

『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
- 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
- 「**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
- 気候変動を考慮した地震時の地盤災害の様相**を明らかにし、**マルチハザードの評価手法を提案**

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	基礎地盤コンサルタンツ株式会社
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

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

- 大正関東地震に関する文献調査は、**神奈川県内の幾つかの図書館**を対象に蔵書検索でキーワード「1923年関東地震」等に該当する書籍を検索した。
- 今回新たに収集した書籍は**20冊**であり、それぞれ「液状化」「土砂災害」「体験談・日記」「写真」でカテゴリー分けをした。

検索対象

- ① 神奈川県関係記事・文献情報検索
- ② 神奈川県立図書館OPAC
- ③ 防災専門図書館 蔵書検索
- ④ 神奈川大学図書館 OPAC

文献調査リスト 一部

No.	県	市町村	資料名	著者・编者	発行者	発行年	備考
4-1	神奈川県	川崎市	関東地震時の川崎市における液状化地点，第14回土質工学研究発表会昭和54年度発表講演集，pp.1289-1292.	久保慶三郎， 杉山孝志， 安田 進	土質工学会	1979	川崎市が実施した地震体験者728名への聞き取り調査 で明らかになった液状化地点（163名分）の分布図と微地形との関係が地図化されている。
4-2	神奈川県	座間市	座間の語り伝え―外編2・関東大震災―	語り伝え聞き取り調査団/ 座間市市史編さん係	座間市教育委員会	1984	座間市における体験談集 で液状化に関する証言が多数収録されている。
4-3	神奈川県	茅ヶ崎市/平塚市/ 寒川町	関東大地震による相模川下流域の液状化発生地点と地形・地盤条件との関係，第21回土質工学研究発表会昭和61年度発表講演集，pp.825-828.	古藤田喜久雄， 若松加寿江， 渡辺一夫	土質工学会	1986	相模川下流の茅ヶ崎市と平塚市で実施された 地震体験者174名への聞き取り調査 で明らかになった液状化の概要と液状化地点が示されている。若松著「日本の液状化履歴マップ745-2008」には調査原図から転記した詳細な液状化発生位置が収録されている。
4-4	千葉県 埼玉県	千葉市/館山市 幸手市/杉戸町/春日部市/越谷市	地盤変状と地中構造物の地震被害に関する研究，昭和63年度調査・研究報告書第1分冊，pp.201-371		地震予知総合研究振興会	1988	千葉県と埼玉県での液状化発生に関する文献調査と 住民からのヒアリング調査の結果 が収録されている（pp.201-371）。
4-5	東京都/ 千葉県/ 埼玉県/ 神奈川県	葛飾区ほか	地盤変状と地中構造物の地震被害に関する研究，平成元年度調査・研究報告書，pp.9-32		地震予知総合研究振興会	1989	葛飾区古隅田川沿岸での 液状化発生に関する住民からのヒアリング調査結果 と、東京、千葉、埼玉、神奈川の液状化地点の地盤調査結果が収録されている（pp.9-32）。
4-6	神奈川県	藤沢市・茅ヶ崎市・寒川町・海老名市・綾瀬市・座間市・相模原市・厚木市・伊勢原市・平塚市	相模川流域における関東地震と液状化，神奈川地学，No.72，pp.1-14.	杉本誠史	神奈川地学会	1991	藤沢市・茅ヶ崎市・寒川町・海老名市・綾瀬市・座間市・相模原市・厚木市・伊勢原市・平塚市における液状化の記録が収録されている。 一般では入手が困難な郷土資料などの記録が丹念に収集 されている。
4-7	神奈川県	小田原市・箱根町・大井町・中井町	関東地震による酒匂川流域の液状化，神奈川地学，No.73，pp.8-13.	杉本誠史	神奈川地学会	1993	小田原市・箱根町・大井町・中井町における液状化の記録が収録されている。 一般では入手が困難な郷土資料などの記録を丹念に収集 されている。
4-8	神奈川県	川崎市	関東大地震による川崎臨港地区の液状化，神奈川地学 No.74，pp.1-4.	杉本誠史	神奈川地学会	1994	川崎市臨港消防署がまとめた 関東地震の体験談集の中から液状化と考えられる証言 を抽出し、証言の内容と液状化地点の分布を収録している。
4-9	東京都	多摩市・稲城市・狛江市・国立市、東村山市	武蔵野台地・多摩丘陵での液状化の検討，平成8年度東京都土木技術研究所年報，p.255-262.	小川 好， 岡本 順	東京都土木技術研究所	1996	多摩地区地震災害調査の調査原票に記載されている 関東地震の地震体験者の液状化に関する証言19件 が掲載されている。

