

2009年7月21日に山口県において発生した豪雨の特徴と土砂災害の概要

山本 晴彦*・山崎 俊成**・有村 真吾*・原田 陽子***・高山 成*・
吉越 恆*・岩谷 潔*

Characteristics of heavy rainfall and debris hazards in Yamaguchi on July 21, 2009

Haruhiko YAMAMOTO *, Toshiaki YAMASAKI **,
Shingo ARIMURA *, Yoko HARADA ***,
Hisashi YOSHIKOSHI *, Naru TAKAYAMA * and Kiyoshi IWAYA *

Abstract

A heavy rainstorm caused by a stationary front (Baiu front) attacked Yamaguchi Prefecture on July 21, 2009. A rainstorm of exceptional intensity was recorded in Hofu and Yamaguchi cities of Yamaguchi Prefecture from 6am-12am on July 21, of the kind only expected to occur once every 245 years (Hofu city, 220.0 mm/6 hours) and 600 years (Yamaguchi city, 266.0 mm/6 hours) statistically. That damage resulted in 14 fatalities, 4 injured, 161 buildings destroyed, and 4,559 buildings flooded in Yamaguchi Prefecture. Geology of the area where debris hazards occurred was granite, it is in agreement with the area where the 6-hours precipitation exceeded 200 mm. Many disasters involving flowing debris were also caused in Hofu city (Nami, Emi, Jushichi and Shimo-migita areas), claiming the lives of 14 residents. As Yamaguchi city is a rhyolite area, although it was exposed to heavier rain than Hofu city, no sediment disaster was recorded.

キーワード：洪水災害，豪雨，土砂災害，梅雨前線，防府市，山口県，山口市

Key words：flood disaster, heavy rainfall, debris hazards, baiu-front, Hofu City, Yamaguchi Prefecture, Yamaguchi City

* 山口大学農学部
Faculty of Agriculture, Yamaguchi University
** 山口大学大学院農学研究科
Graduate School of Agriculture, Yamaguchi University

*** 鳥取大学大学院連合農学研究科
United Graduate School of Agricultural Sciences,
Tottori University

本報告に対する討論は平成23年8月末日まで受け付ける。

1. はじめに

2009年7月19日から26日にかけて、西中国地方（広島県，山口県）から九州北部地方（福岡県，佐賀県，長崎県，大分県）において，記録的な大雨が断続的に降った（気象庁，2009；福岡管区気象台，2009）。これにより，各地で土砂災害や浸水被害が発生し，山口県（17名），福岡県（10名），鳥取県，広島県，佐賀県，長崎県（各1名）で31名の死者が発生した（内閣府，2009；消防庁，2009）。とくに，山口県防府市においては，7月21日明け方から昼にかけて記録的な集中豪雨により土石流が多発し，14名の死者が発生した（下関地方気象台，2009）。気象庁は，これらの豪雨を「平成21年7月中国・九州北部豪雨」と命名した（気象庁，2009）。

災害発生の直後から，山口大学を中心に現地調査が開始され，平成21年度科学研究費補助金特別研究促進費「2009年7月中国・九州北部の豪雨による水・土砂災害発生と防災対策に関する研究（代表者：羽田野袈裟義）」にも採択され，土砂災害発生時の降雨特性，源頭部崩壊の特徴，土石流化のメカニズムと流動・堆積，砂防ダムの有効性について，迅速かつ詳細な調査研究が実施された（羽田野・他，2010；山口大学平成21年7月21日山口防府豪雨災害調査チーム，2009；地盤学会2009年7月豪

雨による山口県土砂災害緊急調査団，2009）。

ここでは，7月21日に山口県中央部に位置する防府市や山口市で発生した集中豪雨の気象的特徴，防府市の土砂災害，山口市の浸水災害の概要について報告する。

2. 山口県における集中豪雨の特徴

山口県防府に設置されたアメダスにおいて1時間降水量63.5mmを観測した2009年7月21日9時の地上天気図および静止気象衛星「ひまわり6号」の赤外画像（高知大学気象情報頁，2009）を図1に示した。梅雨前線が対馬海峡を南下し，山陰沖から近畿地方を通過して東海地方に前線が延びて停滞しており，この気圧・梅雨前線の配置等は，山本・岩谷（2005）が報告した2005年7月3日に山口県柳井市で発生した集中豪雨ときわめて類似している。この前線に向かって暖かく湿った空気が流れ込み，前線の活動が非常に活発化した。これにより，梅雨前線に近い山口県では，21日明け方から激しい雨が降り始め，8時までの1時間に北部，西部，中部で80mm以上の猛烈な雨となった。山口県の広い範囲で昼頃にかけて50mm/h以上の非常に激しい雨が降り，山口（測候所），防府（アメダス）では明け方から昼過ぎにかけて266mm，220mmに達するなど各地で大雨とな

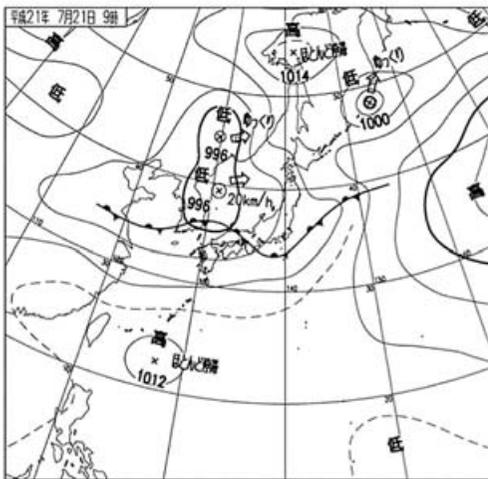


図1 2009年7月21日9時の地上天気図（左）および気象衛星「ひまわり」の赤外画像（右）

り、県内のほぼ全市町において土砂災害警戒情報が発表された（下関地方気象台，2009）。

図2には、山口県における7月21日の日降水量（mm）の分布を示した。これは、気象庁のアメダス観測値に「山口県土木防災情報システム（略称：県土木）」および国土交通省の「川の防災情報（略

称：国河川）」における雨量観測値を加え、欠測値を除いて作成したものである。柳井市の黒杭川ダム（県土木）では300.0mmの最大値を観測したのを始め、大規模な浸水被害が発生した山口（測候所）では277.0mm、甚大な土砂災害が発生した防府（アメダス）では275.0mm、柳井（アメダス）272.0mm、下松（アメダス）264.0mm、桜山（アメダス）250.0mmをはじめ、真尾（国河川）266mm、防府（国河川）256mm、防府（県土木）254mm、小鱈（県土木）241mmなど、内陸部の美祢市・宇部市北部から山口市・防府市、瀬戸内海沿岸の柳井市にかけての南北約20km、東西約90kmと細長い帯状の範囲で日降水量200mmを超える局地的な豪雨に見舞われた。

次に、山口県内における降り始めから1時間毎の詳細な雨量の推移を把握するため、5時から14時までの1時間降水量の分布図を図3-1および図3-2に示した。5時には県西部の下関地域でやや強雨に見舞われており、6時には西部のほぼ全

