

第3章 白川水系の豪雨災害

3.1 はじめに

気象庁が平成24年7月12日6時41分に熊本県と大分県を中心に「これまでに経験したことのないような大雨. この地域の方は嚴重に警戒を」と発表した梅雨末期に見られる典型的豪雨は、未曾有の被害をもたらした。

白川水系の降雨量は、阿蘇地域の北側に当たる阿蘇谷の観測地点の坊中で12日午前6時に最大降雨強度124mm/hr, 午前3時~6時までの3時間雨量315mm, 累加雨量517mmを示した。阿蘇地域の南側に当たる南郷谷の観測地点の新町では、午前4時および午前7時に最大降雨強度60mm/hr, 累加雨量253mmであった。本豪雨は既往の白川水害に較べて短期集中型の降雨であることに特色がある。

国土交通省九州地方整備局によれば坊中および平真城における1時間雨量および3時間雨量は観測史上第一位であった。このため、白川水系では各地で越流氾濫が生起すると共に、阿蘇地域の山間部では土砂崩れや土石流が発生し、熊本県に未曾有の被害をもたらした。熊本県危機管理防災課のまとめ(8月15日付61報)によれば人的被害は、阿蘇地域において死者23人,行方不明者2人であり、住家被害は全壊209棟(阿蘇市(103棟),南阿蘇村(9棟),熊本市(85棟)),半壊1262棟(阿蘇市(1120棟),熊本市(135棟)),床上浸水523棟,床下浸水1579棟であった。また、熊本県の被害総額は8月14日付けで621億円,そのうち農林水産業関係374億円,公共土木施設175億円,商工観光施設等48億円に達した。

白川は熊本県の中央部に位置し、図-3.1に示す様にその源を熊本県阿蘇郡高森町の根子岳(標高1,433m)に発し、阿蘇カルデラの南側の南郷谷を流下し、同じく阿蘇カルデラの北側の阿蘇谷を流れる黒川と立野において合流した後、熊本平野を貫流して有明海に注ぐ、幹川流路延長74km,流域面積480km²の一級河川である。その流域は、熊本市,阿蘇市をはじめとする2市3町2村からなり、流域の土地利用は、山地等が64.5%,水田や畑地等の農地が28.0%,宅地等の市街地が7.5%となっている。白川の流域内人口は約13.4万人であり、下流の氾濫域には九州第3の都市であり平成24年4月に政令指定都市となった熊本市が存在する。本研究では白川水系における流量ハイドログラフおよび阿蘇地域における降雨継続時間と水文統計量との関係について検討した。

流域地形は、北側に大観峰(標高936m),南側に高千穂野(標高1,101m)を主峰とする外輪山が分水嶺として阿蘇カルデラを囲い、中央火口丘には最高峰の高岳(1,592.3m)を始めとする中岳(1,506m),根子岳(1,408m),烏帽子岳(1,337m),杵島岳(1,270m)の阿蘇五岳そびえ立つという特徴を有している。

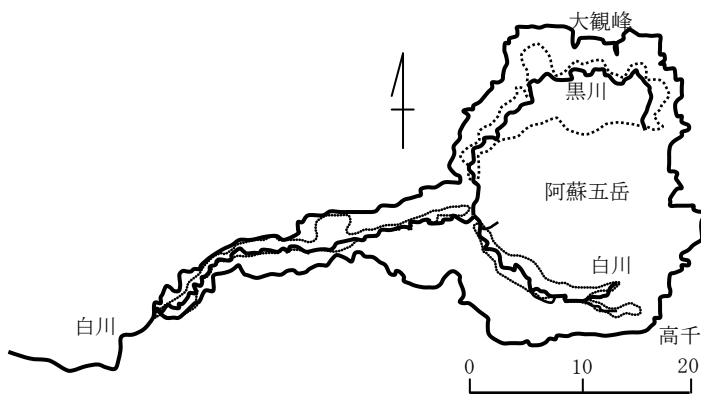


図-3.1 白川の流域地形

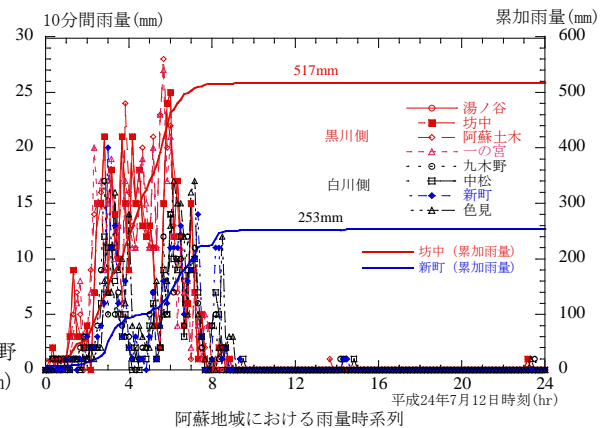


図-3.2 阿蘇地域の雨量ハイドログラフ

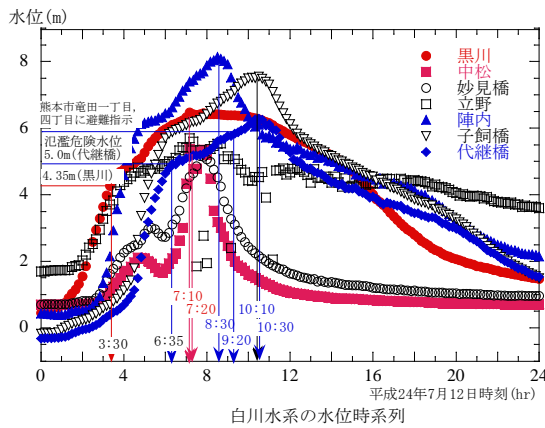


図-3.3 白川水系の水位ハイドログラフ

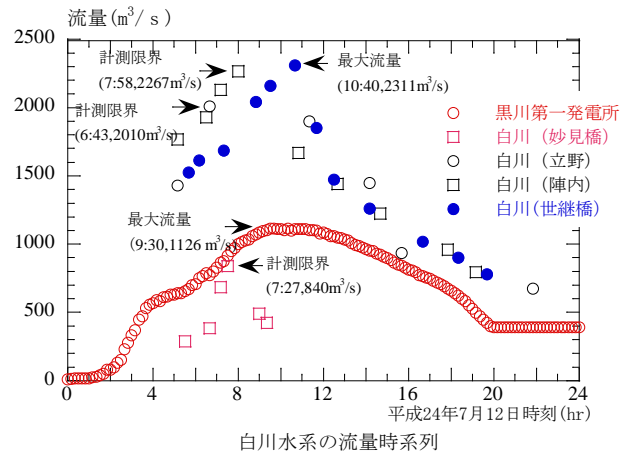


図-3.4 白川水系の流量ハイドログラフ

る。白川上流部及び支川黒川は、ともに火口丘を取り巻くように流れ、外輪山の唯一の切目である立野火口瀬において合流して西流する。白川中流部は、かつて形成した扇状地を段丘状の河谷となって蛇行しながら流下し、熊本市街地部を貫流する。白川下流部は、阿蘇火山噴出物の堆積により天井川の河道形態を取り、殆ど流域を持たない。

