

水害廃棄物となる家財を対象とした浸水時の重量変化に関する基礎的研究

九州大学工学部 学生会員 岩本 博志  
九州大学大学院 正会員 中山 裕文 島岡 隆行

1. はじめに

わが国では、水害をもたらす台風や豪雨が多発しており、家屋建築物の倒壊や被災住宅より家財等の廃棄物が大量に発生する<sup>1)</sup>。家屋の浸水からの復旧作業を行うためには、家屋内の清掃と被害に遭った家財道具の搬出を行う必要がある。泥の付着や水の吸収によって家財道具が重くなると、その搬出は容易でなくなる。

水害廃棄物の物理的特性は、既往の研究ではあまり明らかにされておらず、水分を含んで重量がある畳や家具等の粗大ごみが多量に発生するため、平常時の人員および車両では収集、運搬が困難である<sup>2)</sup>、と表現するに留まっている。本研究では、実際に、水害廃棄物となり得る主な家財を浸漬させる実験を行い、重量変化や乾燥状態に至るまでの時間などを定量化することで、水害廃棄物の搬出行動への影響を分析することを目的としている。

2. 水害廃棄物となる家財を対象とした浸水時の重量変化の把握

2.1 家財の浸水実験 実験は、水害廃棄物となり得る家財を浸漬させ、重量を経時的に測定し、得られたデータから重量変化率、吸水量、吸水量が半減するのに要した時間と吸水量が0となるのに要した時間を得ることを目的とし行った。実験試料の選定に際しては、1,000世帯あたりの消費耐久財所有数<sup>3)</sup>(表1)、家財道具別に「ごみとして捨てた」と回答した人の割合<sup>4)</sup>(表2)を参考にした。その結果選定した試料を表3に示す。これらの実験試料を浸漬させ、十分に水分を吸収させた後に水から取り出し、水滴が落ちなくなるまで水を切った後重量を計測した。得られた測定値から次式(1)を用いて吸水量を計算した。

$$w_t = W_t - W_0 \dots (1)$$

ここで  $w_t$  : 実験開始から t 時間後の吸水量 (kg または g)、 $W_t$  : 各実験試料の実験開始から t 時間後の重量 (kg または g)、 $W_0$  : 各実験試料の浸水前の重量 (kg または g) である。浸漬させた各実験試料を実験室内に放置し、乾燥させた。なお、実験室内の温度を 17 に設定した。

表4は実験試料を浸漬させ、重量の経時変化を測定し、その結果得られた重量変化率、最大重量、最大吸水量を示したものである。なお、表4に示す数値は、表3に示す実験試料の内、毛布、カーテンに関しては3種類を1回浸漬させて得た値の平均値であり、それ以外の実験試料は1つを3回浸漬させて得た値の平均値である。今回使用した実験試料の中で、毛布の重量変化率が最も大きく、最大6.5倍を示した。重量変化率が最も小さかったのは発泡スチロールで、最大1.1倍を示した。また、図1には畳の重量の経時変化を示している。今回使用した畳は、元の大きさの1/3を切り出したものを使用したが、水分の減少が遅く、吸水量が半減するのに要した時間

および吸水量が0となるのに要した時間を得ることができなかつた。そのため、実験開始から240時間以降の重量の経時的変

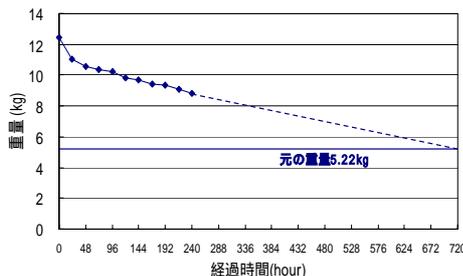


図1 畳の重量の経時変化

表1 1,000世帯あたりの消費耐久財所有数

家財名	所有数
畳	16,410
タンス	4,599
エアコン室外機	2,007
テレビ	1,907
食器棚	1,360
冷蔵庫	1,206
洗濯機	1,031
炊飯器	891
パソコン	865

出典:平成16年度全国消費実態調査

表2 家財道具別に「ごみとして捨てた」と回答した人の割合

家財名	割合(%)
畳	75.5
タンス	69.9
衣類	64.5
絨毯	61.3
アルバム	60.2
自動車	59.8
食器類	58.3
冷蔵庫	57.4
敷布団	51.5
テレビ	51.3
食器棚	51.3
ストーブ	50.5
本棚	50.0
洗濯機	50.0
扇風機	38.8
エアコン	37.8
自転車	25.3
位牌・仏壇	18.3
パソコン	14.1

