

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

A CASE STUDY ON SEDIMENT AND FLOOD DISASTERS IN THE MOUNTAIN AREAS

橋本晴行¹

Haruyuki HASHIMOTO

¹元九州大学大学院教授

1. はじめに

近年の豪雨災害の頻発は著しい。最近の災害に限ってみても、2017年九州北部豪雨災害、2018年西日本豪雨災害、2019年佐賀豪雨災害、台風19号災害、2020年九州豪雨災害など、激甚な豪雨災害が毎年のように発生している。特に、西日本豪雨災害は平成最悪の豪雨災害と言われ、広島県では人的被害が甚大であった。人的被害の多くは中山間地において発生した崩壊・土石流に起因したものであった。

崩壊・土石流の発生は突発的であり、ある一面確率的でもあるため、予測が困難である。しかも水害と混在して複合的に発生する可能性もあり、避難は容易ではない。

豪雨時の予測・避難情報として代表的なものは気象庁が発表する「大雨警報（土砂災害）」や「土砂災害警戒情報」などがあり、自治体の場合「避難勧告」、「避難指示（緊急）」などがある。しかしながら、これらの情報は空間的な分解能が数km単位で粗く、地域住民の生活空間スケール（数10m単位）から見ると精度が悪い。そのため地域スケールの観測情報として、自宅の庭に簡易雨量計を設置したり、付近の川の流れや水位、道路斜面の状況などを目視により監視したりすることが必要である。この直接的な監視とともに、簡易な雨量計や水位計、ビデオカメラの設置などリモート監視も重要である。小さな流域であれば、雨量計の設置がなくても、川の水位の監視によって上流の平均的な降雨状況を知ることができる。

さて、2003年7月水俣市宝川内集地区において土石流が発生し15名の方が亡くなった^{1,2)}。出水により氾濫寸前であった集川において上流右岸斜面の崩壊が突発的に発生し、土石流となって下流の住宅を直撃したものであった。

すなわち、崩壊・土石流の発生前、集川は氾濫寸前で、溪流からの出水や浸水など水害が先行的に発生していた。しかも川沿いの危険なところに住んでいた住民の多くは川の状況を目視し、水害の危険性を感じて増水時に避難して助かっていた。

通常、水害と土砂災害は独立した現象として考察されるが、著者らはそれらを関連づけて取り扱ってきた。このような観点から、豪雨災害について時系列的に現象を調べると、斜面からの異常出水や洪水流出・氾濫などの水害が土砂災害より先行的に発生している事例が多いことが分かってきた³⁾。そこで、本研究は、水害と土砂災害が混在した中山間地域の災害事例について時間的な経緯を示し、災害シナリオや避難の在り方を考察することを目的とする。

2. 水害と土砂災害が混在した災害事例

(1) 2003年水俣土石流災害

2003年7月19日早朝福岡市の博多駅周辺で御笠川が氾濫して大規模な浸水被害が発生した¹⁾。その氾濫の原因は上流域の太宰府市で猛烈な豪雨が発生したためであった。太宰府市では土石流も発生し1名亡くなった。その翌日の7月20日熊本県水俣市でも土石流が発生した(図-1, 2)。

図-3は、水俣市内2か所における2003年7月20日の観測雨量を示したものである。ひとつは市内の気象庁水俣観測所の雨量⁴⁾、あとひとつは山間部の熊本県深川観測所の雨量である。同図には、気象警報や避難情報と災害の発生時刻も示している。水俣市では7月20日未明の1時頃から市街地を中心に急激に大雨となった。市内の水俣観測所では1時から2時の間に最大時間雨量72mmを記録した。

