

# 社会リスクを見据えた 地域別震災廃棄物処理対策

小橋 昭文<sup>1</sup>・北詰 恵一<sup>2</sup>

<sup>1</sup>正会員 長岡京市建設交通部都市計画課(〒617-8501 京都府長岡京市開田一丁目1番1号)

E-mail: aki.h50722@gmail.com

<sup>2</sup>正会員 関西大学教授 環境都市工学部(〒564-8680 大阪府吹田市山手町3丁目3番35号)

E-mail: kitazume@kansai-u.ac.jp

本研究は、南海トラフ巨大地震における被害想定地域の広域性・多様性に応じた、効果的な地域別震災廃棄物処理対策の提案を目的としている。また、今後30年間で70～80%とされている発生確率であっても実際に発生するまでの長期性に配慮し、人口減少による地域状況の変化が引き起こす事前対策内容とのズレである社会リスクにも柔軟に対応することを視野に入れる。そのため、国や自治体が定めた震災廃棄物分野における既存指針や計画項目にレジリエンス概念を適用することで、市町村の施策を網羅的に整理した。また、震災廃棄物対策を行う上で重要となる行政・産業・都市構造ごとの指標を用いた類型化を行うことで、現在と将来における地域特性の違いを明らかにした。そして、地域特性別に分類された市町村から、事前対策事例を整理することで、地域別で行うべき対策の重点対策領域を示した。

**Key Words:** disaster waste management, nankai megathrust earthquake, depopulation, resilience

## 1. はじめに

我が国では、過去の災害から得られた経験を活かし、今後発生する恐れのある南海トラフ巨大地震などの大規模自然災害に適切に対応することが求められる。そのため、内閣官房が策定する「国土強靱化計画」<sup>1)</sup>では、「起きてはならない最悪の事態」を回避するための施策群が、府省庁横断的な「プログラム」として整理されている。上記のプログラムには「大量に発生する災害廃棄物の処理の停滞により復旧・復興が大幅に遅れる事態」への対応が含まれていることから、震災廃棄物を迅速かつ適切に処理することが重要である。

なかでも本研究では、南海トラフ巨大地震を想定した震災廃棄物処理の事前対策を検討するにあたって、2つの課題を挙げる。一つ目は、太平洋沿岸地域に広がる被害想定地域の広域性である。内閣府が定める南海トラフ地震津波避難対策特別強化地域は、平成26年3月現在で1都13県139市町村に及ぶ。この中には、平野部に市街地が広がる大都市から島嶼部の村に到るまで、人口規模や地勢が異なる様々な自治体が含まれている。東日本大震災では岩手・宮城県のみで災害廃棄物処理事業の違いがみられたことから<sup>2)</sup>、被害地域が広域である南海トラフ巨大地震では処理内容がより複雑化する恐れがある。二

つ目の課題は、今後30年間に発生確率が70～80%であったとしても、震災が発生するまでに経過するであろう事前対策期間の長期性である。被害想定地域の中には今後30年間に60%以上も人口減が予測される自治体が確認できる<sup>3)</sup>。このような人口減少は、都市のあり方さえも変えてしまうため、地域状況の変化による事前対策とのズレを、震災廃棄物対策における社会リスクとして捉える必要がある。

上記の課題からも、南海トラフ巨大地震における震災廃棄物処理対策では、各地域で基本的な対策内容の検討に併せて発災までの長期的な視点を踏まえ、地域状況に即した適切な対応が重要である。

## 2. 研究の目的

上記の問題意識とともに、南海トラフ巨大地震発災時は東日本大震災を大きく上回る甚大な被害が想定されている。この場合、国や都道府県の業務は多岐にわたるため、被災市町村では十分な支援が行き届かない恐れがある。したがって、市町村は地域の早期復旧・復興に資する震災廃棄物処理について、可能な限り独自で対応し得る事前対策を講じることが求められる。

そこで本研究では、図-1 で示す太平洋沿岸地域（139 市町村）を対象に、南海トラフ巨大地震における被害想定地域の広域性・多様性に応じた、効果的な地域別災害廃棄物処理対策の提案を目的とする。

