

地域防災マップづくり



8.16 宮城地震

地下のことは見えないこともありますが、いままでの多くの人の調査や研究、いままでの地震による経験で、相当に詳しい地盤の情報が得られるようになりました。被害の種類だけがわかれば、防災になると考える方もいらっしゃるでしょうが、地質を通じて地表の揺れ方を知ること、より効果的な対策につながることも多く、労を少なく安心・安全な減災の方法を見つけることの助けになると信じています。

お手元の資料は、地質という観点からまとめてみた資料です。是非、一覽し、ご自分の地域の特性を把握することで、減災に向けた継続したご努力による地域力アップをしていただきたいと思います。そして、地域並びにお知り合いの中から、一人でも、けが人や亡くなる人が出ないようにしていかなくてはなりません。

(社)日本技術士会東北支部 応用理学部会
地震防災ワーキンググループ
宮城県技術士会 防災研究会

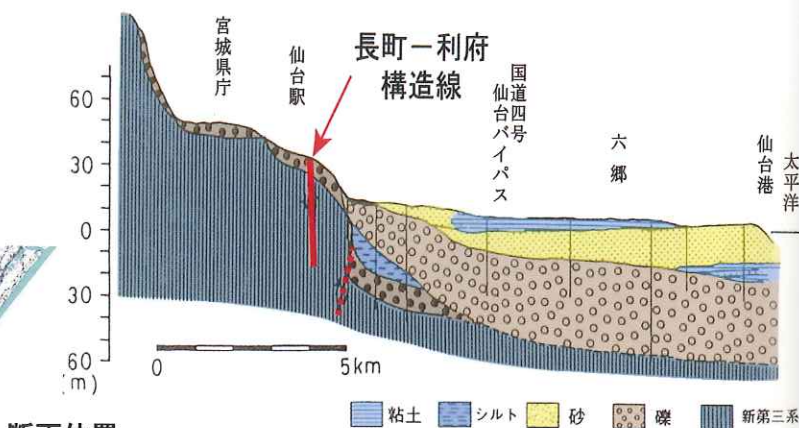
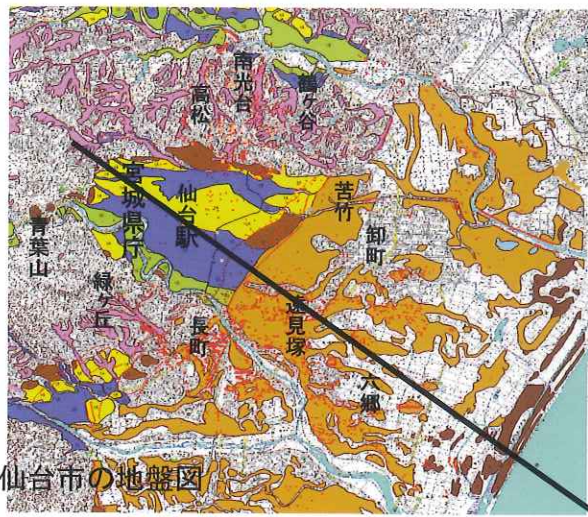
① 仙台の地盤と地震災害 — ‘78 宮城県沖地震を振り返る—

あのか、どんなことがあったのか、繰り返される被害。何を学ぶべきか？

仙台市は高さが異なる地形からなるというだけでなく、さまざまな性質を持った地形や地質から構成されていて、一様ではありません。

このような場所で、‘78 宮城県沖地震がおきました。被害は、あらゆるものといっても良いくらい損傷したり破壊され、死者も多数でました。しかし、地震はあらゆるところで発生しましたが、どこでも同じ被害ではありませんでした。ゆるる物によって、揺れる場所によってさまざまでした。そこで、地盤と地震との関係はどうなっているのかについてまとめてみました。

仙台の地盤



断面位置

仙台市の東西方向の地質断面図

丘陵地	段丘	沖積扇状地	沖積平野	宅地造成地
旧仙台市街地の北・南・西側周辺地域	旧仙台市街地、七北田川・広瀬川・名取川沿い	旧仙台市街地東側～仙台バイパスのやや西側	仙台バイパス東側：地形から自然堤防、後背湿地浜堤に区分でき、土質構成が推定できる。	丘陵地を改変
岩盤(軟岩)	岩盤の上に薄い、締まった礫層	岩盤がやや浅く、最上部は緩い礫層	岩盤が深く、最上部は軟弱な砂・粘土	一部盛土・埋土による人工地盤