文献調査リスト 一部

pdf No.	県	市町村	管理番号 資料コード	文献種類	記事・文献タイトル	著者	出版年	備考/該当ページ
2-1	神奈川県	-	60715893	郷土資料	新編鎌倉震災志	NAMAZUの会/編	2017	『 鎌倉震災誌 』の記事を中心として、当時の記録や写真と体験談、当地の地質や地盤のこと
2-2	神奈川県	海老名市	50069186	郷土資料	海老名むかしばなし第3集	海老名市 秘書広報課	1986	震災体験談集
2-3	神奈川県	藤沢市	50415876	郷土資料	藤沢のむかしと学校百年	藤沢市小学校 PTA	1974	
2-4	神奈川県	藤沢市	60374683	郷土資料	鵠沼海岸百年の歴史 (第二追補版)	高木和男	1989	
2-5	神奈川県	藤沢市	50022342	郷土資料	辻堂のあゆみ	落合久夫	1974	震災体験談集
2-6	神奈川県	藤沢市	50425925	郷土資料	そのときさがみはらは ー関東大震災40人の体験談ー	相模原市 消防本部防災課	1981	
2-7	神奈川県	平塚市	50643014	郷土資料	西さがみ庶民史録第5号	西さがみ庶民史 録の会	1983	震災体験談 など
2-8	神奈川県	大井町	11108271	図書	大井町教育史	大井町 教育委員会	1973	小学校 の被害記録

午前十一時五十八分突如トシテ大地震襲来シ 第一震ニ於テ 御真影奉安所 校舍 図書館 書庫 同時二百雷ノ一時ニ落ソルガ如キ音響ト濛々タル砂煙ヲアゲテ倒潰粉碎ス。続イテ第二震ニヨツテ講堂モ倒潰シ 便所ノ一部ヲ残シテ門塀 教員住宅ノ大半迄破壊シ了レリ。校庭ハ所々大亀裂ヲ生シ 水ヲ噴出スルニ至レリ。(由比ガ浜 鎌倉第一小学校・038頁写真参照)

——相澤善三「大地震により鎌倉小学校の校舍全壊」

家族八名が平屋部分の食堂にいて、箸をとった時だった。突然、地鳴りと共に物凄く揺れ始めた。父が誰かがガラス戸を開け、飛び出そうとしたが開かない。戸の外では屋根瓦が滝のように降っているのが見えた。メリメリツと言う音と同時に轟音がして、東側棟続きの総二階建ての部分が倒壊した。母は弟に覆い被さり、埃が渦巻き、接続の廊下にポツカリと穴が空き外が見えた。つい先程迄そこに居たのである。(由比ガ浜)

——八三会『文集 関東大震災の思い出』

六 関東大震災と学校

小学校のこと、家のこと、母のこと、師範学校のこと、結婚のこと、長男のこと、教員生活のこと、報徳教育のこと、知人のこと、川村氏のこと、蘇峰先生のこと、わが家の六曲屏風のこと、恩師のこと

六、関東大震災と学校

大正十二年九月一日に起こった地震は関東一円の一府八県に及び、その被害総額五十五億円、死者十万余といわれる。地面のき裂、家屋の倒壊もさることながら、これにともなう火災の被害はいっそうじん大であって、東京はその二分の一が焦土と化した。

地震の中心地であった本県の震動は、ひじょうに強烈なものであったが、この日は夏休みが終わって二期が始まった日で、たいていの小学校は始業式につづいて学級訓話などをして児童を帰した後に起きたものであったので、学校における児童の被害はきわめて少なかったことは不幸中の幸いであった。

各小学校の沿革誌にしている関東大震災による学校の被害状況、復旧状況をつぎにする。

1 金田小学校

九月一日 午前十一時五十八分未曾有ノ大震災アリ

遠来ノ如キ音響ト共ニ大地鳴動シ、同時地面ニハ凹凸亀裂ヲ生ジ一部ヨリ濁水噴出シテ地盤ニ著シキ変化ヲ生ジ、総テノモノ其ノ位置ニアル能ハズ、校舍ハ殆ンド倒潰シ使用ニ堪エズ。機械器具標本其他ノ損害甚大ニシテ其ノ惨状実ニ筆舌ニツクシ難シ、幸ニシテ児童ハ帰宅後ナリシカバ一人ノ負傷者モナク、御真影モ

亦無事ナリシハ天祐トイフノ外ナシ

気候変動に関する情報収集

① 関東地方で大水害が発生した際の課題

- 東京都足立区では**洪水ハザードマップが5つ存在**し、洪水する河川に応じて避難場所が異なること
- 最近の洪水被害の傾向として**近年森林の伐採がないことで野地化**し山体崩壊が発生しやすくなり、更に土砂と根付きの木材を多く含む土石流が多いこと
- 避難指示を発令しても住民が**なかなか避難しない**こと

