

ハザード・リスク情報に基づいた災害時の家屋片付け  
作業量の推計と作業余力向上に向けた研究  
～共助と自助のリソースバランスと不足量の分析～

2023年 3月

水井 良暢

ハザード・リスク情報に基づいた災害時の家屋片付け  
作業量の推計と作業余力向上に向けた研究  
～共助と自助のリソースバランスと不足量の分析～

水井 良暢

理工情報生命学術院  
システム情報工学研究群  
筑波大学

2023年 3月

# 目次

<b>1. 本研究の背景と概要</b> .....	1
1.1. 研究の背景と目的.....	1
1.2. 家屋片付け作業の全体概要.....	1
1.3. 先行研究と課題.....	4
1.3.1. 状況把握について.....	5
1.3.2. 災害 VC の組織運営について.....	5
1.3.3. 人員不足について.....	7
1.3.4. 活動記録について.....	8
1.3.5. 共助活動に対する社会からの期待.....	9
1.4. ハザード・リスク情報に関する先行研究.....	9
1.4.1. リアルタイム災害情報.....	9
1.4.2. ハザードマップ・被害想定.....	10
1.5. 本研究における課題解決の試み.....	10
<b>2. 研究手法の概要</b> .....	12
2.1. 作業量の推計式構築手法.....	12
2.1.1. 基礎データ.....	15
2.1.2. モデル地区.....	18
2.1.3. 被害区分.....	19
2.1.4. 社会統計情報.....	20
2.1.5. 推計手法 A（モデル地区、共助のみ）.....	20
2.1.6. 推計手法 B（地域全体、共助・自助互助）.....	20
2.1.7. 推計手法 C（地域全体、作業内容ごと）.....	22
2.1.8. 作業量算出係数 $\alpha$ と繁忙期間 T.....	22
2.2. 事例解析.....	23
2.2.1. 熊本地震_熊本県益城町.....	23
2.2.2. 大阪府北部の地震（大阪府枚方市）.....	39
2.2.3. 平成 27 年 9 月関東・東北豪雨（茨城県常総市）.....	43
2.2.4. 平成 30 年 7 月豪雨（岡山県倉敷市真備）.....	61
2.3. 事例解析における $\alpha$ と T.....	78
2.3.1. 作業量算出係数としての $\alpha$ と繁忙期間 T を用いた予測.....	78
2.3.2. 地震と水害での利用.....	86
2.3.3. 統計処理するための課題.....	86
2.4. リアルタイムでの予測式.....	87
<b>3. ボランティア作業</b> .....	88
3.1. 災害ボランティアについて.....	88
3.1.1. 災害ボランティアと災害 VC.....	88
3.1.2. 災害 VC と災害ボランティアが担う活動内容.....	88
3.2. 災害 VC 運営の現状と課題.....	88
3.2.1. 災害ボランティアと住民.....	88
3.2.2. 災害ボランティアと行政.....	89
3.3. 災害 VC 運営改善に向けた取り組み事例 1.....	90

3.3.1. 概要 .....	90
3.3.2. 訓練による災害情報の提供.....	90
3.3.3. 災害時の情報利用について.....	92
3.3.4. 災害情報の活用による効果.....	92
3.3.5. まとめ .....	93
3.4. 災害 VC 運営改善に向けた取り組み事例 2 .....	93
3.4.1. ドライブレコーダ画像の利用.....	94
3.4.2. 迅速把握が必要な災害時即時的作業量の見積もり手法.....	95
3.4.3. 被災者数と片付けごみ量見積もりから求められる処理作業量と必要人員の即時的把握手法の試行 .....	97
3.4.4. まとめと課題.....	105
<b>4. ハザード・リスク情報に基づいた今後の災害の作業量と不足量の予測 .....</b>	<b>107</b>
4.1. 将来の災害における作業量の予測式.....	107
4.2. 利用可能な被害想定データ .....	109
4.3. 大阪府の上町断層による地震災害での作業量予測.....	110
4.4. 大阪府の淀川による水害での作業量予測.....	115
<b>5. 余力量と不足量についての考察.....</b>	<b>119</b>
5.1. 作業量の算出手法と余力量と不足量.....	119
5.2. 自助互助作業を支援する共助活動の課題.....	120
5.2.1. 外部支援者への依存.....	120
5.2.2. 有限な人員.....	121
5.2.3. 過剰な期待.....	121
5.2.4. 無償作業の危険性.....	121
5.2.5. 円滑な活動のスパイス役.....	122
5.2.6. 生業としての作業維持.....	122
5.3. 不足解消への課題.....	123
<b>6. まとめと展望 .....</b>	<b>123</b>
6.1. まとめ .....	123
6.2. 課題解消への展望.....	124
謝辞 .....	124
参考文献 .....	125

# 1. 本研究の背景と概要

## 1.1. 研究の背景と目的

災害発生後に被災地内で発生している作業量と作業内容を定量的に数値化し、そこから導かれる経験則を用いて片付け作業量を推計把握する試みは、これまで明確には行われてこなかった。しかし、外部からの支援者による共助作業、および被災した住民と近所にて実施される自助互助作業の全体量が把握できなければ、復旧・復興作業のための適切な計画を立案することが難しいことは事実である。そこで災害ボランティアセンター（以下：災害 VC）作業管理データから被災地においてもっとも一般的な作業である家屋片付け作業を行う人員の量と作業内容を定量的に把握することの重要性に着目した。本研究では、災害ボランティアの詳細な作業量と内容を利用することにより、片付け作業全体の推定を行う手法について検討することとした。

本研究のキーワードは、災害ボランティアと被災者の家屋片付け作業量、作業の不足量、人的リソース奪い合いとその実情把握である。家屋被害に関するハザード・リスク情報と災害ボランティアの作業量から被災地全体の家屋片付け作業量を推計し、実情の把握、および今後想定される災害についての将来計画を立案するための参照情報として役立てることを目的としている。本研究で対象とする作業は人の手で行われる片付け作業であり、対象期間は災害発生後の繁忙期とする。

## 1.2. 家屋片付け作業の全体概要

甚大な被害が発生する災害においては、自宅で生活を再開するための家屋片付け作業が大量に発生する。この作業を担っているのは被災者と外部からの支援者、および一部の民間業者などである。

自助互助作業は、被災者自身と親族や近所による復旧復興のための家屋等の片付け作業であり、災害ボランティアは被災地域内外の被災者以外の人々による復旧復興作業支援者である。本研究で扱う共助作業とは、災害ボランティアによる被災者への災害時支援作業である。

研究対象とする共助による家屋片付け作業とは、図 1-1 の下段右側で示す被災者家屋での片付け作業であり、作業者の量としては図 1-2 の下段左側①と②の参加者から構成される③で示す災害 VC から派遣される災害ボランティアの人員数である。なお、自助互助作業とは図 1-2 の④と⑤である。

本研究の作業量とは、復旧・復興の過程の中で生活を再開していくための作業として実施される繁忙期における家屋片付け作業量を示す。

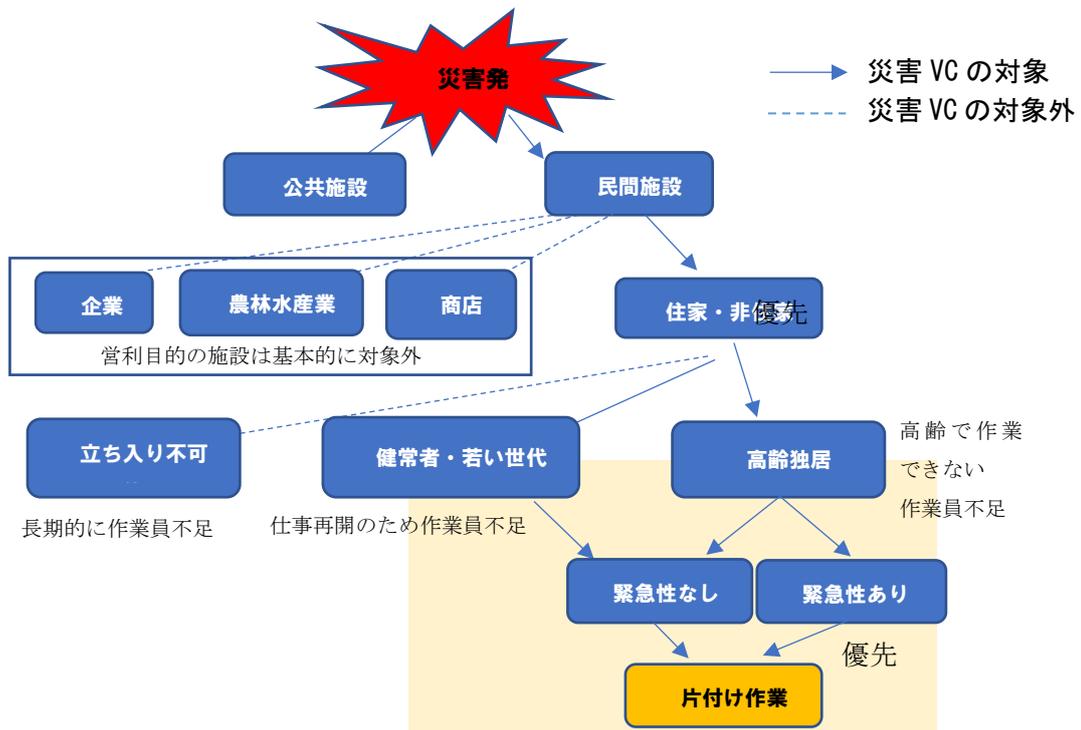


図 1-1 災害ボランティアが活動する片付け作業の位置づけ

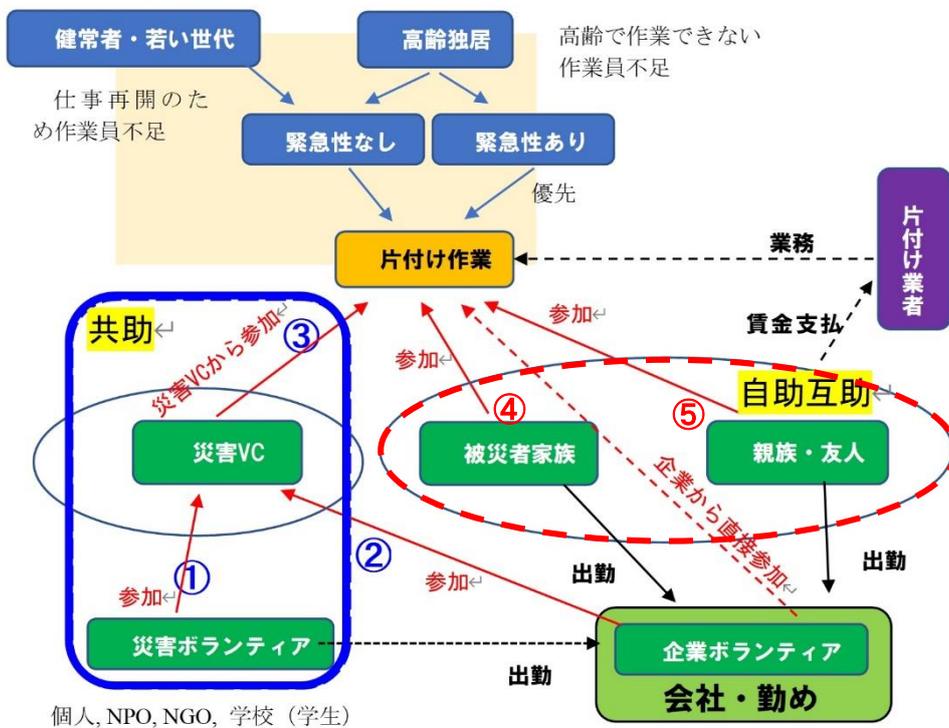


図 1-2 本研究で把握する災害ボランティアと自助作業

次に、災害 VC について説明する。社会福祉法人社会福祉協議会（以下：社協）は、基礎自治体ごとに設置されている地域福祉を実施する福祉法人であり、災害発生時に必要と判断された場合は災害 VC を開設・運営する組織である。なお、災害 VC とは、災害ボランティア活動を支援する運営センターを意味することとして取り扱う。

内閣府（防災担当）のホームページにて説明されているが、災害ボランティアとは、地震や水害、火山噴火などの災害発生時から復興に至るまで、被災地のために復旧・復興のお手伝いを行うボランティア活動を指す。家屋の片付けや炊き出し等の直接的な復旧支援のみならず、被災者の活力を取り戻すための交流機会作りや被災者への寄り添いなど、被災者ニーズへの対応を中心とした活動を行う。被災地でのボランティア活動を円滑に進めるための仕組みとして、前述しているように近年では、被災者のニーズと災害ボランティアをマッチングする拠点である災害 VC が設置されるようになってきている。

災害 VC の立ち位置と活動フェーズに関して説明する。災害発生後、特に復旧活動初期においては、毎日処理しきれない作業が発生する繁忙期となる。被災者自身が行う自宅の片付け作業も同様に人員不足が発生するが、その不足分を補うために地域内外から自発的に参加する災害ボランティアの存在がある。

下記の図 1-3 で示すように災害 VC が実施する共助活動は、自助活動の一部分を補填するように位置している。活動の時期としては、図 1-4 の赤丸枠で示すように自助活動が繁忙期である復旧フェーズにおいて、不足している人数を補うために災害ボランティアの活動が行われる。被災者が避難所生活を強いられ仮設住宅に入居する時期が特に災害ボランティア活動が活発になることが多い。

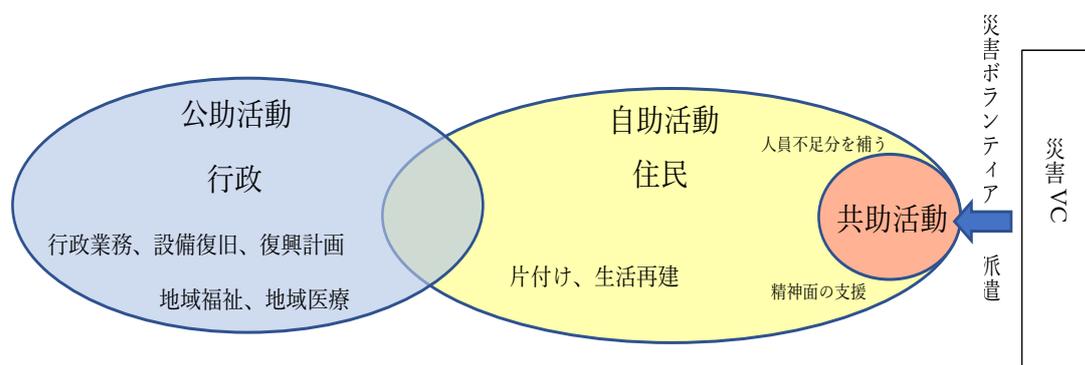


図1-3 公助と自助および共助活動の関係図

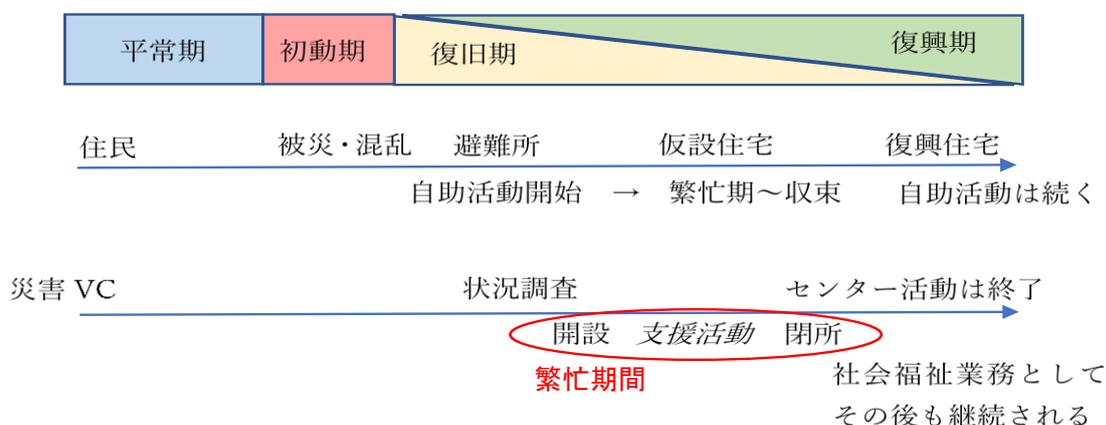


図1-4 災害対応のフェーズにおける住民と災害VCの活動

### 1.3. 先行研究と課題

1991年雲仙普賢岳の火砕流や1995年阪神淡路大震災、2004年中越地震などを経て、共助による被災者支援の活動が徐々に社会に理解されてきた。特に2011年の東日本大震災では広域で甚大な被害が東北太平洋沿岸部に発生し、年単位での長期的で大人数が参加する支援活動が実施され、また、現在も継続されている。災害VCという仕組みも参加経験者の増大やメディアによる広報活動などにより多くの人に認知されてきた。しかしながら、災害VCが運営されている中身について正しく理解している人はまだ少ない。

近年、日本国内では毎年のように甚大被害を伴う広域災害が各地で発生している。災害後の片づけ作業を多くの災害ボランティアと被災者が実施しているが、迅速な復旧復興に向けた課題は多く残されている。菅<sup>1)</sup>により、ボランティア元年と呼ばれる1995年1月17日から20年間の災害ボランティアに関連する社会の変遷がまとめられている。その20年にわたる歴史の中でも示されているように、災害VCおよび支援者側の仕組みや運用体制に関する改善の検討は多く行われてきた。ほかにも本荘ほか<sup>2)</sup>は総合的な支援力についても検証している。また、災害VCの運営で利用されるツール開発の試みも田口ほか<sup>3)</sup>や水井ほか<sup>4)</sup>。各大学などによるGISツールや、ニーズマッチングシステムの開発などが行われてきた。しかし、被災地内で発生している作業量と作業内容を定量的に数値化し、そこから導かれる経験則を用いて片づけ作業量を推計把握する試みは、これまで明確には行われてこなかった。なぜなら、災害VCでは活動情報の集約が書面によりアナログ的に行われたのち、詳細なデータは保管されずに廃棄され利用できないことが多いからである。2015年には、広く防災に資するボランティア活動の促進に関する検討会により内閣府における過去の課題の整理が行われており、人員不足、必要な高度作業に対処できる機材および技術的な問題、組織間の円滑な協働を実現する事前調整など多くの課題があげられている。その課題の中から本研究では、場所ごとに災害ボランティアの集まりに差が出ること、被災地における支援全体を見渡し被災地外からの受け入れなどの調整機能の脆弱性に関する課題に注目し、前述している災害VC作業管理データから被災地でもっとも一般的な作業である家屋片づけ作業を行う人員の量と作業内容を定量的に把握することの重要性に着目した。

筆者は阪神淡路大震災では赤十字関連にて薬品を運搬し、中越地震から災害VCに参加し災害ボランティアとして活動した経験がある。また2011年の東日本大震災以降は、筆者である水井ら<sup>3),5),6),8),9),10),11),12),13),14),15),16),17),18),19),20),21),22),23)</sup>は、各地の災害VC運営に関わり、情報のデジタル化の取り組みを試みてきた。被災現地では、地域内での必要な災害ボランティア作業の量と分布を俯瞰的に把握しづらく、被災した住民と近所にて実施される作業の全体量もよくわからないため、復旧・復興作業のための適切な計画を立案することが難しいことを実感してきた。そこで、災害ボランティアの作業管理データ（以下：災害VC作業管理データ）の詳細な作業量と内容を利用することにより、片づけ作業量の推定を行う手法について検討することとした。

筆者は行政の災害対応を情報支援する活動にも関わっているが、特に軽微な被害の把握に関する情報が不足しており被害全体像が不明確な状態での対応を行わざるを得ない状況である<sup>4),7),24),25),26),27),28),29),30),31),32),33)</sup>。この全体量と不足量の把握は災害VCだけでなく、行政や民間企業も含めて、被災地の復旧復興を考えるうえで重要な指標になると期待できる。

以下に、家屋片づけ作業の調整やニーズ把握の主体である災害VC運営に関する課題と考えられる内容を記述する。特に、過去の知見を用いた現状の状況を予測する力が弱く、運営開始時に体制や方針、人材招集などが毎回0からのスタートになることが多い。発生

した災害種別・規模に見合った災害ボランティアの人員数と被災者の自助作業量を見積もることができる、より効果的な被災地での家屋片付け作業が可能になるはずである。

### 1.3.1. 状況把握について

状況把握力と予測能力の不足であるが、発災後は混乱しているため正確な被害状況の把握が難しいこと、また、過去の経験が継承されていないため状況を推測する能力が不足していることが多い。以下に事例を記す。

#### a) プル型とプッシュ型のニーズ掘り起こし

被災直後から繁忙期の間、ニーズ把握はプル型であり、被災者から電話等でのニーズ依頼にて必要な作業内容を把握する。作業終息までの間には、隠れたニーズを動的に調べる必要がある場合、プッシュ型で被災世帯へのポスティングやニーズ聞き取りを行うこともある。ニーズ調査の手法に関しては、都道府県および市町村社協の災害 VC 運営マニュアルに記載されている。参考文献<sup>34),35)</sup>。

#### b) 限られた対処能力によるニーズ収集

行政職員も社協職員も運営力では人的リソースに限界があり、全てのニーズを拾い全てに対処しきれているわけではない。対応には限界があるため、高齢・独居など要支援が必要な方を優先順位の上にして対処する方針となることがある。また、すべての被災者が依頼を出すわけではなく、行政や災害 VC が知りえない被災家屋も存在している。前述しているように高齢者を優先して支援すると言うことは、自力で復旧できる被災家屋世帯は作業の対象外となる傾向がある。参考文献<sup>36)</sup>。

#### c) 状況把握不足から生み出される課題

被災地内の被害状況把握が不完全なため、地域内での作業量の実情と人員分配がわからない。そのため効果的な人員の派遣が難しくなる。試みとして、2018年の大阪府北部の地震では大阪府茨木市災害 VC にてリアルタイム災害情報である面的推定震度分布情報を利用して、大きな揺れに見舞われた地域が被害のより甚大な地域であると推定し、優先的にニーズ調査を行う地域を推測することが行われた。参考文献<sup>7),10)</sup>。

#### d) 災害時に利用できる地域の災害関連地図の不足

地域を俯瞰視するために、紙の地図をコピーし切り貼りして大判地図を作成していることが多く、作成と修正作業に手間がかかることが多い。東日本大震災以降は、紙の大判地図と Web-GIS システムを利用する試みも行われている。参考文献<sup>3),5),6),8),25),10),11),13),17),20),21),22)</sup>。

### 1.3.2. 災害VCの組織運営について

同じ地域で災害が短期間のうちに連続して発生することはまれであるため、被災地域内における災害対応のノウハウ・経験を持つ行政や社協職員の存在は限られている。その経験不足を補完するため、全国の他の地域からの災害経験職員の派遣や、運営を支援するために作られた団体である災害ボランティア活動支援プロジェクト会議（支援 P）や災害関連 NPO などの外部の協力組織メンバーに災害対応のノウハウを頼る仕組みになっている。

#### a) 災害 VC 開設の仕組み

災害 VC は行政と平時から協定がある地域が多く、甚大な被害が発生した災害後に開設の指示が首長から出されて運営が始まることが多い。近年では災害 VC という組織が有名になり、行政が災害対応の迅速さを打ち出すために発災後すぐに開設を指示することが増えている。災害 VC のより良い運営を行うための事前調査に必要な準備期間が不足するという事例もある。

常総市では、2015 年関東・東北豪雨災害当時は、行政との災害 VC 開設調整もやり方がお互いに手探りであり時間がかかったが、水害以降、行政と社協の調整が迅速になり開設決定までの時間が短縮され連携が改善された良い事例もある。参考文献<sup>37),34),35)</sup>。

#### b) 遠隔地への支援と他県社協の意識（遠方への職員派遣）

県を越えた社協支援は地域ブロックの会議において実施が検討されるため、個別に県・市町村社協では独自判断を行わない傾向がある。これは俯瞰した対応が行えるメリットと同時に、多様な対応を独自にできなくなるというデメリットもある。ブロックごとの情報交換はなされるが、各県と市町村同士の情報交換が行われなくなり、迅速で最新の状況を現場職員が把握しにくくなることもある（南海トラフ地域社協意見交換会での意見）。なお地域ブロックの仕組みにかかわらず、災害に対する意識が高い職員は個人的に支援に向かう者もいる。参考文献<sup>38)</sup>。

#### c) 支援組織・団体と NPO/NGO による組織的な支援活動との連携

災害 VC 運営は社協職員のみでは人数不足、およびノウハウ不足のため、運営支援者として任意団体の支援 P や、災害対応を専門とする NPO・NGO、および地元の青年会議所など支援団体が協働することが多い。しかし、NPO などは独自の活動目的があり、災害 VC の生活支援枠を超えた商業・農業支援や行政支援などの活動実施を求め運営方針が混乱する場合がある。また、地元団体は地元根付いた活動目的を持つことが多い。地域の防災力を強化するためにも平常時から地元の中で団体運営が維持できるような経済的補助の仕組みがあるとより良い。参考文献<sup>38),39),40),42)</sup>。

#### d) 災害 VC の常設

近年は、常設型の災害 VC を設置する必要があるのではないかという意見が出され始めてきた。全国的にはまだ少ないが、北海道や茨城県、京都府、大阪府などで設置される地域が増加している。活動資金の立て替え払い、運営面での資金的負担などを支援する仕組みを内閣府（防災担当）も行っている。公助による救助の円滑化・効率化を図るため、救助とボランティア活動の調整に必要な人員の確保について、災害救助法の国庫負担の対象とするとされている。参考文献<sup>41),42)</sup>。

#### e) 備え不足

平常時に備えきれない物品や資金。平常時に資金や保管場所の余裕が無い。優先順位的に災害の備えは後回しにされる。目の前の近視眼的な対応が優先される。

#### f) 災害 VC の設置が多数組織にて重複した問題

2015 年の関東・東北豪雨災害では、常総市役所と社協、茨城県庁がそれぞれ災害 VC を開設（市役所は受付案内）してしまい、被災者からの依頼が混乱したことがある。この事例は平常時から組織間の連携を強化する取り組みが行われにくい、縦割り運営の弊害である。参考文献<sup>11),12),13)</sup>。

g) 行政との関係性がよくない地域の社協

運営理事会の形骸化、行政からの派遣や OB 職員を数多く抱えるなどの事務局職員の問題、定型業務に安住して谷間の課題を見つける感性に欠ける職員の意識、若くてやる気のある職員を組織がうまく育成できない等々、気づいていても解決への着手がなかなか難しいという半官半民である社協組織の持つジレンマが関係している。参考文献<sup>43)</sup>。

h) 災害 VC 閉所の条件設定とタイミングの判断が難しい

何の項目が満足されたから閉所することにするのかの判断が難しい。完全な生活回復までという条件は不可能なことが多いので、どのレベルで支援作業を弱めていくのかの条件・判断をその地域・被害規模で考えておく必要がある。地域住民・行政とともに平常時から復旧復興について考えることにより合意の上で災害 VC の閉所をスムーズに実施することができるかもしれない。

### 1.3.3. 人員不足について

緊急対処時の人員不足についてである。災害対応繁忙期の過度な業務量により処理能力がオーバーフローしてしまうことが多々ある。また、災害時の人員・人材コントロールが脆弱であることが多く、2011 年の東日本大震災での津波ガレキの片付け作業にてチェーンソーや重機の必要性により人員と機材の不足が顕在化した。2019 年(令和元年)台風 15 号の千葉県では、屋根のブルーシート張りの作業員と資材がとても不足した。2014 年広島市安佐南区の土砂災害など「土砂」が関連する災害ではバックホーなど重機のニーズが多いが、高度技術が必要なため一般ボランティアでは対処できない。など災害 VC にて専門性の高いボランティアの対応必要性が求められることが多くなったがその対応に苦慮している。しかし、このような仕事の対応については災害 VC ではなく行政側が担当すべきなのかもしれない。

a) 災害ボランティア募集のやりかた

募集対象としては被害程度などを考慮して、事前登録者のみ、被災住民の知り合いのみ、市町村内のみ、近隣市町村まで可、県内、県外、全国への募集条件を変えることがある。理由としては、災害 VC の受援能力の限界により、災害ボランティア募集人数の受入数が限られる場合がある。また、災害による被害規模・状況により必要な災害ボランティア人数が想定され、その量により募集範囲（市内、県内など）が決められる。集まる災害ボランティア人数が少ない場合は募集範囲を拡大することがある。平成 30 年 7 月豪雨の倉敷市災害 VC では事前登録の仕組みとしてスマートフォンを利用した QR コードによる受け入れシステムが活用された試みもある。参考文献<sup>35),38)</sup>。

b) 遠方から参加するボランティアバスの運行

県社協が遠隔地の被災地に向けて自分の県内にて災害ボランティアを募集し、遠隔地に派遣する団体バスを運営することがある。全国社会福祉協議会の被災地支援・災害ボランティア情報 HP に災害ボランティアバスの取りまとめページがある。参考文献<sup>39),40)</sup>。

c) 災害時にも行われる通常業務との同時処理の限界

地域が壊滅するほどの甚大災害で無い限り、行政も社協も災害対応と同時に通常業務も並行して実施されることになる。災害対応の業務が増加するが職員数が補充されるわけではなく業務処理の逼迫が生じる場合がある。参考文献<sup>34),35),36)</sup>。

#### d) 限られたボランティア人員数と広域被害の影響

広域で甚大災害が発生すると復旧作業は長期化し、外部支援者である災害ボランティアの人数も各地に分割され、結果、少人数で作業する地域が多くなる。全国の災害ボランティア人員数には限りがある。夏休み、大型連休、春休みなど災害発生 of 時期も作業可能な人員数へ影響する。事例として、2011年東日本大震災や平成30年7月豪雨（西日本豪雨）などのように複数県にまたがる甚大災害の場合、日本国内の災害ボランティア数には限度があるため、被災地ごとに対処できるボランティア数は分割され結果的に少数となった。また、メディア報道の内容・地域偏りにより災害ボランティアが集中してしまう地域が発生することもある。参考文献<sup>44)</sup>。

#### e) 人員確保・調整能力不足

災害 VC にて専門技術を持つボランティアが求められる作業が多く発生することが増えている。本来の災害 VC では簡単な作業への対応が主なものであり、対応に苦慮する事態となる。専門的な作業に関しては行政側での対応が必要なかもしれない。2011年東日本大震災での津波ガレキの片付け作業にてチェーンソーや重機の必要性が顕在化した。豪雨や台風被害では屋根のブルーシート張り作業がとても不足することが多くなった。土砂が関連する災害ではバックホーなど重機のニーズが多い。参考文献<sup>45)</sup>。

### 1.3.4. 活動記録について

作業内容のとりまとめが行われないという課題もある。被災者へのニーズ対応の情報取りまとめが紙帳票による運営が多くみられるため、東日本大震災から防災科学技術研究所と宮城県社協の取り組みで電子データ入力とデータベース化、GISによる可視化の実験を試み始めている。最近では、電子データ化はIT系ボランティア団体や民間企業による試みも開始されている。また災害対応のための電子地図利用に関しても、民間企業による対応が試みられている。しかしながら、電子データでの取り扱いは行政も含めて社協職員のITスキルや、平常時の業務とのギャップもあり簡単には定着しないことが多い。各地の人員リソースや人材の不足、災害時にしか使えないツールは定着しない、などの課題も残されている。現状としては、無理に電子化できないところは今まで通りの紙ベースでも良い。もともと職員が少人数でITツールをあまり使わない地域では、被災者人口が少ない状況でアナログ処理でも間に合うと判断された場合は、無理せず紙ベースやホワイトボードで対応を取ることもある。

#### a) 作業の記録の必要性を啓発

災害 VC の活動に関する記録が詳細に残されることが少なかったが、近年は甚大な災害に関しては報告書的な冊子が作成されることが増えてきている。しかしながら、詳細な数量や作業内容のデータなどは時間が経つと記録された帳票の所在が不明になることがある。将来の災害対策のために、記録を残す作業が重要であることの認識と、残すことが役に立つという事を災害対応当事者たちに理解されていく必要がある。また理解されるための啓発努力をすべきである。

#### b) 記録すべき情報の内容と項目

災害 VC で作成されていく帳票内容のどの情報をデジタルデータ化すべきなのかを事前から明確にし、災害対応時に最小の作業負担で行えるように備えておくべきである。参考

文献<sup>46)</sup>

### 1.3.5. 共助活動に対する社会からの期待

共助活動に対して社会から求められる過度な期待も問題になる事がある。善意で行われるボランティア活動が災害対応時に当たり前の活動と認識される社会になってきたが、無償奉仕に対して過度な期待を行政や社会全体が求めることは、ボランティア活動参加者にとっての自由意思が制限され、活動モチベーションを抑制させることもある。

#### a) 社会からの期待

本来は自由意思参加のボランティア活動であるが、最近は、徐々に行政の下請け作業に組み込まれていく危険性を感じることもある。メディアによるボランティア参加への期待感のあおりもある。2020 東京オリンピックでの無償の支援ボランティア募集が無償奉仕者への過度な期待の特徴を示している。自由意思で参加するボランティア活動が、格安の労働力として計画に組み込まれる危険性がある。参考文献<sup>47),48),49)</sup>。

#### b) 本来作業以外の増加 1

行政からの依頼で公的作業を取り扱うケースも増えてきている。避難所の対応や、物資の配布・仕分け、役場の清掃などである。災害 VC は、あくまでも住民の生活支援が対象であり、営利目的や業務活動への支援は本来行わない。避難所運営支援を求められることもあるが、本来担当は行政であり住民主体の運営が基本である。業者に発注し有償の仕事として避難所運営を行うという対応が良いのかもしれない。

#### c) 本来作業以外の増加 2

本来は生活支援が対象作業であるが営利目的の支援を行うケースがある。商店の片付け、田畑の清掃、業務機材の運び出しなど、地元の関係で断り切れない状況になる。農業や商業は営利目的、街路は公的な場所のため、災害 VC で対処するかは悩む内容である。

上記のように、行政も含めた災害 VC では現状を把握する能力が不足しており、また将来へ災害対応ノウハウを引き継ぐ取り組みも弱いのが課題である。本研究では、この不足と弱点を少しでも補うことに役立つ情報として家屋片付け作業量の推計と予測情報を生成すること目的の 1 つとする。この情報は災害 VC だけでなく行政の復旧復興計画にも役立つ。

## 1.4. ハザード・リスク情報に関する先行研究

### 1.4.1. リアルタイム災害情報

近年では、発生する予測不可能な自然災害に対して ICT 技術や観測技術を用いて災害発生前および発生直後に災害規模や被害箇所をリアルタイムでシュミレーションし、推定・予測された災害情報を生成することが試みられている。地震災害では緊急地震速報を筆頭に、震源の場所や震度分布、建物の被害予測などがある。また、水害では降雨量の予測や、河川流量の予測、洪水浸水シミュレーションなどがある。

その 1 つとして、地震速報 (J-RISQ)<sup>50)</sup>がある。地震速報 (J-RISQ) とは防災科学技術研究所により、総合科学技術・イノベーション会議の戦略的イノベーション創造プログラ

ム (SIP)「レジリエントな防災・減災機能の強化」(管理法人：JST)によって研究されたリアルタイム情報である。地震発生直後に推定される情報を用いて、市区町村ごとの揺れの状況や、一定レベル以上の揺れにどれくらいの人が遭遇した可能性があるかを示す震度遭遇人口、周辺地域での過去の被害地震、将来の揺れの超過確率を考慮した地震ハザード情報等を、地図や表を用いて総合的に分かりやすくコンパクトにまとめた Web サービスである。このサービスによりリアルタイムで算出された震度分布や建物被害推定のデータを利用することにより、本研究の推計手法にてリアルタイムで作業量の予測を行うことが可能となる。

#### 1.4.2. ハザードマップ・被害想定

従来から災害による被害についての想定が行われてきている。さまざまな自然災害の事象そのものであるハザード情報を想定し、その災害による各地域で発生しうる被害規模や被害内容を行政の防災計画などで活用されてきた。この情報は、将来の災害について対策を考える作業にとってとても重要なものである。

その 1 つとして、地震ハザードステーション (J-SHIS)<sup>51),52)</sup>がある。防災科学技術研究所が、地震動予測地図の利用に関する検討の一環として、「地震動予測地図工学利用検討委員会」を設置し検討を行い、委員会がまとめた報告書では、「地震動予測地図」を最終成果物としての地図そのものだけでなく、その作成の前提条件となった地震活動・震源モデル及び地下構造モデル等の評価プロセスに関わるデータも併せた情報群としてとらえることにより、「地震ハザードの共通情報基盤」として位置づけるべきとの提言がなされた。この提言を実現するために、防災科学技術研究所では「地震動予測地図」の公開システムの開発を実施し、同報告書により提案された名称を採用し、「地震ハザードステーション J-SHIS」として、2005 年 5 月より運用を開始した。この想定情報である将来の想定震度分布や建物被害推定のデータを利用することにより、本研究の推計手法にて今後発生する可能性のある地震災害における作業量の予測を行うことが可能となる。

#### 1.5. 本研究における課題解決の試み

本研究では、災害対応に必要な自助互助と共助作業（以下：家屋片付け作業）の全体量及び不足量の把握を目的としている。初めにも記述しているが、家屋被害に関するハザード・リスク情報と災害ボランティアの作業量から被災地全体の家屋片付け作業量を推計し、実情の把握、および今後想定される災害についての将来計画を立案するための参照情報として役立てることを目指す。

被災現地では、必要とされる災害ボランティア人数の変動、家屋等から発生する災害ごみ量、清掃のための作業量の変動などにより片付け作業量の全体像、それらに伴う総作業量とその不足量をとらえることが困難である。そのため、災害ボランティア（共助）と被災住民と親族や近所の方々（自助互助）の各災害における作業量の実態把握がほとんど実施されていないのが現状である。本研究では、作業内容と作業量を把握するために、定量的なデータが利用可能な災害ボランティアによる活動に注目し、その活動量の実態を詳細に分析する。ボランティアの作業が自助互助による作業のうちどの程度の比率なのかを考慮することにより必要な作業量の総量を推定する。また家屋被害の程度については行政による被害区分情報や現地の被害判読情報、およびあらかじめ推定された家屋被害に関するハザード・リスク情報を用いる。災害の種別と規模に対して、どの程度の全体作業量が発生するのか、また、不足量はどの程度見込まれるのか考察する。なお本研究では災害種別

は地震と水害を対象とする。

量を把握する先行研究であるが、発生する災害廃棄物量を把握する手法<sup>53)</sup>は既にあり、その総量から単純に人の作業量を推計する事もできるが、実際の家屋片付け作業量には内装の破損修理や清掃など発生する災害ゴミ量と相関性が無い作業があるため、本研究では、より誤差の少ない推計手法として実際の作業管理データから推計値を計算できる新しい手法を開発する。また、ドライブレコーダ画像による判読手法を用いて、災害 VC の活動計画参考情報として活用できる「片付け作業量=片付けごみ量」概況の災害発生直後での迅速な把握も試みている<sup>54)</sup>。この手法を用いて得られた、直近で処理すべき片付けごみ量には、各地域に必要な災害ボランティア人数の参考情報として利用することができる。数日から1週間単位での短期的な災害 VC 運営の方針を決めることに役立てることも可能となる。

本研究の家屋片付け作業量推計手法により、以下の課題を解決もしくは改善することが可能となる。定量的な推計手法の確立により、災害ボランティア作業人数と被災家屋数、世帯数、作業内容の比率、災害種別と規模の関係性から共助と自助互助を合計した片付け作業の総作業人数を推計することが可能となる。この推計手法を用いることにより、任意の地域にて、今後発生するかもしれない地震災害と水害の必要作業人数をある程度の誤差範囲内で推計することが可能となる。その推計結果は、災害 VC の運営のみならず、行政や地元の民間企業の復旧復興計画に役立てることが可能となり、災害前からの各種備えに関わる計画立案に利用される。また、推計結果が膨大な人数であった場合は、現実的に対処する人員の確保が難しい場合がある。その場合の効果的な人員の分配計画にも利用できる。不足することが事前に予測されると、その地域の不足を補うための余力を確保する計画立案も可能となり、自らの地域内で不足を改善するのか、もしくは他地域との連携強化で改善するのかなど、混乱する災害発生後ではなく余裕のある平常時だからこそその選択可能な計画案の数をより多くすることができる。自らの地域の余力と不足量を定量的に把握し理解しておくことは、より適正な判断を行うことが可能となるのである。

災害対応した詳細記録が後世に残らないという課題についても、この研究成果が活用され有用性が理解されることによって、関係者に向けた作業の記録の必要性についての啓発にも役立てることができる。近年は甚大な災害に関しては報告書的な冊子が作成されることが増えてきたが、詳細な数量データなどは時間が経つとありかが不明になることがあり、災害 VC での災害ボランティア活動に関する記録が残されることが少ないのが現実である。関係者、特に社協職員に対して作業記録を残す仕事であることの認識と、残すことが役に立つという事を理解していく必要がある。本研究の取り組みの成果が災害 VC の運営に役立つという広報資料が、社協職員への啓発活動に利用されることを実施していく予定である。

## 2. 研究手法の概要

### 2.1. 作業量の推計式構築手法

作業量推計の手法開発のため、災害 VC 作業管理データが作成された 4 つの災害について解析を行った。地震災害としては、2016 年熊本地震の熊本県益城町、2018 年大阪府北部の地震の大阪府枚方市。水害としては、2015 年関東・東北豪雨の茨城県常総市、平成 30 年 7 月豪雨（西日本豪雨）の岡山県倉敷市真備である。それぞれ、小規模都市の甚大な直下地震、大規模都市の直下地震、東京圏にある小規模都市の甚大な水害、地方の小規模都市の甚大な水害の特徴を持っている。

甚大な被害が発生する災害においては、自宅で生活再開するための家屋片付け作業が大量に発生する。この作業を担っているのは被災者自身と外部からの支援者、および民間業者である。利用可能な定量的データとして災害 VC 作業管理データと、人口など地域の社会情報、行政が実施した被害判定の区分情報、および過去に発生した災害時のデータを用いて、家屋の被害レベルに対する作業量の推計計算手法を開発した。

利用する情報であるが、作業の内容と量を示す基礎データは、前述している災害 VC 管理データであり、社協が運営する災害 VC にて独自に生成されるデータである。災害 VC では被災者からの作業ニーズを、受付班スタッフが電話受け付けや対面で聞き取り作成される。基本的に一般公開はされていない。また、被害を把握する情報としては、過去の災害情報として全壊や半壊など家屋の被害区分を活用した。

災害 VC 作業管理データを利用し、災害ボランティア作業人数と被災家屋数、世帯数、作業内容の比率、作業繁忙期の期間、災害種別と被害区分の関係性から経験的推計計算式を構築し、共助と自助互助を合計した片付け作業の総作業人数を推計した。なお、全壊・半壊・一部損壊・家屋被害無し、および水害では床上浸水、床下浸水で評価されている家屋の被害区分ごとに算出作業を細分化し、それぞれの被害状況による作業量を見積もることができるようにした。

研究作業フローを図 2-1-1 に記す。災害ボランティアの作業が住民による作業のうちどの程度の比率なのかを考慮することにより、必要な作業量の総量を推定し、災害の規模に対して、地域全体でどの程度の作業量が発生するのか、また、不足量はどの程度見込まれるのか考察する。発生する作業量は、被害量に依存するため、被害の程度に応じた作業量の推定手法が必要となる。このため、災害ボランティアの作業量と被害レベルに関するデータの両方を用いることが必要となる。なお、本研究で対象とする片付け作業には、被災者家屋を対象とした片付け作業であり公園や道路など公共設備は含まない。地震と水害の推計計算で利用する情報の組み合わせは表 2-1-1 である。

図 2-1-2 は、推計の詳細手順である。利用する情報とデータは、①基礎データ、②モデル地区、③被害区分、④社会統計情報、⑤現地ヒアリング結果の 5 つであり、推計手法の箇所は A. 推計手法（モデル地区、共助）、B. 推計手法（地域全体、共助・自助互助）、C. 推計手法（地域全体、作業内容ごと）の 3 つである。それぞれの情報・データと推計手法の作業モジュールについて説明する。

なお、災害ボランティア作業の位置づけと繁忙期間について図 2-1-3 に記す。災害ボランティアは多量に行われる自助作業を一部分補うための支援作業である。そのため、災害 VC が開設されるのは多くの自助作業が行われる大変な時期を示していると考えてよい。また、災害 VC が開設されている期間の中でも特に忙しい時期があり、本研究ではその時期を繁忙期間 T と考えている。

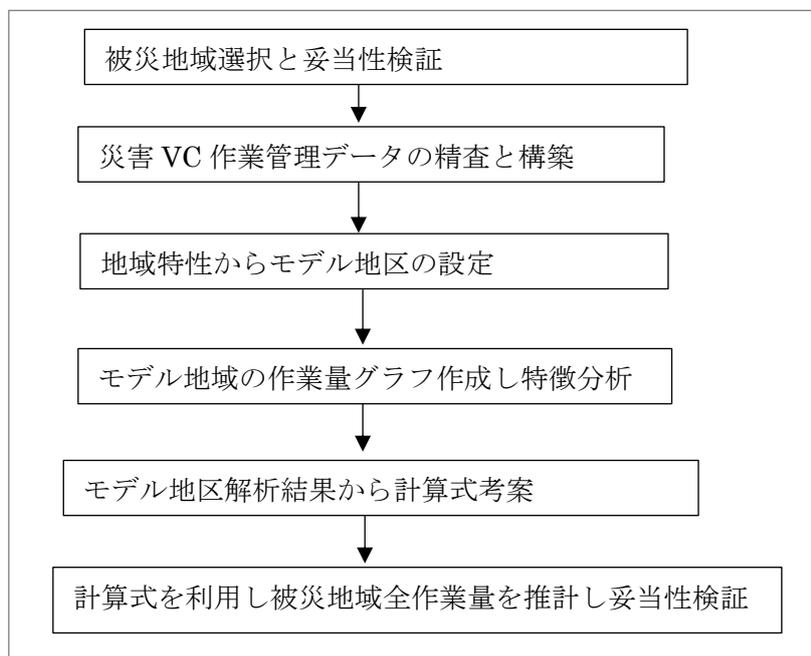


図 2-1-1 研究作業フロー

表 2-1-1 利用する情報の種類

災害種別	災害ボランティア情報	ハザード・リスク情報	地域情報
地震	災害 VC 作業管理データ	推定震度分布 行政の被害想定 ハザードマップ 行政の家屋被害判定 航空写真による家屋被害判読	人口 世帯数 年齢割合 住家・非住家数
水害	災害 VC 作業管理データ	行政の被害想定 ハザードマップ 行政の家屋被害判定 浸水エリア判読 堤防決壊・越流場所情報	人口 世帯数 年齢割合 住家・非住家数 河川形状・位置 河川設備

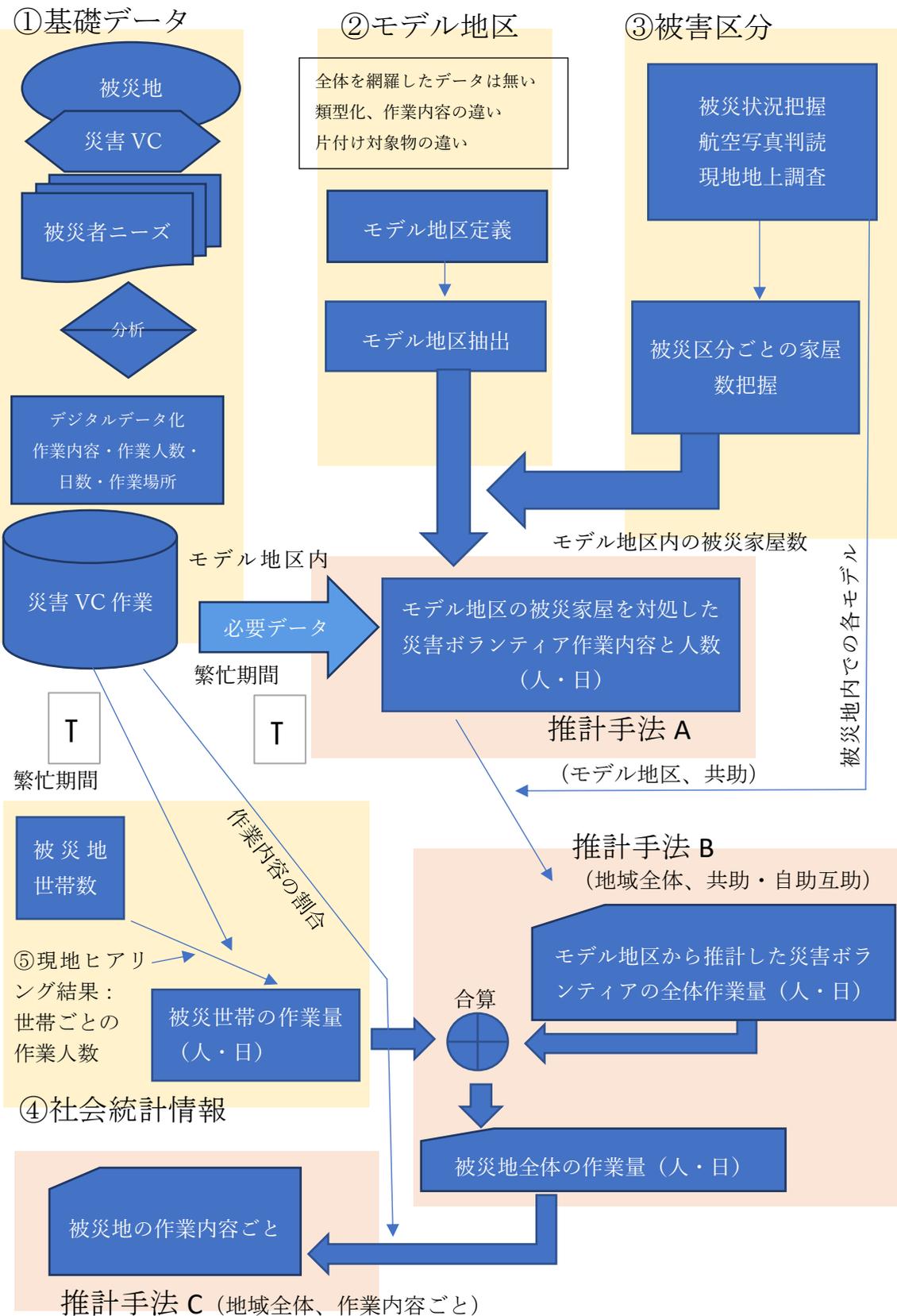


図 2-1-2 推計の手順

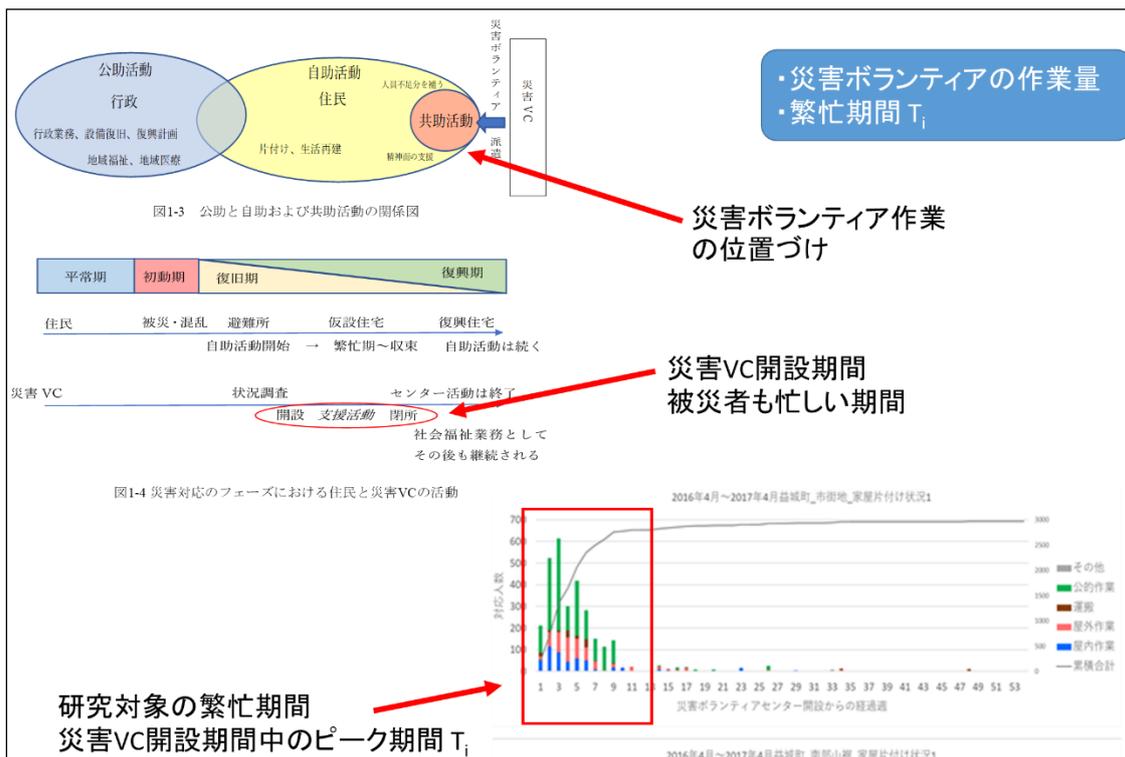


図 2-1-3 災害ボランティアの位置づけと繁忙期 T

### 2.1.1. 基礎データ

被災地にて被災者を支援する災害 VC では支援活動（図 2-1-4）についての家屋片付け作業内容と人数、作業日数を定量的に記録している災害 VC 作業管理データがある。災害 VC 作業管理データには災害ボランティア 1 人ごとのボランティア作業内容と作業日数、作業を実施した月日、作業した場所（図 2-1-5）、作業に必要な機材、作業対象家屋の被害状態など詳細な情報が記録されている。この災害 VC 作業管理データから、被災者宅にて必要とされており、なおかつ優先されるべき作業内容と作業量（人数と日数）の傾向を把握することが可能である。作業内容に関しては項目が多様なため、屋内作業、屋外作業、生活支援、ごみ運搬、公的作業に大別して利用する。被災者から支援依頼がある期間に災害 VC は開設されているため、災害 VC が運営されている期間が繁忙期であると仮定できる。