出典:災害廃棄物フローを考慮した大規模水害時における水害廃棄物処理計画策定手法の開発 平成20年度調査報告書

表3 実験試料概要

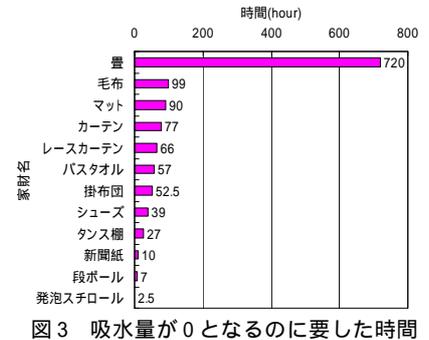
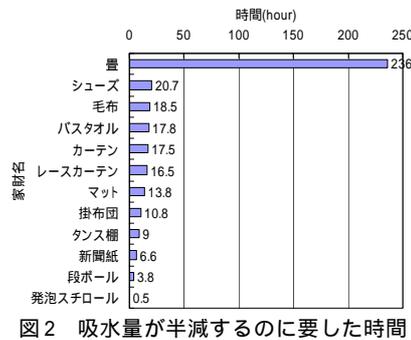
家財名	大きさ(cm)	重さ	備考
畳	56.6 × 83.5 × 5	5.22kg	3つ、中は重製、元の大きさは170 × 83.5 × 5(cm)
毛布	200 × 140	1.80kg	アクリル繊維製
		1.42kg	綿製
		1.42kg	綿製
掛布団	180 × 120	1.00kg	表地、裏地ともに綿製、中綿はポリエステル製
バスタオル	130 × 78	0.40kg	綿製
マット	82 × 53	0.60kg	綿製
カーテン	180 × 140	0.66kg	ポリエステル製
		0.66kg	綿、ポリエステル製
		0.60kg	綿、ポリエステル製
レースカーテン	170 × 140	0.52kg	ポリエステル製
タンスの棚	33 × 69.2 × 13.5	2.00kg	木製
シューズ	26.0 (足の大きさ)	0.72kg	
新聞紙	51.5 × 72.8 (見開き時)	147.4g	中国新聞朝刊2008年9月29日付、全30頁
段ボール	55.5 × 44 × 0.5 (折りたたみ時)	268.3g	
発泡スチロール	50 × 18.4 × 17.8	62.0g	

表4 実験試料の重量変化率、最大重量、最大吸水量

家財名	畳	毛布	掛布団	バスタオル	マット	カーテン
重量変化率(倍)	2.4	6.5	4.3	5.4	4.6	3.2
最大重量(kg)	12.5	10.3	4.3	2.5	2.7	2.0
最大吸水量(kg)	7.3	8.7	3.3	2.1	2.1	1.3
家財名	レースカーテン	タンス棚	シューズ	新聞紙	段ボール	発泡スチロール
重量変化率(倍)	2.6	1.2	1.4	3.3	1.9	1.1
最大重量(kg)	1.3	2.5	1.0	492.8(g)	507.4(g)	70.8(g)
最大吸水量(kg)	0.8	0.5	0.3	345.4(g)	239.1(g)	7.2(g)

化を外挿し、図中に破線で示す。

図2は各実験試料の吸水量が半減するのに要した時間、図3は各実験試料の吸水量が0となるのに要した時間を示している。畳に関しては前述したように吸水量が半減、あるいは0となるのに要した時間を得ることができなかつたため、図1をもとに値を算出している。今回使用した実験試料は、畳を除いて水を切ってから約96時間(約4日)で含水量が0となり浸漬前の重量に戻る事が分かった。



2.2 水害廃棄物の1世帯あたりの重量変化の推定 2.1節の結果をもとに、浸水時における1世帯あたりの水害廃棄物の重量変化の推定を試みた。表5に、1世帯が所有している家財と1つ当たりの重量、数量の設定条件を示す。これらの家財全てが浸水被害に遭ったものと想定して、浸水前後の重量変化等について考察した。

表6にその結果を示す。浸水前の総重量が704.36kgであったのに対して、浸水被害に遭うことで、重量が約1.8倍の1244.78kgとなった。なお、畳、タンス、布団、カーテン、レースカーテン、靴類、新聞紙、毛布、マットの浸水後の重量変化には2.1節で得た重量変化率の値を用いており、その他の家電製品(エアコン室外機、扇風機、冷蔵庫、洗濯機、テレビ、オーブンレンジ、炊飯器)の浸水前後での重量変化は、家電製品の部分は水分を吸収しないとして無視した。

