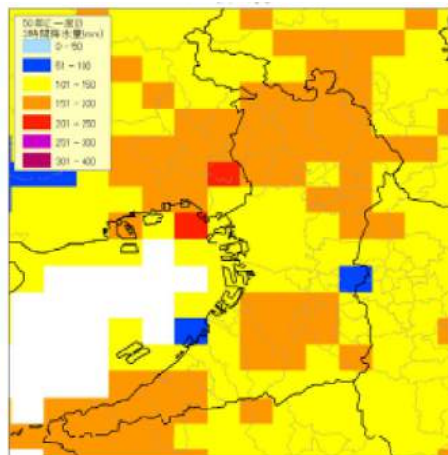
「特別警報」の発表基準(4)

【大阪府】

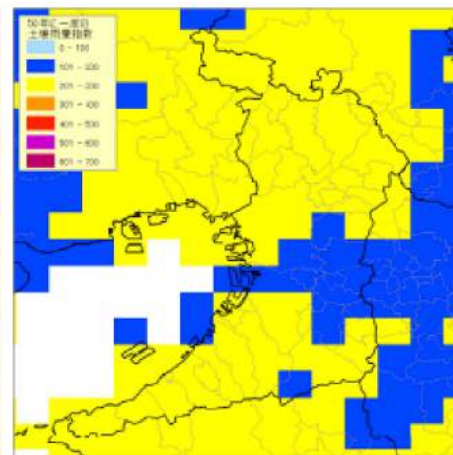
「50年に一度」の
48時間降水量



「50年に一度」の
3時間降水量



「50年に一度」の
土壌雨量指数



【高槻市】

「50年に一度」の48時間降水量：376mm

「50年に一度」の3時間降水量：169mm

「50年に一度」の土壌雨量指数：238mm (警報基準：122mm)

「特別警報」の課題(1)

■ 局地的災害への対応が困難

- ✓ 発表基準:「府県程度以上にわたる広い範囲(5km四方の格子の数が50あるいは10以上)で甚大な災害が同時多発的に発生」する可能性があるもの.
- ✓ 局地的な災害への対応は難しい枠組みになっている.
- ✓ 局地的災害に対応ができるように基準を引き下げると、「空振り」(「発表されたけど災害は発生しなかった」)が増加する.

■ 特別警報の位置づけに対する認識に相違

- ✓ 情報の出し手(気象庁)と受け手(自治体や住民)との間で、防災気象情報全体における特別警報の位置づけに対する認識に相違が生じている.
- ✓ 情報の受け手側(特に一般市民)は自らの居住地が危険なのかどうかを求める傾向にあり、「広域災害」かどうかは直接的には関係がない.
- ✓ 「災害が発生したのに発表されない」または「発表されたけど、特に何も被害がなかった」といった印象を与える.

「特別警報」の課題(2)

■ 課題克服のためには？

- ✓ 避難勧告発令の具体的な判断材料となる基準作りが重要.
- ✓ 災害現場で救助活動や避難誘導する自治体が情報をうまく活用し、行動を迅速にできるようにするための勉強や啓発、周知活動が必要
- ✓ 「特別警報の意味」を正しく理解することが重要.
- ✓ 災害情報に関して、情報の「出し手」と「受け手」の相互コミュニケーションが必要.

雨を要因とする特別警報の指標(発表条件)

大雨特別警報(浸水害)の場合

以下①、②のいずれかを満たすと予想され、かつ、さらに雨が降り続くと予想される地域の中で、浸水キキクル(危険度分布)又は洪水キキクル(危険度分布)で**5段階のうち最大の危険度が出現している市町村等**に大雨特別警報(浸水害)を発表します。

- ① **48時間降水量**及び**土壌雨量指数**※¹において、**50年に一度の値**以上となった5km格子が、共に**50格子**以上まとまって出現。
- ② **3時間降水量**及び**土壌雨量指数**※¹において、**50年に一度の値**以上となった5km格子が、共に**10格子**以上まとまって出現。
(ただし、3時間降水量が150mm※²以上となった格子のみをカウント対象とする。)

※¹ 土壌雨量指数：降った雨が土壌中に水分量としてどれだけ溜まっているかを数値化したもの。

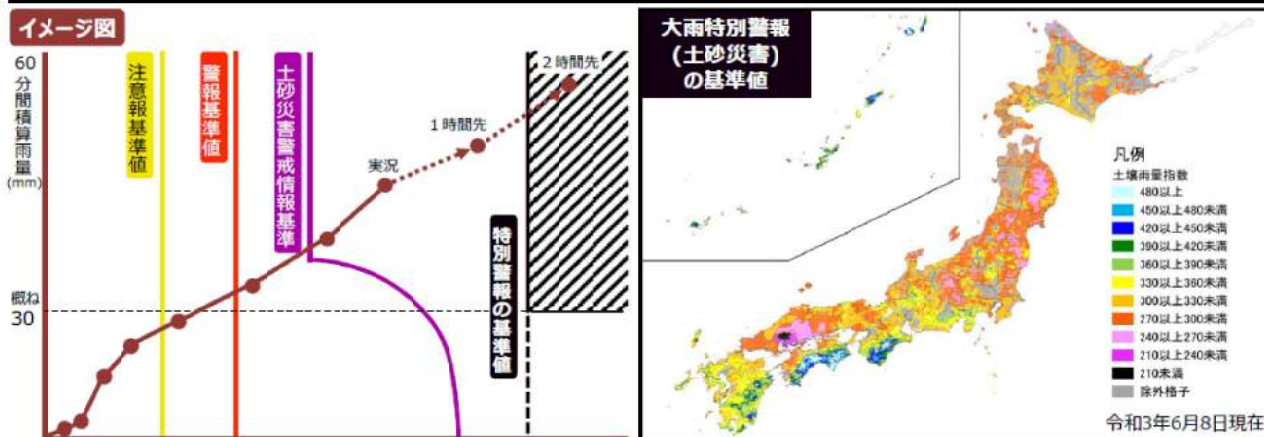
※² 3時間降水量150mm：1時間50mmの雨(滝のようにゴーゴ-降る、非常に激しい雨)が3時間続くことに相当。

雨を要因とする特別警報の指標(発表条件)

大雨特別警報(土砂災害)の場合

過去の多大な被害をもたらした現象に相当する土壌雨量指数の基準値を地域毎に設定し、この基準値以上となる1km格子が概ね10格子以上まとまって出現すると予想され、かつ、激しい雨※がさらに降り続くと予想される場合、その格子が出現している市町村等に大雨特別警報(土砂災害)を発表します。

激しい雨※: 1時間に概ね30mm以上の雨



気象庁HP: <https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/tokubetsu-keiho/sanko/shihyou.pdf>

記録的短時間大雨情報

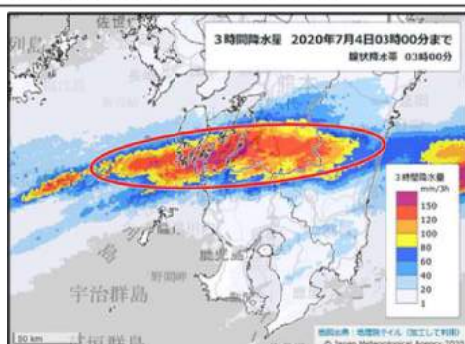
- 数年に一度程度しか発生しないような短時間の大雨を、観測(地上の雨量計による観測)したり、解析(気象レーダーと地上の雨量計を組み合わせた分析)したときに、府県気象情報の一種として発表します。その基準は、1時間雨量歴代1位または2位の記録を参考に、概ね府県予報区ごとに決定する(例えば、大阪府:100mm(気象庁予報部))
- 大雨警報発表時に、「現在の降雨がその地域にとって災害の発生につながるような、稀にしか観測しない雨量である」ことを知らせるために発表するもの。
- 地域あるいは隣接地域を名指して発表されたときは、その地域あるいは近くで災害の発生につながる事態が生じていることを意味する。
- 「〇時△△県で記録的短時間大雨」(「〇時」というのは、「〇時までの1時間に」の意味)、その後、記録的な短時間の大雨をその1時間に観測した観測点名とその雨量を、または解析した市町村とその雨量を記述。

顕著な大雨に関する情報(1)

- 2021年6月17日13時より提供開始
- 大雨による災害発生の危険度が急激に高まっている中で、**線状の降水帯により非常に激しい雨が同じ場所で降り続けている状況を「線状降水帯」というキーワードを使って解説する情報。**
- 情報は**警戒レベル相当情報**を補足する情報で、**警戒レベル4**相当以上の状況で発表。

顕著な大雨に関する〇〇県気象情報 第〇号
令和2年7月〇日〇〇時〇〇分 〇〇気象台発表

〇〇地方、〇〇地方では、線状降水帯による非常に激しい雨が同じ場所で降り続けています。命に危険が及ぶ土砂災害や洪水による災害発生の危険度が急激に高まっています。



大雨災害発生の危険度が急激に高まっている線状降水帯の雨域

顕著な大雨に関する情報(2)

- 「**顕著な大雨に関する情報**」の発表基準
 1. 解析雨量(5kmメッシュ)において**前3時間積算降水量が100mm以上の分布域の面積が500km²以上**
 2. 1.の形状が**線状**(長軸・短軸比2.5以上)
 3. 1.の領域内の**前3時間積算降水量最大値が150mm以上**
 4. 1.の領域内の土砂キキクル(大雨警報(土砂災害)の危険度分布)において**土砂災害警戒情報の基準を実況で超過**(かつ大雨特別警報の土壌雨量指数基準値への到達割合8割以上)又は洪水キキクル(洪水警報の危険度分布)において警報基準を大きく超過した基準を実況で超過

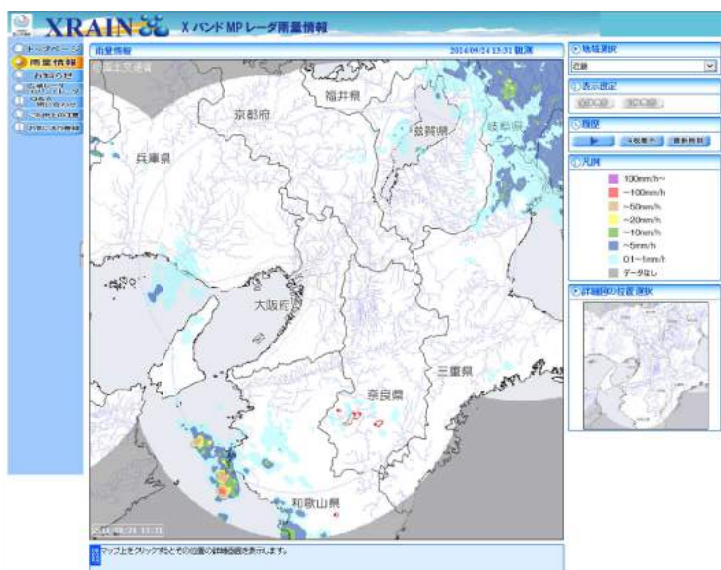
※ **上記1~4すべての条件を満たした場合**に発表します。

※ 情報を発表してから3時間以上経過後に発表基準を満たしている場合は再発表するほか、3時間未満であっても対象区域に変化があった場合は再発表する。

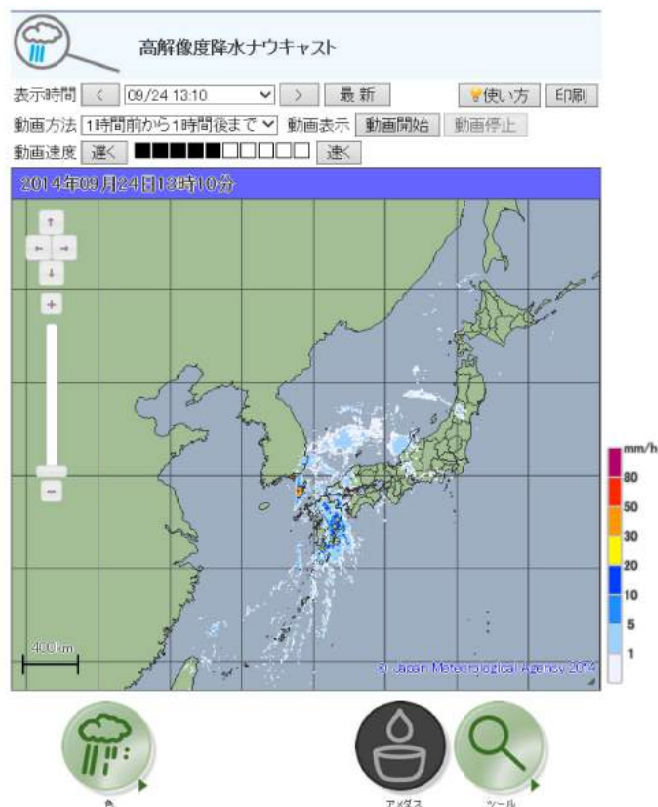
高解像度降水ナウキャスト

- **高解像度降水ナウキャスト**は、**気象レーダー観測データ**を利用して、**250m解像度**で**降水の短時間予報**を提供。
- 気象庁は全国20箇所に**気象ドップラーレーダー**を設置して、日本全国のレーダー雨量観測を行っている。ドップラーレーダー観測網は、局地的な大雨の観測精度の向上を図るため、平成24～25年度にレーダー観測データの距離方向の**解像度を従来の500mから250mに向上**させるための機器更新を実施した。
- **高解像度降水ナウキャスト**は、これら気象ドップラーレーダーの観測データに加え、気象庁・国土交通省・地方自治体が保有する全国の雨量計のデータ、ウィンドプロファイラやラジオゾンデの高層観測データ、**国土交通省Xバンドレーダ(XRAIN)**のデータも活用し、降水域の内部を立体的に解析して、**250m解像度の降水分布を30分先まで予測**する(ただし、**予測精度の向上**が求められている)。

