

土木研究所資料

近年発生した鉄砲水災害事例

平成21年2月

独立行政法人土木研究所
土砂管理研究グループ火山・土石流チーム

Copyright © (2009) by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Chief Executive of P.W.R.I.

この報告書は、独立行政法人土木研究所理事長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、独立行政法人土木研究所理事長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

近年発生した鉄砲水災害事例

土砂管理研究グループ	火山・土石流チーム	上席研究員	田村 圭司
〃	〃	主任研究員	山越 隆雄
〃	〃	研究員	武澤 永純
〃	〃	交流研究員	松田 如水
〃	〃	交流研究員	鈴木 隆司
〃	〃	上席研究員	栗原 淳一*1
〃	〃	総括主任研究員	桜井 亘 *2
〃	〃	交流研究員	田方 智 *3
〃	〃	交流研究員	盛 伸行*4

要 旨

従来、鉄砲水のような現象に着目した研究は多くない。近年、鉄砲水として報道される災害事例が頻発していることから、本報告では、近年発生した国内における鉄砲水災害事例について整理した。この結果、鉄砲水は源流部の集中豪雨など直接的な流出現象によるものと河道閉塞の形成・決壊など貯留を伴う流出現象に大別されることが明らかとなった。

キーワード：鉄砲水 洪水 土石流 水難事故 災害

*1 現 長野県建設部砂防課 課長

*2 現 高知県土木部防災砂防課 課長

*3 現 日本工営株式会社

*4 現 株式会社東京建設コンサルタント

はじめに

鉄砲水とは、山地や中山間地の河川などにおいて発生する非常に急激な出水・増水のことであり、洪水や土石流に近い現象までが含まれる。このような現象に着目した研究事例は、必ずしも多くはない。鉄砲水という言葉は、学術的用語ではないが、広辞苑や国語辞典にも記載される一般用語であり、しばしば、土石流や洪水と区分されて報道される場合がある。

近年、鉄砲水として報道される災害事例が増加している可能性が高いものと考えられる。しかし、鉄砲水という言葉が、学術的用語ではないために、こうした災害現象は、“突然の増水”とか“急激な増水”、あるいは“鉄砲水のような濁流”などとして表現されることも多く、現象としては、洪水や土石流の範疇として扱われてきたため、災害事例は十分に蓄積されていない。

本研究により、わが国では、平成 18 年度だけでも、少なくとも、鉄砲水と表現されるような現象により 10 名が犠牲となっていることが確認された。また、平成 19 年度には、これまでの観測記録を超えるような豪雨による鉄砲水災害が頻発するなど、現段階において予測されている温暖化に伴う降雨の激甚化や災害形態の変化を懸念させるような災害が発生しつつあるものと考えている。

本資料は、鉄砲水に関する研究の一環として、鉄砲水として報道された事例を中心に、近年発生した鉄砲水災害事例について整理したものである。

目次

1.対象とした鉄砲水災害と資料の構成	1-1
1.1 鉄砲水とは	1-1
1.2 災害概況の整理手法	1-3
1.2.1 目的と内容	1-3
1.2.2 事例の抽出	1-3
2. 源流部の集中豪雨など直接的な流出現象による災害事例	2-1
2.1 湯檜曾川	2-2
2.2 酒匂川	2-9
2.3 玉川	2-15
2.4 富並川	2-21
2.5 宇地泊川	2-28
2.6 見市川	2-33
2.7 阿武隈川	2-38
2.8 藤木川	2-45
2.9 呑川	2-50
2.10 都賀川	2-56
3. 河道閉塞の形成・決壊など貯留を伴う流出現象による災害事例	3-1
3.1 鉄山川	3-2
3.2 白土川	3-5
3.3 志平川	3-12
3.4 芝原川	3-18
4. その他の災害事例	4-1
4.1 櫛田川	4-2
4.2 柏川・津留川・志道原川など	4-8
4.3 炭屋川・天目石川	4-18
4.4 日之影川・綱ノ瀬川	4-28
4.5 湯の坪川・岳本川	4-32
4.6 屋堂羅川・角谷川	4-43
4.7 油井川など	4-54
5. 考察と結論	5-1
4.1 考察	5-1
4.2 結論	5-3

1. 対象とした鉄砲水災害と資料の構成

1.1 鉄砲水とは

鉄砲水とは、山地や中山間地を中心として発生する非常に急激な出水・増水のことであり、洪水や土石流に近い現象までが含まれる。

本研究において対象とする鉄砲水 (flash flood) とは、土石流と洪水の間に位置するような現象として取り扱う。このような現象は、図 1.1.1 に示すように、流れの形態としては、“土砂流 (掃流状集合流動)”、および“低濃度の突発的な流れ”に相当する現象である。

ここで、flash flood という場合、広義には土石流を含む場合があるが、本研究では土石流を含まないものとした。なお、わが国では、従来、土石流という場合、行政的には、土砂流 (掃流状集合流動) を含む場合が一般的であると思われるが、本研究では、“土砂流 (掃流状集合流動)”、および“低濃度の突発的な流れ”に相当する現象を“鉄砲水 (flash flood)”として取り扱う。

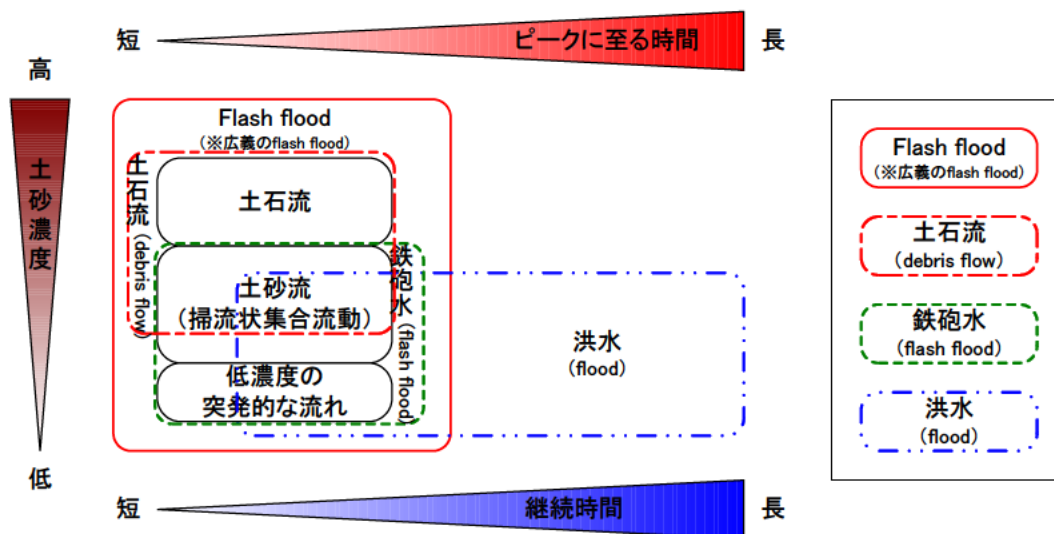
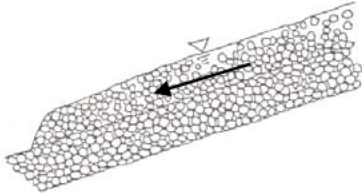
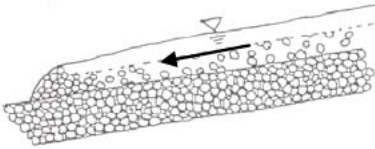
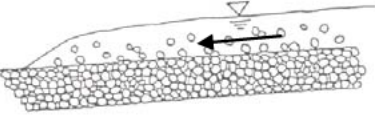


図 1.1.1 鉄砲水 (flash flood) と土石流、洪水の形態のイメージ

※ 上記は、ピークに至る時間、土砂濃度、継続時間の観点より、概念的に示したものである。各領域の占める面積は、現象の発生頻度などを示すものではない。

表 1.1.1 土石流・鉄砲水・洪水の流動特性

土石流	鉄砲水 土砂流（掃流状集合流動）	洪水 （掃流領域の流れ）
<p>明瞭な先端部を有し、土砂や石礫が、流れの全層にわたり、水と一体になって、一気に流れ下るもの。</p> <p>※一般に、勾配 15° 以上で発生しやすく、勾配 2° で停止・堆積するとされる。</p> 	<p>上層（水や細粒土砂）と下層（水、土砂、石礫）で構成され、流れ下るもの。</p> <p>ただし、土砂濃度が低い場合など、層構造が明瞭でない場合もあるものと考えられる。</p> <p>※一般に、土石流停止・堆積限界となる 2° より緩い区間でも流下する危険性があるとされる。</p> 	<p>概ね、全層にわたって、水と細粒土砂により構成（多少の礫が混ざる場合もある）されて、流れ下るもの。</p> <p>※発生と勾配は直接関係ないが、一般に勾配が急であるほど、激しい流れになる</p> 

鉄砲水の発生機構は、以下に大別される。

- ① 源流部の集中豪雨など直接的な流出現象によるもの
- ② 河道閉塞の形成・決壊など貯留を伴う流出現象によるもの

ただし、上記の区分は、発生機構の観点からの大別であり、豪雨（短時間豪雨）による短時間の河道閉塞・決壊のように、①と②が複合して発生する現象が起こり得る。

上記の区分は、ICIMOD（International Centre for Integrated Mountain Development）による以下の鉄砲水（flash flood）のタイプ分類を包括的に表現していると考えられる。

- A) Intense rainfall floods (IRF)
- B) Glacial Lake Outburst Floods (GLOF)
- C) Landslide Dam Outburst Floods (LDOF)
- D) Rapid Snow Melt and ice (RSM)
- E) Failure of dams and other hydraulic structures

※ICIMOD（2007）、“Flash Floods in the Himalayas”

1.2 災害概況の整理方針

本資料は、近年発生した鉄砲水災害の災害概況について整理し、基礎資料化をはかることを目的とする。

1.2.1 事例の抽出

鉄砲水災害の概況を把握する目的から、平成 18～20 年度に発生した鉄砲水災害を中心として、国内において鉄砲水災害として報道された事例を対象とした。ただし、急激な増水による災害としての報道事例などは、鉄砲水災害に相当する事例が含まれていると考えられることから、これらの事例については、ダムの放流にあたっての安全管理の目安となる水位上昇量（30～50cm/30min）を考慮し、50cm/30min 以上となるような水位上昇が発生したもの、あるいは発生したものと推測されるものを対象とした。

なお、鉄砲水として報道された事例であっても、水位上昇が小さい事例や、河道の閉塞に伴う氾濫事例など、鉄砲水と扱うことが適切であるか判断が難しい事例なども存在する。本資料では、これらの事例についても可能な限り棄却することなく扱い、基礎資料として整理することとした。抽出事例の発災位置を図 1.2.1 に、概況を表 1.2.1 に示す。

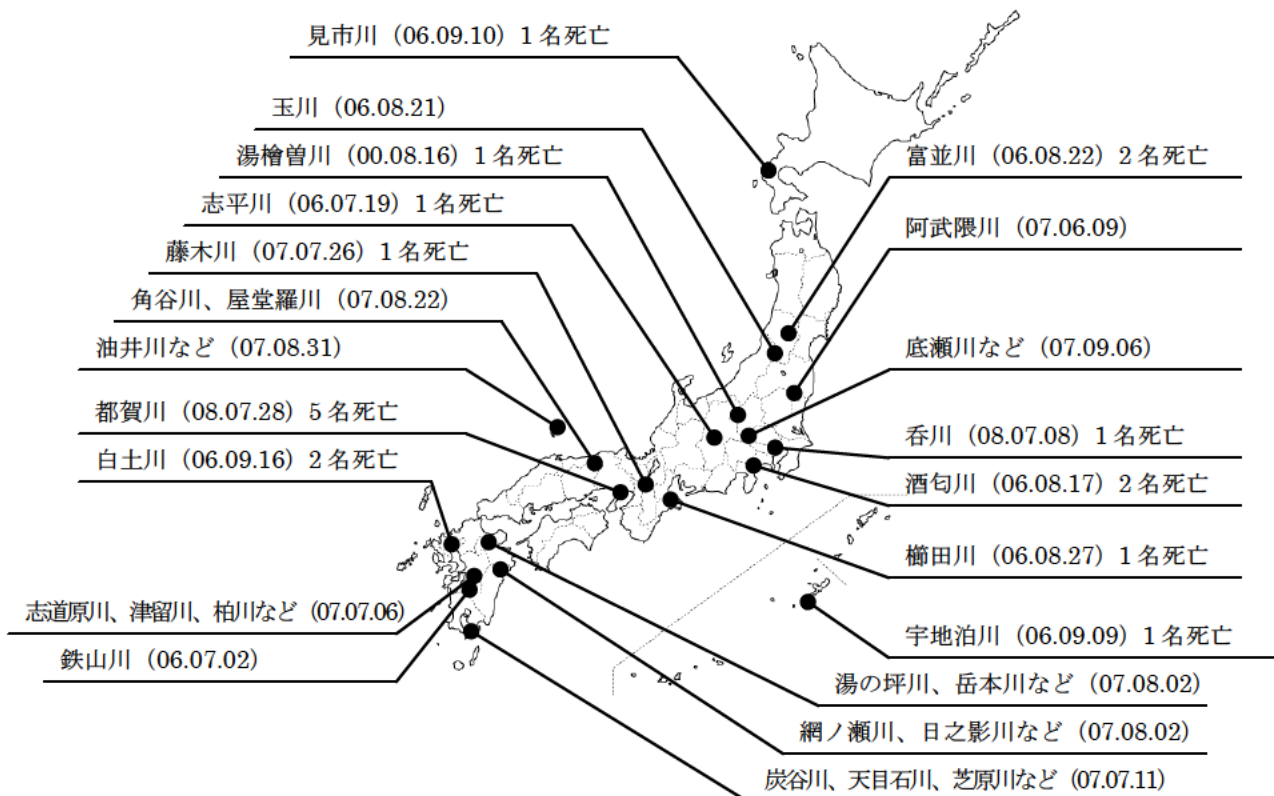


図 1.2.1 抽出した鉄砲水災害の位置

表 1.2.1 抽出した鉄砲水災害

河川名	県名	市町村名	生起年月日	被害概況
湯檜曾川	群馬県	みなかみ町	2000.08.06	31 名が流される。うち 1 名死亡・9 名負傷。
鉄山川	宮崎県	えびの市	2006.07.02	住宅 1 棟床上浸水、倉庫 2 棟全壊。
志平川	長野県	岡谷市	2006.07.19	住宅 2 棟全壊、1 棟半壊。1 名死亡。
酒匂川	神奈川県	山北町	2006.08.17	24 名が流される。うち 2 名死亡。
玉川	山形県	小国町	2006.08.21	工事用仮橋等の流失
富並川	山形県	村山市	2006.08.22	4 名が流される。うち 2 名死亡。
櫛田川	三重県	松阪市	2006.08.27	2 名が流される。うち 1 名死亡。
宇地泊川	沖縄県	宜野湾市	2006.09.09	1 名死亡。
見市川	北海道	八雲町	2006.09.10	1 名死亡。
白土川	佐賀県	伊万里市	2006.09.16	3 名が流される。うち 2 名死亡。
阿武隈川	福島県	西郷村	2007.06.09	車両 2 台水没。
柏川 津留川 志道原川	熊本県	美里町	2007.07.06	住宅全壊 18 棟、半壊 7 棟、床上浸水 25 棟、 床下浸水 76 棟、一部損壊 10 棟 (柏川：住宅 10 棟全壊、5 棟半壊。)
炭谷川 天目石川 芝原川	鹿児島県	南大隅町	2007.07.11	住宅一部損壊 1 棟 住宅半壊 1 棟
藤木川	京都府	木津川市	2007.07.26	2 名が流される。うち 1 名死亡。
日之影川 網ノ瀬川	宮崎県	日之影町	2007.08.02	住宅全壊 1 棟、床上浸水 3 棟、床下浸水 8 棟
湯の坪川 岳本川	大分県	由布市	2007.08.02	住宅半壊 1 棟、一部損壊 1 棟、床上浸水 15 棟、床 下浸水 15 棟 床上浸水 8 棟、床下浸水 14 棟
屋堂羅川 角谷川	鳥取県	若桜町	2007.08.22	倉庫全壊 1 棟、住宅半壊 1 棟、床上浸水 3 棟、床下浸水 40 棟、
油井川など	島根県	隠岐の島町	2007.08.31	住宅全壊 1 棟、半壊 16 棟、一部損壊 7 棟、 床上浸水 153 棟、床下浸水 378 棟
呑川	東京都		2008.07.08	1 名死亡。
都賀川	兵庫県	神戸市	2008.07.28	57 名が遭遇。うち 5 名死亡。

1.2.2 資料の構成

本資料は各災害事例についての調査結果を基に、事例集として再構成したものである。本資料では、前述した鉄砲水の発生機構に基づき、直接的な流出現象による災害事例を 2 章に、貯留を伴う災害事例を 3 章に整理した。ただし、発生機構が明らかになっていないものについては、現段階の知見を基に区分した。また、鉄砲水と報道されたにもかかわらず、水位上昇が小さい事例や、鉄砲水として扱うことが適切であるか見解の相違が想定される事例などについては、その他の鉄砲水災害事例として 4 章に整理するものとした。

1.2.3 災害事例の記載内容

各災害事例は、鉄砲水発生に関する基礎資料としての活用に留意し、被害概況の他、基礎データとしての水位、流量、降雨量について整理することを基本とする。

また、源流部の集中豪雨など直接的な流出現象と考えられる事例については、合理式による推算ピーク流量と、記録された実績ピーク流量との比較を行うものとする。

2. 源流部の集中豪雨など直接的な流出現象による災害事例

近年発生した鉄砲水災害では、源流部の集中豪雨など直接的な流出現象として、鉄砲水が発生したと考えられる事例が多い。

これらの災害事例では、短時間降雨強度の強い局所的な豪雨により、鉄砲水が発生していると考えられる。また、災害発生地点では、降雨がないか、あっても小さい場合が多い。このため、河道内の利用者や工事関係者などは急激な増水の危険を予想し難く、その結果、犠牲者となる例が多い。

以下、このような災害事例について、本章にて整理する。

2.1 ^ゆ湯^び檜^{そかわ}曾川

2000年8月6日に発生した湯檜曾川における鉄砲水災害について整理する。当該災害の報告の詳細は、白銀雄（2000）¹⁾、小葉竹重機・清水義彦（2001）²⁾、仲野公章ら（2001）³⁾などがある。

(1) 災害状況

2000年（平成12年）8月6日15:15頃、利根川水系の支川である湯檜曾川において鉄砲水が発生し、支溪マチガ沢との合流地点約400m上流にて、夏期合宿にてハイキング中の「新明サッカースポーツ少年団」（埼玉県東松山市）の31名（小人19名、大人12名）のうち、引率の大人1名が死亡、9名（小人4名、大人5名）が負傷した。

なお、谷川岳を分水嶺として隣接する信濃川水系魚野川水系の支川である釜川でも湯檜曾川より少し遅れて鉄砲水災害が発生し、中州に取り残された9人がヘリコプター救助されている。

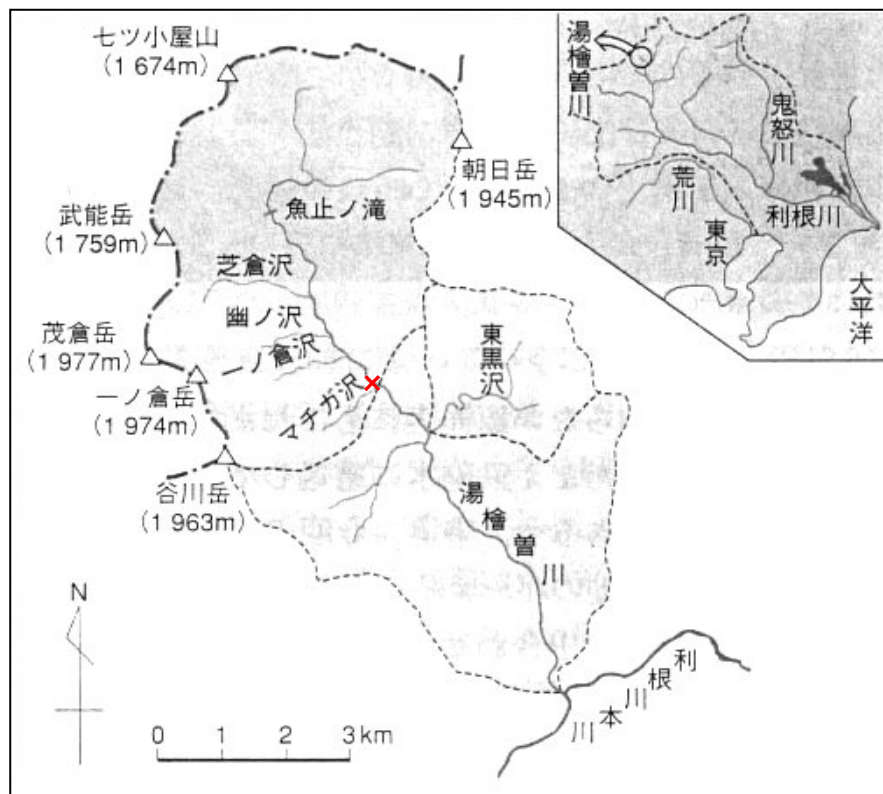


図 2.1.1 湯檜曾川流域の概略図²⁾

※「谷川岳の鉄砲水について」小葉竹重機・清水義彦（土木学会誌 Vol.86,jan2001）

(2) 流域状況

利根川の源流に近い湯檜曾川は、谷川岳（1,963m）、一ノ倉岳（1,974m）、朝日岳（1,945m）など、標高 2,000m に満たないが、急峻な山岳地帯を流域とする。流域面積 44.8km²、うち災害発生箇所上流域の流域面積 20.7km²である。

谷川岳という呼称は、近くの一ノ倉沢岳など、周囲の山域を含める場合が多い。谷川岳は、険しい岩壁と複雑な地形、変化の激しい天候のため、山岳事故による遭難者の数が多いことで知られている。



図 2.1.2 湯檜曾川流域図

※国土地理院発行 1/25,000 地形図を基に作成

(3) 降雨状況

当該流域における災害発生地点の近傍の地上雨量観測所は、一ノ倉観測所（国土交通省：標高 760m、事故発生現場より南へ約 500m）、オジカ沢ノ頭観測所（国土交通省：標高 1690m、事故現場から西に約 5km）がある。これらの雨量計では、前日の午後に降雨が観測されているが災害発生当日には雨量が観測されていない。ただし、群馬県谷川岳登山指導センターによると、谷川岳付近では局地的な雷雨が当日も含め 5 日続けて発生していることが確認されている。

仲野公章ら（2001）³⁾ による水上町登山指導センターでの災害当日の天候についての聞き取り調査では、災害が発生した 15:00 前後には、一ノ倉での降雨はわずかであったが、蓬峠では 14:00～14:30 頃にかけて、かなり強い降雨があったことが確認されている。

国土交通省赤城山レーダー雨量計の記録では、上流山岳地にて、50mm/hr 以上の降雨が 45 分間にわたって継続したことが確認される（表 2.1.1）。これは図 2.1.3 に示すメッシュ C に位置する蓬峠での聞き取り調査の結果と一致する。



図 2.1.3 レーダー雨量計メッシュ区分図²⁾

※「谷川岳の鉄砲水について」小葉竹重機・清水義彦（土木学会誌 Vol.86,jan2001）

表 2.1.1 レーダー雨量計による観測降雨 (2000.8.6) (単位: mm/hr)

時刻	A	B	C	D	E	F
13:40			10-20			
13:45			10-20			
13:50	10-20	50<	50<	50<		5-10
13:55	5-10	50<	50<	50<		20-30
14:00	20-30	50<	50<	50<	2- 5	20-30
14:05	20-30	40-50	50<	40-50		20-30
14:10	40-50	30-40	50<	30-40	2- 5	5-10
14:15	30-40	5-10	50<	5-10	20-30	5-10
14:20	30-40	5-10	50<	5-10	20-30	
14:25	50<	5-10	50<	5-10	40-50	2- 5
14:30	30-40	2- 5	50<	2- 5	30-40	2- 5
14:35	10-20	2- 5	40-50	2- 5	10-20	
14:40	10-20	2- 5	20-30	2- 5	5-10	
14:45	5-10		5-10		2- 5	
14:50	5-10		2- 5			
14:55	5-10					
15:00	2- 5					

※ 「谷川岳の鉄砲水について」小葉竹重機・清水義彦（土木学会誌 Vol.86,jan2001）を改変

※ レーダー雨量計による観測降雨について、仲野公章ら（2001）³⁾では、上記の値よりも小さいものとなっている。これは、仲野らの報告が速報としての性格上、キャリブレーション前の生データを使用しているためである。

※ 本検討では、キャリブレーション後の上記の値を用いて検討を行う。

(4) 水位状況

災害発生地点近傍の水位観測所は存在しないため、水位変化の時系列変化の詳細は不明である。

仲野公章ら(2001)³⁾では、洪水痕跡の現地調査、事故当時の聞き取り調査により、概ね15分間に70～100cm程度水位が上昇したものと考えられる。また、これらの証言から、水位の上昇が急であったこと、出水の継続時間が短かったことが確認される。

同報告により、洪水痕跡はマチガ沢出合から芝倉沢出合までの区間に確認されている。洪水痕跡調査の結果を基に、ピーク流量について、 Manning式より、 $18\sim 51\text{m}^3/\text{s}$ (粗度係数 $0.04\sim 0.07$ (大玉石交じり山地流路での値)) として推算している。

表 2.1.2 痕跡調査 (2000.8.7-8) の結果

調査手法	調査結果
航空調査 (ヘリコプター)	芝倉沢の上流域にブリッジ状に残っていた雪渓が、溪流横断方向に中央部幅 5m、長さ 40m にわたって崩落していることが確認された。 例年より雪渓が多く残っている。
現地踏査	マチガ沢出合から芝倉沢出合までの区間では、小枝、木片等の漂流物が、直線的に河岸上に付着し、出水の痕跡が確認された。 痕跡水位は、湯檜曾川で 1.0～1.1m 程度、芝倉沢 0.8m 程度。

※「2000年8月6日に谷川岳・湯檜曾川で発生した出水について(速報)」(仲野公章ら)より

表 2.1.3 聞き取り調査 (2000.8.7-8) における目撃証言

区分	調査結果
被災者	「いきなり腰ぐらいまで水位が増した。」 「ザーという音がした」
近くにいた登山客	「15:00 頃、幅 5m 程度であった湯檜曾川の川幅が、15 分間程度の間で 20～25m 程度まで拡大した」
登山指導センター職員	「救助に駆けつけた時点(16:00 頃)で、通常よりも 50cm 程度水位が高かったものの、2 時間以内にほぼ元の水位に戻った」

※「2000年8月6日に谷川岳・湯檜曾川で発生した出水について(速報)」(仲野公章ら)より

(5) 流出解析

当該河川の鉄砲水災害を対象とした流出解析は、栗原ら（2007）⁴⁾による kinematic wave モデルによる流出解析の実績（推算ピーク流量：12m³/s）や、小葉竹重機（2002）⁵⁾による実験を基にした kinematic wave モデルでの流出解析の実績（推算ピーク流量：58m³/s）が挙げられ、いずれも洪水痕跡より算定した結果と同程度のオーダーの値が得られている。

本検討では、当該地区の降雨流出特性に対する適合性について検証を試みることを目的に、合理式による流出解析を行う。

1) 流域面積

降雨解析において対象とする流域面積は、流出に寄与する降雨が発生したと考えられる流域を対象とする。ここで、前述したように上流域においても降雨にばらつきがあることから、災害発生地点上流域を対象とした場合（A=20.7km²）と、出水に寄与したと考えられる芝倉沢の存在するメッシュ C を対象とした場合（A=6km²）について算定する。

2) 降雨強度

発災状況から、発災地点に洪水到達後まもなく洪水ピークに達したものと考えると、洪水到達時間は降雨状況から 100 分程度と考えられる。洪水到達時間内の平均降雨強度は、レーダー雨量計による観測降雨より、レーダー雨量計メッシュ区分に応じた流域面積にて重みづけして算定を行う。

算定の結果、災害発生地点上流域を対象とした場合（A=20.7km²）は 8.6mm/h、芝倉沢の存在するメッシュ C を対象とした場合（A=6km²）は 24.9mm/h が得られた。

3) ピーク流量

合理式により算定を行う。

$$Q = \frac{1}{3.6} f \cdot r \cdot A$$

Q : ピーク流量 (m³/s)

f : 流出係数 (0.85 を採用) ※急峻な山地であり、数日前から局所的豪雨が各所で発生していたことを考慮

r : 平均降雨強度 (mm/h)

A : 流域面積 (km²)

算定の結果、災害発生地点上流域を対象とした場合のピーク流量は 42.0m³/s であり、洪水痕跡より算定した結果と同程度の値となる。なお、芝倉沢を含むメッシュ C のみからのピーク流量は、35.3m³/s となる。

(6) 考察

本事例は、災害概況や流出解析の結果より、源流域における短時間の局所的な豪雨により発生した鉄砲水災害として、降雨による直接的な流出現象として捉えることができる。

このことは、当該地域において鉄砲水が、“ねこまくり”という方言によって伝えられているように、気象特性、流域特性、河道特性などから、比較的、頻度の高い流出現象であることを示唆するものと考えられる。

なお、本事例での出水痕跡として、マチガ沢出合から芝倉沢出合までに確認されていること、芝倉沢の上流域にブリッジ状に残っていた雪渓が、溪流横断方向に中央部幅 5m、長さ 40m にわたって崩落していることなどから、河道閉塞の決壊による流出の可能性も十分考えられる。

なお、合理式により求めた流量は、流出に寄与したと考えられる流域を対象としたこと、洪水到達時間を考慮した流域平均雨量を採用したことにより、洪水痕跡より推算されたピーク流量と同程度のオーダーとなっている。

本事例のように、急峻な山岳地における局所的な豪雨により発生する鉄砲水災害について検討するためには、レーダー雨量計による雨量データは極めて有効であると言える。

参考文献

- 1) 白銀雄,「谷川岳湯檜曾川の鉄砲水による水難事故」, 河川 2000-10, 2000.
- 2) 小葉竹重機・清水義彦,「谷川岳の鉄砲水について」, 土木学会誌 Vol.86, 2001.
- 3) 仲野公章・山越隆雄・笹原克夫・長井義樹・城ヶ崎正人・吉柳岳志・池谷浩・三木洋一, 「2000年8月6日に谷川岳・湯檜曾川で発生した出水について(速報)」, 砂防学会誌 第53巻第5号(通巻232号) 2001.
- 4) 栗原淳一・武澤永純・山越隆雄・田方智・小田晃・長谷川祐治, 「2006年等に発生した鉄砲水に関する流出特性について」日本自然災害学会, Vol.26, No.2, 2007.
- 5) 小葉竹重機, 「群馬県における鉄砲水発生確率の地域特性と入山者対策に関する研究報告書」平成13年度) 2002.

2.2 ^{さかわ}, 酒匂 ^{がわ}, 川

2006年8月17日に発生した酒匂川における鉄砲水災害について整理する。当該災害の報告の詳細としては、神奈川県河川課（2006）¹⁾ などがある。

(1) 災害状況

2006年（平成18年）8月17日10:00～11:00頃、神奈川県西部を流れる酒匂川で、急激な増水のため、釣り人やキャンプ客が流された。神奈川県資料¹⁾では、死亡者2名、救助者22名（自力脱出者2名含む）となる水難事故として記録されている。本事例では、中流部や下流部での急激な増水による被害が発生していることが特徴である。

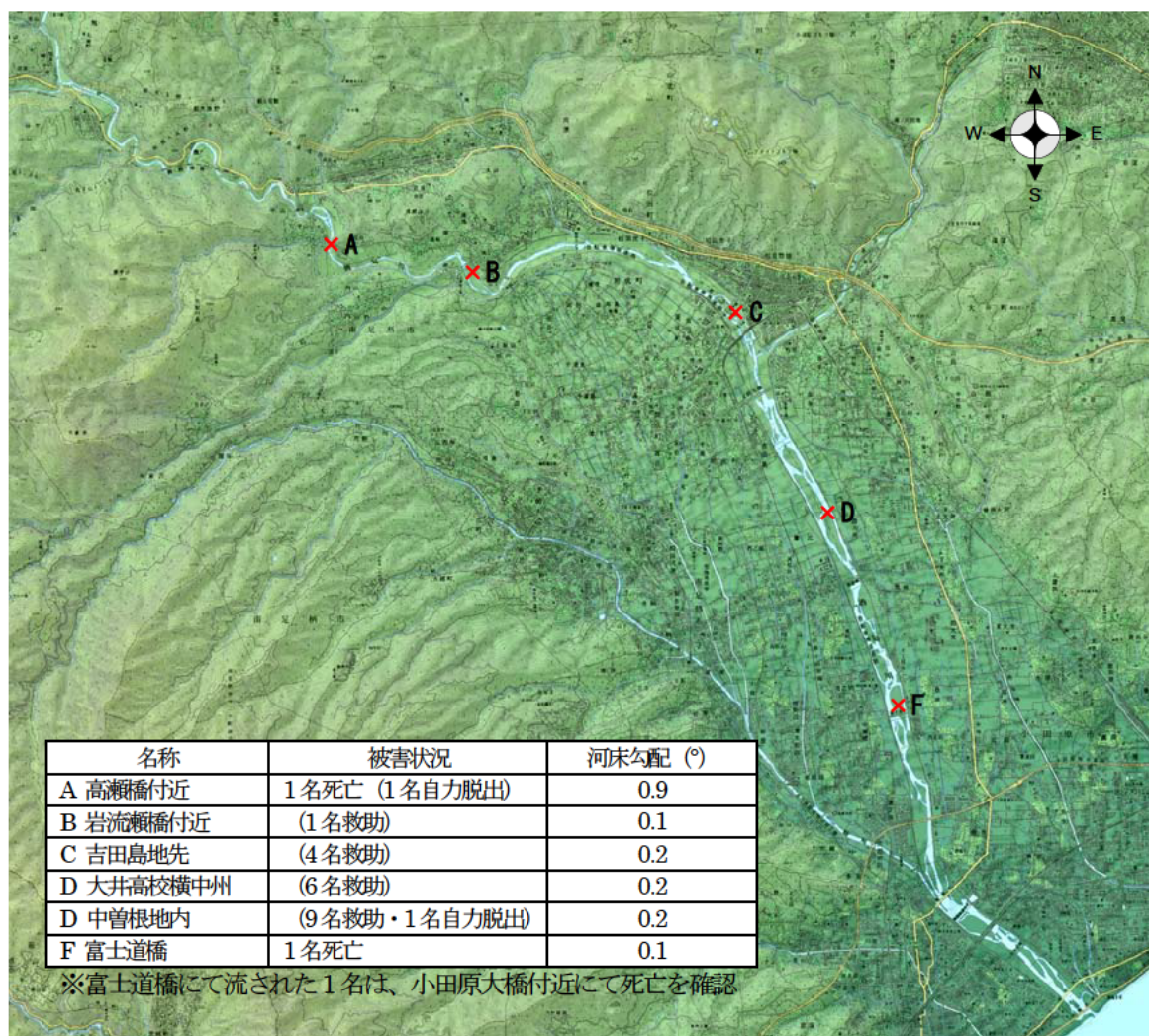


図 2.2.1 酒匂川における水難事故発生地点
(※KASIMIR 3D より作成)

(2) 流域状況

酒匂川は、神奈川県・静岡県を流れる流域面積 582km²、流路延長 46km の二級河川である。静岡県内では鮎沢川と呼称される。富士山東麓の御殿場市を源流とし、丹沢山地と箱根山の間谷を抜け、足柄平野を南下し、小田原市にて相模湾へ流下する。丹沢山中を源流とする玄倉川などの河川は、いったん丹沢湖に流れ込み、丹沢湖から流れ出した河内川が山北町で鮎沢川と合流する。

なお、玄倉川では、1999年8月14日に、玄倉川の中州でキャンプをしていた小人6名を含む18人が増水によって流され、小人4名を含む13名が死亡する水難事故が発生している。



図 2.2.2 酒匂川流域図

※国土地理院発行 1/25,000 地形図を基に作成

(3) 降雨状況

2006年（平成18年）8月中旬は、台風10号の影響などで大気の状態が不安定になり、局地的な豪雨が発生した。

酒匂川での急激な増水が発生した8月17日には、台風10号が九州の東海上にあって、西にゆっくり進んでいたため、台風の東側の湿った空気が流れ込んだ影響で、神奈川県および静岡県では、酒匂川の上流域を中心に30～40mm/h程度の豪雨となった。

ただし、降雨は局地性が強く、地上雨量観測地点における最大時間雨量は、小山雨量観測所（静岡県）27mm/h（10:00）を記録しているものの、丹沢湖雨量観測所（気象庁）17mm/h（10:00）、御殿場雨量観測所（気象庁）4mm/h（10:00）、相模湖雨量観測所（気象庁）10mm/h（11:00）、小田原雨量観測所（気象庁）4mm/h（10:00）などとなっており、アメダス観測網をすり抜けて豪雨が発生している。

レーダー雨量の記録より、当該流域では、神奈川県と静岡県の県境付近に位置する静岡県御殿場市～小山町に、局地的な豪雨が発生していることが確認される（図2.2.3、図2.2.4）。

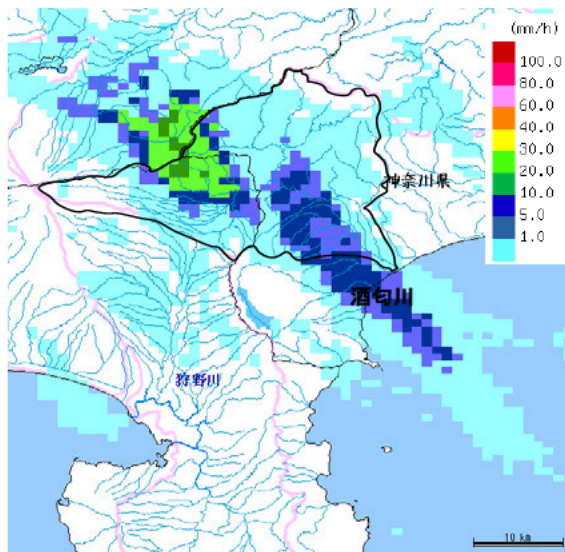


図 2.2.3 レーダー雨量 (8/17 ; 9:00～10:00)

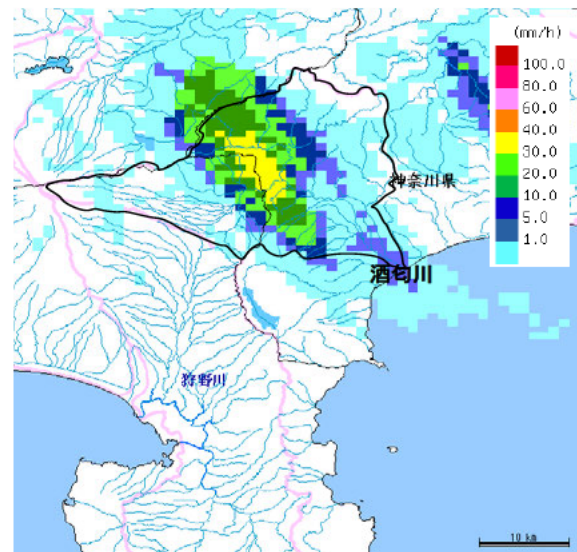


図 2.2.4 レーダー雨量 (8/17 ; 10:00～11:00)

※FRICS川の防災情報ネット（レーダー雨量）を基に作成

(4) 水位状況

急激な増水により、2名が流され、うち1名が死亡した高瀬橋の近傍に位置する平山水位観測所では、10:15～10:45の30分間に64cmの水位上昇が記録されている。

