

名取川水系における神社空間の洪水脆弱性の分析

○東北大学大学院工学研究科 学生会員 平山博信
 東北大学大学院工学研究科 正会員 小森大輔
 東北大学大学院工学研究科 正会員 風間 聡

1. 序論

東日本大震災において、古くからその地に鎮座している神社の多くが未曾有の津波被害を免れている¹⁾。服部らは洪水常襲地における神社の立地特性の考察を通して、神社が集落を洪水から守るような位置に設けられている可能性を指摘している²⁾。このように神社と自然災害の関係の研究はなされており²⁾³⁾、高田らは、「ある土地において信仰上の重要な役割を持つ神社は、自然災害発生時においても安全性を担保する立地特性を有している」⁴⁾という仮説を提案している。しかし、未だこの仮説の検証はされていない。

IPCC において、災害リスクは hazard(災害外力)・exposure(曝露)・vulnerability(脆弱性)の相乗効果によってもたらされる被害の可能性と定義されている⁵⁾。ここで、exposure は土地の浸水しやすさを表し、立地特性の安全性に相当する。例えば、梅村ら(2004)は、脆弱性評価方法を気候的要因、水文地形的要因、社会経済的要因の三つの要因に分けて、氾濫解析を用いて exposure を評価する方法を構築している⁶⁾。

そこで本研究は、カスリーン台風、アイオン台風、昭和 61 年台風 10 号による洪水が発生してきた名取川を対象に、氾濫モデルを用いた exposure を定量的に評価し、高田(2016)の仮説を証明することを目的とした。

2. 対象領域

図 1 は名取川流域と津波、洪水の氾濫域を重ねた場合の氾濫域内の神社を示す。この対象流域の神社において、水害の分類と現地調査を行った。その方法として、まず、昭和 61 年 8 月台風 10 号の浸水域と東日本大震災による津波浸水域と重ねる。次に、水害を洪水の部分、洪水と津波の重なる部分、津波のみの部分に分類する。最後に神社の周辺地盤高との差をメジャーを用いて測定する。表 1 は、現地調査結果である。括弧内は浸水域の分類を示し、洪水と津波をそれぞれ洪、津と表している。

3. 洪水氾濫解析

(1)RRI モデル

RRI モデルは、降雨を入力データとして河川流出から洪水氾濫までを一体的に解析するモデルである。対象とする流域を河道と斜面に分けて取り扱う。河道はグリッドセルの中央を流れる 1 次元河道として表現し、上下流における接続関係と幅・深さ・堤防高(3m)の情



図 1. 名取川流域と津波及び洪水浸水域と神社の抽出

表 1 現地調査結果(一部)

神社名	周辺の地盤高との差 (m)	神社名	周辺の地盤高との差 (m)
日吉(洪と津)	0.03	吉窪(津)	0
榴岡天満宮(洪)	0.28	五柱(津)	0.03
加賀皇大(洪と津)	0.07	七郷(洪)	0.05
稲船神社(洪)	0.26	田村神社(洪)	0.08

報を持つ。降雨は斜面のみに入力し、河道・斜面でそれぞれ水の挙動を追跡した後に、設定した時間刻みで河道と斜面との水のやり取りを計算する。

(2)RRI モデルによる洪水解析結果と検証

RRI モデルによる昭和 61 年 8 月台風 10 号の大洪水による氾濫域の浸水深を算出した。本研究は、空間解像度 100m で計算し、検証を流量と氾濫域において行った。図 2 に名取川流域の氾濫域の検証を示した。観測地点を名取橋とした流量の検証した際、氾濫域の検証においては、宮城県の公式ホームページの浸水実績図を用いた⁷⁾。氾濫域精度は、概ね良好な範囲なとこ

るもあれば、浸水すべき範囲が浸水していない範囲と解析結果で表れている範囲があった。流量の検証に関しては、NSEが0.69と0.7以下であることや流量のピークが変動している箇所があり、より精度の向上の必要性が見受けられた。

4. 確率降雨強度

名取川11観測所の1976年から2000年の25年分の最大1時間と1日降雨量を抽出する。空間分布はティーセン法を用いた。その後、一般化極値分布(Gev分布: Generalized Extreme Value 分布)と確率強度式のフェア式(1)を用いて、各再現期間の確率降雨強度を求めた。

$$r_t^T = \frac{bT^m}{(t+a)^n} \quad (1)$$

ここで r_t^T は確率年Tのt継続時間確率降雨量[mm/時]、Tは確率年[年]、tは継続年[時]、a、b、m、nはフェア式パラメータである。

5. 神社空間の洪水脆弱性分析による立地優位性の検証

再現期間10、30、50、70、100年の確率降雨をRRIモデルに入力し、各神社の確率浸水深と確率年の回帰式を求めた。ここで、回帰式の切片は概念的には確率年0年のとき確率浸水深であることにより、各神社空間の洪水脆弱性を示していると考えられる。高田(2016)の仮説に基づけば、「洪水脆弱性の低い神社空間の地盤高は周辺空間の地盤高と差はなく、洪水脆弱性の高い神社空間の地盤高は周辺空間の地盤高より高くすることで周辺空間より立地優位性を有する」ことが推察される。そこで、回帰式の切片の低い順位(洪水脆弱性の低い順位)と、神社空間と周辺空間の地盤高の差が小さい順位(立地優位性の低い順位)の比較を図3に示す。榴岡および加賀皇大以外の神社空間にて両者に線形関係が確認できた。