XRAIN(国交省)と高解像度降水ナウキャスト(気象庁)



<http://www.river.go.jp/xbandradar/>



地図・ランドマークに国土交通省 国土数値情報のデータを利用しています。
(行政区域、標高・傾斜度・メッシュ、湖沼、道路、鉄道、河川)

<http://www.jma.go.jp/jp/highresorad/>

土砂災害警戒情報とは？

- 大雨警報(土砂災害)が発表されている状況で、**土砂災害発生**の危険度が非常に高まったときに、**市町村長が避難勧告等の災害応急対応を適時適切に行えるよう**、また、**住民の自主避難の判断の参考となるよう**、対象となる市町村を特定して**都道府県と気象庁が共同で発表する防災情報**。
- 避難が必要な**警戒レベル4**に相当
- 「**土砂災害警戒情報**」は、降雨から予測可能な土砂災害のうち、**避難勧告等の災害応急対応が必要な土石流や集中的に発生する急傾斜地崩壊を対象とする**。
- 土砂災害は、それぞれの斜面における**植生・地質・風化の程度、地下水の状況等に大きく影響されるため、個別の災害発生箇所・時間・規模等を詳細に特定することはできない**。また、技術的に予測が困難である**斜面の深層崩壊、山体の崩壊、地すべり等は、土砂災害警戒情報の発表対象外とする**。
(気象庁HPより)

5段階の警戒レベルと防災気象情報

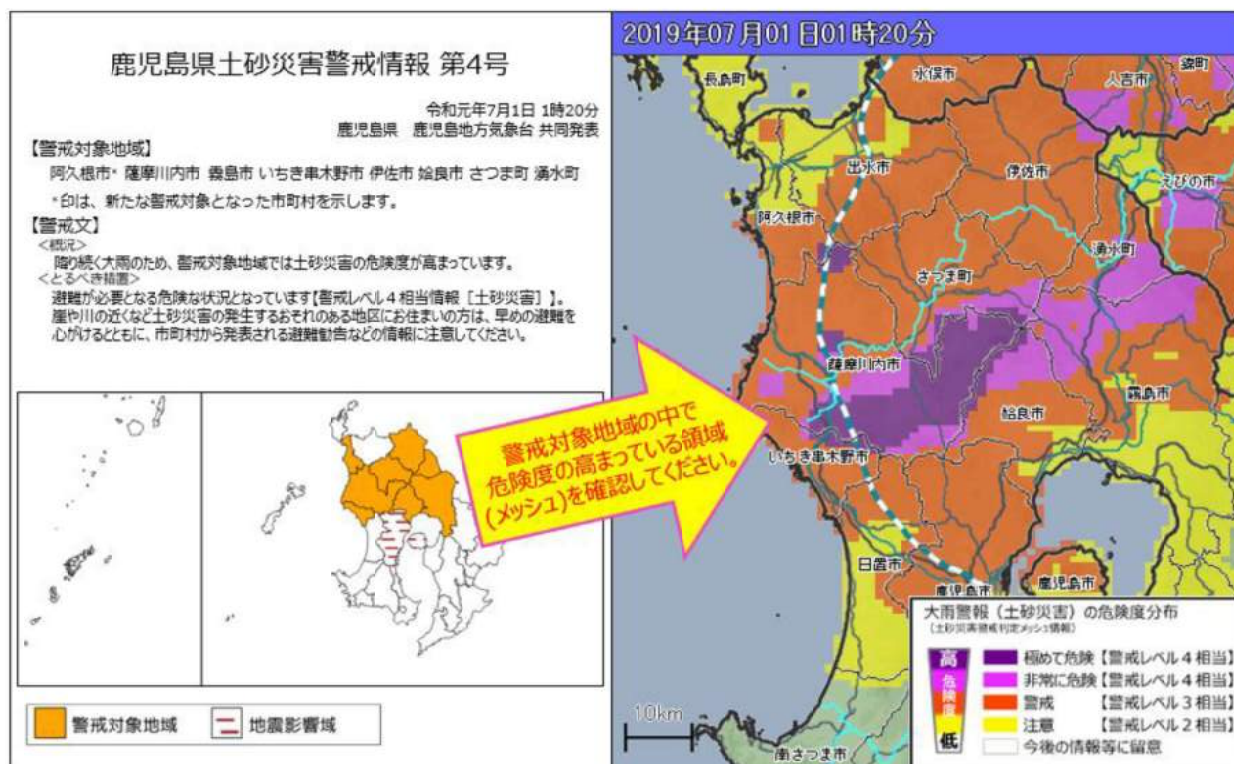
警戒レベル	住民が取るべき行動	市町村の対応	気象庁等の情報		相当する警戒レベル
5	命の危険 直ちに安全確保! すでに安全な避難ができず、命が危険な状況。いまいる場所よりも安全な場所へ直ちに移動等する。	緊急安全確保 ※必ず発令される情報ではない	大雨特別警報	洪水警報 ※1 高潮警報に切り替える可能性が高い 注意報	5相当
<警戒レベル4までに必ず避難!>					
4	危険な場所から全員避難 過去の重大な災害の発生時に匹敵する状況。この段階までに避難を完了しておく。 台風などにより暴風が予想される場合は、暴風が吹き始める前に避難を完了しておく。	避難指示 第4次防災体制 (災害対策本部設置)	土砂災害警戒情報	高潮特別警報	4相当
3	危険な場所から高齢者等は避難 高齢者等以外の人も必要に応じ、前段の行動を見合わせ始めたり、避難の準備をしたり、自主的に避難する。	高齢者等避難 第3次防災体制 (避難指示の発令を判断できる体制)	大雨警報 洪水警報	高潮警報 高潮特別警報に切り替える可能性が高い 注意報	3相当
2	自らの避難行動を確認 ハザードマップ等により、自宅等の災害リスクを再確認するとともに、避難情報の把握手段を再確認するなど。	第2次防災体制 (高齢者等避難の発令を判断できる体制) 第1次防災体制 (連絡要員を配置)	大雨警報に切り替える可能性が高い 注意報 大雨注意報 洪水注意報	高潮注意報	2相当
1	災害への心構えを高める	心構えを一段高める 職員の連絡体制を確認	早期注意情報 (警報級の可能性)	注意 (注意報級) 氾濫注意情報	1相当

「避難情報に関するガイドライン」(内閣府)に基づき気象庁において作成

※1 夜間～翌日早朝に大雨警報(土砂災害)に切り替える可能性が高い注意報は、警戒レベル3(高齢者等避難)に相当します。

※2 「極めて危険」が出現するまでに避難を完了しておくことが重要であり、「極めて危険」は大雨特別警報が発表された際の警戒レベル5緊急安全確保の発令対象区域の絞り込みで活用することが考えられます。

土砂災害警戒情報および 土砂災害警戒判定メッシュ情報の事例



土砂災害警戒判定メッシュ情報とは？

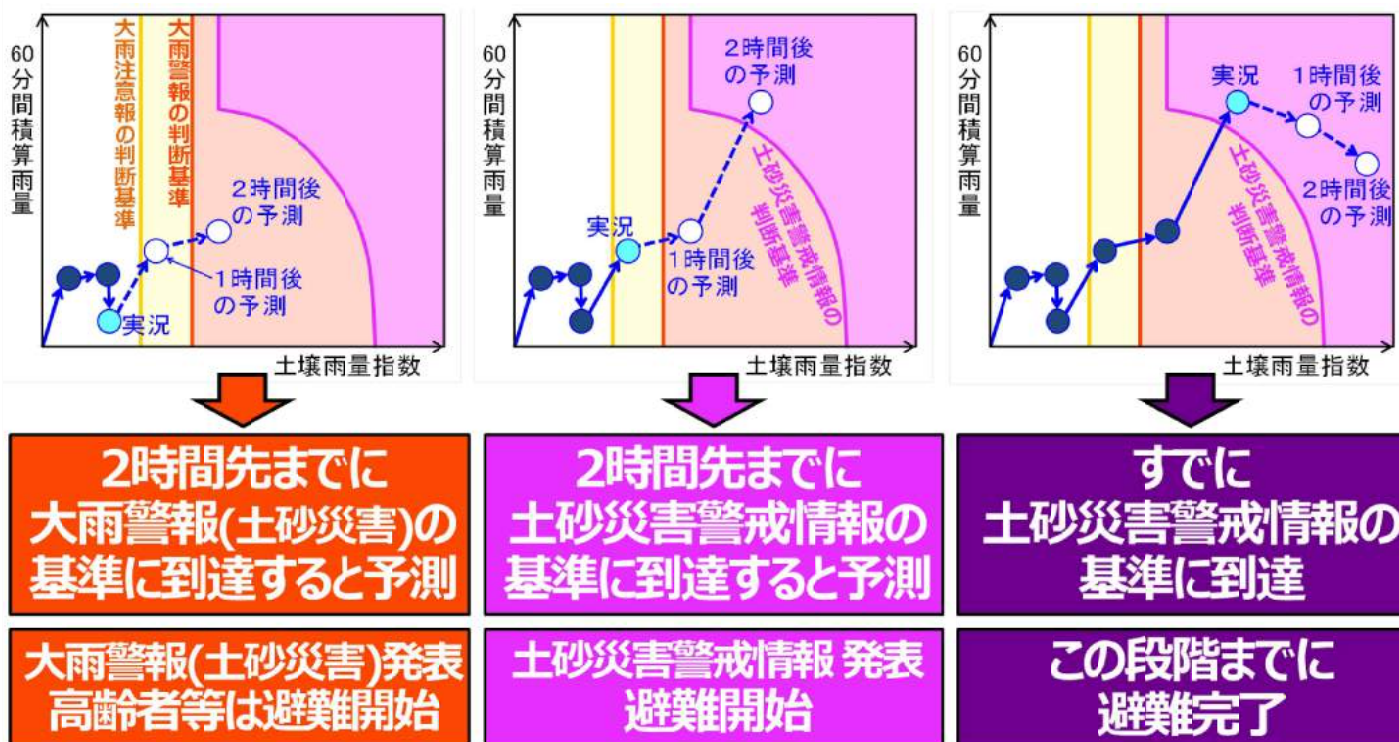
- 土砂災害警戒判定メッシュ情報は、**土壌雨量指数**および**降雨の実況・予測**に基づいて、**土砂災害発生の危険度**を5km四方の領域(メッシュ)毎に階級表示した情報で、分布図で表示する
- 土砂災害警戒判定メッシュ情報は、各5kmメッシュについて、**解析時刻**、**1時間先予測**、**2時間先予測**の中で、**最大の土砂災害警戒判定値**を10分毎に更新する。
- **土砂災害警戒情報**と**大雨警報(土砂災害)**・**大雨注意報**は、気象状況等を総合的に判断して、市町村、あるいは市町村をいくつか分割した領域を単位として発表するが、土砂災害警戒判定メッシュ情報により、その領域内の**土砂災害発生の危険度の高い地域をおおよそ把握**することができる(ただし、これらの発表状況と土砂災害警戒判定メッシュ情報とは、整合しない場合がある)。
- 土砂災害警戒判定メッシュ情報は、雨量に基づいて土砂災害発生の危険度を判定したもので、**個々の急傾斜地等における植生・地質・風化の程度等の特性や地下水の流動等を反映したものではない**。よって、個別の災害発生場所・時間・規模等を特定することはできない。
- 該当する5kmメッシュの周辺の危険度も参考にするなど、警戒エリアの面的な広がりにも着目する必要がある。また、土砂災害警戒区域や土砂災害危険箇所などと合せて、総合的に判断する必要がある。
- 令和元年6月より**1km四方の領域(メッシュ)に高解像度化**された。(気象庁HPより)

