



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

西村, 理沙
大西, 暁生
田畑, 智博
森田, 紘圭

(Citation)

都市計画報告集, 16:98-102

(Issue Date)

2017-05

(Resource Type)

journal article

(Version)

Version of Record

(Rights)

本著作物の著作権は日本都市計画学会に帰属します。本著作物は著作者である日本都市計画学会の許可のもとに掲載するものです。ご利用に当たっては「著作権法」に従うことをお願いいたします。

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/90004233>



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

Estimation of flood waste amounts from housing and other buildings in the anticipated inundation area of the Tama River basin

西村理沙*・大西暁生**・田畑智博***・森田紘圭****

Risa Nishimura*・Akio Onishi**・Tomohiro Tabata***・Hiroyoshi Morita****

In recent years, extreme weather events such as heavy rains due to global warming have been increasing. This causes flood damage in many places in Japan, as river flows increase immediately after heavy rainfall events occur. The heaviest rainfall event ever observed occurred in the city of Hiroshima in September 2014. In addition, the Kinugawa River, which flows through Ibaraki and Tochigi Prefectures, overflowed in September 2015, causing a levee breakdown that resulted in heavy rain disasters with substantial flood damage. Such damage generates large amounts of waste. Any delay in the processing of this waste interferes with restoration and reconstruction efforts, delaying the return to people's normal lives. Therefore, this study estimated the amount of flood disposal waste generated in a flooded area of the Tama River basin. The results of this study provide important insights into treatments for flood waste disposal.

Keywords: Tama River basin, anticipated inundation areas, flood waste amounts
多摩川流域, 浸水想定区域, 水害廃棄物発生量

1.はじめに

近年、集中豪雨等による水害が各地で頻発している。こうした水害は、短時間で河川が増水することにより堤防が決壊して多大な被害を生んでいる。日本では、2015年9月10日から11日にかけて関東地方や東北地方で、台風18号及び台風から変わった低気圧に向かって南から湿った空気が流れ込んだ影響で記録的な大雨となった¹⁾。この豪雨による各地の主な住家被害(2015年11月11日16時時点)は、6県(宮城県、山形県、福島県、栃木県、茨城県、埼玉県)で全壊80棟、半壊4,661棟、一部損壊447棟、床上浸水3,009棟、床下浸水9,134棟と甚大であった²⁾。このように、浸水した地域の水害廃棄物は、通常、市町村といった自治体で処理していない廃棄物の種類や、浸水により水分を含んでいる重量のある廃棄物が大量に発生する。これは、道路交通の妨げとなる緊急対策活動の障害等、迅速な復旧・復興の大きな妨げとなる。水害廃棄物対策指針(2005年)³⁾では、このように、大規模な水害で大量の水害廃棄物が発生した場合、平常時と同じ収集・運搬・処分では対応が困難となるため、水防法(昭和24年法律第193号)により指定される浸水想定区域に該当する市町村においては、洪水ハザードマップ等を参考に適切な水害廃棄物対策をとることが望ましいと記されている。また、国土交通省では、日本や世界で大規模な災害が頻発していることを受け、台風等に伴う大規模な洪水・高潮による被害や土砂災害及び集中豪雨による内水被害を対象として、その被害を最小化させるために緊急的、総合的に取り組むべき対策を検討しようと、平成26年1月27日に「国土交通省 水災害に関する防災・減災対策本部」を設置した⁴⁾。このような背景から、廃棄物による被害の拡大を防ぐために、水害廃棄物発生量を把握し、その処理方法と対

応のあり方を検討することが喫緊の課題である。

水害廃棄物の処理や対策における既存研究はさほど多くない。その中でも、本研究の参考となっているのが、大西⁵⁾である。この研究では、水害が起きる事前段階において、水害が起きた際の初動体制に遅れないように、適正な水害廃棄物処理計画と対策に寄与する情報を提供することを目的としていた⁶⁾。具体的には、鬼怒川の氾濫による浸水想定区域を対象に、建築物資材別の原単位を用いることでどのような種類の水害廃棄物が発生するのかを、地域ごとに建築物一棟一棟から推計した⁷⁾。本研究では、この鬼怒川で行われた研究を踏襲し、多摩川流域において検討する。これ以外にも、水害廃棄物を扱った研究としては、平山ら⁸⁾、島岡ら⁹⁾、千崎ら¹⁰⁾がある。

