

効果的な洪水ハザードマップ作成のための標準的表現手法の検討 —兵庫県内の全市町ハザードマップを対象として—

An Analysis of Standard Method for Developing Effective Flood Hazard Map
-Based on the Analysis of All Municipality Hazard Maps in Hyogo Prefecture

小松 瑠実¹, 北田 聡², 山本 晋吾³, 下境 敏広⁴, ト部 兼慎⁵, 牧 紀男⁶, 林 春男⁶

Rumi KOMATSU¹, Satoshi KITADA², Shingo YAMAMOTO³,
Toshihiro SHIMOSAKAI⁴, Kenshin URABE⁵, Norio MAKI⁶ and Haruo HAYASHI⁶

¹ 京都大学大学院 情報学研究科

Graduate School of Informatics, Kyoto University

² 大阪市水道局

Osaka Municipal Waterworks Bureau

³ 兵庫県農政環境部農政企画局

Policy Planning & Coordination Bureau, Agricultural & Environmental Affairs Department, Hyogo Prefectural Government

⁴ 株式会社パスコ

Pasco Co, Ltd

⁵ 株式会社ジイケイ京都

GK Kyoto Inc.

⁶ 京都大学防災研究所

Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

According to amendment of the Flood Control Law, all municipalities in Japan which have flood risk are obliged to make flood hazard map and to demonstrate flood risk to the public. Before March 31, 2010, 1109 of 1302 municipalities have already completed manufacture of flood hazard map. However, the contents, design of these hazard maps are various that make the hazard maps hardly provide people effective information while evacuating from flood. It is important to develop effective hazard map for saving human lives. This paper proposes a standardized method for developing effective hazard map based on the analysis of all municipality hazard maps in Hyogo Prefecture.

Keywords: hazard map, evacuation, colour coded alert, Hyogo Prefecture

1. はじめに

わが国では、地形・気象などの厳しい自然条件により、地震や台風、洪水、土石流などの自然災害に直面し、そのたびに甚大な被害を被ってきた。近年では、集中豪雨による水害が頻発しており、甚大な被害を引き起こすことも少なくない。このような災害に対し、従来までのような被害を抑止するだけの防災には限界がでてきており、災害による被害を最小限に抑え被害から迅速に回復していく、つまり被害軽減力の向上も必要、という考え方がうまれてきている¹⁾。

被害軽減力を高めるにあたっては、情報が最も有効な手段、ツールだ。これから発生する可能性のある災害に関するハザード情報、実際に災害が発生したときの被害想定、といった情報を有効に活用することで被害を抑止し、迅速に被害から回復することができる。そのための一つのツールとしてハザードマップが挙げられる²⁾。

平成 17 年 3 月 31 日現在で、洪水ハザードマップを作成している市町村は全国で 375 市町村であったが、水防

法の改定（平成 17 年 7 月施行）以降、市町村が作成主体となり、全国でハザードマップ作成の動きが加速している³⁾。水防法の改定により、浸水想定区域を含む全国の市町村は洪水ハザードマップ作成・公開を義務付けられるようになった。国土交通省は、洪水ハザードマップ作成推進に向けた支援を行い、平成 21 年度までの各年度に限り、都道府県に対し、浸水想定区域調査およびハザードマップ調査に要する費用に国庫補助を行う体制をとった。また、作成についての具体的な技術的参考資料として「洪水ハザードマップ作成の手引き」のとりまとめを行った。このような国土交通省の支援もあり、平成 22 年 3 月 31 日現在、洪水ハザードマップ作成を義務付けられている 1302 市町村のうち、85%以上である 1109 市町村が洪水ハザードマップの作成・公開を完了している³⁾。

しかし、日本損害保険協会によるアンケート調査によると、7 割の人が洪水ハザードマップの存在を知らず、さらにハザードマップを認知していって何らかの防災対策を講じている人でさえ、約 6 割はハザードマップを活用

していないという現状が明らかになっている⁴⁾。また、現在作成されている全国のハザードマップは、市町村によって情報量、記載内容、表記方法にばらつきがあり、どのような表現方法が住民の避難行動に役立つような情報となるのか、ということが明らかになっていない。特に洪水ハザードマップの浸水深の表示色については、色使いがさまざまで、直感的に完全な箇所、危険な箇所を認識しづらくなっているという問題も発生している。

このような問題に対して、水害リテラシーの向上とハザードマップの表現方法の検討という2つの面から解決が図られている。水害リテラシーに関して、例えば市古ら⁵⁾は、洪水ハザードマップの閲覧に影響をおよぼす要因は被害経験の有無、日常時の河川利用頻度、町会活動への参加であると指摘している。またハザードマップの表現方法に関して、例えば片田ら⁶⁾は、浸水想定区域図について「行動指南型ハザードマップ」と「概略表現型ハザードマップ」を提案している。しかし、これらの研究は、ハザードマップを構成する要素の一部分の比較・検討を行ったものであり、ハザードマップの全ての記載内容について、市町村毎の情報量、記載内容、表記方法のばらつきや、表現方法の適切さについての検討は行われていない。

本研究では、兵庫県内の全41市町を対象に、効果的なハザードマップ作成のための標準的表現手法の確立のために、どのような情報を、どのような手段を用いて表現しているかという観点からハザードマップの構成要素の類型化を行い、効果的なハザードマップの評価指標の明確化を行うことを目的とする。

2. 分析対象と分析方法

(1) 兵庫県ハザードマップ作成状況

a) 兵庫県の自然環境

本研究で分析対象とする兵庫県は、自然環境や人口規模の点で、地域性が多種多様な都道府県である。北は日本海、南は太平洋から瀬戸内海に面し、「日本の縮図」と言われるほど、地質、地形、気候などの自然条件が地域によって大きく異なる。県域のおよそ8割以上が山地と山麓部の丘陵・台地に占められており、その他河川流路に形成される扇状地と河口低地、山間盆地などから成り立つ。

また、人口規模の点では、神戸市のような100万都市から、過疎地域まで存在している。ハザードマップ作成手法の標準化を目的とする本研究において、さまざまな特徴をもった市町が存在する兵庫県は適切な分析対象だといえる。

b) 兵庫県の災害

前述のとおり、兵庫県は非常に自然環境に富んだ地域であるため、さまざまな災害が発生している。過去には洪水、高潮、土砂災害といった風水害から、地震災害も起きている。例えば1938年の阪神大水害、1995年の阪神・淡路大震災などがあり、近年では平成21年台風第9号による佐用町での水害などが挙げられる。阪神大水害は、神戸市および阪神地区で発生した水害で、死者616名、被災家屋は約9万戸にも達した⁷⁾。この水害発生の原因として、六甲山南麓には芦屋川、住吉川、石屋川など、急峻な山地から一気に海へと流れ下る川が多いという自然条件が挙げられ、各河川流域で決壊、浸水、さらに土石流などの土砂災害が相次いで発生した。阪

