

集中豪雨を想定した新しい洪水ハザードマップに関する研究 -北海道広域分散地域を対象とした考察-

A study for new hazard maps which supposes the local severe rain
- A consideration, which deals with wide distributed area in Hokkaido -

北海道大学工学部 ○学生員 為政咲乃 (Sakino TAMEMASA)
北海道大学工学研究科 フェロー会員 鈴木英一 (Eiichi SUZUKI)
北海道大学工学研究科 正会員 山口里実 (Satomi YAMAGUCHI)
北海道大学工学研究科 学生員 岩崎理樹 (Toshiki IWASAKI)

1. はじめに

洪水ハザードマップは水防法に基づき、破堤、氾濫等の浸水情報、および避難所等の情報を市町村が作成し、公表したものである。洪水ハザードマップの作成と周知は住民の避難意識を高め、有事の際に適切な避難体制を作るために非常に有効な手段となりうる。

しかし、現在の洪水ハザードマップでは対応しきれていない問題点も多く、そのうちのひとつとして中小河川の氾濫が想定されていないという点が挙げられる。現行の洪水ハザードマップは、直轄河川などの大河川の氾濫を対象としており、大規模な出水が優先して検討されている。しかし、実際には、整備されていない中小河川の氾濫による水害がより高頻度で発生する恐れがある。

近年、我が国では集中豪雨の頻発によって各地で中小河川の氾濫被害が生じている。時間雨量 50mm/h を超える豪雨⁹⁾の増加が記録されており、集中豪雨の発生の増加傾向も指摘されている。集中豪雨は、「ゲリラ豪雨」とも呼ばれるように、極めて局所的に発生する豪雨であり、かつ急激に降雨量が増加するため、発生場所や発生時刻、雨量の予測は困難である。これに加え、中小河川は流域面積が小さく河川延長が短いことから、洪水到達時間が短く、集中豪雨が発生した場合、急激に水位が上昇し氾濫に至ることがある。また、これら中小河川の流域では平野部が狭く、住宅地が河川に沿って存在している場合が多いため、その区域において洪水時に避難が間に合わない恐れがある。特に高齢者、障害者など（要援護者）の場合は時間のない中での避難はさらに難しくなってくる。したがって、集中豪雨を想定した中小河川の新しい洪水ハザードマップを作成する必要がある。

避難の参考となる浸水予測図をつくる時膨大なデータと労力と時間、そしてそのための費用が必要なため、すぐにあらゆる中小河川を解析することは地方の市政にとって困難である。そこで本研究では、北海道地方部における水害への防災対策の一助となる事を念頭に、集中豪雨による氾濫に関して数値的解析を行い、特性を明らかにし、ハザードマップの作成時に基礎資料となるものを提案する。また、その際に災害弱者となりうる要援護者が滞在する施設に洪水避難に関するアンケートを行い、住民の避難意識の実態を調査し、解析結果と併せ検討した。

2. モデルとした地域について

本研究では特に北海道の地方部を対象とする。以下にモ

デルとした K 町の概要を示す。K 町は高齢者の割合が人口の 3 割を超える(表-1)北海道の典型的な地方の町であり、昭和 56 年に洪水を経験している。K 町の洪水ハザードマップは既に公表されており、これを図-1 に示す。浸水域とされている部分をわかりやすいように橙色で示した。このマップで氾濫すると予測されているのは国が管理する直轄河川 Y 川だけで、Y 川に流れ込む中小河川 U 川、PU 川、PA 川、A 川の氾濫については浸水予測がなされていない現状にある(図-1)。

表-1 K 町の人口特性¹⁾

総人口	13,706 人(男 6,439 人 女 7,267 人)
老年人口	4,371 人(男 1,828 人 女 2,543 人) (総人口に対する割合 32%)
世帯数	6,104 世帯(1 世帯当り 2.2 人)
人口密度	67.2 人(1km ² 当り)

