

GIS を用いた洪水ハザードマップの高度化に関する研究

月原雅貴・三谷泰浩・池見洋明・村岡直紀

Study on advanced utilization of Flood Hazard Map using GIS

Masaki TSUKIHARA, Yasuhiro MITANI, Hiro IKEMI, and Naoki MURAOKA

Abstract: Government of Japan is promoting to prepare and publish Flood Hazard Map (FHM), which efficiency is actually confirmed by some studies. However, FHMs have some problems. For example, most of FHMs only show the expected flood area, residents and administrations can't efficiently utilize such FHMs.

In this research, the potential flood damage to lives and property in a city has been estimated, which is utilized as risk information to develop an advanced FHM by using Geographic Information System (GIS). First, the temporal change in evacuation routes and amount of evacuee are analyzed. Next, the distribution of general assets is estimated and its damage is expected. As a result, hazard mapping can show proper evacuation activities, comprehensive damage considering human and property. Furthermore, this advanced FHM has been represented vulnerable areas to flood hazard.

Keywords: GIS (Geographic Information System), ハザードマップ (Hazard Map), 防災 (Disaster Prevention)

1. はじめに

近年多くの自治体でハザードマップの作成、普及が推進されている。実際に 1998 年郡山市や 2000 年東海豪雨などの事例ではハザードマップの有用性が確認されている。

しかしながら、いくつかの問題点も指摘されている。例えば、現在公開されている洪水ハザードマップの多くは浸水想定区域と避難所のみが記載されているものがほとんどであるため、住民や行政がこれらのハザードマップから洪水によるリスクを正しく認知し、適切な避難行動や都市計画へと活用していくことは困難である。

そこで、本研究は洪水による人的被害、資産に対する被害を推定し、洪水リスク情報の活用と洪水ハザードマップの高度化を目指す。具体的には地理情報システム (GIS: Geographical Information System) を用いて、浸水の時間変化に対応した避難経路の解析と避難人数の算出を行うとともに、資産の空間分布を把握し、洪水による被害の推定を行うことで、人的・資産被害を明らかにする。さらに、それらの情報をもとに、適切な避難行動の検討と総合的な被害の分析から洪水ハザードに対して脆弱な地域を表現するマップの提案を試みる。