なお、当該地点における推算ピーク流量（生起時刻 10:45）は、当該水位観測所における H-Q 式により、 $312\text{m}^3/\text{s}$ ($n=0.030$) として算定されている。

時刻	水位 (m)
9:00	0.37
9:15	0.38
9:30	0.39
9:45	0.40
10:00	0.43
10:15	0.48
10:30	0.75
10:45	1.12
11:00	1.10
11:15	1.06
11:30	1.00
11:45	0.97
12:00	0.95
12:15	0.91
12:30	0.88
12:45	0.85
13:00	0.85
11:30	1.00
11:45	0.97
12:00	0.95
12:15	0.91
12:30	0.88
12:45	0.85
13:00	0.85

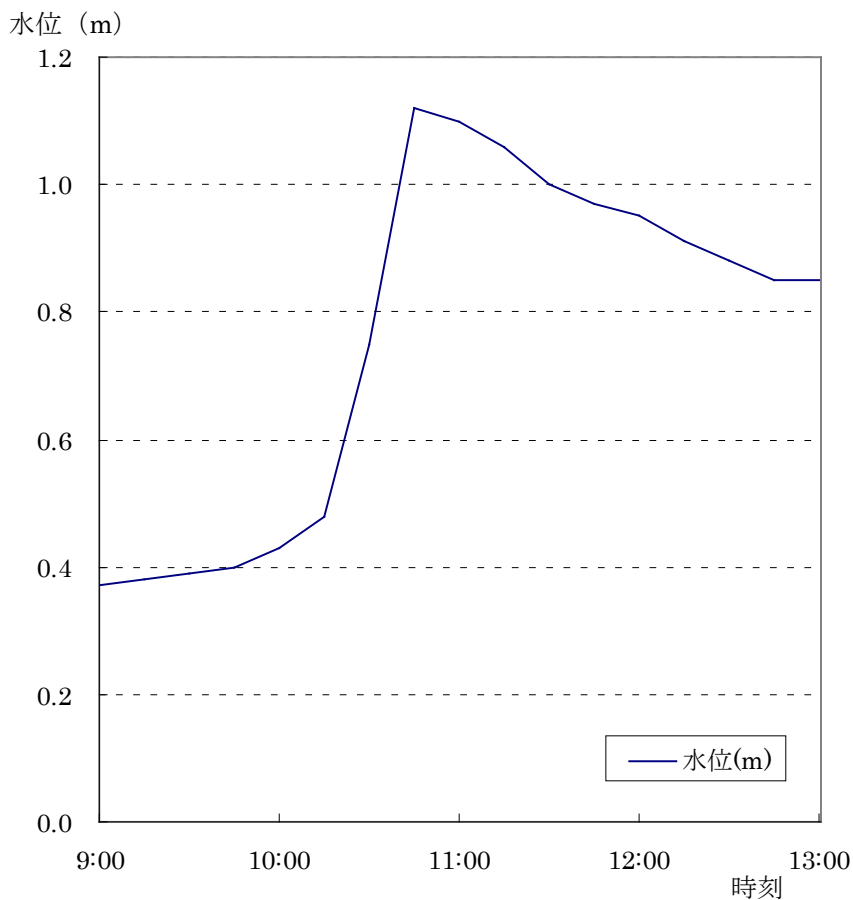


図 2.2.5 酒匂川水難事故当時の水位記録（平山水位観測所）2006/8/17²⁾

※「平山水位観測所データ」（神奈川県松田土木事務所）

(5) 流出解析

当該河川は、ダム等の貯留施設が存在すること、全体としての流域面積が 582km² と大きいことなどから、合理式による流量算定には適していない河川であると考えられるが、対象とする現象が、短時間の豪雨に伴う流出現象としてピーク流量が捉えられるかを確認するものとして、合理式による流出解析を行う。

1) 流域面積

降雨解析において対象とする流域面積は、平山水位観測所より上流側流域 (A=368.5km²) として、流出量を推算する。

2) 降雨強度

集中豪雨の中心となる小山町付近は、水難事故発生地点から約 15km の地点である。ここで、降雨ピークの生起時刻は、レーダー雨量観測データおよび地上雨量観測所である小山雨量観測所の降雨観測データより、10:00 前後と考えられる。また、水難事故発生地点における洪水ピークは、10:45 であり、この時点での降雨強度を考慮すると、有効降雨による洪水到達時間は概ね 2 時間程度であるものと考えられる。このため、当該降雨による洪水到達時間の平均雨量として、レーダー雨量観測データ (9:00~11:00) を採用する。算定の結果、洪水到達時間内の平均降雨強度 5.8mm/h が得られた。

3) ピーク流出量

合理式により算定を行う。流出係数は、当該河川流域が平地の占める割合が大きいこと、流域規模が大きいことに留意し、0.60 を採用した。

算定の結果、ピーク流量は 353m³/s が得られた。この結果は、当該地点における実績推算ピーク流量 (生起時刻 10:45) 312m³/s (n=0.030) と同程度の値として捉えられる。なお、当該河川におけるダム等の貯留施設では、ダム流入量に対し、放流量を抑える洪水調節の実施が記録されている (表 2.2.1)。

$$Q = \frac{1}{3.6} f \cdot r \cdot A$$

Q : ピーク流出量 (m³/s)

f : 流出係数 (0.60 を採用) ※平地の占める割合が大きく、流域規模が大きいため

r : 平均降雨強度 (mm/h)

A : 流域面積 (km²)

表 2.2.1 三保ダムにおける洪水調節³⁾

時刻	流入量 (m ³ /s)	放流量 (m ³ /s)	調節量 (m ³ /s)
10:00	23.35	12.14	11.21
10:30	17.46	13.28	4.18
11:00	25.98	16.64	9.34
11:30	59.45	20.85	38.60
12:00	45.87	23.49	22.38
12:30	36.42	23.46	12.96
13:00	33.95	23.54	10.41
13:30	30.25	23.58	6.67

※「河川局関係連絡事項/報道「酒匂川の増水に伴う事故」について」河川局河川環境課流水管理室

(6) 考察

本事例は、災害概況や流出解析の結果より、短時間の局所的な豪雨により発生した鉄砲水災害として捉えることができる。

本事例での降雨域は主に丹沢山系や静岡県内の山地部であり、中～下流域での急激な増水に繋がったものである。

参考文献

- 1) 神奈川県河川課, 「8月17日酒匂川増水に伴う水難事故について」, 2006.
- 2) 神奈川県松田土木事務所, 「平山水位観測所データ」
- 3) 国土交通省河川局河川環境課流水管理室, 「河川局連絡事項/報道「酒匂川の増水に伴う事故」について」平成18年8月18日, 2006.

2.3 ^{たま}, 玉川

2006年8月21日に発生した玉川における鉄砲水災害について整理する。当該災害の報告の詳細は、舟山秀二（2006）¹⁾、谷吉兵衛・井上美嶺（2007）²⁾ などがある。

(1) 災害状況

2006年（平成18年）8月21日16:25頃、山形県小国町の玉川（一級河川 荒川水系）にて鉄砲水が発生し、玉川第1砂防ダム魚道設置工事における工事用仮設橋などを流失させた。写真記録より、概ね15分間に4m程度の増水が発生したものと考えられる。

同日、玉川第1号砂防ダムでは、魚道設置工事を実施していた。16:10頃、現場上流2.5kmに設置していた水位警報装置が作動したため、作業員の避難および作業機械を退避させたものの、同時刻、現場では降雨も無く、河川水位にも異常が確認されなかったため、水位警報装置の作動については、半信半疑であったという¹⁾。第1波が押し寄せてきたのは、16:17頃である。その後、16:18頃にも小さな波が到達している。水位の急激な上昇は、16:25頃のことであり、一気に濁流となって増水した。約1分で3m程度上昇したことが写真記録からも確認される。この後、水位はさらに上昇し、工事用仮設橋を流出させた。



図 2.3.1 鉄砲水による急激な増水状況

※飯豊山系砂防事務所資料

(2) 流域状況

玉川は、山形県西置賜郡小国町を流れる荒川水系の河川である。飯豊連峰飯豊山（標高2,105m）に源を発し、山形県小国町南部を北流しながら新潟県境付近で荒川に合流する。流域面積は約 202km² である。流域は、飯豊山系の高山により包囲される急峻な地形であり、溪谷が発達している。



図 2.3.2 玉川流域図

※国土地理院発行 1/25,000 地形図を基に作成

(3) 降雨状況

災害発生地点では、昼過ぎまで晴天で、昼過ぎ頃から曇り空となったが、降雨はほとんどなかった。レーダー解析雨量より、15:00 頃より、当該河川源流域で 50~100mm/h の強い雨域が発生し、1 時間程度継続し、その後、雨域は下流に移動していることが確認される。

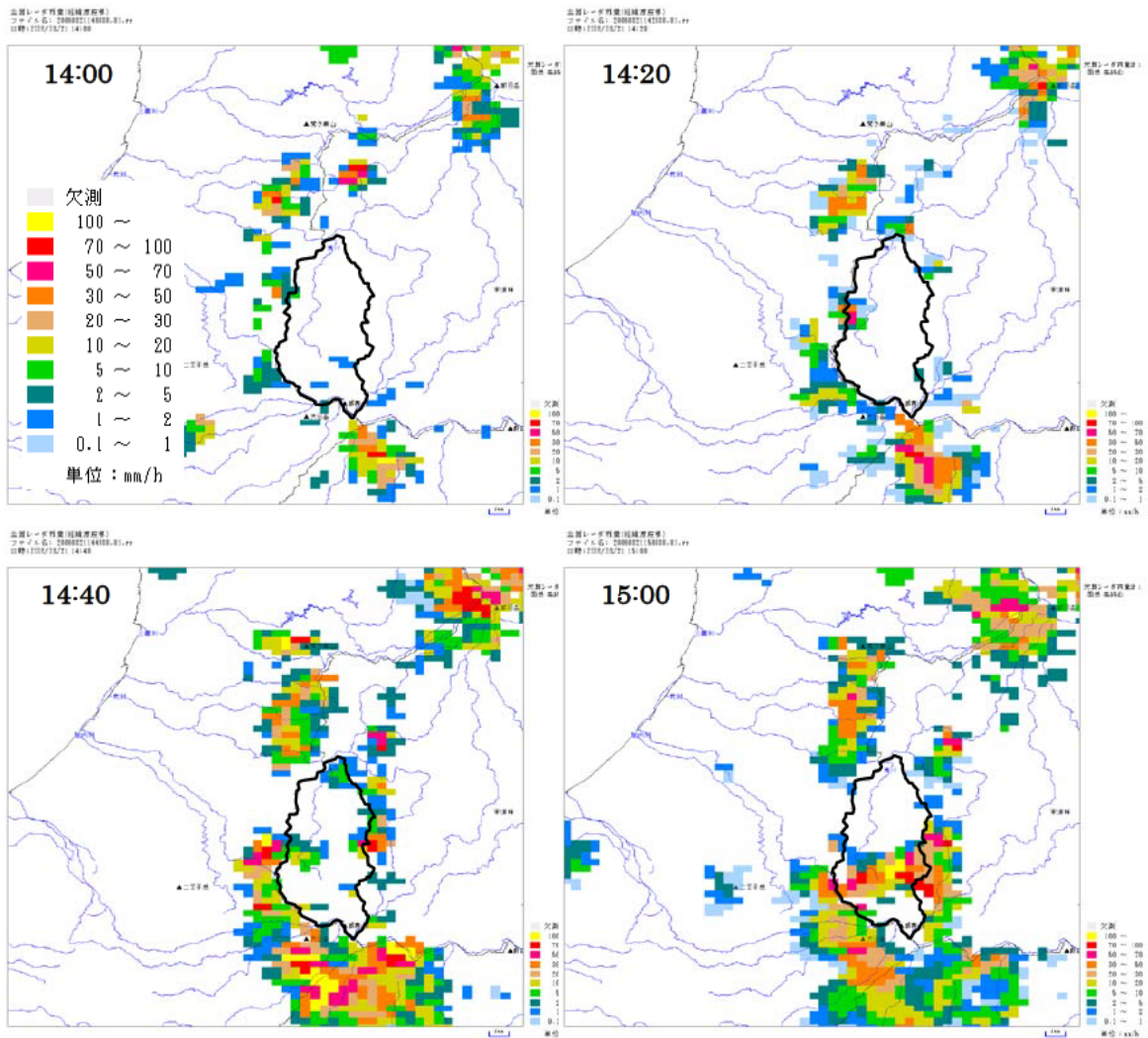


図 2.3.3 玉川流域における降雨状況
 ※FRICS 川の防災情報ネット（レーダー雨量）を基に作成

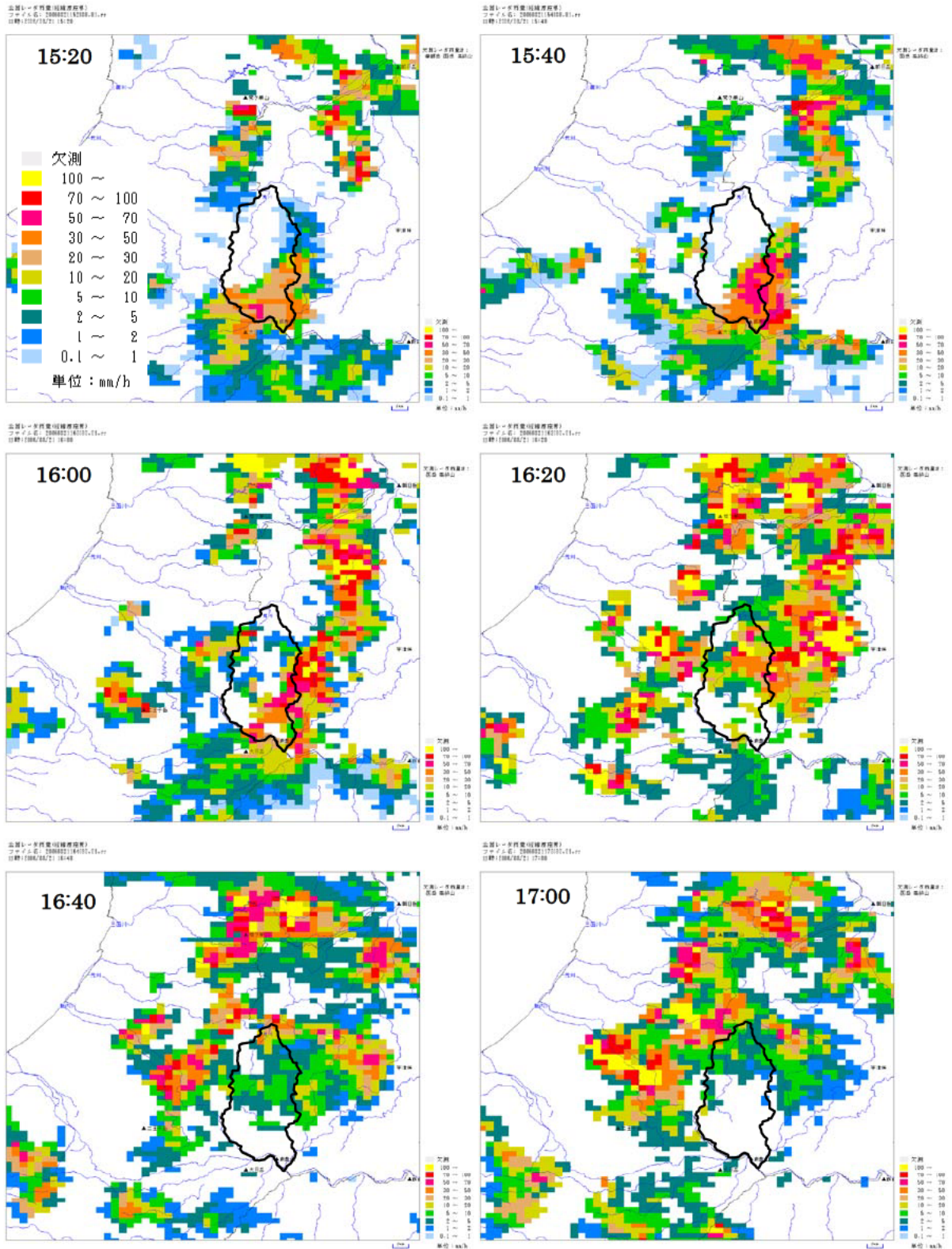


図 2.3.3 玉川流域における降雨状況
 ※FRICS 川の防災情報ネット（レーダー雨量）を基に作成

(4) 水位状況

災害発生地点の約 3km 下流の玉川スーパー堰堤での水位流量観測記録によると、当該地点では、17:00~17:10 の 10 分間に 0.9~1.5m の水位上昇 を記録している。当該地点では、河道幅が 200m 程度と広いため、水位の上昇はかなり緩和されたものと考えられる。

なお、流量については、鉄砲水発生前は、6.0m³/s 前後であったが、17:20 には、185.9m³/s を記録するなど、急激に増水したことを示すものとなっている。

	流量 (m ³ /s)
15:00	6.4
15:10	6.6
15:20	6.6
15:30	6.5
15:40	6.3
15:50	6.4
16:00	6.3
16:10	5.9
16:20	5.7
16:30	6.3
16:40	5.8
16:50	5.9
17:00	21.9
17:10	185.9
17:20	182.4
17:30	167.1
17:40	135.5
17:50	108.8
18:00	94.1
18:10	81.7
18:20	75.7
18:30	63.5
18:40	54.6
18:50	38.9
19:00	31.1

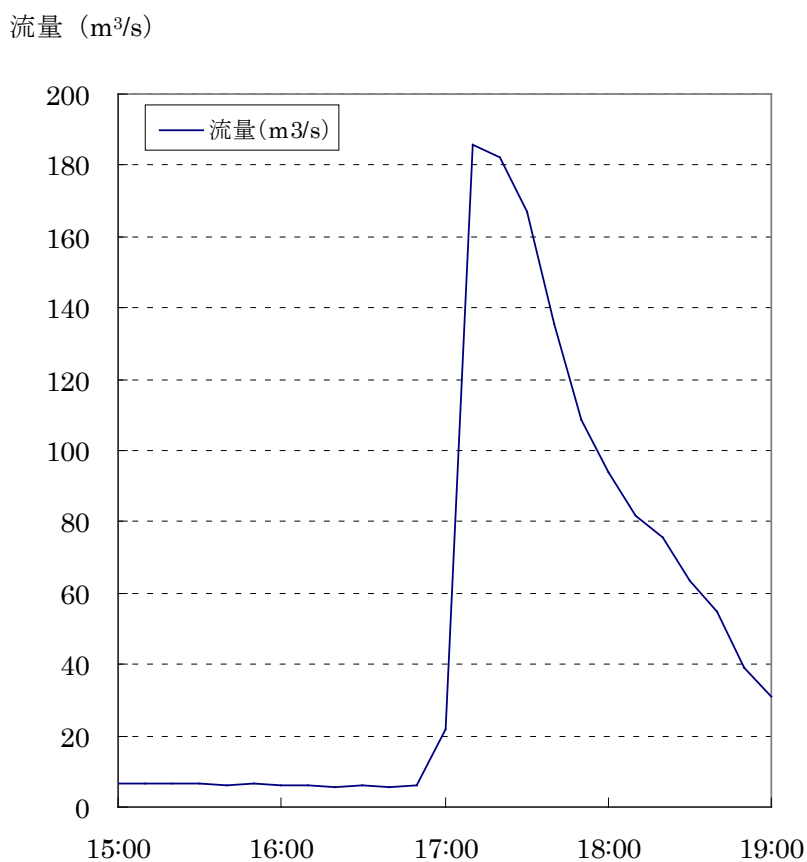


図 2.3.4 玉川スーパー砂防堰堤における水位記録 2006/8/21³⁾

※「玉川スーパー暗渠水位流量観測データ」(国土交通省飯豊山系砂防事務所)

(5) 流出解析

対象とする現象が、短時間の豪雨に伴う流出現象としてピーク流量が捉えられるかを確認する目的で、合理式による流出解析を行う。

1) 流域面積

降雨解析において対象とする流域面積については、玉川スーパー堰堤の上流域 ($A=84\text{km}^2$) とする。

2) 降雨強度

玉川スーパー堰堤の上流域 ($A=84\text{km}^2$) を対象とする。降雨ピークの生起時刻は、レーダー雨量観測データより、15:30 前後と考えられる。玉川スーパー堰堤における洪水ピークは、17:10 であり、この時点での降雨強度を考慮すると、有効降雨による洪水到達時間は 2.5 時間程度であるものと考えられる。このため、当該降雨による洪水到達時間内の平均雨量として、レーダー雨量観測データ (14:35~17:10) を採用して降雨強度を算定する。

算定の結果、洪水到達時間内における流域平均降雨強度 9.6mm/h が得られた。

3) ピーク流出量

流出係数は当該河川流域が急峻な山地の占める割合が大きいことに留意し、0.80 を採用した。合理式による推算ピーク流量は $179.7\text{m}^3/\text{s}$ が得られた。これは、実績ピーク流量と同程度の値である。

(6) 考察

本事例は急峻な山地における雷雨性豪雨による直接的な流出現象であると考えられる。なお、当該河川では、これまでも鉄砲水がたびたび発生していることが報告されている(田村孝夫・福井義隆 (2001)³⁾ など)。なお、2.5km 上流に設置していた水位警報装置が作動した 15 分後に急激な水位上昇が発生したことを考慮すると、洪水流速は 2.8m/s として算定される。

参考文献

- 1) 舟山秀二, 「美しい自然とその猛威の中で -玉川第 1 号砂防ダム魚道設置その 2 工事-」メディア砂防, 2006.
- 2) 谷吉兵衛・井上美嶺, 「美しい自然とその猛威の中で~砂防工事における安全対策~」北陸地方整備局管内事業研究会, 2007
- 3) 田村孝夫・福井義隆, 「鉄砲水と工事安全対策について (玉川スーパー暗渠砂防堰堤工事)」北陸地方整備局管内事業研究会, 2001.

2.4 ^{とみ}富^{なみがわ}並川

2006年8月22日に発生した富並川における鉄砲水災害について整理する。当該災害の報告の詳細としては、国土交通省東北地方整備局(2006)¹⁾や栗原ら(2008)²⁾などがある。また、山形県では、当災害を契機として、地理的要因、河道的要因の観点から、「急激な水位上昇が予想される河川(上位50河川)〔案〕」(2006)³⁾を公表している。

(1) 災害状況

2006年(平成18年)8月22日14:25頃、村山市を流れる最上川支川の富並川で、鉄砲水が発生し、里橋上流200m付近で川遊びをしていた4名(大人1名、小人3名)のうち、小人2名が死亡した。なお、死亡した小人2名は、魚とりをしていた。

当時、発災地点では降雨は無く、生存者は、「川には水はほとんど無かったが、突然濁流が押し寄せた」「突然、津波のような濁流が襲った」などと証言している。



図 2.4.1 災害発生地点の河道状況

※06.08.28 撮影

(2) 流域状況

富並川は、流域面積 45.5km²、流路延長約 16km の最上川の 1 次支川である。なお、深沢水位観測所より上流側流域面積 41.5km² である。

流域の大部分を山地が占め、源流部は葉山 (1,462m)、古小室山 (1,360m)、鏡山 (1,097m) など 1,000～1,500m 程度の山地が取り巻いている。当該河川は、平均河床勾配 1/18 であり、源流と最上川合流部の標高差が大きい。源流部はカルデラ地形で集水しやすい地形形状となっており、露岩するなど、流出しやすい地形特性を有している。

最上川合流点に近い水難事故発生地点では、山里の小河川の様相を呈し、両岸は農地として利用されている。



図 2.4.2 富並川流域図

※国土地理院発行 1/25,000 地形図を基に作成

(3) 降雨状況

2006年（平成18年）8月は、台風10号の接近以降、大気の状態が不安定で、局地的な豪雨が各地で発生した。水難事故発生箇所では、災害時に降雨がなかったことが証言されているが、レーダー雨量の記録では、急激な増水が発生した8月22日12:00～13:00には、富並川源流部にあたる葉山、御小室山、鏡山において、50～100mm/hの局所的な豪雨の発生が確認される。

なお、当該河川流域内には地上雨量観測所が存在しない。比較的近傍の地上雨量観測所では、肘折雨量観測所（国土交通省）10mm/h（13:00）、田代雨量観測所（山形県）16mm/h（14:00）、村山雨量観測所（気象庁）降雨なし、などの記録となっており、少量の降雨しか記録されていない。

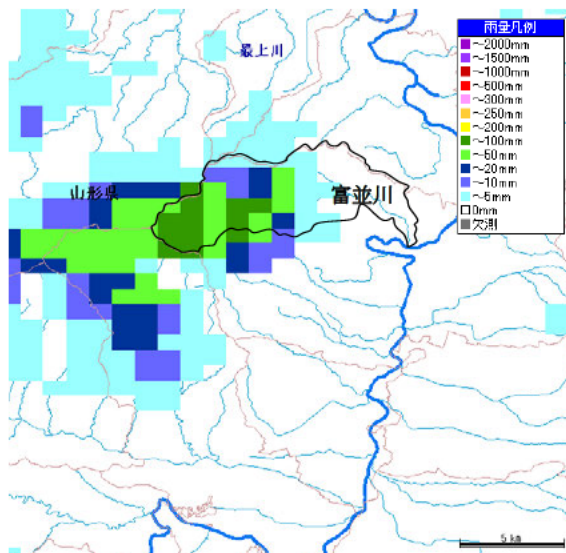


図 2.4.3 レーダー雨量（12:00～13:00）

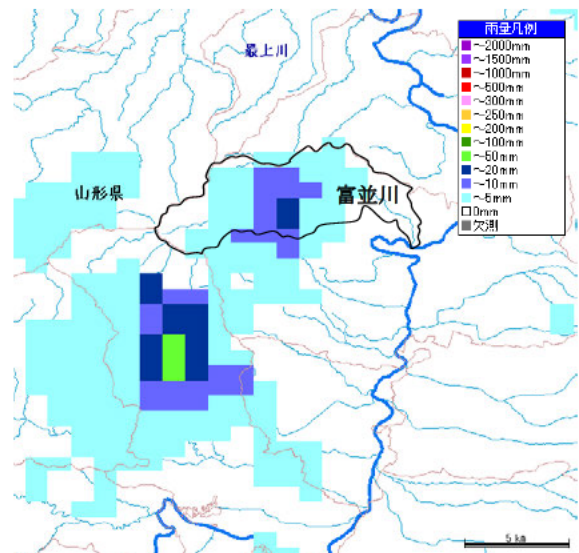


図 2.4.4 レーダー雨量（13:00～14:00）

※FRICS川の防災情報ネット（レーダー雨量）を基に作成

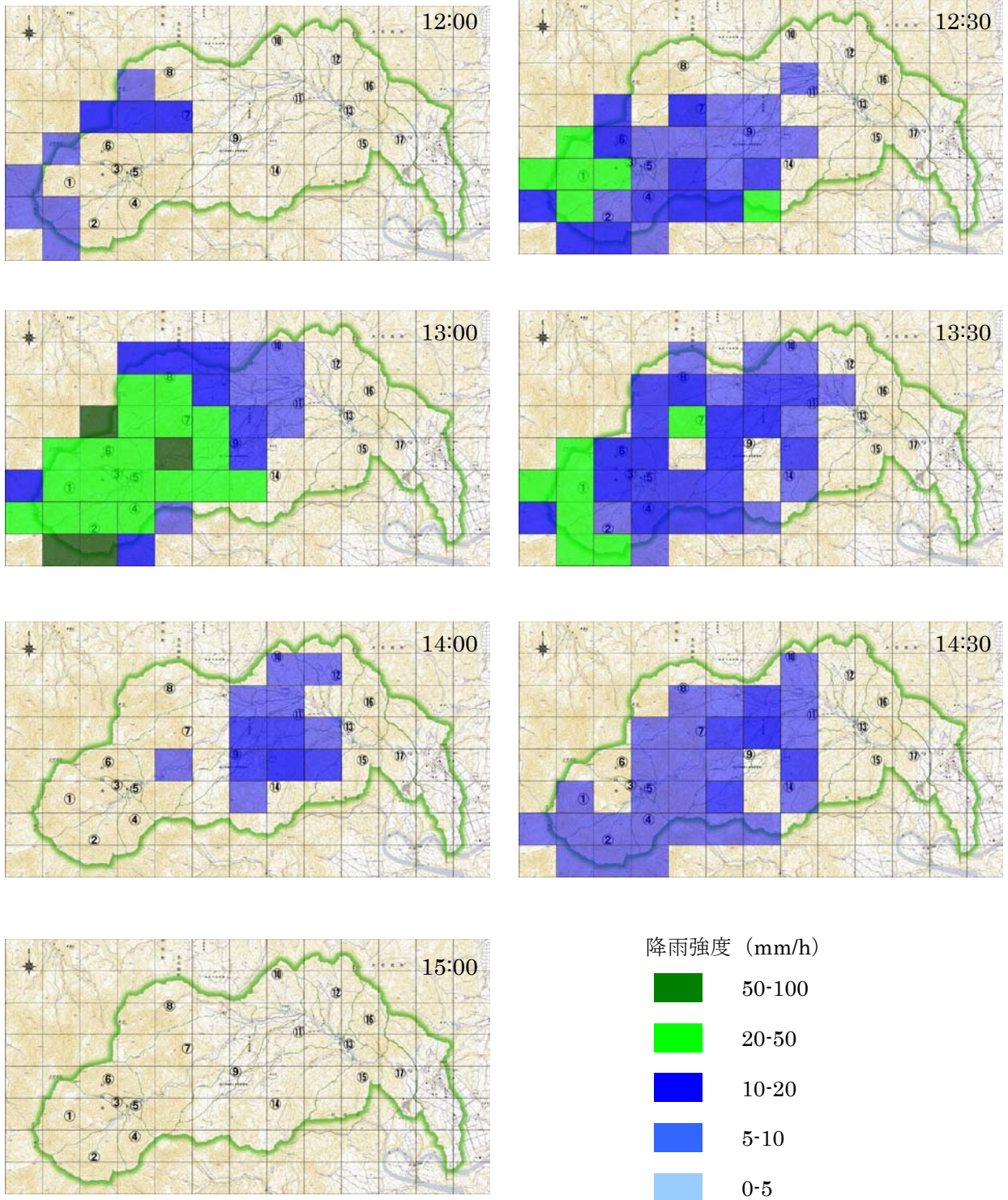


図 2.4.5 富並川流域における降雨分布状況

※降雨分布は、富並川流域に関するメッシュのみ着色した。

(4) 水位状況

鉄砲水災害発生地点の約1km上流に位置する深沢水位観測所では、8月22日14:10~14:20の10分間に72cmの水位上昇が記録された。死亡した小学生はいずれも低学年であり、背丈を考慮すると、足元くらいの水深であった河川水位が、急激に胸のあたりまでの水位になったものと考えられる。

なお、深沢水位観測所の河川断面より推算した実績ピーク流量(生起時刻14:20)は、 $39.8\text{m}^3/\text{s}$ ($n=0.040$)である。

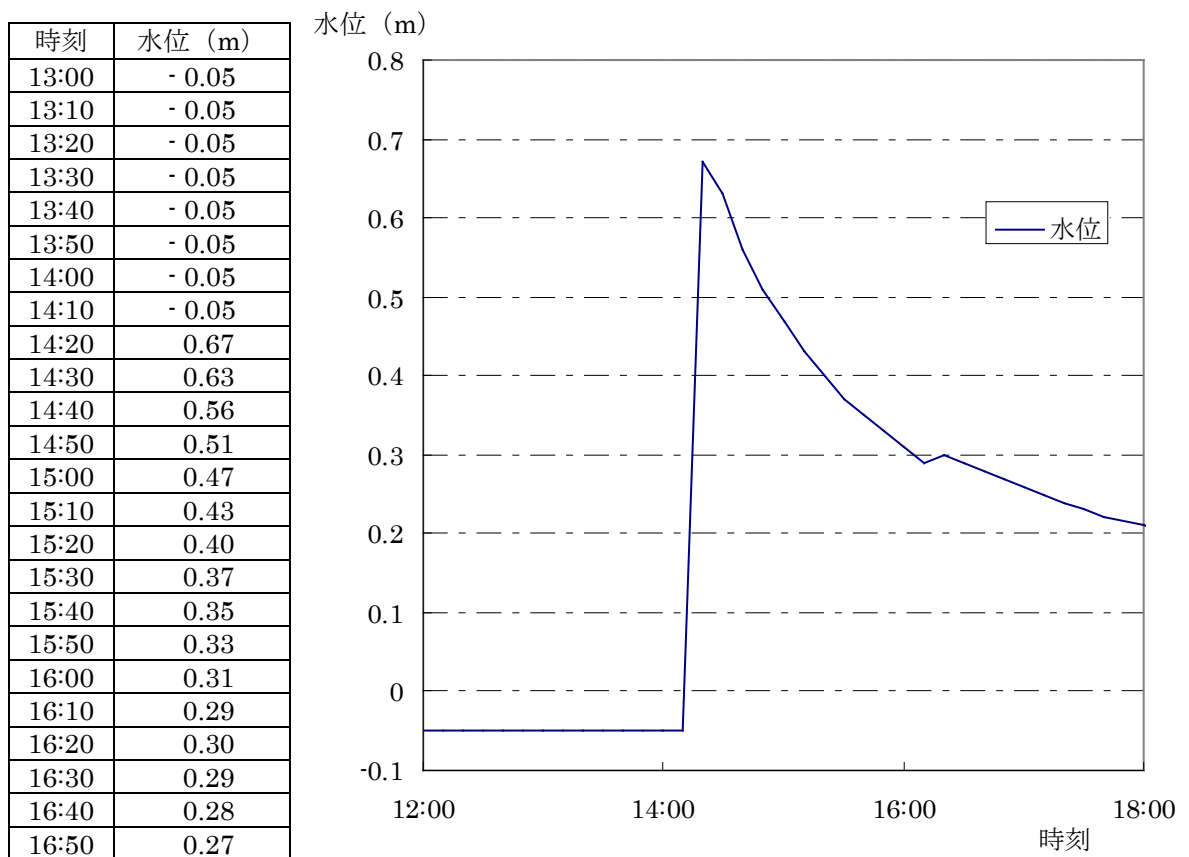


図 2.4.6 富並川水難事故当時の水位記録 (深沢水位観測所) 2006/8/22

※「深沢水位観測所データ」 (山形県村山総合支庁)

(5) 流出解析

合理式による流出解析を行う。

1) 流域面積

深沢水位観測所より上流側流域 ($A=41.5\text{km}^2$) を対象とする。

2) 降雨強度

集中豪雨の中心となる源流部は、葉山、御小室山、鏡山といった 1,500~1,000m の山地に囲まれた集水地形となっている。ここでの降雨ピークの生起時刻は、レーダー雨量観測データより、13:00 前後と考えられる。

深沢水位観測所における洪水ピークは、14:20 頃である。当該時刻の降雨強度を考慮すると、洪水到達時間は 2.5 時間程度であると考えられる。このため、当該降雨による洪水到達時間の平均雨量として、レーダー・アメダス解析雨量 (11:50~14:20) の値を採用し、算定を行う。

算定の結果、災害発生地点上流域における平均降雨強度は、5.9mm/h が得られた。

3) ピーク流量

合理式により算定を行う。

$$Q = \frac{1}{3.6} f \cdot r \cdot A$$

Q : ピーク流量 (m^3/s)

f : 流出係数 (0.70 を採用) ※主に山地流域であるため

r : 平均降雨強度 (mm/h)

A : 流域面積 (km^2)

算定の結果、ピーク流量は $47.6\text{m}^3/\text{s}$ であり、当該地点における実績ピーク流量 (生起時刻 14:20) $39.8\text{m}^3/\text{s}$ ($n=0.040$) と比較すると、やや大きい値が得られた。

(6) 考察など

本事例は、災害概況や流出解析の結果より、源流域における短時間の局所的な豪雨が原因で発生した鉄砲水災害であり、降雨による直接的な流出現象として捉えることができる。

当該河川の平均河床勾配は 1/18 程度であり、源流部と最上川合流部の標高差が大きい。また、河道幅は 10m 程度と比較的狭い。

参考文献

- 1) 国土交通省東北地方整備局河川部地域河川課,「富並川で発生した水難事故について」,個性の台地 第 20 号(平成 18 年 10 月),2006.
- 2) 栗原淳一・桜井亘・武澤永純・田方智・鈴木隆司・盛伸行,「2006 年に発生した鉄砲水災害の発生原因について-佐賀県伊万里市、山形県富並川の事例-」,砂防学会誌 第 60 卷 第 2 号(通巻 271 号) 2007 年 7 月,2007.
- 3) 山形県河川砂防課,「急激な水位上昇が予想される河川(上位 50 河川)(案)」平成 18 年 10 月 27 日,2006.
- 4) 山形県村山総合支庁,「深沢水位観測所データ」

2.5 ^{うじ}, 宇地 ^{どまり}, 泊 ^{がわ}, 川

2006年9月9日に発生した宇地泊川における鉄砲水災害について整理する。当該災害の報告の詳細は、沖縄県（2006）¹⁾がある。また、沖縄県（2007）²⁾にて、当該災害後の11月以降より、雨量観測、水位観測を実施し、当該河川の降雨流出特性などについて整理されている。

(1) 災害状況

2006年（平成18年）9月9日11時頃、沖縄県宜野湾市を流下する宇地泊川において、鉄砲水が発生し、川遊びをしていた小学生3名のうち1名が流され死亡する水難事故が発生した。

(2) 流域状況

宇地泊川は、沖縄県宜野湾市内を貫流し、東シナ海に流下する二級河川であり、流域の大部分が市街地となっている。河道は溪谷状で、概ね背後地に比べて深い位置に河道がある。平均河床勾配は1/30程度である。また、河口付近まで砂防指定区間となっている。

市街地を流下しているため、台風等による豪雨時には、流域の表流水が集中しやすく、溪岸侵食や斜面崩落などの土砂災害が過去に発生している。



図 2.5.1 宇地泊川流域図

※国土地理院発行 1/25,000 地形図を基に作成

また、5本の雨水幹線が流入するなど、当該河川の流出形態は都市小河川としての性格が強いものとなっている。

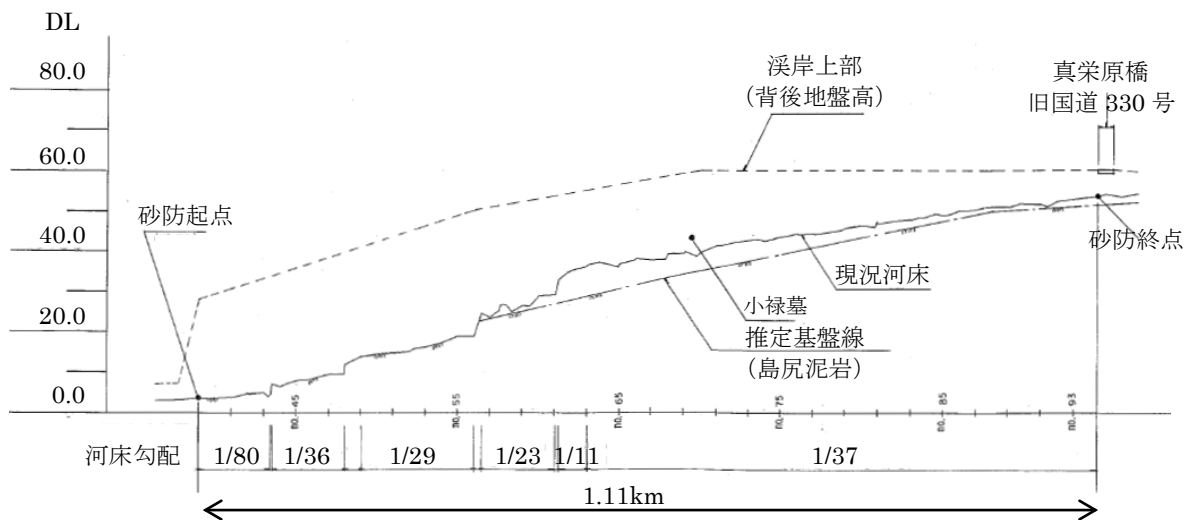


図 2.5.2 宇地泊川概況図 (平面図・縦断図)

