

2017 年度

修士論文

北海道の自治体における洪水ハザードマップの現状と課題及び

GIS を活用した効果的ハザードマップの提案

The Current Situation Survey of Flood Hazard Maps in Hokkaido and
Usefulness of GIS to Compose Hazard Map by Local Governments

21431018 本間裕介

指導教員 酪農学専攻 教授 金子正美

酪農学園大学大学院 酪農学研究科

目次

| | |
|------------------------------------|----|
| 第1章 はじめに..... | 1 |
| 1.1 研究背景..... | 1 |
| 1.2 目的..... | 4 |
| 第2章 方法..... | 5 |
| 2.1 概要..... | 5 |
| 2.2 現状調査..... | 5 |
| 2.2.1 避難所と災害危険区域の重なるの調査..... | 5 |
| 2.2.2 洪水ハザードマップ作成・公開状況調査..... | 5 |
| 2.2.3 ヒアリング調査..... | 6 |
| 2.3 課題の抽出と現状評価..... | 7 |
| 第3章 結果..... | 9 |
| 3.1 避難所と災害危険区域の重なり..... | 9 |
| 3.2 洪水ハザードマップ作成・公開状況..... | 11 |
| 3.3 ヒアリング調査結果..... | 14 |
| 3.4 現状のハザードマップの課題..... | 15 |
| 3.4.1 整備に関する課題..... | 15 |
| 3.4.2 デザインに関する課題..... | 15 |
| 3.4 デザインの分布と現状評価..... | 18 |
| 3.4.1 方位の向き..... | 18 |
| 3.4.2 背景地図の縮尺..... | 21 |
| 3.4.3 想定浸水深の色分け..... | 24 |
| 3.5 GISの活用の提案..... | 27 |
| 3.5.1 サンプルマップと作成マニュアル..... | 27 |
| 3.5.2 ユニバーサルデザイン版サンプルマップ..... | 30 |
| 3.5.3 水害シミュレーションCGとハザードマップの併用..... | 34 |
| 第4章 まとめ..... | 39 |
| 4.1 考察..... | 39 |
| 4.2 今後の課題..... | 42 |
| Abstract..... | 43 |
| 謝辞..... | 45 |
| 参考文献..... | 46 |
| 付録..... | 別冊 |

第1章 はじめに

1.1 研究背景

ハザードマップとは、自然災害が発生した際に、住民がどこへどのように逃げるべきか、避難時の参考にするために作成される地図のことである。

各種自然災害に対応した法律でそれぞれ定義されているが、共通している概要として、「都道府県は各種自然災害に対して危険が予測される災害規模や区域について指定すること」「市町村は危険区域と併せて災害時の対応や避難経路などを周知するため、印刷物の配布その他の必要な措置を講じること」という指示があり、この周知のための印刷物等がハザードマップにあたる。

表 1 ハザードマップについて定めた法律

| | |
|-------|---|
| 洪水 | 水防法 第 14 条、15 条 |
| 土砂災害 | 土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律 第 7 条、8 条 |
| 地震、津波 | 地震防災対策特別措置法 第 14 条 |
| 火山 | 活動火山対策特別措置法 第 2 条 |

具体的に地図に記載される情報として、例えば国土交通省発行の『水害ハザードマップ作成の手引き』では、想定浸水区域や土砂災害警戒区域といった災害時の危険区域、避難場所や避難経路、防災関係機関などの記載を指示している。

ハザードマップは市町村ごとに作成されているため、実際のデザインは行政区域によって異なる。一例として、江別市大麻地区の洪水ハザードマップを次頁に示す。(図 1)

地図上部や右下に広がっている色分けされた区域が想定浸水区域と呼ばれるもので、「予測される災害規模や区域についての指定」にあたる。想定される浸水の深さによって色分けされている。

その他、避難場所や防災関連施設などの位置が目立って表示されていることや、情報量が必要最低限に抑えられていることが普段目にする地図とは異なる。

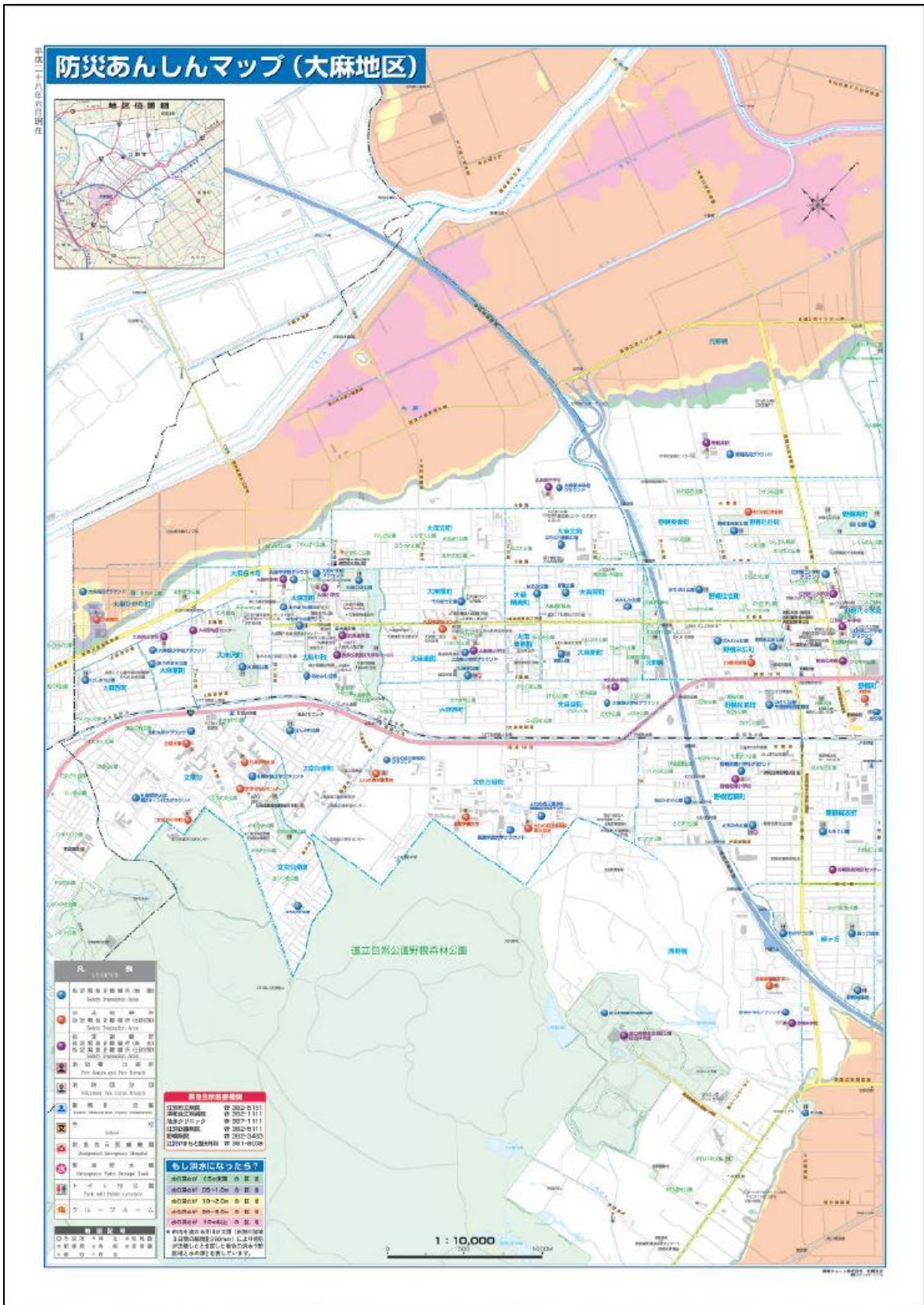


図 1 江別市大麻地区の洪水ハザードマップ

今日に至るまで、ハザードマップのあり方は時代に合わせて変化している。日本で初めてハザードマップが作成、公開されたのは1983年、北海道駒ヶ岳における火山のハザードマップであった。その後90年代から少しずつ整備が進められていたが、21世紀に入るとこれは急速に推進された。

例えば2001年4月に「土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律」が施行され、「土砂災害警戒区域」と「特別警戒区域」が指定された。同6月には水防法が改正され、洪水予報河川について浸水想定区域の指定が義務づけられたことにより、洪水ハザードマップの作成が推進された。

しかしながら、2011年以降、今まで整備されてきたハザードマップの想定を上回る規模の災害が頻発している。例として、2011年以降に国土交通省の発表した各種自然災害に関する法改正についての報告の中で、その改正のきっかけとされた、あるいは想定を上回ったとされる被害をいくつか挙げると、まず2011年の東日本大震災に始まり、同2011年の新潟・福島豪雨、2013年のゲリラ豪雨による大阪市内の冠水、2014年の豪雨による広島市の土砂災害、徳島県の洪水などが挙げられている。

こうしたことを受けた近年のハザードマップの動向として、各種災害に対する法改正と対策の強化が行われるのに伴い、全国的にハザードマップの更新が進められている。

表 2 近年のハザードマップに関する動向

| 年 | 概要 |
|-----------|---|
| 2005 | 洪水ハザードマップの作成・周知が義務化 |
| 2011 | 3.11 発生、津波防災地域づくりに関する法律策定 津波・高潮ハザードマップの作成・周知が義務化、最大クラスの津波による浸水想定の設定など |
| 2012-2016 | 災害対策基本法改正 市町村防災マップ作成の努力義務化、地域の災害対策の強化など |
| 2014 | 土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律改正 基礎調査、警戒区域の指定や公表の義務化、避難体制の強化など |
| 2015 | 水防法改正 洪水ハザードマップの整備推進、最大クラスの降雨による洪水の想定浸水区域に拡充など |

2011年の津波防災地域づくりに関する法律策定を皮切りに、災害対策基本法、土砂災害防止法、水防法などいずれも改正が進んでいる。

いずれの改正内容の中でも、特にハザードマップに関わる項目としては、「ハザードマップ作成・公表の義務化など整備の推進」「想定災害規模の最大化」「避難体制の強化」などが挙げられる。

北海道では北海道防災対策推進計画により、2014年3月に北海道防災対策基本条例を改正

し、地域防災力の向上を目指している。様々な災害対応能力の向上がこれに含まれており、また市町村には「ハザードマップ」「避難計画」「避難勧告等の判断・伝達マニュアル」などの作成を促している。

さらに、2015年の水防法改正直後の12月、東北・関東豪雨によって鬼怒川が氾濫、大きな被害をもたらし、国土交通省では12月中に現状の水害対策の課題の検討が行われた。

社会資本整備審議会では、「住民へ浸水深、浸水期間、家屋倒壊等の水害リスクを十分に伝え、立ち退き避難を強力に促す必要がある」「広域避難について事前に十分な準備をし、より大規模な氾濫や多数の避難者を想定、円滑な避難を目指す必要がある」「水害リスクの情報が住まい方や土地利用に活かされていない」「ハザードマップなどソフト対策について、行政目線のものからより住民目線のものへと転換すべきである」といった答申がなされた。

また水害ハザードマップ検討委員会では、「国土交通省ハザードマップポータルサイトの周知」「家屋倒壊の危険がある区域の公表」「氾濫シミュレーションの公表」「リアルタイム情報の充実」といった対策を行っていく必要があることが報告されている。

今年2017年2月には「水防法等の一部を改正する法律案」が閣議決定されており、このような整備が今後も推進されていくものと思われる。

一方で、ハザードマップの更新に伴い新たな課題も浮上している。

近年の動向の中で、ハザードマップの内容の更新に関わる方針としては「想定災害規模の最大化」が挙げられる。これに伴い想定被害範囲も拡大していくが、これをハザードマップに適用した場合、地図の上からは安全な区域が減少していく。

このような地図上で、実際に災害が起こった際にどこへ逃げるべきかは、住民がその時の状況から各自判断する必要に迫られる。実際に内閣府では、市町村の指定する「指定緊急避難場所」および「指定避難場所」に避難できない場合、住民が各自の判断で「緊急的な退避場所」へ立ち退き退避、又は「屋内安全確保」するよう求めることとしている。

こうしたことから、今後大規模災害の発生や、これに伴う広い範囲での避難を前提に、住民がより安全な場所を、各自で判断しやすくするためのハザードマップ作りが必要になっている。

1.2 目的

本研究では、最近法改正があり、さらに東北・関東豪雨による被害等を受けて整備が推進されている洪水ハザードマップを例に、広域避難を前提とし、尚且つ住民がより避難時の判断材料にしやすいハザードマップの提案を行う。

そのためにまず現状の洪水ハザードマップの作成・公開状況と、その内容が広域避難に対応できているかどうかを調査し、そこから現状の課題の抽出、およびGISを用いた解決を提案する。

第2章 方法

2.1 概要

まず北海道全体を対象に、どれくらいの避難所が洪水および土砂災害の危険区域と重なっているのか、GISを用いて現状を確認した。

次に洪水ハザードマップの作成・公開状況の調査を行った。調査対象は北海道の全市町村とし、同時に洪水ハザードマップの内容についても確認した。またハザードマップに対するニーズや課題について、ヒアリング調査を行った。

現状調査の結果から、ハザードマップの作成や公開など「整備に関する課題」と、ハザードマップに記載されている内容や表示などの「デザインに関する課題」を抽出した。

さらに抽出された「デザインに関する課題」に対して、全市町村の洪水ハザードマップの現状を評価した。

最後に、GISを用いて課題を解決した形の洪水ハザードマップを例示し、その作成方法をマニュアルとして示した。

また、水害シミュレーションCGを作成し、これをサンプルマップと併用することで、ハザードマップとCGを活用した水害リスクの伝達を提案した。

使用ソフト：Esri ArcMap 10.5 / QGIS 2.18.1 / Adobe Photoshop CC

使用データ：基盤地図情報 / 国土数値情報

2.2 現状調査

2.2.1 避難所と災害危険区域の重なりの調査

北海道全体を対象に、豪雨の際に同時に警戒すべき災害として洪水および土砂災害を設定し、これらの災害危険区域と避難所がどの程度重なっているのかを確認した。

避難所および危険区域のデータは国土数値情報から「避難施設」「想定浸水区域」「土砂災害危険箇所」「土砂災害警戒区域」を用いた。

QGISの「差分」を用い、全ての避難所のうち、危険区域外に残る避難所の数を抽出した。

2.2.2 洪水ハザードマップ作成・公開状況調査

北海道の全市町村の洪水ハザードマップ作成・公開状況を調査し、同時に洪水ハザードマップの内容を確認した。

まずは国土交通省および北海道庁による北海道の洪水ハザードマップの作成・公開状況の把握がどのようになっているかを確認した。国土交通省のハザードマップポータルサイト (<http://disaportal.gsi.go.jp/index.html>)、および北海道庁ホームページのハザードマップ作成状況 (http://www.pref.hokkaido.lg.jp/sm/ktk/map/hazardmap_all.htm) から、各機関のハザードマップに関する把握状況を取得した。

次に、各市町村の公開状況を調査した。北海道の全179市町村のホームページへアクセスし、

洪水ハザードマップの実際の公開状況を確認、リスト化した。これと並行して、公開されている全ての洪水ハザードマップを収集し、その内容を確認した。

市町村の洪水ハザードマップ公開状況については以下のような項目をチェックした。

- 洪水ハザードマップが作成され、インターネットで公開されているか
- 公開された地図の媒体は何か
- 洪水ハザードマップが作成または公開されていない場合、想定浸水区域図に該当する地域か。また洪水ハザードマップ作成の予定は防災計画にあるか
- 洪水ハザードマップや想定浸水区域図が作成されていない場合、その地域で過去に水害被害はあったか
- 洪水ハザードマップポータルサイトから問題なくリンクされているか
- その他リンク切れ、乱丁、地図の解像度など、公開に不備はないか

洪水ハザードマップの内容については、広域避難を前提に、近隣の市町村のハザードマップと比較のしやすい地図になっているかどうか、方位や背景地図の縮尺、想定浸水区域の色分けといったデザインを中心に目視で確認した。