3.2 雨量および流量時系列

図-3.2 は、7月11日における阿蘇地域の10分間降水量および累積降水量の時系列を示す。阿蘇谷を流下する白川の支川である黒川側の降雨は、南郷谷の白川側に較べて累加雨量は約2倍の大きさであること、阿蘇谷では1時～8時の間で弱い2山に近い波形となっていること、一方の南郷谷では2時～9時の間で明瞭な2山の波形であること等が認められる。図-3.3 は、白川水系の水位時系列を示す。黒川のピーク水位は、7時10分であるのに対して白川側の中松では7時20分であり、水位に関してはピーク水位の発生時刻が近いことが分かる。白川の基準点である代継橋におけるピーク水位の発生時刻は10時30分であることから、黒川から約3時間20分の遅れであり、既往の遅れ時間に近いことが認められた。なお、大きな被害が発生した熊本市北区龍田1丁目および4丁目に対する避難指示が発令された時刻は9時20分であるのに対して、代継橋における氾濫危険水位を超えたのは6時35分であることから避難指示は大幅に遅れた。

さらに、黒川の水位は危険水位4.35mを3時30分～16時の間で超えており、極めて長時間に亘って浸水していることが分かる。浸水面積および浸水量については平成2年の浸水と同程度である。

一方、南郷谷を流下する白川の中松では、水位については1山に近い波形で、黒川に較べてシャープな形状であり、比較的短時間の浸水であった。図-3.4 は、阿蘇地域における黒川末端の黒川第一発電所、白川末端に近い妙見橋および白川と黒川の合流点下流の立野、陣内および基準点である代継橋において得られた流量時系列である。阿蘇地域においては黒川での最大流量が1,126m³/s、白川の妙見橋地点で840m³/s、代継橋地点で2,311m³/sであり河道の疎通能を大幅に超えた。

3.3 雨量の統計特性

図-3.5 は、阿蘇地域の AMeDAS 地点である阿蘇乙姫における年最大日雨量、年最大1時間雨量および年最大6時間雨量の再現期間を示す。統計解析では、財団法人国土技術研究センターで公開されている水文統計ユーティリティを用いた。統計に用いたデータは、気象庁ホームページで公開された1978年～2011年の毎正時の時間雨量である。比較的適合度の高い指数分布(Exp)、ガンベル分布(Gumbel)、平方根指数型最大値分布(SqrEt)、一般化極値分布(Eev)、対数ピアソンIII型分布(LogP3)、3母数対数正規

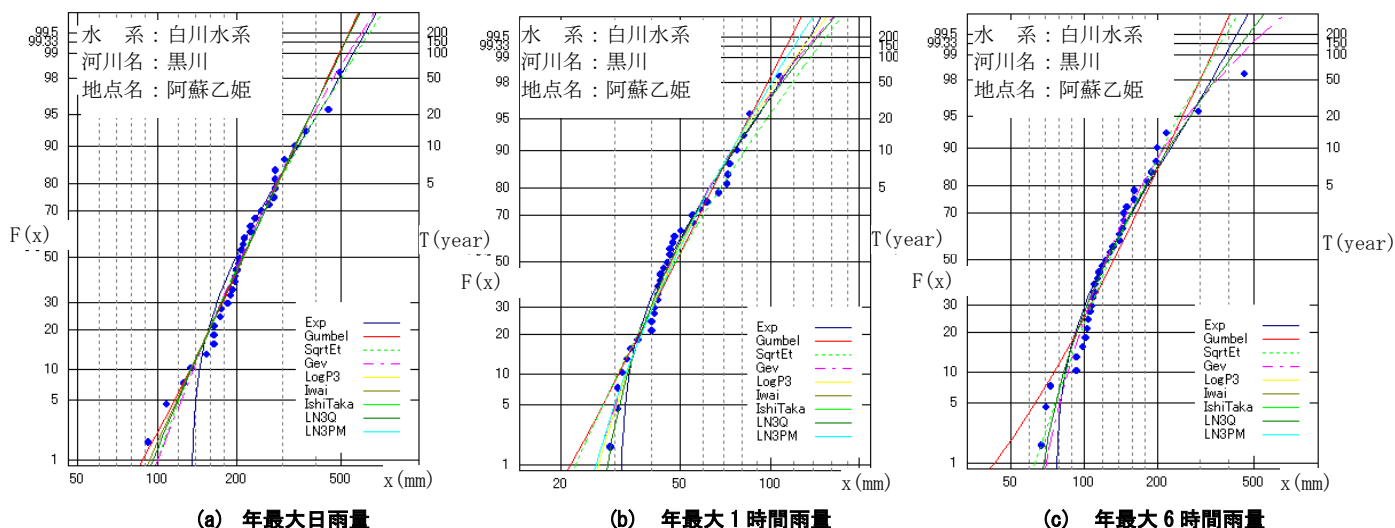


図-3.5 黒川（阿蘇乙姫）における雨量確率年

正規分布（岩井法：Iwai），3母数対数正規分布（石原・高瀬法：IshiTaka），3母数対数正規分布クォンタイル法（Ln3Q）および3母数対数正規分布スレイドII法（Ln3PM）の9種類の確率分布および母数推定を行った。確率分布の適合度評価基準である標準最小二乗基準 SLSC（Standard Least-Square Criterion）によれば、 $SLSC < 0.04$ （相関係数 $COR > 0.98$ ）の条件を満足する各年最大時間雨量の確率分布は、一般極値分布であった。図-3.5から阿蘇乙姫における平成24年度7月12日の降雨の再現期間は、最大日雨量で70年、最大1時間雨量で70年、最大6時間雨量130年であることが分かる。

