

熊本県芦北町および津奈木町で発生した 令和 2 年 7 月豪雨災害について

FLOOD AND SEDIMENT DISASTERS IN ASHIKITA AND TSUNAGI
TOWN, KUMAMOTO PREFECTURE IN 2020

橋本 晴行¹・森山 秀馬²

Haruyuki HASHIMOTO and Shuma MORIYAMA

¹元九州大学大学院工学研究院教授

E-mail: hashimoto.haruyuki@gmail.com

²第一復建(株) (〒812-0006 福岡市博多区上牟田 1 丁目 17 番 9 号)

E-mail: s_moriyama@dfk.co.jp

Key Words: *sediment-related disasters, debris flow, slope failure, flood, inundation*

1. はじめに

令和 2 年 7 月, 九州の熊本県, 福岡県, 大分県を中心に大雨が広範囲に長時間にわたって発生した。その結果, 特に熊本県では, 7 月 3 日~4 日, 県南部の球磨川, 佐敷川, 津奈木川などが氾濫した。球磨川流域の人吉市では市街地が浸水するとともに, 球磨村では特別養護老人ホームが浸水により 14 名の犠牲者を出すなど甚大な被害となった。また芦北町や津奈木町では浸水被害や土砂災害が各地で発生した。死者・行方不明者数は県南部だけで 67 名に達した。人吉市や球磨村など球磨川流域では激甚な水害が発生したが, 芦北町や津奈木町では浸水と土砂災害が複合的に発生した。これらについては調査研究が既に行われてきた^{1,2,3,4)}。しかしながら, 浸水と土砂災害が混在して複合的に発生する地域では, 土砂災害の発生時には避難路が既に浸水していることが多く, 危機対応が困難になる場合がある^{5,6,7,8)}。従って, 芦北町などでは浸水と土砂災害を時間的な経緯の中で関連したものとしてとらえる必要がある。

本研究は浸水被害と土砂災害が複合的に発生した芦北町と津奈木町について, 各災害発生のタイミングを避難の視点から連動したものとしてとらえ, 調査したものである。

2. 芦北町および津奈木町における降雨・河川水位の状況

芦北町, 津奈木町における雨量および河川水位の観測点の位置を図-1 に示す。またそれらの観測結



図-1 熊本県芦北町, 津奈木町, 水俣市における雨量(△)および河川水位(▽)観測点の位置と, 主な土砂災害発生地点(x)(国土地理院地図に加筆)

