

液状化発生範囲及びその影響

土木学会調査団 地盤工学会調査団

清田隆

東京大学生産技術研究所

調査地概要図



Kaiapoi 南部



川の南側にある公園
2010年は噴砂が生じた

2011年の地震後、昨年生じたクラックに噴砂を確認（再液状化）
前回よりも規模はかなり小さい



2010年の地震後



2011年の地震後

撮影：Orense准教授、Auckland Univ.

Kaiapoi 北部



河川堤防側の宅地で顕著な液状化

2010年に被災・沈下した2階建て家屋が、**2011年に更に15cm程度沈下**

この家屋は周囲の平屋住宅よりも沈下量大きい



2010年の地震後



2011年の地震後

撮影：山田助教、東京大学

Kaiapoiにおける液状化被害の特徴

2011 Christchurch EQ
今回の調査で液状化を
確認した範囲

2011 Darfield EQ
(GEER Report 2010)



Kaiapoi南部

前回の地震で生じたクラックに噴砂を確認
前回に比べて地盤変状は相当小さく、液状化範囲も狭い

Kaiapoi北部

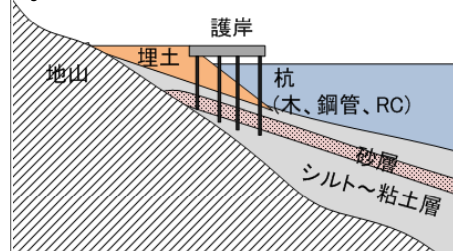
河川堤防背後の宅地で顕著な液状化
地盤変状は流動よりも沈下が目立つ

いずれにしても昨年の地震より液状化の程度は低い

調査地概要図



Lyttelton港護岸の基本構造



撮影：岡村教授、愛媛大学



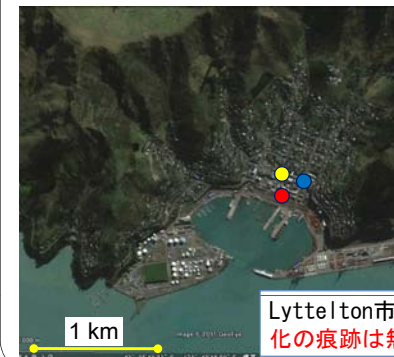
1950年代から60年代にかけて建設

2010年Darfield地震による被害は小規模
だった

2011年Christchurch地震によりコンテナ
ヤードが閉鎖され、調査できず。

市街地およびLPGタンクヤードの調査を実施

Lyttelton

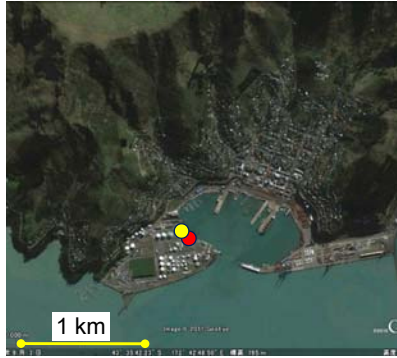


Lyttelton市街地：台地の斜面上に街がひろがる。液状
