

理解しやすく利用しやすい 3D浸水ハザードマップ —川の成り立ちを踏まえて—

(国研) 土木研究所 寒地土木研究所 寒地河川チーム ○平松 裕基
広島大学大学院先進理工系科学研究科 井上 卓也
(国研) 土木研究所 寒地土木研究所 寒地水圏研究グループ 前田 俊一

近年、想定を超える豪雨増加に伴い、避難指示を受ける住民の数も増加している。住民の避難判断時に有益な情報となる洪水ハザードマップの効果を最大限発揮するため、浸水状況をより実感しやすい表示方法を探ることは重要である。そこで、当研究所ではGoogle Earthを活用した3D浸水ハザードマップを提案し、これを無料で作成できるアプリを公開した。このアプリの使用方法について簡単に説明する。また、このマップに治水地形分類図を重ね合わせることによって、川の成り立ちとの関係を調べた。その結果、旧河道では浸水しやすい傾向にあることが重ね合わせたマップによって把握しやすいことが確認された。

キーワード：洪水ハザードマップ、浸水状況の可視化、3D表示、治水地形分類図

1. はじめに

近年、想定外などと呼ばれるような水害が増加しており、避難指示を受ける住民の数も増加している。住民の避難判断時には洪水ハザードマップが有益な情報となるが、その作成が義務づけられているのは、洪水予報河川や水位周知河川に指定されている全国の約2000河川であった。しかし、2019年の東日本台風ではこれらに指定されていない中小河川でも多くの氾濫が生じたことから、2021年5月に水防法が改正され、浸水想定区域の指定が拡大されることとなった。その中で、2025年度までに国土交通省は約17000河川まで指定を拡大することを目標とした¹⁾。また、2015年の社会資本整備審議会の答申を踏まえ「水防災意識社会 再構築ビジョン」が国土交通省水管理・国土保全局から示され、住民が自らリスクを察知し、自ら考え行動するための情報を整備することがソフト対策のポイントで挙げられている²⁾。さらに、2020年9月に国土交通省の総合施策「総力戦で挑む防災・減災プロジェクト」の中でも、住民避難が重点推進施策として挙げられている³⁾。このように、水害に対するソフト対策の重要性が増してきている。

このような状況を踏まると、住民にとって理解しやすく利用しやすいハザードマップの表示方法を探るのは重要である。2018年の西日本豪雨では、岡山県倉敷市真備町の実際の浸水エリアとハザードマップが概ね一致していたことがマスコミで大きく取り上げられた。しかし、ハザードマップの認知度は高くなかったことが被災地で

のアンケート結果を通じて指摘されている⁴⁾。

住民が浸水深をより実感しやすい表示方法を探ることを目的として、田中・井上・清水はKML化することによって、Google EarthやStreet View上に浸水深を表示する方法を提案した⁵⁾。本論文では、まずこの3D浸水ハザードマップの利点に関して簡単に説明する。その上で、当研究所ではこの3D浸水ハザードマップを作成することができるアプリを開発したため、アプリの使用法の概要についても説明する。市町村の担当者が避難所・避難場所情報に変更された場合に、住民にとっても実感のわかりやすい3D浸水ハザードマップを適宜修正できるようにすることは重要であると考え、このようなアプリの作成をすることにした。

さらに、この3D浸水ハザードマップに治水地形分類図を重ね合わせたマップを作成した。これによって、川の成り立ちを踏まえた危険度を容易に把握することができるようになる。本論文では、この表示例についても説明する。

2. 3D浸水ハザードマップの利点と作成アプリ

(1) 3D浸水ハザードマップの利点

3D浸水ハザードマップの最も大きな利点は浸水状況を直感的に把握できることである。この表示例を示したのが図-1である。図-1 (a)は俯瞰図で浸水域の全体像を示したものであり、図-1 (b)はStreet View上に浸水深を表示