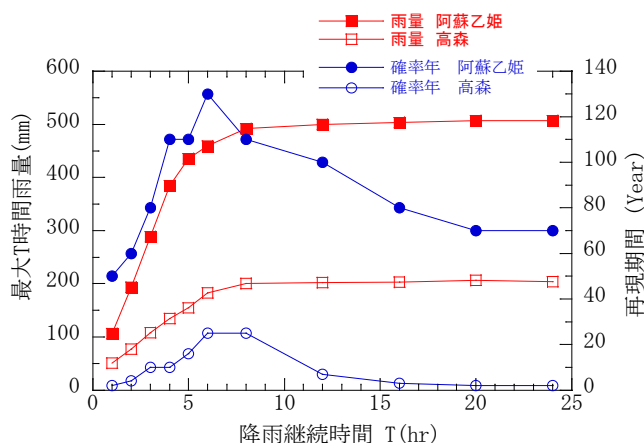


図-3.6 降雨継続時間における再現期間および最大雨量

図-3.6は、降雨継続時間と再現期間との関係を示す。再現期間は、一般極値分布を基に評価した。なお、図中には阿蘇谷（阿蘇乙姫）および南郷谷（高森）の累加雨量を示す。平成24年7月12日の降水量は阿蘇乙姫で降雨継続時間が約6時間、高森では6～8時間において再現期間がピークを示すことが分かる。また、黒川側の阿蘇谷に降雨が集中し、南郷谷の白川側では再現期間が最大で25年である。

3.4 白川水系の河川災害

白川水系におけるこれまでの主要な豪雨災害を表-3.1に示す。白川水系の基準点である代継橋における流域平均雨量は、昭和28年(1958年)6月26日水害が最大値を示し、平成24年(2012年)7月12日水害は3番目である。また、黒川末端に位置する九州電力黒川第一発電所における流域平均6時間雨量は433.2mmを示し、流域面積188.6km²に対して平均降雨強度72.2mm/hrであった。

図-3.7は、黒川における浸水範囲を示す。黒川の堤防決壊は黒川下流端より15.8kmおよび20.6km上流位置の左岸側2地点で発生し、その堤防決壊延長はそれぞれ30mおよび40mであり、川幅は約40m程度であった。また、洪水痕跡から黒川の越流延長は、右岸でL=19.25km、左岸でL=15.7kmに達し、越流延長は両岸でL=34.5kmに達し、堤防長さ55.85kmの約62%から越流した。なお、洪水痕跡から特に大き

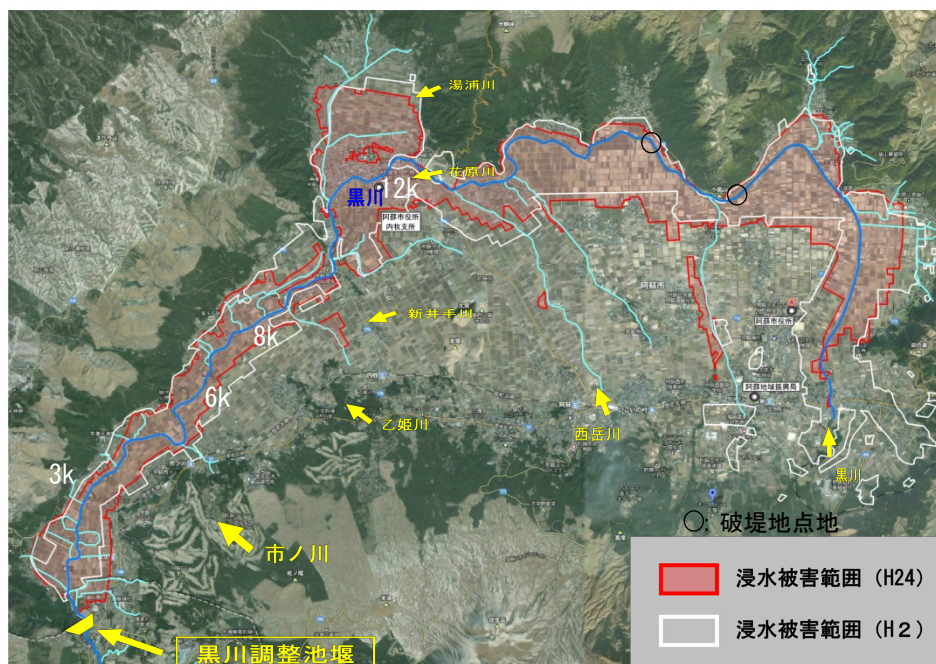


図-3.7 阿蘇・黒川の浸水被害

な越流深は、左岸側では下流端から 3.6-4.0km 地点で 1.4m、5.5-6.8km 地点で 1-1.2m であった。また、浸水面積は 2,059.8ha に及び平成 2 年 7 月 2 日水害の 2,226ha¹⁾と同レベルの大きさであった。黒川からの氾濫は阿蘇地域に対して甚大な被害をもたらしたが、一方で黒川の氾濫によって白川と黒川の合流点より下流ではピーク流量の低減、ピーク流量発生時刻の遅延により熊本市は大きな人的被害を免れた。図-3.8 は、熊本市で特に被害の大きい龍田 1 丁目および龍田陳内 4 丁目における水害時の状況を示す。この地点における河道の疎通能約 1500m³/s に対して、約 2300 m³/s の濁流が通過し、特に龍田陳内 4 丁目では逃げ遅れた住民は、県警、自衛隊、消防団によりヘリコプターで 32 名、ゴムボートにより 50 名が救出された。

表-3.1 白川水系の代表的河川災害

洪水発生年月日	流域平均 2 日間雨量 (代継橋上流) (mm)	死者・行方 不明者数 (人)	家屋(戸数)				浸水面積 (ha)	流域平均 6 時間雨量 (黒川第一発電所) (mm)
			全壊	半壊	床上	床下		
1953.6.25-28	552.9	422	2585	6517	11440	19705	4352	-
1957.7.25-26	257.3	83	348		8627	7308	-	-
1963.8.16-18	359.9	0			860	1837	-	-
1965.6.30-7.3	316.3	0	4		340	651	-	-
1980.8.29-31	416.4	1	18		3540	3245	125	-
1990.7.1-3	379.0	14(流木災害)	146		1614	2200	[2226]	261.9
1997.7.6-7	318.7	0	0	0	68	664		-
2012.7.12	393.6	25(土砂災害)	176		1726	627	2354.1	433.2
					[1197]	[283]	[2059.8]	

[] : 黒川の浸水被害

図-3.9 は、龍田陳内 4 丁目における浸水深を示す。この地域の土地利用は元々、水田や畑地であったが 1971 年 5 月に市街化調整区域から市街化区域への変更があり、1973 年以降にリバーサイド・ニュータウン計画が持ち上がり、急激な都市化が進められ現在に至っている。住居の大半は 0.5m-1.0m の範囲で盛土されたが、濁流は特殊堤 1.7m の高さを約 1.5m 乗り越え堤内は川の一部と化した。さらに、白川から運ばれた泥土が龍田陳内 4 丁目を埋め尽くすとともに、水衝部に位置する 2 戸の住居が流木によって大破した。

