

にて提案されている海岸埋め立て方式を実現する方策を見出すことを目的とし、香南市をフィールドに設定して香南市災害廃棄物処理計画の量的・用地的・制度的側面から検討を行う。

2. 既往研究の整理

平尾（2011）は南国市で発生した瓦礫の埋立処理するための具体策として、南国市の沖に設置されている養浜ブロックを活用し、二重締切り矢板構造の囲いを設けることを提案している。発災後に開口部を塞ぎ、発生した瓦礫を投入し埋立地とする。

同研究の実施時点では東日本大震災における瓦礫発生量は目視等による推計値のデータしか集計されておらず、復興庁が公開した2012年6月のデータから実測値としての重量計測結果が公開された。そのため同研究における瓦礫発生量の推計結果は実測値に基づくものではない。また、用地や制度面からの考察については後続研究に委ねる形とされていた。よって、本研究では既往研究の課題として積み残された量的・用地的・制度的側面による具体化への検討を課題とする。

3. 既存の香南市災害廃棄物処理計画

3.1. 香南市災害廃棄物処理計画²⁾の概要

香南市は東日本大震災前の2010年3月に災害廃棄物処理計画を策定し、災害廃棄物発生量の推定と仮置き場候補地を明記している。

3.2. 災害廃棄物発生量の推定方式

3.2.1. 建物被害

建物被害は第2次高知県地震対策基礎調査における建物被害が最大となる条件での想定を使用している。

3.2.2. 瓦礫発生量の推定式

- ・推定式： $Q1 = s \times q1 \times N1$
 s ：1棟当たりの平均床面積（ m^2 ）
 $q1$ ：瓦礫発生量原単位（ t/m^2 ）
 $N1$ ：解体建物の棟数（棟）

- ・原単位 $q1$ ：半壊の原単位は全壊の1/2
 非木造（鉄骨系）の原単位はほぼ木造と同じ

全壊：4,116棟 半壊：3,197棟
 「被災床面積」：769,758 m^2
 （床面積×全壊棟数+床面積×1/2×全壊棟数）

瓦礫発生量：536,259t

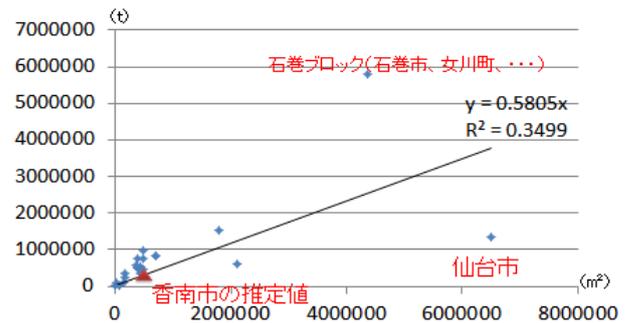
3.2.3. 上記の瓦礫発生量の推定式の検証

上記の瓦礫発生量推定式は建物の全壊及び半壊の床面積の合計（本研究では「被災床面積」と称する）から瓦礫発生量が推計されている。

図3は同様の手法を用いて「被害床面積」と実際に東北で発生した災害廃棄物量の相関を確認したものである。 $R^2=0.3499$ となり相関が低い。特に石巻ブロック（石巻市、東松島市、女川町）。石巻市ブロックでは、沿岸部に大規模な製紙工場や水産加工工場を有しており、これらの工場施設が壊滅的な被害を受けた。つまり、瓦礫発生量には建物の全壊・半壊数に加えて産業規模が大きく影響しているものと考えられる。また、東日本大震災では

津波堆積物の処理も大きな問題となっているが、震災前にはあまり問題視されていなかった。これらの点から、新たな推定式が必要となってくると考えられる。

全壊・半壊による推定式の実測値



産業が壊滅的な被害を受けた石巻は推定式とは大きく外れている

図3 「被害床面積」と災害廃棄物量の相関

4. 災害廃棄物量と津波堆積物量の算出方法の検討

4.1. 災害廃棄物量の算出方法

新たな推定式を導出するには産業規模などを含めた推定式の検討が必要である。また、震災前に自治体が活用することを考えると簡便で、入手の容易なデータから推計できることが望ましい。本研究においては、瓦礫発生量の推計の入力データとして、前述の「被災床面積」に加えて沿岸地区の産業規模を代表する数値として「浸水域事業者数」を活用した推定式を導出することにした。その前段階として、浸水域事業者数と災害廃棄物量との相関を確認した。

