

シンポジウム「迫りくる宮城県沖地震に備える」基調報告(2)

宮城県沖地震に備える 地形・地質・地盤の知恵

平成15年11月14日
日本応用地質学会東北支部

1

内 容

- ・・・その時、パニックに陥らないために
- 1. **迫り来る**宮城県沖地震ってどんな地震？
 ・・・予想規模，発生確率，**震度予測図**が公表された
- 2. あの地震でこんな**地盤災害**が起きた
- 3. あなたがいるところは大丈夫？
 ・・・東北，宮城，仙台の**地形・地質の成り立ち**
 ・・・地震時の地盤としての**強みと弱み**
- 4. 震度予測図と地質図から何を**読み取る**
- 5. 地形・地質・地盤を知って**防災に活かす**

2

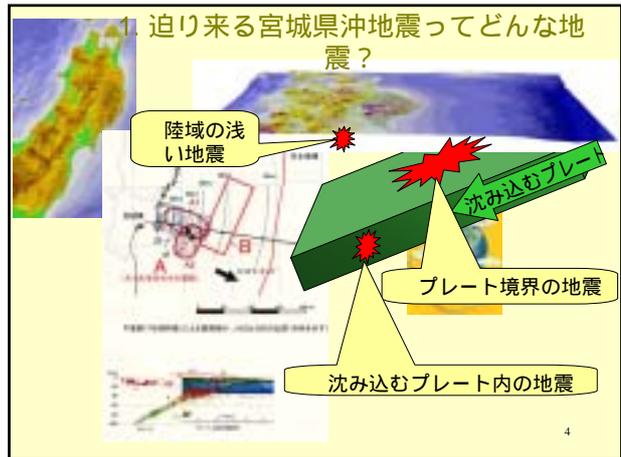
・・・その時，パニックに陥らないために
自助，共助，公助・・・各レベルで減災への取組

地震の**備え7か条**，自分と家族を守る**8か条**など
個人の備え(消防局パンフなど)・・・

町内会防災訓練，防災地図の作成・・・
被害想定と対策，条例制定などのプラン・・・
学会調査委員会や技術士会の啓発活動・・・
産官学の**統合的連携組織**の立上げ・・・

地震は地下から襲う。今あなたが居る足元の
地質の成り立ちをどれだけ知っていますか？

3



4

発生場所で3つのタイプ

プレート境界の地震・・・例：926十勝沖地震
宮城県沖地震と認定された6地震

地震発生年月日	前回の地震からの 経過年数(年)	地震の規模	備考
1793年2月17日		M3程度	連動の場合
1905年7月28日	42.4年	M3.9程度	単独の場合
1961年10月21日	26.3年	M4程度	単独の場合
1987年2月20日	26.3年	M4	単独の場合
1998年11月3日	29.7年	M5	単独の場合
1998年6月12日	41.8年	M4	単独の場合

沈み込むプレート(スラブ)内の地震
例: 5.26三陸南地震
陸域の浅い地震
例: 7.26宮城県北部の地震

5

地震調査研究推進本部による 宮城県沖地震の長期評価

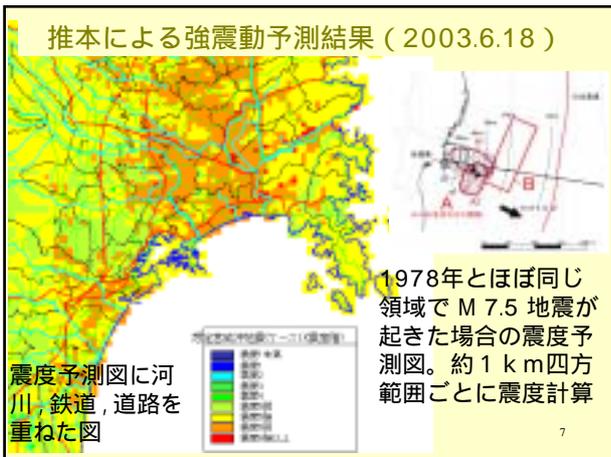
2000.11.27公表，2001.3.14訂正

予想規模： マグニチュード M 7.5 前後，
海溝寄りの地震と連動する場合 M 8.0 前後

発生確率： 10年以内 39%，30年以内 99%
(基準日 2003年6月1日)