月原 雅貴 〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡 744

九州大学大学院 工学府 建設システム工学専攻

Phone: 092-802-3396

E-mail: masaki38@doc.kyushu-u.ac.jp

2. 氾濫水の時間変化に対応した避難経路の解析

2.1 ネットワークの構築と歩行困難地域の設定

浸水データは浸水想定区域図作成マニュアル

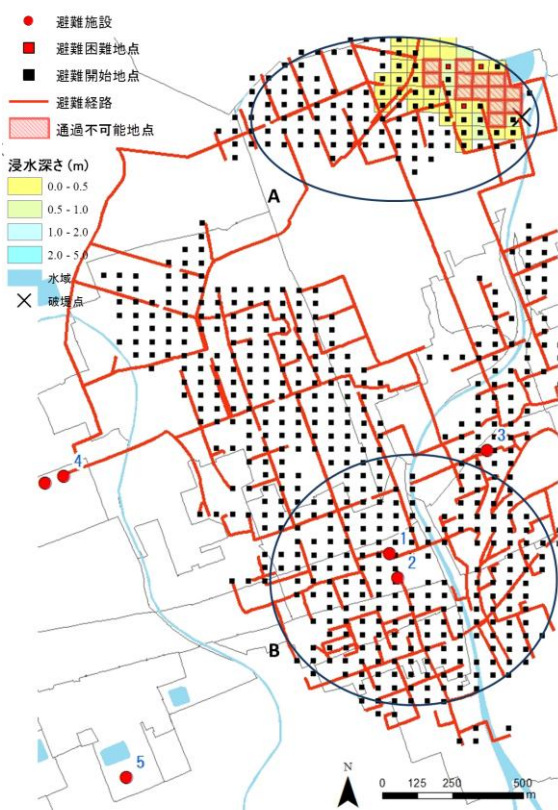


図- 1 破堤から 30 分後の避難経路

(国土交通省河川局治水課, 2006) に基づき、はん濫シミュレーションから作成された浸水想定区域のデータを用いる。ネットワークの始点となる避難開始地点を想定浸水区域における任意の地点とし、ネットワークの終点である目的地を避難施設とする。また、氾濫水の流速が早い区域では浸水深が浅くても避難が困難である。そこで氾濫水が歩行に与える影響を考慮して浸水深さと流速のデータを用いて歩行困難地域(須賀, 1992)を設定し、ネットワークが通行不可となる地点を設ける。これら構築したネットワークを用いて 72 の破堤点においてそれぞれ破堤から 720 分までを 30 分間隔で解析する。

2.2 避難経路の解析と避難人数の算出

図- 1 はある箇所での破堤から 30 分経過した時の浸水想定区域及び避難経路, 図- 2 は破堤から 390 分が経過した時の浸水想定区域と避難経路を表したものである。破堤から 30 分後では破堤点に近い A 領域は通行不可と考えられる箇所がすで

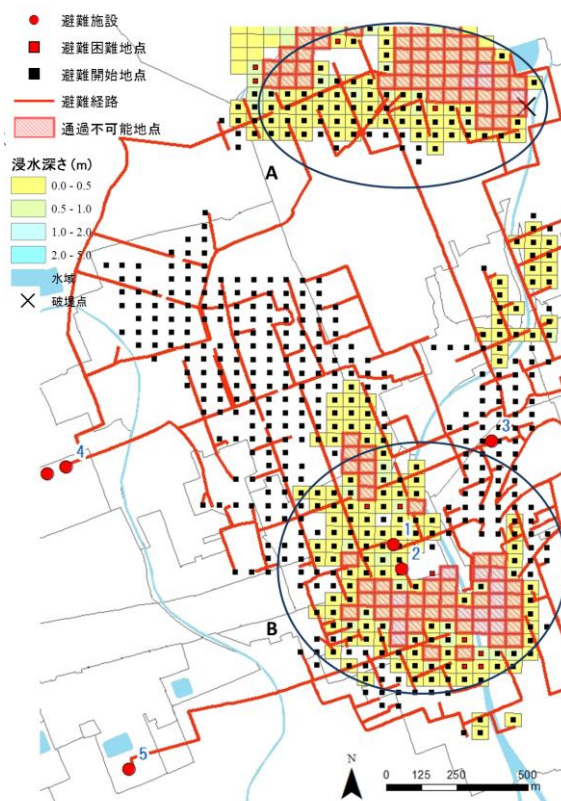


図- 2 破堤から 390 分後の避難経路

にいくつか存在しているが、B の領域はまだ浸水していない。破堤から 390 分が経つと、破堤点近くの A 領域はほとんどが通行不可能となる上、B の領域でもかなりの範囲に通行不可能場所が広がる。さらに通行不可能地点の拡大により、避難所 5 への避難経路があらわれるように、避難経路に加えて移動する避難所に変化する。

図- 3 は破堤後 30 分から 390 分までの時間別、避難施設別の避難者を示したグラフで、横軸に破堤からの経過時間(分)を、縦軸に避難可能人数を表している。破堤から 90 分が経過すると浸水

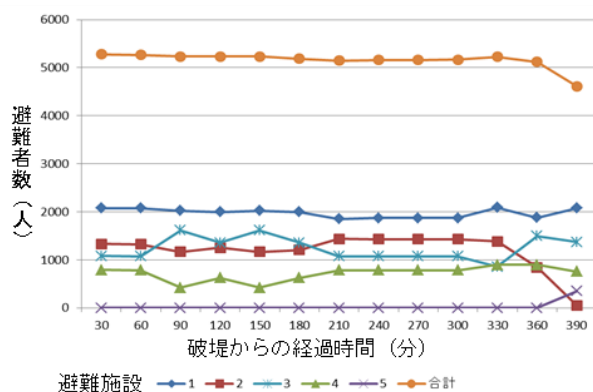


図- 3 破堤からの経過時間と各避難所の避難者数

範囲の拡大に伴う避難経路の変化により、避難所 2、4 の避難者数が減少する一方で避難所 3 への避難者が増加している。390 分以降は歩行困難地域の拡大に伴い全体の避難可能者数が減少し、それまで 0 人だった避難所 5 への避難者があらわれ始める。