最後に、国交省発表の水害統計情報から、2006～2015年の市町村ごとの水害被害額を集計し、作成・公開状況の調査結果と照らし合わせ、水害被害状況と洪水ハザードマップ作成状況を比較した。

2.2.3 ヒアリング調査

北海道庁 危機対策課を対象に、ハザードマップの現状や課題について、電話でヒアリングを行った。質問項目の概要は以下の通り。

- 市町村のハザードマップの作成状況について、どのように把握しているか。ホームページで公開されている通りと考えて良いか。
- 市町村のハザードマップ作成に関する指導や、マニュアルの内容について知ることはできるか。国交省が公開しているものと同じと考えて良いか。
- ハザードマップについて、GISを用いた視認性の向上や、より必要な情報をハザードマップと関連付けるなど、幅広い活用を考察したい。市町村にどのような課題やニーズがあるか。
- 既にGISの導入や、ハザードマップの活用が進んでいる市町村はあるか。先行事例を参考にしたい。
- その他、近年のハザードマップに関する国の取り組みとして、法整備や地方への呼びかけなど、全国的、全道的な動向はあるか。

また江別市役所 危機対策室を対象に、市町村がハザードマップのデザインを定める基準について、電話でヒアリングを行った。

2.3 課題の抽出と現状評価

課題の考察では、まずハザードマップ作成・公開状況調査や、ヒアリング調査の結果から、ハザードマップの作成・公開・周知といった「整備に関する課題」を考察した。

次に、収集したそれぞれの市町村のハザードマップの方位や縮尺、危険区域といった地図要素のデザインが、広域避難時に近隣のハザードマップと比較しやすいようにできているか、即ち統一性を持ってデザインされているかという観点から、「デザインに関する課題」を考察した。

この「デザインに関する課題」について、北海道の全市町村のハザードマップのデザインのパターンとその使用市町村数および分布を調査し、視覚化したコロプレス図を作成した。パターンの調査は地図の統一性や視認性に影響が大きいと考えられる、「方位」「背景地図の縮尺」「想定浸水深の色分け」という3項目について行った。

さらにシャノン指数を用いてそれぞれの項目のバラつきを評価した。バラつきの評価は地域ごとに行い、市町村間でどれだけデザインが統一されているかを基準にした。

本研究ではこの地域分けに、気象庁の天気予報区の区分から、一次細分区域を利用する。

一次細分区域とは、府県天気予報を定常的に細分して行う区域である。気象特性、災害特性及び地理的特性によって府県予報区を分割している。(気象庁解説ページ：<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/know/saibun/>) 災害発生時の気象条件が似通いやすいこの範囲で統一性を測るのが妥当と考え、これを選択した。

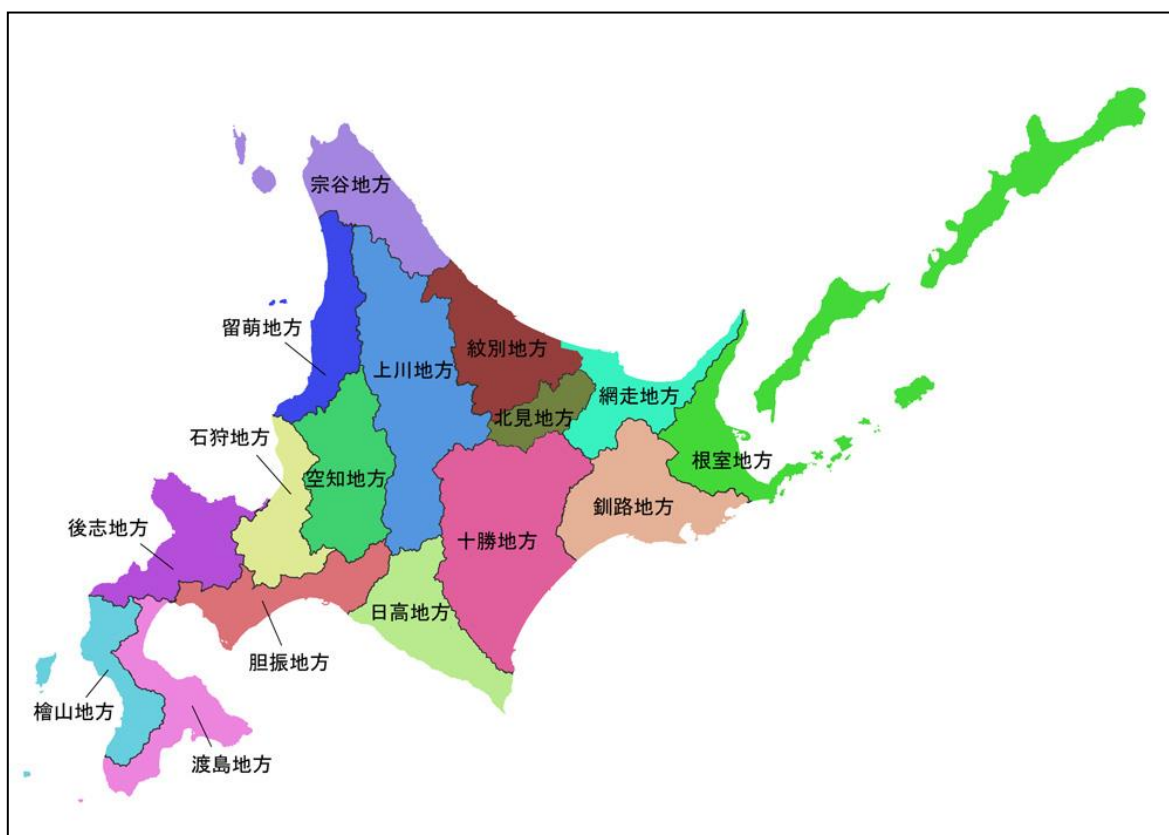


図 2 一次細分区域

この一次細分区域内で、市町村のハザードマップの「方位の向き」「背景地図の縮尺」「想定浸水深の色分け」の3項目が、それぞれ何パターンに分かれているかをカウントし、シャノン指数 H' を用いてバラつきを評価する。式は以下の通りとなる。

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

ただし、 S は一次細分区域内のデザインのパターン数、 P_i はパターン i を用いる市町村数が一次細分区域内のハザードマップ公開市町村数に締める割合となる。

なお、市町村が2つの一次細分区域をまたいでいる場合は、両方の一次細分区域に該当市町村を含めて計算した。

方位のパターンは時計回りに北、北北東、北東、東北東...という形の16等分としてパターン分けし、カウントした。

想定浸水区深の色分けについては、例えば色の組み合わせがほとんど同じでも、その色が示す浸水深が一つ入れ替わっているだけで混乱の元になることが考えられるため、小さな明度や彩度のブレを除き、少しでも色分けが異なれば別のパターンとしてカウントした。

第3章 結果

3.1 避難所と災害危険区域の重なり

水害および土砂災害の危険区域の外にある避難所の数を確認したところ、北海道全体では全9047箇所のうち6799であった。

一方で、地域によっては全体よりも状況が悪く、例として札幌市中央区では119箇所ある避難所のうち、危険区域外には16箇所しか残らない。他に残る避難所の少ない地域としては、94ある避難所のうち危険区域外が15箇所の札幌市手稲区、44ある避難所のうち危険区域外が7箇所の当別町などが挙げられる。

札幌市中央区と江別市の避難所と災害危険区域の重なりを示した地図を次頁に示す。赤い点が危険区域内の避難所、青い点が危険区域外の避難所である。

札幌市中央区は市街地の大半が想定浸水区域に覆われていることがわかる。標高の高い南西方面では想定浸水区域からは免れるもの、今度は土砂災害の危険区域が広い面積に分布している。

江別市では131ある避難所のうち、想定浸水区域外には98の避難所が残るため、上記の市町村に比べるとまだ地図上に逃げ場がある市町村と言える。しかし一方で江別駅より北東方面はほとんど想定浸水区域に覆われており、この地域の住民にとっては明確に安全な避難場所がない。

こうした地域では災害時に住民の状況判断が求められる可能性が非常に高いと言える。

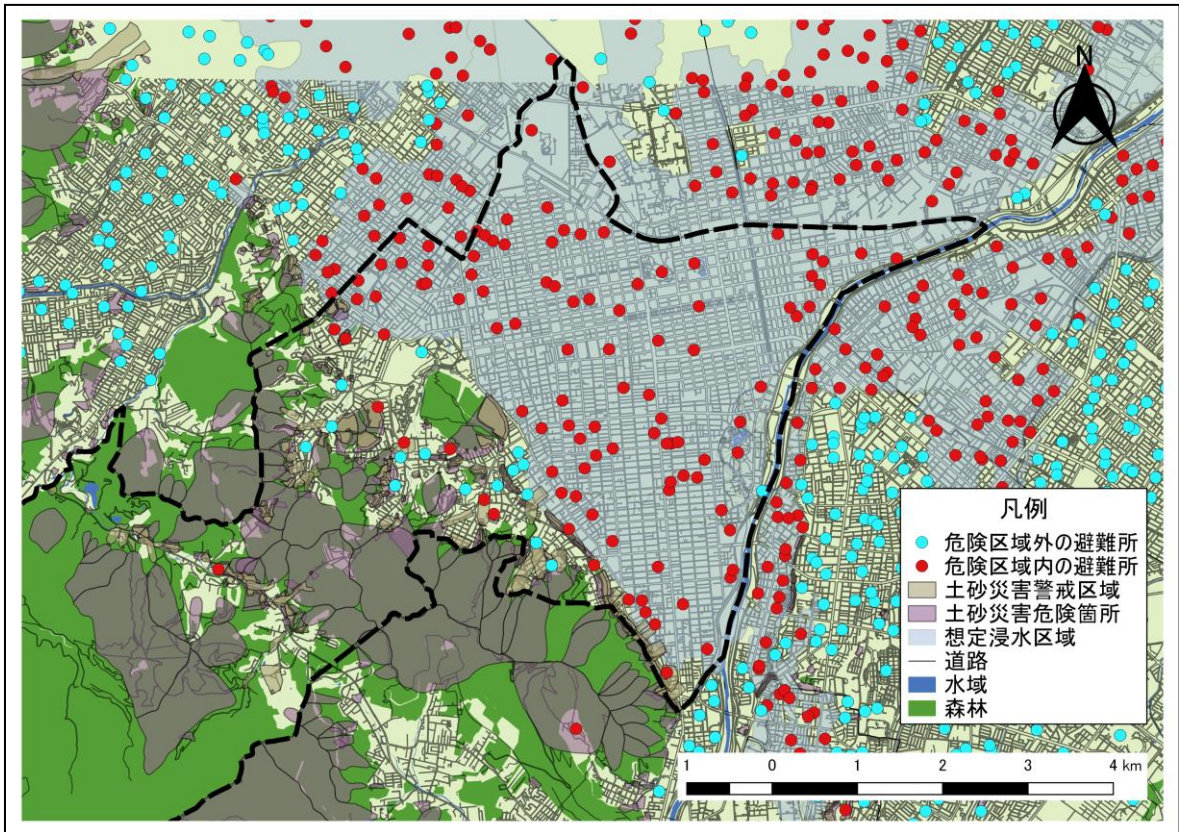


図 3 札幌市中央区の避難所と危険区域

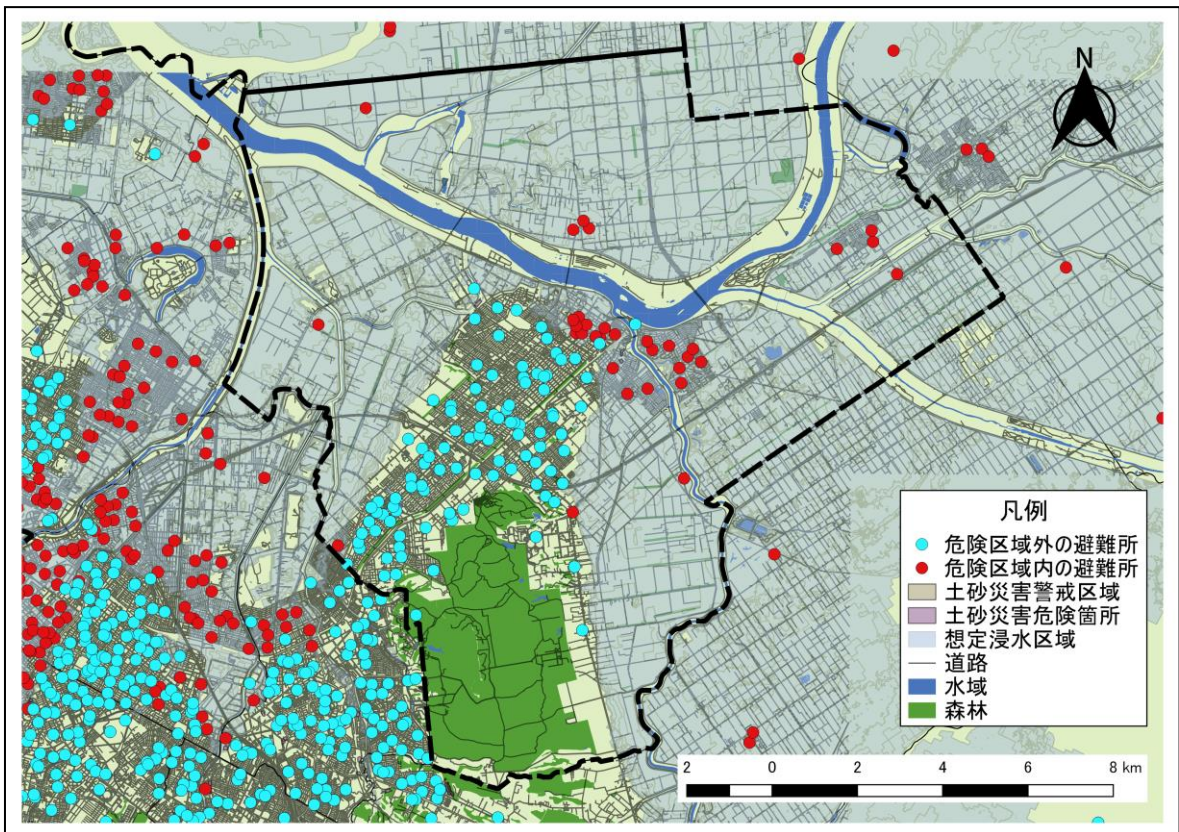


図 4 江別市の避難所と危険区域

3.2 洪水ハザードマップ作成・公開状況

2017年2月現在、想定浸水区域に該当し、国によって洪水ハザードマップを作る必要があるとされる市町村は、北海道の179市町村のうち137市町村である。

そのうち、北海道庁の公表では、洪水ハザードマップを作成しているのが133市町村、インターネット上で公開しているのが101市町村であった。また、国交省のハザードマップポータルサイトの公表では、作成しているのが131市町村、公開しているのが121市町村であった。

これらに対し、ひとつひとつの市町村のホームページを確認して調査した結果、実際の作成・公開状況は作成142市町村、公開128市町村であった。

このことから、実際には洪水ハザードマップを作成・公開している市町村の方が、国土交通省および北海道庁の把握状況よりも多いという結果になった。また、作成状況については北海道庁の方が把握しているが、公開状況については国交省の方がよく把握していると考えられる。

国土交通省ハザードマップポータルサイトにおけるハザードマップ作成・公開市町村の公表と、実際のハザードマップ作成・公開市町村の食い違いを色分けで表した図を以下に示す。

