生活環境に配慮した 震災廃棄物処理に関する考察

永田 尚人¹・和田 弘²・三島 和子³・山本 幸司⁴

¹正会員 株式会社熊谷組プロジェクトエンジニアリング室 (162-8557 東京都新宿区津久戸町2-1)

E-mail: hnagata@ku.kumagaigumi.co.jp

²正会員 一般財団法人エンジニアリング協会地下開発利用研究センター (〒105-0003 東京都港区西新橋1-4-6)

E-mail: gec531@ena.or.jp

³非会員 セコム株式会社 I S 研究所 (181-8528 東京都三鷹市下連雀8-10-16)

E-mail: kazu-mishima@secom.co.jp

⁴正会員 名古屋工業大学大学院 (466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町)

E-mail: yamamoto.koshi@nitech.ac.jp

東日本大震災でも明らかになってきているように、震災からの復旧・復興期においては、膨大な震災廃棄物の迅速な処理が重要な課題となっている。震災廃棄物処理の問題では、居住地域からの撤去の過程（流れ）を解決しなければ、地域の復旧・復興も致命的に遅れ、結果として、地域住民の生活再建や健康面・衛生面へも大きな影響を及ぼすことも危惧されている。特に高齢者等の災害時要援護者の心身両面への負担の大きさは、過去の震災に対する事例研究でも明らかである。

本研究では、首都直下地震を対象として、復興期における『地域の生活環境』や『地域の安全・安心』に配慮した震災廃棄物の迅速な処理の方法論と処理に関わる評価指標について提案するものである。

Key Words : recovery process, the victims with special needs, debris operation scheme, safety and security

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災は、戦後最大の被害をもたらしている。内閣府によると、発災後4ヶ月を経過する段階においても、約9万人の被災者が避難生活を余儀なくされ、高齢者や乳幼児などの災害時要援護者に厳しい避難生活のしわ寄せが及んできており、避難所で亡くなる被災者も出てきている。

阪神・淡路大震災においては、発災後約2ヶ月を経過したあたりから復興に向けた街づくりへの機運が高まり、倒壊家屋等の解体撤去により発生する震災廃棄物の市街地からの速やかな撤去が、震災復興期の大きな課題であった¹⁾。また、廃棄物運搬車両が引き起こす交通渋滞は、廃棄物処理スピードを遅らせる大きな要因となるだけでなく、混雑状況に起因した沿線道路での排気ガスの問題や輸送車両に起因する粉塵等、市民の住環境へ大きな影響を及ぼすなど社会問題化した²⁾。

一方、東日本大震災では、環境省まとめによる震災廃棄物推計量約2250万トン（海中がれきと津波堆積物、ヘドロは含まず；2011年7月14日現在）のうち、仮置き場への搬入済み量は、全体量の39%にとどまっており、処

理の遅れが浮き彫りとなっている。震災廃棄物処理は、仮置き場までの収集・運搬、リサイクル可能物を分別する中間処理、焼却や最終処分という通常の処理フローに基づいて行われるが、復興へのシナリオづくりの前提となる震災廃棄物の処理が大きく遅れている現状にある。

このように、震災廃棄物処理の問題では、廃棄物の収集・運搬という居住地域からの撤去の過程（流れ）だけでなく、積替え場の設置や仮置場を含めた廃棄物の処理スキームの設定が重要となる。また、この問題を解決しなければ、地域の復旧・復興も致命的に遅れ、結果として、地域住民の生活再建や健康面・衛生面へも大きな影響を及ぼすことが危惧されている。特に、高齢者を含む災害時要援護者の心身両面への負担の大きさは、震災等の復興に関する既往研究³⁻⁵⁾からも明らかにされており、より充実した支援が必要とされている。

本研究は、復興期における『地域の生活環境』への影響を及ぼす問題を明らかにするとともに、地域の安全・安心に寄与する震災廃棄物処理のあり方について、首都直下地震で甚大な被害が想定される地域を対象にモデルスタディを実施し、廃棄物搬出スキームとその評価指標について概略の検討を行うものである。

