

第7回 流域管理と地域計画の連携方策に関するワークショップ

気候変化下における最大クラス洪水推定と 水害リスク変容評価

金沢大学 理工研究域 環境デザイン学系
谷口健司

令和元年12月11日
於 土木学会講堂

本研究の目的

- 温暖化予測結果及び数値気象モデルを用いて、**既往洪水をもたらした気象事例の将来変化シミュレーション**を実施する。
- 上記シミュレーションに基づく**将来の最大クラス洪水と浸水氾濫域の変化を推定**する。
- 地球温暖化下での浸水氾濫域を考慮した治水メニューの検討とその実施に伴う**将来のリスク変化や経済的影響等の評価**を行う。
- 対象：梯川流域
*下流域に小松市街地を有し、平成25年には流域内で観測史上最大の日降水量、最高水位を記録

研究内容

- **気候変化下における大雨の推定**

数値気象モデルによる擬似温暖化シミュレーションにより、既往大雨イベントの将来変化を推定する

- **分布型流出モデルによる流出解析**

上記気象シミュレーション結果を用いて、温暖化下における複数規模の降雨を入力とした際の河川流出を推定する

- **氾濫シミュレーションとリスク評価**

複数規模の降雨に基づく氾濫シミュレーションを実施し、リスク評価を行う

- **都市構造変化の推定とリスク評価**

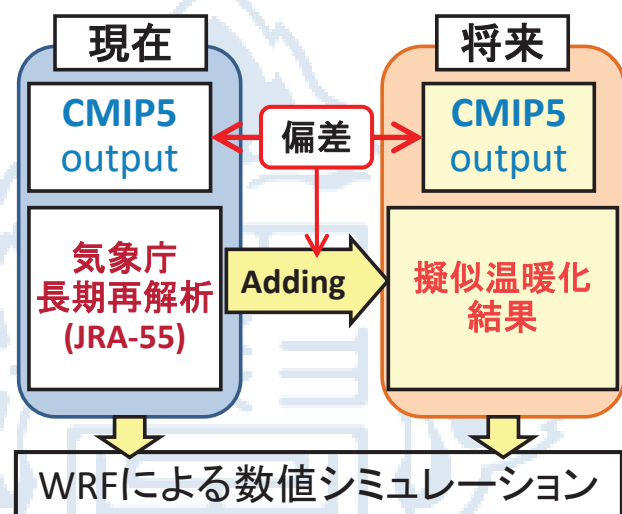
応用都市経済モデル(CUEモデル)による都市構造変化の推定と、その際の水災害リスクの変化を評価する

3

① 数値気象シミュレーション

- 数値気象モデル(WRF)を用いてH10, 16, 18, 25年に梯川流域に大雨をもたらした気象イベントの再現実験を行う

- 再現実験を基に、温暖化予測結果を活用した擬似温暖化手法を活用したシミュレーションを行い、既往の気象イベントと類似した気象場が形成された際に生じ得る降水について調べる

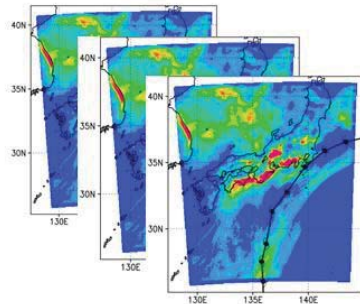


*再解析データ与える偏差は温暖化予測モデルにおける各月の2000-2010平均と2090-2100平均とする。

① 数値気象シミュレーション

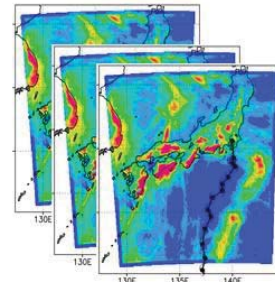
- 擬似温暖化手法の適用においては複数の温暖化予測モデル及び複数の温暖化シナリオによる予測結果を活用する
- 数値気象モデル及び温暖化予測の不確実性を考慮し、再現及び将来においてアンサンブルシミュレーションを実施する。
※H29年度は9つの異なる温暖化予測結果を使用。