化の痕跡は無い。主にレンガ造建造物の被害が目立つ

Lyttelton

LPGタンクヤード：
パイプラインには大きな変状は無い。

盛土護岸に10～20cm程度の亀裂が入り、
変位・沈下が生じている。
噴砂の痕跡は認められない。



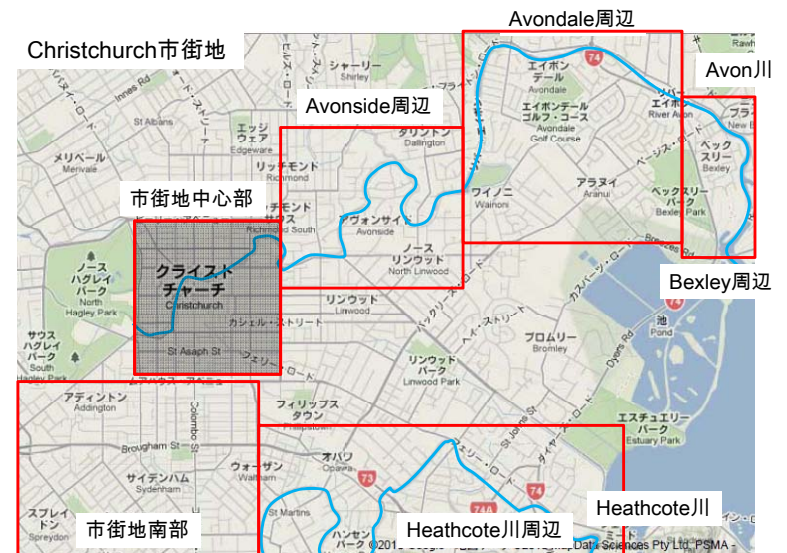
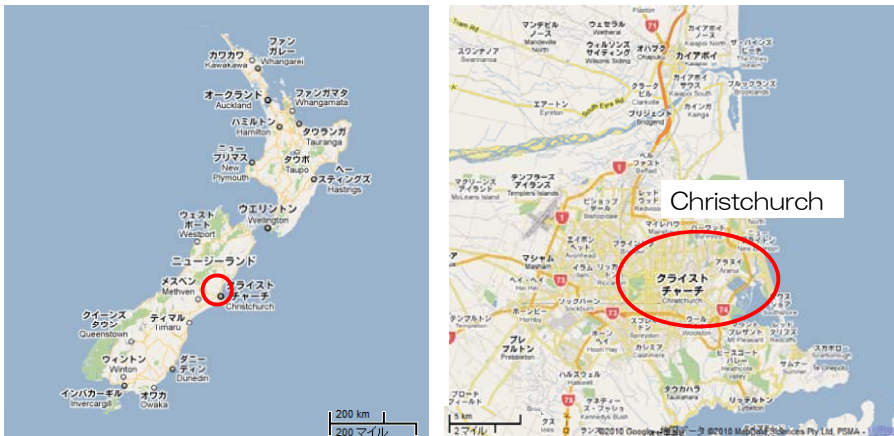
Lyttelton

LPGタンクヤード：
タンク周辺部において噴砂痕を確認

スロッシングが発生した可能性も考え
られるが、ヤード内の被害は軽微で
あった



調査地概要図



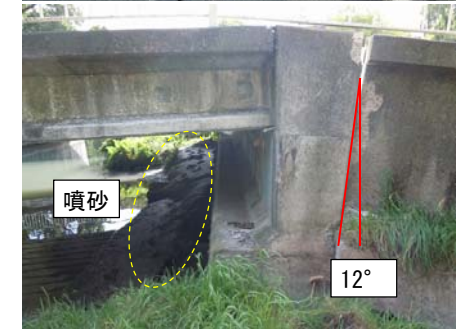
Avonside周辺：液状化に伴う橋梁、道路、家屋、埋設管の被害多数。流動を伴う被害はAvon川沿いに多い



Avonside周辺

橋梁の被害例：
橋桁と盛土の境界で段差や沈下が生じる。

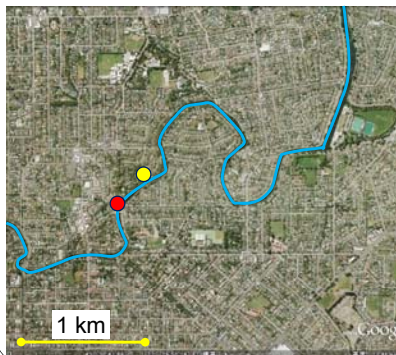
背後地盤、基礎地盤の液状化に伴う橋台の変位



Avonside周辺

道路の被害例：
川沿い道路が大きく沈下・変状
最大3.5mの幅が沈下。川に向かって変位

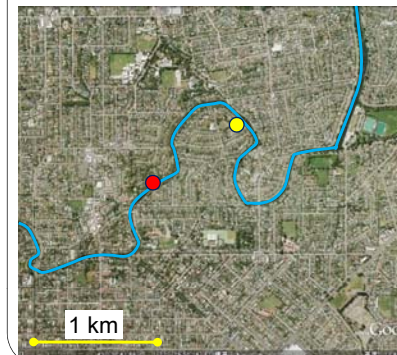
埋設管敷設時の埋戻し土



Avonside周辺

家屋の被害例：
液状化により河道に向かう地盤変位に巻き込まれる家屋が多数。

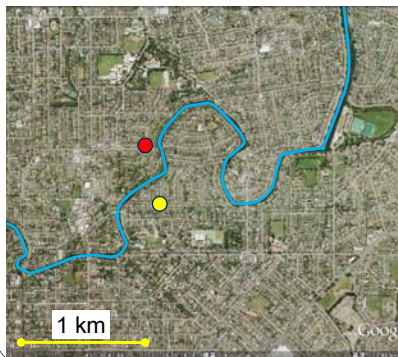
上屋の構造は無事でも、基礎に被害が生じた家屋多数



Avonside周辺

路面の様子：調査2/28（地震2/22）

路面が水浸しであるが、これは**水道管の損傷**のため。水道管の損傷は非常に多くの箇所で発生している。

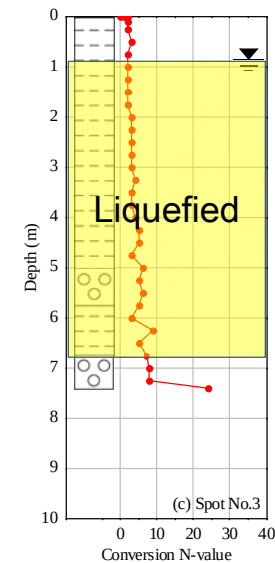


Avonside周辺



Avonside周辺におけるSWS試験結果
(2010年Darfield地震後に実施)