② 気候変動に関する講演

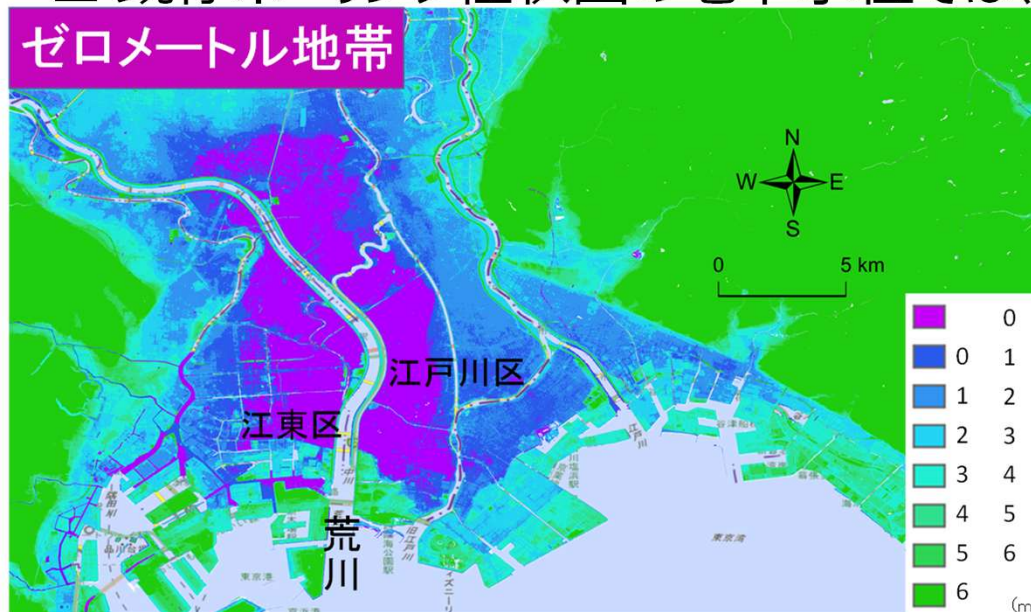
- 近年、特に日本海側で豪雨や豪雪が度々発生しているが、その要因として**日本周辺の海水温が非常に高い**こと
- これは北極圏の温暖化による**偏西風の蛇行も影響**しているとのことで、特に気候変動は**北半球の方が南半球と比べて影響が大きい**とのことであった。
- この状態が続くと、異常気象がニューノーマルとなり、**日本の四季が二季へなる可能性が高くなる**と警笛を鳴らされていたことが印象であった

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

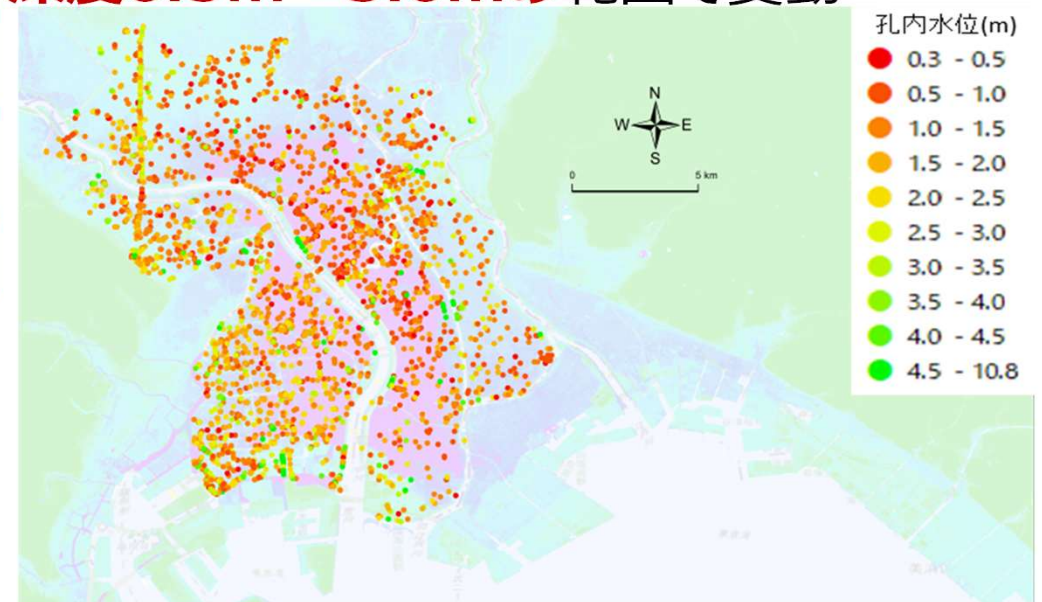
対象地域：地下水上昇による影響が最も深刻な**東京湾岸の低地**

ゼロメートル地帯の地下水位のメカニズムを明らかにすることに主眼

既存ボーリング柱状図の地下水位では、**深度0.5m～3.0mの範囲**で変動



**ゼロメートル地帯
(地下水くみ上げによる地盤沈下で形成)**



ゼロメートル地帯の地下水位

- 昔の古地図より、東京都江東区や江戸川区は**元々干拓地で地表付近まで地下水位があった**。
- 1964年当時の江戸川区はスローガンに「**雨が降っても長靴をはかないまちづくり**」を掲げていたことから、雨が降ると度々水浸しになっていたことが想定された。