既往の気象イベントの再現



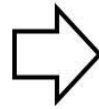
アンサンブルラン
→ 不確実性の考慮

将来における変化



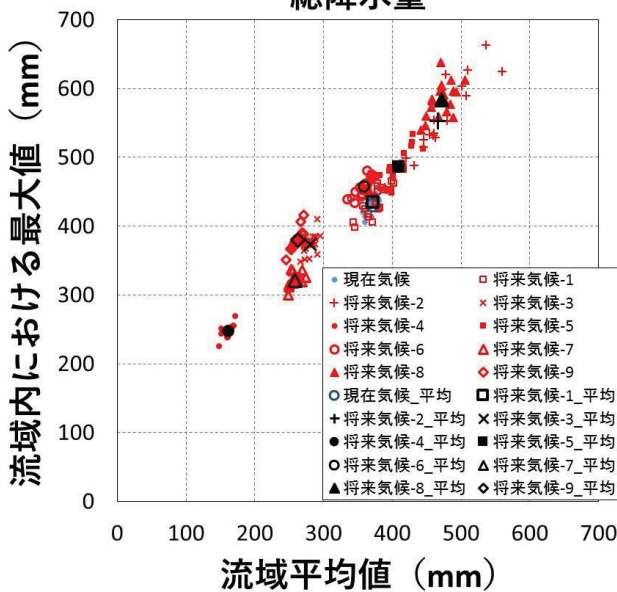
※複数の温暖化予測結果・
温暖化シナリオを活用

擬似温暖化
手法

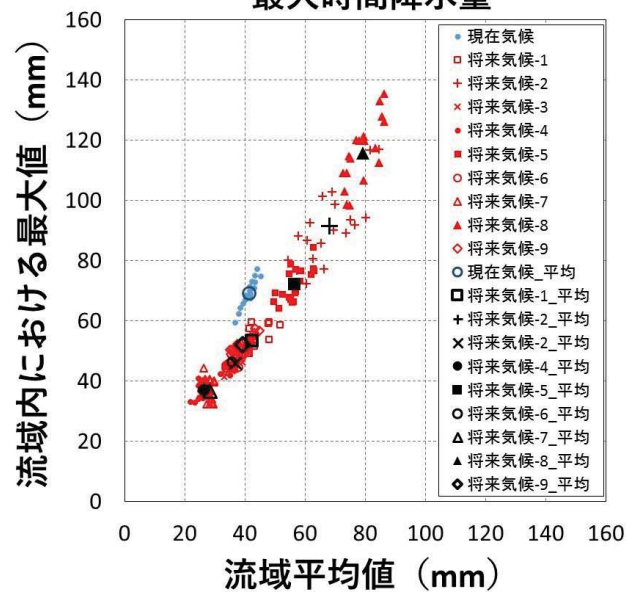


数値気象シミュレーション結果

総降水量



最大時間降水量

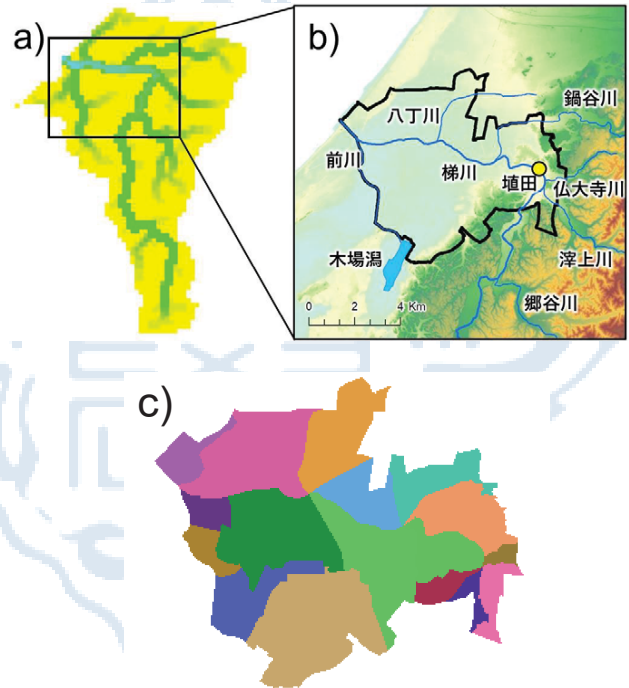


梯川流域における平成16年10月20日～10月22日の総降水量分布及び最大時間降水量。アンサンブル平均と各メンバーの結果を示す。

将来起こり得る様々な規模の降雨情報を得ることが可能

②流出解析及び氾濫シミュレーション

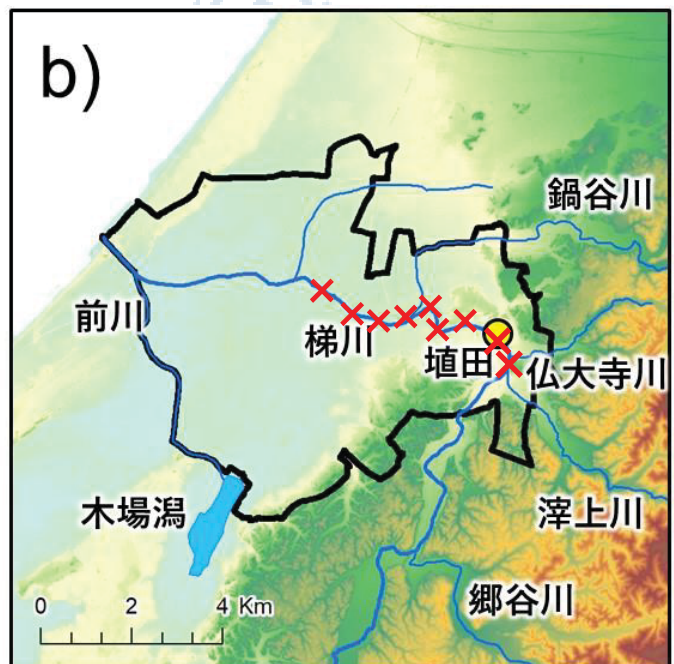
- 流出解析：