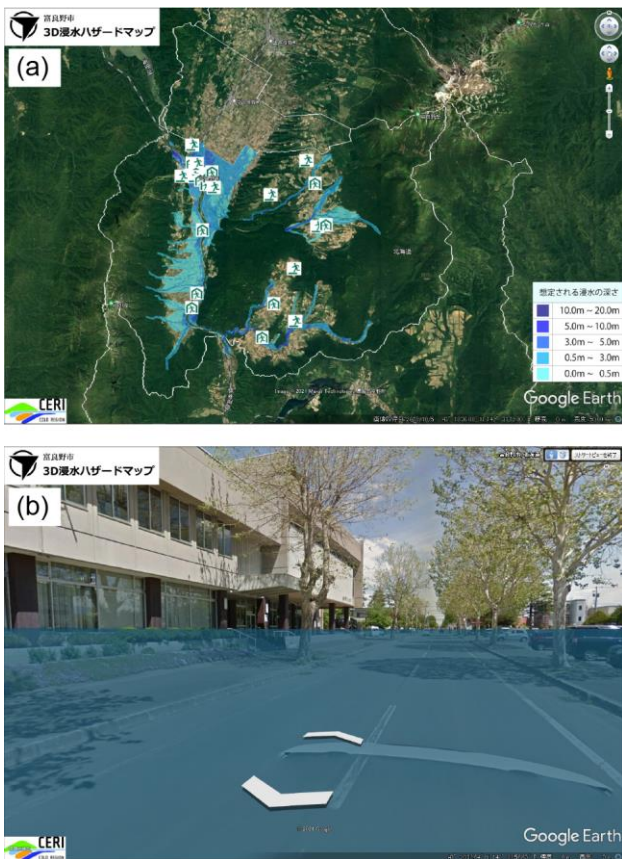


図-1 3D浸水ハザードマップの表示例：(a) 浸水域の全体像を表す俯瞰図、(b) Street View表示

したものである。Google Earthを用いているため、任意の高さや角度で浸水範囲を確認することもでき、さらに任意の場所で建物の高さと比較して浸水深がどの程度の高さとなるのかを表示できることがわかる。

このマップの主な利点としては、以下の5つが挙げられる。(a) 想定される浸水状況を直観的に把握できる、(b) 寒地河川チームのHP上 (<https://river.ceri.go.jp/contents/tool/3d-manual-zip.html>) で公開したアプリとマニュアルを利用すれば無料で作成できる（外注しても安価に作成可能である。ただし、氾濫計算データに関しては河川管理者から別途入手する必要がある。）、(c) 英語版などの外国語版のGoogle Earthがあるため、これを利用すれば多言語対応できる、(d) 防災教育の学習素材としても活用できる、(e) 避難所情報に変更されても、3D浸水ハザードマップへの反映作業が容易であることである。

ただし、浸水深を確認する場合には、人や車に対して比較するのではなく建物や地面からの高さと比較することや、浸水深を可視化する際のずれによって従来のハザードマップと見た目の違いが生じる場合があるなど留意すべき事項もある。

(2) 作成アプリの概要

上記の3D浸水ハザードマップを独力で作成できるようなアプリとマニュアルを寒地河川チームのHP上で公



図-2 3D浸水ハザードマップのマニュアルとアプリのダウンロード画面



図-3 3D浸水ハザードマップ作成アプリ画面

開した。このHP上の画面を示したのが図-2である。赤枠で囲われた部分がマニュアルを記したpdfファイル、青枠で囲われた部分がアプリ（exe形式の実行ファイル）、ならびにsampleデータを公開している圧縮ファイルである。これらをクリックするとファイルをダウンロードすることができる。

作成の手順としては大きく二つに分けられ、3D浸水想定区域図を作成する部分と、避難所位置を表示する部分である。なお、用語について簡単に説明すると、水防法第14条により河川管理者が作成する「洪水浸水想定区域図」はそれぞれの地点の浸水深を図示したものである

一方で、水防法第15条により市町村が作成する「洪水ハザードマップ」は浸水想定区域図に避難所などの情報を追加して図示したものである。そのため、これらの二つの図をそれぞれ作成することができるように、3D浸水想定区域図を作成するアプリと避難所位置などを描画するアプリの二つに分けて作成することにした。

前半部分の3D浸水想定区域図を作成する部分のアプリを開くと図-3(a)のような画面が現れる。使用方法の概要のみを説明すると、アプリ画面中のLegend Dataとして浸水深を塗り分ける際の色や閾値を設定したcsvファイルを選択し（アプリを起動すると、国土交通省の「水害ハザードマップ作成の手引き」⁹⁾に則った配色のファイルが自動生成される）、Input Dataとして浸水深などのcsvファイルを選択し、Output Kmlとして出力したいファイルパスを指定すると、3D浸水想定区域図が作成される。なお、Clip Kmlは全体のうちの一部のみを描画したい場合、例えば各市町村の範囲だけを描画したい場合に使用するもので、必須のデータではない。また、上記は洪水予報河川や水位周知河川に指定されている国土交通省の浸水想定区域図データ電子化ガイドラインに則った浸水計算結果が既に存在する場合の例であるが、それ以外の中小河川についてもiRIC Nays 2DFloodで計算した結果があれば3D浸水想定区域図を作成することもできる。なお、5mメッシュの浸水計算結果を描画した3D浸水ハザードマップをGoogle Earth上で開くと、ファイルサイズが大きいため表示に時間がかかってしまう。そのため、描画範囲にもよるものの、25mメッシュの浸水計算結果に基づいて描画することを推奨している。

