

災害廃棄物処理に係る対応型図上演習の効果とその要因

Effectiveness of a functional exercise on disaster waste management for exercise participants and its determinants

多島 良¹, 森朋子¹, 夏目吉行², 大迫政浩¹

Ryo TAJIMA¹, Tomoko MORI¹, Yoshiyuki NATSUME², Masahiro OSAKO¹

¹ (国研) 国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター

Center for Material Cycles and Waste Management Research, National Institute for Environmental Studies

² (公財) 廃棄物・3R研究財団

Japan Waste Research Foundation

Functional exercise, i.e. an exercise in which participants operate a specific function under a hypothetical disaster situation, is gaining attention in the field of disaster waste management. This study aims to clarify the effectiveness of functional exercise on disaster waste management for exercise participants. For this, we focused on a functional exercise conducted by Hyogo Prefectural Government in 2017, and analyzed the operations undertaken by the participants and the results of the pre-post tests quantitatively and qualitatively. The results suggest that functional exercise is effective in terms of developing a better perception of the issues and tasks, the specific skills required to undertake tasks, and information management ability for waste management in emergency circumstances.

Keywords: disaster waste management, functional exercise, effectiveness, pre-post test

1. はじめに

(1) 災害廃棄物対策としての研修の意義

災害に伴い発生する災害廃棄物を円滑かつ適正に処理することは、環境に配慮した復旧復興を早期に実現するうえで極めて重要である。災害廃棄物は、廃棄物処理法における一般廃棄物に該当することから、市町村が処理責任を負う。しかし、災害廃棄物は市町村が平時に処理している一般廃棄物と、内容・性状・量が大きく異なる¹⁾。例えば、内容的には解体に伴い発生する廃材といった、普段であれば産業廃棄物として民間事業者の責任で処理されるものも含まれる。こうした災害廃棄物が、水害発生時には水が引いた直後から被災者により排出され始める。その時点で適切な対応（仮置場の開設や広報等）がとられていないと、混合廃棄物の山ができてしまい、後の処理を大変難しくする。すなわち、円滑かつ適正な災害廃棄物処理を実現するには災害初動期から適切な対応を取ることが重要であるといえる。このためには、市町村は平時から災害廃棄物処理に係る事前準備を進めておかなければならない。このような認識から、災害廃棄物対策の基本的事項を国として整理した災害廃棄物対策指針において、事前計画である災害廃棄物処理計画の策定とともに、教育訓練等による人材育成を各自治体で進めることが求められている。同時に、国土強靱化基本計画においても「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」を防ぐことに関する重要業績指標として「廃棄物処理技術と教育・訓練プログラムの開発（市町村）」が定められており、災害廃棄物に係る人材育成の社会的要請は大きいといえる。

こうした状況の中、国と都道府県では研修による人材育成が進められており、講義形式のセミナーの他、ワークショップ型研修や図上演習といった参加型研修を実施する例も見られている²⁾。特に、災害廃棄物処理に係る図上演習は平成27年度に兵庫県庁が実施したことを皮切りに注目を集めており、環境省のモデル事業として実施されるなど、全国的な広まりを見せつつある。図上演習は、災害対応に係る研修の難しさとして指摘される3つの事項³⁾、すなわち、①研修により得た知識等を災害が発生するまで保持すること、②ルーティンだけではなく不測の状況に対応できるような能力を身に着けること、③災害対応に係る多様な関係主体間のチーム力を付けること、のいずれについても解決策となる可能性を持っているながら、災害廃棄物分野においては、様々な取組みが先行する中で知見が体系的に整理されていない状況にある。

(2) 本研究が対象とする対応型図上演習

本研究は、災害廃棄物分野における図上演習の方法論構築の一步となることを目指す。図上演習検討会⁴⁾によれば、「図上演習」は「一定の危機（災害）状況を付与し、その状況の下で情報の収集、処理（判断＝意思決定等）、伝達などの対応を机上で検討・実施する演習」の総称である。本研究ではこのうち、模擬的な災害状況に身を置き、その中で発生する（付与される）様々な状況・課題に対応する「対応型図上演習」に焦点を当てる。一般的には、対応計画やマニュアルの習熟・検証と、情報収集や意思決定の要点を習得することを主たる目的に行われる⁴⁾。なかでも、実際の災害状況に近い時間経過を再現して実施する対応型図上演習は、既往研究では図

上シミュレーション訓練と呼ばれることもある⁵⁻⁷⁾。なお、図上演習の類型としては、「対応型図上演習」の他に、災害イメージが描けるようになることを主たる目的とする「イメージトレーニング型図上演習」も存在する⁴⁾が、本稿では検討対象としない。

(3) 対応型図上演習の手法に係る既往研究

対応型図上演習手法の開発は、防災分野において進められてきた。秦ら⁸⁾は、対応型図上演習のシナリオ構築手法と受講者のレベルに応じたシナリオのセットを提案している。また、胡ら⁵⁾は対応型図上演習のシナリオ作成方法を検討し、「状況創出型」シナリオ作成により、地域性を反映した訓練にしたり、より活発な対応処理が行われたりする効果があることを提示した。坂本・高梨⁹⁾は、広域応援を目的とした対応型図上演習の実施方法を整理するとともに、実際に演習を設計・実施し、参加者による対応の適切さの自己評価結果や、対応結果を事後的に分析することを通して、図上演習の評価方法を検討している。加藤ら⁷⁾は災害対応における部局間連携に着目した独自の訓練支援システムを開発・使用し、状況付与へ対応するうえで実施すべき「個別行動」実施の有無と実施までにかかった時間を計測した結果を用いて演習中のやり取りを可視化・検証する手法を示した。このように、対応型図上演習の成否に大きく影響するシナリオ構築（状況付与の検討）手法に関する研究^{5,8)}と、図上演習の評価手法に関する研究^{6,7)}がなされてきた。また、これら研究の他にも、消防庁や図上演習研究会によって演習手法に係る実践的知見が整理されてきている^{4,9,10)}。他にも、医療分野において緊急対応力の向上のために実施される例も多数あり¹¹⁾、その多くは緊急対応計画や緊急対応の体制を検証するために実施されていると報告されている¹²⁾。中には、独自に開発した評価シートを用い、対応型図上演習における対応の質を評価し、過去の研修参加経験との関係を検討した研究¹³⁾もある。

以上の整理より、既往研究において十分に検討されていない事項を2点指摘できる。まず、対応型図上演習が参加者個人の能力に与える効果を詳細に検討した研究が少ない。既往研究で検討されている対応型図上演習の評価手法は、演習における参加者の対応の質を評価し、災害対応上の課題を明らかにするための手法であり、演習に参加することによる個人能力の変化を検討しているわけではない。実動を伴う対応型図上演習を実施し、その後で参加者に行ったアンケート調査から個人能力に与えた効果を検討した研究¹²⁾はあるが、効果の検討がアンケート調査の統計分析のみによっており、演習中に行われた作業との関係が議論されていない。このため、どのような演習設計上の工夫により効果が得られたのか、あるいは、研修設計以外の理由により効果が得られたのかという効果の要因が明らかになっておらず、効果的な設計に向けた知見が得られていない。また、具体的なモノ（廃棄物）の処理が求められるなど、防災業務とは異なる特徴を持つ災害廃棄物処理に係る対応型図上演習を扱った研究も見当たらない。

(4) 本研究の目的

筆者らは平成27年度より3年間にわたり、兵庫県環境整備課と協働で災害廃棄物処理に係る対応型図上演習を実施してきた。平成27年度と28年度に実施した経験から、平成29年度は対応型図上演習の前に講義とワークショップも実施する2部制の研修プログラムとするなどの工夫を取り入れ、手法が大きく改善された。そこで、本稿では

