

清田中央地区における 地震発生時の再度災害防止対策について



令和2年（2020年）12月
札幌市 建設局市街地復旧推進室
都市局市街地整備部宅地課

●清田中央地区における、地震発生時の再度災害防止対策についてご説明いたします。

本資料の説明項目

1. 大規模盛土造成地における取組み
2. 過去の地震による被害
3. 各種調査結果
4. 清田中央地区の特性（被災メカニズム）
5. 再度災害防止対策
6. 対策スケジュール

- 本資料では、こちらの6項目についてご説明いたします。
- はじめに「大規模盛土造成地における取組み」、「過去の地震による被害」、
- 続いて「各種調査結果」と「清田中央地区の特性(被災メカニズム)」、
- そして「再度災害防止対策」と「対策スケジュール」についてです。
- それでは、対策の背景となる「1. 大規模盛土造成地における取組み」からご説明いたします。

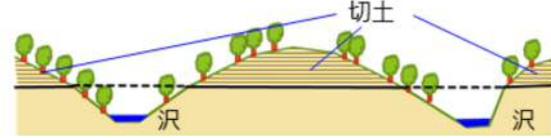
1. 大規模盛土造成地における取組み

1) 大規模盛土造成地について

住宅地の成り立ち

住宅地の多くは、昔からの自然地形を人々が暮らしやすい平坦な地形にするため、「切土」や「盛土」をすることにより現在の地形になっています。

昔からの自然地形



現在の地形

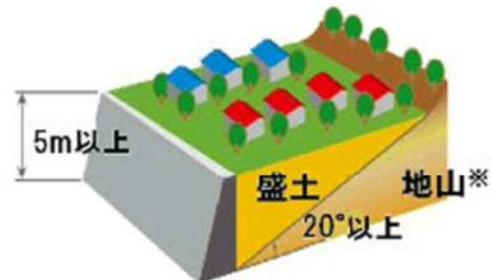
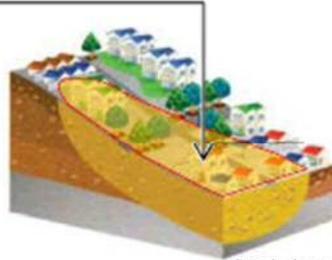


大規模盛土造成地とは

- ・ 盛土の面積が3,000m²以上の宅地
- ・ 盛土をする前の地山※の傾斜が20°以上の急な斜面で、高さが5m以上の盛土を行った宅地

※地山（じやま）とは、盛土する前の自然のままの地盤のこと

盛土面積が3,000m²以上



(国土交通省「大規模盛土造成地の滑動崩落対策推進ガイドライン及び同解説」)より引用

- まずはじめに「大規模盛土造成地について」です。
- みなさまが暮らしている住宅地は、昔からの自然地形を、人々が暮らしやすい平坦な地形にするため、「切土」や「盛土」をすることにより、現在の地形になっています。
- 「大規模盛土造成地」とは、下の例のように、盛土面積が3,000m²以上の宅地や、盛土をする前の傾斜が20°以上の急な斜面で、高さ5m以上の盛土を行った宅地のことを指します。

1. 大規模盛土造成地における取組み

2) 大規模盛土造成地の問題

- 近年大きな地震の発生時に、**大規模な盛土造成地における地すべり被害が発生**
- 国は、大規模盛土造成地の「場所の把握」と「安定性の確認」を推進している

大規模な盛土造成地における地すべり被害イメージ

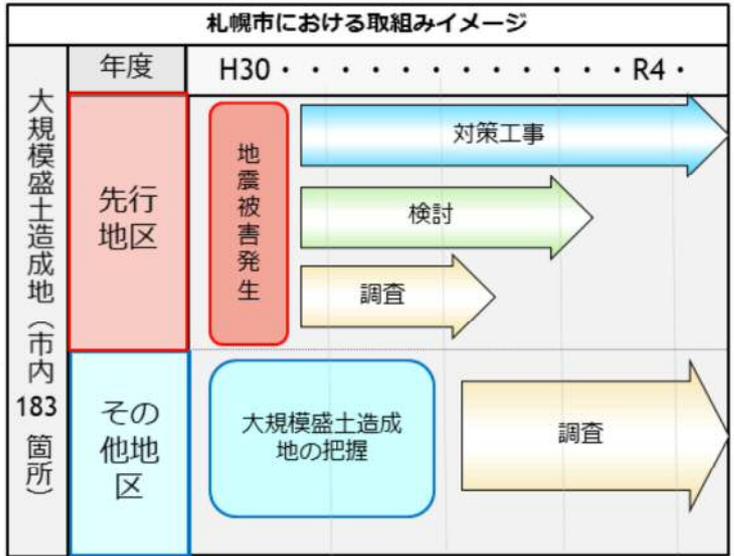


(国土交通省「宅地耐震化の取組に関するパンフレット」より引用)

- つぎに、「大規模盛土造成地の問題」についてです。
- 近年、大きな地震の発生時に、大規模な盛土によって造られた、特に古い盛土造成地において、イメージ図のような地すべり被害が発生しています。
- そこで国は、大規模な盛土造成地の「場所の把握」と「安定性の確認」を全国的に推進しています。

1. 大規模盛土造成地における取組み

3) 札幌市における取組み



- 北海道胆振東部地震において、**地すべり被害が発生した大規模盛土造成地を「先行地区」として**、調査・検討・対策工事を実施
- 上記以外の大規模盛土造成地については、令和2年度から令和4年度にかけて、安定性の確認のための地盤調査を実施

- つぎに、国の動きを受けた「札幌市における取組み」についてです。
- 札幌市内には全183箇所の大規模盛土造成地が存在することが分かっており、左上の地図が清田中央地区町内会連合会区域における大規模盛土造成地マップです。緑色で示した範囲が大規模盛土造成地の位置を表しています。
- 2年前に発生した北海道胆振東部地震において、地すべりによる被害が発生した大規模盛土造成地を、現在、「先行地区」として、調査・検討・対策工事を実施しています。
- なお、先行地区以外の大規模盛土造成地については、令和2年度から令和4年度にかけて、安定性の確認のための地盤調査を順次行っています。
- そして、このたび先行地区として調査検討を進めている【清田中央地区】の位置を赤枠で示しています。

本資料の説明項目

1. 大規模盛土造成地における取組み
2. 過去の地震による被害
3. 各種調査結果
4. 清田中央地区の特性（被災メカニズム）
5. 再度災害防止対策
6. 対策スケジュール

- ここからは、先行地区として調査検討を実施している【清田中央地区】のご説明です。
- まずは、平成30年北海道胆振東部地震を含めた過去の地震被害についてご説明いたします。