災害 VC では、被災者からの作業ニーズを受付班スタッフが電話受け付けや対面で聞き取りを行い紙のニーズ受付帳票（図 2-1-6）に記載していく。受付帳票には表 2-1-2 の情報項目の記載欄があり、繁忙期には1日当たり 100以上のニーズ受付が行われることもある。災害 VC 運営の視点からすると、ニーズ受付帳票は災害ボランティア作業が完了した時点で役目を終えて、その後は不要な資料として扱われることが多く、記載されている情報が何かに再利用されることはまれであり、ある年月が経つと廃棄されることが多い（図 2-1-7）。筆者は、データが家屋片付け作業に必要な人的リソースの概要を把握するための定量的な情報の 1 つとして利用できることを現地社協に説明し、研究に利用する承諾を得たうえで、情報内容を調査し、本研究で必要な項目を割り出した。その後 GIS ツールを用いデジタルデータ化を行う作業を実施した。以下の表 2-1-2 丸印が本研究で利用する項目である。なお災害 VC 作業管理データは、災害種別や地域特性により情報項目と内容は微妙に変更されることがある。

### 作業内容の詳細

屋内作業	屋内清掃
	屋内片づけ
	屋内修理
	荷物運び出し
	貴重品取り出し
屋外作業	事務作業
	屋外清掃
	屋外片づけ
	屋外修理
	解体
運搬	重機作業
	設備設置
公的作業	ごみ置き場へ運搬
	引っ越し運搬
その他	役場手伝い
	避難所
	高齢施設
	その他



屋内片付け、屋外片付け



屋外修理



避難所でのケア



解体作業



ごみ置き場へ運搬

図 2-1-4 災害ボランティアの作業内容



図 2-1-5 災害 VC 作業管理データにて記録されている作業箇所の例 (2018 倉敷市真備)

**ニーズ受付票** 受付番号

依頼者氏名	ふりがな 名 姓 住所 電話(連絡場所)		
世帯の状況 (依頼理由)	独居	高齢者	障害あり 病気 その他( )
活動希望日	〇月 日( )曜日		
被災状況	床上浸水・床下浸水・その他( )		
依頼内容	掃拭・片付け・土砂の撤去・ごみ処理・家財等の搬出 その他( )		
依頼人数	合計 名(男 名・女 名)		
用意がある道具	一輪車( ) バケツ( ) スコップ( ) パール( ) 土嚢袋( ) モップ( ) デッキブラシ( ) スクレーパー( ) 籠車( ) たわし( ) ジョフロ( ) ビニールテープ( ) 軍手( ) その他( )		
	一輪車( ) バケツ( ) スコップ( ) パール( ) 土嚢袋( ) モップ( ) デッキブラシ( ) スクレーパー( ) 籠車( ) たわし( ) ジョフロ( ) ビニールテープ( ) 軍手( ) その他( )		
必要資材	一輪車( ) バケツ( ) スコップ( ) パール( ) 土嚢袋( ) モップ( ) デッキブラシ( ) スクレーパー( ) 籠車( ) たわし( ) ジョフロ( ) ビニールテープ( ) 軍手( ) その他( )		
トイレ	使用できる・使用できない		
特記事項	駐車可・否                      バス送迎可・否		
	受付日時	時 / 分	受付者

\*ボランティアの善意による作業です。  
\*予定の日時の希望に添えないことがあります。  
\*派遣日時が決定したら連絡をします。

図 2-1-6 災害 VC のニーズ受付票 (2015 常総市)



図 2-1-7 紙のニーズ受付表の管理状況

表 2-1-2 災害 VC 作業管理データの項目

情報項目	情報内容	研究で利用
管理番号	受付番号	
地区名	地区名	
場所	住所	○
回数	受付帳票枚数	
報告書	作業報告書枚数	
作業対応日	作業対応日	○
作業人数	総作業人数	○
性別毎人数	男性と女性の作業人数	
作業内容	清掃。片付け。修理など	○
被災状況	浸水深や破壊箇所など	
備考	現地の補足情報	

### 2.1.2. モデル地区

災害 VC 作業管理データは被災地のすべての地域を把握しきれているデータではないため、状況把握が不足している地域に対してデータを補完するための手法が必要である。また、全てのニーズ受付帳票をデジタル化することは効率が悪く、膨大な時間がかかり現実的ではない。そこで、データ不足の補完と、より効率的に推計処理を行うために、被災地域内にて似通ったモデル地区を見つけ出しその計算モデルを確立する。本研究では地震と水害の 2 種の災害での事例にてモデル地区設定を実施した。対象被災地域内での特徴を市街地と農業・中山間部地区の 2 つにモデル化し、その片付け作業の内容と量の比率と傾向をつかむことにより、限られた災害 VC 作業管理データから共助の全体量を算出することができるようになる。なお、水害に関しては堤防決壊場所についても特徴があるかどうかの検討も行った (図 2-1-8)。

#### a) モデル地区の設定

被災地域は広範囲に渡ることがあるため、地域内の特徴を見つけてパターン分けし地区モデルを設定する。この地区モデルと被災面積や被害区分などとの割合から全体のボランティア作業量を算出する。前述しているように、市街地と中山間部の 2 区分や、水害の場合は、地盤標高が緩やかに変化している地域と急傾斜の地域、堤防決壊場所や越流場所の近隣である区分である。

#### b) モデル地区での災害ボランティア作業量

災害ボランティア作業の特徴を把握するために、作業項目を屋内作業、屋外作業、生活支援、ごみ運搬、公的作業、その他の 6 つの作業量について調べる (表 2-1-3)。モデル地区における作業項目ごとの量の違いがその地区で求められている被災者からの作業ニーズの特徴を示すことになる。本研究では市街地と中山間部、堤防決壊場所の特徴をとらえているが、今回対象としていない災害や地域では、また異なる特徴のモデル地区が設定される可能性はある。

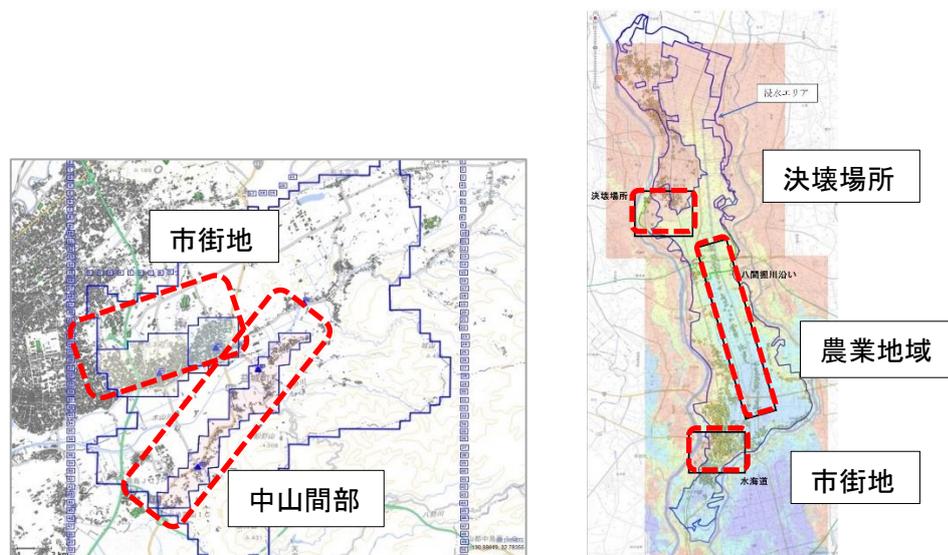


図 2-1-8 モデル地区益城町 (左) と常総市 (右)

表 2-1-3 6 種類の作業内容

屋内作業	屋内清掃
	屋内片づけ
	屋内修理
	荷物運び出し
	貴重品取り出し
	事務作業
屋外作業	屋外清掃
	屋外片づけ
	屋外修理
	解体
	重機作業
	設備設置
運搬	ごみ置き場へ運搬
	引っ越し運搬
公的作業	役場手伝い
	避難所
	高齢施設
その他	その他

### 2.1.3. 被害区分

行政による建物の被害認定調査や罹災証明結果により判明している被害家屋数（住家）を利用する（図 2-1-9）。また航空写真判読における被害区分の判定項目である全壊、半壊、一部損壊や、浸水深による床上浸水、床下浸水の条件は、建物の被害認定調査や罹災証明結果との整合性があり、同様の情報として取り扱うことができる。

家屋の被害については地震も水害も行政の建物被害と浸水区分を活用し、本研究の被害区分として整理しなおし利用している。地震の場合は一部損壊、半壊、大規模半壊、全壊などの分けけを利用することになる。水害の場合は、床下浸水、床上浸水、半壊相当、全壊相当となる。また、家屋片付け作業の場合は建物に被害が発生しなくても屋内の片づけ作業は発生することがある。そのため本研究では、行政の区分には無い被害区分 0 という建物は無被害の被害区分も作成している。地震においては、航空写真から画像判読を実施した建物の被害レベル情報も存在している（表 2-1-4）。本研究ではその情報を用いて被害区分に当てはめて推計計算に利用している。

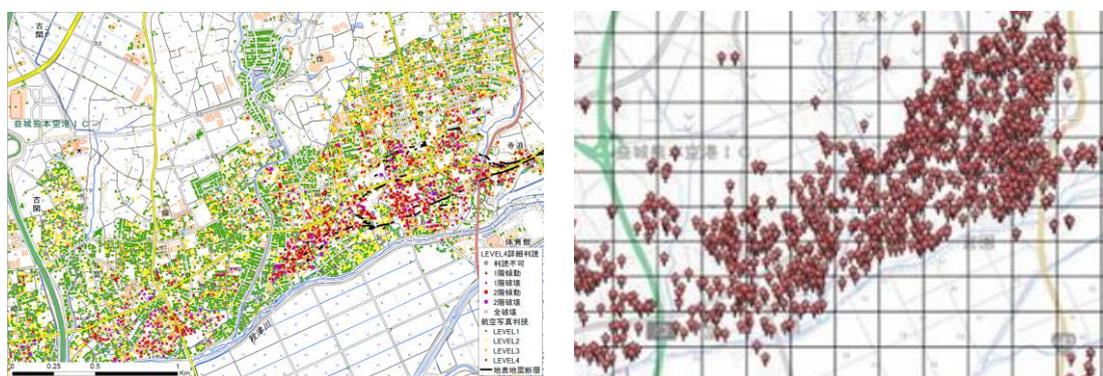


図 2-1-9 航空写真による被害判読（左）と同地域での災害ボランティア作業箇所（右）

表 2-1-4 航空写真判読による被害区分と本研究の区分対比（益城町）

航空写真判読による被害区分	区分内容	本研究の被害区分	本研究の被害区分内容
—	—	被害区分 0	被害区分で評価されなかった堅硬な建物
LEVEL 1	上空からの判読では被害なし	被害区分 1	屋内被害などがある軽微な家屋被害
LEVEL 2	屋根瓦の一部崩落またはブルーシートが屋根面積の半分以上	被害区分 2	航空写真判読による被害区分と同じ
LEVEL 3	屋根瓦の大部分が崩落または壁面落下またはブルーシートが屋根面積の半分以上	被害区分 3	航空写真判読による被害区分と同じ
LEVEL 4	建物が傾斜・ズレねじれが確認できるまたは高さが本震前後で 3m 以上変化している	被害区分 4	航空写真判読による被害区分と同じ

#### 2.1.4. 社会統計情報

対象とする被災地の家屋数、世帯数、人口などの基礎情報である。国勢調査や行政の公開情報を利用する。この世帯に関する情報と、被災家屋数により自助作業の量を把握することができる。なお、現地状況を常時調査している災害 VC 運営者のヒアリング結果から被災者は 2～3 週間は世帯全員で片付け作業し、その後、仕事が再開され平日は自宅にいる高齢者が 1～2 名で作業し、休日のみ世帯全員での作業となることがわかっている。

#### 2.1.5. 推計手法A（モデル地区、共助のみ）

繁忙期間の日数が確定し、災害ボランティアの被害区分ごとに作業内容と量を見積もることができると、行政によるその災害の被害区分結果のデータを利用して被害区分ごとの建物棟数の値を掛け合わせることにより、繁忙期間におけるその被災地全体の被害区分ごとの災害ボランティア作業（共助）の作業量（人・日）を見積もることが可能となる（図 2-1-2）。

#### 2.1.6. 推計手法B（地域全体、共助・自助互助）

災害 VC 作業管理データは被災地のすべての地域を把握しきれているデータではないため、状況把握が不足している地域に対してデータを補完するための手法が必要である。そこで、データ不足の補完と、より効率的に推計処理を行うために、被災地域内にて似通ったモデル地区を見つけ出しその計算モデルを確立する。対象地域内におけるモデル地区の特徴を持つ面積もしくは被災家屋数の比率を利用することにより、モデル地区という限られた把握データから全体量を推計する。その結果に被災者の世帯数から推計した自助互助の作業量を加算することにより、対象災害における家屋片付け作業の全体量を推計することができる（図 2-1-2）。以下にて地震と水害について説明する。

##### a) 地震での作業全体量の推計

実際に災害ボランティアが活動した、災害種別、被災規模、被災地域の特徴を踏まえて、

災害 VC 作業管理データを用いて災害ボランティア作業量を算出した作業量に、地域住民が行う自助互助作業の量を加算することにより、その災害のために実施された片付け作業量が算出できる。本研究では、災害種別と被害規模、その地域における作業量の推計計算式の構築を行う。

データ生成と解析の手順は、図 2-1-10 の 5 つのステップで考察に必要なデータを作成する。作業全体の流れは以下である。災害 VC 作業管理データから、作業項目ごとの作業量を見積もり、さらに、自助互助作業全体に対するボランティアの作業量の比率などを考慮して、被害データを利用し被害レベルごとに作業量の全体量を推定する。災害 VC 作業管理データを用いて被災現地で実施された作業量と内容をグラフにより可視化し、地域ごとに、災害種別、被害規模と比較検討できる情報を生成する。対象家屋ごとに実施された作業量と内容についての情報生成作業を行う。地震の場合は航空写真などから判読された被害データも利用する場合がある。地域人口などの情報から自助互助の作業量を推計し災害ボランティア作業量に加算し、モデル地区ごとに算出された作業量を用いて地域全体との比率を用いて、被災地全体の家屋片付け作業量を推計する。災害ボランティアは平日と週末にて参加人数が変動する傾向があるため、長期間にわたる作業量・作業内容の推移を把握するために、作成したグラフでは月曜日から日曜日までの 1 週間を単位としている。

#### b) 水害での作業全体量の推計

同様に、災害 VC 作業管理データから、作業項目ごとの作業量を見積もり、さらに、自助互助作業全体に対するボランティアの作業量の比率などを考慮して、被害データを利用し被害レベルごとに作業量の全体量を推定する。水害の場合は国土地理院などによる浸水判読データを基準にして地盤標高から算出した家屋の浸水深区分を用いて、被害区分による作業量と内容についての特徴を考察する。地域人口などの情報から自助互助の作業量を推計し災害ボランティア作業量に加算し、モデル地区ごとに算出された作業量を用いて地域全体との比率を用いて、被災地全体の家屋片付け作業量を推計する。

#### c) 作業量を算出する計算式

本研究では、地震と水害の予測式を一般化し、作業量  $W$  の予測結果を導き出すことが研究成果である。

$$W_{ij} = \alpha(i,j) = \alpha_{ij}H_i \quad [2-1]$$

$\alpha$  : 作業量算出係数

$i$  : 被害区分

$j$  : 作業内容

$H_i$  : 各被害区分の被災家屋数

なお、本研究の段階では完全に一般化まではできていないが、解析事例と同様の災害と仮定すればほかの災害についても作業量の予測が可能となる（図 2-1-11）。

#### d) 推計結果の妥当性検証

推計した結果の妥当性を検証するため、ほかの手段で推計した数値を用いて比較を行う。本研究においては、茨城県常総市の水害にて、行政が把握している災害ゴミの量から全体の作業量を大まかに予想する手法との比較を行っている。

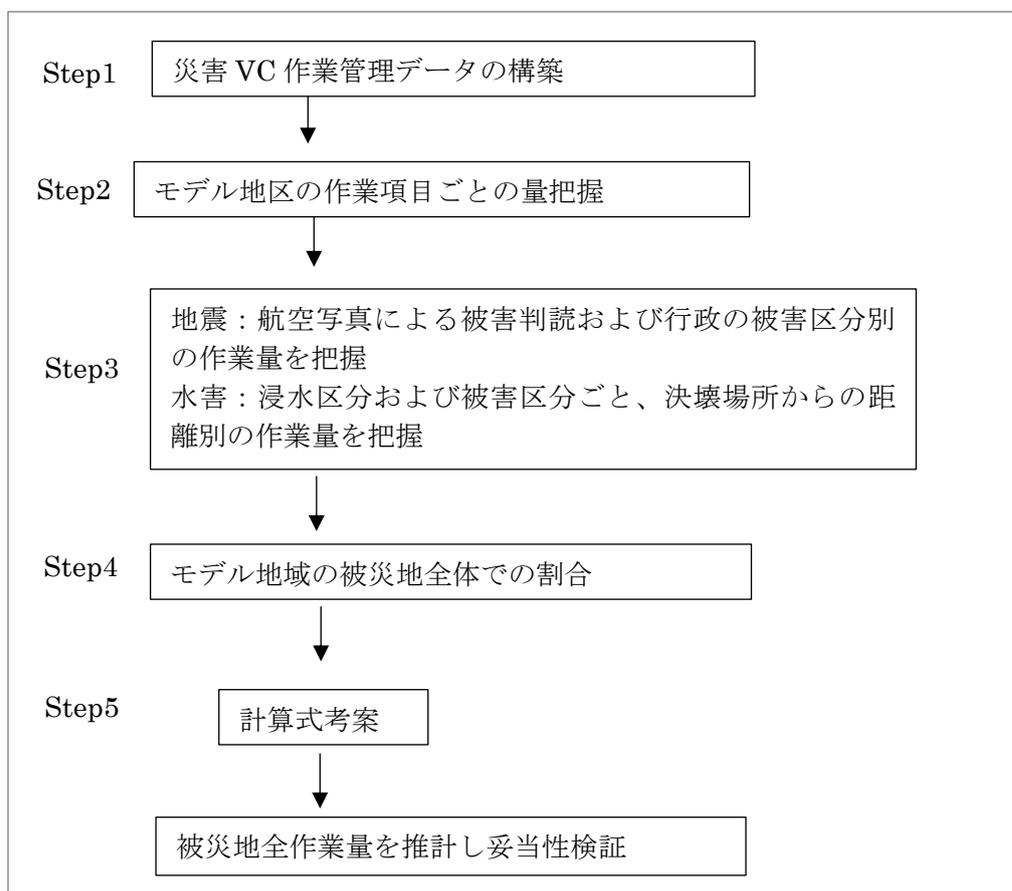


図 2-1-10 解析フロー

#### 2.1.7. 推計手法C（地域全体、作業内容ごと）

推計された全体量がわかると、災害 VC 作業管理データにて判明している作業内容の割合を使って地域全体での作業内容ごとの作業量を割り出すことも可能となる。

#### 2.1.8. 作業量算出係数 $\alpha$ と繁忙期間T

被害区分ごとに1,000棟あたりの作業量を算出する係数 $\alpha$ とその災害での各被害区分の被災家屋数を掛け合わせるにより各被害区分の作業量を予測できる式を考案する。この作業量算出係数 $\alpha$ には、災害種別と被害状況、災害 VC が運営されている繁忙期間 T、特徴のあるモデル地区における被害区分ごとの作業内容と量の関係性が含まれている。この作業量算出係数 $\alpha$ を利用し、各被害区分を i とした場合、 $\alpha_i$  と  $T_i$  を利用し、本研究で推計した 4 事例を参照にして別の災害での被害区分ごとの作業量  $W_i$  について予測することができる。

また、作業内容を  $j$  とした場合、 $\alpha_{ij}$  と  $W_{ij}$  についても予測することが可能となる。

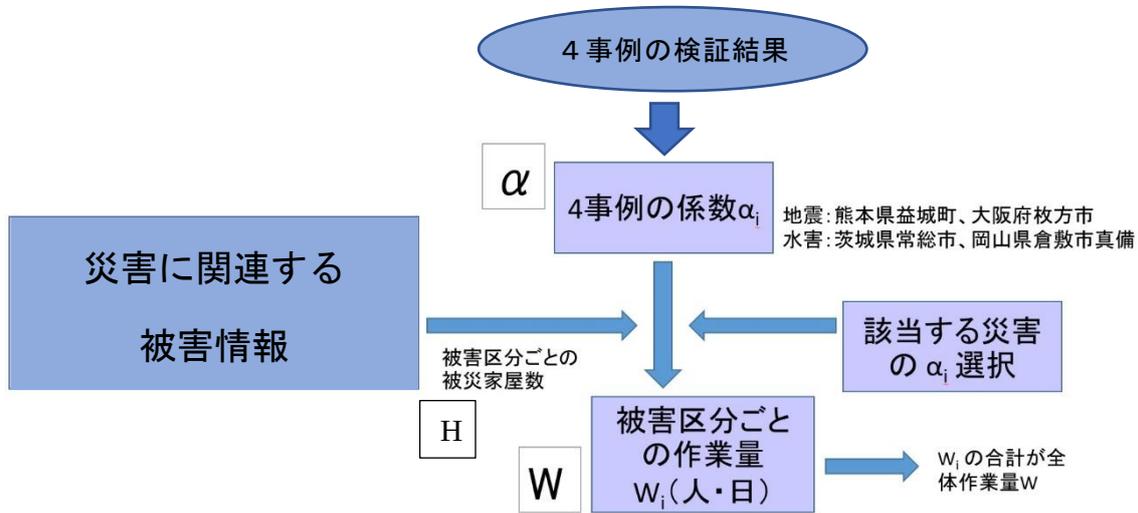


図 2-1-11 推計式の一般化フロー

## 2.2. 事例解析

推計手法を用いて、4つの災害事例について作業量の推計を実施した。地震災害としては、2016年熊本地震の熊本県益城町、2018年大阪府北部の地震の大阪府枚方市。水害としては、2015年関東・東北豪雨の茨城県常総市、平成30年7月豪雨（西日本豪雨）の岡山県倉敷市真備である。それぞれ、小規模都市の甚大な直下地震、大規模都市の直下地震、東京圏にある小規模都市の甚大な水害、地方の小規模都市の甚大な水害の特徴を持っている。

### 2.2.1. 熊本地震\_熊本県益城町

#### a) 熊本地震における益城町の概要

##### 1) 災害の諸元

2016年熊本地震における益城町の被害と回復の特徴は町ホームページ資料「平成28年熊本地震益城町震災記録誌」<sup>55)</sup>を参照すると以下である。被害範囲は町全域、熊本地震により、益城町の全住家の98.6%に当たる10,584棟が被害を受けた。店舗、事業所、田畑、町本庁舎や総合体育館をはじめとする公共建築物、道路、橋梁インフラが大きな被害あり。人的被害は、45名が亡くなる(直接死20名、関連死25名)。また、135名が重傷、31名が軽傷。被害金額は、町全体で38億4,400万円。災害ボランティアセンター作業は約1年間継続、平成28年4月17日から平成29年4月22日まで、全国から延べ36,378人の方々ボランティアとして、益城町の復旧、復興に参加した。2022年現在の回復状況は、空き地目立つ、新築建て替え3割、町内の被災宅地832件の復旧工事が行われた。発災前、益城町人口は増加傾向であったが、地震発生後は町外への人口流出進む。地震直前(平成28年3月末)と発災3年後(平成31年3月末)を比較すると、人口は4.8%(1,662人)減少。借入金発災前よりも2倍に増加し、5年経ても3割が返済できていない。熊本県全体で地震から5年間で地震保険支払額3,883億円である。

## 2) 250mメッシュデータを利用した熊本地震の災害ボランティア作業概観

2016年熊本県益城町においてデータとして定量化されている災害ボランティア作業量の実測値<sup>56)</sup>を利用し、被災地での片付け作業の実態を把握することを試みた。世界測地系の5次メッシュである250mメッシュにより1メッシュ内の作業場所数を合計し、色分けによる可視化を行った。250mメッシュでの可視化理由としては前述しているように個人情報に抵触しない、地域の傾向を把握する分解能、ほかの研究の250mメッシュデータと比較検討するためである。

益城町は役場周辺から県道に沿って東西に市街地があり、町の南側にある山裾に沿って農業や林業に従事する住民が多い地区が分布している。図2-2-1-1と図2-2-1-2は熊本地震の前震と本震の面的震度分布図<sup>57)</sup>である。

建物被害判読<sup>58)</sup>の250mメッシュでの分布状況との比較ができる。図2-2-3は、航空写真被害判読による250mメッシュ内にある被害が判読された棟数を色分けしている。図2-2-1-4は、災害VCから派遣された対象家屋の250mメッシュ内にある棟数を色分けしている。建物被害度合(図2-2-1-3)の赤色着色部の甚大被害地区よりも、繁忙期(5月)の災害ボランティア作業個所数度合(図2-2-1-4)の黒色着色部で示されている周囲を囲む半壊から一部損壊の被害分布が大きい地区の方が相対的に災害ボランティアの作業量が多い傾向があることがわかる。この地区は2016年10月まで安定して災害ボランティア作業が継続されている。発災から半年以上も支援が継続要請されている。

家屋被害判読から読み取れる甚大被害の場所では、災害ボランティアによる家屋片付け作業は少ない。これは被災により全壊しているなど危険な状況の家屋に対しては災害ボランティアの作業が実施されないためである。逆に、その周辺を囲うような地域では災害ボランティアの作業量が多い。これは建物躯体の破損はそれほどでもないが、屋内や付帯設備の被害が多く発生し、災害ボランティアでも作業可能な案件がより多く発生しているからと推測できる。

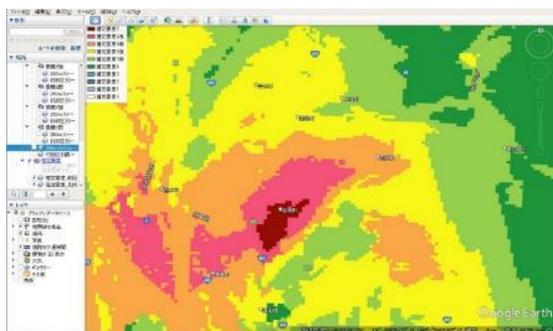


図 2-2-1-1 益城町 4/14 前震推定震度分布

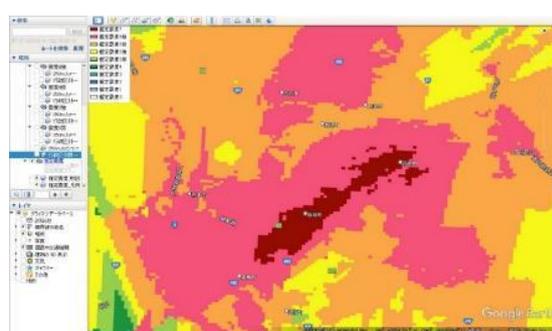


図 2-2-1-2 益城町 4/16 本震の推定震度分布

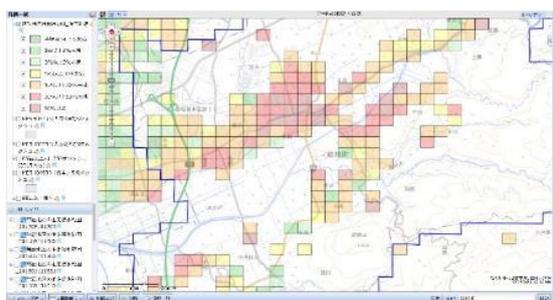


図 2-2-1-3 益城町建物被害調査データ

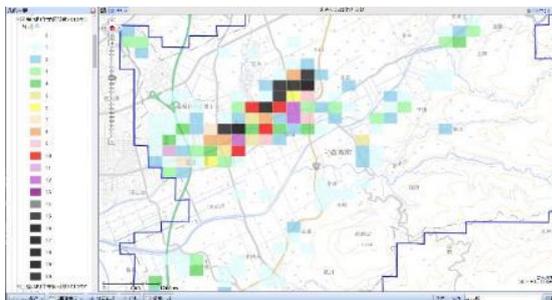


図 2-2-1-4 2016年5月ボランティア作業個所

b) 熊本地震における益城町での家屋片付け作業解析

1) 地震被害による建物の被害判定

本研究では、災害ボランティアセンターの管理データを基に、家屋の被害状況と比較して災害後の家屋片付け作業の量と作業内容について実態調査を行った。航空写真目視判読にもとづく 2016 年熊本地震による建物被害調査<sup>7)</sup>の被害区分 LEVEL を参照し、本研究での指標区分として利用できるように再評価した。既存の被害区分 LEVEL と、本研究で扱う指標区分の関係性を以下のように取りまとめる。

航空写真判読による建物の被害区分は内藤・他(2018)<sup>58)</sup>に基づく。LEVEL1 は上空からの判読では被害なし、LEVEL2 は屋根瓦の一部崩落またはブルーシートが屋根面積の半分以下、LEVEL3 は屋根瓦の大部分が崩落または壁面落下またはブルーシートが屋根面積の半分以上、LEVEL4 は建物が傾斜・ズレねじれが確認できるまたは高さが本震前後で 3m 以上変化している。

本研究では表 2-2-1-1 のように「本研究の被害区分」として指標区分を再評価した。なお、判読写真前後で家屋の突合不可もしくは小規模建屋のため判読されないものを本研究では新たに区分した。

表 2-2-1-1 航空写真判読による被害区分と本研究の区分対比

航空写真判読による被害区分	区分内容	本研究の被害区分	本研究の被害区分内容
—	—	被害区分 0	被害区分で評価されなかった堅硬な建物
LEVEL 1	上空からの判読では被害なし	被害区分 1	屋内被害などがある軽微な家屋被害
LEVEL 2	屋根瓦の一部崩落またはブルーシートが屋根面積の半分以下	被害区分 2	航空写真判読による被害区分と同じ
LEVEL 3	屋根瓦の大部分が崩落または壁面落下またはブルーシートが屋根面積の半分以上	被害区分 3	航空写真判読による被害区分と同じ
LEVEL 4	建物が傾斜・ズレねじれが確認できるまたは高さが本震前後で 3m 以上変化している	被害区分 4	航空写真判読による被害区分と同じ

2) 益城町の調査対象地域と災害ボランティア作業の実測データ

調査対象として、図 2-2-1-5 のように益城町役場があり主要県道沿いに建物が集中している市街地地区と、町の南側の山際を通る国道 433 号沿いに散在する中山間部の集落の 2 地区について調査を実施した。市街地地区とは、熊本空港や構想区道路などインフラの充実と熊本市の人口増加に伴う衛星都市として発展した町の中心部。新しく住み始めた世帯の割合が多い。また益城町では活断層が地表に現れている場所でもあり、激しい地震動に見舞われた家屋が多い。中山間部とは、熊本市の衛星都市的な役割を担う前から農林業で生計を立てる世帯が古くから居住している地域である。この 2 つを比較する理由は、「市街地」「南部山際」を益城町でのモデルとし、調査していない地域に対してもモデルを用いて推計できるようにするためである。なお 100m 以上集落が切り離されている条件を地区境界とし、以下の図の赤色破線の 2 つのエリア内の青色で囲ったメッシュ内の家屋について災害ボランティアが行った片付け作業の実態を把握した。表 2-2-1-2 は、作業内容ごとの作業

棟数と作業人数、実施日数である。市街地と南部山際について作成した。災害ボランティアの参加数であるが、事前申し込みおよび当日にボランティア参加を申し込んだ人を、被災住民からの要請に応じた希望人数に可能な限り事前調整（マッチング）して、被災住民のもとへ派遣している。なお、作業に不適切な服装や低年齢などを理由に参加を断ったケースは、この表の数値には反映されていない。本研究では年齢条件などは考慮せず 1 人につき同じ作業量であると仮定した。本研究では災害 VC から派遣される災害ボランティアはあくまでも 1 人で同じと仮定として計算している。当然、人により作業を処理する能力に違いが発生する。この誤差に関する精度の改善は今後の課題とする。

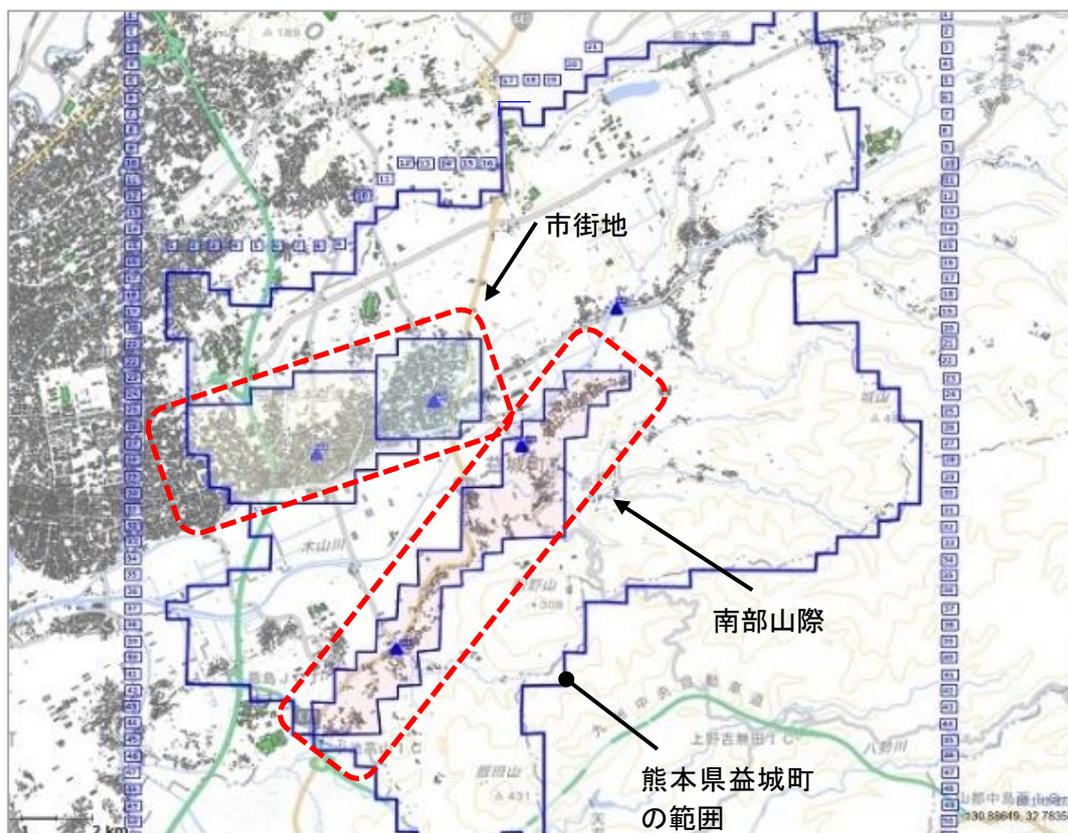


図 2-2-5 調査対象地域

表 2-2-1-2 詳細作業内容別の作業人数と実施日数（データ未入力による不明人数もある）

地区			被害区分0		被害区分1		被害区分2		被害区分3		被害区分4	
			市街地	南部山際								
屋内作業	屋内清掃	棟数	1	0	9	0	2	1	0	1	2	0
		人数	NA	0	42	0	18	4	0	4	10	0
		日数	1	0	5	0	2	1	0	1	2	0
	屋内片づけ	棟数	1	0	60	3	26	3	23	2	13	4
		人数	NA	0	232	34	109	8	113	6	84	16
		日数	1	0	12	3	14	2	12	2	10	4
	屋内修理	棟数	0	0	2	0	1	0	3	0	0	0
		人数	0	0	2	0	NA	0	9	0	0	0
		日数	0	0	2	0	1	0	2	0	0	0
	荷物運び出し	棟数	3	0	43	10	22	8	36	3	27	4
		人数	5	0	216	31	65	42	200	4	72	33
		日数	2	0	11	9	9	5	15	3	13	4
	貴重品取り出し	棟数	0	0	2	2	2	1	7	0	20	4
		人数	0	0	5	6	NA	10	18	0	1(NA)	15
		日数	0	0	2	1	2	1	5	0	12	4
	事務作業	棟数	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
		人数	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0
		日数	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
屋外作業	屋外清掃	棟数	0	0	9	1	4	0	2	0	8	0
		人数	0	0	42	4	14	0	10	0	23	0
		日数	0	0	6	1	4	0	2	0	6	0
	屋外片づけ	棟数	8	0	42	5	39	8	71	11	61	5
		人数	23	0	204	11	208	65	395	45	549	65
		日数	7	0	11	4	14	4	17	8	15	3
	屋外修理	棟数	0	0	19	0	19	2	62	7	12	2
		人数	0	0	44	0	48	NA	102	21	19	NA
		日数	0	0	9	0	12	2	15	5	8	2
	解体	棟数	0	1	42	3	26	4	23	2	19	2
		人数	0	4	281	12	165	15	147	7	107	17
		日数	0	1	13	3	8	3	8	2	9	2
	重機作業	棟数	0	0	1	0	0	0	2	0	4	0
		人数	0	0	NA	0	0	0	NA	0	13	0
		日数	0	0	1	0	0	0	2	0	4	0
	設備設置	棟数	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
		人数	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
		日数	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
運搬	ごみ置き場へ運搬	棟数	1	1	27	2	14	2	40	3	3	1
		人数	NA	6	136	9	48	10	190	10	15	NA
		日数	1	1	10	2	6	2	11	3	2	1
	引っ越し運搬	棟数	0	0	4	0	6	1	4	0	1	0
		人数	0	0	3	0	7	4	4	0	6	0
		日数	0	0	4	0	5	1	4	0	1	0
公的作業	役場手伝い	棟数	0	1	22	0	0	0	1	0	1	0
		人数	0	18	267	0	0	0	NA	0	NA	0
		日数	0	1	11	0	0	0	1	0	1	0
	避難所	棟数	82	23	115	19	0	0	1	0	3	0
		人数	514	80	1479	154	0	0	6	0	16	0
		日数	17	5	11	5	0	0	1	0	2	0
	高齢施設	棟数	1	34	0	11	0	0	0	0	0	0
		人数	20	155	0	37	0	0	0	0	0	0
		日数	1	7	0	4	0	0	0	0	0	0
その他	その他	棟数	3	0	8	0	2	0	4	0	2	0
		人数	16	0	15	0	6	0	11	0	NA	0
		日数	2	0	6	0	2	0	2	0	2	0

c) 災害ボランティア作業実態調査結果のまとめ

1) 対象地区と町全体の建物被害の特徴

益城町内の被害区分 0~4 の棟数についてまとめた。本研究で判読されている非住家を含む建物棟数全体は 19,169 棟であり、表 2-2-1-3 と図 2-2-1-6 のように、被害区分 0~2 については、市街地が 45%から 50%を占める。しかし、被害区分 2 でその割合が増加し、3 と 4 で

は70%まで増加する。南部山際は被害区分0から4までほぼ10%の割合で安定している。

この結果から、南部山際はどの被害区分レベルも同じ割合で存在している傾向があり、市街地ではより重度の家屋被害が存在している地区であることがわかる。

表 2-2-1-3 益城町内の被害区分0～4の総数

	市街地 (棟)	南部山際 (棟)	残りの地区 (棟)	合計 (棟)
被害区分0	1,224	271	1,214	2,709
被害区分1	4,862	1,446	4,194	10,502
被害区分2	1,480	410	913	2,803
被害区分3	1,175	207	338	1,720
被害区分4	1,041	186	208	1,435
合計	9,782	2,520	6,867	19,169

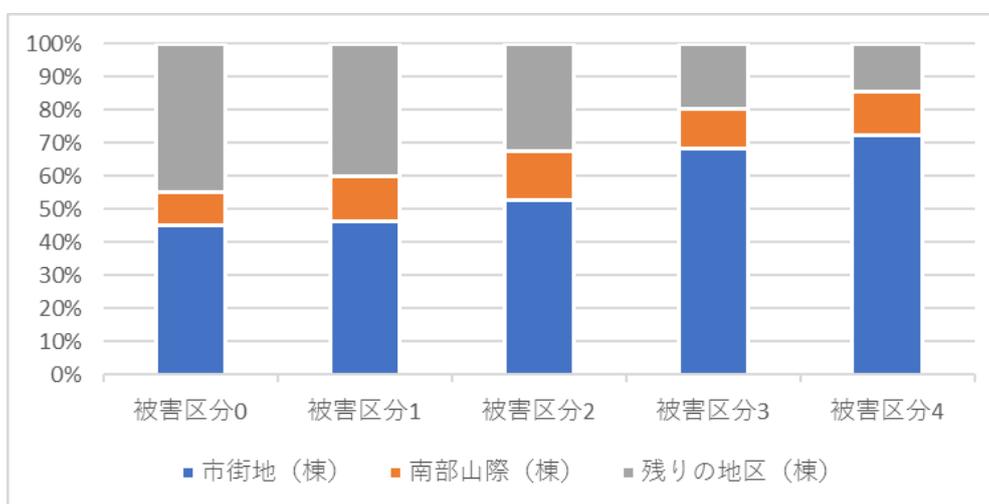


図 2-2-1-6 市街地と南部山際とそのほか地区の被害区分0～4の割合

## 2) 2つの地区での災害ボランティア作業量

災害ボランティアの作業について、作業項目を屋内作業、屋外作業、運搬、公的作業、その他の5つにまとめたグラフを作成し、作業の累積合計の時系列変化と比較した。なお一部の南部山裾のグラフは縦軸の最大値を調整し視覚的に強調している(図 2-2-1-7～図 2-2-1-11)。その結果、南部山際は市街地に比べて被害区分3では、屋外作業(赤色)の割合が多く、屋内作業(青色)が少ない傾向が見られるようである。

