

## 二次元不定流モデルの高分解能化による日本全国水災害リスク評価

東北大学大学院 学生会員 ○田中 裕夏子  
 東北大学大学院 正 会 員 風間 聡  
 防衛大学校 正 会 員 多田 毅  
 東北大学 非 会 員 山下 毅  
 東北大学大学院 正 会 員 小森 大輔

## 1. はじめに

地球温暖化に伴う気候変動の影響により、日本において様々な水災害リスクの増加が懸念されている。気象庁・気象研究所の地域気候モデル(2005)によると、21世紀末における再現期間 100 年の日降水量は、現在に比べ全国的に 20 %程増加すると展望されている。また有働ら(2013)は、21 世紀末における日本沿岸部の平均水位が最悪のシナリオにおいて 0.3 m 上昇すると推定した。さらに Oouchi ら(2006)は、温暖化実験において、最大風速の 45 m/s を超える台風の頻度が現在気候より増加すると推定した。規模の大きい台風頻度の増加により、将来的に台風に伴う洪水や高潮、あるいはそれらの複合水災害が増加すると予測される。既往研究として、秋間ら(2016)は日本全土を対象とし洪水・高潮複合災害の被害額を推定した。しかし、この研究において潮位の時間変動が考慮されておらず、また解析の解像度が 1 km であり、その精度について議論がなされていなかった。

したがって本研究は、実現象の再現性に留意し、洪水・高潮による複合災害の被害額をより高分解能のデータによって定量的に評価することを目的とした。

## 2. 洪水・高潮氾濫複合災害被害額推定手法

沿岸域において、洪水と高潮が同時に発生する可能性がある。以下、洪水と高潮の同時生起した災害を複合災害と定義する。複合災害の発生メカニズムとして低気圧に起因する降雨と海面上昇により、洪水および高潮の同時に発生することが考えられる。この仮定に基づき、複合災害を引き起こす要因となる降水量および潮位のデータとして、秋間ら(2016)により年最小気圧と日降水量、および年最小気圧と潮位偏差の関係から算出された各再現期間の日降水量および潮位偏差のデータを使用することとした。

本研究は、氾濫モデル上において潮位の時系列変化を考慮できるように、時間的に変動する潮位データを

作成した。初めに、実際に洪水・高潮複合災害による被害の報告された台風をモデルとして、1 時間間隔 24 時間分の潮位偏差の変動パターンを作成した。続いてその潮位偏差の変動パターンの最大値に、各観測地点における再現期間 50 年ならびに 100 年の潮位偏差データを代入することにより、地点ごと再現期間ごとの 24 時間にわたる 1 時間間隔の潮位偏差データを得た。次に、その潮位偏差データに地点ごとの年平均潮位を加えることにより、洪水・高潮複合災害の要因となる潮位の時系列変化を作成することとした。

これらの降水量および潮位のデータを逆距離荷重法により日本全土に分布させた後、氾濫モデルに入力して浸水深を算出した。なお、この氾濫解析において氾濫原と河道を分割して取り扱い、河道から氾濫原へ流入した氾濫水の挙動を二次元不定流モデルによって表現した。

最後に、治水経済調査マニュアル(案)を参考に、上記の方法により算出された浸水深に対応した被害率や土地利用に応じた被害額単価の設定を行い、それらをもとに被害額を算出した。

浸水深ならびに被害額の計算の空間解像度は 3 次メッシュ(約 1 km 四方)ならびに 5 次メッシュ(約 250 m 四方)とした。現在の土地利用と平均標高値に従い氾濫水の挙動を表現した計算から得られる潜在的な被害額を算出した。続いて、以下の方法により治水構造物による効果を考慮した。日本において国土交通省は一級河川や都市河川の計画規模を概ね 1/50 以下として設定している。さらに、発生確率の低い再現期間 100 年以上の災害は年期待被害額に大きな影響を及ぼさない。したがって、治水整備の計画規模の現況からの引き上げによる便益としての年平均期待被害額を以下の式(1)により算出することとした。

$$AED = \frac{PD(50) + PD(100)}{2} \times \left( \frac{1}{50} - \frac{1}{100} \right) \quad (1)$$

キーワード：潮位の時系列変化 治水施設 複合災害

水環境システム学研究室 <http://kaigan.civil.tohoku.ac.jp/kaigan/index.html>

ここで、AED：年平均期待被害額，PD(x)：再現期間 x 年における潜在被害額である。この年平均期待被害額は、50年に1回の洪水に耐えうるよう設計された治水構造物のある地域において、今後発生しうる被害を1年当たりの被害額として平均化したものである。

### 3. 結果

3次メッシュ解像度の氾濫計算により推定された洪水・高潮複合災害の年平均期待被害額は、日本全土で総計して1兆692億円であった。一方、5次メッシュ解像度の氾濫計算から求められた・高潮複合災害の年平均期待被害額は、日本全土で総計して9822億円と推定された。両者の違いは約8%であり、5次メッシュ解像度による推定結果の方が近年の日本全国における水災害被害額の平年値と近いことが示された。