(大本照憲)



(a) 熊本市北区龍田陳内 4 丁目被災状況 (県管理区間)



(b) 熊本市北区龍田 1 丁目左岸からの被災状況 (県管理区間)

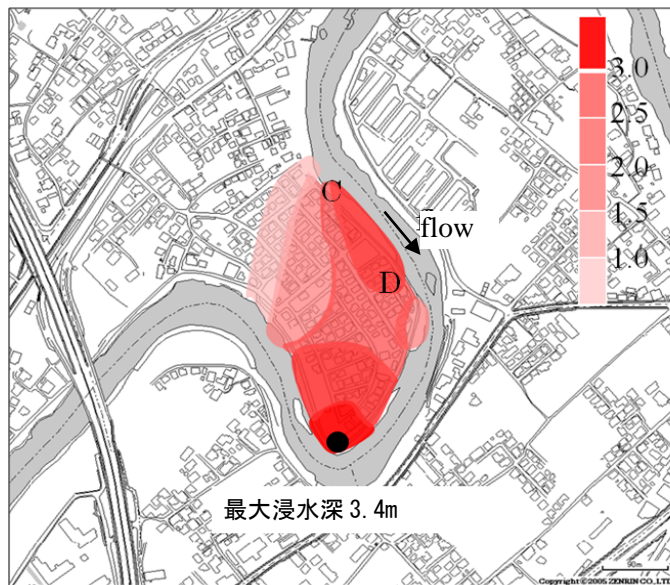


(c) 熊本市北区龍田陳内 4 丁目ヘリコプターによる救出



(d) 白川 16k900 地点 (小碓橋) 付近の被災状況 (国直轄管理区間)

図-3.8 7 月 12 日の白川氾濫状況 (国土交通省提供)



(a) 熊本市北区龍田陳内 4 丁目の浸水深コンター



(b) 水衝部近傍の特殊堤 (地点 C)



(c) 水衝部近傍の家屋被害 (地点 C)
盛土高: 1.0m,
浸水深: 1.8m
撮影: 2012.07.15

図-3.9 熊本市北区龍田陳内 4 丁目の浸水状況

参考文献:

- 1) 平野宗夫研究代表: 1990 年 7 月九州中北部豪雨による災害の調査研究, 文部省科学研究費突発災害調査研究成果, 1991.3,

3.5 土砂災害¹⁾

平成 24 年 7 月の九州北部豪雨災害の熊本県内における土砂災害は阿蘇地域の土砂災害で代表されるので、ここでは阿蘇地域の土砂災害について概要を示す。

阿蘇地域の主な土砂災害は阿蘇谷のカルデラ壁内側を中心に発生したが、中央火口丘北側の牧野地帯でも無数の表層崩壊が発生した。崩壊土砂は多量の雨水と混ざって土石流となって流下した。阿蘇谷では平成 2 年にも豪雨による斜面崩壊とその崩壊土砂を巻き込んだ土石流で被災している。わずかに約 20 年の間隔で同じような土砂災害が発生した。平成 2 年と平成 24 年の崩壊地を重ね合わせたものが図 3.10 である。図 3.10 には平成 2 年の土砂災害箇所を黒枠で、平成 24 年の土砂災害箇所を赤枠で示している。さらに、平成 2 年の災害後に設置された砂防堰堤や谷止工を加えて示している(但し、砂防堰堤は場所を示しているのみで大きさは実際と異なる。数については最下流部の堰堤のみを示している)。東手野地区(中園川、土井川付近)と三野地区(阿蘇品川 1、大門川、塩井川 2)とその南側の北坂梨地区は平成 2 年の土砂災害は少なく、今回の場合は拡大あるいは新規の箇所が多い。一方、坂梨地区(福岡、豆札川)～妻子ヶ鼻地区にかけては平成 2 年の土砂災害箇所が多いため、今回は新規の箇所は少なく、崩壊範囲の拡大した箇所が多くなっている。

防災対策(谷止工・砂防堰堤)は、豆札川や平保の木川等の坂梨地区については、十分に機能し下流側への流木や巨岩の流出は無かった。三野地区については塩井川 2 は崩壊土砂量が多かったため、谷止工や砂防堰堤でも大量に受け止めてはいるが、流木や巨岩が流出し、下流の家屋数軒に全壊の被害が発生した。大門川については流木や巨岩は止められたが、大量の流水については止められず、下流域の豚舎や田畑は水を被った。阿蘇品川 1 は下流域への流木や巨岩の流出は少なかった。ただし、すぐ隣の斜面の崩壊により、家屋が被災している。

