

第86回 Welcome JERCO Salon
既存住宅の地震・災害対策の最前線

住宅における地震・ 災害リスクの実態

株式会社Be-Do 会長

だいち災害リスク研究所 所長

横山 芳春

講師プロフィール



横山芳春 博士（理学） 地質・地盤・災害の専門家

『安全な土地の強い住まいこそ、最高の防災グッズ』を提唱

株式会社Be-Do会長／だいち災害リスク研究所 所長（さくら事務所の防災シンクタンク）

早稲田大学大学院 理工学研究科修了

国立研究開発法人産業技術総合研究所研究員～不動産環境コンサル会社～

住宅地盤会社技術部長・執行役員／子会社役員～一般社団法人理事～現職

地震や地盤災害による被害が繰り返されず、悲しむ人が少なくなる社会造り

- ・ 大きな地盤災害（大地震等）発生時、被災地に現地入りしての被害調査・報道対応
東日本大震災、平成26年8月豪雨、平成27年9月関東・東北豪雨、熊本地震本震
西日本豪雨、胆振東部地震、福島県沖の地震、熱海土石流、横浜市土砂崩れなど
- ・ 地盤リスク～災害に遭いにくい立地選び・住み方の啓発
- ・ 報道番組・専門誌等での災害被害、地震、地盤等に関する専門家として出演
NHKスペシャル、WBS、ワイドスクランブル、ひるおび、ゴゴスマ等に出演
- ・ 「地盤災害ドクター」ツイッター <https://twitter.com/jibansaiagai>

話題

・住宅にかかわる近年の地震・災害リスクのトピック

- ①川がなくとも起こる水害「内水氾濫」の課題
- ②ハザードマップがないとき役立つ便利ツール
- ③戸建て、マンションで気を付けるべき災害は？
- ④宅地の地震被害の教訓（造成地の宅地被害）

近年、多発している水害が「内水氾濫」



川の洪水ではなく、排水できなくなった雨が低い土地に集まって発生する水害。
そのため、川がない高台でも、周りより低いところがあれば発生（動画は台地の上）₄

直近の台風14号に伴う雨による事例

越谷市



NHKニュースより

上尾市



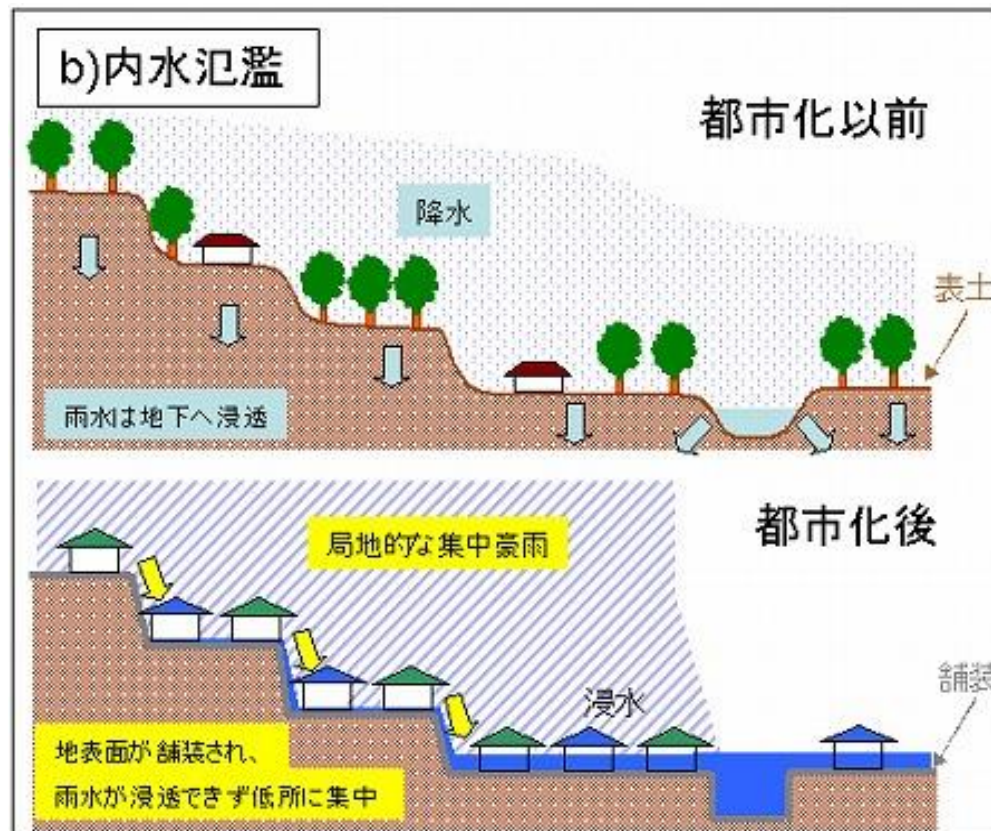
<https://twitter.com/JMBHBK/status/1571376794439421958?s=20&t= oIy1-732xK4IwBJL2vkRw>

新宿区 代々木公園



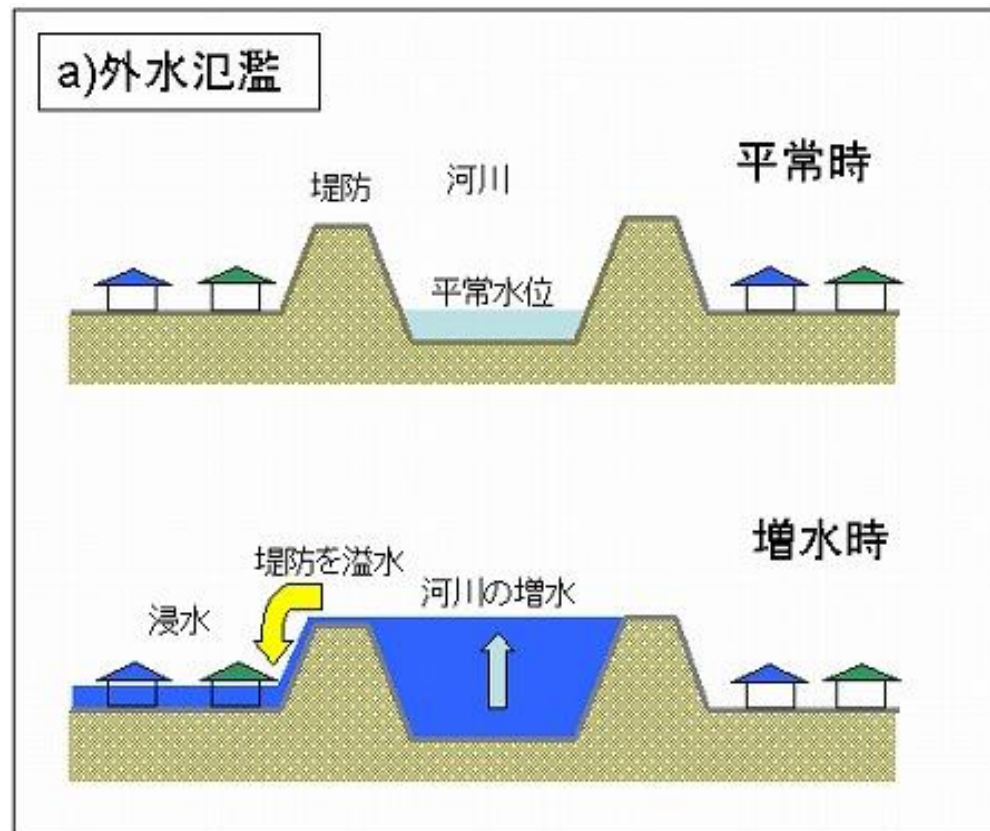
<https://twitter.com/ALcartomika/status/1571360896475340801?s=20&t= oIy1-732xK4IwBJL2vkRw>

内水氾濫は、川がなくとも起こる「都市型水害」
家が倒壊するような被害にはなりづらいが、発生頻度は高い。
雨量によっては、想定される浸水の深さが1m以上3m未満、
想定によっては3m以上5m未満が想定されている地域もあり、
床上はおろか2階浸水の可能性もある

