

GIS を用いた災害記録と被災者の生活復興に関する研究 令和2年7月豪雨災害における熊本県人吉市を事例として A Study on Disaster record and Life Rebuilding using GIS A Case Study of July 2020 Flood disaster in Hitoyoshi KUMAMOTO

○坪井 壘太郎*¹
Sotaro TSUBOI*¹

*¹ 公益財団法人ひょうご震災記念 21 世紀研究機構 人と防災未来センター リサーチフェロー 博士 (都市科学)
Disaster Reduction and Human Renovation Institute Research Fellow Ph.D (Urban Science)

Summary: The objectives of the study were to survey measures against damage by July Reiwa 2 Flood disaster, which occurred in 2020, examine evacuation based on geospatial location information, and evaluate post-disaster life rebuilding. The results showed that evacuation was hindered by a lack of understanding of risk among residents and the distance to evacuation shelters, despite revision of the shelters on an amended disaster hazard map and discussion of evacuation procedures with the community in advance. Many households that were flooded above floor level had high costs for life reconstruction and required a long time for economic recovery.

キーワード: 災害記録; 避難行動; 生活復興; 地理情報システム; 熊本県人吉市

Keywords: disaster record; evacuation behavior; life reconstruction; GIS; Hitosyoshi city KUMAMOTO

1. はじめに

わが国では地勢上、台風や前線の影響を受けやすく、各地で洪水災害が頻発している。こうした状況に対し、近年では、「逃げ遅れゼロ」と「社会経済被害の最小化」を目的とした水防法の改正 (2017 年) や、避難情報に関するガイドラインの改訂 (2021 年) が行われ、従前の避難勧告を廃した 5 段階の「警戒レベル」に基づく避難情報の本格運用が開始されるなど行政・住民双方において「新たな対応」が求められるようになってきている。

1975 年以降の日本における降雨量の変化に着目してみると、1 時間降水量 50 mm 以上の発生回数において、1980 年代では、年平均 171.1 回であったものが、2000 年代では 220.9 回、直近 2010 年代では 251.4 回と上昇傾向にある (図 1)。また、災害の発生構造では、2000 年代初頭に注目されるようになった都心部でのヒートアイランド現象との関係が指摘されているゲリラ豪雨などの「局地集中型」の災害から、近年では、地球規模での気候変動の影響によると考えられるスーパー台風や線状降水帯などによる「広域激甚型」の災害へと変化している。

洪水災害・防災に関する研究は、これまでも多数の研究が行われてきているが、水害時の避難に着目してその動向をみると「発災前」と「発災後」の研究に大別され、前者では、各種シミュレーション研究^{1) 2) 3) 4)}があるほか、後者では、リスク認知との関係からの研究^{5) 6)}などにおいて、様々な知見が得られている。

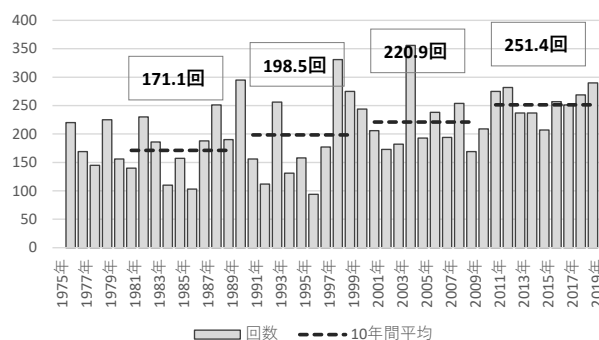


図 1 全国 1 時間降水量 50 mm 以上の年間発生回数推移

注: アメダス観測値データ 1000 地点あたり換算にて作成

一連の研究では貴重な研究成果が示されてきているが、今後の災害・防災研究においては、COVID-19 による感染症蔓延下での避難のあり方や、被災者支援の方法、生活再建への施策連動など、新たな対応と検討が求められている。そこで本研究では、「発災後」の立場において、「被災」「避難」「復興」の一体的把握を試みる。具体的には、既往研究では実例の少ない、地理空間上での世帯の位置情報をもとに災害を記録することで、より詳細に被害や避難の実態を把握し、あわせて、被災者の生活復興感の変化を明示することで災害対応課題を明らかにすることを目的とする。本研究は、2020 年 (令和 2 年) 7 月豪雨災害において球磨川の氾濫により被害が発生した熊本県人吉市を対象として検討を行った。

