

洪水氾濫による家屋被害の分析手法の開発

DEVELOPMENT OF AN ANALYSIS OF HOUSE DAMAGE BY FLOOD

多田直人¹・池内幸司²・廣瀬昌由¹・栗林孝典³・猿渡広邦⁴・
伊藤弘之⁵・久保田啓二郎⁶・大浪裕之⁷・小田桐篤⁸・浅見ユリ子⁹
Naoto TADA, Koji IKEUCHI, Masayoshi HIROSE, Takanori KURIBAYASHI,
Hirokuni SARUWATARI, Hiroyuki ITO, Keijiro KUBOTA, Hiroyuki OONAMI,
Atsushi ODAGIRI and Yuriko ASAMI

¹正会員 工修 国土交通省 水管理・国土保全局（〒110-8918 東京都千代田区霞が関 2-1-3）

²正会員 博士（工学） 国土交通省 水管理・国土保全局（同上）

³正会員 国土交通省 水管理・国土保全局（同上）

⁴国土交通省 水管理・国土保全局（同上）

⁵正会員 工修 国土交通省 国土技術政策総合研究所（〒305-0804 茨城県つくば市旭1）

⁶工修 国土交通省 国土技術政策総合研究所（同上）

⁷国土交通省 国土技術政策総合研究所（同上）

⁸独立行政法人 水資源機構 経営企画部（〒330-6008 さいたま市中央区新都心11-2）

⁹パシフィックコンサルタンツ（株）国土保全事業本部（〒163-6018 東京都新宿区西新宿6-8-1）

The methodology of assessing flood damage should be reviewed in accordance with the changes in members and materials composed of house. To evaluate flood prevention project by cost benefit analysis, it is important to assess the house damage cost which accounts for a large portion of the total flood damage. However, because a house is composed of various kinds of members and materials, this assessment is difficult.

In this study, we surveyed characteristics of wooden house damage by inundation based on the knowledge of the experts of houses. We classified a typical house into members and materials in relation to water resistance. Then we led the implication between the average damage cost of the main members and the inundation depth.

Key Words : assessing flood damage, house damage, water resistance, damage rate, cost benefit analysis, project evaluation, flood prevention project

1. はじめに

(1) 家屋の浸水深別被害率の設定経緯

治水事業の事業評価における費用便益分析の便益は、事業実施による被害軽減額に基づいて算出している。また、国土交通省では当該年に発生した水害被害額を水害統計において公表している。水害被害額の主要な部分を占める家屋被害額は浸水深に応じた被害となるのが一般的であるため、家屋被害額の算出にあたり、治水経済調査マニュアル（案）¹⁾（以下、「マニュアル」と記述する。）で設定されている浸水深別被害率に家屋評価額を乗じることで被害額を算出している。

浸水深別に被害率を設定する手法は、昭和36年から開始された水害統計において採用された。当初、被害率は

毎年変更されていたが、建設省が昭和45年に策定した治水経済調査要綱において、それまでの調査結果を集約した被害率が設定された²⁾。平成11年に策定された現行マニュアルには、その直前に調査された被害データを基に改定された被害率が記載されている（表-1参照）。マニュアルは平成12年、17年に軽微な変更がなされたが、被害率を含む被害額算出方法については変更されていない。

本研究は、マニュアルにおける被害額算出手法の高度化・精緻化に向けた検討の一貫として家屋の浸水深別被害率改定を目的に、近年の建築技術の知見を踏まえた浸水による家屋の被害内容の把握と標準的な復旧方法・復旧費用を設定することにより、復旧費用から被害額を算出する手法を開発したものである。

なお、本研究は国土交通省の「河川事業の評価手法に

表-1 治水経済調査マニュアル（案）における家屋被害率

浸水深 地盤勾配	床下	床上					土砂堆積(床上)	
		50cm 未満	50～ 99	100～ 199	200～ 299	300cm 以上	50cm 未満	50cm 以上
Aグループ	0.032	0.092	0.119	0.266	0.580	0.834	0.43	0.785
Bグループ	0.044	0.126	0.176	0.343	0.647	0.870		
Cグループ	0.050	0.144	0.205	0.382	0.681	0.888		

