

第3章 統合的水害リスク評価手法の開発

3. 1 建物の浸水被害及び対策効果の評価手法の開発

3. 1. 1 手法の目的

本節では、建物の所有者、管理者が対策の必要性や種類・規模等について判断するための情報として、対象建物の実態を反映することができる浸水被害と対策効果の評価手法を提案する。

この手法は、第2章で検討した地域の浸水ハザードに関する情報から、対象建物の位置での浸水情報を引き出し、その条件の下で対象建物の資産被害額を推計し、建物の構造などに応じて実施しうる複数の対策候補についてそれぞれ被害低減額を評価・比較するものである（3. 1. 2）。地域全体の情報から自身が必要とする情報に変換することで、対策導入に係る経費との比較など建物の個別条件と比較考量し、もってより合理的な判断を行えるようにすることを意図している。評価手法に基づく被害推算を行うとともに、建物そのものの資産や形態の情報を正しく反映するためのツールとして、建物所有者自身が建物の形態や所有している資産の配置を入力し、被害推算できるソフトを作成した（3. 1. 3）。なお、本手法の有効性については、後述の5. 1において、実際に住民・事業者に本ツールで作成した情報を提示する試行調査を行うことにより検証している。

さらにこの手法は、地域の地形や土地利用、特に建物用途を踏まえて、予測される被害及び効果的な対策とその立地が特定できることから、自治体等の地域の防災対策を推進する主体が効果的な施策を戦略的に判断する際に活用可能である。この場合、対象となる建物すべての情報を入手することは通常困難である。そのため本研究では、建物用途毎に一般的な建物（以下、「モデル建物」）の構造や規模と、その資産の鉛直配置を想定して、汎用的な「資産被害モデル」を作成し、類似の建物全てに適用する方法を試行した（3. 1. 4）。この成果は、3. 2の地域全体の評価にあたって活用する。また、4. 2、4. 3でモデル地域への適用を試行している。

今回のモデル建物は、ごく限られた標本数の情報から設定している。そのため地上階を主対象としている。将来的には多くの実際の建物の情報を入手することにより、「資産被害モデル」に地下階を含め、かつ統計的な精度を向上させることが理想的である。

さらに、居住者の年齢構成による所有資産の差等に応じた設定ができると、高齢化等の地域特性を踏まえた評価が可能となると考えられる。そのため、本節の建物の「資産被害モデル」の検討においては、世帯特性毎のモデルの設定についても検討した。

3. 1. 2 手法の概要

今回開発した手法は、第2章で算出した浸水ハザード情報に基づく建物の立地地点での浸水深の確率分布と「資産被害モデル」を組み合わせることで、被害額や対策効果を算定するものである。

（1）浸水ハザード情報

評価する建物について、ある深さ以上となる浸水が発生する確率を示す、「浸水深の超過確率分布」を作成する。「浸水深の超過確率分布」は、図3.1.1のとおり、確率年ごとに作成した地区全体の浸水深分布から各建物の立地地点における浸水深を読み取り、確率年との関係として整理することで得られる。

1年あたりの浸水被害額の期待値である「年平均被害額」の算定には、なるべく多くの確率年の浸水深データが利用できることが好ましいが、特に戸別対策の評価において重要なのは、投資効果を評価す

る上で影響が大きい、対策効果が顕著に現れる浸水深（例えば、防水板や嵩上げの高さ）を包含する範囲のデータである。

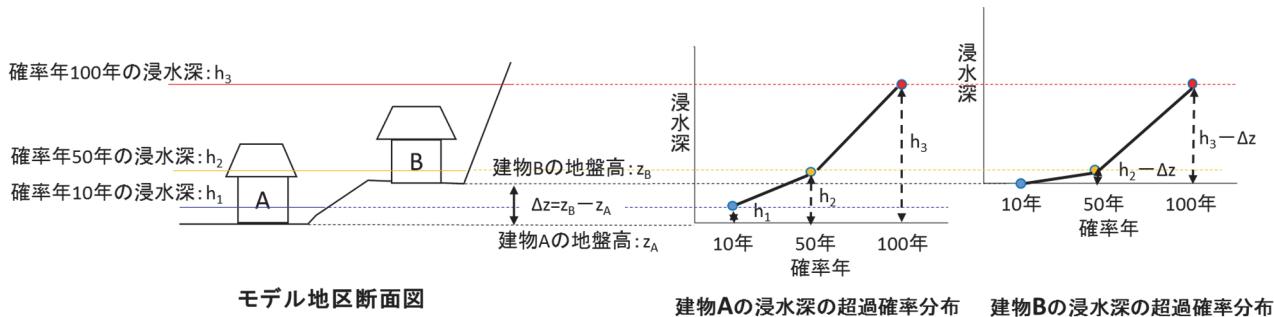


図 3.1.1 各建物の立地を考慮した浸水深の超過確率分布

(2) 建物被害特性情報

建物の構造や家具や設備等の鉛直配置から、浸水により生じる被害（財産や商品の損壊、建物・設備の交換・修理・清掃等）を想定し、その被害額を推算する。建物の鉛直配置は、3. 1. 3では実際の個別建物の調査から、3. 1. 4では後述する種々の統計データからモデル建物として設定している。また被害額は、浸水被害を受けた資産の交換・修理や再調達等の評価額として推算することとした。

以上から、図 3.1.2 に示すように浸水深 h において浸水する資産の被害総額として被害額 $d_0(h)$ （以下、「資産被害モデル」）を得る。

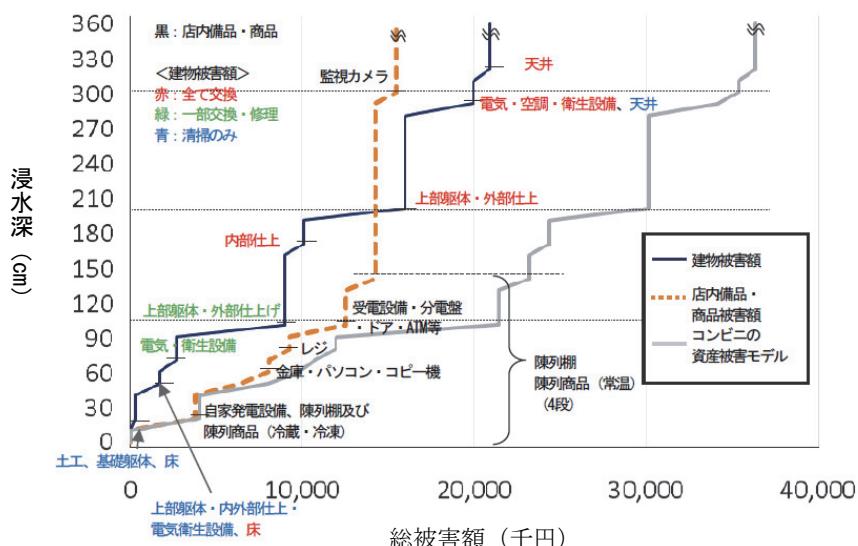


図 3.1.2 モデル建物による「資産被害モデル」の設定例（コンビニエンスストア）

(3) 水害リスク情報

年間の浸水深-超過確率分布を資産被害モデルに与えることで、水害リスク情報として年間の被害額の超過確率分布が得られる。その期待値を年平均被害額と呼ぶこととし、「治水経済調査マニュアル（案）」（国土交通省河川局、2005）の手法を参考に、以下に示す手順で算定した。

まず、任意の間隔で離散的に設定した超過確率 P_i ($i=1, 2, \dots, n$) に対応する浸水深 h_i を求め、その浸水深 h_i における被害額を d_i とするとき、 i から $i+1$ における区間平均被害額 d_j を以下の式で算定する。

$$d_j = (d_i + d_{i+1})/2$$

次に、浸水深 $h_i \sim h_{i+1}$ の生起確率 p_j を次式で求める。

$$p_j = P_i - P_{i+1}$$

このとき、区間*i*～*i+1*の「生起確率×被害額」*D_j*を以下のように定義する。

$$D_j = p_j \cdot d_j$$

ある建物全体の年平均被害額（期待値）*E₀*は、*D_j*の総和として算定する。

$$E_0 = \sum_{j=1}^{n-1} D_j$$

ある特定の資産に対する年平均被害額も*d_i*として当該資産の価格*d_p*と設置高さ*z_p*から設定される被害モデル (*d_i = 0, h < z_p, d_i = d_p, h ≥ z_p*) を上式に与えることで算定できる。

(4) 対策による被害低減効果

(2) で設定した資産被害モデル*d₀(h)*を用いて、浸水に対する被害低減対策を建物に講じた場合の資産被害モデル*d_m(h)*についても設定する。ここで、付字0は無対策を、mは対策実施後の被害額を示すものとする。対策前と対策後の被害額の差分（被害低減額）より、各建物への対策効果を得ることができる。

資産被害モデルは、①建物被害額（建物本体の部材・設備の修理・建て替え費用）、②家財・備品・商品等被害額をそれぞれ個別に取り扱っている。そのため、①建物の構造の工夫や、②家財や備品などの置き方による資産被害低減効果への応用が可能である。今回は戸別対策として、止水板の設置、敷地の嵩上げ、ピロティ化および高額物品などの高所移設の4パターンを想定した。

1) 止水板の設置

建物の開口部に仮設の土のうや止水板を設置することにより、その高さ以下の浸水を防止し、それを超えると建物周囲と同一の深さまで浸水が生じるとモデル化する（図3.1.3）。

$$d_m(h) = \begin{cases} 0 & (0 \leq h \leq w) \\ d_0(h) & (w < h) \end{cases}$$

ここで、*w*は止水板の高さ、*h*は建物周囲の浸水深である。

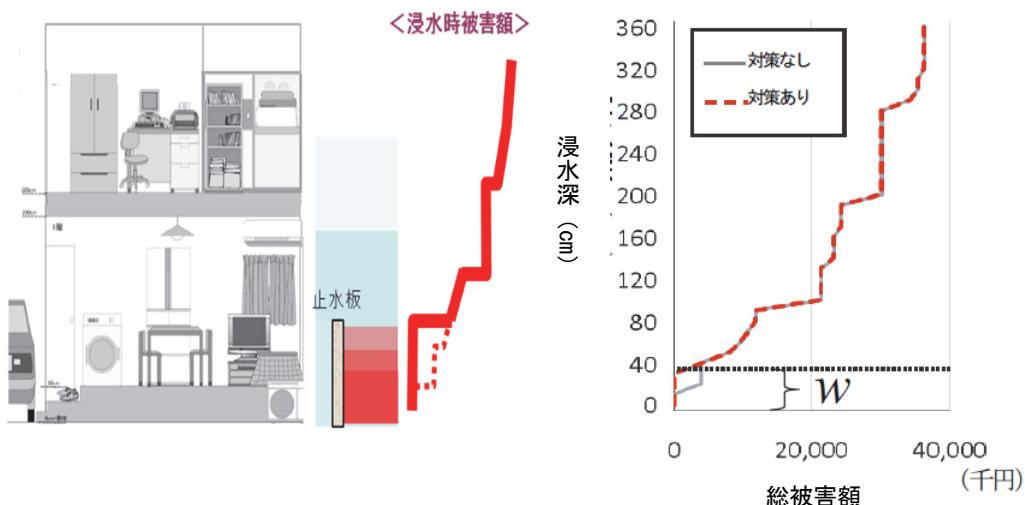


図3.1.3 止水板の資産被害モデル

2) 敷地の嵩上げ

建物全体を盛り土等により嵩上げする。嵩上げ前の地盤標高を基準とした浸水深*h*に対して、嵩上げ

た分だけ浸水を防止・低減できるとモデル化する（図3.1.4）。

$$d_m(h) = \begin{cases} 0 & (0 \leq h \leq u) \\ d_0(h-u) & (u < h) \end{cases}$$

ここで、 u は嵩上げ高さである。

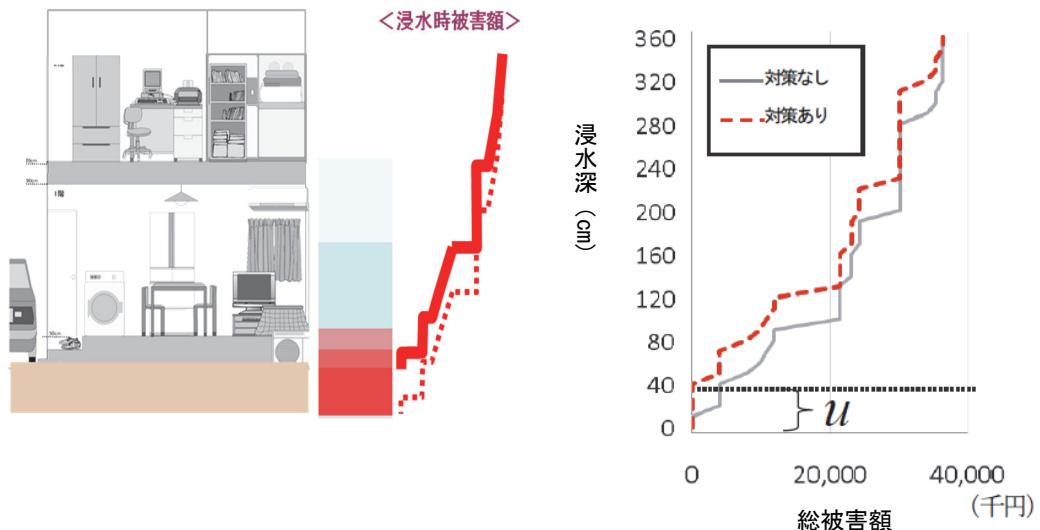


図3.1.4 嵩上げの資産被害モデル

3) ピロティ化

ピロティ構造化した建物の①建物被害額、②家財・備品・商品等被害額の鉛直方向分布を図3.1.5に示すようにそれぞれ新たに設定することにより、資産被害モデルを構築することができる。具体的には、内壁や建具等の居室に係る建物被害および屋内の家財等被害は、2階が浸水する場合に発生するものとした。ピロティ化した1階部分（駐車場）に設置される自動車、バイク等は、その設置高さに応じて浸水することとした。対策前後の資産被害モデルを比較すると、住宅の場合、1階までの浸水に対する被害は概ね半分程度に低減される結果となった。

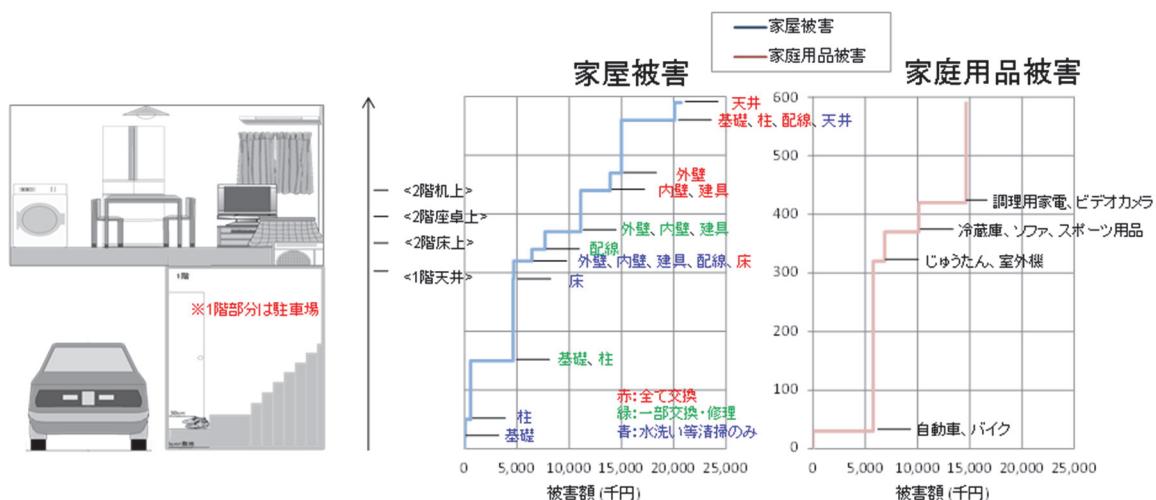


図3.1.5 ピロティ構造化の資産被害モデルの一例

4) 高所移設

価値の高い資産等をあらかじめ上階に配置する、または緊急時に上階に移動させるといった、高所移設の資産被害モデルは、 $d_0(h)$ について移設対象とした資産の設置高さを再設定することで得られる。設定例を3. 1. 3 (2) で紹介する。

3. 1. 3 年平均被害額・被害低減額の算定ツール

(1) 目的と概要

個別の住宅・事業所の所有者や自治体での活用を念頭において、浸水ハザード情報（浸水深の超過確率分布）及び実態調査から得られた建物内外における資産の鉛直分布とその評価額（概算値）を入力することにより、年平均被害額及び対策効果を算定できるツールを作成した。なお、ツールを用いた対策検討の試行については4. 1に示す。

(2) 算定ツールの構成

算定ツールの作成には、Microsoft Excel 2013 によるマクロ機能を利用した。ツールは7つのワークシートで構成されており、各シートで扱うデータ等の概要を表3.1.1に示す。以降、各シートについて説明する。

表 3.1.1 算定ツールのワークシート構成

No.	シート名	内容
1	浸水深の登録	対象建物の位置における浸水深
2	建物と対策の登録	建物の概要、土のう、止水板、地盤嵩上げの浸水対策イメージの説明と設置条件の入力
3	資産の登録	資産の鉛直分布の入力
4	高所移設の登録	什器・商品・高額機器等の高所移設の設定
5	被害と対策効果	年平均被害額と、土のう、止水板の設置、高所移設、地盤嵩上げ等の対策を講じた場合の被害低減効果（年平均被害の低減額）を算定
6	資産別の被害と対策効果	「5 被害と対策効果」の算定した年平均被害額および低減額の内訳を個別の資産毎に表示
7	物品リスト	「3 資産の登録」での登録作業を補助する情報である、一般的な家庭物品とその参考価格を示したリスト

① 浸水深の登録

対象建物が立地する箇所での浸水深の超過確率分布を登録するワークシートである。確率年と浸水深の関係として入力する。

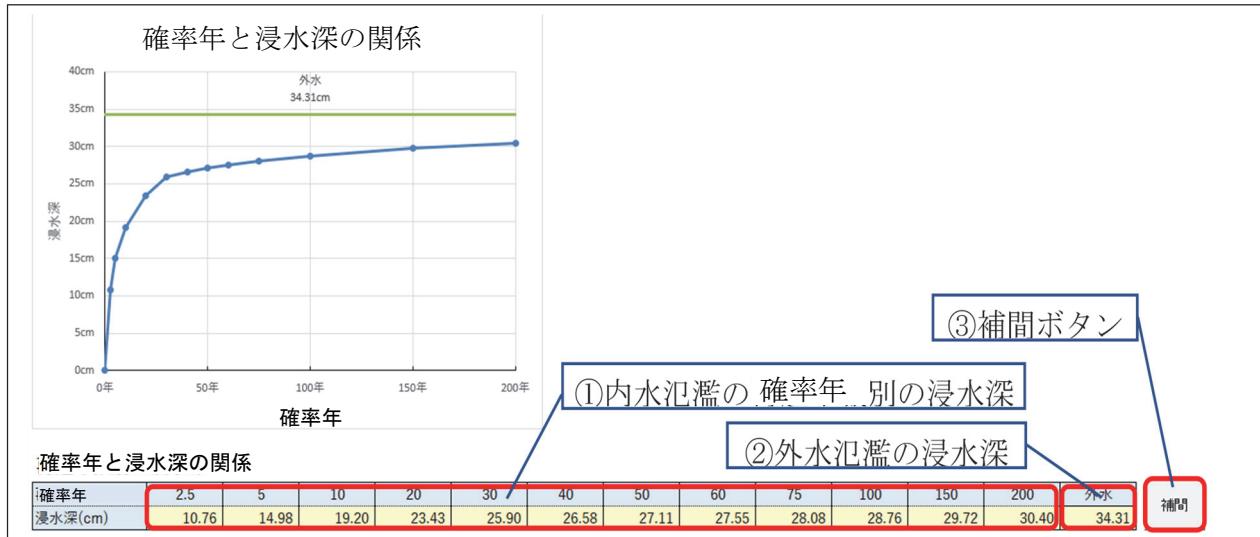


図 3.1.6　浸水深の登録画面

② 建物と対策の登録

建物各階の高さは隣接する道路の地盤高を基準として登録する。また各階に配置されている資産は当該床面を基準として設置高さを登録する(図 3.1.7)。建物の概要として、建物の評価額、建築面積、各階の部屋構成を登録する(図 3.1.8)。