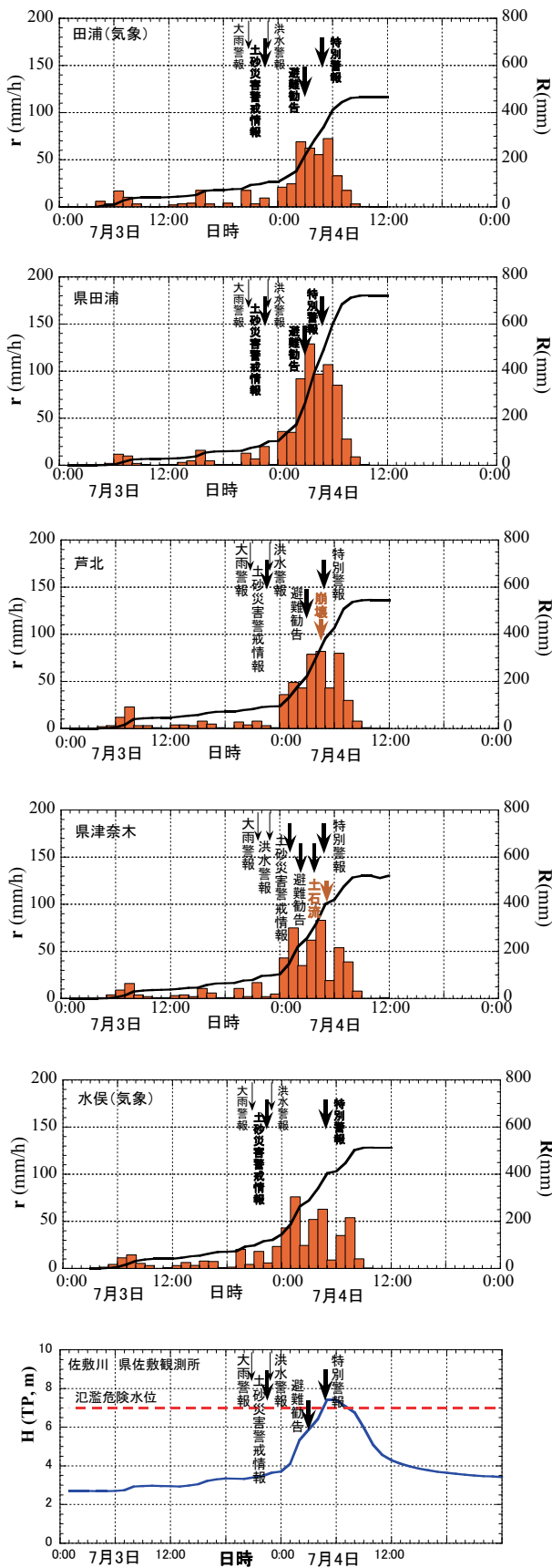


図-2 2020年7月3日～4日に熊本県佐敷町，津奈木町などで発生した降雨・河川水位の時間的な変化

果を図-2に示している^{9,10}。ここに r は時間雨量， R は降り始めからの連続雨量， H は河川水位である。同図には比較のため水俣市での観測雨量も示した。

雨は7月3日4時頃から降り始めた。3日中は、いずれの観測所も10mm/h前後の「やや強い雨」の状態が継続した。しかし4日0時以降になると急激に強度を増大させ、4時ごろ最大時間雨量70mm/h～80mm/hの「非常に激しい雨」となった。気象庁は芦北町には7月3日20時49分、津奈木町には21時39分に大雨警報(土砂災害)を発表した。また気象庁は芦北町には7月3日22時40分、津奈木町には4日1時00分に土砂災害警戒情報を発表した。さらに4日4時50分には大雨特別警報を発表した。しかしながら4日6時以降になると降雨は減衰し始め10時以降には無降雨となった。いずれの観測所も降雨継続時間が30時間にも及び、連続総雨量は約500mmに達した。

このような降雨に対して、例えば芦北町中心部を流れる佐敷川は7月4日1時頃から急激に水位が増加し4時半ごろ危険水位を突破した。

図-3は各観測所における連続総雨量 R と最大時間雨量 r_{Max} との関係を示したものである¹¹。同図には比較のため球磨川流域および筑後川流域の観測結果も示した。球磨川下流の八代(気象)、芦北町の県田浦、筑後川上流の玖珠(気象)の3観測所を除くと、いずれもほぼ同じ規模の雨量であった。しかしながら芦北・津奈木町エリアでは平均 $r_{Max}=78\text{mm/h}$ ， $R=511\text{mm}$ であり、球磨川流域の降雨(平均 $r_{Max}=69\text{mm/h}$ ， $R=451\text{mm}$)を若干上回った。

3. 被害の概要

熊本県南部において広範囲に長時間降った豪雨により甚大な被害が各地で発生した。特に、4日0時から急激に強度を増大させた豪雨が深夜から未明にかけて困難な災害対応を引き起こした。

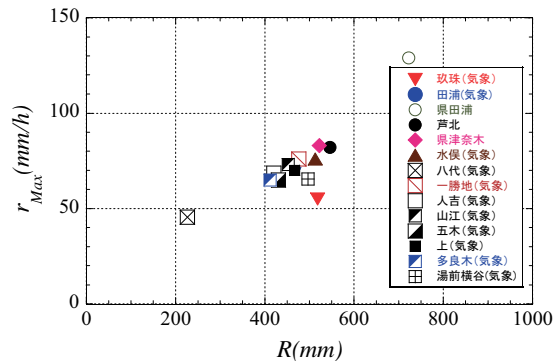


図-3 2020年7月3日～4日に熊本県南部で発生した豪雨の連続総雨量 R と最大時間雨量 r_{Max}

芦北町では佐敷川，球磨川，湯の浦川，田浦川など，津奈木町では津奈木川などで氾濫が発生した。

芦北町佐敷地区と湯浦地区では7月4日2時30分ごろ道路が冠水した旨役場に通報があった。役場周辺も15時頃まで冠水した。また同町佐敷地区では4時半ごろ佐敷川が氾濫した^{12,13)}。