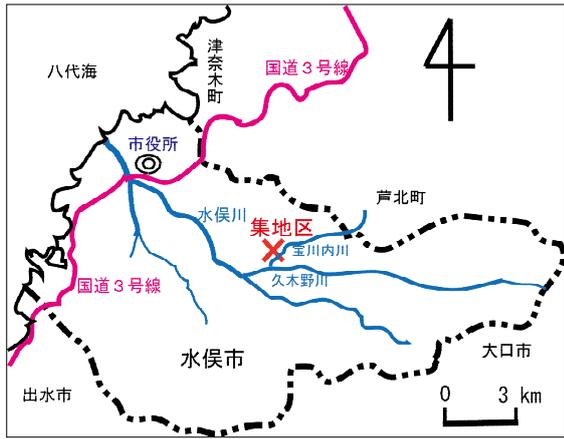


図-1 水俣市宝川内集地区の位置

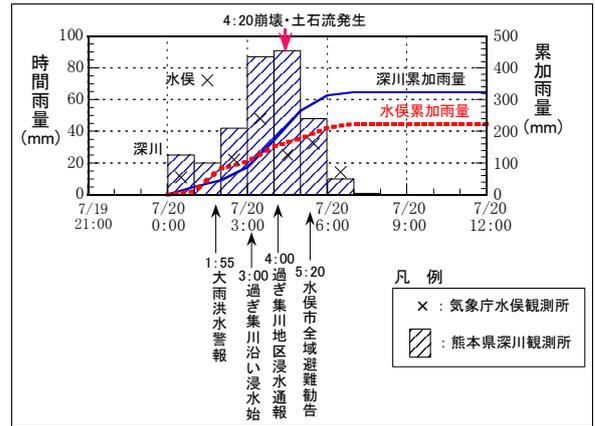


図-3 水俣市における2003年7月20日の降雨状況



図-2 2003年7月20日水俣市宝川内集川で発生した崩壊・土石流 (株) パスコ撮影



図-4 2009年7月25日未明篠栗町山手地区一の滝で発生した崩壊 (アジア航測 (株) 撮影)

気象庁は1時55分に大雨洪水警報を発表した。一方、山間部では2時ごろから強い雨が降り始めた。深川観測所では3時から4時の間に87mm、4時から5時の間に91mmもの猛烈な雨が降った。4時過ぎには市内各所で浸水やがけ崩れが発生していた。市内東部の山間部の宝川内集地区(図-1)では3時過ぎには溪流の集川沿いに浸水が始まり、4時過ぎにはこの地区から警察や消防に浸水通報があった⁵⁾。このような状況の中、4時20分頃集川右岸斜面が崩壊し土石流となって下流の住宅を直撃し15名の方が亡くなった。その際、救助活動中の消防団員3名の方々も犠牲になった。彼らは、出水により氾濫寸前であった集川において避難誘導や救助活動を行っていた。



図-5 篠栗町山手公民館の裏側を流れる多々良川 (右岸側の建物の向こうに国道201号が通っている)

集川は、崩壊・土石流の発生前、氾濫寸前の状態になっており、渓流域からの洪水流出が先行的に発生していた。しかも溪流沿いの危険なところに住んでいた住民の多くは土石流来襲前の増水時に避難して助かっていた。

(2) 2009年中国・九州北部豪雨災害 - 福岡県篠栗町における豪雨災害

2009年7月24日から26日にかけて、総雨量が最大618mmもの豪雨が九州北部を襲い、福岡県内の各地で被害を引き起こした。特に福岡都市圏においては、福岡市中心部で内水氾濫が、樋井川、那珂川、多々良川などでは河川氾濫が発生した⁶⁾。さらに、多々良川上流域では篠栗町山手地区で多々良川からの氾濫とともに土砂災害が発生した(図-4, 5)。

図-6は、多々良川上流域における2009年7月24日から26日までの気象庁篠栗観測所の観測雨量を示したものである。同図には、篠栗町などに発表された気象警報と同町山手地区での災害の発生時刻も矢印で示している。また図-7は篠栗町における多々良川の観測水位である⁷⁾。

