



1995年兵庫県南部地震  
都市の破壊

2008年岩手・宮城内陸地震  
山間地の破壊

2011年東北地方太平洋沖地震  
宅地の破壊

## 第 部 阪神・淡路そして 東日本大震災で学んだこと

NPO法人都市災害に備える技術者の会 太田英将

1

## 考える方法

- ▶ **地質学の方法** (近代地質学は18世紀末頃から;  
ウィリアム・スミス、ジェームズ・ハutton、チャールズ・ライエル)  
**育一體(育一説) Uniformitarianism 「現在は過去を解く鍵である」**  
過去の地質現象は現在の自然現象と同じ作用で起きたと(帰納法的)  
地層の形成・地殻変動・地震の周期, etc.  
反対語: 天変地異説... 巨大隕石落下など  
聖書地質学... ノアの箱舟
- ▶ **地盤工学の方法** (土質力学は20世紀初頭に地質学から生まれた;  
カール・テルトナーギ)  
**現象観察 仮説 実験 理論 検証**  
現在起きていることは物理学などの科学で立証できる(演繹法的)  
土質工学(・地震予測), etc.

どちらも必要!  
海外では、地質学と土木工学は同じ教室で行われている

▶ 2

## 第 部の話

- ▶ **地震による地盤災害**
  - ①山崩れ・地すべり 二次災害(土石流)
  - ②液状化・側方流動 二次災害(二重ローン、火災)
  - ③造成地の地すべり 二次災害(二重ローン、(圧死・火災))
- ▶ **対策**
  - ①山崩れ・地すべり 土砂三法(事後対策中心だが)  
砂防法(M30)・地すべり等防止法(S33)・急傾斜地崩壊(S44)
  - ②液状化・側方流動 ノーマーク(ただいま検討中)  
危険地域が多すぎて対処困難か?
  - ③造成地の地すべり 法律のみ制定(2006年)  
宅地造成等規制法(H18改正)

▶ 3

## ①山崩れ・地すべり (主に山地で発生)

- ▶ 何が怖いのか? ...> 土石流
- ▶ シナリオ1: 山崩れ・地すべり 河道閉塞(天然ダム) ダム決壊 土石流 集落壊滅
- ▶ シナリオ2: 山崩れ 土砂堆積 大雨 土石流 家屋直撃
- ▶ シナリオ3: 大雨 山崩れ 家屋直撃
- ▶ シナリオ4(恩恵): 土石流 肥沃な土砂供給 穀倉地帯

▶ 4

## ②液状化・側方流動 (沖積層・埋立地)

- ▶ 何が怖いのか? ...> 二重ローン、火災
- ▶ シナリオ1: 液状化 不同沈下 家屋補修 二重ローン  
(事前の地震保険と地盤補強対策である程度回避可能)
- ▶ シナリオ2: 液状化 家屋倒壊 火災  
(ただし、液状化は一種の免震機能あり)
- ▶ シナリオ3: 液状化 側方流動 沿岸部の燃料タンク倒壊  
海上火災 津波の河川遡上 都市部に拡大し大火災

▶ 5

## ③造成地の地すべり (ある条件の盛土地盤)

- ▶ 何が怖いのか? ...> 二重ローン(、圧死・火災)
- ▶ シナリオ1: 地震地すべり 滑動(崩落) 家屋補修・再建 二重ローン  
(事前の地震保険と地盤補強対策である程度回避可能)  
(法律で事前対策には1/2補助制度ができたが...)
- ▶ シナリオ2: 地震地すべり 家屋倒壊 圧死・火災  
(阪神では9割の人が家屋倒壊が原因で死亡)

▶ 6

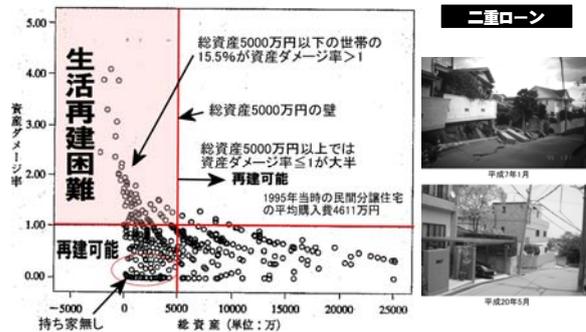
### 戸建住宅の地盤リスク（液状化・谷埋め盛土）

#### 4. 専門家の無知・無作為によるリスク

法律による規制は、大災害後の「新発見」により改正される。規制基準は、研究者、技術者、行政などの「専門家」が作るわけであるから、戸建住宅所有者にとってみれば、（事前に指摘していなかったという意味において）大災害によるリスクとは、「専門家の無知・無作為によるリスク」ということになる。被災前の法令・規制を遵守していたとしても、被害は所有者が負担することになる。なぜ、そういう理不尽がまかり通るのか？