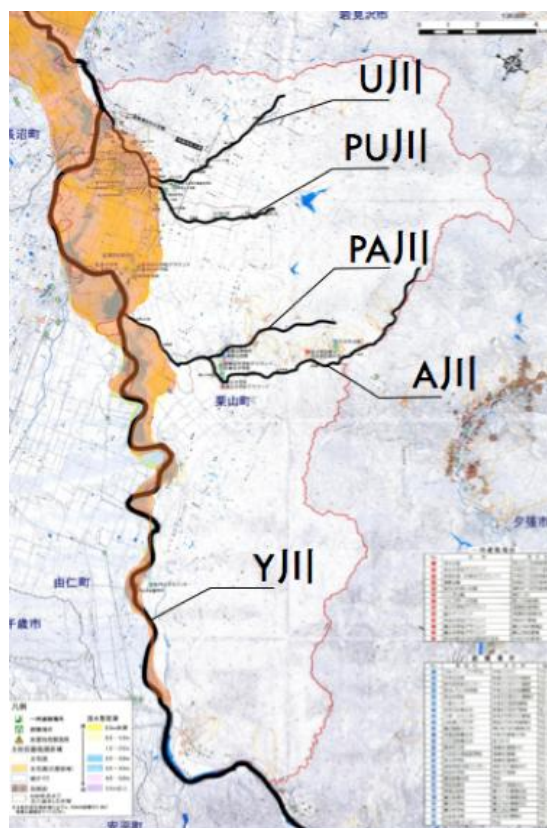


図-1 K 町洪水ハザードマップ²⁾

3. 中小河川の氾濫解析

集中豪雨による水害現象を適切に把握するために、本研究では、K 町の中小河川 U 川、PU 川、PA 川、A 川について氾濫解析を行った。

3. 1 計算手法

解析は、平面 2 次元の氾濫計算を行った。計算は清水³⁾らによるモデルを使用した。計算格子は約 50m とし、格子の標高を LP データ⁴⁾により与えた。対象とした氾濫原に対し、4 河川それぞれからの洪水流量を流し、Y 川の下流端は自由流出とした(図-3)。なお、図-3 ではそれぞれの河川の河道を示しているが、計算では氾濫原には標高のみを与えており、河道は与えていない。

3. 2 流量について

本研究では、S56 に K 町で起きた洪水氾濫を再現することで計算手法を検討し、次に、実際に時間雨量 50mm/h の集中豪雨が降ったときの流量を用いて計算することで氾濫区域を求めることとした。それぞれの河川における雨量、流量を図-4 のグラフにまとめた。流量の設定の仕方については以下のとおりである。

(1) S56 洪水の流量

K 町では、昭和 56 年 8 月に洪水を経験している。このときの実測雨量と再現された流量⁵⁾を用いることとした。

(2) 集中豪雨 50mm/h 時の流量

2010 年 8 月 24 日忠別ダム管理所地点で実際に観測された集中豪雨(時間雨量最大 50mm)の雨量データ⁶⁾を用いた。この規模の集中豪雨は近年道内でも多く発生しており今後どこにでも発生する可能性があると考えた。

流量については以下の合理式から求める。合理式を以下に示す。合理式法は洪水のピーク流量を推算するための簡便な方法であって、貯留現象を考慮する必要のない河川でピーク流量のみが必要とされる場合に広く用いられている⁷⁾。本研究の場合、流域面積が 50km² 程度の小さな河川を対象としているため、合成合理式を用いるものとした。