2. 研究対象地域

本研究で対象とした熊本県人吉市は県最南部に位置し、山地と盆地にわたって市域が広がる人口約3万人の自治体であり、古くからの温泉観光地としても知られる。

本調査は、令和2年7月豪雨において甚大な被害が発生した同市において、特に被害が集中した、市を東西に貫流する球磨川右岸地域において実施した(図2)。

人吉市は、地勢上、球磨川の狭窄部に向かう手前に位置し、市内では万江川、山田川、鹿目川、胸川など多数の支流が流入していることから、過去、大規模な水害に複数回見舞われている。特に1960年代に入ると、1963年から3年間連続で水害により被災し、1965年7月3日に発生した「七・三水害」では、市街地の大部分が浸水し、2mを超える最大浸水深が記録されている。2020年に発災した令和2年7月豪雨では、現地調査において地盤面から4mを超える浸水深が確認された地点もあるなど、甚大な被害が発生した。また、市街地には、過去の浸水深を示す表示板が電柱等に設置されるなど、継続的な防災啓発の取り組みが行われてきていたが、本災害では、それらを大幅に上回る浸水高を記録した地点も見られた⁷⁾。同市は、かつては必ずしも交通の利便性が高くない地域であったが、現在は、バイパス道路や、九州自動車道が開通するなど九州南部地域の交通の要衝となっている。しかしながら、これに伴う拠点性の喪失により「通過都市」化も進み、本研究対象地域でも人口減少や高齢化も進行している(図3)。

市を東西に還流する球磨川は、急流河川としても知られ、本調査の対象地域においても、川沿いの旧市街地の大部分が浸水想定域内に含まれる。

3. 令和2年7月豪雨の被害と特徴

2020年(令和2年)7月3日から8日にかけて、梅雨前線が中国から九州付近を通過して東日本に延伸・長時間停滞し、この前線に向かって暖かく湿った空気が流れ込み続けたことで、大気の状態が不安定となった。

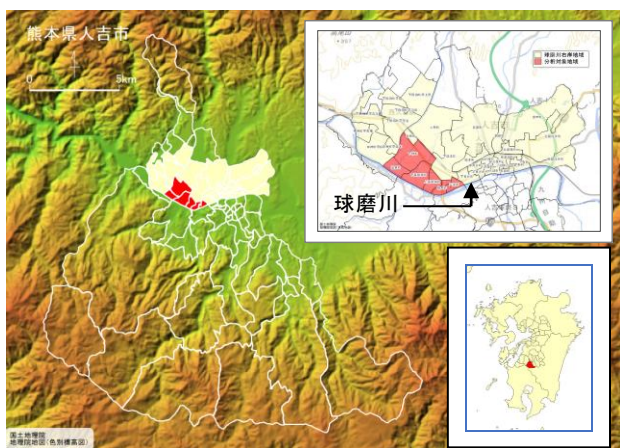


図2 熊本県人吉市(球磨川右岸地域と研究対象範囲)

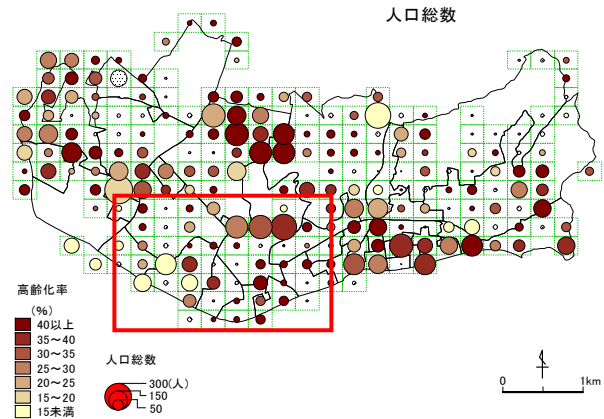


図3 研究対象地域における人口と高齢化率

注：赤四角枠は、本研究対象範囲を示す。

その結果、九州地方を中心に西日本から東日本の広範囲に長期間の大雨となり、特に熊本において過去最高の降水量の総および1時間降水量50mm以上の発生回数を記録した。また、7月6日から岐阜県周辺で激しい雨が断続的に降り、7日から8日にかけて記録的な大雨となった。これに対し、気象庁は7県(熊本県、鹿児島県、福岡県、佐賀県、長崎県、岐阜県、長野県)に最も警戒が必要な「警戒レベル5」に相当する大雨特別警報を発表した。

