

谷埋め盛土地盤の安全性評価事業

太田ジオリサーチ 太田英将
京都大学防災研究所 釜井俊孝

1. はじめに

人は定期的に健康診断をする（もちろん例外はあるが）、その理由は、健康診断をすることによって病気が悪化する前に発見し、早期治療を行うことができることを知っているからである。その結果として、自分自身や家族、所属する会社、その他自分が関係する範囲の中で健康で快適な暮らしを送ることができる確率が高くなると信じているからである。

そのように信じることができるのは、医学の発達によるところが大きい。数多くの臨床例の研究で、血液検査等の各項目の値と病気との因果関係が明らかとなり、その医学の成果が「信頼に足る」と信じられているからである。そして、検査機器の開発や、新薬の研究に民間企業が参加し、一大産業が形成されている。病気になった場合には、国民皆保険制度などのお陰で、不安無く病院にかかることができるので、健康保険のきかない健康診断に投資する価値があると判断しているのである。もちろん、その背景には、不本意な病気での死の恐怖や、病気の長く辛い苦しみ、長期治療になったときの家族の影響等々への「不安」が強い動機付けになっていることは言うまでもない。

明確にイメージされる「不安」と、公的健康保険や民間の生命保険などによる経済的側面の「安心システム」、医学・医療の技術水準と技術者（医者）への「信頼感」、および医薬品市場という多くの人が仕事として取り組める「大産業の存在」、これらが同時に存在していることにより人の健康診断があたりまえのこととして実施されているのである。

翻って、斜面の健康診断、その中でも宅地谷埋め盛土地盤の健康診断において上記に対応するものはどうなっているであろうか。全項目ともはなはだ頼りない状況にあるように思える。このため、客観的に見て、現状で谷埋め盛土地盤の安全性評価事業が成立するのは絶望的に感じられる。表-1 に人の健康診断と谷埋め盛土の安全性評価事業の違いをまとめて示す。

しかし、1995年兵庫県南部地震や2004年新潟県中越地震などで発生した谷埋め盛土被害を教訓にして、宅地造成等規制法が改正（2006年4月）され、宅地耐震化推進事業が始まるなど、それ以前と比較すると産業としての成立性がないとは言えない状況になりつつある。

この公的事業では、補助金・低利長期融資・所得税控除などの制度が同時に成立しているので、経済的側面での支えはシステムとして作り込まれている。しかし一般市民からは「防災はお上がやるもの」という意識が抜けきれていないこと、および、造成宅地防災区域の指定は「地価が下がる大きなお世話」、デベロッパーや不動産業者にとっては「過去をほじくり返す余計なこと」とネガティブにとらえられがちである。

こうした難しい状況の中で、宅地谷埋め盛土の安全性評価事業を民間レベルで行うということは無謀な行為なのかも知れないが、敢えて以下にこの事業の成立可能性について論じていきたい。

表-1 人の健康診断と谷埋め盛土の安全性評価事業の違い

要因	人の健康診断	谷埋め盛土地盤の安全性評価事業		
動機としての「不安」	不本意な死への恐怖や、病気の長く辛い苦しみ、長期治療になったときの家族の影響等々のイメージが明確である。	被災しても「命だけが助かれば何とかなる」という根拠希薄な安心感が支配し、具体的な不安をイメージできない。自分だけは大丈夫という「正常性バイアス」が正しく不安を持つことを妨げる。		
	家族の責任あるもの（大黒柱）にはそれを意識し対処することが義務と考える文化がある。	宅地購入前であれば不安を持つ人もいるが、購入手付けを打った後は、出来る限りネガティブな情報をシャットアウトしたい願望が起き、多くの不安は心の中で圧殺され忘れ去られる。		
	マスコミ等で健康不安を題材としたものはウケがよいので繰り返し番組がつくられる。	防災番組は視聴率や販売部数の伸びにあまり貢献しないので、マスコミはたまにしか取り上げない。それでも以前と比較すると多くなった。		
経済的側面としての「安心システム」	健康診断で病気が見つかった場合でも、公的医療保険制度が充実しており「国民皆保険」となっている。	調査（全額公費）後に、危険と判定され造成宅地防災区域に指定された場合に 住民負担 がある。工事をしなかった場合 罰則 がある。 工事費に対する補助（負担割合は下記） <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>国 1/4 + 地方 1/4 + 宅地所有者等 1/2</td> </tr> <tr> <td>又は国 1/4 + 地方 3/4</td> </tr> </table> 融資制度があり、工事費の 90%（上限 1030 万円）が低利で償還期間 15 年で借りられる。 http://www.mlit.go.jp/crd/web/gaiyo/gaiyo02.htm	国 1/4 + 地方 1/4 + 宅地所有者等 1/2	又は国 1/4 + 地方 3/4
	国 1/4 + 地方 1/4 + 宅地所有者等 1/2			
	又は国 1/4 + 地方 3/4			
それに加えて、民間の生命保険会社が様々な特約付きの生命保険商品を販売している。	3000 m ² 未満の造成地では公費による調査対象外となる。（ミニ開発の方が相対的に危険な場合が多い）			
		対策をせずに被災した場合の経済的損失の方が遙かに大きい、それを実感できていない。得をするはずなのに損をする気分である。		
技術水準と技術者への「信頼感」	「医は仁術なり」という文化が根付き社会的地位が高く信頼がある。	「建設業・不動産業は算術なり」といった悪いイメージがネガティブ報道等によってつくられてしまっている。このため、地盤技術者の社会的地位は相対的に低く、一般市民から明確な理由なく信頼されていない。		
	高度な医療技術の発達が著しく、それを報道等によって一般市民がよく知っている。	高度な技術開発があっても、一般市民にその情報はほとんど伝わっていない。専門技術者でさえも十分に理解できていない人が多いため、信頼感は高くない。		
	時代の要請に応じて「セカンドオピニオン」を定着させる努力をしている。	地盤情報は不動産取引における重要事項説明に含まれておらず、セカンドオピニオンも普及していないため、購入者は著しく貧困な情報によって土地を購入している。		
専門技術者の生業と成り得る「産業・市場の存在」	医薬品業界（600 万人）は巨大産業であり、また金融・保険産業（160 万人）も巨大である。	建設業（540 万人）・不動産業（80 万人）も巨大産業であるが、宅地谷埋め盛土の安全性に関してビジネスとして興味を持つ企業ほとんど無いのが現実である。（労働別人口は総務省統計局資料より）		
	上記産業は利益も十分あり存続可能な産業として社会に定着している。	建造物の建設・建築や、不動産の売買は定着した産業であるが、安全性評価事業はまだボランティア的であり産業として定着していない。		