平成29年度に実施された対応型図上演習の効果について、個人能力の向上の視点から詳細に検討することを通し、災害廃棄物分野における対応型図上演習が個人能力に与える効果とそれらの効果を得るための要点を明らかにすることを目的とした。

2. 対応型図上演習の効果とその検証方法

(1) 対応型図上演習の効果

既往研究⁴⁻¹³⁾を参考に、災害廃棄物に係る対応型図上演習に期待できる効果を、個人能力への効果と組織対応力への効果の両面から以下の通り整理した。

まず、個人能力への効果として、「イメージの醸成」があげられる。対応型図上演習の中で災害廃棄物処理において典型的に発生する業務、課題や状況を疑似体験することで、災害廃棄物処理業務のボリューム感、スピード感等のイメージが醸成されると考えられる。平時の備えとして、様々なタイプの災害についてイメージを得ておくことが重要であるとの指摘があるが¹⁴⁾、想定災害を変えながら演習を継続実施していくことで、これが可能になる。イメージの醸成によって発災前の事前準備に対する参加者のモチベーションが向上したり、リアリティのある処理計画が策定されると期待できる⁴⁾。

個人能力への効果としては、他にも、情報作戦、資源管理、指揮命令、庶務財務といった災害廃棄物処理に求められる機能¹⁵⁾を果たすために必要な能力の習得が期待できる。災害（対応）情報を収集・分析・整理し、計画を立案修正していく情報作戦機能のために必要となる「情報処理力」については、演習の中で多量の断片的かつ不完全な情報に曝される中で、各自で情報整理・分析の方法を改善することで、向上すると期待できる。資源管理、指揮命令、庶務財務の各機能をまたがりつつ、災害廃棄物処理に係るマネジメント、技術の両面に係る課題に対応するために必要となる「対応スキル」については、付与される状況に対応するなかで、災害廃棄物対策のポイント（仮置場の管理運営に係る留意点など）に関する理解の深まりや定着が期待できる。このためには、対応型図上演習で行う模擬災害対応の前に、対応に必要な知識を習得し、対応の方法について整理するなどの事前準備が重要との指摘がある¹¹⁾。

他方、組織対応力に対する効果としては、計画やマニュアル等の具体化・検証があげられる。災害廃棄物処理計画や、災害廃棄物処理に係る支援協定を有している場合は、仮想災害において実際に活用することを通し、これら計画・協定を評価し、その改善点を明らかにできると期待される。このためには、検証すべき計画やマニュアル等をあらかじめ作成しておくまたは検討しはじめておくことと、演習後の評価や振り返りを行うことが必須となる⁴⁾。

他にも、組織対応力に対する効果として連携能力の向上があげられる。多主体間で情報のやり取りを行う中で、主体によって災害廃棄物に対する異なる見方があることに気付くことが期待できる。例えば、災害廃棄物の収集・撤去について、部局によっては早期復旧・復興のために迅速さのみを重視する一方、廃棄物担当部局ではリサイクル率や最終処分場の残余容量への影響等も考慮事項となる。加えて、災害時の担当職員が参加することで、災害時に活用される人的ネットワークを平時から醸成する効果も期待できる。実際、既往研究では、対応型図上演習を通して警察と消防という異なる組織間でお互いの

業務に対する理解と連携に対する自信を著しく深められることが示されている¹²⁾。

上記は参加者側への効果であるが、事務局側にとって学びの機会になることが指摘されている^{5,6)}。状況付与の作成など、研修の設計作業自体が災害廃棄物処理の状況をイメージし、課題と対策を検討することになるためである。

(2) 効果の検証方法

研修効果を評価するための理論枠組みとしては、Kirkpatrickの評価モデル¹⁶⁾が最も広く採用されている¹⁷⁾。これは、研修効果をReaction（研修への評価：満足度など）、Learning（研修による学習：知識・スキル・マインドの習得）、Behavior（得た能力の職場での活用：平時の取組の促進）、Result（最終目的の達成：災害時における適切な対応）の4つの観点で包括的に評価することを提示した概念モデルである。このうち、Reactionの観点は、次の研修に活かすために研修への態度（良かった、悪かった）を把握するものであり、個人能力への効果とは直接的な関係がない。また、BehaviorとResultは、研修効果の本質的な観点ではあるものの、研修内容以外の多くの要因（例えば、組織目標や実践機会の有無）が影響することが指摘されており¹⁸⁾、個人能力に与える研修そのものの効果を検討する際には、まずはLearningに着目することが妥当と考えた。そこで、本稿では2.(1)で示した効果のうち、個人へのLearning効果と捉えることができるイメージの醸成、情報処理力の向上と、対応スキルの習得の3点に焦点を当てる。なお、Learningによりスキルやモチベーションが向上した個人が、災害廃棄物処理計画の策定や協定締結などの平時の取組を実施したか（Behaviorにつながったか）、あるいは、被災時に適切な対応ができたか（Resultにつながったか）を検討するには、長期的なフォローアップが必要であり、今後の検討課題となる。

対応型図上演習で実施する評価の方法は、既往研究で一部整理されている。具体的には、演習の目的をブレイクダウンした個別目標の達成度を第3者が評価するチェックリスト法、状況付与への対応時間で評価する対応所用時間評価法、計画やマニュアルに定められている対応行動の達成率に着目する達成率評価法、試験により知識の習得度を評価するペーパーテスト法、評価者（専門家）による対応行動の観察に基づく評価、参加者による自己評価（アンケート）などがある⁴⁾。これらの方法を評価対象の観点で整理すると、評価の指標や方法の違いがあるものの、いずれも演習における「対応の質」を評価対象しており、本稿で着目する「個人能力（への影響・効果）」は直接的には評価対象としていない。他方、対応型図上演習の効果を検討した既往研究では、介入（＝演習の実施）の前後で参加者に同じアンケートに答えてもらい、その差から介入効果を検討するプレポストテスト法を採用している。本研究では、プレポストテスト法を用いて研修前後の個人能力の変化を測定するとともに、演習における対応の質の評価を併用することで、演習中に行われた作業とその帰結として得られた効果を有機的に結び付けて分析し、効果とその要因に関する妥当性の高い結果を得ることを目指した。

具体的には、プレポストテストのために、演習の前（後述の第一部と第二部の間）に事前調査、演習の後（後述の第二部終了から2週間後）に事後調査を行った。両調査において同じ質問項目を使い、初動期の状況や業

務の理解、仮置場の設置・運営や情報処理等の初動期の災害廃棄物対策に係る認識・理解・対応可能性の程度や、研修への満足度等を5件法で尋ねた。これらの結果は、1から5の整数で評点化し（1=全くそう思わない、3=どちらとも言えない、5=とてもそう思う）、間隔尺度とみなし、SPSS ver.23を使用して統計解析した。また、演習における対応の質の評価については、状況付与に対して参加者が返した対応の内容を表形式で時系列に整理し、対応数等の量的な観点と対応内容の質的な観点の両面から対応の質を評価した（方法の具体は後述）。これらの分析結果を総合し、災害廃棄物処理に係る対応型図上演習の効果を考察した。また、研修参加時点における災害廃棄物対策への取組状況、災害廃棄物処理に係る役割に応じて効果が異なることが想定されたことから、参加者属性（事前取組の有無と職位）に応じた分析も行った。