※「平成 18 年度 宇地泊川調査解析業務委託 業務報告書」平成 19 年 3 月 (沖縄県)

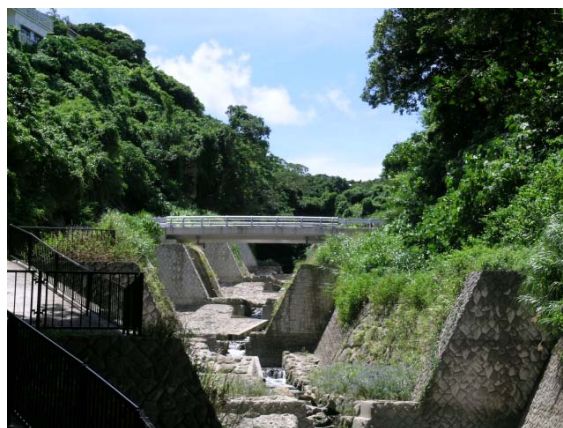


図 2.5.3 水難事故の発生した現地の河道状況

(※2007.07.05 撮影)

(3) 降雨状況

当該河川流域では、2006年9月9日の10:30～11:00に、短い降雨があったことが新聞等の報道資料から確認される。また、当該流域近傍の地上雨量観測所（当山雨量観測所）では、10:30～10:50の連続雨量7mmと、極めて短時間に集中した降雨があったことが観測されている。また、同日の気象庁レーダー・アメダス解析雨量においても、流域平均雨量としては、7mm程度の局所的な降雨であったことが確認されている。

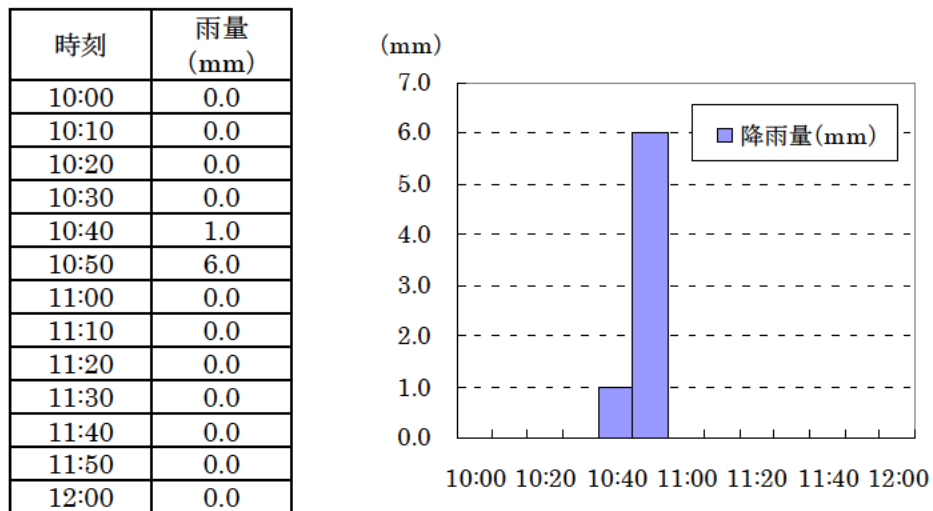


図 2.5.4 降雨観測記録（当山雨量観測所）³⁾
※「当山雨量観測所データ」（沖縄県中部土木事務所）

(4) 水位状況

当該河川においては、水位観測所等が存在しないため、水難事故発生時点の水位および水位上昇の程度については不明である。ただし、報道資料（沖縄タイムス；平成 18 年 9 月 11 日）⁴⁾によると、“先頭にいた 1 名（死亡）が、増水直前に「石につかまれ、流されるなよ」と叫んだこと”、“直後に急激な増水が発生し、注意を促した 1 名が仰向けに流されていったこと”、“増水が収まるのを待って移動したこと”など、生存者から水位状況に関する事項が証言されている。このことから、氾濫水は段波状に流下し、急激に水位が上昇し、その後急速に流量が減少したものと考えられる。

また、報道資料⁵⁾によると、氾濫前の水深は 20～30cm 程度であったが、事故後の水位（11:20 頃、発見場所となる下流の市街地）は、1m 程度になっていたとして報じられている。また、水難事故に遭遇した小学生の身長等を考慮すると、水難事故発生地点では、極めて短時間に、70～100cm 程度の水位上昇が発生したものと考えられる。

参考) 当該河川の水位上昇特性について

水難事故発生後に沖縄県では、当該河川を対象とした雨量観測-水位観測（06.11.27～07.03.27）を実施し、沖縄県（2007）²⁾により、当該河川の急激な水位上昇の特性が報告されている。

同報告書によると、当該河川の水位上昇の特性として、“連続降水量が多い少ないに関わらず、10分間降水量（流域平均雨量3mm以上）が大きいと増水に繋がる”、“瞬間的な増水が観測期間中に28降雨中3降雨について発生している”ことが報告されている。特筆すべき特性としては、瞬間的な水位上昇が挙げられる。当該河川の水位は、1分ピッチでの観測を実施しているおり、実際に1分間に30cm程度の水位上昇が記録されている。なお、観測期間中は、必ずしも短時間の豪雨などが発生しやすい時期ではないことを考慮すると、年間を通じて、急激な水位上昇が発生しやすい河川であるものと考えられる。

(5) 流出解析

当該事例においては、検証すべき水位データ等が存在せず、河道断面および痕跡水位からの実績推算ピーク流量の算定が困難であるが、沖縄県（2007）²⁾により、概ねの流出特性について明らかにされているため、河道断面等の基礎的な資料を基に、合理式による流出解析にて、水難事故発生当時の水位状況について推算を行うものとする。

1) 流域面積

鉄砲水災害の発生箇所より上流側の流域（ $A=6.3\text{km}^2$ ）を対象として検討を行う。

2) 降雨強度

当該河川流域に隣接する当山雨量観測所（沖縄県）における降雨データを採用する。沖縄県（2007）²⁾における当該河川の降雨-水位観測記録に基づく洪水到達時間15分を採用し、平均降雨強度は、実績降雨データより、 $7.0\text{mm}/15\text{min}$ （ $28\text{mm}/\text{h}$ ）として設定する。

3) ピーク流量

算定の結果、ピーク流量は $38.2\text{m}^3/\text{s}$ として推算される。

$$Q = \frac{1}{3.6} f \cdot r \cdot A$$

Q : ピーク流量 (m^3/s)

f : 流出係数 (0.78を採用) ※「平成18年度 宇地泊川調査解析業務委託 業務報告書」に準じる

r : 平均降雨強度 (mm/h)

A : 流域面積 (km^2)

(6) 考察

水難事故発生地点の河道断面データと推算ピーク流量から、水難事故発生当時の水位を推算する。当該河川はコンクリート3面張り河道であり、計画河床勾配 1/30、粗度係数 0.030 を採用すると、水位は 1.02m となり、事故発生時の水位状況と概ね一致する。

本事例は、短時間豪雨により発生した鉄砲水災害として捉えられ、流出率の高い都市域で発生する都市型洪水の範疇にて扱われる現象であると考えられる。

また、本事例は、短時間のうちに急激に水位が上昇するような河川において、親水整備した場合の安全対策について警鐘を發した事例であったと考えられる。

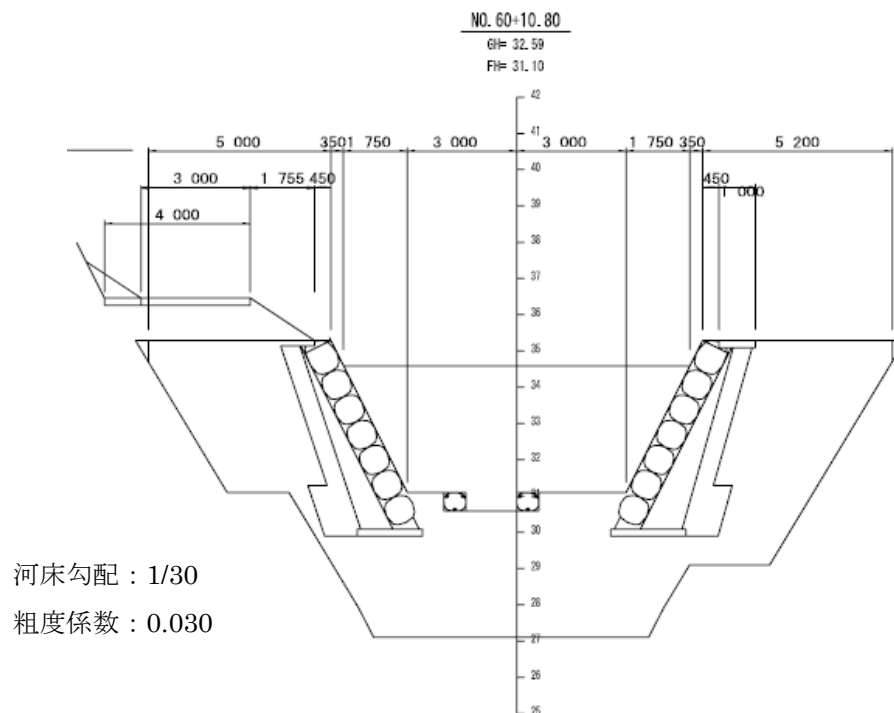


図 2.5.5 水難事故発生地点の河道断面形状

※「平成 18 年度 宇地泊川調査解析業務委託 業務報告書」平成 19 年 3 月（沖縄県）

参考文献

- 1) 沖縄県, 「宇地泊川における男児水難事故について」平成 18 年 9 月 11 日, 2006.
- 2) 沖縄県中部土木事務所, 「平成 18 年度 宇地泊川調査解析業務委託 業務報告書」平成 19 年 3 月, 2007.
- 3) 沖縄県中部土木事務所, 「当山雨量観測所データ」
- 4) 沖縄タイムス, 2006 年 9 月 11, 12 日
- 5) 琉球新報, 2006 年 9 月 10 日

2.6 けん, 見 にちがわ, 市川

2006年9月10日に発生した見市川における鉄砲水災害について整理する。

(1) 災害状況

2006年（平成18年）9月10日7:00頃、北海道八雲町熊石大谷町の遊楽部岳（ゆうらつぶだけ）を源流とする見市川で、下山中の登山グループのうち当該河川を横断中の女性1名が、急に増水した川に流され死亡した。なお、水難事故発生地点の河道幅は約5mであった。

(2) 流域状況

見市川は、北海道道南地方にて日本海に流下する流域面積63.2km²の2級河川である。

遊楽部岳（1,277m）、雄鉾岳（999m）を源流とする見市川は、檜山道立自然公園内に位置し、景勝としての溪谷景観を有していることでも知られている。流域は急峻で、露岩している箇所も少なくない。切り立った岩壁に挟まれた峡谷が連なっている。



図 2.6.1 見市川流域図

※国土地理院発行 1/25,000 地形図を基に作成

(3) 降雨状況

流域内には地上雨量観測所は存在しない。近傍に位置する熊石雨量観測所（気象庁）では、最大時間雨量 23mm/h（7:00）を記録している。レーダー解析雨量によると、源流部では 4:00～5:00 に 20mm/h 程度の降雨があり、5:00～6:30 には 5mm/h 未満の弱い降雨となったが、6:30～7:00 の短時間に、降雨強度 50～100mm/h の強い雨域が観測されている（図 2.6.3）。

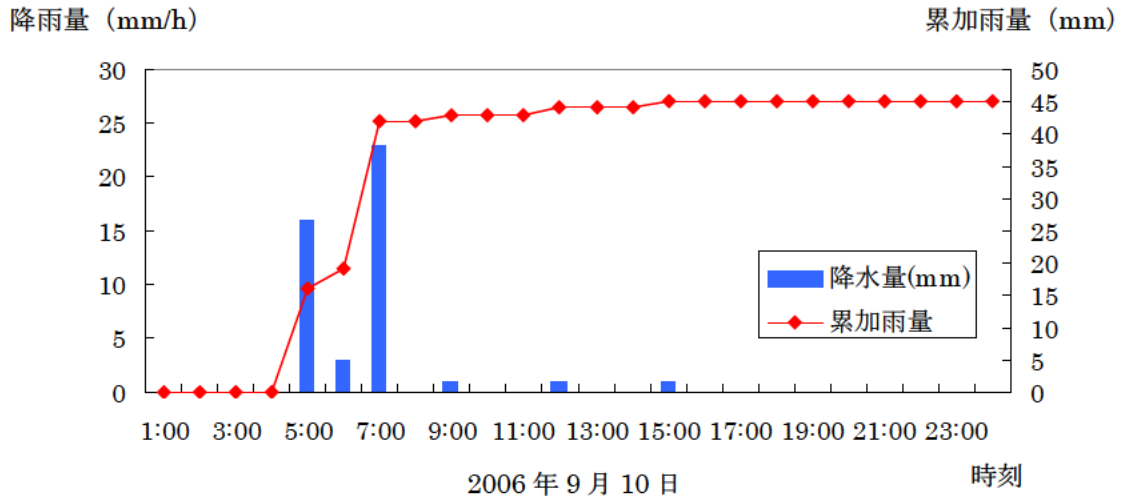


図 2.6.2 熊石雨量観測所（気象庁）での降雨状況¹⁾
 ※「熊石雨量観測所データ」（気象庁）

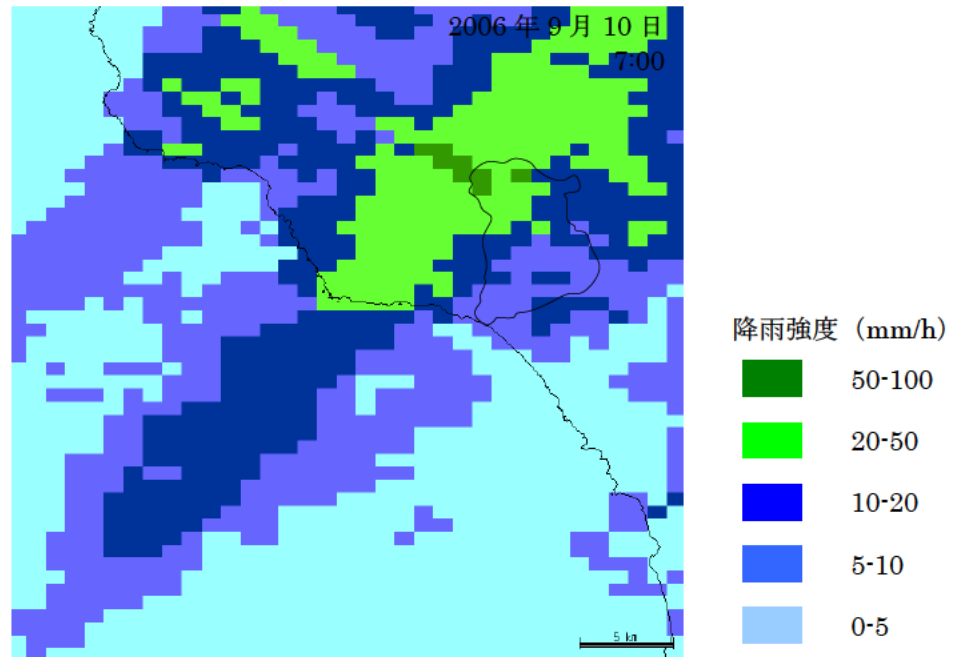


図 2.6.3 レーダー・アメダス解析雨量（7:00）
 ※FRICS 川の防災情報ネット（レーダー雨量）を基に作成

(4) 水位状況

死亡した女性は、事故発生時、見市川を渡渉するため、固定ロープを伝って渡っていたが、約10分間に腰の高さから胸まで増水したため、命綱につながったまま、足元をすくわれ、溺れたようである。当該地点での水位上昇の状況（水位と生起時刻）の詳細は不明であるが、水難事故に遭遇した生存者の証言から、10分程度の短時間に20～30cmの水位上昇が発生したものと考えられる。

当該河川では、河口に近い位置に見市川水位観測所が存在する。同水位観測所では、8:10～8:20の10分間に水位が30cm上昇している（図2.5.4）。なお、実績ピーク流量は、当該水位観測所におけるH-Q式より、 $33\text{m}^3/\text{s}$ として算定される。

見市川水位観測所は、事故発生地点から約12km下流の河口部に近い位置にある。事故発生地点での水位上昇は、これより急激であった可能性がある。

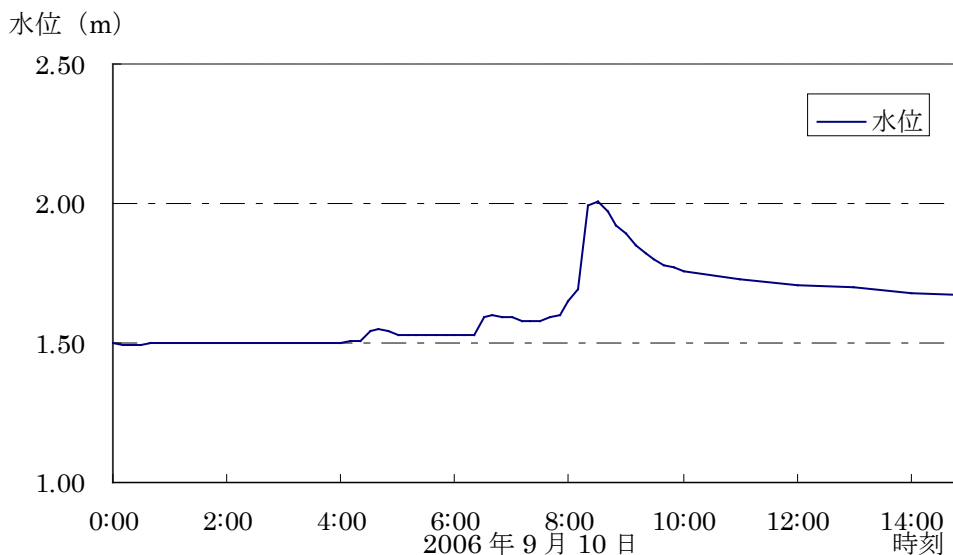


図 2.6.4 見市川水位観測所における水位状況²⁾

※「見市川水位観測所データ」（北海道函館土木現業所）

(5) 流出解析

当該地区の降雨流出特性に対する適合性について検証を試みることを目的に、合理式による流出解析を行う。

1) 流域面積

当該河川には、水難事故発生地点近傍に水位観測所が存在しないため、見市川水位観測所の上流側の流域（ $A=62.2\text{km}^2$ ）を対象とする。

2) 降雨強度

流域における降雨状況、および発災時刻（7:00）と見市川水位観測所でのピーク水位発生時刻（8:20）を考慮すると、洪水到達時間は2.5時間程度であるものと考えられる。

当該降雨による洪水到達時間の平均雨量として、レーダー・アメダス解析雨量³⁾（6:00～8:30）の値を採用し、洪水到達時間内における平均降雨強度の算定を行う。

算定の結果、見市川水位観測所より上流域における洪水到達時間内の平均降雨強度は、 3.1mm/h となる。

3) ピーク流量

合理式により算定を行う。

$$Q = \frac{1}{3.6} f \cdot r \cdot A$$

Q : ピーク流量 (m^3/s)

f : 流出係数 (0.75 を採用) ※やや急峻な山地であることを考慮

r : 平均降雨強度 (mm/h)

A : 流域面積 (km^2)

算定の結果、ピーク流量は $39.4\text{m}^3/\text{s}$ であり、当該地点における実績推算ピーク流量（生起時刻 8:30） $33\text{m}^3/\text{s}$ と概ね同程度となる結果が得られた。

なお、発災地点から見市川水位観測所までの流路延長は約 12km であり、発災時刻からの当該水位観測所までの流下時間 80 分より、平均流速 2.5m/s となる。

(6) 考察

本事例は、水難事故発生直前に、発災地点よりもさらに源流部で、極めて短時間の豪雨が発生していたと考えられることから、源流域における短時間の局所的な豪雨により発生した鉄砲水災害として捉えることができる。

なお、新聞報道⁴⁾によれば、支流の沢が崩れ、鉄砲水が発生した可能性について、登山グループの生存者が言及しているが、これは、前日から降雨が断続的に継続していたにもかかわらず、水難事故発生直前まで、水量はそれほど多くなかったためと考えられる。また、実際には支流の崩壊などは確認されていないようである。

ただし、水難事故発生地点近傍では、倒木による河道の閉塞などが少なからず存在するようであり、当該事例は、降雨による直接的な流出現象が卓越した現象であるものと考えられるが、河道閉塞箇所の決壊が発生した可能性も否定できないものと考えられる。

参考文献

- 1) 気象台, 「熊石雨量観測所データ」
- 2) 北海道函館土木現業所, 「見市川水位観測所データ」
- 3) 財) 気象業務支援センター, 「アメダス・レーダー解析雨量」
- 4) 北海道新聞, 2006年9月11日

2.7 ^{あぶ}阿武^{くまがわ}隈川

2007年6月9日に発生した阿武隈川上流部での水難事故について整理する。

(1) 災害概況

2007年(平成19年)6月9日3:00頃、西郷村真船字川谷の通称西郷瀨の河川敷で、急激に増水した川の水に乗用車2台が取り残され水没した。乗員3名は自力で脱出した。

報道資料¹⁾によると、3名は溪流釣りのため、同日2:30頃、現場に到着し、仮眠中であったが、3:00頃に急激な増水に気がついたときには、既に水圧で車のドアが開かない状態であり、危険を感じ、窓を開けて脱出したという。

(2) 流域状況

阿武隈川は、福島県、宮城県を流下する流路延長239km、流域面積5,390km²に及ぶ一級河川である。東北地方では、北上川に次ぐ流路延長の長い河川として知られている。

福島県西白河郡西郷村の旭岳(標高1,835m)を源流とする阿武隈川は、大滝根川、荒川、摺上川などの支川を合わせて、福島県中通り地方を北流し、阿武隈溪谷の狭窄部を経て宮城県に入り、白石川などの支川を合わせて仙台平野を流下し、太平洋に注いでいる。その流域は、福島県、宮城県、山形県の3県にまたがっている。

当該河川の流域は概ね山地であり、流域の約80%が山地である。流域の東側の阿武隈山地は花崗岩類で占められており、西側の奥羽山脈は安山岩類や流紋岩等を火山噴出物が覆っている。

山間溪谷部を流下する源流付近は、奥羽山脈の雄大な連峰を背にブナやナラ類等の広葉樹林帯を流れ、瀬、淵の連続する溪流には、イワナやヤマメ等が生息している。

なお、水難事故の発生した西郷瀨は、砂防堰堤の堆砂地となっている。



図 2.7.1 阿武隈川源流部流域図

※国土地理院発行 1/25,000 地形図を基に作成

(3) 降雨状況

水難事故発生当日は、上空に流れ込む強い寒気の影響で非常に不安定な天気であった。災害発生地点上流域では、前日より断続的に降雨が記録されていた。レーダー雨量によると、同日1:00～7:00にはまとまった降雨があり、特に1:00～3:00に、降雨強度60mm/hを超える降雨が観測されている。

なお、福島県では、降り始めから同日夕方4:00までの総雨量は、福島県天栄村湯本で104mmに達し、6月における日雨量記録を更新した。

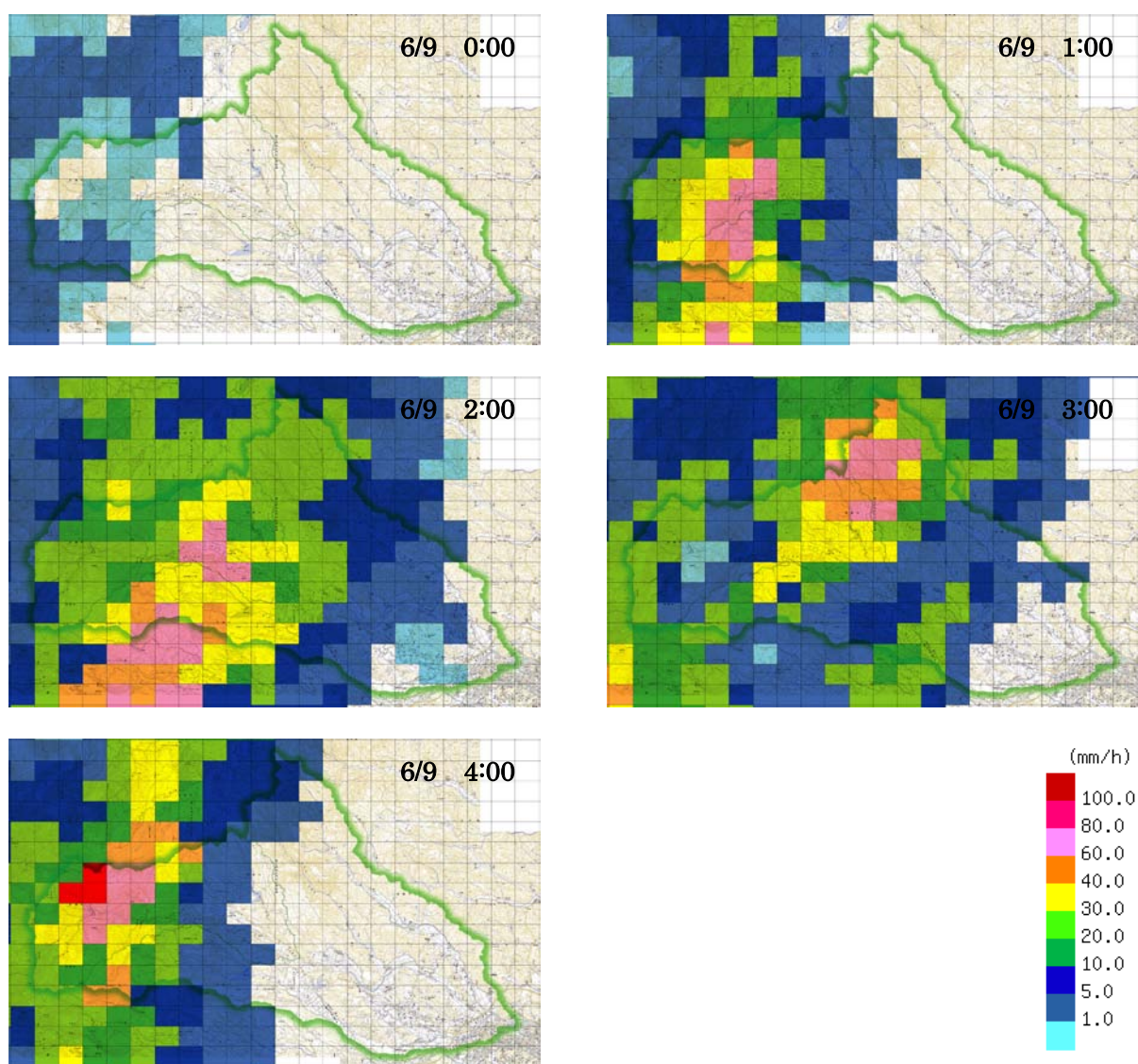


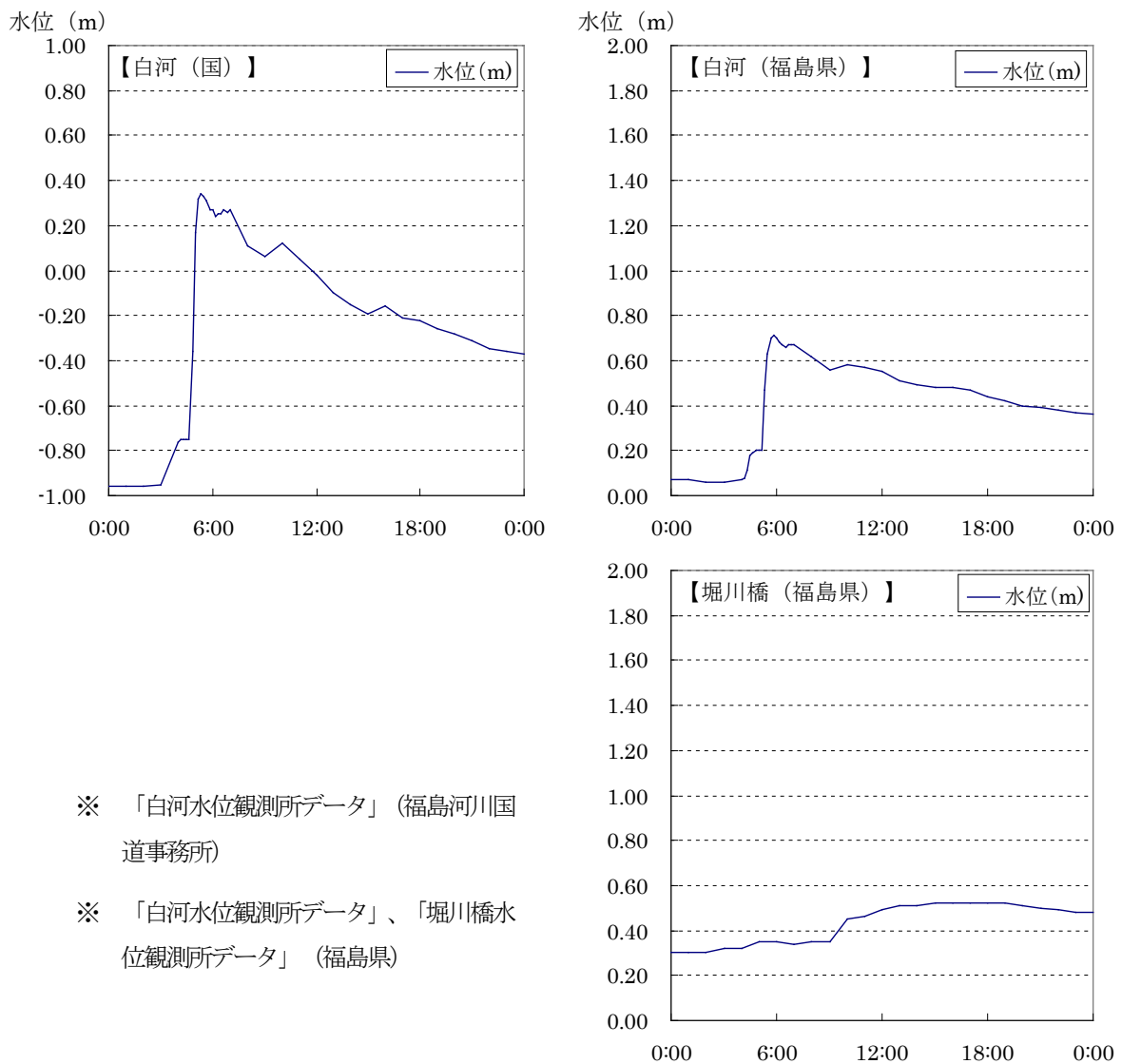
図 2.7.2 阿武隈川源流域における降雨状況 (6/9 0:00～4:00)

※「FRICS 川の防災情報ネット」(レーダー雨量)を基に作成

(4) 水位状況

水難事故発生地点での水位上昇の詳細は不明であるが、報道資料¹⁾より、2:30~3:00の30分間に車両のドアが開かなくなったこと、仮眠中でありながらも目が覚めるような状況が発生したこと、生命の危険を感じたことなどが確認される。このようなことから、増水は、極めて短時間に発生したものと考えられる。

当該河川では、事故発生地点の上流に水位観測所が存在しない。約12km下流に白河水位観測所（福島河川国道事務所）、約15km下流に白河水位観測所（福島県）が存在する。前者は、4:50~5:00の10分間に-0.36mから0.17mの53cmの急激な水位上昇を、後者は、5:10~5:40の30分間に0.20cmから0.70cmまで50cmの水位上昇を記録している。これらの水位観測所は、支川である堀川との合流後に設置されているが、堀川では、目立った水位上昇は確認されていない。このことから、水位上昇は阿武隈川本川からの流出によるものと推察される。



※ 「白河水位観測所データ」(福島河川国道事務所)

※ 「白河水位観測所データ」、「堀川橋水位観測所データ」(福島県)

図 2.7.3 西郷瀧水難事故発生当時の水位状況 (2007/6/9)^{2) 3)}

水難事故発生地点での、ピーク水位とその生起時刻は不明であるが、約 12km 下流の白河水位観測所（福島河川国道事務所）、および約 15km 下流に白河水位観測所（福島県）のピーク水位の状況より、概ね 3:00～4:00 頃にピーク水位が発生したものと考えられる。

現地調査（2007/6/15）による水難事故発生地点での水位痕跡より、実績ピーク流量は、83～117m³/s と推算された。

(5) 流出解析

水難事故発生地点を対象として合理式によりピーク流量を算定する。

1) 流域面積

対象とする流域面積は、災害発生地点上流側流域（A'=44.5km²）とする。

2) 降雨強度

集中豪雨が記録された源流部は、三本槍岳、旭岳（赤崩山）など、1,800～1,500m の山地に囲まれた集水地形となっている。降雨ピークの生起時刻は、レーダー雨量観測データより、1:30 前後と考えられる。

当該地点における洪水ピークは、3:00～4:00 頃に生じたと考えられる。また、降雨状況を考慮すると、洪水到達時間は 3 時間程度であると想定される。このため、当該降雨による洪水到達時間内の平均雨量として、レーダー雨量（0:00～3:00）の値を採用して算定する。

算定の結果、災害発生地点上流域での洪水到達時間内の平均降雨強度 9.6mm/h が得られた。

3) ピーク流量

合理式により算定を行う。

$$Q = \frac{1}{3.6} f \cdot r \cdot A$$

Q : ピーク流量 (m³/s)

f : 流出係数 (0.85 を採用) ※急峻な山地流域であり、前日より先行降雨があるため

r : 平均降雨強度 (mm/h)

A : 流域面積 (km²)

算定の結果、ピーク流量は $101.2\text{m}^3/\text{s}$ であり、当該地点における推算ピーク流量 $83\sim 117\text{m}^3/\text{s}$ と比較すると、同程度の値となった。

なお、水難事故発生地点から約 12km 下流の白河水位観測所（福島河川国道事務所）までの流下時間 60 分と想定されることから、当該地点からの平均流速 $3.3\text{m}/\text{s}$ となる。

(6) 考察

水難事故発生地点は、西郷瀨と呼称される河原である。現地は砂防堰堤の直上流であり、土砂の堆積により極めてフラットな河道形状を呈し、車両は河原まで容易に乗り入れることが可能である。平坦な河道状況のため、平常時の流れは緩やかである。

現地調査（2007/6/15）では、水面から陸地である河原との標高差は概ね 30cm 以内であった。したがって、増水時には、容易に水没することが想定される。洪水痕跡は、現地調査時の水位より 1m 程度の高さに相当するが、この高さは、兩岸において、ほとんど植生が確認されない高さでもある。本事例は、豪雨により容易に水位が上昇する危険な氾濫原に安易に駐車していたことが大きな要因であり、河原におけるキャンプに伴う水難事故など、しばしば報告される事例と同様のタイプの水難事故であると言える。



図 2.7.4 西郷瀨の現地状況
(※2007.06.15 撮影)

参考文献

- 1) KFB 福島放送, 2007 年 6 月 9 日
- 2) 国土交通省福島河川国道事務所, 「白川水位観測所データ」
- 3) 福島県, 「白川水位観測所データ」, 「堀川橋水位観測所データ」

2.8 ^{みじ}藤^{きがわ},木川

2007年7月26日に発生した藤木川における鉄砲水災害について整理する。

(1) 災害状況

2007年(平成19年)7月26日、14:30頃、京都府木津川市の藤木川で、河道内の除草作業をしていた作業員2名が急激な増水で流された。1名は岸に這い上がり無事だったが、1名は約1.2km下流に流され、木津川の中洲にて死亡が確認された。

作業員2名は、14:10頃に強い雨のため、現場監督の指示で作業を中断し、避難した。小降りになった14:30頃に、河道内に残してきた草刈機を回収するため、作業員2名が河道内に入ったところ、高さ2mの鉄砲水に襲われた。1名は約300m流され、自力で堤防にはい上がることができたが、1名は約1.2km下流の木津川の中洲にて死亡が確認された¹⁾。

なお、同市管理課からは、当該河川は、上流部が宅地化され、雨が降ると地中に浸透せずに流れ込むため、急激に水位が上昇する危険があるというコメントが報道されている²⁾。



図 2.8.1 藤木川流域図

※国土地理院発行 1/25,000 地形図を基に作成

(2) 流域状況

当該河川は、木津川台駅の近傍を流下する中小河川であり、源流域を含む上流域から中流域は市街地となっている。当該河川の中流には、市街地開発に伴い調整池として機能するものと考えられる池が存在している。なお、段丘地形と木津川に挟まれた下流の低地（木津川の氾濫原と思われる）は農地となっている。



図 2.8.2 藤木川の流域状況
(※Google Earth を基に作成)

(3) 降雨状況

26日、京都府では概ね高気圧に覆われていたが、高気圧の縁に沿って流れ込んだ湿った空気と日射の影響で大気が不安定となり、局地的な豪雨が発生した³⁾。

近傍の地上雨量計では、当該河川流域の降雨状況は把握できないが、同日のレーダー雨量観測記録より、概ね14:00～14:40の短時間における局地的な豪雨の発生が確認できる。

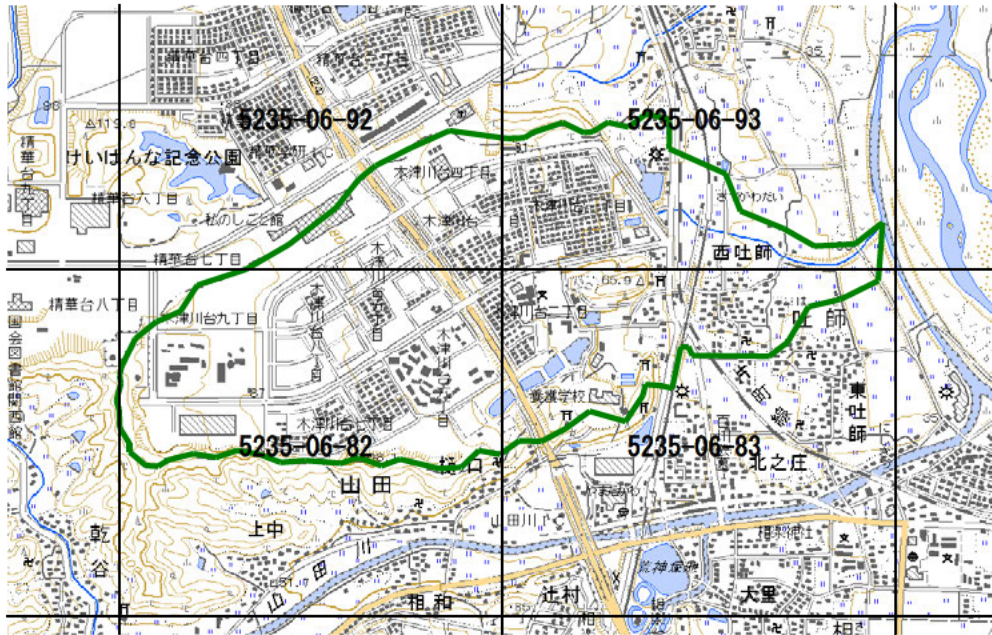


図 2.8.3 メッシュ区分

表 2.8.1 メッシュ降雨強度 (mm/h)