後半部分の避難所位置を表示する部分のアプリを開くと図-3(b)の画面が現れ、市町村の名前を入力し、浸水深の凡例などの画像ファイルが格納されているimgフォルダ、浸水想定区域図のファイル、避難所・避難場所の緯度経度や災害種別毎にその施設が適しているか否かを事前に入力したExcelファイル、出力したいフォルダを順に選択すると、3D浸水ハザードマップを作成することができる。

そのため、例えば避難所や避難場所の情報が変更されても、避難所などの情報のExcelファイルを修正し、図-3(b)のアプリを用いると3D浸水ハザードマップを更新することができる。このように、浸水深などのcsvファイルの収集、避難所などの情報のExcelファイルの作成という作業は生じるものの、一度データを収集・作成すれば更新作業は容易に行うことができる。

このアプリに関して操作方法や自治体の職員からの要望を調査するために、余市町を訪問した。このアプリを用いて町の職員が実際に3D浸水ハザードマップを作成した。その結果、避難所や避難場所のみならず、より詳細な分類として津波避難ビルなどを描画したいという要望など貴重な情報を得た。これらの取り組みによって作成された3D浸水ハザードマップは余市町のHP上で公開

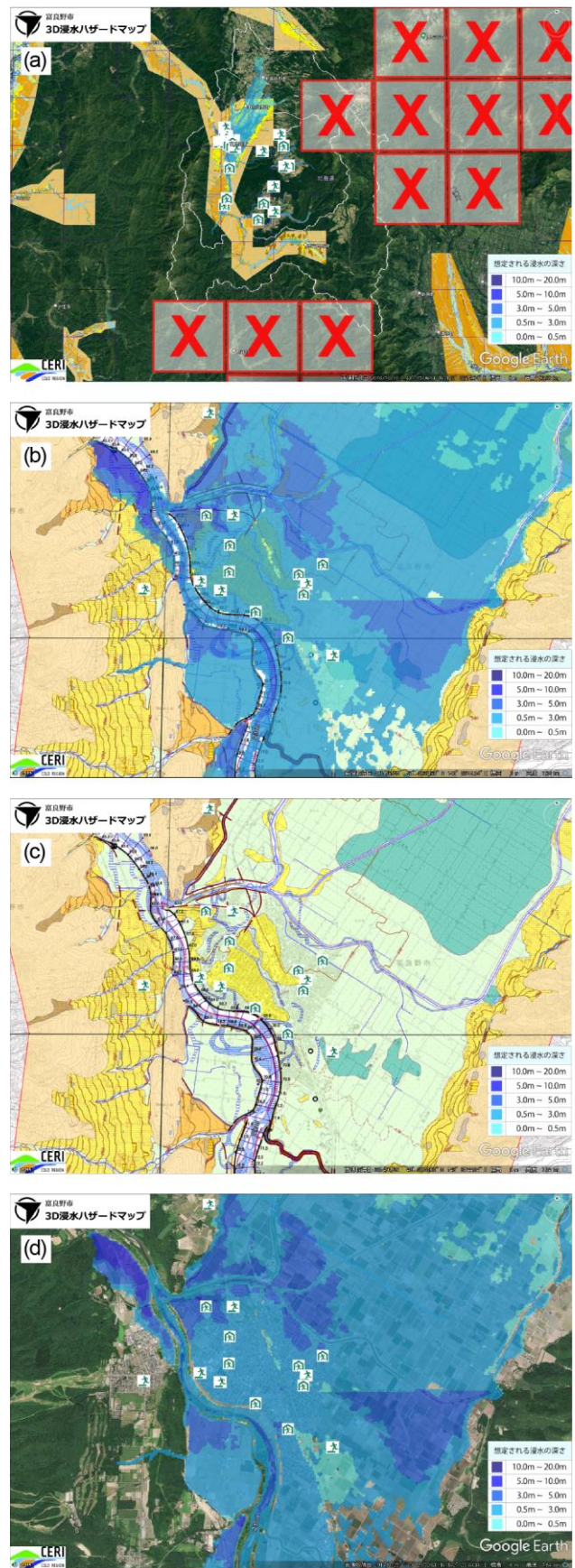
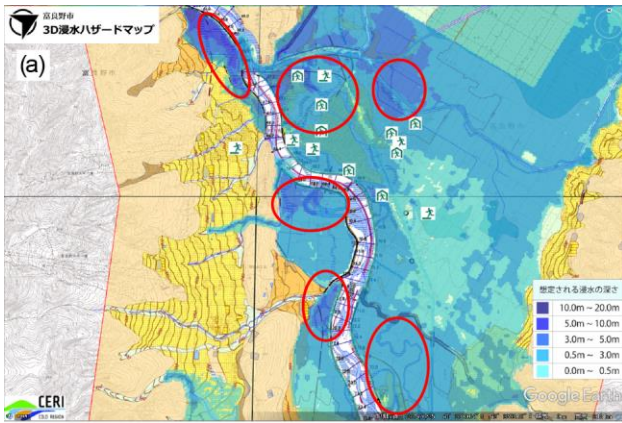


