

水害と土砂災害が複合的に発生した2012年7月 熊本県阿蘇市における豪雨災害の時系列的特性 と住民の避難行動

RELATIONSHIP BETWEEN TIME VARIATION IN THE FLOOD AND DEBRIS
FLOW EVENT AND EVACUATION BEHAVIOR OF THE INHABITANTS
DURING THE 2012 ASO DISASTER EVENT

橋本晴行¹・大仲 修²・道廣飛鳥³

Haruyuki HASHIMOTO, Shu ONAKA and Asuka MICHIIHIRO

¹九州大学大学院工学研究院 (〒819-0395 福岡市西区元岡 744 番地)

E-mail: hasimoto@civil.kyushu-u.ac.jp

²九州旅客鉄道(株) (〒890-0065 福岡市博多区博多駅前3丁目25番21号)

³新日鉄住金エンジニアリング(株) (〒141-8604 東京都品川区大崎 1-5-1 大崎センタービル)

Key Words: heavy rainfall, debris flow, flood, evacuation, questionnaire survey

1. はじめに

2012年7月12日未明、熊本県阿蘇市白川支流黒川流域において総雨量461mm(一の宮観測所)の猛烈な豪雨が発生した¹⁾。特に、未明の2時から6時までのわずか4時間の間に、366mmもの豪雨が集中的に降った。最大時間雨量は5時~6時までの間で119mm/hを記録した。そのため、平地では河川氾濫や内水氾濫が、山地では崩壊・土石流が多発し、阿蘇市では22名もの死者・行方不明者を出した²⁾。中でも、黒川上流の同市坂梨、古城地区で人的被害が甚大であった。気象庁は、阿蘇市に対して12日0時30分に大雨洪水警報を、2時40分には土砂災害警戒情報を発令したが³⁾、早い所では3時過ぎくらいから浸水被害が発生し始め、さらに2時間後の5時頃には崩壊・土石流が発生し始めたと言われている⁴⁾。橋本・大仲は⁵⁾、豪雨災害では、早いステージにおいて斜面からの異常出水や河川を通じた洪水流出が発生し、その後、土砂災害が発生する事例が多くあることを示した。それらを土砂災害の先行現象と

とらえるなら、予測の一助となり事前避難の可能性を高めることができる。従って、2012年7月阿蘇市黒川流域の災害を事例として、水害(斜面からの異常な出水、河川を通じた洪水流出)が土砂災害に先行した時間的な経緯において、住民の避難行動の実態を調べることは今後の避難対策において有用であると考えられる。

さて、阿蘇市の災害から2日後の7月14日に福岡県八女市星野川流域においても水害と土砂災害が複合的に発生した。橋本⁶⁾は、この豪雨災害を対象として、同様な観点から、豪雨災害の時間的な経緯と住民の避難行動との関係を検討した。

本研究は橋本・大仲⁵⁾、橋本⁶⁾の研究の延長上にあるもので、2012年7月阿蘇市において水害と土砂災害が複合的に発生した事例を対象として、地域の災害状況を資料解析とともにアンケート調査によりさらに詳しく調査し、災害の時系列的な特性と人の避難行動との関係について考察したものである。

