

# 高潮による浸水被害の実態調査

加藤史訓\*・福濱方哉\*\*・野口賢二\*\*\*

高潮対策の事業効果の適切な評価には、高潮による浸水と一般資産の被害との関係が解明されていなければならないが、そのような調査の事例は数少ない。そこで、2004年8月の台風0416号による高潮を対象に、香川県高松市と岡山県倉敷市での浸水被害に関するアンケート調査を実施した。その結果、家屋の各構成部分および各種家庭用品の被害率と浸水深との関係が明らかになった。また、家屋と家庭用品の被害率を算出し、両市間の差異について考察するとともに、1999年の台風9918号による熊本県不知火町と山口県宇布市での浸水被害などと比較した。

## 1. はじめに

高潮対策の効果は、氾濫解析等により得られる浸水状況の変化だけでなく、家屋や家庭用品などの一般資産の被害低減の観点からも評価される必要がある。高潮については、浸水と一般資産の被害との関係に関する調査事例が極めて限られている。このため、家屋の各部位（基礎、床、壁など）や各種家庭用品（家具、電気製品、自動車、衣類など）の被害と浸水深などの関係が解明されておらず、高精度で浸水深を予測できても一般資産の被害を精度良く評価できない状況にある。

本研究は、2004年8月の台風0416号による高潮を対象に、家屋および家庭用品の被害程度と浸水深などとの関係を解明するとともに、高潮対策の事業評価に用いられる一般資産の被害率を評価するものである。

## 2. 調査方法

台風0416号による高潮で浸水した香川県高松市と岡山県倉敷市の世帯を対象に、浸水被害に関するアンケート調査を実施した。台風0416号の接近により、高松や宇野などで既往最高の潮位が観測され、香川県、岡山県などの沿岸部では浸水被害が発生した。高松市では、床上浸水3,538戸、床下浸水12,023戸の被害があった。また、倉敷市では、床上浸水2,643戸、床下浸水1,693戸の被害があった。

調査対象者は、浸水域の住宅地図から無作為に抽出した後、死傷者が出た世帯を除外した。現地調査では、調査への協力を依頼するはがきを調査対象者に事前に郵送し、2005年1月28～30日に調査員が各戸を訪問して、記入方法を説明した上で調査票を配布し、一週間後の2月

4～6日に調査票を回収した。

調査には、河川災害の被害率を調査した栗城ら(1995)の調査票をそのまま用いた。調査票の概要は、以下のとおりである。

### a) 家屋

家屋の形式や築後年数、浸水深や土砂堆積深、浸水時間、流出部分の有無等を尋ねた後、表-1に示された家屋の構成部分別に、4～6段階に設定した被害程度の中から該当するものを選択していただいた。調査票は、木造家屋用と非木造家屋用の2種類を用意した。

### b) 家庭用品

表-2に示す家具、電気用品について、全所有数量、製品下半分が浸水した数量、製品全体が浸水した数量、流失あるいは廃品となった数量を記入していただいた。また、自動車およびバイク・スクーターについて、全所有数量、浸水深が0.5m程度となった数量、浸水深が1m程度となった数量、全体が浸水した数量、流失あるいは廃品となった数量を記入していただいた。さらに、表-2に示す衣類等について、全所有数量、浸水した数量、流失あるいは廃品となった数量を記入していただいた。

表-1 調査対象の家屋構成部分

木造	基礎（布基礎、独立基礎）、柱、屋根（瓦、亜鉛鉄板など）、外壁（モルタル塗、板張など）、内壁（漆壁、板など）、造作、天井、床（畳、板張、タイルなど）、建具、その他
非木造	主体構造（鉄筋コンクリート、鉄骨造など）、外部仕上げ、内部仕上げ、床、天井、屋根、建具、設備（電気、給水など）、その他

