

**『地盤情報を活用した気候変動が地盤災害リスクに与える影響の研究委員会』
の活動報告**

目的

- 地盤工学会 関東支部では、**ATC-10と連携して地盤情報を対象とした委員会**を継続的に実施
- **地盤情報データベースの構築、地盤モデルの構築、各種ハザードマップの高精度化に向けた活動**を実施
- 昨年度から「**気候変動を考慮した長期的視点での地盤災害**」に着目し活動
- 発生から100年を迎えた**大正関東地震**を対象とし、大正関東地震で発生した地盤災害を改めてレビューした上で、**①100年前、②現在、③気候変動の影響を受けた50年後**を想定し、関東地震が発生した場合の地盤災害を定量的に評価

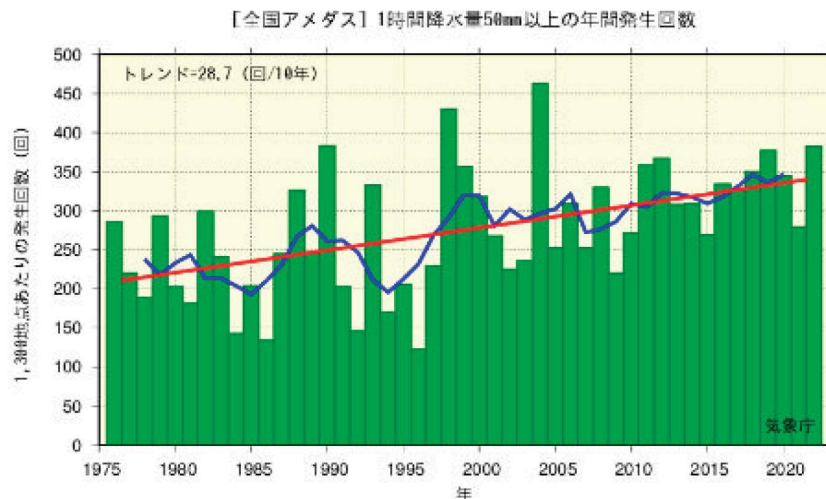
対象時期	主な地盤災害	検討方法
100年前 (関東大震災)	自然地盤 を中心とした被害 (斜面崩壊、液状化)	文献調査、現地調査
現在	人工地盤 (宅地、大規模造成地、盛土・埋土など) の被害が拡大	文献調査、現地調査、 数値シミュレーション
50年後	気候変動 (海面上昇、降雨強度の増加など) に伴う地盤災害が発生?	数値シミュレーション

解決したい課題

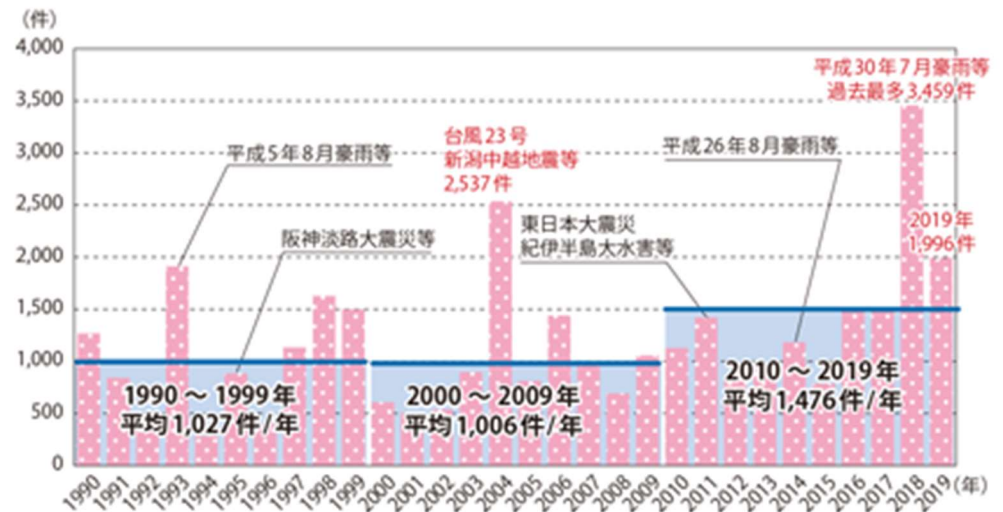
- 近年、**豪雨時における盛土造成地の災害**や**自然斜面の崩壊**といった地盤災害が増加
- その主な原因は、**気候変動により豪雨時の降雨強度**が増しているためであり、将来は益々増加することが予測される

