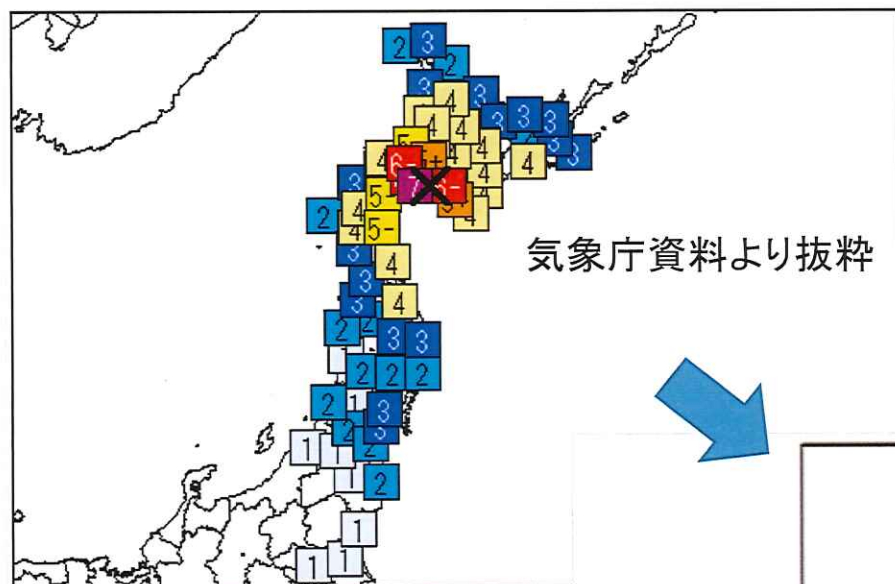


# 北海道胆振東部地震による 液状化被害

北海道大学 大学院公共政策学連携研究部

教授 石川 達也

# 震度分布



**震度7** : 厚真町

震度6強 : 安平町, むかわ町

震度6弱 : 札幌市東区, 千歳市, 日高町,  
平取町

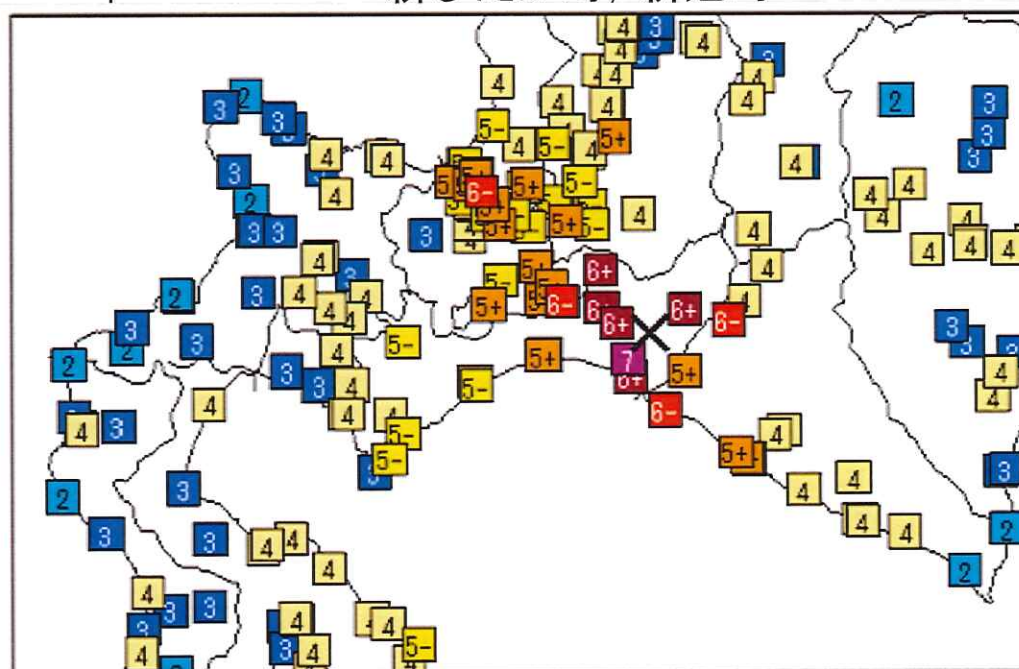
震度5強 : 札幌市清田区・白石区・手稲区,  
札幌市北区, 苫小牧市, 江別市,  
三笠市, 恵庭市, 長沼町,  
新ひだか町, 新冠町

震度5弱 : 札幌市厚別区,  
札幌市豊平区,  
札幌市西区,  
函館市, 室蘭市,  
岩見沢市, 登別市,  
伊達市, 北広島市,  
石狩市, 新篠津村,  
南幌町, 由仁町,  
栗山町, 白老町

凡 例

|    |       |
|----|-------|
| 7  | 震度 7  |
| 6+ | 震度 6強 |
| 6- | 震度 6弱 |
| 5+ | 震度 5強 |
| 5- | 震度 5弱 |
| 4  | 震度 4  |
| 3  | 震度 3  |
| 2  | 震度 2  |
| 1  | 震度 1  |

×: 震央



# 液状化被害報告内容

## I. 全体の概要

## II. 個々の被害報告

### 1. 札幌市清田区の液状化被害

① 札幌市清田区里塚1条

② 札幌市清田区美しが丘1条

### 2. 札幌市北区・東区地下鉄沿線上の液状化被害

### 3. 苫小牧東港液状化被害

## 清田区の液状化被害箇所

- 過去の2箇所の被災地域で軽微な沈下などを確認
- 今回の甚大な被害は里塚1条に集中

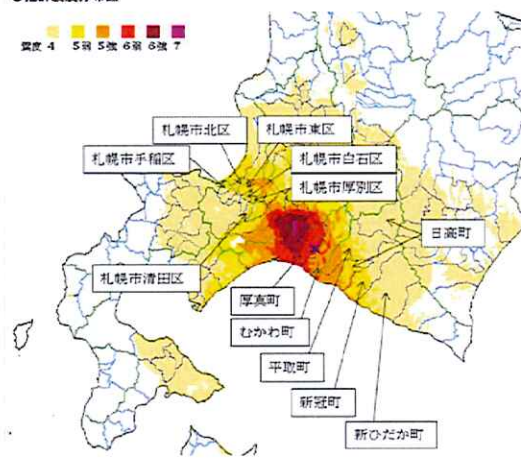


1968年・2003年被災地域

気象庁より

○推計震度分布図

震度 4 5 6 7



今回の甚大な被災地域

里塚1条

2003年被災地域

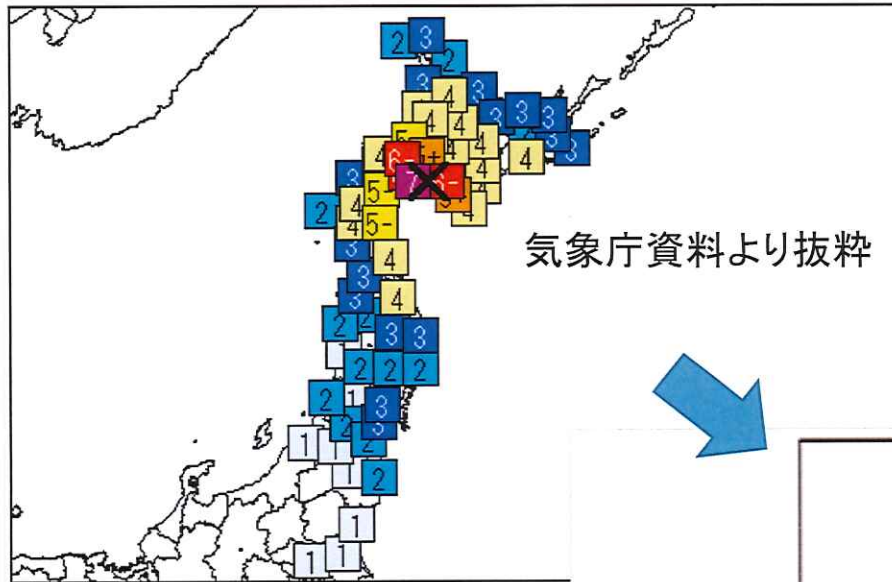
美しが丘

# 北海道胆振東部地震による 液状化被害

北海道大学 大学院公共政策学連携研究部

教授 石川 達也

# 震度分布



**震度7** : 厚真町

震度6強 : 安平町, むかわ町

震度6弱 : 札幌市東区, 千歳市, 日高町,  
平取町

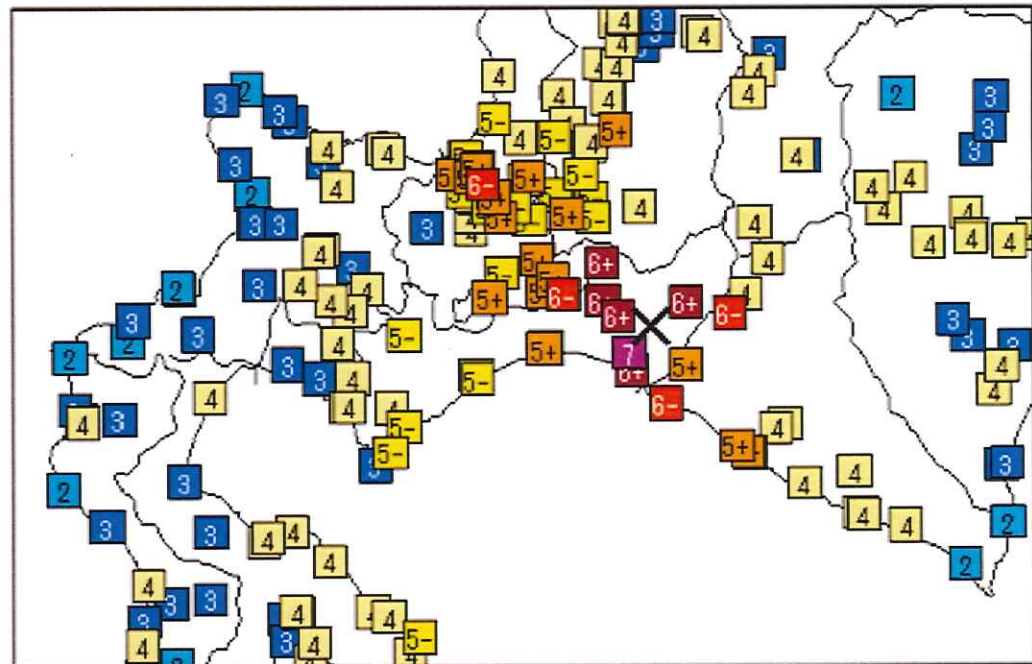
震度5強 : 札幌市清田区・白石区・手稲区,  
札幌市北区, 苫小牧市, 江別市,  
三笠市, 恵庭市, 長沼町,  
新ひだか町, 新冠町