2. 過去の地震による被害

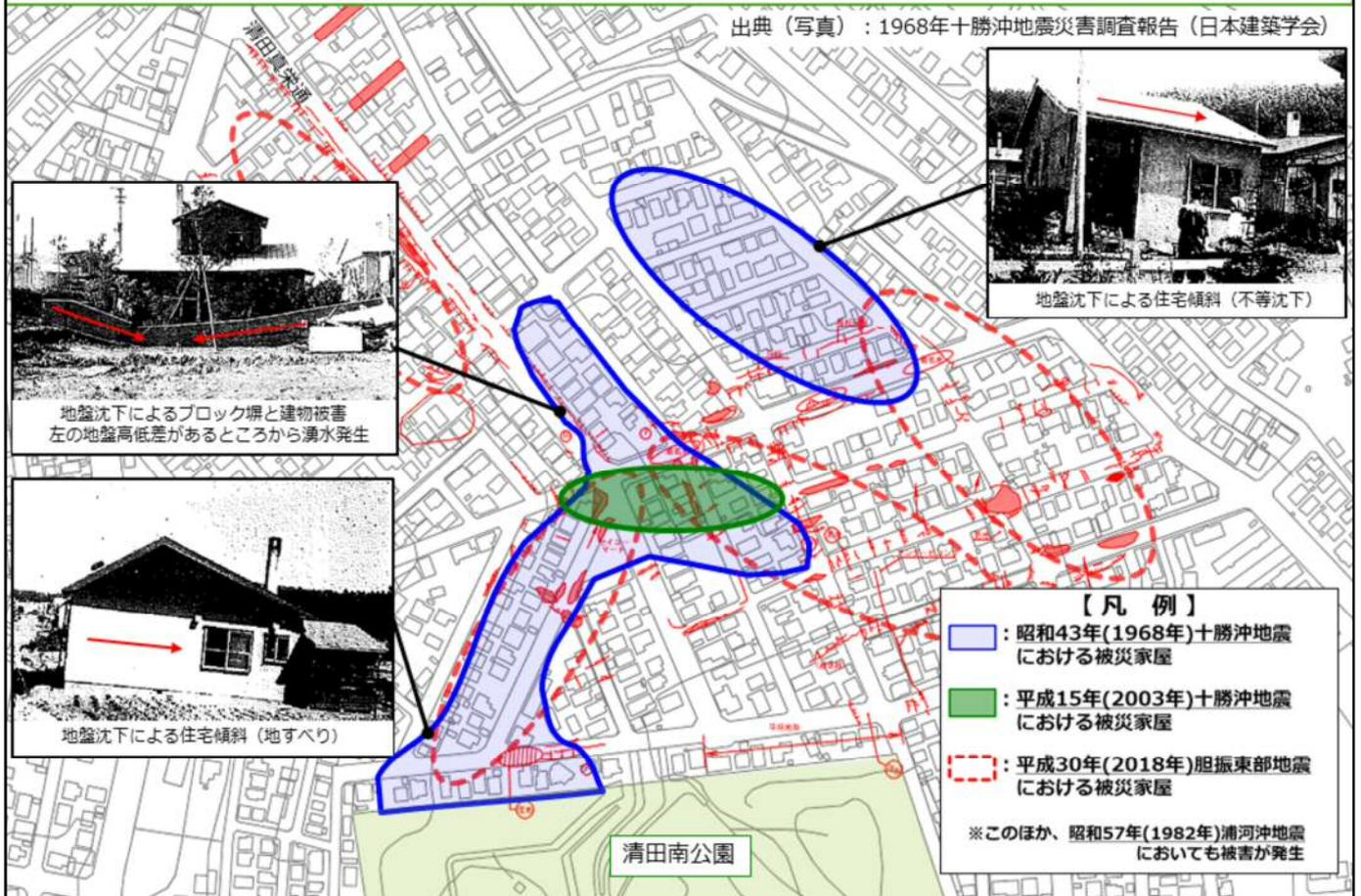
1) 平成30年北海道胆振東部地震による道路・宅地部の被害



- 北海道胆振東部地震では、赤く囲った範囲で様々な被害が集中し、宅地部においては、全壊や大規模半壊などの家屋被害が多数発生しました。
- 道路部においても、写真のような大きな亀裂や地盤沈下、隆起などが確認されています。
- また、北海道胆振東部地震は、市内最大震度6弱と、観測史上最大の震度でした。当地区を含む清田区では震度5強を観測しています。

2. 過去の地震による被害

2) 昭和43年、平成15年十勝沖地震における家屋被害



- つぎに、北海道胆振東部地震より前に発生した、2つの大きな地震による被害についてです。
- 過去の報告書によると、昭和43年十勝沖地震では青色の範囲、平成15年十勝沖地震では緑色の範囲で家屋被害が集中したとの記録が残っています。
- また、昭和57年浦河沖地震では、明確な位置が示されていないものの、家屋被害が発生したとの記録がありました。
- 図中の3枚の古い写真は、昭和43年十勝沖地震での建物被害を表しており、地盤沈下や、それによる住宅傾斜が確認できます。

本資料の説明項目

1. 大規模盛土造成地における取組み
2. 過去の地震による被害
3. 各種調査結果
4. 清田中央地区の特性（被災メカニズム）
5. 再度災害防止対策
6. 対策スケジュール

●つぎに、札幌市が実施した各種調査の結果についてご説明いたします。

3. 各種調査結果

1) 各種調査の目的と内容

**清田中央地区の特性（被災メカニズム）
を把握するため、以下の調査を実施**

① 地形調査

⇒ 旧地形図等を用いて盛土・切土範囲など**地形的な特徴**を把握

② 地質調査

⇒ ボーリング調査などから、**地盤の強さ**を把握

③ 地下水調査

⇒ 水位の計測や三次元浸透流解析から、**地下水位の分布**を把握

- 清田中央地区の特性や被災メカニズムを把握するために、以下の調査を実施しました。
- 一つ目は「地形調査」です。旧地形図などを用いて盛土・切土の範囲など地形的な特徴を把握しました。
- 二つ目は「地質調査」です。ボーリング調査などによって、地盤の強さを把握しました。
- 最後は「地下水調査」です。数か所で水位を計測し、地下水の流れを把握する三次元浸透流解析から、地下水位の分布を把握しました。

3. 各種調査結果

①地形調査（造成経緯）

- 過去の記録によると、**昭和34年頃の旧豊平町時代に宅地造成に着手**しており、当時の造成業者はすでに倒産
- 宅地造成等規制法ができる前の造成であり、造成年代が古いことから、**盛土範囲や深さ、盛土材料、施工方法が不明**



<宅地造成前（昭和30年代）>



<宅地造成後（現在）> 国土地理院空中写真より

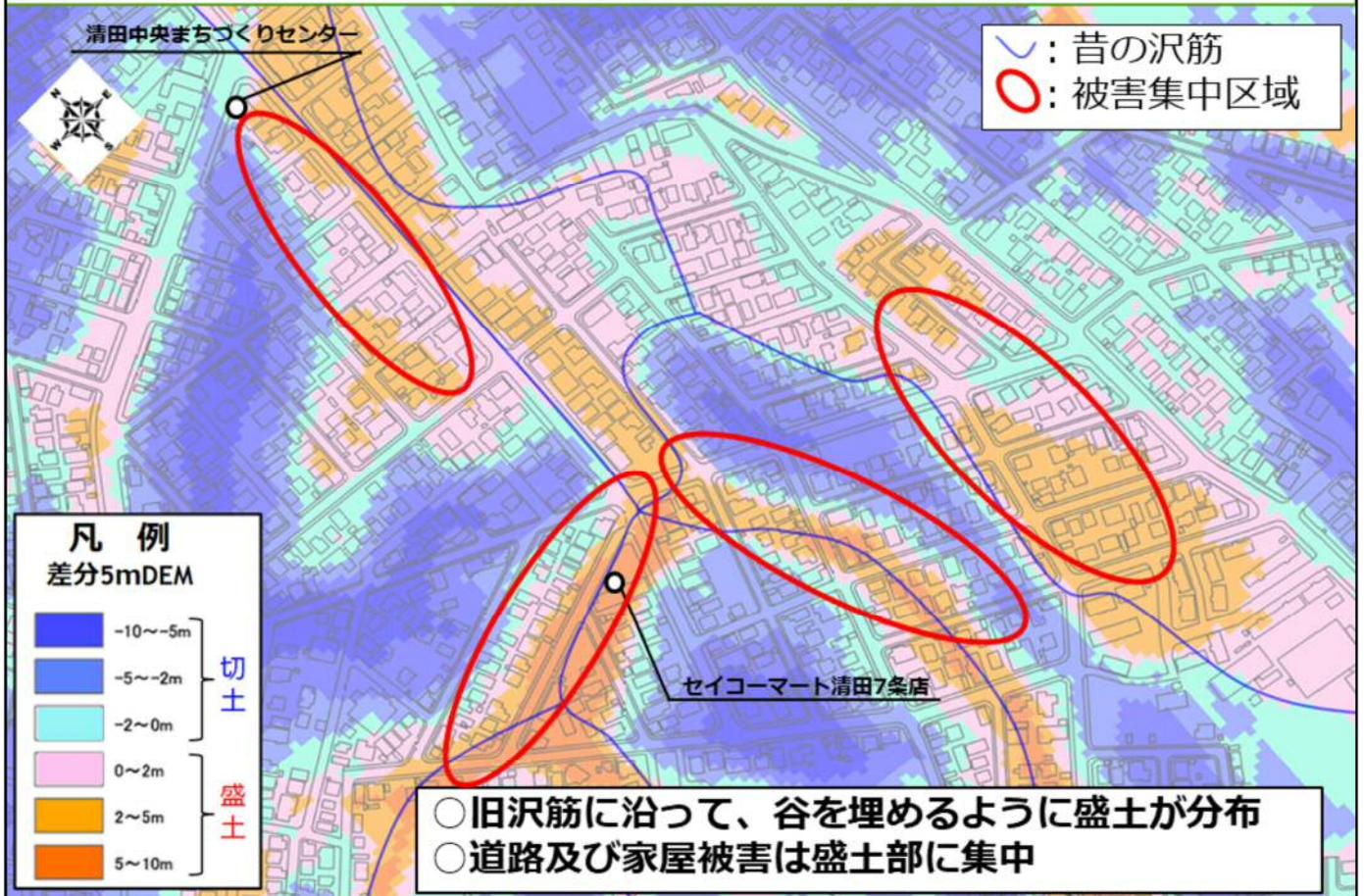
造成イメージ（A-A'断面）



- まずは「①地形調査」について、清田中央地区の造成経緯を調査しました。
- 過去の記録によると、昭和34年頃の旧豊平町時代に宅地造成に着手しており、当時の造成業者は、昭和41年に倒産したとの記録が残っています。
- 宅地造成等規制法ができる前の造成であることから、行政への許可申請等がなく、造成当時の図面について確認ができておりません。
- そのため、現在の形に至るまでに行われていた工事の施工方法や盛土材料、さらには盛土、切土の範囲などが不明でした。
- 空中写真で比較してみると、左側の写真は昭和30年代の宅地造成前の様子となっており、当時は地形に沿った沢筋が多く存在し、周辺では田畑のような土地利用がみとれます。
- 右側の空中写真が宅地造成後の現在の様子であり、盛土によってすっかり沢筋は姿を消し、緩い傾斜地形に住宅が立ち並んでいます。