時刻	5235-06-			
	82	83	92	93
13:00	0.0	0.0	0.0	0.0
13:10	0.0	0.0	0.0	0.0
13:20	0.0	0.0	0.0	0.0
13:30	0.0	0.0	0.0	0.0
13:40	0.0	0.0	0.0	0.0
13:50	0.0	0.0	0.0	0.0
14:00	0.0	1.5	0.0	1.4
14:10	5.2	13.3	5.2	13.3
14:20	36.8	45.0	36.8	45.0
14:30	65.5	48.5	65.5	48.5
14:40	1.7	4.0	1.7	4.0
14:50	0.9	0.0	0.9	0.0
15:00	0.0	0.0	0.0	0.0
15:10	0.0	0.0	0.0	0.0
15:20	0.0	0.0	0.0	0.0
15:30	0.0	0.0	0.0	0.0

時間雨量強度 (mm/h)

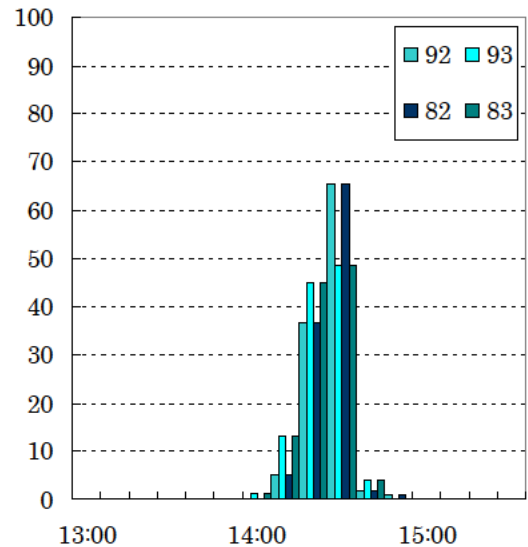


図 2.8.4 メッシュ降雨強度 (mm/h)

(4) 水位状況

当該河川では、水位観測は実施されていないため、水位状況の詳細は不明である。しかし、当該河川では、通常の流量は少なく、降雨前の水深が 20cm 程度であったことや、鉄砲水の高さが 2m 程度であったことなどが証言されている。

当該河川は、木津川合流前の低地部を流下する比較的単調な単断面河道である。水位 2m の場合、マンニング式より、流速 2.1~3.0m の場合の流量は 15~22m³/s が得られる。

$$Q = Av = 4.0 * (2 - 0.2) * 2.1 \sim 3.0 = 15.1 \sim 21.6 \text{ (m}^3/\text{s)}$$

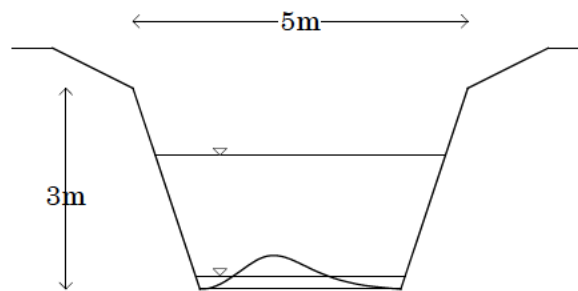


図 2.8.5 現地河道模式図

(5) 流出解析

合理式による流出解析を行う。

1) 流域面積

災害発生地点の上流側の流域面積 ($A'=1.69\text{km}^2$) を対象とする。

2) 降雨強度

当該河川流域における局所的な豪雨の降雨ピークは、レーダー雨量観測データより、14:20 前後と考えられる。

鉄砲水の発生は、14:30 頃である。降雨強度状況を考慮すると、有効降雨による洪水到達時間は 20 分程度であると考えられる。このため、当該降雨による洪水到達時間内の平均雨量として、レーダー雨量 (14:20~14:30) の値を採用して算定を行う。

算定の結果、災害発生地点上流域における洪水到達時間内の平均降雨強度 49.3mm/h が得られた。

3) ピーク流量

合理式により算定を行う。

$$Q = \frac{1}{3.6} f \cdot r \cdot A$$

Q : ピーク流量 (m³/s)

f : 流出係数 (0.80 を採用) ※概ね住宅地となっているため、一般市街地の値を採用した。

r : 平均降雨強度 (mm/h)

A : 流域面積 (km²)

算定の結果、ピーク流量は 18.5m³/s であり、当該地点における推算ピーク流量 15～22m³/s と比較すると、妥当な値となる。

(6) 考察

本事例は、短時間の局所的な豪雨により発生した鉄砲水災害として捉えることができる。流域の開発に伴い、洪水到達時間が短くなり、ピーク流量が大きくなったものと考えられる。

本事例の災害誘引は、降雨時に増水が確認されているにもかかわらず、河道内に残置した機材を回収しようとしたことにある。しかし、平常時には水量が少なく、緩やかな支谷閉塞低地の河道において、このような突発的な流出が極めて短時間のうちに発生することを予測することは、一般には難しいものと考えられる。

なお、本事例では、現地調査を実施していないため、詳細な状況について把握できていないが、当該河川の中流には、ため池か調整池と考えられる水域が確認される。空中写真による判読では限界があるが、一般的なため池や調整池としての構造を考慮すると、洪水時には、一定量まで貯留され、その後、洪水吐（余水吐）より、まとまった量が放流された可能性が高いものと考えられる。したがって、ある時刻を境に流量が大幅に増大（※当該池が満水になって流下する場合、当該池が存在しない場合の流量に等しくなるため）し、鉄砲水のような現象を発生させた可能性が考えられる。

参考文献

- 1) 木津川市消防団, 「木津川市消防団活動記録」 2007.
- 2) 京都新聞, 平成 19 年 7 月 26 日
- 3) 京都地方気象台, 「京都府の気象 平成 19 年 7 月」, 2007.
- 4) Google Earth

2.9 のみ, 香, 川

2008年7月8日に発生した呑川における鉄砲水災害について整理する。

(1) 災害状況

2008年（平成20年）7月8日10:35頃、東京都大田区の呑川において、鉄砲水が発生し、当該河川の改修工事中の作業員1名が死亡する水難事故が発生した。

報道資料¹⁾によると、水難事故発生5～10分前、上流の降雨情報を基に、現場責任者が作業員の避難を指示し、作業員3名は避難を始めていたところ、突然、激しい流れが押し寄せ、作業員1名が流され、ショベルカーは水没したという。



図 2.9.1 災害発生地点の河道状況
(※08.07.11 撮影)

(2) 流域状況

当該河川は、東京都の世田谷区、目黒区、および大田区を流下する2級河川であり、源流域を含む上流域から下流域は市街地となっている丘陵地河川である。世田谷区深沢から目黒区大岡山の東京工業大学付近までは暗渠化されている。主な支川には、世田谷区上馬付近を水源とする柿の木坂支流、駒沢オリンピック公園付近を起点とする駒沢支流、世田谷区奥沢の浄真寺（九品仏）付近を水源とする九品仏川がある。これらの3つの支川はいずれも全区間暗渠化され、暗渠河川の上流は緑道になっている。

なお、東京工業大学付近では、環境用水として、東京都下水道局の落合水再生センターから高度処理水が流されている。

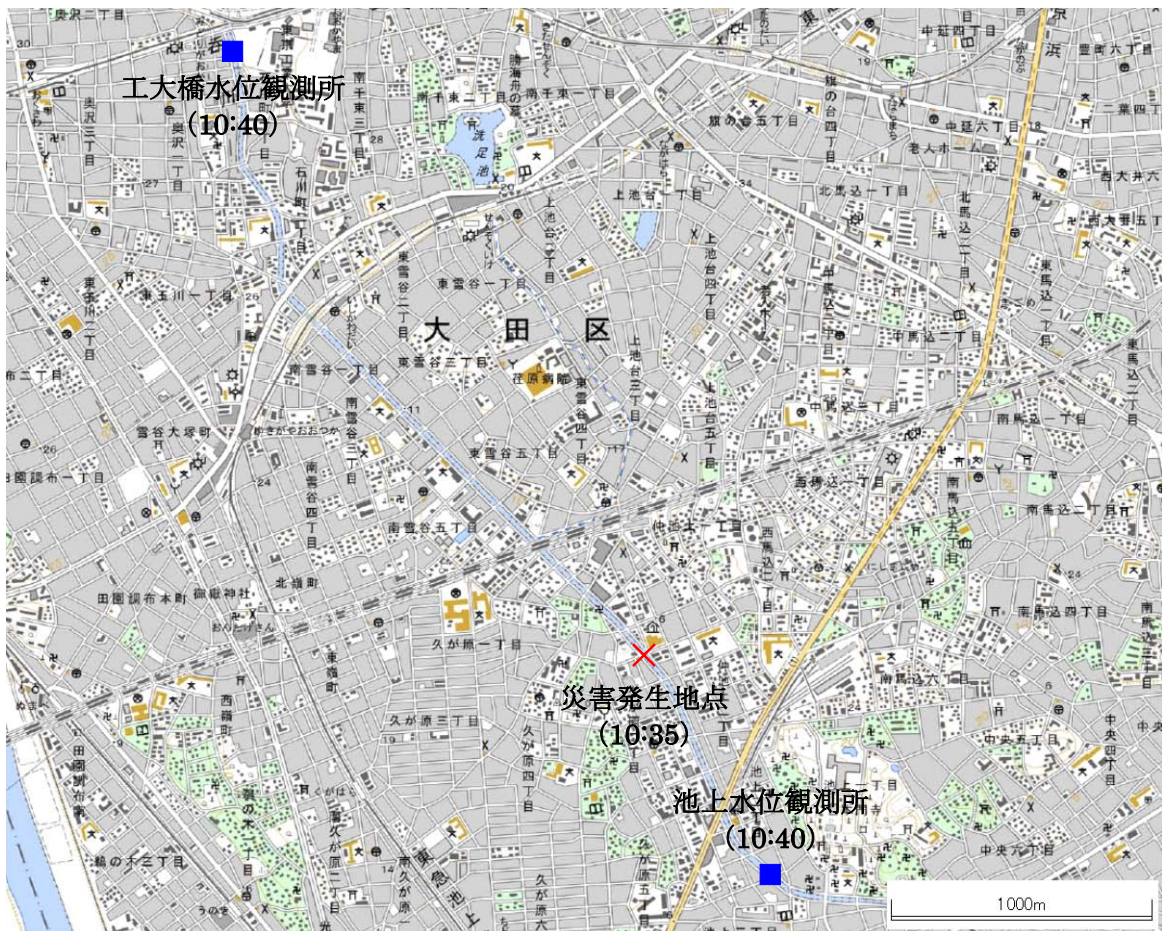


図 2.9.2 災害発生地点と水位観測所の位置

※国土地理院発行 1/25,000 地形図を基に作成

(3) 降雨状況

呑川流域内では、工大橋雨量観測所（東京都）、池上雨量観測所（東京都）がある。前者は、災害発生地点の約 3km 上流に位置し、10:20～10:30 に、降雨強度 40mm/h 程度の短時間の降雨があったことが記録されている。また、後者は、災害発生地点の約 1km 下流に位置し、降雨強度 10mm/h 程度の弱い雨が 10:30～11:20 まで継続していたことが確認される。

レーダー雨量では、図 2.9.3 に示すように、10:00～10:15 に、呑川源流部では、50～100mm/h の短時間の豪雨が観測されている。

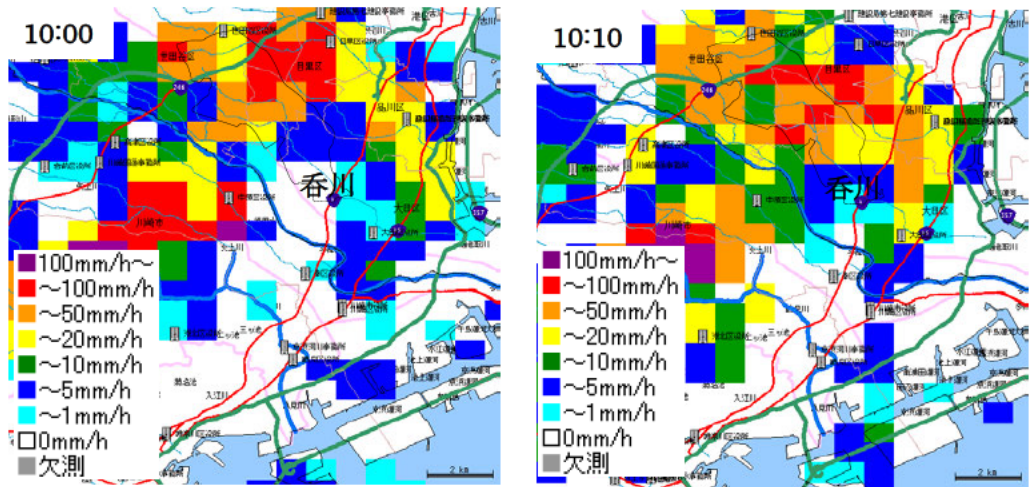


図 2.9.3 呑川流域における降雨状況

※「FRICS 川の防災情報ネット」(レーダー雨量)を基に作成

時刻	雨量 (mm)	
	工大橋	池上
9:30	0	0
9:40	0	0
9:50	0	0
10:00	0	0
10:10	1	0
10:20	3	0
10:30	7	1
10:40	6	2
10:50	1	2
11:00	0	3
11:10	0	2
11:20	0	1
11:30	1	0
11:40	0	0
11:50	0	0
12:00	0	0
12:10	0	0
12:20	0	0
12:30	0	0

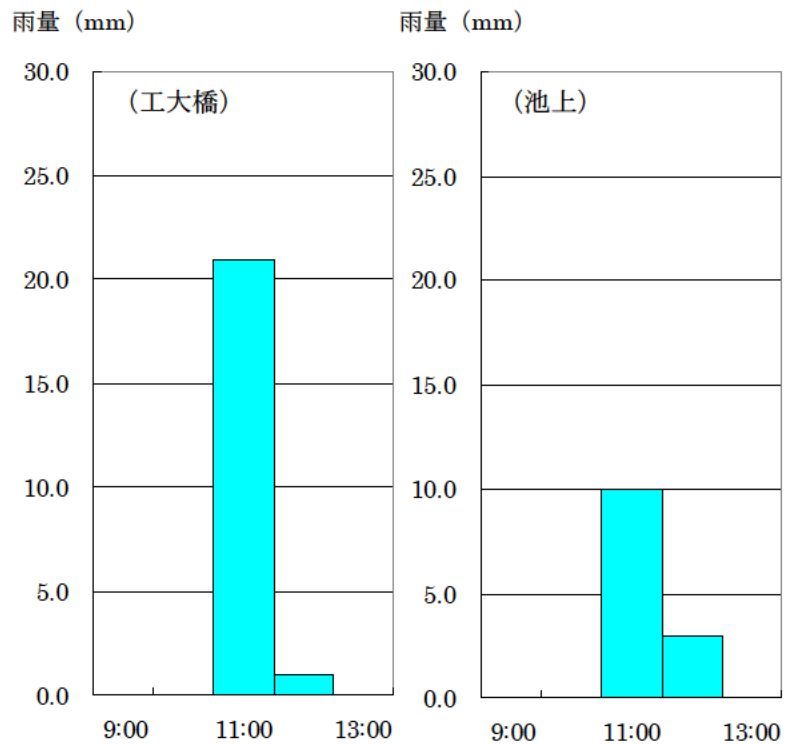


図 2.9.4 呑川流域における降雨状況²⁾

※「工大橋雨量観測所データ」、「池上雨量観測所データ」(東京都)

(4) 水位状況

水難事故発生地点の約 3km 上流に位置する工大橋水位観測所では、10:10~10:10 の 10 分間に 0.87m、10:10~10:40 の 30 分間に 1.33m の急激な水位上昇が記録されている。

また、水難事故発生地点の約 1km 下流に位置する池上水位観測所では、10:30~10:40 の 10 分間に 0.87m、10:30~10:00 の 30 分間に 1.67m の急激な水位上昇が記録されている。

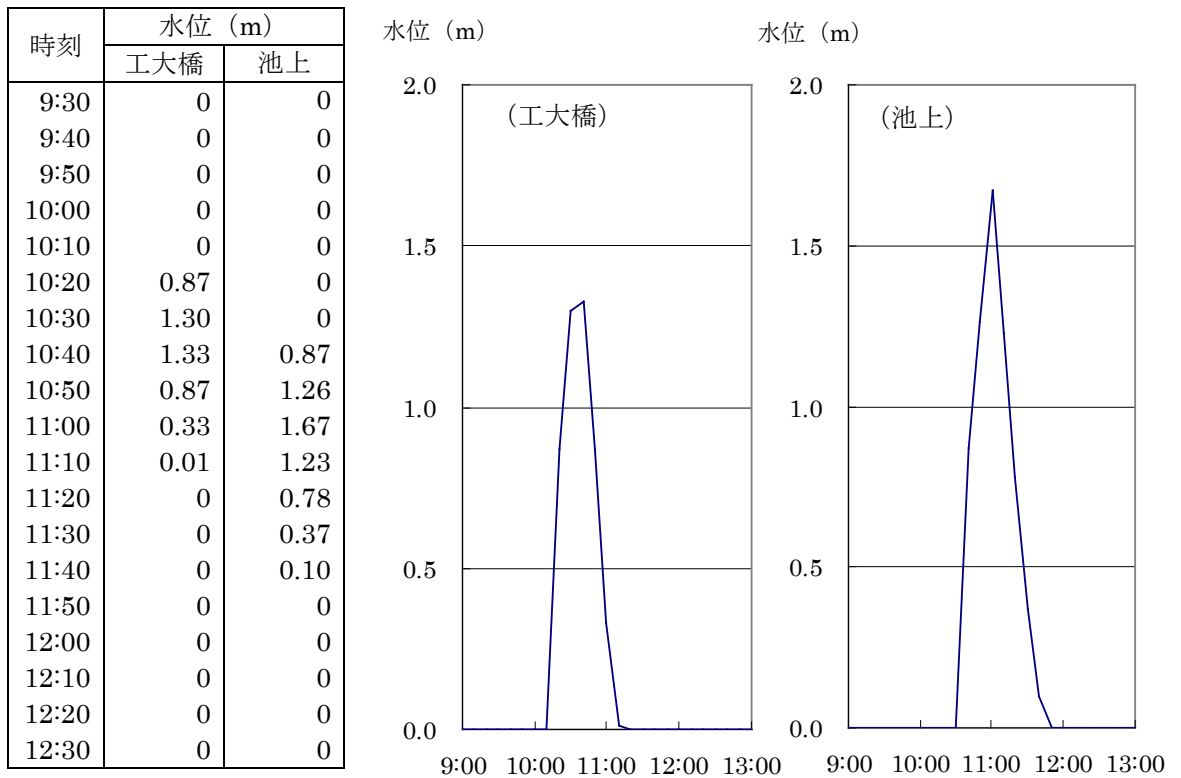


図 2.9.5 呑川の水位状況³⁾

※ 「工大橋水位観測所データ」 「池上水位観測所データ」 (東京都)

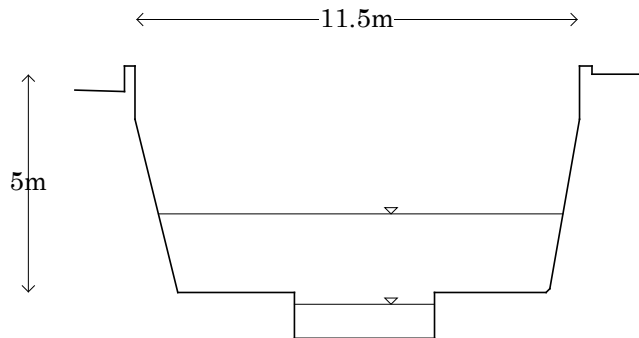


図 2.9.6 河道模式図 (池上水位観測所)

(5) 流出解析

合理式による流出解析を行う。

1) 流域面積

池上水位観測所の上流側の流域面積 ($A'=17.7\text{km}^2$) を対象とする。

2) 降雨強度

当該河川流域での降雨ピークは、レーダー雨量観測データより、10:10 前後と考えられる。池上水位観測所の水位記録より、当該地点での鉄砲水の到達は 10:40 頃、水位ピークは 11:00 頃と考えられる。降雨状況を考慮すると、洪水到達時間は 90 分程度であると考えられることから、洪水到達時間内の平均雨量は、レーダー雨量 (9:30~11:00) の値を採用して算定する。

算定の結果、洪水到達時間内の平均降雨強度 10.2mm/h が得られた。

3) ピーク流量

合理式により算定を行う。

$$Q = \frac{1}{3.6} f \cdot r \cdot A$$

Q : ピーク流量 (m^3/s)

f : 流出係数 (0.90 を採用) ※概ね密集市街地となっているため、密集市街地の値を採用した。

r : 平均降雨強度 (mm/h)

A : 流域面積 (km^2)

算定の結果、ピーク流量 $45.2\text{m}^3/\text{s}$ が得られた。

(6) 考察

本事例は、豪雨により発生した鉄砲水災害として捉えられ、流出率の高い都市域で発生する都市型洪水の範疇にて扱われる現象であると考えられる。

当該河川流域は合流式下水道区域であり、雨水幹線の合流、洪水時の放水路による分流があり、複雑な流出形態となっているが、図 2.9.6 に示した池上水位観測所での河道断面より、河床勾配 1/560、粗度係数 0.020 を適用し、実績ピーク流量を試算すると、 $48.2\text{m}^3/\text{s}$ となり、合理式による推算ピーク流量と同程度の値が得られた。

なお、工大橋水位観測所から池上水位観測所までの流路延長は約 4km であり、流下時間 20 分より、平均流速 3.3m/s となる。

参考文献

- 1) 毎日新聞, 平成 20 年 7 月 8 日, 2008.
- 2) 東京都, 「工大橋雨量観測所データ」、「池上雨量観測所データ」
- 3) 東京都, 「工大橋水位観測所データ」 「池上水位観測所データ」

2.10 とががわ, 都, 賀, 川

2008年7月28日に発生した都賀川における鉄砲水災害について整理する。

(1) 災害状況

2008年7月28日14:40頃、兵庫県神戸市灘区の都賀川（二級河川）において、鉄砲水が発生し、水遊びをしていた児童3名、女性1名、橋梁の耐震工事中の作業員1名が死亡する水難事故が発生した。なお、兵庫県警の調べでは、水難事故発生当時、犠牲者以外にも52名が河川敷におり、うち41名が自力で避難し、11名が住民らに救助されたという。

(2) 流域状況

当該河川は、六甲山系を源流とし、神戸市灘区の市街地を南北に流下する延長1.8kmの河川であり、柚谷川と六甲川の2つの河川が合流して都賀川となる。中～下流域は密集市街地となっているが、神戸市を貫流する清流として知られ、親水利用が盛んである。

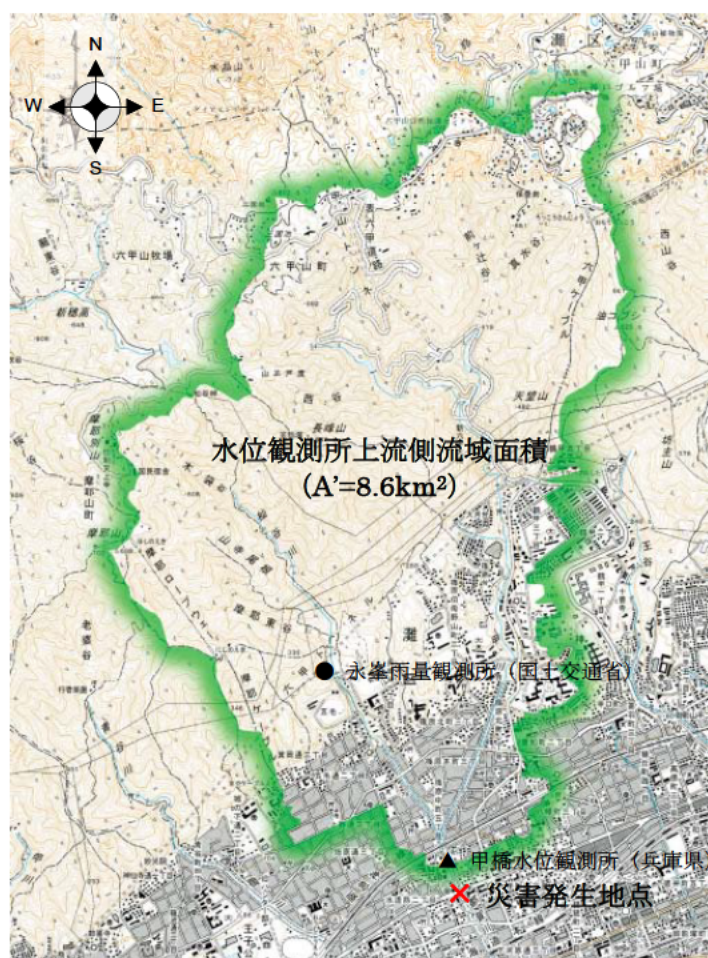


図 2.10.1 都賀川流域図

※国土地理院発行 1/25,000 地形図を基に作成

(3) 降雨状況

降雨は短時間の局所的な豪雨による。レーダー雨量の観測値によると、14:20頃までは、当該流域での降雨は無い。14:30頃に源流部に50~100mm/h程度の降雨域が発生し、14:40~14:50には、市街地となっている中流部付近を中心として、100mm/hを超えるような強い降雨域となっていることが確認される。

流域内の中流部に位置する永峰雨量観測所では、14:50の10分雨量17mm/10minを記録し、降雨強度100mm/h程度の豪雨であったことが確認できる。

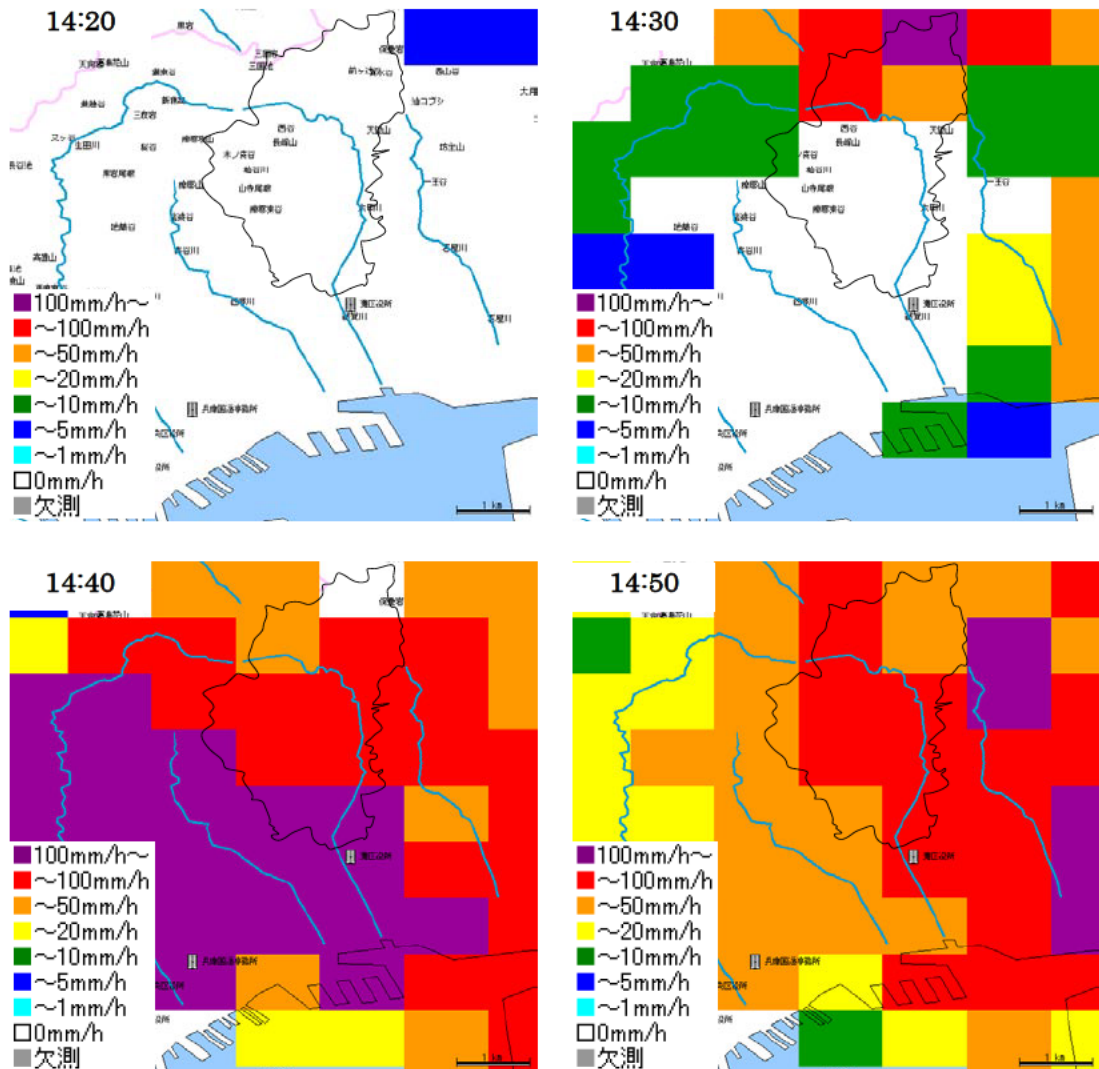


図 2.10.2 都賀川流域における降雨状況

※「FRICS 川の防災情報ネット」(レーダー雨量)を基に作成

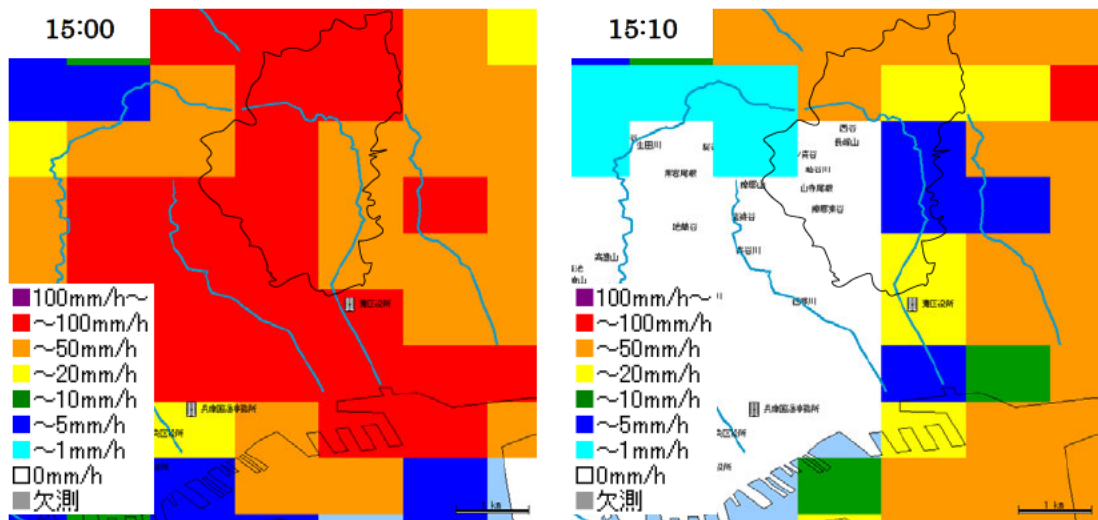


図 2.10.2 都賀川流域における降雨状況

※「FRICS 川の防災情報ネット」(レーダー雨量)を基に作成

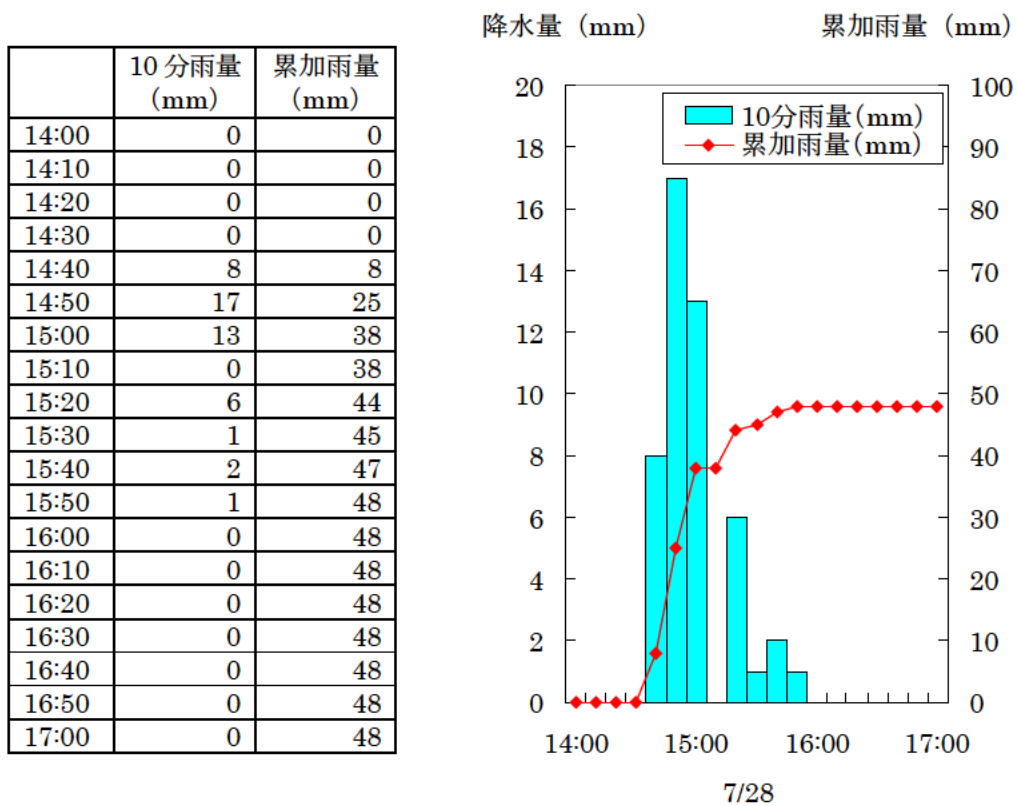


図 2.10.3 時間雨量および累加雨量²⁾

※「永峯雨量観測所データ」(国土交通省近畿地方整備局六甲砂防事務所)

(4) 水位状況

本事例は、神戸市が設置している「神戸市河川モニタリングカメラシステム」¹⁾により、水難事故を引き起こした鉄砲水の増水状況が報道された珍しい事例である。カメラは、甲橋（児童らが流された地点の約150m上流）に設置され、2分ピッチで記録されている。図2.10.5に示すように、14:40から14:42の2分間に激しい水位の上昇が始まったことが確認される。

当該河川は、市内を流れる清流として知られており、親水整備により、水遊びや散策の場として、地域に親しまれている。降雨の始まる14:30頃までは、モニタリング地点である甲橋付近でも、10名程度が水遊びや散策する姿が記録されている。この後、甲橋水位観測所では、14:40～14:50の10分間に1.34m（-0.33m→1.01m）の急激な水位上昇が観測されている。

	水位 (m)	流量 (m ³ /s)
14:00	-0.37	1.6
14:10	-0.37	1.6
14:20	-0.37	1.6
14:30	-0.38	1.8
14:40	-0.33	0.9
14:50	1.01	86.9
15:00	1.05	92.8
15:10	0.52	31.0
15:20	0.46	26.0
15:30	0.31	15.6
15:40	0.28	13.9
15:50	0.20	9.7
16:00	0.17	8.3
16:10	0.11	5.8
16:20	0.07	4.5
16:30	0.06	4.1
16:40	0.04	3.5
16:50	0.02	3.0
17:00	0.00	2.5

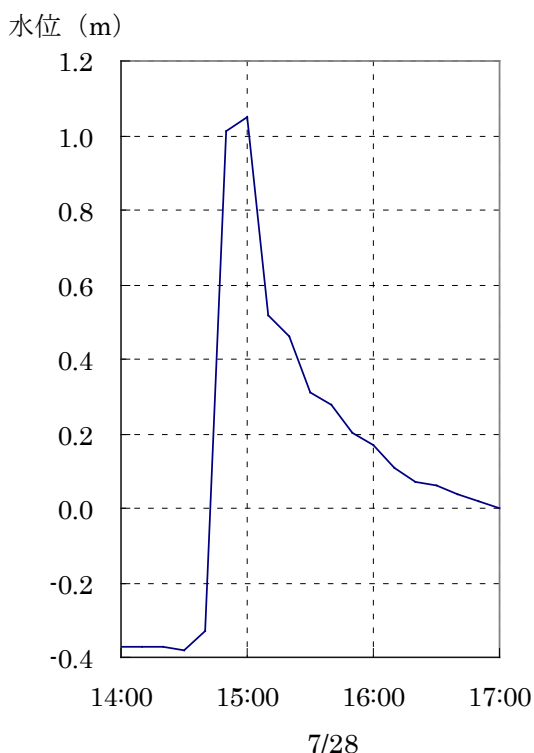


図 2.10.4 都賀川の水位状況

※「甲橋水位観測所データ」（兵庫県）

(5) 流出解析

合理式による流出解析を行う。

1) 流域面積

甲橋水位観測所の上流側の流域面積 ($A'=8.6\text{km}^2$) として流量の試算を行う。

2) 降雨強度

当該河川流域における局所的な集中豪雨の降雨ピークは、レーダー雨量観測データより、14:40 前後と考えられる。

鉄砲水のピークは、14:50～15:00 である。当該時刻の降雨強度より、有効降雨による洪水到達時間は 25 分程度であると考えられる。このため、当該降雨による洪水到達時間の平均雨量として、レーダー雨量 (14:25～14:50) の値を採用して算定を行う。

算定の結果、災害発生地点上流域における洪水到達時間内の平均降雨強度は、47.9mm/h となる。

3) ピーク流量

合理式により算定を行う。

$$Q = \frac{1}{3.6} f \cdot r \cdot A$$

Q : ピーク流量 (m^3/s)

f : 流出係数 (0.80 を採用) ※急峻な山地と密集市街地により構成されるため、08を採用した。

r : 平均降雨強度 (mm/h)

A : 流域面積 (km^2)

算定の結果、ピーク流量は $91.5\text{m}^3/\text{s}$ であり、当該地点における実績ピーク流量 $92.8\text{m}^3/\text{s}$ と比較すると、妥当な値となった。

(6) 考察

本事例の豪雨は、極めて短時間の局所的な集中豪雨である。災害後の調査では、源流部の流出よりも中流部の市街地における流出が卓越していたものと考えられている。降雨継続時間は山地である上流部、市街地である中流部ともに短い、流出率の高い市街地からの流出が、鉄砲水に繋がった可能性が高いものと考えられる。



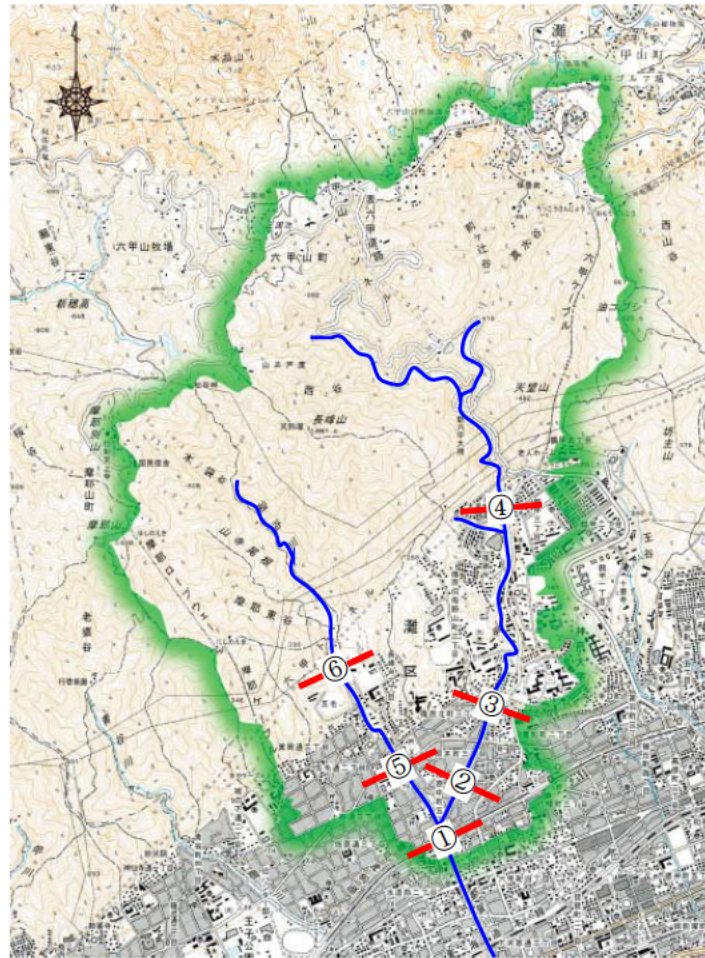
図 2.10.5 都賀川の増水状況（甲橋）

※神戸市建設局資料



図 2.10.5 都賀川の減水状況（甲橋）

※神戸市建設局資料



比流量 ($\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$)

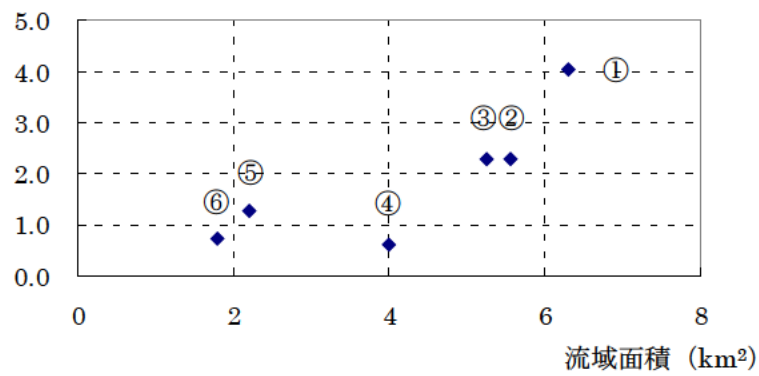


図 2.10.6 評価地点における比流量

参考文献

- 1) 神戸市,「神戸市河川モニタリングカメラシステム」
- 2) 国土交通省近畿地方整備局六甲砂防事務所,「永峯雨量観測所データ」
- 3) 兵庫県,「甲橋水位観測所データ」

3. 河道閉塞の形成・決壊など貯留を伴う流出現象による災害事例

近年発生した鉄砲水災害では、源流部の集中豪雨など直接的な流出現象として、鉄砲水が発生したと考えられる事例が多いが、河道閉塞の形成・決壊など貯留を伴う流出現象としての鉄砲水災害も少なからず発生している。

これらの災害事例では、土砂災害が同時生起している場合が多い。また、降雨は、短時間豪雨だけでなく、長時間豪雨によっても発生している。

河道閉塞については、規模の大きいものは、天然ダム（Natural dam）として扱われる。このような規模の大きい天然ダムの決壊は、下流に甚大な被害を与えることが知られている¹⁾。

なお、岩手・宮城内陸地震（2008年6月14日）では、各所に大規模な河道閉塞（天然ダム）が形成された。図3.1に示す沼倉裏沢では、幸いにも災害には繋がらなかったが、閉塞部の急激な越流侵食により、下流の栗駒ダムにて急激な流入が記録されている。

2008.6.20



2008.6.21



図 3.1 沼倉裏沢における河道閉塞の形成・決壊

※国土交通省国土技術政策研究所危機管理技術研究センター砂防研究室撮影

参考文献

¹⁾ 田畑茂清・水山高久・井上公夫,「天然ダムと災害」,古今書院,2002.