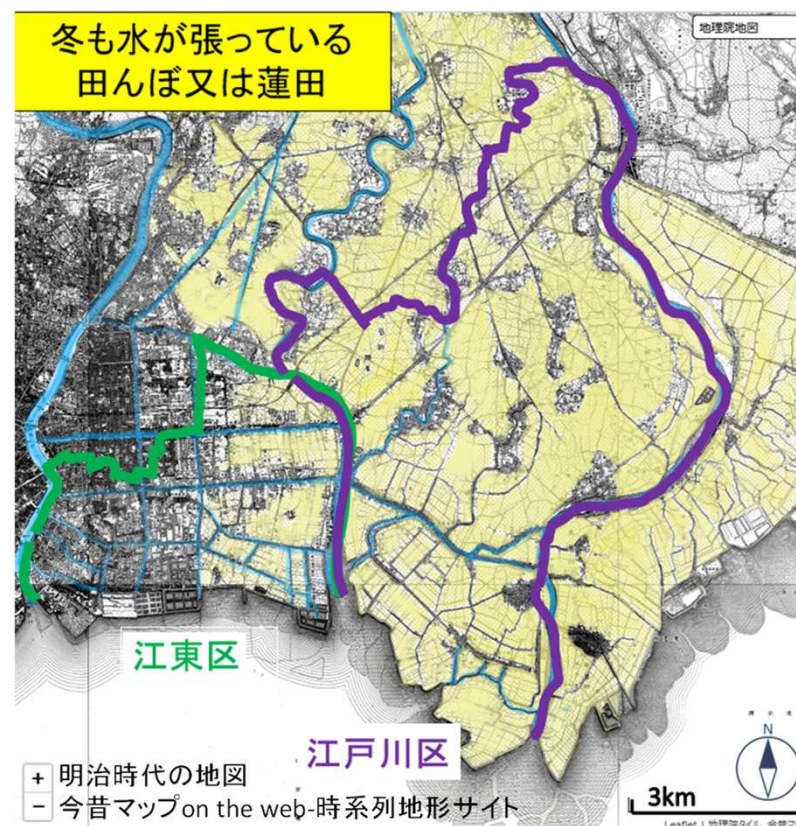


写真が語る江戸川区の100年

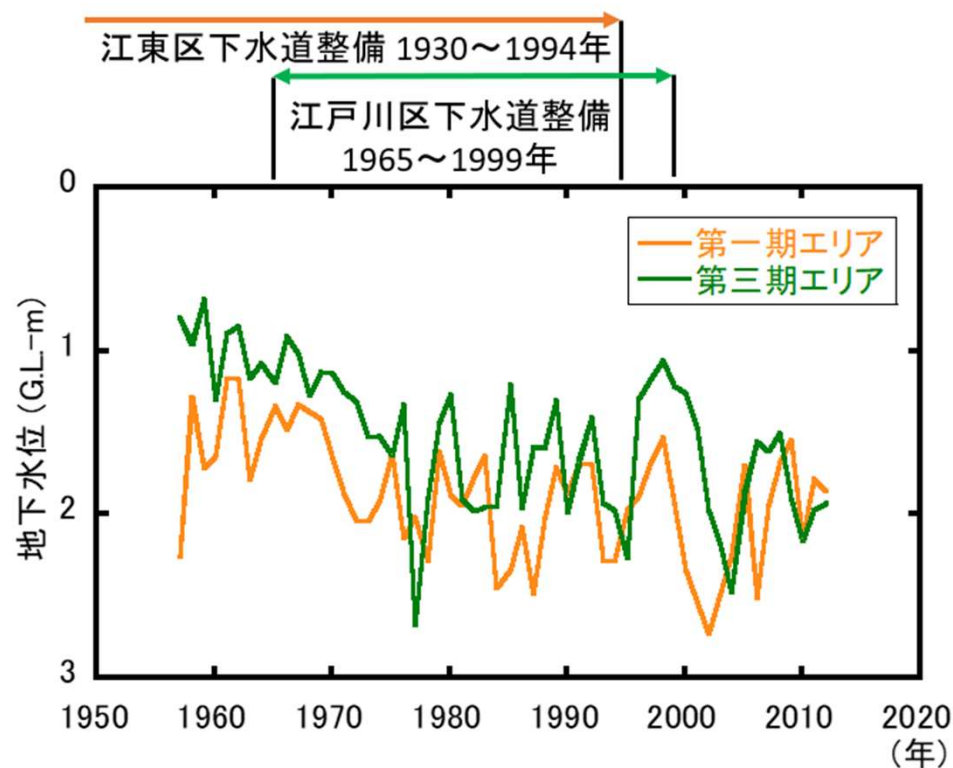
元々湿地帯で、江戸川区は雨の日は
長靴が欠かせないくらい水浸し



1964年江戸川区スローガン
「**雨が降っても長靴をはかないまちづくり**」



- 江東区や江戸川区の**下水道整備状況と年平均地下水位の経年変化**によると**下水道の普及に伴い地下水位が低下している状況**が確認できる。
- 下水道管の接合部等から地下水が下水道管へ浸水したことが原因と考えられる