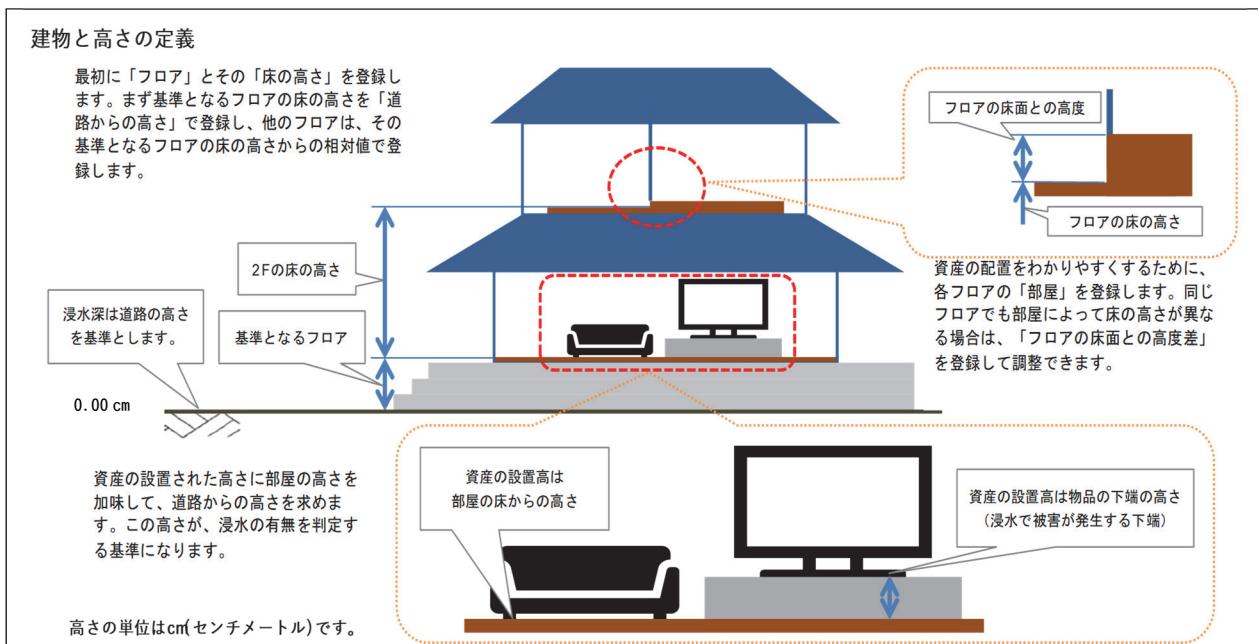


図 3.1.7　建物の基準高さの登録画面

建物

建物の評価額(円)	19,870,000
床面積(m ²)	100
家屋1m ² あたりの評価額(円)	198,700
評価額(円)	19,870,000

[評価額を登録](#)

フロア

階	床面の高さ(cm)	道路からの高さ(cm)
1F	10	10
屋外	-10	0
3		
4		
5		
6		
7		
8		

先頭行の床面の高さが各階の床面の高さの基準となります。

部屋

※同階に同じ部屋名が複数ある場合は、識別できるように部屋名の後ろに数字などを入れて下さい。
例) 和室が同階に複数ある場合: 和室1、和室2

ID	階	部屋名	フロアの床面との高度差(cm)	屋内/屋外	備考
1	1F	床下	-5	屋内	
2	1F	居間	0	屋内	
3	1F	台所	0	屋内	
4	屋外	裏庭	0	屋外	
5	1F	部屋	15	屋内	
6	1F	洗面所	0	屋内	
7	屋外	駐車スペース	0	屋外	
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

図 3.1.8 建物概要の登録画面

また、同シート上で戸別対策についても登録する。まず、土のう、止水板の説明、対策の効果、費用などについて説明し（図3.1.9）、これを参考に複数の対策の案（パターン）を登録する（図3.1.10）。

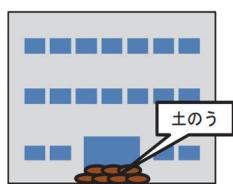
同様に、嵩上げについても、その説明と対策案を登録する（図3.1.11）。

対策

止水板・土のうの設置

土のう

土のうを積んで浸水を防ぎます。
浸水を防ぐ水面の高さ（道路面を基準とした浸水深）と、土のうの設置場所の高さ（設置高）の差として、積む高さが決まります。
設置場所の高さと、設置する幅を登録して、費用を計算します。場所などによりますが、60~80cmを超えて積むのは現実的ではありません。



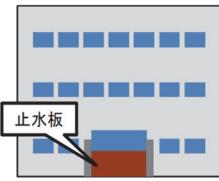
3.000

耐用年数(年)

高さ10cm×幅100cmあたり単価(円)	3.000
耐用年数(年)	3

止水板

専用の板で、建物や敷地の開口部を塞ぎ、浸水を防ぎます。



対策する高さ（道路面の高さが基準）と、設置場所の高さ（設置高）から、必要な板の高さを求めます。

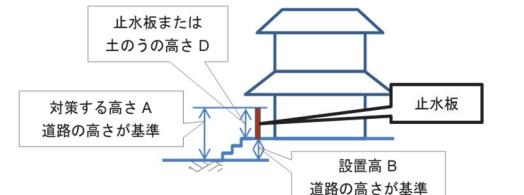
止水板の高さと幅には制約があります。
特に大きな止水板はコストが大きくなります。単価表の範囲でのみ費用を計算できます。

幅(cm)	単価(円)	高さ(cm)			
		~40	~50	~60	~70
~120	268,000	296,000	360,000	396,000	
~150	296,000	326,000	396,000	436,000	
~180	323,000	358,000	436,000	480,000	
~210	357,000	393,000	479,000	527,000	
~240	389,000	428,000	523,000	574,000	
~270	422,000	464,000	565,000	621,000	
~300	453,000	498,000	608,000	669,000	

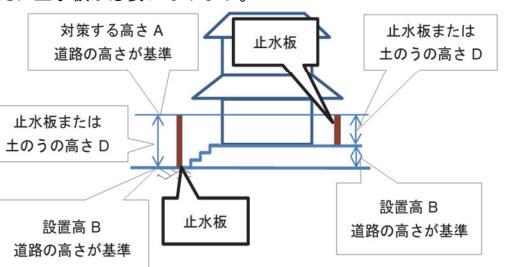
10

対策する高さ

対策を設置する場所の高さ（設置高）は道路面からの高さとして測ります。対策する高さ（浸水を防ぐ水面の高さ）をあらかじめ入力しておけば、設置高を入力すると、必要となる止水板や土のうの高さが自動計算されます。

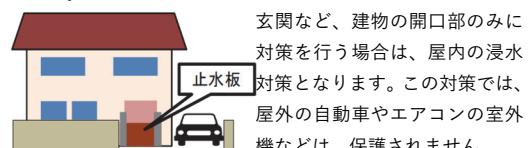


例えば玄関と裏口があれば、対策はそれぞれの幅に合わせて、2か所に行います。玄関と裏口の設置高が異なる場合は、対策する高さ（浸水を防ぐ水面の高さ）が同じでも、異なる高さの土のうまたは止水板が必要になります。



対象範囲

止水板または土のうを設置する場所によって対策範囲が変わってきます。



玄関など、建物の開口部のみに対策を行う場合は、屋内の浸水対策となります。この対策では、屋外の自動車やエアコンの室外機などは、保護されません。



敷地を囲う塀の出入り口などに対策を行うことで、屋内と屋外の敷地全体の浸水対策となります。すべての資産を保護できますが、費用がより高くなることが多いです。

図3.1.9 土のう・止水板による対策説明画面

<p>パターン1</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <tr> <td style="width: 50%;">方法</td> <td style="width: 50%;">土のう</td> </tr> <tr> <td>対象範囲</td> <td>屋内のみ</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <tr> <td style="width: 50%;">対策する高さ(cm)</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">A</td> <td style="background-color: #ffffcc;">20</td> </tr> <tr> <td>道路の高さが基準</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>浸水深の超過確率(確率年)</td> <td colspan="2">11.9</td> </tr> </table> <p>対策の内訳と費用の計算</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <tr> <th colspan="5">土のうの場合</th> </tr> <tr> <th>設置高 B (cm)</th> <th>幅 C (cm)</th> <th>高さ D (cm)</th> <th>価格 G (円)</th> <th></th> </tr> <tr> <td>0</td> <td>200</td> <td>20</td> <td>12,000</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3">合計価格 H</td> <td colspan="2">12,000</td> </tr> </table> <p>D: A-B G: C×D×単価(3000)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <tr> <th colspan="6">止水板の場合</th> </tr> <tr> <th>設置高 B (cm)</th> <th>幅 C (cm)</th> <th>高さ D (cm)</th> <th>単価 E (円/枚)</th> <th>数F (枚)</th> <th>価格 G (円)</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3">合計価格 J</td> <td colspan="3">0</td> </tr> </table> <p>D: A-B E: C×Dに応じた価格 G: E×F</p> <p style="text-align: center;"><input type="button" value="計算した価格を登録"/></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr> <td>対策費用(円)</td> <td>K</td> <td>12,000</td> <td>HまたはJまたは直接入力</td> </tr> <tr> <td>耐用年数(年)</td> <td>L</td> <td>3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>年平均対策費用(円)</td> <td>M</td> <td>4,000</td> <td>K÷L</td> </tr> </table>	方法	土のう	対象範囲	屋内のみ	対策する高さ(cm)	A	20	道路の高さが基準			浸水深の超過確率(確率年)	11.9		土のうの場合					設置高 B (cm)	幅 C (cm)	高さ D (cm)	価格 G (円)		0	200	20	12,000																						合計価格 H			12,000		止水板の場合						設置高 B (cm)	幅 C (cm)	高さ D (cm)	単価 E (円/枚)	数F (枚)	価格 G (円)																															合計価格 J			0			対策費用(円)	K	12,000	HまたはJまたは直接入力	耐用年数(年)	L	3		年平均対策費用(円)	M	4,000	K÷L	<p>パターン2</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <tr> <td style="width: 50%;">方法</td> <td style="width: 50%;">止水板</td> </tr> <tr> <td>対象範囲</td> <td>屋内のみ</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <tr> <td style="width: 50%;">対策する高さ(cm)</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">A</td> <td style="background-color: #ffffcc;">60</td> </tr> <tr> <td>道路の高さが基準</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>浸水深の超過確率(確率年)</td> <td colspan="2">200以上</td> </tr> </table> <p>対策の内訳と費用の計算</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <tr> <th colspan="5">土のうの場合</th> </tr> <tr> <th>設置高 B (cm)</th> <th>幅 C (cm)</th> <th>高さ D (cm)</th> <th>価格 G (円)</th> <th></th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3">合計価格 H</td> <td colspan="2">0</td> </tr> </table> <p>D: A-B G: C×D×単価(3000)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <tr> <th colspan="6">止水板の場合</th> </tr> <tr> <th>設置高 B (cm)</th> <th>幅 C (cm)</th> <th>高さ D (cm)</th> <th>単価 E (円/枚)</th> <th>数F (枚)</th> <th>価格 G (円)</th> </tr> <tr> <td>0</td> <td>210</td> <td>60</td> <td>479,000</td> <td>1</td> <td>479,000</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>150</td> <td>50</td> <td>326,000</td> <td>1</td> <td>326,000</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3">合計価格 J</td> <td colspan="3">805,000</td> </tr> </table> <p>D: A-B E: C×Dに応じた価格 G: E×F</p> <p style="text-align: center;"><input type="button" value="計算した価格を登録"/></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr> <td>対策費用(円)</td> <td>K</td> <td>805,000</td> <td>HまたはJまたは直接入力</td> </tr> <tr> <td>耐用年数(年)</td> <td>L</td> <td>10</td> <td></td> </tr> <tr> <td>年平均対策費用(円)</td> <td>M</td> <td>80,500</td> <td>K÷L</td> </tr> </table>	方法	止水板	対象範囲	屋内のみ	対策する高さ(cm)	A	60	道路の高さが基準			浸水深の超過確率(確率年)	200以上		土のうの場合					設置高 B (cm)	幅 C (cm)	高さ D (cm)	価格 G (円)																											合計価格 H			0		止水板の場合						設置高 B (cm)	幅 C (cm)	高さ D (cm)	単価 E (円/枚)	数F (枚)	価格 G (円)	0	210	60	479,000	1	479,000	10	150	50	326,000	1	326,000																			合計価格 J			805,000			対策費用(円)	K	805,000	HまたはJまたは直接入力	耐用年数(年)	L	10		年平均対策費用(円)	M	80,500	K÷L
方法	土のう																																																																																																																																																																																																																																		
対象範囲	屋内のみ																																																																																																																																																																																																																																		
対策する高さ(cm)	A	20																																																																																																																																																																																																																																	
道路の高さが基準																																																																																																																																																																																																																																			
浸水深の超過確率(確率年)	11.9																																																																																																																																																																																																																																		
土のうの場合																																																																																																																																																																																																																																			
設置高 B (cm)	幅 C (cm)	高さ D (cm)	価格 G (円)																																																																																																																																																																																																																																
0	200	20	12,000																																																																																																																																																																																																																																
合計価格 H			12,000																																																																																																																																																																																																																																
止水板の場合																																																																																																																																																																																																																																			
設置高 B (cm)	幅 C (cm)	高さ D (cm)	単価 E (円/枚)	数F (枚)	価格 G (円)																																																																																																																																																																																																																														
合計価格 J			0																																																																																																																																																																																																																																
対策費用(円)	K	12,000	HまたはJまたは直接入力																																																																																																																																																																																																																																
耐用年数(年)	L	3																																																																																																																																																																																																																																	
年平均対策費用(円)	M	4,000	K÷L																																																																																																																																																																																																																																
方法	止水板																																																																																																																																																																																																																																		
対象範囲	屋内のみ																																																																																																																																																																																																																																		
対策する高さ(cm)	A	60																																																																																																																																																																																																																																	
道路の高さが基準																																																																																																																																																																																																																																			
浸水深の超過確率(確率年)	200以上																																																																																																																																																																																																																																		
土のうの場合																																																																																																																																																																																																																																			
設置高 B (cm)	幅 C (cm)	高さ D (cm)	価格 G (円)																																																																																																																																																																																																																																
合計価格 H			0																																																																																																																																																																																																																																
止水板の場合																																																																																																																																																																																																																																			
設置高 B (cm)	幅 C (cm)	高さ D (cm)	単価 E (円/枚)	数F (枚)	価格 G (円)																																																																																																																																																																																																																														
0	210	60	479,000	1	479,000																																																																																																																																																																																																																														
10	150	50	326,000	1	326,000																																																																																																																																																																																																																														
合計価格 J			805,000																																																																																																																																																																																																																																
対策費用(円)	K	805,000	HまたはJまたは直接入力																																																																																																																																																																																																																																
耐用年数(年)	L	10																																																																																																																																																																																																																																	
年平均対策費用(円)	M	80,500	K÷L																																																																																																																																																																																																																																

図 3.1.10 土のう・止水板の登録画面

地盤嵩上げ																																					
<p>敷地に盛土して建物を嵩上げする浸水対策です。 浸水を防ぐ水面の高さ(道路面を基準とした浸水深)に応じた高さの土留め擁壁で周囲を囲い、その中に盛土を行います。</p>																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">赤土盛土(1m³)あたりの価格</th> </tr> <tr> <th>量(m³)</th> <th>単価(円/m³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0 ~</td><td>7,000</td></tr> <tr><td>50 ~</td><td>6,500</td></tr> <tr><td>100 ~</td><td>6,000</td></tr> <tr><td>200 ~</td><td>5,500</td></tr> <tr><td>300 ~</td><td>5,000</td></tr> <tr><td>500 ~</td><td>4,500</td></tr> <tr><td>1000 ~</td><td>4,000</td></tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">土留めの擁壁(1m)の価格</th> </tr> <tr> <th>対策する高さ(cm)</th> <th>単価(円/m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>50 ~</td><td>25,500</td></tr> <tr><td>60 ~</td><td>31,200</td></tr> <tr><td>70 ~</td><td>36,400</td></tr> <tr><td>80 ~</td><td>43,100</td></tr> <tr><td>90 ~</td><td>49,200</td></tr> <tr><td>100 ~</td><td>55,400</td></tr> </tbody> </table> <p>諸経費の掛け率(%) 5</p>		赤土盛土(1m³)あたりの価格		量(m³)	単価(円/m³)	0 ~	7,000	50 ~	6,500	100 ~	6,000	200 ~	5,500	300 ~	5,000	500 ~	4,500	1000 ~	4,000	土留めの擁壁(1m)の価格		対策する高さ(cm)	単価(円/m)	50 ~	25,500	60 ~	31,200	70 ~	36,400	80 ~	43,100	90 ~	49,200	100 ~	55,400		
赤土盛土(1m³)あたりの価格																																					
量(m³)	単価(円/m³)																																				
0 ~	7,000																																				
50 ~	6,500																																				
100 ~	6,000																																				
200 ~	5,500																																				
300 ~	5,000																																				
500 ~	4,500																																				
1000 ~	4,000																																				
土留めの擁壁(1m)の価格																																					
対策する高さ(cm)	単価(円/m)																																				
50 ~	25,500																																				
60 ~	31,200																																				
70 ~	36,400																																				
80 ~	43,100																																				
90 ~	49,200																																				
100 ~	55,400																																				
敷地の情報																																					
<p>土留め擁壁で囲う周囲の長さと、盛土の量を求めるための敷地面積が費用の計算に必要となります。</p> <table border="1"> <tr> <td>敷地面積(m²)</td> <td>A</td> <td>160</td> </tr> <tr> <td>周囲の長さ(m)</td> <td>B</td> <td>50</td> </tr> </table>		敷地面積(m²)	A	160	周囲の長さ(m)	B	50																														
敷地面積(m²)	A	160																																			
周囲の長さ(m)	B	50																																			
耐用年数																																					
<p>費用対効果を求めるため、耐用年数が必要になります。 地盤の嵩上げには、建物の建て替えを伴うため、こちらの耐用年数なども考慮する必要があります。</p> <p>耐用年数(年) C 35</p>																																					
パターン1																																					
<table border="1"> <tr> <td>対策する高さ(cm) 道路の高さが基準</td> <td>D</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>浸水深の超過確率(確率年)</td> <td></td> <td>200以上</td> </tr> <tr> <td>盛土容積(m³)</td> <td>E</td> <td>128 A×D</td> </tr> <tr> <td>赤土盛土単価(円/m³)</td> <td>F</td> <td>6,000 Eに応じた単価</td> </tr> <tr> <td>赤土盛土費用(円)</td> <td>G</td> <td>768,000 E×F</td> </tr> <tr> <td>土留め擁壁単価(円/m)</td> <td>H</td> <td>43,100 Dに応じた単価</td> </tr> <tr> <td>土留め擁壁費用(円)</td> <td>J</td> <td>2,155,000 D×H</td> </tr> <tr> <td>費用合計(円)</td> <td>K</td> <td>2,923,000 G+J</td> </tr> <tr> <td>諸経費(円)</td> <td>L</td> <td>146,150 K×経費の掛け率(0.05)</td> </tr> <tr> <td>建替え費用(円)</td> <td>M</td> <td>19,870,000 建物の評価額</td> </tr> <tr> <td>対策費用(円)</td> <td>N</td> <td>22,939,150 K+L+M</td> </tr> <tr> <td>年平均対策費用(円)</td> <td>P</td> <td>655,404 N÷C</td> </tr> </table>		対策する高さ(cm) 道路の高さが基準	D	80	浸水深の超過確率(確率年)		200以上	盛土容積(m³)	E	128 A×D	赤土盛土単価(円/m³)	F	6,000 Eに応じた単価	赤土盛土費用(円)	G	768,000 E×F	土留め擁壁単価(円/m)	H	43,100 Dに応じた単価	土留め擁壁費用(円)	J	2,155,000 D×H	費用合計(円)	K	2,923,000 G+J	諸経費(円)	L	146,150 K×経費の掛け率(0.05)	建替え費用(円)	M	19,870,000 建物の評価額	対策費用(円)	N	22,939,150 K+L+M	年平均対策費用(円)	P	655,404 N÷C
対策する高さ(cm) 道路の高さが基準	D	80																																			
浸水深の超過確率(確率年)		200以上																																			
盛土容積(m³)	E	128 A×D																																			
赤土盛土単価(円/m³)	F	6,000 Eに応じた単価																																			
赤土盛土費用(円)	G	768,000 E×F																																			
土留め擁壁単価(円/m)	H	43,100 Dに応じた単価																																			
土留め擁壁費用(円)	J	2,155,000 D×H																																			
費用合計(円)	K	2,923,000 G+J																																			
諸経費(円)	L	146,150 K×経費の掛け率(0.05)																																			
建替え費用(円)	M	19,870,000 建物の評価額																																			
対策費用(円)	N	22,939,150 K+L+M																																			
年平均対策費用(円)	P	655,404 N÷C																																			
パターン2																																					
<table border="1"> <tr> <td>対策する高さ(cm) 道路の高さが基準</td> <td>D</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>浸水深の超過確率(確率年)</td> <td></td> <td>200以上</td> </tr> <tr> <td>盛土容積(m³)</td> <td>E</td> <td>160 A×D</td> </tr> <tr> <td>赤土盛土単価(円/m³)</td> <td>F</td> <td>6,000 Eに応じた単価</td> </tr> <tr> <td>赤土盛土費用(円)</td> <td>G</td> <td>960,000 E×F</td> </tr> <tr> <td>土留め擁壁単価(円/m)</td> <td>H</td> <td>55,400 Dに応じた単価</td> </tr> <tr> <td>土留め擁壁費用(円)</td> <td>J</td> <td>2,770,000 D×H</td> </tr> <tr> <td>費用合計(円)</td> <td>K</td> <td>3,730,000 G+J</td> </tr> <tr> <td>諸経費(円)</td> <td>L</td> <td>186,500 K×経費の掛け率(0.05)</td> </tr> <tr> <td>建替え費用(円)</td> <td>M</td> <td>19,870,000 建物の評価額</td> </tr> <tr> <td>対策費用(円)</td> <td>N</td> <td>23,786,500 K+L+M</td> </tr> <tr> <td>年平均対策費用(円)</td> <td>P</td> <td>679,614 N÷C</td> </tr> </table>		対策する高さ(cm) 道路の高さが基準	D	100	浸水深の超過確率(確率年)		200以上	盛土容積(m³)	E	160 A×D	赤土盛土単価(円/m³)	F	6,000 Eに応じた単価	赤土盛土費用(円)	G	960,000 E×F	土留め擁壁単価(円/m)	H	55,400 Dに応じた単価	土留め擁壁費用(円)	J	2,770,000 D×H	費用合計(円)	K	3,730,000 G+J	諸経費(円)	L	186,500 K×経費の掛け率(0.05)	建替え費用(円)	M	19,870,000 建物の評価額	対策費用(円)	N	23,786,500 K+L+M	年平均対策費用(円)	P	679,614 N÷C
対策する高さ(cm) 道路の高さが基準	D	100																																			
浸水深の超過確率(確率年)		200以上																																			
盛土容積(m³)	E	160 A×D																																			
赤土盛土単価(円/m³)	F	6,000 Eに応じた単価																																			
赤土盛土費用(円)	G	960,000 E×F																																			
土留め擁壁単価(円/m)	H	55,400 Dに応じた単価																																			
土留め擁壁費用(円)	J	2,770,000 D×H																																			
費用合計(円)	K	3,730,000 G+J																																			
諸経費(円)	L	186,500 K×経費の掛け率(0.05)																																			
建替え費用(円)	M	19,870,000 建物の評価額																																			
対策費用(円)	N	23,786,500 K+L+M																																			
年平均対策費用(円)	P	679,614 N÷C																																			