図-1に再現期間100年の洪水・高潮複合災害について空間解像度の違いによる浸水領域の違いを示す。解析対象とした沖縄を除く46都道府県の全てにおいて、5次メッシュ解像度のほうが浸水面積の小さい結果となった。表-1に再現期間100年の洪水・高潮複合災害について都道府県別・浸水深別に空間解像度の違いによる浸水面積の違いを示す。なお5次メッシュ解像度のほうが浸水面積の小さい場合に負の数として表現している。表-1から、5次メッシュ解像度のほうが浸水領域全体に対する浸水深の深い領域の割合が高くなる傾向にあることが分かる。

表-2に洪水・高潮複合災害について都道府県別・浸水深別に空間解像度の違いによる年平均期待被害額の違いを示す。なお5次メッシュ解像度のほうが被害額の小さい場合に負の数として表現している。表-1、表-2から、浸水面積の増減と年平均期待被害額の増減は必ずしも対応していないことが分かる。これは、図-1に示されるように浸水領域の差が経済的被害の出にくい河川上流部において主に生じているためと考えられる。

### 4. 結論

本研究から、以下の結論を得た。

- 1) 洪水・高潮複合災害の年平均期待被害額は氾濫計算の空間解像度の詳細化により約8%減少した。
- 2) 洪水・高潮複合災害の氾濫面積は氾濫計算の空間解像度の詳細化により約15%減少した。

### 謝辞

本研究は、気候変動適応技術社会実装プログラム(SI-CAT)の支援により実施された。また、本研究の公表について澤本正樹研究発表奨励金の援助を受けた。加えて本研究の計算結果の一部は、東北大学サイバーサイエンスセンター大規模科学計算システムを利用して得

られた。プログラムの高速化および並列化にあたり、同センター関係各位に有益なご指導とご協力をいただいた。

### 参考文献

- 1) 和田一範, 村瀬勝彦, 富澤洋介: 地球温暖化に伴う降雨特性の変化と洪水・濁水リスクの評価に関する研究, 土木学会論文集, No.796/II-72, pp.23-37, 2005.
- 2) 有働恵子, 武田百合子, 吉田惇, 真野明: 日本の干潟における過去の長期面積変化特性と海面上昇による将来の浸食予測, 土木学会論文集, Vol.69, No.5, pp.239-247, 2013.
- 3) Kazuyoshi OOUCHI, Jun YOSHIMURA, Hiromasa YOSHIMURA, Ryo MIZUTA, Shoji KUSUNOKI, Akira NODA: Tropical Cyclone Climatology in a Global-Warming Climate as Simulated in a 20 km-Mesh Global Atmospheric Model: Frequency and Wind Intensity Analyses, Journal of the Meteorological Society of Japan, Vol. 84, No. 2, pp.259-276, 2006.
- 4) 秋間将宏, 風間聡, 小森大輔: 再現確率にもとづく洪水氾濫・高潮複合災害潜在被害額推定, 水工学論文集 B1(水工学), Vol.72, No.4, pp.I\_1267-I\_1272, 2016.

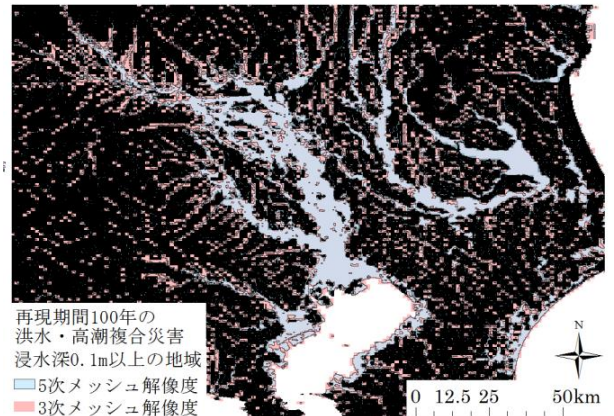


図-1 再現期間100年の洪水・高潮複合災害による浸水領域

表-1 再現期間100年の洪水・高潮複合災害の空間解像度による浸水面積の変化割合 (%)

都道府県	浸水深 (m)				0.1~全領域
	0.1~1.0	1.0~2.0	2.0~3.0	3.0~	
北海道	-21	-10	40	203	-17
宮城県	-9	-11	-17	18	-9
栃木県	-29	15	5	46	-21
東京都	-21	-25	16	-18	-16
山梨県	1	-42	-18	27	-7
全国計	-19	-22	-3	39	-15

表-2 洪水・高潮複合災害の空間解像度による年平均期待被害額の変化割合 (%)

都道府県	浸水深 (m)				0.1~全領域
	0.1~1.0	1.0~2.0	2.0~3.0	3.0~	
北海道	-30	-30	-47	-67	-36
宮城県	13	10	-23	-74	-10
栃木県	14	-5	56	33	18
東京都	-11	8	15	-44	-4
山梨県	10	-1	27	-25	-6
全国計	-11	-7	1	-16	-8