震度5弱 : 札幌市厚別区,  
札幌市豊平区,  
札幌市西区,  
函館市, 室蘭市,  
岩見沢市, 登別市,  
伊達市, 北広島市,  
石狩市, 新篠津村,  
南幌町, 由仁町,  
栗山町, 白老町

凡 例

|    |        |
|----|--------|
| 7  | 震度 7   |
| 6+ | 震度 6 強 |
| 6- | 震度 6 弱 |
| 5+ | 震度 5 強 |
| 5- | 震度 5 弱 |
| 4  | 震度 4   |
| 3  | 震度 3   |
| 2  | 震度 2   |
| 1  | 震度 1   |

×: 震央



# 液状化被害報告内容

## I. 全体の概要

## II. 個々の被害報告

### 1. 札幌市清田区の液状化被害

① 札幌市清田区里塚1条

② 札幌市清田区美しが丘1条

### 2. 札幌市北区・東区地下鉄沿線上の液状化被害

### 3. 苫小牧東港液状化被害

# 清田区の液状化被害箇所

- 過去の2箇所の被災地域で軽微な沈下などを確認
- 今回の甚大な被害は里塚1条に集中



1968年・2003年被災地域

今回の甚大な被災地域

里塚1条

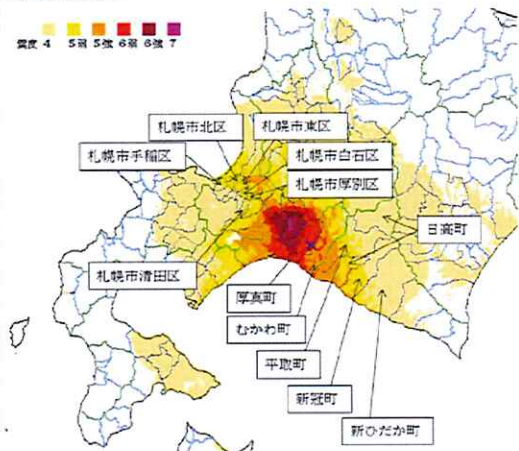
2003年被災地域

美しが丘

気象庁より

〇推計震度分布図

震度 4 5 6 7



