

行動指南型洪水ハザードマップの開発

片田 敏孝¹・及川 康²・児玉 真³

¹正会員 群馬大学大学院教授 広域首都圏防災研究センター (〒376-8515 桐生市天神町1-5-1)
E-mail: katada@gunma-u.ac.jp

²正会員 群馬大学大学院講師 広域首都圏防災研究センター (〒376-8515 桐生市天神町1-5-1)
E-mail: oikawa@gunma-u.ac.jp

³正会員 (株)IDA社会技術研究所 (〒376-0053 桐生市東久方町1丁目1-28)
E-mail: kodama@ida-web.jp

洪水時の人的被害の軽減のためには、必ずしも「避難」のみが適切な住民行動であるとは限らず、実際には浸水被害の進展状況や家屋形式等の条件により適切な住民行動の内容は大きく異なるものである。本研究では、洪水時の適切な避難行動の形態を住民へより確実に指南することを可能とする新たな形態の洪水ハザードマップである「行動指南型洪水ハザードマップ」を開発・提案する。これは、洪水ハザードマップに対する住民自身の高いリテラシーや、行政と住民との綿密なリスク・コミュニケーションの取り組みを必ずしも前提としなくとも、浸水被害の進展状況や家屋形式などの違いを個別に考慮したうえでの適切な住民行動の内容を住民へ提示することを可能とする点において、従来にはない特徴的な洪水ハザードマップとなっている。

Key Words : flood, evacuation, the safety-behavior-indicative flood hazard map

1. はじめに

従来までの洪水ハザードマップにおいて住民に求めてきた「洪水時の適切な住民行動」の内容は概して、災害対策基本法第60条に即した「自宅からの立ち退き避難」のみである場合が多い。しかし、洪水時の人的被害の軽減のためには、必ずしもこのような避難のみが適切な住民行動であるとは限らない。もちろん、浸水前の早めの避難行動であるならば人的被害の軽減に大きな効果を発揮することが期待されるものの、例えば、浸水の中を避難することはかえって危険を伴うであろうし、また、そもそも堅牢なマンション等の高層階の居住者にとっては自宅待機が最も安全な行動形態である場合も多い。すなわち、「洪水時の適切な住民行動」の内容は、当人の「浸水被害の進展状況」や「家屋形式」等の条件により大きく異なるものであると捉えるべきであろう。

したがって、本来ならば必ずしも避難の必要が無い住民や自宅待機の方が安全な住民などに対しても一律に「自宅からの立ち退き避難」のみを適切な行動として強調するこれまでの傾向は、上述のような実態と乖離しているばかりか、場合によってはかえって危険を伴う行動を導きかねず、この点は是正されるべきであると考えられる。また、そのためには、「浸水被害の進展状況」や

「家屋形式」等の条件に応じた「洪水時の適切な住民行動」の喚起・誘導を可能とする新たな洪水ハザードマップの理念が求められていると言えよう。

このような問題認識のもと、本論文は、前述のような「浸水被害の進展状況」や「家屋形式」等の条件に応じた「洪水時の適切な住民行動」の内容を確実に住民へ提示（指南）することを可能とする、従来には無い新たな形態の洪水ハザードマップである「行動指南型洪水ハザードマップ」を開発・提案するものである。本稿では、その意義と作成方法について述べるとともに、その試作版を作成し、それを住民に提示した場合の反応特性について把握・検討を加えた結果を報告する。最後に、今後の実践的展開に向けた活用事例を紹介する。

2. 行動指南型洪水ハザードマップの意義

洪水ハザードマップは、1994年の建設省（現：国土交通省）河川局治水課長の通達によってその作成が始まり、2001年、2005年の水防法改正を経て、2010年3月現在で公表済みの市町村は1,137（整備率86%）に及んでいる¹⁾。本章では、とりわけ洪水ハザードマップに求められる新たな機能、すなわち本研究で提案する行動指南型洪水ハ

ザードマップの意義および位置づけを明らかにする観点から、従来までの洪水ハザードマップの基本機能およびこれまでに指摘されている問題点について概説する。

(1) 洪水ハザードマップがもつ基本機能

洪水ハザードマップの作成要領²⁾によると、その作成目的は「洪水時の人的被害を防ぐこと」にあるとされている。この目的を達成すべく洪水ハザードマップには、「浸水想定区域図」および「避難情報」の掲載が基本事項として求められている。「浸水想定区域図」とは、洪水発生時に想定される浸水深の分布を載せた地図であり、また、ここでの「避難情報」とは、住民が洪水時に避難を行う際に活用する情報であり、具体的には避難場所や避難時危険箇所、避難勧告・指示の発令基準などの情報を指している。もちろん、このような「浸水想定区域図」や「避難情報」が直接的に洪水時の人的被害を防止する訳ではない。これらを読んだ住民自身が「洪水時の適切な住民行動」を理解し、実際の洪水時にはそれを具体的に実行することが本質的に重要であることは言うまでもない。

従来型の洪水ハザードマップに記載が求められている前掲の基本事項のうち、「避難情報」はこの「洪水時の適切な住民行動」に資することを意図としたものであり、一方の「浸水想定区域図」は、その「洪水時の適切な住民行動」の動機付けとなる「洪水リスク特性」の理解に資することを意図としたものとして位置づけることができる。図-1は、これらの関係を模式的に示したものである。しかし、従来型の洪水ハザードマップにおいては、図中の「浸水想定区域図」から「(ii)洪水リスク特性の理解」に至るパス1、および「避難情報」から「(iii)洪水時の適切な住民行動の理解」に至るパス2の双方が、必ずしも円滑に機能するとは限らないという問題点が指摘されている。以下ではその問題点の背景について概説する。

(2) これまでに指摘されている問題点

a) 「(ii)洪水リスク特性の理解」に関する問題点

従来型の洪水ハザードマップに記載が求められている基本事項のうち、「(ii)洪水リスク特性の理解」に関わる提示情報としては、地図に表示された「浸水想定区域図」が主となる(図-1のパス1に該当)。「浸水想定区域図」は、洪水で河川が氾濫した場合に地域でどのように浸水するのかについて、その浸水の区域を浸水の深さごとに色分けして地図上に示した図面である。「浸水想定区域図」は、破堤等についてある一定の条件を設定したもとで行った氾濫解析の計算結果に基づき作成されるものである。しかし、このような前提条件を十分に理解

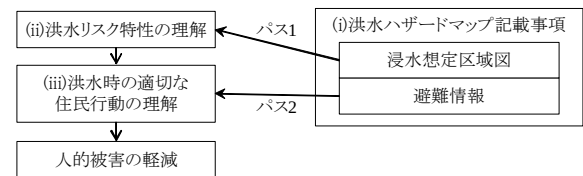


図-1 洪水ハザードマップの基本機能

しないままに「浸水想定区域図」に示される領域および浸水深を住民が閲覧すると、以下のように、地域の正しい「(ii)洪水リスク特性の理解」に繋がらないばかりか、誤解を招いてしまう可能性が指摘されている。

そのひとつが、「災害イメージの固定化の問題」³⁾である。災害イメージの固定化とは、住民が洪水ハザードマップに記載される「浸水想定区域図」から自宅の浸水深を読み取ると、それがその人の想定する浸水深の最大値を規定してしまう心理的傾向を指す。言うまでもなく「浸水想定区域図」に示される浸水深はある一定の条件に基づく一つの氾濫解析の結果に過ぎず、将来にわたって洪水氾濫がその解析結果の範囲にとどまるという保証はない。しかし、「浸水想定区域図」から浅い浸水深、もしくは浸水しないことを読み取った住民などにおいては特に、その情報によって安心感をもち、洪水災害時において避難の意向を示さなくなる傾向が片田³⁾によって指摘されている。

また、「浸水想定区域図」の表現力の限界により住民が洪水リスクを誤解してしまう問題も指摘⁴⁾されている。流速が大きい場合は、氾濫水は湛水せずに流下してしまうために、概して浸水深は浅い。この場合、たとえ浸水深が浅くとも歩行による避難が困難であったり、家屋倒壊の可能性もあるなど、危険な場合が多い。しかし、従来の「浸水想定区域図」で表示されるものは浸水深のみである場合が多く、そこに流速までもが表現されることはほとんど無い。このため、住民は流速については考慮せず、洪水ハザードマップに示される浅い浸水深のみに着目し、それによって安心感を持ってしまうことが考えられるのである。

以上のように、住民の適切な「(ii)洪水リスク特性の理解」を念頭におくならば、「浸水想定区域図」のみを示す情報提供方法は断片的かつ間接的に過ぎる方法であり、不十分であると言わざるを得ない。換言するなら、このような断片的かつ間接的な情報提供によって住民の的確な洪水リスク特性の理解を図るには、同時に相当に高度な情報解能力(literacy:リテラシー)が住民自身に備わっていることが併せて必須となると言えよう。しかし、上記の「災害イメージの固定化の問題」や「浸水想定区域図の表現力の限界に基づく問題」などの存在は、そのようなリテラシーが十分に備わっていない実情を端

