

## 廃棄物資源循環学会の災害廃棄物問題への取り組み

### 1. 廃棄物資源循環学会の取り組み

廃棄物資源循環学会では、東日本大震災にともなう災害廃棄物問題に関して、直近でできる地域支援を行いつつ、取り組むことのできた調査研究の成果を、学術的・体系的な知見として記録として残すことを目的に、地震発生後の1週間後、2011年3月18日に「災害廃棄物対策・復興タスクチーム（以下、タスクチームと称する）」を発足させた<sup>1)</sup>。タスクチームの主たる活動として、1) 災害廃棄物に関連する情報プラットフォーム形成、2) 災害廃棄物対策ネットワーク形成と現地支援、3) 災害廃棄物に関する学術的記録と指針づくり、の3点であった。具体的には、災害廃棄物情報ウェブを開設し、災害廃棄物に関する既往情報を提供し、タスクチームメンバーが、今回の災害廃棄物に関する個別推計などの研究成果や現地速報を得た場合には、新規情報をウェブに提供してきた。今回のタスクチームは、今回の地震発生後に災害廃棄物問題を検討するべきということで自然発生的に集まったメンバーで構成しており、災害廃棄物問題に関心があり、何らかの貢献見通しのある本学会非会員にも門戸は開く運営を行ってきた。その活動経緯を、表1に時系列的に整理した。

本タスクチームのウェブには、廃棄物資源循環学会のトップページ <http://jsmcwm.or.jp/> から <http://eprc.kyoto-u.ac.jp/saigai/index.html> へアクセスできる。上述のウェブには廃棄物処理に関する国の指針や既報の知見について、その資料名と概要も紹介している。災害時には、個別の災害の特徴があり、最初からすべて必要な情報が示されているわけではない。とくに今回のような想定外の事態が続いた災害時には、状況に応じて暫定的なルールが設けられたり、指針が示されたりすることもあり、速報性のある双方向の情報プラットフォームが有効である。

表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」の歩み

年月日	活動事項
2011年3月11日	東日本大震災発生
3月14~17日	災害廃棄物問題への取り組み方針に関する議論
2011年3月18日	「災害廃棄物対策・復興タスクチーム」の発足
2011年3月21日	タスクチームのウェブ配信開始
2011年3月25日	現地派遣メンバー仙台市到着
2011年4月4日	「災害廃棄物分別・処理戦略マニュアル」第1版の発出
2011年4月5日	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」
2011年4月30日	学会主催「東日本大震災の災害廃棄物に関する緊急報告会」
2011年7月5日	津波堆積物処理指針（案）発出
2011年8月2日	災害廃棄物の燃焼試験に関する報告
2011年10月17日	ISWAにおけるDisaster Waste Managementシンポジウム
2011年11月4日	東日本大震災由来の廃棄物の処理に関する特別シンポジウム
2012年5月	「災害廃棄物分別・処理戦略マニュアル」出版
2012年10月22日	年次研究発表会にて災害廃棄物管理の日韓国際シンポジウム

## 2. 災害廃棄物の種類と量

災害は、地震や津波、台風、洪水、火山爆発、火災などのさまざまな原因で生じる。過去 10 年間のみをみても、複数の大災害により世界中の社会インフラが破壊されてきた。今回の東日本大震災以外にも、例えば 2004 年のスマトラ島アンダマン地震、2005 年のハリケーン・カトリーナ、2008 年の四川省大地震、2011 年のニュージーランドやトルコでの地震などである。災害の原因やその大きさ、地域社会の産業形態、建築物密度などにより、発生する災害廃棄物の種類や量は大きく変わる。個別の災害によって災害廃棄物の性格は大きく異なり、一般化は甚だ困難であることを、まず認識しなければならない。災害廃棄物の分類細目に決まったものではなく、考えられる災害廃棄物組成には、つぎのような類型が考えられる。

- 1) 自然由来の草木類
- 2) 建築物の解体に由来する廃木材
- 3) 建築物の解体に由来するコンクリートがらや瓦など
- 4) 堆積物（土砂、底質汚泥など）
- 5) 廃自動車や廃船舶
- 6) 廃家電製品やさまざまな家財
- 7) 有害廃棄物（アスベスト、農薬類、PCB など）
- 8) 感染性廃棄物
- 9) ヒトや動物の遺体