東手野地区の土井川では、砂防堰堤のあ

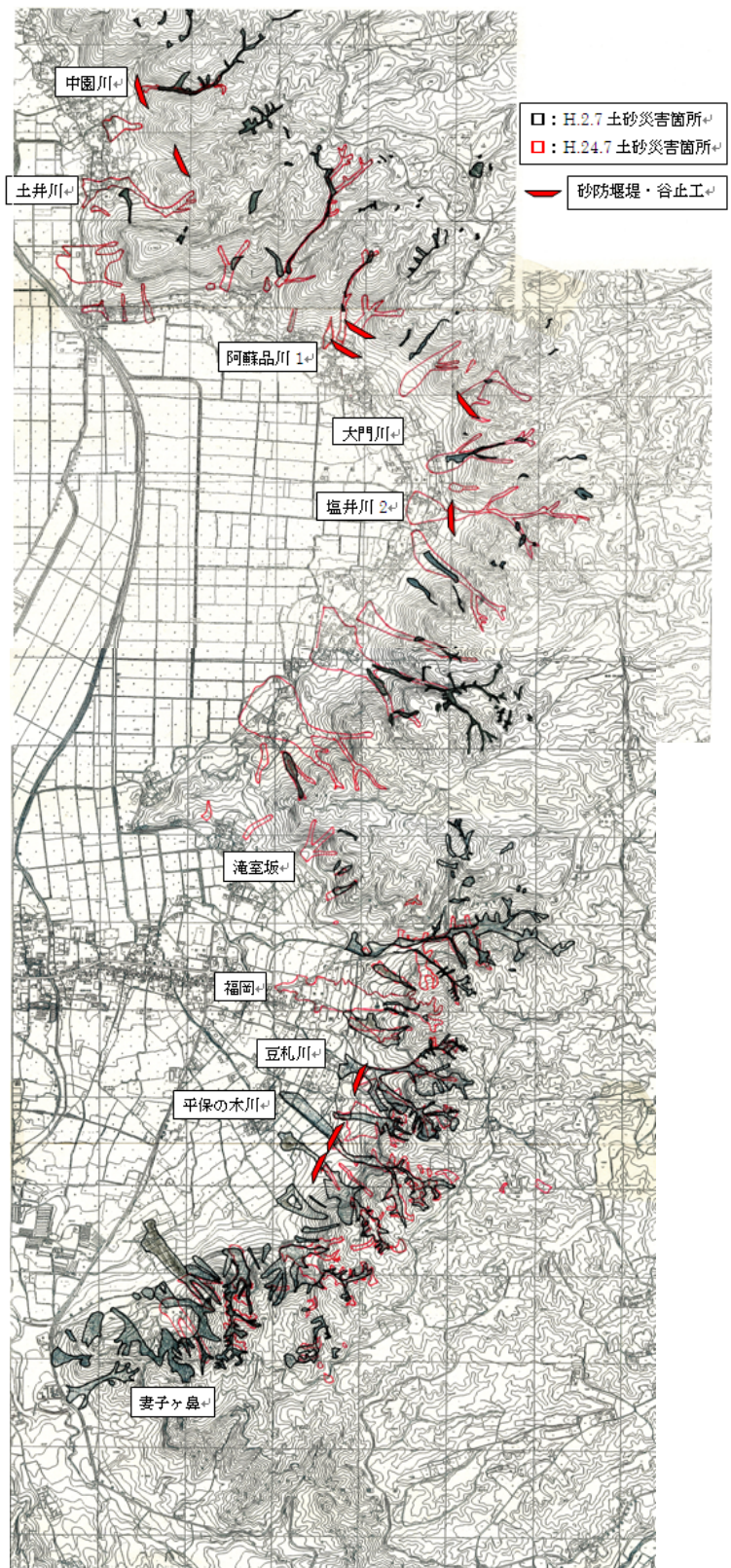


図 3.10 平成 2 年と平成 24 年の土砂災害箇所図

る溪流では大きな土砂流出がなく、隣の溪流からは複数の斜面崩壊による大規模な土石流が発生し想像を超えるような巨岩が集落付近まで流出した。中園川では崩壊による流木や巨岩が流出したが、複数の谷止工と砂防堰堤で受け止められていた。

平成 24 年の豪雨災害の最大の特徴は圧倒的な降雨量が短時間に集中した(6 時間雨量 479mm(坊中))ため、崩壊土砂が土石流化したことである。今回の阿蘇地域の豪雨災害では、それこそ至る所で、まるで爪痕のように表層崩壊が発生している。表層崩壊は草地(草本のみで被覆された阿蘇特有の斜面)のみならず、大規模土石流の源頭部、土石流発生溪流流域の側面斜面でも数多く発生している。

現地調査の結果、ある一つの共通点を見いだすことが出来た。それは、地形的に崩壊の源頭部が遷急線に沿っていることである。更に、集水地形をなしている場合が多いようである。これらは微地形観察によって判別できる。

地質の上では、表土は概ね黒ぼくでその下に赤ぼくや火砕流堆積物の風化層が分布し、透水性とせん断強度に大きな差がある。そして、滑落崖の上部斜面を詳細に観察すると、次のような特徴的な 2 つのタイプの痕跡が見られた。

タイプ 1：表面水が集まり、浅い表面浸食→浅いガリー浸食→遷急線で流速を増し深く下刻し崩壊に至っているものである。この場合、滑落崖上部緩斜面の微地形が集水域であることを示すエリアに、浅い流水痕が認められ、流水痕は、斜面勾配が変化しなければ、斜面下方に向かってその深さが微増する。そして、僅かな斜面勾配の変化地点(遷急線)で流水痕がガリーに変化する。流量の増加と流速の増加によりガリーは深く下刻され、崩壊地に連なる。

タイプ 2：遷急線で潜在的に黒ぼく層に引っ張り亀裂が生じていたところに、上流の集水地形の緩斜面からの表面水が浸透し、下位の不透水層との境界で滑り落ちたものである。この場合、滑落崖の背面斜面には微細な集水地形が認められる。また人工林の根曲りに統一性がなく、顕著な根曲り木の傍には数～数十 cm の段差とクラックが認められ、表面水が浸透したような痕跡が認められる。滑落崖は不規則な平面形状を示し、残存部の立木の根曲りは小さく、山側に深く滑落した箇所では顕著な根曲りをしている。

何れの場合も、滑落崖背面の集水面積は大きなものでは無い。通常の降雨では大事に至らなかったものの、浸食や変形が降雨の度に進行蓄積されていたところに、今回の先行降雨(6 月から 7 月初旬に掛けて降雨量が 1000mm を超えている)+記録的短時間豪雨が引き金となって大規模な崩壊に至ったものと考ええる。

また、表層崩壊と多量の雨水によって土石流化し急崖を滑落するときに巨岩を巻き込み、更に崖下の崖錐堆積物を浸食し、大規模な土石流となり集落まで達する土砂災害となった。

わずかほぼ 20 年の間隔で繰返した梅雨末期の集中豪雨による阿蘇地域の土砂災害だったが、斜面崩壊の形態は平成 2 年と今回では大きな違いは見られなかった。それならば、平成 2 年の時の経験は活かされていなかったのか。いや活かされていたと考える。平成 2 年の災害後に整備された谷止工や砂防堰堤は完璧とは言えないが、ほぼ流木や巨岩を捕捉し、被害の拡大を防いだ。そのため、平成 2 年時の被災箇所での人的被害は無かった。しかしながら、土砂災害の発生箇所は、降雨時間帯が集中し、しかも降雨量も多かったため、平成 2 年時は崩壊しなかった斜面の崩壊とそれが土石流化した溪流が増えたため、被災箇所が増加し、それらの箇所で多数の犠牲者が出た。

(北園芳人)

参考文献：

1)北園芳人：平成 24 年 7 月の豪雨災害の土砂災害における特徴，特定非営利活動法人熊本自然災害研究会第 21 回研究発表会要旨集，pp.97-102，2012。

