

われわれは 巨大地震にどう備え どう向き合うべきか。

環境省 環境研究総合推進費 3K153008

「巨大地震による震災廃棄物に関わる
社会リスクをふまえた持続可能な適応策評価」

私たちの街の
未来のために

2017 研究概要



関西大学

〒564-8680 大阪府吹田市山手町3丁目3番35号
(06) 6368-1121【大代表】

研究代表者 環境都市工学部・教授 北詰 恵一
kitazume@kansai-u.ac.jp



関西大学

「巨大地震による震災廃棄物に関わる 社会リスクをふまえた持続可能な適応策評価」

震災・社会リスクをふまえたレジリエント政策の評価

環境政策に活用できる新たな知見・技術・提言 1. 総合的レジリエント政策

- 震災廃棄物処理計画においても、市街地の状況、立地適性化・公共施設再配置、産業構造変化などを踏まえ、総合的な枠組みで捉える必要がある。

- レジリエント政策の立案 ● 北詰 恵一 関西大学 環境都市工学部 教授
- 震災・社会リスクの検討 ● 小林 晃 関西大学 環境都市工学部 教授

概要

南海トラフ地震による被災地域は、人口規模や都市構造の現状とその将来変化動向が多様であり、これまでの大規模災害の経験を活かしつつ、地域の特性に即した対応策が求められる。そして、それは、直接的な地域防災計画や災害廃棄物処理計画だけでなく、都市政策と密接に関連づけていく必要があり、対応すべき分野は、土地利用、公共施設整備、廃棄物輸送、処理・リサイクル拠点、資源化技術など多岐にわたる。

本研究では、事前対応ならびにレジリエンス政策の立案から復興プロセス全般にわたるシステム構築と震災廃棄物の発生・処理能力分布を表現する空間モデルの確立、土地特性に応じた拠点システム戦略を実践するプラットフォームの設立ならびに災害廃棄物リサイクル技術の類型化と評価を行う。

最終的に、戦略的レジリエント政策による平時と災害時の双方に効果のある廃棄物処理の資源循環性能、低炭素化のパフォーマンスの提示と政策提言を目指す。

本研究は、南海トラフ地震を想定した対象地域に対する事前復興を考慮した災害廃棄物処理評価モデルを作成し、持続可能な適応評価を行うために5つのサブテーマ (ST1~5) がそれぞれ関連しながら進めていく。

目的

阪神淡路大震災と東日本大震災の各経験は、廃棄物量・質・分布の想定が各地域特性によって大きく異なることに対応し、不確実な状況変化に対しても頑健な対応を可能にする仕組みが必要であることを提起した。また、被災後の対策だけでなく平常時の工夫や施策も、円滑な災害廃棄物処理に求められることも改めて認識させられている。

南海トラフ地震で想定される地域は、人口規模や都市・農漁村の状況や産業構成において広域かつ多様である。私たちは、貴重な経験を踏まえたレジリエントな対応策を考え、実施していかなければならない。

具体的には、コンパクト化や施設配置計画等による土地利用変化、震災廃棄物の量・質および分布推計量からの乖離を想定した対応、それに基づく処理・リサイクル拠点分布、さらに時系列上に変化しつつ時間の定まった処理期間内での域内外輸送、廃棄物の資源化技術変化などを踏まえ、それらの評価モデルを総合的体系的に構築する。

脆弱性指標による地域分類

地震・津波に直接関連するものだけでなく、人口や経済・産業などの社会リスクの観点からみても多様な市町村の状況を踏まえたレジリエント政策を見定めるために脆弱性指標を整理し、地域分類を行った。

阪神・淡路大震災および東日本大震災の経験を踏まえ、諸指標の中から「支えいなしうる力」としての対抗力と「回復しうる力」としての適応力に応じた主要指標による7地区分類を南海トラフ地震津波避難対策特別強化地域の市町村に適用した。

その指標の中には、ガバナンス機能を含む都市機能・土地利用分布だけでなく、復興力を支える人口規模や地域連携のポテンシャル、産業の強さなどの社会リスクを表現する要素を盛り込んだ。

