

SUR

SUSTAINABLE URBAN REGENERATION

Center for Sustainable Urban Regeneration, The University of Tokyo
東京大学・都市持続再生研究センター

24

SUR
Nov. / 2012



Disaster Waste Management

Lessons for Better Future Response

災害廃棄物問題

将来への教訓

contents

SUR

SUSTAINABLE URBAN REGENERATION

Center for Sustainable Urban Regeneration, The University of Tokyo 東京大学・都市持続再生研究センター

24

Nov. / 2012

Disaster Waste Management

災害廃棄物問題
将来への教訓

Lessons for Better Future Response

-
- 002** 巻頭言：東日本大震災に伴う環境問題への対処 古米弘明
Foreword: Response to Environmental Issues after the Great East Japan Earthquake Hiroaki Furumai
-
- 003** Part 1 第一部 初動対応
Initial Responses
-
- 004** 1.1 初動対応における専門家の役割 森口祐一・山本和夫
Role of Experts in Initial Responses Yuichi Moriguchi, Kazuo Yamamoto
- 006** 1.2 災害廃棄物問題への行政対応の経緯 森口祐一
Progress of Governmental Responses to Disaster Waste Management Yuichi Moriguchi
-

009	Part 2 第二部 沿岸部の事例	
	Cases along Coastal Area	
010	2.1 岩手県南部を中心とする災害廃棄物処理状況調査	中谷 隼・森口祐一
	On-site Investigation of Disaster Waste in Southern Iwate Area	Jun Nakatani, Yuichi Moriguchi
015	2.2 地域間の対比を交えた災害廃棄物処理の課題	森口祐一
	Similarities and Dissimilarities of Challenges Across Regions	Yuichi Moriguchi
019	Part 3 第三部 放射性物質汚染と廃棄物処理	
	Radioactive Contamination and Waste Management	
020	3.1 放射性物質汚染が廃棄物処理に与える影響	森口祐一
	Influences of Radioactive Contamination on Waste Management	Yuichi Moriguchi
024	3.2 広域処理の経緯と今後に向けた課題	森口祐一
	Lessons Learned from Conflicts in Area-wide Disaster Waste Treatment	Yuichi Moriguchi
027	Part 4 第四部 処理から復興へ	
	Restoration after Waste Disposal	
028	4.1 災害廃棄物処理におけるボトルネックの考察とシミュレーション	北垣亮馬
	Bottlenecks in Processing Disaster Wastes through Research Review and Simulation	Ryoma Kitagaki
039	4.2 復旧・復興計画との関係からみた廃棄物処理	森口祐一・小泉秀樹
	Interaction between Disaster Waste Management and Restoration Planning	Yuichi Moriguchi, Hideki Koizumi
041	Part 5 第五部 提言	
	Recommendations	
042	5. 災害廃棄物問題における対応力改善への提言	プロジェクト参加者
	Proposals for More Robust Counteractions in Disaster Waste Management	Project members

巻頭言：東日本大震災に伴う環境問題への対処

Foreword : Response to Environmental Issues after the Great East Japan Earthquake

古米弘明 / Hiroaki Furumai

平成23年3月11日に、三陸沖を震源としたマグニチュード9.0の東北地方太平洋沖地震が発生し、東北地方を中心に未曾有の被害を出した。地震発生直後から水道、電気、ガスの主要ライフラインが完全に途絶え、電話、交通網等が麻痺したことにより、市民生活に深刻な影響を及ぼした。また、北海道から千葉県にかけての広範囲に大津波が押し寄せ、特に岩手県、宮城県、福島県の海岸沿いのまちに甚大な被害をもたらした。

同時に、地震や津波に伴うがれき等の災害廃棄物の発生、被災した工場・事業場等からの有害物質の流出、福島第一原子力発電所事故による大量の放射性物質の一般環境への放出など、広域的で、複合的な環境問題が引き起こされた。

また、ヘドロや水産加工場から大量に流れ出た魚介類、あるいは、収集しきれない家庭等から出た生ごみや仮設トイレの衛生問題等により、悪臭や衛生害虫が発生したり、無届解体等によるアスベストなどの粉じんによる健康被害が懸念されるなど、地域住民の生活環境の悪化も問題となった。

このような大震災に伴う環境問題の解決に向けて、様々な対応や対策が検討・実施され続けている。そのうち、災害廃棄物の問題は、被災地の復興や新たなまちづくりのために、できるだけ速やかに対処されるべき課題である。しかし、大震災後1年半が経過した時点においても、被災地の方々の生活場に近い仮置場における衛生上の問題等が悪化する懸念もあり、災害廃棄物の一刻も早い処理が急務である。そのためには、極力再生利用するとの方針を踏まえて被災地において処理を最大限促進すると同時に、処理が確定していない対象物については、積極的に広域処理を具体化していくことが必要である。

この大震災に伴う災害廃棄物の問題を、あらためて「都市空間の持続再生」の視点から考えると、家屋等建築物などの都市構造物は、長期的に見れば廃棄物としてのポテンシャルを有するストックであると捉えることを示唆している。新たな復興計画においては、安心・安全な街づくりの観点から、耐震性が配慮されたライフラインや建物への更新や再開発による仕組みが求められる。その際、ストックごとの材料、建設時期、耐震性などの特性を含めてGIS上でその分布を可視化しておくことは有意義だと思われる。例えば、数十年先の都市空間における潜在的な廃棄物あるいは再生可能資源の分布や存在量も評価可能となる。今回の災害廃棄物を含めた環境問題への対処のなかから、都市ストックを潜在廃棄物・再生可能資源として捉え、持続再生型のまちづくりの意味を考えることも興味深いと思われる。

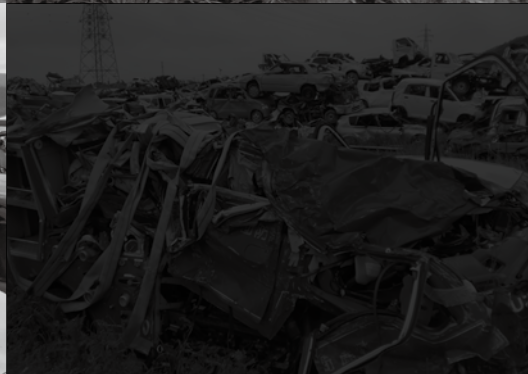
A gigantic earthquake, the Tohoku Earthquake, broke out off Sanriku at a magnitude of 9.0 on March 11, 2011 and caused unprecedented devastation to the Tohoku region. Major lifelines, including water supply, electricity, and gas, were totally severed immediately after the outbreak, and the subsequent paralysis of the telephone and traffic networks had disastrous impacts on the people's life. The Earthquake caused big tsunami waves that hit a wide range of coastal areas from Hokkaido to Chiba. The tsunami particularly inflicted devastating damage to the communities along the coastline in prefectures of Iwate, Miyagi and Fukushima.

At the same time, there were generation of disaster waste such as rubble caused by the earthquake and tsunami, spills of harmful substances from factories, and release of radioactive nucleids to the environment from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant. Large-scale and complex environmental issues were brought about by the Earthquake.

The deterioration of the living environment was also becoming an essential concern by local residents, because there were a large amount of coastal sludge and fish processing sludge coming into towns. After the disaster, domestic garbage could not be collected properly and sanitary condition of temporary toilets was not well managed in some cases, occurring bad odor and increase of injurious insects. In addition, health damage caused by dust, such as asbestos, is also concerned due to illegal dismantling buildings.

In order to solve the environmental problems associated with such a disaster, a variety of measures and support have been considered and implemented by national and local governments. Among the problems, management of disaster waste is one of the most critical and urgent issues for reconstruction and new urban development of the affected areas. It is about one and a half years since the Earthquake. However, there is possible deterioration of environment and sanitary conditions at living space at which the provisional sites of waste are closely located. Therefore, disaster waste treatment is urgently needed as soon as possible. While the in-situ treatment of disaster waste should be promoted as much as possible in affected areas based on the recycling policy, it is also necessary to embody and implement the wide-area treatment.

Considering the issue of disaster waste from the perspective of "Sustainable Urban Regeneration", the urban stock of infrastructure and buildings has the potential of being waste in the long term view. In the new restoration and redevelopment plans, buildings and lifelines should be renovated and renewed with seismic adequacy for urban safety and security. It is meaningful to visualize the distribution of the urban stock on the GIS with their information on characteristics, such as their material, age, and seismic capacity. For example, it is possible to evaluate the abundance and distribution of renewable resource or potential waste in the urban space of a few decades away. We have to learn lessons from the experience of dealing with the disaster waste issue. It is meaningful to propose an innovative style of urban regeneration with sustainable development, regarding the urban stock of infrastructure and buildings as a renewable resource and potential stock urban waste.



Part 1

第一部 初動対応

Initial Responses



東日本大震災における津波浸水高
床面から3.4m
この観測は2011年3月11日（平成23年）・
東日本大震災「3・11の記憶」として残す
ものであります。
津波対策により停止した電気時計

1.1 初動対応における専門家の役割

Role of Experts in Initial Responses

Abstract

Initial responses to disaster waste management issues by experts were reviewed, focusing on activities of a task team by Japan Society for Material Cycles and Waste Management and an information network by National Institute for Environmental Studies. A series of emergency recommendations regarding the response to the Great East Japan Earthquake by the Science Council of Japan was also reviewed, with focus on its 4th recommendation on urgent proposal related to measures for earthquake disaster waste and prevention of environmental impact.

1. はじめに

大災害によって生じる多くの難題に適切に対処するためには、さまざまな職能が求められる。いわゆる「専門家」からは、学術、技術面での知識や経験をもとに、どのような貢献が可能だろうか。とくに発災後の初動期における対処において、専門家はどのような役割を果たしうのだろうか。

本報告書は、東京大学におけるGCOEプロジェクトの一環として実施した「災害廃棄物問題への初動対応の検証と中長期的な問題対応力改善への提言」の成果報告であるが、本プロジェクト提案の背景には、プロジェクト参加メンバーが、所属学会などを介して、発災後の早い段階から展開してきた活動がある。

ここではまず、本報告の主題である災害廃棄物問題における初動期の専門家の対応や、日本学術会議をはじめとする学術、技術団体の初動期の対処を振り返ることによって、大災害後の初動期における専門家の役割を考える一助としたい。

2. 災害廃棄物分野における初動対応

2.1 廃棄物資源循環学会タスクチーム

廃棄物資源循環学会は1990年3月に廃棄物学会として設立され、2008年12月に一般社団法人化が成立するとともに、現在の名称に発展的に移行した。

東日本大震災の発災に際し、同学会は、発災からちょうど1週間後の2011年3月18日に、「災害廃棄物対策・復興タスクチーム」を発足させている¹⁾。発足の趣旨では、「今回の東北地方太平洋沖地震での災害廃棄物に関して、直近でできる支援を行いつつ記録として残すことともに、将来に向けて、詳細な調査研究の実施により、学術的・体系的な知見として取りまとめることを目的」とすることが謳われている。

このタスクチームは、地震発生後、災害廃棄物問題の検討が必要との問題意識のもとに自然発生的に集まったメンバーから編成されたもので、この問題に関心があり、何らかの貢献見通しのある学会員や関係者のタスクチームへの参加を募りながら活動を展開していった。

以下、タスクチームの活動を記録したホームページの情報をもとに初期の活動を要約する。

被災地での活動としては、まず、3月26日に2名が仙台市に入り、現場派遣一斉メモとして現地の状況を翌日付で発信している。ここでは、まず、海ごみ（沿岸部津波廃棄物）と山ごみ（内陸部地震廃棄物）とでは、対処方針が大きく異なること、とくに前者への対処の困難性を伝えている。すなわち、沿岸部については、人命救助が続けられていること、被害の実態や全容が十分に把握・整理できていないこと、復興・復旧の方向性が不明であることなどから、災害廃棄物に対する対応戦略の立案に向けた課題が山積しており、急ぎ過ぎずに一定の調査・議論を経てロードマップを作成する必要があるとの印象を報告している。

また、この第一報では、復興・復旧には様々な部局が関係するため、スムーズな情報交換や意思決定・実行のための部局横断的な特別チームを編成することが有効ではないかとの考察や、エリアごと、フェーズごとの対処の必要性、さらには廃棄物処理の観点からの被害の実態や全容の把握・整理の視点の列挙など、その後の災害廃棄物問題の経過に照らして、的を射た内容が豊富に盛り込まれている。

その後、東北大学の専門家も加わった現場派遣一斉のメモは4月6日の第6報まで発信されており、仙台市については、発災後間もない段階で設置された一時集積場での分別状況について報告している。この仙台市の経験をもとに、これに先立って、4月1日付で「廃棄物分別・処理戦略（仙台モデル）」の共有と活用について、が発信され、さらに4月4日には、「災害廃棄物分別・処理戦略マニュアル」のVer.1がウェブサイトに掲載された。現地での当初の活動は仙台市と隣接市にとどまっていたが、3月31日には石巻市、4月5日には岩手県陸前高田市を訪問して状況を伝えてきている。

4月初旬には、現地タスクチームに国立環境研究所の研究者が複数参加し、4月8日以降のいわば第2フェーズの現場派遣メモが発信されている。その内容は多岐にわたるが、

水産加工業からの排水、浄化槽、し尿処理など、液状廃棄物問題、公衆衛生の観点からの報告も多く盛り込まれている。第2フェーズの現地派遣メモは、4月17～18日発信分まで、計6報発信され、3月26日以降の現地からの調査報告は計12報にのぼる。これら初動期の一連の報告は、当時、全国からいわば後方支援にあたっていたタスクチームメンバーに実情を伝え、技術的な情報支援を仰ぐうえでの貴重な情報源であったが、時間が経過した後に変更して読み返すと、初動期の実態把握状況を検証するための資料としても貴重なものである。

その後、4月30日には、タスクチームのそれまでの成果を関係者と共有、議論することで、その後の復興活動の推進を目指すことを期して、「東日本大震災の災害廃棄物に関する緊急報告会」が東京で開催された。また、この日に災害廃棄物分別・処理戦略マニュアルはVer.2に更新され、さらに6月15日のVer.2Re.3まで更新が続けられた。

このように、タスクチームは発足後約1か月半の間に、現地での実態把握に基づく情報発信、マニュアルのとりまとめ、成果の緊急報告会の開催など、実のある活動を活発に展開したことが明らかである。なお、タスクチームとしての情報発信は、初動期に集中しており、5月以降の発信は、岩手県からの依頼による「災害廃棄物の燃焼試験に関する報告」のとりまとめ(2011年8月)、「災害廃棄物分別・処理実務マニュアルー東日本大震災を踏まえて」の出版(2012年6月)などに限られている。発災から時間が経過する中で、国、県などの公的な対処の仕組みが次第に整い、専門家も各々の組織などを通じた恒常的な対処へと移行したためであろう。

2.2 国立環境研究所の震災対応ネットワーク

廃棄物資源循環学会のタスクチームが現地での実態調査などの活動を展開する一方で、国立環境研究所資源循環・廃棄物研究センターが中心となって、国内の研究者・技術者から構成される震災対応ネットワークが運用され、知見や経験を集約する機能を果たした²⁾。

学会タスクチームによる分別・処理戦略マニュアルがカバーする分野とも一部重なるが、災害廃棄物に関する自治体担当者・専門家向けの技術情報が項目ごとにまとめられ、順次発信された。その例として、「水産廃棄物の処理方法について（第二報）」(3月27日)、「仮置場の設置と留意事項（第一報）」、「災害

廃棄物の重量容積変換について(第一報)」、「津波がもたらしたヘドロへの対応について(第一報)」、「PCB含有廃棄物について(第一報)」(以上4月1日)、「災害廃棄物の野焼きについて(第一報)」(4月12日)、「仮置場の可燃性廃棄物の火災予防(第一報)」(5月18日)などがあげられる。これらは、学会タスクチームや現地の自治体からの情報に基づき、被災地での懸案課題に対する助言や質問への回答という役割を果たした。

3. 日本学術会議の緊急提言

日本学術会議は、わが国の人文・社会科学、自然科学全分野の科学者の意見をまとめ、国内外に対して発信する日本の代表機関であり、その役割の一つに、政府、社会に対する提言の発出があげられる。震災後に設けられた日本学術会議東日本大震災対策委員会³⁾は、まず、3月25日に第一次緊急提言を発出した。その内容は、1)国民の心配、疑問に応えるとともに、事態に対する国民の理解を深め、適切な行動の基盤と早急に整えること、2)自治体間の水平的連携の考え方に立ち、ペアリング支援を講じること、3)原子力災害に関して、適切な専門家による補足説明を行う体制を早急に整備すること、4)原発施設外の環境モニタリングとそのデータの評価について、一元的かつ継続的な体制を至急構築し、国民への信頼感の醸成と海外への科学的情報発信に努めること、の4項目に要約される。次いで4月4日には「福島第一原子力発電所事故後の放射線量調査の必要性について」と題する第二次緊急提言が発出され、詳細な汚染分布情報を得るための大規模調査の早急な実施を求めている。このように、最初の2つの緊急提言は、原発事故に対する対処に関する内容が多くを占める。さらに、翌4月5日には、被災者の救援の迅速・全面的な実施、被災地域の復興に向けての取り組み、原発事故による避難者の救援と事故への対応を主な内容とする第三次緊急提言「東日本大震災被災者救援・被災地域復興のために」が発出され、同日に第四次緊急提言「震災廃棄物対策と環境影響防止に関する緊急提言」も発出された。

この第四次緊急提言は、日本学術会議の環境学委員会、土木工学・建築学委員会からの提案を基に検討され、廃棄物資源循環学会、土木学会、日本水環境学会の意見を反映させてとりまとめられたものである。震災廃棄物対策が緊急提言のタイトルにも明示され、とくに本報告と関わりの深い内容であり、筆者

らもその発議、取りまとめに関わった。表1にその内容の要約を示す。前記の廃棄物資源循環学会タスクチームの活動や、国立環境研究所の震災対応ネットワークの情報なども反映されており、公衆衛生の確保、廃棄物の集積場所の確保、復旧・復興における資源活用、地域雇用と広域連携といった、その後の災害廃棄物処理でも要点となる項目で構成されている。なお、日本学術会議の緊急提言はその後さらに第七次提言まで発出されており、うち第五次と第七次が原発事故に関連する内容、第六次は救済・支援・復興における男女共同参画に関するものである。

4. 東京大学学内における対応との関連

学内においては、東日本大震災に関する救援・復興支援室が設置され、教育活動、社会連携活動の一環として実施されている救援・復興支援に関わる活動について、救援・復興支援室登録プロジェクト⁴⁾としてとりまとめて公表する体制がとられた。筆者らは、GCOEプロジェクト「都市空間の持続再生学の展開」と関連づけて、「資源循環・水を切り口にした都市空間の持続再生学のフィールド展開」をプロジェクトとして登録した。陸前高田市などにおける事例調査は、このプロジェクト登録が契機となって実現したものである。

また、工学系研究科が2011年5月にとりまとめた「震災後の工学は何をめざすのか」(緊急工学ビジョン)や、これをもとに後に出版された書籍に対しても、初動期以降の一連の対処から得られた知見をインプットしている。

5. まとめ

初動が十分に迅速かつ的確であったか否かについては、さらなる客観的な評価が必要で

あろうが、災害廃棄物処理分野における研究者、技術者の対応は比較的早かったと考えられる。

強いて課題をあげるならば、初動期の高い問題意識の中での実態把握や、それに基づく問題点の指摘が、より組織だった対処へと移行する中でやや風化し、指摘した懸案課題が実行に移されたかどうかのフォローが十分であったかどうかの検証が必要であろう。

また、仙台市での初動対応を専門家が支援し、トップランナー的な経験をマニュアルとしてまとめたことの意義は大きい。後に別報で述べるように、仙台市は行政の規模や権限の面で、津波被災地の中では他とはやや性格が異なる。初動期に続く時期において、より小規模な自治体や、県レベルでの計画的対応に対しても、専門家がさらに積極的な役割を果たす余地がなかったかどうかとも課題として挙げておきたい。

参考文献

- 1) 廃棄物資源循環学会災害廃棄物対策・復興タスクチームホームページ
<http://eprc.kyoto-u.ac.jp/saigai/>
- 2) 国立環境研究所：研究者ネットワーク等を活用した災害・放射性物質汚染廃棄物対策への貢献
<http://www.nies.go.jp/shinsai/index.html#title01>
- 3) 日本学術会議東日本大震災復興支援委員会
<http://www.scj.go.jp/ja/member/iinkai/shinsai/shinsai.html#taisaku>
- 4) 東京大学東日本大震災に関する救援・復興支援室の登録プロジェクト一覧
http://www.u-tokyo.ac.jp/public/recovery/project_110622

表1 日本学術会議「震災廃棄物対策と環境影響防止に関する緊急提言」の概要

1. 公衆衛生の確保や有害廃棄物対応を念頭におき、緊急の処理・処分を行うこと。
(腐敗物への優先的対応、有害廃棄物(医療系、アスベスト、PCB等)の所在確認と適正処理を行うこと。緊急度に応じたし尿処理施設等への投入、現地焼却、環境水での洗浄、水産資源などの限定的な海洋投棄などの方法を、関連法令に留意し、衛生環境を確保ながら行うこと)
2. 水環境に配慮した暫定集積場所を定め、一定の分別を行うこと。
廃棄物集積地の早急な決定。腐敗物、可燃物、不燃物、瓦礫、有害廃棄物を混ぜないこと。津波に伴う大量の汚泥など性状が不明の廃棄物の暫定保管と適正処理。火災等を防ぐため大きな堆積物の山を作らないこと。水質・土壌・地下水汚染を引き起こさないように留意。
3. 復旧・復興における資源活用につながるリサイクルを視野に入れること。
震災廃棄物の中に含まれるコンクリートがら、土砂、金属類(自動車を含む)、木屑などを復旧・復興に有用なリサイクル資源として活用。重量物は地域の復旧・復興に、木屑は火力発電所での活用など、広域的なリサイクル。復旧・復興計画の姿を描いたうえで処理計画を策定。
4. 震災廃棄物リサイクルへの地域雇用と広域連携を推進すること。
二次集積場所の選定や分別等方法の具体化。災害廃棄物処理の実施が地域の雇用(国際的には、Cash for Workとして推奨)に繋がるように配慮。処理計画のスムーズな実施のための地域規模・全国での連携。そのための関係者の支援、連携。

1.2 災害廃棄物問題への行政対応の経緯

Progress of Governmental Responses to Disaster Waste Management

Abstract

Disaster waste management was recognized as one of the priority issues at the early stage after the Great East Japan Earthquake. Governmental responses at national, prefectural and municipal level and their relationships were summarized by reviewing reference materials disclosed by governmental institutions and by interviews to officials and experts. Because of severe damages, a number of municipalities sub-commissioned the disaster waste management to prefectural governments. Overviews of the Act on Special Measures for Disaster Waste Management compiled on August 2011 as well as disaster waste management plans adopted in summer 2011 by Iwate and Miyagi prefecture are presented.

1. はじめに

大規模な自然災害の発生時には、膨大な量の災害廃棄物が発生する。災害時においても、明らかに事業活動由来と判定できるものは産業廃棄物となるが、倒壊した建物の瓦礫などは、由来の判定が困難なことから、災害廃棄物は、通常、一般廃棄物として扱われる。廃棄物処理の法令上、一般廃棄物の処理責任は市町村にあるが、処理施設自身が被災したり、施設が被災を免れた場合でも、通常の処理能力を大幅に上回る廃棄物が発生したりするため、その処理責任を被災自治体のみに負わせることが困難な状況が生じうる。

こうした大規模災害時の廃棄物の処理については、阪神淡路大震災やその後の大規模水害などの経験を踏まえ、国の廃棄物行政においても検討が進められてきた。廃棄物行政が旧厚生省所管であった1998年に震災廃棄物対策指針が、東日本大震災の発生の1年前の2010年3月には、広域体制整備の手引き¹⁾が環境省によってとりまとめられていた。広域処理の課題については、本誌では第3部で取り上げる。

こうした検討が行われてきたにもかかわらず、東日本大震災においては、災害規模の甚大さゆえに、既存の行政的な枠組みの中では対応が困難な多くの難題が発生した。発災後の初動以降、特別措置法の制定も含めた対応がとられてきたが、発災後、1年半近くの経過の中で見えてきた課題も少なくない。

本稿では、法令や財政面の制度、国、県、市町村の役割分担や相互関係など、行政の仕組みを念頭におきながら、資料調査と被災地の関係者からのヒアリングによって得た課題をまとめる。

2. 初動期の行政的対応の経緯

2.1 環境省の初動対応

環境省の資料²⁾によれば、同省の緊急災害対策本部設置は3月11日15時半であり、13日12時にはその下に災害廃棄物対策特別本部が設置された。廃棄物の処理の各県をまたぐ広域的総合調整のための体制を整備し、(社)全国都市清掃会議に対し、自治体間協力の現場レベルでの支援の総合調整を要請したとされる。また、翌14日には、特別本部長(政務官)より、各都市及び関係団体に対し、被災市町村の災害廃棄物の処理についての支援が要請されている。

なお、この資料には、発災後数日間の廃棄物分野の種々の課題も記録されており、収集車、仮設トイレなどの機材提供など被災地支援に関する課題のほか、沿岸部への漂流・漂着ごみ、計画停電実施時の施設管理、収集車の燃料確保、処理に必要な薬剤の調達障害の可能性など、津波被災地の災害廃棄物問題以外の種々の課題を概観することができる。

発災5日後の3月16日には、「東北地方太平洋沖地震における環境省の基本的対応方針について」³⁾が発せられている。環境問題全般をカバーする5つの項目の第2に「被災地における生活の回復を図っていく上で、災害廃棄物や海岸漂着物等の迅速な処理は大前提の条件となる。このため、環境省がもつあらゆるネットワークと連携して、その処理を支援する。」という表現で、災害廃棄物への対応が挙げられている。また、この文書の末尾は、「上記支援を環境省として効率的かつ迅速に進めていくには、現地のニーズを的確に把握し、関係府省の地方機関や関係地方自治体と現場レベルで具体的な連携をとっていくことが不可欠である。早急に東北地方環境事務所に現地対策本部を設け、現地における環境省の体制を充実する。」と結ばれている。杉本⁴⁾は、初動期に自治体が現場の支援に駆けつけたのに対し、環境省の方針が曖昧であることを指摘している。関係府省の地方機関や関係地方自治体との現場レベルでの連携の重要性の認識は的確であるが、それが十分に機能したかの検証がさらに重要であろう。

2.2 発災後初期の瓦礫の撤去

発災後の初期段階においては、瓦礫が散乱する被災地での優先事項は生存者の捜索、遺体の収容、道路の確保(啓開)、貴重品の回収などである。自衛隊、ボランティアなども

加わった撤去作業により、瓦礫は一時的には被災現場に集められていたが、その後、多くの自治体で一次仮置場と呼ばれる集積所が定められ、搬出が進められた。被災現場から仮置場への瓦礫の搬出は、市町村ないしその委託を受けた県が主体となって進められているが、発災後初期の現場における瓦礫の撤去、集積は多様な形態で実施されたと考えられる。発災後初期においては、他に優先すべき事項も多いが、現場での分別の程度がその後の処理の行いやすさに大きく影響することから、瓦礫の撤去の方法や分別について、廃棄物行政が早期にどこまで介入すべきか、介入しうるかが、重要な検討課題の一つであろう。

2.3 被害の実態把握に基づく対応

沿岸部の被害状況の実態把握には発災後、一定の時間を要したが、3月17日には、岩手県の廃棄物担当部局から環境省に対し、「沿岸部は壊滅しており市町村は機能できない状況。災害廃棄物の処理は県が実施する」旨の連絡があったことが上記資料に記録されている。その後、実際に市町村から県への委託処理が行われることとなるが、4月4日には、総務省と環境省との連名で、「災害廃棄物処理事務の委託に関する規約例について」という文書が、地方自治法第252条の14第1項の規定に基づく事務の委託を行う場合の雛形として関係県あてに送付されている。

当時、現場でさまざまな課題が生じたことは学会等の対応で既に述べたとおりであるが、そうした技術的助言も参考に、個々の課題への対応に関する方針が次々と国から自治体へ発せられた。それら全てを網羅することは容易ではないが、受け取った被災県側の資料のまとめ⁵⁾において、発災後約1ヶ月間の状況を概観することができる。

技術面ではなく法的な主要課題の例として、私有財産を災害廃棄物として処理するにあたっての所有権の問題があり、国レベルでも法務副大臣と座長とする「災害廃棄物の処理等に係る法的問題に関する検討会議」が3月21日以降、開催されていた。技術面、法制度面の両方にまたがる端的な例としては、被災した冷凍冷蔵倉庫等の水産物の腐敗という問題に対し、海洋汚染防止法に基づく緊急告示を公布し、対象となる廃棄物の海洋投入を可能とした例(宮城県4月7日、岩手県6月17日)がある。

