

洪水ハザードマップの改良と水害避難体制の提案 —小貝川下流域を対象として—

Improvement of Flood Hazard Map and Proposal for Better Flood Evacuation System -A Case Study on the Lower Kokai River-

学籍番号 47-086751
氏名 砂原 啓人 (Sunahara, Hiroto)
指導教員 黄 光偉 准教授

1. 背景と目的

わが国ではこれまで、堤防の整備やダム建設などのハード整備により、洪水による人的被害を年あたり、数千人から数十人のオーダーに減少させてきた。近年、水防法の改正（2001年、2005年）に伴い行政の水害対策は、ハード整備中心から洪水ハザードマップの公表を初めとして情報提供の充実化をはかるなど、住民の自主的な対応を求めるソフト対策を含めるものに大きく変わる事となった。以降、各自治体ではソフト対策の一つとして洪水ハザードマップの作成・配布を行ってきた。

現在配布されている洪水ハザードマップには、河川氾濫時の最大浸水深と避難施設の場所を示した程度の簡単な形式のものが多く、避難のための情報提供の形にはまだ改善の余地があると考えられる。

さらに、近年の水害（2004年新潟水害、2009年兵庫県佐用町）では、避難指示に従って避難を行っている途中に氾濫流に巻き込まれて人命が失われるという事例もある。

そこで、本研究では水害時に適切な避難行動を選択させることを目指し、以下の内容を目的とする。

①浸水深に流体力と水位上昇速度を加えた水害の危険性分析を行う。

②①に基づいて地区別の避難体制に関する提案を行う。

③洪水ハザードマップの改良案を示す。

2. 研究対象領域

研究対象領域には小貝川下流域の取手市を選定した（図-1）。取手市（旧藤代町を含む）は過去、水害が多い地域であり、その一因として洪水時に利根川の背水の影響を小貝川下流部が受けることが考えられている。



図-1 研究対象領域と想定破堤地点

3. 氾濫解析モデル

本研究では河川の破堤・越流による氾濫流の挙動に焦点を当て、一般的に用いられている、二次元不定流モデルを用いて氾濫解析を行った。標高については国土地理院発行の数値地図 50mメッシュ（標高）から

整理し、粗度係数については、国土数値情報土地利用メッシュから得た土地利用情報に対応する一般的な値を与えた。

対象領域は50m×50mのメッシュで分割し、178×152メッシュからなる計算領域を氾濫場に作成した。計算の時間間隔は1～2秒とした。また、破堤流量は過去の水害を参考にし、ピーク流量が約710m³/sで、ピーク流量時刻が破堤から4.5時間後、氾濫継続時間が18時間で、総氾濫流量は2.3×10⁷m³、総計算時間は24時間である。

4. 数値シミュレーションの結果と考察

①対象地区の水害危険性分析

<破堤地点別の考察>

本研究では計算領域内に20ヶ所の破堤地点を想定した。氾濫解析を行った結果、破堤地点によって想定される危険性が異なることが明らかになった。破堤地点を氾濫域の小貝川沿いに上流部、中流部、下流部と分け、危険性の違いについて説明する。

まず、上流部で破堤した場合、氾濫流は地形勾配が大きい場所に集中して流下する。このとき、岡地区・寺田地区・毛有地区を結ぶ線上で浸水深、流体力が大きくなることが示された。そして、地形勾配によって流速が大きくなった氾濫流は、地形が狭窄している小浮気地区に流れ込み、小浮気地区では水位上昇速度が大きくなることが示された。

次に、中流部で破堤した場合、氾濫流は毛有地区付近でとどまり、標高が高い山王地区は浸水しなかった。小浮気地区は破堤地点に近く、流体力、水位上昇速度が大きくなることが示された。