表-2 調査対象の家具・電化用品、衣類等

家具・電化用品	電気冷蔵庫、電気掃除機、電子レンジ、ガステーブル、ガス瞬間湯沸かし器、電動ミシン、電気こたつ、ガスストーブ、温風ヒーター、和だんす、洋服ダンス、整理だんす、鏡台、茶だんす・食器戸棚、食卓・椅子、電話機、書棚、カラーテレビ、ラジカセ、ステレオ、ビデオデッキ、ピアノ・電気オルガン、パソコン・ワープロ、エアコン室内機、エアコン室外機、洗濯機
衣類	男子オーバー・コート、男子背広、男子上着、男子ズボン、男子ネクタイ、婦人オーバー・コート、婦人スーツ、婦人ワンピース、婦人ブラウス、婦人スカート、婦人黒礼服、婦人着物、婦人訪問着、婦人留袖、婦人喪服、婦人羽織、婦人和服コート、婦人帯、婦人ハンドバック、セーター、靴、敷布団、マットレス、掛布団、毛布

* 正会員	工修	国土技術政策総合研究所 海岸研究室 主任研究官	河川研究部
** 正会員	工修	国土技術政策総合研究所 海岸研究室長	河川研究部
*** 正会員		国土技術政策総合研究所 海岸研究室 主任研究官	河川研究部

3. 調査結果

(1) 調査票の回収状況

調査票の回収数は、高松市125件、倉敷市107件である。回答者の属性は以下のとおりである。

・世帯主の職業は、両市とも、無職が多くを占める「その他」が約40%で、会社員・公務員が約35%、自営業が約20%であった。

・木造家屋の割合は、高松市が85%、倉敷市が75%であった。また、2階建ての割合は高松市が86%、倉敷市が80%、地階を有する家屋の割合は両市とも2%程度であった。

・築後年数が30年を超える家屋の割合は、高松市で41%、倉敷市で35%であった。また、同10年以下の家屋の割合は、高松市で15%、倉敷で24%であった。

(2) 家屋の浸水状況

図-1のように、回答者中の床下浸水の割合は高松市が37.6%、倉敷市が28.0%で、平均的には倉敷市の方が浸水深は大きかった。両市とも、床上3m以上の浸水家屋は含まれていなかった。浸水時間は、図-2のように、両市とも回答者の4割が12時間以下であるが、高松市では72時間超という回答も見られた。また、家屋内での土砂堆積は、図-3のように両市とも回答者の9割弱が無かったと回答しており、残りもほとんど全てが厚さ10cm未満であった。加藤・鳥居(2001)による台風9918号の被害率調査の対象者と比べると、土砂堆積があった家屋の割合は少ない。

(3) 家屋の被害状況

回答数の8割を占めた木造家屋については、家屋の各部位の被害と浸水深との関係は以下のとおりである。

・布基礎は床下浸水でも1割の世帯で不同沈下が生じており、その割合は浸水深とともに大きくなる(図-4)。独立基礎では、床下浸水でも2割の世帯で不同沈下しており、布基礎と比べ全体的に被害程度が大きかった。

・柱は、床下浸水では被害がなかったものの、床上浸水になると損傷した家屋の割合が増加する(図-5)。

・屋根や天井の被害程度については、浸水深とほとんど関係がなかった。

・外壁は、床下浸水では表面汚染程度の被害である。床上浸水になると、板張りの外壁は図-6のように浸水深とともに損傷の程度が著しく大きくなるが、モルタル塗の外壁は図-7のように床上1m以上の浸水でも剥落の割合は3割に過ぎない。