発災後2ヶ月余りを経た5月16日には、「東日本大震災に係る災害廃棄物の処理指針(マ

スタープラン)」⁶⁾が提示され、市街地から撤去された瓦礫の仮置場への搬入後の分別、処理、処分の考え方の大枠が示された。その具体的な運用や実践については第2部以降で詳しく示す。

2.4 法整備による対応

東日本大震災からの応急復旧などを迅速に進めるため、「東日本大震災に対処するための特別の財政援助及び助成に関する法律」が5月2日に公布、施行された。廃棄物関係では、災害廃棄物の処理費用に関する国庫補助率の嵩上げと、廃棄物処理施設の災害復旧費用に関する国庫補助率の嵩上げが該当する。これに関連する政令や補助金交付要綱が同日に定められた。

これによって、災害廃棄物処理費用のほぼ全額を国庫負担とする枠組みが整ったが、さらに、災害廃棄物処理の実務を国が代行できることを定めた「東日本大震災により生じた廃棄物の処理の特例に関する法律案」が7月8日に閣議決定され、「東日本大震災により生じた災害廃棄物の処理に関する特別措置法」という名称で8月18日に公布、施行された。その概要を表1に示す。

この特別措置法では、甚大な被害を受けた

市町村の長からの要請に基づき、国が直接処理を代行することが可能と定められた。一方、前述のとおり、市町村から県への委託という形態での処理が被災後初期から検討されていた。その後、甚大な被害を受けた市町村の処理は国による代行ではなく、県への委託によって行われており、国による代行と県への委託とがこの時期に方針として並立したことが、その後の処理を遅らせる一因とならなかったかどうか、検証が必要であろう。（注：国の直轄による廃棄物処理の代行については、福島第一原発事故への対処のため制定された放射性物質汚染対処特別措置法のもとの「対策地域内廃棄物」の例がある。）。

また、この特別措置法第6条では、「災害廃棄物に係る仮置場及び最終処分場の早急な確保のための広域的協力の要請等」について定めており、これに基づいて、その後推進されることとなるのが、県外での広域処理である。広域処理については、放射性物質汚染問題と関わることから、後に第3部の別報で詳述する。

3. 岩手県、宮城県における計画的処理

東日本大震災による被害は広範囲にわたるが、災害廃棄物の発生量が特に多いのは、岩

手、宮城、福島の3県であり、当初、3県合計で約2300万トンと推計されてきた。これら3県のうち、福島県については、原発事故に伴う放射性物質汚染のために異なる取り扱いがされる場合が多いため、本報告では岩手県、宮城県の2県に焦点をあてる。また、本報では被災後の対応の枠組みのまとめを中心とし、第2部の別報において岩手県、宮城県における現場での調査や関係者からの意見聴取をもとに、両県の災害廃棄物処理における具体的課題の抽出と、その共通点、相違点について整理を行う。

3.1 岩手県における対応

岩手県においては、岩手県災害廃棄物処理対策協議会が設置され、初回は3月29日に開催された。6月20日には第2回会合が開催され、同日付で岩手県災害廃棄物処理実行計画⁷⁾が策定されている。この実行計画は、5月16日の国のマスタープランに沿ったものであり、沿岸12市町村を久慈、宮古、釜石、大船渡の4地域に区分し、災害廃棄物の発生量の推計や、県内の既存施設を活用した処理計画を示している。

基本方針として、

- 1) 地域の復興に寄与する処理
- 2) リサイクルを重視した処理
- 3) 広域処理も活用した迅速な処理

の3項目を掲げ、この時点での推計発生量は可燃物105万トン、不燃物294万トン、津波堆積物約185万トンの計583万トンであった。環境省が国内の一般廃棄物処理施設に設備の余力を照会し、5月11日現在で全国41都道府県の焼却施設から290万トンの受け入れが可能とされていたことが記されているが、これは可燃物発生推計量の2.8倍にも達する。一方、被災地内外の一般廃棄物処理施設、産業廃棄物処理施設の余剰能力を検討し、セメント工場の能力が大きいこと、但し塩素濃度が受け入れ上の制約となるため、除塩装置の必要性の指摘があることが記されている。また、県内の最終処分場の残余容量から、埋立容量の不足を懸念し、県外での広域処理の可能性について言及している。

その後、8月30日の第3回協議会において、詳細計画が示された。詳細計画では、1次仮置場での粗選別、2次仮置場での破碎・選別、その後の県内外での処理・処分のマスマンズが市町村ごとに示され、破碎・選別施設の施設配置例や立地場所などが示されている。その後、仮置場への搬入、処理が進んだこと

表1 東日本大震災により生じた災害廃棄物の処理に関する特別措置法の概要

(1) 国の責務：迅速・適切な処理を図る

国は、災害廃棄物の処理が迅速かつ適切に行われるよう、

- ① 市町村及び都道府県に対し必要な支援を行う。
- ② 災害廃棄物の処理に関する基本的な方針、工程表を定め、これに基づき必要な措置を講ずる。

(2) 災害廃棄物の処理に関する特例：市町村の処理の代行

環境大臣は、震災により甚大な被害を受けた市町村の長から要請があり、

- ① 当該市町村の災害廃棄物の処理の実施体制
- ② 災害廃棄物の処理に関する専門的な知識・技術の必要性
- ③ 災害廃棄物の広域的な処理の重要性

を勘案して必要があると認められるときは、復興庁の長である内閣総理大臣の総合調整の下、関係行政機関の長と連携協力して、当該市町村に代わって災害廃棄物の処理を行うものとする。

(3) 費用の負担等：市町村負担の軽減

- 環境大臣が災害廃棄物の処理を代行する場合、処理に要する費用のうち、市町村が自ら災害廃棄物の処理を行った場合に国が市町村に交付すべき補助金の額を除いた額を市町村の負担とする。
- 国は、市町村が災害廃棄物の処理に当たって負担する費用（国が処理を代行する場合の市町村負担分も含む。）について
 - ① 必要な財政上の措置を講ずる。
 - ② ①のほか、地域における持続可能な社会の構築や雇用の創出に資する事業を実施するために造成された基金の活用による被災市町村負担費用の軽減その他災害廃棄物の処理の促進のために必要な措置を講ずる。

(4) 国が講ずべき措置：6つの措置を明文化

国は、災害廃棄物の処理に関して、

- ① 災害廃棄物に係る仮置場及び最終処分場の早急な確保のための広域的協力の要請等
- ② 再生利用の推進等
- ③ 災害廃棄物処理に係る契約の内容に関する統一的指針の策定等
- ④ アスベストによる健康被害の防止等
- ⑤ 海に流出した災害廃棄物の処理指針の策定とその早期処理等
- ⑥ 津波堆積物等の災害廃棄物に係る感染症・悪臭の発生の予防・防止等の必要な措置を講ずる。

から、災害廃棄物発生量の見直しが行われ、2012年5月21日に第4回協議会を開催して、詳細計画の改訂版(総量525万t)が策定された。

3.2 宮城県における対応

宮城県では、災害廃棄物処理対策協議会が設置され、2011年4月13日に開催された初会合では、県内の災害廃棄物の総量について、1550～1820万tとの推定値が示されている。これより先立つ3月28日に示された「宮城県災害廃棄物処理の基本方針」⁸⁾では、市町村からの事務委託により、県が処理を行うことも想定しており、また、この時点で、5000t/日規模の破碎施設、200t/日×6基の焼却施設を有する大規模な仮置場のイメージ図が既に示されている。

これを踏まえた5月30日付の「宮城県災害廃棄物処理指針」⁹⁾では、災害廃棄物の区分、一次仮置場、二次仮置場における処理フロー、市町村と県との役割分担などが示されている。なお、この時点で二次仮置場は県内に数か所程度設置の予定とされているが、設置場所や施設の詳細はこの時点では未定であった。

その後、より具体的な計画として、7月に宮城県災害廃棄物処理実行計画¹⁰⁾がとりまとめられている。被害の比較的小さい市町村では単独で処理を行うが、単独の市町では処理が困難な沿岸部については、地域ブロックごとに事業者からの提案を公募する形での処理を行うことが示された。市町からの事務委託によって県が処理を担当する地域ブロックとして、気仙沼、石巻、宮城東部、亶理・名取の4ブロックとされた。この時点で、ブロックごとの二次仮置き場の候補地が示されているが、変更・追加がありうるとされており、実際、最終的な施設配置は多少異なっている。

その後、宮城県下では、これらブロックごとに複数の事業者からなる共同企業体(JV)によるプロポーザル公募を経て処理計画の詳細が順次決定された。2012年7月には、被災地に散乱した廃棄物の仮置き場への集積がほぼ完了し、ブロックごとの処理業務の発注が完了したとして、宮城県災害廃棄物処理実行計画(第二次案)がとりまとめられた。なお、2012年5月段階で、宮城県の災害廃棄物の発生量が大幅に下方修正されており、当初の1500～1800万トンとの見直しに対し、実行計画第二次案での最新推計は1252万トン、うち宮城県が委託によって処理する量が683万トンとされている。

3.3 仙台市における対応

宮城県内のうち、仙台市については、政令指定都市として平常時から他の市町村とは行政の所掌範囲が異なっており、災害廃棄物の処理計画においても宮城県とは別の体系となっている。したがって、岩手、宮城2県というとらえ方は不正確であり、岩手県、仙台市以外の宮城県、仙台市という3区分で整理するほうがよりの確である。

仙台市においては、前報で紹介した廃棄物資源循環学会のタスクチームが初動段階から現地での活動に参画しており、その成果は同学会がとりまとめた災害廃棄物分別マニュアルにも反映されている。仙台市の初動対応は早く、発災4日後の3月15日には各区1カ所の仮置場が開設され、3月末には他の自治体の二次仮置場に相当する3カ所の搬入場での受入が開始されている。3炉の仮設焼却炉の設置は4月に決定され、5月に発注されている。そのうち2炉は9月の試運転の後、10月から本格運転に入り、残る1炉も12月には稼働している¹¹⁾。

仙台市においても、沿岸部の津波被害は甚大で、内陸部でも地震動によるかなりの被害があったが、行政機能が壊滅的に損なわれるには至らなかったこと、また、政令指定都市である仙台市は、他の市町村に比べて行政組織の規模と権限が格段に大きいことが、こうした初動対応を可能としたと考えられる。なお、宮城県がとりまとめている全壊、半壊等の区分別の建物被害棟数と災害廃棄物の発生量との関係が、仙台市とそれ以外の宮城県とでは大きく異なる。今後、こうした点の確認も必要であろう。

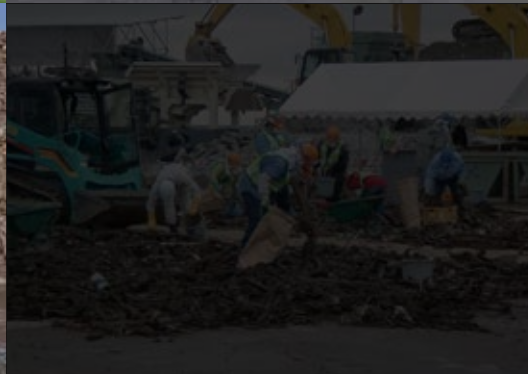
4. まとめ

災害廃棄物処理を第一義的に担う主体である市町村の行政機能が損なわれる状況の中、国、県レベルの行政において、初動以降、どのような対応がとられてきたかを整理した。市町村に代わって災害廃棄物処理の実務機能を県や国が代行すべきことは早期から認識されていたが、それを具体的にどのような方法で進めるか、国、県、市町村の間でどのように役割分担を行うか、それを制度面でどのように整理するかについては、契約手続などの会計処理上の問題も含め、必ずしも円滑ではない面があったことが垣間見える。廃棄物問題以外の発災後の初動期の問題への対応や、平時における廃棄物問題への対応も念頭におきながら、国、県、市町村という3

レベルの階層構造に起因する問題点について、行政学的な視点も含めた再検討を行うことが今後の課題である。[5]

参考文献

- 1) 環境省:災害廃棄物処理に係る広域体制整備の手引き、2010
<http://www.env.go.jp/recycle/report/h22-02/index.html>、(2012年8月6日閲覧)
- 2) 環境省:東日本大震災について(随時更新)、<http://www.env.go.jp/jishin/taiou1208031630.pdf>、(2012年8月6日閲覧)
- 3) 環境省:東北地方太平洋沖地震における環境省の基本的対応方針について、2011
<http://www.env.go.jp/jishin/kihon-hoshin110316.pdf> (2012年8月6日閲覧)
- 4) 杉本裕明:環境省の大罪、PHP研究所、2012
- 5) 宮城県災害廃棄物処理対策協議会:第1回宮城県災害廃棄物処理対策協議会資料<環境省提供資料>、平成23年4月13日
<http://www.pref.miyagi.jp/shinsaihaitai/kyougikai/> (2012年8月6日閲覧)
- 6) 環境省:東日本大震災に係る災害廃棄物の処理指針(マスタープラン)、2011
http://www.env.go.jp/jishin/attach/haiki_masterplan.pdf (2012年8月6日閲覧)
- 7) 岩手県:岩手県災害廃棄物処理実行計画～岩手県における災害廃棄物処理の基本的考え方～H23.6.20
<http://ftp.www.pref.iwate.jp/view.rbz?nd=4406&of=1&ik=1&pnp=50&pnp=2648&pnp=4406&cd=33428>
- 8) 宮城県環境生活廃棄物対策課:災害廃棄物処理の基本方針、2011
http://www.pref.miyagi.jp/shinsaihaitai/pdf/20110328_masterplan.pdf
- 9) 宮城県環境生活部:災害廃棄物処理指針、2011
http://www.pref.miyagi.jp/shinsaihaitai/pdf/20110530_shishin.pdf
- 10) 宮城県:宮城県災害廃棄物処理実行計画(第1次案)－災害廃棄物処理の基本的考え方－、2011
www.pref.miyagi.jp/shinsaihaitai/pdf/20110804_shorikeikaku-1.pdf
- 11) 仙台市における震災廃棄物(がれき)の処理状況
http://www.city.sendai.jp/sumiyoi/gomi/shori/_icsFiles/afieldfile/2012/05/11/sinsai_shori_01.pdf



Part 2

第二部 沿岸部の事例

Cases along Coastal Area



2.1 岩手県南部を中心とする災害廃棄物処理状況調査

On-site Investigation of Disaster Waste in Southern Iwate Area

Abstract

Real practices of disaster waste management have been investigated by site visit to coastal area damaged by Tsunami, focusing on Rikuzen-takata city in Iwate prefecture. A series of processes were reviewed, by on-site observation, including removal of tsunami debris from damaged area, transportation of debris to primary stockyards, sorting and crashing at secondary stockyards, desalination as pre-treatment and thermal treatment by cement kiln. The record of visits to neighbor municipalities including Kamaishi city, where a shut-down melting furnace was restarted, were also summarized.

1. 背景

本稿を含む本出版物は、東日本大震災の発生に対応して、GCOE プロジェクト「都市空間の持続再生学の展開」S部会の活動の一環として提案・実施した「災害廃棄物問題への初動対応の検証と中長期的な問題対応力改善への提言」の成果報告である。一方、東京大学全学において、東日本大震災に関する救援・復興に係るプロジェクトが募られたことから、筆者らは「資源循環・水を切り口にした都市空間の持続再生学のフィールド展開」を登録した。この登録プロジェクトは、「大震災によって、上下水道や廃棄物処理等の都市環境関連施設においても多数の基礎自治体がその機能に支障をきたしていることから、水処理、廃棄物処理・資源循環分野における被災地の現場の問題解決を学の立場から支援すること」を内容とし、被災地の県および基礎自治体（岩手県を中心とすることを想定）を活動場所として提案した。東京大学救援・復興支援室プロジェクトとして公開したところ、陸前高田市で支援活動を行っている団体から、汚水や廃棄物に関連する公衆衛生上の課題について相談が寄せられた。これを契機として、本課題では陸前高田市を中心に、これと隣接する岩手県南部～宮城県北部の沿岸部を主たる調査対象地域とした。

2. 現地調査とヒアリング調査の概要

2011年度の事例調査では、岩手県の市町村の中で発生推計量が最も多い陸前高田市を中心として、その周辺市町村（大船渡市、釜石市、大槌町、宮城県気仙沼市）を対象に、災害廃棄物の撤去および選別に関する現地調査と、市町村の担当者に対するヒアリング調査を実施した。また、被災地周辺において大量の災害廃棄物が処理可能な既存施設として、大船

渡市に立地するセメント工場の被災・復旧状況と、震災前に停止していた釜石市の清掃工場（ガス化溶融炉）の再稼働状況の現地調査を実施し、それらにおける災害廃棄物の受入可能性について、現場の担当者などに対してヒアリング調査を実施した。

一方、津波による被災状況や災害廃棄物の発生・処理状況は地域によって多様であると考えられることから、2012年度には、沿岸部の全市町村の中で災害廃棄物の発生量が最大とされる宮城県石巻市や、早期から他都県との間での広域処理が実施されてきた岩手県宮古市などを調査対象に加えた。

以上の現地調査とヒアリング調査の概要は表1に示したとおりである。また、調査対象とした市町村の位置については、図1の地図を参照されたい。

本章では、まず陸前高田市における事例調査から、市町村における災害廃棄物の撤去および仮置場での選別に関する経緯と状況（2012年3月時点）、そこから明らかになった課題について述べる。次に、太平洋セメント大船渡工場におけるセメントキルンの復旧および災害廃棄物の処理に関する経緯と状況、

および今後の受入可能性と課題について述べる。また、釜石市栗林町の旧釜石市清掃工場（ガス化溶融炉）の再稼働までの経緯と、災害廃棄物の受入に関する状況と課題について述べる。

3. 陸前高田市における災害廃棄物と仮置場

現地調査とヒアリング調査において市町村の担当者から得た情報と、岩手県や環境省から公表されてきた資料を総合し、陸前高田市で発生した災害廃棄物の処理の主要な経緯と課題をまとめる。

環境省による災害廃棄物の発生量推計によると、陸前高田市は1,482千トンと岩手県の市町村の中で最大であり、県の総発生量の約28%を占める¹⁾。第3回の調査（2011年10月末）を実施した時点での発生推計量は1,016千トン（県の総発生量の約21%）であり、その100%が仮置場に搬入されたものとされていた²⁾。しかし実際には、この段階では損壊した建築物の解体に伴う廃棄物の発生量推計が不十分であることは、すでに市の担当者には認識されていた。また、災害廃棄物への土砂（津波堆積物）の混入も、当初の推計より

表1 災害廃棄物処理に関する現地調査とヒアリング調査の概要
(2011年度～2012年8月)

	期日	調査先	調査目的	調査者
第1回	2011年 7月5日・6日	陸前高田市役所、避難所 瓦礫の一次仮置場、市街地	市長面会 被災状況、瓦礫の撤去状況	山本、森口
第2回	8月2日・3日	岩手県庁 太平洋セメント大船渡工場 陸前高田市役所 瓦礫の一次仮置場、市街地	セメントキルンの復旧状況と 災害廃棄物の受入可能性 被災状況、瓦礫の撤去状況	山本、森口、 北垣
第3回	10月30日・31日	陸前高田市役所 瓦礫の一次仮置場 二次仮置場（破砕・選別施設）、 市街地、仮設住宅	被災状況、瓦礫の撤去状況 仮設住宅の居住環境	山本、森口、 中谷
第4回	2012年 2月27日	岩手県庁	災害廃棄物処理の進捗状況	森口
第5回	3月14日・15日	太平洋セメント大船渡工場 陸前高田市役所 旧釜石市清掃工場 市街地（陸前高田市、大船渡市、釜石市、大槌町、気仙沼市）	セメントキルンの復旧状況と 災害廃棄物の受入可能性 溶融炉の再稼働状況と災害廃棄物の受入可能性 被災状況、瓦礫の撤去状況	森口、中谷
第6回	5月23日	石巻市 （宮城県石巻ブロック処理事務所）	宮城県の処理計画の進捗 二次仮置場・選別施設の稼働 状況の調査	森口
第7回	7月23・24日	陸前高田市役所 沼田地区二次仮置場 小友地区一次仮置場	災害廃棄物処理の進捗状況 災害廃棄物、津波堆積物の、 集積・選別・処理状況調査	森口
第8回	8月2日・3日	石巻市 女川町、南三陸町、気仙沼市、 大槌町、山田町 宮古市	宮城県の処理計画の進捗 施設の稼働状況調査 一次仮置場、二次仮置場予定 地の調査 仮置場、選別施設調査 市長面会	森口

国土地理院地図 平14版 第149号



岩手県

国土地理院地図 平14版 第149号



宮城県

図1 調査対象地域 (KenMap V9.0により作図)

も実際の発生量が大きくなる要因となった。

陸前高田市においては、市街地の主要部分が広範囲にわたって壊滅的な被害を受け、流出を免れた鉄筋コンクリート造や鉄骨造の一部の堅牢な建築物も大きく損壊している（図2、図3）。

また、市街地の中心部から南西方向に位置する長部地区において漁港や水産加工工場が被災したことから（図4）、流出した水産物が時間の経過とともに腐敗し、蠅の大量発生を招いた。

図4 陸前高田市の沿岸部で被災した水産加工工場（再建中）
(2011.10.31撮影)図5 陸前高田市の二次仮置場に搬入された災害廃棄物
(2011.10.31撮影)図2 陸前高田市沿岸部で被災した共同住宅
(2011.10.31撮影)図3 未解体のまま残された陸前高田市の被災病院
(2012.3.15撮影)

この問題に対処するために、市から県に対して仮設焼却炉の設置などによる現地での早急な処理の要望もあったが、県の計画では隣接する大船渡市（図1参照）に立地するセメント工場における処理を主体とすることが決定されていたため、仮設焼却炉は設置されなかった。この水産物が混入した瓦礫については、破碎・選別施設が同地区に仮設され、後述するセメント工場における焼却処理の開始とともに搬出されることで改善をみた。

陸前高田市では、6つの被災エリア（長部、気仙川西、高田、米崎、小友、広田）で発生した災害廃棄物に対し、5箇所（的場、森の前、野外活動センター跡、曲松、小友浦）の一次仮置場と1箇所の二次仮置場（沼田地区）が設置されている（注：廃棄物資源循環学会³⁾による呼称では、一次仮置場を「仮置場」、二次仮置場を「集積所」としている）。当初は、上記の5箇所に加えて広田地区にも一次仮置場が設置されていたが、現在では小友地区の一次仮置場に併合されている。仮置場の立地場所は、浸水区域外に適当な公共用地がなかったため、瓦礫を優先的に除去した上で沿

図6 篩選別による可燃物と土砂の分別
(2011.10.31撮影)図7 手選別による可燃物からの繊維類の分別
(2011.10.31撮影)

岸部の公共用地が選定されることとなった。災害廃棄物の発生推計量〔千トン〕当たりの仮置場面積は0.056 haであり（環境省¹⁾をもとに推計）、岩手県の被災市町村の平均0.050 haと比較しても、比較的広い土地を確保できている。

陸前高田市の二次仮置場に設置された破碎・選別施設における作業フローは、おおよそ以下のようなものである（2011年10月末時点）。まず、一次仮置場から搬入された災害廃棄物は、重機によってコンクリート殻や金属屑などを選別した上で（図5）、篩選別（トロンメル）によって木屑を主成分とした可燃物と土砂に分別される（図6）。

次に、木屑を主成分とした可燃物から、手

選別によって繊維類が分別される（図7）。陸前高田市の災害廃棄物は主にセメントキルンにおいて処理されることから、津波の海水に由来する塩素濃度の上昇や、原発事故に由来する放射性物質の付着が懸念される繊維類は除去する必要がある。また、選別された木屑のチップ化において破碎機の妨げとなることも、繊維類の除去が必要な理由となっている。

木屑を主成分とした可燃物は、破碎機でチップ化され（図8、図9）、太平洋セメント大船渡工場まで海運によって輸送される。この搬出が円滑に進まなければ、一次仮置場から二次仮置場への搬入も停滞することになるが、セメントキルンでの処理が本格化していた2012年3月時点で、既に大量の木屑チップ

が二次仮置場に留め置かれている状況であった。（図10）

2012年7月時点では、二次仮置場における破碎・選別済みの可燃物、不燃物の量がさらに増えており、セメントキルンへの輸送を待つ「在庫」がさらに拡大している状況であった。（図11）

木屑以外の布団などの繊維類や量などの可燃物については、陸前高田市を含む岩手県南部の3市2町共同による熔融炉（岩手沿岸南部クリーンセンター）が釜石市に立地しており、この熔融炉への搬入・処理が2012年3月1日に開始されている。その他の主要な災害廃棄物のうち、廃自動車については2011年の夏季には数箇所の集積所があったが（図12）、

その後、大部分が搬出されている。

ただし、2012年3月時点においても、市街地から撤去されずに放置されているものも散見された。

4. セメントキルンを活用した災害廃棄物処理

陸前高田市および大船渡市の災害廃棄物は、破碎・選別施設（二次仮置場）で可燃物を選別した後、太平洋セメント大船渡工場に船で搬入され（図13）、セメントキルン（1号キルンおよび5号キルン）を活用して処理されている。2011年5月17日から高台側に位置する5号キルンでの試験焼却を実施し、6月22日には本格的な災害廃棄物の焼却を開始している。ただし、この段階ではセメント生産は行わず、あくまで災害廃棄物の処理のためにセメントキルンを活用している状況であった。11月4日からは5号キルンでセメント生産を開始し、災害廃棄物の処理も単純焼却からセメント資源化へと移行した（図14）。

津波による浸水を受けた地区に位置する1号キルンでは2011年12月1日から災害廃棄物の焼却を開始した。第5回の調査（2012年3月）の時点ではセメント生産には移行していなかったが、その後、6月末に生産を再開した。2014年3月末までに、セメントの品質に影響を与えない上限として、合計800千トンの災害廃棄物を受け入れる予定とされている。

セメントキルンを用いた処理では、木造建築物などに由来する木屑と、津波堆積物の土砂などに由来する不燃物の両方を受け入れられることが大きな利点であるが、海水に由来する塩分が製品（セメント）や設備に悪影響を及ぼすことが課題である。このため、セメント工場への搬入にあたって、水洗による除塩のための前処理設備の整備が課題となった。第2回の調査（2011年8月）の時点では、陸前高田市の二次仮置場（破碎・選別施設）



図8 破碎機による木屑を主成分とした可燃物のチップ化（2011.10.31撮影）



図11 次仮置場で船積み搬出を待つ可燃物チップ（右）、篩分け後の不燃物（左）の在庫（2012.7.25撮影）



図9 チップ化された災害廃棄物の木屑（2011.10.31撮影）



図12 被災自動車の仮置場（曲松地区）（2011.7.6撮影）



図10 破碎、選別後の可燃物チップの在庫（2012.3.15撮影）



図13 陸前高田市から大船渡工場に船で搬入された破碎・選別済みの可燃物（2012.3.15撮影）



図14 太平洋セメント大船渡工場の5号キルン（2012.3.15撮影）

に除塩施設を整備する案も検討されていたが、最終的には除塩施設はセメント工場の敷地内に整備されることとなった（図15）。第5回の調査（2012年3月）の時点では、処理能力は500トン/日であり、除塩の処理はセメント資源化される可燃物に限定されていた。なお、除塩設備を仮置場側で整備する場合に懸念されていた排水処理や汚泥処理に対しては、排水処理後の汚泥のセメント資源化が実施されている。

実際に搬入される「可燃物」は、木屑が主成分のものから津波堆積物の土砂の割合が多いものまで、成分は多様である。塩分濃度にもバラつきがあり、1,000ppmの受入基準に対して10,000ppmを超える塩分濃度の可燃物が搬入されることもあり、セメントの品質保持のために除塩は欠かせないものとなっている。

5. 釜石市の災害廃棄物とガス化溶融炉の再稼動による処理

釜石市の清掃工場（旧釜石市清掃工場）は、1979年に稼動を開始した新日鉄エンジニアリングによる全国初のガス化溶融炉で、震災直前の2010年12月に稼動を停止していた⁴⁾。その後、釜石市の一般廃棄物は、大船渡市、陸前高田市、大槌町、住田町の一般廃棄物とともに前述の岩手沿岸南部クリーンセンターにおいて処理されていたが、震災発生を受けて旧釜石市清掃工場に再稼動の要請があり、新日鉄エンジニアリングの確認作業を経て、2012年2月に1号機、3月には2号機が再稼動した（図16）。処理能力は100トン/日であり、釜石市の災害廃棄物820千トン¹⁾のうち、2014年3月末までに約60千トンの可燃物を処理することが予定されている。