3.6 土木構造物被害

九州北部豪雨による災害が発生した直後の7月15日、16日に、白川水系に架かる被災橋梁について、現地調査を行った。調査を行った中で被害が大きかった橋梁は、阿蘇市における「鷲の石橋、山田橋、黒流橋、西浜橋」、南阿蘇村における「岸野下橋、金間橋、黒川橋、川端橋、入佐橋、戸下橋」、大津町における「日暮橋、代官橋」の12橋であった。中でも阿蘇市にある「鷲の石橋」が特徴的な被害を受けたので、その被害状況を報告する。

阿蘇市山田・中通～鷲の石線に所在する鷲の石橋は、1959年に架設された3径間のPC橋で、橋長38.4m、有効幅員3.1m、最大支間長12.80mの道路橋である。図3.11は当該橋梁の一般図を示したものである。

鷲の石橋周辺の地質は、主に阿蘇山の噴火によってもたらされたカルデラ埋積層で形成されており、土質区分は砂質シルトに分類される。

写真3.1は阿蘇市から提供していただいた同橋梁の豪雨時の写真である。河川は水が黒く濁り、流木やごみが多く流されている。普段、鷲の石橋付近では河床から1mほどの水位であるが、豪雨時は5mある橋脚が浸かり、桁下まで増水している。この時点で左岸側の橋脚付近で桁が折れているように見受けられ、右岸側の橋脚が沈下しかけている可能性がうかがえる。

豪雨の落ち着いた7月15日に同橋梁を調査したところ、写真3.2に見られるように、最も特徴的な被害は右岸側の橋脚・橋台が沈下していることであった。高さ5mの橋脚は半分ほどの高さまで沈下し、橋台は所在不明となっており、完全に沈下してしまったと考えられる。この橋脚と橋台の沈下に伴い、右岸側の2径間が落橋し、また橋軸周りのねじれも若干生じていた。

被害の大きな要因は、洗掘によるものと推察される。しかし、これまでの他の豪雨災害に見られるような橋脚と橋台の沈下は、数cmにとどまる

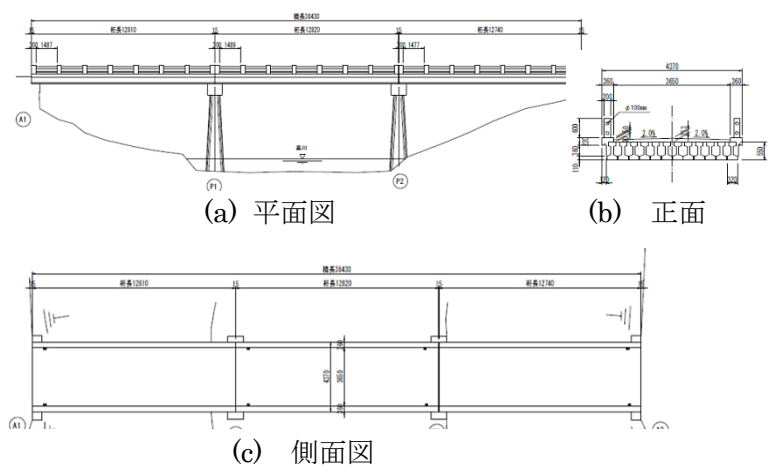


図 3.11 鷲の石橋の橋梁一般図



写真 3.1 7月12日における鷲の石橋の状況 (提供：阿蘇市)



(a) 上流側からの様子



(b) 橋脚と橋台の沈下の様子

写真 3.2 鷲の石橋の被災状況(7月15日撮影)

ものであった¹⁾。今回の事例では、橋脚が数 m に及ぶ沈下を起こし、橋台に至っては、ある程度の深さまで掘削した 11 月現在でも、その形跡が見当たらない状況である。従って、洗掘が主要因であることは否めないが、それ以外にも要因が考えられる。

現在、この原因究明を行っているところであるが、洗掘と同時に浮力に起因する土質メカニズムが関連するのではないかと仮説を立て、解明中である。今回のような橋脚や橋台の沈下現象では、豪雨による地下水水位の変動が大きく起因していると考えている。通常では、仮に地下水水位が上昇し、構造物重量および土粒子重量、そして、水圧による均衡が崩され、いわゆる浮力が発生したとしても、その後の水位の低下によって、元の高さまで沈下するが、今回のような数 m オーダーでの水位上昇が伴うと、大きな浮力によって、砂質系土質に特有な引張軟化現象²⁾が発生し、土粒子骨格が損傷し、結果として、原位置よりも沈下したものと考えられる。

上記の仮説を検証するためには、砂質系地盤上に橋梁に見立てた構造物を設置し、水位上昇及び水位下降を模擬する数値解析等を必要とする。また、これらを説明するには、引張軟化を模擬することのできる構成式を適用する必要がある。文献 2) で提案されているモデルを利用する必要がある。現在、この検討を実施しているところであり、まとめ次第、報告することとしたい。

その他の橋梁にも大きな被害があったが、背面土が大きくえぐれているものや、洗掘による橋脚のずれに起因する落橋などが多かった。

例えば、1965 年に架設された RC ゲルバー形式の日暮橋は、橋長 73.2m、有効幅員 3.6m の道路橋である。橋梁自体には特に大きな被害は見られなかったが、写真 3.3 に見られるような左岸側の橋台の背面土がなくなる被害が発生していた。

また、代官橋は写真 3.4 に見られるように左岸側の一部が落橋しており、歩道の欄干も一部落下しているところが見られた。また、右岸側の橋梁と道路の境目付近でアスファルトがはがれていることも確認できた。

(葛西昭・山尾敏孝)

参考文献：

- 1) 田上敏博, 上村雅文: 白川の河川史に関する研究, 土木史研究第18号自由投稿論文, pp.259-264, 1998.
- 2) Asaoka, A., Nakano, M. and Noda, T.: Soil-water coupled behavior of saturated clay near/ at critical state, *Soils and Foundations*, Vol.29, No.1, pp.91-105, 1994.



