

循環型社会形成推進科学研究費補助金 研究報告書概要版

研究課題名 = 災害廃棄物フローを考慮した大規模水害時における水害廃棄物処理計画策定手の開発

研究番号 = (K2011, K2185, K22081)

国庫補助金精算所要額 (円) = 22,554,000

研究期間 (西暦) = 2008-2010

代表研究者名 = 平山修久 (京都大学)

共同研究者名 = 島岡隆行 (九州大学)、藤原健史 (岡山大学)、岡山朋子 (名城大学)

研究目的 = 水害発生時には、被災住宅より家財等の廃棄物が大量に発生する。一方、水害時の廃棄物処理施策を策定するための知見の体系化については十分なされてきているとはいえず、水害発生時における水害廃棄物処理施策の策定に必要な形式知の必要性が叫ばれている。また、政府の中央防災会議「大規模水害対策に関する専門調査会」においても、大規模水害発生時の水害廃棄物処理対策の重要性が指摘されている。これらを背景とし、本申請研究は、市町村、都道府県が水害廃棄物の処理を迅速かつ適性に行うことを可能とする水害廃棄物処理計画を策定するために必要な科学的知見を導出することを目的とする。すなわち、水害廃棄物の特性を明らかにし、被災家屋からの排出、収集、処理という災害廃棄物フローを考慮した水害廃棄物処理計画策定手法について検討するとともに、大規模水害時に市民に環境衛生面から安全・安心を供与するために必要な施策メニューを提示する。

研究方法 = 上述の研究目的を達成するために、以下の観点から研究を推進した。(1) 調査対象の水害に係る水害廃棄物の性状等に関するヒアリング調査、社会調査を実施するとともに、水害廃棄物性状からみた廃棄物処理技術に関する実験的検討を行い、水害というハザードからみた水害廃棄物特性を明らかにする。(2) 水害被災地域を対象とした市民の水害廃棄物に対する認識に関する社会調査を実施し、市民の視点からの水害廃棄物の排出過程を明らかにする。(3) 水害廃棄物の性状、収集ポイント、中間処理、最終処理に関する地理情報を GIS (地理情報システム) 上に構築した。水害廃棄物排出過程モデルを構築し、GIS 上で水害廃棄物収集シミュレーションモデルを構築する。(4) 水害ハザードマップを用いた地域メッシュ別の水害廃棄物発生量の推定手法を数値解析モデルとして構築する。また、リサイクル・リユースを含めた中間処理を考慮した最終処理量を推定し、最終処分場における残余年数の消費量について算出する数値解析モデルを構築する。構築した数値解析モデルを首都圏広域氾濫や 2011 年東日本大震災での津波災害等に適用する。

結果と考察 = まず、水害廃棄物発生量の標準的な推定手法を構築した。図-1 に推定フローを示す。また、表-1 に浸水継続時間を考慮した水害廃棄物発生量原単位を示す。

