

2023年6月8日（木） 18：30-20:00 技術士会近畿本部応用理学部会

宅地取得で失敗しない地盤に関する基礎知識 - かけ崩れと盛土崩壊の危険地 -

太田英将

技術士（応用理学・建設・森林・総合技術監理部門）

有限会社太田ジオリサーチ（相談役）

株式会社地盤リスク研究所（不動産コンサルタント）

自己紹介

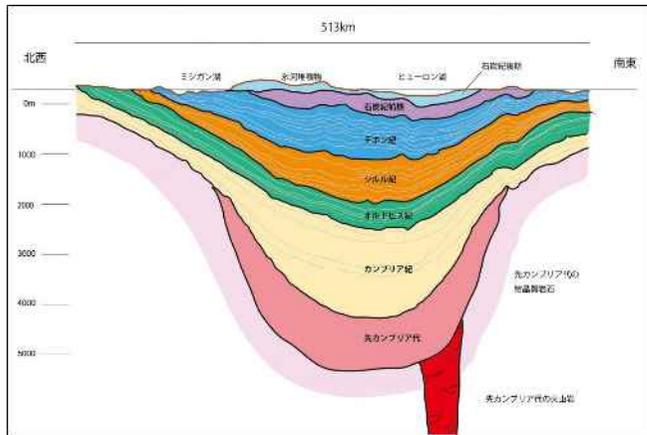


- 1960年鳥取県生まれ
- 1982年静岡大学理学部地球科学科卒業
専攻：海洋地質学（層序学・古地磁気学・プレートテクトニクス）
卒論：丹沢山地の地質（「南の海から来た丹沢」）
- 1982～1984年 阪奈トンネル（道路トンネル）の水文・地質調査
近鉄けいはんな線（電車）のトンネル工事で大陥没事故（1984年3月）で中断
（この事故の補償として石切駅に奈良線の急行が停車するようになった）
- 1984～1990年 地すべり調査に異動
- 1990～2021年 （有）太田ジオリサーチ代表者として斜面防災関連の仕事に従事、現在は相談役。（株）地盤リスク研究所 相談役兼務
- 2022年～現在 専門委員・民事調停委員

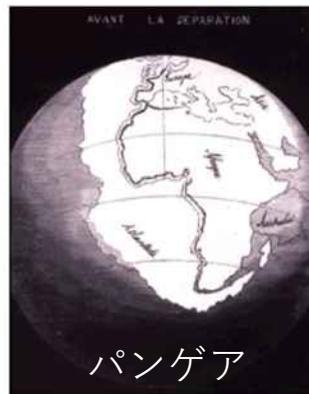
学生時代 (1978-1982) と

地向斜とプレートテクトニクス

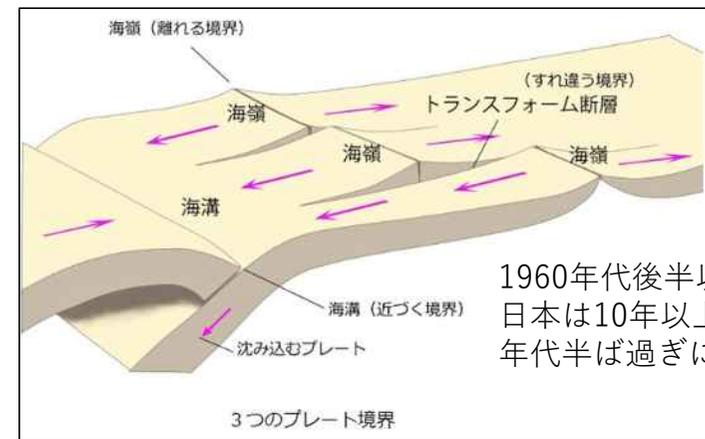
地向斜造山論 (上下運動で説明)



大陸移動説 (1912)
ウエグナー



プレートテクトニクス (横運動で説明)
海洋底拡大説から発展



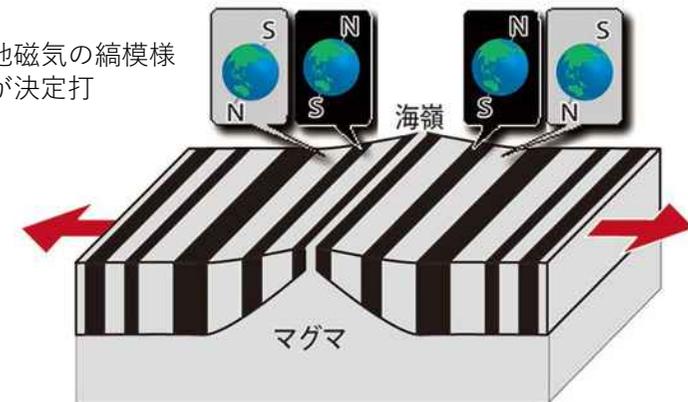
1960年代後半以降
日本は10年以上遅れ1980
年代半ば過ぎに受容された

興味のある方にお勧めします

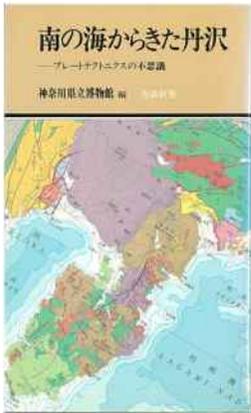
『プレートテクトニクスの拒絶と受容；戦後日本の地球科学史』 泊次郎 (著)

1960年代後半に登場したプレートテクトニクスは、欧米では70年代初めには地球科学の支配的なパラダイムとなった。しかし、日本の地質学界ではその受容に10年以上の遅れが見られた。なぜこのような事態が生じたのか？