A: 1/1000未満、B: 1/1000～1/500、C: 1/500以上

関する研究会」において、著者らが研究会の事務局として行った検討を基にしたものである³⁾。

(2) 浸水深別被害率の設定方法

現行のマニュアルに記載されている被害率は、平成5～8年に水害で被災した15自治体の被災家屋を対象とした調査結果を統計処理したものである。

この時の調査は、「罹災申請の名簿から無作為に抽出された被災者に調査票を郵送した後、職員がその被災者宅を訪問し、回答内容を確認した上で調査票を回収する」という方法で行われている。調査票は、屋根、柱、床等の部位毎の材料構成及び損害状況、浸水深等を被災者自身に記入してもらう様式となっている。新築費用の部位別按分額を各部位の被害額の上限として、調査結果に基づいて各部位の被害額を家屋全体で積み上げること、家屋全体の被害額を算出している。これと当該家屋の総建築額との比率から被害率を求め、浸水深別に集計・整理している。

(3) 浸水深別被害率の設定における課題

家屋の被害内容の把握と標準的な復旧内容・復旧費用設定のための本格的な調査の前に、被災者宅への訪問による聞き取り調査を試行的に50件実施した。その結果、被災者へのアンケート等のみにより家屋の水害被害を調査する場合には、次の3つの課題があることが判明した。

- ・浸水に弱い断熱材が入った内壁が浸水したが、内壁表面をはがしていないため「被害状況がわからない」等の回答事例があった。すなわち、建築の専門家でない被災者では被害を把握しきれないため、それを基にした被害率は過小評価となっているおそれがある。
- ・柱が腐るかもしれないが資金がないのでそのままにしている等の回答事例があった。すなわち、被災者が回答した復旧内容から被害を推定する調査方法を採用した場合には、被害率が被災者の資金制約等に依存してしまうため、過小評価となっているおそれがある。
- ・浸水被害からの復旧において、床の撤去・再設置だけでなく、床下土砂を除去し、さらに消毒・乾燥・シロアリ対策を実施した等の回答事例があった。この場合、水害後の復旧費用には新築時には実施していない撤去・清掃費用等が含まれるため、床の新築費用相当額以上の復旧費用を要することとなる。すなわち、被災前の生活水準に戻すための費用を被害額として捉えた場合、新築費用の部位別按分額を当該部位被害額の上限值としている従来の被害率設定方法では、被害率が過小となっているおそれがある。

また、浸水による家屋の被害内容の把握や、浸水深別被害率の調査については、以下のような既往研究があるが、いずれも上記の課題に対応できるものとはなっていない。

損害保険料率算定機構(2002)⁴⁾は東海豪雨で被災した世帯を、加藤ら(2005)⁵⁾は2004年台風16号の高潮被害を受けた世帯を、それぞれ対象としたアンケート調査を実施し、家屋の浸水深別被害率を分析している。このような調査は浸水深に応じた水害被害の傾向を知るために貴重なものであるが、回答者が被害内容を把握しきれていないままの回答となっていたり、回答者の資金制約に依存している回答となっていたりする課題が残されている。

(財)資産評価システム研究センター(2012)⁶⁾は、東日本大震災の津波で被災した家屋の固定資産税評価を簡易に行うための参考資料として、各部位の損傷程度を想定し、それを加重平均することで浸水深別の被害率を設定したものである。浸水深別の部位毎の被害率が設定されている数少ない研究であるが、新築費用を部位別に按分したものを各部位の被害の上限值としているため、各部位の復旧に必要となる撤去・清掃・再設置等の復旧費用を考慮した被害とはなっていない。