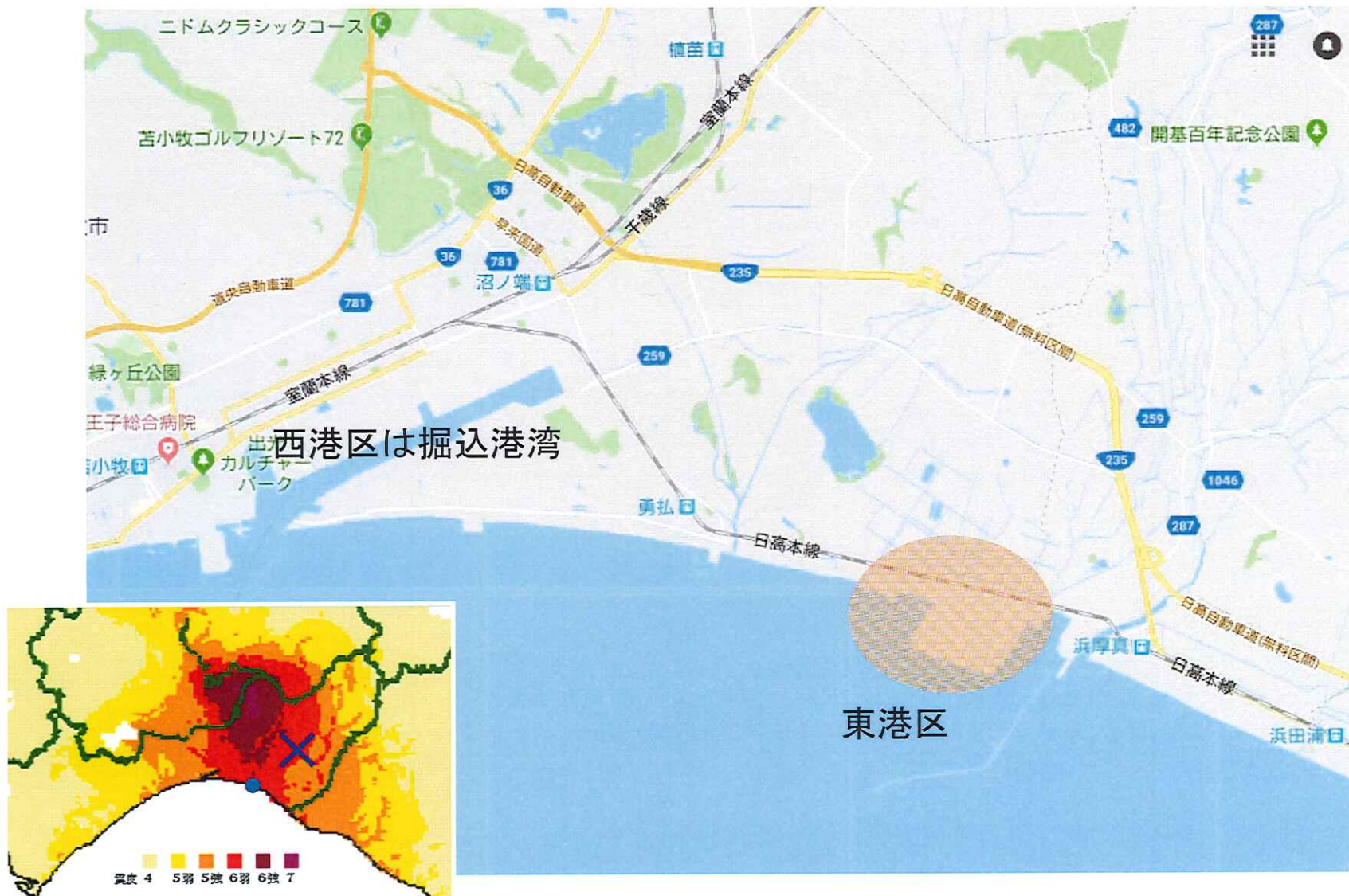
## 北区・東区の液状化被害箇所

- 札幌市営地下鉄東豊線・南北線沿いに集中



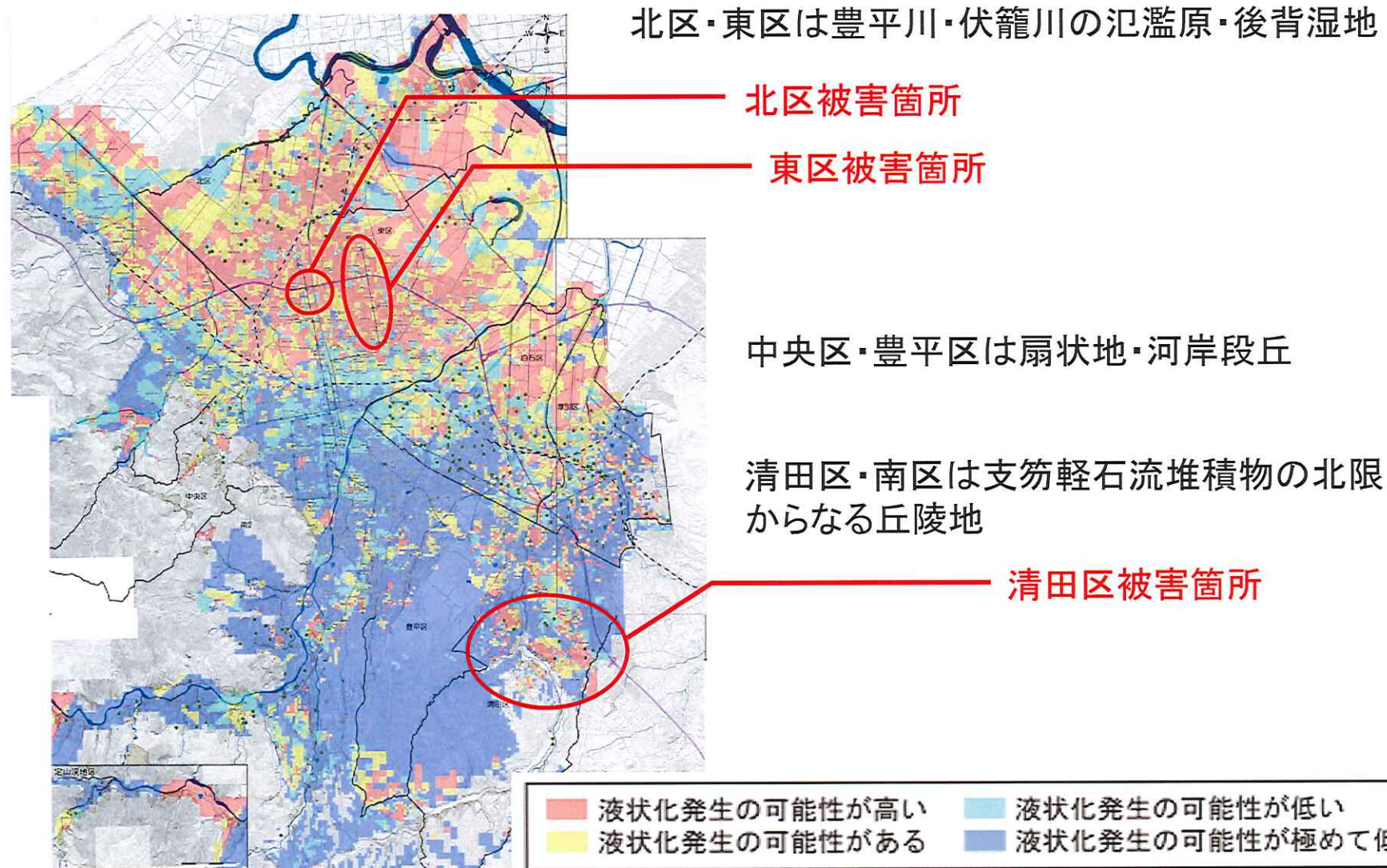
## 苫小牧港湾区域の液状化被害箇所

- 東港区に集中。構造的被害は限定的



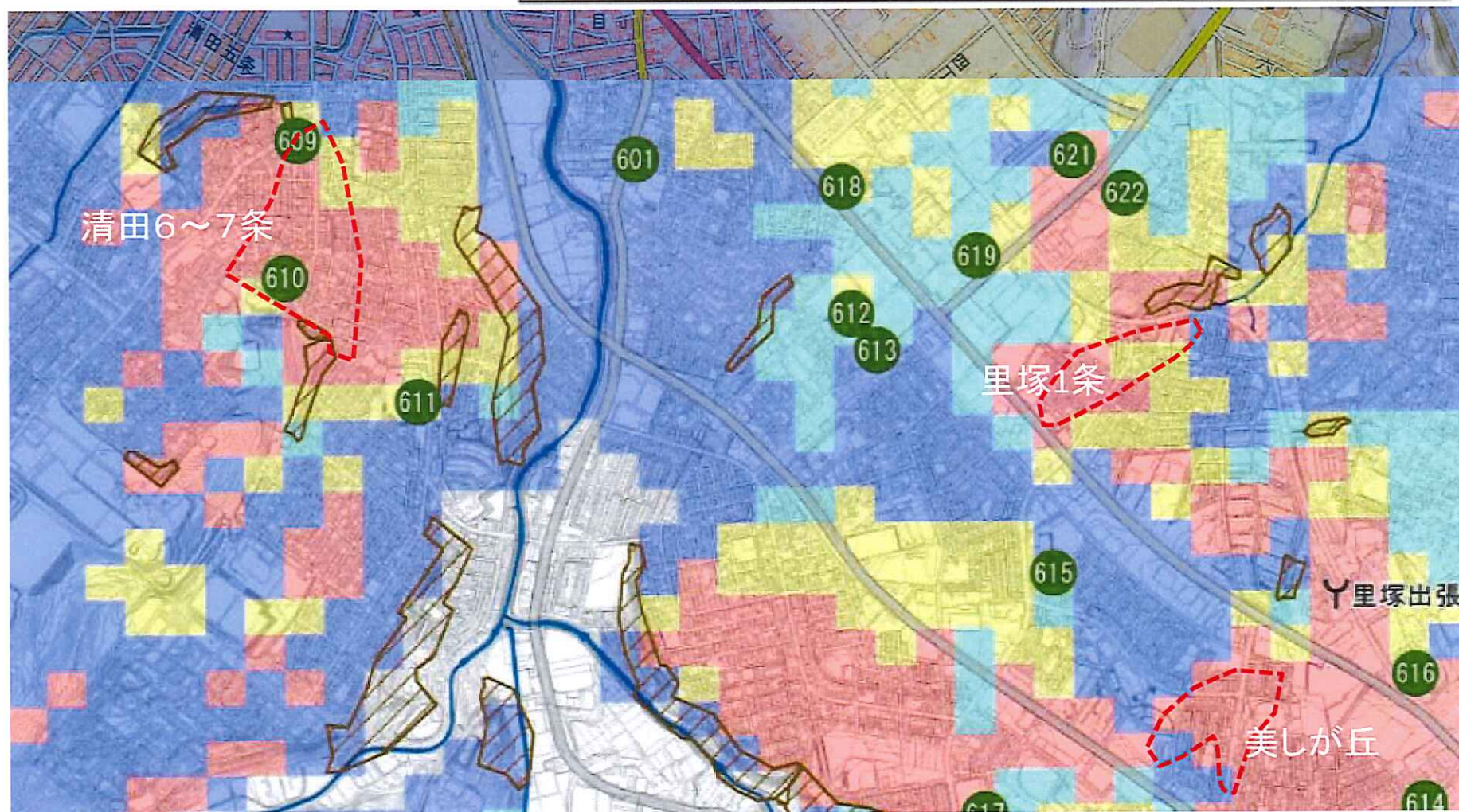
# ① 札幌市清田区里塚1条

# 札幌市による液状化危険度図



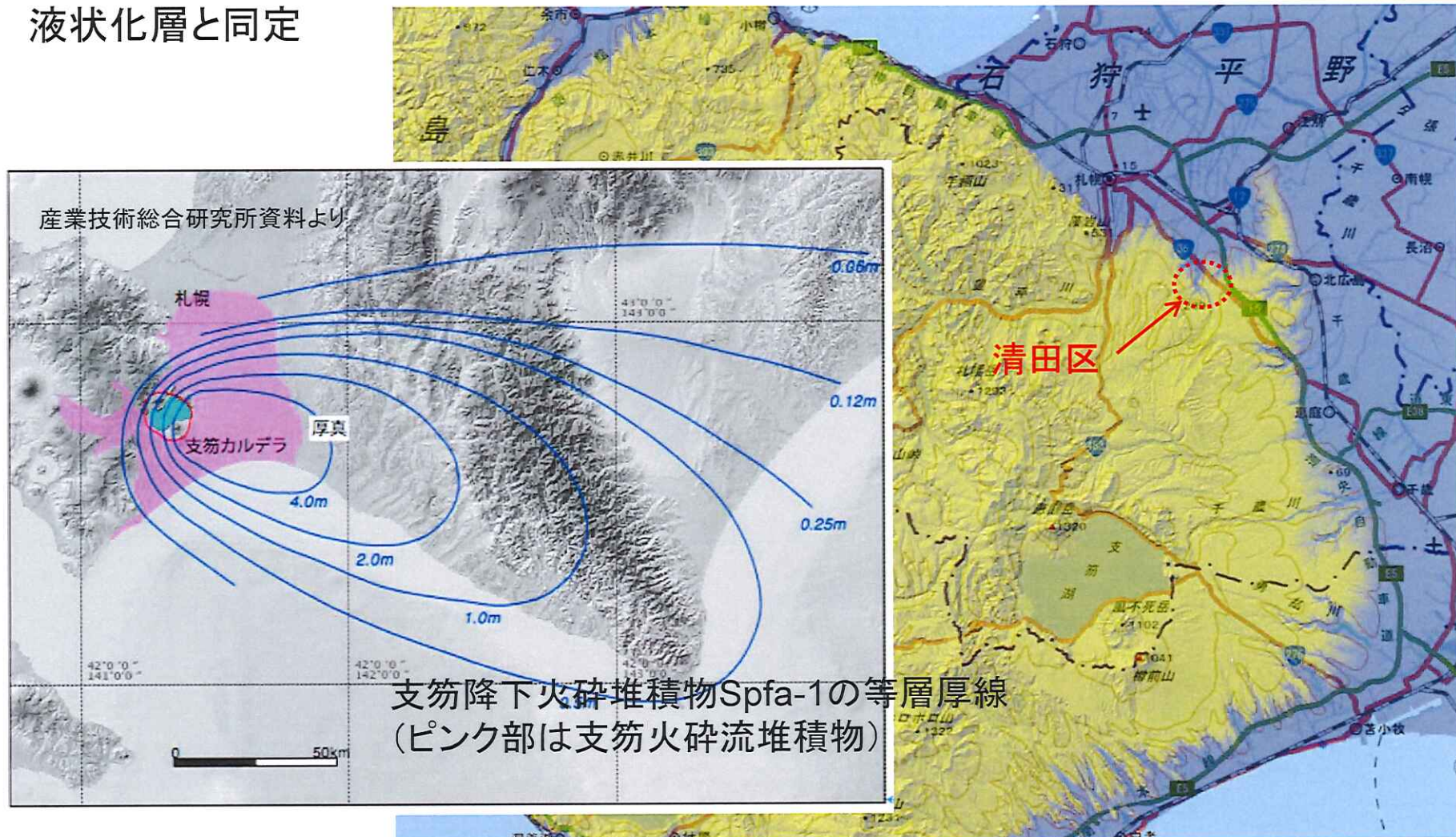
## 札幌市による液状化危険度図（清田区）

|              |                 |
|--------------|-----------------|
| 液状化発生の可能性が高い | 液状化発生の可能性が低い    |
| 液状化発生の可能性がある | 液状化発生の可能性が極めて低い |



## 清田区の地質の要点：支笏軽石流堆積物Spfl

約3万年前に堆積。清田区・南区など札幌南部に分布しており、清田区宅地部の液状化層と同定



朝日新聞社提供

液状化・流動化した  
土砂の流出による陥没



札幌市清田区里塚1条 の被害が集中的に見られる地域

朝日新聞社提供



札幌市清田区里塚1条の 被害地域の一部.  
上部が土砂流出による陥没. 下部は水道管破裂.

