

震災廃棄物の輸送マネジメントに関する基礎的研究

(株)熊谷組 永田尚人*1
 京都大学 平山修久*2
 彩交通計画(株) 岡村寛明*3
 (株)パスコ 糠塚昌文*4
 関西大学 河田恵昭*5

By Hisato NAGATA, Nagahisa HIRAYAMA, Hiroaki OKAMURA, Masanori NUKADUKA, and
 Yoshiaki KAWATA

甚大な被害が想定される首都直下地震では、慢性的な幹線道路の渋滞やガレキの集積が可能な公園等の空地が少ないなど、大規模災害に対する復旧への脆弱性が露呈しているにもかかわらず、東京都をはじめとする自治体で作成されている地域防災計画では、災害時の具体的な震災廃棄物処理方策についての検討がほとんどなされていないのが現状である。

これを踏まえ本研究では、首都直下地震を対象として、住民の安心・安全を確保し、迅速なガレキ処理を実現するための処理スキームの検討を行い、簡易なガレキ搬出シミュレーションモデルを構築した。その結果、河川空間を活用したガレキ輸送体系が、幹線道路周辺環境への負荷低減に有効な方法論であることを示した。

【キーワード】震災廃棄物、緊急輸送路、河川舟運、シミュレーション、環境影響

1. はじめに

首都直下地震等の大都市部での地震災害は、我が国の経済・社会活動全般に対して、甚大な被害を生じさせることが懸念されている。阪神・淡路大震災では、膨大な量の震災廃棄物の処理過程において、環境問題や交通事故の多発などの社会的な問題が顕在化した¹⁾。中央防災会議「首都直下地震対策専門調査会」では、首都圏において9,600万トンの震災廃棄物の発生を推定しており、このような膨大な震災廃棄物の処理の遅延は、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ため、災害時における都市の生活環境施策を事前に推進しておくことが重要である。震災廃棄物の処理においては、被災地からの搬出方法や輸送ルート、仮置き場や最終処分場での対応など、様々な観点から検討していくことが求められている²⁾。

阪神・淡路大震災において震災廃棄物の処理に苦慮した経緯を踏まえて、行政機関では、災害対応の

観点から震災廃棄物の処理について、体制等の整備がなされてきている。例えば、厚生省では「震災廃棄物対策指針(平成10年10月)」を作成し、全国自治体へ震災に備えた対策立案を促している。この指針では、震災廃棄物処理・処分の計画作成の際に留意すべき内容が詳細に示されている³⁾。「首都直下地震対策大綱」では、「東京湾北部地震」などを対象として、その予防段階から発災後の全ての段階における国や地方公共団体等の役割を明確化している⁴⁾。

環境省では、平成17年10月にまとめられた「防災業務計画」において、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まとめている⁵⁾。

七都府県市廃棄物問題検討委員会では、ガレキ処理について調査が行われ、平成13年度には自治体の役割を明確にし、七都府県市(現八都府県市)として業界団体との協力・支援のあり方を取りまとめている⁶⁾。

都道府県や市区町村で作成される地域防災計画では、発災後に被害の実態を調査したうえで震災廃棄

*1 プロジェクトエンジニアリング室 03-5261-5526, hnagata@ku.kumagaigumi.co.jp

*2 大学院工学研究科都市社会工学専攻 075-383-3416, hirayama@hse.gcoe.kyoto-u.ac.jp

*3 代表取締役 03-6682-5690, okamura@sai-traffic.jp

*4 企画本部 企画推進部 03-6412-3800, maaksu6172@pasco.co.jp

*5 大学院社会安全研究科 072-684-4100, ykawata@kansai-u.ac.jp

物の処理計画を作成することとなっている。このため、震災廃棄物の処理に関しては、その発生量に基づいた輸送ルートや仮置き場等を考慮した具体的な検討がほとんどなされていないのが現状である。

本研究では、老朽木造住宅密集地が行政区域を越えて広範囲にわたって連担しており、首都直下地震において膨大な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隅田川と荒川に囲まれた地域（以下、江東デルタ地域とする）を対象に、モデルスタディを実施する。スタディでは、首都直下地震に対する危機管理のひとつのオプションとして、この地域の特徴でもある河川空間（河川敷道路・河川舟運等）と幹線道路網を機能的に融合した総合的な緊急輸送体系の構築に関して基礎的分析を行うものである。

なお、本稿の分析では、震災廃棄物のうち排出量の多い木質系の廃棄物やコンクリートガラを「ガレキ」と定義して検討を行う。

2. 行政におけるガレキ処理への対応

(1) 阪神・淡路大震災におけるガレキへの対応策

都市直下地震であった阪神・淡路大震災では、地域防災計画で事前に想定していた量をはるかに超える震災廃棄物が発生した。また、甚大な被害により、都市機能が麻痺し、社会的、経済的影響がきわめて大きく、損壊した家屋等の解体・処理については、被災者の負担の軽減を図るため廃棄物として市町が解体・処理し、国はその費用の二分の一を補助するという特別の措置が講じられた⁷⁾。

その一方で倒壊家屋等の処理が短期的に集中することにより、仮置き場確保や交通渋滞への対応などの課題点も明らかになっている。また、災害時における住民の生活環境の観点から、ガレキを迅速かつ計画的に処分・処理することが重要である⁸⁾。

