

令和4年の大雨事例における雨量と人的被害発生の関係性

本間基寛¹・牛山素行²

Verification of the Relationship Between Precipitation and Victims in Heavy Rainfall Events Occurred in 2022

Motohiro HONMA¹ and Motoyuki USHIYAMA²

Abstract

In 2022, 14 people died due to wind and flood damage. At locations where casualties were caused by floods, rivers, and landslides, any or all of the seven rainfall indicators exceeded 100%. Based on the past 4 heavy rain events from 2018 to 2021, we created an evaluation function for the number of casualties per population using 7 indicators of heavy rain. In doing so, the use of disaster risk population, which uses disaster risk information such as estimated flood inundation areas, has improved the accuracy of the estimates. As a result of the estimation using this evaluation function, the estimated results for three cases were roughly consistent with the actual values. In the cases of heavy rain from August 3 and Typhoon No. 15, the estimated results were slightly overestimated compared to the actual values.

キーワード：大雨災害，犠牲者，既往最大比，被害推計，災害リスク区域

Key words: Heavy rain disaster, Victim, Ratio to historical record, Estimation of damage, Disaster risk area

1. はじめに

大雨による災害発生の可能性がある際、各関係機関や住民に対して防災対応行動を促すためには降雨予測に留まらず、発生し得る被害規模についての情報提供も重要である。筆頭著者らはこれまでに、平成30年7月豪雨、令和元年台風19号、令和2年7月豪雨や令和3年8月の大雨を対象に、過去の雨量観測最大値との比である「既往最大比」

を算出することで豪雨災害における犠牲者の発生数を大局的に推計できる可能性があることを示している^{1,2)}。また、共著者は、1999年以降の日本の風水害による人的被害(死者・行方不明者、以下では犠牲者と総称)の発生状況、属性などに関する定量的・実証的な解析を継続的に行っている^{3,4)}。

こうした中、令和4年においても風水害によっ

¹ 日本気象協会
Japan Weather Association

² 静岡大学防災総合センター
Center for Integrated Research and Education of Natural Hazards, Shizuoka University

て犠牲者が発生した。本報告では、令和4年の一連の大雨によって生じた犠牲者の遭難状況の概略を報告するとともに、大雨期間中における雨量の特徴を整理する。その上で、筆頭著者らが取り組んでいる雨量の既往最大比と犠牲者発生との関係性について、これら的大雨事例でも分析し、過去の研究事例での傾向と比較することでその妥当性について検証を行うことを本報告の目的とする。

2. 令和4年に犠牲者が生じた大雨事例と犠牲者発生状況の概略

本章では、令和4年に犠牲者が生じた大雨事例と主な犠牲者の遭難状況について説明する。犠牲者の遭難状況についての調査手法は、共著者の牛山が1999年以降の日本の風水害犠牲者について継続的に行ってきた調査^{3,4)}などと同様である。犠牲となった事例について、その発生原因外力を「洪水」「河川」「土砂」「強風」「その他」に分類している。ここで「洪水」とは、河川から溢水した水で流されるなどの犠牲者であり、「河川」とは溢水はしていないが増水した河川や水路等に何らかの形で接近して河川等に転落などした犠牲者である。

総務省消防庁が大雨等による被害及び消防機関等の対応状況について掲載している「令和4年災害情報一覧」⁵⁾を参照し、犠牲者が発生した大雨

事例を抽出した。分析対象とした大雨事例とその概要及び被害状況を表1に示す。調査対象となった令和4年の風水害による犠牲者は14人であった。

なお、犠牲者の遭難状況に関する説明は、共著者が日本災害情報学会で口頭発表した内容⁶⁾を大幅に加筆したもので、令和4年台風15号に関しては既報⁷⁾の内容から一部引用したものである。

2.1 令和4年7月14日から的大雨

7月14日以降、大陸からのびる前線が日本付近に停滞し、前線に向かって暖かく湿った空気が流れ込んだため、西日本から北日本の広い範囲で大気の状態が不安定となり、九州や東北地方を中心に大雨となった。とりわけ、7月15日から16日にかけて九州と東北地方で大雨となり⁸⁾、東北太平洋側では宮城県の東松島市、松島町、大郷町で記録的短時間大雨情報が発表された。気象庁AMeDASの大崎市古川観測所では1, 3, 6, 12, 24, 48, 72時間雨量が、栗原市築館観測所では12, 24, 48, 72時間雨量が統計開始1976年以降の観測1位を更新した⁹⁾。この大雨により、大崎市の名蓋川や涌谷町の出来川の決壊など、宮城県北部を中心に河川の氾濫、土砂災害や浸水害が発生し、多くの住家被害等が発生した。宮城県で発生した住家被害は、全壊、半壊、床上浸水を合わせると399棟であり、この大雨では宮城県内の住

表1 分析対象とした令和4年の大雨事例

豪雨事例	期間	概要	犠牲者数 (人)	全半壊・床上 浸水家屋数(棟)
令和4年7月14日から の大雨	7月14日～20日	前線の影響で、九州や東北地方を中心に大雨。宮城県では、河川の氾濫、土砂災害や浸水害が発生し、多くの住家被害等が発生。	1	399
令和4年8月3日 からの大雨	8月3日～18日	前線の影響で、北日本及び北陸地方を中心に大雨。3日夜には新潟県と山形県で線状降水帯が発生し、大雨特別警報が発表。土砂災害や河川の増水や氾濫、低地の浸水による被害が発生。	3	2,338
令和4年台風11号及 び前線に伴う大雨	8月29日～9月8日	台風の接近に伴い、西日本を中心に雷を伴った非常に激しい雨が降り、局地的には猛烈な雨が降って大雨となる。	2	27
令和4年台風14号	9月16日～20日	九州や四国地方を中心に、大雨による土砂災害や河川の増水や氾濫、低地の浸水による被害のほか、暴風や高潮による被害が発生。宮城県には大雨特別警報が発表。	5	877
令和4年台風15号	9月22日～24日	静岡県で猛烈な雨が降り、記録的短時間大雨情報が16回発表されるなど記録的な大雨。静岡県を中心に土砂災害や浸水害、河川の氾濫が発生し、人的被害や多数の住家被害が発生。	3	6,870



写真1 滋賀県近江八幡市の犠牲者発生現場のアンダーパスに至る通路。この付近は浸水していない。2022年9月17日、牛山撮影。



写真2 滋賀県近江八幡市の犠牲者発生現場付近。2022年9月17日、牛山撮影。

家被害が最も多かった¹⁰⁾。一方で、犠牲者は滋賀県内で発生した1人のみであった。

犠牲者が生じた滋賀県内では、7月18日～19日にかけて大気の状態が不安定となって大雨となり、19日12:18には近江八幡市付近に記録の短時間大雨情報が発表されるなどした¹¹⁾。滋賀県全体で床上浸水2棟、床下浸水31棟¹⁰⁾と被害は限定的だったが、近江八幡市安土町では70代女性が徒歩移動中に洪水に巻き込まれ死亡した。現場は、JR線を横断方向に潜る歩道専用のアンダーパスで4方向から入口があり(写真1、写真2)、犠牲者は線路横断方向と直行する方向の入り口から進入したとみられている(9月1日NHK)。現地を計測したところ、アンダーパス部分は高さ約2.7mで、現地に示された掲示物によるとピーク時には完全に水没していた。この場所は、洪水浸水想定区域(計画規模)の範囲外だが、想定最大規模の範囲の近傍で、地形的には洪水の可能性がある「低地」にあたる。この事例では、河川ではないが浸水しているアンダーパスに接近して遭難した可能性があることから、原因外力の分類は「河川」とした。

2.2 令和4年8月3日からの大雨

8月1日から6日にかけて、日本海から東北地方・北陸地方にのびる前線に向かって暖かく湿った空気が流れ込んだため、大気の状態が非常に不

安定となり、北海道地方や東北地方及び北陸地方を中心に大雨となった¹²⁾。

一連の大雨では、まず3日の朝に低気圧近傍の青森県や秋田県で線状降水帯が発生し、東北北部では昼過ぎにかけて断続的に猛烈な雨が降り記録的な大雨となった。青森県や秋田県では、3日に顕著な大雨に関する気象情報が発表されたほか、記録の短時間大雨情報が3回発表された。3日夜から4日午前にかけては新潟県と山形県で線状降水帯が発生し、雷を伴った猛烈な雨が断続的に降り続いた結果、記録の短時間大雨情報が20回発表され、大雨特別警報が発表された。その後、前線は次第に南下し、4日は石川県や福井県で、5日から6日にかけては福井県や滋賀県及び三重県などで大雨となり、北日本や北陸地方を中心に、土砂災害や河川の増水や氾濫、低地の浸水による被害が発生した。全国で生じた全壊・半壊・床上浸水家屋数は、2,338棟に上った¹³⁾。これらの大雨により、岩手県、山形県、長野県のそれぞれで1人ずつ、計3人の犠牲者が発生した。

岩手県では、一戸町宇別の70代男性が3日18時頃に自宅近くの農業用ハウスの様子を見に行ったら、行方不明となった。農業用ハウスのすぐそばを流れる宇別川が増水し、川に流されたとみられる。原因外力は「河川」と分類した。男性は川の下流にある大志田ダムで遺体として発見された(8月30日NHK)。遭難場所は、洪水浸水想定区域の計画規模、想定最大規模のいずれも範囲外で