* 推本とは・・・「地震災害特別法」(平成7年7月)に
基づき設置された政府の特別機関

6



2.あの地震でこんな地盤災害が起きた
・・・地盤災害の歴史も繰り返す

- (1) 1978年宮城県沖地震 (M7.4)
- (2) 2003.5.26三陸南地震 (M7.1)
- (3) 2003.7.26宮城県北部地震 (M6.4)

8

(1) 1978年宮城県沖地震

- 地震発生 1978年6月12日17:14頃
- 震 央 東経142度10分, 北緯38度9分
- 震源深さ 40 km (プレート境界)
- 地震規模 M7.4
- 最大震度 (仙台市, 石巻市)
- 北海道中部から近畿まで広範囲に揺れ。東京でも震度

9

1978年宮城県沖地震では

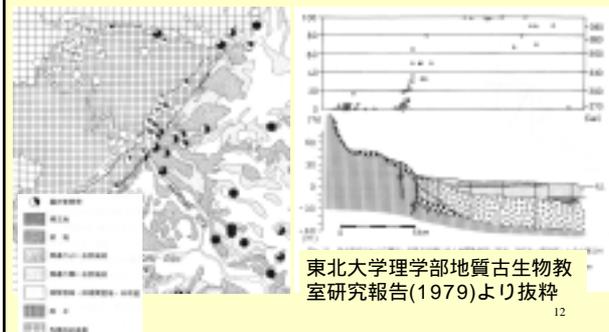
- | | |
|-------------|----------------------------------|
| どこで・・・ | どんな地盤災害が・・・ |
| 丘陵内の造成宅地 | 一部の谷埋め盛土の崩壊, 切盛境界付近の沈下, 段差盛土部の揺れ |
| 沖積平野部, 谷底平野 | 厚い未固結堆積層の揺れ増幅, 液状化, |
| 山地部 | 落石, 小規模な地すべり |
| 台地 | ほとんど被害なし |

10

丘陵内造成宅地の地盤災害例



平野部は丘陵, 台地より大きく揺れた
(墓石転倒率と地形・地質との対応)





(2) 2003.5.26三陸南地震

- 地震発生 2003年5月26日18:24頃
- 震央 北緯38.8°東経141.8°
- 震源深さ 71km (潜り込むプレート内部)
- 地震規模 M7.1
- 最大震度 6弱(石巻市, 大船渡市など) 北海道から近畿まで広範囲に揺れ 東京でも震度3

計測震度計で震度をだす

2003.5.26三陸南地震での地盤災害

崖からの落石

1,000gal超

- 液状化
- 斜面災害(築館・館下)

地盤工学会(2003)2003年三陸南地震・宮城県北部地震災害調査報告書より引用

築館町館下地区 斜面流動破壊現場 (撮影(有)ミヤギエンジニアリング)

原地形は沢。埋め立てて造成した畑(1970年頃)

地盤工学会(2003)2003年三陸南地震・宮城県北部地震災害調査報告書より引用

(3) 726宮城県北部の地震

- 地震発生 2003年7月26日07:13頃 (本震)
- 震央 北緯38.4°東経141.2°
- 震源深さ 12km (陸域の浅い地震)
- 地震規模 M6.4
- 最大震度 6強(鳴瀬, 矢本, 南郷の3町)
- 前震(M5.6), 最大余震(M5.5)と1日間に連続。北海道南部から東海・北陸まで広範囲に揺れ。つくばで震度3, 東京震度2

726宮城県北部の地震で認められた地盤災害の特徴

2,000gal超

限られた範囲で落石, 自然斜面崩壊, 造成斜面崩壊, 液状化

- 沖積層
- 段丘堆積物
- 新期火山岩類
- 鮮新統(堆積岩, 安山岩類)
- 中新統(上部, 中部, 下部)
- 花崗岩, 中・古生界, 変成岩

文部省科研費:1978年宮城県沖地震による被害の総合的調査研究(1979)報告書より引用,一部加筆

震源域直上の
旭山丘陵南部

落石崩壊(鳴瀬町
牛網地区)



