

水害視点に基づく都市道路ネットワークの評価*

Evaluation of Road Network Functionality from Urban Flood Perspective*

黄光偉**・上谷昌史***

By Guangwei Huang**・Masashi KAMIYA***

1. はじめに

日本では、河川氾濫区域内に60%の人口と70%の資産が集中している。近年、雨の降り方の変化に伴って、都市域の水害が深刻化になっている。氾濫によって、道路の通行止めがしばしば発生した。道路不通が大渋滞を招くだけでなく、避難実施に大きな影響を及ぼす。しかし、今まで、道路は人・物資輸送観点から扱われ、氾濫力学視点からの評価はほとんど行われていない。都市大気環境分野では、“風の道”というコンセプトがドイツで提案された。“風の道”とは、道路、公園、森林、建築物などの再配置により、市街地の通風を確保することによって熱暑の緩和や大気の浄化という機能を狙う計画手法である。最近、日本でも「風の道」を都市マスタープランに位置づける自治体が出ている。本研究では、道路ネットワークが氾濫水挙動に与える影響を評価し、水害に強い街づくりの視点から、道路ネットワークの建設のあり方を提案することを目的とする。本稿では、研究の第一歩とする新潟の事例検討結果を報告する。

2. 対象地域と研究手法

本研究は新潟平野を対象とする。新潟平野には、その名が示すように、潟や潟起源の低湿地が数多くあり、沿岸には幅広い砂丘が発達し、その背後にはゼロメートル地帯が広がっている。河川の氾濫水は海にまで達することができず、低平地に長期間滞留する特徴を有する。従って、水害に対する潜在的な危険性は非常に高い地域である。

本研究においては、道路が中心的な要素であるが、従来のデカルト座標に基づく洪水氾濫解析モデルは、道

路を陽的に扱わないため、水害視点に立った道路の評価に適していない。非構造格子氾濫解析モデルを用いた場合、道路を適切に表現できるが、実務に応用する

際、高分解能の標高と土地利用データが不可欠である。また、現在国土院が公表している細密な土地利用情報は東京と大阪および名古屋3大都市圏に限られている。さらにデータの精度と非構造格子生成に必要な労力を考えれば、非構造格子モデルの適用は時間と更なる努力を要すると言える。したがって、本研究では、2次元デカルト座標モデルと一次元水路モデルとの組み合わせにより、道路が氾濫水挙動に与える影響を評価する。基礎方程式は次のように与えられる。

氾濫域においては

$$\begin{aligned} (1-\lambda) \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial \beta M}{\partial x} + \frac{\partial \beta N}{\partial y} &= q \\ (1-\lambda) \frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial \beta U M}{\partial x} + \frac{\partial \beta V M}{\partial y} &= \\ &- gh(1-\lambda) \frac{\partial(h+z)}{\partial x} \\ &- (1-\lambda) \frac{gn^2 M \sqrt{U^2 + V^2}}{h^{4/3}} \\ (1-\lambda) \frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial \beta U N}{\partial x} + \frac{\partial \beta V N}{\partial y} &= \\ &- gh(1-\lambda) \frac{\partial(h+z)}{\partial y} \\ &- (1-\lambda) \frac{gn^2 N \sqrt{U^2 + V^2}}{h^{4/3}} \end{aligned} \quad (1)$$

ここに、 $M, N=x$ と y 方向の流量フラックス、 $U, V=x$ と y 方向の流速、 h =水深、 β =家屋占有率、 β =メッシュ界面における通過率、 q =横流量、 z =地盤高。道路を水路と見なして、道路を流れる氾濫流は次の拡散波モデルにより解析する。

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q \quad (2)$$

*キーワード：洪水氾濫、道路、評価、新潟

**正員、工博、東京大学新領域創成科学研究科
(千葉県柏市柏の葉5-1-5、
TEL04-7136-4811、FAX04-7136-4825)

***正員、計画大学工学部社会開発工学科
(新潟市中央区文京町14-13、
TEL02-266-7131、FAX02-266-7105)

$$S_0 - \frac{n^2 P^{4/3} Q^2}{A^{10/3}} - \frac{\partial h}{\partial x} = 0 \quad (3)$$