・塗壁の内壁は、図-8のように床上0.5m未満の浸水でも半数の世帯で亀裂等が生じている。また、被害程度は浸水深とともに増大している。

・畳(図-9)、板張りの床とも、床上浸水では浸水深と

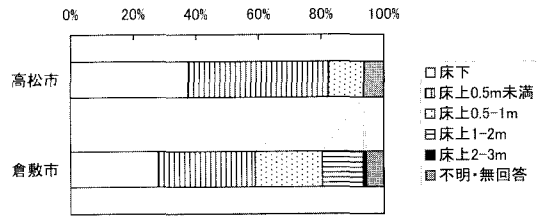


図-1 家屋の浸水深

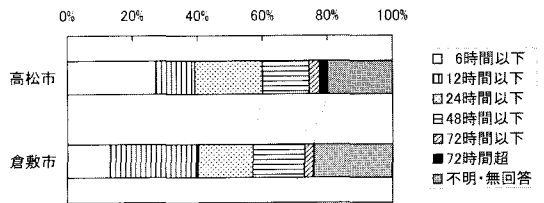


図-2 家屋の浸水時間

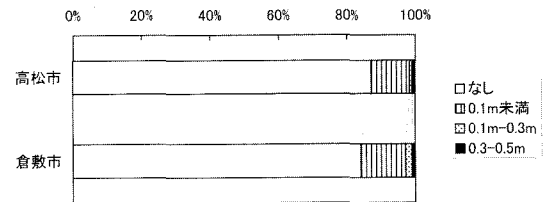


図-3 家屋の土砂堆積深

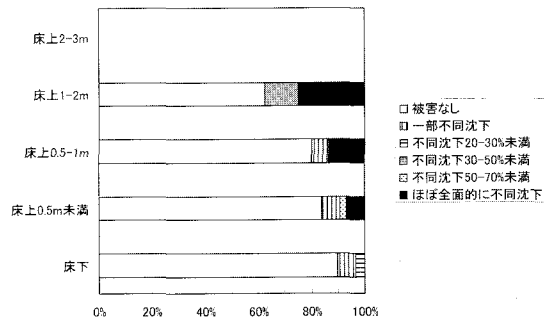


図-4 布基礎の被害

ともに被害程度が増大する傾向が認められた。

(4) 家庭用品の被害状況

家庭用品の被害状況について、家具・電気用品、自動車、衣類等に分けて考察する。

図-10は、家具・電気用品について、浸水深別に被害状況を示している。床下浸水では被害はほとんど発生していないが、床上浸水になると浸水深とともに流失・廃品の割合が増加し、床上1m以上の浸水では8割以上が流失・廃品である。