* 「水文環境図 仙台平野(1/20万)」((独)産業技術総合研究所地質調査情報部発行)より転載

地盤と地震による影響

時代	地層名	記号	構成物	地震による影響	既存の被害状況の例 (1978年宮城県沖地震)
第四紀完新世	人工地 (埋め土)	r	礫, 砂, 粘土などの混合物。 近くの山を切り崩したものが 多い。	軟弱なところの人工地盤は震動 が伝わりやすい。	太白区緑ヶ丘, 泉区南光台団地な どで, 盛土の崩壊・地すべりが発 生。
	地すべり等の 崩積土	dl	岩塊, 粘土などが多い。	地震によって崩壊や地すべり活 動が促進されることがある。	太白区緑ヶ丘で発生(盛土すべ り)。
	後背湿地, 谷底平野堆積物	a	砂, 礫, 粘土で構成される。 (表層は粘土が多い)	大きく揺れやすい。 砂地盤では地震動により, 液状化 することがある。	若林区の遠見塚, 南小泉, 長町, 郡山などで住宅被害が発生。
	自然堤防堆積物	l	主に砂で構成される。(地盤 構成がやや複雑)	下の地盤により地震の影響度が 異なる。(河口近くでは下に軟弱 層が分布することが多い)	若林区の明屋敷, 荒井, 霞の目, 沖野, 飯田, 下飯田, 日辺, 六郷 などで住宅に被害発生。
	浜堤堆積物	d	砂	地下水位の高い所では液状化の 可能性がある。	特に大きな被害なし。
第四紀更新世	段丘堆積物	td1 ~ td6	円礫, 砂, 粘土などから構成 される。	段丘崖からの礫の落下などが発 生する可能性がある。	宮城野原から東仙台にかけて段丘 平坦面の周辺部で住宅被害が多 い。
新第三紀鮮新世以前	基盤岩		砂岩, 礫岩, 凝灰岩, シルト 岩などの堆積岩と安山岩, 凝 灰角礫岩などの火山岩から 構成される。	固結しており, 未固結のものより 相対的に揺れは少ない。亀裂か らの崩壊発生の可能性はある。	松島町などでがけ崩れ発生。(亀裂 の多い第三紀層堆積岩類で発生)

宮城県の被害状況

■ 負傷者 10,962人
 ■ 住宅全半壊 7,500棟
 ■ 住宅一部破損 125,370棟
 ■ 死者 27人

- 沿岸部を中心に落石が多発。
(図中: ●)
- 沖積低地や牡鹿半島の海岸沿いに
道路・河川の被災が多発。
(図中: ●)
- 人的及び物的被害は、旧仙台市域に
集中(特に建物の被害が顕著)。
(図中: ▲)





■ 市内緑ヶ丘団地の崖崩れ



■ 広い範囲にわたってずれた地盤(市内 緑ヶ丘)



■ 木造2階建てアパートの倒壊(市内 北根一念坊)



■ 1階が押し潰され、全体が弓なりに曲がったビル(市内 苦竹)



■ 1階が完全に潰れ傾くビル(市内 卸町・苦竹)



■ 倒壊したアパート(市内北根字一念坊)



■ “支え”で崩壊を防ぐ古い農家(市内 六郷)



■ 県内各地で門柱やブロック塀が倒れ、痛ましい犠牲者を出した。

② 地震災害の進化と変遷

— ‘78年(S53)宮城県沖地震から

’05年(H17)今日までの都市化進展と地震被害の変化—

新しいタイプの被害は発生するのか、対策は？

先の地震から、30年近く経過しようとしています。仙台市もあれから、大きく都市が発展をしました。高度な土地利用も含めて都市基盤施設も充実してきました。

しかし、便利な施設や市街地が拡大することで、それに比例して、防災の観点からの課題も出てきます。

特に、前回被害を受けた地域と同様な地形地質の地域に市街地が広がったことや、それに従って市民の方々の行動範囲も拡大しています。

青葉山上空から望む仙台圏の都市化域



項目	‘78年宮城県沖地震	‘04年4月	備考
仙台市人口(人)	645,120	1,014,268	2倍弱
市世帯数(個)	215,944	426,915	2倍
市面積(km ²)	237.05	788.09	3倍
木造建物棟	239,783	238,255	1倍
非木造建物棟	35,892	74,573	2倍

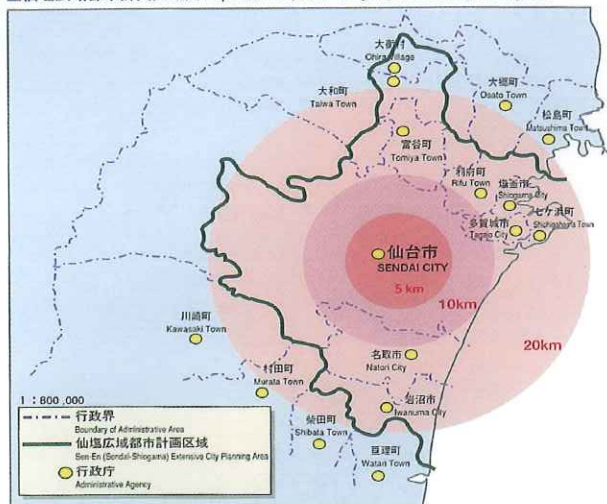
表1 1978宮城県沖地震以後の社会状況変化—人口、市街地の拡大→人口密度、住宅・建物の増加—

