

想定東海地震における災害廃棄物処理の広域連携方策に関する研究

人と防災未来センター 平山 修久
京都大学防災研究所 河田 恵昭

Key Words : 災害廃棄物、広域連携、想定東海地震、災害廃棄物量相対値

1. 緒 言

西南日本外帯における南海トラフに沿うフィリピン海プレートの沈みこみによる巨大地震の切迫性が指摘され、その発生が危惧されている。地震などの自然災害発生時には、家屋建築物の倒壊や被災住宅より家財などの災害廃棄物が大量に発生する。したがって、災害時の廃棄物処理施策を的確かつ合理的に策定し、いかに迅速に市街地から廃棄物を取り除き、復旧・復興において主役となるべき市民に対して、環境衛生面から安心・安全を供与することが重要である。

これまでも、自然災害における廃棄物の処理対策にかかわる検討がなされてきている^{1) 2) 3) 4)}。中道・井上⁵⁾は、阪神・淡路大震災において、災害廃棄物の処理で適用された処理技術について検討している。高月ら⁶⁾は、災害に起因する廃棄物として、阪神・淡路大震災における家屋建築物の倒壊に伴う解体廃棄物の発生状況の調査から、解体廃棄物の発生原単位を算出している。島岡ら⁷⁾は、災害廃棄物の発生状況ならびに処理の経緯を

整理し、災害の種類とその災害廃棄物の特徴、処理における課題について検討している。平山・河田⁸⁾は、水害廃棄物に関して、被害報における住家被害を考慮した水害廃棄物発生量原単位を推定し、限られた情報しか得ることができない災害初動時においてもある程度の精度で、かつ実務的に使いやすい水害廃棄物発生量推計手法を提案している。

また、行政の災害対応という観点からも、災害廃棄物対応にかかわる検討がなされてきている^{9) 10) 11) 12)}。阪神・淡路大震災後、厚生省生活衛生局水道環境部では震災廃棄物対策指針を策定している¹³⁾。平山・河田¹⁴⁾は、水害時の被災市町村の災害対応力を考慮した被害状況を示すひとつの指標として、災害廃棄物量相対値を提案している。

このような観点から、本研究では、行政の災害対応力を考慮した上で、想定東海地震における廃棄物処理の広域応援方策を提案することを目的とする。ここでは、平常時の一般廃棄物排出量から見た災害廃棄物発生量である災害廃棄物量相対値を用いて、想定東海地震にかかわる災害廃棄物に

対する災害対応力について検討する。その上で、災害廃棄物の広域連携モデルを用いた数値シミュレーションにより、大量の災害廃棄物を迅速に処理することが可能となる広域応援のあり方について検討する。

2. 行政の災害対応からみた想定東海地震における災害廃棄物量

(1) 想定東海地震における災害廃棄物量相対値

政府の中央防災会議における東海地震に関する専門調査会では、想定東海地震にかかわる被害想定を行っている¹⁵⁾。そこでは、地震の揺れ、液状化など各要因による建物被害量と1棟あたり床面積から被害面積を算出し、表-1に示す面積当たりの災害廃棄物発生量原単位を用いて瓦礫発生量の推定を行っている。

平山・河田¹⁴⁾は、災害廃棄物量を平常時の1年間での一般廃棄物の排出量である、ごみ総排出量で除した災害廃棄物量相対値を、被災市町村の災害対応力を考慮した被災状況を示す指標のひとつとして提案している。ここでは、想定東海地震に対して、わが国がどの程度の災害対応力を有しているのかを把握することを目的として、平成15年度の全国3,155市区町村、848一部事務組合におけるごみ総排出量¹⁶⁾からみた災害廃棄物量相対値を算出した。なお、想定東海地震にかかわる災害廃棄物発生量は、中央防災会議における東

表-1 被害想定手法における災害廃棄物発生量原単位

被害要因	面積当たり災害廃棄物重量 (t/m ²)
木造	0.6
非木造	1.0
火災による焼失	0.23

表-2 想定東海地震における災害廃棄物量相対値

	想定東海地震	阪神・淡路大震災
建物被害 (棟)	460,000 (冬18時、風速15 m/sのケース)	104,004
避難者数 (人)	1,900,000	316,678
断水人数 (人)	550万 (直後)	(127万戸)
災害廃棄物 (t)	4,100万	2,000万
災害廃棄物量相対値 (全国) (ヶ月)	9.5	4.7