的に示すものと捉えることが出来よう。

b) 「(iii)洪水時の適切な住民行動の理解」に関する問題点

一方、従来型の洪水ハザードマップに記載される基本事項のうち、「(iii)洪水時の適切な住民行動の理解」に直結する提示情報は「避難情報」である(図-1のパス2に該当)。従来の洪水ハザードマップでは、災害対策基本法第60条に即して、浸水が及ぶことが想定される地域に対して「自宅外への早めの避難行動」のみを住民に求める場合がほとんどであり、また、住民がその避難開始タイミングを判断する材料として避難指示や避難勧告などの避難情報を位置づけているものがほぼ全てを占めている⁹⁾。洪水発生時においては、浸水が及ぶ可能性のある地域に対してこのような「自宅外への早めの避難行動」を一律に呼びかけることは実際には多く行われてきたものの、実態としてはそのような行動を採る住民は一般にごく少数であるだけでなく、実態としてそのような呼びかけが必ずしも常に適切であるとは限らない。

例えば、河川堤防沿いの平屋建ての居住者などのような「自宅が水没・流出するなどして危険であるため、浸水前の避難が必要な住民」についてはまさしく「自宅外への早めの避難行動」が重要となるが、一方、例えば堅牢な建物の高層階の居住者などのような「地域の浸水がはじまっても自宅が水没・流出する可能性は低く、自宅滞在が可能な住民」などにおいては、「自宅外への早めの避難行動」はひとつの選択肢ではあるものの、浸水が退くまでの生活に必要な備えさえあれば「自宅待機」も選択肢の一つに含まれてもよい。なお、避難を躊躇している間に自宅周囲が浸水し始めてしまいやむなく結果的に「自宅待機」の状態になったというケースは実際には多く見受けられることであるが、浸水が始まってから浸水の中を自宅外へ避難することは危険なのでできるだけ避けるべき行動形態であると言える。このように、「浸水被害の進展状況」や「家屋形式」等の周辺状況に応じて実際には適切な住民行動の内容は異なるにも関わらず、これらの住民に対して区別無く一律に自宅外への立ち退き避難のみを要求する現行の災害対策基本法第60条および洪水ハザードマップは、実態と乖離しているにとどまらず、浸水が始まってからの避難といったむしろ危険な行動形態を要求することにすらなりかねない。

このような住民個々の「浸水被害の進展状況」や「家屋形式」等の違いに応じた「(iii)洪水時の適切な住民行動」の内容を市町村が避難勧告や避難指示などの情報発信によって個別対応的に事細かに指示することは実態として不可能であり、ある程度の面的な広がり(例えば町丁目単位や町内会単位など)をもって発表せざるを得ないのが実態である¹¹⁾。このような実態を踏まえるならば、

避難勧告や避難指示を受信した住民は、「自宅外への避難行動」のみが唯一の「(iii)洪水時の適切な住民行動」であると短絡的に思考するのではなく、どのような行動が自分には適切なのかを、自宅待機も選択肢のひとつとして含めて判断できるような、いわば避難勧告や避難指示に対する高いリテラシーを住民自身が保有することが本質的に求められていると考えられるのである。

(3) リスク・コミュニケーションの効果と限界

前節では、従来型の洪水ハザードマップに関しては、それを閲覧した住民が地域の「(ii)洪水リスク特性」と「(iii)洪水時の適切な住民行動」を十分に理解するためには、住民自身に高いリテラシーが備わっていることが重要であるにもかかわらず、実際にはそのようなリテラシーは十分に備わっていないことが背景となって、図-1のパス1およびパス2の双方が円滑に機能しにくくなっている現状を述べた。

このような問題を如何にして克服するかという課題は、換言するならば、従来型の洪水ハザードマップにおいては住民自身のリテラシーに委ねざるを得なかったパス1とパス2の部分、如何にして他の手段等によって代替・補完するのかという課題として捉えなおすことが出来る。その代替・補完の考え方について片田ら⁹⁾は、洪水ハザードマップの作成・公表を行政から住民への一方的な情報伝達ツールとしての活用にとどめるのではなく、行政と住民の双方の共通理解を図るためのリスク・コミュニケーション・ツールのひとつとして位置づけて活用することの重要性を指摘している。リスク・コミュニケーションとは、地域防災に関わる当事者(住民と行政)が互いの信頼関係のもと、地域における災害リスクに関する危険性や課題について認識を共有し、それに対する解決策を講じながら合意形成を図ってゆくプロセスである。このような取り組みは、従来型の洪水ハザードマップにおいて住民自身のリテラシーに委ねざるを得なかった機能を代替・補完する重要な役割を担うものであり、もしこのようなリスク・コミュニケーションが必要十分に行われ得るならば、住民の「(ii)洪水リスク特性の理解」と「(iii)洪水時の適切な住民行動の理解」を大きく促進する効果が期待される。

しかしながら実際には、全ての住民を対象に上述のような綿密なリスク・コミュニケーションを図っていくには多大な時間と労力を要することも事実であり、ましてや対象地域の全住民に対して実施することは実質的には不可能である。これに加え、一般に住民の転出入が恒常的に多い地域では、たとえ綿密なリスク・コミュニケーションを実施したとしてもその効果が地域に蓄積されにくいなどの課題があり、従来型の洪水ハザードマップに

において住民自身のリテラシーに委ねざるを得なかったパス1とパス2の機能を代替・補完するものとして住民と行政とのリスク・コミュニケーションが果たす役割は、限定的にならざるを得ないのが実情である。

(4) 洪水ハザードマップに求められる新たな機能

以上のように、従来型洪水ハザードマップの閲覧のみではパス1およびパス2が安定的に十分に機能することは期待できないことから、それらを代替・補完するための新たな方策、とりわけ住民の高いリテラシーや住民と行政との綿密なリスク・コミュニケーションを必ずしも前提としない新たな方策が求められている状況と言える。

このような観点からは、洪水リスクの特徴をあえて曖昧な表現に留める「概略表記型洪水ハザードマップ⁶⁾」は、「(ii)洪水リスク特性」の概略的理解の促進を目指す新たな形態の洪水ハザードマップとして注目に値する。この「概略表記型洪水ハザードマップ」は、掲載される情報が具体的な数値情報であることに起因して生じていたパス1における種々の弊害（「災害イメージの固定化の問題」や「浸水想定区域図の表現力の限界に基づく問題」）を回避すべく、「(i)洪水リスク特性を日本語で表現すること」、および「(ii)浸水が想定される領域表現を曖昧にする（無機質な楕円、手書き調、等）こと」などを主な特徴としている。これら(i)および(ii)によって示される内容は、浸水想定区域図やその根拠となる氾濫解析結果などに基づいた「行政や専門家による解釈済みの情報」として公表されるものであることから、この概略表記型洪水ハザードマップは、表現手法としては「概略的」でありながらも、浸水想定区域図から住民が読み取るべき「(ii)洪水リスク特性」の内容を住民へ「直接的」に届けることを可能とする点において、従来型洪水ハザードマップにはない特徴を有していると言える。

なお、この概略表記型洪水ハザードマップは、パス2については従来型洪水ハザードマップと同じ問題を依然として含み持っている点に注意が必要である。すなわち、この「避難情報」から「(iii)洪水時の適切な住民行動の理解」に至るパス2の安定化については、現状においても未だ住民の高いリテラシーに委ねるか、もしくは住民と行政との綿密なリスク・コミュニケーションを展開するなどによる代替・補完が必要な状況であり、新たな方策の開発が求められているということである。本研究の着眼点はまさにこの点に対する有効な処方箋を提示することにある。その具体策として本研究では、次章以降でその詳細を述べる「行動指南型洪水ハザードマップ」を提案する。

3. 行動指南型洪水ハザードマップの作成方法

本研究で提案する行動指南型洪水ハザードマップの作成の意義は前章で述べた通りである。ここでは、行動指南型洪水ハザードマップの具体的な作成方法について述べるとともに、それに基づく試作版を作成し提示する。

(1) 行動指南の基本理念

前述のように、実際の洪水に直面した住民の適切な行動の内容は、家屋形式などに基づき「自宅が水没・流出するなどして危険なため滞在不可能（浸水前の避難が絶対に必要）」な住民と「地域の浸水がはじまっても自宅が水没・流出する可能性は低く、自宅滞在は可能」な住民とに大別して指南されるべきである。しかし、従来型洪水ハザードマップでは、一律にこれらの住民に対して避難のみを促す内容となっており（表-1参照）、場合によっては危険な行動形態をむしろ増大させかねない点が危惧されるところであった。