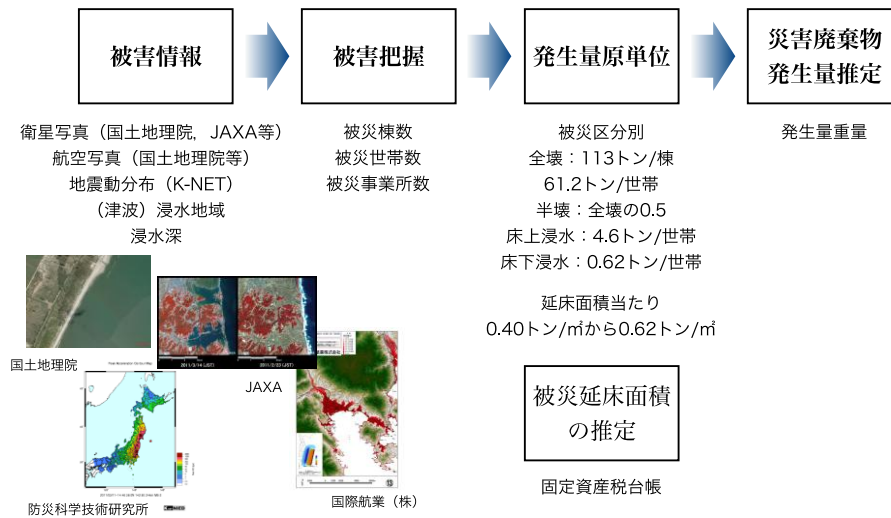


図-1 水害廃棄物発生量の推定フロー

表-1 浸水継続時間を考慮した水害廃棄物発生量原単位

			<i>Method-1</i>	<i>Method-2</i>	<i>Method-3</i>
被害程度	浸水深	浸水継続時間	(継続時間考慮せず) 2階以上浸水建て替え 1階浸水建て替えせず	(継続時間考慮) 2階以上浸水建て替え 1階浸水7日以上は建て替え	(継続時間考慮) 2階以上浸水建て替え 1階浸水3日以上は建て替え
被害なし	H = 0.0m	-	0.00	0.00	0.00
床下浸水	0.0m < H < 0.45m	-	0.62	0.62	0.62
床上浸水	0.45m ≦ H < 3.3m	3日未満	4.60	4.60	4.60
		3日以上	4.60	4.60	60.0
		7日以上	4.60	60.0	60.0
	H ≧ 3.3m	-	60.0	60.0	60.0

これらの手法に基づき、図-2 に示したハザードマップを用いた水害廃棄物推定フローにより、首都圏広域氾濫時の水害廃棄物発生量の推定を行った。図-3 に利根川（首都圏広域氾濫）における水害廃棄物発生量推定結果を、図-4 に荒川氾濫形態別による水害廃棄物発生量推定結果を示す。また、図-5 に最終処分場の残余年数の消費量と水害廃棄物リサイクル率との関係を示す。これより、水害廃棄物の発生量を低減する Reduction、水害廃棄物処理量を低減する Reuse、Recycle に向けた対応計画策定が重要であるといえる。