阪神・淡路大震災では、市街地部分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4万7千強の仮設住宅の建設が完了している一方で、市街地からのガレキ処分・撤去に1年の時間を要している。被災者は、仮設住宅という仮住まいの住居形態において、市街地にガレキが存在している状態となりうる⁹⁾。したがって、被災者の復興感という観点から、市街地のガレキを迅速に撤去するために

は、ガレキに対する市街地内の量的な管理とともに、これらの運搬に係る交通渋滞や排出ガス等の環境への影響を軽減する処理体系が求められている。

(2) 行政におけるガレキ処理の視点

「首都直下地震対策大綱」では、復旧・復興におけるガレキ処理対策として、被災地内でのガレキの仮置き場所の確保に関する必要性、ガレキを順次被災地外に運搬・処理する場合を想定した河川舟運や港湾を活用した水上輸送体制の整備の必要性および地方公共団体間の広域的な協力体制の整備等、具体的な処理対策の検討について明記している⁴⁾。

厚生省による「震災廃棄物対策指針」では、「第2章廃棄物処理に係る防災体制の整備」において、ガレキの処理・処分計画の作成等が記載されており、膨大なガレキを効率的に収集・運搬するための車両の円滑走行を可能にする施策の必要性についてまとめている。その記載事項は、以下のとおりである⁵⁾。

- 廃棄物収集運搬車両の円滑な運行
- 河川等の水運の活用
- 震災時における収集運搬車両間の連絡・相互応援体制の確保
- 収集運搬車両の運搬経路を考慮したガレキの仮置き場の配置計画

また、東京都地域防災計画（震災編）では、ガレキ処理の基本的な考え方として『資料図 3-7「ガレキ処理の基本的流れ（東京都環境局）」』を示している。この中で、ガレキの仮置き場については、次のように規定されている²⁾。

ア. 第一仮置き場（発災当初～）

設置当初は緊急道路障害物除去ガレキ、その後建物の解体・撤去ガレキの積替え用地として使用

イ. 第二仮置き場（発災2週間程度後～）

建物の解体・撤去ガレキの積替え用地として使用

ウ. 第三仮置き場（発災1か月程度後～）

中間処理（分別・減量化）及び再利用施設が円滑に機能するまでの暫定的貯留施設

このように、首都直下地震において膨大なガレキを効率的に処理するために、行政にはガレキ処理対策の策定と運搬車両の円滑な運行管理が求められている。一方、阪神・淡路大震災で露呈したように、復旧・復興車両の輻輳や物資輸送マネジメント力の不備による交通渋滞の可能性も否定できない。

このため、被災地域にとって安全・安心なガレキ処理手法について検討しておくことが喫緊の課題であると考えられる。

3. 河川舟運を活用したガレキ処理スキーム

東京都では、被害想定調査に基づいた危険区域の情報を公開し、災害に強い街づくりへの取り組みを進めている¹⁰⁾。前述のとおり、江東デルタ地域の4区（江東・墨田・台東・荒川）では、老朽木造住宅密集地が行政区域を越えて広範囲にわたって連担しており、地震の揺れによる大量の建物倒壊被害が懸念されるだけでなく、火災延焼被害の拡大の可能性が高いエリアである。図-1に示すように、東京都が公表している建物倒壊危険度ランク¹⁰⁾でも、この地域は上位にランキングされている。ひとたび激甚災害に見舞われた場合には、仮設住宅用地の確保等、公園利用計画との整合性が求められるため、行政における1ha相当のガレキ仮置き場（第一・第二）は、エリア内での確保が困難となることも十分に想定される。この結果、早期の復旧・復興は極めて困難になるものと考えられる。

本章では上記の観点から江東デルタ地域に焦点を絞って、ガレキ処理スキームについて検討を行う。

(1) 緊急輸送網の現況

平成21年度の警視庁調査¹¹⁾によると、東京都内の幹線道路2,406kmにおける12時間（午前7時～19時）の平日平均の測定区間の交通状況は、旅行速度が約21.6km/h、渋滞距離が154kmとなっている。

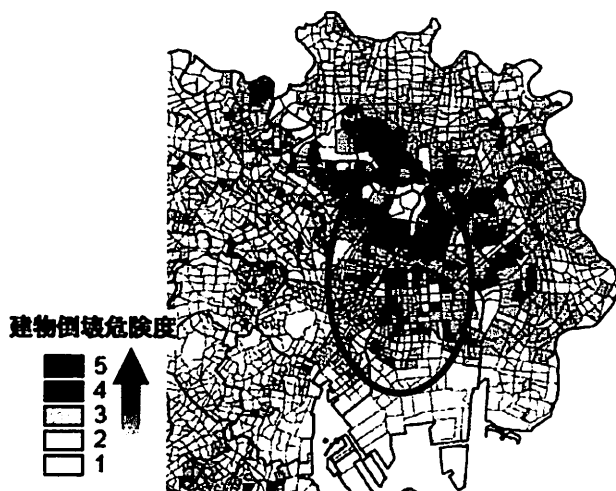


図-1 東京都公表による危険度ランク¹⁰⁾

（出典：東京都都市整備局：地震に関する地域危険度測定調査（第6回）、2008.2公表）

また、平成17年に国土交通省で実施された道路交通センサス調査においても、江東デルタ地域内の主要幹線道路の平日混雑時旅行速度も20km/h前後となっており、慢性的な交通混雑状況となっている。