神・淡路大震災は、高齢社会下の大都市を直撃した世界でも初めてと言われる震災で、6000人以上の死者を出し、その被害は甚大なものであった。大都市を直撃した大規模地震のため、電気、水道、ガスなど被害が広範囲となるとともに、鉄道、新幹線、高速道路、新交通システム、都市間交通・地下鉄が損壊し、生活必需基盤（ライフライン）に壊滅的な打撃を与えた⁸⁾。

このように兵庫県は常に災害の危険性にさらされており、今後もゲリラ豪雨や東海・東南海・南海地震のような新たな災害の危機に直面することが予想される。そのため、過去の被災経験や教訓を活かし被害想定を示すことで、災害による被害の軽減に繋げることが重要である。

c) ハザードマップ作成状況

兵庫県内には、水防法によりハザードマップの作成・公開を義務付けられている市町が40市町⁹⁾あり、それらを含む県内全41市町すべてが、2003年から2010年の間に洪水ハザードマップの作成・公開を完了している。また、複数のハザードマップを作成している市町が6市町あり、県内で作成されているハザードマップは全部で47種類になる。複数のハザードマップが作成されているケースには、洪水ハザードマップに加え、土砂災害など他のハザードに関するマップが作成されているケース、市全域版と地区版が別々に作成されているケース、通常サイズとポケットサイズのハザードマップが作成されているケースがある。

なお、洪水ハザードマップの基礎資料となる浸水想定区域図は、基本的に国土交通省又は都道府県が作成・公表を行っている。

(2) ハザードマップの記載項目

a) 記載項目の分類方法

記載項目の分類は、大学の研究者2名、兵庫県職員（防災企画局）1名、民間企業で防災に携わる実務者4名で、ワークショップ形式で行った。全2回のワークショップを行い、地図面、文字情報の分類を行った。

分類作業は、まず全47種類のハザードマップをコピーし、項目を切り出した後、それぞれの項目を分類するという流れで行う。データ管理のため、それぞれのハザードマップにはマップID、切り出した項目には項目IDを付与する。切り出した項目は「(マップID) - (項目ID)」という形で識別をし、それを書いたポストイットを項目に貼り付けておく。

切り出した項目は、第一段階の分類として、まず大きく2つの軸で分類した。1つ目の軸は、ハザードの種類で分類し、風水害と地震災害の2種類に分けた。2つ目の軸は、地図面と文字情報で分類し、文字情報はさらにハザード情報と防災情報に分けた。この結果、6つのグループが出来上がり、そのグループにそれぞれの項目を振り分けた(図1)。文字情報をハザード情報と防災情報に分けた理由は、防災学の分野では、災害発生原因は「自然の外力(ハザード)」と「社会の防災力」との相対関係の中にあると考えられている¹⁰⁾ため、ハザードに関する情報と防災に関する情報を分ける必要があると考えたからである。この分類作業では、風水害と地震災害のグループにまたがる項目が多数生じた。それらの項目のうち、風水害の項目と地震災害の項目に切り分けることができる場合はさらに切り分けを行い、新たな項目IDを与えた。切り分けが難しい(同じスペースに風水害についての情報と地震災害についての情報が混在している)場合や、風水害と地震災害に共通する項目が書か

れている場合については、グループの境界線上に配置することとした。

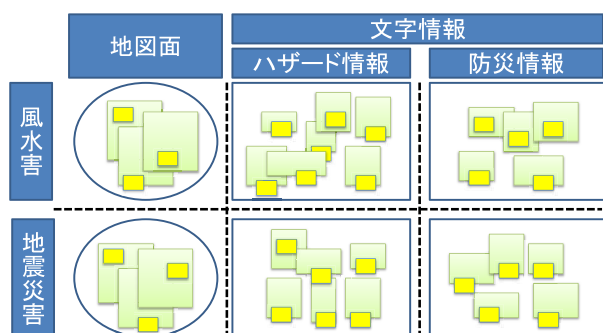


図1 記載項目の分類（第一段階）のイメージ

次に、第一段階の分類結果を参考に、第二段階の分類として、さらに細かく内容の分類を行った。文字情報の分類にあたっては「洪水ハザードマップ作成の手引き」（国土交通省）で挙げられている記載項目を軸とし、ワークショップメンバーで議論しながら合意を形成していった。分類したグループには項目名をつけて管理をする。

b) 地図面の分類方法

地図面に取り上げられているハザードの種類でマップ进行分类し、さらにそれぞれのマップに用いられている危険区域の表記方法について分類を行う。

c) 文字情報の分類方法

第一段階での分類作業において、風水害と地震災害に共通する文字情報として挙げた項目は、6つのグループ（図1）の中に分類することが困難であった。これらの項目は、すべて一般的な防災に関する記載であったため、新たに「一般的な防災情報」というグループを設けた。その結果、文字情報の分類としては、ハザードの種類と情報の種類という2つの軸で分類された、「風水害に関するハザード情報」、「風水害に関する防災情報」、「地震災害に関するハザード情報」、「地震災害に関する防災情報」の4つのグループに、「一般的な防災情報」というグループを加えた、計5つのグループにそれぞれの項目进行分类した。

d) 浸水深の表示方法の分類

風水害に関するハザードマップに記載されている、浸水深と表示色の関係を明らかにする。一つのハザードマップに複数の図面が記載されているマップもあるため、分類対象とする図面数は59であった（全47マップ中）。

3. 地図面の分析

(1) 対象とするハザード

地図面に取り上げられているハザードは、「洪水」、「高潮」、「ため池」、「土砂災害」、「津波」、「揺れやすさ」、「地域危険度」、「液状化」の8種類があった。また、同一紙面上に複数のハザードを重ねて記載しているマップは、47マップ中38マップ（80%）であった。それぞれのハザードの記載マップ数と記載率、危険区域の表記方法は表1にまとめる。

分類の結果、圧倒的に洪水ハザードマップと土砂災害ハザードマップが多いことがわかった。また、地震災害に関するハザードマップはほとんど作成されていないことがわかった。

表1 地図面の分類

風水害										地震					
洪水			高潮	ため池			土砂災害	津波			揺れやすさ		地域危険度	液状化	
浸水深	浸水区域	洪水到達時間	浸水深	浸水深	浸水区域	警戒ため池	危険／警戒区域	浸水深	浸水区域	波高	震度	地質活断層	建物の全壊率	液状化危険度	
41	1	1	8	1	2	7	39	9	2	1	6	1	2	1	
42			8	10			39	11			6		2	1	
87%	2%	2%	17%	2%	4%	15%	83%	19%	4%	2%	13%	2%	4%	2%	
89%			17%	21%			83%	23%			13%		4%	2%	

上段は記載マップ数(47マップ中)

下段は記載率(47マップ中)