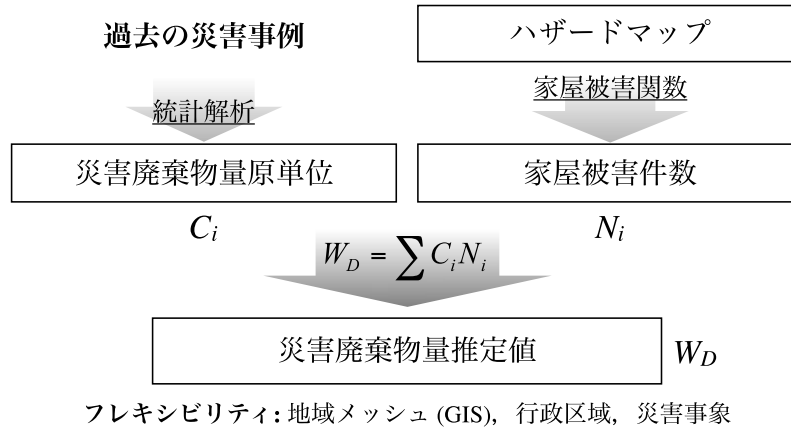


図-2 ハザードマップを用いた水害廃棄物推定フロー

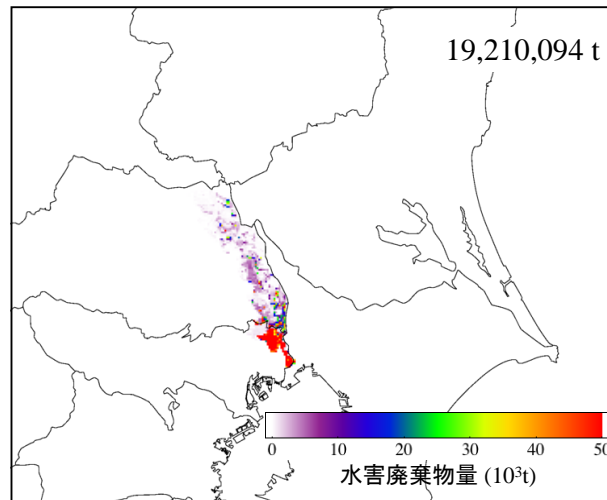


図-3 利根川（首都圏広域氾濫）における水害廃棄物発生量推定結果

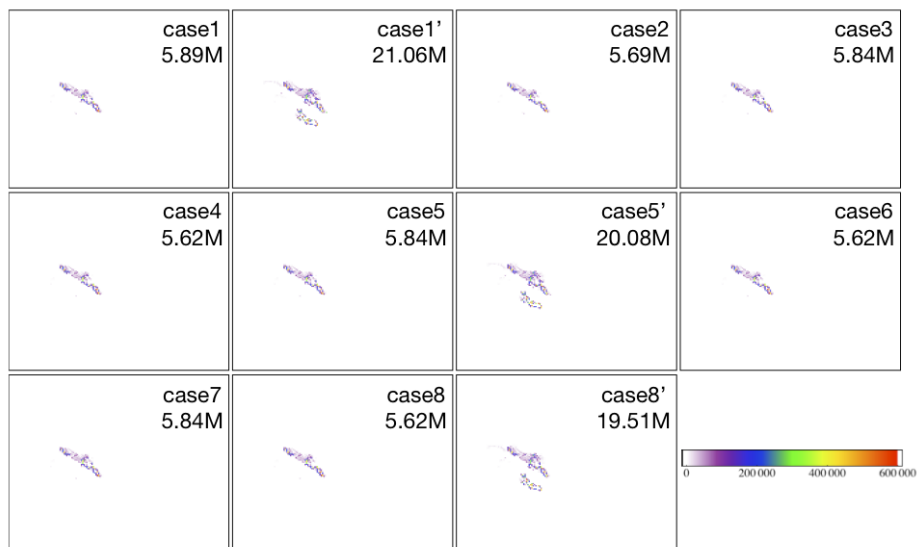


図-4 荒川氾濫形態別による水害廃棄物発生量推定結果

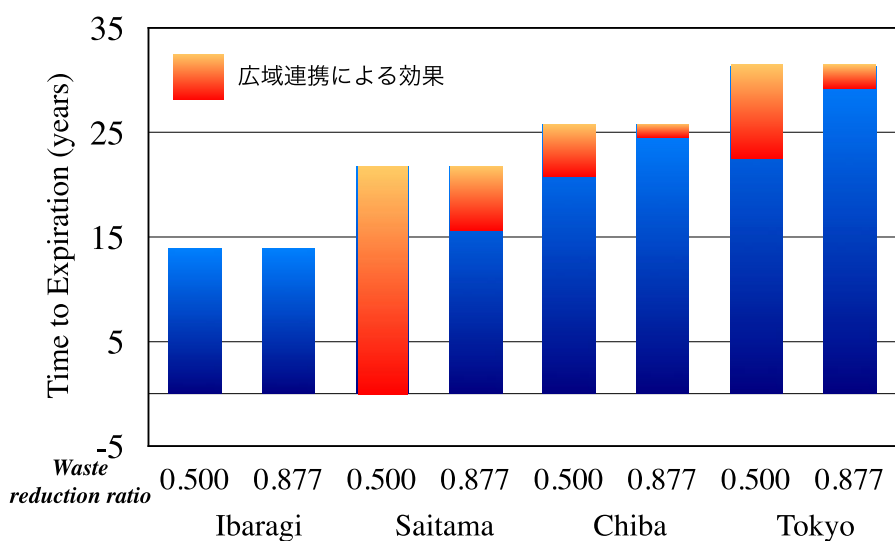


図-5 最終処分場残余年数消費量と水害廃棄物リサイクル率

水害廃棄物の収集シミュレーションモデルを用いて、時間変化の排出時期の係数をかけ合わせ、水害廃棄物の排出時期を推定した。処理フローおよび施設は実際に被災時に用いられた処理フローと使用施設(仮置き場)を用いた。図-6 に水害廃棄物の収集輸送計画を示す。