2. 震災復興期における環境への影響について

阪神・淡路大震災における震災廃棄物処理では、公費解体等の補助制度の適用により、復興に向けた街づくりへの機運が高まり、倒壊家屋等の処理が短期間に集中する事態となった。一方、仮住まい空間の供給、災害後の公的住宅供給の観点からは、倒壊家屋等の解体撤去により発生する震災廃棄物を生活の場から如何に迅速に撤去するかが、震災復興期における地域衛生面や環境汚染の防止などの側面から大きな課題であった。

市街地に公園や空地となる空間がほとんどない状況において、6ヶ月で4万7千戸強の仮設住宅の建設が完了しているが、震災廃棄物の処分・撤去には1年以上の時間を要している。つまり、被災者が仮設住宅に入居する段階においても市街地に災害に起因する廃棄物が残存している状態となっていたとも言える。

また、震災復興期の生活環境面に関しては、廃棄物の焼却や運搬車両が引き起こす交通渋滞に伴う大気汚染、建築物の解体に伴う粉塵やアスベストの問題、下水処理場の被災による海域の水質汚濁など、市民生活へも大きな影響を及ぼしている。震災に伴う環境汚染やその影響は様々な要因によって生じ、時間の経過とともに顕在化してくるものも多い。阪神・淡路大震災における実態の概要は、表-1のとおり整理されている²⁾。

大都市地域が被災する首都直下地震では、地域によっては、震災廃棄物の仮置き場の選定が非常に難しい場合も生じる。しかし、このような震災廃棄物の仮置き場の適地選定については、いまだ確立した指針が存在しないのも事実であり、公共スペースに設置される場合も多くみられるが、これらの公共スペースのほとんどは仮設住宅用地等として指定されている場合が多い。

アスベストや粉塵がもたらす大気汚染による健康被害軽減という観点からも、速やかな廃棄物の撤去・処理が望ましく、災害時の仮置き場や積み替え場所の候補地と設置方法は事前に計画しておくことが重要となる。

表-1 阪神・淡路大震災に伴う環境問題²⁾

環境問題	阪神・淡路大震災における実態
有害物質使用施設等の直接の被害による汚染	・工場等の有害物質使用施設の被害に伴う有害物質漏出 → 大規模な有害物質の漏出は生じていない ・大規模な火災による大気汚染 → 火災による大気環境への影響は一過性と考えられている
汚染物質除去装置や都市のインフラの被害による汚染	・公害防止施設の被害 → 製造施設の被害や停電によりラインが停止したため、汚染の発生は確認されていない ・都市インフラ環境の被害 → 道路網の寸断によるゴミ収集体制への影響が大きかった ・交通インフラ環境の被害 → 阪神高速道路の倒壊で自動車交通への影響が大きかった
復旧・復興事業における汚染	・倒壊家屋の解体工事 → 概ね1年程度は通常時よりも粉じん被害が増加した ・がれきの運搬・処理 → がれき運搬車両の渋滞により、6ヶ月程度苦情が集中した

3. 要援護者の健康および安全・安心のあり方

(1) 過去の災害事例での被災者の健康面等の課題

都市型災害では粉塵による大気汚染、それに起因する健康への影響が必然的に伴うこと、高齢者ほどその影響を受けやすいこと、粉塵への曝露は長期間にわたって継続することが指摘されている³⁾。また、地震で倒壊した古い建築物から発生するアスベストは、大気中に長くとどまる傾向にあることが報告されている²⁾。

防災・減災の立場から、建築物の耐震化の促進により震災廃棄物の発生そのものを抑制すること、環境保全・衛生保持という立場から震災時の廃棄物処理・処分システムを構築すること、予防措置の原則という観点から仮置き場を事前に想定し検討することは、安全・安心な社会づくりにもつながるものと期待されるであろう。

阪神・淡路大震災がもたらしたストレスによる心身への影響という観点では、最長で5年間続いた仮設住宅居住者の心身にさまざまなストレスを与えることが多数報告されている⁴⁾。具体的には、震災から3年経過した後も仮設住宅居住者の8割以上は治療中の病気や自覚症状を持っており、さらに高齢者では睡眠障害を自覚している人が平均的な高齢者より多いことが分かっている。生活習慣の乱れおよび身体症状の悪化はストレスと密接に関係しており、長期にわたる仮設住宅生活者には特段の健康支援、生活指導の配慮が必要であることが分かる。