津奈木町では1時50分頃から浸水や小規模ながけ崩れが各地で発生し始めた¹⁴⁾。

一方，土砂崩壊や土石流が降雨ピークの4時頃を中心に発生した。人的被害が生じた崩壊は4時半ごろ芦北町田川地区で，土石流は5時ごろ芦北町女島地区，津奈木町平国地区などで発生した。

4. 変動する降雨下での災害発生のタイミング

芦北町や津奈木町では時々刻々変化する降雨状況の中で浸水と土砂災害が混在して複合的に発生しており，災害時の危機対応を困難な状況に陥れた。従って，それらがどのようなタイミングで発生したのかを知ることは，今後の対策を図るうえで重要である。本章では図-2の降雨時系列と，住民から役場への被害通報記録，県の土砂災害発生資料をもとに災害発生のタイミングについて調べる。

(1) 連続雨量の定義

降り始め ($i=1$) から時刻 i までの連続雨量 (または連続累加雨量，連続積算雨量) R_i を以下のように定義する。

$$R_i = \sum_{i=1}^i r_i \quad (1a)$$

$$R_i = r_1 + r_2 + \dots + r_i \quad (1b)$$

ここに r_i は時刻 i の直前1時間雨量である。

一方，降り始め ($i=1$) から降り終わり ($i=N$) までの連続総雨量 R を以下のように定義する。

$$R = \sum_{i=1}^N r_i \quad (2a)$$

$$R = r_1 + r_2 + \dots + r_{Max} + \dots + r_N \quad (2b)$$

ここに， r_{Max} は最大時間雨量である。

(2) 芦北町における被害発生の時間的な経緯

図-2の降雨記録から各時刻 i の降雨状況 (連続雨量 R_i ，時間雨量 r_i) を示したものが図-4である。同図(a)には，災害当日の7月4日に住民から役場に寄せられた被害通報記録に基づき，浸水と土砂災害

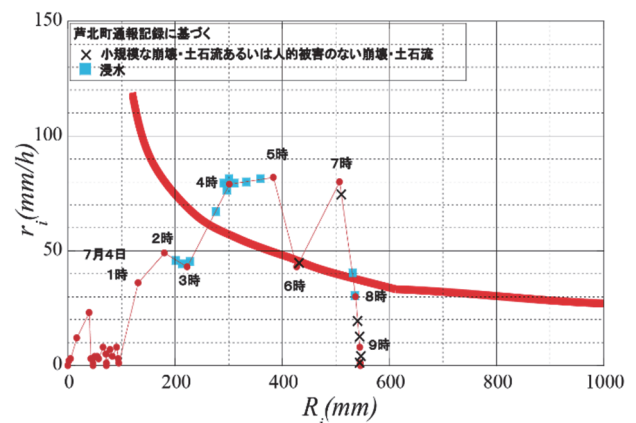
の発生のタイミングも示している。また図中の曲線は災害発生・不発生の限界曲線であり，次章で説明する。