次に、浸水後の1世帯が所有する家財の重量の経時的変化(0~10日)の推定を行った。総重量は次式(2)を用いて求めた。

$$W_T = \sum_i \left( \frac{W_{Ti}}{W_{0i}} \cdot W_i \cdot n_i \right) \dots (2)$$

ここで、 $W_T$ : 浸水からT日後の家財の総重量(kg)、 $i$ : 表5で示した各家財、 $W_{Ti}$ : 浸水実験で得られた実験開始からT日後の各家財の重量(kg)、 $W_{0i}$ : 表3で示した各家財の浸水前の重量(kg)、 $W_i$ : 表5で設定した各家財の1つ当たりの重量(kg)、 $n_i$ : 表5で設定した各家財の数量である。結果を図4に示す。浸水直後は1244.78kgであったが、1日目で約163kg減少し、2日目で47kg減少した。その後は1日に約10kgのペースで水が減少していった。

### 3. おわりに

本研究では家財の浸漬実験を主に行った。その結果、1世帯の家財の総重量は、浸水被害に遭うと約1.8倍に増加することが分かった。浸水被害にあった全家財の重量の内、約55%を畳が占めることが分かった。浸漬実験で用いた家財は、畳を除き約4日で、畳は約1ヶ月で浸漬前の重量に戻る事が分かった。

〔謝辞〕本論文は平成21年度環境省廃棄物処理等科学研究費補助金の援助を受けて実施した。また、実験試料の収集にあたっては多くの方にご協力いただき、ここに記して感謝の意を表します。

〔参考文献〕1) 平山修久: 近年の水害における災害対応および水害廃棄物発生量の推定, 水環境学会誌, 第30巻, 第5号, p251, 2007, 2) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課: 水害廃棄物指針, 2005.6, p2, 3) 総務省統計局: 平成16年全国消費実態調査より一部抜粋, 4) 災害廃棄物フローを考慮した大規模水害時における水害廃棄物処理計画策定手法の開発 平成20年度調査報告書, 2009.3, pp14-23

表5 1世帯が所有している家財の設定条件

家財名	畳	タンス	エアコン室外機	冷蔵庫	洗濯機	テレビ
1つ当たりの重量(kg)	15.66	40.50	35.00	27.18	57.80	17.06
数量	16	5	2	1	1	2
家財名	炊飯器	毛布	マット	布団	カーテン	レースカーテン
1つ当たりの重量(kg)	3.80	1.64	0.60	1.00	0.60	0.52
数量	1	3	3	6	4	4
家財名	新聞紙	靴類	オブ・ルツ	扇風機	ストーブ	総重量
1つ当たりの重量(kg)	0.15	0.70	19.18	2.19	8.19	704.36
数量	7	12	1	2	1	

\*: 重量の設定に際して、畳、タンス、布団、カーテン、レースカーテン、靴類、新聞紙、毛布、マットに関しては表3の値を、その他の家財は、エディオンインターネットショッピングサイト(<http://www.edion.com>)に掲載されてある全製品の平均値を採用した。  
 \*\*: 数量の設定に際して、畳、タンス、エアコン室外機、冷蔵庫、洗濯機、テレビ、炊飯器に関しては表1の値を参考にした。その他の家財は、本研究独自の設定である。

表6 浸水後の重量の推定結果

家財名	畳	タンス	エアコン室外機	冷蔵庫	洗濯機	テレビ
重量(kg)	682.75	243.00	70.00	27.18	57.80	34.12
家財名	炊飯器	毛布	マット	布団	カーテン	レースカーテン
重量(kg)	3.80	31.98	8.28	25.80	7.68	5.41
家財名	新聞紙	靴類	オブ・ルツ	扇風機	ストーブ	総重量
重量(kg)	3.47	11.76	19.18	4.38	8.19	1244.78

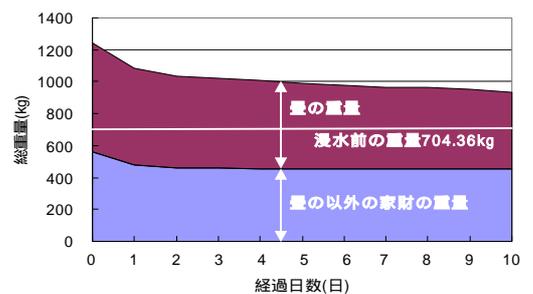


図4 家財重量の経時的変化の推定