図4は浸水域事業者数と災害廃棄物量との相関を確認したものである。 $R^2=0.828$ となり「被災床面積」よりは相関が高い。これらの結果から災害廃棄物発生量の推計に当たっては「被災床面積」と「浸水域内事業所数」から推計することとし、重回帰分析を行った。その結果、 $R^2=0.883$ となり一定の相関を得ることができた。以上の結果から災害廃棄物量を推定式は災害廃棄物量

$f = 442.06 (t/事業所数) \times 事業所数 + 41.958 (t/km^2) \times 被災床面積 (km^2)$
 と定義することとした。

香南市の被災床面積と浸水予測区域の事業者数から災害廃棄物発生量を算出することを試みているが、市当局から前者の情報を外部に出すためには県および経済産業省との手続きが必要のことから現状で具体的な数値は把握できていない。しかし、香南市内の全事業所数は公表されているため、平地面積と浸水区域内の面積比から824社と推定した。その結果、約39万6千tとの結果を得ることができた。香南市の産業規模は石巻市とは違って大きくないため結果として現状と大差のない数値となったが、以前の推定式よりも信頼性の高い推定式であると考えられる。

「浸水域内事業所数」と災害廃棄物量の関係

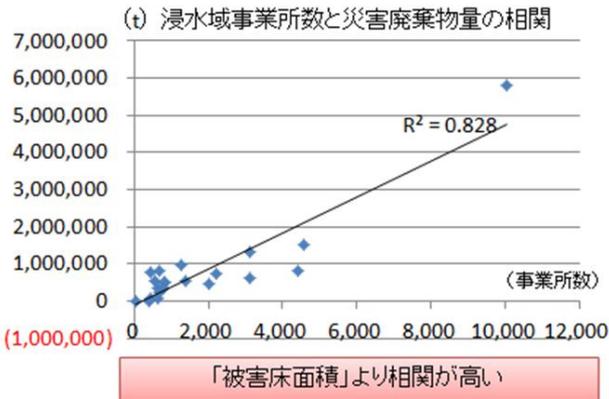


図 4.1 浸水域事業者数と災害廃棄物量の相関

4.2. 津波堆積物量の算出方法

津波被害では災害廃棄物と共に多くの津波堆積物が発生する。東日本大震災以前の瓦礫推定式には津波堆積物についてはあまり考慮されていない。津波堆積物量は浸水域との関係性が高いのではないかとこの仮定から浸水域と津波堆積物量の相関を確認した。

図 4.2. は浸水域面積と津波堆積物との相関を確認したものである。相関をとった結果 $R^2 = 0.9061$ という高い相関にあることが分かった。これらのことから津波堆積物量の推定式は浸水域を使用し

津波堆積物： $g = 23677 \times \text{浸水面積} (\text{km}^2)$
と定義することとした。

浸水域と津波堆積物量

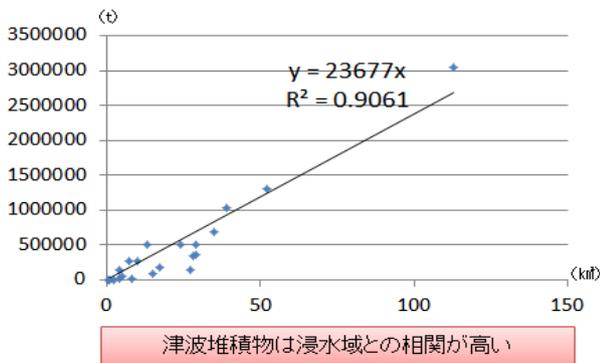


図 4.2. 浸水域面積と津波堆積物の相関

4.3. 瓦礫等発生量の算出

瓦礫等発生量 = f (被害床面積、産業被害) + g (浸水面積) で推定され、
 $= (442.06 \times \text{業所数} + 41.958 \times \text{被災床面積} (\text{km}^2)) + 23677 \times \text{浸水面積} (\text{km}^2)$