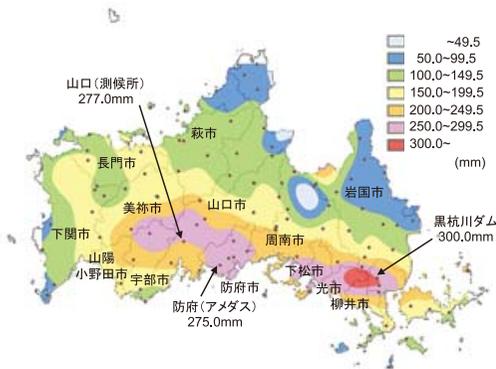


図2 山口県における7月21日の日降水量（mm）の分布

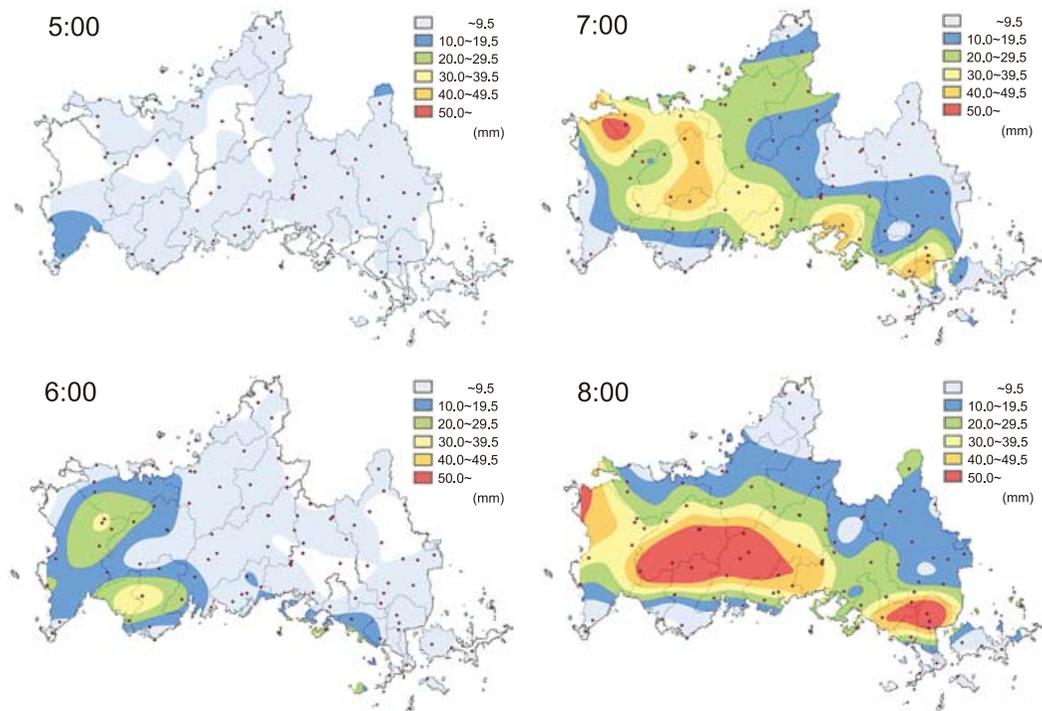


図3-1 山口県における7月21日の5時～8時の1時間降水量（mm）の分布図

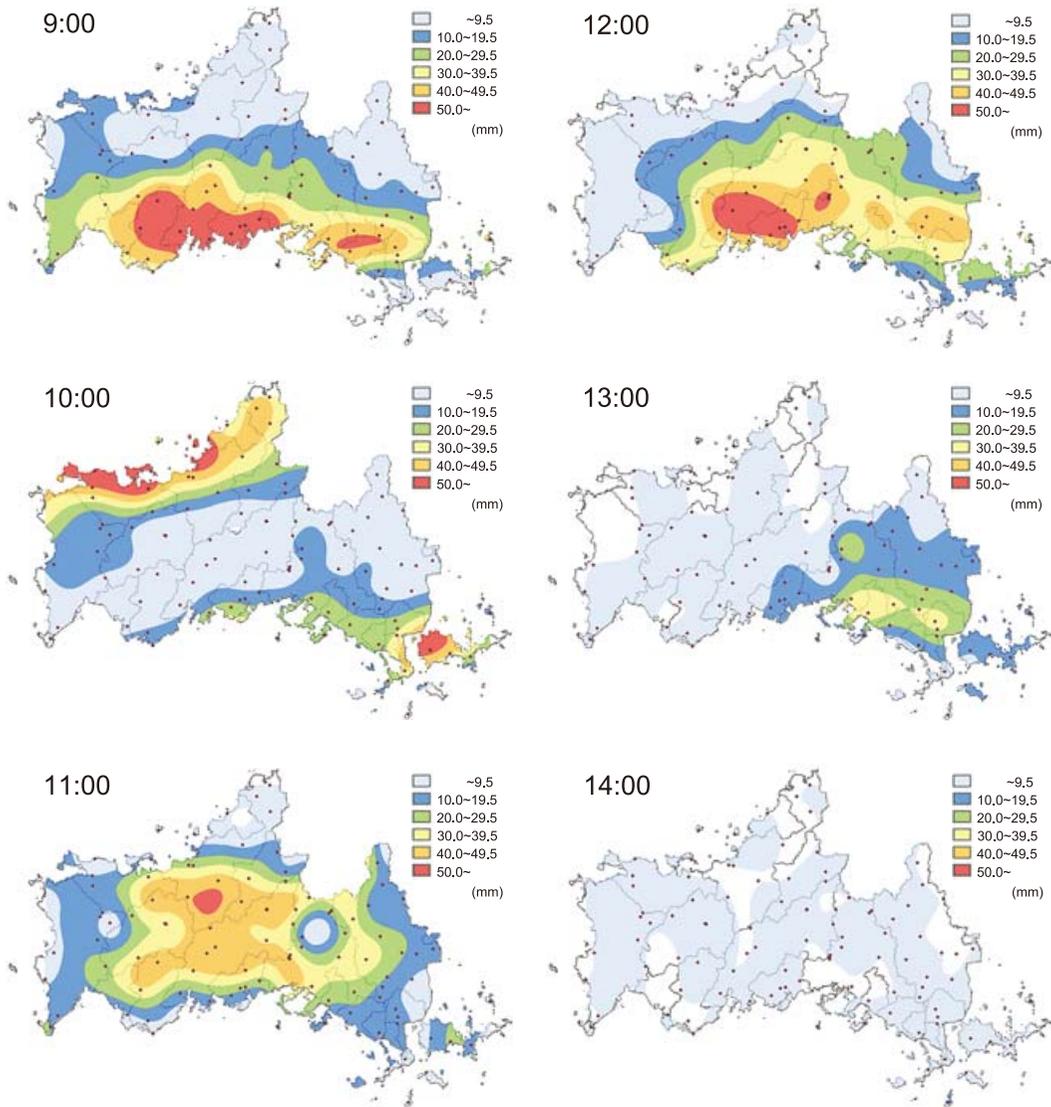


図3-2 山口県における7月21日の9時～14時の1時間降水量 (mm) の分布図

域で時間雨量10mmを超え、中心部では30mmを超える強雨となっている。7時には県北西部から南東部にかけての帯状の範囲で豪雨に見舞われており、特に下関市北部から長門市西部にかけては50mm/hを超える記録的な豪雨となっている。8時には豪雨域が県中央部に移動し、美祢市・宇部市北部から山口市中央部・防府市北部にかけての広い範囲で50mm/hを超える豪雨となっている。9時には梅雨前線が南に移動し、宇部市・山口市・

