

発生～終息に至る内水氾濫観測結果にもとづく G I S シミュレーションとエリア排水能力評価

鹿田光一

Inland Flood Simulation and Estimation based on Field Observation Koichi SHIKATA

Inland flood disasters due to heavy rainfall have been occurring in many places all over Japan. The phenomena of inland flooding has been difficult to understand thoroughly because these kinds of floods will appear suddenly after rainfall and disappear in just several hours. A lack of knowledge about this type of flooding will delay the countermeasures used to address the disasters.

However, the field observations on a series of flooding phenomena that occurred in June of 2016 were achieved. The inland flooding simulations based on the results of fieldwork have been created using a geographic information system.

Keywords: 内水氾濫 (Inland flood), 地理情報システム (Geographic information system), 現地観測 (Field observation)

1. はじめに

昨今、各地で内水氾濫現象が報告されている。集中豪雨の発生頻度の高まりのみならず、土地利用状況の長期的な変化が相まって、その広がりと規模は深刻化している（月原ら 2014）。

集中降雨後、突然に発生する内水氾濫現象は、場所によっては、非常に広域に地域住民の生活を麻痺させる。しかしながら、大よそ数時間という比較的短時間で終息する為、その現象自体を捉えることが困難であり、その為に有効な対策が施されているとは言えない状況にある。

この度、2016年6月20~21日、内水氾濫の発生から終息に至る一連の現象について観測を行うことが出来た。

鹿田光一 〒862-0970 熊本市東区渡鹿 9-1-1

東海大学 熊本教養教育センター

Phone: 096-386-2703

E-mail: kshikata@tsc.u-tokai.ac.jp

この観測結果に基づき、地理情報システム (GIS)を用いて、経時変化を考慮したシミュレーションを行い、エリア的な排水能力について検討する。

2. モデル適用の前提—内水氾濫現象の定義

内水氾濫を、集水域内における排水能力不足から、地表水が地形に沿って集積したものとする。

地表水とは、地表面を経由して河川に合流するもので、一つの水系を形成するものとする。

ある集水域においては、その範囲の地表水はその水系に流れ込むものとする（井上ら 2009）。

3. 対象域概説

集中豪雨に伴い高確率で内水氾濫現象が発生する本対象域は、北部の居住エリアには、住宅のほか、保育園・幼稚園・小学校・中学校が存在し、南部エリアには、高層マンション・ショッピング

モール・総合病院が集中するなど、住民生活にとって重要な役割を果たしている。しかしながら、豪雨時には、特に南部エリアの道路が全面冠水し、“陸の孤島”状態となり、地域基幹総合病院へのアクセス道路が通行止めとなり、救急搬送・血液輸送が出来ない状況に至ることもある（図-1）。



図-1 内水氾濫領域

4. 内水氾濫現象観測結果

4.1 降雨量経時変化

対象とする内水氾濫現象は、図-1に示すエリアに対し、2016年6月20日深夜における降雨（図-2）に伴って発生したものである。尚、雨量データは、熊本県統合型防災情報システム 雨量情報（10分間隔）に基づきグラフ化したものである。

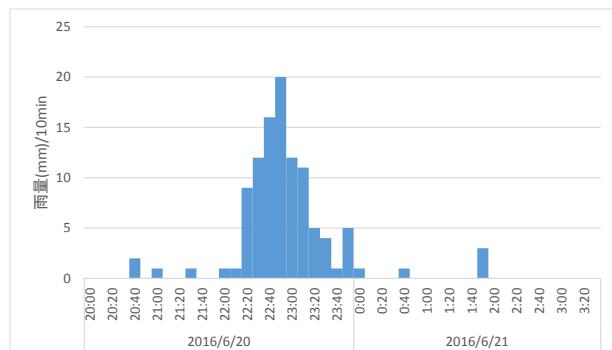


図-2 降雨量（10分間隔）

4.2 内水氾濫経時変化

図-3に示す観測現場中央、マンション入口における内水氾濫状況（図-4）に伴う浸水深の経時変化を図-5に示す。降雨（図-2）がピークを過ぎた頃、時間遅れを有して一気に浸水が発生した。



図-3 観測現場



図-4 内水氾濫状況(2016/06/21 0:00)

