

内水氾濫を対象とした任意箇所からの避難困難度の検討

前橋工科大学 学生会員 ○齋川 晏慈 仲本 小次郎 正会員 平川 隆一
株式会社オウギ工設 非会員 根岸 智和 星野 裕也

1. はじめに

近年、記録的な豪雨や都市化の進展により、各地で内水氾濫が発生している。このとき、急激な水位の上昇により、浸水している状況での避難行動が考えられる。避難を行うために水害ハザードマップが用いられる場合があるが、水害ハザードマップは、浸水深によって危険度を評価しているものが多い。実際の避難行動では、浸水深以外の外力や、環境条件の影響を受ける。また、避難距離や、避難経路も考慮しなければならない。そのため、避難経路上の浸水深以外の外力指標を含めた、避難困難度を表したハザードマップの開発が重要である。

避難困難度指標として、例えば大西ら¹⁾は、単位幅比力を用いて検討を行った。しかし、避難場所や降雨強度の違いによる影響は含まれていない。一方、著者ら²⁾は歩行実験に基づき避難困難度の指標化を行った。

本研究では、対象地区の10mメッシュの格子において、避難場所の影響を含めた複数の外力指標を内包する避難困難度の定義および評価を目的とする。

2. 研究方法

(1) 氾濫解析

シミュレーションソフト「氾濫解析」を用いて、浸水深と流速、および流向を求めた。使用した降雨波形は図1および図2に示すように、5年確率降雨および100年確率降雨である。計算格子間隔を10m×10m、解析間隔を0.1秒とした。地盤高は、国土地理院の数値標高モデル5mメッシュを用いた。また、地目は国土地理院の土地利用細分メッシュデータを用いた。流出係数は、田を0.60、建物用地を0.90、河川地を1.00とした。本研究では、60分後の浸水深および流速のデータを用いる。

(2) 避難困難度

本研究では、避難困難度指標を3つのパラメータ α 、 β 、 γ と定義した。

α は水中歩行に関する指標である。式(1)のように、格子の単位幅比力を浅井ら³⁾によって明らかとなった安全歩行基準で除算することで、安全行動可能率とする。

$$\alpha = \frac{\text{格子の単位幅比力}}{0.080} \quad (1)$$

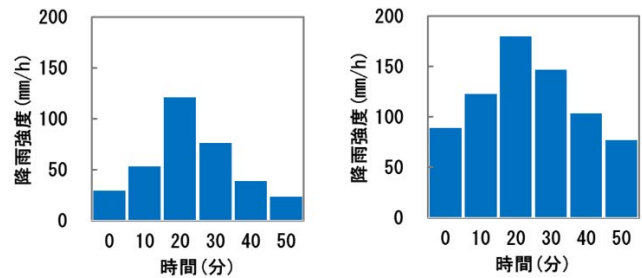


図1 5年確率降雨波形

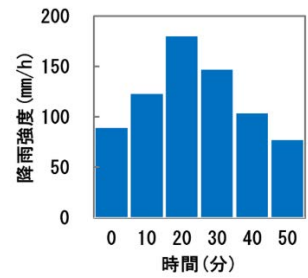


図2 100年確率降雨波形

β はスタート地点から指定緊急避難場所までの距離に関する指標である。避難距離が長いということは、避難場所の不足が要因と考えられる。そのため、 β を指定緊急避難場所不足率として、式(2)のように、各格子をスタート地点としたときの避難場所までの距離を、2000mで除算した値とする。

$$\beta = \frac{\text{スタート地点ごとの最短距離}}{2000(m)} \quad (2)$$

γ は道路上の開口部を表す指標である。そこで、 γ を歩行有効空間不足率として、式(3)のように、各格子内のマンホールの面積を格子の道路面積で除算することで求める。また、側溝の蓋がない場合には、その面積を加算して算出する。

$$\gamma = \frac{\text{格子のマンホールの数} \times \text{マンホールの面積}}{\text{格子の道路面積}} + \frac{\text{側溝の面積}}{\text{格子の道路面積}} \quad (3)$$

以上のようにして求めた α 、 β 、 γ を用いて、式(4)のように避難困難度を算出する。ただし、 α および γ に関しては値が0となる格子があるため、その格子の α 、 γ には、閾値として β の最小値である0.005(=10/2000)を与える。

$$\text{避難困難度} = (\alpha \times \beta \times \gamma)^{\frac{1}{3}} \quad (4)$$

3. 避難困難度の適用結果および考察

対象地区の道路網を図3に示した。なお、図中の星印は、対象地区における洪水時の指定緊急避難場所である。また、対象地区を南北に河川が流れている。5年確率降雨および100年確率降雨による浸水深を図4および図5に示した。主に道路網上を中心としてその周辺に浸水が起きていることが確認できる。5年確率降雨浸水深にお