3.1 てつやま, 鉄山^{がわ}, 川

2006年7月2日に発生した鉄山川における鉄砲水災害について整理する。

なお、本災害は、宮崎県の調査にて、ため池の決壊によることが確認されていることもあり、合理式による流出解析は実施しない。

(1) 災害状況

2006年（平成18年）7月2日11時30分頃、宮崎県えびの市坂元で、近くの竹林から鉄砲水が押し寄せ、木造平屋建て住宅1棟が床上浸水50cm、倉庫2棟が全壊、軽自動車、農機具が住宅脇の鉄山川に流される災害が発生した。

(2) 流域状況

鉄山川は宮崎県えびの市を流下する川内川の支川である。概ね流域は山地であり、概ね溪谷となっている。源流部は比較的なだらかな地形形状を有しているため、概ね農地として利用されている。

決壊したため池は、鉄山川の支川に位置する。支川は当該池から約0.4km下流の飯野小学校分校の近傍で、本川である鉄山川へ合流する。

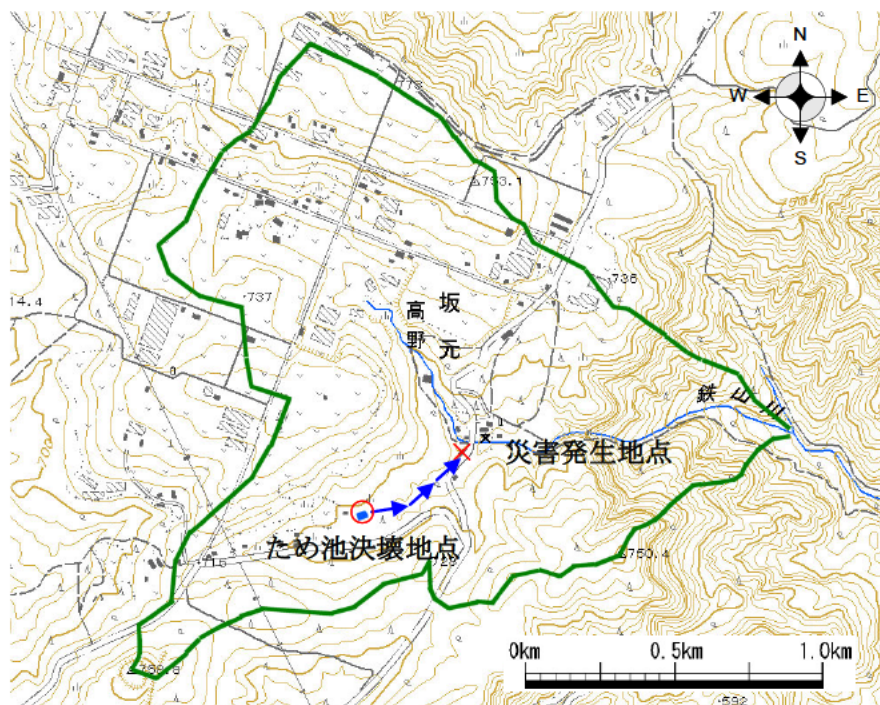


図 3.1.1 鉄山川流域図（上流のみ）
※国土地理院発行 1/25,000 地形図を基に作成

(3) 降雨状況

九州南部にある梅雨前線が活発化したため、宮崎県では山沿いを中心に激しい雨となった。当該河川近傍の1時間最大雨量は、万年青平雨量観測所（国土交通省）53mm/hr（9:00）、京町雨量観測所（国土交通省）69mm/hr（9:00）を記録した。当該河川流域に位置する万年青平雨量観測所の観測記録（図3.1.2）より、降り始めからの総雨量は200mm程度の豪雨であったことがわかる。

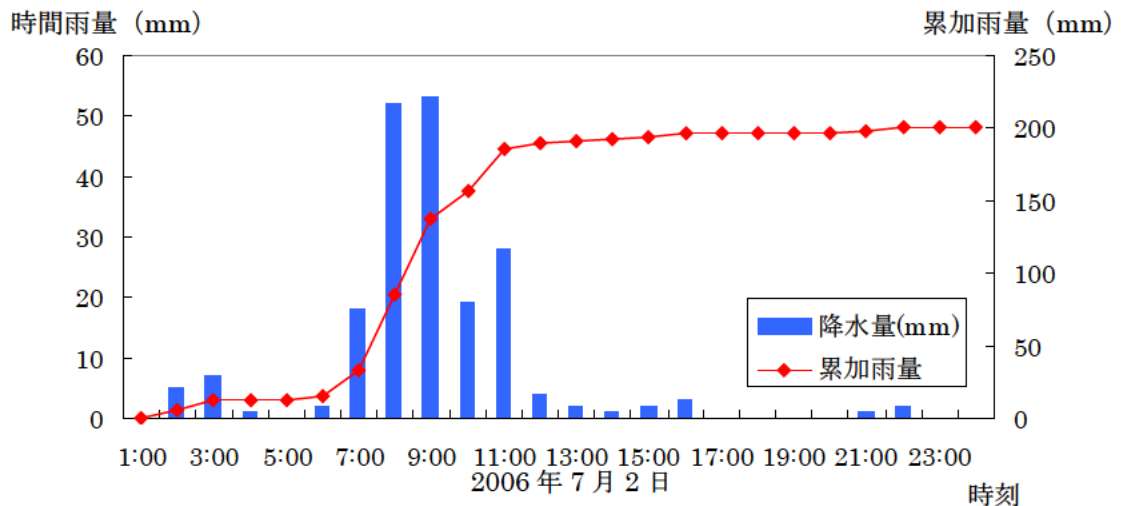


図 3.1.2 万年青平雨量観測所における降雨状況¹⁾

※「万年青平雨量観測所データ」（国土交通省）

(4) 水位状況

本事例は、ため池の決壊に伴い発生した突発的な現象であり、水位の詳細な状況は不明であるが、床上浸水1棟（床上50cm）、倉庫全壊2棟などの建物被害が生じ、大きな外力が作用したことが確認されている。

なお、報道資料²⁾によると、“3m位の黒い津波が、ぱーっと来て、一瞬のうちだった”という証言が得られている。なお、被害者は、鉄砲水の発生直前に、異様な音に気づき外に避難したため、怪我等は無かったという。

(5) 考察

本事例は、源流域における短時間の局所的な豪雨を契機として発生しているが、ため池の決壊に起因する流出現象である。

近年、老朽化したため池の決壊事例が各地で報告され、鉄砲水として報じられる場合がしばしばある。ため池の下流側には、集落が形成されている場合が少なくないため、決壊により、極めて危険な災害に繋がるおそれがあるものと懸念される。

参考文献

- 1) 国土交通省, 「万年青平雨量観測所データ」
- 2) MRT 宮崎放送, News box, 平成 18 年 7 月 2 日

3.2 ^し、志^{びらかわ}、平川

2006年7月19日に発生した志平川における鉄砲水災害について整理する。当該災害の報告の詳細は、平松ら（2006）¹⁾、寺田秀樹・田方智（2006）²⁾、小田ら（2006）³⁾ などがある。

(1) 災害状況

長野県岡谷市では、2006年（平成18年）7月19日4:00～4:30頃、複数の溪流で土石流が発生した。このうちの1つである志平川では、同日3:50頃、流木を伴う土石流（泥流）が発生し、死者1名、全壊2棟、半壊1棟、一部破損3棟、JR中央本線の不通などの被害が発生している（※長野県資料による）。

なお、当該災害は、土石流として扱われることが少なくないが、現地調査の結果、土砂濃度が全般的にやや薄いものと考えられるため、本研究では、鉄砲水災害として検討を行うものとする。



図 3.2.1 志平川における土砂災害状況
(※2006.7.20 撮影)

(2) 流域状況

志平川は、天竜川水系左支川の流域面積 0.72km^2 の溪流である。谷幅は広く国道 19 号から上流約 400m の中央自動車道までの扇状地は住宅地として利用され、それより上流約 700m では、耕地などに利用されている。なお、それより上流側では、当該河川沿いなど、かつて耕地として利用されていた模様であるが、現状においては、山林、荒地としての土地利用状況となっている。

中央自動車道を下流端とした場合の流域面積 0.70km^2 であり、平均河床勾配 7.5° の溪流である。平常時における流下量は極めて少なく、涸れ沢となっていることもしばしばである。

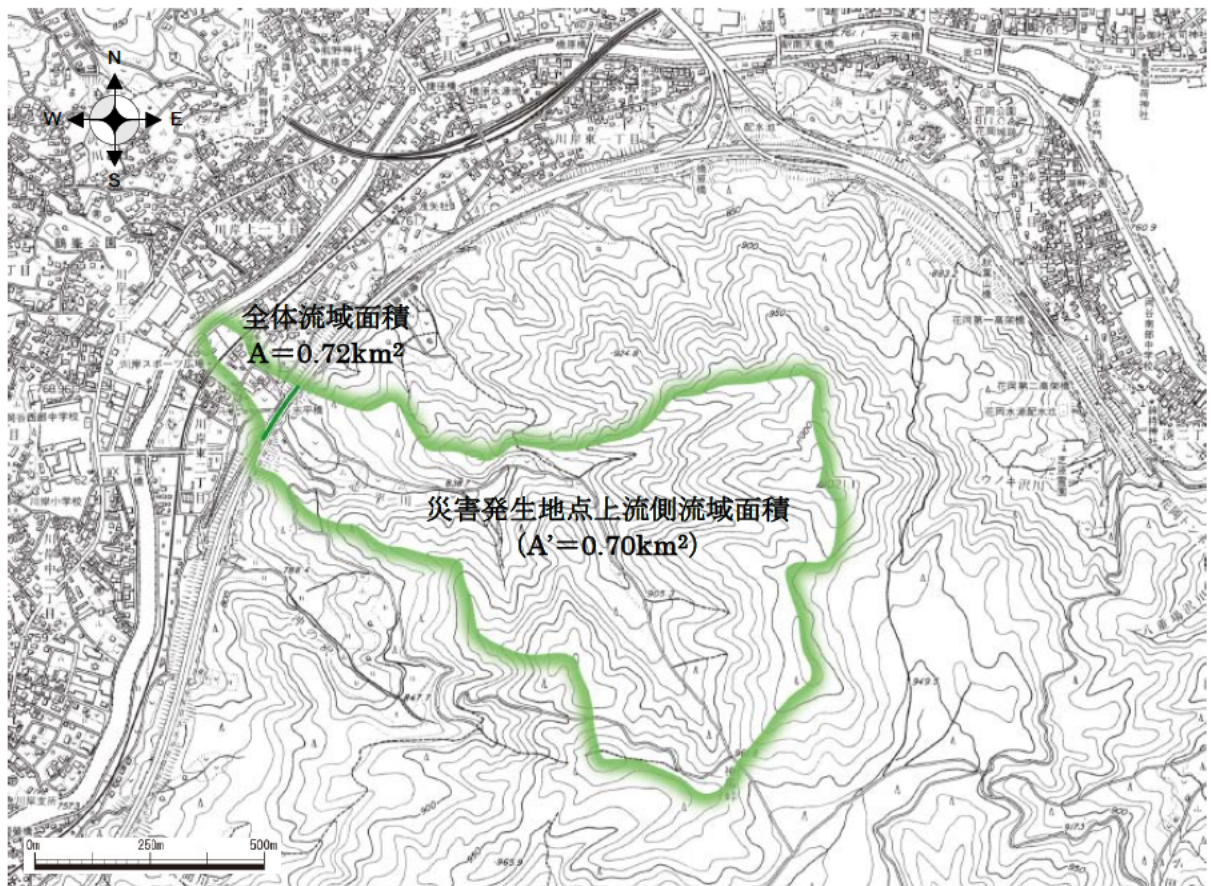


図 3.2.2 志平川流域図⁴⁾

※「岡谷市全図」平成 14 年 10 月（岡谷市）を基に作成

(3) 降雨状況

2006年（平成18年）7月15～24日にかけて、梅雨前線による豪雨により、広い範囲で土砂災害が発生した。当該地区では、土砂災害発生の日前から降雨が継続していた。

当該河川流域における近傍の地上雨量観測所としては、釜口水門観測所（長野県：当該河川流域より東北東へ約1km）がある。当該観測所における降雨観測記録より、最大時間雨量31mm/h（7/19 3:00）、最大24時間雨量263mm/24h、当該地区での土砂災害発生時の総降雨量は約350mmである。

平松ら¹⁾によると、当該降雨による近傍の雨量観測所（気象庁）における最大2日間雨量（諏訪雨量観測所：273mm/2day=観測史上第1位、辰野雨量観測所 281.5mm/2day=観測史上第1位）は、100～200年確率と評価され、長時間降雨としては、未曾有の豪雨であったことが確認されている。

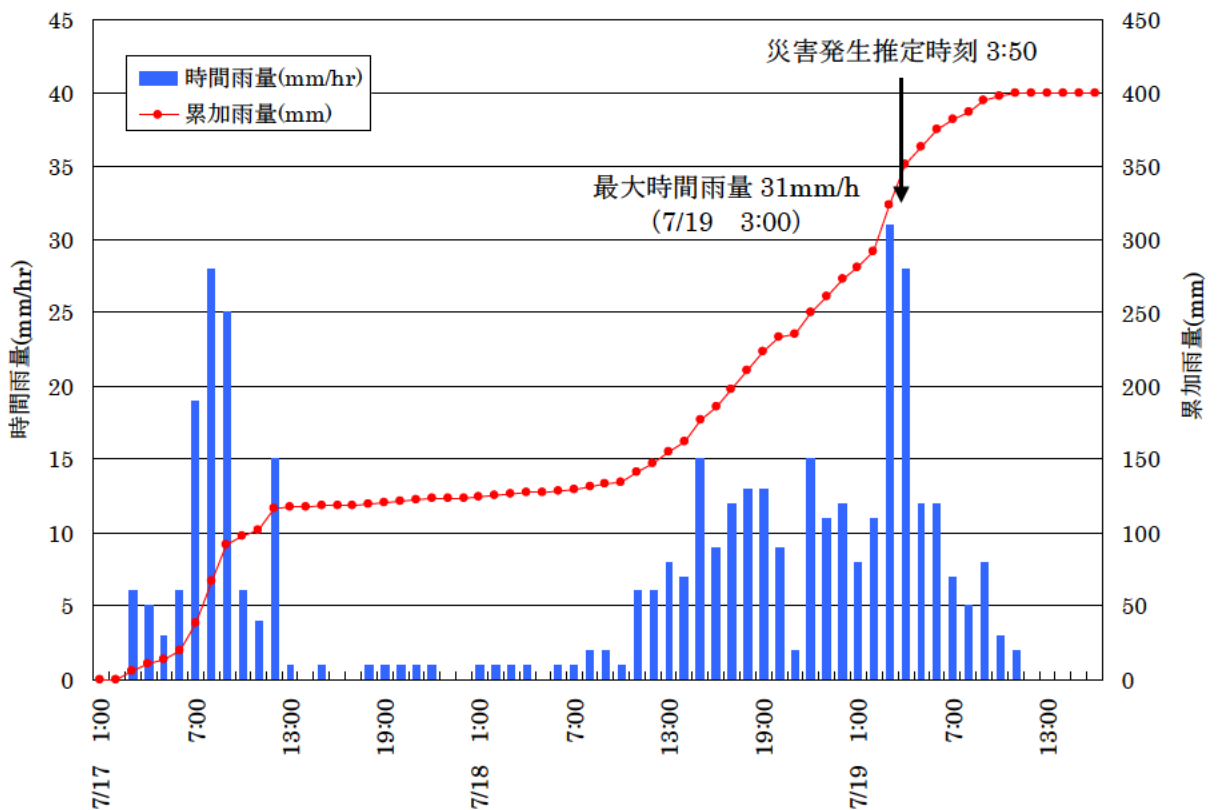


図 3.2.3 釜口水門雨量観測所における観測雨量⁵⁾

※「釜口水門雨量観測所：観測雨量データ」（長野県諏訪建設事務所）

(4) 水位状況

当該河川には、水位観測所は存在しないこともあり、災害時の水位変化の時系列変化の詳細は不明であるが、現地における災害状況、痕跡水位より、極めて短時間のうちに一気に流下してきたものと考えられる。このことは、小田ら（2006）³⁾において実施された聞き取り調査においても確認される事項である（表 3.2.1）。

表 3.2.1 聞き取り調査の項目と結果

項目	聞き取り結果
災害発生前の状況	<ul style="list-style-type: none">○ 土石流発生前の2日前から水路の水位が上昇し、土砂が溜まり始めた。○ 土石流発生の前日は、濁った水が流れており、前日より水位が上昇していた。
災害発生時の状況	<ul style="list-style-type: none">○ 土石流は19日午前3時50分頃、一気に流れてきた。○ ドゥーという音が徐々に大きくなって近づいてきた。それと同時に嵐のような風も発生した。○ 風後に水しぶきと流木が押し寄せた。
土石流の流下状況	<ul style="list-style-type: none">○ 大きな波が2、3回押し寄せた。○ 波の間隔は1~2秒程度である。○ 土石流は約30分間継続した。その後も泥水が流れていた。○ 泥水はねばねばしており、10cm程度の水深でも足をとられてしまうほど、粘着性が高かった。

※ 上記は「平成18年7月豪雨による長野県岡谷市志平沢川の土石流現地調査報告」小田晃・栗原淳一・桜井亘・長谷川祐治（建設技術研究所所報,2006）を基に整理した。

また、同報告では、洪水痕跡よりピーク流量を推算し、マンニング式にて約170m³/s（粗度係数0.06）が得られている。ただし、洪水痕跡を調査した流路は流下に伴い、流路近傍の耕作地などが侵食されているため、流量としては大きい値になっている可能性があることが言及されている。

(5) 流出解析

当該河川の流出解析については、小田ら(2006)³⁾により、土石流ピーク流量の推定に関し、流下痕跡からの推算に加え、降雨量に基づく方法(土石流対策技術指針(案))や、kinematic wave法による流出解析がなされている。

本検討では、合理式による流出解析により、当該地区の降雨流出特性に対する適合性について検証を試みることを目的とし、概略的な流出解析を行う。

1) 流域面積

降雨解析の対象は、中央自動車道より上流側の流域(A=0.70km²)とする。

2) 降雨強度

当該流域は小規模(A=0.70km²)である。このため、洪水到達時間はかなり短いものと考えられる。降雨状況を考慮すると、洪水到達時間内の平均降雨強度は、最大でも災害発生時刻直前に観測された31mm/h程度となるが、実績ピーク流量を考慮すると、洪水到達時間内の平均降雨強度としては小さいことが明らかである。

ここで、当該流域における災害は、土石流としての災害特性を有している可能性、降雨特性として長時間降雨強度が卓越していることを考慮し、降雨量に基づく方法⁶⁾にて降雨強度を設定する。

採用する24時間雨量としては、釜口水門雨量観測所において観測された最大24時間雨量263mm/24hとする。有効降雨強度は、以下の式より、70.3mm/hが得られる。

$$P_e = \left(\frac{P_{24}}{24} \right)^{1.21} \cdot \left(\frac{24 \cdot K_{f1}^2}{\frac{K_{p1}}{60} \cdot A^{0.22}} \right)^{0.606}$$

P_e : 有効降雨強度 (mm/h)

P_{24} : 24時間雨量 (mm/24h)

K_{p1} : 係数 (≒120)

K_{f1} : 流出係数 (0.85を採用) ※山地であり、長時間降雨として確率規模の高降雨が継続していたことを考慮

A : 流域面積 (km²)

3) ピーク流量

降雨による清水のピーク流量は、合理式により算定を行う。

算定の結果、清水のピーク流量は $13.7\text{m}^3/\text{s}$ となる。

$$Q_p = \frac{1}{3.6} P_e \cdot A$$

Q_p : 清水のピーク流量 (m^3/s)

P_e : 有効降雨強度 (mm/h)

A : 流域面積 (km^2)

ここで、溪床堆積物が流水により強く侵食されて土石流になる場合、土石流ピーク流量は、清水のピーク流量との間に以下の関係があるとして、ピーク流量を算定する。

算定の結果、土石流濃度 0.3 となり、土石流ピーク流量は $27.5\text{m}^3/\text{s}$ となる。

$$Q_{sp} = \frac{C_*}{C_* - C_d} \cdot Q_p$$

Q_{sp} : 土石流ピーク流量 (m^3/s)

C_* : 溪床堆積土砂の容積濃度 ($\cong 0.6$ 程度)

C_d : 土石流濃度

ここで、土石流濃度は、下記の平衡濃度式にて算定する。

$$C_d = \frac{\rho \tan \theta}{(\sigma - \rho)(\tan \phi - \tan \theta)}$$

ρ : 水の密度 ($1,200\text{kg}/\text{m}^3$ 程度)

σ : 礫の密度 ($2,600\text{kg}/\text{m}^3$ 程度)

ϕ : 溪床堆積土砂の内部摩擦角 ($\cong 30^\circ \sim 40^\circ$) ※ 30° を採用

θ : 溪床勾配 ※ 7.5° とした。

※上記により、計算値 $C_d=0.24$ となるため、採用値 $C_d=0.3$ とする。

(6) 考察など

本事例は、長時間の豪雨によって発生した鉄砲水災害であり、河道閉塞の形成・決壊など貯留を伴う流出現象として捉えることが妥当であると考えられる。

本事例における降雨は、前述したように、短時間降雨としては、最大時間雨量 31mm/h と、確率規模評価では 2 年確率規模相当であるが、長時間降雨としての 24 時間降雨、48 時間降雨としては、100～200 年確率規模相当となる豪雨であった。

概略的に実施した流出解析においては、本事例が、土砂流として、土石流に近い流出形態を呈していることから、溪床堆積物が流水により強く侵食されて土石流になる場合を仮定して、土石流としてのピーク流量 27.5m³/s を得たが、痕跡水位から算定される 170m³/s を大幅に下回る算定結果となった。

なお、本事例では、災害後の調査において、明瞭な閉塞・決壊痕跡は確認されていないが、多量の水が地中に貯留されていた可能性を多くの研究者が指摘している^{1),2),3)}。

このようなことから、本事例は、長時間降雨により、流域内に貯留され、崩壊を契機として流下した可能性が極めて高いものと考えられる。

参考文献

- 1) 平松晋也・水野秀明・池田暁彦・加藤誠章,「2006 年 7 月豪雨による土砂災害-長野県岡谷市で発生した土砂災害-」, 砂防学会誌 Vol59, No.3, 2006.
- 2) 寺田秀樹・田方智,「長野県岡谷市で発生した土石流災害の状況」, 土木技術資料 48-10, 2006.
- 3) 小田晃・栗原淳一・桜井亘・長谷川祐治,「平成 18 年 7 月豪雨による長野県岡谷市志平沢川の土石流現地調査報告」, 建設技術研究所所報, 2006.
- 4) 岡谷市,「1/5,000 岡谷市全図」平成 14 年 10 月
- 5) 長野県諏訪建設事務所,「釜口水門雨量観測所: 観測雨量データ」
- 6) 国土交通省河川局砂防部砂防計画課,「砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)」平成 19 年 3 月

3.3 ^{しろつち},白土^{がわ},川

2006年9月16日に発生した白土川における鉄砲水災害について整理する。当該災害の報告の詳細は、栗原淳一ら（2008）¹⁾ などがある。

(1) 災害状況

2006年（平成18年）9月16日8時30分頃、佐賀県伊万里市黒川町清水を流下する白土川で鉄砲水が発生し、偶然、広域農道白土川横断地点を通行中の車両が鉄砲水に巻き込まれ、同乗していた親子3名のうち2名が死亡する災害が発生した。

当時、九州地方北部は、台風13号の影響により秋雨前線の活動が活発で、局地的な集中豪雨が発生していた。



図 3.3.1 鉄砲水で崩壊した国見山麓広域農道（災害発生地点）²⁾

※ 「毎日新聞」平成18年9月16日撮影

(2) 流域状況

佐賀県伊万里市黒川町清水を流下する白土川は、立川の支川であり、中山間地を流下する小河川の様相を呈している。流域は比較的起伏が激しく、山林や農地として利用されている。

源流域は農地として比較的平坦な地形を有しており、最高標高 350m 程度である。また、流域面積は 1.4km² と小流域ながら、流域内および流域近傍に、ため池が数多く存在することが特徴である。



図 3.3.2 白土川流域図

※国土地理院発行 1/25,000 地形図を基に作成

(3) 降雨状況

2006年9月16日、九州地方北部は、台風13号の影響により秋雨前線の活動が活発で、局地的な集中豪雨が発生していた。白土川流域内に位置する立目雨量観測所（佐賀県）では、120mm/hr（7:00～8:00）の豪雨が記録された。

当該流域の豪雨は、9月16日6:30頃～9:00頃の2時間半程度継続した。

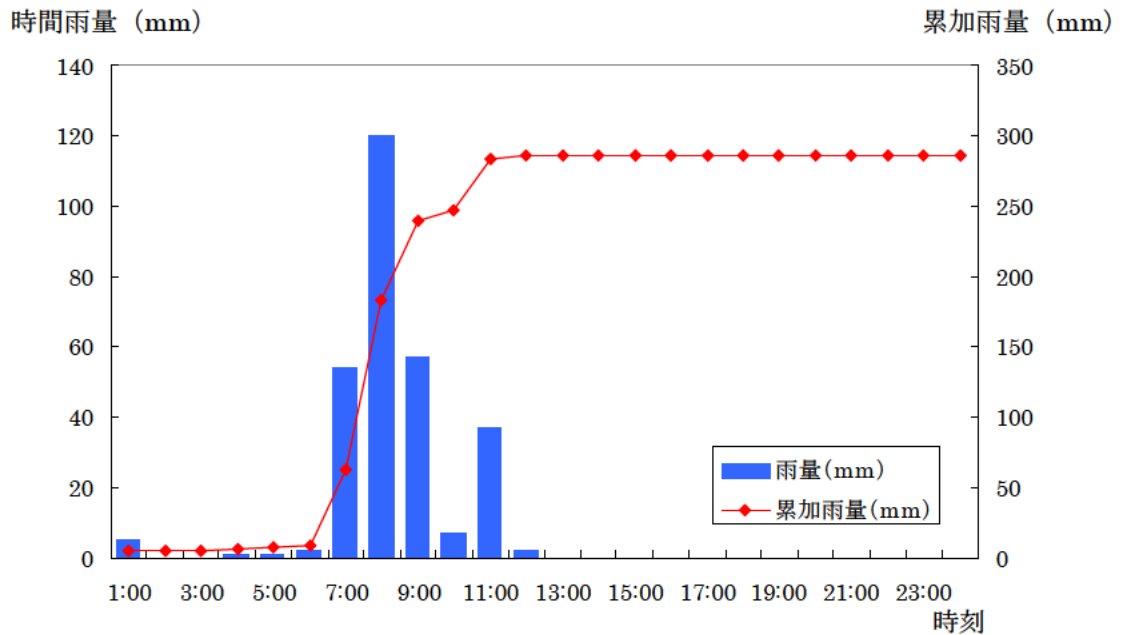


図 3.3.3 立目雨量観測所（佐賀県）での降雨状況⁴⁾
※「立目雨量観測所データ」（佐賀県伊万里土木事務所）

(4) 水位状況

当該河川では、水位観測所が存在しないため、水位の詳細な状況については不明であるが、走行中の車両を押し流すほどの勢いで発生していることから、極めて短時間のうちに水位が上昇したものと考えられる。

報道資料³⁾によると、広域農道を走行中に鉄砲水により、谷側のガードレールに衝突し、車外に避難したものの1名はすぐに流され、がけ下の木にしがみついた2名のうち1名も再び発生した鉄砲水に巻き込まれたことが報じられている。

なお、栗原ら（2008）¹⁾によれば、ピーク流量を $50\text{m}^3/\text{s}$ と算定している。

(5) 流出解析

当該流域は、小流域ながら、ため池等の貯留施設が各所に存在する。栗原ら（2008）¹⁾によると、鉄砲水災害発生後の現地調査により、河道閉塞による貯留・決壊の痕跡が散見されることが確認され、ピーク流量を 50m³/s と算定している。

このため、合理式によるピーク流量の算定は適切でないが、以下では比較のための参考として、合理式によるピーク流量の算定を行う。

1) 流域面積

降雨解析における流域面積としては、鉄砲水災害の発生箇所より上流側の流域（A=0.7km²）を対象として検討を行う。

2) 降雨強度

流域内に存在する立目雨量観測所（佐賀県）における降雨データを採用する。当該河川は小流域であり、洪水到達時間は 20 分程度であるものと考えられる。ここで、平均降雨強度については、立目雨量観測所における実績降雨データより、7:00～8:00 の値を採用し、120mm/h を採用する。

3) ピーク流量

合理式により算定を行う。

$$Q = \frac{1}{3.6} f \cdot r \cdot A$$

Q : ピーク流量 (m³/s)

f : 流出係数 (0.85 を採用) ※狭小な山地流域であり、強い先行降雨が発生していたことを考慮

r : 平均降雨強度 (mm/h)

A : 流域面積 (km²)

算定の結果、推算ピーク流量は 16.3m³/s となり、ピーク流量（生起時刻 8:30）50m³/s を大幅に下回る結果となった。

(6) 考察

本事例は、源流域における短時間の局所的な豪雨により発生した鉄砲水災害であるが、流路の各所で閉塞・決壊が連続的に発生したことによる流出現象であったものと結論付けられる。

当該地区において発生した降雨強度 120mm/h は、短時間降雨強度としては極めて大きな降雨強度であり、流下能力を超えた流出量となることが想定されるため、当該河川では、各所で氾濫、護岸の決壊が発生し、河道閉塞に伴う貯留・決壊の結果として、鉄砲水が発生したものと考えられる。



図 3.3.4 谷出口の河道閉塞決壊痕跡



図 3.3.5 左図の上流側の閉塞状況



図 3.3.6 溪流内に形成されたプール地形



図 3.3.7 溪流内での閉塞状況

※ 「2006年に発生した鉄砲水災害の発生原因について-佐賀県伊万里市、山形県富並川の事例」栗原ら（砂防学会誌、第271号、平成20年7月）

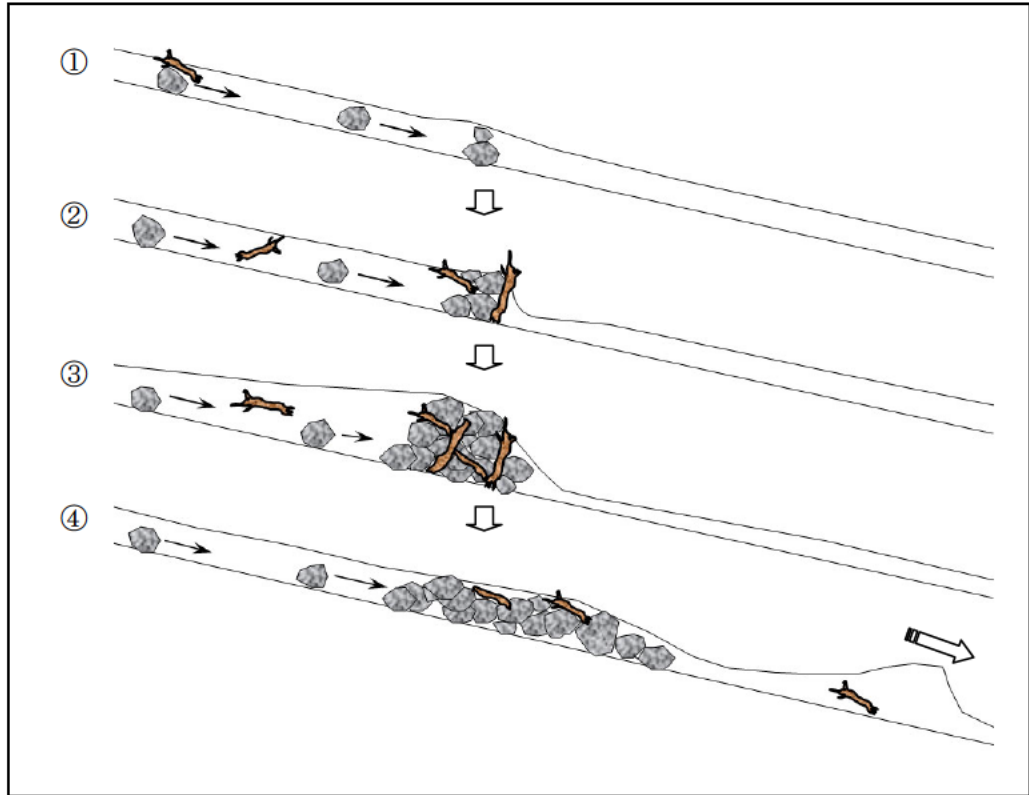


図 3.3.8 河道閉塞の形成と決壊の模式図

①上流から土砂が流送される。②流送された土砂が堆積する。③土砂や流木の堆積が進行し、河道を閉塞する。④閉塞により上流側が湛水し、水圧により閉塞が破壊され、鉄砲水となって流下する。

参考文献

- 1) 栗原淳一・桜井亘・武澤永純・田方智・鈴木隆司・盛伸行, 「2006年に発生した鉄砲水災害の発生原因について-佐賀県伊万里市、山形県富並川の事例-」, 砂防学会誌 第60巻 第2号(通巻271号) 2007年7月, 2007.
- 2) 毎日新聞, 平成18年9月16日
- 3) 佐賀新聞, 平成18年9月17日
- 4) 佐賀県伊万里土木事務所, 「立目雨量観測所データ」

3.4 ^{しば} , 芝 ^{はらがわ} , 原川

2007年7月11～12日に発生した芝原川の鉄砲水災害について整理する。

(1) 災害概況

鹿児島県(2007)¹⁾によると、家屋半壊1棟の被害が発生した。滝地点直下の下流200m程度が氾濫原となった。堆積している砂礫の粒径はφ10～20cm程度が多いが、φ1m程度のものも散見される。家屋等の損壊、構造物の損壊は激しくない。流木は杉が多いが、樹皮はあまり剥がれていない。山地は主に広葉樹林となっている。滝上流側の左岸の沢の崩壊が確認される。当該土砂が一時的に河道閉塞を発生させた可能性が考えられる。

最上流地点の家屋の住民への聞き取りの概要を以下に整理する。

- ◇ 7/11 豪雨後に、滝上流部に大きな崩壊が確認されたということで、避難勧告を受け避難した。台風後の7/15に自宅に戻ると、畑地が土砂で埋まっていた。
- ◇ 避難所で、下流側に住む人から、自宅に戻った際、床上浸水が発生していたことを聞いたが、このような状況までは想像していなかった。

