

わが国で発生する豪雨災害の特徴と 洪水により被災した住宅地の土地利用変遷

やま もと はる ひこ
山 本 晴 彦[†]

2011 年以降にわが国で発生した大規模な豪雨災害を対象に、2011 年台風 12 号、2012 年 7 月梅雨前線、2013 年台風 26 号、2014 年 8 月秋雨前線に伴う豪雨災害の特徴を紹介した。さらに、「平成 24 年九州北部豪雨」により熊本市の白川流域で発生した洪水災害について、被災した住宅地の地形的特徴を明らかにすると共に、土地利用の変遷について空中写真により解析し、洪水リスクの高い農地の住宅地への転用の問題点を指摘した。

キーワード：豪雨、洪水災害、災害リスク、土砂災害、ハザードマップ

1. はじめに

わが国における年間降水量の平均値は約 1 718 mm で、アジアモンスーン地帯に位置するため、世界の年間降水量の平均値である 880 mm の 2 倍の多雨国となっている。また、年間降水量の長期的な変動は認められないが、1970 年代以降は年々の変動が大きくなっており、降水が梅雨期や台風時期に集中するため、洪水災害や土砂災害は発生する。ここでは、わが国で発生する豪雨災害の特徴と洪水により被災した住宅地の地形的特徴について、著者が行った豪雨解析や災害調査に基づいて紹介する。

2. わが国で発生した豪雨災害の特徴

表 1 には、2011 年以降にわが国で発生した大規模な豪雨災害の概要を示した。2011 年から見ても、毎年のように大規模な豪雨災害が発生していることがわかる。図 1 には 2011 年台風 12 号による 9 月 1～4 日の上北山アメダス（奈良県上北山村）の時間降水量と積算値の推移を示した。時間降水量は最大で 45 mm 程度と強雨ではあるが、記録的な短時間豪雨ではなく、降り始めの 1 日から 4 日 12 時の収束まで、3 日半にわたり「長雨型」の強雨が降り続き、積算降水量が 1 744 mm とわが国の年間平均降水量に相当する雨が降ったことに特徴がある。また、最大 72 時間降水量は 1 652.5 mm で既往の最大値である宮崎県の神門の 1 322.0 mm を大きく超えた。これにより、山岳地域

では土砂崩れにより大規模な河道閉塞（天然ダム）が発生し、排水作業が実施された。また、那智勝浦町では 3 日から 4 日にかけての短時間豪雨により土石流が頻発して死者 27 名、行方不明者 1 名の人的被害が発生した。さらに、熊野川の相賀では 19.18 m と既往最高水位を大きく上回る記録的な洪水となった¹⁾。

図 2 には、2012 年 7 月 11 日から 12 日の梅雨前線豪雨による阿蘇乙姫アメダスの 10 分間降水量と積算値、防災情報の推移を示した。熊本県の阿蘇市では、阿蘇カルデラの阿蘇谷を中心に 12 日の未明から早朝にかけて 10 分間降水量が 20 mm を超える猛烈な豪雨に見舞われ、阿蘇乙姫アメダスでは 12 日 9 時までの 12 時間降水量が 500.0 mm を観測し、最大 6 時間降水量（459.5 mm）のリターンピリオド（再現確率）が 284 年とわめて稀な降水イベントであった。阿蘇市役所では、大雨警報が発令された 0 時 30 分の直後に防災無線や安心メールによる警報の伝達を行い、2 時 40 分の土砂災害警戒情報の発令後の 3 時 30 分には災害対策本部を設置し、4 時には避難勧告・避難指示を発令した。しかし、直後から阿蘇谷の東斜面を中心に土石流が多発し、阿蘇市だけで死者・行方不明 22 名の人的被害が発生した。また、阿蘇谷を流れる黒川が氾濫し、内牧温泉では旧河道や低平地を中心に浸水被害が発生した。阿蘇地域は多雨地帯であり、幾度となく土石流災害や洪水被害に見舞われてきており、その教訓が十分に生かされていないことが示唆された²⁾。

図 3 には、2013 年台風 26 号による 10 月 15～16 日の大島アメダスの 10 分間降水量と積算値、防災情報の推移を示した。台風 26 号が伊豆大島に接近するに