写真3 山形県飯豊町の犠牲者発生現場付近。
2022年10月18日、牛山撮影。

あったが、地形的には低地に分類される場所である。

山形県では、飯豊町小白川で県道の橋が洪水の影響により崩落し(写真3)、車ごと流されたと思われる80代男性が行方不明となった。3日17時頃に男性の実家が浸水し始めていたことから土嚢を届けようと車で移動中に遭難したとみられる(8月10日付朝日新聞)。原因外力の分類は「河川」とした。遭難場所は洪水浸水想定区域の計画規模、想定最大規模のいずれも範囲外だが、河川の直上で地形的には低地である。遭難場所付近に堤防はなく、緩い下り坂の先に橋があるという道路断面だった。橋梁流失に車が巻き込まれ犠牲者が出たケースと思われる。

長野県では、6日夜に長野市中条地区で90代女性が外出中に足を滑らせるなどして田んぼ脇の水路に転落し、溺れて死亡した(8月18日NHK)。翌日7日に水路で遺体として発見された。原因外力は「河川」と分類した。遭難場所は、洪水浸水想定区域の計画規模、想定最大規模ともに範囲外で、地形的にも山地に該当するが、水路への転落とみられており、特異な状況ではない。

2.3 令和4年台風11号及び前線に伴う大雨

8月28日に南鳥島近海で発生した台風11号は、しばらく西進したのち、沖縄県の先島諸島を通過した後、東シナ海を非常に強い勢力で北上した。台風は、9月5日夕方から6日朝にかけて九州北

部に最接近し、韓国南東部に上陸した後、6日に日本海を北上した。台風の接近に伴い、西日本を中心に雷を伴った非常に激しい雨が降り、局地的には猛烈な雨が降って大雨となった¹⁴⁾。この大雨により、全壊・半壊・床上浸水の家屋被害は全国で合わせても27棟であり、被害は限定的であったが、奈良県と佐賀県で計2人の犠牲者が発生した¹⁵⁾。

奈良県で発生した犠牲者事例は、9月2日に同県桜井市で70代女性が田んぼの様子を見に行き、用水路に転落したものである(9月3日NHK)。したがって、原因外力は「河川」と分類している。遭難した場所の位置が不詳なため、当該地点が洪水浸水想定区域の内外なのか、地形的に低地に該当するかは定かではない。なお、当該事例での奈良県内での家屋被害は床下浸水1棟となっていることから、広い範囲で浸水被害が生じているような状況ではなかったと推察される。

佐賀県での犠牲者は、9月5日に同県白石町で自宅の屋根で作業していたとみられる70代男性が転落して死亡したものである(9月6日NHK)。台風の接近に備えた作業中の転落とみられる。当該地点に近い気象庁 AMeDAS 白石観測所の10分ごとの風速をみると、5日18時以降に最大瞬間風速が10 m/sを超える強風が吹き始めているが、日中の時間帯は最大瞬間風速が大きくても8 m/s程度であった。強風が原因で転落となったかは定かではないが、原因外力としては「強風」または「その他」に該当し、水害によるものではない。

2.4 令和4年台風14号

9月14日03時に小笠原近海で発生した台風14号は、日本の南を北西に進み、17日03時には大型で猛烈な強さにまで発達した。台風は18日19時頃には、大型で非常に強い勢力で鹿児島県に上陸し、19日朝にかけて九州を縦断した。その後、進路を東寄りに変え、中国地方から日本海を進み、20日04時過ぎに新潟県に再び上陸した後、20日09時に日本の東で温帯低気圧に変わった。九州・四国・中国地方では、台風周辺や台風本体の発達した雨雲が長い時間かかり続けたことにより大雨となり、

気象庁 AMeDAS 観測所の13地点で24時間雨量が観測史上1位を更新する記録的な大雨となった。台風は数十年に一度の強さで九州にかなり接近する見込みとなったことから、17日夜に鹿児島県(奄美地方を除く)に特別警報(暴風、波浪、高潮)を発表した。また、18日午後から19日未明にかけて、宮崎県内の15市町村に大雨特別警報が発表されたほか、宮崎県と熊本県に顕著な大雨に関する気象情報が発表された。これらにより、九州や四国地方を中心に、大雨による土砂災害や河川の増水や氾濫、低地の浸水による被害のほか、暴風や高潮による被害が発生した¹⁶⁾。

この台風により、広島県で1人、高知県で1人、宮崎県で3人、計5人の犠牲者が発生した。また、全国で合わせて877棟の全壊・半壊・床上浸水の家屋被害が発生した¹⁷⁾。

19日朝、宮崎県都城市高城町では水没した乗用車内で60代男性が死亡して発見された(写真4)。18日17時頃に自宅を出て以降、行方が分からなくなっており、発見時には乗用車の高さ程度まで浸水していたとのことである(9月19日 NHK)。発見場所は水田だが脇に道路があり、通行中に流されたと推察される。発見場所に至る道路は2方向あり、いずれも非浸水域から緩い下り坂で浸水域に向かう道路断面だった。共著者のこれまでの調査において、車で移動中の遭難としてよく見られた形態である。遭難場所は計画規模及び想定最大規模の洪水浸水想定区域の範囲内で、地形的には



写真4 宮崎県都城市の犠牲者発生現場付近。
2022年9月22日、牛山撮影。



写真5 宮崎県三股町の犠牲者発生現場付近。
2022年9月22日、牛山撮影。

低地である。当時、付近を流れる大淀川は破堤や越流は確認されていないが、同市内の岳下水位観測所、極渡水位観測所では氾濫危険水位を超過しており、遭難場所周辺は内水氾濫によって道路が冠水していたものとみられる。原因外力の分類は「洪水」とした。

宮崎県三股町では、林業関係者の40代男性が勤務先により設けられた小屋の中、すなわち非住家の建物内で土砂崩れに巻き込まれて死亡した(9月20日宮崎日日新聞)(写真5)。原因外力は「土砂」とした。被災した建物が非住家だったことから土砂災害警戒区域等の指定対象外の場所であったと思われる。現地での観察及び地形図からの読図では、崩壊箇所付近は勾配30度以上の斜面もみられ、土砂災害が起り得ないような場所とは思えなかった。

宮崎県延岡市では19日午前4時すぎに、市内北方町曾木の冠水した道路で近くに住む70代男性が死亡して発見された(9月21日 NHK)(写真6)。遭難場所は、洪水浸水想定区域の計画規模では範囲外であるが、想定最大規模の範囲内ではあった。また、地形的には山地である。このすぐ近くには、五ヶ瀬川の支流である曾木川が流れており、曾木川からの溢水または内水氾濫により浸水したと推察される。原因外力は「洪水」と分類した。

広島県廿日市市では、19日10時半ごろに同市浅原で市内に住む80代男性が鶏小屋の様子を見に行き行方不明となり、22日午前付近を流れる



写真6 宮崎県延岡市の犠牲者発生現場付近。
2022年9月23日、牛山撮影。

小瀬川の近くで死亡して発見された。遭難場所は、洪水浸水想定区域の計画規模、想定最大規模ともに範囲外で、地形的にも山地に該当する。当時、小瀬川は氾濫し道路が冠水、床下浸水の家屋被害が発生していたが、家族から消防への通報によると「鶏小屋での作業中に水路へ転落したかもしれない」（9月19日中国新聞）とのことであり、原因外力は「河川」と分類した。

高知県宿毛市では、18日23時頃に同市内に住む60代男性が徒歩で買い物に出かけた後に行方不明となり、20日朝に同市押ノ川の道路脇の斜面で発見された（10月3日NHK）。台風の接近による強風によってあおられ、斜面を転落したことによるショック死とみられているため、原因外力は「強風」と分類した。

2.5 令和4年台風15号

9月23日9時頃に室戸岬の南約300kmで発生した台風第15号は北から北東へと進路を変えながら進み、24日9時には東海道沖で温帯低気圧に変わった。静岡県では、台風の接近により非常に湿った南風が強まって大気の状態が非常に不安定となり、さらに沿岸に沿って発生した局地的な前線が雨雲が発達し、猛烈な雨となった。静岡県西部では23日夜のはじめ頃から24日未明にかけて、同県中部では23日夜遅くから24日明け方にかけて猛烈な雨が降り、記録の短時間大雨情報が16回発表された¹⁸⁾。静岡県島田市の伊久美観測所（静岡



写真7 静岡県掛川市の犠牲者発生現場付近。
2022年9月26日、牛山撮影。

県所管)では、最大24時間雨量で544mm、最大1時間雨量で125mmが記録された。特に短時間の雨量が多く、静岡県内の気象庁観測所28箇所のうち5箇所で1時間雨量が、8箇所で3時間雨量が1976年以降の最大値を上回った⁷⁾。

この大雨により、全国で生じた全壊、半壊、床上浸水の家屋被害の合計は6,870棟に上り、そのほぼ全てが静岡県内で発生したものである¹⁹⁾。犠牲者は3人であり、いずれも静岡県内の掛川市、袋井市、川根本町で各1人である。以下では、共著者らの既報⁷⁾を引用し、犠牲者発生状況の概略を述べる。

掛川市遊家では24日0時55分頃、住宅が倒壊したとの119番通報があったとのことである（9月24日静岡新聞）。現場は同一敷地内に複数の建物があり、建物の裏山斜面が崩壊し、2階建ての離れの1階部分が倒壊していた（写真7）。この建物内で40代男性が亡くなった。原因外力は「土砂」と分類した。普段からこの建物の2階で寝泊まりしており、被災当時は外で物音がしたので様子を見に下りたところ巻き込まれた模様である（9月24日中日新聞）。倒壊した建物は土砂災害特別警戒区域（急傾斜地の崩壊）の範囲内にあった。