土砂災害の危険度と避難情報・行動(1)

色が持つ意味	住民等の行動の例※1	内閣府のガイドラインで発令の目安とされる避難情報	相当する警戒レベル※2
極めて危険	《命に危険が及ぶ土砂災害が すでに発生 しているにもかかわらず、 おかしな極めて危険な状況。 》 この段階の前に避難を完了しておく。	— ※3	—
非常に危険	速やかに土砂災害警戒区域等の外の少しでも安全な場所へ避難する。	避難指示	4相当
警戒	土砂災害警戒区域等の外の少しでも安全な場所へ避難する。 高齢者等は速やかに避難する。	高齢者等避難	3相当
注意	ハザードマップ等により避難行動を確認する。 今後の情報や周囲の状況、雨の降り方に留意する。	—	2相当
今後の情報等に留意	今後の情報や周囲の状況、雨の降り方に留意する。	—	—

- ※1 土砂キキクル（大雨警報（土砂災害）の危険度分布）に関わらず、自治体から避難指示等が発令された場合には速やかに避難行動をとってください。
- ※2 警戒レベルについては内閣府ホームページをご覧ください。
- ※3 「極めて危険」（濃い紫）が出現するまでに避難を完了しておくことが重要であり、「濃い紫」は大雨特別警報（土砂災害）が発表された際の警戒レベル5緊急安全確保の発令対象区域の絞り込みに活用することが考えられます。

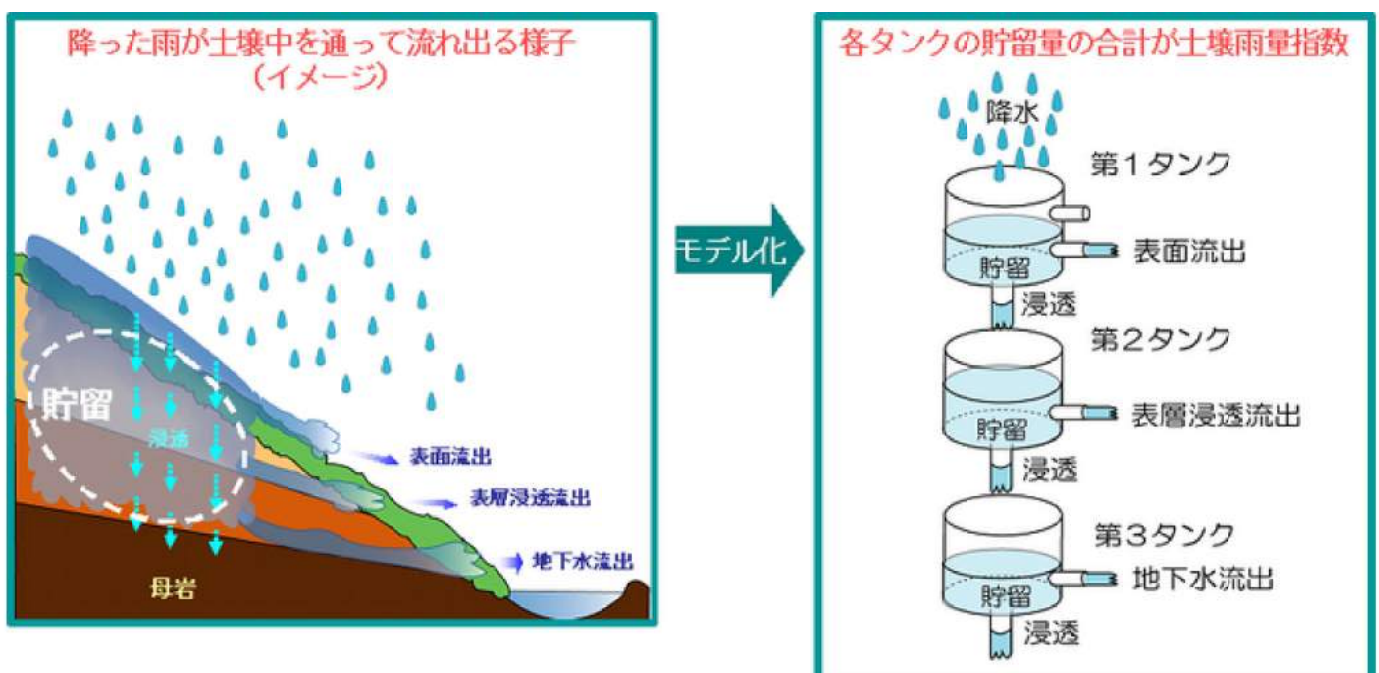
土砂災害の危険度と避難情報・行動(2)



土壌雨量指数とは？

- 「**土壌雨量指数**」とは、**降った雨が土壌にどれだけ貯まっているかを雨量データのみから、「タンクモデル」**という手法を用いて指数化したもの。
- 地表面を**1km四方の格子(メッシュ)**に分けて、それぞれの格子で計算する。
- 「**土壌雨量指数**」は、大雨による**土砂災害発生の危険度の高まりを示す指標**として、各地の気象台が発表する**土砂災害警戒情報**及び**大雨警報・注意報**の発表基準に使用される。
- 土壌雨量指数が同じ値であっても、**土砂災害発生の危険度の高まりは地形や地勢等の影響で地域によって異なる**ため、これらの発表基準も地域によって異なる。

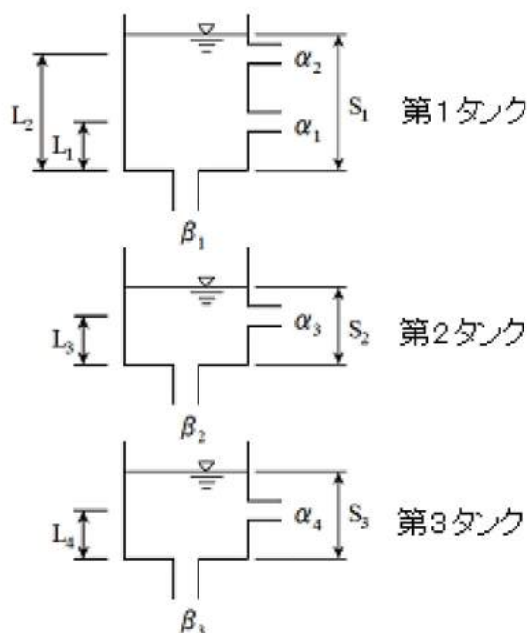
「タンクモデル」とは？



土壌雨量指数は、各タンクの水分量(貯留量)の合計である。ただし、あくまで「**モデル**」であり、実際の貯留量ではない？！

土壌雨量指数の計算式(1)

Ishihara & Kobatake(1979)の直列3段タンクモデル



直列3段タンクモデル

土壌雨量指数の指数値は、各タンクの貯留高の和(= $S_1 + S_2 + S_3$)で定義する。各タンクの貯留高 ($S_i; i=1,2,3$) の計算式は以下のとおり。

$$S_1(t+\Delta t) = (1-\beta_1\Delta t) \cdot S_1(t) - q_1(t) \cdot \Delta t + R$$

$$S_2(t+\Delta t) = (1-\beta_2\Delta t) \cdot S_2(t) - q_2(t) \cdot \Delta t + \beta_1 \cdot S_1(t) \cdot \Delta t$$

$$S_3(t+\Delta t) = (1-\beta_3\Delta t) \cdot S_3(t) - q_3(t) \cdot \Delta t + \beta_2 \cdot S_2(t) \cdot \Delta t$$

S_1, S_2, S_3 : 各タンクの貯留高

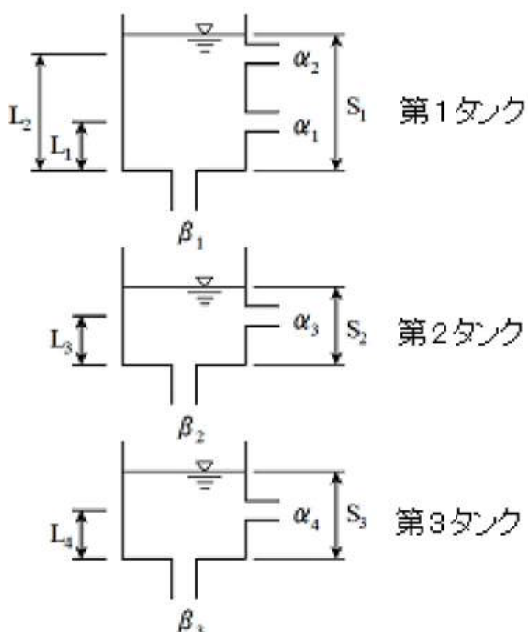
$\beta_1, \beta_2, \beta_3$: 各タンクの浸透流出孔の浸透係数

q_1, q_2, q_3 : 各タンクの側面孔からの流出量

ここで、時間刻み Δt は10分とし、 R は解析あるいは予想される1時間降雨量を1/6したもの。

土壌雨量指数の計算式(2)

Ishihara & Kobatake(1979)の直列3段タンクモデル



直列3段タンクモデル

また、各タンクの側面孔からの流出量 ($q_i; i=1,2,3$) は以下のように記述される。

$$q_1(t) = \alpha_1 \{S_1(t) - L_1\} + \alpha_2 \{S_1(t) - L_2\}$$

$$q_2(t) = \alpha_3 \{S_2(t) - L_3\}$$

$$q_3(t) = \alpha_4 \{S_3(t) - L_4\}$$

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$: 各流出孔の流出係数

L_1, L_2, L_3, L_4 : 各流出孔の高さ

土壌雨量指数の計算式(3)

Ishihara & Kobatake(1979)の直列3段タンクモデル

タンクモデルのパラメータ

	一段目	二段目	三段目
流出孔の高さ (mm)	$L_1=15$	$L_3=15$	$L_4=15$
	$L_2=60$		
流出係数 (1/hr)	$\alpha_1=0.1$	$\alpha_3=0.05$	$\alpha_4=0.01$
	$\alpha_2=0.15$		
浸透係数 (1/hr)	$\beta_1=0.12$	$\beta_2=0.05$	$\beta_3=0.01$

✓ 全国一律同じパラメータの値を使用

⇒ 地形・地質によって、雨水の浸透・貯留状況は異なるはず！！

「タンクモデル」の留意点

土壌雨量指数を利用する「タンクモデル」は、土砂災害発生の危険度の把握を目的としたもので、地中に貯まった雨水を正確に推計するものではない。よって、以下の点について留意する必要がある。

- ① 全国一律のパラメータを用いており、個々の傾斜地における植生、地質、風化等を考慮していない。
- ② 比較的表層の地中をモデル化したもので、深層崩壊や大規模な地滑りなどにつながるような地中深い状況は対象外とする。
- ③ 降水は雨／雪に関わらず即時に第1タンクへ流入する。このため、降った雪が積雪として地表に蓄えられる過程やこれが融けて地中に浸み込む過程は考慮しない。