レジリエント (地区単独指標→連携への示唆)

中心	地形	土地利用	分類	
中心市街地 非沿岸部		農水産利用+小規模市街地	A	
		山/防風林/公園等	B	
		大規模市街地	C	
中心市街地 沿岸部	高台崖		D	
	低平地	山が迫った小低平地	E	
		広範囲低平地	農水産利用+小規模市街地	F
			大規模市街地	G

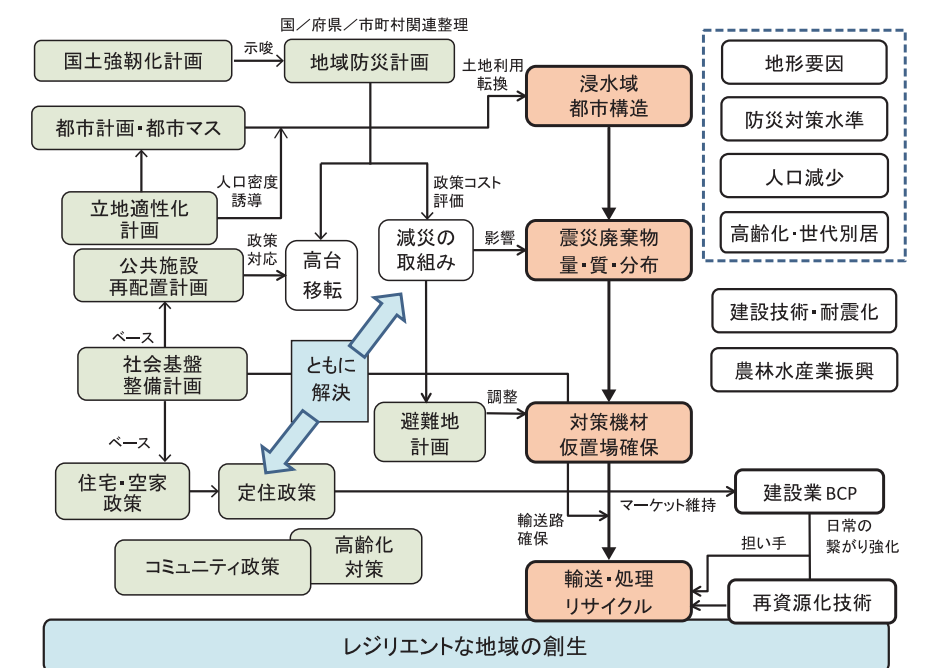
要因	抽出指標	基準
人口集積地域	DID	総人口におけるDID人口50%以上
	都市規模	人口5万人以上
孤立危険地域	可住地面積	可住地面積比率25%以下
	人口密度	全国平均以上
臨海工業地域	第2次産業	第2次産業就業者率平均以上
	臨海産業	臨海製造業従業者数平均以上
漁業背後集落地域	漁業者率	累積相対数過半数漁業者率15%以上
	可住地面積	可住地面積比率25%以下

【対抗力】
支えいなしうる力
【適応力】
回復しうる力

社会シナリオのための 分野横断的なレジリエント政策

さらに、これらの検討を進めるにあたって、想定される30年という長い期間での社会リスク変化が影響することを踏まえ、廃棄物処理計画でありながら、都市政策や人口政策の進み具合と密接な関係があり、震度分布や浸水域との空間関係と同じように重要な要因となることを示した。

具体的には、人口減少と高齢化、都市コンパクト化あるいは立地適性化・公共施設再配置の状況、空家の増加とその除去政策の進捗によって大きな影響を受けることになる。レジリエント政策は、防災計画の枠組みに留まらず、都市計画や産業政策など幅広い総合政策を必要とする。