ここに、 S_0 =道路勾配、 n =マニング粗度係数、 P =潤辺長、 A =断面積。

氾濫域と道路の接続はriver-type 横越流式を用いて行う。

3. 研究事例

a) 五十嵐川下流左岸地区

五十嵐川は、新潟県三条市を流れる一級河川。信濃川の支流である。川幅が下流に行くに連れて狭くなり、川幅の狭くなっている河川区間の背後地には宅地が密集し、水害リスクの高い地域である。平成16年7月新潟・福島豪雨では、日本海から新潟県付近にかけて停滞していた梅雨前線が7月12日夜から活発化し、翌13日に新潟県中越地方を中心として記録的な大雨をもたらした。この豪雨によって、五十嵐川左岸三条市諏訪新田において破堤し、激流が人家を襲い、水死者9名、床下・床上浸水、半壊併せて14,767棟などの激甚な被害が生じた。

氾濫シミュレーションにより、氾濫水が二つのルートで広がったことがわかった。1つは信越本線に沿って南下した。もう1つは五十嵐川に沿って東から西に広がって、国道8号線の盛土により止められた(図-1)。しかし、8号線の西側は農地が広がり、標高も低いことである。したがって、氾濫流が8号線を通過すれば、8号線の東側の浸水深は一段下がると考えられる。つまり、氾濫の受け皿を広くして被害を分散すれば、トータル被害が軽減できる可能性がある。このような「広く、浅く」の氾濫許容型対策の検討はこれからの都市域水害軽減計画過程に必要であると考えられる。

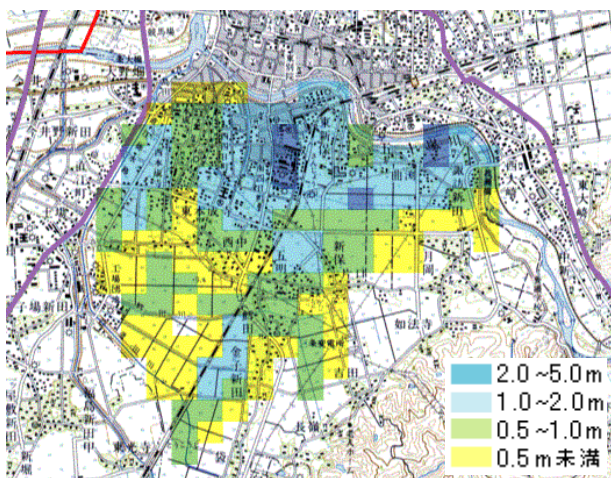


図-1 平成16年7月13日三条市氾濫浸水深



図-2 8号線西側土地利用状況

b) 白根地区

新潟平野のほぼ中央に位置する白根地区は、信濃川とその支流である中ノロ川に囲まれた南北に長い輪中地帯で、面積約77平方キロメートル、人口約4万人となっている。河川沿いの微高地を除きほとんどが平坦地であり、ゼロメートル地帯が多い。近年、国道8号沿線を中心に都市化が進み、水害リスクの見直す必要性が出てくる。昭和53年6月の梅雨前線の活発化がもたらした浸水域は図-3に示す。平成16年7月の新潟・福島豪雨に伴い、中ノロ川では計画高水位を70cmも超え、その状態が17時間も続きましたが、幸い破堤に至らなかった。

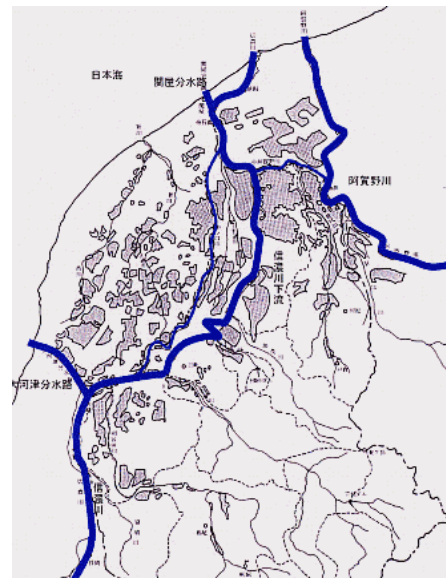


図-3 昭和53年6月に起きた浸水域概略図 (信濃川下流河川事務所より)