多摩川は、東京都、神奈川県、山梨県の30市町村にまたがる一級河川である¹¹⁾。流域面積は約1,240km²であり、首都圏の住宅域を流下しており、流域人口や流域人口密度は全国トップクラスである¹²⁾。また、中流部より下流は市街化の割合が高いという特徴もある¹³⁾。このように多摩川は、典型的な都市河川であり、集中豪雨等により洪水が起きてしまった場合、周辺地域で多大な被害が生じることが懸念される¹⁴⁾。

以上のことを踏まえ、本研究では、東京都と神奈川県の都市部にまたがる多摩川の流域における浸水想定区域を対象として水害廃棄物発生量を推計する。これは、水害廃棄物処理の方法等を検討していく際の重要な情報となると思われる。

2. 推計方法

本研究では、多摩川流域の浸水想定区域を対象として、水害廃棄物発生量を推計する。この際、その発生量をより詳細に知るた

* 非会員・アネスト岩田株式会社(Anest Iwata Corporation)

** 会員・東京都市大学 環境学部(Faculty of Environmental Studies, Tokyo City University)

*** 非会員・神戸大学大学院人間発達環境学研究科(Graduate School of Human Development and Environment, Kobe University)

**** 会員・大日本コンサルタント株式会社(Nippon Engineering Consultants Co., Ltd.)

め、水害廃棄物の材質や発生場所を明らかにする。

2-1. 研究対象地域の設定

研究対象地域は、多摩川流域の浸水想定区域だが、まずは基本的な情報である流域界を設定する。そして、この流域を目安に浸水想定区域や建築面積のデータを抽出する。多摩川流域の設定には、国土数値情報「流域メッシュデータ」¹⁰⁾を用いた。

2-2. 浸水想定区域と浸水深ランク・浸水深被害率の設定

本研究で使用した浸水想定区域データは、国土数値情報「浸水想定区域データ」¹¹⁾である。このデータは、河川管理者（国土交通大臣、都道府県知事）から提供された浸水想定区域図を製品仕様に基づき、浸水深ごとのポリゴンデータとして、都道府県別に整備したものである¹²⁾。浸水想定区域は、河川管理者（国・都道府県）が指定した洪水予報河川や水位周知河川において、洪水防御に関する計画の基本となる降雨により当該河川が氾濫した場合、浸水が想定される区域をいい、水防法第 14 条の規定に基づき指定された区域のことである¹³⁾。以上の点から、浸水想定区域によって対象となる河川や計画降雨が異なる。

多摩川の氾濫における浸水想定区域は東京都と神奈川県にまたがる。そのため、各県の浸水想定区域と流域界のデータを用いて、多摩川が氾濫した際の浸水想定区域データを作成した。

本研究では、多摩川の浸水想定区域は、東京都と神奈川県にまたがる 3 つの想定（83005, 83007, 83008）、東京都における 1 つの想定（83006）、神奈川県における 2 つの想定（14007, 14017）

を用いる。東京都、神奈川県 の 83005 の一部と 83007 と 83008 は多摩川、83006 は浅川、83005 の一部は大栗川からの洪水を予測している。表-1 に、多摩川の浸水想定区域の概要を示す。図-1 に、多摩川流域の浸水想定区域を示す。

次に、浸水深別の被害率を浸水深ランクに合わせて設定した。前述した浸水想定区域のデータは、浸水深ランクが 5 段階に分かれており、地域ごとに浸水の深さが異なる。そして、浸水状況によって被害の状況も当然異なる。そのため、本研究で使う浸水深別被害率は治水経済マニュアル¹²⁾の浸水深別被害率をもとに浸水深ランクに合わせて設定した。ここで、浸水深別被害率は、国土数値情報「標高・傾斜度 5 次メッシュ」¹³⁾を用いて算出した地盤勾配ごとに設定されている A~C のグループと浸水深ランクによって数値を設定する。この浸水深別被害率を表-2 に示す。

