

未災の地盤

—それは想定外ではない—



いずれ、未災から既災になる（約束されている）地盤（宅地）

斜面災害研究センター

釜井俊孝

都市の斜面災害に関するキーワード

既災と未災

災害は、これから起きることを示すヒントである

天災と人災

本家災害と分家災害

後から条件の悪い所にやってきた分家は、被災しやすい

本家が被災する様な想定外の事態は天災と言えるが、分家の災害は、想定内。つまり人災である（小出博，1973）

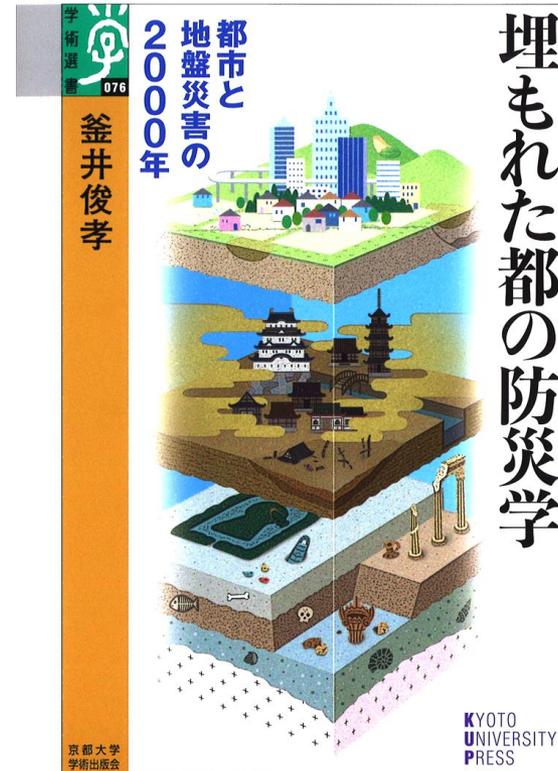
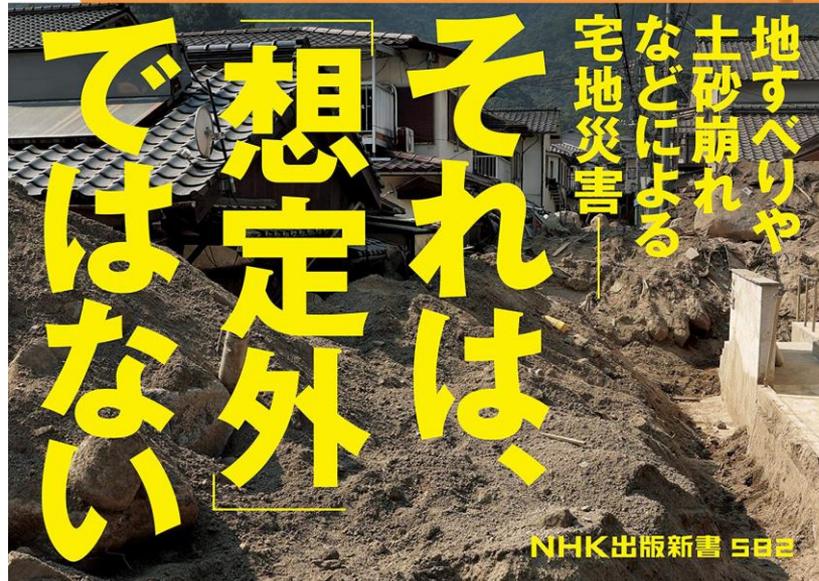
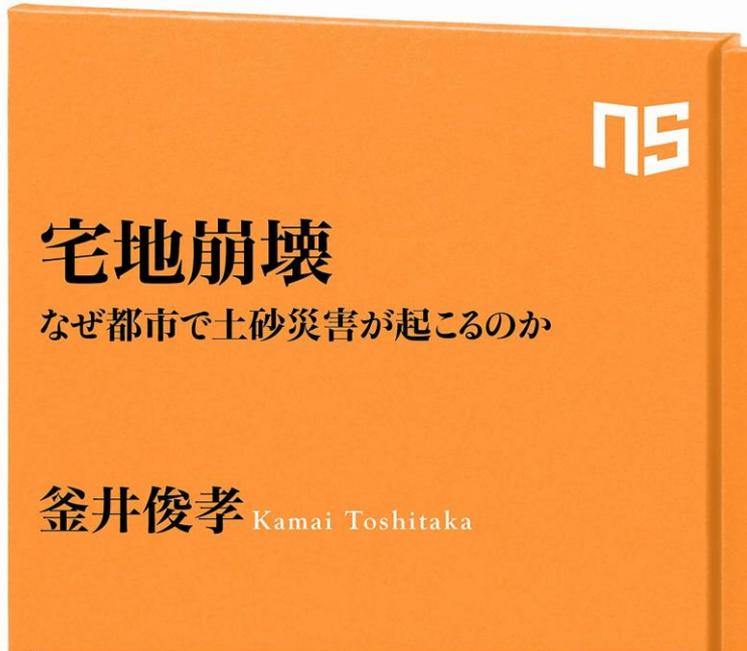
ニュータウンは、現代版の分家だから、そこで起きる災害は人災

遅れてきた公害

宅地盛土の地すべり・液状化

まことに遺憾ながら、本講演では、**著作権**の問題で、画像（報道機関等が提供する記録映像等）の使用をかなり制限させていただいています（昨今の、権利と表現の間の難しい問題です）。本来の画像は、**拙著**をご覧ください。

ただし、本講演がつまらなくても、そのせいだけではありません。宜しく、ご理解のほどをお願いいたします。



江戸の坂と崖



江戸の街では、通常の場合、崖崩れで死者がでるケースはまれで、もし発生するとそれはニュースになった。

例えば、藤岡屋日記には次の様な記述がある。文化12年（1815年）の冬、薬研坂（現在の港区赤坂4丁目と7丁目の境界の坂）に住む和田庄五郎という御家人が、自宅裏山の崖崩れで土に埋まり、死亡したというニュースである。

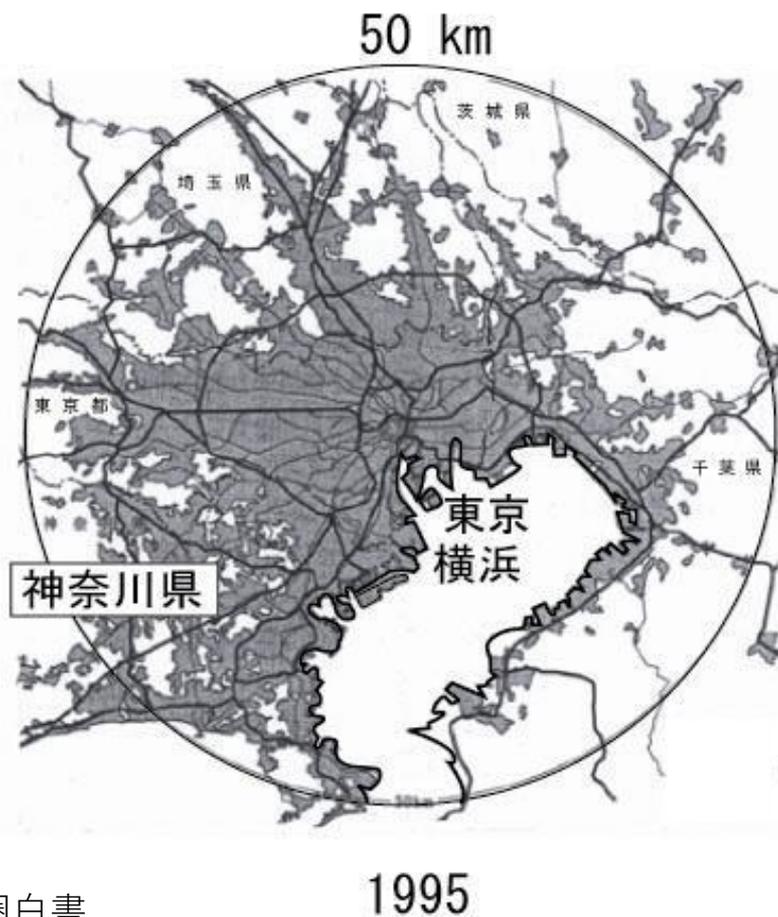
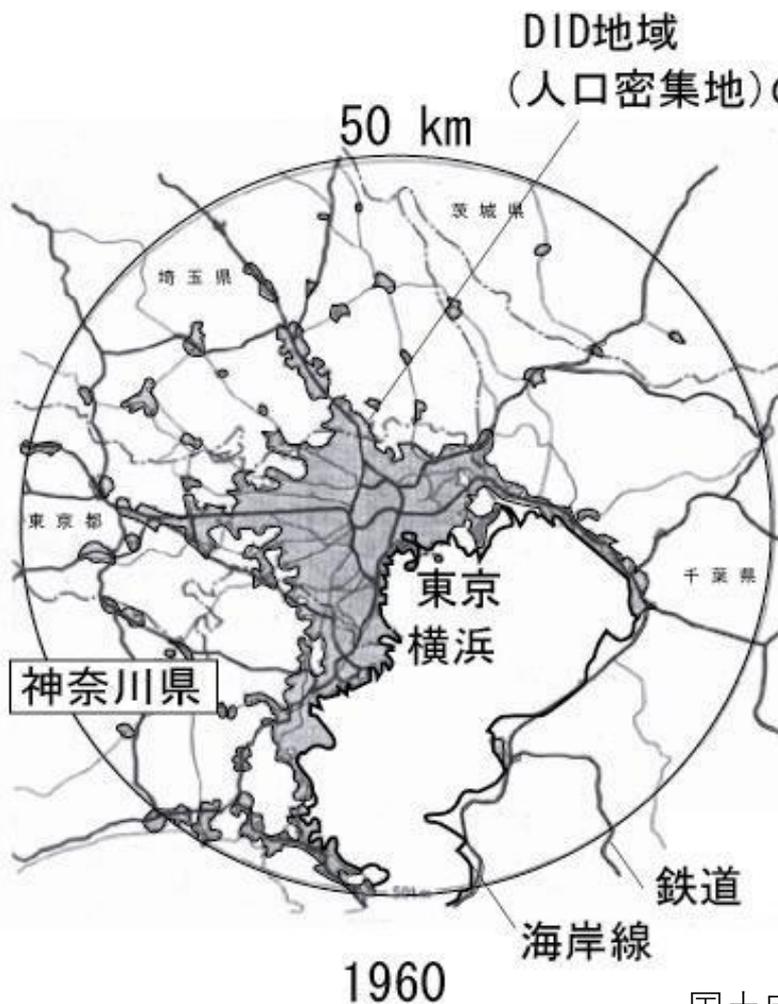


鹿児島市武、西郷屋敷の真向かいの崖 1993年鹿児島豪雨災害では、この斜面で多くの崖崩れが発生した。崖と手前の道路との間の緩斜面は、過去の崖崩れの崩壊土砂が堆積してできた地形（崖錐）。江戸時代にはこの危険な地域は、寺社か藩主屋敷地（庭園）、農地に利用され、一般の住宅地は無かった。
→ソフト的防災の徹底

明治の宅地私有化（地租改正）と戦後の持ち家政策による郊外の宅地開発は、斜面災害のリスクを大いに高めた。つまり、人々の欲望が、斜面災害を招いている。江戸の和田何某も土を売って儲けようとして事故に遭った。災害の管理とは、欲望の管理である

問題の背景としての都市の拡大

東京・横浜の例



埋もれた郊外の形成

江戸期との決定的違い。郊外の開発によって自らリスクを作り出した。

“モダニズム的（機能主義的）都市計画思想”と“戸建住宅を中心とする持ち家政策”による宅地の創造。それは、大規模な谷埋め盛土を無数に出現させることになった。

1. 戦後復興期（1945 - 1959）

進駐軍による大家族制の解体 一家族一住宅（冷戦の産物） 1955年住宅公団設立

2. 高度経済成長期（1960 - 1973）

1961年宅造法 デベロッパーとハウスメーカーの勃興
各地で乱開発（エネルギー革命）

3. 谷間の時代（1974 - 1985）

1978年宮城県沖地震 モダニズム的开发手法の限界が露呈
しかし、バブル発生によって問題は棚上げ

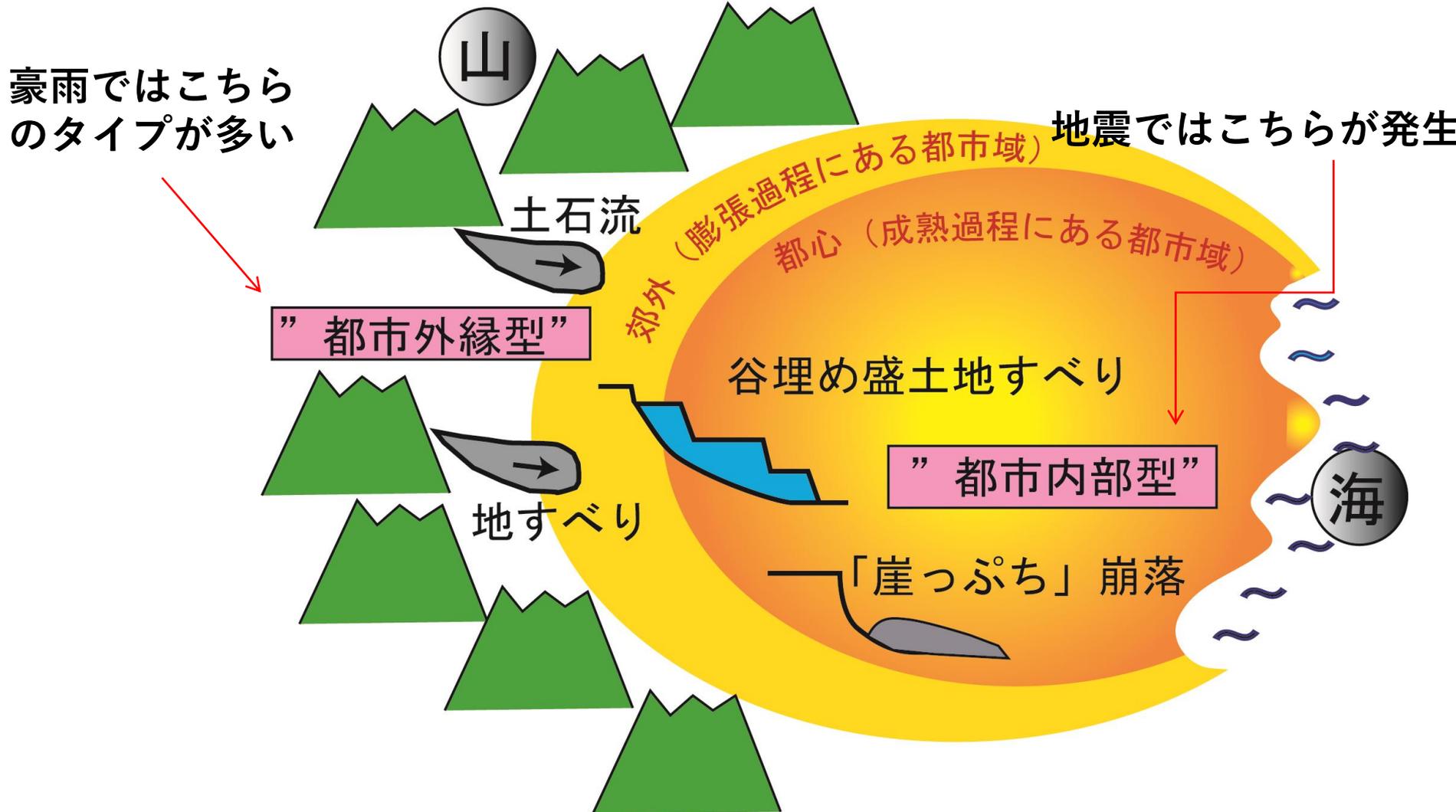
4. バブルとその後遺症（1986 - 2010）

1995年兵庫県南部地震 2004年中越地震 2006年宅造法改正

5. 2011年以降

都市の斜面災害の2つのタイプ

- 都市の膨張と成熟による歴史的必然性の産物



2014年広島土石流災害－八木3丁目の場合－

The 都市外縁型



谷の中の住宅地には、昭和37年に「山林」を購入、昭和38年に宅地に地目変更した記録がある（たぶんこれが最も古い例）。「昭和36年頃、県営が建設されたのを見て、谷の中の土地を購入（県営住宅があるので、安全だと思ったから）」（広島ホームテレビでの住民証言）