また、日経BP社(2005)⁷⁾、(社)日本ツーバイフォー建築協会(2012)⁸⁾は、床上浸水時における内壁等の部位の被害状況を調査している。いくつかの部位について浸水と被害との因果関係が調査されているが、特定の部位・材質の事例的な調査に留まっているほか、浸水深と復旧費用との関係までは調査されていない。

(4) 新たな調査方法の開発

前節のとおり従来の調査方法においては、回答者の建築知識や資金制約に依存した調査方法となっていることや、新築費用の部位別按分額を当該部位被害額の上限值としていることから、被害率が過小となっているおそれがある。これらの課題を解決するために、本研究においては次に掲げる調査方法を新たに開発した。この調査方法をさらに発展させることにより、浸水深別被害率の改定や土砂堆積と被害率との関係等も明らかにすることが可能となる。

- ・建築関係の専門家に聞き取り調査をし、浸水による家屋の部位別の被害内容を把握し、浸水のみで交換等が必要となる部位と、浸水のみでは交換が必要になるほどの劣化・損傷は生じないが、流体力や漂流物の衝突、土砂堆積厚等の物理的作用による損傷状況や、被災者の主観的な衛生観念等に依存して交換等の復旧内容が定まる部位との2種類に分類した。浸水のみで交換等が必要となる部位については、その閾値となる浸水深を設定した。さらに、河川洪水や東日本大震災の津波で被災した家屋に訪問して被害状況を調査することで、部位分類、浸水深の閾値等が実際の家屋被害と整合し

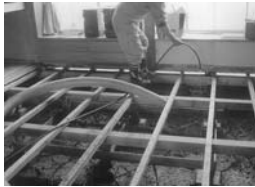


図-1 一般的な床下換気孔

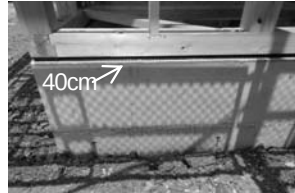


図-2 基礎パッキン工法

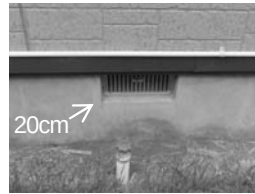


図-3 床下土砂の撤去・洗浄



図-4 床上まで堆積した土砂

ていることを確認した。以上により、被災者の建築知識や資金制約に依存した回答を用いることで被害率が過小評価されてしまうという課題を解決した。

- ・各部位の交換等に必要となる一般的な作業内容とその費用についても聞き取り調査し、部材等の撤去、清掃、再設置等の費用を積み上げることで、各部位における標準的な復旧費用を設定した。これにより、新築費用の部位別按分額を当該部位被害額の上限とすることで被害率が過小評価されてしまうという課題を解決した。
- ・これらの知見を統合し、木造2階建ての標準的な家屋による「家屋被害モデル」を試作し、浸水深別の家屋被害の全容を明らかにした。

2. 部位別の浸水被害

(1) 調査の概要

本研究では木造家屋の部位別の浸水被害の内容と、被災前の状態に復旧するために必要となる作業内容及びその費用を設定するため、住宅メーカー、設計事務所、工務店等の建築の専門家10法人に対し、聞き取り調査を計16回にわたり実施した。さらに、河川洪水や東日本大震災の津波により被災した計280世帯を訪問し、被災内容を調査することで、専門家から聞き取った浸水被害の内容と復旧作業の妥当性を確認した。

なお、現行マニュアルにおいては、利用できる統計数値の関係から、浸水シミュレーションによる計算メッシュ毎の浸水深とメッシュ内の家屋延床面積から被害額を算出している。本研究の成果を今後マニュアルへ反映していくことを見据え、復旧費用については家屋の床面積あたりの単価に換算したものを設定した。