自然斜面崩壊(鳴瀬町
小野地区)

空撮写真はいずれも
㈱エマキ提供

地盤工学会(2003)2003年三陸南地震・宮城県北部
地震災害調査報告書より引用 19

旭山丘陵近く沖積平野
砂地盤の液状化災害

丘陵南方では526地震
でも液状化した

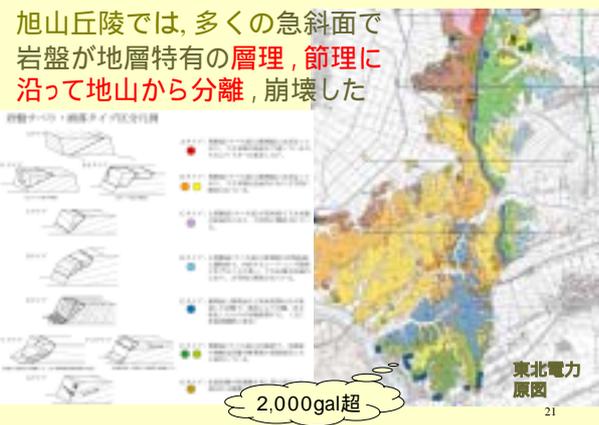


噴砂で埋まった稲



地盤工学会(2003)2003年三陸南地震・宮城県北部
地震災害調査報告書より引用、一部加筆 20

旭山丘陵では、多くの急斜面で
岩盤が地層特有の層理、節理に
沿って地山から分離、崩壊した

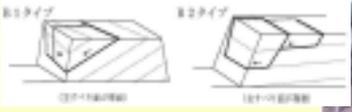


2,000gal超

東北電力
原因

21

B,Cタイプの例




植生!

三ツ谷層粗粒砂岩(堆積性の軟岩)

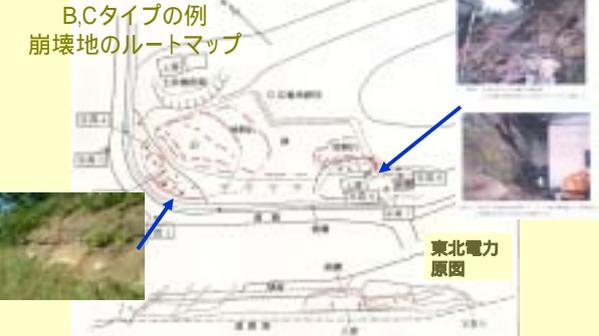


根の楔!

東北電力
原因

22

B,Cタイプの例
崩壊地のルートマップ



東北電力
原因

不安定な地形：北西に突出した岬状地形の先端部

地質構造：ほぼ水平～西に緩く傾斜(流れ目, 流れ盤)

既存の亀裂(層理, 節理)に水や植物の根が入り分離を促進 23

ところで気になる・・・

「長町 - 利府線断層帯」の存在と関係

- ・推本は「長町 - 利府線」の長期評価(M7 - 7.5, 今後30年以内の確率1%以下)を公表(2002.2.13)。
- ・仙台市防災会議は、これを基に同断層帯の活動を想定した震度予想図を作成 広範囲が震度6強以上
- ・しかし、活動性の詳細は不明で、宮城県沖地震との関連性を論じられるレベルではない。
- ・地形・地質学的に見れば、もし大きく活動した場合の地表変動(撓み)の範囲は予想できる。

24

活断層を調べる方法は？

福島県「双葉断層」の露頭

陸域の浅い地震 が大きいと、地表まで断層が達することがある 繰り返すと地表に痕跡が残る

25

活断層は地震を起さない！？

地表地震断層として現れる

活断層として認識できる

時間

地震は深さ数km～15kmの「地震発生層」で起きる

26

震源断層は地震観測で把握される (726宮城県北部の地震直後の余震観測)