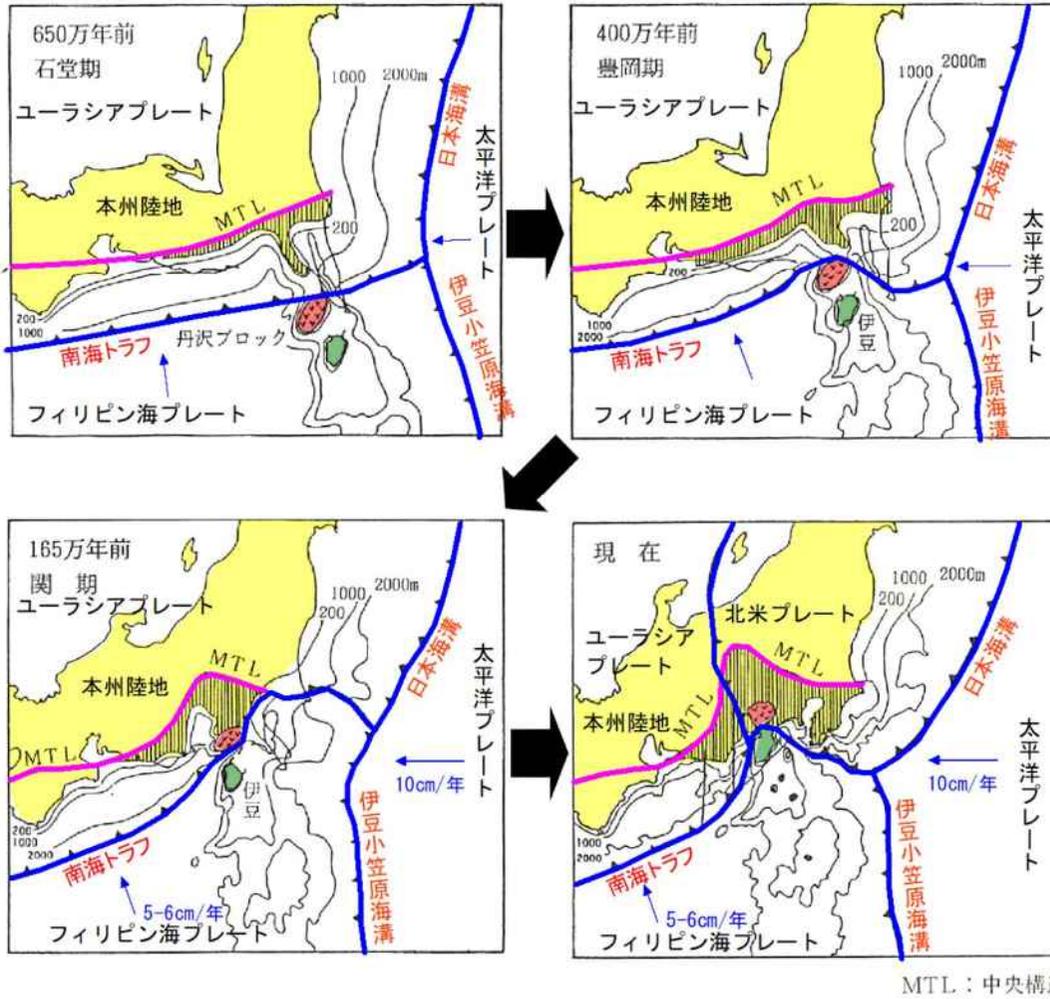
地磁気の縞模様が決定打



『南の海から来た丹沢』 . . . 地質学の方法

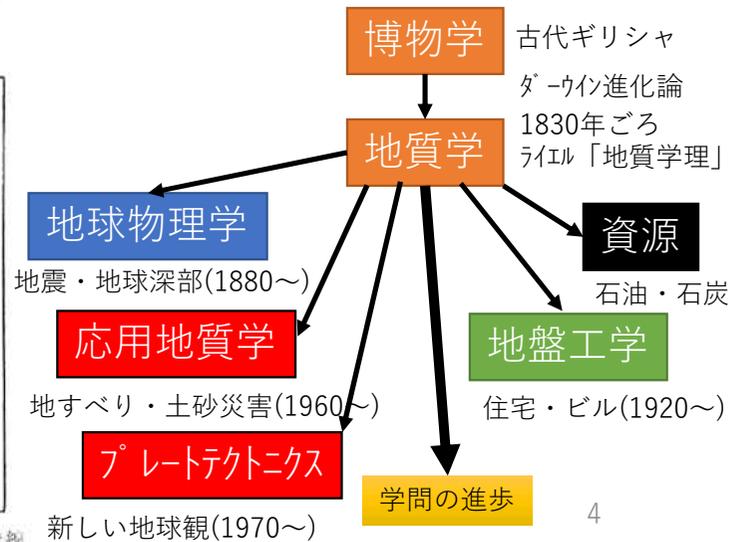


1990年ごろ



過去の地形の移り変わりを、科学的証拠を積み上げて、一つの物語にするのが地質学

- 地質の分布 → 地質踏査(歩く)
- 地層の年代 → 微化石 (プランクトン)
- 地層ができた緯度 → 古地磁気(伏角)
- 衝突後の回転 → 古地磁気(偏角)
- 地形発達 → データから組立てる



チバニアンは地球磁場逆転期以降

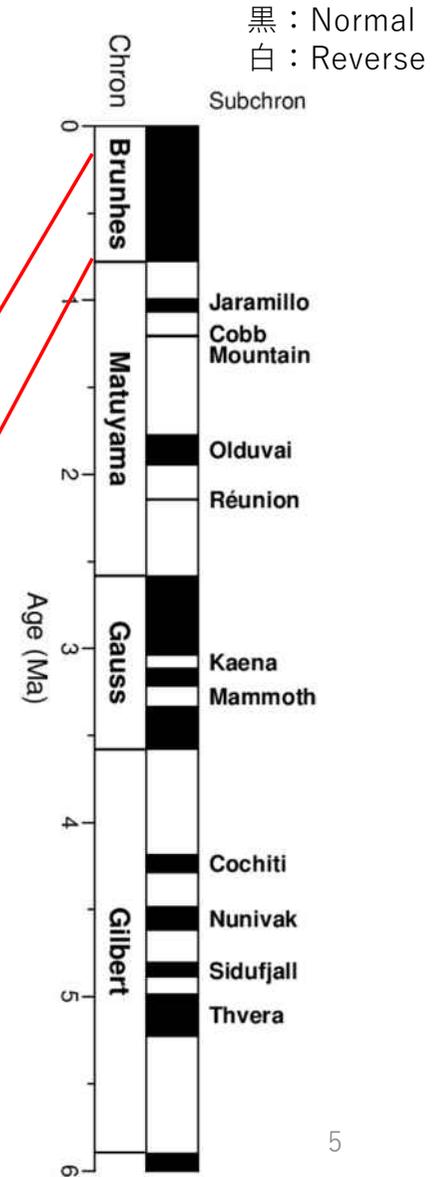
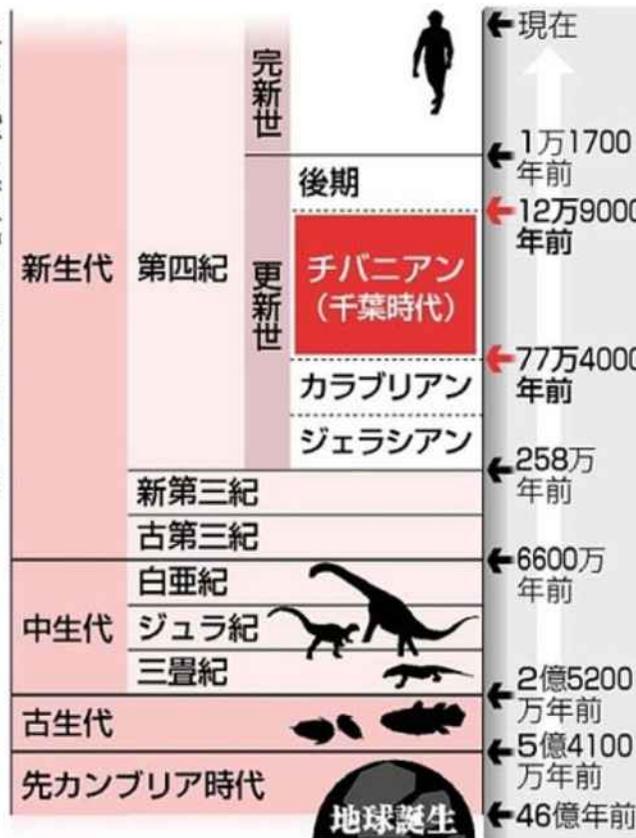


チバニアン
の模式地
(千葉県市原市)
2020年1月に正式に決定

この地域の地層は土砂などの堆積が多かったため、細かい時間経過による磁場や生物、気候の変化を把握しやすい。今回の成果は、これまでで最も時間変化が細かく分かる地磁気逆転の記録となったという。茨城大学の岡田誠教授（古地磁気学）は「逆転途中の特有の磁場変動を読み出せる可能性や、逆転の仕組みの解明に役立つ期待がある」としている。

チバニアン獲得に尽力された茨城大学の岡田誠教授は同じ研究室のの5年後輩

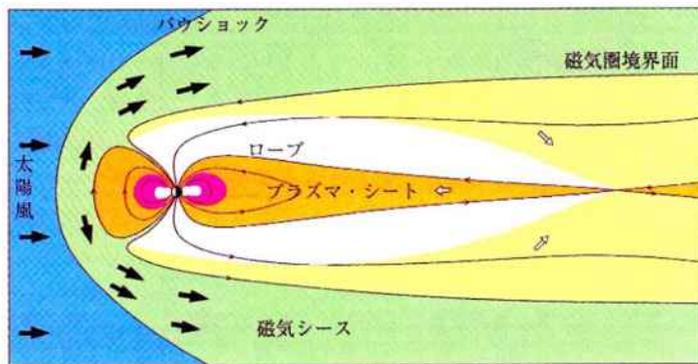
主な地質時代(国際年代層序表)



気候変動、人間原因説 vs 太陽原因説

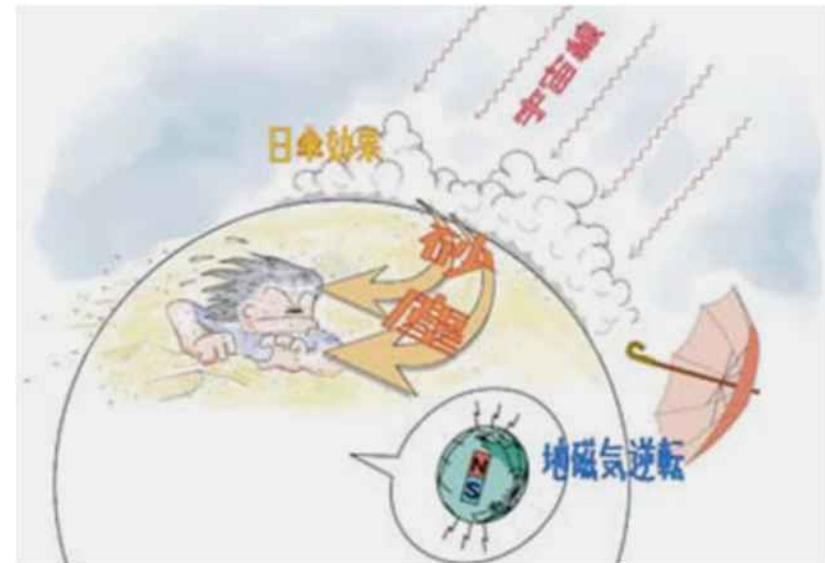
古地磁気学が寄与した (人為起源CO2増大→温暖化)

(太陽活動活発→宇宙線減少→雲現象→温暖化)
 (太陽活動衰退→**宇宙線増大**→雲増大→寒冷化)



↑
地磁気逆転期 (B-M境界)

- 地磁気は宇宙線をブロックしている
- 逆転期には地磁気が消滅→宇宙線増大
→このときの気候を復元すれば気候変動の原因がわかるのでは？



神戸大学の兵頭政幸先生は
 ブリューン・松山期の境界の
 気候変動を復元して、ス
 ベンスマルク効果を証明



宇宙線が現在より40%以上増加した時に寒冷化が起
 こったことを発見し、さらに、降水量が減少して、
 冬の季節風が強化 (すなわち寒冷化が起きた) した
 ことも発見