本稿では紙幅の都合上、浸水のみによって交換が必要となる部位を対象に、被害が発生し始める浸水深と部位の全交換が必要となる浸水深について、調査結果を記載している。その中でも特に、床、内壁については、専門家からの聞き取り調査の結果を基に、被害が発生する閾値となる浸水深や復旧内容・復旧費用を導き出した過程や、被災家屋への訪問調査によるその妥当性の確認、現

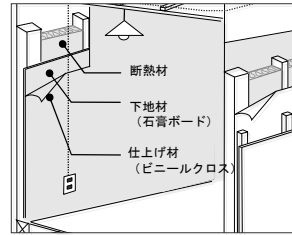


図-5 内壁構造のイメージ



図-6 撤去中の内壁

行マニュアルにおける浸水深別被害率との違いについての考察も記載している。

(2) 床

a) 専門家からの聞き取りに基づいた住宅の床の復旧内容

専門家から聞き取った内容は以下のとおりである。

- ・建築基準法施行令第22条により、住宅の基礎には換気孔が設けられることとなっている。
- ・基礎の換気孔から土砂混じりの氾濫水が流入し、土砂が床下に堆積した場合には、不衛生である上に、臭いや湿気が残る、カビやシロアリ発生のおそれがあるので、土砂を撤去して、乾燥・消毒・防蟻処理をすべきである。
- ・10年程度前から耐震対策として増えてきている基礎パッキン工法（基礎コンクリートの上にパッキンを設置して換気を確保する工法）については、土砂が流入する隙間が基礎の上に存在する。
- ・換気孔の高さに関する統計値等是不明であるが、基礎のコンクリート高さは40cm前後であることが多い。
- ・土砂の撤去のためには床の仕上げ材と下地材を剥がすのが一般的である。
- ・床暖房設備をはじめ床下空間を設備等に活用する工法が増えてきている。

以上の専門家意見を踏まえ、次のような考え方で床の被害が生じる浸水深を設定した。

まず、基礎のコンクリートの高さは40cm前後であることから、基礎パッキン工法を用いている場合は浸水深が40cm以上になると床下に土砂が流入するものと設定した。一般的な換気孔については、基礎コンクリートの上部を切り欠いて設けられているため、浸水深が20cm以上になると床下に土砂が流入するものと設定した。

土砂が流入した場合は、床下浸水であっても土砂堆積による事後的な被害（不衛生、湿気、カビ・シロアリ）を防ぐため、床（仕上げ材、下地材）を全て一度撤去して、床下の土砂撤去、乾燥、消毒、防蟻処理をするものと設定した。

この復旧作業に要する床面積あたりの費用についても、専門家への聞き取りにより、床撤去5,000円/㎡、土砂除去・消毒・防蟻処理4,000円/㎡、床再設置17,000円/㎡であり、これを標準的な復旧費用として設定した。

b) 被災家屋への訪問調査での確認

「床下土砂の臭いがひどく生活できないほどだった」

「床が水を含んで柔らかくなった」等、専門家への聞き取り調査と同様の被害が発生していることが確認できた。また、換気孔の高さについても妥当であることが確認できた。

c) 現行マニュアルの被害率との比較

前項の結果を基に床下被害率について考察する。

床下浸水の被害率については、基礎や玄関等の床以外の部位の被害状況や、基礎パッキン工法のシェア、木造のシェア、平屋のシェア、階数別の床面積分布等にも依存するが、ここでは1階と2階の床面積が等しい総2階建の木造家屋が床下浸水となった場合において、床だけの被害に特定した被害率を試算する。

1階床面積あたりの新築費用については、平成23年建築動態統計調査における全国木造住宅の「工事費予定額」を「床面積の合計」で割り、それを2倍することにより、全国平均で29.9万円/㎡と算出できる⁹⁾。一方、床下浸水で床下に土砂が流入した場合に必要な床の復旧額は面積あたり2.6万円/㎡であるから、新築費用に対する率は0.087となり、床だけの被害を対象にした値であっても現行マニュアルの被害率（表-1参照）を上回ることが分かる。