と表すことができる。

5. 既存の香南市災害廃棄物処理計画における仮置き場

5.1. 仮置き場の現状調査

香南市災害廃棄物処理計画における仮置き場候補地は必要面積 288,348 m^2 に対して 131,650 m^2 しか確保できない状態であり約 156,698 m^2 不足している。また、候補地の多くは仮設住宅と重複している。広大な用地がある運動広場などは高台に多く、仮置き場候補地の約 25% を占めるルネサス臨時駐車場も浸水域から外れており仮設住宅用地になる可能性が高い。仮置き場候補地としてのみ指定されているのは 2ha であり、瓦礫の仮置き場として活用できる用地はほとんどないといってよい。現在、東日本大震災で行われているような分別作業が多い処理システムでは仮置き場の数も増えるため香南市においては適性ではなく、平尾 (2012) が提案する海岸埋め立て方式の必要性が再確認された。

6. 埋立処理の検討

6.1. 埋立処理の検討

香南市災害廃棄物処理計画では通常の処理同様リサイクルを前提とした処理計画であり、同時に具体的な処理プロセスには言及されていない。また前述のとおり仮置き場候補地は不足しており、新たな用地確保も困難である。瓦礫等の迅速な処理を進めるためにも埋立での最終処分が必要である。香南市では南国市同様、吉川漁港の東に養浜ブロックエリアが存在するため、当該エリアを埋立処理用地として利用することを提案する。

延長：1,400m、幅：80mで高さ 5m に積むと
 $1,400\text{m} \times 100\text{m} \times 5\text{m} = 700,000\text{m}^3$
 $700,000\text{m}^3 / 2\text{t/m}^3 = 350,000\text{t}$

の収容が可能である。

施工法としては平尾 (2011) 同様二重締切による囲いを構築する工法を採用する。

6.2. リサイクルについて

埋立処理を行うには現在のリサイクル重視という処理システムが障害となる。我が国は産業製品に必要な原材料の多くを輸入によって賄っている。国の方針として資源の再利用を重要視している。東日本大震災は多くの産業が被災をし、不燃物などの廃棄物が発生した。現在はこれらの廃棄物もしっかりリサイクルすることとなっている。常時の手段を非常時にも適用することが適切なのか。本研究ではリサイクル品の中から自動車に注目し、年間の自動車廃車数と東日本大震災での被災自動車数を比較した。年間の自動車廃車数は約 300 万台であり東日本大震災での被災自動車数は (岩手：約 4 万台、宮城：約 14 万 6 千台、福島：約 6 万台) の計 24 万 6 千台となる。これは年間の廃車台数の 8.2% であるが、この規模の震災は 1000 年に 1 度と言われており、1000 年規模で考えると 0.0082% 程度である。資源の再活用の視点からは微量といえ、分別主体の作業による処理活動の遅れによる復旧・復興の遅れを考慮すれば、リサイクル徹底を来る南海地震においても適用することは適切ではないと考えられる。

6.3. 埋立処理への法的課題と事例

現在、法律上に災害廃棄物という区分はない。2011年8月18日に公布された「東日本大震災により生じた災害廃棄物の処理に関する特別措置法（以下、特措法）」では当該大震災に限定した「災害廃棄物」の定義がなされている。特措法の内容は国による財政支援と広域処理を規定したものであり、その主体は環境省となっている。特措法には国が収集、運搬または分別を行った場合に限り廃棄物処理法第19条4第1項（一般廃棄物処理基準に適合しない場合の措置）を適用しない旨の規定がある。しかし、積極的に常時の一般廃棄物処理の枠を外し、混合処理を進める内容とはなっていない。現状の分別収集の実態をみる限り、現在は特措法があるものの基本的には常時同様の形で廃棄物処理業務が行われて運用されていることとなる。