搬入される可燃物は、2箇所の二次仮置場において篩選別と簡易な磁選別によって土砂や金属を除去した木屑が主成分であるが（図



図16 再稼動した旧釜石市清掃工場の溶融炉
(2012.3.14撮影)



図17 旧釜石市清掃工場に搬入された災害廃棄物
(2012.3.14撮影)

17)、処理後の灰分率は10～20%であり、一般廃棄物を溶融炉で処理した際の6%程度と比較すると高い。このことから、仮置場での選別では完全な不燃物の分別が困難であることが分かる。

二次仮置場には、篩選別によって分別された20mm以下の土砂が大量に残されている（図18）。これは災害廃棄物の50%程度（重量比）を占めるが、微細な木屑も混入していることから埋立処分に適さず、その処理が課題となっている。また、分別された布類やプラスチック類のバールも仮置場に残された状態であるが（図19）、これらについては旧釜石市清掃工場での焼却処理が試行されている。



図19 釜石市の仮置場で分別された布類とプラスチック類のバール
(2012.3.14撮影)

6. 事例調査から得られた災害廃棄物処理の課題

以上の事例調査を通して、災害廃棄物の撤去・選別から処理に至るまでの過程での課題が明らかになってきた。ここでは、特に以下の4つの課題について述べる。すなわち、①仮置場の立地選定に関する課題、②津波堆積物を含めた発生量推計に関する課題、③仮置場に搬入された災害廃棄物の迅速な処理に関する課題、④災害発生直後の迅速な情報伝達に関する課題である。

仮置場の立地選定に関しては、陸前高田市の事例ではひろがりのある平地部を有し、そのことが甚大な被害をもたらした一方で、仮置場のスペースは比較的確保しやすい状況にあった。2011年7月の第1回調査時点では二次置場の設置場所は未定であったが、大規模な一次仮置場の一つから近い地区での二次仮置場の設置、造成が8月には着手されていた。また、市域主要部が壊滅的な被害を受けたため、仮設住宅の設置地域と仮置場とが近接しておらず、他の被災地域と比較して、仮置場の瓦礫の山と生活の場が隔離しやすい状況にあった。仮置場の確保のしやすさは地域差が大きいと考えられる。

災害廃棄物の発生量推計においては、国の集計では津波堆積物が当初の推計が過小評価となる大きな要因となっていたが⁵⁾、県の推計では当初から計上されていた。市、県、国による推計範囲の相違やこれに伴う推計値の相違は、とくに広域処理の必要量の算定に複雑な影響を及ぼしてきており、推計手法自身の改善とともに、推計値相互の整合性の確認が重要であろう。陸前高田市において選別された土砂は、想定された発生量の2.5倍に達するという報道もある⁶⁾。これまでの災害廃棄物の発生量予測においては、建築物に由来する廃棄物発生量については、被災範囲に存



図15 太平洋セメント大船渡工場の除塩施設
(2012.3.15撮影)



図18 釜石市の仮置場で分別された20 mm以下の災害廃棄物
(2012.3.14撮影)

在する建築物の戸数や床面積をもとに、原単位を乗じることで求める方法が一般的である⁷⁾。今回の震災では、津波による被災範囲を航空写真などから判定し、範囲内の建築物の蓄積量からの推計が試みられてきた。しかし、こうした方法では土砂の混入まで考慮することは難しく、今回の震災で得られた知見も活用しつつ、より正確な推計方法の確立が求められる。

陸前高田市では、埠頭に設置された二次仮置場（破碎・選別施設）から、海運によって災害廃棄物の搬出が行われている。ただし、搬出量はセメント工場での受入量の制約に依存するため、二次仮置場で大量の可燃物を抱えることによる自然発火火災などの問題を避けるためには、一次仮置場から二次仮置場への搬入にも制約が生じうる。発災から1年経過した時点で、市街地からの撤去と一次仮置場までの搬入は概ね完了していたが、依然として一次仮置場には災害廃棄物が大量に残されている状況であった。どの段階が制約（ボトルネック）となっていたかの検証が必要であろう。

また、津波堆積物の土砂は、破碎・選別施設（二次仮置場）において分別された後の処理方法についても課題を残した。仮置場からの早期の搬出は、木屑やコンクリート殻などを含めた災害廃棄物全般に共通する課題であるが、それらはセメントキルンでの処理や路盤材としての再利用などが計画されているのに対して、土砂などの不燃物に関しては、県内での復興資材としての再生利用は検討されているものの^{8),9)}、具体的な処理方法が決まるまでの時間を要し、後に触れる広域処理量の見積もりに大きな影響を与えてきた。他にも、布団や衣類などの繊維類や畳などは、塩分や放射性物質の付着が相対的に多いことからセメントキルンでの受入が困難であり、迅速な処理を妨げる一要因となっている。

一方で、環境省が定めた2014年3月末という災害廃棄物処理の目標期限と、セメント工場を含めた現地（県内）における処理能力の制約から、災害廃棄物の広域処理が求められてきた^{8),9)}。ここで、後者は現実的に動かしがたい制約となることは避けられないが、前者の制約については、その必要性を検討する余地はあるとの声を現地でも聞くことがある。市街地に残された災害廃棄物が、住民の生活や被災地の復興に支障を与える場合があることは論を俟たない。しかし、陸前高田市のように沿岸部の公共用地に設置された集積

所（二次仮置場）に関する限りは、腐敗性の廃棄物や火災の危険性に対する適切な管理を前提とすれば、多少長い期間の置ききによって大きな支障があるとは限らない。目標期限が緩和されれば、現地の処理施設をより有効に活用できる。

最後に、国や県からの通知や学会など専門家からの助言は、震災の発生直後から寄せられてきたが、庁舎の被災のために日常業務に大きな支障がある状況下では、こうした文書の授受も容易ではない状況があったと考えられる。指針や技術的知見を現場に行き渡らせることができていたかどうか、より迅速かつ的確に現地に知見を届けて円滑な災害廃棄物処理を支援する手段がなかったかどうかについては、今後に備えるために検証すべき課題の一つである。❶

引用文献

- 1) 環境省：「沿岸市町村の災害廃棄物処理の進捗状況」（2012年5月21日）
- 2) 環境省：「沿岸市町村の災害廃棄物処理の進捗状況」（2011年10月25日）
- 3) 廃棄物資源循環学会：「災害廃棄物の分別・処理フロー」『災害廃棄物分別・処理実務マニュアル—東日本大震災を踏まえて』、pp. 52-53、ぎょうせい、2012
- 4) 新日本製鐵HP：「新日鉄エンジニアリング 釜石市災害廃棄物溶融処理委託業務を受注」、http://www.nsc.co.jp/CGI/news/whatsnew_detail.cgi?section=0&seq=00021057（2011年10月7日）
- 5) 環境省：「災害廃棄物推計量の見直し及びこれを踏まえた広域処理の推進について」（2012年5月21日）
- 6) 岩手日報HP：「土砂山積み、復興の足かせ 陸前高田は想定の2.5倍」、http://www.iwate-np.co.jp/cgi-bin/topnews.cgi?20120515_3（2012年5月15日）
- 7) 廃棄物資源循環学会：「災害廃棄物の発生量の予測」『災害廃棄物分別・処理実務マニュアル—東日本大震災を踏まえて』、pp. 50-51、ぎょうせい、2012
- 8) 環境省：「災害廃棄物の広域処理」、http://kouikishori.env.go.jp/material/pdf/koiki_mat20120521b.pdf（2012年5月21日）
- 9) 環境省HP：「広域処理情報サイト：現地の状況」、<http://kouikishori.env.go.jp/conditions/>（2012年6月6日閲覧）

2.2 地域間の対比を交えた災害廃棄物処理の課題

Similarities and Dissimilarities of Challenges across Regions

Abstract

Disaster waste management is a common priority issue for coastal municipalities damaged by tsunami. However, their actual waste management practices vary considerably because of the diversity in their geographical and social conditions. This article aims to characterize similarities and dissimilarities in disaster management practices in Iwate prefecture and Miyagi prefecture, based on site visits to primary and secondary stockyards and by interviews to local authorities. One of the foci was put on the case of Ishinomaki city, where largest volume of disaster waste in Miyagi prefecture was generated.

1. はじめに

GCOE プロジェクト「都市空間の持続再生学の展開」の一環として提案・実施した「災害廃棄物問題への初動対応の検証と中長期的な問題対応力改善への提言」では、陸前高田市をはじめとする岩手県沿岸南部地域を主たる対象地域として、現地調査、現地関係者や行政担当者からのヒアリング、資料調査等によって、災害廃棄物の処理の実態を明らかにしてきた。調査を進める中で、災害廃棄物処理においては被災地全体に共通する課題が多い一方、地域ごとにかなり事情が異なることも明らかとなってきた。これは、地勢などの自然的要因によって、津波の被害の様相自身や廃棄物の仮置き、処理のための用地確保の困難さが異なるうえ、地域をとりまく社会的要因によっても対応体制が異なるためと考えられる。そこで本稿では、岩手県と宮城県との県レベルでの対応の相違にも目を向けながら、災害廃棄物処理における課題の地域差についてまとめる。宮城県においては、石巻市を中心にとりあげ、岩手県では既に述べた陸前高田市とその隣接地域のほか、宮古市を事例対象とした。

2. 石巻地区の災害廃棄物処理

2.1 概況

環境省の推計¹⁾によれば、石巻市の災害廃棄物発生量は、宮城県内のみならず東日本大震災の被災地全体を通じて、一市町村としては最大である。なお、岩手県の市町村では陸前高田市が最大であり、これら両市に着目することは、災害廃棄物処理の主要な課題を抽出するうえで有用である。但し、地域差が大きいことから、これら2市だけでは見逃されやすい問題があることは言うまでもない。なお、石巻市やこれと隣接する女川町を含む「石

巻ブロック」で発生した災害廃棄物については、第3部で触れる県外での広域処理の主たる検討対象とされてきたため、全国的にも注目を集めてきている。

平成の大合併で旧石巻市に加え周辺6町が市域に加わったこともあり、石巻市は沿岸部の市域が広く、地勢的にもいくつかの地域に分かれる。図1に示すとおり、人口・産業活動が集積し、南側が海に面する市街地中心部のほか、市域北部の北上川流域～河口部（旧北上町）、リアス式海岸の旧牡鹿町・旧雄勝町地域など、多様な地域から構成されている。一次仮置場の数は20か所以上にわたり、学校の敷地や隣接地を充てた箇所も複数存在する。

2.2 石巻市における仮置き状況

一次仮置場として比較的大規模な用地が確保された自治体では、撤去、搬入段階での分別、仮置場内での選別、破碎などが行われているが、用地の制約から、石巻市の主要な仮置場では、混合廃棄物のまま積み上げられている事例が多い（図2、図3）。仮設住宅と近接し、学校と隣接する地区の仮置場では、混合廃棄物のままフレキシブルコンテナバッグ（フレコン）に詰めている例も見られた（図4）。なお、このフレコン詰め混合廃棄物は、2012年8月から県内南部の亶理地区の二次仮置場への搬出、処理に着手されたことが報道されている³⁾。

一方、被災後1年余りが経過した時点でも、搬出が進んでいない自動車の仮置場も見られた（図5）。

また、後に述べる雲雀野地区の二次仮置場の用地の一部は当初一次仮置場として利用されており、二次仮置場の設置後も、隣接地で一次仮置きが継続している。



図1 石巻市の仮置場の分布（出典：宮城県資料²⁾）



図2 石巻市における混合廃棄物の仮置きの例
(日和山から川口町方面を2012.5.23撮影)



図3 未選別の災害廃棄物の仮置きの例
(石巻市南境地区にて、2012.5.23撮影)



図4 フレコン詰め混合廃棄物の集積状況
(石巻市南境地区にて、2012.5.23撮影)



図5 被災した自動車の仮置場への集積状況
(石巻市南境地区にて、2012.5.23撮影)

2011年夏以降、大規模な一次仮置場では、有機物の微生物分解によるガス発生、自然発火事故が発生したため、この一次仮置場でもガス抜き管の設置が見られた（図6）。

なお、この仮置場では、畳が分別集積されており、発火防止のための切り返しが行われてきているが、劣化が進んでいる状況が見て取れた。早期の処理が求められる廃棄物の例である（図7）。

2.3 災害廃棄物の発生・処理量とその見直し

石巻市の災害廃棄物発生量（津波堆積物を除く）は、当初、環境省推計⁴⁾で616.3万トン、宮城県推計⁵⁾で538.3万トンとされてきた。これらはいずれも浸水区域の範囲に存在する建造物から推計したものである。その膨大さゆえに、二次仮置場や破碎・選別施設、仮設焼却炉の用地確保、施設設置においても、今回の震災廃棄物処理の中でも最大規模の対応が必要と考えられてきた。

災害廃棄物の発生量推計の不確実さについては北垣が別報で詳述しているが、宮城県分については、2012年5月に大幅な見直しが行われた。宮城県の発表資料⁶⁾によれば、石巻ブロック（石巻市、東松島市、女川町）の県受託処理量は、685万トンから312万トンに大きく下方修正された。但し、これは市町に

よる独自処理分を含まない数値である。石巻市の独自処理分は2012年7月の県の処理計画の第二次案²⁾によれば72万トンであり、独自処理分を加えた石巻ブロック3市町の発生量は577万トンと集計されている。一方、この見直し後の環境省の6月末現在¹⁾の3市町の合計値は558万トンで、2011年10月段階⁴⁾での826万トンと比べると約3分の2に下方修正され、このうち石巻市分は616万トンから446万トンに修正された。宮城県資料⁶⁾では、県受託分の発生地別内訳は明示されていないが、2012年7月の最新値²⁾322万トンの全てが石巻市分としても、市独自処理分72万トンを加えた総量は400万トン未満であり、環境省推計よりさらに少ない。県の発表値と環境省の発表値の相違、石巻市分と石巻ブロック分（3市町合計）の相違、発生総量とそのうち県受託分の相違という3つの相違要因があることから、数値が錯綜しやすいが、石巻市分、周辺市町分とも発生量が下方修正されたのに対し、独自処理分は一定程度確保された結果、県の受託処理分が半減以下と大きく修正される結果となっている。

2.4 宮城県のブロック別処理

宮城県では県内を気仙沼、石巻、宮城東部、亶理名取の4ブロックに分け、市町村から委託された災害廃棄物の二次仮置き、破碎・選別、仮設焼却炉による処理を行っている。なお、仙台市及びこれと隣接する利府町、その北に位置する松島町はこれらブロックに属さない独自処理を行っている。（図8）

宮城県では、ブロックごとの二次仮置き以降の処理を担う事業者を、企画提案の公募に

よって決定する方式を採用している。施設用地の確保などの準備の進捗の相違から、公告、受託業者との契約、施設の建設、運転開始の進捗はブロック間でかなり異なる。また、ブロック全体の処理を一つの施設で担う場合と、ブロック内を処理区に分割してより小規模な施設で処理を行う場合がある。石巻ブロックは県内で最も早く2011年7月に入札公告され、9月に契約がなされている。また、処理区に分割されておらず、規模は最大である。

なお、最も遅れた気仙沼ブロック気仙沼処理区の契約は2012年5月であり、2012年8月初旬時点では、予定地の一つはまだ更地の状況であった。

2.5 石巻ブロック二次仮置場の処理事例

石巻ブロックでは、石巻港の雲雀野地区の用地に二次仮置場を設置し、破碎、選別、洗浄、焼却等の処理を行っている。

災害廃棄物の量の推計や処理計画の立案上は、可燃物、不燃物などに区分されているが、現実に発生している災害廃棄物には、可燃分と不燃分が混ざった混合物が大きな割合を占めている。可燃物の主体は木質であるがプラスチック類なども混入している。不燃物はコンクリート、金属、ガラスなど建造物に由来するもののほか、津波被災地特有の問題として土砂が大量に付着、混入している。一次仮置場であらかじめ粗選別が行われている場合もあるが、図3、図6に示したような混合物が搬入される場合も多く、粗選別ヤードにおいて、重機や手作業により、長尺物、危険物、リサイクル可能なものなどが取り除かれる。

粗選別の後、破碎、篩い分け、磁力選別、風力選別、手選別などを組み合わせて選別を進めることは、多くの二次仮置場における選別プロセスにおいて共通であるが、篩い分けのサイズなど細かな方式は事業主体によって少しずつ異なる。また、実際に各々の現場で処理経験を重ねながら、試行錯誤的な処理プロセスの改善も行われている。

石巻ブロックの施設の場合、粗選別後、まず300mm以下に破碎し（図9）、これを振動篩によって100mm以上、30～100mm、30mm以下に篩い分けする。100mm以上は主に手選別と磁力選別によってリサイクル可能な材の選別を進め、30～100mmは再破碎や風力選別も適用して、可燃分と不燃分の選別が行われる。30mm以下は土砂を主体とする細粒分を想定して設計され、洗浄プロセス（図10）が適用されており、焼却対象とする



図6 一次仮置場におけるガス抜き対策（石巻市雲雀野地区 2012.5.23撮影）



図7 仮置場に集積された劣化の進んだ畳（石巻市雲雀野地区 2012.5.23撮影）

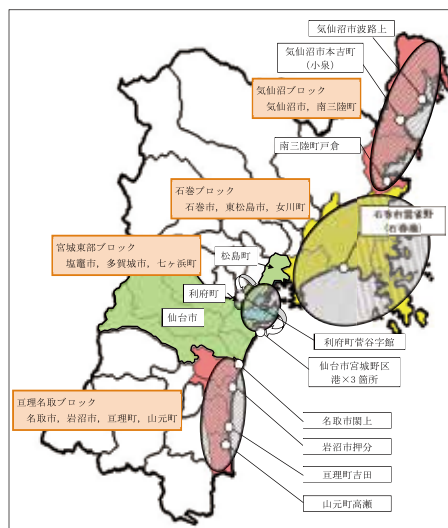


図8 宮城県のブロック分割²⁾



図9 粗破碎された混合廃棄物

可燃物(図11)と土木資材として再生利用可能な汚泥、砂(図12)、礫が得られる。実際には想定以上に可燃分の混入も多く(図13)、また30mm以下に区分される割合が当初の想定よりも多いため、前処理プロセスを付加し



図10 細粒分の洗浄設備



図11 洗浄によって分離された可燃物



図12 洗浄によって分離された砂

たうえで、連続稼動として、処理容量の向上が図られていた。

これらの選別プロセスを経た可燃物の焼却処理のため、同じ雲雀野地区のやや離れた敷地に仮設焼却炉が設置されている。日量300トンの処理能力を持つストーカー炉が3炉(図14)、ロータリーキルン炉が2炉(図15)設置されている。2012年8月上旬の調査時点で4炉目まで稼動しており、5炉がフル稼働すれば日量1500トンの処理能力を持つ。

3. 岩手県、宮城県下の他の事例

陸前高田市、石巻市は、各々岩手県、宮城県での最大の災害廃棄物発生自治体であるが、これら2市以外でも一部現地調査を行っている。そこで得られた典型的、象徴的な事例について写真を中心にまとめる。



図13 洗浄前の可燃物などを含む細粒分



図14 仮設焼却炉(ストーカー炉)



図15 仮設焼却炉(ロータリーキルン)

3.1 仮置場の状況

石巻市に隣接する女川町では、平地部に限られており、道路の両側の細長い敷地が一次仮置場とされている(図16)。分別後、可燃物が東京都に搬出され、広域処理が行われている。石巻市の北隣の南三陸町は気仙沼ブロックに属するが、先に述べたとおり、二次仮置場の設置時期が他よりも遅く、災害廃棄物は一次仮置場に集積されている(図17)。また、宮古市における一次仮置場の例を2例写真で示す(図18~19)。

3.2 宮古市における選別、処理施設

宮古市においては、藤原埠頭地区の市の一次仮置場に隣接する場所に二次仮置場が設置され、破碎、選別が行われている(図20~21)。これも市から県に委託された処理の



図16 女川町の一次仮置場

図17 南三陸町の一次仮置場
(図9~図17はいずれも2012.8.2撮影)

図18 宮古市の一次仮置場(田老地区)



図19 宮古市の一次仮置場（藤原埠頭）

図22 宮古市の仮設焼却炉
(図18~22はいずれも2012.8.3撮影)

一環である。また、県によって仮設焼却炉（図22）も設置されているが、これは宮古市を含む一部事務組合の一般廃棄物焼却炉に隣接する敷地に設置されており、二次仮置場に破碎・選別から焼却まで一貫したプロセスを有する石巻市の例とは異なる形態で、場所も運営主体も二次仮置場とは異なる。なお、宮城県内では多数の仮設焼却炉が設置されているのに対し、岩手県では既存施設を最大限活用する計画とされたため、仮設焼却炉の新設はこの宮古市のみである。なお、別報⁷⁾で触れた停止後の熔融炉の再稼動が、県の計画上は仮設炉として位置づけられている。

4. 地域間における課題の共通点と相違点

別報⁷⁾で詳しく報告した陸前高田市をはじめ

めとする岩手県南部沿岸地域と、本報告における石巻市、宮古市などの事例から、災害廃棄物処理における課題の共通点と相違点を整理する。

(1) 一次仮置場の状況

市街地からの瓦礫の撤去と一次仮置場への搬入状況は進捗率として環境省から随時公表されてきたが、実際の地域間の状況は質的差異が大きい。壊滅的な被害を受けた地域では、解体を待つ建物以外の一次仮置場への瓦礫撤去の進捗が明確にみてとれる。一次仮置場の状況は、主にスペースの制約から大きく異なり、選別作業の進んでいる場所もあれば、混合廃棄物のまま大量の積み上げられている場所も少なくない。これは一次仮置場の事情だけではなく、搬出先に二次仮置場の設置時期にも依存する。二次仮置場の設置が早く、一次仮置場の面積も比較的大きい地域では、一次仮置場における瓦礫の蓄積量も減少に向かっている。

質的な面では水産業、水産加工業に起因する腐敗性の廃棄物の早期処理、木くずも含めた有機性廃棄物の分解・ガス発生による火災防止が重要な課題で、混合廃棄物の集積期間の長い仮置場ではガス抜き管が設置されている。大量の混合廃棄物の二次仮置場への搬出が進むにつれて顕在化しているのが、量などの大型の腐敗性の廃棄物、漁網・漁具など処理が困難な廃棄物である点は各地域に共通している。

(2) 二次仮置場と破碎・選別の状況

二次仮置場の設置状況は、地域差が大きく、早期から設置・稼働がなされてきた地域と、ようやく用地が取得され、整備がこれから行われる地域もある。岩手県下の市町村から県への委託処理では、破碎・選別を二次仮置場で行って処理・処分先に搬出するのが標準的であり、一方、宮城県下での市町村から県への委託処理では破碎・選別だけでなく併設さ

れた仮設炉での可燃物の焼却まで行うのが標準的である。いずれも、可燃物と不燃物の分離、とくに津波による塩分を含む土砂と、木くずをはじめとする可燃物との選別による分離が技術的な再重要課題である。これらの分離が進めば、可燃物の処理における焼却残渣を減らすことができる一方で、不燃物を埋立処分せずに復興資材として再生利用できる機会が拡大する。

(3) その他の課題

災害廃棄物には、狭義の災害廃棄物（建造物の瓦礫や家財道具など）と津波堆積物が含まれるが、津波堆積物の実態は、量、質ともに実態把握が困難である。市町村ごとの推計量が大きくばらついており、再生利用の前に選別、洗浄などの処理が必要な場合には、その処理量の不確実性が大きいと考えられる。

なお、放射性物質汚染が加わったことによって生じている問題については、本誌第3部で報告する。**5**

参考文献

- 1) 環境省：沿岸市町村の災害廃棄物処理の進捗状況（2012年6月30日）
<http://www.reconstruction.go.jp/topics/shinchoku120710.pdf>
- 2) 宮城県：宮城県災害廃棄物処理実行計画（第二次案）平成24年7月
http://www.pref.miyagi.jp/shinsaihaitai/shoriryo_minaoshi/jikkokeikaku2.pdf
- 3) 河北新報：平成24年8月7日付記事
http://www.kahoku.co.jp/spe/spe_sys1062/20120807_09.htm
- 4) 環境省：「沿岸市町村の災害廃棄物処理の進捗状況」（2011年10月18日）
- 5) 宮城県：宮城県災害廃棄物処理実行計画（第1次案）－災害廃棄物処理の基本的考え方－，2011
www.pref.miyagi.jp/shinsaihaitai/pdf/20110804_shorikeikaku-1.pdf
- 6) 宮城県環境生活部震災廃棄物対策課：災害廃棄物処理対象量の見直しについて（県受託処理分）、平成24年5月21日
http://www.pref.miyagi.jp/shinsaihaitai/shoriryo_minaoshi/H240521minaoshi.pdf
- 7) 中谷隼・森口祐一：2-1 岩手県南部を中心とする災害廃棄物処理状況調査、SUR，24，010-014，2012



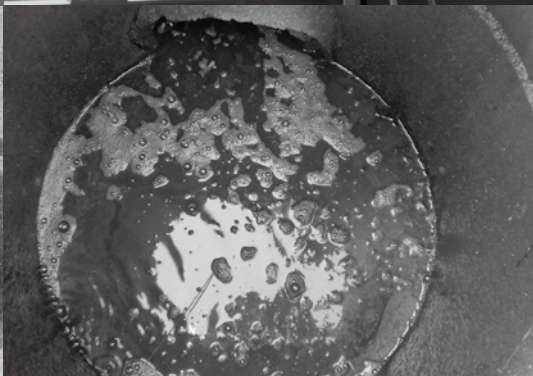
図20 粗選別ヤード



図21 破碎、篩い分けされた可燃物



第三部 放射性物質汚染と廃棄物処理 Radioactive Contamination and Waste Management



3.1 放射性物質汚染が廃棄物処理に与える影響

Influences of Radioactive Contamination on Waste Management

Abstract

The Great East Japan Earthquake was accompanied by serious accidents in Fukushima Daiichi Nuclear Power Plants (FDNPP). Radioactive substances have fallen out on land surface of broad area of east Japan, and various environmental media have been contaminated. Liquid and solid wastes such as sewage sludge, agricultural wastes and municipal gardening wastes were also contaminated by radionuclides. Such situation is outside of the assumption of traditional waste management scheme, and tentative criteria and guidelines for management of wastes contaminated by radioactive substances were established. Management scheme of waste and soil contaminated by radioactive fallout by FDNPP is summarized. Practice of contaminated waste management faces to even more serious challenges than the cases of Tsunami debris.