[†] 山口大学大学院 創成科学研究科：〒 753-8515 山口県山口市吉田 1677-1

表1 2011年以降にわが国で発生した大規模な豪雨災害の概要

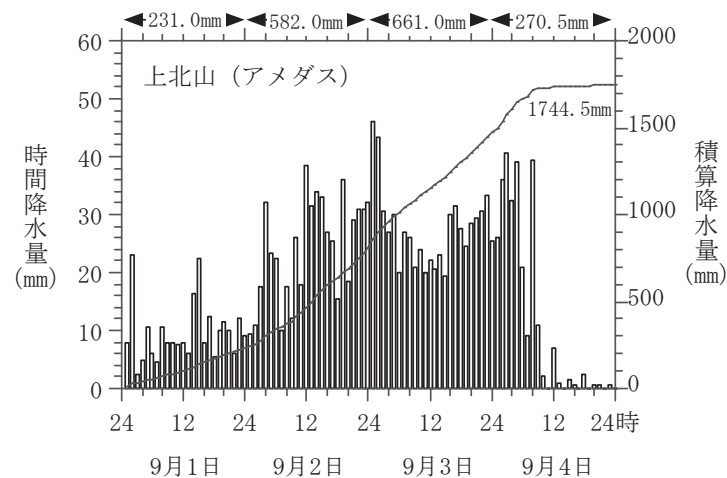
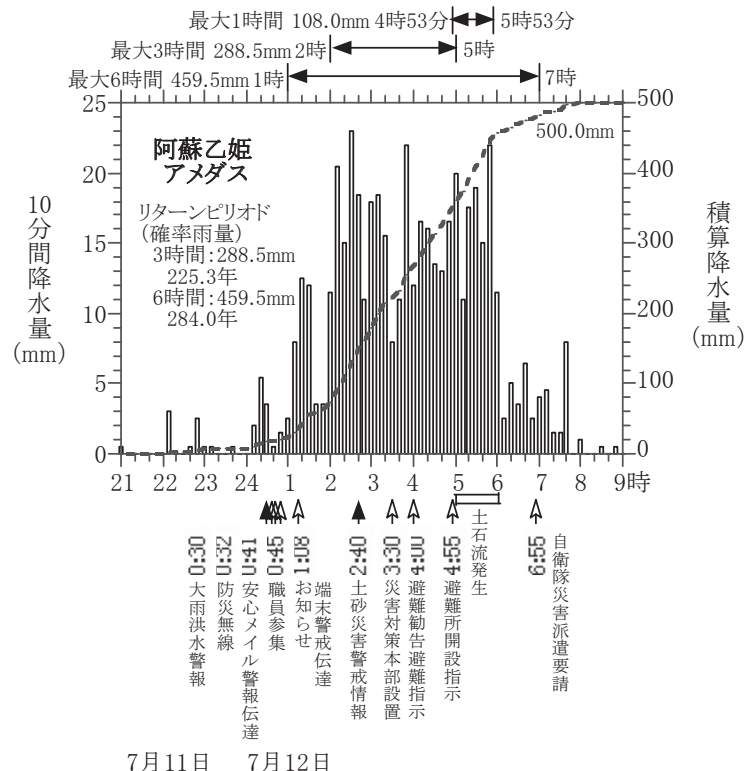
年	月	災害種別	発生地	死者 (人)	行方不明者 (人)	全壊 (棟)	半壊 (棟)	床上浸水 (棟)	床下浸水 (棟)
2011年	9月1～4日	台風12号	和歌山県・奈良県	83	15	380	3 159	5 499	16 592
2012年	7月11～12日	梅雨前線 ^{注1}	熊本県・大分県	30	2	363	1 500	3 298	9 308
2013年	10月15～16日	台風26号	東京都(伊豆大島)	40	3	86	61	1 884	4 258
2014年	8月19～20日	秋雨前線 ^{注2}	広島市	77		179	217	1 086	3 097
2015年	9月9～10日	台風18号 ^{注3}	茨城県・栃木県	14		81	7 045	2 495	13 159
2016年	8月30～31日	台風10号	岩手県・北海道	23	4	513	2 280	278	1 784
2017年	7月5～6日	梅雨前線 ^{注4}	朝倉市・日田市	39	4	289	1 084	203	1 676

注1:平成24年7月九州北部豪雨

注2:平成26年8月豪雨

注3:平成27年9月関東・東北豪雨

注4:平成29年7月九州北部豪雨

図1 2011年台風12号による9月1～4日の上北山アメダスの時間降水量と積算値の推移¹⁾図2 2012年7月11日から12日の梅雨前線豪雨による阿蘇乙姫アメダスの10分間降水量と積算値、防災情報の推移²⁾

