

都市浸水時の局所的な浸水深，流速に着目した危険区域の検討

長崎大学 学生会員 江藤 慎也
長崎大学 正会員 川池 健司

長崎大学 学生会員 丸山 寛起
長崎大学 フェロー 野口 正人

1.目的

近年，都市域において集中豪雨による浸水被害（外水氾濫，内水氾濫）が頻繁に発生しており，複雑な氾濫水の流れを把握すること，安全な避難経路を確保することが今日的な課題となっている．そこで本研究では，局所的な浸水深および流速に着目し各地点における危険性を検討することを目的として解析モデルを構築し，長崎市中心部の中島川流域を対象にして数値シミュレーションを行った．

2.氾濫解析の方法

本研究では，中島川流域の氾濫解析を行うにあたり，対象領域を任意形状の非構造格子に分割し，以下に示す基礎方程式を用いて二次元氾濫解析¹⁾を行った．さらに各解析格子を都市域，道路，公園・空き地，河川の4つの属性に分類した．

< 基礎方程式 >

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = q$$

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial uM}{\partial x} + \frac{\partial vM}{\partial y} = -gh \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{gn^2 M \sqrt{u^2 + v^2}}{h^{4/3}}$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial uN}{\partial x} + \frac{\partial vN}{\partial y} = -gh \frac{\partial H}{\partial y} - \frac{gn^2 N \sqrt{u^2 + v^2}}{h^{4/3}}$$

ここに， q は単位時間，単位面積あたりの流入量， h は水深， M, N は x, y 方向の流量フラックス， u, v は x, y 方向の流速， H は水位（ $= h + z$: z は地盤高）， n は Manning の粗度係数である．

対象領域をモデル化した非構造格子と標高を図-1 に，非構造格子の属性を図-2 に示す．本研究では浸水深や流速の局所的な変化に着目するため，通常の氾濫解析よりもかなり小さな，一辺が 10 m 程度の解析格子に分割している．そのため，対象領域は約 1 万個の非構造格子からなり 標高データは 10mDEM より作成した．

本研究では，氾濫外力として，1982 年長崎豪雨災害当時の 10 分間降雨量（長崎海洋気象台）および高橋ら²⁾の推算した中島川，西山川，銅座川の河川流量を与える．河川流量は図-3 の流量を中島川と銅座川および中島川と西山川の合流点（図-2 中の A，B 地点）に与える．図-3 には長崎豪雨災害時の 10 分間降雨量を同時に示し，これを対象領域の全域に一樣に与える．また，図-4 に示す水害当時の実測河口潮位²⁾を中島川下流端の境界条件とする．

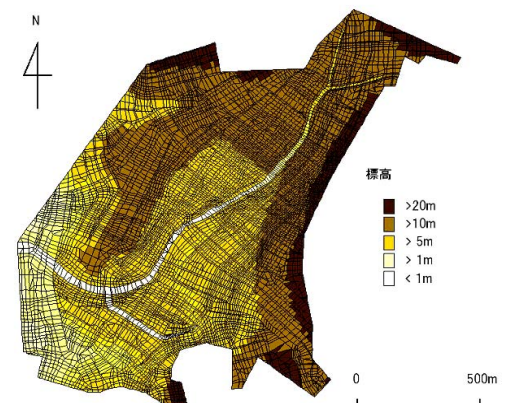


図-1 非構造格子と標高

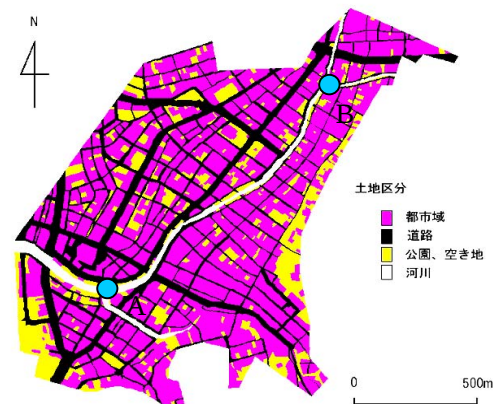


図-2 非構造格子の属性

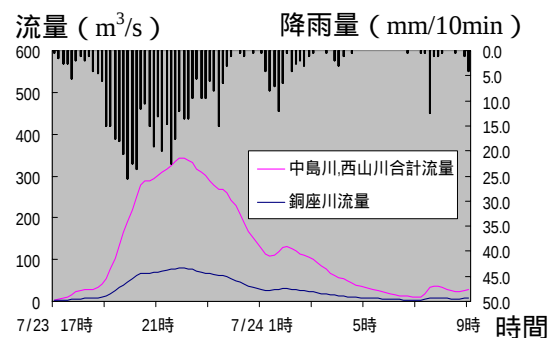


図-3 河川流量および 10 分間降雨量

キーワード 氾濫解析，非構造格子，局所的浸水深，危険区域

連絡先 〒852-8521 長崎県長崎市文教町 1-14 長崎大学工学部社会開発工学科 Tel.095-819-2619

3. 解析結果と危険区域の考察

図-5 に、解析で得られた最大浸水深と 1982 年水害当時の浸水実績³⁾を示す。これらを比較すると、図-5 中の A 地区においては良好な結果が得られた。その理由としては、10mDEM によって地形を詳細に表現したこと、非構造格子による道路、河川などの属性を詳細に表現したためだと考えられる。また、今回は対象領域外の斜面からの雨水の流入を考慮していないことにより、浸水域が 1982 年水害当時の実績と比較して全体的に狭くなっているものと考えられる。

