

富山市における超過洪水の設定方法の提案と 避難所に与える影響に関する考察

下坂 将史¹・手計 太一²・石川 稜³

¹学生会員 富山県立大学大学院工学研究科博士後期課程（〒939-0398 富山県射水市黒河5180）

E-mail:mshimosaka@hitechs.co.jp

²正会員 富山県立大学准教授 大学院工学研究科（〒939-0398 富山県射水市黒河5180）

E-mail:tebakari@pu-toyama.ac.jp

³正会員 富山市役所土木事務所建設課建設係（〒939-2293 富山市高内333番地）

本研究では、既往最大規模の降雨波形(気象庁の歴代最大日降水量、H23新潟・福島豪雨、計画降雨量)を基に、上流域の集水面積を単純に乗じたハイドログラフを3案設定した。さらに、国内の代表的な急流河川に囲まれた富山市において、2河川で同時に複合洪水が発生した際の避難所に与える影響を考察した。

神通川と常願寺川で同時に洪水が発生することを想定し、今回提案した3つの想定流量を境界条件とした非定常平面2次元流計算を行った。H23新潟・福島豪雨の降雨量から作成したハイドログラフを用いた場合、最も浸水面積が大きくなり、富山市面積の15.3%が0.1 m以上浸水するという結果が得られた。さらに、避難所の危険度評価を行った結果、最大で、全施設合計14,776人、富山地域人口の4.6%が避難所を失う結果が得られた。

Key Words : shelter, flooding, the Joganji River, the Jinzu River, complex disaster, Toyama city

1. 序論

近年、気候変動や異常気象に伴う豪雨の発生、それに起因する水災害が多発し世界各国で社会・経済問題となっている¹⁾。IPCC第5次評価報告書によると、降雨頻度や降雨強度の増加に警鐘を鳴らしており、極端な気象現象の発生前から対策を練る必要がある²⁾。日本においては、降水量や降水パターンの変化により洪水リスクの増加が推定されている。気象庁気象研究所の地域気候モデルによると、2100年の再現確率100年における日降水量は、現在に比べ全国的に20%程増加すると予測されている³⁾。これは、平成22年10月の奄美豪雨や平成23年7月の新潟・福島豪雨、平成27年9月の関東・東北豪雨のような異常降雨が頻発する可能性を示唆しており、豪雨に伴う洪水のリスク増加が危惧されている。また、大川で同時多発的に氾濫、津波と洪水が同時、もしくは連続発生するような大規模複合災害も考慮しなければならない。

さらに、少子・高齢化社会によって災害弱者が増加していることや、福祉施設や地方自治体のタイムライン(防災行動計画)による災害対策が進んでいないという社会的問題も挙げられる。平成27年9月の関東・東北豪

雨の際に、避難の遅れで孤立した人が多数発生したことで、タイムラインへの関心がますます高まっている。

タイムラインとは、台風接近などの数日前から、自治体や鉄道会社といった関係機関がどのような行動を取るかを時系列で定めた計画のことである。国土交通省は、水防災意識社会再構築ビジョンで、平成32年度までに730市町村でタイムラインを作成すると公表した³⁾。気候変動に伴う、災害外力の増加により、ダムや堤防などのインフラを中心とするハードによる対応だけでは、人命を守れなくなっている。タイムラインや災害情報の共有などソフトによる対応と、ハードによる対応を両立して大規模水害に対応していかなければならない。

浸水想定区域図の指定は、計画降雨によって決壊または溢流が想定される地点を相当数選定して行うこととしていたが、平成27年11月19日に施行された水防法の改正により洪水については、想定し得る最大規模の降雨を前提とした浸水想定区域を示すこととなった。この、想定最大規模の降雨は、降雨特性が似ている地域別の既往最大降雨量と主要洪水の降雨波形を基に、降雨量と降雨波形を設定することとなっている⁴⁾。

現在、国土交通省や自治体が公表している浸水想定区域図は、改正前の水防法に準じて計画降雨を想定し、破

堤点を設定して作成されている。

既往研究として、三澤ら(2014)は、再現期間 50 年と 100 年の洪水を引き起こす降雨データを用いて、洪水氾濫と高潮の複合災害のリスクを全日本スケールで評価し複合災害被害額を算出した⁵⁾。また、手塚ら(2013)は、極値降雨を算出し、日本全国の洪水氾濫被害を定量的に評価した⁶⁾。これらの研究はどちらも、確率降雨を算出し洪水氾濫計算を行い、全日本スケールで評価し、災害被害額を算出することを目的としている。