仙台広域地域のインフラ整備

災害時の利便性と被害の拡大という相反性

※仙台市(2004)「仙台の都市計画」より

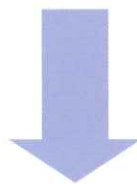
■仙台広域都市計画区域図 Map of Sen-En (Sendai-Shiogama) Extensive City Planning Area



項目	'78年宮城県 沖地震	'04年4月	備考
超高層建築	無	有(アエル等)	長周期震動
新幹線	無(建設中)	有	高速化
東北自動車道	有(泉一 大和被害大)	有(交通量増)	避難路
三陸及び 環状自動車道	無	有(仙台-石巻、東 部、北部、南部)	軟弱地盤や 丘陵地帯
仙台市地下鉄	無	有(富沢-泉)	地下空間
原子力発電所	無	有(女川)	'05 自動停止

生活パターンや生活域の変化

- 個人行動の広域化; 新幹線、高速道路網、航空機
- 住居・生活域の拡大; 軟弱な地盤上への進攻
- 住民の連携の希薄化; 都市の膨張、核家族化
- 古い市街地や団地の住民の高齢化
- 地震被災体験の風化



- 時代の変化、仙台圏の拡大
 - 丘陵の広範な造成、沖積平坦地への市街拡大
 - 被害域の拡大
- 通信、交通、高層建築、地下空間の利便性拡大
 - 被害時の利便性VS突然の不便性や通信の途絶
- 直下型等大地震(震度6強や7)による家屋倒壊、地盤変状は時代にかかわらず依然発生している。
(H7阪神淡路、H15南三陸&宮城県北部、H16新潟県中越)
- 宅地造成地の地盤災害予測: 古く排水が不十分な
谷埋め盛土や切盛り境の地盤変状、家屋や石積擁壁の
被害ゆるい砂地盤で高地下水位時の液状化

③ 震度予測と地盤の構成—どこがゆれやすいか—

地盤によって、地震のあり方が異なっている

地震被害の想定では、地質の分布状況と地震波から、地表を水平に揺らすS波がどのように伝わっていくのか、どのような強さになるのかが重要になります。この資料では、震度予測という内容を示してありますが、地形や地質の分布、地層の厚さや、性質を加味したものになっていますので、地質が同じであれば、同じような震度になるという単純なものではありません。地震の被害は、経験的には、平野部で砂が吹き上がって、液状化が発生することや、やわらかい地層が厚く堆積しているところではゆれが大きいことなどがわかっていますが、兵庫県南部地震では、地層内で地震波が増幅して揺れが集中するという現象も発生しています。

地震の大きさと揺れの大きさは同じ？

！ 地震の大きさ(マグニチュード:M)と揺れの大きさ(震度)は違います



- ➔ マグニチュード(M):地震のエネルギー
 - ➔ 一つの地震でマグニチュードの値は一つだけエネルギーはM0.2で2倍、M1で32倍違う
- ➔ 震度:揺れの大きさ(震度1~7)
 - ➔ 震央に近いほど震度は大きく、場所により震度は異なる一つの地震でも震度の値はたくさんある

震度による揺れの違い

(気象庁震度階級関連解説表より作成)

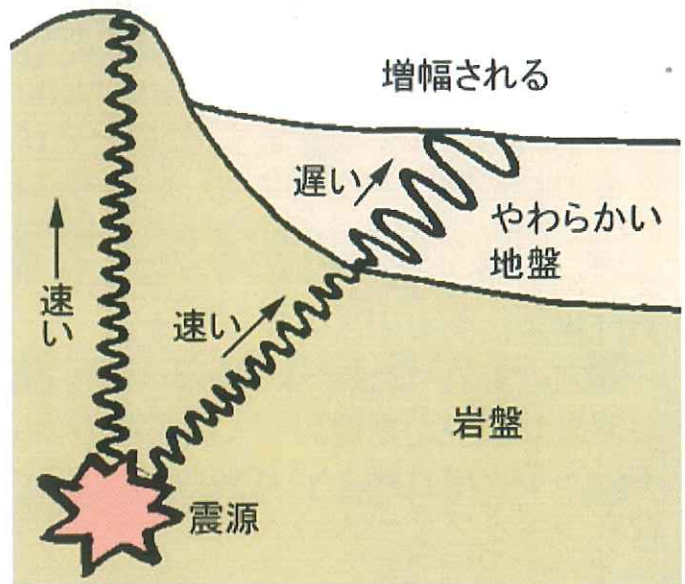
<p>震度0</p> <p>・人は揺れを感じない。</p>	<p>震度1</p> <p>・屋内にいる人の一部が、わずかな揺れを感じる。</p>	<p>震度2</p> <p>・屋内にいる人の多くが、揺れを感じる。 ・電灯などのつり下げ物が、わずかに揺れる。</p>
<p>震度3</p> <p>・屋内にいる人のほとんどが揺れを感じる。 ・棚にある食器類が音を立てることがある。</p>	<p>震度4</p> <p>・眠っている人のほとんどが目覚めます。 ・座りの悪い置物が倒れることがある。</p>	<p>震度5弱</p> <p>・一部の人は行動に支障を感じる。 ・家具が移動し、食器や本が落ちることがある。</p>