平均地下水位の年変化



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

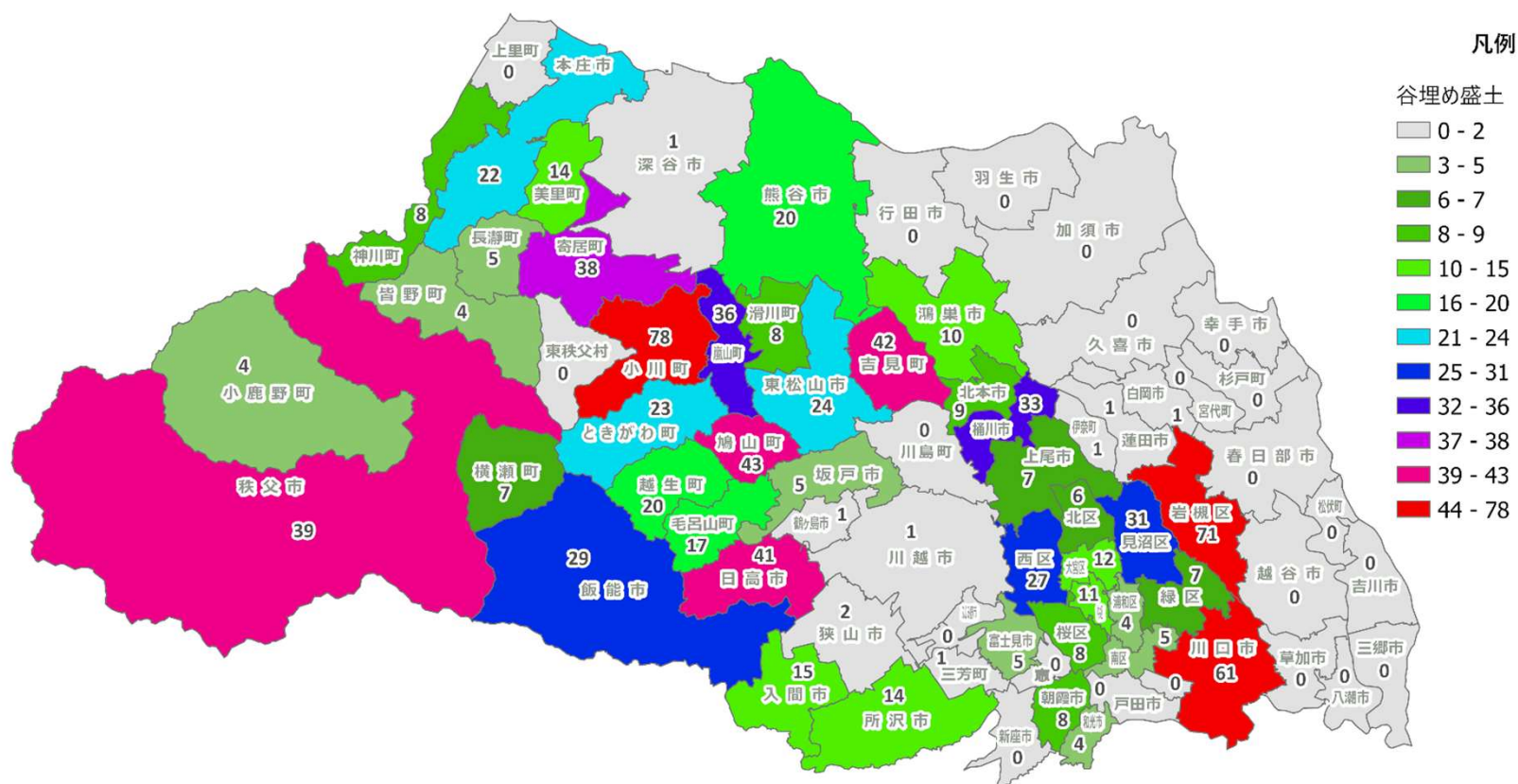
□解析手法

- ➡**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：

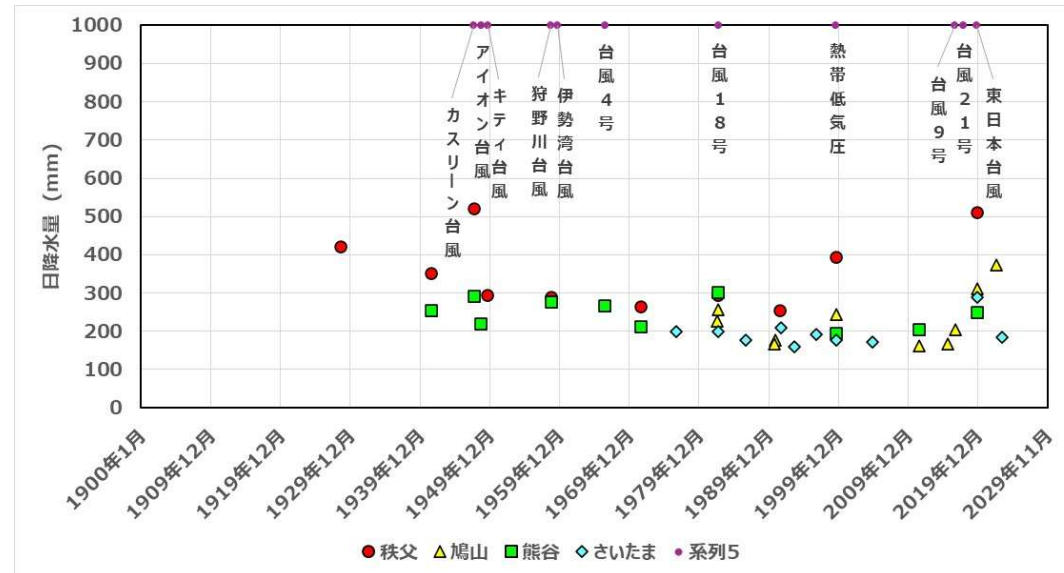
- 大宮台地周辺
- それ以外（丘陵地やその他台地）



埼玉県内の観測史上10位までの日降水量

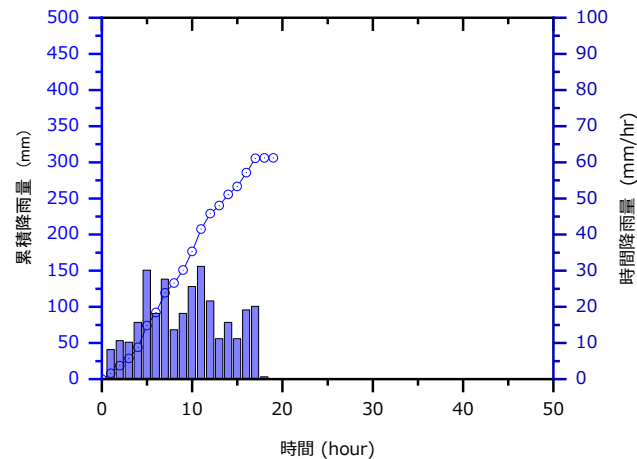
気象庁観測開始

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

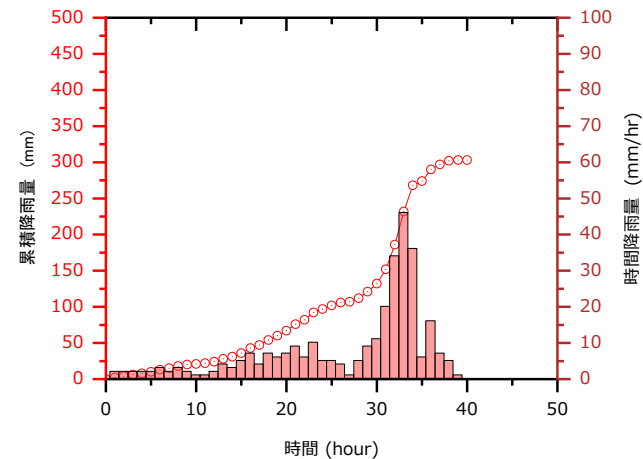


2019/10/12 : 令和元年東日本台風

1982/9/12 : 台風18号



- 総降雨量 : 306mm
- 降雨継続時間 : 19時間