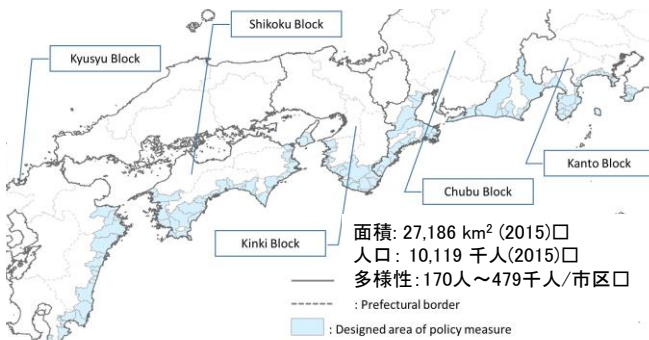


図-1 南海トラフ地震津波避難対策特別強化地域

### 3. レジリエンスを適用した震災廃棄物対策の整理

現在の震災廃棄物対策は、東日本大震災等の経験を基に改定された災害廃棄物対策指針<sup>4)</sup>から展開されている。この指針は、都道府県及び市町村における災害廃棄物処理計画の作成を促す役割を担う。実際に、指針と自治体で策定済みの計画とを比較すると、主な対策内容の流れは指針に沿った内容であることが確認できる。指針が基本的な計画内容の流れを示す一方で、地域状況に即した対策の実現にあたっては、個々の市町村が多岐にわたる業務内容から重点的に取り組むべき対策内容を明確にする必要がある。そのためには、指針が示す一連の対策項目とは別に、震災廃棄物に係る対策内容を適切に表現し、網羅的に整理することが必要である。そこで、指針や既存計画の対策項目に、近年自然災害対策分野で浸透しつつあるレジリエンスの概念を適応し、市町村が取り組むべき対策を「震災廃棄物対策マトリックス」として整理する。

#### (1) 自然災害分野におけるレジリエンス

自然災害対策分野においてレジリエンスの概念が使用されつつあり、国土強靱化が目指す「強くてしなやかな国づくり」では、その意味合いが強調されている。しかしながら、我が国の自然対策分野では未だに、東日本大震災以前の概念である「防災」に係る施策が多い。盛岡<sup>5)</sup>は、UNISDR の Making Cities Resilient が示す 10 の行動のうち、我が国では都市の回復力やレジリエンスのための制度や仕組みが希薄であると述べていることから、レジリエンスに係る施策が不十分であることが伺える。そこで本研究は、今後も検討が必要とされるレジリエンス概念を震災廃棄物対策分野に適応するにあたり、既存研究から「レジリエンスを考慮すべき対象」および「レジリ

エンスを構成する特性」という 2 つの側面に着目した整理を行う。

#### (2) 震災廃棄物対策の整理に適用するレジリエンス

##### a) レジリエンスを考慮すべき対象領域

塩崎ら<sup>6)</sup>は自然災害対策分野におけるレジリエンス概念の整理から、レジリエンス評価の対象を組織・制度、社会・経済、物理システムとしている。本研究では、これらの都市領域を震災廃棄物対策の枠組みとして読替えた行政、産業、都市構造のとして、対策を行うべき 3 つの領域とした。表-1 で、領域ごとの概要及び具体例を示す。

表-1 震災廃棄物対策でレジリエンスを考慮する対象

対象領域	概要/具体例
行政	自治体組織が行政業務を円滑に進めるための対策 処理計画の策定、職員への教育、行政間連携
	処理を行う場や施設である環境に係る対策 仮置場用地確保、交通インフラ・ライフライン対策
産業	処理を実施する民間事業者に係る対策 地元建設業・廃棄物処理業者等の緊急対応

##### b) レジリエンスを構成する特性

自然災害におけるレジリエンス特性は 4 つの R（頑健性・冗長性・資源・迅速性）として表現されることがある<sup>7)</sup>。この 4R は、自然災害に対するレジリエンスを評価する既存研究で度々用いられることがあり、その評価対象は地域コミュニティや企業、都市インフラなど様々である。したがって、震災廃棄物対策分野へのレジリエンス適応を検討する際にも 4R で表されるレジリエンス特性に着目する。そのうえ、復旧に充てる資源の充実性を表す「資源」に関しては、震災廃棄物の処理過程におけるフェイズの違いを配慮する。具体的には、図-2 で示す緊急処理・本処理フェイズごとに、処理を行う用地（生活圏、低・未利用地）、業務内容に伴う資機材・関連産業の違いなどが挙げられる。よって、4R の「資源」は緊急処理・本処理に 2 分割した上で、震災廃棄物対策におけるレジリエンス特性を表-2 で示す 5 特性とした。

表-2 震災廃棄物対策におけるレジリエンスの特性

レジリエンス特性	説明
頑健性 (Robustness)	所定のレベルの外力に耐える力 (施設や建物の防護対策など)
冗長性 (Redundancy)	非常時に機能を維持する能力 (情報機器・電力等の代替・多重化など)
資源 (Resourcefulness)	緊急時に充てる資源の充実性 (被災地～1次仮置場の必要資機材など)
	本処理に充てる資源の充実性 (2次仮置～受入れ先の必要資機材など)
迅速性 (Rapidity)	迅速に復旧・復興するための施策 (処理全般に係る計画や訓練など)