私たちの街の
未来のために
北詰 恵一

阪神・淡路大震災や東日本大震災を経験した日本は、近い将来に高い確率で発生するとされる南海トラフ地震等の大地震に対して、持続可能な適応策を講じることが要求されている。また、熊本地震をはじめとして各地で被害が発生している事例も多くあり、これらをふまえた実効性のある方策を整えていく必要がある。特に、災害廃棄物の適切な処理は、直後の円滑な応急体制を整備する上で必要性が高く、また、その後の安定した生活へのいち早い復興のために重要なものである。

さらに、事前からの対応がとりわけ求められる上に、事前防災や地域連携および他の応急・復興活動との連携など、総合的な観点から捉えられるべきものでもある。このことは、地震発生の想定としての期間である数十年を考えたときには社会変化によって影響を受け、その変化をリスクと考えれば、それを十分にふまえた適応策を講じることが求められる。

震災被害想定に応じた震災廃棄物量のコンティンジェント推定の評価

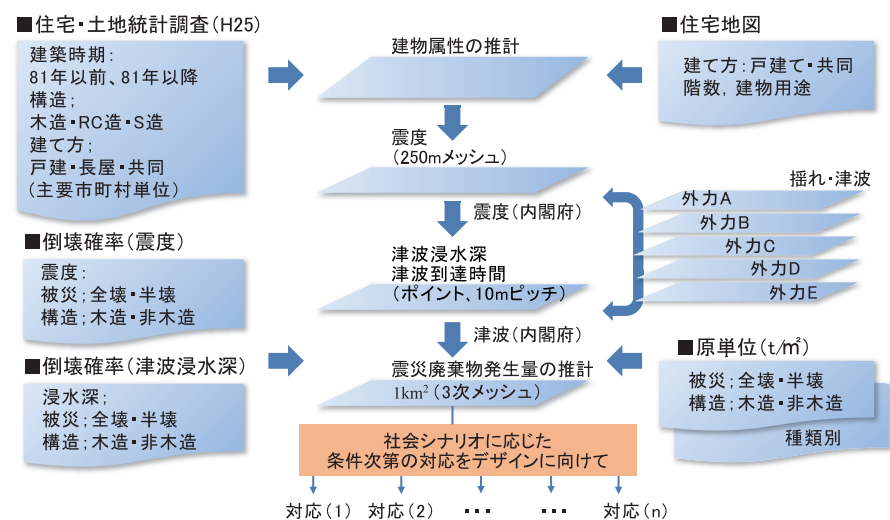
環境政策に活用できる新たな知見・技術・提言 2. 廃棄物量コンティンジェント推定

● 社会リスクとして変化する状況の違いに応じた廃棄物量の推計が可能、コンティンジェント推定が必要であり、それによるプラス/マイナスの影響を評価することが大切である。

- 事前復興シナリオの構築 ● 盛岡 通 関西大学 環境都市工学部 教授
- 震災廃棄物量の推定 ● 尾崎 平 関西大学 環境都市工学部 准教授

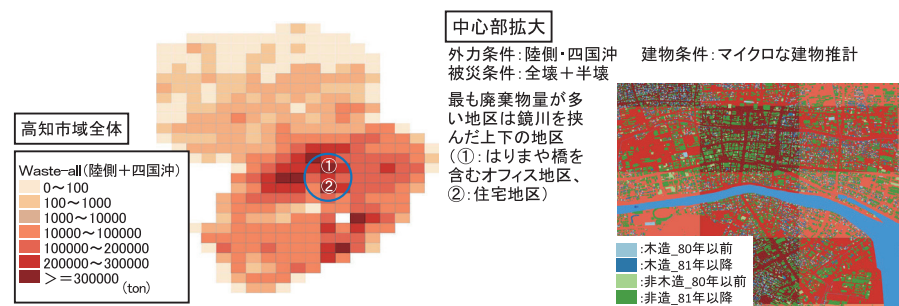
建築ストック由来の廃棄物発生量の推定モデル

社会シナリオに応じた震災廃棄物処理に資するため、建築物の構造、築年数、床面積を考慮した任意の空間単位での廃棄物推計を可能にするモデルの構築を目指して推計を行った。