 - 土木研究所RRIモデル
 - 解像度：500m × 500m
- 氾濫シミュレーション：
 - 東京大学：シームレス氾濫モデル
 - 解像度：40m × 40m
 - 一次元河道モデル
 - 2次元不定流モデル
 - 排水区域ごとの排水能力をモデル化



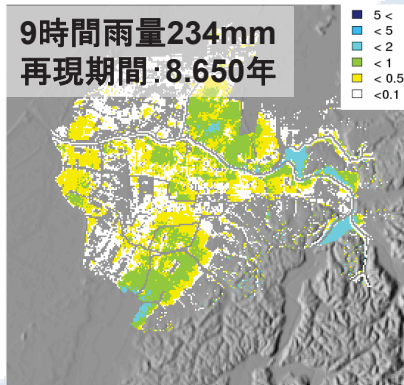
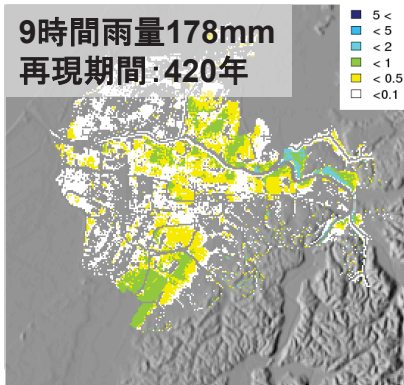
簡易排水モデルで設定した排水区域

破堤シミュレーション

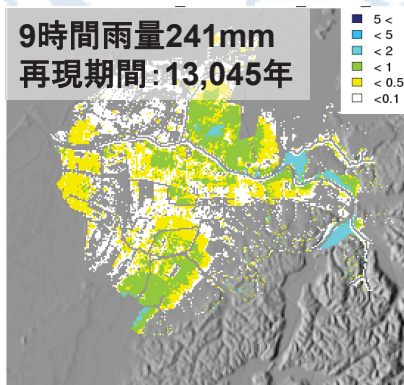
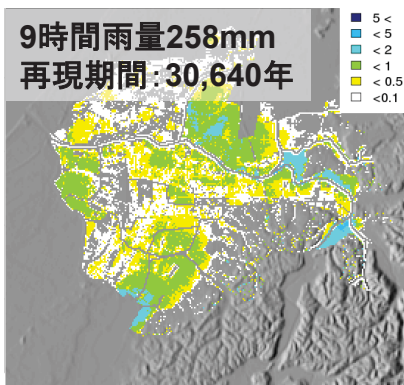
- シームレスモデルにおいて水位が堤防高を越えたケースを対象に破堤シミュレーションを実施
- 破堤地点：
 - 右図×印地点の両岸
- 破堤条件：
 - 越流時点で発生
 - 発生時の破堤幅25m
 - 1時間後：破堤幅100m



