

# 令和2年度 ハザード評価部会報告

部会長: 野田利弘(名大)  
 原田賢治(静大)、北野利一(名工大)、加藤茂(豊技大)  
 鷲谷威・鈴木康弘・水谷法美・田代喬・富田孝史(名大)、  
 オブザーバー: 齊藤大樹(豊技大:被害予測評価部会長)

第15回: 2020年11月17日(火)、第16回: 2021年3月30日(火)、オンライン

## 【ハザード部会の活動内容】

- ・令和2年度研究成果と討議

## 【ハザード部会として今後の取り組みの検討、課題抽出事項】

- ・シンポジウム開催の検討、など

## 【ハザード部会における各大学の令和2年度研究成果報告】

- ・次頁以降

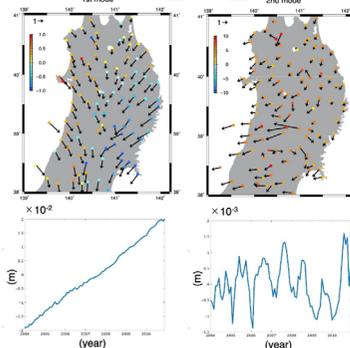
# 地震ハザード評価(名大・鷲谷)

## ・東北沖地震前後の地殻変動の主成分分析

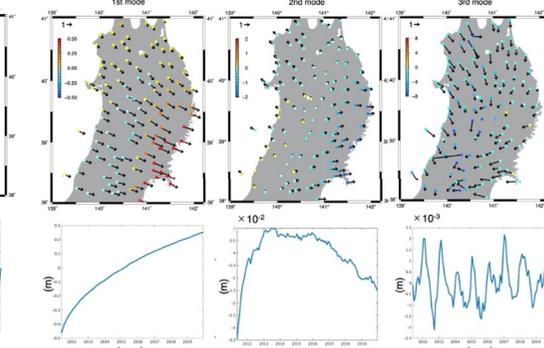
観測される地殻変動は、複数の異なる原因による変化が重なり物理的解釈や定量評価を難しくしている。こうした困難を解決する方法として、主成分分析による地殻変動データの解釈を試みた。主成分分析は、入力データの分布の特徴から、互いに直交するパターン(主成分)を抽出する次元圧縮の手法である。東北地方のGONET観測点108点における月平均の座標値変化の3成分を用いて、東北沖地震前(2004年1月~2010年12月)および地震後(2011年5月~2019年12月)の期間を対象とした分析を実施した。

地震前の期間では、直線的に増加する東西短縮と年周変化が検出され、地震後には時定数の異なる余効変動のパターン2つと年周変化が検出された。余効変動では、データ寄与率が99.8%と圧倒的に大きい第1主成分が粘性緩和と、第2主成分はプレート境界の余効すべりに対応する。また、地震前後の第1主成分とともに奥羽脊梁山脈の局所的な東西短縮が検出され、地震後に広域的な東西伸張が支配的であることから、非弾性的な変形の存在を示す結果と考えられる。

### 地震前の主要2主成分



### 地震後の主要3主成分



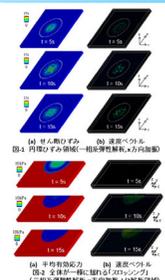
# 地盤応答評価(ハザード部会)