図 3.1.11 嵩上げの対策説明・登録画面

③ 資産の登録

資産配置の実態調査に基づき、住宅や事業所にある家財・備品・商品等の資産の鉛直分布を入力する（図 3.1.12）。資産の価格は、減価償却を加味せず、再調達価格で評価するものとして、原則として一般市場価格を参考に設定する。

絞り込み
教養娯楽 ▼

選択	物品	種別	価格	数量	設置部屋	設置高	追加	削除	昇順
手入力			標準価格						
1	清掃(1日当たり一般世帯)	部材・設備	11,000	5	55,000 (1F) 床下	0 (床下清掃費)			
2	コンセント	部材・設備	0	3	0 (1F) 台所	25			
3	給湯機	什器	235,000	1	235,000 (1F) 台所	120			
4	冷蔵庫	什器	129,000	1	129,000 (1F) 台所	0			
5	電子レンジ(オープン機能あり)	什器	96,000	1	96,000 (1F) 台所	100			
6	ガステーブル(コンロ)	什器	24,000	1	24,000 (1F) 台所	80			
7	電気炊飯器	什器	26,000	1	26,000 (1F) 台所	80			
8	全自動洗濯機	什器	104,000	1	104,000 (1F) 洗面所	0			
9	テレビ	什器	51,000	1	51,000 (1F) 居間	40			
10	電話・ファックス	什器	18,000	1	18,000 (1F) 居間	100			
11	空気清浄機	什器	35,000	1	35,000 (1F) 居間	40			
12	電気掃除機	什器	23,000	1	23,000 (1F) 部屋	0			
13	温風ヒーター	什器	17,000	1	17,000 (1F) 部屋	0			
14	エアコン(室外機)	什器	194,000	1	194,000 (屋外) 裏庭	10			
15	自動車	什器	1,600,000	1	1,600,000 (屋外) 駐車スペース	35 タイヤの高さ			
16	自転車	什器	43,000	1	43,000 (屋外) 裏庭	15 これくらいは浸水してよい			
17	パソコン	什器	185,000	1	185,000 (1F) 部屋	75 モニタ含む			
18	プリンタ	什器	35,000	1	35,000 (1F) 部屋	140			
19	ソファ	什器	298,000	1	298,000 (1F) 居間	0			
20									
21									
22									

図 3.1.12 資産の登録画面

④ 高所移設の登録

資産毎に高所移設先となる位置の高さを登録する（図 3.1.13）。登録すると移設前後の当該資産の年平均被害額が表示されるので、それを参考に高所移設の対象・高さを選定することができる。

資産毎の年平均被害額の計算結果を提示する。その際、高所移動の候補として、年平均被害額の上位 5 位までをピンク色に着色して表示する。異動先の高さを入力すると年平均被害額を再計算して表示し、対策前後の差異を確認できる。

参考番号	物品名	分類	現状		移設先		道路からの高さ(cm)	資産価値(円)	確率年(ポンプ停止)		確率年(ポンプ稼働)	
			設置部屋	設置高(cm)	部屋	設置高(cm)			1.2	2.3	11.9	
									1.2	2.3	11.9	
1	清掃(1日当たり一般世帯)	部材・設備	(1F) 床下			5	55,000	38,225	38,225	38,225	38,225	38,225
2	ソファ	什器	(1F) 居間	(1F) 部屋	0	10	298,000	207,110	10,927	10,927	10,927	10,927
3	テレビ	什器	(1F) 居間		4	50	51,000	0	0	0	0	0
4	空気清浄機	什器	(1F) 居間		4	50	35,000	0	0	0	0	0
5	電話・ファックス	什器	(1F) 居間		10	110	18,000	0	0	0	0	0
6	冷蔵庫	什器	(1F) 台所			10	129,000	89,655	89,655	89,655	89,655	89,655
7	コンセント	部材・設備	(1F) 台所		2	35	0	0	0	0	0	0
8	ガステーブル(コンロ)	什器	(1F) 台所		8	90	24,000	0	0	0	0	0
9	電気炊飯器	什器	(1F) 台所		8	90	26,000	0	0	0	0	0
10	電子レンジ(オープン機能あり)	什器	(1F) 台所		10	110	95,000	0	0	0	0	0
11	給湯機	什器	(1F) 台所		12	130	235,000	0	0	0	0	0
12	エアコン(室外機)	(屋外) 裏庭				10	194,000	134,830	134,830	134,830	134,830	134,830
13	自転車	(屋外) 裏庭			1	30	43,000	6,235	38	38	38	38
14	電気掃除機	什器	(1F) 部屋			20	25	23,000	843	843	843	843
15	温風ヒーター	什器	(1F) 部屋			25	17,000	623	623	623	623	623
16	パソコン	什器	(1F) 部屋		7	100	185,000	0	0	0	0	0
17	プリンタ	什器	(1F) 部屋		14	165	35,000	0	0	0	0	0
18	全自動洗濯機	什器	(1F) 洗面所			10	104,000	72,280	72,280	72,280	72,280	72,280
19	自動車	什器	(屋外) 駐車スペース		3	35	1,600,000	0	0	0	0	0
20												

図 3.1.13 高所移設の登録画面

⑤ 被害と対策効果

入力した建物の浸水特性（確率年と浸水深の関係）を示したうえで、現況の資産配置状況から推算される被害額と確率年の関係および資産毎の年平均被害額が図示されるワークシートである。高所移設を登録した場合には、移設後の被害額が別途表示される。

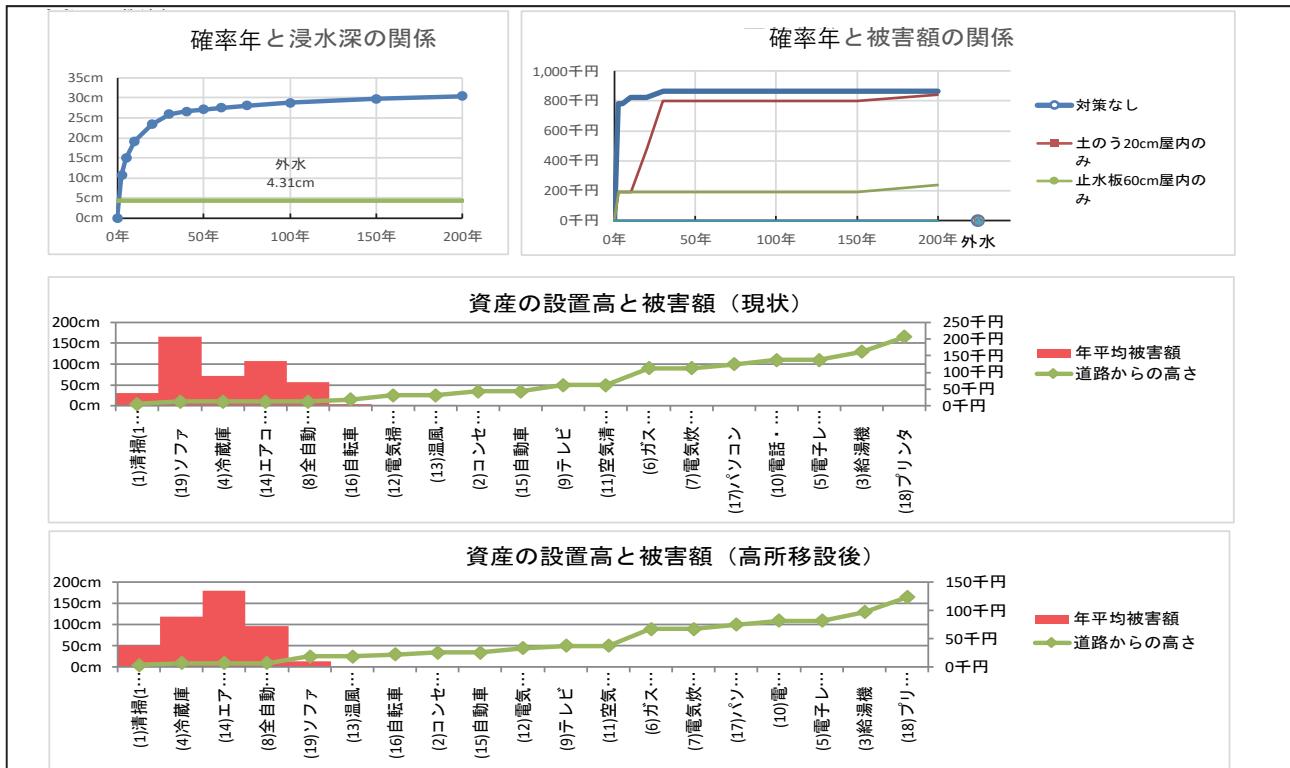


図 3.1.14 被害と対策効果の表示画面

⑥ 資産別の被害と対策の効果

土のう、止水板、地盤嵩上げによる戸別対策による年平均被害額の低減効果が資産毎に表示される。

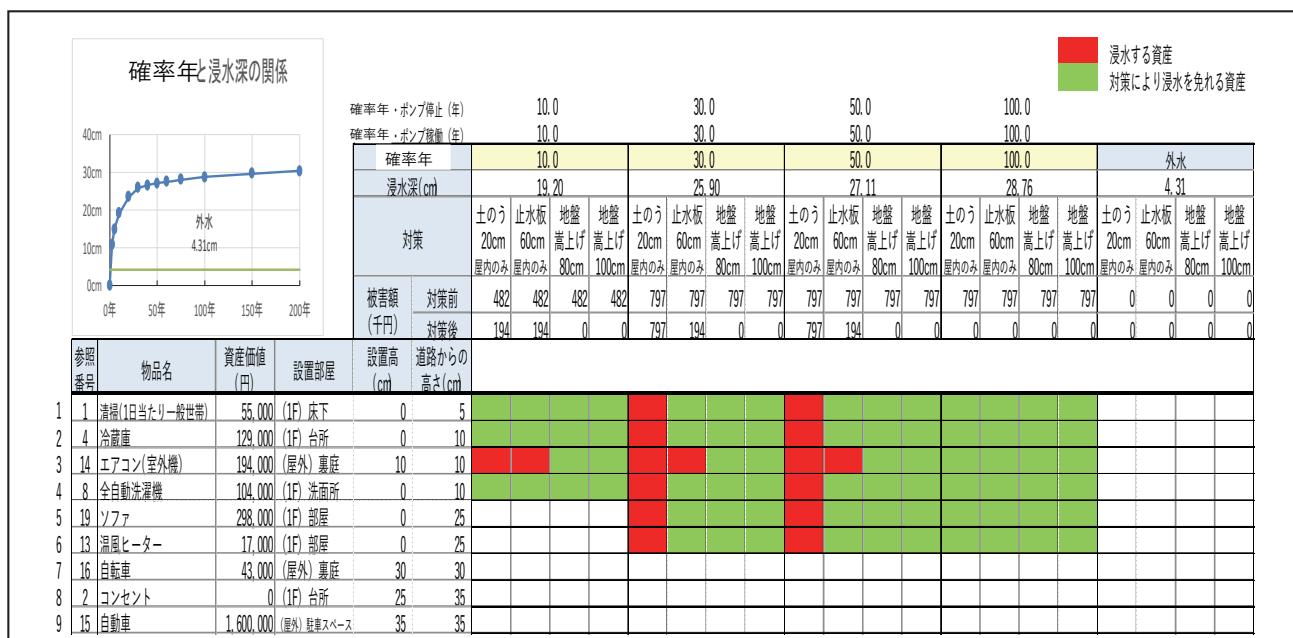


図 3.1.15 資産別の被害と対策効果の表示画面

⑦ 物品リスト

資産の登録を補助するために、一般的な家庭にあると思われる物品を参考価格とともにリスト化したシートである。このリストは資産を登録する際に、選択候補として参照できる。

ID	物品名	分類	価格	単位	備考
1	システムバス	住居	695,000	1式	戸建住宅用（寒冷地用は除く）、一階用、〔サイズ〕1,0坪（16.16）、〔壁〕一面アセント張り（シートタイプ、瞬間式、脱臭機能付き、洗浄位置調節機能付き、リモコン付き、温風乾燥機能なし、特殊機
2	温水洗净便座	住居	45,000	1台	
3	給湯機	住居	235,000	1台	ガス給湯機、風呂給湯機、エコジョーズ、屋外壁掛型、〔風呂沸かし機能〕オート、〔給湯能力〕20号、
4	システムキッチン	住居	596,000	1式	標準タイプ（ベースキャビネット、ウォールキャビネット、レンジフード）、食器洗い乾燥機付きは除く、
5	カーボート	住居	164,000	1セット	〔本体〕アルミニウム合金製、〔屋根材〕ポリカーボネート板、〔柱〕2本；片側支持タイプ、〔高さ〕2
6	畳替え代(1枚)	住居	5,000		
7	ふすま張替費(1枚)	住居	3,000		
8	壁紙張替費(1m ²)	住居	1,000		
9	清掃(1日当たり一般世帯)	住居	11,000		(デフレータより)
10	電気炊飯器	家具家事用品	26,000	1台	〔炊飯方式〕圧力IH式、〔最大炊飯容量〕1,0L、〔消費電力〕1,200~1,400W、特殊な内
11	電子レンジ	家具家事用品	96,000	1台	オープンレンジ、〔高周波出力〕最高出力1,000W、〔庫内容量〕30~33L、グリルとレンジ同時
12	ガステーブル	家具家事用品	24,000	1台	2口コンロ、グリル付き（片面焼き）、〔トッププレート〕ホーロートップ、〔点火方式〕ブッシュ式、〔
13	電気冷蔵庫	家具家事用品	129,000	1台	冷凍冷蔵庫、〔定格内容積〕401~450L、「5ドア」又は「6ドア」、特殊機能付きは除く
14	電気掃除機	家具家事用品	23,000	1台	〔集じん方式〕サイクロン式（コードレスを除く）、パワーブラシ、〔吸込仕事率〕最大290~340W
15	全自动洗濯機	家具家事用品	104,000	1台	全自动洗濯機、〔洗濯方式〕バルセーター式（縦型）、インバーター内蔵、〔洗濯・脱水容量〕8kg、送
16	全自动洗濯乾燥機	家具家事用品	316,000	1台	全自动洗濯乾燥機、〔洗濯方式〕ドラム式、〔乾燥方式〕ヒートポンプ方式又はヒートリサイクル乾燥方式
17	ルームエアコン	家具家事用品	194,000	1台	冷房・ヒートポンプ暖房兼用タイプ、セパレート型、壁掛け型、〔定格時能力〕冷房2.8kW、暖房3.6
18	温風ヒーター	家具家事用品	17,000	1台	石油ファンヒーター、〔暖房出力〕最大3.19~3.40kW、〔油タンク容量〕5.0L、特殊機能付
19	空気清浄機	家具家事用品	35,000	1台	加湿空気清浄機、〔空気清浄適用床面積〕最大2.3~2.5畳、〔風量〕最大5.1~5.5m ³ /分、〔加湿
20	整理だんす	家具家事用品	63,000	1本	〔正面板表面材〕天然木、〔サイズ〕幅100~110×奥行40~50×高さ130~145cm、総引

図 3.1.16 物品リスト（抜粋）

3. 1. 4 モデル建物の設定

建物用途ごとに典型的な建物の構造、家財・備品・商品等の配置を持つモデル建物を設定し、これらに対して被害（財産や商品の損壊、建物・設備の交換・修理・清掃等）が発生する浸水深とその被害額の関係を与える「資産被害モデル」を作成する。

モデル建物として、表3.1.2に示す17種類を設定した。

表3.1.2 モデル建物の種類

用途		モデル建物の種類
住宅		戸建て住宅、アパート、マンション
事業所	店舗	コンビニエンスストア、書店、スーパー・マーケット、自動車関連業、飲食店、文具店
	事務所	中高層事業所（オフィスビル）
	工場	まち工場、大工場
	医療・福祉施設	診療所、病院、特別養護老人ホーム施設
	その他	通信施設、変電施設

(1) 住宅

モデル建物の家屋形式、居住者など設定条件を表3.1.3に示す。建物の形式に加え、戸建て住宅は家族、アパートは若年層・独身者の割合が多い等、家族構成を考慮することが、より実態に即したモデル化に不可欠と考えられる。そこで、家庭用品については、戸建て、マンション、アパートの形式別と基準世帯、夫婦+幼児、高齢者世帯、若者単身、高齢者単身の居住者パターン別の組み合わせに応じて設定した。

戸建て住宅における1世帯の人数は、「日本の統計 2015」（総務省統計局、2015）より3人の割合が最も多いが、ここでは各家庭用品の所有数平均値に関する既存データが利用できる4人世帯、世帯主50歳代を「基準世帯」として想定することとした。その他の居住者パターンの世帯構成は、「高齢者世帯」（2人世帯、世帯主60歳以上）、夫婦+幼児（3人世帯、世帯主30歳代）、「若者単身」（20歳代）、「高齢者単身」（60歳代以上）と想定した。

表3.1.3 モデル建物の家屋形式、居住者などの設定条件

形式	階数	形態	構造	地下	居住者パターン			
戸建て住宅	低層 (2階)	持家	木造	無し	基準 世帯	高齢者 世帯	—	—
アパート	低中層 (～3階)	借家	非木造 (軽量鉄骨)	無し	基準 世帯	夫婦+ 幼児	若者 単身	高齢者 単身
マンション	中高層 (4階～)	持家	非木造 (RC)	駐車場	基準 世帯	夫婦+ 幼児	高齢者 世帯	高齢者 単身

<建物被害額>

建物被害額は、まず家屋評価額を設定し、次にこれに部位別価値構成率を乗ずることで家屋構造部ごとの資産額を求め、これにさらに浸水深別の被害率を乗じることにより算定した。

家屋構造部

$$\text{建物被害額} = \text{家屋評価額} \times \sum (\text{部位別価値構成率} \times \text{家屋被害率})$$

家屋評価額は、「治水経済調査マニュアル（案）各種資産評価単価及びデフレータ」（国土交通省 水管理・国土保全局河川計画課、2015）の都道府県別家屋 1m²当たり評価額に、「H25 住宅・土地統計調査」（総務省統計局、2013）における一住宅当たり延床面積を乗じることにより設定している。なお、住宅・土地統計調査の分類において、戸建て住宅は「持ち家一戸建て（木造）」、アパートは「貸家共同住宅（非木造）」、マンションは「持ち家共同住宅（非木造）」とした。

部位別価値構成率および家屋被害率については、戸建て住宅については表 3.1.4 に示す値を用いた。家屋被害率は表中に赤・緑・青字で示した 3 段階で変化し、それぞれに対応する浸水深の上限値を同表の「対象浸水深」として示した。上記手順は平屋建ての場合であり、2 階建ての場合には、まず家屋構造部ごとの資産額を 1 階と 2 階に按分し、平屋と同様な手順で階別に被害額を求め、その総和として算定した。1 階と 2 階の按分比率は表 3.1.4 の階層「2 階建て」の列の値を用い、例えば「0.7」であれば 1 階に 0.7、2 階に 0.3 の比率で按分した。1 階の家屋被害率は平屋と同様に設定するが、2 階の場合には浸水深から 1 階の高さ（本研究では 320cm と設定）を差し引いた水深（すなわち 1 階天井を基準とした 2 階の浸水深）を代わりに用いて、表 3.1.4 により家屋被害率を設定した。

マンション、アパートについては、「建築コスト情報」（(一社)建設物価調査会、2015）を参考に部位別価値構成比等を設定した（表 3.1.5）。なお、マンション・アパートの 2 階以上の住戸に関しては当該階が浸水した場合の被害額に加え、「土工・地業」、「基礎躯体」といった建物共用部の浸水被害をマンション・アパート全住戸で按分した被害額を計上した。さらにマンションについては、共用部（昇降機設備、機械駐車設備）の被害額を加味した。

なお、浸水深と建物被害額との関係については、木造建物以外について、実際の十分な被害データが得られていない。そこで、統合的水害ハザードの算定結果の活用可能性を示すために、仮説的に上記した方法で試算しているが、特に RC 造等の建物についての実際の被害データに基づくモデルの修正の必要性を将来的な課題としてあげたい。

表 3.1.4 戸建て住宅における家屋被害率

	部位別価値構成比		階層		家屋被害率			対象浸水深 (cm)		
	木造	非木造	平屋	2階建て	1:全て交換	2:一部交換・修理	3:水洗い等清掃のみ	1:全て交換	2:一部交換・修理	3:水洗い等清掃のみ
基礎	4.6	8.7	1.0	1.0	100	75	5	320	150	20
軸組・主体構造部	23.0	26.5	1.0	1.0	100	75	10	320	150	50
外壁	9.6	8.8	1.0	0.7	100	50	5	200	100	50
内壁	7.5	6.6	1.0	0.7	100	50	5	170	100	50
床	4.8	4.8	1.0	0.7	100	50	5	50	50	20
建具（金属）	9.1	10.9	1.0	0.7	100	50	5	170	100	50
建具（木製）	8.7	4.2	1.0	0.7	100	50	10	170	100	50
天井	3.0	3.3	1.0	0.7	100	50	10	320	320	290
屋根	7.5	4.2	1.0	0.7	-	-	-	-	-	-
電気・配線設備	6.9	7.0	1.0	0.7	100	30	5	290	70	50
給排水設備	15.3	8.6	1.0	1.0	100	30	5	290	70	50
空調		6.4	1.0	1.0	100	0	0	290	290	290
合計	100.0	100.0								