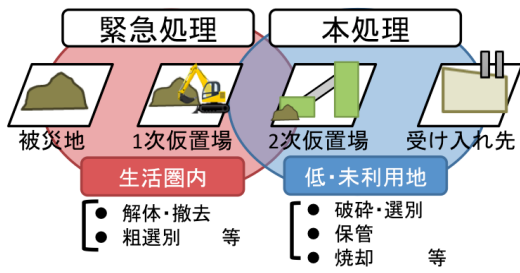


図-2 処理フェイズによる業務内容・用地の違い

(3) 震災廃棄物対策マトリックスの策定

2つのレジリエンス側面を考慮し,市町村の備えるべき対策項目の網羅性を考慮した上で,震災廃棄物対策マトリックスを図-3に整理した,このマトリックスによる対策項目の整理は,市町村ごとに異なる地域課題に即した対策内容の明確化を促すことを目的としている。

表-3 震災廃棄物対策マトリックス

対象領域 レジリエンス特性	行政	都市構造	産業
頑健性 (Robustness)	【設備庁舎の防護対策など】 ・建物の耐震化等 ・施設の配置見直し	【ライフライン・インフラ施設の防護】 ・電力・水道等の耐震化 ・交通施設の耐震化	【処理関連施設の防護対策】 ・既存施設の耐震診断 ・既存施設の耐震性強化 ・津波浸水対策
冗長性 (Redundancy)	【情報収集・連絡体制の強化】 ・連絡手段の多重化・防御 ・連絡体制の整備 ・連絡手段の訓練	【ライフライン・インフラ施設の機能維持】 ・ライフラインの多重・分散化 ・交通の代替・アクセス性向上	【処理関連施設の緊急対応】 ・電力・燃料・冷却水等の確保 ・補修に必要な資機材の確保 ・補修予定事業者との協力体制
資源 (Resourcefulness)	緊急処理 【初動時に必要な人材確保】 ・自衛隊・消防等の協力体制 ・総括・指揮に係る人材確保 ・土木・建築職を含む人材確保	【一次仮置き場の設置対策】 ・分散した用地の確保 ・緊急時における他の土地利用 ・ニーズとの整合	【解体や運搬に係る協定・資機材の確保】 ・建設・運搬業との協定締結 ・業務に係る資機材の確保
	本処理 【広域連携に資する協力体制】 ・人材や資機材の連携体制 ・広域処理に係る連携体制 ・受入処理に係る広報	【二次仮置き場の設置対策】 ・港湾などの低利用空間検討 ・都市づくりでの空間確保 ・後土地利用を考慮した選定	【中間処理や処分に係る協定・資機材の確保】 ・処理施設における復旧対策 ・建設業・リサイクル業との協定
即応力 (Rapidity)	【処理体制構築に係る施策】 ・処理関連計画の策定・改定 ・行政職員に対する訓練 ・住民に対する啓発・広報	【緊急対応への備え】 ・ライフライン・インフラ施設の点検・補修体制 ・情報の電子化による管理	【非常時の事業継続計画】 ・処理施設における復旧対策 ・建設業における出動体制 ・有害物質の流出に係る対策

□大項目、●中項目

4. 地域別の震災廃棄物対策に関する影響要因

本章では地域類型化に先がけ,被災地域が広域であり処理工程に地域差が見られた東日本大震災での事例<sup>2)</sup>から,影響要因を取り上げた.以下では,地域別処理の事例の説明及び,表-7でその影響要因について整理する。

(1) 震災廃棄物処理の事業主体

東日本大震災では,処理の事業主体が様々であった.この違いは主に独自処理と県委託の2種類に分けられる.独自処理では迅速な処理対応を行える一方,県委託では業務上の手続き等の期間が必要となる.この事業主体の違いには2つの影響要因が関係する。

まず,震災・津波被害の規模が事業主体の違いに影響を与える要因であると考えられる.実際に,周辺地域と比べて震災廃棄物量が少ない地域(久慈市・普代村・松島町等)では独自での処理活動が進められた.これら独自処理を進めた地域の中には町村規模の自治体が含まれていることから,被災状況と事業主体は大きく関わるこ

とが分かる。

次に,事業主体に影響を与える要因として自治体の規模を挙げる.市として定められている地域では独自処理が進められていた傾向が見られる(釜石市,大船渡市,仙台市等).一方で,大規模な市町村である宮古市や石巻市等では県委託による処理が行われた.しかしながら,これらの地域を含むブロックや処理区における処理の中核地域として機能していたことから,市である大規模な自治体では,独自処理として震災廃棄物処理を実施する行政能力が高いと考えられる。

表-4 独自処理を行った市町村

県	市町村	人口	建物用地浸水率(%)
岩手県	洋野町	17,913	1.0
	久慈市	36,872	5.9
	普代村	3,088	8.0
	釜石市	39,574	27.3
	大船渡市	40,737	28.6
	陸前高田市	23,300	33.3
宮城県	松島町	15,085	25.0
	利府町	33,994	2.0
	仙台市	1,045,986	10.5

