

全国の複合災害リスクと不確実性評価

東北大学工学部 学生会員 ○三澤 公希
東北大学工学院 学生会員 小野 桂介
東北大学大学院 学生会員 手塚 翔也
東北大学大学院 正 会 員 風間 聡

1. 序論

気候変動により、様々な水関連災害が増加することが懸念されており、社会の関心が寄せられている。先行研究として、手塚らは日本全国を対象とした洪水氾濫被害を定量的に評価した¹⁾。また鈴木らは、全国を対象とした高潮被害を定量的に評価した²⁾。これらの先行研究のように一つの災害に焦点に対するリスク予想は多数行われてきた。しかし、伊勢湾台風のような高潮と洪水が過去に同時発生し、多大な被害を生じた例を踏まえると、高潮と洪水が同時に生じる複合災害に関して全国のリスクを推定することは重要である。本研究では、先行研究で手塚ら¹⁾が用いた洪水の二次元不定流モデルを用いて、日本全国における洪水高潮複合災害のリスクを算出することを目的とする。

2. データセット

洪水と高潮の複合災害において、一定の再現確率における洪水と高潮の同時発生の関係性を算出する。複合災害時の降水量と潮位の関係を算出するため、年最小気圧における前後一日の最大潮位偏差と、日最大日降水量を用いた。再現期間の気圧を年最小気圧の頻度解析により算出した。潮位解析に使用した8地点は釧路、大船渡、東京、名古屋、大阪、富山、鹿児島、長崎である。降水量解析に使用した17地点は、札幌、釧路、仙台、大船渡、東京、千葉、横浜、新潟、金沢、名古屋、大阪、京都、富山、広島、福岡、鹿児島、長崎である。ArcGISのspatial analyst ツールを用い

て内挿を行い、再現期間50年、100年気圧における潮位、降水量の全国の分布を作成した。

3. 手法

3.1 降水量と潮位の関係性

洪水・高潮複合災害は台風により生じることから、台風時の気圧に注目した。水量と気圧、潮位と気圧は関係性から、二次元不定流モデルに代入する降水量と潮位の関係を間接的に求める。全国の潮位観測地点において、年最小気圧観測日の前後一日の最大潮位偏差を1997年から2012年の16年分を縦軸に最大潮位偏差、横軸に気圧をとりグラフにプロットした。xを気圧、y1を潮位偏差とし観測所毎に回帰式を算出した。図より、気圧と潮位偏差は負の相関を示す。一例として名古屋の関係を図-1に示す。 R^2 は決定係数である。年最小気圧観測日の前後一日の日最大日降水量を1961年から2012年の52年間分算出した。xを気圧、y2を降水量とし観測所毎に回帰式を算出した。気圧と降水量は負の相関を示した。鹿児島のような台風が頻繁に到来する地域では、グラフにおいて決定係数が高い。一例として、鹿児島の関係を図-2に示す。しかし台風の頻度が少ない地域では、回帰式の決定係数は低く、精度が低い。本研究では、潮位と気圧、および降水量と気圧の関係式から再現確率50年と100年の気圧を用いて、高潮・洪水複合災害リスクを計算する。