各確率規模降雨ごとの最大浸水深

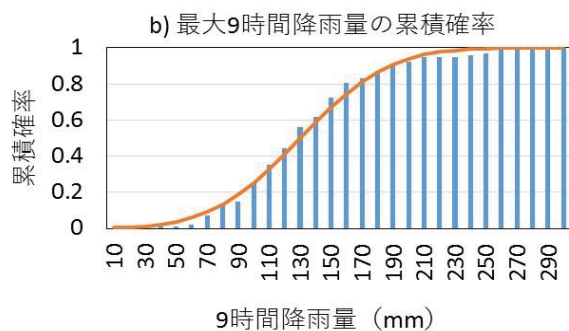
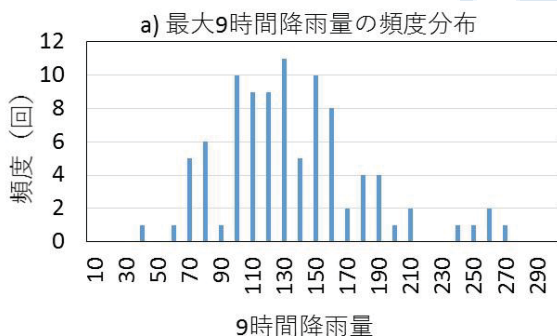


類似の流出波形を示した4ケースにもとづく、梯川流域を対象としたRRIモデルによる最大浸水深分布



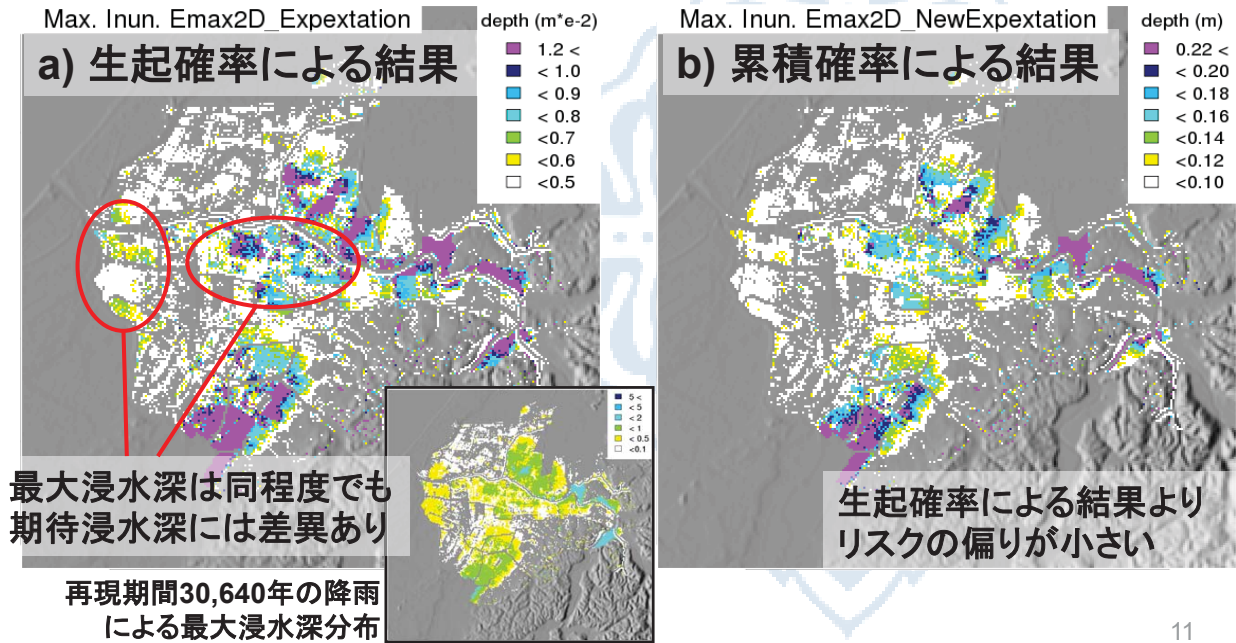
期待浸水深の算定

- 各確率規模降雨に対する最大浸水深から、2つの重み付け手法により期待浸水深を算定する。
 - ①各確率規模降雨の生起確率を用いる方法
 - ②各確率規模降雨の累積確率を用いる方法
- 累積確率を用いる方法では、複数の将来気候シミュレーション結果における最大9時間雨量の頻度分布から得られる累積確率より浸水深の重みを決定する