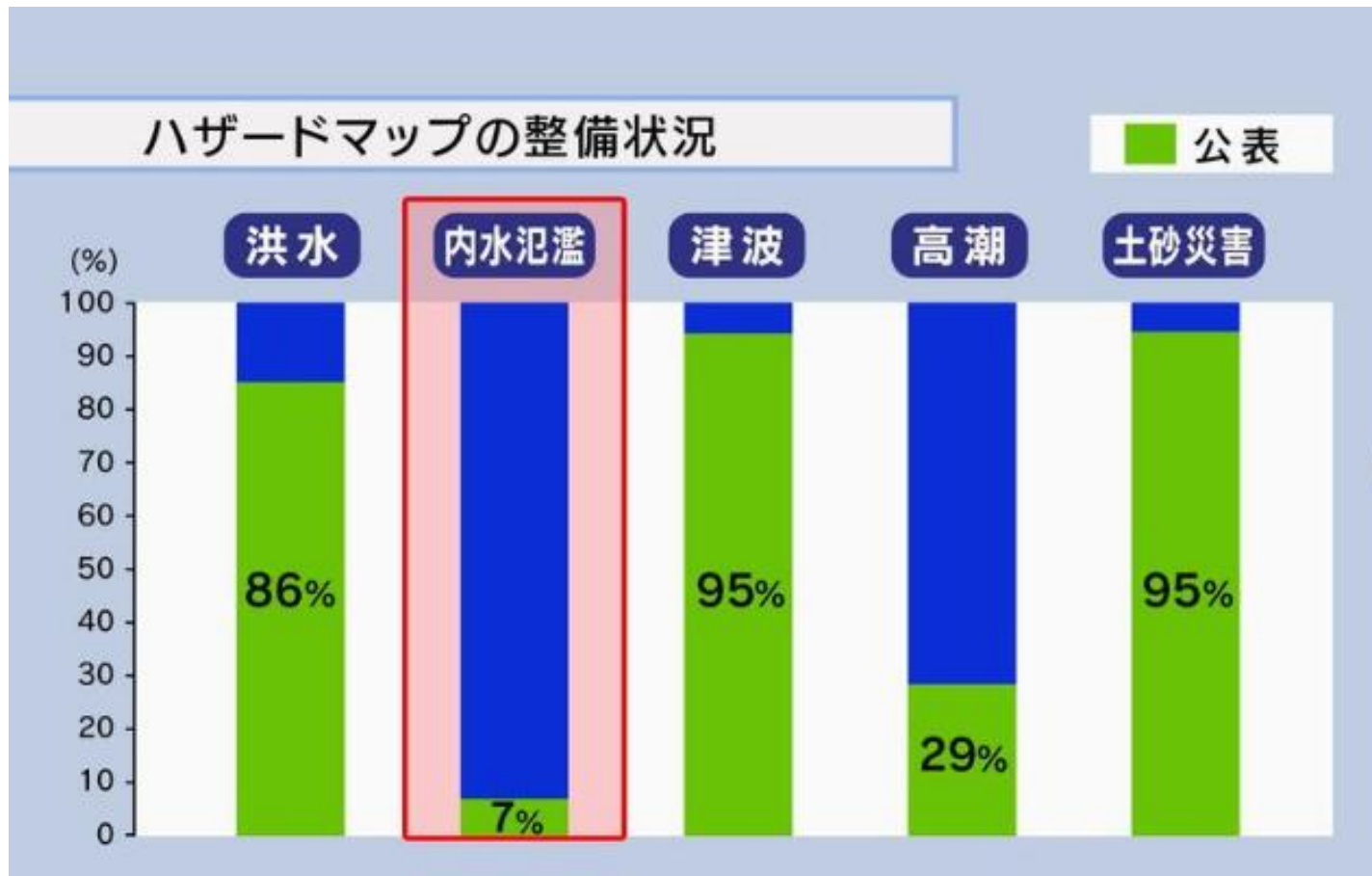


「洪水（外水氾濫）」とは異なる。

川の水位が堤防を越えて越水、または堤防が決壊するなど、
濁流が押し寄せる→ハザードマップの整備が進んでいる
(ただし、中小河川を想定したマップはまだ立ち遅れている)



衝撃的なニュース記事 内水ハザードマップは整備が遅れている



[「危険な場所が載ってない！」命守るハザードマップに大きな問題点 \(RKB毎日放送\) - Yahoo!ニュース](#)

洪水マップでは浸水が想定されていない地域（台地部）でも、内水マップがあると浸水が想定される地域となる事例（松戸市の例）



洪水マップでは「家屋倒壊等氾濫想定区域」に要注意。 決壊した川の流れなどで家屋が流失する懸念のある地域です。



家屋倒壊等氾濫想定区域図について

H28.8.15

- 家屋倒壊等氾濫想定区域設定の必要性
洪水時に家屋が流出・倒壊等のおそれがある範囲で、洪水時における**水平避難が必要な区域・垂直避難が可能な区域の判断等に有効な情報**となります。
- 家屋倒壊等氾濫想定区域の種類
家屋倒壊等氾濫想定区域は、【**氾濫流**】と【**河岸侵食**】の2種類あります。

家屋倒壊等氾濫想定区域(氾濫流)	家屋倒壊等氾濫想定区域(河岸侵食)
・河川堤防の決壊又は洪水氾濫流により、木造家屋の倒壊のおそれがある区域	・洪水時の河岸侵食により、木造・非木造の家屋倒壊のおそれがある区域




堤防決壊に伴い木造家屋が倒壊した状況



河岸侵食により家屋倒壊した状況

上 [国交省中部地方整備局HP](#)より (枠を加筆)
左 [松戸市やさシティマップ](#)より (枠を加筆)


ニュースで出てくる「〇〇市全域に避難指示」 これって市内の全員が避難するもの？

 Yahoo!ニュース

日向市 全域に避難指示（MRT宮崎放送） - Yahoo!ニュース

日向市は全域に避難指示を発令しました。宮崎放送. この記事はいかがでしたか？ リアクションで支援しよう.

3日前

 TBS NEWS DIG



鹿児島市が全域に「避難指示」発表へ 下鶴市長「暗くなる前 ...

鹿児島市は災害対策本部会議を開き、このあと午後4時に市内全域に避難指示を発表することを決めました。下鶴市長は「暗くなる前、暴風が吹く前までに...

3日前



警戒レベルと避難行動の表 「危険な場所から」全員避難
危険な場所でない人は避難不要、2階への垂直避難で済む人は2階でいい。

警戒 レベル	状況	住民が取るべき行動	行動を促す情報
5	災害発生 又は切迫	命の危険 直ちに安全確保！	緊急安全確保※1
 <警戒レベル4までに必ず避難！> 			
4	災害の おそれ高い	危険な場所から全員避難	避難指示 (注)
3	災害の おそれあり	危険な場所から高齢者等は避難※2	高齢者等避難
2	気象状況悪化	自らの避難行動を確認	大雨・洪水・高潮注意報 (気象庁)
1	今後気象状況悪化 のおそれ	災害への心構えを高める	早期注意情報 (気象庁)

だいち災害リスク研究所が推奨する避難の目安



戸建て住宅（木造を想定）の場合の水害から避難の目安

水害ハザードマップの表記 (想定される浸水深など)	平屋	2階建て	3階建て
家屋倒壊等 氾濫想定区域 (河岸侵食)	避難不要	避難不要	避難不要
家屋倒壊等 氾濫想定区域 (氾濫流)	避難不要	水平避難	避難不要
想定浸水深～5.0m	避難不要	避難不要	避難不要
想定浸水深～3.0m	避難不要	避難不要	垂直避難
想定浸水深～1.0m	避難不要	垂直避難	垂直避難
想定浸水深～0.5m	避難不要	垂直避難	垂直避難
想定浸水深～0.3m	避難不要（基礎が低い場合は水平避難）	避難不要（基礎が低い場合は垂直避難）	
想定浸水深～0.1m	避難不要		

「逃げる 逃げない
水害」で検索！

※この表は目安です。
宅地ごとに基礎の高さなどにより異なることがあります。

だいち災害リスク研究所が推奨する避難の目安



集合住宅（RC造を想定）の場合の水害から避難の目安

水害ハザードマップの表記 (想定される浸水深など)	1階の部屋	2階の部屋	3階の部屋	4階以上の部屋
家屋倒壊等 氾濫想定区域 (河岸侵食)	Red	Red	Red	Red
家屋倒壊等 氾濫想定区域 (氾濫流)	Red	Red 水平避難	Red	Red
想定浸水深～5.0m	Red	Red	Red	Blue
想定浸水深～3.0m	Red	Red	Blue	Blue
想定浸水深～1.0m	Red	Blue	Blue	Blue
想定浸水深～0.5m	Red	Blue	Blue	Blue
想定浸水深～0.3m	Orange 避難不要（基礎が低い場合は水平避難）	Blue 避難不要（基礎が低い場合は垂直避難）		
想定浸水深～0.1m	Blue 避難不要			

ハザードマップの想定区域外での被害も少なくない

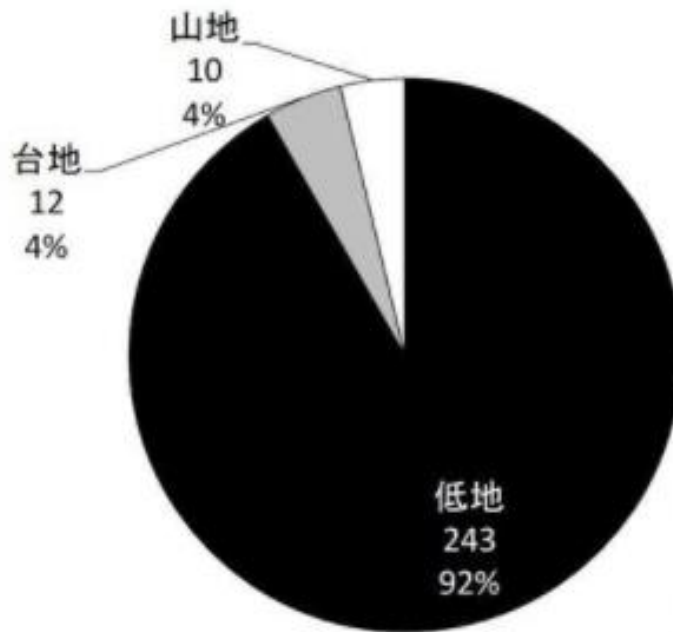
静岡大学による調査で、「洪水」、「河川（増水した川に接近）」により亡くなった方の**約6割は想定浸水区域外で遭難**。いっぽう、遭難した場所の**92%は川沿いの低地**（川と同じの低い土地の地形）で遭難していた。

※同調査では**土砂災害でも24%が区域外で遭難**

「洪水」・「河川」犠牲者発生
位置と**浸水想定区域**の関係
(1999～2018年)



「洪水」・「河川」犠牲者発生
位置と**地形情報**との関係
(1999～2018年)