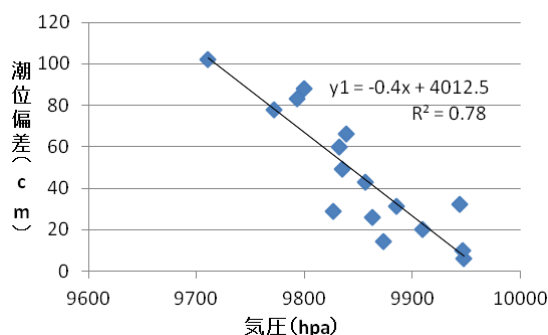


図-1 名古屋の気圧と潮位偏差の関係

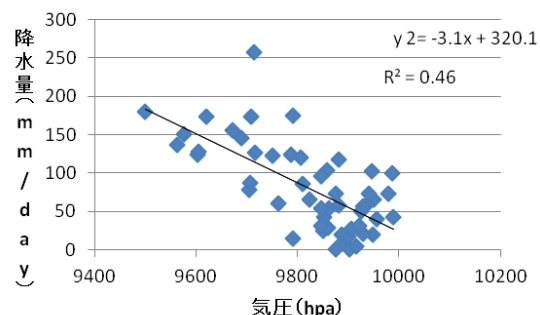


図-2 鹿児島の気圧と降水量の関係

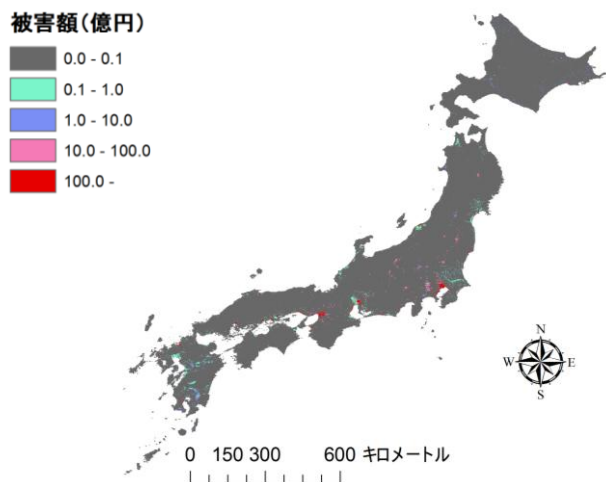


図-3 再現確率 100 年の複合災害被害額

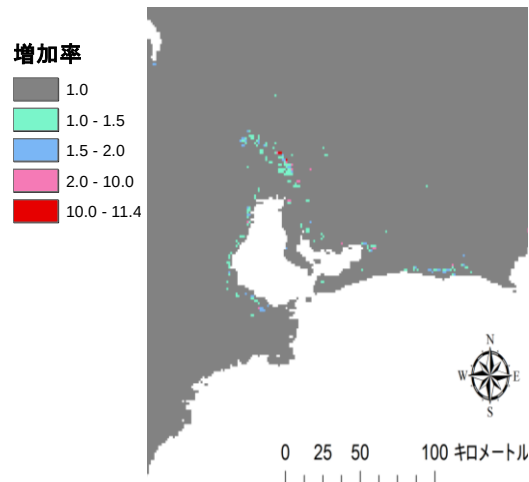


図-4 洪水と高潮が別々に生じた場合の被害額から複合災害の被害額の増加率

3.2 氾濫計算

再現確率 50 年, 100 年の潮位と降水量を求め, 全国の潮位と降水量の分布を作成する。潮位は, 年平均潮位と潮位偏差の和とする。洪水と高潮が同時に発生する浸水深を二次元不定流モデルを用いて解析する。高潮は吹き寄せや, 吸い寄せにより生じるため, 周期がなく常に一定の高さの潮位と仮定できるため, 沿岸地域の境界条件として潮位を与えた。その条件により氾濫計算を行った。治水経済調査マニュアル³⁾を参考に, 土地利用毎に被害額単価を決定し, 氾濫モデルから得られた浸水深に乗じることにより被害額を算出する。土地利用の分類には国土数値情報 KS-META-L03-09M データを用いる。

4. 結果・考察

再現期間 50 年と 100 年の気圧における被害額を算出した。全国の総被害額は, 再現確率 50 年において, 83 兆円。100 年の時に 89 兆円となった。図-3 に再現期間 100 年の被害額を示す。また, 再現確率 50 年, 100 年の極値降雨による被害額を算出した。この極値降雨として手塚ら¹⁾の研究による降雨分布データを利用した。再現確率 50 年の降雨極地における被害額は, 67 兆円。100 年の被害額は 78 兆円となった。再現期間 50 年の降雨極値における洪水リスクに比べて, 再現期間 50 年の気圧による複合災害リスクは 1.23 倍大きい。また 100 年の場合は, 1.13 倍増加した。また, 高潮と洪水が別々に生じる場合の被害額を算出した。再現確率 50 年, 100 年の潮位を用いた高潮の被害額と 50, 100 年の極値降雨を用いた洪水の被害額を足し合わせて被害を求めた。なお被害が同じ場所で起きた場合は洪水と高潮の被害の大きい方を採用した。これは, 一度被害が生じた場所では, 同じ年に再発しても, 被害一度生じた場所では, 被害が生じないと考えたためである。50 年確率において, 104

兆円となり, 100 年では 119 兆円となる。同時に生じた場合よりも, 別々に生じた場合のほうが被害が大きくなった。この被害額を一つのセルごと, 複合災害の被害額と比較しても, 複合災害の被害額よりも大きくなる。つまり, 洪水・高潮複合災害は, 同確率で生じる洪水や高潮災害の単体の災害より, 被害が小さいと言ええる。これは, 国土交通省が洪水氾濫と, 高潮災害を別々に考えて対策していることから理解できる。ただし, 名古屋など局所的には, 被害額が 10 倍近く上昇するセルも生じており, そのような場所では, 洪水と高潮が影響し合い, 被害が増大したと考えられる。図-4 にこのような地形における被害額の増加率を示す。高潮と洪水が同時に発生する確率が小さいため, 複合災害の被害額は, 同じ再現確率の極値降雨の洪水単体とあまり被害額は変わらない。

5. 結論

- 1) 同じ再現確率の高潮と洪水複合災害は, 全国ほとんどの場所において, 高潮, 洪水個々災害よりも被害額は少ない。
- 2) 洪水と高潮の適応策を考える時に, 個別に適応策を考えておけば対応できる。
- 3) 高潮と洪水が同時に起きると, 名古屋などの地形で, 局所的に災害が影響し合い被害額が大きくなる。

謝辞:本研究は, 環境省の環境研究総合推進費(S-8)の支援により実施された。ここに記して謝意を示す。

参考文献

- 1) 手塚翔也, 小野桂介, 風間聡: 極値降雨と極値流失の関係に基づいた洪水被害額分布推定, 水工学論文集, 第 69 巻, 2013
- 2) 鈴木武: 地球温暖化を考慮した高潮浸水被害リスクマップと沿岸浸水被害関数の作成, 土木学会, 第 68 巻, 2012
- 3) 国土交通省河川局: 治水経済調査マニュアル, 106pp, 2005