内水浸水の想定手法による想定結果およびコストに関する検討

東北工業大学 学生会員　　○田村亮
東北工業大学 正会員 菅原景一・高橋敏彦

1. はじめに

近年、異常気象の影響により多発する想定外の豪雨に対する対策として、内水浸水想定区域図の作成が進められている。「内水浸水想定区域図作成マニュアル(案)」[1]によると内水浸水想定手法の選択肢として内水浸水シミュレーションによる手法や地形情報を活用した手法、浸水実績を活用した手法の 3 種類の手法もしくはこれらの手法の組み合わせにより各自治体が置かれている状況によって適切な想定手法を選択するように示されている。同マニュアルでは、内水浸水シミュレーションの実施を推奨しているものの、各手法による内水浸水想定の結果の信頼性については言及されていない。そこで、本研究では同一の想定区域に対して上記のうち内水浸水シミュレーションによる手法と地形情報を活用した手法それぞれによって内水浸水想定区域図を作成することで、得られる結果と作業コストを比較検討することとした。尚、浸水シミュレーションの実施に際しては、他の手法と比較することを考慮して人孔、下水道等は考慮しないこととした。

2. 各手法による内水浸水想定区域図の作成の実際

(1) 内水浸水シミュレーションによる手法

図 1 に内水浸水シミュレーションによる想定手順の概要を示した。はじめに地形等に関する情報を入手して、シミュレーションソフトに入力できる形式に整える。地形等に関するデータは国土地理院の基盤地図情報ダウンロードサービス[2]から入手した。その後、想定する雨量のデータを作成する。今回の検討では実績の雨量を用いたので、国土交通省気象庁 各種データ・資料 過去の気象データ検索[3]より入手した。シミュレーションを実施するにあたり、地形に関するデータを読み込み、解析対象エリアを設定し、メッシュに分割する。各メッシュの地盤高、地目、建物占有率の設定を行う。次に雨量の時系列データを入力し、解析前の準備は完了する。今回は、2019 年の台風 19 号(10 月 12 日から 13 日までの 10 分間隔)の雨量を使用した。解析を実行すると、雨量データの入力時に設定した時間間隔で浸水状況が時々刻々と変化していく結果が得られる。図 2 に解析結果の一例として降雨開始後の 24 時間 50 分後の結果を示した。