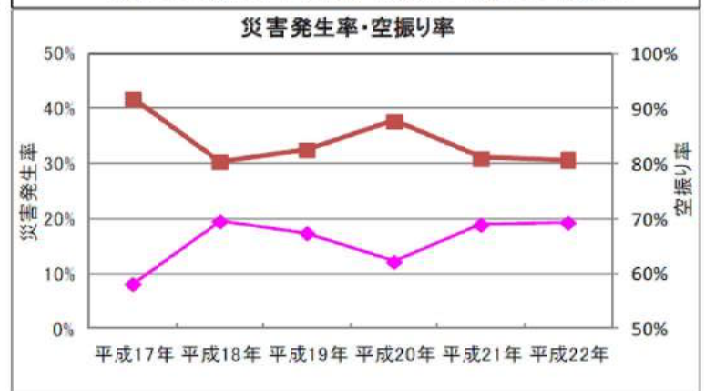
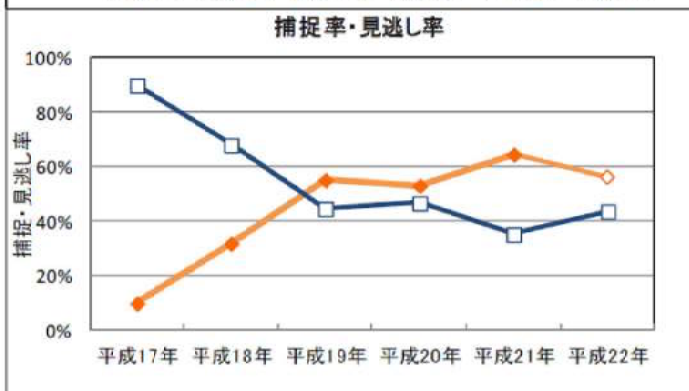
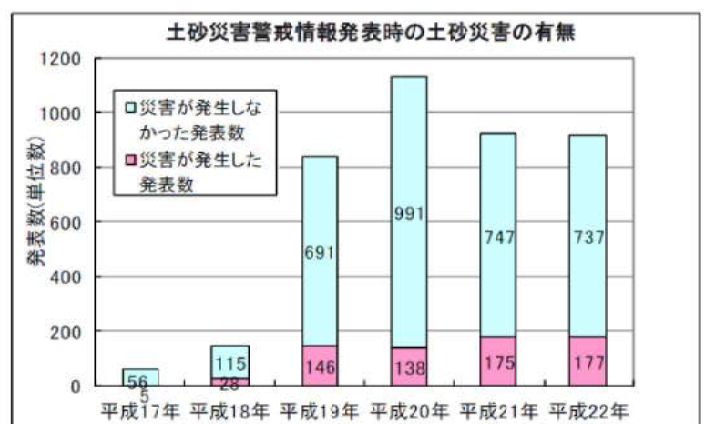
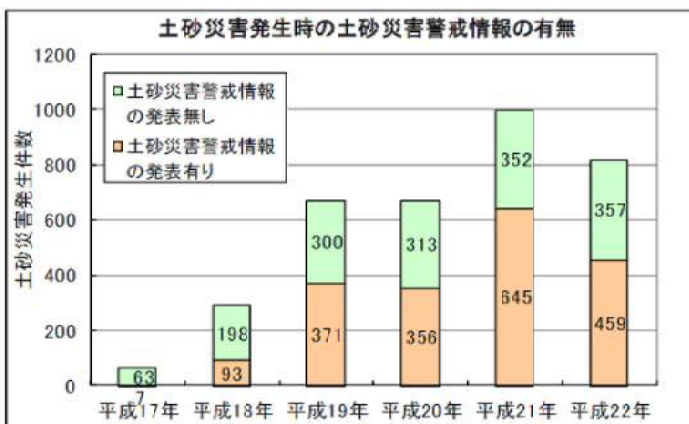
**タンクモデルで計算される土壌雨量指数の科学的根拠は？
土壌雨量指数により発令される各種情報の精度は？**

土砂災害警戒情報の実態(1)

		土砂災害警戒情報	
		発令	発令せず
土砂災害の発生	発生した	補足	見逃し
	発生しなかった	空振り	(補足)

どのようにして土砂災害警戒情報の精度を高めるか？

土砂災害警戒情報の実態(2)



警戒・避難基準雨量の設定法(1)

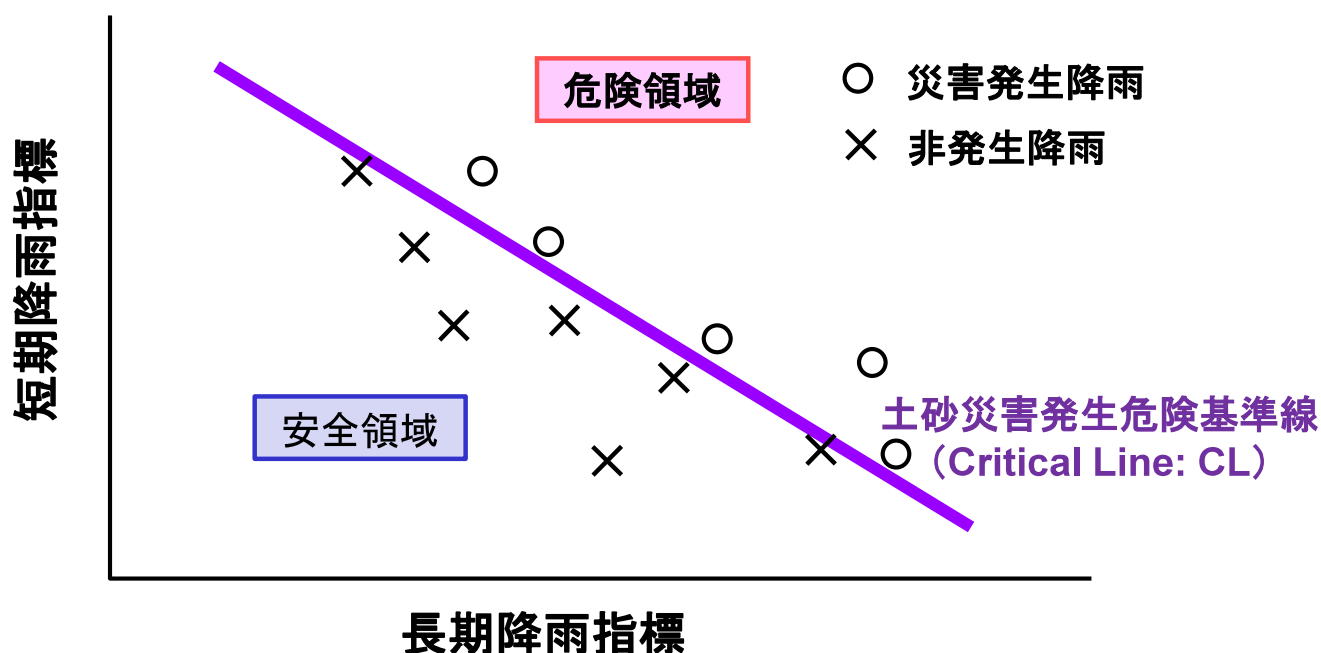
- 単純な指標: **降雨量**
累積雨量, 連続雨量, 10分間雨量, n時間雨量など
- 雨量を演算処理した指標
降雨強度, 有効雨量強度, **実効雨量**など
- 複数降雨指標
上記2つを組み合わせるなど.

どの指標を各種意思決定に使うべきか？

- 分かりやすい指標がよい？
- 「**きめ細やかでかつ必要最小限**」の規制を発令したい！
- わかりやすく見せる努力が必要！

警戒・避難基準雨量の設定法(2)

- 「**長期降雨指標**」と「**短期降雨指標**」を組み合わせる.



警戒・避難基準雨量の設定法(2)

長期(または短期)降雨指標として何を用いるのか？

- 「長期降雨指標」

累積雨量, 連続雨量, 実効雨量(72時間半減期)など

- 「短期降雨指標」

降雨強度, 有効雨量強度, 時間雨量, 10分間雨量, 実効雨量(1.5時間半減期)など

- 局地的大雨(ゲリラ豪雨)は時間雨量では評価できない。したがって, より短い時間間隔で計測された雨量で評価すべき!
- 降雨量のみならず降雨波形(どのように降ったのか)が重要! (「降雨加速度」という考え方)

避難基準(EL)と警戒基準(WL)

- 土砂災害発生危険基準線(CL)が定められた場合, 警戒・避難をいつ行うか?(避難勧告のタイミングは?)
- CLを超えそうな場合に警戒・避難する
- 避難勧告などの伝達時間および避難行動に必要な時間を考慮し, これらを差し引いた時間的余裕を見込む.

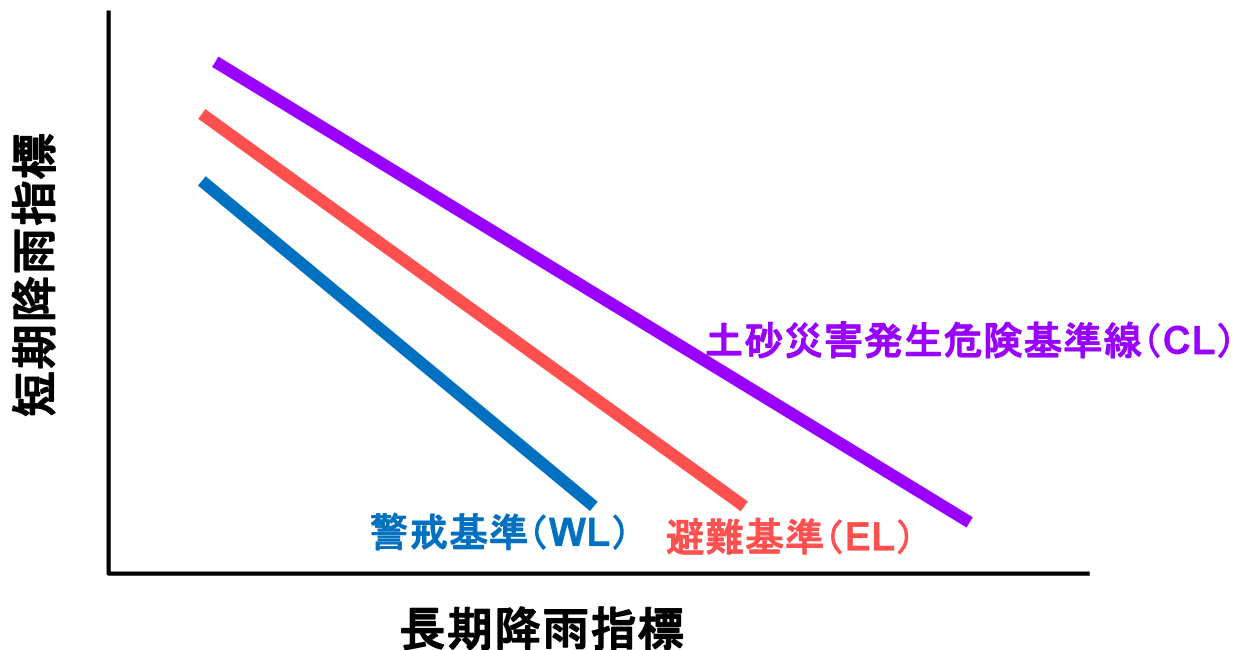


- 基準雨量

警戒基準(WL): 準備を行う時間をCL超過の2時間前(CL到達まであと〇〇mm/2hour)

避難基準(EL): 避難を行う時間をCL超過の1時間前(CL到達まであと●●mm/1hour)

避難基準 (EL) と警戒基準 (WL)



斜面モニタリング・計測・監視の必要性

- 降雨中(あるいは降雨終了後)の**斜面内部の雨水浸透挙動や貯留状況**は, 結局, **現場で計測・モニタリング, 監視することによってしか把握できない!** (**「自分の家の裏山は崩れないか」という個別斜面の危険性の判断**)
- 斜面の現場で計測できるものは?
 - ✓ **地下水位, 間隙水圧, 土壌水分量** (地下水, 雨水浸透・貯留に関わるもの)
 - ✓ **変位・変形量** (雨水浸透の結果生じる**斜面の変状**に関わるもの)
⇒ただし, **斜面崩壊は短時間で発生するため, 変状が出てから, 非難することは困難!**
- 「どこで」, 「何を」計測するのか?
 - ✓ 計測・モニタリング, 監視対象斜面 (**危険斜面**) の**抽出**およびそのための**優先順位付け**が必要.
 - ✓ **地下水, 雨水浸透・貯留と斜面安定性の関係**は十分把握できているか? (結構, 難しい! 個々の斜面によって異なる)

