

大規模災害における災害廃棄物発生量に関する推定と処理費用に関する考察

九州大学工学部 学生会員 ○川畑 雄大

九州大学大学院 正会員 中山 裕文

九州大学大学院 フェロー会員 島岡 隆行

九州大学東アジア環境研究機構 非会員 川井 晴至

1. はじめに

大規模災害における災害廃棄物の発生量は膨大な量になり、その処理には多大な費用が必要になることが予想されることは阪神淡路大震災や東日本大震災等の前例により明らかになっている。今後発生が予想される大規模災害においても同様に大量の災害廃棄物の発生が予想され、その際には課題となる点を認識したうえで効率的な処理が望まれる。ここで、効率化の観点として費用の低減、最終処分量の低減、リサイクル率の向上等が挙げられ、これらに影響を及ぼす要因として中間処理過程における選別の程度、最終処分場での埋め立ての可能な量などが考えられる。そこで本研究ではこれらの要因のうち主に選別処理のフローを変更した場合について、費用に与える影響を考察した。

2. 検討対象及び分析手法

2-1 災害廃棄物の発生量の推計

検討対象としたのは東日本大震災における岩手県及び今後の発生が懸念される東海地震、首都直下地震（東京湾北部）での災害廃棄物の発生量とした。岩手県の災害廃棄物の発生量は公表されている値¹⁾を用い、東海地震、首都直下地震については組成別に発生量の推定を行った。発生量の推定にあたり東海地震、首都直下地震の建物被害数は内閣府の予測²⁾及び、公開されていない半壊数、木造・非木造の割合等の数値は各県の地震被害想定調査結果³⁾の数値より推定して用いた。表1に各地震で想定されている被害棟数の内訳を示す。この被害棟数を元に災害廃棄物の発生量の推計を行った。表2に使用した原単位、計算結果を示す。推計にあたり倒壊建物の1棟あたりの延べ床面積を国土交通省の統計資料⁴⁾より求めた都道府県ごとの木造、非木造建物それぞれ1棟当たりの平均延べ床面積（㎡/棟）を推定し用いた。東海地震の場合には津波による被害が想定されているため、上述の発生量に加えて津波堆積物量のうち、被災地から除去されると考えられる量を求めた。東日本大震災での事例を元にする重回帰分析により求めた式より算出した。説明変数は津波による建物倒壊数、海岸線延長⁵⁾とした。算出した時点で利用できた標本数(N=11)が不足していたため、式としての信頼性はあまり高くはない。今回は岩手県の数値⁵⁾を標本として用いた。求めた重回帰式は(1)のようになる。

$$Y=59.57X_1+1.44 \cdot 10^3 X_2-4.77 \cdot 10^3 \cdot \cdot \cdot (1) \quad R^2=0.65、$$

Y:津波堆積物発生量 (t)、 X_1 :津波による倒壊数 (棟)、

X_2 :海岸線延長 (保全対象とされるもの) (m)

この式を用いて計算した結果、津波堆積物の発生量は約 408 万トンとなった。ここで災害廃棄物は混合状態で搬入されるため、廃棄物の発生量を1次仮置場での性状別に分配した。性状別に分配した推計量を表3に示す。分配において東日本大震災時の岩手県での1次仮置場での廃棄物の組成⁶⁾等を参考にし、組成別構成比とした。なお、岩手県の値は実測値である。⁷⁾その他・畳の値は比較的少量であったので、それら以外の値に各値の大きさに応じて按分した。

2-2 処理シナリオの設定

1次仮置場では粗選別が行われ混合物から資源化できる材木、細かいコンクリートがら・金属くずがおおよそ取り除かれ、二次仮置場ではさらに細かく選別される。図1に1次選別までの選別のフロー⁸⁾、表4に1次仮置場での選別後の推計量を示す。ここで処理費用の低減を考慮し処理シナリオを設定する。具体的には、以下のシナリオを設定した。

表1 被害棟数(千棟)