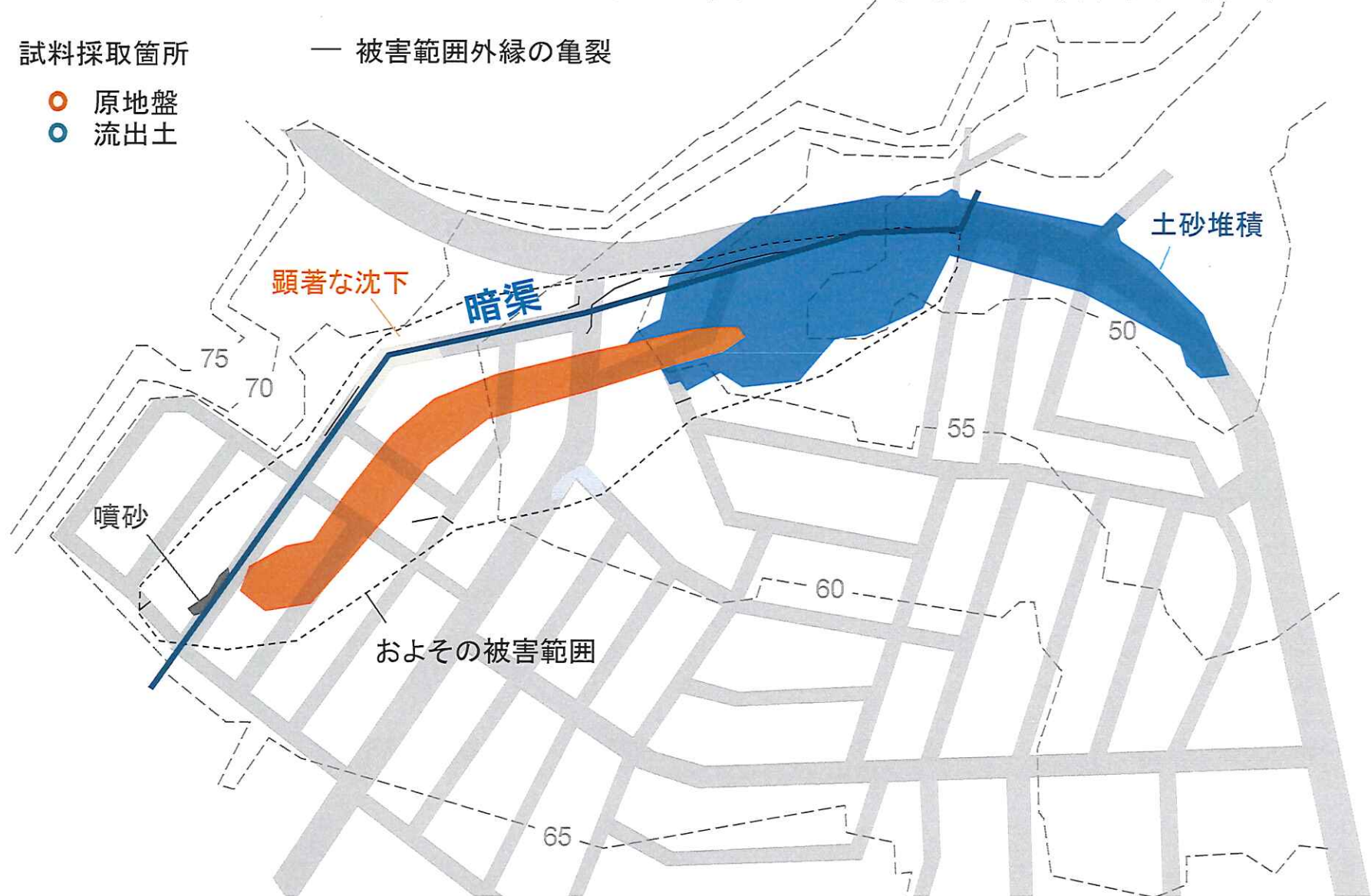
## 里塚1条の被害範囲

明確な亀裂や厚い土砂堆積の包絡線（舗装が汚れる程度の堆積範囲は除く）

試料採取箇所

- 原地盤
- 流出土

— 被害範囲外縁の亀裂





液状化による噴砂の跡(陥没エリア周辺では、最上部側のこの辺りでのみ見られた)





河川暗渠上での著しい陥没. 液状化で流動化した土砂が河川暗渠に沿って流出したと考えられる(河川暗渠は損傷なし).



带状の陥没エリアの最上部付近。液状化で流動化した土砂が流出し陥没したと考えられるが、周囲に噴砂の痕は見られない。地震直後の陥没はここまでひどくなく、駐車場から車を出せたという。

## 地表沈下

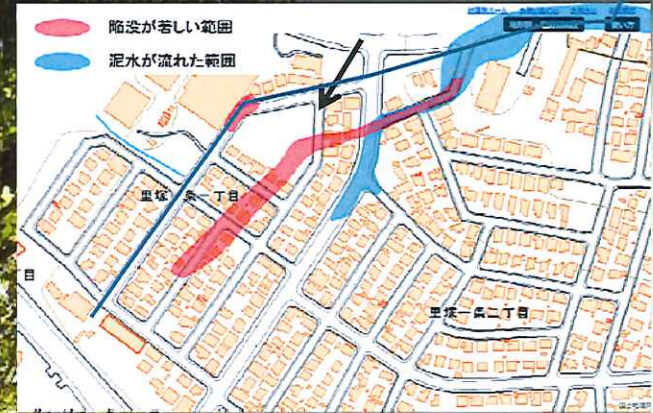
- ・明確な帯状に続いているのが特徴。
- ・最深部で2m近いトラフを形成
- ・地表への土砂噴出や水溜りがない(深部での流動?)



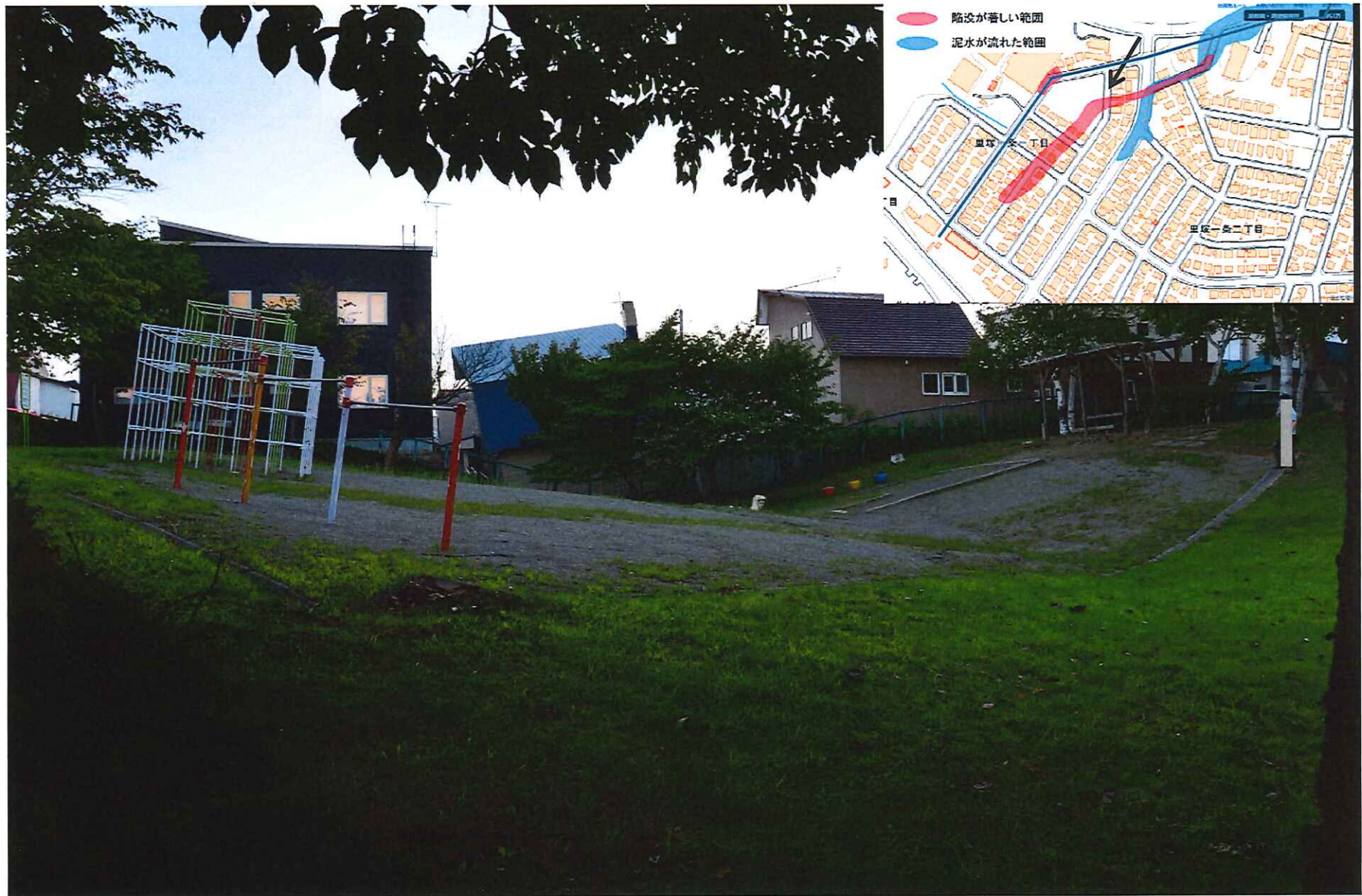


带状の陥没エリア上の家屋。杭基礎を有する右の家屋は傾きが小さい。  
地盤は1.5m程度陥没。

Google Street View



里塚中央ぽぷら公園

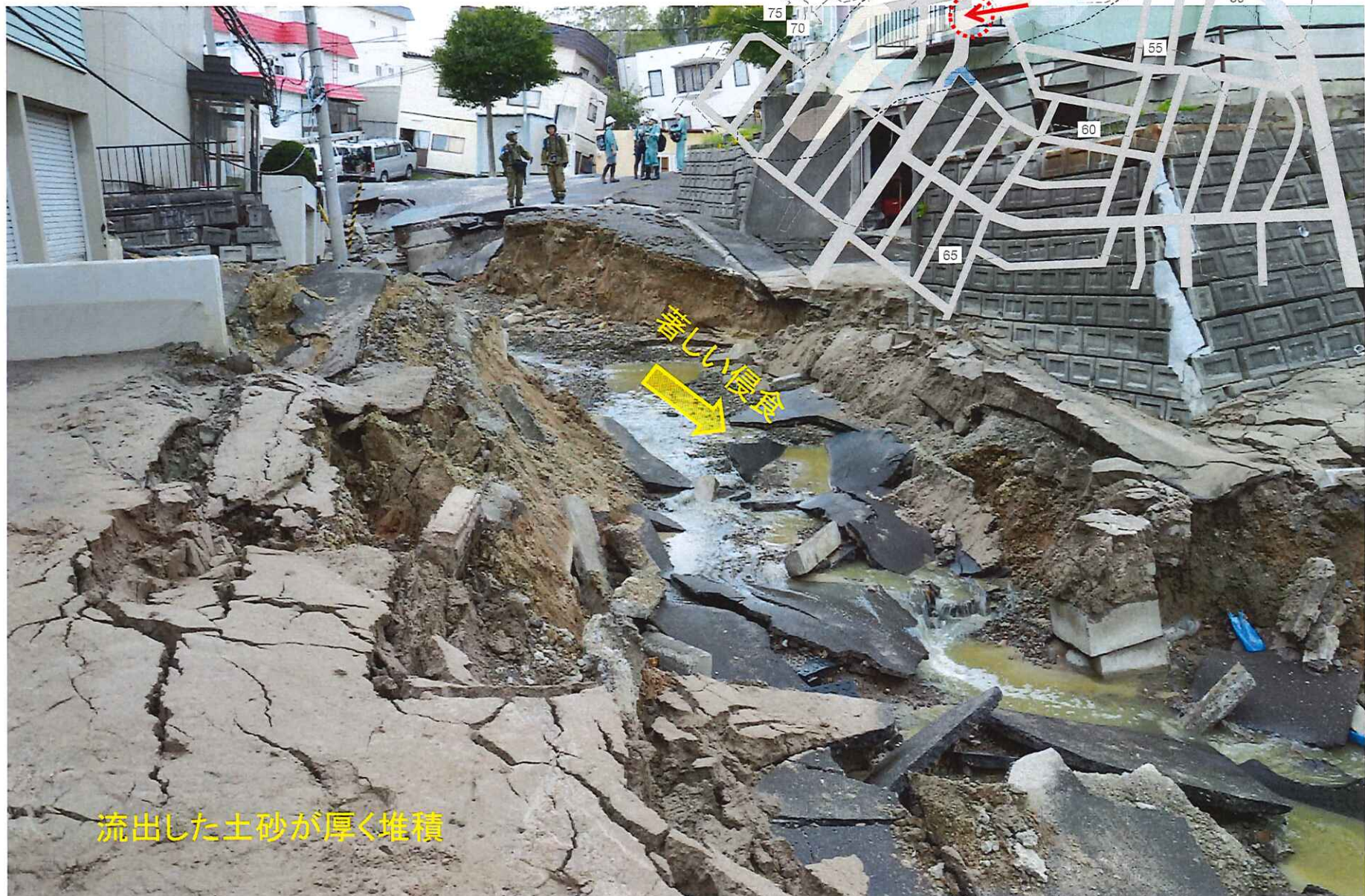


里塚中央ぽぷら公園の陥没状況. 地表面が折れるように沈下しており, 地下に空洞が残っている可能性も懸念される. 噴砂の痕跡は見られない.