表 3.1.5 マンション・アパートにおける家屋被害率

		部位別価値構成比		家屋被害率			対象浸水深(cm)			備考
		アパート	マンション	1:全て交換	2:一部交換・修理	3:水洗い等清掃のみ	1:全て交換	2:一部交換・修理	3:水洗い等清掃のみ	
専有部	土工・地業	10.7	10.3	-	-	5	-	-	20	1階部分のみ
	基礎躯体	9.1	8.8	-	-	5	-	-	20	1階部分のみ
	上部躯体	32.2	31.0	100	50	5	200	100	50	
	外部仕上(屋根、外部天井除く)	11.6	11.2	100	50	5	200	100	50	
	内部仕上(内部床、内部天井除く)	15.8	15.3	100	50	5	170	100	50	
	床(内部床)	3.3	3.2	100	50	5	50	50	20	
	天井(屋根、外部天井、内部天井)	3.8	3.6	100	50	5	320	320	290	
	電気設備	6.4	6.2	100	30	5	290	70	50	
	空調設備	1.9	1.9	100	30	5	290	290	290	
	衛生設備	5.1	4.9	100	30	5	290	70	50	
共用部	昇降機設備	-	1.1	-	-	5	-	-	20	
	機械駐車設備	-	2.5	100	-	-	10	-	-	地下駐車場
	合計	100.0	100.0							

<資産被害額>

家庭用品の総額は居住者パターンにより異なるものの、家屋の設備や家庭用品の項目、設置状態については同一と想定した。また、居住者パターンが同一であれば、集合住宅においても一戸あたりの家庭用品の資産額は戸建て住宅と同一と仮定し、それらを1階層に展開した上で、積層することで、2階建てのアパート、複数階建てのマンションの資産配置をモデル化した。以上の設定について以下に説明を加える。

建物種別に応じた家庭用品の有無に関しては、「平成26年全国消費実態調査」(総務省統計局、2014)を参考に検討した。上記調査における「第12表 住居の建て方及び延べ床面積階級別 1000世帯当たり主要耐久消費財の所有数量」において挙げられている品目のうち主要なものについて、表3.1.6に示す対応を用いて整理した。

その結果、戸建て住宅とマンション(図3.1.17)については、自動車、オートバイ・スクーターや、食器洗い機、たんすといった大型の家電製品については、戸建て住宅の方が所有率が高い。他方、マンションの方が所有率が高い家庭用品としては、スマートフォンやタブレット端末といった電子機器があげられる。

表 3.1.6 全国消費実態調査における建物の定義との関係

建物種別	建て方	
	建て方	延床面積
戸建て住宅	一戸建て	100 ~ 150 m ²
マンション	共同住宅	70 ~ 100 m ²
アパート	共同住宅	30 ~ 50 m ²

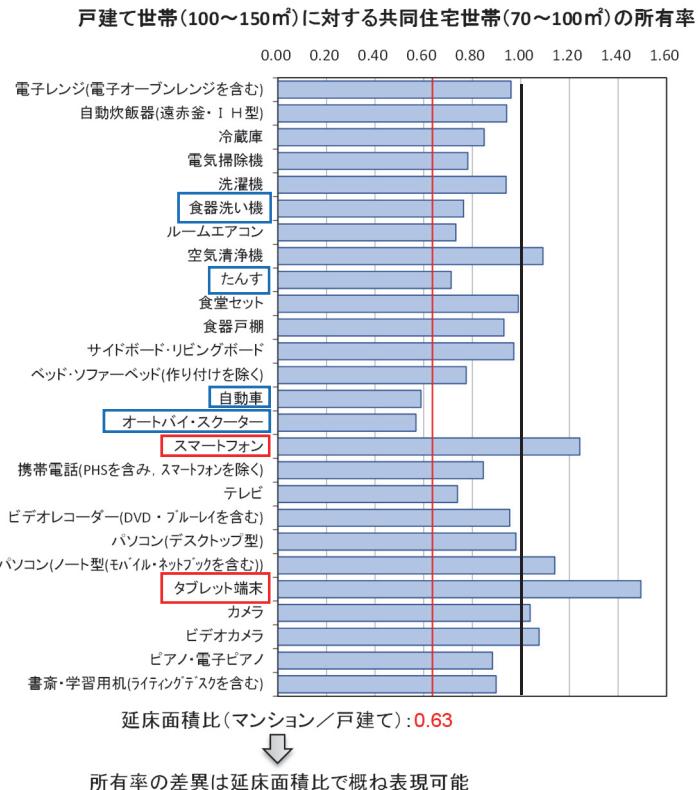


図 3.1.17 戸建て住宅とマンションにおける家庭用品の所有率の差

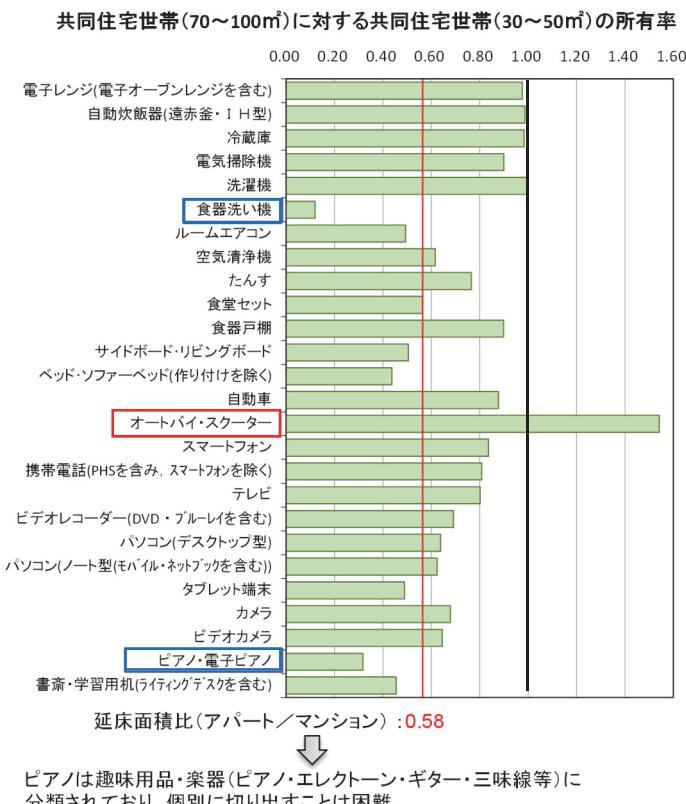


図 3.1.18 マンションとアパートにおける家庭用品の所有率の差

マンションとアパート（図3.1.18）については、家庭用品の種類によっては、より顕著な差がみられた。特に、食器洗い機とピアノ・電子ピアノはアパートではほとんど所有されていなかった他、ベッド、学習机等の大型の家具もマンションに比べて所有率が低かった。他方、オートバイ・スクーターについては、アパートの方が所有率が高かった。

以上のように、家庭用品の種類によって所有率に大きく差があるものの、建物の延床面積が小さくなると所有率も小さくなるという傾向が多く家庭用品で認められた。こうした傾向を踏まえ、本研究では第一近似として各住宅種別間の所有率（所有額）の差異を、延床面積比率で表現することとした。図中に神奈川県における戸建て住宅とマンションの延床面積比率（=0.63）、及びマンションとアパートの延床面積比率（=0.58）を示している。

居住者パターンによる違いについては、「家財の地震被害予測手法に関する研究（その1）家財の所有・設置状況に関する調査」（損害保険料率算出機構、2007）より設定した。

損害保険料率算出機構の研究報告書では、アンケート調査による世帯人数・世帯種年齢毎の耐久財、非耐久財別の所有額総括表（表3.1.7、表3.1.8）から、今回の5種類の世帯構成の想定に基づいて、家財保有額比率を算定している。「基準世帯」（表3.1.7、表3.1.8の黄色網かけ欄）を1.0とした場合の、家財保有額比率を表3.1.9に引用する。なおここでの、耐久財・非耐久財の定義は、表3.1.10に示すとおりである。冷蔵庫、たんす、自動車等は耐久財であり、カーテン・じゅうたん、衣服・装飾品、書籍、スポーツ用品等は非耐久財である。

さらに既往調査結果における各品目の再調達価格に対して、所有数の平均値と、さらに耐久財か非耐久財かに応じて表3.1.9の世帯構成別の家財保有額比率を乗じることで、モデル建物で設定する家庭用品の再調達価格を、居住者パターン別の品目ごとに設定した。

表3.1.7 所有額の算出結果総括表（耐久財）（万円）

世帯人数 世帯主年齢	1人	2人	3人	4人	5人	6人以上
20代	122	161	170	196	228	311
30代	143	197	215	229	269	317
40代	173	234	270	286	326	359
50代	208	268	300	329	360	362
60代以上	227	274	321	306	364	376

出典：「家財の地震被害予測手法に関する研究（その1）家財の所有・設置状況に関する調査」（損害保険料率算出機構、2007）

表3.1.8 所有額の算出結果総括表（非耐久財）（万円）

世帯人数 世帯主年齢	1人	2人	3人	4人	5人	6人以上
20代	282	401	463	520	545	829
30代	342	522	578	635	665	1,008
40代	436	709	851	912	969	1,228
50代	530	849	1,055	1,229	1,336	1,543
60代以上	586	861	1,157	1,278	1,370	1,502

出典：「家財の地震被害予測手法に関する研究（その1）家財の所有・設置状況に関する調査」（損害保険料率算出機構、2007）

表 3.1.9 世帯構成別の家財所有額比率

耐用年限の分類	世帯構成別の比率*				
	若者単身	夫婦+幼児	基準世帯	高齢者世帯	高齢者単身
耐久財	0.37	0.65	1.0	0.83	0.69
非耐久財	0.23	0.47	1.0	0.70	0.48

*基準世帯を 1.0 とした比率

出典：「家財の地震被害予測手法に関する研究（その 1）家財の所有・設置状況に関する調査」（損害保険料率算出機構、2007）

表 3.1.10 耐久財・非耐久財に関する家財グループ

耐用年限の分類	家財の種類	
耐久財	A	大型縦置きの主として収納に用いる家具（転倒）
	B	家事用家電製品（転倒）
	C	家事用家電製品（落下）
	D	娯楽用家電製品・楽器（落下）
	E	床上に置かれる生活家具（圧壊）
	F	冷暖房用器具（圧壊・転倒）
非耐久財	G	室内装飾・雑貨類（圧壊）
	H	食器類（落下）
	I	娯楽用品・雑貨類（落下・転倒）
	J	衣類・寝具（ガラス破片等で汚損）

出典：「家財の地震被害予測手法に関する研究（その 1）家財の所有・設置状況に関する調査」（損害保険料率算出機構、2007）

1) 戸建て住宅

戸建て住宅は、木造 2 階建てとし、図 3.1.19 に示すように家庭用品を配置した。これを基に個々の家庭用品に対して被害発生浸水高さを設定した。被害発生浸水高さの設定にあたっては、床上の家具・電気製品については床上から 50cm 以上浸水した場合に損壊することとした。

一住宅当たりの延床面積は、「H25 住宅・土地統計調査」（総務省統計局、2013）における神奈川県の戸建ての一住宅当たり延床面積より、112.03m²とした。

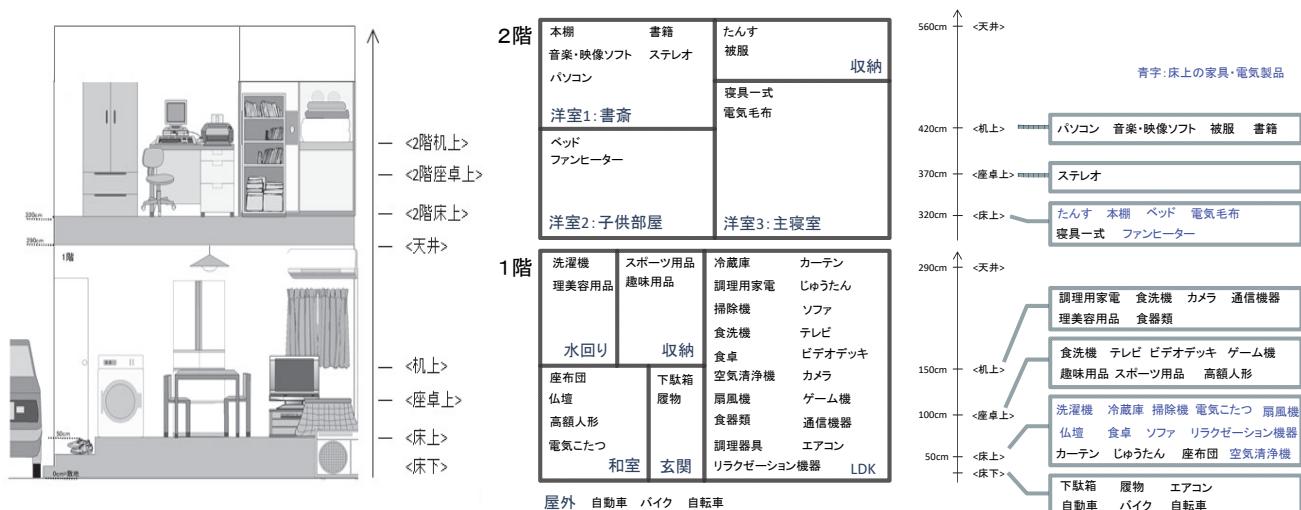


図 3.1.19 戸建て住宅の家庭用品の配置と設置状態

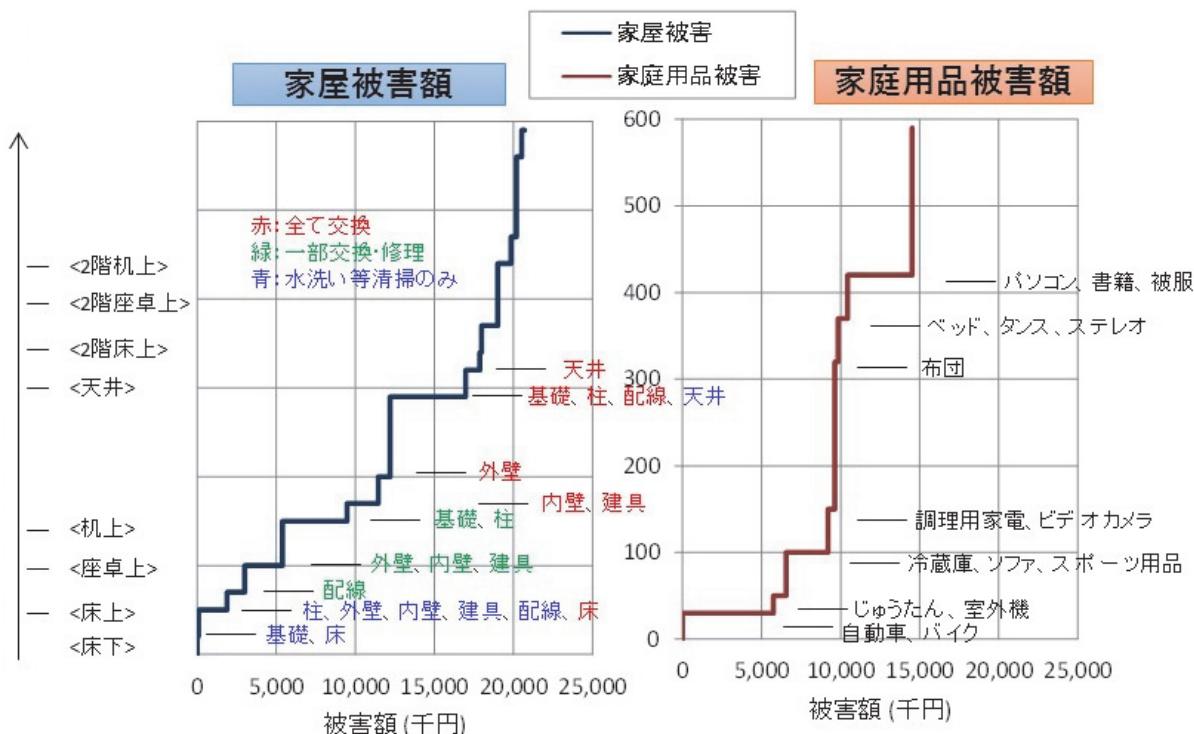


図 3.1.20 戸建て住宅のモデル建物の設定（基準世帯）

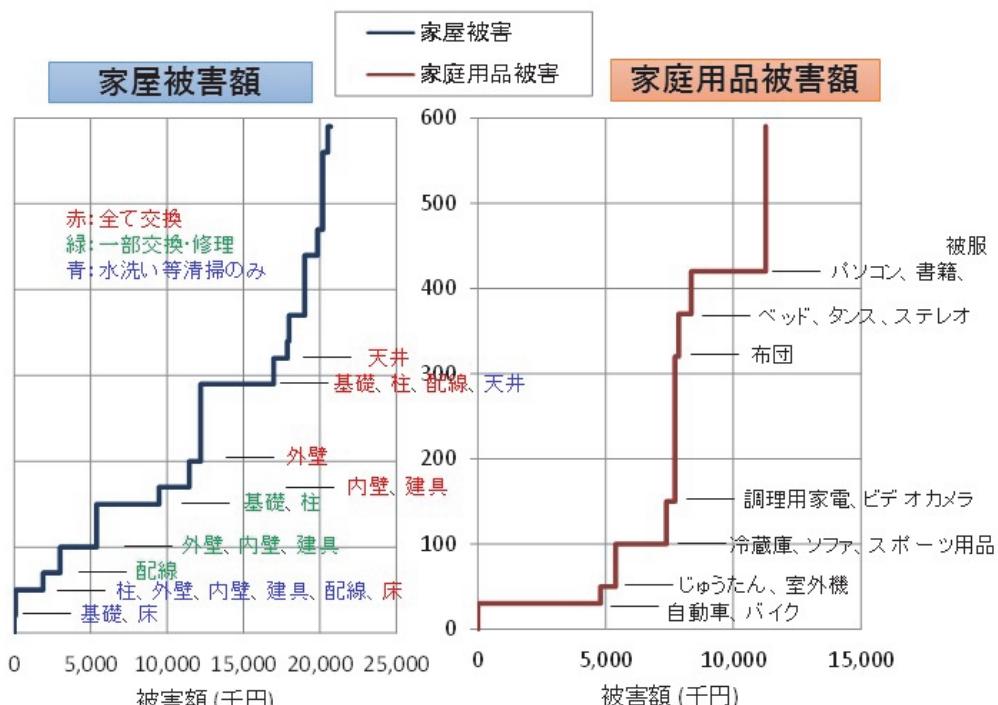


図 3.1.21 戸建て住宅のモデル建物の設定（高齢者世帯）

2) アパート

アパートは3階までの低中層建物とした。1世帯ごとの所有する家庭用品は、全ての家庭で同一の配置とした。建物の共有部分については、被害額に見込まない。

一住宅当たりの延床面積は、「H25 住宅・土地統計調査」(総務省統計局、2013)における神奈川県のアパートの一住宅当たり延床面積より、 41.00m^2 とした。