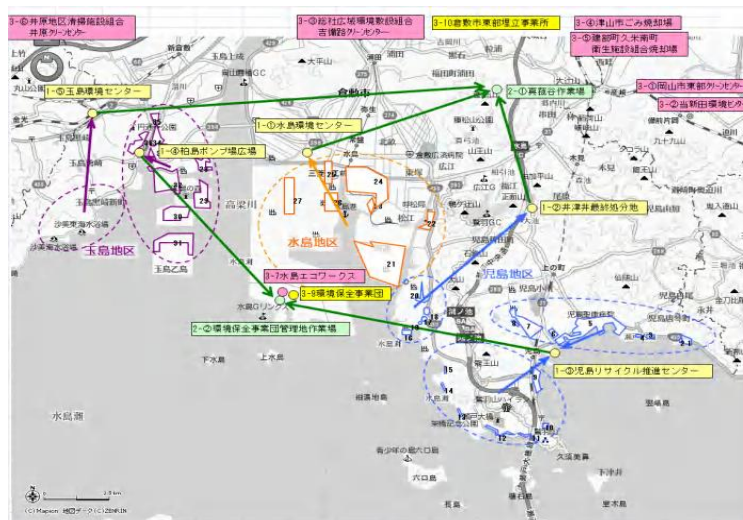


図-6 水害廃棄物の収集輸送計画モデル

そして、輸送計画の解析を行うにあたって、1日8時間の収集時間として、4トンダンプを用いることとした。シミュレーションの結果を表-2に示す。最大30台のダンプ車を使用することで、仮置き場に置かれた水害廃棄物を約1カ月で全て収集することが可能となることを示した。

表-2 水害廃棄物収集シミュレーション結果

●仮置場

	廃棄物回収量(t)	廃棄物回収最終日(日)	使用ダンブ台(台)
井津井地分場	208	23日	5台
児島リサイクル推進センター	8,644	34日	15台
水島環境センター	2,604	32日	5台
柏島ポンプ場広場	2,451	22日	10台
玉島環境センター	1,144	24日	5台

●中間作業場

	廃棄物回収量(t)	廃棄物回収最終日(日)	使用ダンブ台(台)
呉荻谷作業場	3,956	22日	10台
瀬尾保全事業所管理地作業所	11,095	35日	20台

水害廃棄物となりうる家財に対する浸漬実験を行い、水害廃棄物における家財を対象とした浸水時の重量変化を把握した。図-7に重量変化率と吸水量が0となるのに要する時間を示す。