生活と心の復興の両面に着目した中村⁵⁾の影響要因分析によると、混乱期(表-2 参照)においては地域全体が被災しているため個別の不安は表面化しにくい、生活再建期になると生活の復興状況に差異が生じるため、行政や生活に対する不満や取り残されたような不安が心の復興を妨げる。この時期に生活復興の見込みを立てるためには、情報開示の時期や方法が重要であること、震災3年後頃からは生活が安定することで心の復興に目を向ける人が増加することが報告されている。

表-2 時期による被災者の手記の主な内容⁵⁾

時期	心に関する内容	生活に関する内容
混乱期(1995年1月17日～3月頃)	ハイテンション・怖い・心が空っぽ・生きている事への感謝・光景がよみがえる	集団生活の悩み・眠れない・地域を離れたくない
生活再建期(1995年4月頃～1997年頃)	考える余裕ができた・生かされた・心に傷があると感じる・つらい・疲れた	仮設住宅への不満・将来への不安・経済的な不安・行政対応の不満・街づくりへの不安
心の復興期(1998年頃～)	地震で自分が変わった・震災は終わっていない・孤立感・風化させたくない・向き合いたい・振り返る・心に傷があると感じる・自分なりに昇華できた	震災の記憶が薄らいだ・街は復興してきたと感じる・都市計画より人を優先した計画を望む・苦しい生活に変わりはない

さらにこの時期には、震災を経験していない人との感覚の差が気になったり、街の復興だけが真の復興ではないという割り切れない思いが生じたりする傾向がうかがえる。これらの調査結果から、被災者の健康に及ぼす影響は、大気汚染やストレスによる心身への影響など多様かつ長期にわたること、生活の復興と心の復興は密接に関連するために高齢者の復興はいずれの面においても遅れがちであることが読み取れる。その一方で、公的支援が乏しい 64 歳以下の壮年期世代にも、同様に深刻な健康問題が生じていることがボランティア団体へのヒアリング調査から明らかになった。行政だけでは対応しきれない細かな支援ニーズをくみ上げ、ボランティアや民間企業などが得意分野やリソースを活用し、多様な支援体制を構築する必要があるといえる。

以上の観点から、生活環境における速やかな震災廃棄物処理およびそのスキームの構築は、環境・衛生面への影響軽減、迅速な生活復興、そして心の復興を促進する意味で不可欠であり、平常時から検討を進めておく必要があるといえる。

(2) 行政等へのヒアリング調査

本研究では、首都直下地震を対象に災害時における居住地域の復旧の遅れが、高齢者等の災害時要援護者の健康面・衛生面に及ぼす影響について把握することを目的として、聞き取り調査も実施した。

聞き取り調査は、過去に大きな震災を経験した地域と、首都直下地震で大きな被害が想定されている地域を対象として、それらの地域の行政機関、町内会、NPO法人、まちづくりプランナーを訪問し、実施した。

● 被害想定地におけるヒアリング（2団体）

大きな被害が想定される地域の行政機関・町内会を対象に、首都直下地震時における震災廃棄物処理計画の策定状況、災害時における住民への情報提供や要援護者に対する地域での対応等について調査を実施した。

● 大規模災害の経験地域でのヒアリング（3団体）

過去に大きな震災を経験した地域の行政機関・民間団体を対象に、家屋の解体で顕在化した問題、解体・廃棄物処理にかかわる健康等の問題、要援護者支援の問題、災害後の官民での協力関係等について調査を実施した。

聞き取り調査結果の一例として、災害時要援護者への対応について表-3にその結果をまとめる。

(3) 震災廃棄物処理における要援護者支援の方向性

過去の大規模地震災害における環境への影響や要援護者への安全・安心のあり方に関する検討、および聞き取り調査を通して、震災廃棄物の処理過程における住民への影響把握について、以下に示す事項を確認した。