1. はじめに

東日本大震災による災害廃棄物処理の難題として、生じた瓦礫の量の膨大さに加え、津波由来の塩分や泥の付着が質的な面での処理上の障害になっていることを別報¹⁾で指摘した。「質」の面で、大きな難題に加わったのが、原子力発電所の事故に伴う放射性物質による汚染の問題である。放射性物質による汚染は、津波被災地の瓦礫だけでなく、下水汚泥、農業廃棄物、雑草や剪定枝を含む家庭ごみなど、より広範囲の地域において、さまざまな種類の廃棄物に及んできた。

本報告では、廃棄物が放射性物質で汚染されるという想定外の事態に対してとられてきた対応について概説するとともに、本誌の主題である津波被災地の災害廃棄物処理に放射性物質汚染が与えた影響、とくにいわゆる広域処理問題との関わりについて述べる。なお、本報告の主要部分は、既報²⁾を要約し、その後の状況変化を踏まえて修正加筆したものである。

2. 廃棄物の放射性物質汚染への対応の経緯

2.1 従来の廃棄物処理の法制度との関係

1970年の制定当初から、廃棄物処理法における廃棄物の定義には、「放射性物質及びこれによって汚染された物を除く。」と明記され、放射性物質で汚染された廃棄物は、この法律の枠の外におかれてきた。原子力発電所を含め、放射性物質を扱う施設から発生する廃棄物の処理は分野ごとの法制度によって定められており、こうした施設の外では、放射性物質で汚染された廃棄物の発生は想定されていなかった。このため、事故によって放射

性物質が環境中に放出され、それによって汚染された廃棄物が実際に存在するにもかかわらず、その処理について定めた法律が存在しないという異例の状況が、事故から5ヶ月半を経て放射性物質汚染対処特別措置法が定められるまでの間続くこととなった。

2.2 廃棄物の放射性物質汚染に対する初動

福島第一原子力発電所から放出された放射性物質は、風によって大気中を移流・拡散し、降雨や降雪が加わって地表を汚染した。空間線量率の急上昇がまず報告され、ついで、福島県やその隣接県だけでなく、首都圏においても、農作物や水道水から暫定基準値を超える放射能が検出されるなど、環境中のさまざまな媒体へと汚染が拡大した³⁾。

廃棄物分野において、顕著な汚染が早期に顕在化したのが、下水処理に伴って発生する下水汚泥であり、とくに汚水だけでなく雨水が流入する合流式下水道において高濃度となることが報告された。浄水場で河川などの水源から取水した水を浄化する際に発生する浄水発生土についても、同様の問題が発生した。下水汚泥や浄水発生土は再生利用も行われていたが、搬出を止め、場内保管するなどの措置がとられた。

本報告の主題である災害廃棄物は、放射性物質が直接沈着しやすい屋外に放置されたものであり、汚染が当初から想定された。避難区域とされた原発から20km以内の外側においては、他の津波被災地と同様、発災後間もない時期から瓦礫の撤去、仮置場への搬入が行われ、2011年5月初旬には、原子力安全・保安院と環境省により、仮置場の災害廃棄物の放射能調査が行われた。

5月2日には、災害廃棄物の当面の取扱いに関する文書⁴⁾が関係三省の連名で発出された。そこには、

- (1) 避難区域及び計画的避難区域の災害廃棄物については、当面の間、移動及び処分は行わない
- (2) 避難区域及び計画的避難区域以外の地域のうち、浜通り及び中通り地方にある災害廃棄物については、当面の間、仮置場に集積しておき、処分は行わない。処分については、災害廃棄物の汚染状況についての現地調査結果を踏まえ検討する
- (3) その他の地域にある災害廃棄物については、従前通り計画的に処分を行うという方針が示されていた。

2.3 関係各省における検討体制の発足

この「当面の取扱い」の(2)を受けて、環境省は災害廃棄物安全評価検討会を設置した。5月15日の初会合以降、放射性物質で汚染された廃棄物の問題について、継続的に検討を行ってきている。5月2日付の文書の表題にもあるとおり、この検討会の設置時点における検討対象は福島県内での災害廃棄物におかれていた。しかしその後、放射性物質による廃棄物の汚染が災害廃棄物以外にも拡大したことから、より広範囲の問題がこの場で検討されることとなった。

事故後の廃棄物処理に関連するさまざまな基準の設定の根拠になっていると考えられるのは、6月3日に原子力安全委員会が発出した文書⁵⁾である。この文書では、処理施設周辺住民の受ける線量が1mSv/年を超えないようにするとともに、周辺環境の改善措置を併せて行うことで被ばくを抑制するように特段の配慮が必要である、との基本的考えが提示されている。作業従事者の受ける線量については、可能な限り1mSv/年を超えないことが望ましいが、比較的高い放射能濃度の廃棄物が発生することが考えられたため、「電離放射線障害防止規則」（いわゆる電離則）の遵守などによって作業者の被ばく管理を行う必要があることを示していた。また、処理施設等からの排気や排水等については、従来、発電用原子炉の設置、運転の分野で定められた規定で示された濃度限度を下回るべきことが示されている。

この基本的な考え方に沿って、6月16日には、浄水発生土や下水処理汚泥などの当面の取扱いに関する方針⁶⁾が提示された。この文書で、跡地利用の制限や適切な対策を条件に、¹³⁴Csと¹³⁷Csの合計濃度が8,000Bq/kg以下の脱汚泥等については、埋立処分を可能とする、とされた。

また、8,000Bq/kgを超え、100,000Bq/kg以下の場合には、個別に安全性を評価し、長期的な管理の方法を検討した上で、埋立処分することも可能とする、とされている。ここで示された8,000Bq/kg、100,000Bq/kgという区切りが、その後の廃棄物処理についての指針において踏襲されており、6月23日に発出された福島県内の災害廃棄物の処理の方針⁷⁾においても、この区切りが採用されている。具体的には、「8,000Bq/kg以下である主灰は、一般廃棄物最終処分場（管理型最終処分場）における埋立処分を可能とする」、「100,000Bq/kgを超える場合には、上下水処

理等副次産物の取扱いと同様に、適切に放射線を遮へいできる施設で保管することが望ましい」、「放射性セシウム濃度が8,000Bq/kgを超える場合は、埋立処分するのではなく、埋め立てられた主灰中の放射性セシウムの挙動を適切に把握し、国によって処分の安全性が確認されるまでの間、一時保管とすることが適当」との方針を示していた。この時点では、8,000Bq/kg以下であれば管理型最終処分場での埋立を可としたのは主灰（燃え残った残渣）に限られていた。集塵機によって集められ、処分のために排出される飛灰（ばいじん）は、主灰以上に放射性セシウムが濃縮されやすく、飛灰に含まれる放射性セシウムは水に溶出しやすいという報告があることから、飛灰については、国によって処分の安全性が確認されるまでの間、一時保管とすることが適当であることを明記していた。

2.4 福島県外も含めた対処の必要性

このように、2011年5～6月頃的环境省における検討は、福島県内で発生する廃棄物に主眼がおかれていた。それを拡大せざるを得なくなった転機は、上記の方針の提示から間もない6月27日に、東京都内の清掃工場の飛灰のセシウム濃度の測定値の中に、8,000Bq/kgを超える例があったことが公表されたことである。この状況を踏まえて、環境省は焼却灰の測定や当面の取扱いについての通知文⁸⁾を東日本の16都県あてに発出し、一般廃棄物焼却施設の焼却灰に含まれる放射性セシウムの濃度の測定を求めた。測定結果は8月29日に公表され7都県計42施設で、飛灰のセシウム濃度が8,000Bq/kgを超えることが報告された。

文部科学省から発表された航空機モニタリングによるセシウム沈着量の地図に、一般廃棄物焼却灰中のセシウム濃度を重ね合わせた図を図1に示す。なお、6月28日に示された焼却灰の当面の取り扱いに関する文書では、念のため、飛灰と主灰の埋立場所を分け、それぞれの埋立場所が特定できるように措置する、との注意を添えているが、8,000Bq/kg以下であれば主灰だけでなく飛灰についても管理型の一般廃棄物最終処分場に埋立処分可能との方針を示した。この点は、飛灰については処分の安全性が確認されるまでの間、一時保管とすることが適当としていた福島県向けの方針とは異なっている。実際、8000Bq/kg以下の焼却灰の埋立地の浸出水からのセシウム検出事案が生じたため、次に述べる法制度において、より慎重な対応がとられることと

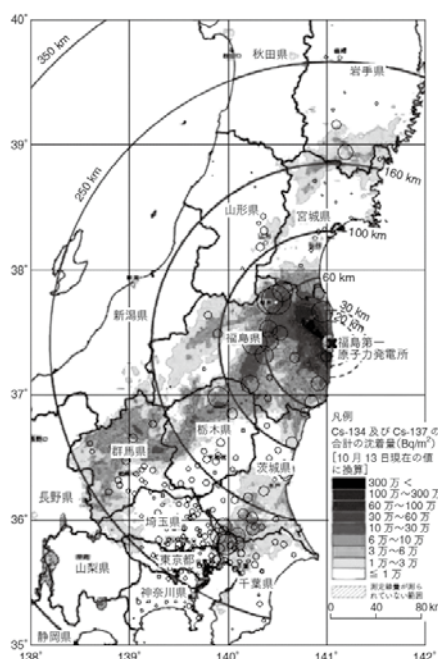


図1 放射性セシウムの沈着量と焼却灰のセシウム濃度の分布
(円の大きさがセシウム濃度を表す)

なった。

その後の一般廃棄物の焼却飛灰のセシウム濃度の推移(図2)をみると、冬季に低下し、春から初夏にかけて上昇する傾向が読み取れる。雑草や剪定枝などに起因する傾向と考えられる。

3. 放射性物質汚染対処特措法の制定

廃棄物の放射性物質による汚染の顕在化に対して、関係各省から個々に対応方針が提示されてきたが、これらは暫定的な対応であり、法令による正規の対応ができない状況は解消されていなかった。そこで制定されたのが、「平成二十三年三月十一日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故により放出された放射性物質による環境の汚染への対処に関する特別措置法」(略称：放射性物質汚染対処特措法)である。

この法律では大きく分けて2つの分野について講ずべき措置を定めている。その一つは

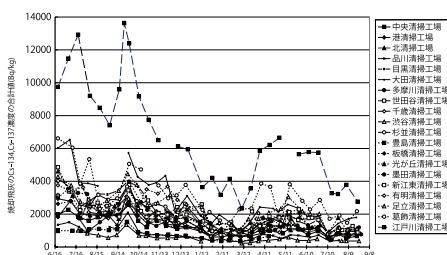


図2 東京23区の清掃工場における焼却灰中のセシウム濃度の推移

放射性物質により汚染された土壌などの除染等の措置、もう一つは、本報の主題である放射性物質で汚染された廃棄物の処理である。

廃棄物の処理に関しては、廃棄物が特別な管理が必要な程度に汚染されているおそれがある地域を「汚染廃棄物対策地域」として指定し、この範囲については国が直轄で廃棄物の収集、運搬、保管、処分を行うこととされた。当初の避難区域と計画的避難区域がこれに該当する。この範囲では災害廃棄物についても直轄での収集、処理処分が行われる。

一方、国が直轄で対処する地域以外でも、放射性物質による汚染状態が一定の基準を超えるものについては、「指定廃棄物」に指定し、国の責任で、収集、運搬、保管及び処分を行うこととされた。指定廃棄物の要件は、一連の指針で採用されていた8,000Bq/kgを超えるものとされ、下水処理施設、一般廃棄物焼却施設などの施設類型ごとに、指定対象となるかどうかの判断のための調査を行うこととされた。事故以降の8000Bq/kgを超える廃棄物の発生の実績をもとに、施設類型ごとに調査対象となる都県が各々指定されている。(表1)

なお、8000Bq/kg以下であっても、事故由来放射性物質により低レベルに汚染された廃棄物については、新たに廃棄物処理法を適用することとされた。廃棄物処理法第2条の廃棄物の定義では、放射性物質によって汚染された物が、この法律の規制が及ぶ廃棄物に該当しないという矛盾は解消された。これら低レベルに汚染された廃棄物には、「特定一般廃棄物」、「特定産業廃棄物」という呼称が与えられ、これらの処理を行う者は、従来の廃棄物処理法に基づく処理基準のほか、環境省令(特措法の施行規則)で定める特別処理基準に従って処理を行わなければならないこととされた。

どの地域のどの範囲の廃棄物が、対策地域内廃棄物、指定廃棄物、特定一般廃棄物、特定産業廃棄物に該当しうるかはやや難解であるが、次に述べる災害廃棄物の広域処理との関係においても正確な理解が必要である。表2に岩手、宮城、福島3県での災害廃棄物をはじめ、廃棄物の発生地域・処理地域と、特措法上の廃棄物の区分との関係を要約して示す。

なお、特措法の対象は廃棄物であり、有価で取引される財貨の規制は別体系である。肥料、薪、砕石などの建設原材料、中古自動車など、個別の検出事例から基準が設けられている場合もあるが、包括的な管理には至っていない。

表 1 放射性物質汚染対処特別措置法における指定廃棄物の調査対象範囲（但し、2012年9月時点で見直しを検討されている）

対象となる都県		対象都県										廃棄物の種類	
		岩手県	宮城県	山形県	福島県	茨城県	栃木県	群馬県	埼玉県	千葉県	東京都		神奈川県
施設の種類の													
水道施設			○		○	○	○	○	○	○	○	○	脱水汚泥、乾燥汚泥
公共下水道、 流域下水道	汚泥を排出する場合				○		○						脱水汚泥
	焼却で生じたものを 排出する場合				○	○	○	○	○	○	○		ばいじん、焼却灰そ の他の燃え殻
工業用水道施設			○		○	○	○	○	○	○		○	脱水汚泥、乾燥汚泥
一般廃棄物焼却施設、産業廃棄物 焼却施設		○	○	○	○	○	○	○	○	○			ばいじん、焼却灰そ の他の燃え殻
集落排水施設					○								脱水汚泥、乾燥汚泥

表 2 特別措置法による廃棄物の区分と発生地域、処理地域との対応関係

廃棄物を処理する地域			処理施設が立地する都道府県	
廃棄物の発生地域			岩手県、宮城県含め 指定された10都県	指定された10都県以外の道府県
指定された東日本の10都県以外			特別措置法では特に定めがなく、通常の廃棄物として処理可能 但し10都県以外でも東日本で発生した焼却灰の他県での受け入れ拒否事例あり	
岩手県、宮城県など 福島県以外の9都県	焼却前の廃棄物		8000Bq/kgを超えることは想定されず、通常の廃棄物として処理可能だが、広域処理の場合にはガイドライン、受け入れ側自治体の独自基準あり	
	廃棄物の焼却灰、燃え殻	8000Bq/kgを超えるもの	指定廃棄物として国が処理	発生は想定されていないが、発生した場合は移動させず指定廃棄物として国が処理
		8000Bq/kg以下のもの	特定一般廃棄物に該当	受け入れた廃棄物の焼却で発生した灰は通常の廃棄物、灰として受け入れた場合は特定一般廃棄物
汚染廃棄物対策地域以外の福島県内			県外への移動は行わず県内で処理。8000Bq/kgを超えた廃棄物や焼却灰は指定廃棄物として国の責任で処理	
福島県の汚染廃棄物対策地域内			対策地域内廃棄物として国が直轄で処理	

4. 津波被災地の放射能汚染の状況

福島第一原子力発電所から大気中へ放出された放射性物質が風で運ばれ、地表に沈着した先は、東日本の広範囲にわたる。福島県内の内陸部に及ぶ深刻な汚染をもたらした放射性物質の放出は主に2011年3月15日に生じたと考えられているが、これ以外の日時にも断続的に放出があったと考えられ、その時々風の风向や降雨・降雪の有無によって、放射性物質の沈着量の地域分布はかなり複雑である。

災害廃棄物処理にとつてとくに重要な沿岸部の津波被災地についてみると、原発のごく近傍の汚染度が高いことはいままでなく、前述のとおり国直轄による収集、処理が行われる。

それ以外は単純に距離とともに減衰しているわけではない。表3および図3に、岩手県、宮城県沿岸部の市町村別の災害廃棄物中の放射性物質の濃度の分布を示す。航空機モニタリングなどで得られている沈着量の分布も考慮すると、宮城県については、福島県北部につながる山元町などの南部の沿岸部にはやや沈着量の多い地域があり、それ以外では牡鹿半島部でも周辺より高め地域が見られる。また、岩手県南部と宮城県北部の県境近くの内陸部にやや沈着量の多い地域がある。

内陸部から沿岸部に向かうに連れて線量の低下が見られるが、岩手県内沿岸部の分布で見れば相対的には南部が高く、北部にいくほど軽微である。

なお、瓦礫の発生量の多い石巻市は、牡鹿半島部にも市域を擁している。放射性物質汚染対処特別措置法の汚染状況重点調査地域に指定されているが、市域東側の半島部と市街地の主要部とは、汚染レベルが大きく異なると考えられる。こうした分布は、原発からの放射性プルームの通過経路が、風向などの気象条件の微妙な相違のために、放出日時によって異なるためと推定される。

災害廃棄物への放射性物質の付着量は、地表への沈着量やその地域の空間線量とほぼ比例していると考えられるが、沿岸部への放射性物質の沈着量の空間分布はこのように複雑である。災害廃棄物について、放射性物質の付着にどの程度まで注意が必要かは、廃棄物の発生地域に大きく依存し、同一の自治体の中でもかなりのレベルの相違を生じうる。

5. 特措法のもとでの除染と除染土壌・除染廃棄物の処理・処分

本報告を含む本誌全体の主眼は、津波被災

表 3 津波被災地の災害廃棄物の種類別の放射性物質濃度 (Bq/kg)

ブロック	市町村	木質	紙類	繊維類	プラスチック	わら	細塵
久慈	洋野町	39	42	150	38	36	35
	久慈市	<38	<34	<37	<36	<36	35
	野田村	<94	<47	<42	<84	<52	33
	普代村	<36	55	114	70	<38	35
宮古	田野畑村	<48	<29	<34	<40	<34	<21
	岩泉町	-	-	-	-	-	-
	宮古市(田老)	<34	<35	<25.6	<33	<27	<19.7
	宮古市(赤前)	<36	173	<37	<28	<32	28
	宮古市	135	<22.8	<41	42	<39	61
	山田町	<42	100	290	97	290	191
釜石	大槌町	131	40	156	182	83	590
	釜石市	-	-	-	-	-	-
大船渡	大船渡市	-	-	-	-	-	-
	陸前高田市	103	38	1480	510	177	156
気仙沼	気仙沼市	48	40	260	155	199	310
	南三陸町	<40	46	171	147	101	188
石巻	女川町	69	77	440	100	220	139
	牡鹿半島部	84	102	1140	134	149	360
	石巻市	35	72	209	126	51	207
	東松島市	<36	70	510	450	400	146
*	松島町	-	-	-	-	-	-
	塩竈市	31	97	192	134	46	250
宮城 東部	多賀城市	46	104	540	181	47	390
	七ヶ浜町	56	165	450	450	96	230
*	利府町	-	-	-	-	-	-
	仙台市	-	-	-	-	-	-
名取・亶理	名取市	66	135	340	134	61	260
	岩沼市	41	106	1330	660	78	310
	亶理町	176	192	1310	400	133	930
	山元町	340	320	2500	1990	520	1150

*松島町、利府町、仙台市は独自処理のため宮城県ブロック外

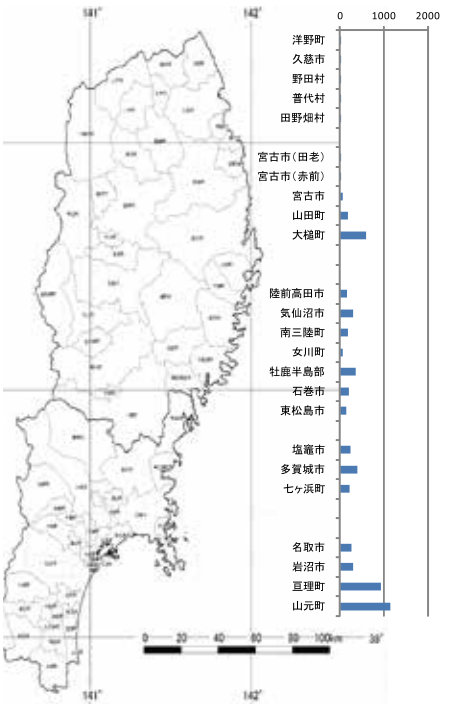


図3 津波被災地の災害廃棄物の放射性物質濃度分布地図 (表3のうち細塵について表示)

地の災害廃棄物処理に置いており、放射性物質についても、主に災害廃棄物の汚染という観点からとらえてきた。一方、放射性物質による汚染の影響が及ぶ先は、災害廃棄物だけでなく下水汚泥など多岐にわたる。

さらに、法体系上は廃棄物とは別区分であるが、土壌は放射性物質の降下（フォールアウト）によって広い範囲で汚染されている。地表や地表の構造物に付着した放射性物質からの被ばくを抑えるため、放射性物質を分離して隔離する「除染」が進められつつあるが、除染により除去する土壌や、除染活動で発生する廃棄物についての放射性物質汚染の程度は、津波で生じた災害廃棄物への放射性物質の付着による汚染よりかなり高い。また、除染の範囲や程度にも依存するが、除染で発生する土壌や廃棄物の量は、津波で生じた災害廃棄物と同様、膨大な量となり、その処理施設・処分施設の立地は、災害廃棄物と同様の、あるいはそれ以上の難題である。そこで、放射性物質汚染対処特別措置法のもとでの除染と、除染土壌や除染廃棄物の処理の現状と今後の見通しについても簡潔にまとめておく。

特措法のもとでの除染は、国が直轄で面的な除染を行う除染特別地域と、地方自治体が除染の必要性の高い地区を調査し、除染実施計画を定めて除染を行う汚染状況重点調査地域について実施される。前者は警戒区域、計画的避難区域に指定されていた範囲で福島県内の10の市町村にまたがる。後者は福島県内41市町村、県外63市町村の計104市町村にわたり、実施主体は自治体であるが、費用は国が負担し、最終的には汚染原因者に求償される。

特措法が制定された2011年8月から2012年1月の施行までの短期間に、除染に関する基本方針やガイドラインが策定され、また、除染技術の開発、モデル地区における除染の試行などが行われてきた。

特措法のもとで2011年11月に提示された除染の基本方針の考え方（表4）では、除染措置の対象が、さまざまな用途で利用されている土地から水域まで、多岐・広範囲にわたることを認識したうえで、人の健康の保護の観点から、住宅地や農地から優先的に除染を進める方針が示されている。この時点では、森林については住居等近隣を最優先とすることが謳われているが、汚染度の高い地域に森林が占める割合は高く、また生活と森林が密着した地域が含まれていることから、森林の除染をどの範囲まで行うかが、大きな懸案課題の一つである。

除染で発生する土壌や廃棄物の量の推計は、災害廃棄物の場合と同様、処理施設の設計や用地確保の重要な情報となる。土地利用区分別、汚染ランク別の面積の推計をもとに、除去する土壌、枝葉、除染に用いる資材から発生する廃棄物などの量をまず推計し、これをもとに処理・処分が必要な土壌・廃棄物の量を推計する。2011年10月段階で年間5mSv以上の地域を対象に除染する場合について、環境省が行った推計では、除染土壌・除染廃棄物の総量は2100～2900万m³であった。これは岩手、宮城、福島3県の津波廃棄物の総量と同オーダーである。

津波廃棄物の場合、一次仮置きを経て二次仮置場での破碎・選別などの前処理、焼却・埋立都いう過程を経るのが一般的だが、除染土壌や除染廃棄物についても、仮置きの後、本格的な処理や処分に進むことが想定されている。しかし、行政関係者からの聴取によれば、仮置場の立地は津波廃棄物の場合以上に難航しがちであり、本格的な仮置場が設置されるまでの間、除染場所ごとに、仮置き場といった名で一時的に置かざるを得ない状況も伝えられている。

国の方針では、福島県内で発生する除染土壌や除染廃棄物については、地域ごとに仮置きの後、中間貯蔵施設に搬入し、減容等の処理を行ったうえで、県外で最終処分する案が示されている。本稿執筆時点で、原発近隣の複数の自治体に中間貯蔵施設を設置することで地元調整が行われているが、最終処分施設については、公式な見通しは明らかにされていない。

一方、福島県以外においても、焼却灰や汚泥が特措法制定以前から一時保管されてきているが、今後の除染活動で、放射性物質で汚染され

表4 除染の基本的考え方

- ・土壌等の除染措置の対象には、土壌、工作物、道路、河川、湖沼、海岸域、港湾、農用地、森林等が含まれるが、これらは極めて広範囲にわたるため、まずは、人の健康の保護の観点から必要である地域について優先的に特別地域内除染実施計画又は除染実施計画を策定し、線量に応じたきめ細かい措置を実施する必要がある。
- ・この地域中でも特に成人に比べて放射線の影響を受けやすい子どもの生活環境については優先的に実施することが重要である。
- ・また、事故由来放射性物質により汚染された地域には、農用地や森林が多く含まれている。
- ・農用地における土壌等の除染等の措置については、農業生産を再開できる条件を回復させるという点を配慮するものとする。
- ・森林については、住居等近隣における措置を最優先に行うものとする。

た土壌や廃棄物がさらに発生する。福島県分とは異なり、これらは各都県に国の責任で最終処分施設を設置して処分する方針が示されているが、これも2012年10月の時点では、一部の県で自治体向けの説明に着手され、候補地の具体名が提示されはじめた段階である。

6. 結語

このように、放射性物質で汚染された土壌や廃棄物の現場からの搬出、処理、処分には、津波で発生した災害廃棄物と共通の難題もあるが、これに放射性物質ゆえの難題が加わる。復旧・復興との関係を念頭におかねばならない点も共通であるが、線量の高い地域では帰還までに5年以上を見込まねばならない。除染に要する期間も不確定であり、発災後3年での処理完了を目指して進められている災害廃棄物の処理に比べて、対処により長い期間を要す課題であることは間違いない。❏

参考文献

- 1) 森口祐一:地域間の対比を交えた災害廃棄物処理の課題, SUR, 24, 015-018, 2012
- 2) 森口祐一:放射性物質で汚染された廃棄物への対処, 科学, 第82巻第4号, 412-418, 2012
- 3) 森口祐一:放射性物質汚染の現状把握と除染, 環境情報科学, 41(1), 43-49, 2012.
- 4) 厚生労働省、経済産業省、環境省:福島県内の災害廃棄物の当面の取扱いについて, 2011 <http://www.env.go.jp/jishin/saigaihaikibutsu.pdf>
- 5) 原子力安全委員会:東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故の影響を受けた廃棄物の処理処分等に関する安全確保の当面の考え方について 平成23年6月3日 <http://www.nsc.go.jp/anzen/shidai/genan2011/genan039/siryo2.pdf>
- 6) 原子力災害対策本部:放射性物質が検出された上下水処理等副次産物の当面の取扱に関する考え方 平成23年6月16日 <http://www.meti.go.jp/press/2011/06/20110616006/20110616006-2.pdf>
- 7) 環境省:福島県内の災害廃棄物の処理の方針, 2011 http://www.env.go.jp/jishin/attach/fukushima_hoshin110623.pdf
- 8) 環境省:一般廃棄物焼却施設における焼却灰の測定及び当面の取扱いについて 平成23年6月28日 <http://www.env.go.jp/jishin/attach/memo20110628.pdf>

3.2 広域処理の経緯と今後に向けた課題

Lessons Learned from Conflicts in Area-wide Disaster Waste Treatment

Abstract

Disaster wastes are generally classified as municipal wastes. However, in the case of large-scale disasters, municipalities are often not able to fulfill their function. Therefore, area-wide collaborative management of disaster waste has been discussed after Hanshin-Awaji earthquake in 1995. Though area-wide collaborative treatment has been encouraged by national government and contamination level of Tsunami debris in Iwate and Miyagi prefectures are not very serious, the collaborative treatment was not implemented smoothly because of public objection against possible diffusion of radioactive contamination. Apart from the perception of risk by radioactive contamination, rationale behind area-wide cooperative treatment should also be re-examined from various aspects including cost-effectiveness for damaged areas.