なお、将来は、基礎パッキン工法のシェア拡大によって土砂流入し始める浸水深が平均的に高くなっていくため被害が生じにくくなる一方、床下設備類を設置した家屋の増加によりひとたび土砂流入すると被害額が大きくなるおそれがあると考えられる。

(3) 内壁

a) 専門家からの聞き取りに基づいた内壁の復旧内容

専門家から聞き取った内容は以下のとおりである。

- ・内壁の構造は構造・工法・用途により大きな違いはなく、屋内側から仕上げ材、下地材、断熱材となっている。
- ・仕上げ材（ビニールクロス等）は、外観上切れ目なく壁全面を覆うべきものであることから、浸水範囲が少しであっても当該階を全交換するのが一般的である。
- ・内壁の下地材には石膏ボードが使用されていることが多い。石膏ボードが浸水した場合は、耐久性が著しく低下するため、浸水範囲を交換すべきである。
- ・断熱材は、鉱物系断熱材（グラスウール等）とプラスチック系断熱材（ポリスチレンフォーム、硬質ウレタンフォーム等）がある。鉱物系断熱材は、吸水すると膨張等するため交換すべきである。プラスチック系断熱材は水を吸わないが、汚れ、臭い、カビの問題が発生するおそれがあるため、撤去するのが望ましい。いずれの材質であっても浸水範囲を交換することとなる。
- ・鉱物系断熱材については、浸水継続時間が長くなると水を吸って重くなり、ずり落ちてくることもあるため、浸水範囲を超えた交換が必要となる場合がある。
- ・浸水した範囲のみを部分的に切り出し・撤去・再設置する復旧方法は材料費と比較して工賃が高くなるため、

一定程度の浸水深となった場合には全交換するのが一般的である。

- ・内壁を全交換する浸水深の閾値については、床上浸水深 80cm（階高の約 1/3）から 120cm（階高の約半分）まで、専門家によって意見が分かれた。この理由としては、費用面の他に、吸水による断熱材のずり落ちを考慮するか否か等がある。

以上の専門家意見を踏まえ、次のような考え方で内壁の被害が生じる浸水深を設定した。

床上浸水した場合、浸水深に関わらず仕上げ材は全交換するものと設定した。下地材と断熱材については、浸水範囲のみを交換するものと設定した。

これらの費用についても、床の場合と同様に専門家への聞き取り調査により設定した。マニュアルへの反映を見据え、費用はすべて床面積あたりの単価である。仕上げ材の全交換の費用は6,100円/㎡である。下地材及び断熱材については浸水した範囲のみ交換し、その費用は床上浸水深10cm毎に960円/㎡で浸水深に比例する。内訳は下地材・断熱材の撤去300円/㎡、清掃160円/㎡、下地材・断熱材の再設置500円/㎡である。また、全交換の費用は18,900円/㎡である。部分交換と全交換の費用が変わらなくなる床上浸水深120cm以上では、仕上げ材・下地材・断熱材を全交換するものと設定した。

b) 被災家屋への訪問調査での確認

「壁にカビが生えた」、「浸水したところまでボロボロになった」、「断熱材が水を吸っていた」等、専門家への聞き取り調査と同様の被害が発生していることが確認できた。

c) 現行マニュアル等の従来の調査方法との比較

専門家への聞き取りの際に、家屋新築時における内壁設置費用を併せて聞いたところ、床面積あたり9,000円/㎡程度とのことであった。新築時と比較すると、浸水後に撤去・清掃・再設置する復旧費用は2倍以上の費用を要することになる。すなわち、内壁については、新築費用の部位別按額を当該部位被害額の上限值としている従来の調査方法では、被害率が過小となっていることが確認できた。

(4) 浸水のみによって交換が必要となるその他の部位

a) 外壁

外壁は浸水に対する脆弱性によって、モルタル・木質漆喰系とサイディング・タイル・石系の2種類に大別され、サイディング等の外壁については浸水のみでは交換等が必要となる被害は生じない。

