富士川流域における浸水発生による住宅地被害額及び水害廃棄物発生量の把握
Understanding of housing damage and amount of flood waste caused by flooding of the Fuji river basin

東海林拓実*・大西暁生**
Takumi Shoji*・Akio Onishi**

In recent years, many floods caused by heavy rain have occurred in the Fuji river basin, and the damage to houses has been enormous. Measures must be taken to mitigate the damage, but first it is necessary to understand the extent of the damage. When strong flooding occurs, the cost of damage is greater. Prompt restoration and reconstruction can be expected if the amount of flood-generated waste is reduced. Furthermore, the cost of waste disposal can be reduced. This study estimates the amount of flood-generated waste and damage to existing houses in the anticipated inundation area of the Fuji river basin. We applied estimations to each tertiary mesh cell while considering changes in the population, number of households, and housing life cycle from 2010 to 2050. The amount of damage caused by anticipated flooding in 2050 was estimated at approximately 4,070,000 yen per capita: an 8.0% increase from 3,770,000 yen per capita in 2010. Flood-generated waste disposal per capita in 2050 was estimated at approximately 36 tons, an increase of 9.0% from approximately 33 tons in 2010.

Keywords: Fuji river basin, Anticipated inundation area, Residential damage amount, Flood waste generation
富士川流域，浸水想定区域，住宅地被害額，水害廃棄物発生量

1. はじめに

近年，日本国内で集中豪雨による水害被害が頻発している．回数としては，2010 年から 2017 年の８年間で 12 回もの記録的な集中豪雨が起きている[1]．2017 年の集中豪雨の例を挙げると，７月に起きた九州北部豪雨がある．国土技術政策総合研究所「九州北部豪雨における浸水被害の調査」[2]によると，人的被害は死者・行方不明者合わせて 34 人，家屋被害は住宅・非住宅合わせて 15,882 棟の被害を受けた．また，豪雨による九州北部の被害額は 1,876 億円であり，福岡県のみに限ると，平成２年の台風 19 号による約 1,158 億円に次ぐ戦後２番目の被害規模であった[2]．

ここで，洪水による被害及びその対策を行っている既存研究として水野ら（2015）[3]がある．この研究では，洪水対策として，浸水想定区域から浸水想定区域以外の地域へ住宅を移動させることで，住宅地被害額の軽減効果を定量的に示している．ここで，浸水想定区域とは降雨により河川が氾濫した場合において，浸水が想定される区域のことである．このように住宅移転のような水害による被害を軽減させる対策を講じなければならないが，そのためにはまず事前に想定される被害を把握する必要がある．特に，水害が起きた際には被害による損失額だけではなく，発生する廃棄物をいかに少なくするかによって迅速な復旧・復興が見込める．さらには，廃棄物の処分のコストも削減できる．水害廃棄物発生量の研究として，鬼怒川流域を対象とした大西[4]や多摩川流域における西村ら[5]の研究等がある．

そのため，本研究では一級水系である富士川の流域を対象に，人口と住宅の動態を推計することで，豪雨による河川の氾濫が起きた際の住宅地被害額及び水害廃棄物発生量を定量的に示す．

富士川は長野県，山梨県及び静岡県にまたがり，その流域面積は 3,990km^2 である．江戸時代初期には，洪水による氾濫が多発していた．現在では，出し水制や土手出しのような仕組みにより昔のような水害はないとされている[2]．しかし，1982 年８月に台風 10 号の影響で山梨県鰍沢町（現富士川町）などが氾濫した[6]こともあり，今後も集中豪雨により河川の氾濫が起きる可能性があると思われる．

住宅被害額及び水害廃棄物発生量の推計の手順は，まず 2010 年から 2050 年までの５年間隔で約 1km×1km の３次メッシュごとの人口，世帯数及び住宅の需要量を推計する．次に，富士川流域内の降雨により河川が氾濫した場合における浸水想定区域を設定する．最後に，浸水想定区域内の住宅の被害額及び水害廃棄物の発生量を 2010 年から 2050 年までの５年間隔で３次メッシュごとに推計する．

ここで，本研究では洪水の発生時期を正確に把握することは困難であるため，2010 年から 2050 年の期間のある任意の一時点において，洪水が発生すると仮定する．また，本研究では 2012 年度までに指定されている浸水想定区域を対象に推計するものであり，今後の気候・気象の変化に伴う豪雨や洪水氾濫の違いを考慮した将来の浸水想定区域の設定は行っていない．そのため，将来における浸水想定区域は現状と同じであると仮定している．

* 非会員・東京都市大学 環境学部（Faculty of Environmental Studies, Tokyo City University）
**会員・横浜市立大学 データサイエンス学部（School of Data Science, Yokohama City University）