これに対して行動指南型洪水ハザードマップにおいては、まず、そもそもの作成目的であるところの「洪水時の人的被害を防ぐ」という観点に鑑みて、洪水時の適切な住民行動を「危険行動」とそれ以外に明確に峻別したうえで指南することが重要となる。ここにおいて、浸水が生じない状況では身体に危険は生じないと捉えるならば、洪水時における「危険行動」には、「浸水が始まっているにも関わらず浸水の中を避難する行動形態」や「自宅が水没・流出するなどの危険が想定されるなかでの自宅滞在」などが該当すると考えられる。このうち、前者（浸水が始まっているにも関わらず浸水の中を避難する行動形態）については、家屋形式によらず常に「危険行動」と判断されるが、後者（自宅が水没・流出するなどの危険が想定されるなかでの自宅滞在）については、家屋形式によっては必ずしも「危険行動」には該当しない可能性が存在する。すなわち、例えば堅牢なマンションの高層階の居住者などにおいては、自宅待機も選択肢のひとつになり得るということである。

このような考え方に基づき、洪水時における住民の「危険行動」を家屋形式に応じて示すならば、それは表-1中のゴシック斜体で記す部分に該当することとなる。したがって、行動指南型洪水ハザードマップにおいては、浸水状態では「自宅外への避難」と「自宅待機」のいずれも危険となるので浸水前から自宅外へ早期避難するしか選択肢がない住民に対してはその旨を提示して早期避難率の向上を目指し、一方、「自宅待機」も可能な住民については、浸水がはじまった状態での避難はかえって危険であることを提示したうえで、必ずしも避難のみではなく「自宅待機」という選択肢もあるというこ

表-1 行動指南の概略

			従来型の洪水ハザードマップにおいて住民に求める行動内容	行動指南型洪水ハザードマップにおける行動指南内容		
				非浸水状態での行動	浸水状態での行動	指南の文言
家屋形式に応じた浸水特性	自宅が水没・流出するなどして危険なため滞在不可能.		早めの避難	○避難 ×自宅待機	×避難 ×自宅待機	【[C1]要避難】自宅が水没・流出するなどして滞在不可能となる. 浸水前の避難が必要 (表-5 内の[C1]に該当)
	地域の浸水がはじまっても自宅が水没・流出する可能性は低く, 自宅滞在は可能.	湛水時間は長い.		○避難 △自宅待機 (要備え)	×避難 △自宅待機 (要備え)	【[C2]待機可(備え)】地域の浸水がはじまっても自宅が水没・流出する可能性は低く, 自宅滞在は可能. ただし長い湛水時間に備えが必要 (表-5 内の[C2]に該当)
		湛水時間は長くない.		○避難 ○自宅待機	×避難 ○自宅待機	【[C3]待機可】地域の浸水がはじまっても自宅が水没・流出する可能性は低く, 自宅滞在は可能 (表-5 内の[C3]に該当)

※表内のゴシック斜体は「危険行動」

表-2 浸水想定時における居住の水没危険性の判定

		住居の形状	
		1階建	2階建以上
予想最大浸水深 住居位置の	2階床上浸水 (浸水深 2.75m 以上)	水没危険高い	水没危険高い
	1階床上浸水 (浸水深 0.45m 以上)	水没危険高い	—
	1階床下浸水 (浸水深 0.45m 未満)	—	—

表-3 浸水想定時における居住の倒壊危険性の判定

		住居の形状	
		木造	鉄筋・鉄骨・コンクリート造
流体力 予想最大 住居位置の	$U^2 \times H \geq 15$ (倒壊)	倒壊危険高い	—
	$U^2 \times H < 15$ (非倒壊)	—	—

とを明示することによって, 危険行動の低減を目指すことが基本理念となる.

このような行動指南型洪水ハザードマップを平時から各住民へ配布しておくことは, 2章(1)b)にて指摘した「洪水時の適切な住民行動の理解に対する問題点」の克服の観点で大きな意義を持つものと考えられる. すなわち, ある程度の面的な広がりをもって発表されざるを得ない避難勧告や避難指示は, 従来であればそれは単なる「自宅外への避難」を推奨する情報としての意味しか持ち得なかったものの, 行動指南型洪水ハザードマップがいわば避難勧告や避難指示に対するフィルターの役割を担うことによって, 住民自身が個別の「家屋形式」等を勘案したうえで「自宅外への避難」か「自宅待機」かの選択を行うことができるようになる訳である. 特記すべきなのは, 避難勧告や避難指示に対する住民自身の高いリテラシーを従来型ほどには必要とせず, また, 住民と行政との綿密なリスク・コミュニケーションを要さずとも, 洪水時にどのような行動を採るべきかの判断の指針を住民が得ることが可能という点である.

(2) 行動指南のための危険度判定の方針

以上のような行動内容を具体的にマップ上で指南するためには, まず, 表-1にあるような住民の「家屋形式に応じた浸水特性」の判別が必要となる. このために, 作成対象地域内の各地点に関して,

- 浸水時に居住場所が水没するか否か,
 - 浸水時に居住場所が倒壊するか否か,
 - 浸水時に居住場所の湛水時間が長期に及ぶか否か,
- という3点について氾濫解析等の結果から抽出する必要がある. 以下では, それらの抽出条件について述べる.

a) 浸水時に居住場所が水没するか否かの判定方法

住民の住居位置に浸水が生じた場合, 居住場所の床面が水没せずに滞在が可能か否か, という点がこの項目のポイントとなる. 判定は「住居位置の最大浸水深」, 「標高」, 「住居の階数」をもとに行う. 1階建住居については1階床上の水没により滞在不可能となると考えられ, 同様に2階建住居については2階床上の水没により滞在不可能となると考えられることから, 1階床面高さおよび2階床面高さの一般的な数値を建築基準法施行令第21条および第22条に基づきそれぞれ0.45mと2.75mとし

表-4 行動指南型洪水ハザードマップ作成のために必要な氾濫解析出力項目

決壊想定 地点※1	決壊からの 経過時間※2	メッシュ a			メッシュ b			～	対象地域の全メッシュ※4		
		浸水深	流体力	湛水 時間※3	浸水深	流体力	湛水 時間※3		浸水深	流体力	湛水 時間※3
A	0分後	〇〇m	〇〇	〇分間	〇〇m	〇〇	〇分間	～	〇〇m	〇〇	〇分間
	1分後	〇〇m	〇〇		〇〇m	〇〇			〇〇m	〇〇	
	～	～	～		～	～			～	～	
	洪水収束まで※3	〇〇m	〇〇		〇〇m	〇〇			〇〇m	〇〇	
B	0分後	〇〇m	〇〇	〇分間	〇〇m	〇〇	〇分間		〇〇m	〇〇	〇分間
	1分後	〇〇m	〇〇		〇〇m	〇〇			〇〇m	〇〇	
	～	～	～		～	～			～	～	
	洪水収束まで※3	〇〇m	〇〇		〇〇m	〇〇			〇〇m	〇〇	
～		～	～	～	～	～	～		～	～	～
全て	0分後	〇〇m	〇〇	〇分間	〇〇m	〇〇	〇分間		〇〇m	〇〇	〇分間
	1分後	〇〇m	〇〇		〇〇m	〇〇			〇〇m	〇〇	
	～	～	～		～	～			～	～	
	洪水収束まで※3	〇〇m	〇〇		〇〇m	〇〇			〇〇m	〇〇	
最大値		〇〇m	〇〇	〇分間	〇〇m	〇〇	〇分間	～	〇〇m	〇〇	〇分間

※1: 通常は複数地点を想定する。

※2: 必ずしも 1 分間隔である必要はない。ただし、荒すぎると最大浸水深や最大流体力などを捉えられない等の精度低下が懸念される。細かすぎるとデータ量が膨大となる。なお、経過時間の「開始時刻」を「決壊時刻」とするのは外水氾濫のみを考慮する場合であり、内外水複合型氾濫を想定する場合には「最も早く浸水が開始するメッシュの浸水開始時刻」である。

※3: 0.45m 以上の浸水の継続時間である。24 時間以上か未満かの判定に使用する。最も遅く浸水が開始したメッシュの湛水時間が 24 時間以上か未満かを判定する必要があるため、計算時間の範囲は一意に決めることはできない。

※4: 氾濫解析の対象地域の全域のメッシュについてである。メッシュサイズが大きすぎると最大浸水深や最大流体力などを捉えられない等の精度低下が懸念されるが、メッシュサイズが小さすぎるとメッシュ数が膨大となる。