【震災廃棄物処理と災害時における環境保全】

- 被災者は、仮設住宅という住居形態において、市街地に震災廃棄物が存在している状態となりうる。速やかな廃棄物の撤去および処理が望ましいと言える。
- 公共スペース（緊急避難場所や仮設住宅用地として指定）に廃棄物の仮置き場が併設された場合には、衛生上の問題が発生する可能性も否定できない。

【震災廃棄物処理と住民の安全・安心】

- 60歳以上の高齢層で、阪神・淡路大震災以後身体の諸症状が悪化した割合が多く、また、なかなか回復していないことが明らかである。
- 心の復興には生活の復興や周辺社会の街や人々の復興が大きく影響するが、心の復興に「住宅」が果たす役割は、全ての時期を通じて大きい。
- 生活復興が遅れがちな要援護高齢者にとっては、自宅の様子を見に行きやすく、住み慣れた地域社会の中で避難生活を送ることの安心感は大きい。
- ある自治体では、防災福祉コミュニティを各小学校区で形成し、普段は福祉を担い、災害時には防災対応を行う。要援護者については、地域力で対応する。

表-3 災害時要援護者への対応について

行政機関	被害想定地	<ul style="list-style-type: none"> ● 民生委員が仲介に入り、在宅介護系・医療系の事業者の支援ネットワークの構築まで完了 ● 災害時要援護者のピックアップについては、全体の7～8割くらいまで完了 ● 要援護者名簿を作り、自治体内部、警察、消防、自治会長会、民生委員等関係者間での共有まで進展
	震災の被災地	<ul style="list-style-type: none"> ● 防災福祉コミュニティを各小学校区で形成し、平常時は福祉、災害時には防災対応を実施 ● 要援護者については地域力で対応するしかないが、地域力で本当に対応できるのが課題 ● 問題は、世話をする人も高齢化し、要援護者が年々増えてきている状況にあること ● 見落とされている論点は、地震が起きた瞬間に健康者も要援護者になる可能性があること
民間団体	被害想定地	<ul style="list-style-type: none"> ● 要援護者については、区役所、民生委員等からの情報で把握 ● 人間関係が疎遠になっているため、今後は住民の把握がもっと難しくなる ● 居住者の出入りが多いため、正確な町内会名簿もできなく、人数も把握できない状況
	震災の被災地	<ul style="list-style-type: none"> ● ボランティアは、要援護者が困っていることを前提に、現地へ入っていくことが永遠の課題 ● 高齢者だけでなく、地域から孤立している人、民生委員が声をかけないような年代の人（特に、50歳代の一人暮らしの男性）が行政の支援の谷間となっていることを把握 ● 一人暮らしの高齢者は生活の自主再建ができず、災害公営住宅に移るのが原則 ● 高齢者への情報支援については、民生委員とサポートメンバーで分担して情報収集・提供を実施

4. 環境に配慮した震災廃棄物処理の評価指標

首都直下地震等の大都市部での地震災害における膨大な廃棄物処理の遅延は、地域へのダメージだけでなく、市民の環境衛生へも大きな影響を与える。環境省が平成17年10月にまとめた「防災業務計画」では、災害予防対策として震災廃棄物処理に係る体制整備について記載しているが、これまでのところ、アスベスト等の有害物処理以外の環境影響に関する検討、具体的には、何を観測する、どこで観測する、どのように評価するのかを示すようなガイドラインが示されていない。本研究では、震災廃棄物処理に焦点を絞り、復興期における生活環境面の評価値として、以下に示すような事項を考える。

- 廃棄物の処理期間（いつまでに片付くか）
- 運搬ルートの評価（どのルートを何台走行するか）

ここで、廃棄物処理に関するモニタリング項目としては、街区に残されたゴミ量（住民の目前から消える or 社会全体から消える期間）、大気質（NO_x 等）、輸送ルートの交通量などが考えられる。