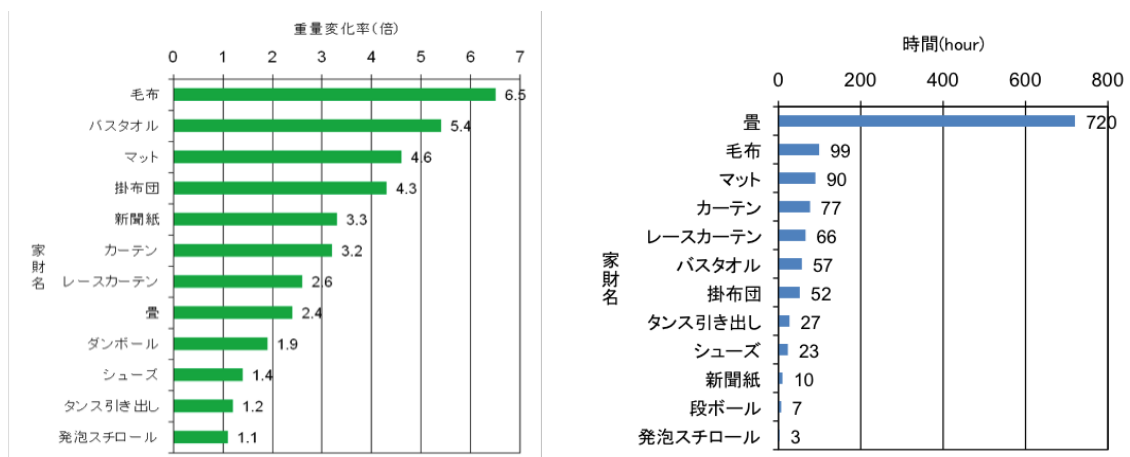


図-7 試料別の重量変化率と吸水量が0となるのに要する時間

また、2005年から2009年の5年間における水害廃棄物の中間処理施設を対象とした調査より、水害廃棄物の破砕機のトラブル発生頻度に影響を及ぼす要因を推定した。図-8に数量化理論Ⅱ類による分析結果として、水害廃棄物の処理に係る施設のトラブル発生頻度の増減への影響を示すカテゴリースコア図とその寄与率を示す。これより、破砕機の処理方式では打撃式のときに、破砕機の処理能力では1トン未満のときに、破砕処理時の破砕機的水分状態ではかなり濡れていた時が、平常時と水が維持の日破砕処理量の比では、5倍以上10倍未満のときに、破砕機のトラブル発生頻度が増大する傾向にあることが示された。また、寄与率の分析より、平常時と水害時の日破砕処理量の比、破砕機の処理能力、破砕機の破砕方式、破砕処理時の水害廃棄物の水分状態の順に、トラブル発生頻度増大への寄与が大きいことを示した。

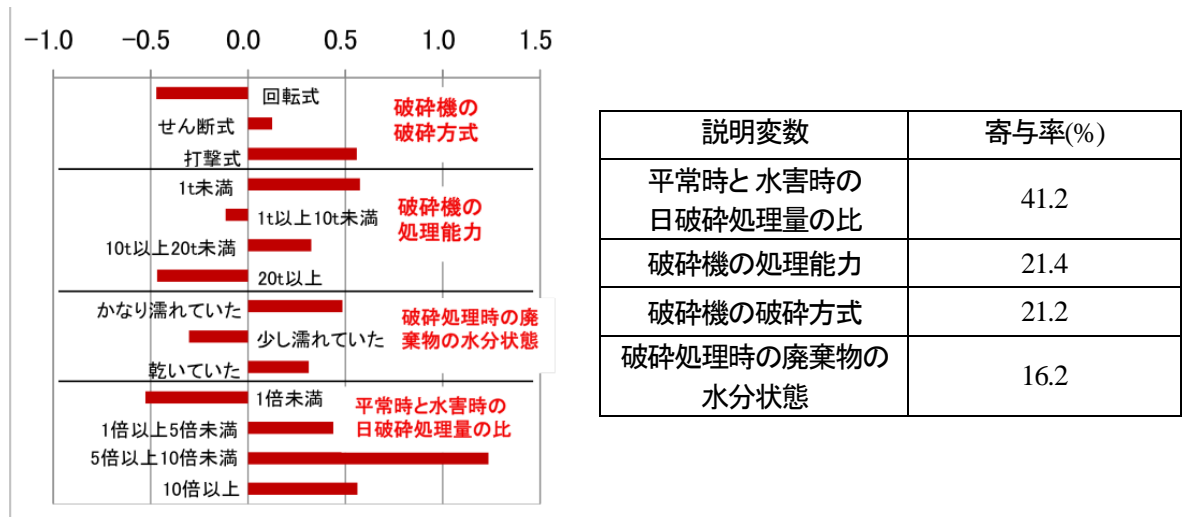


図-8 水害廃棄物処理施設のトラブル発生頻度の増減のカテゴリースコア図とその寄与率

水害時の水害廃棄物排出過程の社会調査より、テレビやエアコンなどの家電4品目については、じゅうたん等と比較すれば、実際にはあまり捨てられていないことが示唆された。また、水害時には、じゅうたんや畳は、被災家屋数においては必ず排出されるものとして捉えるべきである。家電4品目については、被災家屋数当たり40%程度が水害廃棄物として排出されることが示唆された。図-9に家財別の被災家屋における水害廃棄物排出の割合を示す。