## 三次元的な地下構造を有する堆積盆地の水～土骨格連成弾塑性地震応答解析 名大(野田・豊田)

**背景** 堆積盆地では、堆積層内での加速度増幅や実体波のレンズ効果に加え、盆地端部で生成された表面波との干渉に伴うエッジ効果により局所的に強い揺れが生じ、長時間揺れが継続する事が知られている。

**目的** 三次元球形盆地を対象に①一相系弾性・②二相系(水～土連成)弾塑性の地震応答解析により、堆積構造の三次元性、地盤材料の弾塑性および間隙水の存在がその震動特性に及ぼす影響を調べた。

**成果** ①では表層での円環状のひずみの局所化領域(図-1)や、②では液化に伴う堆積層全体の「スロッシング」現象(図-2)の出現等を示した。これらより盆地構造を有する表層地盤の地震応答評価における二相系解析の必要性を示した。



## ハザード情報の質および活用状況の点検 名大(鈴木)

**背景** 東日本大震災から10年を経て、ハザードマップの活用が義務化されるなど、ハザードに対する社会的運用は強化されている。

**目的** ハザード情報の質は法的規制に見合うものであるか？質を高める努力が十分なされているか点検する。

**成果** これまで四半世紀の成果によりハザードを対策に活かす仕組みが整備される反面、十分な質は確保されていないことに、国内外の活動層および水害対策の視点から警鐘を鳴らした。

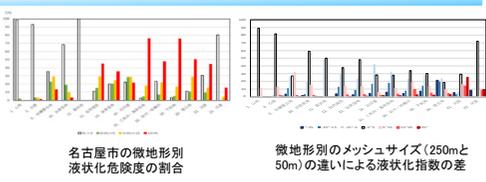


## 液状化危険度マップの作成手法に関する検討 名大(護)

**背景** メッシュによる液状化危険度マップでは各メッシュに占める割合の大きい地形のデータをその代表とする等の手法が採用される場合が多く、地点によっては過小、あるいは過大評価となっている可能性がある。

**目的** 上記課題を解決するため、微地形に対応した判定や表現による液状化危険度マップの作成を目指す。

**成果** 名古屋市を対象としたGISによる液状化危険度マップの分析より、干拓地など、液状化危険度との対応関係が高い微地形と、自然堤防など、標高などの他の指標とを組み合わせて評価した方がよい微地形があることを確認した。



# 津波・高潮評価(ハザード部会)

## 模型実験での破壊モードの相似性に関する検討 (豊橋技術科学大学・松田・加藤)

**背景** 津波によるケーソン防波堤の破壊モードを把握する方法に模型実験があるが、施設やコスト等の制約から大型実験ができず、小型模型実験がよく行われるが、実物と似た現象を再現できるかが不明確である。

**目的** ケーソン防波堤の破壊モードの相似性に着目し、菊池ら(2011)の大型実験(実物に対する縮尺比1/10;以下、大型実験と称す。)を対象に、縮尺比1/25の模型実験を実施したModeling of Modelsの検討を行った。

**成果** 図-1にケーソン挙動を示しており、大型実験と挙動が大きく一致していることがわかる。図-2にケーソン後趾付近のマウンド変形を示すが、組合せ荷重を受ける剛基礎の支持力破壊モードに類似した変形が得られ、小型模型を用いた本実験において、大型実験との破壊の相似性が確認できた。

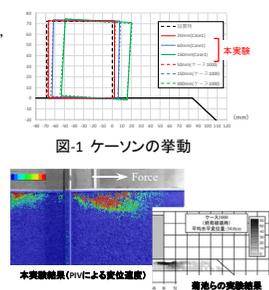


図-1 ケーソンの挙動

## 確率津波シミュレーションに必要なサンプルサイズ (名古屋工業大学・北野)

**背景と目的** 地震調査研究推進本部は、「南海トラフ沿いで発生する大地震の確率論的津波評価」を令和2年1月に発表した。しかし、これら全てを対象に、防潮堤の破壊や水門の有無などの組合せもあわせ、沿岸部の浸水計算は現実的に不可能である。したがって、確率津波シミュレーションから得られるサンプルから間引いたサブサンプルに限定し、津波浸水リスクを検討することが不可避である。その際の有効なサンプルサイズの決め方を論ずる。

**成果** 統計学に基づいた2つの過誤を制御(有意水準の設定と相応の検出力)とするため、ロジックツリーに確率津波シミュレーション結果を組み込む方法を試み、必要なサンプルサイズの算定方法を提示した。なお、検定の多重性の問題や推定の頑健性など、統計理論の中核的問題との密接な関係についても問題提起している。