2. 谷埋め盛土の地震時災害と一般災害との違い

谷埋め盛土の安全性評価事業が人の健康診断並みに普及するかどうかを論じるのは、まだまだ4つの要因において圧倒的な違いがあり比較にならない。そこで、谷埋め盛土の地震時災害と一般災害の違いについて考察することにする。表-2 に自然災害・事件・事故等の30年発生確率を示す。谷埋め盛土の地震時に滑動崩落する危険度判定の正答率は、簡易的な力学モデル（太田・榎田モデル、ローラースライダーモデル）を、他の地域に適用した場合の現時点でのおおよその正答確率である。この解析モデルは、兵庫県南部地震の阪神間の谷埋め盛土変動・非変動データでキャリブレーションされている。

ここで特に重要なことは、自然災害や・事件・事故が「いつ・だれが・どこで」被害を受けるのか予測不可能なのに対し、谷埋め盛土の地震時滑動崩落は「だれが・どこで」被災し、生活再建が可能かどうかまで予測可能という点である。

表-2 自然災害・事件・事故等および谷埋め盛土滑動崩落の30年発生確率
(谷埋め盛土を除き、ネット検索による)

災害・事故などの種類		発生確率	記事	
事故	交通事故	負傷	24 %	日本海側の人口密度の小さい県で死傷事故率が相対的に高い。
		死亡	0.20 %	
	航空機事故	死亡	0.002%	大雨で死傷する確率と同等
事件	殺人事件	死亡	0.03 %	地域差あり（沖縄県・大阪府は発生率大）
	自殺	死亡	0.75 %	東北地方が高い（高齢者の健康要因）
自然災害	火災	罹災	1.9 %	地域や地形条件などで若干の違いがあると思われるが、基本的に「いつ」「だれが」「どこで」被災するか予測不可能なので、損害保険などでリスクを管理するしかない。
		死傷	0.24 %	
	大雨	罹災	0.50 %	
		死傷	0.002%	
	台風	罹災	0.48 %	
死傷		0.007%		
病気	癌	死亡	6.8 %	健康診断を定期的に行い、病気を早期に治癒させ、生活習慣の改善をすることによって若干改善できるかもしれない。
	心疾患	死亡	2.0 %	
谷埋め盛土 (首都圏直下)	造成地全体	変動	2.2 %	盛土の被災率 3.2% × 地震の発生確率 70%
	危険盛土	変動	60 %	危険判定の正答率 85% × 地震の発生確率 70%
	危険盛土 かつ総資産 5000万円以下 (次章参照)	再起 困難	9.3 %	60%（危険盛土）× 15.5%（ダメージ率が1を超える確率） 「40歳代かつ持ち家有り」の人はさらに再起困難の確率が高くなる 「だれが」「どこで」被災するか予測可能

3. 生活再建の可能性

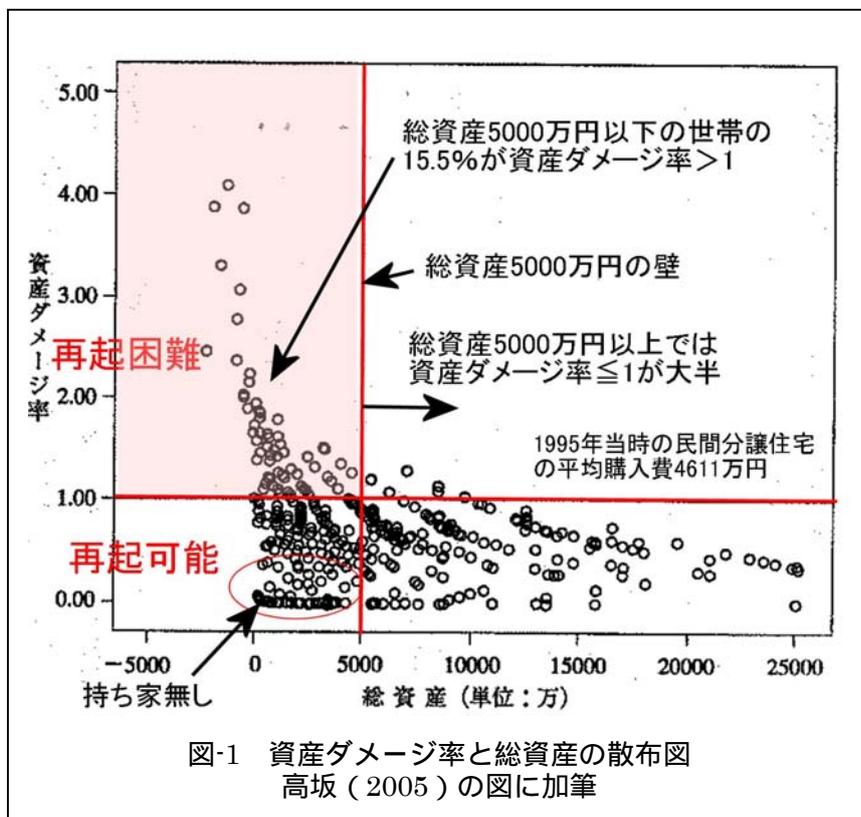
宅地谷埋め盛土が地震時滑動崩落により変動し被災するかどうかという物理的現象とは別に、被災した世帯が生活再建可能かどうかという点も重要である。高坂健次(2005)は、震災による「被害」は、単に地震による直接的な被害だけでなく、その後の生活再建ができたかどうかという点に着目して分析を行っている。そして、資産ダメージ率を定義し、資産ダメージ率が1の時、災害が起って住宅再建をした場合の手持ち資産が「すっからかん」の状態とし、1を超える場合には負債が手持ちを上回り(生活再建困難)、0~1の時には手持ちの資産保有率(生活再建可能)を表す指標とした。総資産および資産ダメージ率は以下のように定義されている。

$$\text{総資産} = [\text{不動産資産評価額} + \text{金融資産} - \text{住宅ローン}]$$

$$\text{資産ダメージ率} = [\text{災害後予想される負債額}] / [\text{災害後資産総額}]$$

分析の結果、総資産が5000万円を超える人でダメージ率が1を超える人は少なく、5000万円以下だと15.5%の人がダメージ率1を超えていた(すなわち生活再建困難となった)ことが報告されている(図-1)。そして、この結果から以下の3つの命題を発見し、「総資産5000万円の壁」という言葉で表現している。

- 命題1 資産ダメージ率が1を上回るリスクは、総資産が5000万円以上あればきわめて小さい。
- 命題2 資産ダメージ率は40歳代で、持ち家のある世帯の間で高くなる。
- 命題3 持ち家なしの世帯は、住宅ローンも少ないために身軽で資産ダメージ率も低い。