- 降雨強度(平均) : 15.3mm/hr



- 総降雨量 : 303mm
- 降雨継続時間 : 40時間
- 降雨強度(平均) : 7.6mm/hr
- 30時間までの降雨量 : 132mm

気象庁 : <https://www.data.jma.go.jp/stats/etrn/index.php>

埼玉県の降雨特徴

- 総降雨量 : 300mm程度
- 降雨継続時間 : 24時間程度, 24時間以上

盛土造成地宅地の豪雨による地下水位変化

● 検討断面

- 地形：山地，丘陵地，台地
- 盛土厚：厚い，薄い

● 検討方法

- 二次元浸透流解析

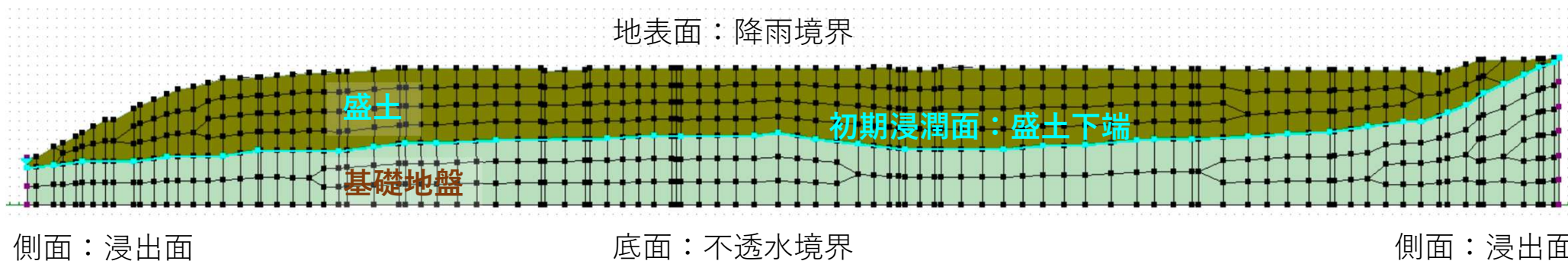
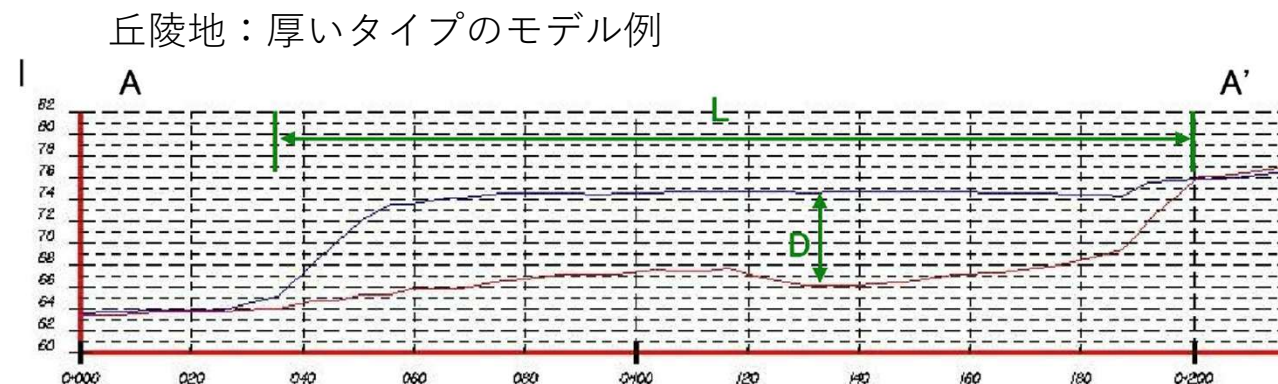
● 各層の浸透特性

- 不飽和浸透特性はVGモデル
- 盛土層は，まさ土，関東ローム，黒ボクの3種類

竹下祐二，河野伊一郎：不飽和浸透特性の推定方法とその提供について，地盤と建設，Vol.11, No.1, 1993.