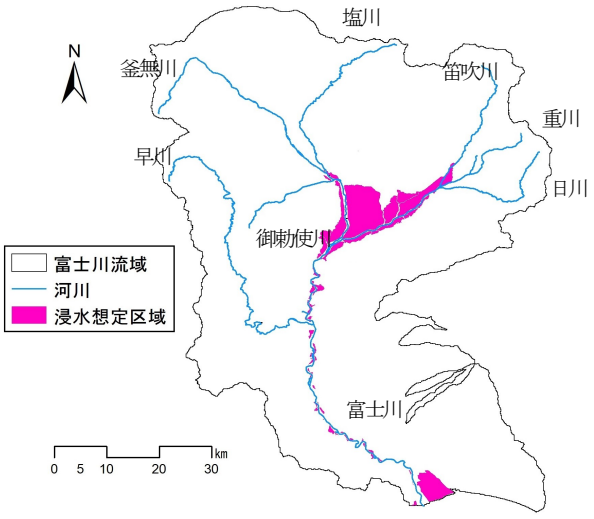


図-1　富士川流域の空間分布

2. 推計方法

本研究では，富士川流域の３次メッシュごとの人口，住宅の動態を推計し，洪水氾濫が起きた際の浸想定区域内に存在する住宅の被害額及び水害廃棄物の発生量を推計する．

2.1　対象地域の設定方法

ここでは，富士川からの氾濫を対象とするため，まずはその基本的な情報である流域界を設定し，この流域を目安として，浸水想定区域や住宅のデータを抽出する．使用した流域のデータは，国土数値情報「流域メッシュデータ」[7]である．ここで，富士川流域内の市区町村は次の通りである．長野県は，原村，富士見町及び南牧村の１町２村，山梨県は甲府市，山梨市，韮崎市，南アルプス市，北杜市，甲斐市，甲州市，中央市，市川三郷町，早川町，身延町，南部町，昭和町，富士河口湖町，増穂町（現富士川町）及び鰍沢町（現富士川町）の８市８町，静岡県は裾野市，静岡市，沼津市，富士宮市，富士市及び由比町（現静岡市）の５市１町である．ここで，2017 年時点では増穂町・鰍沢町は 2010 年３月に富士川町に合併，由比町は 2008 年 11 月に静岡市に編入しているが，本研究では合併・編入前の町名を使用している．理由としては，２章２節「人口・世帯数の推計方法」で使用している死亡率[8]のデータが，2006 年 12 月時点のものであるからである．

次に，河川と浸水想定区域を設定する．なお，この際，甲府河川事務所「富士川流域浸水想定区域図」[9]を参考にした．選定河川は，富士川水系富士川（釜無川含む），笛吹川，御勅使川，早川，塩川，日川及び重川である．河川のデータは国土数値情報「河川データ」[10]を用いた．浸水想定区域についても同様に，国土数値情報「浸水想定区域データ」[11]を用いた．なお，河川により浸水深が決められているが，これについては同章５節にて説明する．図-1 に富士川流域と河川並びに浸水想定区域を示す．

2.2　人口・世帯数の推計方法

人口及び世帯数の推計は，長谷川ら（2012）[12]等の推計方法を参考に，コーホート要因法を用いた．期間は，2010 年から 2050 年であり，男女５歳階級別に５年ごとに推計した．人口の推計には，合計特殊出生率[13]・男女出生比[14]・死亡率[15]・生存率・純移動率のデータを用いており，純移動率については次の方法で算出した．

まず，平成 17 年国勢調査[16]の男女５歳階級別の人口に男女５歳階級別の生存率（1－死亡率[8]）を乗じることで 2010 年の封鎖人口を算出する．次に，平成 22 年国勢調査[17]の人口から 2010 年の人口を差し引くことで，純移動数を算出する．この純移動数を平成 22 年国勢調査の人口で除すことで純移動率が算出され，これは人口の社会的要因を意味する．なお，封鎖人口とは，将来の人口を自然増減の要因のみで推計したものであり，純移動が発生しない場合の人口である．

2015 年以降の人口については，上記の自然的・社会的な要因を考慮しながら算出する．コーホート要因法によるより詳細な推計方法は，長谷川ら（2012）[12]を参考にされたい．

世帯数については，上記で得られた男女５歳階級別の人口に，男女５歳階級別の世帯主率を乗じることで算出する．なお世帯主率[18]は，国勢調査の人口等基本集計による市町村ごとの男女５歳階級別の世帯主数を市町村ごとに集計した平成22年国勢調査の男女５歳階級別の人口で除した値とした．

ここで，将来における人口及び世帯数の推計を行う際に，合計特殊出生率[13]，男女出生比[14]，死亡率[8),15]及び世帯主率[18]等は，本来，各将来の時点において，それぞれの値が変化するものと考えられるが，それらを正確に予測することは困難である．そのため，本研究では基準年である2010年の値が将来においても変わらないものと仮定した．

2.3　住宅需要量の推計方法

ここでは，2010 年から将来における住宅の需要量の変化を推計するための前段階として，それぞれのメッシュごとの人口に対して，建て方別・構造別の世帯数の推計で必要となる住宅種類別の延床面積を推計した．なお，本研究における建て方別とは戸建て住宅と集合住宅であり，構造別とは木造と非木造である．住宅の建て方別の割合は，ArcGIS Data Collection 詳細地図（2012）[17]の一般家枠より，住宅の高さが６m 以下（２階以下）であれば戸建て住宅，それ以上を集合住宅として３次メッシュごとに算出した．構造別の割合は，住宅・土地統計調査

表-1　4 パターンごとの寿命分布関数・パラメータ

建て方別・構造別	寿命分布関数	パラメータ
集合木造住宅	対数正規分布	$\mu=3.469$, $\sigma=0.518$
集合非木造住宅	ワイブル分布	$m=4.6818$, $\eta=46.955$, $\delta=0$
戸建て木造住宅	ワイブル分布	$m=2.6192$, $\eta=51.683$, $\delta=0$
戸建て非木造住宅	正規分布	$\mu=40.683$, $\sigma=12.168$

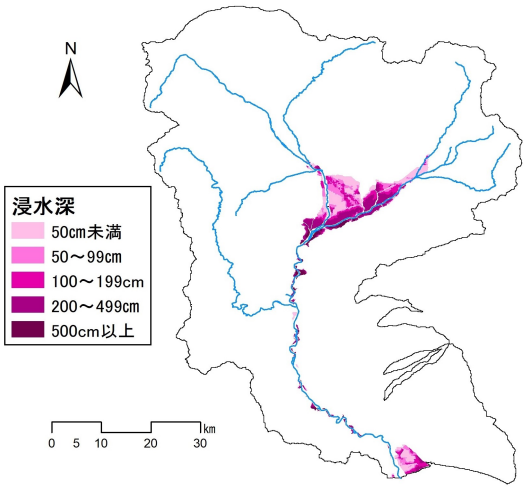


図-2　富士川流域の浸水深別浸水域の分布

(2008) [20]より，木造と非木造のそれぞれの割合を，1950 年から 2010 年までの 5 年ごとの築年数別に算出した．データは住宅・土地統計調査 (2008) [20]の築年数別及び構造別の戸建て住宅及び集合住宅の世帯数を市区町村別に用いた．ここで，住宅・土地統計調査 (2008) [20]のデータは，1971 年から 2000 年の期間は 10 年ごとに，1950 年から 1970 年の期間は 1970 年 or earlier として、一括してまとめられている．そこで，1971 年から 2000 年の期間はそれぞれ築年数データを半分にし，1970 年 or earlier の期間は築年数データを 5 で除すことで，築年数が 5 年になるように調整した．なお，一戸建及び長屋建の合計値を戸建て住宅の世帯数とし，共同住宅及びその他の合計値を集合住宅の世帯数としている．