図4 3D浸水ハザードマップに重ね合わせた治水地形分類図：
(a) 全体像、(b) 拡大図、(c) 治水地形分類図と避難所、避難場所位置、(d) 3D浸水ハザードマップ



(b)

| 大分類 | 中分類 | 小分類 | 細分類 | 記号 | |
|---------|-----|----------|-------------------|----------|--|
| 山地 | | | | | |
| 台地・段丘 | | 段丘面 | | | |
| | | 崖(段丘崖) | | | |
| | | 浅い谷 | | | |
| 低地 | | 山麓堆積地形 | | | |
| | | 扇状地 | | | |
| | | 氾濫平野 | | | |
| | | 氾濫平野 | 後背湿地 | | |
| | | | 微高地(自然堤防) | | |
| | | 扇状地・氾濫平野 | 旧河道 | 旧河道(明瞭) | |
| | | | | 旧河道(不明瞭) | |
| | | | 落堀 | | |
| | | 砂州・砂丘 | | | |
| | | 人工改変地形 | | 干拓地 | |
| 盛土地・埋立地 | | | | | |
| 切土地 | | | | | |
| 連続盛土 | | | | | |
| | | | | | |
| その他の地形等 | | 天井川の区間 | | | |
| | | 現河道・水面 | | | |
| | | 旧流路 | 8.30年代後半～9.40年代前半 | | |
| | | | 9.20年代 | | |
| | | | T.末期～S.初期 | | |
| | | | M.末期～T.初期 | | |
| | | 地盤高線 | 主曲線 | | |
| 補助曲線 | | | | | |

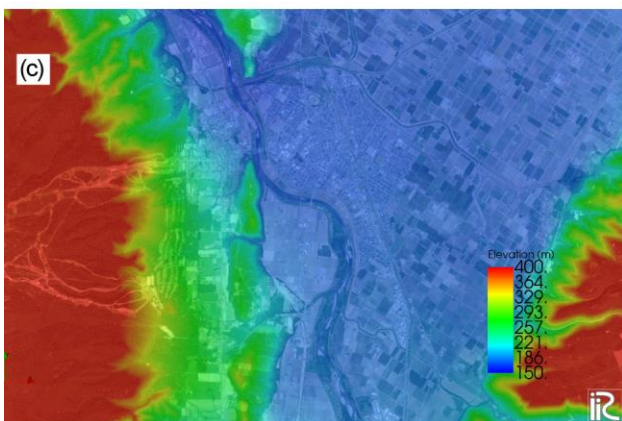


図5 川の成り立ちや地形と浸水状況：(a)治水地形分類図と3D浸水ハザードマップ、(b)凡例⁹⁾より一部抜粋、(c)標高コンター

されている⁷⁾。

3. 3D浸水ハザードマップと川の成り立ち

川の成り立ちを踏まえたハザードマップ情報として、3D浸水ハザードマップに治水地形分類図を重ね合わせたマップを作成した。旧河道に氾濫水が集中する機会が多いことがこれまでも指摘されている⁸⁾、このような川の成り立ちを踏まえた浸水の危険度をわかりやすく表示する取り組みは重要であると考えている。

この表示例の全体像を図4(a)に示した。なお、治水地形分類図は、国や都道府県が管理する河川の流域のうち、平野部を対象とした詳細な地形分類を示すものであるため、山地などではデータが存在しない。そのような箇所では×印と表示される。図4(b)は図4(a)の一部を拡大したものであり、Google Earthで開いたマップは治水地形分類図や避難所位置などを表示するか、あるいは非表示とするかをチェックボックスにより切り替えることができる。図4(c)は浸水想定区域図を非表示とし、図4(d)は治水地形分類図を非表示とした表示例を示したものである。このように、従来のハザードマップと治水地形分類図をそれぞれ開いて別々に見比べながら川の成り立ちを調べる必要はなく、チェックボックスをクリックすることで確認できることが特徴である。