トンネル掘削で起きることを予測・予防



- 工事中の陥没（1984/3/28）
- 工事中の落盤事故
- 工事中の突発湧水
- 工事中・工事後の地表部の湧水（水不足）とトンネルからの恒常湧水

トンネルは地下にできた「新しい川」なので現存の川と同じように水を集める

リニア中央新幹線建設で、静岡県とJRが大井川の水をめぐって争っているのは、南アルプストンネル工事で大井川の水資源が減少すると静岡県が主張しているから。

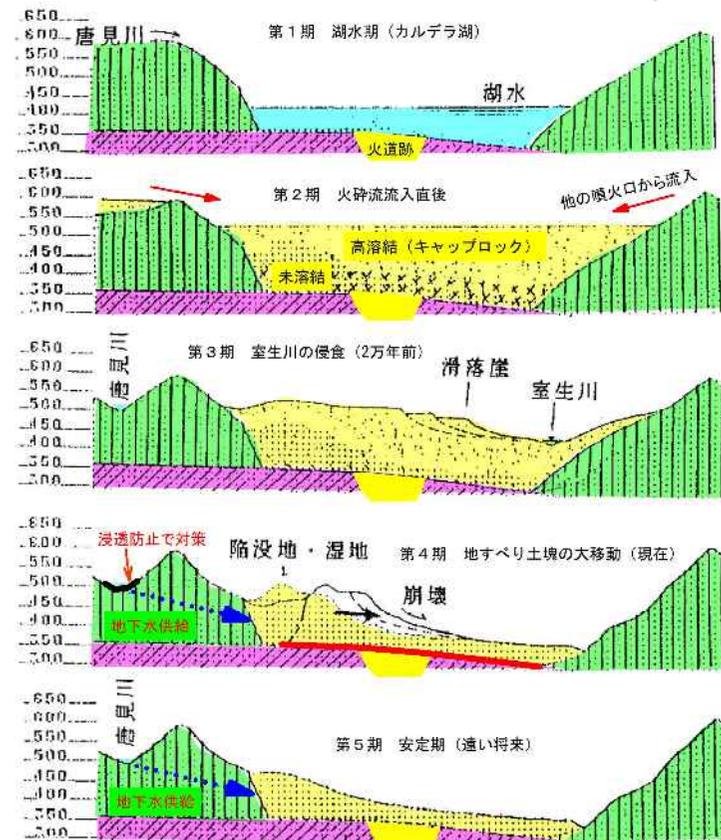
室生地すべり (1500万年前のカルデラ湖)

地すべりはプレートテクトニクスに似ている (横運動)



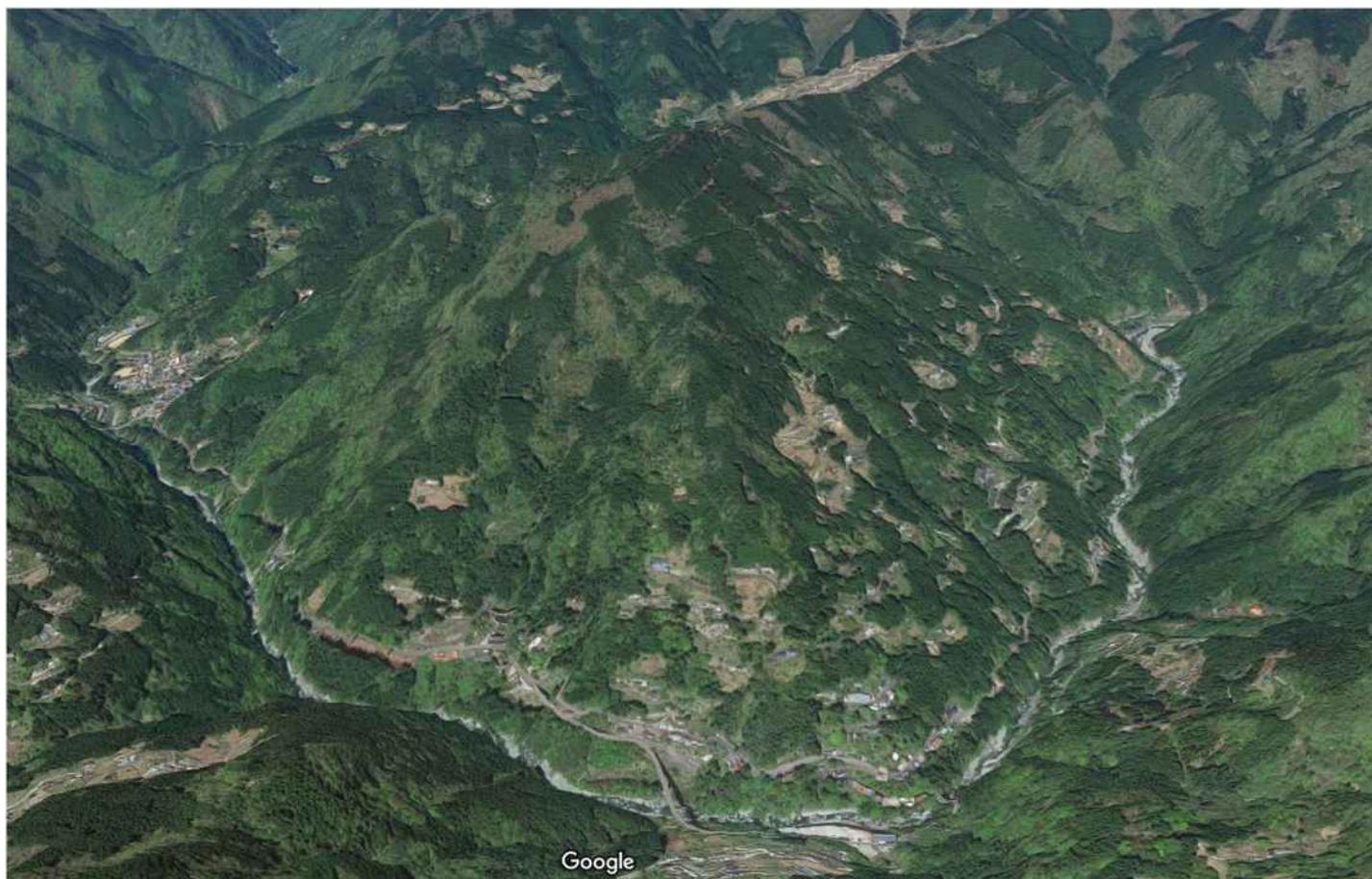
女人高野で有名な室生寺はカルデラ湖跡の端にある。
年間10~20mmの速度で変動していた。
カルデラ湖内の地下水が豊富だったが、その1/3は別溪流からの供給だということを突き止めて、唐見川の浸透防止で地すべり変動を止めた。

地形形成史から原因と対策を考えた動いているものを止めるのではなく水を減らして動けなくした。



「地質屋は見てきたように嘘を言い」

地すべりは危険より「恵み」の方が多い



- 急峻な山岳地では、岩盤が固く斜面が急峻なので「人が住めない」。
- 地すべり地は、傾斜が緩く、土が柔らかく耕せる。水もあるので人が住める
- 地すべりが変動するのは数十年から数百年に一度くらい。それを我慢して凌げば、暮らしやすいところ。

徳島県の祖谷にある
「善徳地すべり」

被災箇所(あまり)に 不思議なし

- 大地震・記録的大雨で被災した箇所に行ってみると、被災箇所は、被災する条件を明確に持った場所にある。

意外な場所では起きていない。元から危ない場所で起きている。

- 被災箇所は災害のことを想像しない人(行政)が住宅を誘導した箇所で起きている。(危険地域の市街化区域化など)

となると、解決策は・・・

不動産取引時に危険な場所を市民に売らなければいい

すでに自然災害防止は技術モードから制度モードに移行しているのでは？

ところが・・・

- 不動産取引時の**重要事項説明**は、主に**法指定区域の説明**
- 2020年（令和2年）から水害リスク（水害ハザードマップ）の説明の義務化
- 2019年から既存住宅のインスペクションの告知・斡旋が義務化

漏れているもの

危ない場所かどうかの情報が不足

- **法指定外の危険区域**
- **宅地の地盤（盛土か切土か）**
- **本当は危ない盛土か？崖か？**

	区域・地区・土地	根拠法令
1	災害危険区域	建築基準法
2	宅地造成工事規制区域	宅地造成等規制法
3	造成宅地防災区域	宅地造成等規制法
4	ぼた山崩壊防止区域	地すべり等防止法
5	地すべり防止区域	地すべり等防止法
6	急傾斜地崩壊危険区域	急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律
7	土砂災害警戒区域	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
8	土砂災害特別警戒区域	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
9	砂防指定地	砂防法
10	河川保全区域	河川法
11	保安林及び保安施設地区	森林法

法指定と対策は取引関係にあるものが多い

不動産取引業界は・・・

- 重要事項説明以外は説明しない
- というより**積極的に知ろうとしない**
知ってて隠したら「信義則違反」で何かあったとき裁判で負けるから
- 売買・媒介が終われば後は全責任は所有者に移る（売り逃げ可能）



