

栃木市における豪雨時の内水氾濫を考慮した避難情報のあり方に関する検討

宇都宮大学大学院 学生会員 ○加藤拓也

宇都宮大学 正会員 池田裕一

宇都宮大学 正会員 飯村耕介

1. はじめに

近年、日本では豪雨による被害が頻発している。2015年9月の関東・東北豪雨や2018年の西日本豪雨では逃げ遅れによる被害も顕著に見られた。逃げ遅れの防止に関しては避難情報が発令されてから住民がいち早く避難することが求められるが、避難情報の発令のタイミングについても改善していくことが重要である。

対象地域である栃木市では、関東・東北豪雨の際に浸水被害が発生し、逃げ遅れによる死者も出ている。市の中心部を流れる巴波川周辺は歴史的景観町並み形成区域に指定されているため、築堤等の対策が難しく、中心部の上流地域に遊水地などを設置するなど間接的な対策がメインになっている。そのためソフト対策の向上が重要であり、なかでも基準の一つである避難判断基準を改善することは効果が大きいと考える。

また、栃木市では避難情報を巴波川の倭橋の水位から判断している。これは外水氾濫を想定したものであるが、関東・東北豪雨規模の豪雨では、外水氾濫よりも早く内水氾濫が発生した場合に逃げ遅れが発生してしまう可能性がある。そこで本研究では栃木市において内水氾濫を考慮した避難判断基準の検討をおこなう。

2. 氾濫解析手法

氾濫解析ソフトウェアとしてXP-SWMM (XP Storm Water Management Model)を用いた。解析対象範囲は図-1における青い破線で示した範囲とした。河道と排水路には一次元不定流モデル、氾濫原には二次元不定流モデルを使用した。地形モデルには、国土地理院の5mメッシュデータを使用した。解析条件として降雨ケースを表-1に示す。関東・東北豪雨と台風19号については栃木県栃木市神田町で観測された実績降雨を用いた。想定最大規模降雨については国土交通省が洪水想定区域図で使用されている降雨とした。また避難が困難となる雨量に対しても検討する必要があるため短時間降雨として1時間の降雨と、長時間降雨として12時間と48時間の降雨モデルを検討した。長時間降雨については毎時間同じ雨量とした。



図-1 対象地域

表-1 降雨ケース

No.	降雨モデル	時間最大雨量	総雨量
(1)	平成 27 年 9 月 関東・東北豪雨時	45	388
(2)	令和元年台風 9 号	33.5	298
(3)	想定最大規模降雨	94	612
(4)	短時間降雨 20mm	20	20
(5)	短時間降雨 30mm	30	30
(6)	短時間降雨 40mm	40	40
(7)	短時間降雨 50mm	50	50
(8)	短時間降雨 60mm	60	60
(9)	短時間降雨 80mm	80	80
(10)	短時間降雨 100mm	100	100
(11)	短時間降雨 120mm	120	120
(12)	48 時間降雨 200mm	4.2	200
(13)	48 時間降雨 300mm	6.3	300
(14)	48 時間降雨 400mm	8.3	400
(15)	48 時間降雨 500mm	10.4	500
(16)	48 時間降雨 600mm	12.5	600
(17)	12 時間降雨 200mm	16.6	200
(18)	12 時間降雨 300mm	25	300
(19)	12 時間降雨 400mm	33.3	400
(20)	12 時間降雨 480mm	40	480

キーワード 避難判断基準, 氾濫解析, 内水氾濫, 都市水害

連絡先 〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東7-1-2 宇都宮大学 TEL.028-689-6214 Email : mt186426@cc.utsunomiya-u.ac.jp

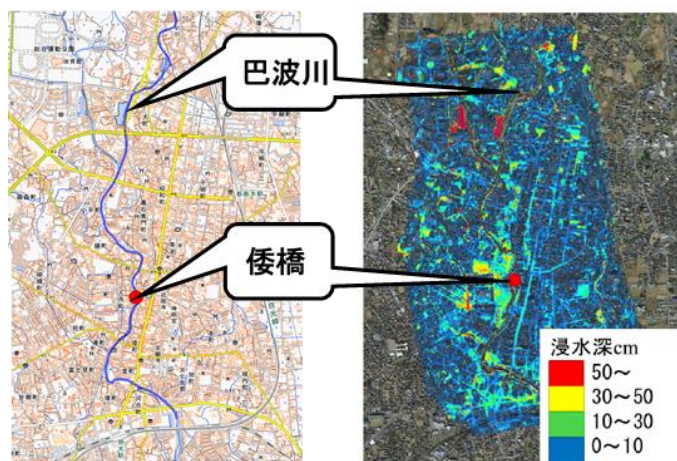


図-2 (1)関東東北豪雨時の最大浸水深図

3. 解析結果

解析の妥当性については関東・東北豪雨時において浸水被害報告書である地点において時間と浸水深が一致したことから妥当性があると判断した。

関東・東北豪雨と令和元年台風19号の浸水結果からは総雨量が順に238mm, 235mmに達した時に市街地で浸水深40cmを超えた。

短時間降雨の解析結果からは降雨量が80mmのケースでは市街地で浸水深が40cmを超えた。降雨量が120mmのケースでは関東・東北豪雨時と同じところで浸水が発生し市街地で最大浸水深55cmを超えた。