また、福岡ら(1998)は、密集市街地における氾濫シミュレーションモデルを開発し、これを用いた被害軽減策を研究することを目的としている⁷⁾。

この他にも、洪水氾濫計算を行い、被害リスクを評価する研究は行われているが、富山県を対象とした研究事例は数少ない。

本研究では、想定し得る最大規模のハイドログラフの設定方法を提案するとともに、それを入力値とした洪水氾濫計算を行い、富山市が指定している避難施設の危険度を評価することを目的とする。流量境界条件は、気象庁の歴代最大降雨量や、過去に起きた豪雨災害時の降雨量を利用し、対象河川の上流域面積を単純に乗じて算出した。洪水氾濫計算は、汎用インターフェイスを用いて、非定常平面2次元流計算を行った。避難施設の危険度評価の方法は、洪水氾濫計算より、施設地点の最大湛水深を求め、洪水氾濫時に避難にどのような影響があるかを分析した。

2. 研究対象河川とその地域

本研究で対象としたのは、岐阜県高山市から富山県を南北に縦断し富山湾へ流下する一級河川の神通川と富山県南東部に位置し、我が国の急流河川の代表である常願寺川である。図-1に、対象2河川の流域界を示す。

神通川は、その源を岐阜県の北アルプスに位置する川上岳に発し、岐阜・富山両県を貫流しながら、日本海に注ぐ流域面積 2,720 km²、流路延長 120 km の富山県内最大の河川である。その平均河床勾配 1/500~1/800 という急流河川で、その関連市町村は、県都富山市を含む 2 県 4 市に及ぶ⁸⁾。

常願寺川は、その源を富山県の北ノ俣岳に発し、立山連峰の山間部にて称名川、和田川等の支川を合わせながら流下し、富山市東部を経て日本海に注ぐ流域面積 368 km²、流路延長 56 km の一級河川である。河床勾配は山地部で約 1/30、扇状地部で約 1/100 と、我が国屈指の急流河川で、その関連市町村は、県都富山市を含む 1 市 1 町からなる⁹⁾。

いずれの河川ともに、富山県内人口の約 40 % を占める富山市内を流れている。また、富山地域人口は富山市



図-1 研究対象河川とその流域界

人口の約 75 % を占めており、さらに富山市のコンパクトシティ化が進んでいるため、資産や人口が集中している。流域内には県庁や富山駅等の重要な公共施設が多数存在している。

歴史的に極めて幾多の甚大な水害を経験してきた地域であるものの、最近10年以上、大きな出水がなく一般市民の水害への意識は低くなりつつあるのが実情である。そこで本研究では、富山市内の富山地域(旧富山市)を対象に、河川複合災害が発生した際の避難施設の危険度評価を行った。

3. 研究方法

(1) 既往最大規模の降雨に基づくハイドログラフの作成

本研究では、富山市を流下する神通川と常願寺川を対象に洪水ハイドログラフを次のように設定した。本研究では、気候変動による災害外力である L2 外力の上昇を想定し、以下に示す 3 つの降雨量と降雨波形を利用した。

まず、気象庁の歴代最大日降水量である 851.5 mm/日 を記録した高知県魚梁瀬における 2011 年 7 月 19 日とその前日を合わせた 48 時間の降雨量を Case1 とする。次に、平成 23 年の新潟・福島豪雨で最大雨量を観測した福島県只見観測所の最大時間雨量を含める 48 時間の降雨量を Case2、そして比較のために対象河川の計画降雨量を Case3 とした。

図-2、図-3、図-4 にそれぞれ Case1~3 のハイエイトグラフとハイドログラフを示す。図中の赤線と青線は、それぞれ神通川、常願寺川における想定流量を示す。なお、想定流量は上述した降雨量と降雨波形を利用し、対象 2 河川流域の上流域面積を単純に乗じて算出した。また、点線は対象 2 河川の計画高水流量(神通川：7,700

m³/s, 常願寺川: 4,600 m³/s)を示す。

Case1 および Case2 のハイドログラフは, 神通川, 常願寺川共に, 同じ降雨波形を利用しているため, 2 河川の流量がピークに達する時間が同じである。一方, Case3 のハイドログラフは, 神通川, 常願寺川それぞれの計画降雨波形を利用しているため, 流量がピークに達する時間に 7 時間の差がある。

図-2 に示す Case1 に示すように, 神通川は上流域面積が大きいため, 神通川想定流量の最大値が 46,844 m³/s となり, 基本高水流量 9,700 m³/s の約 4.8 倍になっている。同様に, 図-3 に示す Case2 の場合は, 神通川想定最大流量が 52,511 m³/s となり, 基本高水流量の約 5.4 倍となっている。一方, 常願寺川は上流域面積が神通川と比較して大きくないため, 想定流量の最大値が, Case1 の場合で 5,924 m³/s, Case2 の場合で 6,641 m³/s となり, 既存の計画流量 4,600 m³/s を少し超える程度のピーク流量である。