袋井市大谷では、冠水した軽トラックの近くで運転していたと見られる70代男性が死亡しているのが発見された（9月25日静岡新聞、9月24日NHKニュース）。犠牲者が通行したと思われる道路は敷地川とその堤防を越える形で東西に延びて



写真8 静岡県袋井市の犠牲者発生現場付近。
2022年9月26日、牛山撮影。

いる。敷地川に架かる大谷橋の西側には明瞭な浸水痕跡があり、道路面上1.4 m程度のところに浸水痕跡が認められた(写真8)。この付近は、計画規模および想定最大規模の洪水浸水想定区域の範囲内で、計画規模の想定浸水深0.5~3.0 mと3.0~5.0 mの境界部付近と読み取れることから、今回の豪雨による浸水深は計画規模の範囲内と考えられる。現場下流側2.3 kmにある笠梅橋水位観測所で氾濫危険水位に達したのが23日21時30分、ピーク水位は24日0時15分とのことである²⁰⁾。犠牲者の遭難時刻は明確にはわからないが、敷地川の水位が上昇し支流側が氾濫したと考えられることと笠梅橋の水位から、浸水が生じたのは23日夜遅くの時間帯だったと思われる、被災時刻はこの頃以降で発見時刻である翌朝以前と考えられる。よって、原因外力は「洪水」に分類した。

川根本町下泉では、24日2時50分頃に「陥没した道路に軽トラックが転落し、脱出した70代男性が近隣住民に助けを求めた」とのことである(9月24日静岡新聞)。脱出した男性の他に運転していた70代男性がおり、行方不明となった。その後の捜索活動により10月4日に道路陥没部付近で遺体が発見され(10月5日朝日新聞)、6日に行方不明となっていた男性であると確認された(10月7日朝日新聞)。被災現場の道路は下泉河内川の左岸に位置しており、長さ約40 m、広いところで幅3 mほど陥没していると見られた(写真9)。道路の陥没に気がつかず、河川に転落した可能性



写真9 静岡県川根本町の犠牲者発生現場付近。
2022年9月26日、牛山撮影。

が高いように思われるため、原因外力は「河川」と分類した。被災現場付近は、洪水浸水想定区域や土砂災害警戒区域の範囲外であり、地形的には山地である。下泉河内川沿いは本川である大井川の合流部付近以外は洪水浸水想定区域となっておらず、洪水浸水想定区域の指定作業の対象となっていなかった可能性がある。地形的には土砂災害警戒区域(急傾斜地の崩壊)に指定されてもおかしくないと思われたが、付近には住家がなく土砂災害警戒区域の指定対象とならない場所と考えられる。いずれにせよ、河川に直面した道路であり、地形的に安全とは言い難い場所である。

2.6 犠牲者発生状況のまとめ

令和4年の風水害犠牲者を原因外力別に分類したものをまとめると、「洪水」3人、「河川」7人、「土砂」2人、「強風」2人となる。全体で14人と少数のため明言はできないが、これまでの調査結果と比較すると「河川」がやや多かったとも言える。

「強風」以外の原因外力による犠牲者について遭難場所の災害リスク情報等をまとめたものを表2に示す。「洪水」「河川」の犠牲者10人中、洪水浸水想定区域の範囲内が4人、範囲外が5人、位置不詳が1人であった。地形は「低地」が5人、「山地」が4人であった。「土砂」の犠牲者のうち、宮崎県三股町の事例は土砂災害警戒区域等の範囲外だが、土砂災害警戒区域の対象とならない非住

表2 令和4年の大雨事例における犠牲者遭難場所の災害リスク情報と7指標既往最大比。既往最大比の単位は%。太字斜字は、既往最大比100%以上を示す。

No.	被災月日	都道府県 市町村	年齢	原因 外力	遭難場所の災害リスク情報			遭難場所の既往最大比						
					土砂災害警戒区域等	洪水浸水想定区域	地形	R03	R06	R12	R24	R48	R72	SWI
1	2022/07/19	滋賀県近江八幡市	70代	河川	-	範囲内	低地	65.7	58.8	50.2	48.5	44.9	41.4	63.4
2	2022/08/03	岩手県一戸町	70代	河川	-	範囲外	低地	117.7	127.2	103.2	75.9	73.9	81.6	101.7
3	2022/08/03	山形県飯豊町	80代	河川	-	範囲外	低地	239.7	262.6	309.9	252.5	220.1	199.9	158.4
4	2022/08/06	長野県長野市	90代	河川	-	範囲外	山地	173.9	127.8	89.8	75.2	61.5	57.6	86.0
5	2022/09/02	奈良県桜井市	70代	河川		位置不詳		47.0	47.0	34.8	31.8	36.0	37.8	44.4
6	2022/09/18	宮崎県都城市	60代	洪水	-	範囲内	低地	40.7	54.1	82.5	102.8	111.6	76.5	89.2
7	2022/09/19	宮崎県三股町	40代	土砂	範囲外	-	-	70.5	86.6	133.1	130.9	138.5	92.5	107.3
8	2022/09/18	宮崎県延岡市	70代	洪水	-	範囲内	山地	68.3	74.5	100.4	112.4	103.4	90.0	95.6
9	2022/09/19	広島県廿日市市	80代	河川	-	範囲外	山地	112.4	114.9	163.1	153.0	113.8	96.3	101.9
10	2022/09/24	静岡県掛川市	40代	土砂	範囲外	-	-	124.5	206.2	170.2	131.0	121.1	117.8	122.7
11	2022/09/24	静岡県川根本町	70代	河川	-	範囲外	山地	143.5	126.2	134.0	118.3	86.4	73.7	112.7
12	2022/09/24	静岡県袋井市	70代	洪水	-	範囲内	低地	196.3	202.0	184.3	134.9	108.6	91.8	127.0

家での遭難だった。地形的には土砂災害が起こり得ないような場所ではなかった。全体的に、遭難場所と洪水浸水想定区域等の災害リスク情報を対照すると、水関連及び土砂関連の犠牲者はいずれも何らかの災害リスク情報が示されている箇所、または地形的に災害リスクが考えられる箇所遭難しており、起こりうる場所で起こりうるものが発生している傾向はこれまでの調査結果と整合的であった。

3. 令和4年に発生した大雨事例における雨量の特徴

本章では、国土交通省解析雨量（1 km メッシュ）を用いて、犠牲者発生地点以外にも含めた広域での雨量の状況を確認する。筆頭著者らはこれまでに、複数の雨量指標（3, 6, 12, 24, 48, 72時間最大雨量及び土壌雨量指数）について、大雨期間の最大値やその既往最大比と犠牲者発生位置の関係性を調べている^{1,2)}。ここではまず、2.で抽出した令和4年の5つの大雨事例について、短時間雨量の一例として3時間雨量、長時間雨量の一例として24時間雨量を取り上げ、それぞれの雨量と既往最大比を確認する。分析対象の5つの大雨事例について、表1に示した月日の期間における3時間雨量、24時間雨量の期間最大値とその

既往最大比を図1～図5に示す。なお、既往最大値の算出期間は、解析雨量が1 km メッシュ化された2006年5月から分析対象年の前年末である2021年12月までの期間である。また、3, 6, 12, 24, 48, 72時間雨量及び土壌雨量指数のそれぞれの既往最大比について、メッシュ別に7指標の最大値を抽出したものを図6に示す。図6には2.で示した犠牲者発生位置の推定位置もプロットしている。犠牲者発生位置における各指標の既往最大比