この東日本大震災の結果、多量の災害廃棄物が発生しているが、その廃棄物発生量の推定結果が、平山により 2011 年 3 月 31 日に公表され、同時に学会タスクチームの速報値とした<sup>2)</sup>。被災地域 5 県で合計 2,673 万トンと推計しており、県別では、青森県 8 万トン、岩手県 550 万トン、宮城県 1,429 万トン、福島県 229 万トン、茨城県 457 万トンとされている。全壊時の発生量原単位（阪神・淡路大震災 61.9 トン/世帯、113 トン/棟）を用いて推定している。4 月 6 日に公表された環境省推計は 2500 万トンであり、両者の推定量はほぼ一致している。この東日本大震災の推定発生量を含めて、最近の災害による災害廃棄物量を表 2 に示した。表 2 には Brown らがまとめた最近 15 年間に起こった世界の大規模災害における災害廃棄物の発生量に、今回の東日本大震災の

発生量を併記している<sup>3,4)</sup>。阪神淡路大震災の 1500 万トンに比較しても、世界の大災害と比較しても多量であることが分かる。原単位分析の報告は少なく、平山の世帯あたりや建築

表 2 災害廃棄物の発生量

発生年次	災害名	廃棄物発生量
2011	東日本大震災	2500万トン
2010	ハイチ地震	約2300~6000万トン
2009	ラクリア地震（伊）	約150~300万トン
2008	四川地震（中）	2000万トン
2005	ハリケーンカトリーナ（米）	7600万m <sup>3</sup>
2004	ハリケーンフランシス&ジーン（米）	300万m <sup>3</sup>
2004	インド洋津波	1000万(インドネシアのみ)m <sup>3</sup>
2004	ハリケーンチャーリー（米）	200万m <sup>3</sup>
1999	マルマラ地震（トルコ）	1300万トン
1995	阪神淡路大地震（日）	1500万トン

棟あたりの原単位は貴重な報告である。床面積当たりでは、阪神淡路大震災で実測した 0.62～0.85ton/m<sup>2</sup> という値があり、当時のレビューで 0.20～1.44 ton/m<sup>2</sup> という範囲であった<sup>5)</sup>。

今回の災害廃棄物量推定に影響を与える要因の一つに海洋への流出分があり、その一部は漂着ガレキとして太平洋を漂っている。東日本大震災により海洋へ流出した災害廃棄物の推計対象として、倒壊した家屋等、自動車、海岸防災林から生じた流木、漁船を含む船舶、養殖施設、定置網及びコンテナを取り上げ、岩手県、宮城県、福島県からの流出分を推定した結果が2012年3月に環境省より報告された<sup>6)</sup>。3県から流出した廃棄物の総量は500万t程度であり、その8割程度は家屋等、また、全体の7割程度が日本沿岸付近等の海底等に堆積し、残りの3割程度が漂流ごみとなったと推計されている。

### 3. 津波堆積物の発生と対策

今回の東日本大震災では津波により多量の津波堆積物が発生しており、この量は上述の推定量には含まれていないことには注意を要する。津波浸水面積 401km<sup>2</sup><sup>7)</sup>、堆積厚さ 2.5～4cm、嵩密度 1.1ton/m<sup>3</sup> とすれば、1100～1800万トンとなり、少なくない量となる。津波堆積物とは、津波を受けた被災地に残留した土砂や泥状物等で、主成分は、水底の砂泥等であるが、その性状や組成は多様である。たとえば、津波により倒壊した家屋等の残骸と混然一体となったもの、油類を含むもの、腐敗、乾燥により臭気や粉じんの発生等が懸念されるものがある。被災地に立地する事業所に由来する農薬、酸、アルカリ等の薬品等が混入している可能性もある。これらは放置されると、公衆衛生上及び生活環境保全上の懸念が生じる。廃棄物資源循環学会では、環境省からの委託をうけ、2011年5月17日から津波堆積物適正処理手法の検討を進めた<sup>8)</sup>。

化学分析結果の要点は、つぎのとおりである<sup>9)</sup>。熱しゃく減量(600℃、3時間)は、1.2%から16.3%まで開きがあり、海底泥の有機物や油分の影響を受けている試料も散見された。ノルマルヘキサン抽出物質は、0.1%超が幾つかあり、高いものでは9.8%を示した油泥もあった。重金属類の含有量は、多くの項目で不検出であったが、鉛がppmオーダーで多くの試料から検出された。重金属類の溶出量(環境省告示第46号に準拠する方法)は、鉛、砒素、ふっ素、ほう素の4項目について土壤汚染に係る環境基準値を超過する事例があった。鉛と砒素の溶出基準超過については、自然由来も考えられ、一概に汚染があると判断することはできなかった。ふっ素、ほう素は、海水中の濃度が高く、海水の影響があった可能性がある。ダイオキシン類やPCB、POPs農薬類をはじめとする残留性有機汚染物質については、含有量基準値(例えば、PCBではPCB処理物の卒業判定基準値、ダイオキシン類では土壌や水底底質中の環境基準値、その他の物質では設定されている参照指針値等)を超過するものはみられなかった。62試料と限定的な調査結果からの考察であったが特段の汚染は見られなかった。