この交通渋滞は、市民生活や経済活動のみならず、窒素酸化物などの大気汚染物質や二酸化炭素の排出など、沿道環境に深刻な影響を与えている。そのうえ、災害復旧・復興時には、復旧車両やガレキ搬出車両による交通需要が付加されるため、江東デルタ地域内においては現状より激しい混雑の発生が予測され、輸送に視点をみると橋梁を通過しない輸送ルートの設定や陸上交通に依存しないガレキ処理スキームの選定が重要になってくるものと考えられる。

(2) 河川空間活用の視点

東京都区内には、墨田区北部地域をはじめとして幅員4m以下の道路が網の目状になった木造密集市街地（以下、木密地区とする）が存置され、倒壊・延焼危険度の高い地域として防災上の課題となっている。このため、江東デルタ地域における災害時輸送ネットワークのあり方として、一般車両の走行がなく住宅地からも隔離された空間的特性から、荒川の舟運および荒川河川敷道路を緊急輸送路として活用することが効率的かつ有効であると考えられる。

荒川河川敷道路は、荒川左岸および右岸に上流側から河口付近までほぼ全線にわたり整備が行われている。すなわち、河川敷道路が緊急交通路としての役割を持つことができれば、荒川の河川舟運とあいまって首都圏における広域的な緊急輸送路のネットワークとして大きな効果が期待でき、結果として、江東デルタ地域内の墨田区・江東区等の減災に対しても寄与できるものと考えられる。

ただし、河川敷道路単独ではネットワークとしての効果は期待できず、主要幹線道路などと有機的に連結することで、発災時の物資輸送に有効に活用されるものと考えている。

(3) ガレキ搬出への河川舟運の活用

国土交通省は、災害時の復旧活動に必要な資機材や救援物資等の輸送拠点として、リバーステーション（以下、リバーSTとする）の整備を行っている。現在、荒川下流部では12箇所の計画があり、すでに9箇所が完成している。

このうち新砂リバーSTは、河川敷道路の終端部に位置すること、背後地の土地利用、現状でも105mの岸壁を有し施設規模の拡張性も考慮可能であること等を勘案すると、ガレキの仮置き場と舟運の活用に適した積出基地と考えられる。現有の施設規模は、500t積級の台船が1～2隻程度接岸できる状況にあるが、河川舟運の有効活用のためには施設規模を拡充し昼夜間作業が可能な施設への移行が必要になろう。

また、荒川での舟運活用の検討にあたって、リバーSTの積出能力の把握と航路に配慮した安全航行に関する検討が必要となる。輸送方法については、リバーST付近での水深（満載喫水2m以下）を考慮すると、台船にガレキを積載し、引船・押船により曳航する運搬方法が現実的である。

新砂・小松川・堀切の3箇所のリバーSTにおける現有概算処理能力（昼間10時間作業）については、以下に示すような前提条件に基づいてサイクルタイムを算出し、ダイヤグラムから処理能力を把握した。

- ・ダンプトラック（以下、ダンプとする）から台船への直投積込み（5分/台）とする。
- ・台船（引船・押船）の曳航は4ノットとする。
- ・台船からの荷揚げは4m³級バックホウを活用する。
- ・台船の岸壁への接岸・離岸は、5分程度を要する。
- ・非常時を考慮し月間25日の稼働とする。
- ・重機の施工能力については、国土交通省土木工事積算基準（平成20年度版）をもとに設定する。

また、現有処理能力と岸壁型の新砂リバーSTの拡張案（岸壁延長106m→210m、3隻同時接岸可能で24時間作業）、小松川リバーST拡張案（岸壁延長57m→110m、2隻同時接岸で24時間作業）の比較検討結果を表-1に示す。なお、拡張後の輸送能力については、荷揚げ場での台船の干渉等を考慮して設定した。

前提条件に基づいた500t積級台船による新砂と小松川のリバーSTと中央防波堤付近に想定した仮置き場への概略の運行ダイヤグラム（24時間作業）を図-2に示す¹²⁾。新砂リバーSTでは、1バース当り2船団で最大5回/日の荷揚げが可能であり、小松川リ

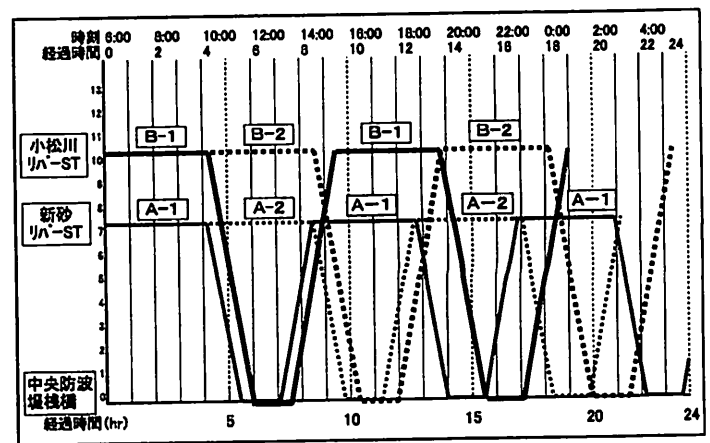


図-2 荒川のカレキ輸送船団のダイヤグラム例

バーSTでは、最大4回/日の荷揚げが可能になる。

このように河川舟運を活用し、大型ダンプ等の街路走行低減を図ることにより、一般交通への影響だけではなく、粉塵等の飛散による市民の健康面への影響も低減することが可能になるものと考えられる。