斜面を模擬した大型降雨実験



防災科学技術研究所 (NIED), つくば

土砂災害の前兆現象

! こんなときは要注意		土砂災害の前ぶれ(前兆現象)		
五感	移動主体	がけ崩れ(急傾斜)	土石流	地すべり
視	山・斜面・がけ	<ul style="list-style-type: none"> ● がけに割れ目がみえる。 ● がけから小石がバラバラと落ちる。 ● 斜面がはらみだす。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 溪流付近の斜面が崩れだす。 ● 落石が生じる。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 地面にひび割れができる。 ● 地面の一部が落ち込んだり盛り上がったたりする。
	水	<ul style="list-style-type: none"> ● 表面流が生じる。 ● がけから水が噴き出す。 ● 湧水が濁りだす。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 川の水が異常に濁る。 ● 雨が降り続けているのに川の水位が下がる。 ● 土砂の流出。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 沢や井戸の水が濁る。 ● 斜面から水が噴き出す。 ● 池や沼の水かさ急減する。
覚	樹木	<ul style="list-style-type: none"> ● 樹木が傾く。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 濁りに流木が混じりだす。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 樹木が傾く。
音		<ul style="list-style-type: none"> ● 樹木の根が切れる音がある。 ● 樹木の揺れる音がある。 ● 地鳴りがする。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 地鳴りがする。 ● 山鳴りがする。 ● 転石のぶつかり合う音。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 樹木の根が切れる音がある。
におい		—	<ul style="list-style-type: none"> ● 腐った土のにおいがする。 	—

※上記は一般的な前ぶれです。すべての場所において必ず起きるというものではありません。

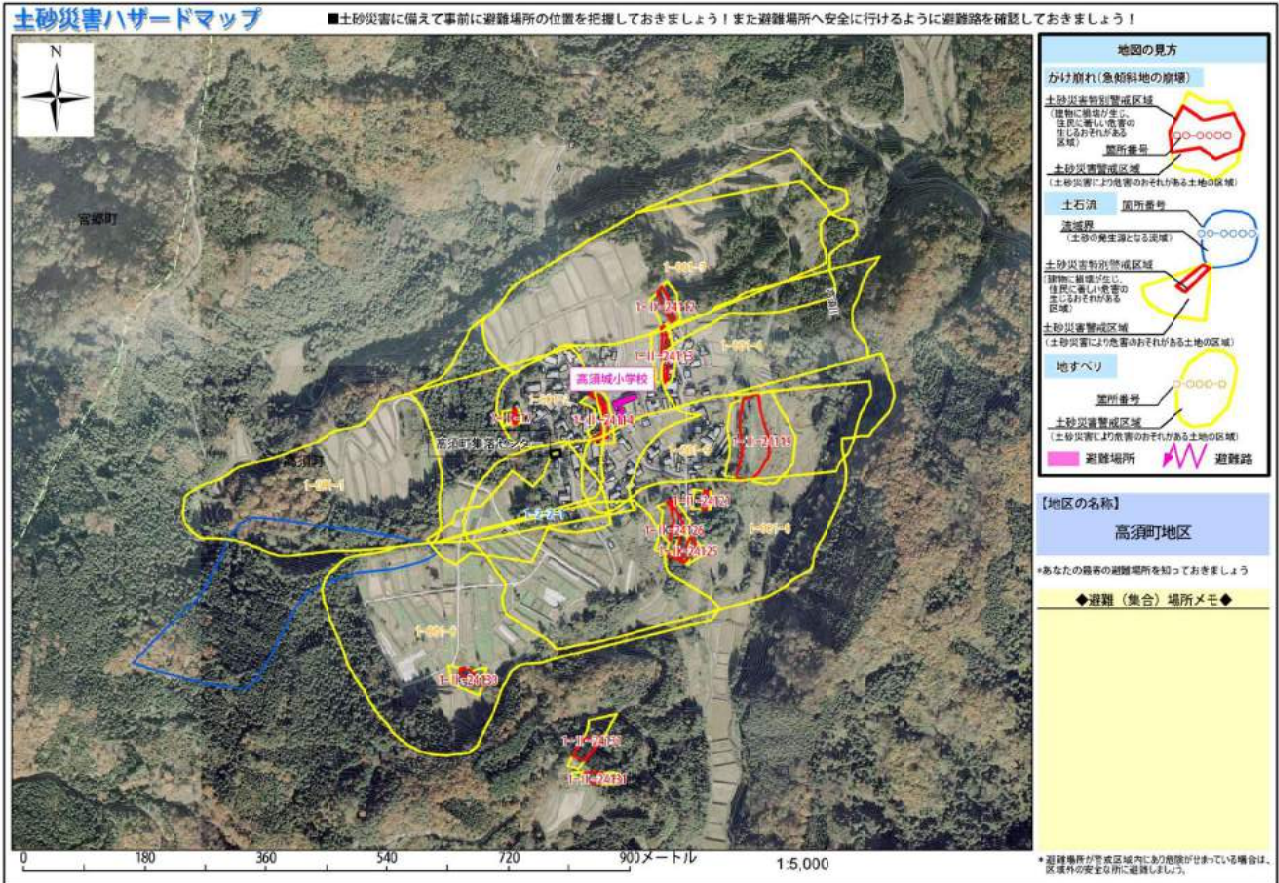
山間集落における 住民参加型斜面計測・ モニタリングシステムの構築 —福井市高須町の事例—

はじめに

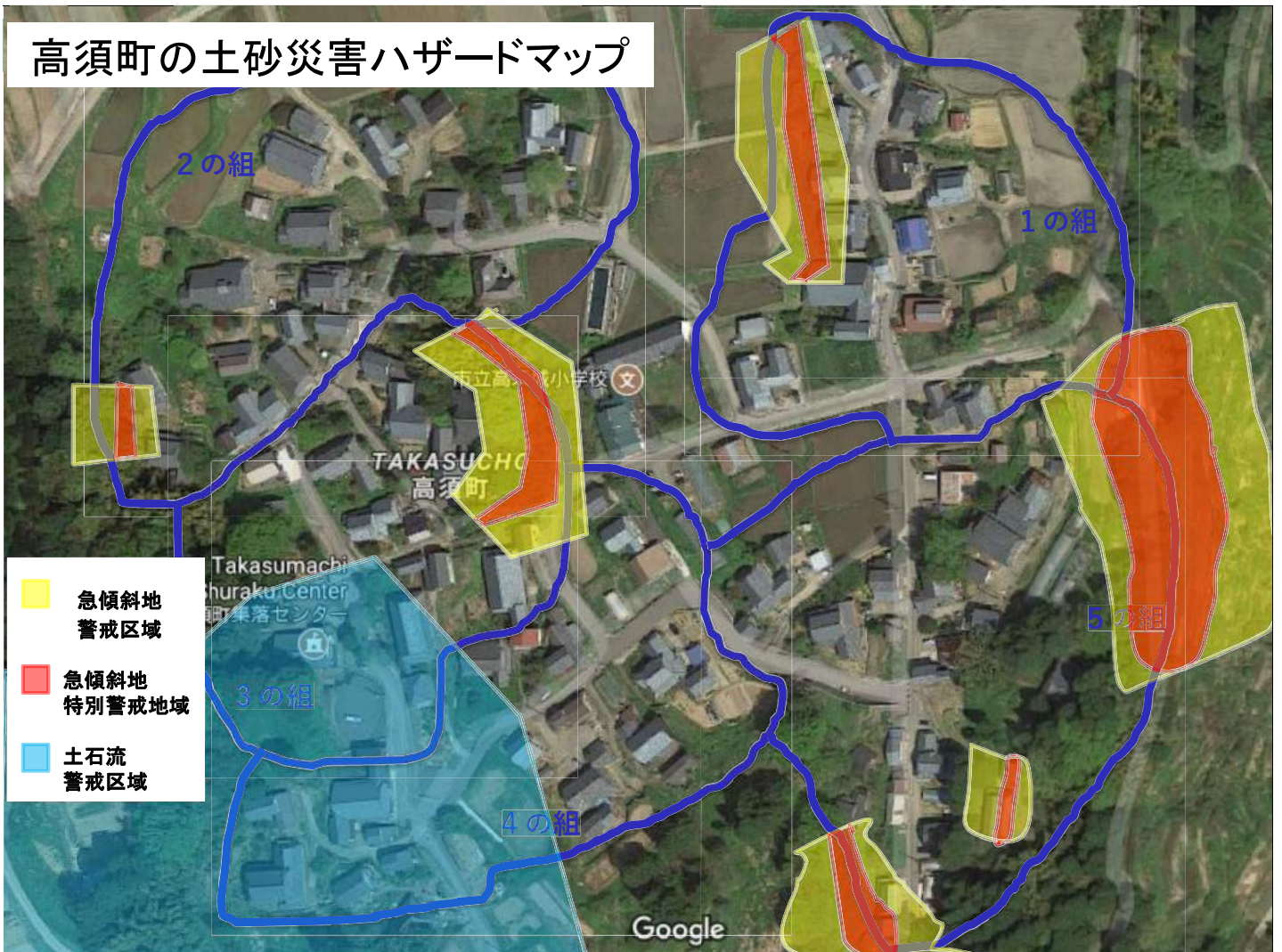
- ✓ 近年，中山間地において，集中豪雨や台風等による土砂災害が多発している。中山間部の集落は，土砂災害の警戒区域に指定されている場所が多く，土石流や地すべりなどの土砂災害のリスクも高い。
- ✓ 住民の少子高齢化が進み，平素から脆弱性が高まっている集落も多い。65歳以上が人口の50%を超える「限界集落」は，全国で1万を超えるとされ，その数は年々増加の傾向にある。
- ✓ こうした集落の地域防災力の向上のためには，防災訓練などの普及活動をすれば十分というのではなく，各地区内の「共助」，各個人の「自助」を中心に地域防災を日常化する必要がある。

本研究では，集落全体が地すべり地にあり，集落内に急傾斜地危険個所が多数存在する山間集落（福井市高須町）において，地域防災活動の日常化を図るべく，住民を対象としたヒアリング調査の結果をもとに観測機器を設置し，住民自らが危険個所を監視する仕組みの構築を試みた。

福井市高須町のハザードマップ



高須町の土砂災害ハザードマップ



住民参加型防災活動の3つのポイント

主体的関与

- ・ 日常的な計測・モニタリングという行為を通して防災活動にどのように関わり、防災意識を高めるか。
- ・ より多くの住民が「自助」を意識し、防災活動を行う。
- ・ 情報を「受信する側」から「発信する側」になる。

可視化

- ・ 危険度の「見える化」
- ・ 住民にわかりやすい形で危険度を示す。
- ・ 住民が理解できるシンプルな計測・モニタリング原理

日常化

- ・ 普段できないことは非常時にできない！
- ・ 定期的な防災訓練をやるだけでは不十分
- ・ 防災活動をどのように日常生活の中に紛れ込ませるか？
- ・ 住民自らが日常は違う「異変」に気付くか。
- ・ 簡易で日常的に取り組めるような計測

OSV計測機器の設置・危険個所の監視

- ✓ 住民自らが日常的に計測・モニタリングに関わり、日常とは異なる「異変」に気付くということを目的とした低コストで簡易かつ視覚的に優れた計測機器である「OSV(On-Site Visualization)センサ」を採用した。
- ✓ OSVセンサは、計測対象物に変化が生じた瞬間に変化を視認でき、任意変状をリアルタイムで可視化できる装置である



POCKET
(発光型傾斜計)