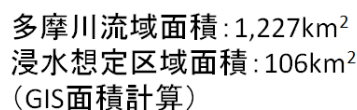
2-3. 浸水被害の建築物の棟数と延床面積の推計手法

ここでは、浸水被害の建築物の棟数と延床面積を建築物のデータを用いて棟ごとに算出していく。ここでは、ArcGIS データコレクション詳細地図「目標物・一般家枠」¹⁴⁾の建築物データを用いた。さらにこの中の目標物、目標物面、一般家枠のデータを用いた。目標物とは、宿泊施設、商業施設、学校、余暇・レジャー、目標物、公共施設、医療、交通が含まれ、目標物面はその他のことである。一般家枠は、住宅であり浸水想定区域内では多く存在している建物である。本研究では、宿泊施設、商業施設、余暇・レジャー、目標物、公共施設、医療、交通を商業・業務建物、目標物をその他、一般家枠を住宅と設定している。そして、「目標

【表-1】多摩川浸水想定区域の概要

県	東京都・神奈川県	東京都	東京都・神奈川県
コード	83005	83006	83007
指定年月日	平成 14 年 2 月 28 日	平成 17 年 7 月 7 日	平成 14 年 2 月 28 日
作成主体	国土交通省関東地方整備局京浜工事事務所	国土交通省関東地方整備局京浜河川事務所	国土交通省関東地方整備局京浜工事事務所
対象となる洪水予報河川	多摩川水系多摩川、大栗川	多摩川水系浅川	多摩川水系多摩川
指定の前提となる計画降雨	多摩川流域 石原地点上流域の 2 日間総雨量 457mm	多摩川流域 石原地点上流域の 2 日間総雨量 457mm	多摩川流域 石原地点上流域の 2 日間総雨量 457mm
備考	概ね 200 年に 1 回程度起こる大雨	概ね 200 年に 1 回程度起こる大雨	概ね 200 年に 1 回程度起こる大雨
県	東京都・神奈川県	神奈川県	神奈川県
コード	83008	14007	14017
作成主体	国土交通省関東地方整備局京浜工事事務所	神奈川県	神奈川県
指定年月日	平成 14 年 2 月 28 日	多摩川水系 平瀬川 平瀬川：平成 19 年 11 月 6 日 多摩川水系 ニケ領本川 ニケ領本川：平成 19 年 11 月 6 日 多摩川水系 五反田川 五反田川：平成 19 年 11 月 6 日	平成 19 年 11 月 6 日
対象となる洪水予報河川	多摩川水系多摩川	多摩川水系 平瀬川 多摩川水系 ニケ領本川 多摩川水系 五反田川	多摩川水系 三沢川
指定の前提となる計画降雨	多摩川流域 石原地点上流域の 2 日間総雨量 457mm	多摩川水系 平瀬川 確率規模 30 年（時間雨量 90mm） 多摩川水系 平瀬川支川 確率規模 30 年（時間雨量 90mm） 多摩川水系 ニケ領本川 確率規模 30 年（時間雨量 90mm） 多摩川水系 五反田川 確率規模 30 年（時間雨量 90mm）	多摩川水系 三沢川 確率規模 70 年（時間雨量 100mm）
備考	概ね 200 年に 1 回程度起こる大雨	概ね 30 年に 1 回程度起こる大雨	概ね 70 年に 1 回程度起こる大雨

※上記の浸水想定区域の概要は国土数値情報・浸水想定区域データ¹¹⁾のテキストファイルをもとに作成している。また、データにはより詳細な説明がなされているので、それを参考にされたい。



※ここで示している浸水想定区域は、すべての想定を重ね合わせたものであり、想定ごとに重複している場所もある。
浸水想定区域面積もこの重ね合わせた面積である。

コード	浸水深ランク	Aグループ	Bグループ	Cグループ
11	0～0.5m未満	0.062	0.085	0.097
12	0.5～1.0m未満	0.119	0.176	0.205
13	1.0～2.0m未満	0.266	0.343	0.382
14	2.0～5.0m未満	0.707	0.759	0.785
15	5.0m以上	0.834	0.87	0.888

物・一般家枠」のデータを「建築物」と称している⁵⁾。この「目標物・一般家枠」のデータは、建築物の形状を表した高品質・高精度なベクトル形式のデータ¹⁴⁾であり、属性として高さの情報が整備されており、ここから各階を3mと仮定した場合の階数も推計できる⁵⁾。そのため、建築物一棟一棟の建築面積や延床面積の算出も可能である⁵⁾。ただし、ここには構造の情報は整備されていない⁵⁾。そのため、2階建てまでの建築物を木造、住宅の場合は木造戸建、商業・業務は木造構造、3階建以上を非木造、住宅の場合は非木造集合、商業・業務は非木造構造とした⁵⁾。学校は、原単位が一種類しかないためRC造と仮定した⁵⁾。浸水被害にあふ延床面積は、浸水深ランク・浸水深別被害率率を用い算出するため、それぞれの建築物が5段階のどの浸水深ランクに属しているのかを分類する。