2.3 適切な避難行動の検討

破堤点近くの A 領域の人々は破堤後すぐに浸水が始まり、歩行が困難となる場所が発生することから、氾濫するよりも早く避難行動が必要と予想される。破堤点から離れた B 領域では、破堤後すぐに浸水することはないが、時間の経過と共に浸水と歩行困難地域が広範囲に広がり、避難所への通路が遮断されていることがわかる。このことから B 領域の住人は破堤後も浸水前に安全に避難行動を開始することができるが、避難の遅れた住民は最寄りの避難所である避難所 2 よりも避難所 5 へと避難する、あるいはマンションなどの高層建築物へと一時的に退避するなどの避難行動が必要となる。また、1 m²あたりに 1 人収容できると想定した場合（牧之段ら、2010）、避難所 1 では約 420 人、避難所 3 では 580 人が収容可能だが、避難が必要だと想定される人数は大幅に上回っていることが分かる。そのため、新たな避難施設の検討や、一時避難所の指定などにより避難者の集中を分散させる必要があると考えられる。

3. 資産に対する被害の分析

3.1 資産の空間分布

治水経済調査マニュアル（国土交通省、2005）を参考に、氾濫想定区域内における資産の分布状況の把握を行う。対象とする資産のうち、農作物に関しては対象地域における現在の土地利用状況から水田を代表作物として算定する。

各資産データはメッシュサイズが異なったり、メッシュ形式でないデータもあるため、サイズとジオメトリを統合する必要がある。そこで

想定浸水区域のメッシュデータを基準にし、各データ 1m²あたりの値を算出し、基準メッシュにより各データのポリゴンを分割する。その後、基準メッシュ内でそれぞれのポリゴンが占める面積を計算し、基準メッシュごとにそれぞれの値を算出することとする。

3.2 資産被害の推定

浸水想定区域の浸水深さ、流速と資産のデータをもとに各破堤点において経済損失の推定を行う。その結果の一例を図-4 に示す。破堤点付近では、人口や資産は集中しておらず推定被害額は低い分布を示す。一方で上流側では、市街地に人口や建物が集中しているため推定被害額が大きくなっている。

4. 総合的な被害の評価

4.1 人的被害を考慮した総合的な被害の評価

5 つの破堤点を例とし、破堤点ごとの人的被害、資産に対する被害と浸水面積を表-1 に示す。資産に対する被害は、最も低かった破堤点における値を 100 とし正規化する。また、避難不可能人数の割合は、避難ができなくなる人の割合が最大になる時間の値を示したものである。

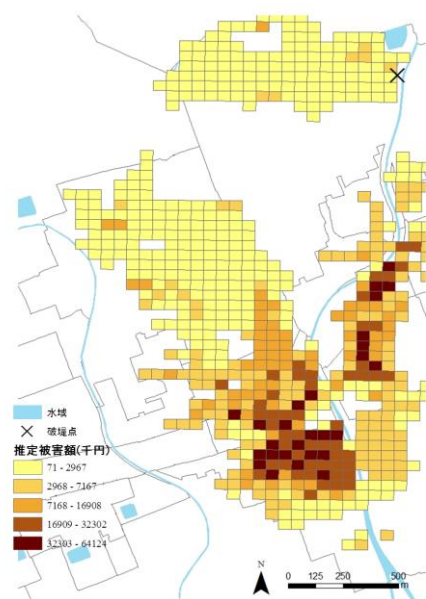


図-4 資産被害の分布

表- 1 各破堤点における避難困難者と資産への被害

破堤点	避難困難者の比率(%)	資産への被害率(%)	浸水面積(ha)
1	18.02	102.39	191.21
2	40.18	126.00	185.85
3	29.29	100.00	160.95
4	21.26	126.31	181.84
5	50.09	163.04	110.87