(2) 表現・伝達方法の分析

表現・伝達方法の分析には、「形態とサイズ」、「マップの縮尺と地区分割」、「表紙の有無と保存版の明記」、「公開・配布方法」の項目を用いた。このうち「形態とサイズ」、「マップの縮尺と地区分割」、「表紙の有無と保存版の明記」の項目は、ワークショップ形式で、大学の研究者2名と兵庫県職員（防災企画局）1名で調査を行った。「公開・配布方法」については、全41市町に対して行ったアンケート調査の結果をもとに集計している（回収率100%）。

a) 形態とサイズ

ハザードマップの形態は、「折り畳み型」、「ポスター型」、「新聞型」、「雑誌型」の4種類に分類された（図2）。「折り畳み型」とは、一枚の紙を折り畳んで保存する形とし、折り目に合わせて情報が記載されているものである。「ポスター型」とは、一枚の紙を広げた状態で情報を見せる形をとっているものである。「新聞型」は新聞と同様の形式のもので、「雑誌型」は折り畳むものではなく、冊子形式になっているものである。47マップ中24マップ（51%）が「折り畳み型」で、ほぼ半数を占めている。次に「ポスター型」が12マップ（25%）、「新聞型」が6マップ（13%）、「雑誌型」が2マップ（4%）であった。また、「雑誌型」に「ポスター型」が差し込まれているものが2マップ（4%）、「折り畳み型」と「ポスター型」がセットになっているものが1マップ（4%）あり、複合型のマップも存在した。

サイズは、保存用サイズと盤面を展開した際のサイズに分ける。保存用サイズとは、折り畳み型では折り畳んだ際のサイズ、新聞型では1紙面のサイズ、雑誌型は表紙のサイズを指す。ポスター型は折り畳んで保存することを目的としないものとし、保存用サイズについては対象外とする。また、盤面を展開した際のサイズとは広げた時のサイズを指し、雑誌型は対象外とする。

保存用サイズは、主にA版、タブロイド版、ブラケット版、その他のサイズに分類された。ポスター型を除く35マップのうち、「A4」が22マップ（63%）と最も多く、「タブロイド版～A4」が5マップ（14%）、「ブラケット版」、「タブロイド版」がそれぞれ2マップ（6%）、「A3」、「A5」、「A5以下」、「特殊サイズ（295mm×280mm）」がそれぞれ1マップ（3%）となっている（図3）。

盤面を展開した際のサイズは、雑誌型を除く45マップのうち、A版が半数以上を占めており、「A1」が23マップ（51%）、「A0」が5マップ（11%）、「A3」が2マップ（4%）、「A2」が1マップ（2%）となっている。その他のサイズは「A1～A2」が7マップ（16%）、「A2～A3」が3マップ（7%）、「A0～A1」が2マップ

(4%)，「A0 以上」，「特殊サイズ (840mm×297mm)」がそれぞれ 1 マップ (2%) となっている (図 3)。

保存用サイズと盤面を展開した際のサイズは、主に A 版となっており、保存用サイズが「A4」、盤面を展開した際のサイズが「A1」になるものが多かった。また、盤面を展開したサイズが A 版でも、保存用サイズが A 版でないものもあった。



図 2 形態の種類

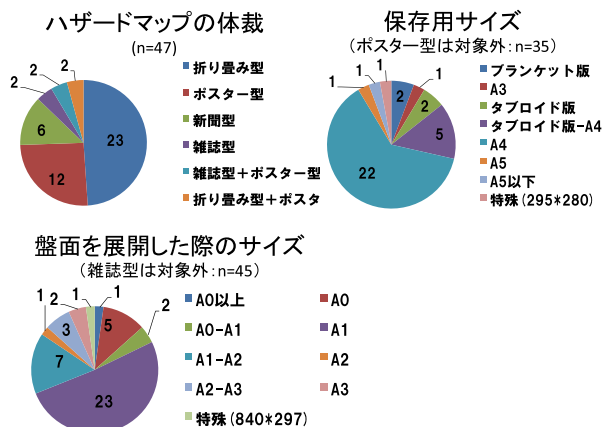


図 3 形態、保存用サイズ、盤面を展開した際のサイズ

b) マップの縮尺と地区分割

ひとつのハザードマップに複数の地区やハザードが記載されているものが多く、全部で 206 の図面があった。縮尺は「1/5000」、「1/10000」、「1/15000」、「1/25000」、「1/50000」を基本とし分類を行ったが、上記の縮尺の間のもも多く、特定の縮尺が特に多いと

いうことはなかった。最も多かったのは、「1/15000～1/24999」で 33 マップ (16%) であった。また縮尺が「不明」のマップも 25 マップ (12%) あった。また、ひとつのハザードマップに複数の地区のマップが記載されている場合、縮尺は地区によって異なっているものがほとんどであった (図 4)。

地区分割は、地区分割数と地区分割単位を調査した。地区分割とは、ひとつのハザードマップで複数の地区の図面がある場合のことを指す。地区分割数は、「1 (分割なし)」が 24 マップ (51%) と最も多く、約半数のマップは地区分割されていない。地区分割数は最高で 18 であった。地区分割単位は「地区 (行政区など) で分割」が 21 マップ (45%)，「流域・水系で分割」が 2 マップ (4%) であった (図 4)。「地区 (行政区など) で分割」の単位は、区、市、南北、地区、面積、エリア、合併前旧町、小学校区、旧町、旧村の 10 種類があった。

c) 表紙の有無と「保存版」の明記

保存用サイズに合わせたレイアウトで、ハザードマップ名などを特に取り上げて記載している場合、表紙と見なす。ポスター型は保存用サイズを定義していないため、表紙もないことになる。

「表紙あり」は 34 マップ (72%)，「表紙なし」が 13 マップ (28%) であった。「表紙なし」のうち 12 マップはポスター型、1 マップは新聞型であった。つまり、折り畳み型と雑誌型は全て表紙があるとわかる。また、「保存版の明記あり」は 15 マップ (32%)，「保存版の明記なし」は 32 マップ (68%) であった。

表紙の有無と保存版の明記の組み合わせでは、「表紙あり、保存版の明記なし」が 20 マップ (43%) と最も多かった (図 4)。

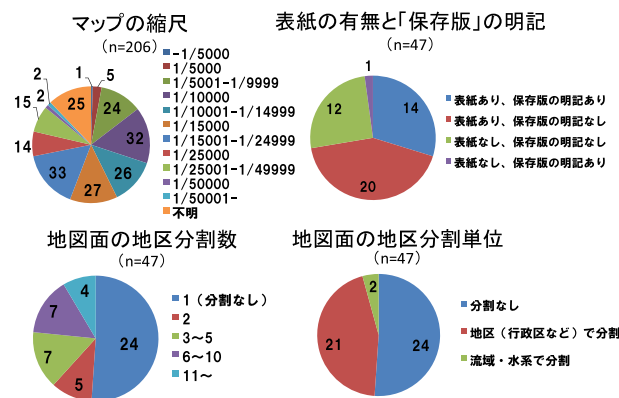


図 4 マップの縮尺、地区分割単位、表紙の有無と「保存版」の明記

d) 公開・配布方法

公開・配布方法としては、「各世帯への直接配布」が 43 マップ (91%)，「HP への掲載」が 41 マップ (87%)，「役場窓口での直接配布」が 33 マップ (70%) となっており、全 47 マップはこの 3 つの何れかの方法で必ず公開・配布されている。その他には「イベント時の配布」，「公共施設での提示」，「広報誌等への掲載」，「防災訓練での使用」，「転入者に対して配布」，「自治会回覧」，「出前講座」，「区長へ配布」の方法があった (図 5)。