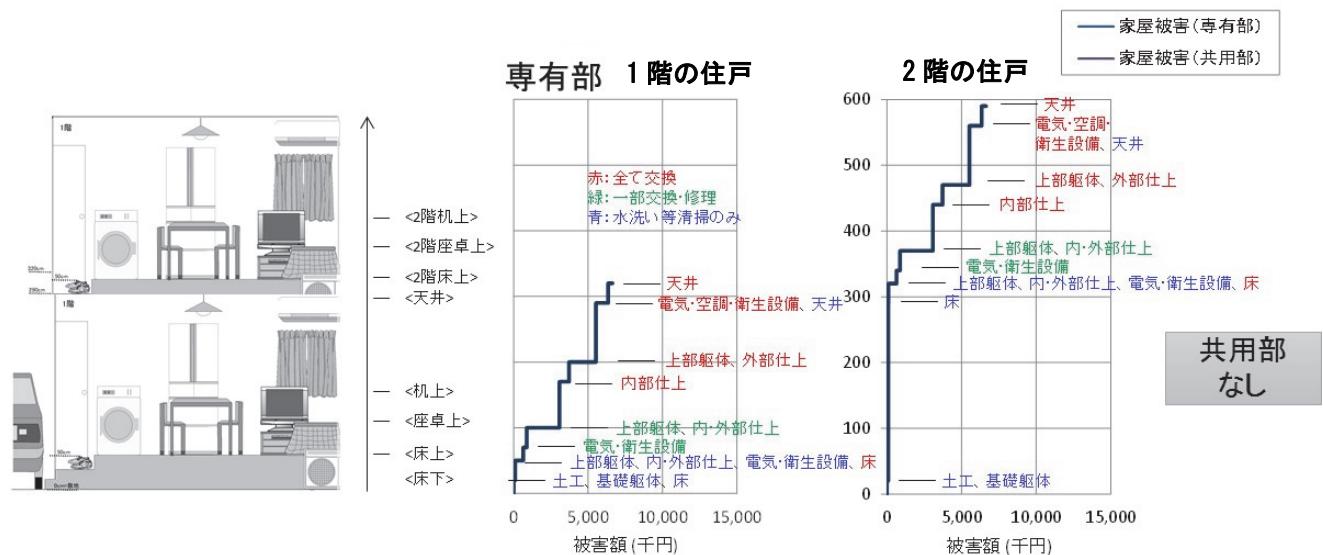


図 3.1.22 アパートのモデル建物の設定（建物被害額）

家庭用品被害額

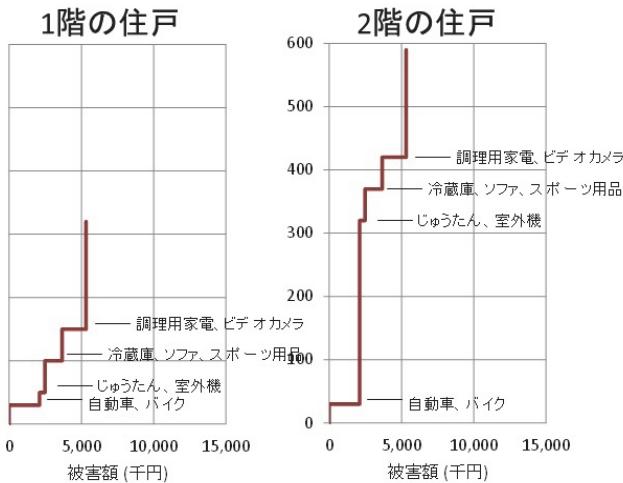


図 3.1.23 アパートのモデル建物の設定（基準世帯）

家庭用品被害額

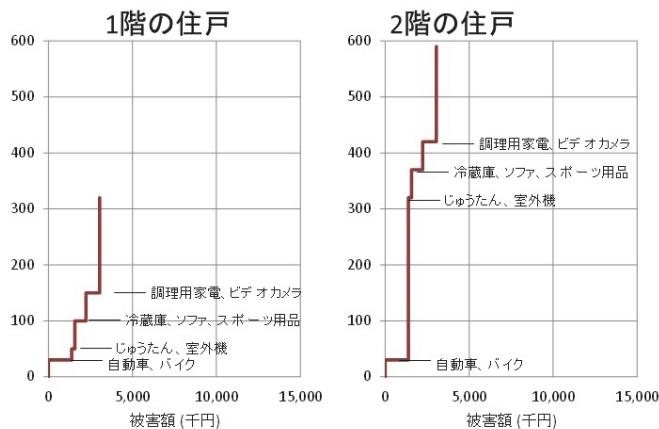


図 3.1.24 アパートのモデル建物の設定（夫婦+幼児）

家庭用品被害額

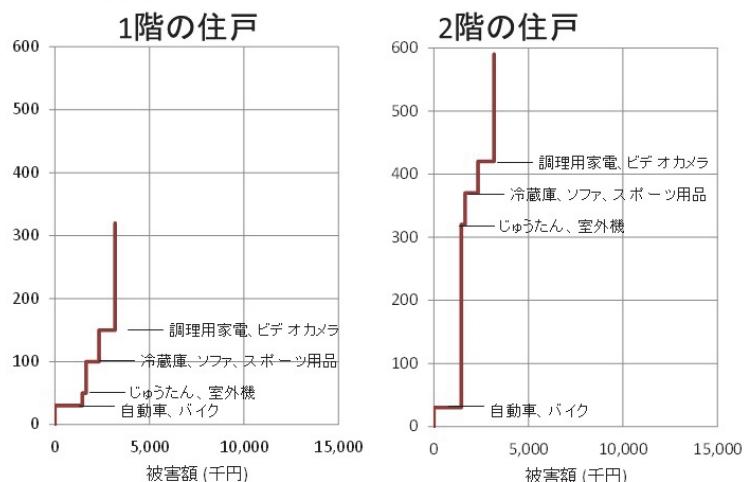


図 3.1.25 アパートのモデル建物の設定（高齢者単身）

家庭用品被害額

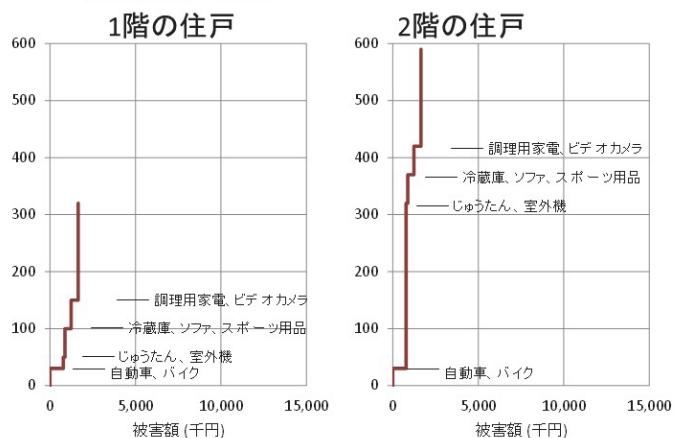


図 3.1.26 アパートのモデル建物の設定（若者単身）

3) マンション

マンションは4階以上の中高層建物とした。建物被害額には、専有する居室のほか、地下の駐車場および昇降機等の共有設備を見込むこととした。

一住宅当たりの延床面積は、「H25 住宅・土地統計調査」(総務省統計局、2013)における神奈川県のマンションの一住宅当たり延床面積より、 70.28m^2 とした。

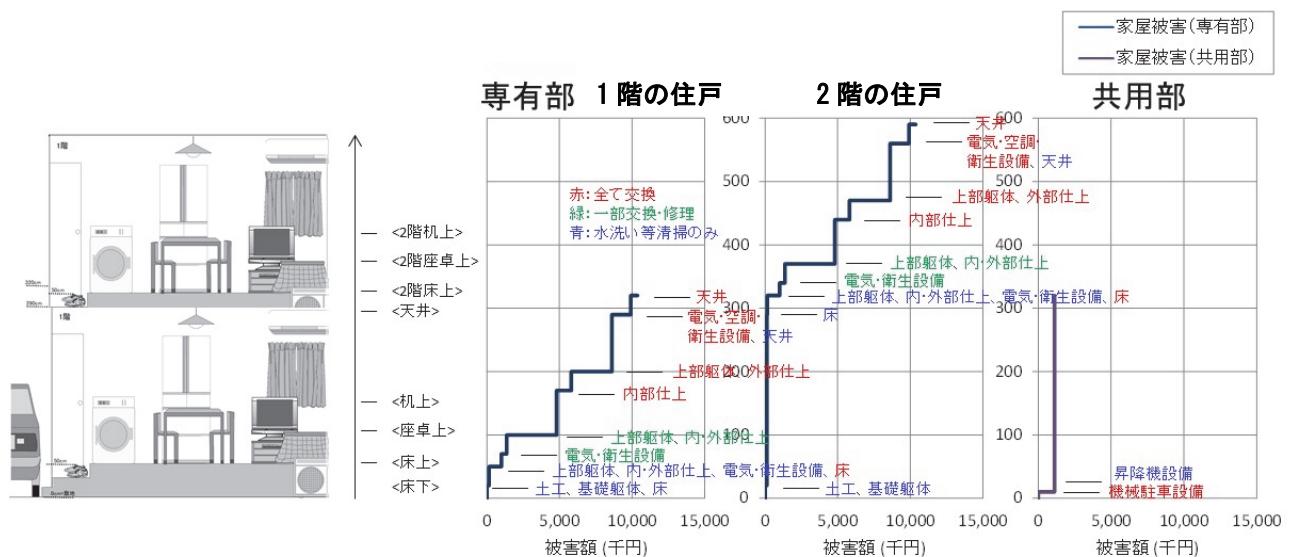


図 3.1.27 マンションのモデル建物の設定（建物被害額）

家庭用品被害額

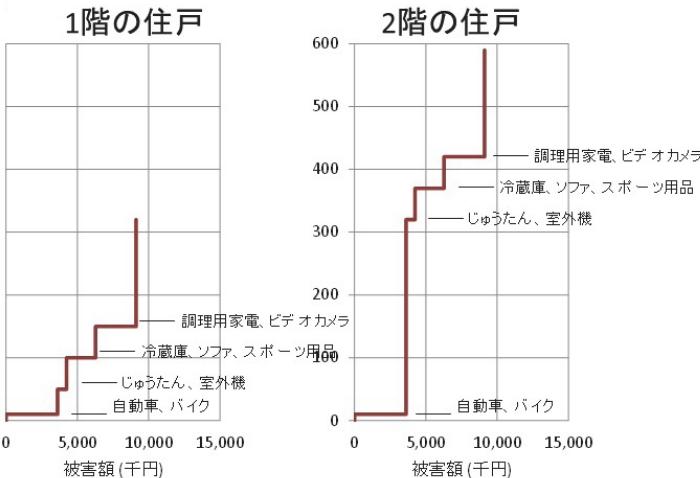


図 3.1.28 マンションのモデル建物の設定（基準世帯）

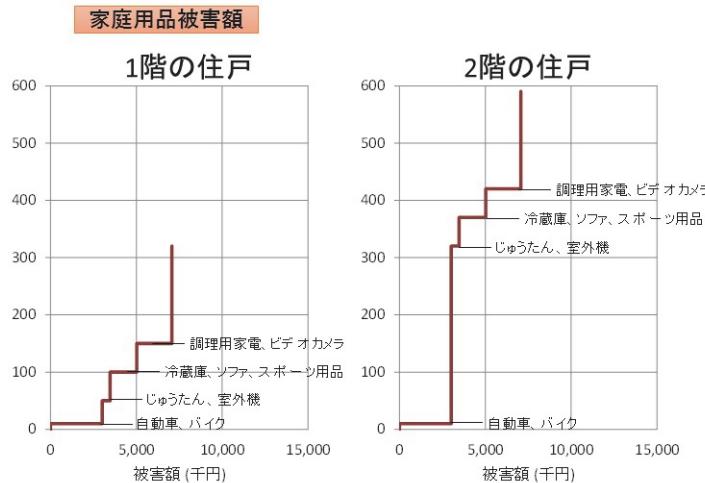


図 3.1.29 マンションのモデル建物の設定（高齢者世帯）

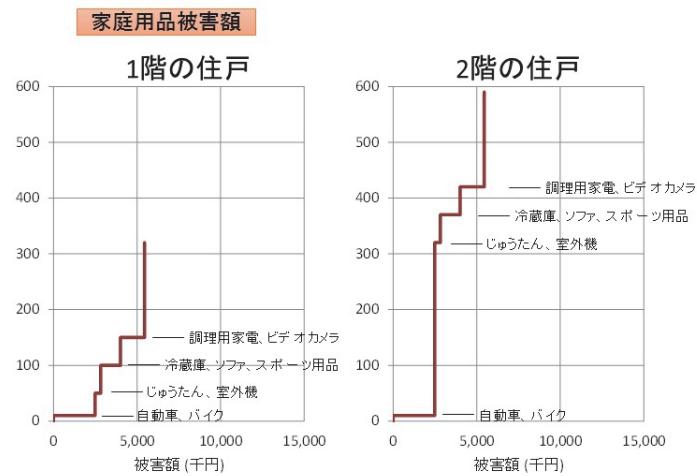


図 3.1.30 マンションのモデル建物の設定（高齢者単身）

(2) 事業所

事業所については 14 ケースを設定した。被害額については、各種事業所への戸別ヒアリング調査を行って情報を得たが、不足した場合などには、参考文献（「季刊 建築コスト情報」（一般社団法人建設物価調査会、2016）他）、統計情報（例えば商業統計（経済産業省））や市場価格調査より設定している。

店舗については、飲食店の他、浸水による在庫被害が甚大になることが予想される書店や自動車関連業と、在庫の回転率が早く浸水による被害は什器が主と予想されるコンビニエンスストアやスーパー・マーケットを採用した。

また、都市内に多い用途として、事業所と工場を想定した。工場については、事業規模による資産額の差を表現するために、まち工場と大工場の 2 ケースを作成した。

さらに、社会的影響の大きい施設として医療・福祉施設の設定も試行した。

1) コンビニエンスストア

コンビニエンスストアは、当該店舗のみが入居した平屋建ての建物とした。

建物については、「建築コスト情報」の「店舗付き住宅（鉄骨造）」の平面図及び部分別費用より、建

物に付随する設備（電気設備、空調設備、衛生設備等）の価格と設置位置を設定し、 $1m^2$ あたりの建物コストは255.4千円とした。

また、「商業統計」の「その他の飲食料品小売業」における1事業所あたりの平均的な面積（神奈川県）より、売り場面積は $98.1m^2$ とした。

店舗内の設備・備品の価格（再調達価格）と設置位置（被害発生高さ）は、事業所へのヒアリング結果を基に設定した。

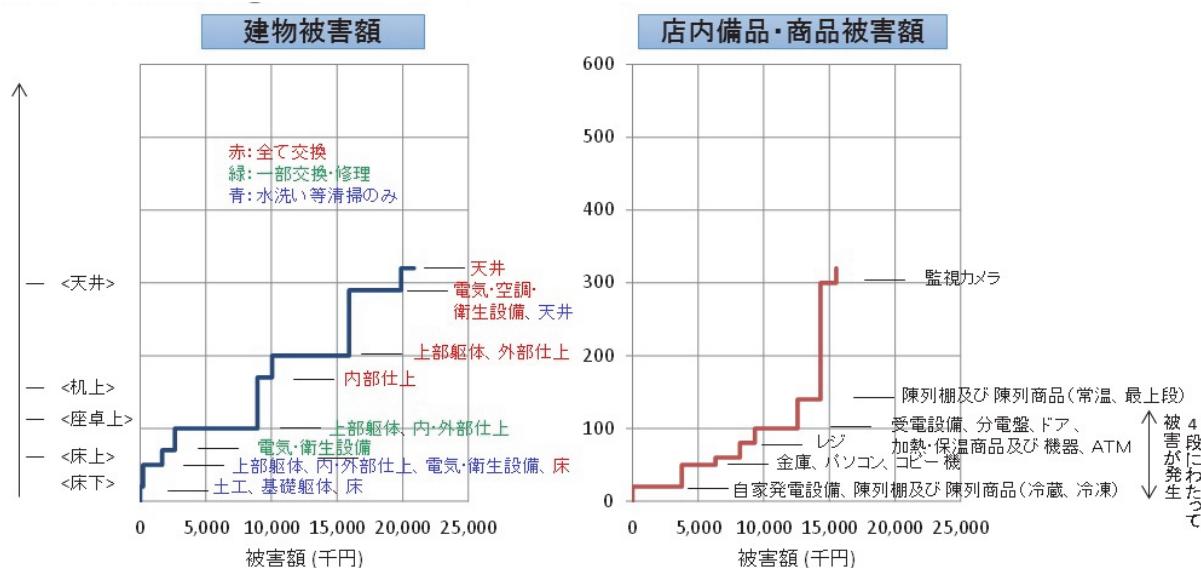


図3.1.31 コンビニエンスストアのモデル建物の設定

2) 書店

書店は、当該店舗のみが入居した平屋建ての建物とした。

建物については、「建築コスト情報」の「店舗付き住宅（鉄骨造）」の平面図及び部分別費用より、建物に付随する設備（電気設備、空調設備、衛生設備等）の価格と設置位置を設定し、 $1m^2$ あたりの建物コストは255.4千円とした。

また、「商業統計」の「書籍・文房具小売業」における1事業所あたりの平均的な面積（神奈川県）より、売り場面積は $143.6m^2$ とした。

店舗内の設備・備品の価格（再調達価格）と設置位置（被害発生高さ）は、事業所へのヒアリング結果を基に設定した。商品の被害については、ヒアリングにおいて浸水被害が発生する最高高さ（商品書籍及び書棚：2m50cm、在庫書籍：3m）と最低高さ（いずれも5cm）について回答が得られたことから、ヒアリング先の書棚の鉛直方向配置を参考に8段の棚を想定し、それぞれの被害額（商品書籍：2億5000万円、在庫書籍（8億円）、書棚（261万円）を最低高さから最高高さの間に8等分して割り振ることにより設定した。

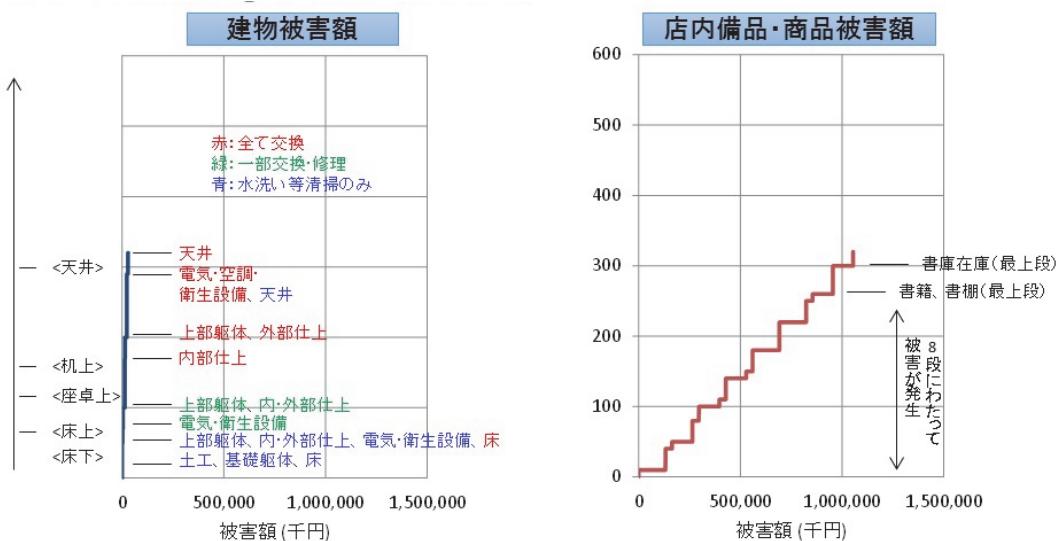


図 3.1.32 書店のモデル建物の設定

3) スーパーマーケット

建物については、「建築コスト情報」の「店舗（鉄骨造）」の平面図及び部分別費用より、建物に付随する設備（電気設備、空調設備、衛生設備等）の価格と設置位置を設定し、1m²あたりの建物コストは172.7千円とした。

また、「商業統計」の「各種食料品小売業」における1事業所あたりの平均的な面積（神奈川県）より、売り場面積は955.3m²とした。

店舗内の設備・備品の価格（再調達価格）と設置位置（被害発生高さ）は、ヒアリングで価格に関する情報がほとんど得られなかったことから、統計値及び市場価格に基づいて設定した。

■冷蔵商品ケース

シェアの大きい企業のサイトより、標準的な多段タイプのショーケースの価格帯の平均的な値より100万円と設定した。ケース数は計23台（青果品5台、水産品5台、畜産品5台、惣菜3台、日配品5台）として設定した。

■陳列棚（常温）

冷蔵商品ケースの価格の半分の価格（50万円）と仮定した。棚数は計20台（一般食品10台、非食品10台）として設定した。

■POSレジ

企業のサイトより50万円で設定した。台数は、売り場面積1,000m²あたり7.0台という調査結果（「2015年版 スーパーマーケット白書」（一般社団法人全国スーパーマーケット協会、2015））より、設定売り場面積（955.3m²）から7台として設定した。

■商品

売り場面積1m²あたりの年間売上高（128.0万円）及びその構成比（出典：「2015年版 スーパーマーケット白書」）に、モデル事業所の売り場面積（955.3m²）を乗じて、それぞれの年間売上高を算定し、在庫がないと仮定して1日あたりの売上高に換算してこれを用いた（表3.1.11）。

表 3.1.11 各品目の売上高

種別	構成比 (%)	年間売上高 (千円)	一日あたり売上高 (千円)
青果	15.8	193,200	529
水産	12.0	146,734	402
畜産	13.0	158,962	435
惣菜	9.9	121,056	332
日配品	18.0	220,101	603
一般食品	24.8	303,250	831
非食品	6.5	79,481	218
合計	100.0	1,222,784	3,350

浸水被害発生の高さは、コンビニエンスストアを参考に、冷蔵・冷凍の食品（青果、水産、畜産、惣菜、日配）とそのケースは浸水深 20cm で被害が発生し、常温のものは 40cm ごとの 4 段の棚を想定して 20cm、60cm、100cm、140cm で浸水被害が発生する設定とした。

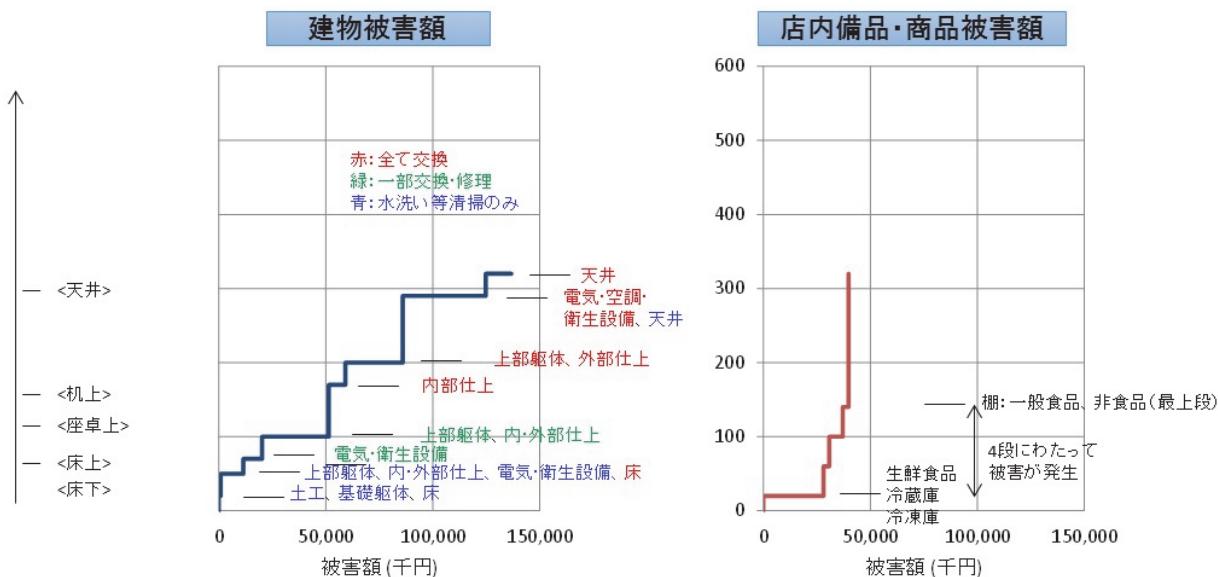


図 3.1.33 スーパーマーケットのモデル建物の設定

4) 自動車関連業

建物については、平成 28 年デフレータを乗じた大阪府の家屋 1m²あたりの評価額を採用して、1m²あたり 194.3 千円とした。

また、1 事業所あたりの面積は、ヒアリング対象店舗程度の 1600m²と仮定した。なお、調査対象店舗は同種の事業所のなかでは、比較的規模が大きい。

店舗内の設備・備品の価格（再調達価格）と設置位置（被害発生高さ）は、事業所へのヒアリング結果を基に設定した。想定される店内備品等の被害については、販売車両の被害が大部分を占め、次いで整備施設の被害が大きい。今回は、ともに 0.3m の浸水で故障すると仮定した。