降雨の状況は、7月3日から4日にかけて、熊本県では6時間降水量、12時間降水量が、また、7月6日から8日にかけて九州地方では48時間降水量が、これまでの記録の1.4倍を超えるものとなった。その後も梅雨前線は本州付近に停滞し、西日本から東北地方の広範囲で雨の降る日が続き、13日から14日にかけては中国地方を中心に、27日から28日にかけては東北地方を中心に大雨となった。7月3日から7月31日にかけての総降水量は、長野県や高知県において多いところで2,000mmをところがあり、九州南部、九州北部、東海および東北の多くの地点、24, 48, 72時間降水量が観測史上最大となった。

7月3日から広範囲にわたって大雨が降った結果、全国で住家への多数の浸水被害が発生したほか(図4)、九州地方では球磨川や筑後川など、国管理の7水系8河川、都道府県管理の58水系194河川で決壊等による氾濫が発生し、全国で約13,000haが浸水した。また、932件の土砂災害が発生した(土石流等145件、地すべり80件、がけ崩れ707件)。

大雨特別警報の発表された7県のうち、最も多く被害が発生した熊本県においては、球磨川流域に位置する人吉市の中心市街地や球磨村などで約1,060haにわたって浸水被害が発生し、その他の地域の被害をあわせ、県内の建物被害は7,424棟にのぼる(全壊1,491棟、半壊3,096

棟、一部損壊 1,927 棟、床上浸水 346 棟、床下浸水 564 棟)が発生したほか、人的被害では、球磨村で 25 名、人吉市で 21 名、芦北町で 11 名の死者が発生する甚大な被害となった(図 5)。

このほかにも福岡県大牟田市と久留米市などでも被害が発生し、当該地域だけで全国の人的被害の約 70%を占めたほか、住家被害でも約 60%を占めている。

本災害により 9 県(山形県、長野県、岐阜県、島根県、福岡県、佐賀県、熊本県、大分県、鹿児島県)、49 市 36 町 13 村において災害救助法が適用された。また本災害は、特定非常災害、激甚災害、大規模災害復興法に基づく非常災害に指定された。