簡単に考えれば、1995年当時の分譲住宅購入価格(4611万円)以上の資産をもっている人は生活再建で困るという事態には陥らなかった、ということである。

40歳代で生活再建困難に陥ると、子どもの教育機会の減少が発生し、それが結果として貧困の連鎖(負のスパイラル)を生むと言われている。

土木・建築の専門家は、家屋倒壊や宅地変動などといった地震時の現象に着目しがちである。しかし、宅地谷埋め盛土地盤の安全性評価事業を「産業」として考えたとき、顧客は住民であり、顧客が必要とするのは「生活再建可能かどうか（家族の将来を危うくしないかどうか）」「防災対策に投資すべきかどうか（必要最小限の投資額はいくらか）」ということに対する回答である。

資産ダメージ率を小さくするためには、分子の[災害後予想される負債額]を小さくし、分母の[災害後資産総額]を大きくすればよい。

谷埋め盛土の地震時安全性の観点から言えば、分子の[災害後予想される負債額]を小さくする方法としては、以下のようなものがある。

- (1-1) 持ち家を持たず借家に住む（住宅ローンを抱え込まない）
- (1-2) 被災したら持ち家を放棄して借家に住む（二重ローンを抱えない）
- (1-3) 被災しない家に住むか、そういう場所に引っ越す（切土地盤、耐震家屋）
- (1-4) 被災しても軽微となるように対策する（滑動崩落防止対策、家屋の耐震補強）

一方、分母の[災害後資産総額]を大きくする方法は、安全性評価事業では何もなく、以下の自助・共助・公助に頼らざるを得ない。

- (2-1) 資産家になり絶対安全な社会層に食い込む（「自助」；できる人は少ない）
- (2-2) 共済制度による給付金（「共助」；例えば 兵庫県の住宅再建共済制度は 5000 円/年の掛け金で最大 600 万円の給付金、地震保険は建物 5000 万円、家財 1000 万円を限度に火災保険の 30～50%の範囲内）
- (2-3) H19 改正された被災者生活再建支援法（「公助」；全壊のとき上限 300 万円）

谷埋め盛土地盤の安全性評価事業として可能なことは、上記(1-3)、(1-4)の助言、および宅地購入時の「第三者としての助言（セカンドオピニオン）」である。

4. 「あんしん宅地」の失敗事例

2008 年 1 月に市民からの宅地相談に門戸を開いていた地盤調査会社 2 社（環境地質、太田ジオリサーチ）と不動産会社 1 社（ファーストフロアー）及び賛同する技術者・研究者が共同で「あんしん宅地」というグループを作り宅地販売と宅地地盤鑑定を組み合わせたサービスを開始した。しかし、結果として現時点でうまくいっていない。

「あんしん宅地」のコンセプトは以下のようなものだった。

- (3-1) 宅地購入者に経済的負担をかけず、宅地地盤の鑑定を行い安心・安全な宅地を供給する。
- (3-2) 地盤調査・鑑定費用は宅地販売手数料から捻出する。宅地販売手数料は、販売価格の一定比率と定められているので、地価が比較的高い地域でのビジネスとなる。
- (3-3) 高価な宅地を求める層は、資産保全の意識が高いはずなので、「安全・安心」が無償で手

に入るのであれば、「そちらを選択するはず」である。

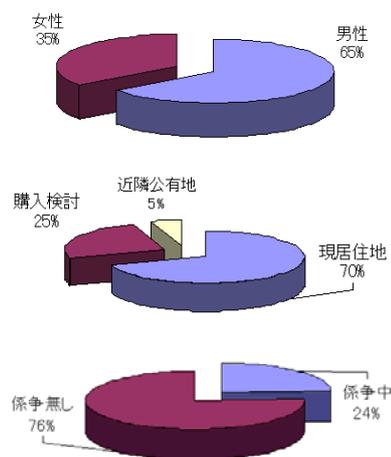
現時点で考えられる失敗の理由は以下の通りである。なお、今回の失敗のパターンは、「利用されなかった」ということであり、利用された際に発生したトラブルではない。現在は、下記の失敗理由を参考にして、ビジネスモデルを修正し、新たな段階で事業の可能性を探っているところである。

- (4-1) 2007～2008年に米国の住宅バブル崩壊によって世界金融危機が始まり、2008年春頃から土地取引が目立って減少し、不動産不況に陥った。2008年秋にはリーマンショック等によるさらなる金融危機・不況が始まったことによる影響があった。
- (4-2) 地盤調査・鑑定と土地取引をセットにする方法は、顧客にとって経済的負担が少なく有利な方法と考えた仕組みであるが、顧客は地盤調査・鑑定を依頼すると土地取引の不動産会社が固定される（紐付きになる）と感じ、むしろ逆効果になる場合があった。
- (4-3) 有益な情報を提供するという「教えたい、伝えたい」という気持ちはこちら側の勝手な思いこみで、一般市民は「知りたい」とは思っていないことが多い。
- (4-4) あんしん宅地グループ側も、失敗可能性を十分認識した上でパイロット事業的にはじめたため、人的・時間的・資金的資源の投入が不十分だった。

5. 相談事例

本章では一般市民の方々からの相談事例（太田ジオリサーチへの）について紹介する。「どこに相談したらよいかわからない」という状況の中で、タウンページや人伝でコンタクトしてこられた方々の相談事例から、相談者側の「相談したい動機」と、それを請ける民間コンサルタント側の「諸事情」が浮き彫りになるからである。

表-3 に一般市民からの相談事例のうち、宅地地盤の関係するものを一覧表にして示す。また相談者・相談内容の分類を図-2 に示す。



[相談者の性別]

男性が2/3を占めるが、相談に乗っている時間は圧倒的に女性の方が長い。家庭内でご主人が問題提起し、奥さんが相談してくる例もある。

[相談する土地の種類]

現在ご自身がお住まいの宅地の相談が70%で、これから土地を買おうという人が25%。近隣の公有地を自治会から相談されてきたものもある。相談内容は擁壁が関係するものが多い。

[法的な係争]