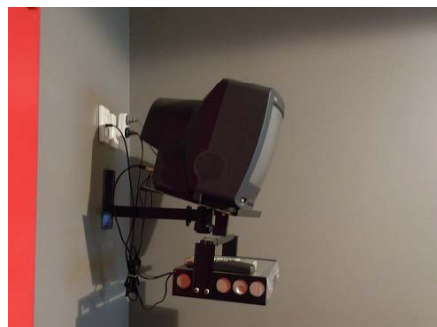
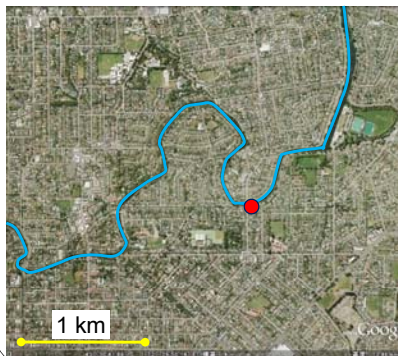
- ・地下水位はGL-1m以浅
- ・GL-5m以浅はN値2～5の非常に緩い砂質土
- ・GL-5m付近に礫質土。非常に緩い
- ・GL-7.5m付近でN>20を記録
- ・採取した噴砂は青灰色、**貧配合の細砂**



Avonside周辺

無被害の家：
川沿いであっても、**液状化が発生していない地域**もある

Avon川の蛇行経路が微地形に影響を及ぼしている可能性



Avondale周辺：**圧倒的な噴砂量**。液状化に伴う構造物の沈下、変状多数。



Avondale周辺

路面の様子：
大通りの噴砂は比較的早急に撤去されたが、路地にはまだ**大量の噴砂**が残っている。

2009年9月の噴砂よりも今回の噴砂の方が**3～4倍**多い（住民談）。



Avondale周辺

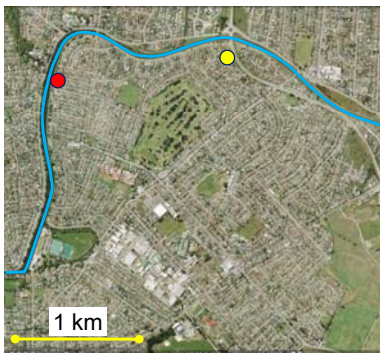
家屋の被害：
Avon川沿いの**家屋の多くが沈下**した。
河道に向かう**地盤変位**の影響を受けている家屋もある。



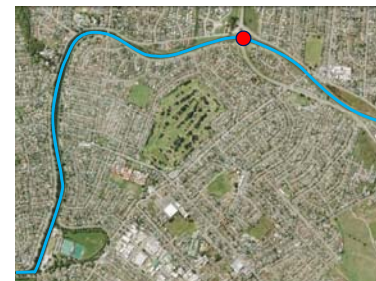
Avondale周辺

プールの被害：
幅5m、長さ13.5mのコンクリート製のプールが**最大140cm**浮上。地震時は水は無かった。
2010年9月の地震時は水があり、沈下した（住民談）

下流部も**噴砂量は非常に多い**



Avondale周辺



ANZAC橋（橋長50m）の被害：基礎地盤・背後地盤の液状化による**取付け盛土の沈下、橋台の沈下・変状**

Bexley周辺：約5年前に住宅地として埋立てられる。今回調査における最大の噴砂層厚を確認。液状化に伴う埋設物損傷、家屋の沈下・変状多数。



Bexley周辺

道路の様子：
水道管の破損。修復が進められている。

噴砂の層厚約60～70cm。今回調査で確認した最大層厚

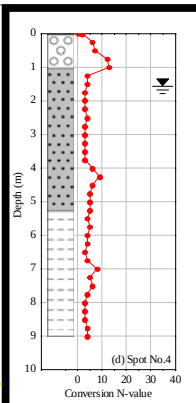
造成時の締固めが十分でなかった可能性



Bexley周辺

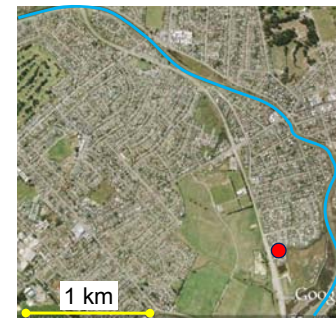
噴砂量の比較：
Bexleyは2010年9月の地震でも、大量の噴砂が発生し、多大な被害が生じた。