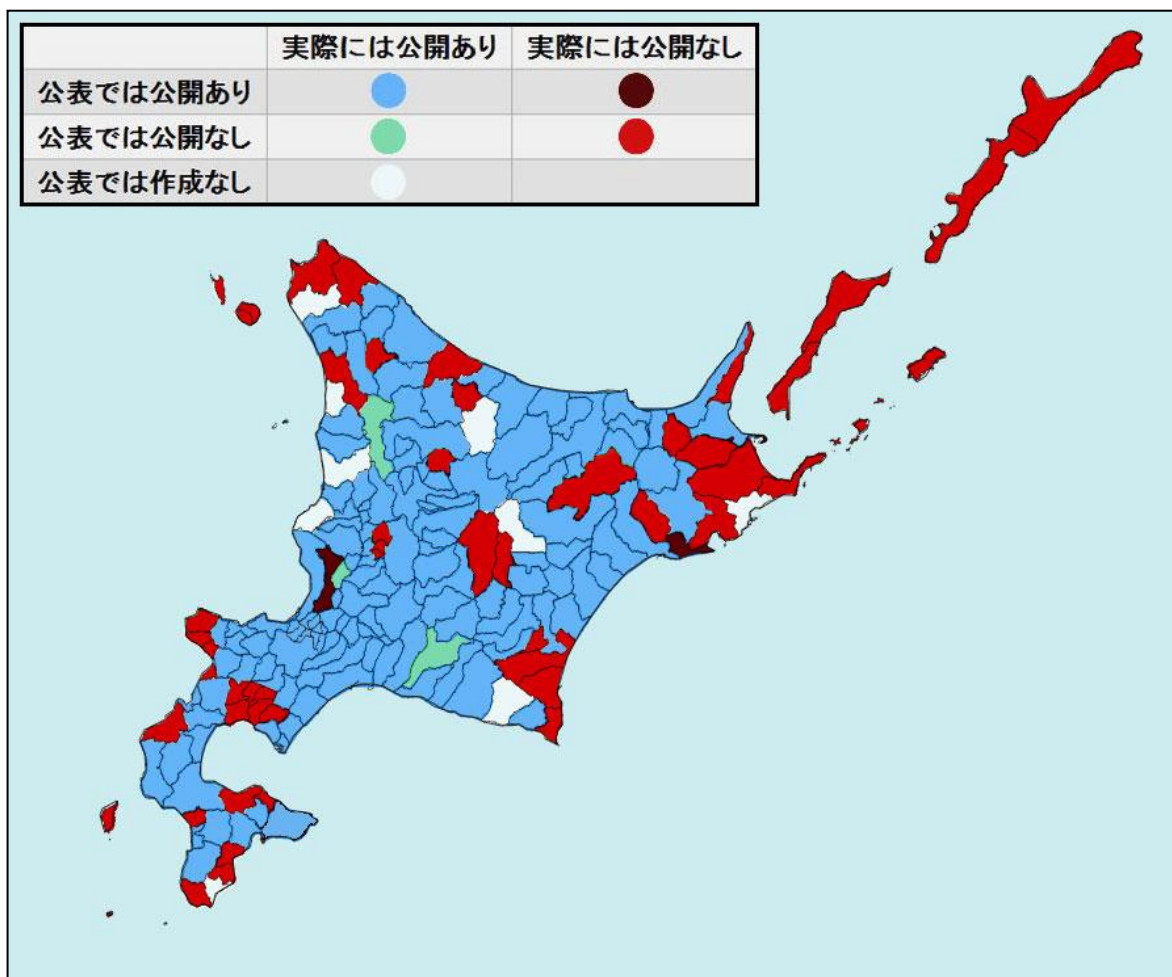


図 5 ポータルサイトの公表公開状況と実際の公開状況の違い

食い違いがあるのは「緑」「暗褐色」「白」の3色にあたる市町村である。

「緑」および「白」に該当する市町村は、ポータルサイトの公表では「ハザードマップが作成または公開されていない」とされているが、実際には市町村のホームページでハザードマップが公開されていた市町村である。これには義務ではないものの、自主的にハザードマップを作成している市町村などが含まれるものと思われる。

「暗褐色」に該当する市町村は、上記とは逆に「ハザードマップが公開されている」と国交省のポータルサイトでは公表されているが、実際の市町村ホームページでは公開されていないという市町村である。

これに該当する「当別町」「釧路町」について、各町の役場へ電話で問い合わせたところ、当別町はホームページ更新のため、一時的に公開を停止しているとのことであった。釧路町は、洪水ハザードマップの作成は既に行い、PDFのファイルとしての用意もあるものの、ホームページでの公開はまだできていないとのことであった。

またこうした公表と実際の状況の差異の他に、ポータルサイトからのリンクミスやリンク切れなども多く見られた。その他不備などをまとめたものを以下に示す。

【国交省ハザードマップポータルサイトのリンクミス】 (計 9 件)

- ポータルからはリンク切れなどしているが、市町村 HP を探せば見つかる (古平町、秩父別町、雨竜町、北竜町、美瑛町、寿都町、厚真町) 7 件
- ポータルからのリンクが洪水ではないハザードマップにリンクしている (寿都町) 1 件
- ポータルと市町村 HP でリンクしている地図が違い、内容に差異がある (遠軽町) 1 件

【市町村側の公開に関する不備等】 (計 19 件)

- 乱丁、アップロードミスにより一部地域が見られない (古平町) 1 件
- 市町村 HP のメインカラムが Web ブラウザによっては見ることができず、ハザードマップへアクセスできない (足寄町) 1 件
- 画像や PDF で公開されているが、解像度が低すぎる、白黒になっているなどで、道路や建物など地図情報が判読できない (新篠津村、せたな町、仁木町、月形町、妹背牛町、八雲町、雨竜町、東川町、小清水町、興部町、芽室町) 11 件
- 総務課のページを介して探す必要があり、ハザードマップをホームページ上で著しく見つけにくい (北竜町、上富良野町) 2 件
- Web ブラウザ上で閲覧できるが、ダウンロードや印刷ができない (増毛町、羽幌町、中頓別町、幌延町) 4 件

【想定浸水区域に該当する地域での未作成、未公開など】 (計 13 件)

- 浸水想定区域図に該当する地域だが、ハザードマップがない (知内町、壮瞥町) 2 件
- ハザードマップの作成はされているが、Web で公開はされていない (赤平市、乙部町、積丹町、上砂川町、愛別町、音威子府村、津別町、浦河町、陸別町、中標津町) 10 件
- 想定浸水区域図しかなく、避難所などが載った地図がない (石狩市) 1 件

ダウンロードや印刷を行うことができない市町村をリストアップしている理由としては、住民が紙媒体として配布された地図を保持していない可能性があるためである。

先行研究によれば洪水ハザードマップが配布されても、それを捨ててしまったり、なくしてしまう住民が少なくなく、洪水ハザードマップを閲覧し、所持している住民は全体でわずか25%程度にとどまっている。(片田敏孝ほか,2004)

また、調査で得られた実際のハザードマップ作成・公開状況と、2006～2015年の水害被害額を照らし合わせたところ、「10年の間に水害被害額が発生しているが、ハザードマップの作成はされていない」という市町村は知内町、根室市、雄武町、稚内市、森町、島牧村、神恵内村、遠別町、歌志内市、浜中市の10件であった。それぞれの被害額を以下に示す。

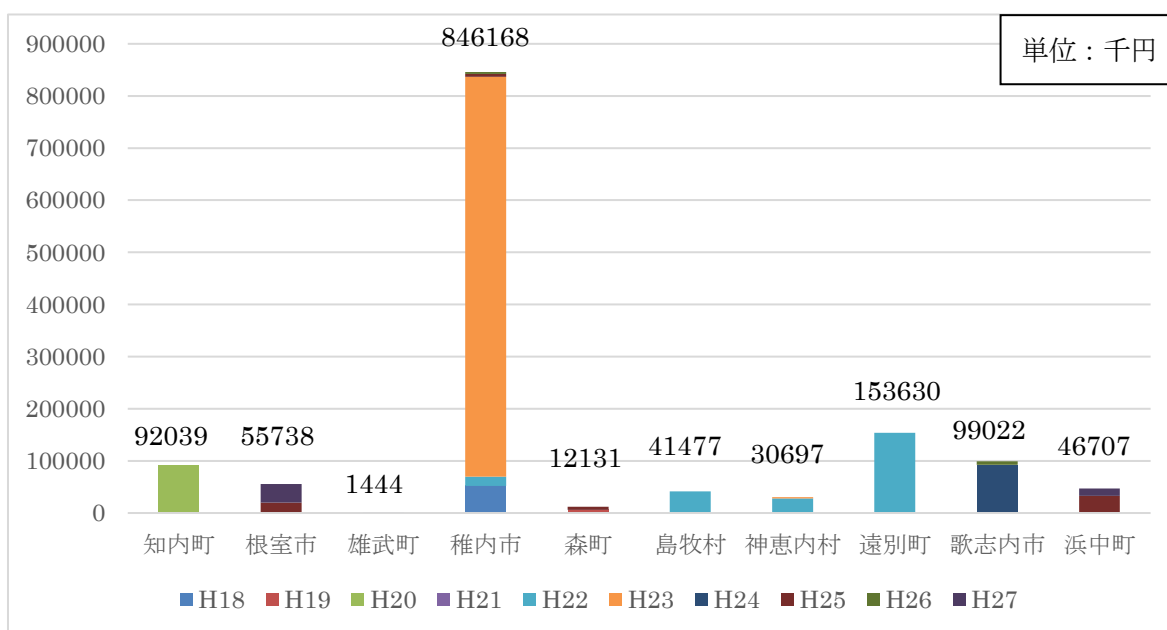


図 6 ハザードマップのない市町村の 2006～2015 年水害被害額

稚内市の計 8 億円以上という被害額が特に目立つ。これは北海道全体でも同期間で第 2 位の数字である。平成 23 年の被害額の大幅な伸びは、同年 8 月 20 日、21 日と続いた記録的豪雨による浸水被害が原因と思われる。2015 年更新の稚内市の防災計画では、ハザードマップ、防災マップの作成計画が挙げられており、今後の整備が待たれる。

また、収集したハザードマップの内容からはデザインの差異が伺えた。方位や背景地図の縮尺、想定浸水深の色分けが市町村によって全く異なっているケースが多く見られるほか、国交省発行の「水害ハザードマップ作成の手引き」で標準として示されている想定浸水深の色分けに従っている市町村は見られなかった。

3.3 ヒアリング調査結果

ハザードマップの現状や課題についての質問に対する、北海道庁 危機対策課の返答を以下にまとめる。

ハザードマップの作成・公開状況について

- ハザードマップの作成・公開に関する把握状況としては、ホームページで公開している通りで間違いない。
- ハザードマップの作成に関する市町村への指導やマニュアルは、国交省の公開しているものと同じであり、北海道庁で一元的な指導などは行っていない。
- 市町村ごとのハザードマップに関する予算は把握していない。

ハザードマップの現状とニーズについて

- 近年は大規模災害が頻発しており、「最大クラスの災害」を想定してハザードマップを作ろう、という動きになっている。全国的に更新を進めている。
GIS の利用としては、最近では北海道の日本海沿岸部の津波浸水想定を、北海道庁ホームページ上でオープンデータとして公開した。2017年2月のことである。
- 厚岸町では北海道大学と町内会が密に意見交換し、GIS を用いて津波のハザードマップを作成していたので、そういった意味では GIS の導入が進んでいると思われる。
その他の市町村や、公開方法に関することについては、よくはわからない。
- もっと簡単にハザードマップを作成、更新できれば嬉しい。
データは国が公開しているが、市町村は人事異動により担当が交代するため、GIS について習熟する時間がない。そのため多くはコンサルタントへ委託しているが、そうするとコストがかかる上、市町村でハザードマップの更新や手直しをすることができない。
- 道路や建物が見えづらく、縮尺がハザードマップとしては大雑把すぎる場所もあると考えてはいるが、手間や予算が非常に大きくなるため、より詳細な地図の作成まで手を回すことはできていない。

次に、ハザードマップのデザインや色分けの基準についての質問に対する、江別市役所 危機対策室の返答を以下にまとめる。

- デザインの基準について、特にはっきりと根拠がわるわけではないと思う。
安全マップというのにも相当歴史があるものなので、前任が「見やすさ」を中心に業者と話し合っただけだと思ふ。
- 想定浸水深の色分けについて、国交省から示されている標準の色分けがあることは知っているが、今後統一していくかはわからない。
- 国交省の色分けはピンク系の色が多く、段階分けがわかりづらいようにも思う。段階分けの見やすさがやはり大切である。
- 他の市町村も、段階分けの見やすさを基準に、独自に色分けしているのではないかと。

3.4 現状のハザードマップの課題

3.4.1 整備に関する課題

洪水ハザードマップの作成・公開状況調査、およびヒアリング調査の結果から、国土交通省および北海道庁と、市町村の双方に解決したい課題があることがわかった。

国土交通省および北海道庁としては、まずハザードマップの存在を捕捉できていない市町村があり、このため国交省が進めようとしている「ハザードマップポータルサイトの周知」に先んじて、把握状況の改善が課題になると考えられる。

ハザードマップポータルサイトの更新が実際の公開状況の変化に追いついておらず、リンク切れやリンク違いが起こってしまっていることも、ハザードマップの周知にあたってマイナスであると考えられる。

市町村の課題としては、まず洪水ハザードマップを作成、公開することが望ましい地域において、これが実現できていないことが挙げられる。この原因として、ヒアリング調査で得られた「GISの習得が難しく、そのためハザードマップの作成・更新にコストがかかる」という情報が当てはまると考えられる。

また、公開しているハザードマップのPDFファイルや画像ファイル、ホームページなどに改善の必要が見られる市町村があり、これもコストがかかる場合がある。総じて、技術不足とコストの問題を解決することが課題と考えられる。

3.4.2 デザインに関する課題

収集したハザードマップの内容から、地図のデザインに関する課題を考察する。

今後想定されている大規模災害の発生と広域避難を前提としたとき、まず課題として挙げられるのが、「市町村を超えてハザードマップを比較できるようになっていない」ということである。ハザードマップの表示は行政区域ごとに分断されてしまっており、例えば図1 江別市大麻地区の洪水ハザードマップを見ると、想定浸水区域の表示が行政区域の境界から先では表示されていないことがわかる。

ハザードマップが市町村ごとに作成、公開されているためこのようなことが起こるが、避難所や想定浸水深の表示が行政区域によって途切れてしまうと、行政区域をまたいだ避難行動に支障が出る可能性がある。

例えば行政区域の境界近くでは、住宅によって「隣の避難所の方が近い」というケースも当然ある。しかし現状では、住民がそれを確かめるには自ら隣のハザードマップを自ら入手し、比較するしかない。