東北大学地震・噴火予知研究観測センターHPより

27

活断層図は、地形的な変動の証拠が読める 地表の位置を「断層」と表現している

国土地理院発行：都市圏活断層図 1：25,000

活断層研究会編：「新編・日本の活断層」

過去に、地下の断層が動く度に撓んだと考えられるゾーン

最近数10万年間に繰り返し活動し、明瞭な地形的証拠から位置が特定できるものを表示

28

3. あなたがいるところは大丈夫

東北、宮城、仙台的地形・地質の成立

地震時の地盤としての強み・弱み

宮城県(1980)・78宮城県沖地震災害の教訓より抜粋 故・北村信先生原図

地質調査所監修「理科年表読本CG日本列島の地質」(1996)より引用、一部加筆

29

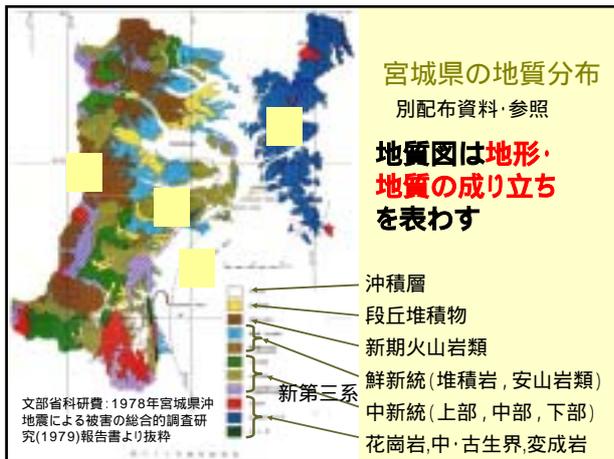
北上山地
中・古生界の古い岩石
緻密・堅硬。節理・断層
多い 急峻斜面・崖 落石、
亀裂に沿う分離・崩壊