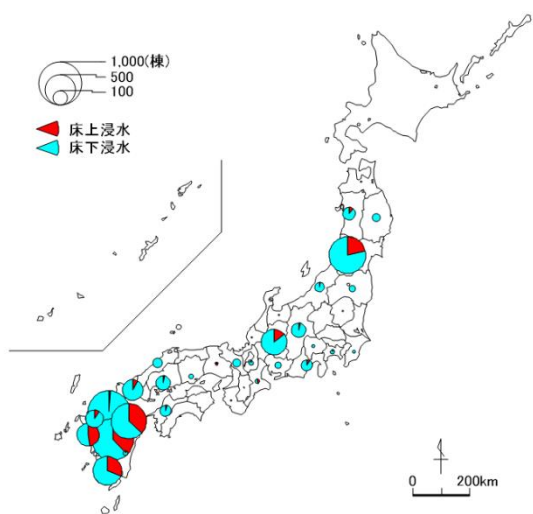


図 4 令和 2 年 7 月豪雨における都道府県別浸水状況

注：消防庁被害報資料より集計作成

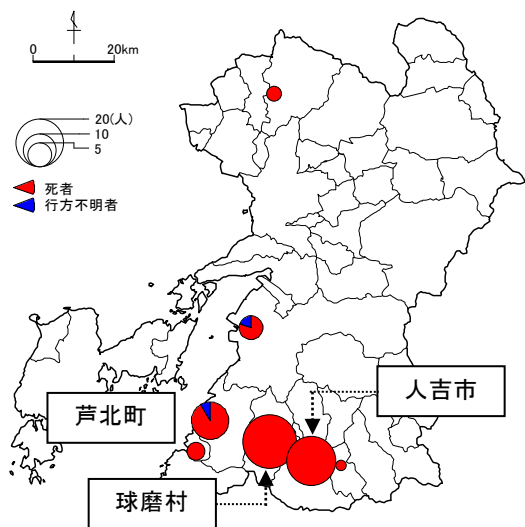


図 5 熊本縣市町村別人的被害状況

注：消防庁被害報資料より熊本県分を抽出し集計作成

4. 被害と避難の空間分析

4.1 調査方法と概要

本研究では、被災世帯の個別の状況を、位置情報をもとに GIS を用いて被害や避難の状況を地図化し、災害記録を通して分析を行った。本調査方法は、個人の復興感を含め、地図化に伴う個人情報におけるプライバシーの保護には十分な配慮が求められるが、被害の経験を「個人の記憶」から「社会の記憶」として実効性のある防災施策に資するものとしていくために、その活用実績を蓄積しながら、今後も、調査手法のあり方についても継続して議論・検討していくことが要される。

調査にあたっては、被災者支援や家屋修繕等の専門技術を有する NPO 連携により結成された被災者支援チームが主体として発災から 7 ヶ月後にあたる 2021 年 2 月に実施した。同チームにより、被災者宅への声かけによる支援活動の一環として世帯訪問時に、調査趣旨説明と協力依頼を行い、了解を得られた世帯に対して質問紙に沿ったインタビュー形式により 130 人(96 世帯)から回答を得た(表 1)。

4.2 ハザードマップと浸水・被害状況

本災害による浸水状況については、地理院地図(<https://maps.gsi.go.jp/>)より閲覧可能であるが、Shape ファイル等による GIS データは一般公開されていないため、国土数値情報(<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>)の「洪水浸水想定区域データ」(浸水深)を代用し図示した。地図中のポイントデータは、質問紙調査において回答者の了解を得たうえで記入された住所をもとに位置情報への変換を行い、これに回答属性を付して図示したものである。

本調査対象地域では、球磨川の洪水流により被災後の家屋での居住継続が困難となり、調査訪問時に不在となっている場合が多く、必ずしも全被災世帯の状況を取得できていない。そのため、本図は、実際の被害状況に比べ、限定的である点に留意する必要があるが、並行して現地にて目視・実測による調査と状況の確認を行ったほか、被災者をはじめ関係者へのヒアリングを行い、状況解釈の補完を行った。

表 1 質問紙調査の属性別回答数と割合(人数・世帯)

	項目	人数	割合	項目	世帯数	割合	
性別	男性	59	46.1%	被害状況	全壊	21	21.9%
	女性	69	53.9%		大規模半壊	42	43.8%
	未回答	2	—		半壊	27	28.1%
年齢	30代以下	10	7.8%	準半壊	2	2.1%	
	40代	10	7.8%	一部損壊	2	2.1%	
	50代	14	10.9%	無被害	2	2.1%	
	60代	28	21.7%	浸水状況	浸水なし	5	5.6%
	70代	45	34.9%		床下浸水	1	1.1%
	80代以上	22	17.1%		床上浸水	84	93.3%
	未回答	1	—				