(4) ガレキの処理スキーム

江東デルタ地域のような木密地区では、仮設住宅の建設場所とガレキの仮置き場等との用地が近接する可能性も高い。また、コンクリートガラ破砕などの分別を行うためにはまとまった用地も必要とされるが、河川空間の活用にも制約がある。このため、仮置き場の用地確保や住環境の視点から、大量のガレキ処理の体系が問題となる。

本研究は、首都直下地震におけるガレキ処理に関するオプションとして、河川空間を活用した緊急輸送体系の基礎的分析を行うものであり、次の事項に留意してガレキの処理スキームの検討を行う。

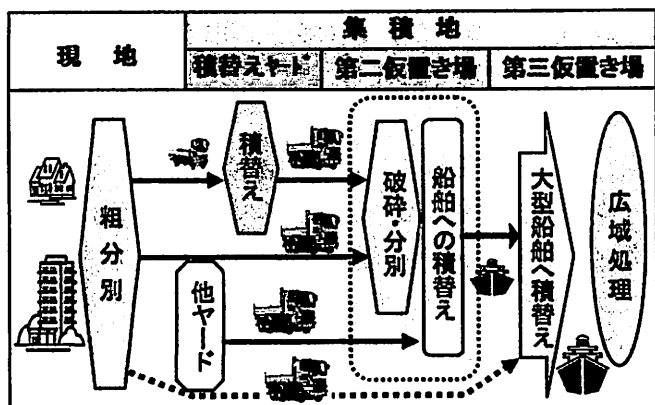
- ・荒川を活用した舟運によるガレキ輸送
- ・運搬経路を考慮した幹線道路に隣接するガレキ積替え場・仮置き場の設定
- ・江東デルタ地域におけるバランスの取れたガレキ積替え場等の配置計画
- ・ガレキ登載車両の円滑な運行を確保する河川敷道路の有効活用

舟運（河川・海運）の積極的な利用や首都圏の域外も含めた広域処理を考慮した処理フローを、図-3に示す。また、江東デルタ地域におけるガレキ処理体系を図-4に示す。

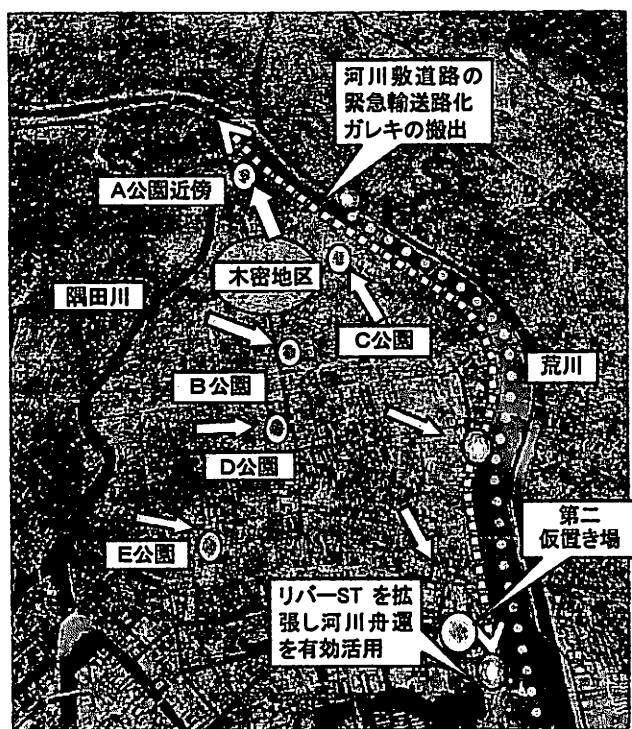
表-1 河川舟運により運搬可能なガレキ量

	現状の能力 (昼間10hr作業)	拡張後の能力 (24hr作業)
リバーSTを活用して 搬出可能なガレキ量	90万t/年	300万t/年

なお、リバーSTとして、新砂リバーST、小松川リバーST、堀切リバーSTの3箇所の利用を考えている。



図－3 江東デルタ地域での処理フロー



背景図：Google 写真地図

-➡ 河川敷道路
-➡ 荒川河川舟運
- リバーST
- ガレキ積替えヤード
- ガレキ仮置き場
- 木密地区

図－4 ガレキの処理スキーム

図－3および図－4では、第二仮置き場への搬入前に、小型ダンプから大型ダンプへの積替えのみを行う最低限度の積替えヤード（2,000～3,000m²程度）を設定し、運搬の効率化を図る体系を考える。また、舟運（河川・海運）の積極的な利用を考慮するために荒川河口付近に東京都地域防災計画等で言及されている第二仮置き場を設けるとともに、臨海部に第三仮置き場の設置を想定し、陸運と河川舟運を活用した輸送体系を検討した。

4. 江東デルタ地域におけるガレキ輸送の検討

(1) ガレキ処理のマネジメント

行政機関へのヒアリング調査では、ガレキ処理推進体制は、被災状況を確認した後、整備される計画となっている。このため、事前にガレキ処理に関する体系的な検討を行うことは、復旧・復興期における被災地からの速やかな廃棄物の除去方策を考える上でも、非常に重要な事項である。