住宅の需要量は，メッシュごとの世帯数の合計に，メッシュごとの 1 世帯あたりの住宅の延床面積を乗じることで算出した．ここで，1 世帯当たりの住宅の延床面積は，メッシュごとに算出した延床面積を世帯数で除すことで算出した．

2.4　住宅ライフサイクルの推計方法

住宅のライフサイクルとは，住宅の建設（投入）・使用（残存）・解体 (廃棄) までの流れを意味する．ここでは，住宅の投入量・残存量・廃棄量を，建て方別・構造別及び築年数別に分けて，2010 年から 2050 年までを 5 年ごとに推計した．そこで，まず前節で算出した 2010 年の住宅の延床面積を，1950 年から 2010 年までの 5 年ごとの築年数別に分類した．方法としては，住宅・土地統計調査（2008）[20]から建て方・構造別，市区町村別に築年数の割合を算出し，それを 2010 年の総延床面積に乗じることで分類した．ここで，築年数は構造別割合の算出と同様の方法を用いて，5 年ごとになるように調整した．

残存率は，小松ら（1992）[21]，Nomura *et al.* (2005, 2008) [22),23)]，長岡ら（2009）[24]，小見・栗田（2010）[25]による推計式と，小松ら（1992）[21]，小見・栗田（2010）[25]によって推計された住宅構造別の平均値 (μ)，標準偏差 (σ)，形状パラメータ (m)，尺度パラメータ (η)，位置パラメータ (δ) を用いて算出した [22]．なお，寿命分布関数は，小松ら（1992）[21]から正規分布，対数正規分布を，小見・栗田 (2010) [25]よりワイブル分布の残存率関数を採用した．表-1 に，使用した関数・パラメータをまとめる．ここで，算定式により求められる残存率は建て方 2 区分及び構造 2 区分の 4 区分別で異なるため，住宅の延床面積はこれらの 4 区分別に推計した．

住宅の残存量は，5 年前の住宅の残存量及び投入量に，残存率 (1－廃棄率) を乗じて算出した．住宅の廃棄量は，5 年前の住宅の残存量及び投入量に，廃棄率を乗じて算出した．住宅の投入量は，当年の残存量が住宅の需要を満たさない場合に，新たに投入する量であるため，需要量から残存量を差し引いて算出する．当年の残存量が需要量を越える場合は，空き家が発生していることになる．

2.5　浸水域・非浸水域の設定方法

同章 1 節で設定した浸水想定区域が少しでも含まれている流域内のメッシュを浸水域と設定し，浸水想定区域が全く含まれていない流域内のメッシュを非浸水域とした．図-2 に，富士川流域の浸水深別浸水域の空間分布を示す．ここで，浸水域に存在する市区町村は以下に示すものである．山梨県は甲府市，山梨市，韮崎市，南アルプス市，甲斐市，甲州市，中央市，市川三郷町，早川町，身延町，南部町，昭和町，増穂町（現富士川町）及び鰍沢町（現富士川町）の 7 市 7 町，静岡県は富士宮市及び富士市の 2 市である．

図-2 の浸水深とは，洪水・津波などで浸水した際の，水面から地面までの深さのこと [26]である．この浸水深は国土交通省国土整備局 (2012) [11]がそれぞれの水系または河川において概ね 100 年から 150 年に 1 回程度起こる大雨により，河川が氾濫した場合に想定される浸水の状況をシミュレーションした結果である．なお，この浸水想定区域は，想定を越える降雨が発生した場合，支派川，高潮，内水等の影響による氾濫が起こった場合等を考慮していない [11]．浸水深ランクの説明を表-2 に示す．

2.6 住宅地被害額の推計方法

浸水による住宅地被害額は，国土交通省河川局（2005）の治水経済調査マニュアル [27]にある「直接被害の対象資産」で定められた以下の式（1）～（3）を用いて，メッシュごとに 2010 年から 2050 年の５年ごとに推計した.

$$RDA = HDA + GDA \quad (1)$$
$$HDA = PHV \times FA \times HDR \quad (2)$$
$$GDA = HGV \times FH \times GDR \quad (3)$$

RDA：住宅地の被害額，*HDA*：家屋の被害額，*GDA*：家庭用品の被害額，PHV：都道府県別家屋１㎡当たり評価額，*FA*：浸水面積（㎡），*HDR*：家屋の浸水深別被害率，*HGV*：１世帯当たりの家庭用品評価額，*FH*：浸水世帯数，*GDR*：家庭用品の浸水深別被害率

住宅地被害額を算出する際に，浸水面積及び浸水世帯数がそれぞれのメッシュ内すべてに浸水するとした場合，算定される被害額が過剰になる恐れがある．それを防ぐために，メッシュごとに浸水率を算出した．浸水率は，メッシュごとの浸水面積をそれぞれのメッシュの全体の面積で除した値である.

家屋被害額（式（2））について，都道府県別家屋１㎡当たり評価額は 2010 年評価額 [28]（静岡県：167,700 円/㎡，山梨：174,800 円/㎡）を用いた．ここで，将来における家屋１㎡当たり評価額は 2010 年評価額が将来においても変化しないという仮定のもと，家屋被害額を推計した．浸水面積は，浸水域にある住宅の延床面積に浸水率を乗じて求めた．浸水深別被害率は，国土交通省河川局（2005）の治水経済調査マニュアル [27]を参考にしており，家屋被害額の浸水深別被害率は表-3 に示すように３段階の傾斜角度と５段階の浸水深ごとに分けられている．ただし，国土交通省国土政策局（2012）[11]より算出した町丁・字等別浸水深は床上 50 cm 未満，50～99 cm，100～199 cm，200～499 cm，500 cm 以上の５区分に分かれているため，本研究では浸水深別被害率 200～299 cm と 300 cm 以上の平均値をメッシュごと浸水深の 200～ 499 cm，浸水深別被害率の 300 cm 以上を町丁・字等 別浸水深の 500 cm 以上の値を用いることとした.