しかしながら、隣のハザードマップを自分の住んでいる町のハザードマップと比較しようとした際問題になるのが、ハザードマップの仕様の差異である。

ハザードマップは緊急時に参考にする可能性があるため、ハザードマップのデザインが異なっていると地図の誤読を招く恐れがあり、場合によっては非常に危険である。

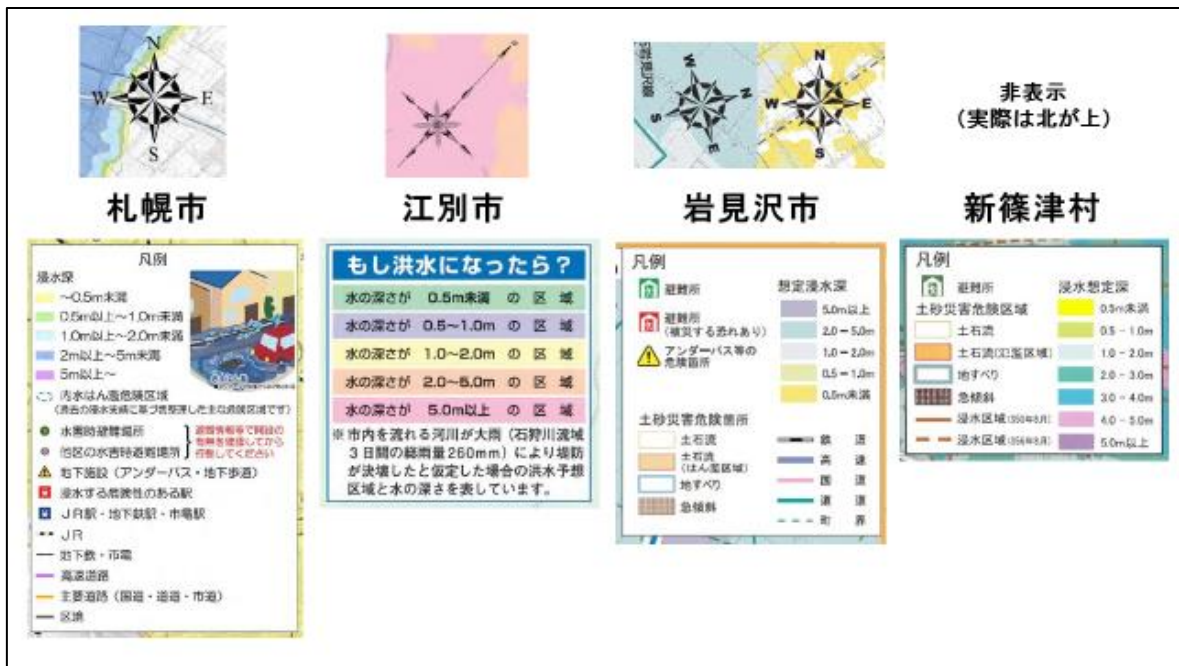


図 7 江別市と近隣市町村の方位および想定浸水深の色分け

例として、図 7 は江別市と隣り合っている市町村の方位記号および想定浸水深の色分けを示したものである。

まず想定浸水深の色分けに注目すると、札幌市、岩見沢市、新篠津村では水深 0.5m 未満に割り当てられている黄色が、江別市では水深 1.0-2.0m に割り当てられていることがわかる。

ロードサービスで有名な JAF による実験によれば、セダンタイプの車は水深 0.6m を走るとエンジンが停止してしまうため、もしこの想定浸水深の色分けを読み間違い、江別市で黄色の区域に近づいてしまった場合、非常に危険である。(JAF 冠水路走行テスト：<http://www.jaf.or.jp/eco-safety/safety/usertest/submerge/detail1.htm>)

他の市町村では 5m 以上に割り当てられている紫が、江別市では 0.5~1.0m に割り当てられているのも、同じ理由から危険である。その他にもこれらより小さな水深差ではあるが、緑色やピンク色といったよく使われる色は頻繁に入れ替わっているのがわかる。

江別市にばかり言及したが、新篠津村の 2.0~3.0m、および 3.0~4.0m も独自の色分けを行っており、その他の市町村でも特に統一が成されているわけではないことがわかる。

国土交通省は「水害ハザードマップの手引き」において、標準となる想定浸水深の色分けを示している。(図 8)

これはユニバーサルデザインに配慮され、色覚障害者でも判読しやすい色分けとなっているが、この色分けと全く同じ色分けを行っている市町村は、調査の結果北海道にはひとつもなかった。江別市役所へのヒアリング調査の結果を鑑みると、健常者からはあまり見やすすくないと感じられ、採用されていない可能性が高いと言える。

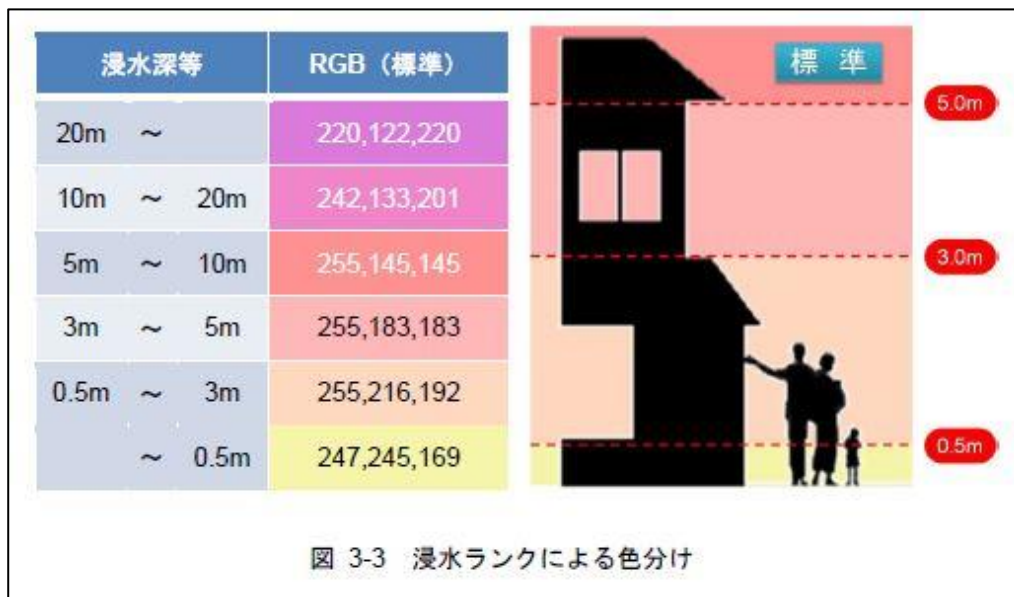


図 8 国交省の示す標準の色分け

図 7 に戻り、今度は方位に注目する。道路の地域性を考慮してか、江別市の洪水ハザードマップは全ての地区で北西を上になっている。また、岩見沢市では同じ市内でも地区によって方位が 90 度近く異なっている。こうした方位のばらつきも、ハザードマップの比較に際しては阻害要因として考えられる。

また方位や想定浸水深の色分けと同様に、背景地図の縮尺が異なる場合も、広域避難の阻害要因となりうるということが考えられる。背景地図の縮尺が異なるということは、情報量が異なるということであるから、例えばその時自分が走っている道路や、目印の建物がといったものが、隣町のハザードマップでは表示されていない、あるいは視認できないということが考えられる。またスケールを掴みにくく、道を間違えるといった地図の誤読に繋がる恐れもある。

中村功ら (2004) の「ハザードマップを解剖する」によれば、火山のハザードマップの見やすさに関わる項目に関して住民にアンケートを取った結果、相関が高かったのは「避難所の位置」「地図上の目印となるもの」「地図の複雑さ」「噴火時の取るべき行動」「火山情報の説明のわかりやすさ」の 5 点であった。

また、「図は国土地理院発行の地形図をベースに作られているので、等高線から標高、送電線、樹木の種類まで描かれている。その一方で、生活道路、道路名・駅名が把握できず、見にくいという意見があった」ともある。

以上のことから、目印になる地物をしっかりと表示しつつも、情報量が複雑になりすぎず、かつ危険区域を明確に認識して避難できる縮尺が望ましい。

広域避難を前提としたハザードマップの内容としては、行政区域による分断を止めるとともに、こうしたデザインについて周辺地域で統一することが理想であり、課題である。

ひとつのハザードマップを見たときの単純な視認性については、個人差や好みといった要素もあり、定量的に評価することが難しい。しかし広域避難を前提とした地図の統一性に関しては、明確な課題として評価できる。

3.4 デザインの分布と現状評価

3.4.1 方位の向き

全道市町村の洪水ハザードマップの方位の分布と、各方位の使用市町村数、および一次細分区域ごとのパターン数と、シャノン指数によるバラツキの評価を以下に示す。小数点は第二位まで表示。

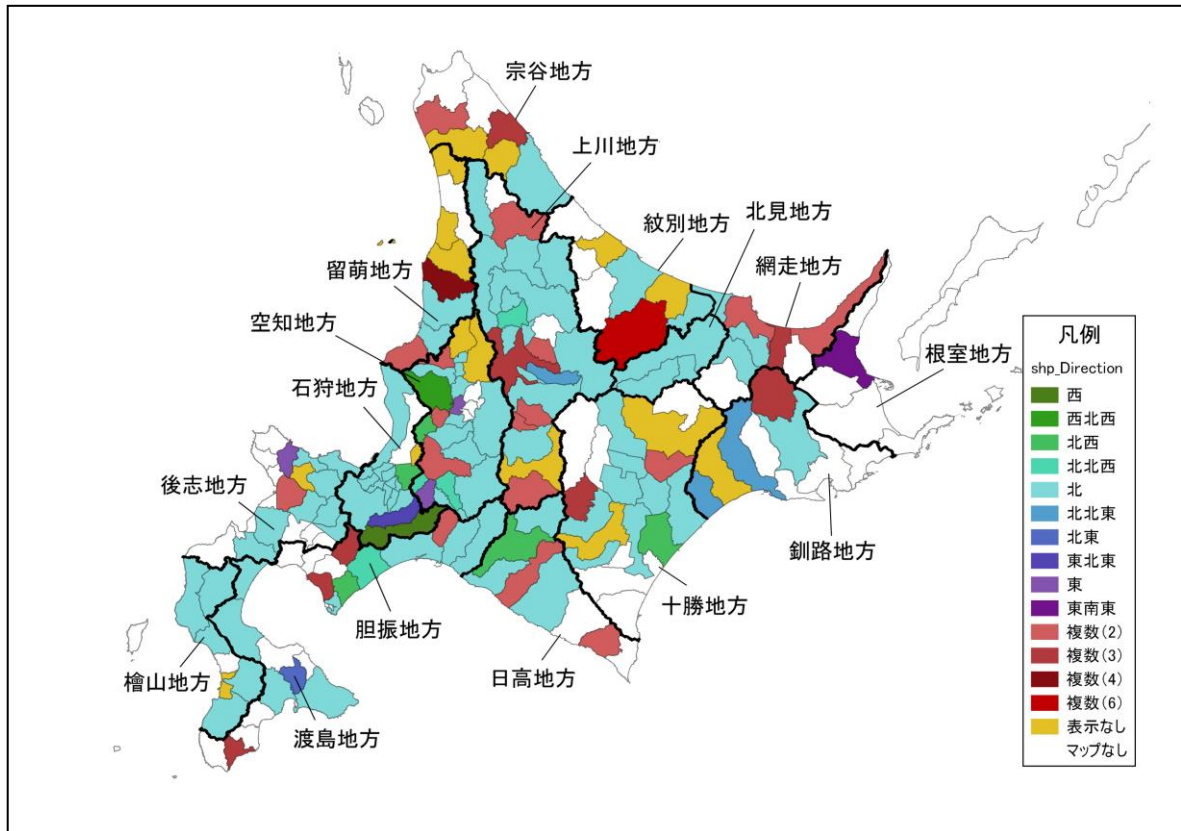


図 9 方位の分布

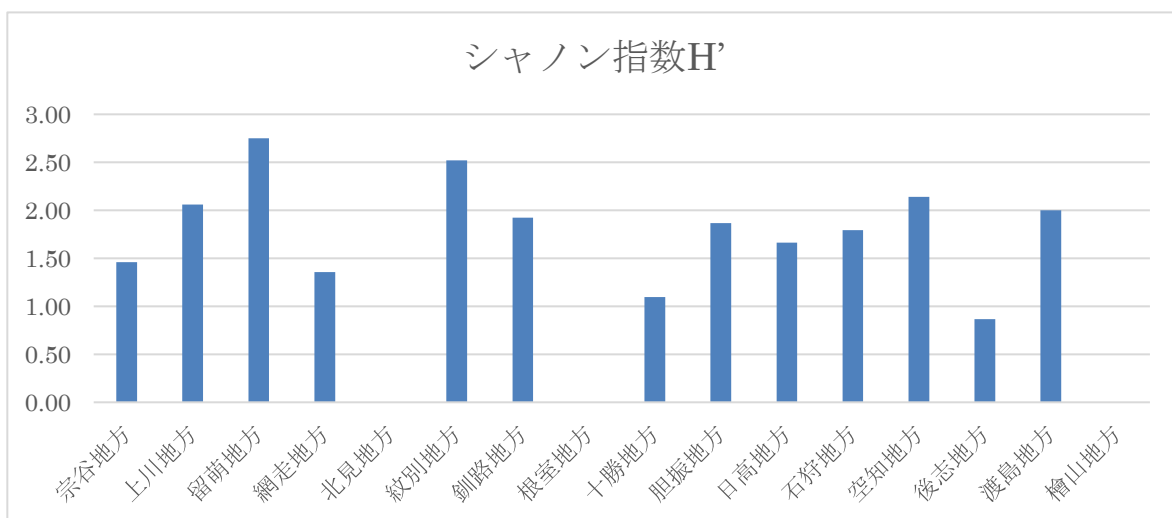


図 10 方位のバラつき評価のグラフ

表 3 方位ごとの使用市町村数

| 方位 | 使用市町村数 |
|------|--------|
| 北 | 86 |
| 北北西 | 8 |
| 北西 | 13 |
| 西北西 | 5 |
| 西 | 6 |
| 北北東 | 6 |
| 北東 | 11 |
| 東北東 | 4 |
| 東 | 7 |
| 東南東 | 2 |
| 南東 | 1 |
| 南南東 | 1 |
| 表示なし | 16 |

表 4 地方ごとの方位のパターン数

| | 公開市町村数 | パターン数 |
|------|--------|-------|
| 宗谷地方 | 5 | 3 |
| 上川地方 | 21 | 8 |
| 留萌地方 | 7 | 7 |
| 網走地方 | 7 | 4 |
| 北見地方 | 3 | 1 |
| 紋別地方 | 4 | 6 |
| 釧路地方 | 4 | 4 |
| 根室地方 | 1 | 1 |
| 十勝地方 | 13 | 3 |
| 胆振地方 | 8 | 5 |
| 日高地方 | 5 | 4 |
| 石狩地方 | 7 | 4 |
| 空知地方 | 21 | 7 |
| 後志地方 | 11 | 3 |
| 渡島地方 | 6 | 5 |
| 檜山地方 | 6 | 1 |

表 5 方位のバラつき評価

| | シャノン指数H' |
|------|----------|
| 宗谷地方 | 1.46 |
| 上川地方 | 2.06 |
| 留萌地方 | 2.75 |
| 網走地方 | 1.36 |
| 北見地方 | 0 |
| 紋別地方 | 2.52 |
| 釧路地方 | 1.92 |
| 根室地方 | 0 |
| 十勝地方 | 1.09 |
| 胆振地方 | 1.87 |
| 日高地方 | 1.66 |
| 石狩地方 | 1.79 |
| 空知地方 | 2.14 |
| 後志地方 | 0.87 |
| 渡島地方 | 2 |
| 檜山地方 | 0 |

表 6 複数の方位を使用した市町村の数

| | 市町村数 |
|--------|------|
| 複数 (2) | 17 |
| 複数 (3) | 7 |
| 複数 (4) | 1 |
| 複数 (6) | 1 |

方位の表記は地図上で上側になっている方角である。ここでは方位記号が表示されておらず、正確な方位が不明であった 16 ケースを計算から除外している。

シャノン指数は大きいほど多様度が高く、デザインがバラついていることになる。方位における全地方のシャノン指数の平均は 1.47 であった。

全体としては北を上にして表示しているハザードマップが多い一方で、多くのパターンが混在する市町村があり、特に遠軽町は 6 パターンもの方位を用いている。

北見地方や檜山地方など、ほぼ北で統一されている地域もあれば、留萌地方など多くの方位が入り交じる地域もあり、地域差が大きい結果となった。

シャノン指数の全体平均は 3 項目の中で最も高い数字となり、方位は特にバラつきが大きい項目という結果であった。これは特に狭い範囲のハザードマップにおいて、方位を統一することよりも道路の地域性を考慮し、地元住民にとってのわかりやすさを重視した地図作りがなされているためであると考えられる。例えば本論図 1 の江別市大麻地区のハザードマップを見ると、主要な道路が地図に対して水平に表示されるよう、方位が北西に調整されていることがわかる。