→近い将来に南海トラフ地震や首都直下地震の発生が想定されている中、気候変動を考慮した**長期的視点での地盤災害に関するマルチハザード**の研究は急務と考える。

1時間降水量50mm以上の年間発生回数（日数）



土砂災害の発生件数の推移



資料) 国土交通省

実施体制

No	会務	氏名	所属
1	委員長	王寺 秀介	中央開発株式会社
2	幹事(WG1主査)	落合 努	神奈川大学
3	顧問委員	安田 進	東京電機大学
4	顧問委員	安原 一哉	茨城大学
5	顧問委員	若松 加寿江	関東学院大学
6	WG3主査	石川 敬祐	東京電機大学
7	委員	大井 昌弘	国立研究開発法人 防災科学技術研究所
8	委員	岡田 直人	中央開発株式会社
9	委員	加茂 由紀彦	八千代エンジニアリング株式会社
10	委員	蔡 飛	群馬大学大学院
11	委員	佐々木 修平	住友林業
12	委員	清木 隆文	宇都宮大学
13	WG2主査	関口 徹	千葉大学
14	委員	丹羽 廣海	株式会社フジタ
15	委員	嶽元 幸雄	基礎地盤コンサルタンツ株式会社
	委員	村上 哲	福岡大学
16	委員	劉 国軍	株式会社竹中工務店
17	委員	和田 里絵	応用地質株式会社
18	委員	吉澤 睦博	株式会社竹中工務店

WG1 : **大正関東地震**で発生した地盤災害に関する**文献調査**

WG2 : 海面変動に伴う地下水位上昇による**市街地の液状化被害**の増加

WG3 : 降雨強度増加に伴う**盛土造成地の盛土内水位の上昇と地震時の崩壊危険性**の増大

WG①：大正関東地震で発生した地盤災害に関する文献調査 関東地震の液状化被害（若松 加寿江先生）

- 地震直後に発行された被害報告や地震体験者への聞き取り調査
- 関東平野の**5都県と山梨県の甲府盆地の広範囲**
- 東日本大震災における液状化発生の分布と比較することで100年間の**土地改変に伴う液状化リスクの変化**を明らかになった



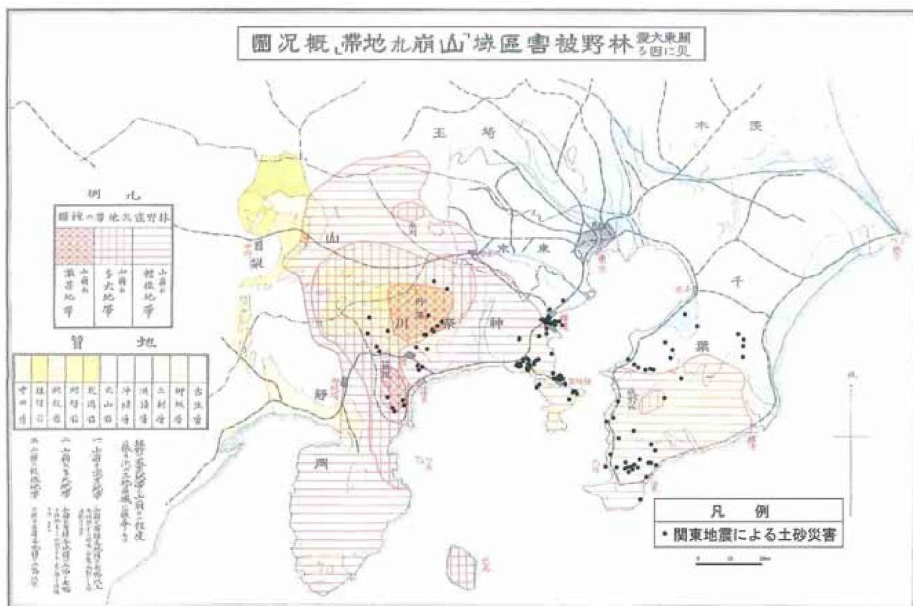
関東地震と東日本大震災の液状化発生地点

出典：若松 加寿江：関東地震による液状化被害，https://jibankantou.jp/event/pdf/20231122special_01.pdf

WG①：大正関東地震で発生した地盤災害に関する文献調査

関東地震の斜面災害（井上公夫先生）

- 関東地震の震源域となった神奈川県を中心に**170箇所**で発生し、**土砂災害のみで1,000人以上の犠牲者**が発生
- 神奈川県小田原市の**根府川地区の地滑り土砂災害地域**で現地調査を実施。地すべりにより列車ごと海に転落する被害が発生した根府川駅近辺や、白糸川上流の大洞の大規模崩壊跡などを調査し、当時の甚大な被害について確認



関東地震による林野被害区域
(出典：関東地震 (1923) 時の
震災地応急測図原図と土砂災害)