$$Q_p = \frac{1}{3.6} fRA$$

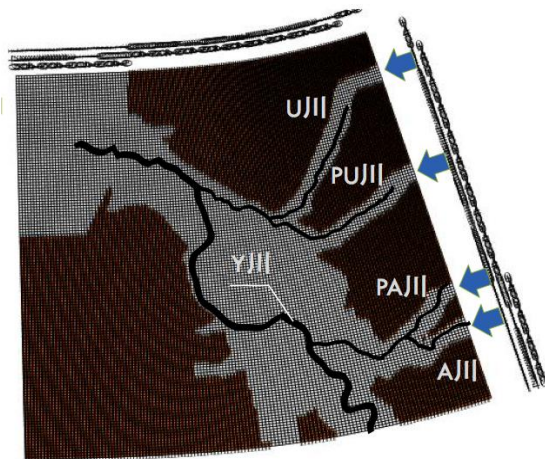


図-3 計算格子

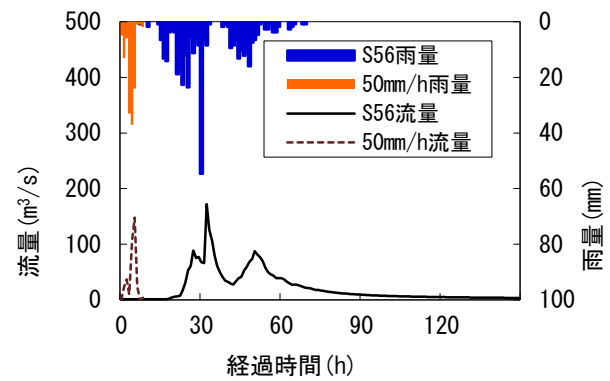


図-4a U 川における S56 洪水と 50mm/h 集中豪雨の雨量と流量

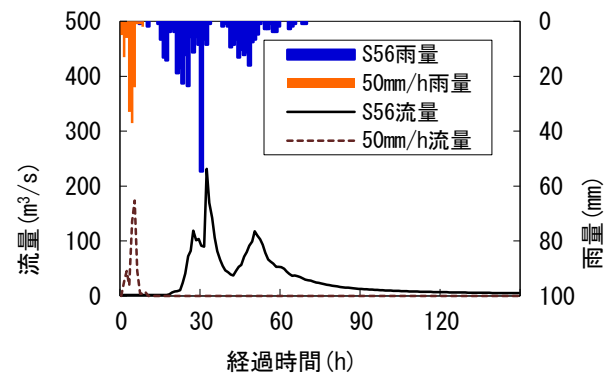


図-4b PU 川における S56 洪水と 50mm/h 集中豪雨の雨量と流量

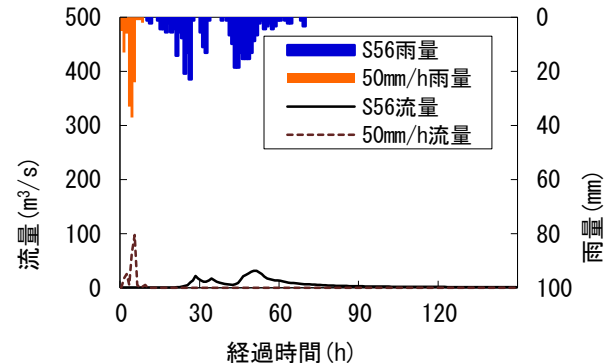


図-4c PA 川における S56 洪水と 50mm/h 集中豪雨の雨量と流量

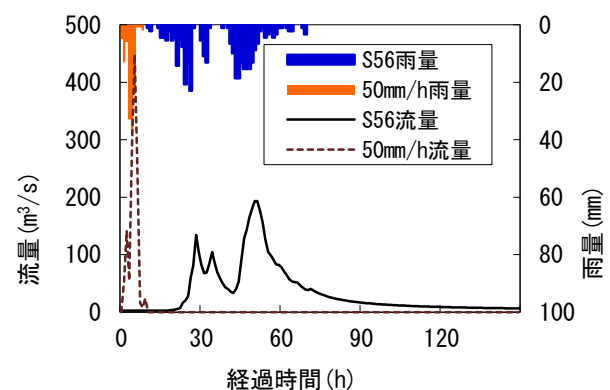


図-4d A 川における S56 洪水と 50mm/h 集中豪雨の雨量と流量

Q_p : 最大洪水流量(m^3/s), f : 流出係数, R : 洪水到達時間内の雨量強度(mm/h), A : 流域面積(km^2)を表している. 流域面積は 1:50,000 の地形図⁸⁾から測定した.