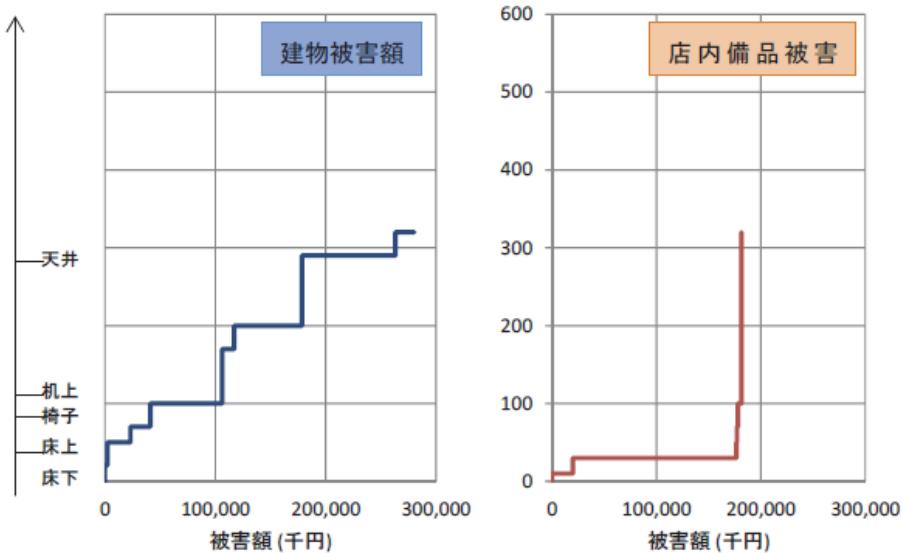


図 3.1.34 自動車関連業のモデル建物の設定

5) 飲食店

建物については、平成 28 年デフレータを乗じた東京都の家屋 1m²あたりの評価額を採用して、1m²あたり 261.9 千円とした。

また、1 事業所あたりの面積は、ヒアリング対象店舗程度の 40.0m²と仮定した。

店舗内の設備・備品の価格（再調達価格）と設置位置（被害発生高さ）は、事業所へのヒアリング結果を基に設定した。飲食店の特徴として、電子機器等が少ないなかで、大型の冷蔵庫が被害額に占める割合が大きい。

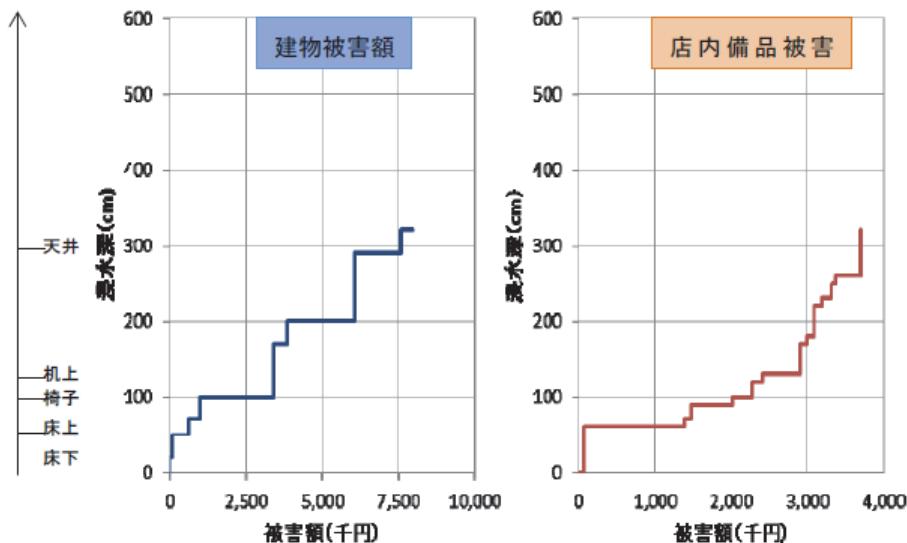


図 3.1.35 飲食店のモデル建物の設定

6) 文具店

文具店は、当該店舗のみが入居した平屋建ての建物とした。

建物については、「建築コスト情報」の「店舗付き住宅（鉄骨造）」の平面図及び部分別費用より、建物に付随する設備（電気設備、空調設備、衛生設備等）の価格と設置位置を設定し、1m²あたりの建物

コストは 255.4 千円とした。

店舗内の売り場面積 (104.88 m^2)、設備・備品の価格（再調達価格）と設置位置（被害発生高さ）は、事業所へのヒアリング結果を基に設定した。

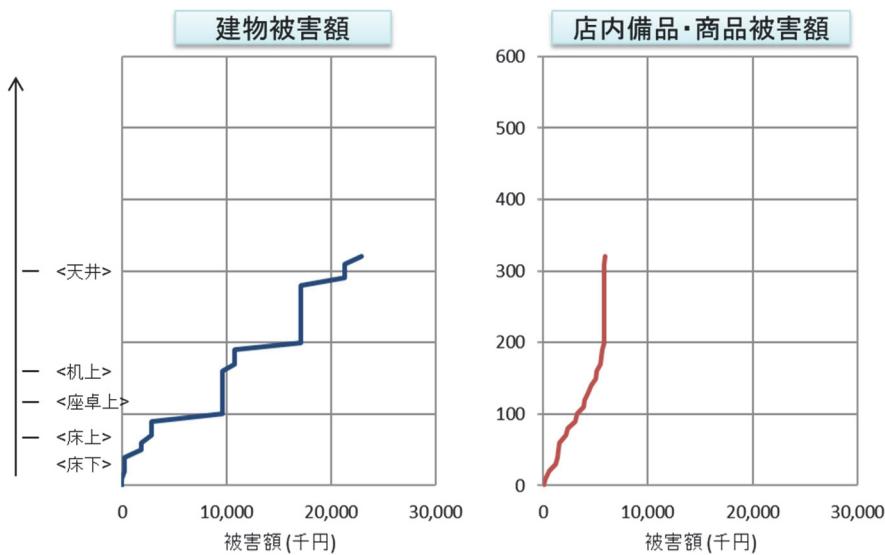


図 3.1.36 文具店のモデル建物の設定

7) 中高層事業所

建物については、「建築コスト情報」の「事務所ビル（鉄骨造、一部鉄骨鉄筋コンクリート造）」の平面図及び部分別費用より、建物に付随する設備（電気設備、空調設備、衛生設備等）の価格と設置位置を設定し、 1m^2 あたりの建物コストは 232.7 千円とした。

また、フロア面積は、ヒアリング先の値を用いて、 725.8m^2 とした。

事業所内の設備・備品の価格（再調達価格）と設置位置（被害発生高さ）は、ヒアリングで価格に関する情報がほとんど得られなかったことから、統計値及び市場価格に基づいて設定した。

■机・椅子

企業のサイトより、両袖タイプの一般的な机と椅子の合計の価格帯が 94,000 円～107,000 円となることから、平均的な値をとって 10 万円と設定した。

■パソコン

家電量販店のサイトから、デスクトップのベーシックなモデル（CPU が Celeron のモデル）の平均的な値をとって 10 万円と設定した。

■棚

棚は、企業のサイトから、両開きタイプのキャビネットの平均的な値をとって 2 万円と設定した。

■コピー機

コピー機は、企業のサイトから、一般的な A3 カラー複合機の平均的な値をとって 100 万円と設定した。

ヒアリング先を参考に、従業者を 80 名と想定し、机・椅子、パソコンは人数分、コピー機（複合機）は従業者 10 名に対して 1 台で設定した。

浸水被害発生の高さは、パソコン及びコピー機（複合機）は浸水が始まる高さ、机・椅子及び棚は 2/3 程度が浸水する高さとして設定した。

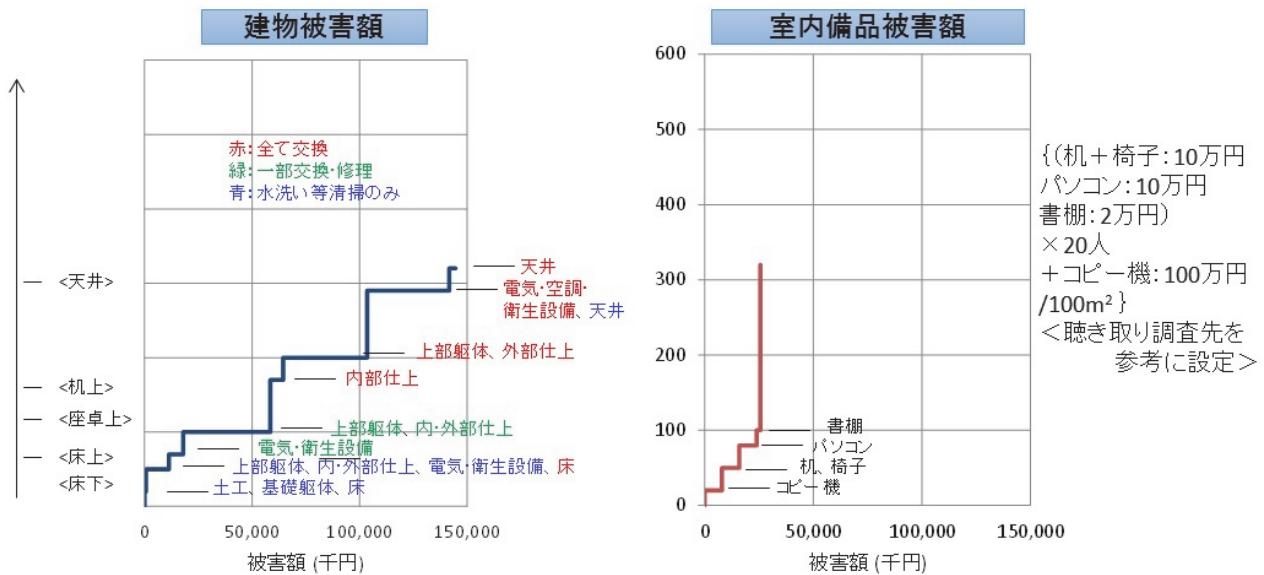


図 3.1.37 中高層事業所のモデル建物の設定

8) まち工場

建物については、「建築コスト情報」の「化学製品工場（鉄骨A L C構造）」の平面図及び部分別費用より、建物に付随する設備（電気設備、空調設備、衛生設備等）の価格と設置位置を設定し、1m²あたりの建物コストは144.2千円とした。

また、フロア面積は、後述する大工場の1割に相当する300.0m²とした。

工場内の設備・備品の価格（再調達価格）と設置位置（被害発生高さ）は、事業所へのヒアリング結果を基に設定した。これに加え、ヒアリングにおいて、机・椅子が1台ずつ、パソコンが2台あるとのことだったため、中高層事業所において設定した市場価格（机・椅子：10万円、パソコン：10万円）を用いて計上した。

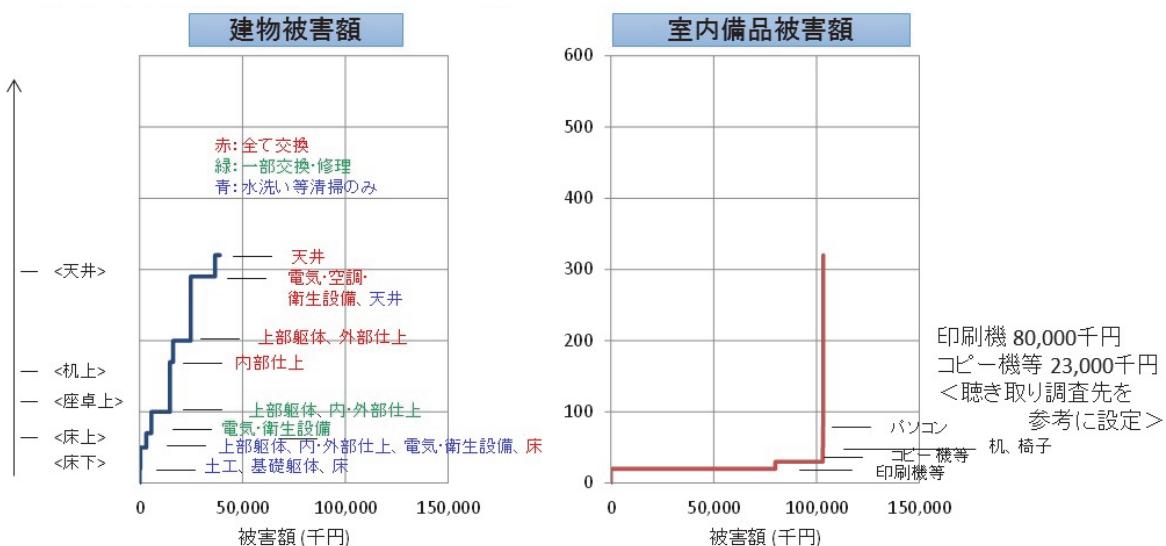


図 3.1.38 まち工場のモデル建物の設定

9) 大工場

建物については、「建築コスト情報」の「化学製品工場（鉄骨 A L C 構造）」の平面図及び部分別費用より、建物に付随する設備（電気設備、空調設備、衛生設備等）の価格と設置位置を設定し、 1m^2 あたりの建物コストは 144.2 千円とした。

また、建物面積は、工場立地法における中・大規模工場の閾値（=3,000m²）で設定した。

工場内の設備・備品の価格（再調達価格）と設置位置（被害発生高さ）は、ヒアリングで価格に関する情報がほとんど得られなかったことから、統計値を用いて設定することとした。

具体的には、工業統計表に示されている年初有形固定資産額から、建物資産額、土地資産額を差し引いて、1,031,000（千円）と算定した。すなわち、年初有形固定資産額は、『平成 25 年工業統計表（企業統計編）』を用い、大規模工場の閾値となる 300～499 人規模の事業所の値（=6,267,395 百万円）を事業所数（3,660）で除して、1 事業所あたりの値（=1,712,000 千円）を算定した。次に、建物資産額は、 1m^2 あたりの建物コスト（144.2 千円）に建物面積（=3,000m²）を乗じて、432,600（千円）と算定される。土地資産額は、ヒアリング先立地市内の工業用地の地価（=27,600 円/m²）に大規模工場の敷地面積の閾値（=9,000m²）を乗じることにより、1 事業所あたりの土地の価格を 248,400 千円とした。

これを、ヒアリング先における設備・備品の配置状況を参考に、高さ別の比率を設定した。具体的には、外置き・倉庫内直置きに相当する高さ 10cm に設備・備品の 30%、建物内直置き・パレット置きに該当する高さ 30cm に 50%、机置きに相当する高さ 70cm に 10%、棚置きに相当する高さ 100cm に 10%配置することとし、それぞれの高さに割り振った。

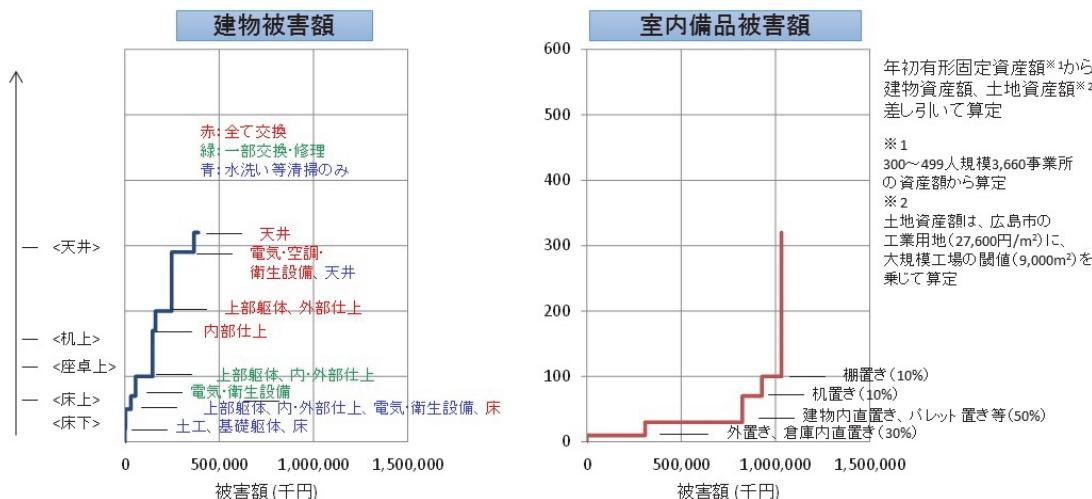


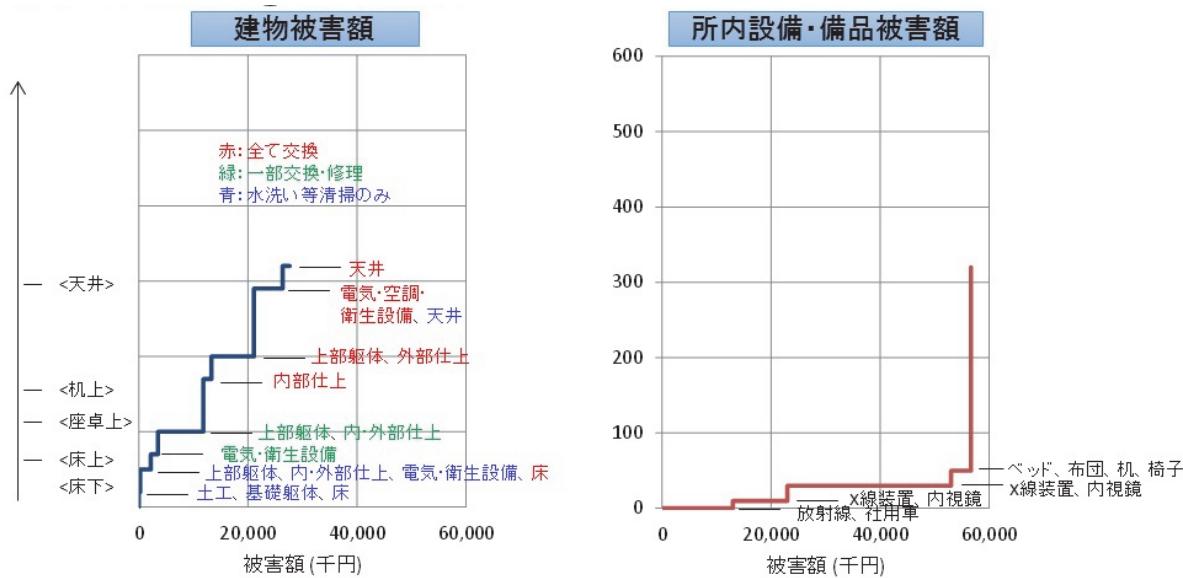
図 3.1.39 大工場のモデル建物の設定

10) 診療所

建物については、「建築コスト情報」の「店舗付き住宅（鉄骨造）」の平面図及び部分別費用より、建物に付随する設備（電気設備、空調設備、衛生設備等）の価格と設置位置を設定し、 1m^2 あたりの建物コストは 255.4 千円とした。

建物面積は、複数の診療所コンサルタントのウェブサイトにおいて、一般的な内科診療所の適正面積が 30～50 坪程度とされていることを踏まえ、40 坪程度に該当する 130.0m²として設定した。

診療所内の設備・備品の価格（再調達価格）と設置位置（被害発生高さ）は、事業所へのヒアリング結果を基に設定した。価格についての回答が得られなかった机・椅子及びコピー機については、中高層事業所において設定した市場価格（机・椅子：10 万円、コピー機：100 万円）を用いた。



1 2) 特別養護老人ホーム

建物については、「建築コスト情報」の「寄宿舎（鉄筋コンクリート造）」の平面図及び部分別費用より、建物に付随する設備（電気設備、空調設備、衛生設備等）の価格と設置位置を設定し、1m²あたりの建物コストは 157.7 千円とした。

また、建築面積は、「建築コスト情報」のモデル建物の事例に示される規模（485.3m²）で設定した。施設内の設備・備品の価格（再調達価格）と設置位置（被害発生高さ）は、事業所へのヒアリング結果を基に設定した。価格についての回答が得られなかった机・椅子及びコピー機については、中高層事業所において設定した市場価格（机・椅子：10 万円、コピー機：100 万円）を用いた。介護浴槽と搬送に用いられるストレッチャーについては、前出の「東京都病院経営本部」の資料から単価設定を行い、これを計上した。