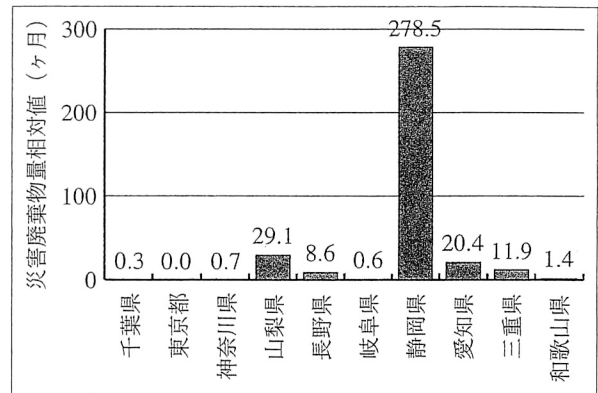


図-1 想定東海地震における都県別災害廃棄物量相対値

海地震に関する専門調査会での被害想定結果を用いている。表-2に、想定東海地震における災害廃棄物量相対値を示す。この表より、全国のごみ総排出量5,161万tからみた東海地震における災害廃棄物量相対値は9.5ヶ月となる。つまり、現在のわが国の一般廃棄物処理能力では、全国の一般廃棄物処理施設を活用して処理した場合でも、9.5ヶ月の処理期間を要する、ということを示している。

都県別の災害廃棄物量相対値を図-1に示す。想定東海地震にかかわる災害廃棄物4,100万tのうち、約8割が静岡県で発生すると推定されており、静岡県の災害廃棄物量相対値は23.2年となる。また、災害廃棄物量が約460万tと推定される愛知県の災害廃棄物量相対値は20.4ヶ月であるが、約81万tの災害廃棄物量と想定される山梨県では29.1ヶ月である。つまり、行政の災害廃棄物処理対応という観点からは、山梨県での推定災害廃棄物量は愛知県の約5分の1ではあるが、外部応援の必要性は愛知県以上であるといえる。

(2) 災害廃棄物処理期間推定モデル

災害廃棄物量相対値は、あくまでも、行政の災害対応力を考慮した災害廃棄物量であり、必ずしも災害廃棄物の処理に要する期間を表すものではない。また、被災者が避難した場合でも、被災地域内で生活を営むかぎりにおいて、一般廃棄物は排出されることとなる。

ごみ総排出量は、行政の廃棄物処理にかかわる住民サービスを実施する際に必要となる業務量を示すひとつの指標であると考えられる。したがっ

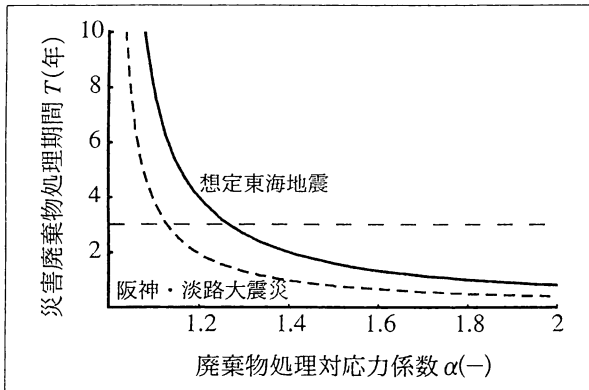


図-2 想定東海地震にかかわる災害廃棄物処理時間

て、災害廃棄物を処理するために、平常時のごみ総排出量から、廃棄物関係団体や民間業者との協働などにより、どの程度まで廃棄物処理対応力を向上させることができるのかによって、災害廃棄物の処理期間が左右される。つまり、廃棄物処理対応力係数 $\alpha(-)$ を平常時のごみ総排出量からどの程度まで廃棄物処理対応力を向上させたのかを示す比と定義すると、災害廃棄物発生量 $W_D(t)$ 、平常時の1年間のごみ総排出量 $W_0(t/\text{年})$ 、災害廃棄物処理期間 $T(\text{年})$ は以下の式で表される。