中ノロ川と信濃川合流点において、中ノロ川と信濃川のそれぞれ破堤シナリオに対して、氾濫浸水深分布の推定値は図-5と6に示す。中ノロ川から水が溢れる場合、8号線と大通川に挟まれた区域は水害リスクが高いこと

が伺える。信濃川から水が溢れる場合、141号線と大通川に挟まれた区域において、氾濫流フロントが北東方向に斜めになっていることから、141号線よりも大通川の堤防の流れ誘導効果が大きいことが示唆された。

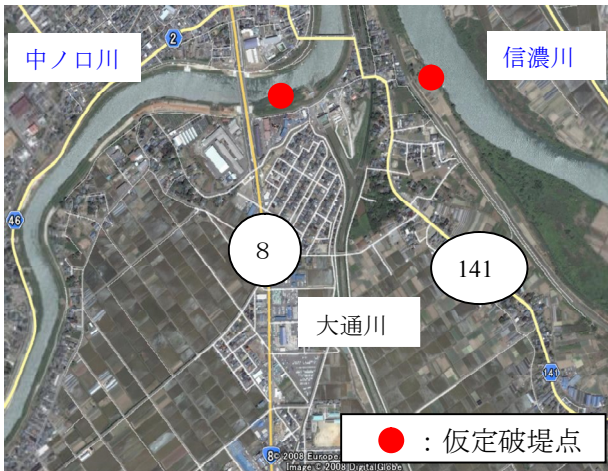


図-4 氾濫解析シナリオにおける仮定破堤地点

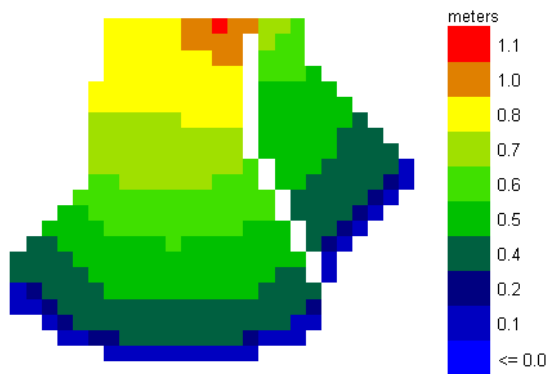


図-5 中ノ口川破堤場合の浸水深分布

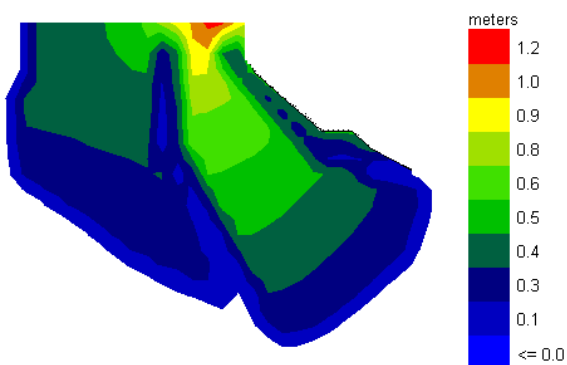


図-6 信濃川破堤場合の浸水深分布

4. おわりに

洪水氾濫過程において、道路ネットワークが果たした役割の定量評価は、水害に強い街づくりに対して、重要な研究課題であり、新しい学問分野の構築につながると考えられる。

謝辞：本研究は、土木学会水工学委員会流域管理と地域計画の連携方策研究小委員会（委員長：福岡捷二）の研究活動として進められてきたものであり、ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 土木学会：平成16年7月北陸豪雨災害緊急調査団報告書，2005.
- 2) 黄光偉，磯部雅彦：“水のみち”による都市域水害軽減の提案，土木学会水工学論文集，Vol. 50, pp. 571-576, 2006.