法的な係争（裁判など）になっているものがおよそ1/4ある。民間コンサルタントが相談に及び腰となる大きな理由である。

図-2 一般市民からの相談事例の分類

表-3（その1） 一般市民からの相談事例

	対象物	相談内容	現状	相談人	係争中	年齢
1	地すべり	戸建て住宅を建てたい場所があるが、すぐ近くに地すべり防止区域がある。そこに建てても大丈夫だろうか。何を調べたらよいらうか。	購入検討	男性		50代
2	造成地の斜面	段丘面から谷底にかけて住宅が密集している。段丘面に集合住宅の建設計画があるが、それによって大地震時に斜面上の住宅が危険になることはないか。	居住	男性	○	60代
3	大規模盛土造成地	昭和40年代に造成された団地であるが、谷埋め盛土が沢山ある。いろいろな人に相談すると谷埋め盛土部は地震時に滑る可能性があるといわれている。県に地すべり防止区域に指定して欲しいと要望したが、被害が発生していないのでできないと言われた。どうしたらよいか。助言が欲しい。	居住	男性		40代
4	宅地盛土	大阪層群の丘陵地を造成したひな壇状の建て売り住宅を購入しようと思っているが、間取りを見ると欲しいと思う物件は盛土位置にある。どうしたらよいか。自分の家と土地だけは傷まないような工法はあるだろうか。	購入検討	女性		50代
5	宅地盛土	分譲住宅を購入しようとしているが、図面を見て夫が「盛土が厚いけど大丈夫だろうか」と言っていた。心配で気になってしょうがないのでアドバイスが欲しい。	購入検討	女性		30代
6	宅地盛土	地震により地盤が大きく不同沈下し家屋が傾いた。ジャッキアップして住んでいるが、今後同じ場所に家を建て直しても良いだろうか。この宅地は売却して、他のところに移り住んだ方がよいかアドバイスが欲しい。	居住	男性		70代
7	谷埋め盛土	NHKスペシャルをみて、いま話を進めている宅地購入が不安になった。谷を埋めた盛土地にあるのだが、地震の時に大丈夫か。	購入検討	男性		50代
8	谷埋め盛土	急傾斜地の上の台地の見晴らしの良いところに宅地を購入しようと考えているが、その敷地の下の崖は法枠工があり、宅地には細径の鋼管杭が打たれている。この宅地を購入して問題ないか。その場所が良くない場合には近隣の土地で何処が安全か。	購入検討	男性		40代
9	谷埋め盛土	擁壁や宅地にクラック変状等が発生し、進行している。現時点での評価と対応策を教えて欲しい。(谷埋め盛土だった)	居住	女性		50代
10	擁壁	擁壁(空石積み擁壁)が老朽化しており改築をしたいと考えている。その擁壁の上の借家(原告の所有物件)の住人(被告)に立ち退きを求める裁判を起こしているのだが、この擁壁の健全度と法的な位置づけの鑑定を行ってほしい。	居住	女性	○	50代

表-3 (その2) 一般市民からの相談事例

	対象物	相談内容	現状	相談人	係争中	年齢
11	擁壁	大雨で擁壁が倒壊した。擁壁を再建してもう一度同じ場所に住むことはできるかどうか教えて欲しい。	居住	男性		30代
12	擁壁	隣接する家屋が、擁壁の増し積み(ブロック積み擁壁+ブロック塀増し積み+塀の背後に盛土)になっている。隣家の方は高齢でいま入院されているのでどうしたものか。危険そうに感じるのだが。	居住	男性		40代
13	盛土斜面	残土処分場で谷を埋めたところに雨の度に水浸しになる。道路からの排水もこの盛土に入り込んでいる。盛土末端部から時々落ちてくる石が水路を落ちていく音が響きとても怖い。市に何とかして欲しいと言っても対応してもらえない。どうしたらよいか。	公有地	女性		40代
14	盛土斜面	大雨の際に、道路(市道)側溝に集まった水が、側溝の継手開口部から地下浸透し崩壊に至ったと考えられる。原因を特定し責任の所在を明らかにして欲しい。	居住	男性	○	60代
15	擁壁・斜面	宅地から下に斜面があり、その末端に約100年前につくられた擁壁がある。隣人(斜面の下の宅地内で新築)から、危ない斜面なので補修して欲しいと要求があった。要求がのまれない場合には裁判に訴えるということだ。どうすればよいか。	居住	男性	○	80代
16	擁壁・斜面	隣接する土地(地形的に高い位置)に数年前に家が建った。その人が、2段の積みブロックをしていたが、今度その上に3段の積みブロックをしようとしている。とても危ないように見える。市役所に行っても建築協定で制限が掛けられていないのでどうしようもないとのこと。	居住	男性		60代
17	擁壁・斜面	家の横に斜面があり、古い擁壁があるが不安定そうである。市に相談すると「既存不適格」だが法的に存在は認められているとのこと。 大学の研究室に相談したところ「個人の相談には乗れない。役所からの依頼でないと受けられない」との回答だった。 相談に乗ってくれるところを紹介して欲しい。	居住	女性		50代
18	擁壁・盛土	宅地の裏にH=3mの擁壁があり、最近その擁壁に近接して家屋が建った。擁壁や盛土が豪雨や地震で倒壊してこないかどうか心配。その家屋新築時に市や施工業者の責任について交渉したが問題にされなかった。	居住	女性		50代
19	擁壁・盛土	阪神淡路大震災から10年以上経って、家屋基礎にクラックを発見した。その後宅地を守っている擁壁にもクラックがあることがわかった。家屋の耐震化をしようと考えているが地盤が不良だと意味がないと建築士に言われた。どうすればよいか。現在弁護士を介して、建築業者と係争中。	居住	男性	○	50代
20	擁壁・盛土	ブロック積み擁壁(練石積み)に変状が出ている。宅地は盛土だが、年老いた家人が日中は一人で行くところに地震がきたら擁壁および宅地が倒壊するのではないかと心配。評価し対策をして欲しい。	居住	男性		60代
21	切土斜面	ゴルフ場の小規模な法面に表層崩壊が目立ち、保全したい。工事を外部に委託せず、維持管理の範囲内で対応出来ないか検討してほしい。	営業中	管理者		50代

相談のきっかけがテレビや新聞での防災に関する報道(図-3)である場合も多く、マスコミへの情報発信がこの種の事業には不可欠であることを感じる。相談内容は、擁壁など「目に見える不安」が多くを占め、谷埋め盛土など地中の問題まで関心が及ぶのは希である。



図-3 マスコミ報道事例

6．事業化の可能性

宅地谷埋め盛土の地震時滑動崩落に対する安全性評価事業の事業としての可能性は、現時点で予測困難である。「地震時滑動崩落現象」に関して、専門家であっても正しい知識を身につけていない場合が多く、問題の重要性の理解が乏しく、社会的認知度が低いのが現状だからである。

阪神大震災クラスの地震が発生した際に、大規模造成地の中で被災するのは、阪神の事例から推定すると 2.2% である。1000 世帯ある団地であれば、22 世帯が被災したことになる。この被災率だけの情報では地震保険的な商品には重要な情報ではあっても、個人相手の事業可能性は低いと考えるのが普通だろう。