$$W_D + W_0 T = \alpha W_0 T \quad (1)$$

想定東海地震にかかわる災害廃棄物を、全国の一般廃棄物処理能力に対する廃棄物処理対応力係数 α と災害廃棄物処理期間 T との関係を図-2に示す。これより、想定東海地震にかかわる災害廃棄物を、阪神・淡路大震災と同程度の3年間で処理するためには、全国の一般廃棄物処理能力に対する廃棄物処理対応力係数は1.26となる。したがって、全国の市町村、一部事務組合における一般廃棄物処理能力を活用した場合においても、現状より26%の処理能力を向上することが必要となる。つまり、全国の市町村、一部事務組合が、平常時のごみ総排出量5,161万tに加えて、年間1,366万tの想定東海地震に係る震災廃棄物を処理するという応援活動を3年間継続することで、想定東海地震の災害廃棄物処理が完了する、といえる。

以上のことから、想定東海地震にかかわる災害廃棄物処理は静岡県をはじめとする東海地方のみの課題ではなく、国難であるとの認識にたち、こ

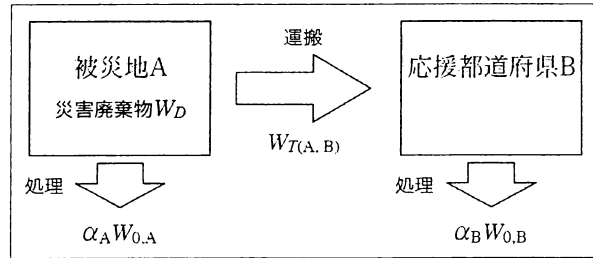


図-3 災害廃棄物の広域連携モデル

の国難をいかに克服するのかについて検討しておくことが重要であり、急務であると考え。

3. 想定東海地震における災害廃棄物処理の広域連携方策

(1) 災害廃棄物の広域連携シミュレーションモデル

ごみ処理、がれき処理への応援といった市町間の連携、域外処理における委託先市町との調整や民間業者の受入能力の確認など府県間での事前調整といった府県間の連携、広域処分場の確保、民間業者との連携など、多方面かつ広域的な連携の重要性が指摘されている¹⁰⁾。現在、自治体と業界団体との震災時の廃棄物処理に関する協力支援体制の確立、あるいは、都道府県間、市町村間、県と市町村などとの相互応援協定などの応援体制の整備が図られてきている^{17) 18)}。しかしながら、これらの相互応援協定は各都道府県や各市町村が定めた地域防災計画に基づいたものであり、複数の都県が甚大な被害を受ける想定東海地震における廃棄物処理をいかに克服するのかという観点からみると、十分に検討されているとはいえない。

以上の観点から、本研究では、都道府県間の広域連携に着目し、想定東海地震における広域連携方策について、災害廃棄物の広域連携モデルを用いた数値シミュレーションにより検討する。

ここでは、都道府県間の広域連携に着目し、都道府県における災害廃棄物対応力と都道府県間の災害廃棄物運搬量によりモデルを記述する。図-3に災害廃棄物の広域連携モデルを示す。ここに、災害廃棄物発生量 $W_D(t)$ 、被災地Aの処理能力 $\alpha_A W_{0,A}(t/\text{年})$ 、応援都道府県Bの処理能力 $\alpha_B W_{0,B}$

(t/年)、被災地Aから応援都道府県Bへの災害廃棄物運搬量 $W_{T(A,B)}$ (t/年) である。本研究は、あくまでも想定東海地震における広域連携方策を検討し、広域連携の具体的な検討に資する基礎資料を導出するものであることから、市町村業務である収集過程、処理過程、災害廃棄物の分別、仮置き場の確保などについては扱わないこととした。

また、災害廃棄物処理量と運搬量に関して、

$$W_{T(A,B)} = (\alpha_B - 1) W_{0,B} \quad (2)$$

$$\alpha W_0 \leq W_0 + W_{id} \quad (3)$$

$$W_{T(A,B)} \leq W_{Cargo(A,B)} \quad (4)$$

をシミュレーションモデルにおける制約条件とした。ここに、平常時の1年間のごみ総排出量 W_0 (t/年)、平常時の1年間の産業廃棄物がれき類排出量 W_{id} (t/年)、AからBへの都道府県間流動量 $W_{Cargo(A,B)}$ (t/年) である。それぞれ、平成15年度ごみ総排出量¹⁹⁾、平成15年度都道府県別がれき類推計排出量¹⁶⁾、2000年都道府県間流動量²⁰⁾を用いた。応援都道府県における、災害廃棄物に関する運搬量と処理量との物質収支が成り立つものとする。つまり、応援都道府県の廃棄物対応力を超えるような応援負荷はかけない、ということである。また、災害廃棄物処理するための対応能力向上は平常時の産業廃棄物における、がれき類の排出量までは可能であり、災害廃棄物の運搬は平常時の貨物純流動量までは可能である、とした。