白糸川上流 大洞の大規模崩壊跡

WG①：大正関東地震で発生した地盤災害に関する文献調査

文献調査

市町村や自治体が持っている**語り部の冊子(地方の郷土資料)**に記載のある、**実際の被害に関する体験談**等を**アーカイブ化**して地盤工学会で情報共有

- ・調査先の選定（市の図書館等）
- ・アーカイブ化する整理方針の決定
- ・現地への情報収集

収集元	神奈川県関係記事・文献情報検索
	神奈川県立図書館OPAC
	防災専門図書館 蔵書検索
	神奈川大学図書館 OPAC

データ整理例

入手済	検索場所	検索ワード	検索結果数	県	市町村	優先順位	管理番号・資料コード	文献種別	記事・文献タイトル	著者	記載紙・誌名	出版年	備考・ページ
<input type="checkbox"/>	神奈川県関係記事	関東地震	1923	10	神奈川県 逗子市	5	1-0004104177	雑誌文献	[報告] 逗子市小坪に:蟹江由紀、蟹江、歴史地震第30号2			2015	地震動と隆起に関する記載あり。P169~175
<input type="checkbox"/>	神奈川県関係記事	関東地震	1923	10	神奈川県 -	3	1-0000249633	雑誌文献	関東地震(1923) 井上公夫、笠原、歴史地震第24号2			2009	震災地応急側面原因図に集落の被害・地形の変状あり。
<input type="checkbox"/>	神奈川県関係記事	関東地震	1923	10	神奈川県 -	3	1-0000204989	雑誌文献	関東地震(1923) 井上公夫	地球 第23巻第2号		2001	p147~154
<input type="checkbox"/>	神奈川県関係記事	関東地震	1923	10	神奈川県 -	2	1-0000207223	雑誌文献	1923年関東地震の:武村雅之	東京大学地震研		1999	体験談の解析あり。P125~149
<input type="checkbox"/>	神奈川県関係記事	関東地震	1923	10	神奈川県 -	5	1-0000044457		日本の大地震 関東地	茅野一郎	地震学会ニューズ		p10~14
<input type="checkbox"/>	神奈川県関係記事	関東大地震	1923	3	神奈川県 -	5	1-0000002508	雑誌文献	1923年関東大地震	殿内啓司	応用地質調査事		
<input type="checkbox"/>	神奈川県関係記事	関東大地震	1923	3	神奈川県 平塚市	5	1-0000009215	雑誌文献	平塚市における地震防	田治米辰雄	神奈川大学工学部		神奈川県地盤調査に関する記載あり。
<input type="checkbox"/>	神奈川県関係記事	関東大震災	1923	27	神奈川県 座間市	5	1-1000028889	図書文献	関東大震災の遺物	神:渡部由紀子	災害の記憶をつづ	2023	p131-134
<input type="checkbox"/>	神奈川県関係記事	関東大震災	1923	27	神奈川県 -	5	1-1000032732	図書文献	震源直上で何が起こっ	武村雅之	関東大震災の全史	2023	p19-34
<input type="checkbox"/>	神奈川県関係記事	関東大震災	1923	27	神奈川県 -	3	1-0004200756	図書文献	1923年の関東大震災	地盤工学会	防 防災・環境・維持	2015	p24-26
<input type="checkbox"/>	神奈川県関係記事	関東大震災	1923	27	神奈川県 -	5	1-0000045919	雑誌文献	1923年9月1日関	金原左門	西さがみ庶民史		p12~17 庶民史録
<input type="checkbox"/>	神奈川県立図書館(関東地震)	1923		3	神奈川県 平塚市	2		60605664	郷土資料	自然と文化	平塚市博物館/藤	2012	p18,72 体験談記録
<input type="checkbox"/>	神奈川県立図書館(関東大震災)	1923	体験談	3	神奈川県 -	2		60715893	郷土資料	新編鎌倉震災志	NAMAZUの会/-	2017	『鎌倉震災誌』の記事を中心として、当時の記録や写
<input type="checkbox"/>	神奈川県立図書館(関東大震災)	1923		157	神奈川県 -	4		22647069	図書	大正大震災号	高橋五山 高橋 復刻写真集	2012	今から約90年前に起きた関東大震災の写真を復刻。
<input type="checkbox"/>	神奈川県立図書館(関東大震災)	1923		157	神奈川県 -	4	60133741・60628179	郷土資料	大震災写真画報	大阪朝日新聞社		1923	
<input type="checkbox"/>	神奈川県立図書館C-			-	神奈川県 海老名市	1		50069186	郷土資料	海老名むかしばなし第	海老名市秘書広	1986	
<input type="checkbox"/>	神奈川県立図書館C-			-	神奈川県 海老名市	1		60630076	郷土資料	海老名むかしばなし第	海老名市秘書広	1986	
<input type="checkbox"/>	神奈川県立図書館C-			-	神奈川県 横浜市	1		50627686	郷土資料	横浜市災害誌	横浜市役所市史	1926	第1冊から第5冊まであり。神奈川県にもあるか。
<input type="checkbox"/>	神奈川県立図書館C-			-	神奈川県 鎌倉市	1		70596994	図書	鎌倉災害誌	鎌倉町役場	1930	所蔵場所は川外野庭
<input type="checkbox"/>	神奈川県立図書館C-			-	神奈川県 鎌倉市	1	65103442 65103434 50425875	郷土資料	鎌倉災害誌	鎌倉町鎌倉震災		1930	県書取寄
<input type="checkbox"/>	神奈川県立図書館C-			-	神奈川県 藤沢市	1		50415876	郷土資料	藤沢のむかしと学校百	藤沢市小学校PT	1974	県本2密
<input type="checkbox"/>	神奈川県立図書館C-			-	神奈川県 藤沢市	1		60374683	郷土資料	鶴沼海岸百年の歴史	(高木和男)	1989	県本2密
<input type="checkbox"/>	神奈川県立図書館C-			-	神奈川県 藤沢市	1		50022342	郷土資料	辻堂のあゆみ	落合久夫	1974	県本2密
<input type="checkbox"/>	神奈川県立図書館C-			-	神奈川県 藤沢市	1		50425925	郷土資料	そのときがみはらは	相模原市消防本	1981	県本2密

