

水害の予測に MAS を活用するための基礎的研究

信州大学大学院 学生員 ○小勝竜介
信州大学工学部 正会員 小山 茂
信州大学工学部 正会員 大上俊之
信州大学工学部 正会員 豊田政史

1. はじめに

水害は集中豪雨の増加に伴い発生頻度や規模が増大していくと想定される。現在、水害の被害を減らすためにハードとソフトの両面からの対策が主に取られているが、水害を正確に予測することはどちらの対策を検討する上でも非常に重要である。しかし、模型を用いた実験では大規模な施設が必要となり予算および時間的制約が大きくなってしまう。また、数値解析では空間や時間に関する方程式を解くために、初期条件や境界条件について検討を重ねる必要がある。

そこで、本研究ではマルチエージェントシステム（以下MAS）を用いる。MASではユーザーがエージェントといわれる要素に単純な規則を与えるのみで、複雑な現象を表現できる。したがって、MASを用いることで、降雨から内水および外水氾濫を統合した複雑なシミュレーションを簡単な規則のみで実現できる。さらに、GISデータをほぼそのままの形で用いることができるため、標高等の全国について提供され、容易に入手できる情報の変更のみの簡易な作業によって全国への適用ができると考えている。

本研究では長野市の一部を対象とし、降雨による水の流れをシミュレーションすることを試みた。流水の再現に必要と考えられる要素である標高情報、土地利用情報、降水情報を取り込み、多数のエージェントの移動によって水の流れを表現する。また、過去に実際に発生した被害日時での条件でシミュレーションを行い現実の被害地点との比較検討を行う。

2. MAS の概要

MAS とはエージェントといわれる要素が自律と相互作用によって複雑な社会現象を表現するものである。機能の一部として、マップといわれる仮想空間内を各エージェントがユーザーに与えられた規則

にしたがって移動するというものがある。マップは正方形のメッシュで区切られ、各メッシュには空間変数として任意の値や文字等を格納できる。本研究では、長野市の標高や土地利用を空間変数として格納し、これらを参照し比較的平易なルールのもとに移動するエージェントを水とし、シミュレーションを構築している。

3. MAS による長野市におけるシミュレーション

3.1 シミュレーションに用いるデータ

3.1.1 標高

国土地理院が公開している10mメッシュ¹⁾の数値標高モデル（以下DEM）を用いて長野市の対象地域の標高を表現する。DEMは建物や樹木などの土地被覆を除いた純粋な地形データである。本研究では、用いたデータの最小メッシュがDEMであることから、シミュレーション空間はDEMの仕様に基づいて長野市の約10km四方の範囲を750×1125の843,750マスで表現している。

3.1.2 土地利用

国土交通省国土政策局国土情報課によって公開されている、国土数値情報の平成21年度の土地利用細分メッシュデータ²⁾を用いて粗度係数を割り当てる。100mメッシュで12種類の土地利用種別によって分類されている。本研究では、表1の内閣府が公表している中部圏・近畿圏直下型地震対策の津波の計算手法に記載されている粗度係数と土地利用を参照して対応付けている。

3.1.3 解析雨量

気象庁により提供されている1kmメッシュの解析雨量データを用いる。この解析雨量は、地上に設置されている雨量計とレーダーおよびアメダスにより解析されており、雨量計による観測網よりもさらに局所的な降雨について把握できる。本研究では、各

メッシュ内で生成するエージェントの数を、解析雨量を参照し決定する。

3.2 シミュレーションの構成

標高、土地利用、解析雨量を空間変数として MAS に取り込み、これらの条件をエージェントの動きに反映させたシミュレーション構築する。シミュレーションの対象地域を変更する場合はこれらの空間変数のみを変更することを想定して構築している。また、地形や土地利用を変化させるといった被害の軽減策を講じた場合にどのように水の流れが変化するかについても、簡単にシミュレーションができるようになると考えている。

3.3 エージェントルール

雨量はメッシュごとに解析雨量を参照し、発生させるエージェントの数によって表現する。エージェントの進行方向は基本的に標高の高いところから低いところへ移動するようにしている。進行速度は Manning 式³⁾を用いる。

$$v = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

ここで、 n は粗度係数、 R は径深、 I は勾配であるがシミュレーション上では n は土地利用細分メッシュデータにより決定され、 R はエージェント数により決定される。そして、 I は数値標高モデルにより決定される。例えば図 1 において、上段の土地利用が建物用地なので粗度係数 n に 0.04 を、メッシュ内のエージェント 1 つに対してメッシュ内の水位が 0.1mm とすると上段メッシュ内に存在するエージェントの数が 20 個より R に 0.002 を、勾配は 2/10 を用いる。周囲のメッシュが全て現在地より高い標高となった場合、その場で停止し溢水を表現する。また、浸透や排水による水の流出はエージェントを消去することで比較的簡単に表現できると考えているが、公開されている情報で排水能力を決定できるかは検討中である。

4. シミュレーションの精度の検証

過去に豪雨によって被害が出た際の降雨条件を、解析雨量により再現したシミュレーションを行い被害地域などの一致率によって検証する。結果については当日発表する予定である。

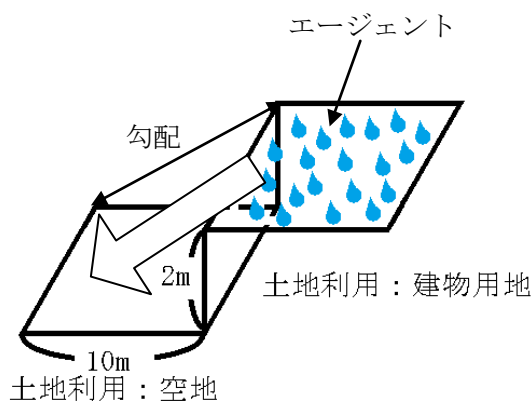


図 1 MAS での空間の概念図

表 1 土地利用別の粗度係数⁴⁾

土地利用種別	粗度係数
建物用地	0.04
田 その他農用地	0.02
森林	0.03
河川地及び沼湖 海浜 海水域	0.025
荒地 その他の用地 (空地等, 幹線交通用地, ゴルフ場)	0.025

参考文献

1. 国土地理院. 基盤地図情報ダウンロードサービス. 国土交通省国土地理院. (オンライン) (引用日: 2014 年 9 月 21 日.)
<http://fgd.gsi.go.jp/download/menu.php#>.
2. 国土交通省国土政策局国土情報課. 国土数値情報ダウンロードサービス. 国土数値情報ダウンロードサービス. (オンライン) (引用日: 2014 年 9 月 22 日.)
<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>.
3. 禰津家久富永晃宏. 水理学. 新宿区: 株式会社朝倉書店, 2006.
4. 内閣府. 中部圏・近畿圏直下地震対策 津波の計算手法. 防災情報のページ. (オンライン) 2006 年 12 月. (引用日: 2014 年 11 月 9 日.)
http://www.bousai.go.jp/jishin/chubu_kinki/syousai/pdf/sankousiryoku6.pdf.