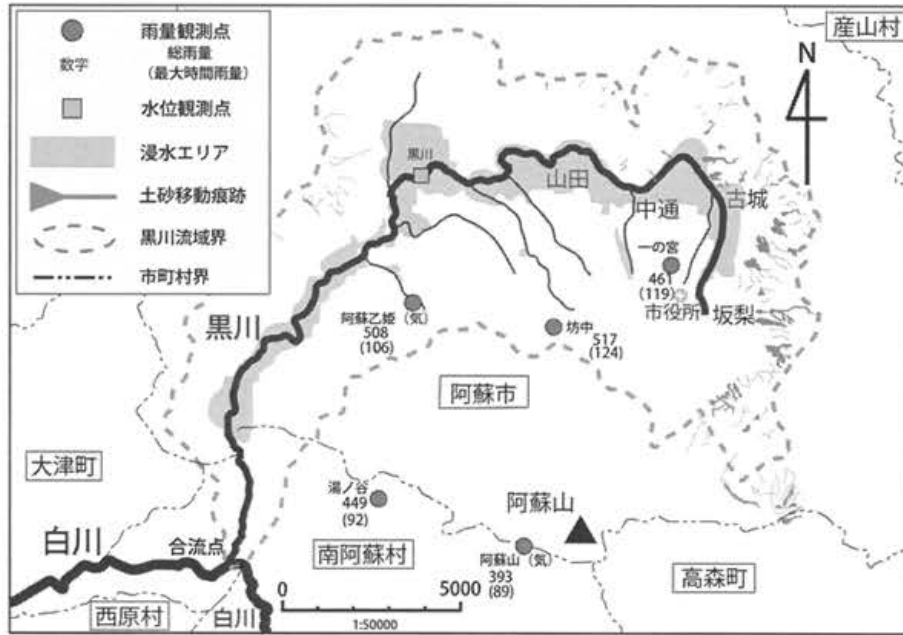


図-1 黒川流域における各地の総雨量，浸水範囲，主な崩壊発生箇所⁸⁾

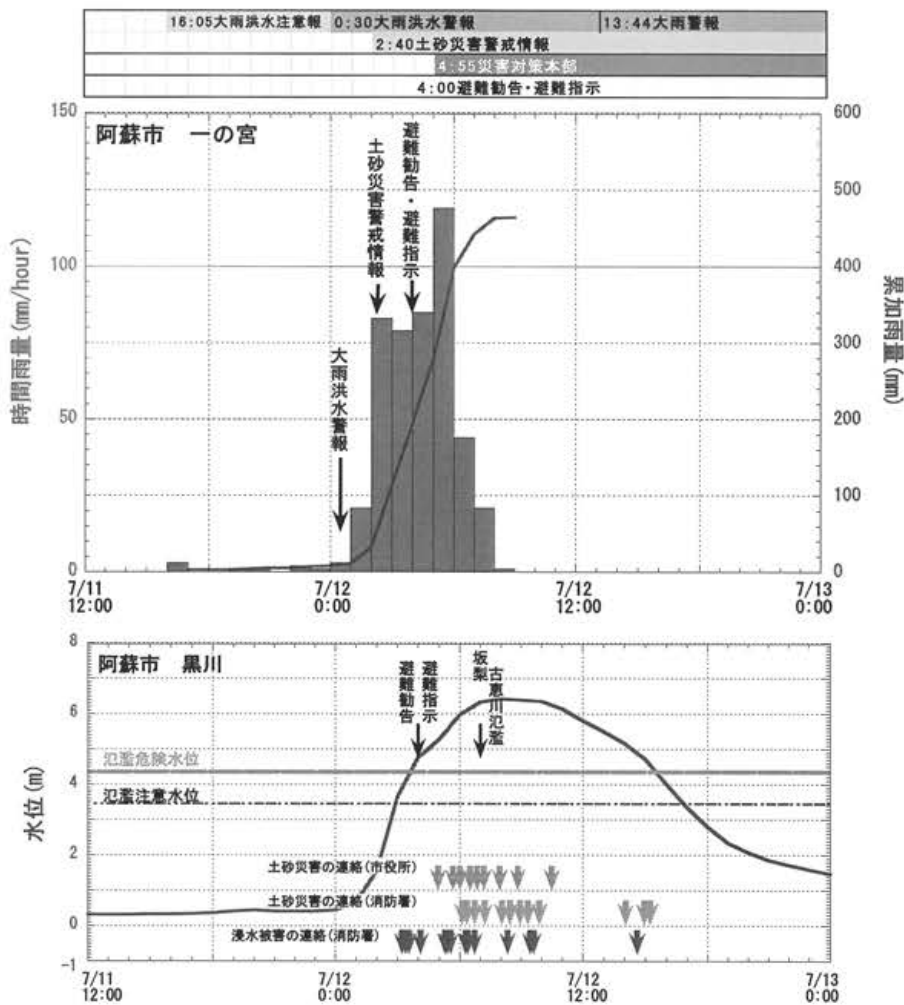


図-2 黒川流域における降雨・流出の時系列および主な浸水被害・崩壊の発生時間
(被害発生は阿蘇市広報⁴⁾と阿蘇広域消防本部資料に基づく)