想定最大外力を設定するにあたり, 降雨波形の引き伸ばしや降雨流出計算をしないことによって, 過大評価となることは容易に推察できるが, 「想定最大値」であることを考慮すれば, 単純でわかりやすい危険度評価になると思われる。

これらのハイドログラフを入力値として非定常平面 2 次元流計算を用いて, 神通川, 常願寺川の同時氾濫計算を行い, その計算結果に基づき避難施設の危険度評価を行った。

(2) 洪水氾濫計算

本研究では, 前項のハイドログラフを入力値として非定常平面 2 次元流計算を用いて, 神通川, 常願寺川の同時氾濫計算を行い, その計算結果に基づき避難施設への影響を評価した。ここでは, 無償で公開されている iRIC ソフトウェア¹⁰に含まれる氾濫解析モデル Nays2D Flood を用いることとした。これは有限要素法を用いた解析ソルバーである。

表-1 に計算条件を示す。地形データは, 国土地理院基盤地図情報¹¹の 10 m メッシュ数値標高モデルを用い, 河道は河道断面を正確に反映させるために, 神通川は平成 25 年, 常願寺川は平成 24 年の定期横断測量のデータ(200 m 毎)を用いた。格子サイズは, 100 m×100 m で, 前項のハイドログラフ 48 時間を入力値として与え, 計算タイムステップ 1 秒で計算した。また, 粗度係数は, 全格子 0.03 m^{-1/3}s とし, 最小水深は 0.01 m とした。計算の実働時間は, 約 2 時間である。

インターフェイスを用いて計算格子を作成する際, 地形データと定期横断測量データが重なる部分の格子点は, 2 つのデータの平均値がその格子点の標高となる。その

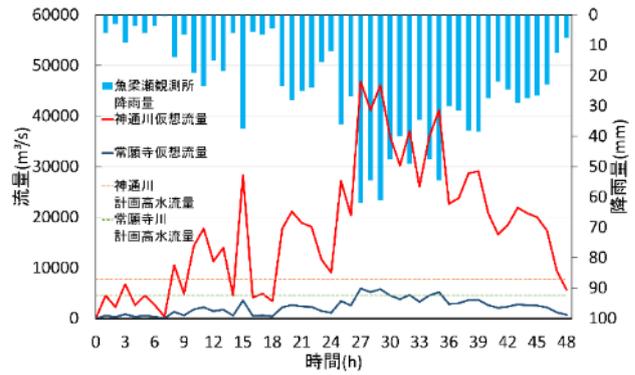


図-2 Case1 (高知県魚梁瀬)のハイトグラフとハイドログラフ

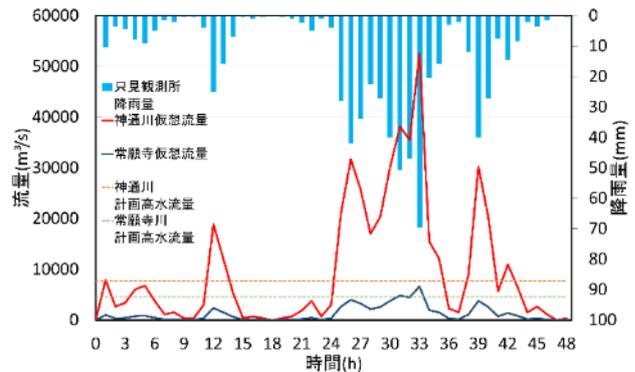


図-3 Case2 (福島県只見)のハイトグラフとハイドログラフ

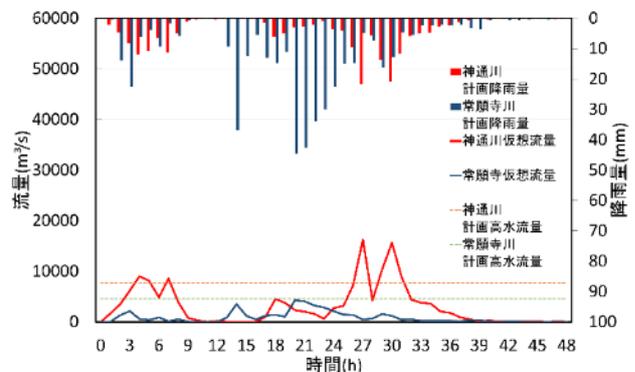


図-4 Case3 (計画降雨)のハイトグラフとハイドログラフ

表-1 計算条件

地形データ	国土地理院数値標高モデル10 mメッシュ
河道データ	神通川: 平成25年定期横断測量(200 m毎) 常願寺川: 平成24年定期横断測量(200 m毎)
格子サイズ	100 m×100 m
格子数	i (縦断方向) 220 × j (横断方向) 261=57420
時間	48時間
Δt	1秒
境界条件	自由流出
粗度係数	全格子0.03 m ^{-1/3} s
最小水深	0.01 m