また、浸水深ランクの最大の浸水深は5m以上となっているが、本研究では6m以上である3階建て以上に浸水が及ぶことは通常ないと考え、2階までの建築物の床面積が浸水すると設定した⁵⁾。そして、これらの一棟一棟の浸水深ランク、地盤勾配、2階までの延床面積が浸水するという設定を考慮しながら、浸水深別被害率を乗じることによって浸水被害の建築物の床面積を推計する。

建築物の水害廃棄物を求めるためには、前節で求めた浸水被害の建築物の延床面積に、建築物の用途（住宅、商業・業務建物、学校）と構造（木造・非木造）を加味した長岡ら¹⁵⁾の材質別原

単位を乗じる⁵⁾。材質は、砂利・石材、木材、ガラス、セメント、陶磁器、鉄、アルミ、アスファルト、プラスチック、その他に分類されている。このように、詳細な材質ごとに分かれた原単位を用いることで、水害が起きた際にどのような種類の水害廃棄物がどのくらい発生するのか把握できる⁵⁾。それにより、材質ごとの処理方法を事前に検討することが可能となり、いざ水害にあった時でも迅速な復旧・復興が見込めると考えられる。

3-1. 浸水被害の建築物棟数の推計結果

表-3に、浸水深ランク別建築物の被害棟数の結果を示す。建築物の被害棟数の推計結果を見ると、東京都・神奈川県 83005 で286棟、東京都83006で10,414棟、東京都・神奈川県83007・83008で258,782棟、神奈川県14007で11,564棟、東京都・神奈川県14017で13,272棟であった。そして、全体の結果を浸水深ランク別に見てみると、浸水深ランクの11の被害棟数は約28%、浸水深ランクの12で約30%、浸水深ランクの13で約35%、浸水深ランクの14で約7%、浸水深ランクの15で約0%を占めた。この結果から、浸水深ランクの低い11, 12, 13で被害棟数が多いことがわかった。しかしその中にも特徴があり、東京都・神奈川県83005は浸水深ランク13が一番多く約74%を占め、東京都83006は浸水深ランク11が一番多く約52%を占め、神奈川県14007と14017も同様に浸水深ランク11で約90%を占めていた。東京都・神奈川県83007・83008は浸水深ランク13が一番多いも

【表-3】浸水深ランク別建築物の被害棟数

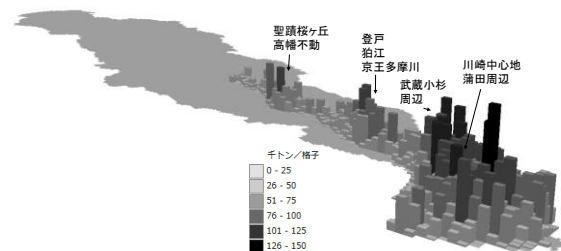
浸水想定区域	ランク	11	12	13	14	15	合計
	建築物						
東京都・神奈川県 83005	木造住宅	13	34	167	20	0	234
	非木造住宅	0	1	4	0	0	5
	木造商業・業務建物	0	0	31	0	0	31
	非木造商業・業務建物	1	3	10	0	0	14
	RC 造学校	0	1	1	0	0	2
東京都 83006	木造住宅	4,918	3,052	1,202	392	0	9,564
	非木造住宅	335	159	32	31	0	557
	木造商業・業務建物	39	22	32	4	0	97
	非木造商業・業務建物	87	52	15	17	0	171
	RC 造学校	13	11	1	0	0	25
東京都・神奈川県 83007・83008	木造住宅	42,509	58,997	70,976	14,322	111	186,915
	非木造住宅	10,871	19,083	25,040	5,232	9	60,235
	木造商業・業務建物	480	603	802	140	1	2,026
	非木造商業・業務建物	1,627	3,097	3,436	653	0	8,813
	RC 造学校	158	241	338	55	1	793
神奈川県 14007	木造住宅	7,768	926	95	0	0	8,789
	非木造住宅	2,288	16	13	0	0	2,317
	木造商業・業務建物	84	9	0	0	0	93
	非木造商業・業務建物	322	34	0	0	0	356
	RC 造学校	0	9	0	0	0	9
神奈川県 14017	木造住宅	9,257	652	106	0	0	10,015
	非木造住宅	2,591	213	37	0	0	2,841
	木造商業・業務建物	90	6	0	0	0	96
	非木造商業・業務建物	295	22	0	0	0	317
	RC 造学校	0	3	0	0	0	3