(2) 仮置場用地の確保

震災廃棄物の分別・中間処理・保管などの役割を担う仮置場の確保は不可欠である.仮置場は処理完了までの長期性やその後における土地の利活用の観点から,基本的に公有地での確保が優先される.しかしながら,十分な用地が確保できない場合は民有地の借上げが検討される.東日本大震災時,宮城県沿岸北部の気仙沼市・南三陸町では平野が少ない地勢であることから,仮置場用地の確保が困難であった.従って,津波被害に遭った農地等による借り上げによって仮置場の設置が進められた。

一方,平野が多い宮城県沿岸南部の市町村では公有地に設置した大規模な仮置場による処理が進められていたことが確認できる。

表-5 市町村別の可住地面積率及び民有地仮置場面積

市町村	可住面積率 (%)	借り上げ民有地面積 (km <sup>2</sup> )
気仙沼市	28.0	0.62
南三陸町	22.5	0.22
仙台市	43.2	0.00
名取市	71.4	0.00
岩沼市	77.3	0.00
亘理町	83.4	0.00
山元町	66.2	0.00

(3) 処理関連産業との関わり

震災廃棄物処理で必要とされる関連産業も地域差を特徴付ける要素の一つである.本研究では,被害の程度によって異なった震災廃棄物の処理方針と関連産業の関連性

を整理した。

まず、被害が比較的少ないことから既存施設で震災廃棄物の独自処理を行った地域を表 6 に示す。これらの地域では、平常時に廃棄物の処理活動を担う一般廃棄物処理施設が重要であると考えられる。さらに、広域連合での処理が行われている市町村群の実態を考慮すると、連携体制の調整や廃棄物輸送には、処理施設の立地が状況を踏まえた対応が必要となる。

表 6 既存施設で震災廃棄物処理を行った市町村

市町村	施設の立地	廃棄物処理施設
洋野町	-	久慈広域連合ごみ焼却場 (2.5t/日) H.23.9 受入開始～H.26.3 受入完了
久慈市	○	
普代村	-	
松島町	-	宮城東部衛生処理組合 (30t/日) H.23.3 受入開始～H.25.3 受入完了
利府町	○	

一方、被害が甚大であった市町村では、産業との係りが非常に複雑であった。処理関連産業が活躍した代表的なモデルケースとしては、大船渡市での太平洋セメント第 5 号キルンを用いた焼却及び復興資材としてのセメント生産が挙げられる<sup>8)</sup>。しかしながら、セメント業は原料型産業であるため、岩手・宮城沿岸地域の中でも特殊な処理であったことに留意が必要である。

なかでも、大規模な震災廃棄物処理事業では、解体や破碎・選別などの中間処理や仮置場の設置など、あらゆる場面で建設業が携わる。参考までに宮城県の各被災市町村（完全独自処理であった仙台市を除く）を対象に、独自処理率と各地域に存在する土木工事業所数との関係性を図-3 に示す。独自処理率とは、市町村が県委託外で処理を行なった震災廃棄物量が発生震災廃棄物の全体量に占める割合である。散布図からは、土木工事業所数の数と独自処理率が少なからず関係していることが確認できる。特に、完全な県委託処理であった山元町では、緊急時の啓開・解体・運搬作業等に求められる地元建設業が機能していなかった恐れがある。その他の地域では、たとえ委託での処理が進められた地域であっても、建設業等における適切な解体作業によっては、一部を独自処理として対処できるケースがあった。

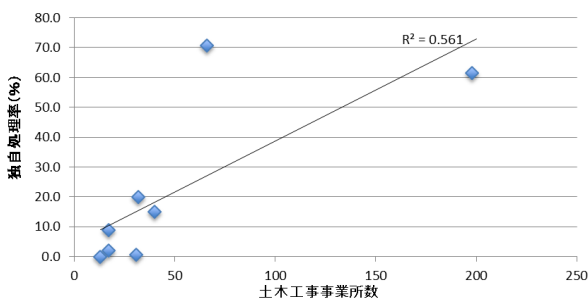


図-3 土木工事業所数と独自処理率

表-7 地域別処理事例と影響要因

事例	影響要因	概要
(1)	津波浸水率	被害が小さい地域では独自処理の可能性
	自治体規模	大規模自治体以外では県委託での処理
(2)	可住地面積率	山地が多い地域では私有地の借上げが必要
(3)	処理施設の有無	施設が無い地域では広域処理を実施
	建設業の多寡	建設業が多い地域では高い独自処理率

5. 震災廃棄物対策に係る地域類型化

南海トラフ巨大地震における地域別震災廃棄物処理を検討するためには、地域特性の把握が必要となる。そのため本研究では、図-4 で示す地域類型化ツリーを用いて 139 市町村の類型化を行なった。この類型化では、前章で述べた地域別の処理に係る影響要因が考慮されており、行政・産業・都市構造ごとに設定した簡易的な指標から構成されている。また、社会リスクとして捉えるべき人口減少が引き起こす地域状況の変化を検討するため、将来の人口推計を元にした 2040 年時点の市町村に対する類型化も同時に行う。