3. 兵庫県における対応型図上演習の内容と結果

(1) 設計と準備

a) 目的と体制

兵庫県は、平成26年度より市町等の廃棄物担当職員を対象に災害廃棄物対策に係る参加型研修を実施しており、27年度からの3年間は対応型図上演習を実施している¹⁹⁾。本稿で着目する平成29年度の演習は、災害廃棄物対応の要点である初動対応、特に、一次仮置場（初動期において災害廃棄物を一時的に保管し、簡易な選別を行う場所）の設置・運営管理に焦点が当てられた。具体的には、市町担当者を対象に、仮置場の設置・運営に係るイメージの醸成を図り、「仮置場候補地の選定」「運営手順の整理」「仮置場管理に係る広報」の重要性について認識を高めてもらうことで、研修後に各自で災害廃棄物処理計画の策定を進めてもらえるようにすることが目的とされた。また、この目的を達成するために、仮置場管理に関する具体的な課題を体験し、その課題に対応する作業を行うという意味では、2.(1)で示した個人能力への効果という観点からは、「イメージの習得」を中心的な狙いとしつつ、「対応スキルの習得」も期待できる演習であったといえる。なお、本演習には県の出先機関である県民局職員も参加し、当該職員については発災後に市町間の調整を円滑に行えるようになることを目的とした。

事務局は兵庫県環境整備課が担い、図上演習の設計・実施の中心的役割を果たした。設計・実施に当たっては、災害廃棄物の専門家による支援があった。

b) 研修プログラムの全体像

参加者が災害廃棄物対策（特に、初動対応や仮置場の設置・運営管理）について知識を持たない状態で対応型図上演習に参加しても、付与される状況に全く対応できず、得られる効果が小さくなることが想定された。このため、仮置場の設置・運営管理に係る基本的事項、典型的な課題、課題への対応策についてあらかじめ理解を深めることを目的に、平成29年10月30日に「研修第一部」として講義とワークショップが行われた。講義では、阿蘇市職員より平成28年熊本地震に係る災害廃棄物処理の実例について講演が行われ、課題意識とイメージの醸成が図られた。ワークショップでは、一次仮置場に関する課題をグループ毎に抽出・整理したうえで、その中から設定した重要課題（最大5つ）について解決策を議論、整理する作業が行われた。

そのうえで、平成 29 年 11 月 20 日に「研修第二部」として、対応型図上演習（以下、「本演習」）が実施された。演習当日は、付与する状況への対応方針・方法を考えるうえで参考になる災害廃棄物への初動対応のポイントについて専門家が講義を行い、すべての参加者が一定の対応を行えるよう配慮された。そのうえで、演習の趣旨・ルール・仮想災害・配布資料の説明があり、グループごとに作戦会議の時間が設けられた後、表 1 に示す状況付与を用いて模擬災害対応が行われた。参加者は「プレイヤー」として庁舎内で働く自治体の災害廃棄物担当となり、訓練の進行役である「コントローラー」から紙（状況付与シート）で付与される様々な状況への対応を検討し、別の紙（問合せ・対応シート）でコントローラーに回答する作業を繰り返した。相互に支援を要請するなど、プレイヤー間で問合せ・対応シートがやり取りさ

れることもあった。模擬災害対応は発災から 2~3 日を想定して 50 分行った後、専門家より中間アドバイスをを行い、そのあとに発災から 5~7 日を想定して 70 分間行った。模擬災害対応の後、記者発表形式で発災後 7 日目の状況について各グループから発表があった。最後に、プレイヤーとコントローラーをまじえ、グループ毎に振り返りの議論が行われた。この際、状況付与の内容に対する疑問、特に重要と感じたこと、今後取り組む対策等を記入する「振り返りシート」が活用された。

以上の研修プログラムの全体像を表 2 に整理した。なお、参加者には、基本的に第一部と第二部の両方を受講することが求められていた。

c) 模擬災害対応の内容

本演習では、県内全域から集まった全参加者が違和感なく同程度のモチベーションで参加できるように、実在の都市ではなく、実在の都市をモデルとした仮想の都市 A 市、B 市、C 市と Z 県が設定された。参加者は仮想都市の廃棄物担当職員として、震度 7 の地震が発生した後 2~3 日と 5~7 日の対応を検討した。A 市は人口 160 万人の大都市で焼却施設を 3 つ有しており、住宅被害が大きい設定であった。B 市は A 市に隣接する 35 万人の都市であり、最も多くの災害廃棄物が発生し、ごみ収集運搬業者も被災するという厳しい状況が設定された。C 市は人口 25 万人で A 市と B 市に隣接しており、一次仮置場の候補地となるオープンスペースに比較的余裕があるものの、廃棄物を焼却処理する清掃工場が被災したという状況であった。40 名弱の参加者となることを見込まれたため、1 グループの人数を 5~6 名とするために 2 つの互いに独立した世界を作り、各世界で A~C 市を設置した（図 1）。県については、県職員の人数の関係から両世界に共通する Z 県を 1 グループ設けた。各グループには過去の災害において災害廃棄物処理を経験したことがある県内行政職員の「アドバイザー」が配置され、プレイヤーの対応に助言が提供された。コントローラーは、県職員と災害廃棄物対策が進んでいる県内市町の職員が担当した。

各仮想市には、片付けごみ（被災家屋の片付けに伴い排出される廃家具・廃家財等）の大量発生や仮置場周辺での渋滞、道路わきにおけるごみの放置など、発災初動期における災害廃棄物処理の典型的な状況が付与された。付与した主な状況を表 1 に示す。各仮想市で異なる特徴と被災状況が設定されたことから、付与された状況の具体的内容は異なっていたが、概ね、生活ごみへの対応に係る付与が 1~2 個、片付けごみへの対応に係る付与

表 1 付与された状況の概要

状況付与の狙い (期待する対応の例)	状況付与の内容
生活ごみに適切に対応する（相互応援協定の活用等による確実な収集・処理）	<ul style="list-style-type: none"> 生活ごみの排出が収集運搬能力（人員・資機材）を上回る状況 被災による焼却炉が半年間稼働停止
片付けごみに適切に対応する（相互応援協定の活用等による確実な収集、市民へのごみ出し方法の周知等）	<ul style="list-style-type: none"> 片付けごみが道路脇に多量に出された状況 発災後に勝手に設置された、管理の行き届かない仮置場ができた状況
仮置場の設置（必要面積を推計、候補地リストから適地を選定、設置に係る関係主体との調整等）	<ul style="list-style-type: none"> 最初に指定した市所有地の仮置場が満杯になる状況
仮置場の運営管理（仮置場の利用に係る広報、仮置場の一時閉鎖と緊急処理の実行、仮置場レイアウトの変更、危険物の配置対策、火災予防、ぬかみ対策等）	<ul style="list-style-type: none"> 最初に設置された仮置場で、混合ごみの発生、危険物や便乗ごみの持ち込み、火災、地面のぬかるみ等の課題が発生する状況

表 2 平成 29 年兵庫県災害廃棄物対策図上演習の概要

第一部 （講義 ＋ ワーク）	・ 講演「阿蘇市における災害等廃棄物処理事業について」（55 分）
	・ 研修の目的と進め方説明（25 分）
	・ 役割決定とアイスブレイク（10 分）
	・ グループワーク 1：一次仮置場に関する課題（75 分）
	・ グループワーク 2：課題への対策（75 分）
第二部 （対応 型 図 上 演 習）	・ 専門家による講評（5 分）
	・ 講演「災害廃棄物初動対応の要点：生活ごみと仮置場を中心に」（40 分）
	・ 演習の説明（40 分）
	・ 作戦時間（30 分）
	・ 模擬災害への対応（前半 50 分、中間アドバイス 15 分、後半 70 分）
	・ 記者会見形式の全体発表（45 分）
	・ 振り返りのグループ討議と講評（45 分）