この地区の災害は、24日17時頃から25日午前にかけての豪雨と26日午前の豪雨とに起因して発生した。

まず気象庁は、7月24日17時09分福岡地方に大雨洪水警報を、19時50分に篠栗町に対して土砂災害警戒情報を発表した。篠栗町山手公民館付近では、24日18時～20時に支流から多々良川に流れ込んできた流木が数か所の橋梁を閉塞するなどして多々良川を氾濫させた。氾濫水は夕方の国道を流下した。さらに、この地区の一の滝では、25日1時～2時に斜面崩壊が発生し、一戸の住宅が巻き込まれて親子二人が亡くなった。国道から一の滝に至る町道(図-8)も崩壊等により通行不能に陥り一時的に孤立した。また、26日午前の豪雨に対応して、同日8時～9時に多々良川が再び増水し(図-7)山手地区で氾濫した。

一の滝で崩壊が発生した時刻より6時間前(24日18時～20時)には、避難路に当たる横手公民館前の国道は多々良川からの氾濫により冠水状態となっていた。従って、土砂災害警戒情報が発表された時間(24日19時50分)も山手公民館付近の避難路は氾濫水により通行不能であったと推測される。

(3) 2009年中国・九州北部豪雨災害 - 山口県防府市における土石流災害

2009年7月21日山口県内において活発な梅雨前線の影響で大量の雨が降り、防府市を中心に土石流が多発した。真尾地区では老人ホームに土石流が直撃し、7名の入居者が亡くなられた。石原、奈美地区や剣川流域でも土石流による被害が多発した。

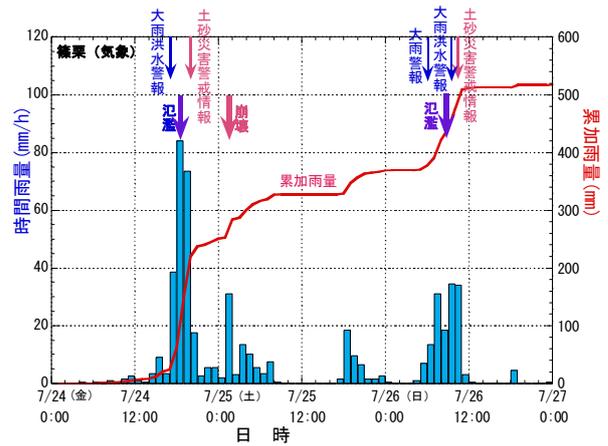


図-6 篠栗(気象)観測所において2009年7月24日～26日に観測された時間雨量と累加雨量

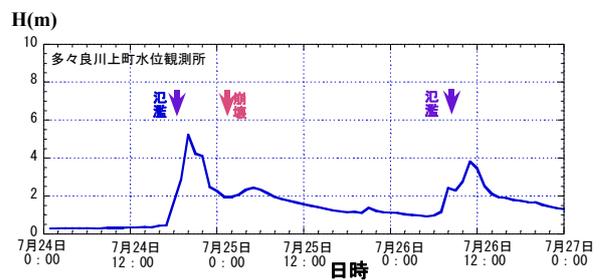


図-7 篠栗町上町水位観測所において2009年7月24日～26日に観測された多々良川の水位



図-8 一の滝から(山手公民館前の)国道201号に向かう溪流沿いの町道(溪流は国道の下を通過して多々良川に合流)

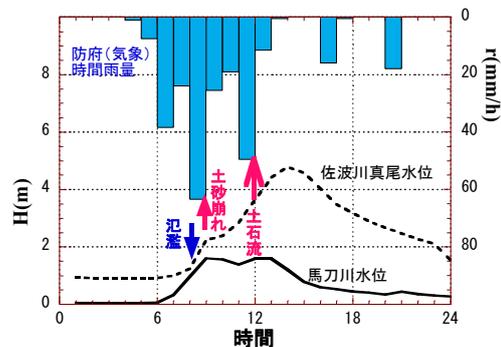


図-9 防府市における降雨・流出の時間変化

気象庁は7月21日6時28分山口・防府地方に大雨洪水警報を、7時40分防府市に土砂災害警戒情報を発表した⁸⁾。気象庁防府観測所では4時ごろから降り始めた雨は6時から急増し、8時から9時の間で62mm/hの最大時間雨量を記録した(図-9)。その後、雨量は減少したが11時から12時の間で再び急増し53mm/hの雨量を示した。総雨量は256mmであった。