3. 各種調査結果

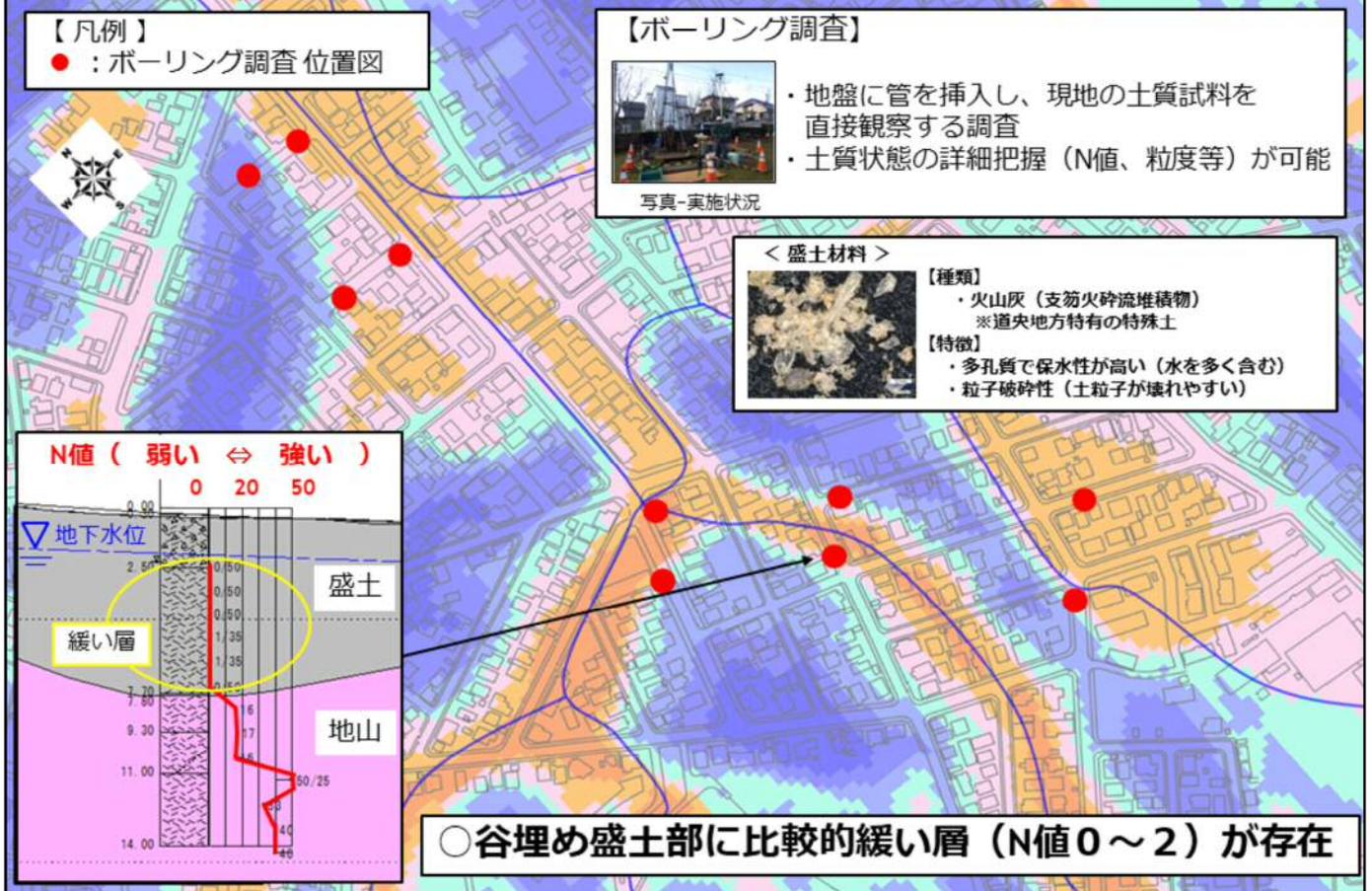
①地形調査（旧地形図、切土盛土範囲）



- つぎに、切土・盛土範囲を、様々な資料や現地調査によって詳細に確認しました。
- 左下の凡例のとおり、青系色が切土を示しており、赤系色が盛土を示しております。
- 青い線が昔の沢筋であり、これらの情報から、清田中央地区は、旧沢筋に沿って、谷を埋めるように盛土が分布していることが分かります。
- そして図面中に被害集中区域を重ねてみると、被害が盛土部分に集中していることがよく分かります。

3. 各種調査結果

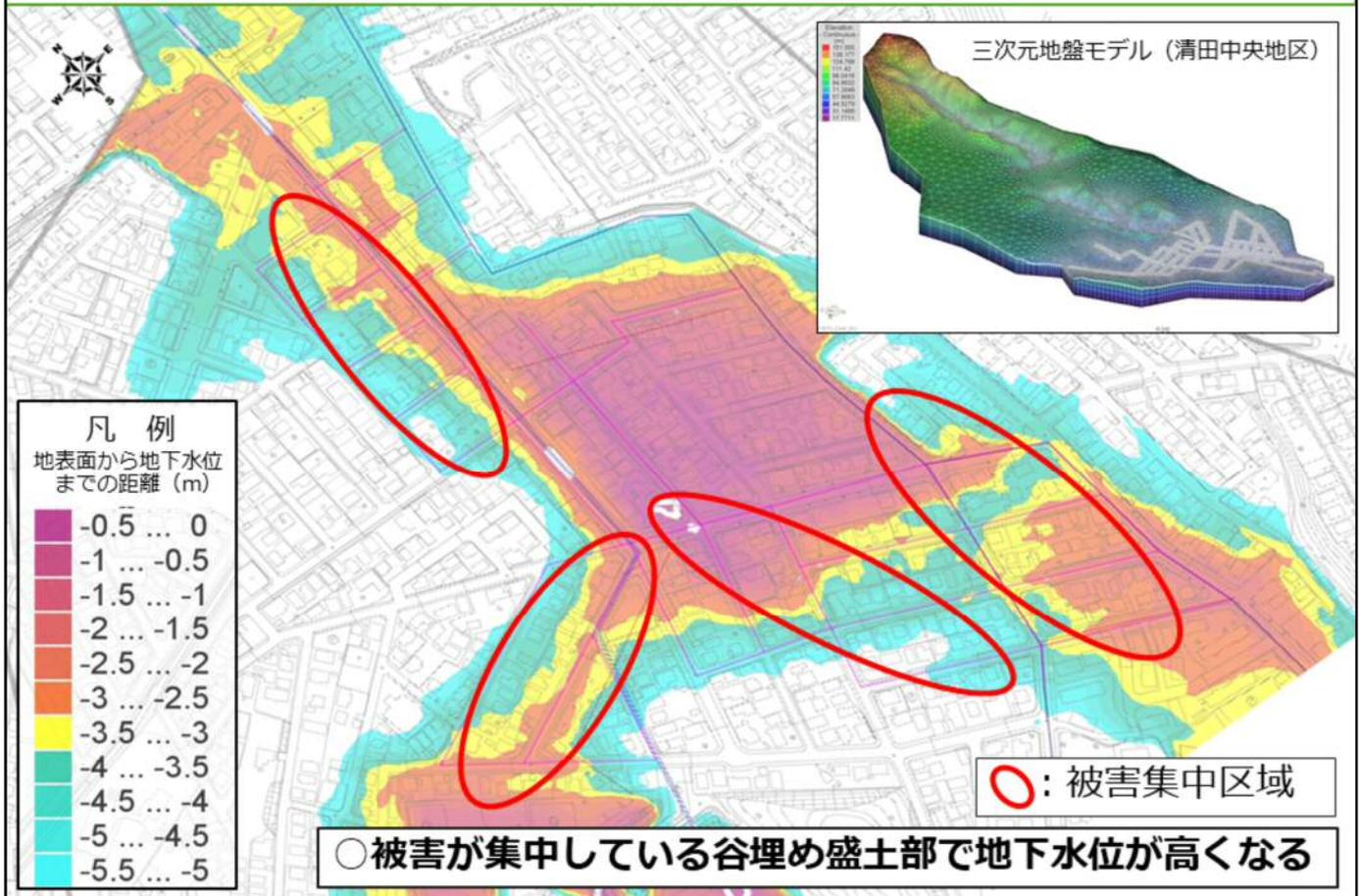
②地質調査（ボーリング調査）



- つぎに「②地質調査」の結果です。
- 赤丸の箇所で「ボーリング調査」を実施し、地盤のなかの土の強さなど、詳細な調査を行いました。
- 土の強さを表す指標としては、「N値」が広く用いられており、最小0～最大50の間で求められます。
- 結果は左下に示すように、盛土部分においてN値0～2という比較的緩い層が存在することが分かり、当地区の盛土部分は概ね同様の傾向を示します。
- また、盛土材料は、地盤工学的に未解明の部分が多い、道央地方特有の火山灰質土であることが分かりました。