津波堆積物処理方法の要点は、木くずなどを取り除いた上で、無害化して埋め立てや盛り土などの資材に活用することとした<sup>10)</sup>。撤去は、油圧ショベルが使いにくい市街地ではスコップなどを使い人力で集積した後、重機で搬出し、含水率が高いヘドロは汚泥吸引車を活用することとした。撤去後は適切な仮置き場に保管、土木資材に活用できる木くずやコンクリート片を分別する。有害物質が含まれている場合は、洗浄や焼却により無害化した上で、同様に資材として利用し、有効利用が困難なものは一般廃棄物の最終処分場に持ち込む。木くずなどがなく有害物質の汚染がなければ、地権者と調整し、撤去しないこともできるとされている。

#### 4. 災害廃棄物対策の基本的枠組み

今回、日本学術会議より、震災発生25日後の2011年4月5日に「震災廃棄物対策と環境影響防止に関する緊急提言」が発出されている<sup>11)</sup>。全体の提言骨格については、廃棄物資源循環学会が起案を行い、土木学会や日本水環境学会との連携提言とする調整を実施のうえ発出されたものである。中長期対応も視野に入れ、震災廃棄物処理と環境影響を最小限にするための基本方針を策定している(表3)。その要点は、つぎの4点である。

- 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
- 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
- 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
- 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

3) については、コンクリートがらなどを復旧・復興段階でリサイクル活用、木屑は発電利用などにより化石資源を代替することなどが考えられ、防潮林活用も具体化されてきた。震災廃棄物は復興に向けて、現地からの撤去や処分を重視する視点は必要であるが、処分場制約や資源活用の視点からリサイクルを考えることは有用である。第4点目は地域での廃棄物処理と広域支援との協調を図る視点である。広域連携については、今回の東北地域における災害廃棄物に対しては、リサイクルを行ったとしても当該地域の処理処分容量が不足することもあり、広域連携の推進が期待されたものであった。広域批判も耳にするが、放射能汚染問題という要因があるなかで出てきている批判が多く、こうした要因がない場合には、量的課題に対してはオールジャパンでの取り組みは災害時の基本と考えることはあっている。

表3 日本学術会議の第四次緊急提言

東日本大震災による震災廃棄物は、広域かつ巨大であり、過去の経験や知見を基にした対応方法では通用しない。緊急作業を妨げない配慮を行いつつ、また既存法規の理念を尊重しながらも、大胆な構想の下に震災廃棄物処理と環境影響を最小限にするための基本方針を策定し、産官学民一体となったオールジャパンでの対応が必要である。日本学術会議は、基本的考え方として、以下の4点を緊急提言する。

##### 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

腐敗物への対応を優先し、市中と往来から速やかに排除、を優先し、市中と往来から速やかに排除、もしくは腐敗を遅らせる措置(石灰散布など)をとる措置(石灰散布など)をとる措置(石灰散布など)をとる。有害廃棄物(医療系、アスベストPCB、有害廃棄物(医療系、アスベストPCB、有害廃棄物(医療系、アスベストPCB、有害廃棄物(医療系、アスベストPCB)の所在を確認し、それぞれの適正処理に努め、それぞれの適正処理に努め、それぞれの適正処理に努める。緊急度に応じて、し尿処理施設緊急度に応じて、し尿処理施設等への投入、現地焼却(プラスチックが混するもや海水に浸ったは除く)、設等への投入、現地焼却(プラスチックが混するもや海水に浸ったは除く)、設等への投入、現地焼却(プラスチックが混するもや海水に浸ったは除く)、設等への投入、現地焼却(プラスチックが混するもや海水に浸ったは除く)、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、衛生環境を確保しながら行う。

##### 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

廃棄物集積地を早急に決め、腐敗物(底泥等で汚れたもの含む)、可燃不燃物(底泥等で汚れたもの含む)、可燃不燃物、瓦礫有害廃棄を混ぜない、燃物、瓦礫有害廃棄を混ぜない、燃物、瓦礫有害廃棄を混ぜない、津波に伴う大量の汚泥発生が見られている。性状が不明の廃棄物については暫定保管上で、適正処理を進める必要があり、適正処理を進める必要があり、大きな堆積物の山を作らないことにより火災等を防ぐとともに、水質・水質・土壌・地下水汚染を引き起こさないように留意する。