なお、7/12の九州地方整備局、鹿児島県の調査による空中写真(図3.4.1)では、最上流地点の家屋付近では氾濫原となっていることが確認される。

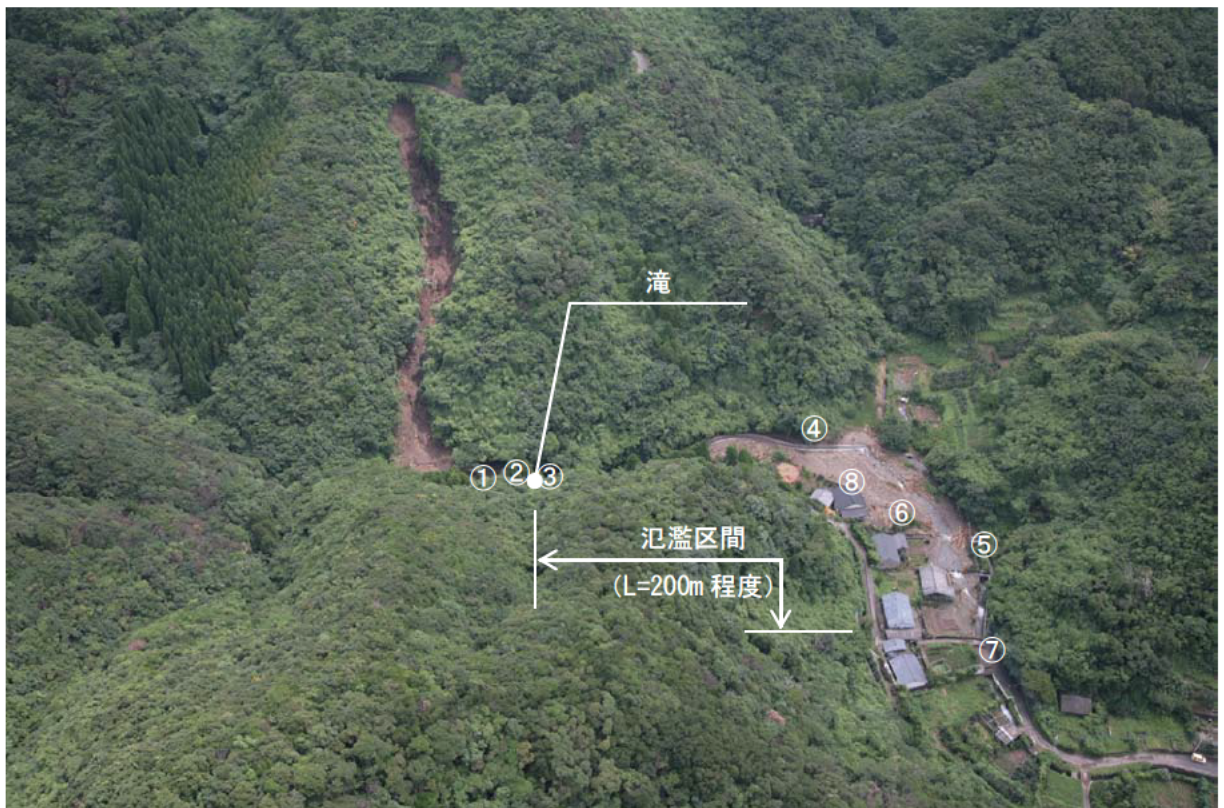


図 3.4.1 芝原川の災害状況
※鹿児島県 07.07.12 撮影資料²⁾



図 3.4.2 芝原川の災害状況
 (※2007.7.19、25 撮影)

(2) 流域状況

当該河川は、島泊地区を流下する流域面積 0.59km^2 の溪流河川であり、土石流危険溪流に指定されている。流域は標高 $300\sim 200\text{m}$ 程度の山地に囲まれた集水地形となっている。表層地質は頁岩である。

流域は概ね山林であるが、現在の集落よりも上流側にも集落の痕跡が確認される。河川沿いには古い石積護岸が存在し、集落跡地には、宅地跡を示す石垣や、雑木に混じって花木や果樹などが残存している。



図 3.4.3 芝原川流域図

※南大隅町発行 1/5,000 地形図を基に作成

(3) 降雨状況

11日は、梅雨前線が活動を強めながら九州南部まで南下し、鹿児島県では大雨となった⁴⁾。鹿児島県内では、6:10までの1時間に、佐多（気象庁）で107mm（観測史上1位）の猛烈な雨を記録した。佐多では2日間総雨量が353mmとなっている。

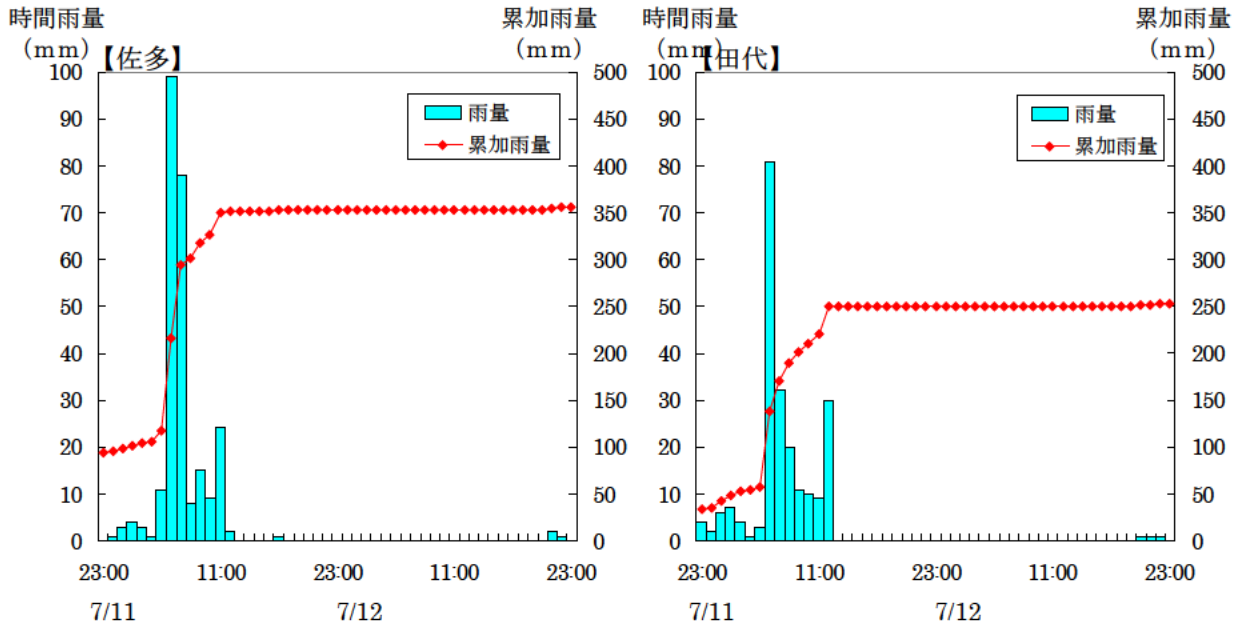


図 3.4.4 雨量および累加雨量（7/11～7/12）³⁾

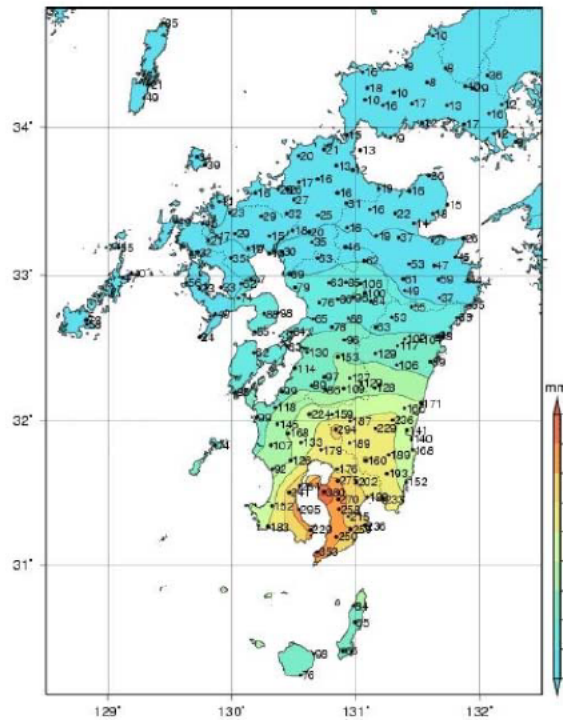


図 3.4.5 総降水量分布図（7/10～7/11）

※「災害時気象資料 平成19年7月10日から11日にかけての梅雨前線に伴う九州・山口県の大雨について」福岡管区気象台

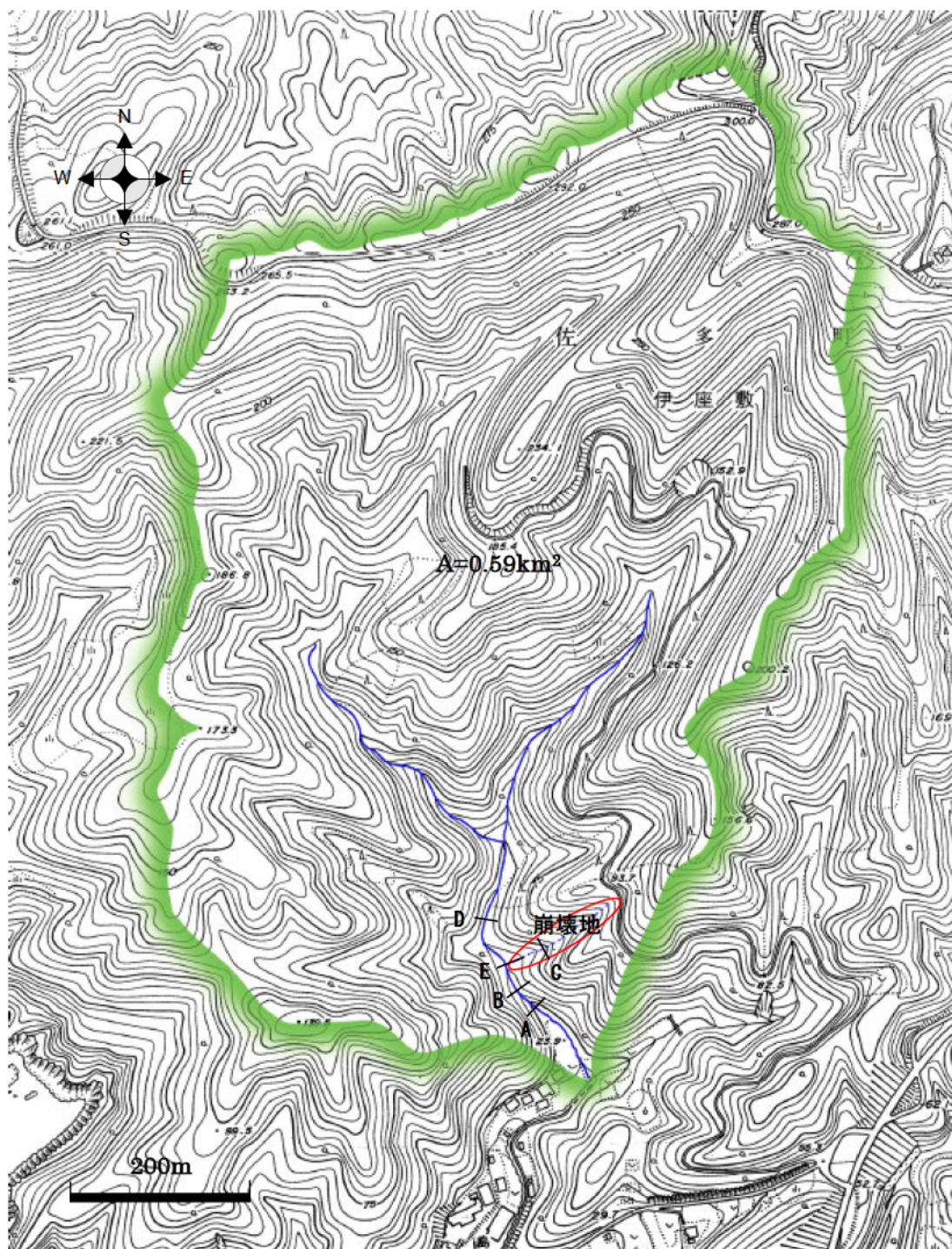


図 3.4.6 芝原川流域図

※南大隅町地形図 1/5,000 を基に作成

補足 (横断測量位置) : A : 滝下流、B : 滝地点、C : 左支溪、D : 左支溪合流点上流、E : 左支溪合流点

(4) 流出量の算定

ピーク流出量の算定は、以下の方法を採用する。

- ① 痕跡水位による流量算定
- ② 合理式による流出計算
- ③ 河道閉塞・決壊を想定した流量計算

1) 痕跡水位による流量算定

当該河川においては、滝下流にて侵食や堆積の変化が少なく、端正な痕跡水位が確認される断面 A を採用する。

流速の推定には、Manning 型の式を採用する。

$$U = \frac{1}{K_n} D_r^{2/3} (\sin \theta)^{1/2}$$

$$Q = AU$$

ここに、

- U : 土石流の流速 (m/s)
 K_n : 粗度係数 (s/m^{1/3})
 D_r : 径深 (m)
 θ : 河床勾配
 Q : 土石流ピーク流量 (m³/s)
 A : 流下断面積 (m²)

土砂の堆積は、集落上流側の滝下流部付近から集落にかけて顕著である。流木は、狭窄部となっている滝上部でも捕捉されている模様であるが、集落近傍に流下した流木は比較的少ない。耕作地は砂礫に覆われ、河原のような状況を呈している。また、滝下流においては、三面張りの流路工が存在するが、当該流路工の破損は、概ね確認されず、氾濫流の土砂濃度は、かなり薄かったものと考えられる。

なお、A 断面を含む耕地には、木本を含む植生等があったようであるが、埋没、または流失している。

当該区間の河床勾配は 1/8.8、粗度係数 0.04 を採用し、痕跡水位による流量算定の結果、流速 5.1m、ピーク流量 34.3m³/s として算定される。



図 3.4.7 A断面（滝下流部）における氾濫状況

（※2007.07.19 撮影）



図 3.4.8 集落近傍での氾濫状況

（※2007.07.19 撮影）

2) 合理式による流出計算

5章において前述したように、2007年7月11日には、近傍の雨量観測所（佐多：気象庁）において、最大1時間降水量107mm/hを記録している。

鹿児島県により災害状況が整理された「南大隈町豪雨および台風4号災害記録」（鹿児島県）によると、災害発生時刻は7月11日7:00となっているが、現地調査（2007年7月19日）当該河川の最上流地点の家屋の住民からは、“7月11日の大雨の後に、滝上流部に大きな崩壊が確認され、危険な状況なので避難するようにという指示を受けて避難したこと、台風後の7/15に自宅に戻り、災害状況を把握したこと”をヒアリングしている。ただし、当該河川の流量の変化については残念ながら情報を得ることができなかった。

ここで、7月12日の九州地方整備局、鹿児島県の調査による空中写真からは、ヒアリングした最上流地点の家屋を含む当該集落での氾濫状況が確認される。このようなことから、当該河川では、左支溪の崩壊と河道閉塞が発生し、しばらくの時間的猶予の後、決壊が発生し、当該集落での氾濫が発生したものと考えられる。

したがって、当該現象については、合理式による流出計算が適切でないものと考えられるが、ここでは、当該豪雨により、どの程度の流出量が想定されるかを把握する意味で合理式に基づく流出計算を行うものとする。

24時間最大雨量である258mm/24hを基に、「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）」（平成19年3月）にしたがい、当該河川下流端での土石流ピーク流量を算定する。なお、ピーク流出係数は降雨状況、流域状況を考慮して0.85とし、堆積土砂の内部摩擦角35°とした。

表 3.4.1 土石流ピーク流量算定結果

項目	算定結果
対象流域面積	0.59km ²
河床勾配	9°
洪水到達時間	24.1min
洪水到達時間内の平均降雨強度	83.1mm/h
有効降雨強度	70.3 mm/h
清水のピーク流量	11.5m ³ /s
土石流濃度	30%
土石流ピーク流量	23.0m ³ /s

3) 河道閉塞・決壊を想定した流量計算

当該河川においては、滝部と左支溪合流点の2地点において、河道閉塞・決壊が発生したと考えられる。しかしながら、閉塞規模は比較的小さいため、天然ダムのピーク流量算定式の適用範囲外であると考えられる。このため、河川氾濫における破堤現象等について、採用実績が多い本間の越流公式（正面越流）を採用し、ピーク流量の算定を行うものとする。

なお、閉塞部の決壊に伴う時間進行については考慮せず、瞬時に流路幅まで決壊したものととして、完全越流として算定する。

$$\text{完全越流 (} h_2/h_1 < 2/3 \text{)} : Q = 0.35 \times h_1 \sqrt{2gh} \times B$$

$$\text{潜り越流 (} h_2/h_1 > 2/3 \text{)} : Q = 0.91 \times h_2 \sqrt{2g(h_1 - h_2)} \times B$$

ここに、

- Q : 越流量 (m³/s)
- g : 重量加速度 (m/s²) (9.80665m/s²)
- B : 越流幅 (m)
- h_1 : 越流頂からの上流側の水深 (m)
- h_2 : 越流頂からの下流側の水深 (m)

河道閉塞の高さは水位痕跡を基に設定した。流路幅は流路の底面幅とした。算定結果は以下の通りである。

表 3.4.2 閉塞・決壊を想定した場合のピーク流量

	滝部 (断面 B)	左支溪合流点 (断面 E)	備考
越流幅 (m)	4.2	4.7	低水路部の幅
上流水深 (m)	2.8	2.6	河床から痕跡水位までの高さ
流出量 (m ³ /s)	30.5	30.5	

4) 流出量の算定結果からの考察

当該河川における氾濫現象は、左支溪から生産された土砂が河道を閉塞させ、貯留・決壊に繋がったことで発生したものと考えられる。ここで、合理式に基づくピーク流量の算定結果（ $23.0\text{m}^3/\text{s}$ ）、痕跡水位に基づくピーク流量の算定結果（ $34.3\text{m}^3/\text{s}$ ）、および河道閉塞・決壊を想定した結果（ $30.5\text{m}^3/\text{s}$ ）を比較すると、氾濫現象を発生させた流出量は、河道閉塞・決壊を想定したピーク流量と同程度の値となるものと考えられる。

本事例では、河道閉塞の規模が小さいことから、破堤氾濫等において採用実績の多い本間の越流公式を採用し、痕跡水位に基づく算定結果と同程度の値が得られた。したがって、規模の小さい河道閉塞・決壊については、当該公式により、ピーク流量を推算できる可能性が高いものと考えられる。

なお、災害発生後の現地調査（2007年7月19日）においては、氾濫原は河原の様相を呈し、細粒分が比較的少ない状況であった。ただし、この点については、氾濫現象が発生したと考えられる7月11日以降、台風4号が7月14日に豪雨をもたらしており、これに伴う土砂災害も各所で発生するような状況であったこと、集落近傍では流路工が土砂により閉塞し、堤内地を流下する状況であったことなどから、当該河川による流水と豪雨により、氾濫原の表層において分級作用が促進された可能性が高いものと思われる。

(5) 考察

当該河川では、滝上部に2箇所の河道閉塞痕跡が確認されたこと、地元住民からの聞き取り調査により、災害発生に時間的なずれがあると考えられることから、集落付近における土砂災害を伴う氾濫災害は、河道閉塞により発生した鉄砲水災害の可能性が高いものと考えられる。

参考文献

- 1) 鹿児島県、「南大隅町豪雨および台風4号災害記録」,2007.
- 2) 国土交通省九州地方整備局、「被害状況撮影資料」2007年7月12日
- 3) 気象庁、「佐多雨量観測所データ」、「田代雨量観測所データ」
- 4) 福岡管区气象台、「災害時気象資料 平成19年7月10日から11日にかけての梅雨前線に伴う九州・山口の大雨について」

4. その他の鉄砲水災害事例

鉄砲水として報道された災害事例の中には、水位上昇が小さいと考えられる事例や、鉄砲水として扱うことが適切であるか判断が難しい事例が含まれている。

例えば、河道狭窄部の閉塞など流下断面の阻害により氾濫した事例は、しばしば、鉄砲水として報道される場合がある。このような事例は、扇状地形での発生事例が多い。橋梁などの狭窄部の閉塞などを契機として、氾濫流が背後地の道路などを流路として流下し、河道から離れた場所に、突然、氾濫流が押し寄せてくる場合などである。

また、短時間の豪雨により発生した鉄砲水と考えられる事例でも、先行降雨が大きい場合や、降雨規模そのものが極めて大きい場合には、土石流に近い鉄砲水災害が発生する場合がある。これらが、鉄砲水として報道される背景には、一般の土石流に比べると、土砂濃度が低いことなどがあると考えられる。

本章では、このような災害事例について整理する。

4.1 くし^だがわ^わ, 櫛^だがわ^わ, 田川

2006年8月27日に発生した櫛田川における水難事故について整理する。

(1) 災害状況

2006年(平成18年)8月27日11:30頃、松阪市山添町を流れる櫛田川で、急な増水のため、釣り人2名が流され、うち1名が死亡する水難事故が発生した。

(2) 流域状況

櫛田川は、三重県中部の中央構造線沿いを東流し、伊勢湾へ流下する流域面積436km²、幹川流路延長87kmの一級河川である。

三重県松阪市飯高町と奈良県東吉野村の境にある高見山を源流とし、蓮川をはじめ幾つもの支川・溪流を合わせながら東進し、伊勢平野に出て佐奈川と合流後、松阪市法田で祓川を分派し、流路を北に転じ田園地帯を通過して伊勢湾へと流下する。



図 4.1.1 櫛田川流域図

※国土地理院発行 1/25,000 地形図を基に作成

(3) 降雨状況

レーダー雨量より、水難事故の発生した8月27日には、奈良県と三重県の県境を中心に局所的な豪雨が発生していたことが確認できる。当該河川流域では、2:00～3:00に、支川である蓮川流域を中心に、時間雨量100mm/hを超える豪雨が発生したものと考えられる。

当該河川流域には、地上雨量観測所が比較的多く存在するが、当該降雨を捉えている観測地点は少ない。蓮川流域では、蓮ダム雨量観測所(国土交通省)にて、最大時間雨量39mm/h(3:00)を観測している。

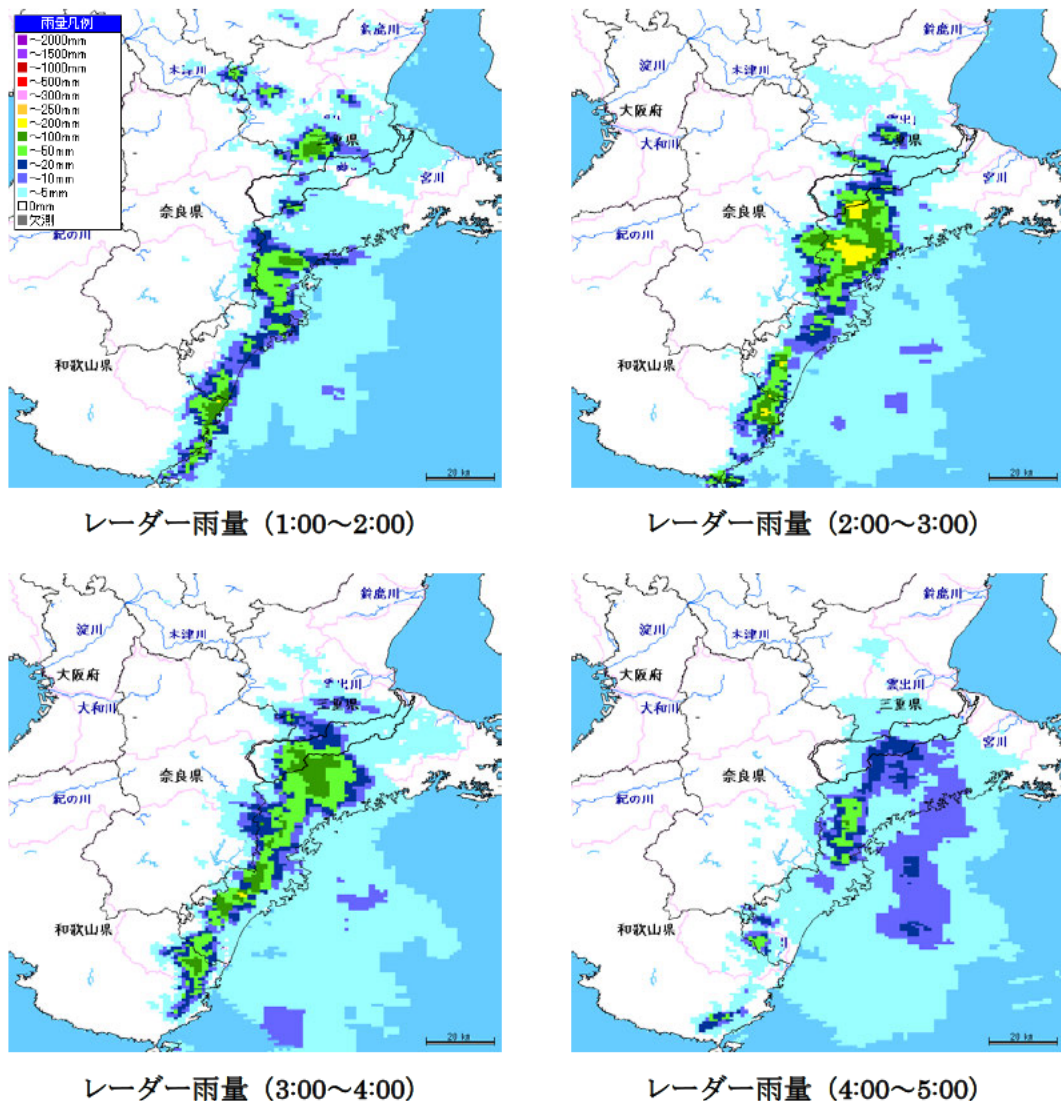
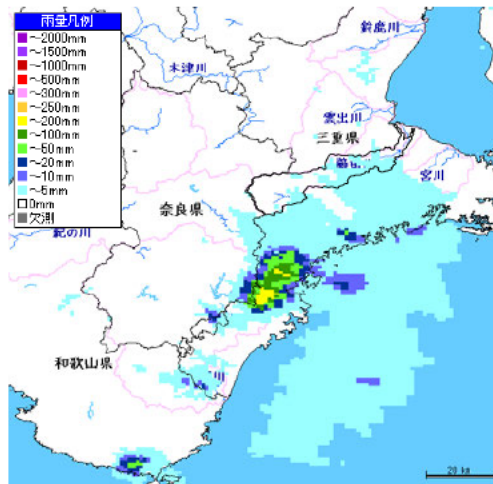


図 4.1.2 降雨状況

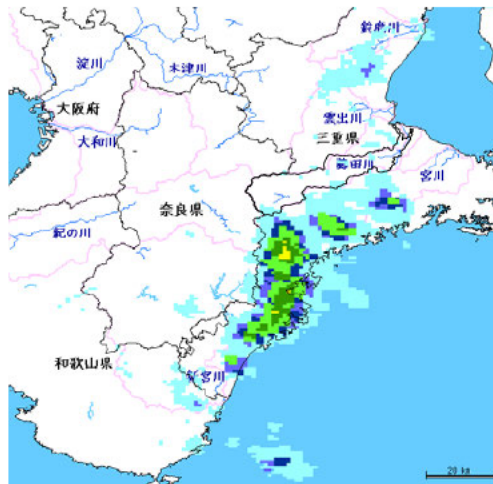
※FRICS 川の防災情報ネット (レーダー雨量) を基に作成



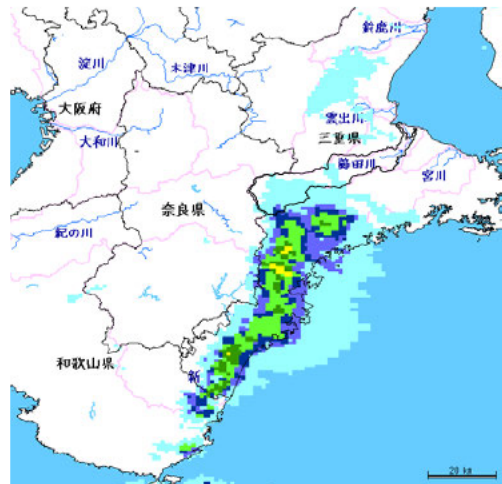
レーダー雨量 (5:00~6:00)



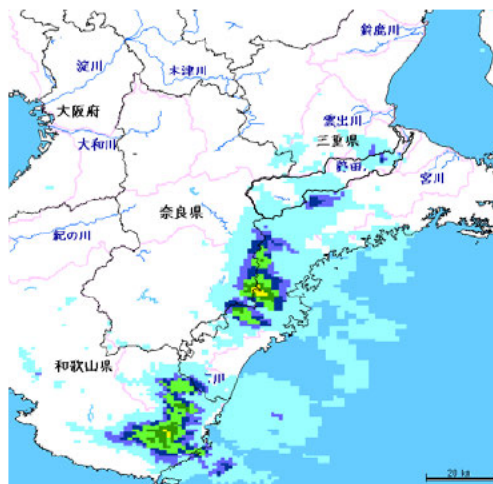
レーダー雨量 (6:00~7:00)



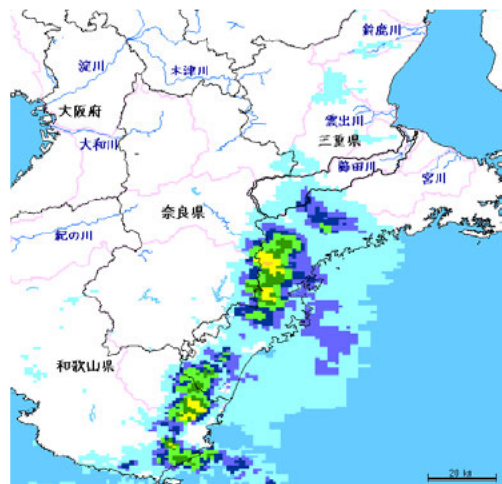
レーダー雨量 (7:00~8:00)



レーダー雨量 (8:00~9:00)



レーダー雨量 (9:00~10:00)



レーダー雨量 (10:00~11:00)

図 4.1.2 降雨状況

※FRICS 川の防災情報ネット (レーダー雨量) を基に作成

(4) 水位状況

水難事故の発生地点の約 500m 上流に位置する櫛田頭首工水位観測所では、平成 18 年 8 月 27 日 10:00~12:00 の 120 分間に 29cm の水位上昇が観測されている。

なお、当該河川における各水位観測所における水位記録より、上流域での豪雨により発生した洪水が、下流に伝播していくにつれ、波形が緩やかになっていることがわかる。

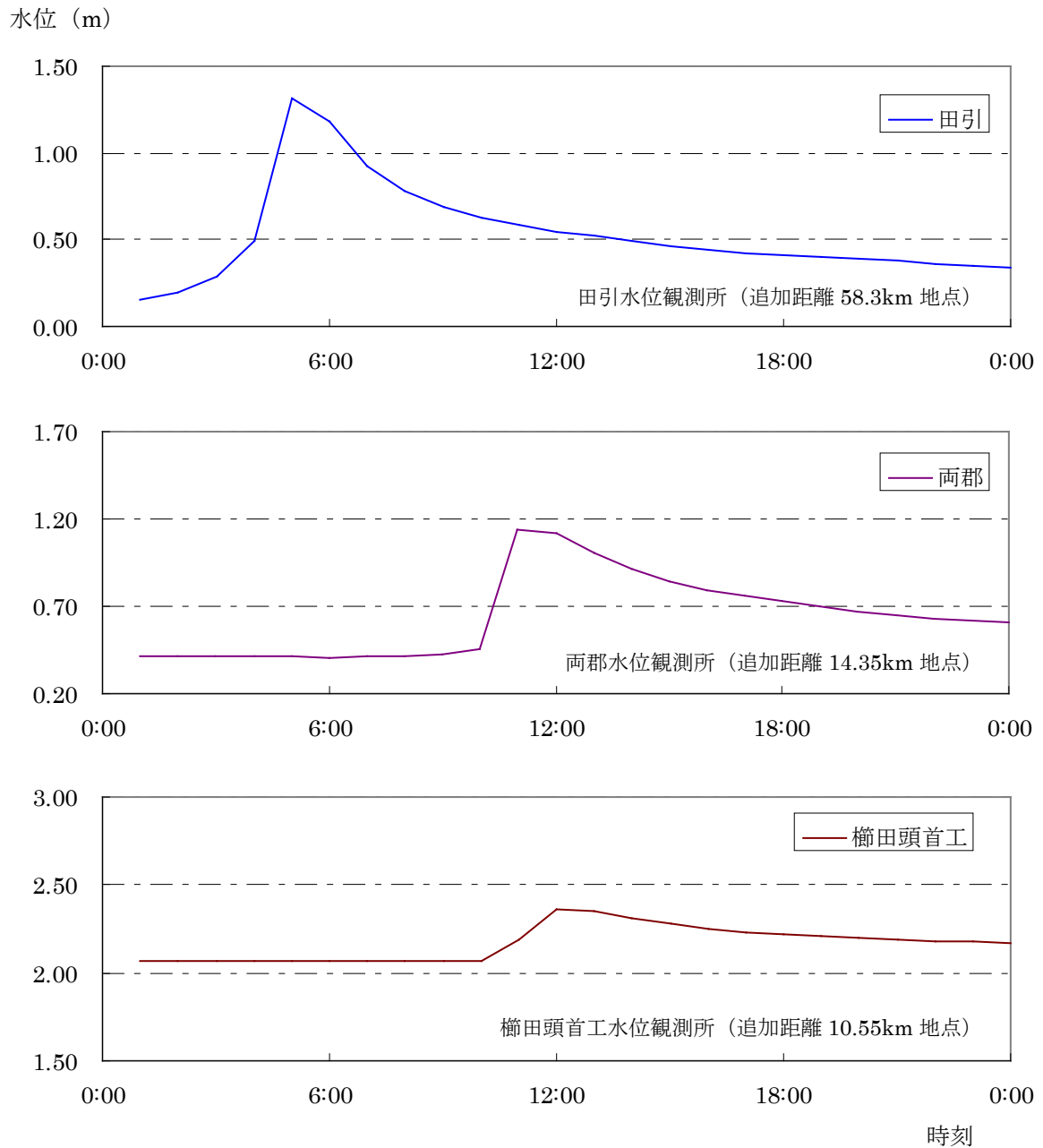


図 4.1.3 櫛田川における水位状況 2006/8/27¹⁾

※ 「田引水位観測所データ」、「両郡水位観測所データ」、「櫛田頭首工水位観測所データ」 (三重河川国道事務所)

(5) 流出解析

当該河川は、ダム等の貯留施設が存在することや、櫛田頭首工より上流域を対象とした場合でも流域面積が 418km² と大きいことなどから、合理式による流量算定には適していない河川であるものと考えられる。

ただし、本検討では、対象とする現象が、短時間の豪雨に伴う流出現象として捉えられるかを確認するため、合理式によるピーク流量の算定を試みる。

1) 流域面積

水難事故発生現場に近い櫛田工頭首工水位観測所より上流域 (A=368km²) を対象として流出量の推算を行う。

2) 降雨強度

豪雨の中心となる蓮川流域は、水難事故発生地点から約 68km の上流に位置する。蓮川流域での降雨ピークの生起時刻は、レーダー雨量観測データなどから、3:00 前後と考えられる。水難事故発生地点における洪水ピークは 12:00 頃であり、4:00 以降は集中した降雨は無く、弱い降雨が断続的に継続している。

洪水波形の伝播状況などから、洪水に寄与した降雨は、主として蓮川流域を対象とした局地的豪雨 (2:00~4:00) と考えられる。水難事故発生地点までの洪水到達時間は、10 時間程度と考えられることから、洪水到達時間内の平均雨量として、レーダー雨量観測データ (2:00~4:00) を採用し、4:00 以降は洪水に寄与する降雨は無かったものとして降雨強度を算定する。

算定の結果、櫛田頭首工水位観測所より上流域 (A=418km²) を対象とした洪水到達時間内の平均降雨強度は、2.0mm/h となる。

3) ピーク流量

合理式により算定を行う。

$$Q = \frac{1}{3.6} f \cdot r \cdot A$$

Q : ピーク流量 (m³/s)

f : 流出係数 (0.60 を採用) ※平地の占める割合が大きく、流域規模が大きいため

r : 平均降雨強度 (mm/h)

A : 流域面積 (km²)

算定の結果、ピーク流量 $139.3\text{m}^3/\text{s}$ が得られた。ただし、櫛田頭首工水位観測所では、 $H\cdot Q$ 式が設定されていないため、当該地点での実績推算ピーク流量との比較は難しい。櫛田頭首工水位観測所より 4km 程度上流側の両郡水位観測所では、 $H\cdot Q$ 式が設定され、実績推算ピーク流量（生起時刻 11:00） $101.7\text{m}^3/\text{s}$ として算定される。当該地点の上流側流域面積は 375.8km^2 であり、比流量 $0.27\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ となる。両郡水位観測所での当該洪水における比流量を採用した場合の櫛田頭首工水位観測所での実績ピーク流量は $113.1\text{m}^3/\text{s}$ となり、合理式による推算ピーク流量と同程度の値となった。

なお、蓮川流域から櫛田頭首工水位観測所までの流路延長は約 68km であるから、蓮川におけるピーク流量の生起時刻 4:00 を基に、源流域における流入時間 60 分として設定すると、当該地点までの流下時間 420 分となり、平均流速 $2.7\text{m}/\text{s}$ が得られる。

(6) 考察など

本事例は、災害概況や流出解析の結果より、源流域における豪雨により発生した増水現象として捉えることができる。

発災地点は、当該河川の下流部であり、図 4.1.3 の実績水位グラフに示したように、本研究にて対象とする鉄砲水としての洪水波形であるとは言い難い。ただし、上流では、水難事故のあった下流に比べて鋭い洪水波形となっているにもかかわらず、実際の水難事故は下流にて発生したことが特徴的である。蓮川流域などの上流域では激しい降雨があったこともあり、上流河道では、河道内に立ち入るような利用が無かったためと考えられるが、本事例は、水位上昇速度が数値的に急激でなくても（ $30\text{cm}/30\text{min}$ 以上でなくても）、利用状況や利用形態（流れに立ち込んで釣りをする場合など）によっては、水難事故が発生する危険性があることを示唆するものであると考えられる。

参考文献

- 1) 国土交通省三重河川国道事務所、「田引水位観測所データ」, 「両郡水位観測所データ」, 「櫛田頭首工水位観測所データ」

4.2 かしわがわ, 柏川・つる, 津留がわ, 川・し, 道どう, ばるがわ, 原川など

2007年7月6～8日の梅雨前線に伴う豪雨災害では、熊本県の山間部を中心に、土砂災害、河川の氾濫が各所で頻発した。このうち、鉄砲水と報道された災害は、津留川の支川などで発生したものであり、流下断面の阻害による氾濫であった。柏川、志道原川など山間部の各所で類似の現象が発生していることから、総括して整理する。

(1) 災害概況

2007年（平成19年）7月6日、活発化した梅雨前線の影響により、熊本県内各地で記録的な大雨となった。この雨は、日雨量、時間雨量ともに大きく、熊本県内では、宇城八代、上益城を中心に土砂災害や浸水被害が各所で発生した。山間部では、橋梁部などにおける土砂や流木の閉塞や堆積に伴う氾濫が発生し、鉄砲水として報道された。

各所で道路や橋梁が損壊し、都留川の流下する美里町では、断続的な集中豪雨の影響で、道路の崩壊や河川の氾濫により、道路が寸断され、およそ130世帯が孤立した。孤立住民の避難は8日までに完了したが、土砂災害や浸水被害による道路の寸断、農地の冠水、家屋の全半壊の被害が発生し、また、水道施設の被災により、長期にわたり断水状態が続いた。美里町（2007）²⁾によると、美里町では、住宅全壊18棟、半壊7棟、一部損壊10棟、床上浸水25棟、床下浸水76棟の被害が記録されている。



図 4.2.1 美里町早楠地区の氾濫状況：津留川²⁾

※「平成19年美里町梅雨前線豪雨被害」熊本県



図 4.2.2 美里町志道原地区の氾濫状況：志道原川²⁾

※「平成 19 年美里町梅雨前線豪雨被害」熊本県



図 4.2.3 美里町開田地区の被害状況：柏川²⁾

※「平成 19 年美里町梅雨前線豪雨被害」熊本県

(2) 流域状況

熊本県美里町は、熊本市から南東約 30km の場所に位置する。町域は概ね山地で、南部は九州山地の一角を占め、甲佐岳、雁俣山、京丈山などの標高 1,000m 級の山が連なる。

鉄砲水による災害として報道された地域は、いずれも、本町の南部にあたる山間地であり、集落を結ぶ主要道や生活道は河川沿いに位置する。このため、急激な増水による氾濫などにより、各所で集落の孤立が発生した。