防府市の周防灘沿岸で豪雨が観測されている。10時には梅雨前線が東進して周防大島・柳井市東部で豪雨を観測しており、次の前線により長門市から萩市にかけての日本海沿岸で50mm/hを超える豪雨を記録している。この前線が11時には南東に進み、再び県中央部では40mm/hを超え、12時にはさらに南東進して山口・防府地区では再び50mm/hを超える豪雨となっている。13時にはさらに南東進して周南・柳井地区で30mm/hを超え

る強雨を観測し、14時には県内で観測された豪雨も収束している。以上のように、県中央部に位置する山口・防府地区は、北西部から南東進する梅雨前線が8～9時・11時～12時前後に2度にわたって通過し、これにより局地的な集中豪雨に見舞われていたことが明らかになった。

山口県内のアメダス観測所を対象に、本豪雨の再現性を統計的に解析するため、降水量(最大1時間、最大3時間、最大6時間および日降水量)の再現確率(リターンピリオド)を表1に示した。再現確率の計算は、(独)土木研究所水災害研究グループ水文チームが公開している「アメダス降雨確率解析プログラム」を用いて行った((独)土木研究所, 2002)。山口では、最大1時間:63.6年, 最大3時間:206.6年, 最大6時間:601.7年, 日降水量:48.1年, 防府では、最大1時間:20.5年, 最大3時間:220.0年, 最大6時間:245.9年, 日降水量:82.6年となっている。このことから、6時～12時のわずか6時間に降った集中豪雨は、防府では約250年, 山口では約600年に1度のきわめて稀な降水現象で

あったことが明らかになった。しかし、日降水量の再現確率は山口48.1年, 防府82.6年であることから、降水現象としては100年以下ときわめて稀な現象とは言えない。また、柳井でも6時間・3時間降水量の再現確率が204.3年, 115.8年となっており、山口市・防府市から瀬戸内海沿岸の柳井市にかけての東西に延びる範囲において短時間できわめて稀な降雨現象に見舞われていたことがわかった。柳井市付近の地質は領家変成帯に属する片亜麻岩と片麻状花崗岩を基岩としており(津田・加納, 2007)、山口県内の三大地すべり地帯(油谷・周南・柳井)に属している。しかし、本豪雨においては土砂災害が発生しておらず、山口・防府地区と比較して雨量強度が50mm/h前後と、やや低かったことも影響しているものと推察される。

しかし、これ以外の再現確率を計算した10の観測所(下松の76.5年を除く)では0.6年～34.3年と低い確率となっており、上記の狭い範囲に集中的に豪雨が降ったことが確率計算の解析結果からも伺える。

表1 山口県内のアメダス観測所における降水量の再現確率(リターンピリオド)

地点	最大1時間降水量		最大3時間降水量		最大6時間降水量		日降水量	
	(mm)	再現確率(年)	(mm)	再現確率(年)	(mm)	再現確率(年)	(mm)	再現確率(年)
須佐	43.0	8.1	49.0	0.9	63.0	0.6	66.5	0.1
萩	46.0	7.6	80.5	6.1	128.0	10.3	144.0	2.7
油谷	52.5	14.0	87.0	7.1	138.5	11.8	142.5	1.6
篠生	44.0		78.0		128.5		132.0	
徳佐	17.5	0.1	41.0	0.4	78.0	2.2	91.5	0.4
羅漢山	17.5		32.0		58.5		76.0	
鍋提峠	36.5		93.0		130.0		140.5	
秋吉台	53.0	10.2	106.5	17.3	166.0	34.3	185.0	4.9
長野山	27.0		34.5		58.0		67.5	
広瀬	35.0	1.0	76.5	2.5	103.5	2.7	111.0	0.4
豊田	36.0		91.5		147.5		165.0	
桜山	88.0		174.5		238.5		250.0	
山口	74.5	63.6	160.5	206.6	266.0	601.7	277.0	48.1
和田	55.0		100.5		189.5		197.5	
岩国	19.0	0.1	53.0	0.8	80.0	1.3	101.0	0.2
防府	63.5	20.5	126.0	48.7	220.0	245.9	275.0	82.6
下松	47.5	5.8	103.0	13.1	192.0	76.5	264.0	44.1
玖珂	50.0	15.5	77.0	4.1	137.5	13.7	163.0	2.8
下関	19.5		40.0		44.5		67.0	
宇部	30.5	0.9	59.0	1.6	83.5	2.3	111.5	1.0
柳井	54.0	46.3	127.5	115.8	197.5	204.3	272.0	66.6
安下庄	40.0	10.5	82.5	7.4	109.0	4.5	182.0	4.6

3. 山口県における豪雨災害の変遷

1976年から観測・記録されている気象庁アメダスの降水観測データに、山口県内の区内観測所(1950年～1975年)のデータを統合して構築した雨量データベース(東山ら, 2008)を用いて、防府および山口における過去60年間の日降水量(1950年～2009年)の順位を表2に示した。また、山口県で発生した前線性豪雨に伴う被害の概要を、平成19年度 消防防災年報(山口県総務部防災危機管理課, 2007)、山口県災異誌(山口県, 1953・1964・1972・1983・1994)を参考に、1945年以降、死者発生時のみを記載したものを表3に示した。防府において7月21日に観測された日降水量275.0mmは、過去60年間で第1位の記録であり、1954年に観測された第2位の225.9mmを約50mmも上回っている。1951年7月9日の梅雨前線豪雨(第7位, 194mm)では、県中西地で死者・行方不明者29名、床上・床下浸水4,500棟・18,000棟の大水害が発生しており、最近では1993年8月2日(「平成の大冷害」年)に観測された203.0mm(第6位)で死者5名の人的被害が発生した観測記録をも上回っている。山口では防府で観測された降水量を上回る日降水量277.0mmを観測したが、1972年の7月9日～13日の梅雨前線豪雨(5日間で447.5mm)の際の11日の日降水量297.0mm(第1位)を20mm下回り、第2位の記録であった。

以上のように、過去60年間にわたる雨量データベースを用いた日降水量データの解析から、本豪雨で観測された降水は、防府では第1位、山口では第2位の記録的な豪雨であったことが明らかになった。

4. 防府市・山口市における集中豪雨の特徴

7月21日に防府(アメダス)と山口(測候所)で観測された1時間および10分間降水量の推移を図4に示した。防府では、早朝の5時頃から雨が降り始め、6時前後に10分間降水量が15mmを超える第1の降水のピーク、さらに8時30分を中心とする第2のピークが認められており、8時40分には18.0mm/10分間、この前後で最大1時間降水量72.5mm(9:18)を観測している。11～12時には第3のピークが現れており、6時から12時までの6時間に220.0mmの集中豪雨に見舞われている。防府市真尾にある特別養護老人ホーム「ライフケア高砂」では、10分間降水量が3回目のピークである11時半を約45分過ぎた12時15分頃、裏山で大規模な土石流が発生しており、降り始めからすでに約240mmもの積算降水量に達していたことがわかる。