項目	東海地震		首都直下地震*2
	*1		
木造	全壊	180	808
	半壊	500	590
非木造	全壊	38	39
	半壊	109	135
焼失		52	651
床上・床下浸水		267	

*1 午前5時、水門は健全に機能、風速15m

*2 午後10時、風速15m

出所)内閣府・中央防災会議の被害想定

内閣府・都道府県による地震被害想定調査結果

表2 災害廃棄物の発生量

種別	原単位 (t/㎡)	発生量(岩手) (百万トン)	発生量(東海) (百万トン)	発生量(首都) (百万トン)
木造	可燃物	0.19	10.4	9.9
	不燃物	0.50	27.0	25.7
非木造	可燃物	0.10	3.1	7.2
	不燃物	0.81	24.4	57.5
焼失(木造)	可燃物	0.07	0.5	5.4
焼失(木造)	不燃物	0.19	1.2	13.9
浸水家屋からの廃棄物		2 (t/棟)	0.5	
可燃物合計		1.4	14.1	22.5
不燃物合計		1.6	53.1	97.1
津波堆積物		1.3	4.1	
その他		0.1		
合計		4.4	71.3	119.6

参考文献) 環境省・震災廃棄物対策指針兵庫県での解体廃棄物からの発生原単位。

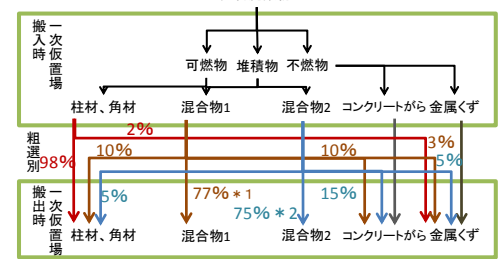
焼失時の原単位は中央防災会議の原単位(木造0.6t/㎡、焼失0.23t/㎡)より推定。

表3 1次仮置場搬入時の性状別の推計量

種別	割合	発生量(岩手) (百万トン)	発生量(東海) (百万トン)	発生量(首都) (百万トン)
角材・柱材	可燃物の36%	0.5	5.1	8.1
混合物1 (可燃物)	可燃物の61%+ 堆積物の15%	1.1	9.2	13.7
混合物2 (不燃物)	可燃物の3%+堆 積物の85%+不燃 物の33%*1	1.2	21.6	33.1
コンクリートがら	不燃物の61%*2	0.9	32.4	59.2
金属くず	不燃物の6%*3	0.7	3.0	5.4

*1、2、3 島岡隆行、山本耕平、災害廃棄物、pp12、表1-5、東京・神奈川の値を参考に不燃物を分配。(岩手を除く)

災害廃棄物



出所) 岩手県災害廃棄物処理詳細計画、図3.2.1災害廃棄物処理バランスフロー

*1、*2 計上した内の堆積物を除く混合物の分配比率

図1 選別フロー

表4 1次仮置場搬出時(粗選別後)の性状別の推計量

種別	発生量(岩手) (百万トン)	発生量(東海) (百万トン)	発生量(首都) (百万トン)
角材・柱材	0.6	6.7	11.0
混合物1 (可燃物)	0.9	7.2	10.6
混合物2 (不燃物)	1.1	17.1	24.8
コンクリートがら	1.0	36.0	65.6
金属くず	0.7	4.2	7.6

シナリオ A:選別を徹底し復興資材への利用を進め最終処分量を削減する。
シナリオ B:2次選別、焼却による減容を省略し直接埋立を行う。

図2、3にA、Bの各選別フロー、表5に2次選別後の推計量を示す。

3. 検討結果及び考察

3-1 計算結果

標準的な単価の資料⁹⁾などを参考に各過程での費用計算をした。表6に一般廃棄物最終処分場の残余容量¹⁰⁾、各シナリオの最終処分量を示す。最終処分場は各県の各施設の残余容量の合計を利用できるとし、不足する場合には広域処理での埋立処分を行うこととする。最終処分費用は田崎らの研究¹¹⁾を参考に平成19～21年の平均値を算出した。計算した結果を表7に示す。網掛けの部分が生シナリオによって金額に差が生じる部分である。表7中、Bの場合、直接埋立を想定するため焼却処理は行われない。Aではセメント工場での燃料化・原料化による災害廃棄物廃棄物の減量が想定されているが、Bではその想定はしていない。計算結果は東日本大震災における岩手県では650億円(A)、540億円(B)、東海地震では1.034兆円(A)、0.996兆円(B)、首都直下地震では1.831兆円(A)、1.564兆円(B)となった。また、処理単価(円/トン)で見た場合、約12千円～15千円となった。