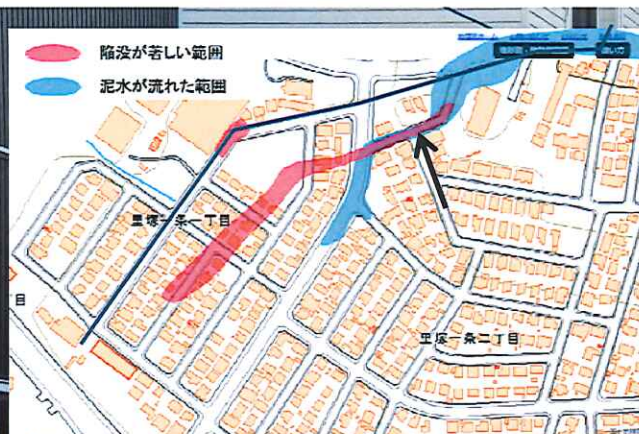
帯状の陥没エリアの最下部付近. この辺りでは噴砂の痕と思われる土砂が路面に残っていた. 一段下がっている左側に向かって著しい側方変位が見られる. 画面奥は水道管の破損箇所.

## 土砂流出：上端部



# 土砂堆積による被害 車両・家屋の埋没





液状化による沈下(車庫)

著しい侵食

土砂の堆積

流動化した土砂の泥水圧  
による盛り上がり  
アスファルトも剥離  
高い泥水圧を物語る。  
奥に見られる著しい侵食域  
も、このように始まったか？



流出した土砂広範囲に厚く堆積

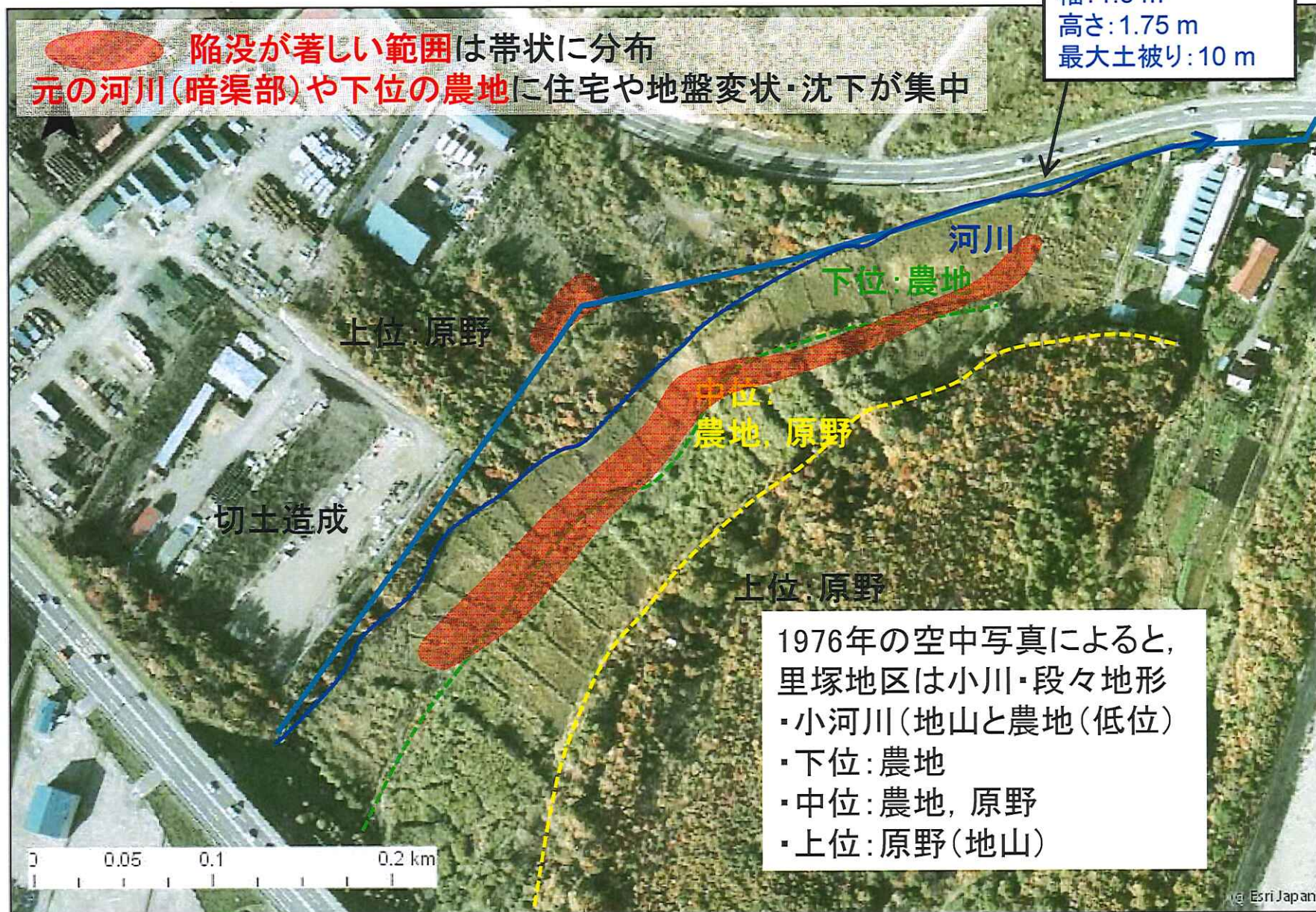


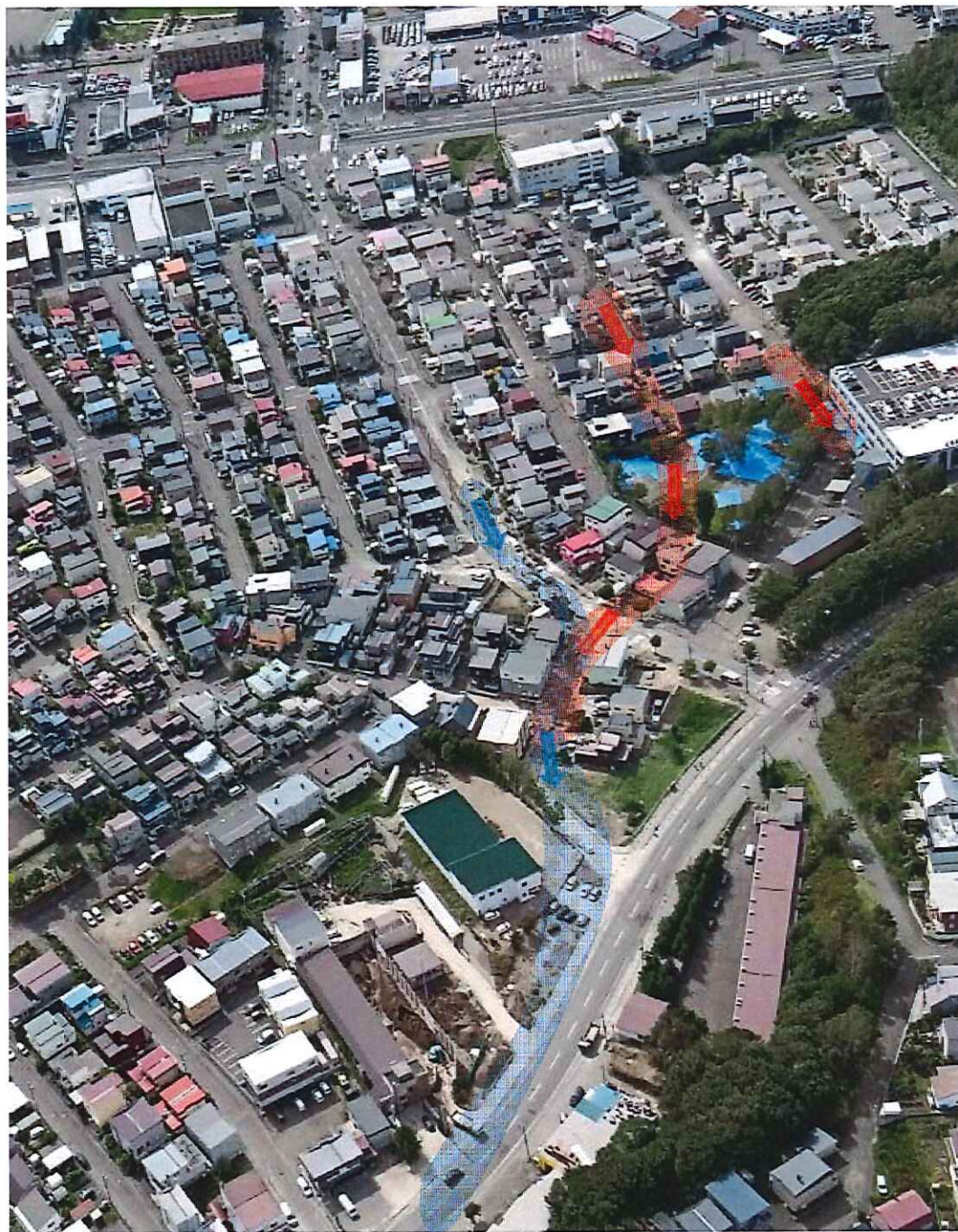
土砂堆積





# 札幌市清田区里塚の地盤変状による被害箇所と原地形の比較





液状化で流動化した土砂（地中を流れて流出ののち、地表面が陥没）

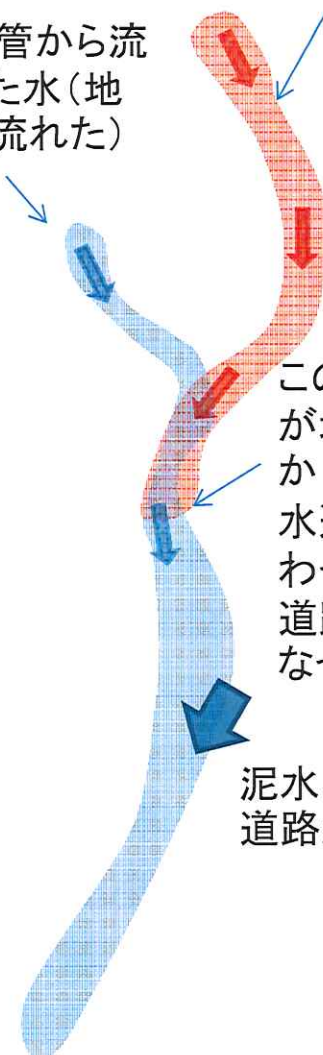
水道管から流出した水（地表を流れた）

河川暗渠に沿って土砂流出

この辺りから土砂が地表面に現れたか？