##### 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

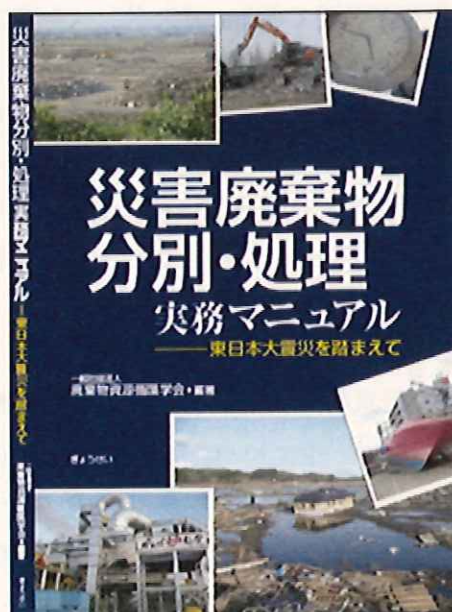
震災廃棄物の中には、コンクリートがらや土砂金属類(自動車を含む)、木屑など、復旧・復興など、復旧・復興など、復旧・復興など、復旧・復興に有用なリサイクル資源が含まれている。コンクリートがらなどの重量物は地域復旧・復興に活用する形でリサイクルを行い、木屑火力発電などの重量物は地域復旧・復興に活用する形でリサイクルを行い、木屑火力発電などの重量物は地域復旧・復興に活用する形でリサイクルを行い、木屑火力発電などの重量物は地域復旧・復興に活用する形でリサイクルを行い、木屑火力発電などの重量物は地域復旧・復興に活用する形でリサイクルを行い、木屑火力発電所等での活用など化石資源を代替する形広域的リサイクルを行う。今後、所等での活用など化石資源を代替する形広域的リサイクルを行う。今後の復旧・復興を指し、上で、処理計画策定することが望ましい。

##### 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について具体化するも、災害廃棄物処理二次集積場所の選定や分別等方法について具体化するも、災害廃棄物処理の実態が地域の雇用(国際的には、Cash for Workとして推奨されている)に繋がるように配慮すること望ましい。のな処理計画がするように配慮すること望ましい。のな処理計画がするように配慮すること望ましい。のな処理計画のスムーズな実施には、地域規模・全国での連携が重要地域規模・全国での連携が重要あり、そのために関係者支援・連携が望ま、そのために関係者支援・連携が望ま、そのために関係者支援・連携が望まれる。

## 5. 災害廃棄物分別・処理実務マニュアルの発出

処理（リユース・リサイクルを含めて）を見据えた分別戦略を含めて、災害廃棄物の分別、リサイクル、処理処分のフローをタスクチームが取りまとめた。このフローに沿って、災害廃棄物分別・処理戦略マニュアル<sup>12)</sup>が用意されているが、これはタスクチーム活動の初期（2011年4月4日）に初版をまとめ、ウェブ上に公開したものである。その後の知見を含めて2012年5月には出版公開している<sup>13)</sup>。このマニュアルは、環境省の震災廃棄物対策指針や水害廃棄物対策指針に沿いつつ、より現場で活用しやすいガイドに深化させることを意識したものである。国連の災害廃棄物対策指針も参考とした<sup>14)</sup>。加えて、仙台市では先進的に廃棄物処理の検討が進められてきたが、その実際の動きをベースに、専門家内部での議論を加えて作成していった。がれき撤去を急ぐことに関心が向きがちであるが、処分場の浪費や貴重な資源再利用のためにはリサイクルの可能性を、最初から模索しておくべきこと、震災のダメージを受けることで様々なフェーズにある地域が、よりスムーズに復興に向かうことも狙ったフローとなっている。



現場で撤去した廃棄物は、リサイクルや処理処分に直接向かうケースもあるが、多くは仮置場や集積所において保管、分別されることが多い。また、回収業者に回収してもらう、あるいは仮置場に持ち込むまでは、事業所の敷地内で保管することもある。被災現場からのがれき撤去をスムーズに進めるためには、この仮置場や集積所の役割は非常に大きい。今回は、海岸線の狭い地域が多く、また仮設住宅用地向けなど優先性の高い用地を必要とするため、この仮置場確保が簡単でなかった。どの地域であれ、災害発生に備えてあらかじめ仮置場の場所の選定や廃棄物輸送の動線などを定めておかねばならない。今後の廃棄物処理計画で重視すべき第一のポイントである。