水害のハザードマップがない時に便利なツール

国土地理院が無料で公開している「[地理院地図](#)」の断面図が便利

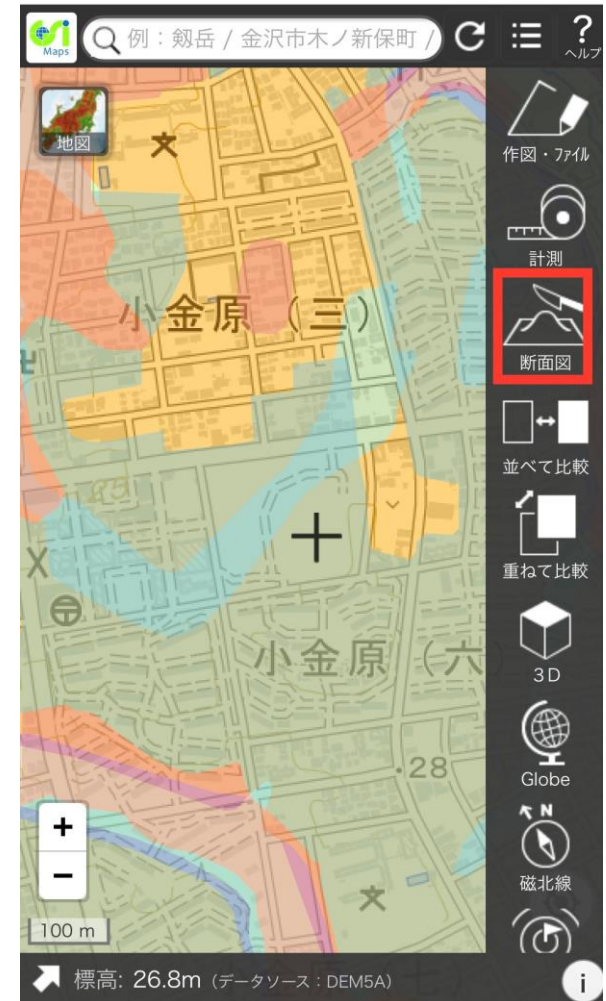
スマホでも操作可能。スマホ版では、①見たい範囲を選ぶ

②右上の  ボタン→「ツール」ボタンを押して、③断面図ボタンを押す

①、②

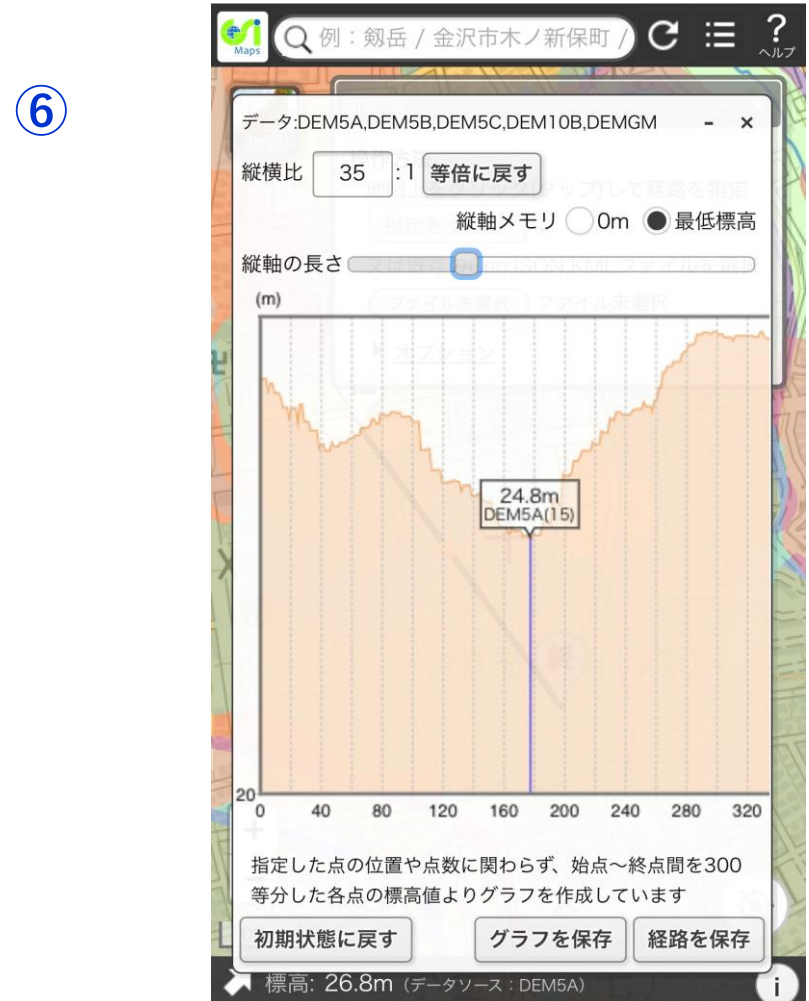
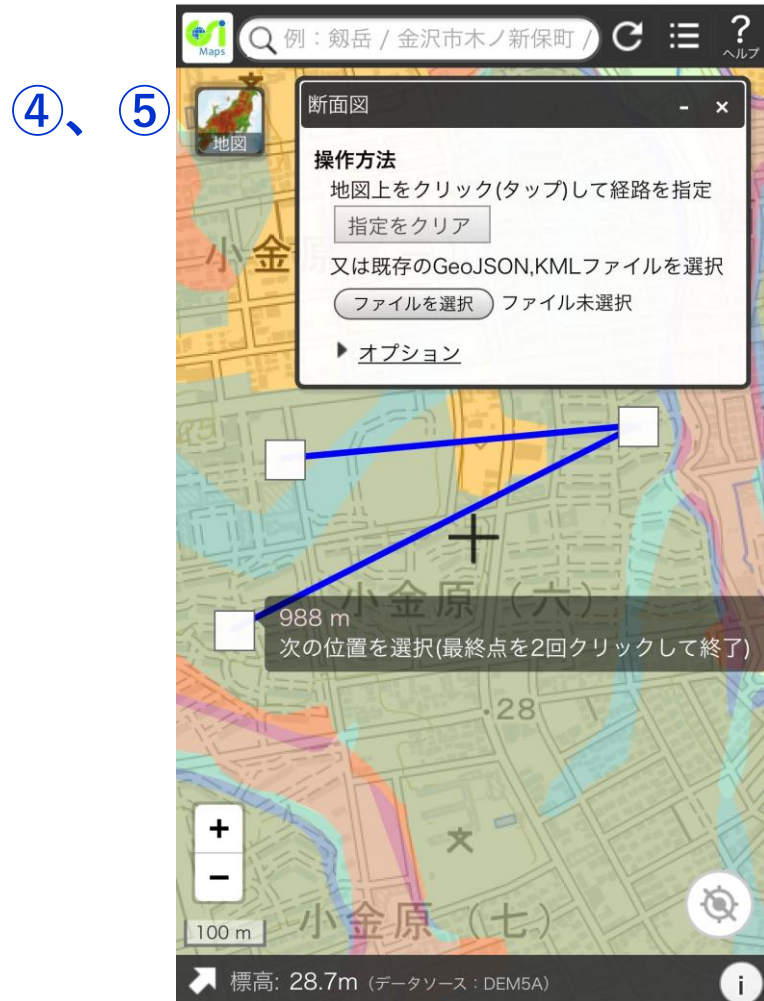


③



- ④断面を切りたい始点をクリック (タップ)
 - ⑤断面図の終点をダブルクリック (ダブルタップ)
- すると、⑥断面図が表示される。

→東西南北等で断面を作って、周りよりくぼんでいるような場所であれば、内水氾濫が起きやすい可能性が考えられる。



「自分で作る色別標高図」も便利。低い場所が色でわかる。

- ①見たい範囲を選ぶ
- ②左上の「地図」ボタンを押し、
- ③標高・土地の凹凸から、
- ④自分で作る色別標高図を推す

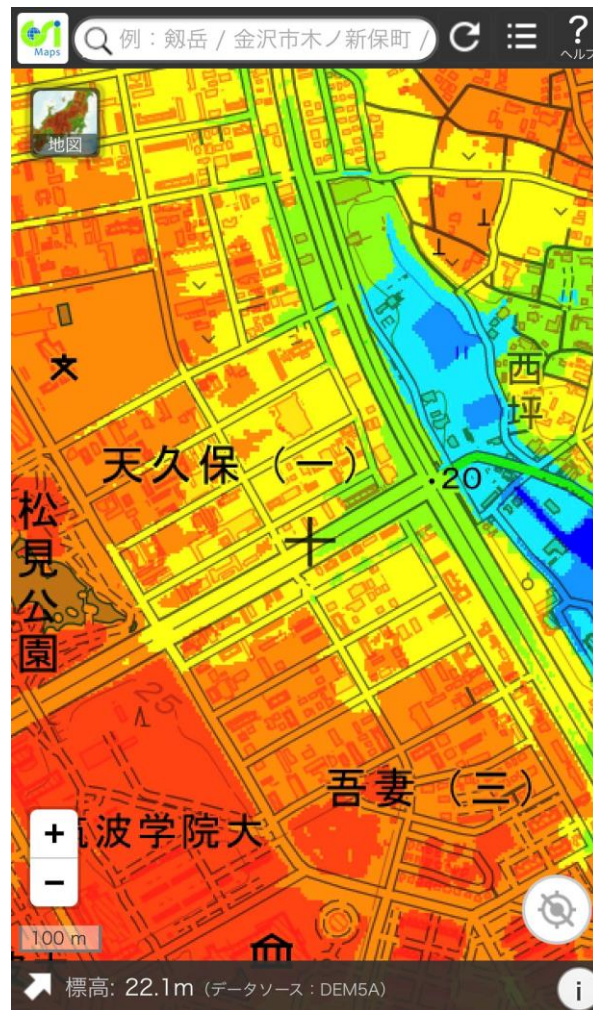


- ⑤歯車ボタンを押すと自動でそのエリア内の標高の別で色分け例が出るので、
⑥「上記の内容で地図に反映ボタンを押す
⑦標高別で塗り分け地図が表示される。濃い青、青系は低い土地
→自分で⑥の数字を見たい標高に変えることもできる。

⑤、⑥



⑦



さくら事務所では、「災害リスクカルテ」というサービスを展開（税別9,800円）。ハザードマップがなくとも個別の災害リスク、宅地の被害想定と電話相談がついたサービス