山口(測候所)では、早朝の5時半頃から雨が降り始め、7時半前後に10分間降水量が15mmを超える第1の降水のピークが観測されており、8:04に

表2 防府および山口における過去の日降水量(1950年～2009年)の順位

順位	防府			順位	山口		
	日降水量		1950年～ 備考		日降水量 [mm]	年月日 起日	1950年～ 備考
	(mm)	起日					
1位	275.0	2009年7月21日	梅雨前線	1位	297.0	1972年7月11日	梅雨前線
2位	225.9	1954年7月4日	梅雨前線	2位	277.0	2009年7月21日	梅雨前線
3位	221.0	1990年6月15日	梅雨前線	3位	247.0	2005年9月6日	台風14号
4位	214.1	1955年4月15日	前線	4位	222.0	1971年8月5日	台風19号
5位	214.0	2005年9月6日	台風14号	5位	219.5	1982年7月16日	梅雨前線
6位	203.0	1993年8月2日	梅雨前線	6位	208.7	1955年7月6日	梅雨前線
7位	194.0	1951年7月9日	梅雨前線	7位	208.5	2001年6月19日	梅雨前線
8位	186.9	1955年7月6日	梅雨前線	8位	206.5	1995年7月2日	梅雨前線
9位	186.0	1966年6月30日	梅雨前線	9位	205.0	1972年8月20日	前線
10位	182.0	1954年9月24日	台風15号・前線	10位	196.0	1956年8月16日	台風9号

表3 山口県で発生した前線性豪雨に伴う被害の概要 (1945年以降, 死者の発生時のみ)

発生時期			気象概略	主な被災地域	被害総額 (千円)	罹災(人・家屋)の概況						
年	西暦	月日				死者	行方不明	負傷者	家屋全壊	家屋半壊	床上浸水	床下浸水
S23	1948	5.1~3	低気圧, 前線, 雨量:179mm(堀), 168mm(広瀬)	内海側, 内陸部	-	2				380		
S26	1951	7.7~17	低気圧及び前線, 雨量:400~700mm(西部, 中部山間部)	中部・西部	12,849,521	28	1	428	855	2,446	4,467	18,188
S28	1953	5.30~31	前線, 雨量:80~120mm(県北部を除く)	県北部を除く各地	3,067,694	4		15	47	335	1,992	11,471
S34	1959	7.13~15	梅雨前線, 345mm, 局地豪雨あり	全域, 特に西北部	3,064,337	6	1	13	79	207	2,713	10,956
S35	1960	7.7~8	梅雨前線, 雨量:250mm(山間部)1時間雨量:80mm(和田)	中部, 東部	2,165,805	3		3	57	92	825	9,235
S37	1962	6.2~3	低気圧:200mm~300mm(徳山付近)	中部	99,944	2		2	2		30	232
		7.1~9	梅雨前線:400mm~500mm(東部山間部, 西部)	全域	582,110	3		3	2	22	2	410
S38	1963	4下旬~6月上旬	総雨量:600mm~950mm(県内)	全域(農作物)	4,379,133	1		1	7	2	6	85
S39	1964	9.2~3	前線, 雨量:369mm(田耕)1時間雨量:100mm,(栗野)	全域, 特に西部	596,749	1		1	2	14	67	613
S40	1965	7.22~23	梅雨前線, 雨量:346mm(田万川)1時間雨量:54mm(萩)	山陰側北部	1,780,860	2		7	18	58	156	974
S41	1966	8.19	寒冷前線, 熱帯低気圧, 雨量:300mm(北東部), 1時間雨量:107mm(阿東町)	阿武郡, 特に阿東, 川上, 旭	5,467,957	4		5	37	67	248	767
S44	1969	6.28~7.11	梅雨前線, 総雨量:500~700mm(山間部)	全域	3,792,936	1		1	13	3	84	4,230
S47	1972	7.9	梅雨前線, 雨量:447.5mm(山口), 日雨量:297.0mm(山口), 500~600mm(山陰側)	全域	30,024,375	17		69	84	141	3,098	22,104
		8.2	低気圧, 前線, 雨量271.0mm(萩), 212.0mm(山口), 200mm以上(山陰側)	全域	1,023,287	1		1	2	11	281	1,024
S54	1979	6.26~7.2	梅雨前線, 雨量:532mm(柳井), 日雨量:192mm(安下庄), 内海側400~500mm	全域, 特に瀬戸内海側	23,663,958	4		8	27	39	342	2,905
S55	1980	6.30~7.30	梅雨前線, 雨量:日本海側450~500mm, 瀬戸内側700~900mm, 時間雨量:下関56.5mm	全域, 特に瀬戸内海側	20,011,972	1		9	12	14	129	4,075
		8.23~31	低気圧, 前線, 雨量:全県100mm以上, 特に油谷414mm	県北西部	15,440,519	2		5	13	15	76	1,250
S57	1982	7.13~30	低気圧, 前線, 県下各地で250mm以上, 特に錦町611mm	全域	7,455,513	4		3	1	2	7	257
S58	1983	7.20~23	低気圧, 前線, 雨量:須佐206mm, 田万川326.5mm, 田万川で1時間雨量83mmを記録	県北部	8,131,019	5		6	24	12	282	783
S60	1985	6.21~7.14	梅雨前線停滞, 時間雨量:秋吉台48mm, 桜山45mm, 総雨量:油谷1,167mm, 須佐1,093mm	県北部	29,101,365	4		5	12	11	258	2,184
S63	1988	6.1~2	低気圧, 台風2号, 雨量:玖珂153mm, 岩国151mm, 広瀬・安下庄145mm, 柳井139mm, 西市137mm	県東部	877,600	1						1
H1	1989	9.9~10	秋雨前線, 時間雨量:西市68mm, 総雨量:西市84mm, 長野山52mm, 広瀬48mm	県中央部	3,551,787	1			1		3	29
H5	1993	7.4~5	梅雨前線, 4日の降水量:安下庄145mm, 柳井144mm, 玖珂111mm, 下松110mm	県東部	652,006	1			1		4	75
		8.1~2	低気圧・前線, 2日の降水量:下松212mm, 防府203mm, 山口166mm	全域	12,180,723	5		4	6	3	60	2,685
H11	1999	6.28~30	総降水量:油谷217mm, 須佐215mm, 西市210mm, 萩209mm, 鍋提峠166mm, 秋吉台162mm, 篠生162mm 最大1時間降水量:萩59mm, 油谷51mm, 須佐47mm, 篠生47mm, 西市41mm	全域	14,968,870	1		1		1	33	562
H17	2005	7.1~4	総降水量:柳井446mm, 安下庄429mm, 下松332mm, 和田326mm, 玖珂310mm 最大1時間降水量:柳井69mm, 安下庄58mm, 下関56mm	全域	2,380,296	1		1				967
H21	2009	7.21	日降水量山口277mm, 防府275mm, 柳井272mm, 下松264mm 最大1時間降水量:山口81.5mm, 防府72.5mm	防府・山口・美祿	集計中	17		26	33	77	695	3,864