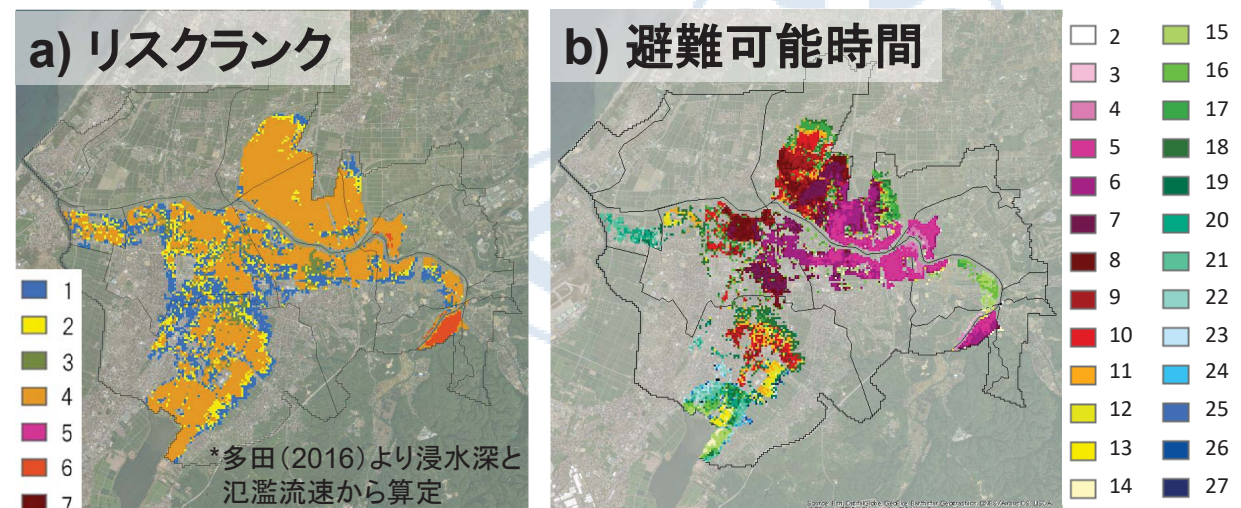
期待浸水深の算定結果

各確率規模降雨の生起確率と累積確率より算定した重みを利用して算定した期待浸水深分布。



リスクランク及び避難可能時間の算定

4つの氾濫シミュレーション結果より推定したリスクランク(a)と埴田において避難断判断水位に達してからの避難可能時間(b).



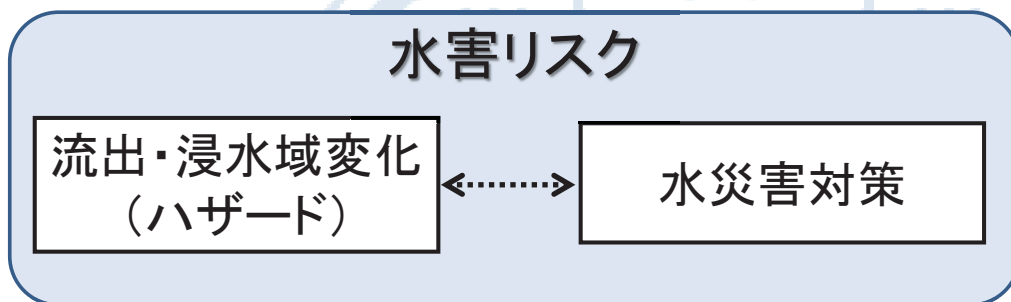
- 1: 浸水発生
- 2: 車両走行困難
- 3: 歩行困難
- 4: 床上浸水
- 5: 家屋倒壊
- 6: 死者発生
- 7: 死者発生・家屋倒壊

同一リスクランクでも避難可能時間に差異

- ・洪水波形の違いの考慮が不可欠
- ・地域ごとの適切なリスク認知

③ 将来における水害リスク変容評価

- 気候変化に伴う浸水域(ハザード)変化と水害対策から将来のリスク変化を評価する。
- 水害リスク情報の変化や(経済的影響のある)水災害対策実施に伴う都市構造変化の検討
- 応用都市経済モデル(CUEモデル)で評価