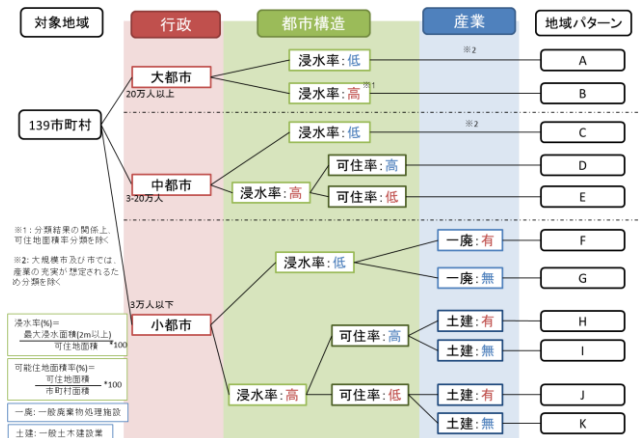


図-4 地域別震災廃棄物処理に係る地域類型化ツリー

(1) 地域類型化指標

a) 行政（人口規模によって異なる行政機能）

震災廃棄物は一般廃棄物に区分され、その処理責任は市町村にあるとされている。一方で、東日本の以降、法律施行規則の一部が改正されたことにより非常時には都道府県等への委託が可能となった。したがって、各市町村では非常時における行政業務上の対応力をあらかじめ想定した上で、震災廃棄物対策を適切に進める必要がある。本研究では、震災廃棄物対策を実施する主体である市町村の行政機能の差を、人口規模で表す代理指標として用いる。類型化の閾値である人口規模 20 万人は中核市以上の市であるべき条件である。この地域では、行政上の事務に関

する権限や事業に取り組む職員数などから裏付けられる行政機能により、臨機応変な対応が期待される。また人口規模 3 万人は市町村合併特例法を考慮した閾値であり、これを下回る町村規模の自治体では受援を必要とする可能性がある。

**b) 都市構造（都市地域における浸水被害・地勢状況）**

都市構造の観点から震災廃棄物対策の違いを検討するため、本研究では、被害の程度を表す津波浸水率と、仮置場用地確保に関する影響要因としての可住地面積率の二段構成で類型化指標を設定した。

まずはじめに、津波最大ケース 2m 以上の津波浸水面積と可住地面積の割合を被害の程度を表すための指標とした（閾値：対象地域 139 市町村の浸水率平均）。特に、浸水率が高い地域に関しては、大量の震災廃棄物が発生する恐れがあり、大規模な処理事業を視野に入れる必要がある。そこで浸水率が高い地域においては、仮置場用地や廃棄物輸送手段の充実性を示す指標として市町村面積における可住地面積の割合で分類した（閾値：50%）。

**c) 産業（処理の実施に必要となる事業所の有無）**

産業指標では、地域を問わず震災廃棄物処理で必要となる建設業および廃棄物処理業に焦点を当てる。ただし、これらの類型化指標は産業の存続が危ぶまれる人口 3 万人以下の小都市のみを対象とした分類指標とする。

建設業については、解体・運搬だけでなく、仮置場の設置や中間処理等、震災廃棄物処理全体を通して様々な技術が求められる産業である。その役割は、廃棄物の発生量に伴って重要性を増すため、浸水率が高い地域に限定した指標を設定した。具体的には、処理に求められる資機材や人材の充実を考慮した上で、中規模産業以上(従業員規模 20 名以上)の土木工事業の有無を分類指標とした。

廃棄物処理産業は、地域の処理能力に直接関わる産業である。特に被害が少ない地域では処理施設の有無が自区処理の可否に大きく係り、支援の必要性を判断する要因であることから、廃棄物処理業は浸水率が低い地域に限定した指標とする。具体的には、行政区内内の一般廃棄物処理施設の有無を分類指標とした。

**(2) 人口減少による地域変化への対応**

対象地域の類型化では、南海トラフ巨大地震が 2040 年に発生した場合を想定し、人口減少による地域状況の変化に留意する。そのため、行政・産業の類型化要素に、人口問題研究所における 2040 年の将来推計人口を活用することで、地域パターンの推移を表す。特に産業指標に関しては将来における事業所の有無を表 6 で示す人口規模別の事業所存在確率<sup>9)</sup>を用いて判断する。この存在確率とは、全国の市町村を一定の人口規模で区分し、事業所が存在するかの判断を行い、市町村区分毎に事業者が存在している市町村数の割合を示したものである。本研究では、存在確率が 50% を切る規模の場合、「事業所無し」として類型化に反映している。

人口規模	存在確率	事業所数	産業
0-2000人	50%	3,000人	一般廃棄物処理業
2000-4000人	50%	4,000人	土木建設業 (従業員20名以上)
4000-6000人	80%	9,000人	土木建設業 (従業員20名以上)
6000-8000人	80%	35,000人	土木建設業 (従業員20名以上)