たとえば、香南市でのこれまでの検討から明らかのように公用地のスペースや復興に至る時間要素を考えると東北同様の仮置きや分別を行うことは現実的とは考えられない。しかしながら、現行の法律においては将来発生する地震・津波災害による「災害廃棄物」の規定はないため、自治体は常時同様の徹底した分別を前提とした災害廃棄物処理計画を策定しなくてはならないことになる。平尾（2011）や本研究で提案する混合埋立の検討を震災以前に行うことは法律に違反する計画立案をしているということとなる。震災後に特措法を作るのではなく、今後発生が予測される大規模災害についても災害廃棄物処理の特例法が必要となってくると考えられる。同時に、この特例法では地域住民の選択肢を拡げるためにも現在の東日本大震災の特措法よりも踏み込み、混合埋立も場合によっては認めることについても検討されるべきと考えられる。

これは復興が遅れる大きな原因となっている。

6.4. 埋立処理の事例と制度面改善の提案

仮に現行法令枠内で災害廃棄物の埋立を行うとした場合、「廃棄物の埋立処理」ではなく「元々、埋立地として予定されていた場所に災害廃棄物を埋め立てる」ことが可能である。この場合、港湾計画の変更が不可欠である。阪神淡路大震災においてはポートアイランド等での344万トンの港湾埋立が事例がある。

通常、港湾計画の検討開始から手続き完了まで6ヶ月～2、3年程度の期間を要する。しかし、神戸市は震災から13日後に震災瓦礫によって450haを埋め立てて港湾の再開や都市・物流用地として利用する内容の港湾計画³⁾の改訂を行った。この様に異例の速さで手続きを進めることができたのは、もともと震災前から港湾計画の変更を予定しており港湾利用者、船舶関係者、海上交通安全関係行政機関、都市計画・道路関係行政機関などの関連機関との調整がほぼ終了していたことが挙げられる。したがって、このような準備がなされていなかった場合には、大量な瓦礫が発生したとしても港湾計画を変更して瓦礫による埋立を実施するにはより多くの期間を要すると考えられる。

香南市でも迅速な埋立処理を可能にするには「埋立地の計画」を作成し、事前に埋め立て方法などの計画ができていれば埋立材料として廃棄物を使用できるのではないかと考える。ただし、阪神淡路大震災の事例において

も分別・リサイクルはかなり徹底されており、いずれにせよ東日本大震災までは行われておらず、災害廃棄物処理の特例法の制定は必要となってくる。

7. 結論

既存の香南市災害廃棄物処理計画は産業や津波堆積物を考慮していない推定式を使用していたため、今回の研究によって産業や津波堆積物を考慮し、かつ簡便な推定式を提案することができた。

現在の災害廃棄物処理ではリサイクル重視の処理工程が基本となっている。しかし瓦礫の集積場所は明らかに不足しており、この状況では東日本大震災と同じように復興の遅れの原因となってしまう。また住民にとっても瓦礫が山積みになった景色を見ながら生活することは精神的にも良いことではないと強く感じる。

早期の復興のためにも災害廃棄物の埋立処理をすべきである。埋立処理には災害廃棄物処理の特例法の制定や港湾計画の変更、具体的な処理計画が必須となるが、こういった事前準備をすることで迅速な埋立処理が可能となると考える。もちろん、環境への配慮は必須となる。

また、海岸部の埋立は高知県のように台風などによる高潮被害のなどが多い場所では被害低減の可能性もある。それらの可能性も含めて埋立処理は効果的な施策であり、実現に向かうべきであると考えられる。

8. 参考文献

- (1) 南海地震時に発生する瓦礫を迅速に処理するために必要な具体策に関する研究
平尾（2011）高知工科大学大学院修士課程論文
- (2) 香南市災害廃棄物処理計画
- (3) 港湾技術資料-運輸省港湾技術研究所-
「3.11Green Hill」構想事業化検討協力会
- (4) H23.3.11 東日本大震災に伴う災害廃棄物処理の取り組みについて
- (5) 沿岸市町村の災害廃棄物処理進捗状況
- (6) 自動車リサイクル推進-社団法人日本自動車工業会-
- (7) 土地・用地統計-総務省統計局-
- (8) 津波による浸水面積について-国土地理院-
- (9) 「3.11Green Hill」構想事業化検討報告書 2012
NPO 法人社会基盤ライフサイクルマネジメント研究会