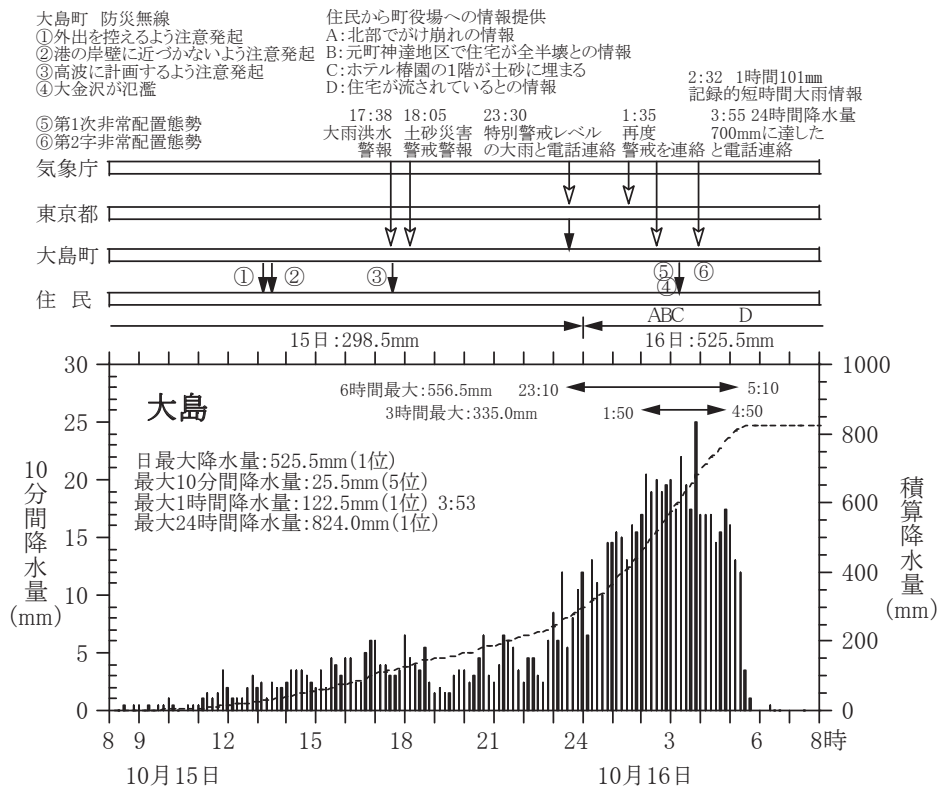


図3 2013年台風26号による10月15～16日の大島アメダスの10分間降水量と積算値、防災情報の推移³⁾

つれて15日の昼頃から雨脚が強まり始め、夕方からは5mm/10分間の強雨が継続した。このため、17時38分には大雨警戒報、18時5分には土砂災害警戒情報が発令され、23時30分には特別警戒レベルの大雨との連絡が気象庁より東京都を通じて大島町に伝達（再度1時35分に伝達）された。翌日未明からは10mm/10分間の豪雨となり、3時頃には20mmの猛烈な雨となったが、当日は町長や副町長が島外に出張していたこともあり、未明の避難勧告・指示の発令は2次災害を引き起こす可能性もあったことから、見送られた。

3時前後から元町の神達地区を中心に1338年の火山活動により生じた急傾斜のスコリア丘の堆積土壌が崩落して土石流が多発し、伊豆大島だけでも36人が死亡し、3人が行方不明となった。台風の進路予測はほぼ的中しており、気象庁からの事前の通報も行われていたことから、町役場での迅速な判断が実施されていたならば、被害を最小限に食い止められた可能性が示唆された³⁾。

2014（平成26）年8月20日未明、秋雨前線が広島市北部を通過し、1時30分から4時30分にかけての3時間に217.5mmの猛烈な短時間豪雨を観測した。これにより、安佐北区から安佐南区にかけて土石流が多発し、死者75名の甚大な人的被害となった。図4には、集中豪雨域のほぼ中央に位置する安佐北区の三

入の地域気象観測所（気象庁アメダス）について、降り始めの8月19日18時から豪雨が終息した翌20日の6時までの10分間降水量とその積算値、気象庁の広島地方気象台が発表した大雨洪水警戒報、広島市の災害警戒本部・対策本部の設置、被害の通報等を時系列的に示した。

19日の19時前の雨が降り始め、20時頃から23時過ぎ頃までに最大5.5mm/10分間、平均で2mm/10分間程度のやや強い雨を観測し、広島地方気象台では21時36分に大雨洪水警戒報を発令し、広島市ではその直後の21時50分に防災情報メールを送信し、22時には防災行政無線で住民に注意喚起をしている。

23時を過ぎると雨脚は弱まったことから33分に洪水警戒報が解除され、翌20日1時までは最少0.5mm/10分間しか観測されていない。しかし、広島地方気象台では豪雨が予想されたことから1時15分に土砂災害警戒情報を発令し、1時21分には前日の23時33分に解除していた洪水警戒報を再度発令している。広島市では1時32分には防災情報メールで土砂災害への注意喚起を行い、35分には災害警戒本部を設置している。この直後から雨脚は急激に高まり、1時50分には14.5mm/10分間の猛烈な雨を観測し、4時までの約2時間にわたり平均15mm/10分間の豪雨が継続した。この間、最大1時間降水量は3～4時で101.0mm、最大3時間降水量は1時30分～4時30