図-6 人口規模別の事業所存在確率

**(3) 地域類型の結果**

上記の地域類型を行うことで、現在と将来における地域特性を 11 の地域パターンに区分した。現在（2015 年時点）における類型結果からは、F-K の小都市に該当する市町村が多く、非常時には多くの地域で支援が必要になる可能性がある。一方、A や C に該当する大規模かつ被害が比較的小さいことが想定される地域が集中して存在しており、上記で述べた小都市との分布が二極化している傾向が確認できる。したがって、同県・地域ブロックであっても、適切な地域連携が行えない恐れがある。

また現在から将来（2040 年時点）における類型化の推移を見ると A-B の大規模都市では変化が見られないが、C-E の市の規模であった一部の市町村では町村規模へと推移していることから、行政機能の低下が考えられる。また町村規模の自治体においても、G や K が増加していることから、震災廃棄物処理における主要な事業所が地域から消えてしまうことが懸念される結果となった。

表-5 地域類型化指標

分類要素	分類項目および指標
行政	大規模市・市・町村 (域値：人口 20 万人・3 万人)
都市構造	・浸水率(%): 2m 以上浸水域面積 / 可住地面積 * 100 ・可住地面積率(%): 可住地面積 / 市町村面積 * 100
産業	・土木工事業所 (中規模以上) の有無 ・市町村内における一般廃棄物処理施設の有無

\*使用データ：【行政】市町村別人口数(国勢調査,H27)【都市構造】全国都道府県市区町村別面積調査(国交省,H28)南海トラフ被害想定(内閣府,H24)【産業】従業員規模別建設事業所事業所数(経済センサス,H28)廃棄物処理施設データ(国土数値情報,H24)【人口減少】日本の将来推計人口(H25 人口問題研究所)

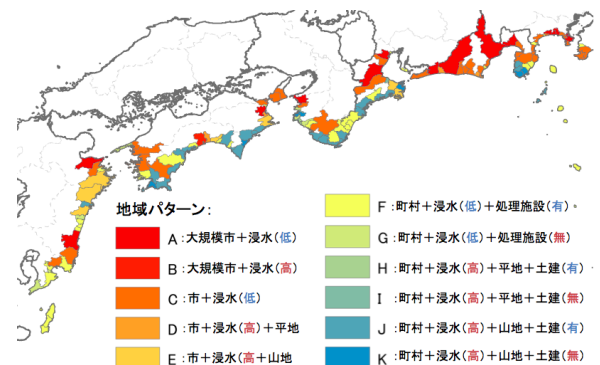


図-7 2015 年における地域類型パターン

表-7 地域類型項目と該当市町村

地域パターン		2015年	2040年
A	大規模市+浸水率(低)	浜松市	-
B	大規模市+浸水率(高)(+山地)	高知市	-
C	市+浸水率(低)	磐田市	-
D	市+浸水率(高)+平地	湖西市	-
E	市+浸水率(高)+山地	阿南市	-
F	町村+浸水率(低)+処理施設(有)	古座川町	熱海市
G	町村+浸水率(低)+処理施設(無)	日高町	芸西村
H	町村+浸水率(高)+平地+土建(有)	御坊市	小松島市
I	町村+浸水率(高)+平地+土建(無)	田野町	-
J	町村+浸水率(高)+山地+土建(有)	黒潮町	香南市
K	町村+浸水率(高)+山地+土建(無)	美波町	牟岐町

\*2040年の当該市町村として示す市町村は類型化の変化が見られた地域

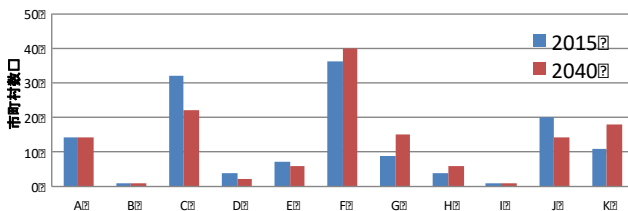


図-5 現在・将来における地域パターン別の市町村数

## 6. 地域パターン別の重点対策領域

上記の地域パターンごとに、対策を進める上で重要となる対策領域を震災廃棄物対策マトリックスを用いて決定する。それに伴い、重点対策領域を決定する手順を以下で示す。

- ①地域課題と重点対策の設定：  
地域類型に用いた行政・都市構造・産業の指標から、地域によって特徴付けられる課題を推測する。また、その課題に対して特に取り組むべき重点対策を検討する。
- ②重点対策に関連する対象の指定：  
重点対策の実施に係る対象を、行政・都市構造・産業に区分された地域要素ごとに決定する。
- ③レジリエンス特性を用いた重点対策領域の決定：  
重点対策の実施に係る地域要素を対象に、適切なレジリエンス特性を指定することで重点対策領域を決定する。