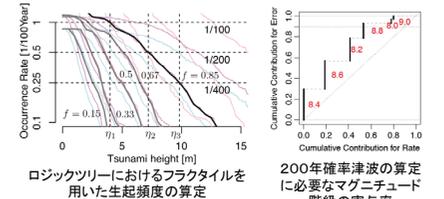


図-2 ケーソン後趾付近のマウンド変形

# 津波・高潮評価(ハザード部会)

## 機械学習を利用した津波浸水の即時予測に関する研究(名古屋大学・水谷)

**背景:** 津波による浸水予測手法として非線形津波シミュレーションが挙げられるが、計算負荷が大きく、即時予測には必ずしも最適とはいえない。そのため、短時間で津波浸水想定が可能な即時予測手法の開発が望まれる。

**目的:** 昨年実施した機械学習モデルによる推定に新たなデータ同化手法を導入した津波予測システムを使用することで津波浸水の即時予測を行う手法の構築を目的とした。

**成果:** 前段階で同化された波動場の値を用いる手法を提案し、東北地方太平洋沖地震津波を対象に妥当性を検討した。その結果、従来のデータ同化手法の予測に近い津波をより短時間かつ低負荷に得られることが確認された。

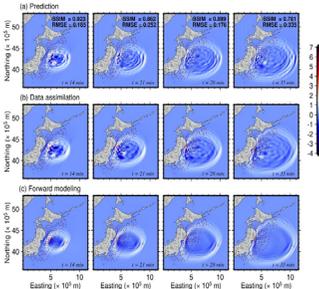


図-1 入力津波の予測結果  
上段: 予測値, 中段: データ同化, 下段: 本手法

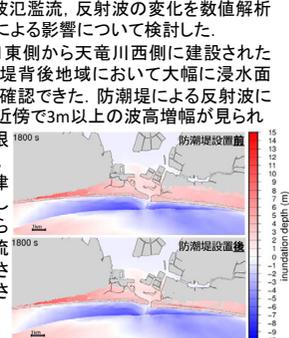
# 津波・高潮評価(ハザード部会)

## 伊勢湾・三河湾の港湾における津波災害後の航路啓開に必要な作業船量の分析(名古屋大学・富田)

**背景:** 大規模津波災害後に緊急物資等の海上輸送を可能にするために港湾の航路啓開作業を行う必要がある。

**目的:** 航路啓開に必要な作業船の量を推定する手法を構築し、伊勢湾・三河湾の港湾に適用する。

**成果:** 南海トラフ巨大地震・津波を対象に、伊勢湾・三河湾にある5つの港湾の背後地域で発生する倒壊建物からでるがれき量を4分の1地域メッシュの区画ごとに推計し、それらが港湾に流出する量を推計する手法を構築した。さらに、港湾にあるコンテナや輸出入自動車も対象にした。港湾域内のがれき等分布には高い不確実性があるため、撤去量に関して3つのケースを設定して、推計値に幅を満たせた。作業船能力には既往研究を参考にし、流出物としてのがれきが多い津松港、自動車が多い名古屋港では数十隻の作業船がいずれのケースにおいても必要であり、これら流出物の量の低減が港湾BCPの達成において重要である。一方、それ以外の港では、港湾に流出したのがれき等が航路に集中して分布する厳しい条件において、地震後3日(実質的な作業時間24時間)で航路啓開を終えるのにそれぞれの港湾で7~8隻の作業船が必要と推計された。南海トラフ巨大地震・津波で西日本の多くの港が被災することが想定されるときにこの数の船の確保は容易ではないので、啓開作業の優先順位や港湾域への流出物の低減が重要である。

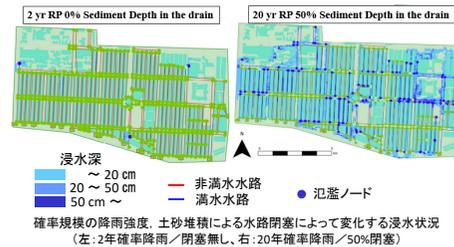


# 水害評価(ハザード部会)

## 豪雨時における都市の内水氾濫に関する要因分析(名大・田代)

**背景と目的:** 低平な都市域で甚大な経済被害をもたらす豪雨時の浸水現象は、定量的な観測事例や系統的な分析が少ないため、要因が特定できずに対策が進んでいないことが多い。本研究では、浸水被害軽減に資する知見を得るため、その深刻度に影響を及ぼす要因について考察する。

**方法と成果:** 開水路網による雨水排水システムを有する市街地を対象に、確率規模(1/2~1/20)に応じた降雨強度と土砂堆積による水路閉塞(0~50%)が浸水状況に及ぼす影響を分析したところ、水路閉塞は降雨強度より顕著に、浸水面積を広くし、浸水時間を長くする結果を得た。雨水排水システムの維持管理の重要性が示唆されたものと考えられる。



## 多変量極大降水量の相関関数と依存関数(名工大・北野)

**背景と目的:** 多地点の降雨量は流域の総雨量を検討の重要な要素であり、降雨量の空間相関は、洪水リスクの算定に欠かせない。多変量極値を扱う統計学では、各々の地点に設けた閾値をいずれか1つを超過した極値で定義するのが数学的に都合が良いため、そのように定めた依存関数が研究されてきた。しかし、期間最大値のペアには同一の気象擾乱(一雨)による降雨量ではないペアも含まれることが、問題を複雑にする。本研究では、一雨毎の降水量の極値に対する相関関数を定義することとする。

**方法と成果:** 降水量の値そのものを扱おうと、閾値を超過しない場合の数学的な扱いが難くなることを避けるため、閾値を超える生起数に着目する。3変量以上の場合も、相関関数は拡張できる。既往の依存関数から、相関関数を関係づけることは可能であるが、包除原理を用いた複雑な関係式となる。提案する相関関数を直接に用いるのがよい。