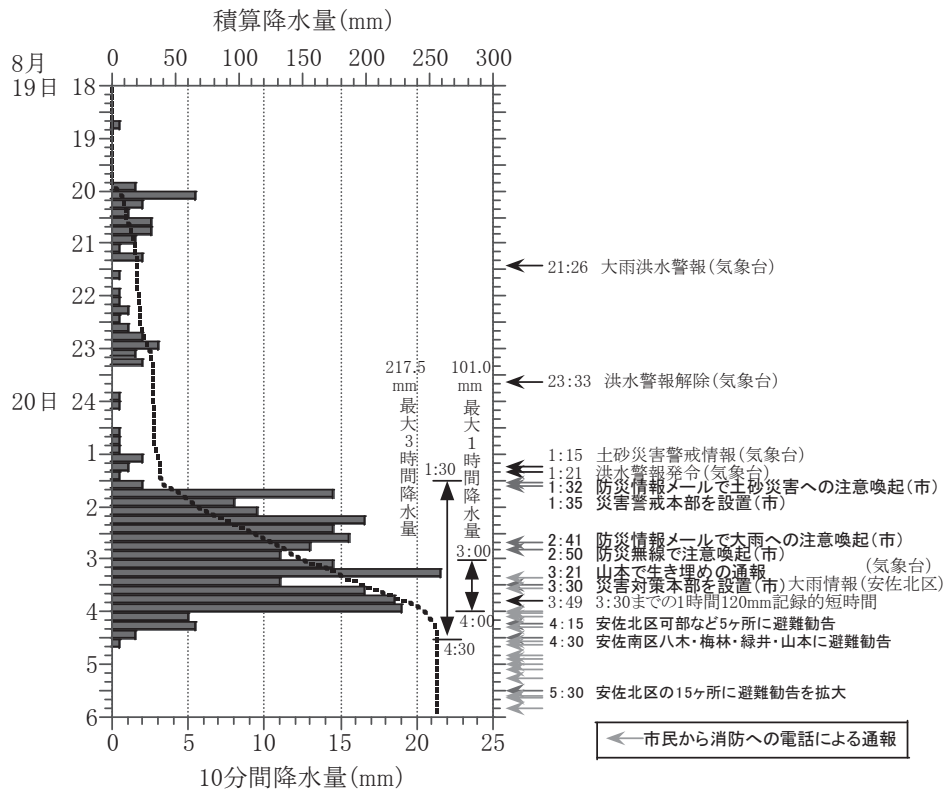


図4 2014年8月の秋雨前線豪雨による三入アメダスの10分間降水量と積算値、防災情報の推移⁴⁾

分で217.5 mmを観測する猛烈な集中豪雨となった。市が防災情報メールと防災行政無線で大雨の注意喚起したのは2時41分と50分で、大雨が降り始めてからすでに1時間が経過していた。

3時には累積雨量が150 mmとなり、避難勧告の基準となる「避難基準雨量」を越え、3時21分に安佐南区山本で住宅の裏山が崩れて2名の子供が生き埋めになったとの119番通報があり、30分には安佐南区緑井で女性が土石流に流されて行方不明との119番通報が消防署に寄せられている。市役所が災害警戒本部を災害対策本部に格上げしたのが3時30分であり、49分には気象台から安佐北区で3時30分までの1時間雨量が約120 mmに達したとして、記録的短時間大雨情報が発令されている。

4時に入り、1分には安佐南区八木で民家が倒壊して女性が生き埋め、同7分には同地区で3人が生き埋め、16分には安佐北区可部東でも4人が生き埋めと、土石流災害が発生して住宅を直撃する被害が発生し始めている。広島市における避難勧告に発令は、安佐北区可部などの5地区が15分、安佐南区の八木・緑井・梅林・山本地区には30分であり、雨量強度も5 mm/10分間と弱まってからの発令であった。

以上のように、時系列的に降水量と大雨洪水警報、広島市の災害警戒本部・対策本部の設置、被害の通報等の状況を見ると、短時間豪雨の予測精度が十分では

なかったため、避難勧告の発令が遅れたものと考えられる。最初の発令の4時15分には、すでに10分間雨量も5 mm程度までに収まりはじめ、豪雨域が北東方向に移動している時間帯であった⁴⁾。

3. 2012年熊本県白川水害

ここでは、「平成24年九州北部豪雨」において、甚大な水害が発生した熊本市の白川流域を対象に、被害の状況と土地利用の変遷による災害リスクの評価について紹介する⁵⁾。

3.1 豪雨の特徴

2012年7月11日から12日にかけて、本州付近に停滞した梅雨前線に向かって南から非常に湿った空気が流れ込み、九州地方を中心に西日本から東日本にかけての広い範囲で大雨となった。本豪雨により、土石流や河川の氾濫が発生し、熊本県(23名)・福岡県(4名)・大分県(3名)で計30名の死者、行方不明2名の人的被害、住家の全半壊(1860棟)、浸水被害(12600棟)が相次いだ。気象庁では、九州北部を中心として各地で甚大な被害が発生した7月11日～14日の豪雨を「平成24年7月九州北部豪雨」と命名し、7月31日には内閣府により6月8日から7月23日の間の豪雨で発生した被害を激甚災害に指定した。