1. 大規模災害時における広域処理体制整備

自然災害の発生時には、膨大な量の災害廃棄物が発生する。災害時において、倒壊した建物の瓦礫などは、通常、一般廃棄物として扱われる。廃棄物処理の法令上、一般廃棄物の処理責任は市町村にあるが、処理施設自身が被災したり、施設が被災を免れた場合でも、通常の処理能力を大幅に上回る廃棄物が発生したりするため、その処理責任を被災自治体のみに負わせることが困難な状況が生じうる。

このため、大規模な自然災害の発生時に、他の自治体の協力を得て円滑な災害廃棄物処理を進める「広域処理」の考え方について、今般の震災以前から検討が重ねられてきており、東日本大震災の発生の1年前の2010年3月には、「災害廃棄物処理に係る広域体制整備の手引き」¹⁾が環境省によってとりまとめられていた。

そうした検討の大きな契機となったのは、1995年の阪神・淡路大震災であり、当時も被災地の周辺市町村、周辺府県での処理も行われた。1998年10月には震災廃棄物対策指針、2005年6月には水害廃棄物対策指針が示され、廃棄物処理に係る防災体制の一層の整備を図るよう、国が市町村に要請してきた経緯がある。この広域体制整備の手引きは、東海地震、東南海・南海地震のような巨大地震や、首都圏、中部圏、近畿圏の都市圏直下型の地震の発生の危惧を意識して策定されたもので、東日本大震災のような地域での震災は明示的には想定されていなかった。とはいえ、その後、この手引きに示された広域処理体制の必要性

の考え方が、東日本大震災への初動対応においても踏襲されたと考えられる。

- 手引きでは、広域処理の必要性として、
- ①早期の復旧・復興のためには、災害廃棄物の迅速かつ計画的な処理が重要
 - ②市町村単位の対応では困難であり、多方面かつ広域的な連携が必要
 - ③災害廃棄物処理に係る対応は長期的な進捗管理・調整が必要
- の三点を掲げている。

一方、処理体制を構築するに際しての課題についても整理しており、被災市町村の処理体制上の問題として、「被災市町村の被災の程度や確保可能な資機材・施設等の体制に応じて、必要な支援体制は異なること」、「災害廃棄物の処理を想定した契約や諸手続きが整理されていない場合、体制構築の遅れや混乱が生じる可能性があること」など6項目、また、周辺市町村との協力体制に関して、「市町村間の相互協力協定は、多種多様な形態で締結されているため、被災地域が複数都道府県にまたがった場合、市町村間の連絡調整は相当な混乱が予測されること」などの3項目、さらに、廃棄物関係団体との協力体制として、「廃棄物関係団体との協定書について、災害時に必要な情報や行動等を具体化していない場合、発災時にうまく機能しない等の協力体制が形骸化する恐れがあること」など2項目にまとめている。

こうした問題意識をもとに、相互協力体制の基本方針として市町村、都道府県、国の役割分担を示し、広域体制に係る平常時対応、災害時対応を例示して、具体的な広域体制整備に向けた取り組みの検討の具体化を促していた。

しかし、今般の大震災は、そうした体制整備の必要性の指摘からわずか1年後に発生したものである。この手引きがまとめられてはいたが、これに基づく具体的な検討が十分には行われないまま、極めて大規模な災害対応に直面することとなった。

2. 発災以降の経過

平成23年3月14日には、環境省災害廃棄物対策特別本部長（政務官）より、各都市及び関係団体に対し、被災市町村の災害廃棄物の処理についての協力を要請し、6月17日段階での集計で、26の市・団体から協力可能との回答がなされている。また、報道²⁾によれば、2011年4月時点では全国30都道府県の市町村から災害廃棄物の受け入れが可能との意向

が示され、年間受け入れ可能量は焼却180万トン、粉砕65万トン、埋立36万トンとされていた。

しかし、これは、主に施設容量の余力の観点からの調査であることに加え、放射性物質による広域的な汚染実態が把握される前のことであり、福島県以外における放射性物質による汚染の問題は、環境省、受け入れ自治体とも視野に入っていなかったと考えられる。その後、2011年7月の岩手県、宮城県における牛の飼料の稲わらからの放射性物質の検出など、放射性物質汚染のひろがりが見られ、両県からの災害廃棄物の受け入れに関して、慎重姿勢に転じる自治体が多くなった。文部科学省による航空機モニタリングの結果が岩手県について公表されたのは11月であり、それ以前の地上測定によって、両県の沿岸部は一部を除いて東日本の中では相対的には放射性物質汚染の程度が軽微であるとのデータが得られていたにもかかわらず、「震災被災地＝放射性物質による汚染地」との不正確なイメージが形成された感がある。汚染の地域分布の全体像について行政から積極的な情報提供が行われてこなかったこともあり、受け入れ地域側の汚染度が高い場合でも、相対的な関係は理解されにくい状況であった。

3. 広域処理の推進と賛否の論点

3.1 広域処理ガイドラインと広域処理の実施

原発事故で放出された放射性物質による汚染を危惧する声の高まりに呼応して、環境省は災害廃棄物の広域処理の推進に係るガイドラインの初版を2011年8月11日に作成している³⁾。これに先立ち、7月に岩手県宮古市、陸前高田市等の仮置場で採取した災害廃棄物の放射性物質濃度の調査が行われており、最も濃度の高かった地域でも、焼却灰が8000Bq/kg以下となることが示されている。広域処理の実施に際しては、一次仮置場での災害廃棄物の放射能濃度の確認を基本とし、加えて二次仮置場からの搬出時に空間線量率がバックグラウンドに比べて有意に高くないことを確認することを方針として示していた。

ガイドラインの初版の作成段階では、対象は岩手県を想定しており、東京都が宮古市からの受け入れを9月末に決定し、11月には受け入れ、処理が開始された。その後、災害廃棄物やその焼却灰の放射性物質濃度の実測値が蓄積され、ガイドラインは逐次、一部改訂が重ねられた。宮城県分については、東京都

での女川町からの受け入れが11月に決定され、12月から着手された。また、東北地方の隣県、すなわち青森県、秋田県、山形県でも、岩手、宮城両県分の受け入れが進められた。

これらの地域以外でも受け入れの検討が進められたが、受け入れに積極的な自治体の首長と、放射性物質による汚染への懸念から反対する住民との間での意見対立も見られた。

事故の影響が軽微な地域での受け入れ実績例としては静岡県島田市の例がある。試験焼却において、島田市自身の一般廃棄物焼却灰からも微量のセシウムが検出されていたが、岩手県山田町の災害廃棄物の受け入れによって、灰中のセシウム量は増加している。濃度でも絶対量でもリスクを問題視すべきレベルではないが、受け入れる災害廃棄物の汚染レベルが低い場合でも、受け入れ地の汚染度がさらに低く、相対的には汚染のより低い地域への放射性物質の移動が生じる場合に、放射性物質の封じ込めの観点から介入が必要か否かの考え方の整理が必要であろう。

なお、ガイドラインでは測定などの過度の負担をかけることは合理的でないとの記述がみられる。しかし、結果的には、十分に慎重を期す姿勢を欠いたがゆえに受け入れが進まない状況も生じていた。事故後、政府への信頼性が損なわれている状況下で、合理性を追求したことが合理的であったかどうかについての検証も必要かもしれない。

計画した広域処理が足踏みする状況の中で、環境省は広域処理への広報を強化し、2012年2～3月頃を中心に、全国紙における全面広告やイベントの開催などが行われた。2012年8月に公表された環境問題に関する世論調査結果⁴⁾では、広域処理に賛成、どちらかといえば賛成を合わせて約90%近く、反対は少数意見である。但し、廃棄物処理におけるNIMBY (Not in my back yard) はよく知られた問題であり、総論として賛成が多いか否かだけではなく、処理施設周辺に居住する直接の利害関係のある住民の意向が重要であることを指摘しておきたい。

3.2 広域処理に対する反対意見の論点

筆者は、西日本など、原発事故による直接影響が軽微であった地域での広域処理についてはより慎重な検討が必要であるとの立場をとってきた。これは、8000Bq/kgという基準が、事故前のクリアランスレベルに比べれば2桁近く緩和されていること、当初福島県の災害廃棄物処理への適用を想定して行われた

基準を、東日本に拡大し、さらに全国に適用することの是非について公開性の高い議論を経ていないことは軽視すべきでないと考えるためである。

政府やマスメディアの情報への不信任から、放射性物質汚染については、インターネット上での情報発信が特に盛んである。そこには、災害廃棄物は高度に放射能汚染されており危険であるとの主張など、事実誤認に基づく非科学的な主張や、放射能に対する過剰と思える反応も散見されるが、この問題に対する幅広い意見を知る上では有用である。筆者自身が、ツイッターを用いた情報発信や対話を通じて得た広域処理をめぐる論点について、既報⁵⁾で整理したものを以下に再掲する。

(1) 放射性物質は本来、集中管理するべきであり、広域処理する場合も、線量が相対的に低い地域から高い地域への移動に限ることを原則とするべき

(2) セシウム以外の核種（たとえばストロンチウム）についての実測が行われておらず安全性の確認が不十分

(3) 焼却時にバグフィルタによってセシウムは99～99.9%分離できるとされているが、限られた時間でのサンプリング調査であり、連続監視が必要

(4) 放射性物質以外にもアスベスト、重金属などによる汚染の可能性があり、その確認が不十分

(5) 放射性物質で汚染された廃棄物を従来の施設で処理できるとした審議の過程が非公開であり、安全と説明されても信用できない

これらの指摘に対しては、基準以下であるから安全である、と説得する姿勢だけでは合意に至りにくいであろう。(2)～(4)については、技術的な面では対応可能である。災害廃棄物について、放射性物質による汚染の程度の確認だけでなく、他の有害な物質で汚染されていないかどうかの確認は、広域処理するにせよ、現地で処理するにせよ、充実させることが望ましい。焼却処理時の安全性の確認については、津波被災地の災害廃棄物の広域処理よりも、前述した首都圏の一部も含め、より汚染度の高い地域における日常の都市廃棄物を安全に処理するうえでも求められる。安全なレベルなので測定する必要がない、という説明で信用を得にくければ、測定して安全なレベルであることを実証したほうが早道であろう。実際、(2)についてはその後実施に移されている。なお、放射性物質の問題以前の焼却に対する不信任、反対論がある一方で、焼

却飛灰からのセシウムの溶出による浸出水の汚染のように、専門的立場からも留意すべき点の指摘もなされている。

一方、安全性とは別に、広域処理の妥当性自身を問う声もあり、

(6) 被災地の早期復興のために広域処理が必要とされるが、復興計画と整合がとれているのか、仮置場の存在が本当に復興計画実施上の障害になっているのか

(7) 遠距離輸送することのコストを考えれば広域処理よりも現地に施設を建設するほうが合理的ではないか

(8) 被災地で処理を行ったほうが現地での雇用や経済的復興に貢献するのではないか

(9) そうした観点も含め、広域処理以外の選択肢も含めた複数の案について利害得失の比較評価を行うべきではないか

といった指摘がある。広域処理という方針は、放射性物質による汚染の実態が認識されない時点で立てられたものであり、また、被災地の現地の事情も発災から1年を経て変化している。そうした事情を斟酌しないまま、絆、助け合いといった精神論が先行することに対する危惧も聞かれる。この問題の本質が、政策決定や合意形成の進め方のプロセスへの不信任にもあることを指摘しておきたい。

そうした状況の中、2012年4月には、日本学術会議東日本復興支援委員会が、放射能対策を含む3つの分科会からの提言を発表しているがその際、災害廃棄物の広域処理のあり方に関する提言⁶⁾もあわせて発出している。その内容は、

提言1：実態の正確な把握で処理計画更新、県内再利用優先

提言2：災害廃棄物の再利用のために技術・財政支援

提言3：受入地・被災地間の合意で、法・ガイドラインによって広域処理推進

提言4：情報公開とリスクコミュニケーションによる安心確保

から構成されており、現地での再利用の促進、広域処理を行う場合のより丁寧な対話などを提言している。

4. 広域処理量の下方修正と広域処理の縮小

広域処理の調整が十分には進まない中で、災害廃棄物の発生側で事情の変化が生じた。2012年5月に岩手県、宮城県が災害廃棄物の発生量の推計を見直した。岩手県分については、津波堆積物を計上範囲に加えたことで総量が増加した一方、宮城県では発生量

の推計値や宮城県が市町村から受託する処理量が大幅に下方修正され、とくに石巻ブロックについては当初の想定量の半減以下となった。このため、広域処理の必要量も大幅に減少し、見直し以前、両県計で約400万トンとされていた量は5月時点で220万トンに、さらに8月の再見直しでは160万トンにまで減少している。復興資材としての現地での再生利用の拡大を推す声に応えて、公共事業への積極的な利用も図られるなど、一定の軌道修正が行われつつある。

また、受け入れ先については、事故の直接影響が極めて軽微な西日本も含めて検討が進められてきたが、下方修正の結果、調整先は絞られ、それ以上の新たな要請は行わない方針が国からも示されている。

一方、処理期間を数ヶ月延長すれば、可燃物の県内処理も可能と考えられる。仮設炉は撤去が必要とされているが、セメント工場は洗浄設備も含めて自社設備であり、より長期にわたって処理を引き受けるほうが収益上も有利である。可燃物や可燃物混じりの不燃物の処理能力に関しては、岩手、宮城両県間での容量不足を相補うことが可能となれば、両県での域内処理の可能性がさらに高まる。不燃物については岩手県の処分場不足がより強い制約となっており、宮城県や仙台市との間で、残余容量の融通が可能となれば両県トータルでは域内処分も完結させやすい。

埋め立て地に余裕がある自治体では、前処理による可燃物と不燃物の分離を十分に行わないまま、残渣率が高い状況での処理が進められてきたが、残渣率を減らす前処理によって、再利用可能な不燃物をより多く分離できれば、その分、焼却灰の処分量は減らすことができる。

5. 広域処理の紆余曲折からの教訓

(1) 現地の事情の多様性

被災地の状況は多様であり、用地の不足ゆえに仮置場からの瓦礫の移動が強く求められる自治体もある。一方で、一次仮置場、二次仮置場ともに確保され、現地での処理が軌道にのっている地域もある。これらの多様性を捨象して、がれきの山で被災地が困窮しているというステレオタイプのイメージを広報したことは、現地を知る立場からみるとやや違和感を抱く。被災地の多様な実情を十分理解したうえで、あえて捨象して広報する戦略であったのかもしれないが、被災地の多様な実情を伝え、瓦礫の広域処理以外にも、被災地

の支援手段があることを伝えたほうが、被災地の真に支援につながったのではないだろうか。

(2) 迅速な処理の必要性和期限の妥当性

広域処理の必要性として、発災後3年、2014年3月までの処理完了が強調される。少なくとも発災当初においては、被災地から瓦礫の早期撤去、処理が強く要望されていた。しかし、一定の時間が経過して瓦礫の仮置場への撤去が進んだ後では、現地の声にも変化が見られた。復興計画の進捗時期との兼ね合いなども考慮した場合にこの期限の厳守が被災地にとって必要不可欠かどうかについては、被災地側の真の希望を取り入れる必要があるだろう。被災地のニーズが復興であり、災害廃棄物の迅速な処理はその必要条件であって十分条件ではない。

(3) 放射性物質汚染との関係

広域処理は放射性物質汚染の分布についての情報が十分でない時点で計画されたものである。政府による公式なモニタリングによる地理的分布が公表されるまでには時間を要したが、岩手県、宮城県の津波被災地は概して汚染度は軽微であるものの、両県の一部に相対的に線量の高い地域があることは知られていた。2011年8月の京都の大文字送り火における陸前高田の薪の使用の中止に端的に表れているように、西日本における忌避感強く、そうした状況を踏まえた早期の方針見直しは時期的には可能であったと考えられる。

無謬性を重んじて後戻りできない状況であったためか、放射能汚染については問題にすべきレベルではないとの認識が強かったためか、実際にはそのまま広域処理が推進された。環境省の対外的説明を見る限りでは、8000Bq/kgという基準を全国に適用することについてはとくに問題視していないが、事故以前からの放射性廃棄物のクリアランスレベルとの関係について、規制を緩和したのではないかと不信感があり、これが広域処理が進みにくかった要因の一つであろう。

(4) 今後に向けて

今後の大規模災害に備えて、広域処理の実績を作っておくことの意義は軽視できない。但し、広域処理先が、小規模で多数にわたった場合には、放射性物質汚染の問題がなかったとしても事務処理面でも費用面でも非効率であり、広域処理に多数の自治体に参加する形態が妥当かどうかは客観的な評価が必要である。

いうまでもなく、広域処理は被災地の支援

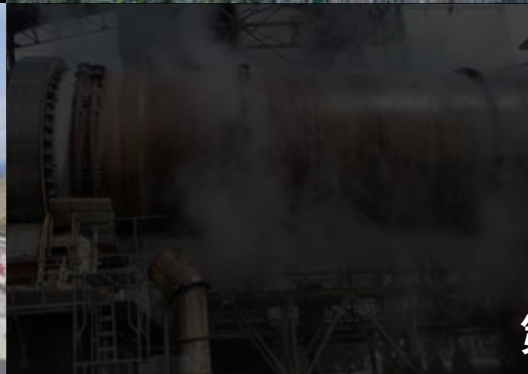
という目的を達成するための手段である。しかし、広域処理自身が自己目的化した感もあり、受け入れ先が個々に求める異なるレベルでの放射性物質の検査や、多数の自治体視察受け入れ等のために、かえって被災地に労力的負担をかける状況も一部で生じてきた。

放射性物質汚染という不測の状況が加わった中で、広域処理を十分な理解を得ないまま進めてきたことが、災害時の広域処理、ひいては廃棄物処理そのものに対する不信感を増長させているとすれば、将来に禍根を残すことになる。大災害時の広域処理の必要性に理解を求めるためには、今回の災害での広域処理の適用が適切であったか否かを、予断なく検証することが必要であろう。

とくに、原発事故によって政府や科学者に対する信頼が損なわれている中で、進めている政策が正しいものとして、代替案を提示しないまま、説明・説得によって理解を得ようとする政府のコミュニケーションの方法には批判的意見が少なくない。このコミュニケーションをめぐる、環境大臣から国民に向けた「お手紙」が環境省のホームページに掲載されてきたが、これも一方通行的な説明を前提とする内容になっている。公益性と安全性のバランスをめぐる、政府と国民との間でのコミュニケーションは、広域処理問題が提起した最大の課題であろう。❸

参考文献

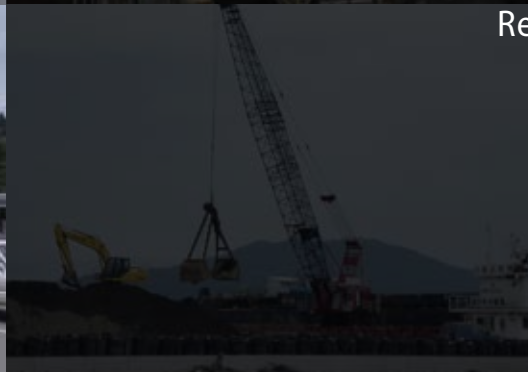
- 1) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部 廃棄物対策課：災害廃棄物処理に係る広域体制整備の手引き，2010
- 2) 化学工業日報 平成23年4月21日付
- 3) 環境省：災害廃棄物の広域処理の推進について（東日本大震災により生じた災害廃棄物の広域処理の推進に係るガイドライン），2011 http://www.pref.akita.lg.jp/www/contents/1325031777203/files/111227_001.pdf
- 4) 環境省：「環境問題に関する世論調査」の結果について，2012 <http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=15543>
- 5) 森口祐一：放射性物質で汚染された廃棄物への対処、科学、第82巻第4号，412-418，2012.
- 6) 日本学術会議東日本大震災復興支援委員会：提言 災害廃棄物の広域処理のあり方について、平成24年4月9日



Part 4

第四部 処理から復興へ

Restoration after Waste Disposal



4.1 災害廃棄物処理におけるボトルネックの考察とシミュレーション

Bottlenecks in Processing Disaster Wastes through Research Review and Simulation

Abstract

Existing researches predicting volume and spatial distribution of disaster wastes by earthquakes, tsunami, and flood are reviewed and Hanshin-awaji great earthquake and East Japan great earthquake are compared with each other in aspect of waste processing.

Simulation based on the reviewed papers and investigations of passed and present earthquakes are conducted for predicting elapsed time to clean disaster wastes.

As a result, key factors to clean and recover disaster-struck area quickly and intentionally are discussed.

1. はじめに

現在、東日本大震災によって生じた膨大な量の災害廃棄物（がれき）が少しずつ処理されつつある。我が国や多くのアジアの中進国のように、定期的に大地震が起こる国家において、それによって生じるであろう廃棄物の量を予測し、十分な準備をすることは、その後の被災地復旧・復興にとって極めて重要である。また、そればかりではなく、大地震が起った後に、混乱し十分な情報の得られない被災地において、迅速に災害廃棄物の発生量を推定することも、重ねて重要である。

地震による災害廃棄物の予測或いは推定における社会的・研究的動機は、地震後の迅速な災害廃棄物処理により、復旧・復興を速め、社会基盤と成長サイクルを早急に取り戻す、という点にある。復旧・復興速度は、速いほど望ましいのは論を待たないが、幾つかの文献においては、遅くなると、経済のグローバル化に伴う市場からの信頼性喪失・競争順位降下による長期的な損失（経済学的経路依存性）などが指摘されている^{1),2)}。また、国家の意思決定機関においても、復旧・復興の迅速性を重視した議論がなされている³⁾。その一方で、仮置き場確保の遅れ、解体・分別作業の不徹底による効率性・安全性の低下から、災害廃棄物処理においては「拙速過ぎないことも必要だったのではないか」との内省的指摘も存在する⁴⁾。

本稿では、まず、①地震前に災害廃棄物発生量を予測する手法、②地震後に災害廃棄物発生量を推定する方法のレビューを通じ、地震における災害廃棄物の予測、推計、そして、阪神淡路大震災、東日本大震災における現実の排出量・排出分布との違いについて整理する。そして、次に、今後、国内外で起こると考えられる大規模地震に対して、災害廃棄物

を効率的に処理し、力強い復興をする上で、必要な考え方とは何かについて論じる。

2. 災害廃棄物の発生量の予測と現実

2.1 海外の既往の研究事例

地震災害時に発生する災害廃棄物の発生量を求める研究は、我が国を除くと、中東⁵⁾、アジア⁶⁾など、我が国同様に、地震被害に苦しめられている地域に多い。しかし、これらの文献は被害報告の域を出ない。それ以外には、密度や溶出特性の変化や安全性⁷⁾、再利用方法⁸⁾を議論した内容が多く、被災地域の特性に基づく災害廃棄物の発生量予測手法に関する研究は見当たらないようである。これは、大地震が起こる可能性のある国家の多くが、途上国や中進国であるため、災害廃棄物を迅速に処理するよりも、処理が長期化した場合の人体や環境への影響に関心が高いためと考えられそうである。

2.2 建物倒壊による発生量予測の手法

我が国の地震による廃棄物量の予測手法は、阪神大震災時に生まれた計算手法・原単位に基づいており、よく整理された文献の多くは、内閣府・中央防災会議の資料にその多くをよっている⁹⁾。ちなみに国際的な文献レビューだと、平山らの研究報告が先行しているとレビューする文献¹⁰⁾もあるが、2000年の阪神淡路大震災時の復旧活動の中で採用された廃棄物推定手法を採用していると考えられ、上記の中央防災会議が、実質的には初出として、発生量予測手法の基礎となっている。

この手法では、震災前後に急速に整備された、固定資産台帳からの建築ストック推計に関する手法（野城、小松ら¹¹⁾）、ストックと人口分布の線形性に関する研究（名知¹²⁾）などと、阪神・淡路大震災時に用いられた廃棄物原単位調査が結びつくことで、がれき発生量の予測を精緻化している。また、同じように、建物被害、交通施設被害、ライフライン施設被害、人的被害などについても地震被害データに基づく我が国の多くの研究成果を組み合わせ、地震災害の網羅的な予測ができるように整理されている。また、環境省（旧厚生省）¹³⁾、都道府県¹⁴⁾、経済団体¹⁵⁾が、この手法に基づき被害想定予測を立て、地震災害対策の根幹的資料として役立てているようである。

以下、手法の利点、欠点の説明とともに概要を図1に示す。

(1) 利点

- ・比較的精緻にがれきの分布が出ること。
 - ・道路閉塞率、倒壊率、火災など、地震の入力情報に対して、起こりうるほとんどの地震被害との連成ができており、総合的な地震被害想定ツールとして機能している。
 - ・阪神大震災、鳥取県西部地震、芸予地震の実データに基づき、我が国のストックの形状や特長の乗った原単位がよく整備されているため、震災後の経済分析についても議論されている点も興味深い。（モデルには搭載されていない）
- (2) 欠点
- ・固定資産台帳データとメッシュ別人口データが整備されていないとできない。（データが整備されていない国ではできない）
 - ・地域特性が色濃くでる被害の検討がない。
 - ・各種被害の空間分布が出ているのにもかかわらず、その後の災害復旧のための利用・検討がない。
 - ・二次災害（避難時の事故、病死、工場や施設の機能停止や故障による被害）などが考慮されていない。
 - ・これまでの主な大地震の被害状況や被害原単位を利用しているため、これらの原単位とは違う都市構造をもった地域では、構造物分布や交通ネットワークの状況が違うため、予想が実際と大きく食い違う可能性がある。
 - ・首都圏で問題視されやすい地下空間の機能低下や破損についてはあまり議論されていない。

2.3 水害廃棄物の発生予測の手法

我が国は、水害廃棄物の発生予測の手法についても、地震による災害廃棄物と同様に、被害レベル（床上浸水、床下浸水）ごとに、建築物単位量あたりの水害廃棄物原単位をアンケート調査により算出し、これによって全体の推計量を出す手法をとっている。環境省¹⁶⁾は、床上浸水を高さによる3レベル＋床下浸水1レベル計4レベルによる推計方法を提案している。また、平山ら¹⁷⁾は、これをさらに精緻化し分類を細かくすることで精度を上げている。図2にこれを図示する。研究としての報告事例はないが、これらの推計方法と水害シミュレーションを組み合わせることで、水害廃棄物の発生予測が可能であると考えられる。

(1) 利点

- ・地震による災害廃棄物と同様の手法で推計ができる。

(2) 欠点：

- ・水害は地震よりも被害の空間分布にばらつきが大きいので、精度があがらない。
- ・水害によって海上へ押し流されたがれきの量はわからない。
- ・津波被害には適用できない。

2.4 津波水害廃棄物の推定

2.3に示したように、水害廃棄物の場合、河川や都市内洪水を前提にしており、大部分

のケースでは、床下に泥が溜まったり流木がひっかかったりするような建築物にとって小さな被害を想定している。津波のように海岸から規模の大きな水流が来襲し、全壊・半壊するような被害を想定してないため、適用が難しいものと考えられる。

また、首藤ら¹⁸⁾は、津波遡上シミュレーションから、水圧によって倒壊する建築物の割合を試算する方法を提案しており、想定されているケーススタディがいくつか紹介されて

いる。

これに対して、平山らは、衛星画像から得られた津波の浸入範囲に基づき、ここのがれきがすべて廃棄物になると仮定した上で、地震廃棄物のように全壊・半壊といった津波による倒壊棟数を算出し、ここから地震災害廃棄物の原単位をかけて算出する方法を提案している¹⁹⁾。

この手法は首藤らの提案と連成可能であり、組み合わせることによって津波による廃

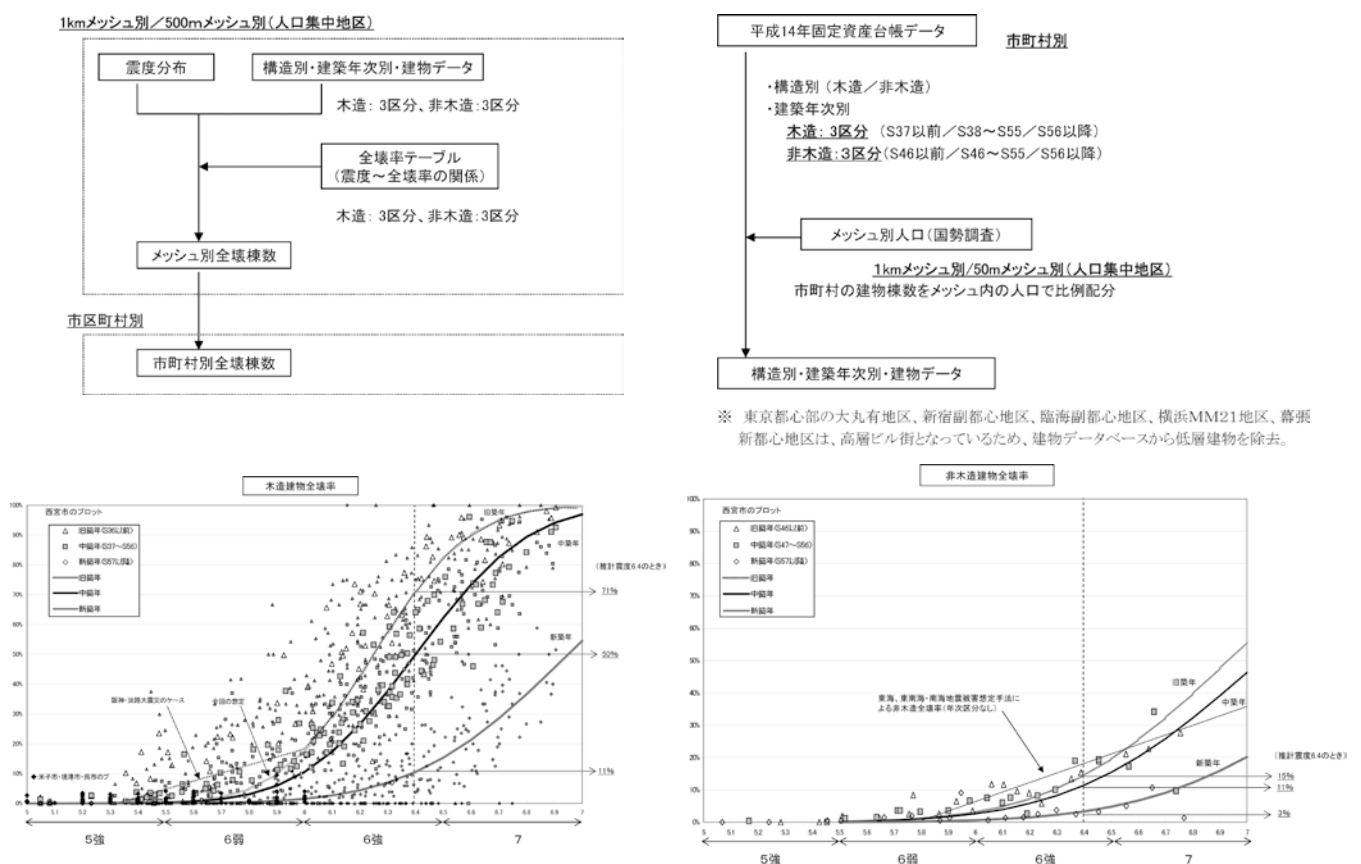


図1 地震における災害廃棄物の発生量予測手法の概要（建物倒壊由来）

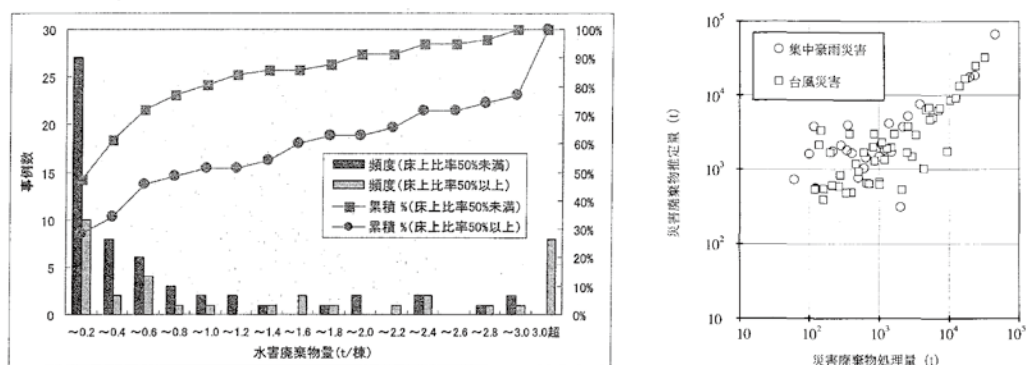


図2 水害における災害廃棄物の発生量予測手法の概要（左：環境省のデータ 右：平山らの推計精度（2005））

棄物量の計算ができると考えられる。ただし、これらは、津波被害にあった倒壊建築物量にあたり、例えば、津波によって移動させられ、廃棄物にまぎれこんだ土砂などは考慮されていない。さらに、津波水害によって海上へ運ばれた流出量も判明しない。