算定結果

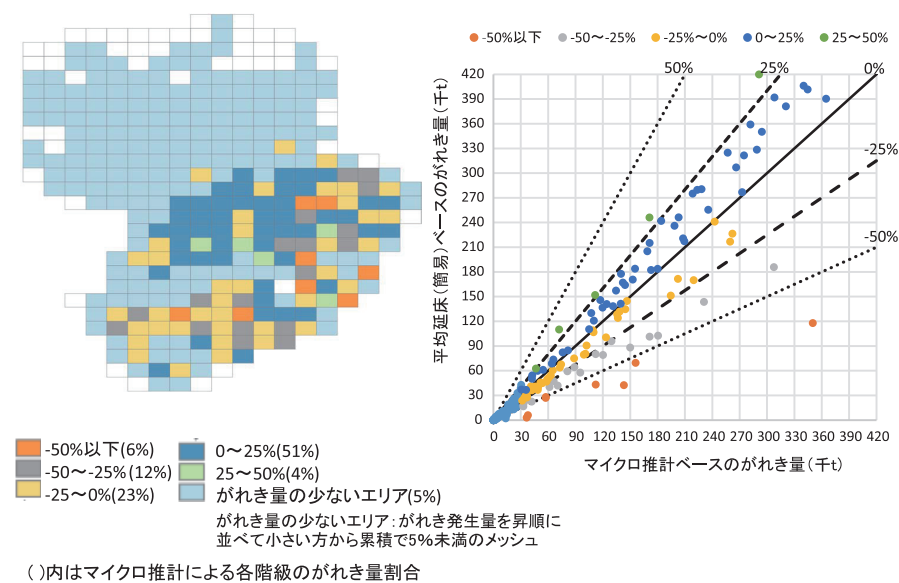
高知市を対象に、最大の被害が想定される外力条件A(「陸側ケース」(強震断層モデル)と「四国沖ケース」(津波断層モデル))と外力条件B(「基本ケース」, 「四国沖~九州沖ケース」)の2条件で算定した。図は条件Aの結果である。



推計方法の違いによるがれき発生量の比較(空間分布)

推計フローおよび諸条件、廃棄物発生量の空間分布を図に示す。最も廃棄物量の多い地区は、中心部のオフィス地区と住宅地区になるが、オフィス地区では80年以前の非木造建造物の密集度が高く、住宅地区では80年以前の木造・戸建住宅ならびに81年以降の木造住宅が多いことから、同じように廃棄物量が多い地区でもその特徴が異なることを確認した。

また、平均延床面積を用いるなど簡易な推計による結果は、メッシュ単位でのマイクロな推計と比べ、中心部では過大推計、周辺部では過小推計となることを示した。



震災廃棄物と再資源化物の輸送にかかる脆弱性と輸送効果の評価

環境政策に活用できる新たな知見・技術・提言 3. 廃棄物量の変化を盛り込む輸送計画

● 各処理場の処理可能容量制約があり輸送車がアクセスする道路ネットワークが寸断されたとしても、廃棄物量が増加していく中で輸送効率を高める輸送計画の立案が必要である。