ため、河道の天端高が地形データの影響を受け、実際の天端高よりも低くなり、計画高水流量を入力値として与えた場合でも水が溢れてしまうという問題が生じた。

そこで、天端位置の格子点は天端高の標高にし、河道内の格子点は、その格子点に最も近い横断測量の最深値にその横断測量の最高値と最深値の差の 1/5 の値を足した値に合わせた。

現在、国土交通省や自治体が公表している浸水想定区域図は、基本高水流量(神通川：9,700 m³/s、常願寺川：4,600 m³/s)、計画降雨(神通川：264 mm/2日、常願寺川：498 mm/2日)と計画波形を想定し、それぞれ破堤点を設定して作成されているが、本研究では破堤は考慮していない。

(3) 危険度評価方法

避難施設の危険度評価は、富山市が 7 つの地域に分けて指定しているうち、富山地域(旧富山市)の第 1 次避難所、第 2 次避難所、第 3 次避難所、その他避難所、および福祉避難所の 5 区分を対象に行った。表-2 に区分ごとの避難所の施設数合計と収容人数合計を示す。

第 1 次避難所とは、災害発生時等において第 1 次に開設する避難所で、主に小学校が指定されている。第 2 次、第 3 次、およびその他避難所は、第 1 次避難所に収容しきれない場合において、順次開設される避難所のことである。主に、第 2 次避難所は中学校、第 3 次避難所は高等学校が指定されている。また、福祉避難所とは、災害時の避難者のうち、高齢者、障害者、妊産婦、乳幼児、病弱者等、避難所生活において何らかの特別な配慮を必要とする人を受け入れる避難所のことであり、主に、老人福祉施設や障害者支援施設が指定されている。これら 5 区分の施設を合わせて、平成 27 年 12 月時点の富山地域の人口(321,895 人)の 18 %が避難できる収容人数になっている。

昭和 25 年に施行された建設基準法では、学校の教室でその床面積が 50 m²を超えるものは、天井の高さが、3 m 以上でなければならないと規定されている。この法令は平成 17 年に改正され、現在は 2.1 m 以上となっているが、本研究では、平成 17 年度以前の建設基準法に準じて、施設の階層に関しては表-3 の通りに基準を設定した。

危険度評価の方法は、施設地点の格子点の最大湛水深と表-3 の基準を基に、各施設において浸水すると計算された階層分の収容人数や施設数を算出し、洪水氾濫時に避難にどのような影響があるかを分析した。例えば、収容人数が 1,000 人、建物構造が 4 階建ての施設地点の最大湛水深が 3 m の場合、その施設の 2 階まで浸水するとし、収容人数の半分の 500 人を収容できない人数

表-2 区分ごとの施設数と収容人数

	施設数	収容人数
第1次避難所	50	23,570
第2次避難所	18	10,480
第3次避難所	23	18,880
その他避難所	7	3,930
福祉避難所	12	1,446
計	110	58,306

表-3 本研究における危険度評価条件

階層	危険度評価条件
5階	水深12m 以上で浸水
4階	水深9m 以上で浸水
3階	水深6m 以上で浸水
2階	水深3m 以上で浸水
1階	水深0.5m 以上で浸水

として算出した。

さらに、計算結果を Google Earth で表示し、浸水面積を測定して、富山市面積の何割に影響があるのかを分析した。

4. 結果

図-5、図-6、図-7 に、Case1、Case2、Case3 の最大湛水深図をそれぞれ示す。また、Google Earth 上で最大湛水深図を表示し、浸水面積を測定した結果と富山市面積、計算範囲面積を表-4 に示す。最大湛水深図の最大値は 9.0 m で、最小値は 0.1 m である。最小値以下は描画していない。浸水面積が最も大きくなったのは Case2 の場合で、富山市の 15.3 %が 0.1 m 以上浸水するという結果になった。また、今回設定した計算範囲の 33.1 %が 0.1 m 以上浸水するという結果になった。

本研究で想定した 3 つのケースすべての場合において、洪水の影響を全く受けなかった施設は、第 1 次避難所で 11 施設、第 2 次避難所で 4 施設、第 3 次避難所で 3 施設、その他避難所で 1 施設、福祉避難所で 4 施設、合計で 23 施設という結果になった。それ以外の 87 施設、全体の約 79 %の施設は、いずれかのケースにおいて洪水の影響を少なからず受けるという結果になった。