勉強しないのが一番の安全保障
になる人を勉強させることが果た
してできるのか？



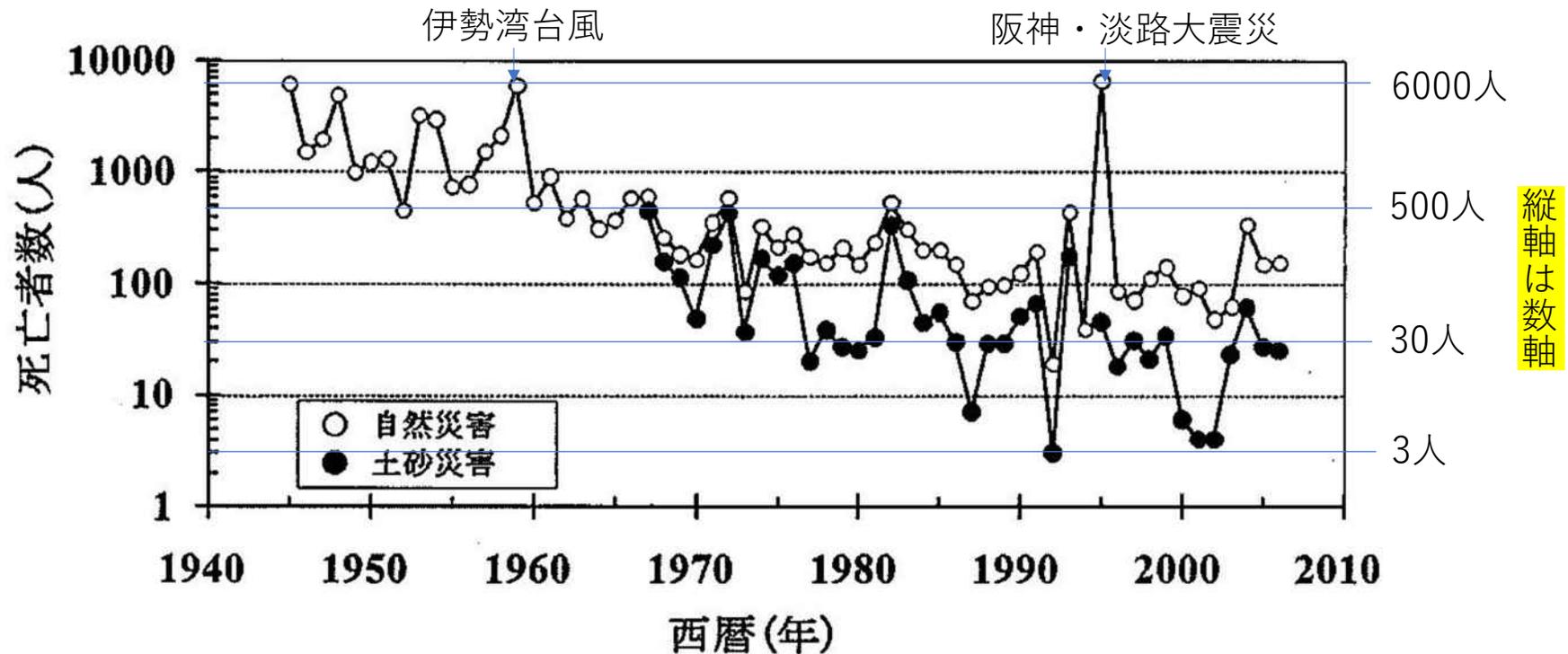
いくら善良な研究者・技術者が
情報発信しても、不動産業者の
安全を確保するためには

知らないのが一番安全

マスコミと気象予報士の「気候変動偉いこっちゃ」大合唱とは逆に

50年かけて日本は安全になってきた

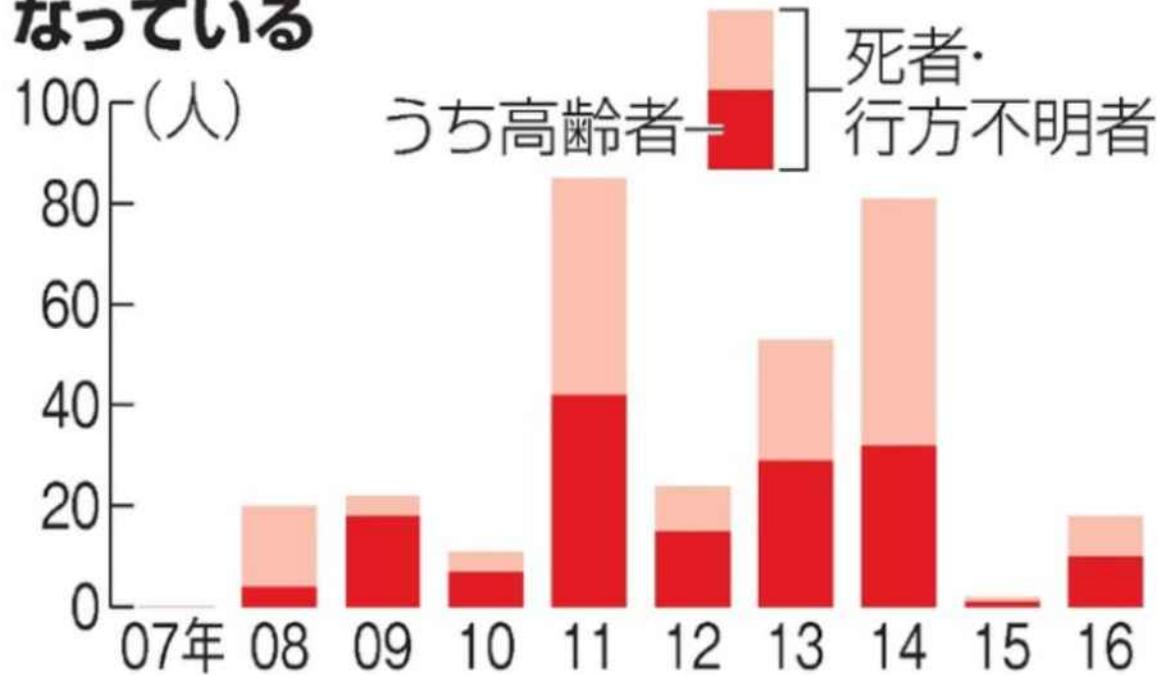
土砂災害の犠牲者は「桁違いに」減少している



多田泰之(2009), "わが国の風水害の歴史と現在の課題", 治山, pp.16-21

1997~2016年までの土砂災害による 死者・行方不明者は556人（0~85人/年）

土砂災害では多くの高齢者が犠牲に なっている



国交省によると、2016年までの20年間で土砂災害による死者・行方不明者は年0~85人で推移。計556人のうち、65歳以上の高齢者が全体の51%にあたる281人を占めた

年平均 27.8人/年
日本の人口 127百万人なので
年間平均**450万人に1人**が犠牲
となっている

(2018年7月西日本豪雨などを含まない)

ここから先を技術でゼロにするのは気が遠くなる

土砂災害では多くの高齢者が犠牲になっている

朝日新聞 (2018年1月14日) <https://www.asahi.com/articles/ASL1G5G2ZL1GUTIL00F.html>より

お題①：崖のそばに住んではいけないか？

- がけ崩れを支配しているのは何？
- 地形？地質？それとも雨？
- がけ崩れは「侵食の神様」が全能の神様ゼウスから指示された「仕事」。災害にしているのは人間の生き方。

(1) 豪雨災害：2018年7月豪雨災害

● 鈴鹿
● 学校 翠鈴
● 兵庫 泉立 神戸
● 鈴鹿 台高等学校



崩壊したのは六甲花崗岩の自然斜面
(斜面下部は切土法面)