WG②：海面変動に伴う地下水位上昇による市街地の液状化被害の増加

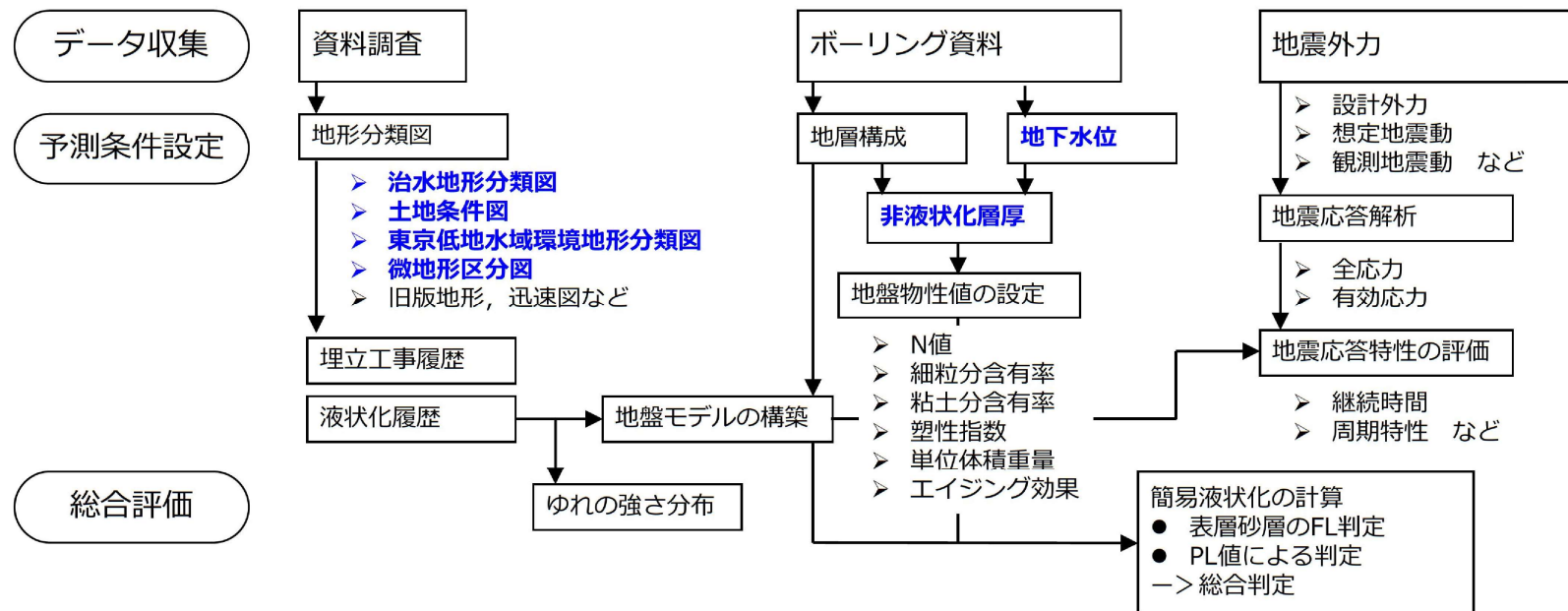
□ 対象地域：地下水位上昇による影響が最も深刻な**東京湾岸の低地（葛飾区）**

□ 液状化危険性の増大にかかわる**地下水位の上昇要因**

- ① **海面上昇**（気候変動関連，時間依存）
- ② **猛烈な雨**（気候変動関連，時間非依存）
- ③ **地下水くみ上げ規制による回復**（気候変動非関連，時間依存）

<液状化が発生しやすい条件>

- 地下水位が浅い → **非液状化層厚の問題**
- ゆるい砂層が堆積する → **沖積砂層の分布の問題**，液状化履歴
- 地震動が大きい → 工学的基盤以浅の地震応答特性の問題，想定する地震動の問題