表-5 居住地の浸水特性と行動指南内容の一覧

居住地の浸水状況 居住場所の 倒壊可能性 居住場所の 湛水時間					家屋型式				
					木造		鉄筋・鉄骨・コンクリート造		
					1階建	2階建以上	1階建	2～3階建	4階建以上
パターン	1	2階床上浸水	倒壊可能性：大	24hr 以上	[C1]	[C1]	[C1]	[C1]	[C2]
	2			24hr 未満	[C1]	[C1]	[C1]	[C1]	[C3]
	3		倒壊可能性：小	24hr 以上	[C1]	[C1]	[C1]	[C1]	[C2]
	4			24hr 未満	[C1]	[C1]	[C1]	[C1]	[C3]
	5	1階床上浸水	倒壊可能性：大	24hr 以上	[C1]	[C1]	[C1]	[C2]	[C2]
	6			24hr 未満	[C1]	[C1]	[C1]	[C3]	[C3]
	7		倒壊可能性：小	24hr 以上	[C1]	[C2]	[C1]	[C2]	[C2]
	8			24hr 未満	[C1]	[C3]	[C1]	[C3]	[C3]
	9	1階床下浸水	倒壊可能性：大	—	[C1]	[C1]	[C3]	[C3]	[C3]
	10		倒壊可能性：小		[C3]	[C3]	[C3]	[C3]	[C3]

(※表内の[C1][C2][C3]は表-1 に示す行動指南内容のパターンを示す)

て、表-2のような方法により浸水時に居住場所が水没するか否かを判定することとする。

b) 浸水時に居住場所が倒壊するか否かの判定方法

住民の居住位置に浸水が生じた場合に、住居が居住不可能となるほどの被害が生じ得るか否かという視点である。判定は「住居位置の浸水深」、「流速」、「標高」、「家屋構造(木造/鉄筋・鉄骨・コンクリート造)」に基づき、表-3に示すように、U(流速)の二乗にH(浸水深)を乗ずることで算出される流体力の値が1.5以上

となる場合には、家屋倒壊可能性が高く居住不可能な状態となる危険性が高いと判断する⁸⁾。ここでの判定は木造家屋が想定されており、鉄筋・鉄骨・コンクリート造の家屋の場合には適用しないものとする。

c) 浸水時に居住場所の湛水時間が長期に及ぶか否かの判定方法

住民の居住位置に生じた浸水が長時間に及ぶか否かという視点である。ここでは、1階床上以上の浸水が24時間以上に及ぶか否かを判断基準とした。

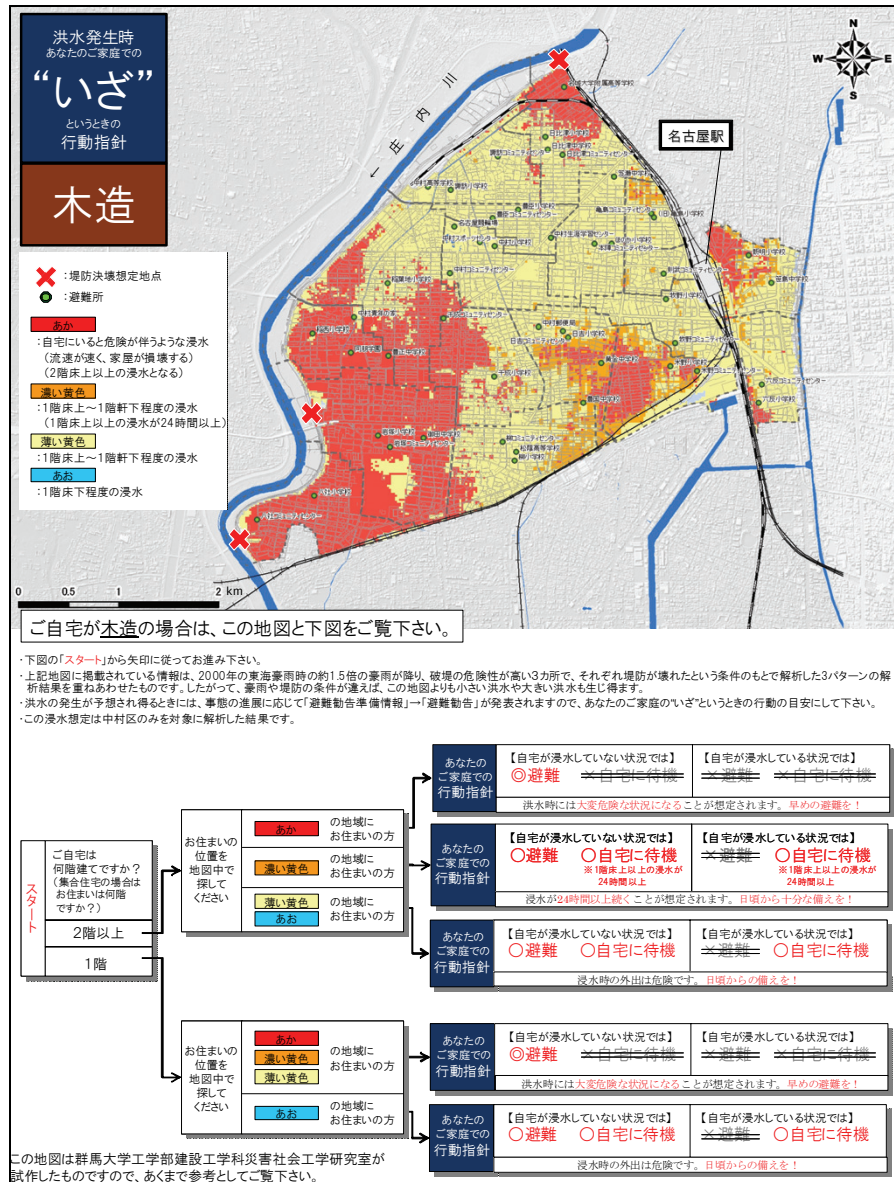


図-2 行動指針型洪水ハザードマップ（木造用）（名古屋市中村区を対象とした試作版）

(3) 氾濫解析の必要出力項目

前節で挙げた「a) 浸水時に居住場所が水没するか否か」と「b) 浸水時に居住場所が倒壊するか否か」と「c) 浸水時に居住場所の湛水時間が長期に及ぶか否か」の各条件を判定するためには、その基となる氾濫解析にて「浸水深の最大値」と「流体力の最大値」と「湛水時間の最大値」が各メッシュについて算出されることが必要となる。具体的には、表-4に示されるような出力項目が必要となる。

(4) 行動指針内容の掲載方法の工夫

3. (2)にて挙げた「a) 浸水時に居住場所が水没するか否か」と「b) 浸水時に居住場所が倒壊するか否か」と「c) 浸水時に居住場所の湛水時間が長期に及ぶか否か」の各条件のうち、a) とb) の判定内容は住居形式に依存し

て異なってくるため、表-1に示した【[C1]要避難】、【[C2]待機可（要備え）】、【[C3]待機可】の3種類の行動指針は、表-5のように家屋形式の違いに対応させて提示する必要がある。

本研究で提案する行動指針型洪水ハザードマップにおいては、表-5の行方向の内容（パターン1～10）を地図上に色の分布によって示し、それを読み取った閲覧者が自身の家屋形式（表-5の列方向の内容：木造か鉄筋・鉄骨・コンクリート造か、何階建てか）に照らし合わせるによって具体的な行動指針内容（[C1][C2][C3]）にたどり着くような提示方法を採用する。このうち表-5の列方向の家屋形式に関しては、閲覧者にとっては固定の条件なので、その判断に困難は要しない。しかし、表-5の行方向に示す10種類の場合分けを地図から判読することに関してはやや煩雑であり、誤判読の可能性も否めない。