2. 2012年7月11日～12日黒川流域における降雨・災害状況

(1) 降雨・水位の状況

図-1は、白川上流支川の黒川流域を示したものである。また、同図中には、2012年7月11日から12日に至る2日間の総雨量と最大時間雨量も示している^{1,7)}。阿蘇乙姫、坊中、一の宮観測所のいずれも、総雨量は500mm前後の記録的な大雨を観測し、最大時間雨量は100mm/h以上であった。また、同図には、黒川流域における浸水範囲、土砂災害発生箇所を示している。流域の広範囲に渡る異常な豪雨により、流域全体で大規模な浸水被害が発生するとともに、外輪山北東部の坂梨、古城地区では崩壊・土石流が多発した^{8,9)}。

図-2は、黒川上流の一の宮観測所の雨量および中流における黒川観測所の水位の時間変化を示したものである¹⁾。同図の最下部には浸水被害の通報が消防署にあった時間も矢印で示している。その上部には土砂災害が発生した時間を矢印で示している。これについては次の節で述べる。

12日2時から6時までの間、時間雨量75mm/hを超える豪雨が4時間継続し、5時から6時には最大時間雨量119mm/hを記録した。

このような降雨状況に対応して、中流の黒川観測所の水位は12日1時頃から急上昇し、3時頃に危険水位を突破した。そして、ほぼ同じ頃から浸水被害が各地で発生し始めた。その後、さらに水位は上昇し8時にピークを迎えた。8時以降は小康状態を経て徐々に水位が減少し、同日16時頃には危険水位を下回った。

(2) 浸水および崩壊・土石流の発生状況

図-2の水位ハイドログラフの図において、主要な災害が発生した時間を矢印で示している。最上段の列(崩壊・土石流)の矢印は阿蘇市広報⁴⁾、下段の2列(崩壊・土石流と浸水被害)の矢印は阿蘇広域消防本部の資料に基づいている。これらの資料によると、黒川流域では早いところで12日3時過ぎから浸水被害が発生するとともに、崩壊・土石流は同日5時頃から発生し始め、6時ごろから多発したことが分かる。まさにこの時間帯において最大時間雨量119mm/hが記録された。

3. 地域における災害の時系列的な特性

(1) アンケート調査の方法

黒川流域において水害と土砂災害が混在した地区の災害の経緯に関して、2014年9月から11月にかけてアンケート調査を実施した。調査対象地区は、黒川に沿って上流から坂梨、古城、中通、山田の4地区である(図-1)。

まず、災害発生後の2013年11月、国土交通省熊本河川国道事務所、熊本県阿蘇地域振興局、阿蘇市役所、阿蘇広域行政事務組合消防本部を訪問し、白川、黒川流域の被害状況やその経緯について資料収集を行った。次に、資料収集をもとにアンケートを作成し、2014年9月から11月にかけて郵送方式によるアンケート調査を住民に対して実施した。回収率は平均34%であった。設問内容は、被害状況、その発生時間、避難の呼びかけ、避難行動、災害に対する意識等であった。これにより地域ごとの浸水開始時間や土砂災害発生時間、住民の避難行動などが明らかになった。

(2) 各地区における災害の経緯

1) 被害の内容と住民の避難

表-1は、地区レベルにおける被害の状況と住民の避難行動を示したものである。まず、自宅の浸水被害は古城、山田において顕著で、道路冠水はいずれの地区においても多かった。次に、土砂災害については、自宅の被災は古城で顕著であった。自宅付近や道路では、古城、坂梨において土砂災害が顕著であった。その結果、住民の避難率は、水害も土砂災害も甚大であった古城は79%と高く、坂梨、中通で20%、水害が顕著であった山田で7%と低かった。

表-1 黒川流域における各地区の被害状況

市町村	阿蘇市				
	阿蘇4地区	坂梨	古城	中通	山田
配布数	743	208	169	157	209
回答者数	250	66	58	41	82
回答率	34%	32%	34%	26%	39%
自宅が浸水被害	33%	17%	47%	27%	38%
自宅近くの道路が冠水	64%	76%	72%	39%	60%
自宅が土砂災害	5%	2%	21%	0%	0%
自宅近くで土砂災害	34%	42%	76%	5%	13%
自宅近くの道路が土砂災害で通行不能	30%	27%	64%	15%	16%
自宅近くの道路が川の浸食により決壊	19%	14%	29%	12%	21%
避難の呼びかけ	59%	55%	71%	63%	52%
避難者数	74	14	46	8	6
避難率(避難者数/回答者数)	30%	21%	79%	20%	7%