一方，図-4(b)は，降雨状況 (R_i, r_i) の中で土砂災害の発生を県の資料に基づいてプロットしている。

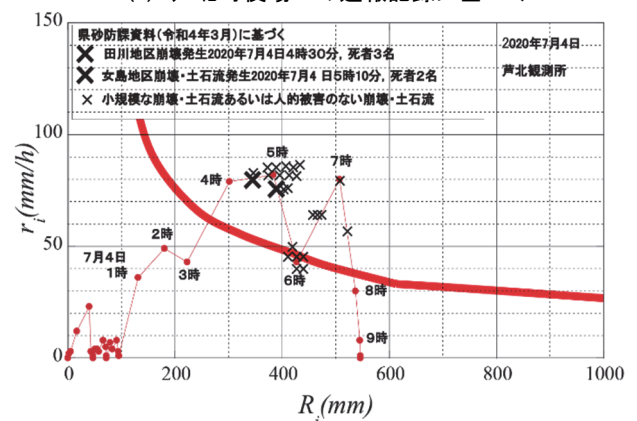
住民からの被害通報は実際の災害発生時間より遅れる傾向がある。また，発生した災害を全て網羅しているわけではない。このような精度的な問題はあがあるが，図-4から，浸水は4日2時過ぎから5時前までに多く発生し，土砂災害は4日4時半以降に発生している。すなわち浸水が土砂災害に先行して発生したことが分かる。

(3) 津奈木町における被害発生の時間的な経緯

上述と同様に図-2の降雨記録と，津奈木町における住民からの通報記録や県の土砂災害資料に基づいてプロットしたものが図-5である。図-4の場合と同じように，浸水は4日3時過ぎから多く発生し始め，土砂災害は4日4時半以降から多く発生していることが分かる。すなわち浸水が土砂災害に先行して発生している。

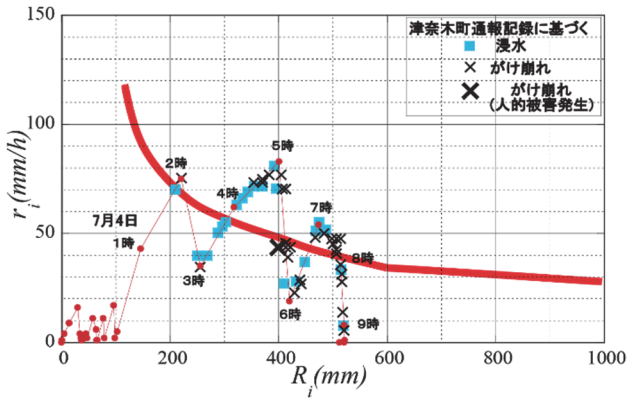


(a) 芦北町役場への通報記録に基づく

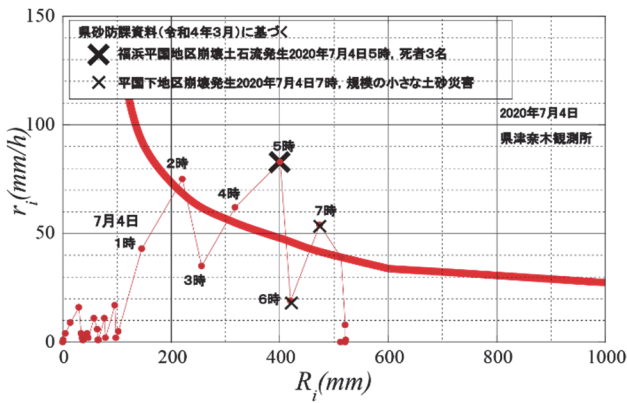


(b) 県砂防課資料に基づく

図-4 2020年7月3日～4日における各時刻 i の時間雨量と連続雨量との関係(芦北町)



(a) 津奈木町役場への通報記録に基づく



(b) 県砂防課資料に基づく

図-5 2020年7月3日~4日における各時刻*i*の時間雨量と連続雨量との関係(津奈木町)

5. 考察

(1) 豪雨災害の発生・不発生の限界曲線

図-4, 5については、豪雨災害の発生・不発生の限界曲線も合わせて示すことで、状況の変化をより深く理解することができる。

そこで、まず、豪雨に伴い発生した過去の甚大な土砂災害や軽微な崩壊などを対象として、それらを引き起こした豪雨の最大時間雨量と連続総雨量の関係を図-6に示した¹⁾。ここに、対象の災害は、熊本県南部に限定するとプロット数が極端に少なくなるので、西日本を中心に広く採用した。