しかし、事前にスクリーニングを行い安全性評価を行えば、「滑動崩落に対して危険な盛土」はピンポイントで指摘可能である。ピンポイントで危険と予測された世帯は、例えば首都直下型地震のように今後 30 年で 70% の発生確率をもっているとすると、危険度判定精度と掛け合わせて、30 年以内に大きな被害を受ける可能性が 60% もあることになる。これは他の自然災害や事故・事件などの被災確率と比較して桁違いに高い危険性である。そして、そのうち総資産が 5000 万円に満たない世帯のうちの 15% 強が生活再建困難に陥るのである。具体的には 40 歳代の持ち家ありの世帯の危険性が最も高い。その世帯の子どもは教育機会が減少することによって、将来にわたって貧困の連鎖に巻き込まれる可能性が高くなる。

現在は、具体的に地震が発生していないから顕在化していないだけであって、地震による宅地の滑動崩落でたいへんな目に遭う人・世帯はすでに決まっているのである。逆に、滑動崩落に関してはあまり心配する必要のない人・世帯も地盤条件からすでに決まっている。しかも地震が今後 30 年の間に発生する確率わかっているのである。

谷埋め盛土の安全性評価の頻度は、どれくらいであろうか。盛土は施工後に時間の経過とともに劣化する。特に滑動崩落に関与すると考えられる地山・盛土境界付近の劣化はかなり急速と考えられる。そう考えると、人の健康診断のように毎年行う必要はなく、一度診断すればそれで十分なので安全性評価の事業化は十分可能と考えられる。しかし、こちらの思いを、一般市民である顧客に理解してもらえるかどうかに関してはまだまだ未知数である。

7．事業化・産業化に向けての課題

技術的に解決可能という目処が立ったとしても、それを事業化し軌道に乗せるということは容易なことではない。失敗の繰り返しを積み重ねノウハウ化していくことしか成功への道は無いものとする。これまで、地盤防災は公共事業が担ってきた分野であり、民間企業は事業化のことまで考える必要がなかった。しかし、地震の活動期、気候変動といった自然環境の変化や、高度経済成長期に不良地盤に対して行われた開発のツケなど、今後個人が被る災害リスクが増加している。これらのリスク回避のためには、個人宅地を守るための産業が必要と考えるが、課題は多い。

以下に、前述の 4 つの要因について課題を述べる。

(1) 動機としての「不安」

宅地地盤の変動という問題がこの世に存在する、ということはある程度知られるようになってきていると思われる。しかし、それを自分自身に降りかかる問題として認識している人はごく僅かで、認識していても例えば地震が起きた瞬間だけのことととらえ、その後の生活再建困難まで想像が及んでいることはほとんど無いと言い切っても良い状況である。個人にとっての災害とは、単にモノが壊れることではなく、生活や家族が壊れるということだということをマスコミ・学会等の協力を得ながら情報発信し続けなければならない。

また、TV・新聞などでは災害によって困窮したお年寄りを中心に報道されているが、阪神・淡路大震災被災者の調査から明らかになっているのは「生活再建困難者は40歳代持ち家有り世帯に多い＝二重ローンで負のスパイラルに陥る世帯」である。その実態を正しく伝える必要もある。このため、このような被災後の研究をしている社会科学系のグループとの連携も必須である。

(2) 経済的側面としての「安心システム」

「安心」は、事前と事後の両方で用意されている。事後の安心システムは、地震保険・共済（兵庫県住宅再建共済の場合上限600万円）・被災者差生活再建支援法による支援金（上限300万円）などである。なお、住宅建設時の民間地盤保証制度は、住宅基礎の不同沈下を対象としたものであり、地震時の滑動崩落等には対応していない。

宅地耐震化推進事業は「公助による事前の安心システム」である。補助金（工事費の1/2）・補助金（工事費の90%）・税制（所得税の雑損控除）がセットになっている。この公助の安心システムはまだ適用事例がほとんど無いので課題も想像に過ぎないが、以下のようなものが考えられる。

宅地耐震化推進事業から漏れる谷埋め盛土（腹付け盛土も含めて）が多数存在すること。

造成地の宅地は購入したものであるため自己負担で対策をすることに対する抵抗感が強いこと。

造成宅地防災区域の全世帯の合意を取り付けることが容易でなさそうなこと。

公助による安心システムが健康保険に相当すると考えると、自助の安心システムは健康診断に相当するものと考えられる。健康診断には健康保険がきかないので、簡易でかつ安価でなければならない。また、異常が見つければ（即ち、危険盛土であることがわかれば）処置をしなければならないが、同じ一団の盛土上にある世帯に説明し合意を取り付け対策をするというところまで行き着くのは相当の困難を伴うものと想像できる。このため一団の盛土内の1世帯だけを安全にできる対策方法も必要になるだろう。

このように自助による安心システムは、サービスの提供側が経済的負担を最小限にする技術開発によって実現するということが、現時点でできる精一杯のことである。

なお、将来的にはある一定レベル以上の耐震化（宅地・家屋ともに）対策をしてあることを条件にした保険・共済制度をつくることができれば、その中で家屋の再建・生活の再建まで安心できるようになるものと考えられる。現時点の制度は、耐震化対策の有無は掛け金・補償額に関与していないので、自助で耐震化した世帯が加入しないという不都合もあると言われている。

(3) 技術水準と技術者への「信頼感」

宅地の問題は、土木と建築の狭間であって関心が持たれていなかったため放置されてきた問題である。このため、宅地所有者（一般市民）と技術者・専門家との接点が極端に少なく、信頼を得る機会がなかった。また、建設業の公共事業に関わる不祥事や不透明さからマスコミ等によって悪いイメージが作り上げられ、それに対して正面切って反論してこなかったことも信頼感が低下した大きな要因である。

しかし、公共事業の調達の透明化や、行政の情報公開は確実に進んでおり、今後技術者・専門家が一般市民との接点を多くもつことによって不信感は解消され、信頼感が増してくるものと考えられる（楽観的すぎるか？）。実際、一般市民からの相談事に対応して不信感を感じたことはない。一般市民との接点を増やすことによってこの虚像（悪いイメージ）は解消されていくものと期待している。