旧家は被災を免れている（現代版“分家”災害）

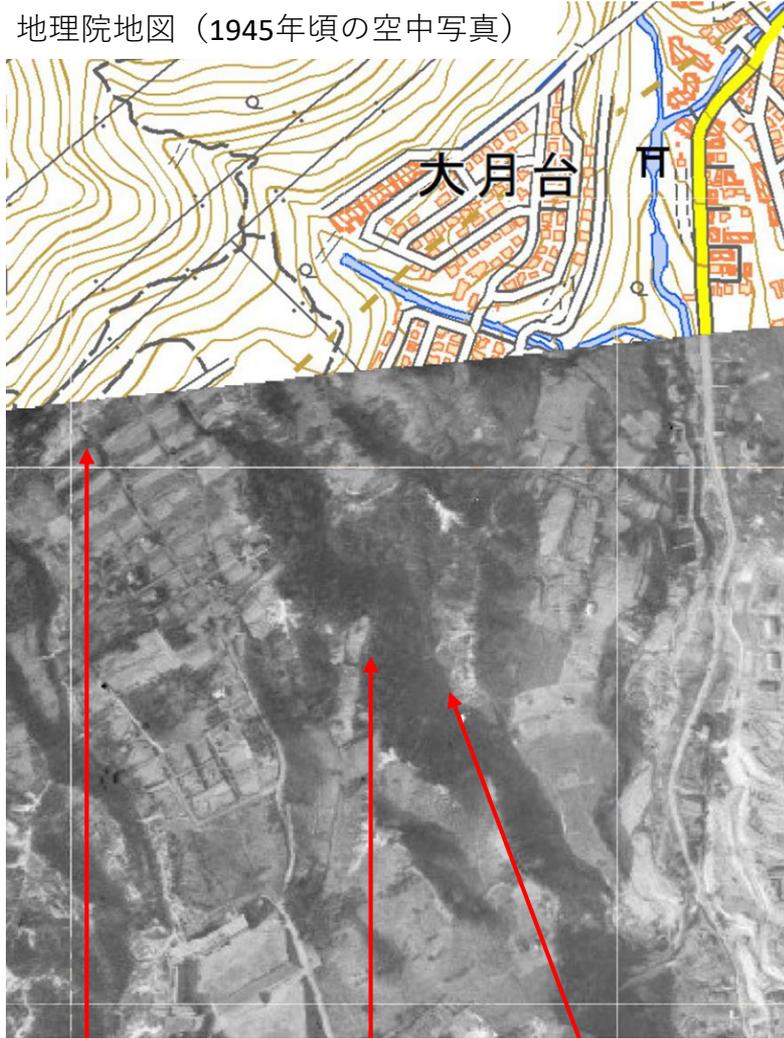


2018年西日本豪雨

神戸市灘区篠原台

土石流

地理院地図 (1945年頃の空中写真)

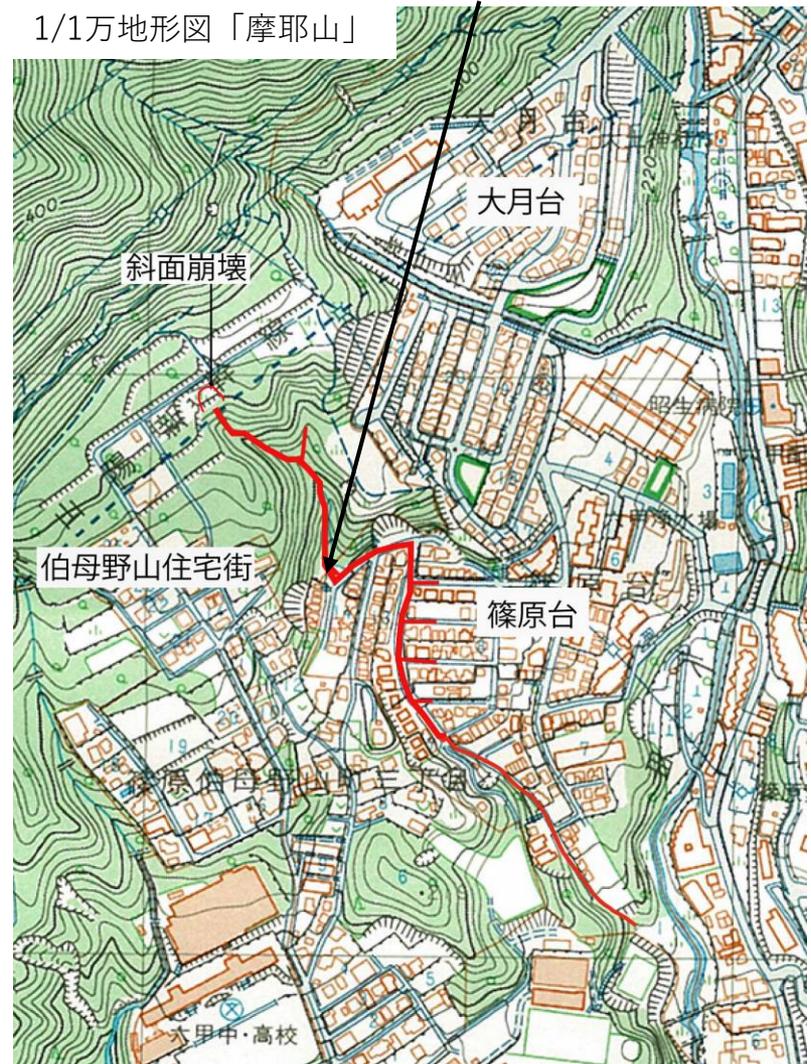


伯母野山住宅街

埋められた谷

削られた尾根

1/1万地形図「摩耶山」



7/6 土石流は、上流の伯母野山住宅街から流下し、篠原台に流入

ニュータウンに流れ込んだ土石流



谷埋め盛土の部分が低く、三面張り水路が作られていた（平時の表面排水）。

土石流は、谷埋め盛土の低まりを流れた。

舗装道路上は摩擦が少なく流れやすい？

土砂には砂分が多く、巨石が少ない。



地下水の影響

段丘面から数m下の滑落崖の下半部に巨大な地下水噴出孔（パイプ）が点在する。
崩壊から数日たって、パイプからの地下水の流出は止まらなかった。



深い地下水での異常な水圧上昇が、崩壊の主な原因？

地下水と一緒に勢いよく流れ出た礫？

造成の影響

都市神戸にとって、水害の危険が少ない高位段丘面は貴重な場所。そのため、早くから開発が進み、芦屋の六麓荘や岡本のヘルマンハイツの様な高級住宅街が形成された。伯母野山住宅街もそうした戦前の宅地造成地の一つで、昭和7年には神戸の新聞社の企画によって、神戸八景の一つに選ばれている。



崩壊地の末端には、古い土砂留めと堰堤（おそらく、私設）があったが、今回の崩壊で破壊された。もともと斜面安定の問題を抱えていたのかも知れない。

リスクと税金－地盤情報は求められているか？－

平成29年度固定資産税路線価

篠原台の土石流に覆われた地域は、
77,800円/m²

これに対し、全く安全な
伯母野山住宅街は、49,500円/m²

資産評価システム研究センター「全国地価
マップ」による

篠原台は土砂災害警戒区域に指定されているが、
住民の約3割が知らなかった（神戸新聞8/5）

しかも、なぜか、知っていた7割の住民も避難しな
かった。

つまり、リスク情報だけでは、住民は災害を回避
しない。

一方、固定資産税路線価は、自治体からの重要な
メッセージである。

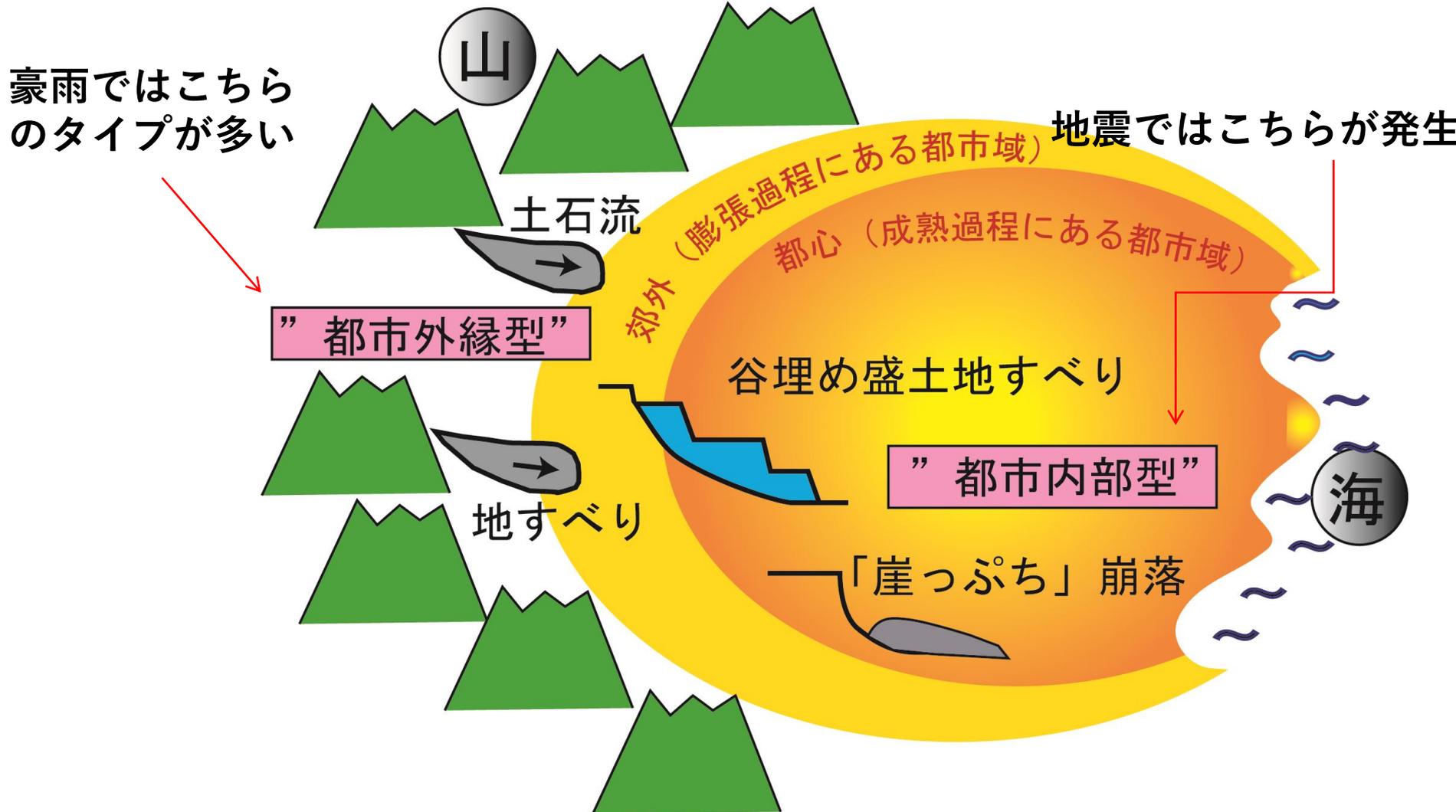
固定資産税路線価は、自治体＋委託された不動産
鑑定士（業界関係者？）が決めている。