(1) 豪雨災害：2018年7月豪雨災害

神戸市鈴蘭台高校裏の崩壊の瞬間、間欠的に水が吹き出して崩壊

崩壊の瞬間が撮影されていた：水量と水圧が凄かったように見える
「崩れた」というより「**水が土を吹き飛ばした**」という感じ



時間の経過方向



撮影者から太田ジオが使用権取得済み



頭部滑落崖の状況

(1) **表層**土砂の**崩壊**である

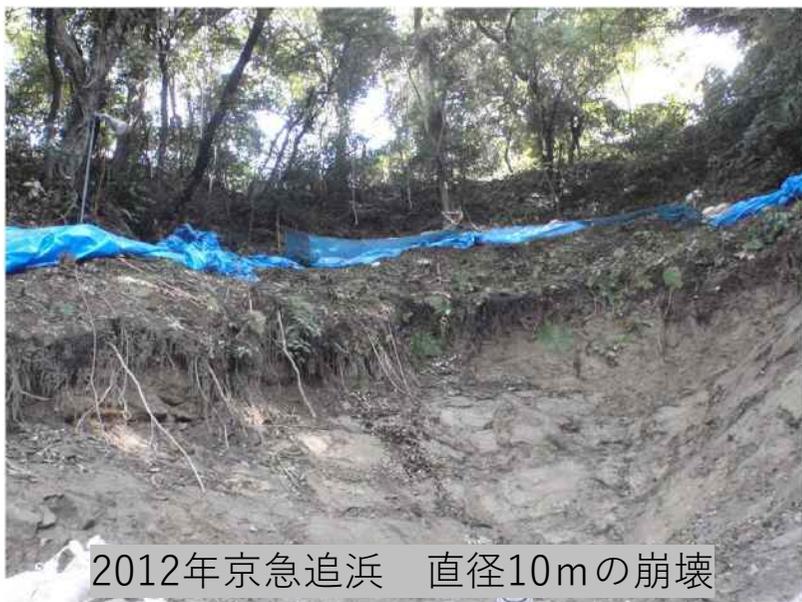
(2) 集水柵と**水路**の接合部は落ち葉で**閉塞**している

→水路で集められた雨水は斜面に供給された

過剰間隙水圧で崩壊した跡



2010年庄原水害 直径10mの崩壊



2012年京急追浜 直径10mの崩壊



2003年 菱刈町 100tの岩塊を横に吹き飛ばした



2004年 中越地震時の崩壊背面にできたφ2mの穴

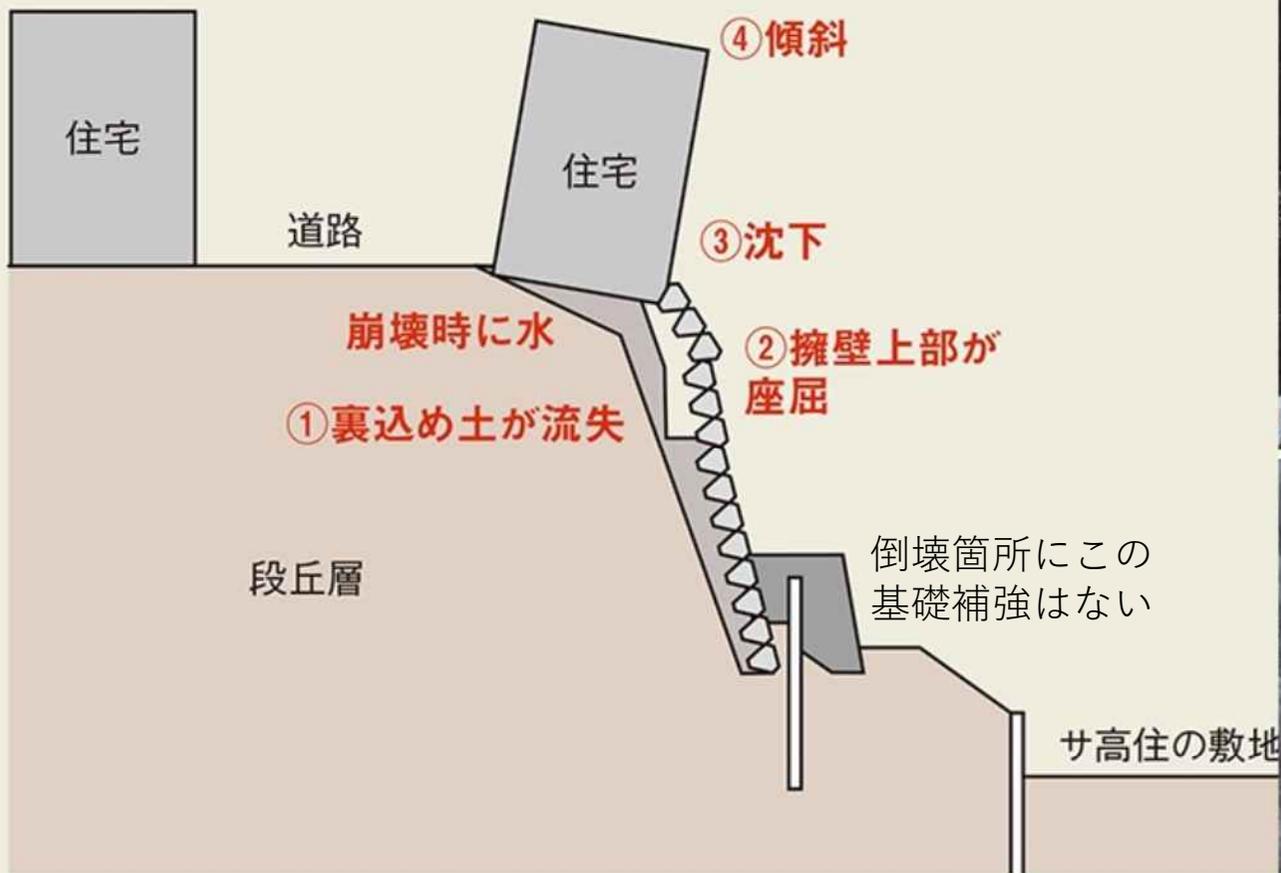
静水圧でできた穴ではない

お題②：擁壁の安全性は見てわかりますか？

- 素人が見てわかる場合もあるが、たいていは**見ただけではわからない**。
- 建築確認時に設計する建築士は「**大人の事情**」で「**危険性はない**」と**確認申請書の図面に書く**。審査機関は、それで（責任回避できた）安心する。
- 家と敷地境界（そこに擁壁がある）の離隔は50cm～1mしかなく、擁壁が不調になっても**工事スペースが無い。すなわち直せない**。
- これから高度経済成長期の擁壁の**一斉・大量老朽化時代がやってくる**。**ひな壇造成地は要注意**。

(2) 老朽化土留構造物の災害：2021年大阪市西成区天下茶屋の老朽化擁壁倒壊災害





〔図2〕裏込め土の流失で擁壁上部が座屈したか？

太田ジオリサーチの太田英将相談役が推定した崩落のメカニズム。「目視では分からない擁壁背面の健全性を、表面波探査で判定する方法を積極的に導入すべきだ」（太田相談役）（資料：太田ジオリサーチ）

老朽化擁壁の課題

- (1) 建築確認を取りたいから**建築士**が「安全です」って書いてしまうこと
- (2) **所有者**が建築基準法第8条の「維持保全義務」を無視し続けること

制度の改善が必要

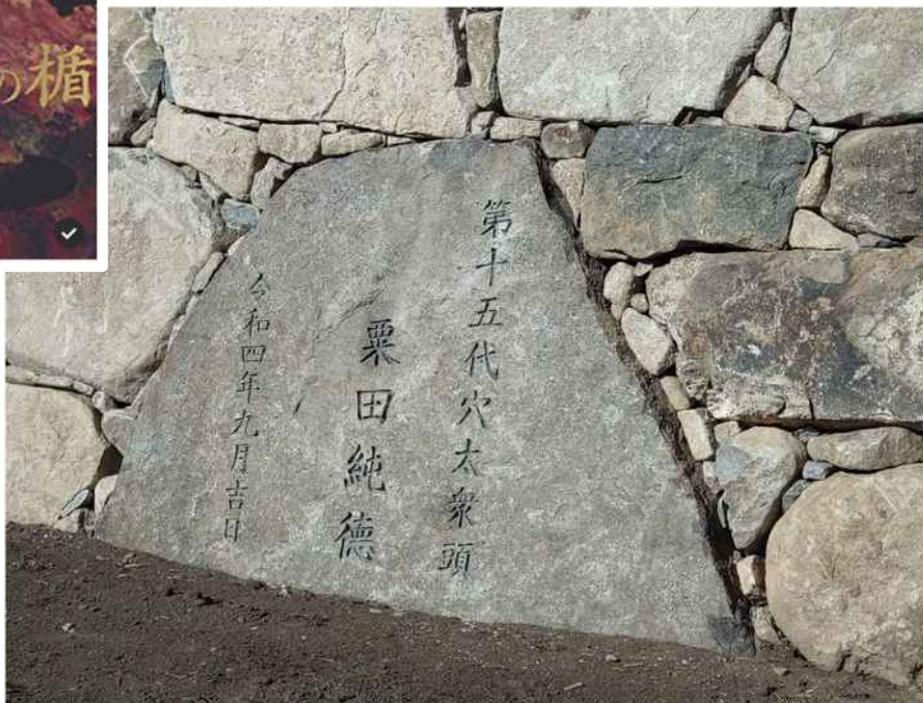
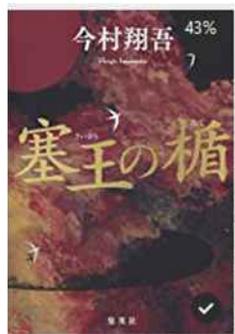
現地目視したところ、石垣にふくれ、キレツ等見られず
安全と見られる