下流域で破堤した場合には、破堤地点の

近傍以外で局所的に流体力が大きくなる地域は確認されなかった。

なお、上・中・下流部のいずれの地点で破堤した場合でも、最終的に氾濫水は氾濫域南東部の低平地に滞留し、その地域で最大浸水深が大きくなることが共通している。

<20ヶ所の破堤地点を考慮した場合>

20ヶ所全ての破堤ケースにおける各計算格子での各値の最大値を求めた。これは全ての破堤地点で最も危険側の値を抽出するために行う。手順を以下に示す。

- ・20ヶ所の想定破堤地点から個別に氾濫解析を行い、各計算格子での浸水深、流体力、水位上昇速度の最大値を求め、氾濫流到達時間については最小値を求める。

- ・各計算格子において、20ケースの中で最大の値(氾濫流到達時間は最小値)を求め、その値を各計算格子の最大値とする。

得られた結果を以下に示す。

- ・山王地区では、全てのケースを考慮しても最大浸水深と最大流体力が小さいことが示された。

- ・堤防から一定の距離まで、家屋に損害を与える流体力が発生することが示された。

- ・小浮気地区では、特に水位上昇速度が大きくなることが示された。

全破堤点を考慮した最大浸水深、最大流体力、最大水位上昇速度を図-2、図-3、図-4に示す。

<各避難施設の危険度分析>

次に、取手市洪水避難地図で指定されている避難施設の危険度分析を行った。浸水深、流体力、氾濫流到達時間、水位上昇速度の各値を個別に比較して、避難施設別に

潜在する危険性を明らかにするために、得られた結果を Ph, PF, PT, PVh という指標で点数化する。

・全破堤地点を考慮した各計算格子の最大値（氾濫流到達時間に関しては最小値）を $h_{max}(i)$, $F_{max}(i)$, $T_{min}(i)$, $V_{hmax}(i)$ とする。

・それぞれの値を基準値で除して、1 以上の値は 1 として点数化する。

$$\bullet \text{ Ph}(i)=h_{max}(i)/1.445$$

$$\bullet \text{ PF}(i)=F_{max}(i)/1.2$$

$$\bullet \text{ Tinv}(i)=1/T_{min}(i)$$

$$\text{ PT}(i)=\text{Tinv}(i)/16.7$$

$$\bullet \text{ PVh}(i)=V_{hmax}(i)/0.5$$

これらの指標の値の合計が大きい避難施設は、藤代小学校、藤代中学校であり、これらの避難施設は他に比べて、潜在する危険性の種類が多く、総合的に水害危険度が高いことが示唆された。これにより、水害時の避難施設の選択の際に、優先順位を付けることができると考えられる。

②地区別の避難体制に関する提案

・浸水深と流体力の値が小さい地区（山王地区）

山王地区は今回の氾濫域の中で比較的標高が大きい領域である。そのため、下流域で氾濫した場合には氾濫水は到達せずに、氾濫域南東部の低平地部に滞留する。したがって、当該地区では、中内地区より上流側で破堤した場合のみに留意すればよい。しかし、上流で破堤したいずれの場合でも先の検討で当該地区の最大浸水深は約 0.7m で、最大流体力は約 $0.5\text{m}^3/\text{s}^2$ 程度であることが示された。つまり、この地域は氾濫流による家屋倒壊の恐れが小さい地域として

考えられ、**在宅避難**の可能性が十分考えられる地域だと示唆される。また、山王地区の中心部には聖徳大学附属中学校・高等学校が位置しており、ここを避難施設として活用することができれば、在宅避難が不可能とされる堤防付近の住民を受け入れることができる。

・破堤地点によって対策が異なる地域（小浮気地区）

この地区は破堤地点別に危険性が異なる地区であり、以下破堤点別に避難行動で留意すべき点を挙げる。

小浮気地区に近い中流部で破堤した場合には、当該地区で流体力が大きくなることが示唆される。そのため、河川の水位が上昇する前に流体力に耐えられる避難施設に避難しなければならない。

次に上流部で破堤した場合には、当該地区では急な水位上昇が懸念される。また、小浮気地区は氾濫流が流下するルートに位置しているので、流体力による危険性も内包している。したがって、氾濫が起きる前に避難施設に避難し、安全を確保するのが望ましいと考えられるが、浸水が始まってからは水位上昇や流体力による危険が示唆されるので、在宅避難を実施した方が安全な場合もあると考えられる。しかし、小浮気地区は氾濫域南東部の低平地と標高があまり変わらず、氾濫流量によっては最終的に家屋の 2 階まで浸水する可能性が否定できないので、積極的に在宅避難を推奨すべき地区ではないと考えられる。

・浸水深に留意すべき地区（低平地部）

当該地区は、上流側、下流側で破堤したどちらの場合でも、最終的に浸水深が大きくなる地域である。上流側で破堤した場合

には、氾濫流が到達した時点のみで大きな流体力が発生するが、平地であるため、それ以降は氾濫流が拡散し大きい値にはならない。下流で破堤した場合にも破堤地点の近傍以外で流体力が特に大きくなる場所は確認されず、水位上昇速度が特に大きくなる地点も確認されない。したがって、当該地区では特に、浸水深の大きさによる危険性に留意する必要がある。できるだけ、標高の高い地区に避難するか、高階層の避難施設に避難すべきだと考えられる。当該地区での避難行動に対する留意点は、浸水が始まっても急な水位上昇の可能性は低いので、慌てずに水路など危険な個所を避けながら避難を実行することである。