3. 各種調査結果

③地下水調査（三次元浸透流解析）



●最後に「③地下水調査」の結果です。

●地区内の各地点で直接地下水位を計測したほか、地盤内の水の流れやすさなどの性質から、右上のような三次元地盤モデルを作成し、清田中央地区の地下水位分布を作成しました。

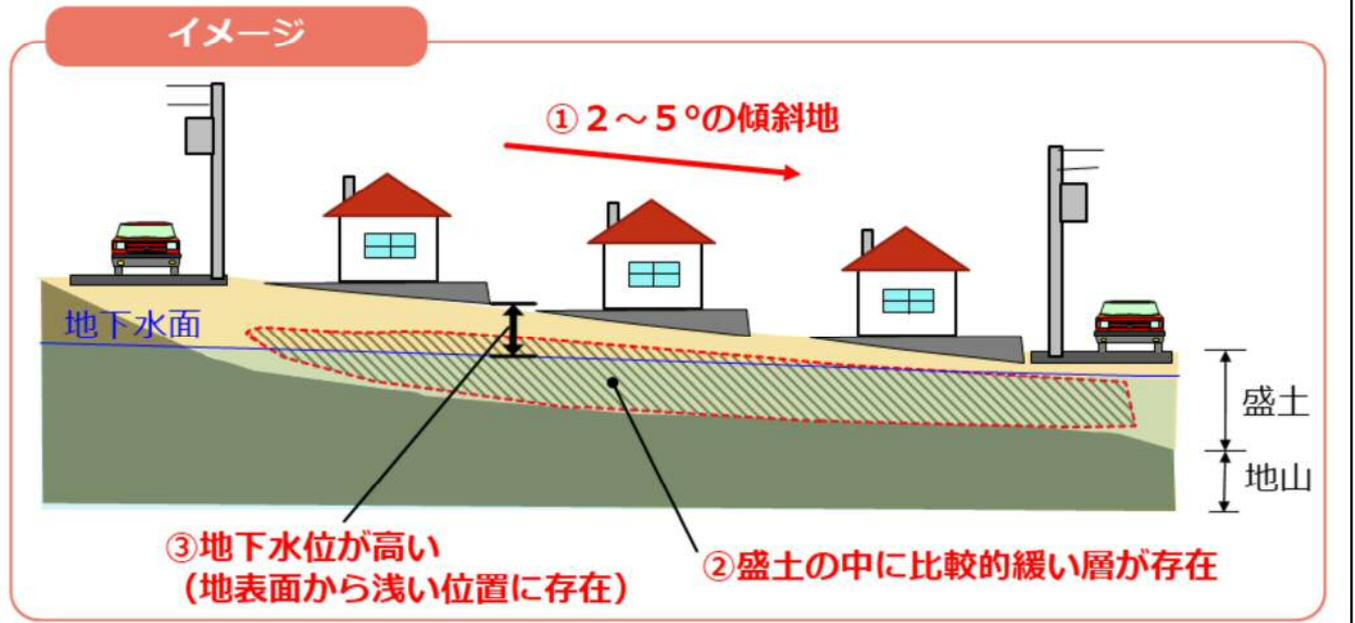
●左下の凡例にもあるとおり、赤系色が濃くなるほど地下水位が高い状況となっており、被害が集中している谷埋め盛土部で地下水位が高くなっていることが分かりました。

3. 各種調査結果

2) 調査結果のまとめ（被害集中箇所の特徴）

調査結果

- ①地形調査 ⇒ 切土・盛土範囲の把握
2～5°の傾斜地
- ②地質調査 ⇒ 盛土の中に比較的緩い層が存在
- ③地下水調査 ⇒ 地下水位が高い



- これまでの各種調査結果のまとめとして、被害集中箇所の特徴を整理します。
- 一つ目が、谷埋め盛土で造成された、高低差のある傾斜地であること
- 二つ目が、盛土の中に比較的緩い層が存在すること
- 三つ目が、旧沢地形であり、地形的に地下水が集まりやすく、地下水位が高くなっていることです。

本資料の説明項目

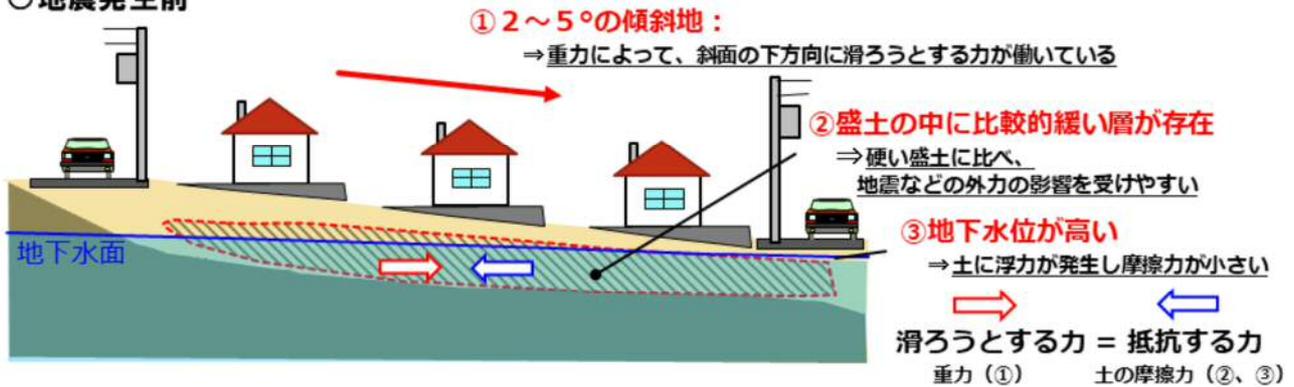
1. 大規模盛土造成地における取組み
2. 過去の地震による被害
3. 各種調査結果
4. 清田中央地区の特性（被災メカニズム）
5. 再度災害防止対策
6. 対策スケジュール

●つぎに、清田中央地区の特性(被災メカニズム)についてご説明いたします。

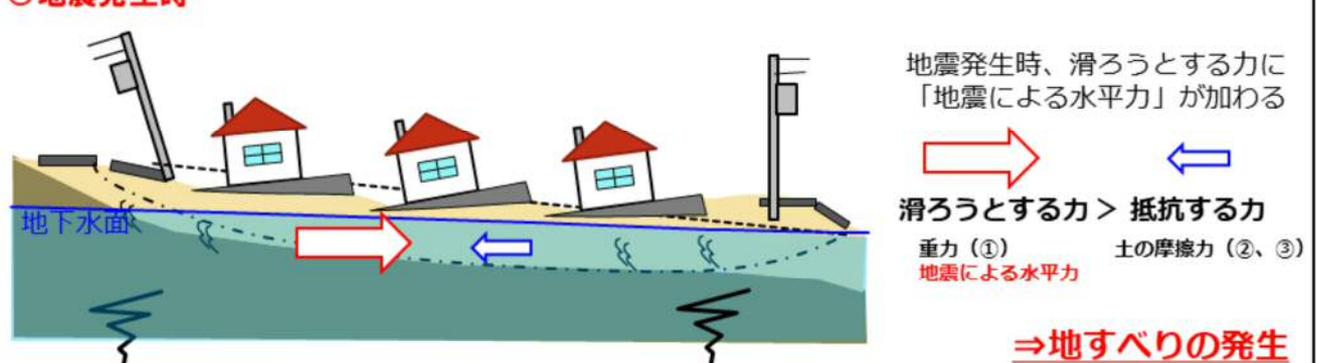
4. 清田中央地区の特性（被災メカニズム）

1) 清田中央地区の特性と地すべりの関係性

○地震発生前



○地震発生時



- まず傾斜地であることから、常に重力によって、斜面の下方方向に滑ろうとする力が働いています。
- つぎに盛土の中に比較的緩い層が存在することから、硬い盛土に比べ、地震などの外力の影響を受けやすい状態にあります。
- そして地下水位が高いことにより、土に浮力が発生し摩擦力が小さいため、抵抗力が低い状態にあります。
- その状態で地震動が加わると、滑ろうとする力が抵抗する力より大きくなることから、地すべり被害が発生します。