表-2 黒川流域における各地区の浸水の原因

市町村	阿蘇市				
	阿蘇4地区	坂梨	古城	中通	山田
回答者数	186	51	51	21	60
近くの川が氾濫	58%	24%	63%	76%	77%
雨水が溜まった(内水氾濫)	12%	14%	12%	14%	7%
道路や田畑から水が流れ込んできた	34%	47%	33%	33%	25%
裏山から水が入ってきた	18%	16%	35%	0%	12%

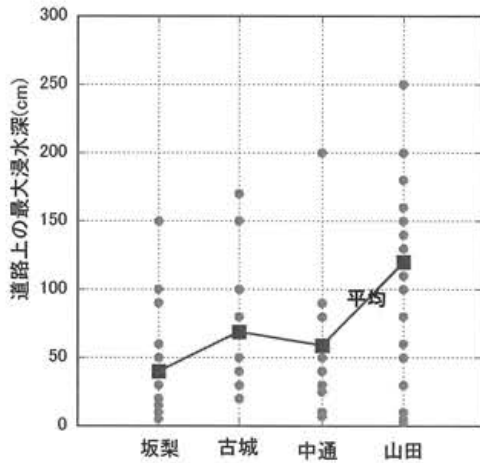


図-3 各地区における道路上での最大浸水深

2) 浸水の原因

アンケート調査はどの地域も浸水被害が発生したことを示した。表-2は、各地域の浸水の原因について住民に尋ねた結果を示したものである。浸水は川からの氾濫が最も多く、次に、道路や田畑から雨水が流れ込んだ結果によるものであった。特に、古城、中通、山田では川からの氾濫が、坂梨では道路や田畑からの氾濫水の流入がそれぞれ顕著であった。また古城では裏山からの出水も浸水の原因となった。図-3は、回答者の自宅近くの道路における最大浸水深を示したものである。平均的に見ると、河川からの氾濫が顕著な下流の山田地区ほど最大浸水深が大きくなった。

3) 浸水、崩壊・土石流の発生時間

図-4は、各地区において回答者の自宅近くの道路上で浸水し始めた時間を示したものである。また図-5は、坂梨、古城において崩壊・土石流が発生した時間を住民に尋ねた結果である。

浸水は、早いところでは12日4時頃から、多くは5時過ぎに集中した。一方、土石流は早いところでは12日5時頃から、多くは6時前後に集中的に発生したことが分かる。この時間帯は最大時間雨量が発生した時間であった。これらのアンケート結果は回答者の記憶に基づくもので精度には限界があるが、2.

(2)において述べた、阿蘇市広報⁴⁾と阿蘇広域消防本部資料に基づく結果とほぼ一致した。

最も被害が大きかった古城では、水害と土石流が5時～6時の間に集中した。既に述べたように、この時間帯は最も激しい豪雨（最大時間雨量119mm/h）が発生した時間であった。