一級河川の白川水系の黒川流域に位置する阿蘇乙姫(アメダス)、同地区に位置する黒川水位局、本流の白

川下流に位置する熊本（地方気象台）、白川子飼橋における 10 分降水量と河川水位の推移および位置関係を図 5 に示した。本豪雨は、1953 年 6 月 26 日（6.26 水害）の白川大水害の際の降水イベントとは大きく異なり、阿蘇地方（阿蘇乙姫）と熊本（熊本地方気象

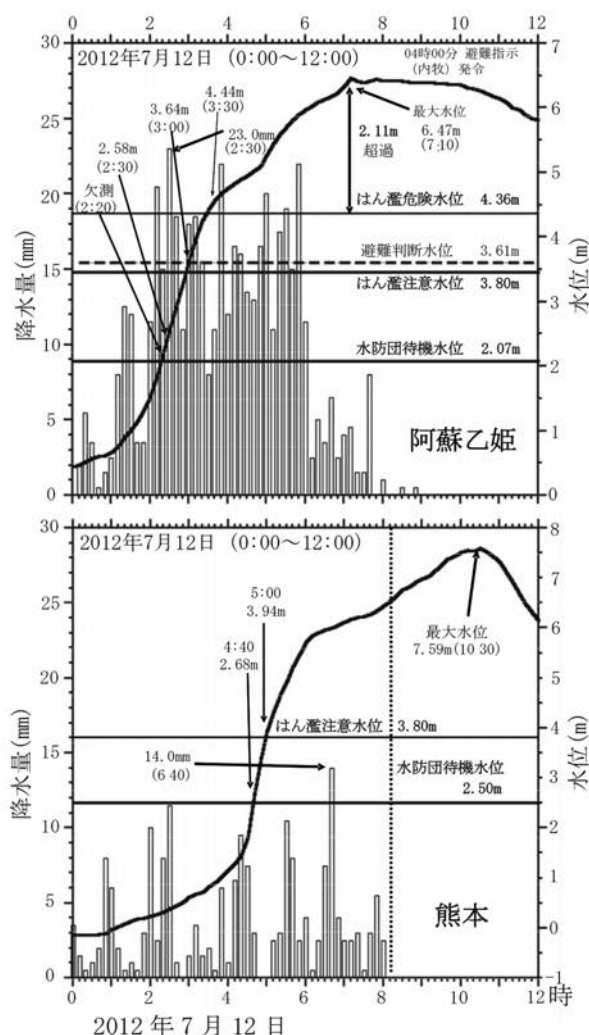
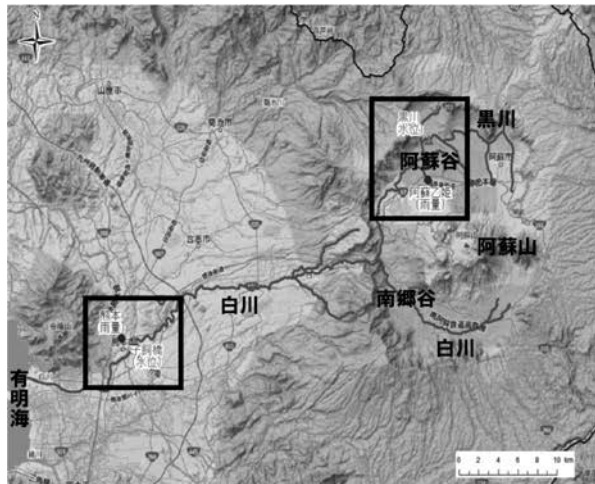


図 5 阿蘇乙姫（アメダス）と熊本（地方気象台）における 10 分間降水量、黒川（阿蘇市内牧）と白川子飼橋（熊本市）における水位の推移

台）での雨の降り方が全く異なる点に特徴がある。上流の阿蘇乙姫の降水は 6 時間の短時間集中豪雨で、雨量強度は 20 mm/10 分間を超え、最大 1 時間雨量 106 mm、積算降水量 500.0 mm であるのに対して、下流の熊本では雨量強度のピークは大きく変わらないものの、最大でも 12 mm/10 分間で、最大 1 時間雨量も 31 mm に止まっており、積算降水量も 189.5 mm と阿蘇乙姫の 40 % 弱であった。このように、白川上流の黒川流域（阿蘇谷）で 6 時間降水量 459.5 mm（リターンピリオド：284.0 年）ときわめて稀な降水イベントとなっている反面、熊本では洪水を引き起こすほどの降水に見舞われていなかったことがわかる。熊本市内の白川子飼橋に隣接する龍田陳内地区では、後述する大規模かつ甚大な洪水災害に見舞われており、2010 年の山口県山陽小野田市の厚狭地区で発生した洪水災害⁶⁾に見られたいわゆる「もらい洪水」と同様な状況であった。次項では熊本市龍田陳内四丁目における洪水被害の状況について紹介する。