6. まとめ

しかし、各神社空間の洪水脆弱性と神社空間と周辺空間の地盤高の差を比較することによって、「洪水脆弱性の高い神社空間の地盤高は周辺空間の地盤高をより高くすることで周辺空間より立地優位性を有する」ことを示し、高田(2016)の仮説を支持する結果が得られた。しかし、本研究において、氾濫解析の精度が良好でないため、各神社空間の立地特性の安全性を定量的に示すことは出来なかった。

参考文献

- 1) 高田知紀, 梅津喜美夫, 桑子敏雄: 東日本大震災の津波被害における神社の祭神とその空間的配置に関する研究 土木学会論文集 F6(安全問題), Vol 68, No. 2, I_167-I_174, 平成24年.
- 2) 服部周平, 二井昭佳: 洪水常襲地における神社立地に関する基礎的研究~黒部川扇状地・富山県入善町を対象として~ 景観・デザイン研究講演集 No.8
- 3) 宇多高明, 三波俊郎, 星上幸良, 酒井和也: 平成23年大津波の災害と被災を免れた神社 土木技術資料

54-5(平成24年)

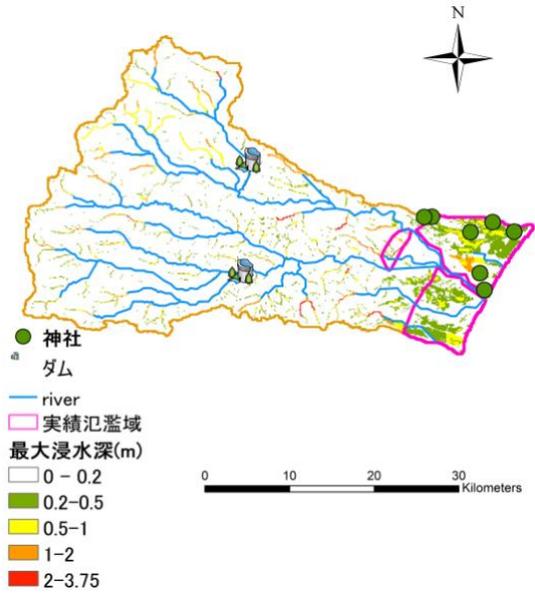


図2.

名取川流域の氾濫域の検証

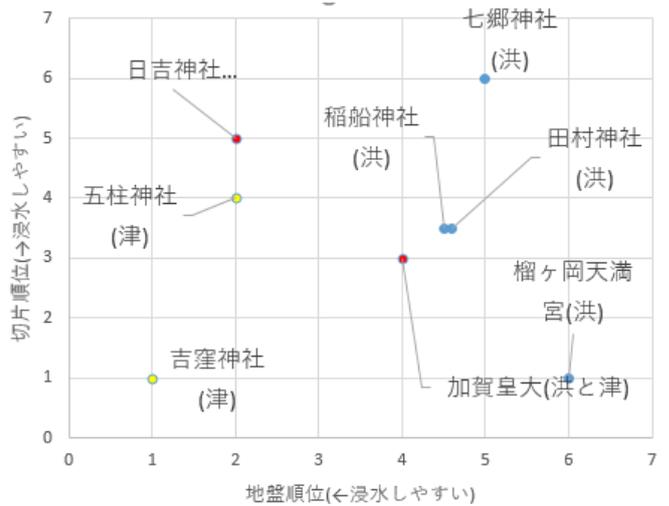


図3. 地盤と切片の関係

- 4) 高田知紀, 桑子敏雄: 和歌山における神社空間における神社空間の自然災害リスクに関する考察 実践政策学 第2巻2号 平成28年
- 5) 気候変動への適応推進に向けた極端現象及び災害リスク管理—気候変動に関する政府間パネルによる特別報告書—https://www.env.go.jp/earth/ipcc/special_reports/srexja.pdf
- 6) 梅村幸一郎, 廣木謙三, 加藤健一郎, 橋本健, 原雄一, 石尾年光: 水害脆弱性指標の構築 (FVI 一次試算値) 土木学会第59回年次学術講演会 (平成16年9月)
- 7) みやぎ水害記録集(昭和61年8月洪水(台風10号)), <https://www.pref.miyagi.jp/uploaded/attachment/236351.jpg> (平成31年1月18日閲覧)