今回の地震による噴砂量は、昨年よりも圧倒的に多い。窓には赤紙
2010年地震後のSWS試験では、GL-9mまで軟弱な砂シルトが連続



Bexley周辺

家屋内の様子：
噴砂と泥水が家屋内にもひろがる
床に生じた亀裂から入ってきた
(住民談)

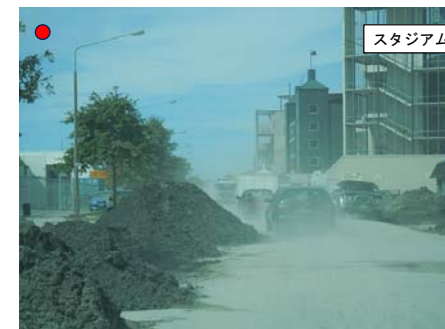
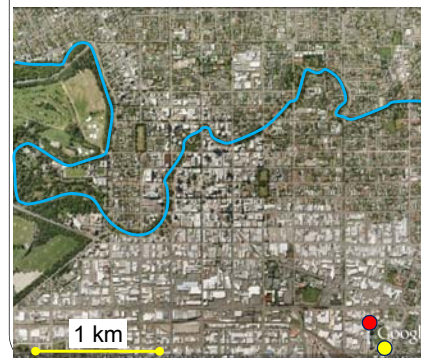


市街地中心部周辺：南東部のスタジアムでは、**地盤改良**が行われていた



市街地中心部

スタジアム周辺の様子：
地盤改良が施されていたというスタジアム周辺では、**顕著な液状化**が発生していた。



スタジアム



スタジアム

市街地中心部

スタジアムの地盤改良効果：
スタジアムの地盤は、**ストーンカラム**が施工されていた（詳細は不明）

敷地内に多少の噴砂や不陸が見られたが、周辺と比較して明らかに**液状化の発生は低減**されている



スタジアム



スタジアム

噴砂なし

噴砂

市街地南部：市内における**液状化発生マップ**を作成（カンタベリー大学と地盤工学会の共同作業）



市街地南部

液状化発生マップの作成：

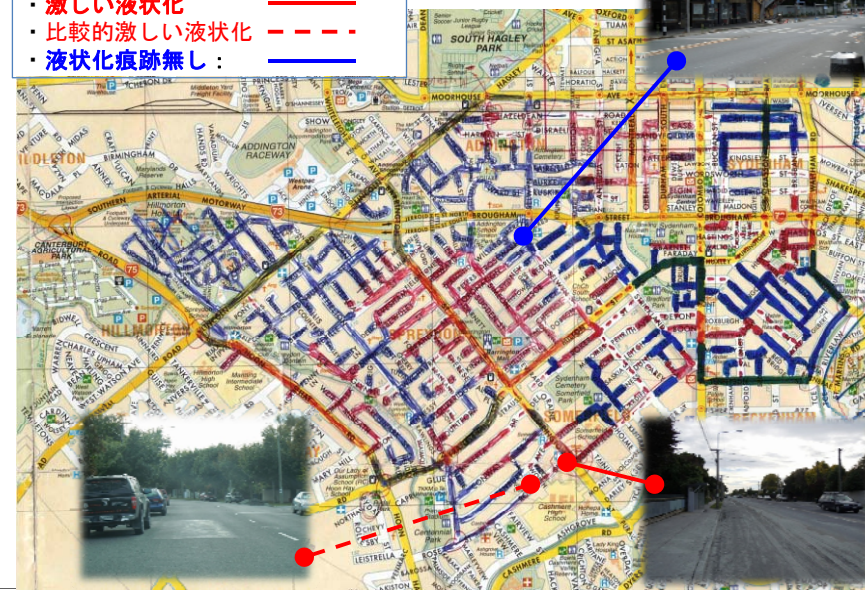
全ての道路を確認

- ・ **激しい液状化**：道路が完全に噴砂で覆われている。路面に変状がある。
- ・ **比較的激しい液状化**：道路の一部が噴砂で覆われている
- ・ **液状化の痕跡無し**