図-11は、自動車の被害状況を示している。家具・電気用品とは異なり、流出・廃品の割合は、床下浸水でも

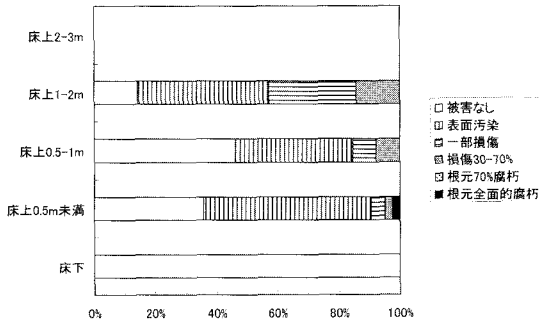


図-5 柱の被害

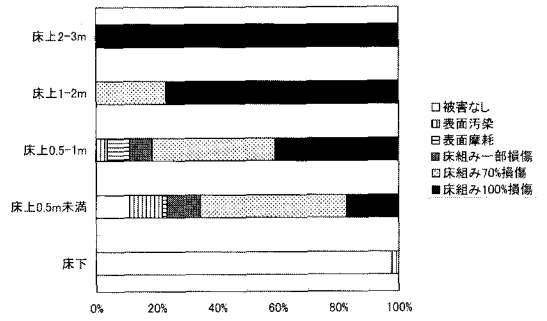


図-9 畳の被害

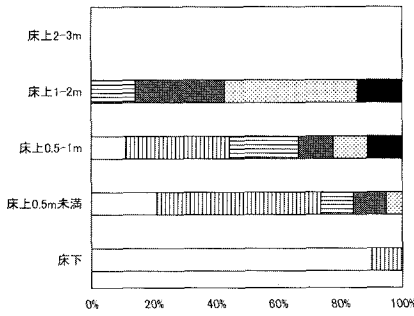


図-6 外壁(板張り)の被害

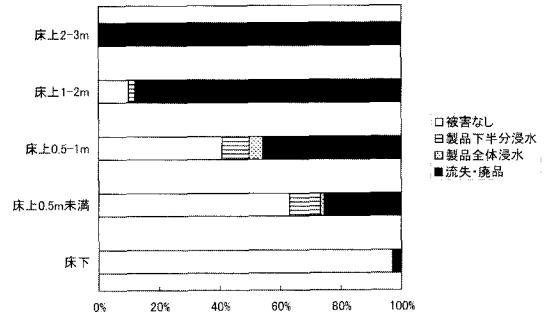


図-10 家具・電気用品の被害

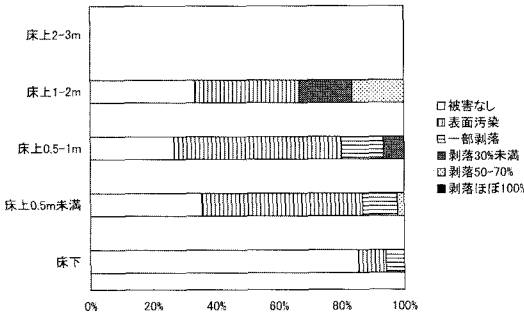


図-7 外壁(モルタル塗)の被害

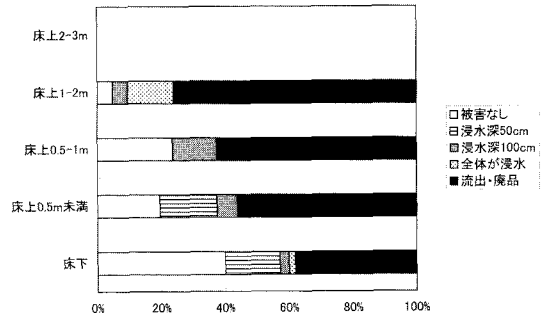


図-11 自動車の被害

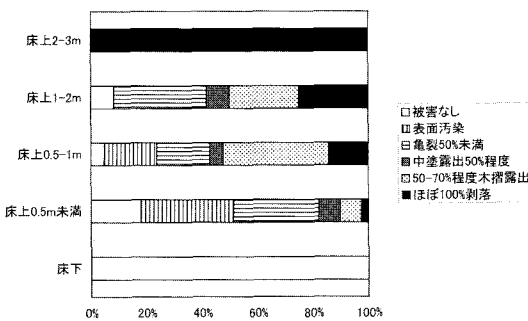


図-8 内壁(塗壁)の被害

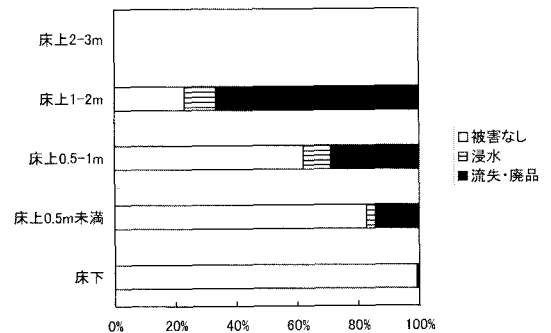


図-12 衣類等の被害

4 割弱, 床上1m以上の浸水では8割弱に上る. バイク・スクーターも同様の傾向であった.

図-12は, 衣類等の被害状況を示している. 家具・電気用品や自動車と比べて, 流出・廃品の割合は小さかった.

4. 被害率の算定

(1) 被害率の算定

家屋と家庭用品の被害率の算定は, 栗城ら(1995)に従って以下に行った.

a) 家屋

$$\text{被害率} = \sum_i \left\{ \sum_j (Db_{ij} \times Lb_{ij}) \times Pb_i \right\} \dots \dots \dots (1)$$

ここで,  $Db_{ij}$ : 部分別損傷程度別被災数量 (当該被害があった場合1, なかった場合0),  $Lb_{ij}$ : 部分別損傷程度別損耗率,  $Pb_i$ : 部分別価値構成比,  $i$ : 家屋の構成部分 (基礎, 外壁, 床など),  $j$ : 損傷程度である. このうち, 部分別損傷程度別損耗率および部分別価値構成比については, 栗城ら(1995)の調査結果を用いた.