(a) 日暮橋の概観



(b) 橋台付近

写真 3.3 日暮橋の被災状況 (7 月 15 日撮影)



写真 3.4 代官橋の被害状況 (7 月 15 日撮影)

3.7 防災管理体制と災害情報の伝達

今回の災害において、熊本市内の白川流域すべてに避難指示が発令されたのは平成24年7月12日の午前9時20分である。一方、この時点では、龍田方面を中心に市内の白川上流域の河川近接地域では、甚大な浸水被害が既に発生しており、一部地域ではヘリコプターによる救出が必要な事態にまで至っていた。幸いにしていずれの地区においても適切な避難誘導や救助活動等により、一人の犠牲者も出なかったものの、市の避難発令の遅れが指摘されている。熊本市では本件に関して、7月26日に検証部会を設置し、災害当日、市の避難発令の判断がどのような状況下でどのような情報に基づき行われていたか、関係機関や現場からの情報がどう処理されていたか、現場での避難誘導や救助活動がどう行われていたかなどを中心に事実関係を整理し、問題点の有無に関する検証を行った。ここでは8月23日に提出された検証部会報告書の要約を行う。

3.7.1 災害当日の水防本部の体制

熊本市には危機管理事象に対応する部局として、総務局内に「危機管理防災総室」が設置されており、通常時は危機管理監1名、危機管理防災総室長1名の元に、13名の職員が配置されている。これらの通常態勢に加え、災害時には、熊本市地域防災計画において、それぞれの災害態様に応じた職員の参集体制が予め用意されている。大雨時には気象庁から発表される注意報や警報に基づき、

注意報発令態勢（3名）；警報待機態勢（45名）；警報発令態勢（98名）；

待機配備態勢（182名）；1号配備態勢（241名）

という態勢強化の流れとなるが、今回は午前0時30分に③の警報発令態勢、午前4時20分に④の待機配備態勢、7時15分に最高ランクである⑤の1号配備態勢が取られた。また、平成24年4月の政令指定都市移行に伴い、新設された5つの区役所については、この態勢の下で「区水防部」がそれぞれ設置されることとなっており、1号配備態勢においては区ごとに責任者・副責任者3名のもと、10名から19名の職員が参集していた。

3.7.2 検証結果から得られた問題点と具体的課題

検証結果から得られた6つの問題点と8つの具体的課題は以下のとおりである。

①:情報収集の問題点

市として必要な判断や対応を行うためには、できる限り正確な情報をどれだけ迅速に収集できるかが大きな鍵となる。また、災害は、同時多発的に発生することや視界の効かない夜間に発生することも少なくない。今回の検証では、この情報収集に関し、以下の2つの課題が浮かび上がった。

課題1 水位情報を入手できない区間がある

課題2 水防本部で消防局や県との双方向の情報収集ができていない

②:情報共有の問題点

災害時には市役所本庁にある水防本部や災害対策本部だけで災害対策を実施するわけではない。災害による被害を最小化するために、災害対応を行う市役所のそれぞれの部署が必要な情報を共有することが非常に重要である。この情報共有について、以下の課題が浮かび上がった。

課題3 消防局・消防団の現場情報が水防本部と共有されていない

③:情報伝達の問題点

検証の過程で、避難発令などの情報を如何にマスコミや市民に伝達するかについても議論が行われた。

課題4 マスコミ、市民への情報提供をもっと円滑化すべき

④：情報トリアージの問題点

災害時に収集される情報は正確なもの、そうでないもの、重要なものなど様々である。災害の規模が大きくなればなるほど、情報量は相対的に増えるが、情報を処理し、判断できる量には限界がある。災害時の医療活動で使用される手法として、トリアージがある。災害時の情報分析においても同様に、情報処理の優先度を選別する作業が必要であるが、今回の災害時においては、以下の課題が指摘された。

課題5 重要な情報が避難発令を判断する職員に認識されていない

⑤：意思決定の問題点

必要な情報が収集・共有され、その重要度に関する選別が適切に行われたとしても、意思決定を行うべき者のある種の「思い込み」によっては、重要な情報がそうでない情報として扱われることで、誤った判断に導くこともある。災害がいつどんな体制のもとに発生しても、適切な意思決定が可能となる仕組みづくりが必要である。今回の検証では、この意思決定に関し、以下の2つの課題が浮かび上がった。

課題6 現場指揮・情報収集する場所と分析・判断する場所が同じ

課題7 現場で避難呼びかけ・誘導は行っているが、現場判断による避難発令には至っていない

⑥：防災担当職員のスキルの問題点

水防本部等は、常設する組織ではなく、災害発生時に、危機管理防災総室を中心として、当番制度により組織されるものであるため、従事する職員のスキルが一定レベル以上確保されない場合や、地理・地形や危険箇所に関する知識が十分ではない場合がある。

課題8 当番体制や人事異動にかかわらず、同質同等の防災体制を確保する必要がある

3.7.3 市が講ずるべき対策に関する勧告

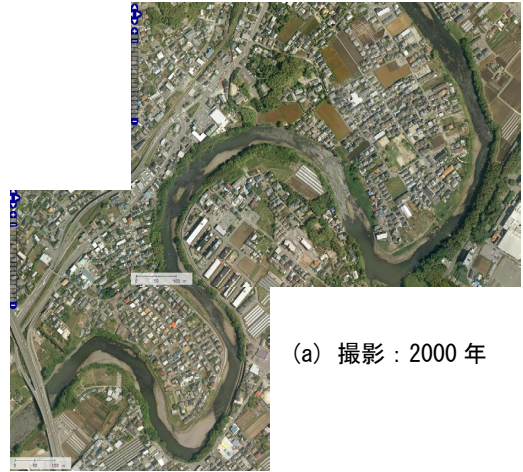
検証部会では、1)市が単独で対応可能なもの、2)国や県などの関係機関との連携で対応すべきもの、3)市民・マスコミ等との連携で対応すべきものに分けて、勧告を行った。

- 1) 市単独での対応が可能なもの
 - a. 水防本部と消防局等の現場対応機関との情報共有体制の強化
 - b. 情報のトリアージに必要な体制の整備
 - c. 冷静に情報を分析し、重要な決定を行うことができる環境の確保
 - d. 避難発令等の基準や手順の再検討及び明確化
 - e. 適切な情報処理や判断を行うための訓練の実施
- 2) 関係機関との連携で対応すべきもの
 - f. ホットラインの整備
 - g. 水位計の設置など河川観測体制の強化
 - h. 災害時における市民への情報提供体制の強化
- 3) 市民・マスコミ等との連携で対応すべきもの
 - i. 「自らの身は自らで守る」自主防災意識の涵養

減災の基本となる自助・共助・公助を有機的につなぐためには、産・学・公・市民等の様々な主体が関わる必要がある。また、社会制度はいろいろな時点で個別に作られるのが常であり、そうした様々な社会制度は災害対応や危機対応という場面で複雑に重なり合い、時に矛盾することも考えられる。それらをつないで統合的な社会制度とすることも大切である。熊本市におかれては、今回の検証・勧告に限らず、これら「自助・共助・公助」の三位一体となった“つなぐしくみ作り”と機能発揮により、危機的事象における被害を最小限にする体制づくりを着実に推進していくことを強く求めたい。(山田文彦)