しかし、リスクと固定資産税路線価との間には明
瞭な関係が無い。むしろ、安全な地域（例えば、
伯母野山住宅街）の方が路線価が安い場合も。

警戒区域は減価されるが、せいぜい1割程度でしか
ない。しかも、篠原台の大半が警戒区域なので、
実際のリスクの違いは、自治体の徴税行動に反映
されていなかった？

都市の斜面災害の2つのタイプ

- 都市の膨張と成熟による歴史的必然性の産物



2018胆振東部地震による清田区里塚の液状化

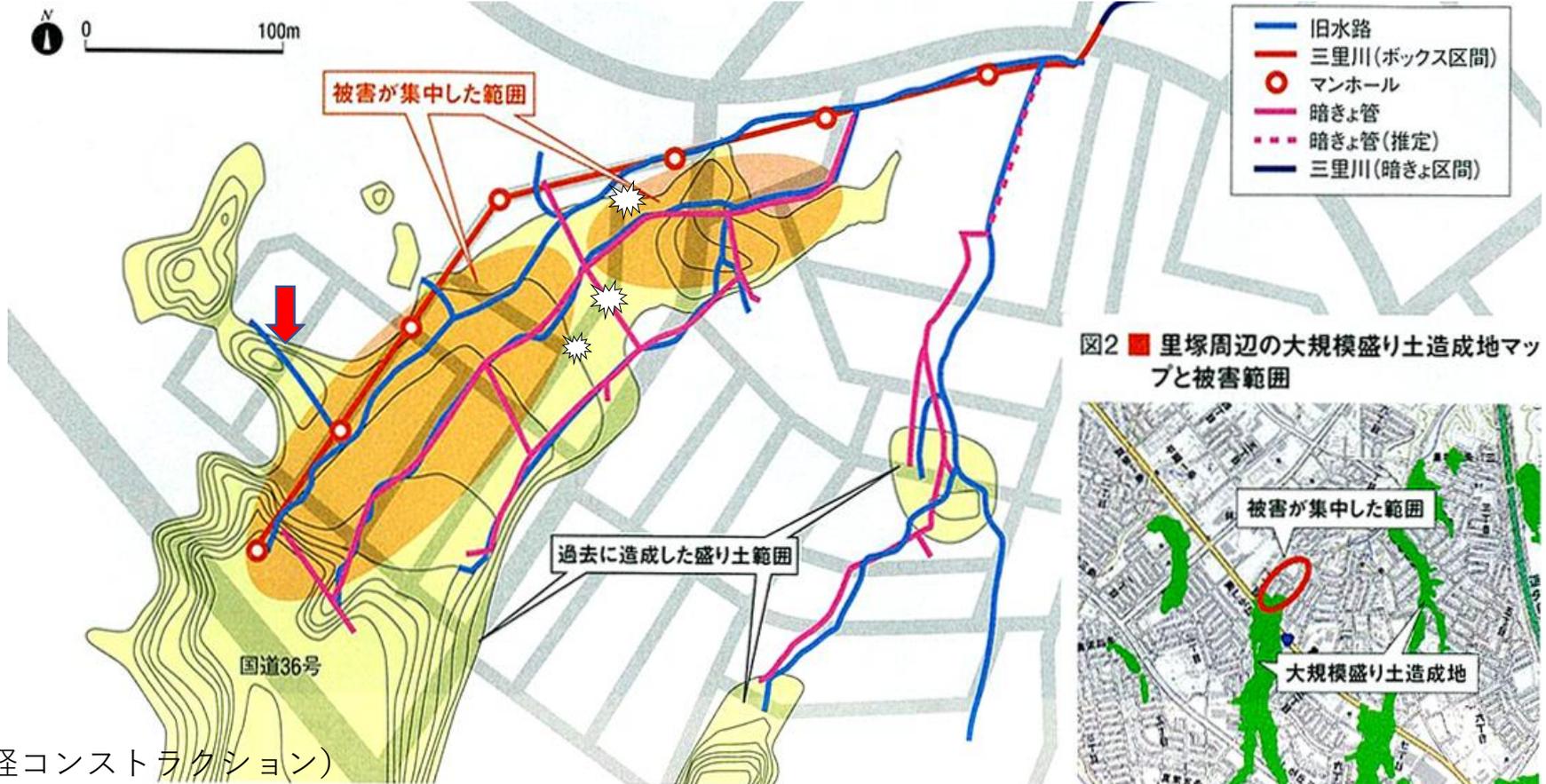
谷埋め盛土が液状化。液状化層が流出して泥流化した。

液状化領域が沈下して、住宅に被害。

同様の被害は、2003年にも。別の地域では1968年にも。

札幌市は、この盛土を打ち漏らしていた⇒現「滑動崩落対策事業」の問題点

The 都市内部型



地震に弱い札幌南部の宅地



対馬坤六（1968）：地質ニュース168

繰り返される地震災害

いつも同じパターン

だいたい同じ場所



2003年十勝沖地震



2018年胆振東部地震

忘れられた開発

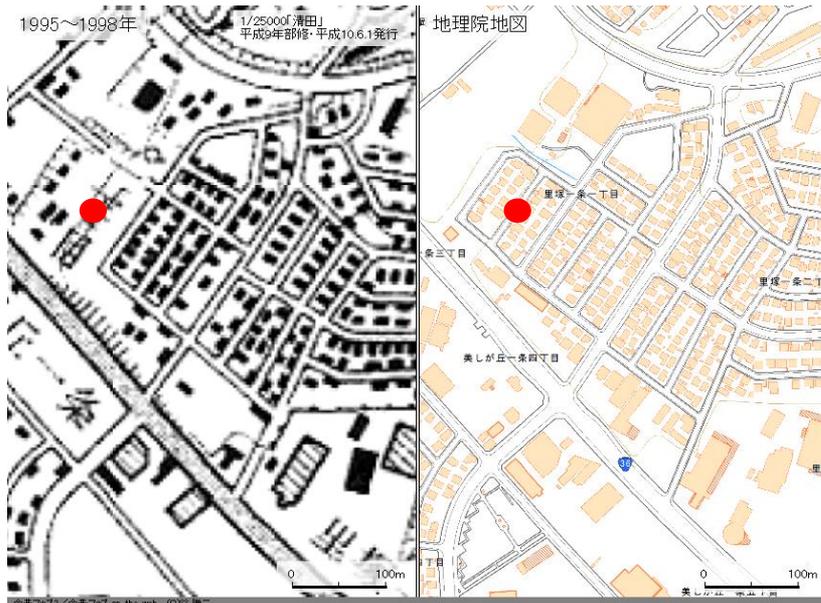


1952 (今昔マップ)

1952年、谷筋が残っている（上図左）

1972年、T工務店が資材置き場として谷埋め盛土を造成（下図左）

2004年、ある大手ハウスメーカーが土地を購入、区画を整理して、エンドユーザーに販売（右図）。その際、「この地域は、盛土では無く、切土」と説明。



1998 (今昔マップ)

2018年、地震によって6棟の地盤が変形、建物が傾く。ハウスメーカーは、T工務店から盛土した土地という説明が無かった。責任は無いとして補償を拒否。現在、協議中。

必要なのは、理科+社会科
社会科で大事なものは、地理と歴史→世界

谷埋め盛土における最初の犠牲者

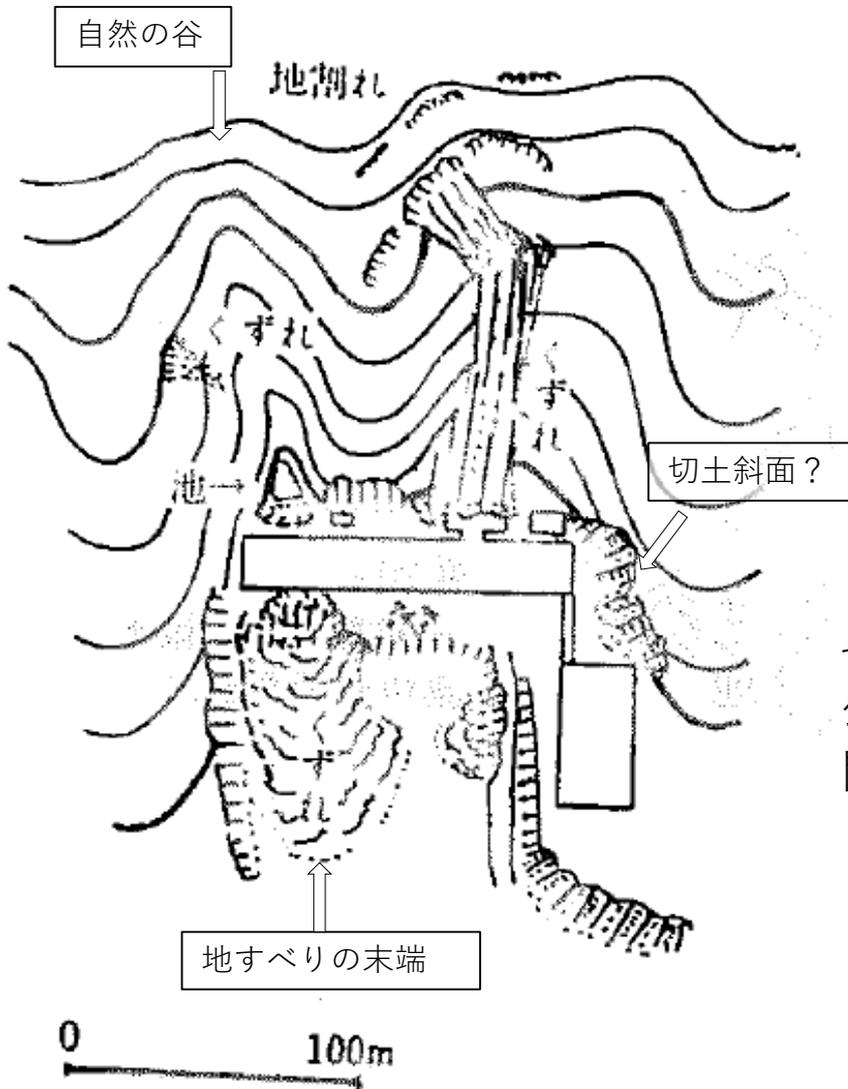
外縁にくっついた都市の内部

1968 十勝沖地震の際、南部町立剣吉中学区の校舎下が崩壊。生徒4名が犠牲。

崩壊したのは、広場に面して造成された斜面のうち、谷埋め盛土部分に相当する。切土部分？では崩壊が起きていない。

切土と盛土を一連の斜面として、ほぼ同じ勾配で造成する、「つらいちデザイン」の問題

同様の災害は、2010年呉市安浦中央ハイツなどでも繰り返された。

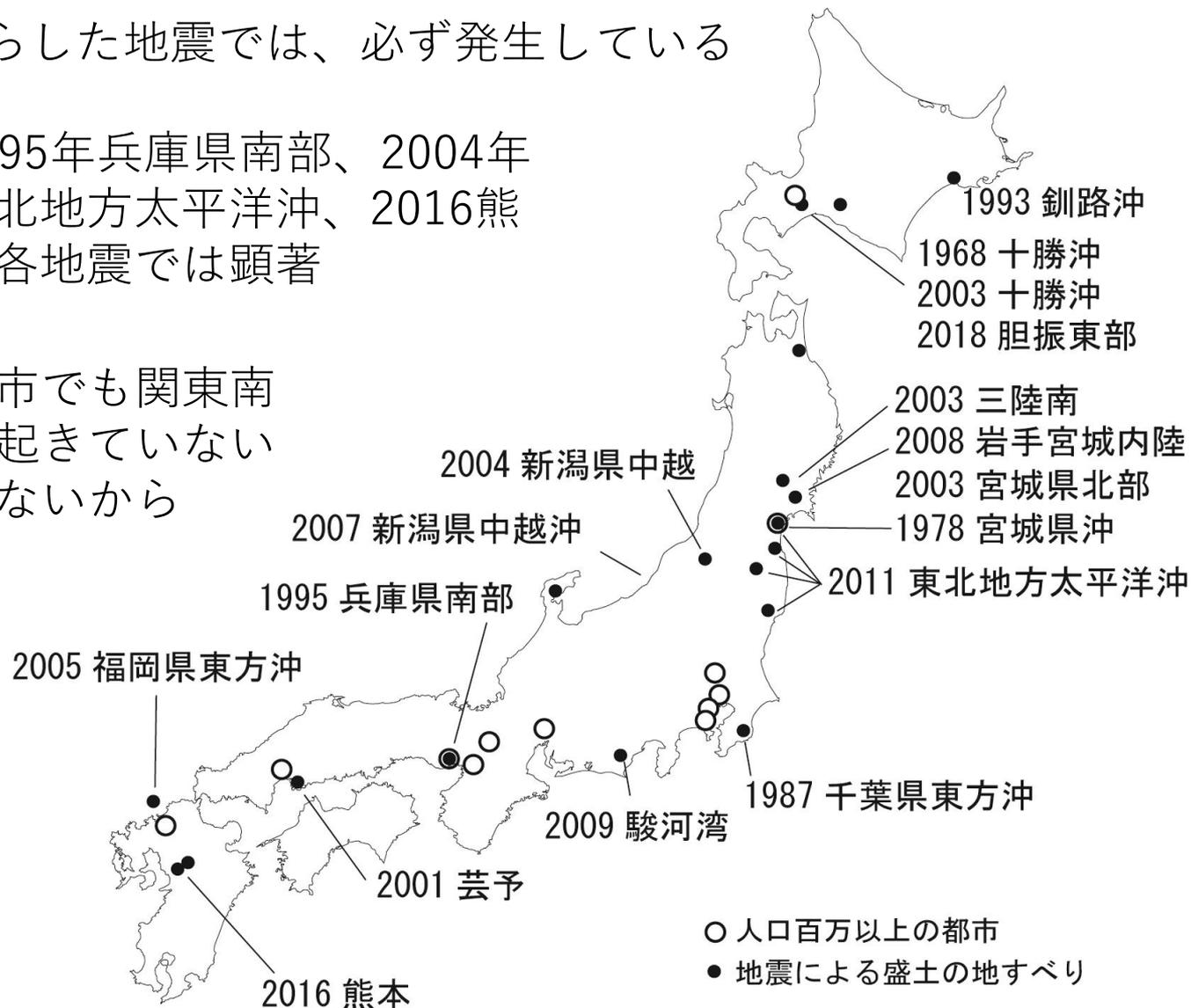


地震による都市域の斜面災害（盛土の地すべり）

大都市に被害をもたらした地震では、必ず発生している

1978年宮城県沖、1995年兵庫県南部、2004年新潟県中越、2011東北地方太平洋沖、2016熊本、2018胆振東部の各地震では顕著

人口百万以上の大都市でも関東南部、大阪、名古屋で起きていない
→未だ地震が来ていないから



0 400 km

「遅れてきた公害」としての谷埋め盛土

1960年～1975年の高度経済成長期に大量に作られた

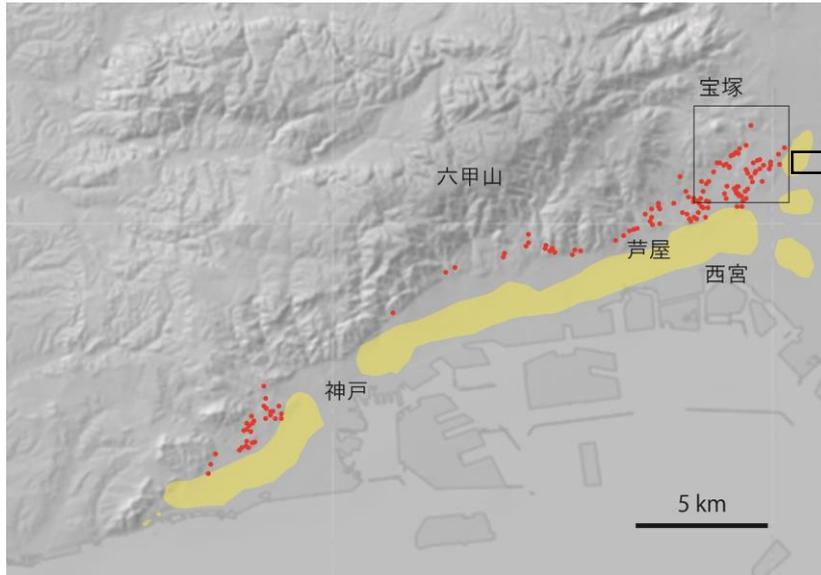
当時は四大「公害」の時代。しかし、大気、水、騒音については、様々な方策によって、ほぼ解決

最近頻発し、これからも発生する、宅地盛土の地すべりは、この時代に準備された。それゆえ、「遅れてきた公害」と呼ぶべき災害である

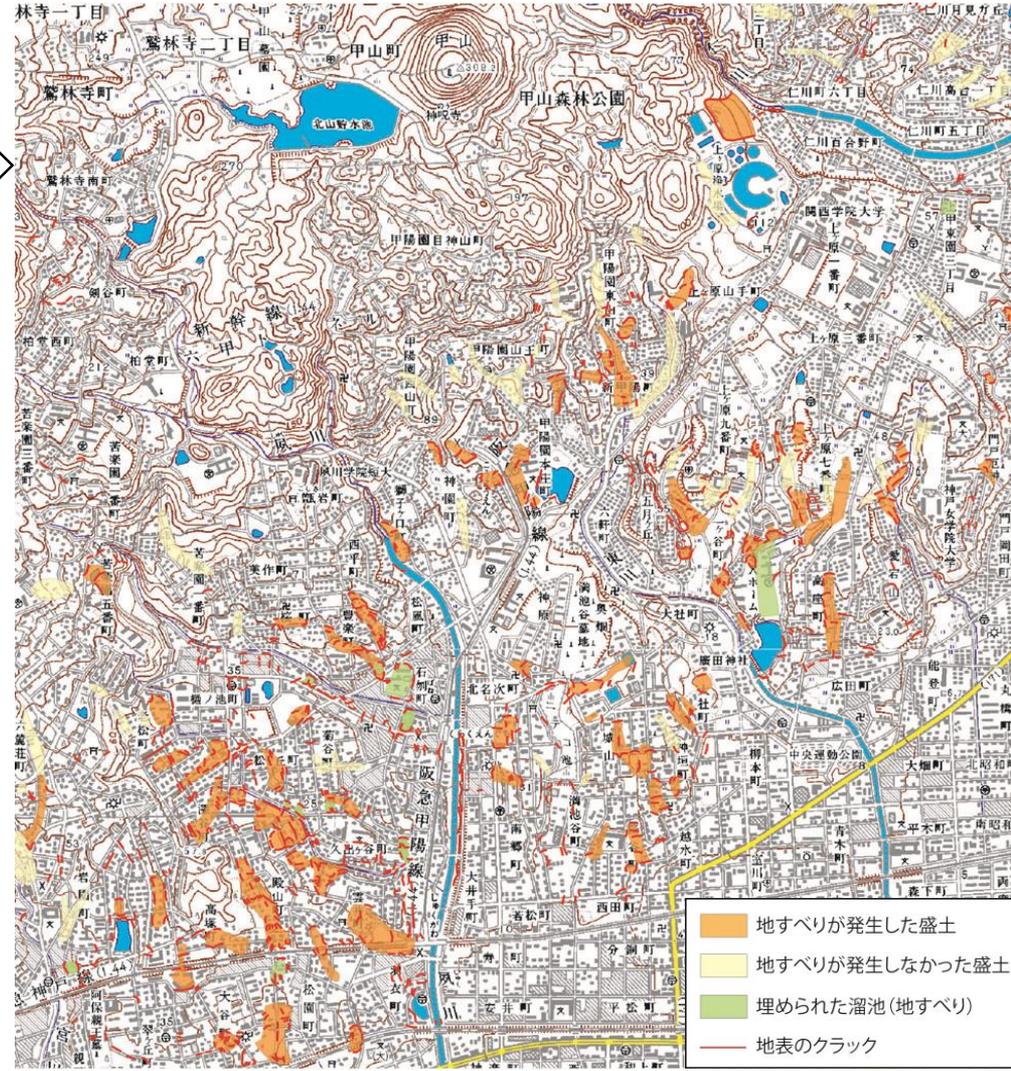
「公害」なのだから、原因者（デベロッパー、ハウスメーカー）を巻き込んだ管理の仕組み（法律、対策基金など）が必要である