本資料の説明項目

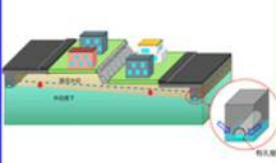
1. 大規模盛土造成地における取組み
2. 過去の地震による被害
3. 各種調査結果
4. 清田中央地区の特性（被災メカニズム）
5. 再度災害防止対策
6. 対策スケジュール

●つぎに、再度災害防止対策についてご説明いたします。

6. 再度災害防止対策

1) 対策工法の比較検討

参考：大規模盛土造成地の滑動崩落対策推進ガイドライン及び同解説（国土交通省）

工法	固結工（中層混合処理工）	抑止杭工（鋼管杭工）	間隙水圧消散工法 （グラベルドレーン工）	地下水位低下工法
施工写真				
工法概要	セメント等の固化材で地盤強度の増加を図る対策工法	鋼管杭等を打設し杭の抵抗力で滑り抵抗を増加させる対策工法	砕石等によるドレーンを地盤中に打設し、過剰間隙水圧上昇を抑制	地盤内の地下水を排水することで地すべり及び液状化被害を抑制
施工性	⚠ 道路下既設埋設管への影響が懸念される	⚠ 道路下既設埋設管への影響が懸念される	✖ 道路下既設埋設管への影響が懸念される	○ 道路下既設埋設管の影響なく施工が可能
現場適用性	✖ すべり方向に対して直角に配置できない	✖ すべり方向に対して直角に配置できない	✖ 施工機械が大きいことや傾斜地道路であり不可	○ 盛土全体への水位低下効果が期待できる
周辺地盤への影響	✖ 地下水の流れを遮断	✖ 地下水の流れを遮断	○ 特に大きな影響はない	⚠ 地下水低下の影響範囲では地盤が沈下する可能性がある

施工性や、現場適用性、周辺地盤への影響などの点で優位性のある【地下水位低下工法】を採用

- 地すべり被害に対する対策工法としては、表に示しているように様々な対策があります。
- 地盤自体を固める方法や地盤の中に杭を入れる方法などがありますが、これらは現場条件により、十分な対策効果が得られなかったり、工事ができないなどの理由から適用ができません。
- したがって、十分な対策効果が得られ、公共用地（道路）内で工事可能であり、盛土全体への効果も期待できる「地下水位低下工法」を採用いたしました。
- なお、この工法は、すでに他都市や札幌市の他地区で採用されている工法でもあります。

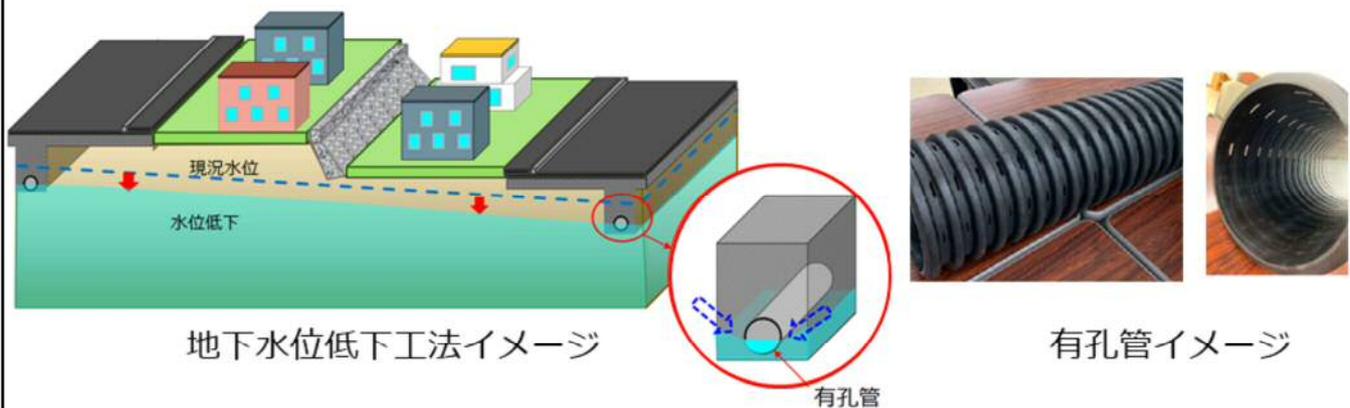
6. 再度災害防止対策

2) 地下水位低下工法について

「地下水位低下工法」

道路下に有孔管を設置し、**盛土全体の地下水位を低下させる**

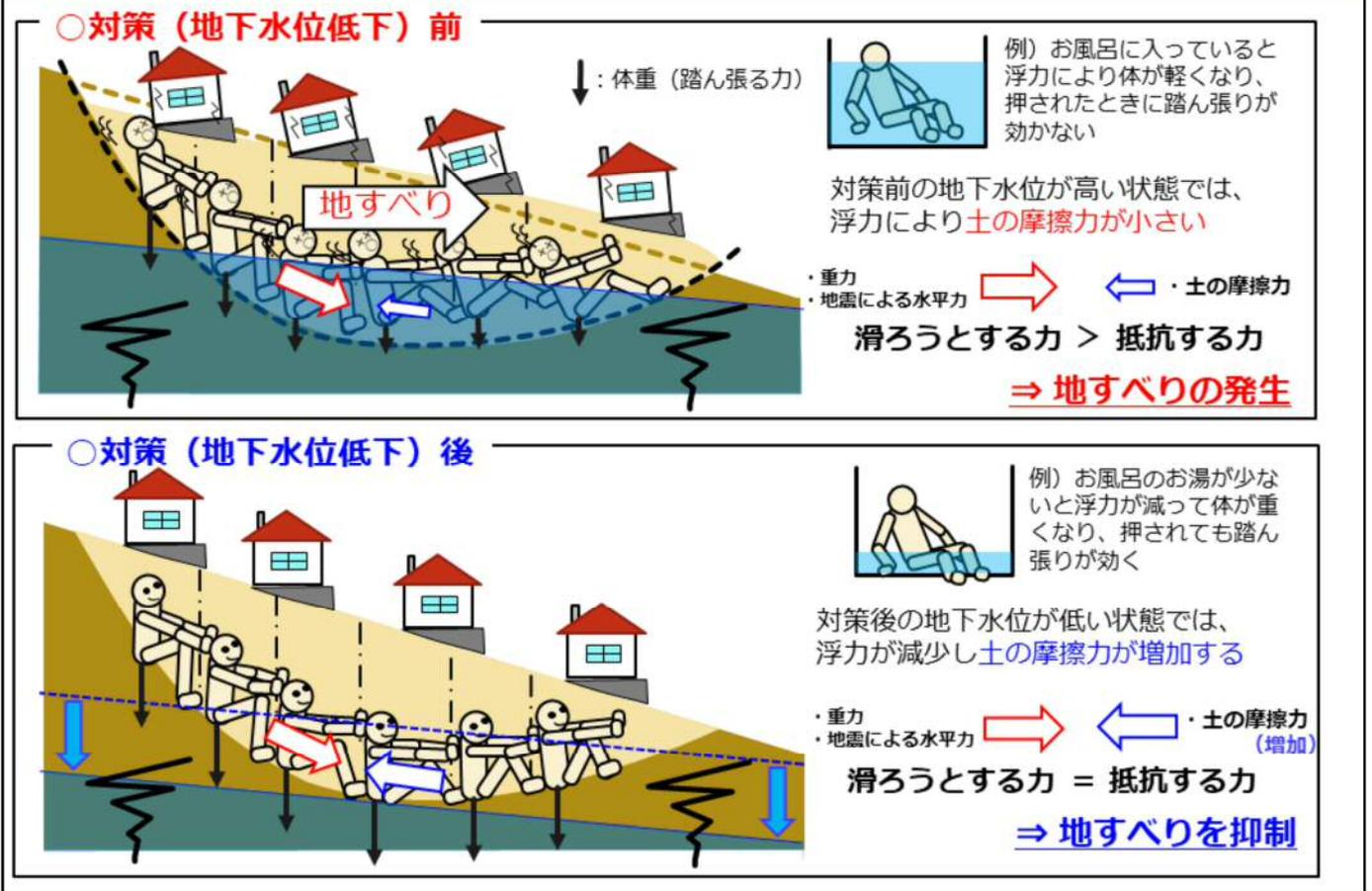
- ・地下水位を地表面から3.0m～3.5m程度に低下させることにより、地すべり抑制効果が期待できることを解析結果から確認しました
- ・地下水位の低下による地表面の沈下を抑制するため、急激に水位を下げずに時間をかけて徐々に低下させます