応用都市経済モデルによって推定された都市構造の変化に伴う水害リスクの変化を評価する

13

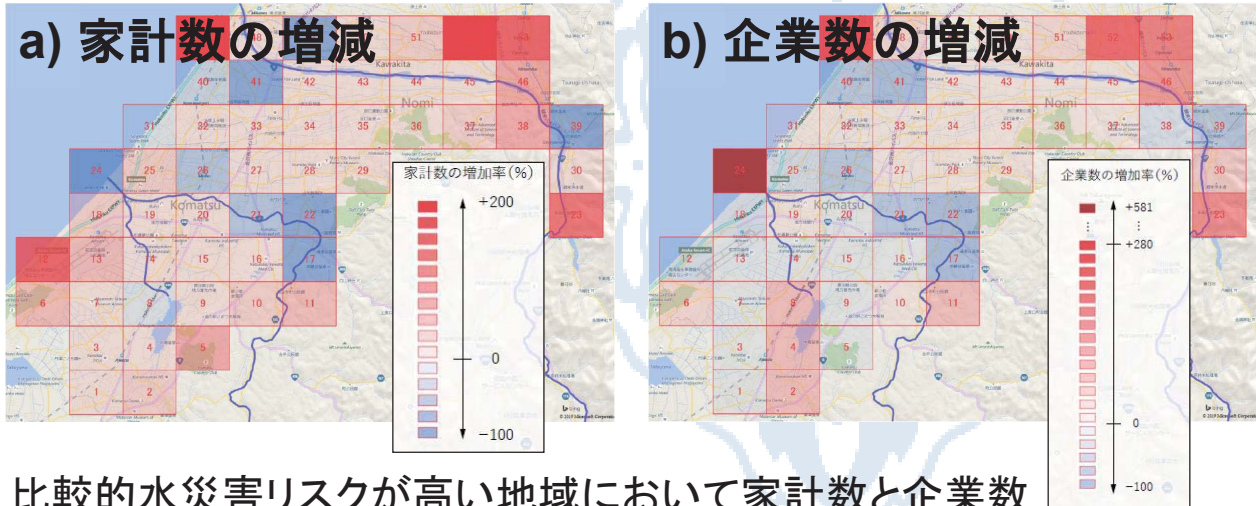
応用都市経済モデルによる都市変容評価

- 土地利用と交通の相互作用を考慮した応用都市経済モデルにより、水害リスク情報及び水災害対策を入力とした都市変容評価を実施
 - ① 浸水想定(計画規模)に基づき構築したモデルに、浸水想定(想定最大規模)を入力とした評価を実施
 - ② 期待浸水深に基づいて設定した保険料負担を入力とした評価を実施
 - ③ 都市構造変化前後の経済損失を比較



水災害リスク情報の都市構造への影響

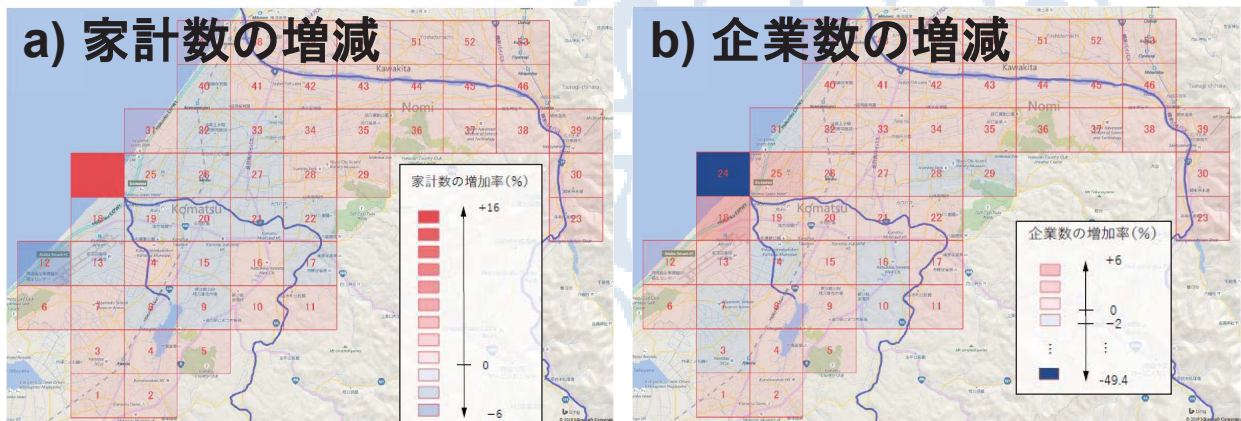
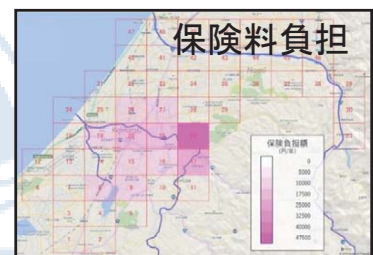
計画規模降雨に基づきパラメータ設定したCUEモデルに、新たな水災害リスク情報＝想定最大規模降雨による浸水想定（浸水深及び浸水面積）を入力とした際の都市構造変化。