一方で、この方位の使い方が他地方の住民や旅行者などにとっても見やすいとは限らず、近隣の地図との比較にあたっては阻害要因となりうる。

3.4.2 背景地図の縮尺

全道市町村の洪水ハザードマップの背景地図の縮尺の分布と、各縮尺の使用市町村数、および一次細分区域ごとのパターン数と、シャノン指数によるバラツキの評価を以下に示す。小数点は第二位まで表示。

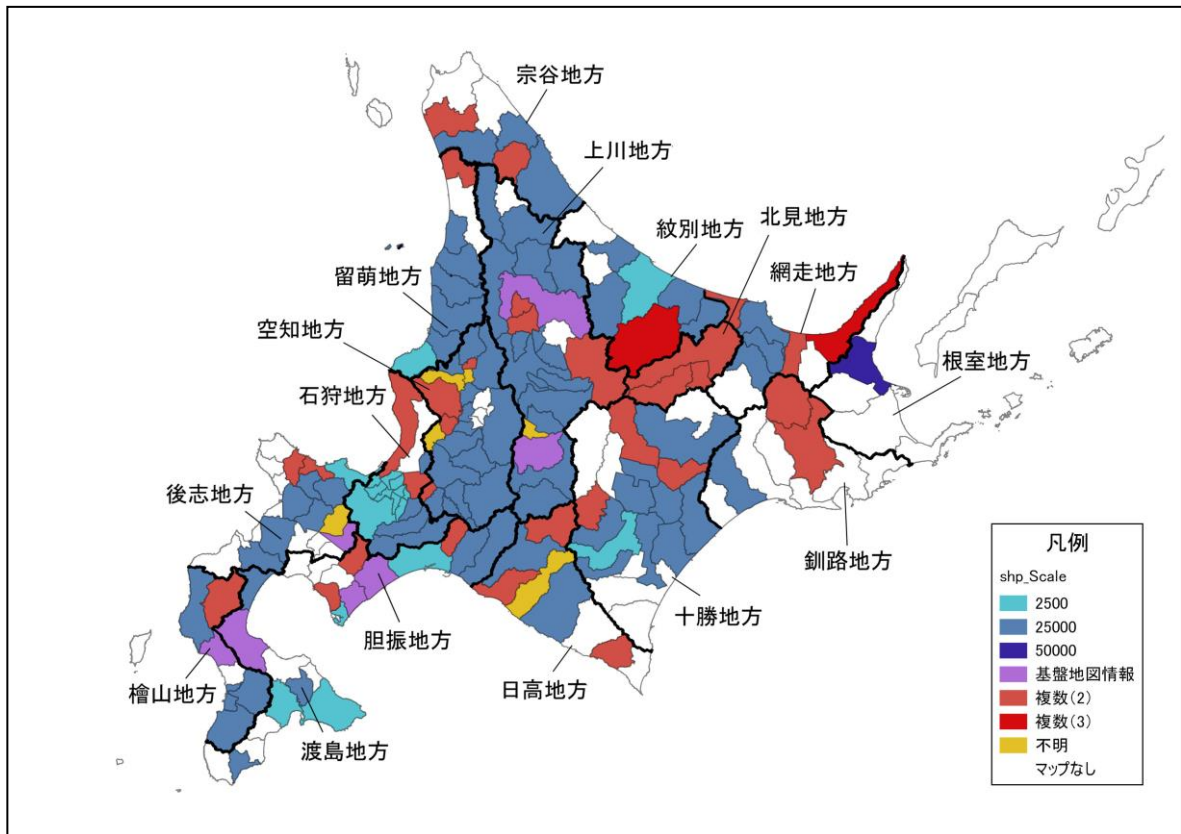


図 11 背景地図の縮尺の分布

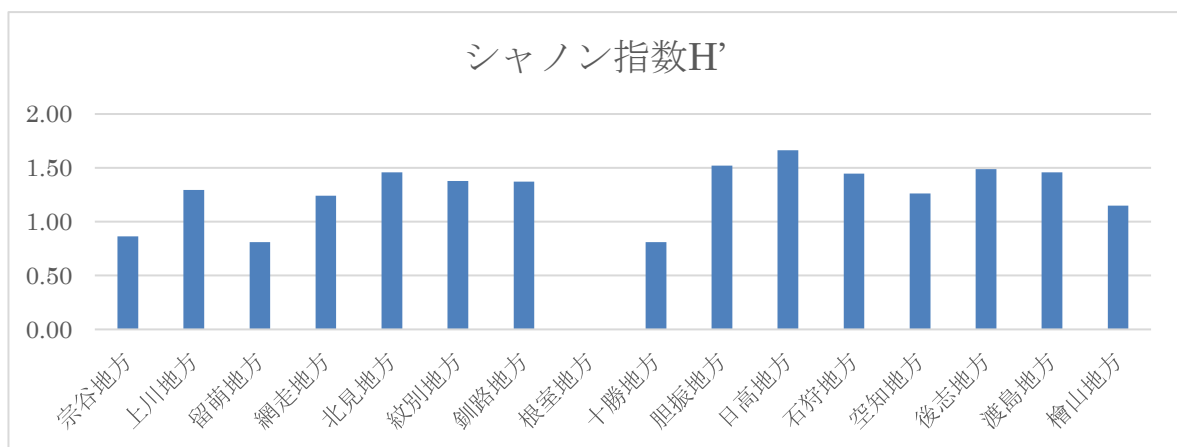


図 12 背景地図の縮尺のバラツキ評価のグラフ

表 8 縮尺ごとの使用市町村数

| 背景地図の種類 | 使用市町村数 |
|-----------------|--------|
| 1/2500都市計画図、現況図 | 28 |
| 1/25000地形図 | 105 |
| 1/50000地形図 | 11 |
| 基盤地図情報 | 10 |
| 不明 | 6 |

表 7 複数の縮尺を使用した市町村の数

| | 市町村数 |
|--------|------|
| 複数 (2) | 28 |
| 複数 (3) | 2 |

表 10 地方ごとの縮尺のパターン数

| | 公開市町村数 | パターン数 |
|------|--------|-------|
| 宗谷地方 | 5 | 2 |
| 上川地方 | 21 | 4 |
| 留萌地方 | 7 | 2 |
| 網走地方 | 7 | 3 |
| 北見地方 | 3 | 3 |
| 紋別地方 | 4 | 3 |
| 釧路地方 | 4 | 3 |
| 根室地方 | 1 | 1 |
| 十勝地方 | 13 | 2 |
| 胆振地方 | 8 | 3 |
| 日高地方 | 5 | 4 |
| 石狩地方 | 7 | 4 |
| 空知地方 | 21 | 4 |
| 後志地方 | 11 | 4 |
| 渡島地方 | 6 | 3 |
| 檜山地方 | 6 | 3 |

表 9 背景地図の縮尺のバラつき評価

| | シャノン指数H' |
|------|----------|
| 宗谷地方 | 0.86 |
| 上川地方 | 1.29 |
| 留萌地方 | 0.81 |
| 網走地方 | 1.24 |
| 北見地方 | 1.46 |
| 紋別地方 | 1.38 |
| 釧路地方 | 1.37 |
| 根室地方 | 0 |
| 十勝地方 | 0.81 |
| 胆振地方 | 1.52 |
| 日高地方 | 1.66 |
| 石狩地方 | 1.45 |
| 空知地方 | 1.26 |
| 後志地方 | 1.49 |
| 渡島地方 | 1.46 |
| 檜山地方 | 1.15 |

ここでは使われた背景地図が市町村のオリジナルのイラストであったなど、縮尺が不明であった6市町村を他の市町村と異なる縮尺としてカウントしている。

また安全マップ冊子の索引として挿入されている市町村全体などの広範囲地図は、ここではカウントから除外している。

また基盤地図情報を使用している場合、この縮尺は「2千5百分の1と2万5千分の1がシームレスで繋がっている」とのことなので扱いが難しかったため、基盤地図情報は基盤地図情報同士で同一の縮尺としてカウントしている。

全地方のシャノン指数の平均は1.20であった。

背景地図の縮尺は、3項目の中で複数パターンが混在する市町村数が最も多い項目となった。しかし全体としてはパターンが少なく、2万5千分の1地形図の利用数が飛び抜けて多いことから、ある程度背景地図の縮尺は統一が成されていると考えられる。

一方でこのことから、先行研究でも挙げられているように、地形図の流用によりハザードマップとしては地図の情報量が適切でない市町村が多数ある可能性もあると考えられる。

シャノン指数を見ると、複数の縮尺を用いた市町村の内訳がバラけていた日高地方、胆振地方などはバラつきが大きくなっている。しかし全体としては2を越える地方がなく、全体の平均値も3項目の中で最も低い数字であり、統一性の観点からすれば優良である。

3.4.3 想定浸水深の色分け

全道市町村の洪水ハザードマップの想定浸水深の色分けの分布と、各色分けパターンの使用市町村数、および一次細分区域ごとのパターン数と、シャノン指数によるバラつきの評価を以下に示す。小数点は第二位まで表示。

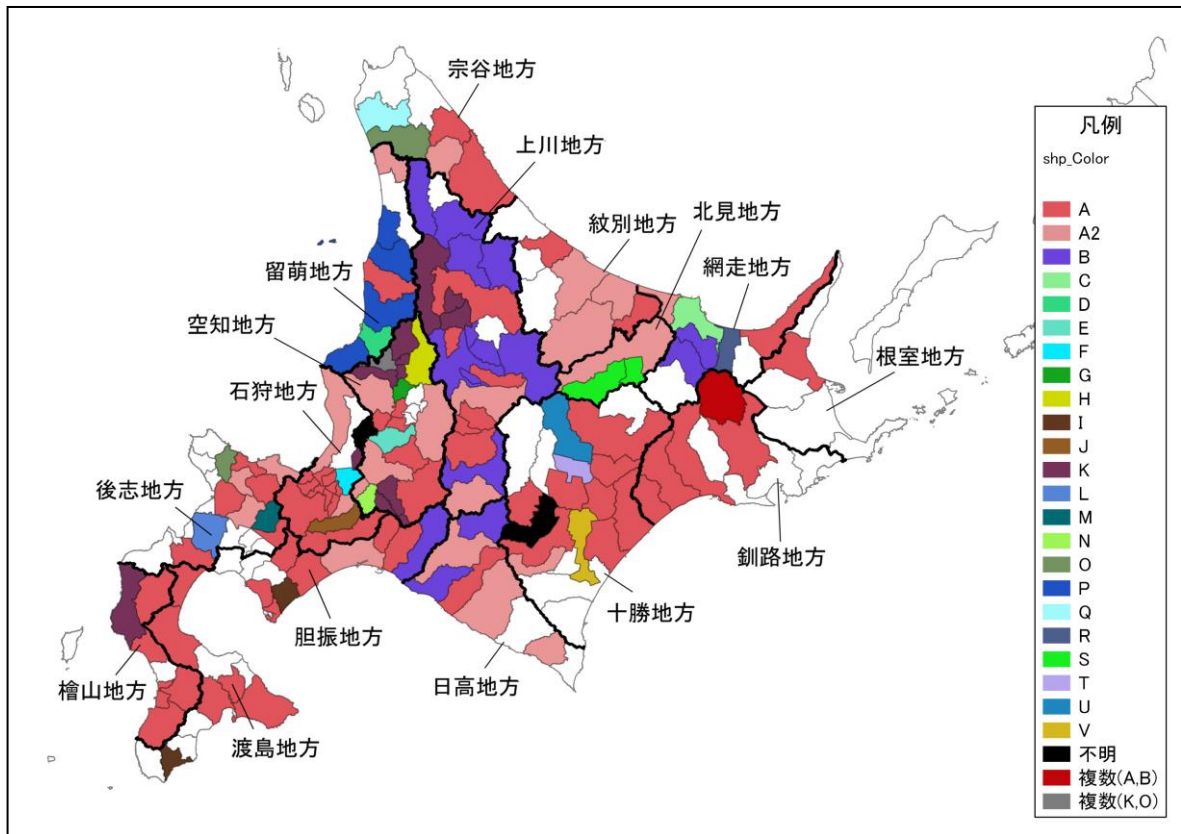


図 13 想定浸水深の色分けの分布

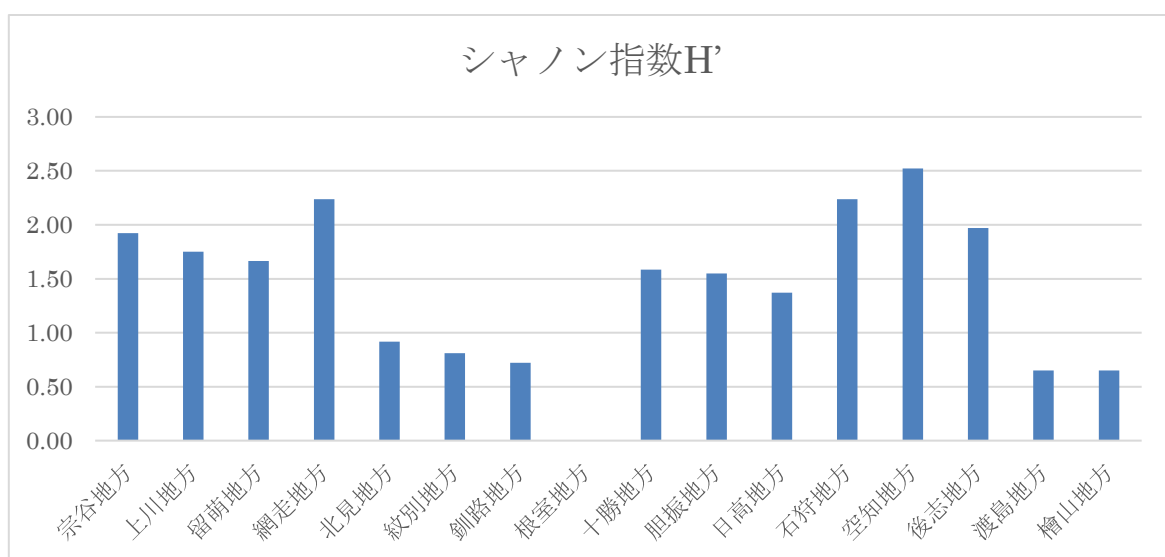


図 14 想定浸水深の色分けのバラつき評価のグラフ

表 11 色分けパターンごとの使用市町村数

| 色分け パターン | 使用市町村数 |
|-------------|--------|
| A | 52 |
| A2 | 22 |
| B | 15 |
| C | 1 |
| D | 1 |
| E | 1 |
| F | 1 |
| G | 1 |
| H | 1 |
| I | 2 |
| J | 1 |
| K | 12 |
| L | 1 |
| M | 1 |
| N | 1 |
| O | 3 |
| P | 4 |
| Q | 1 |
| R | 1 |
| S | 2 |
| T | 1 |
| U | 1 |
| V | 1 |

表 14 複数の色分けを用いた市町村数と用いられたパターン

| | 市町村数 |
|----------|------|
| 複数 (A,B) | 1 |
| 複数 (K,O) | 1 |

表 12 地方ごとの色分けのパターン数

| | 公開市町村数 | パターン数 |
|------|--------|-------|
| 宗谷地方 | 5 | 4 |
| 上川地方 | 21 | 4 |
| 留萌地方 | 7 | 4 |
| 網走地方 | 7 | 5 |
| 北見地方 | 3 | 2 |
| 紋別地方 | 4 | 2 |
| 釧路地方 | 4 | 2 |
| 根室地方 | 1 | 1 |
| 十勝地方 | 13 | 5 |
| 胆振地方 | 8 | 4 |
| 日高地方 | 5 | 3 |
| 石狩地方 | 7 | 5 |
| 空知地方 | 21 | 8 |
| 後志地方 | 11 | 5 |
| 渡島地方 | 5 | 2 |
| 檜山地方 | 6 | 2 |