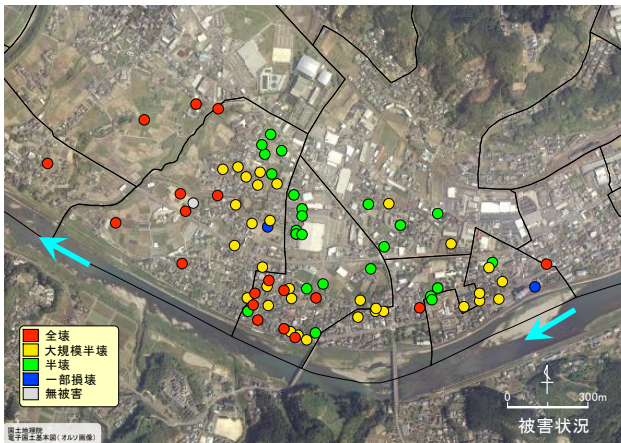


図6 罹災判定別の被害状況

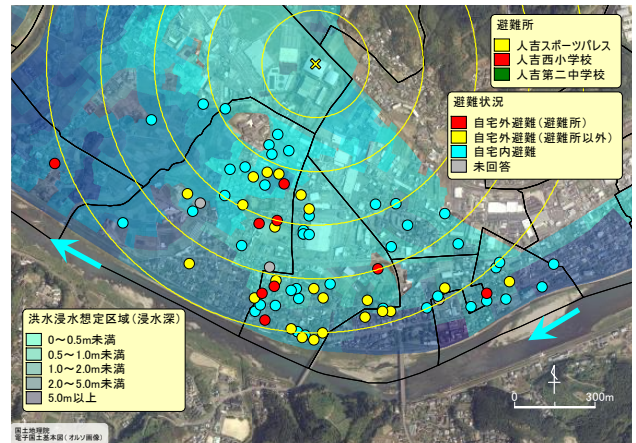


図8 避難先別避難状況と洪水浸水想定(浸水深)

注：同心円中心は指定避難所「人吉スポーツパレス」を示す。
注：浸水深は、0～0.5m未満、0.5～1.0m未満、1.0～2.0m未満、2.0～5.0m未満、5.0m以上の5段階を示す。

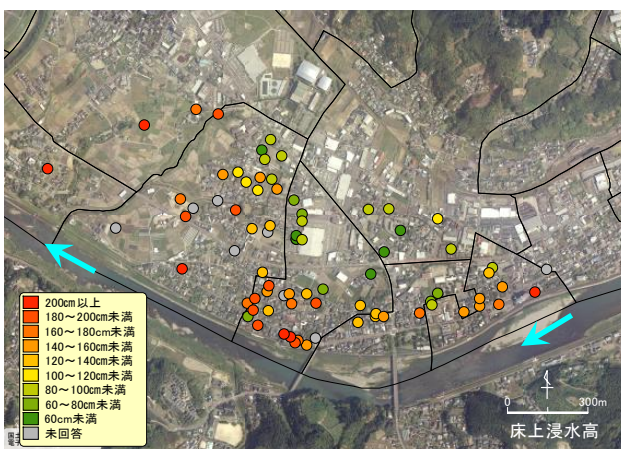


図7 床上から浸水痕跡までの高さ(20cm単位で表示)

注：地盤面からの浸水深は表記数値に50cmを加算

図6に、罹災判定別の被害状況を、図7に床上から浸水痕跡までの高さの状況を示す。調査地域の、球磨川に近接する地域においては全壊家屋が多くみられ、その分布は、浸水深の状況とも一致する。また、河川から北側に離れた地域においても200cmを超す浸水・全壊家屋がみられたが、ヒアリング調査から得られた現地の状況から、球磨川に流入する支流からのバックウォーター^{補注1)}の影響によるものと想定される。浸水域内の被災家屋の多くは、大規模半壊以上となっており、1階床面からの浸水の高さ(床上浸水高)が140cmを超えるものが大半であった。既存の人吉市のハザードマップ(2017年公開)のものと比して、浸水範囲については概ねハザードマップと一致が見られたものの、浸水想定深については実績浸水深が超過する場所が複数地点でみられた。

4.3 避難状況

人吉市における避難所は、最大で指定避難所が13か所及び福祉避難所が6か所開設され、合計1,263人の避難者数が記録されている。

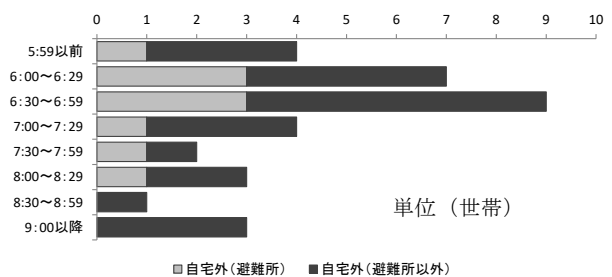


図9 自宅外への避難開始時間(避難先別)

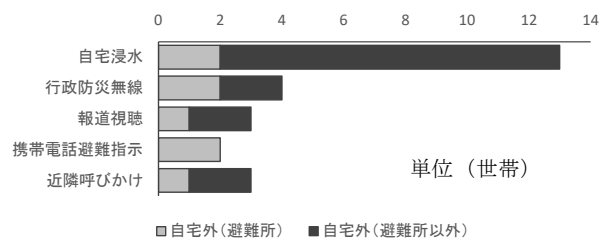


図10 自宅外への避難契機(避難先別)