(2) 広域連携シナリオの設定

ここでは、想定東海地震にかかわる災害廃棄物に対して、1) 被災都県個別に対応、2) 被災都県での連携、3) 中部五県、関東地方での連携、4) 個別方式による全国連携、5) サテライト方式による全国連携、6) バックヤード方式による全国連携、の6つの広域連携方法について検討する。

- 1) 被災都県別の対応では、被災都県である1都9県がそれぞれ個別に災害廃棄物処理を実施するものとする。なお、一般廃棄物処理関連施設には被害がなく、現状の処理能力を維持できるものと仮定する。
- 2) 被災都県での連携では、被災した都県が連携して災害廃棄物処理を実施するものとす

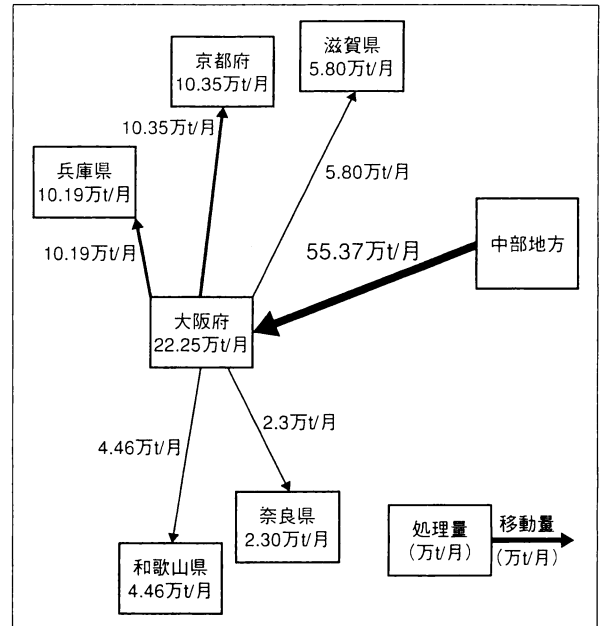


図-4 サテライト方式による全国連携での近畿地方における災害廃棄物処理連携方策

る。

- 3) 中部五県、関東地方での連携では、千葉県、東京都、神奈川県、山梨県における災害廃棄物を関東地方1都7県が、長野県、岐阜県、静岡県、愛知県、三重県における災害廃棄物を中部五県が連携して災害廃棄物処理を実施するものとする。
- 4) 個別方式による全国連携は、災害廃棄物量相対値が278.4ヶ月となる静岡県に、山梨県、愛知県以外の44都道府県がそれぞれ応援に入り、災害廃棄物を被災地外に運搬し、処理を実施するものとする。なお、愛知県や山梨県など災害廃棄物量相対値が大きな被災県に対する応援は、静岡県に対する応援を実施してもまだ処理能力を有する場合のみ行うものとした。
- 5) サテライト方式による全国連携は、全国を北海道・東北、関東、北陸、中部、近畿、中国、四国、九州・沖縄という8地方に区分し、被災地からそれぞれの地方の中核となる都府県に災害廃棄物を運搬し、その後、地方のそれぞれの府県に運搬する、という2段階による災害廃棄物運搬方式である。図-4に一例として近畿地方との連携を示す。つまり、被災地には地方を代表して入り、