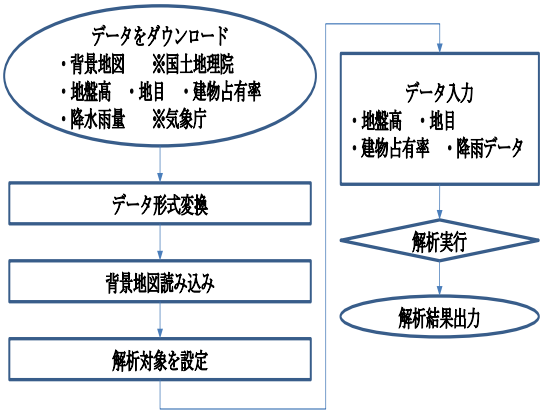

図 1　内水浸水シミュレーション実施の流れ

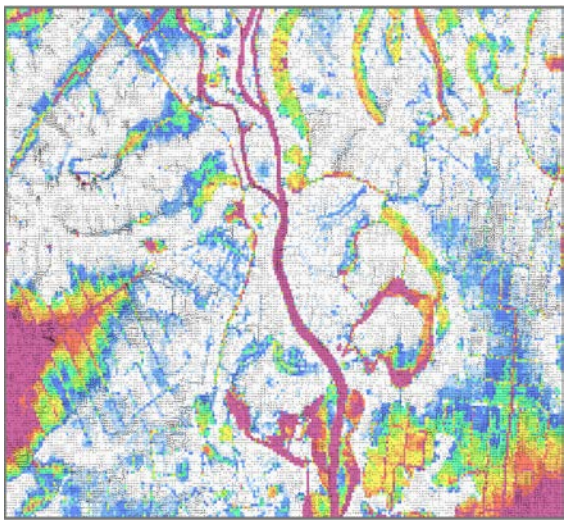

図 2　内水浸水シミュレーション解析結果

(2) 地理情報を活用した手法

a) 標高のみによって浸水深を想定する場合

標高のみによって浸水深を想定する方法とは、対象エリア内の降水が標高の低いところに全て集まるという考え方に基づいて、求めたい浸水深の刻み幅で求めた空間部分の体積を標高の低いところから累積し、対象時間内の降雨の総量と等しくなる深さを浸水深とする方法である。手順は図 3 に示したとおりであり、はじめに地形データと降雨データを入手する。その後、対象領域をメッシュに区切って、対象エリア内で標高の一番低い地点を 0m と設定し、空間のメッシュ数を数え、設定した標高とメッシュの寸法から求まる 1 メッシュ当たりの体積を乗じて空間の体積①を求める。次に計算対象エリア内の降水の全体積②を求める。①と②の差が少ない標高が最大浸水深となる。その標高以下の高さを設定した刻み幅で塗り分ける。図 4 にその結果を示したが、比

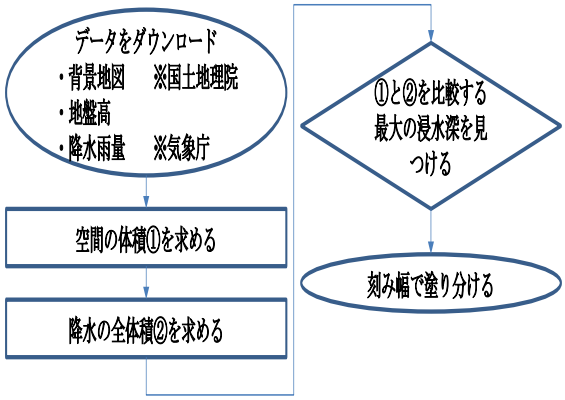

図 3　地理情報を活用した手法の実施
(標高のみによって浸水深を想定する場合)

キーワード　内水浸水、シミュレーション、地形、想定手法
連絡先　〒982-8577 宮城県仙台市太白区八木山香澄町 35-1 東北工業大学 都市マネジメント学科 TEL 022-305-3550

較的平坦であると考えられる地形であっても傾斜や標高の低いエリアが存在し、単純に標高のみで想定してしまうと浸水エリアが一部に集中してしまうことが確認された。

b)凹地形を考慮して浸水深を想定する場合

凹地形を考慮して浸水深を想定する方法は、降雨が対象エリア内に点在する凹地形から溜まり始めると考えて想定する方法である。手順を図 5 に示した。はじめは a)に示した方法と同様に地形データを入手してメッシュに区切る。上記データから浸水深で想定する刻み幅以上の標高差が得られる凹地形となるメッシュを検索し、凹地形として得られる空間の体積③を求めて、標高刻みごとに累積する。ここで得られた③と降水の全体積②を比較して最も差が小さくなる標高を最大浸水深として、抽出した凹地形を浸水深ごとに塗り分ける。作成した結果が図 6 である。標高のみによって想定されたものと比較すると、浸水域が想定対象エリア全体に分布しており、シミュレーションによって想定した結果に近づいていると考えられる。

4. 考察

今回はシミュレーションによる手法と標高のみによる手法、凹地形を考慮した手法の 3 手法を同一エリアに適用することで得られる結果の違いと作成に要するコストについて比較検討を行った。表 1 にコストに関する比較した結果を示した。同表から、シミュレーションによる手法はソフトを入手するという点で初期費用が掛かるが、時系列に変化していく浸水想定の様子が表現されていることや異なる条件下での想定も容易に行えるなどメリットは大きいと考えられる。また、今回は取り込んでいないが下水などの排水施設の影響も考慮できるという点でも有用であると考えられる。一方、地形情報を活用した手法は専用のソフトは使用しないので、費用的コストは低く抑えることができる。標高のみによって浸水深を想定する場合では、空間の体積と降水の総体積を比較して標高を割り出すのみであり時間的コストも少なくできるが、地形によっては浸水エリアが偏ってしまい、現実を反映しきれない結果になる可能性がある。凹地形を考慮した場合では、対象エリア全体で浸水域が想定できているなど現実を表現できる可能性があると考えられる。しかし、膨大なメッシュの中から凹地形を設定する作業と設定された浸水深の塗り分け作業にはかなりの時間的コストがかかるといえる。