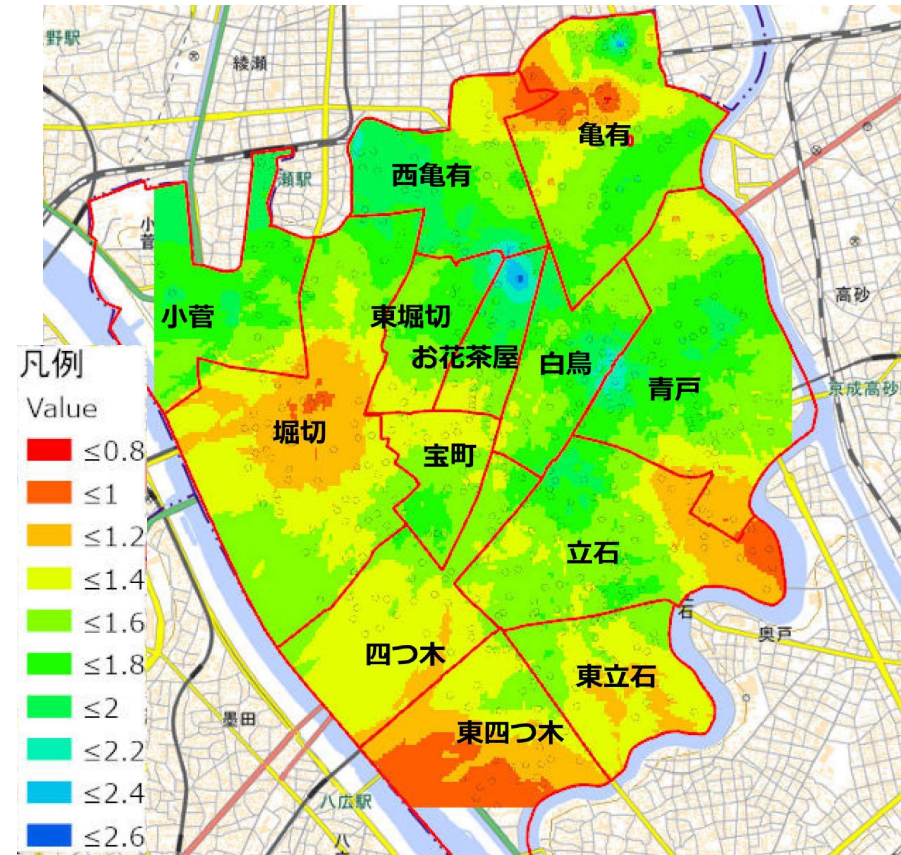


WG②：海面変動に伴う地下水位上昇による市街地の液状化被害の増加

- 既存ボーリングデータ収集（建築確認申請閲覧資料） **660**本
- ボーリングデータの孔内水位より**地下水分布**を整理（**GL-1.45±1.0m**）
- 地盤モデル：三次元グリッドモデル（木村2014）



既存ボーリングデータ位置図



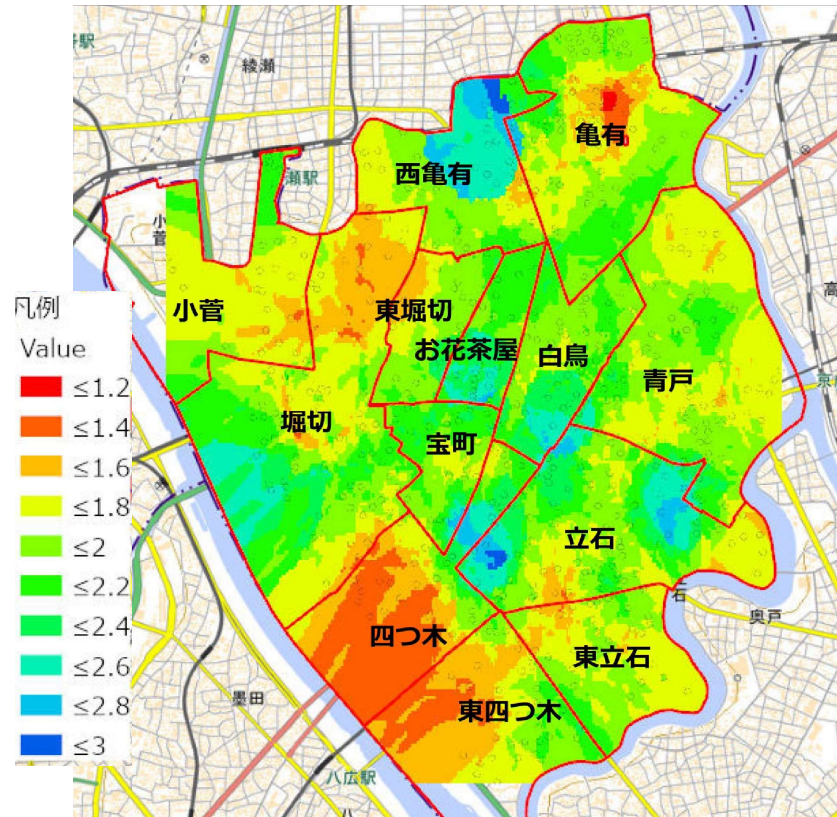
地下水位分布図 (GL)