水道からの水も加わって侵食が進み、道路が川のようになった

泥水となって道路が冠水



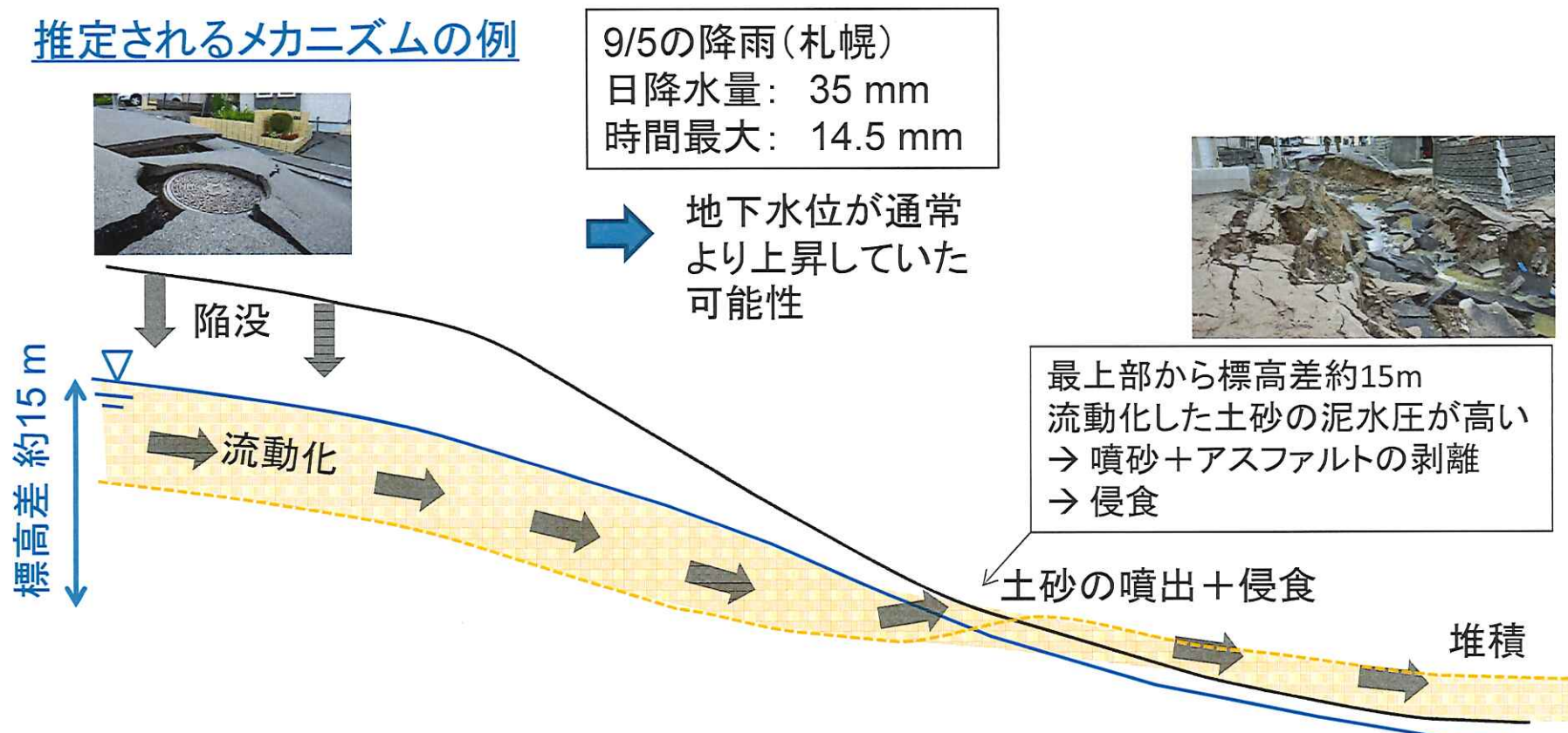
## 里塚1条の被害のまとめ

- 谷地形を埋土した宅地造成地で大規模な液状化・**流動化**  
(当該箇所は1968年・2003年十勝沖地震での液状化は報告されていない)
- **帯状に広がる陥没エリア**には噴砂はほぼ無い  
(勾配がある地形であり、液状化した土砂は下流側に向かって流動化)
- 流動化した土砂の流出により、谷地形に沿って沈下帯(～2m程度)が発生
- 下流部で大量の流動化した土砂が噴出
- 流動化した土砂の流下が地盤を**侵食**
- 水道管の破損は侵食被害を拡大した可能性
- 下流部に流出した土砂が堆積



流動化土砂の噴出と侵食

## 推定されるメカニズムの例



### 推定流出土砂量(概算)

幅15 m × 深さ1.5 m × 長さ200 m = 4500 m<sup>3</sup>

厚さ50 cmで堆積したとすると

4500 m<sup>3</sup> ÷ 0.5 m = 9000 m<sup>2</sup> (= 95 m × 95 m)