このような豪雨に対して防府市内では8時過ぎから氾濫が多発し、9時過ぎ頃各地で土砂崩れが発生した。この状況の中で、11時からの豪雨が引き金となり12時前後に土石流が真尾、石原、奈美地区や剣川流域で発生し、人的被害を引き起こした。図-9には降雨とともに河川水位も示しているが、土石流発生前に水位が上昇し洪水流出が発生していたことが分かる。

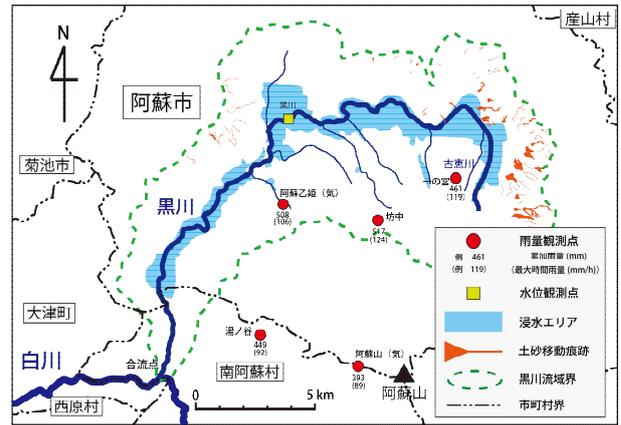


図-10 黒川流域の浸水範囲と主な斜面崩壊発生箇所⁹⁾

(4) 2012年九州北部豪雨災害 - 阿蘇市黒川流域の災害 -

2012年7月11日から12日にかけて、熊本県阿蘇市において、総雨量約500mm、最大時間雨量100mm/h以上の記録的な豪雨が発生した。その結果、黒川流域において浸水被害が広く発生するとともに、外輪山北東部など坂梨、古城に集中して崩壊・土石流が多発した⁹⁾(図-10)。

1) 黒川流域の被害の経緯

図-11は、黒川上流の阿蘇市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⁾。12日1時から8時までの間に強い雨が集中した。最大時間雨量119mm/hは5時から6時の間に記録された。このような豪雨に対応して、黒川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。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た。

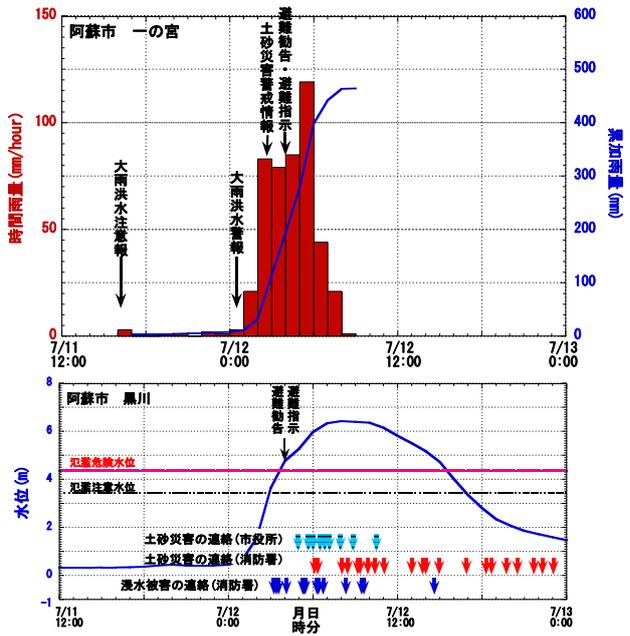


図-11 黒川流域における降雨・流出の時系列および浸水被害・斜面崩壊の発生時間

この水位ハイドログラフには、最下部に浸水の通報時間を矢印で示した(図-11)。また主要な土砂災害の通報時間も示した。最上段の列の矢印は阿蘇市広報、下段2列の矢印は阿蘇広域消防本部の資料に基づいている。消防署の資料によると早いところで12日3時頃から、アンケート調査によると⁹⁾4時ごろから浸水が発生し始めた。そして多くは5時過ぎに集中した。一方、土砂災害は、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。