③洪水ハザードマップ改良の方向性

①、②に示したように、検討対象地区では浸水深のみで水害の危険性を示すことは不十分である。したがって、浸水深のみではなく、流体力や水位上昇速度が大きくなる地域を図で示すことが重要であると考えられる。また②のような具体的な避難の指針をあらかじめ示しておくことで、住民に水害の危険性を周知させ、より適切な避難行動を選択できると考えられる。

5. まとめ

本研究では対象領域において水害危険性分析を行い、浸水深だけでなく、流体力や水位上昇速度による危険性を明らかにした。また、現在ハザードマップに示されていない地区別の避難行動の指針を示した。そして流体力、水位上昇速度、氾濫流到達時間を導入し、情報の高度化がなされたハザードマップの方向性を示した。

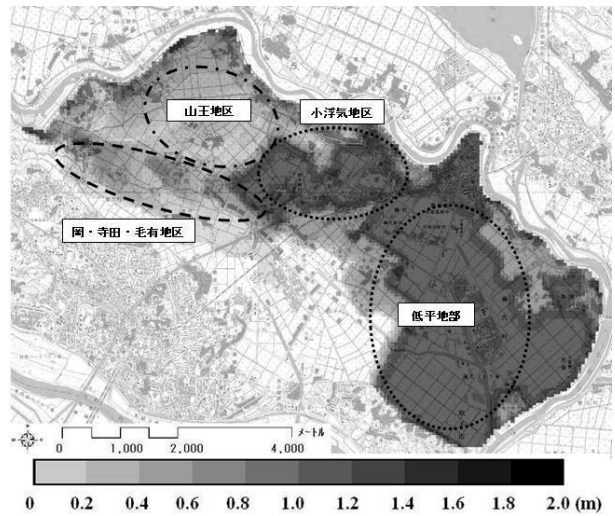


図-2 全破堤点を考慮した最大浸水深

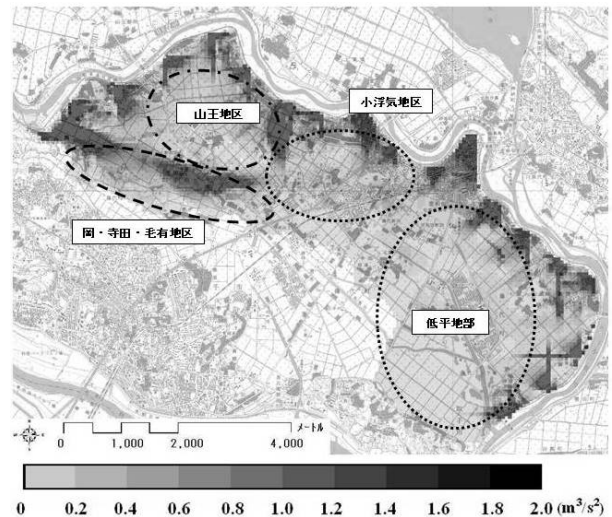


図-3 全破堤点を考慮した最大流体力

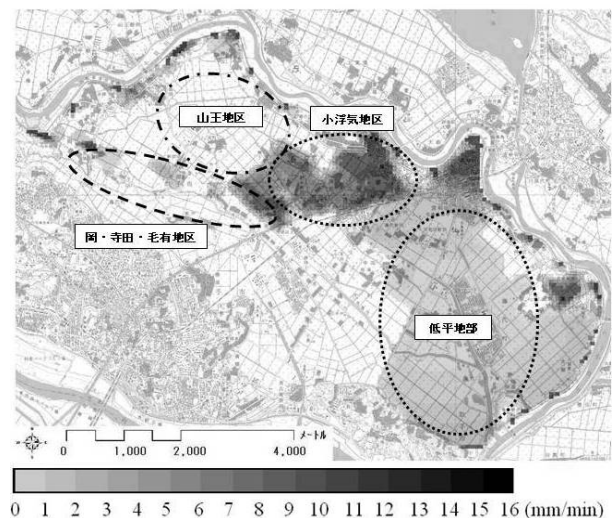


図-4 全破堤点を考慮した最大水位上昇速度