また，家庭用品被害額（式（3））について，１世帯当たりの家庭用品評価額は，１世帯当たりの 2010 年の評価額 [28]1,454 万円を用いた．ここで，家屋１㎡当たり評価額と同様に，将来における１世帯当たりの家庭用品評価額は 2010 年の評価額と同じと仮定し，将来の家庭用品被害額を算出した．家庭用品被害額の浸水深別被害率は表-4 に示すように５段階の浸水深に分けられている.

表-2　浸水深の説明

浸水深	浸水程度の目安
50cm未満	床下浸水（大人の膝まで浸かる）
50～99cm	床上浸水（大人の腰まで浸かる）
100～199cm	１階の軒下まで浸水する
200～499cm	２階の軒下まで浸水する
500cm以上	２階の屋根以上が浸水する

［出典］国土交通省 川の防災情報，2008「浸水深と非難行動について」[26]

表-3　家屋被害の浸水深別被害率

浸水深 / 地盤勾配	床上				
	50cm未満	50~99cm	100~199cm	200~299cm	300cm以上
A グループ	0.092	0.199	0.266	0.58	0.834
B グループ	0.126	0.176	0.343	0.647	0.87
C グループ	0.144	0.205	0.382	0.681	0.888

A：1/1,000 未満，B：1/1,000～1/500，C：1/500 以上
※1，平成５年～平成８年の「水害被害実態調査」により求められた被害率.
2，家屋の全半壊についても考慮した数値である.

表-4　家庭用品の浸水深別被害率

浸水深	床上				
	50cm未満	50~99cm	100~199cm	200~299cm	300cm以上
被害率	0.145	0.326	0.508	0.928	0.991

※平成５年～平成８年の「水害被害実態調査」により求められた被害率.
[出典] 国土交通省 2005「治水経済マニュアル（案）」[27] 表-３，表-４

2.7 水害廃棄物発生量の推計方法

浸水による水害廃棄物発生量は，以下の式（4）を用いて，メッシュごとに 2010 年から 2050 年の５年ごとに推計した.

$$HWG = MUC \times FA \times HDR \quad (4)$$

HWG：水害廃棄物発生量，*MUC*：資材別原単位（kg/㎡），*FA*：浸水面積（㎡），*HDR*：家屋の浸水深別被害率

住宅地被害額の推計と同様の理由から，水害廃棄物発生量の算出の際にも浸水率を適用した.

水害廃棄物発生量（式（4））について，資材別原単位は長岡ら（2008）[29]の，木造及び非木造で分けられた表-5 の値を用いた.

ここで，資材別原単位が将来においても変化しないものと仮定し，家屋の水害廃棄物発生量を推計した．浸水面積及び家屋の浸水深別被害率については，住宅地被害額の推計と同様のものを使用した.

3 推計結果

3.1 人口の推計結果

図-3 に富士川流域全体の人口の推計結果を示す.

表-5　資材別原単位（木造・非木造）

資材＼構造	木造	非木造
砂利・石利	219.55	1080
木材	88.1	37.1
ガラス	2.8	2.95
セメント	29.8	170.2
陶磁器	76.05	10.65
鉄	9.05	99.95
アルミ	2.8	3.7
その他	3	10.5

※長岡ら（2008）[29]の資源別原単位を参考に作成した.

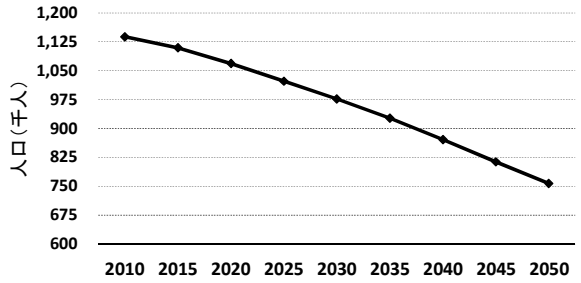
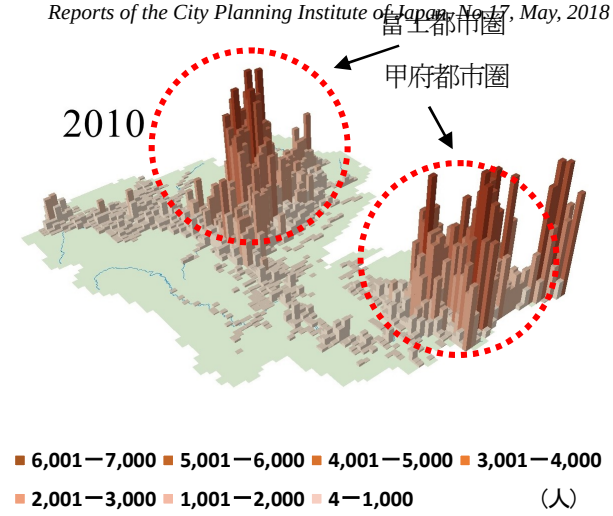


図-3　富士川流域の人口の推計結果

富士川流域の総人口は，対象期間中において，2010 年がピークの約 114 万人であり，2010 年以降は減少し続ける．2050 年には約 76 万となり，2010 年の人口との差は約 38 万人，減少率は 33%となった.

図-4 に，富士川流域全域の 2010 年及び 2050 年の人口分布を，図-5 に 2010 年における富士川流域浸水域の人口分布を，それぞれ示す．この結果，2010 年と 2050 年を比べると，流域のほとんどの地域において人口が減少していることがわかった．また，2010 年において人口が最も多いメッシュは甲府市内の 6,720 人であり，2050 年には 3,125 人に減少していた（減少率：53%）．次に浸水域の人口分布と比べると，人口が集中している地域と浸水域が重なっていることがわかる．まず，上流部に位置する甲府都市圏は，甲府盆地一帯に存在する地域であり，釜無川と笛吹川の合流地点であることと盆地という地形であることから浸水が起こりやすいと考えられる．下流部に位置する富士都市圏は静岡県富士市を中心とした地域であり，富士川の河口部が存在していることが浸水の主な原因であると考えられる．甲府都市圏及び富士都市圏の人口はそれぞれ 2010 年において約 60 万人と約 40 万人であり，富士川流域全体のおよそ 9 割を占めている．このことから，２つの都市圏は人口・資産が集中している地域であり，富士川流域の社会・経済の基盤をなしていることがわかる．また，非浸水域でも河川に沿って居