2) 地域の被害の経緯

一の宮町手野地区は黒川上流に位置しており、ここでは県道213号が山裾に沿うように走っている(図-12)。12日4時頃には一の宮町、内牧をはじめ市内全域で床下浸水が始まっており、さらに6時頃になると手野地区などで土砂崩れが発生し始めた。一方、一の宮観測所では5時から6時の間で最大時間雨量119mm/hを記録した。この地区では、水害が先行し、それから約2時間遅れて土砂災害が発

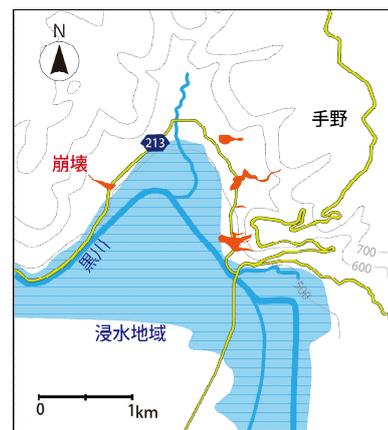


図-12 阿蘇市一の宮町手野地区の地形図
(地理院地図に基づく)

生したと推測される。

このように黒川流域では、崩壊・土石流の発生前は既に各地で浸水状態になっており、周辺斜面からの流出や黒川か

らの氾濫などが先行的に発生していた。

(5) 2012年九州北部豪雨災害 - 八女市星野川流域の災害 -

2012年7月13日から14日にかけて、福岡県矢部川流域において、上流域の八女市星野村、黒木町で総雨量500mm、下流域のみやま市、柳川市で300mmに達する豪雨が発生した。その結果、上流支川の星野川流域の星野村などにおいて斜面崩壊が多発した。一方、中・下流域では、八女市立花町北山山下、みやま市本郷、柳川市中山、柳川市六合などの地区で氾濫が発生した¹⁰⁾。

ここでは中山間地の星野川流域（八女市長野地区、上陽町、星野村）について災害の発生状況を見てみる（図-13）。

州災害後に上陽町、星野村を訪問すると図-14のような景に遭遇した。あたかも崩壊だけ発生したような状況であった。そこで、災害時の状況について住民にインタビューやアンケート調査を実施した¹¹⁾。

1) 星野川流域の被害の経緯

図-15は星野川流域における降雨・水位の時間変化を示したものである。先行降雨として13日に連続雨量141mmの雨が降り、3時間の無降雨を経て、14日午前までに甚大な連続雨量472mmの豪雨があった。

河川水位は、星野村光延橋において、13日14時～16時にピークを経た後、一旦減少するが、14日1時頃再度急上昇に転じた。2時頃危険水位を突破するが、その後の小雨に対応して、河川水位は5時頃まで小康状態となった。しかしながら、4時過ぎから降雨が増加に転じており、これにより水位も5時頃から急上昇した。5時過ぎから浸水被害が各地で発生し始めた。