このように、地震＋津波水害による災害廃棄物の推定に関して、建設系廃棄物は概ね推定可能であるが、土壌系廃棄物量、海上輸送量の推定についての研究が未整備であると考えられる。

3. 災害廃棄物の発生分布の予測と現実

3.1 防災計画と現実とのギャップ

前節までで言えることは、若干の粗さはあると言っても、地震の入力に対して、津波、火災、液状化などの様々な影響による災害廃棄物を予想することは、東日本大震災前に可能であった。しかし、ケーススタディの想定が十分大きくなかった。宮城県の過去の予想状況と現実の被害状況と比較すると、全壊建物件数は想定が最大1.5万件に対して、現実には7万件と4倍以上の開きがある。また、最大被害をもたらすケーススタディが大津波によるものではなく直下型地震によるものであり、津波を想定したケーススタディであっても、最大津波高さを2m程度としたため²⁰⁾に、建築物が倒壊し、災害廃棄物化することは想定されていなかった。

東日本大震災前後の状況を整理してみると、上記のようなケーススタディの過小見積りによって、国家予算何十兆円分もの損失につながっている可能性がある。この事実の教訓性は極めて高いものであると言える。

また、今年度より、ほとんどの自治体において、東日本大震災規模の地震・津波を想定した、災害対策計画が作成・発表されはじめているが、地震による災害廃棄物が出た時に、どこにどのくらいの規模の仮置き場を設置し、どれくらいの範囲から持ち込むのか、という仮置き場の具体的計画は、どの自治体でも現在の計画書に掲載できていない²¹⁾。

「広域避難区域」の指定が明文化されることが多いので、仮置き場についても、「広域災害廃棄物仮保管区域」のような名称で計画書に列記し、廃棄物処理業界全体で共有していくことが望ましいであろう。

3.2 地震直後の推定量と現実とのギャップ

(1) 地震発生直後の廃棄物の調査方法

東日本大震災直後に産出された災害廃棄物排出量は、上記、平山らの推計手法に基づき、津波遡上地域を人工衛星から割り出し、全壊・半壊判定を経て、建物の平米あたりの原単位をかけて試算するものであった。図3に、環境省の報告²²⁾に基づき作成した当初の各市町村の災害廃棄物推定量と、その後の修正率の推移に示すとともに、現実の廃棄物量との「差」について以下に論じる。

(2) 廃棄物推定量の事後修正率の時間的変化と復旧局面指標としての利用の提案

前節に示した推定手法に基づく、震災直後の各地の災害廃棄物量は、どちらかというくと過大推定になりやすい。よって、図3に示されるように、災害の全貌がわかるまでの半年程度は、事後修正率（{修正後の廃棄物量－当初推定量} / 当初推定量）が増大する傾向にある。

その後、さらに時間がすぎると、現場での測量による体積測定や、ダンプ台貫による重量測定が本格化することで、数値が精緻化し、細かい上下方修正（どちらかというと下方修正が多い）の傾向に転じるものと考えられる。実際に、文献22においても、時間の経過とともに自治体による実測データが増えていっていることが報告されている。さらに、排出推定量と事後修正率は反比例の関係にあるため、震災後約1.5年の時点で、最小規模の市町村排出量（約5千トン）で事後修正率は200%、最大規模の排出量（約6百万トン）で27%の事後修正を行なっている。ただし、被災地域全体でみると、－16%程度の事後修正率である。

このような災害廃棄物の推定量の修正率の変化は、災害そのものの情報混乱性と収束性をそのままあらわしており、筆者は、例えば行政にとって、復旧進捗を示すインデックスとして利用できるように感じている。例えば、当初推定量からの修正率変化量が20%以下になってきたら、必要最低限のインフラ、情報が安定的に到達できるレベルに達したとして、廃棄物処理の大規模発注に踏み切るなど、復旧の局面管理に利用できるのではないかと考えられる。

(3) 津波による災害廃棄物の海洋流出量について

前節で述べたように、災害廃棄物全体量の当初推定量と現在報告されている推定量には大きな差分がある。環境省では、この差分を海洋流出量として位置付け、表1のように報告している²³⁾。注意しなければならないのは、

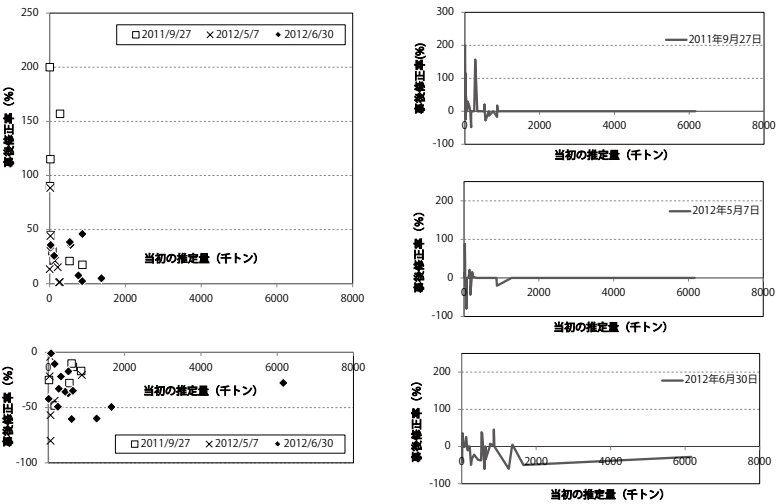


図3 市町村の災害廃棄物の当初推計量と事後修正率の関係

表1 東日本大震災により
海洋へ流出した災害廃棄物の総量推計

廃棄物の種類	漂流ごみ (千t)	海底ごみ (千t)	計
家屋等	1,336	2,783	4,119
自動車	—	313	313
流木	199	—	199
漁船・船舶	1	101	102
養殖施設	—	16	16
定置網	—	18	18
コンテナ	—	35	35
計	1,536	3,266	4,802

上記の差分量は、あくまで、がれき推定による修正によって生まれたものであり、単なる推定誤差である可能性もあるので、海洋流出分の廃棄物量に相当するかは根拠が乏しい。後述するが、流出した量から見積もられた海洋流出速度も予測とズレが生じていることから、がれきの海洋流出量と速度の正確な予測は今後重要な研究課題になると思われる。

(4) 災害廃棄物の海洋流出速度について

前節に示したがれきの海洋流出量を、「400-800万トン」と仮定した上で、Surface Current Diagnostic (SCUD) Model²⁴⁾によってその後の海洋移動と分布予測が報告されている。しかし、環境省の予測²⁵⁾とアメリカからのがれき漂着報告を比較すると、がれきの移動速度が必ずしも現実の速度に一致しておらず、予測よりも2ヶ月以上早く到達しているとの報告²⁶⁾がある。数百万トンといったがれき量は、膨大であり、今後、国家間に賠償リスクが生じてくるのであれば、海洋流出量と移動速度をなるべく正確に算出できる方が望ましい。また、ストックの堅牢化、防護化、立地計画によって、海洋流出を減らし、リス

クを減らす考慮も必要と考えられる。(最も、漂着物を被災国家に代わって費用負担する方が、紳士的かつ国際援助としては妥当であるとも考えられる。) さらに、東南アジア、南アジア地域で同じ問題が起こるとすると、より複雑な議論になりそうである。

4. 災害廃棄物の処理速度の予測と現実

現在、環境省が目標としているがれき撤去完了時期は震災から24ヶ月後の2013年3月、また、埋め立て、リサイクルなど、すべての処理完了時期は、36ヶ月後の2014年3月となっている²⁵⁾。これらの報告をもとに、各都道府県の撤去率と、阪神・淡路大震災の撤去率の時間的変化²⁷⁾を比較したものを図5に示す。ちなみに、阪神淡路大震災の処理率の時間的変化もあわせて示す。阪神大震災の場合、がれき撤去完了時期は震災から13ヶ月後、処理完了時期は22ヶ月後となっていた。

被災面積あたりのお金と人材と設備の投入量は、震災直後に定められた目標復旧年数に対して、いつもある最高水準になる(復旧に対して政府が出し惜しみしない)とすると、がれきの撤去速度と処理速度速度(撤去率、

処理率の時間変化)は被災面積によらず目標復旧年数にのみ依存すると考えられる。

現時点の東日本大震災の撤去速度は、阪神大震災の撤去速度の1/4～1/3程度である。また、処分に関しては、環境省によって報道が開始され始めたばかりであり、処理速度としては1/10～1/9程度である。(ちなみにこれらのデータには、放射線廃棄物の処理として懸念される福島県の対象地域は考慮されていない。)

このように考えると、阪神淡路大震災に比較して、東日本大震災の復旧作業は目標に対して遅れ気味になっていることから、何らかのボトルネックがあり、今後の災害復興を考える上でそれが何か解明すべきと考えられる。なぜなら、それが可視化され解決されれば、東日本大震災からの迅速復興に大きく寄与することになり、かつ、今後の震災に備えるための重要な検討課題として議論できるからである。

以下、災害廃棄物における各プロセスの処理速度を一つ一つ検証しながらボトルネックについて調べる。ただし、放射性廃棄物についてはここでは議論しないものとする。

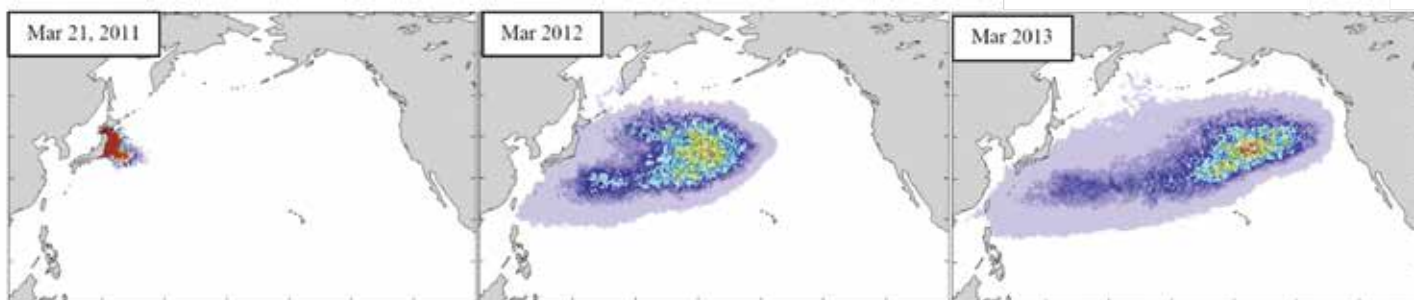


図4 東日本大震災により海洋へ流出した災害廃棄物の拡散速度

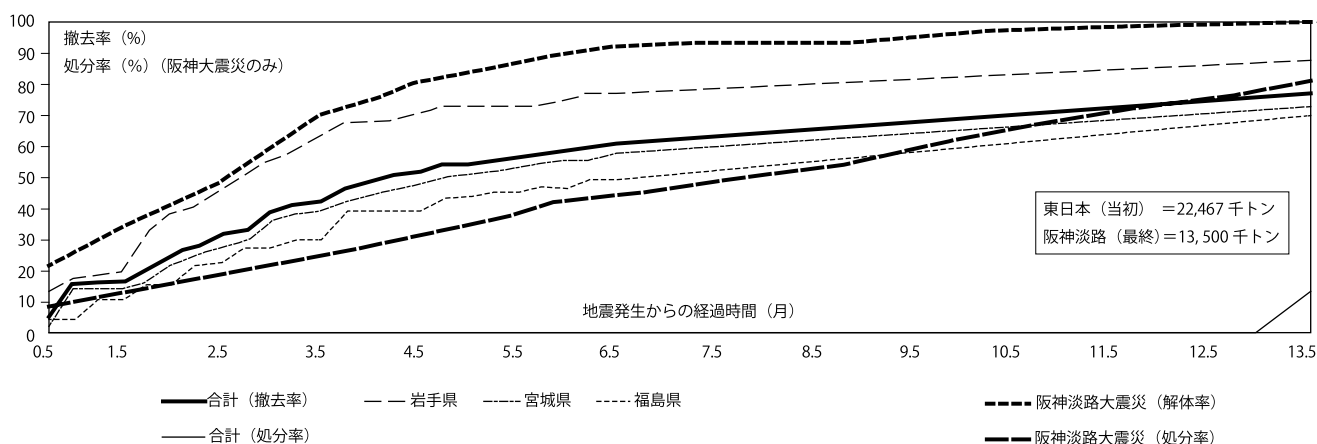


図5 がれきの撤去速度と処理速度の時間的変化 (文献より筆者作成)

5. 迅速復興のためのボトルネックとは何か

5.1 目標とする迅速復興のための災害廃棄物処理フローのかたち

ボトルネックを考える前提として、災害時にどのような廃棄物処理フローを理想として処理をすすめるか、廃棄物処理のビジョンを行政、市民、産業界で共有しておくことが重要である。吉岡ら²⁸⁾は、仙台市における東日本大震災後の災害廃棄物処理フローを報告しており、また一方で、環境省が既存の廃棄物処理フローを考慮して、広域向けに作成した災害廃棄物の処理フロー²⁹⁾を³⁰⁾に示す。この処理フローでは、災害廃棄物処理の初動である仮置き場設置、分別回収、広域処理必要性、廃棄物処理時の安全対策と、少ない文量で迅速な災害廃棄物処理の考え方を簡潔にまとめており、文献27や文献4といった阪神大震災時の教訓が多分に考慮されている。また、実務的には、施設として、オペレーションとして必要な用地や設備をあわせて、浅利ら³⁰⁾がよく整理したフローと解説を提示している。本稿では、我が国の災害廃棄物処理のコンセプトとして現時点では最も妥当な、あるいはもっと改善していくための最も整理された案として、これらの災害廃棄物処理フローを基準とし、ボトルネックについて論ずる。

5.2 処理施設破損および輸送ネットワークの分断などによる処理能力低下

まず、地震災害の場合、施設および交通ネットワークが破損し、施設が能力を十分に発揮できない場合がある。交通ネットワークの破

損については、被災民の救助、救援のために、最優先で進められるため、廃棄物処理の前のフェイズで復旧が完了している。

この一方で、廃棄物処理施設の場合、プロセスの重要な箇所が破損した場合には、その施設そのものが利用できなくなり、災害廃棄物処分ができなくなってしまう。

文献31)、32)によれば、阪神・淡路大震災では、焼却施設、中間処理場、最終処分場それぞれに機能停止にかかわる被害があったことが報告されている。その概要を表2示す。これによると、煙突、クレーン、タンク、電気集塵機といった付帯施設の破損および停電、断水、必須薬剤不足、修理資材不足などのインフラ切断・供給切断など複数の現象が重なって一部の施設が1～2ヶ月間、利用不能になった。結果、一部の廃棄物を広域処理に頼ることになった。ただし、多くの場合は軽微で震災後10日間以内に応急復旧を完了したと報告されている³³⁾。

このため、地震のみの災害を想定した場合、事後的に環境が整えば能力を落としてでも業務再開が可能でありそうである。

この一方で、全国都市清掃会議は、東日本大震災の施設破損状況について、会員企業である廃棄物処理工場の破損状態を集計・報告している²⁸⁾。これについても、地震のみの影響を受けた施設は阪神淡路大震災と同様の結果で比較的軽微であるが、津波の被害を直接的に受けた沿岸の施設については半年以上使用不能になったものもある²⁹⁾。ただし、4ヶ月で太平洋セメント大船渡工場や石巻広域ク

リーンセンターが復旧している点については、報告³⁰⁾にもあるように、厳しい環境の中での極めて素早い対応を行った賜物といえる。特に、石巻広域クリーンセンターについては、非常用電源を工夫して仮配線し作業にあたることで復旧期間を早めたとあることから、仮に、非常用電源が有効活用できなかったら、復旧作業がそもそも開始できない可能性もあったようである。この時のスケジュールをもとに阪神・淡路大震災と比較した復旧速度を表3に示す。また、敷地があれば短期で仮焼却場の設置が可能であり、概ね3～6ヶ月程度の工期^{31)、32)}であるとの報告から、津波によって損傷をうけた焼却施設の空地に仮設焼却場を設置することで増強している施設もある。また、文献40によれば、むしろ上下水処理場の方が復旧までの期間が長期化するようである。

次に、コンクリート系廃棄物を破碎し再生路盤材として利用する施設については、あまり報告がないが、基本的には移動式破碎設備（ガラパゴス）が充実していることから、広い敷地があれば、いつでも業務再開にできるものと考えられる。また、通常、こういった施設は山間部、港湾部の両方に位置しており、比較的、処理能力が高い機材が多いので、山間部の処理施設だけでもリサイクル製品製造は可能である。ただし、これについてももう少し詳細な調査を要するものと思われる。

以上から、処理施設破損および輸送ネットワークの分断などによる処理能力低下に伴うボトルネックは次のように考察できる。

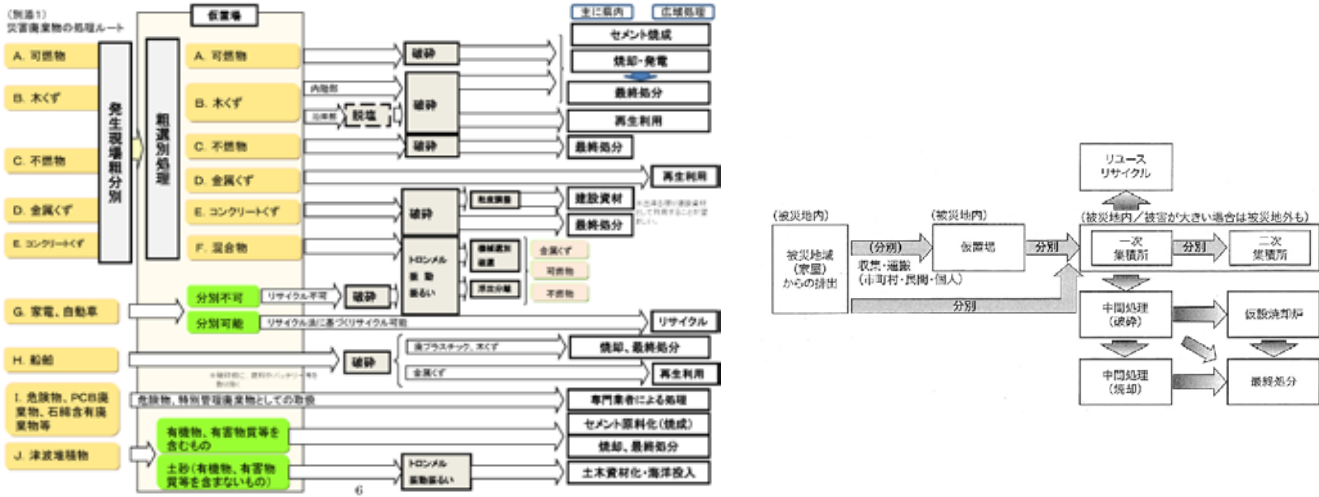


図6 東日本大震災に係る災害廃棄物の処理指針（マスタープラン、左）と用地確保・施設確保の点から見た実務的な処理フロー（右）

- ・設備インフラの電気系統の津波に対する耐性
- ・非常用電源の確保程度

5.3 焼却プロセスのボトルネック

これまでに示してきたように、地震が起こった直後の災害廃棄物量の推定分布は過大評価気味に推定されるため、通常は、過剰気味に処理施設を調達しようとする。必要なのは設備投資であるため、新規で増設することも可能であるし、広域処理することによって必要な処理能力を調達することは可能である。実際に、宮城県で仮設の焼却施設の稼働が進んでいる。

ただし、焼却プロセスのボトルネックは、処理場の表示通りの処理能力が出るか、「やってみるまでわからない」点である。

特に、災害廃棄物は一般廃棄物と異なり、塩分や水分のバランスが違う。このために、前処理として水浴による脱塩、乾燥、そして、残存水分の潜熱による発熱量低下、これらのことを加味した場合、余剰処理能力は大きく変わってくる。

廃棄物資源循環学会・災害廃棄物対策・復

興タスクチームによる報告書によると、岩手県・県北クリーンのストーカ炉（80トン／日）にて実証試験を行い、津波を受けた生木、建設木材系を75%以上含む災害廃棄物（東日本大震災による岩手県沿岸部の可燃性がれき例）を脱塩処理しないまま20%、残りを一般廃棄物で混合し、80トン／日程度の規模の焼却炉で焼却処分する分には、ダイオキシン、塩化水素も法律内の管理ができ、通常の焼却が可能であると報告している³³⁾。

上記の説明にある災害廃棄物と一般廃棄物の成分構成実測結果を表4に示す。これによると、災害廃棄物を含んだもののほうが一般廃棄物よりも各コントロールすべき成分が下回ることがあること。が報告されている。

また、斎藤ら³⁴⁾は、長期間海水にさらされてきた海岸付近の放置流木中の塩分濃度（600度焼成残分）を測定した結果を報告している。図7によると、放置流木の塩分は、樹皮に多く含まれ、樹皮以降の表面から10mm以内、木口から20mm以内の表面付近にのみ塩分が浸透している。そして、液比20L／kgの水浴60分に粉砕流木全体の塩分含有率を1%以下にすることが可能であると報告している。

また、文献³⁵⁾は、付着する砂分、汚泥分による、塩分吸着量の影響、残渣の増大、スラグ化による焼却炉の焼却工程への影響を懸念していることから、脱塩と同時に砂汚泥洗浄を行うことによって、一般廃棄物への混入量を高めることが可能であると考えられる。水分量が多くなり、焼却炉の潜熱負荷が処理能力を下げる可能性もある。

以上より、焼却設備の余剰能力を完全活用するために弊害となるボトルネック候補は次であると考えられる。

- ・脱塩洗浄プロセスの処理速度（トン／日）
- ・脱塩後の可燃性災害廃棄物の含水率（%）
- ・上記に基づく、災害廃棄物の焼却設備の余剰能力（トン／日）の算定

5.4 分別プロセスのボトルネック

通常の建設系の混合廃棄物のリサイクルにおいては、さまざまな機械選別、洗浄、粉碎工程以外にも、数十立米／時のベルトコンベアのまわりに従業員が何人もはりついて処理する「手選別工程」がある。分別の品質を上げなければ、ベルトコンベアのまわりの人員を増やすか、速度を落とす必要がある。

表2 阪神淡路大震災時の廃棄物処理施設の破損と復旧速度

	被害	復旧
煙突	倒壊・煙道破損	仮復旧なら1.5ヶ月、更新による本復旧なら半年から1年
クレーン	倒壊・故障	交換・修理により即復旧
タンク、ガス管	破損・漏洩	交換・修理により即復旧
電気集塵機	破損	交換・修理により即復旧
電気系統	破損	交換・修理により即復旧
焼却炉	破損・蒸気漏れ・建屋崩壊	仮復旧なら1.5ヶ月 本復旧なら半年から1年
最終処分場	目地・表層のクラック、配管破損	交換・修理により即復旧
その他ライフライン・供給に関する問題	停電・断水・道路断断・作業員の休息場所・食事確保・燃料確保、薬品など資材不足に停止	周辺環境に依存するが概ね1ヶ月以内に稼働可能に

表3 東日本大震災の廃棄物処理施設の破損と復旧速度（石巻広域クリーンセンター）

	被害	復旧
煙突	倒壊・煙道破損	-
クレーン	倒壊・故障	-
タンク、ガス管	破損・漏洩	-
電気集塵機	破損	3ヶ月より、ろ布交換
電気系統	破損	3ヶ月
焼却炉	破損・建屋崩壊	3ヶ月
最終処分場	目地・表層のクラック、配管破損	-
その他ライフライン・供給に関する問題	停電・断水・道路断断・作業員の休息場所・食事確保・燃料確保、薬品など資材不足に停止	5月下旬まで電源復旧しなかったため、非常用電源を仮接続して復旧作業をすすめた

表4 廃棄物の構成（左：災害廃棄物の構成 中央：一般廃棄物の構成 右：成分構成）

項目		湿重量（％）	項目		乾重量（％）			災害廃棄物	通常ごみ（雑芥）	通常ごみ（汚泥）	
紙類		0.6	紙類		5	水分		％	30.1	8.5	96.6
繊維		3.8	繊維		11.2	灰分		％・dry	5.93	10.16	39.52
プラスチック		1.4	厨芥		0	可燃分		％・dry	94.07	89.84	60.48
わら		16.1	木草		10.1	炭素分		％・dry	45.33	50.71	30.09
生木		37.1	プラスチック類		55.2	水素分		％・dry	5.52	6.54	4.5
樹皮		1.4	ゴム・皮革		0	窒素分		％・dry	0.55	1.13	2.6
細塵（5mm アンダー）		0.6	その他可燃物		5.3	酸素分		％・dry	42.36	30.58	22.98
建築木材		38.2	金属類		5.4	塩素分		％・dry	0.26	0.79	0.12
不燃物（金属・ガラス・陶器）		0.8	ガラス・石・陶器		0	硫黄分		％・dry	0.05	0.09	0.19
			その他不燃物		7.9	発熱	実測高位	kJ/kg・dry	17500	23000	12500
							実測低位	kJ/kg・dry	16000	21500	11500

これがボトルネックになっているかどうかは現時点で手選別工程に関しての文献が見つからなかったため、判断できないが、拠点となる焼却炉の一日の焼却能力は100トン～500トン程度である一方、中間処理場1個に設置されるベルトコンベア型の手選別工程の処理能力は1時間で数十立米（数10トン）、つまり1日で数百トンと考えられる。以上より、中間処理施設の個数が十分にあり、焼却炉に十分な焼却予定の廃棄物が到達しているのであれば、手選別工程がボトルネックになることはないと考えられる。

ただし、行政の災害廃棄物処理指針やその参考資料においても、分別や適性処理のプロセスは自明のものとして割愛されていることが多く³⁶⁾、大地震後の分別プロセスは、仮置き場内、焼却炉周辺敷地内、既存の中間処理施設が渾然一体となって実施されることから、どこに時間がかかっているか、現場の人間は熟知しているが、伝わりにくいポイントである。特に、現時点の可燃性廃棄物は、塩分だけでなく、土砂・汚泥が多く含まれており、阪神淡路大震災の可燃性廃棄物と同列に捉えられない。このため、汚泥分除去の前処理に非常に長い時間がかかっていることがヒアリングされている。こうした管轄部署を超えた施設の廃棄物種類別の処理能力をあらかじめ把握しておくことでボトルネックは解消されると思われる。