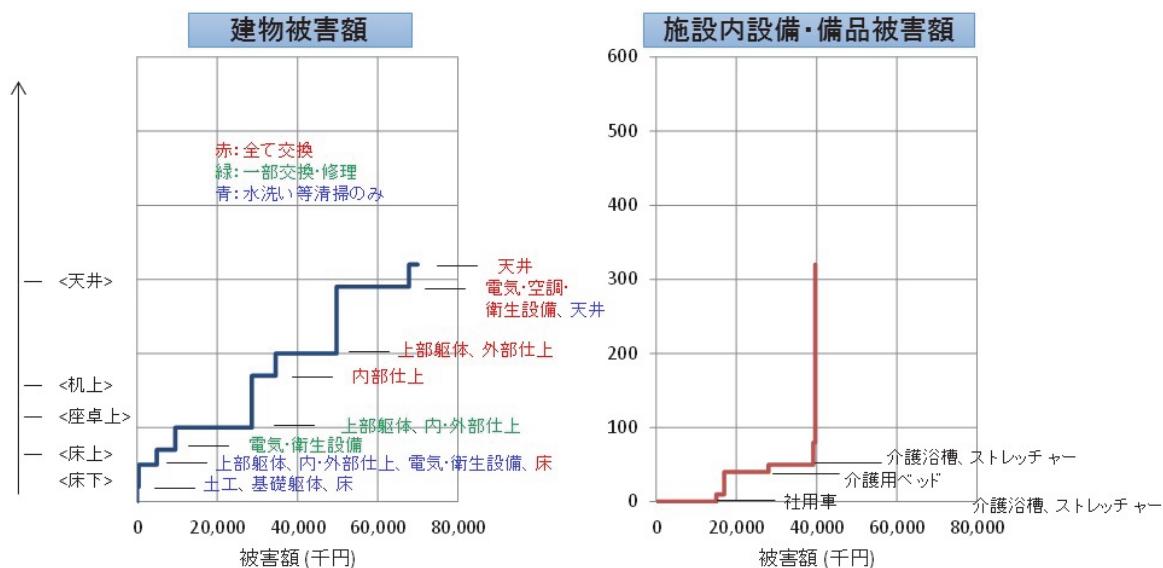


図 3.1.42 特別養護老人ホームのモデル建物の設定

1 3) 通信施設

基地局施設全体のうち、被害につながる設備は、局舎内に配置されている電源装置、送受信機、監視制御装置であることをヒアリングにより確認した。そのため被害額は、基地局の設置費用から鉄塔整備費を引いた額から、4,320 万円と算定した。

具体的には、基地局の設置費用は、総務省補助事業実績（H24）、アングルトラス鉄塔（高さ 30～50m）における平均費用：4,428 万円と、携帯電話事業者の整備計画、大ゾーン基地局の設置（104 局）における平均投資：4,800 万円の 2 例より 4,800 万円とした。一方、鉄塔整備費は、一般財団法人全国地域情報化推進協会資料に「整備費用の 1 割程度」とされていることから、480 万円とした。

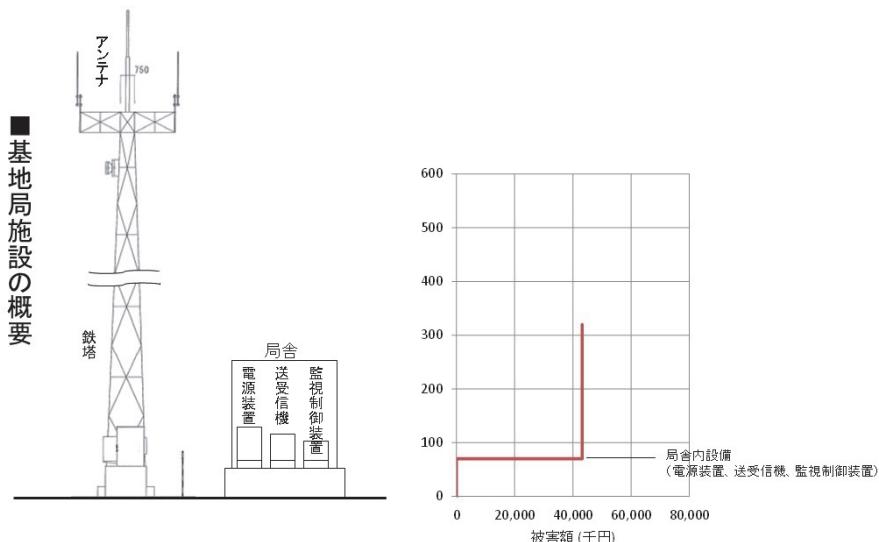


図 3.1.43 通信施設のモデル建物の設定

14) 変電施設

施設（建物）の価値は平成 26 年度に新規建設された例における建設費を用い、浸水による被害はその 1 割程度と想定して、776.5 百万円とした。なお、被害につながる浸水深は床上程度となる 50cm とした。

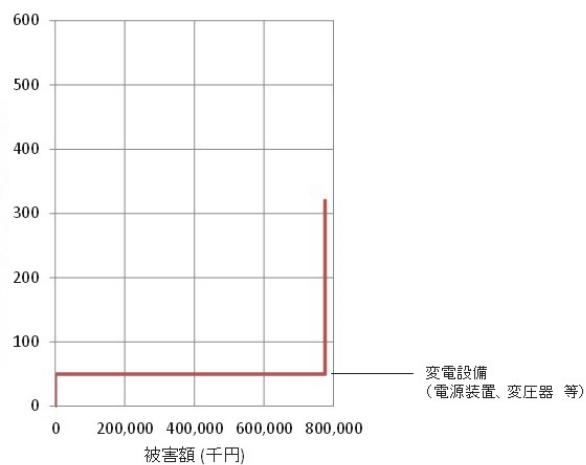


図 3.1.44 変電施設のモデル建物の設定

3. 2 建物被害モデルを用いた地区全体の浸水被害および戸別対策効果の評価手法の開発

地区的実際の建物配置に応じて建物被害モデル（3. 1）を適用し、それと浸水域を重ね合わせることで、地区全体の浸水被害を算定する手法を提示する（3. 2. 1）。この手法の特長は、地区全体の総被害額だけでなく、地形や建物用途の分布、さらには世帯の特性や産業立地の特性等も反映した形で、被害の分布を把握できることにある。本手法を用いた地域の総被害を効果的に低減する対策検討の試行については4. 3に示す。

地区的建物配置の情報を、避難する者の位置と避難先となる建物の位置関係、避難先の広さから想定される最大収容人数などに変換することで、避難の潜在的な難度を避難に要する時間や収容の可否などの観点から評価する手法についても検討した（3. 2. 2）。以上の建物被害、避難に関する手法に基づいた地域の被害簡易算定ツールを作成した（3. 2. 3）。

3. 2. 1 浸水被害・戸別対策効果の評価手法

評価の手順を図3.2.1に示す。まず、対象地区での氾濫計算を実施し、浸水深の平面分布を設定する。また建物ごとに階数、用途及び位置情報を持つGISデータを用いて、建物ごとに用途に応じた資産被害モデル（対策前・対策後）を設定する。各建物位置における浸水深を資産被害モデルに与えることにより、建物の被害額及び対策効果を算出する。その結果を地図上に表示するなど地区全体の情報として整理する。

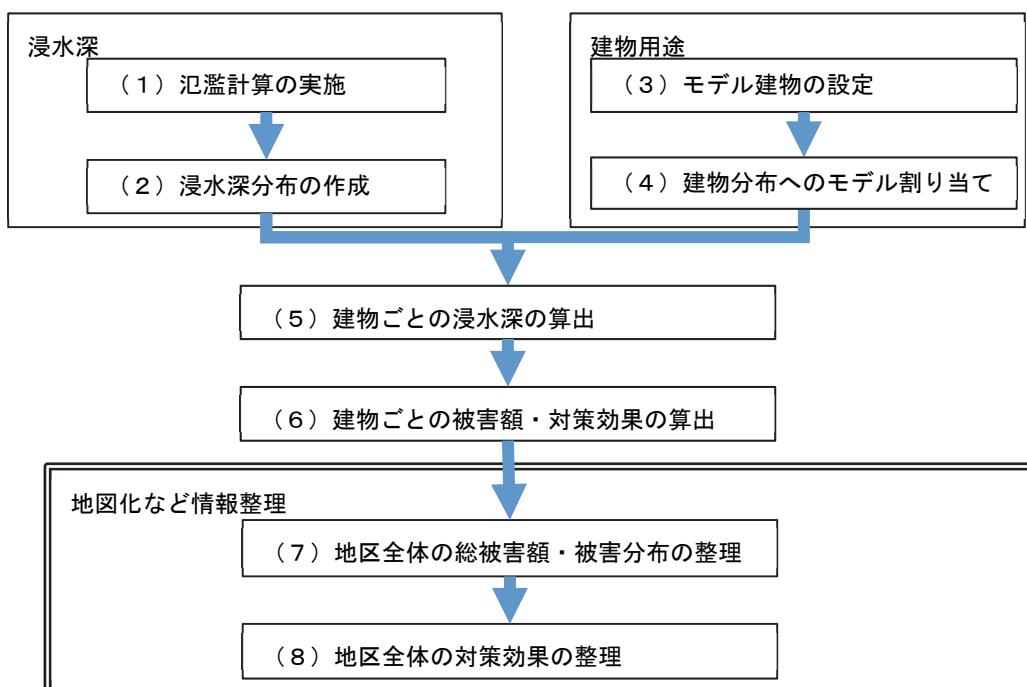


図3.2.1 地区全体の資産被害・戸別対策効果の評価手順

(1) 気象条件設定

評価の対象とする洪水規模など条件を設定し、氾濫計算を実施する。年平均被害額を評価する場合には、複数の洪水規模（確率年）に対する氾濫計算結果が必要である。内外水氾濫を統合した氾濫計算については第2章に詳しい。

(2) 浸水深分布の作成

(1) の結果より対象地域内の浸水深の平面分布を作成する。資産被害の推算には、基本的には最大浸水深を用いる。ただし、出水時に資産を上階へ移動させる緊急対応を対策として取り上げる場合には、最大浸水深のほか、緊急対応に活用できるリードタイムに関する情報が必要である。

(3) モデル建物の設定

建物用途別等にモデル建物を設定し、その資産被害モデルを作成する。詳細は3. 1を参照されたい。

(4) 建物分布へのモデル割り当て

対象地区のGISの建物データから建物の分布・属性など情報を得る。各建物へのモデル建物の割り当ては、表3.2.1に示すように建物属性により行う。ただし、地区内の全ての建物に対して建物情報を細部にわたって反映したモデル建物を割り当てるることは困難であり、そのため目的に応じた種々の工夫が必要となる。例えば、建物の階数の情報がない場合は、階高を仮定して、航空測量データから得られる建物高さから個々の建物の階数を設定する方法も有効である。さらに世帯特性や企業規模等を反映した分析を実施するためには、各建物データに居住者属性や従業者数のデータを利用するが望ましい。そのようなデータが利用できない場合には、エリア毎の統計データや建物面積から仮定することが考えられる。

用途の異なる複数の事業所・住居が入居する建物（例えば、複合ビル）の場合には、各階の用途別部屋割りに関するデータを利用するが望ましい。そのようなデータが利用できない場合には、用途の種類や延べ床面積から仮定することが考えられる。その一例として、図3.2.2に事業所等総面積、建物総面積、空き部屋総面積および用途別事業所数のデータが得られる建物における、各階の床面積按分の考え方を示す。多くの場合、建物下層階は事業所、上層階は住宅に割り当たることを勘案して、両者の面積比（図の例ではA1:A2）と概ね等しくなるように階数を按分する。次に事業所について用途別床面積按分を行うが、その比率は用途別事業所数の比を用いる（図の例では、n1:n2:n3=a1:a2:a3）。

割り当ての実例として4. 2で示す試算においては、GISの建物データはゼンリン社「建物ポイントデータ」を用いて、表4.2.4に示すように割り当てている。「まち工場」と「大工場」、「診療所」と「病院」のようにポイントデータの方に細分がない場合には、建物面積に閾値を設けて、閾値以上の建物は「大工場」、「病院」とした。

表3.2.1 建物属性と対応するモデル建物

建物属性		対応するモデル建物
住宅		戸建て住宅、アパート、マンション
事業所	店舗	コンビニエンスストア、書店、スーパーマーケット、自動車関連業、飲食店、文具店
	事務所	中高層事業所
	工場	まち工場、大工場
	医療・福祉施設	診療所、病院、特別養護老人ホーム施設

階数	総延床面積=A1+A2+A3					
	事業所総面積+その他総面積			個人の 家屋 総面積	空き 部屋 総面積	
	事業所 用途数:n1	事業所 用途数:n2	事業所 用途数:n3			
	A1	a1 a2 a3		A2	A3	
5F	事業所の用途数nに応じて 当該事業所の面積を案分	-	家屋階の延床面 積を階数で案分	A2/2	A3/5	
4F	事業所階の用 途別延床面積 を階数で案分	-		A2/2	A3/5	
3F	a1/3 a2/3 a3/3	-			A3/5	
2F	a1/3 a2/3 a3/3	-			A3/5	
1F	a1/3 a2/3 a3/3	-			A3/5	

※5階建て家屋でA1:A2が3:2の場合

家屋面積の比率より、家屋階を設定

(事業所+その他面積)の比率により、事業所階を設定

空き部屋は各階に均等に分布しているものと仮定し、全体の延床面積から差し引く

図 3.2.2 複数の事業所が入居する場合の面積按分の一例

(5) 建物ごとの浸水深の算出

(2) で作成した浸水深分布と、(4) で作成した建物の位置情報を重ねあわせることにより、図 3.2.3 のように、各建物の浸水深を得る。

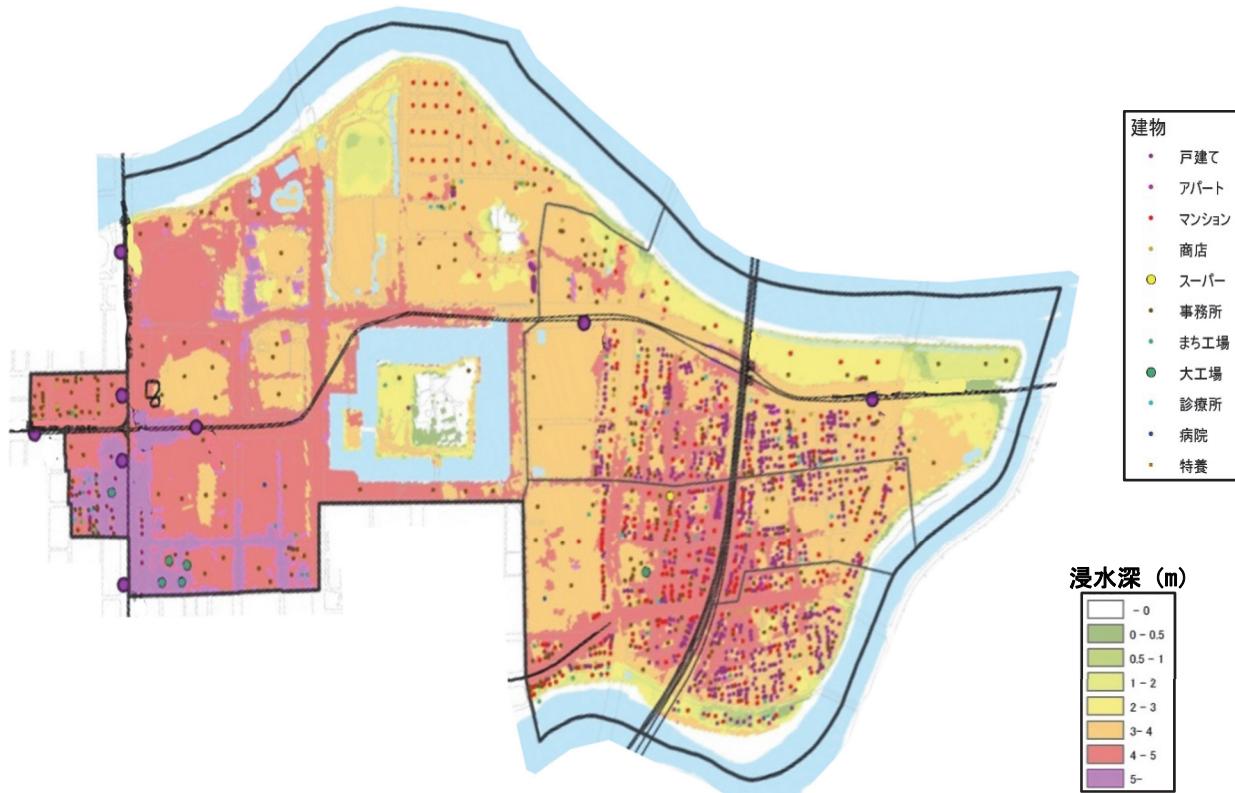


図 3.2.3 浸水深と建物用途の重ねあわせの例

(6) 建物ごとの被害額・対策効果の算出

各モデル建物の「資産被害モデル」に(5)の浸水深を代入することにより、建物ごとの被害額と対策効果を算出する。

(7) 地区全体の総被害額・被害分布および対策効果の整理

対策実施前後の被害分布より、被害と対策効果の大きい範囲を把握できる。また、建物用途ごとの集計を行えば、対策効果が大きい建物用途を明らかにすることも可能である。

3. 2. 2 避難の潜在的難度の評価手法

本研究では、地域の人々が氾濫発生時に水に浸かる 것을避けられる場所に到達し、留まるまでを避難行動の対象範囲とし、後述するいずれの避難行動でも水に浸かることを避けられない可能性があると評価される建物群（それを含む地域）を「潜在的難度が高い」と評価することとした。

避難行動としては、最大浸水深が建物最上階の床面高さ以下となる建物の住民は、浸水しないより高い階に避難・留まる垂直避難を、一方、床面高さを超える建物の住民は、浸水区域外または指定された避難先への立ち退き避難（水平避難）を行うとする。ただし、建物倒壊の恐れがある堤防近傍の建物や、浸水継続時間が長く孤立する可能性がある建物等についても、立ち退き避難が必要であると判断するなど、追加的な条件を設定することも考えられる。

次に、立ち退き避難が必要と判定された場合には、避難先までの経路の浸水の有無や避難先の空き状況によって、立ち退き避難が可能かどうかを建物別に評価する。

なお、このような考え方を用いた先行研究として、加藤ら（2014）が主に都市部で、柳川ら（2017）が郊外・農村部で試算を行っている事例があげられる。

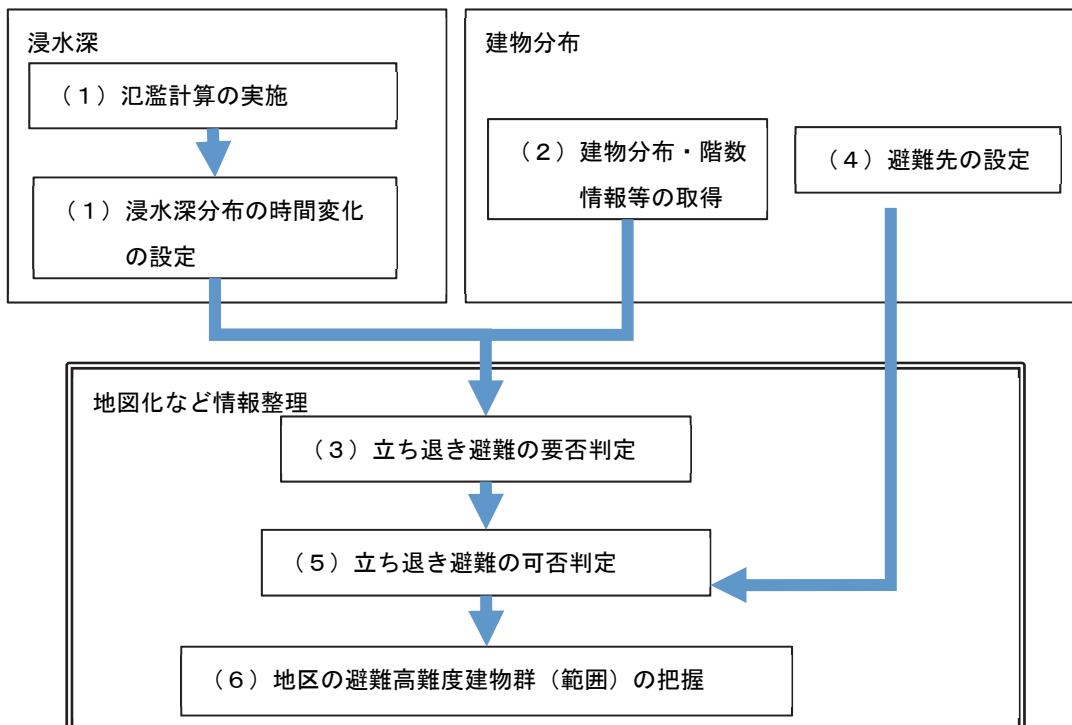


図 3.2.4 避難の潜在的難度評価の手順

(1) 汚濫計算の実施・浸水深分布の時間変化の設定

評価の対象とする洪水規模など条件を設定し、汚濫計算を実施する。一級河川流域等においては、河川管理者が公表している浸水想定区域図が参考となる。外水汚濫に先立って内水による浸水が発生する場合には、内外水汚濫を統合した汚濫計算を行うとよい（第2章参照）。

(2) 建物位置・階数情報等の取得

浸水域内の建物の位置・階数・床面積の情報を取得する。地域の特性を反映するため、建物ごとの居住者数は、国勢調査結果により得られる地域の人口を世帯数や年齢区分、建物床面積で按分して設定する。事業所の従業者数や通学者数等を反映した昼間人口、世帯人口を反映した夜間人口に分けて、時間帯別の評価を実施することも可能である。

(3) 立ち退き避難の要否判定

浸水域内の建物ごとに最大浸水深と建物最上階の床面高から、立ち退き避難の要否を判定する。例えば、建物階数情報から「水害の被害指標分析の手引（H25 試行版）」（国土交通省、2013）を参考に1階床下高を50cm、階高を2.7mとして各建物の高さを設定し、最大浸水深が建物最上階の床面高を上回る建物を要立ち退き避難と判定する（図3.2.5）。