図8に、避難先別の避難状況と洪水浸水想定(浸水深)を示す。本図で示す浸水深と範囲は、実際の被害状況とは異なるが、概ね合致していることが発災直後の現地調査により明らかになっている⁸⁾。しかし、本調査においては、有効回答92世帯中、自宅外避難の避難所・避難所以外をあわせて、37世帯(40.2%)に対し、自宅内避難は55世帯(59.8%)であり、地図からも、発災当時、浸水域内に相当数の自宅避難者がいたことが想定される。

本地域における指定避難所は「人吉スポーツパレス」となっており、市の災害対策本部記録によると、105世帯、171人の避難が確認されているが、球磨川沿いの被災世帯からは最大で約1km離れており、実際の避難に際しては、市街地への浸水による影響のほか、距離も障壁となったことが考えられる。

人吉市では、7月4日、午前4:00に市内全域に「警戒レベル4」（避難勧告）が発令され、4:50に大雨特別警報発令、5:15に「警戒レベル4」（避難指示（緊急））が発令された。図9に示す自宅外への避難開始時間より、午前6:00以前および午前6:00から7:00までの早朝時に自宅外への避難の大半が行われている。この避難に際し、図10に示す自宅外への避難契機においては、各種災害情報よりも自宅への浸水覚知が主要な要因となっていたことが示された。これらから、本地域における洪水災害は、市街地への急激な洪水流の流入・増水によるものと想定され、「逃げ遅れ」による人的被害の拡大が発生したものと考えられる。

4.4 被災者の生活復興感

本調査で用いる生活復興感とは、インフラの復旧率や行政で策定される復興事業等の進捗率で示されるのに対し、被災状況や生活状況が異なる被災者自身がもつ主観的評価を基に計測するものである。本調査では、生活復興感に関する設問の時間・時期に関する感覚や計測尺度の判読性を考慮し、調査時点における生活を構成する、仕事の再開を含む「仕事経済状況」、食事や就寝など「日常生活再開」、地域の日常回帰を示す「まち地域安定」および、自身の心の落ち着き「心理安定状況」の4項目に対して「ある程度の立ち直り・今後の見通しを感じたとき」を時期で回答する手法を用いた。具体的な時期の設定方法は、発災した2020年7月を始点として、2021年2月までの7か月間を1カ月単位で設定し、「未決」を含む尺度設計を行った。

図11に、年齢別の「日常生活再開」に対する復興感の推移を示す。本図より、30代以下、40代においては、比較的早い段階でその時間が得られている反面、50代以上の全世代で復興感が概ね50%を得られたのは、発災から4か月後の2020年11月であった。また、図12に示す年齢別の「まち・地域安定」に関する復興感の推移においては、40代を除き、全体的に低調であり、復興の実感が得られていない状況であった。この背景には、30～40代における早期の仕事の復帰による経済的復興や比較的良好な健康感が背景にあるものと想定される。

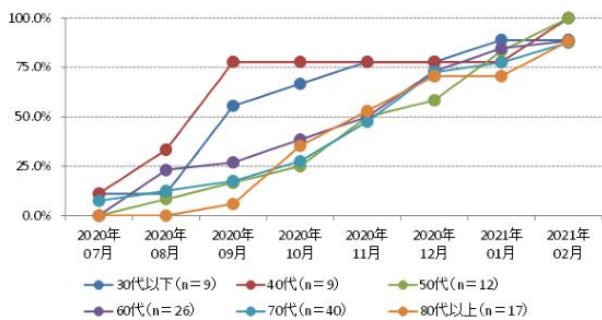


図11 年齢別・日常生活再開に対する復興感推移

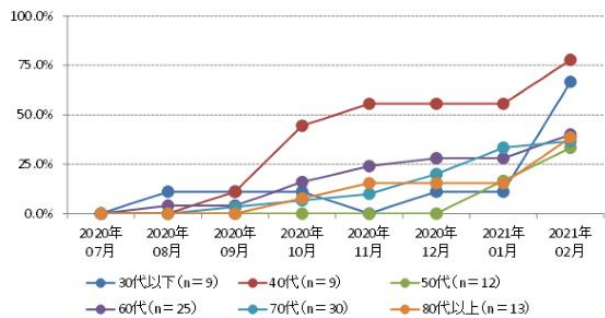


図12 年齢別・まちや地域安定に対する復興感推移

家屋の被災状況から復興感を検討する観点から、図13に被害状況別の日常生活再開に関する復興感推移を示す。本図より被害程度の大きい「全壊」世帯において復興感を得られるまでに時間を要していることが示され、「すまい」の安定が復興感に寄与することが示唆された。