資産に対する被害は、被害が最大になると想定される破堤点で破堤した場合では、被害が最小となると想定される場合のおよそ 1.6 倍の差が表れている。また、避難不可能な人数の割合も 18%から 50%とかなり大きな差が表れる。破堤点 1 で破堤した場合は浸水面積が最大の 191ha となるが、歩行困難者と資産への被害率は低い。一方、破堤点 5 で破堤した場合には浸水面積こそは低いものの、歩行困難者の割合と被害率は最大となる。このことから、破堤点 5 付近の河川整備を行うことで、洪水による被害をより軽減できると考えられる。

4.2 総合的な被害マップ

人的被害を 5 段階に分けた図を図- 5 に、資産被害を同様に分類した図を図- 6 に、さらに図- 7 に人的・資産被害を同時に表現した結果を示す。図- 5 と図- 7 と比較すると、資産被害が大きくなる地域の中でも西側では総合的な被害が大きくなっている一方で東側は低くなっており、人的被害を考慮することで洪水による被害の影響が異なる。このように総合的な被害を表現することで、浸水想定区域のみでは確認することのできなかった、洪水ハザードという外力に対して脆弱な地域を把握することができる。

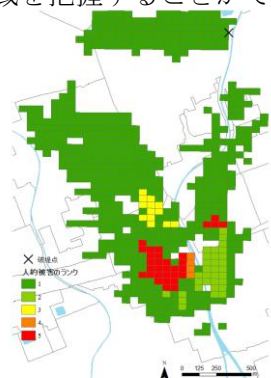


図- 5 人的被害の分布

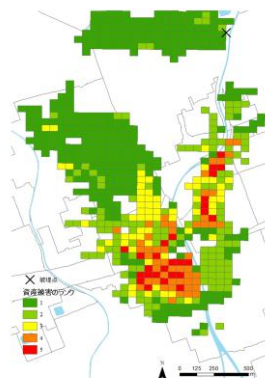


図- 6 資産被害の分布

5. おわりに

本研究では、GIS を用いて洪水による被害の実態を把握するため、浸水による避難経路の時間的な変化と避難者数、想定浸水区域における資産の分布とその損失を把握した。その結果、次のことが明らかになった。(1) 浸水状況に応じて避難経路及び避難所を選択する必要性が生じる。(2) 人的・資産被害を把握することで効果的な河川整備の検討を行うことができる。(3) 人的・資産のリスク情報をマップに加えることで洪水に対して脆弱な地域を視覚的に把握できる。

参考文献

- 国土交通省河川局治水課 (2006) : 浸水想定区域図作成マニュアル
- 須賀堯三 (1992) : 水害時の安全避難行動 (水中歩行) に関する実験, 水工論文集第 39 巻, 879-882
- 牧之段浩平ら (2010) : 大規模水害時の江東デルタ地帯における危険性分析と避難方法の検討, 東京大学生産技術研究所, 生産研究 62(4), 425-429
- 国土交通省 (2005) : 治水経済調査マニュアル平成 17 年度版

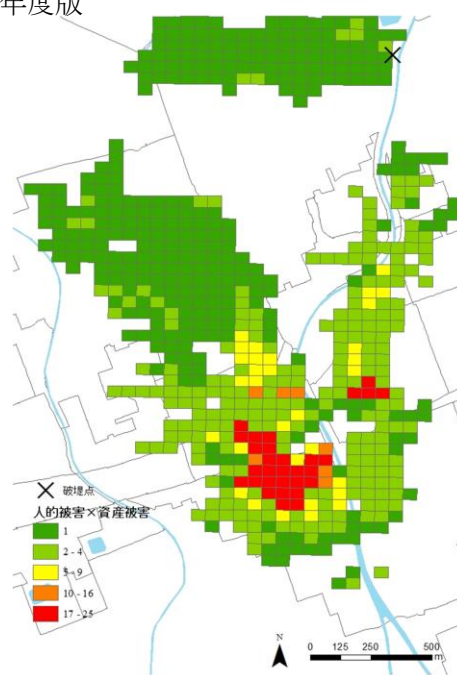


図- 7 総合的な被害分布