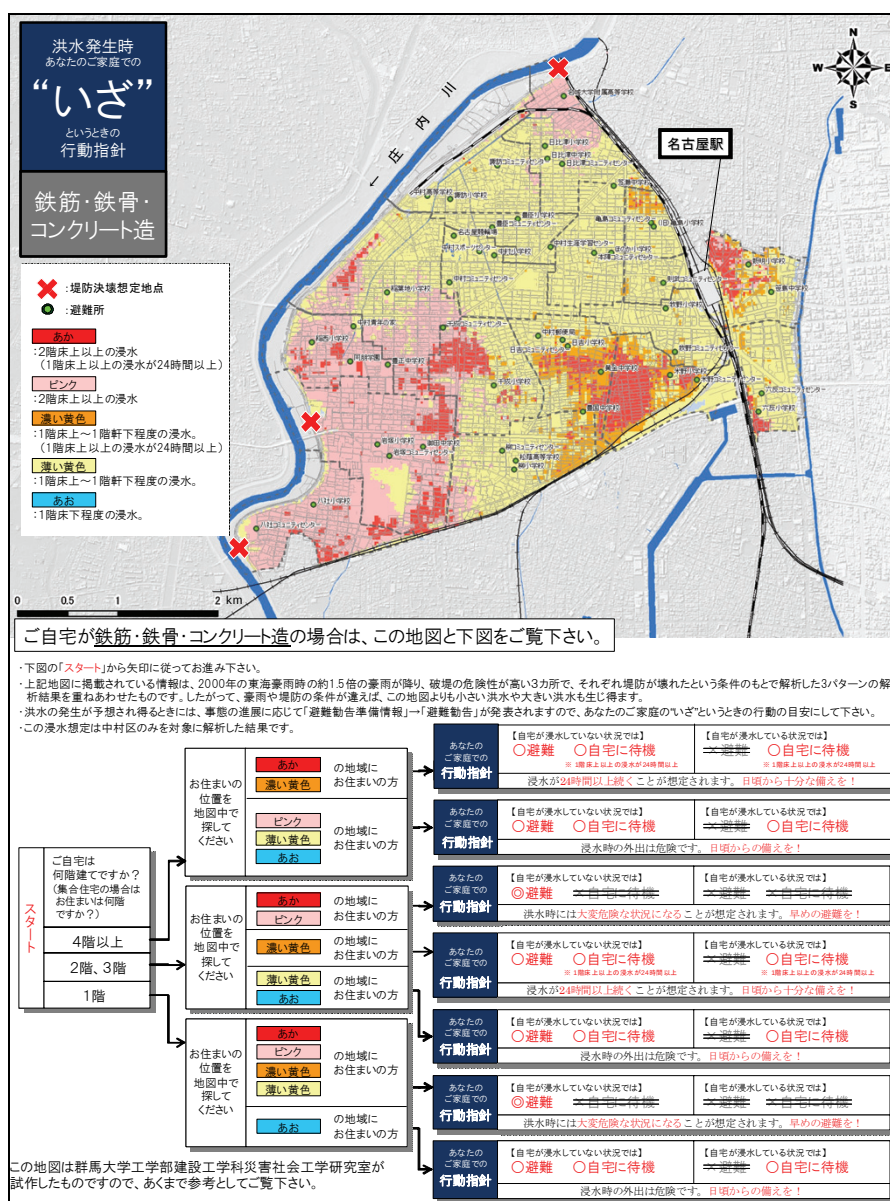


図-3 行動指南型洪水ハザードマップ（鉄筋・鉄骨・コンクリート造用）（名古屋市中村区を対象とした試作版）

そこで本研究では、「木造」用と「鉄筋・鉄骨・コンクリート造」用とにマップを分けて記載することで、判読し易さを確保するよう工夫した。すなわち、表-5の行方向に示される10種類の場合分けは、木造に限定すると4種類、鉄筋・鉄骨・コンクリート造に限定すると5種類となり、それぞれ簡潔に示すことが可能となる。

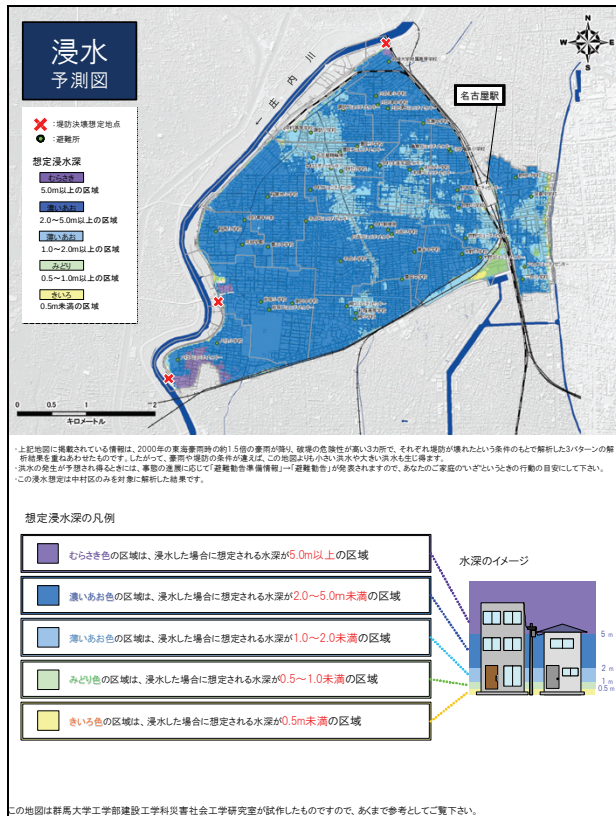
(5) 名古屋市中村区での試作版

以上のような行動指南型洪水ハザードマップの作成方針に従って、庄内川流域の名古屋市中村区を対象とした氾濫解析結果⁹⁾に基づき試作した行動指南型洪水ハザードマップを図-2（木造用）と図-3（鉄筋・鉄骨・コンクリート造用）に示す。

行動指南型洪水ハザードマップで具体的な行動指南にたどり着くためには、まず、自宅の家屋構造（木造一鉄

筋・鉄骨・コンクリート造) に対応したマップをいずれか1つ選択する。地図上には、庄内川の氾濫解析結果による浸水深、流速、湛水時間の各種データから判断される表-5の行方向に示すパターンが色で示されており、そこから住民は、自宅位置の色を読み取る。凡例には、その色がどのような氾濫特性を意味しているのかが記載されている。そして、フローチャートにおいて、そこで読み取った色と、自宅の家屋構造(何階建てか)とを照合し、自分は洪水時において避難すべきなのか、あるいは自宅待機が可能なのかといった行動指南内容が判断できるものとなっている。ここでは、上記のような氾濫特性と家屋条件との照合を可能とするフローチャートをマップの下半分を使って大きめに掲載しており、容易に判別可能なように工夫を施している。

例えば、「鉄筋・鉄骨・コンクリート造」に居住して



いる場合は図-3のみを閲覧すればよく、そこにおいて、住居が「2階」で居住位置が「ピンク」の地域であるならば、その人に対しては【自宅周辺が浸水してしまうと「避難」も「自宅待機」も両方とも危険になってしまうので、浸水する前の段階で早めに「避難」することが重要です。】といったメッセージ（行動指南内容）が届けられることとなる。また、同図内において居住位置が「ピンク」の地域で同じであっても、住居階が異なり「4階」であるならば、その人に対して届けられるメッセージは異なることとなり、【「避難」するなら浸水する前の段階で早めに行いましょう。なお、自宅周辺が浸水してから「避難」は危険ですので、その場合は「自宅待機」の方が安全です。】といったものとなる。

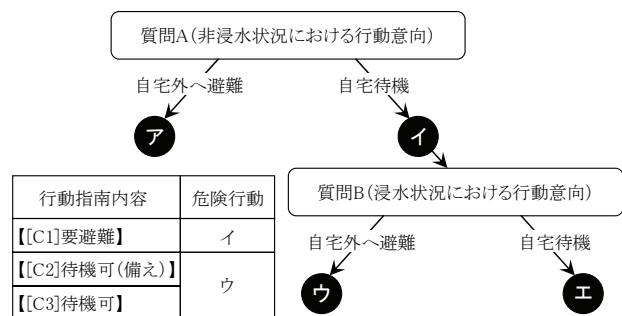
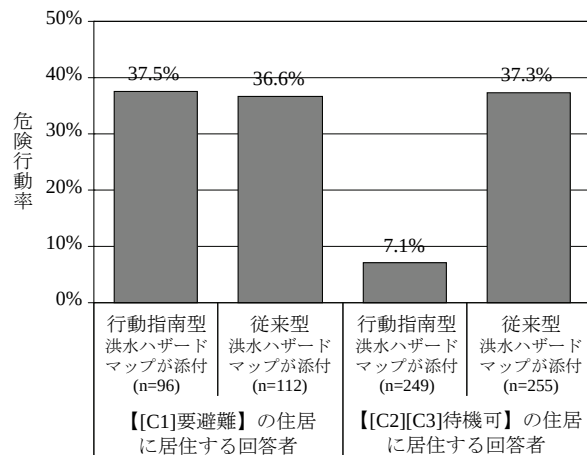
このように、行動指南型洪水ハザードマップは、住民自身がマップの記載事項を確認することで、避難の必要性の有無とその根拠が理解できるマップとなっている。

4. 行動指南型洪水ハザードマップに対する住民の受容

本章では、本研究で提案する行動指南型洪水ハザードマップが住民の洪水時の避難行動に対してどのような影

表-6 調査実施概要

実施時期	2006年12月10日～20日	
対象地域	名古屋市中村区（日比津・中村・米野）	
実施方法	郵便受投函配布／郵送回収	
配布数 回収数	行動指南型マップ 添付	2024配布／383回収 (18.9%)
	従来型マップ 添付	2024配布／431回収 (21.3%)
	計	4048配布／814回収 (20.1%)