第2のポイントとして、私有財産の取扱いがある。今回のように津波により個人の私的財産の多くが拡散し、災害廃棄物に混在している場合、その私的所有権との関係を確認しながら、撤去や処理を進めねばならない。2011年3月末には政府より、「東北地方太平洋沖地震における損壊家屋等の撤去等に関する指針」<sup>15)</sup>が発出されており、つぎの3つのポイントがある。

- 1) 作業の対象地域・日程等の計画を事前に周知すること
- 2) 撤去前に、建物、自動車、原付自転車、船舶の写真等での記録をとること
- 3) 位牌、アルバム等、所有者等の個人にとって価値があると認められるものや動産について、所有者等に引き渡す機会の提供を設けること

第3に計画に対応する組織体制を柔軟に運用する視点である。災害廃棄物対策では、発生する廃棄物の量や種類、家屋や事業所の被災状況などにより、求められる組織体制や取り組み期間などは変わり、柔軟に対応することが求められる。短期間で地域復興につなげるために、災害廃棄物は早急に撤去する必要があるが、スピードが求められるなかでも適切な対応が欠かせない。そのためには、組織体制を整え、計画に基づいて対策を実施していかねばならない。組織体制を整え被災状況を把握し、対策の実施計画を立て、実施、適宜見直すという流れには変わりはない。

危険性のある廃棄物の種類や取り扱い方法については、とくに現場作業との関係でさまざまな注意が必要である。ガスボンベやアスベストを含んだ建材や PCB 含有トランス・コンデンサなどの危険な廃棄物がある。タスクチームでは災害廃棄物早見表を用意しており、廃棄物の片づけ作業にあたるスタッフには、あらかじめこうした図表を配布し、危険な廃棄物について理解していただいた上で作業を始めるのが望ましい。こうした家庭系有害廃棄物の取扱いは、平常時においても、より丁寧な取扱いが必要と考えている。日本のこの問題への取り組みはより一層のきめ細かさが求められる状況にあり、災害対応の計画とともに検討が望まれるところである。

#### 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：  
<http://eprc.kyoto-u.ac.jp/saigai/index.html> (2011年6月4日確認)
- 2) 平山修久：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  
<http://eprc.kyoto-u.ac.jp/saigai/report/files/20110331Estimate.pdf> (2011年6月9日確認)
- 3) Brown,C., Milke,M., Seville,E.: Disaster waste management: A review article, Waste Management 31 (2011) 1085-1098
- 4) Sakai,S.,Asari,M., Yosioka,T., Osako,T., Takigami,H.: Disaster waste management in Japan, International Solid Waste Association World Congress 2011 (ISWA 2011), Daegu, Korea, October 2011.
- 5) 高月紘、酒井伸一、水谷聡：災害と廃棄物性状 - 災害廃棄物の発生原単位と一般廃棄物組成の変化、廃棄物学会誌、6[5], 351-359 (1995)
- 6) 環境省水・大気環境局水環境課海洋環境室：東日本大震災により流出した災害廃棄物の総量推計結果の公表について (2012)
- 7) 国土地理院：津波による浸水範囲の面積、2011年3月18日、  
<http://www.gsi.go.jp/common/000059734.pdf>
- 8) 廃棄物資源循環学会：津波堆積物適正処理手法検討業務報告書、2011年8月
- 9) 滝上英孝、小口正弘、大迫政浩、平山修久、吉岡敏明、浅利美鈴、酒井伸一：東日本大震災により生じた津波堆積物の性状とその処理について、環境衛生工学研究 (2011)
- 10) 環境省 (2011年7月13日): 東日本大震災津波堆積物処理指針。From:  
<http://www.env.go.jp/jishin/attach/sisin110713.pdf>
- 11) 日本学術会議東日本大震災対策委員会：震災廃棄物対策と環境影響防止に関する緊急提言、  
<http://www.scj.go.jp/ja/info/jishin/pdf/t-110405-2.pdf> (2011年6月9日確認)
- 12) 廃棄物資源循環学会、災害廃棄物対策・復興タスクチーム：災害廃棄物分別・処理戦略マニュアル <http://eprc.kyoto-u.ac.jp/saigai/report/files/manualVer2-Re2.pdf>
- 13) 廃棄物資源循環学会：災害廃棄物分別・処理実務マニュアル、ぎょうせい (2012)
- 14) United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs: Disaster Waste Management Guidelines (2011)
- 15) 環境省：東北地方太平洋沖地震における損壊家屋等の撤去等に関する指針、平成23年3月  
<http://www.env.go.jp/jishin/sisin110326.pdf>