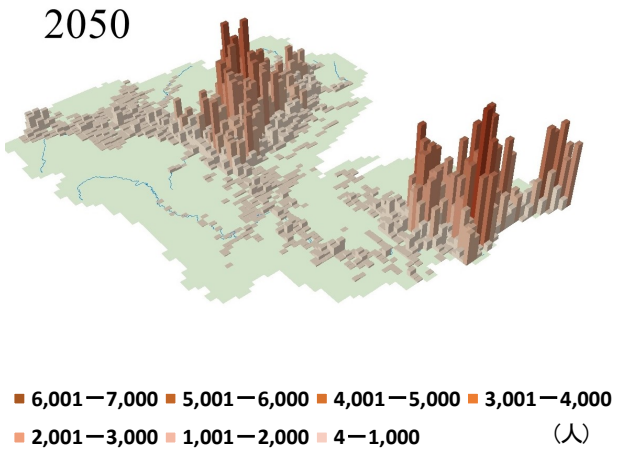


図-4　富士川流域全域の人口分布

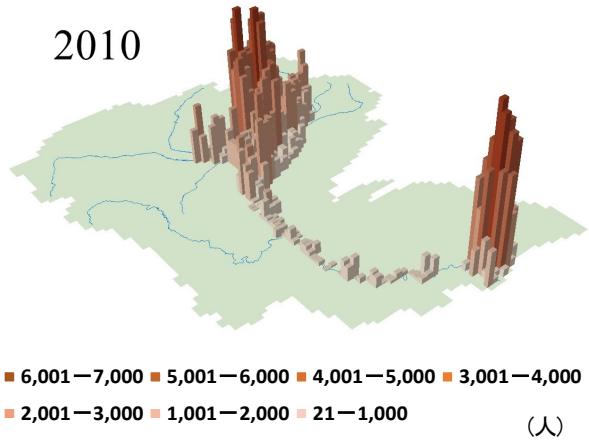


図-5　2010 年における富士川流域浸水域の人口分布

住地が存在していることがわかる．これは，富士川流域は山地が多く存在するため，居住できる地域が限られており，山地の谷部に流れる河川と居住地が近接しているからである.

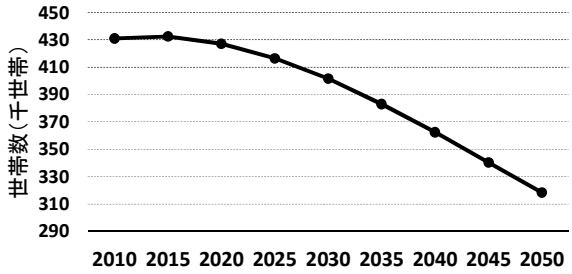


図-6　富士川流域の世帯数の推計結果

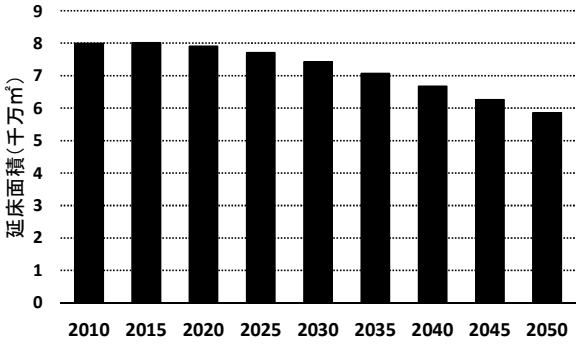


図-7　富士川流域全体の住宅需要量の推計結果

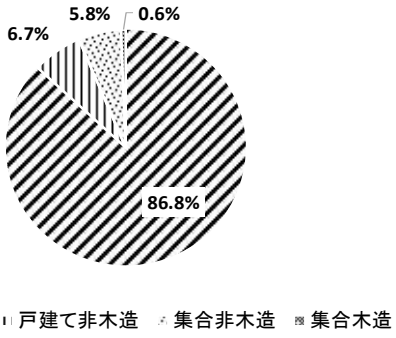


図-8　2050 年における住宅需要量の
建て方別・構造別の割合

ここで，人口推計結果の精度の確認として，国立社会保障・人口問題研究所 (2013) [30]を参考にした. ここでは，2010 年～2040 年までの将来人口を男女５歳階級別に，都道府県別・市区町村別に求めているため，2010 年と 2040 年の人口の差から減少率を求める．本研究の人口推計の結果でも同様の方法で減少率を算出し，それぞれの減少率の値を比べることで，推計結果の精度の確認を行う．算出した結果，国立社会保障・人口問題研究所（2013）[30]及び本研究の減少率は，それぞれ 21%及び 26%でありほぼ近似している．なお，誤差が生じる原因について次の２つの理由が考えられる．１つ目は，本研究では流域内を対象に推計を行っているため，市区町村全体ではなく一部しか推計の対象に入っていない場合があるからである．しかし，国立社会保障・人口問題研究所（2013）[30]では市区町村全体を対象に推計を行っているため，誤差

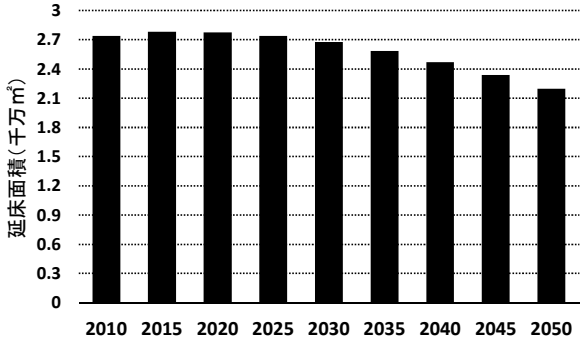


図-9　富士川流域浸水域の住宅需要量の推計結果

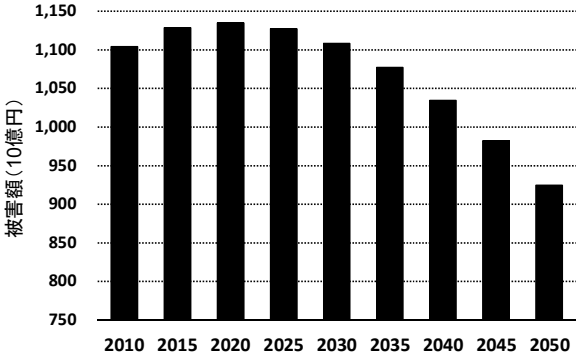


図-10　富士川流域浸水域の住宅地被害額の推計結果

が生じたと考えられる．２つ目は，合計特殊出生率と純移動率の設定の違いである．本研究では，合計特殊出生率[13]は2010 年時点の値が将来においても変化しないと仮定しているが，国立社会保障・人口問題研究所（2013）[30]では，2010 年～2040 年の各年で異なる合計特殊出生率を設定している．また，純移動率についても，本研究では合計特殊出生率 [13]と同様の方法で設定しているが，国立社会保障・人口問題研究所（2013）[30]では，独自の仮定のもとに推計を行っているため，誤差が生じたと考えられる．