キーワード 内水氾濫、水害ハザードマップ、避難行動、避難困難度

連絡先 〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町460-1 前橋工科大学 TEL: 027-265-0111 E-mail: hirakawa@maebashi-it.ac.jp

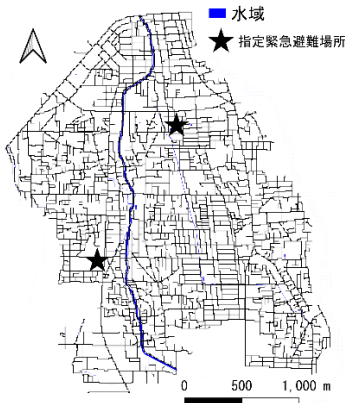


図3 道路網と水域

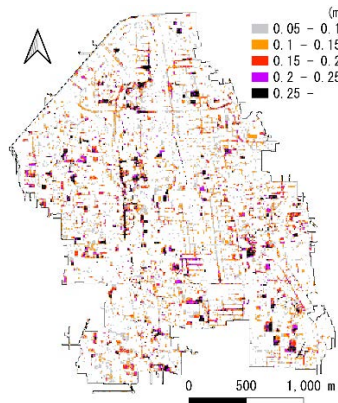


図4 5年確率降雨浸水深

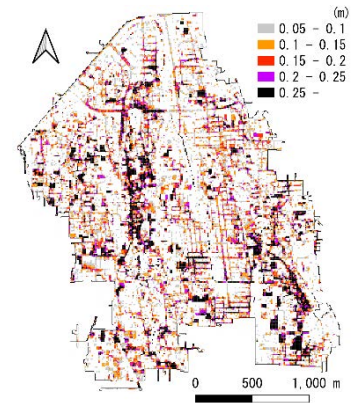


図5 100年確率降雨浸水深



図6 5年確率降雨避難困難度



図7 100年確率降雨避難困難度

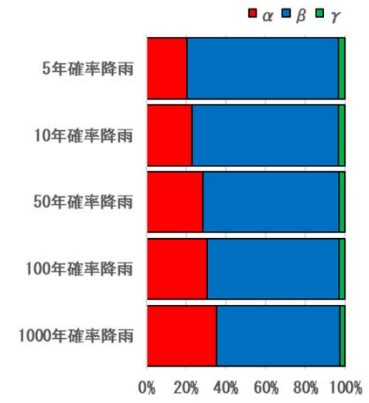


図8 各パラメータの寄与率

いて浸水深が深い箇所が、100年確率降雨浸水深ではより深くなっていることが確認できる。特に、100年確率降雨浸水深では対象地区の南東の道路網およびその周辺で浸水深が一段と深くなっている。

5年確率降雨および100年確率降雨の場合の避難困難度の適用結果を図6および図7に示した。なお、側溝の蓋は全て閉じられているとする。浸水深が深い箇所に加えて、指定緊急避難場所から遠い場所は避難困難度が高い値になっていることが確認できた。これは、 α と β による影響であると考えられる。また、対象地区の南東で避難困難度の値が高い箇所が多い。これは指定緊急避難場所から遠いため、 β の影響を受けていると考えられる。さらに、100年確率降雨避難困難度は5年確率降雨避難困難度と比較して、全体的に避難困難度が高い値となっている。これは、 α の増加による影響であると考えられる。

図8は、確率年降雨ごとの各パラメータの寄与率である。 α は確率年降雨の変化によって浸水深と流速が変化することで、寄与率が変動すると考えられる。 β と γ は一定の値であるため、 α によって寄与率が変化する。 β の寄与率の値は、対象地区の多くの場所で避難距離が長いことを明らかにしている。 γ は寄与率としては小さいが、局所的な危険性を示唆していると考えられる。

4. まとめ

本研究では、浸水深以外の指標で内水氾濫時の避難困難度の定義と評価を目的として、単位幅比力と避難距離および道路空間を考慮した指標を用いた。その結果、浸水深と流速および避難距離によって避難困難度が変化することが確認できた。本研究の結果から考えられる今後の課題はパラメータ γ の寄与率の妥当性の評価である。そのため、今後は歩行有効空間が避難困難度に与える影響について、検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 大西良純, 石垣泰輔, 馬場康之, 戸田圭一: 地下空間浸水時における避難困難度指標とその適応, 水工学論文集, Vol.52, pp.841-846, 2008.
- 2) 平川隆一, 仲本小次郎, 根岸智和, 星野裕也: 内水氾濫時の避難困難度に関する実験的研究, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol.78, No.2, pp.I_1003-I_1008, 2022.
- 3) 浅井良純, 石垣泰輔, 馬場康之, 戸田圭一: 高齢者を含めた地下空間浸水時における避難経路の安全性に関する検討, 水工学論文集, 第53巻, pp.I_859-I_864, 2009.