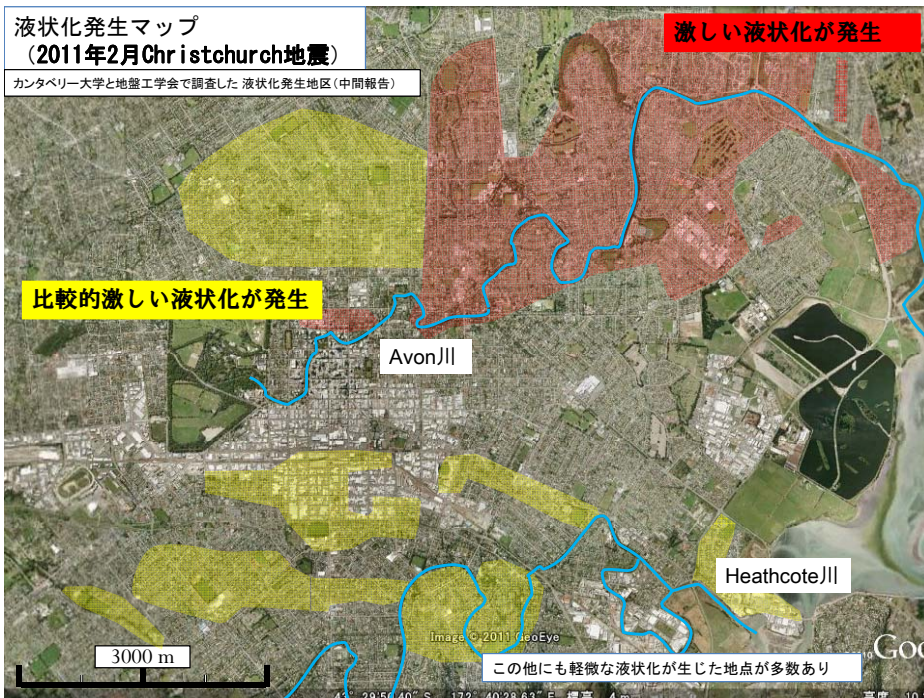
液状化は地盤構造の影響を受けるが外観上は解り難い。
液状化の分布が微地形を浮き彫りにしている

- ・ **激しい液状化** ———
- ・ **比較的激しい液状化** - - - -
- ・ **液状化痕跡無し**： ———

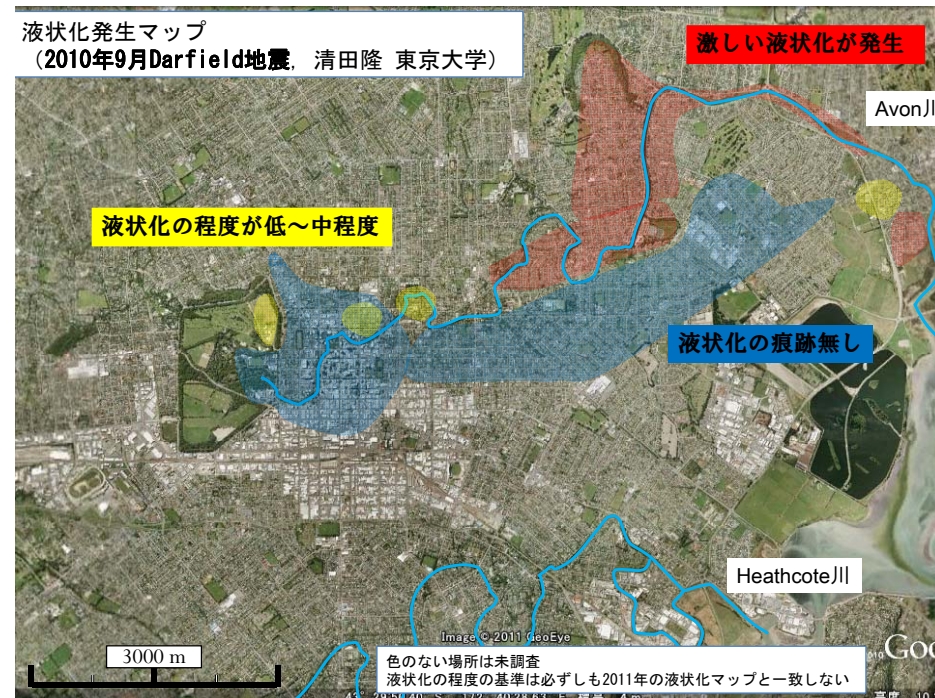


液状化発生マップ
(2011年2月Christchurch地震)

カンタベリー大学と地盤工学会で調査した液状化発生地区(中間報告)