1995年兵庫県南部地震

－宅地盛土の地すべり、全国区になる－



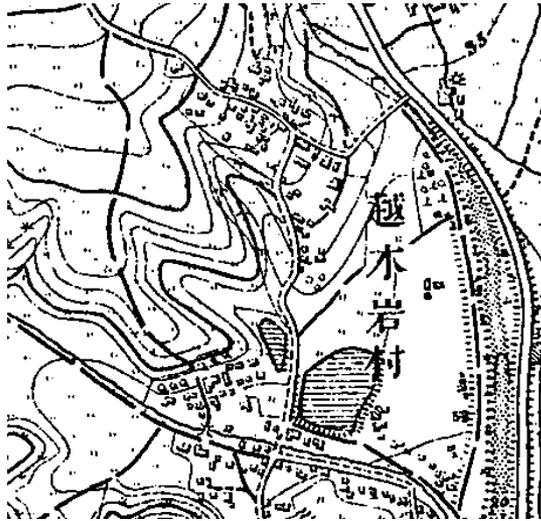
宅地盛土の地すべり（約200ヶ所）の分布



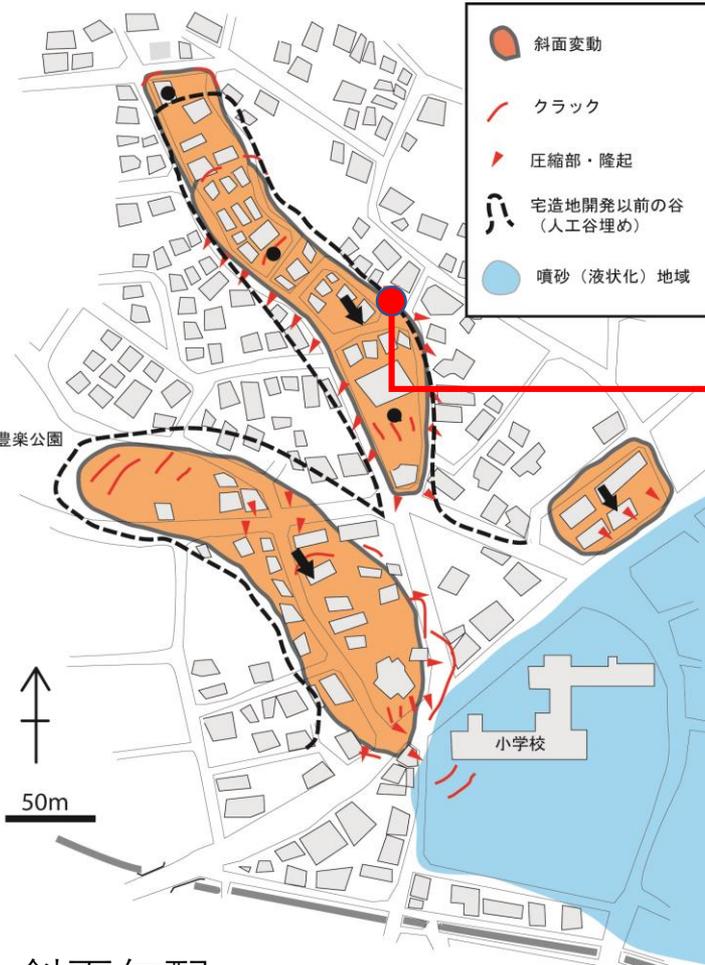
地すべりの分布（拡大）

仁川百合野の地すべり、34人が犠牲になった

1995年兵庫県南部地震による西宮市豊楽町の地すべり



開発前の地形図
(1885年「西宮町」)



地すべりの状況



住宅の床下で発見された噴砂の痕跡

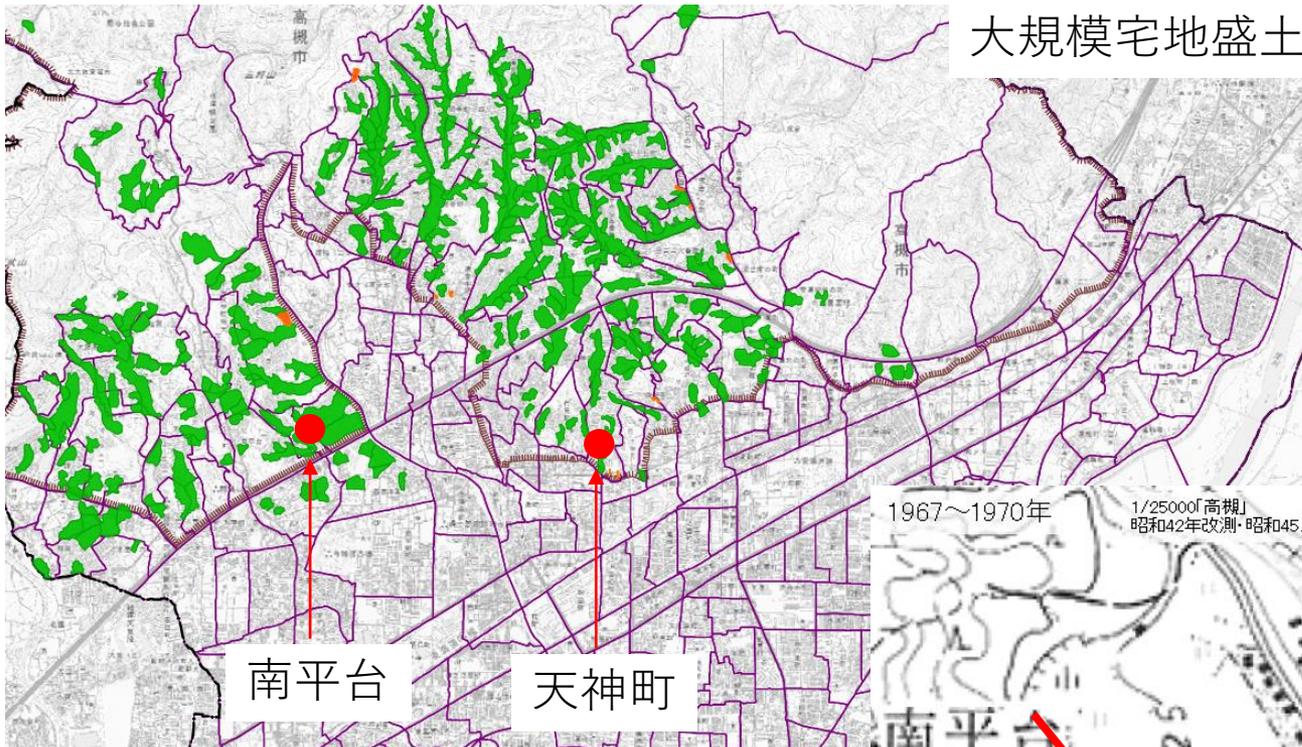
高い地下水位、噴砂、緩い斜面勾配
これらは、液状化による地すべりを示唆する

被災した崖っぷち-南平台の擁壁-

2018年大阪北部の地震による、「薄い」けど象徴的な地盤災害

大規模宅地盛土分布（高槻市）

高槻市南平台の被害には、都市の斜面災害としての意味



1966年~1983年の開発。1970年代の擁壁とその上の宅地が被害を受けた

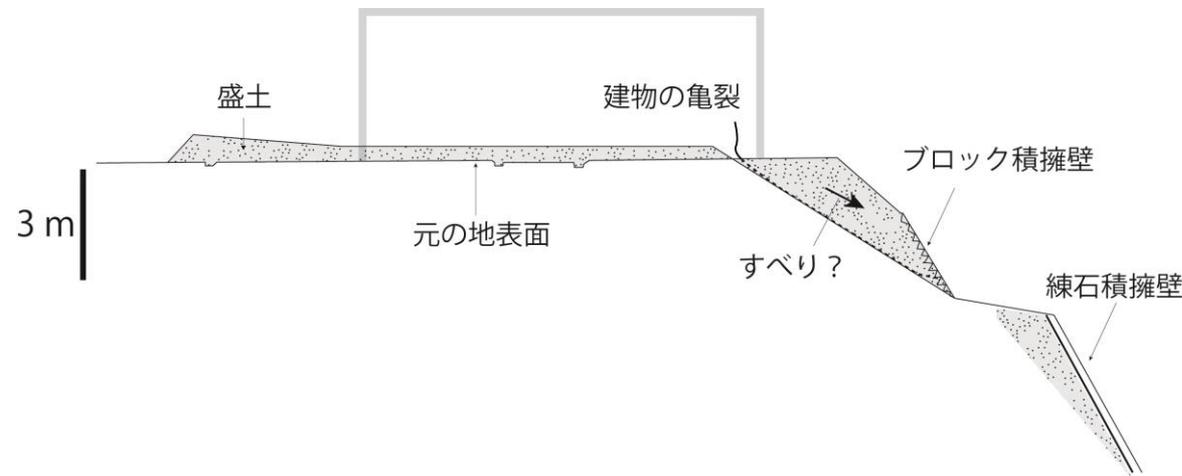
名前の元となった渋谷区の南平台は東京の高級住宅街。しかし、同様の災害リスクがある。

急斜面に張り付いた盛土の不安定化

練石積擁壁が膨らんでいる



適当な盛土と擁壁（当時の基準には適合しているが、地震が来ると動く）



こうした盛土は都市内部に多数あって、対策は住民に任される（つまり、事実上、無視される）

2017年台風21号による災害



(写真提供：川崎地質)

奈良県三郷町、生駒市西松ヶ丘、岸和田市大沢町、紀の川市西脇、所沢市山口で、いずれも谷埋め盛土が崩壊して災害が発生した。

過去、谷埋め盛土の崩壊の誘因は、主に地震だった。しかし、2000年の東海豪雨ごろから、雨でも滑るようになった。極端気象の反映かもしれない。

未災の崖っぶち



数々の歴史のドラマが生まれ、大阪の文化が生まれ育った地域

同時に、坂の周囲は災害リスクの高い急斜面である。

口縄坂から天神坂にかけて様々な不安定化現象がみられる (赤丸)

坂の歴史には斜面都市における災害受容の過程が凝縮されている。

坂に見られる不安定化の兆候



愛染坂を横断し、構造物に連続する亀裂

戦後の開発によって斜面に盛土が張り付いた

震動（兵庫県南部地震？）の影響？

建物（星光学園の校舎）の亀裂

沈下しつつ斜面下方に動いた事
を示す亀裂

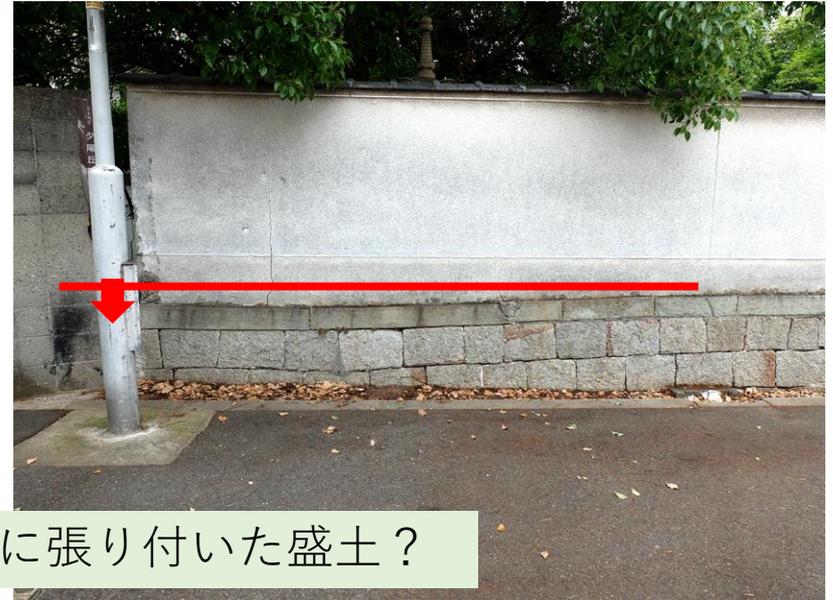
崖の下には圧縮亀裂→地すべり？



斜面の不安定化の兆候



崖に張り付いた盛土？



斜面の上部には盛土が張り付いていて、既に沈下している

斜面の下端では、不適格な擁壁や施設が点在

大阪市の見解

上町台地北部は、多くの発掘調査成果によって複雑な谷地形があったことが分かっている。

これらの谷筋には様々な時代の谷埋め盛土が存在する

さらに、西縁の急崖に沿って、近代以降の多くの腹付盛土が張り付いている



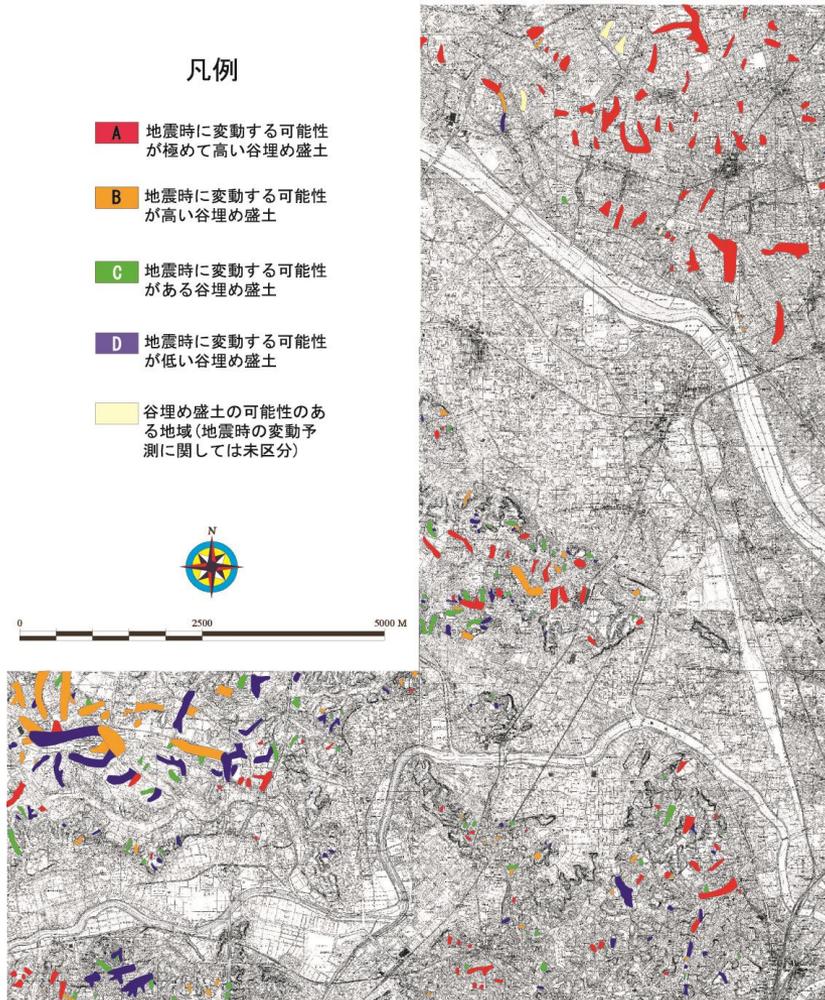
大規模盛土造成地の調査結果について

地震等によって、崖崩れや土砂流出による災害の発生可能性がある大規模盛土造成地について、平成26年度に国土交通省が定める「大規模盛土造成地の変動予測調査ガイドライン」による調査を行った結果、**大阪市内には大規模盛土造成地が存在しないことを確認しました。**