北上低地～仙台平野
丘陵・台地：新第三系；
固さ、風化様々、褶曲緩やか
で概ね安定 しかし、丘陵縁
辺部、保護しない切土、造成
地の切・盛境界不安定

平野：2万年前以降の河川
氾濫による沖積層 未固結、
軟弱、震動増幅、液状化

地質調査所監修「理科年表読本CG日本列島の地質」(1996)より引用、一部加筆

30



地質の特徴と弱み 北上山地

中・古生界
緻密・堅硬。節理・断層多い
急峻斜面・崖
落石, 亀裂に沿う分離・崩壊

岩盤の分離面となる層理面, 劈開面, 節理が系統的に入り, ブロック状に割れやすい

32

復旧のため崖の整形に活躍する無人クローラショベル

層理と2方向の節理でブロック化した部分が落下

写真提供: ジオテクノ中里技術士事務所

33

地質の特徴と弱み 沖積平野1

2万年前以降の河川氾濫による沖積層
未固結, 軟弱, 震動増幅, 液状化

長喜城のいくね

自然堤防(砂): 集落

后背湿地(粘土, 腐植): 水田

浜堤(砂): 集落, 畑

34



地質の特徴と弱み 沖積平野3

揺れるツボ? 宮城県北部の沖積平野

北上川流域は, 川が削った谷に厚く沈積した未固結の層が厚い

10月31日福島県沖の地震で, 最大震度4は宮城県北部

宮城県(1980)・78宮城県沖地震災害の教訓より 中川久夫先生原図

36

地質の特徴と弱み 沖積平野4



後背湿地(粘土, 腐植土): 厚い砂地盤と比べ, 揺れが**増幅する**

園芸用の鎌で容易に削りだされる**軟らかさ**。重い建物の建設には固い地盤まで打ち込む「杭基礎」を用いるのが普通。

37

地質の特徴と弱み 脊梁山脈1

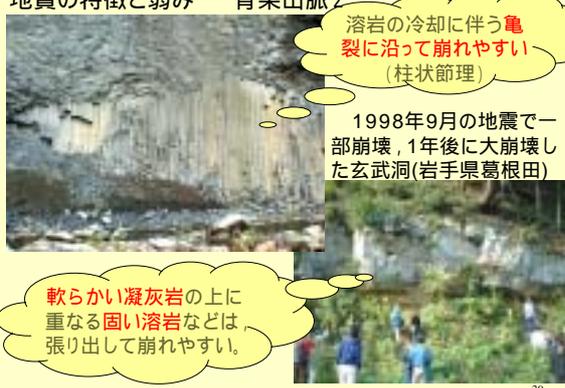


これは雲仙普賢岳の火砕流

第四紀の火山岩類, 火砕岩などが主体
岩自体は硬いものもあるが, ばらつく

38

地質の特徴と弱み 脊梁山脈2



溶岩の冷却に伴う**亀裂に沿って崩れやすい**
(柱状節理)

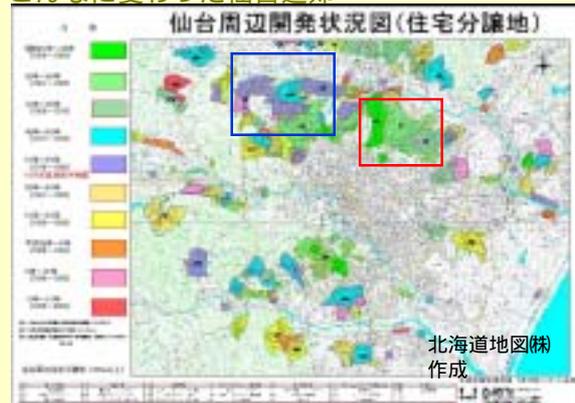
1998年9月の地震で一部崩壊, 1年後に大崩壊した玄武洞(岩手県葛根田)

軟らかい凝灰岩の上に重なる**固い溶岩**などは, 張り出して崩れやすい。

39

こんなに変わった仙台近郊

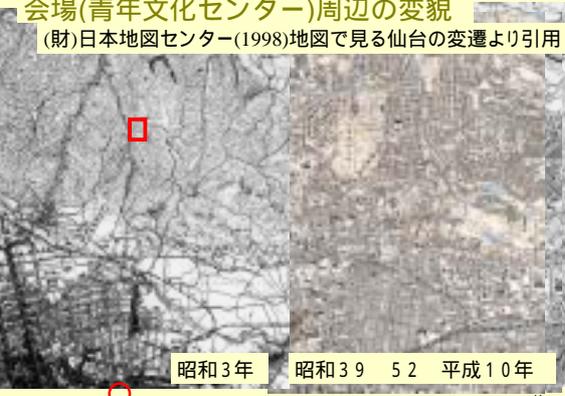
仙台周辺開発状況図(住宅分譲地)



北海道地図株式会社作成

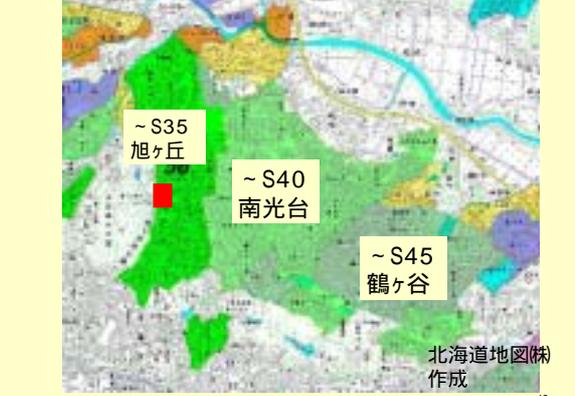
会場(青年文化センター)周辺の変貌

(財)日本地図センター(1998)地図で見る仙台の変遷より引用



昭和3年 昭和39 52 平成10年

41



北海道地図株式会社作成

42

地質の特徴と弱み 丘陵・台地

固さ, 風化様々, 褶曲緩やかで概ね安定 しかし, 丘陵縁辺部, 保護しない切土, 造成地の切・盛境界不安定(注)



水平に成層する中新統の凝灰質砂岩

43

地質の特徴と弱み 丘陵・台地

中新統の凝灰質砂岩
水平成層で, 安定的。
軟岩で整形が容易



20年以上経た保護工のない同質の凝灰質砂岩斜面。風化による崩壊

44

保護された切り土斜面の例



フレーム(枠), 緑化など

45

丘陵を造成した団地の地下を知るには?