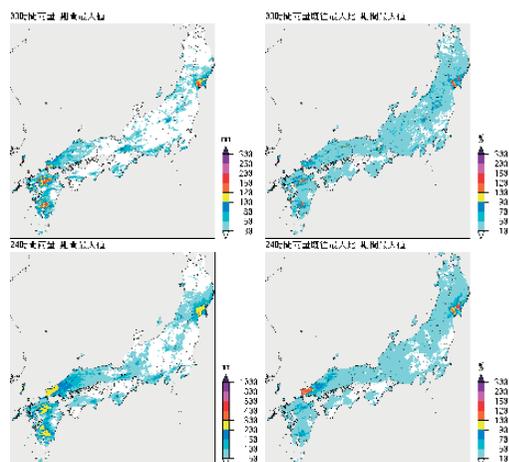


図1 令和4年7月14日からの大雨での3, 24時間雨量とその既往最大比

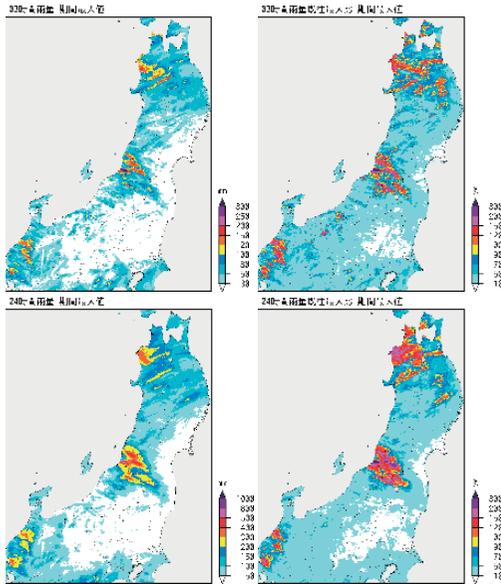


図2 令和4年8月3日からの大雨での3, 24時間雨量とその既往最大比

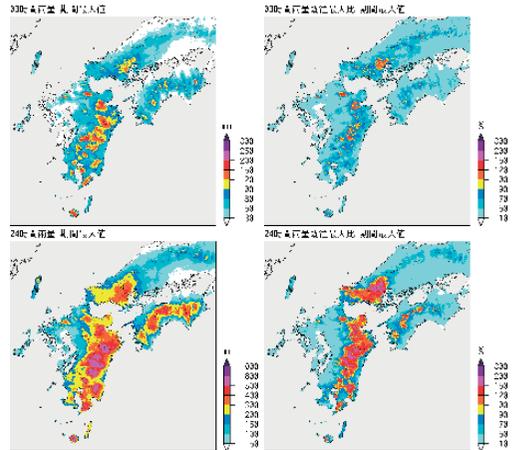


図4 令和4年台風14号での3, 24時間雨量とその既往最大比

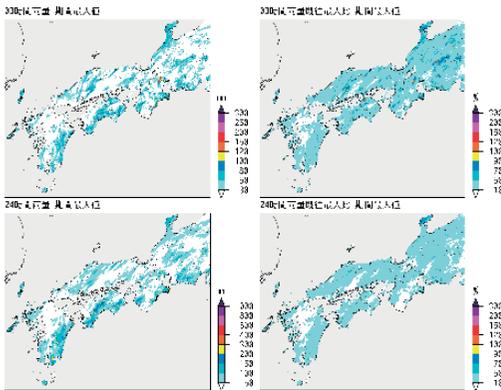


図3 令和4年台風11号での3, 24時間雨量とその既往最大比

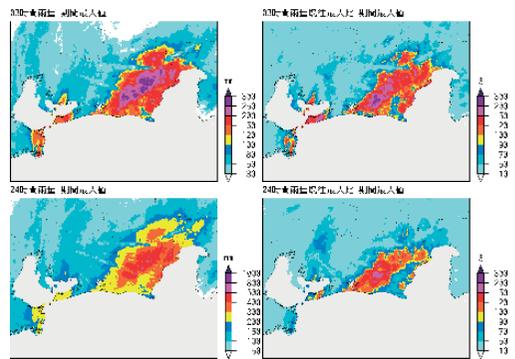


図5 令和4年台風15号での3, 24時間雨量とその既往最大比

を表2に示す。

3.1 令和4年7月14日からの大雨

7月14日からの大雨における3時間雨量, 24時間雨量の期間最大値とそれらの既往最大比を図1に示す。この大雨では, 15日未明から16日未明にかけて九州南部では断続的に大雨となり, 多いところで3時間雨量150 mm 前後, 24時間雨量300 mm 前後となったところがあった。既往最大

比では, 局所的に3時間雨量で120~150%となったところがあったがその範囲は限定的であった。24時間雨量では既往最大比が100%を超えたところはなかった。15日夜から16日午前にかけては, 東北地方太平洋側, とりわけ宮城県を中心に大雨となり, 多いところで3時間雨量が150 mm, 24時間雨量が300 mm となり, 既往最大比が大きいところで3時間雨量150~200%, 24時間雨量120~150%となったところがあった。18日夕方から19日昼頃にかけては九州北部, 山口県で大雨となり, 多いところで3時間雨量が150 mm, 24時間雨量が200~300 mm となった。ただし, 既往最大比では大きいところで120%を超過したところ

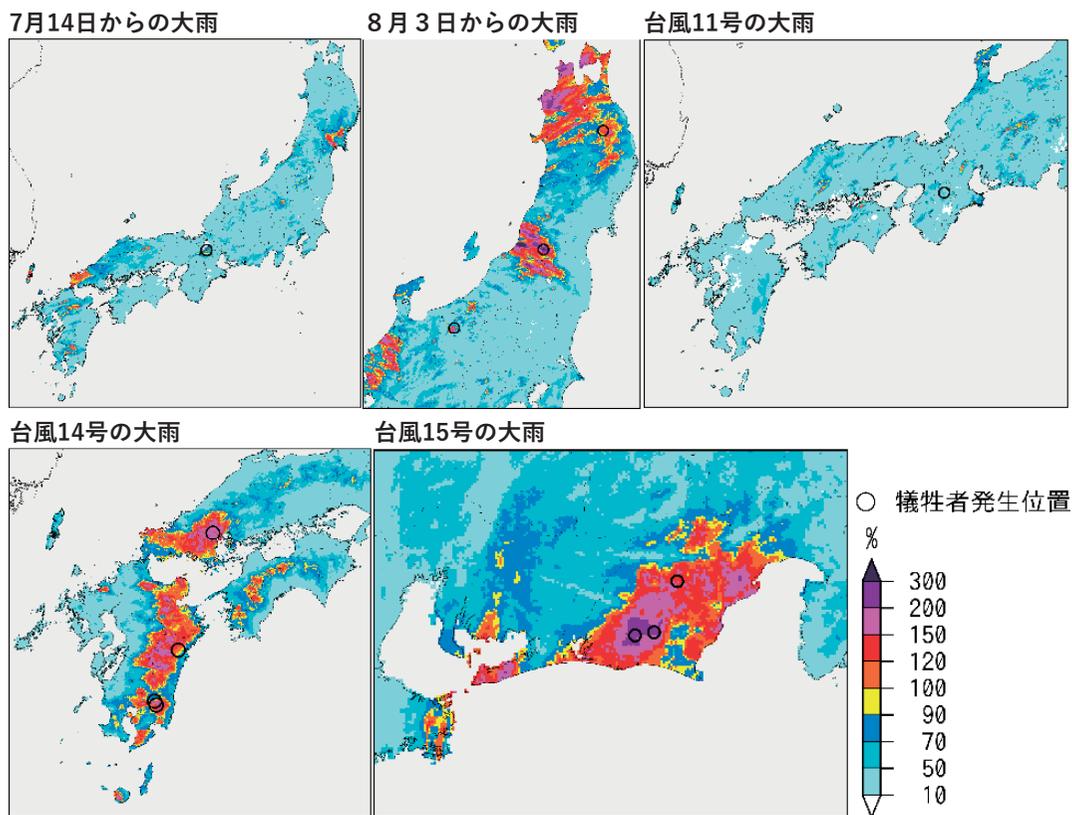


図6 令和4年のそれぞれの大雨事例における7指標既往最大比最大値と犠牲者発生位置

があったがその範囲は限定的で、広い範囲で被害をもたらす雨量ではなかった。

これらの大雨で生じた全半壊及び床上浸水の家屋被害の約9割は宮城県に集中していた。図6の7指標既往最大比最大値を見ると、宮城県では既往最大比が120%超の範囲が広がっていた。ただし、宮城県では犠牲者は生じていない。

一方で、犠牲者が生じた近江八幡市では、19日12時から15時にかけて短時間強雨となった。しかし、解析雨量でみても3時間雨量は100 mm以下、24時間雨量も150 mm以下であり、既往最大比もごく一部のメッシュで、3時間雨量の既往最大比が100%を超えているが記録的な雨ではなかった。なお、この雨による滋賀県内の家屋被害は、床上浸水2棟、床下浸水31棟にとどまっており、広く被害が生じるような大雨ではなかった。実際、2.で説明したように、近江八幡市での遭難事例は、

歩行者がアンダーパスを歩行中に洪水に巻き込まれたものである。共著者が調査対象としている1999年～2022年の風水害犠牲者1,521人中、アンダーパスでの浸水によるケースは本事例以外では4事例7人、調査対象外事例でも2事例2人あるが、これらはすべて車で移動中の遭難であり、徒歩移動中の例は本事例が初めてである。このようなアンダーパスでの遭難というのは、局所的で既往最大値を超えない規模の雨でも生じ得る事例であると解釈するべきかもしれない。

3.2 令和4年8月3日からの大雨

8月3日からの大雨における3時間雨量、24時間雨量の期間最大値とそれらの既往最大比を図2に示す。

青森県、秋田県、岩手県では、3時間雨量が100 mmを超えたところが広がっている。この3

時間雨量100 mm は、普段から雨が多い九州のような地域では特段の雨ではないが、東北地方北部ではこのような雨量でも既往最大比が120%超となる。岩手県一戸町で犠牲者が発生した地点では、3, 6, 12時間雨量, 土壌雨量指数で既往最大比が100%を超えており, 6時間雨量では既往最大比が120%を超えていた(表2)。

3日夜から4日かけて新潟県と山形県で複数の線状降水帯が発生し, 解析雨量による総雨量が600 mmを超える記録的な大雨となった¹²⁾。解析雨量によると, 新潟県村上市付近では3時間雨量が300 mmを超え, 24時間雨量も500 mmを超える記録的な大雨となったほか, 山形県, 新潟県, 福島県の県境周辺を中心に広い範囲で3時間雨量が150 mm超, 24時間雨量が300 mm超となり, 既往最大比が150%超となった(図2)。この大雨では, 2.で説明したように山形県飯豊町で河川による犠牲者が1人発生しており, 遭難場所では多くの雨量指標で既往最大比が200%超となっていて, 記録的な雨量であったことがわかる(表2)。

前線は次第に南下し, 4日は石川県や福井県で, 5日から6日にかけては福井県や滋賀県及び三重県などで大雨となり, 3時間雨量で120 mm超, 24時間雨量で200 mm超のところが拡がり, 既往最大比が120%超となるとところが拡がった。この大雨により, 北陸道, 国道8号, JR北陸線が土砂災害で通行止め, 運転見合わせとなったが, 人的被害は発生していない。