3.2　世帯数の推計結果

図-6 に，富士川流域全体の世帯数の推計結果を示す．この結果, 2010 年における総世帯数は約 43 万１千世帯であり，2015 年には約 43 万２千世帯となり，ここが世帯数のピークである. 2015 年以降は徐々に減少していき, 2050 年には，約 31 万８千世帯となり，2010 年との世帯数の差は約 11 万世帯，減少率は 26%となる．

3.3　住宅ライフサイクルの推計結果

図-7 に富士川流域全体の住宅需要量の推計結果を，図-8 に 2050 年における住宅需要量の建て方別・構造別の割合を，図-9 に富士川流域浸水域の住宅需要量の推計結果を，それぞれ示す．なお，浸水域に存在する延床面積にはメッシュごとに算出した浸水率を乗じた．ここで，図-7 と図-9 を比べると富士川流域全体では，2010 年のピーク

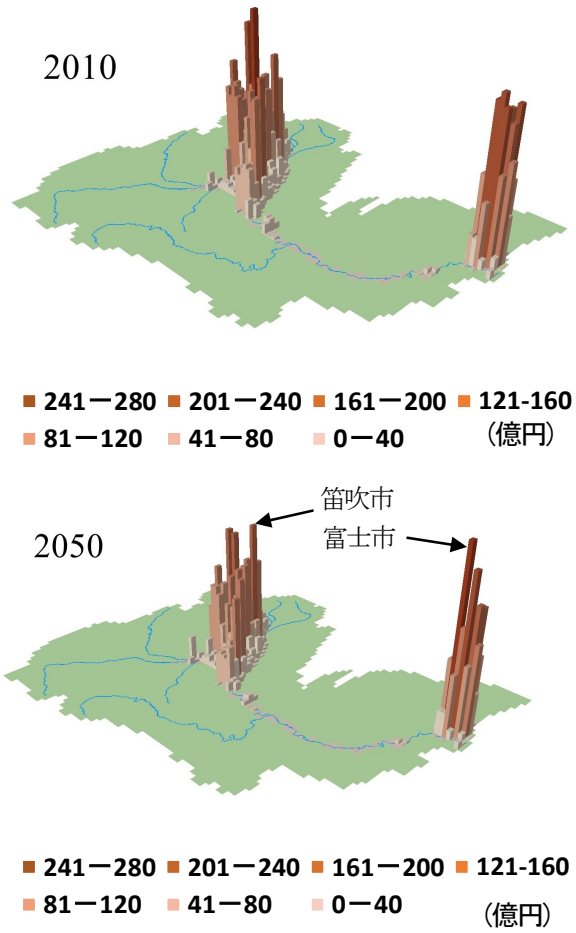


図-11　富士川流域浸水域の住宅地被害額の空間分布

以降徐々に延床面積が減少しているのに対して浸水域における延床面積のピークは2015年になっていることがわかる．また，図-8 より建て方・構造別延床面積の割合は，戸建て木造住宅が約 90%を占める結果となり，集合木造住宅に関しては全体の 1 %にも満たなかった．

3.4　住宅地被害額の推計結果

図-10 に，富士川流域浸水域の住宅地被害額の推計結果を示す．ここで，住宅地被害額のピークは2020年であり，その被害額は約 11,352 億円であった．以降，徐々に減少していき 2050 年の被害額は約 9,247 億円，30 年間の減少率は 19%であった．富士川流域浸水域の人口から 1 人当たりの被害額を算出したところ，2010 年では 377 万円，2050 年では 407 万円であった．

図-11 に，富士川流域浸水域の 2010 年及び 2050 年の住宅地被害額の空間分布を示す．この結果，笛吹市や富士市のように一部のメッシュで 2010 年時点よりも 2050 年時点の方が，住宅地被害額が増加した．そのメッシュの数は，浸水域の 269 のうち 31 であった（以降，この 31 のメッシュをメッシュ群 A，これ以外の 238 のメッシュをメッシュ群 B とする）．メッシュ群 B では，住宅地被害額のピークが 2020 年であるのに対して，メッシュ群 A