以上より、分別プロセスのボトルネック候補は次であると考えられる。

- ・新設・既設の仮置き場、選別工場、焼却施設周辺、中間処理場といった、中間工程を担う施設の各種廃棄物別の処理能力の把握（トン／日）

5.5 仮置き場・収集・運搬プロセスのボトルネック

筆者は、今回の東日本大震災の仮置き場においても、分別している仮置き場とそうでない仮置き場があり分別した仮置き場の方がその後の作業計画が立てやすいとのヒアリングを得ており、実際に、環境省のマスタープラン²⁹⁾においても現場粗分別を推奨している。しかし、塩竈市、名取市など、廃棄物量に対して、受入れ速度を最優先する行政団体の中には、分別しなくても受け入れているとの報告がある³⁷⁾。これらの廃棄物処理方針の格差は、廃棄物の広域処理や有効活用上あつてはならないことであり、品質管理を確実に守らせるようにしなければならない。また、こうした記事によると、分別を徹底しないのは、どちらかという廃棄物業者ではなく被災地市民であるから、被災地市民の地震後の廃棄物処理ルールを周知させることが極めて重要である。また、こうしたトラブルは、自治体間のゴミの分別ルールや越境禁止などの平時の制度も起因していることから、仮置き場や収集における管理権限を自治体を持つのではなく、国が一括で持つようにした方が良いとかがえられる。これは、先の阪神大震災の教訓を受けて、大震災直後の高速道路の通行管理権限を国が持つとする法律と似ている。同じようなスキームを、仮置き場をめぐる収集・運搬行為全体にも整備すべきだと考えられる。

また、事前分別によってその後の効率が変わりそうなことを考えると、やはり解体段階である程度分別してもらい、仮置き場に収集・運搬される際に、分別が徹底していない廃棄物については仮置き場が拒否する、ということを経験した方が分別に対する個人や解体業者のインセンティブも働き、迅速復旧につながることはおそらく間違い無いだろう

と思われる。以上より、収集・運搬プロセスにおけるボトルネック候補は次であると考えられる。

- ・解体現場・被災現場での粗分別（6分類）の徹底を踏まえた収集を行う
- ・被災住民の災害廃棄物の粗分別ルールの教育・ルール化
- ・仮置き場、収集、運搬行為における最高管理権限を国家とする法整備と周知

5.6 埋立てプロセスのボトルネック

埋立てプロセスにおいて、問題になってくるのは、処理速度ではなく、我が国全体で見た時の慢性的容量不足にある。

図8³⁸⁾に示されるように、我が国の最終処分場は常に逼迫状態にあり、現時点で、22,467千トンあると言われる東日本大震災の災害廃棄物を全部最終処分してしまうと、日本全体の4年分の最終処分量に相当することになる。また、岩手、宮城、福島三県の最終処分場の残余量と廃棄物量を比較すると、最終処分物の単位体積重量は実績率、密度を考慮して概ね1.0～1.5として丁度一杯になってしまう量である。どのような災害廃棄物が出たとしても、我が国では、それを全量最終処分（埋立て）することは、困難であるから、可能な限り簡便に高品質に分別回収し、リサイクル方法を考えなければならない。つまり、埋立てプロセスのボトルネックは慢性的な容量不足で、この解決のために、収集・運搬、分別プロセスと後述する再利用プロセスにおけるボトルネックに大きく依存する。

5.7 再利用プロセスのボトルネック

阪神・淡路大震災における災害廃棄物処理を報告した文献27においても報告のある通り、施設が稼働し、被災地の復旧作業時の商品としてのニーズが多く有れば、再利用製品

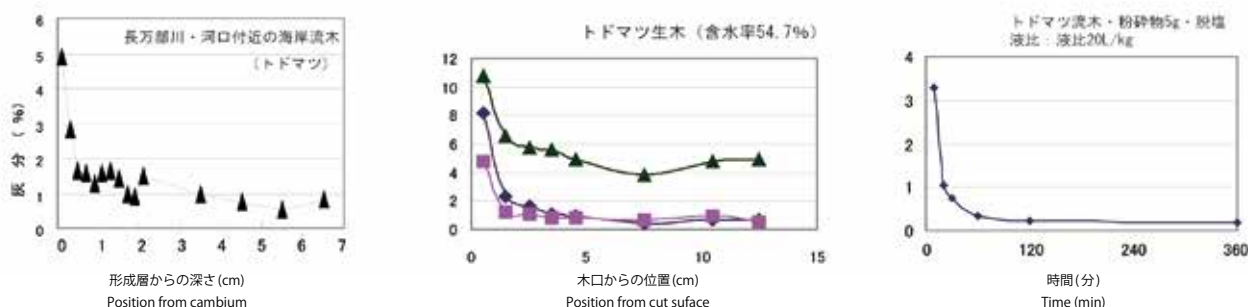


図7 トドマツ流木および塩分浸透させた生木の灰分（600度焼成残分）含有率とチップ化した流木の脱塩効果

として利用されていく。図9に、阪神淡路大震災の時の再利用方法と量を示す。再生用途として、道路路盤材の嵩上げとして使われた他、海面埋立材として利用された。また、埋立用途として、フェニックス最終処分場の埋立てに使われた。このことから、実質的には、不燃性のがれきのうち、93%が海面埋立、7%が再生路盤材になったことになる。

このような事実から考えても、東日本大震災においても土地の造成や埋立に用途の多くを委ねる可能性が高いかもしれない。

5.8 広域処理プロセスのボトルネック

広域処理において、宮城県のがれきを北九州に運搬したら、1トンあたり18万円の輸送費がかかったという報道³⁹⁾があるように、広域処理においてもボトルネックはあるものと考えられる。特に、広域処理の最大の目的は、広域化によって、災害廃棄物の処理速度を早めることであるから、稼働率が過負荷になっている被災地域での分別や前処理は極力避け、受け入れ側で、災害廃棄物をそのまま受け入れ、負担すべきと考える。

また、広域処理は大量一括輸送が当然であ

り、それを考慮しないでやれば税金の無駄遣い以外の何者でもない。環境省は輸送コスト＝輸送効率－環境負荷の問題についてはすでに環境白書にて比較の上で適材適所の輸送方法を投入するように提言⁴⁰⁾している。図10によると、輸送コストは概ね1/6程度であるということである。ただし、この数字は、内陸の荷揚げ、荷降ろし地点までの車の輸送を考慮してこの値になっており、海岸部にある焼却施設になるともっとコストは変わってくる。また、船舶は規模の経済効果が効くため、例えばバラタンカーだと、最低でも3千トン以上の積載容量をほこることから、コスト上の戦略を考慮すればまだ下がる可能性がある。本来は、このように、広域処理はマストランスポートの国家的戦略と組み合わせなければまったく効率化されないのが当然であるが、震災復旧時にそれができていないのが本当の問題である。ちなみに、現在のダンプをつかった廃棄物収集運搬であると、ダンプの運転手としては、1日最低でも往復3往復したいところだろうから、勤務時間から考えて、焼却場からせいぜい60km～80kmの範囲のがれきしか収集に行けない。これに

対抗してコストパフォーマンスが取れる船舶輸送距離だと、360-480km。せいぜい被災地から南は関東、北は北海道が妥当な範囲だろう。放射性廃棄物の問題もあり、廃棄物の積み替えが難しいことも推測されるが、災害時には、廃棄物問題における大量輸送方法の安全で堅実な体制が強く望まれるはずである。

6. 震災廃棄物の復旧処理にかかわるシミュレーション

前節までの議論に基づき、災害廃棄物の処理に際して、ボトルネックが何で、実際にどれくらいの処理年数がかかるのかをシミュレーションによって検証した。まず、可燃物・混合可燃物の総量を、全体の岩手・宮城県の災害廃棄物総量（現時点）の1/3として660万トンとした。焼却炉は、東北5件の実在にする焼却炉の位置と処理能力を入力し、被災による処理能力の低下はないものとする。また、仮置き場兼選別工場を、衛星画像から得た津波被災地域の空地に主要道路を中心にx km間隔で設置した。この際の設定間隔xは、図11に示すように設置する仮置き場兼選別工場

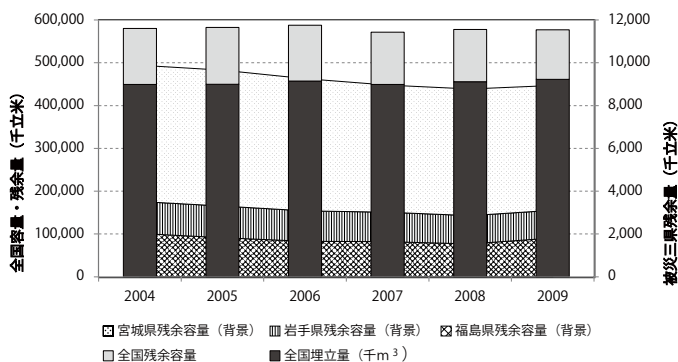


図8 我が国全体および震災三県の最終処分場の残余量

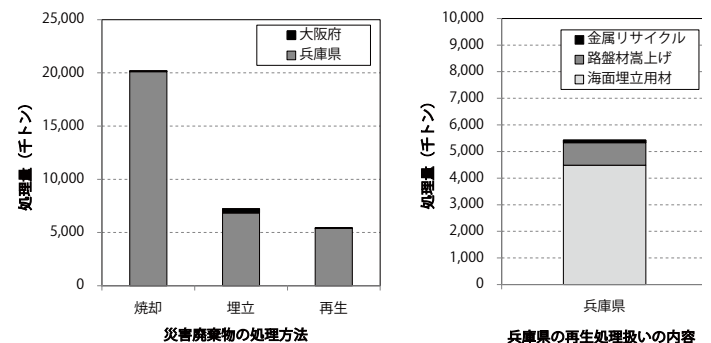


図9 阪神淡路大震災における災害廃棄物処理方法

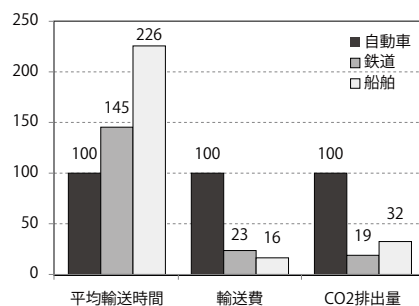


図10 福岡県～東京都間輸送時のモード別輸送時間・費用・CO₂排出量の試算（自動車を100とした場合）

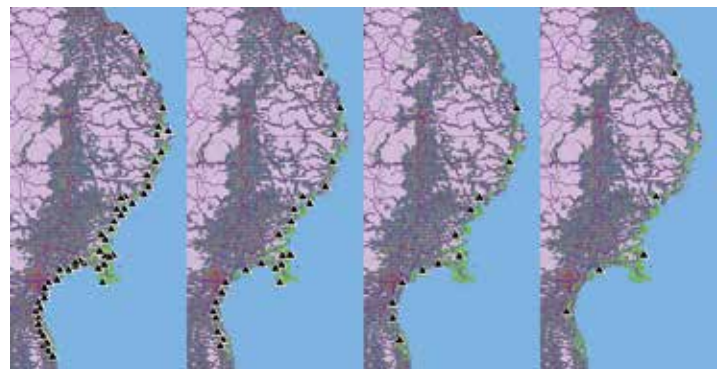


図11 仮置き場兼選別工場の設置数と分布

の設置総数による。ここで重要なのは個数ではなく、一年間で処理できる処理能力である。このシミュレーションでは、仮置き場兼選別工場が、一年間に分別処理できる処理能力を、現地調査に基づくストックヤード大きさから年間1.8万トン（60トン×300日）の中クラスと年間9万トン（300トン×300日）の大クラスがあるとした。

次に、前節までであげたボトルネックについて、最終処理場は逼迫しているものとして不燃物は当面焼却場あるいは海岸近くの仮置き場に置いておいてよいものとし、広域処理は全くできない状態とした。状態としては、広域処理はできないが、焼却炉がフル稼働できる、最終処分物もとれあえず現場に置いておいてよい、但し、仮置き場兼選別工場は稼働していて、復旧は、仮置き場のがれきが0になったときとする。

このケーススタディにおいて、仮置き場兼選別工場の設置個数によって復旧年数がどれくらいかかるかをマルチエージェントを用いたシミュレーションシステムを使って試算した。

その結果を図12に示す。仮置き場の個数が増えるに連れ復興年数が少なくなり、ボトルネックが仮置き場の年間処理量に大きく依存することが明らかになった。また、各焼却炉の処理量は各年で最大処理量に達しておらず、焼却炉数を増やしても復旧年数ほとんどかわらない。仮置き場の分別工程の速度がボトルネックになっていることがあきらかになった。

7. 災害復旧における災害廃棄物処理のための ランド・デザインの議論

以上より、災害廃棄物に関して、既存の研究や推定にかかわるモデルの利点と欠点、阪

神淡路大震災と東日本大震災の比較を通じて見えてくるボトルネック、そしてそれを踏まえたシミュレーションによる結果を論じた。

これらを踏まえて、今後、災害復旧をする上で、災害廃棄物処理のために見えてくるランド・デザインとは何か、必要なものとは何かについて下記整理する。

7.1 災害復旧年数をどのように設定すべきか・震災復旧指標の重要性

災害復旧にはあまり長い時間をかけず、短期間のうちに十分なお金、人材、設備を用意し、集中的な回復を目指す。かかった時間は、実際、阪神淡路大震災では災害廃棄物の処理完了まで約2年であったし、様々な議論を経て、災害救助法に基づき、仮設住宅の居住期間が2年となっていることも考慮して、大規模地震からの復旧においては、その規模によらず、2年以内での完了を目安にするのが妥当ではないかと考えられる。しかし、阪神淡路大震災でもあったように、災害復旧が遅れた地域であると、居住期間が2年では足りない場合もある。こうした事態に対して、阪神淡路大震災、東日本大震災では、特別な措置ということで仮設住宅の居住期間の延長を認める方針をとってきた。しかし、このような個別判断は、仮設住宅民に混乱やぬるま湯的な思考をもたらし、「どうせ居住期間は延長される」という意識が残ることで、被災地そのものの復興を阻害する。また、中央防災会議において指摘されているように、震災復旧中における復興景気はあくまで国庫財産の放出であり、実質的な日本の経済が好転しているわけではない。

しかし、被災地域においては、働かなくても現金がもらえるという「生活保護体質が固定化している」との報告もある。

こうした意味においても、本稿で提案した災害廃棄物の推定量の修正率を基準とした災害復旧指標を導入し、これを行政、被災民を含めた国民全体が共有することで、復旧状況が意識され、復興行政の効率が高まるものと考えられる。

7.2 事前に災害廃棄物のための準備をどのようにすべきか

(1) 地震のための準備段階

・被害想定設計手法

そもそも大規模規模と頻度にはおおまかな関係があり、Gutenberg-Richter則に従う。図13（USGSの地震データベースより筆写作成）のマグニチュード-頻度分布の示すように、1973年より現在までに発生した地震の最大マグニチュードは9.1であるが、発生確率という観点では、ある程度の精度で確率分布曲線が把握できており、我が国に被害をもたらす地震の発生確率についてもここから推定できる。1万年に一度ならGR則から想定される規模と頻度の関係から想定される。想定される最大地震のケーススタディをするだけでなく、人類の歴史を考えた時にある地域で1万年に1度程度の地震についても、ケーススタディにいった検討をした方がいいように思われる。

・災害廃棄物の精緻な予測とモデル化。

特に、地震による種類別排出量だけでなく、津波による土砂・汚泥堆積量、津波に依る海外流出量を含めた種類別空間分布の推定を行っておく必要がある。また、一般焼却炉の使う場合の実質スペックの計算手法や復旧速度のボトルネックとなる仮置き場、選別場、焼却場においての、前処理、後処理の速度評価（洗浄、手選別、除塩、リサイクル率の過度の向上）のモデル化、

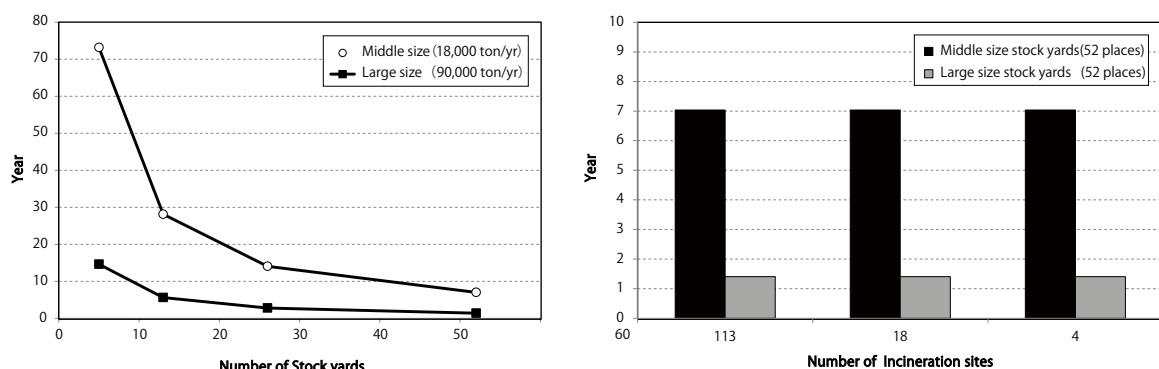


図12 がれき処理シミュレーションの結果
(右：仮置き場兼選別工場個数と復旧年数 左：仮置き場選別工場個数が52箇所のときに焼却炉を増やした場合の復旧年数)

これらの廃棄物の構成ではなく、実際、可燃物でも木材、水分、塩分、汚泥分などがどれくらいの混合比になっているのかの推定モデル、津波により修理が必要な被災施設の修理速度についてのモデル化についても今後必要とされる。

- 3.2(2)に示したように、がれきの推定量が精緻化するのにはダンプによる台費が、測量に体積計測しかない。コスト、速度の観点から言って、台費を早期に使って仮置き場に持っていくことが結果的に災害廃棄物推定量を正確にする上でとても重要。従って、災害廃棄物の推定量に基づいて、仮置場の予定地を具体的に設定し、ここに普段は使わないが臨時で使う台費を設置しておくことが極めて重要である。また都市部において、仮置き場となるスペースの確保が難しい場合もあるが、公園、グラウンドなどの公共地以外にも、私有地であるガレージ、あるいは一部の道路を積極的に活用できるように計画を立てておく。
- また、災害廃棄物の収集運搬に関しても、周辺仮置き場、施設管理・運用の最高権限を国家とし、自治体を越えた収集・運搬。受け入れ行為を弾力的に行えるように法整備をする。また、仮置き場での災害廃棄物受け入れのための粗分類についても産廃業者・市民に共通する国家統一ルールとして、教育・周知活動をしておくことも重要である。
- 津波被害が起きる可能性のある災害廃棄物処理施設の非常用電源の十分な準備が必要である。原子力発電所だけでなく、廃棄物処理施設についても、近年の基準で建設された施設については地震への対応は十分であると考えられるが、津波への対応については考慮されていない。地震で被害が軽微

であっても津波の被害は電気系統に大きなダメージを与えることから、復旧速度を早める意味でも、災害廃棄物処理施設の非常用電源の十分な確保は必須であると考えられる。

- 災害廃棄物の広域処理のコストパフォーマンスに基づくお願い範囲の自治体を決めておく。自治体によって広域処理で効率化できる「広域」の範囲は全く違う。内陸なら貨物列車でもない限り、あまり広域化できないし、湾岸なら広域化しやすい。輸送費用を比較し、仮置き場などの配置とともに事前に、自治体を越えた収集網と処理網の構築と依頼範囲を決定しておくことが望ましい。
- 震災復旧指標の導入
災害廃棄物の修正率変化量の収束レベルで復旧局面を決定する。

(2) 地震発生直後の対応（救助活動時期）

インフラ系（道路、電車、上下水道、電気など）だけでなく災害廃棄物系施設（仮置き場、焼却炉、中間処理場、最終処分場）各種能力の確認。必要に応じて修復指示（最長でも半年で回復する）

行政から、指定しておいた仮置き場への搬入開始を宣言し、粗分類ルールにのったもののみを受入れることを周知する。

あわせて、仮置き場にて、台費による災害廃棄物の重量測定・記録と分別保管をどんどん開始する。

(3) 復旧活動初期の対応

当初推定量の1/4程度の廃棄物処理（焼却、リサイクル、埋め立て含む）の発注

過大評価である当初の推定量をもとに、廃棄物処理の業務委託入札を開始してしまう

と、過大推定によって処理コストが過剰にかかりすぎてしまう可能性がある。震災直後に、廃棄物分布をもとに、推定量の1/4の廃棄物処理を全体を取り仕切る一括型の行政権限で早急に個別発注する。これにより仮置き場から処分場に至る廃棄物処理の全体的なワークフローを社会全体で稼働させ、自治体のルールに縛られず、かつ自治体がその代行を行うような枠組みをとらせて、問題点を早急に発見させる。

ワークフローが稼働することによって災害廃棄物の実測も早まり、その後の対応時期も早くなる。この過程で、必要に応じて処理施設の増強や広域処理のシナリオを、ある程度、もっておく。特に現時点であまりわかっていない混合廃棄物の分別プロセスの時間・コストの関係については今後、実測し予測で来るようにしておくべきである。

(4) 復旧活動中期の対応

災害廃棄物の処理推定量の下方修正が増え、修正率の変化が低下しはじめた頃の災害廃棄物量が、だいたい正確な廃棄物量よりも、2～3割程度多いと考えて、この数字をもとに、具体的な廃棄物処理の業務委託・発注を行い、必要に応じて処理施設などの増強・新設計画を実行する。

8. おわりに

以上により、災害廃棄物（がれき）の発生・処理における予測、ボトルネック、復旧のシミュレーションについて論じた。

とくに地震、津波による災害廃棄物は今後も多くの国に不利益をもたらす。シミュレータの精緻化、経験のデータベース化をさらに進めることによって世界中の多くの地域の人々をより安全に安心に生活できるように導けることから、今後も継続的に研究を重ねて

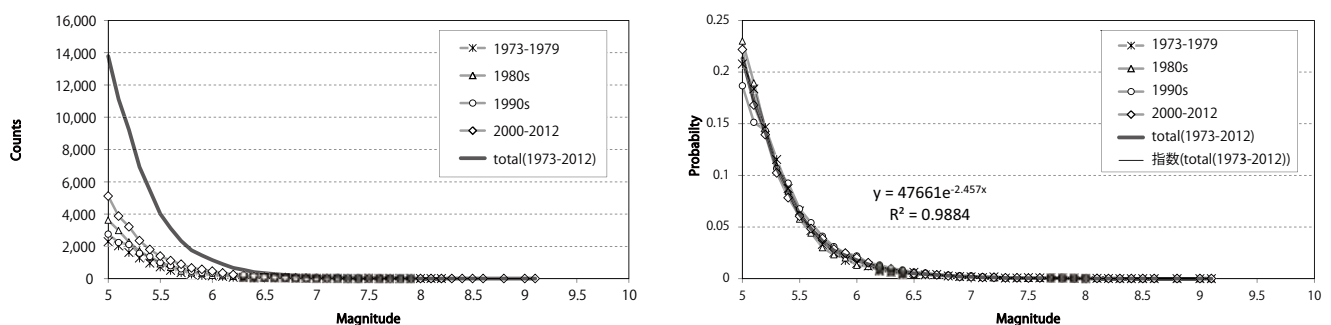


図13 地球全体でのマグニチュード5以上の地震と発生頻度（左：実数 右：確率分布に正規化）

いく所存である。そのためには、異なる文化圏で異なる構造物の倒壊や道路閉塞など、各地域に応じた考え方をどのように整理して載せていくのかもあわせて理論を構築する必要がある。

9. 参考文献

- 1) 例えば、紅谷ほか：災害後の産業復興に係る指標の推移と中小企業支援施策の枠組み，神戸大学都市安全研究センター研究報告，vol.11，149-158，2007.03
- 2) 例えば，神戸港の貨物量低下現象などが指摘されている．総理府編：阪神・淡路大震災復興誌，P.328-329，2000.12
- 3) 内閣府中央防災会議・防災対策推進検討会議 編，第12回会合 防災対策推進検討会議 最終報告（素案）骨子，2012.7
- 4) 例えば，内閣府編：阪神・淡路大震災教訓情報資料集，3-04 被災建物の解体とガレキ処理，2006.
- 5) Kartam et al: Environmental management of construction and demolition waste in Kuwait, Waste Management, Volume 24, Issue 10, Pages 1049-1059, 2004
- 6) Peng Cui et al: The Wenchuan Earthquake (May 12, 2008), Sichuan Province, China, and resulting geohazards, NATURAL HAZARDS, Volume 56, Number 1, 19-36, 2011
- 7) Choudhury et al: Simplified method to characterize municipal solid waste properties under seismic conditions, Waste Management, Volume 29, Issue 2, Pages 924-933, 2009.02
- 8) Xiao et al. : Use of wastes derived from earthquakes for the production of concrete masonry partition wall blocks, Waste Management, Volume 31, Issue 8, Pages 1859-1866, August 2011
- 9) 例えば，中央防災会議・首都直下地震対策専門調査会・内閣府（防災担当）作成資料（第15回）：首都直下地震に係る被害想定手法について，2005.02.25
- 10) Brown et al: Disaster waste management: A review article, Volume 31, Issue 6, Pages 1085-1098, June 2011
- 11) 小松：建物寿命の年齢別データによる推計に関する基礎的考察日本建築学会計画系論文報告集 (439), 91-99, 1992-09-30
- 12) 名知：京圏における建設副産物（がれき類）排出量の推定と建設副産物中間処理施設の立地に関する一考察，日本建築学会計画系論文集 (589), 161-168, 2005-03-30
- 13) 厚生省編：震災廃棄物対策指針・資料編，p25，1998,
- 14) 千葉県編：千葉県市町村震災廃棄物処理計画策定指針，2005
- 15) 中部経済連合会編：大地震に備えた震災がれき処理について，2010.7
- 16) 環境省編：水害廃棄物対策指針・資料編，pp.14-16, 2005
- 17) 平山 et al：水害時における行政の初動対応からみた，災害廃棄物発生量の推定手法に関する研究，環境システム研究，Vol.33，pp.29-36，2005
- 18) 首藤et al：GIS を利用した津波遡上計算と被害推定法，海岸工学論文集，45，pp.356-360，1998
- 19) 平山：0311東北地方太平洋沖地震における津波廃棄物発生量の推定結果について（速報），廃棄物資源循環学会 HP：災害廃棄物対策・復興タスクチーム，2011
- 20) 宮城県防災会議地震対策等専門部会 編：宮城県地震被害想定調査に関する報告書，2004
- 21) 例えば，過去から今までの東京都地域防災計画，東京都防災会議議事録においても，仮置き場の具体指定は議論されていない．東京都防災会議編：東京都地域防災計画，2009
- 22) 環境省編：沿岸市町村の災害廃棄物処理の進捗状況，2011/7/14, 2011/9/27, 2012/5/7, 2012/6/30
- 23) 総合海洋政策本部編：東日本大震災による洋上漂流物への対応について，2012.07.18
- 24) Maximenko et al: SCUD Tracks the Tsunami Debris Field, Quarterly Reports of International Pacific Research Center, 2012 Spring
- 25) 環境省：（報道発表）東日本大震災による洋上漂流物の漂流予測結果の公表について（お知らせ），2012.04.09
- 26) NHK World Wave Tonight: 2012年7月18日（水）報道より
- 27) 兵庫県生活文化部環境局環境整備課 編：阪神・淡路大震災における災害廃棄物処理について，1997
- 28) 吉岡 et al.：仙台市における震災廃棄物処理対応，廃棄物資源循環学会学会誌，23, No.1, pp.31-39, 2012
- 29) 環境省編：東日本大震災に係る災害廃棄物の処理指針（マスタープラン），2011.5.16
- 30) 浅利：災害廃棄物の分別・処理フロー，災害廃棄物分別・処理実務マニュアル，pp.52-53，2012
- 31) 厚生省編：震災廃棄物対策指針・資料編，pp.8-9，1998,
- 32) 特集 阪神・淡路大震災における災害廃棄物対策，一災害の状況と緊急対応の実態一，都市清掃，第207号，1995
- 33) 田中 et al: 阪神・淡路大震災における災害廃棄物への対応，公衆衛生研究，第44巻，第3号，1995
- 34) 全国都市清掃会議編：東日本大震災による施設被害状況調査一覧，2011.03
- 35) 東洋経済：津波で下水処理場、ゴミ焼却施設に大きな被害、想像を超える宮城県内各施設の被災状況(1)，2011/03/31
- 36) （株）神鋼環境ソリューション：東日本大震災で被災した石巻広域クリーンセンターの復旧，JEFMA，60，pp.23-27, 2012
- 37) 福島民報：相馬に仮設焼却炉着工 がれき処理の国代行第1号，2012.08.02
- 38) 川崎重工業（株）：災害廃棄物処理における仮設焼却炉について，JEFMA，60，pp.34-36，2012
- 39) 廃棄物資源循環学会・災害廃棄物対策・復興タスクチーム編：災害廃棄物の燃焼試験に関する報告書，2011.8.2
- 40) 斎藤 et al.: 海岸流木における塩分の浸透と溶出，540号，林産試験場報，2011.3
- 41) 国立環境学研究所 編：塩分を含んだ廃棄物の処理方法について（第三報），2011.03.30
- 42) 廃棄物資源循環学会 編：災害廃棄物分別・処理実務マニュアル，pp.60-61, 2012.5
- 43) 半沢智：災害廃棄物の処理、追いつかず，日経エコロジー，p.12，144号，2011.6
- 44) 環境省編：環境統計集より筆写作成
- 45) 河北新聞：北九州市試験焼却 がれき80トンの輸送費1400万円，2012年06月07日号
- 46) 環境省編：I-4 物流の効率化による二酸化炭素排出削減に向けた課題，環境白書，2008

4.2 復旧・復興計画との関係からみた廃棄物処理 Interaction between Disaster Waste Management and Restoration Planning

Abstract

It is often emphasized that disaster waste has to be removed and treated as soon as possible, so as to enable early restoration of damaged areas. Though there are general sympathy and support to this claim, it is not clear why disaster waste must be treated within three years, which is the target decided by national government. In this section, possible interactions and linkages between disaster waste management and restoration planning are examined, reflecting interviews of sufferers in disaster areas. Possibilities and challenges in recycling of Tsunami debris as construction materials for reconstruction works are also discussed.