<p>震度5強</p> <p>・多くの人が、行動に支障を感じる。 ・タンスなど重い家具や、屋外では自動販売機が倒れることがある。</p>	<p>震度6弱</p> <p>・立っていることが困難になる。 ・壁のタイルや窓ガラスが壊れ、壁に亀裂が生じるものがある。</p>	<p>震度6強</p> <p>・立っていられず、はわないと動くことができない。 ・戸が外れて飛ぶことがある。 ・ブロック塀が崩れる。</p>
<p>震度7</p> <p>・自分の意志で行動ができない。 ・大きな地割れ、山崩れ、建物の倒壊が多発する</p>	<p>【震度】 ある場所における揺れの強さを表しています。</p> <p>【マグニチュード】 地震の規模の大小を表しています。</p> <p>◇ マグニチュードは、地震のエネルギーと密接な関係があり、マグニチュードが0.2増えると地震のエネルギーは2倍となり、1増えると32倍、2増えると1024倍となります。</p>	

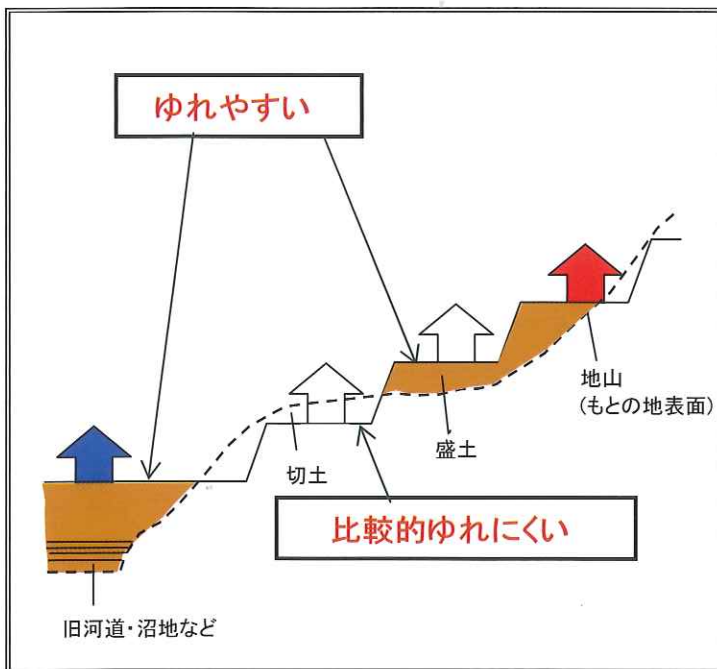
地盤の違いと揺れの大きさ

やわらかい地盤ほど揺れやすく締った地盤ほど揺れにくい

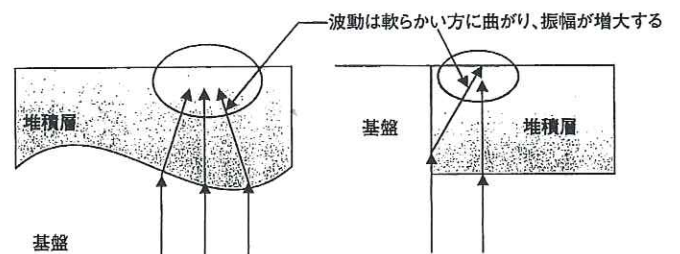
- やわらかい地盤: 沖積層、盛土—平野部、低地、湿地、造成地などに分布
沖積層: 約2万年前から現在までの間につくられた地層
- 締った地盤: 2万年以前につくられた地盤や岩盤—台地、丘陵地、山地に分布