(b) 撮影：1973.1.31



(a) 撮影：2000年

図-3.12 熊本市北区龍田1丁目および龍田陳内4丁目の航空写真

3.8 土地の利用形態と河川災害

図-3.12は、昭和48年(1973年)1月31日および平成12年(2000年)における航空写真を示す。昭和48年の航空写真は米軍による昭和23年2月18日のそれと大きな違いは無く、水田または畑地であり、顕著な差はなかった。一方、平成20年の航空写真では土地利用が一変しており、龍田1丁目および龍田陳内4丁目ではその大半は住宅地になっていることが分かる。

図-3.13は航空写真から読み取られた住宅戸数の経年変化を示す。昭和23年に龍田1丁目では16戸、龍田陳内4丁目で10戸であった家屋数は1970年代を境に急上昇し、2000年代には龍田1丁目では347戸、龍田陳内4丁目で170戸にまで達している。この間に、1980年8月29日および1990年7月1日に大きな水害を受けているが住宅戸数には影響していないことが認められる。

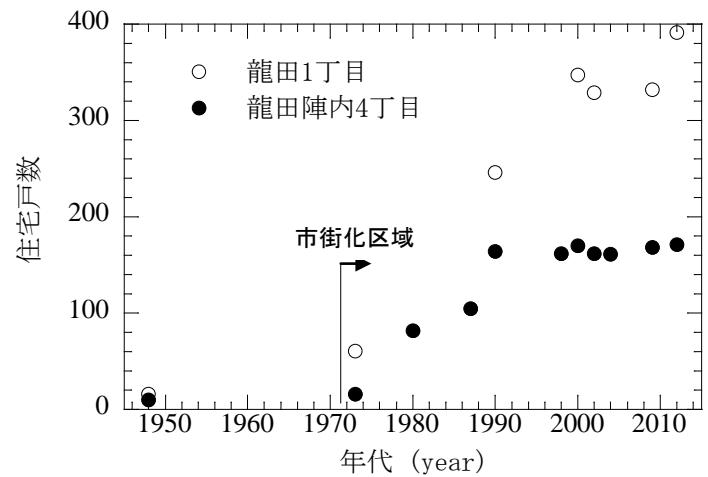


図-3.13 熊本市北区龍田1丁目および龍田陳内4丁目における住宅戸数の経年変化

3.9 まとめ

気象庁が「これまでに経験したことのないような大雨。この地域の方は嚴重に警戒を」と発表した梅雨末期に見られる典型的豪雨は、短時間集中型の豪雨で白川水系に未曾有の被害をもたらした。本調査研究で得られた成果は以下の通りである。

- 1) 降水量の再現期間は、 $SLSC < 0.04$ で適合性の高い一般極値分布を基に評価した。阿蘇乙姫における平成24年度7月12日の降雨の再現期間は、最大日雨量で60年、最大1時間雨量で50年、最大6時間雨量で130年であった。降雨継続時間と再現期間との関係から降水量は阿蘇乙姫で降雨継続時間が約6時間、高森では6~8時間において再現期間がピークを示すことが認められた。また、黒川側の阿蘇谷に降雨が集中し、南郷谷の白川側では再現期間が最大で25年程度であった。
- 2) 黒川は阿蘇地域に対して甚大な被害をもたらしたが、一方で黒川の氾濫によって白川と黒川の合流点

より下流ではピーク流量の低減、ピーク流量発生時刻の遅延により熊本市は大きな人的被害を免れた。洪水痕跡から黒川堤防長さ 55.85km の約 62% から越流し、2カ所で堤防が越流決壊した。

- 3) 熊本市で特に被害の大きい龍田 1 丁目および龍田陳内 4 丁目における河道の疎通能が約 $1500\text{m}^3/\text{s}$ に対して、約 $2300\text{m}^3/\text{s}$ の濁流が通過し、特に龍田陳内 4 丁目では逃げ遅れた住民は、県警、自衛隊、消防団によりヘリコプターで 32 名、ゴムボートにより 50 名が救出された。外水氾濫によって川と化した堤内地に対するハザードマップでは、浸水深に加えて氾濫流速の情報が必要である。
- 4) 土地の利用形態と河川災害との関係から、河川災害は都市開発を抑制する効果は無いことが認められた。危険地帯においては何らかの土地利用規制、建築規制が必要である。
- 5) 土砂災害調査から、地質上、表土は概ね黒ぼくでその下に赤ぼくや火砕流堆積物の風化層が分布し、透水性とせん断強度にはそれぞれ大きな差がある。そして、滑落崖の上部斜面を詳細に観察すると、次のような特徴的な 2 つのタイプの痕跡が見られた。

タイプ 1：表面水が集まり、浅い表面浸食→浅いガリー浸食→遷急線で流速を増し、深く下刻し崩壊に至っているものである。

タイプ 2：遷急線で潜在的に黒ぼく層に引っ張り亀裂が生じていたところに、上流の集水地形の緩斜面からの表面水が浸透し、下位の不透水層との境界で滑り落ちたものである。この場合、滑落崖の背面斜面には微細な集水地形が認められる。

- 6) 被害の大きかった橋梁は、阿蘇市における「鷲の石橋、山田橋、黒流橋、西浜橋」、南阿蘇村における「岸野下橋、金間橋、黒川橋、川端橋、入佐橋、戸下橋」、大津町における「日暮橋、代官橋」の 12 橋であった。鷲の石橋の橋脚が数 m も沈下した原因については洗掘と同時に浮力に起因する土質メカニズムが関連するのではないかと仮説を立て、現在解明中である。
- 7) 熊本市内の白川流域すべてに避難指示が発令されたのは平成 24 年 7 月 12 日の午前 9 時 20 分である。一方、この時点では、龍田方面を中心に市内の白川上流域の河川近接地域では、既に甚大な浸水被害が発生しており、一部地域ではヘリコプターによる救出が必要な事態にまで至っていた。幸いにしていずれの地区においても適切な避難誘導や救助活動等により、一人の犠牲者も出なかったものの、市の避難発令の遅れが指摘されている。熊本市では本件に関して、7 月 26 日に検証部会を設置し、災害当日、市の避難発令の判断がどのような状況下でどのような情報に基づき行われていたか、関係機関や現場からの情報がどう処理されていたか、現場での避難誘導や救助活動がどう行われていたかなどを中心に事実関係を整理し、問題点の有無に関する検証を行った。

(大本照憲)

謝辞：

最後に、本災害調査を実施するに当たり、国土交通省九州整備局、熊本県土木部河川課、熊本市および九州電力株式会社熊本支社より種々ご協力頂き、また、貴重な写真および資料を提供して頂いた。記して、関係各位に感謝の意を表します。