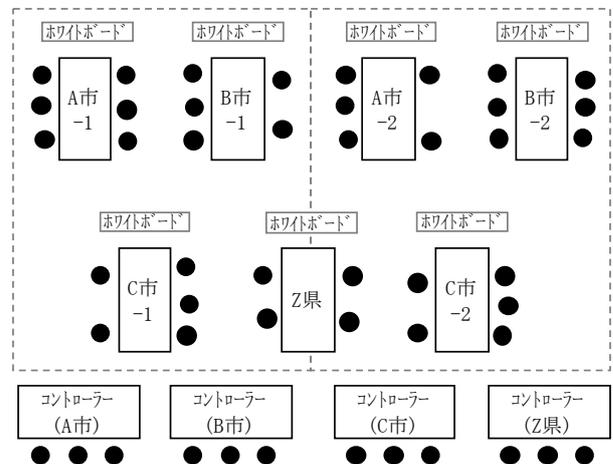


図 1 演習会場のレイアウト（俯瞰図）

が 1~2 個、仮置場の設置に係る付与が 1~2 個、仮置場の運営管理に係る付与が 4~7 個というバランスであった。本演習の前にはコントローラーとアドバイザーを参加者としたワークショップが開催され、一次仮置場の課題と対応策について議論が行われた。このワークショップで得られた成果は、状況付与を作成する際に参考にされた。

(2) 実施の結果

a) 演習参加状況

当日は市町職員が 29 名、県民局職員が 5 名の合計 34 名がプレイヤーとして参加した。県民局職員には自治体間連携に関する状況を中心に付与されており、他の参加者とは作業内容が大きく異なっていたことから、以下では検討対象から除外した。29 名の市町職員のうち、管理職（副課長、課長補佐、係長、副作業長）は 8 名（28%）、担当（主査、主事、主任等）は 21 名（72%）であった。また、事前取組（＝関連情報の収集、処理計画の策定、研修の開催、仮置場候補地のリスト化、庁内調整、のいずれか）を実施したことがあるのは 22 名（76%）、兵庫県が主催した過去の災害廃棄物対策研修に参加したことがあったのは 4 名（14%）であった。

b) 模擬災害対応の量

模擬災害対応の中でやり取りされた問合せ・対応シートを演習後に回収し、状況付与と対応の内容をグループごとに時系列で整理した。まず、付与の数について集計し、量の観点から検討した結果を表 3 に示す。対応すべき状況数（表中の a）は、「仮置場にいる現場職員から『最初に設置した市民公園の仮置場に便乗ごみが大量に持ち込まれている。』という報告があった」のように、プレイヤーに対して何かしらの対応を求める付与の数であり、合計 120 分の模擬災害対応の中で 1 グループあたり 10~12 件であった。b. の「やり取りした票数」は、状況付与シートと問合せ・対応シートの両方を含む全シートのやり取りの合計数（コントローラーからプレイヤーへの最初の付与は除く）であり、50 枚前後であった。60 分あたりでは、平均して 24 枚のシートがやり取りされていたことになる。

また、グループ内議論の活発さについて考察するために、「複数主体対応割合」という指標を導入した（表中 c.）。これは、全状況付与のうち、付与の発信元に対応を返す（例：現場職員に「災害によって発生したごみ以外は仮置場に持ち込まないよう、入り口で指導すること」と返答する）だけではなく、関連する複数の主体とやり取りを行った（例：上記に加え、便乗ごみの注意喚起を市ホームページで行う指示を出す）ものの割合を示す。実際の災害廃棄物処理において課題が生じた際には、その課題に関する情報の発信元への指示（回答）だけでな

表 3 模擬災害対応の量

グループ	a. 対応すべき状況数	b. やり取りした票数	c. 複数主体対応割合	d. 状況付与あたりのやりとり票数
A-1	12	59	42%	4.9
A-2	11	40	45%	3.6
B-1	10	47	50%	4.7
B-2	10	42	70%	4.2
C-1	11	42	45%	3.8
C-2	10	60	80%	6.0
全体平均	11	48	55%	4.53

く、対応に必要なリソースに関する確認、対応の実行にあたっての関連機関との調整や、複数の手段による対応も検討することが求められる。この意味では、一つの状況付与について複数の主体とのやり取りが行われたということは、実際の対応業務をイメージできていることと推察される。併せて、1 つの状況付与に対して平均的にやり取りした票数（表中 d.、b/a で算出）も算出した。結果、c. については、全体平均で 55% であり、全付与のうち半分程度は複数の主体とやり取りを行われていた。また、d. については、全体平均で 4.5 であり、1 つの付与に対してコントローラーと平均的に 2~3 往復程度のやり取りがあったと理解できる。これらのことから、全体としては、災害状況のある程度イメージしながら活発な議論がなされていたと評価できよう。

c) 模擬災害対応の質

各グループで行われた議論の質を評価するため、状況付与ごとに対応の質を評価した。既往研究^{7,13)}に倣い、本稿では 2.(2) で示した手法のうちチェックリスト法を採用した。まず、各状況付与に対して実施すべき対応行動（以下、行動要件）を 2~3 個リストアップし、評価基準表を作成した（表 4）。この際、各付与に対して、状況を正確に把握したうえで対応を実施するべきとの観点から、状況把握行動と応急対応行動の 2 種類があると考え、基本的には両タイプを含めた行動要件を設定した。実際の災害時には応急対応だけではなく恒久対応（問題原因への根本的対処）も実施する必要があるものの、厳しい時間制約の中で対応を取る対応型図上演習の性質に鑑み、評価基準表には含めなかった。評価基準表の内容については、災害廃棄物処理の実務を 7 年間経験してきた専門家に確認を得た。そのうえで、表 5 に示すルールに従って状況付与ごとに対応の質を甲・乙・丙・丁でランク付けた。評価作業は、筆者ら 2 名が独立に行い、不一致があった場合は合議によりランク付けを決定した（当初一致率：86%）。なお、議論の質はコントローラーの返答内容にも依存するため、本評価はプレイヤーの対応の質のみを表現しているわけではない点に留意する必要がある。また、評価ランクの低かった状況の中には、優先度が低いとの判断からあえて対応を後回しにしたものも含まれている可能性はある。

表 4 評価基準表の例示

状況付与	行動タイプ	行動要件
「最初に設置した市民公園の仮置場に便乗ごみが大量に持ち込まれている。」	状況把握	便乗ごみの内容を確認したか
	応急対応	便乗ごみは受け入れない旨を広報できたか
	応急対応	現場に対し、ごみ搬入受付時に搬入車に行く確認方法を適切に指示したか

表 5 対応の質のランク付けルール

基準	評価
全ての行動要件を満たしている	甲
状況把握と、応急対応の一部を実施	乙
応急対応のみ要件を全て満たしている	丙 1
状況把握のみ実施、または、応急対応の一部のみ実施	丙 2
全ての行動要件を満たしていない	丁

表6 各グループの模擬災害対応の質の評価結果

	甲	乙	丙1	丙2	丁	合計
A-1(n=12)	0%	8%	25%	33%	33%	100%*
A-2(n=11)	0%	18%	9%	55%	18%	100%
B-1(n=10)	0%	0%	10%	50%	40%	100%
B-2(n=10)	0%	20%	0%	70%	10%	100%
C-1(n=11)	0%	9%	18%	45%	27%	100%*
C-2(n=10)	0%	20%	20%	30%	30%	100%
全体(n=64)	0%	13%	14%	47%	27%	100%*