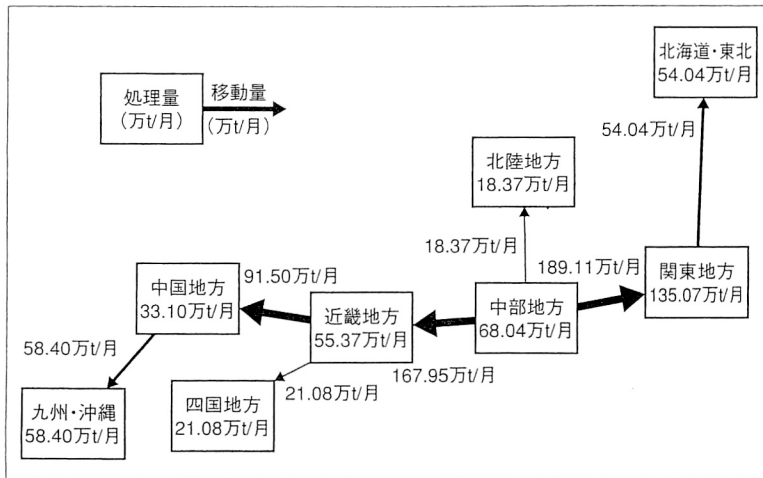


図-5 バックヤード方式による全国連携での災害廃棄物処理方策

地方の道府県は地方における中核となる都府県に応援に入ることとなる。

- 6) バックヤード方式による全国連携は、サテライト方式と同様に全国を8地方に区分し、被災地である中部五県から関東地方、北陸地方、近畿地方の3地方に災害廃棄物を運搬し、さらに、関東地方からは北海道・東北地方に、また、近畿地方から中国地方、四国地方に、そして、中国地方から九州・沖縄地方に運搬する、という多段階の災害廃棄物運搬方法により全国連携を行うものである。図-5に、バックヤード方式による全国連携方策を示した。つまり、道府県はそれぞれの地方の中核となる都府県に応援に入り、それぞれの地方は近隣の地方に応援に入る、ということである。

なお、ここでは、都道府県間の運搬能力と応援道府県の処理能力による制約条件のもとで、処理期間が最小となるように、災害廃棄物を応援道府県に最適配分するものとした。

(3) シミュレーション結果と考察

a. 被災都県個別に対応

図-6に、数値シミュレーションによる被災都県別の推定処理期間を示す。この図より、災害廃棄物量相対値が278.5ヶ月である静岡県での災害廃棄物処理に必要な期間は10.8年と推定された。また、阪神・淡路大震災と同程度の処理能力向上を行った場合においても、96.4ヶ月、8.0年もの

期間が必要となると推定された。

b. 被災都県での連携

被災都県での連携により災害廃棄物を処理した場合、処理に必要な期間は静岡県で26.7ヶ月と推定された。また、山梨県、愛知県は、それぞれ15.0ヶ月、11.2ヶ月となった。図-7に都県別の災害廃棄物処理量を示す。この図より、神奈川県、

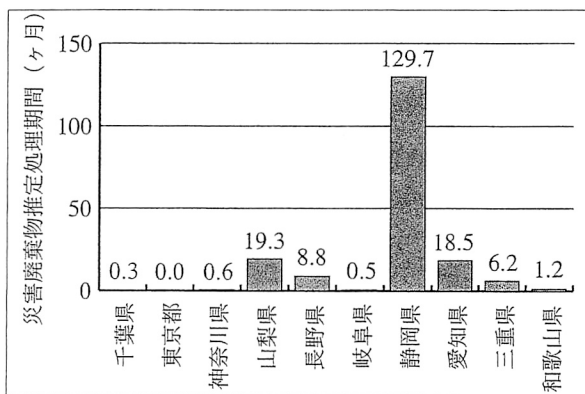


図-6 被災都県個別での対応による災害廃棄物推定処理期間

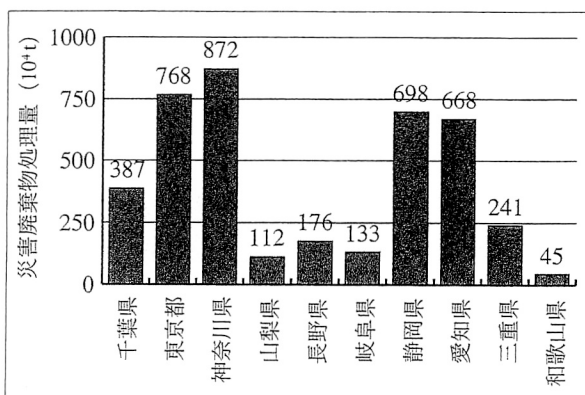


図-7 被災都県での連携による都県別災害廃棄物処理量

東京都、千葉県が、それぞれ一般廃棄物のごみ総排出量の2.5年、1.5年、1.7年の災害廃棄物処理を応援しているといえる。

c. 中部五県、関東地方による連携

中部五県における処理期間は56.8ヶ月、関東地方における処理期間は4.3ヶ月と推定された。

d. 個別方式による全国連携

個別方式による全国連携で、想定東海地震にかかわる災害廃棄物を処理した場合、その処理に必要なとなる期間は15.0ヶ月と推定された。静岡県における処理量は374.9万tとなった。また、9都府県が100万t以上の災害廃棄物処理を応援している。