長野県長野市で90代女性が田んぼ脇の水路に転落し, 溺死しているが, 遭難場所での3時間雨量は100 mm前後ではあるものの, 長野県内は雨量の多くない地域でもあり, 3時間雨量の既往最大比は170%に達していた(表2)。

3.3 令和4年台風11号及び前線に伴う大雨

台風11号での3時間雨量, 24時間雨量の期間最大値とそれらの既往最大比を図3に示す。台風11号では, 西日本を中心に雷を伴った非常に激しい雨が降り, 局地的には猛烈な雨が降ったところがあったが, 長時間にわたって雨が降り続いたところはほとんどなかった。三重県北部で3時間雨量

が150 mmに達し, 既往最大比が120%超となったところがあったが, 範囲は極めて限定的であった。24時間雨量では既往最大比が50%超となったところはなかった。

この事例では奈良県桜井市で70代女性が田んぼの様子を見に行き, 用水路に転落したが, 7指標の既往最大比はいずれも50%未満であった(表2)。この事例では奈良県内全体でも家屋被害が床下浸水1棟のみであり, 広く浸水した中で水路に転落したような状況ではなかったものと推定される。

3.4 令和4年台風14号

台風14号での3時間雨量, 24時間雨量の期間最大値とそれらの既往最大比を図4に示す。3時間雨量分布を見ると, 宮崎県, 鹿児島県, 大分県, 熊本県で120 mm超の範囲が拡がり, 山口県, 広島県の県境付近でも100 mm超のところがあった。3時間雨量の既往最大比が120%超となったところもあったが, その範囲は限定的であった。一方, 24時間雨量分布を見ると, 九州南部の広い範囲で500 mm超, 山口県, 広島県の県境付近でも300 mm超の範囲が拡がり, これらの地域では既往最大比150%超となったところが多かった。四国(主に高知県)では24時間雨量が山口県, 広島県よりも多いところが拡がっていたが, 既往最大比が120%超となったところは限定的で, 四国地方にとっては記録的な大雨ではなかった。この大雨では気象庁から記録の短時間大雨情報は発表されておらず, 短時間強雨よりも24時間雨量といった長時間の雨量が九州南部, 山口県及び広島県周辺で記録的となったことがわかる。

表2で示した台風14号での大雨による犠牲者4人の遭難場所における既往最大比を見ると, いずれも7指標のどれかで既往最大比100%超となっており, とくに24時間雨量や48時間雨量で既往最大比の値が大きくなっていった。したがって, 台風14号の大雨による遭難場所では, 記録的な大雨となっていたことがわかる。

3.5 令和4年台風15号

台風15号での3時間雨量, 24時間雨量の期間最

大値とそれらの既往最大比を図5に示す。台風15号では、9月23日夜から24日未明にかけて、静岡県の西部・中部を中心とした大雨となり、広い範囲で3時間雨量が200mmを超え、250mm超となったところもあった。3時間雨量の既往最大比も広い範囲で120%を超え、200%に達したところもあった。24時間雨量で見ると雨量300mm超、既往最大比120%超が広い範囲に広がっている。

この大雨では、静岡県内で3人が犠牲となっているが、遭難場所での7指標既往最大比最大値はいずれも120%を超えており、掛川市、袋井市の遭難場所では6時間雨量で既往最大比が200%超と、まさに記録的な大雨となっていた。

3.6 犠牲者発生場所の雨量状況のまとめ

本稿で調査対象とした令和4年の大雨事例における、洪水、河川、土砂を原因外力とした犠牲者の遭難場所における雨量状況をまとめる。7月14日からの大雨での滋賀県近江八幡市、台風11号での奈良県桜井市の遭難地点では雨量7指標既往最大比がいずれも100%未満であった。近江八幡市の事例は人工的な低所（アンダーパス）の局所的な浸水に伴う遭難、桜井市の事例は自ら増水した水路に接近した遭難とみられ、いずれも大雨による外力規模が相対的に小さくても生じうる被災形態と考えられる。一方で、残りの10人の遭難地点では、雨量7指標既往最大比のいずれか、またはすべてが100%超となっており、人的被害が発生してもおかしくない状況下での遭難であったと言える。この結果は、筆頭著者ら分析した過去4事例^{1,2)}の豪雨と同様の傾向である。

4. 令和4年の大雨事例における雨量規模と犠牲者の発生規模の関係性分析

4.1 犠牲者発生数の推計評価関数の再検討

筆頭著者ら²⁾は平成30年7月豪雨及、令和元年台風19号、令和2年7月豪雨の3つの事例をもとに、7つの雨量指標（3, 6, 12, 24, 48, 72時間雨量及び土壌雨量指数）既往最大比の最大値に応じて人口あたりの犠牲者発生数を集計して「犠牲者発生数推計の評価関数」を作成し、それにも

とついで令和3年8月の大雨における犠牲者数の推定を行った。本章ではこの成果をもとに、令和4年の一連の大雨における犠牲者発生数の推計を行った。犠牲者発生数の推計値は、各1kmメッシュにおける雨量既往最大比と評価関数から算定される「人口あたり犠牲者数」と「当該メッシュの人口データ」の積を日本全メッシュで積算することで推計される。

本稿で使用する犠牲者発生数推計の評価関数は、過去4事例の豪雨（平成30年7月豪雨、令和元年台風19号、令和2年7月豪雨、令和3年8月の大雨）をもとに7指標既往最大比最大値のランク別の人口あたり犠牲者発生数を集計して作成している。人口あたり犠牲者発生数の集計方法は既往研究²⁾とほぼ同様であるが、改めて説明する。先述の4つの豪雨事例それぞれにおいて、日本全国の1kmメッシュ別に7指標既往最大比最大値を算出する（既往研究²⁾の5kmメッシュを詳細化）。次に4つの豪雨事例について犠牲者が発生したと推定される位置をもとに、7指標既往最大比最大値の各ランク（例えば100%以上～110%未満）の犠牲者発生数を集計する。そして、7指標既往最大比最大値のランク別に当該1kmメッシュの人口データを集計（全国・4事例）し、先に算出した同一ランクでの4豪雨事例の犠牲者発生数から人口データで除する。すると、7指標既往最大比最大値のランク別に人口あたりの犠牲者発生数が得られる（ここでは人口1万人あたりに変換している）。これを0%, 30%, 50%, 70%, 90%, 100%, 110%, 120%, 130%, 140%, 150%, 160%, 170%, 180%, 190%, 200%, 220%, 240%, 260%, 400%の各区分（計19ランク）のそれぞれで集計したものが、図7の●プロットである。これをロジットモデルの近似式に当てはめることで作成したものが評価関数となっている。図7のa)が全人口データで作成したものである。

ここで、評価関数の改良に向けた工夫を検討する。既往研究²⁾では、例えば平成30年7月豪雨では犠牲者推計数が過大評価となっていた。その理由として、大都市部のような人口集中地域においては、人口密集地近傍には土砂災害警戒区域等が

広がっていないこと、高層階に居住している、またはそこへ避難することが可能な人が多いため、雨量既往最大比が大きくなったり、浸水が発生したりしてもただちに犠牲者が発生する状況にはなりにくいことを挙げた。そこで本稿では、使用する各1 km メッシュの人口データについて、災害発生リスクがあるところの居住者以外を除外した人口データを作成することで、評価関数の改善を試みる。

災害リスク人口データの作成フローを図8に示す。使用した災害リスク情報は、国土交通省の国土数値情報から提供されている洪水浸水想定区域データ²¹⁾と土砂災害警戒区域データ²²⁾、防災科学技術研究所の地形・地盤分類250 m メッシュマップ²³⁾である。

洪水浸水想定区域データは、計画規模の降雨を対象とした浸水想定区域データを使用することとした。想定最大規模降雨による浸水想定区域図は、最悪の事態を想定したものであり、危機管理としては重要であるものの、浸水範囲が非常に広くなり、発生頻度も低い²⁴⁾。災害リスクが高い人口を抽出するという観点から、ここでは計画規模降雨を想定したハザードレベルが適切であると考えた。なお、データ作成年度が2021年度までのデータを利用しているが、河川管理者の種別によって扱い方を変えている。具体的には、国管理河川については、データ作成年度が2020年度のをベースにしつつ、2021年度に追加作成されたものをマージしている。都道府県管理河川については、2012年度、2020年度、2021年度とデータが順次追加されているので、それぞれの年度で作成されたものを全てマージしている。

なお、洪水浸水想定区域は、河川管理者(国及び都道府県)によって作成されたものであるが、洪水予報河川又は水位周知河川に指定されていない小規模河川においては水害リスク情報が十分に把握されていないところがある²⁵⁾。そこで、本稿では洪水浸水想定区域データに加えて、地形分類のデータを利用した。牛山(2020)²⁶⁾によると、「洪水」および「河川」の犠牲者270人のうち、洪水浸水想定区域(計画規模)付近での犠牲者は全