(1) 地域の生活環境面からの評価指標

住民の観点からすると、地域に残された廃棄物の処理が継続する期間中、廃棄物を目にしていることになる。このように廃棄物が生活環境に存在することを、住民の復興に対する意欲、環境衛生面での一種のストレスとしてとらえ、廃棄物との接触のようなものを評価指標の一つとして考えることもできる。本研究では、単純な廃棄物量としてのトン数ではなく、 $t \times \text{日}$ のような積分値（廃棄物量を目にする日数の総量、廃棄物が残ることの地域住民の衛生面・健康面に関する指標と仮定）を考える。この積分値を暴露量として考え、図-1のようにモデル化する。この図では、ある地域で10tの廃棄物を1t/日のペースで処理する場合とそのまま10日間その地域に存置した後10tの廃棄物を1t/日で処理した場合の廃棄物処理の積分値（暴露量）を示している。

地域の廃棄物量の減少と処理期間については、シミュレーションで算出可能であり、事前に各街区またはブロック単位で暴露量の比較検討を行うことも可能である。

図-1 地域目線からの「震災廃棄物」評価値

具体的には、「高齢者等の災害時要援護者の人口が多い街区から処理を進める。」というようなシナリオの元で、暴露量がどのように増減するのか、ブロック間での廃棄物存置量の分布状況について検討し、意思決定に活用していく方法を提案することができる。

(2) 幹線道路沿道環境への影響面からの評価指標

幹線道路沿道では、震災廃棄物輸送に伴い交通量が大幅に付加される箇所も出てくる。この付加交通量に起因する環境影響指標としてNO_xに着目する。震災廃棄物処理に伴う環境影響については、平常時のNO_x濃度を基準として、災害時の廃棄物輸送交通量による排出量増分を算出する。想定される輸送パターンごとに輸送経路上のNO_x増加分を推定し、その結果を比較することで復旧・復興期における廃棄物輸送ルート上の環境モニタリングの必要性を明らかにすることができる。また、交通量が増大する箇所や輸送車両の速度低下が著しい箇所など、効果的な環境モニタリング実施箇所を検討することができる。と考える。

5. 廃棄物処理シナリオの設定とモデルスタディ

(1) 震災廃棄物処理スキームの検討

本研究では、古くからの市街地周辺に密集市街地が形成され、建物倒壊による被害や火災延焼被害の拡大が懸念されている東京都大田区エリアや江東デルタ地域を対象として、検討を行う。大田区のような密集市街地では、利用可能な公園用地は限られているため、住環境の確保とともにエリア内での震災廃棄物仮置き場の確保が問題となる。例えば、応急仮設住宅の設営場所と廃棄物の仮置き場が近接する可能性も高く、早期の復旧に支障が生じることも想定される。ここでは、大田区における廃棄物の処理体系として、図-2に示すように主要鉄道路線や都市河川等を境界とする6ブロックに分割し、一次仮置き場および二次仮置き場の代替施設としての震災廃棄物の積替えヤード、第三仮置き場の候補地を設定した。

図-2 ブロック割および各ブロックの廃棄物発生量

(2) 廃棄物処理シナリオの設定とモデルスタディ

大田区における震災廃棄物輸送シミュレーションのベース検討として、一定期間 (Case-1 ; 6 ヶ月, Case-2 ; 1 年間) に全域で一律に処理するモデルを検討する。ここで震災廃棄物は、地域の積替えヤードまで小型ダンプで、積替えヤードから臨海部の仮置場までは大型ダンプで輸送する体系とし、必要となる輸送車両 (大型ダンプや小型ダンプ) の台数の把握を行った。検討の前提条件は、阪神・淡路大震災の事例から以下のとおり設定した。

- 小型ダンプ (2t 車, 4t 車) の輸送原単位: 2.3t/台
- 分別前の震災廃棄物単位体積重量: 1t/m³
- 幹線道路の区間走行速度: 平成 17 年度道路交通センサスの平日混雑時旅行速度を利用
- サイクルタイム: 道路区間長 (km) ÷ ピーク時走行速度 (km/h) + 積込み・積下ろし時間 + 待機時間
- 積込み時間: 国土交通省の積算基準から設定