表 13 想定浸水深の色分けのバラつき評価

| | シャノン指数H' |
|------|----------|
| 宗谷地方 | 1.92 |
| 上川地方 | 1.75 |
| 留萌地方 | 1.66 |
| 網走地方 | 2.24 |
| 北見地方 | 0.92 |
| 紋別地方 | 0.81 |
| 釧路地方 | 0.72 |
| 根室地方 | 0 |
| 十勝地方 | 1.58 |
| 胆振地方 | 1.55 |
| 日高地方 | 1.37 |
| 石狩地方 | 2.24 |
| 空知地方 | 2.52 |
| 後志地方 | 1.97 |
| 渡島地方 | 0.65 |
| 檜山地方 | 0.65 |

また、代表的なものを中心にいくつかの色分けパターンを以下に示す。

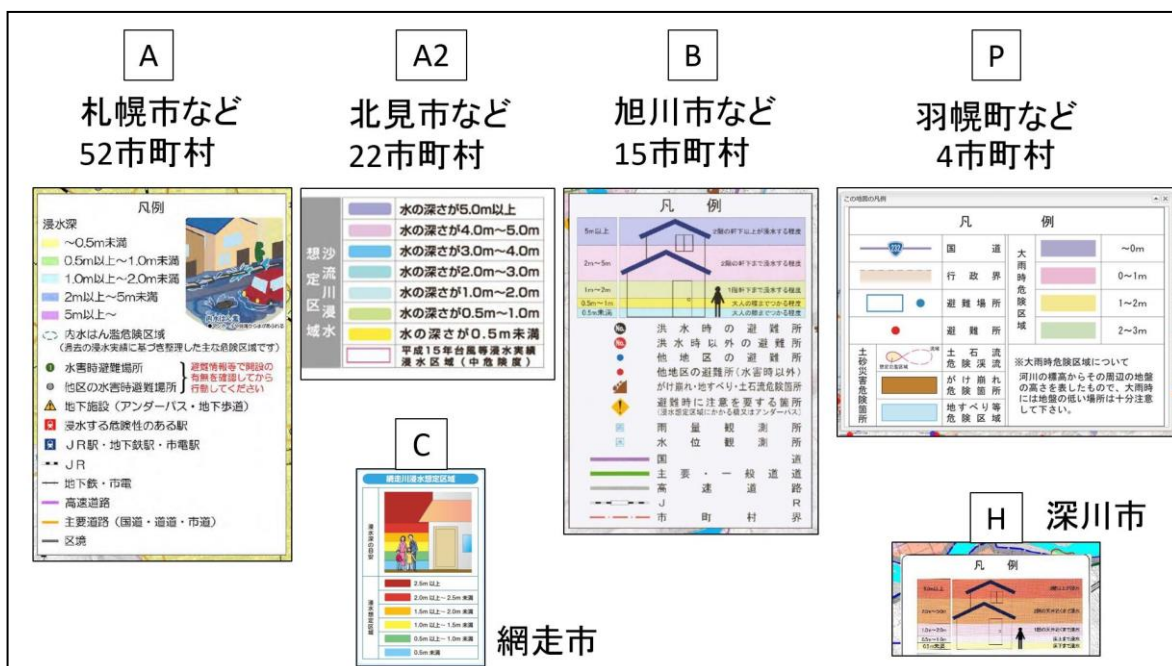


図 15 想定浸水深の色分けパターンの例

全地方のシャノン指数の平均は 1.41 であった。

全体のパターン数が 23 個と、最も多い項目となった。全体では札幌市で用いられている色分けにならったと考えられる A パターン、およびそれに類似した A2 パターンがよく用いられている。また留萌地方や上川地方などでは色分けパターンに独自の統一が見られる。

一部地域では複数市町村で全く同一の凡例が使われることもあり、これは隣の市町村に倣ったケースや、地図製作を担当した業者が同一であったケースなどが考えられる。

シャノン指数を見ていくと、上川地方や留萌地方は独自路線に統一しきれずやや多様度が大きくなってしまっているほか、網走地方など色分けがほとんどバラバラの地域も見られる。

釧路地方や紋別地方など、よく統一されている地方ではやはり A および A2 パターンがよく用いられている。

図 15 から個々のパターンを見ていくと、最もよく見られる A パターンと A2 パターンについては 2m より深い水深の色分けが微妙に異なる。B パターンは旭川市周辺によく見られるパターンであり、P パターンは留萌地方の 4 市町村で独自に統一されているパターンであるが、いずれのパターンも互いに黄色、緑色、水色などの深さが入れ替わっている。また使用数が少ないパターンには、C や H のようなより独特な色分けも多数見られる。

さらに数字に出ていない問題として、凡例の一覧表示が「浅い水深が下」の市町村と、「深い水深が下」の市町村があり、これも誤読を招く恐れがあると考えられる。

このように、ある程度よく見られるパターンや、一部地方での統一パターンがある一方で、個々のパターン同士の色分けは全く異なっていると言える。

3.5 GIS の活用の提案

3.5.1 サンプルマップと作成マニュアル

現状の洪水ハザードマップが持つ課題を解決するため、GIS の活用を提案する。

本研究ではまず、「デザインに関する課題」の解決を例示したサンプルマップを、江別市大麻地区周辺を例に作成した。

また、これをできるだけ簡単に作成するとともに、そのワークフローをひとつのマニュアルとしてまとめ、「整備に関する課題」の解決の促進を図った。なお、これは個別の冊子としてまとめ、本論の付録に加えた。

GIS を用いて市町村その他がハザードマップを自作することのメリットは以下の通りである。

- ハザードマップの更新が簡単で安価になる
- 行政区域にとらわれずに範囲を指定できる
- 方位、縮尺、色分け、凡例といったデザインを自ら調整し、統一もできる
- 記載情報の取捨選択が可能で、より見やすい地図を作成できる
- 紙をスキャンする必要がないため、公開されるファイルの解像度が改善される

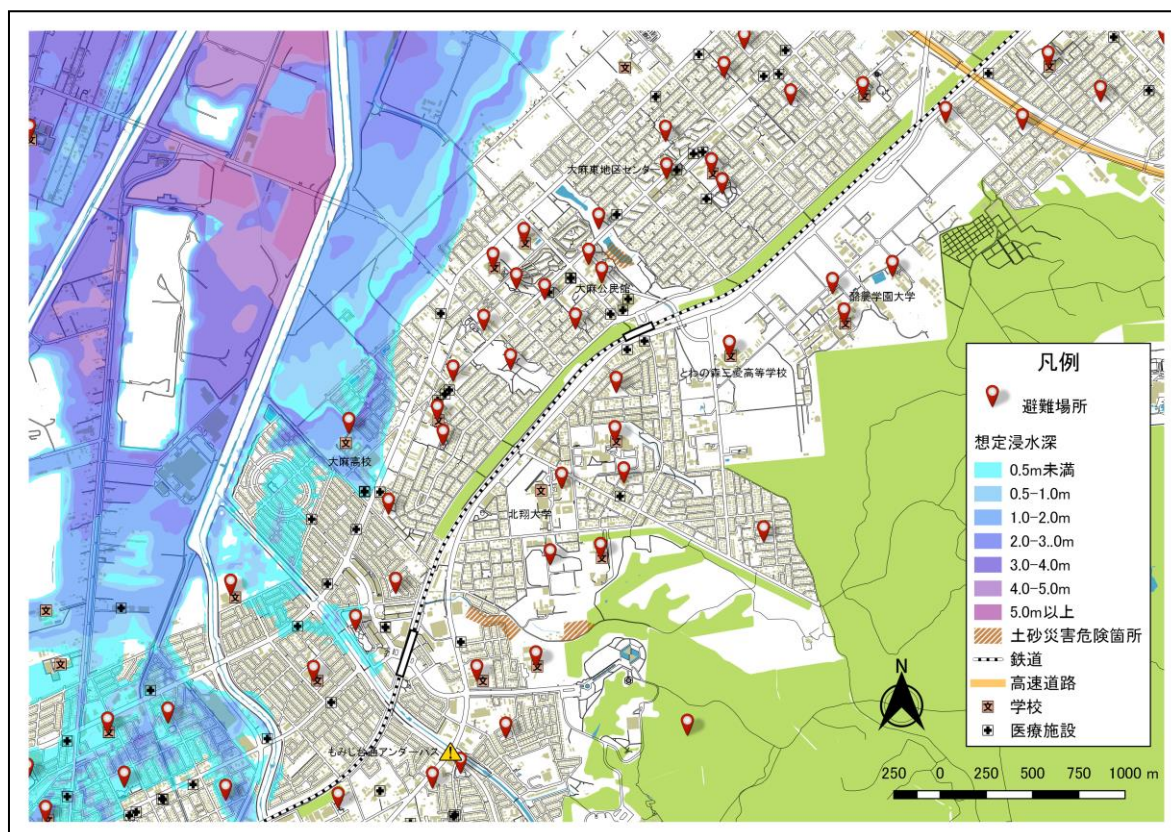


図 16 サンプルマップ

このサンプルマップはオープンソースのフリーソフトである QGIS を用いて作成し、また地理空間情報のデータは国から公開されているものを利用した。そのため、マニュアルを見れば誰でも操作をなぞってほとんど同じものを作成することができる。配色は RGB を参考として記載している。

サンプルマップのデザインや記載情報の取捨選択は、今回の調査結果や先行研究、および国交省の「水害ハザードマップ作成の手引き」を参考にしている。

重要な点として、地図の範囲および表示物は江別市と札幌市で行政区域をまたいでおり、江別市との境界に近い札幌市内の想定浸水区域や避難所、アンダーパスといった情報が記載されている。

方位は北を地図の上方向とした。背景地図の縮尺は基盤地図情報を用いているため、2 千 5 百分の一から 2 万 5 千分の一のシームレスである。読み込んでいる地物については、最低限かつ目印になると考えられるものを選択し、インポートしている。使用したデータの詳細は付録のマニュアルを参照されたし。

地図全体の配色については、「カラーユニバーサルデザイン推奨配色セット」(伊藤啓, 2013) や、大阪府発行の「色覚障がいのある人に配慮した色使いのガイドライン」などを参考に配色した。

想定浸水深の色分けについては、ヒアリング調査の結果なども踏まえここでは「水害ハザードマップ作成の手引き」と統一はしなかったが、色相環を一定方向へ進行するように配色し、直感的に水深がわかるよう配慮した。(図 17)

また土砂災害の範囲にはハッチングを施し、色に頼らずともひと目でわかるようにした。

これらデザインや使用データについては、市町村が地域特性に合わせて編集したり、市町村で作成・所持しているデータを用いる際など、必要に応じて変更できるよう、マニュアル上では公開データのダウンロードから変換、インポート、スタイルの変更といった手順を図表つきで丁寧に追って説明している。



図 17 想定浸水深の色分けの色相環の範囲と進行

また、このマップは Geospatial PDF として位置情報を持って書き出されており、スマートフォンやタブレットといった携帯端末にダウンロードして、Avenza Maps (<http://pdf-maps.jp/>) といった既存のアプリケーションへインポートすることで、自分の現在位置を見ながらの閲覧や、拡大縮小が可能である。

事前に距離を計測して最寄りの避難場所にマーカーをつけておいたり、避難経路をラインとして表示、保存しておくといった使い方も想定できる。(図 18)

さらに PDF に位置情報を付加し公開する方法には、いつでも入手可能でありながら、ローカル環境でも使用可能というメリットがある。これは紙媒体における「紛失すると再入手に手間がかかる」という欠点のほか、従来の防災地図を表示できるアプリケーションにおける「避難所しか見ることができない」、「オフラインになると避難所や想定浸水区域の情報を取得できない」といった欠点をも解決したものであり、大きな有利点を持つと言える。



図 18 スマートフォンでの閲覧

3.5.2 ユニバーサルデザイン版サンプルマップ

ここで、Adobe Photoshop の機能を用いて、作成したサンプルマップをほとんどの色覚障碍者の色覚タイプである P 型（1 型）色覚および D 型（2 型）色覚をシミュレートした配色に変換した図を次頁に示す。（図 19）（図 20）