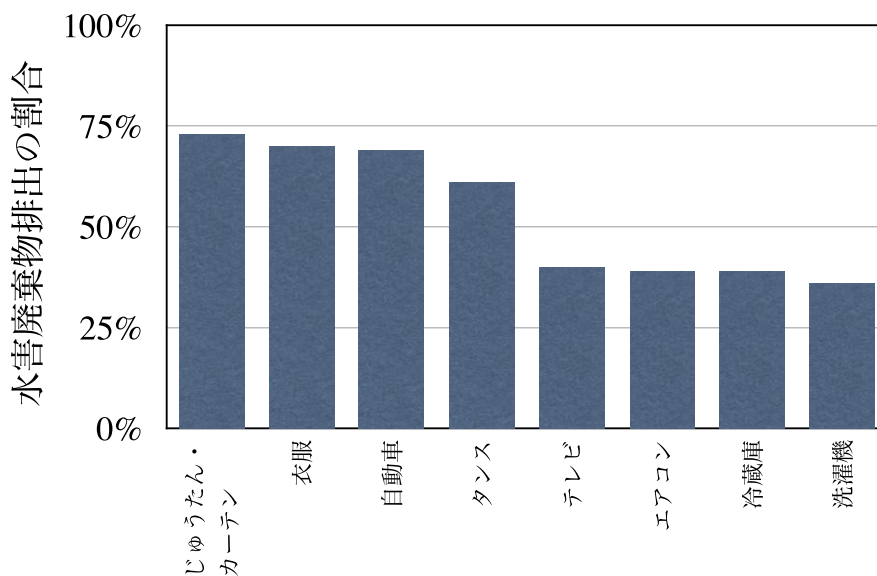


図-9 家財別の被災家屋における水害廃棄物排出割合

水害廃棄物の減量という観点からは、一次集積所への畳や衣類等の移動が完了するまでは、基本的にはその地域には登録されたボランティア以外の人員や車両は進入させないことが必要となる。これは一時的に路上に置かれている家財の盗難防止や便乗ご

みの持ち込み防止により、水害廃棄物の発生量を低減することが可能となる。

したがって、そして、手順としては、水害による被災家財を家の外に搬出し、移動および収集はできるかぎり畳から行っていき、ごみとして排出したいものを外側に置いていき、その後順に一次集積所に移動させることにより、道路に車両が入れる空間を確保していく。畳や本、衣類等の移動後、車両を用いて、大型の家具や家電を収集運搬する。そして、一次集積所で分別された水害廃棄物は、順次二次集積所へ、さらに処理施設へ移動させるようなシステムを構築することが必要であることを示した。図-10 にそのフローを示す。

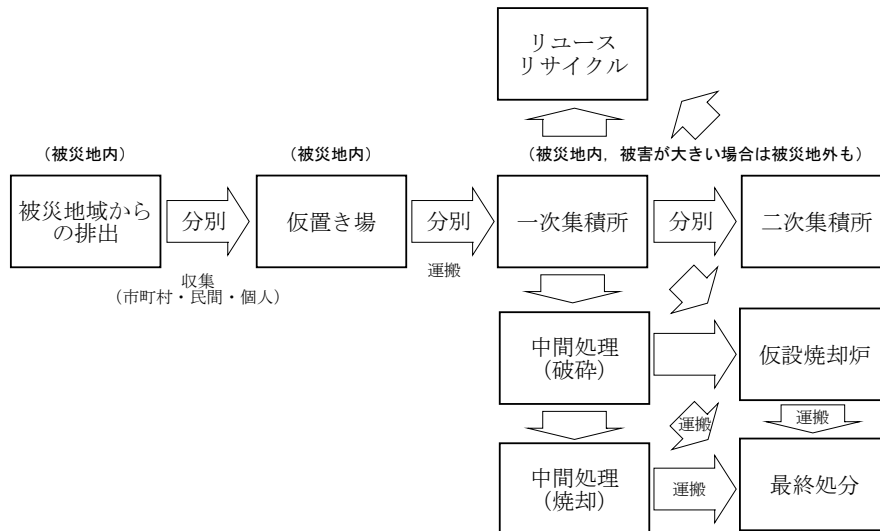


図-10 水害廃棄物排出フロー

また、欧米諸国における標準的な災害対応システムである ICS (Incident Command System) をベースとして、我が国の災害対応に適応した形での災害対応システム、Debris Management Planning P System を提案した。図-11 に災害廃棄物対応システム Planning P System を示す。