また、今回設定した危険度評価条件では、0.5 m 以上の浸水で 1 階が利用不可能になるとしたが、いずれかのケースにおいて 0.5 m 以上浸水した施設は、第 1 次避難所で 24 施設、第 2 次避難所で 8 施設、第 3 次避難所で 12 施設、その他避難所で 4 施設、福祉避難所で 3 施設、合計で 51 施設という結果になった。全体の約 46 %の施設が、今回想定したいずれかの場合において 1 階が浸水してしまい、利用不可能という結果になった。

3 つの洪水氾濫計算の結果に基づき全対象施設の危険度を評価し、洪水氾濫時、浸水して収容不能になると判

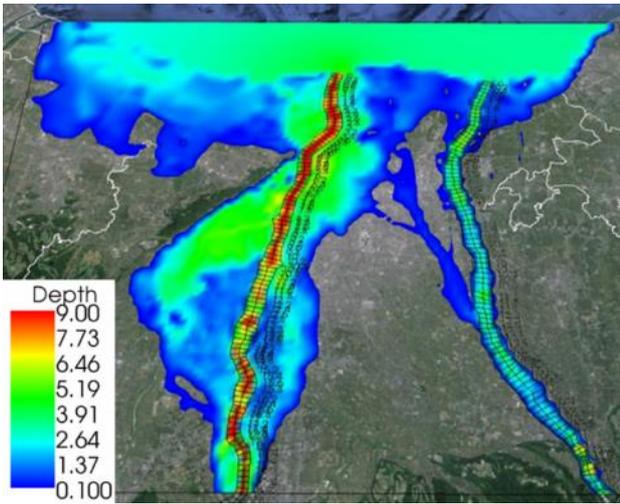


図-5 Case1 の最大湛水深図

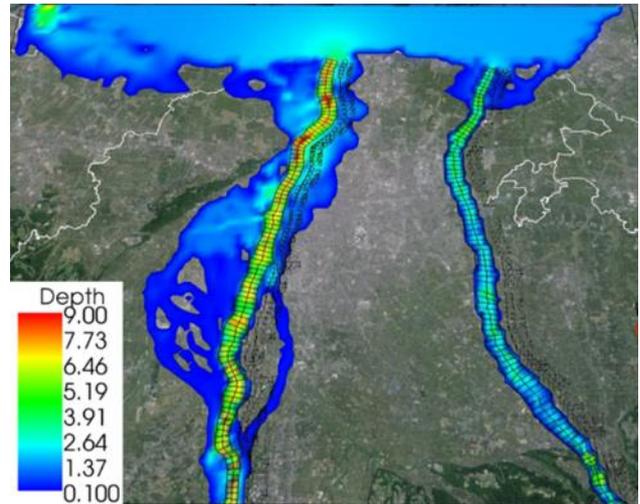


図-7 Case3 の最大湛水深図

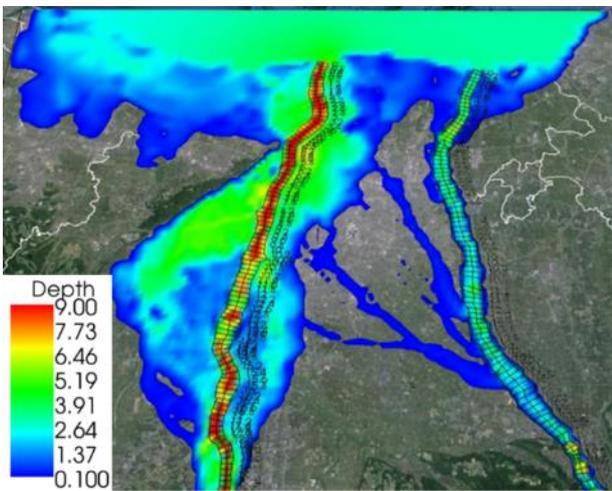


図-6 Case2 の最大湛水深図

表-4 Case 別浸水面積と富山市面積および計算領域面積

	浸水面積 (km ²)	富山市面積 (km ²)	計算領域面積 (km ²)	浸水面積が富山市面積を占める割合 (%)	浸水面積が計算領域面積を占める割合 (%)
Case1 高知県 魚梁瀬	180	1,242	574	14.5	31.4
Case2 福島県 只見	190			15.3	33.1
Case3 計画 降雨	120			9.7	20.9

断された階層分の収容人数を災害時収容不能人数として表-5 に示す。また、表-6 に、区分別に最大湛水深が大きかった上位 2 施設の収容人数、建物構造、および最大湛水深を示す。図-8 は避難所位置図を示している。

今回行った 3 つの洪水氾濫計算の中で、Case2 の結果が全ての区分において最も避難所への影響が大きいことがわかった。この要因としては、Case2 の流量のピーク値が、今回想定した流量の中で最大ということが考えられる。