この川の成り立ちに注目して、図5(a)を見てみる。治水地形分類図の凡例を図5(b)に示しており、この図は国土地理院のHPの凡例図⁹⁾を引用し、一部抜粋したものである。この凡例からわかるように青の線が旧河道や旧流路を示している。図5(a)の図中に赤丸の印を付けた部分は旧河道に相当し、丸印を付けていない部分と比べると浸水しやすい傾向が見て取れる。氾濫計算を行う際には地下水の挙動や浸透による影響が考慮されておらず、現地ではこれらの影響は無視できないため、旧河道では浸水計算結果より大きな被災を受ける可能性もある。このように川の成り立ちやハザードマップによる浸水状況を踏まえて、浸水に対する危険度を把握できることがこのマップのメリットである。

また、浸水範囲に注目してみると、氾濫平野に分類される領域と山地や山麓堆積地形などに分類される領域の境界が浸水範囲の境となっていることも確認できる。図5(c)は図5(a)と同じ範囲内の標高のコンターを示したものであり、青に近づくほど標高が低く、赤に近づくほど標高が高いことを表している。なお、標高値には基盤地図情報(数値標高モデル)の10mメッシュデータ(DEM10B)を用いている。青と緑の境界が浸水範囲の境となっており、地形の成り立ち、標高、浸水状況が相互に関連していることが見て取れる。

4. おわりに

水害に対するソフト対策の重要性の観点から、住民にとって理解しやすく利用しやすい3D浸水ハザードマップを作成できるようなアプリを公開した。これを用いると、市町村の防災担当者が3D浸水ハザードマップを作成することができ、避難所情報が変更されれば更新作業も行うことができる。このアプリは3D浸水想定区域図を作成する部分と避難所位置を表示する部分に分かれており、それぞれについて使用方法の概要を説明した。氾濫計算結果（国土交通省の浸水想定区域図データ電子化ガイドラインに則ったデータ、あるいはiRIC Nays2DFloodの計算データ）を用いれば基本的には新たに作成する必要があるのは避難所情報のデータのみである。

川の成り立ちとの関係をわかりやすく表示するために、治水地形分類図に3D浸水ハザードマップを重ね合わせたマップを作成した。これによって、旧河道部分では浸水しやすいこと、山地や山麓堆積地形に分類されている場所での浸水の危険度は相対的に低いことが表示と非表示を切り替えることで容易に把握できるようになっていることが確認できる。

毎年のように豪雨に襲われていることから、豪雨時の浸水危険度の把握や、それに応じてどのような避難行動をとれば良いのかを事前に考えられるような情報を住民に提供することによって防災意識の向上のための取り組みを行うことは重要である。このような観点から、本研究のようにソフト対策の充実に今後も注力すべきであると考えている。

謝辞：3D浸水ハザードマップの表示例を作成するに当たり、富良野市の協力を得た。また、余市町に訪問した際には貴重なご意見を得た。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1)国土交通省：住民自らの行動に結びつく水害・土砂災害ハザード・リスク情報共有プロジェクト、
https://www.mlit.go.jp/river/shimngikai_blog/hazard_risk/dai06kai/dai06kai_siryo01.pdf.
- 2)国土交通省：水防災意識社会再構築ビジョン、
<https://www.mlit.go.jp/river/mizubousaivision/>.
- 3)国土交通省：総力戦で挑む防災・減災プロジェクト～いのちとくらしをまもる防災減災～、
https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/sosei_point_tk_000034.html.
- 4)内閣府：平成30年7月豪雨を踏まえた水害・土砂災害からの避難の在り方について、
http://www.bousai.go.jp/fusuigai/suigai_dosyaworking/pdf/dai2kai/sankosiryoyo3.pdf.
- 5)田中甫幸、井上卓也、清水康行：KMLを用いた氾濫計算可視化の高度化、土木学会論文集 B1（水工学）、Vol.73、No.4、pp.I_331-I_336、2017.
- 6)国土交通省：水害ハザードマップ作成の手引き、
https://www.mlit.go.jp/river/basic_info/jigyo_keikaku/saigai/tisiki/hazardmap/suigai_hazardmap_tebiki_201604.pdf.
- 7)余市町：余市町3D浸水ハザードマップ、
<https://www.town.yoichi.hokkaido.jp/kurashi/kurashinijouhou/bousai/3dhaazardmap.html>.
- 8)中根洋治、奥田昌男、可児幸彦、早川清、松井保：旧河道と災害に関する事例的研究、土木学会論文集 D3（土木計画学）、Vol.67、No.2、pp.182-194、2011.
- 9)国土地理院：地理院タイル一覧、
<https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html#cmfc2>.