▶ 7

### 本当の災害弱者は、子どもが小さい持家世帯



▶ 8

### ②液状化（側方流動）



庄内地震による飯森山北麓の地割れとその震の噴砂 小島文次郎 (1896) 震災予防調査

▶ 9

### 液状化・噴砂・側方流動・地割れ（1995）



▶ 10

### 東日本大震災の液状化現象の特徴

- ▶ 住宅など直接基礎の建築物の移動や沈下・傾斜の程度は過去の国内外の震災事例に、見られた範囲内のように見える。埋立地や造成地など若齢の地盤では、最大加速度200cm/s<sup>2</sup>、最大速度20cm/s程度（中程度の強さ）の地震動でも、長い継続時間によって液状化が発生した。



<http://www.nilim.go.jp/japanese/organization/kenchiku/sinkai/20110818pdf/siryou3.pdf>

▶ 11

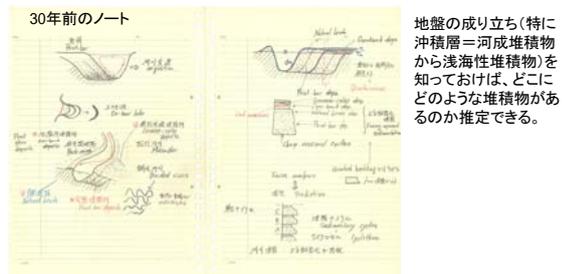
### 液状化のおきやすい場所（素人向け）



<http://news-sv.ajj.or.jp/shien/s2/ekijouka/measure/index.html> (建築学会)

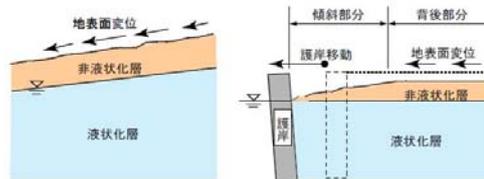
▶ 12

専門家（学生も）は地盤の成り立ちから知る



▶ 13

② (液状化) 側方流動



(a) タイプ1:地表面の傾斜による側方流動 (b)タイプ2:護岸の移動に起因する側方流動

図 2.1 液状化地盤の側方流動のタイプ

▶ 14

沿岸のコンビナートの火災が津波で遡上する



▶ 15

大阪はどうか？ (1854年安政南海地震)



瓦版の絵図によると、木津川や安治川の河口に停泊していた千石船が津波で河川を逆流。橋を次々に破壊しながら内陸の道頓堀まで運ばれ、「(けが人や死者は)数知れず」と記されている。

▶ 16

③谷埋め盛土の地震時地すべり



▶ 17

1995.1.17 西宮市仁川百合野町



▶ 18

1995.1.17 西宮市内



▶ 19



ピンク: 移動した谷埋め盛土

黄色: 移動しなかった谷埋め盛土

兵庫県南部地震の被災記録 (京大防災研 釜井先生の資料より)

被災した谷埋め盛土は大きさに原因があった

項目	ネオプリー	ネオプリー-スロア	レンジ	信頼性
耐震等級	0.5			
	1.0			
	1.5			
	2.0		1.786	0.737
	2.5			
造成年代	昭和40年以前			0.346
	昭和40年以降			0.343
	不明			
築削からの積算土層 (1=築削なし)	0.0			
	3.0-4.0		0.823	0.714
	4.0以上			

幅/深さ比 10で被害発生

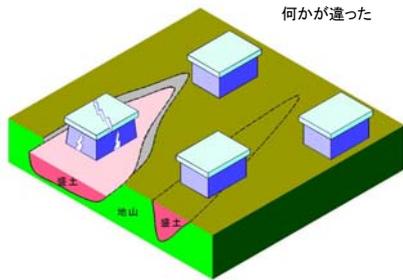
驚くべきことに、盛土の強度にも、盛土底面の傾斜角にも相関がなかった！  
原因は横断形状にあった！！

(注) ネオプリー-スロアが大きい (注2) 15%安全率

図 2.3 兵庫県南部地震による谷埋め盛土の変動解析結果 (釜井ほか, 2000 より引用)  
被災事例が豊富な阪神間地域の谷埋め盛土129箇所を対象に、幅/深さ比・地下水位・谷埋め盛土の造成年代の3要素を説明変数、変動の有無を目的変数とした統計解析結果、判定的中率約84%。

▶ 22

被災した盛土と被災しなかった盛土



▶ 21

土工における地すべり側面の切土解析

◆◆◆側面の切土は命取り◆◆◆



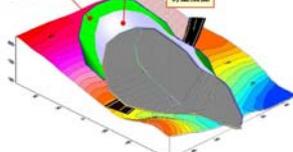
Roller Slider Theory

地すべりは、「ローラー滑り台」と同じように側面(側壁)の摩擦で動きがコントロールされています。  
これを否定し解析するには、二次元法はもとより、積算を平均化した三次元法でも不可能です。