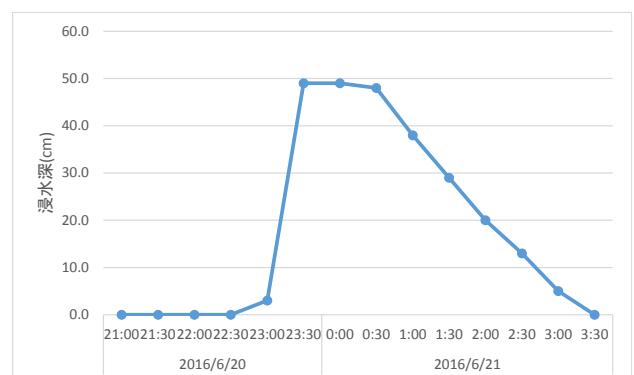


図-5 浸水深観測結果(2016/06/20～21)

5. GIS シミュレーション

5.1 シミュレーション手法

集水域を特定（山内ら 2012）する為、標高データとして、国土地理院作成 数値標高モデル 5m メッシュ DEM を用いる。雨水の浸水エリアへ至るネットワーク領域を集水域として特定する為、[サーフェスの平滑化]ツール→[流向ラスタの作成]ツール→[流域ラスタの作成]ツール→[累積流量ラスタの作成]ツールにより、浸水エリアに至る集水域を判別、抽出する。その上で、[サーフェスの体積]ツールにより浸水量を算出している。

5.2 シミュレーション結果

5.1 の手法により、観測時間における浸水深(図-5)に基づき、浸水シミュレーションを実施した。6月 20 日 23:30 時点、6月 21 日 3:00 時点におけるシミュレーション結果を図-6、図-7 にそれぞれ示す。また発生から終息に至る内水氾濫現象の浸水量シミュレーション結果を図-8 に示す。浸水深(図-5)は直線的に回復するが、浸水量(図-8)では、排水能力が水深回復に伴って減少している。

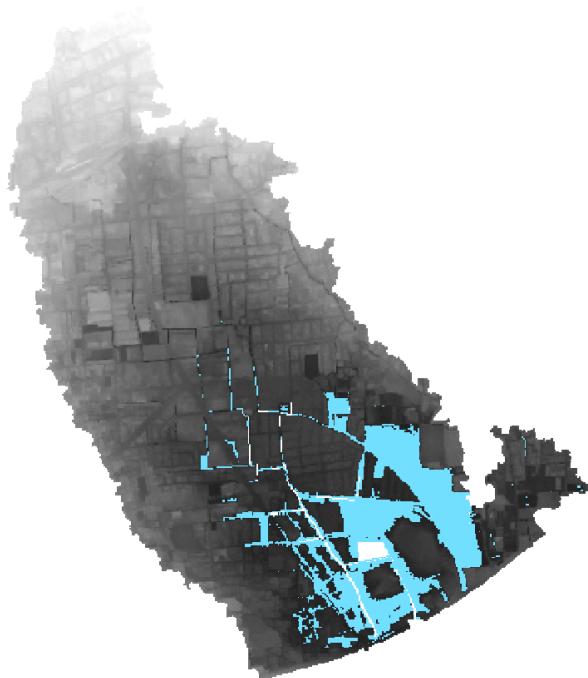


図-6 浸水シミュレーション(2016/06/20 23:30)

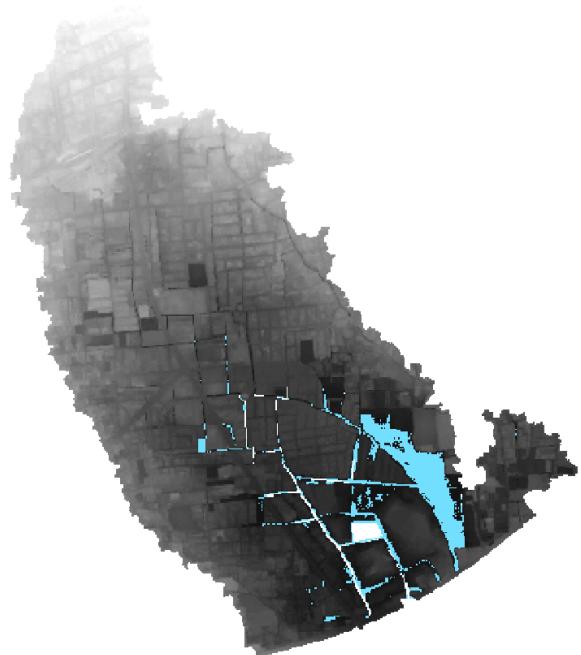


図-7 浸水シミュレーション(2016/06/21 3:00)