3.2 龍田陳内地区の地形的特徴

阿蘇谷で降った記録的な短時間豪雨により、黒川から本流の白川に流入した河川水は、本流を流下して水位が急激に高まり、屈曲部の熊本市龍田陳内地区では外水氾濫により大規模な洪水災害が発生した。本地区を含む白川の両岸は、図 6 に示した治水地形分類図（国土地理院、NI-52-11-4-3（熊本 4 号 -3））からも明らかなように「氾濫平野」に位置し、幾度となく白川の洪水により外水氾濫を繰り返してきた地区である。このため、熊本市では図 7 に示した白川洪水避難地図（洪水ハザードマップ）を作成し、被害が甚大であった龍田陳内四丁目では 2 ～ 5 m の浸水想定を行っていた。

図 5 に示した子飼橋（龍田陳内地区から約 2 km 下流）での水位観測のように、夜中の 1 時の時点でわずか 0.5 m ほどの水位であったものが 2 時には水防団待機水位の 2.07 m、3 時半には氾濫危険水位 4.36 m を超え、短時間で水位が急上昇し、9 時頃に 6.5 m と深夜から早朝にかけての僅か 8 時間強で 5 m も上昇していることがわかる。龍田陳内四丁目での現地調査によれば、「8 時前には浸水していなかったが、テレビを見終えて外に出た 8 時 15 分過ぎには浸水が始まっており、車を高台に移動して戻る頃には自宅に近づけないまでに水位が上昇していた」と述べている。このように、住宅地内に白川の氾濫水が急激に流入した結果、自主避難が出来ずに取り残された住民は自衛隊がヘリコプターにより救助されることとなった。

図 8 には DEM（Digital Elevation Model）データを用いて作成したデジタル標高地図、右上の拡大図には



図6 治水地形分類図 (NI-52-11-4-3 (熊本4号-3))