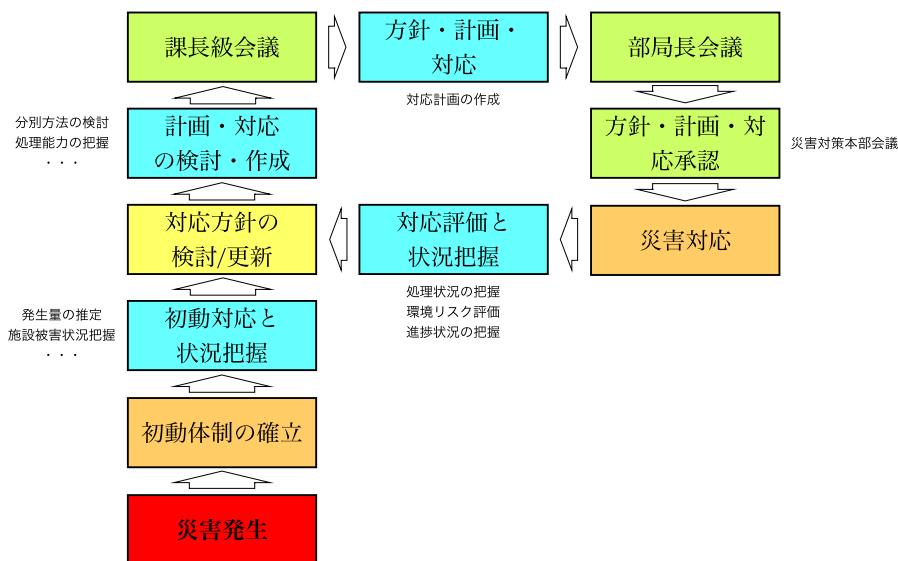


図-11 災害廃棄物対応システム (Planning P System)

これにより、災害直後から、災害廃棄物担当部局が何を業務として実施し、どのような会議において、何を決定していくのか、そして、市町村や都道府県での災害対策本部会議等で状況認識の統一を行い、災害対応を実施していくのか、を示しえた。これらの対応システムを標準的な水害廃棄物対応のシステムとして、災害発生前に計画、マニュアル等により構築していくことが必要不可欠である。そして、これらのシステムに基づいた人材育成を行うことが、大規模水害時においても、水害廃棄物の適正かつ迅速な処理を可能とすると指摘しえた。

2011年3月11日に発生した2011年東北地方太平洋沖地震での津波廃棄物発生量の推定結果について述べる。ここでは、津波浸水域などのハザード情報から被災世帯数等の被害状況を把握し、そのうえで、住家被害を考慮した発生量原単位を用いて、地域メッシュ統計における2分の1の地域メッシュ別に津波廃棄物発生量を推定した。平成17年度国勢調査地域メッシュ統計の世帯数より、津波浸水による被災世帯数の分布を推定した。さらに、津波浸水域内の世帯の被害程度は全壊とみなし、非公共・公共を含む災害廃棄物発生量原単位を用いて津波廃棄物発生量を算出した。ここでは、被災地域における共同住宅以外に居住する割合を考慮し、世帯当たりの発生量原単位として113トン/世帯を用いることとした。その結果、今回の被災地域6県で合計2,708万トンと推定された。図-12に宮城県の津波廃棄物発生量の分布と県別の発生量を示す。



図-12 東日本大震災での宮城県での津波廃棄物発生量分布と県別の被災世帯数と津波廃棄物発生量

これより、津波廃棄物発生量は、1995年阪神・淡路大震災での災害廃棄物量2,000万トンの約1.35倍であり、2005年米国ハリケーン・カトリーナ災害においてルイジアナ州で発生した災害廃棄物量2,680万トンと同程度である。津波による被災地域が東日本太平洋沿岸一帯の500kmに及んでいることを考慮すれば、1995年阪神・淡路大震災での阪神地域の50kmの範囲で発生した2000万トンの10倍の量の津波廃棄物が発生しているのではない。一方、被災自治体の災害対応力を考慮した被災状況を示す指標のひとつである災害廃棄物量相対値では、宮城県16.5年、岩手県11.7年と両県では、平常時のごみ総排出量の10年以上の津波廃棄物が発生している。また、福島県、茨城県、青森県においても、それぞれ3.2年、2.9年、1.6年となっているこ