尾根の延びは切土

尾根部の切土斜面

沢地形の下方は埋め土

46

原地形を知るには新旧の地形図の重ね合わせ
・・・地理情報システム(GIS)の活用



昭和52年(宮城県沖地震の直前)

47

切盛境の段切り状況

盛土の施工例

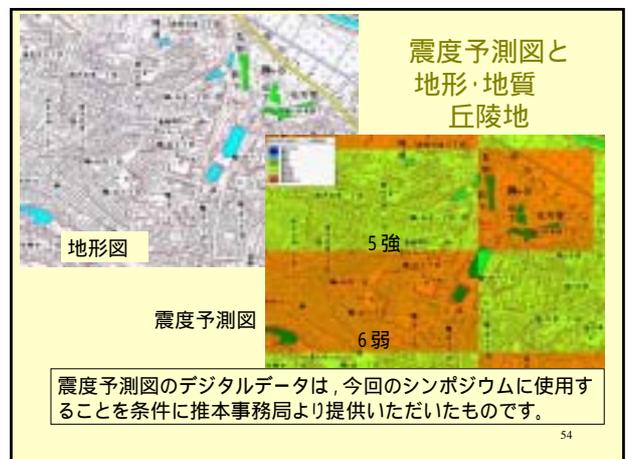
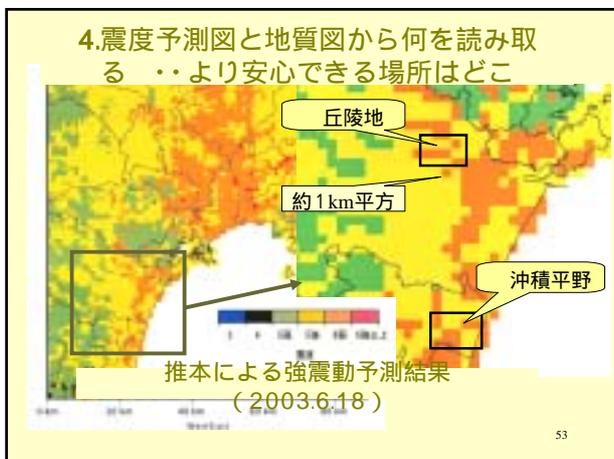
切土と盛土を一体化 地山を1m程度切り込み、盛土材と一緒に転圧 切土からの湧水処理(地下排水の設置) 雨水排水路を確保(表面排水の確保) 上部から盛土材を投げ入れない。(未転圧部となる恐れ)