自宅ピンポイントで災害リスクを診断 災害リスクカルテ

自宅・購入
エリアの
災害リスク
分析

建物への
備え

専門家が面談アドバイス



不動産の達人

株式会社さくら事務所



水害（洪水、内水、高潮）、土砂災害、地震時の揺れやすさ、大規模盛土造成地、津波のリスクについてプロが診断する

地形区分、地歴、標高、ハザードマップなどをもとに専門家が災害リスクを判定



土地の災害リスクをもとに建物の専門家がその建物の被害を予測



被害想定： 水害



被害想定： 土砂災害

被害を予測をもとに、最低限必要な対策や優先順位をアドバイス

どの災害に気をつける？

避難すべき？

保険のカバー範囲は？

最低限備えるグッズは？

本格的な対策は必要？

被災後の復旧方法は？



家屋の被害想定

災害リスク分析

【地震】津波 具体的な被害予想

津波リスク ● ● ●

建物の想定被害割合 大規模半壊～
 想定被害額 500万円～1,600万円
 復興想定日数 3ヶ月～
 自宅外への避難 必要

想定浸水深は、2.0m です。
 水が1階の天井付近まで水が達する可能性があります。
 台風や大雨などの際は、自宅の2階へ避難しましょう。

【地震】土砂災害 具体的な被害予想

土砂災害リスク ● ● ●

建物の想定被害程度 半壊～
 想定被害額 1,500万円～
 復興日数 6ヶ月～
 自宅外への避難 必要

1階の天井付近まで土砂が押し寄せる可能性があります。
 浸水は壁と反対側の2階にすることをオススメします。

【台風・大雨】土砂災害 具体的な被害予想

土砂災害リスク ● ● ●

建物の想定被害程度 半壊～
 想定被害額 1,500万円～
 復興日数 6ヶ月～
 自宅外への避難 必要

地震で急傾斜地の崩壊（がけ崩れ）の可能性がります

1階の天井付近まで土砂が押し寄せる可能性があります。
 台風や大雨などの際は、最寄り避難所などへ避難しましょう。

【地震】建物倒壊 具体的な被害予想

建物倒壊リスク ● ● ●

想定被害額 500万円～1,500万円
 復興想定日数 3ヶ月～

ゆれやすさ	旧耐震	耐震等級1	耐震等級2	耐震等級3
大	▲	△	○	○
中	▲	△	○	○
小	▲	△	○	○

電話相談のポイント
 建物の築年数などをもとに、ホームインスペクターに耐震性能や倒壊危険性などのアドバイスをもらいましょう。

災害リスクカルテ

物件情報
 名称：〇〇マンション
 種類：マンション
 住所：〇〇市〇〇区〇〇町〇〇番〇〇号 〇〇マンション207

項目 災害リスク評価

水害	高
土砂災害	高
地震時のゆれやすさ	高
地震の震動化	高
大規模土壌	高
津波	低

災害ドクターの診断
 〇〇市は、高層ビルが密集するエリアで、10m以上の高層ビルが密集していることから、地震時の揺れやすさ、震動化リスクが非常に高いと評価されています。

市況 浸水時間マップ (〇〇川水系のはん蒸)

https://www.city.hanyu.jp/kyoc/2013/05/28/0006/2he_content/1010kusan.html

土砂災害 高い／中程度／低い

確認方法：ハザードマップ、地価簿

ハザードマップの確認
 ・対象地域には土砂災害警戒区域がありません。
 ・ない場合は、〇〇市は土砂災害警戒区域がないとされています。

防災ドクターの診断
 ・対象地は平地地であること、ハザードマップで土砂災害警戒区域に指定されていないことから、土砂災害リスクは低いものと考えられます。

〇〇市「土砂災害ハザードマップ」
https://www.city.hanyu.jp/kyoc/2013/05/28/0006/2he_content/1010kusan.html

地震時のゆれやすさ 高い／中程度／低い

確認方法：J-SHIS MAP (震源地別揺れ幅)、地価簿

J-SHIS MAPの震源地別揺れ幅は、2.10とされています。

防災ドクターの診断
 ・J-SHIS MAPの震源地別揺れ幅が2.13であること、地価簿で高層ビルが密集していることから、地震時の揺れやすさリスクは高いと考えられます。

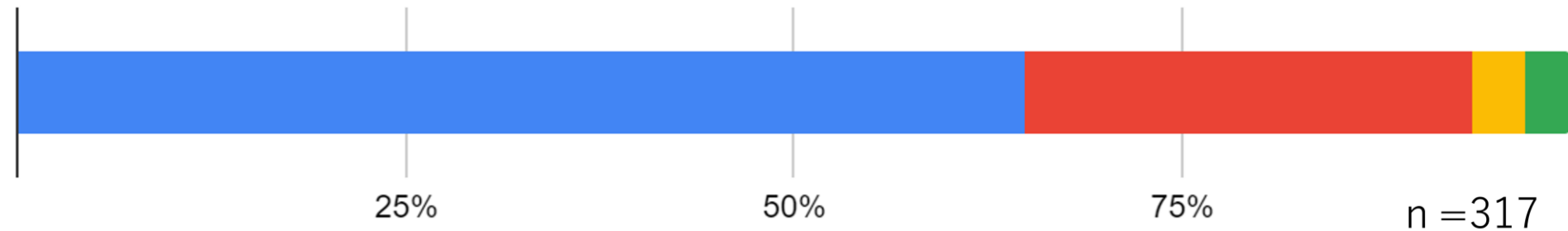
防災科学技術研究所「J-SHIS map」より
 表層地盤増幅率を表示
<https://www.jshis.horai.ac.jp/mr/>