造成地の地盤とゆれの特徴



このような基盤の所では
ゆれは増幅される

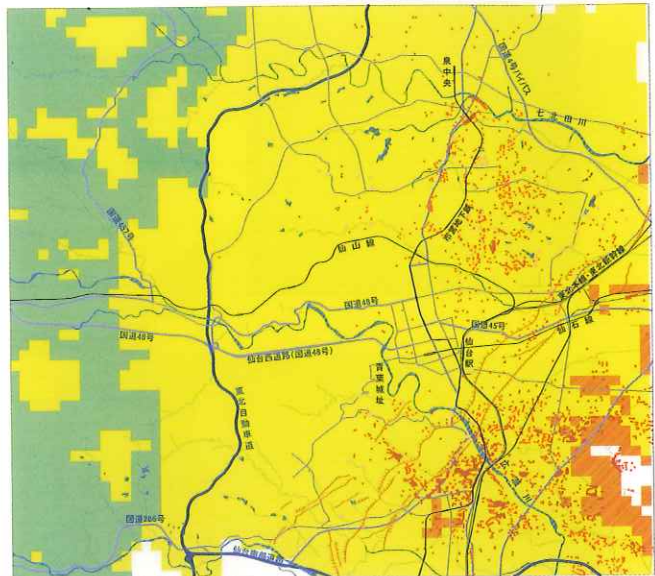
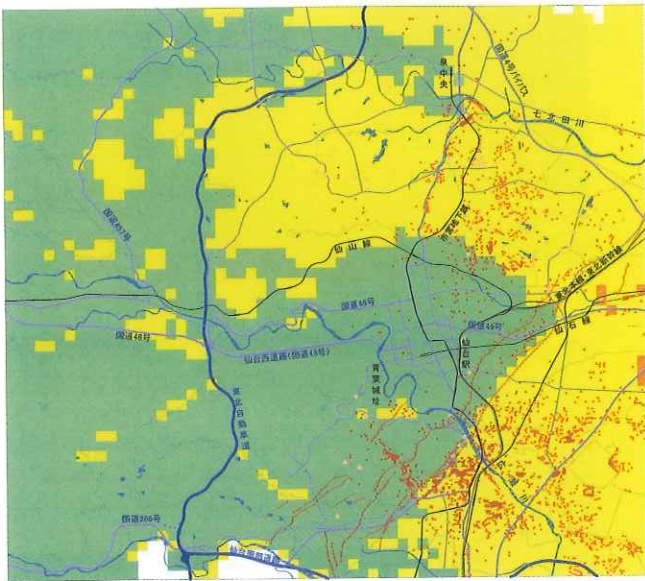


(a) 褶曲構造における焦点効果 (b) 段差構造における焦点効果
【図2】基盤の不整形性による揺れの増大(焦点効果)

震度予測分布図

単独モデルM7.6

連動モデルM8.0



平成14年度仙台市地震被害想定調査報告書による

震度予測分布図 凡例		被害箇所 凡例	
記号	内容	記号	内容
■ (赤)	震度 6強	● (赤)	木造家屋 全壊・半壊
■ (黄)	震度 6弱	▲ (赤)	非木造建築物被害
■ (緑)	震度 6強未満	○ (赤)	堤防被災箇所
		○ (黄)	市道被災箇所

震度予測分布図は全体のゆれ方の傾向を示すだけ

- 個々の宅地の揺れ方を表わしているわけではない
- 250m四方の地盤性状をひとくりにしてモデル化
- その区域の大まかな揺れ方を表すにすぎない
- 細かな地盤情報が必要

自分たちで身近な地盤図をつくり
減災に役立てましょう！

④ 地盤から見た避難—どこが危ないか—

安心してよいところは？ 二次災害の可能性は？

地盤状況や地形を重ね合わせると、いくつか重要な関係が認められます。これらのことから、'78 宮城県沖地震の時には被害がなかったところでも今後は被害が想定できることや、地形と社会生活の関係などから興味深いことが読み取れます。

たとえば、被災して避難したところが、あまり安全なところでなかったということがあれば、それこそ二次災害を誘起することにもなるわけです。あるいは、これからの防災対策としても何をどう施設配置すれば投資効果があるかなども示唆されることとなります。地理的な位置だけでなく、地形や地質、経験を加味した防災計画が必要であることがわかります。

仙台市防災マップ

消防局インデックス

全体図

指定避難所

地域避難場所

広域避難場所

コミュニティ防災センター



地盤条件と防災計画の注意点

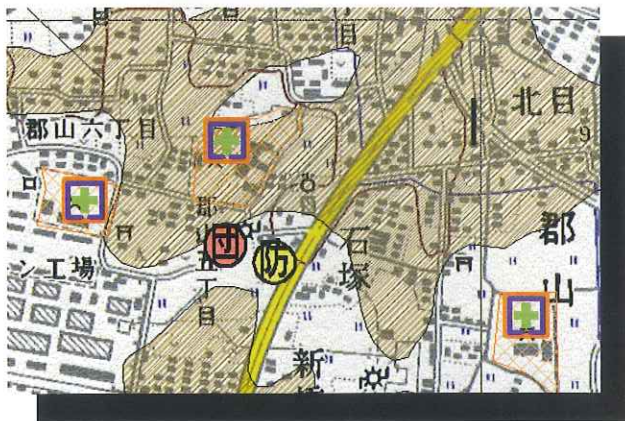
防災上注意が必要な地盤とは？

- 沖積平野(軟弱地盤)
 - 後背湿地(有機質土・粘性土)→強震動
 - 自然堤防・浜堤(砂・砂質土)→液状化
- 丘陵造成地
 - 埋土・切土境界→強震動と地盤変状
- 丘陵地
 - 土砂災害危険箇所→斜面崩壊や地すべり