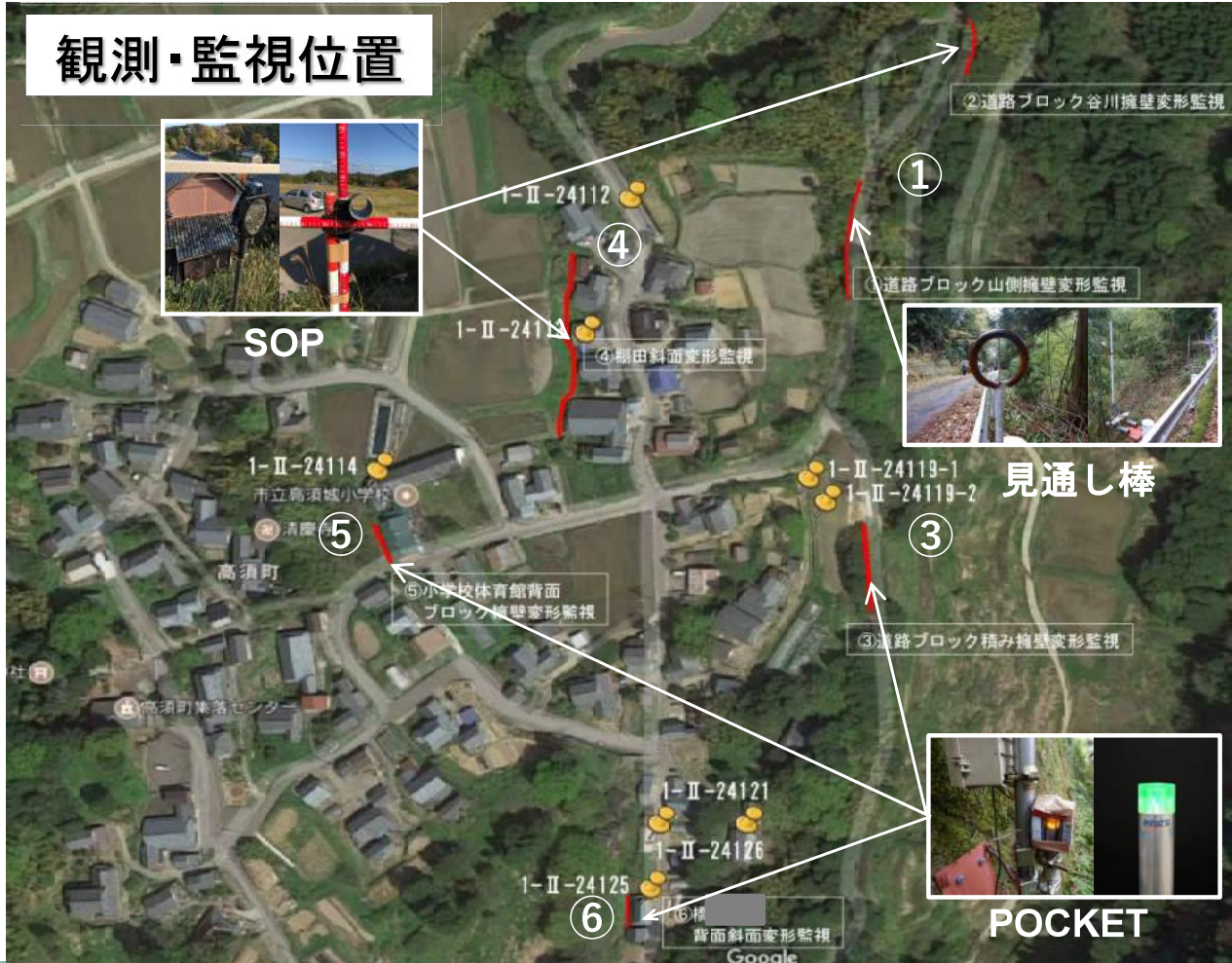


SOP
(鏡を用いて斜面の動きを監視)



見通し棒
(一直線に配置した棒を定点から見通す)

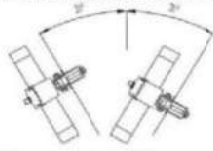
観測・監視位置



発光型傾斜計 (POCKET)

項目	仕様
計測範囲	第1閾値: ±1.5(deg) 第2閾値: 第1閾値±1.5(deg) ^{※1}
設置姿勢範囲	垂直方向±30(deg) ^{※2}
分解能	0.01(deg)
精度	±0.1(deg)
閾値設定	2設定 ^{※3}
計測軸方向	2軸(X-Yの合成ベクトル)
表示更新周期	30秒
電源	CR123A 2本(6V)
LED発光色	3色
使用温度範囲	0~60°C 95%RH以下(内部の結露なきこと)
連続駆動日数	7日 ^{※4}
保存容量	MAX57日(記録時間固定:10分/回) ^{※5}
防水性	IPX5

※1 閾値で設定できる最大範囲を示します。
 ※2 IFIS/Pocketを設置する際の姿勢自由度です。計測角度ではありません



※3 閾値1=0.1~1.5(deg)、閾値2=0.1~1.5(deg)
 閾値2の判定は閾値1・閾値2の角度になります
 ※4 外気温により電池容量が変化する為表示期間より短くなる場合があります
 ※5 LEIS/Pocketを連続で使用した場合、起動回数が多くなると保存容量は少なくなります



農道沿いのブロック擁壁に設置したPOCKET



小学校裏のブロック擁壁に設置したPOCKET



● 閾値1未満



● 閾値1以上、しきい値2未満

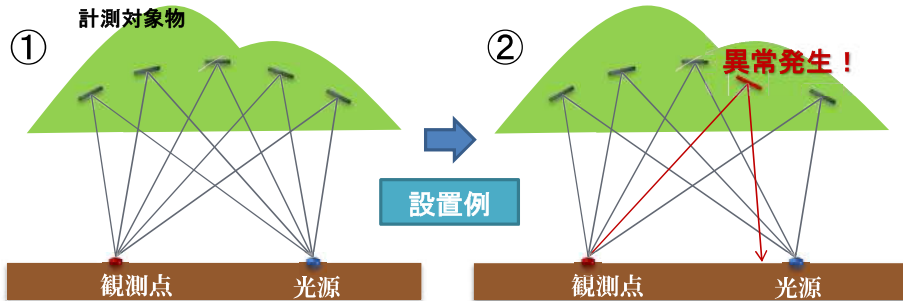


● しきい値2以上

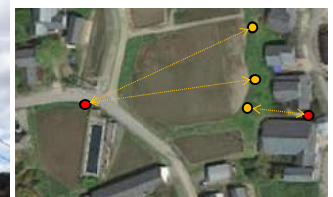
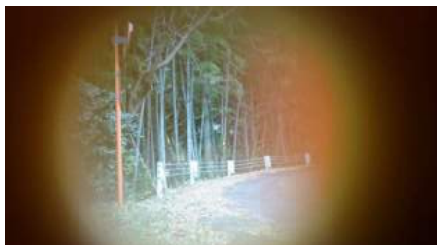
SOP (Single Observation Point)

基本概念

初期状態	変状発生	異常アリ
<p>鏡 鏡に映る像 観測点 光源</p>	<p>回転・移動 鏡に映る像 “移動する” 見える箇所が移動</p>	<p>回転・移動 鏡に映る像 “消える” 光源から外れる</p>
<ul style="list-style-type: none"> 計測箇所に鏡を設置。 観測点から見て鏡の中心に光源が映るように、鏡の角度を調整する。 	<ul style="list-style-type: none"> 鏡の設置箇所に変状が発生 → 鏡が回転や移動し、鏡に映る像が(光源)移動する。 	<ul style="list-style-type: none"> さらに変状が進行 → 観測点から光源が見えなくなり、異常が発生している事が視覚的に確認できる。



SOP (Single Observation Point)

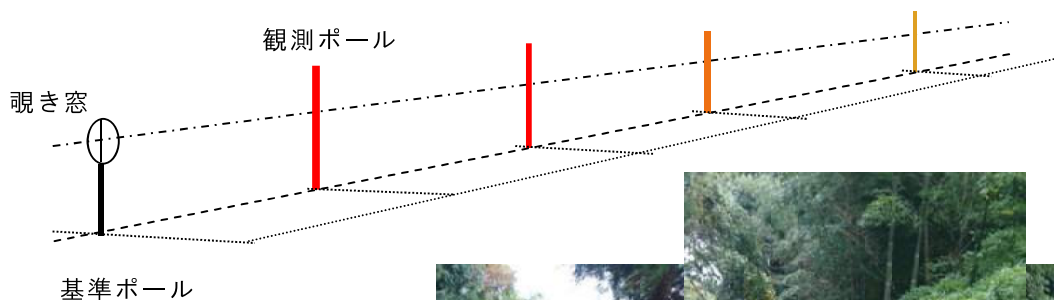


● 光源
● ミラー

市道沿いの谷側擁壁に設置したSOP

棚田近辺に設置したSOP

見通し棒



覗き窓を取り付けた基準ポールと変位を計測する観測ポール(数本)を一直線上に並べ、基準ポールからの見通しで観測ポールの動き(ずれ)を確認する



住民への計測方法の説明会(2017年11月26日)



「高須あんしん感測隊」の結成①

- ✓ 町内全員が日常的な計測機器の監視に関わることは難しい。
- ✓ 計測機器の日常的な監視に関して中心的な役割を担える4名の女性を選出し、「高須あんしん感測隊」を結成する。
- ✓ 斜面の計測・監視により、日常とは異なる異変を感じとるという意味で「感測」とした。
- ✓ 今後、計測機器の日常的な監視に加わっていただく方をどのように増やしていくかがポイントである。
- ✓ 2019年4月27日に「高須あんしん感測隊」の結成式を行った(任命状の授与、ICカードの配布を行った)。



「高須あんしん感測隊」の結成②



「高須あんしん感測隊」の結成式の様子(2019年4月27日)

観測ログ



各観測機器の横に設置

“感測”方法の説明

電源ボタンを押しても装置が動かない場合は…電池切れの可能性があります。自治会長さんまで連絡してください。

高須あんしん感測隊
カードの使い方

1 電源を入れる
装置の裏面の黒ボタンを2秒ほど長押しします。

2 読み込み準備
一番右側の「ENT」ボタンを押します。

3 カードでタッチ
裏のようにカードをタッチします。「ピッ」という音とともに青いランプが点灯します。

4 読み込みの終了
読み込みが完了したら「CLR」ボタンと「ENT」ボタンを同時に長押しします。

5 読み込みの終了（確認）
確認画面が表示されますので一番右側の「ENT」ボタンを押します。

6 電源を切る
手順2と同じ位置に置きます。この状態で装置の裏面の黒ボタンを長押しすると電源が切れます。

カードリーダーの使い方説明書

高須あんしん感測隊 ～3つの心得～

た たのしくほがらかに「感測」しましょう。簡易な「観測」機器をつかいますが、まずは異変を「感」じる（感測）ことが大切です。

か カードを、かざすだけです。電源をオン、カードをかざすとピッと音が鳴る。スイッチを切る（手順は別紙）

す すこしでも変だなと思ったら、会長さんに連絡してください。斜面を点検します。日々、安心ポイントを集めましょう！

「高須あんしん感測隊」の心得

手作り瓦版「たかすいかす」(第14号)



第14号

関西大学社会安全学部 近藤研究室・小山研究室

取材・撮影・構成: 廣瀬友乃・谷岡 茜 監修: 近藤誠司

2019年6月

この「たかすいかす」では、自然豊かな高須(たかす)の「暮らしの知恵」を生かしながら(いかす)、防災に関する情報を少しずつ共有していきたいと思ひます。いっぱいっば、たゆまず歩みましょう。

「安心」の記録を残しましょう！！



小学校の体育館裏のポストの様子

集落内のあちこちで、崖の様子を観測しています。異変を把握したら、行政に伝えたり、早めに避難したりするためです。

観測機器の近くには、ポストを設置しています。この中には読み取り機器・カード・説明書が入っています。異変がなければ青のカード、異変を感じたら赤のカードをかざして、記録を残してください。みんなの力で、高須に安心を！



「高須あんしん感測隊」任命式(4月27日)



掃部さん、堀川さん、旭さん、橋本さんを「高須あんしん感測隊」の隊員に任命しました。



「高須あんしん感測隊」は、暮らしのなかで異変を感じとる「感測」を目指しています。ぜひ、4人の隊員だけでなくより多くの人々の目で、異変(前兆現象)をキャッチしましょう。



感測用のノートをふたりで手作りしました ^o^/

ゆうの

あかね

手作り瓦版「たかすいかす」(第15号)



第15号

関西大学社会安全学部 近藤研究室・小山研究室

取材・撮影・構成: 廣瀬友乃・谷岡 茜・長谷川夏帆・高本航太

2019年6月

この「たかすいかす」では、自然豊かな高須(たかす)の「暮らしの知恵」を生かしながら(いかす)、防災に関する情報を少しずつ共有していきたいと思ひます。いっぱいっば、たゆまず歩みましょう。

プールの大掃除、がんばりました！



防火水槽に活用できるケロ

小学校裏の観測機器をご紹介します

♪ 小学校の体育館裏には、観測機器が、斜面に3つ設置されています。

♪ 斜面に異常がなければ、「緑色」のランプが点滅しています。そして何らかの異変があれば「オレンジ」・「赤色」に変わります。

♪ 異変を見つけたら自治会長さんまでご連絡ください！



異常なし

これが3台配備

初訪問メンバーも大勢お世話になりました

暑い中で熱い作業になりましたが、高須のパワーをたくさん頂きました！また、うかがいます ^o^/



手作り瓦版「たかすいかす」(第16号)