● 境界条件

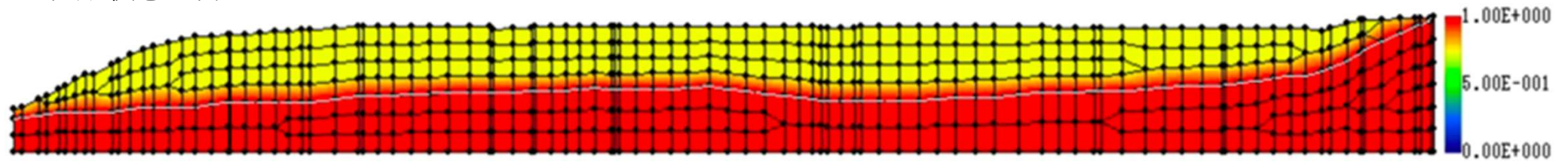
- 排水設備：考慮無し



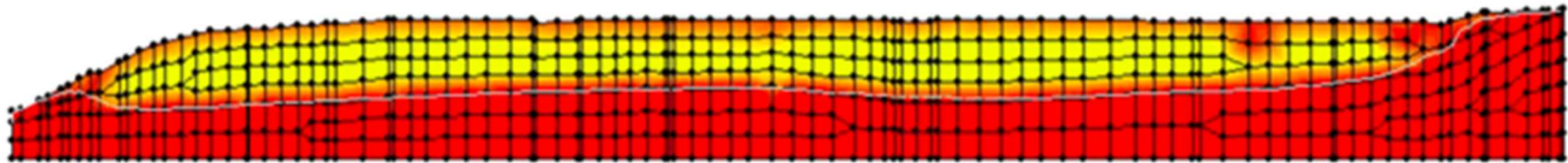
口盛土造成地宅地の豪雨による地下水位変化

丘陵地：厚いタイプのモデル例，盛土材＝黒ボク

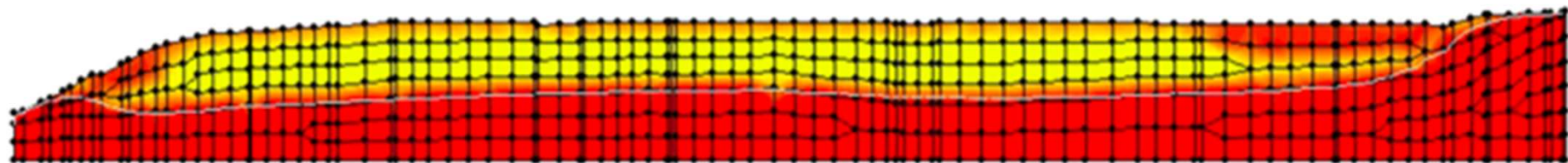
初期状態：降雨なし



総降雨量：300mm，降雨強度：大きい



総降雨量：300mm，降雨強度：小さい

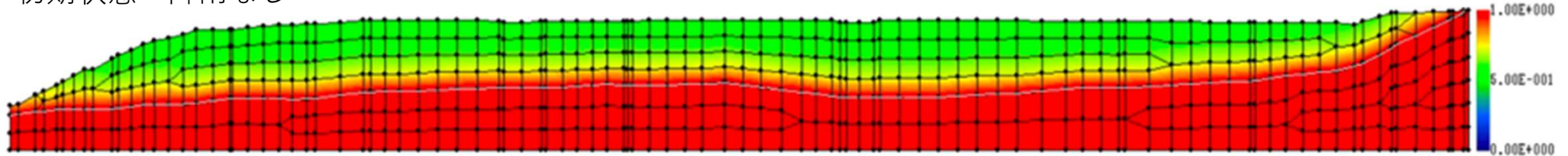


飽和度分布

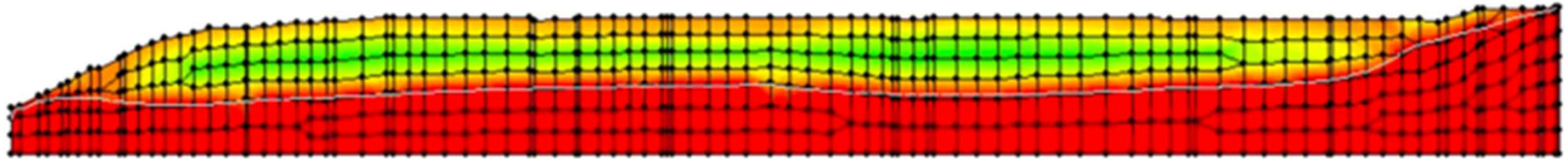
盛土造成地宅地の豪雨による地下水位変化

丘陵地：厚いタイプのモデル例，盛土材＝関東ローム

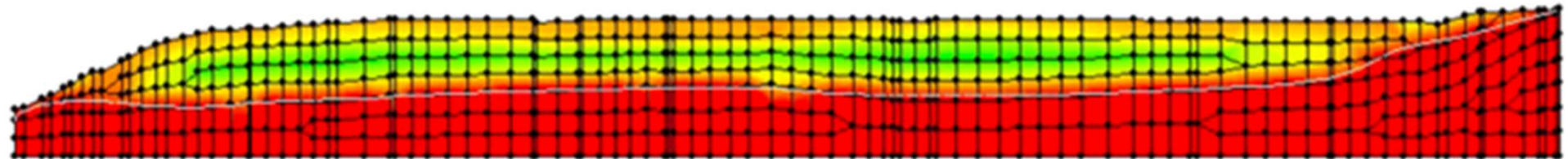
初期状態：降雨なし



総降雨量：300mm，降雨強度：大きい



総降雨量：300mm，降雨強度：小さい