全避難所の評価結果をまとめると、Case1 では 24.3 %、Case2 では 25.3 %、Case3 では 8.1 %が避難者の受入が不可能であった。また、Case1 の場合で、富山地域人口の 4.4 %に相当する 14,147 人、Case2 の場合で富山地域人口の 4.6 %に相当する 14,776 人が避難所を失う結果となった。

次に、区分別に割合平均を比較すると、今回行った危険度評価では、第 2 次避難所が最も大規模洪水氾濫の影響を受けにくいという結果になった。反対に、その他避難所が最も洪水氾濫の影響を受けるという結果になっ

た。このような結果になった要因としては、第 2 次避難所は、すべての施設が 3 階建て以上であるのに対し、その他避難所はすべての施設が 2 階建て以下であり、そのほとんどが体育館である。さらに 7 施設中 5 施設が 1 階建てということが挙げられる。また、第 2 次避難所の多くが神通川と常願寺川の間を中心部に位置しているのに対し、その他避難所のうち、表-6 に示す最大湛水深が大きくなった上位 2 地点の、総合体育館と旧安野屋小学校体育館はどちらも神通川近傍に位置し、洪水氾濫時に影響を強く受けやすい位置だったと考えられる。

その他避難所は Case1 と Case2 の場合で、災害時収容不能人数が 2,890 人、収容不能人数割合が 73.5 %という結果になり、大規模洪水氾濫時に、その他避難所の多くは利用できないということが分かった。反対に、最も収容不能人数割合が低くなったのは、第 2 次避難所の Case3 の場合で、1.8%という結果になった。

富山市は第 1 次避難所で合計 23,570 人を収容できるとしているが、今回想定した Case1 や Case2 のような

表-5 避難所区分別災害時収容不能人数

区分	収容人数	Case	災害時収容不能人数	収容不能人数割合(%)	収容不能人数割合平均(%)
第1次避難所	23,570	Case1 (高知県魚梁瀬)	5,538	23.5	17.8
		Case2 (福島県只見)	5,538	23.5	
		Case3 (計画降雨)	1,508	6.4	
第2次避難所	10,480	Case1 (高知県魚梁瀬)	1,548	14.8	11.5
		Case2 (福島県只見)	1,868	17.8	
		Case3 (計画降雨)	187	1.8	
第3次避難所	18,880	Case1 (高知県魚梁瀬)	3,922	20.8	16.4
		Case2 (福島県只見)	4,231	22.4	
		Case3 (計画降雨)	1,115	5.9	
その他避難所	3,930	Case1 (高知県魚梁瀬)	2,890	73.5	63.2
		Case2 (福島県只見)	2,890	73.5	
		Case3 (計画降雨)	1,670	42.5	
福祉避難所	1,446	Case1 (高知県魚梁瀬)	300	20.7	16.1
		Case2 (福島県只見)	300	20.7	
		Case3 (計画降雨)	100	6.9	
全避難所	58,306	Case1 (高知県魚梁瀬)	14,147	24.3	19.2
		Case2 (福島県只見)	14,776	25.3	
		Case3 (計画降雨)	4,729	8.1	

超過洪水氾濫が起きた場合、5,538人(23.5%)が、第1次避難所に避難できないという結果が得られた。

表-6 より、今回想定した超過洪水氾濫では、どのケースにおいても、第3次避難所の富山工業高校地点の最大湛水深が最も大きくなり、最大で 5.92 m、続いて福祉避難所である富山県聴覚障害者センターの 5.76 m となった。

図-9 に、今回最も最大湛水深が大きかった、Case2 の富山工業高校地点の水深時系列を示す。富山工業高校地点の水深が最大となるのは、入力値として流量を与えてから、120,720 秒(33.5 時間)後であった。Case2 の想定流量は、33 時間後にピークに達することから、上流で流量のピークを迎えてから 32 分後には富山工業高校地点の水深がピークになることが分かった。このことから洪水は非常に高速に流下してくることが分かる。

富山工業高校地点の最大湛水深が大きくなった要因は、地形特性である。富山工業高校は神通川左岸側、呉羽山と神通川の間に位置しており、地盤高が周辺と比較して低い。また、洪水は呉羽山を越えることがないため、水が留まりやすくなっている。

図-10 に、Case2 の場合の富山県聴覚障害者センター地点の水深の時系列を示す。図-10 より Case2 の想定流

表-6 区分別最大湛水深上位 2 施設の収容人数と建物構造、および Case 別最大湛水深

区分	名称	収容人数(人)	建物構造	最大湛水深(m)		
				Case1 高知県魚梁瀬	Case2 福島県只見	Case3 計画降雨
第1次避難所	雄峰 高等学校	370	4階	4.81	4.92	1.47
	奥田北 小学校	520	4階	4.80	4.87	1.70
第2次避難所	西部 中学校	560	3階	4.70	4.84	1.54
	芝園 小学校	680	4階	2.98	3.07	0.24
第3次避難所	富山工業 高等学校	750	4階	5.80	5.92	2.59
	富山商業 高等学校	810	4階	4.95	5.10	1.64
その他避難所	総合 体育館	1,560	2階	4.69	4.77	1.30
	旧安野屋 小学校体育館	610	1階	4.00	4.12	1.05
福祉避難所	富山県聴覚 障害者センター	100	2階	5.70	5.76	2.43
	富山県視覚障 害者福祉セン	100	2階	3.27	3.39	0.62