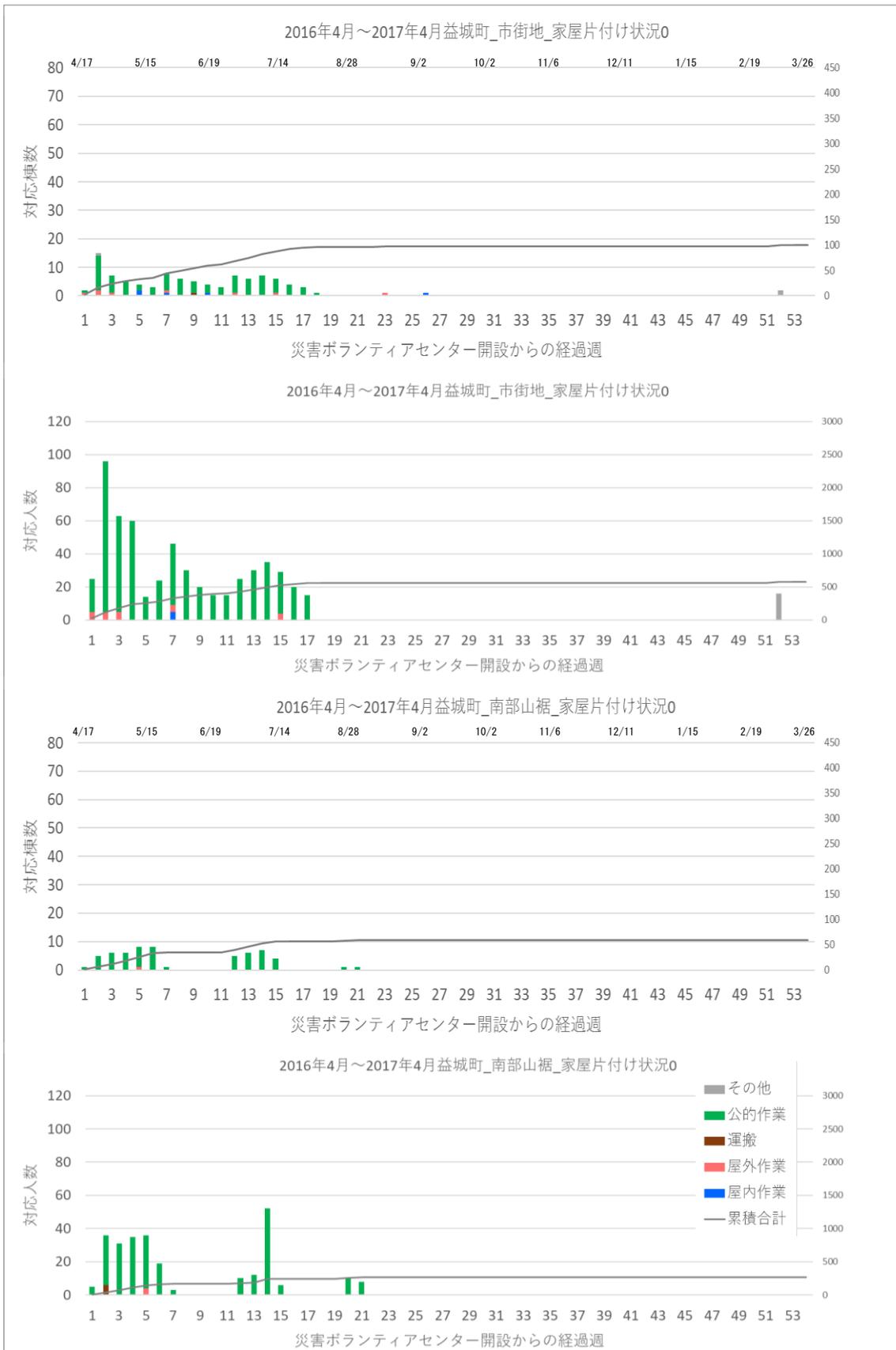


図 2-2-1-7 被害区分 0 の対応棟数と対応人数（上 2 つが市街地、下 2 つが南部山際）

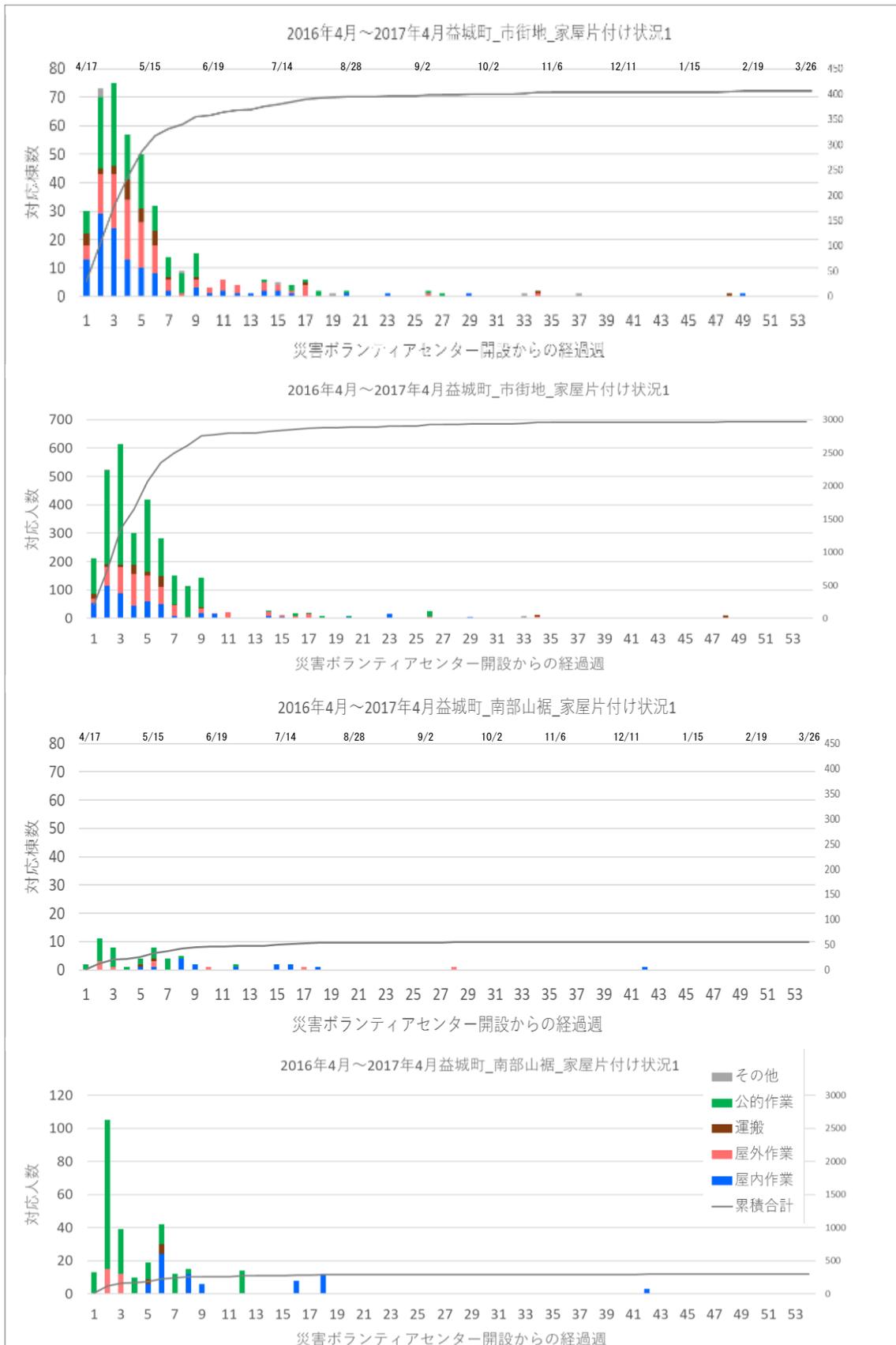


図 2-2-1-8 被害区分 1 の対応棟数と対応人数（上 2 つが市街地、下 2 つが南部山際）

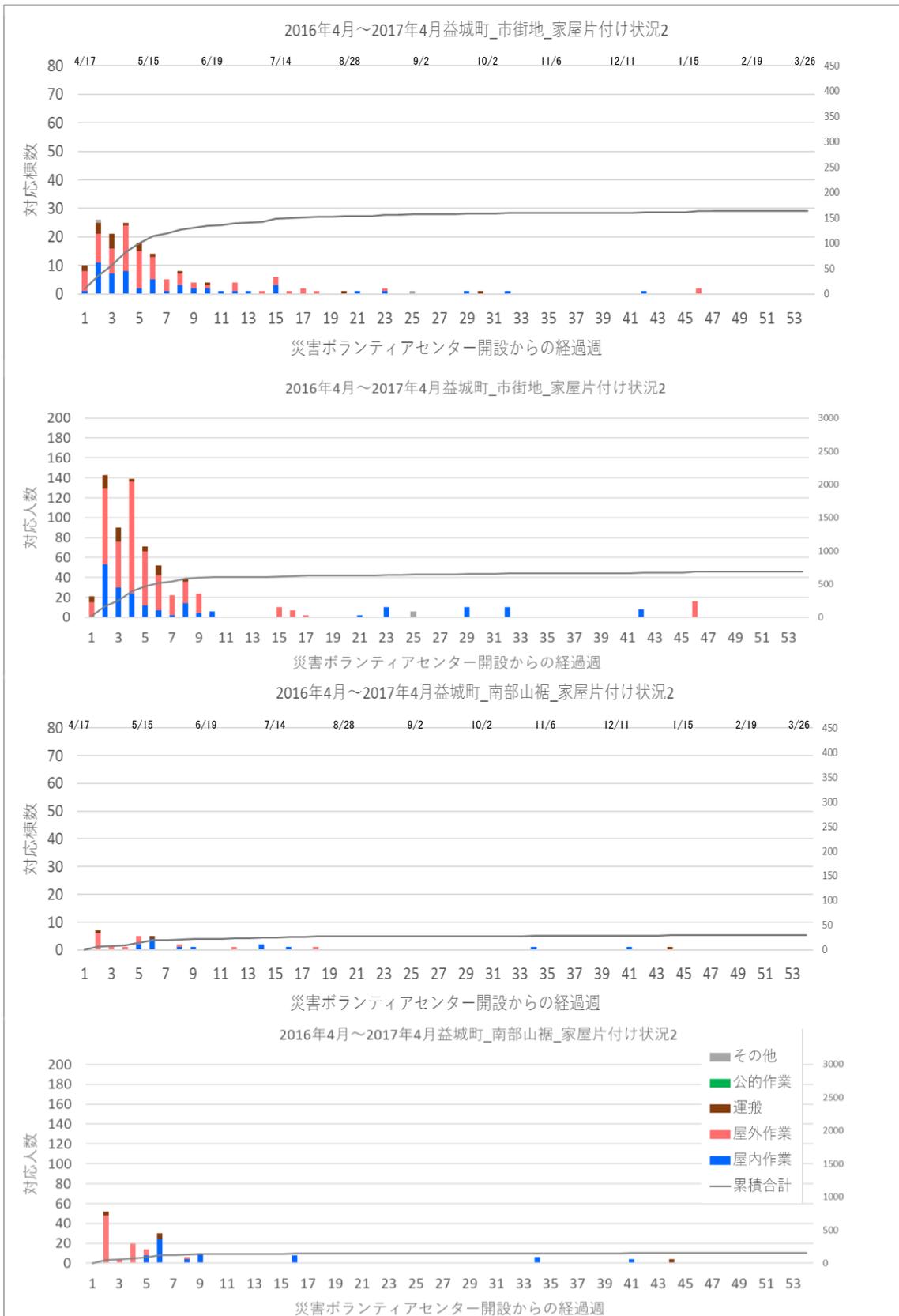


図 2-2-1-9 被害区分 2 の対応棟数と対応人数（上 2 つが市街地、下 2 つが南部山際）

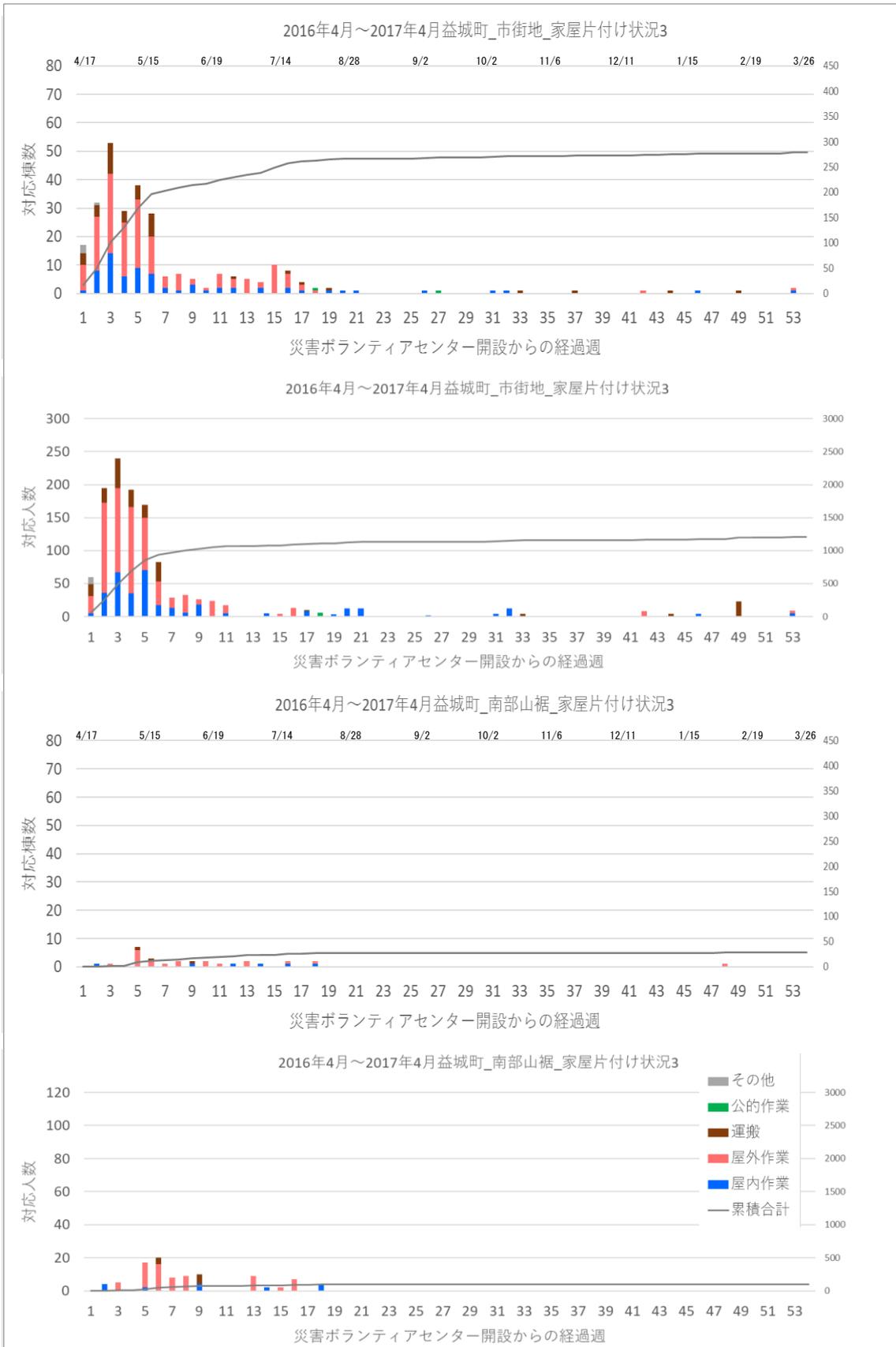


図 2-2-1-10 被害区分 3 の対応棟数と対応人数（上 2 つが市街地、下 2 つが南部山際）



### 3) 特徴から推定される地区の特性

グラフからは読み取りにくい作業の詳細特徴について記述する。

被害区分0は、対象とする延べ棟数が、市街地で100棟、南部山際で59棟であり、地区別の棟数比較では約2:1である。特徴としては、2017年4月の「その他」は復興祭りの手伝い、南部山際地区は6月に避難所等の作業が無い、南部山際地区は屋外も屋内も片付け作業がほぼ無い（5月16日の週に解体作業が1件ある）。

被害区分1は、対象とする延べ棟数が、市街地で403棟、南部山際で56棟であり、地区別の棟数比較では約8:1である。7月18日～8月14日に2つ目の作業量増加の小さな山がある。特徴としては、市街地は4月21日～5月29日まで屋内作業発生率が高く南部山際は6/5までの期間に屋内作業がほぼない。

被害区分2は、対象とする延べ棟数が、市街地で162棟、南部山際で30棟であり、地区別の棟数比較では約5:1である。南部山際では5月16日の週まで屋内作業が発生していないだけであり作業自体が無いわけではない。また屋外作業も初期の4月25日の週にのみ集中している。特徴としては、延べ数に大きな差（5倍）があるが、南部山際では発災後初期に屋内作業がほぼ発生していない。

被害区分3は、対象とする延べ棟数が、市街地で279棟、南部山際で29棟であり、地区別の棟数比較では約10:1である。6月から7月にかけて小さめのグラフの山が見られる。特徴としては、南部山際では屋内作業がほとんど無い。

被害区分4は、対象とする延べ棟数が、市街地で180棟、南部山際で22棟であり、地区別の棟数比較では約9:1である。6月から7月にかけて小さめのグラフの山が見られる。特徴としては、市街地では屋外作業が多いが5月29日までは屋内作業も見られる。南部山際では屋内作業として貴重品取り出しの作業が少量発生している。

比較から判明した大きな特徴と2地域の違いは以下である。延べ数に大きな差（2～10倍）があるが、南部山際では発災後初期に屋内作業がほぼ発生していない。なお、被害区分0で作業対象にしている建物は、新しい堅硬な建物である公民館などの避難所である。また、被害区分1の被害が軽微な建物として益城町保健福祉センター（2013.3 竣工）や高齢福祉施設、小中学校の校舎と体育館が同様に避難所として利用されている。

#### d) 災害ボランティア作業から推計できる家屋片付け作業量

##### 1) 推計式と基礎データ

家屋片付け作業量の推定の可能性について考察する。家屋世帯数とボランティア作業量の関係性から全体量を推計する計算式を作成する。次に、建物被害判読区分から益城町全体の作業総量を推計し災害ボランティア人数と被災人口と比較し妥当性を検証する。

災害ボランティアの作業がカバーしているのは、自助互助による作業では量的に対処できない部分、および自助互助では質的に対処できない部分であると考えられる。なお、質的とは、例えば重機を使う作業や、高所作業、解体作業、修理作業など高度な技術が必要な作業である。避難所や役場手伝い作業は家屋片づけ作業ではないため、別途作業人数を推計する必要があるため、今回は推定する作業内容から除外する。

実測の災害ボランティア作業量を利用し、地域で災害ボランティアが対処しなかった残りの被害区分ごとの建物数の割合をかけたものを希望的災害ボランティア作業量とした。つまり、希望的災害ボランティア作業量から実測の災害ボランティア作業を引いた人工が不足している災害ボランティア量と想定した。 $N_i$ は各被害区分での災害ボランティア必要人数（人・日）。 $S_i$ は不足していると想定できる災害ボランティア人数（人・日）。

$$N_i = L_i \cdot M_i / H_{v_i} \quad [2-2]$$

$$S_i = N_i - M_i \quad [2-3]$$

$i = 0 \sim 4$  : 被害区分

$M_i$  : 各被害区分での実測のべ人数 (人・日)

$L_i$  : 各被害区分の棟数 (棟)

$H_{v_i}$  : 作業対応棟数 (棟)

上記の計算に、自助互助の参加人数を加算する必要がある。県社協、市社協を対象としてヒアリングを実施し、社協職員が現地で得た経験から自助互助の人数は 2 名程度であると推定した。また、中山間地では災害ボランティアに依頼せずに自分たちで作業を行っている割合も高い傾向があるとの事である。

自助互助で多く作業を行った作業期間として、前震発災後の 4 月 15 日から災害ボランティア作業の繁忙時期からお盆明けおよび夏季休暇が終了する 8 月末 (20 週目) とする。また、本研究で対象としている建物数は非住家も含まれているため、本研究ではあくまでも仮にはあるが建物数に 1/3 の補正係数を導入することとする。お盆や正月、夏季休暇や大型連休などによる参加人数変動の考慮は今後の課題とする。 $C_i$  は被害区分での自助互助の作業人数 (人・日)。

$$C_i = 2 \cdot L_i / 3 \cdot D \quad [2-4]$$

$D$  : 作業期間 (4/15~8/31 : 139 日間) (日)

この作業人数を加算した合計が被災地の家屋片付け作業全体量  $W$  と推定する。

$$W_i = N_i + C_i \quad [2-5]$$

$$W = \sum_{i=0}^4 W_i \quad [2-6]$$

$W_i$  : 各被害区分で必要とされた総作業人数 (人・日)

$W$  : 対象地域全体で必要とされた総作業人数 (人・日)

e) 災害ボランティア作業から推計できる家屋片付け作業量

1) 災害ボランティア作業による支援割合

以下の表 2-2-1-4 にて各作業内容に関わった作業量を示す。表 2-2-1-5 では、調査地区内の全体棟数と作業棟数の割合をまとめた。市街地において、被害区分 0 では公的作業が地域全棟数のうち 6.8%程度を支援している。また被害区分 2 では屋外作業が 5.9%、被害区分 3 では屋内作業を 5.9%と屋外作業を 13.6%、被害区分 4 では屋内作業を 6.4%、屋外作業を 10%支援している。南部山際において、被害区分 0 で公的作業が対象棟数の 21.4%を支援している。また被害区分 3 では屋外作業を 9.7%、被害区分 4 では屋内作業を 6.5%支援している。また、以下の作業内容は災害ボランティアによる支援作業が不足していた可能性がある。市街地において、被害区分 0 と 1 と 3 では運搬が 0.08~0.64%であり支援割合がとても低い。南部山際においては、のきなみ支援割合が 1%以下のものが多く支援不足であった

とも考えられるが、市街地に比べて自助互助で対処していた可能性もある。

## 2) 市街地と南部山際の推計結果

推計式を用いて算出した結果、市街地では本来であれば 417,759 人が、当時、全ての被災した建物に対して災害ボランティアを派遣できれば希望的な量であったと推定した。実際に作業した災害ボランティア作業量 Mu は 48,428 人であり、希望的量の約 11%の支援割合である。自助互助の作業量 906,465 人に対しては、約 5%の支援割合となる。表 2-2-1-6 に被害区分ごとの推計値を記す。

南部山際では本来であれば 42,170 人が、当時、全ての被災した建物に対して災害ボランティアを派遣できれば希望的な量であったと推定した。実際に作業した災害ボランティア作業量 Mm は 2,090 であり、希望と考える量の約 5%の支援割合である。自助互助の作業量 233,520 人に対しては、約 1%の支援割合となる。表 2-2-1-7 に被害区分ごとの推計値を記す。添字 u は市街地、m は山際を意味する。

表 2-2-1-4 作業内容別の作業人数と実施日数

地区			被害区分0		被害区分1		被害区分2		被害区分3		被害区分4	
			市街地	南部山際	市街地	南部山際	市街地	南部山際	市街地	南部山際	市街地	南部山際
屋内作業	屋内清掃	工数(人・日)	NA	0	210	0	36	4	0	4	20	0
	屋内片づけ	工数(人・日)	NA	0	2784	102	1526	16	1356	12	840	64
	屋内修理	工数(人・日)	0	0	4	0	NA	0	18	0	0	0
	荷物運び出し	工数(人・日)	10	0	2376	279	585	210	3000	12	936	132
	貴重品取り出し	工数(人・日)	0	0	10	6	NA	10	90	0	NA	60
	事務作業	工数(人・日)	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0
	屋外作業	屋外清掃	工数(人・日)	0	0	252	4	56	0	20	0	138
屋外片づけ		工数(人・日)	161	0	2244	44	2912	260	6715	360	8235	195
屋外修理		工数(人・日)	0	0	396	0	576	NA	1530	105	152	NA
解体		工数(人・日)	0	4	3653	36	1320	45	1176	14	963	34
重機作業		棟数	0	0		0	0	0		0	52	0
設備設置		工数(人・日)	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
運搬	ごみ置き場へ運搬	工数(人・日)	NA	6	1360	18	288	20	2090	30	30	NA
	引っ越し運搬	工数(人・日)	0	0	12	0	35	4	16	0	6	0
公的作業	役場手伝い	工数(人・日)	0	18	2937	0	0	0	NA	0	NA	0
	避難所	工数(人・日)	8738	400	16269	770	0	0	6	0	32	0
	高齢施設	工数(人・日)	20	1085	0	148	0	0	0	0	0	0
その他	その他	工数(人・日)	32	0	90	0	12	0	22	0		0
		公的作業除く合計(人・日)	203	10	13394	489	7346	569	16033	537	11452	485
		公的作業のみ(人・日)	8758	1503	19206	918	0	0	6	0	32	0
		総数(人・日)	8961	1513	32600	1407	7346	569	16039	537	11484	485

表 2-2-1-5 市街地と南部山際の作業を実施した棟数と地区総棟数の割合

		市街地			南部山際		
		作業のべ棟数	総数	割合	作業のべ棟数	総数	割合
被害区分0	屋内作業	5	1,224	0.41%	0	271	0.00%
	屋外作業	8	1,224	0.65%	1	271	0.37%
	運搬	1	1,224	0.08%	1	271	0.37%
	公的作業	83	1,224	6.78%	58	271	21.40%
	その他	3	1,224	0.25%	0	271	0.00%
被害区分1	屋内作業	116	4,862	2.39%	15	1,446	1.04%
	屋外作業	114	4,862	2.34%	9	1,446	0.62%
	運搬	31	4,862	0.64%	2	1,446	0.14%
	公的作業	137	4,862	2.82%	30	1,446	2.07%
	その他	0	4,862	0.00%	0	1,446	0.00%
被害区分2	屋内作業	53	1,480	3.58%	13	410	3.17%
	屋外作業	88	1,480	5.95%	14	410	3.41%
	運搬	20	1,480	1.35%	3	410	0.73%
	公的作業	0	1,480	0.00%	0	410	0.00%
	その他	2	1,480	0.14%	0	410	0.00%
被害区分3	屋内作業	69	1,175	5.87%	6	207	2.90%
	屋外作業	160	1,175	13.62%	20	207	9.66%
	運搬	44	1,175	3.74%	3	207	1.45%
	公的作業	2	1,175	0.17%	0	207	0.00%
	その他	4	1,175	0.34%	0	207	0.00%
被害区分4	屋内作業	67	1,041	6.44%	12	186	6.45%
	屋外作業	104	1,041	9.99%	9	186	4.84%
	運搬	4	1,041	0.38%	1	186	0.54%
	公的作業	4	1,041	0.38%	0	186	0.00%
	その他	2	1,041	0.19%	0	186	0.00%

表 2-2-1-6 市街地における被害区分ごとの推計値 (人・日)

	被害区分0	被害区分1	被害区分2	被害区分3	被害区分4	合計
災害ボランティア必要人数 $N_u$	14,616	249,508	66,700	68,010	67,353	466,187
自助互助の作業人数 $C_u$	113,424	450,545	137,147	108,883	96,466	906,465
必要とされた総作業人数 $W_u$	128,040	700,053	203,847	176,893	163,819	1,372,652
不足していると想定できる災害ボランティア人数 $S_u$	14,413	236,114	59,354	51,977	55,901	417,759

表 2-2-1-7 南部山際における被害区分ごとの推計値 (人・日)

	被害区分0	被害区分1	被害区分2	被害区分3	被害区分4	合計
災害ボランティア必要人数 $N_m$	1,355	27,196	7,776	3,833	4,100	44,260
自助互助の作業人数 $C_m$	25,113	133,996	37,993	19,182	17,236	233,520
必要とされた総作業人数 $W_m$	26,468	161,192	45,770	23,015	21,336	277,781
不足していると想定できる災害ボランティア人数 $S_m$	1,345	26,707	7,207	3,296	3,615	42,170

### 3) 災害ボランティア作業量から推計された益城町の作業量

表 2-2-1-8 のように、2つの地区での被害区分棟数から作業量 W が推定できた。本研究では市街地は益城町の中では昭和後期以降に開発された新しい住宅密集地、中山間部はそれ以前から居住している集落としている。益城町全域を大きく市街地と中山間部の特徴に区分けすれば、地震被害におけるその町の家屋片付け作業のための総量を推計することが可能となる。

推定作業量は、市街地と南部山際を合わせて 1,190,503 人・日である。作業期間としている 139 日間で割ると、1日あたり 8,565 人である。

災害ボランティア数を地区全域に派遣できた場合の希望作業量 W は、市街地と南部山際を合わせて 1,650,433 人・日である。作業期間としている 139 日間で割ると、1日あたり 11,874 人である。

市街地と南部山際の 2つの地区での非住家を含む建物総数は 9,782+2,520=12,302 棟であり、1日当たり 8,500~12,000 人が家屋片付け作業を実施しているという数値は妥当性があると考えられる。

また、市街地では自助互助の5%程度を災害ボランティアが支援作業を行っており、南部山際では1%である。南部山際では支援による作業の割合が相対的に低く、地域の特性として外部支援に頼らない傾向があると考えられる。

表 2-2-1-8 各被害区分から推定とされた希望作業量 W (人・日)

		被害区分 0	被害区分 1	被害区分 2	被害区分 3	被害区分 4
市街地	建物数 (棟)	1,224	4,862	1,480	1,175	1,041
	推定作業量 W	128,040	700,053	203,847	176,893	163,819
南部山 際	建物数 (棟)	271	1,446	410	207	186
	推定作業量 W	26,468	161,192	45,770	23,015	21,336

### f) まとめと課題

本研究では、被害程度に対応した共助と自助互助作業量の全体量を見積ることを目的としている。定量化されたデータが存在している災害 VC 作業管理データをサンプルデータとして利用することにより、作業項目ごとの作業量を見積もり、さらに、自助互助作業全体に対する災害ボランティアの作業の比率などを考慮して、建物の被害レベルごとに作業量の希望的な全体量を推定した。この手法から導き出された結果を用いることにより、航空写真から判読される被害区分から、作業量の全体を推定可能になる。作業内容まで定量的に把握できるデータとして災害 VC 作業管理データを活用している。これによって2つのモデル地区での作業内容の傾向を把握することができた。災害ボランティアの作業内容は被災者からのニーズがもとになっており、そのモデル地区の自助互助の作業内容の傾向を表しているとみなせる。家屋解体など大規模な作業についてはわからないが、人の手で作業できる単純作業についての作業内容と量についての共助と自助互助の傾向は本研究の推計結果がある程度見積もることができたと考えられる。以下に、作業量の推計から判明したことをまとめる。

#### 1) 必要とされた作業量の見積もり

対象とした市街地と南部山際を合わせた作業量は 1,190,503 (人・日) であり、作業期間としている 139 日間で割ると、1日あたり 8,565 人である、また、災害ボランティア数を地区全域に派遣できた場合の希望的な作業量は、市街地と南部山際合わせて 1,650,433 (人・

日)となり、作業期間としている139日間で割ると、1日あたり11,874人であると推計された。また、市街地と南部山際の特徴比較としては、建物数に大きな差(2~10倍)があるが、南部山際では支援による作業の割合が相対的に低い傾向がある。自助互助により屋内の片付けなどの対処を行ったのではないかと推測される。

## 2) 回復できなかった本質的な理由と影響

8月末までの繁忙期に大掛かりな片付け作業がなされた後も、実際は自助互助による作業が継続実施されており、この継続されている片付け作業の長期化が本質的な不足量を示していると考えることができる。作業量を可視化したグラフにて被害区分1~3では9月以降も継続して作業が発生していることが1つの証拠になると推定できる。

## 3) 課題

災害ボランティアの作業量から推計できる家屋片付け作業量としては、一定の推計計算案を構築できた。しかし、災害ボランティアが対象としていない家屋、もしくは孤立集落など対象にできない地域の認識できない自助互助の作業量を計ることはまだ難しい。今後は認識できない作業量を推計することができる補正計算の確立が必要である。この手法の精度が高まれば、リアルタイム被害推定データ<sup>57)</sup>を利用することにより、災害発生後迅速に作業量の全体の推定が可能になる。

また益城町自体として、大都市ではない全国の地域と同様に、地域の人口減少とともに高齢化の課題がある。人口集中が見込まれる市街地では若い年齢層の増加も若干は見込まれるが、中山間部地域では高齢化が進む傾向がある。古くから住んでいる農家などでの災害への備えを今後も実施できるような町づくり計画など、持続可能な生活の観点では、基本的に自助により生活が維持できるレベルでの備えが必要である。以下は、益城町における人口の推移の現状である。総務省統計局<sup>59)</sup>の平成17年と平成27年の国勢調査による65歳以上人口の割合では、熊本県は0~29.9%だった値が20~49.9%に増加している。この年齢別人口変化は確実に地域の自助互助回復力の低下に関連している。益城町人口ビジョン2018年12月<sup>60)</sup>によると、熊本県益城町は2016年熊本地震発生までは人口増の傾向であったが、発災による人口減が著しい。2016年にマイナス1,300人程度の大幅な社会減となっている。未来を予測する場合は、推定計算手法の中に人口や年齢変動についても考慮する必要がある。

### 2.2.2. 大阪府北部の地震（大阪府枚方市）

災害事例として、2018年大阪府北部の地震の枚方市における災害ボランティアの作業量と作業内容についての実態について調査した。

#### a) 大阪府北部の地震における枚方市の概要

災害の諸元は以下である。平成30年6月18日7時58分に発生した大阪府北部を震源とする地震は、大阪府大阪市北区、高槻市、枚方市、茨木市、箕面市の5市区で震度6弱を観測し、京都府京都市、亀岡市など18の市区町村で震度5強を観測した(図2-2-2-1)。この地震による被害は、死者6名、重傷者62名、住家被害は全壊21棟、半壊454棟だった。

## b) 家屋片付け作業解析

災害発生後に実施される災害 VC 作業管理データ（図 2-2-2-2 と図 2-2-2-3）を活用し、災害ボランティアの作業総量を把握する。また作業内容の種別についても内訳量を区分けする。熊本地震では航空写真による家屋被害の判読が行われており、その手法を参考としている。被害区分ごとに作業量と作業内容について、月曜日で始まり週末の日曜日で終わる 1 週間の期間を単位とし、災害 VC が開設されてから閉所するまでの全期間をグラフで可視化した（図 2-2-2-4）。災害規模の特徴として、地震により 2 回連続で震度 7 が発生した益城町と比較すると枚方市は震度 6 弱以下の比較的軽微であり、地域特性として、熊本市に隣接している郊外の町である益城町と、大阪府で主要鉄道沿いの都市である枚方市という違いがある。なお、枚方市が概ね市街地区にて構成されているため、益城町の市街地区に近いと考えた。



図 2-2-2-1 大阪府北部の地震における推定震度の広域地図（平成 30 年 6 月 18 日）アイコンが各社協と災害 VC の場所（オレンジ色が震度 6 弱エリア、250m メッシュ情報）

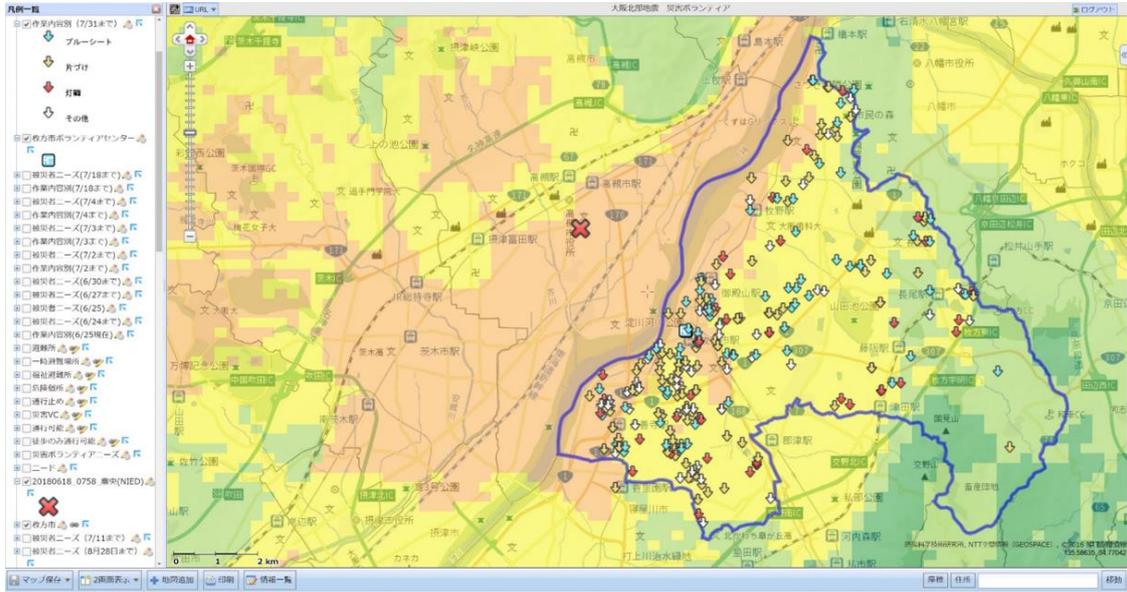


図 2-2-2-2 枚方市災害 VC 活動状況の管理マップ（6/27）表示ピンは支援活動の場所

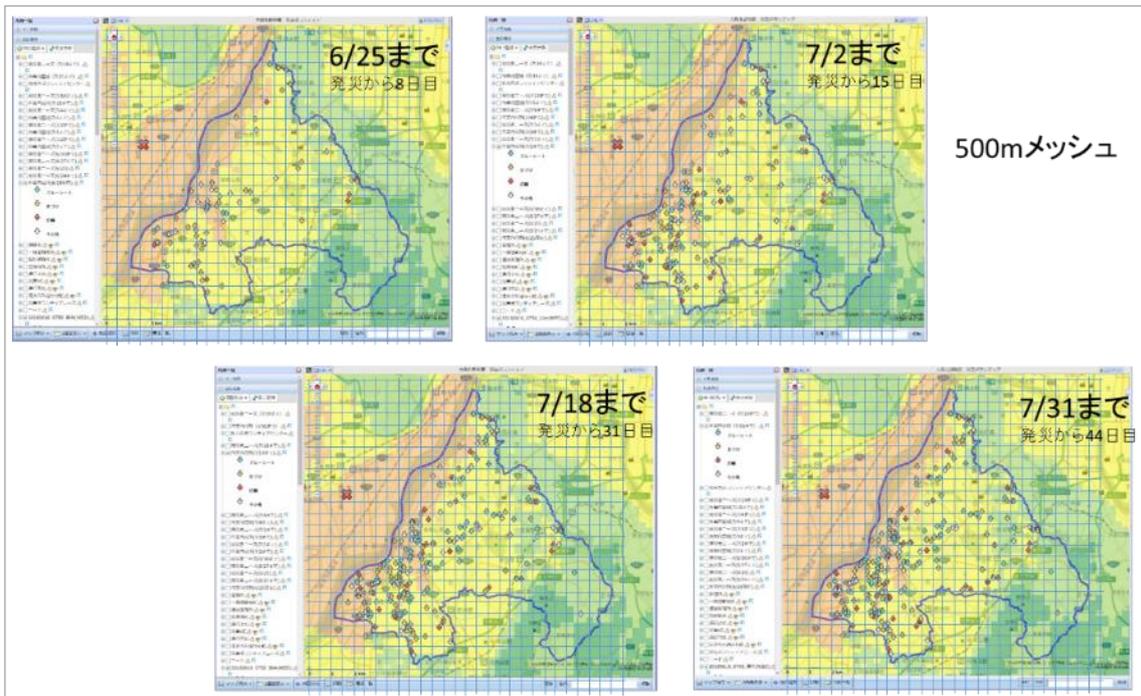


図 2-2-2-3 枚方市の災害ボランティア作業箇所の変遷

c) 調査結果のまとめと作業量の推計

大阪府北部の地震における枚方市は、一部損壊までの被害が発生した地震災害であった。よって、熊本地震における益城町の市街地と比較し、一部破損の被害区分 1 と、屋内のみの被害である被害区分 0 の 2 つの区分について作業量を推計した。

大阪府枚方市では、損害保険が利用された家屋の公表されている実績としてはほぼ一部損壊（18.1%）であり、半壊はその 10 分の 1（ $0.1+0.7+1.1=1.9\%$ ）のボリュームである。建物自体に住めなくなるような被害はほとんどなく、生活が中断された住民はいないと考え

られる。以下の表 2-2-2-1 では大阪府枚方市は一部損壊の割合がほとんどを占めていることがわかる。表 2-2-2-2 は当時、枚方市役所が公開していた人口等の情報である。



図 2-2-2-4 枚方市の被害区分 1 作業量と内容推移グラフ

表 2-2-2-1 大阪府北部の地震による地震保険の被災率（出展：損害保険料率算出機構）

JIS行政コード	都道府県名	市区町村名	被災率(%)					震度(参考)
			全損	大半損	半損	小半損	一部損	
27210	大阪府	枚方市	0.0	0.1	0.7	1.1	18.1	6弱
27211	大阪府	茨木市	0.1	0.3	2.4	3.3	36.9	6弱
27215	大阪府	寝屋川市	0.0	0.0	0.5	0.8	12.9	5強

表 2-2-2-2 大阪府枚方市の諸元（出展：枚方市）

年次	世帯数	人口総数	人口(男)	人口(女)	対前回	1世帯当り	人口密度
					人口増加	世帯人員	(1平方キロメートル当たり)
平成 22 年	163,983 世帯	407,978 人	195,570 人	212,408 人	3934%	2 人	6269 人/1 平方キロメ

よって、一部損壊（被害区分 1）は枚方市では 18.1%であり、家屋被害なし（被害区分 0）は  $100 - 18.1 - 1.9 = 80\%$  の割合で存在していると考えた。

なお、大阪府の 2018 年 11 月 2 日被害報告によると、枚方市では半壊が 10 棟、一部損壊が 5,831 棟との集計が公開されている。

損害保険の割合から計算すると、一部破損（被害区分 1）が 5,831 であるなら、家屋被害なし（被害区分 0）は 25,772 が存在していたと考えられる。つまり  $5,831 + 25,772 = 31,603$  世帯が家屋被害の有る無しに関わらず被災し家屋片付け作業が発生していたと考えられる。

枚方市災害 VC の報告によると活動した災害ボランティアの延べ人数は 800 人以上である。災害 VC 作業管理データによると対応したのべ家屋数は 307 棟である。

2018年の大阪府北部の地震にて枚方市では、被災者による自助互助の作業量は、益城町で利用した計算式を使うと  $31,603 \text{ 棟} \times 2 \text{ 人} \times 30 \text{ 日間} = 1,896,180 \text{ 人}$  となるが、枚方市の災害VCが30日間で閉所したことを考慮すると、被害区分0の家屋では、30日間も2名が作業を実施したとは考えられない。災害ボランティアの作業量グラフの変遷から読み取ると、一番の繁忙期は2週目であり、その後作業量は減少している。被災区分0の家屋では2週目までの片づけ作業であると考えた。

その結果を反映すると、一部損壊（被害区分1）では、 $5,831 \times 2 \text{ 人} \times 30 \text{ 日間} = 349,860 \text{ 人}$ 、家屋被害なし（被害区分0）では、 $25,772 \times 2 \text{ 人} \times 15 \text{ 日間} = 773,160 \text{ 人}$ 、よって、枚方市での繁忙期における共助と自助互助の家屋片付け作業量の総数は、以下となる。

$$800 + 349,860 + 773,160 = 1,123,820 \text{ 人}$$

16万世帯、人口40万人規模の市としては、ありえない数値ではない。このうち、共助による作業の割合は、0.07%ととても低いことがわかった。この理由としては、甚大な被害があまりないため自助互助による作業で何とかできると判断され、災害ボランティアの募集自体が必死に行われたわけではないこと、また、茨木市や高槻市などより被害が大きな市に災害ボランティアが割り振られたことが考えられる。また、前述しているように益城町と比べて被害規模が小さいため、自助互助の作業量が多めに算出されている可能性がある。小さな地震災害の場合は、1家屋当たり2人の作業員数ではなくより少ない妥当性のある数値を考えていきたい。

### 2.2.3. 平成27年9月関東・東北豪雨（茨城県常総市）

#### a) 茨城県常総市の概要とモデル地区

##### 1) 災害の諸元

常総市の被災地域は西を鬼怒川、東を小貝川に囲まれた幅約2kmの南北に細長い地域であり、国道294号線が南北に、国道354号線が東西に走っている。平地の低い部分には田畑が多く広がっているが、東西のやや地盤標高が高い地域には家屋が立ち並び、南端部の水海道地区には市役所がある。

豪雨における常総市での被害の特徴は平成27年常総市鬼怒川水害対応に関する検証報告書（平成28年6月13日）<sup>61)</sup>によると以下のようにまとめられる。鬼怒川では、常総市三坂町地先において約200mにわたって堤防が決壊したことにより、大規模な浸水被害が発生した。これにより、常総市の面積のおよそ3分の1にあたる約40km<sup>2</sup>が浸水した。決壊地点近くの建物は流失し、氾濫流によって地盤が侵食された。また、排水作業が実施されたにもかかわらず、宅地等の浸水が解消するまでにおよそ10日間を要した。このように、常総市における鬼怒川の氾濫では、建物流失、広域浸水、長期湛水といった特徴が見られた。この浸水被害により、常総市の災害対応の拠点となる常総市役所本庁舎が浸水し、非常用電源設備が屋外に設置してあったため、使用不能になるといった被害を受けた。鬼怒川水海道地点において観測史上最高水位を記録し計画高水位を超過した。図2-2-3-1の青色ラインは国土地理院により判読された浸水エリアである。また防災科学技術研究所による浸水深の現地調査<sup>62)</sup>が2015年当時実施されている（図2-2-3-2）。図2-2-3-3から図2-2-3-5は、被災地の状況である。

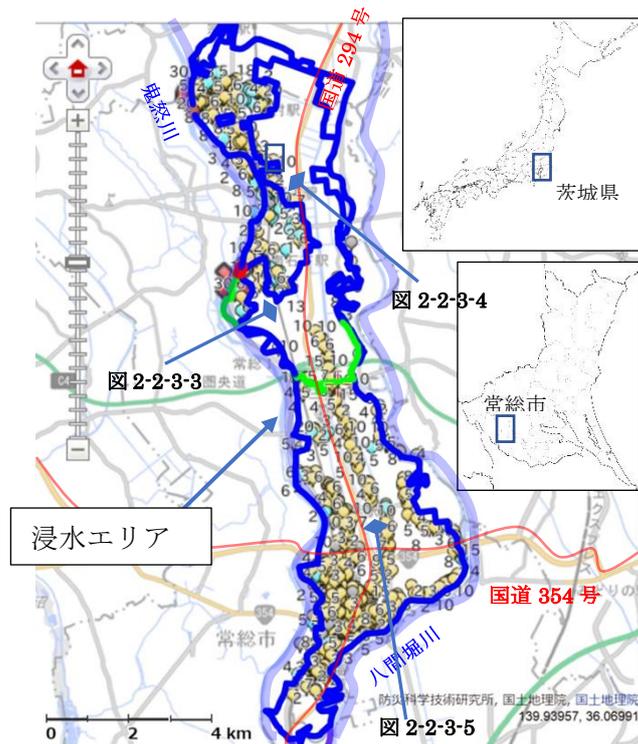


図 2-2-3-1 常総市の災害ボランティアの作業位置と浸水エリア (国土地理院)

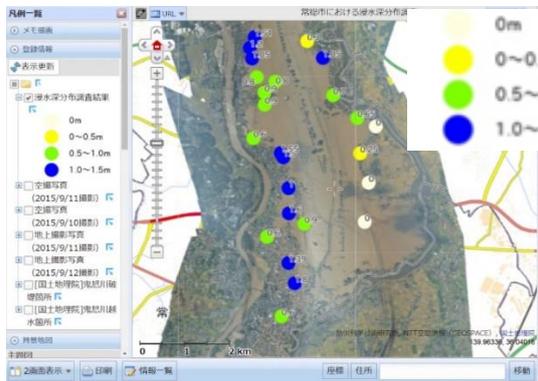


図 2-2-3-2 浸水深の現地調査



図 2-2-3-3 泥の堆積状況 (2015年9月28日撮影)



図 2-2-3-4 震災ゴミ仮置き場の状況 (2015年10月2日撮影)



図 2-2-3-5 八間堀川沿いの土地かさ上げ状況

## 2) 常総市の災害ボランティア作業概観

図 2-2-3-6 の地物ピンは常総市全域での災害ボランティア作業位置である。なお、表 2-2-3-1 は常総市災害 VC とその後活動が継承された常総市社協による地域支え合いセンターの作業全体の数値である。依頼されたボランティア作業のニーズ件数は 2017 年 4 月 3 日時点で延べ 5,564 件となっている。なお、災害ボランティアに関する数値データは、当時筆者も現地で作業に参加して常総市災害 VC と協働で作成したものである。災害 VC の活動は次のとおりである。常総市社協のホームページ<sup>63)</sup>によると、「常総市災害 VC」は 9 月 13 日に開設し、被災された方々のニーズを受け、被災地に駆けつけた多くのボランティアの力により、被災世帯の泥出しや清掃等の調整を行った。発災から 2 カ月が経過した時点で、泥出しや清掃等の依頼が収束に向かいつつある。11 月 16 日（月曜日）より、常総市災害ボランティアセンターを常総市社協「地域支えあいセンター」へと移行し、災害ボランティア活動の調整も行いながら、被災者の生活に寄り添う生活支援対応への活動を中心に移行したとされている。

表 2-2-3-1 災害 VC の活動データ

期間	運営形態	活動日数	ボランティアのべ人数	対応ニーズのべ数
2015 年 9/13 ～11/9	毎日実施	58	33,766	5,124
11/16～2017 年 4/3	地域支えあいセンタ ーにて実施	約 500	計 36,359 (H28 年度 216)	計 5,564 (H28 年度 47)

## 3) 水害による建物の被害判定とモデル地区

国土地理院の判読に基づく浸水エリア内で現地調査された浸水ラインの標高を基準とし、地盤高さとの差分により各家屋の浸水深を推定した。実際の床面高さは家屋により異なるため地盤高さから算出すると誤差が発生する可能性がある。しかし、本研究では被害全体の概観を単純なモデルにて把握するため、次の条件で区分設定した。

表 2-2-3-2 のように本研究での浸水深区分 0 から 2 と行政による家屋被害判定を対比した。被害区分 0 を床下浸水、被害区分 1 を床上浸水（1.0m まで、1 階部分低位）、被害区分 2 を床上浸水（2.0m まで、1 階部分高位）と設定した。なお、発災直後の 2015 年 9 月 19 日に実施された、防災科学技術研究所の現地調査による家屋の壁に残された浸水ラインによる浸水深の調査結果から浸水深は 2.0m 未満であるとしている。図 2-2-3-6 は、国土地理院の地

理院地図電子国土 Web を利用し作成した常総市の地盤標高である。図 2-2-3-6 の黒色枠の 3 か所は、常総市での被害特性をとらえるためのモデル地区である。選定条件としては、市街地と農耕地内の集落、そして堤防決壊場所である。水海道は通常の浸水被害に見舞われた市街地モデル、八間堀川沿いは旧道沿いの昔から農業関連の方が居住している旧道沿いモデル、南石下駅近隣の堤防決壊場所周辺であり、強い水流が発生し家屋が破壊された特徴があると考えた。国土地理院により判読された浸水エリアの中にある家屋を調査対象とした。

表 2-2-3-2 浸水区分と家屋被害判定

浸水深区分 (m)	被害相当	地盤高 (m)			備考
		市街地(水海道)	八間堀川沿い(旧道)	堤防決壊場所(石下)	
浸水面(m)		14.0	不明	16.0	
被害区分 0 (0~0.5)	床下浸水	14.0	14.0	16.0	最大浸水面標高は、地点ごとに現地調査の浸水ラインを参照する
被害区分 1 (~1.0)	1階床上浸水	13.0	13.0	15.5	
被害区分 2 (~2.0)	1階天井まで	12.0	12.0	14.5	

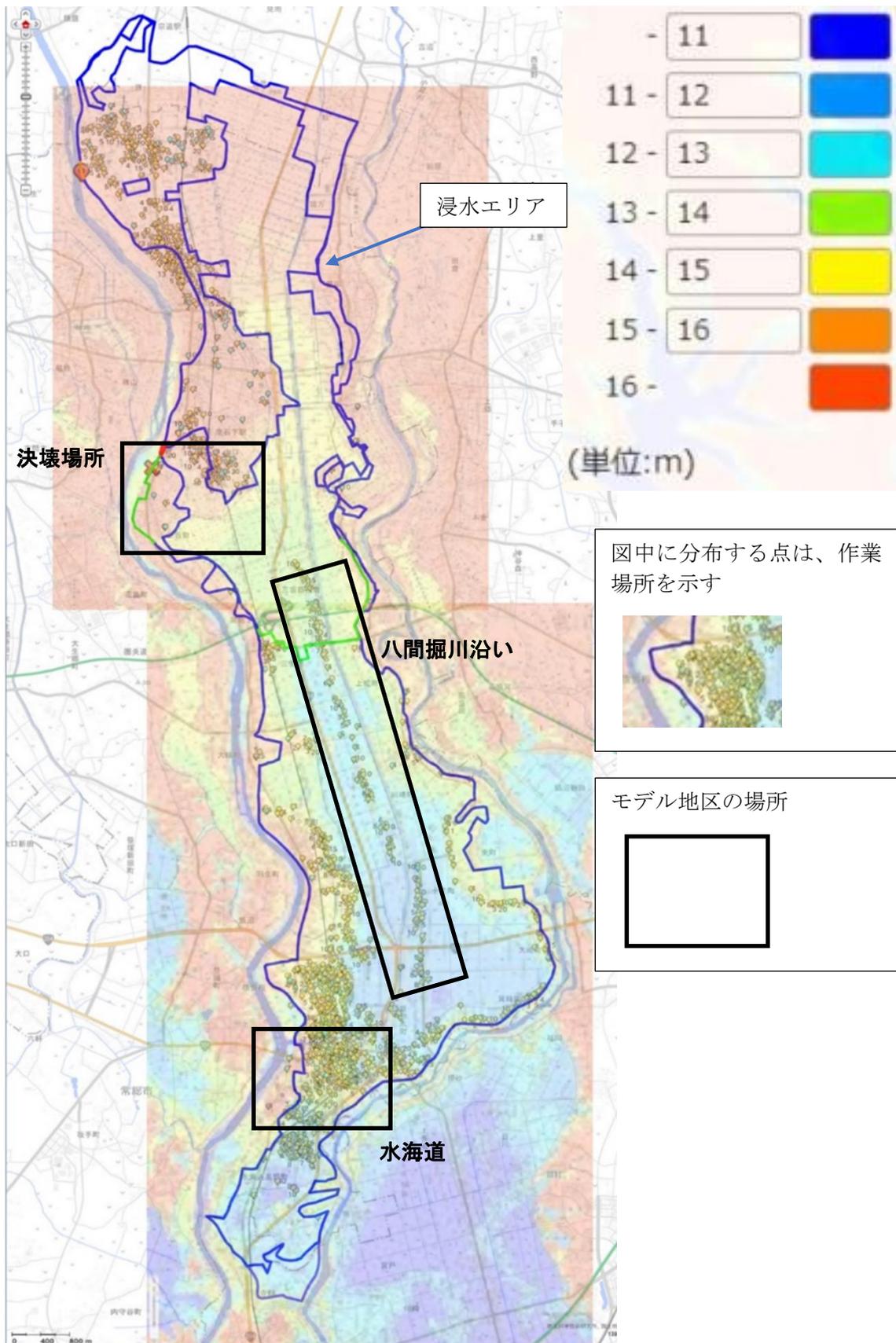


図 2-2-3-6 モデル地区の場所と常総市全域の地盤標高 (国土地理院)

b) 研究に用いるデータ

1) 災害VC作業管理データ

災害 VC 作業管理データは社協が運営する災害 VC にて独自に生成されるデータであり、これまで一般公開されていない。研究目的では初めての利用となる。災害 VC では被災者からの作業ニーズを受付班スタッフが電話受け付けや対面で聞き取りを行い、紙のニーズ受付帳票に記載していく<sup>64),65)</sup>。受付帳票には図 2-2-3-3 の情報項目の記載欄があり、繁忙期には1日当たり 100 件以上のニーズ受付が行われることもある。災害 VC 運営の視点からすると、ニーズ受付帳票は災害ボランティア作業が完了した時点で役目を終えて、その後は不要な資料として扱われることが多く、記載されている情報が何かに再利用されることはまれであり、ある年月が経つと廃棄されることが多い。筆者は、災害発生当時に災害 VC 運営に関わり、GIS ツールを用いて災害 VC 作業管理データのデジタルデータ化を実施した。今回、データが家屋片付け作業に必要な人的リソースの概要を把握するための定量的な情報の 1 つとして利用できることを常総市社協に説明し、研究に利用する承諾を得ている。全てのデータを計算に利用することは効率が悪く、膨大な時間がかかり現実的ではないため、前述しているモデル地区について重点的にデータを利用した。以下の表 2-2-3-3 丸印が本研究で利用する項目である。

表 2-2-3-3 災害 VC 作業管理データの項目

情報項目	情報内容	研究で利用
管理番号	受付番号	
地区名	地区名	
場所	住所	○
回数	受付帳票枚数	
報告書	作業報告書枚数	
作業対応日	作業対応日	○
作業人数	総作業人数	○
性別毎人数	男性と女性の作業人数	
作業内容	清掃。片付け。修理など	○
被災状況	浸水深や破壊箇所など	
備考	現地の補足情報	

2) モデル地区の作業実測データ

表 2-2-3-4 は、モデル地区における浸水深区分ごとの災害 VC が作業の対象とした家屋数である。堤防決壊場所にて被害区分 2 と被害区分 3 が無いのは、水流で破壊された危険な家屋であるため、安全性を重んじる災害ボランティアの作業として割り当てられなかったためであると考えられる。

表 2-2-3-4 被害区分ごと作業対象家屋数

被害区分	水海道 (棟)	八間堀川 沿い (棟)	堤防決壊場所	合計 (棟)
区分 0	106	73	17	196
区分 1	256	160	167	583
区分 2	81	105	0	186
区分 3	1	11	0	12
合計	443	338	184	965