第16号 関西大学社会安全学部 近藤研究室・小山研究室
 取材・撮影・構成：廣瀬友乃・谷岡 西 監修：近藤誠司

この「たかすいかす」では、自然豊かな高須(たかす)の“暮らしの知恵”を生かしながら(いかす)、防災に関する情報を少しずつ共有してまいります。いっしょいっしょ、たゆまず歩み続けましょう。

今年も「防災デー」を実施しました



6月23日、小山先生から防災気象情報のレベル化等の講義がありました。大事！

高須の場合はレベル3が重要！
 NHK・解説委員室より

警戒レベル	防災情報	住民の行動
5	災害の発生	命を守る最善の行動
4	避難勧告・指示	避難 実施
3	避難準備の情報	高齢者など避難
2	注意報	避難備え確認
1	数日以内は豪雪級の可能性	心構え

6月の放水訓練の様子



とってもカッコよかったので遅ればせながらですが記念に掲載しておきます♡



高須集落の、どこがどれほどリスクをかかえているのか。私たち学生も分析作業を続けています。継続は力なり！みなさんといっしょに防災の取り組みを進めてまいります。

高須町の豪雪の様子(2021年1月10日)



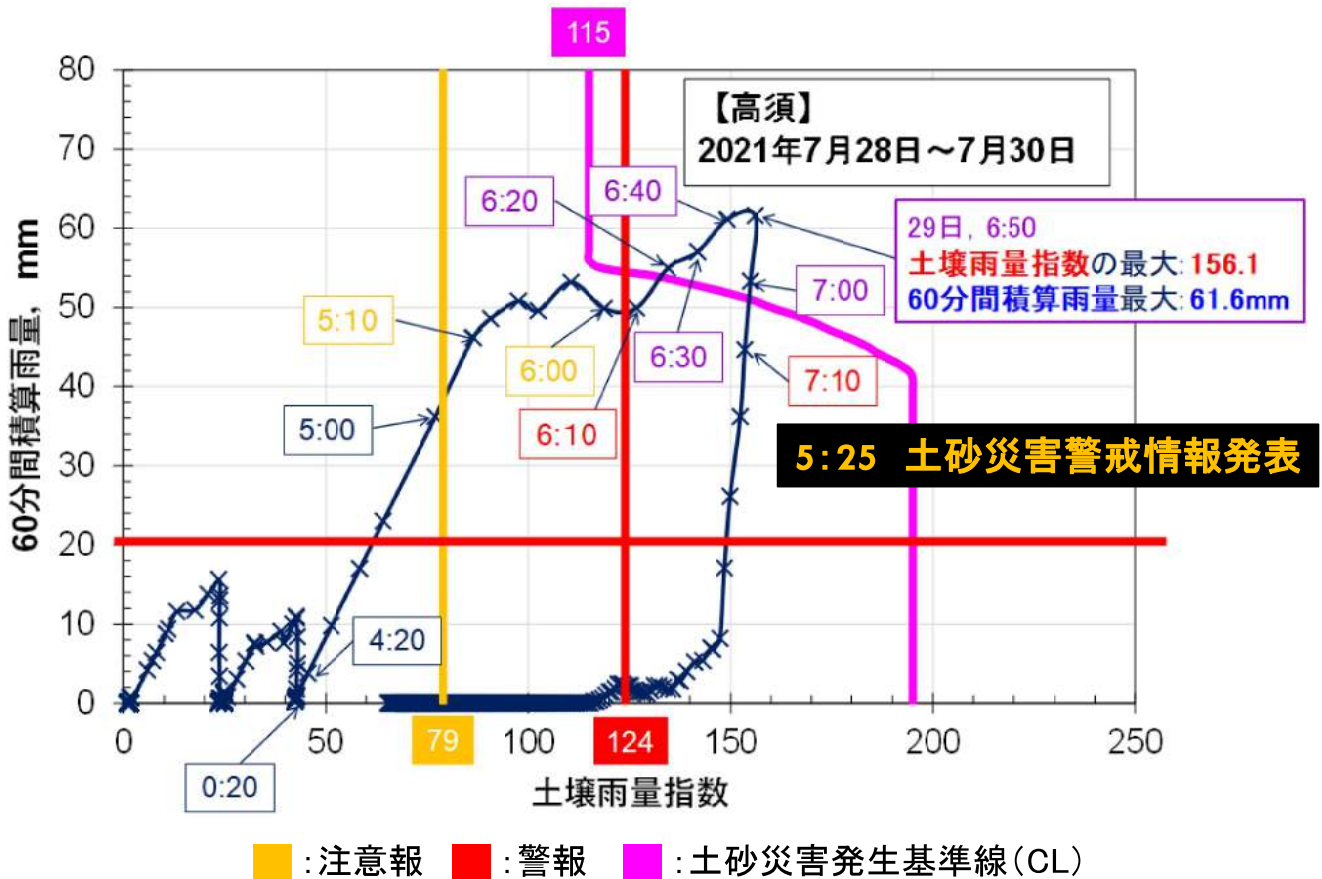
令和3年7月29日の大雨による被害 (2021年7月31日)



令和3年7月29日の大雨による被害 (2021年12月23日)



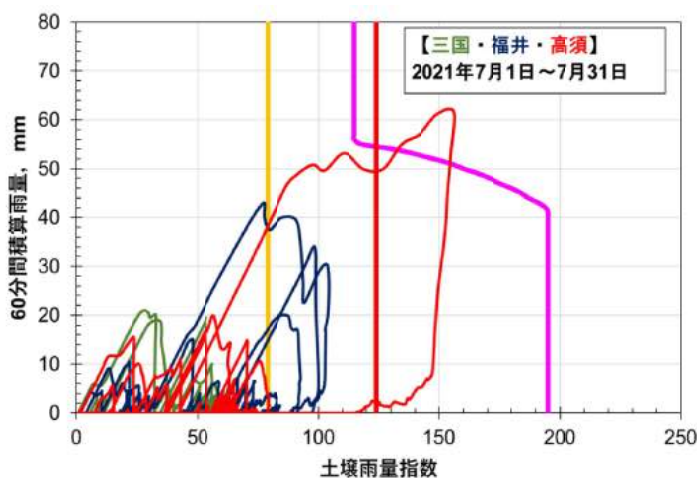
「令和3年7月29日の大雨」時のスネーク曲線



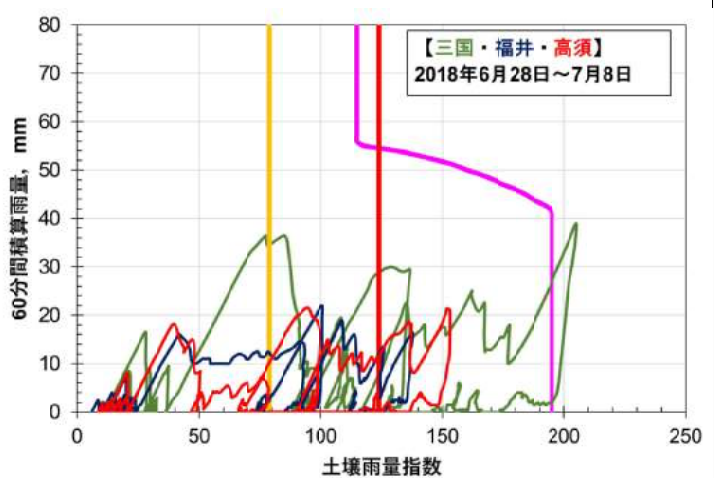
スネーク曲線の比較

【高須町:局地雨量計測と福井・三国:気象庁】

◆ 令和3年7月29日の大雨



◆ 平成30年7月豪雨(西日本豪雨)



局地的大雨(ゲリラ豪雨): 短時間, 局地的

集中豪雨: 長時間, 広域

※なお, 注意報, 警報および土砂災害発生基準線 (CL) は高須町全域をカバーする複数の1km × 1kmメッシュで設定されているものを用いていることに留意する。

手作り瓦版「たかすいかす」(第37号)



第37号 関西大学社会安全学部 近藤研究室・小山研究室
 取材・撮影・構成：近藤ゼミ 監修：近藤誠司
 2021年7月増刊

この「たかすいかす」では、自然豊かな高須(たかす)の“暮らしの知恵”を生かしながら(いかす)、防災に関する情報を少しずつ共有していきたいと思ひます。いっぱい、たゆまず歩みましょう。

7月29日の豪雨被害調査速報

2021年7月29日は、明け方にたくさんの雨が降り、集落の外内外で被害を出す結果となりました。高須では人的被害が無かったと聞いており、ひとまず安堵しています。あらためてお見舞い申し上げます。大雨警報や土砂災害警戒情報、記録的短時間大雨情報や避難指示といった多種多様な情報が届き、戸惑ったかたも多かったと思ひます。まずは、市道・農道・田畑の修繕をしながらも、すみやかに次なる災害に備える必要があるかと思ひます。いま、大学のほうでは、あの朝、時系列で何が起きていたのか詳しく分析する作業を急いでいます。また落ち着いた段階で、課題を共有する機会が持てればと思ひます。



アカハラ君



粘土質の土が大量の水を含み、崩れました



旧道の被害箇所



旧道の被害箇所

旧道の斜面崩壊箇所。竹林が路面にそのままへっぺてきています「見通し棒」(簡易観測機器)は、土砂によって吹き飛ばされてしまいました



旧道のカーブ



路面のひびわれ(数cmの段差)

2019年12月17日および2020年12月4日の時点で道幅「5.683m」、しかし、2021年5月28日は「5.691m」、今回は「5.692m」でした7月末の豪雨による大きな変化は見られませんが、引き続き要注意です



至・育苗乾燥施設



道路から見えない斜面もあちこち痛んでいます異常を感じたら、連絡をとりあひましょう

豪雨時における住民の早期避難
 行動促進のための土砂災害
 に関わる防災情報の伝達方法
 に関する検討
 —京丹波町での取り組み—

はじめに(1)

- ✓ 平成30年7月豪雨(西日本豪雨災害)において、集落全体に急傾斜地や土石流の危険箇所が多数存在する京都府船井郡京丹波町上乙見地区において、地区にアクセスする道路は崩壊した土砂によっていたるところで寸断された。また、土石流や住宅裏山の崩壊により土砂がなだれ込み、家屋や田畑に大きな被害が発生したが人命にかかわる被害は出なかった。
- ✓ これは、大雨の特別警報の発令や町役場からの避難指示の発出前に、地区内に入った地元消防団員が集落の全住民に避難を呼びかけたことにより住民の早期避難が実現したためとされている。
→ 早期避難は実現したものの、実際、避難のタイミングは間一髪であり、人命にかかわる大きな被害が出る可能性もあった。



はじめに(2)

- ✓ 豪雨時の土砂災害に関わる防災情報である「土砂災害ハザードマップ(どこ?)」および「土砂災害警戒情報(いつ?)」は、豪雨時に土砂災害発生危険度が非常に高まったとき、住民の早期警戒・避難の判断の参考となる重要な情報であるが、行政がこれらの情報を出しても、必ずしも住民の早期避難行動に結びついていないのが現状である。
- ✓ 本報では、京都府船井郡京丹波町において、土砂災害に対する住民の防災意識および地域防災力の向上を目的として2019年6月より実施しているさまざまな取り組みを紹介する。

- 住民と共同で作成するハザードマップ
- 町内に独自に設置した雨量計による局所的な雨量観測
- 土砂災害に関わる住民向け動画コンテンツの作成・配信

住民が土砂災害に関する知識を習得し、防災情報を正しく理解するとともに、身近に発生する様々な危険事象と気象データを関連付けることで、住民自らがそれぞれの「避難スイッチ」(住民が自ら避難を開始する基準)を設定し、早期避難に繋げる。

住民と共同で作成するハザードマップ

- ✓ 2019年7月15日に、京丹波町質美地区の住民を対象として、**住民と地区のハザードマップを共同で作成**し、**住民一人ひとりが知っている情報を出し合い、地区内の危険箇所・避難経路などを含めた地域の実状を再確認**した。
- ✓ その結果、**町より配布されたハザードマップには記載のない地区内の危険箇所や避難経路に関わる数々の情報**が出された。