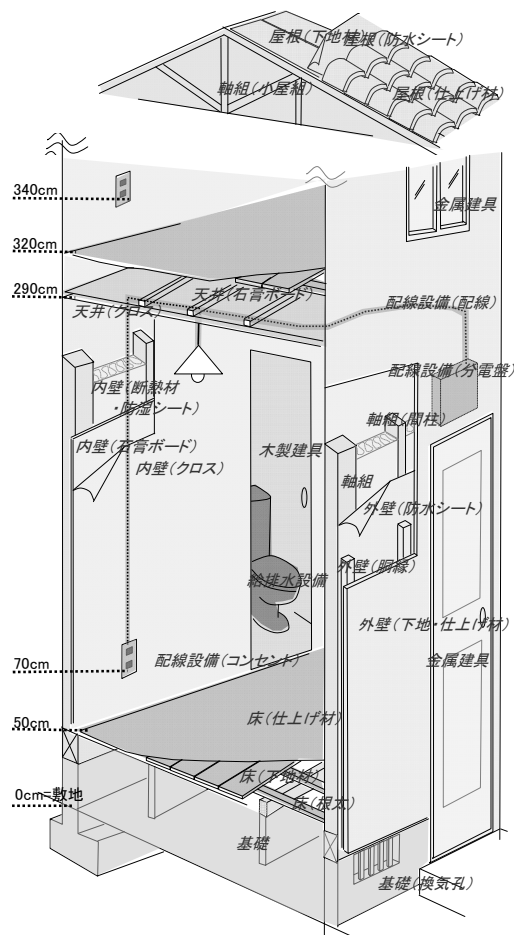
モルタル・木質・漆喰系の外壁については、下から上昇してくる水が防水シートの隙間から入り込み、下地材に水が染み込んで膨張・劣化するおそれがあるため、浸水した範囲を交換するものと設定した。ただし、床上浸水210cm以上の場合、部分交換と全交換の費用が変わらなくなるため、当該階を全交換するものと設定した。

b) 建具

表-2 家屋の部位別の被害形態

床	内 壁	外 壁	建 具	天 井	屋 根	機 器 設 備	基 礎	軸 組 (柱 等)
		モルタル・木質・漆喰系 サイディング・タイル・石系	木製建具 金属建具	瓦等の 仕上材使用 陸屋根	電気・配線 給湯ボイラー 給排水設備			

■ (灰色): 浸水により交換の必要が生じる部位
 □ (斜線): 浸水のみでは交換等の復旧内容が定まらず、流体力等の物理的作用、被災者の衛生観念等により交換の必要が生じる部位
 ※使用材質の違いにより被災形態が異なる部位については、縦に並記している

図-7 木造2階建の標準的な家屋のイメージ¹⁾

建具は、金属建具と木製建具（障子、ふすま、室内扉）とに大別され、金属建具は浸水のみでは交換等が必要となる被害は生じない。

木製建具については、障子、ふすまは浸水に対して極めて脆弱であるため、浸水した場合には全交換するものと設定した。木製室内扉については合板を使用している場合が多いため浸水すると接着剤がとれて変形するおそれがあることと、内壁の全交換時に建具も同時に交換する方が安価となるため、木製室内扉は内壁と同様に床上浸水深120cm以上で全交換するものと設定した。

c) 天井

天井は、室内側から、仕上げ材、下地材（石膏ボード）、断熱材、天井下地（骨組）で構成されており、下地材、断熱材は浸水に弱いため、浸水した場合は全交換するものと設定した。