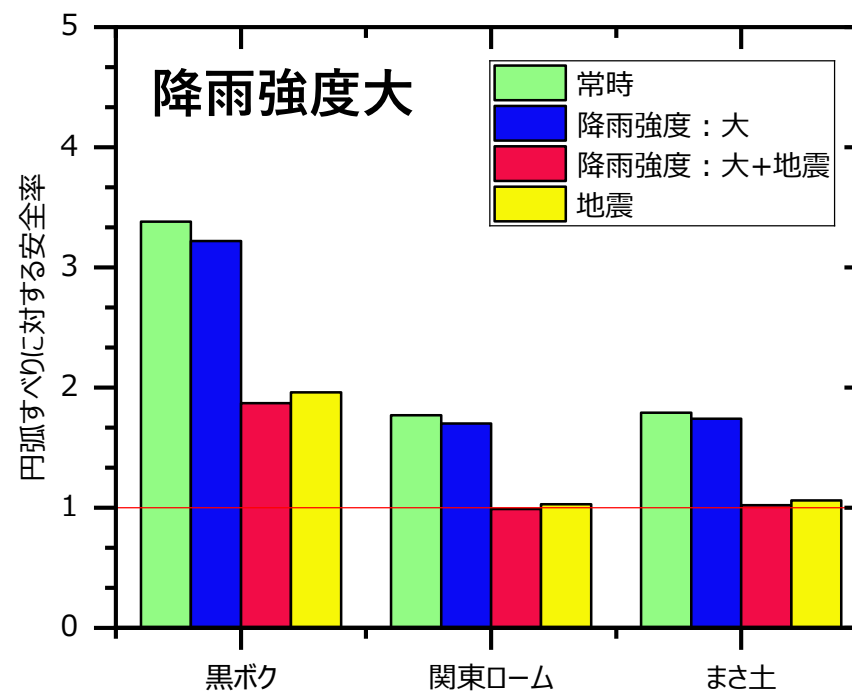
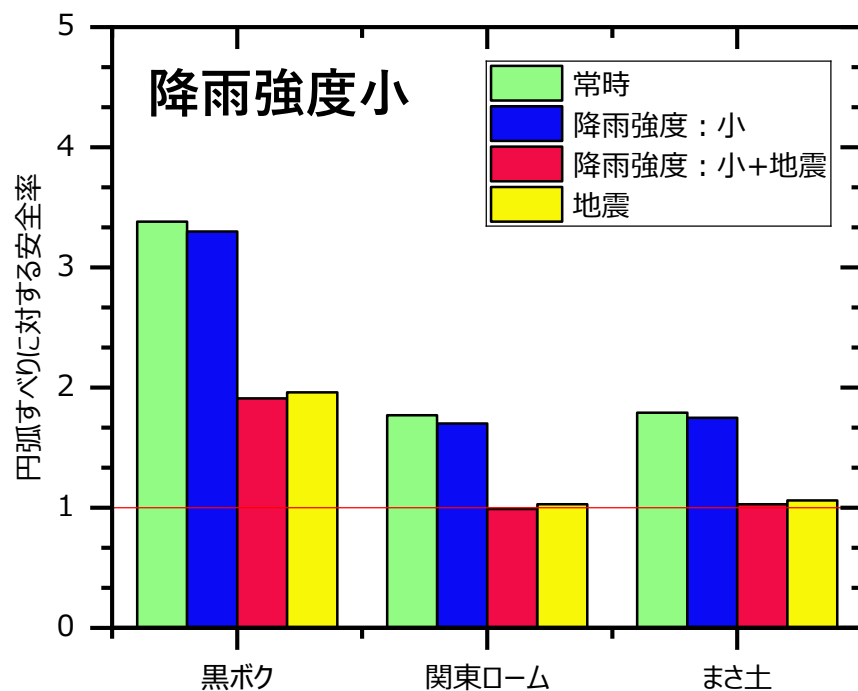


飽和度分布

□盛土造成地の豪雨時および地震時の安定性評価

- 円弧すべり法：修正Fellenius法
- 盛土内水位：水位線と等ポテンシャル線
- 設計水平震度：0.25

土質定数	黒ボク	関東 ローム	まさ土
単体(kN/m ³)	13.0	13.7	18.6
粘着力(kN/m ²)	25.0	10.0	5.0
せん断抵抗角(°)	25.0	20.0	30.0



□ 豪雨と地震が同時に作用しても安全率の変化は少ない

→ 降雨があまり盛土内に浸透しないことが要因

今後の予定

- **ゼロメートル地帯の地下水位のメカニズム**については引き続き検討。
- **背後地盤から盛土内への地下水流入と排水設備の影響を3次元非定常浸透流解析**で評価
- 気候変動を考慮した地盤災害マルチハザードの評価手法を提案→**次年度シンポジウム開催予定**

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。