次に、宅地谷埋め盛土の地震時滑動崩落の危険性評価の「信頼性」についてはどうだろうか。これに関しては、評価する技術者のレベルが滑動崩落現象というものを正しく理解できているかどうかという点について非常に不安がある。現在公表されている「大規模盛土造成地の変動予測ガイドラインの解説」は、担当者の混乱を回避するために既存の調査法・解析法を適用することにこだわってつくられている。しかし、滑動崩落現象は、いままで斜面安定問題の土質力学が扱っていなかった現象で、当然滑動原理も異なる。既存の安定計算手法を用いる場合、滑動崩落現象への理解が不十分だと容易に「安全判定」に導かれてしまう危険がある。当事者・担当者に安全だという答えを出したいバイアスがかかっている場合にはなおさらである。そういうことが起こると谷埋め盛土の安全性評価技術への信頼性は失われるだろう。専門技術者の責任は重大である。

正しく谷埋め盛土の滑動崩落現象を理解するための資料を、図-5～12に示す。専門技術者に対する一般市民の信頼を崩さぬよう十分理解していただきたいと願う。

(4) 「産業・市場の存在」

上記の「信頼感」の問題とも関連するが、専門技術者が長期的に従事でき、生業とすることが可能な産業とならなければ全てが絵に描いた餅になってしまう。宅地谷埋め盛土の安全性評価という防災事業が社会の安全・安心に寄与するためには産業化・市場化が必須要因で、前述の3要因はそのための手段と位置づけることもできる。

我々のグループで試行した「あんしん宅地」の第一弾はうまくいかなかったが、その中で得られた貴重な教訓・ノウハウもある。そういった失敗の積み重ねに果敢にチャレンジすることが大切であり、天から市場が降ってくるということなどあり得ないと覚悟を決めることが重要であろう。

参考文献・資料

釜井俊孝・守随治雄(2002):『斜面防災都市 - 都市における斜面災害の予測と対策 - 』、理工図書 (ネット書店等で購入可能)

高坂健次(2005);“進む階層化社会の中で「被害の階層性」は克服できるか - 総資産 5000 万円の壁をどう考えるか - ”、世界 12 月号、岩波書店、pp.190-198
(<http://www.iwanami.co.jp/sekai/> からバックナンバー購入可能)

太田英将・榎田充哉(2006):谷埋め盛土の地震時滑動崩落の安定計算手法、(社)地盤工学会関東支部シンポジウム DS1「既設造成宅地の耐震性調査から対策まで」pp.27-35
(http://www.ohta-geo.com/tech_rep/20061110taniume.pdf) 簡易力学モデルのエクセルシートは、<http://www.ohta-geo.com/morido/morido.html> からダウンロード可能)

大規模盛土造成地滑動崩落防止事業における負担割合(国土交通省):造成宅地の耐震化に係る支援制度の概要(<http://www.mlit.go.jp/crd/web/gaiyo/gaiyo02.htm>)

産業別労働者数:総務省統計局労働力調査集計表(2009年1~3月)「産業・従業上の地位,年齢階級・世帯の種類・従業者規模別就業者数」
(<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/Xlsdl.do?sinfid=000002787389>)

太田英将(2009):“盛土の耐震設計について - 工事・設計 - ”宅地造成設計・施工研修テキスト、(財)全国建設研修センター(http://www.ohta-geo.com/tech_rep/20090602taniume.pdf)

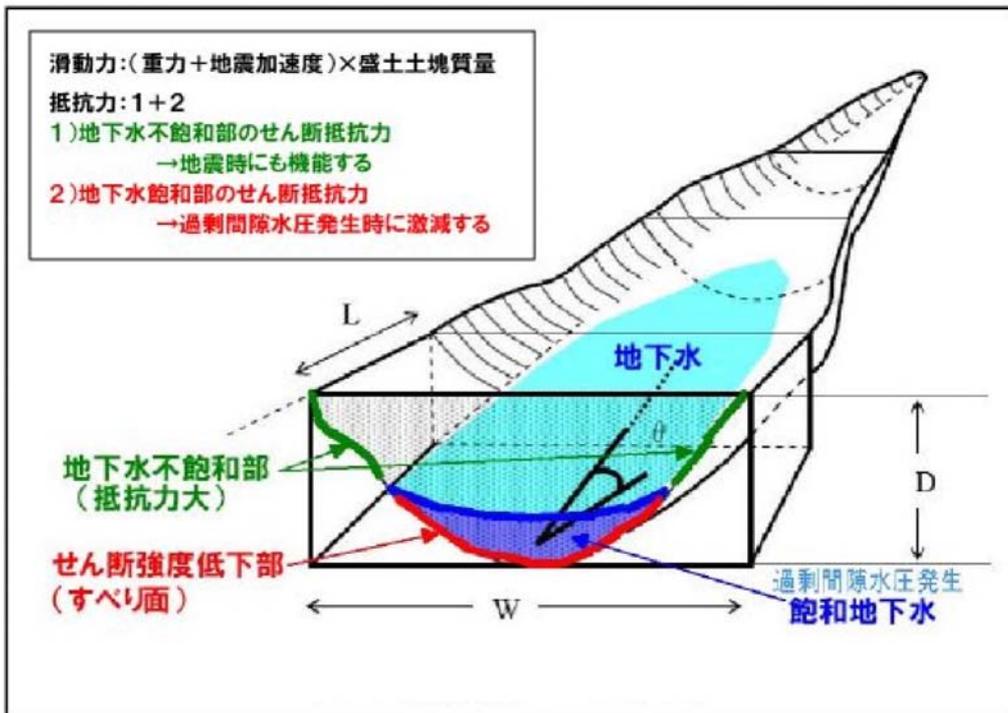
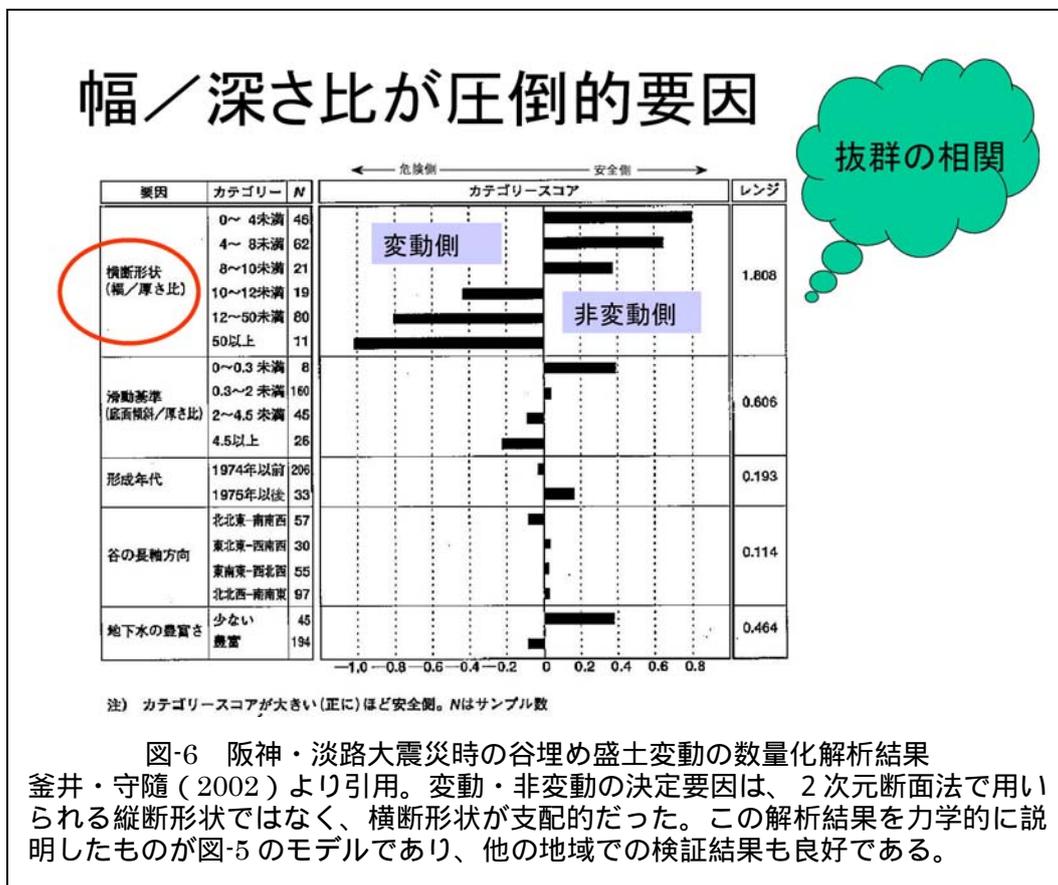