b) 家庭用品

被害率 = 被害額 ÷ 所有資産額

$$= \sum_i \left\{ \sum_j (Df_{ij} \times Lf_{ij}) \times Pf_i \times Pf_j \right\} \div \sum_i (Tf_i \times Pf_i \times Rf_i) \dots \dots \dots (2)$$

ここで,  $Df_{ij}$ : 品目別浸水程度別被災数量,  $Lf_{ij}$ : 品目別浸水程度別損耗率,  $Pf_i$ : 再調達価額,  $Rf_i$ : 経年残価率,  $Tf_i$ : 品目別所有数量,  $i$ : 品目,  $j$ : 浸水程度である. このうち, 品目別浸水程度別損耗率および再調達価額については栗城ら(1995)の調査結果を用い, 経年残価率は一律0.75とした.

(2) 被害率の都市間比較

図-13および14は, 台風0416号時における浸水深別の被害率の平均値を, 高松市と倉敷市に分けて示している. 高松市の回答者には床上1m以上の浸水家屋が含まれていない. 家屋の被害率は, 床上0.5m未満の浸水では倉敷市の方が若干大きい, 床上0.5m以上の浸水では高松市の方が大きかった. 家庭用品の被害率は, 床下浸水では倉敷市の方がかなり大きかった.

家庭用品を家具・電気用品, 自動車およびバイク・スクーター, 衣類等に分けて被害率を算出したところ, 床下浸水での被害率は, 家具・電気用品や衣類等が10%以下であるのに対し, 自動車等は両市平均で45%と高かった. また, 図-15のように, 自動車等の被害率は, 床下浸水では倉敷市の方が高かった. さらに, 倉敷市の方が, 浸水時間が長く, 家庭用品を移動した世帯の割合が少なかった (高松市42.6%, 倉敷市28.1%). 以上のことから,

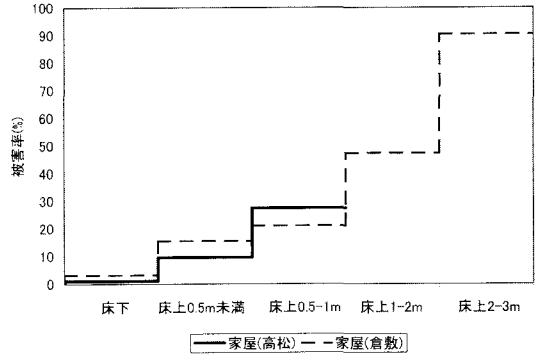


図-13 家屋の被害率

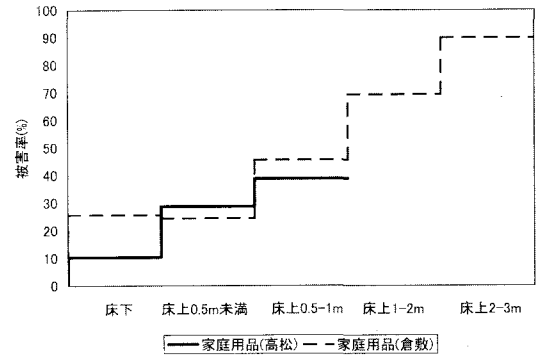


図-14 家庭用品の被害率

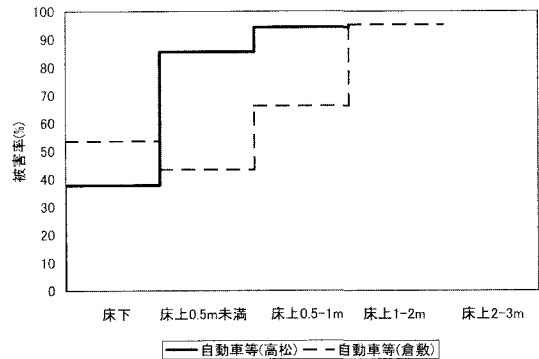


図-15 自動車等の被害率

ら, 床下浸水での家庭用品の被害率が倉敷市で比較的高かったと考えられる.