環境部局では処理に関する事項、建設部局では輸送に関する事項、都市計画部局では公園利用に関する事項など、ガレキ処理のマネジメントは多部署に渡る事項である。甚大な被害が想定される首都直下地震等において、ガレキのスムーズな排出や輸送のマネジメントを行うためには、情報通信技術を活用してガレキの動きを捉える必要があり、これを実現するには交通工学に関連する技術が必要となる。

表－2に、輸送体系に係るマネジメント項目と管理を行う上での評価指標をまとめた。本稿では、ガレキ排出や輸送のマネジメントについて、概略のシミュレーションモデルを構築し検討を進めている。

(2) シミュレーションモデル

江東デルタ地域における幹線道路ネットワークを対象として、多量のガレキ輸送車両の走行による道路網のパフォーマンス（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を実施した。想定した3ケースについて、積替えヤードまでの輸送時間および幹線道路における大気環境指標（NO_x等）について、比較・検討を行った。なお、評価は陸運にのみ着目するものとし、舟運による大気環境指標等については対象外とした。

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平日混雑時旅行速度をもとに設定し、図－5に示されるBPR関数（交通量と旅行時間の関係式、利用者均衡配分で使用されるリンクパフォーマンス関数のうちの一つ）

表－2 ガレキ輸送段階におけるマネジメント項目

	マネジメント項目	評価指標
積替えヤード等のマネジメント	搬入ガレキ量	搬入ダンプ台数
	重機等の稼働状況	周辺の環境指標
輸送のマネジメント	輸送車両	交通量・輸送時間
	輸送ルート	大気等の環境指標

を適用して、ガレキ輸送車両が付加された状態における旅行速度を算出する。BPR関数のパラメータ（ α ， β ）は、土木学会が提案する道路種別共通の値を用いる。図-6に国道357号の2区間の旅行速度の算定事例を示す。交通量の付加に伴い、旅行速度が低下している状況が示されている。

BPR関数は、式(1)に示される関数である。

$$t_a(x_a)=t_{a0}\cdot\left\{1+\alpha\cdot\left(\frac{x_a}{C_a}\right)^\beta\right\} \tag{1}$$

- t_a : リンク の旅行時間 (分)
- t_{a0} : リンク の自由流旅行時間 (分)
(ゼロフロー時の旅行時間)
- x_a : リンク の交通量 (台/日)
- C_a : リンク の交通容量 (台/日)
- α, β : パラメータ ($\alpha=0.48, \beta=2.82$)

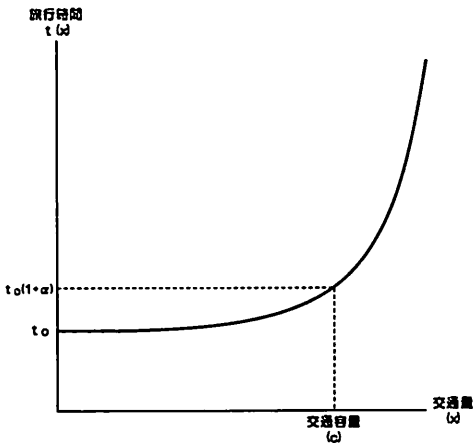


図-5 BPR関数

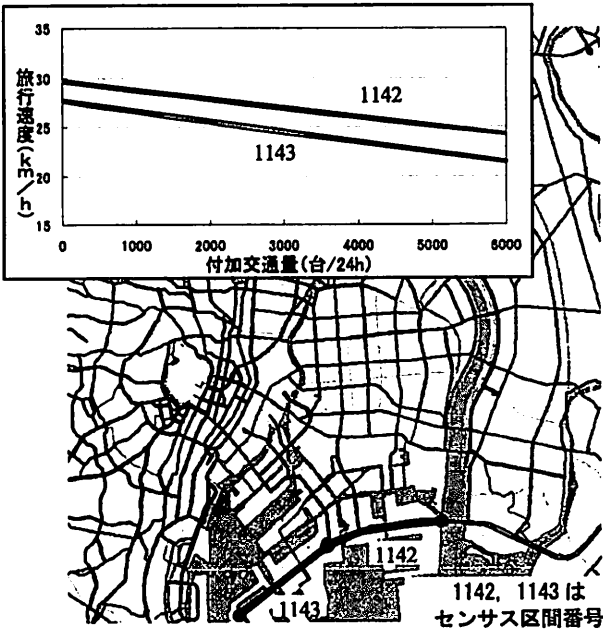


図-6 旅行速度の算定例

シミュレーションは、ガレキ量、H17年道路交通センサスの観測交通量および平日ピーク時間旅行速度からガレキ輸送時の交通量，旅行速度，排出ガス量を算出するものであり，以下に示す手順で実施した。

- ◆ ガレキ発生量を算定（250mメッシュで算出）
- ◆ 各メッシュのガレキ量から排出に必要となるダンプ延べ台数と1日あたりの延べ走行台数を算定
- ◆ H17年道路交通センサスにおける各路線の平日混雑時旅行速度を用いて，ノード間最短経路を算定
- ◆ 片道の輸送時間を算出し，各メッシュに配分されるダンプ台数を算定
- ◆ ガレキ輸送車両の配分後，各路線の最終速度を決定し，1台あたりの輸送回数を算定
- ◆ 各路線の最終速度，交通量，排出ガス係数を用いて，環境評価を行う大気質（NOx, SPM, CO, SO₂）の排出量を算出しガレキ輸送ルートへの影響を把握