次に、この図から、災害の発生と不発生の領域を分ける限界曲線を図中の曲線のように仮定した。

この限界曲線と降雨状況 (R_i, r_i) 図を結合した図-4, 5について以下に考察する。

(2) 芦北町、津奈木町における浸水と土砂災害の発生のタイミング

図-4, 5において降雨状況 (R_i, r_i) が災害の発生・不発生の限界曲線に接近するにつれ、まず浸水が発生し始める。まれに軽微な土砂崩壊が発生する場合もある。一度、限界曲線に達するかあるいはそれを越えると、その後は降雨強度の大小に無関係に様々な規模の土砂災害が発生した。

(3) 他の災害事例

以上の考察における災害発生・不発生の限界曲線は限られた事例をもとに仮定されたものである。従って他の災害事例にも適用して検証を積み重ねるこ

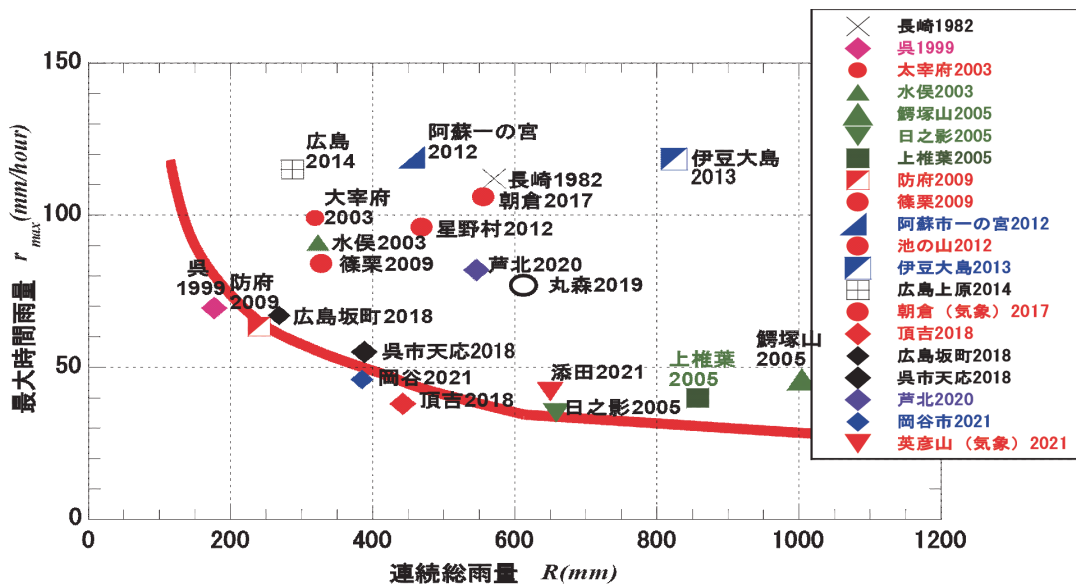


図-6 過去の激甚な土砂災害および軽微な土砂災害を引き起こした豪雨の最大時間雨量と連続総雨量との関係

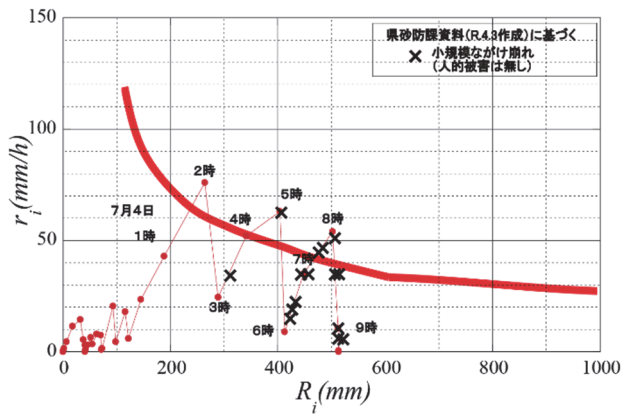


図-7 豪雨災害の発生・不発生限界曲線と令和2年土砂災害の発生時刻(水俣市)