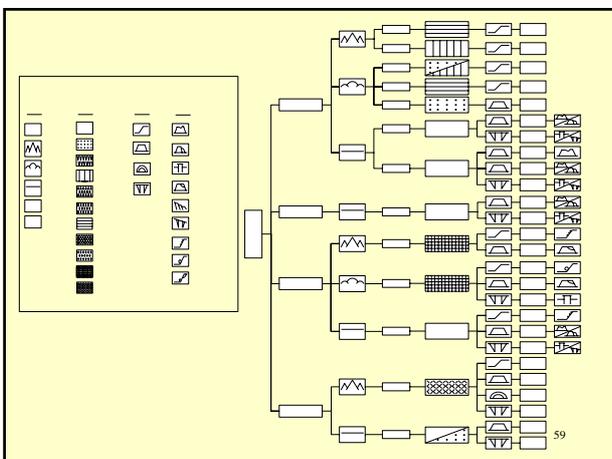
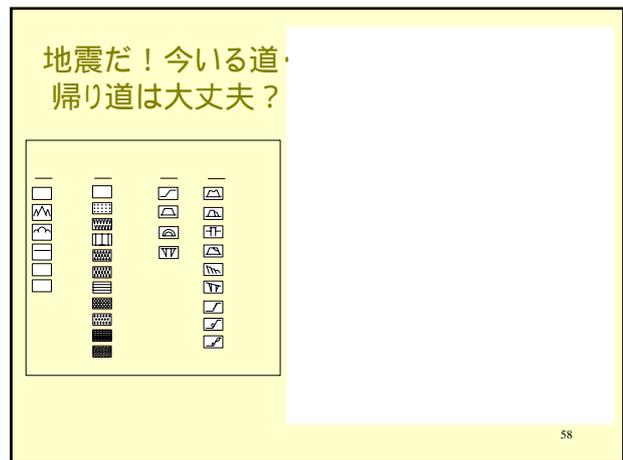
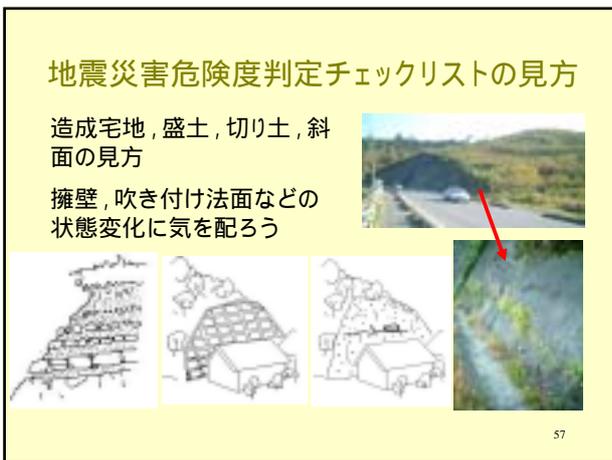
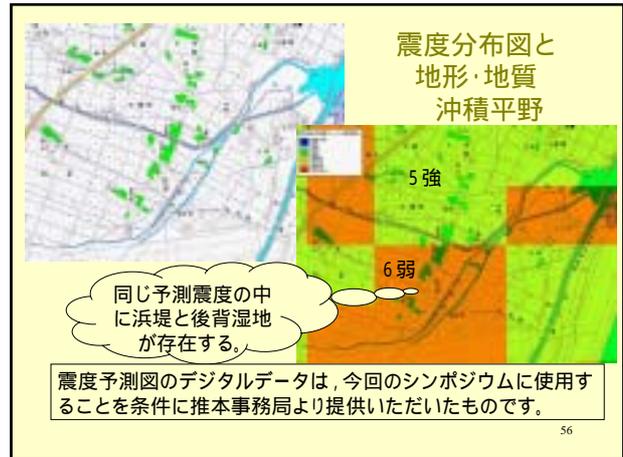
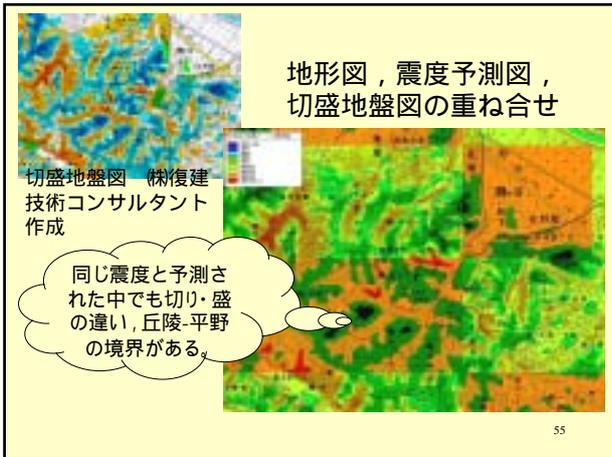
盛土材の運搬と、敷き均し

大型振動ローラによる締め固め

提供: 株式会社 中土木

48





5. 地形・地質・地盤の知恵を地域防災に

- ・亀裂ができやすいところ，揺れやすい所は理由がある
- ・造成地に隠れている古い地形・斜面に注意
- ・足元に関心と理解をもって，今いるところの強みと弱みを知る
- ・地形・地質・地盤の知恵を，きめ細かい地域地震防災マップづくりに盛り込もう
- ・でも，まだ情報は不足している… (続く)

60