また, 計算にあたって, 現地の河川内の樹木の繁茂が多いことと, 流木等が河道内に詰まること等を勘案し, 河道内で流下する流量は考慮しなかった.

3. 3 計算結果と考察

S56 洪水と降雨強度 50mm/h での解析結果から, 計算時間内でのそれぞれの地点における最大浸水深を図-5a, b に示す. 浸水深は 0.2m 以上を示した.

(1) 集中豪雨の氾濫特性について

中小河川の氾濫により, 洪水ハザードマップに示されている Y 川の浸水域とは明らかに異なった地域が浸水している. また, 河川が山地から平野部に出たところで浸水深が大きくなっている.

S56 洪水とピーク 50mm/h の集中豪雨では, 時間的にも総雨量的にも氾濫のボリュームが全く異なる(図-4a から図-4d). S56 洪水は氾濫がほぼ 5 日間続いたのに対し, 50mm/h の集中豪雨は 9 時間以内に氾濫が終わっている. また, 総雨量も S56 洪水が 322mm なのに対して 50mm/h の集中豪雨では半分以下の 122mm である. それにも拘らず, 図-5a, b からわかるように, S56 よりむしろ 50mm/h の雨の方が広い氾濫域が得られた. このことから集中豪雨の特性として, たとえ降雨時間が短くても中小河川においては過去最大の洪水並みの浸水域となることがわかる.

(2) 居住区と浸水域について

K 町の居住区域を見ると, 大川である Y 川の周辺よりも中小河川 U 川, PU 川, PA 川, A 川の川沿いの平野部に集中するという傾向が見られる. 計算結果では山地から平野部に, つまり居住者が多い地域で浸水深が大きくなっている. 中小河川の周辺には災害時に要援護者となる高齢者や障害者, 幼児などが利用する福祉施設も集中しているため, 本計算のように氾濫した場合, 避難の困難が予想される.

4. 要援護者の避難について

災害時, 最も避難が困難になるのは自力で避難が困難な高齢者や障害者である. 本研究では高齢者の多い地区を対象とするため, ハザードマップを作成する上でも要援護者の避難を考慮することが大変重要な事項である.

4. 1 福祉施設へのアンケート

図-6 は, 図-5b の点線で囲った部分を拡大したものである. 図-6 からは中小河川の氾濫域にあたる区域に多くの施設が立地していることがわかる. 要援護者への支援を適切に行えるような基礎となる情報を集める必要があるため, K 町の 14 の福祉施設に対しアンケートを行った. これらの施設のうち 8 施設から回答が得られた. アンケート