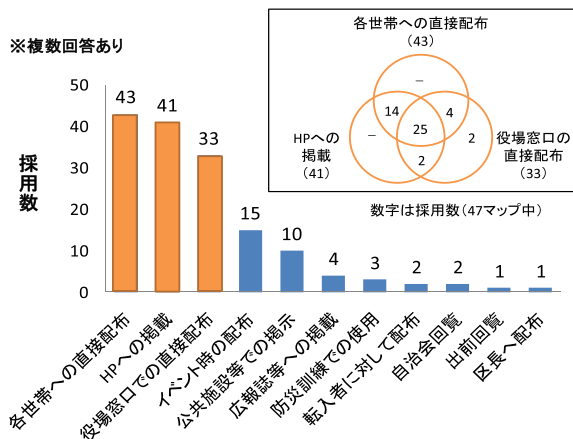


図5 公開・配布方法

e) クラスター分析を用いた地図面の分析

クラスター分析を用いて地図面の分析を行った。用いる変数は、「形態」、「保存用サイズ」、「盤面を展開した際のサイズ」、「マップの縮尺」、「地区分割の有無」、「表紙の有無」、「保存版の明記」、「公開・配布方法」の8項目とした。

クラスター分析の結果のデンドログラムを図6に示す。まず大きく2つのグループに分類され、「何を見せるか」という項目と、「どう届けるか」という項目とした。「何を見せるか」の項目は、さらに「地域性」と「手段」という2つの項目に分類し、「どう届けるか」の項目は、「体裁」と「縮尺」の2つの項目に分類した。

「地域性」を構成する変数は「地区分割の有無」、「表紙の有無」、「保存版の明記」の3つであり、地域性を重視するかどうかを決定する要素である。地区分割の有無は、より詳細にその地区のマップを見せるかどうかによって決まり、見せる範囲を限定することで住民に自分の住んでいる地区を注目させる、といった効果が期待される。また、表紙と保存版の明記は、ハザードマップを目に見えところに置き保存させる狙いがある。

「手段」を構成する変数は「公開・配布方法」、「盤面を展開した際のサイズ」の2つであり、ハザードマップをどのような形で見せるかを決定する要素である。公開・配布方法が各世帯への直接配布であれば、盤面を展開した際のサイズは家庭で利用できる範囲のサイズになり、公共施設等で掲示するのであれば、盤面を展開した際のサイズはある程度の大きさが必要となる。ハザードマップを見せる相手とそれに適した見せ方を決定する要素として、「公開・配布方法」と「盤面を展開した際のサイズ」は連動していると言える。

「体裁」を構成する変数は「保存用サイズ」、「形態」の2つであり、現実に住民にハザードマップをどう届けるかを決定する要素である。「保存用サイズ」は住民がハザードマップを保存することを踏まえた要素であり、全戸配布を前提としているため、住民にどのような形で届けるかということを決める。「折り畳み型」や「ポスター型」であれば「A版」が多く、「新聞型」であれば「ブランケット版」や「タブロイド版」となるように、「保存用サイズ」と「形態」は連動していると言える。また、「縮尺」についても、紙面の大きさに制約があると調整をしなければならないので、「保存用サイズ」と連動している。

以上のように、クラスター分析の結果から8つの変数間の関係性を見出した。

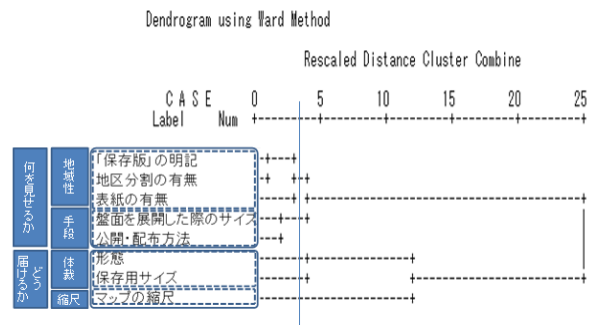


図6 地図面に関するクラスター分析の結果

f) 地図面の標準的表現手法

これらの関係性をふまえて、地図面の標準的表現手法を示す(図7)。

まずはじめに、地図内容を決定する。どのようなハザードに関する地図面を作成するかは、作成主体である自治体が目的に合わせて決定する。地図内容を決定した後、「何を見せるか」、「どう届けるか」について具体的な方法を選択していく。

「何を見せるか」を決定する項目は、1つ目は「地域性を重視するか」であり、その変数には「地区分割」、「表紙の有無」、「保存版の明記」が挙げられる。2つ目は「どのような手段で見せるか」であり、その変数には「各世帯への直接配布」、「HPへの掲載」、「役場窓口での直接配布」などが挙げられる。

「どう届けるか」を決定する項目は、1つ目は「体裁」であり、その変数は「形態」、「保存用サイズ」である。2つ目は「縮尺」である。「どう届けるか」を考慮する際は、ハザードマップの保存を目的とした全戸配布を前提としている。

このような手順でハザードマップの地図面を決定する手法を、地図面の標準的表現手法として提案する。

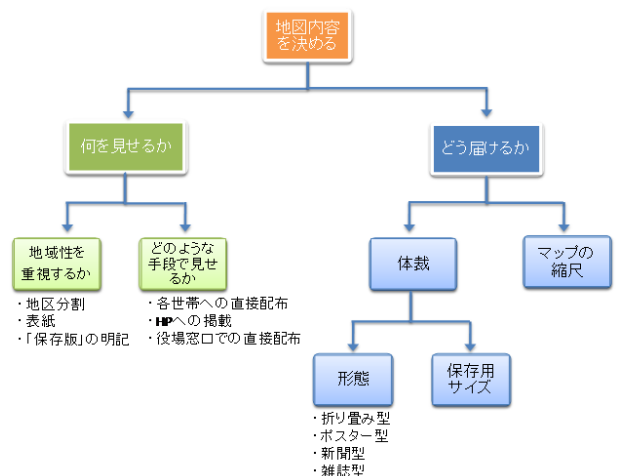


図7 地図面の標準的表現手法

なお、この他に人口規模、地域特性(地形)、発行年度を変数に加えて、クラスター分析によるハザードマップの分類を行ったが、分類されたグループの地図面に明瞭な傾向は見られなかった。発行年度については浸水想定区域図作成マニュアルの発行(平成17年5月)前後に着目した分析を試みたが、マニュアル発行前に作成されたハザードマップ数が5、発行後に作成されたハザード

ドマップが 42 であり、サンプル数に差があったためと考えられる。

4. 文字情報の分析

(1) ハザードマップに必要な文字情報

「風水害に関するハザード情報」は 42 マップ (89%)，「風水害に関する防災情報」は 46 マップ (98%) に記載されていた。「一般的な防災情報」については、45 マップ (96%) に記載されていた。「地震災害に関するハザード情報」は 10 マップ (21%)，「地震災害に関する防災情報」は 13 マップ (28%) に記載されていた。風水害に関する文字情報は 46 マップ (98%)，41 市町中 41 市町で記載されており、市町での記載率は 100%であった。また、地震災害に関する文字情報は 16 マップ (34%) に記載されており、風水害に関する文字情報に比べて圧倒的に記載率が低いことがわかった。