災害ボランティア作業の特徴を把握するために、作業項目を屋内作業、屋外作業、生活支援、ごみ運搬、公的作業、その他の6つにまとめた表を作成した(表2-2-3-5)。数値はのべ人数である。

表2-2-3-5 水海道と八間堀川沿いの作業を実施した内容

		区分0		区分1		区分2	
		水海道 (日・人)	八間堀川沿い (日・人)	水海道 (日・人)	八間堀川沿い (日・人)	水海道 (日・人)	八間堀川沿い (日・人)
屋内作業	屋内掃除	61.68	54.47	261.71	132.42	81.67	157.71
	家具の移動	1	9.31	0	0	0	0
	荷物運び出し	26.02	41.83	124.21	162.25	23.84	86.32
	床下泥出し	0	0	0	6.5	0	6.66
	屋内の片づけ	31.01	123.48	129.06	240.34	10	122.79
	床板はがし	0	0	0	0	0	0
屋外作業	屋外片付け	0	6	1	107.34	0	26
	屋外洗浄	0	0	1	9	2	1.67
	土砂撤去	3.34	33.97	66.65	117.08	70.83	117.31
	側溝の掃除	0	0	0	0	0	0
	伐採	0	0	0	0	0	0
生活支援	引っ越し手伝い	0	0	0	0	0	0
	医療・介護支援	0	0	0	0	0	0
	機材貸し出し	0	0	0	0	0	0
ごみ運搬	廃棄物搬出	16.34	59.13	38.75	128.86	12.67	82.96
公的作業	消毒	16	0	1.5	2	10	0
	物資の調達・運搬・仕分け	0	0	0	2.25	0	0
	避難所の手伝い	0	0	0	0	0	0
他	その他業務支援	16	2.66	0	0	0	0
	公的作業を除く小計	155.39	330.85	622.38	903.79	201.01	601.42
	公的作業のみ小計	16	0	1.5	4.25	10	0
	総数	171.39	330.85	623.88	908.04	211.01	601.42

今回調査としたモデル地区での災害ボランティア作業場所は、図2-2-3-6の地物ピンのように分布している。青色のラインは国土地理院による浸水判読エリアである、なお、作業データの調査エリアにおける水海道の家屋数は約1,600棟、八間堀川沿いは約600棟、堤防決壊場所は約700棟である。堤防決壊場所については水流による影響があり、地盤標高から推測する浸水深の値が実測値と整合性が無い。そのため、現地調査の浸水深および災害VC作業管理データ内の被災者聞き取り被害程度(床下浸水、床上浸水)の情報を別途利用した(図2-2-3-7)。

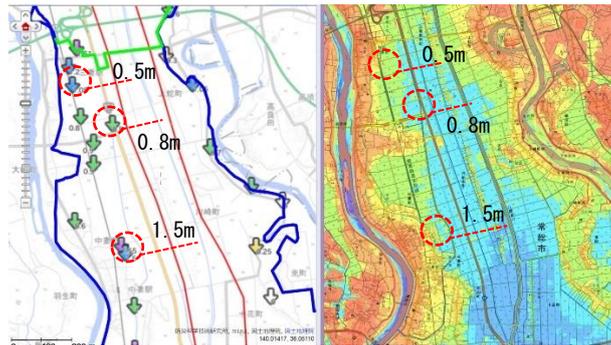


図 2-2-3-7 調査浸水深と八間堀川沿いの地盤標高の対比

### c) 解析手法

#### 1) 作業全体量の推計

アナログとデジタルのデータに関わらず、実際に災害ボランティアが活動した、災害種別、被災規模、被災地域の特徴を踏まえて、災害 VC 作業管理データを用いることにより災害ボランティア作業量を算出することができる。そして、災害ボランティアの作業量に、地域住民が行う自助互助作業の量を加算することにより、その災害のために実施された家屋片付け作業量が算出できる。この作業量は、災害の被災区分データと関連がある。水害であれば床下や床上等の浸水レベル。地震であれば一部破損や半壊、全壊等のデータである。本研究では、災害 VC 作業管理データと地域特性（人口と世帯情報）、そして被害データの組み合わせにより災害種別と被害規模、その地域における作業量の推計手法の構築を行う。作業全体の流れは以下である。災害 VC 作業管理データから、作業項目ごとの作業量を見積もり、さらに、自助互助作業全体に対するボランティアの作業量の比率を考慮して、被災区分データを利用し被災レベルごとに作業量の全体量を推定する。災害 VC 作業管理データを用いて被災現地で実施された作業量と内容をグラフにより可視化し、地域ごとに、災害種別、被害規模と比較検討できる情報を生成する。対象家屋ごとに実施された作業量と内容についての情報生成作業を行う。国土地理院による浸水判読データと防災科学技術研究所の現地調査データを基準にして地盤標高から算出した家屋の浸水深区分を用いて、被災区分による作業量と作業内容についての特徴を考察する。災害ボランティアは平日と週末にて参加人数が変動する傾向があるため、長期間にわたる作業量・作業内容の推移を把握するために、作成したグラフでは月曜日から日曜日までの 1 週間を単位とする。

#### 2) データ生成と解析の手順

計算に必要なデータ生成と解析の手順であるが、5 つのステップで実施する。図 2-2-3-8 に解析フローを記す。

家屋数とボランティア作業量の関係性から家屋片付け作業量の共助と自助互助における全体量を推計する手法を作成する。常総市全体の作業総量を推計し災害ボランティア人数と被災人口と比較し妥当性を検証する。常総市の水害では、堤防決壊場所で直接破壊の影響を受けた家屋数は比較的少ないため、基本的に通常浸水した地域モデルで計算する。災害ボランティアの作業がカバーしているのは、自助互助による作業では量的に対処できない部分、および自助互助では質的に対処できない部分であると考えられる。なお、質的とは、例えば重機を使う作業や、高所作業、解体作業、修理作業など高度な技術が必要な作業である。避難所や役場手伝い作業は家屋片づけ作業ではないため、別途作業人数を推計する必要があるため、今回は推定する作業内容から除外する。

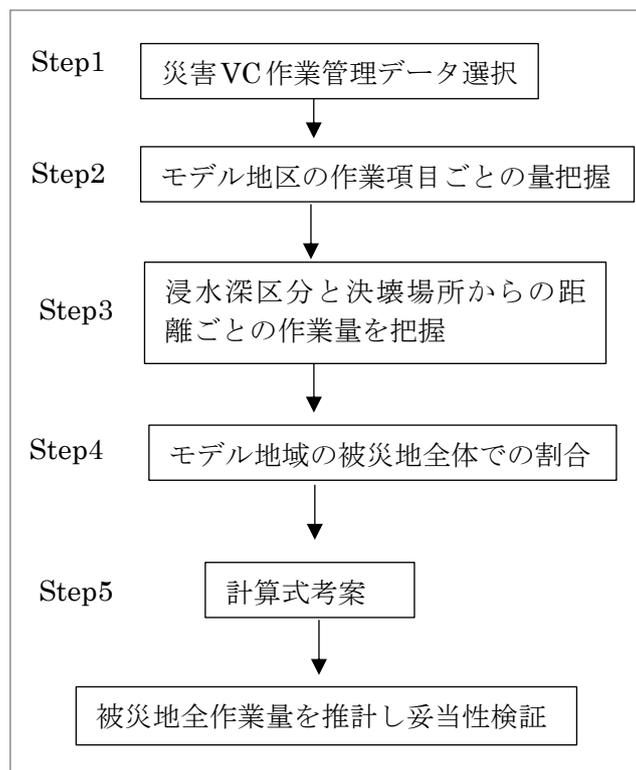


図 2-2-3-8 解析フロー

地域で災害ボランティアが対処しなかった残りの家屋数も含めた家屋数全体に浸水深区分ごとの家屋 1 棟あたりの作業人数をかけたものを、全てが対処できた場合の希望的災害ボランティア作業量とした。つまり、希望的災害ボランティア作業量から実測の災害ボランティア作業を引いた人数が不足している災害ボランティア量であると想定した。浸水被害場所での計算は以下である。 $N_i$  は各被害区分での災害ボランティア必要人数、 $S_i$  は不足していると想定できる災害ボランティア人数である。

$$N_i = L_i M_i / H_{v_i} \quad [2-7]$$

$$S_i = N_i - M_i \quad [2-8]$$

$i$  : 浸水深区分

$L_i$  : 行政家屋被害判読の判読棟数 (床下浸水、床上浸水、半壊、大規模半壊、全壊)

$M_i$  : 各被害区分での実測のベ工数

$H_{v_i}$  : 作業対応棟数

計算式結果に、自助互助の参加人数を加算する必要がある。常総市社協にてヒアリングを実施し、社協職員が現地で得た経験から自助互助の人数は 1 世帯につき 1 日あたり 2 名程度であると推定した。自助互助で作業を行った作業期間として、表 1 の災害 VC が毎日運営を終了する 2015 年 11 月 9 日 (58 日間の繁忙期) とする。 $C_i$  は各被害区分での自助互助の作業人数、 $W_i$  は各被害区分で必要とされた総作業人数、 $W$  は対象地域全体で必要とされた総作業人数である。

$$C_i = 2L_i D \quad [2-9]$$

D : 作業期間 (9/13~11/9 : 58 日間)

この自助互助作業人数を加算した合計が被災地の家屋片付け全体作業量と推定する。

$$W_i = N_i + C_i \quad [2-10]$$

$$W = \sum_{i=0}^2 W_i \quad [2-11]$$

そして、作業量 W を予測する式を構築する。この式により被災地域の家屋片付け作業の全体量を予測し見積もることができる。

$$W_i = \alpha_i H_i \quad [2-12]$$

i: 被害区分

$W_i$ : 各被害区分の作業量 (人・日)

$\alpha_i$ : 被害区分ごとに千棟あたりの作業量を算出する係数

$H_i$ : 各被害区分の被災家屋数

#### d) 災害ボランティア作業の解析結果

##### 1) 対象モデル地区家屋の浸水深

表 2-2-3-4 は、モデル地区での浸水深区分ごとの対象家屋数である。国土地理院の地図を利用し浸水面の標高と地盤高さから家屋の被害区分を割り出し、家屋数を計測した。今回モデル地区とした箇所での区分 2 を超える被害家屋は少数である。常総市の平成 27 年常総市鬼怒川水害対応に関する検証報告書<sup>61)</sup>によると、被害の概要は以下である。

常総市全体の面積は 79.68km<sup>2</sup>、総人口は約 64,000、総世帯数は約 23,000。2015 年の水害による浸水面積は約 40km<sup>2</sup>であった。水害による被害は、死者は 2 名、全壊家屋は 53 棟、大規模半壊は 1,581 棟、半壊は 3,491 棟、床上浸水は 150 棟、床下浸は 3,066 棟である。なお、避難指示が出されたのは 11,230 世帯(31,398 人)、避難勧告が出されたのは 990 世帯(2,775 人)であった。

##### 2) 静流浸水の 2 地区での災害ボランティア作業量

水海道と八間堀川沿いの災害ボランティアの作業について、作業項目を屋内作業、屋外作業、生活支援、ごみ運搬、公的作業、その他の 6 つにまとめ (表 2-2-3-5)、グラフを作成し作業累積合計の時系列変化を比較した。一部のグラフでは縦軸の最大値を調整し視覚的に強調している (図 2-2-3-9)。その結果、作業内容の特徴として、屋外片付けが住宅密集地である水海道ではほぼ発生しておらず、旧道沿いの集落である八間堀川沿いの地区では区分 1 (床上浸水: 低位) にて相対的に多く発生している。またごみ運搬作業も同様に八間堀川沿いが 4 倍程度多いことがわかった。また、水海道は初期の繁忙期の後も長期にわたり少ない量ではあるが、作業ニーズが発生している。

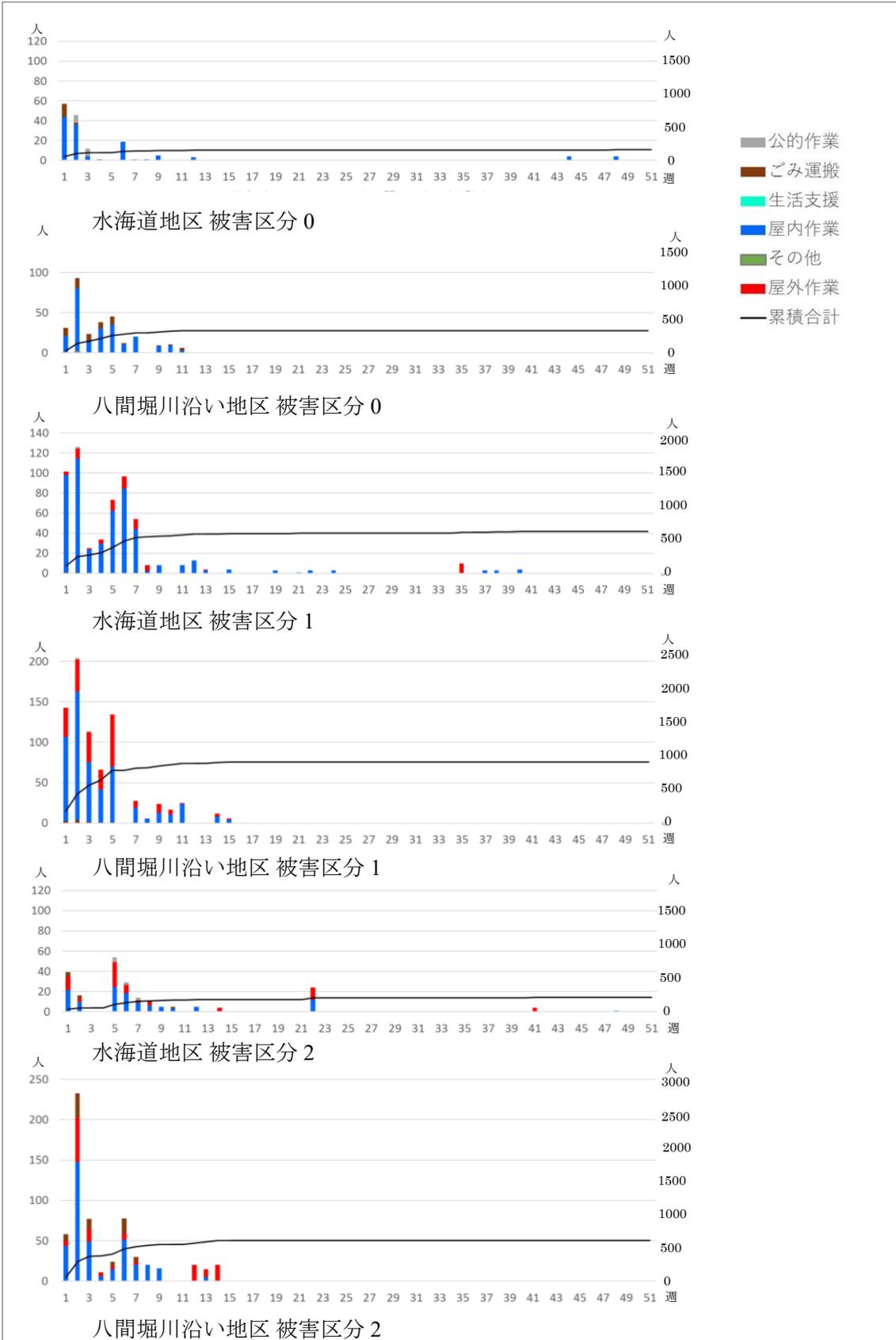


図 2-2-3-9 水海道と八間堀川沿い地区の作業人数と内容 期間 2015 年 9 月から 2016 年 8 月

### 3) 堤防決壊場所付近の被害の特徴

堤防決壊による水流被害の特徴を把握するために個別の評価を行った。表 2-2-3-6 は作業内容の数値、図 2-2-3-10 は堤防決壊場所の南石下地区のグラフである。図 2-2-3-11 と図 2-2-3-12 は水が引いた後の決壊場所である。堆積しているのは砂礫や泥であり、水流による破壊の影響が電柱にも見られる。作業内容の特徴としては南石毛地区の住宅街も含まれているため水海道の特徴に近い。しかし浸水深的には低い区分である被害区分 0 での作業が多く発生しており、この区分が決壊場所に近い家屋の作業を示す特徴であると考えられる。民家に対する作業よりも、公民館など公的作業に関するニーズが多いことが他の区分と異なる。図 2-2-3-13 の破線四角内は特に堤防決壊場所に近く、破壊の頻度が大きい箇所である。共助活動である災害 VC が対応する作業としてはニーズが少ない。家屋被害が激しく危険な場所と判断されたため、ボランティアによる作業は控えられていたと考えられる。これは堤防決壊場所での作業内容の特徴を示しているものと考えられる。

表 2-2-3-6 堤防決壊場所の作業を実施した内容

		区分0	区分1	区分2
		堤防決壊場所 (日・人)	堤防決壊場所 (日・人)	堤防決壊場所 (日・人)
屋内作業	屋内掃除	114.16	158.23	5.32
	家具の移動	0	1.25	0
	荷物運び出し	19.16	104.23	0
	床下泥出し	29.33	34	20.99
	屋内の片づけ	35.5	90.56	9.9
	床板はがし	12.33	0	3.25
屋外作業	屋外片付け	0	1.25	0
	屋外洗浄	77	1.25	6
	土砂撤去	157.49	211.75	155.24
	側溝の掃除	0	0	0
	伐採	0	0	0
生活支援	引っ越し手伝い	0	0	0
	医療・介護支援	0	0	0
	機材貸し出し	0	1.25	0
ごみ運搬	廃棄物搬出	8.5	5	4.25
公的作業	消毒	76.5	13.83	25.88
	物資の調達・運搬・仕分け	0	0	0
	避難所の手伝い	0	0	0
他	その他業務支援	0	4	0
	公的作業を除く小計	453.47	612.77	204.95
	公的作業のみ小計	76.5	13.83	25.88
	総数	529.97	626.6	230.83

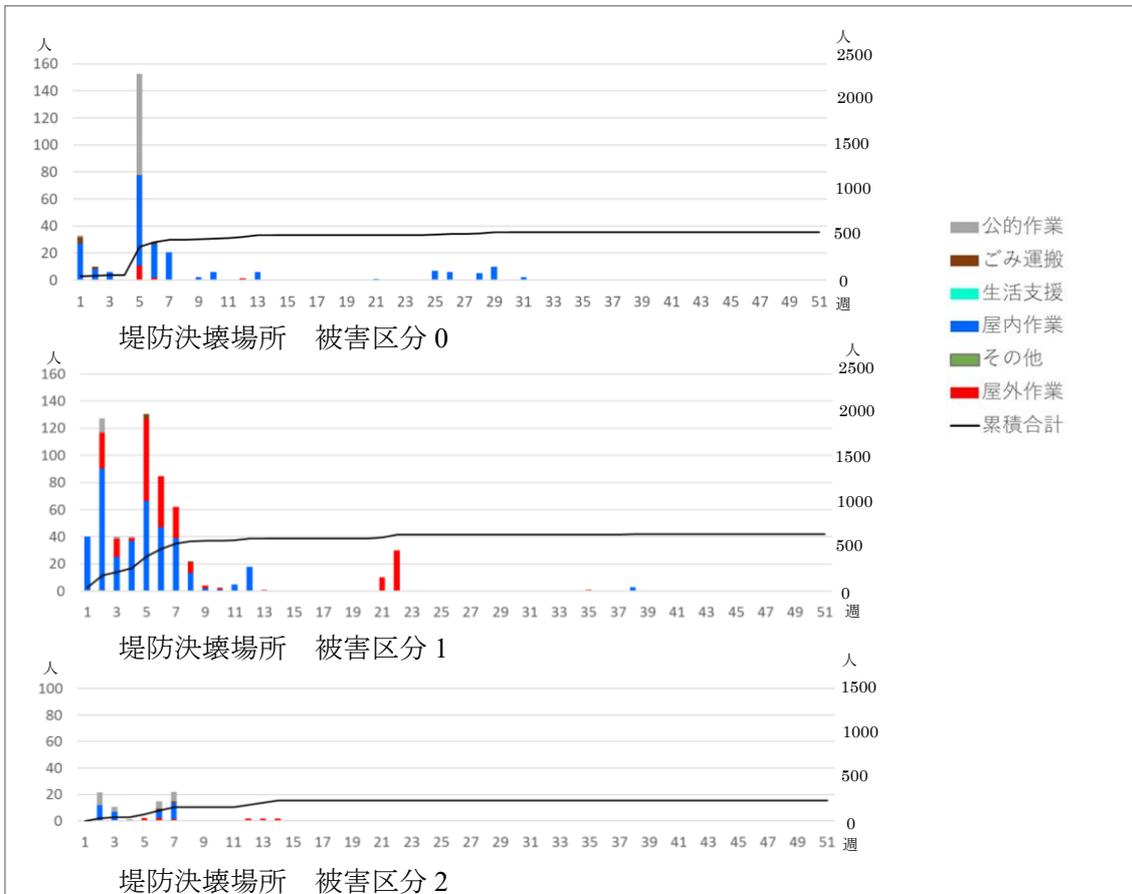


図 2-2-3-10 石下地区の堤防決壊場所の作業量 期間 2015 年 9 月から 2016 年 8 月



図 2-2-3-11 堤防決壊場所 (2015 年 9 月 28 日撮影)



図 2-2-3-12 堤防決壊場所の道路状況 (2015 年 10 月 4 日撮影)

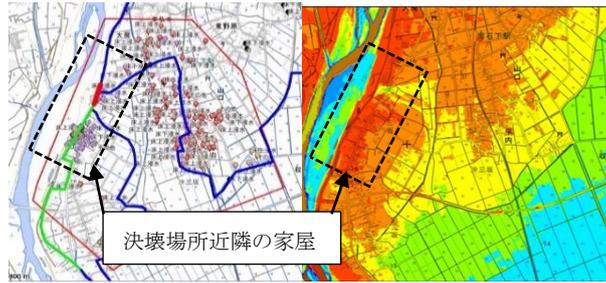


図 2-2-3-13 通常浸水被害地域と堤防決壊場所

e) 全体作業量の考察

1) 水海道と八間堀川沿い地区と堤防決壊場所の推計

各作業内容に関わった作業工数は前述している表 2-2-3-5 と表 2-2-3-6 にて示している。なお、全壊家屋での作業は危険を伴うため、基本的に災害ボランティアは作業を行わない。そのため全壊家屋 53 棟は推計手法にて扱わない。表 2-2-3-7 では、常総市の被災全体棟数と調査地区作業棟数の割合をまとめた。表 2-2-3-8 は常総市全体の浸水被害家屋数と、水海道と八間堀川沿いの作業内容ごとののべ件数である。これら数値を利用して計算式にて推計した。八間堀川沿い調査は家屋棟数が相対的に水海道調査よりも少ないが、結果的に作業量（充填率）が多い傾向がある。八間堀川沿いは 1 棟あたりの作業員数が多いことがわかり、市街地である水海道に比べて外部支援者の支援量が多いことがわかった。また、表 2-2-3-7 に記述しているが、今回、堤防決壊場所ではない浸水の調査対象とした水海道と八間堀川沿いで行われた災害ボランティアの対象家屋は、常総市全体の被災家屋数のうち 9.4%である。床下浸水に比べて床上浸水は若干割合が大きく 11.5%であり、作業が大変な被災世帯を優先して支援作業が行われている傾向があることがわかった。

表 2-2-3-7 水海道と八間堀川沿いの作業を実施した棟数と地区全体棟数の割合

浸水深 区分	被害 状況	被災家屋全体 (棟)	水海道調査 (棟)	八間堀川沿い調査 (棟)	調査小計 (棟)	調査家屋割合 (%)
区分 0	床下浸水	3,066	106	73	179	5.8
区分 1	床上浸水・半壊・大 規模半壊	5,222	256	160	416	11.5
区分 2			81	105	186	
合計		8,288	443	338	781	9.4

表 2-2-3-8 作業内容ごとののべ数と市内全域での充填率

		水海道			八間堀川沿い		
		のべ作業数	総数 (棟)	充填率	のべ作業数	総数 (棟)	充填率
区分 0	屋内作業	119.7	3,066	3.9	229.1	3,066	7.5
	屋外作業	3.34	3,066	0.1	40	3,066	1.3
	生活支援	0	3,066	0	0	3,066	0
	運搬	16.3	3,066	0.5	59.1	3,066	1.9
	公的作業	16	3,066	0.5	0	3,066	0
	その他	6	3,066	0.2	2.66	3,066	0.1
	小計	161.34			330.86		
区分 1+2	屋内作業	630.5	5,222	12.1	915	5,222	17.5
	屋外作業	141.5	5,222	2.7	378.4	5,222	7.2
	生活支援	0	5,222	0	0	5,222	0
	運搬	51.4	5,222	1.0	211.8	5,222	4.0
	公的作業	11.5	5,222	0.2	4.3	5,222	0.1
	その他	0	5,222	0	0	5,222	0
	小計	834.9			1509.5		

## 2) 災害ボランティア作業量から推計された常総市の全体作業量

表 2-2-3-9 のように、市街地と農業地内の集落という 2 つのモデル地区での被害区分棟数から作業量  $W$  が推定できた。この手法を使うことにより、水害におけるその町の家屋片付け作業のための総量を推計することが可能となる。計算結果では、災害ボランティアは、合計 28,767 人・日である。表 1 の災害 VC 集計によると、58 日間の参加ボランティア集係数は 33,766 人・日となっており、今回の計算結果は若干少な目に算出されている。しかし実測値の 85% を推計できたと考えれば妥当的な数値であると考えられる。推定された総作業人数は 990,175 人・日。作業期間としている 58 日間で割ると、1 日あたり 17,072 人である。常総市<sup>60)</sup>によると、平成 27 年 10 月 1 日時点での総人口が約 61,483 人、20,600 世帯であり、被災家屋数が 6,918 棟である事を考えると 1 日 1 棟当たり約 2.5 人が家屋片付け作業を実施しているという数値となる。市街地のほぼ全域が浸水したことを考慮すると妥当な数値と考えられる。

推計された災害ボランティア必要人数は、総作業人数の 3% である。推計結果から割り出された区分ごとの作業量算出係数  $\alpha$  の値を表 2-2-3-10 に示す。

表 2-2-3-9 推定された総作業人数  $W$  と実測数

		区分 0(人)	区分 1+2(人)	合計(人)
常総市での災害ボランティア必要人数 $N_i$	調査	502	2,344	2,846
	推計	8,431	20,336	28,767
常総市での自助互助の作業人数 $W_i$	推計	355,656	605,752	961,408
常総市で必要とされた総作業人数 $W$	推計	364,087	626,088	990,175

表 2-2-3-10 区分ごとの係数

浸水深の区分	係数 $\alpha$
被害区分 0	119
被害区分 1	172
被害区分 2	172

## 3) 災害ごみ発生量からの作業人数推計

推計結果の妥当性を検証するために、常総市の片づけ作業の作業人数に関して、実際に発生した災害ごみから家庭ごみを判別し、その量から片付け作業に関わった人数を推計することも試みた。

環境省が作成した発生した災害ごみ量データ<sup>67)</sup>を用いてごみの種別を区分けし、100 人単位の片づけ作業量を推計した。自助の人数は常総市の避難者数データ<sup>61)</sup>を利用した。また、被災地の現地作業を直接見聞きしている茨城県常総市、大阪府枚方市、岡山県倉敷市ほかの社協職員等 5 名に経験則調査を行った結果、1 日当たり 4 人家族の場合最初の 1 週間は全員、その後は平均 1.86 名が作業していることが多い、という結果を得た(表 2-2-3-11)。市から避難指示が出された総人数は 32,488 人であり、1 世帯を 4 人家族として仮定した場合、自助互助による 58 日間の作業人数は、最初の 1 週間で 227,416 人。その後の 51 日間では 770,453 人となり、合計 997,869 人となる。これに災害ボランティア 33,766 人を加えると合計 1,031,635 人である。図 2-2-3-14 のように常総市で発生した災害ごみの総重量は 52,400t

であった。家庭ごみとして考えられる項目は、可燃物 6.4%、不燃物 70.5%、土砂 12.0%である。ただし不燃物と土砂は事業ごみも含まれるため半分を家庭から出たものと仮定する。その結果、47.65%が家庭ごみとなり、その総重量は 24,968.6t となる。上記で算出した作業総人数から自助互助と共助の 100 人が片付けたごみの量を算出すると 2.42t であり、不自然な数値ではないと考えられる。上記の避難者数データから推計した作業人数の結果は、前述している災害ボランティア作業管理データと被災家屋数から推計した結果である 990,175 人と比べても、ほぼ同数と考えて良い数値である。C<sub>1</sub> は発災後 1 週間の自助作業人数日単位。C<sub>2</sub> は発災から 1 週間以降の自助作業人数日単位である。

$$C_1 = 4.0E / 4.0 \quad [2-13]$$

$$C_2 = 1.86E / 4.0 \quad [2-14]$$

$$W = C_1 D_1 + C_2 D_2 + N_0 \quad [2-15]$$

$$Hw = Taw (Bt + Nbt + Sed) \quad [2-16]$$

$$Awd = 100 Hw / W \quad [2-17]$$

D<sub>1</sub> : 7 日間

D<sub>2</sub> : 51 日間

N<sub>0</sub> : 実際の災害ボランティア人数

E : 避難指示が出された人数

Hw : 家庭ごみ量

Taw : ごみ総量

Bt : 可燃ごみ%

Nbt : 不燃物%

Sed : 土砂%

Awd<sub>100</sub> : 100 人当たりの処理量

表 2-2-3-11 1 世帯 4 人家族と想定した時の自助作業単位人数

時期	調査結果	1 日当たり人数
最初の 1 週間	4 人 (全員) × 8 時間 (終日)	4 人 / 日
それ以降	平日は帰宅後 2 名 × 4 時間 土日は 4 人 (全員) × 8 時間	平均すると 1.86 人 / 日

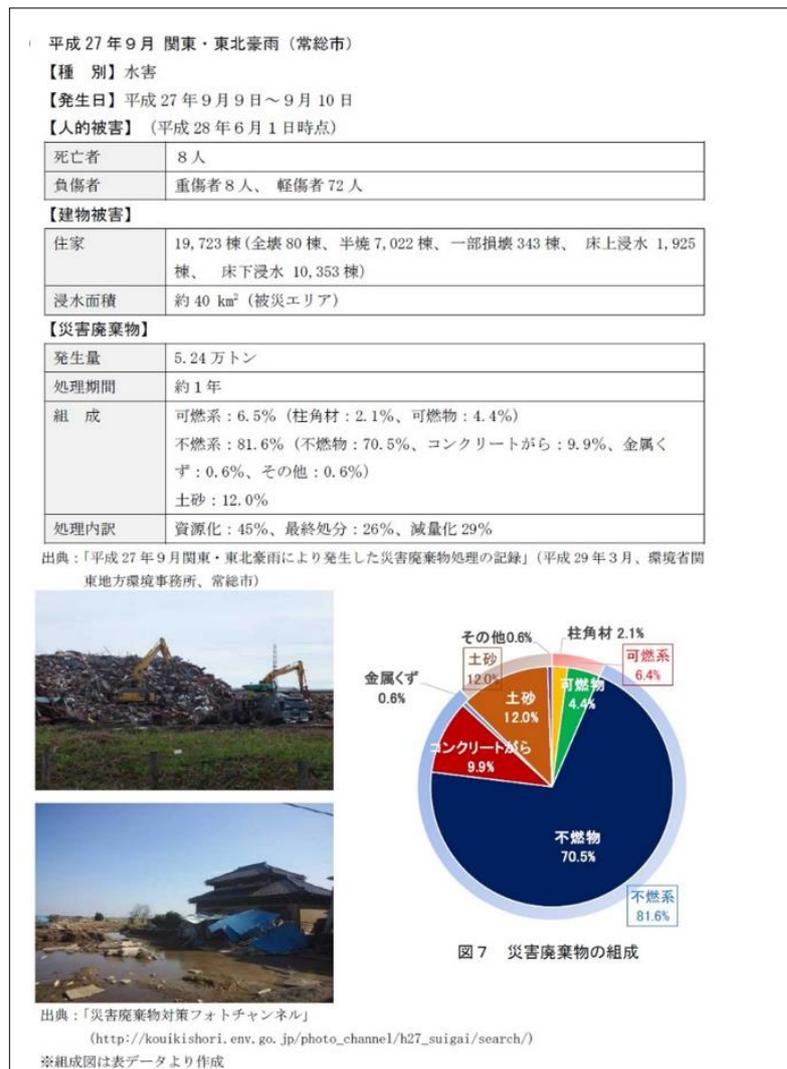


図 2-2-3-14 平成 30 年 3 月災害廃棄物対策指針（改訂版）環境省環境再生・資源循環局 災害廃棄物対策室 技術資料 14-2

## f) まとめと課題

### 1) 被災の特徴

常総市の水害被害の特長としては、以下のことがわかった。

- ・鬼怒川の東側平地にて幅 2km、長さ 10km 以上にわたり浸水エリアがある
- ・堤防決壊場所から市役所がある水海道まで標高差が 2m から 3m ある
- ・地盤標高と各地点での浸水面高さの差である浸水深の値が被害区分として必要
- ・多くの家屋が静流状態で浸水し破壊されていない
- ・2階を越える家屋の浸水はあまりない
- ・鬼怒川と小貝川近隣はやや地盤が高く家屋が密集する
- ・浸水エリアの中央に位置する八間堀川沿いが最も地盤が低い

### 2) 推計手法の検証

災害ボランティア作業管理データと被災家屋数から推計する手法に対して、別の算出手法を用いて数値の妥当性を検証した。環境省の災害ごみ量データと行政の避難者数データ

を利用し、災害ごみの発生量から家庭ごみを抽出し、その量から片づけ作業に関わる人数の推計を行った。その結果、2つの手法での総作業量の誤差は1%程度であり、不自然ではないことを確認できた。

### 3) 推計結果からわかったこと

全体量を推定する手法を用いることにより、以下の2つが判明した。

#### ① ボランティアにより回復が加速された不足量

水海道と八間堀川沿いの調査対象地域に限定された特性ではあるが、常総市全体の9.4%の被災家屋について解析が行えた。ほかの地区でも同程度の対処がされていたと仮定すると、共助の作業は片づけ作業を早く完了することに1割程度役立っていると考えられる。しかし、逆に考えると9割以上を被災者が自助互助の作業で対処したことになる。その結果、就労や学校活動への復帰が長期にわたり不可能な状態となり、地域の社会・経済活動にとってはマイナス要素であると推定できる。対策としては、災害ボランティアの人数を増やす努力と、別の仕組みによる作業量補完の対策を平常時から準備しておくことが必要である。

#### ② 回復できなかった本質的な不足量

回復できなかった本質的な不足とは、被災地域での共助と自助互助の作業では回復するための力が不足しており、元の姿への回復を断念し、解決策として別の道を進む判断をした状況のことを言う。表2-2-3-9の被害区分2のグラフにて約1年近く作業が長期的に継続発生していることは不足が可視化されている1例であると思われる。初期の繁忙期に大規模な片付け作業がなされた後も、元の姿へ戻り切れていないために自助互助による作業が継続されていると考えることができる。長期にわたる片付け作業は、高齢者世帯等が人員不足のため作業を途中であきらめ親族のもとへ同居する、店舗継続を断念し閉店するなど、回復できなかった世帯は空き家の増加につながり復興後の常総市に対して中長期的な影響を及ぼす可能性がある。

世帯数と人口減少に関しては、氏原ほか<sup>68)</sup>により平成27年9月関東東北豪雨がもたらした被災地の人口及び地価変動-茨城県常総市を対象として分析している。1年目は人口が減少したが、地価も下がったがゆえに外国人転入者が増えて、結果的に人口が回復している。関東の大都市圏が近く、人の流動が激しいため、甚大な災害発生後でも人口減を補填する社会的動向があると考えられる。

以下が計算手法の課題である。本研究にて、災害VC作業管理データを用いた家屋片付け作業量の推計はある程度の手法案を構築できた。しかし、災害ボランティアが対象としていない被災家屋もあり、災害VC作業管理データからは見積もれない自助互助の作業量を計ることはまだ難しく、計算の精度をあげる補正の仕組みが必要である。また、堤防の決壊に関しては、南石下地区が一番甚大被害を受けた場所である。水害での推定合は、被害家屋総数中の水流による破壊を伴う被害家屋の割合にも注視することが必要であると改めて検証できた。

予測式により、解析事例と似通った災害が発生した場合には、作業内容と量を見積もることが可能となった。今後は、災害種別と被害規模、地域特性が異なるほかの事例についても予測式の作業量算出係数 $\alpha$ を検討し、災害事例の種類を増やしていく予定である。また全体量がわかれば、作業内容ごとに比率を考え分解できるような使い方も可能となる。

## 2.2.4. 平成30年7月豪雨（岡山県倉敷市真備）<sup>91)</sup>

### a) 倉敷市真備町の概要とモデル地区

#### 1) 災害の諸元

西日本豪雨とも呼ばれる豪雨災害である。真備町は東を高梁川、南を小田川に囲まれた地域であり、国道 486 号線が東西に走っている。平地の部分には田畑が多く広がっているが、国道に沿って家屋が立ち並び、倉敷市支所や図書館などの公共施設が点在している。2018 年 7 月豪雨における倉敷市真備町の被害の特徴は岡山県平成 30 年 7 月豪雨災害記録誌（令和 2 年 3 月）<sup>69)</sup>によると以下のようにまとめられる。北日本に停滞していた前線が 7 月 5 日には西日本まで南下してその後停滞し、7 月 6 日から 7 日にかけて大雨をもたらした。高梁川と小田川の水位上昇に伴い、倉敷市真備町において小田川で 2 箇所、末政川含む支川で 6 箇所の堤防が決壊し、広い範囲で浸水被害が発生した。浸水面積は約 1,200ha、全壊棟数 4,646 棟、半壊 846 棟、一部破損 369 棟、床上浸水 116 棟に上った。また、浸水深が 5m を超えるところもあった。図 2-2-4-1 は国土地理院による浸水エリアの変遷である<sup>70)</sup>。

#### 2) 真備町の災害ボランティア作業概観

図 2-2-4-2 で表示されている赤色と青色のピンは真備町全域での災害ボランティア作業位置である。なお、表 2-2-4-1 は倉敷市災害 VC による作業全体のまとめである。依頼されたボランティア作業のニーズ件数は令和 2 年 1 月 31 日現在で延べ 6,264 件となっている。災害ボランティアに関する数値データは倉敷市災害 VC 作業管理データに基づく。なお、本研究で対象とする片付け作業とは、被災者家屋を対象とした片付け作業であり公園や道路など公共設備は含まない。

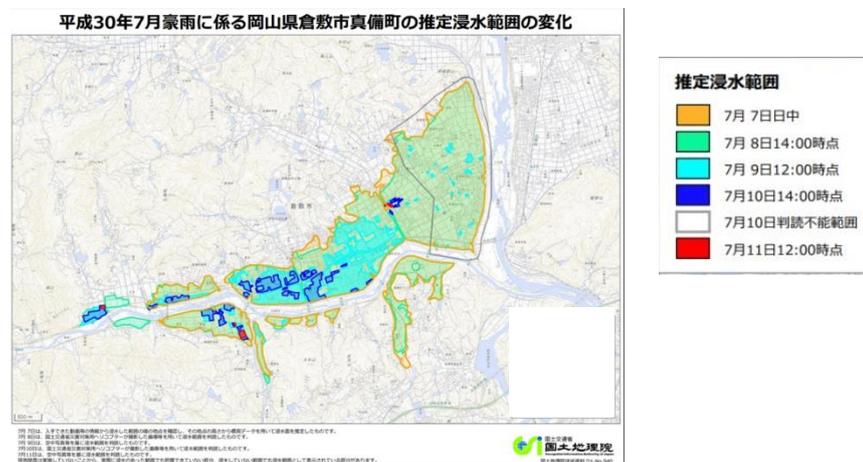


図 2-2-4-1 倉敷市真備町の浸水エリア変遷（国土地理院）



図 2-2-4-2 災害ボランティアの作業位置

表 2-2-4-1 災害 VC の活動データ

期間	運営形態	活動日数	ボランティア人数
7/11～12/4	毎日実施	119	63,829
12/5～2/11	水曜日定休	52	6,208
2/12～3/31	火・水曜日定休	30	3,028
4/1～7/31	土・日曜日実施	28	2,596
8/1～1/31	随時実施(登録制)	48	775
合計		277	76,436

### 3) 真備町におけるモデル地区

真備町の全ての被災場所にて実施されている家屋片付け作業を把握できるデータがあれば理想的である。しかし、定量的なデータとして把握できるのは、現在のところ災害 VC 作業管理データだけである。災害 VC 作業管理データも膨大なデータ量でありすべてを分析することは大変である。また、被災地によっては災害 VC 運営者が不足しているため不完全な把握データであることがある。そのため被災地の特徴的な地区をモデル化し、最小単位のモデルデータを用いて被災地全体を見積もる手法を試みる。国土地理院が行った浸水エリア判読の GIS データから最大浸水面の標高を 14.0m とし、真備町の地盤高さとの差分により各家屋の浸水深を推定した。表 2-2-4-2 のように本研究での浸水深区分 0 から 4 と行政による家屋の被害判定を対比した。発災直後の 7 月 11 日には現地調査を実施し、家屋の壁に残された浸水ラインによる浸水深の確認や、家屋の破壊状況、堆積物の散乱状況の確認を行っている(図 2-2-4-3)。図 2-2-4-4 は水が引いた直後の決壊場所である。堆積しているのはやや大きな粒径 5mm から 2cm 程度の砂礫が多く、家屋内の浸水被害にてよく見られる泥より粒度が荒い特徴があった。道路上では最大 1m の堆積が確認できた。図 2-2-4-5 から図 2-2-4-7 は、国土地理院の地理院地図電子国土 Web を利用し作成した真備町の地盤標高である。浸水被害の特徴より、真備町では決壊場所近隣の破壊を伴う浸水被害と、その他の浸水被害の 2 つのモデルに区別できると考えた。図 2-2-4-5 の白色枠の 2 か所がモデル地区である。図 2-2-4-6 の川辺地区は浸水被害に見舞われた地区、図 2-2-4-7 の有井地区は末政川の堤防決壊場所周辺であり、強い水流が発生し家屋が破壊された特徴があると考えた。

表 2-2-4-2 浸水区分と家屋被害判定

浸水深区分 (m)	被害判定	地盤高 (m)	備考
区分0 (0~0.5)	床下浸水	13.5	最大浸水面 標高を 14.0m とす る
区分1 (~1.0)	1階床上浸水	13.0	
区分2 (~2.0)	1階天井まで	12.0	
区分3 (~3.0)	2階床上浸水	11.0	
区分4 (~4.0)	2階床上浸水	10.0	



図 2-2-4-3 浸水深 4.0m の被害状況 2018 年 7 月 11 日撮影



図 2-2-4-4 決壊場所近隣の砂礫堆積 2018 年 7 月 11 日撮影

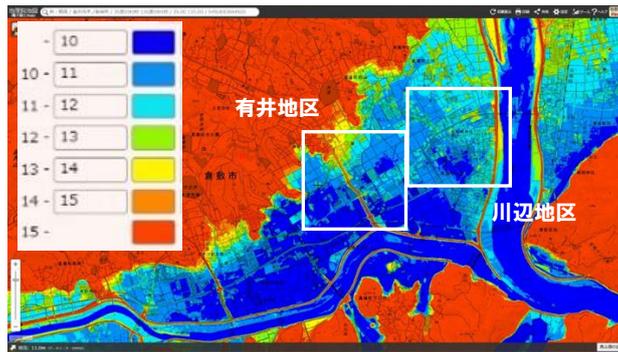


図 2-2-4-5 真備町全域の地盤標高 (国土地理院)

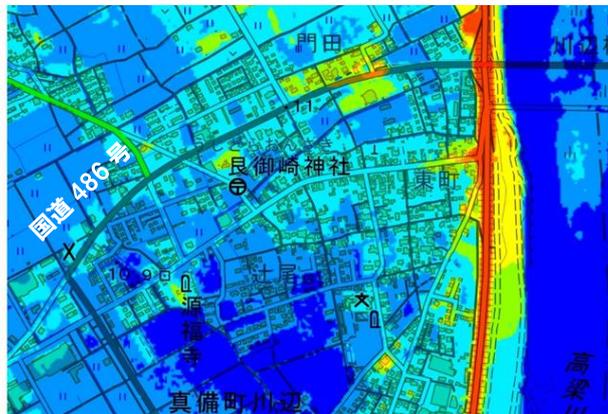


図 2-2-4-6 川辺地区の地盤標高 (国土地理院)

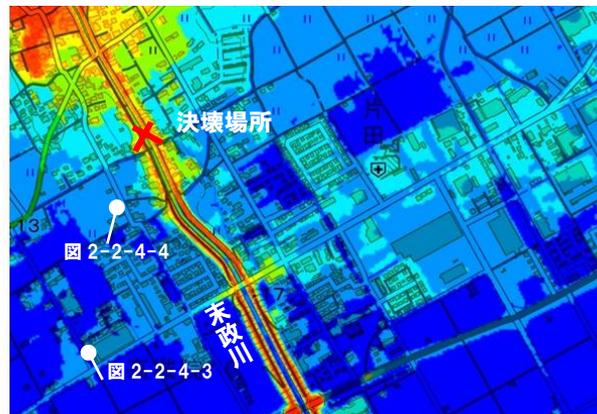


図 2-2-4-7 有井地区の地盤標高 (国土地理院)

## b) 研究に用いるデータ

### 1) 災害VC作業管理データ

災害 VC 作業管理データは倉敷市社協が運営する災害 VC にて独自に生成されるデータであり、これまで一般公開されておらず研究目的では初めての利用となる。災害 VC では被災者からの作業ニーズを、受付班スタッフが電話受け付けや対面で聞き取りを行い紙のニーズ受付帳票に記載していく<sup>71),65)</sup>。受付帳票には表 2-2-4-3 の情報項目の記載欄があり、繁忙期には 1 日当たり 100 件以上のニーズ受付が行われることもある。災害 VC 運営の視点からすると、ニーズ受付帳票は災害ボランティア作業が完了した時点で役目を終えて、その

後は不要な資料として扱われることが多く、記載されている情報が何かに再利用されることはまれであり、ある年月が経つと廃棄されることが多い。倉敷市社協では災害 VC 閉所後もニーズ受付帳票を保管しており、段ボール箱 30 箱以上の量があり総数は 3 万枚以上が存在している。筆者は、情報が家屋片付け作業に必要な人的リソースの概要を把握するための定量的な情報の 1 つとして利用できることを現地社協に説明し、研究に利用する承諾を得たうえで、紙の帳票に記載されている情報内容を調査し、本研究で必要な項目を割り出した。GIS ツールを用いデジタルデータ化を行う作業を 2021 年 12 月から 2022 年 1 月にかけて倉敷市社協の事務所で実施した。全てのニーズ受付帳票をデジタル化することは効率が悪く、膨大な時間がかかり現実的ではないため、a) で前述しているモデル地区について重点的にデジタルデータ化を行った。以下の表 2-2-4-3 丸印が本研究で利用する項目である。

## 2) モデル地区の災害ボランティア作業データ

本研究のために必要とされる川辺地区と有井地区の情報項目を精査したのち、デジタルデータ化した。災害ボランティア作業の場所は、図 2-2-4-8 の赤色ピンのように分布している。川辺地区は国道 486 号線沿いの住宅 313 棟、有井地区は末政川の東側で決壊場所から下流エリア 115 棟について作成した。この数は全壊家屋数 4,646 棟に対して約 1 割となる。図 2-2-4-8 の青色で着色された面は国土地理院による浸水判読エリアであり、濃い青色の線は川辺地区と有井地区の国土地理院地盤標高から判読した 1m ごとの標高ラインである。

## 3) モデル地区データにおける家屋の浸水深

表 2-2-4-4 は、モデル地区での浸水深区分ごとの対象家屋数である。a)1) で前述しているように、浸水深区分 1 に相当する行政が定義した床上浸水被害家屋は 116 棟であり全体の被害量からすると割合は少ない。同様に今回のモデル地区で生成したデジタルデータでも浸水深区分 1 の家屋は少ない結果となっている。

## 4) 2つの地区での災害ボランティア作業量の比較

災害ボランティアの作業の特徴を把握するために、作業項目を屋内作業、屋内外作業、屋外作業、生活支援、ごみ運搬、公的作業、その他の 7 つにまとめた表を作成した (表 2-2-4-5)。数値はのべ人数である。

表 2-2-4-3 災害 VC 作業管理データの項目

情報項目	情報内容	研究で利用
管理番号	受付番号	
地区名	地区名	
場所	住所	○
回数	受付帳票枚数	
報告書	作業報告書枚数	
作業対応日	作業対応日	○
作業人数	総作業人数	○
性別毎人数	男性と女性の作業人数	
作業内容	清掃。片付け。修理など	○
被災状況	浸水深や破壊箇所など	
備考	現地の補足情報	

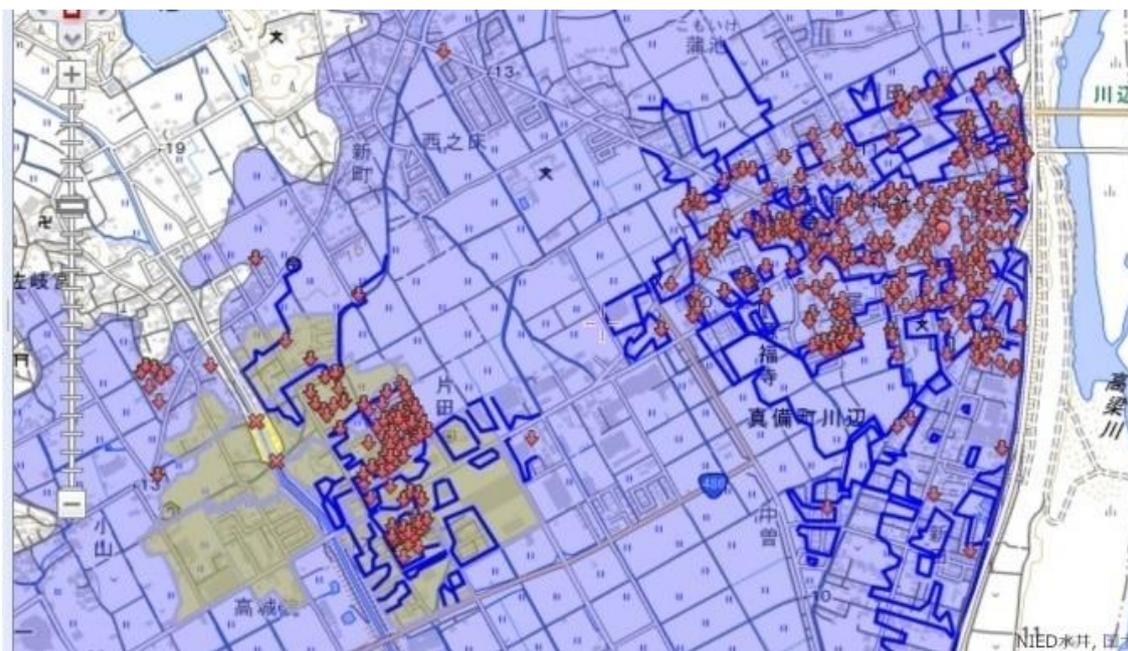


図 2-2-4-8 川辺地区と有井地区の作業データ位置図

表 2-2-4-4 川辺と有井地区の浸水深区分ごと対象家屋数

浸水深区分	川辺 (棟)	有井 (棟)	合計 (棟)
区分 0	0	0	0
区分 1	1	0	1
区分 2	19	2	21
区分 3	197	69	266
区分 4	96	44	140
合計	313	115	428