本報告では、現地調査（2007/7/27）を実施した柏川、津留川、志道原川を対象とする。いずれも、700～1,000m 級の急峻な山地に囲まれた流域であり、緑川水系の山間地を流下する河川である。

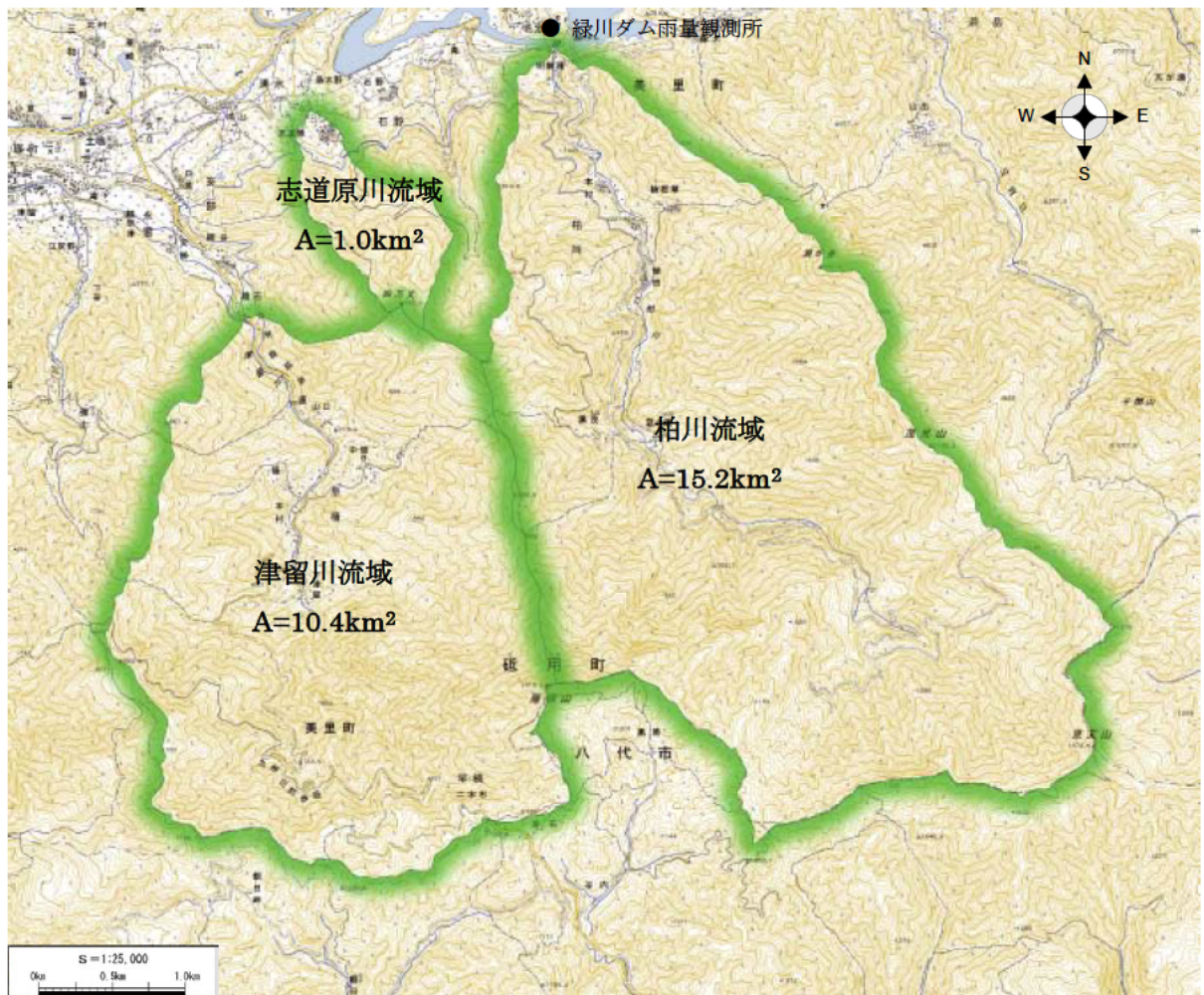


図 4.2.4 対象河川流域図

※国土地理院発行 1/25,000 地形図を基に作成

(3) 降雨状況

6日0:00頃から、梅雨前線が活動を強めながら、九州付近を北上し、梅雨前線上に低気圧が東進した。熊本県では、梅雨前線に向かって吹き込む暖かく湿った空気の影響で前線の活動が活発化し、同日の昼前にかけて、また、6日宵のうちから7日昼過ぎを中心に、断続的に発達した雨雲が流れ込み、多い所では500mmを超える記録的な大雨となった。

対象流域には、発達した雨雲が6日6:00頃から流れ込み、大金峰雨量観測所（気象庁）では、6日9:00までの1時間に、観測史上1位の85mm/hの降水量を記録した。また、近傍の朝日雨量観測所（熊本県）では、同時刻97mm/hの降水量を記録している。

なお、土砂災害や河川の氾濫は、概ね6日10:00～15:00に発生しており、豪雨直後から小康状態となった昼過ぎにかけてとなっている。

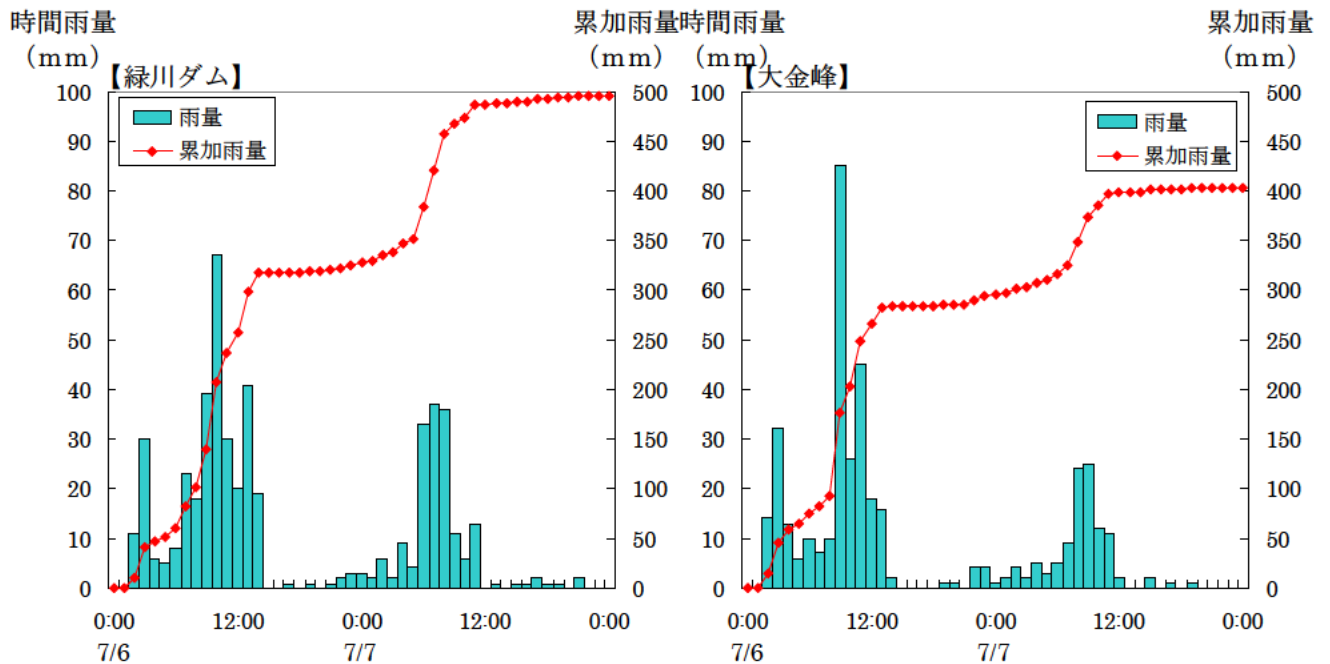


図 4.2.5 雨量および累加雨量 (7/6~7/7) ^{2) 3)}

※「緑川ダム雨量観測所データ」（緑川ダム管理所）、「大金峰雨量観測所データ」（気象庁）

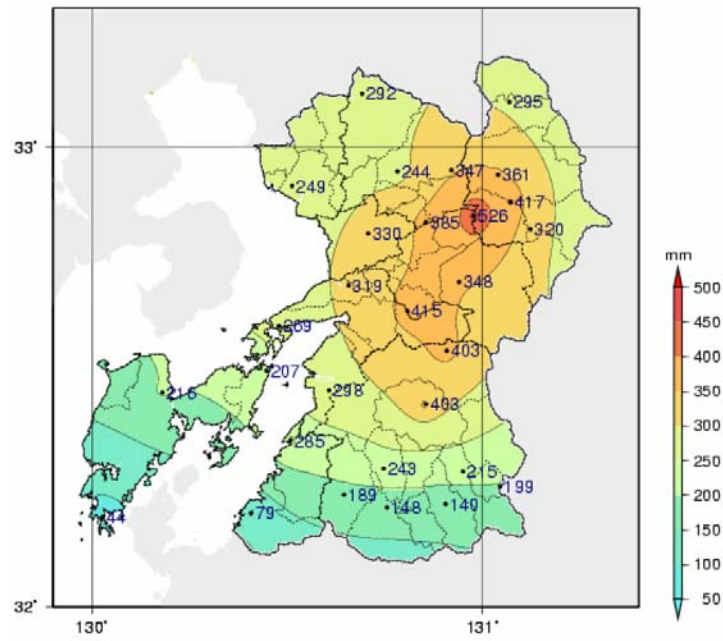


図 4.2.6 熊本県の総降水量分布図（7/6、0:00～7/7、24:00）⁴⁾

※「災害時気象資料 平成19年7月6日から7日にかけての梅雨前線に伴う熊本県の大雨について」福岡管区气象台

(4) 水位状況

対象流域には、水位観測所が存在しないため、定量的な水位上昇の詳細は不明である。なお、現地調査（2007/7/27）により、鉄砲水災害として報道された津留川支川では、道路横断部などに、土砂や流木による閉塞、堆積に伴う氾濫が発生していたことが確認された。

1) 津留川

鉄砲水災害として報道された津留川では、津留川に流入する土石流危険渓流などが、国道 445 号の横断部で、断面の小さい暗渠となっている場合が多い。上流断面に対して明らかに狭隘な断面となっている場合、ほとんど例外なく、暗渠部での閉塞が発生し、急激な氾濫に繋がり、国道の損壊、周辺家屋での浸水被害が発生している。

津留川水系にて、鉄砲水として報道された渓流は、土石流危険渓流である五郎ヶ谷川（津留川右支川）であった。国道 445 号の横断箇所は暗渠（現地計測 1.4×0.7m）となっている。周辺住民によると、8:00 頃より暗渠の閉塞が発生し、10:00 頃からの急激な氾濫により、国道の損壊、周辺家屋での浸水被害に繋がった模様である。なお、国道 445 号は、ほとんどの区間が 1 車線未満の狭隘道路である。



図 4.2.7 五郎ヶ谷川（津留川右支川）の状況

（※2007/7/27 撮影）



図 4.2.8 早楠川（津留川右支川）の状況
 (※2007/7/27 撮影)

2) 柏川

柏川の事例は、取水堰や橋梁などの横断構造物が存在する地点での閉塞が、氾濫の契機となっているものと考えられた。これらは、“濁流による氾濫”として報道されたが、土砂や流木の閉塞および堆積を伴う氾濫であったものと現地状況から推測された。



図 4.2.9 柏川（開田地区）の状況²⁾

※上段：「平成 19 年美里町梅雨前線豪雨被害」熊本県、下段：※2007/7/27 撮影

3) 志道原川

志道原川の事例では、山地から中山間地へ流下する河床勾配の変化点、狭窄区間において、土砂の閉塞および堆積が発生し、これに伴う急激な氾濫現象が発生したものと考えられる。

本災害では、家屋床上まで土砂が堆積するような氾濫があった一方で、ビニールハウスや椎茸栽培の木組みのような比較的外力に弱いと思われる構造物などが、損壊せずに原型を留めたまま土砂が堆積している。



図 4.2.10 志道原川の状況²⁾

※上段および左下：「平成 19 年美里町梅雨前線豪雨被害」熊本県、右下：※2007/7/27 撮影

(5) 考察

本事例は、時間雨量、日雨量が極めて大きい降雨により発生した土砂を伴う氾濫現象として捉えられる。鉄砲水として報道された集落近傍での流れは、状況写真や災害後の土砂の堆積状況などから土砂流として流下していたものと考えられた。

本災害では、規模の大きな崩壊がほとんど存在せず、供給された石礫も比較的粒径の小さいものが多い。したがって、短時間豪雨による洪水流量の増大が、掃流力を増大させ、河岸および河床を侵食し、土砂を供給したものと考えられる。氾濫現象の再現にあたっては、土砂の堆積、運搬について時系列的な変化を考慮する必要性が高いと考えられるため、本事例については、流出解析は実施しない。ただし、各所で、鉄砲水と表現されるような突発的な氾濫現象が発生したことについては、十分留意する必要があるものと考えられる。

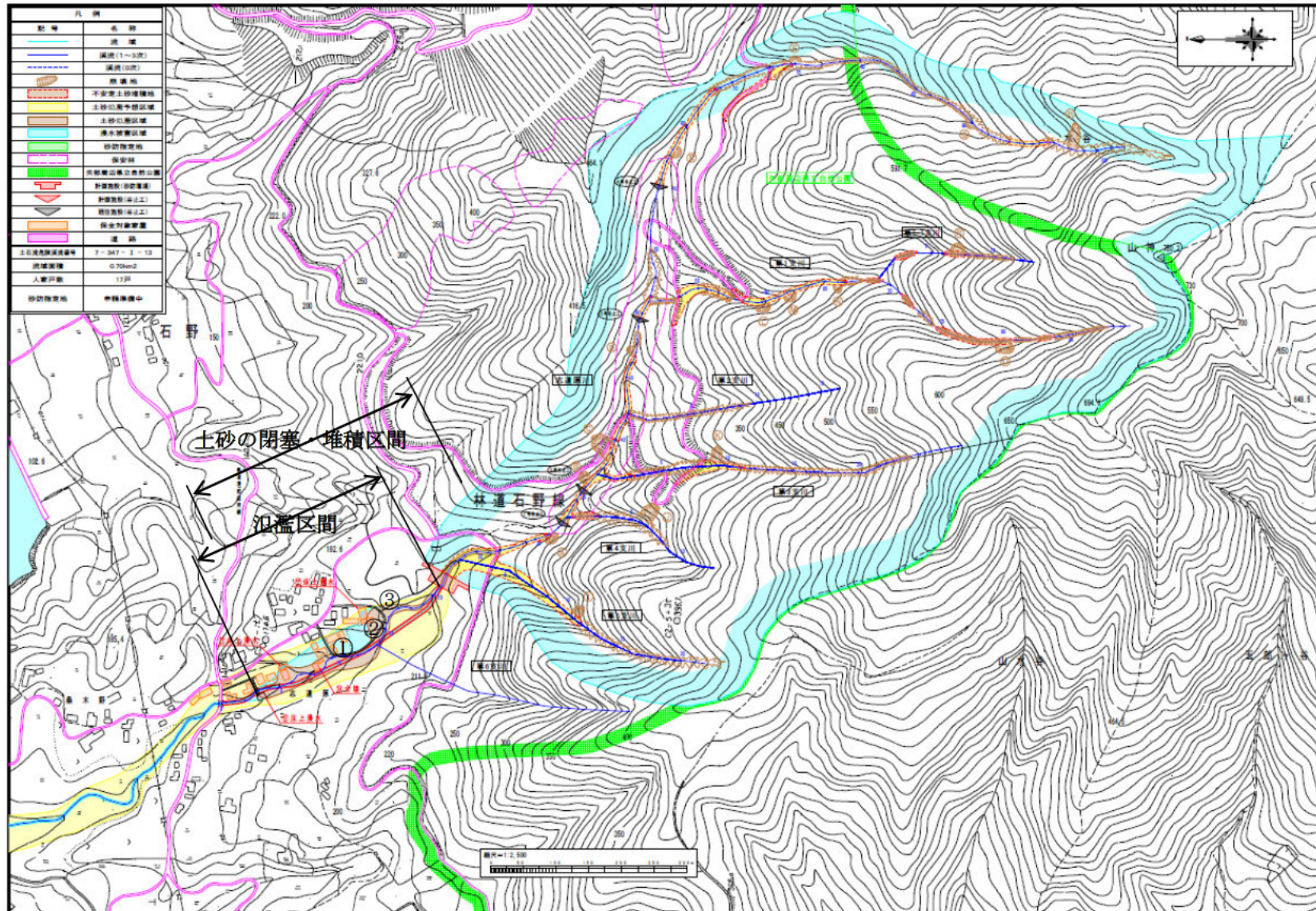


図 4.2.11 志道原川平面概況図²⁾

※「平成 19 年美里町梅雨前線豪雨被害」熊本県

参考文献

- 1) 美里町,「広報みさと 8月号 (No.32)」,2007.
- 2) 熊本県,「平成 19 年美里町梅雨前線豪雨被害」,2007.
- 3) 国土交通省九州地方整備局,「緑川ダム雨量観測所データ」
- 4) 気象庁,「大金峰雨量観測所データ」
- 5) 福岡管区気象台,「災害時気象資料 平成 19 年 7 月 6 日から 7 日にかけての梅雨前線に伴う
熊本県の大雨について」,2007.

4.3 ^{すんや}炭屋^{かわ}川・^{あまめ}天目^{いし}石^{かわ}川

2007年7月11日の梅雨前線に伴う豪雨、および7月14日の台風4号の影響による豪雨により、鹿児島県南大隅町では土砂災害が各所で頻発した。このうち、鉄砲水と報道された災害は、炭屋川、天目石川などで発生した流下断面の阻害による氾濫であった。

(1) 災害概況

2007年(平成19年)7月11日、梅雨前線が活動を強めながら九州南部にまで南下したため、鹿児島県本土南部は大雨となった。南大隅町では各所で土砂災害が発生し、道路が寸断された。また、14日には、台風4号の影響による豪雨により、各所で土砂災害が発生、復旧された道路も再び寸断され、通信の途絶、長期にわたる水道の断水が発生した。南大隅町では、住宅全壊7棟、半壊3棟、一部損壊3棟、床上浸水37棟、床下浸水78棟の被害があった。

表 4.3.1 7月11日集中豪雨・台風4号による災害発生状況と対応等

7/11	南大隅町での総雨量 513mm を記録
	早朝からの雨量が 6:10 までに佐多地区で 1 時間当たり 107mm を記録
5:00	● 災害警戒本部を設置
5:30	● 浜尻地区の 2 箇所(谷(浜尻川))で土石流発生。郡小へ緊急避難
6:30	● 登尾小付近(炭谷川)で鉄砲水発生。以降断続的な土砂流出被害が相次ぐ
9:00	● (炭屋川)土石流により炭屋橋欄干・橋桁損壊、上流の町道・林道流失。町内全域で自主避難開始
11:20	● 下園地区に避難勧告(146世帯、345人)
14:00	● 被害把握状況：◆住家全壊4、半壊5、床上浸水31、床下浸水69 ◆道路27箇所がけ崩れ ◆断水29世帯(郡地区)
17:00	● 下園地区避難勧告解除
7/12	被害の全容把握、台風4号の襲来へ備える
	● 災害対策の急務と台風通過までの対策を協議
	● ◆消毒体制：根占地区：5班、佐多地区：9班 ◆断水箇所の早期給水
	● 午後から被災箇所への消毒および現況調査開始
7/13	台風4号上陸に備え早期避難をはかる
10:30	● 町内全域に避難所開設。早めの自主避難の呼びかけ
17:30	● 下園、大川、片野坂、浮津地区に避難勧告発令(134世帯、333人)
20:00	● 国道269号：登尾小～佐多Aコープ前まで前面通行止め
22:00	● 避難者数：311世帯、581人
7/14	町内各地で土砂災害
10:35	● 雄川の水位上昇をかんがみ、諏訪地区に避難準備を放送
10:55	● (船石川)大浜下で土砂崩れが発生し、土石流により国道269号通行不能
11:40	● 雄川氾濫の危険性が高まり、川原地区に避難準備を放送
12:30	● (船石川)大浜下で2回目の土石流発生。民家に土砂が流入
13:55	● 天目石川の土砂流出、国道269号通行不能
14:00	● 台風4号大隅半島上陸
	● 町内各地で落石、土砂崩れ等により通行不能
21:30	● 南大隅町災害対策本部解散

※「広報 南大隅 8月 2007、No.29」南大隅町を基に一部加筆

1) 炭屋川

報道資料¹⁾ および南大隅町²⁾ によると、6:30 頃に鉄砲水が発生し、以降、断続的に土石流が発生し、9:00 頃には炭屋橋（国道 269 号）の欄干、橋桁を損壊させ、上流側の町道、林道が流失する被害が発生したとされる。



図 4.3.1 炭谷川の災害状況³⁾

※九州地方整備局 07.07.12 撮影資料



図 4.3.2 炭谷川の災害状況

(※2007.7.19、25 撮影)

当該河川では、粒径 $\phi 5\text{m}$ 程度の大きな石礫が、河口付近まで流下している。流出した林道部では大粒径から小粒径まで広く分布し、土石流としての性状が明らかであるが、下流側の治山堰堤、町道横断部、国道横断部では、大粒径のものが目立ち、小粒径のものは少ない。また、国道下流側になると、小粒径のものが確認されるようになる。

巨礫は、治山堰堤や町道横断部付近では、堤内地の高さを越えるまでに堆積しているが、堤内地への石礫の氾濫は極めて少ない。両岸に発達する溪畔林が巨礫の宅地や農地への流出を抑制し、結果として土砂濃度の薄い後続流が鉄砲水となって両岸に溢れたものと考えられる。

2) 天目石川

報道資料¹⁾によると、7月11日に鉄砲水が発生した模様である。南大隅町²⁾によると、7月14日13:55頃、大量の土砂が流出し、国道269号が通行不能となる被害が発生している。ただし、当該河川の両岸は、林地、農地であり、近傍に家屋等が存在しない。



図 4.3.3 天目石川の災害状況

(※2007.7.19、25 撮影)

国道 269 号では、大量の土砂、石礫が堆積し、通行不能となったにもかかわらず、直上流の果樹園（栗畑）では、増水に伴う氾濫痕跡が確認されるものの、樹皮の剥がれや、倒伏など、土砂などによる目立った被害は確認されない。大量の土砂、石礫は、幅 2.8m の当該水路を流下し、狭窄部となっている国道 269 号横断暗渠（1.4×1.4m）にて閉塞・堆積し、氾濫に繋がったものと考えられる。

このようなことから、当該河川において報道された鉄砲水とは、狭窄部となっている国道 269 号横断暗渠部において、閉塞氾濫が発生したものであると考えられる。

なお、当該河川は土石流危険溪流に指定されていないが、上流側では土石流が発生した模様であり、大規模な崩壊が確認された。



図 4.3.4 天目石川の災害状況

(※2007.7.25 撮影)

(2) 流域状況

前述した3河川の流域状況について整理する。

1) 炭屋川

当該河川は、流域面積 0.82km^2 の鹿児島湾に流下する溪流河川であり、土石流危険溪流に指定されている。河口から流域最遠点まで約 2.5km と流路長は短いが、流域最遠点での標高 897m と極めて急峻な地形勾配を有している。表層地質は花崗岩であり、阿多カルデラの外輪山であると考えられている。

流域は概ね山林であり、扇状地河川としての様相を呈している。国道269号付近では、河道に近いほど標高が高い。土地利用は概ね農地となっているが、国道269号付近では、一部宅地となっている。なお、河道沿いには溪畔林が発達している。

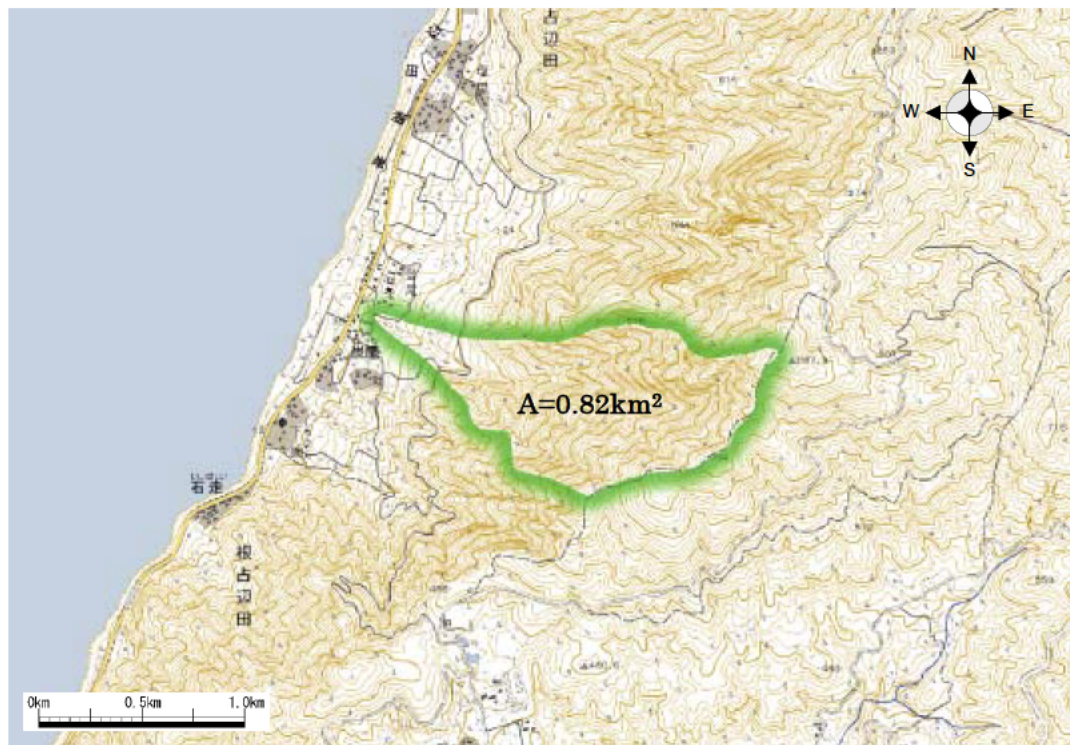


図 4.3.5 炭屋川流域図

※国土地理院発行 1/25,000 地形図を基に作成

2) 天目石川

当該河川は、流域面積 0.62km^2 の鹿児島湾に流下する溪流河川である。土石流危険溪流には指定されていない。河口から流域最遠点まで 2km 程度と流路長は短いが、流域最遠点の辻岳は標高 773m と、炭屋川同様、極めて急峻な地形勾配を有している。表層地質は花崗岩であり、阿多カルデラの外輪山であると考えられている。

流域は概ね山林であり、炭屋川と同様、扇状地河川の様相を呈している。

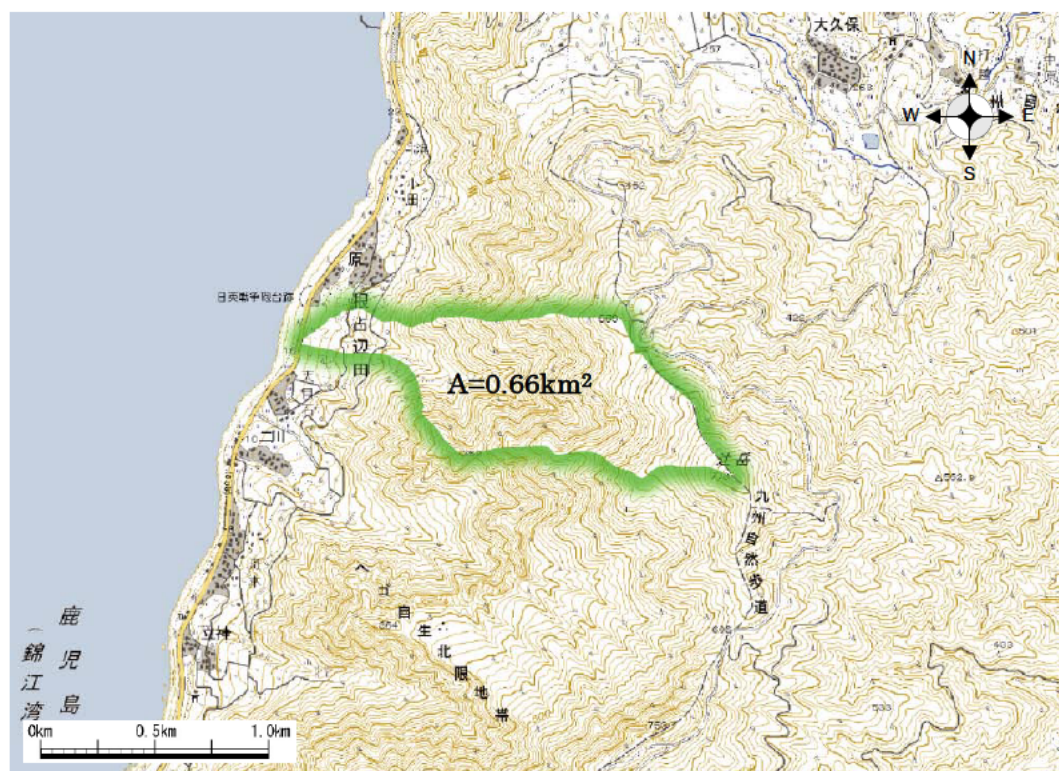


図 4.3.6 天目石川流域図

※国土地理院発行 1/25,000 地形図を基に作成

(3) 降雨状況

11日は、梅雨前線が活動を強めながら九州南部まで南下し、鹿児島県を中心に大雨となった。鹿児島県内では、6:10までの1時間に、佐多（気象庁）で107mm（観測史上1位）の猛烈な雨を記録した。佐多では2日間総雨量が353mmとなっている。

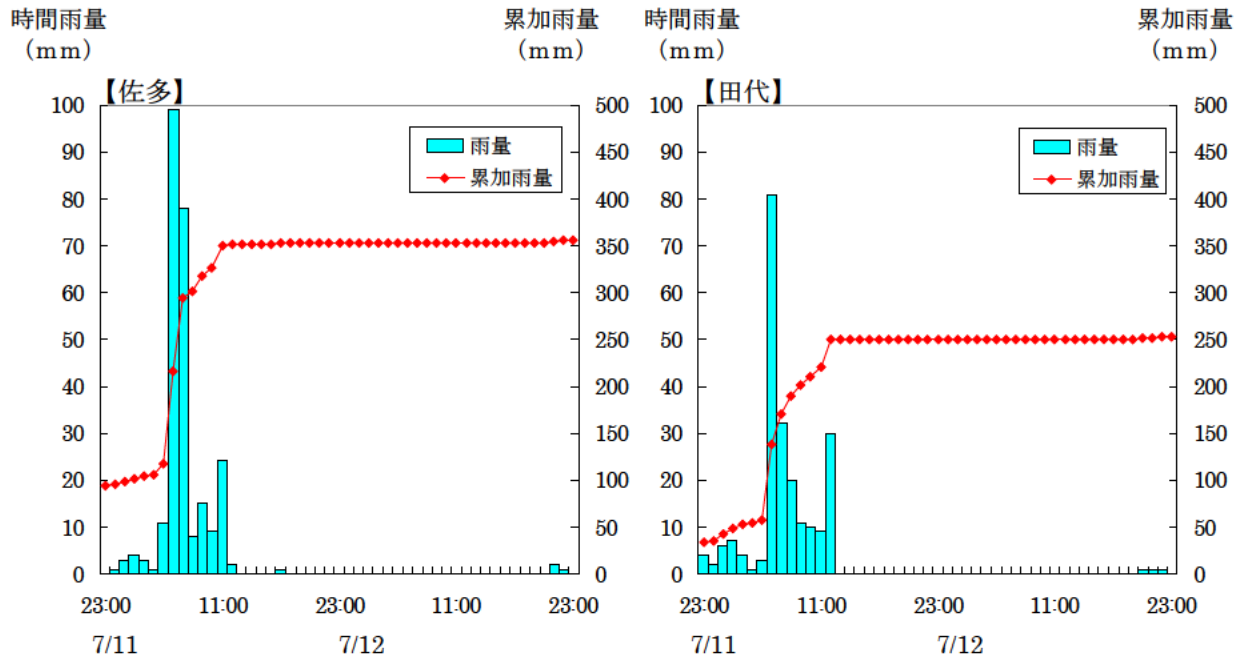


図 4.3.7 雨量および累加雨量 (7/11~7/12) ⁴⁾

※「佐多雨量観測所データ」、「田代雨量観測所データ」(気象庁)

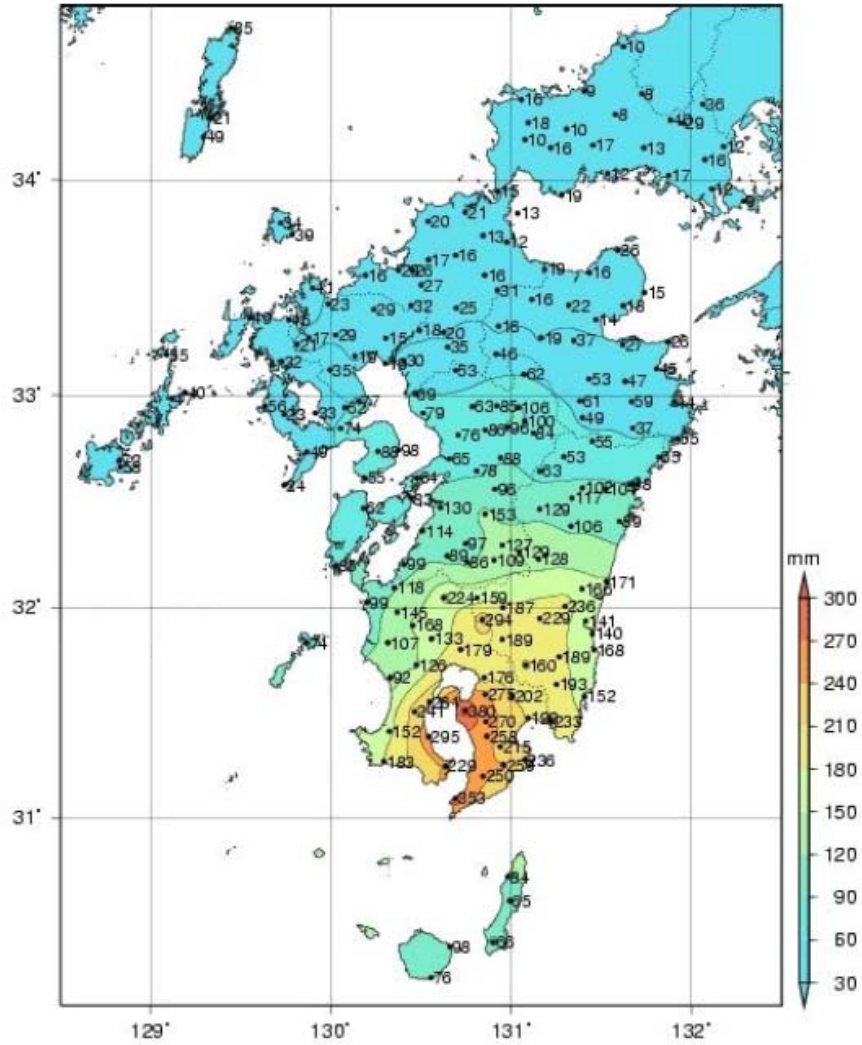


図 4.3.8 総降水量分布図 (7/10~7/11) ⁵⁾

※「災害時気象資料 平成19年7月10日から11日にかけての梅雨前線に伴う九州・山口県の大雨について」福岡管区气象台

(4) 考察

1) 炭屋川

鉄砲水とされた氾濫流の氾濫開始地点は、治山堰堤や町道横断部の直上流が相当する。土石流によって流下した巨礫が停止し、河道を閉塞させたことや、兩岸の溪畔林の存在により、ある程度の礫が河道内に捕捉されたことにより、結果として土砂濃度の薄い後続流を主体とする流れが氾濫し、この流れが鉄砲水として報道されたものと捉えられる。地元住民からの聞き取りによると、氾濫は断続的に数度にわたって発生している模様である。このことは、河道における石礫の堆積状況より、土石流が複数回発生していると考えられることと一致する。

当該河川および近傍の溪流河川は、700～800mの比較的、標高の高い山地から、1～2kmの距離を海まで流れ下る。下流部は扇状地となっており、河道付近の標高が周辺に比べて高い。これらの河川では、いずれも溪畔林が発達している。φ5m程度の巨礫の多くは、国道上流側の治山堰堤や町道横断部に堆積したものと考えられる。これらの堆積は、堤内地の地盤よりも高くなっているが、溪畔林の発達した河道内に収まっている。堤内地では、鉄砲水とされる氾濫流による被害はあったものの、巨礫の散乱は極めて少ない。これらの溪畔林による防護効果は留意すべき事項であるものと考えられる。

2) 天目石川

当該河川での災害状況は、炭屋川の事例と極めて類似している。ただし、当該河川では、国道横断部が炭屋川よりもかなり海岸に近い位置にあるため、国道付近では土石流としての到達は、ほとんど無かったものと捉えられる。

なお、当該河川では、国道横断部が極めて狭小な暗渠構造となっていたため、流出した多量の土砂が暗渠部を閉塞させ、後続流が鉄砲水として氾濫したものと考えられる。

参考文献

- 1) 南日本新聞, 2007年7月11日
- 2) 南大隅町, 「広報 南大隅 8月2007, No.29」, 2007.
- 3) 国土交通省九州地方整備局, 「被害状況撮影資料」 2007年7月12日
- 4) 気象庁, 「佐多雨量観測所データ」, 「田代雨量観測所データ」
- 5) 福岡管区气象台, 「災害時気象資料 平成19年7月10日から11日にかけての梅雨前線に伴う九州・山口の大雨について」

4.4 ひのかげ, 日之影^{がわ}, 川・つな, 綱^の, ノ^{せがわ}, 瀬川

2007年8月2日に発生した日之影川、綱ノ瀬川における急激な増水に伴う氾濫災害について整理する。当該災害の報告の詳細は、国土交通省による緊急調査資料¹⁾、報道資料²⁾などによる。

(1) 災害状況

2007年（平成19年）8月2日、台風5号の影響により、宮崎県日之影町見立地区では、五ヶ瀬川の支川である日之影川の氾濫に伴う床上浸水や道路決壊が発生した。鹿川地区では、五ヶ瀬川支川の綱ノ瀬川が氾濫し、集落の水田や民家を大量の巨石や土砂が襲い、家屋や耕地の流失を伴う甚大な被害が発生した。

報道資料²⁾によると、綱ノ瀬川での雨脚が強くなったのは2日の昼過ぎであり、河川の水位が午後4時頃から急激に上昇し、5時半ごろには「ゴトンゴトン」という音と地響きを伴い、直径数メートルの巨石が川の中を転がっていたという。



図 4.4.1 綱ノ瀬川の災害状況

※「綱ノ瀬川被災状況写真」九州地方整備局

(2) 流域状況

日之影川、綱ノ瀬川とも、流域の大部分は急峻な山地である。また、祖母傾公園（国定・県立公園）に指定されており、綱ノ瀬川の鹿川溪谷、日之影川の見立溪谷に代表される風光明媚な景観は、宮崎県北の観光名所となっている。

日之影川は、標高1,400～1,000mの山地に囲まれた細長い流域形状であり、綱ノ瀬川は、標高1,500～1,300mの山地に囲まれた集水地形となっている。

(3) 水位状況

両河川とも水位観測所が存在しないが、本川である五ヶ瀬川の水位記録によると、日之影橋（日之影川合流点近傍）で 18:00～19:00 の 1 時間に 2.25m、また、巳（綱ノ瀬川合流点近傍）で 18:00～19:00 の 1 時間に 2.83m の急激な水位上昇を示している。