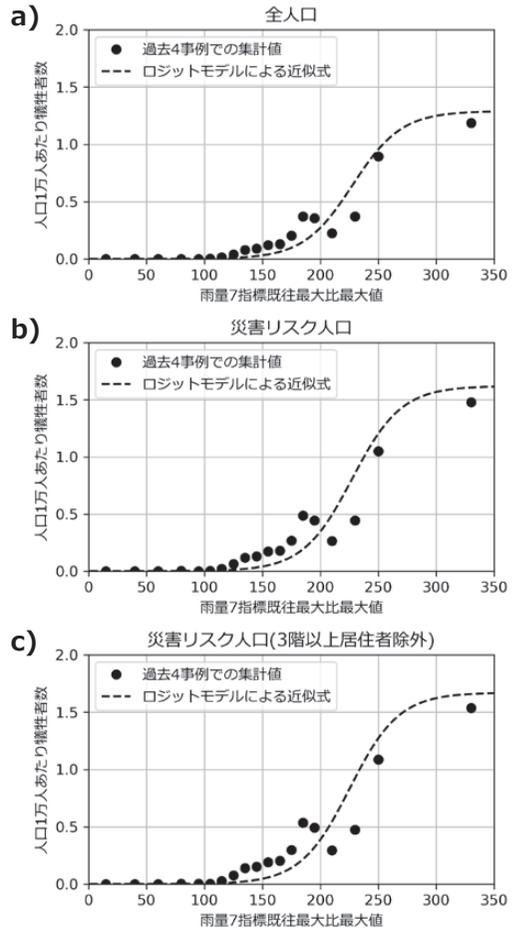


図7 構築した犠牲者推計の評価関数。a) が全人口、b) が災害リスクのみの人口、c) が共同住宅の3階以上の居住者を除外した災害リスク人口を使用した結果。

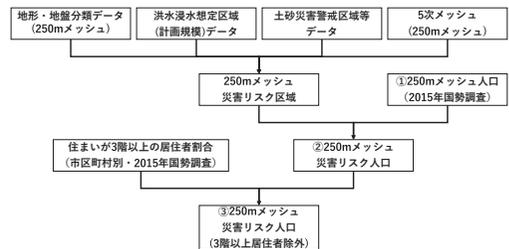


図8 評価関数に使用する人口分布データのうち、災害リスク人口の作成フロー

体の42%にとどまった一方、地形分類図の情報を利用すると、犠牲者の93%が地形的に洪水等の被害が生じうる「低地」で発生していると判読している。したがって、本稿でも地形分類のデータで「低地」に相当するところも災害リスク地点として扱うこととした。使用した防災科学技術研究所の地形・地盤分類250 m メッシュマップでの微地形分類のうち、コードが10～24の「谷底低地」「扇状地」「自然堤防」「後背湿地」「旧河道・旧池沼」「三角州・海岸低地」「砂州・砂礫州」「砂丘」「砂丘・砂州間低地」「干拓地」「埋立地」「磯・岩礁」「河原」「河道」「湖沼」を本稿では「低地」とみなして解析を進めた。

土砂災害警戒区域データは、土砂災害警戒区域（イエローゾーン）と土砂災害特別警戒区域（レッドゾーン）を使用しており、いずれかが含まれれば土砂災害リスクがあるものとみなす。現象の種類としては「急傾斜地の崩壊」「土石流」「地すべり」があるが、これらを区別して使用はしていない。データ基準年度は、2021年度のものを使用している。

以上の洪水浸水想定区域データ、土砂災害警戒区域データ、地形分類データを地域メッシュコードの5次メッシュ（250 m メッシュ）と重畳し、メッシュ内に少しでも洪水浸水想定区域や土砂災害警戒区域等が重なっていれば、そのメッシュを「災害リスク区域」とみなして、その250 m メッシュ人口（2015年国勢調査）²⁷⁾を「災害リスク人口」とした。

さらに、都市部のように高層階の建物が多い地域では、洪水による浸水が発生したとしても、高層階（3階以上など）に居住している住民は必ずしも立ち退き避難をする必要がなく、「屋内安全確保」でもよい場合が多い²⁸⁾。そこで、国勢調査（2015年）の「人口等基本集計」を利用し、「住宅に住む一般世帯人員」のうち「共同住宅の3階以上に居住する一般世帯人員」の割合を市区町村別に算出し、1からその割合を引いた数値を各250 m メッシュの災害リスク人口に掛け合わせることで「250 m メッシュ災害リスク人口（3階以上居住者除外）」のデータを作成した。このよう

にして作成した2種類の250 m メッシュ災害リスク人口データを解析雨量と同じ解像度の1 km メッシュ（3次メッシュ）のデータに集計した。

以上をまとめると、犠牲者推計評価関数の作成に利用する人口分布データとして、「①1 km メッシュ人口データ」「②①のうち、災害リスク区域のみの人口を抽出した1 km メッシュ人口データ」「③②のうち、共同住宅の3階以上の居住者を除外した1 km メッシュ人口データ」の3種類を作成した。そして、それぞれの人口データを利用した評価関数を構築した後、分析対象の大雨事例における犠牲者発生数の推計を行って、実績データとの比較を行った。構築した3種類の評価関数を図7に示す。全人口を利用した結果（a）に比べて、災害リスク区域のみの人口（b）や共同住宅の3階以上の居住者を除外した災害リスク人口（c）の方が既往最大比の値が大きい場合の人口あたり犠牲者数が多くなっている傾向にあり、災害リスクが高くない人口を除去した効果が出ていることがうかがえる。

4.2 令和4年の大雨事例における犠牲者発生数の推計

前節で構築した評価関数をもとに推計した令和4年の大雨事例における犠牲者発生数が使用した人口分布データによってどのように変わったのかを表3に示す。なお、令和4年の検証事例だけではなく、学習事例とした過去4事例の推計結果についても示す。過去学習事例と令和4年の大雨事例の計9事例における犠牲者発生数推計値の精度指標を表4に示す。表4を見ると、使用した人口分布データを全人口データから災害リスク人口に変更したことによって、9事例全体の推計精度が向上していることがわかる。事例別に誤差の変化を確認すると、平成30年7月豪雨では誤差が-104.9から-87.5までと誤差が17%削減、令和元年台風19号では誤差が+51.0から+24.2までと誤差が53%削減され、推計精度が大きく向上している。例として、令和元年台風19号における1 km メッシュ別の犠牲者発生数推計分布と実際に犠牲者が発生した位置を図9に示す。全人口分布データを

表3 過去学習事例と令和4年の大雨事例における犠牲者推計の結果。なお、犠牲者数の実績値は「洪水」「河川」「土砂」の合計数。

	豪雨事例	実績値	推計値			誤差		
			全人口	災害リスク人口	災害リスク人口(3階以上居住者除外)	全人口	災害リスク人口	災害リスク人口(3階以上居住者除外)
学習事例	平成30年7月豪雨	223	118.1	135.5	125.6	-104.9	-87.5	-97.4
	令和元年東日本台風	80	131.0	104.2	104.9	51.0	24.2	24.9
	令和2年7月豪雨	80	20.9	19.4	19.5	-59.1	-60.6	-60.5
	令和3年8月の大雨	14	27.9	28.4	28.3	13.9	14.4	14.3
検証事例	令和4年7月14日からの大雨	1	4.1	4.0	3.9	3.1	3.0	2.9
	令和4年8月3日からの大雨	3	14.9	15.4	16.1	11.9	12.4	13.1
	令和4年台風11号及び前線に伴う大雨	1	1.9	1.9	1.8	0.9	0.9	0.8
	令和4年台風14号	4	4.6	4.5	4.4	0.6	0.5	0.4
	令和4年台風15号	3	14.8	16.2	16.7	11.8	13.2	13.7

表4 過去学習事例と令和4年の大雨事例の計9事例における犠牲者発生数推計値の精度指標。RMSEは二乗平均平方誤差、MAEは平均絶対値誤差。

精度指標	全人口	災害リスク人口	災害リスク人口(3階以上居住者除外)
RMSE	44.2	37.2	39.9
MAE	28.6	24.1	25.3
決定係数	0.63	0.79	0.76

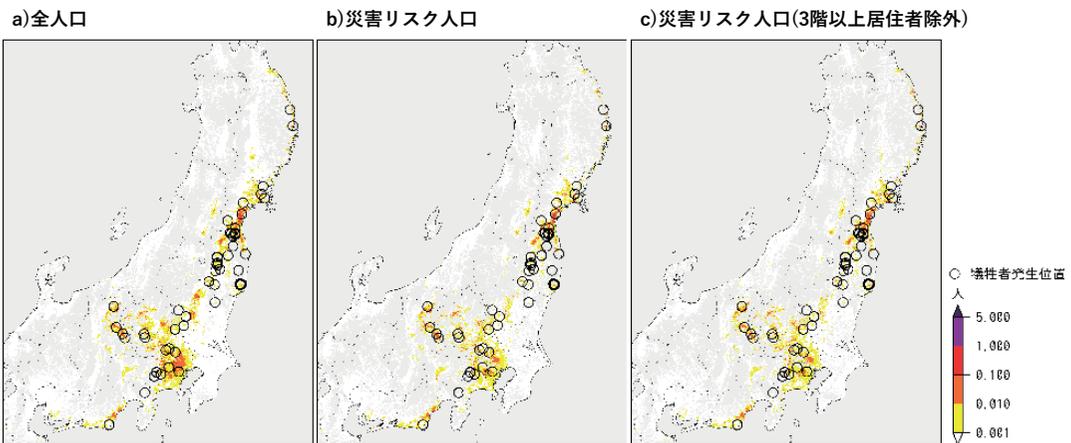


図9 令和元年台風19号における1 kmメッシュ別犠牲者発生数の推計結果と実際に犠牲者が発生した位置。使用した人口分布データで比較。

利用した場合、東京都と埼玉県の県境付近でまとまった数の犠牲者数が発生する可能性が示されているが、災害リスク区域の人口を使用した結果では洪水浸水想定区域や低地の外であるこれらの地域での犠牲者発生数の推計が削減され、全体としても犠牲者数推計の過大評価が解消されている。