図-5 盛土の滑動崩落基本概念図(太田・榎田モデル)

地震による急激な震動で盛土底部の飽和地下水の排水が間に合わず過剰間隙水圧が発生して滑動する現象。このため地山傾斜角が緩くても滑動する。滑動に対する抵抗は側部などの不飽和部。



教科書に載っている安定計算は、湯船で滑る計算

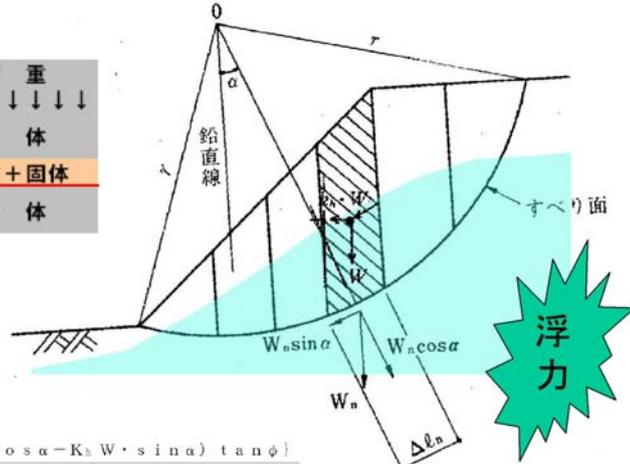


荷重
↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓
固体
液体 + 固体
固体

固体はずっと接触している
(浮力は邪魔をしているだけ)

計算式

$$F_s = \frac{R \sum \{CL + (W \cdot \cos \alpha - Ub \cdot \cos \alpha - K_h W \cdot \sin \alpha) \tan \phi\}}{\sum (RW \cdot \sin \alpha + K_h W \cdot y)}$$



「すってんころりん」現象を「湯船」理論で解こうとすると混乱が生じる

図-7 有効応力法による2次元極限平衡法安定解析手法

「大規模造成地の変動予測調査ガイドラインの解説」では、この手法が谷埋め盛土の滑動崩落現象を解析するための標準手法とされている。(このことが滑動崩落現象の理解を難しくしている一面もある)

谷埋め盛土の地震時滑動崩落現象は「すってんころりん」型



荷重
↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓
固体
液体
固体

上の固体と下の固体は非接触



身近な現象なのに

この現象に対応した安定計算手法は教科書に載っていない!

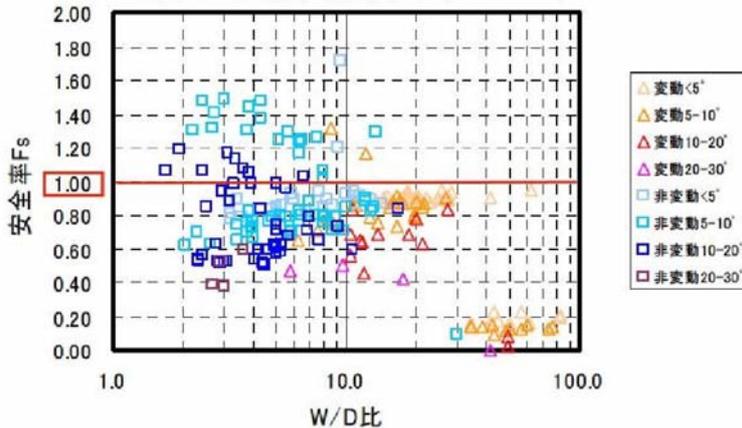
図-8 地震時滑動崩落現象を単純化した説明図

滑動崩落現象を、上側の土塊と下側の土塊の間に液体(液状化した部分)が挟まり、上の土塊が摩擦を著しく失い滑動する現象ととらえたモデルである。

用いた安定解析式は修正 Fellenius 式対応の式である。

$$F = \frac{c'L / \cos \theta + (W_t - U - U_s) \cos \theta \tan \phi' - W_t K_h \sin \theta \tan \phi'}{W_t \sin \theta + W_t K_h \cos \theta}$$

地震時 (過剰間隙水圧高さ 1.5m)