判定にあたっては浸水深のほかに、建物位置が家屋倒壊等汚濫想定区域内かどうかを考慮することが望ましい。家屋倒壊等汚濫想定区域内の建物は、最大浸水深によらず、要立ち退き避難と判定する。

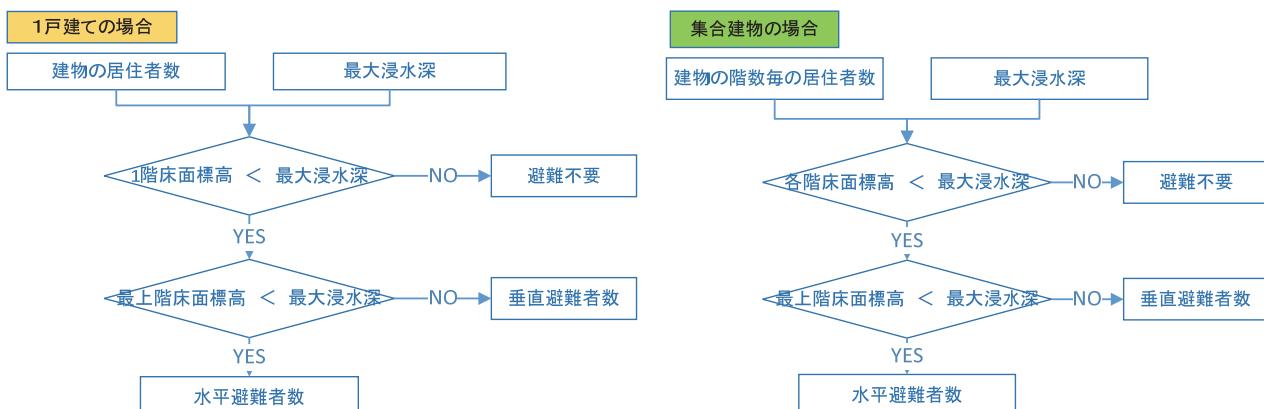


図3.2.5 立ち退き避難（水平避難）の要否判定

(4) 避難先の設定

各建物から最寄りの避難先に避難すると想定し、避難先ごとに受け持ちとなる建物を設定する。

各避難先についても（3）の観点に照らし、最大浸水深と建物の床面高さの比較等から使用できる階数を設定する。

避難所の収容可能人数については、自治体が作成する地域防災計画において記載されている避難所ごとの収容可能人数を用いることとする。具体的な人数が記載されていない場合は、避難者1人当たりの必要面積（例えば、2m²）から設定することができる。

(5) 立ち退き避難の可否判定

（3）で要立ち退き避難が必要と判定した建物を対象に、以下の①②のルールに照らし、自宅から避

難先までの立ち退き避難が可能かどうかを判定する（図3.2.6）。

- ① 建物から避難先まで経路において、避難先までの到達に要する時間内に浸水が発生し、その浸水深が、例えば「水害の被害指標分析の手引（H25試行版）」（国土交通省、2013）に「災害時要援護者以外の避難が困難となる水位」とされる50cm以上となる場合は、立ち退き避難困難とする。
- ② 各建物の避難先への到達時刻を比較し、避難先の収容可能人数を超える時刻以降の到達となる場合は、別の避難所に向かうことは考慮せず、立ち退き避難困難とする。

本研究では、避難のタイミング・経路の設定など事前準備ではなく、潜在的に難度の高い建物・範囲の把握を目的としたため、避難経路は避難先と建物を直線で結ぶ経路として簡略化した。

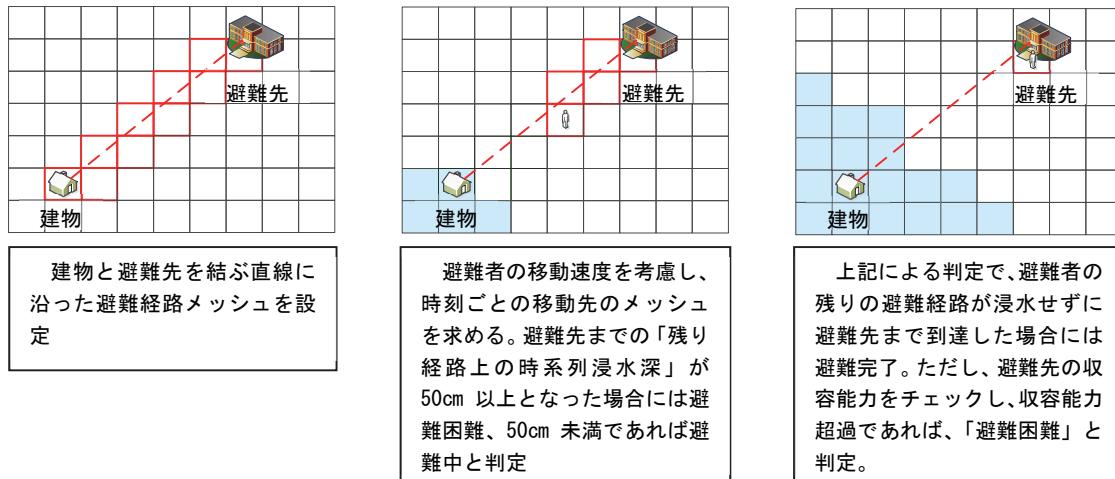


図3.2.6 時系列浸水深を用いた避難の可否の判定

（6）地区の避難高難度建物群（範囲）の把握

（5）で避難困難と判定された建物群の位置を地図上に整理するなどにより、避難高難度建物群（範囲）を把握する。

3. 2. 3 建物位置情報を用いた浸水被害・対策効果の簡易算定ツール

（1）目的と概要

統合的浸水ハザード情報（浸水深の超過確率分布）の算定が行われた地域を対象に、浸水ハザード情報と地区内建物の位置・用途・規模等データを用いて、浸水被害及び対策効果等を算定するツールを作成した。なお、このツールを用いたモデル地域での検討の試行については、4. 2, 4. 3に示す。

（2）簡易算定ツールの構成

算定ツールの作成には、Microsoft Excel 2013によるマクロ機能を利用した。ツールではA) 資産等被害額推算とB)避難困難判定が行える。

資産被害額の推算結果は、①直接被害額、②間接被害額を表3.2.2の表形式として、③建物別の直接被害額等（建物、家庭用品被害、事業所被害）を表3.2.3の項目のCSVファイルとして出力する。

表 3.2.2(1) 資産被害額の集計単位別出力項目

集計番号	建物数				直接被害額						⑥公共土木被害額 (⑤+⑥)	⑦直接被害額合計 (⑤+⑥)		
	住居系	事業所系	商業施設系	その他	一般被害額									
					①家屋建物	②家庭用品	③事業所建物	④事業所備品等	⑤一般被害額合計 (①+②+③+④)					
1														
2														
3														

表 3.2.2(2) 資産被害額の集計単位別出力項目

集計番号	間接被害額					⑬被害額合計 (⑦+⑪)	
	⑧営業停止損失	家庭における応急対策費用		⑪事業所における応急対策費用	⑫間接被害額合計 (⑧+⑨+⑩+⑪)		
		⑨清掃労働対価	⑩代替活動等に伴う支出増				
1							
2							
3							

表 3.2.3 建物ごとの被害等の出力項目 (CSV ファイル)

項目	データ例
建物ID	3
建物分類	1001
X座標(m)	26009.17
Y座標(m)	-176022
メッシュX	55
メッシュY	120
集計番号	1
浸水深(m)	1.62
減災対策	1
減災対策高(m)	0.50
建物被害額(千円)	7,506
家庭用品・備品等被害額(千円)	11,453
合計被害額(千円)	18,959

直接被害額のうち、一般被害額は建物被害モデルで算定される。公共土木被害額および間接被害額の算定には、以下に示すとおり既往手法を用いた。

<公共土木被害額>

公共土木被害額は、以下の方法により算出する。

一般資産被害額(住宅被害・事業所被害の合計) × 公共土木施設等被害額の一般資産被害額に対する比率

なお、公共土木施設等被害額の一般資産被害額に対する比率は、治水経済マニュアル（案）（国土交通省、2005）に準じて 169.4%を既定値とするが、これは S62～H8 の「水害統計」をもとに全国の主要な水害平均から求めた値であり、大都市部で用いると過大評価となるため、任意に変更できる。

表 3.2.4 公益事業施設被害額の一般資産被害額に対する比率

施設	道路	橋梁	下水道	都市施設	公益	農地	農業用施設	小計
被害率	61.6	3.7	0.4	0.2	8.6	29.1	65.8	169.4

(出典：治水経済マニュアル（案）（国土交通省、2005）)

<間接被害額>

間接被害額は、以下の方法により算出する。なお、ここでの世帯数、事業所数は、例えば建物ポイントデータの「個人の家屋数」、「事業所数」を用いる。また、営業停止損失の付加価値額、清掃対価評価額はH28年のデフレータ（国土交通省、2015）の値を既定値としているが、任意に変更できる。

1) 営業停止損失

$$D_i = M_i \times (n_0 + n_1 / 2) \times p_i$$

i : 産業大分類、M : 従業者数

p : 付加価値額（円／（人・日））

n_0 、 n_1 : それぞれ浸水深に応じた営業の停止日数・停滞日数

2) 家庭における応急対策費用

①清掃労働対価

世帯数 × 労働対価評価額 × 清掃延日数

②代替活動等に伴う支出増

世帯数 × 代替活動等支出負担単価（千円/世帯）

3) 事業所における応急対策費用

事業所数 × 代替活動等支出負担単価（千円/事業所）

表 3.2.5 間接被害額算出に用いる浸水深に応じた諸量（出典：治水経済マニュアル（案）（国土交通省、2005））

浸水深 (cm)	(1) 営業停止損失		(2) 家庭における応急対策		(3) 事業所における 代替活動等 支出負担単価 (千円/事業所)
	停止日数 (日)	停滞日数 (日)	清掃延日数 (日)	代替活動等 支出負担単価 (千円/世帯)	
0	3	6	4	82.5	470
45	4.4	8.8	7.5	147.6	925
95	6.3	12.6	13.3	206.5	1,714
145	10.3	20.6	26.1	275.9	3,726
245	16.8	33.6	42.4	326.1	6,556
345	22.6	45.2	50.1	343.3	6,619

避難困難判定に関する算定結果は、①避難可否および②避難先別で集計した表 3.2.6、3.2.7 の表形式として、③建物ごとの結果を表 3.2.8 の項目の CSV ファイルとして出力する。本ツールでは、①浸水しない建物（避難不要）、②垂直避難が可能な建物、③水平避難が可能な建物、④-1 避難所の収容人数を超過することで避難困難となる建物、④-2 浸水によって避難が困難となる建物の 5 区分の人数を算出できる。

表 3.2.6 避難者数の集計単位別出力項目

番号	対象範囲 人口	避難不要	垂直避難 可能 ①	水平避難 可能 ②	水平避難不可能		合計 ①+②+③+ ④
					収容人数 オーバー③	経路途中 床上浸水④	
1							
2							
3							

※居住者・避難行動要支援者別、夜間・昼間人口別にそれぞれ出力

表 3.2.7 避難者数の避難先別出力項目

番号	名称	対象範囲 人口	避難不要	垂直避難 可能 ①	水平避難 可能 ②	水平避難不可能		合計 ①+②+③+ ④
						収容人数 オーバー③	経路途中 床上浸水④	
1								
2								
3								

※居住者・避難行動要支援者別、夜間・昼間人口別にそれぞれ出力

表 3.2.8 建物ごとの避難状況等の出力項目 (CSV ファイル)

項目	データ例	備考
建物ID	3	
建物分類	1001	
X座標(m)	26009.17	
Y座標(m)	-176022	
メッシュX	55	
メッシュY	120	
集計番号	1	
最大浸水深(m)	1.62	
建物階数	3	
避難先ID	1	
避難所までの距離(m)	109	
居住者(人)：下記除く	5.29	
避難行動要支援者(人)	1.38	
居住者：下記除く	5	1: 避難不可能(浸水) 2: 避難不可能(避難所収容人数超過) 3: 水平避難可能(1時間以内) 4: 水平避難可能(1時間以上) 5: 垂直避難可能 6: 避難不要
避難行動要支援者	3	

3. 3 気候変動を考慮した建物浸水被害対策の評価

3. 3. 1 手法の概要

本節では気候変動による将来の豪雨・洪水の外力変化を踏まえた浸水ハザード情報を用いて、気候変動影響を考慮した場合の将来気候における建物ごとの浸水被害及び対策効果の評価手法について示す。

気候変動を考慮した浸水被害及び対策効果の評価にあたり、現在気候の確率降雨量に対して一定の変化倍率をかけることで求めた将来における確率降雨量（2. 3にて詳述）並びに建物の構造・規模・鉛直資産分布を想定した上で浸水深に応じた被害とそれに対する対策効果を評価する「資産被害モデル」を用いた。

3. 3. 2 モデル建物における気候変動を踏まえた浸水被害及び対策効果の試算

2. 3において浸水ハザードを算出したモデル地区内に位置する建物（以下、「モデル建物」と呼ぶ）を仮定して、被害特性（確率年と資産被害額の関係）ならびに対策（60cmの止水板）を設置した場合の被害低減特性を図3.3.1に示す。

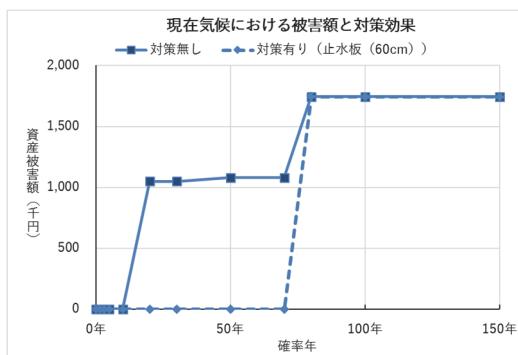


図3.3.1 モデル建物における現在気候での浸水被害額と対策効果

図3.3.1に示す現在気候における浸水被害特性に対して、気候変動を考慮した場合の被害特性ならびに対策実施時の被害低減特性を算定する。気候変動の考慮にあたっては、2. 3. 2に示す地域豪雨量倍率のうち中位相当の値を用い、現在気候における降雨量－確率年関係と地域別豪雨量倍率により、将来気候における確率降雨量を算出することとした。本手法により、現在気候並びに将来気候それぞれにおける確率年と資産被害額の関係について、対策を講じていない場合を図3.3.2、対策を講じた場合を図3.3.3に示す。

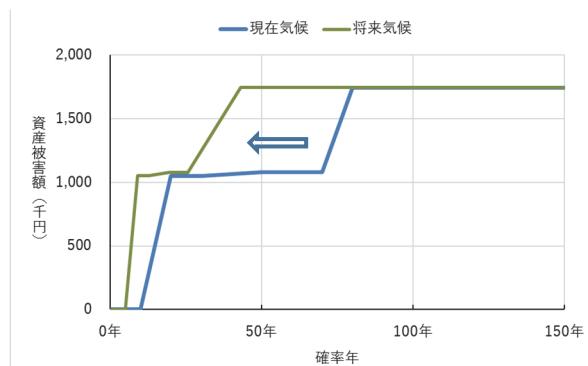


図3.3.2 気候変動影響考慮時の確率年別資産被害額
(対策無し)

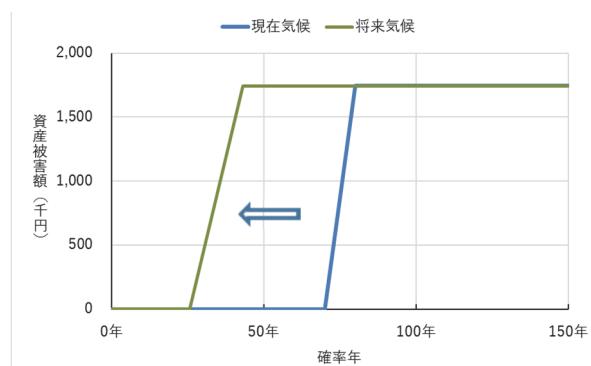


図3.3.3 気候変動影響考慮時の確率年別資産被害額
(対策有り (止水板 (60cm)))

上記を踏まえ、将来時点における気候変動影響考慮時の浸水規模（確率年）別の資産被害額並びに対策実施後の被害額を試算し、図3.3.4に示す。

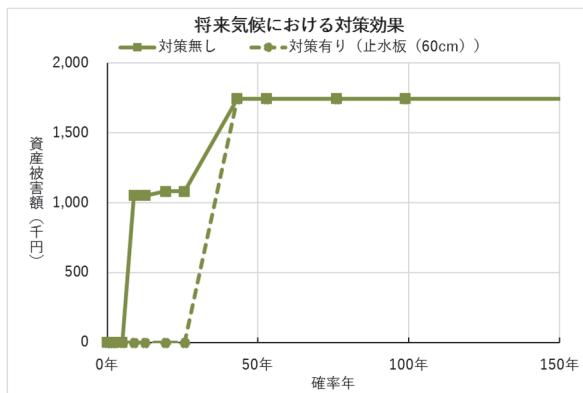


図3.3.4 浸水規模（確率年）別の資産被害額並びに対策実施後の被害額

さらに、図3.3.4に示す確率年-資産被害額関係を用いて、モデル建物において確率年区間別の生起確率×被害額を試算し、気候変動影響考慮の有無並びに対策実施の有無の計4パターンにおいて年被害額を算定したところ、表3.3.1のとおりとなった。なお、他の建物用途における試算例は4.1.3にて詳述するものとする。

表3.3.1 モデル建物における年被害額

気候シナリオ	対策なし	対策あり (止水板 (高さ 60cm))
現在気候	80千円/年	15千円/年
将来気候 (21世紀末)	170千円/年	37千円/年

3. 4 まとめ

本章では、建物所有者自身が、建物の形態や所有している資産の配置に基づいて建物の浸水被害を評価する手法を提案し、その手法に基づいた被害推算を行うためのツール（計算ソフト）を作成した。また、地区の実際の建物配置に応じて上記手法を適用し、それと浸水域を重ね合わせることで、地区全体の浸水被害を算定する手法を整理し、同様に河川管理者や自治体の活用を念頭としたツールを作成した。これら手法・ツールには、防水板、嵩上げ、資産の高所移動といった戸別対策の導入による浸水防止・軽減効果に関するモデルが組み込まれており、浸水被害低減額を推算することができる。そのため、地域の地形や土地利用、特に建物用途を踏まえて、被害の大きな地先や効果的な対策の検討に活用できる。これについては、第4章において、モデル地域を対象にツールを用いた被害推算を行い、その結果を用いて前記の検討の具体例を提示している。

本章では、戸別対策のさらなる導入促進という課題に焦点をあて、ツールの作成を行った。今後、対策導入が加速される段階に移った場合には、嵩上げや止水板により浸水しない総敷地面積が拡がる一方、その域外では浸水深が増大し、未対策の建物・敷地等の浸水被害を増大させることが懸念される。こうした利害の調整に関わる課題にも、一步踏み込んだ情報を提供できるように手法・ツールを改善していくことが今後の課題と考えられる。

参考文献:

- 一般社団法人建設物価調査会（2015）季刊 建築コスト情報 2015年7月号.
- 一般社団法人建設物価調査会（2016）季刊 建築コスト情報 2016年1月号.
- 一般社団法人全国スーパー・マーケット協会（2015）2015年版スーパー・マーケット白書,
http://www.super.or.jp/?page_id=6709.
- 一般財団法人全国地域情報化推進協会 <https://www.applic.or.jp/>
- 加藤拓磨・板垣修・服部敦・深見和彦・鳥居謙一・藤田光一（2014）近隣の中高層建物の分布を考慮した大規模氾濫時の人的被害マクロ試算手法の開発, 河川技術論文集, 第20巻, pp.403-408.
- 経済産業省：商業統計, <http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/syougyo/index.html>
- 経済産業省（2013）工業統計調査『平成25年工業統計表（企業統計編）』,
<https://www.meti.go.jp/statistics/tyo/kougyo/result-2.html>
- 国土交通省河川局（2005）治水経済調査マニュアル（案）,
http://www.mlit.go.jp/river/basic_info/seisaku_hyouka/gaiyou/hyouka/h1704/chisui.pdf
- 国土交通省水管理・国土保全局河川計画課（2015）治水経済調査マニュアル（案）各種資産評価単価及びデフレータ.
- 国土交通省水管理・国土保全局（2013）水害の被害指標分析の手引（H25 試行版）,
http://www.mlit.go.jp/river/basic_info/seisaku_hyouka/gaiyou/hyouka/pdf/higaisihyou_h25.pdf.
- 総務省統計局（2013）H25 住宅・土地統計調査,
<https://www.stat.go.jp/data/jyutaku/2013/tyousake.html>
- 総務省統計局（2014）平成26年全国消費実態調査,
<https://www.stat.go.jp/data/zensho/2014/index2.html>
- 総務省統計局（2015）日本の統計2015, <https://www.stat.go.jp/data/nihon/back15/index.html>
- 総合通信基盤局電波部移動通信課（2013）携帯電話の基地局整備の在り方について～論点整理～,
http://www.soumu.go.jp/main_content/000265619.pdf
- 損害保険料率算出機構（2007）家財の地震被害予測手法に関する研究（その1）家財の所有・設置状況に関する調査, <http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/8727488>.
- 東京都病院経営本部（2006）（別紙1）医療機器調達品リスト <http://www.byouin.metro.tokyo.jp/>
- 柳川一博・山本陽子・諏訪義雄・天方匡純（2017）施設能力を上回る洪水においても人的被害を出さないための施策検討手法の開発, 河川技術論文集, 第23巻, pp.91-96.