大規模宅地盛土分布図

谷埋め盛土地すべりによる被害が相次いだため、予測図が必要になった

地震時斜面災害予測図（谷埋め盛土地盤）
- 東京西南部 ~ 横浜北部 -



新旧の地形図の比較が最も簡単

・ただし、紙の伸縮や投影法の変化によるズレが生じている。このため、機械的に差分を取っただけでは難しい。

・地域の地形特性、都市の発達史を理解した人間が判断するならば、作成可能

2006年宅造法改正による成果の一つ

・ただし、作成者によって精度や調査結果に粗密（忖度？）がある。

・多くの場合、「調査の結果、危険な盛土は無い」ことになっているが本当か？

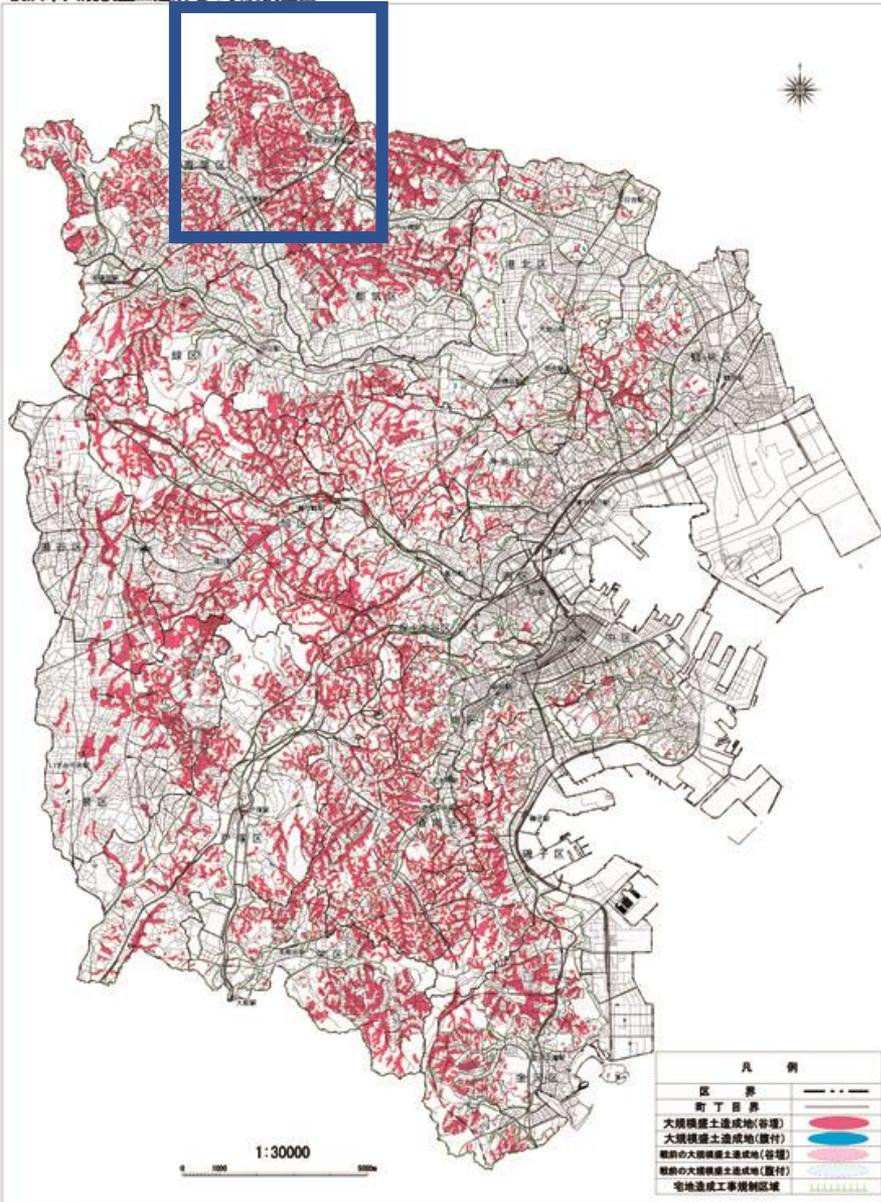
・防災・減災の視点で見ると、「分布図に記された盛土のどこかで災害が起きる可能性がある」と言うべき

地震対策としての盛土分布図

横浜市 (2010年2月)

丘の手における開発の実態を良く表現した地図

横浜市大規模盛土造成地の状況調査図



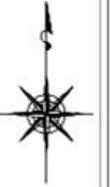
拡大に耐え、位置の特定も可能

東京都が公表した「大規模宅地盛土分布図」

大規模盛土造成地マップ

武蔵野台地と多摩丘陵の開発実態を表す地図 (になるはずだった)

23区内 (武蔵野台地) に盛土がほぼ無いのは本当か？



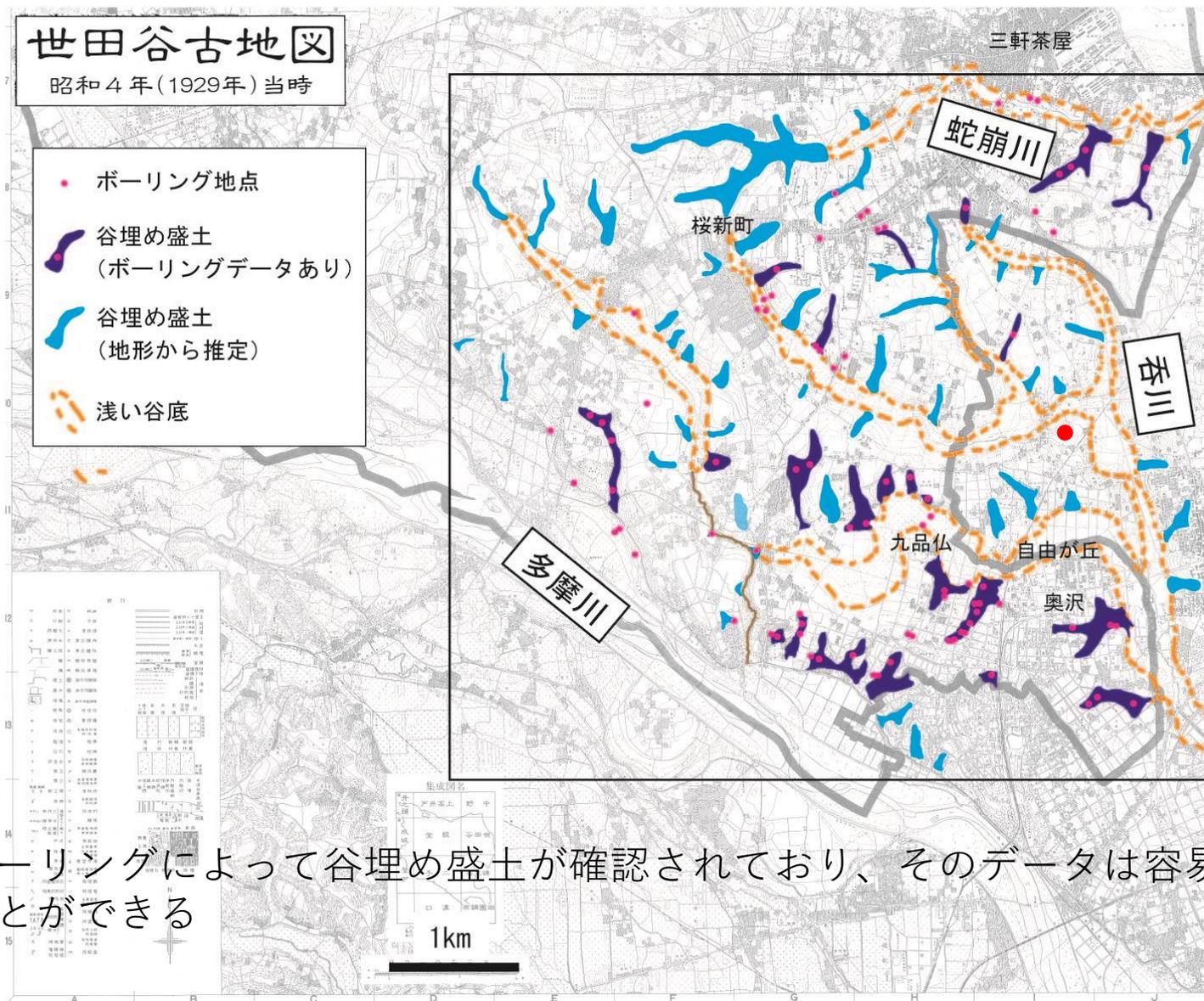
しかも、「既に危険な事象が生じている盛土は無い」と、わざわざハードルを上げて「無い」ことを強調している。

つまり、東京都の地図は、どこかおかしい。

■ 大規模盛土造成地
■ 宅地造成工事規制区域

東京南西部（目黒区～世田谷区）

地元（赤丸が自宅）なので、周辺を少し面的に調べてみた



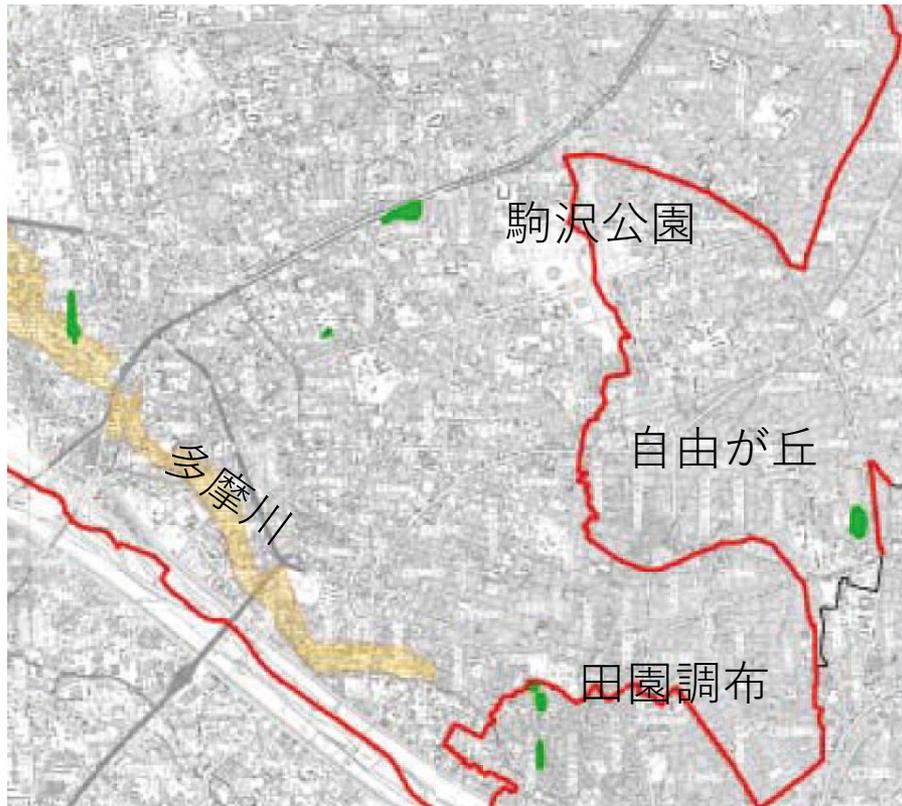
多くのボーリングによって谷埋め盛土が確認されており、そのデータは容易に閲覧することができる

東京都の「大規模宅地盛土分布図」の検証

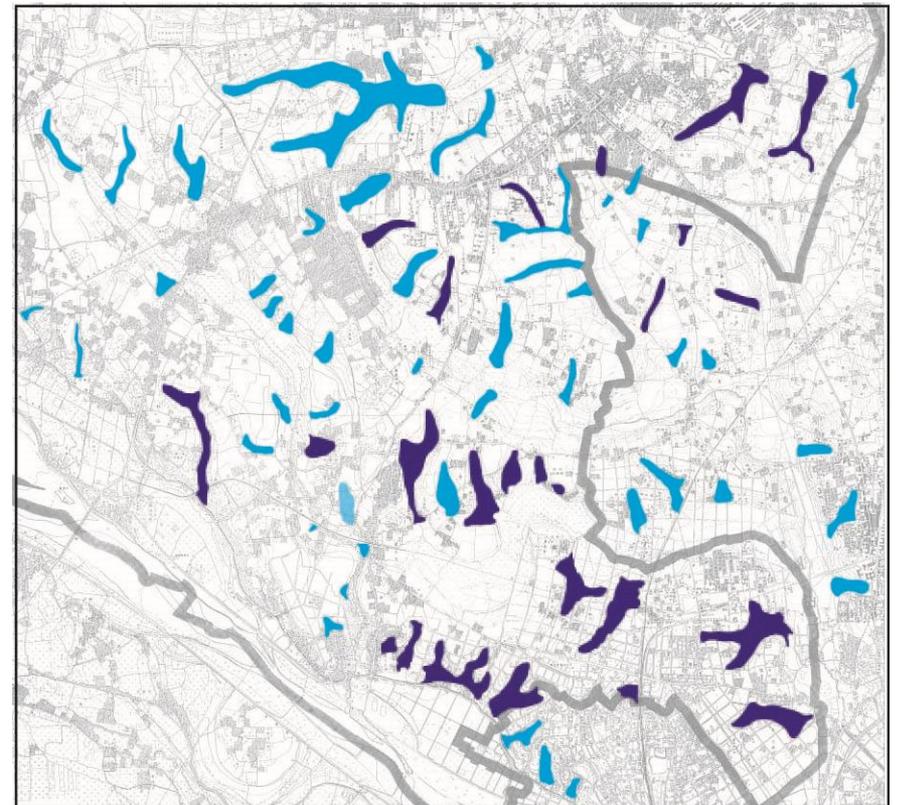
新旧地形図の比較やボーリングデータから、谷埋め盛土の分布を独自に作成

東京都が表現した大規模盛土は宅造法の条件を考慮しても極端に少ない

台地縁辺部にあるはずの谷埋め盛土がほとんど示されていないのは異常。



東京都 (2015)



釜井 (2015)