の、浸水深ランク 11 で約 22%、浸水深ランク 12 で約 32%、浸水深ランク 13 で約 39%と、浸水深ランクでさほど大きく変わらない結果となった。表-2 から浸水深ランクは、高ければ高いほど被害は大きくなるという傾向にあるため、浸水深ランクごとに被害棟数が何棟あるかを把握することは重要である。また、浸水深ランク 14、15 の被害棟数はどの想定においても、さほど多くないということがわかるが、浸水想定区域の大きい東京都・神奈川県 83007・83008 では浸水深ランク 14、15 に 20,524 棟も含まれている。浸水深ランク 14、15 は、全体的に見ると被害棟数が多いわけではないが、受ける被害が大きいため、その地域も疎かにせず対策をしっかりと考える必要がある。その中には、学校や商業・業務建物も含まれているため、河川の浸水における事前の対策や準備、避難の訓練等が特に必要だと考えられる。

3-2. 建築物の災害廃棄物発生量の推計結果

想定別災害廃棄物量の推計結果を表-4 に示す。災害廃棄物量は東京都・神奈川県 83005 で約 5 万 3,322 トン、東京都 83006 で約 36 万 1,510 トン、東京都・神奈川県 83007・83008 で 1,569 万 9,931 トン、神奈川県 14007 で 25 万 8,954 トン、神奈川県 14017 で約 27 万 7,361 トンであった。

東京都・神奈川県 83005 の災害廃棄物量の推計結果を見ると、RC 造学校からの災害廃棄物量が多いことがわかる。また、東京都 83006 の災害廃棄物量の推計結果を見ると、木造住宅からの災害廃棄物量が多いことがわかる。さらに、東京都・神奈川県 83007・83008 の災害廃棄物量の推計結果を見ると、木造商業・業務建物以外からの災害廃棄物発生量が比較的多いことがわか



【図-2】建築物災害廃棄物発生量の空間分布

った。神奈川県 14007 の災害廃棄物量の推計結果を見ると、木造商業・業務建物以外からの災害廃棄物発生量が比較的多く、中でも非木造住宅からの災害廃棄物発生量が多いことがわかる。最後に、神奈川県 14017 の構造別災害廃棄物発生量の推計結果を見ると、神奈川県 14007 と同様に木造商業・業務建物以外からの災害廃棄物発生量が比較的多く、中でも非木造住宅からの災害廃棄物発生量が多いことがわかった。

図-2 に、東京都・神奈川県 83007・83008 の災害廃棄物発生量の空間分布を示す。ここでは、建築物一棟一棟で推計計算した結果を国勢調査による地域メッシュ統計（約 500m 四方の 2 分の 1 地域メッシュ）に集計したものを示す。この結果、下流に位置する川崎市中心地やさらにその下流域、また大田区の蒲田周辺、川崎から少し上流の武蔵小杉周辺や登戸等の周辺、さらに上流に位置する聖蹟桜ヶ丘や高幡不動などで災害廃棄物発生量が多くなっていることが分かる。このような地域では、特に、災害が起きる事前段階においてその廃棄物に関する処理対策等をしっかりと考えておく必要があると考えられる。

【表-4】想定別の水害廃棄物量（千トン）

建築物 想定	木造住宅	非木造住宅	木造商業・ 業務建物	非木造商業・ 業務建物	RC 造学校	合計
東京都・神奈川県 83005	6.1	1.7	12.1	7.3	26.1	53.3
東京都 83006	113.9	60.2	15.4	86.5	85.5	361.5
東京都・神奈川県 83007・83008	3,039.3	3,961.2	739.4	4,706.1	3,253.9	15,699.9
神奈川県 14007	69.2	101.3	4.4	50.5	33.6	259.0
神奈川県 14017	74.7	100.4	6.6	64.5	31.2	277.4