この災害リスクカルテ発行が2年間で300件を超えたことから、発行物件の分析を実施しました。

いったい、どのようなリスクがある土地が多いのか？

地盤カルテ作成物件の種別

■ 戸建て ■ マンション ■ アパート・ビル ■ 空き地・不明



戸建て住宅=204

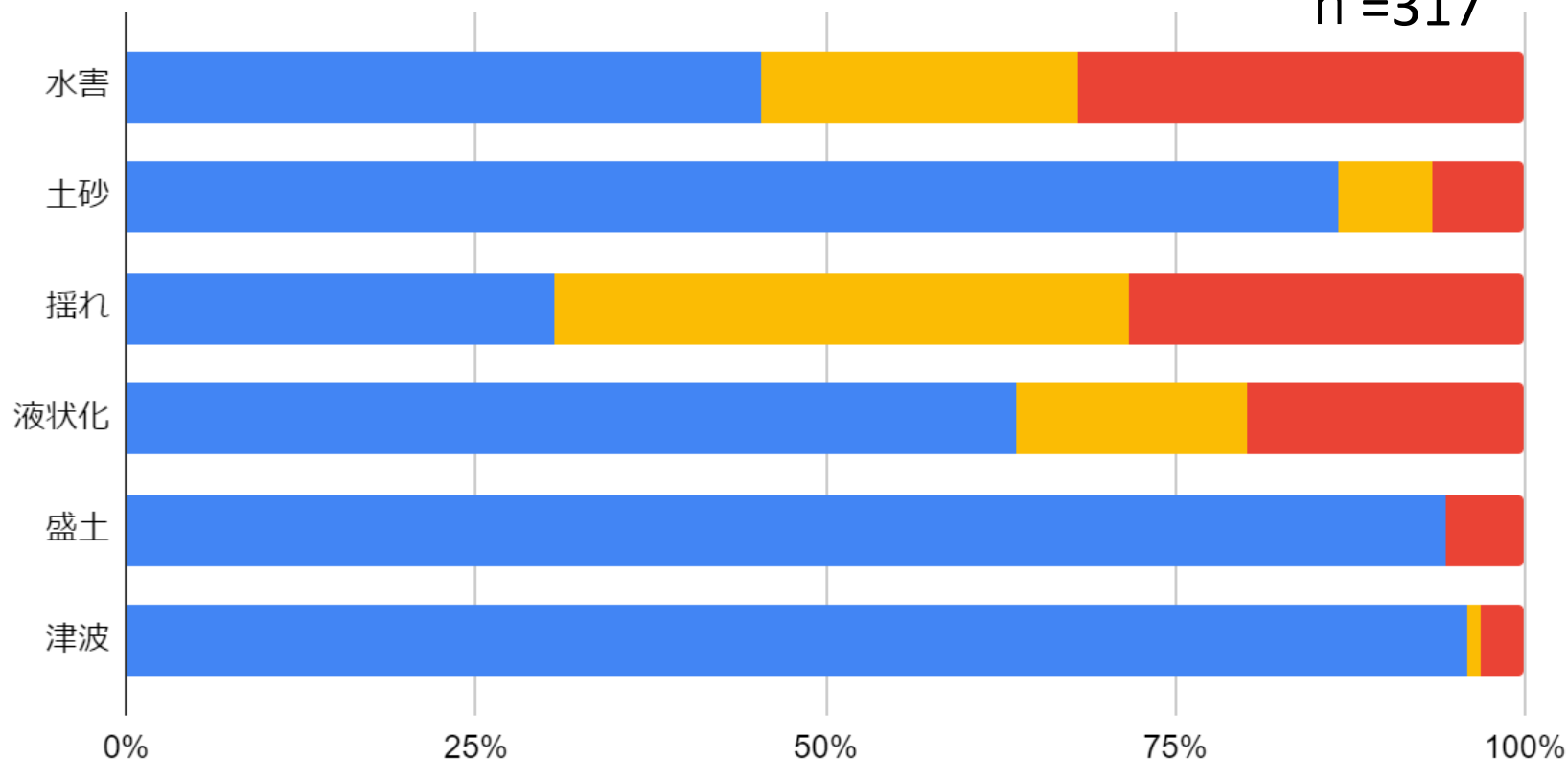
マンション等=101

水害リスク、地震時の揺れやすさが半数以上の場所で
リスクあり（揺れやすさは「標準的」）。
液状化が続き、土砂災害、さらに津波は限定的

全物件の災害リスク

■ 低い・対象外 ■ 中程度 ■ 高い（盛土は該当）

n = 317

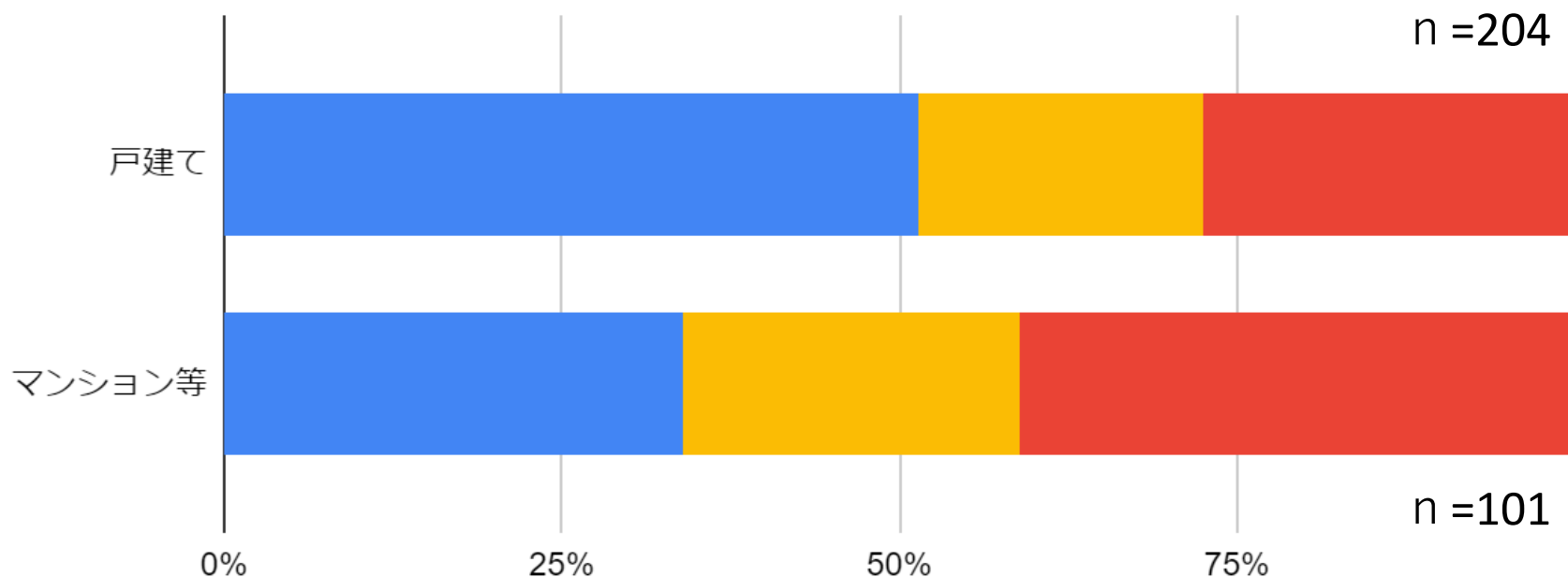


マンションと戸建て住宅でリスクに違いがあったのは、水害リスク。マンションで20ポイント近く水害リスクがある場所の物件が多かった。

→マンションは駅前やウォーターフロントなどに多い影響か？機械室、防災室、立駐などの浸水に注意。

戸建て・マンション等の水害リスク

■ 低い ■ 中程度 ■ 高い



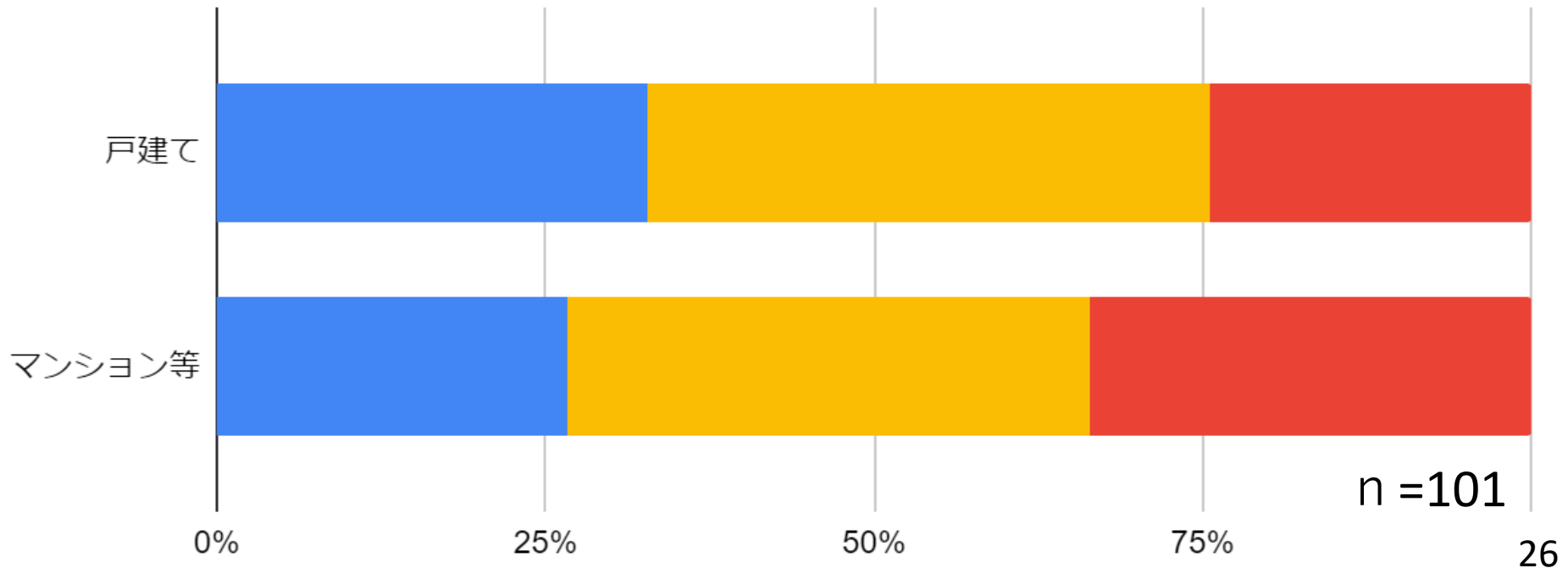
地震時の揺れやすさはややマンションで揺れやすい側が多かった。

→戸建ては若干「山の手」側に多い影響か？
ただし、揺れによる影響は戸建て住宅のほうが大きい。

戸建て・マンション等の地盤の揺れやすさ

n = 204

■ 低い ■ 中程度 ■ 高い

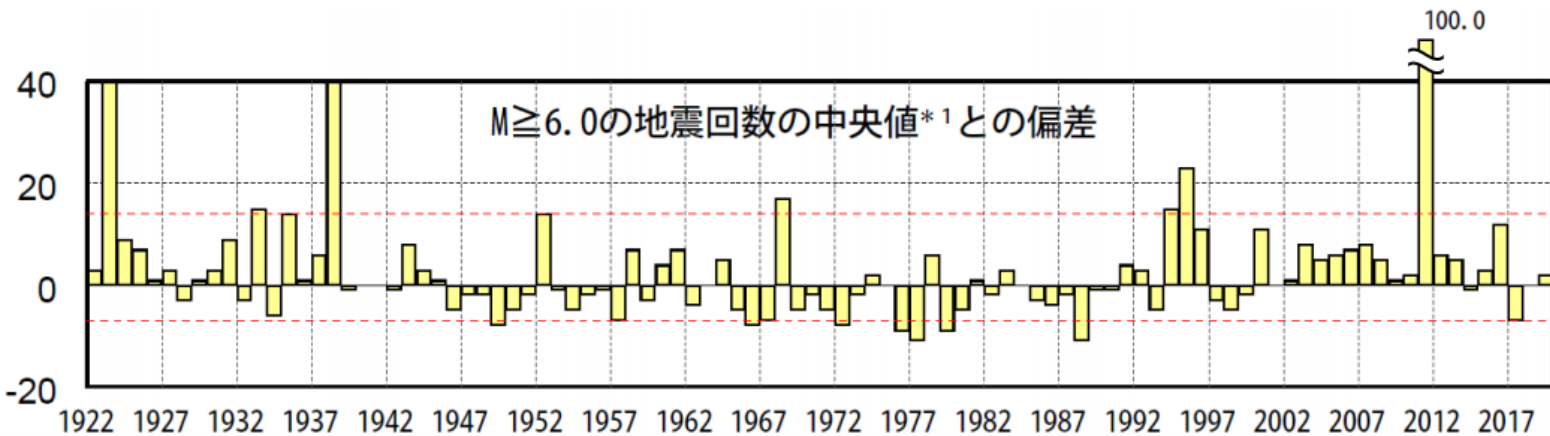
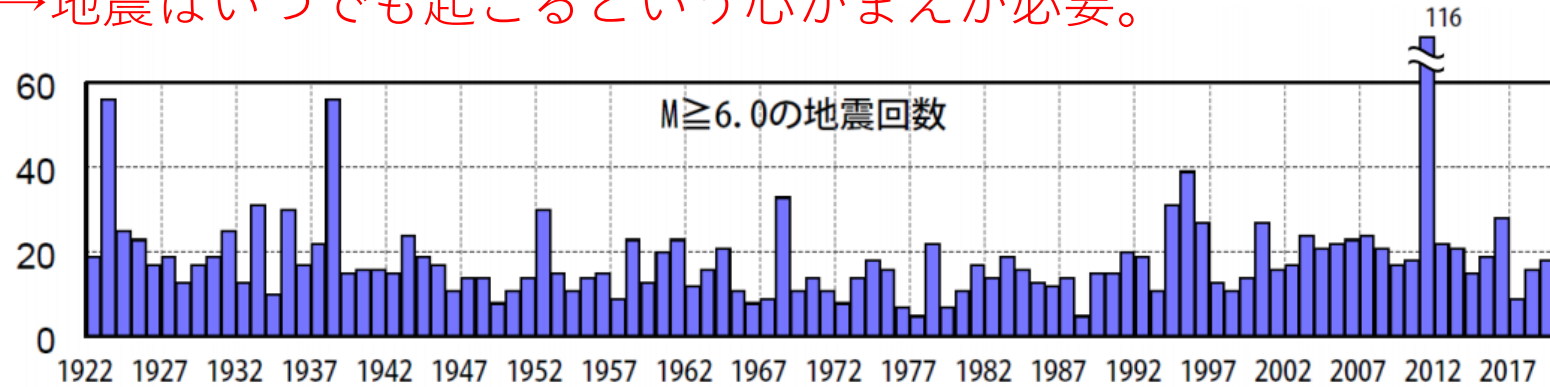