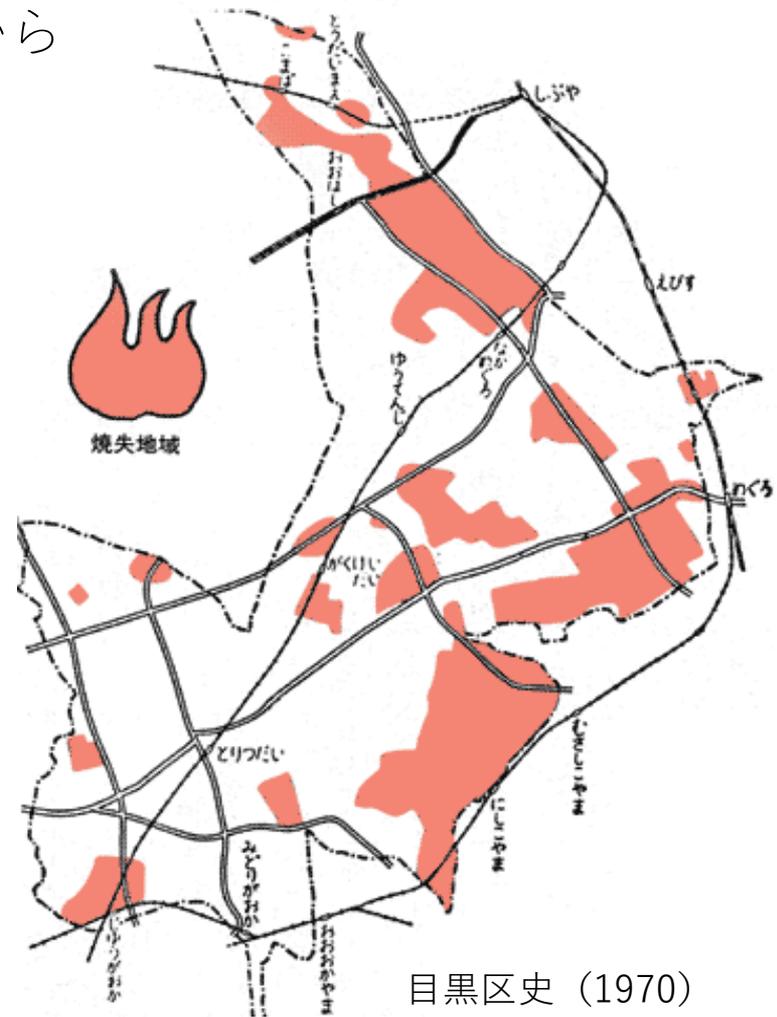
日本の戦後は焼け跡の後片付けから

「地下に埋めれば無かった事に」は、この頃から

GHQは、戦災瓦礫（無差別都市爆撃による廃棄物）の地上からの撤去を要求。

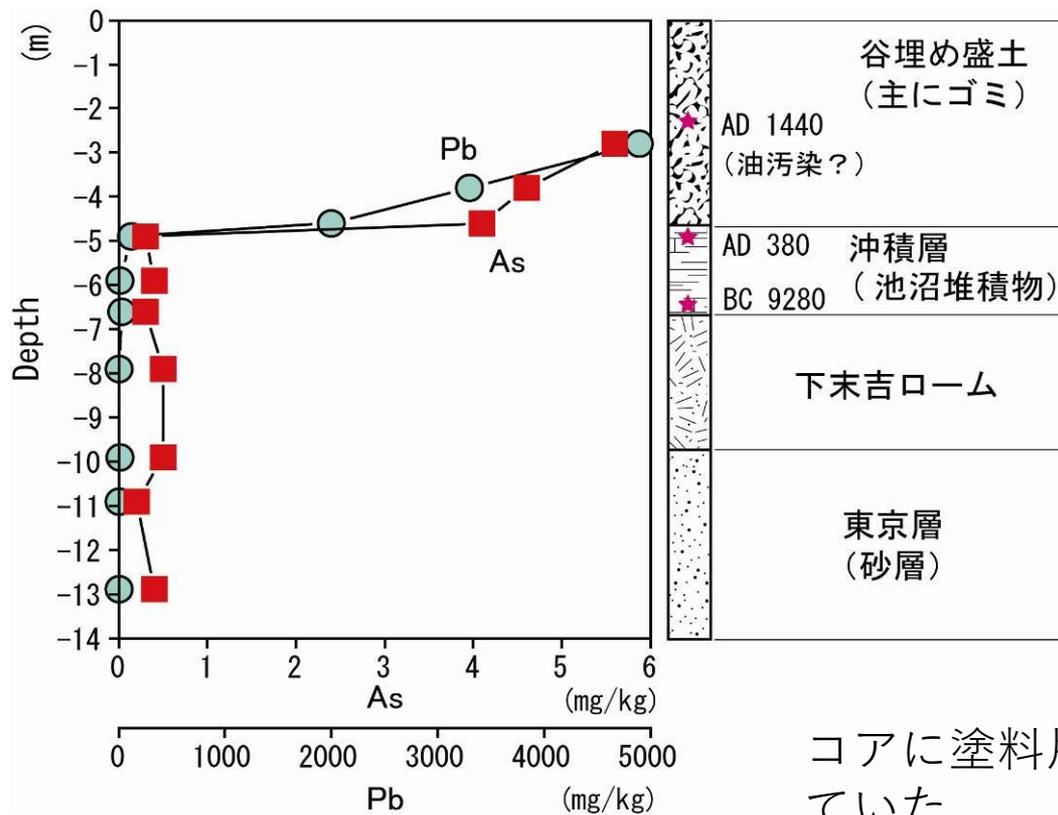
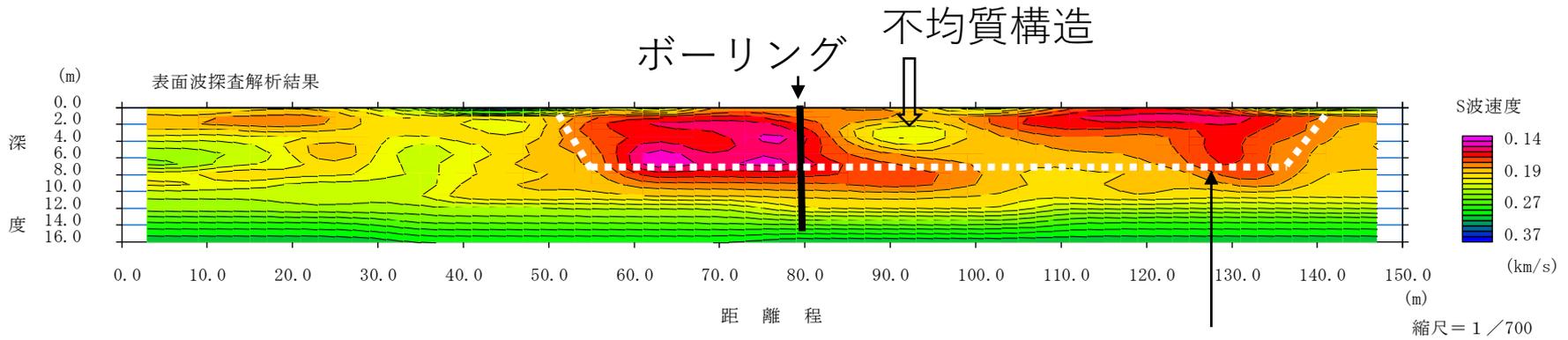
多くは、運河・河川や谷筋を埋め立て、処理された。

例えば、銀座の三十間堀川の場合、1949年に埋め立て完了



焼け跡は、山の手にもかなり存在した。図は目黒区の例

全く偶然に見つけてしまった谷埋め盛土の環境汚染



沖積層の基底

盛土の鉛 (+ヒ素) 汚染
鉛は土壤汚染対策法における含有量基準 (150mg/kg) の約30倍。(0.5m以深であるが、何もしなくて良いか?)

コアに塗料片。戦前の白ペンキには鉛が含まれていた。

重金属汚染盛土のその後

この公園で地震動と間隙水圧を観測（現在は延長許可を検討中ということで棚ざらし）

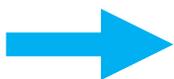


売主 [redacted] ハウス
販売 [redacted] デンシャル



鉛・ヒ素（その他は、未分析）に汚染された部分。その後、再埋立？色からして戦災瓦礫？ そうだとすれば、他にもあるはず。

約1年後



2009年竣工：1～1.5億円/戸

汚染土は暴露されなければ良いという考え方もある。しかし、この場所では、地震時に異常に大きい上下動が観測される。防災上、問題になるかもしれない。

ある自治体の建前と本音

これまでの調査により、現段階では、都内に造成宅地防災区域に指定すべき大規模盛土造成地は存在しないことが分かりました。



基準外・管轄外の盛土については関知しません (お察しく下さい)

全ての盛土が危険というわけではありません。



なかには危険な盛土もあります (お察しく下さい)

防災意識を高めるのが目的です

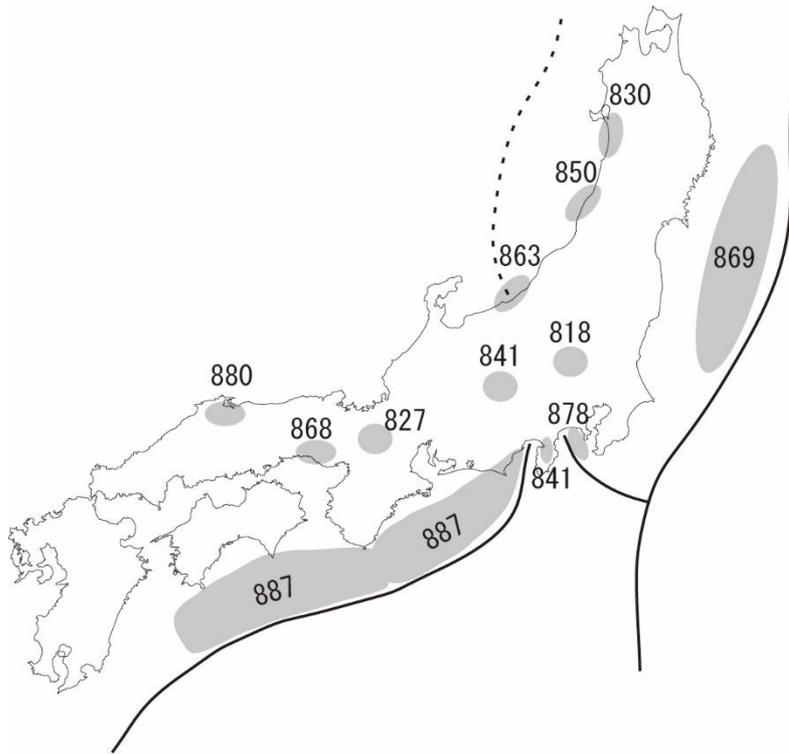


対策はご自分でお願いします (お察しく下さい)

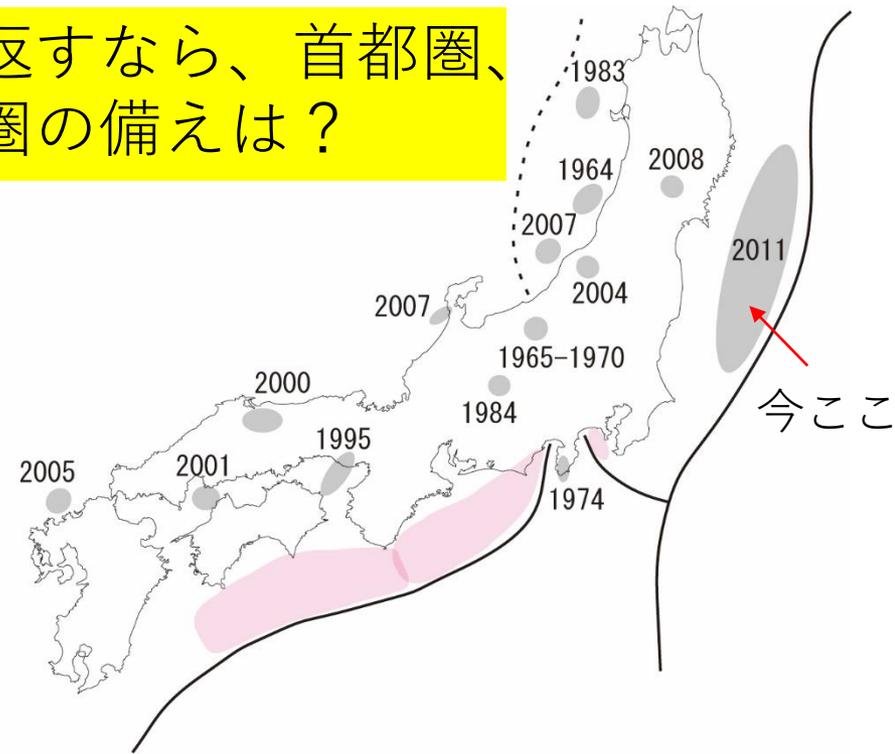
歴史は繰り返すか？

20世紀後半から起きていた地震は、種類、順番、場所が9世紀のイベントに酷似

9世紀には、869年の東北地震の後、東海、東南海地震、そして三浦半島（首都直下）で地震が起きた。歴史は繰り返すか？



繰り返すなら、首都圏、近畿圏の備えは？



9世紀の大地震

(寒川 旭：地震の日本史増補版)

20-21世紀の大地震

(寒川 旭：歴史から探る21世紀の巨大地震)

東京の崖っぷち

西品川



工事のわずかな振動で崩壊
(2004年4月2日)