上記のプロセスを実施することで、地域パターンごとの重点対策領域を決定した。表-8では、決定された地域パターンに該当する重点対策領域を震災廃棄物対策マトリックスにおいて集計した。なお、同じ領域に該当する地域パターンであっても、その領域が示す対策内容には地域差があることに留意すべきである。

表-8 各地域パターンにおける重点対策領域対照表

地域パターン	行政	都市構造	産業
頑健性	B,D,E,H,I,J,K	B,D,E,H,I,J,K	B
冗長性	A,B,D,E,G,H,I,J,K	B,D,E,G,H,I,J,K	A,B
資源	緊急処理	F,I,K	C,F,G,H,J
	本処理	A,B,D,E,G,H,I,J,K	A,B,C,D,E,F
即応力	A,B,C,D,E,F	A,B,D,E,G,H,I,J,K	A,B,C,F,G,H,J

## 7. 地域別震災廃棄物処理対策の提案

本章では、具体的な市町村を対象とした地域別震災廃棄物対策の提案を行う。それに伴い、前章で述べた重点対策領域の決定手順を具体的に示す。さらに、当該市町村の既存対策とマトリックスを比較し、地域が目指すべき対策の方向性を示唆した。

### (1) 地域パターンA：浜松市

地域パターンAは大都市かつ浸水率が低い地域である。これらの地域では、既存施設や関連産業の能力次第で独自処理が完結する可能性がある。しかしながら、大都市では周辺地域処理の受入等の支援が必要とされる可能性がある。

したがって重点対策領域は、周辺地域への支援を見据えた仮置場の用地検討(都市構造×資源【本処理】)かつ、既存処理施設による協定締結や非常時における緊急体制の検討(産業×冗長性・資源【本処理】・即応力)双方の対策とした。また、広域連携における支援側としての体制構築や計画策定(行政×冗長性・資源【本処理】・即応力)が求められるケースも考えられる。

浜松市の災害廃棄物処理計画<sup>10)</sup>では、表-10で示すように産業領域に関する記載が多く見られた。具体的には、既存処理施設における処理や民間施設活用の検討をだけでなく(資源【本処理】)、施設の復旧に係る資機材の確保(冗長性)についての記載も見られる。一方で、計画全体として支援側での想定や対策が希薄であるため、広域連携に係る体制構築(行政×資源【本処理】)等の対策を具体的に進める必要がある。

表-9 地域パターンAにおける重点対策領域

地域パターンA	行政	都市構造	産業
頑健性			
冗長性	連絡手段・体制の整備 による広域との迅速な情報交換		処理関連施設の燃料等確保・補修体制整備 による緊急対応の強化
資源	緊急処理		
	本処理	広域連携に係る体制の構築 による人材・資機材・用地の支援	都市づくりでの二次仮置場確保 による周辺地域への支援を見据えた用地検討
即応力	処理関連施設の燃料等確保・補修体制整備 による緊急時における迅速な対応	ライフラインの点検・補修体制強化 による緊急時における迅速な対応	二次仮置場設置・処理施設双方に係る協定 による迅速な処理対応の検討

表-10 重要対策領域と既存災害廃棄物処理計画の比較

地域パターンA 重点対策領域		浜松市災害廃棄物処理計画 浜松市環境部 平成29年
行政	冗長性	災害時の情報共有項目 被害状況、周辺自治体の被害状況 2-1 組織体制 情報集約 災害廃棄物処理全般 -県、国、自治体の支援情報 -産業関連事業者の被害状況、活動状況 3-2 協力・支援体制 協力・支援体制
	資源	広域連携に係る体制の構築 による人材・資機材・用地の支援
	即応力	処理関連施設の燃料等確保・補修体制整備 による緊急時における迅速な対応
都市構造	資源	都市づくりでの二次仮置場確保 による周辺地域への支援を見据えた用地検討
	即応力	ライフラインの点検・補修体制強化 による緊急時における迅速な対応
産業	冗長性	災害廃棄物処理に係る主要業務 【初期対応】被害状況の把握 【応急対応】処理施設の復旧 【応急対応】処理施設の復旧 【応急対応】処理施設の復旧 【応急対応】処理施設の復旧 【応急対応】処理施設の復旧 【応急対応】処理施設の復旧
	資源	二次仮置場設置・処理施設双方に係る協定 による迅速な処理対応の検討
	即応力	処理施設における復旧対策 による処理対応の検討

## (2) 地域パターンF→G：古座川町

F は、町村規模である一方で、浸水率の低さや、自区内に一般廃棄物処理施設が立地していることから、処理を独自で実施できる可能性がある。よって、非常時であっても迅速な処理を実行するため、既存の処理施設を維持管理することが必要である。また、G はさらに F から処理施設を除いたケースであり、処理施設を所有する近隣市町村などによる廃棄物受け入れや、国による代行処理が必要となる。