- つぎに、地下水位低下工法についてです。
- 地下水位低下工法とは、道路の下に有孔管(穴の開いた管)を設置し、盛土全体の地下水位を低下させるものです。
- 地下水位を地表面からの深さ3.0m～3.5m程度に低下させることにより、地すべり抑制効果が期待できることを、地震時安定解析において確認しております。
- また、地下水位の低下による地表面の沈下を抑制するため、急激に水位を下げずに、時間をかけて徐々に低下させます。

6. 再度災害防止対策

3) 地下水位低下工法の効果<地すべり抑制効果>



●つぎに、地下水位を低下させることにより、地すべりが抑制される効果について、イメージ図でご説明いたします。

●この図では、土の塊を人に例えて表現しています。

●上の図の、対策前の地下水位が高い場合では、浮力により「土の摩擦力」が小さい状態にあり、地震時に滑ろうとする力に対して抵抗する力が弱く、地すべりが発生してしまいます。

●例として、お風呂に入っていると、浮力により体が軽くなり、押されたときに踏ん張りが効かない、という経験がみなさまにもあるかと思いますが、原理としては同じです。

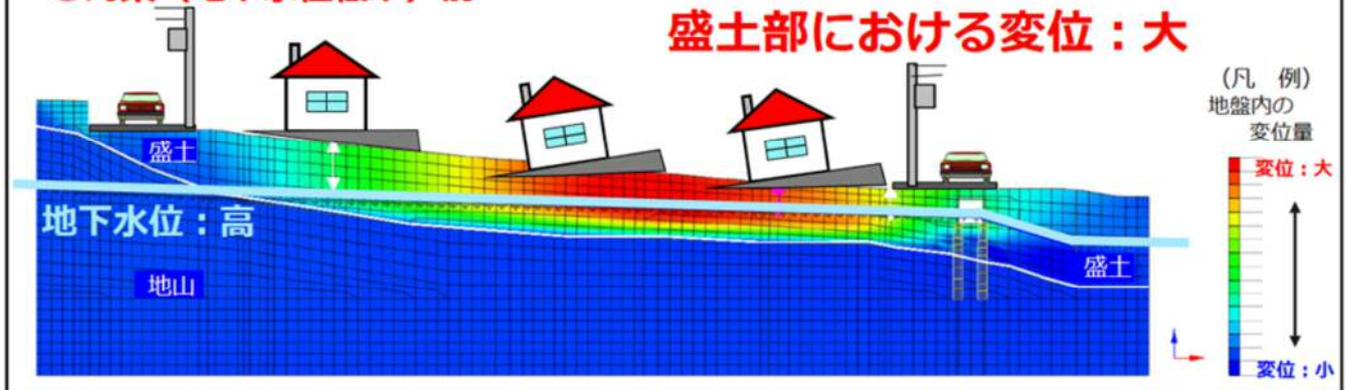
●そこで、対策により地下水位を低下させることで、浮力が減少し、土の摩擦力が増加します。