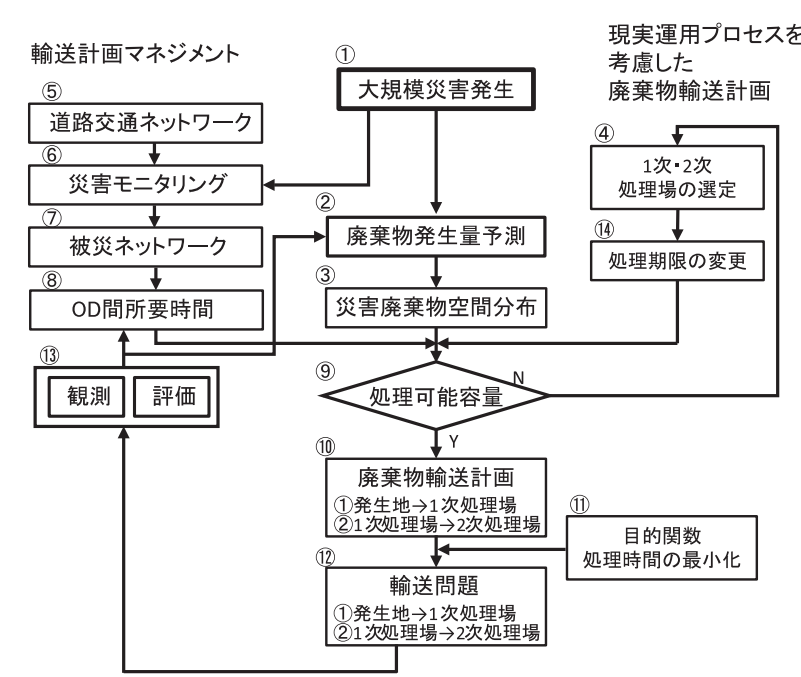
- 輸送にかかる脆弱性評価 ● 秋山 孝正 関西大学 環境都市工学部 教授
- 震災廃棄物の輸送計画 ● 井ノ口 弘昭 関西大学 環境都市工学部 准教授

震災廃棄物と再資源化物の輸送にかかる脆弱性と輸送効果の評価

災害廃棄物発生量の空間分布に基づく廃棄物輸送パイロットモデルを構築した。本モデルでは、1次・2次の各処理場の処理可能容量制約があり、輸送車がアクセスする道路ネットワークが震災により寸断されるときステップも組み込まれている。そして、時間経過とともに廃棄物量の見直しプロセスを組み込む。

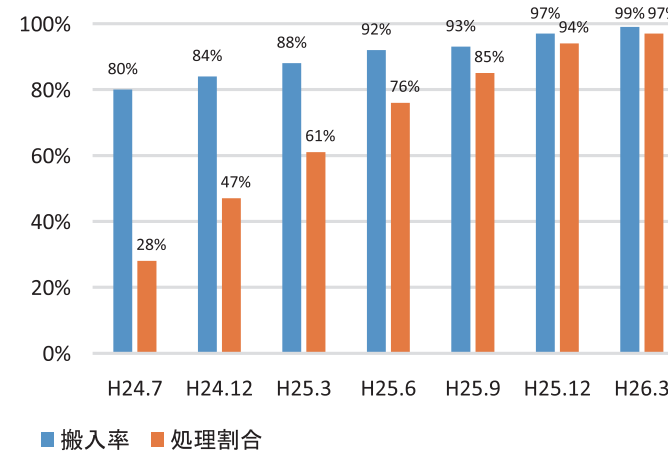
この廃棄物推計量の見直しは6ヶ月単位で行われ、1ヶ月単位の輸送計画を立案する。本モデルが直接的に設定している目的関数は輸送費用の最小化だが、そのことは輸送効率の最大化につながると考えられる。

その結果、累積処理量の算定結果は、東日本大震災時と類似の処理パターンを表現することができた。

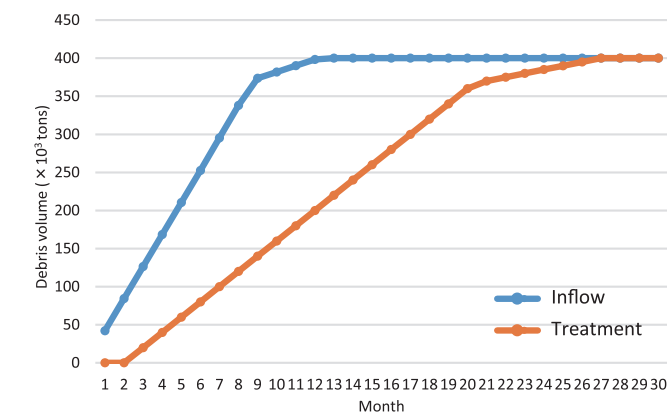


廃棄物輸送モデル(処理期間算定結果)