POTEKAによる局所気象観測

- ✓ 2019年6月下旬より、京丹波町内の2つの地区（質美・上乙見地区）に気象観測装置を設置し、**局所雨量観測**を開始した。
- ✓ 気象観測においては、明星電気（株）が提供する「**超高密度気象観測・情報提供サービス**」である**POTEKA**を利用した。



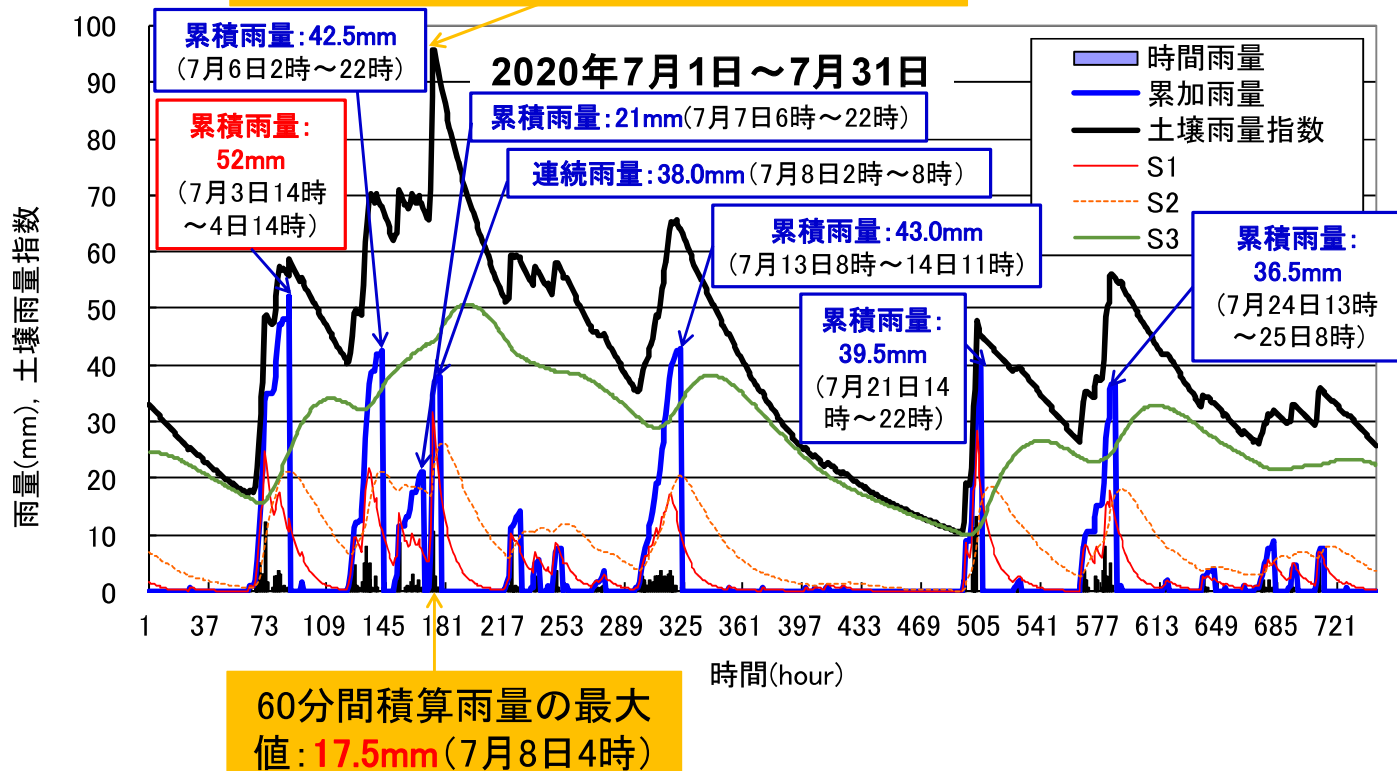
住民の早期避難のための判断基準である「**避難スイッチ**」をPOTEKAによる現地雨量観測結果を活用して設定する方法について検討する。



現地計測雨量および土壌雨量指数の推移

【上乙見】

土壌雨量指数の最大値: **95.7** (7月8日5時)



局所気象観測結果を用いた「避難スイッチ」の設定(1)

①「累加雨量(あるいは連続雨量)」を用いる方法

- **累加雨量(あるいは連続雨量)が閾値に到達すれば避難を開始**するという方法
 - ✓ **過去の被災事例や身の周りで発生した危険事象がどのくらいの累加雨量(あるいは連続雨量)で発生したのかを記録し、データとして蓄積することが重要**である。
 - ✓ 降雨が終了すれば、頭打ちになり、ある一定時間を経過すると累加雨量はリセットされる。
 - ✓ **先行降雨の影響**や降雨終了後の斜面内の雨水浸透状況は把握できない。

②「土壌雨量指数」を用いる方法

- **土壌雨量指数に閾値を設け、「避難スイッチ」として設定**する方法。
 - ✓ **土壌雨量指数**とは、降った雨が土壌中に水分量としてどれだけ溜まっているのかを**タンクモデル**を用いて算出し、数値化したもの。
 - ✓ 降雨が終了しても、斜面から排出される水についても評価ができることから、**降雨終了後の斜面内の雨水浸透状況をよりの確に表現**することができる。
 - ✓ 斜面内への雨水浸透メカニズムやタンクモデルに関する基礎知識に関する**住民の理解が必要不可欠**であり、理解促進に向けたわかりやすい説明が求められる。

局所気象観測結果を用いた「避難スイッチ」の設定(2)

③「スネーク曲線」を用いる方法

→土砂災害警戒情報の発表と同様の方法.

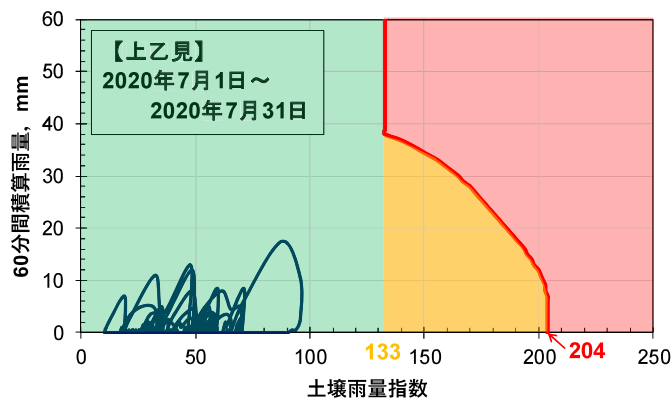
✓縦軸に**60分間積算雨量**, 横軸に**土壌雨量指数**をセットし, 時々刻々降雨状況をプロットして曲線を描く(→「**スネーク曲線**」と呼ぶ).

✓スネーク曲線と**土砂災害発生基準線 (CL: Critical Line)**の位置関係から, **現状の土砂災害発生危険度**が明示的に示される.

✓この情報を住民に時々刻々提供することで, **住民が現状の土砂災害発生危険度を把握し, 早期避難行動に結びつけることができる.**

✓**土砂災害警戒情報**の発表に仕組みについて住民の理解が必要.

2020年7月の上乙見地区におけるスネーク曲線および土砂災害発生危険度



- : 過去に土砂災害は発生していない領域
- : 過去に土砂災害は発生していないが短時間強雨により一気に危険度が高まる領域
- : 過去に土砂災害が発生した領域

土砂災害に関する動画コンテンツ作成・配信

2020年4月以降, 新型コロナウイルス (COVID-19) の感染拡大のため, 府県間の移動の制限などにより現場での調査・研究活動が十分に行えない状況にあったが, その間, Zoomを活用した動画コンテンツの作成を開始した.

✓「**土砂災害危険度の判定と早期警戒・避難基準の設定 (初級・中級・上級編)**」と題して, 「**避難スイッチ**」をPOTEKAによる**現地雨量観測結果を活用して設定する方法**について, 住民向けの番組を京丹波町ケーブルテレビと共同で制作する予定である.



✓「**土砂災害に関する理解を深めるための簡単な実験動画**」と題してすでに6回のシリーズ(①斜面を構成する土ってなんだ? ②土の強さって何? - 摩擦力, ③土の強さって何? - 粘着力, ④雨が降ると斜面はなぜ壊れる? ⑤斜面が崩れるのを防ぐには? - 斜面補強対策, ⑤斜面を測るって何? - 計測・モニタリング方法)を企画している.



京丹波町立ひかり小学校での防災教育

広げていこう、防災の輪！ 育んでいこう、学び合いの輪！

みんなのぼうさい

第4号

関西大学社会安全学部 近藤研究室・小山研究室

取材・撮影・構成：弓場珠希 / 監修：近藤誠司

2021年7月

「みんなのぼうさい」では、保護者の皆さまと、児童が学校で学んだ防災に関する情報・知恵・アイデアなどを共有してまいります。どうぞよろしくお願い致します。

「土砂災害」をまなびました！

第4回の防災特別授業では、「土砂災害」について学びました。最近、静岡県熱海市でも土石流による大きな被害が生じています。実は日本では年平均千回も土砂災害が起こっており、約52万箇所もの危険な場所があります。このように日本は「土砂災害大国」です。京丹波町では67地区1366箇所が土砂災害警戒区域に指定されています。「ハザードマップ」を確認し、お住まいの地域のどの場所が特に危険なのか確かめておくのと良いと思います。



講義は、すこし難しく感じた児童も多かったと思いますが京丹波町の暮らしには欠かせない知識です。2学期、復習します。

実験、そしてハンズオン！

土石流を再現してメカニズムをまなぶ実験をしました



雨水が流下・浸透すると土壌の摩擦・抵抗が減って斜面が崩壊

ちょこっと、コラム



もちろん座学を通して知識を得ることも大切ですが、実際に「体験」してみることによって、より深い理解につなげるとよいと思います。今回は、粒子の大きさの異なる2種類の「土」に触れてもらいました。水を含ませたときの感覚の違いを、ぜひ忘れないでおいってください。

ところで、やっぱり土をこねる作業って、楽しいですね～！ ついつい教室ではしゃいでしまった児童もいたと思いますが、それで大いじょうぶだと思います！ 新しい知的発見は楽しさの中から得られます。また次回の授業でも一緒に楽しみましょう！ (近藤研究室 森本将吾・弓場珠希)

おわりに(1)

- ✓ 近年、**気象レーダーによる予測技術の進歩**により、多種多様な**防災気象情報が高解像度・精度で提供される**ようになってきた。
- ✓ 最近になって、気象庁が提供する「**キキクル**」にこれらの情報が集約・一元化され、インターネットなどを通して閲覧が可能となった。また、各都道府県において独自のシステムが構築されている。
- ✓ 多種多様な防災気象情報が提供されるようになった一方、**避難情報はより簡素化**（「避難勧告」の廃止やレベル1～5で表示など）の方向に向かっている。
 - 情報を受け取る側の知識レベルに応じたより**きめ細かな情報提供の方法**を考えていく必要がある。
- ✓ 「自助」、「共助」に主眼を置いた場合、**身近な土砂災害リスクをどのように感知(認知)し、地区内で情報を伝達し、共有するか**を考える必要がある。

おわりに(2)

- ✓ 斜面計測・モニタリングの普及と市民が自分で情報を集めるという環境(住民参加型斜面計測・モニタリング)が成り立つようになれば、大量のデータが集まることになり、それらをビッグデータとしてリアルタイムで分析しながら危険度を即時に判定するような仕組みの構築も将来的には可能になると考えられる。そのためには、時系列データに対し統計的な手法を用いた分析または人口知能(AI)を用いた機械学習などの分析手法の確立が必要である。
- ✓ 気象観測や斜面計測・モニタリングにより取得される客観的な科学データと身の回りで発生する危険事象と関連付け、これらの情報を収集・蓄積していき、地区・地域内で共有する仕組みを構築することが、「避難スイッチ」や「マイ・タイムライン」の設定に必要かつ重要であり、土砂災害に対する住民の早期警戒・避難に繋がるものと考えられる。
- ✓ 防災減災の技術開発のために産官学がオープンイノベーションのもと協力し、異分野の融合を積極的に取り入れた「みんなが集う」枠組みが重要である。今後、このような枠組みを構築しながら土砂災害の防災・減災技術の確立を目指していくことが必要である。