表 2-2-4-5 川辺地区と有井地区の作業を実施した内容

	地区	区分0		区分1		区分2		区分3		区分4	
		川辺 (日・人)	有井 (日・人)								
屋内作業	屋内掃除	0	0	0	0	31	0	232	109	395	20
	家具の移動	0	0	0	0	0	0	33	6	4	3
	荷物運び出し	0	0	15	0	4	2	95	48	23	29
	床下泥出し	0	0	0	0	0	0	110	34	89	30
	床板はがし	0	0	1	0	13	6	76	21	67	10
	天井板外し	0	0	0	0	0	0	17	30	14	0
屋内外作業	屋内外の片づけ	0	0	21	0	334	5	1944	613	857	173
屋外作業	屋外洗浄	0	0	0	0	0	0	52	48	83	5
	土砂撤去	0	0	0	0	5	10	125	122	70	155
	側溝の掃除	0	0	0	0	0	0	40	10	31	32
	伐採	0	0	0	0	5	0	5	0	1	0
	土壁はがし	0	0	4	0	38	0	83	63	170	20
	解体作業	0	0	0	0	0	0	34	39	22	0
生活支援	話し相手	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0
ごみ運搬	廃棄物搬出	0	0	0	0	15	0	145	195	130	87
公的作業	消毒	0	0	0	0	0	0	15	0	6	0
	物資の調達・運搬・仕分け	0	0	0	0	1	0	47	8	14	0
	避難所の手伝い	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0
他	その他	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
	公的作業除く合計	0	0	41	0	445	23	2991	1338	1979	564
	公的作業のみ	0	0	0	0	1	0	67	8	20	0
	総数	0	0	41	0	446	23	3058	1346	1999	564

### c) 解析手法

#### 1) 作業全体量の推計

アナログとデジタルのデータに関わらず、実際に災害ボランティアが活動した、災害種別、被災規模、被災地域の特徴を踏まえて、災害 VC 作業管理データを用いて実際の災害ボランティア作業量を算出することができる。実測値としての災害ボランティアの作業量に、地域住民が行う自助互助作業の量を加算することにより、その災害のために実施された家屋片付け作業量が算出できる。この作業量は、災害の被害データと関連がある。水害であれば床下や床上等の浸水レベル。地震であれば一部破損や半壊、全壊等のデータである。本研究では、災害 VC 作業管理データと地域特性（人口と世帯情報）、そして被害データの組み合わせにより災害種別と被害規模、その地域における作業量の推計計算式の構築を行う。作業全体の流れは以下である。災害 VC 作業管理データから、作業項目ごとの作業量を見積もり、さらに、自助互助作業全体に対するボランティアの作業量の比率などを考慮して、被害データを利用し被害レベルごとに作業量の全体量を推定する。災害 VC 作業管理データを用いて被災現地で実施された作業量と内容をグラフにより可視化し、地域ごとに、災害種別、被害規模と比較検討できる情報を生成する。対象家屋ごとに実施された作業量と内容についての情報生成作業を行う。国土地理院による浸水判読データを基準にして地盤標高から算出した家屋の浸水深区分を用いて、被害区分による作業量と作業内容についての特徴を考察する。災害ボランティアは平日と週末にて参加人数が変動する傾向があるため、長期間にわたる作業量と内容の推移を把握するために、作成したグラフでは月曜日から日曜日までの1週間を単位とした。

## 2) データ生成と解析の

下記の 5 つのステップで考察に必要なデータを作成する。以下に解析フローを記す (図 2-2-4-9)。

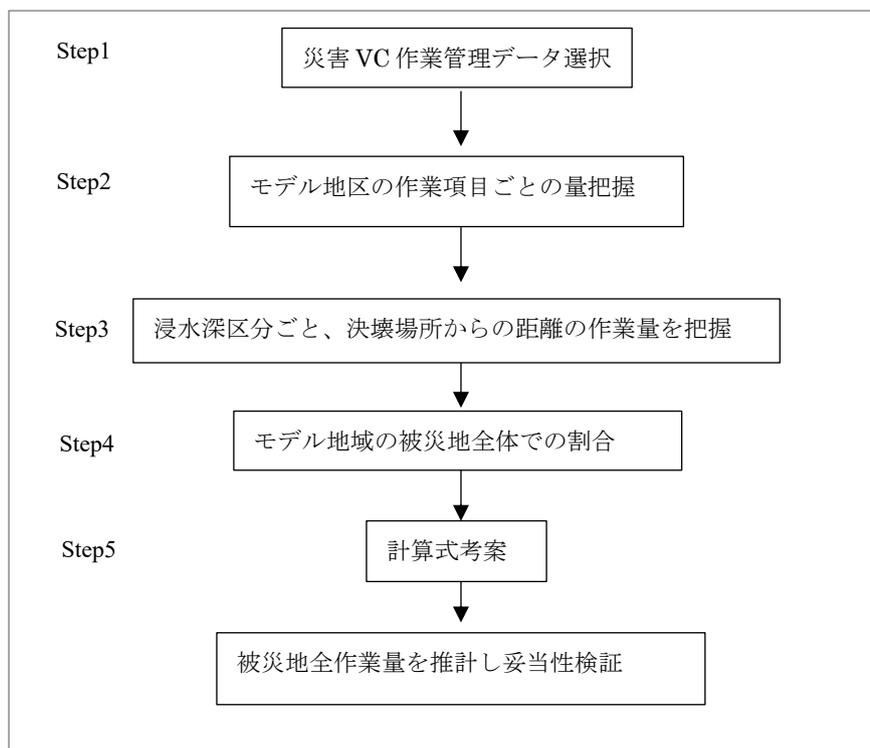


図 2-2-4-9 解析フロー

## 3) 推計式

浸水深区分の建物数とボランティア作業量の関係性から全体量を推計するために、計算式を作成する。浸水した地域全体では川辺モデルを利用し、a)3)で前述しているように堤防決壊場所での推計は有井地区決壊モデルを用いて別途行うため、その場所の家屋数 556 棟は個別計算し合算する (図 2-2-4-10)。それぞれ全棟数の 5,977 棟に 90.7%と 9.3%を係数 A として利用する。また全壊認定が浸水 1.8m 以上とされているため、区分 3 と 4 の浸水深データは合算した。災害ボランティアの作業が行われるのは、自助互助による作業では量的に対処できない部分、および自助互助では質的に対処できない部分であると考えられる。なお、質的とは、例えば重機を使う作業や、高所作業、解体作業、修理作業など高度な技術が必要な作業である。避難所や役場手伝い作業は家屋片づけ作業ではないため、今回は推定する作業内容から除外する。災害 VC 作業管理データを利用し、地域で災害ボランティアが対処しなかった残りの浸水深区分ごとの建物数の割合をかけたものを、全てが対処できた場合の希望的災害ボランティア作業量とした。つまり、希望的災害ボランティア作業量から実測の災害ボランティア作業を引いた人数が不足している災害ボランティア量であると想定した。通常の浸水被害および堤防決壊場所での計算は以下である。補正係数として A を組み込んだ。N<sub>i</sub> は各浸水深区分での災害ボランティア必要人数。S<sub>i</sub> は不足していると想定できる災害ボランティア人数。

$$N_i = A L_i M_i / H_{v_i} \quad [2-18]$$

$$S_i = N_i - M_i \quad [2-19]$$

i : 浸水深区分

$M_i$  : 各浸水深区分での実測のべ人数

$L_i$  : 行政家屋被害判読の判読棟数 (床上浸水、一部破損、半壊、全壊)

$H_{v_i}$  : 災害ボランティアが作業対応した棟数

A : 被害条件係数 (川辺 90.7%、有井 9.3%)

計算式結果に、自助互助の参加人数を加算する必要がある。倉敷市社協にてヒアリングを実施し、社協職員が現地にて得た経験から自助互助の人数は 2 名程度であると推定した。自助互助で作業を行った作業期間として、表 2-2-4-1 の災害 VC が毎日運営を終了する 12 月 4 日 (119 日間) とする。 $C_i$  は各浸水区分での自助互助の作業人数。

$$C_i = 2 L_i D \quad [2-20]$$

D : 作業期間 (7/8~3/31 : 267 日間)

この自助互助作業人数を加算した合計が被災地の家屋片付け全体作業量と推定する。 $W_i$  は各浸水区分で必要とされた総作業人数。 $W$  は対象地域全体で必要とされた総作業人数。

$$W_i = N_i + C_i \quad [2-21]$$

$$W = \sum_{i=0}^4 W_i \quad [2-22]$$



図 2-2-4-10 浸水被害エリアと堤防決壊場所

#### d) 災害ボランティア作業の解析結果

##### 1) 2つの地区での災害ボランティア作業量の比較

作業項目を屋内作業、屋内外作業、屋外作業、生活支援、ごみ運搬、公的作業、その他の7つにまとめたグラフを作成し、作業累積合計の時系列変化と比較した。一部のグラフでは縦軸の最大値を調整し視覚的に強調している（図 2-2-4-11 と図 2-2-4-12）。浸水深区分0は対象家屋が無いためグラフは無い。比較のため川辺地区だけでなく有井地区も浸水深区分によるグラフ化を行っている。その結果、川辺地区は20週目まで屋内屋外まとめて片付け作業が多く、浸水深が深かった家屋は21週目以降に屋内作業が急増する。比較的静流の状態で浸水しており、破壊された物の対処ではなく家の中と周辺をこまめに片付ける作業が多い可能性がある。有井地区は、浸水深区分1の地区は作業が発生していない。浸水深区分3と4の家屋にて屋外作業の割合が大きい（屋外のガレキ撤去）、ゴミ運搬も割合が大きい。浸水深区分4の家屋は最初期の3週目までに屋内作業とゴミ運搬作業が多く発生しており、破壊され使えなくなった家財を一気に廃棄している可能性がある。川辺に比べて屋内作業がそれほど継続されていないのは、破壊が甚大な為、生活を再開する意識が低いと推定できる。

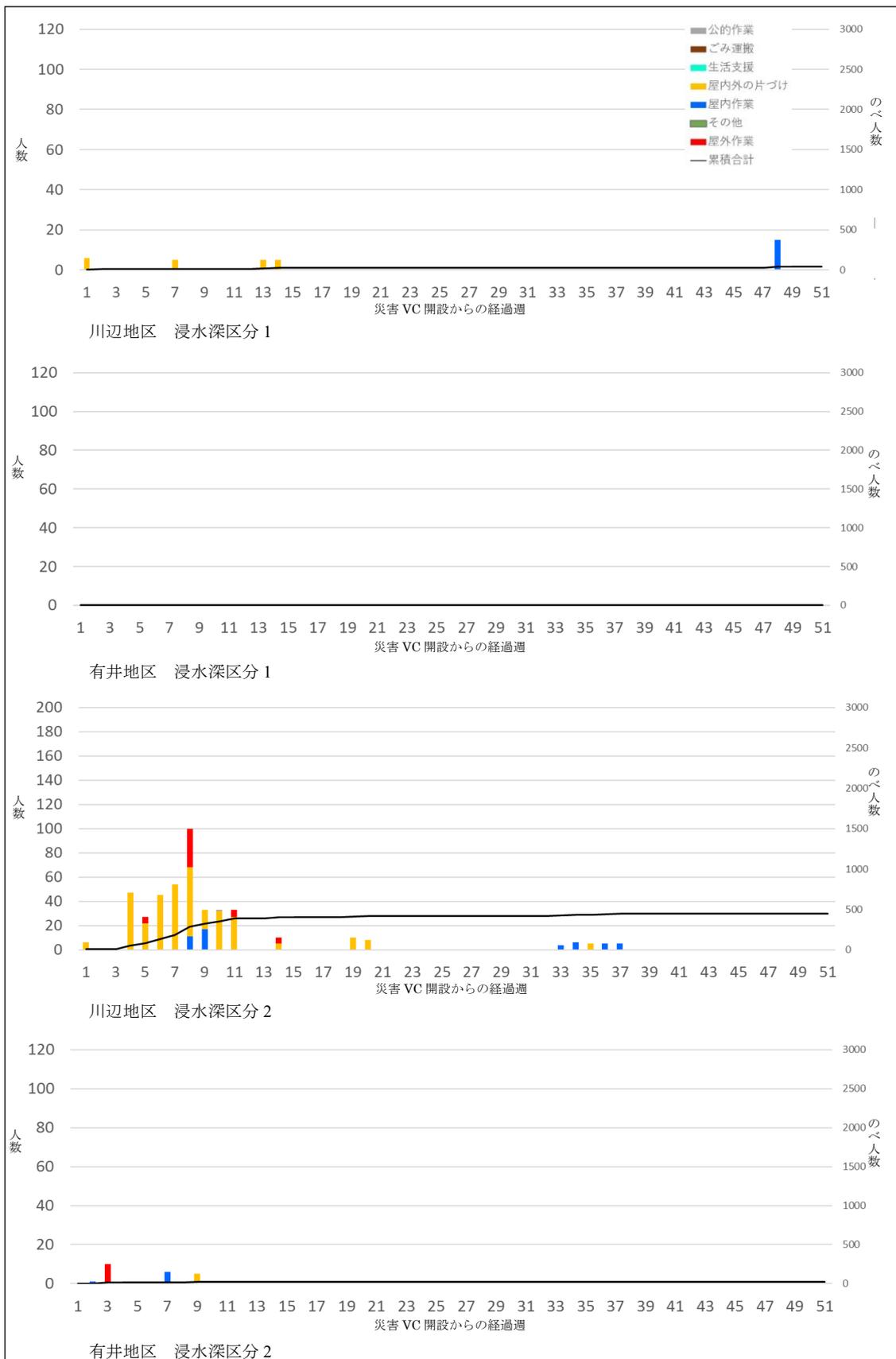


図 2-2-4-11 浸水深区分1と2の作業人数と内容 期間2018年7月から2019年6月

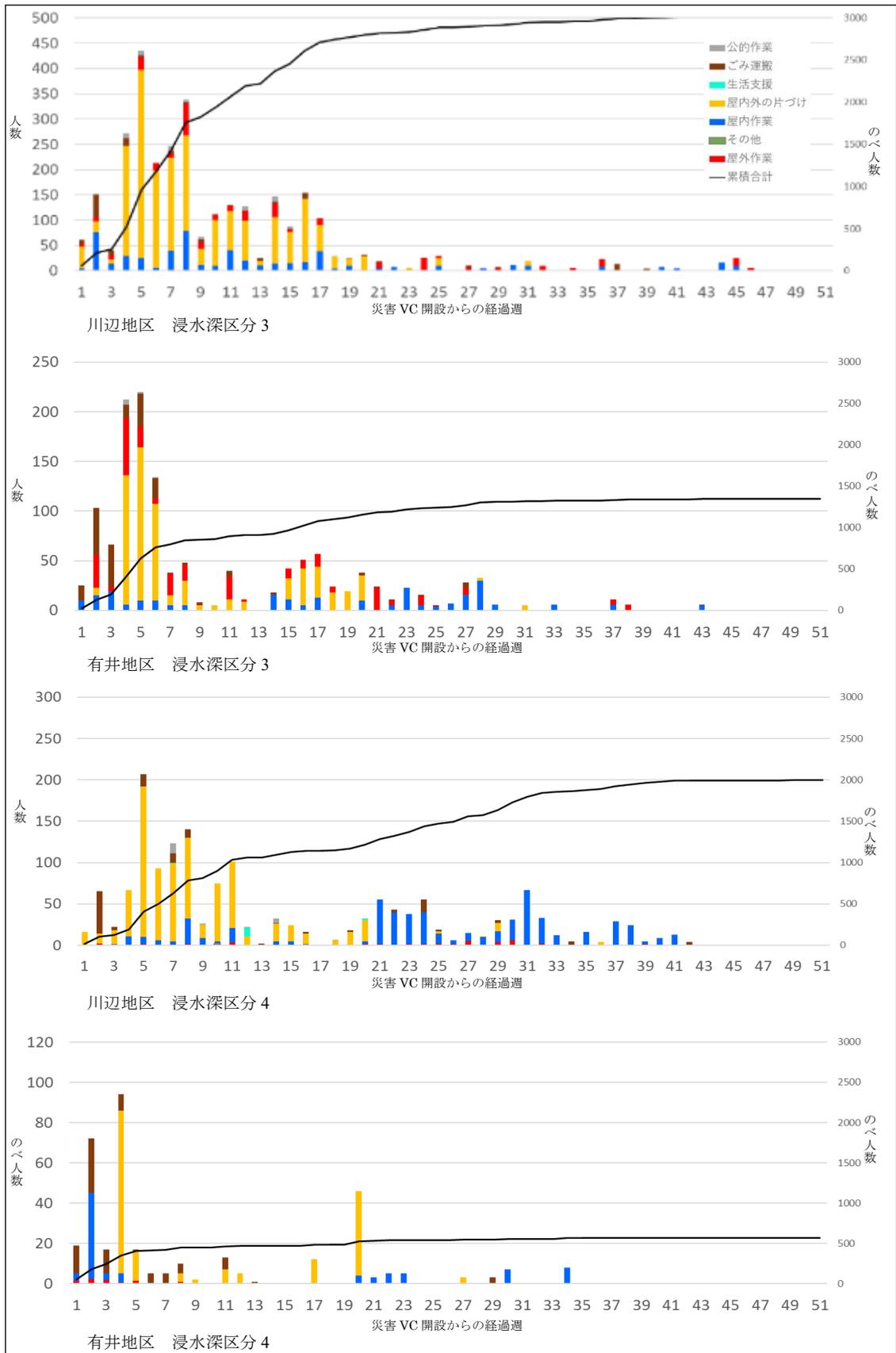


図 2-2-4-12 浸水深区分3と4の作業人数と内容 期間 2018年7月から2019年6月

## 2) 堤防決壊場所付近の被害

堤防決壊による被害の特徴が存在する可能性を検証するため、有井地区では決壊地点からの距離による作業内容の比較も実施した。図 2-2-4-13 は末政川の決壊地点から 100m ごとの半径 500m までの位置図であり、図 2-2-4-14 のグラフ①から④はそれぞれの距離内にある家屋での作業内容と量である。黄色着色部分は、筆者による国土地理院航空写真を利用した土砂堆積判読エリアである。距離 500m あたりで通常の浸水被害と区別が不明瞭になる。比較した結果は以下である。

- ・ ①100～200m、③300～400m、④400～500m は 5～8 週目までが作業の 1 次ピーク
- ・ ①100～200m は屋内と屋外が区別できない被害状態の家屋が多い
- ・ 200m 以降は屋内と屋外の作業区別がされているニーズが増加する
- ・ ②200～300、③300～400m は屋内作業（青色）が 30～40 週目まで継続される
- ・ ③300～400、④400～500m は屋外作業（赤色）が初期（13 週目まで）に多い
- ・ ④400～500m は 6 週目以降の作業がほとんど無い、作業優先順位が決壊場所により近いところと判断された可能性がある

前述している図 2-2-4-11 と図 2-2-4-12 の浸水深により区分けしたグラフ結果とも異なる傾向があり、堤防決壊地点に近い家屋では屋内と屋外の区別が付けられない作業が多く、遠くなると区別される傾向が見られる。有井地区での調査地点は末政川東側のみであるが、堤防決壊場所での作業内容の特徴を示しているものと考えられる。あくまでも真備町での水害に限定したケースではあるが、堤防決壊場所での推定モデルとして決壊地点から下流に 500m までの家屋については通常の浸水被害とは異なる条件が必要と考えられる。



図 2-2-4-13 末政川の堤防決壊場所からの距離と土砂堆積エリア判読（黄色）

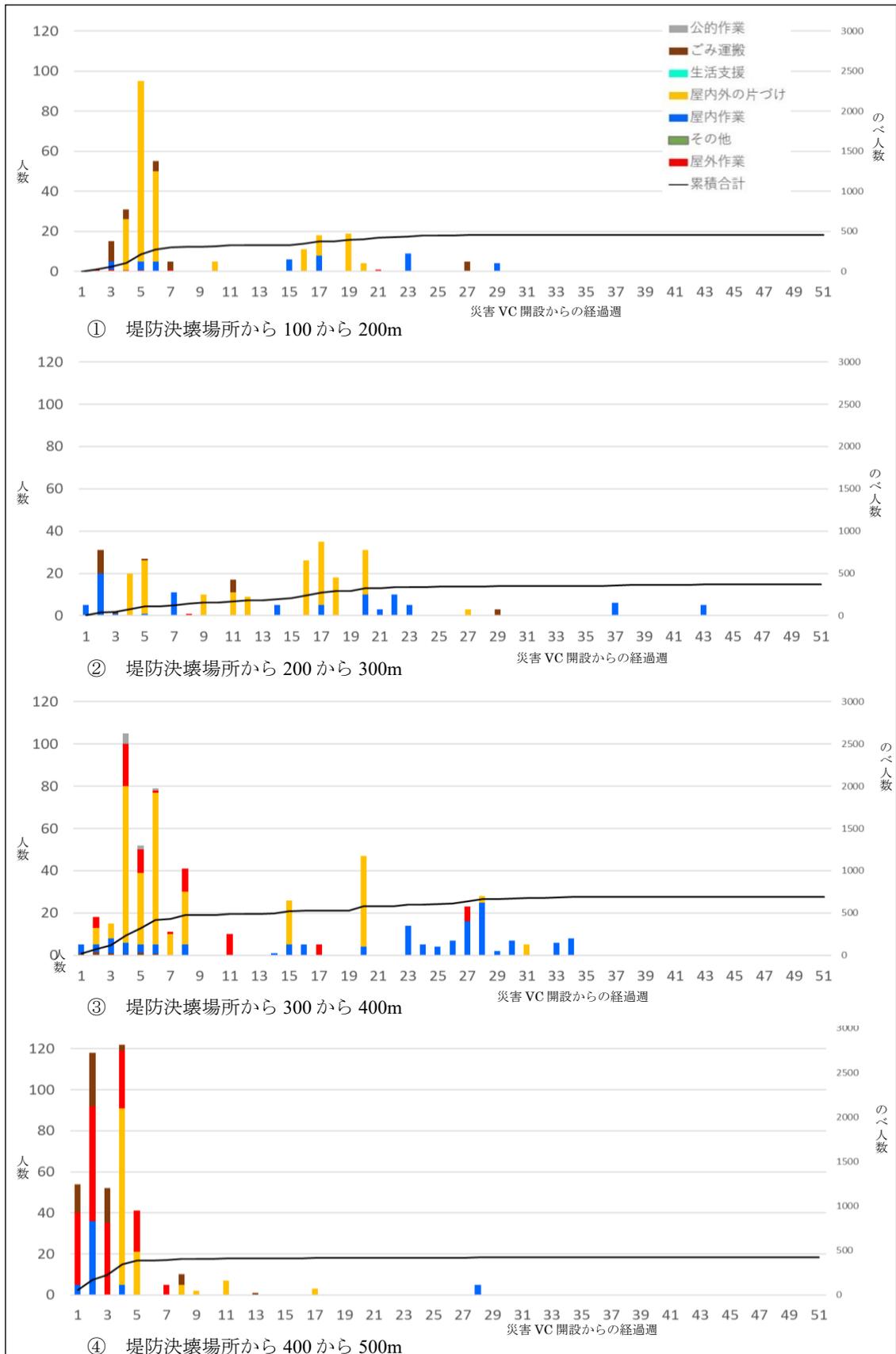


図 2-2-4-14 浸水深区分 1 から 4 の作業人数と内容 期間 2018 年 7 月から 2019 年 6 月

e) 作業全体量とボランティア活動の考察

1) 川辺地区と有井地区の作業量推計

計算式を利用し、モデル地区での作業人数推計を行う。各作業内容に関わった作業人数は前述している表 2-2-4-4 にて示している。表 2-2-4-6 では、真備町の被災全体棟数と調査地区作業棟数の割合をまとめた。表 2-2-4-7 は真備町全体の浸水被害家屋数と、川辺と有井地区の作業内容ごとののべ件数である。表 2-2-4-8 は堤防決壊地点から半径 500m 内の家屋判読数 556 棟と全体数の一覧である。これら数値を利用して計算式にて推計した結果を表 2-2-4-9 にまとめた。災害ボランティア必要人数 N については、川辺と有井地区を個別に計算し、その合算を 2 つの地区合計として表記した。川辺地区の特徴を使った計算結果では、災害ボランティアは 108,778 人であり、有井地区の特徴を使った計算結果は 8,208 人であった。よって合計は 116,986 人である。表 2-2-4-1 の災害 VC 集計によると、今回グラフ化した 2019 年 6 月末までの期間に近い 2019 年 7 月 31 日までの参加ボランティア集係数が 75,661 人となっており計算結果はより多めに算出されている。しかし実際に災害 VC が対処した家屋はすべての被災家屋ではない。表 2-2-4-5 の被災家屋 5,977 棟すべてを対処した希望的災害ボランティア人数と考えれば、約 1.5 倍の数値である 116,986 人は妥当的な数値であると考えられる。なお、川辺地区の一部破損と床上浸水の作業対象が 1 件しかなかったため、区分 1 に関しては推計誤差が大きく発生している可能性がある。

2) 災害ボランティア作業量から推計された真備町の全体作業量

真備町全体の作業量を推計し災害ボランティア人数と被災人口とを比較し妥当性を検証する。表 2-2-4-10 のように、2 つの地区での浸水深区分棟数から作業量 W が推定できた。この手法を使うことにより、対象とする被災地を静水による浸水と堤防決壊の特徴に区分けすれば、水害における家屋片付け作業のための人数を推計することが可能となる。推定作業量は 1,539,512 人。作業期間としている 119 日間で割ると、1 日あたり 12,937 人である。倉敷市<sup>72)</sup>によると、平成 30 年 6 月末時点での真備町の総人口が約 20,000 人、約 9,000 世帯であり、1 日当たり約 13,000 人が家屋片付け作業を実施しているという数値はやや多く推計された可能性はある。しかし、町のほぼ全域が浸水したことを考慮するとありえない数値ではない。また、表 2-2-4-6 に記述しているが、今回調査対象とした川辺と有井地区で行われた災害ボランティアの対象家屋は、真備町全体の被災家屋数のうち 7% 程度である。しかし内訳では、区分 3+4 の全壊は 8.7% と高いが、区分 2 よりも被害が軽い半壊や一部破損では 2.5% 以下と低くなる傾向がある。災害ボランティアは自助互助による作業量がより多く大変な被災世帯に対して支援作業が行われている傾向があることがわかった。

表 2-2-4-6 川辺地区と有井地区の作業を実施した棟数と地区全体棟数の割合

浸水深区分	被害状況	被災家屋全体 (棟)	川辺地区調査 (棟)	有井地区調査 (棟)	調査 小計 (棟)	調査家屋割合 (%)
区分 0	床下浸水	情報無し	0	0	0	無し
区分 1	床上浸水、一部 破損	485	1	0	1	0.2
区分 2	半壊	846	19	2	21	2.5
区分 3	全壊	4,646	197	69	266	5.7
区分 4			96	44	140	3.0
合計		5,977	313	115	428	7.2

表 2-2-4-7 作業内容ごとののべ件数と家屋数の割合

		川辺地区			有井地区		
		作業のべ数 (棟)	総数 (棟)	割合(%)	作業のべ数 (棟)	総数 (棟)	割合(%)
区分 1	屋内作業	16	485	3.3	0	485	0
	屋内外作業	21	485	4.3	0	485	0
	屋外作業	4	485	0.8	0	485	0
	生活支援	0	485	0	0	485	0
	運搬	0	485	0	0	485	0
	公的作業	0	485	0	0	485	0
	その他	0	485	0	0	485	0
	小計	41			0		
区分 2	屋内作業	48	846	5.7	8	846	0.9
	屋内外作業	334	846	39.5	5	846	0.6
	屋外作業	48	846	5.7	10	846	1.2
	生活支援	0	846	0	0	846	0
	運搬	15	846	1.8	0	846	0
	公的作業	1	846	0.1	0	846	0
	その他	0	846	0	0	846	0
	小計	446			23		
区分 3	屋内作業	563	4646	90.3	248	4646	5.3
	屋内外作業	1944	4646	41.8	613	4646	13.2
	屋外作業	339	4646	7.3	282	4646	6.1
	生活支援	0	4646	0	0	4646	0
	運搬	145	4646	3.1	195	4646	4.2
	公的作業	67	4646	1.4	8	4646	0.2
	その他	0	4646	0	0	4646	0
	小計	3058			1346		
区分 4	屋内作業	592	4646	12.7	92	4646	2.0
	屋内外作業	857	4646	18.4	173	4646	3.7
	屋外作業	377	4646	8.1	212	4646	4.6
	生活支援	13	4646	0.3	0	4646	0
	運搬	130	4646	2.8	87	4646	1.9
	公的作業	20	4646	0.4	0	4646	0
	その他	10	4646	0.2	0	4646	0
	小計	1999			564		

表 2-2-4-8 真備町の浸水家屋数内訳

	被災家屋 (棟)	決壊場所家屋判 読数 (棟)	通常浸水家屋 (棟)
棟数	5,977	556	5,421

表 2-2-4-9 浸水深ごとの推計値 (人・日)

	区分 1 (人・日)	区分 2 (人・日)	区分 3+4 (人・日)	合計 (人・ 日)
川辺地区での災害ボランティア 必要人数	18,036	18,012	72,730	108,778
有井地区での災害ボランティア 必要人数	0	905	7,303	8,208
災害ボランティア必要人数の合 算	18,036	18,917	80,033	116,986
2地区での自助 互助の作業人数 の合計	115,430	201,348	1,105,748	1,422,526
2地区で必要と された総作業人 数	133,466	220,265	1,185,781	1,539,512

表 2-2-4-10 浸水深から推定とされた総作業人数 W と実測数

		区分 1	区分 2	区分 3+4
建物数 (棟)	実測	1	19	293
	推計	485	846	4,646
作業 量 W (人)	実測	41	4467	5,057
	推計	133,466	220,265	1,185,781

#### f) まとめと課題

本研究では、被害程度に対応した共助と自助互助作業量の全体量を見積ることを目的としている。定量化されたデータが存在している災害 VC 作業管理データをサンプルデータとして利用することにより、作業項目ごとの作業量を見積もり、さらに、自助互助作業全体に対する災害ボランティアの作業の比率などを考慮して、被害区分レベルごとに作業量の希望的な全体量を推定した。この手法から導き出された結果を用いることにより、航空写真から判読される浸水区分と行政の被害区分から、全体作業量が推定可能になる。以下に、作業量の推計から判明したことを2つにまとめる。

##### 1) ボランティアにより回復が加速された不足量

川辺と有井地区の調査対象地域に限定された特性ではあるが、真備町全体の7%の全壊家屋棟数について災害ボランティアが対処している。ほかの地区でも同程度の対処がされていたと仮定すると真備町の世帯数の約半分に相当する区分3+4の全壊家屋4,646棟の片づけ作業の7%を外部からの支援者である災害ボランティアが肩代わりすることができたと考えられる。しかし、逆に考えると93%以上を被災者が自力で対処したことになる。その結果、就労や学校活動への復帰が長期にわたり不可能な状態となり、地域の社会・経済活動としてマイナスである。災害ボランティアの人数を増やす対策と、同時に別の仕組みによる作業量補完の対策を平常時から準備しておくことが必要である。

##### 2) 回復できなかった本質的な理由と影響

回復できなかった本質的な理由として、元の姿への回復を断念し、被災地域での生活をあきらめ他の地域に引っ越す判断をした住民の判断がある。水害発生から4年が経過する現在（令和4年5月）も、現地では家屋再建を待つ更地が存在している。倉敷市<sup>14)</sup>によると真備町は平成30年6月末の人口22,797人が令和2年3月末に20,636人へと減少している。回復できなかった世帯は、復興後の真備町に対して中長期的な影響を及ぼす可能性がある。回復できずに世帯が減少していくと、次の災害に対抗する力も小さくなり、地域の防災力が弱体化される負のスパイラルに陥る可能性がある。

##### 3) 課題

計算手法の課題としては、災害ボランティアの作業量から推計できる家屋片付け作業量としては、一定の推計計算案を構築できた。しかし、災害ボランティアが対象としていない被災家屋もあり、災害 VC 作業管理データからは見積もれない自助互助の作業量を計ることはまだ難しく、計算の精度をあげる補正の仕組みが必要である。また、堤防決壊場所は有井地区が一番甚大被害であるが、ほかにも小規模なものが存在しておりそれら追加補

正も必要である。今後は別の過去の災害における実測の片付け作業量を算出する事例を増やすことにより、本研究でも試行した推計計算式そのものの高度化や、補正係数の有無等による修正を行い、ある地域で将来発生するかもしれない災害における共助と自助互助の片付け作業の総量を推計することができることを目指す。

## 2.3. 事例解析における $\alpha$ と T

### 2.3.1. 作業量算出係数としての $\alpha$ と 繁忙期間 T を用いた予測

すでに、2.1.8.にて、作業量を算出する係数  $\alpha$  と繁忙期間 T について述べている。各被害区分を  $i$  とした場合の被害区分ごとに 1,000 棟あたりの作業量を算出する係数  $\alpha_i$  と、作業内容を  $j$  とした場合の作業内容ごとの  $\alpha_{ij}$ 、および被害区分ごと災害 VC 運営中の繁忙期間  $T_i$  は、前述している 4 つの事例では表 2-3-1 から表 2-3-8 のようになる。

事例解析から得られた  $\alpha_i$  と  $\alpha_{ij}$  は表 2-3-2 から表 2-3-8 のとおりである。この係数を利用することにより各被害区分 1,000 棟あたりの数値が入手できれば作業量  $W$  を予測することが可能となる。NA で記述している箇所は、事例災害では該当データ無しの箇所である。なお常総市と倉敷市真備の  $\alpha_i$  は地区全域の共通値である。

作業量  $W$  および  $W_i$  が算出できれば、繁忙期間 T および  $T_i$  を利用することにより、日割り作業量であるその日の家屋片付け対応力  $D$  および  $D_i$  をもとめることも可能となる。なお、各被害区分  $i$  を合計したものが全体量である。

作業内容区分 ( $j$ ) に対応する  $H_{ij}$  は現在のところ確定された数値が存在しないため、 $H_i$  の値から割合を利用し作業量を算出する。 $H_{ij}$  の生成手法については今後の課題である。

2.2.3.の式 2-12 にて前述しているように作業量  $W$  は  $W_i$  の合計で見積もることができる。

$$W_i = \alpha_i H_i \quad [2-12]$$

$$D = W / T \quad [2-23]$$

$$D_i = W_i / T_i \quad [2-24]$$

表 2-3-1 事例での繁忙期間  $T_i$

繁忙期間 $T_i$	益城町 (週)	枚方市 (週)	常総市 (週)	倉敷市真備 (週)
$T_0$	17	5	12	
$T_1$	11	5	15	14
$T_2$	10		14	14
$T_3$	11		3	17
$T_4$	12			11

表 2-3-2 益城町の作業量算出係数  $\alpha$  [市街地]

被害区分 i	被害家屋数 (棟)	作業量 (人・日)	$\alpha_i$	作業内容区分 j	作業内容	ボランティア作業量 (人・日)	作業区分内の割合	$\alpha_{ij}$
0	1,224	128,040	105	1	屋内作業	10	0.001	0.1
				2	屋内外作業	NA	0.000	0.0
				3	屋外作業	161	0.018	1.9
				4	生活支援	NA	0.000	0.0
				5	ごみ運搬	0	0.000	0.0
				6	公的作業	8,758	0.977	102.6
				7	他	32	0.004	0.4
					小計	8,961		
1	4,862	700,053	144	1	屋内作業	5,384	0.165	23.8
				2	屋内外作業	NA	0.000	0.0
				3	屋外作業	6,548	0.201	28.9
				4	生活支援	NA	0.000	0.0
				5	ごみ運搬	1,372	0.042	6.1
				6	公的作業	19,206	0.589	84.8
				7	他	90	0.003	0.4
					小計	32,600		
2	1,480	203,847	138	1	屋内作業	2,147	0.292	40.3
				2	屋内外作業	NA	0.000	0.0
				3	屋外作業	4864	0.662	91.4
				4	生活支援	NA	0.000	0.0
				5	ごみ運搬	323	0.044	6.1
				6	公的作業	0	0.000	0.0
				7	他	12	0.002	0.2
					小計	7,346		
3	1,175	176,893	151	1	屋内作業	4,464	0.278	42.0
				2	屋内外作業	NA	0.000	0.0
				3	屋外作業	9,441	0.589	88.9
				4	生活支援	NA	0.000	0.0
				5	ごみ運搬	2,106	0.131	19.8
				6	公的作業	6	0.000	0.1
				7	他	22	0.001	0.2
					小計	16,039		
4	1,041	163,819	157	1	屋内作業	1,876	0.163	25.6
				2	屋内外作業	NA	0.000	0.0
				3	屋外作業	9,540	0.831	130.4
				4	生活支援	NA	0.000	0.0
				5	ごみ運搬	36	0.003	0.5
				6	公的作業	32	0.003	0.4
				7	他	0	0.000	0.0
					小計	11,484		

表 2-3-3 益城町の作業量算出係数  $\alpha$  [中山間部]

被害区分 i	被害家屋数 (棟)	作業量 (人・日)	$\alpha_i$	作業内容区分 j	作業内容	ボランティア作業量 (人・日)	作業区分内の割合	$\alpha_{ij}$
0	271	26,468	98	1	屋内作業	0	0.000	0.0
				2	屋内外作業	NA	0.000	0.0
				3	屋外作業	4	0.003	0.3
				4	生活支援	NA	0.000	0.0
				5	ごみ運搬	6	0.004	0.4
				6	公的作業	1,503	0.993	97.0
				7	他	0	0.000	0.0
					小計	1,513		
1	1,446	161,192	111	1	屋内作業	387	0.275	30.7
				2	屋内外作業	NA	0.000	0.0
				3	屋外作業	84	0.060	6.7
				4	生活支援	NA	0.000	0.0
				5	ごみ運搬	18	0.013	1.4
				6	公的作業	918	0.652	72.7
				7	他	0	0.000	0.0
					小計	1,407		
2	410	45,770	112	1	屋内作業	240	0.422	47.1
				2	屋内外作業	NA	0.000	0.0
				3	屋外作業	305	0.536	59.8
				4	生活支援	NA	0.000	0.0
				5	ごみ運搬	24	0.042	4.7
				6	公的作業	0	0.000	0.0
				7	他	0	0.000	0.0
					小計	569		
3	207	23,015	111	1	屋内作業	28	0.052	5.8
				2	屋内外作業	NA	0.000	0.0
				3	屋外作業	479	0.892	99.2
				4	生活支援	NA	0.000	0.0
				5	ごみ運搬	30	0.056	6.2
				6	公的作業	0	0.000	0.0
				7	他	0	0.000	0.0
					小計	537		
4	186	21,336	115	1	屋内作業	256	0.528	60.5
				2	屋内外作業	NA	0.000	0.0
				3	屋外作業	229	0.472	54.2
				4	生活支援	NA	0.000	0.0
				5	ごみ運搬	0	0.000	0.0
				6	公的作業	0	0.000	0.0
				7	他	0	0.000	0.0
					小計	485		

表 2-3-4 枚方市の作業量算出係数  $\alpha$  [市街地]

被害区分 i	被害家屋数 (棟)	作業量 (人・日)	$\alpha_i$	作業内容区分 j	作業内容	ボランティア作業量 (人・日)	作業区分内の割合	$\alpha_{ij}$
0	NA	NA		1	屋内作業	0		
				2	屋内外作業	NA		
				3	屋外作業	0		
				4	生活支援	0		
				5	ごみ運搬	0		
				6	公的作業	0		
				7	他	0		
					小計	0		
1	5,831	479,844  被災世帯から2名 41日間 (6/20_7/30) 5,842世帯	82.3	1	屋内作業	105	0.342	28.1
				2	屋内外作業	NA	0.000	0.0
				3	屋外作業	161	0.524	43.2
				4	生活支援	0	0.000	0.0
				5	ごみ運搬	9	0.029	2.4
				6	公的作業	2	0.007	0.5
				7	他	30	0.098	8.0
					小計	307		
2	NA	NA		1	屋内作業	0		
				2	屋内外作業	NA		
				3	屋外作業	0		
				4	生活支援	NA		
				5	ごみ運搬	0		
				6	公的作業	0		
				7	他	0		
					小計	0		
3	10	NA		1	屋内作業	0		
				2	屋内外作業	NA		
				3	屋外作業	0		
				4	生活支援	NA		
				5	ごみ運搬	0		
				6	公的作業	0		
				7	他	0		
					小計	0		
4	1	NA		1	屋内作業	0		
				2	屋内外作業	NA		
				3	屋外作業	0		
				4	生活支援	NA		
				5	ごみ運搬	0		
				6	公的作業	0		
				7	他	0		
					小計	0		

表 2-3-5 常総市の作業量算出係数  $\alpha$  [市街地]

被害区分 i	被害家屋数 (棟)	作業量 (人・日)	$\alpha_i$	作業内容区分 j	作業内容	ボランティア作業量 (人・日)	作業区分内の割合	$\alpha_{ij}$
0	3,066	364,087	119	1	屋内作業	119.71	0.698	83.1
				2	屋内外作業	NA	0.000	0.0
				3	屋外作業	3.34	0.019	2.3
				4	生活支援	0	0.000	0.0
				5	ごみ運搬	16.34	0.095	11.3
				6	公的作業	16	0.093	11.1
				7	他	16	0.093	11.1
					小計	171.39		
1	3,641	436,535	120	1	屋内作業	514.98	0.825	99.1
				2	屋内外作業	NA	0.000	0.0
				3	屋外作業	68.65	0.110	13.2
				4	生活支援	0	0.000	0.0
				5	ごみ運搬	38.75	0.062	7.5
				6	公的作業	1.5	0.002	0.3
				7	他	0	0.000	0.0
					小計	623.88		
2	1,581	189,553	120	1	屋内作業	115.51	0.547	65.7
				2	屋内外作業	NA	0.000	0.0
				3	屋外作業	72.83	0.345	41.4
				4	生活支援	0	0.000	0.0
				5	ごみ運搬	12.67	0.060	7.2
				6	公的作業	10	0.047	5.7
				7	他	0	0.000	0.0
					小計	211.01		
3	53	NA		1	屋内作業	0		
				2	屋内外作業	NA		
				3	屋外作業	0		
				4	生活支援	0		
				5	ごみ運搬	0		
				6	公的作業	0		
				7	他	0		
					小計	0		
4	NA	NA		1	屋内作業	0		
				2	屋内外作業	NA		
				3	屋外作業	0		
				4	生活支援	NA		
				5	ごみ運搬	0		
				6	公的作業	0		
				7	他	0		
					小計	0		

表 2-3-6 常総市の作業量算出係数  $\alpha$  [農業地区]

被害区分 i	被害家屋数 (棟)	作業量 (人・日)	$\alpha_i$	作業内容区分 j	作業内容	ボランティア作業量 (人・日)	作業区分内の割合	$\alpha_{ij}$
0	3,066	364,087	119	1	屋内作業	229.09	0.692	82.2
				2	屋内外作業	NA	0.000	0.0
				3	屋外作業	39.97	0.121	14.3
				4	生活支援	0	0.000	0.0
				5	ごみ運搬	59.13	0.179	21.2
				6	公的作業	0	0.000	0.0
				7	他	2.66	0.008	1.0
					小計	330.85		
1	3,641	436,535 1+2 626,088	120	1	屋内作業	541.51	0.596	71.5
				2	屋内外作業	NA	0.000	0.0
				3	屋外作業	233.42	0.257	30.8
				4	生活支援	0	0.000	0.0
				5	ごみ運搬	128.86	0.142	17.0
				6	公的作業	4.25	0.005	0.6
				7	他	0	0.000	0.0
					小計	908.04		
2	1,581	189,553	120	1	屋内作業	373.48	0.621	74.5
				2	屋内外作業	NA	0.000	0.0
				3	屋外作業	144.98	0.241	28.9
				4	生活支援	0	0.000	0.0
				5	ごみ運搬	82.96	0.138	16.5
				6	公的作業	0	0.000	0.0
				7	他	0	0.000	0.0
					小計	601.42		
3	53	NA	0	1	屋内作業	38	0.760	0.0
				2	屋内外作業	NA	0.000	0.0
				3	屋外作業	12	0.240	0.0
				4	生活支援	0	0.000	0.0
				5	ごみ運搬	0	0.000	0.0
				6	公的作業	0	0.000	0.0
				7	他	0	0.000	0.0
					小計	50		
4	NA	NA		1	屋内作業	0		
				2	屋内外作業	NA		
				3	屋外作業	0		
				4	生活支援	NA		
				5	ごみ運搬	0		
				6	公的作業	0		
				7	他	0		
					小計	0		

表 2-3-7 倉敷市真備の作業量算出係数  $\alpha$  [市街地]

被害区分 i	被害家屋数 (棟)	作業量 (人・日)	$\alpha_i$	作業内容区分 j	作業内容	ボランティア作業量 (人・日)	作業区内の割合	$\alpha_{ij}$
0	NA	NA		1	屋内作業	0		
				2	屋内外作業	0		
				3	屋外作業	0		
				4	生活支援	0		
				5	ごみ運搬	0		
				6	公的作業	0		
				7	他	0		
					小計	0		
1	485	133,466	275	1	屋内作業	16	0.390	107.3
				2	屋内外作業	21	0.512	140.9
				3	屋外作業	4	0.098	26.8
				4	生活支援	0	0.000	0.0
				5	ごみ運搬	0	0.000	0.0
				6	公的作業	0	0.000	0.0
				7	他	0	0.000	0.0
					小計	41		
2	846	220,265	260	1	屋内作業	48	0.108	28.0
				2	屋内外作業	334	0.749	194.7
				3	屋外作業	48	0.108	28.0
				4	生活支援	0	0.000	0.0
				5	ごみ運搬	15	0.034	8.7
				6	公的作業	1	0.002	0.6
				7	他	0	0.000	0.0
					小計	446		
3	2,323	592,891	255	1	屋内作業	563	0.184	47.0
				2	屋内外作業	1,944	0.636	162.2
				3	屋外作業	339	0.111	28.3
				4	生活支援	0	0.000	0.0
				5	ごみ運搬	145	0.047	12.1
				6	公的作業	67	0.022	5.6
				7	他	0	0.000	0.0
		小計	3,058					
	4,646	<sup>3+4</sup> 1,185,781						
4	2,323	592,891	255	1	屋内作業	592	0.296	75.6
				2	屋内外作業	857	0.429	109.4
				3	屋外作業	377	0.189	48.1
				4	生活支援	13	0.007	1.7
				5	ごみ運搬	130	0.065	16.6
				6	公的作業	20	0.010	2.6
				7	他	10	0.005	1.3
					小計	1,999		

表 2-3-8 倉敷市真備の作業量算出係数  $\alpha$  [堤防決壊場所]

被害区分 i	被害家屋数 (棟)	作業量 (人・日)	$\alpha_i$	作業内容区分 j	作業内容	ボランティア作業量 (人・日)	作業区内の割合	$\alpha_{ij}$
0	NA	NA		1	屋内作業	0		
				2	屋内外作業	0		
				3	屋外作業	0		
				4	生活支援	0		
				5	ごみ運搬	0		
				6	公的作業	0		
				7	他	0		
					小計	0		
1	485	133,466	275	1	屋内作業	0	0.000	0.0
				2	屋内外作業	0	0.000	0.0
				3	屋外作業	4	1.000	275.2
				4	生活支援	0	0.000	0.0
				5	ごみ運搬	0	0.000	0.0
				6	公的作業	0	0.000	0.0
				7	他	0	0.000	0.0
					小計	4		
2	846	220,265	260	1	屋内作業	8	0.348	90.6
				2	屋内外作業	5	0.217	56.6
				3	屋外作業	10	0.435	113.2
				4	生活支援	0	0.000	0.0
				5	ごみ運搬	0	0.000	0.0
				6	公的作業	0	0.000	0.0
				7	他	0	0.000	0.0
					小計	23		
3	2,323	592,891	255	1	屋内作業	248	0.184	47.0
				2	屋内外作業	613	0.455	116.2
				3	屋外作業	282	0.210	53.5
				4	生活支援	0	0.000	0.0
				5	ごみ運搬	195	0.145	37.0
				6	公的作業	8	0.006	1.5
				7	他	0	0.000	0.0
		小計	1,346					
	4,646	<sup>3+4</sup> 1,185,781						
4	2,323	592,891	255	1	屋内作業	92	0.163	41.6
				2	屋内外作業	173	0.307	78.3
				3	屋外作業	212	0.376	95.9
				4	生活支援	0	0.000	0.0
				5	ごみ運搬	87	0.154	39.4
				6	公的作業	0	0.000	0.0
				7	他	0	0.000	0.0
					小計	564		

### 2.3.2. 地震と水害での利用

地震災害では2016熊本地震の益城町（震度7、甚大被害、地方都市）と2018年大阪府北部の地震の枚方市（震度6強、被害小、大都市部）、水害では2015年関東東北豪雨の常総市（広域な浸水範囲、被害中、地方都市）と平成30年7月豪雨（西日本豪雨）の倉敷市真備（中程度の浸水範囲、甚大被害、地方都市）と、はそれぞれ条件が異なる災害・地域である。この4事例を選んだのは、予測式を一般化するために災害条件が異なることが理由である。災害VC作業管理データは被災地のすべての地域を把握しきれているデータではなく、把握が不足している地域を補完するための手法が必要である。不足の補完と、より効率的に予測を行うために、将来の想定災害でも被災地域内にて似通ったモデル地区を見つけ出し、地域内におけるそれぞれの存在比率を利用する。被害区分ごとに1,000棟あたりの作業量を算出する係数 $\alpha$ とその災害での各被害区分の被災家屋数を掛け合わせることで、各被害区分の作業量を予測できる式を考案する。この作業量算出係数 $\alpha$ には、災害種別と被害状況、災害VCが運営されている繁忙期の日数、特徴のあるモデル地区における被害区分ごとの作業内容と量の関係性が含まれている。つまり、地震災害の甚大被害と軽微な被害、水害の中規模被害と甚大被害、また市街地と農業・中山間部に分けられる場合と市街地のみの場合といった条件下ではあるが、この作業量算出係数 $\alpha$ を利用し、本研究で推計した4事例を参照にして別の災害での被害区分ごとの作業量 $W$ について予測することができる（図2-3-1）。