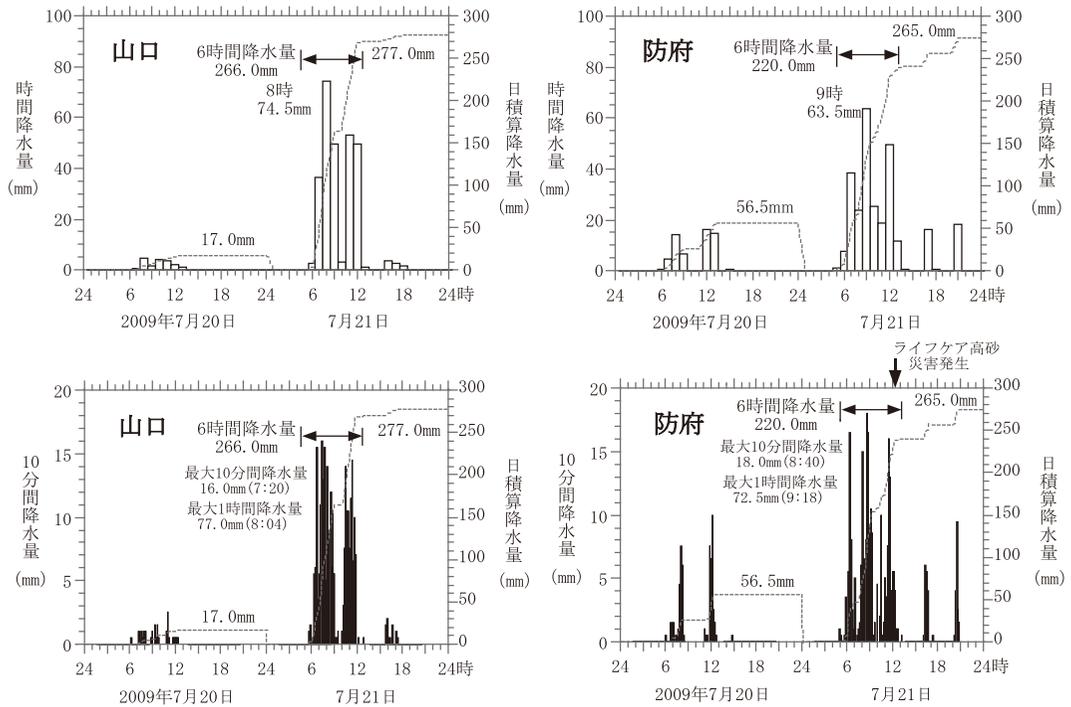


図4 2009年7月21日に防府（アメダス）と山口（測候所）で観測された1時間および10分間降水量の推移

最大1時間降水量77.0mmを観測している。9時から10時にはいったん雨は止んだが、10時から再び10mm/10分間を超える豪雨が12時まで降り続き、6時から12時までの6時間に266.0mmの記録的な集中豪雨に見舞われた。このように、山口市内を流れる樫野川流域では、防府市を上回る降水に見舞われたことから、内水氾濫による住家の浸水被害（床上400棟、床下1,600棟）が発生した。

5. 山口県で発生した水災害の概要

山口県における市町別被害の状況（山口県，2010年2月3日17時00分現在）を表4に示した。また、山口県地質図（15万分の1）を基図として、本豪雨により発生した土石流・土砂災害の発生箇所（国際航業株式会社，2009）を図5中に赤色で示した。土砂災害は、日降水量250mmを超える範囲内の花崗岩地域で発生しており、これは花崗岩が風化の進行が早く、強風化してマサ土となると、滑落や流動化し易い性質を持つことによる。

表4 2009年7月21日の豪雨による山口県の市町別被害の状況（2010年2月3日17時00分現在）

市町名	死者	重傷	全壊	半壊	一部損壊	床上浸水	床下浸水
防府市	14	3	30	61	2	113	1,012
山口市			2	9		418	1,561
下関市	1					4	42
宇部市				4	34	42	201
萩市						16	167
下松市				1		4	100
岩国市	1				1	10	58
長門市					1	9	95
柳井市					1	4	132
美祿市	1				2	2	26
周南市			1	1	2	27	150
山陽小野田市						44	221
田布施町						1	2
その他						9	26
合計	17	4	33	77	51	695	3,864

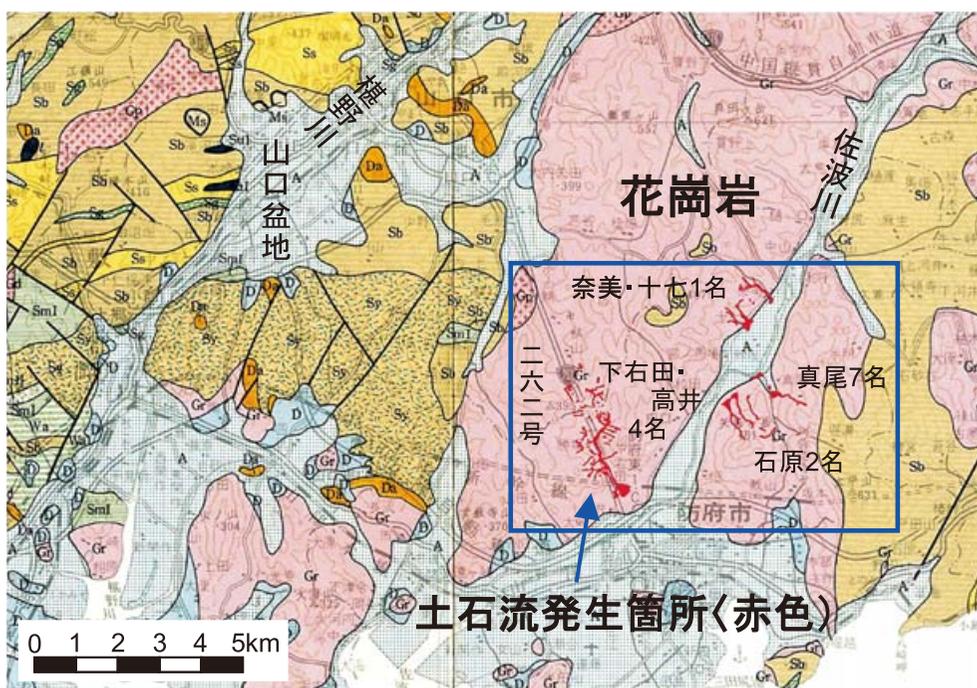


図5 豪雨により発生した土石流・土砂（まさ土）災害の発生箇所（赤色）（山口県地質図（15万分の1）を基図）

佐波川左岸の真尾地区（死者7名：ライフケア高砂）・石原地区（死者2名），右岸の奈美地区・十七地区（死者1名），国道262号線沿いの下右田地区・高井地区（死者4名）で計14名の死者が土石流により発生している。防府市以外では，下関市・岩国市・美祢市で各1名であり，山口県内のすべての死者は60歳以上の高齢者が被害者となっていることも本豪雨の特徴である。

家屋の全壊・半壊は大規模な土石流が各地で発生した防府市が30棟・61棟と大多数を占めているが，防府市を上回る降水に見舞われた山口市の樫野川流域では堆積岩，変成岩を基岩としており，基岩に違いが土砂災害の発生が認められなかった要因の一つとも考えられる。本地域では土砂災害は発生しなかったものの，浸水被害は山口市で床上浸水418棟・床下浸水1,561棟と防府市を上回る被害に見舞われた。