一方で、令和2年7月豪雨や令和3年8月の大雨では推計値の変化はほとんどなかった。また、災害リスク人口からさらに共同住宅の3階以上の居住者を除外した人口での推計結果を見ると、4事例とも災害リスク人口での推計とほとんど変わらない結果であった。この背景として、本研究で取

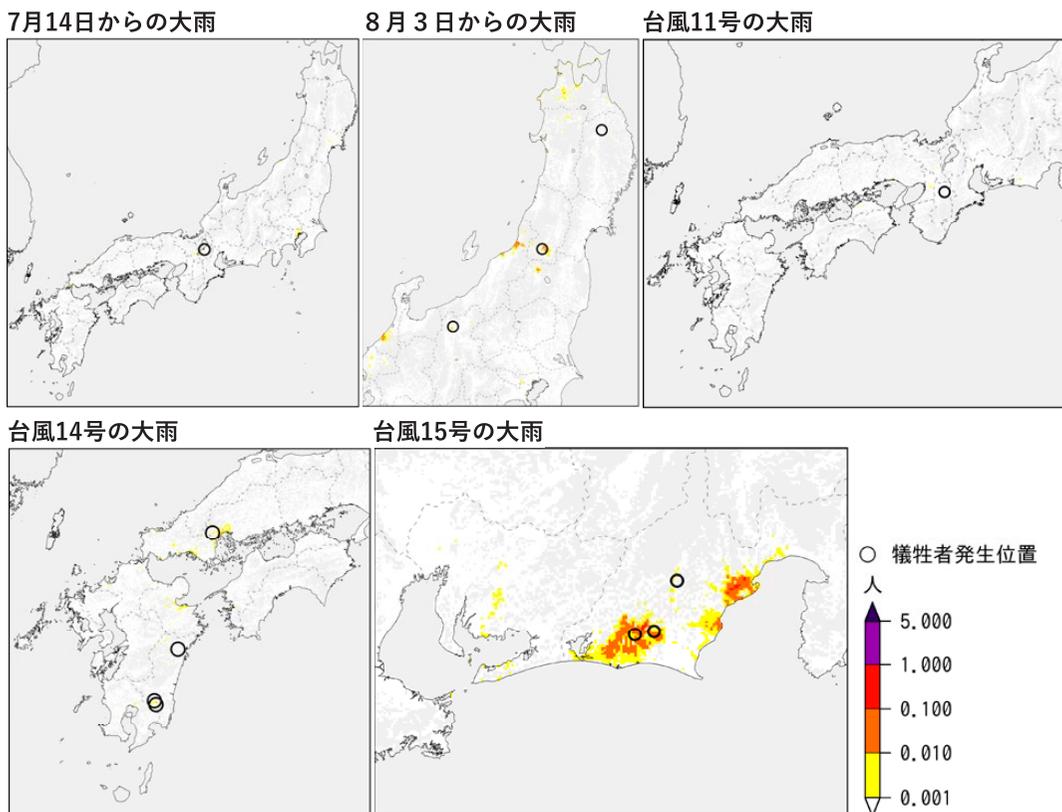


図10 令和4年のそれぞれの大雨事例における1kmメッシュ別犠牲者発生数の推計分布と犠牲者発生位置。人口分布、評価関数は「災害リスク人口」を用いたもの。

り上げた豪雨事例では、共同住宅等が多いと見られる都市部での災害ではなかったことが可能性として考えられる。災害リスク人口として共同住宅の3階以上の居住者を除外する必要性の有無については、今後の分析事例の蓄積を待ち、改めて評価していきたい。

以上のことから、人口分布データとして災害リスク人口を使用した場合の令和4年のそれぞれの大雨事例における1kmメッシュ別犠牲者発生数の推計分布について詳しく見てみる。実際に犠牲者が発生した位置も重ねた結果を図10に示す。

7月14日からの大雨の事例では、全国での犠牲者発生数の推計値は4.0人であったが、実際は滋賀県近江八幡市の1人であった。3.で示したように、この事例では徒歩移動中にアンダーパスでの浸水に巻き込まれたことが原因で亡くなってお

り、雨量指標の既往最大比も大きな値となっていなかった。そのため、当該地域周辺では犠牲者発生推計値がほぼ0であった。図6で示したように、全国的に見ても雨量の既往最大比が大きかったのは宮城県や山口県の一部と限定的だったこともあり、全国的に犠牲者が多数発生するような大雨ではなかったことが、本手法による推計に反映されていると言えよう。

8月3日からの大雨の事例では、全国での犠牲者発生数の推計値は15.4人であったが、実際は3人の犠牲者が発生した。犠牲者が発生した3箇所のうち、山形県飯豊町と長野県長野市の遭難場所付近では、1kmメッシュ別の犠牲者発生数推計値で「0.01~0.1人」と周辺よりやや高い値が出ており、犠牲者が発生するリスクがあり得る地域であったことがうかがえる(図10)。岩手県一戸町

の犠牲者発生地点周辺は、雨量の既往最大比が100%を超えていたものの、周辺人口はさほど多くないこともあって、犠牲者発生数の推計値は大きな値とはなっていない。一方で、実際に犠牲者は発生しなかったものの、新潟県村上市周辺や石川県小松市周辺などでは、1 km メッシュ別の犠牲者発生数推計値で「0.01~0.1人」と周辺よりやや高い値が出ており、犠牲者が発生するリスクが相対的に高かったことがわかる。繰り返しになるが、犠牲者数について、本手法での推計値15.4人に対して実際は3人であり、犠牲者が生じたものの限定的であったと見ることもできる。実際、新潟県や石川県、東北部では雨量の既往最大比が大きかったところが拡がっており、被害がさらに発生するリスクは十分にあったと言える。そういった中、犠牲者の発生を最小限に抑えることができた理由は定かではないが、このような推計値と実績値とのギャップから、被害軽減の成功理由を探るという考え方もあり得るだろう。

台風11号の大雨の事例では、全国での犠牲者発生数推計値は1.9人とごくわずかで、実際には奈良県桜井市で用水路に転落した方が1人亡くなっている。図6の雨量の既往最大比を見てもほとんどが100%未満で、犠牲者が発生するほどのリスクが高い状況が拡がっていたわけではない。

台風14号の大雨の事例では、全国での犠牲者発生数の推計値は4.5人であり、実際の発生数も4人とほぼ一致する結果であった。九州や中国地方で雨量の既往最大比が100%を超えるところが拡がっていたが、これらは人口の少ない中山間地が中心だったということもあり、本手法による犠牲者発生数の推計値も限定的な値となった。当初、この台風14号は、九州南部への接近時の中心気圧が930 hPa 以下となるおそれがあったために暴風等の特別警報が発表され、西日本を中心に大雨で甚大な被害が出る懸念されていたが、実際の被害は限定的であった。本手法による推計結果をもとに考察するならば、たしかに九州南部では24時間雨量が800 mm を超えたところもあり記録的な大雨となったものの、これらの地域はこれまでにも大雨を経験しており、既往最大比が150%

を超えたところは中間山地など人口が少ない地域に限られていたこともあって、被害の発生は限定的となったと考えられる。

台風15号の大雨の事例では、全国での犠牲者発生数の推計値が16.2人となったが、実際は3人であった。図10の1 km メッシュ別の犠牲者発生推計分布を見ると、静岡市や浜松市などの都市部で「0.01~0.1人」の値が拡がっており、一部では「0.1~1.0人」という地点もあった。この事例では静岡市内を中心に洪水氾濫によって数千棟規模の家屋被害が発生したが、既報⁷⁾では主な家屋被害の規模に対し犠牲者数(3人)は比較的少なかった可能性があることを指摘している。この要因として、1)主に都市部での浸水による被害が多かった風水害事例では家屋被害が多くなりやすいが、それに対して犠牲者数が大きくならない場合があること、2)共著者のこれまでの調査では風水害犠牲者の概ね半数が屋外で遭難していることがわかっているが⁴⁾、今回の豪雨は深夜の発生であり、屋外で行動している人が少なかった可能性が高いこと、3)今回の浸水では家屋の全壊が県内の合計で10棟前後であり、外観上明らかに大きく倒壊・流失した、1階が完全に水没したといった、人的被害につながりやすい被害規模の家屋はかなり限定的だった可能性が高いことの3つを挙げている。つまり、雨量規模に比して本事例での実際の犠牲者発生数は比較的少ない結果であり、本手法による推計が過大であったこととも一致している。この点については、洪水の浸水による被害での犠牲者発生数の推計手法に改良の余地があることを示していると言える。関連して、ここまで説明してきたように、本研究で用いている犠牲者発生数推計の評価関数は、1 km メッシュで算出された7指標既往最大比最大値を説明変数としており、その上流域を対象とした流域平均雨量での降雨指標や洪水危険度指標とはなっていない。洪水事例での被害推計精度を高めていく上では、やはり「流域」の概念を取り入れた推計手法を検討する必要がある。これらについては、今後の課題としたい。

5. まとめ

本稿では、令和4年の5つの大雨事例を対象に、大雨によって生じた犠牲者の遭難状況の概略を報告するとともに、大雨期間中における雨量の特徴を整理した。

風水害犠牲者の原因外力別に分類したものをまとめると、「洪水」3人、「河川」7人、「土砂」2人、「強風」2人となる。「洪水」「河川」の犠牲者10人中、洪水浸水想定区域の範囲内が4人、範囲外が5人、位置不詳が1人であった。「土砂」の犠牲者のうち、宮崎県三股町の事例は土砂災害警戒区域等の範囲外だが、非住家での遭難であり、土砂災害警戒区域等の指定対象外の場所で、土砂災害が起り得ないような場所での災害ということではない。全体的に、遭難場所と浸水想定区域等の災害リスク情報を対照すると、水関連及び土砂関連の犠牲者はいずれも何らかの災害リスク情報が示されている箇所、または地形的に災害リスクが考えられる箇所でも遭難しており、起りうる場所で起りうるものが発生している傾向はこれまでの調査結果と整合的であった。