「風水害に関するハザード情報」は 11 項目，「風水害に関する防災情報」は 13 項目，「一般的な防災情報」は 10 項目，「地震災害に関するハザード情報」は 5 項目，「地震災害に関する防災情報」は 3 項目に分類された。

地図面、文字情報どちらについても、風水害に関する記載が圧倒的に多く、地震災害に関する記載が少ないことがわかったため、分析対象を風水害ハザードマップに限定する。

風水害ハザードマップに記載されている項目は、「風水害に関するハザード情報」，「一般的な防災情報」，「風水害に関する防災情報」の 3 つのグループに分類され、全部で 44 ある項目の中から、分析対象とする項目を決定する。本研究での目的は、標準的なハザードマップ表現手法を提案することであり、分析対象とする項目は標準的な記載項目として選び出したい。そのため記載率が高い項目を分析対象の候補とする。参考に、全 44 項目を記載率が高い順にグラフに表す (図 8)。記載率が 50%以上の項目は、グラフ中に項目名を記載している。

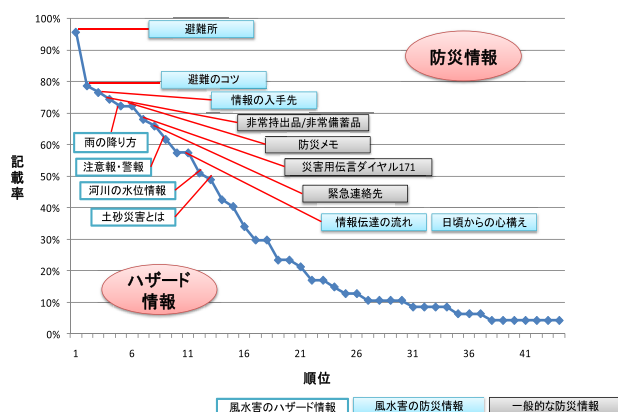


図 8 風水害ハザードマップの文字情報

44 項目のうち分析対象とする項目は、クラスター分析を用いて抽出した。クラスター分析により、記載率が 60%以上、30~59%、30%以下の 3 つのグループに分類された。この結果から、記載率が 60%以上の 9 項目を標準的な記載項目とする (表 2)。記載率の高い順に、

「避難所」「避難の心得」「情報の入手先」「非常持出品・非常備蓄品」「防災メモ」「災害用伝言ダイヤル 171」「緊急連絡先」「注意報警報」となっている。さらに、3 つのグループの上位から 4 項目を選択し今回の分析対象とした。以下、「雨の降り方」「非常持出品・非常備蓄品」「避難所」「避難の心得」について分析を行う。

表 2 風水害ハザードマップの標準的な記載項目

	共通	風水害
ハザード情報	—	雨の降り方(34) 注意報警報(29)
防災情報	非常持出品/非常備蓄品(35) 防災メモ(34) 災害用伝言ダイヤル171(32) 緊急連絡先(31)	避難所(45) 避難の心得(37) 情報の入手先(36)

カッコ内は記載マップ数(47マップ中)

なお、この他に人口規模、地域特性(地形)、発行年度を変数に加えて、クラスター分析によるハザードマップの分類を行ったが、分類されたグループの記載項目に明瞭な傾向は見られなかった。発行年度については浸水想定区域図作成マニュアルの発行(平成 17 年 5 月)前後に着目した分析を試みたが、マニュアル発行前に作成されたハザードマップ数が 5、発行後に作成されたハザードマップが 42 であり、サンプル数に差があったためと考えられる。

(2) 雨の降り方に関する記載

「雨の降り方」に関する記載は、47 マップ中 34 マップ (72%) にされている。

記載内容は、気象庁による資料「雨の強さと降り方」¹¹⁾(表 3)をもとに作成されたものがほとんどであった。そこで、「雨の強さと降り方」の表に書かれている内容がどれほど採用されているか検証した。「雨の強さと降り方」では、「1 時間雨量 (mm)」，「予報用語」，「人の受けるイメージ」，「人への影響」，「屋内(木造住宅を想定)」，「屋外の様子」，「車に乗っていて」，「災害発生状況」の 8 つの項目について記載されており、それぞれの項目ごとに記載内容を照らし合わせた結果を、表 3 に示す。表 3 では、記載率が高い項目は濃い塗りつぶし、記載率が低い項目は薄い塗りつぶしによって表現している。以下では、8 つの項目ごとに記載内容について述べる。

① 1 時間雨量 (mm)

気象庁資料では、1 時間雨量 (mm) の区分は、「10 以上~20 未満，20 以上~30 未満，30 以上~50 未満，50 以上~80 未満，80 以上~」となっている。この降水量区分と同じ記載は 34 マップ中 27 マップ (79%) であった。区分雨量は同じであるが、「10 以上~20 未満」の区分がないマップが 2 マップ (6%)，「80 以上~」の区分がないマップが 1 マップ (3%) あった。また、区分雨量が異なるマップも 4 マップ (12%) あった。

以下、1 時間雨量 (mm) の区分が気象庁資料と同じ「10 以上~20 未満，20 以上~30 未満，30 以上~50 未満，50 以上~80 未満，80 以上~」である 27 マップに限定して分析を行う。

② 予報用語

「やや強い雨」、「強い雨」、「激しい雨」、「非常に激しい雨」、「猛烈な雨」という記載はすべて、27マップ中27マップ（100%）に記載されていた。

③人の受けるイメージ

「ザーザーと降る」は19マップ（70%）、「どしゃ降り」は25マップ（92%）、「バケツをひっくり返したように降る」は21マップ（78%）、「滝のように降る（ゴーゴーと降り続く）」は27マップ（100%）、「息苦しくなるような圧迫感がある。恐怖を感じる。」は22マップ（81%）に記載されている。これらの項目が70%以上のマップに記載されている理由としては、これらの項目が、雨の強さと降り方を人が感覚的にとらえやすいような説明となっており、雨の強さと降り方をイメージしやすくしているからだと考えられる。

④人への影響

「地面からの跳ね返りで足元がぬれる」は12マップ（44%）、「傘をさしていてもぬれる」は20マップ（74%）、「傘は全く役にたたなくなる」は12マップ（44%）に記載されており、「傘をさしていてもぬれる」は全体の項目の中でも記載率が高かった。

⑤屋内（木造住宅を想定）

「雨の音で話し声が良く聞き取れない」は19マップ（70%）、「寝ている人の半数くらいが雨に気づく」は9マップ（33%）に記載されており、「雨の音で話し声が良く聞き取れない」は全体の項目の中でも記載率が高かった。

⑥屋外の様子

「地面一面に水たまりができる」は17マップ（63%）、「道路が川のようになる」は15マップ（56%）、「水しぶきであたり一面が白っぽくなり、視界が悪くなる」は19マップ（70%）に記載されている。これらの項目は50%以上のマップに記載されており、その理由は視覚的に把握しやすい屋外の状態を説明しているからだと考えられる。