大臣登録 第 〇〇〇 号
一級建築士 〇〇 〇

現地目視したところ、石垣にふくれ、キレツ等見られず
安全と見られる

大臣登録
一級建築士

練積み擁壁が強くて 空積み擁壁が弱い？



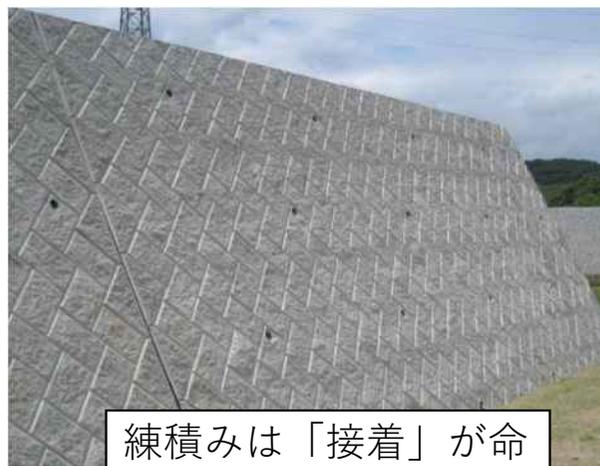
穴太衆積み（野面積み）の石垣は「空積み」

穴太衆の伝統を受け継ぐ滋賀の粟田建設HPより
250トンの載荷実験



空積みは「噛み合わせ」が命

載荷すると穴太衆積みからはピシピシと音がして、最大13cmの変形があったが250トン載荷でも倒壊せず。



練積みは「接着」が命

コンクリートブロック擁壁（練積み）は、変位量が5.5cmと小さかったが、200トン載荷時に厚さ30cmのコンクリートが突如割れて倒壊。

2023年5月8日 門戸厄神付近の擁壁倒壊



お題③ 盛土地を買っちゃだめですか？

- 2006年の改正宅造法後の国・地方自治体の調査で、危険盛土と判定されたのは、**盛土全体の0.1%しかない**ので、「**盛土って安全じゃないの？**」
- 阪神淡路大震災・中越地震・中越沖地震・東日本大震災では、**全盛土の40%以上が変動**している。

どっちやねん！

(3) 地震時の盛土災害：1995年兵庫県南部地震に伴う谷埋め盛土の地すべり災害



崩壊面の勾配は緩い

被害は盛土外の住宅

特 徴

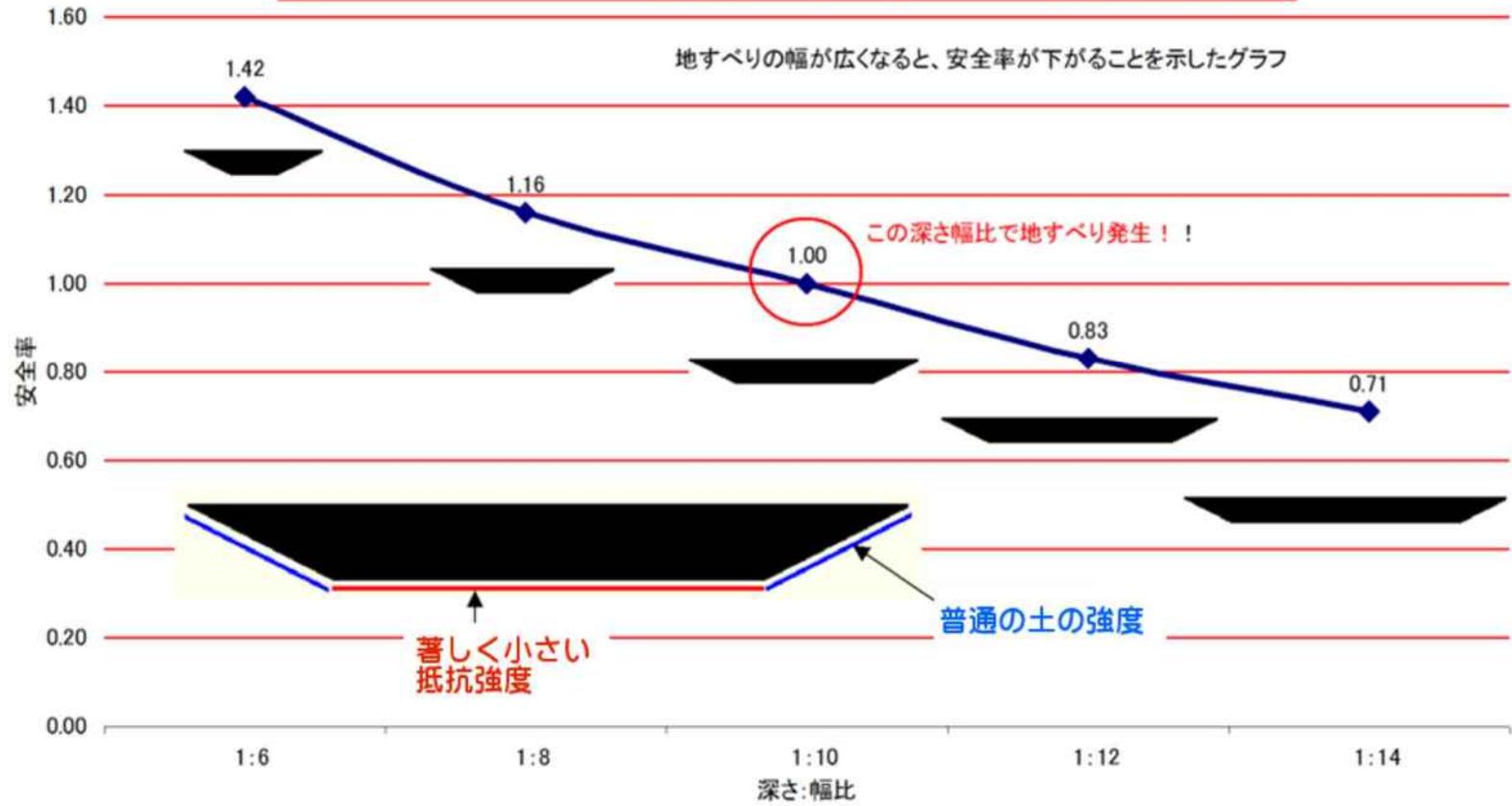
- (1) 緩い斜面に盛った盛土が震度6弱以上の揺れで地すべりを起こす
- (2) 造った当時の技術基準には従っているので開発許可を得ており、責任の所在が曖昧
- (3) 幅が広く浅い盛土が滑る。幅が狭く深い盛土は滑りにくい。

2004年中越地震を経て、2006年に宅造法改正。2021年熱海市伊豆山の盛土土石流災害を経て、2022年に盛土規制法に改正。2023年5月26日に施行。

1995年仁川百合野町盛土の地すべり災害



サイドフリクションを考慮した安定解析例 U型横断形状



ローラー滑り台モデル

残された大きな問題

滑動崩落実績 (40%強) と変動予測結果 (0.1%) の乖離

地震名	調査全盛土数	変動盛土数	変動率	記事
1995年兵庫県南部地震	299箇所	122箇所	40.8%	池埋め盛土は除外 震度6強地域では62.2% (箇所数)、68.2% (面積) が変動 (NPOデータ)
	2,239,001㎡	835,583㎡	37.3%※	
2004年新潟県中越地震	35箇所	22箇所	62.9%	高町団地 (地理院データ)
2007年新潟県中越沖地震	58箇所	21箇所	36.2%	柏崎市内 (地理院データ)
2011年東北地方太平洋沖地震	18箇所	11箇所	61.1%※	仙台市太白区緑が丘周辺 (釜井・太田調査)
	全1697盛土 3000㎡未満を含む (地理院データ)	宅地数単位 大規模盛土2521 (地すべり宅地5728)	1盛土10宅地とすると $5728 \div 16970 =$ 33.8%	産経新聞ニュース情報 「大規模盛土造成地」で起きた東日 本大震災の知られざる被害 (2021/4/10)
大地震による変動実績			平均43%	※印は集計から除外
宅地耐震化推進事業の第二次スクリーニング結果 大規模盛土変動予測ガイドラインに従った評価結果	51306箇所 第二スクリーニング後 5.5%→2822箇所	危険評価 4地区	$4(\text{危険}) \div 2822(\text{全}) =$ 0.14%	令和3年度末時点 国土交通省データ