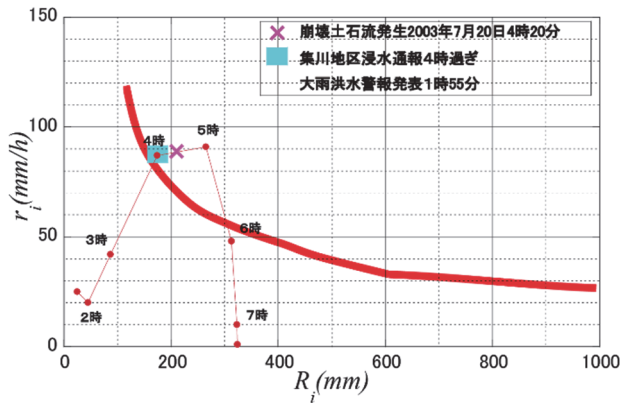


図-8 豪雨災害の発生・不発生限界曲線と平成15年土石流災害の発生時刻(水俣市)

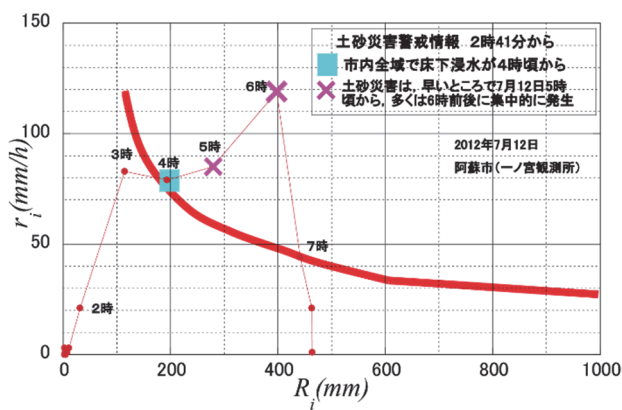


図-9 豪雨災害の発生・不発生限界曲線と平成24年土砂災害の発生時刻(阿蘇市)

とで仮定の妥当性を明らかにする必要がある。

図-7は水俣市における令和2年7月豪雨の状況である。同図には土砂災害の発生のタイミングも示している。水俣市は幸い人的被害が発生するような大規模な土砂災害は発生しなかったが、小規模なげ崩れが多数発生した。降雨状況が災害の発生・不発生の限界曲線を一度越えると、その後は降雨強度の



図-10 芦北町田川岩本地区における土砂崩壊の発生と、周辺の河川氾濫の状況(×印は人的被害がなかった土砂崩れ)(国土地理院地図に加筆)

表-1 芦北町田川における土砂崩壊と氾濫の経緯

7月4日	3時過ぎ	牛淵地区で軽自動車が生土砂崩れに巻き込まれる
	4時頃	岩本地区で土砂崩壊し、住宅3棟直撃
	4時34分頃	田川公民館付近で田川が既に氾濫
	5時46分頃	県道が土砂崩れのため不通

大小に無関係に土砂災害が多数発生したことが分かる。

図-8, 9は平成15年水俣市、平成24年阿蘇市の土砂災害の事例である⁸⁾。これらには浸水の情報もプロットされている。上述と同じように、降雨状況が災害の発生・不発生の限界曲線に接近するにつれ、まず浸水が発生し始めた。一度、限界曲線を越えると、その後は規模の大きな土砂災害が発生したことが分かる。

6. 地域の災害の経緯

前章において市町村スケールでの浸水や土砂災害の発生のタイミングを、時々刻々変化する降雨状況(R_i, r_i)の中で概観した。本章ではある地域(芦北町田川)に絞り、災害の発生を時間的な経緯に沿って検討してみる。

図-10は芦北町田川における土砂災害の発生した箇所と周辺の浸水状況を示している。浸水は熊本県の資料、土砂災害の発生は田川行政区長の資料¹⁵⁾に基づくものである。この地域では、死者3名の人的被害を引き起こした岩本地区の土砂崩壊と、人的被害のなかった県道沿いの土砂崩壊2件が発生した。また佐敷川に合流する田川川に沿って合流点から田川公民館付近まで浸水が発生した。