3-2 比較結果の考察

シナリオA、Bでの処理費用を比較した結果、シナリオBはシナリオAの費用に比べ、東日本大震災における岩手県では約17%、東海地震では約4%、首都直下地震では約15%程度の低減となる。岩手県の場合、BのAに対する処理費用の低減減率は他2例に比べ大きい最終処分量の増大により最終処分の費用は大幅に増大している。これはAでは津波堆積物を選別し資材として極力再利用することを想定しているが、Bでは混合状態のまま直接埋立することを想定しているためである。東海地震の場合も同様にAからBで最終処分費が大幅に増加しており二次選別による低減される金額に近い額に増大している。また静岡県的一般廃棄物最終処分場の残余容量は必要な量に対して不足しているため、Bでは県外で処分する量が大幅に増加し二次選別後の運搬費が大幅に増加している。首都直下地震の場合、東京都の処分場の残余容量は大きく、また津波堆積物を想定していないためBでの最終処分量は他2例に比べ増加していない。そのため二次選別の省略による費用の低減分が最終処分量の増大による増額分に比べ大きくなり、東海地震の結果と比較して大きく費用を低減される結果となった。

4. まとめ

二つの処理シナリオを想定し処理費用の計算、比較を行った。その結果、事例により大小はあるが選別・焼却による減容の省略した場合の処理費用は低減されるという結果が得られた。また、その低減率に関わる要因として、被災地の最終処分場の残余容量、選別の程度、津波堆積物のような再利用可能な廃棄物をどの程度再利用するかに影響を受ける。

【参考文献】1)岩手県：岩手県災害廃棄物処理詳細計画、表-2.2.1 性状別重量 2)内閣府：中央防災会議の被害想定 3)内閣府：都道府県による地震被害想定調査結果(概要) 4)国土交通省：構造別、用途別—建築物の数、床面積の合計、工事費予定額 5)国土交通省：市町村データ一覧【7-1】、海岸延長 6)岩手県災害廃棄物処理詳細計画、図-2.1.1 災害廃棄物の推計のための整理 7)岩手県災害廃棄物処理詳細計画、表-2.1.1 災害廃棄物の推計量 8)岩手県災害廃棄物処理詳細計画、図-3.2.1 災害廃棄物

処理バランスフロー 9)国土交通省大臣官房技術調査課：国土交通省土木工事積算基準(平成23年度版) 10)環境省：廃棄物処理技術情報、一般廃棄物処理実態調査結果、統計表一覧、平成21年度調査結果、施設別整備状況 11)田崎智宏、橋本征二、森口祐一：一般廃棄物実態調査結果を用いた廃棄物処理活動別の費用推計

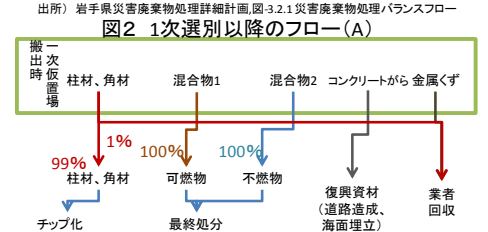
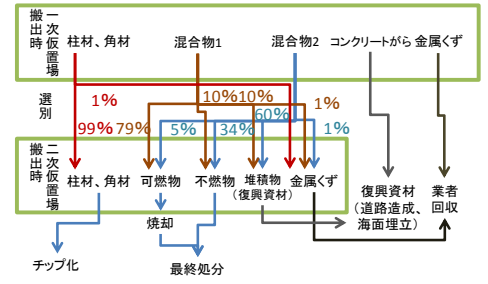