d) 屋根

屋根は、瓦などの仕上げ材を用いているものと陸屋根

表-3 標準的な家屋における浸水深と部位別被害

<20cm>	・1階床の全交換（床下土砂の撤去・清掃含む） （基礎パッキン工法の場合は40cmからとなる） ・屋外据え置き型の給湯ボイラーの全交換
<50cm> 1階床高	・1階内壁の浸水範囲の交換 （ただし仕上げ材は1階を全交換） ・1階外壁（モルタル・木質系）の浸水範囲の交換 ・障子、ふすま等の木製建具の浸水範囲の全交換
<70cm> 1階床高 +20cm	・1階コンセント類の全交換
<170cm> 1階床高 +120cm	・1階内壁の全交換 ・1階木製建具の全交換
<260cm> 1階床高 +210cm	・1階外壁（モルタル・木質系）の全交換
<290cm> 1階天井高	・1階天井の全交換 ・1階配線設備の全交換
<320cm> 2階床高	・2階床の全交換 ・2階内壁の浸水範囲の交換 （ただし仕上げ材は2階を全交換） ・2階外壁（モルタル・木質系）の浸水範囲の交換
<340cm> 2階床高 +20cm	・2階コンセント類の全交換
<440cm> 2階床高	・2階内壁の全交換 ・2階木製建具の全交換
<520cm> 2階床高 +210cm	・2階外壁（モルタル・木質系）の全交換
<590cm> 2階天井高	・2階天井の全交換 ・2階配線設備の全交換
<770cm> 屋根の7割が 浸水	・瓦屋根の全交換

（平らな屋根）に大別され、陸屋根はアスファルト防水やウレタン防水が施されているため、浸水のみでは交換等が必要となる被害は生じない。

仕上げ材使用の屋根が浸水した場合、下からあがってくる水が防水シートの隙間から入り込み、下地材に水がしみこんで膨張・劣化するおそれがあることと、仕上げ材である瓦等を再利用するための取り外し費用が材料費より高いことから、浸水した範囲を交換するものと設定した。ただし、全体の7割程度が浸水すると部分交換と全交換の費用が変わらなくなるため、最上階の天井から180cm以上浸水した場合は屋根を全交換するものと設定した。

e) 機器設備

電気・配線設備は、浸水すると漏電・故障のおそれがあるため、交換する。床から20cm程度の高さにコンセントがあることが多いため、その浸水深で当該階のコンセントを全交換するものと設定した。配線は天井の上を這わせ、配電盤を天井直下に設置してあることが多いため、天井が浸水した場合には、当該階の配線を全交換するものと設定した。

給湯ボイラーのうち屋外据え置き型については、10cm程度の架台に設置されている場合が多く、その架台からさらに10cm程度上の位置にある吸気口が浸水すると故障することから、地盤から20cmの浸水深で全交換するもの

と設定した。

給湯ボイラー以外の給排水設備の復旧内容については、土砂等が詰まることによる故障への対応もあるが、被災者の衛生観念に依存するところが大きいので、交換等の目安となる浸水深の閾値を設定していない。

3. 家屋被害の全容

(1) 浸水による部位別被害のまとめ

上記を踏まえ、被災家屋の状況を整理したのが、表-2である。表-2では、木造家屋における各部位を、浸水のみで交換が必要な部位とそれ以外の部位に分類している。使用されている材質により被災形態が異なる部位については、材質別にも記載している。

(2) 木造2階建の「家屋被害モデル」の試作

以上で整理した結果を基にして、被害が生じ始める浸水深の閾値とその被害状況について部位別・材質別に分析するため、木造2階建の標準的な家屋による「家屋被害モデル」を試作する。床高は50cm、床から天井までの高さは240cm、1階天井と2階床の間は30cmと想定した¹⁰⁾ (図-7参照)。

ただし、流体力等の物理的作用や、土砂堆積厚、被災者の衛生観念に依存する被害は考慮しておらず、浸水のみによる被害であることに留意が必要である。また、表-2で分類した部位・材質のうち、浸水深のみで交換等の必要が生じる部位のみを対象としている。