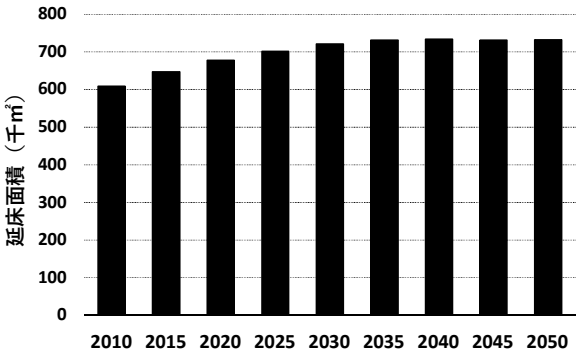


図-12　メッシュ群 A の浸水面積の推計結果

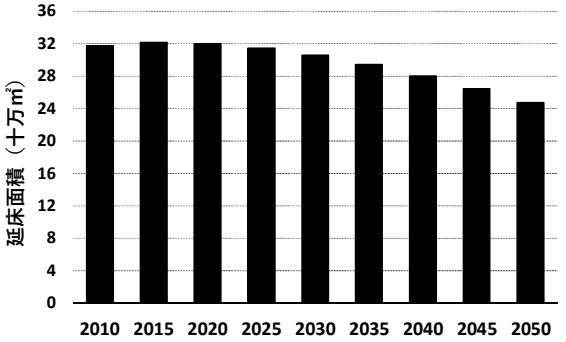


図-13　メッシュ群 B の浸水面積の推計結果

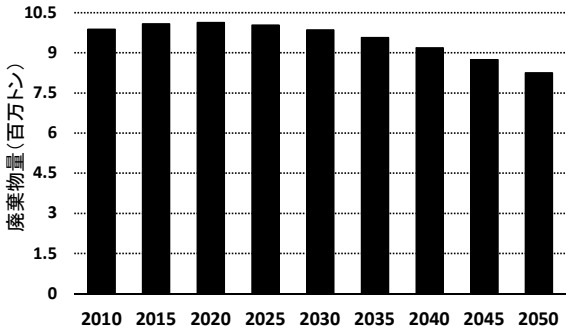


図-14　富士川流域浸水域の
水害廃棄物発生量の推計結果

では住宅地被害額のピークが 2035 年になっていた．

図-12 にメッシュ群 A の浸水面積の推計結果を，図-13 にメッシュ群 B の浸水面積の推計結果をそれぞれ示す．これらの結果より，メッシュ群 A の浸水面積は 2010 年から 2050 年にかけて徐々に増加しており，メッシュ群 B の浸水面積は 2015 年をピークに，そこから 2050 年にかけて徐々に減少している．このことが，メッシュ群 A の住宅地被害額が 2010 年時点よりも 2050 年時点の方が増加していることに影響していると考えられる．

3.5　水害廃棄物発生量の推計結果

図-14 に，富士川流域浸水域の水害廃棄物発生量の推計結果を，図-15 に 2050 年時における木造・非木造それぞれの資材別の水害廃棄物発生量の割合を示す．この結果，2010 年における水害廃棄物発生量は約 989 万トンであり，

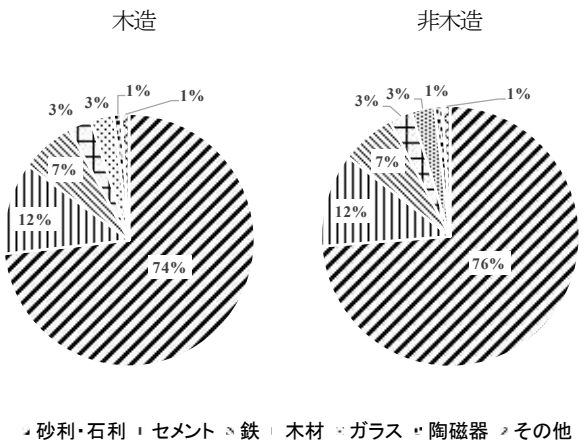


図-15　2050 年の資材別の水害廃棄物発生量割合
（木造・非木造）

2050 年には約 825 万トンにまで減少した．また，ピークは 2020 年における約 1,013 万トンであった．富士川流域浸水域の人口から 1 人当たりの水害廃棄物発生量を算出したところ，2010 年では 33 トン，2050 年では 36 トンであった．また，図-15 より木造住宅及び非木造住宅の水害廃棄物発生量は，砂利・石利がそれぞれ 74%・76%であり，資材の大多数を占めていることがわかる．

図-16 に，富士川流域浸水域の 2010 年及び 2050 年の水害廃棄物発生量の空間分布を示す．この結果，笛吹市や富士市のように一部のメッシュで 2010 年時点よりも 2050 年時点の方が，水害廃棄物発生量が増加した．この増加したメッシュは，メッシュ群 A と同様のものであり，水害廃棄物発生量においても住宅地被害額と同様の理由で，2010 年時点よりも 2050 年時点の方が，水害廃棄物発生量が増加したと考えられる．

4　おわりに

本研究では，一級水系である富士川の流域を対象に，人口と住宅の動態を推計することで，豪雨による河川の氾濫が起きた際の住宅地被害額及び水害廃棄物発生量を定量的に示した．推計の結果，住宅地被害額及び水害廃棄物発生量はそれぞれ 2050 年において約 9,247 億円及び約 825 万トンとなった．また，2050 年に浸水が発生した場合の富士川流域の被害額は一人あたり約 407 万円であり，2010 年の 377 万円から約 8.0%の増加となった．同様に，2050 年の一人あたり水害廃棄物発生量は約 33 トンであり，2010 年の約 36 トンから約 9.0%の増加となった．

今後の課題を以下にまとめる．

1）本研究では住宅地被害額及び水害廃棄物発生量を定量的に示したが，それらを減らす具体的な対策案についてはまだ検討していない．水野ら（2015）[3]の対策案を参考にしたい．

2）水害廃棄物発生量に関して，推計を行った対象は建築物のみであり，家具の水害廃棄物発生量の推計は行っていない．今回の水害廃棄物発生量の結果に家具の水害廃棄物発生量を加味することで，より包括的な検討を行うことが可能であるため，これを今後は考慮していきたい．