実際は、50 cm以下の堆積箇所が多く、さらに広域。

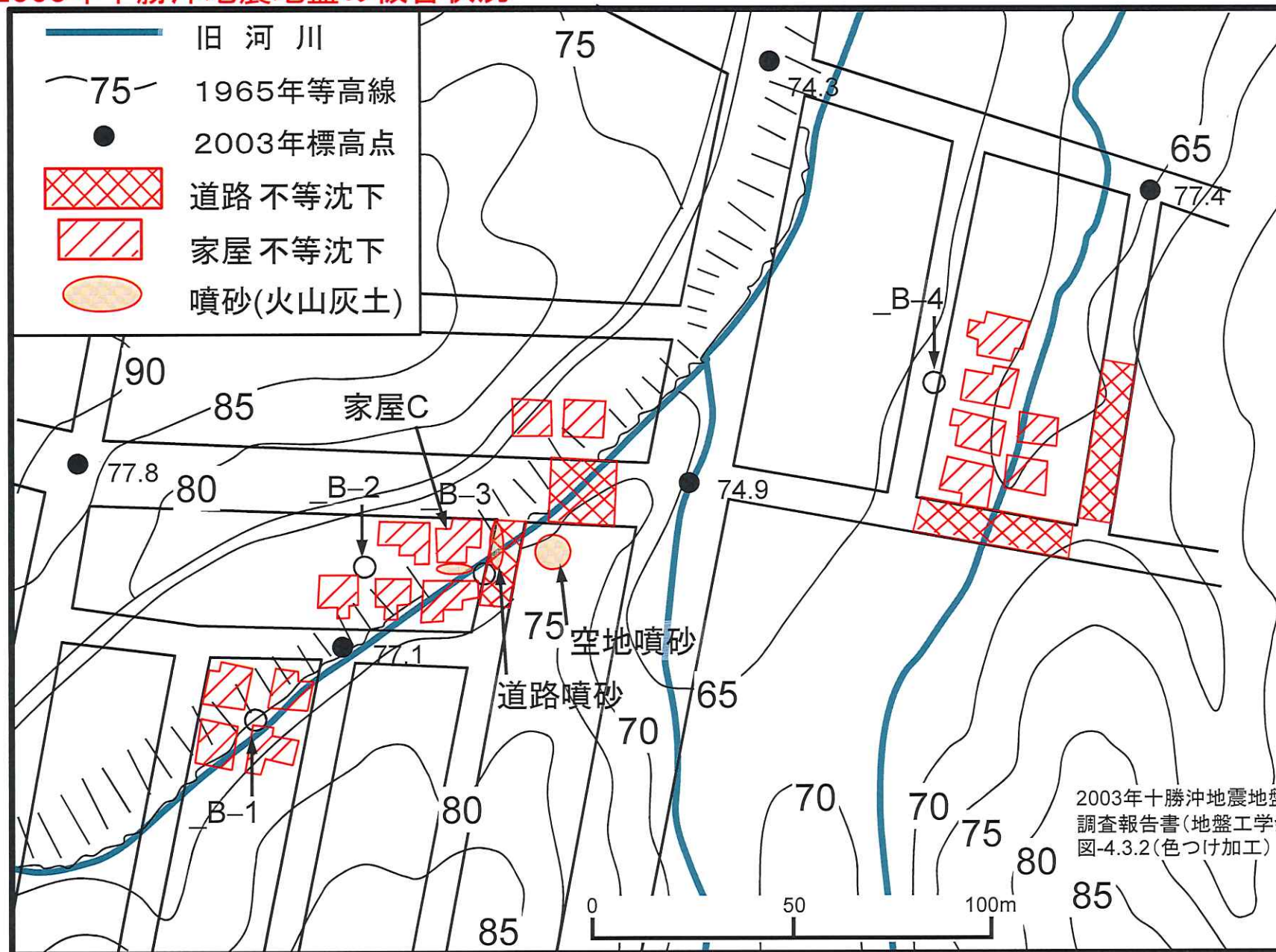
また、大量の土砂が三里川を流下

谷埋盛土で液状化・地盤傾斜・埋設暗渠に起因する複合的な要因で大規模な土砂流出と住宅被害 → 上記は推定メカニズムの一例 → 詳細な検討が必要



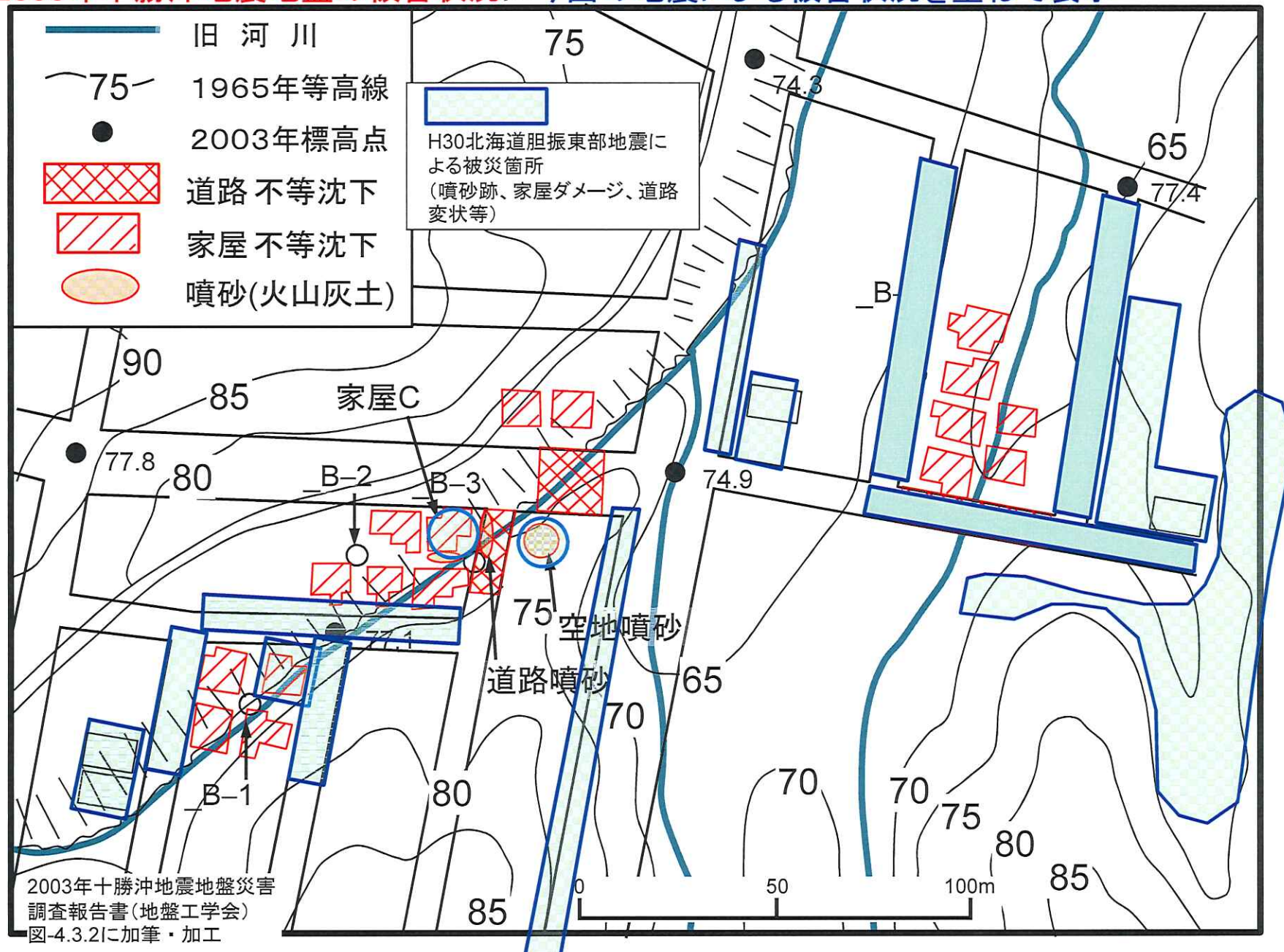
## ② 札幌市清田区美しが丘1条

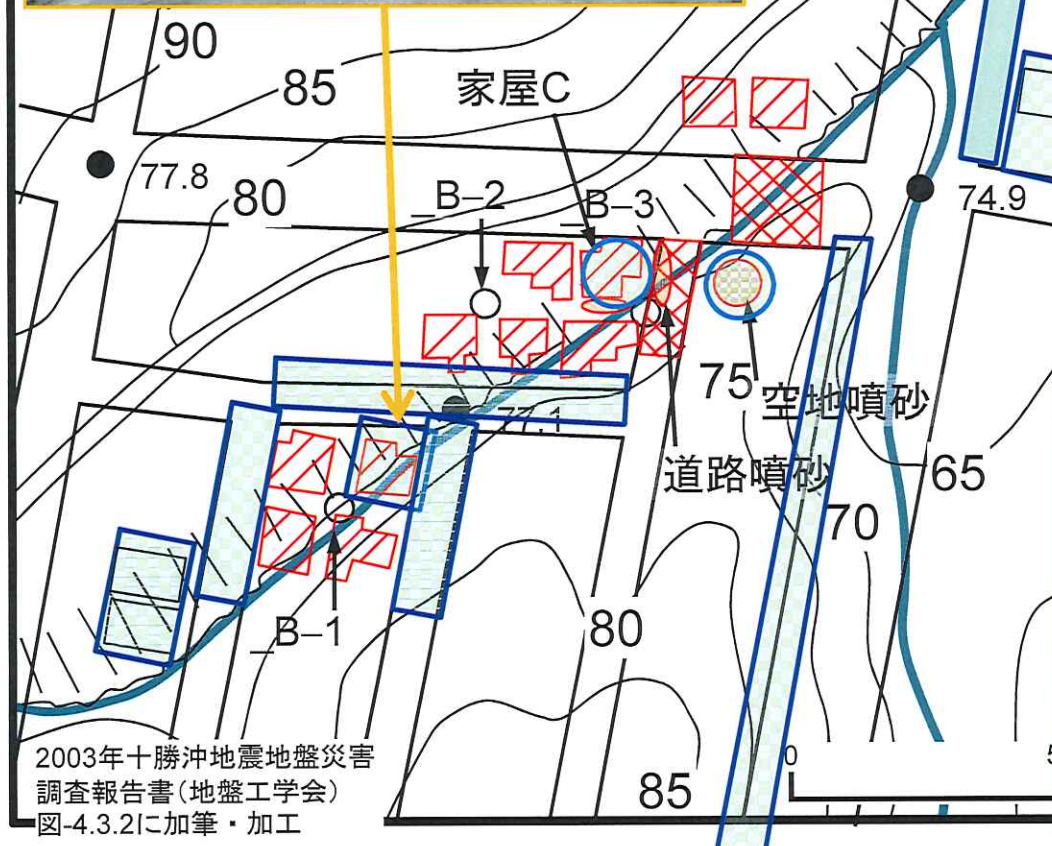
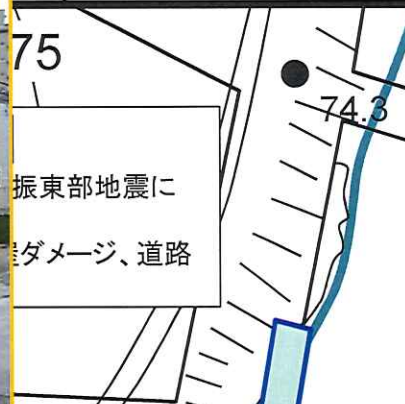
## 2003年十勝沖地震地盤の被害状況



2003年十勝沖地震地盤災害  
調査報告書(地盤工学会)、  
図-4.3.2(色つけ加工)

# 2003年十勝沖地震地盤の被害状況に今回の地震による被害状況を重ねて表示





2003年十勝沖地震地盤災害  
調査報告書(地盤工学会)  
図-4.3.2に加筆・加工

# 札幌市北区・東区地下鉄沿線上の 液状化被害

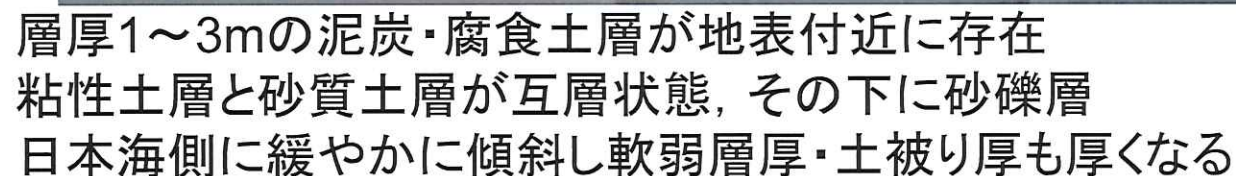
# 札幌市東区東15丁目屯田通(地下鉄東豊線)