滑動崩落事例



西宮市で実際に起きた滑動崩落の再現



変動盛土と死者分布（西宮市）

仁川百合野町（34名死亡）

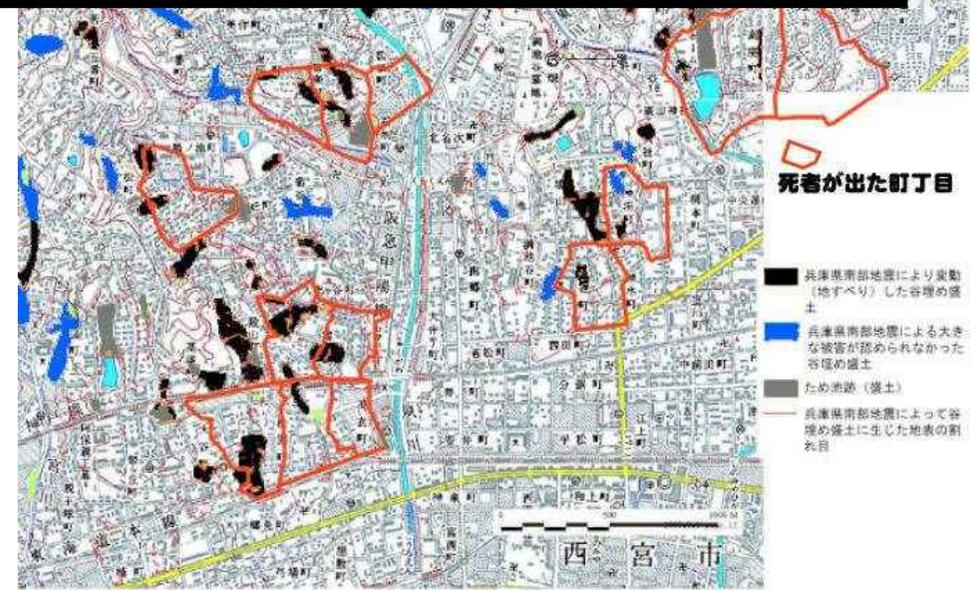
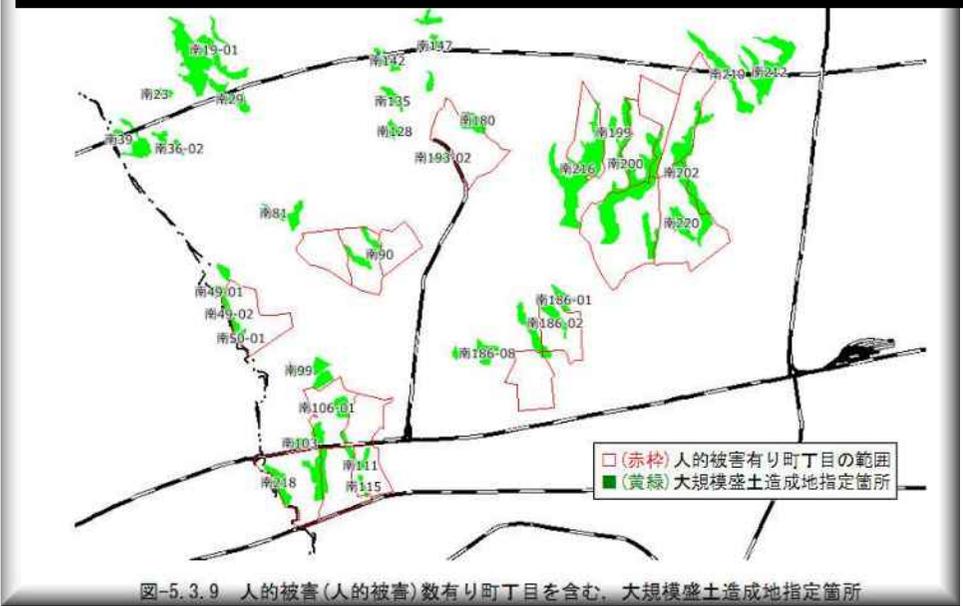
関西の地盤情報に基づく 防災ハザードマップ開発研究委員会（H31.3）
<http://www.jgskb.jp/japanese/book/pdf/iinkai/hazardmap.pdf#page=332>
 5.3 地盤情報 DB と被害マップを利用した盛土地の被害相関分析



この盛土マップは西宮市作成

南202	愛宕山	有
	上ヶ原四番町	有
南213	仁川町6丁目	有
南216	上ヶ原九番町	有

数字には表れにくい変動盛土では隠れ犠牲者が出ている



釜井先生の変動盛土(黒塗り) との重ね合わせ

宅地耐震化事業で考慮されなかった過剰間隙水圧

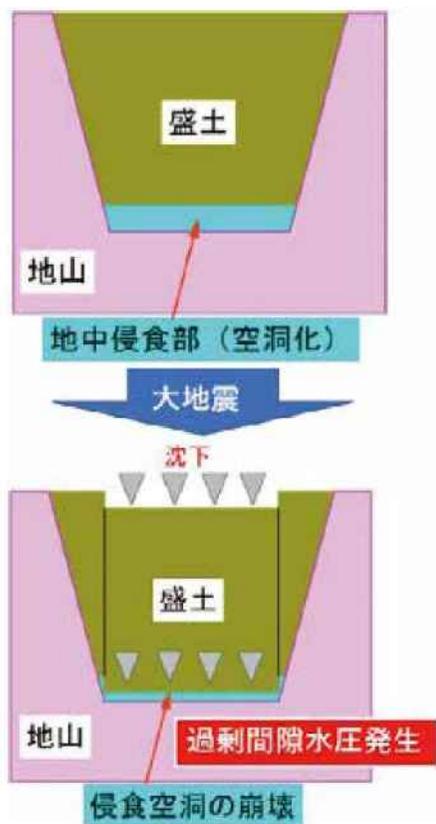


図7 盛土の地震時地すべりの地中イメージ¹⁾



写真1 盛土と地山との境界の空洞
(2021年滋賀県湖西道路で釜井俊孝撮影)

第二次スクリーニング結果の再評価

ある政令指定都市が実施した第二次スクリーニング結果を、情報公開請求し、側方抵抗モデルで検証してみたところ、6箇所中3箇所は滑動崩落の危険があることがわかった

表3 盛土安定度の再評価結果

盛土番号と型	第二次スクリーニング結果		側方抵抗モデルの評価結果	
	安全率	判定	安全率	判定
No.1 谷埋め型	3.90	○	1.34	○
No.2 谷埋め型	1.32	○	1.16	△
No.3 腹付け型	1.20	○	1.05	△
No.4 谷埋め型	1.28	○	0.93	×
No.5 腹付け型	2.54	○	0.59	×
No.6 谷埋め型	1.70	○	0.88	×

○：非変動判定，△：境界領域，×：変動判定

第二次スクリーニング：過剰間隙水圧なし、2次元法
側方抵抗モデル：過剰間隙水圧考慮、簡易3次元法

表4 各盛土の諸元情報¹⁵⁾

	D	θ	N値	γ	c	ϕ
No.1	10.8	5.0	2~3	14.3	83.5	12.8
No.2	10.0	8.6	1	16.3	38.0	14.4
No.3	8.90	11	2~3	14.2	30.7	18.5
No.4	7.20	15	0~2	17.6	29.4	19.6
No.5	2.80	24	7~12	18.5	30.0	15.0
No.6	6.95	7.6	0~3	18.0	57.5	18.8

D(m)：盛土厚さ， θ (°)：旧地盤の平均角度， γ (kN/m³)：盛土の単位体積重量，c (kN/m²)：盛土の粘着力， ϕ (°)：内部摩擦角
c・ ϕ は三軸圧縮試験結果

宅地盛土の被害に関する過去の判例

- **仙台高等裁判所平成12（2000）年10月25日判決**
1978（昭和53）年の**震度5**とされる**宮城県沖地震**により発生した敷地の崩落等に関する責任を認定しています。
- **福島地裁郡山支部平成29(2017)年4月21日判決** 『消費者のための欠陥住宅判例集』第8巻p.308-325
2011（平成23）年の**震度6強**の**東日本大震災**の揺れは、**誘因に過ぎない**。**根本的原因は適切な排水処理を怠ったこと**。