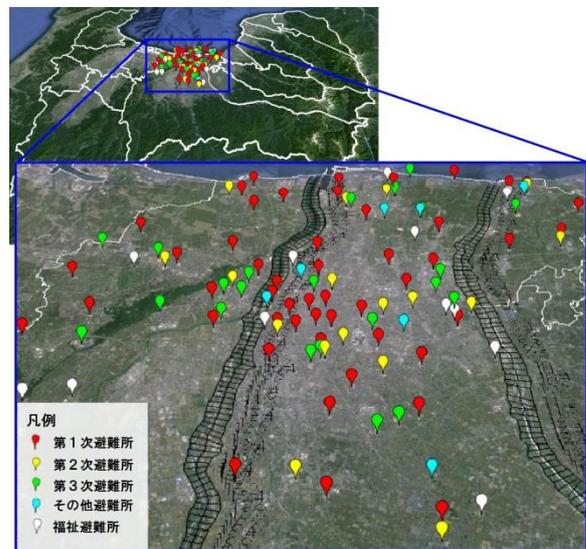


図-8 避難所位置図

量がピークを迎えてから、50 分後に水深がピークになっている。湛水深が 2 番目の富山県聴覚障害者センターは富山駅の北側に位置している。富山駅周辺の地盤高は、富山駅を境に南北で大きく異なっており、北側が低いいため富山駅北側に水が流れ込みやすいと考えられる。

また、区分別上位 2 施設は、どの施設も神通川の近傍に位置しているという共通点が見られた。特に、神通川右岸側に多く位置している。

危険度評価を行った結果、施設全体が浸水して、利用不可能になってしまう施設が、第1次避難所で 1 施設、その他避難所で 4 施設、福祉避難所で 2 施設あった。その他避難所は 7 施設のうち、半数以上の 4 施設が利用不可能という結果になった。第2次避難所、第3次避難所は、利用不可能となる施設はなかった。

5. 結論

本研究では、既往最大規模の 3 つの降雨に基づきハイ

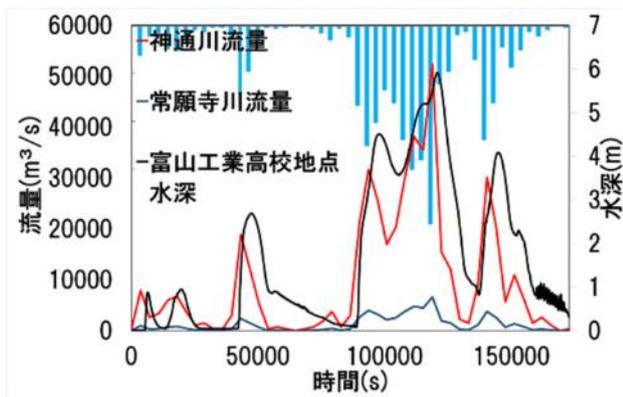


図-9 Case2の富山工業高校地点の水深の時系列

ドログラフを設定し、神通川と常願寺川の両河川で同時に洪水が発生する複合災害について検討を行った。1つ目は気象庁の歴代最大日降水量、2つ目は北陸地方で最大規模の豪雨であった H23 新潟・福島豪雨の降雨量、そして3つ目に既往の計画降雨量である。これらに、上流域の集水面積を単純に乗じたハイドログラフを設定した。今回提案した3つの想定流量を境界条件として、非定常平面2次元流計算を行った結果、2つ目の H23 新潟・福島豪雨の降雨量から作成したハイドログラフを用いた場合が、最も浸水面積が大きくなり、富山市面積の15.3%が0.1m以上浸水するという結果になった。

また、非定常平面2次元流計算の結果から、富山市富山地域内の避難所の危険度を評価した。その結果、今回想定した3つの洪水氾濫の場合、最大で、全施設合計14,776人、富山地域人口の4.6%が避難所を失う結果となった。また、いずれかの場合において0.5m以上の浸水により、1階に避難不能となってしまう施設は、合計で51施設、全体の約46%という結果になった。

避難所区分別に比較すると、その他避難所が最も洪水氾濫の影響を受け、大規模水害時に多くの施設が利用できなくなるという結果が得られた。また、第2次避難所が最も影響を受けにくいという結果が得られた。