響をもたらし得るのかを把握する。分析には、前章での試作版の対象地域と同じ名古屋市中村区の住民に対して実施したアンケート調査の結果を用いる。ここでは、従来型の作成基準による浸水想定区域図（以降、従来型洪水ハザードマップと称する。図-4参照）との対比のもとで分析を行う。

(1) 調査実施概要

本研究に関わる調査の実施概要は表-6に示すとおりである。住民アンケートでは、調査対象地域である名古屋市中村区内に対して、アンケート票に行動指南型洪水ハザードマップの試作版を添付する場合と従来型洪水ハザードマップを添付する場合をランダムに設定して配布した。したがって回答者は、行動指南型洪水ハザードマッ

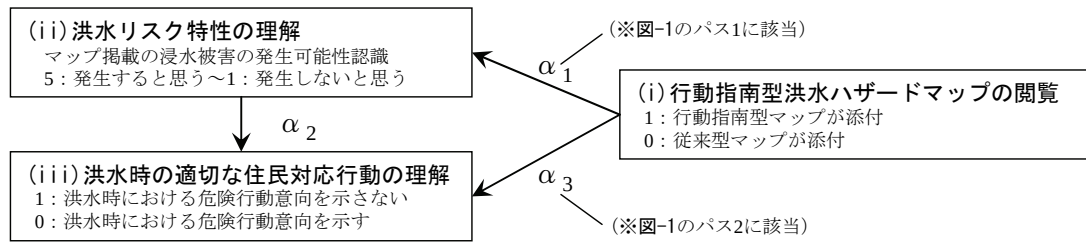


図-7 行動指南型洪水ハザードマップの閲覧が洪水時の適切な行動意向に及ぼす影響過程に関する想定パス図³⁾

ブが従来型洪水ハザードマップのいずれか一方を閲覧しつつアンケートに回答することとなる。ここにおいて、行動指南型洪水ハザードマップが添付された回答者は、マップを正しく閲覧することにより自身にとっての正しい行動指南内容（【[C1]要避難】，【[C2]待機可(要備え)】，【[C3]待機可】のいずれか）を知ることができるが、従来型洪水ハザードマップが添付された回答者には自身にとっての正しい行動指南内容は明示されないことがポイントである。なお、アンケート票に記載された回答者の住所と家屋形式に基づき正しい行動指南内容を著者らが事後に照合することを可能としている。

(2) 洪水時の危険行動率の削減効果

図-5は、洪水発生時を想定した場合の回答者の行動意向の中で、表-1および図-6に示す「危険行動」の意向が占める割合を危険行動率として算出した結果を示したものである。アンケートにおいては、図-6に示すように、非浸水状況における行動意向の「質問A」と浸水状況における行動意向の「質問B」を設けており²⁾、これらの回答に基づき回答者が示す行動意向の形態が危険行動か否かの判別を行う。すなわち、「【[C1]要避難】の住居に居住する住民」における危険行動は図-6内の「イ」が該当し、一方、「【[C2]待機可(備え)】および【[C3]待機可】の住居に居住する住民」における危険行動は図-6内の「ウ」が該当することとなる。なお、人的被害に関して危険行動か否かを判別する観点からは【[C2]待機可(備え)】と【[C3]待機可】は同一となることから、以降ではこれらをまとめて【[C2][C3]待機可】として示すこととする。

図-5によると、回答者の居住場所が【[C1]要避難】の場合については、行動指南型洪水ハザードマップが添付された回答者も従来型洪水ハザードマップが添付された回答者も、ともに危険行動率はほぼ同じ値となっており、行動指南型洪水ハザードマップに期待された「本当に避難が必要な人の避難率を向上させる」という効果が従来型洪水ハザードマップの場合よりも大きく発揮されるような状況にはなっていない様子が伺われる。一方、回答者の居住地が【[C2][C3]待機可】である場合についてみると、行動指南型洪水ハザードマップを添付した場合には従来型洪水ハザードマップが添付された場合よりも危

表-7 パス解析結果

	「[C1]要避難」 の住居に居住する 回答者	「[C2][C3]待機可」 の住居に居住する 回答者
(i)→(ii)のパス： α_1	0.229 (3.392)***	0.028 (0.618)
(ii)→(iii)のパス： α_2	0.159 (4.792)***	0.173 (4.792)***
(i)→(iii)のパス： α_3	-0.046 (0.665)	0.358 (8.771)***
(i)→(ii)→(iii)の間接効果	0.036	0.005
(i)→(iii)の総合効果	-0.009	0.363
サンプル数	208	504
標準化係数（括弧はt値）。***：1%有意，**：5%有意，*：10%有意。 多母集団同時解析（ α_2 は等値制約）。 GFI=0.996, AGFI=0.958, RMSEA=0.062		

険行動率が大幅に低減されていることがわかる。これは、浸水が開始してから浸水の中を避難するような危険な行動形態をとる回答者が、従来型洪水ハザードマップが添付された場合よりも行動指南型洪水ハザードマップが添付された場合の方が大幅に少ないことによるものである。このように、危険行動率の低減の観点からみた行動指南型洪水ハザードマップの効果については、【[C1]要避難】の居住地の場合には従来型洪水ハザードマップの場合と比較して効果に差は確認できないものの、【[C2][C3]待機可】の居住地の場合においては大幅な低減効果となって現れる結果となった。

(3) 行動指南型洪水ハザードマップの閲覧が洪水時の危険行動意向の低減に及ぼす影響過程の分析

行動指南型洪水ハザードマップでは、「(iii)洪水時の適切な住民行動」を直接的に明示していることから、その主な影響過程は図-1におけるパス2に該当するものと予想される。

そこで、そのような因果関係は、本研究で試作した行動指南型洪水ハザードマップを閲覧した住民においては、はたして有意なものとして存在していたのか否かを検証するために、図-7に示すような因果関係を想定したパス解析を行った。すなわち、「(i)行動指南型洪水ハザードマップの閲覧」が直接的に「(iii)洪水発生時の適切な住民行動の理解」を喚起する影響（図-1のパス2に該当）の程度を α_3 で表わし、「(i)行動指南型洪水ハザードマップの閲覧」が「(ii)洪水リスクの理解」を喚起する影響（図-1のパス1に該当）の程度を α_1 で表している。この

表-8 各洪水ハザードマップの役割

	「(ii)洪水リスク特性の理解」を促す	浸水深を提示する	「(iii)洪水時の適切な住民対応行動の理解」を促す
(a)概略表記型洪水ハザードマップ(気づきマップ)	◎	△	△
(b)従来型の洪水ハザードマップ	△	◎	△
(c)行動指南型洪水ハザードマップ(逃げどきマップ)	△	△	◎
(a)+(b)+(c)複合型洪水ハザードマップ	◎	◎	◎

(◎: 適している, △: 適していない)

ようなパス解析による分析を, 【[C1]要避難】と判定される住居に居住する回答者と 【[C2][C3]待機可】と判定される住居に居住する回答者の2グループに分けて行った. なお, ここにおいて, 「(ii)洪水リスクの理解」から「(iii)洪水発生時の適切な避難行動の理解」へ引かれるパス (α_2) は, 自身の洪水リスクを正しく理解した人の多くは洪水発生時においても適切な行動をとりたいとの意向を持つであろうとの一般的傾向を示すものである. これは洪水ハザードマップが直接には関与できない因果関係であることから, 閲覧した洪水ハザードマップの種類如何によらない住民固有の内面的な共通特性であると捉え, パス係数 α_2 については 【[C1]要避難】及び 【[C2][C3]待機可】の両グループともに共通であるとした(等値制約を課した多母集団同時解析¹⁰⁾とした).

パス解析の結果は表-7に示すとおりである. まず, 【[C1]要避難】の住居に居住する回答者グループの結果をみると, 「(i)行動指南型洪水ハザードマップの閲覧」から直接的に「(iii)洪水発生時の適切な住民行動」に至るパス係数 α_3 は有意な値を示していない一方で, 「(ii)洪水リスクの理解」を介した間接的な影響構造が有意なものとして存在していることが示された. すなわち, 本来に早期避難が重要な住民において早期避難が行われるためには, 行動指南型洪水ハザードマップをただ単に閲覧するだけでは有効ではなく, あくまでも洪水リスクの理解を伴って初めて具体の早期避難という「洪水時の適切な行動」が喚起され得るという傾向にあるということである. しかしながら, そのような「(ii)洪水リスク特性の理解」を介した間接的な影響の効果量は「0.036 (=0.229×0.159)」と小さなものに留まっていることも同時に確認することができ, このことが 【[C1]要避難】の住居に居住する回答者グループにおいて行動指南型洪水ハザードマップの閲覧が危険行動のさらなる軽減にむすびついていない図-5のような傾向の背景となっているものと考えられる. すなわち, より大きな危険行動の低減効果を得るためには, 本研究において試作した行動指南型洪水ハザードマップを閲覧するのみでは影響は限定的であり, 地域の正しい「(ii)洪水リスク特性の理解」を喚起できるような追加的処置が必要であることを示唆する結果と捉えることができる. その具体案としては, 行動指南型洪水ハザードマップ単体での住民配布ではな

く, 例えばそこに概略表記型洪水ハザードマップや浸水想定区域図などを一緒に住民へ提示することなどが挙げられよう.