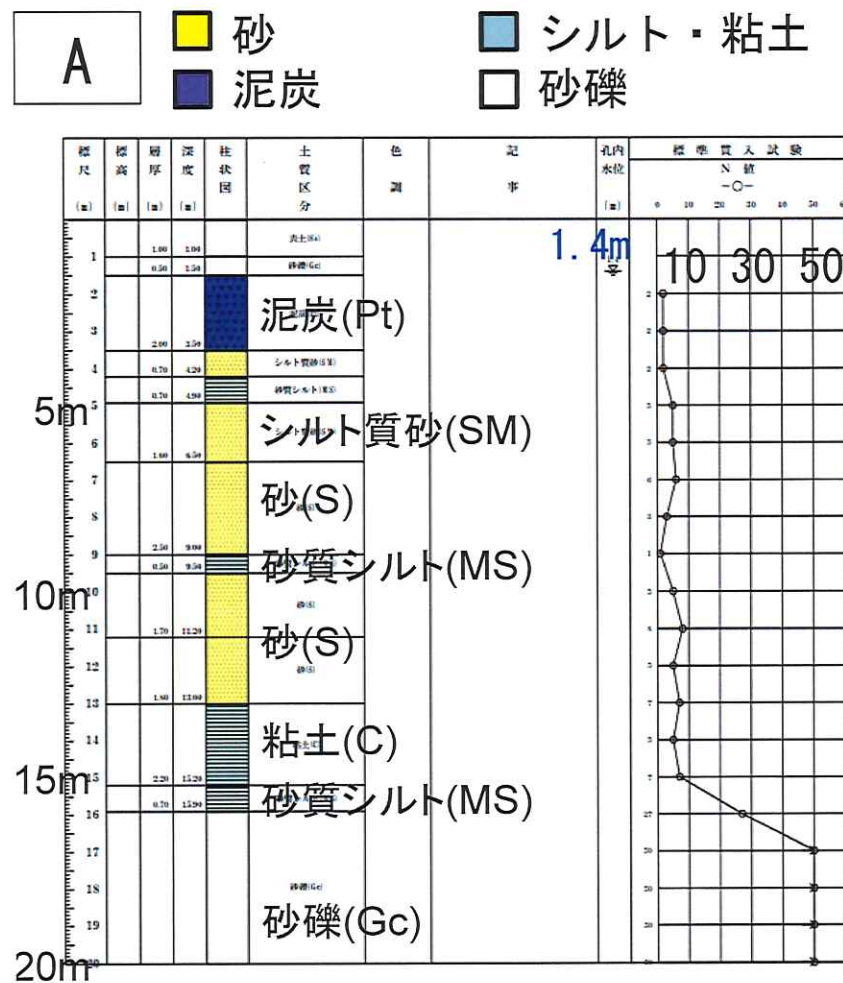
噴砂の痕により、路面陥没が液状化に起因していることを示唆



## 概略縦断面図



# 札幌市東区東15丁目屯田通(北27条～元町駅～北22条)



## ボーリング-柱状図

- ボーリング(腐植土深度10m未満)
- ボーリング(腐植土深度10m以上)
- ボーリング(腐植土無し)

## ボーリング-孔内水位分布

- 孔内水位(G.L.-0.0m～1.0m)
- 孔内水位(G.L.-1.0m～2.0m)
- 孔内水位(G.L.-2.0m～3.0m)
- 孔内水位(G.L.-3.0m～4.0m)
- 孔内水位(G.L.-4.0m～5.0m)
- 孔内水位(G.L.-5.0m～7.0m)
- 孔内水位(G.L.-7.0m～10.0m)
- 孔内水位(G.L.-10.0m以深)



泥炭を含む軟弱地盤が厚く堆積し、開削深度も深く、埋戻し土被り厚も厚い。東区（東消防署）の震度は6弱と札幌市で最大震度を観測。地下水位も深度3m未満に存在

## 北区・東区の被害のまとめ

- 北区・東区の道路陥没被害は、**地下鉄沿線上**に分布
- **東区（東消防署）の震度は6弱**と札幌市で最大震度を観測
- 被害発生地域の柱状図から、**深度10～15mまでN値が10以下の軟弱な砂質地盤**あるいは**N値が5以下の粘土・シルト**、**泥炭層を含む有機質土**で構成されており、**応答が増幅**した可能性
- 特に陥没沈下が激しいエリア（栄町駅および元町駅周辺）は、**軟弱地盤が厚く堆積**することから開削深度も深く、土被り厚も厚い。また、**地下水位も深度3m未満**に存在
- 噴砂の痕跡が点在していることから、**開削工法**で建設された地下鉄の**埋戻し土（購入埋戻し砂）が液状化**し、沈下、陥没

2018年9月北海道胆振東部地震緊急地震災害緊急合同調査団報告会  
2018年12月15日（土）北海道大学学術交流会館小講堂

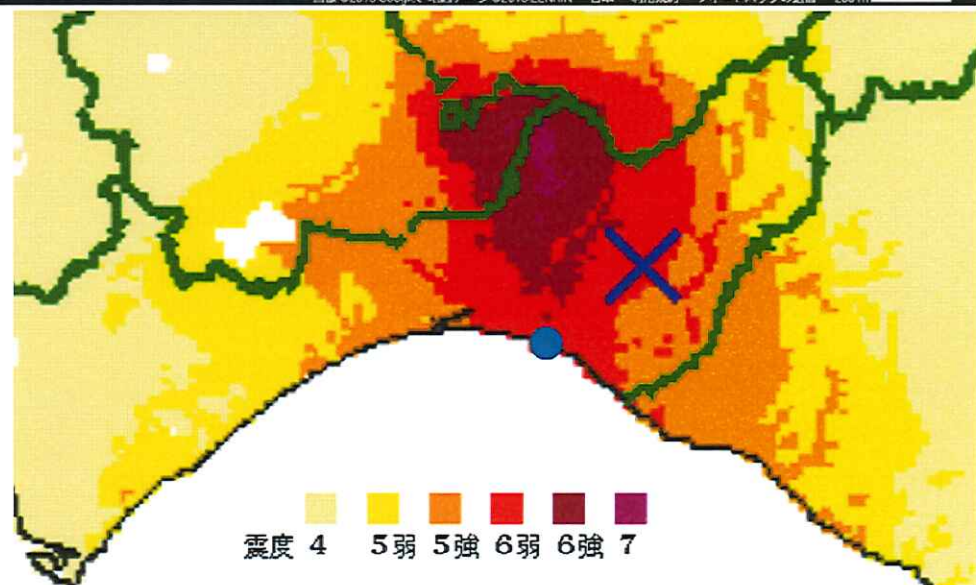


公益社団法人 **土木學會**  
JAPAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS

## 苫小牧東港液化化被害



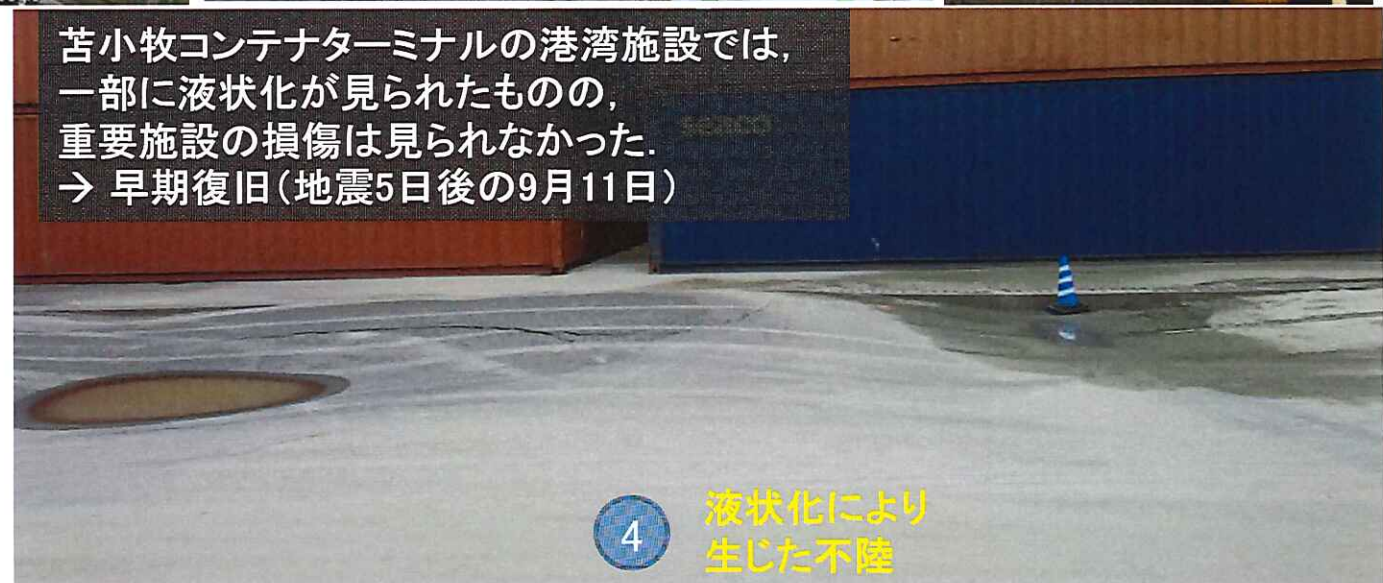
苦小牧港東港 苦東厚真火力発電所



## 苫小牧東港液状化被害調査



苫小牧コンテナターミナルの港湾施設では、  
一部に液状化が見られたものの、  
重要施設の損傷は見られなかった。  
→ 早期復旧(地震5日後の9月11日)







苫東厚真火力発電所とその周辺 護岸周辺は液状化による噴砂の痕跡が多数



## 苫東厚真火力発電所

朝日新聞社提供



液状化による噴砂の痕跡が見られる（軽微なもの）

## 液状化被害のまとめ

### 清田区里塚地区

谷埋め盛土による造成宅地の液状化（このことは従来から各地で指摘されている）

＋ 傾斜地である → 上流域：流動化 → 流出により陥没（噴砂しないで地中を流出）

下流域：地盤を押し上げる圧力大 ＋ 大量の泥土

→ 舗装の剥離と著しい侵食

＋ 水道管の損傷 → 被害を増幅した可能性はあるが、これが致命傷を与えたわけではない

### 清田区美しが丘地区，清田区清田地区

2003年の十勝沖地震でも液状化被害

→ 今回の地震の方が揺れが強かったため，液状化範囲が拡大．噴砂や沈下．

### 東区屯田通り

開削工法による地下鉄工事の埋め戻し土の液状化の可能性．噴砂や沈下．

### 苫小牧東港

コンテナターミナル：埋め立てによる造成地．液状化による噴砂や沈下．

護岸本体の損傷はほぼ無い．

苫東厚真発電所周辺：外周部分では液状化による道路の不同沈下，護岸のはらみだし，  
発電所施設内に液状化による被害は限定的．

# 全体を通しての液状化形態の特徴

3つの調査地域

いわゆる典型的な「層」の液状化形態

|         | 平地                | 傾斜地                              |
|---------|-------------------|----------------------------------|
| 成層地盤    | 苫小牧港湾地区<br>(浦安など) |                                  |
| 局所盛土・埋土 | 札幌市北区・東区          | 札幌市清田区<br>(里塚1条・清田6<br>～7条・美しが丘) |

地形と埋設物の影響

地表陥没が目立つ  
極めて局所的な液状化

地表陥没と土砂流出  
・流動による引張亀裂

# 謝 辞

調査に多大なるご協力を賜りました関係各位に  
御礼申し上げます。

国土交通省北海道開発局

北海道

札幌市

苫小牧港管理組合

被災地の住民の皆様

**ご静聴ありがとうございました。**