洪水、河川、土砂を原因外力とした犠牲者の遭難場所における雨量状況をまとめると、7月14日からの大雨での滋賀県近江八幡市、台風11号での奈良県桜井市の遭難地点では雨量7指標既往最大比がいずれも100%未満であったが、遭難状況から推察するに、大雨による外力規模が相対的に小さくても生じうる被災形態と考えられる。一方で、残りの10人の遭難場所では、雨量7指標既往最大比のいずれか、またはすべてが100%超となっており、人的被害が発生してもおかしくない状況下での遭難であったと言える。この結果は、筆頭著者ら分析した過去4事例の豪雨と同様の傾向であった。

過去4事例の大雨事例をもとに、7指標既往最大比最大値別の人口1万人あたり犠牲者発生数の評価関数を作成し、令和4年の一連の大雨に適用した。その際、人口分布データとして、洪水浸水想定区域（計画規模）などの災害リスク情報を利用し、災害リスクのある人口のみを対象とした評価関数としたことで、従来よりも学習事例におけ

る犠牲者発生数の推計精度が向上することがわかった。この評価関数を用いて推計した結果、7月14日からの大雨、台風11号、台風14号の3事例では実績値と概ね一致する推計結果が得られた。8月3日からの大雨や台風15号の事例では、実績値に対してやや過大となる推計結果が得られた。これらの事例では、屋外で行動している人が少ない夜間での大雨の発生であったこと、家屋の全壊といった人的被害につながりやすい被害規模の家屋はかなり限定的だった可能性が高いことなどが考えられる。台風15号のような洪水の浸水による被害での犠牲者発生数の推計では手法の改良が必要であり、今後の課題としたい。

謝辞

本研究の一部は科学研究費補助金の研究助成によるものである。

引用文献

- 1) 本間基寛・牛山素行：豪雨災害における犠牲者数の推定方法に関する研究，自然災害科学，Vol.40，特別号，pp.157-174，2021.
- 2) 本間基寛・牛山素行：令和3年8月の大雨での降水量と犠牲者発生との関係性の検証，自然災害科学，Vol.41，特別号，pp.1-18，2022.
- 3) 牛山素行・横幕早季：2014年8月広島豪雨による犠牲者の特徴，自然災害科学，Vol.34，特別号，pp.47-59，2015.
- 4) 牛山素行・本間基寛・横幕早季・杉村晃一：2019年台風19号による人的被害の特徴，自然災害科学，Vol.40，No.1，pp.81-102，2021.
- 5) 総務省消防庁：令和4年災害情報一覧，消防庁ホームページ，<https://www.fdma.go.jp/disaster/info/2022/>（2023年3月27日参照）
- 6) 牛山素行：2022年の風水害による人的被害，日本災害情報学会第26回学会大会予稿集，pp.8-9，2023.
- 7) 牛山素行・北村晃寿：2022年9月23日～24日の静岡県における豪雨災害の特徴，自然災害科学，Vol.42，No.1，pp.5-29，2023.
- 8) 国土交通省：7月14日からの大雨による被害状況等について（第9報），国土交通省ホームページ，2022. <https://www.mlit.go.jp/common/001492368.pdf>（2023年3月31日参照）

- 9) 仙台管区气象台：宮城県災害時気象資料 前線と低気圧による大雨 (令和4年7月15日~17日), 仙台管区气象台ホームページ, 2022. <https://www.jma-net.go.jp/sendai/data/saigai/siryoku/20220722miyagi.pdf> (2023年3月31日参照)
- 10) 総務省消防庁：令和4年7月14日からの大雨による被害及び消防機関等の対応状況 (第15報), 消防庁ホームページ, 2023. <https://www.fdma.go.jp/disaster/info/items/20220714ooame15.pdf> (2023年3月27日参照)
- 11) 彦根地方气象台：令和4年7月19日の大雨について, 彦根地方气象台ホームページ, 2022. https://www.data.jma.go.jp/hikone/shosai/weather_report_files/r040719kishou_sokuhou.pdf (2023年3月31日参照)
- 12) 気象庁：8月1日から6日の前線による大雨, 気象庁ホームページ, 2023. https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2022/20220822/jyun_sokuji20220801-0806.pdf (2023年3月31日参照)
- 13) 総務省消防庁：令和4年8月3日からの大雨及び台風第8号による被害及び消防機関等の対応状況 (第32報), 消防庁ホームページ, 2023. <https://www.fdma.go.jp/disaster/info/items/20220803ooame32.pdf> (2023年3月27日参照)
- 14) 内閣府：令和4年台風第11号等による被害状況等について, 内閣府ホームページ, 2023. https://www.bousai.go.jp/updates/r4typhoon11/pdf/r4typhoon11_01.pdf (2023年3月31日参照)
- 15) 総務省消防庁：令和4年台風第11号及び前線に伴う大雨による被害及び消防機関等の対応状況 (第10報), 消防庁ホームページ, 2023. <https://www.fdma.go.jp/disaster/info/items/20220831ttaifu11gou10.pdf> (2023年3月27日参照)
- 16) 気象庁：令和4年台風第14号による暴風, 大雨等, 気象庁ホームページ, 2023. https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2022/20221102/jyun_sokuji20220917-0920.pdf (2023年3月31日参照)
- 17) 総務省消防庁：令和4年台風第14号による被害及び消防機関等の対応状況 (第19報), 消防庁ホームページ, 2023. <https://www.fdma.go.jp/disaster/info/items/20220918taifu14gou19.pdf> (2023年3月27日参照)
- 18) 静岡地方气象台：令和4年台風第15号に関する静岡県気象速報, 静岡地方气象台ホームページ, 2022. https://www.data.jma.go.jp/obd/bsdb/data/files/sg_history/22000/2022/22000_2022_4_3_1.pdf (2023年3月31日参照)
- 19) 総務省消防庁：令和4年台風第15号による被害及び消防機関等の対応状況 (第11報), 消防庁ホームページ, 2023. <https://www.fdma.go.jp/disaster/info/items/20220926taifu15gou11.pdf> (2023年3月27日参照)
- 20) 袋井市：台風15号の被害状況と復旧に向けた対応について (9月26日17:00現在), 袋井市ホームページ, 2022. https://www.city.fukuroi.shizuoka.jp/material/files/group/1/taiduu15gou_9.pdf (2022年10月28日参照)
- 21) 国土交通省：国土数値情報 洪水浸水想定区域データ. https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-A31-v3_0.html (2023年2月1日参照)
- 22) 国土交通省：国土数値情報 土砂災害警戒区域データ. https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-A33-v2_0.html (2023年2月1日参照)
- 23) 防災科学技術研究所：地形・地盤分類250mメッシュマップ (2020年更新版), 2020. <https://www.j-shis.bosai.go.jp/labs/wm2020/> (2023年1月24日参照)
- 24) 秦康範・前田真孝：全国ならびに都道府県別の洪水浸水想定区域の人口の推移, 災害情報, No.18-1, pp.107-114, 2023.
- 25) 国土交通省：小規模河川の氾濫推定図作成の手引き, 国土交通省ホームページ, 2020. https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/pdf/syokibo_tebiki.pdf (2023年4月5日参照)
- 26) 牛山素行：豪雨による人的被害発生場所と災害リスク情報の関係について, 自然災害科学, Vol.38, No.4, pp.487-502, 2020.
- 27) 総務省統計局：政府統計の総合窓口 (e-stat) 国勢調査 2015年5次メッシュ 人口等基本集計に関する事項. <https://www.e-stat.go.jp/gis/statmap-search?page=1&type=1&toukeiCode=00200521&toukeiYear=2015&aggregateUnit=Q&serveyId=Q002005112015&statsId=T000876> (2023年3月13日参照)
- 28) 内閣府：避難情報に関するガイドライン (令和3年5月改定), 内閣府ホームページ, 2021. <https://www.city.komoro.lg.jp/material/files/group/6/hinanguideline.pdf> (2023年4月5日参照)

(投稿受理：2023年4月6日
訂正稿受理：2023年6月26日)

要 旨

令和4年は、風水害によって14人の犠牲者が生じた。洪水、河川、土砂による犠牲者の遭難場所では、一部の事例を除いて、雨量7指標既往最大比のいずれか、またはすべてが100%超となっており、人的被害が発生してもおかしくない状況下での遭難であった。平成30年から令和3年までの過去4事例の大雨事例をもとに、7指標既往最大比最大値別の人口あたり犠牲者発生数の評価関数を作成し、令和4年の一連の大雨に適用した。その際、洪水浸水想定区域などの災害リスク情報を利用した「災害リスク人口」を適用することで、従来よりも犠牲者発生数の推計精度が向上した。この評価関数を用いて推計した結果、7月14日からの大雨、台風11号、台風14号の3事例では実績値と概ね一致する推計結果が得られた。8月3日からの大雨や台風15号の事例では、実績値に対してやや過大となる推計結果が得られた。これらの事例では、屋外で行動している人が少ない夜間での大雨の発生であったこと、家屋の全壊といった人的被害につながりやすい被害規模の家屋はかなり限定的だった可能性が高いことなどが考えられる。