ベース検討でのダンプ台数の算定結果は、表-4 に示すとおりである。この検討をもとに、本研究では表-5 に示すように、①高齢者は避難生活で身体的悪影響を被りやすく復興が遅れがちになることに配慮した視点、②大田区の特徴である産業集積エリアの早期復興の視点、③応急仮設住宅建設戸数が多いエリアの震災廃棄物処理を優先する視点でシナリオを設定し、1 年間で震災廃棄物輸送を完了するという前提で検討を行った。

検討結果の一例として、図-2 に示したブロック①の震災廃棄物処理プロセスを図-3 に示す。住宅地である

表-4 必要となる運搬車両台数

	小型ダンプ (台/日)	大型ダンプ (台/日)
6ヶ月で処理	898	238
1年間で処理	416	104

表-5 検討シナリオの設定

シナリオⅠ: 高齢者と廃棄物が相対的に多い地域を優先
<ul style="list-style-type: none"> ● 震災廃棄物量と高齢者の相関関係の高いエリアを優先 ● 震災廃棄物量の少ない住宅地のブロックでは、長期間にわたって廃棄物が残る可能性が高い ● 優先順位1位 (6ヶ月間短縮), 優先順位2位 (4ヶ月間短縮), 優先順位3位 (2ヶ月間短縮) とする
シナリオⅡ: 中小企業の集積地域を優先
<ul style="list-style-type: none"> ● 中小企業の多いエリア (大田区の産業構造の中心) を優先 ● 中小企業の立地が少ない内陸部の住宅地のブロックでは、長期間にわたって震災廃棄物が残る可能性が高い ● 優先順位1位 (6ヶ月間短縮), 優先順位2位 (3ヶ月間短縮), その他のエリアは輸送車両を一律に減少させる
シナリオⅢ: 応急仮設住宅予定戸数の多い地域を優先
<ul style="list-style-type: none"> ● 応急仮設住宅戸数が多く震災廃棄物量の多いエリアを優先 ● 応急仮設住宅が建設可能な公園等の少ないブロックでは、長期間にわたって廃棄物が残る可能性が高い ● 優先順位1位 (6ヶ月間短縮), 優先順位2位 (3ヶ月間短縮), その他のエリアは輸送車両を一律に減少させる

図-3 ブロック①におけるシナリオ毎の震災廃棄物処理量

表-6 シナリオ別の暴露量 (t 日/人)

	ベースモデル (1年)	シナリオⅠ	シナリオⅡ	シナリオⅢ
ブロック①	481	673	611	566
ブロック②	688	976	688	803
ブロック③	853	425	637	637
ブロック④	669	951	826	783
ブロック⑤	659	548	823	773
ブロック⑥	662	441	330	330

ブロック①では、図-2 に示したように、廃棄物発生量も少なく、産業集積エリアでもないため、シナリオⅠ～Ⅲのいずれにおいても配分されるダンプ等の台数が少ない。特にシナリオⅠでは、発災後 6 ヶ月間での震災廃棄物処理量は 10%程度となる。表-6 は、本研究で提案する指標としての暴露量 (1 年間で処理する廃棄物処理量の積分値をブロック人口で除したもの) による評価を示している。ブロック①では廃棄物発生量が少ないため、シナリオⅠ～Ⅲのいずれもベースモデルの平均的な値 (668 t 日/人) 程度となっている。一方、ブロック②、ブロック④では、暴露量が全般的に高く、別のシナリオ検討が求められる。

(3) 幹線道路の輸送シミュレーションモデル

江東デルタ地区における幹線道路ネットワークを対象として、廃棄物輸送車両の走行による道路網のパフォーマンス、つまり、リンクの平均速度の低下を考慮した輸送シミュレーションモデルを構築している。ベースとなる幹線道路網の交通状況は、平成 17 年度道路交通センサスで観測された交通量と各リンクの平日旅行速度をもとに設定した。シミュレーション手法としては、交通工学における配分計算式、つまり、利用者均衡配分に用いるリンクパフォーマンス関数を用いて、道路ネットワーク上の交通量と旅行速度との関係を推定した⁹⁾。なお、リンクパフォーマンス関数は BPR 関数を適用し、パラメータは土木学会が提案する道路種別共通の値を用いた。