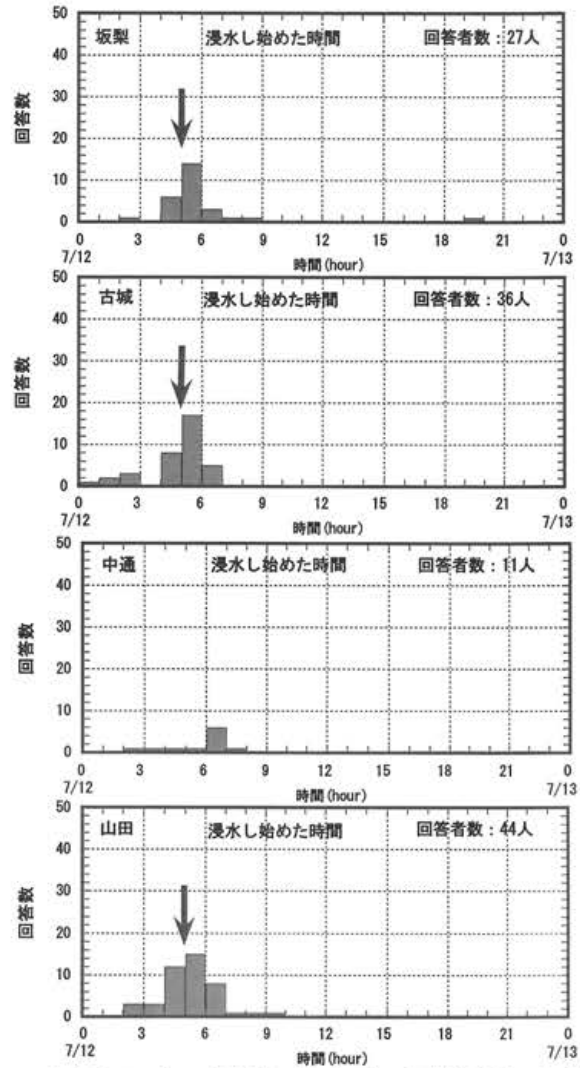


図-4 アンケート調査に基づいた、阿蘇市坂梨、古城、中通、山田の各地区における浸水の開始時間

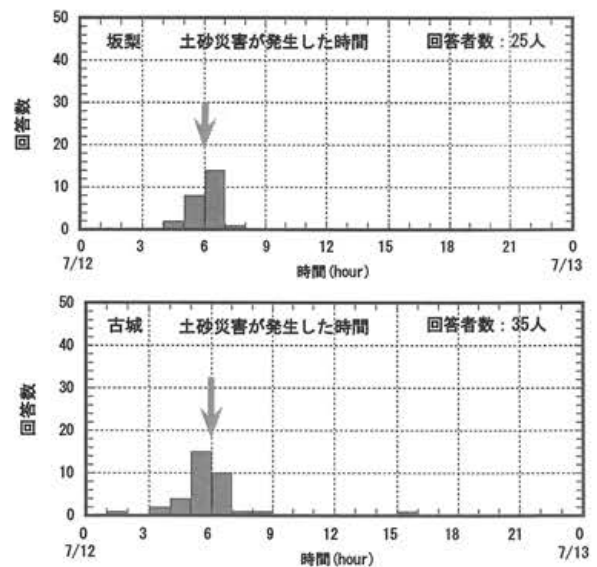


図-5 アンケート調査に基づいた、阿蘇市坂梨、古城地区における土石流の発生時間

4. 住民の避難行動

(1) 避難を決断した理由

避難した人を対象に「避難を決断した理由は何ですか？（複数回答可）」と尋ねた（図-6）。水害と土砂災害が発生した古城では、「雨の降り方が激しかった」ため避難したという回答が最も多く、次に、「崩壊・土石流が自宅あるいは近所で発生した」ため避難したという回答が多かった。3番目に多かったのは、「隣近所から避難の呼びかけ（市役所からの避難勧告等の発令も含む）があった」ため避難したという回答であった。4番目に、「大雨洪水警報や土砂災害警戒情報などの発令が出ていた」、「自宅前の道路が浸水した」ため避難したと回答した住民が多かった。

避難した回答者の多くが、災害特に土砂災害に直面するとともに、隣近所等に促されて、大雨の中をあわてて受動的に避難した状況が推測される。

このことは、図-7からも推測される。ここに同図は4地区における住民の避難した日時を示している。

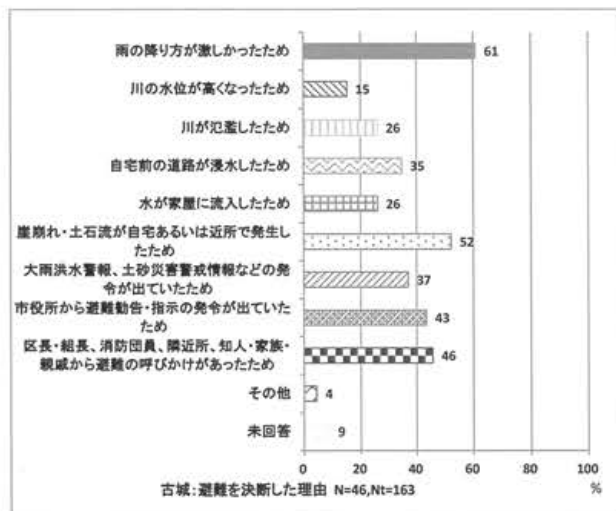


図-6 アンケート調査に基づいた、阿蘇市古城地区における住民の避難行動の理由 (N=回答者数, Nt=総回答数)