6. 防府市で発生した土砂災害の特徴

大規模な土石流により7名の死者が発生した真尾地区に位置する特別養護老人ホーム「ライフケア高砂」の被害の状況を写真1・写真2に示した（防府市真尾，2009年7月25日撮影）。本ホームは1999年6月に開設され，定員は特養90人，短期入所10人，デイサービスが1日20人に対して，被災時には特養86人，短期入所9人，デイサービス8人が利用し，職員39人が対応していた。同施設の理事長に対するヒアリング調査から，防府市は2004年に土石流危険区域に指定し，通知を受けていたが，「危険地」としての認識しか持っておらず，市から大雨注意報を受ける度に，2階へ避難していたとのことであった。当日は職員が小降りとなった10：30頃に施設裏の上田南川を巡視し，濁流が溢れていたことから，11時半頃に1階食堂で30分早めの昼食を開始していた最中の12時15分頃，大量の土砂が流入して45名の入所者を直撃したと証言している。入居者の平均年齢は84歳，要

介護の平均が3.4で、稼働率も特養96%，短期入所90%と高い数値を示している。要支援認定の基準となる身体の状態例（目安）は、要介護3が「立ち上がりや歩行などが自力ではできない。排泄・入浴・衣服の着脱など全面的な介助が必要。」、要介護4が「日常生活能力の低下がみられ、排泄・入浴・衣服の着脱など全般に全面的な介助が必要。」であることから（厚生労働省，2011），本入所者における要介護の平均が3.4であることを

考慮すると、防災マニュアルを作成して、平常時において避難訓練、避難準備を行う体制を構築しておかなければ、突発災害時に対応できない状況にあったことが推察される。

防府（アメダス）の10分間降水量の推移と土石流被害、警報・避難勧告等の発令状況を図6に示した。4時18分に大雨警報，7時40分には土砂災害警戒情報が発令されており，2階部分は土石流の直撃を免れ，施設本体は破壊されていなかった



写真1 ライフケア高砂における土石流被害の状況（防府市真尾，2009年7月25日撮影）



写真2 土石流の直撃を免れたライフケア高砂の2階部分（防府市真尾，2009年7月25日撮影）

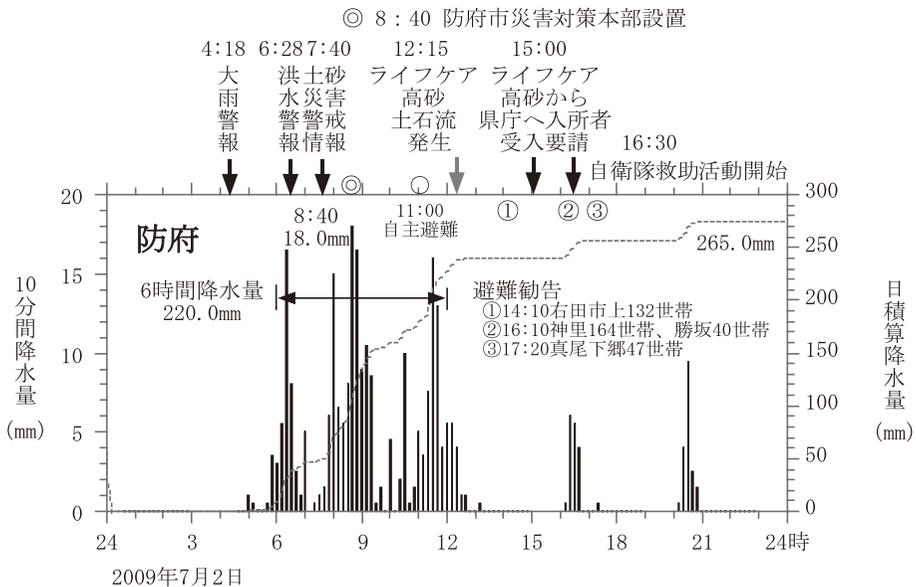


図6 防府（アメダス）の10分間降水量の推移と土石流被害、警報・避難勧告等の発令状況

ことから、施設管理者らが災害情報を収集し、2階への迅速な避難を実施していれば、災害を減らすことが出来た可能性も否定できない。

写真3には防府市奈美地区における土石流による家屋の被害状況を示している(防府市, 2009年7月25日撮影)。奈美川で発生した土石流は家屋を直撃しており、軒下まで流跡が残っていることからそのすさまじさが見てとれる。本地区は奈美川の扇状地形上に位置し、平成10年頃に奈美川の谷出口付近に新興住宅地が形成されており、土石流被害を拡大させている。

写真4は十七地区における土砂流による家屋へのマサ土の堆積の状況を示している(防府市, 2009年7月25日撮影)。石礫が含まれていないため家屋の損傷は認められないが、広範にわたり最

大1.5mのマサ土が家屋の内部にまで厚く堆積している。早急に生活を再開させるために私費で除去費用を捻出しており、復興に向けての個別支援の在り方が問われている。

写真5には防府市下右田地区(上勝坂)における土石流による家屋の被害状況を示した(防府市, 2009年7月25日撮影)。剣川上流域の広範囲で斜面崩壊が発生し、土石流は11時56分には国道262号に達しており、写真からも国道に隣接する下右田地区の家屋・商店では、マサ土を含む土石流が建物内部に約2mの高さまで堆積していることがわかる。写真6は高井地区での土石流の発生状況を示した(防府市, 2009年7月25日撮影)。神里川に築造された砂防えん堤工により、土石流を食い止める効果は確認できるが、発生した土砂量が



写真3 土石流による家屋の被害状況 (防府市奈美, 2009年7月25日撮影)



写真5 土石流による家屋の被害状況 (防府市下右田, 2009年7月25日撮影)



写真4 土砂流による家屋へのマサ土の堆積 (防府市十七, 2009年7月25日撮影)



写真6 土石流の発生状況 (防府市高井, 2009年7月25日撮影)

貯留可能量を大きく上回るため、溢れた土石流は国道262号へ流入し、剣川に合流して下流の下右田地区における土砂被害を拡大させており、マサ土を大量に含んだ土石流は新幹線高架橋以南にも達している。

国道262号線の上勝坂を北上し勝坂トンネルを越えた山口市下小鯖地区も同様な土砂災害が発生しており、防府市と山口市にまたがる区域の山地被害箇所は234ヶ所、被害総額は30億円を超えている(山口県, 2009)。山口県が航空写真などによる予備調査や規模の大きな崩壊地、不安定な溪流などを対象とした現地調査より求めた本地域における山地の被災率(被災現況面積/森林面積)×100)は0.63%であり、1999年6月29日に広島県で発生した梅雨前線に伴う集中豪雨(山本ら, 2002)に匹敵し(山口県, 2009)、短時間豪雨に伴う風化花崗岩の崩壊による土砂災害の発生状況もきわめて類似している。