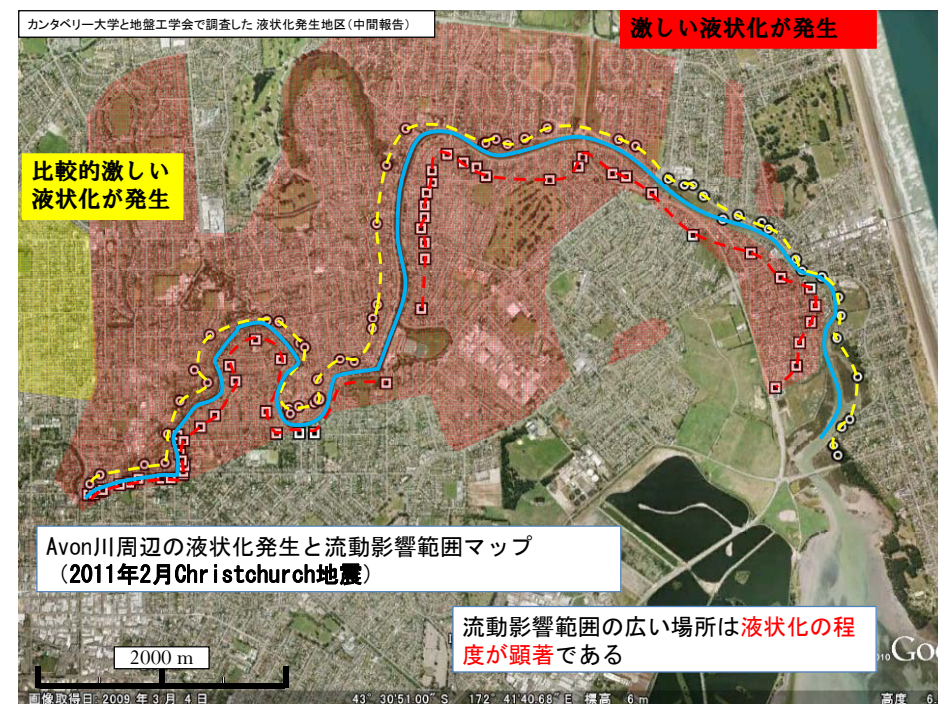
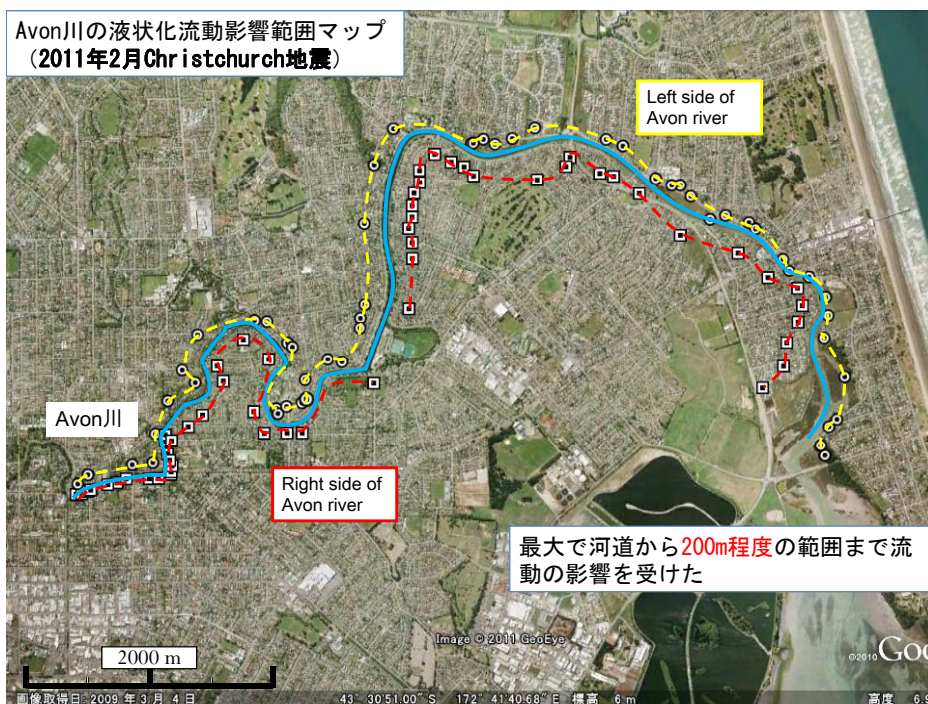
液状化発生マップ
(2010年9月Darfield地震, 清田隆 東京大学)