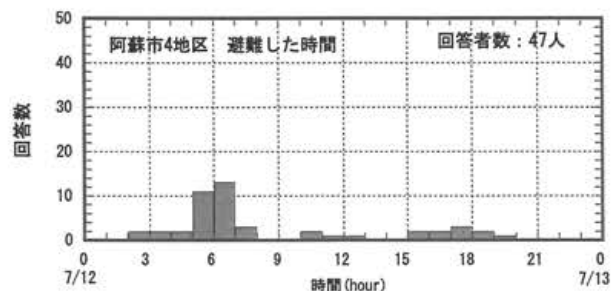
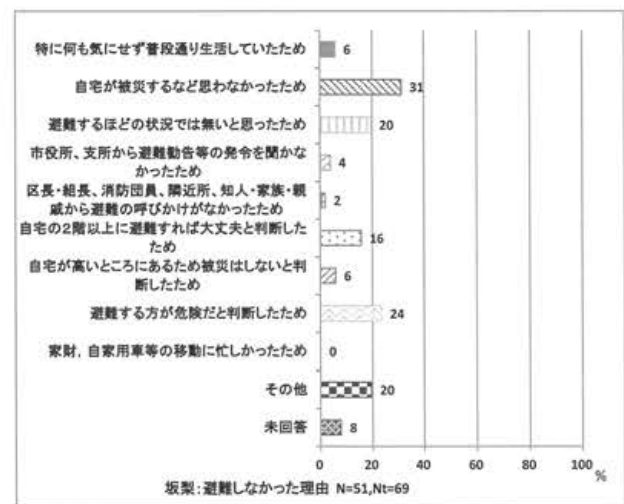


図-7 アンケート調査に基づいた、阿蘇市4地区の住民の避難した時間

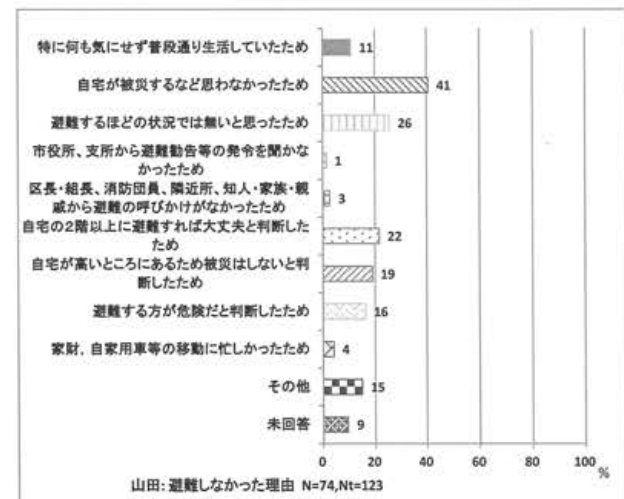
データ数が少ないため、4地区の集計結果を示している。回答者の住民は土砂災害が集中した12日6時前後に避難しており、上述の状況がこの図からも推測される。被害が甚大であった古城で避難率が高かったのは、災害に直面した住民が多かったためと理解される。

(2) 避難をしなかった理由

避難しなかった人を対象に「避難をしなかった理由は何ですか？（複数回答可）」と尋ねた（図-8）。「自宅が被災するなど思わなかったため」避難しなかつ



坂梨地区



山田地区

図-8 アンケート調査に基づいた、阿蘇市坂梨、山田地区における住民の避難しなかった理由 (N=回答者数, Nt=総回答数)

たという回答が最も多かった。特に、回答者の過半数の自宅や自宅近くの道路で浸水が発生した山田地区の場合、41%の回答者が「自宅が被災するなど思わなかったため」避難しなかったと回答した。