7. 山口市で発生した洪水災害の特徴

山口盆地は周囲を400~700mの山に囲まれ、盆

地底を2級河川の樫野川が北東から南西に流れている。過去にも幾度となく洪水災害が発生(山口県災異誌, 1953・1964・1972・1983・1993)していることから、山口市では平成20年4月に「山口市防災の手引き」とハザードデータ(河川、高潮、土砂災害)を表示した図面に、避難場所などを表示した「防災マップ(10ブロック)」を作成(山口市, 2008)し、関係区域に全戸配布を行っている。

図7には山口市防災マップ(吉敷・平川・大歳)と平川・大歳地区における浸水被害の状況を示した。樫野川を中心に九田川、吉敷川、旧国道9号線に囲まれた地域は1950年代までは水田地帯であり、洪水時には樫野川に排水できない雨水を貯留する能力を備えていた。1966年に山口大学が平川地区に統合移転し、学生用アパートやスーパーや飲食店が水田を転用して次々に立ち始めた。1986年には山口県立西京高等学校、1991年には山口市立平川中学校が開校し、文教地区として整備されることにより水田を転用した大小の住宅地さらには各種店舗が造成・建設された。これにより、図8に示したように山口市平川地区(樫野川と県道山

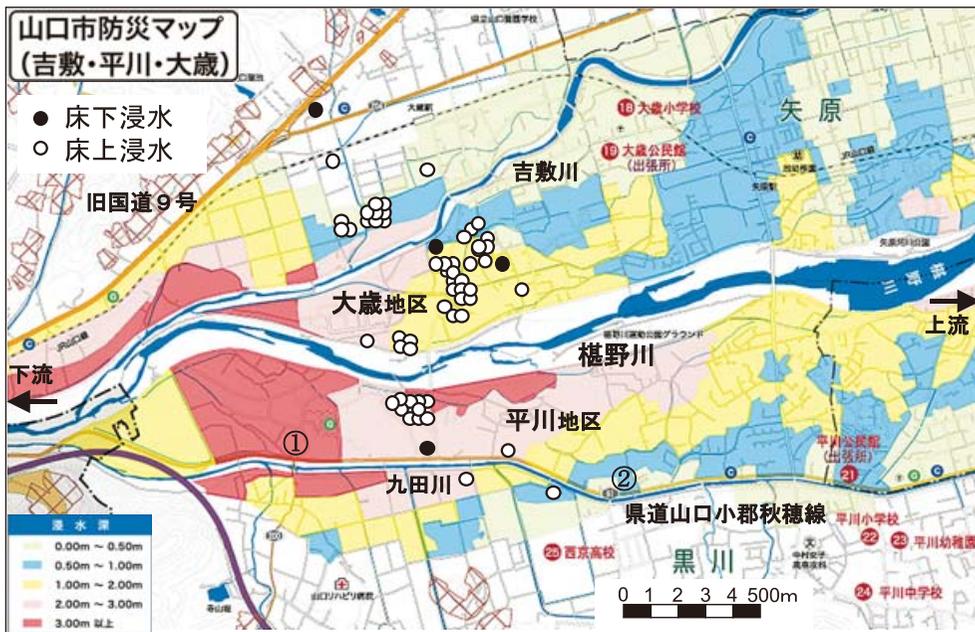


図7 山口市防災マップと平川・大歳地区における浸水被害の状況 (①郊外型大型店舗(写真7)、②新興住宅地(写真8))

口小郡秋穂線に囲まれた地域、2万5千分の1地形図より水田面積を算出)における水田面積は、1927(昭和2)年の186.7ha(水田面積率:90.0%)

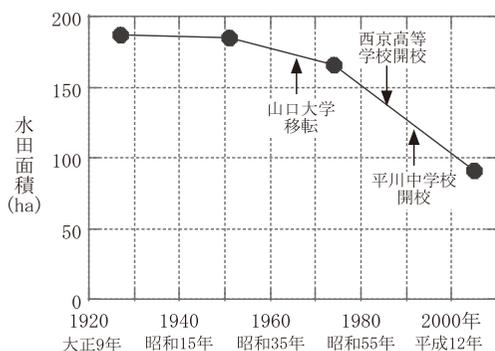


図8 山口市平川地区(樫野川と県道山口秋穂線に囲まれた地域)における水田面積(ha)の推移



写真7 郊外型大型店舗における浸水被害の状況(山口市黒川, 2009年7月21日撮影)



写真8 新興住宅地における浸水被害の状況(山口市黒川, 2009年7月21日撮影)

から2005(平成17)年には90.5ha(水田面積率:43.6%)にまで半減するに至っている。この結果、写真7に示した郊外型大型店舗における浸水被害、写真8の新興住宅地における浸水被害(2009年7月21日12時30分頃に撮影)が各所で発生した。山口市全体では防府市の浸水被害を大きく上回り、内水氾濫による住家の浸水被害(床上418棟、床下1,561棟)が発生し、樫野川に隣接する上水道施設が水没し、周辺地域では約1週間の断水を余儀なくされた。

8. おわりに

筆者らは、西日本で発生した梅雨前線に伴う豪雨を対象に、1999年6月の福岡・広島豪雨(山本・他, 2002)、2003年7月の福岡・飯塚豪雨(山本・岩谷, 2004)、2005年7月の山口県柳井豪雨(山本・岩谷, 2005)では気象的特徴を解析すると伴に豪雨災害の現地調査を実施している。また、1997年以降に全国各地で発生した豪雨について、降水の局地的・時間的特性の比較分析を行っている(Yamamoto and Iwaya, 2005)。今回の梅雨前線による豪雨は、本報告からも明らかなように山口県中央部の山口市・防府市を中心に6時間というきわめて短時間に集中して降ることにより甚大な水災害が発生しており、山口県内では1972年の梅雨前線以来の豪雨災害となった。

浸水被害に見舞われた山口市平川・大歳地区は、洪水ハザードマップでは図7に示したように浸水想定区域内にあり、浸水被害を想定した対策を従来から進め、地域住民の防災意識のさらなる向上が不可欠である。有村・他(2010)は、浸水被害に見舞われた平川・大歳地区の住民にアンケート調査を実施しており、防災情報の取得の不徹底、避難のタイミングと自己判断、過去の水害体験が生かされていない等の問題点が指摘されている。今後は、浸水被害の防止対策としては、滞留した降水を排水する能力の向上による内水氾濫の防止、住居の高上げによる浸水被害の回避などハード面の対策と、上記で指摘されたソフト面の対策を講じることにより、さらなる被害の回避・減災に努める必要がある。

山口県では、土砂災害防止法に基づいて土砂災害警戒区域を指定し、①市町村地域防災計画への記載、②災害時要援護者関連施設利用者のための警戒避難体制、③土砂災害ハザードマップによる周知の徹底、④宅地建物取引における措置を関係市町に義務付けている。防府市でも587ヶ所の土砂災害危険箇所があり、本豪雨で被災した特別養護老人ホーム「ライフケア高砂」も土石流危険区域内に位置しながら、災害時要援護者の早めの避難に必要な情報の収集、警戒・避難の実施が不十分であった。山口県では本豪雨災害を教訓に「福祉・医療施設災害対策検討委員会」を設置し、県内の福祉・医療施設の入所者等を風水害などの自然災害から守るための施設の取組を支援する「福祉・医療施設防災マニュアル作成指針（山口県健康福祉部、2010）」を策定し、各施設が自らの防災マニュアルの作成や見直しの際の参考資料として活用を勧めている。今後は、本防災マニュアルにより災害時に速やかな対応ができる体制の整備、減災のための事前対策を講じ、施設の災害適応力を高める体制の強化を期待したい。