ここで，交通容量は，平成17年度道路交通センサスの日交通容量（台/24h）を基に設定し，リンクの自由流旅行時間は，道路交通センサスの旅行速度とBPR関数による推定旅行速度が合致するように設定する。

(3) シミュレーションシナリオの設定

ここでは，江東デルタ地域を対象として，ガレキ処理期間を1年（早期処理）および2年とする2つのパターンについて，以下に示すガレキ輸送のシナリオにより，3ケースのシミュレーションを行った。

ケース①：江東デルタ地域のガレキ全量を小型ダンプにより臨海部へ直接陸送するケース

ケース②：積替えヤードの設置と現状の河川舟運能力（約90万t/年）を利用して搬出するケース

ケース③：河川舟運を最大限に活用（約300万t/年に増強）して搬出されるケース

具体的な検討シナリオは，表-3のとおりである。

表-3 検討シナリオの設定

ケース①	- ガレキは，直接臨海部の第三仮置き場まで小型ダンプ（2t車・4t車）で輸送されるものとする。 - 幹線道路への負荷が最も大きく，ガレキ輸送車両による渋滞が懸念される検討ケースである。
ケース②	- 地域から搬出されるガレキは，地域の積替えヤードまで小型ダンプにより運搬・集積する。 - 積替えヤードから，幹線道路を利用して臨海部の第三仮置き場やリバーSTまで大型ダンプで輸送する。 - 交通状況は災害前の状態まで復旧したものとする。
ケース③	- 積替えヤードまでの輸送はケース②と同じである。 - 河川敷道路が湾岸道路へ接続されている。 - 江東デルタ地域のガレキ全量は，複数のリバーSTを活用した河川舟運と河川敷道路により，第三仮置き場まで効率的に搬出する。

(4) シミュレーション結果と考察

a) 積替えヤードまでの輸送時間の検討

図-7に各メッシュ（ガレキの発生地点）から第二仮置き場、第三仮置き場までの輸送時間を示す。

ケース①は、発生地点→臨海部の第三仮置き場まで、ケース②及びケース③は、発生地点→積替えヤード（小型ダンプから大型ダンプへの積替え）→第二仮置き場あるいは第三仮置き場までのトータルでの運行時間（積替え時間は含まない）を示している。但し、ケース③ではリバーSTの搬出能力を増強し有効活用するため、近接のエリアのガレキは積替えヤードを経由しないで直接第二仮置き場へ搬入される。

ガレキを1年間で短期間処理する検討結果（図-7）から、以下の事項が確認される。

- ・ ケース①では、ガレキを臨海部へ直送するため、墨田区北部エリアで片道 60～75 分（一部では 75 分以上）を要する地域が出現する。
- ・ ケース②のように舟運輸送量が少ない（90 万 t/年）場合では、陸送が主体になるためケース③と比較すると効率性に劣る。
- ・ ケース③のように、河川空間を有効活用することで輸送の効率化が可能になる。

本研究では、江東デルタ地域内のガレキ処理のみについて検討を行っているが、実際の震災時には東京都区内全域からのガレキが臨海部の第三仮置き場へ持ち込まれることも想定される。この結果、第三仮置き場の積降ろし場所付近の混雑により、待機時間を含めた搬入にさらに時間を要することも考えられるため、ガレキの仮置き場付近での運搬車両の流動性について更なる検討が必要と考える。

b) 幹線道路における大気環境（NO_x）の検討

1年間でガレキ処理を行う短期処理検討案および処理期間を2年とする検討案に関して、幹線道路におけるガレキ輸送交通量の付加に起因する環境指標としての大気環境（NO_x等）の悪化について検討を行った。検討は、平常時を基準として、災害時の排出量増分を算出している。図-8に、復興時のガレキ輸送経路上の窒素酸化物の増加分を示す。その結果、以下に示すような事項が確認される。