図-6 に、最大浸水深が 0.5m より大きい都市域および公園・空き地と、最大流速が 0.5m/s より大きい道路を、浸水時の危険区域として示す。また領域内の 14 地点の危険度を浸水深、流速の大小により 3 段階に分類し、図-6 に示す。最大浸水深が 1.0m 以上、最大流速が 0.5m/s 以上を危険性大とし、最大浸水深が 0.5m 以上、最大流速が 0.5m/s 以上を危険性中、それ以下を危険性小とした。このことから最も危険性が高いと考えられる地点は中島川付近に集中していることがわかる。さらに図中の B 地区は、長崎市内において最も商業施設が集中している場所であり地下施設も多いことから、浸水被害発生時には経済的・人的被害の危険性が最も高い地区であると考えられる。また危険性が小さい地点であっても浸水深、流速が急激に大きくなる時間帯があるため、同じ地点であっても時間帯により危険性は大きくなる。

次に図-7 に図-6 の C 地点における浸水深、流速の時間的変化を示す。図より、浸水深、流速は 20 時頃になるとピークをむかえていることから、図-3 と比較してもわかるように降雨の影響を大きく受けているものと考えられる。またこの時間帯の浸水深、流速はともに急激に増加していることから、短時間に相当量の氾濫水がこの地点に到達したと考えられる。

4. 結論

本研究で氾濫解析を行うことにより、浸水深および流速に着目した危険区域の予測が可能であることがわかった。外水氾濫、内水氾濫のソフト的対策がさらに重要になってくる今日において、ハザードマップ作成などに適用が可能であると考えられる。本研究での危険区域予測は今後さらに重要視されてくるのではないだろうか。

<参考文献> 1) 川池・井上・戸田：非構造格子の都市氾濫解析への適用，水工学論文集，第 44 巻，pp.461-466，2000。2) 高橋・大久保・中川：昭和 57 年長崎豪雨における中島川の洪水氾濫解析，京大防災研究所年報，第 26 号，B-2，pp.109-126，1983。3) 長崎県土木部：昭和 57 年 7 月出水中島川浦上川浸水実績図。

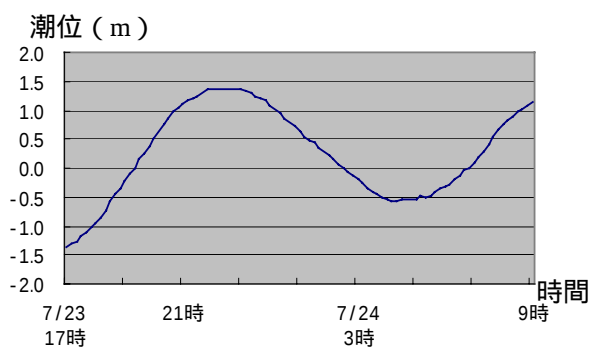


図-4 河口潮位

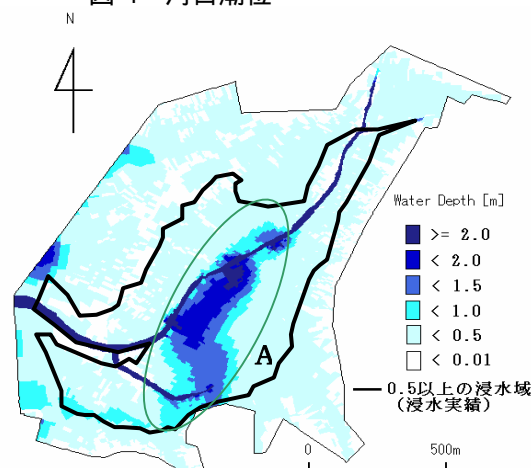


図-5 最大浸水深と浸水実績

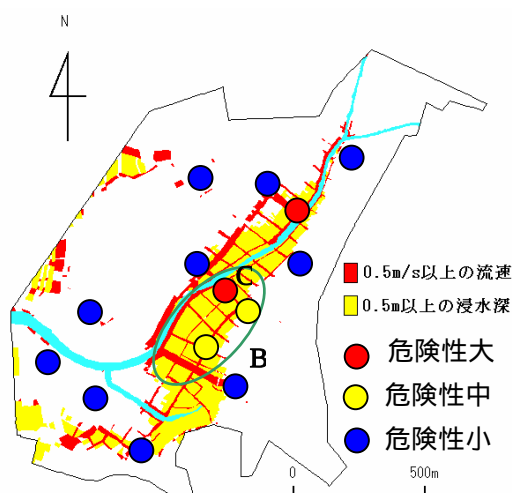


図-6 危険区域

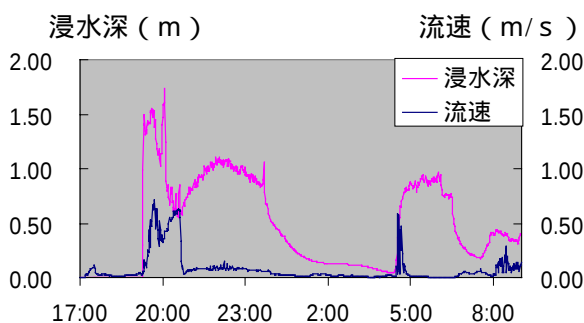


図-7 E 地点の時間的変化