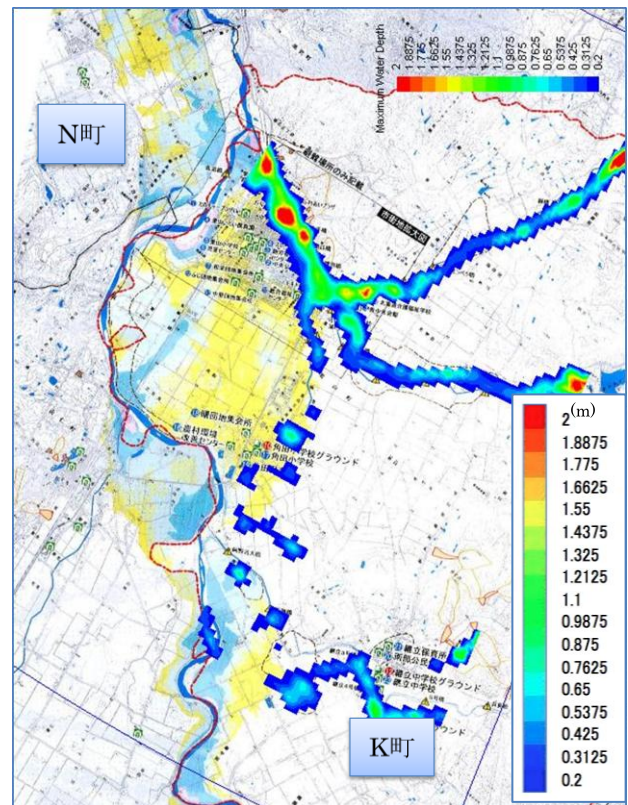


図-5a S56 洪水の最大浸水深図

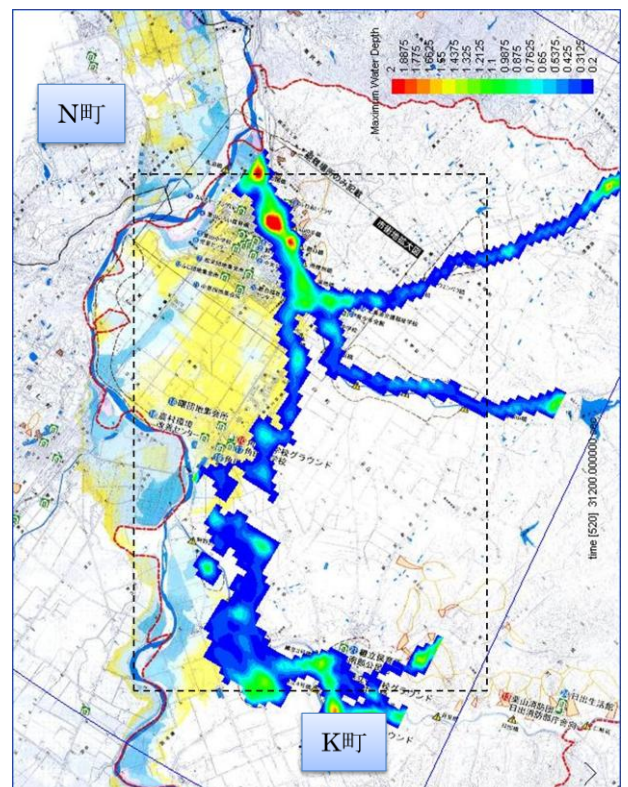


図-5b 集中豪雨 50mm/h の最大浸水深図

は, ハザードマップを持っているか, 避難場所を知っているか, 避難時の心配な点等の洪水時の避難に関する項目について行った. 詳細を結果と合わせ, 表-2 に示す.