- 第1期：災害救援物資などの交通が多い(中心部からの交通)
- 第2期：災害復興工事車両交通が多い(通過交通も多い)
- 第3期：交通量は減少(通過交通も減少)



災害廃棄物の搬入率・処理割合の推移(東日本大震災)



輸送モデルによる累積処理量の算定結果

環境政策に活用できる新たな知見・技術・提言 4. 事前復興としての適地評価

● 災害廃棄物処理過程の仮置場の適地評価を実施すると、都市公園、屋外駐車場、河川敷などが、他の土地利用と比べて有望であった。ただし、その実現のためには、事前対策として明確に指針を掲げ、諸課題を解決しなければならない。

- 広域連携プラットフォームの検討 ● 齋 網林 慶應義塾大学 環境情報学部 教授
- 土地利用・空間分析 ● 古谷 知之 慶應義塾大学 総合政策学部 教授

社会リスク評価を介した震災廃棄物の処理・リサイクル拠点の適地評価

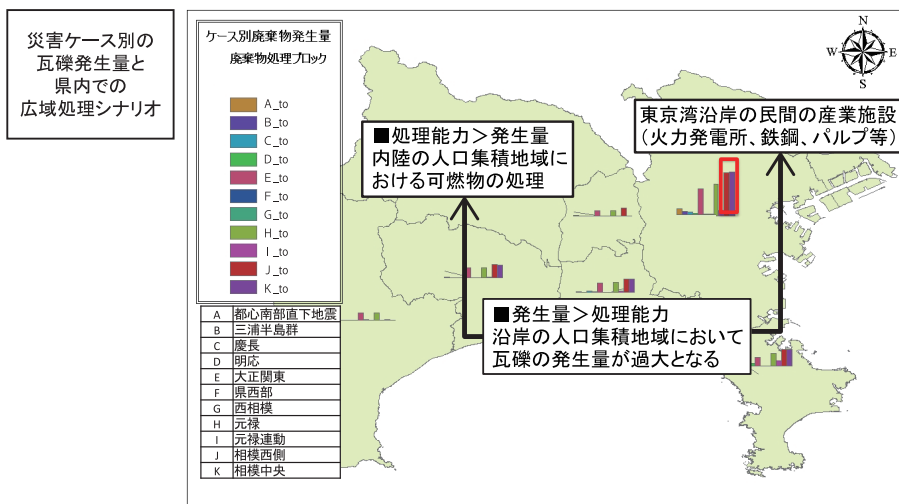
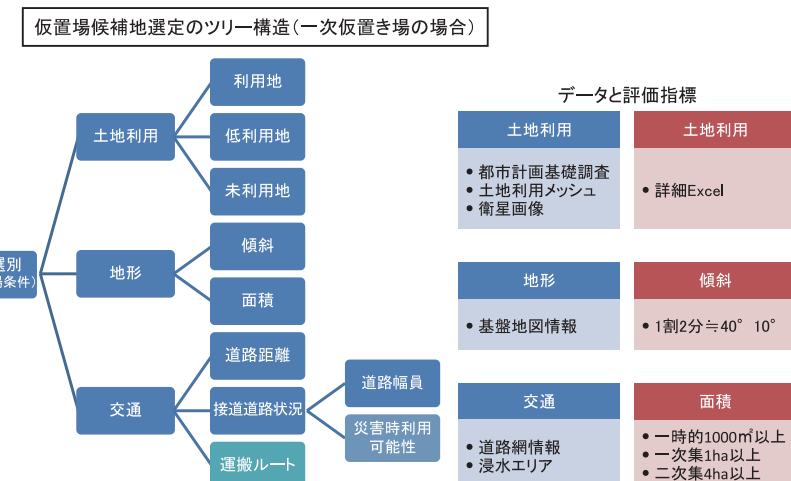
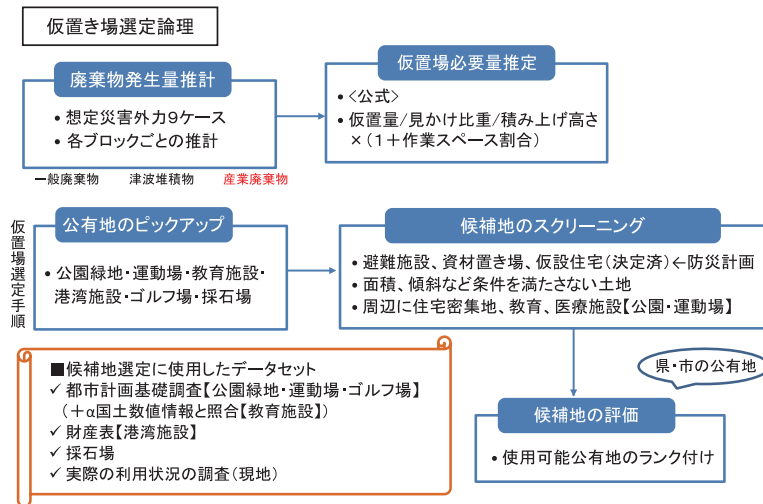
社会リスク評価を介した処理・リサイクル拠点の適地評価を、神奈川県地区に対して実施した。適地選定のプロセスと結果は図の通りであり、沿岸部で発生量が処理能力を上回り、内陸部では処理能力が発生量を上回るため、広域処理の必要性がより具体的に浮かび上がる結果となった。