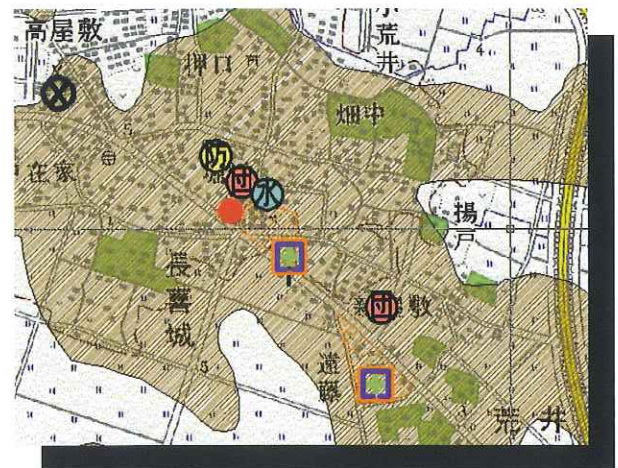
沖積平野(軟弱地盤)上の防災施設に注意が必要

後背湿地(軟弱地盤)にある避難施設施設自体が被災する可能性あり

後背湿地上の施設の例

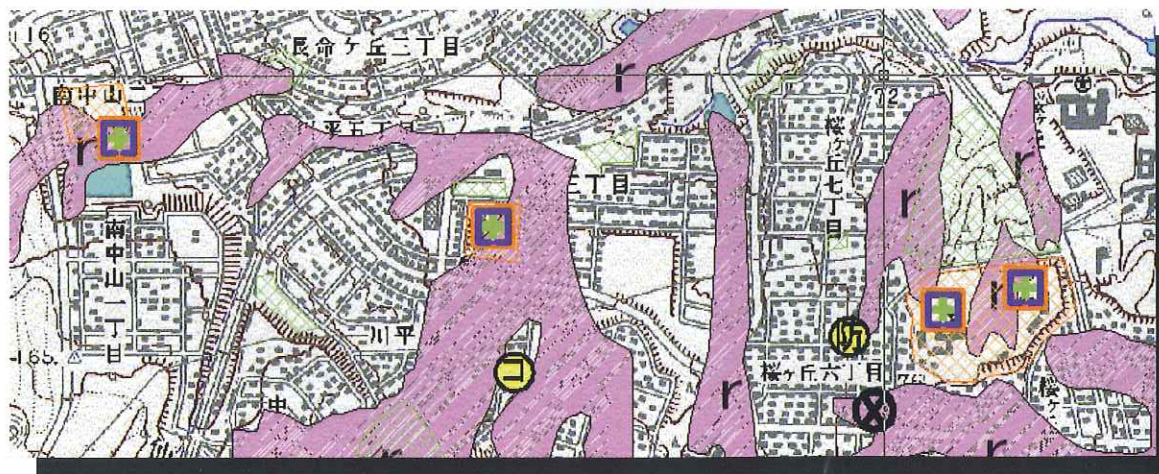


自然堤防上の施設の例



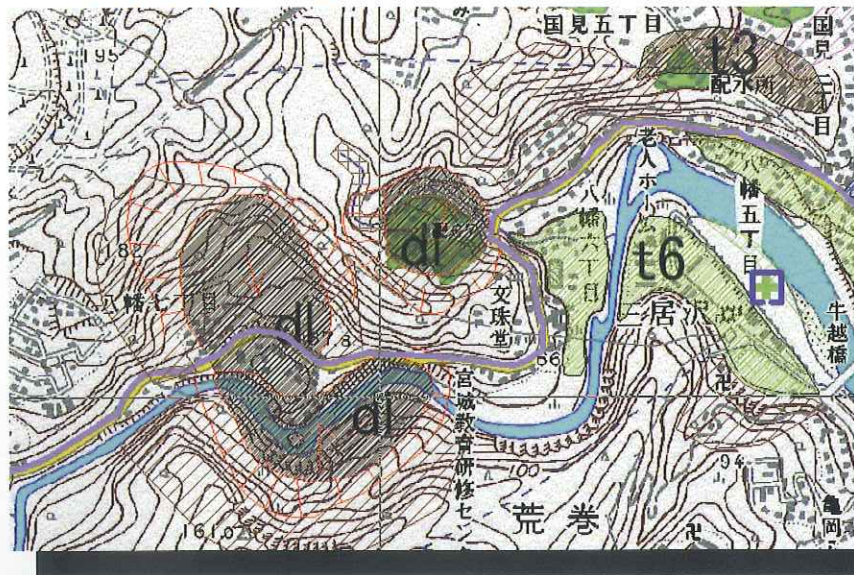
丘陵造成地(造成埋土)上の防災施設に注意が必要

指定避難場所の学校が埋土上に位置



丘陵地(危険斜面)、段丘(段丘堆積物)での注意点

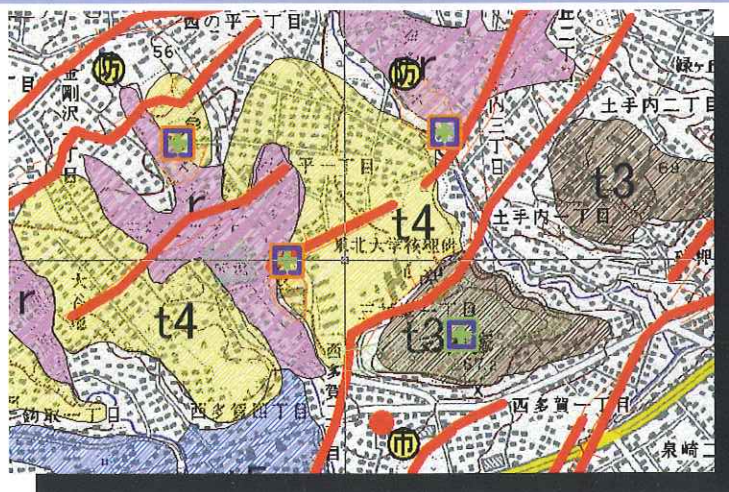
地すべり密集地を通る主要道路旧国道48号



土砂危険区域と防御困難区域の重なり 活断層近くの防御困難区域



丘陵造成地(造成埋土)上の防災施設に注意が必要



⑤ 地域地震防災マップづくり—マイマップを作ろう—

家族と自分のためにマイマップを持ちましょう

重要なことは、この防災マップを参考にして、近所の方や家族の「マイマップ」を作っていただきたいと思います。

震災が起こるまでは、市や警察、消防が助けてくれるだろうと期待される方もいると思います。しかし、震災は広い範囲で、いっせいに被害が発生するので、手が回らなくなります。そのときに、自分で救助する（自助）や近くの人と協力して助け合う（共助）が絶対に必要です。

防災に関する意識づくりや知識を共有して、「自分の命は自分が守る、地域の安全は地域で守る」という意識を持つ人が一人でも多くなると、地域の防災力は格段に向上すると思います。

今回の資料では、今まで述べたことに近づけるために、どんな防災マップが望ましいのかを検討して、実際の作成までのプロセスを紹介しています。基本にあるのは、難しい言葉かもしれませんが「地域知」を生かした、生きた役立つマップを一人一人が持って、行動できるようにしたいという願いです。