*行の数値を合算すると100%にならないが、各項目で整数値を得る際に四捨五入した為であり、誤表記ではない

評価の結果を表6に示す。全体としては甲が0%、乙が13%、丙1が14%、丙2が47%、丁が27%を占めていた。すなわち、全ての状況付与について、実際の災害時に起こすべき行動の一部しか実施できていなかったといえる。乙と丙1を足した27%については、ある程度は状況に対応できていたと評価できるが、丙1については状況確認を省いた対応であり、実際の災害対応においては状況に適さない誤った判断に至る可能性がある点に注意が必要である。丙2と丁を足した74%については、基本的には状況を改善する道筋すらついていないと評価される。前者(乙+丙1)と後者(丙2+丁)のそれぞれについてやり取りされた票数の平均値を求めると、6.0と3.4であった。このため、付与された状況に対してある程度適切に対応し、議論を深めるためには、1つの状況付与に対してコントローラーと3往復(=6シート)程度のやり取りを想定すべきであると示唆される。このことは、コントローラーと2往復(=4シート)程度のやり取りしか行わない場合は、複数主体とやり取りがある場合に各主体と1回のやり取りになる(1往復のやり取りを2つの主体で行うと4シートになる)、もしくは、単一主体と2回のやり取りになるため、必然的に対応の質が低くなりがちであるが、6シートあれば、複数主体とやり取りしても状況確認と応急対応の2回のやり取りができる(1往復目のやり取りで状況を確認したあとに、2つの主体と1往復ずつやり取りを行える)ため、質の高い対応が取れる可能性が高まるためであると理解できる。本演習では60分で24枚のシートがやり取りされていたが、同程度のやり取りの速さを想定すると、60分あたり4つの状況付与に絞ることが状況付与への対応の質を高めると考えられる。

なお、グループの違いによる顕著な傾向は見られず、一元配置の分散分析($\alpha=0.05$)でも有意な差は認められなかった。

d) 振り返りの結果

振り返りでは、状況付与への対応方法に関する質問(例:「住民に対しての周知(分別等)で防災無線や広報車等よりも効果のある方法は何か」と、状況付与への対応の考え方の説明(例:「仮置場周辺での人員不足に対する対応。まずは市の内部で調整すべきと考えた。」)が共有された。しかしながら、議論時間に20分程度しか割くことができず、意見の共有が中心となり、疑問を解消するような議論は十分になされなかった。

振り返りシートの設問「今回の図上演習を通じて、特に重要であると感じたことを記載ください」への回答を、内容の類似性から類型化したところ、図2に示す結果となった。災害廃棄物対策の具体的内容(仮置場の運営方法等)を指摘する回答はなかった一方で、情報の把握・

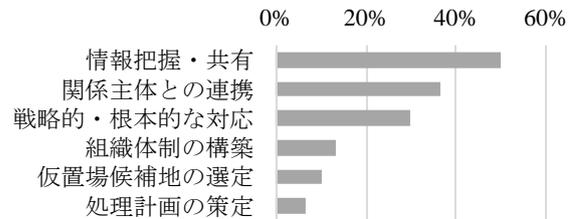
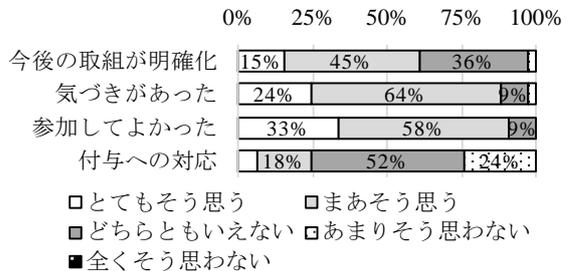


図2 振り返りで指摘された重要な気づき (n=30)



注) 各項目について、「とてもそう思う」から「全くそう思わない」の合計は100%である

図3 本演習(第二部)への評価(n=33)

共有、関係主体との連携、優先順位を付けた戦略的な対応、役割分担の明確化などの組織体制の構築といった、災害対応の原則の重要性を指摘する意見が多かった。

e) 参加者による評価結果

図3に、参加者に本演習への評価結果を示す。「参加してよかった」に対しては約9割の参加者が肯定的(「とてもそう思う」または「まあそう思う」)に回答しており、満足度は高かったと評価できる。また、「新しい気づきがあった」に対しては約9割、「今後取り組むべきことが明らかとなった」に対しては約6割の参加者が肯定的であり、実務的に役立つ研修との評価であったと理解できる。一方、「状況付与にうまく対応できた」に対しては、肯定と否定の割合がそれぞれ24%であり、約半数がどちらともいえないとの回答であった。対応の質の客観的評価(表6)では、明確に不十分な対応が74%あったという結果と比較すると、参加者自身による評価の方が甘いことが指摘できる。既往研究⁶⁾でも、プレイヤーによる対応を第3者が事後評価した結果よりも、プレイヤー自身による自己評価の方が高くなった旨が報告されている。

図4に、本演習に参加する前後における災害廃棄物処理に係る能力の自己評価を比較した結果を示す。検討にあたっては、第一部を受講しなかった参加者と、演習前後のアンケートの両方に回答していない参加者を除外し、26の回答を用いた。対応のあるt検定(片側、 $\alpha=0.05$)で差を検定したところ、災害廃棄物対策の各要素に関する重要性の認識については、本演習の後で高まっていったこと、または調査において社会的望ましさのバイアスが働いたことが要因と考えられる。他方、理解や対応可能性を尋ねた項目については、すべての項目で演習後の評価が高まっていた。理解を尋ねた設問については、演習後に平均評点が3(=「どちらとも言えない」)よりも高くなり、理解が醸成された状態に至ったと評価できる。対応可能な程度を尋ねた設問については、演習後に評点の上昇が認められるものの、演習後も平均評点が3を超えず、本演習だけでは実際の災害対応ができるほどにはスキルが醸成されなかったことが示唆される。

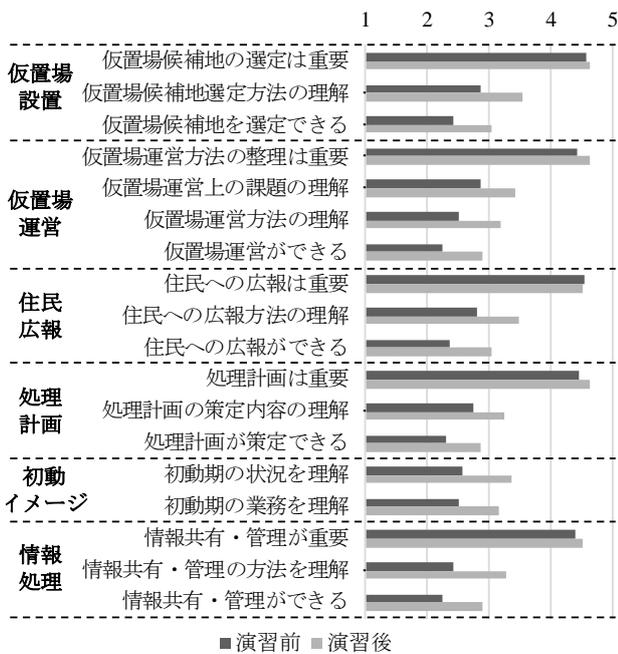


図4 能力向上に関する自己評価 (n=26)