上流の上陽町、星野村には土砂崩れなどが多発した。それらは大別して2種類に分けることができる。ひとつは河道に沿って発生した崩壊（図-14(a)）、他は河道以外の道路、田畑や宅地に沿った斜面において発生した崩壊である（図-14(b)）。図-15中の水位の図には、各崩壊の発生時間を矢印で示している。河道に沿った崩壊は「上段の矢印」で、河道以外の所で発生した崩壊は「下段の矢印」で示した。前者は高水時に発生し、その結果、大量の土砂・流木が河川に流れ込み流下した。一方、後者は水位の変化には無関係に発生した。八女市長野、上陽町、星野村いずれの地区も道路冠水や家屋浸水など浸水被害が顕著であった。長野地区では星野川からの氾濫が浸水の原因であり、星野村では、川、道路や田畑からの氾濫とともに裏山からの出水も浸水の原因となった。星野村は、このような浸水に加えて、土砂災害も多発した。

浸水は14日5時過ぎから、土砂災害は7時頃から各地で発生し始めたことが分かる。

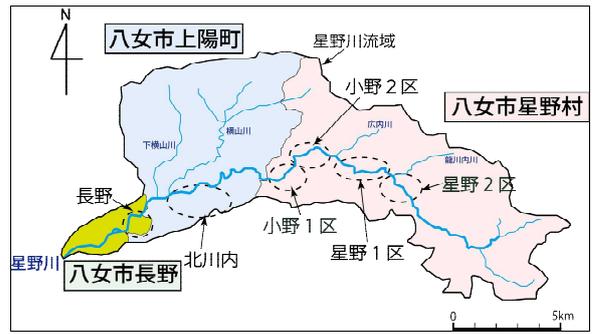


図-13 星野川流域と調査対象地区



(a) 河川左岸斜面の崩壊 (b) 道路に沿った斜面の崩壊

図-14 崩壊の状況

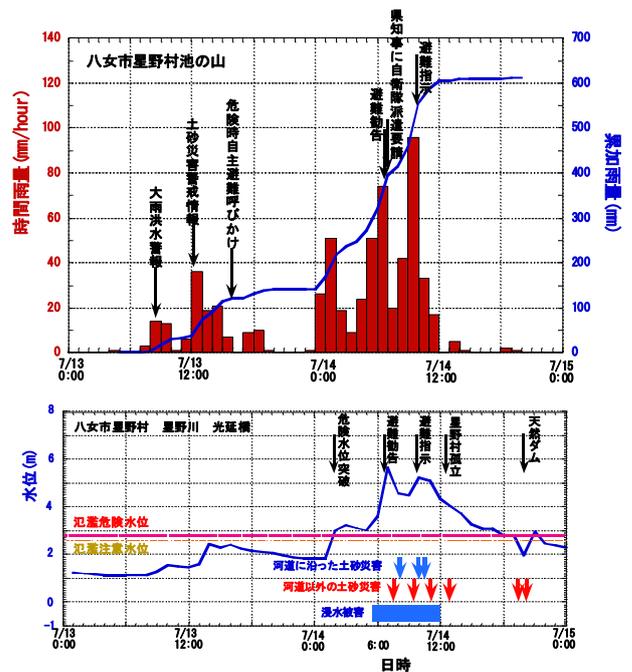


図-15 星野川流域の降雨・水位の時間変化

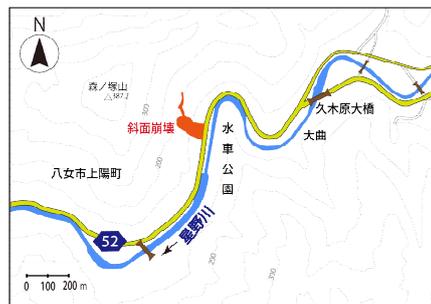


図-16 上陽町真名子地区の崩壊と星野川

2) 地域の被害の経緯

八女市中心部と上陽町、星野村をつなぐ県道 52 号が星野川沿いに走っている。特に、上陽町真名子地区は両側から山が迫っている中を県道と星野川が併行している（図-16）。2012年7月14日5時～6時、すぐ上流の大曲地区で星野川が氾濫し、住家が浸水し始めた。6時頃、乗用車で下流方向に向かっていた住民は水車公園付近で県道の冠水に遭遇し引き返した。7時頃、上流の星野村方面に向かっていた軽自動車は流され消防署員に救出された。10時頃、水車公園の水車が流された。この頃河川水位はピークを迎えた。11時頃、右岸側の道路斜面が崩壊したが、既に冠水していたため県道52号は通行不能であった。