地震は増えている？

M \geq 6.0 の過去 98 年間（1922～2019 年）の中央値は 16 回／年

2011年は「東北地方太平洋沖地震」の余震の影響はあるが、最近とくに著しく地震が多い（少ない）ということはない。

→地震はいつでも起こるといふ心がまえが必要。

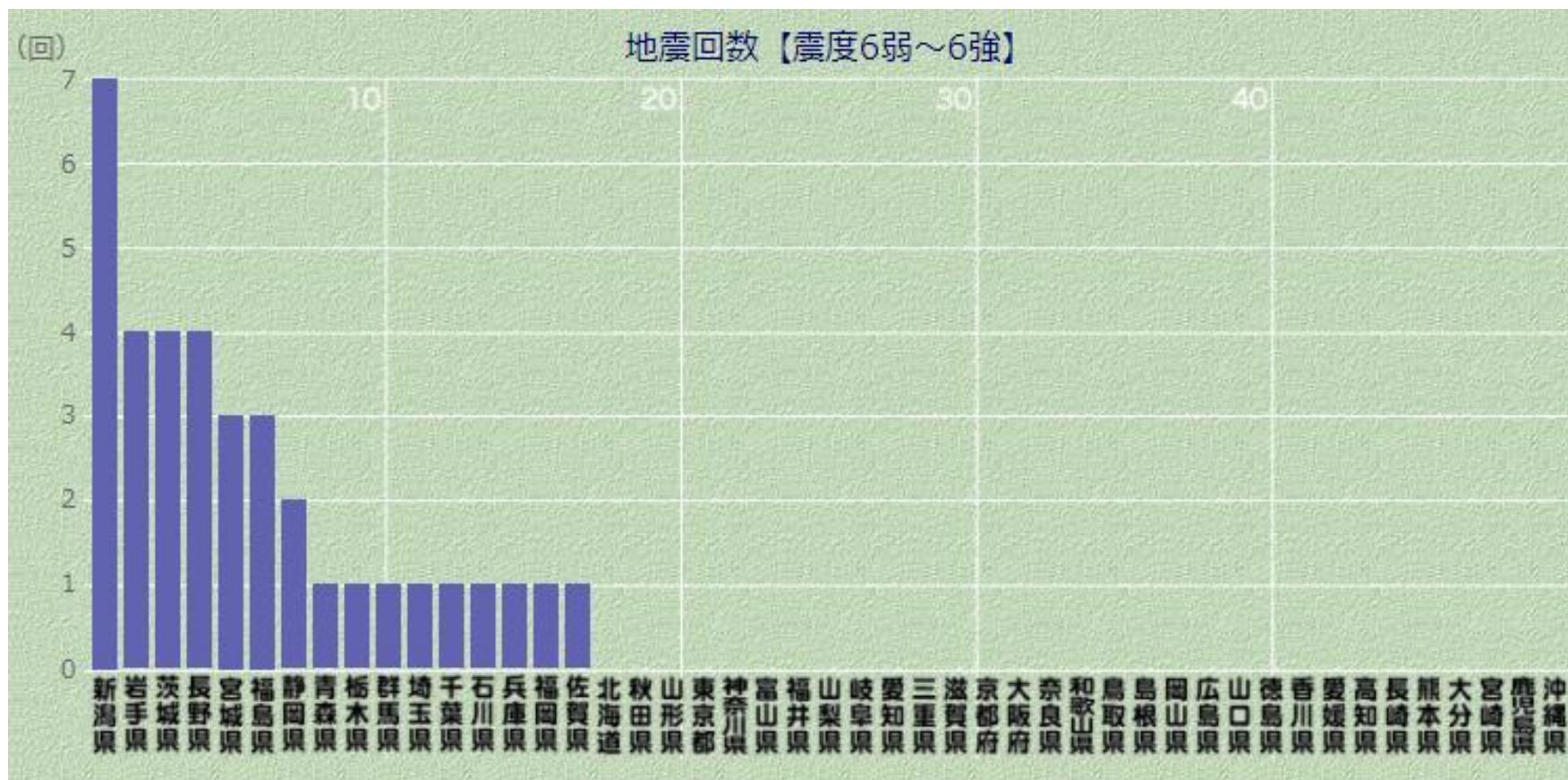


気象庁：令和元年12月 地震・火山月報（防災編）

都道府県ごとの地震の回数(震度6弱～6強)

グラフの期間は2004～2014年の10年間。その後、期間内に発生していなかった
北海道、山形県、大阪府、鳥取県、熊本県、大分県
 で、2015年以降に震度6弱以上を観測。「地震が少ない」と言われる地域も含む。

→地震はどこでも起こるといふ心がまえが必要。



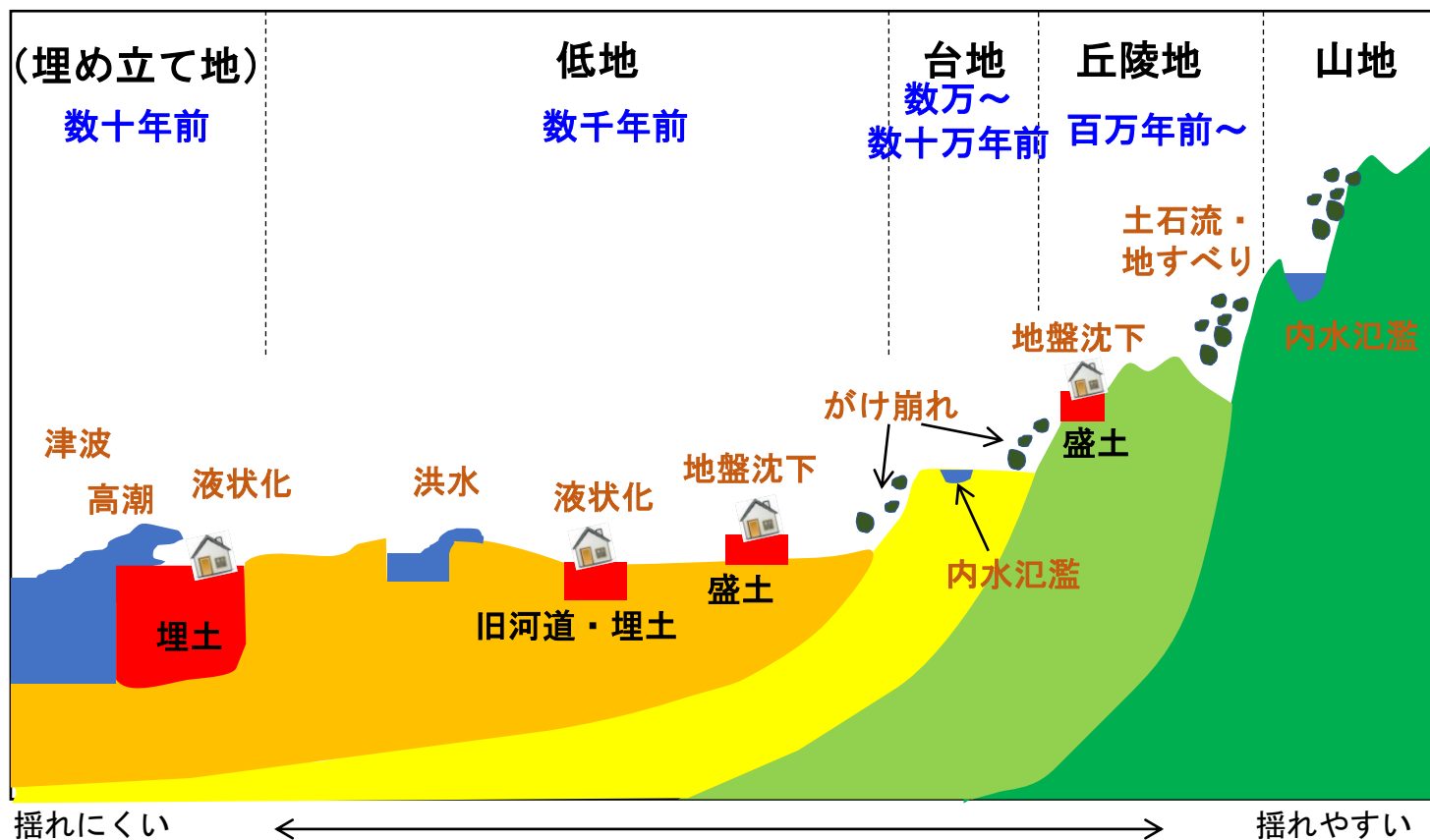
出典：震度別地震回数(都道府県データランキング) (uub.jp)

地形と災害リスク・地盤の揺れやすさの関係

地形によって、概ね災害リスクや地盤の地震時の揺れやすさがわかる。

※実際には宅地ピンポイントでの評価が必要

山側はゆれづらい地盤が多いが、盛土造成地には要注意。



ランク	A 低め	B やや低め	C 中程度	D やや高め	E 高め
地盤増幅率	1.0未満	1.0以上 1.4未満	1.4以上 1.6未満	1.6以上 2.0未満	2.0以上