また、表2に示す本調査で設定した生活復興感4項目のうち、「仕事経済状況」と「日常生活再開」の復興感は概ね連動していることが明らかになった。本調査では具体的な仕事の内容については調査を行っていないが、被災者の日常生活の復興促進に向けては、緊急雇用プログラムによる被災者地震が復興に貢献するための役割を仕事として担い、被災者階の復興と当事者の生活基盤の回復の両立を目指す、Cash for work による被災地内での仕事の創出と支援手法を併せて検討していくことも重要であると考えられる。

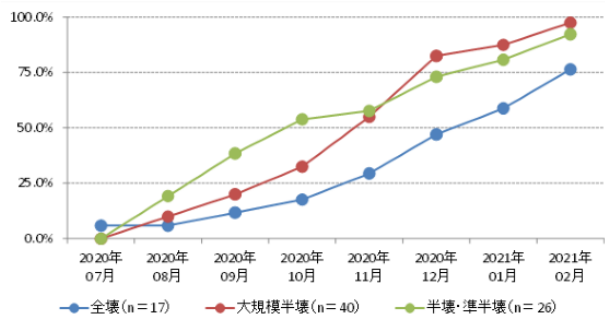


図13 被害状況別・日常生活再開に関する復興感推移

表2 時期別の生活復興感割合

	仕事経済状況 (n=105)	日常生活再開 (n=113)	まち地域安定 (n=98)	心理安定状況 (n=109)
2020年07月	4.8%	4.4%	0.0%	2.8%
2020年08月	19.0%	14.2%	1.0%	5.5%
2020年09月	29.5%	25.7%	4.1%	17.4%
2020年10月	46.7%	38.1%	14.3%	24.8%
2020年11月	52.4%	54.0%	19.4%	33.9%
2020年12月	68.6%	71.7%	23.5%	42.2%
2021年01月	73.3%	79.6%	30.6%	55.0%
2021年02月	81.0%	90.3%	41.8%	69.7%

4.5 被災者の主観的健康観

主観的健康観は、医学的な健康状態ではなく、自らの健康状態を主観的に評価する指標であり、死亡率や、有病率等の客観的指標では評価できない全体的な健康状態をとらえるための健康指標である。そのため、必ずしも医学的な健康状態と一致したものではないが、公衆衛生学の研究分野においては、QOL（Quality of Life）や社会的な関わりとも併せた研究が蓄積されてきている。

本研究では、既往研究を参照しながら、災害時における健康に関連する要素として考えられる「年齢」「被害状況」「避難状況」について、発災から7ヶ月後にあたる調査時点での主観的健康観の変化状況の検討を行った。

年齢別においては、60代以上に悪化割合が高いことが示された。また、被害状況別では、「全壊」家屋世帯で最も悪化割合が高く、次いで、「大規模半壊」、「半壊・準半壊」となった。この結果から、家屋被災による心理的な負荷の高さが健康観にも影響しているものと考えられる。一方、避難状況においては、自宅外避難者、自宅内避難者とも大きな差異は見られず、自宅内避難であっても、被災により家屋の破損等で通常生活が困難に陥った世帯も多く、十分な主観的健康観が得られていないことが示された（図14）。