謝 辞

本調査研究に当たり、気象庁、山口県等からは各種資料の提供、現地調査では地域の方々から多大なるご協力をいただいた。本調査研究は、科学研究費補助金特別研究促進費「2009年7月中国・九州北部の豪雨による水・土砂災害発生と防災対策に関する研究（代表者：羽田野袈裟義）」の一部を使用させていただいた。厚く謝意を表します。

参考文献

- 1) 有村真吾・山本晴彦・山崎俊成・高山 成・吉越 恆・岩谷 潔：2009年7月21日に山口市で発生した豪雨による浸水被害の住民意識調査。自然災害科学西部地区部会報・論文集，No. 34，pp. 105-108，2010。
- 2) 独立行政法人 土木研究所 水工研究グループ 水理水文チーム：アメダス降雨確率解析プログラム（利用の手引き），10p.，2009。http://www.pwri.go.jp/jpn/seika/amedas/download/tebiki_ver1.pdf（2009年7月22日参照）
- 3) 福岡 浩・山本晴彦・汪 発武・王 功輝：平成21年7月中国・九州北部豪雨による山口県防府市土砂災害。自然災害科学，Vol. 28，No. 2，pp. 185-201，2009。
- 4) 福岡管区気象台：災害時気象資料。平成21年7月24日の梅雨前線に伴う福岡県の大雨について。13p.，2009。http://www.jma.go.jp/jma/kishou/books/saigai/saigai_200901.pdf（2010年5月4日参照）
- 5) 羽田野袈裟義・朝位孝二・種浦圭輔・兵動正幸・山本晴彦・鈴木素之：2009年7月中国・九州北部の豪雨による土砂災害発生時の報告。平成21年度 河川災害に関するシンポジウム，pp. 1-11，2010。
- 6) 東山真理子・山本晴彦・岩谷 潔：気象資料の数値データベース化に基づく山口県を事例とした降水特性の解析。2007年度日本気象学会九州支部発表会 講演要旨集，No. 29，pp. 7-8，2008。
- 7) 地盤学会2009年7月豪雨による山口県土砂災害緊急調査団：2009年7月21日山口県防府地区での斜面災害。Vol. 57，No. 12，pp. 39-42，2009。
- 8) 津田秀典・加納 隆：山口県下地すべりの地形・地質の広域特性と地形発達史：第三紀層（油谷）・結晶片岩（周南）・片麻岩（柳井）地域の比較。応用地質，Vol. 48，No. 1，pp. 15-26，2007
- 9) 気象庁：災害時気象速報。平成21年7月中国・九州北部豪雨。46p.，2009。http://www.jma-net.go.jp/fukuoka/chosa/saigai/20090724_fukuoka.pdf（2010年5月4日参照）
- 10) 高知大学気象情報頁：<http://weather.is.kochi-u.ac.jp/sat/gms.fareast/2009/07/21/fe.09072109.jpg>（2010年5月4日参照）
- 11) 国際航業株式会社，平成21年7月 山口県豪雨災害 垂直写真判読図（速報版），2009。http://www.kkc.co.jp/social/disaster/200907_yamaguchi/index.html（2009年7月23日参照）
- 12) 厚生労働省：要介護認定，http://www.mhlw.go.jp/topics/kaigo/index_nintei.html（2011年1月3日参照）
- 13) 内閣府：平成21年7月中国・九州北部豪雨による被害状況等について（平成22年3月26日17時30分現在）。13p.，2010。http://www.bousai.go.jp/090721/100326_higaizyoukyou024.pdf（2010年5月4日参照）
- 14) 下関地方気象台：災害時気象資料。平成21年7月20日から21日にかけての梅雨前線に伴う山口県の大雨について。17p.，2009。http://www.jma-net.go.jp/fukuoka/chosa/saigai/H20090720-21_yamaguchi.pdf

- (2010年5月4日参照)
- 15) 消防庁：平成21年7月中国・九州北部豪雨について (第32報) (2010年03月25日17時00分), 9p., 2010. <http://www.fdma.go.jp/data/011002251707333418.pdf> (2010年5月4日参照)
 - 16) 山口大学平成21年7月21日山口防府豪雨災害調査チーム：平成21年7月21日山口防府豪雨災害調査報告書 (速報版), 78p., 2009.
 - 17) 山口県：山口県災異誌, 400p., 1953.
 - 18) 山口県：山口県災異誌 続編, 179p., 1964.
 - 19) 山口県：山口県災異誌 第3巻, 242p., 1972.
 - 20) 山口県：山口県災異誌 第4巻, 225p., 1983.
 - 21) 山口県：山口県災異誌 第5巻, 228p., 1994.
 - 22) 山口県：災害記録－平成21年7月21日豪雨災害－, 37p., 2009. <http://www.pref.yamaguchi.lg.jp/cms/a10900/bousai/20090721saigai.html> (2009年12月7日参照)
 - 23) 山口県総務部防災危機管理課：平成19年度 消防防災年報, pp.147-154, 2007. http://www.pref.yamaguchi.lg.jp/cms/a10900/nenpou/nenpou19/apd1_1_2008020228181520.pdf (2010年5月4日参照)
 - 24) 山口県総務部防災危機管理課：7月19日からの大雨 (2010年4月12日17時30分現在), 2010. <http://www.bosai-yamaguchi.jp/disaster/0000000058/top/disaster.shtml> (2010年5月4日参照)
 - 25) 山口県健康福祉部：福祉・医療施設防災マニュアル作成指針, 37p., 2010. http://www.pref.yamaguchi.lg.jp/cms/a13200/bousai-manual/bousai-manual/apd1_1_2010020215143814.pdf (2010年5月4日参照)
 - 26) 山口市：山口市防災の手引き・防災マップ, 10p.+図面, 2008. <http://www.city.yamaguchi.lg.jp/dannai/soshiki/soumu/bousai/saigai/bousaimap-hazardmap.htm> (2010年5月4日参照)
 - 27) 山本晴彦・岩谷 潔・鈴木賢士・早川誠而・鈴木義則：1999年6月29日に福岡県と広島県において発生した豪雨の特徴. 自然災害科学, Vol. 20, No. 4, pp.403-421, 2002.
 - 28) 山本晴彦・岩谷 潔：2003年7月18日から19日にかけて発生した福岡豪雨の特徴と浸水被害, 自然災害科学西部地区部会報・論文集, No. 28, pp.121-124, 2004.
 - 29) Yamamoto, H.・Iwaya, K.: Changes and the Characteristics of Heavy Rainfall Disasters in Japan. *J. Agric. Meteorol.*, Vol.60, No.5, pp.917-920, 2005.
 - 30) 山本晴彦・岩谷 潔：山口県東部における梅雨前線に伴う2005年7月3日の豪雨の特徴と浸水被害. 自然災害科学, Vol.24, No. 3, pp.323-331, 2005.
- (投稿受理：平成22年5月10日
訂正稿受理：平成23年1月6日)