⑦車に乗っている

「ワイパーを早くしても見づらい」は6マップ（22%）、「高速走行時、車輪と路面の間に水膜が生じブレーキが利かなくなる（ハイドロプレーニング現象）」は5マップ（19%）、「車の運転が危険」は8マップ（30%）に記載されている。この項目は全体的に記載率が低く、車に乗っている際の危険性についてはあまり啓発されていないことがわかった。

⑧災害発生状況

「この程度の雨でも長く続くときは注意が必要」は18マップ（67%）、「側溝や下水、小さな川があふれ、小規模の崖崩れが始まる」は24マップ（89%）、「山崩れ・崖崩れが起きやすくなり危険地帯では避難の準備が必要」は22マップ（81%）、「都市では下水管から雨水があふれる」は2マップ（7%）、「都市部では地下室や地下街に雨水が流れ込む場合がある」は3マップ（11%）、「マンホールから水が噴出する」は7マップ（26%）、「土石流が起こりやすい」は14マップ（52%）、「多くの災害が発生する」は18マップ（67%）、「雨による大規模な災害の発生するおそれ強く、厳重な警戒が必要」は26マップ（96%）に記載されている。これらの項目は全体的には記載率が高いが、「都市では下水管から雨水があふれる」や「都市部では地下室や地下街に雨水が流れ込む場合がある」、「マンホールから水が噴出す

る」といった、内水氾濫に関する記載は少ないことがわかった。

また、上記以外の記載内容として、1時間雨量（mm）10以上～20未満で「ワイパーを早くしなければ見づらい」が2マップ、1時間雨量（mm）20以上～30未満で「テレビやラジオなどで今後の気象情報に注意が必要」が4マップ、「道路冠水のおそれがある」が2マップ、1時間雨量（mm）30以上～50未満で「道路規制がおこなわれる」が6マップ、1時間雨量（mm）50以上～80未満で「中小の河川ははん濫の可能性が高い」が3マップで記載されていた。

表3 「雨の強さと降り方」に関する項目の記載率

1時間雨量 (mm)	予備用語	人の受けるイメージ	人への影響	屋内（木造住宅を想定）	屋外の様子	車に乗っている	災害発生状況
10以上～20未満	やや強い雨	ザーザーと降る(19)	地面からの跳ね返りで足元がぬれる(12)	雨の音で話し声が良く聞き取れない(19)	地面一面に水たまりができる(17)		この程度の雨でも長く続くときは注意が必要(18)
20以上～30未満	強い雨	どしゃ降り(25)			ワイパーを早くしても見づらい(6)		側溝や下水、小さな川があふれ、小規模の崖崩れが始まる(24)
30以上～50未満	激しい雨	バケツをひっくり返したように降る(21)	傘をさしていてもぬれる(20)		道路が川のようになる(15)	高速走行時、車輪と路面の間に水膜が生じブレーキが効かなくなる(ハイドロプレーニング現象)(5)	山崩れ・崖崩れが起きやすくなり危険地帯では避難の準備が必要(22) 都市では下水管から雨水があふれる(2)
50以上～80未満	非常に激しい雨	滝のように降る(ゴーゴーと降り続く)(27)	寝ている人の半数くらいが雨に気づく(9)		水しぶきであたり一面が白っぽくなり、視界が悪くなる(19)	車の運転が危険(8)	都市部では地下室や地下街に雨水が流れ込む場合がある(7) マンホールから水が噴出する(14) 土石流が起こりやすい(18) 多くの災害が発生する(18)
80以上～	猛烈な雨	息苦しくなるような圧迫感がある。恐怖を感じる。(22)	傘は全く役に立たなくなる(12)				雨による大規模な災害の発生するおそれ強く、厳重な警戒が必要(26)

カッコ内は記載マップ数(27マップ中) 記載率 0% 100%

次に、表記方法について述べる。雨の降り方を表すためにイラストを用いているマップは、34マップ中27マップ（79%）あった。イラストに使用されている素材には、「傘」、「車」、「災害の様子」、「屋内にいる様子」、「建物」の5種類があり、これらを組み合わせて雨の降り方の様子が描かれていた。「傘」のイラストが最も多く用いられており、26マップに用いられていた。また、イラストでは「傘」の次に「車」が多く用いられているが、車に乗っている時の危険性について説明がされているマップは少ない、ということがわかった。

(3) 非常持出品・非常備蓄品に関する記載

「非常持出品・非常備蓄品」に関する記載は、47マップ中36マップ（77%）にされている。

非常持出品または非常備蓄品として記載されている項目を抜き出す際、表記の違いも別の項目として数えると、項目数は274にのぼった。そのうち、同じ品目と見なせる項目を一つの表記に集約すると、項目数は195となった。例えば、雨ガッパ、カッパ、レインコートは同じ品目と見なし、「雨ガッパ」という表記に集約した。

195項目のそれぞれの記載率の分布は、図9に示す。

以下に記載率が高い上位15項目を記述する（カッコ内は記載マップ数と36マップ中の記載率）。

1. 懐中電灯（36マップ，100%）
1. 携帯ラジオ（36マップ，100%）
3. 予備電池（28マップ，78%）
3. 現金（28マップ，78%）
5. 飲料水（25マップ，69%）
6. 衣料（23マップ，64%）
7. 貴重品（21マップ，58%）
8. ライター（20マップ，56%）

9. 雨ガッパ (19 マップ, 53%)
10. 下着 (18 マップ, 50%)
10. 通帳 (18 マップ, 50%)
12. ナイフ (17 マップ, 47%)
13. タオル (16 マップ, 44%)
13. 紙おむつ (16 マップ, 44%)
13. 救急医療品 (16 マップ, 44%)

品目の表記方法としては、チェックリスト、品目のイラスト、説明文の3つの要素が組み合わされて表記されていた。最も多い表記方法は、チェックリストと品目のイラストを用いた表記方法で、36 マップ中 16 マップ (44%) で採用されていた。

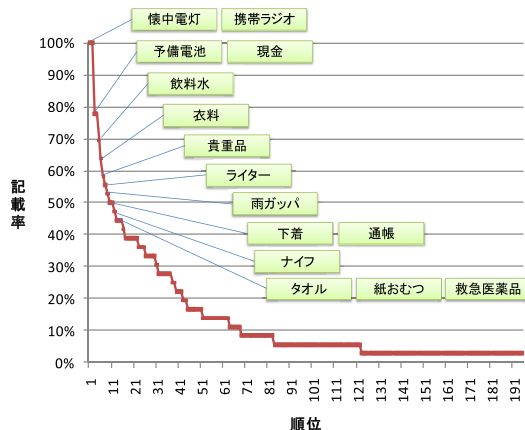


図9 「非常持出品・非常持出品」の記載率分布

(4) 避難所・避難の心得に関する記載

a) 避難所に関する記載

「避難所」に関する記載は、47 マップ中 45 マップ (96%) にされている。

記載内容は、避難所リストであり、避難所の名称、電話番号、住所などがリスト化されている。47 マップ中、避難所リストの記載がない2 マップについては、地図上に避難所のポイントを打ち、名称のみを記載している。

b) 避難の心得に関する記載

「避難の心得」に関する記載は、47 マップ中 37 マップ (78%) にされている。その中から55の項目が抽出された。これらは、「一般的な避難」と「風水害に関する避難」、また両方の避難について記載されている項目に分類された。