長時間降雨の解析結果からは12時間降雨のケースから110mmを超える累計雨量が予測されるときに浸水深が40cmに達することがわかった。最大浸水深は総雨量が480mmのケースで60cmであった。

4. 避難判断基準の検討

関東・東北豪雨の解析結果からは外水氾濫よりも先に内水氾濫が発生していることが確認された。そのため内水氾濫を考慮した避難判断基準の検討をおこなう。

(1) 浸水深による避難判断基準の検討

単位幅比力(水圧と運動量の和)により避難困難度を評価した結果から避難が困難な浸水深を求める³⁾。解析結果からは流速が最大で1.4m/sであったことも踏まえると避難が最も困難とされる女性高齢者は浸水深40cmで避難困難となることが明らかとなった。そのためこの浸水深に達した場合、避難中であっても垂直避難をすることが望ましいと考える。

(2) 降雨量による避難判断基準の検討

浸水深による避難判断基準の検討結果をもとに安全避難が困難となる浸水深に達するときの雨量によって避難判断をおこなう。

短時間降雨の解析結果からは1時間降雨量が100mm以上の雨量の場合、浸水深は40cmを超えることがわかったため解析結果より浸水が顕著な地域では降雨予測で100mmを超える降雨が予測されたときに避難情報を発令することとする。

また、長時間降雨からは累計雨量(連続)が110mm以上

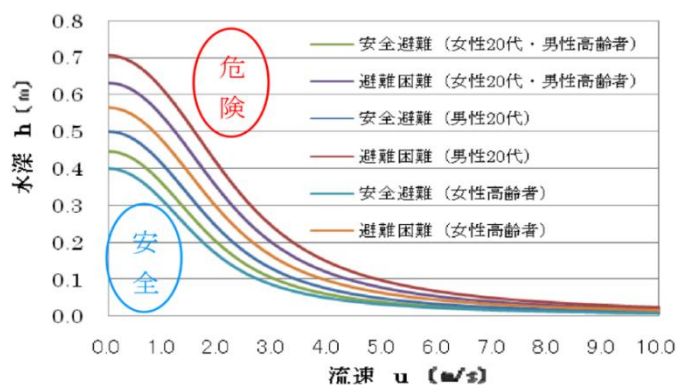


図-3 単位幅比力による水深と流速の関係

表-2 内水氾濫を考慮した避難判断基準表

避難情報	内水氾濫に対する基準			外水氾濫に対する基準
	浸水深	時間雨量(予測)	累計雨量	
避難準備情報	浸水深15cm	時間雨量40	40	氾濫注意水位
避難勧告	浸水深25cm	時間雨量60	60	避難判断水位
避難指示	浸水深35cm ↓ 垂直避難	時間雨量100	110	氾濫危険水位

となったときに浸水深が40cmに達することがわかった。そのため累計雨量で110mmを超える予測がされる場合はその時点で解析結果より浸水が顕著な地域で避難情報を発令することとする。

以上の結果から避難判断基準表を表-2に示す。

5. まとめ

栃木市は関東・東北豪雨と台風19号により甚大な被害を受けた。栃木市の中心市街地では関東東北豪雨以上の豪雨が発生した際に内水氾濫が発生する恐れがあり、内水氾濫を踏まえた避難判断基準の検討が求められる。そこで本研究では内水氾濫を想定した避難判断基準の検討をおこなうため短時間降雨と長時間降雨を含めた氾濫解析をおこなった。安全な避難には浸水深40cmが限度であることがわかった。また40cmの浸水深に達すると予測される雨量の場合、予測された時点で避難を開始することで夜間等の危険な避難を避けることができると考える。また浸水深が40cmに達した場合は水平避難でなく垂直避難を優先し身の安全を確保することが重要であると考察する。

参考文献

- 1) 栃木県：巴波川圏域河川整備計画，2017。
- 2) 原田：中小河川の氾濫原における水害リスクを考慮した地区別避難判断基準の設定，土木学会論文集，Vol.68，No.2，I_18-I_23，2012。
- 3) 浅井：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，p859-p864，2009。