●したがって、地すべりに対する抵抗力が増加することで、地震発生時における地すべり被害が抑制されます。

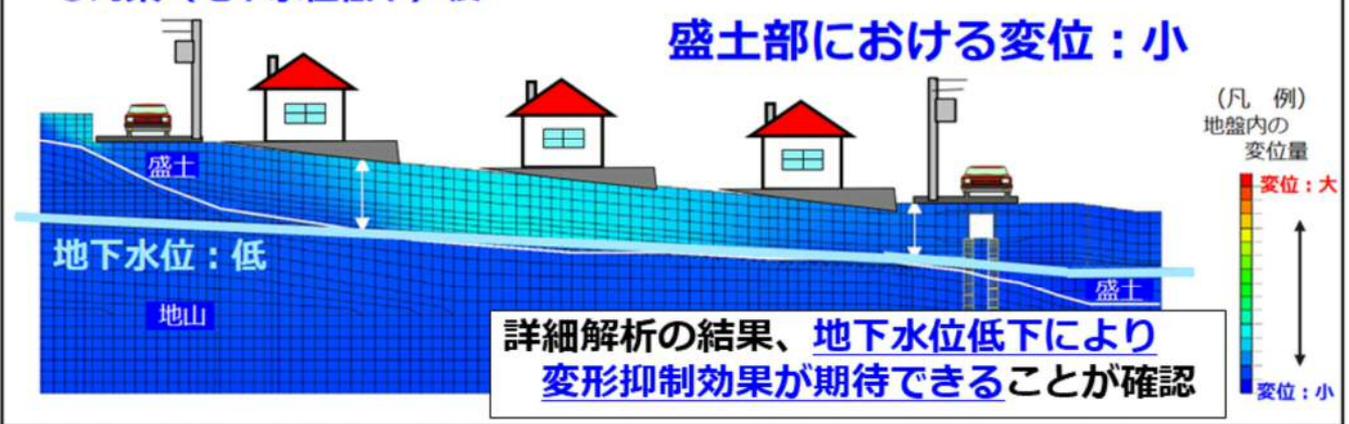
6. 再度災害防止対策

4) 地下水位低下工法の効果<変形抑制効果>

○対策（地下水位低下）前



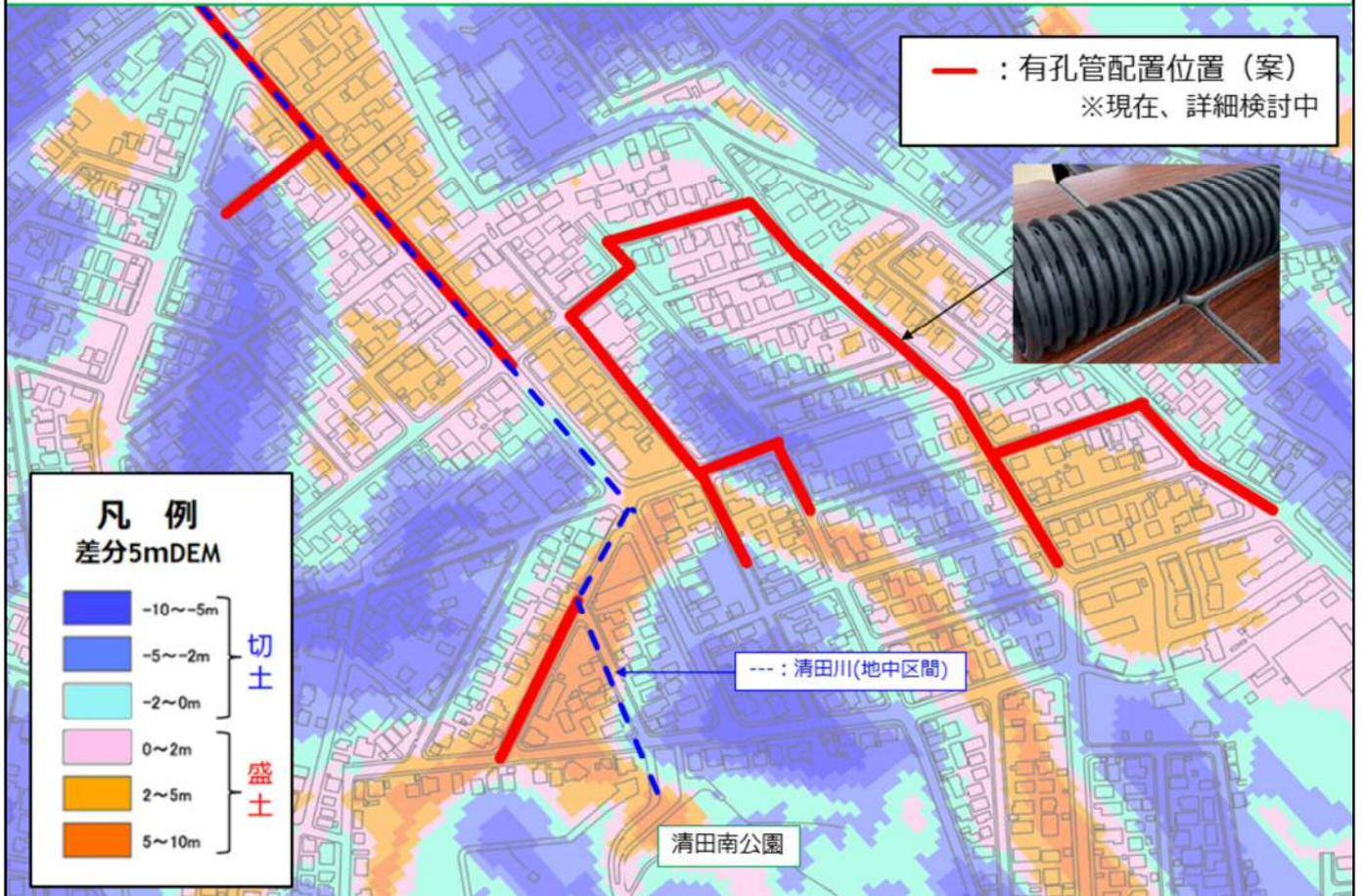
○対策（地下水位低下）後



- つぎに、地下水位低下工法の効果について、より詳細な解析結果をご説明いたします。
- この図は、地震によって、地盤内部がどれだけ変位するかというものを表した図です。
- 地下水位低下前の上の図では、右側の凡例にあるように、変位量が大きいことを表す赤系色が広く分布していますが、地下水位を低下させた下の図では、全域で青系色のみとなっており、変形抑制効果が得られていることが確認できます。

6. 再度災害防止対策

5) 対策工平面図(案)

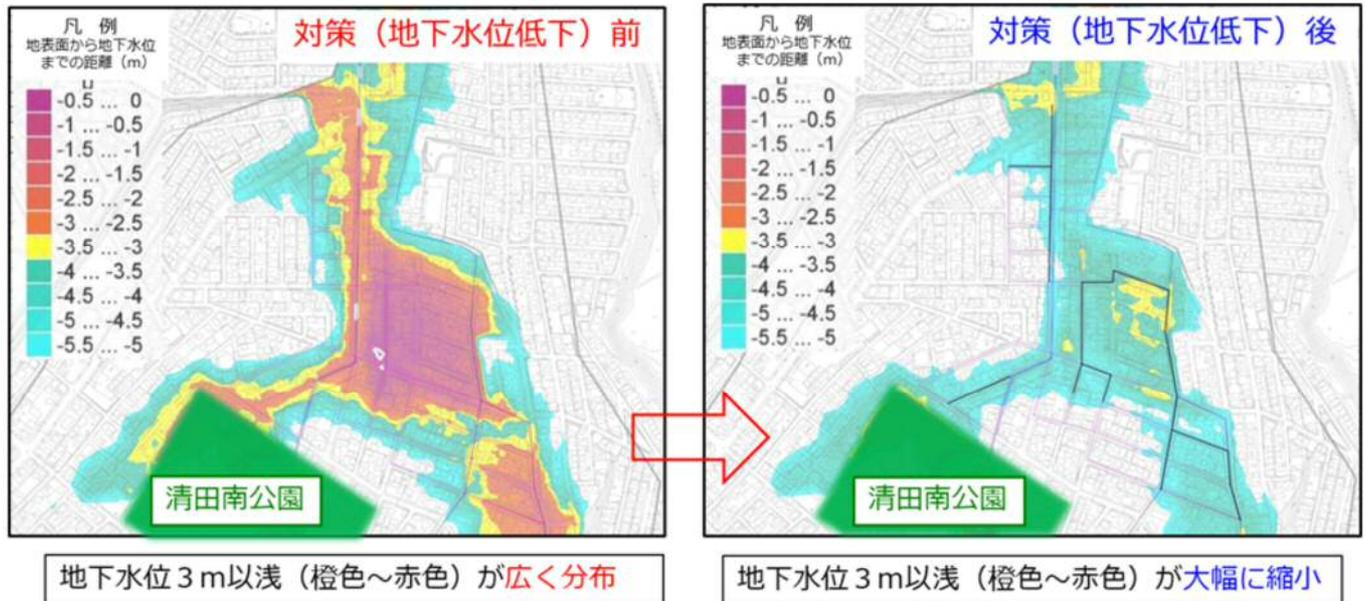


- つぎに、有孔管の設置位置についてです。
- 現在詳細検討中ではありますが、図の赤線の位置に配置することにより、盛土全体の地下水位を低下させる予定です。
- 最終的な位置が確定し、対策工事に着手する前には、再度地域住民のみなさまにご案内いたします。

6. 再度災害防止対策

6) 三次元浸透流解析による地下水位低下の確認

三次元浸透流解析の結果
有孔管の設置により地下水位低下が見込める

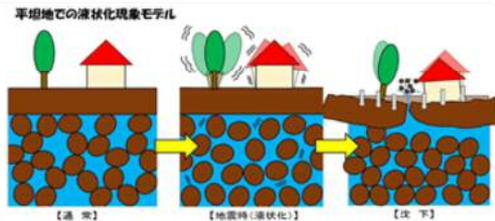


- つぎに、前ページの配置案で有孔管を設置した場合の、地下水位の変化について解析を行った結果です。
- 左の図が対策前の地下水位分布で、地下水位が3mより浅い橙色～赤色が広く分布しています。
- そして、右の図が対策工事実施後の地下水位分布で、橙色～赤色が大幅に縮小されていることがみてとれ、地下水位低下が見込めることが確認できています。

6. 再度災害防止対策

7) 地下水位低下により得られる液状化被害抑制効果

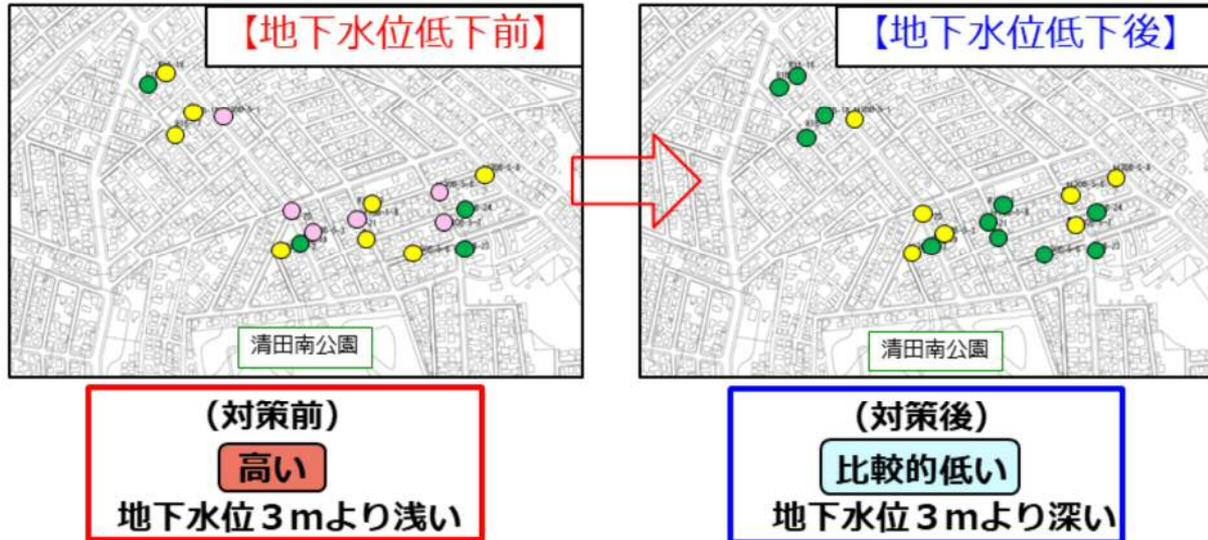
地下水位を3m以下に低下させることにより、過去に発生したとされる**液状化被害の軽減効果が期待**



凡 例	
判定結果	液状化被害の可能性
● (桃色)	顕著な被害の可能性が高い
● (黄色)	顕著な被害の可能性が比較的低い
● (緑色)	顕著な被害の可能性が低い

※ 国土交通省都市局都市安全課「宅地の液状化被害可能性判定に係る技術指針」

【液状化被害発生の可能性】



●北海道胆振東部地震では、地表面における顕著な液状化被害は確認されませんでした。過去に発生したと記録が残っている「液状化被害」の抑制効果についてご説明いたします。

●まず、「液状化」とは、上段のモデル図のように、地震動によって地盤が液体のような挙動を示し、地表部に噴き出す現象のことで、地盤沈下などの被害を引き起こします。

●国の技術指針により、液状化判定を行った結果としては、左の図中において桃色で示す箇所が「顕著な被害の可能性が高い」という結果が確認されました。

●そこで、今回の対策工法である地下水位低下工法を実施した後の水位で再度判定をしたところ、右の図のとおり、すべて「顕著な被害の可能性が低い、または比較的低い」という結果になりました。