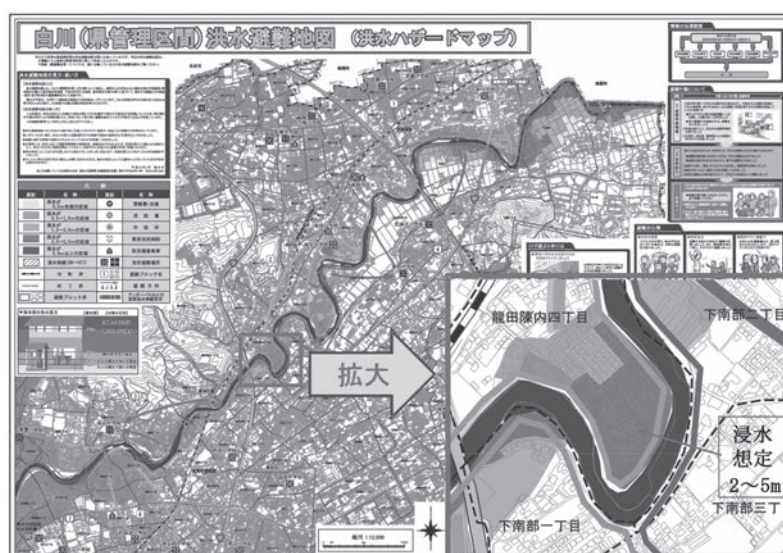


図7 白川洪水避難地図（洪水ハザードマップ）と拡大した龍田陳内四丁目の地図

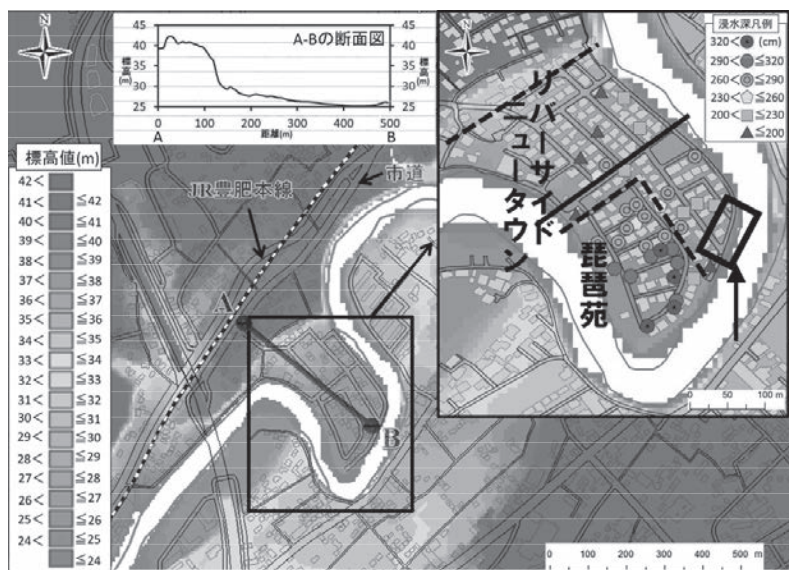


図8 DEMデータを用いて作成したデジタル標高地図，龍田陳内四丁目において現地調査により得られた浸水深（cm），写真9の位置（□）

龍田陳内四丁目において筆者の現地調査（調査日：2012年7月16日）により得られた浸水深（地盤高：cm）、写真9の位置（矢印は撮影方向）を示した。龍田陳内四丁目は、白川河道の屈曲部に位置し、白川に突き出て南向きに傾斜した地形で、豊肥本線沿いの市道（標高約40m）から龍田陳内四丁目の通称「枇杷の首」と呼ばれる「琵琶苑・リバーサイドニュータウン」の団地に入ると、団地内の先端部（標高約25m）まで徐々に標高が低くなっており、約500mの距離で15mもの高低差が存在している。

3.3 現地写真と空中写真から見た被災地の土地利用変遷

図9は、白川左岸から対岸の屈曲部「枇杷の首（琵琶苑・リバーサイドニュータウン）」の状況を写したものである。白川の河道の屈曲部に沿って、外水氾濫により河川水が家屋の1階部分を直撃し、水圧により家屋が破壊される被害が見て取れる。堤防に隣接するアパートでは、浸水深は軒下の約200cm、道路面からは465cmの高さにまで水位が達している。龍田陳内四丁目は、図8のデジタル標高地図を見ても緑色の部分で標高が低く、しかも白川の屈曲部に位置し、河川の流量が急激に増加すれば、河道断面が狭いために河川水が河道内に流下し切れず、標高が低い左岸の堤防を越えて外水氾濫が発生する被害が予想され、近年では1990（平成2）年7月の豪雨時にも発生している。

ヒアリング調査では、1990年水害時には団地内の中心に位置する北東―南西に横切る道路まで外水が流入したが、本水害ではそれを上回る外水が流入し、図8に示したように、団地の北部では浸水深が地盤から200cm以下（▲）であるが、南に下るにつれて浸水深は高くなり、白川の堤防に面した町内の南端部では400cmを超える深さまで浸水し、外水の流水圧によ



図9 洪水による水圧により1階部分が損壊した住宅（2012年7月15日撮影）

る家屋の倒壊も生じる被害となった。熊本市が作成した洪水ハザードマップでも、龍田陳内四丁目は2～5mの浸水想定となっているが、今回の豪雨は上流の阿蘇地方で降った集中豪雨が支流の黒川から本流の白川に流れ込み、水位を急速に上昇させて外水氾濫を引き起こしたいわゆる「もらい水害」の典型的な事例であった。それに加え、地域住民はもとより、白川を管理する行政機関も洪水予報や伝達に対する十分な対応が取れなかったことが被害を拡大した要因と考えられる。

甚大な浸水被害に見舞われた龍田陳内四丁目を対象に、国土変遷アーカイブ空中写真閲覧システム（国土交通省 国土地理院）を用いて、土地利用の変遷を図10に示した。1947（昭和22）年の空中写真では屈曲部の一部に樹林地が形成されており、過去に発生した白川の洪水により形成されたものと推察される。1956（昭和31）年の写真には、撮影年の3年前の1953（昭和28）年6月26日（6.26水害）の白川大水害時において、屈曲部に土砂が堆積し、新たに形成された河道の痕跡（白い部分）も認められる。その14年後の1967（昭和42）年には土砂が堆積していた箇