老朽化した斜面保護工と建築

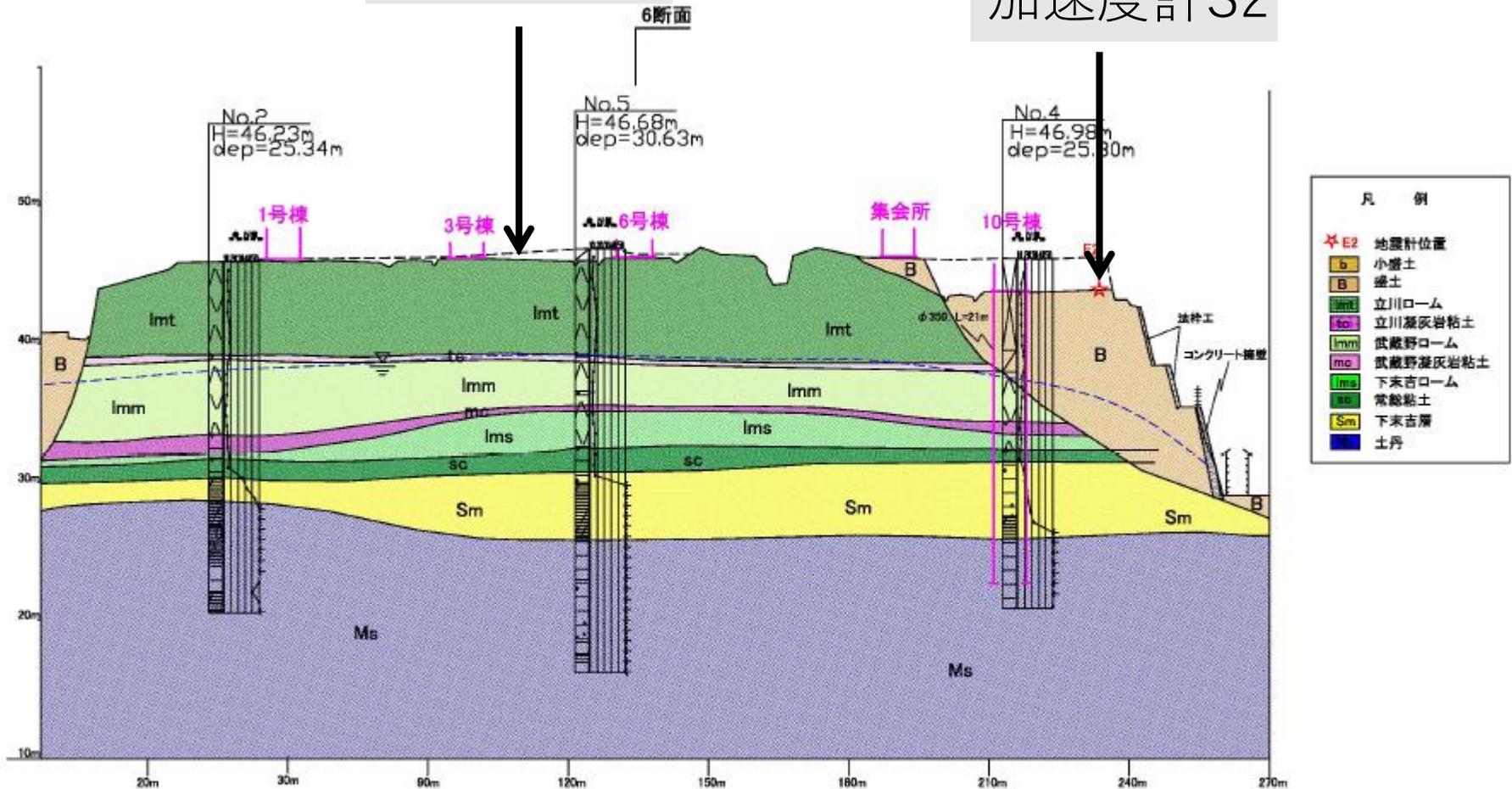
“東京大震災”では、こうした光景が至る所
に出現するだろう

横浜市中心部で観測された地震動

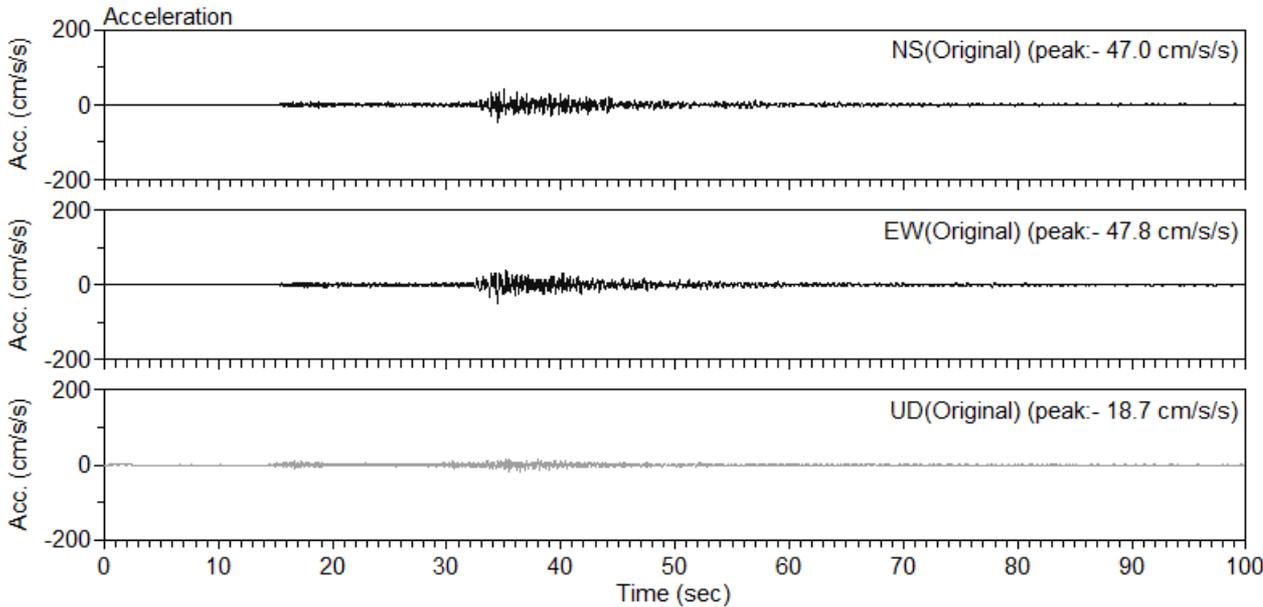
下末吉面、台地縁辺部の腹付け盛土斜面、谷埋め盛り土、低地を包括する様に観測点を複数配置

加速度計S3

加速度計S2



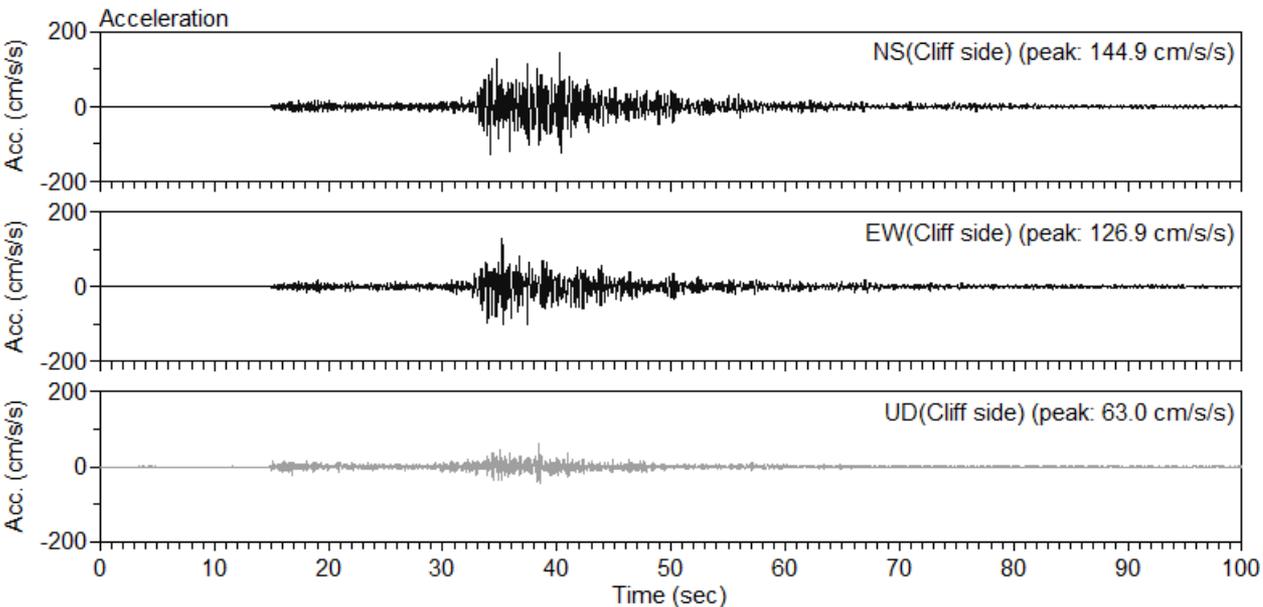
崖際における地震動の極端な増幅



加速度計

S3

台地（下末吉面）
中央部の揺れを代表する。



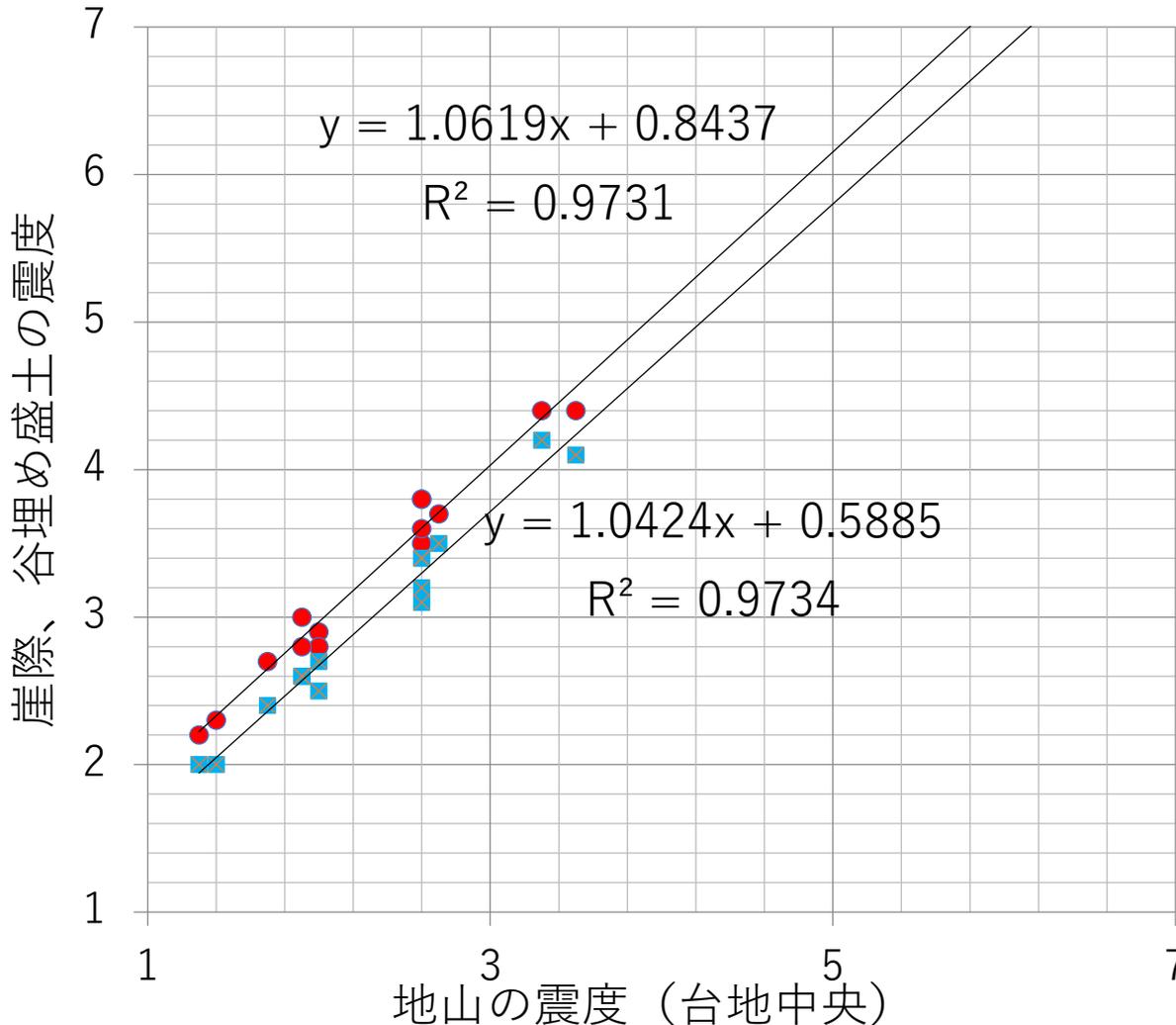
加速度計

S2

台地（下末吉面）
縁辺部に張り付けられた盛土斜面の揺れ。中央部に比べて約3倍。

台地に張り付いた盛土における地震動の増幅

震度で比べると、崖際（赤丸）と谷埋め盛土（水色）は、ほぼ同様の関係



崖際の震度は、台地に比べて約1大きい

地震の遠い近いに関係なく、崖際と谷埋め盛土での揺れは、台地中央部に比べて大きい

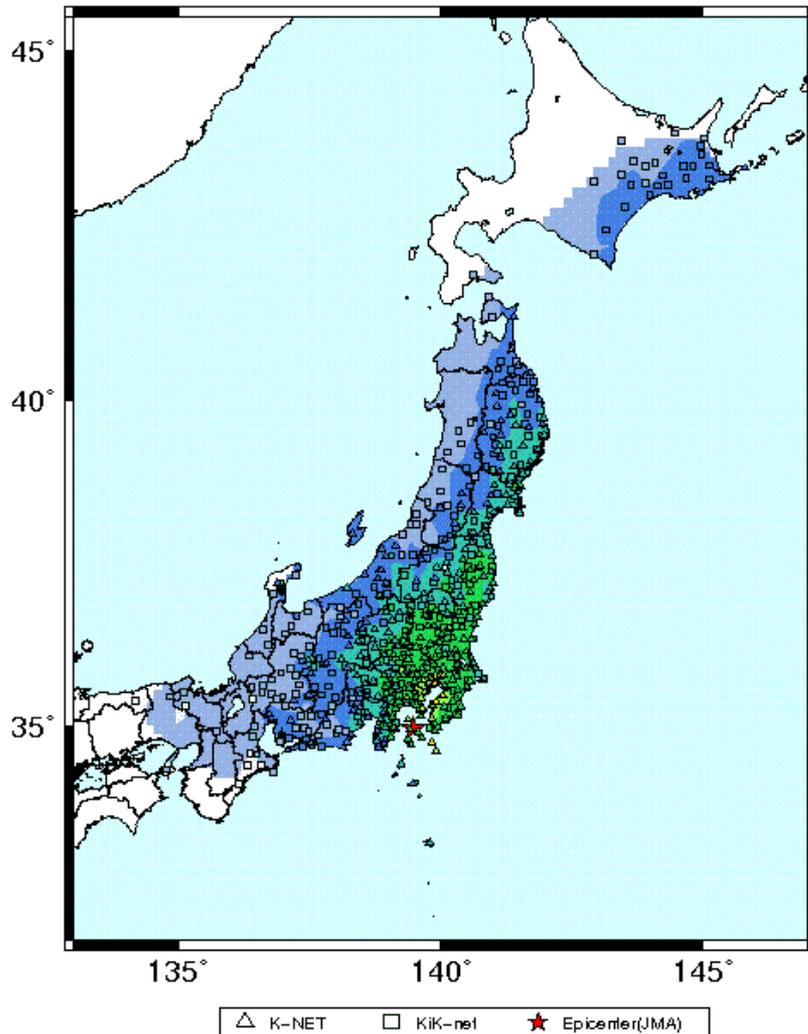
加速度で見ても、3軸加速度は約3倍。上下方向の加速度のみを見ると、台地中央に比べて約5倍となる。



測ってみなければわからない。

2014年5月5日伊豆大島近海の地震

Peak Acceleration Contour Map

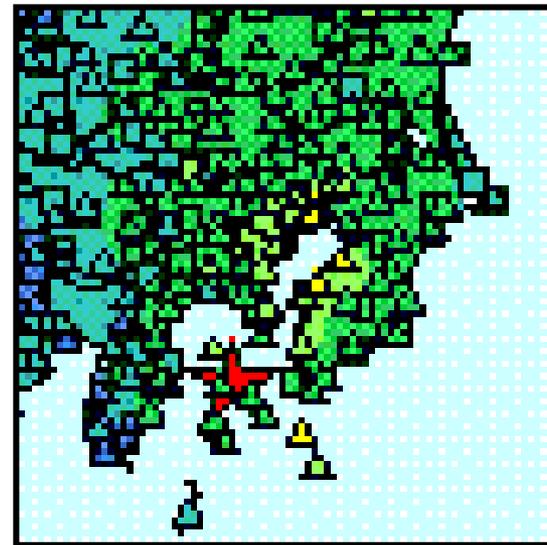
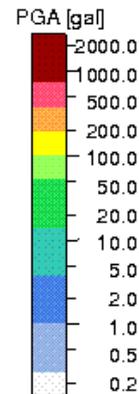


2014/05/05-05:18 34.952N 139.480E 156km M6.0

M6.0

震源深さ約160kmのスラブ内地震

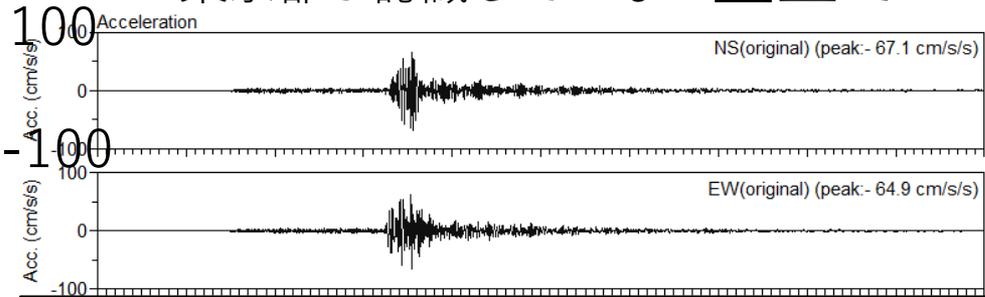
千代田区で震度5弱



加速度分布

東京の台地部では100cm/s/s以下

東京都が認識していない盛土での地震動・間隙水圧観測



2014.5.5伊豆大島近海の地震(M6)