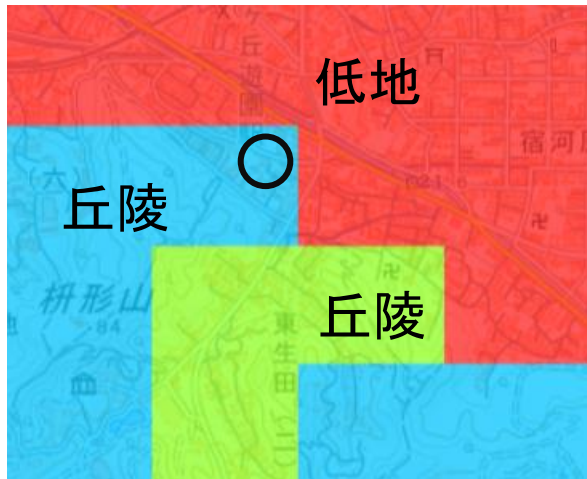
ランクがAなどの場合でも、地震による危険がないことを示すものではありません

図の出典：横山芳春（2018）に加筆

ハザードマップが「外れる？」

地震時の地盤のゆれやすさは、「J-SHIS MAP」がわかりやすい。表層地盤→地盤増幅率、
でみるとゆれやすさのマップが出るが、注意点が2点。

1. 250m幅のなかの地形が代表点で示されており誤差が大きい、
2. 「埋立地」なら全国の埋めたて地の平均値で、ピンポイントで調査した結果とは二倍、
半分以上結果が違ふことがある。 ※関東地方は、メッシュ内実測値に修正されている



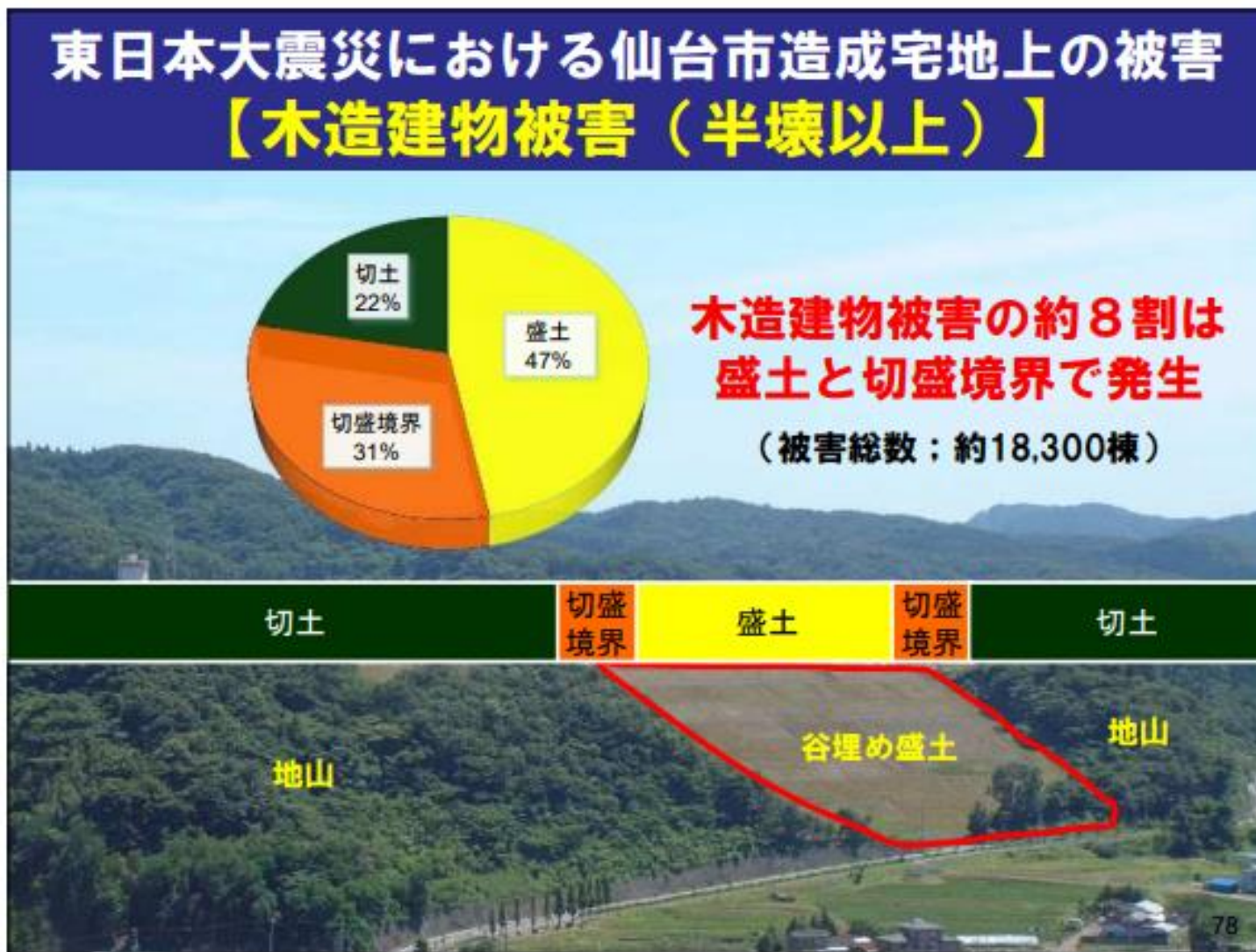
J-SHIS MAPより



地理院地図より土地条件図

ハザードマップで「ギリギリセーフ」は地図の精度により、セーフでないことも

造成地では、木造建物被害の8割は盛土と、切盛境界で発生との報告がある。



造成地宅地被害は、切土の被害に比べて盛土の地震動増幅で4倍、盛土の変状で40~70倍に達するという報告がある。

宅地被害と木造建物被害の関係

【木造建物；全壊の場合】

建物のみ原因の被害

盛土の変状による被害
40~70倍

盛土の地震動増幅による被害
4倍

切土の地震被害
(基準)

32~55%

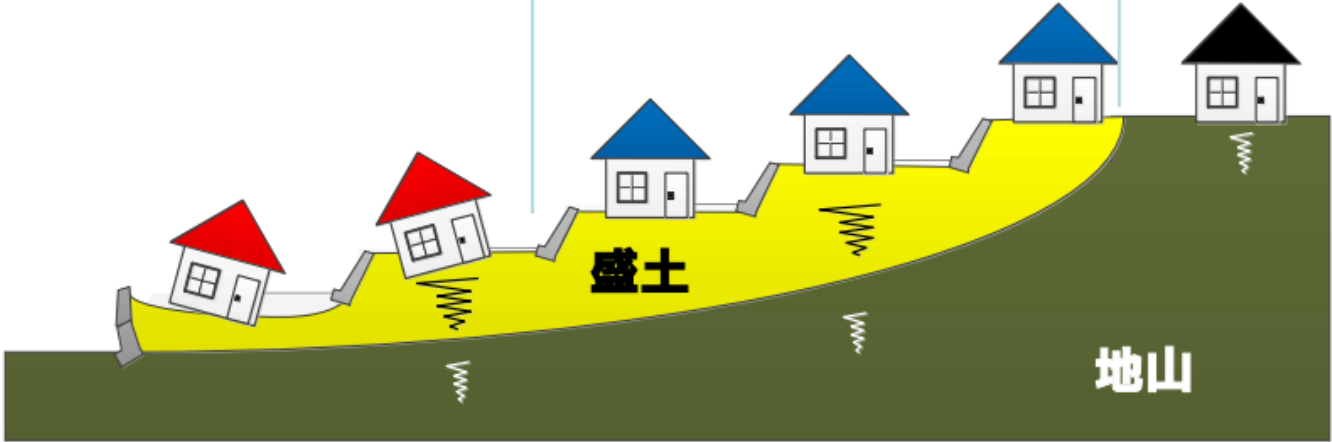
3.5%

0.8%

盛土
(宅地被害あり)

盛土
(宅地被害なし)

切土
(宅地被害なし)

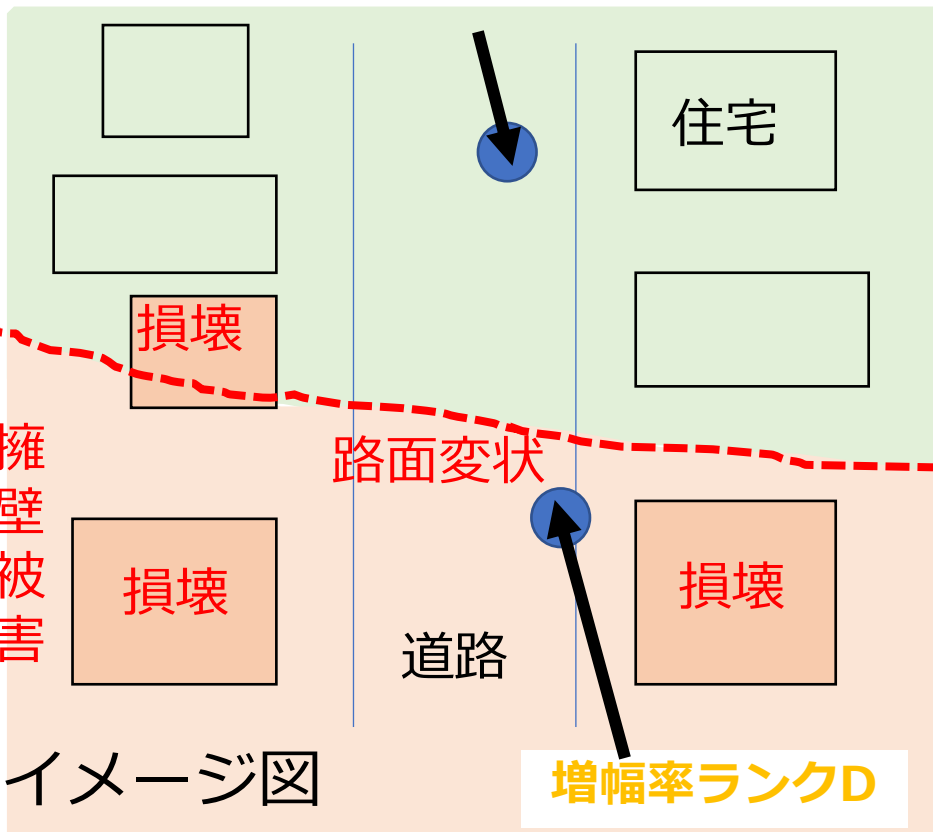


80

切土と盛土の「微動探査」による計測事例

ある地震被災地で、2か所で微動探査を行った結果、増幅率の小さい場所は切り土地盤で被害が小さく、増幅率の大きい場所は盛り土地盤で地下に非常にゆるい地盤があり、住宅の損壊が大きかったことがわかりました。事前に揺れやすい地盤であることがわかっていたら、被害を軽減できた事例です。