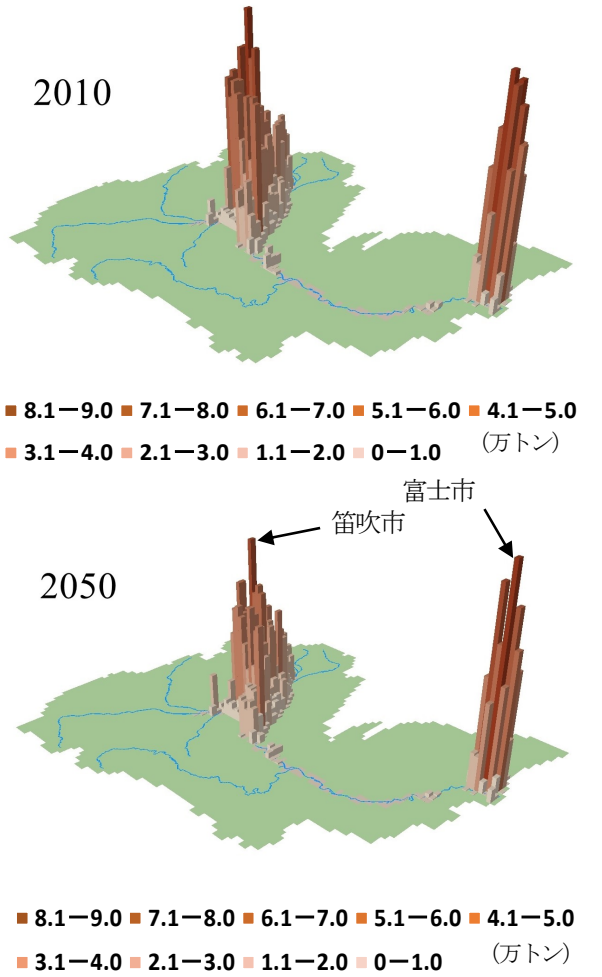


図-16　富士川流域浸水域の
水害廃棄物発生量の空間分布

謝辞

本論文は，JSPS 科研費 JP15K00639 の助成を受けて実施したものである．

参考文献

1）国土交通省・気象庁，災害をもたらした気象事例 2017，www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/，（最終参照日：2018/1/20）

2）国土技術政策総合研究所，九州北部豪雨における浸水被害の調査，2017，http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn0758pdf/ks075807.pdf，（最終参照日：2018/1/20）

3）水野怜那，佐尾博志，大西暁生：神奈川県における浸水発生に適応した住宅の再配置による被害額の

軽減効果，水文・水資源学会誌，28，pp.245-260，2015.

4） 大西暁生：鬼怒川の浸水想定区域を対象とした水害廃棄物発生量の推計に関する基礎的研究－浸水被害建築物のみの視点から－，計画行政，Vol. 39，No. 4，pp. 33-44，2016.

5） 西村理沙，大西暁生，田畑智博，森田紘圭：多摩川流域の浸水想定区域を対象とした建築物由来の水害廃棄物発生量の推計，都市計画報告集，No. 16，pp.98-102，2017.

6） 国土交通省河川局，富士川水系及び河川の概要，2002，http://www.mlit.go.jp/river/basic_info/jigyo_keikaku/gaiyou/seibi/fuji_index.html，（最終参照日：2018/1/20）

7） 国土交通省国土政策局国土情報化，国土数値情報流域メッシュデータ，2009，http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/，（最終参照日：2017/8/18）

8） 生命表：平成 17 年市区町村別生命表，2008，http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/eStatTopPortal.do，（最終参照日：2017/8/22）

9） 甲府河川事務所，富士川流域浸水想定区域図，http://www.ktr.mlit.go.jp/koufu/index.htm，（最終参照日：2018/1/20）

10） 国土交通省国土政策局国土情報課，国土数値情報河川データ，2008，http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/，（最終参照日：2017/8/18）

11） 国土交通省国土政策局国土情報課，国土数値情報浸水想定区域データ，2012，http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/，（最終参照日：2017/8/18）

12） 長谷川正利，大西暁生，奥岡桂次郎：ストック方社会へ向けた北陸三県におけるマテリアルストック分析，環境情報科学学術論文集，26，pp.37-42，2012

13） 人口動態調査：出生順位別にみた年次別母の年齢別出生率，2011，http://www.e-stat.go.jp/ ，（最終参照日：2017/8/22）

14） 人口動態調査：年次別にみた出生数・率（人口千対）・出生性比及び合計特殊出生率，2011，http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/eStatTopPortal.do，（最終参照日：2017/8/22）

15） 生命表：平成 22 年市区町村別生命表，2013，http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/eStatTopPortal.do ，（最終参照日：2017/8/22）

16） 国勢調査：平成 17 年国勢調査地域メッシュ統計，CD-ROM，2010

17） 国勢調査：平成 22 年国勢調査地域メッシュ統計，CD-ROM，2010

18） 国勢調査：世帯の種類(2 区分)・世帯人員(2 区分)，配偶関係(4 区分)，年齢(5 歳階級)，男女別世帯人員(総数及び世帯主)－都道府県，市部，郡部，市町村，2011，http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/eStatTopPortal.do，（最終参照日：2017/9/21）

19） ArcGIS Data Collection：詳細地図，CD-ROM，2012

20） 住宅・土地統計調査：建築の時期（6 区分），建て方（2 区分），構造（2 区分），家計を主に支える者の年齢（6 区分）別主世帯数，2008，http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/eStatTopPortal.do，（最終参照日：2017/10/12）

21） 小松幸夫，加藤裕久，吉田倬郎，野城智也：我が国における各種住宅の寿命分布に関する調査報告，日本建築学会計画系論文報告集，39，pp.101-110，1992

22） Nomura：Duration of Assets：Examination of Directly Observed Discard Data in Japan，KEO Discussion paper，99，2015

23） Nomura，D and F. Momose：Measurement of Depreciation Rates based on Disposal Asset Data in Japan，OECD Working Party on National Accounts，2008

24） 長岡耕平，谷川寛樹，吉田登，東修，大西暁生，石峰，井村秀文：全国都道府県・政令指定都市における建築資材ストックの集積・分布傾向に関する研究，環境情報科学学術研究論文，23，pp.83-88，2009

25） 小見康夫，栗田紀之：長寿命化トレンドを考慮した建物残存率のシミュレーション，日本建築学会計画慧遠文集，75，pp.2459-2464，2010

26） 国土交通省・川の防災情報，浸水深と避難行動について，2008，www.river.go.jp/kawabou/reference/index05.html，（最終参照日：2018/1/20）

27） 国土交通省水管理・国土保全局「治水経済調査マニュアル（案）」，2005，http://www.mlit.go.jp/river/basic_info/seisaku_hyouka/gaiyou/hyouka/h1704/chisui.pdf，（最終参照日：2017/11/9）

28） 国土交通省水管理・国土保全局「治水経済調査マニュアル（案）」，2012，http://www.mlit.go.jp/river/basic_info/seisaku_hyouka/gaiyou/hyouka/pdf/shisan_h24.pdf，（最終参照日：2017/11/9）

29） 長岡耕平，谷川寛樹，橋本征二：全国の都道府県における地下と地上のマテリアルストックに関する研究，環境システム研究論文発表会講集 36，pp.303-308，2008

30） 国立社会保障・人口問題研究所，日本の地域別将来人口推計結果，2013，http://www.ipss.go.jp/index.asp，（最終参照日：2017/8/28）