震度6強は不可抗力として免責されない

2011年白石市緑が丘の非変動事例

合理的・効果的な滑動崩落防止工法



写真4 集水ボーリング到達外の大変動

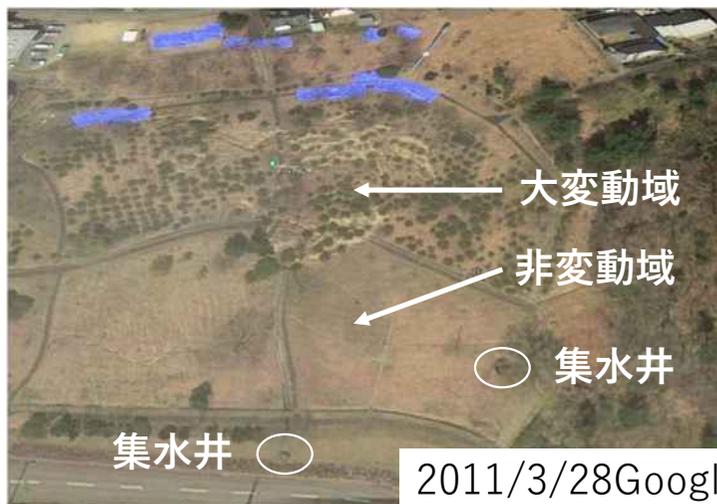


写真5 集水ボーリング到達域は変動せず

対策効果は「排水距離」が支配している

先端間隔10mはとりあえず効いた

盛土の安定に関する現状の問題

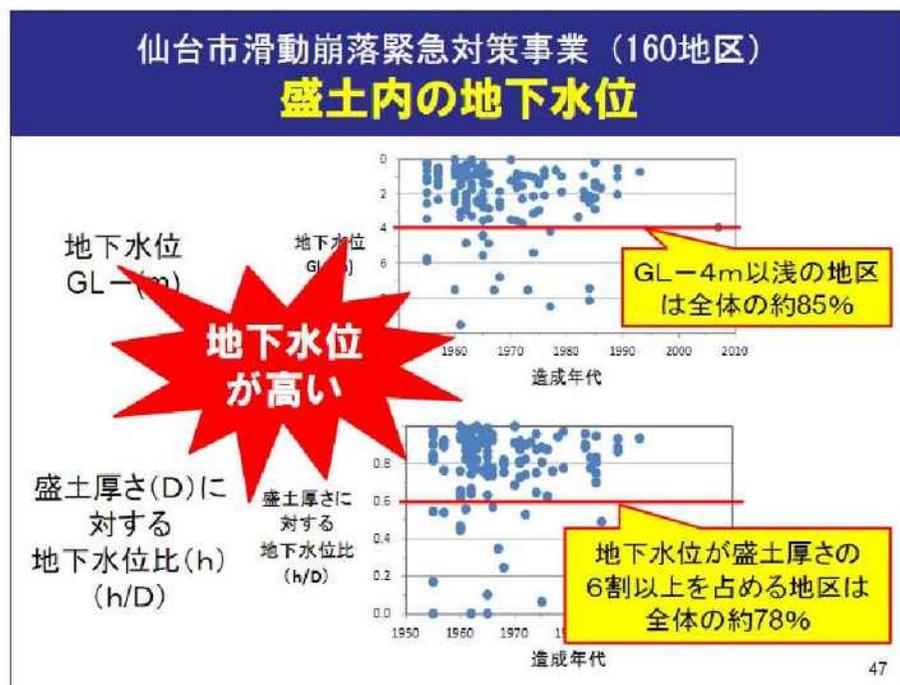


図 11 仙台市の盛土内地下水位¹⁸⁾
(復建技術コンサルタント 佐藤真吾さんの資料)



写真 6 中央排水工法で施工された盛土竣工直後の暗渠管の内部写真

盛土規制法の技術基準の動向

(2023年5月26日施行)

盛土規制法の技術基準は2本立て(3本立てともいえる)

【新設盛土】

①「盛土等防災マニュアル(の解説)」

- ・排水施設は**完全に地下水の排除**ができるよう計画する
- ・雨水排水管と暗渠排水管は「**排水系統を別**」にする

【既存盛土】

②「盛土等の安全対策推進ガイドライン(の解説)」

- ・大規模盛土造成地に関しては、③「**現行ガイドラインのままとする**」

新設盛土は改善、既存盛土は危険なまま

既存盛土は地下水チャプチャプでも安全判定

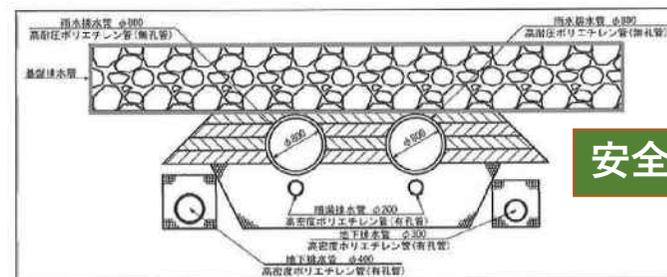
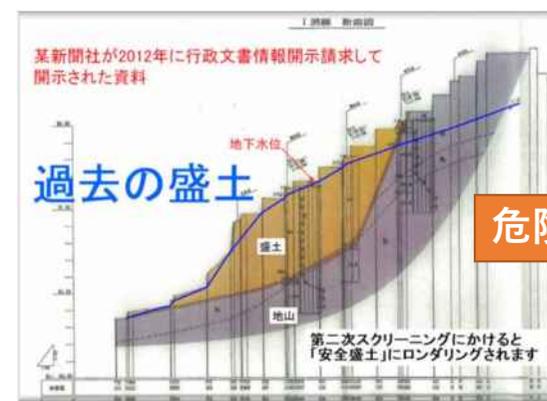


図10 基盤排水層の構造図¹⁷⁾

新設盛土は完全排水が原則



私の結論

- **崖のそばには住まない**

- どうしても住みたければ山側にRC壁をつけなさい
- もしくは太田に相談しなさい

- **擁壁のそばには住まない**

- ひな壇造成地は擁壁に不具合があっても直せない
- 高度経済成長期に創られたものはこれから一斉に壊れる
- もしくは太田に相談しなさい

- **盛土には住まない**

- どうしても住みたければ・・・太田に相談しなさい

不動産取引が50年かけて**財産失う場所**に人を誘導した

2004年10月23日新潟県中越地震発生

高町団地・鶴が丘団地の谷埋め盛り土が地すべりを引き起こした。この現象は1995年の兵庫県南部地震で、日本各地で震度6以上の揺れを受けると約**40%の確率で発生する**とわかっていた。

滑る形状の盛土は**地下水さえあれば** どうあっても滑る

2011年東日本大震災では、2521変動 / 5728箇所 = 44%の盛土が滑動崩落した。

大規模盛土変動予測事業のフィルターを通すと、不思議なことに危険箇所0%になる

(知恵) 大規模盛土変動予測事業の結果を信用してはならない

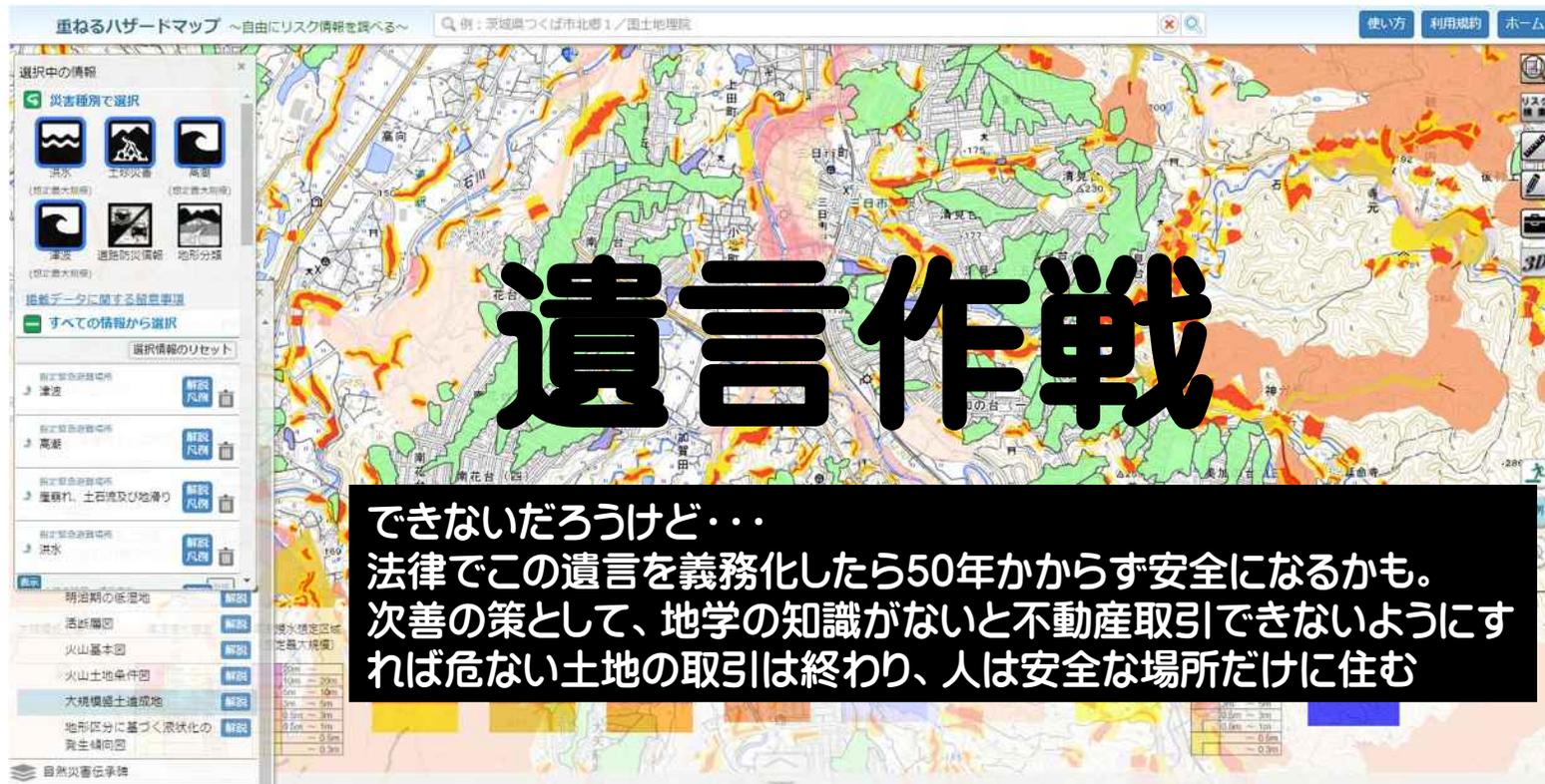


長岡市高町団地

長岡市鶴が丘団地

50年後に人が危ない場所に住まない方法

- 親が子に「家を建てるときは**重ねるハザードマップ**に色がついてないところを選び」と遺言・・・次の世代は安全な場所にいる



END



2008年岩手宮城内陸地震 荒砥沢地すべり

ご清聴ありがとうございました 43