非液状化層の層厚分布

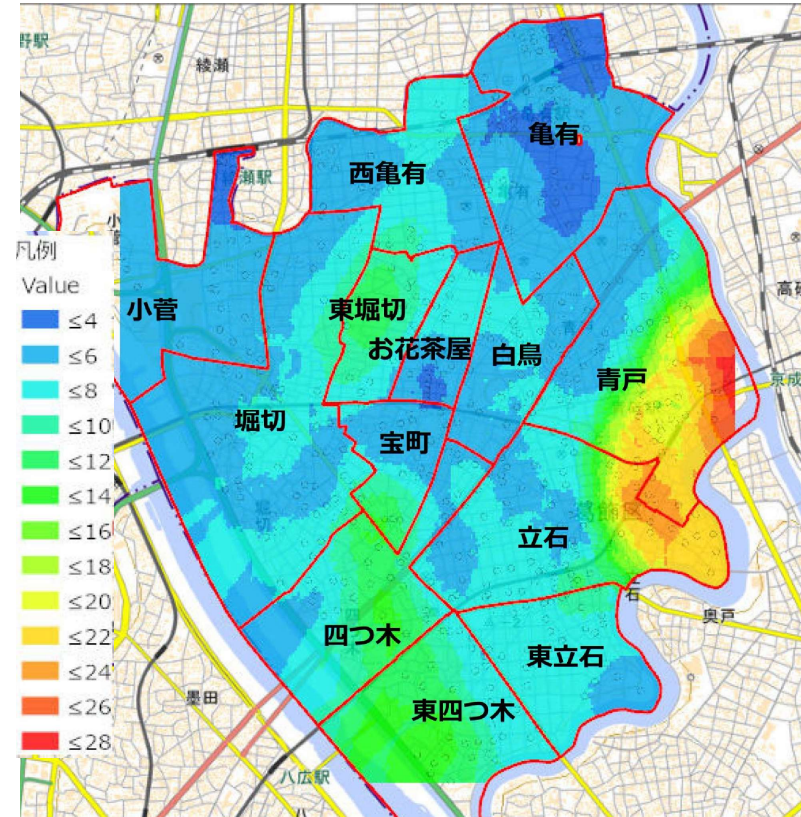
- 非液状化層厚が薄い地域は古隅田川沿い(亀有, 堀切・小菅), 四つ木や東四つ木

液状化対象層 (砂層) の層厚分布

- 西亀有～東四つ木 (南北方向) に帯状に砂層が厚く堆積する特徴.
- 青戸 (現中川沿い) は比較的に締まった砂層が堆積
- 他の領域は, 10m弱のゆるい砂層が堆積



表層の非液状化層厚



液状化対象層 (砂層) の層厚

WG②：海面変動に伴う地下水位上昇による市街地の液状化被害の増加

今後の予定

- 気候変動による海面上昇が地下水位に及ぼす影響を**2次元地下水流動解析**を評価
- その後、**地下水位上昇に伴う液状化発生範囲の拡大**、市街地の戸建て住宅や道路・ライフラインの被害の増加などについて、定量的なシミュレーションを実施

WG③：降雨強度増加に伴う盛土造成地の盛土内水位の上昇とそれによる地震時の崩壊の危険性の増大

- 「**大規模盛土造成地滑動崩落防止事業**」の調査データを活用
- 代表的な盛土**を対象にして、降雨強度が増加した場合の盛土背後の**集水地から地下水の流入や浸透**を解析した上で、地下水の流入・浸透による**盛土内水位の上昇**を用いて、**豪雨時および地震時のすべり崩壊の発生しやすさの変化**を定量的に解析