4. おわりに

本研究では、多摩川流域における浸水想定区域を対象に、異なる浸水想定下において、建築物由来の水害廃棄物がどの地域からどの程度発生するのか把握した。具体的に、建築物は構造と用途の違い、また資材別を考慮し水害廃棄物発生量を把握した。さらに、浸水想定区域内の建築物一棟一棟から水害廃棄物量を推計しており、この一棟一棟の結果をメッシュごとに集計することで発生場所を明確にしている。水害廃棄物発生量は、地域によってその量が大きく異なるため、発生する水害廃棄物発生量の資材の特徴も把握しながら、市町村ごとに未然に発生を防ぐ対策や処理方法等を検討する必要がある。今後の課題を以下にまとめる。

- 1) ここでは、浸水想定区域をもとに水害廃棄物発生量を地域別に把握した。この結果、水害廃棄物処理を迅速に適正に行うために必要な情報を提示することができた。しかし、この後の具体的な処理方法については検討できていない。この結果をもとに、どのような対策が有効であるのか今後考えていきたい。
- 2) 河川の氾濫は、将来の気候変動やヒートアイランド現象等によって変わる可能性があり、それに伴って今回の推計結果も異なる恐れがある。そのため、このような気象や気候が変わることを考慮しながら定期的に検証することが重要であると考えられる。
- 3) 将来、気候の変動だけでなく社会の状況も変わっていく。人口の増減や移動によって、建築物の棟数も変化していく。ここでは、そのような将来における社会の変化を考慮していない。しかし、より正確な水害廃棄物発生量を推計していく上では、考慮すべき要件だと言える。今後はこのような人口動態や社会経済状況、またライフスタイルの変化等を考慮し水害廃棄物発生量を推計していきたい。

謝辞

本論文は、(一財)日本建設情報総合センターの研究助成、JSPS 科研費 JP15K00639 の助成、文部科学省委託事業気候変動リスク情報創生プログラムの支援を受けて実施したものである。

参考文献

- 1) 国土交通省 (2015) 平成 27 年 9 月関東・東北豪雨に係る被害及び復旧状況等について、
<http://www.mlit.go.jp/common/001105761.pdf>
- 2) 環境省 (2015) 平成 27 年 9 月関東・東北豪雨による各地

の主な被害マップ、<http://www.env.go.jp/h27suigai/h2709a.pdf>

- 3) 環境省 (2005) 水害廃棄物対策指針、
<https://www.env.go.jp/houdou/gazou/6059/6839/2321.pdf>
- 4) 国土交通省：水災害に関する防災・減災対策本部、
<http://www.mlit.go.jp/river/bousai/bousai-gensai/index.html>
- 5) 大西暁生 (2016) 「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.
- 6) 平山修久, 島岡隆行, 藤原健史, 岡山朋子, 河田恵昭 (2010) 「首都圏大規模水害における水害廃棄物発生量の推定手法」, 廃棄物資源循環学会研究発表会講演集, 21, 39-39.
- 7) 島岡隆行, 中山裕文, 塚本唯 (2009) 「近年の水害廃棄物発生状況と処理における問題点に関する考察」, 廃棄物資源循環学会研究発表会講演集, 20, 9-9.
- 8) 千崎佑華・藤原健史・平山修久 (2010) 「水害廃棄物の排出過程モデルと収集シミュレーション」, 廃棄物資源循環学会研究発表会講演集, 21, 40-40.
- 9) 多摩川流域協議会 (2007) : 川の流れ, その由来と行方を知ろう～多摩川流域 水実態解明プロジェクト 行動指針/計画～,
http://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000046439.pdf
- 10) 国土交通省国土政策局国土情報課：国土数値情報—流域メッシュデータ,
<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-W07.html>
- 11) 国土交通省国土政策局国土情報課 (2012) : 国土数値情報—浸水想定区域データ,
<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-A31.html>
- 12) 国土交通省河川局 (2005) 治水経済マニュアル (案),
http://www.mlit.go.jp/river/basic_info/seisaku_hyouka/gaiyou/hyouka/h1704/chisui.pdf
- 13) 国土交通省国土政策局国土情報課：国土数値情報—標高・傾斜度 5 次メッシュ,
<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-G04-d.html>
- 14) ESRI ジャパン株式会社 (2015) ArcGIS データコレクション詳細地図 目標物・一般家枠,
<http://www.esri.com/products/arcgis-data-collection-detail/>

注

本稿は大西 (2016) 「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—」を参考に執筆している。