●つまり、今回の対策は、地すべり被害に対する対策であるとともに、液状化被害への軽減効果も同時に得られる対策であることが確認できます。

6. 再度災害防止対策

8) 対策についての基本的な考え方（役割分担）

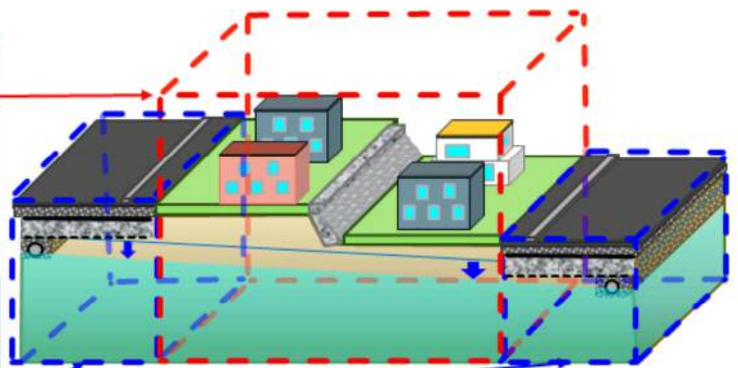
所有者と札幌市の役割分担

所有者

住宅・宅地の耐震化等の安全確保については、必要に応じて所有者が実施

札幌市

道路、公園、宅地を含めた盛土全体の地盤の安定の為、公共施設において、必要な対策を実施



被害発生の一因は地形的要素が大きく、札幌市が行う対策のみでは、家屋被害を完全に防ぐことはできません。

⇒被災を受けた住宅・宅地の補修・再建は、宅地復旧支援制度等を活用し、所有者において進めてください。

例) 住宅の沈下や傾斜を防止・軽減するための補修・補強、杭基礎や地盤改良、基礎の補強 など

- 札幌市で行う対策の考え方についてです。
- 札幌市における対策は、大規模な盛土造成地において、道路や公園などの公共施設と宅地を含めた盛土全体の地盤の安定のために、公共施設において必要な対策を行います。
- したがって、対策により盛土全体の地盤の安定化は図ることができますが、各宅地内の地盤強化や建物の耐震化については必要に応じて個別に対策をお願いいたします。
- なお、北海道胆振東部地震によって被災を受けた住宅・宅地の補修等は、札幌市独自の支援制度である「宅地復旧支援事業」をご活用いただけます。

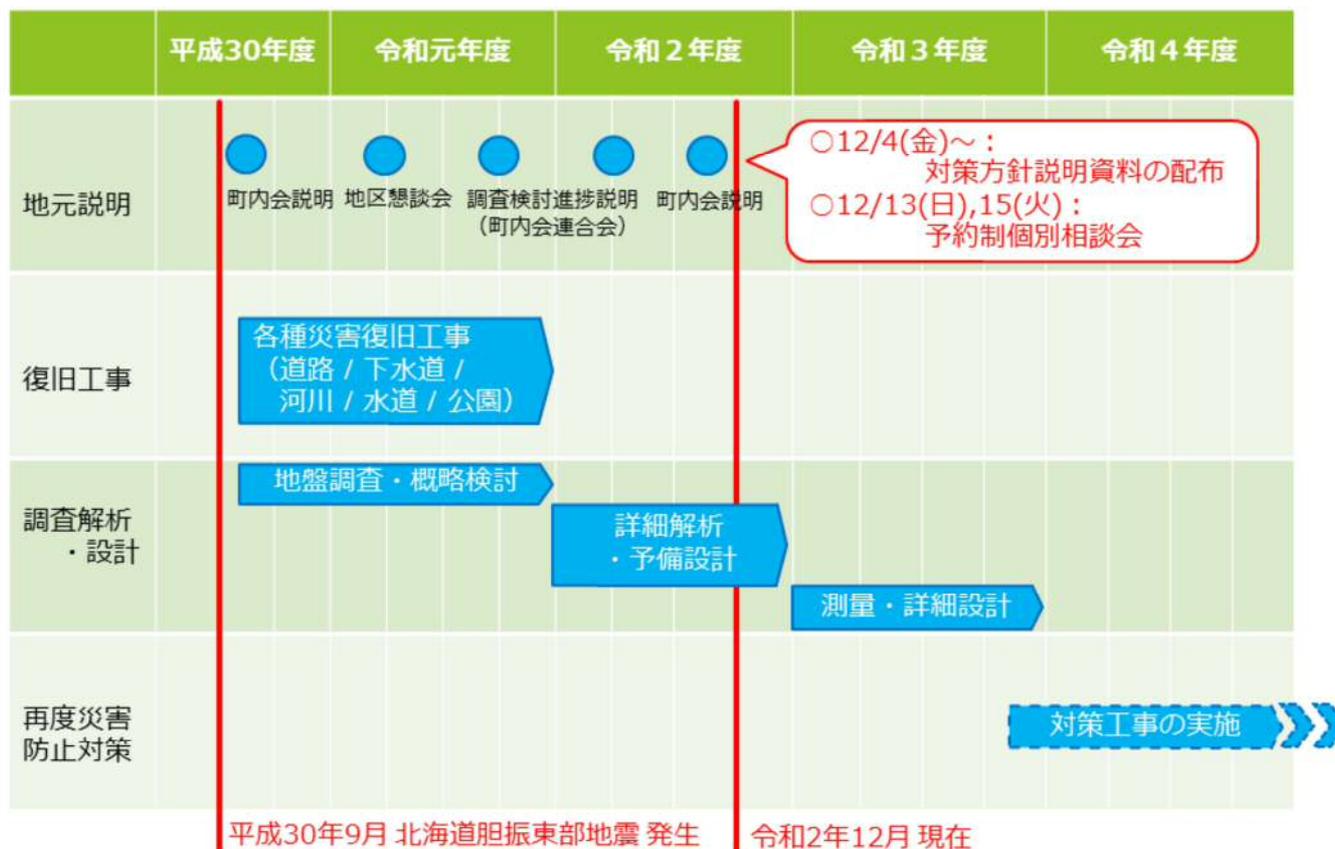
本資料の説明項目

1. 大規模盛土造成地における取組み
2. 過去の地震による被害
3. 各種調査結果
4. 清田中央地区の特性（被災メカニズム）
5. 再度災害防止対策
6. 対策スケジュール

●最後に、対策スケジュールについてご説明いたします。

8. 対策スケジュール

1) 発災～対策工事スケジュール



- 平成30年9月の北海道胆振東部地震以降、各種災害復旧工事を行いながら、並行して地盤調査や解析検討を行ってまいりました。
- また、北海道大学や北見工業大学の学識経験者の方々にご助言をいただきながら検討を進めてまいりました。
- 町内会役員のみなさまにも都度ご説明をさせていただき、このたび地域住民のみなさまに対策方針をご説明できる段階までくることができました。
- 本対策方針についてのみなさまのご意見を踏まえて、来年度の現地測量と詳細設計へ進みたいと考えております。
- 対策工事は早ければ来年度末頃、本格的には令和4年度から着手できる見込みです。工事着手前には、またみなさまにご案内いたします。

8. 対策スケジュール

2) 予約制個別相談会のお知らせ

清田中央地区の再度災害防止対策に関する個別相談会

●日 時：

令和2年(2020年) 12月13日(日) 10時～16時
12月15日(火) 14時～20時

※事前予約制

●場 所：

清田中央まちづくりセンター
(清田6条2丁目10-1)

●予約方法：

札幌市建設局 市街地復旧推進室 (090-9842-9377) へ
お電話にてご連絡をお願いいたします。

(対応時間：9時～19時)

- 最後に、個別相談会のご案内です。
- 新型コロナウイルス感染拡大傾向にあることから、各町内会長さまとも協議のうえ、集会形式の地元説明会は断念することといたしました。
- 代わりに説明資料の配付と、映像での配信、そして疑問点や質問点がある方につきましては予約制の個別相談会を開催いたします。
- みなさまが普段住まわれている宅地下の地盤、盛土についてのお話であり、馴染みのない方も多いかと思いますので、不安な点があればぜひご来場ください。
- 日時は12月13日、日曜日の10時～16時、そして12月15日、火曜日の14時～20時をご用意しておりますので、事前予約の上、清田中央まちづくりセンターへお越しください。
- 予約方法は、札幌市建設局市街地復旧推進室 予約専用番号(090-9842-9377)へお電話にてご連絡いただければと思います。
- 最後まで読んでいただきありがとうございます。
- 以上をもちまして、「清田中央地区における地震発生時の再度災害防止対策について」の説明を終わります。