4. 対応型図上演習の効果に係る考察

(1) 対応型図上演習の効果の検証

本演習が参加者個人の能力向上に与えた効果を検討する。イメージ醸成の効果を検討するため、図4の項目のうち初動期の理解に係る項目(初動期の状況を理解、初動期の業務を理解)の評点の算術平均である「初動イメージ度」を用いた。同様に、対応スキルについて検討するために仮置場の運営に係る項目(仮置場運営上の課題の理解、仮置場運営方法の理解、仮置場運営ができる)の評点の算術平均である「仮置場運営力」を、情報処理力について検討するために情報処理に係る項目(情報共有・管理の方法を理解、情報共有・管理ができる)の評点の算術平均である「情報処理力」を用いた。そのうえで、本演習の前後におけるこれらの値の平均値、対応のあるt検定(片側)による演習前後の差の検定結果、効果量¹⁷⁾を表7~9に示す。効果量とは、2群の平均値の差をデータの散らばりで割り、標準化した値であり、標本数には依存しない統計的指標である。本研究では標本数が小さいことから、効果量とt値を総合して、研修前後に実質科学的な差があるか否かを考察した。回答者属性として、グループ、事前取組の有無、職位と、図3に示した状況付与への対応への自己評価結果(以下、対応評価)の観点からも分析した。以下、各能力について考察する。

なお、自己評価によるプレポストテストであったことから、上記の各指標は実際の能力を直接的に示すものではなく、能力に対する自信である。しかし、自信があるということは、自分の中に「このように対応すればよい」という答えを持っていることと理解できるため、各能力の程度を間接的に示していると考えた。

a) イメージ醸成の効果

初動イメージ度については、全体として平均点が2.54から3.25に上昇しており、演習前後で統計的に有意な差があった($\alpha=0.001$)。効果量は0.98であり、Authurら

¹⁷⁾が研修の効果について報告した論文234報について行ったメタ分析から示した効果量の平均値0.63(SD=0.59)およびSawilowskyの経験則¹⁸⁾と照らすと、高い値を示しているといえる。3.(2)d)で示したように、参加者自身が模擬災害対応の中で災害対応の原則に気づいていたことは、災害時の状況を的確にイメージできていたことを示唆する。状況付与のやり取りとしても、片付けごみや生活ごみの課題、仮置場の設置・運営に係る諸課題、主体間連携を求める課題など、初動期における災害廃棄物処理に係る典型的な課題が付与されており、表6に示したようにこれらの課題が簡単には解決されない様子も体験できている。このため、災害廃棄物に係る対応型図上演習は、適切に状況付与を設計することで、参加者のイメージ醸成に効果的であることが示唆される。なお、模擬災害対応の前に実施された講義は、生活ごみと仮置場に係る対応のポイントが端的に解説されたのみであったことから、イメージの醸成に大きく寄与したとは考えにくい。

グループ別にみると、Bで特に高い効果量を示している。模擬災害対応の量と質についてはBグループに特別な傾向は見られなかったが、他グループと比較して厳しい災害状況を付与(オープンスペースが少なく、仮置場を開設しようとしても候補地がすべて利用不可とされる)されていたという違いはある。このことから、より厳しい状況を付与したほうがイメージの醸成効果が高まることが推察される。また、管理職の方が担当職員よりも高い効果量を示しているが、演習前の評点が低かったことによると考えられる。対応レベルの観点では、対応がうまくいっていないと評価した参加者は顕著に効果量が小さかった。

b) 対応スキル習得の効果

仮置場運営力については、全体として平均点が2.53から3.17に上昇しており、演習前後で統計的に有意な差があった($\alpha=0.001$)。効果量も0.95と高い。模擬災害対応の中で仮置場運営に係る様々な課題に直面し、ある程度活発な議論の中で対応がとられたことを考えると、本演習における模擬災害対応は仮置場運営力の上昇に寄与した可能性はある。一方で、3.(2)c)に示したように、模擬災害対応の中では、多くの状況付与に対して適切な対応がとられていなかったことと、対応に関する課題について振り返りで十分な議論ができなかったことから、模擬災害対応のみで仮置場運営力が向上したとは考えにくい。既往研究¹⁷⁾では、討論のみを行う研修よりも、討論と講義をセットにした研修の方が効果が高いことが示さ

表7 初動イメージに係る自己評価結果

		平均評点		t値	効果量
		前	後		
全体(n=26)		2.54	3.25	5.015***	0.98
グループ	A市(n=9)	2.61	3.06	1.835	0.61
	B市(n=8)	2.25	3.44	6.333***	2.24
	C市(n=9)	2.72	3.28	2.294*	0.76
事前取組	有り(n=20)	2.63	3.30	4.239***	0.95
	なし(n=6)	2.25	3.08	2.500*	1.02
職位	管理職(n=8)	2.38	3.25	4.782**	1.69
	担当(n=18)	2.61	3.25	3.385**	0.80
対応評価	肯定的(n=5)	2.70	3.50	1.969	0.88
	どちらともいえない(n=16)	2.47	3.28	4.779***	1.19
	否定的(n=5)	2.60	2.90	1.000	0.45

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

れていることと、本演習でも仮置場運営の要点について専門家の講義があったことも加味すると、対応型図上演習において高めたい対応スキルについて講義を行ったうえで、活発な模擬災害対応が実施されたことが、対応スキルの向上に効果的であったと示唆される。なお、振り返りの議論の中で、本来実施すべきであった行動について議論を行うなどの工夫により、より高い効果が得られると期待できるが、今後の検証課題である。

グループ別にみると、B が最も高い効果量を示していた。一方で、表 5 に示したように、状況付与への対応の質としては B が特に高かったことはなかった。また、対応評価の観点からは、適切に対応したと考えている場合ほど高い効果量を示すという傾向は見られない。これらのことは、模擬災害対応単体ではなく、講義や振り返りとの相乗効果で効果が得られるとの推察と整合している。なお、職位の観点では管理職の方が高い効果量であったが、a)と同様に、演習前の評点が低かったことが影響していると考えられる。

c) 情報処理力への効果

情報処理力については 全体として平均点が 2.33 から 3.08 に上昇しており、演習前後で統計的に有意な差があった ($\alpha=0.001$)。効果量も 0.86 と高い。図 2 に示したように、情報処理に関する気づきを得た参加者は多く、災害時さながらに多くの情報に曝され、整理することを求められることは、情報処理力の向上に寄与するものと考えられる。実際、本演習では、平均して 60 分あたり 24

枚のシート (2.5 分で 1 枚のシート) がやり取りされるほどであった。情報処理の具体的な方法については、事務局よりホワイトボードの活用例を示されており、実際に全ての班で「状況」「対応先」「対応内容」「対応済み/未対応」の情報が時系列で整理されていた。このことに加え、班ごとに試行錯誤しながら情報を整理していた。以上より、対応型図上演習は、情報を的確に整理する方法を提示したうえで模擬災害対応を行うことにより、情報処理力の向上に効果があると示唆される。

グループ別には、C が特に低い効果量を示していた。グループ間でホワイトボードと地図の活用法が顕著に異なっていたという事実はなく、他のグループと異なる情報処理を求める状況付与もなかったことから、参加者の素養など属人的要因が影響した可能性があるが、本調査の範囲で要因を推測することは困難である。事前取組の点も同様であり、事前取組がなかったグループの方が効果量が高いという結果が得られたが、その要因は不明である。また、管理職の方が担当職員よりも高い効果量を示している点は、a)と b)同様、演習前の評点が低かったことが影響していると考えられる。対応レベルの観点では、対応がうまくいっていないと評価した参加者は顕著に効果量が小さかった。情報をうまく整理・把握できずに混乱したことが、対応評価を下げることは容易に想像できる。このことは、既に述べたように、情報を的確に整理する方法を提示する (場合によっては、演習途中で助言する) ことが重要であることを示唆する。