全量をダンプで陸送するケースと河川舟運を活用し幹線道路への負荷を低減するケースを比較し、図-4 に廃棄物輸送道路上の NOx 増加分の推定結果を示した。

廃棄物輸送道路における NOx 排出量は、負荷を低減するケースでは大きく改善しており、周辺環境に配慮した輸送体系の検討は重要な課題と考えられる。

図4 首都直下地震での江東デルタ地区における幹線道路のNO_x増加分の推定結果

6. おわりに

阪神・淡路大震災の事例等では、被災高齢者は身体的悪影響を受けやすいため、地震発生以降に身体の状態が悪化した割合が多だけでなく、回復期間が長くなるため、きめ細かな支援が求められている。また、被災者の心の復興には、生活の復興や周辺社会の街や人々の復興が大きく影響するが、心の復興に「住宅」が果たす役割は全ての時期を通じて大きいため、復興期の生活環境改善のためには震災廃棄物の迅速な処理が求められる。

本研究では、復興期における生活環境面の評価値として、以下の2指標について検討を行った。

- 廃棄物処理の積分値（暴露量；廃棄物の処理期間）
- 運搬ルートにおける大気質（NO_x等）の増加分

震災廃棄物輸送の概略シミュレーション結果からは、ブロック間の公平な廃棄物処理を実施する指標として、暴露量は検討に値すること、本稿のシミュレーションモデル活用により、廃棄物輸送ルート上の環境モニタリング実施地点の抽出が可能となることを示した。

本研究は概略の検討であり、最適計画を提示するものではないため、より詳細な評価指標とモデルを構築し、震災廃棄物の残置が地域社会にどのような影響を及ぼすのかについて、詳細な検討を進めていく必要がある。

謝辞：本研究は、(社)日本機械工業連合会より一般財団法人エンジニアリング協会が受託し、競輪の補助金を受けて実施した調査研究成果の一部をまとめ直したものである。ご協力頂いた関係各位に対して心から謝意を表す。

参考文献

- 1) 神戸防災技術者の会：伝承 阪神・淡路大震災 ～われわれが学んだこと～, 2008.1
- 2) 山本 進：「阪神大震災と環境保全 一震災時の環境対策の概要とアスベスト対策」, 都市政策 No.93, pp.83-96, 1998.10
- 3) 後藤隆雄ほか：阪神大震災後 4 年間でのアンケート調査等による被災市民の健康調査結果, 自然災害科学：JJSNDS 18-3 pp.289-300, 1999.
- 4) 安藤幸子ほか：阪神淡路大震災で被災した仮設住宅住民の生活と健康状態及び継続的な看護支援活動の評価, 神戸市看護大学紀要：Vol.3, Page.29-38, 1999.
- 5) 中村文香：被災者の生活と心の復興過程に関する考察ー兵庫県南部地震を対象とした影響要因の分析ー, 日本建築学会 2006 年度優秀修士・卒業論文受賞論文梗概集：2006.12
- 6) 土木学会：交通ネットワークの均衡分土木学会：道路交通需要予測の理論と適用第 I 編利用者均衡配分の適用に向けて, 2003.

(2011.7.22 受付)

A STUDY ON DEBRIS PROCESS MANAGEMENT CONSIDERING COMMUNITY ENVIRONMENT

Hisato NAGATA, Hiroshi WADA, Kazuko MISHIMA and Koshi YAMAMOTO

It is assumed extensive damage in the Tokyo Inland Earthquakes. At the recovery and rehabilitation of disaster areas, it has been actualized many vulnerabilities such as possibility of restoring damaged houses, lack of the debris management measures, and so on. And further, the importance of clarifying recovery process in life and mind of the victims with special needs is recognized for disaster prevention.

On earthquake disaster in the Tokyo Metropolitan area, we have been examining the debris operation scheme in order to secure the safety and security of citizens. Moreover, we have been proposed the methodology of the emergency debris management measures to keep the community environment.