5. おわりに

本研究では、「内水浸水想定区域図作成マニュアル(案)」から、浸水シミュレーションによる方法と地形情報を活用した方法で想定される内水浸水区域の想定結果と作成に要する費用的、時間的コストの比較検討を行った。その結果、内水浸水情報として得られる結果については、浸水シミュレーションの実施が充実していること、凹地形を考慮することでもある程度の内水浸水の想定が行えることを確認した。また、コストについては、浸水シミュレーションは費用的コストが比較的大きくなるが、時間的コストは小さく抑えることができる。一方、凹地形を考慮した手法では、費用的コストはほとんど掛からないが、時間的コストは浸水シミュレーションの実施と比較して約 10 倍になることが確認された。

参考文献

1)内水浸水想定区域図作成マニュアル(案)：https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/pdf/souteizu_manual.pdf
2)基盤地図情報ダウンロードサービス：https://fgd.gsi.go.jp/download/menu.php
3)国土交通省気象庁 各種データ・資料 過去の気象データ検索：http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php?prec_no=34&block_no=1029&year=2019&month=10&day=12&view

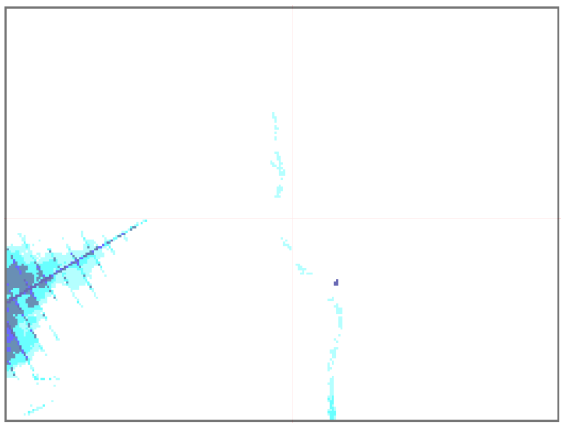

図 4　標高のみによって想定した結果

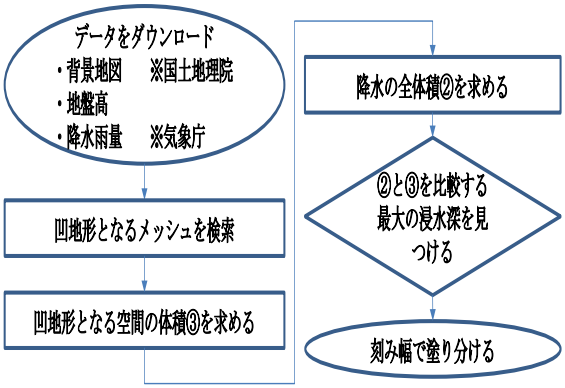

図 5　地理情報を活用した手法の実施
（凹地を考慮して浸水深を想定する場合）

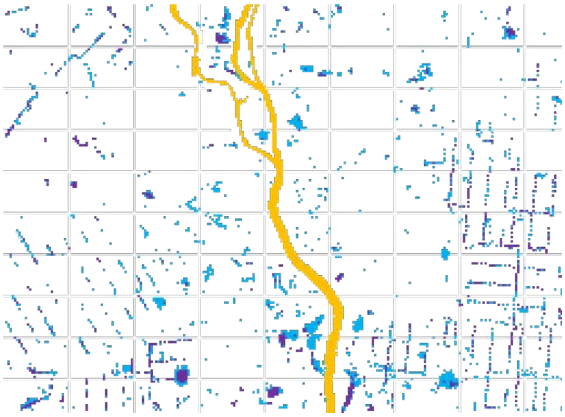

図 6　凹地を考慮して想定した結果

表 1 費用・時間比較

		内水浸水シミュレーション手法	標高のみによって想定する場合	凹地形を考慮して想定する場合
費用	データ費用	少	少	少
	ソフト費用	大	少	少
時間	準備時間	1時間	3時間	24時間
	解析時間	6時間	10分	10分
	出力時間	1分	5分	48時間