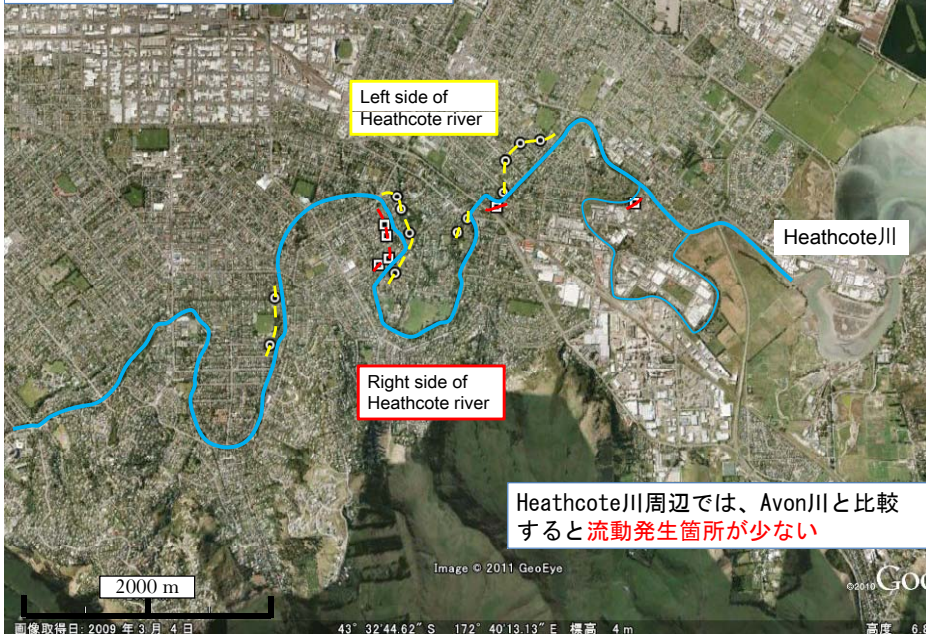
Avon川、Heathcote川周辺：液状化流動影響範囲マップを作成（液状化による側方流動）



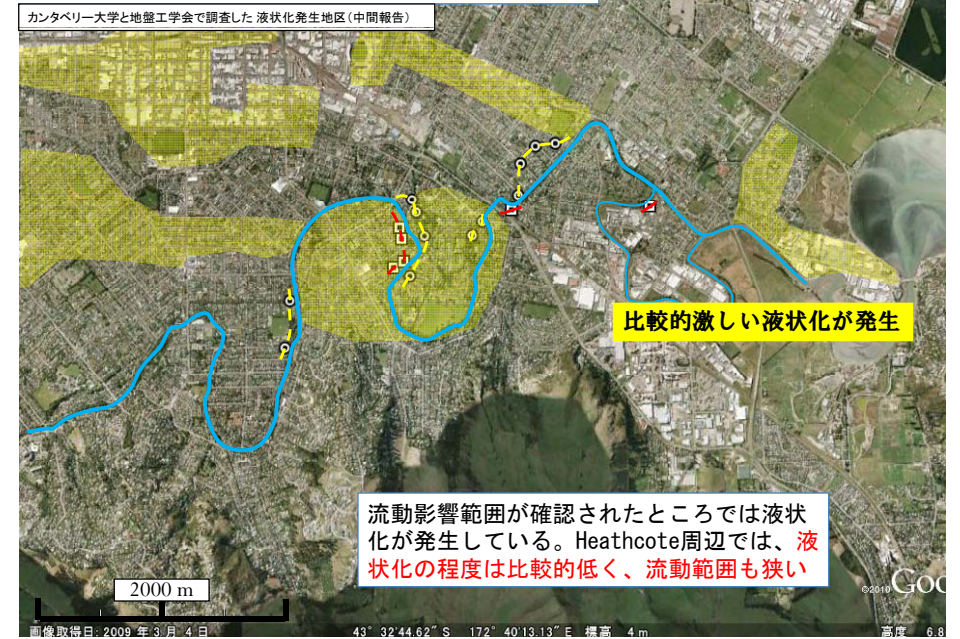
Avon川の液状化流動影響範囲マップ
(2011年2月Christchurch地震)



Heathcote川の液状化流動影響範囲マップ
(2011年2月Christchurch地震)



Heathcote川周辺の液状化発生と流動影響範囲マップ
(2011年2月Christchurch地震)