想定浸水区域と、それ以外が混同されないように配色してはいるものの、このままでは情報が多く、浅い水深の色などどうしても見づらく感じる箇所がある。

本ハザードマップは事前にダウンロードしてもらうことを想定しているため、ここで色覚障碍者向けのユニバーサルデザイン版サンプルマップも作成した。（図 21）

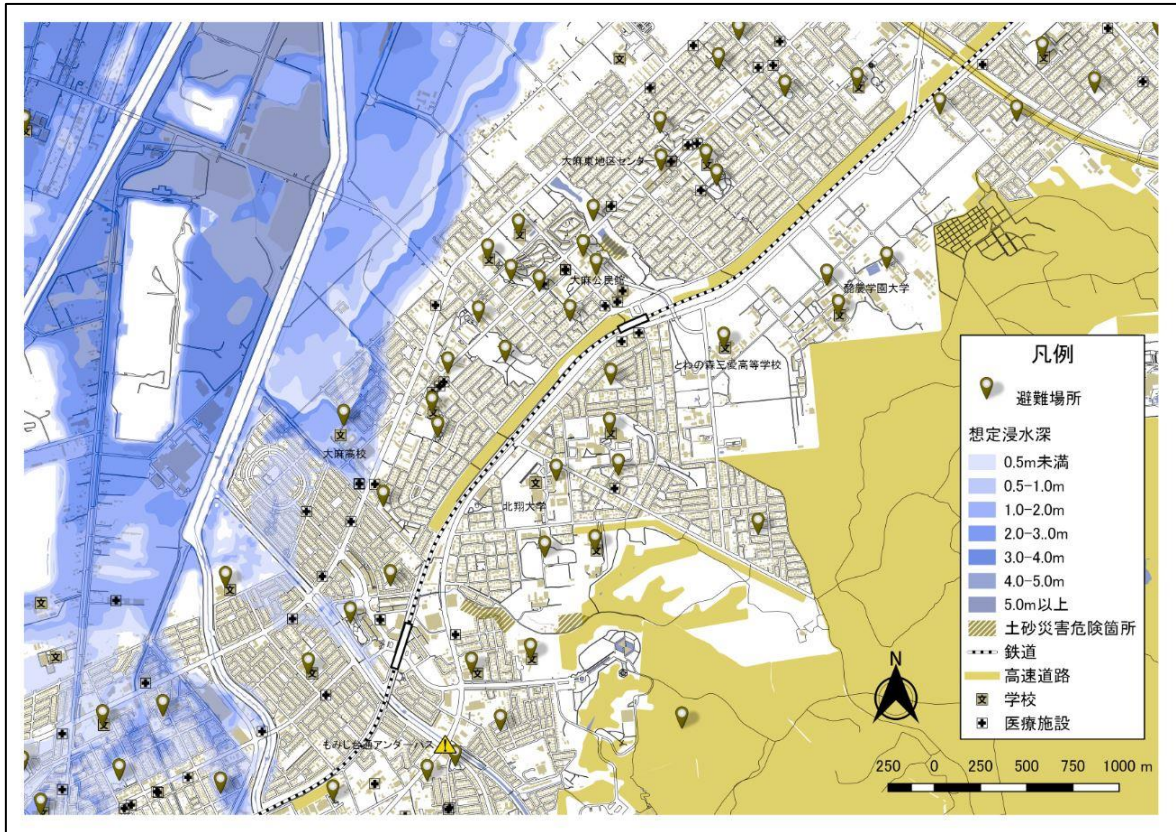


図 19 サンプルマップ P型 (1型) 色覚

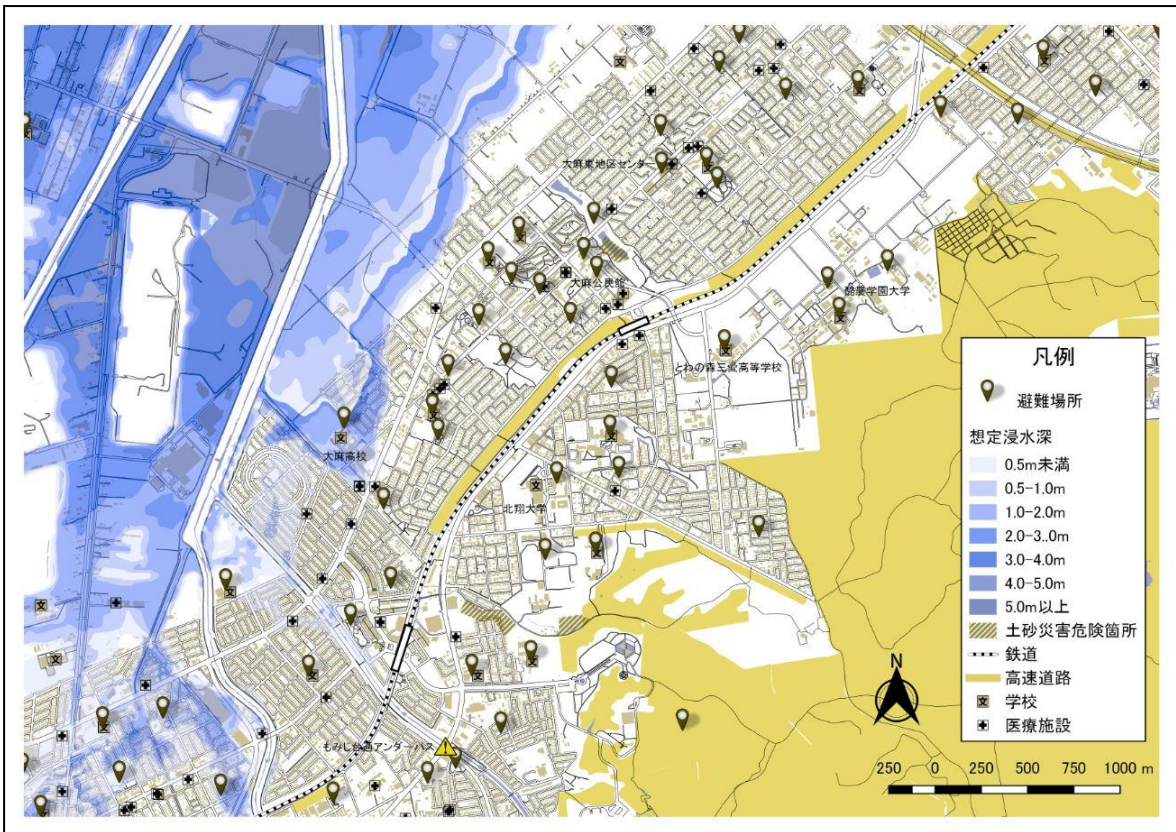


図 20 サンプルマップ D型 (2型) 色覚

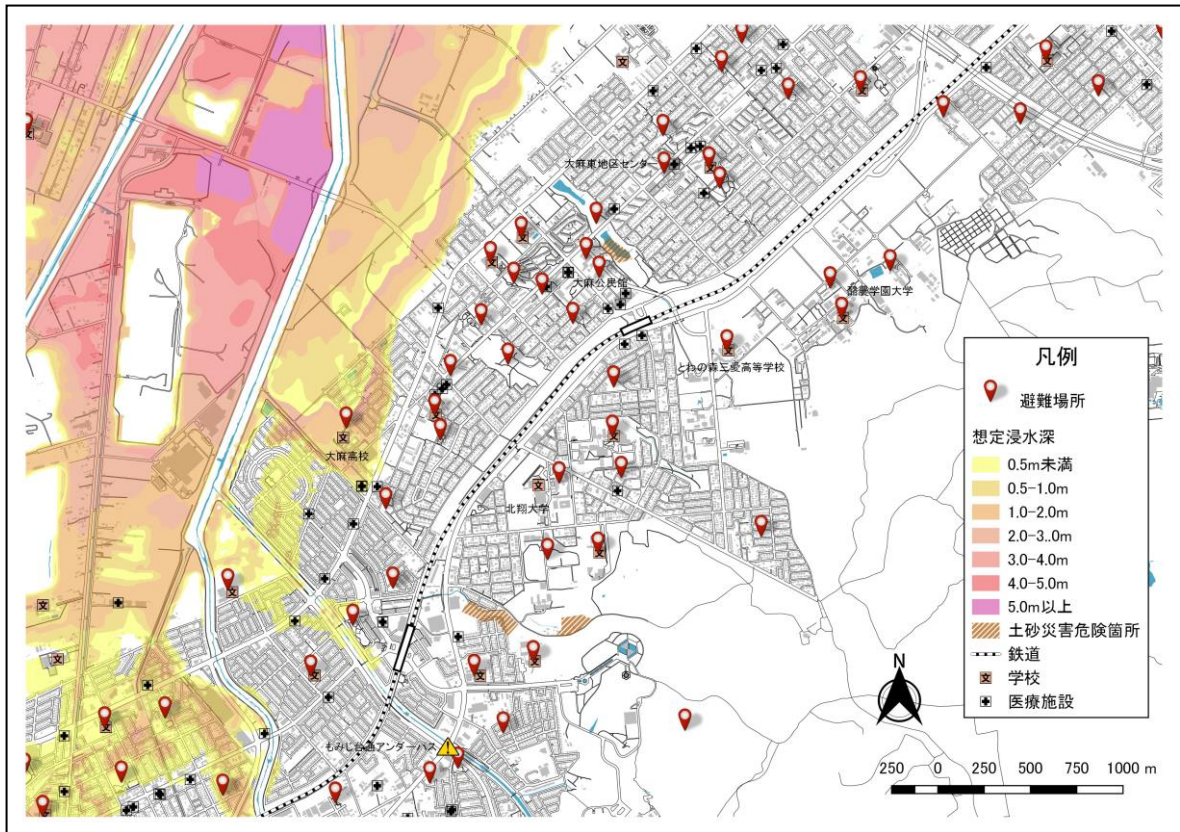


図 21 ユニバーサルデザイン版サンプルマップ

紛らわしい色を排除し、これに伴い高速道路の色分けや森林など、情報量を削減した。また、建物の色も暖色から無彩色に変更した。これによって、想定浸水深の色分けに割くことができる色の数を増やしている。

想定浸水区域の色分けは、国土交通省発行の「水害ハザードマップの手引き」に極力従いつつ、ジオデータの浸水深の段階分けに合わせて微調整し、ユニバーサルデザインに配慮したものにした。

このマップで、再びP型（1型）色覚およびD型（2型）色覚をシミュレートした配色に変換した図を次頁に示す。（図 22）（図 23）

想定浸水深の色分けなど、視認性が向上したことがわかる。

使える色数が限定され、その中で色被りを防ぐ必要があるため、どうしても情報量を減らす必要はあるが、色覚障碍者向け洪水ハザードマップを用意する意義は十分にあるものと考察する。

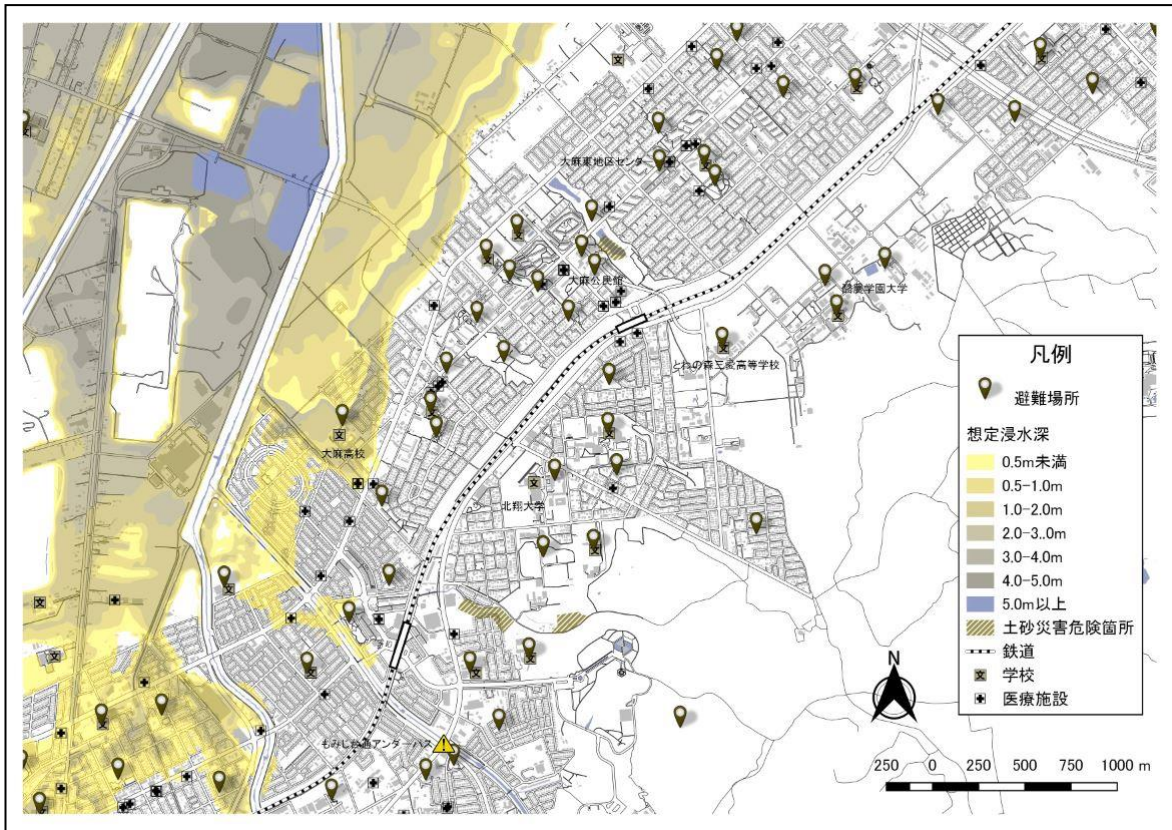


図 22 ユニバーサルデザイン版サンプルマップ P型 (1型) 色覚

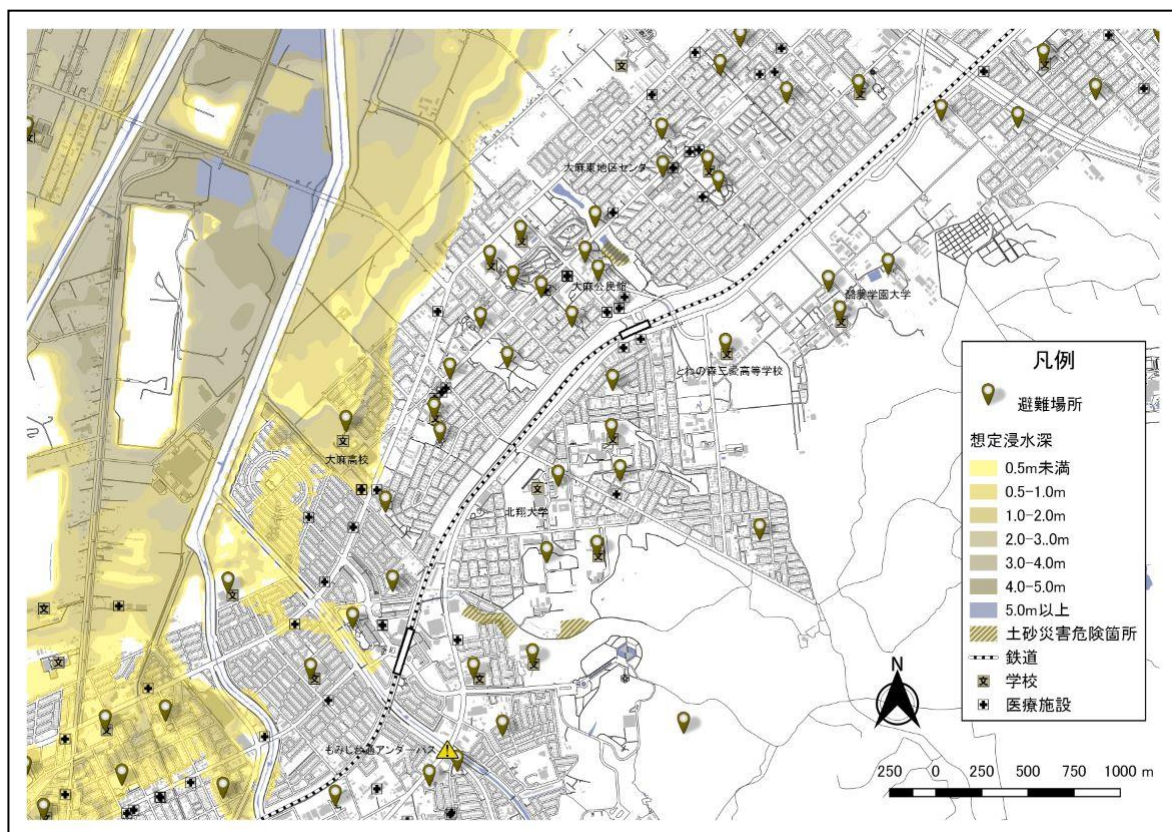


図 23 ユニバーサルデザイン版サンプルマップ D型 (2型) 色覚

3.5.3 水害シミュレーションCGとハザードマップの併用

次に、想定浸水区域内の避難施設であった大麻高校や周辺住宅街を例として、水害シミュレーションCGを作成し、これについてハザードマップと併せた活用を提案した。

まずは対象地域の現場撮影と高さの計測を行った。次に、実際に過去に起きた水害を捉えた写真を、想定浸水区深のデータを参考に対象地域の写真と合成し、そこが実際に水害によって浸水した際、どのような状態になるのかを視覚化したシミュレーションCGを作成した。



図 24 水害シミュレーションCG作成地点



図 25 大麻高校前



图 26 大麻高校周边住宅街 1



図 27 大麻高校周辺住宅街 2

図 25 で見える範囲は水深 0.5～1.0m、図 26 は 1.0～2.0m、図 27 は 0.0～3.0m となっている。これらの CG は水害リスクを伝達することを目的とし、極力、住民目線での現場撮影や再現を行っている。

こうして作成したシミュレーション CG は、例えば位置情報を付加しておくことで、先程のサンプルマップを読み込んだ Avenza Maps へインポートすれば自動的に地図上へ配置される。ハザードマップとシミュレーション CG の両方へ位置情報を付加することで、住民がそれをダウンロードすれば、身近な場所が水害時にどのような状況になるのかを確認することができる。

これは水害シミュレーションの公開や、住民へ水害リスクを伝え立ち退き避難を促進するという国土交通省の方針に対し、効果がある活用法の一つであると考えられる。



図 28 地図上での水害シミュレーション CG 閲覧

第4章 まとめ

4.1 考察

本研究では、今後の広域避難の準備に伴い、住民の自己判断を助けるハザードマップの必要性を指摘するとともに、まず北海道の全自治体の洪水ハザードマップを調査・比較し、実際の洪水ハザードマップ作成・公開状況や、内容の傾向など、その現状を把握することができた。

実際の洪水ハザードマップ作成・公開市町村数が北海道庁および国土交通省の把握している作成・公開市町村数を上回る一方、洪水ハザードマップが必要とされながらも未だ整備できていない市町村や、公開に関する不備も存在することが明らかになった。

これにヒアリング調査の結果も踏まえて考察すると、市町村と国土交通省および北海道庁の情報の連携が、完全には成されていないことが浮き彫りとなった。

作成・公開に関する把握状況の齟齬に加え、ハザードマップポータルサイトからのリンク切れが多く見られることから、市町村から国土交通省への、ハザードマップの作成・公開やホームページの更新、それに伴うハザードマップのリンクの変更といったことに関する報告が、あまり徹底されていないことが考えられる。

またハザードマップのデザインについても、特に統一や一本化された指導などは行われていないことがわかった。こうしたことから、洪水に対する広域避難を前提としたソフト対策は北海道においてまだ途上であると考えられる。