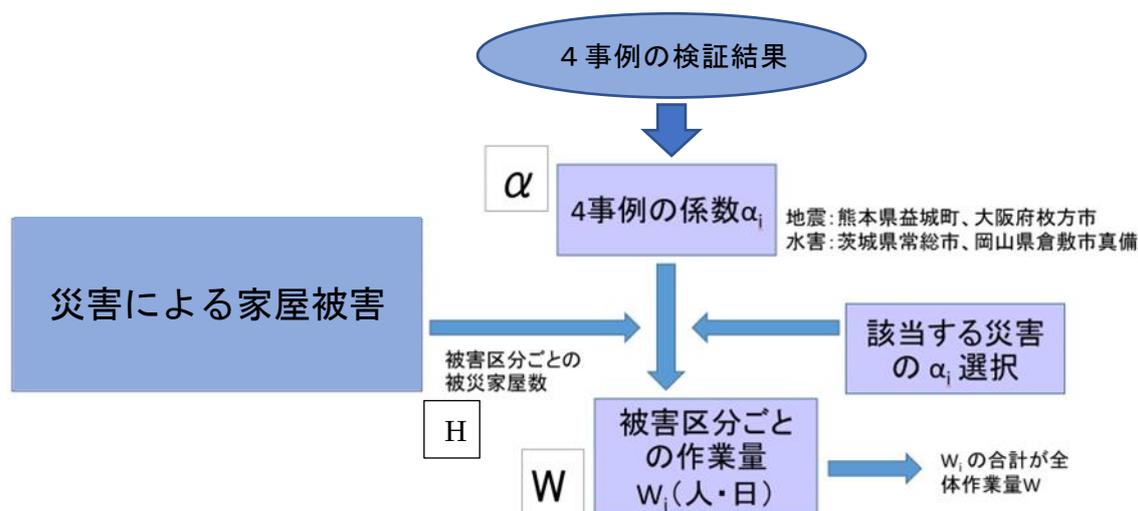


図 2-3-1 推計式の一般化フロー

### 2.3.3. 統計処理するための課題

2章では、災害VC作業管理データを用いることにより被災した地域にて発生する家屋片付け作業のうち、災害ボランティア（共助）と被災者（自助・互助）の繁忙期間における被害区分ごとに必要とされている優先されるべき作業内容と作業を実行するために必要な人員量を推計することができることがわかった。しかし今のところ解析した事例は4箇所であり、予測式の各パラメータを確率パラメータとして定量的に推定することが今後の課題である。そのためには、統計処理が可能となるように数多くの事例について解析を行っていくことが必今後要になる。

## 2.4. リアルタイムでの予測式

行政による被害家屋の判読情報は被災家屋等を実際に現地調査で確認するためリアルタイム（即時的）では存在しない。しかし、最新の研究成果情報としてリアルタイムで推計される利用可能な情報が存在している。この情報を使うことによりリアルタイムで作業量を予想することが可能となる。リアルタイム予測を実施する諸条件としては被災地がリアルタイムで観測されており、刻々と変化する被災状況が算出されていることが必要である。地震災害の場合は地震動が常時地震計にて観測され表層震度階が計算され、その震度階から面的な震度分布を算出している J-RISQ があげられる。水害の場合は正確にはリアルタイムではないが航空写真や衛星画像による浸水エリアの撮影調査が実施されてその浸水境界を判読した結果情報である。なお近年はドローン技術を活用することにより、航空写真の撮影タイミングや回数の自由度が上がっており、よりリアルタイム性が高まっている。被害区分ごと、1,000 棟ごとの作業量算出係数  $\alpha$  を用いた予測式を用いることにより、リアルタイムに被害状況を算出し被害区分ごとの作業量  $W$  を導き出すことが可能となる（図 2-4-1）。

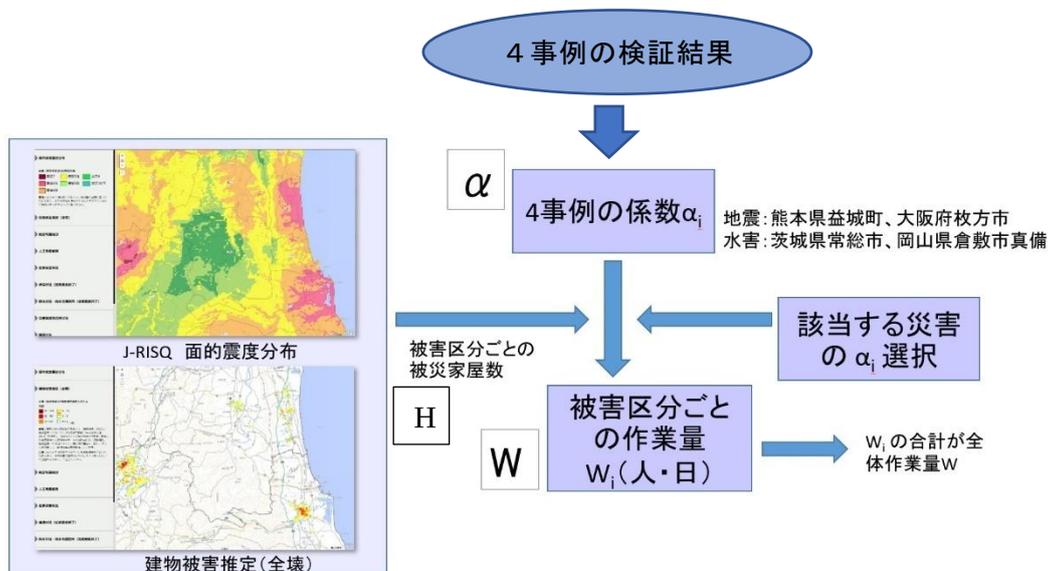


図 2-4-1 リアルタイム推計式の一般化フロー

## 3. ボランティア作業

### 3.1. 災害ボランティアについて

#### 3.1.1. 災害ボランティアと災害VC

本来の災害ボランティアは自発的に参加し、自由な意思で活動場所と作業内容を決める。1995年の阪神淡路大震災以降、災害ボランティアという活動が認知されていき、災害が発生するたびに参加者が増加していった。しかし参加人数が増えるにつれて活動を支援する体制も考案されていく。2004年の中越地震のころから地域福祉を担う社協が取りまとめる災害VCという体制が徐々に認識されるようになる。2011年の東日本大震災では多くの災害VCが開設されたことにより多くの国民に災害VCの存在と役割が認識されることになった。しかし、あくまでも災害VCは災害ボランティアの活動を補助する役割であり、被災者ニーズとの橋渡しを行う組織である。また、運営主体の社協には平常時のボランティアに対して受け付けているボランティア保険の仕組みがあり、災害ボランティアが死傷するなどの被害を受けた場合に活用できる保険の窓口役でもある。

災害VCによる災害ボランティアと被災者ニーズの調整が行われることにより、災害ボランティア自身が自由に作業場所や内容を決めることができなくなるという、マイナス面もある。そのため、NGOやNPOなど自力で災害ボランティア活動が可能な組織は、自分たち独自に地域との調整を行うこともある。また完全に個人的に被災現地に入り自分の自由意思で災害ボランティア活動を行う人も存在する。あくまでも災害VCは、災害ボランティアが被災者への支援活動を行うための1つの入り口でしかないのである。

#### 3.1.2. 災害VCと災害ボランティアが担う活動内容

災害ボランティアに期待されている活動内容として、基本的な作業と高度なスキルが必要とされる作業がある。作業として以下の項目がある（表3-1-1）。

これらの活動ニーズが被災現地から出されて、そのニーズ内容を解決することが災害VCの役目である。しかし実際にはすべてのニーズにこたえられるわけではない。なぜなら集まるボランティア人数、必要機材の有無、運営側スタッフ人数規模による受け入れ限界など理想的な活動を阻害する各種の条件があるからである。この阻害条件を鑑みながら、災害VC運営の効率化を図るために少しでも役立つ情報の1つを生成することが本研究の目的でもある。表3-1-1では、本研究で対象とする活動内容を○マークで表記している。

### 3.2. 災害VC運営の現状と課題

#### 3.2.1. 災害ボランティアと住民

生活を回復するための作業を助けてくれる災害ボランティアに対して悪い考えを持つ被災者はほばいないと言ってよい。災害後に支援を受けた被災者が次の災害発生時に自ら災害ボランティアとして支援者側になることも多々ある。古くから地域に住んでいる住民は親族も多く自助互助で家屋片付け作業を行うことも多いが、災害VCの認知度が上がったこと、また運営スタッフが能動的にニーズを聞き取りに行くこともあり、災害ボランティアへの依頼数も増加傾向にある。しかしながら災害VCでは危険を伴う作業や営利活動へ

の支援は断ることが基本となっており、依頼を拒否されることによる災害 VC と被災者とのもめごとは頻繁にある。

表 3-1-1 作業内容一覧

作業内容	災害の種類	作業内容	本研究の対象
基本作業	共通	住宅からの災害廃棄物撤去	○
	水害、土砂、津波	私有地内の土砂・泥の除去	○
	地震、台風	瓦礫の撤去	○
	水害	床板はがし	
	水害	床下泥の撤去	○
	地震	私有地内の壊れた備品の撤去	○
	地震、台風	瓦屋根の応急修理	
	共通	廃棄物仮置き場への運搬	
	水害、土砂、津波	住宅周辺の側溝の泥出し	
	共通	車中泊や指定避難所以外への食料配給	
	共通	支援物資の仕分け	
	共通	乳幼児の育児支援	
	豪雪	雪かき・屋根雪下ろし	
	共通	日用品購入のための外出支援	
	共通	大切な思い出の品の洗浄・修復	
高度技術作業	共通	被災地での精神的支援	
	共通	行政・法律に関する相談	
	共通	重機の操作	
	台風、地震	ドローンを使った住宅の高所被害確認	
	共通	住居の引越し支援	
	共通	炊き出し	
	共通	足湯・マッサージ	
	共通	農業・漁業の支援	
	共通	商店街支援	
	共通	企業の CSR	
共通	資金援助・寄付		

### 3.2.2. 災害ボランティアと行政

災害ボランティアと公的活動の関係。最近の日本は、行政職員の削減や予算の縮小により、公的な活動の余力が小さくなる傾向にある。その影響により公的サービスの縮小や、最悪のケースでは基礎自治体が財政破綻してしまうこともある（北海道夕張市：財政再生団体）。そのしわ寄せは、災害への対応力にも影響し公的な余力が小さくなる。

上記のような社会であるがゆえに、外からの支援力を頼る傾向がみられる。行政の災害対応も同様であり、被災地の行政は被災していない地域からの応援職員や、国の組織から

の支援を求める傾向になる。

住民の生活再開を実現する災害後の作業も、外からの支援者に期待することになり、自衛隊や消防などの国や県の公的支援組織に助けをもらうことが多くなる。その支援組織・団体の1つとして災害ボランティアという無償支援者が存在しており、その支援量に対して行政と被災住民は期待を高める傾向が近年強くなってきている。

しかしながら、災害ボランティアは仕事ではなくあくまでも無償の作業員であり、希望する人数がその時その地域に集まるかどうかは保証されていない。また作業参加には強制力もないため自発的な希望者の意思にゆだねられており、参加者を増やすために効果的な働きかけというものがあまいである。

2020 東京オリンピックでも問題になったが、行事を遂行するために無償の作業員をはじめから頭数に入れた計画は本来おかしなことであり、自分たちのリソースにて実現可能な段階でまずは計画するべきである。災害ボランティアは、あくまでも予期しない予備的なリソースであり、被災地域の住民と企業と行政のリソースでできる段階がどこであるかを事前に把握しておくことが大事である。外部支援者が来ない場合はその段階であきらめるなどの判断も必要である。もし外部支援者のリソースが加算されるのであれば、もう少し回復段階を進めるといった事前計画（事前復興）を平常時から考えておくべきである。この考え方は、現地行政における、行政支援職員や、消防、警察、自衛隊に対しても同じである。

### 3.3. 災害 VC 運営改善に向けた取り組み事例 1

大阪府内の社協では災害が発生する前からハザード・リスク情報を知ることにより、災害時により良い活動が行えるように研修等を実施している。この取り組みは 2018 年の大阪府北部の地震と同年の台風 21 号の対応<sup>92)</sup>において効果があった。本研究の推計手法が考案される以前での災害 VC 運営に関わる人員調整活動や優先順位判断の取り組みを紹介する。

#### 3.3.1. 概要

文部科学省委託事業「南海トラフ広域地震防災研究プロジェクト」<sup>73)</sup>の取り組みの一つとして、「南海トラフ広域地震防災情報プラットフォーム」(以下「防災情報プラットフォーム」<sup>74),75)</sup>を構築している(図 3-3-1)。災害情報プラットフォームは、各種地理空間情報、履歴データ、観測施設のリアルタイムデータ、他の研究主体の調査結果、研究成果、ハザード評価、リスク評価などを統合して配信する仕組みである。災害情報プラットフォームの構築だけでなく、コンテンツの種類や閲覧機能の充実を図るため、ユーザによる利用実験を実施した。利用者は、自治体職員、地域団体、防災を担う地域住民など。ここでは、詳細な検証を行うことができた社協の災害時要援護者支援訓練と、災害時の活用方法について説明する。

#### 3.3.2. 訓練による災害情報の提供

南海トラフ地震による津波被害が予想される大阪府(図 3-3-2)では、災害時に要援護者を担当する社協の職員に対して、大阪府社協と連携し 41 市町村の社協を対象に研修会を開催した。研修会では、最新の災害情報に関する研究内容や、現在の防災施策、災害シミュレーション結果、DONET リアルタイム情報、防災に活用できるコンテンツ集、事前復旧の考え方、災害の記録、計画・対応支援等の情報を提供した(図 3-3-3 と図 3-3-4)。また、災害 VC 運用を改善するためのツールの使い方を説明し、災害時でも効果的に使えるよう職員の操作スキルアップを図った。

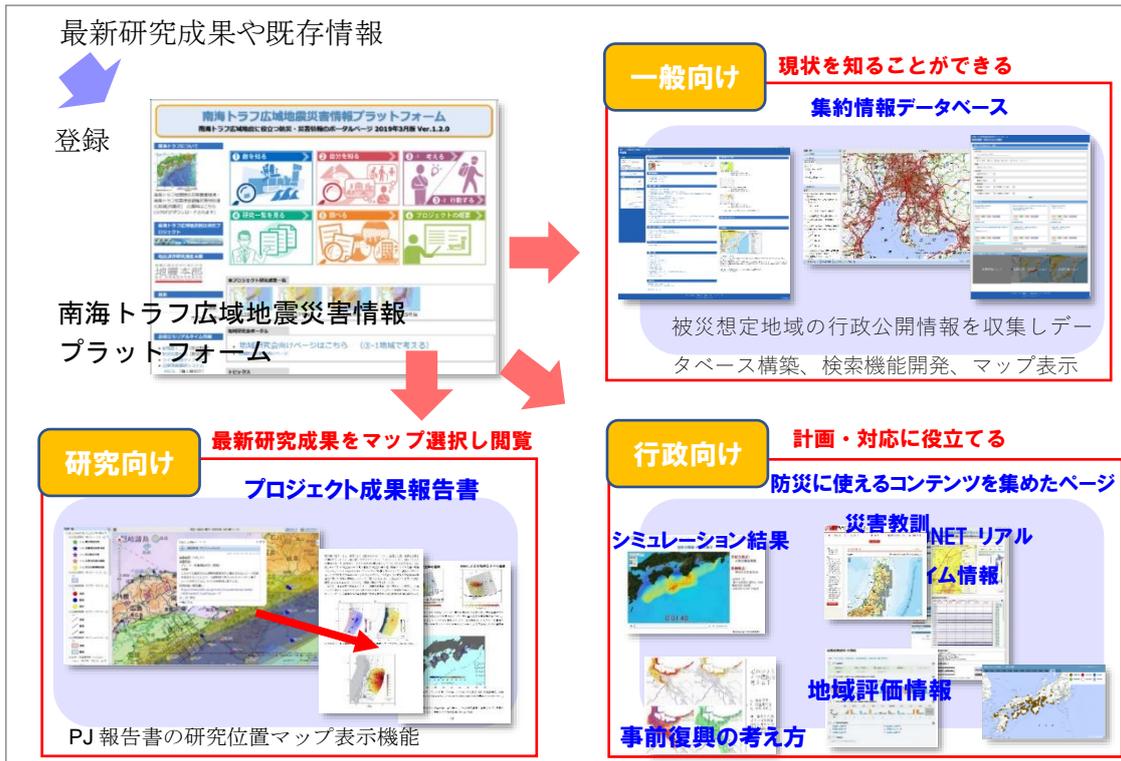


図 3-3-1 南海トラフ広域地震防災情報プラットフォーム (URL <https://nankai-bosai.jp/v2.0/>)



図3-3-2 大阪府と南海トラフの位置



図3-3-3 大阪府での研修



図3-3-4 想定震度分布と想定津波浸水エリアの情報

### 3.3.3. 災害時の情報利用について

2018年6月18日7時58分に発生したM6.1地震では、6月19日から22日までの間に大阪府北摂地域に災害VCが開設された。推定震度分布と被災前の航空写真を掲載した大判の地図を印刷し、俯瞰した被災状況を把握し効果的な活動判断ができるようにした。また、現地職員が実際の被害状況を調査把握し、地域内外から参加した災害ボランティアに対して情報共有<sup>76)</sup>した(図3-3-5)。

2018年9月4日に西日本を通過した台風21号(大阪府：最大瞬間風速58.1m/s、満潮329cm)は、大阪湾沿岸で高波や強風の影響を及ぼした。海からの浸水被害の注意啓発に災害に関する情報が活用<sup>77)</sup>された(図3-3-6)。関西国際空港に高潮被害が発生したが、大阪府南部の泉州地域の本州陸側では、幸いにも目立った高潮被害はなかった。

なお、地震と台風にて活動した災害VCの全てではないが、地震では7か所、台風では2か所の災害VCにて災害VC作業管理データの構築が行われている。この時構築されたデータの一部を本研究で利用している。

### 3.3.4. 災害情報の活用による効果

#### a) 現地業務の効率化

現地職員は、日頃の訓練により、災害発生時に推定震度分布などの推定情報を迅速に活用することの利点を理解していた。その結果、災害情報を経営判断に取り入れることに抵抗がなくなり、情報の送り手と受け手のスムーズな連携が可能になった。情報提供先は、大阪府北部で8カ所。大阪府、枚方市、高槻市、茨木市、箕面市、豊中市、吹田市、摂津市の各社協(最大震度は6弱)。茨木市は、推定震度分布情報をもとに、被災者支援の必要な地域の優先順位を決定した(図3-3-7)。台風21号では、14カ所に情報を提供した。大阪湾南部の7市1町。阪南市、泉南市、泉佐野市、貝塚市、岸和田市、泉大津市、和泉市、熊取町と、内陸部では河内長野、富田林、茨木、豊中、吹田の5地域が強風の影響を受けている。これらの地域でも、災害情報をもとに支援活動の優先順位を決定している。

#### b) 県広域管理支援の実施

大阪府北部の地震では、事前の訓練が役立ち、推定震度分布や建物被害推定情報に基づいて人員調整の判断が行われた(図3-3-8)。その判断に基づき、運営支援者を被災地に派遣することで、人材不足の解消を実現した。

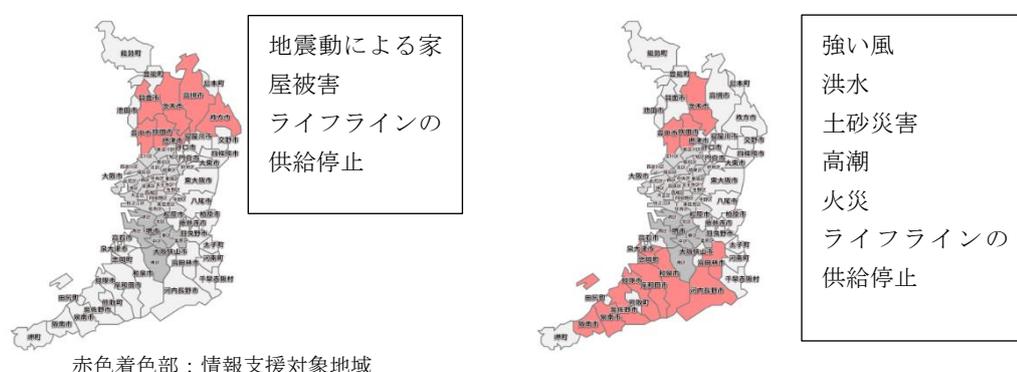


図3-3-5 大阪府北部の地震にて対応した市の位置図(着色箇所)左図

図3-3-6 台風21号被害にて対応した市町の位置図(着色箇所)右図

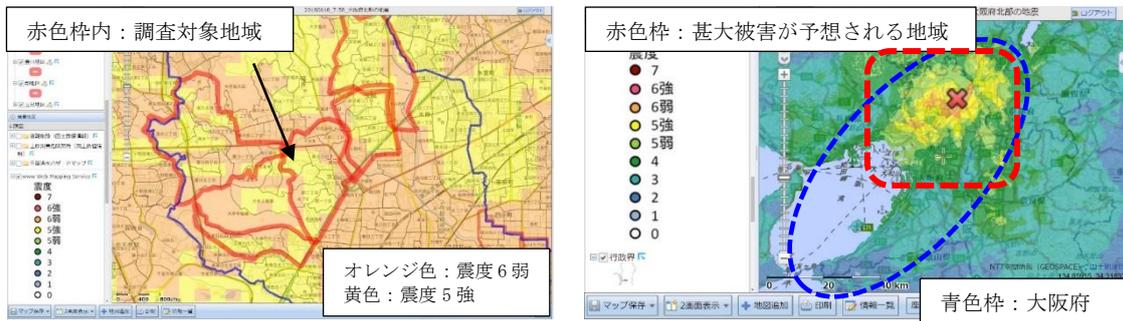


図 3-3-7 茨木市における推定震度分布を利用した調査すべき甚大被害エリア判断 左図  
 図 3-3-8 広域な推定震度分布を利用した大阪府内の甚大被害エリア判断 右図

### 3.3.5. まとめ

2018年の災害では、事前の訓練により災害情報利用への理解力が高まり、災害 VC 運営の判断が改善された。推定情報と災害 VC 作業管理データを用いて、最も被害が大きい地域はどこか、支援を行う地域の優先順位、支援活動に必要な人数の予測に活用された。

## 3.4. 災害 VC 運営改善に向けた取り組み事例 2

実際の災害にて災害ボランティアの作業量調査を実施し、推計計算結果と実測の作業量の比較も行った。災害現地にて発生する片付けごみ量についてドライブレコーダ画像を利用し、画像分析することによりその時点での作業人数と片付け作業量の実体を把握した。2020年熊本県人吉市を調査し、その結果、災害ボランティアの活動割合が3.4%の2015年常総市水害よりも、2020年人吉市ではより手厚い災害ボランティアの参加割合であることがわかった。理由は被害家屋数に比べて災害ボランティアの参加人数が相対的に多かったためである。

ドライブレコーダによる調査の目的は、空間的な偏り、その時の作業ニーズ優先度の把握を行うため、災害対応期間中にドライブレコーダを活用した被災地の道路沿い画像取得を行い、時間推移の中での作業量と場所の変遷を把握する。災害 VC にて生成される災害 VC 作業管理データは、被災地のすべての被害家屋を対処としているわけではない。①被災者からニーズが出されない場合や、②道路通行止めで行くことができない、③危険な場所のため作業ができないなどの諸条件により災害ボランティアが派遣されないことがある。しかし、②と③の条件は時間が経過するにつれて解消され、災害 VC が対処を行うこともある。このような時間経過による変化を把握するために、災害対応時に被災現地を道路沿いに連続画像を取得し状況を分析する調査を行う。機材として車両とドライブレコーダを利用する。

その時々に通行人可能な道路沿いにて被害状況と災害ゴミ量を確認し、その場所におけるその時点での作業の多忙さを把握する。現在の多忙さを把握することにより、直近で作業が必要とされる優先地域と作業量（派遣人員数）の判断を行い、災害 VC にて短期的な運営計画としての派遣人員の分配調整に役立つ。

また、ある時点での現地作業量を現地調査にて確認することにより、災害 VC 作業管理データによる推計計算結果のその時点での作業内容と派遣人員数の妥当性を検証することができる。この妥当性の検証は、その災害対応での災害 VC 閉所までの運営改善に利用さ

れ、また、今後発生する災害での災害 VC 運営に過去事例として役立てられる。

### 3.4.1 ドライブレコーダ画像の利用

近年、デジタル画像記録ツールが多数開発されている。あおり運転などによる話題性もあり、車載で利用できる高画質・高機能のドライブレコーダも手ごろな値段で入手することができるようになった。このドライブレコーダを活用して、画像解析による水害の冠水場所の判断<sup>78)</sup>や、竜巻等の気象災害の発生場所を特定する試みも行われている<sup>79)</sup>。また、災害廃棄物量全体については推定把握システムの構築が試みられており<sup>53)</sup>、建物被害については複数のデジタルスチルカメラを利用した道路走行調査画像による自動判読の試みや<sup>80),81)</sup>、航空写真による解析により広範囲の被害規模を把握する分析手段も高度化<sup>82),83),84)</sup>されてきている。しかし、特化した作業のための限られたエリア内のガレキ (=片付けごみ)量に特化した判読については対象とされていない。また、これまでのところ画像情報の取得手法も高度な技術が必要であり、一般的な機材しか利用できないものにとっては実施が現実的ではない。

筆者は、画像による判読手法を用いて、災害 VC 運営側である社協の活動計画参考情報として活用できる「片付け作業量=片付けごみ量」概況の災害発生直後での迅速な把握を試みた<sup>85)</sup>。災害発生直後とは、応急補修作業等が行われる前の時期、もしくは片付けごみ作業が開始されたばかりの初期段階である。

災害ボランティアは民地内のごみを片付ける作業を対象としている。建物の修理や解体などは基本的に行政や業者の仕事であり、一般的な災害 VC の作業ではない。そのため、ごみ全体量の把握ではなく、作業量に直結する民地内の片付けごみ量の概算を把握することが必要である。災害後の作業は緊急を求められているため、迅速さが重要となる。また、現地で対応可能な汎用機材で実施できる調査手法をも開発する必要がある。

この手法を用いて得られた、直近で処理すべき片付けごみ量には、各地域で必要な災害ボランティア人数の参考情報として利用する事ができる。数日から 1 週間単位での短期的な災害 VC 運営の方針を決めることに役立てることも可能となる。

次に調査に関する諸条件を述べる。本研究におけるドライブレコーダの画像判読はごみの総量を把握することを目的としていない。毎日変動する必要作業人数の一部を目視により確認することを目的としている。その調査時での現地の対処すべきごみ量の中で、現時点で目視により確認できるごみ量が把握できれば、ボランティア振り分けの参考情報として利用できる。片付けごみ画像が撮影できたということは車両がそこまで到達でき、なおかつ住民他による初期の片付け作業が行われて家屋外にごみが運搬されている証拠である。その作業可能な場所に、より迅速な片付けが行えるように支援人員を送り込む判断の裏付け情報として、ドライブレコーダ画像が利用されるのである。仮置き場へ運搬されてしまい画像から見積もれるごみ量が減少した場合は、地域全体の対応状況が改善され始めて行政側の処理作業が運び出しのごみ量を上回る状況になってと推測できる。このフェーズに移行した場合は、屋外からの確認情報である画像だけでは家屋内の片付け作業の要否は不明であるので、同時に人員による目視と被災者への聞き取り情報を組み合わせながら、作業員の派遣について判断していくこととなる。このフェーズでの対応は本研究の対象外であり、今後の課題とする。

調査の時間帯によって確認できるごみの量は異なる可能性があるが、今回の研究では 1 回の画像取得により判断できる範囲で人員派遣に関する運営方針の改善を試みている。この 1 回の判読手法による運営改善の効果があるとわかれば、今後、複数回の画像取得調査を行うことについても検証を行う予定である。道路から見える範囲での家屋内の記録に関

しては、家屋内画像を活用することは個人情報にも抵触する可能性があり、今回は扱わない。近隣の空き地に存在するごみ量はカウントする。空き地等の一時ごみ置き場が観測された地区では片付けごみの置き場スペースがある程度確保されており、なおかつ作業をスムーズに行える地区であると考えられるため、派遣できる作業人員の数も多く送り出せる可能性がある。現地でのごみ出しや運搬ルールに基づくごみ量の変動に関しては現状では考慮していない。今後の課題とする。

### 3.4.2. 迅速把握が必要な災害時即時的作業量の見積もり手法

被災した建物への復旧作業開始時期に、複数の記録ツールを用いて、車両を利用した道路沿いからの建物密集地区の状況記録調査を実施する。調査では、車内高さ 1.5m の位置にカメラを設置し、車のフロントガラス全域を撮影できる広角レンズを使い、毎秒 3 コマから 9 コマの撮影を、時速 10km 程度の速度で行い道路沿いの被害を把握する（図 3-4-1 と図 3-4-2）。

比較的被害が小規模であった 2019 年の山形県沖地震においてこの手法を検証した<sup>85)</sup>。2019 年 6 月 18 日 22 時 22 分の山形県沖地震（Mj6.7）発生の後、4 日後に、車載カメラを利用し地震動による建物被害が多かった山形県鶴岡市小岩川地区の調査を実施した（図 3-4-3）。

計測判断は被害規模の大きなものから順に 4 段階数値で示した。山形県の調査では特に甚大な被害が発生した山形県鶴岡市小岩川地区内の国道 7 号旧道沿いのうち 550m 区間を対象とした。

図 3-4-4 の赤い丸で表示している個所が屋根、壁、付属設備、片付けごみの判読個所である。小岩川地区の中心部を通る道路沿いにおいて、同様の判読作業を 145 枚の静止画像で実施した。計測判断は被害規模の大きなものから順に 3 から 0 の 4 段階数値で示した。区分けの基準は道路上のごみ仮置き状態が、家屋の敷地幅を超える量を 3、敷地幅内に収まっている量を 2、散乱する程度の量を 1、ごみ無しを 0 としてカウントしている。この区分けは前述しているようにごみ量の概算を把握するためであり、詳細な総量を示していない。今後も他の災害事例にて区分けの妥当性を検証していく予定である。無し 0 を含めて 4 段階に区分けしているのは、家屋被害の区分けの全壊・半壊・一部損壊・破損無しの 4 段階の区分け数を考慮し、そろえていることも理由の一つである。（図 3-4-4）。

片付けごみ量の分布を表示するための最小単位として、建物数が 3 から 4 棟程度を含む間隔である 50m 区間を判読の単位とし、区間内の数値を合算した。連続画像の中で重複している計測個所は最初の画像のみをカウントする。この時の検証では図 3-4-5 のような結果が得られた。

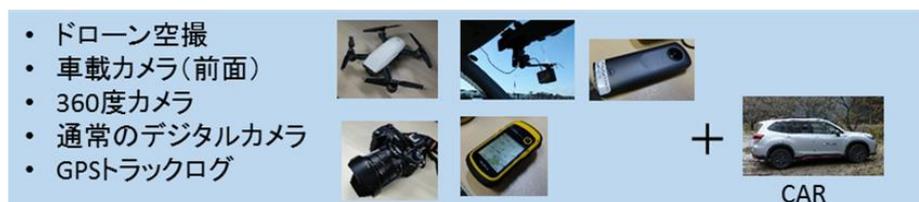


図 3-4-1 被災地現地調査で使用するツール一式



図 3-4-2 車載カメラの設置状況と記録画像の表示例



図 3-4-3 平成 29 年山形県沖地震発生時の山形県鶴岡市での被害状況調査場所について

計測箇所	被害規模			
	全壊	半壊	一部破損	破損無し
建物の屋根	3	2	1	0
建物の壁（躯体）	3	2	1	0
付属設備（窓など）	3	2	1	0
	多	中	少	無し
	敷地幅を超える量	敷地幅内の量	散乱する程度	
ガレキ量	3	2	1	0

被害規模の判読の事例



図 3-4-4 判読項目と判読例



図 3-4-5 山形県鶴岡市小岩川地区における調査区間と判読結果

### 3.4.3. 被災者数と片付けごみ量見積もりから求められる処理作業量と必要人員の即時的把握手法の試行

2020年の令和2年7月豪雨では熊本県人吉市内において広範囲に甚大な被害が発生した。前述している災害時即時的作業量の見積もり手法を用いて、発生する片付けごみ量と片付け処理を行う人数の関係性のある程度解析することができるはずである。

被害が集中していた人吉駅周辺の中心市街地域において、図3-4-6に表記している青色枠内を対象に、発災から2週間後の7月23日に画像記録調査を実施した。調査ルートは図3-4-7の緑色線である。特に調査当日に片付けごみが大量発生していた地域のArea1～3について画像判読を実施した。判読区間の合計距離は2,350mである。Area1では400m区間を50mごとに8区、Area2では850m区間で17区。Area3では1,100mで22区となる(図3-4-8と図3-4-9)。また、図3-4-10から図3-4-12が判読画像の例である。道路に出された片付けごみは、ごみが接している家屋敷地内から出されたものと推定している。空き地の仮置き場に集積されている場合は同じ町丁目内の家屋から出されたものと推定している。本研究による調査時点7月23日は、市による災害ごみの回収がすでに開始されていた。その状況下における回収しきれない累積したごみ、もしくは当日出されたばかりの災害ごみの画像を取得していたことになる。その調査時点での現地ごみ量の中で、目視で確認できるごみ量の把握をすることを目的としている。

判読の条件としては、前述している山形県沖地震で実施した条件と同様に片付けごみをカウントした。また人吉市において確認できた片付けごみの散乱状態を考慮した体積計算も行った。調査で使用したごみ量の数値3の場合、ごみが道路沿いに長さが15m、道路へのはみ出しの奥行きが0.75m、堆積している高さが0.75mと見積もり、総量としての体積を8.4375 m<sup>3</sup>と推定した。同様に数値2の場合が、7.50m×0.5m×0.5mで体積を1.875 m<sup>3</sup>、数値1の場合が1.0m×0.5m×0.3mで体積0.15 m<sup>3</sup>、数値0は0と試算した(表3-4-1)。なお、この体積計算の換算条件は、各種災害において今後も継続して妥当性を検証していく必要がある。

Area1～3を判読した結果は表3-4-2から表3-4-4および図3-4-13から図3-4-15のグラフである。体積計算結果の数値は小数点以下を四捨五入している。結果は、

Area1が、区間距離は400m、ガレキ量(=片付けごみ)の総数として170、体積としては223 m<sup>3</sup>である。

Area2が、区間距離は850m、ガレキ量(=片付けごみ)の総数として164、体積としては171 m<sup>3</sup>である。

Area3が、区間距離は1,100m、ガレキ量(=片付けごみ)の総数として167、体積としては168 m<sup>3</sup>である。

なお、片付けごみの処理を対象とするため、家屋自体の破損箇所の有無について、今回

は扱わない。また、調査区間の特徴として、家屋を破損させる頻度はArea2と3では低く、Area1では相対的に高いことがわかった。水流の勢い、および住宅と商業地区による建物構造の違いによる結果である可能性がある。

熊本県人吉市での調査日は、図 3-4-16 の活動者人数グラフから読み取れる。参加者が最多 1,200 人越えの日であった。画像判読はそのタイミングで実施できたことになる。人吉市全体での片付けごみ量と活動者数の関係を導き出すためには、人吉市全体で行われた片付けごみ処理の作業量のなかで、今回の調査部分がどの程度の割合なのかを知る必要がある。人吉市にて片付けごみが発生した世帯数のどの程度を対象に 7 月 23 日に調査していたのかを計算していく。

世帯数および棟数は以下の 3 つを根拠とした。

#### ① 浸水被害を受けた世帯数から算出

前述している図 3-4-6 のように国土地理院では、人吉市における令和 2 年 7 月豪雨の浸水推定図を公開している。今回画像記録を行ったエリアは東側の学校区である東校区と西校区である。また市内西側の西瀬校区と中原校区も浸水している。人吉市役所が公開している資料からそれぞれ東側と西側での世帯数を抽出すると、東側の世帯数（西校区、東校区）：合計 3,091 世帯。

東校区は校区全世帯数 4,024 のうち 2,516 世帯が浸水推定に含まれる。対象とされる地区は北願成寺町、南願成寺町、北泉田町、南泉田町、上新町、下新町、七日町、五日町、二日町、九日町、大工町、紺屋町、鍛冶屋町。

西校区は校区全世帯数 2,855 のうち 575 世帯が浸水推定に含まれる。対象とされる地区は駒井田町、上青井町、中青井町、下青井町。西側の世帯数（中原校区、西瀬校区）：合計 2,958 世帯。

西瀬校区は校区全世帯数 2,269 のうち 1,481 世帯が浸水推定に含まれる。対象とされる地区は上薩摩瀬町、下薩摩瀬町、始良町、宝来町、下城本町。

中原校区は校区全世帯数 2,824 のうち 1,477 世帯が浸水推定に含まれる。対象とされる地区は中林町、下林町、温泉町、中神町字段、中神町字馬場、中神町字城本、下原田町字瓜生田。

東側と西側の校区での浸水した対象世帯数比較を行うと、世帯数は 3,091 : 2,958 となり、片付けごみの処理が必要なおおよそ 50%の世帯を 7 月 23 日に調査したことになる（表 3-4-5）。

#### ② 熊本県による令和 2 年 11 月 2 日の報道資料

人吉市の被害状況は、全壊 885 棟、半壊 1,412 棟、床上浸水 713 棟、床下浸水 225 棟、一部損壊 278 棟、非住家 233 棟であり、合計被害棟数は 3,746 棟と報告されている。なお、この数値は速報値であり、以後増加すると考えられる。

#### ③ NIED クライシスレスポンスサイト

防災科学技術研究所が災害時に各種災害情報を発信している NIED クライシスレスポンスサイトで公開されている推定浸水建物は 4,969 棟としている<sup>86)</sup>。

②はあくまでも速報値でありこの値よりも少なくはないという条件として使える。①の校区別で集計した世帯数が約 6,049 であり、③で判読された 4,969 棟の推定浸水建物数はその 82%となり、それほど不正確な数値ではないようである。よって被災した世帯もしくは棟数は 5,000~6,000 に近いと考えられる。①では東側と西側の校区で世帯数がおおよそ 50 : 50 であり、ドライブレコーダ調査した東側エリアと調査していない西側での支援活動量の割合も同様であると考えられる。ゆえに、災害ボランティア数の割合も同様であると仮定した。この条件の場合、全社協がとりまとめている人吉市災害 VC の活動人数記録デ

一タによると、7月23日は1,200人であり、判読エリアを含む市の東側での活動者数は50%の600人が活動していたことになる。今回の画像記録を判読した結果から、東側の中でも特に多くの片付けごみが発生していたArea1の片付けごみ量の値は170（体積換算 223 m<sup>3</sup>）、Area2の値は164（体積換算 171 m<sup>3</sup>）、Area3の値は167（体積換算 168 m<sup>3</sup>）であり、合計すると値は501（体積換算 562 m<sup>3</sup>）となる。この画像判読結果の501（体積換算 562 m<sup>3</sup>）において600人の災害ボランティアが活動することが人吉市における当時行われた人員振り分けの実態であると推測された。

また、人吉市災害VCを運営している人吉市社協に問い合わせ確認したところ、市内東側と西側にて活動した災害ボランティアの割合はおおよそ4:6とのことである。駅周辺の東側は商店など商業施設が多く、相対的に実際に人が住んでいる家屋の割合が多いのは西側であることが理由である。この比率から計算すると、画像判読を行った東側の値501（体積換算 562 m<sup>3</sup>）の条件下では、480人が実際に導入されていたということである。

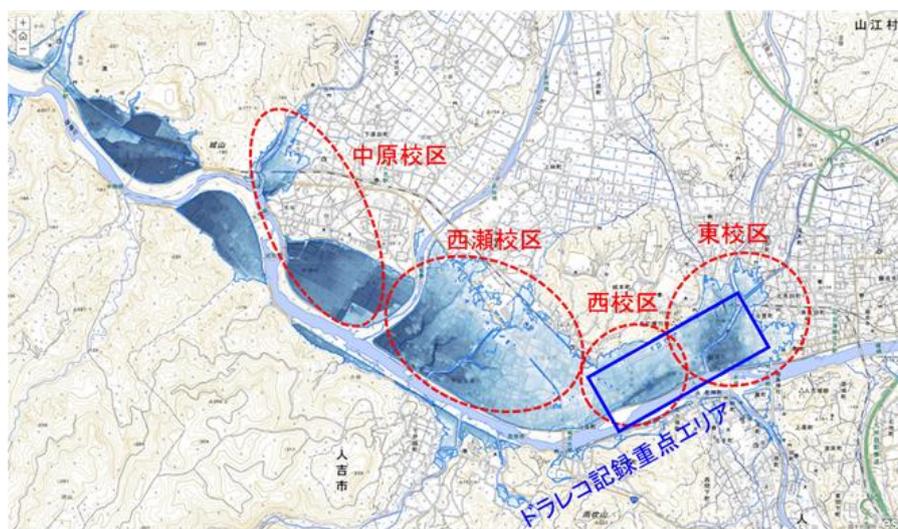


図 3-4-6 人吉市の浸水推定エリアと記録エリア（浸水推定：国土地理院）

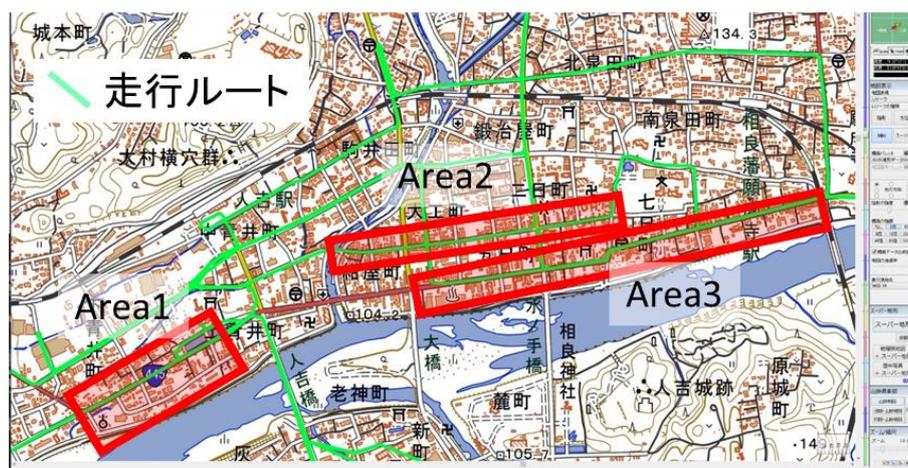


図 3-4-7 画像データ取得走行ルートと判読 Area1～3 の位置図



図 3-4-8 熊本県人吉市 Area1 の位置図（水色ラインが判読ルート）



図 3-4-9 熊本県人吉市 Area2 と 3 の位置図（水色ラインが判読ルート）

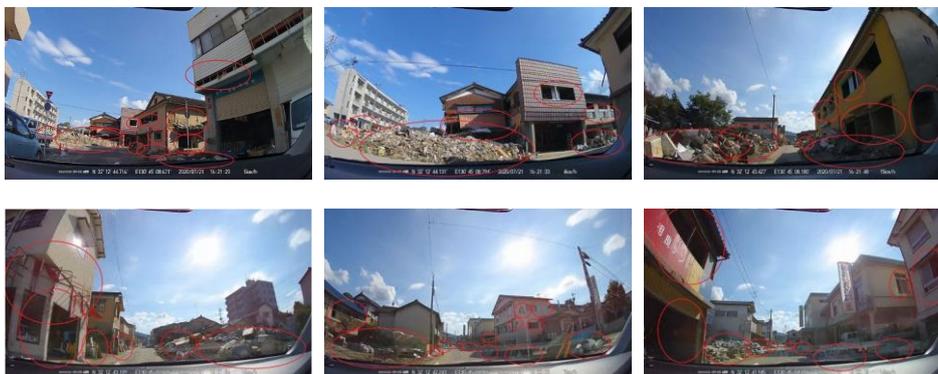


図 3-4-10 人吉市 Area1 の判読画像一例



図 3-4-11 人吉市 Area2 の判読画像一例

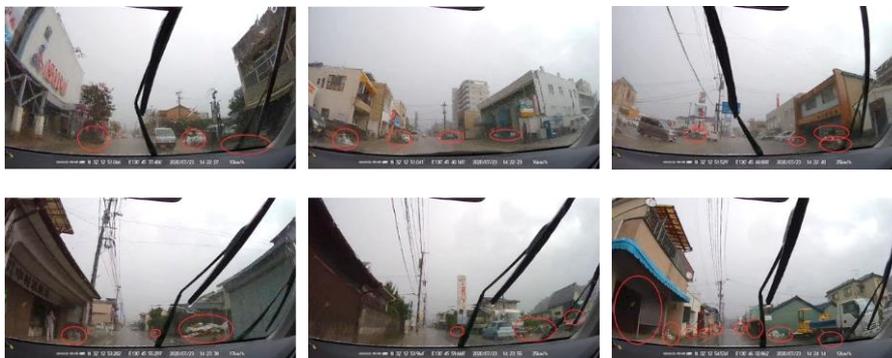


図 3-4-12 人吉市 Area3 の判読画像一例

表 3-4-1 水害時の片付けごみ量の体積試算条件（2020 人吉市）

	多 敷地幅を超える量	中 敷地幅内の量	少 散乱する程度	無し
山形県沖地震での 条件	3	2	1	0
体積換算：長さ× 奥行×高さ	15m×0.75m×0.75m	7.5m×0.5m×0.5m	1m×0.5m×0.3m	0
人吉市での条件	8.4375	1.875	0.15	0

表 3-4-2 熊本県人吉市 Area1 の被害評価結果

区	計測区間	被害量	被害量	被害量	ごみ量	体積 <sup>m<sup>3</sup></sup>
1	0_50m（東端）	0	1	0	8	1
2	50_100m	0	3	3	15	13
3	100_150m	0	18	0	27	33
4	150_200m	0	12	0	40	92
5	200_250m	0	12	0	12	13
6	250_300m	1	19	0	28	36
7	300_350m	0	21	0	18	14
8	350_400m（西端）	0	13	0	22	21

表 3-4-3 熊本県人吉市 Area2 の被害評価結果

区	計測区間	被害量	被害量	被害量	ごみ量	体積m <sup>3</sup>
1	0_50m (西端)	0	1	0	1	0
2	50_100m	0	0	2	2	0
3	100_150m	0	0	0	0	0
4	150_200m	0	0	0	12	8
5	200_250m	0	1	0	8	6
6	250_300m	0	1	2	9	17
7	300_350m	0	3	0	2	0
8	350_400m	0	4	1	12	21
9	400_450m	0	8	0	14	8
10	450_500m	0	4	0	18	19
11	500_550m	0	5	0	9	11
12	550_600m	0	8	0	25	36
13	600_650m	0	4	0	11	6
14	650_700m	0	1	0	3	0
15	700_750m	0	2	0	9	6
16	750_800m	0	1	1	12	21
17	800_850m (東端)	0	1	0	17	12

表 3-4-4 熊本県人吉市 Area3 の被害評価結果

区	計測区間	被害量	被害量	被害量	ごみ量	体積m <sup>3</sup>
1	0_50m (西端)	0	1	0	7	3
2	50_100m	0	1	0	9	6
3	100_150m	0	1	0	12	8
4	150_200m	0	0	0	12	15
5	200_250m	0	0	0	5	4
6	250_300m	0	1	0	5	2
7	300_350m	0	1	0	13	5
8	350_400m	0	0	0	4	1
9	400_450m	0	0	0	3	2
10	450_500m	0	1	0	2	0
11	500_550m	0	0	0	3	2
12	550_600m	0	0	0	5	9
13	600_650m	0	0	0	3	2
14	650_700m	0	0	0	4	9
15	700_750m	0	1	0	6	4
16	750_800m	0	6	1	14	13
17	800_850m	0	7	0	8	12
18	850_900m	0	3	0	19	40
19	900_950m	0	2	0	10	14
20	950_1000m	0	0	0	7	11
21	1000_1050m	0	2	0	5	1
22	1050_1100m (東端)	0	0	0	11	5

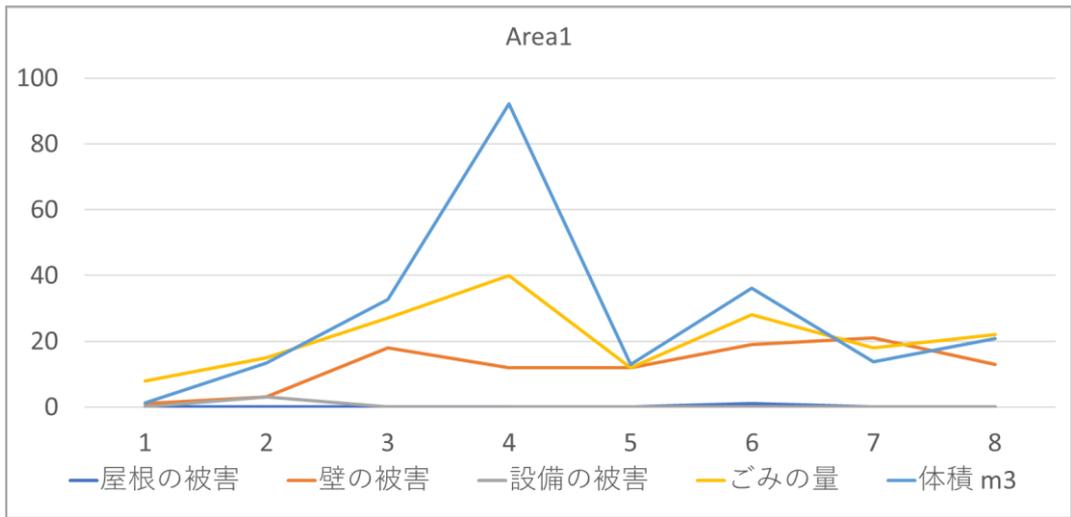


図 3-4-13 Area1 の集計グラフ (青線は体積を表す)

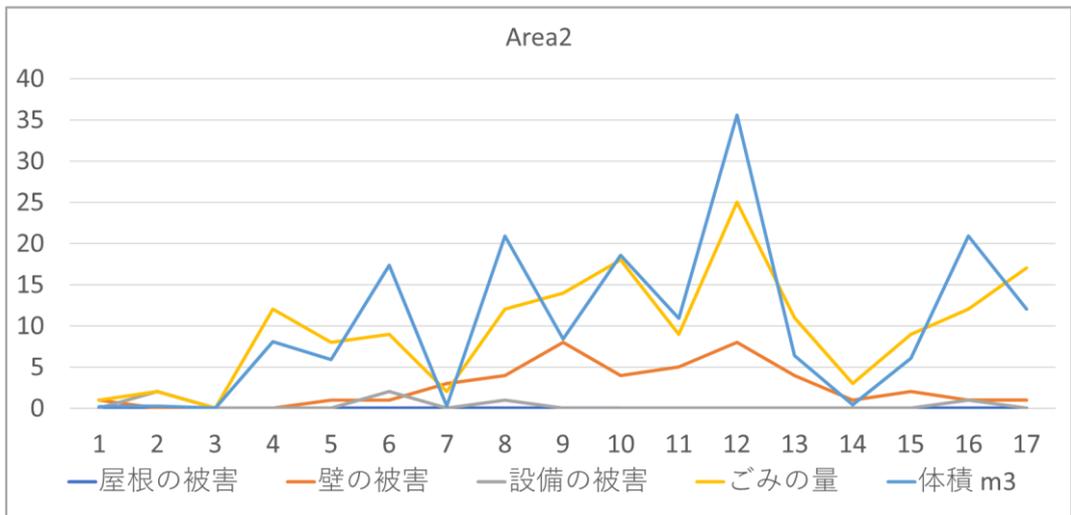


図 3-4-14 Area2 の集計グラフ (青線は体積を表す)