側方摩擦が考慮されていないこのモデルでは、安全率は基盤傾斜角の関数となり、現場データを再現できない。

安全率(地震時)-W/D比 関係図

図-9 2次元断面法で阪神・淡路大震災時のデータを解析した結果 実際起きた現象(変動・非変動)を区別することができない。

$F_s = R/T$ 安全率

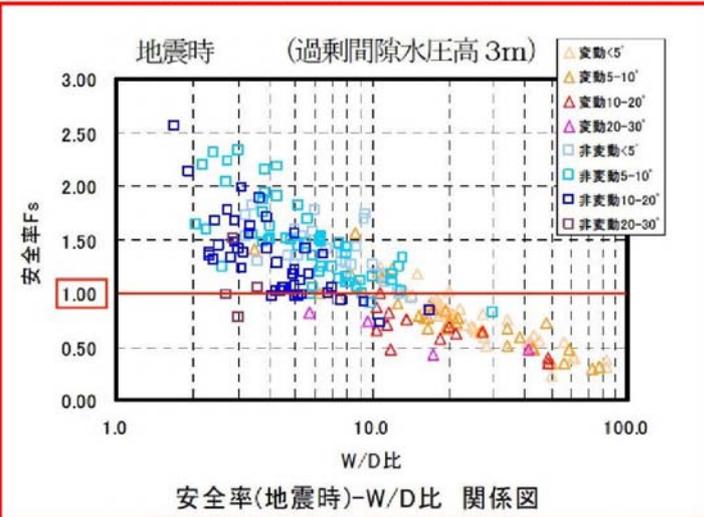
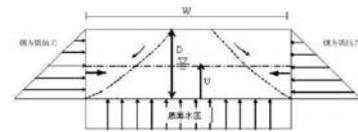
$T = W_t \cdot \sin \theta$ 滑動力 (kN)

$R = R_s + R_b - W_t \cdot k_h \cdot \sin \theta \cdot \tan \phi'_2$ 抵抗力 (kN)

$R_s = c'_1 \cdot A_s + P \cdot \tan \phi'_1$ 側方抵抗力

$R_b = c'_2 \cdot A_b + (W_t - U_b - U_s) \cdot \cos \theta \cdot \tan \phi'_2$ 底面抵抗力 (kN)

阪神大震災の再現



側方摩擦が考慮されているため、安全率で変動・非変動を区別することができる。

側面強度の違いも反映できる。

ただし、側面傾斜角は反映できない。

図-10 簡易力学モデル(太田・榎田モデル)で阪神・淡路大震災時のデータを解析した結果 変動した盛土は相対的に安全率が小さいグループに、変動しなかった盛土は相対的に安全率が高いグループに分かれた。土質定数などのパラメータを調整することにより、安全率 1.0 を境界として変動グループと非変動グループが分かれるようにキャリブレーションされている。

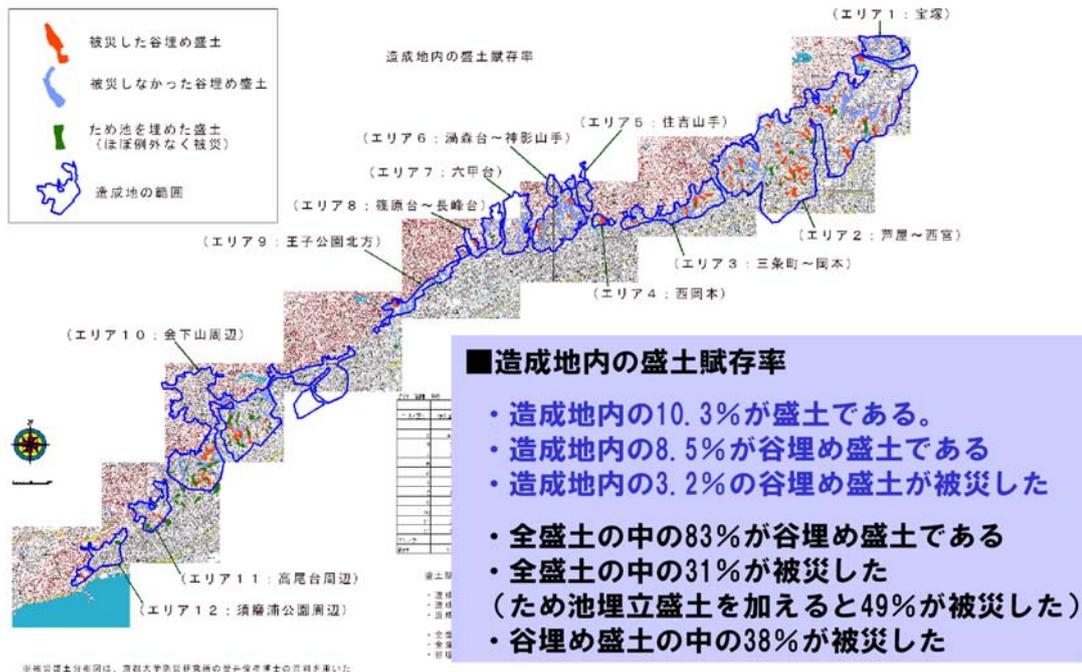


図-11 阪神・淡路大震災時の大規模造成地内にある谷埋め盛土の変動・非変動事例の集計

震度5では被害は出ない

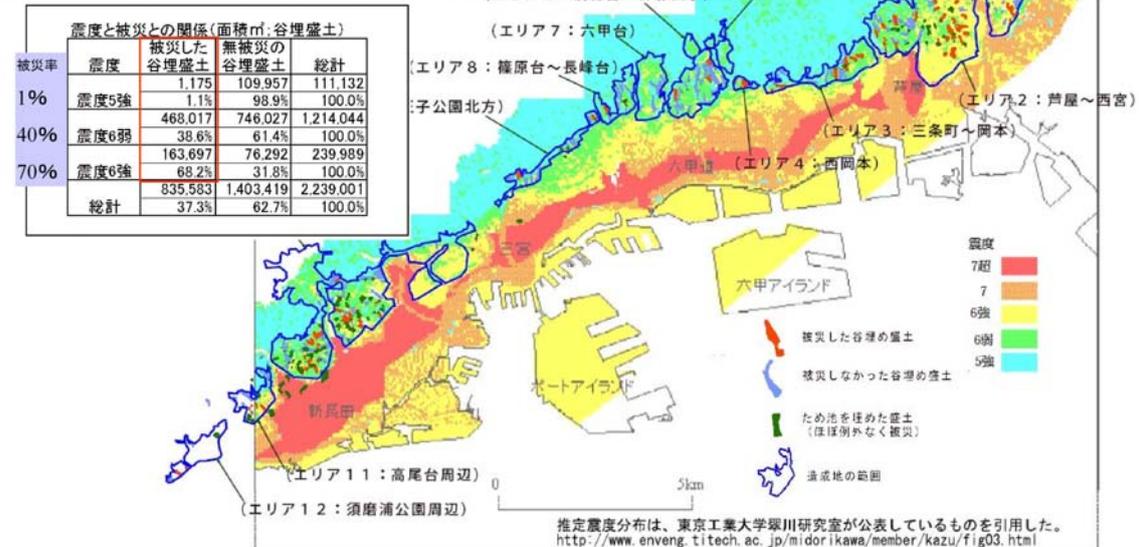


図-12 震度と谷埋め盛土の変動・非変動の関係

阪神・淡路大震災の事例では、滑動崩落現象は震度6以上で発生する現象である。