この際、東日本大震災における二次仮置場の選定及び運営結果から、これまで指摘されている仮置場の条件に以下の3点を南海トラフ地震の対策への指針として加えた。

第1に、事前の廃棄物処理計画と仮置場の立地選定の際、特に港湾地区の土地活用は、廃棄物の搬入・搬出の容易性及び広域処理の選択肢に影響をもたらす。

第2に、平時に個々に運営されている組織体を、住民合意を含め一括で動かすことがより重要であり、ブロック内で複数の自治体が協力して処理する場合、平時からの廃棄物処理等の事業における連携が不可欠である。

第3に、産業セクターとの連携のためには、土地活用条件の調整に加えて、産業設備での廃棄物の受け入れ条件等の詳細な詰めと、逆算した災害時の分別計画の立案が不可欠であり、実施の可否はエコタウン事業等の高度な資源循環計画の経験知のある行政担当者、民間業者に依存することになる。



環境政策に活用できる新たな知見・技術・提言 5. 震災廃棄物の有効活用

● 震災廃棄物の有効活用は、コンクリートがれき、津波堆積土、がれき焼却灰、ふるい下残渣、セメント製造、廃瓦ごとに利活用法や用途があり、その方向性を見出す。

- 資源化技術の検討 ● 鶴田 浩章 関西大学 環境都市工学部 教授
- 資材利用技術の検討 ● 上田 尚史 関西大学 環境都市工学部 准教授

モルタル供試体の曲げ強度、圧縮強度試験

震災廃棄物の環境上適正な資源化技術の開発を目指す中で、震災廃棄物の有効活用事例分類を行い、その中から埋立率の高い電気炉還元スラグに着目して基礎実験を行った。特に、電気炉還元スラグの膨張性の把握とセメント固化時の問題点の抽出、膨張性の制御技術の検討に着目した。

細骨材・微粉末別、蛍石の使用・非使用などの条件別に実験を行った結果、CaO による結合材機能の発揮が認められ、圧縮強度で10N/mm²以上を確認した。

これにより、捨コンや充填材の使用が見込まれることを確認した。埋立率の高い電気炉還元スラグの埋立率を減らし、利用促進を図ることができる可能性がある。



製鋼工程で、環境配慮のため蛍石を添加していないもの ← 違い → 製鋼工程で、スラグの融点を下げ流動性を促進するために蛍石を添加したもの

- CaOによる結合材機能発揮
- 圧縮強度で、10N/mm²以上を確認

- 捨てコンクリート、充填材での使用可能
- 埋立率の高い電気炉還元スラグ(電気炉系スラグ: 16万6千t)の埋立率を減らし、利用促進