表-3に記す数値は地盤からの浸水深であり、それ以上の水位となると各項目の被害が生じることを示している。

4. 結論

本研究の主要な結論を以下に示す。

家屋の浸水被害状況について、建築に関する知識や予算制約等といった被災者の個人属性に依存した回答を用いることで被害を過小評価している課題を解決するため、以下の方法を開発した。水害で被災した家屋の補修実績を豊富に有する住宅メーカー、設計事務所、工務店等の専門家へ聞き取り調査をすることで、家屋の部位のうち浸水のみにより交換等の必要が生じる部位とそれ以外の部位に分類した。浸水のみにより交換等の必要が生じる部位については、浸水による被害内容と復旧内容を明らかにした。さらに、実際の被災家屋への訪問調査により、それらの妥当性を確認した。

また、各部位の被害額の上限を新築費用の按分相当としているため被害率が過小となっていた従来方法の課題を解決するため、標準的な材質等と復旧方法を設定し、各部位の撤去・清掃・再設置等に必要となる費用を積算する方法を開発した。

最後に、以上を踏まえ標準的な木造2階建ての「家屋

被害モデル」を試作し、浸水深と家屋被害の全容を分析した。

本研究の成果は、治水経済調査における重要な基礎資料になるとともに、治水事業の事業評価のアカウンタビリティを高めることが期待される。さらに、個々の家屋所有者が水害リスクに対する対策をとる際には重要な参考資料ともなり、我が国の水害リスク軽減に資することが期待される。

今後、家屋の浸水深別被害率の改定に向けて、残された課題は次のとおりである。まず、本研究において開発した「標準的な復旧費用」の考え方を床と内壁以外の部位についても設定する必要がある。次に、基礎や柱等の浸水のみでは交換等が必要となる被害が生じない部位についても、実被害内容を分析し、復旧内容・費用の標準化を図る必要がある。さらに、被災家屋を多く調査することで、木造・非木造の別、浸水深、流体力の大きさ（現行マニュアルでは地盤勾配で表現している）、土砂堆積厚等と被害率との関係を分析することが必要である。それらの結果を踏まえ、例えば急激に被害が増加する浸水深の閾値を基にマニュアルの浸水深ランクを設定する等、実務面への活用が必要となる。

謝辞：本研究の実施にあたっては、津波及び河川洪水で被災された多くの方々に御協力をいただいた。また、「河川事業の評価手法に関する研究会」の小林座長をはじめとする委員の先生方から御助言をいただいた。ここに記して深く感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 国土交通省河川局：治水経済調査マニュアル（案），2005。
- 2) 末次忠司：治水経済史 ―水害統計及び治水経済調査手法の変遷―，土木史研究第18号，pp. 603-618，1998。
- 3) 国土交通省水管理国土保全局：河川事業の評価手法に関する研究会第4回資料，2012。
- 4) 損害保険料率算定機構編：東海豪雨水災被害アンケート調査による住宅被害分析，ディスクロージャー資料，2002。
- 5) 加藤史訓，福濱方哉，野口賢二：高潮による浸水被害の実態調査，海岸工学論文集，第52巻，pp. 1321-1325，2005。
- 6) (財) 資産評価システム研究センター編：家屋に関する調査研究 ―大規模災害に係る被災家屋の評価について―，2012。
- 7) 日経BP社：日経ホームビルダー2005年2月号記事，pp. 53-55，
- 8) (社) 日本ツーバイフォー建築協会編：東北地方太平洋沖地震ツーバイフォー住宅被害状況報告書，2011。
- 9) 国土交通省総合政策局：平成23年建築動態統計調査。
- 10) 住宅金融公庫監修・豊かな住生活を考える会著：図解日本の住宅がわかる本，pp. 119，141，PHP研究所，1994。
- 11) (独) 住宅金融支援機構監修：木造住宅工事仕様書，(財) 住宅金融普及協会，2010。

(2013. 4. 4受付)