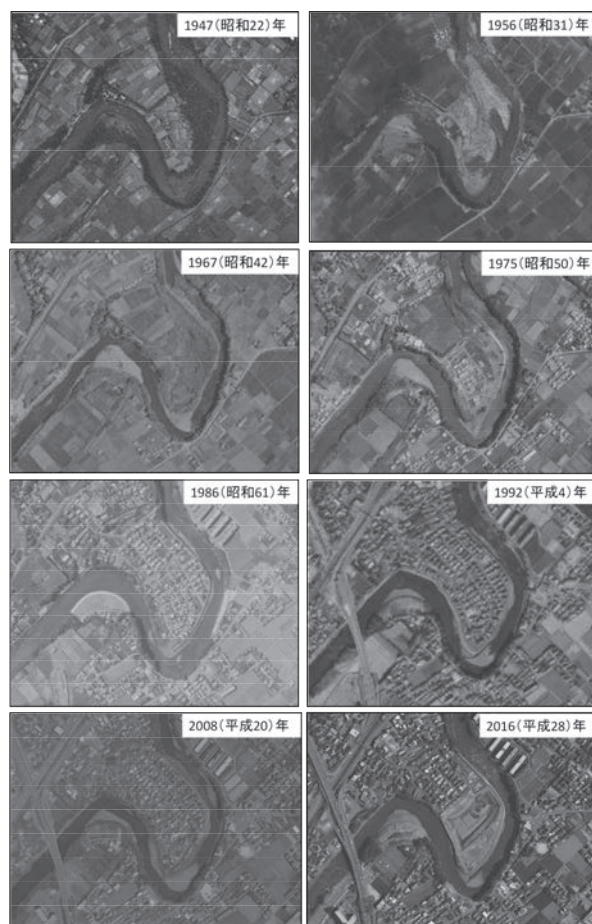


図10 龍田陳内四丁目における空中写真による土地利用の変遷（国土交通省 国土地理院 国土変遷アーカイブ空中写真閲覧システム）

所には樹林地が再生されており、昭和22年の写真とほぼ同様な状態に戻っている。しかし、わが国における高度経済成長期に相当する1975（昭和50）年には、「枇杷の首」の西側で宅地開発（琵琶苑）がすでに開始されており、住宅が建ち始めていることがわかる。さらに、1986（昭和61）年には宅地開発（リバーサイドニュータウン）がほぼ完了し、1992（平成4）年には現在の状況となっている。

このように、図9の終戦直後や白川大水害後の空中写真を見ても洪水の痕跡が確認でき、図6の治水地形分類図でも洪水平野に位置付けられている地区に、高度経済成長期の一戸建て住宅の開発ブームの際に「琵琶苑・リバーサイドニュータウン」として宅地開発が進んでいったことが伺える。結果的には、標高が低く白川の屈曲部に位置する洪水リスクがきわめて高い「水害常襲地」に、農地を住宅地に転用（農転）して宅地開発が進められた。

本洪水災害で甚大な被害を受けた「琵琶苑・リバーサイドニュータウン」において、浸水深が約200 cm以上であった図8の実線（北東―南西）で区切られた地区の住宅を対象に熊本県が買収し、白川の掘削、築堤等の河川改修を行う事業が開始され、災害発生から5年後の2017年7月に完了した。図10（右下）は完成1年前の2016年の空中写真を示しており、大規模な住宅の立ち退き事業と河川改修が行われたことがわかる。

現在、著者らにおいて、立ち退きによる移転者、リバーサイドニュータウンでの残存者に対してアンケート調査を予定しており、立ち退きの有無等による住民の意識が明らかになるものと期待されている。

4. お わ り に

本稿では、2011年以降にわが国で発生した大規模な豪雨災害の概要を紹介し、特に「平成24年九州北

部豪雨」で被災した住宅地を対象に、地形的特徴と宅地開発の変遷から、「水害常襲地」における宅地開発の状況を取り上げた。本年の2017年も7月5日に福岡県の朝倉市から大分県日田市にかけての筑後川中流部で集中豪雨（朝倉アメダスでリターンンビリオドが8400年）が発生し、大規模な森林崩壊が多発して流木が河川に流下して、建造物や農地に押し寄せて甚大な被害が発生した。ここでも、洪水ハザードマップ等で危険とされる河川兩岸の洪水平野に新たに住宅が建設され、人的被害や住家被害が確認されている。今後はさらに極端気象により集中豪雨の発生頻度が高まることが予想されており、洪水災害のリスクを考慮した住宅地の開発、さらには移転等の対策も考慮する必要が迫られている。

参 考 文 献

- 1) 山本晴彦編著：風水害と観光客の増大による世界遺産の劣化と保全―紀伊山地の霊場と参詣道を事例として、農林統計出版（東京）、p.252（2014）
- 2) 山本晴彦・山崎俊成・山本実則・小林北斗：2012年7月12日に熊本県で発生した豪雨と洪水災害の特徴，自然災害科学，33（2），pp.83-100（2014a）
- 3) 山本晴彦・小林北斗・山本実則：2013年台風26号により伊豆大島で発生した豪雨と土砂災害の特徴，自然災害科学，32（4），pp.337-351（2014c）
- 4) 山本晴彦・小林北斗：2014年8月20日に広島市で発生した豪雨と土石流災害の特徴，自然災害科学，33（3），pp.293-312（2014b）
- 5) 山本晴彦：時間を超えて災害を後世に伝える，防災と時間（時間学の構築Ⅰ），恒星社厚生閣（東京），pp.125-150（2015）
- 6) 山崎俊成・山本晴彦・立石欣也・原田陽子・高山 成・吉越 恆・岩谷 潔：2010年7月15日に山口県において発生した豪雨の特徴と水災害の概要，自然災害科学，29（3），pp.413-425（2010）
- 7) 山本晴彦・山崎俊成・坂本京子・山下奈央：2017年7月5日に発生した九州北部豪雨と災害の特徴，自然災害科学（印刷中）