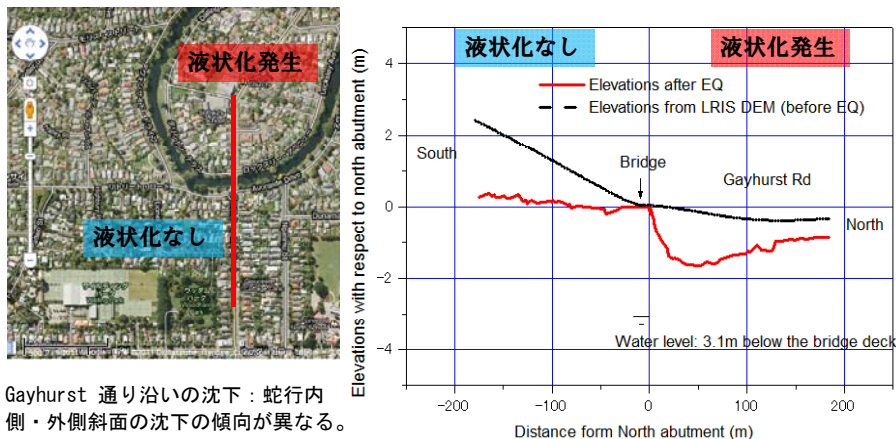


Avonside周辺

河道横断方向の沈下

- 液状化による地盤沈下の影響

計測: 小長井教授、東京大学
細野助教、豊橋技術科学大学

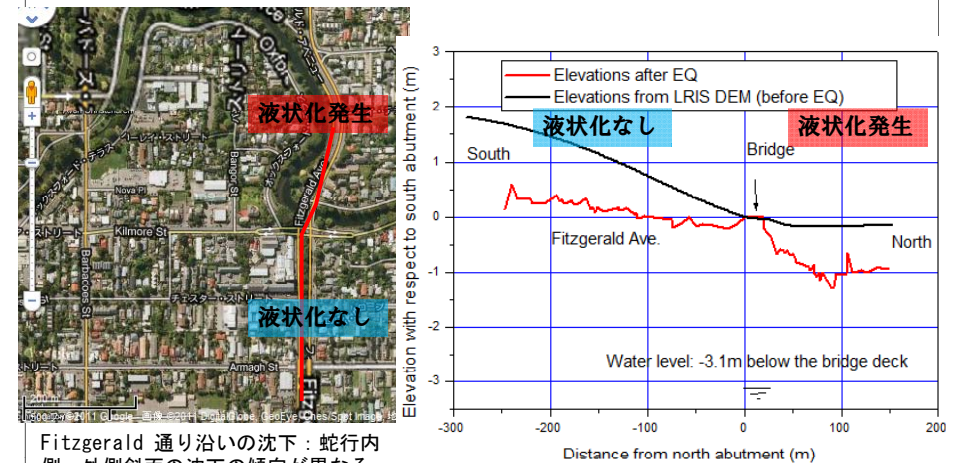


DEMは地形図から作成されたもの。詳細な地形を反映していない可能性あり。目安程度

Avonside周辺

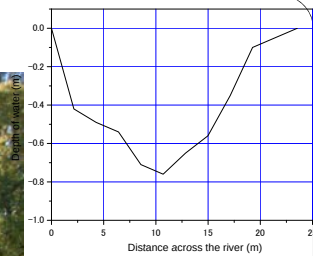
河道横断方向の沈下

計測: 小長井教授、東京大学
細野助教、豊橋技術科学大学



DEMは地形図から作成されたもの。詳細な地形を反映していない可能性あり。目安程度

撮影：小長井教授、東京大学



河床勾配： 0.38×10^{-3}
(DEMより推定)

径深：0.5m程度
(現地にて計測)

流速：0.4m程度
(現地にて計測)

側方流動により河道が
狭まり通水能力低下
洪水の懸念

液状化の発生範囲およびその影響のまとめ

再液状化が発生した

- Kaiapoi
 - 液状化した範囲、規模共に2010年の地震よりも小さい
 - 2010年の地震よりも地震動が小さいため
- Lyttelton
 - 市街地は台地の斜面上にあり、液状化は発生していない（昨年と同様）
 - LPGタンクヤードに噴砂を確認したが、被害はほとんどない（昨年と同様）
- Christchurch
 - 主にAvon川沿いに顕著な液状化が発生。傾向は昨年と似ているが、噴砂量は3～4倍
 - 下流に向かうほど液状化の程度が大きくなる傾向
 - 昨年は報告されなかったHeathcote川沿いでも液状化が発生
 - 道路、橋梁、家屋、埋設管の損傷（沈下・流動変位）
 - 地盤改良の効果が確認された。
 - 側方流動の影響範囲は、河道から最大200m程度。液状化の程度に依存する。
 - 液状化の発生や程度は微地形の影響を受ける（蛇行経路、旧河道の影響）
 - 液状化に伴う地盤沈下した地域では、今後洪水対応・下水道復旧対応に懸念が残る

Thank you for your kind attention



強風により舞飛ぶ噴砂
マスクなしには出歩けない