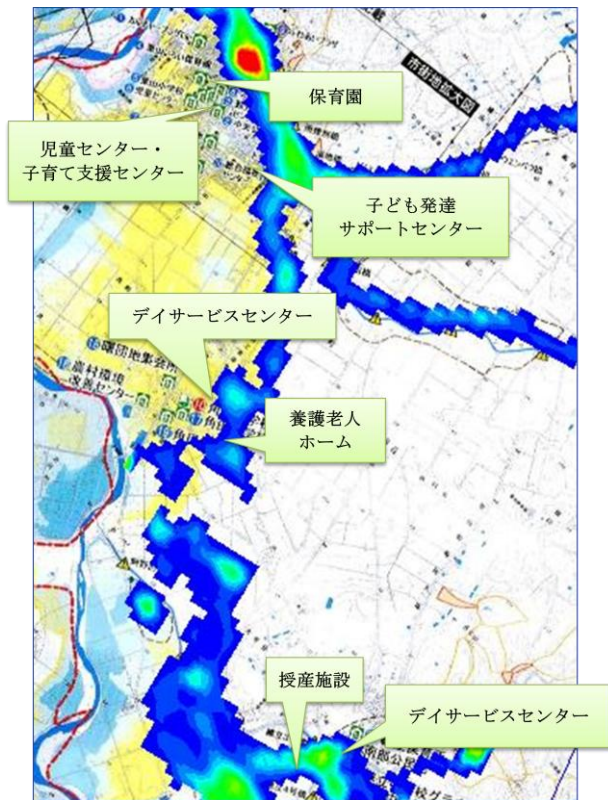


図-6 アンケート対象の福祉施設の立地

4. 2 アンケート結果と考察

アンケート内容と結果を表-2に示す。

また避難時の心配なこととして、「激しい風雨の中、高齢者が安全に避難可能か心配」、「食料、衣服の問題」、「道路と川の境目がわからなくなり、流されるおそれがある」、「車での移動が不可能なため、事前の避難が必要」、「子どもたちのパニックが予想され、二重の配慮が必要になる」といった意見もよせられている。

これらの結果から、

1. 避難勧告等が出た時にはすぐに避難することを前提としている。
2. 避難訓練は十分に行われており、注意が払われている。ということがわかった。しかし、避難の際に心配な点も多く寄せられている。さらに、前章より、集中豪雨による氾濫区域は通常の降雨による氾濫区域とは異なるという結果が得られたが、集中豪雨の際には施設が氾濫区域に入る可能性があることは全く想定されていないと考えられる。

そのため本研究で行った2次元氾濫流の再現結果が示すような集中豪雨の特性を適切に周知してもらい、集中豪雨の際には迅速な情報把握を行い自主的な判断も必要となると考えられる。

5. まとめ

本研究では、集中豪雨を想定した氾濫2次元解析を行うことにより、ハザードマップの基礎資料となるものについての提案を行った。また、氾濫2次元解析により得られた氾濫が想定される地域に属する福祉施設にアンケート調査を行い、住民の避難意識の実態についての検討を行った。本研究により明らかとなったことを以下に示す。

表-2 アンケート結果

洪水ハザードマップを知っている	75%
洪水ハザードマップを持っている	12%
浸水予想区域に入っていないことを知っている	100%
避難場所を知っている	50%
避難訓練をしている	100%(ただし対火災、あるいは対地震)
避難勧告や避難指示に従う	100%
施設内の避難時要援護者数	5～120人
避難を開始するまでの時間	0～15分
避難を開始してから完了までの時間	0～15分

- ・ ハザードマップの浸水予想区域と集中豪雨による浸水区域は異なる可能性がある。
- ・ 中小河川においては、近年頻繁に発生するようになった50mm/h程度の集中豪雨により、降雨時間が短い場合においても過去最大の洪水レベルの浸水面積となる危険性がある。
- ・ 集中豪雨による浸水被害予想区域には住宅地が存在している例もあり、住民の意識する危険区域と想定される氾濫区域には差がある。

以上より、防災の観点から中小河川における集中豪雨の特性を適切に表現できる新たなハザードマップを作成していく必要があると考えられる。

また、高齢者等要援護者の多い地域においては、迅速な情報伝達や浸水可能性についての周知、避難訓練等が特に重要であると考ええる。

謝辞：今回の研究にあたって、田中梢さん、井上倫太郎さん、及川森さん（北海道大学工学研究科）には貴重な助言を戴いた。記して感謝の意を示し本文の結びとする。

参考文献

- 1) 栗山町：ポケット統計，2009
- 2) 栗山町：栗山町洪水ハザードマップ（平成19年度作成）
- 3) 清水康行，平野道夫，渡邊康玄：河岸浸食と自由蛇行の数値計算，水工学論文集第40巻，pp921-926,1996.
- 4) 国土地理院：数値地図250mメッシュ（標高）全国CD-ROM版
- 5) 北海道開発局：石狩川水系 石狩川（下流）河川整備計画
- 6) 北海道庁資料，2010
- 7) 建設省河川局：改訂新版 建設省河川砂防技術基準（案）同解説 調査編
- 8) 国土地理院：栗山地図 1:50,000（平成15年5月1日発行）