次に、「避難するほどの状況ではないと思ったため」、逃げ遅れて「避難するほうが危険だと判断したため」避難しなかったという回答が多かった。

以上の理由は、浸水程度では自宅にいるほうが安全だと判断し、避難しなかったことを表している。

このように、「自宅が被災するなど思わなかったため」、あるいは「避難するほどの状況ではないと思ったため」避難しなかった人と、逃げ遅れて「避難するほうが危険だと判断したため」避難できなかった人の2つのタイプに分けられる⁹⁾。すなわち、「自宅が安全だ」と判断する傾向があることが推測される。

5. おわりに

以上、2012年7月12日に阿蘇市黒川流域において、水害と土砂災害が複合的に発生した豪雨災害について、その時系列的な観点から調査した結果を述べた。

阿蘇市黒川流域では、浸水被害は、いずれの地区においても発生した。消防署の資料によると早いところで7月12日3時頃から、アンケート調査によると4時ごろから発生し始めた。そして多くは5時過ぎに集中した。一方、土砂災害は、古城、坂梨において多く発生し、早いところで5時頃から、多くは6時前後に集中的に発生した。この時間帯は降雨の最も強い時間であった。

全体的には、水害が土砂災害に先行する形で災害が進行したことが資料解析とともにアンケート調査でも示された。

避難した回答者の多くは、災害、特に土砂災害に直面して、大雨の中をあわてて受動的に避難した。住民は、浸水程度では自宅にいるほうが安全だと判断し、避難しなかった。水害も土砂災害も甚大であった古城で避難率が高かったのは、土砂災害に直面した住民が多かったためと理解された。

山地流域において水害が土砂災害に先行する特性は、予測困難な土砂災害に対して予測の一助となり、事前避難の可能性を高めることができる。従来、前兆現象として土石流の場合「山鳴りがする」、「川の水位が下がる」、「水が濁り流木が混ざり始める」、「土の臭いがする」、「立木が裂ける音や石がぶつかり合う音が聞こえる」などが言われてきた¹⁰⁾。しかしながら、住民には判断が難しく、それらを明確に認識

できた時点では、既に災害が発生している可能性があり、避難には間に合わない。本研究のように、水害（斜面からの異常出水や河川を通じた洪水流出）を土砂災害の前兆現象の前段階としてとらえるなら、浸水程度で避難しない住民も避難への動機づけとなる。また目視でだれでも認識できる利点もある。

本研究において検討した内容はひとつの事例であり、一般化されたものではない。今後、事例を積み重ねていくことで中山間地における災害シナリオの傾向が明らかになり、豪雨災害対策や土砂災害対策の一助になることが期待される。

謝辞：本研究に際して国土交通省熊本河川国道事務所、熊本県阿蘇地域振興局、阿蘇市役所、阿蘇広域行政事務組合消防本部から災害時の資料を提供していただいた。アンケート調査では、阿蘇市黒川流域の坂梨、古城、中通、山田地区の住民の方々に多大なご協力をいただいた。また、本研究は一部、科学研究費(25350508)および平成25年度一般財団法人河川情報センター研究助成の補助のもとに実施した。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 国土交通省：川の防災情報，<http://www.river.go.jp/>，2012。
- 2) 熊本県危機管理防災課：H24.7.12 熊本広域大水害に係わる被害状況について，第75報（修正），2013。
- 3) 福岡管区気象台：災害時気象速報，平成24年7月九州北部豪雨，2012。
- 4) 阿蘇市：九州北部豪雨 阿蘇市の被害状況報告，広報あそ，No.92，2012。
- 5) 橋本晴行，大仲修：2012年7月九州北部豪雨における中山間地の災害シナリオ，第7回土砂災害に関するシンポジウム論文集，pp.145-150，2014。
- 6) 橋本晴行：豪雨災害をめぐる防災・減災上の課題について，社会分析，43号，pp.83-96，2016。
- 7) 気象庁：気象統計情報，<http://www.jma.go.jp/jma/menu/report.html>，2012。
- 8) 熊本県阿蘇地域復興局土木部：7.12 熊本広域大水害の土砂災害～被害状況の概要～，2013。
- 9) 熊本県：平成24年7月九州北部豪雨白川・黒川河川激甚災害対策特別緊急事業，2013。
- 10) 内閣府大臣官房政府広報室：政府広報オンライン，<http://www.govonline.go.jp/useful/article/201106/2.html>，2016。

(2016.5.31 受付)