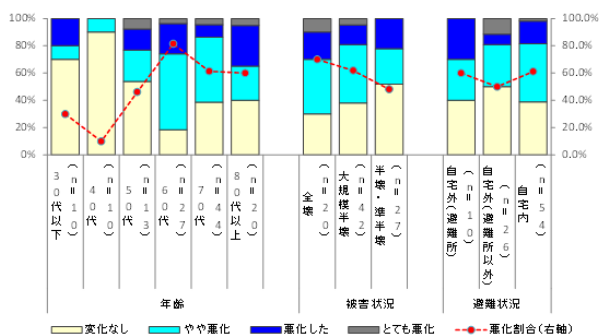


図14 被災者の主観的健康感の変化と健康悪化割合

5. 結論と課題

本研究は、新型コロナウイルス感染症蔓延下で発災した令和2年7月豪雨災害の被災地、熊本県人吉市を事例として、外部支援に制限はあったものの、被災者支援活動を通して災害を記録し、あわせて、生活復興感の変化を明らかにすることで、時期を考慮した支援方策のあり方を示した。分析に際しては、GISを用いて地理空間分析と時間軸での分析を通して、発災から避難、復興に至る過程の中でその実態把握と課題の検討を行った。

GISによる災害記録に際しては、被災者（回答者）の同意を含め、慎重を期して行うことが求められるが、GISを用いることで状況が可視化され、関係者間で支援や知見の情報共有を可能にすると同時に、災害後の検証等においても有効性を持つものと考えられる。本研究で得られた成果は以下のとおりである。

- ① 浸水は2020年7月4日の早朝6時台に発生が始まっており、特に球磨川に近い場所に立地する家屋においては全壊、大規模半壊等の甚大な被害が発生した。
- ② 浸水開始とほぼ同じ時間帯に自宅外避難が開始されたが、浸水域内の床上からの浸水深が1mを超す家屋内でも自宅内避難状態の世帯が一定数見られた。
- ③ 浸水想定範囲は概ねハザードマップと合致したが、浸水深については想定を上回る地域・事例も見られた。
- ④ 本調査対象地域における指定避難所までの直線距離では最大で約1km近く離れており、現地での被災者からのヒアリング調査において、避難時に支川からの溢水やバックウォーターの発生により避難が困難であったことが挙げられた。
- ⑤ 復興感においては、30代、40代において「仕事・経済状況」の復興は早期の回復がみられた反面、高齢世代においては、この回復が遅く、特に「まち地域の安定」「心理的安定」においてその傾向が顕著であった。また、全壊世帯においては、復興感が得られるまでに長期の時間を要していることが明らかになった。
- ⑥ 主観的健康観では、加齢に伴い被災後の健康悪化評価（低評価）の傾向がみられたほか、自宅外避難と自宅内避難の双方とも健康悪化を表明する割合が高く見られ、在宅避難者への支援対策手法等について、引き続き検討が求められる。

補注1) 大雨などにより、増水した本流の流れに堰き止められる形で支流の水位が急激に上がることで合流地点の上流側にあたる堤防の決壊や溢水等が発生する現象。

[参考文献]

- 1) 桑沢敬行・片田敏孝・及川康・児玉真：洪水を対象とした災害総合シナリオ・シミュレータの開発とその防災教育への適用，土木学会論文集D，64-3，pp.354-366，2008。
- 2) 床原勝・藤田茂・菅原研次：エージェントを用いた避難行動シミュレータの設計，電子情報通信学会技術研究報告，AI,人工知能と情報処理，96(453)，pp.85-92，1997。
- 3) 川島健一・多々納裕一・畑山満則：自律的避難のための水害シミュレーション支援システムの開発，土木計画学研究論文集，23-2，pp.309-318，2006。
- 4) 花島健吾・和田洋介・堀智晴・野原大督：自動車による避難行動と道路上の信号制御を考慮した水害避難行動モデル，京都大学防災研究所年報，56-B，pp.667-674，2013。
- 5) 高木朗義・小山真紀・井草正人・藤井孝文・岩垣津慎太郎：洪水・土砂災害リスクの認知と住民避難行動の実態—令和2年7月豪雨災害における岐阜県を事例に—，自然災害科学40，pp.93-110，2021。
- 6) 柿本竜治・山田文彦：地域コミュニティと水害時の避難促進要因—平成24年7月九州北部豪雨時の熊本市龍田地区の避難行動実態調査に基づいて—，都市計画論文集，48-3，pp.945-950，2013。
- 7) 内山庄一郎・壇上徹：令和2年7月豪雨による熊本県人吉市および球磨村渡地区の洪水被害の特徴，防災科学技術研究所調査速報，2020年7月14日，pp.1~19，2020。
- 8) 前掲7)