1. はじめに

被災地の復旧、復興のために、大量の災害廃棄物の迅速な処理が必要であることが繰り返し述べられてきた。しかし、なぜ迅速な処理が必要なのか、災害廃棄物の処理が遅れると、復旧・復興にどのような点で障害があるのかについては、必ずしも十分には整理されてきていない。とくに、広域処理の必要性、合理性をめぐる議論において、発災後3年という時限の妥当性など、災害廃棄物の処理計画と復興計画との具体的な関係も論点となってきた。

そこで本稿では、復旧・復興のために1日も早く瓦礫を処理するべき、という被災地支援の一般論から敢えて一歩引いた視点から、復旧・復興と廃棄物処理の関係について、災害廃棄物の復興事業における活用可能性も含め、可能な限り具体的に整理を試みる。

2. 被災地におけるニーズ

環境省は、広域処理の必要性を訴える広報活動の一環として、被災地の住民の声をインタビュー形式で収録し、ホームページに掲載して公開している¹⁾。公開された岩手県、宮城県の津波被災地の住民計58名のインタビューを視聴し、述べられた意見の中から、復旧・復興と災害廃棄物の早期撤去、処理に関連する主な意見を抽出して要約し、分類・整理を試みた。

1) 災害の記憶としての瓦礫の存在

- ・膨大な量の瓦礫の山の存在から自然の猛威、無力感を感じる。
- ・津波、被災直後の悲惨な状況を思い出す
- ・子供や老人、津波を思い出す。
- ・散らばったものは集積されたが、それが減

らない、目に見えて爪痕が残っている。

- ・瓦礫は思い出が詰まったものであり、ただ廃棄物として扱われることには抵抗感がある。
 - ・生活の場であったところのがれきが山積みになっている現実。
 - ・街はきれいになったが山は減らない。
- 2) 将来への不安の象徴としての瓦礫の存在
- ・瓦礫を見ることで前に進もうという気持ちを萎えさせる。
 - ・瓦礫の行き場がないことは被災者の行き先もないことを感じさせる。
 - ・被災地だけでは処理できないと聞いている。瓦礫に埋もれたままになるのではないか。
 - ・商店や住宅の再建がはじまる中でがれきが減らないことが心の足かせ。
 - ・市街地からは撤去され目にするのではないが、復興の先行きが見えない。
- 3) 復興にかかる時間の長さの象徴
- ・処理が進まないことが復興に時間がかかることを予期させる。
 - ・復旧は思っていたより早いですが瓦礫処理は進んでいない。
 - ・発災後、時間がたっても撤去作業が行われていることの不安感。
 - ・時間が早く経つ割に街の光景が変わらない。
 - ・中心部以外の地区からの撤去の遅れ。
 - ・工場など大型建造物の未解体。
 - ・まだ解体されていない建物があり集積量は増える一方である。
 - ・瓦礫の処理で足踏みするのではなく、復興の次のステップに進むことへの期待。
 - ・街の再興には数十年単位の長期間がかかるとしても瓦礫の処理が進めば復興につながる期待感。
- 4) 産業、街の復興との関係
- ・復興に時間がかかれば廃業につながりかねない。工場の建設の支障を取り除いてほしい。
 - ・観光地への県外からの来訪の早期再開のため撤去が必要。
 - ・早く整地し、安心して買い物ができる商業地、的を絞った復興。
 - ・新しい街づくりをはじめたい。
 - ・仮置場が将来の住宅用地である。
- 5) 仮置場などの位置に起因する課題
- ・観光地の一角に積まれている場合がある。
 - ・学校やその近隣が用地となっており、片づかなければ再開できない。
 - ・商店街の近くにも瓦礫の山がある。
 - ・何れ所も置き場があり、買い物の際にも目

にする。

- ・高台にあがると見える、道路脇に見える。
 - ・被災地居住ではないが通勤途上で目にする。
 - ・車での移動中には山を目にすることがある。
- 6) 安全・衛生上の課題、子供への影響
- ・撤去作業中における粉塵などの健康上の心配。
 - ・子供の生活環境。
 - ・通学路、いい空気になってほしい。
 - ・大人はよいが瓦礫の側を歩いて通学する子供に心理的な影響。
 - ・夏場に向けた臭気。
 - ・作業車両の出入り、安全面。

これらの声から、瓦礫の存在やその撤去・処理の遅れが、復興への不安につながっている状況や、瓦礫の仮置きや処理が現在の生活に影響を与えている状況が読みとれる。限られた数のインタビューに基づくもので客観性が十分ではないが、現在の生活との関係の指摘については、仮置場の位置と生活の場所との関係に起因する地域差があると考えられる。

産業や街の復興への言及もみられるが、瓦礫と復興との直接的な関係については、住民からはそれほど語られていない。これは、復興計画についての具体的な情報が住民に伝わる段階以前、あるいは計画自身がまだ具体化していない段階であるためと考えられる。瓦礫自身が復興の妨げになっているか否か、という視点ではなく、瓦礫の処理が迅速に進まないならば、その後の復興が進まないのではないか、という不安があることへの理解が必要であろう。

一方、環境省が広域処理の広報活動の一環として設けたQ&A²⁾では、復興との関係について、

- ・瓦礫のほとんどは、仮置場に運びこまれているが、状況は自治体によってさまざまであること
- ・仮置き場をさらに確保することが地形的に難しく、瓦礫が山積みされ、火災の危険性が高まっている自治体もあること
- ・町有地のほとんどが山林であるために限られた民有の平地に仮置き場が設置されている自治体もあること
- ・こうした自治体では、大量の瓦礫の存在自体が復興事業のさまたげになっていたり、ひいては経済活性化のための企業誘致が滞る要因にもなっていること

が述べられている。この回答でも、民有の平地が仮置場となっている場合には、がれきの

存在自体が復興事業の妨げになっていることを提示しているが、裏を返せば、がれきの物理的存在や空間的占有が復興事業の直接の妨げとなっているのは一部に限られ、状況は文字通り自治体によってさまざまである。

災害廃棄物の早期処理は必要だが、それを行うことだけが被災地のニーズではなく、その先の復興の見通しを得ることに、より切実なニーズがあると考えるべきであろう。

3. 災害廃棄物と復旧・復興との直接的関係

このように、災害廃棄物処理を復旧・復興に役立ていくためには、災害廃棄物の早期処理が復興支援に必要という総論で思考停止するのではなく、両者の関係をより深く読み解く必要がある。被災地での現地調査や行政担当者からのヒアリングに基づき、課題を以下の3項目にまとめる。

3.1 用地問題および施設周辺への環境影響

第2部の別報で詳述したとおり、被災現場から災害廃棄物を撤去して処理処分するまでの一連の過程では、被災地区ごとの一次仮置場と、市町村ないしブロックごとに設置する1～数か所の二次仮置場、さらにその後の処理処分施設が必要で、そのための用地の確保が必要となる。こうした用地は通常はあらかじめ用意されてはならず、今般の災害では公共用地の転用や私有地の借用によって賄われている。公共用地の場合であっても、港湾用地、運動施設、防災林用地などの各々の元来の使用目的があり、災害廃棄物処理のために長期間の使用が困難な状況も生じうる。災害廃棄物処理に要する期間を短縮しなければならない要因の一つは、集積、処理に要する用地の長期占有による問題である。

また、平時から廃棄物処理施設は迷惑施設ととらえられており、仮設住宅も含め、周辺に生活の場がある場合には、仮置場の悪臭、破碎・選別による粉塵の飛散、焼却による大気汚染など、災害廃棄物処理施設に起因する環境影響が重要な課題となる。特に一次仮置場は処理前の生の瓦礫が集積されるため、生活の場に近い場所しか確保できない場合には、二次仮置場への搬出によって早期に解消することが求められる。

土地の占有の問題も、環境影響の問題も、地域ごとの仮置場や処理施設の立地状況によって事情が大きく異なるが、復興事業の直接の妨げになりにくい場所を災害廃棄物処理のための用地として早期に選定、確保することが、

復興への悪影響を減ずるうえで重要であろう。但し、復興後の土地利用計画は被災状況をふまえて策定されるであろうことを考えると、発災前にあらかじめ災害廃棄物の仮置きや処理のための用地の候補を用意しておくことが現実的かどうか、さらに検討が必要である。

3.2 復興資材としての瓦礫の再生利用

用地問題は災害廃棄物処理と復興事業との間でコンフリクトを生じる関係であるのに対し、両者の間でのポジティブな関係を築ける可能性があるのは、選別した災害廃棄物を復興資材として再生利用することである。現地調査の報告で触れたとおり、災害廃棄物の分別・選別によって再生利用可能な資材を得ることは、廃棄物の焼却処理や埋立処分の負担を軽減する効果があり、得られた資材を復興に活用できれば一石二鳥の効果がある。

コンクリートがらは既に大部分が再生利用されているが、津波被害特有の事情として、土砂については、木材などの夾雑物との十分な選別分離が困難で、地盤の嵩上げなどの復興資材としての利用が可能な品質水準を満たさない場合があることが、技術面での課題である。

単なる資材利用としての再生利用にとどまらず、被災の記憶を将来に受け継いでいくために、積極的に瓦礫を再生利用することを前面に立てた復興事業も提案されている。多重防御のための防災林や防潮堤、公園への築堤などがその例である。また、表土流出や地盤沈下した土地の客土に津波堆積物を資材として利用する提案もなされている。いずれにしても、安全性確保と、復興事業に果たす象徴的な意味とをバランスよく両立させていくことが課題である。

災害廃棄物を復興資材として再生利用する際のもう一つの重要課題は、処理と復興との時間的、空間的關係である。地域ごとに事情は異なるが、今般の災害廃棄物処理の現状と計画では、復興事業に利用可能な資材が供給されるのは発災後1～3年後が中心であろう。この時期にその近くで復興事業が同時に行われれば好都合であるが、実際には両者の時期が必ずしも一致しないため、資材の在庫を貯蔵する場所や需給調整が必要となる。一自治体にとどめずに複数の自治体間での広域流通が可能となれば総量での需給がバランスしやすくなるが、需給調整はより複雑となり、需給時期のずれによる在庫管理のための用地確保等の問題が発生する。こうした課題は、別

報³⁾のシミュレーションモデルの今後の展開に期待したい。

3.3 行政主体・制度面からみた関係

一般論として、行政機構においては、復旧・復興の計画と廃棄物の処理とでは、担う部局が異なる。平時であれば災害廃棄物の処理は市町村が担うが、今回の大災害では、被害規模が甚大であり、多くの市町村が処理を県に委託している。さらに、処理の実務は県が発注した事業者が担う。また、財政的支援は主に国が行っている。こうした構造の中で、関係主体が多岐にわたり、用地問題における復興計画との関係においても、復興事業における再生資材としての利用においても、情報共有がなされにくく、協議、許認可などの手続きが錯綜することも考えられる。部局間の横の関係（いわゆる縦割り問題）、国、県、市町村という垂直構造の両面で平常時から行政機構が抱えてきた問題点が制約となることが被災地の当事者の声から感じとれる。そうした中で、前例のない革新的な提案を実現していくことには障害もあるが、災害からの復興という共通の目標が、平常時の課題の改善に良い方向で作用することを期待したい。

4. 結語

筆者らが属する都市工学専攻は、都市計画系、環境工学系から構成されており、被災地の復旧・復興計画の策定、災害廃棄物処理の両面から専門分野をカバーしている。今後の復興過程をさらに長期にわたって追跡しながら現地への助言を行い、災害廃棄物処理と復興とがより良い関係で進むことに貢献することが本プロジェクトを提案した者としての使命の一つである。[5]

参考文献

- 1) 環境省:広域処理情報サイト 現地からの声, 2012
<http://kouikishori.env.go.jp/yt/index.html>
- 2) 環境省:広域処理情報サイト よくあるご質問, 2012
<http://kouikishori.env.go.jp/faq/>
- 3) 北垣亮馬: 4.1 災害廃棄物処理におけるボトルネックの考察とシミュレーション、SUR24, 028-038, 2012



Part 5

第五部 提言

Recommendations



5. 災害廃棄物問題における対応力改善への提言

Proposals for More Robust Counteractions in Disaster Waste Management

Abstract

We learned a lot of lessons on disaster waste management from experiences after the Great East Japan Earthquake. We in Japan, where other large-scale earthquakes may take place in the near future, have to be better prepared for post disaster responses in waste management, and we should avoid same failures and inefficiencies. In this article, participants to the project summarize their reflections and proposals towards better and more robust responses for disaster waste issues.

1. 緒言

東日本大震災については、発災から間もない時期の緊急調査を含め、さまざまな学術分野で調査が進められてきた。その規模の大きさゆえ、全容を記録し、将来へ受け継いでいくことは容易ではない。各々の専門分野に携わる者が果たせる役割の一つは、その分野で得た教訓をまとめ、将来の災害に対する対応力の強化につなげていくことであろう。GCOEプロジェクト「都市空間の持続再生学の展開」の活動の一環として「災害廃棄物問題への初動対応の検証と中長期的な問題対応力改善への提言」を提案し、実施してきたのはそうした動機からである。

この活動では、災害廃棄物処理の現場の調査、関係者からのヒアリング、行政資料の分析、シミュレーションモデルの構築、インターネット上での意見交換などの幅広いアプローチを用いて、大規模災害時の災害廃棄物処理の課題を掘り起こすことを試みてきた。発災から約1年半が経過した現時点は、発災から3年間という政府の処理完了目標期間の折り返し点にあたる。処理完了までには新たな難題に直面することもありうるし、現在進行形で処理が進められている段階で、課題を総括することは時期尚早であろう。とはいえ、今後の処理完了に向けたこの問題への対応において短期的に反映しうる事項も含め、かなりの知見が集積、集約されてきている。本報告はいわば中間的なとりまとめとして、災害廃棄物処理問題への対応力改善のための主要課題を要約するものである。

2. 対応力改善のための具体的な課題

2.1 初動対応における課題

(1) 緊急時における科学的、専門的知見の貢献可能性

第1部で紹介した廃棄物資源循環学会タスクチームの活動にみられるように、今般の災害

廃棄物問題においては、初動対応から専門家による活発な関与がみられた。国の廃棄物行政を環境省が担い、その所管下にある国立環境研究所、地方環境研究機関などの専門家が学会タスクチームと表裏一体となって活動できたことは、専門家の知見を現場での行政的対応に活用するうえで好条件であったと当事者の一員であった筆者は自己評価している。

しかし、一般論として、発災後の初動において、こうした良好な関係が成り立つとは限らない。平時において、科学的、専門的知見は時間をかけて慎重に評価したうえで実社会での対応に活用されるのが通例であり、緊急時に専門的知見をどのように集め、活用していくことが適切かの検討は不十分である。その際、集約する知見の知的財産権からみた帰属はどのように扱うべきか、専門分野の境界領域において、どの機関がリーダーシップをとるべきか、といった問題も生ずる。後者については、平時からの学際的な交流や機関の間での交流の実績がなければ進みにくいだろう。筆者自身の所感としては、発災後の初動期は個人間の人的ネットワークに依存しがちで、それ自身は有効に機能していたが、それに依存することは脆弱な面があるだろう。

一方、専門的知見をもとに個人として貢献する意欲や能力を持っていたとしても、それをどのような経路、機関を通じて発揮しうるのが明確になっていなければ、その機会を失うこととなる。インターネットをはじめとする情報通信手段が高度に発達した現在、SNSの活用も含め連絡手段は豊富に存在する。急を要する状況下での専門的能力の結集については、俗にいう「仕切り」の問題に帰着すると思われる。専門分野で非常時の対応についてあらかじめ検討を深めることは可能であろう。

(2) 現場支援における伝達経路

初動対応においては、自衛隊、他自治体からの応援部隊、ボランティアなど多様な主体が被災地で活動する。初動の瓦礫の撤去の段階では、ボランティアへの情報提供も意識して、分別方法の情報や安全上の注意事項を記した情報が現場に届けられてきた。しかし、権限や責任が明確になりにくい中で、そうした知見や助言を誰が誰にどのようなルートでどの時期に届けるのが適切なかは自明ではない。とくに、初期においては、人命救助、遺体搜索、道路確保、衛生状態確保などの優先事項の十分な考慮が必要である。有難迷惑になってはならない状況下で、専門的知見が効果的かつ

タイムリーに活用されるための伝達方法、伝達ルートを明らかにしておくことが今後に備える上での重要事項の一つである。

2.2 発生量推計等の処理計画上の課題

災害廃棄物の発生量の正確な把握が、その後の処理計画の立案や処理の実践において重要であることは論を俟たず、本誌の諸報でも再三触れている。発生量の推計は、被災地域の範囲と被災の程度、それに応じた災害廃棄物の発生原単位から求めるのが通例であるが、被災の程度の詳細な把握は短期間では容易ではない。今回の震災では、浸水範囲を全て解体・撤去と想定した結果、発生量を過大推計する例もみられた。発生量を過小推計すれば、施設の容量が不足して処理の遅滞を招き、過大推計すれば、過剰な設備投資による無駄を生じる。かといって精緻な推計は初期には困難であり、今回も行われたように、時間の経過とともに随時見直すことが現実的である。

そのため、処理計画の立案、実行においては、発生量の初期推計には大きな不確実性が伴うことを折り込む必要がある。このことは、あらかじめ計画に基づいて予算を確保し、立案時に計画したとおりの予算執行を求められがちな行政事務とは対立しがちである。その対立を解くためには、柔軟な見直しを行うことが、結果的に無駄を減らし、費用対効果の高い対応が可能となることを示していく必要があるだろう。

2.3 仮置場などの用地確保に関する課題

一次仮置場、二次仮置場の用地確保の問題については、被災地の復興計画との関係において別報で既に述べたが、今後起こりうる他地域での大災害を念頭において考察しておきたい。災害廃棄物の仮置きや処理に要するスペースの制約について、今回の震災ではリアス式海岸で平地が狭小という地勢的な事情が寄与していることが指摘されてきた。しかし、都市化が進んだ地域においては、多くの場合、災害発生時に廃棄物の集積場となるような場所が確保されているとは言い難い。今回の震災ですら、限られた候補地の中から、適地の選定を進めざるを得なかったと考えられる。

わが国において、地震をはじめとする災害リスクを負っている地域には、今回の被災地よりもはるかに高密度に人工物の集積した大都市が含まれている。高密度に集積が進んだ都市では、瓦礫の発生量がさらに多く、かつ廃棄物の集積のための土地の確保がより困難

であることが予想される。都市に集積した建造物の情報をもとにした災害廃棄物量の推計手法開発が進んでいるが、今回の震災での瓦礫の実績量との対比から推計精度をさらに向上したうえで、今後予想される災害への対処における活用が望まれる。

予想される大量の災害廃棄物への対処のためのもう一つの備えは、瓦礫の集積場の不足、言い換えれば都市空間の冗長性の不足に対する対処である。瓦礫の集積場所とすることを目的に、あらかじめ場所を確保しておくことは、これまでの都市空間の計画の常識に反するかもしれない。一方、過度の効率化、機能性の追求の中で、ゆとりや冗長性が失われてきたとすれば、都市空間の再構築において、大規模災害時の緩衝空間を計画的に確保しておくことにも一定の合理性が成立しうるだろう。今般の震災では、仮設住宅用地の不足にも直面してきたが、こうした緩衝空間が、万一の災害からの復興を迅速、円滑に進める上でも有効であろう。なお、今回の災害では海上輸送が活用されているが、地勢的条件が異なる場合に、輸送がボトルネックとならないかどうかの検討も行っておく必要がある。

2.4 災害廃棄物処理における技術的、制度的課題

今回の災害廃棄物処理では、早い段階から分別、選別の重要性が指摘され、実践されてきた。但し、地域ごとの条件、とくに一次仮置場の空間的制約から、一次仮置き段階での分別、選別が困難な地域も存在する。マスタープランで共通の方向性を示しつつも、地域のおかれた状況に応じた対応が必要であろう。

一方、そうした地域性とは別に、行政主体や実際の事業主体が異なるために、本来共通化、共有化されてもよい事項に関して、処理方式の地域差がみられる場合もある。処理の進行に地域差があるため、先行する地域で得た知見・経験が他の地域に反映可能な事項は少なくないだろう。事業の実際の担い手が企業や共同企業体であるための制約はあるが、公益性、公共性が高く即応性が求められるこの種の事業において、競争性を損なわない範囲での協調が必要ではなかろうか。

処理技術における具体的な課題については、既に第2部で述べており、ここでは詳述しないが、津波による沿岸部の被災であったことに特徴づけられる課題が多い。木屑と土砂や泥の分離、塩分の除去はその端的な例である。なお、制度面とも関連するが、災害廃棄物が

一般廃棄物に区分されるのに対し、廃棄物の性状は、むしろ平時には産業廃棄物に区分されているがれき類や建設混合廃棄物に類するものが多い。一般廃棄物は市町村、産業廃棄物は都道府県という行政上の区分や、一般廃棄物処理、産業廃棄物処理を担う事業主体の相違が、災害廃棄物処理において阻害要因となっていないかどうか、点検が必要であろう。

市町村、複数の市町村からなる事務組合、都道府県、国という階層構造の中での役割分担と、縦割りになりがちな部局間の分担は、平時からの構造的な課題であるが、非常時にコンフリクトを生じないよう、平時からの関係維持が重要であろう。

とくに、災害廃棄物問題においては、瓦礫の撤去や集積、復興計画における資材活用の両面で、廃棄物部局と建設部局との協調が重要と考えられる。

2.5 想定外の問題への対応

放射性物質による汚染の問題が災害廃棄物問題と絡んだことは、今回の特殊事例であり、これに伴う具体的な課題は第3部に譲り、総括的な教訓のみここで記しておきたい。大規模災害と放射性物質汚染との同時発生が万一再び生じた場合には、今回の経験がいかせるが、それはここで述べるべき本題ではない。今回の経験を教訓として備えるべきことは、別の「想定外」の問題が起きないかどうか、つまり通常の廃棄物としては処理し難いようなりスク要因を孕んだ災害廃棄物の発生が起り得ないのかの点検と、起きた場合の対応の準備であろう。たとえば、放射性物質以外にも、隔離された区域のみで扱われる物質は存在する。想定外の問題、法律の谷間に落ち込む問題、といった釈明が繰り返されることのないように備える必要があるだろう。

3. 発災からの時間の経過と専門家の関与

最後に、個別の課題の整理に加え、発災からの時間経過との関係からみた問題意識を記しておきたい。

初動対応においては、専門家個人や専門家組織が、現場での作業支援を含む現地対応、情報の集約・伝達、大局的な方針提示などのさまざまなフェーズで積極的に参加した。これらが他の関係主体との間での十分な有機的連携のもとで機能したかどうかは検証の必要があるとしても、現場での実務的な対応に専門家は一定の役割を果たしてきた。

一方、既にその段階で筆者自身も含め関係者

が暗に意識していたことではあるが、発災直後の混乱が一段落した後、専門家の関与、支援を中長期的に継続する仕組みが十分であっただろうか。発災後数か月は、処理計画の策定、適用すべき技術など、専門的知識が必要な局面は少なくない。しかし、今回の大震災では、計画の策定や処理の実践、費用負担面での主体が市町村、県、国にまたがり、どの主体に対する助言や支援が効果的なかがわかりにくかったためか、初動の次の段階から現在までの専門家の関与はやや散発的、個別的にならざるを得なかった感がある。国レベルでは、災害廃棄物処理の進捗状況について、関連する審議会の部会への報告はなされていたが、マスタープランの策定や見直し、その後の進行管理について、専門的知見をよりフォーマルな形で反映させる仕組みもとリエたのではないかと考える。また、学会などの専門家集団の側から、タスクフォースといった形での組織的な対応を長期的に継続し、より積極的に関与することの適否についても検討しておく必要があろう。行政機能の回復が進み、行政における対応がきちんととられているはず、との性善説的な立場をとる結果として、専門的観点から本来気づくべき問題点が見落とされることは避けねばならない。とくに放射性物質で汚染された廃棄物のような未経験の分野では、そうした注意深い対応が必要であろう。

なお、やや異種の観点であるが、若手研究者が、中長期的な行く末が見通しにくいこの種の調査・研究課題に注力しにくい状況になっていないかどうかの検討も必要であろう。

4. 結語

本誌冒頭にも述べたとおり、本報告は、発災後約1年半の時点までの災害廃棄物処理の経過をもとにまとめたもので、中間報告という性格のものである。災害廃棄物処理の完了まで、引き続き調査を続けていくことによって、将来へ伝えるべき課題をよりの確に見極める努力を続けたい。[5]



執筆者・プロジェクトメンバー一覧

プロジェクト代表

森口祐一

都市工学専攻・教授

執筆分担

(1.2、2.1、2.2、3.1、3.2、4.2、5)

プロジェクトメンバー

山本和夫

環境安全研究センター・教授

執筆分担(1.1、5)

古米弘明

都市工学専攻・教授

執筆分担(巻頭言、5)

小泉秀樹

都市工学専攻・准教授

執筆分担(4.2、5)

中谷隼

都市工学専攻・助教

執筆分担(2.1、5)

野口貴文

建築学専攻・准教授

執筆分担(5)

北垣亮馬

建築学専攻・講師

執筆分担(4.1、5)

内村太郎

社会基盤工学専攻・准教授

執筆分担(5)

謝辞

現地調査、資料提供、意見交換等に関して、下記の機関に所属される多くの方々に多大なご協力をいただきました。また、岩手大学嶋田尚哉教授、国立環境研究所寺園淳室長には、草稿に目を通していただき、有益な示唆をいただきました。ここに記して謝意を表します。

環境省東北地方環境事務所

(独)国立環境研究所

岩手県環境生活部資源循環推進課

宮城県環境生活部震災廃棄物対策課

陸前高田市民生活部市民環境課

釜石市市民生活部環境課

宮古市市民生活部環境課

宮古地区災害廃棄物破碎・選別業務

JV工事事務所

石巻ブロック災害廃棄物処理業務

JV事務所

太平洋セメント株式会社大船渡工場

リマテック株式会社東北支社陸前高田

事業所

陸前高田創生ふるさと会議

みちのく衛生の会

SUR Vol. 24_2012_11

発行日 2012年11月30日

発行 東京大学・都市持続再生研究センター

©2012 Center for Sustainable Urban Regeneration, The University of Tokyo

sur@csur.t.u-tokyo.ac.jp

企画・編集 森口祐一

デザイン 新目 忍

編集協力 PRINT BANK, Inc. 坂部紀恵子

印刷 PRINT BANK, Inc.



『SUR』は、社会基盤学、建築学、都市工学の専門家が協力して形成した東京大学グローバル COE プログラム拠点「都市空間の持続再生学の展開」が刊行する雑誌です。

- 〔1〕専門分野の垣根を取り払う場としての機能
- 〔2〕国際的に普遍的な課題の設定
- 〔3〕仲間内での機関誌の枠を超えた開放性
- 〔4〕時代の言論を先導する深みのある先端性

——という4つの編集方針を掲げ、「都市空間の持続再生」に関する議論の場と思考を深める場を多くの方々に提供することを目指しています。

本拠点は、21世紀 COE プログラムとして拠点を形成した2003年度に活動を開始し、都市空間に関わる様々な局面において、数多くの研究成果や社会的活動を行ってきました。『SUR』はそうした具体的な活動の成果を、国内外に広くご理解いただくことを目的に発行するものです。読者の皆さまからご意見やご支援をいただくことで、本拠点の活動をより充実したものにしていきたいと考えております。

Center for Sustainable Urban Regeneration, The University of Tokyo

東京大学・都市持続再生研究センター

<http://csur.t.u-tokyo.ac.jp/>

東京大学グローバルCOEプログラム「都市空間の持続再生学の展開」

「災害廃棄物問題への初動対応の検証と中長期的な問題対応力改善への提言」プロジェクト報告