e. サテライト方式による全国連携

サテライト方式による全国連携での処理期間は9.34ヶ月と算出された。このとき、神奈川県の実処理量が304.7万tと最大となり、10都府県が100万t以上の処理量を応援しているといえた。

f. バックヤード方式による全国連携

バックヤード方式による全国連携においては、処理に必要な期間は9.25ヶ月と推定された。このとき、17県がごみ総排出量の1.0年以上の災害廃棄物処理を応援しているといえた。

(4) まとめと今後の課題

以上より、それぞれの連携方策において、想定東海地震にかかわる災害廃棄物処理期間が推定された。その結果、バックヤード方式による全国連携、あるいは、サテライト方式による全国連携を活用することで、1年以内に処理することができると推定された。

都道府県間の災害廃棄物の運搬に係る仕事を算出し、推定処理期間との関係を図-8に示した。この図より、処理期間と都道府県間運搬仕事量は反比例の関係にあり、処理期間が短縮すればするほど都道府県間運搬仕事量は増加する、といえる。

つまり、想定東海地震に係る災害廃棄物を迅速に処理するためには、都道府県間を越えた広域連携が必要であるといえる。また、都道府県相互間地域防災計画あるいは応援協定という観点からは、必ずしも被災地が全国的に応援協定を締結しておく必要はなく、近隣都道府県との連携、隣接地方

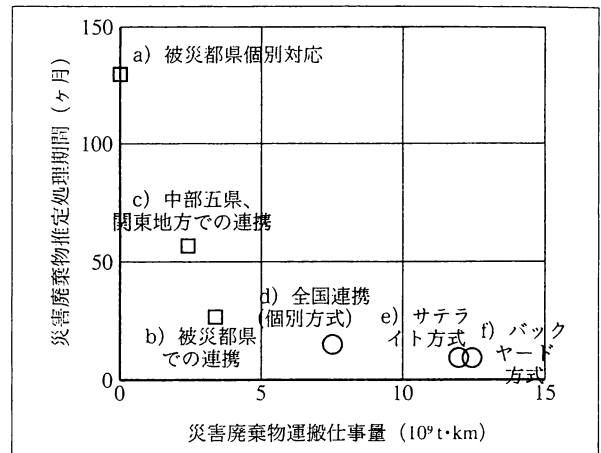


図-8 想定東海地震に係る災害廃棄物の推定処理期間と都道府県間運搬仕事量

間の連携を、ネットワークとして活用することで全国連携を行うことができる。

以上のことから、想定東海地震に対応できる広域連携方策を示し得た。しかしながら、被災地内の廃棄物処理施設への被害や道路交通網の寸断などによる都市インフラ機能障害が考慮されていない。したがって、今後、市町村における災害対応業務のひとつとして、被災地内の廃棄物処理施設への被災や道路交通網の寸断など、都心インフラの機能障害を考慮したシナリオによるシミュレーションを行うことが必要である。

また、本稿では、想定地震として想定東海地震のみを取り上げている。したがって、想定東海地震だけでなく、東南海地震、南海地震、首都直下地震などのスーパー広域災害に対する災害廃棄物処理の数値シミュレーションにより、広域連携モデルを検証していくことが必要である。

本研究は、あくまでも、災害廃棄物量に着目し、都道府県間の連携方策について検討したものである。したがって、今後は、広域災害時の災害廃棄物処理における問題の実際上の解決に向けて、都道府県レベルだけではなく、市町村における業務の観点から、災害廃棄物の処理フロー、収集過程、処理過程、分別・リサイクル過程、仮置き場確保などについて検討していくことが喫緊の課題である。また、震災廃棄物発生量が、現状の最終処分場の残余年数以上となる場合には、現行の廃棄物処理システムでは処理不可能となり得る。したがって、今後は、最終処分場の残余年数の観点か