表5 2次仮置場搬出時(選別後)の性状別の推計量

種別	発生量(岩手) (百万トン)	発生量(東海) (百万トン)	発生量(首都) (百万トン)
角材・柱材	0.6	6.7	10.9
可燃物	0.7	6.6	12.4
不燃物	0.5	6.5	22.3
コンクリートがら +堆積物(土砂)	1.8	47.0	65.6
金属くず	0.8	4.5	8.5

表6 一般廃棄物最終処分場残余容量及び最終処分量

都道府県	残余容量 (百万m)	埋立量(百万m) シナリオA	埋立量(百万m) シナリオB	発生量(百万m) シナリオA	発生量(百万m) シナリオB
岩手	1.8	0.2	2.0		
都道府県	残余容量 (百万m)	東海地震(百万m) シナリオA	東海地震(百万m) シナリオB	首都直下地震(百万m) シナリオA	首都直下地震(百万m) シナリオB
茨城県	4.08			1.14	1.90
群馬県	2.40			0.00	0.00
埼玉県	2.23			2.15	3.48
千葉県	2.73	0.01	0.03	2.44	3.97
東京都	25.38	0.00	0.00	15.24	23.79
神奈川県	4.07	0.05	0.19	3.04	4.84
山梨県	0.26	0.23	0.83	0.00	0.00
長野県	1.56	0.19	0.67		
岐阜県	2.34	0.01	0.03		
静岡県	1.72	5.78	21.06		
愛知県	7.78	1.18	4.28		
三重県	3.84	0.11	0.43		
和歌山県	0.48	0.01	0.02		

参考文献：環境省：廃棄物処理技術情報、一般廃棄物処理実態調査結果、統計表一覧、平成21年度調査結果、施設別整備状況

表7 処理費用の計算結果

	処理項目	シナリオA		シナリオB	
		費用(十億円)	処理量(百万トン)	費用(十億円)	処理量(百万トン)
(岩手県)	解体・撤去(含運搬)	29.8	4.4	29.8	4.4
	1次選別	2.6	4.4	2.6	4.4
	運搬	2.4	4.4	2.4	4.4
	金属くず(業者引取を想定)	-21.4	0.8	-21.4	0.8
	2次選別	17.9	3.6	9.8	1.6
	運搬	8.0	2.3	9.4	3.1
	焼却	4.2	0.3		
	セメント工場での処理	19.0	0.7		
	最終処分(一般廃棄物)	2.2	0.2	21.1	2.0
	計	64.6		53.7	
東日本大震災	処理単価(円/t)	14842		12329	
	解体・撤去(含運搬)	488.3	71.3	488.3	71.3
	1次選別	42.0	71.3	42.0	71.3
	運搬	39.0	71.3	39.0	71.3
	金属くず(業者引取を想定)	-129.2	4.5	-129.2	4.5
	2次選別	319.8	67.0	181.6	42.7
	運搬	91.3	25.8	117.5	36.5
	焼却	83.9	5.9		
	セメント工場での処理	28.9	1.1		
	最終処分(一般廃棄物)	70.5	6.7	256.7	24.3
東海地震	計	1034.5		995.9	
	処理単価(円/t)	14508		13968	
	解体・撤去(含運搬)	819.1	119.6	819.1	119.6
	1次選別	70.4	119.6	70.4	119.6
	運搬	65.4	119.6	65.4	119.6
	金属くず(業者引取を想定)	-241.6	8.5	-241.6	8.5
	2次選別	504.9	111.8	316.1	76.4
	運搬	157.5	55.5	160.5	55.1
	焼却	154.8	10.9		
	セメント工場での処理	64.7	2.5		
首都直下地震	最終処分(一般廃棄物)	236.2	22.4	373.6	35.4
	計	1831.4		1563.7	
	処理単価(円/t)	15313		13074	