この地域では水害が先行し、それから約5時間遅れて斜面崩壊が発生したことが分かる。

3. 中山間地域の災害シナリオ

前章の事例をもとに豪雨時の災害シナリオを次のように考えることができる（図-17）。

① 先行現象として、小流域から雨水流出（表面流など）が発生し、続いて河川水位上昇、河岸侵食、流木流出、氾濫、軽微な斜面崩壊が発生する。結果として、河川に沿った道路（避難路）が通行不能となる場合がある。

② その後、崩壊、天然ダム、土石流が発生する。河川高水時には河岸侵食を通じて斜面崩壊の可能性がある。

このシナリオは雨水の流出形態の視点からも理解できるものである。流出形態には表面流、地下水流、中間流の3成分があると言われている。洪水流出は表面流に、斜面崩壊は地下水流に大きく支配される。当然、到達時間は表面流の方が地下水流より早い。従って、洪水流出・氾濫などが崩壊・土石流に先行する傾向があることが分かる。

土砂災害警戒情報の主たる予測のターゲットは上記②と考えられるが、避難路確保の視点から見ると、上記①も合わせてターゲットとする必要がある。「先行現象」である異常出水や浸水、増水は土砂災害の発生可能性も表す指標のひとつととらえ、監視対象とすることが重要である。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¹²⁾。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おり、避難に間に合わない可能性がある。従って、水害（斜面からの異常出水や河川を通じた洪水流出・氾濫）などの先行現象を土砂災害に対する前兆現象の前段階としてとらえることで、浸水程度で避難しない住民にも避難行動への一層の動機づけとなる。また目視でだれでも認識できる利点がある。

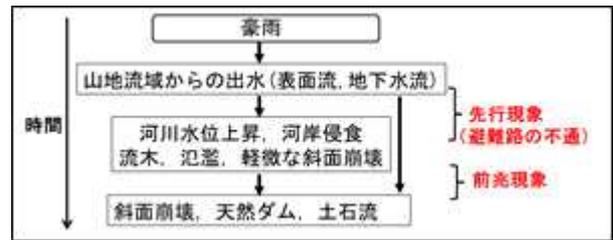


図-17 中山間地域における豪雨災害のシナリオ

4. おわりに

以上、豪雨時の中山間地域では、水害（斜面からの異常出水や河川を通じた洪水流出・氾濫）が先行して発生し、その後土砂災害が発生する可能性があることを理解したうえで、それぞれの地域で斜面や川からの異常な出水や河川水位上昇を監視し、早めの避難行動につなげる必要がある。本研究において検討した内容は限られたケースである。今後、事例を積み重ねていくことで中山間地域における普遍的な災害シナリオが明らかになり、対策の一助として人的被害の軽減化につながることを期待したい。

参考文献

- 1) 橋本晴行（編）：2003年7月九州豪雨災害に関する調査研究、科研費（特別研究促進費）研究成果報告書、2004。
- 2) 水俣市：平成15年水俣土石流災害記録誌、2008。
- 3) 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。
- 4) 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>、2020。
- 5) 高橋和雄・河野祐次・中村聖三：平成15年7月水俣市災害における行政・住民の対応に関する調査、第2回土砂災害に関するシンポジウム論文集、2004。
- 6) 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。
- 7) 国土交通省：川の防災情報、<http://www.river.go.jp>、2009。
- 8) 下関地方気象台：災害時気象資料、2009。
- 9) 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。
- 10) 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。
- 11) 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、2016。
- 12) 国土交通省河川局砂防部砂防計画課：土砂災害警戒避難に関わる前兆現象情報の活用の方について、2006。

(2020. 12. 15 受付)