広域防災マップから地域防災マップ(マイマップ)へ

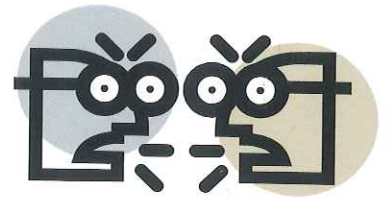
- ➡ これまでの防災マップは広域(市や区単位)で
きめ細かい情報が不足しています。
(身近な何が危ないのか?)
- ➡ 住んでいる場所や通勤・通学途中の地震の揺れと関係の深い
地形・地盤情報がほとんどわかりません。
(町内会や自分でする減災に必要な情報が得られない)
- ➡ 緊急用の給水井戸や備蓄倉庫などの表示がありません
(災害時の飲み水や食料その他への備えが不安です)
- ➡ 地震時の身近な危険箇所の表示がありません。
ブロック塀, 電柱のトランス, 高いビルの看板やガラス窓など
地震のときに危険になる可能性のあるものがどこにあるのでしょうか?
- ➡ 自分たちで**防災マップ(マイマップ)**を作り, 地震に自信を持ちましょう



地域防災マイマップづくりをしましょう

マイマップには何を書き込めばいいの？

- **どこが揺れやすいのか**
(地盤情報)を見て表示しましょう
- **どこが危ないのか**
(**ブロック塀, ビルのガラス, 電柱のトランス, 古い木造家屋**などがどこにあるか)を見て表示しましょう
- **近所の避難経路, 避難場所はどこにあるのか?**
(地盤情報)を見て表示しましょう

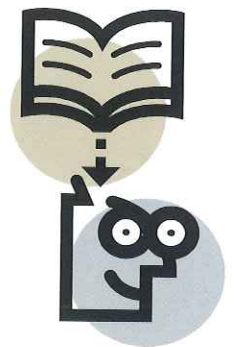


さらに……

- **災害に弱い人**(一人暮らし, 体の不自由な人)はどこにいるかわかりますか?
- **コンビニ, 自動販売機, スーパー, 病院, 公衆電話**はどこかわかりますか?
- **緊急用の井戸**はどこかわかりますか?