一方, 【[C2][C3]待機可】の住居に居住する回答者グループにおけるパス解析結果を見ると, 「(i)行動指南型マップの閲覧」が直接的に「(iii)洪水時の適切な避難行動の理解」をもたらす構造になっていることが確認でき, そのパス係数 α_3 も「0.358」と比較的大きい値となっていることがわかる. 「(i)行動指南型洪水ハザードマップの閲覧」から「(iii)洪水時の適切な避難行動の理解」への総合効果量は「0.363 (=0.028×(0.173)+(0.358))」であり, これは 【[C1]要避難】の住居に居住する回答者グループの場合における「-0.009 (=0.229×(0.159)+(-0.046))」に対して大幅に大きいものとなっていることから, 行動指南型洪水ハザードマップの閲覧による危険行動率低減効果は 【[C2][C3]待機可】の住居に居住する回答者グループにおいて大きく発揮されていることが確認される. このことは, 図-5において確認された「 【[C2][C3]待機可】の住居に居住する回答者グループにおいて行動指南型洪水ハザードマップの閲覧が危険行動のさらなる軽減にむすびついていない」という傾向の背景になっているものと考えられる.

5. 実践的活用事例

前章での検証により, 行動指南型洪水ハザードマップを閲覧した住民に対しては, その住民の住居が 【[C2][C3]待機可】である場合には大きな危険行動低減効果が認められる一方, 【[C1]要避難】の場合ではその効果の発現は限定的であることが確認され, これを補完するような追加的処置の必要性が示唆されたところである.

著者らは, ここで得られた知見に基づき, 行動指南型洪水ハザードマップの実践的活用に向けた検討を行い, 既にそれは愛知県清須市洪水ハザードブック¹¹⁾として公表している. その具体的内容は, 本稿において述べた作成方針に基づき行動指南型洪水ハザードマップを作成するだけでなく, 上記のような注意点に配慮し, そこに概略表記型洪水ハザードマップと浸水想定区域図を併せて