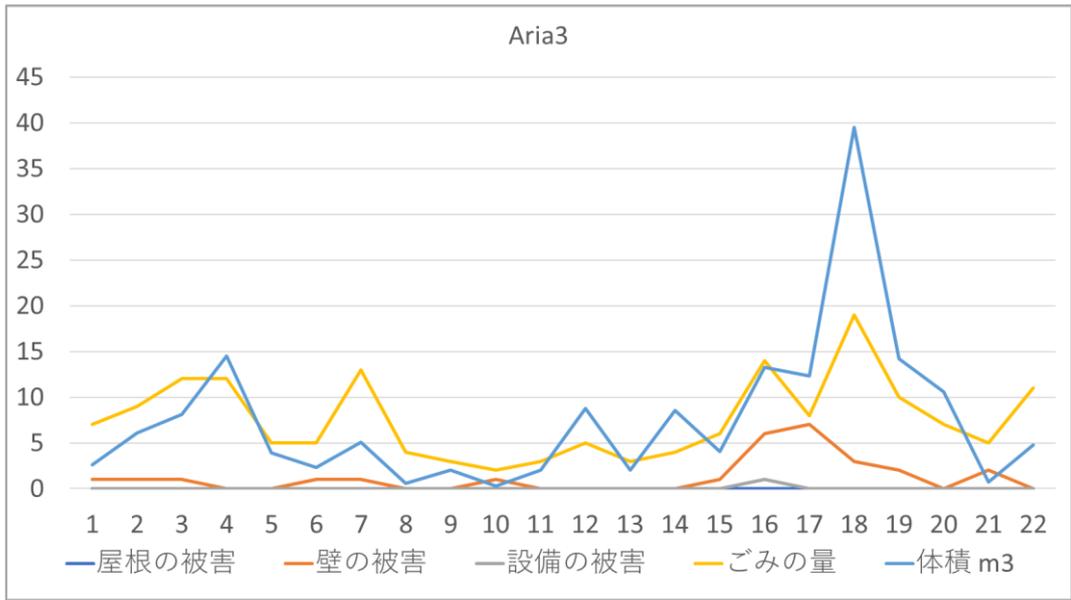


図 3-4-15 Area3 の集計グラフ（青線は体積を表す）

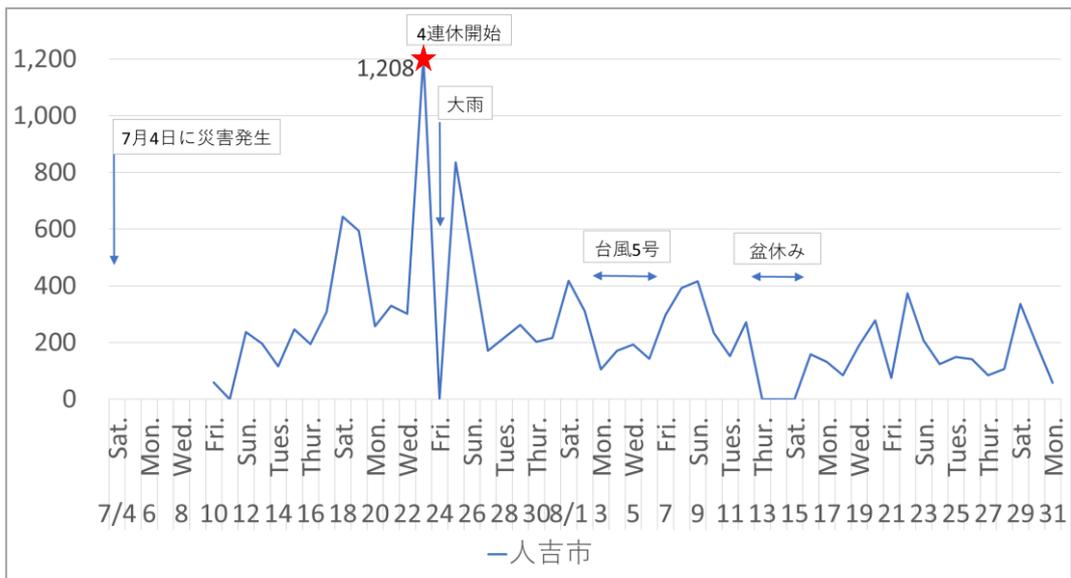


図 3-4-16 災害ボランティア数の推移（調査日は7月23日、赤い星印が調査日）

表 3-4-5 人吉市における東側と西側の世帯数の比較

	学校区	世帯数	浸水した世帯数	浸水世帯合計	記録エリア
東側	東校区	4,034	2,516	3,091	○
	西校区	2,855	575		○
西側	西瀬校区	2,269	1,481	2,958	×
	中原校区	2,824	1,477		×

今回調査した7月23日を災害ボランティア活動のピーク時とし、災害ボランティア人数の上限と仮定した場合、2020年の7月豪雨災害における人吉市の活動ピーク時には、東側地区である画像判読結果の値501（体積換算562m<sup>3</sup>）の場合に480～600人の災害ボランテ

ィアが振り分けられたことになる。

被災家屋が 5,000～6,000 棟であれば、被災者は 1 万人以上いると推測される。被災者の中で自助活動に当たった割合を、常総水害の解析で仮定したものと同じ 1/4 とすると、 $1 万 / 4 = 2,500$  人程度となる。人吉市において、自宅の片付けなど自助活動にあたった「住民活動人数」は、2,500 人と仮定した。

ピーク時の災害ボランティア人数： $1,200 \times 4 / 10 = 480$  もしくは  $1,200 \times 5 / 10 = 600$

住民活動人数：2,500

画像判読による片付けごみの値：501（体積換算 562 m<sup>3</sup>）判読区間合計 2,350m

今回の調査で導き出せた関係性は、7月の時期に豪雨により水害被害が発生した人口3万人規模の人吉市において、家屋被害数が約 5,000～6,000 世帯の場合、東側の片付けごみ判読量が（2,350m 区間）で 501（体積換算 562 m<sup>3</sup>）の時に、住民活動人数 2,500 人に対して 40～50%の災害ボランティアがピーク時に活動に参加していたことになる。

また、図 3-4-16 の災害ボランティア人数グラフからは、7月 23 日後では平日で 200 人、週末では 400 人程度の災害ボランティアが活動している。それぞれ住民活動人数 2,500 人に対して 8%と 16%の災害ボランティア人数となる。

今回の調査研究だけでは、この住民活動人数と災害ボランティア人数の割合が最適かどうかは断言できない。しかし、7月の時期に豪雨により水害被害が発生した人口3万人規模の市における、片付けごみを処理する人員の関係性を示す 1 事例としての結果を得ることはできた。この事例を基準とし、今後発生する水害と地震災害においてこの値の妥当性を検証していくこととする。

#### 3.4.4. まとめと課題

「いま直近で処理すべき即時的な片付けごみの量」の画像情報取得時の前提条件としては、1.災害発生初期の混乱期であり、2.道路通行可能状況も不明であり、3.住民による片付け作業が行われているのかも不明である。このように、被災地域は広大で、長期的には全域での膨大な作業が見込まれるものの、現時点でその中のどこに優先的にボランティアを振り分ければよいのかが不明な状況である。しかしドライブレコーダ画像が取得できたことにより、以下のことがわかる。

1.車両が入れる地区であること。2.ごみ出しが開始されており住民の活動が始まっていること。3.行政等のごみ回収作業が行われている場合、ごみの供給量と回収量のバランスの状態。ごみは道路にあふれているのか。これらが画像からわかることだけでも、ボランティア人員の振り分けに必要な情報として有用である。たとえば、次のようにである。人吉市の Area1（下青井町：阿蘇青井神社近隣）と、Area2（九日町～上新町：国道 445 号）、Area3（大工町：紺屋町通り、繁華街）を同日撮影したが、Area1 は民家敷地外にはみ出し道路を閉鎖していることが多い。Area2 は道路にはみ出す災害ごみが相対的に少ない。また Area3 ではすでに下新町にある人吉リハビリテーション病院西側の空き地に仮置きされ始めており行政によるごみ回収へ引き継ぐ手前まで行われている。この 3 つのエリアの状況を比較すると、屋内の片づけ作業要員を Area1 に割り振り、状況調査要員を Area2 に、空き地仮置き場への仮運搬作業要員を Area3 に割り振る、と判断することができる。このように各エリアのごみ量と作業状況を画像から読みとることにより、派遣する人数と作業スキルの割り振り判断への参考情報として利用できる。

前述している「いま直近で処理すべき即時的な片付けごみの量」を概算で把握し、限ら

れた人員をどの場所にどれだけ分配すべきかの判断（＝円滑な振り分け）」の人吉市での状況について判明したことは以下である。

- ①7月の水害、人口3万人規模の市において、家屋被害数が約5,000～6,000世帯の場合、住民活動人数2,500人に対して40～50%に相当する、1,200人の災害ボランティア人数がピーク時に活動していた
- ②浸水した建物数の割合は、西側東側でおおよそ50:50であったが、特徴として東側地区は商業施設が多く、西側地区は住宅が多かった
- ③災害ボランティア活動は営利施設である商業設備を対象としないため、人員振り分けの判断として、西側地区60%、東側地区40%の分配判断がなされていたと推測される
- ④人吉駅周辺の浸水地域東側地区で実施したドライブレコーダ画像判読によると、活動ピーク時の片付けごみ判読量は道路沿い2,350m区間で501（体積換算562m<sup>3</sup>）であった。人吉市災害VCによると災害ボランティアの40%程度が東側に振り分けられていたとされており、活動ピーク時には501（体積換算562m<sup>3</sup>）の条件下で480人が活動していたことになる
- ⑤7月23日の活動ピーク後は、平日で200人、週末では400人程度の災害ボランティアが活動している。それぞれ住民活動人数2,500人に対して8%と16%の災害ボランティア人数となる
- ⑥災害ボランティアの活動割合が5%程度であった2015年の常総市水害よりも、2020年の人吉市では、手厚い災害ボランティアの参加割合であることがわかった。

結果、ドライブレコーダ画像から推定された作業量は、必要とされる作業量の一部と整合しており、車両を利用し機械的に状況を把握する手法としての有効性は確認できたと考えられる。

今後の災害において、円滑な振り分けを実現するための課題であるが、前述している、ピーク時に西側地区60%、東側地区40%の分配判断が、ドライブレコーダ画像判読から導き出した片付けごみ量の値とどのような関係性を示すのかを詳しく調べる必要がある。そのためには西側地区の追加調査や、東側地区内を細分化した比較検証も行うべきである。商業設備や、空き家の割合も重要であり、その把握も必要である。

手法自体の課題としては、画像取得時の車速と画像判読時の画像切り出し秒数間隔などの最適化がある。2019年の山形県鶴岡市の取り組み<sup>85)</sup>では、記録区間での徐行と切り出し間隔3秒間隔としたが、対象物の重複記録が多くみられた。そのため、人吉市では秒数による条件ではなく、15m間程度での切り出しを基本とした。しかし、現在の手法では前方向の画像記録のみであるため、遮蔽物の向こう側の画像を確認するための補完手段も必要である。

また、画像判読結果から見積もる片付けごみ量の体積を推計する計算手法の精度と、その妥当性を検証していく必要がある。

手法実装面での課題としては、実際に現地で運営を行っている災害VC関係者に対して、簡易的な判読手法の習得と、必要な機材の整備、およびこの手法が自らの災害VC運営に良い効果をもたらすことであるとの理解を促す必要がある。関連団体と協力し研修会などを実施していく必要がある。

## 4. ハザード・リスク情報に基づいた今後の災害の作業量と不足量の予測

### 4.1. 将来の災害における作業量の予測式

2章の、災害ボランティア（共助）と被災者（自助・互助）の被災区分ごとの作業量と内容の推計手法により、本研究で対象としている災害種別と被害の程度、地域条件（大都市圏、地方都市）での事例における災害内容と量の傾向を把握することができた。

本研究では地震と水害の2種の災害での事例にて推計を実施した。2016年熊本地震における熊本県益城町は最大震度7であり家屋の倒壊も多い甚大な被害である。2018年大阪府北部の地震における大阪府枚方市は最大震度6弱であり家屋被害は一部損壊が多く軽微な被害である。2015年関東・東北豪雨における茨城県常総市は広範囲な浸水エリアではあるが全壊家屋数の比率は低く元の家屋に住む被災者が多い。平成30年7月豪雨（西日本豪雨）における岡山県倉敷市真備地区は地区のほとんどが浸水し2階以上の浸水深エリア面積が多く全壊家屋の比率が多い甚大な被害である。この4事例に似通った条件の災害であれば、まだ発生していない将来の災害での家屋片付け作業内容と量を予測することが可能になる。

上記の4事例から得られた被災区分ごとの共助と自助・互助の全体量の値を用いて、1,000棟ごとの作業量算出係数 $\alpha_i$ （被災区分ごと）および $\alpha_{ij}$ （被災区分ごと、作業内容ごと）を利用し、将来の地震と水害での被災区分ごとの作業全体量を予測する。新規に必要なデータとしては、地域防災計画やハザードマップにて想定されている被害家屋数である。4事例の特徴からかけ離れた災害での予測を可能とするために、今後より多くの過去災害について調査を行い、作業量算出係数 $\alpha$ の一般化を目指していく予定である。

算出された予測結果を参考にすることにより、事前計画の裏付けデータとして、また起こりうる状況をイメージしておくことにより災害発生後の迅速な判断・対応を実施することに役立てられることを期待する。図4-1-1に、作業量算出係数 $\alpha$ を用いる予測手順を示す。 $\alpha$ は表2-3-1から表2-3-7の事例から算出された結果を利用する。

繁忙期間の各被災区分の作業量（人・日） $W_i$ を求める式は以下となる。

$$W_i = \alpha_i H_i \quad [2-12]$$

$i$ ：被災区分

$\alpha_i$ ：被災区分の繁忙期間における1,000棟あたりの作業量を算出する係数

$H_i$ ：各被災区分の想定被災家屋数

なお想定災害の場合は、 $\alpha_i$ に内装されている繁忙期間 $T_i$ を推定するロジックが必要となる。今回は、益城町での $\alpha_i$ を仮に利用する。

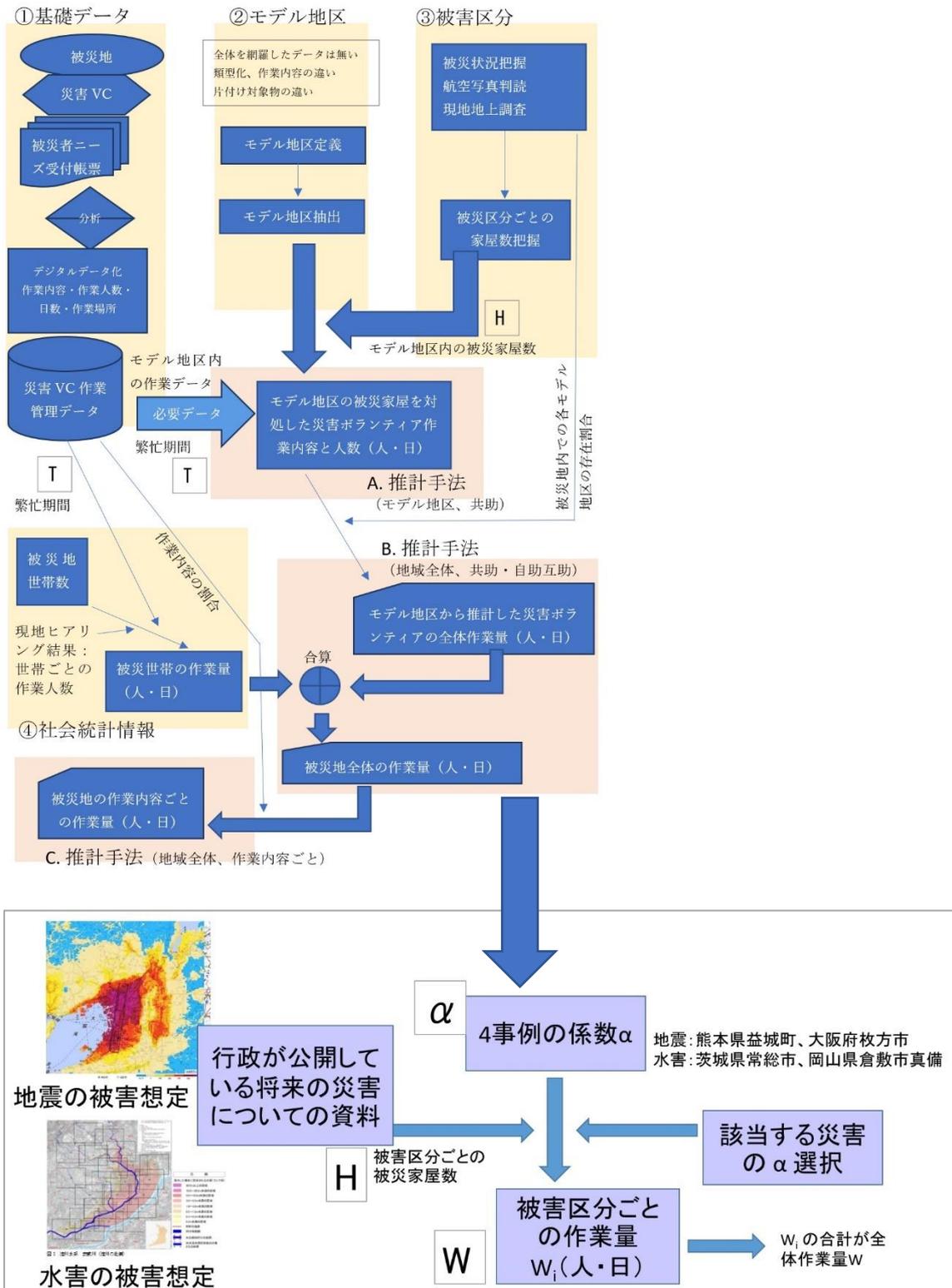


図 4-1-1 将来災害の予測フロー

## 4.2. 利用可能な被害想定データ

本研究で把握し他過去の事例と推計計算式を用いて、今後発生する可能性がある災害について片付け作業量を予測することを試みる。この将来の作業量を推計することにより、地域での作業量不足の課題を明確にすることが可能となる。

今回対象とする地域・災害として、大都市であることと地震に関しては過去にも発生した歴史がある大阪府内の地震（上町断層）と淀川水害での必要作業人数を予測する。その算出結果から不足する量を推計し、不足を補うことが可能なのか、どのように補えるのかを考察する。

地震に関する被害は平成18年に大阪府が算出している数値<sup>87)</sup>を利用する。大阪府に直接確認したところ、水害に関する浸水想定図<sup>88),89)</sup>はあるが被害家屋数を集計した数値はないことがわかった（令和4年9月9日確認）。一部損壊の家屋数はないため、前述している4つの災害事例から割合を導き出して利用することとする。

まだ発生していない災害についてのデータとしては以下表4-2-1から表4-2-3が存在している。データの種類としては、数値情報、文字情報、および各スケールのメッシュ情報などがある。このなかから大阪府が公式に公開している直下地震である上町断層と、淀川水系の洪水に関するデータを利用して、今後発生する家屋片付け作業量の推計を試みる。

表 4-2-1 地震と水害に関する想定データ

災害種別	情報名称	提供元	備考
地震	南海トラフ PJ 想定データ（震度分布）	NIED	250m メッシュデータ
	J-SHIS 活断層想定データ（震度分布）	NIED	250m メッシュデータ、
	府県ハザードマップ（震度分布）	行政	
	市町村ハザードマップ（震度分布）	行政	
	重ねるハザードマップ（地形分類、津波？）	国交省	
	大阪府地域防災計画	大阪府	想定情報あり
水害	府県ハザードマップ		
	市町村ハザードマップ		
	重ねるハザードマップ	国交省	
	全国ハザードマップ	NHK	<a href="https://www.nhk.or.jp/campaign/w-hazardmap/">https://www.nhk.or.jp/campaign/w-hazardmap/</a>
	国土数値情報（洪水浸水想定区域）	国交省	
	大阪府地域防災計画	大阪府	ハザードマップあり

表 4-2-2 大阪府内の市町村別被害想定

	作業データ	提供元	備考
地震	枚方市災害 VC 作業管理データ	枚方市社協	40 万人、都市部+中山間部
	吹田市災害 VC 作業管理データ	吹田市社協	37 万人、都市部
水害	河内長野市災害 VC 作業管理データ	河内長野市	2017、2018 台風 21 号被害 11 万人、中山間部+一部都市型
	阪南市災害 VC 作業管理データ	阪南市	2018 台風 21 号被害 5 万人、都市型+中山間部

表 4-2-3 関連する社会情報

情報名称	提供元	備考
人口	国勢調査	令和 2 年
性別	国勢調査	令和 2 年
世帯数	国勢調査	令和 2 年

### 4.3. 大阪府の上町断層による地震災害での作業量予測

大阪府の地震被害に関しては、前述している熊本地震と類似している直下地震として上町断層による地震の被害想定を利用することとした（表 4-3-1 と表 4-3-2）。

表 4-3-1 地震被害想定概要①（平成 18 年 10 月、大阪府）

	上町断層帯 (A)	上町断層帯 (B)	生駒断層帯	
地震の規模	マグニチュード M7.5~7.8	マグニチュード M7.5~7.8	マグニチュード M7.3~7.7	
	計測震度 4~7	計測震度 4~7	計測震度 4~7	
建物全半壊棟数	全壊 363 千棟 半壊 329 千棟	全壊 219 千棟 半壊 213 千棟	全壊 275 千棟 半壊 244 千棟	
出火件数 (炎上 1 日夕刻)	538 件	254 件	349 件	
死傷者数	死者 13 千人 負傷者 149 千人	死者 6 千人 負傷者 91 千人	死者 10 千人 負傷者 101 千人	
罹災者数	2,663 千人	1,515 千人	1,900 千人	
避難所生活者数	814 千人	454 千人	569 千人	
ライフライン	停電	200 万軒	60 万軒	89 万軒
	ガス供給停止	293 万戸	128 万戸	142 万戸
	電話不通	91 万加入者	42 万加入者	45 万加入者
	水道断水	545 万人	372 万人	490 万人

表 4-3-2 地震被害想定概要②（平成 18 年 10 月、大阪府）

	有馬高槻断層帯	中央構造線断層帯	東南海・南海地震
地震の規模	マグニチュード M7.3～7.7	マグニチュード M7.7～8.1	マグニチュード M7.9～8.6
	計測震度 3～7	計測震度 3～7	計測震度 4～6 弱
建物全半壊棟数	全壊 86 千棟 半壊 93 千棟	全壊 28 千棟 半壊 42 千棟	全壊 22 千棟 半壊 48 千棟
出火件数 (炎上 1 日夕刻)	107 件	20 件	9 件
死傷者数	死者 3 千人 負傷者 46 千人	死者 0.3 千人 負傷者 16 千人	死者 0.1 千人 負傷者 22 千人
罹災者数	743 千人	230 千人	243 千人
避難所生活者数	217 千人	67 千人	75 千人
ライフライン	停電	41 万軒	15 万軒
	ガス供給停止	64 万戸	8 万戸
	電話不通	17 万加入者	8 万加入者
	水道断水	230 万人	111 万人

上町断層帯（A）の被害想定情報は以下である。この基礎となる情報を用いて 2 章で提案している被害区分（表 4-3-3）と作業量算出係数  $\alpha_i$ （表 4-3-4）を用いて、将来の災害を推計していく。マグニチュード（M）7.5～7.8、計測震度 4～7、全壊 363 千棟、半壊 329 千棟、出火件数 538 件、死者 13 千人、負傷者 149 千人、罹災者数 2,663 千人、避難所生活者数 814 千人である。

表 4-3-3 航空写真判読による被害区分と本研究の区分対比

航空写真判読による被害区分	区分内容	本研究の被害区分	本研究の被害区分内容
—	—	被害区分 0	被害区分で評価されなかった堅硬な建物
LEVEL 1	上空からの判読では被害なし	被害区分 1	屋内被害などがある軽微な家屋被害
LEVEL 2	屋根瓦の一部崩落またはブルーシートが屋根面積の半分以下	被害区分 2	被害区分と同じ
LEVEL 3	屋根瓦の大部分が崩落または壁面落下またはブルーシートが屋根面積の半分以上	被害区分 3	被害区分と同じ
LEVEL 4	建物が傾斜・ズレねじれが確認できるまたは高さが本震前後で 3m 以上変化している	被害区分 4	被害区分と同じ

表 4-3-4 益城町における  $\alpha_i$  と  $\alpha_{ij}$

益城町の係数 $\alpha$ [市街地]											
被害区分	被害家屋数 (棟)	作業量 (人・日)	$\alpha_i$	作業内容区分	ボランティア作業量 (人・日)	作業区分内の割合	$\alpha_{ij}$				
0	1,224	128,040	105	屋内作業	10	0.001	0.1				
				屋内外作業	NA	0.000	0.0				
				屋外作業	161	0.018	1.9				
				生活支援	NA	0.000	0.0				
				ごみ運搬	0	0.000	0.0				
				公的作業	8758	0.977	102.6				
				他	32	0.004	0.4				
				小計	8961						
				1	4,862	700,053	144	屋内作業	5384	0.165	23.8
				屋内外作業	NA	0.000	0.0				
屋外作業	6548	0.201	28.9								
生活支援	NA	0.000	0.0								
ごみ運搬	1372	0.042	6.1								
公的作業	19206	0.589	84.8								
他	90	0.003	0.4								
小計	32600										
2	1,480	203,847	138	屋内作業	2147	0.292	40.3				
屋内外作業	NA	0.000	0.0								
屋外作業	4864	0.662	91.4								
生活支援	NA	0.000	0.0								
ごみ運搬	323	0.044	6.1								
公的作業	0	0.000	0.0								
他	12	0.002	0.2								
小計	7346										
3	1,175	176,893	151	屋内作業	4464	0.278	42.0				
屋内外作業	NA	0.000	0.0								
屋外作業	9441	0.589	88.9								
生活支援	NA	0.000	0.0								
ごみ運搬	2106	0.131	19.8								
公的作業	6	0.000	0.1								
他	22	0.001	0.2								
小計	16039										
4	1,041	163,819	157	屋内作業	1876	0.163	25.6				
屋内外作業	NA	0.000	0.0								
屋外作業	9540	0.831	130.4								
生活支援	NA	0.000	0.0								
ごみ運搬	36	0.003	0.5								
公的作業	32	0.003	0.4								
他	0	0.000	0.0								
小計	11484										

益城町の係数 $\alpha$ [半山間部]											
被害区分	被害家屋数 (棟)	作業量 (人・日)	$\alpha_i$	作業内容区分	ボランティア作業量 (人・日)	作業区分内の割合	$\alpha_{ij}$				
0	271	26,468	98	屋内作業	0	0.000	0.0				
				屋内外作業	NA	0.000	0.0				
				屋外作業	4	0.003	0.3				
				生活支援	NA	0.000	0.0				
				ごみ運搬	6	0.004	0.4				
				公的作業	1503	0.993	97.0				
				他	0	0.000	0.0				
				小計	1513						
				1	1,446	161,192	111	屋内作業	387	0.275	30.7
				屋内外作業	NA	0.000	0.0				
屋外作業	84	0.060	6.7								
生活支援	NA	0.000	0.0								
ごみ運搬	18	0.013	1.4								
公的作業	918	0.652	72.7								
他	0	0.000	0.0								
小計	1407										
2	410	45,770	112	屋内作業	240	0.422	47.1				
屋内外作業	NA	0.000	0.0								
屋外作業	305	0.536	59.8								
生活支援	NA	0.000	0.0								
ごみ運搬	24	0.042	4.7								
公的作業	0	0.000	0.0								
他	0	0.000	0.0								
小計	569										
3	207	23,015	111	屋内作業	28	0.052	5.8				
屋内外作業	NA	0.000	0.0								
屋外作業	479	0.892	99.2								
生活支援	NA	0.000	0.0								
ごみ運搬	30	0.056	6.2								
公的作業	0	0.000	0.0								
他	0	0.000	0.0								
小計	537										
4	186	21,336	115	屋内作業	256	0.528	60.5				
屋内外作業	NA	0.000	0.0								
屋外作業	229	0.472	54.2								
生活支援	NA	0.000	0.0								
ごみ運搬	0	0.000	0.0								
公的作業	0	0.000	0.0								
他	0	0.000	0.0								
小計	485										

益城町の作業把握グラフ（図 4-3-1 と図 4-3-2）を参考にして繁忙期である期間を設定した。被害区分 0 は第 17 週、被害区分 1 は第 11 週、被害区分 2 は第 10 週、被害区分 3 は第 11 週、被害区分 4 は第 12 週、上記を繁忙期とする。この繁忙期の傾向を踏まえて、大阪府（上町断層）の繁忙期作業量を見積もると、表 4-3-5 の結果となった。

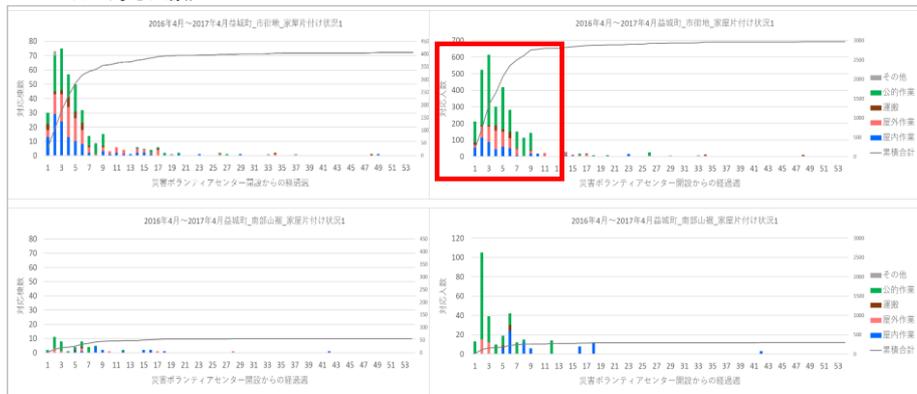
予測式を利用した結果、繁忙期を約 3 か月とした場合で、必要な作業人数は、約 9,000 万人と見積もれた。約 9,000 万人の作業人員を復旧・復興作業のために配備することは、被災地及び周辺地域経済活動の大規模な停止を意味している。そうならないための、被害を軽減できるような備えが必要である。そのように啓発データとして利用されることを期待する。

表 4-3-5 想定上町断層 大阪府の被害区分ごとの推計値 (人・日)

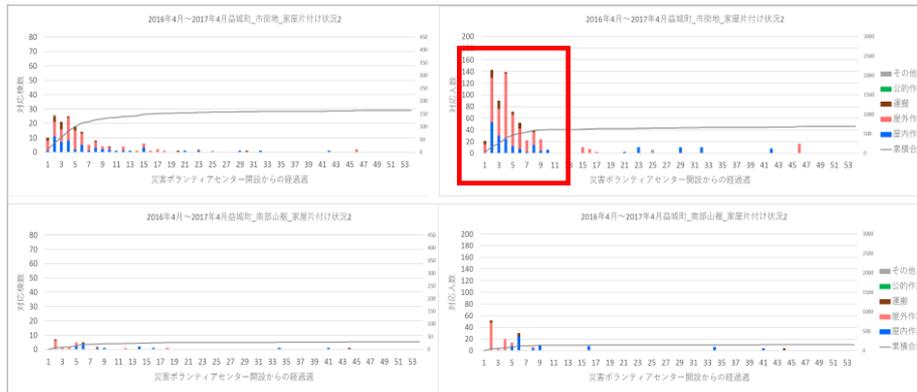
	被害区分 0	被害区分 1 (一部損軽微)	被害区分 2 (一部損)	被害区分 3	被害区分 4	合計
推計被災家屋数	380,600	1,515,480	380,600	329,000	363,000	2,968,680
2015 益城町 (市街地) の家屋数	1,224	4,862	1,480	1,175	1,041	
2015 益城町の必要とされた総作業人数 $W_u$	128,040	700,053	203,847	176,893	163,819	1,372,652
2015 益城町の作業人数と被害家屋数の割合 $\alpha_i$	$\times 104.6$	$\times 144$	$\times 137.7$	$\times 150.5$	$\times 157.4$	
益城町データを参考にした大阪府の推計作業人数	39,810,760	218,229,120	52,408,620	49,514,500	57,136,200	417,099,200



被害区分0 市街地（上段左：対応棟数，上段右：対応人数）南部山際（下段左：対応棟数，下段右：対応人数）

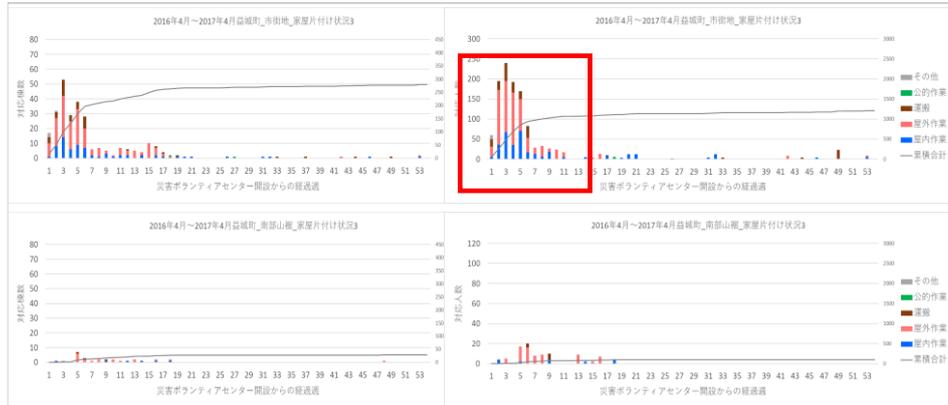


被害区分1 市街地（上段左：対応棟数，上段右：対応人数）南部山際（下段左：対応棟数，下段右：対応人数）

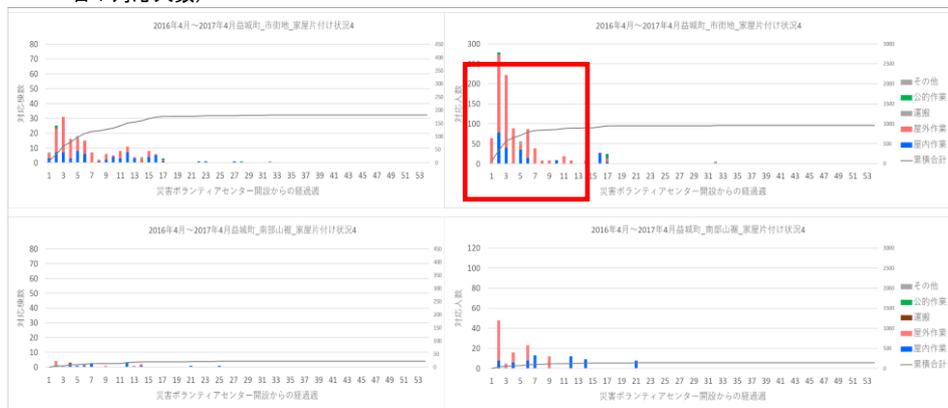


被害区分2 市街地（上段左：対応棟数，上段右：対応人数）南部山際（下段左：対応棟数，下段右：対応人数）

図 4-3-1 熊本地震における益城町の災害ボランティア作業の繁忙期間（被害区分 0 から 2）



： 被害区分3 市街地（上段左：対応棟数，上段右：対応人数）南部山際（下段左：対応棟数，下段右：対応人数）



： 被害区分4 市街地（上段左：対応棟数，上段右：対応人数）南部山際（下段左：対応棟数，下段右：対応人数）

図 4-3-2 熊本地震における益城町の災害ボランティア作業の繁忙期間（被害区分3と4）

#### 4.4. 大阪府の淀川による水害での作業量予測

大阪府では淀川水系旧淀川（大川・堂島川・安治川、土佐堀川、木津川、尻無川、正蓮寺川、六軒家川）に関して洪水浸水想定区域図を令和 4 年 2 月の大阪府西大阪治水事務所が作成している。なお、大阪府に確認したところ、水害に関しては家屋被害の数値を算出していないとのがわかった。被害が発生する条件が複雑なことから、河川自体の管理が国交省河川局、大阪府、市町村と複数の責任主体があり取りまとめが難しいことが理由であるらしい。そのため、洪水浸水想定図から浸水エリアを抽出し社会情報である 250m メッシュごとの家屋数と重ね合わせて、被害家屋数を算出した。

以下のように、今後発生する可能性のある水害における作業量を推計した。大阪府では、淀川の本流ではなく、淀川水系の支流である安威川や寝屋川の洪水が大きな被害が発生する想定が出されている。よって今回は淀川の北部地域での想定情報を選択した。その理由としては、2018 年の大阪府北部の地震で被災した地域と重なること、また、その他の被害想定の中でも被災家屋数が多く算出されているためである（図 4-4-1）。浸水の被害区分<sup>90</sup>は倉敷市真備を参考にして表 4-4-1 のように区分けした。また、常総市の条件と同じく、区分 2 以上の被害は全壊判定とした。

表 4-4-1 浸水区分と家屋被害判定（岡山県倉敷市真備町）

浸水深区分 (m)	被害判定	地盤高 (m)	備考
区分 0 (0~0.5)	床下浸水	13.5	倉敷市真備の 被害区分
区分 1 (~1.0)	1 階床上浸水	13.0	
区分 2 (~2.0)	1 階天井まで	12.0	
区分 3 (~3.0)	2 階床上浸水	11.0	
区分 4 (~4.0)	2 階床上浸水	10.0	

被害を受ける各市の人口と世帯数は以下のとおりである。この数値と、市街地での被害区分の比率を用いて、上記の被害区分 1 から 4 の世帯数を算出し（表 4-4-2）、その世帯数結果を被害家屋数とした（表 4-4-3）。なお、人口と世帯数の基礎情報は以下を利用した。茨木市は、住民基本台帳人口（令和 4 年 8 月 31 日現在）により、住民基本台帳人口総数が 284,320 人、世帯数が 131,013 世帯。摂津市は、令和 2 年国勢調査により人口総数が 87,456 人、世帯数が 40,243 世帯。高槻市は、令和 4 年 8 月末現在の人口（高槻市）により、人口総数が 348,748 人、世帯数が 163,765 世帯。吹田市は、2020 年（令和 2 年）国勢調査により、人口総数が 385,567 人、世帯数が 179,962 世帯である。

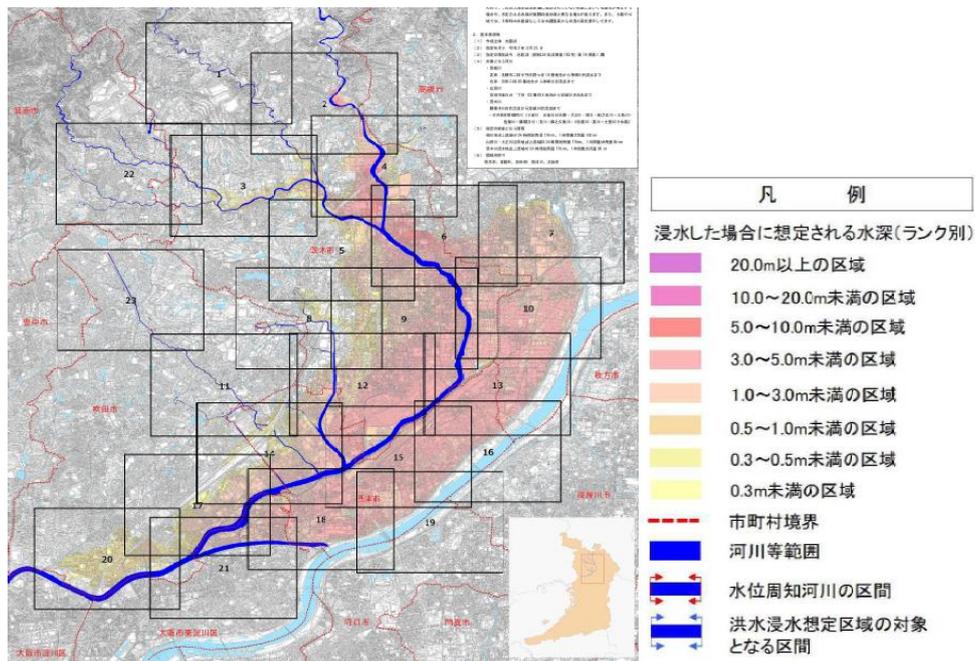


図 4-4-1 淀川水系安威川（淀川の北側）（出展：大阪府）

表 4-4-2 4 市の平たん地と被害区分の面積比

	平たん部	被害区分 2	被害区分 1	被害区分 0
茨木市	2,131,335	679,270	28,047	1,794
			12,852	4,409
			1,264	8,929
			30,307	6,526
			3,073	5,519
			5,884	23,241
			19,958	14,803
			56,584	9,092
				44,684
合計	2,131,335	679,270	157,969	159,268
割合		0.31870635	0.074117396	0.074726873
高槻市	1,880,052	235,739	186,124	13,934
		36,711		
合計	1,880,052	272,450	186,124	13,934
割合		0.1449162	0.098999389	0.007411497
吹田市	2,296,044	3,729	103,108	22,812
				121,625
合計	2,296,044	3,729	103,108	144,437
割合		0.0016241	0.044906805	0.062906896
摂津市	965,370	456,217	30,153	50,418
		51,283	122,249	
合計	965,370	507,500	152,402	50,418
割合		0.52570517	0.157869004	0.052226607

※面積数値は図福画像を imageJ で計測した単位の無い数値

表 4-4-3 平たん部と浸水面積の比から算出し他被害区分ごとの世帯数

	総世帯数	被害区分 2	被害区分 1	被害区分 0
茨木市	131,013	41,755	9,710	9,790
高槻市	163,765	23,732	16,213	1,214
吹田市	179,962	292	8,082	11,321
摂津市	40,243	21,156	6,353	2,102
合計	514,983	86,935	40,358	24,427

今回の想定では堤防決壊場所はわからないため、決壊に関する条件は無視する。地震と同様に作業量算出係数  $\alpha_i$  (表 2-3-4 と表 2-3-6) を用いて、将来の災害を予測する。また、自助互助で作業を行った作業期間として、常総市と同じく繁忙期の期間を図 4-4-2 のように、被害区分 1 は、12 週間 (84 日間)、被害区分 2 は、15 週間 (105 日間)、とし、常総市では数値が無い被害区分 0 は、被害区分 1 と同じとする。

事例から得られた被害区分ごとの共助と自助・互助の全体量の値から算出された作業量算出係数  $\alpha$  を利用し、将来の地震での被害区分ごとの作業全体量を予測した。作業内容別の量も予測可能である。新規使用した必要なデータとしては、地域防災計画やハザードマップにて想定されている被害家屋数で対応することが可能である。

被害区分全体の家屋片付け作業に必要な総人数は、29,140,230 人と算出された。ここに、大都市圏に近い条件であった 2015 年の常総市での災害ボアンティア割合 9.4%を加算すると、大阪府淀川水系の安威川での洪水対応には、共助と自助互助の必要総数は、1.094 をかけることにより W は 31,879,411 人と算出できる。

約 3,000 万人の作業人員を復旧・復興作業のために配備することは、被災地及び周辺地域経済活動の大規模な停止を意味している。そうならないための、被害を軽減できるような備えが必要である。地震被害の算出結果と同様に啓発データとして利用されることを期待する。

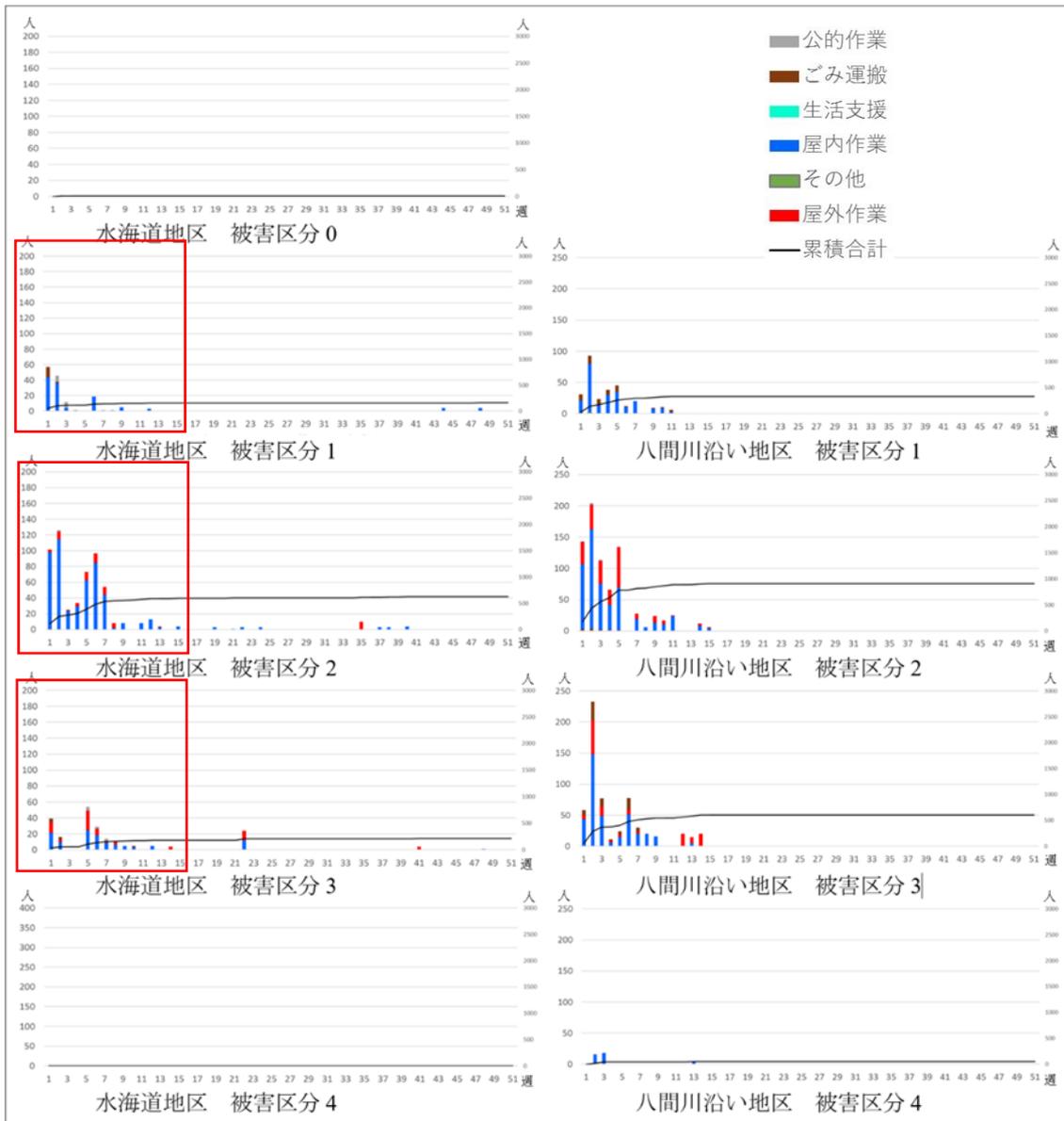


図 4-4-2 常総市における市街地（水海道）の災害ボランティア作業の繁忙期間

## 5. 余力量と不足量についての考察

### 5.1. 作業量の算出手法と余力量と不足量

すでに、2.1.8.と 2.3.1.にて被害区分  $i$  ごとに 1,000 棟あたりの作業量を算出する係数  $\alpha_i$  と、作業内容  $j$  ごとの  $\alpha_{ij}$ 、および被害区分ごと災害 VC 運営中の繁忙期間  $T_i$  について説明しているように、本研究により、 $\alpha_i$  と  $\alpha_{ij}$  を算出する手法を構築できた。また過去の事例から繁忙期  $T_i$  についてもいくつかの参考値を導き出すことができた。この繁忙期間  $T_i$  を利用することにより、2.3.1 で前述しているように被害区分ごとの日割り作業量である  $D_i$  をもとめることも可能となる。

$$D_i = W_i / T_i \quad [2-24]$$

なお過去の災害事例でないほかの災害についての対応力  $D_i$  を推計・予測する場合は、繁忙期間  $T_i$  自体を推定するロジックが必要となる。この日割り作業量  $D_i$  はその災害における対応力の瞬間力量を表す。

また、繁忙期間  $T_i$  はその地域の災害における持久力と瞬発力を表す。長期化する場合は人員が不足し対応しきれず作業調整が破綻した結果長期になる場合と、計画的に人員調整し余裕を持った計画で長期になる場合がある。短期で作業が完了する場合は、甚大被害のため人員が不足しあきらめた結果作業を終了する場合と、余力量が十分にあり計画通りに迅速に作業が完了する場合がある。

まだ発生していない想定災害の場合は  $T$  がどのくらいの期間になるのかの証明が必要である。経済的被害の対処と、被災者自身の時間を何に使うかのバランスが重要となりそうである。本研究で扱った 4 つの災害（益城と枚方、常総と真備）の繁忙期の違いを考えると、枚方市だけは  $T$  が短いことがわかる。しかし、同じ災害の中でも市街地と中山間部での  $T$  の違いもあり、市街地のほうが長期化する傾向が見られる。余力と不足の定義式を、作業量算出係数  $\alpha$  と繁忙期  $T$  を用いての関係性を式にすると以下になる。

$$\text{不足} = \text{余力} - \sum_{i=0}^4 \alpha_i / T_i \quad [5-1]$$

この式 5-1 が家屋片付け作業に関する作業リソースのバランスを表現している。作業量算出係数  $\alpha$  である  $\alpha_i$  も  $\alpha_{ij}$  も建物の被害区分により確定される係数である。しかし  $T$  はさまざまな社会条件により変動する値である。 $T$  に含まれる項目を分解し、どのように変動するのかどうかの検証は重要である。 $T$  の期間を推定することができれば作業量算出係数  $\alpha$  にて、その地域での家屋片付け作業量の不足量を予測することが可能となる。

繁忙期間は、以下の条件によって確定される社会情報を含む値である。

- ・被害量（家屋片付け作業量）
- ・就労再開のタイミング
- ・1世帯の人数
- ・世帯の年齢構成
- ・資産量（金銭的余力）
- ・周辺地域からの支援者数（災害規模：1地区のみ、1市町村のみ、複数市町村、県単位、複数県にまたがる被害）

- ・地域と世帯のごとの最低限度生活再開ができる片づけ状態の価値観の違い
- ・事前からの盤石な支援体制
- ・事前からの盤石な受援体制
- ・家屋の堅硬性（地震：耐震強化、家具固定、水害：地盤かさ上げ、1階非住居化、防水住居）

## 5.2. 自助互助作業を支援する共助活動の課題

4つの解析事例において、繁忙期の作業量は100～150万人であり局所的災害の場合はこの数値が生活再建に向けた作業量の基準になる可能性がある。また、外部支援者である災害ボランティアの作業割合は、自助互助を含む片付け作業量全体からすると10%以下であり、災害VC運営ではこの割合が1つの目安となる。解析結果から、片付け作業に関しては災害ボランティアが主力ではなく、被災地域の住民の努力が大部分を占めているということがわかる。外部支援者に依存しすぎるのではなく、各地域の住民自身の災害対応力を高めることが重要であることがわかった。しかし、災害ボランティアは、被災者のやる気を生み出すスパイス役として役立っていることも大事な役目である。

本研究で開発した推計計算式を用いて、今後発生する可能性がある災害について片付け作業量を予測することを試みた。必要な片付け作業量を推計することにより、地域での作業量不足の課題を事前から明確にすることが可能となる。対象とする地域・災害として、大都市である大阪府内での地震（上町断層）と淀川水害での必要作業人数を予測した。基礎データとして、府から公開されている地震と水害の被害想定情報を利用した。大阪府における上町断層発生時には、益城町を参考とし繁忙期を約3か月とした。その結果、必要な作業人数は9,568万人と推計できた。大阪府淀川水系の安威川での洪水発生時には、常総市を参考とし繁忙期を100日間とした。その結果、必要な作業人数は3,188万人と推計できた。解析事例とした4つの市町に比べると大都会であり、また災害規模も甚大なものを選んである結果ではあるが、3千万～9千万人規模の作業人数が必要という状態は、都市の活動を停止させ、長期にわたる経済的な被害を誘発させると想定できる。対策として、被災した住民の迅速な仕事への復帰を実現できる取り組みが必要である。また、被災地の復旧・復興は、共助と自助互助の作業可能な数と期間のバランスを考慮した復興目標を立てるべきであり、自分たちがどこまで回復することを目指すのか、どの回復レベルに達すればそれ以上はあきらめるのかの事前復興計画が必要であることがわかる。