この調査結果から、北海道の洪水ハザードマップの課題を、ハザードマップの「整備に関する課題」と、広域避難を前提とした場合の「デザインに関する課題」としての、2つの側面から考察した。

「整備に関する課題」は洪水ハザードマップが必要な地域での作成・公開、さらに住民へのハザードマップの周知に関わるものであり、大別して「国土交通省および北海道庁による市町村のハザードマップの作成・公開状況の把握および情報更新」と、「市町村側によるハザードマップ作成および公開体制の整備」という、国と地方自治体双方の努力が今後必要であることを指摘した。

この作成・公開状況の調査結果は概ね2017年2月時点のものであるが、当初洪水ハザードマップが一時的に非公開になっていた函館市の公開再開など、調査後数ヶ月の間に気づくことができた変化は現状評価も含め反映している。当別町も一時的な公開停止中ということであるが、少なくとも本稿を執筆している7月までの5ヶ月間は公開が停止しているため、いつ再開となるかは不明である。釧路町はPDFファイルとしての用意は既にあるとのことなので、今後すぐに公開されることも考えられる。

現状は変化を続けており、最新の状況を把握しポータルサイトの更新を続けるためには、市町村がしっかりと作成・公開状況の報告を行い、また国土交通省側でも定期的なモニタリングやリンクの確認を行うことで、関係機関の持つ情報の連携を深めることが望ましいと考えられる。

また市町村の洪水ハザードマップ作成および更新にあたっては、ヒアリング調査の結果から、市町村の担当によるGISの習得が難しいために委託のコストがかかることがその阻害要因と

して考えられる。

ハザードマップの作成予算は「国土強靱化関係予算」と呼ばれる括りの中から、「防災・安全交付金」または「社会資本整備総合交付金」として地方へ交付されている。これらの交付金の合計は、国費ベースで2014年度の1兆9,965億円から2017年度の1兆9,997億円へとやや増加傾向である。これに対し、一例として札幌市の洪水ハザードマップ作成予算は、中小河川の氾濫を対象とした調査等に3,000,000円、作成・配布等に14,000,000円であった。本研究のヒアリング調査では、北海道庁では市町村のハザードマップに関する予算を一元的に把握してはいないとのことであったため、予算の増加がハザードマップの整備に繋がっているか、またこうしたコストを具体的にどのように削減できるかということについては、今後別なる調査が必要であろう。

次に「デザインに関する課題」について、これは広域避難を前提として、ハザードマップを近隣市町村同士で比較しようとするとき、その比較しやすさ、即ちデザインの統一性を基準に考察したものである。本稿では、洪水ハザードマップにおいて地図の「方位」「背景地図の縮尺」「想定浸水深の色分け」という3つの要素がこれを大きく左右すると考えた。

この3つの要素の統一性の現状を一次細分区域ごとに評価した結果、背景地図の縮尺がある程度統一されている一方で、方位や想定浸水深の色分けについては、近隣市町村と統一が図られていない地域も多いことが明らかとなった。特に近隣市町村同士で想定浸水深の色分けが異なっていたり、色の順序が入れ替わっていることは、緊急時に住民が誤読によって危険な区域へ踏み込んでしまうことへ繋がる可能性があり、大きな課題であると考えられる。

このデザインに関する課題について、東京都の足立区、荒川区、千代田区、渋谷区や、京都府の京都市、亀岡区、京丹後市など、いくつかの他府県市区町村の洪水ハザードマップを見比べてみたところ、方位や想定浸水深の色分けなどが異なっていたため、これは北海道に限られた問題ではないと見受けられる。

こうした統一性の問題を解決するには、今後ハザードマップの作成にあたって先述したような関係機関の縦の連携だけではなく、地方自治体同士の横の繋がりを強化し、連携と統一を図っていくことが重要であると考えられる。

最後に提案したGISを活用した課題の解決は、これが完全な形の洪水ハザードマップであると断言できるものではないが、安価でかつ行政区域にとらわれないハザードマップの作成方法が普及すれば、今まで行政区域で分断されていた市町村のハザードマップの表示を繋げるような、行政区域をまたいだ範囲のハザードマップが自然に充実していくものと考えられる。

これは作成・公開・更新といった「整備に関する課題」をもコストの面から解決を促すものである。ヒアリング調査の中で挙げられた「より詳細な範囲のハザードマップを作成したい」という希望についても、着手しやすくなると考えられる。

さらに市町村が自ら作成したハザードマップはより柔軟に内容を更新可能であり、状況や近隣の市町村に合わせてデザインの統一を進める一助となることも期待できる。

また、ユニバーサルデザインという観点から、国交省の標準色分けの有用性が見直されるきっかけになることも期待でき、これは全体のバリアフリー向上に貢献しうる。

近年これまでの想定を上回る自然災害が頻発する中、これを契機に市町村手ずからのハザードマップ作成が普及し、その充実と素早い更新の促進が望まれるところである。

また、水害シミュレーション CG の作成時に現地で想定浸水深を確認しながら撮影を行う際にも、現在地と浸水想定区域を同時に確認できることから、作成したサンプルマップは大いに役立った。こうした GIS とハザードマップの活用は今後の現地調査や研究でも役立つものと考えられ、活用されていくことを期待したい。

今回作成した水害シミュレーション CG はよりリアリティを持たせることができる 2D の静止画で作成したが、より簡単かつ 3D でシミュレーションを見せることができる方法として、Google Earth に KML ファイルとして想定浸水区域のデータを読み込む方法もある。



図 29 Google Earth と KML ファイルを利用した大麻高校の水害シミュレーション

KML ファイルの属性データに高さを設定することで、Google Earth 内で既に作成されている建物の 3D モデルと合わせて「どの程度浸水するか」を確認することができる。KML ファイルの作成にはフリーの地理情報分析支援システムである MANDARA を利用した。今回作成したような 2D の CG と比較すると、「微地形への対応ができない」「1m 単位でしか高さを設定できない」といった欠点はあるものの、「専門的な CG 技術を要しない」「現場撮影の必要がない」「様々な場所や方向から見る事ができる」といった大きなメリットがある。

一方でこの方法には「地域によっては建物の 3D モデルがない」「地形との兼ね合いで上手く水位を表現できない場所がある」といった難点もまだまだある。しかし、今後 3D 情報の整備が進めば、タイムラインを設定した動画的なシミュレーションなど、より発展した形の水害リスクの伝達がより簡単に作成できるようになるものと思われ、今後の活用期待したい。

4.2 今後の課題

今後の課題としては、まず今回の研究結果を地方自治体および関係機関へ反映する必要があるということが挙げられる。

各課題の解決には、国交省や道庁と市町村の縦の連携、および市町村同士の横の繋がりが必要不可欠であり、協力体制を敷くことができれば、課題の一部はそれだけでも解決が見込めるものである。

さらにデザインに関する課題は北海道に限られたものではないため、これについては今後全国的な調査と報告が必要になると思われる。

また、本研究で提案した解決は、ハザードマップの作成・公開とデザインに関する課題の解決策の一端を示しはしたが、公開したハザードマップの、住民への周知や保管に関する課題の解決には至っていない。

ハザードマップを保存しておかない住民が多いことは本論の中でも触れた通りだが、過去の調査によれば、ハザードマップが作成されたこと自体を知らない住民も全体の 35%程度存在した。(片田敏孝ほか, 2004)

また石狩川流域の各自治体が抱える水害時の課題の聞き取り調査の結果として、本研究でも挙げられた予算の不足や職員の知識不足といった課題の他に、住民への情報の伝達と共有や、住民の防災意識の改革、防災組織の育成といった、住民との連携を懸念する意見がより多く見られている。(大林あずさほか, 2012)

国土交通省の方針ではハザードマップの周知にあたり、ハザードマップポータルサイトの周知を進めることになっているが、本研究の調査では、このポータルサイトで捕捉しきれていないハザードマップの存在が明らかになっており、またハザードマップが作成されている事実自体を住民が認識していない場合、果たしてこれを閲覧しようとするのかという問題がある。

ハザードマップは平時に配布または公開されるものである。ハザードマップを整備する側だけでなく、住民側の危機意識へ働きかけていくことも今後の課題として考えられる。

Abstract

【Objective】

Since 2011, large-scale disasters beyond assumptions of governments have occurred frequently throughout Japan, and hazard maps are in the process of change with law amendment etc.

Evacuation regime is being improved on the premise of evacuation in a wider area, and the hazard maps are being renewed to assume the maximum class natural disaster.

On the other hand, safe areas on the hazard maps will be decreased, consequently residents will need to determine safe places at emergency in their own judgment and evacuate.

In this study, conducted the current situation survey of creation and disclosure of flood hazard maps and whether the contents are compatible with wide area evacuation, then extracted issues and proposed to solve using GIS.

【Method】

First of all researched the current situation of the flood hazard map.

The survey target was all municipalities in Hokkaido, and we researched the creation situation, the disclosure situation, and the contents of the flood hazard maps.

Also conducted a hearing survey on the current situation and issues of the hazard maps to the Hokkaido Government Office.

Based on the results of the current situation survey, extracted "issues related to maintenance" such as creating and disclosing hazard maps, and "design issues" such as contents and displays described on the hazard maps.

The design issues were discussed mainly based on easiness of comparison of maps for wide-area evacuation, namely, unity.

Furthermore, we evaluated the current situation of the flood hazard maps of all the municipalities in Hokkaido against the extracted 'design issues.'

Finally, we proposed a flood hard map that solved the issues using GIS, and summarized the creation workflow.

【Result】

Based on the results of the current situation survey, it was found that the actual number of municipalities creating and publishing flood hazard maps exceeded the number of grasped by the Hokkaido Government Office and the Ministry of Land, Infrastructure and Transport .

Meanwhile, revealed that there are municipalities that have not created even though flood hazard maps are necessary. In addition there were some municipalities that have issues concerning disclosure situation.

Also, it turned out that the design of flood hazard maps have wide variation.

When evaluated the current situation on three factors, "cardinal direction", "scale of background map", and "color coding of supposed flooding depth", the dispersion of cardinal direction was particularly large.

On the other hand, related to color coding of supposed flooding depth, there were also places where the risk of misreading was predicted.

Furthermore, indications such as evacuation places and supposed inundation areas had been divided in administrative districts.

Created a sample map around the Oasa area in Ebetsu city as an example aimed to solve these problems.

This sample map was created using free GIS software, and geoprocessing data released by the government. Then organized and wrote down the work flow as a manual.

With this, strived for promote the creation of flood hazard map by municipalities and others.

In addition, Added location information to this map file. Thereby made it possible to check the current position when referring the map on the mobile terminal.

【Discussion】

Can't assert that the proposed sample map to solve the problems is a perfect form of a flood hazard map, however if the way to create hazard map at low cost that isn't limited by administrative districts will spreads, It is considered to leading to mediate between of hazard maps of municipalities.

Still, although the solution proposed in this study showed part of the solution concerning the creation and disclosure of a hazard map, it has not yet solved the issue related to public dissemination of the hazard maps that were released.

It is considered as a future task to encourage residents' crisis consciousness not only to prepare hazard maps.

謝辞

本研究を進めるにあたっては、誠多くの方々にご助力をいただいた。

まずはお忙しい中終始ご鞭撻いただいた、本学指導教官の金子正美教授に、心より感謝の意を表したい。またハザードマップの現状について丁寧にご教示くださった東京建設コンサルタント 環境防災事業本部の柏田すみれ様、3Dでの水害シミュレーションCGについて多くのヒントを下された酪農学園大学研究員の小野貴司様、ヒアリング調査へ快く応じてくださった北海道庁 危機対策課の藤川正徳様、同じく危機対策課の早坂様、江別市 危機対策室の斎藤様、さらに問い合わせを受けてくださった当別町役所および釧路町役所の方々へ、感謝の気持ちと御礼を申し上げたく、謝辞にかえさせていただく次第である。

参考文献

- 鈴木康弘 (2003) 「災害ハザードマップ整備の背景と地理学」, 日本地理学会, 63
- 塚本哲 (2003) 「火山ハザードマップの過去・現在・未来」, 日本地理学会 63
- 赤桐毅一 (2003) 「洪水ハザードマップについて」, 日本地理学会 63
- 磯辺雅彦・須野原豊ほか (2004) 「災害特性と住民性向を考慮した津波、高潮ハザードマップの作成、周知方法に関する検討」, 海岸工学論文集, 第 51 巻
- 中村功・廣井脩 (2004) 「ハザードマップを解剖する」 月刊地球, 号外 48,186-192
- 片田敏孝・児玉真・佐伯博人 (2004) 「洪水ハザードマップの住民認知とその促進策に関する研究」, 土木学会水工学論文集, 第 48 巻, pp.433-438
- 児玉真・片田敏孝・木村秀治・永柳宏 (2006) 「自治体における洪水ハザードマップの作成・活用に係る現状と課題」, 土木計画学研究講演論文集, vol.33, CD-ROM(263)
- 片田敏孝・木村秀治・児玉真 (2007) 「災害リスク・コミュニケーションのための洪水ハザードマップのあり方に関する研究」, 土木学会論文集, D部門, Vol.63 No.4, pp.498-508
- 谷口誠一 (2008) 「洪水ハザードマップの展開とFナビ情報の発想」, 平成 20 年度 河川情報シンポジウム
- 田中孝治・加藤隆 (2011) 「洪水ハザードマップのデザインに関する認知心理学的検討」, 第 28 回ファジィシステムシンポジウム, p. 350-355
- 大林あずさ・加賀屋誠一・鈴木英一ほか (2012) 「石狩川流域を対象とした洪水ハザードマップの現状・課題と改善策についての研究」, 土木学会論文集 F6 (安全問題), Vol.68 No.2, I_12-I_17
- 橋本雄一 (2012) 「GIS を用いた津波ハザードマップ作成マニュアル —Quantum GIS による北海道沿岸の津波ハザードマップ開発—」
- 伊藤啓・遠藤啓太 (2013) 「カラーユニバーサルデザイン推奨配色セット」, カラーユニバーサルデザイン推奨配色セット制作委員会
- 伊藤智章 (2014) 「MANDARA と Google Earth による洪水ハザードマップマニュアル」
- 橋本雄一 (2015) 「QGIS の基本と防災活用」, 古今書院
- 国土交通省 (2003) 「ハザードマップを活用した総合的な津波・高潮防災対策」
- 国土交通省 (2006) 「洪水ハザードマップ作成のための『想定浸水区域図データ』利用ガイド」
- 大阪府 (2011) 「色覚障がいのある人に配慮した色使いのガイドライン」
- 国土交通省 (2013) 「社会資本整備総合交付金の活用事例」
- 内閣府 (2014) 「地区防災計画ガイドライン」
- 国土交通省 (2014) 「土砂災害防止法の一部改正について」
- 国土交通省 (2015) 「水害ハザードマップの利活用事例集」
- 国土交通省 (2015) 「『災害時に緊急的に確認する場面』で活用する水害ハザードマップのイメージ」

北海道庁（2015）「北海道における防災対策の現状」
国土交通省（2015）「平成 27 年 9 月関東・東北豪雨災害を踏まえた主な課題」
国土交通省（2015）「平成 27 年 9 月関東・東北豪雨を受けて『避難を促す緊急行動』」
国土交通省（2015）「『避難を促す緊急行動』の概要」
国土交通省（2015）「水防法等の一部を改正する法律について」
国土交通省（2015）「ハザードマップと洪水時の避難に関する現状と課題」
国土交通省（2015）「洪水浸水想定区域図作成マニュアル（第 4 版）」
国土交通省（2016）「水害ハザードマップ作成の手引き」
内閣府（2016）「避難行動に関する制度」洪水・高潮氾濫からの大規模・広域避難検討ワーキンググループ
内閣府（2016）「平成 29 年度国土強靱化関係予算概算要求の概要」
国土交通省（発行年不明）「防災・安全交付金の概要」
国土交通省（発行年不明）「社会資本整備総合交付金の概要」
国土交通省（発行年不明）「交付金制度の変遷」