マイマップづくりに準備していただくもの

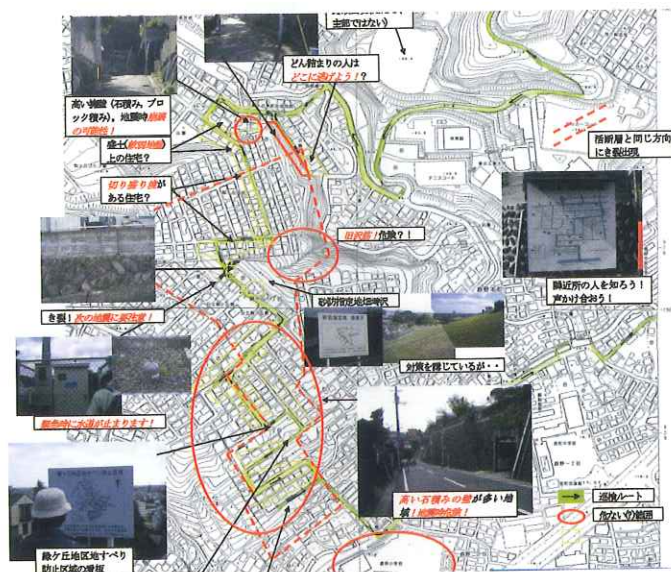
- ① 図面 [WGで準備]……(平面図(都市計画基本図をベースとして使用)周辺の地質断面図(地盤の地下の分布))
- ② 各自の画板 (A3版……新聞紙半ページ程度の大きさ)
- ③ 筆記用具 (鉛筆, 色鉛筆, 消しゴム)
- ④ **磁石** (方位を知るため……持っている方)
- ⑤ 短い定規 (20cm以下)
- ⑥ デジカメ……準備できる人
- ⑦ **宅地診断基礎調査票**[WGで準備]



「わが街再発見」-町を歩きましょう-

住んでいるところの地形や地盤を知る ため実際に街を歩いてみましょう

- 班編成: 1班5~6名(最大8名)
[各班にWGメンバー2名が同行します]
- 対象人数: 最大3~4班(18~30名)



マイマップのイメージ(太白区緑ヶ丘地区のマップの例('04 10月))

まとめ

- ➡ 住んでいる**地域の地形と地盤**を知って地震対策を考えましょう
- ➡ 住民の皆さんの**防災意識**を高め、地震災害のリスク軽減に取り組みましょう
- ➡ **マイマップの更新**をしましょう...毎年1回はマップの確認とともにあらたな危険箇所などをチェックしましょう

地震と地質

人間が生活している地盤は、地震の直接の原因ではありません。地震によって、影響を受ける側にあります。地震に強い地質であれば、何らの心配も要りませんが、人間の体と同じで、個人の体力や体質で病気にかかかかる度合いも病気の種類も異なっています。自分の体質を知って、健康に留意して暮らすことが重要なことはいうまでもありません。

(1) 土砂災害はせまっている！

先の兵庫県南部地震では約 750 箇所が斜面が崩壊して家屋の損傷を与え、その後の降雨で被害が拡大しました。被害の程度は別にしても、斜面の災害は地震のたびに発生しています。それは、都市化で住宅地が広がっていることと関係があります。'78 の宮城県沖地震で斜面が崩れたところの山麓部で開発が継続されてきました。そういうところでは、まさに地震後の土砂災害は迫り来ている、その備えが必要です。

(2) 地下水位が高いと被害にも影響がある！

地下水位が浅いところにあると、上部からかかる力が極端に低くなって、弱い地震動でも簡単に壊れてしまいます。水位面以下の地層は地下水で満たされているので、地震があると土の中の水圧が高くなります。そして、浮力が生じ上下の地震動で突き上げられますと地層が流動化することになり、家屋が倒壊するということになります。

(3) 沖積粘土層（新しい地層）の地域は強く揺れる！

これも兵庫県南部地震のときに、神戸市や宝塚市などで、沖積粘土層の厚さと被害の程度が密接であることが判明しています。関東大震災の分析でも、同じ震源距離での地震動の強さは、泥質沖積平野の強さは山地の 2 倍、丘陵地の 1.6 倍、砂質沖積平野の 1.5 倍も強く揺れたことが判明しています。このように、地盤が何から構成されているのかによって、揺れ方が違ってきます。

(4) 液状化は砂質地盤だけではありません！

谷埋めしたところは、かつては沢だったり、池があったりしたところで、自然と水が集まってきたところでは、したがって、地下水位も高くなっていて、傾斜しているのが普通です。こういうところに強い地震動があると、水で満たされていた地層は、間隙水圧が急激に上昇しますので、ついには砂粒が水に浮いたような状況になり液状化します。この動きは高速で、先の宮城県沖地震で築館町（現在の栗原市）でも確認されています。

(社)日本技術士会 東北支部 応用理学部会
〒980-0012 仙台市青葉区錦町 1 丁目 6-25 宮酪ビル 2F
TEL 022-723-3755 FAX 022-723-3812