避難施設ごとに比較すると、最大湛水深が最も大きくなった地点は、どのケースにおいても、第3次避難所の富山工業高校地点で、最大で5.92mという結果になった。また、富山工業高校地点の水深は、上流の流量がピークに達してから、32分後にピークに達するということが分かった。

今後の課題としては、これまでのようにその河川流域での既往最大の降雨量により、浸水想定区域図を示すのではなく、今回、H23新潟・福島豪雨の降雨量を利用して計算を行ったように、降雨特性が似ている地域の既往最大の降雨に関しても検討していかなければならない。また、今回行った避難施設の危険度評価の結果から、大規模水害時に利用できなくなった施設の収容人数分をどこでどのように補うのかを検討する必要がある。さらに、

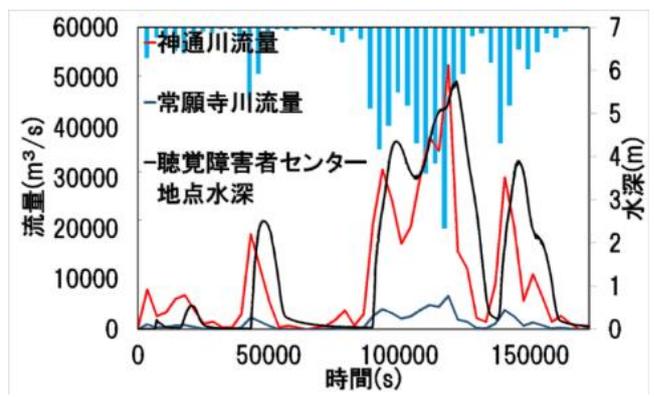


図-10 Case2の富山県聴覚障害者センターの水深の時系列

流量のピークとある地点の水深のピークの時差から、タイムラインを検討し、自治体などの各機関で導入されることが望まれる。災害外力の増大により、インフラなどのハードによる対応だけでなく、タイムラインのようなソフトとの両立が望まれる。

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・渇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) 気象庁: IPCC 第5次評価報告書統合報告書政策決定者向け要約, pp.1-40, 2007.
- 3) 国土交通省 水管理・国土保全局: 水防災意識社会 再構築ビジョン, <http://www.mlit.go.jp/common/001113067.pdf>, 2015. (最終閲覧日: 2016年1月28日)
- 4) 国土交通省 水管理・国土保全局: 浸水想定(洪水、内水)の作成のための想定最大外力の設定手法, 2015年7月.
- 5) 三澤公希, 風間聡, 鈴木武, 有働恵子, 手塚 翔也: 気候変動下の洪水と高潮の複合災害リスク推定, 土木学会論文集G(環境), Vol.70, No.5, I_95-I_100, 2014.
- 6) 手塚翔也, 小野桂介, 風間聡: 極値降雨と極値流出の関係に基づいた洪水被害分布推定, 土木学会論文集 B1(水工学), vol69, No.4, I_1603-I_1608, 2013.
- 7) 福岡捷二, 川島幹雄, 横山洋, 水口雅教: 密集市街地の氾濫シミュレーションモデルの開発と洪水被害軽減対策の研究, 土木学会論文集, No.600, II-44, 23-36, 1998.
- 8) 国土交通省: 神通川水系河川整備基本方針, http://www.mlit.go.jp/river/basic_info/jigyo_keikaku/gaiyou/sei bi/pdf/zindugawa40-1.pdf, 2008. (最終閲覧日: 2016年1月28日)
- 9) 国土交通省: 常願寺川水系河川整備基本方針, http://www.mlit.go.jp/river/basic_info/jigyo_keikaku/gaiyou/sei bi/pdf/jogangi-1.pdf, 2005. (最終閲覧日: 2016年1月28日)
- 10) 河川シミュレーションソフト iRIC, <http://i-ric.org/ja/>, (最終閲覧日: 2016年1月28日)

STUDY ABOUT FLOOD HYETOGRAPH EXCEEDING AND AFFECT ON PUBLIC SHELTERS IN TOYAMA CITY

Masashi SHIMOSAKA, Taichi TEBAKARI and Ryo ISHIKAWA

This study proposed a new methodology of largest scale hydrographs using the following three cases; 1) historical recorded daily rainfall of JMA, 2) Niigata-Fukushima heavy rainfall disaster in 2011, 3) existing design rainfall. Those rainfall data were multiplied each catchment area of upstream.

Above mentioned three hydrograph as boundary condition, the Jinzu and Joganji Rivers were assumed to overflow at the same time, 2-D unsteady flow analysis was carried out. As a result of numerical simulations, Case 2 was calculated maximum flooding area, 15.3 % of city area. Moreover, maximum 14,776 people (4.6 % of city population) lost public shelters.