比較的水災害リスクが高い地域において家計数と企業数の減少が生じ、より安全な地域に移転する傾向がある。

水害保険料適用時の都市構造変化

期待浸水深（水災害リスク）に基づいて設定した水害保険料負担（右図）を入力とし、CUEモデルにより都市構造変化を推定。ただし、保険料は家計のみに課した。



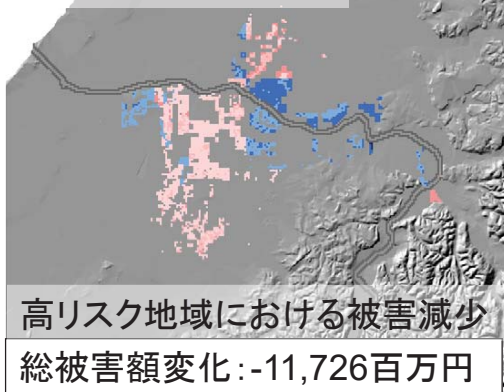
保険料が課される家計については、水災害リスクが高く負担の大きい地域で減少しているが、企業数については家計が現象した地域で増加。

都市構造変化時の経済損失の増減

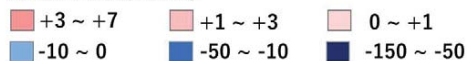
治水経済マニュアル(案)に沿って算定した経済損失の都市構造変化前後での増減. 再現期間33,500年の降雨に基づく結果.

水災害リスク情報変化の影響

再現期間: 33,500年

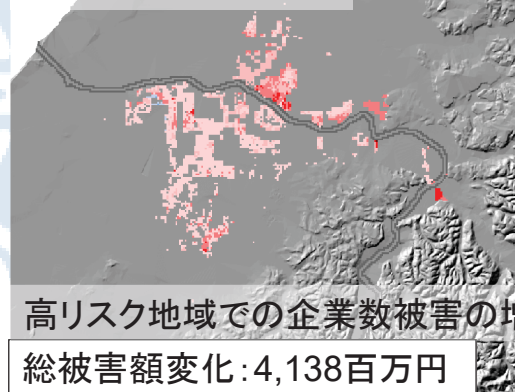


被害額の増減(百万円)

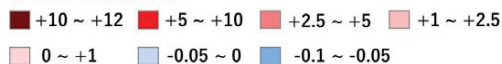


水害保険料負担の影響

再現期間: 33,500年



被害額の増減(百万円)



17

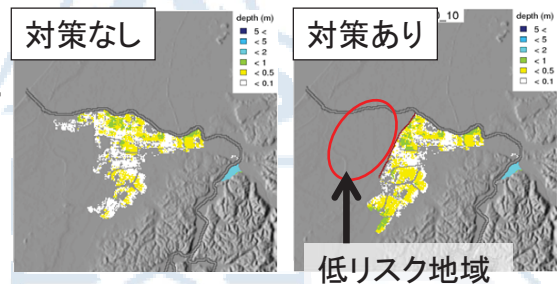
本研究の成果

- 数値気象シミュレーション結果に基づく流出解析及び氾濫シミュレーションから、期待浸水深を算定した
→ 高リスク地域の同定と重点的な対策地域の選定
- リスクランクと避難可能時間の比較より、最大浸水深に加え、洪水波形の考慮が重要であることを示した
- 地域ごとの避難可能時間を可視化することにより、水災害リスクの認知度が高まると考えられる
- CUEモデルにより水災害リスク情報の変化や経済的負担を伴う水災害対策が都市構造変化をもたらすことを示すとともに、経済損失の変化を評価した

現在の取り組みと今後の展望

- 氾濫制御対策の実施による低リスク地域の創出とリスク低減効果の評価

既存道路を活用した氾濫制御による氾濫制御の効果評価



- 都市計画的施策の実施に伴う都市構造変化の推定とリスク評価

高リスク地域への規制, 移転を促す経済的助成, 都市アメニティの変化の効果

- 人口減少を考慮した長期的な視点に基づく都市計画的施策による都市構造変化の推定

19

ご清聴ありがとうございました