側面せん断強度  
C=14.5kPa  
φ=14.42°

すべり面強度  
C=14.5kPa  
φ=14.42°

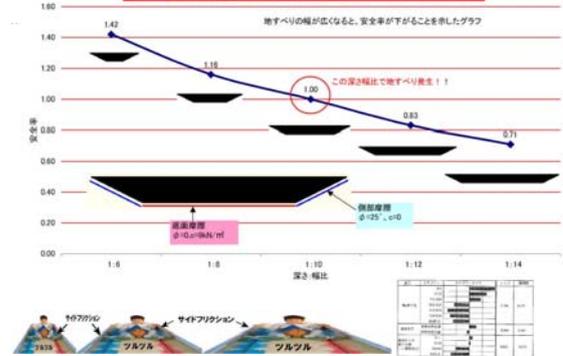
切土法面



地すべりは、側面の摩擦で踏ん張っている！



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



地すべりの幅が広くなると、安全率が下がることを示したグラフ

この深さ幅比で地すべり発生！

側面摩擦 φ=25°, c=0

深さ:幅比 1:8 1:10 1:12 1:14

フルフル サイドフリクション フルフル

フルフル

フルフル

フルフル

フルフル

フルフル

2004.10.23 新潟県長岡市



▶ 25

2011.3.11福島市あさひ台団地



▶ 26

あさひ台A地区



▶ 27

あさひ台A地区



▶ 28

あさひ台B地区

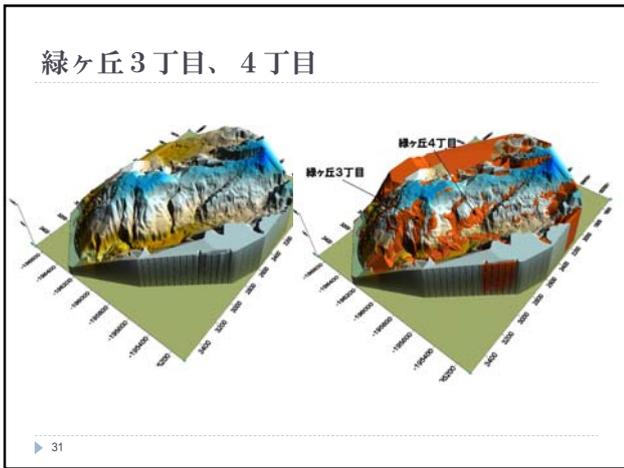


▶ 29

宮城県仙台市太白区



▶ 30





▶ 37



▶ 38



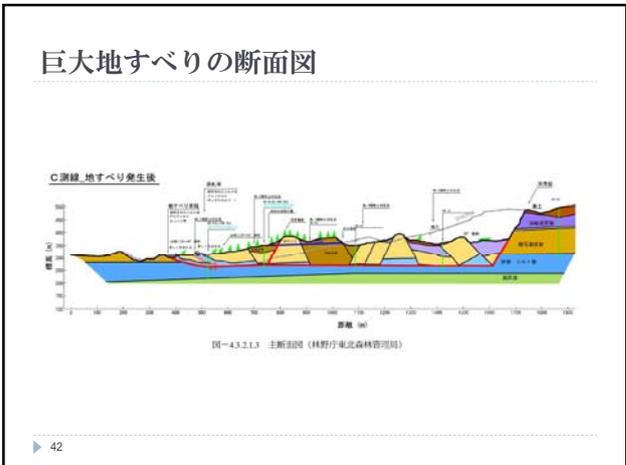
▶ 39



▶ 40



▶ 41



▶ 42

### 長い距離を駆け下る土石流



図-44.3 長い距離を駆け下る土石流の流下経路と堆積堆積土砂量 (施設技術コンサルタントによる。堆積は国土利用計画の図上を利用)

▶ 43

### 崩壊直後に発生した土石流



▶ 44

### 土石流の元となった崩壊と流路



▶ 45

### 天然ダム (東竹沢；2004中越地震)



東竹沢で約100年を争う川上流部から望む、手前の斜面における国道29号線及びに赤田に生じた亀裂や崩壊は、地すべり性の斜面実状を反映したものと推察される。

▶ 46

### 天然ダム (東竹沢；2004中越地震)

H14(2004). 11. 3 撮影



東竹沢で約100年を争う川上流部から望む、手前の斜面、移動土塊主要部、末端部の河堤開き状況を明確に読み取ることが出来る。

▶ 47

### 天然ダム (寺野)

寺野地区：川口橋  
H14(2004). 10. 29 撮影

宇田上流部で約100年を争う川上流部から望む、手前の斜面、移動土塊主要部、末端部の河堤開き状況を明確に読み取ることが出来る。



▶ 48