- ・ 1年間での短期処理の検討結果および2年間処理での検討結果ともに、NO_x等の排出量はケース①の湾岸部での増加が顕著である。

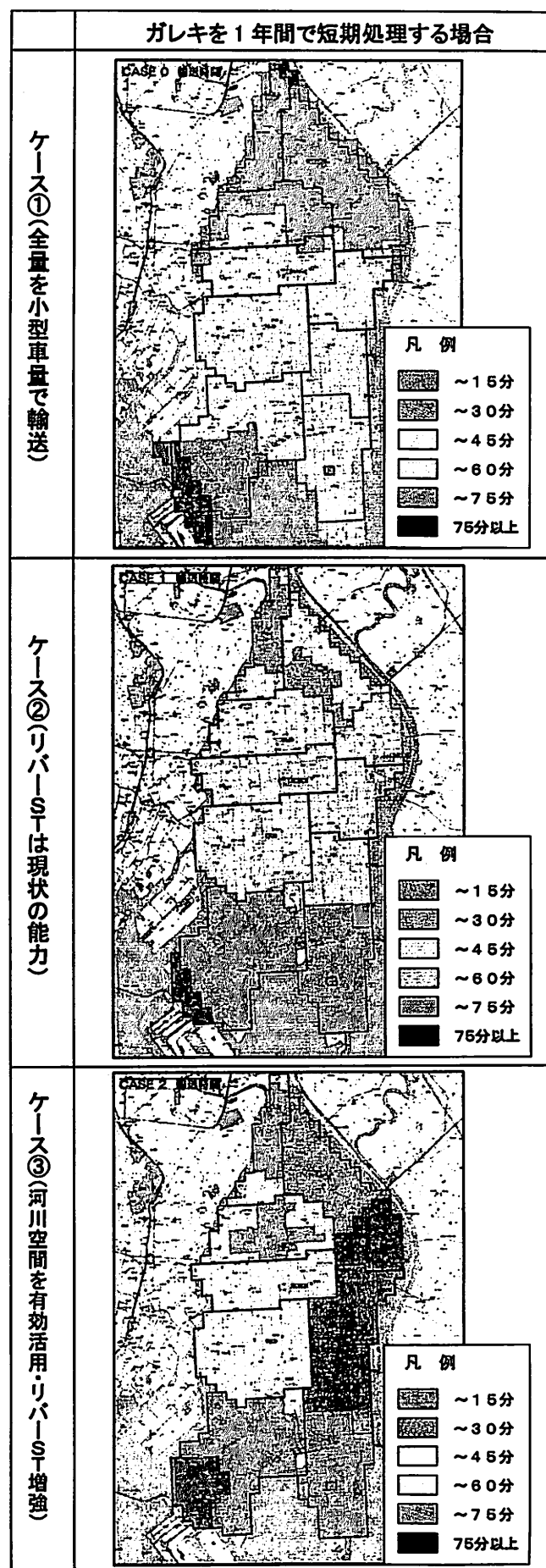


図-7 ガレキ発生地点からヤードまでの輸送時間

- ・ ケース②では、積替えヤードを設置し河川舟運を活用する処理体系（江東デルタ地域のガレキ量の約15%を分担）とするが、ガレキ輸送は陸運主体であり湾岸部に車両が集中するため、NOx等の排出量は大幅な改善は見られない。
- ・ 河川空間を活用するケース③は、河川舟運を有効利用（当該地域のガレキ量の約50%を分担）する処理体系であり、湾岸部でのガレキ輸送車両が大幅に減少するため、1年間での短期処理においてもNOx等の排出量は大幅に改善し、周辺環境に配慮した輸送体系と考えられる。
- ・ 概略的なシミュレーション解析ではあるものの、輸送車両が集中する湾岸部でのNOx等の概算増分量が算出可能であり、震災時のガレキ輸送ルート上での大気環境のモニタリング箇所の抽出ツールとしての活用も考えられる。但し、排出量の推定精度等については、更なる研究が必要である。

本研究で行ったシミュレーションによる概略的な解析では、環境モニタリングを行う地点として、

①ガレキ輸送により交通量が増加する交差点やリンク、②輸送車両の速度低下が著しい箇所、等の選定が可能となるものと考えられる。

5. まとめ

本稿では、首都直下地震時のガレキ処理を対象として、江東デルタ地域において河川空間や河川舟運を活用したガレキ輸送体系について、数値解析により検討・分析を行ったものである。

本研究において得られた知見を以下に示す。

1. 図-7の検討結果から、ガレキ発生地点から仮置き場まで小型ダンプで直送する体系と比較して、積替えヤードまでは2～4tダンプで運搬し仮置き場まで大型ダンプで運搬する体系は、小型ダンプの輸送時間の短縮とそれに伴う車両の回転率の向上の側面から、災害時の輸送車両の確保の観点から、今後更なる検討を進める方策と考えられる。
2. 図-8のケース③の結果から、江東デルタ地域のガレキ輸送に関しては、舟運の活用と河川敷道路