これらの経緯を要約すると表-1のようになる。令

和2年7月4日3時過ぎ、牛淵地区県道宮崎芦北線を走行中の軽自動車が生土崩れに巻き込まれた。その後、岩本地区で土砂崩壊が発生し、住宅3棟を直撃した。その発生時間は同日4時頃と言われている。4時34分ごろ田川公民館付近で田川川が既に氾濫していた。5時46分ごろ県道が生土崩れで不通となった。

この地域では、土砂災害に対して安全とみなされた田川公民館が避難所として開設されていたが、4時半頃には田川公民館周辺は既に浸水していた。岩本地区の土砂崩壊と同時期かそれ以前に周辺が既に浸水していた可能性もあり、避難は容易ではなかったと推察される。

従って、浸水と土砂災害を独立して取り扱うのではなく、避難の観点からはそれらを連動してとらえることが必要であった。

7. おわりに

以上、熊本県芦北町および津奈木町において発生した令和2年7月豪雨災害について、時間的に変動する降雨状況 (R_i , r_i) において、水害と土砂災害の発生のタイミングを連動してとらえ考察した。

浸水や軽微な土砂崩壊が先行し、その後規模の大きな土砂災害が発生する傾向があった。従って、土砂災害に対して避難しようとするときには、避難路が既に浸水している可能性があった。

浸水と土砂災害は独立した現象として取り扱われることが多いが、避難の観点からみると連動する形で取り扱う必要があることを示した。

また、過去の土砂災害について災害の発生・不発生の限界曲線を仮定し、令和2年7月災害事例に適用して考察した。降雨状況 (R_i , r_i) が災害の発生・不発生の限界曲線に接近すると、まず浸水が発生し始めた。一度、限界曲線を越えると、その後は大小様々な規模の土砂災害が発生する可能性が高くなることが分かった。

謝辞：本研究は、一部、(公社)土木学会西部支部調査研究委員会「水害と土砂災害が混在した中山間地における豪雨災害予測」(令和3~4年度)の活動の一環として実施されたものである。本調査に際して

は、熊本県河川課、砂防課、芦北町、津奈木町より資料の提供を受けた。また、芦北町田川行政区長の迫本明治氏からは、当時の地域の災害状況について詳細な説明をいただいた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 大本照憲(編)：令和2年7月九州豪雨災害の総合調査・研究報告書，令和2年度科学研究費特別研究促進費，2021.
- 2) 椋木俊文：第2章 斜面崩壊・地すべり・侵食，令和2年度科学研究費特別研究促進費報告書，2021.
- 3) 竹林洋史：第10章 土石流の流動特性とコロナ禍での土砂災害からの避難方法，令和2年度科学研究費特別研究促進費報告書，2021.
- 4) 宮縁育夫：令和2年7月豪雨に伴う熊本県南部芦北町・津奈木町周辺の被災状況，消防防災の科学，No. 143，2021.
- 5) 橋本晴行：異常豪雨による広域災害下における自治体の危機対応に関する調査研究，平成27年度河川情報シンポジウム，2015.
- 6) 橋本晴行，大仲修，道廣飛鳥：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，第8回土砂災害に関するシンポジウム論文集，2016.
- 7) 橋本晴行：中山間地における豪雨災害シナリオ，巻頭言，自然災害科学，Vol. 38，No. 1，2019.
- 8) 橋本晴行：水害と土砂災害が混在した中山間地域における豪雨災害シナリオについて，第19回都市水害に関するシンポジウム講演論文集，pp. 19-24，2021.
- 9) 熊本県：熊本県統合型防災情報システム，2022.
- 10) 気象庁：各種データ・資料，過去の気象データ検索，<https://www.jma.go.jp/jma/index.html>，2022.
- 11) 橋本晴行，齊藤美咲：福岡都市圏流域における2009年7月豪雨による水害の特性と行政機関・住民の対応，自然災害科学，31巻，2号，2012.
- 12) 芦北町：広報あしきた9月号，2020.
- 13) あしきた農業協同組合：令和2年7月豪雨 災害の記録，2023.
- 14) 津奈木町：広報つなぎ8月号，2020.
- 15) 迫本明治：令和2年7月豪雨～田川地区～，検証会議資料，2020.

(2022. 5. 30 受付)