□代表的な盛土

➡都県で公開されている**大規模盛土造成地データ**の活用

➡**第一次スクリーニング結果**：盛土造成地の抽出

盛土造成地の諸元（面積，高さ，幅，厚さ，距離，原地盤勾配）

➡**第二次スクリーニング計画の策定**：造成年代調査と現地踏査による優先度評価

優先度評価項目（造成年代，盛土および擁壁の形状と構造，変状，地下水，盛土下の不安定な土層）

□集水地からの地下水の流入量

➡埼玉県内の観測史上10位の降水量に着目

➡**代表的な台風の総降水量と時間雨量**を整理

➡時間雨量を変数とした，降雨強度を設定する

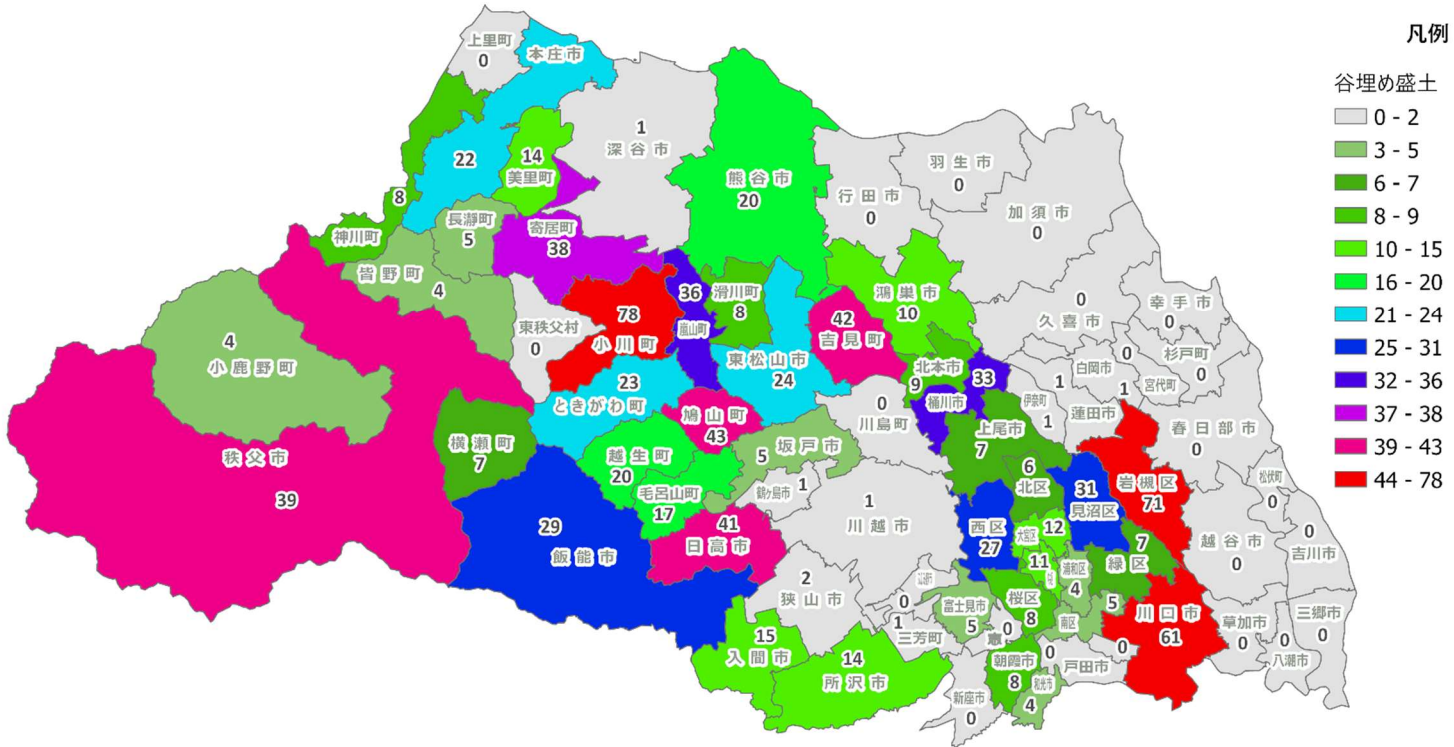
□解析手法

➡**非定常浸透流解析 + 複合すべりによる安定計算**

埼玉県 大規模盛土造成地 基礎調査の結果

埼玉県の谷埋め盛土造成地：

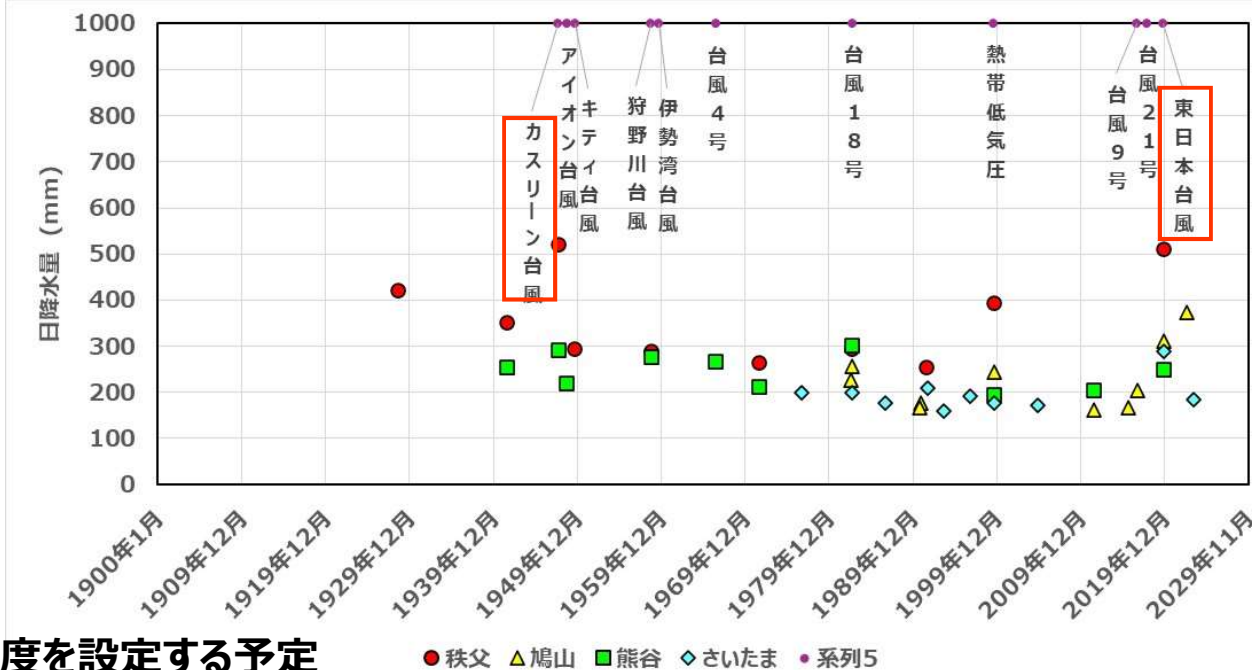
- 大宮台地周辺
- それ以外（丘陵地やその他台地）



埼玉県内の観測史上10位までの日降水量

気象庁観測開始

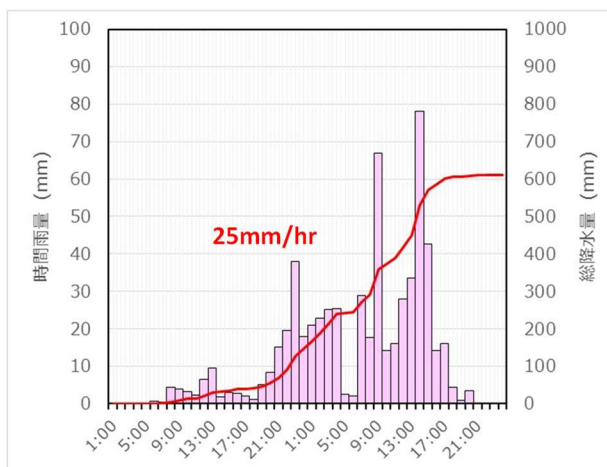
秩父：
1926/1-
鳩山：
1977/12-
熊谷：
1896/12-
さいたま：
1976/4-