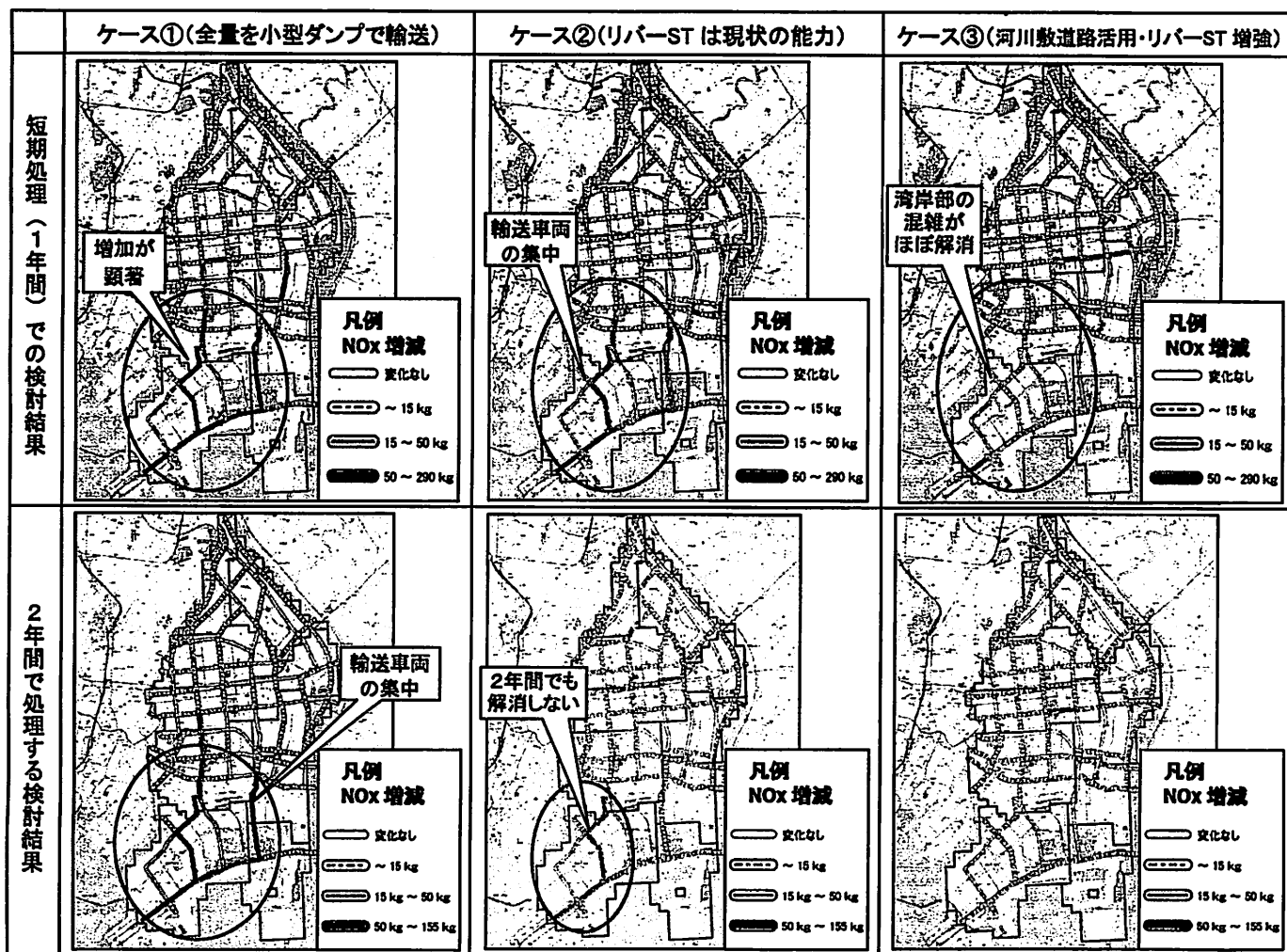


図-8 幹線道路におけるNOxの増加検討結果

という河川空間への輸送のシフトは、ガレキ輸送車両の分散を図り、災害時の住環境への影響を低減する輸送手段として有効な方策と考えられる。但し、災害時のリバーSTや河川敷道路の活用については、その実現性に関して管理者との十分な調整が必要になる。

3. 本研究では、評価対象エリア内のガレキ輸送車両による速度低下を演算する簡便的なシミュレーションモデルの適用を行ったが、図-8のケース①の結果からも、復興期におけるガレキ輸送ルートにおける概略の混雑箇所を把握することは可能である。環境モニタリング実施箇所を抽出するにあたっては、より詳細なモデルの開発が求められるとともに、排出量の推定精度等については、更なる研究が必要である。

謝辞：本研究は、平成21年度の競輪の補助事業として情報化未来都市構想推進協議会が実施した「住民の安全・安心に資する災害時のガレキ早期処理に関する調査研究」の調査研究成果の一部を取りまとめたものである。本研究にご協力頂いた関係各位に対して心から謝意を表するものである。

【参考文献】

- 1) 飯田恭敬ほか：阪神・淡路大震災の実態調査に基づいた震災時の道路交通マネジメントの研究，

(財)国際交通安全学会，1998.3

- 2) 東京都：東京都地域防災計画（震災編）第3部 災害応急・復旧対策計画，2007
- 3) 厚生省：震災廃棄物対策指針および資料編，1998
- 4) 内閣府：首都直下地震対策大綱，2005
- 5) 環境省：防災業務計画，2005
- 6) 七都県市廃棄物問題検討委員会：適正処理部会調査・検討報告書，2001.11
- 7) 平山修久・河田恵昭：広域災害時における災害廃棄物処理の広域連携方策に関する研究，土木学会論文集G Vol.63 No.2, pp.112-119, 2007.5
- 8) 兵庫県：災害復興公営住宅団地 コミュニティ調査報告書，2003.
- 9) 兵庫県，財団法人 21世紀ひょうご創造協会：がれき等の災害廃棄物の処理，阪神・淡路大震災復興誌，Vol.1, pp.215-225, 1997
- 10) 東京都都市整備局：地震に関する地域危険度測定調査（第6回），2008.2公表
- 11) 警視庁 HP：<http://www.keishicho.metro.tokyo.jp/toukei/jyutai/data/ippan.pdf>
- 12) 永田尚人・平山修久ほか：ガレキの緊急輸送ネットワーク構築に関する一考察，第20回廃棄物資源循環学会研究発表会，CD-ROM，2009

A Fundamental Study on Debris Distribution Management

By Hisato NAGATA, Nagahisa HIRAYAMA, Hiroaki OKAMURA, Masanori NUKADUKA, Yoshiaki KAWATA

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 heavy traffic congestion in urban area, lack of park facilities to accumulate emergency debris, and so on. Therefore, it is necessary that the local governments have been formulated the emergency debris management measures.

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 a debris export simulation model. In addition, it is indicated that the debris management system using of River Transportation is very effective to reduced congestion in the disaster-stricken areas and a lower environmental burden along roads.