「避難の心得」として記載されている内容は、全部で54種類あった。クラスター分析を用いて記載項目の分類を行った結果、記載率の違いによって3つのグループに分類された。最も記載率が高いグループは、「みんなで助け合う」、「早めの行動」、「足元注意」、「歩いて避難」、「要援護者の優先」であり、これら5項目を標準的な記載項目とする。

また、「避難の心得」に関する項目は、避難所へ避難することを前提とした項目が多いことがわかった。洪水ハザードマップ作成の手引きでは、避難のための十分な時間を確保できない場合や浸水深によっては、計画された避難場所等に避難することが必ずしも適切ではなく、自宅の2階などへ避難する、とされているが、「垂直避難」については47 マップ中 6 マップのみに記載されていた。

5. 浸水深の表示方法の分析

(1) 浸水深の表示方法の分類

浸水深と表示色の関係を、表4にまとめる。浸水深のランク区分は、1段階から7段階までであった。表示色の選定については、筆者がハザードマップ上の色に最も近いと目視で判断したコンピューター上の色を選定した。浸水深の表示色については、40種類の色が使われていた。

(2) 浸水深想定区域図作成マニュアルとの比較

浸水深想定区域図作成マニュアル¹²⁾は、浸水深想定区域図を作成するための標準的手法を定めたものであり、浸水深の表示については、浸水深のランク区分、浸水深ランクの色分けについて記載されている。

a) 浸水深のランク区分の多様性

マニュアルでは、表5に示す浸水の目安を参考に、「0～0.5m 未満、0.5～1.0m 未満、1.0～2.0m 未満、2.0～5.0m 未満、5.0m 以上の5段階を標準としているが、必要に応じて2.0～3.0m 未満、3.0～4.0m 未満、4.0～5.0m 未満等の段階を設定する」と書かれている。分類の結果、59図面中もっとも多い区分数は4段階(19図面)であり、次に5段階(17図面)、7段階(14図面)であった。区分数が同じでも境界となる浸水深が異なるものもあり、マニュアルにある5段階の区分と同じものは17図面中10図面であった。

表5 浸水深によるランク

浸水深	浸水の目安
0.5m	大人の膝までつかる程度
1.0m	大人の腰までつかる程度
2.0m	1階の軒下まで浸水する程度
5.0m	2階の軒下まで浸水する程度

b) 浸水深ランクの色分け

マニュアルに記載されている5段階、7段階での色見本を、表4の最下段に示す。

見本では、浸水深が低い順に黄、緑、青、紫の色相で色分けされているが、1段階目で黄が使われている図面は59図面中43図面あり、これらは2段階目には必ず緑が使われている。3段階目以降は、基本的には青、紫の色相の色が使われているが、微妙な色の違いが見られる。

59図面で40種類の色が使われており、マニュアルの見本色はあくまで基本であるとしてもその種類は非常に多い。そのためマニュアルに忠実な図面であるかどうか判断することは困難である。しかし、明らかにマニュアルと異なる配色の図面は13ある。これらの図面は、1段階目が黄ではない(青、紫、オレンジなど)という違いや、異なる色相を用いるのではなく、一つの色相で明度を変えて表記している、という違いがある。一つの色相で明度を変えて表記している図面数は3であった。

以上より、ランク区分と色分けの表記方法はさまざまであり、マニュアルに準じた表記方法と言える図面は非常に少ないことがわかった。

しかし、浸水深想定区域図作成マニュアルの発行(平成17年5月)以前に作成された図面では、1段階目に黄、2段階目に緑を使用している図面が9図面中4図面(44%)であるのに対し、マニュアル発行以後に作成された図面では、50図面中38図面(76%)であった。このことから、マニュアル発行後はマニュアルに沿った色

表 4 浸水深と表示色の関係

自治体	マップ名	図面No	0.25	0.5	0.75	1	1.25	1.5	1.75	2	2.25	2.5	2.75	3	3.25	3.5	3.75	4	4.25	4.5	4.75	5 (m)	
神戸市	洪水に備えて	02-1																					
尼崎市	「洪水ハザードマップ」河川の洪水に備えて	03-1																					
		03-2																					
西宮市	西宮市防災マップ	05-2																					
		05-5																					
伊丹市	伊丹市洪水ハザードマップ	06-1																					
宝塚市	宝塚市 ハザードマップ	08-1																					
川西市	川西市防災マップ	09-1																					
三田市	ハザードマップさんだ	10-2																					
猪名川町	猪名川町浸水区域図	11-1																					
明石市	明石市風水害ハザードマップ	13-1																					
		13-2																					
		13-3																					
明石市	明石市風水害ハザードマップ資料集(風水害編)	14-1																					
		14-2																					
加古川市	加古川市総合防災マップ	15-1																					
		15-2																					
		15-3																					
高砂市	高砂市 地震・洪水ハザードマップ	16-2																					
		16-3																					
稲美町	喜瀬川洪水ハザードマップ	17-1																					
稲美町	稲美町ため池ハザードマップ	18-1																					
播磨町	播磨町総合防災マップ	19-1																					
		19-2																					
		19-3																					
西脇市	西脇市防災マップ	20-1																					
三木市	三木市洪水ハザードマップ 三木市洪水避難地図	21-1																					
小野市	小野市洪水避難地図	22-1																					
加西市	加西市防災マップ	23-1																					
加東市	加東市防災ガイドブック	24-1																					
福崎町	福崎町防災マップ	26-1																					
市川町	市川町洪水ハザードマップ	27-1																					
神河町	神河町洪水ハザードマップ	28-1																					
姫路市	姫路市洪水ハザードマップ【災害予想地図】	29-1																					
多可町	多可町防災マップ	30-1																					
相生市	相生市ハザードマップ	31-1																					
たつの市	たつの市防災マップ	32-1																					
赤穂市	赤穂市ハザードマップ	33-1																					
		33-2																					
		33-3																					
宍粟市	宍粟市 洪水ハザードマップ	34-1																					
太子町	太子町洪水ハザードマップ	35-1																					
上郡町	上郡町ハザードマップ	36-1																					
佐用町	佐用町防災マップ	37-1																					
豊岡市	豊岡市防災マップ	38-1																					
		38-2																					
		38-3																					
養父市	養父市防災マップ	39-1																					
朝来市	朝来市防災マップ	40-1																					
香美町	香美町洪水ハザードマップ	41-1																					
新温泉町	新温泉町洪水ハザードマップ	42-1																					
篠山市	篠山市防災マップ	43-1																					
丹波市	丹波市防災マップ	44-1																					
淡路市	淡路市防災情報マップ	45-1																					
		45-2																					
		45-3																					
		45-4																					
南あわじ市	南あわじ市洪水ハザードマップ	46-1																					
洲本市	洲本市防災マップ	47-1																					
浸水想定区域図作成マニュアル 色見本																							