表 8 仮置場運営の能力に係る自己評価結果

		平均評点		t 値	効果量
		前	後		
全体(n=26)		2.53	3.17	4.849***	0.95
グループ	A 市 (n=9)	2.37	3.00	2.496*	0.83
	B 市 (n=8)	2.46	3.54	5.012***	1.77
	C 市 (n=9)	2.74	3.00	1.941*	0.65
事前取組	有り(n=20)	2.57	3.22	4.118***	0.92
	なし(n=6)	2.39	3.00	2.439*	1.00
職位	管理職(n=8)	2.33	3.04	4.106**	1.45
	担当(n=18)	2.61	3.22	3.442**	0.81
対応評価	肯定的(n=5)	2.80	3.53	1.825	0.82
	どちらともいえない(n=16)	2.52	3.19	4.060***	1.02
	否定的(n=5)	2.27	2.73	1.725	0.77

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

表 9 情報処理力に係る自己評価結果

		平均評点		t 値	効果量
		前	後		
全体(n=26)		2.33	3.08	4.372***	0.86
グループ	A 市 (n=9)	2.06	2.89	3.536**	1.18
	B 市 (n=8)	2.19	3.19	3.191**	1.13
	C 市 (n=9)	2.72	3.17	1.315	0.44
事前取組	有り(n=20)	2.35	3.08	3.454**	0.77
	なし(n=6)	2.25	3.08	2.988*	1.22
職位	管理職(n=8)	1.94	2.94	4.320**	1.53
	担当(n=18)	2.50	3.14	2.848**	0.67
対応評価	肯定的(n=5)	2.90	3.60	2.746*	1.23
	どちらともいえない(n=16)	2.25	3.09	5.183***	1.30
	否定的(n=5)	2.00	2.50	0.674	0.30

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

(2) より効果的な設計に向けた考察

a) 本事例以外の対応型図上演習の効果について

既に示したように、本演習には、災害イメージ醸成、対応スキルの向上、情報処理力の向上という多様な効果があったことが示された。本事例における参加者のほとんどは過去の研修に参加したことがなく、災害廃棄物処理計画の策定率も高くはない (14%が処理計画を策定済みまたは策定中と回答)。すなわち、参加者については、全国的な状況と大きな乖離はないと言える。一方で、兵庫県環境整備課の職員の多くは、対応型図上演習形式で実施した過去の研修においてもコントローラーを務めており、コントローラーとしての一定の質が担保されていた点は、特殊性と指摘できる。また、研修設計担当者へのヒアリングに依れば、準備の過程で平成 28 年熊本地震の現地視察研修²²⁾に参加し、災害廃棄物処理に係るイメージを担当者自身が持ち、災害廃棄物への問題意識を強めたことと、兵庫県で実施した過去の対応型図上演習¹⁹⁾の資料を活用できたこと、状況付与の検討において専門家の助言を得たことが重要であったと認識されていた。これらのことより、本事例と同様に、事前学習、講演と模擬災害対応を組み合わせた研修設計とし、コントローラーへの事前研修を十分に実施すれば、他の地域でも同じ効果が得られると期待できるが、研修設計担当者自身が災害廃棄物対策について理解を深めておくことと、設計支援体制が整っていることが条件となると言えよう。他方、全国的に災害廃棄物対応力が高まった状況において対応型図上演習を実施することにより得られる効果については、今後の検討課題である。なお、本研究で分析した兵庫県の事例は、対応型図上演習の中でも状況付与数が少なく、時間経過について厳密な時間経過を追って付与するタイプの対応型図上演習 (いわゆる図上シミュレーショ

ン訓練)においては、4.(1)a)の考察をふまえるとイメージ醸成については同様の効果が得られると考えられるが、対応スキルと情報処理力の観点からはさらなる検討が必要である。

b) 参加者属性による効果の検討

表7から表9のいずれの結果においても、管理職の方が担当者よりも高い効果量を示していた。一方で、管理職の方が演習前の平均得点が低いという傾向もみられる。そこで、職位をダミー変数(1=管理職, 0=担当)とし、演習前後の平均得点の差を被説明変数、演習前の得点と職位を説明変数とする重回帰分析(n=26)を行った。結果、いずれの能力についても5%水準で職位の係数が有意にならなかった。このことから、職位に応じた考え方や素養の違いによって対応型図上演習による効果が異なるのではなく、管理職の方が演習前の能力を低く自己評価していたことで、見かけ上、効果量が高くなっていると理解できる。

また、事前取組の有無による効果の差については、表7と表8では差がほとんどなく、表9では事前取組のなかったグループの方が効果量が大きかった。事前取組がない場合には、知識や問題意識が不十分であることから、対応型図上演習のように難易度の高い研修において十分な効果が得られないことが想定されていたが、本演習では必ずしもそうではないことが示唆された。すなわち、事前取組が進められていない自治体にとっても、ある程度の効果は期待できると言えよう。これは、模擬災害対応の前に専門家による講演があったり、ホワイトボードを活用した情報整理方法の例示があったことも影響していると考えられる。なお、演習後の対応力は事前取組があったほうが高い水準となっていることから、事前に災害廃棄物対策を進めようという対応型図上演習に参加するべきという主張を覆す結果ではない。

このように、職位と事前取組の有無の2つの参加者属性の観点では、本演習のような対応型図上演習による顕著な効果の違いはないことが示唆された。しかしながら、職位についてはより上級の職員(部長, 局長等)を対象とした場合の効果の違い、事前取組については内容と質の良し悪しによる効果の違いについて明らかではなく、今後の検討課題である。

c) 設計への示唆

状況付与への対応の評価が低くなると、参加者のイメージ醸成と情報処理力に係る能力向上効果は低くなることが示唆されている。一方で、3.(2)c)で示したように、質の高い議論・対応が行われるためには、60分あたりの付与数を4程度に絞ることが望ましいことが示唆されている。これらのことから、状況付与数を4程度に絞ることは、対応型図上演習において高い効果を得ることに寄与すると考えられる。ただし、本事例のように約3つの行動要件を設定できる程度の付与内容となっていることが前提であり、より難易度の高い(例えば、時間のかかる数値計算を伴うような)付与を含める場合にはさらに付与数を絞ることも検討すべきである。一方で、イメージ醸成や情報処理力の向上においては多くの付与に曝されることも求められるため、これらの効果に期待するのであれば、あえて60分あたりの付与数を5以上とすることも考えられる。同時に、質の高い議論・対応が行われることを担保するために、本演習で行ったように、状況付与の内容に沿った講義を模擬災害対応の前に実施することも有効と考えられる。なお、質の高い議論・対応が

行われるためには、状況付与の狙いを明確にし、その狙いに則した対応をコントローラーが取ることも重要である。本研究において、模擬災害対応の質を評価するために作成した評価基準表(表4)は、状況付与の狙いを明確に整理する一つの手段であり、これを演習実施前にコントローラーに共有することは上記の観点から有用であると考えられる。

対応スキルの向上を一層図るうえでは、模擬災害対応の中で細かな手順レベルの確認を行うか、振り返りの中で詳細にわたって「答え合わせ」を行うことが有効と考えられる。前者については、本演習で比較的高く評価された対応についても実現できなかったことである。状況付与と対応に係る1つ1つのやり取りを本演習で実施した以上に詳細に行うことは、コントローラーの対応準備や演習時間を勘案すると現実的ではないと考えられる。後者については、対応内容・状況について可視化できれば十分可能であると考えられる。例えば、先述の評価基準表を用いれば、プレイヤーの対応について容易に記録することができる。また、秦らの構築した災害対応演習システム⁸⁾や加藤らが用いた危機管理教育・訓練支援システム⁷⁾等の電子システムを用いればリアルタイムで可視化できるため、より効率的に振り返ることが可能となる。災害廃棄物分野においても、防災分野におけるこれら先行例を参考に研修支援システムを開発する余地がある。また、評価作業には災害廃棄物処理に係る専門性が要求されるため、自治体における研修実施体制の構築も必要となる。