(3) 台風9918号時の被害率との比較

図-16および17は, 台風0416号時の被害率 (高松市と倉敷市の平均) を, 海岸省庁策定の「海岸事業の費用便益分析指針」に示されている値とともに, 加藤・鳥居(2001)による台風9918号時の被害率調査結果 (熊本県不知火町と山口県宇布市の平均) と比較したものである. 家屋の被害率は, 指針と同程度であるが, 台風9918号時

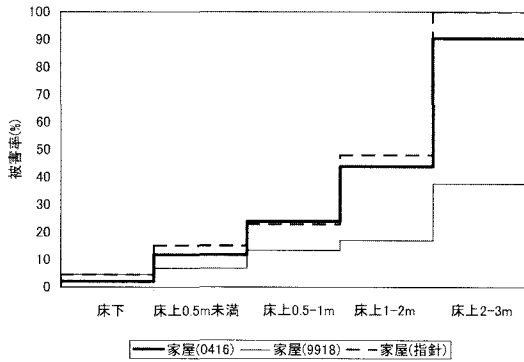


図-16 被害率の比較 (家屋)

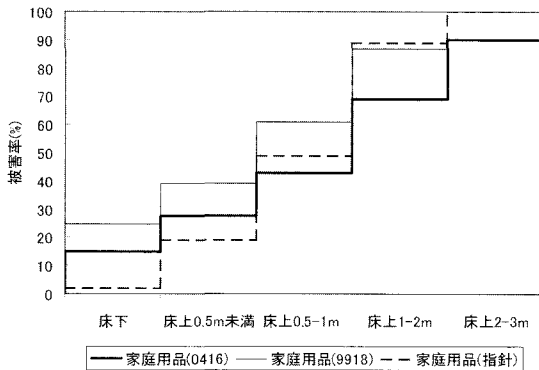


図-17 被害率の比較 (家庭用品)

と比べると、床下浸水では若干小さく、床上浸水ではかなり大きかった。一方、家庭用品の被害率は、指針と比べると、床上0.5m未満の浸水では大きく、それ以上の浸水では小さかった。また、台風9918号時と比べると、被害率は全ての浸水深で小さかった。その要因として、家庭用品を安全な場所に移動させた世帯の割合が、台風9918号時の約2倍と高かったことが考えられる。

## 5. おわりに

今回行ったような高潮による浸水被害に関する実態調査は数少なく、より精度の高い事業評価のため調査事例を蓄積していく必要がある。

被害率の算定に用いた損耗率は、河川災害の実績に基づくものであることから、塩分等の影響が加わる高潮災害では過小となる可能性がある。よって、高潮災害を対象とした損耗率について検討が必要である。

また、今回使用した調査票は、家庭用品だけで56項目も記入する必要があり、回答にかなりの時間を要する。このため、戸別訪問による回答方法の説明が不可欠で、これがサンプル数の制約となっている。調査の精度と回答者の負担とのバランスを考慮しながら、調査票の改良を図る必要がある。

アンケート調査では、高松市および倉敷市の被災者の方々に貴重な時間を費やして回答していただいた。また、アンケート調査に先立ち、高松市役所および倉敷市役所よりご助言をいただいた。さらに、アンケート調査に際しては、後藤英生氏を始めとする(株)アイ・エヌ・エーにご尽力いただいた。ここに記して謝意を表します。

## 参考文献

- 加藤史訓・鳥居謙一(2001)：高潮による一般資産の被害特性，土木計画学研究・講演集，No.24(1)，pp. 689-692.
- 栗城 稔・今村能之・小林裕明(1995)：水害被害の実態調査に基づく一般資産の被害率の推定，土木研究所資料，第3330号，282p.
- 鳥居謙一・加藤史訓(2001)：高潮災害に関する研究，土木研究所資料，第3803号，97p.
- 農林水産省農村振興局・農林水産省水産庁・国土交通省河川局・国土交通省港湾局(2004)：海岸事業の費用便益分析指針(改訂版)，103p.