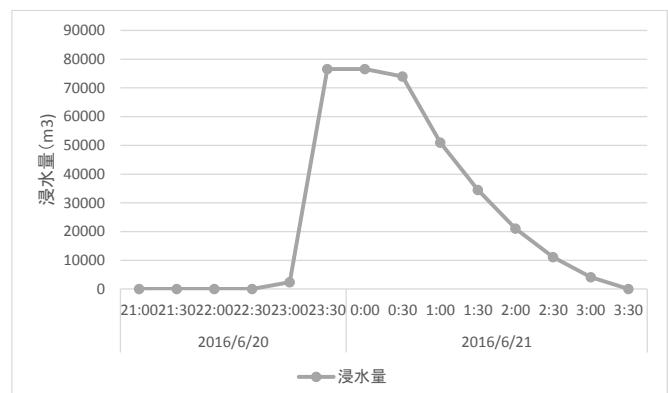


図-8 浸水量シミュレーション

5. まとめ

対象エリアにおいて、2016 年 6 月 20 日～21 日に亘って発生した内水氾濫現象について、集水域の抽出、浸水分布、浸水量のシミュレーションを実施し、エリア排水能力の変化を検討した。しかし、現時点においては、降雨後の時間遅れを伴って急激に発生し、浸水深の回復に伴って排水能力が変化する現象の全てを把握出来ていない。

同エリアにおける種々の降雨パターンに対する浸水状況、即ち、浸水の有無、浸水の時間変化など事例収集等、研究を継続する必要があると思われる。

同時に、今回の現地観測においては、集中豪雨後の急激な浸水現象の進行を予想出来ず、浸水発生の初期段階における観測を十分に行うことが出来なかつた。今後、検証を深める為にも、他地域を含めた事例研究を総合的に継続する必要性があるものと考えられる。

但し、対象エリアの様な市街地・住宅街で発生する内水氾濫現象は、視界が建物によって遮断され、面的広がり（浸水深分布を含む）を正確に把握することは困難であるが、目視の範囲ではあるが、浸水シミュレーション結果は妥当な状況を示しているものと考えられる。

また、数平方 kmとの広範な領域に及ぶ浸水分布・浸水深分布の時間変化を効率的に計測できる手法について今後も検討が必要であると思われる。

※ 上記シミュレーションは、GISソフトウェア(ESRI製 ArcGIS for Desktop ver.10.2.2)を使用した。

謝辞

本研究は、文部科学省科学研究費補助金（萌芽研究）「集中豪雨による住宅地の内水氾濫を解消する雨水排除モデルの構築」（機関番号：32644、課題番号：25630251、代表研究者：鹿田光一）の一環として行われた。

本研究を進めるにあたり、対象エリアにお住いの多くの方々に、調査等にご協力頂きました。また、遂行上の直接作業として、過去の浸水状況調査（写真収集）・土地利用状況変遷資料収集・地理情報システム操作・観測システム検討・簡易水位計試作、水路断面計測・住民の方への聞き取り調査については、東海大学熊本校舎の学生の方々、特に倉岡秀行君には大変ご協力頂きました。

さらに使用したESRI製ArcGIS ソフトウェアの操作に関しては、ESRI ジャパン製品サポートご担当の方々に大変お世話になりました。東海大学熊本校舎研究支援ご担当の方々には、研究遂行上のご助言・ご支援頂きました。

ここに記し、感謝の意を表します。

参考文献

- 月原雅貴・三谷泰浩・池見洋明・村岡直紀(2013)：土地利用の変遷と自然災害リスクの変化に関する研究, 地理情報システム学会研究発表大会講演論文集, 自然・環境(2), E-2-3.
- 井上薰・清水裕之・大月淳・村山顕人 (2009) : GIS を用いた市街地の「水みちネットワーク」把握手法の開発 一愛知県愛知郡長久手町を事例としてー, 日本建築学会計画系論文集, 635, 107-112.
- 山内悠生・清水裕之・村山顕人・宮本将門 (2012) : 名古屋市山崎川流域における内水氾濫の発生要因エリアの特定, 日本建築学会東海支部研究報告書, 50, 665-668.
- 重枝未玲、寺町賢一、碇正敬、高崎秀一、松木洋忠、秋山壽一郎、中山比佐雄、田邊武司 (2008) GIS を用いた飯塚市街地の地形特性に基づく地表面流の挙動解析, 水工学論文集, 52, 829-834.
- 野々村敦子、鎌田昇悟、長谷川修一、林宏年(2011) DEM を用いた内水氾濫危険個所抽出方法の検討, 土木学会論文集 F6(安全問題), 67, 1_131-1_136.