増幅率ランクB



	A 低め	B やや低め	C 中程度	D やや高め	E 高め
「表層地盤増幅度」 (値が大きいほど地震時に揺れやすい地盤)	1.0未満	1.0以上 1.4未満	1.4以上 1.6未満	1.6以上 2.0未満	2.0以上
「地震動」(gal) 最大(基準の加速度を180galとして概算)	180	180~252	252~288	288~360	360~
震度の目安	震度5強	5強~6弱	6弱	6弱~6強	6強~7

切り土地盤（丘陵地・台地）
＝被害が軽微だった

----- 切盛境界

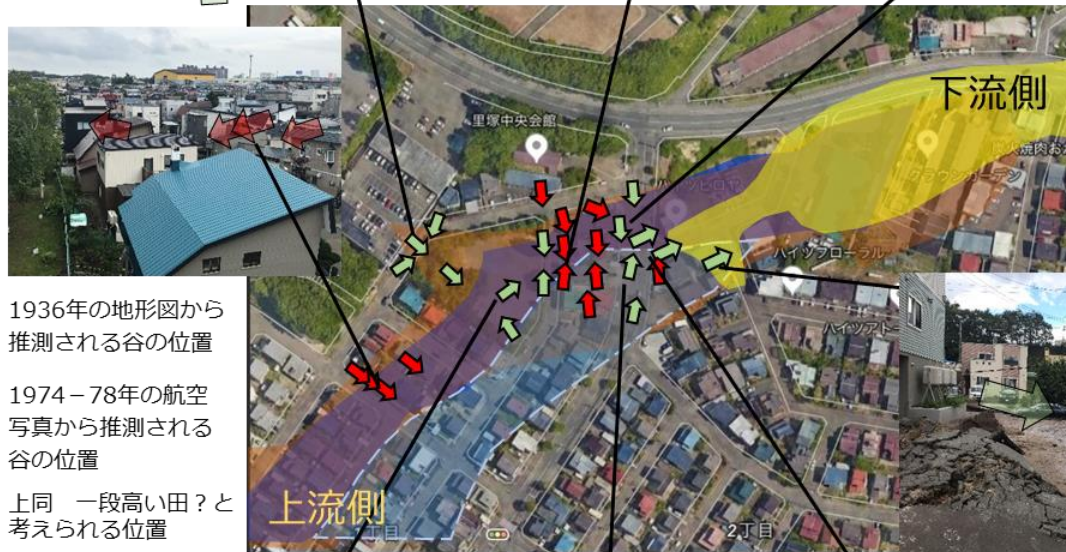
盛り土地盤（谷埋め盛土）
＝被害が大きかった

北海道胆振東部地震は「盛土地」に被害大

地震の発生した9月6日は横山が千歳市内（震度6弱）に宿泊。
レンタカーと宿を確保して現地調査を実施。

清田区里塚1条の一角のみに被害が集中。南西側で住宅沈下や道路の陥没が、北東側で砂の流出が目立った。

昔の地図や航空写真と比較すると、谷があった場所と一致し、盛土が指摘される。谷の上流側で土砂が流出、陥没が発生し、下流側にあふれ出たと考えられる。



- 1936年の地形図から推測される谷の位置
- 1974-78年の航空写真から推測される谷の位置
- 上同 一段高い田?と考えられる位置

- 凡例
- 家屋の沈下
 - 路面の変状
 - 土砂の堆積した場所

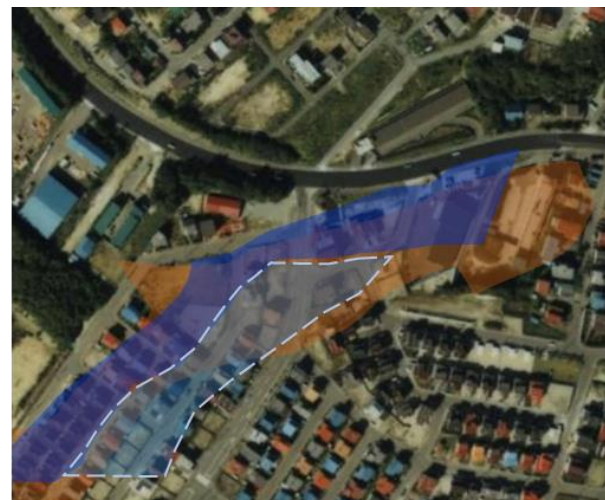


昔の谷筋は古地図も参考にすることができる

昔の谷の場所は、旧版地形図や過去の航空写真で読み取れる。
ただし、家1軒の精度は難しいこともある



現在の航空写真 (google)



1984 - 86年間の航空写真 (国土地理院)






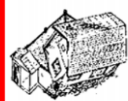
1974 - 78年間の航空写真 (国土地理院)



















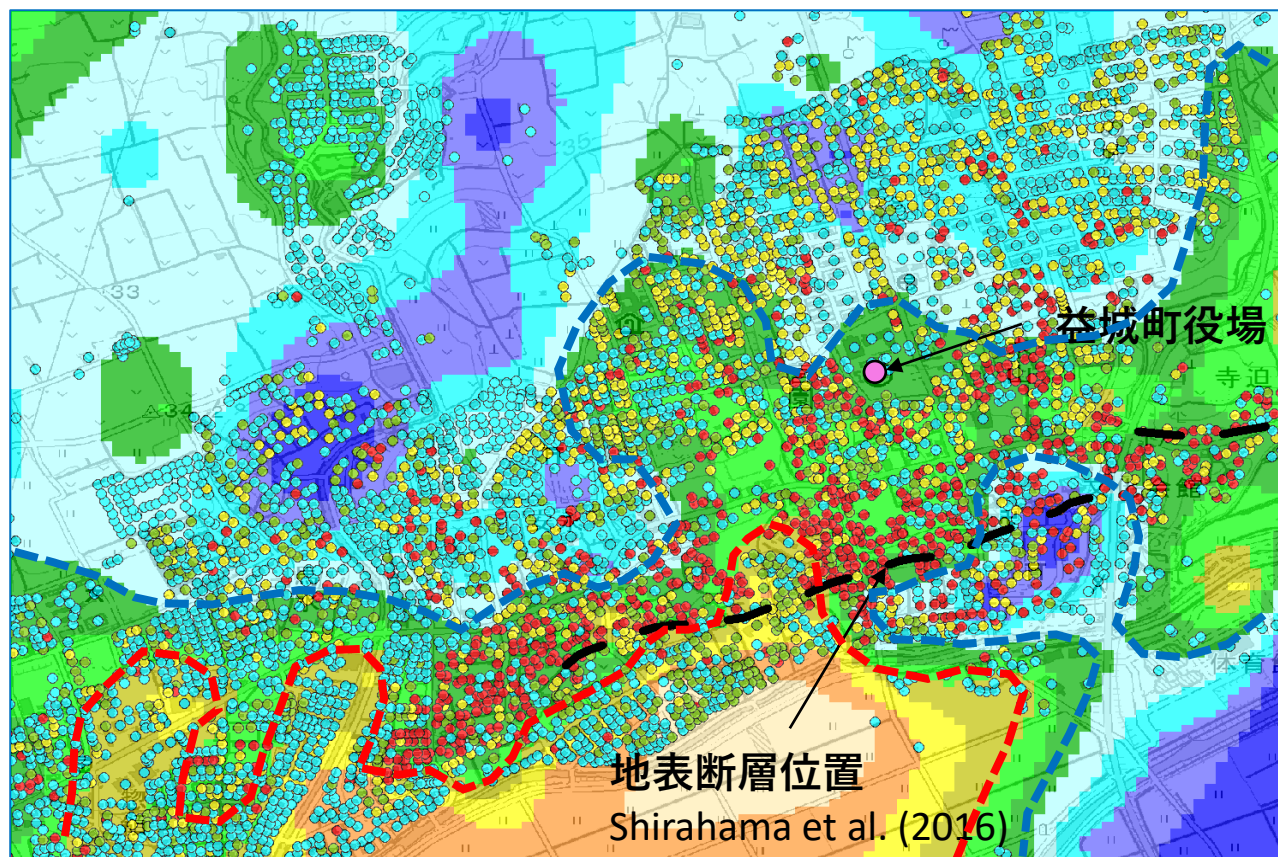
1936年の旧版地形図 (国土地理院)

地盤の「周期」による地震被害

熊本地震で被害の大きかった益城町で、家屋被害と微動探査による地盤の周期の関係を調べた、防災科学技術研究所主幹研究員・先名重樹博士による論文です。特定の周期の地盤（0.5秒前後）の場所で被害が大きかった。地盤と建物が共振したことで揺れが大きくなり、被害につながったものと想定されています。

被害区分	被害程度
レベル1	なし、あるいは判読できない軽微な被害
レベル2 (被害小)	屋根瓦の一部が落下している、壁面に亀裂がある。 
レベル3 (被害中)	壁面が落下したり、屋根瓦の大半が落下している 
レベル4 (被害大)	建物が完全に倒壊、1階や2階が倒壊  

被害判読		周波数(Hz)	
	レベル1		3.00 -
	レベル2		2.75 - 3.00
	レベル3		2.50 - 2.75
	レベル4		2.25 - 2.50
			2.00 - 2.25
			1.75 - 2.00
			1.50 - 1.75
			1.25 - 1.50
			1.00 - 1.25
			0.75 - 1.00
			0.50 - 0.75
			0.25 - 0.50



--- 線の間が周期0.5秒前後

**今後の地盤の地震に対する特性、
家屋の耐震性能の実測は「微動探査」
が非常に有効です**

**詳しくはこの後、戸成氏、佐藤氏より
詳しく紹介します。**