武蔵野台地の地山を代表する揺れ

65~70cm/s/s程度の水平揺れ

谷埋め盛土の材質、形状、地下水位、更に地震の性質（直下かオフショアか、震央距離、規模など）を反映して、多様な地震応答が現れる。

間隙水圧の上昇パターンも盛土によって異なる。

後付けで変動を説明することは可能だが、順算で予測することは難しい。

軟弱な谷埋め盛土B ($V_s > 100$ m/s) 上の揺れ

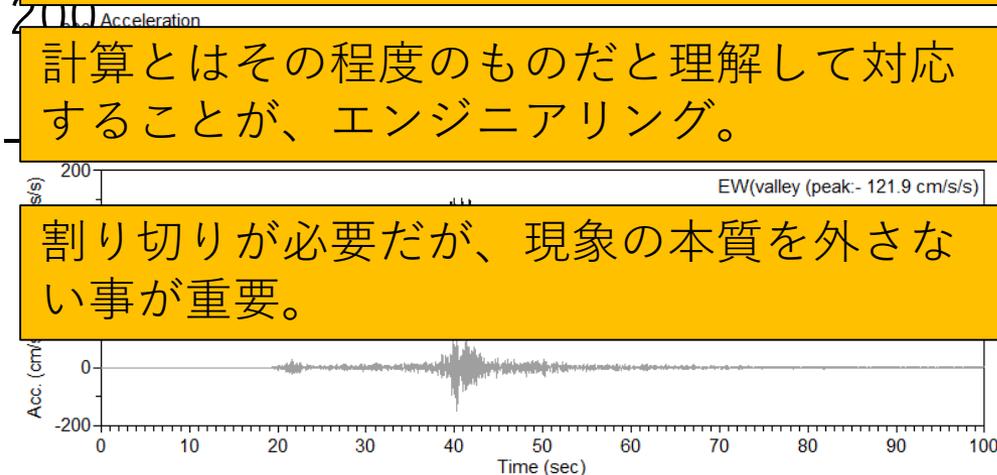
45~60cm/s/s程度の水平揺れ、台地上の揺れに比べて少し小さい（但し、容易に塑性化）。自己免震機能？

計算とはその程度のものだと理解して対応することが、エンジニアリング。

割り切りが必要だが、現象の本質を外さない事が重要。

谷埋め盛土A ($V_s > 140$ m/s) 上の揺れ

120~150cm/s/s程度の水平揺れ、周辺地山に比べて大きく揺れている。盛土のUDが異常に大きいのはこの場所固有か？



地中傾斜計変動の推移 (2014.5.5)

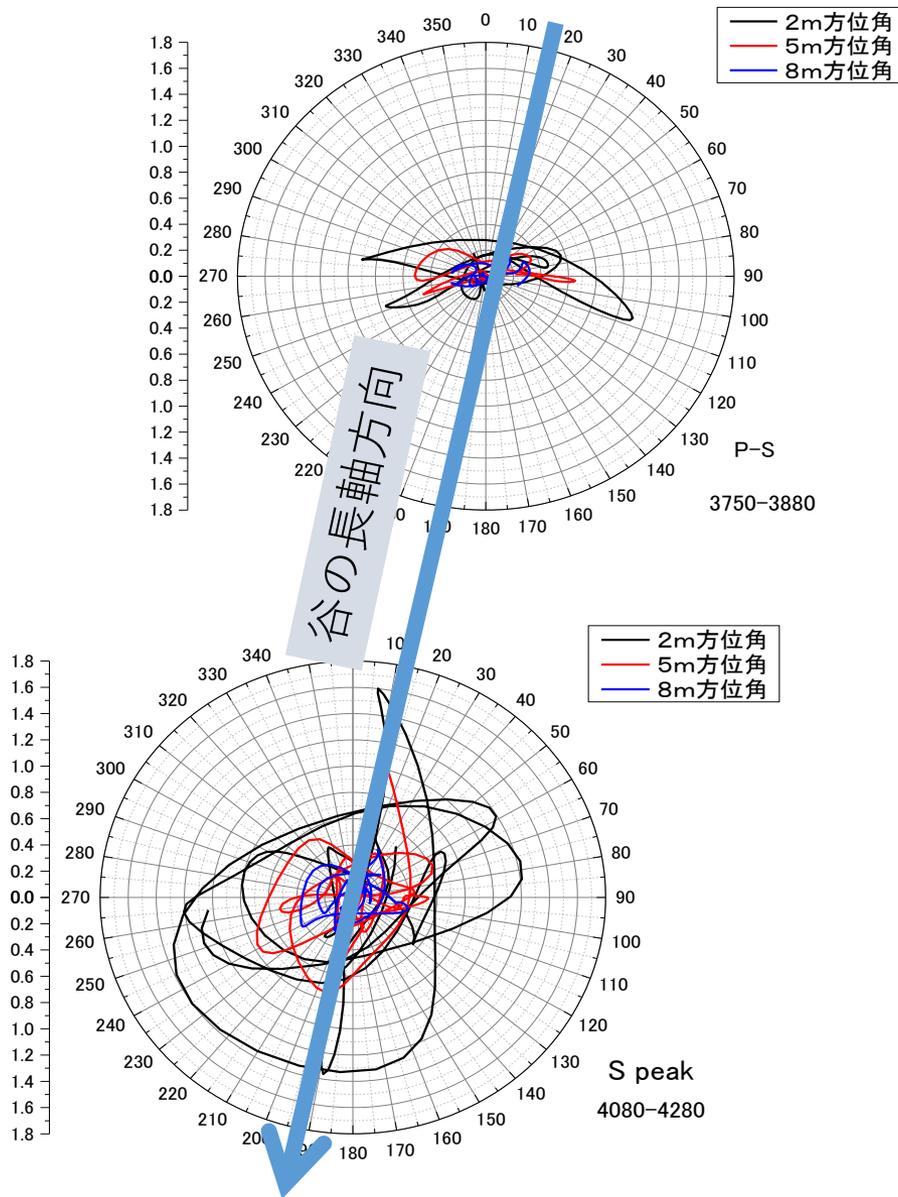
2013.11.29の地震（千葉県北部M4.8, 69km）でも同様の傾向が見られた。

S波到来直後の段階

谷の長軸方向に直交するように傾斜（ロール運動）。
この後、盛土の一部では剛性が低下して行く。

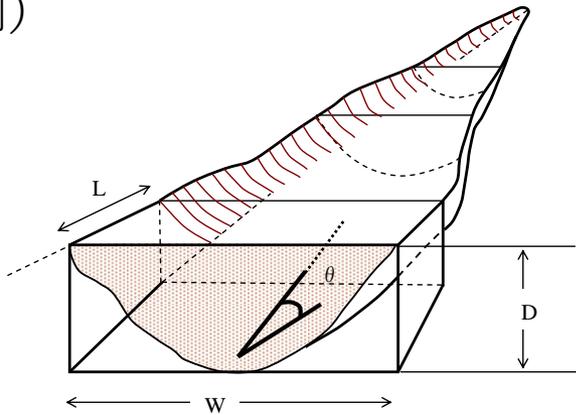
S波のピークの段階

谷の長軸方向、特に下流に向かう動きが出現。剛性の低下領域が拡大し、運動の方向に変化？

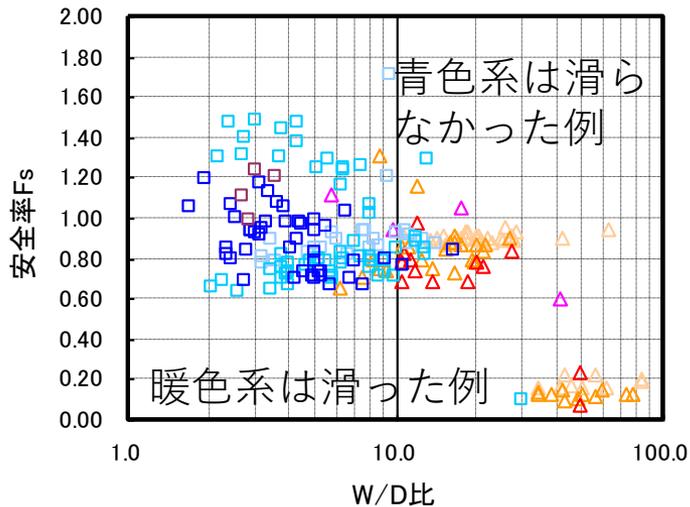
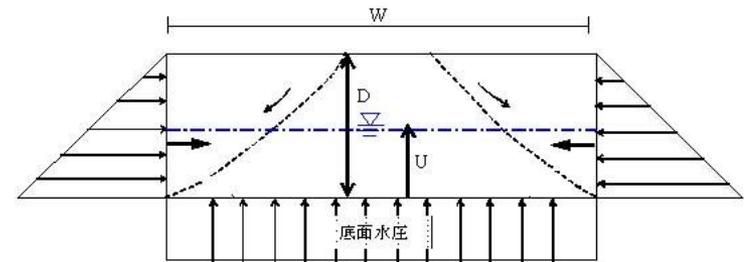


盛土の地震時の安定性評価は可能か？

弁当箱モデル（太田・榎田モデル）による計算（大胆に割り切った例）

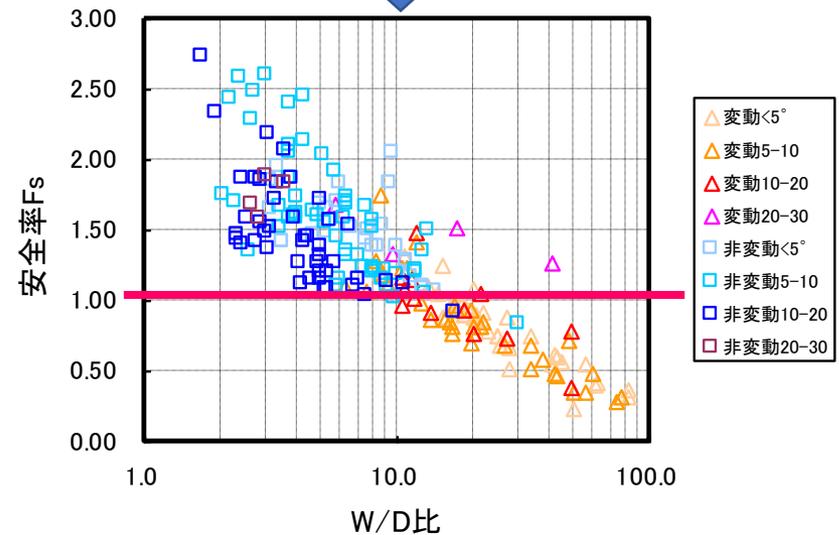


側部抵抗（拘束）の影響を土圧と関連付けて評価。著しく単純化したモデルだが、なぜか上手く行く（滑った例と滑らなかった例を区別できた）。



安全率(地震時)-W/D比 関係図

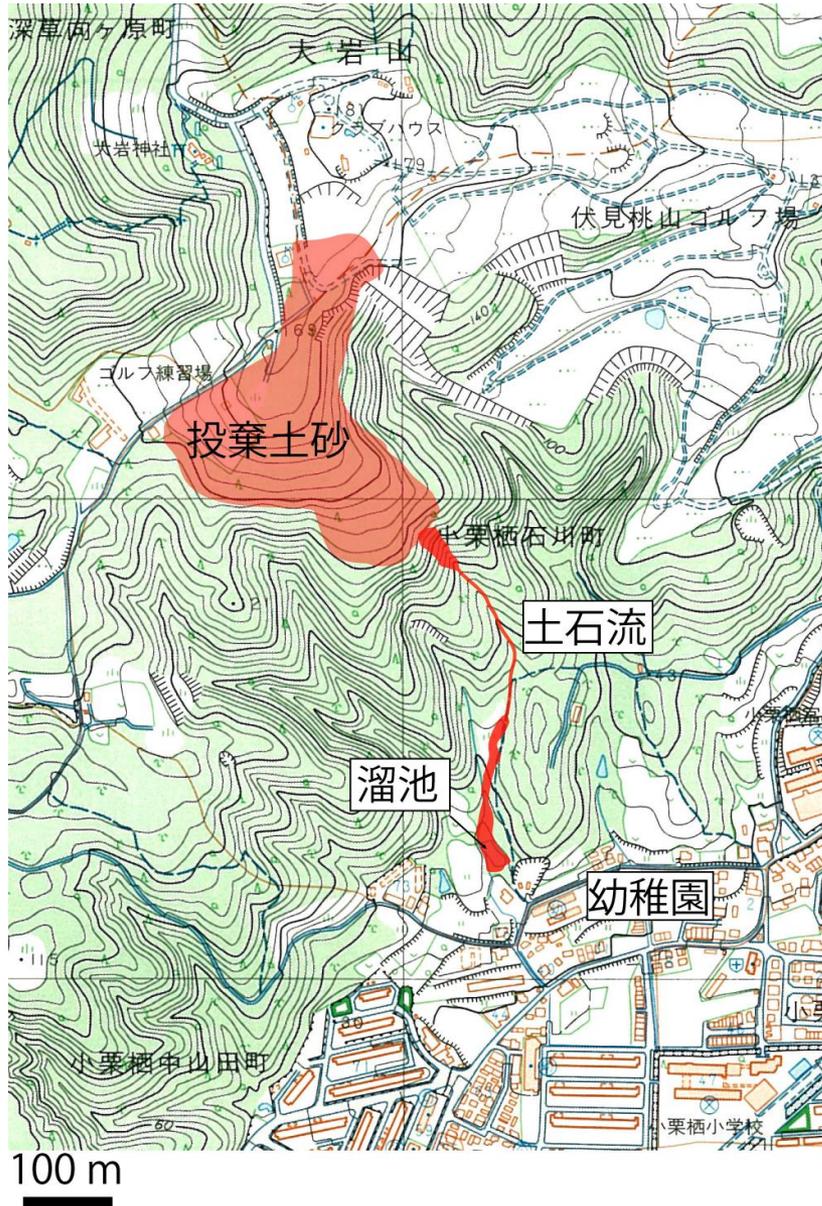
通常の二次元安定計算



安全率(地震時)-W/D比 関係図(c逆算)

新たな公害—彷徨える建設残土—

京都市伏見区小栗栖の土石流



産廃混じりの土砂



雑多な亜円～亜角礫とルーズな粗粒砂。

乾電池、ドラム缶、プラスチック、
アスファルト、コンクリート片が含まれる。

都市近郊で増加する建設残土の崩壊

比叡山



2013年大津市



崩壊土砂

2017年岸和田市（死者1名）

この他にも、
2014年大阪府豊能町、2014年横浜市緑区（死者1名）
など、頻発している。背景に残土ビジネスが存在。

都市近郊での災害の頻発は、建設残土の発生量が適正な処理能力を越えたことを示している（トイレが足りないマンション状態）。罰則強化も含めた抜本的な制度改革と同時に、残土ビジネスに依存する建設工事の総量規制も検討すべき段階である。

まとめ

- ・ 災害は本来的に社会経済的現象である（自然現象だけでは災害にならないから）。そのため、被害を軽減するためには科学技術だけでは足りない。
→“理科＋日本史”が、災害の理解に必要
- ・ そのため、地震や豪雨による既災の例とそれらが示す未災のリスクについて述べた。
- ・ 頻発する宅地盛土の災害の背景は、戦後の持ち家政策（本日はあまり触れなかった）であり、宅地盛土のリスクはそこから生じた「遅れてきた公害」である。なので公害として管理するべき。
- ・ 最近では、新たな「公害」として建設残土の問題が深刻化している。

以上を踏まえて

- ・ 住民が“未災”の意識（未来に被災するであろうという覚悟）を高めることが、最も効果的な防災・減災対策である。そうした意識のみが経費負担を実現させる。
- ・ 「広義の地学（一部の歴史・考古学も含む）は、災害列島に住む日本人にとって、生存のための必須の教養である。」事が改めて確認できた。われわれは、地学を通じて「埋もれた都」とその災害に思いをはせることができる。