とから、被災自治体の対応力を超えた津波災害であるといえた。これらのことから、阪神・淡路大震災を上回る津波廃棄物が発生しており、国難ともいえる災害ではあるが、一方で、既往の災害廃棄物処理に関する経験や知見を活かしつつ、新たな知識を集約し、既存の枠組みにとらわれず、官民学による協働により、必ず克服することができる災害であると示した。

以上の結果より、今後は、都道府県、市町村における水害廃棄物対策において、災害後の我が国としての標準的な水害廃棄物に対する応急対応業務システムの構築、災害前の人材育成ツールの開発、さらには、廃棄物工学、交通工学、環境リスク学、環境計画学、環境政策学という分野融合での新たな災害廃棄物学の構築を行うことが必要であることを指摘した。

結論 = 本研究課題では、水害時の水害廃棄物発生量推定手法を構築した。また、リサイクル・リユースを含めた中間処理を考慮した最終処理量を推定し、最終処分場における残余年数の消費量について算出する数値解析モデルを構築した。水害廃棄物の排出過程をモデル化し、そのモデルを用いて水害廃棄物の収集シミュレーションモデルを構築し、これまでの水害時の数値シミュレーションを行った。また、水害廃棄物の特性や水害廃棄物の減量という観点から、水害廃棄物処理に係る人員、資材を考慮したシステムの提案を行った。さらに、欧米諸国における標準的な災害対応システムである ICS (Incident Command System) をベースとして、我が国の災害対応に適応した形での災害対応システム、Debris Management Planning P System を提案し、災害直後から、災害廃棄物担当部局が何を業務として実施し、どのような会議において、何を決定していくのか、そして、市町村や都道府県での災害対策本部会議等で状況認識の統一を行い、災害対応を実施していくのか、を示した。以上のことから、(1) 処理技術からみた水害廃棄物の特性、(2) 市民の視点からみた水害廃棄物の排出過程、(3) 水害廃棄物フローを考慮した数値解析モデルの構築、(4) 水害廃棄物発生量推定手法の確立として、それぞれ研究成果を導出することができ、市町村、都道府県が水害廃棄物の処理を迅速かつ適性に行うことを可能とする水害廃棄物処理計画を策定するために必要な科学的知見の蓄積に向けて推進することができたといえる。

さらに、本研究課題で構築した手法を、2011年東日本大震災での津波により発生した津波廃棄物に適用し、津波廃棄物発生量の推定やその処理システム構築に対する知見を導出した。

英語概要

研究課題名 = 「Establishment of Disaster Debris Management after Super Wide-area Flood Disaster including Disaster Debris Flow」

研究代表者名及び所属 = Nagahisa HIRAYAMA (Kyoto University)

共同研究者名及び所属 = Takayuki SHIMAOKA (Kyusyu University), Takeshi FUJIWARA

(Okayama University), and Tomoko OKAYAMA (Meijo University)

要旨 = After natural disasters such as earthquakes and floods, enormous quantities of disaster debris would be discharged from collapsed houses and buildings and damaged household goods. In the aftermath, environment and waste management authorities should establish an effective and appropriate disaster management system for the emergency removal of disaster debris from urban districts and their disposal. In this study, number of damaged houses caused by and catastrophic flood disasters in the Tokyo Metropolitan Area were calculated based on the correlation between inundation depth and housing damage. According to the estimations of housing damages, the amount of debris from these disasters in the Tokyo Metropolitan Area has been calculated using per unit generation of disaster debris including housing damage. In addition, using waste reduction ratio, the reduction of time to expiration of landfill sites, caused by disaster debris derived from the earthquake and flood disasters in the Tokyo Metropolitan Area, was estimated. The quantity of tsunami debris in the tsunami stricken areas was estimated by multiplied the per unit generation debris including the viewpoint of damage to housing and the calculated number of damaged households together. As a result, the quantity of tsunami debris in the Pacific Coast of Tohoku was estimated at 27.1 million ton. For strategic planning of flood disaster debris, it is indispensable to establish a Japanese standard emergency response system for flood disaster debris, including an estimation procedure of quantity of flood disaster debris, evaluate the impact assessing of disaster debris on waste management system, disaster debris management planning P system, capacity development system.

キーワード = disaster debris, estimation procedure, natural hazard maps, per unit generation, flood disaster, tsunami inundation