分けがされる傾向に移ったことがわかる。

(3)ISO/TC22324 との比較

ISO/TC22324 とは、ISO 22324 Societal security - Emergency management - Colour-coded alert のことを指し、指揮・命令及び協力・協調企画の開発を担当しているTC223/WG3 の活動において開発された国際規格の一つであり、色によって危険度の違いを表している。緑、黄、赤の順に危険度が増し、緑は安全、黄は注意、赤は危険の意味を表す。

浸水ランクの色分けでは、緑を使用している図面が59 図面中 48 図面であった。また、浸水深の浅い順に黄、緑の色分けがされている図面は 43 図面あった。これは、浸水想定区域作成マニュアルを反映しているためと考えられるが、ISO/TC22324 の規格には反している図面がほとんどであることがわかった。

なお、この他に人口規模、地域特性（地形）、作業者を変数に加えて、クラスター分析による図面の分類を行ったが、分類されたグループの浸水深表示方法に明瞭な傾向を得ることができなかった。

6. 標準的ハザードマップ表現手法

(1)地図面の標準的表現手法

第3章において、現行のハザードマップの地図面を分類し、その結果をもとに地図面の標準的表現手法を図7のように示した。これは現行のハザードマップの傾向か

ら考察した結果であり、図7は地図面の標準的表現手法の一提案である。

(2)標準的な文字情報

第4章において、現行の洪水ハザードマップの文字情報を分類し、標準的な文字情報を表2のように示した。ここでは現行の洪水ハザードマップにおいて記載率が高い項目を標準的な文字情報とし、「雨の降り方」「非常持出品・非常備蓄品」「避難所」「避難の心得」については詳細な分析を行った。

(3)標準的ハザードマップ表現手法

第3章、第4章で示した地図面の標準的表現手法と、標準的な文字情報を組み合わせ、標準的ハザードマップ表現手法を図10のように示す。文字情報は“何を説明するか”ということを決定する要素として、表現手法の流れの中に加えた。

地図内容を決定した後、“何を説明するか”、“何を見せるか”、“どう届けるか”ということについて具体的方法を決定していく。“何を説明するか”、“何を見せるか”の選択は、どのような情報をどのような形で見せたいか、ということを検討して決定される。“どう届けるか”の選択は、ハザードマップを全戸配布することを想定しており、実際にハザードマップをどう利用、保存させたいか、ということを検討して決定される。

以上のような手順でハザードマップを表現する方法を、標準的ハザードマップ表現手法として提案する。

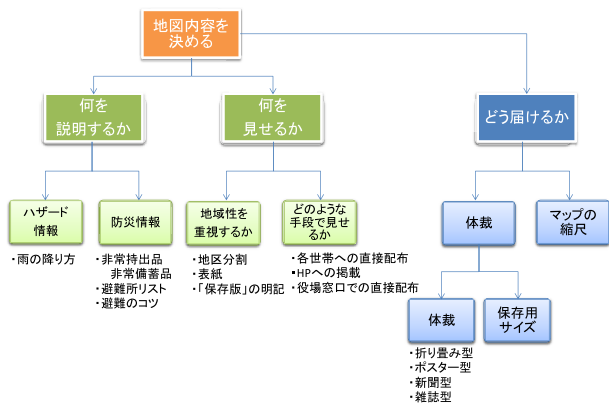


図10 標準的ハザードマップ表現手法

(4) 今後の展開

本研究で示した標準的な記載項目は、まだすべての項目について十分な分析ができていないため、今後さらに詳細な分析を続ける。また、地図面の分析に用いる変数に、作成予算や作成業者、マップの紙質など新たな変数を加えて分析し、より現実に近い形のハザードマップ表現手法を提案していくことを目指す。

本研究の位置付けは、ハザードマップ作成におけるコミュニケーションの過程の一要素を分析し、明らかにした研究である。「誰が」「どんな情報を」「どんな手段で」「誰に対して」「いつ」提供するのか、といったことがハザードマップを作成する上で考慮する要素であり、これらを分析していくことでより効果的なハザードマップが作成され则认为。本研究ではこれらの要素のうち、兵庫県内の全41市町が、どのような情報を、どのような手段を用いて表現しているか、という点を明らかにした。また、ハザードマップの構成要素の類型化を行い、効果的なハザードマップであるかどうかを評価する指標を整理した。本研究で、現行のハザードマップの分析結果から標準的ハザードマップ表現手法を提案したが、今後は整理した指標をもとに、利用者視点も含め、効果的なハザードマップに必要な要素とは何か、ということの評価していく必要がある。

謝辞

本研究を進めるにあたり、特定非営利活動法人防災デザイン研究会の皆様には多くのご助言、ご協力をして戴いた。ここに感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 京大・NTT リジリエンス共同研究グループ：しなやかな社会の創造 災害・危機から生命、生活、事業を守る，日経 BP 企画，pp.14, 2009
- 2) 京大・NTT リジリエンス共同研究グループ：しなやかな社会の創造 災害・危機から生命、生活、事業を守る，日経 BP 企画，pp.19-20, 2009
- 3) 国土交通省：全国の浸水想定区域及び洪水ハザードマップ作成・公表状況，
<http://www.mlit.go.jp/river/bousai/main/saigai/tisiki/syozaiti/pdf/shinsui-hm.pdf>, 2010
- 4) 社会法人日本損害保険協会，株式会社野村総合研究所：洪水ハザードマップ等の現状・課題に関する調査研究，
<http://www.sonpo.or.jp/news/file/00476.pdf>, 2010
- 5) 市古太郎 他：荒川下流左岸地域におけるハザードマップ認知と広域避難率の向上に関する研究，日本都市計画学会学術研究論文集，No.45-3, pp.559-564, 2010
- 6) 片田敏孝 他：災害リスク・コミュニケーションツールとしてみた洪水ハザードマップの可能性，土木計画学研究講演論文集，pp.234-237, 2007
- 7) 神戸市：過去に神戸市で起きた水害（昭和の3大水害），
http://www.city.kobe.lg.jp/life/town/river/suigaionae/02kako_02.html, 2009
- 8) 兵庫県：阪神・淡路大震災の概要と特徴，
http://web.pref.hyogo.jp/pa17/pa17_000000001.html, 2006
- 9) 国土交通省：都道府県別ハザードマップ公表状況，
<http://www.mlit.go.jp/river/bousai/main/saigai/tisiki/syozaiti/pdf/kenbetu-hm.pdf>, 2010
- 10) 京大・NTT リジリエンス共同研究グループ：しなやかな社会の創造 災害・危機から生命、生活、事業を守る，日経 BP 企画，pp.38, 2009
- 11) 気象庁：雨と風の表，
http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/yougo_hp/amehyo.html, 2002
- 12) 国土交通省河川局治水課：浸水想定区域図作成マニュアル，pp.17, 2005

(原稿受付 2011.6.5)

(登載決定 2011.9.10)