以下に、共助と自助互助の作業について今後考えていくべき課題を記述する。

### 5.2.1. 外部支援者への依存

そもそも社会は、災害ボランティアの作業に頼り切って良いのかどうなのかが課題である。その地域で各種作業を生業とする被災者の仕事を、無償人員が横取りしてしまい町自体が衰退する可能性があるのではないか。その対策としても、家屋片付け作業を含む復旧・復興に関わる各種作業までみこんだ社会的な対応の仕組みが必要なのではないだろうか。災害対応リソースの限界を超えた時の災害規模の場合、どうすればよいのかは、以下のような条件が考えられ、復旧・復興に関わる各種作業までみこんだ社会的な対応の仕組みが必要であると考えられる。

- ①地域住民と親族と近所のみ（自助互助）で対処しきれない被害規模（小規模災害の被害エリア狭いパターン）
- ②地域住民と親族と近所のできる範囲内の対応であきらめる（新型コロナ過の田舎パターン）

- ③外部支援者（共助）によりリソース増加を目指し元の姿まで回復する（小規模災害の観光地など災害ボランティアが多く集まる有名地域パターン）
- ④外部支援者（共助）によりリソース増加を行うが完了までは対処しきれず、あるレベルで回復をあきらめる（大規模災害時のパターン）
- ④ 外部支援者（共助）および公的支援者（自衛隊ほか）によりリソース増加を行うが完了までは対処しきれず一定のレベルで回復をあきらめる（甚大大規模災害の 3.11 東日本大震災などのパターン）
- ⑥対応することができない甚大被害のため被災地域を捨てる（原子力災害地域など）

### 5.2.2. 有限な人員

「みんなに頼る」ことを安易に考えないほうが良いかもしれない。人員が無限にいと勘違いする危険性がある。平成 30 年 7 月豪雨（西日本豪雨）の時には、甚大被害が岡山・広島・愛媛県に発生し、またそれよりは規模が小さいが兵庫県や九州などでも洪水や土砂災害が発生していた。そのため外部支援者として被災現地に入る人員も各地に分配されていまい、全体量の不足が見られたケースもある。またメディアへの露出が多い地域に外部支援者は集中する傾向があり、被害を発信する力の弱い地域は相対的に外部支援者が少なくなる傾向がある。

複数の災害が重複した事例としては、2018 年 6 月の大阪府北部の地震と平成 30 年 7 月豪雨（西日本豪雨）がある。大阪の地震による家屋片付け作業を行われている状況の中で、岡山・広島・愛媛県にて大雨の甚大被害が発生し、外部支援者が新たな災害現地へ移動してしまう状況があった。そのため大阪での作業を地震発生から 1 か月で完了し、中四国地域へ移動し広範囲な被災地へ分配された。結果、被災地域での限られた人員の取り合いが発生した。大阪府での作業が短期間で終了し、岡山県での作業が開始される時系列の変化は、本研究の作業量グラフからも見て取れる。

### 5.2.3. 過剰な期待

阪神淡路大震災、中越地震、東日本大震災と災害ボランティアによる活動が順次盛り上がりを見せた。行政側も災害ボランティアの存在に期待し、災害ボランティアへの依頼も増加したが、実際にできる作業内容の限界があることは事実である。

2018 年の大阪北部の地震では家屋屋根の被害が顕著であった。季節が 6 月と梅雨時期でもあり、屋根の修理作業ニーズが多く、また業者は限られているため順番待ちが長い間外部支援者に修理作業を期待する場面があった。しかし災害 VC では危険な作業を扱わないというルールがあり、危険な高所作業である屋根の修理作業は断ることが基本であった。このように災害 VC と災害ボランティアが認知されることにより、期待される作業内容も多種多様になってきている。もともとは簡単で危険ではない清掃や片付け作業が主であったが、前述している家屋の修理作業や解体作業、また重機が必要な作業も被災者からは求められるようになってきている。作業人数増加への期待と同時に、技術レベルの高度化、危険耐性への期待が過度になりすぎないように注意していく必要があると考えられる。また、高度作業への期待は地域の仕事を奪うことにもなりかねない。

### 5.2.4. 無償作業の危険性

災害ボランティアが安い労働力になる危険性がある。あまりにも活動規模が大きくなると、安い労働力として認識されてしまう。ボランティア制度化によるメリットとデメリットにより、阪神淡路大震災から災害ボランティアに関する経験を積み、東日本大震災の対

応では国が災害ボランティアの活動を考慮し、さまざまな取り組みと制度立案を行ったことが記述されている<sup>49)</sup>。

高速道路の無料化や、国レベルの調整チームを設置したことなど、活動を円滑にするための取り組みも多く実施されたが、逆に災害ボランティアの活動を行う人員を組織的な枠にはめ込んでしまうマイナス面もあった。作業したい時期や、作業場所、作業内容、支援する相手を自由に選び、自発的に考え行動することが本来の災害ボランティアであるが、組織的なルールをつくったために、その自由さを減らし、管理組織により調整された安全かつ簡単なニーズ内容を請け負う無償の人員とみなされる危険性が生まれた。

また、制度化により管理された災害ボランティアは公式に活動を把握されるが、管理されない自由な災害ボランティアは非公式あつかいとなり、数値が集計されず存在自体があやふやな扱いとなる。そのような自由な災害ボランティアの功績や課題問題は、公式な制度へと反映されづらくなり、制度の改善にうまく取り込まれなく危険がある。上記の公式な扱いが、行政視点での災害ボランティアとして扱われることが多くなり、災害ボランティア＝管理された作業ニーズを請け負ってくれる無償作業員というイメージへと勘違いしてしまう危うさがある。

この無償の作業員という扱いが、被害発生直後の短期間のみであれば被災地に有効な支援となるが、地域が回復していくフェーズまで無償作業が続けられると地域の営利組織の仕事を奪うマイナスの効果となる。

事例としては、長期に続けられる炊き出し作業は、地元の食堂や食料の小売り業を奪うことになり、結果的に地域の経済活動を低下させてしまうことになる。また引っ越しの運搬作業を災害ボランティアが長期に行い続けると地元の運輸業者の仕事を奪うことにもなる。2019年房総台風でも、家屋の屋根修理の業者が不足し災害ボランティアや消防、自衛隊が作業を行うことがあったが、修理作業ができる業者が対価を受け取って仕事として行えるような状態に可能な限り早く戻すことが大事である。あくまでも「不足」している状況下のみ外部支援者の作業が行われるといった、地域の経済が回るように地元業者への切り替えが行われる方針が理想である。

また、無償の業者がいるという大前提は、被災地域の自立を阻害することにつながる危険もある。助けられることを当たり前と考えることにより、発生してほしくない被害を防ぐための意識が低くなり事前からの備えや、自発的な回避能力が弱くなる可能性もある。

#### 5.2.5. 円滑な活動のスパイス役

災害ボランティアを過大にも過小にも評価しないが、安い労働力として期待しすぎてもいけない。自助とボランティアの役割分担と適正な関係性を考えるべきである。4つの事例からも災害ボランティアの作業割合は10%未満であるため、ほとんどの作業は自助互助で実施されているのが実情であろう。しかし、外部からの支援者が被災地をケアしているという活動自体に意味がある。被災者が支援されていることを意識できる環境が作られること自体が、被災者が生活再建を目指していくためのモチベーションを生み出していると考えられる。

#### 5.2.6. 生業としての作業維持

地域にはいろいろな仕事をする業者が存在する。その生業によって経済が回っている。その業者の仕事内容が、災害発生後の回復に役立てられるものがあるはずである。作業を補う、正式な仕事としての労働者を雇う仕組み、そのための予算を備えるための基礎データとして、本研究の推計計算結果が利用される可能性がある。地域経済維持のための防災と減災、および回復のための行政予算や、損害保険の保険料、などを計画することに役立つ

つはずである。

### 5.3.不足解消への課題

繁忙期間の T は、最低限の生活空間の確保が可能となる期間であり、就労に復帰できる程度に家屋が片付いたかどうか判断基準になる。その災害と地域における家屋片付け作業量の余力と不足を考えるために、T について調査研究を今後も継続していきたい。

過去の災害において T について被災者にヒアリング調査も実施し、過去の災害の片付け作業の実情を踏まえてその災害と地域での余力・不足の状態なのかを評価しつつ T の値の評価を行う。T は「余力・不足」に関連する社会的な値である。すべての人員を使うと T は一番短くなるが、対応人員数が少ないと回復は長期化する。一気に片付けることができる地域、体力がないため長期化する地域、あまりにも甚大被害なためあきらめてしまう地域など余力と不足のバランスの実情が T の期間として表現される。

また、T に関しては、以下の 2 つを使い分ける必要がある。

- ・全てが片付けられる T (とても長期的、社会的な条件が多く関係する)
- ・繁忙期間の T (災害 VC 運営の中で特に作業が多い期間、社会的条件を限定することができる)

## 6.まとめと展望

### 6.1.まとめ

1 章では、災害後に共助と自助互助が行う家屋片付け作業の実態把握が社会的な課題であることを述べた。これまでに関連する研究では災害ごみや被災家屋数から大まかに作業量イメージを予想していた。活動にかかわる組織団体の運営や社会的なルールについては既往研究でも扱われてきたが、定量的な作業量の把握は行われてこなかった。

2 章では、公式な組織である災害 VC によって作業実態を定量的に数値で記録されている災害 VC 作業管理データを用いて、共助と自助互助の家屋片付け作業量の算出計算式を考案した。計算式構築のために過去の災害事例である災害種別と被害規模、および地域の異なる 4 つの災害を用いた。地震災害として 2016 年熊本地震の熊本県益城町、2018 年大阪府北部豪雨の大阪府枚方市、水害として 2015 年関東・東北豪雨の茨城県常総市、2018 年 7 月豪雨（西日本豪雨）の岡山県倉敷市真備である。解析結果から作業量算出係数  $\alpha$  と繁忙期間 T の値を導き出した。

3 章では、災害ボランティア作業についての調査を述べた。2018 年大阪府北部の地震にてリアルタイム災害情報の利活用状況の調査を実施した。2019 年の山形県沖地震と 2020 年の令和 2 年 7 月豪雨では熊本県人吉市にてドライブレコーダを利用した即時的な災害ごみ量と作業者の活動状況、および活動地域の把握を行った。

4 章では、2 章で構築した家屋片付け作業量の計算式を用いて、将来発生すると想定されている災害について作業量を見積もった。大阪府における地震と水害について予測し、繁忙期間として考えた 3 か月間の間に 3 千万～9 千万人が家屋片付け作業に従事する計算結果が導き出せた。

5 章では、本研究にて計算式を考案するにあたり、過去の事例を解析した結果、共助と自助互助のリソースバランスを、作業量算出係数  $\alpha$  と繁忙期 T の関係性からバランス状態を示す関係式（案）を導き出した。この関係式（案）により、対象とする地域内（市町村域や県域）での不足状態を可視化することが可能となる。ただしその地域内の余力量の状

態を把握しておくことが必要であるため、平常時における家屋片付け作業員数を社会統計データなどから算出しなければならない。地域内の作業可能年齢の人口と、就労者と高齢者の割合、外部から通学する学生数、事前からある災害支援ネットワークなどから余力量を見積もる手法を考案していきたい。その手法を考えるうえで留意すべき課題について5.2に記述した。

## 6.2.課題解消への展望

4つの解析事例だけでなく、どのような災害であっても家屋片付け作業が満足に解消できたと認識されることはまれであろう。しかしながら被災者が被る生活の不便さや不安感をより短期間で解消する努力は行われるべきである。自助互助作業にかかわる関係者の事前からの備えの強化と、外部から助けに入る共助作業にかかわる関係者と組織団体の強化について平常時から取り組むべきである。ただし、復興期の経済活動にまで影響を及ぼすほどの長期的な外部支援の期間  $T$  は、被災地域の仕事再開を停滞させる場合もあるため、どの時点で外部支援が過剰であるのかの見極めも大事である。

$\alpha$  値の最大化と、 $T$  値の最小化を実現できるような災害時への備えがより良い事前からの取り組みであると考えられる。

また、作業内容区分  $j$  についての作業量を算出できるように、 $j$  に関連付けられる被害家屋数  $H_j$  を数値化する手法の構築も試みていきたい。

本研究で定量的に算出された家屋片付け作業量は、備えの計画にも利用可能であり、実際に発災した後にも作業量の見積もりから必要予算を予想することができ、災害  $VC$  だけでなく行政の業務に使うことができる。本質的な不足量のどうしても回復できない部分を少しでもより良くするために役立て、事前から何を備えておくべきなのかを考えるためにこの推計結果が役立てられれば幸いである。

## 謝辞

本研究で利用した災害  $VC$  管理データ作成に当たりまして、2015年関東・東北豪雨では茨城県常総市社協と常総市災害  $VC$  と茨城県  $NPO$  センターおよび  $JUNTOS$ 、2016年熊本地震では熊本県益城町社協と益城町災害  $VC$  および（一社）みやぎ福祉・防災情報化機構、2018年大阪府北部の地震と災害情報の利活用実験では大阪府社協、枚方市社協、吹田市社協、茨木市社協、高槻市社協、豊中市社協、摂津市社協、箕面市社協、河内長野市社協、阪南市社協、松原市社協、太子町社協ほか市町村社協および各地災害  $VC$ 、2018年7月豪雨では岡山県社協、倉敷市社協、倉敷市災害  $VC$ 、京都大学畑山教授ら、まび復興ボランティア団体・ $NPO$  シェアオフィス、まびシェア（岡山  $NPO$  センター）、ヒアリングにご協力いただいた被災者の方々、および各被災現地では、災害ボランティア各位のご協力を得ました。全国社会福祉協議会には、社協および災害  $VC$  に関する相談させていただきました。また、ドライブレコーダ調査に関しましては、山形県社協、山形県鶴岡市社協、鶴岡市役所、および熊本県人吉市社協らのご協力を得ました。

地震災害における被害区分の情報に関しては、防災科学技術研究所の内藤研究員、 $J-RISQ$  に関わる相談は中村研究員にご協力をいただきました。また、災害  $VC$  の運営研究については、李研究員、池田研究員、崔研究員、および防災情報研究部門の各研究員と協働させていただきました。熊本県人吉市を含む九州地域の調査は三浦研究員に協力いただきました。

水害での浸水エリア判読に関しては国土地理院の災害対応チームによる判読データを利用させていただきました。

本論文を作成するにあたり、筑波大学の藤原広行教授を筆頭に、主査の庄司学教授、副査の岡島敬一教授、谷口綾子教授、梅本通孝準教授の諸先生方によるさまざまなご教授を承りました。達成度評価委員会では臼田裕一郎教授にアドバイスをいただきました。研究室では小嶋さまと東さま、中央地学の王尾さまにお世話になりました。研究共有会議では花島研究員、田口研究員、三浦研究員、佐野研究員、鈴木研究員、吉森研究員、佐藤研究員と貴重な意見共有をさせていただきました。記して御礼申し上げます。

## 参考文献

- 1) 大阪大学コミュニケーションデザイン・センター 菅磨志保：阪神・淡路大震災 10 年以降の災害ボランティア活動(2)―中越地震から中越沖地震へ―、[https://www.isad.or.jp/pdf/information\\_provision/information\\_provision/no91/27p.pdf](https://www.isad.or.jp/pdf/information_provision/information_provision/no91/27p.pdf)
- 2) 本荘 雄一, 立木 茂雄：東日本大震災における自治体間協力の「総合的な支援力」の検証―神戸市派遣職員の事例から―、地域安全学, 地域安全学会論文集 19 巻 p. 51-60、2013 年
- 3) 田口仁、YI Tai-Young、水井良暢、佐野浩彬、臼田裕一郎：災害ボランティアセンターにおける地理空間情報の利活用方法の提案:被災地支援事例を通じて、災害情報 (14) 2016 年
- 4) 水井良暢、CUI Qinglin、YI Taiyoung、臼田裕一郎：岡山県庁災害対策本部における情報支援活動の実践と課題-平成 30 年 7 月豪雨を対象として-、防災科学技術研究所主要災害調査 (53) 2020 年
- 5) 効果的な災害復旧と被災者支援を目指した情報支援の事例報告-平成 30 年 7 月豪雨災害における災害ボランティアセンターおよび社会福祉協議会に対する支援事例-、水井良暢、池田真幸、YI Tai-young、防災科学技術研究所主要災害調査 (53) 2020 年
- 6) 水井良暢、池田真幸、YI Tai-young、島崎敢、清原光浩、吉森和城、CUI Qinglin、青井真、藤原広行：平成 30 年 9 月北海道胆振東部地震における被災状況と情報支援活動の現地調査、および調査写真の Web-GIS 登録手法の検討、防災科学技術研究所主要災害調査 (55) 2020 年
- 7) 田口仁、花島誠人、水井良暢、佐藤良太、臼田裕一郎：大阪府北部を震源とする地震における情報支援活動-災害時情報集約支援チーム(ISUT)として初の派遣事例-、防災科学技術研究所主要災害調査 (54) 2020 年
- 8) 水井良暢、池田真幸、YI Tai-young：平成 30 年 6 月大阪府北部地震における社会福祉協議会の情報プラットフォーム活用状況調査-災害情報を利活用した効果的な被災者支援の実現に向けて-、防災科学技術研究所主要災害調査 (54) 2020 年
- 9) 水井良暢、池田真幸、李泰榮：災害ボランティアセンターの運用における情報の利活用に関する実態調査-平成 30 年から令和元年の風水害時の事例-、日本災害情報学会、学会大会予稿集 22nd (Web) 2020 年
- 10) 水井良暢、李泰榮、池田真幸：平成 30 年大阪府北部の地震と台風 21 号被害での大阪府社会福祉協議会の災害情報利用と連携・支援体制の考察、日本災害情報学会、学会大会予稿集 21st 2019 年
- 11) 水井良暢、YI Taiyoung、佐野浩彬、CUI Qinglin、島崎敢：災害ボランティアセンターでの情報運用を支援するツールの検証-茨城県常総市の事例-、防災科学技術研究所主

要災害調査 (51) 2018 年

- 12) YI Taiyoung、増田和順、水井良暢、佐野浩彬、半田信之：災害時の要配慮者の支援に必要な情報の利活用-平成 27 年関東・東北豪雨における茨城県常総市の事例-、防災科学技術研究所主要災害調査 (51) 2018 年
- 13) 佐野浩彬、水井良暢、YI Taiyoung、半田信之、花島誠人、磯野猛、田口仁、臼田裕一郎：災害対応機関における情報共有・利活用の成果と課題-平成 27 年 9 月関東・東北豪雨における常総市での活動を事例に-、防災科学技術研究所主要災害調査 (51) 2018 年
- 14) CUI Qinlin、深谷和美、水井良暢、島崎敢、YI Taiyoung、臼田裕一郎：常総市災害ボランティアセンターにおける本部機能の空間配置について、主要災害調査 (51) 2018 年
- 15) CUI Qinlin、池田真幸、水井良暢、島崎敢、YI Taiyoung、臼田裕一郎：平成 29 年 7 月九州北部豪雨における朝倉市災害ボランティアセンターの運営実態、防災科学技術研究所主要災害調査 (52) 2018 年
- 16) 崔青林、水井良暢、島崎敢、李泰榮、臼田裕一郎：常総市災害ボランティアセンター本部機能の空間配置に関する実態調査、日本自然災害学会学術講演会講演概要集 36th 2017 年
- 17) 水井良暢、李泰榮、池田真幸、半田信之、臼田裕一郎：平常時の地域福祉・防災活動と災害ボランティアセンター設置訓練における災害情報の利活用検証、日本災害情報学会、学会大会予稿集 19th 2017 年
- 18) 池田真幸、水井良暢、鈴木雅文：災害ボランティアセンターからの情報共有による多セクター間の連携促進要因-平成 28 年熊本地震・益城町における事例分析-、日本災害情報学会学会大会予稿集 19th 2017 年
- 19) CUI Qinglin、池田真幸、水井良暢、島崎敢、YI Taiyoung、臼田裕一郎：2017 年 7 月九州北部豪雨における災害ボランティアセンターの運営実態(速報)、地域安全学会梗概集 (CD-ROM) (41) 2017 年
- 20) 李泰榮、水井良暢、池田真幸、半田信之、臼田裕一郎：災害情報の利活用を促す災害ボランティアセンター運營業務の標準化の試み、日本災害情報学会大会予稿集 18th 2016 年
- 21) 水井良暢、李泰榮、池田真幸、半田信之、鈴木雅文、鈴木雅文、臼田裕一郎：災害ボランティアセンター運営における災害情報利活用システムの構築と検証、日本災害情報学会、大会予稿集 18th 2016 年
- 22) 水井良暢、李泰榮、田口仁、半田信之、臼田裕一郎：東日本大震災における災害ボランティアセンター運営で実施された情報利活用の考察~宮城県を事例に~、日本災害情報学会研究発表大会予稿集 17th 2015 年
- 23) 李泰榮、水井良暢、田口仁、半田信之、臼田裕一郎：被災者の住宅再建支援における情報運用の構造化-東日本大震災被災地の事例-、日本災害情報学会研究発表大会予稿集 17th 2015 年
- 24) 佐藤良太、佐野浩彬、吉森和城、清原光浩、CHUN Ping、日高達也、水井良暢、CUI Qinglin、取出新吾、YI Taiyoung、伊勢正、花島誠人、田口仁、臼田裕一郎：平成 30 年北海道胆振東部地震における情報支援活動、防災科学技術研究所主要災害調査 (55) 2020 年
- 25) 水井良暢、崔青林、李泰榮、臼田裕一郎、藤原広行：SIP4D を用いた平成 30 年 7 月豪雨における災害時情報支援とその運用体制の実態と課題-岡山県庁での取り組みを中心に-、安全工学シンポジウム講演予稿集 2020 (CD-ROM) 2020 年
- 26) 池田真幸、大塚理加、水井良暢、高杉友、梅山吾郎、弘中秀治、伊崎田和歌：災害発生時の分野横断的かつ長期的なマネジメント体制構築に資する研究 実事例に基づく調

- 査、災害発生時の分野横断的かつ長期的なマネジメント体制構築に資する研究 令和元年度 総括・分担研究報告書(Web) 2020 年
- 27) 水井良暢：広域な甚大災害を乗り切るために必要とされる広域連携のポイント及び課題、愛媛県調査研究情報誌 ECPR 42 2019 年
  - 28) 増田和順、島崎敢、佐野浩彬、YI Tai-young、水井良暢：常総水害における災害広報の実態と課題、防災科学技術研究所主要災害調査 (51) 2018 年
  - 29) 佐野浩彬、水井良暢：福岡県庁内における情報支援活動-平成 29 年 7 月九州北部豪雨における取り組みを事例に-、防災科学技術研究所主要災害調査 (52) 2018 年
  - 30) 池田真幸、内山庄一郎、篠原徹、若月強、水井良暢、半田信之、佐野浩彬、CUI Qinglin、伊勢正、臼田裕一郎：2017 年 7 月九州北部豪雨災害の初動対応におけるオルソ画像を用いた情報支援(速報)、日本地理学会発表要旨集 (92) 2017 年
  - 31) 内山庄一郎、池田真幸、水井良暢、篠原徹：災害初期タイムラインの被災現場活動における情報収集技術の実証的研究-平成 29 年度糸魚川市火災防衛訓練および平成 29 年九州北部豪雨の事例-、日本自然災害学会学術講演会講演概要集 36th 2017 年
  - 32) 杉山大祐、高江洲盛史、堀川博紀、末木健太郎、水井良暢、高橋成実、園田朗、坪井誠司：南海トラフ広域地震防災研究プロジェクトにおける地域防災活動に向けたリアルタイム地震関連情報表示システムの機能強化、日本地球惑星科学連合大会予稿集 (Web) 2017 2017 年
  - 33) 鈴木木奈子、内山庄一郎、水井良暢：災害発生直後の地盤変状把握システムの構築、日本地理学会発表要旨集 (90) 2016 年
  - 34) 全国社会福祉協議会：社会福祉協議会と災害ボランティアセンター、  
[https://www.zcwvc.net/disaster\\_support/](https://www.zcwvc.net/disaster_support/)
  - 35) 大阪府社会福祉協議会：災害ボランティアセンター運営マニュアル、  
[http://www.osakafusyakyō.or.jp/disastersupport/arcive/pdf/manual\\_H19\\_03.pdf](http://www.osakafusyakyō.or.jp/disastersupport/arcive/pdf/manual_H19_03.pdf)
  - 36) 内閣府（防災担当） 広く防災に資するボランティア活動の促進に関する検討会：内閣府における過去の検討の整理、  
[https://www.bousai.go.jp/kaigirep/kentokai/bousai\\_volunteer/dai1kai/pdf/04kentoseiri.pdf](https://www.bousai.go.jp/kaigirep/kentokai/bousai_volunteer/dai1kai/pdf/04kentoseiri.pdf)、平成 27 年 12 月 17 日
  - 37) 内閣府（防災担当）：災害ボランティアセンターのあらまし、  
[https://www.bousai.go.jp/kyoiku/volunteer/bousai-volunteer/torikumi/pdf/051030\\_shiryō1.pdf](https://www.bousai.go.jp/kyoiku/volunteer/bousai-volunteer/torikumi/pdf/051030_shiryō1.pdf)
  - 38) 全国社会福祉協議会：社協における災害ボランティアセンター活動支援の基本的考え方、  
<file:///C:/Users/mizui/Downloads/%E7%A4%BE%E5%8D%94%E3%81%AB%E3%81%8A%E3%81%91%E3%82%8B%E7%81%BD%E5%AE%B3%E3%83%9C%E3%83%A9%E3%83%B3%E3%83%86%E3%82%A3%E3%82%A2%E3%82%BB%E3%83%B3%E3%82%BF%E3%83%BC%E6%B4%BB%E5%8B%95%E6%94%AF%E6%8F%B4%E3%81%AE%E5%9F%BA%E6%9C%AC%E7%9A%84%E8%80%83%E3%81%88%E6%96%B9.pdf>
  - 39) 全国社会福祉協議会 災害ボランティアバス、<https://www.saigaivc.com/bus/>
  - 40) かながわ災害ボランティアバスチーム、<https://www.tvac.or.jp/dantai/118247>
  - 41) 滋賀県社会福祉協議会、常設災害ボランティアセンター、  
<https://www.shigashakyo.jp/disaster-vc/>
  - 42) 内閣府（防災担当）、災害ボランティアセンターに係る費用について、  
[https://www.bousai.go.jp/pdf/0828\\_volunteer.pdf](https://www.bousai.go.jp/pdf/0828_volunteer.pdf)
  - 43) 横浜市、2 章 2.社会福祉協議会の新たな課題、  
<https://www.city.yokohama.lg.jp/kurashi/fukushi-kaigo/chiikifukushi/hokenkeikaku/sanko->

- shiryo/hokoku/mokuj12-2.html
- 44) 大門大朗、京都大学防災研究所：災害ボランティアの組織化のための戦略、実験社会心理学研究 第 60 巻 第 1 号、2019 年 5 月 29 日
  - 45) 大阪府社協：市町村社協連合会、[http://www.osakafusyakyu.or.jp/chiiki-g/effort\\_01.html](http://www.osakafusyakyu.or.jp/chiiki-g/effort_01.html)、(閲覧 2022.7.20)
  - 46) 田村将太、横山真、大田修平、八木 恒憲、ほか：平成 30 年 7 月豪雨被災地の災害ボランティアセンターにおける GIS 活用事例報告-三原市災害ボランティアセンターでの試み-、日本建築学会技術報告集、都市計画、2019 年 25 巻 61 号 p. 1299-1303
  - 47) 近藤良樹：無給としてのボランティア、[https://ir.lib.hiroshima-u.ac.jp/files/public/1/14852/20141016122337247186/AA11486249\\_98spr\\_107\\_kondo.pdf](https://ir.lib.hiroshima-u.ac.jp/files/public/1/14852/20141016122337247186/AA11486249_98spr_107_kondo.pdf)
  - 48) 関夏海（せきなつみ）氏、東京五輪で顕在化したボランティアは無料の労働力という誤解、<https://dime.jp/genre/1224180/>
  - 49) 新雅史：ボランティアの制度化は<支援>の在り方に何をもちたか、福祉社会学研究 10、p39-55、2013
  - 50) 全国を概観するリアルタイム地震被害推定・状況把握システムの開発、Development of Real-time System for Earthquake Damage Information in Japan (J-RISQ)、防災科学技術研究所研究資料、432 号、p1 - p311、2019-03-28
  - 51) 全国を対象とした確率論的地震動予測地図作成手法の検討、防災科学技術研究所研究資料、第 275 号、[https://www.j-map.bosai.go.jp/j-map/result/tn\\_275/index.html](https://www.j-map.bosai.go.jp/j-map/result/tn_275/index.html)
  - 52) 全国を対象とした地震リスク評価手法の検討、A Study on Evaluation Method of Seismic Risk of Japan、防災科学技術研究所研究資料、145 号、p1 - p399、2018-03-28
  - 53) 平山修久、大迫政浩、林春男：災害初動期における災害廃棄物量の把握システムの構築-2016 年熊本地震でのケーススタディによる-、地域安全学会論文集 No30、pp. 111-117、2017.
  - 54) 水井良暢、池田真幸、藤原広行：車載カメラ画像を活用した災害発生直後の建物ガレキ量と災害ボランティア作業量の簡易的推定手法の検討、日本地震工学会 2020 大会予稿集
  - 55) 熊本県益城町、平成 28 年熊本地震益城町震災記録誌、(参照 2022-03-01)  
[https://www.town.mashiki.lg.jp/kiji0033823/3\\_3823\\_5427\\_up\\_jihuen7n.pdf](https://www.town.mashiki.lg.jp/kiji0033823/3_3823_5427_up_jihuen7n.pdf)
  - 56) 池田真幸、水井良暢、鈴木雅文：災害ボランティアセンターからの情報共有による多セクター間の連携促進要因-平成 28 年熊本地震・益城町における事例分析-、日本災害情報学会大会予稿集 19th、2017.
  - 57) 全国を概観するリアルタイム地震被害推定・状況把握システムの開発、防災科学技術研究所研究資料 432、2019.
  - 58) 内藤昌平、門馬直一、中村洋光、藤原広行、下村博之、山田哲也：航空写真目視判読にもとづく 2016 年熊本地震による建物被害調査、土木学会論文集 A1(構造・地震工学) 74(4)、pp.464-480、2018.
  - 59) 総務省統計局平成 17 年と平成 27 年の国勢調査
  - 60) 熊本県益城町、益城町人口ビジョン 2018 年 12 月
  - 61) 常総市、平成 27 年常総市鬼怒川水害対応に関する検証報告書 ―わがこととして災害に備えるために―、  
[http://www.city.joso.lg.jp/ikkrwebBrowse/material/files/group/6/kensyou\\_houkokusyo.pdf](http://www.city.joso.lg.jp/ikkrwebBrowse/material/files/group/6/kensyou_houkokusyo.pdf)
  - 62) 防災科学技術研究所、現地調査(令和 4 年 6 月閲覧)、  
<https://mizu.bosai.go.jp/wiki2/wiki.cgi?page=%BE%EF%C1%ED%BB%D4%A4%CB%A4%A%A4%B1%A4%EB%BF%BB%BF%E5%BF%BC%CA%AC%C9%DB%C4%B4%BA%BA>

- %A1%CA%CA%BF%C0%AE27%C7%AF9%B7%EE%B4%D8%C5%EC%A1%A6%C5%EC%CB%CC%B9%EB%B1%AB%A1%CB
- 63) 常総市社会福祉協議会ホームページ（令和4年6月閲覧）、<http://www.joso-shakyo.jp/>
  - 64) 崔青林、深谷和美、水井良暢、島崎敢、李泰榮、臼田裕一郎：常総市災害ボランティアセンターにおける本部機能の空間配置について、防災科学技術研究所主要災害調査(51)2018
  - 65) 千葉県社会福祉協議会、災害時における支援活動様式集、  
[http://www.chibakenshakyo.com/04boran/saigaisien\\_manual/yousiki/yousiki.html](http://www.chibakenshakyo.com/04boran/saigaisien_manual/yousiki/yousiki.html)
  - 66) 田村将太、横山真、大田修平、八木 恒憲、ほか：平成30年7月豪雨被災地の災害ボランティアセンターにおける GIS 活用事例報告-三原市災害ボランティアセンターでの試み-、日本建築学会技術報告集、都市計画、2019年25巻61号 p.1299-1303
  - 67) 環境省環境再生・資源循環局 災害廃棄物対策室、平成30年3月\_災害廃棄物対策指針(改訂版)技術資料14-2
  - 68) 氏原岳人、和氣悠、森永夕香里：平成27年9月関東東北豪雨がもたらした被災地の人口及び地下変動-茨城県常総市を対象として-、公益社団法人日本都市計画学会、都市計画論文集、Vol.54, No.1, 2019年4月
  - 69) 岡山県平成30年7月豪雨災害記録誌（令和2年3月）  
<https://www.pref.okayama.jp/page/653529.html>
  - 70) 平成30年7月豪雨に関する情報、国土地理院、  
<https://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H30.taihuu7gou.html>
  - 71) 倉敷市災害ボランティアセンター、まび復興支援ボランティアセンター：平成30年7月豪雨災害\_災害ボランティアセンター活動報告書、<https://kurashikisyakyo.or.jp/wp-content/uploads/2020/04/b976b7db68ad27e098b79cda88dbd588.pdf>
  - 72) 倉敷市復興サポートセンターHP（令和4年4月閲覧）、  
<https://kurashi.fukushiokayama.or.jp/for-supporter/data/>
  - 73) 文部科学省：南海トラフ広域地震防災研究プロジェクト。  
<https://www.jamstec.go.jp/nankai/index.html>（2014\_2019）
  - 74) 防災科学技術研究所：南海トラフ広域災害情報プラットフォーム。<https://nankai-bosai.jp/v2.0/>（2019.3参照）
  - 75) 水井良暢、田口仁、臼田裕一郎、藤原広行：南海トラフ災害情報プラットフォームの構築とその構造の検討、日本地震工学会、2016大会予稿集 Vol 15 No 1 pp 101\_115, 2016
  - 76) 水井良暢、池田真幸、李泰榮：平成30年6月大阪府北部地震における社会福祉協議会の情報プラットフォーム活用状況調査-災害情報を利活用した効果的な被災者支援の実現に向けて-、防災科学技術研究所主要災害調査、平成30年大阪府北部の地震調査報告、pp.31-36, 2020
  - 77) 水井良暢、李泰榮、池田真幸：平成30年大阪府北部の地震と台風21号被害での大阪府社会福祉協議会の災害情報利用と連携・支援体制の事例、日本災害情報学会、2019大会予稿集、pp.224-225, 2019
  - 78) 中村奨、小野晋太郎、川崎洋：ドライブレコーダ映像から冠水シーンを検出するための深層学習手法に関する検討、生産研究、71(2), pp.75-80, 2019.
  - 79) 西嶋一欽、岩崎弘高：ICT デバイス等から得られた情報を活用した竜巻被害調査 --2018年6月29日に米原で発生した竜巻を例にとりて--、自然災害科学総合シンポジウム講演論文集(55), pp.67-71, 2018.
  - 80) 内藤昌平、藤原広行：道路走行調査画像を用いた建物被害状況自動判別手法の試作、日本建築学会、pp.393-394、2017.

- 81) 内藤昌平、藤原広行：道路走行調査画像を用いた機械学習による建物被害判別手法の開発、日本建築学会、2018、pp.673-674、2018.
- 82) S. Naito, H. Tomozawa, Y. Mori, H. Nakamura, and H. Fujiwara : “Damage Detection Method for Buildings with Machine-Learning Techniques Utilizing Images of Automobile Running Surveys Aftermath of the 2016 Kumamoto Earthquake、” J. Disaster Res., Vol.13、No.5、 pp. 928-942、2018.
- 83) 内藤昌平、門馬直一、山田哲也、下村博之、望月貫一郎、本田禎人、中村洋光、藤原広行、庄司学：熊本地震における航空写真を用いた画像解析手法による建物被害抽出、土木学会論文集 A1(構造・地震工学)、75(4)、pp.218-237、2019.
- 84) 瀬崎陸、丸山喜久、永田茂：車載カメラ画像を活用した地震時の道路被害の自動抽出、日本地震工学会論文集 19 (6)、6\_244-6\_257、2019
- 85) 水井良暢、池田真幸、藤原広行：車載カメラ画像を活用した災害発生直後の建物ガレキ量と災害ボランティア作業量の簡易的推定手法の検討、日本地震工学会 2020 大会予稿集
- 86) 防災科学技術研究所クライシスレスポンスサイト、令和 2 年 7 月豪雨、  
<http://crs.bosai.go.jp/DynamicCRS/index.html?appid=eb80ae7c6baa4754914c1b8310be9c4c>  
[閲覧 2020 年 8 月 31 日]
- 87) 大阪府、被害想定・地震対策（新・大阪府地震防災アクションプラン等）、  
[https://www.pref.osaka.lg.jp/kikikanri/new\\_ap\\_suihin/index.html](https://www.pref.osaka.lg.jp/kikikanri/new_ap_suihin/index.html)
- 88) 大阪府、洪水浸水想定区域図、  
<https://www.pref.osaka.lg.jp/kasenseibi/keikaku/kozuishinso.html>
- 89) 国土交通省淀川河川事務所、100 年前の大洪水と新しい川の誕生、  
[https://www.kkr.mlit.go.jp/yodogawa/now\\_and\\_then/tanjyou.html](https://www.kkr.mlit.go.jp/yodogawa/now_and_then/tanjyou.html)
- 90) 内閣府、災害に係る住家の被害認定基準運用指針、2021 年 3 月、  
[https://www.bousai.go.jp/taisaku/pdf/r303shishin\\_all.pdf](https://www.bousai.go.jp/taisaku/pdf/r303shishin_all.pdf)
- 91) 水井良暢、藤原広行：災害ボランティアセンター作業管理データに基づく家屋片付け作業量の推定ー平成 30 年 7 月豪雨岡山県倉敷市真備町の事例ー、地域安全学、地域安全学会論文集 2022 年 10 月
- 92) Yoshinobu Mizui, Hiroyuki Fujiwara : DEVELOPMENT AND UTILIZATION OF NANKAI TROUGH EARTHQUAKE DISASTER INFORMATION PLATFORM、17WCEE 世界地震工学会、2021 年 9 月

## 著者の論文リスト

### [査読]

- [1] 水井良暢, 藤原広行, 災害ボランティアセンター作業管理データに基づく家屋片付け作業量の推定—平成30年7月豪雨岡山県倉敷市真備町の事例—、地域安全学、地域安全学会論文集 2022年10月
- [2] Yoshinobu Mizui, Hiroyuki Fujiwara, Estimate the Amount of Disaster Waste Disposal Work Using In-Vehicle Camera Images - A Case Study in Hitoyoshi City, Kumamoto Prefecture -, JOURNAL OF DISASTER RESEARCH 16(7) 1061-1073 2021年10月
- [3] Yoshinobu Mizui, Hiroyuki Fujiwara, DEVELOPMENT AND UTILIZATION OF NANKAI TROUGH EARTHQUAKE DISASTER INFORMATION PLATFORM、17WCEE 世界地震工学会, 2021年9月
- [4] Kan Shimazaki, Yoshinobu Mizui, Differences Between Scientific Prediction and Subjective Expectation of Focal Region and Seismic Intensity of Nankai Trough Giant Earthquake, JOURNAL OF DISASTER RESEARCH 12(5) 916-925 2017年10月
- [5] 田口仁, YI Tai-Young, 水井良暢, 佐野浩彬, 臼田裕一郎, 災害ボランティアセンターにおける地理空間情報の利活用方法の提案:被災地支援事例を通じて, 災害情報 (14) 2016年
- [6] Yukio Fujinawa, Yoshinori Rokugo, Yoichi Noda, Yoshinobu Mizui, Masaji Kobayashi, Etsuo Mizutani, Development of Application Systems for Earthquake Early Warning, JOURNAL OF DISASTER RESEARCH 4(4) 546-556 2009年8月

### [査読なし]

- [1] 三浦伸也, 水井良暢, 鈴木比奈子, 令和2年7月豪雨現地調査報告—山形県最上川流域現地被害調査 2020年9月7日~8日—, 防災科学技術研究所主要災害調査,(60),1-21 2022年8月22日
- [2] 鈴木比奈子, 水井良暢, 三浦伸也, 岐阜県北東部における令和2年7月豪雨被害調査および下呂市の過去の風水害記録と類似性, 防災科学技術研究所主要災害調査 (60) 1-24 2022年8月
- [3] 水井良暢, 三浦伸也, 山崎文雄, 自然災害情報室, 令和2年7月豪雨現地調査報告—2020年7月調査および2021年6月追加調査—, 防災科学技術研究所主要災害調査 (60) 1-21 2022年8月
- [4] 大角恒雄, 水井良暢, 松原仁, 大宰府を守る水城による防衛線と筑前怡土城の土塁補強工法に関する研究, 防災科学技術研究所主要災害調査 (473) 1-28 2022年2月28日
- [5] 大角恒雄, 水井良暢, 池田真幸, 松原仁, 2021年に発生した地震による災害調査報告 (2021年3月20日~23日): 松川浦, 新地町 (2月福島県沖の地震) および相馬市・新地町・山元町・塩竈市 (3月宮城県沖の地震), 防災科学技術研究所主要災害調査 (59) 29-40 2022年1月28日
- [6] 三浦伸也, 水井良暢, 鈴木比奈子, 2021年2月福島県沖の地震 被害調査報告—相馬市・新地町・山元町・亘理町・岩沼市 2021年2月16日~17日, 防災科学技術研究所主要災害調査(59) 15-28 2022年1月28日
- [7] 大角恒雄, 水井良暢, 池田真幸, 研究最前線: 2021年福島沖・宮城県沖の地震における法面調査, 防災科学技術研究所主要災害調査(213) 12-13 2021年6月30日

- [8] 水井良暢, CUI Qinglin, YI Taiyoung, 臼田裕一郎, 岡山県庁災害対策本部における情報支援活動の実践と課題-平成 30 年 7 月豪雨を対象として-, 防災科学技術研究所主要災害調査 (53) 2020 年
- [9] 水井良暢, 池田真幸, YI Tai-young, 効果的な災害復旧と被災者支援を目指した情報支援の事例報告-平成 30 年 7 月豪雨災害における災害ボランティアセンターおよび社会福祉協議会に対する支援事例-, 防災科学技術研究所主要災害調査 (53) 2020 年
- [10] 水井良暢, 池田真幸, YI Tai-young, 島崎敢, 島崎敢, 清原光浩, 吉森和城, CUI Qinglin, 青井真, 藤原広行, 平成 30 年 9 月北海道胆振東部地震における被災状況と情報支援活動の現地調査,および調査写真の Web-GIS 登録手法の検討, 防災科学技術研究所主要災害調査(55) 2020 年
- [11] 田口仁, 花島誠人, 水井良暢, 佐藤良太, 臼田裕一郎, 大阪府北部を震源とする地震における情報支援活動-災害時情報集約支援チーム(ISUT)として初の派遣事例-, 防災科学技術研究所主要災害調査 (54) 2020 年
- [12] 水井良暢, 池田真幸, YI Tai-young, 平成 30 年 6 月大阪府北部地震における社会福祉協議会の情報プラットフォーム活用状況調査-災害情報を利活用した効果的な被災者支援の実現に向けて-, 防災科学技術研究所主要災害調査 (54) 2020 年
- [13] 佐藤良太, 佐野浩彬, 吉森和城, 清原光浩, CHUN Ping, 日高達也, 水井良暢, CUI Qinglin, 取出新吾, YI Taiyoung, 伊勢正, 花島誠人, 田口仁, 臼田裕一郎, 平成 30 年北海道胆振東部地震における情報支援活動, 防災科学技術研究所主要災害調査 (55) 2020 年
- [14] 水井良暢, 崔青林, 李泰榮, 臼田裕一郎, 藤原広行, SIP4D を用いた平成 30 年 7 月豪雨における災害時情報支援とその運用体制の実態と課題-岡山県庁での取り組みを中心に-, 安全工学シンポジウム講演予稿集 2020 (CD-ROM) 2020 年
- [15] 水井良暢, 池田真幸, 李泰榮, 災害ボランティアセンターの運用における情報の利活用に関する実態調査-平成 30 年から令和元年の風水害時の事例-, 日本災害情報学会, 学会大会予稿集 22nd (Web) 2020 年
- [16] 池田真幸, 大塚理加, 水井良暢, 高杉友, 梅山吾郎, 弘中秀治, 伊崎田和歌, 災害発生時の分野横断的かつ長期的なマネジメント体制構築に資する研究 実事例に基づく調査, 災害発生時の分野横断的かつ長期的なマネジメント体制構築に資する研究 令和元年度 総括・分担研究報告書(Web) 2020 年
- [17] 水井良暢, 広域な甚大災害を乗り越えるために必要とされる広域連携のポイント及び課題, 調査研究情報誌 ECPR 42 2019 年
- [18] 水井良暢, 李泰榮, 池田真幸, 平成 30 年大阪府北部の地震と台風 21 号被害での大阪府社会福祉協議会の災害情報利用と連携・支援体制の考察, 日本災害情報学会, 学会大会予稿集 21st 2019 年
- [19] 増田和順, 島崎敢, 佐野浩彬, YI Tai-young, 水井良暢, 常総水害における災害広報の実態と課題, 防災科学技術研究所主要災害調査 (51) 2018 年
- [20] 水井良暢, YI Taiyoung, 佐野浩彬, CUI Qinglin, 島崎敢, 災害ボランティアセンターでの情報運用を支援するツールの検証-茨城県常総市の事例-, 防災科学技術研究所主要災害調査 (51) 2018 年
- [21] YI Taiyoung, 増田和順, 水井良暢, 佐野浩彬, 半田信之, 災害時の要配慮者の支援に必要な情報の利活用-平成 27 年関東・東北豪雨における茨城県常総市の事例-, 防災科学技術研究所主要災害調査 (51) 2018 年
- [22] 佐野浩彬, 水井良暢, YI Taiyoung, 半田信之, 花島誠人, 磯野猛, 田口仁, 臼田裕一郎, 災害対応機関における情報共有・利活用の成果と課題-平成 27 年 9 月関東・東北豪雨における常総市での活動を事例に-, 防災科学技術研究所主要災害調査 (51) 2018 年

- [23] CUI Qinlin, 深谷和美, 水井良暢, 島崎敢, YI Taiyoung, 臼田裕一郎, 常総市災害ボランティアセンターにおける本部機能の空間配置について, 防災科学技術研究所主要災害調査(51) 2018年
- [24] 佐野浩彬, 水井良暢, 福岡県庁内における情報支援活動-平成 29年 7月九州北部豪雨における取り組みを事例に-, 防災科学技術研究所主要災害調査(52) 2018年
- [25] CUI Qinlin, 池田真幸, 水井良暢, 島崎敢, YI Taiyoung, 臼田裕一郎, 平成 29年 7月九州北部豪雨における朝倉市災害ボランティアセンターの運営実態, 防災科学技術研究所主要災害調査(52) 2018年
- [26] 池田真幸, 内山庄一郎, 篠原徹, 若月強, 水井良暢, 半田信之, 佐野浩彬, CUI Qinglin, 伊勢正, 臼田裕一郎, 2017年 7月九州北部豪雨災害の初動対応におけるオルソ画像を用いた情報支援(速報), 日本地理学会発表要旨集(92) 2017年
- [27] 内山庄一郎, 池田真幸, 水井良暢, 篠原徹, 災害初期タイムラインの被災現場活動における情報収集技術の実証的研究-平成 29年度糸魚川市火災防衛訓練および平成 29年九州北部豪雨の事例-, 日本自然災害学会学術講演会講演概要集 36th 2017年
- [28] 崔青林, 水井良暢, 島崎敢, 李泰榮, 臼田裕一郎, 常総市災害ボランティアセンター本部機能の空間配置に関する実態調査, 日本自然災害学会学術講演会講演概要集 36th 2017年
- [29] 水井良暢, 李泰榮, 池田真幸, 半田信之, 臼田裕一郎, 平常時の地域福祉・防災活動と災害ボランティアセンター設置訓練における災害情報の利活用検証, 日本災害情報学会, 学会大会予稿集 19th 2017年
- [30] 池田真幸, 水井良暢, 鈴木雅文, 災害ボランティアセンターからの情報共有による多セクター間の連携促進要因-平成 28年熊本地震・益城町における事例分析-, 日本災害情報学会, 学会大会予稿集 19th 2017年
- [31] CUI Qinglin, 池田真幸, 水井良暢, 島崎敢, YI Taiyoung, 臼田裕一郎, 2017年 7月九州北部豪雨における災害ボランティアセンターの運営実態(速報), 地域安全学会梗概集(CD-ROM) (41) 2017年
- [32] 杉山大祐, 高江洲盛史, 堀川博紀, 末木健太郎, 水井良暢, 高橋成実, 園田朗, 坪井誠司, 南海トラフ広域地震防災研究プロジェクトにおける地域防災活動に向けたリアルタイム地震関連情報表示システムの機能強化, 日本地球惑星科学連合大会予稿集(Web) 2017 2017年
- [33] 鈴木比奈子, 内山庄一郎, 水井良暢, 災害発生直後の地盤変状把握システムの構築, 日本地理学会発表要旨集(90) 2016年
- [34] 李泰榮, 水井良暢, 池田真幸, 半田信之, 臼田裕一郎, 災害情報の利活用を促す災害ボランティアセンター運營業務の標準化の試み, 日本災害情報学会, 学会大会予稿集 18th 2016年
- [35] 水井良暢, 李泰榮, 池田真幸, 半田信之, 鈴木雅文, 鈴木雅文, 臼田裕一郎, 災害ボランティアセンター運営における災害情報利活用システムの構築と検証, 日本災害情報学会, 学会大会予稿集 18th 2016年
- [36] 水井良暢, 李泰榮, 田口仁, 半田信之, 臼田裕一郎, 東日本大震災における災害ボランティアセンター運営で実施された情報利活用の考察~宮城県を事例に~, 日本災害情報学会研究発表大会予稿集 17th 2015年
- [37] 李泰榮, 水井良暢, 田口仁, 半田信之, 臼田裕一郎, 被災者の住宅再建支援における情報運用の構造化-東日本大震災被災地の事例-, 日本災害情報学会研究発表大会予稿集 17th 2015年
- [38] 鈴木崇伸, 藤縄幸男, 水井良暢, 緊急地震速報の一般向け報知に関する検討, 地域安全

- 学会梗概集 (22) 97-100 2008 年
- [39] 鈴木崇伸, 藤縄幸雄, 水井良暢, 緊急地震速報の一般向け報知の効率化に関する研究, 地域安全学会論文集 (10) 2008 年
- [40] 水井良暢, 緊急地震速報の導入事例, 騒音制御 32(4) 2008 年
- [41] 水井良暢, 鈴木崇伸, 藤縄幸雄, 緊急地震速報伝達方法(人向け)検討(サイン音), 地域安全学会梗概集 (21) 11-14 2007 年
- [42] 水井良暢, 橘徹, 鈴木茂之, 四国東部,美馬町地域の中央構造線, 岡山大学地球科学研究報告 8(1) 2001 年