らも、災害廃棄物処理フローや震災廃棄物発生量の減量化方策についても検討していくことが求められる。

4. 結 言

本研究では、想定東海地震における災害廃棄物処理の広域連携方策について検討した。以下に得られた知見を示す。

- 1) 平常時の一般廃棄物排出量からみた災害廃棄物発生量である、災害廃棄物量相対値を用いて、想定東海地震にかかわる災害廃棄物に対する、わが国の災害対応力を明らかにした。その結果、想定東海地震における災害廃棄物は国難であるとの認識に立つことで、今後、いかに克服していくのかについて検討しておくことが重要であることを示した。
- 2) 災害廃棄物の広域連携シミュレーションモデルを構築し、想定東海地震に係る災害廃棄物処理に関する数値シミュレーションを行った。その結果、サテライト方式あるいはバックヤード方式での全国連携を活用した場合、災害廃棄物処理期間は、それぞれ9.34ヶ月、9.25ヶ月と推定された。
- 3) 想定東海地震における災害廃棄物対策では、都道府県間を越えた広域的な連携が重要であることを示し得た。

【引用・参考文献】

- 1) 小林康彦：災害と廃棄物問題—日本の制度と阪神・淡路大震災によって明らかになった課題—，震災廃棄物対策国際シンポジウム報告書，pp.11-18，1995。
- 2) 高月紘，酒井伸一，水谷聡，浦野真弥，小林純一郎，伊藤宏：震災により生じる廃棄物の性状と発生量に関する検討，災害廃棄物フォーラム，pp.19-29，1996。
- 3) 廃棄物学会研究委員会：災害などの特殊環境における廃棄物処理の在り方 災害廃棄物処理現地調査報告書 一阪神・淡路大震災の復興初期における処理状況—，1995。
- 4) 高月紘，酒井伸一，水谷聡，浦野真弥，小林純一郎，伊藤宏：阪神・淡路大震災における解体廃棄物に関する調査，環境衛生工学研究，第10巻，第3号，pp.188-193，1996。
- 5) 中道民広，井上求：災害時の廃棄物処理技術，廃棄物学会誌，第6巻，第5号，pp.394-401，1995。
- 6) 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，第6巻，第5号，pp.351-359，1995。
- 7) 島岡隆行：自然災害における災害廃棄物の発生特性と処理方策に関する調査研究，廃棄物学会誌，第6巻，第5号，pp.360-372，1995。
- 8) 平山修久，河田恵昭：水害時における行政の初動対応からみた災害廃棄物発生量の推定手法に関する研究，環境システム研究論文集，Vol.33，pp.29-36，2005。
- 9) 藤原輝夫：神戸市の災害廃棄物対策，廃棄物学会誌，第6巻，第5号，pp.380-393，1995。
- 10) 春風敏之：兵庫県における災害廃棄物処理，環境衛生工学研究，第9巻，第3号，pp.116-120，1995。
- 11) 粕谷明博，岩佐恵治：廃棄物処理とそのシステムに関連して，環境衛生工学研究，第9巻，第3号，pp.144-149，1995。
- 12) 春風敏之，城戸正輝，築谷尚嗣：阪神・淡路大震災における災害廃棄物処理について，環境衛生工学研究，第11巻，第3号，pp.67-72，1997。
- 13) 厚生省生活衛生局水道環境部：震災廃棄物対策指針，1998。
- 14) 平山修久，河田恵昭：水害時の行政対応における災害廃棄物発生量に関する研究，地域安全学会論文集，No.7，pp.325-330，2005。
- 15) 中央防災会議「東海地震対策専門調査会」：東海地震に係る被害想定結果，2003。
- 16) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部：日本の廃棄物処理平成15年度版，2006。
- 17) 七都府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。
- 18) 築谷尚嗣：平成16年台風23号により発生した災害廃棄物の処理について，都市清掃，第59巻，第271号，pp.9-13，2006。
- 19) 環境省：平成15年度一般廃棄物処理事業実態調査結果，廃棄物処理技術情報，2006。
- 20) 国土交通省：第7回全国貨物純流動（物流センサス）調査報告書，2002。