5. 結論

本稿では、兵庫県で実施された災害廃棄物対策に係る対応型図上演習の事例に着目し、事例のなかで実施された模擬災害対応の量的・質的分析と、参加者に対して実施したプレポストテストの結果の分析から、以下の結論を得た。

まず、災害廃棄物分野で実施する対応型図上演習には、災害イメージの醸成、対応スキルの向上、情報処理力の向上という多様な効果があることが実証された。対応スキルの向上には模擬災害対応だけでは十分ではないが、処理計画の策定等の事前準備の取組がない場合でも、講義等により関連する知識を模擬災害対応の前にインプットすることで効果が得られることも示唆された。これらの効果は、災害廃棄物対策が十分に進んでいない現状においても、職位を問わず得られることが期待できる。また、高い効果を得るうえで、状況付与数については60分あたり4つ程度を基準としつつ、重視する効果に応じて調整することが有効であることを示した。

最後に、今後の研究課題を指摘する。本演習の準備には多くの労力が割かれていた。兵庫県では主担当が1名割り当てられ、概ね4か月程度、他の業務も実施しつつプログラムの設計、状況付与の作成、資料の準備等の作業が進められた。また、当日運営にあたっては民間事業者の協力も一部得ている。このように、対応型図上演習は手軽に実施し、効果が得られるような研修手法ではない。このことから、対応型図上演習にこだわらず、同様の効果が得られる人材育成手法を比較検討して、研修手法を選択することが合理的と言える。そのためには、様々な研修手法について横断的に効果とコストを比較検

討する研究を実施する必要がある。本研究のように、研修のパフォーマンスを定量化し、効果量のデータを蓄積していったうえで、メタ分析により効果について研修手法横断的に検討することは有用と考えられる。

補注

(1) 効果量とは、効果の大きさをあらわす統計的指標であり、標本数に依存する p 値による仮説検定に過度に依存することから脱却するため、心理データ分析において積極的に報告・活用することが推奨されている²⁰⁾。効果量の算定方法は複数提案されているが、本研究では既往研究を参考に次式により算出した。

$$d_p = M_D / s_D$$

(d_p : 対応のある2群の t 検定の標本効果量, M_D : 差得点の標本平均, s_D : 差得点の標準偏差)

(2) 既往研究の整理から、Sawilowsky は効果量の評価基準 (経験則) を以下の通り提案している²¹⁾;

0.1 = very small, 0.2 = small, 0.5 = medium, 0.8 = large, 1.2 = very large, 2.0 = huge

参考文献

- 1) 高田光康：災害廃棄物の発生の特徴とその処理における課題, *Journal of the Japan Institute of Energy*, 94, pp.359-367, 2015.
- 2) 森朋子, 多島良, 大迫政浩, 大塚康治, 宗清生, 川畑隆常, 平山修久, 高田光康：災害廃棄物処理に関する研修ガイドブック① 総論編：基本的な考え方, 国立環境研究所, 33p, 2017.
- 3) Ford J. K. and Schmidt A. M.: Emergency response training: strategies for enhancing real-world performance, *Journal of Hazardous Materials*, 75, pp.195-215, 2000.
- 4) 図上演習検討会編：図上演習入門－防災・危機管理の基本を学ぶ－, 内外出版, 252p, 2011.
- 5) 胡哲新, 秦康範, 伊藤豊治, 齋藤泰：市町村職員による災害対策本部の図上シミュレーション訓練のシナリオ作成手法に関する考察, *地域安全学会論文集*, 9, pp.271-278, 2007.
- 6) 坂本朗一, 高梨成子：消防広域応援に関する図上シミュレーション訓練の適用及び評価手法の考察, *地域安全学会論文集*, 8, pp.1-8, 2006.
- 7) 加藤尊秋, 麻生英輝, 松本健悟, 木本朋秀, 白石明彦, 梅木久夫, 田中耕平, 松本裕二, 稲田耕司, 日南顕次：図上シミュレーション訓練を用いた市町村における部局間連携能力の定量的評価, *地域安全学会論文集*, 24, pp.43-52, 2014.
- 8) 秦康範, 河田恵昭, 坂本朗一：災害対応演習システムの開発に向けたシナリオ構築, *土木学会地震工学論文集*, 27, pp.1-8, 2003.
- 9) 総務省消防庁国民保護・防災部急対策室：地方公共団体の地震防災訓練(図上型訓練)実施要領のあり方に関する調査研究報告書(平成19年度), 総務省消防庁, 71p, 2008.
- 10) 総務省消防庁国民保護・防災部急対策室：地方公共団体の風水害図上型防災訓練実施要領のあり方に関する調査研究報告書(平成22年度), 総務省消防庁, 186p, 2011.
- 11) Skryabina E., Reedy G., Amlot R., Jaye P. and Riley P.: What is the value of health emergency preparedness exercises? A scoping review study, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 21, pp.274-283, 2017.
- 12) Perry R. W.: Disaster exercise outcomes for professional emergency personnel and citizen volunteers, *Journal of contingencies and crisis management*, 12(2), pp.64-75, 2004.
- 13) Agboola F., McCarthy T. and Biddinger P. D.: Impact of emergency preparedness exercise on performance, *Journal of Public Health Management Practice*, 19(5), pp.S77-S83, 2013.
- 14) 吉井博明：市町村の風水害対応と図上演習の活用方法, *季刊消防防災の科学*, 104, pp.16-19, 2011.
- 15) 多島良, 平山修久, 大迫政浩：災害廃棄物処理に求められる自治体機能に関する研究—東日本大震災における業務の体系化を通じて—, *自然災害科学*, 33 (特別号), pp.153-163, 2014.
- 16) Kirkpatrick J. D. and Kirkpatrick W. K.: *Kirkpatrick's Four Levels of Training Evaluation*, Association for Talent Development, 256p, 2016.
- 17) Authur W. Jr., Bennett W. Jr., Edens P. S. and Bell S. T.: Effectiveness of training in organizations: a meta-analysis of design and evaluation features, *Journal of Applied Psychology*, 88(2), pp.234-245, 2003.
- 18) Holton E. F.: The flawed Four-level evaluation model, *Human Resource Development Quarterly*, 7(1), pp.5-21, 1996.
- 19) 多島良, 高田光康, 森朋子, 夏目吉行, 菅範昭：災害廃棄物処理フローの図上演習—兵庫県における実践—, *都市清掃*, 70 (337), pp.255-261, 2017.
- 20) 波多野結花, 吉田弘道, 岡田謙介：『教育心理学研究』における p 値と効果量による解釈の違い, *教育心理学研究*, pp.151-161, 2015.
- 21) Sawilowsky, S. S.: New Effect Size Rules of Thumb, *Journal of Modern Applied Statistical Methods*, 8(2), pp.597-599, 2009.
- 22) 多島良, 宗清生, 川畑隆常, 大迫政浩：災害廃棄物処理に係る現地視察型研修の方法と効果, 第41回地域安全学会研究発表会(秋季), *地域安全学会梗概集*, 41, pp.67-70, 2017.

(原稿受付 2018.8.24)

(登載決定 2019.1.12)