各パターンの対策領域を表-11 で示す (F 黄セル, G 青セル) 。F は、非常時に処理施設が機能することが重要であり、施設の耐震性強化や、施設機能維持に係る燃料や資機材の確保(産業×頑健性・冗長性)が必要となる。一方 G では、処理施設が存在しない状況での震災廃棄物対策となるため、周辺市町村との協定(行政×資源【本処理】)、廃棄物輸送を考慮した交通インフラの代替性確保や緊急時の補修体制の強化が必要であると考えられる。また、産業×即応力で示される領域では、同領域であっても求められる対策内容が異なることが考えられる。地域パターンが経年変化によって F→G へと変換する社会リスク・ケースである古座川町では、国土強靱化地域計画<sup>11)</sup>に記載されている震災廃棄物対策として、産業×頑健性・冗長性を表す処理施設の耐震化の記載がある。しかし、パターン G を想定するとすれば対策内容が大きく変化することから、長期的に処理施設の在り方を検討した対応が必要となる。

表-11 地域パターンF・Gに関する重要対策領域

地域パターンG	行政	都市構造	産業
頑健性			
冗長性	運送手段・体制の整備 による自力先との迅速な情報交換	交通の代替・アクセスの向上 による迅速な広域輸送への備え	処理関連施設の燃料等確保・補修体制整備 による緊急対応の強化
資源	自衛隊・消防等の協力体制 による緊急時対応力の確保		廃棄物・輸送手段の確保 による震災廃棄物の受け入れ
本処理	広域に及ぶ補修体制の構築 による震災廃棄物受け入れの検討		既存廃棄物施設・リサイクル場との協定 による独自処理率向上
即応力	処理関連計画の策定・協定 による独自処理対応力の構築	交通インフラ施設の点検・補修体制確保 による緊急時における迅速な対応	F: 建設業における出動体制 G: 広域連合圏でのBCP策定

## 8. おわりに

レジリエンスの対象およびその特性を、震災廃棄物対策項目に当てはめることで震災廃棄物対策マトリックスを策定することができた。また、処理の方向性に違いをもたらす影響要因と人口減少による地域状況の変化に配慮した類型化を行うことで、広域かつ多様であった対象地域をA-Kの11地域パターンに分類することができた。さらに、地域パターンごとに重点的に取り組むべき課題を設定し、その詳細を震災廃棄物対策マトリックスで表現することにより地域別で異なる方向性を示し、社会リスクの影響を受ける市町村の震災廃棄物対策における重点対策領域を示すことができた。

なお本研究では、都市構造における将来の経年変化が考慮されていない。しかしながら、南海トラフ巨大地震

による甚大な被害が想定されている太平洋沿岸市町村では、防潮堤の建設や高台移転等の対策が進められている地域も確認できる。そのため、津波浸水被害の緩和による地域類型パターンの変化が考えられる。したがって、事前対策として都市構造が大きく変化しうる地域では、モデルケースとして都市構造の経年変化に対応することも視野に入れる必要がある。

現在、震災廃棄物対策の分野では、オールジャパンでの処理対策が求められている。その実現に向けては、関係団体における役割の明確化や連携・協力体制の構築、広域処理に係る体制の構築などが求められている。本研究内で示した内容は市町村別の震災廃棄物対策の提案出会ったが、ごみ処理の広域連合や県、地域ブロック単位でも、明確な対策内容の検討が必要である。そのため、本研究で示した地域パターンを広域的に把握することも併せて重要である。

## 謝辞：

本研究は、平成27年度環境研究総合推進費(3K-153008、研究代表者：北詰恵一)の助成を得て行った研究の一部である。ここに記して、謝意を表したい。

## 参考文献

- 1) 内閣官房：国土強靱化計画～強く、しなやかなニッポンへ～, 2014
- 2) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部：東日本大震災における災害廃棄物処理概要報告書, 2016
- 3) 国立社会保障・人口問題研究所：日本な地域別将来推計人口、要旨, 2013
- 4) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部：災害廃棄物対策指針, 2014
- 5) 盛岡通：災害対策と気候変動適応の道としてのレジリエンス, 環境情報科学, 2017
- 6) 塩崎由人, 加藤孝明, 菅田寛：自然災害に対する都市システムのレジリエンスに関する概念整理, 土木学会論文集D3(土木計画学), 2015
- 7) MCEER: Engineering Resilience Solutions, The University at Buffalo, The State University of New York, 2008.
- 8) 川辺孝治：大船渡工場の災害復旧と災害廃棄物処理, コンクリート工学誌, 公益社団法人日本コンクリート工学会, 50巻, 1号, p.91-93, 2012
- 9) 小橋昭文, 富原弘喜, 北詰恵一：人口減少市町村に置ける事業所の産業別存在状況を踏まえた震災復興分析, 土木計画学, 2017
- 10) 浜松市：浜松市災害廃棄物処理計画, 2017
- 11) 古座川町：古座川町国土強靱化地域計画, 2017

(2018.4.26 受付)