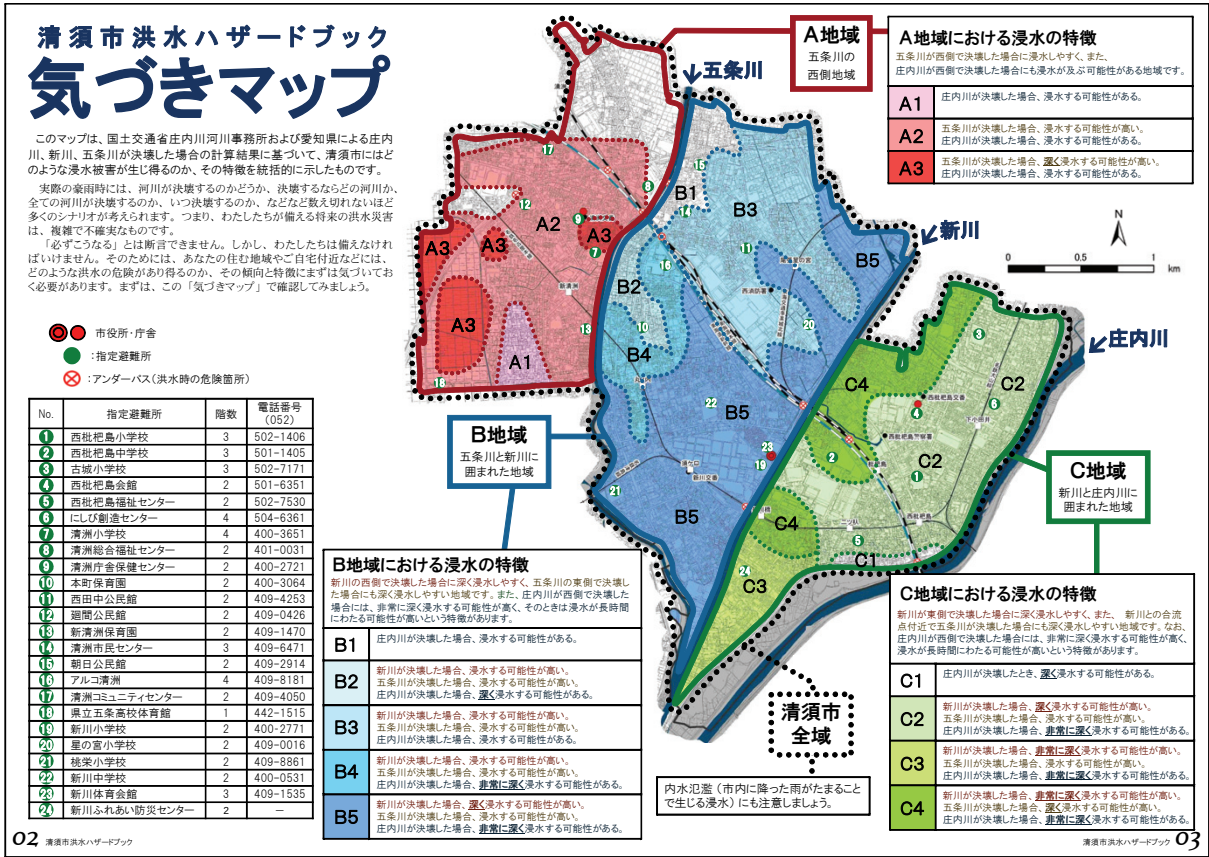


図-8 清須市洪水ハザードブック内の「気づきマップ(概略表記型洪水ハザードマップ)」

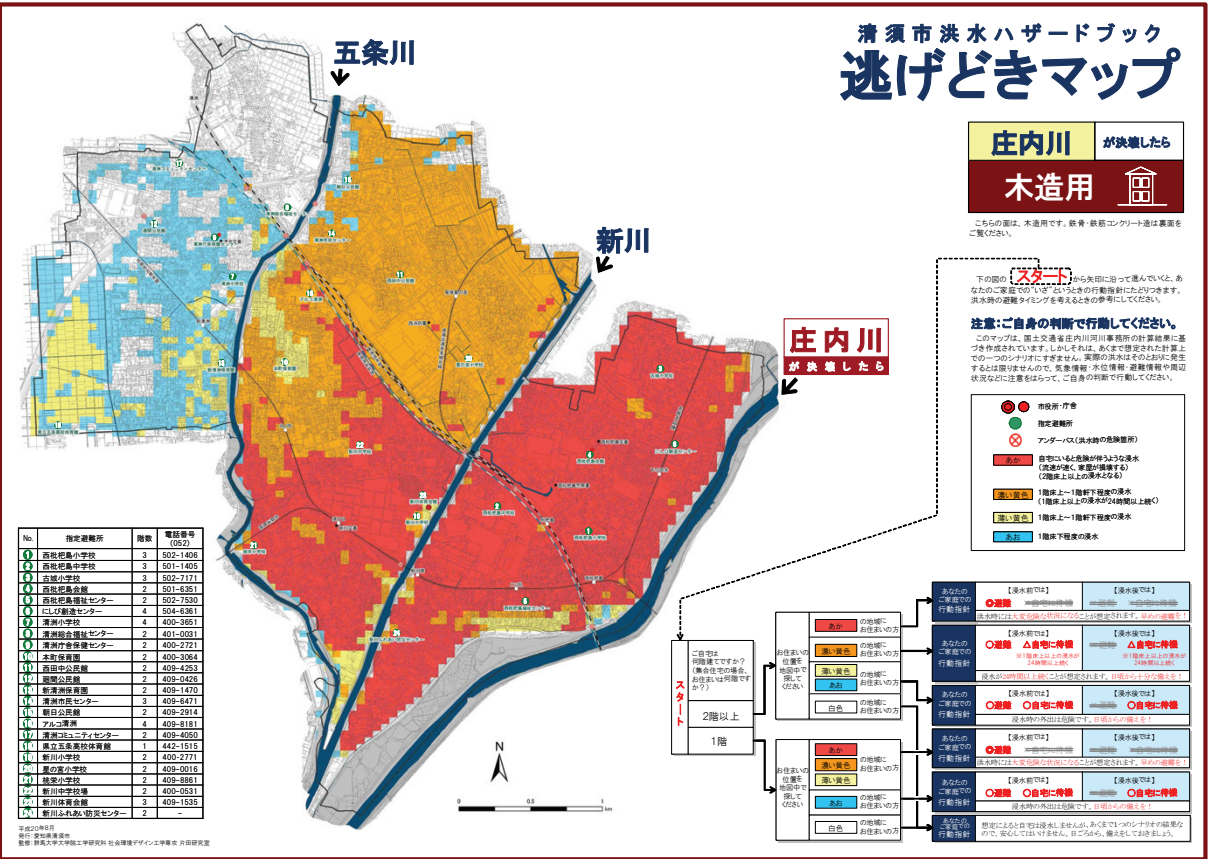


図-9 清須市洪水ハザードブック内の「逃げどきマップ(行動指針型洪水ハザードマップ)」

提示する, いわば“複合型”の洪水ハザードマップとなっている. 3つのマップのそれぞれが担う役割を示した表-8を見ても明らかなように, “複合型”の洪水ハザードマップにおいては, (c)の行動指南型洪水ハザードマップの単体配布では不足が懸念される「(ii)洪水リスク特性の理解」の促進については(a)の概略表記型洪水ハザードマップの添付によって補完され, 一方, (a)の概略表記型洪水ハザードマップの単体配布で懸念される「(iii)洪水時の適切な住民行動の理解」の促進については(c)の行動指南型洪水ハザードマップの添付によって補完されることにより, 安定的かつ確実に危険行動低減効果を発現し, 人的被害の軽減に寄与することが期待されるものとなっている. なお, (b)の従来型の併記によって, 「洪水ハザードマップ作成の手引き²⁾」に規定される「浸水想定区域図の記載」の要件を満たすかたちとなっている. 図-8と図-9には, 清須市において実際に作成・配布した清須市洪水ハザードブックの一部を示している. 親和性を高める意図から, ここでは概略表記型洪水ハザードマップを“気づきマップ”, 行動指南型洪水ハザードマップを“逃げどきマップ”と呼称している. 概略表記型洪水ハザードマップは地域の洪水リスク特性に関する“気づき”を得るきっかけとしての活用を, 行動指南型洪水ハザードマップは“逃げどき(浸水開始前の避難が必須なのか否かの判断)”に関する判断材料を得るための活用を, それぞれ意図した呼称となっている.

6. おわりに

本研究では, 洪水ハザードマップに対する住民自身の高いリテラシーを必ずしも前提としなくとも, 洪水発生時の適切な避難行動の内容を住民へ確実に提供することを可能とする新たな形態の洪水ハザードマップである「行動指南型洪水ハザードマップ」を開発・提案した. この行動指南型洪水ハザードマップは, 現行の洪水ハザードマップや概略表記型洪水ハザードマップのみでは困難であった居住地条件と周辺状況に応じた洪水時の適切な避難行動の内容を, 必ずしも住民と行政との綿密なリスク・コミュニケーションを必要とせずとも住民へ具体的かつ簡潔に提示(指南)することを可能とする点で, 特徴的である.

本稿では, この行動指南型洪水ハザードマップを作成する意義とその作成方法について述べるとともに, それに基づき試作版の行動指南型洪水ハザードマップを作成し, それに対する住民の反応を計測することで, 住民の避難意向に対してどのような影響をもたらし得るのかを試行的に把握した. 行動指南型洪水ハザードマップでは,

堅牢な建物の高層階の居住者などのような「地域の浸水がはじまっても自宅が水没・流出する可能性は低く, 自宅滞在は可能な住民」に対しては, 「自宅外への早めの避難行動」はもちろんのこと, 浸水が退くまで生活できるだけの備えさえあれば「自宅待機」も選択肢の一つである旨を提示(指南)していることが大きな特徴となっており, このことにより, 浸水が始まってから浸水の中を自宅外へ避難するというような危険を伴う行動形態を大幅に低減できる可能性が, 試作版に対する住民の反応を調査した結果, 確認された.

しかしながら, 「自宅が水没・流出するなどして危険であるため, 浸水前の避難が必要な住民」に対しては, まさしく「自宅外への早めの避難行動」のみが選択肢である旨を行動指南型洪水ハザードマップでは提示(指南)しているものの, このことにより早めの避難行動を喚起する(危険行動を低減する)効果が従来型洪水ハザードマップの場合よりも大きく発揮されるようなことは, 試作版においては認められなかった. しかし同時に, 「自宅が水没・流出するなどして危険であるため, 浸水前の避難」が本来必要な住民が「自宅外への早めの避難行動」の意向を持つためには, あわせて「自宅が水没・流出するなどして危険である」という洪水リスクの正しい認識が不可欠であることが調査結果から改めて示されたことについては, 行動指南型洪水ハザードマップの実用化に向けては極めて有用な知見であると考えられる. 本稿では, 上記のような行動指南型洪水ハザードマップの単体配布時の長所と短所の特性を踏まえ, 3つのマップ(概略表記型洪水ハザードマップ, 浸水想定区域図, 行動指南型洪水ハザードマップ)をあわせて提示する複合型ハザードマップとしての清須市での実践的活用事例を紹介した.

行動指南型洪水ハザードマップ(逃げどきマップ)の実用化および普及に際しては, ほかに大きな課題が存在する. すなわち, 現状において表-4に示すような高精度なデータを持っている自治体はほぼ皆無に等しく, 作成のためには改めて氾濫解析等を再計算する必要が生じてしまうということである. このような観点からは, 氾濫解析等の結果を表-4のようなデータ・フォーマットにて出力・保存することが標準化される必要があり, そのためには「洪水ハザードマップ作成の手引き」の改訂などによってその旨を明記し, 広く周知を図ることが重要となるものと考えられる.

補注

[1] その典型的な事例として, 全市民に当たる376,266人

を対象として避難勧告を発令した2008年8月末豪雨における愛知県岡崎市の対応事例を挙げることができる。

- [2] 具体的には、調査票内の設問にて“庄内川の堤防が危ないという話を耳にし、避難勧告や避難指示が出た場合、あなたは避難すると思いますか？それとも自宅待機すると思いますか？以下の状況についてお答えください。”としたうえで、自宅に浸水が全く生じていない状況を想定したものが質問Aであり、自宅に浸水が生じている状況を想定したものが質問Bである。
- [3] 各観測変数の詳細は次の通りである。(i)については、行動指南型マップが添付された回答者を1、従来型マップが添付された回答者を0とする変数である。(ii)については、“地図に示されているような浸水被害が実際に自宅で発生することがあると思いますか？”とする設問への各回答者の反応(5択)を用いている。(iii)については、第4章(2)にて危険行動意向を持つ回答者として判定されなかった者を1、危険行動意向を持つ回答者として判定された者を0とする変数である。

参考文献

- 1) 国土交通省河川局：浸水想定区域図及び洪水ハザードマップ作成状況，国土交通省河川局ホームページ，<http://www.mlit.go.jp/river/bousai/main/saigai/tisiki/syozaiti/index.html>，2010.
- 2) 国土交通省河川局治水課：洪水ハザードマップ作成の手引き，<http://www.mlit.go.jp/river/saigai/tisiki/hazardmap/index.html>，2005.
- 3) 片田敏孝，児玉真，佐伯博人：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.433-438，2004.
- 4) 片田敏孝，児玉真，荻原一徳：河川洪水に対するリスク・イメージの構造とその避難行動への影響，河川技術に関する論文集，第6巻，pp.261-266，2000.
- 5) 社団法人日本損害保険協会：洪水ハザードマップに関する調査，洪水ハザードマップ集・第2集，CD-ROM，2003.
- 6) 片田敏孝，木村秀治，児玉真：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，Vol.63，No.4，pp.498-508，2007.
- 7) 岐南町：洪水ハザードブック洪水編，2006.
- 8) 佐藤智，今村文彦，首藤伸夫：洪水氾濫の数値計算および家屋被害について，第33回水理講演会論文集，1989.
- 9) 桑沢敏行，片田敏孝，及川康，児玉真：洪水を対象とした災害総合シナリオ・シミュレータの開発とその防災教育への適用，土木学会論文集 D，Vol.64，No.3，pp.354-366，2008.
- 10) 豊田秀樹：共分散構造分析[Amos 編]—構造方程式モデリング—，東京図書，2007.
- 11) 清須市：清須市洪水ハザードブック，2008.

(2011.3.4 受付)

THE SAFETY-BEHAVIOR-INDICATIVE FLOOD HAZARD MAP

Toshitaka KATADA, Yasushi OIKAWA and Makoto KODAMA

In this study, we develop and propose the Safety-Behavior-Indicative Flood Hazard Map. This is the new-type flood hazard map that can surely indicate and instruct the safety behavior in flood disaster according to a dwelling condition and a flooding condition without requiring a readers' good understanding of the risk-information published in the hazard map and a scrupulous risk-communication between residents and the government. In this paper, we describe the significance, the method and the development of the Safety-Behavior-Indicative Flood Hazard Map, and measure an effect of the map on the reduction in residents' unsafe evacuation in flood disaster.