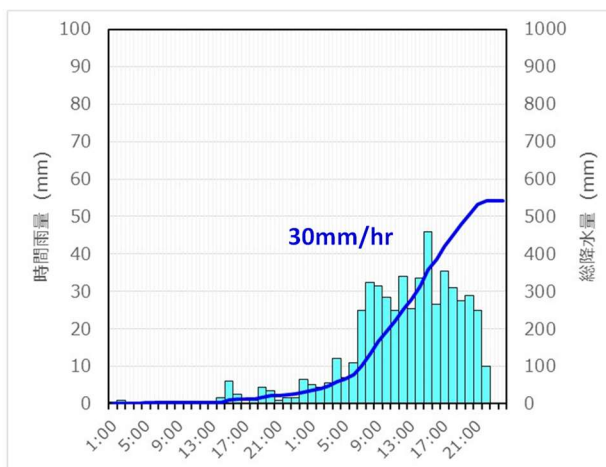
代表的な台風：

- ・総雨量と時間雨量を整理
- ・時間雨量を変数として，降雨強度を設定する予定

秩父 降水量の経時変化



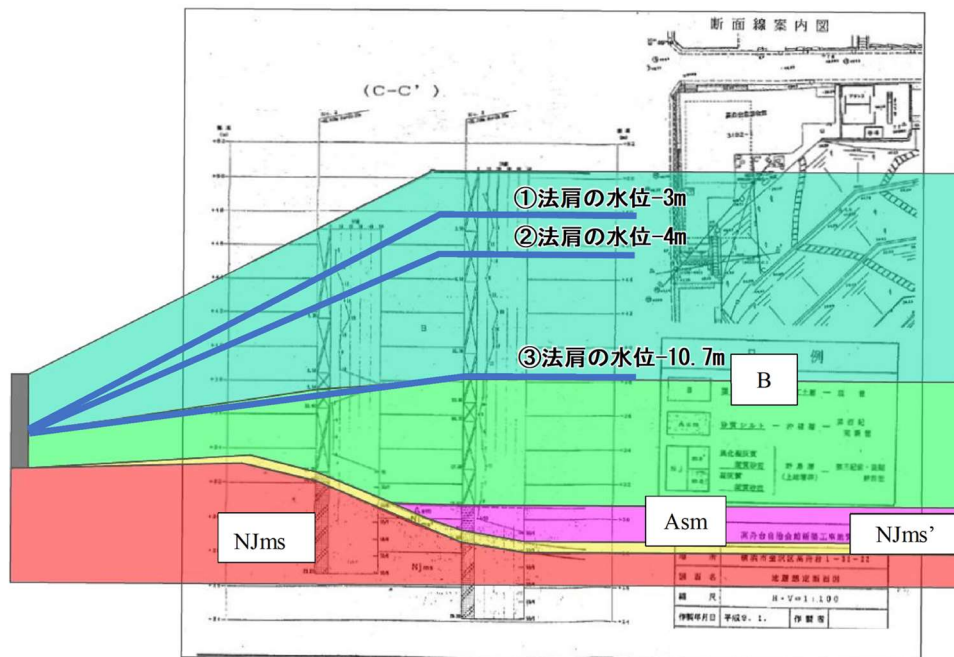
1947/9/15 : カスリーン台風



2019/10/12 : 東日本台風

□神奈川県 大規模盛土造成地の解析事例

- 神奈川県の大規模盛土造成地の安定性を評価するために、安定計算を実施
- 地盤モデルは、既往のボーリングデータを参考に、盛土地盤の礫及び礫まじり砂として一般的な土質定数を用いた
- 地下水位は①排水異常・気候変動考慮、②排水正常・気候変動考慮、③排水正常・気候変動考慮せずの3ケースを想定
- その結果、CASE①の排水異常・気候変動考慮の状態では、地震時（水平震度0.25）で安全率が1を下回る結果となった



CASE	地下水位	Fs	
		常時	地震時
①	高い	1.583 > 1	0.913 < 1
②	中位	1.736 > 1	1.011 > 1
③	低い	1.768 > 1	1.047 > 1

今後の予定

- 研究成果は、報告書として取りまとめ、国、自治体、事業者、一般市民向けに**ウェブサイト**で公開する。
- また、気候変動を考慮した地盤災害マルチハザードに対する脆弱性を明らかにすることで、**関東の都県の防災対策の基礎資料**とする。

本研究を実施するにあたり、**鹿島学術振興財団**から多大なご支援をいただいた。
ここに記して感謝の意を表す。