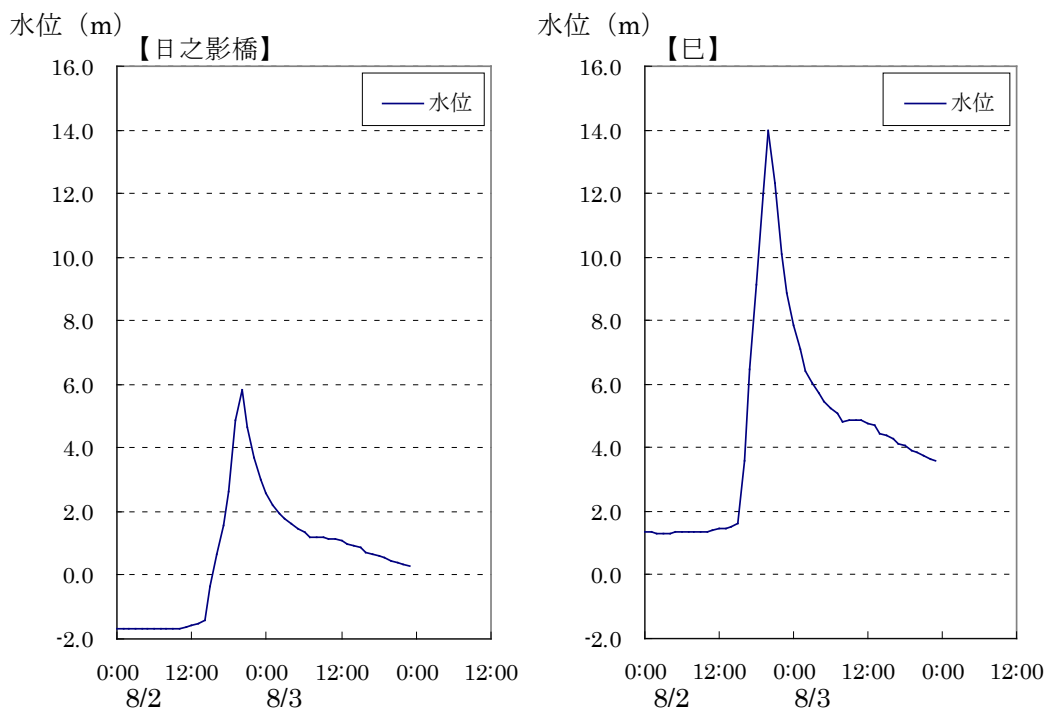


図 4.4.2 五ヶ瀬川（本川）の水位状況

※「日之影橋水位観測所データ」（宮崎県西臼杵支庁）、「巳水位観測所データ」（延岡河川国道事務所）

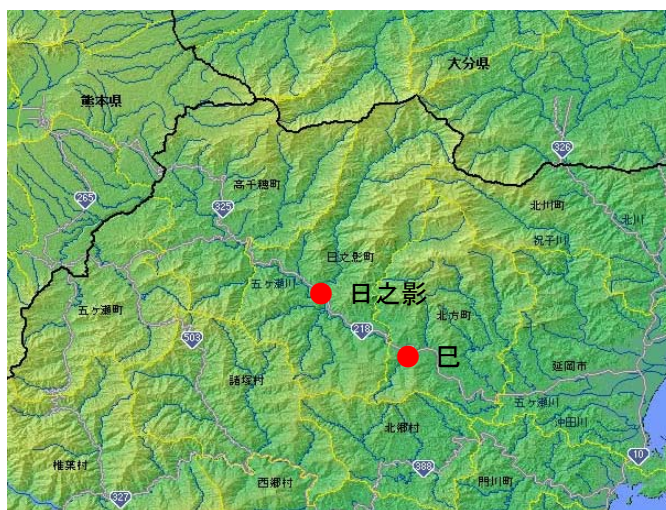


図 4.4.3 水位観測所の位置

※「川の防災情報」（国土交通省）を基に作成

(4) 降雨状況

8月2日昼過ぎには台風5号を取り巻く雨雲は九州全域に広がり、九州の東側を中心に局地的に激しい雨となった。台風が宮崎県日向市付近に上陸する18:00前には、台風の北側の非常に発達した雨雲が、宮崎県と大分県の県境付近にかかり、延岡市付近では18:00までの1時間に120mm以上の雨となったため、記録的短時間大雨情報が発表された。最大1時間降水量は、日之影町見立で18:30までに91mm（観測史上第1位）の非常に激しい雨となった。

土砂災害や急激な氾濫現象が発生した日之影町では2日間の降水量が500mmを超える大雨となった。

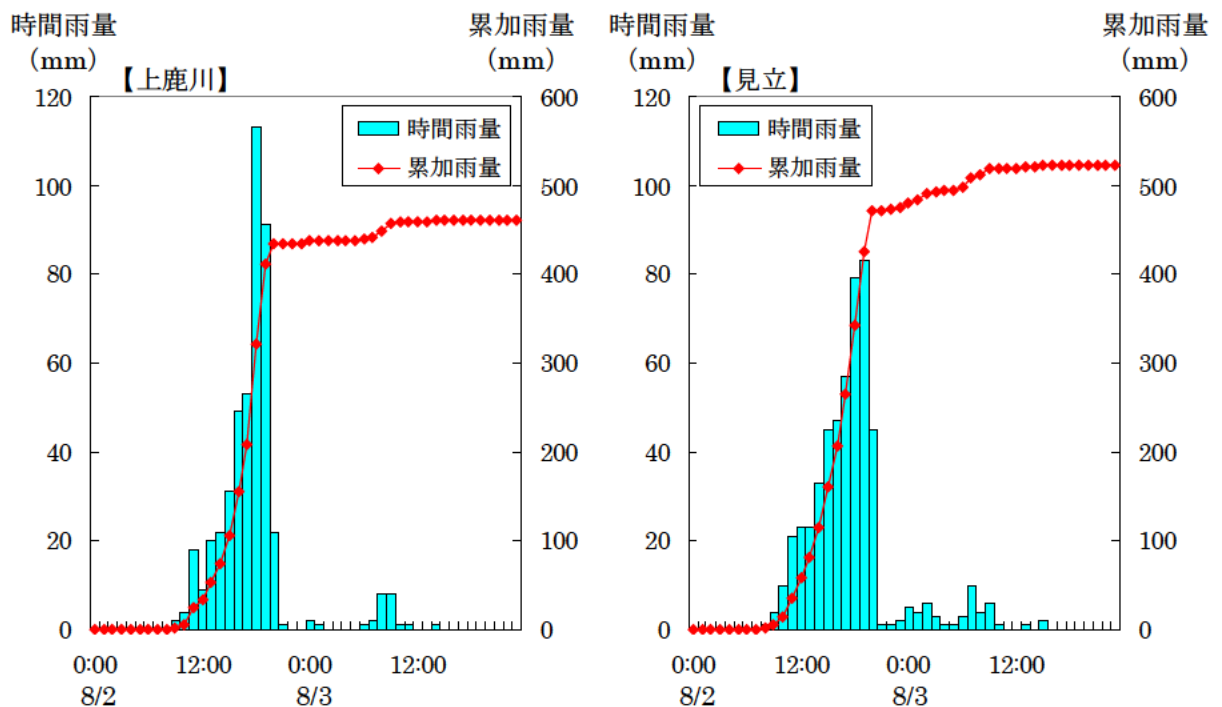


図 4.4.4 時間雨量および累加雨量 (8/2~8/3)

※「上鹿川雨量観測所データ」(延岡河川国道事務所)、「見立雨量観測所データ」(気象庁)

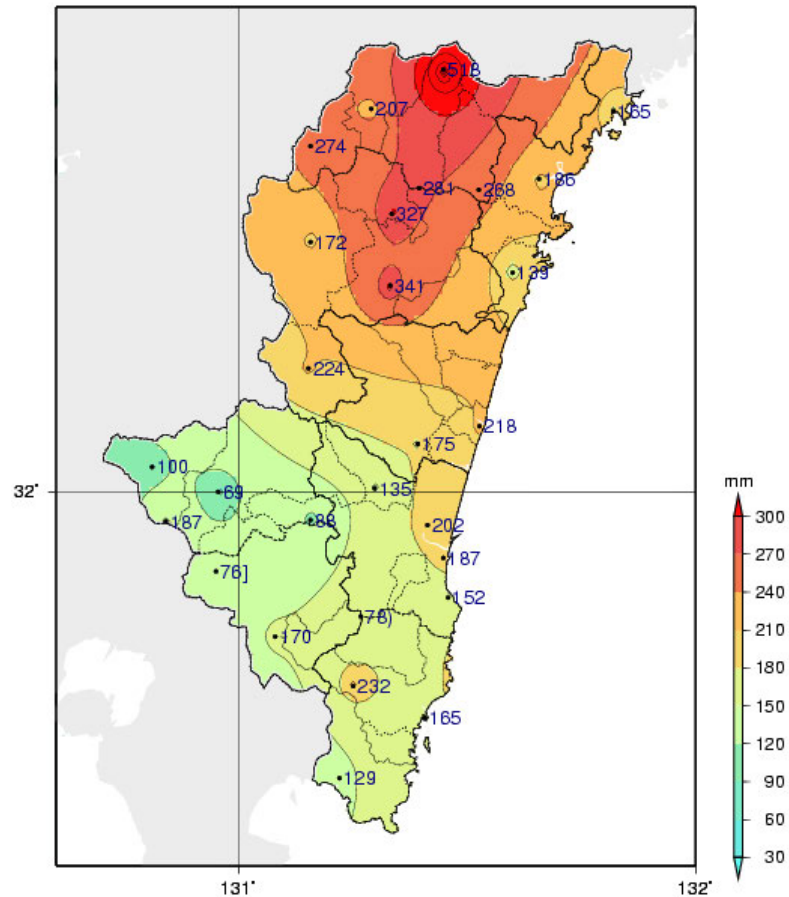


図 4.4.5 総降水量分布図 (8/1~8/3)

※ 「災害時気象資料 平成19年台風第5号による8月1日から3日にかけての宮崎県の大雨・暴風」 (福岡管区気象台)

(5) 考察

本事例は、土砂流による災害として捉えられる。土石流とは異なるが、土砂を多量に含んでいるなど、低平地の洪水とは異なる現象である。なお、当該河川については、現段階までに十分なデータを収集できていないため、流出解析は実施しない。

参考文献

- 1) 国土交通省, 災害緊急調査資料, 2007年8月8日
- 2) 宮崎日日新聞, 2007年8月7日
- 3) 宮崎県西臼杵支庁, 日之影橋水位観測所データ」
- 4) 国土交通省延岡河川国道事務所, 「巳水位観測所データ」, 「上鹿川雨量観測所データ」
- 5) 気象庁, 「見立雨量観測所データ」

4.5 ゆ,湯の^{つぼがわ},坪川、^{たけ}岳^{もとかわ},本川

2007年8月2日に発生した湯の坪川、岳本川における災害状況について整理する。

(1) 災害状況

2007年(平成19年)8月2日の台風5号に伴う豪雨(総雨量451mm、最大時間雨量85mm(8月2日20:00)(由布院:国土交通省)により、大分県由布市では、土砂災害や浸水被害が発生し、家屋半壊2棟、床上浸水63棟、床下浸水65棟の被害となった。

1) 湯の坪川

湯の坪川では、重見橋で土砂が閉塞し、氾濫土砂および氾濫水が県道617号を流下したため、道路の損壊が激しく通行不能となった。家屋半壊1棟、一部損壊1棟、床上浸水15棟、床下浸水15棟の被害となった。氾濫水は県道617号を流下したため、被害は当該道路沿いに多く発生している。

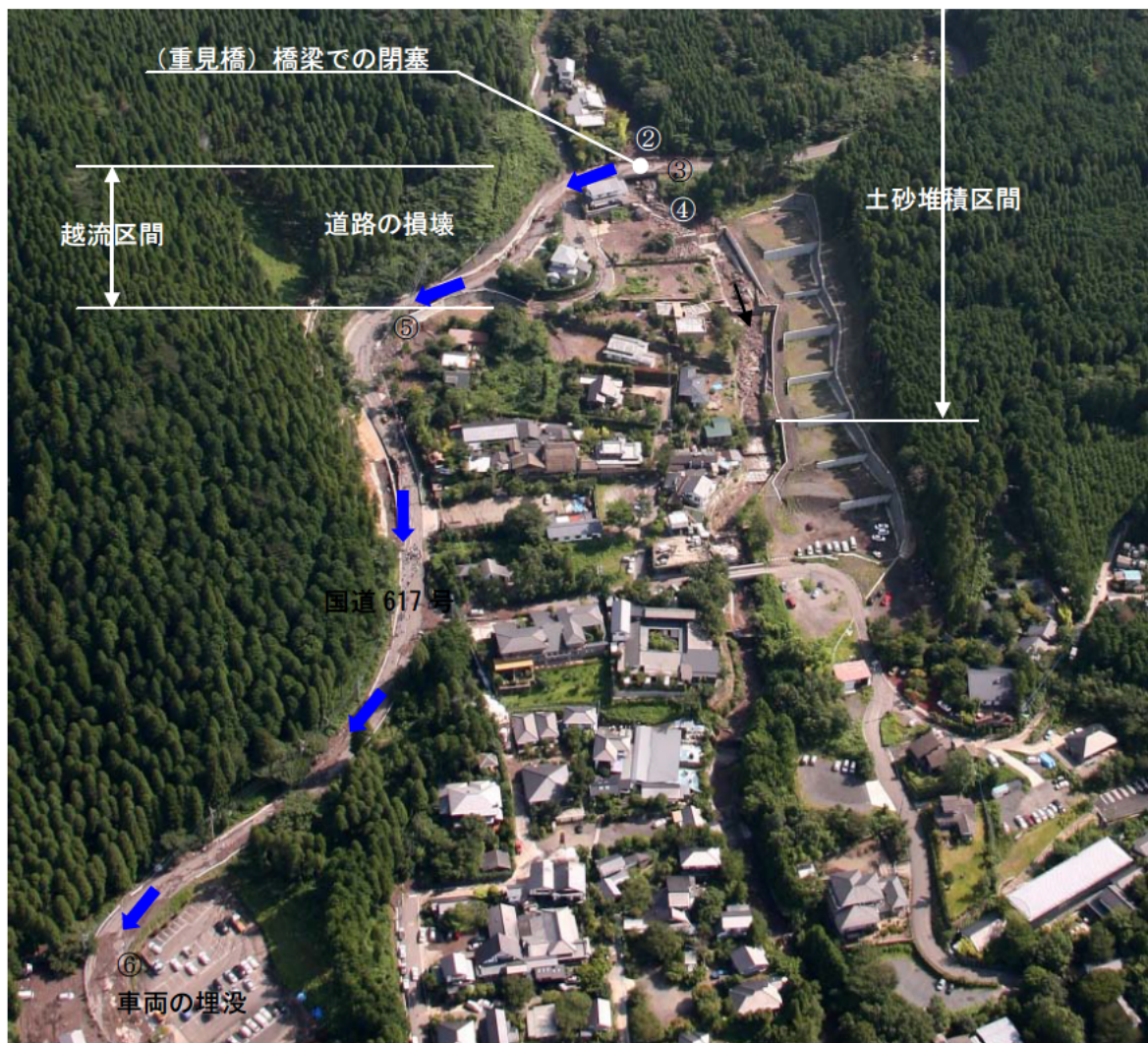


図 4.5.1 湯の坪川における災害状況¹⁾

※「被害状況撮影資料」(大分県)

上流の上重見橋付近では、三面張流路工となっており、土砂の堆積はほとんど確認されず、通過した模様である。土砂の閉塞が発生した重見橋では、上流側に緩く堆積し、下流側では急勾配に堆積している。橋梁の欄干や接続道路のガードレールのような外力にあまり強くない構造物の損傷が大きくないことが特徴的である。

重見橋の閉塞に伴い、土砂および氾濫水が県道 617 号を流下したため、各所でアスファルトが波打ち、捲れあがっている。駐車中の車両などが流出土砂によって一部埋没しているものの、埋没面から上位での損傷はほとんど確認されない。



図 4.5.2 湯の坪川の災害状況¹⁾

※「被害状況撮影資料」大分県

現地調査（2007.8.13～14）により、土石流の発生が確認された。治山堰堤群の下流溪岸および河床がかなりの侵食を受けている。なお、その後の大分県の調査によると、治山堰堤群の上流側にも土石流の流下痕跡が確認され、左支溪（治山堰堤群上流約 100m を合流点とする）にて、土石流の流下痕跡、崩壊源があり、治山堰堤群の約 50m 上流の右岸にまとまった崩壊が確認されている。

本災害は、溪岸浸食や溪床侵食により土石流として流下した土砂が、重見橋付近（屈曲部、勾配変化点）で閉塞、堆積し、後続流により堤内地への氾濫に至ったものと考えられる。



図 4.5.3 湯の坪川の土石流発生区間の状況
(※2007.8.14 撮影)

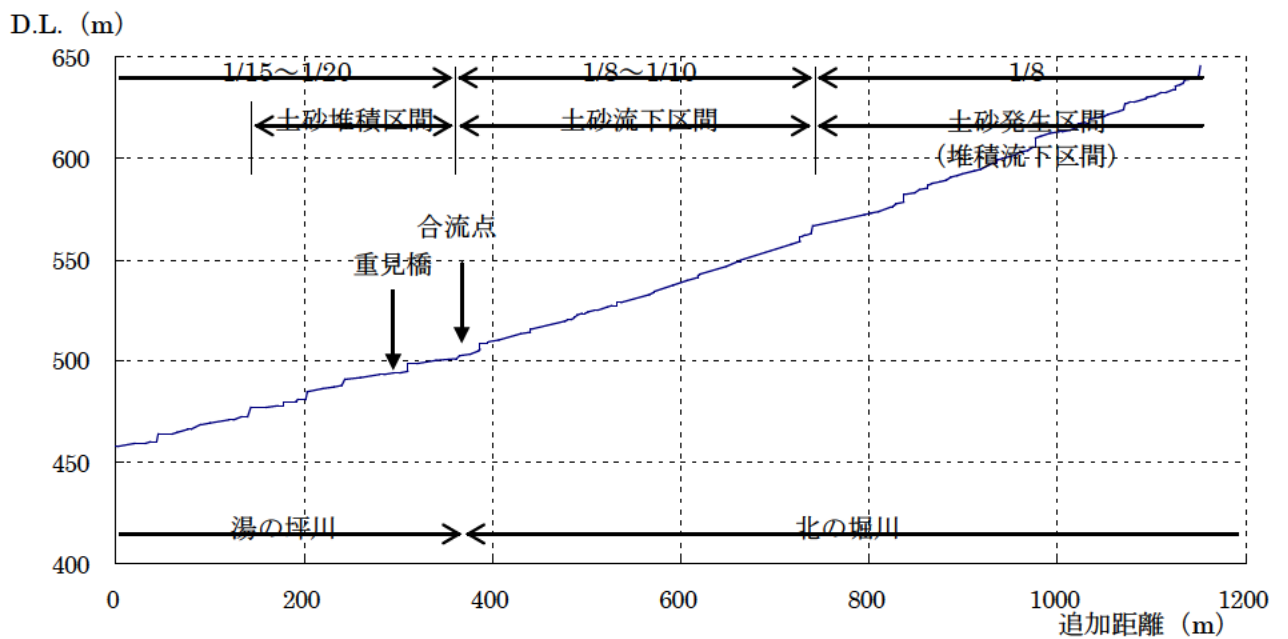
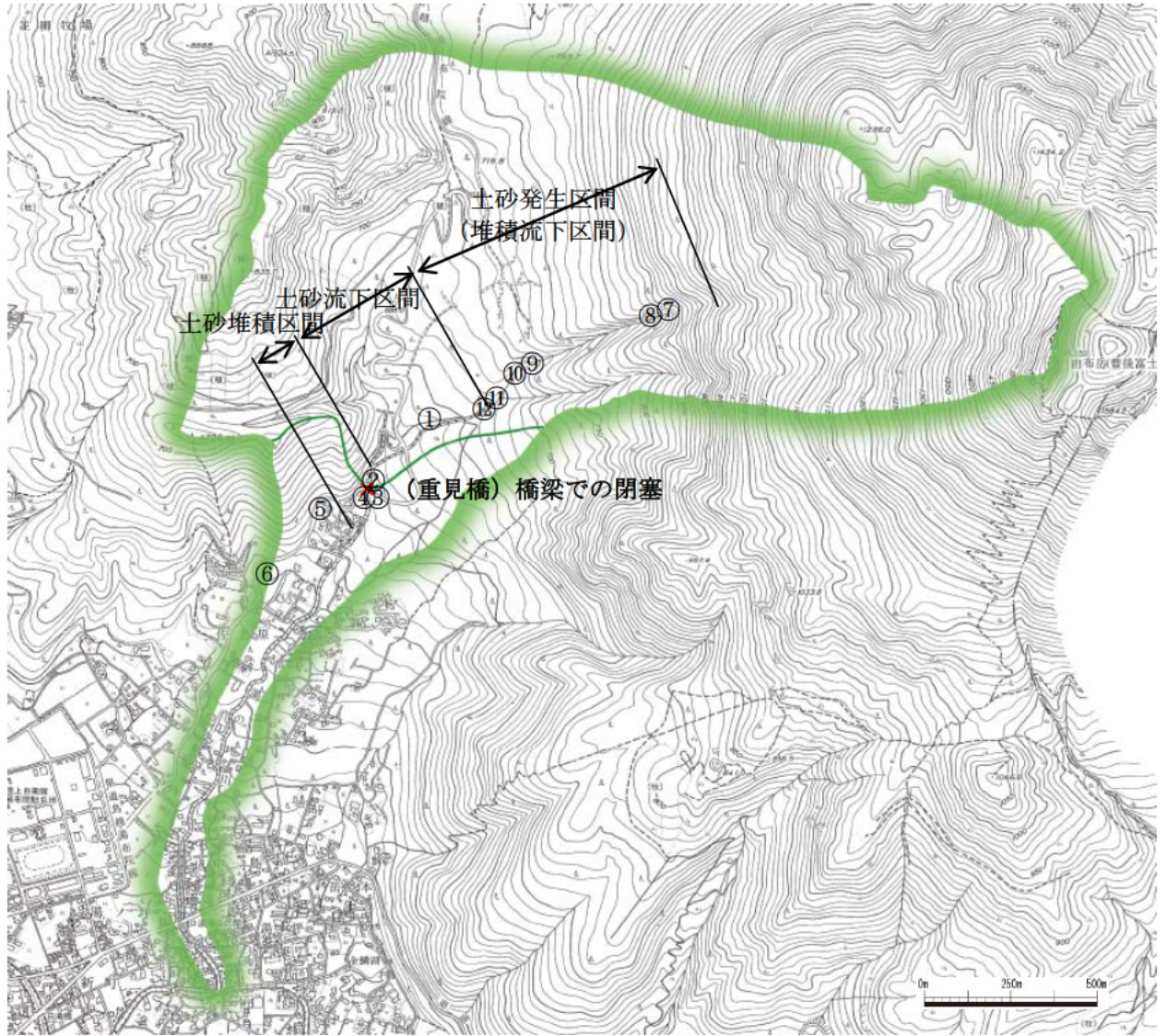


図 4.5.4 湯の坪川概況図²⁾

※上：由布市森林基本図 1/5,000 を基に作成、下：湯の坪川測量データ（平成 19 年 8 月）を外挿

2) 岳本川

岳本川は、河道が何箇所にもわたって、土砂等により閉塞・氾濫したため、宿泊施設の多い観光地である市内中心街にて、床上浸水 8 棟、床下浸水 14 棟という被害をもたらした。



図 4.5.5 岳本川の災害状況¹⁾

※大分県撮影

現地調査（2007.8.13～14）より、当該河川では、まとまった崩壊源は確認されず、流下経路における溪岸侵食、溪床侵食が土砂の供給源となったものと考えられる。

本川の岳本川砂防堰堤（平成 2 年 3 月竣工、 $H=12\text{m}$ 、 $L=46.5\text{m}$ 、貯砂量 $2,830\text{m}^3$ ）は、7～8 割程度まで堆砂しているが、今回の出水による土砂の堆積量はごくわずかであると考えられる。えん堤から下流の区間においては、河道部に溪岸侵食、溪床侵食が確認される。ただし、当該区間で侵食された土砂は、合流点までの間の水路地形の不明瞭な区間において、概ね堆積していることが確認された。

左支川では、溪岸侵食、溪床侵食を受けており、下流域への流出土砂の供給源となっているものと推察される。調査範囲において、倒木はほとんど確認されなかった。

合流点から下流の流路は、幅 1～2m 程度の開水路または暗渠となり、家屋、水田等の間を流下する用排水路として利用されている。流路は、急拡・急縮断面が連なるため、狭窄部では土砂等の閉塞や側岸侵食、溪床侵食が発生し、護岸等の被災が確認される。また、急拡部や緩勾配となる勾配変化点では、土砂等による氾濫堆積が発生している。

このようなことから、本災害は、土砂流として流下した土砂が、暗渠区間などの狭窄部で閉塞したため、突発的な氾濫現象に繋がったものと考えられる。



③ 岳本川砂防堰堤上流



④ 岳本川砂防堰堤下流



⑤ 岳本川砂防堰堤下流



⑥ 堆積状況（支川合流前に堆積・伏流）



⑦ 岳本川左支川の侵食状況



⑧ 農地における氾濫堆積状況

図 4.5.6 岳本川における災害状況

(※2007.8.13 撮影)

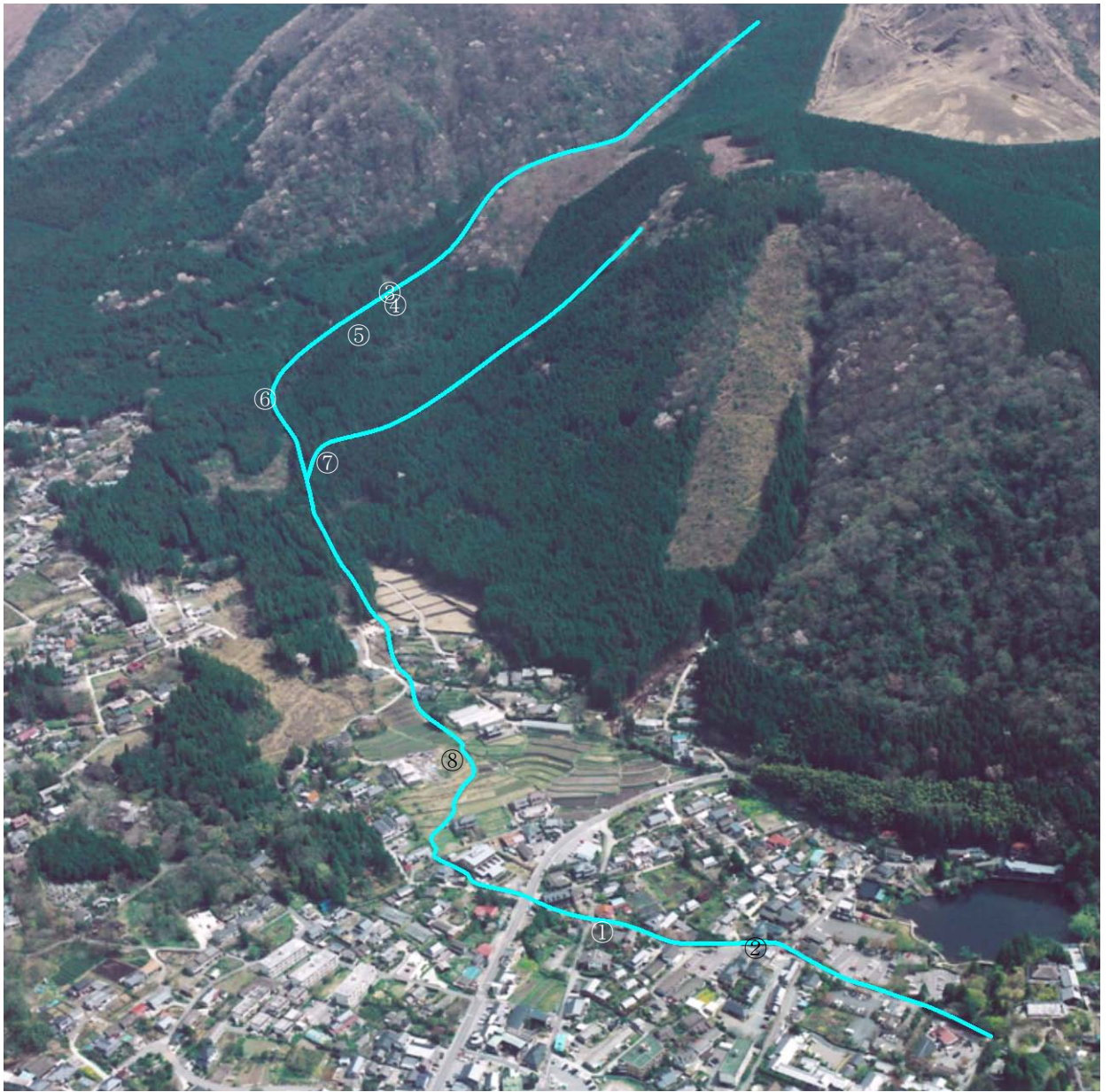


図 4.5.7 岳本川概況図

※大分県撮影

(2) 流域状況

湯の坪川、岳本川とも、豊後富士とも称される由布岳 (1,583m) を源とする溪流河川である。

1) 湯の坪川

当該河川の上流域は、由布岳 (1,583m) と隣接する飛岳 (924m) に囲まれた集水地形となっている。土砂閉塞による氾濫被害の発生地点は、標高 600m 付近であり、由布岳の火山噴出物 (火砕流堆積物) により形成された緩勾配の麓屑斜面の頂部に相当する。当該地点より下流では、扇状地形をなし、旅館やホテルなどの宿泊施設が多く、大分川との合流点付近は、由布市の中心市街地となっている。

2) 岳本川

当該河川は由布岳 (1,583m) を源とする細長い流域形状の溪流で、流域の大部分は山地である。山地沿いの水田では、当該河川を用排水路として活用している。その後、由布市中心市街地を流下するが、道幅の狭い市街地では暗渠構造となっている。

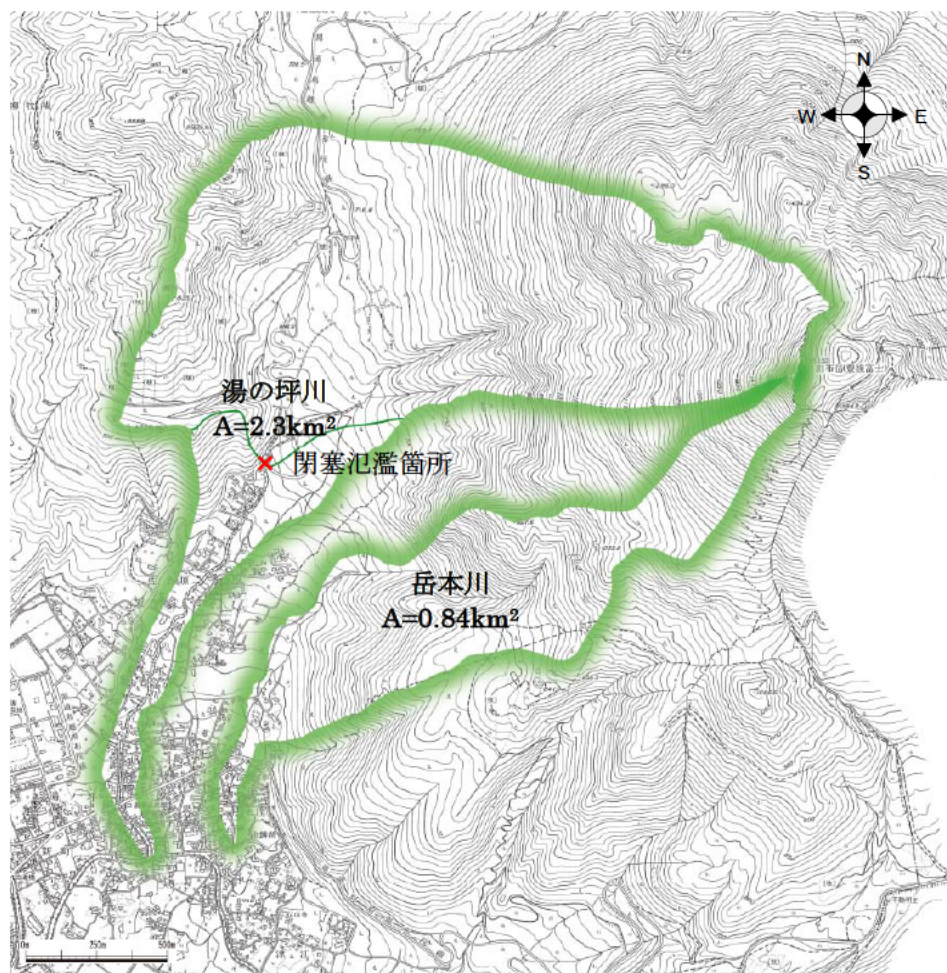


図 4.5.8 湯の坪川・岳本川流域図
※由布市森林基本図 1/5,000 を基に作成

(3) 水位状況

水位状況の詳細は不明であるが、現地調査（2007.8.13～14）における住民への聞き取りにより、氾濫現象は、19:30～20:00にかけて発生したことが明らかとなった。

なお、住民への聞き取りの概要については、“(5) 考察など”において後述する。

(4) 降雨状況

大分県では、台風の北上に伴い、2日昼前から、県南部を中心に1時間に10～20mm/hの降雨となり、昼過ぎからは1時間に30mm/h以上の激しい雨が発生している。夕方から宵の口にかけて台風を取り巻く発達した雨雲がかかるようになり、1時間50mm/h以上の非常に激しい雨となった。

由布市付近での豪雨は、18:00～21:00までの約3時間に集中している。湯布院雨量観測所（国土交通省）では、20:00までの1時間に、85mm/hの非常に激しい雨が観測された。

表 4.5.1 2007年8月2日の降雨状況^{3) 4) 5)}

	雨量（湯布院・気象）		雨量（湯布院・国河川）		雨量（平・大分県）	
	時間	累加	時間	累加	時間	累加
0:00	0	0	0	0	0	0
1:00	0	0	0	0	0	0
2:00	0	0	0	0	0	0
3:00	0	0	0	0	0	0
4:00	0	0	0	0	0	0
5:00	0	0	0	0	0	0
6:00	0	0	0	0	0	0
7:00	0	0	0	0	0	0
8:00	0	0	0	0	0	0
9:00	0	0	0	0	0	0
10:00	0	0	0	0	0	0
11:00	4	4	6	6	4	4
12:00	7	11	10	16	7	11
13:00	7	18	10	26	7	18
14:00	19	37	27	53	19	37
15:00	12	49	21	74	12	49
16:00	16	65	26	100	16	65
17:00	29	94	33	133	31	96
18:00	52	146	57	190	53	149
19:00	54	200	76	266	56	205
20:00	58	258	85	351	64	269
21:00	48	306	53	404	42	311
22:00	21	327	26	430	15	326
23:00	2	329	1	431	2	328
0:00	1	330	2	433	2	330

※ 「湯布院雨量観測所データ」（気象庁）、「湯布院雨量観測所データ」（大分河川国道事務所）、「平雨量観測所データ」（大分県）

(5) 考察

本事例での浸水被害の原因は、狭窄部や勾配変化点での土砂の閉塞や堆積を契機とした氾濫として捉えられる。流路の閉塞により、氾濫流は道路勾配に沿って流下し、河道から離れた場所でも浸水被害を発生させたため、鉄砲水として報道されたものと考えられる。

1) 湯の坪川

土石流の発生によるものとして捉えられるが、家屋等の被害があった箇所では、土砂流として流下していたものと考えられる。以下、現地調査に伴い実施した地域住民への聞き取り結果について、簡潔に整理する。

- 18:00 頃から雨が強くなった。19:00 頃の湯の坪川はあまり増水していなかったが、19:30 頃にはかなり増水していた。
- 土石流と聞いたが、19:30 頃の時点では、洪水氾濫だと思う。大きな石が下の方（河床付近）を流れていたかもしれないが見えなかった。
- 20:00 頃には停電した。川の状況はわからないが、豪雨の雨音の中、何回もドーンという大きな音が聞こえた。大きな石はこの時流れてきたと思う。また、道路が川のようになっていて通行できなかった。
- 豪雨は 21:00 くらいまで続き、22:00 頃には小雨になった。
- 下流側の川沿いではどこも溢れていない。
- 鉄砲水により道路が川のようになった。どこから流れてくるのかわからなかった。

流下現象について、現地調査結果とヒアリング結果は一致するところが多い。また、被害現場に近い住民ほど、回答がかなり具体的である。

災害直後の写真等からも、重見橋付近を先頭として、河道一杯に土石が堆積していることが確認されるが、当該橋梁付近までに先頭部は停止したものと考えられる。また、土石流ではなく、洪水氾濫だったという証言があるが、巨礫の堆積後の流れを見ている可能性も考えられる。

ヒアリング結果を、時系列的に考察すると、19:30 頃に土石流（または土砂流）の形態で、重見橋を通過し、石礫はその下流側で堆積したと考えられる。その後も連続的に土石流（または土砂流）が発生し、20:00 過ぎには、重見橋では、ほぼ閉塞したものと考えられる。さらに、閉塞に伴い、道路に氾濫、石礫が道路上を流下したため、アスファルトが捲れるなどの被害に繋がったものと考えられる。

石礫の堆積について、重見橋下流では、 $\phi 1\text{m}$ 程度以上の石礫は、3 番目の床固工の付近までに散見され、下流ほど河道内の樹木等の損傷が小さく、樹木の下位に損傷が集中する。また、河道内の水位が溢れるというほどではなかったことは、痕跡水位（6 割水深程度）からも確認され、近傍の住民も証言しているところである。

本災害の流出土砂の発生源は、重見橋の上流側で合流する右支川の北の堀川から流出したものと判断された。ただし、合流点より上流の本川の流域面積は小さく、実質的には支川とされ

る北の堀川を本川とみなすべきであると思われる。ここで、北の堀川は、重見橋の約 80m 上流にて、本川とほぼ直角に合流する。合流点付近において、北の堀川は河床勾配 1/10 程度の 3 面張り流路となっているが、本川は河床勾配 1/20 程度の自然河道となっている。このため、当該区間は流出土砂の堆積が生じやすい条件にあったものと思われる。

また、本事例では、河川沿いの背後地の標高が高いため、氾濫が発生した場合、河川に氾濫水が再流入することができず、重見橋で氾濫した後、県道 617 号を流下し、由布市中心市街地を抜け、大分川へと流下している。このため、家屋の浸水被害は当該河川からはやや離れた位置にある当該道路周辺の隣接家屋で発生している。なお、下流の市街地は、湯の坪川から少し離れた位置にあり、突然、まとまった量が当該道路を流下してきたことから、市街地の住民にとっては、どこから氾濫してきたものか理解できず、“鉄砲水のような濁流”に襲われたと解釈したものと思われる。

2) 岳本川

当該河川での被害は、農地および市街地で発生しているが、これは、溪岸侵食や溪床侵食により運搬された土砂が、暗渠区間などの狭窄部で閉塞したためであり、農地や市街地の急拡・急縮部、勾配変化点などにおいて堆積・氾濫したものと捉えられる。

流量や土砂量は必ずしも大きくないが、市街地などでは、上流側に比べて河道断面がかなり小さいため、土砂による閉塞が発生しやすく、容易に浸水被害に繋がってしまう危険性がある。

市街地の上流側に位置する農地では、幅 2～3m 程度の暗渠または開水路として、拡幅（概ね BOX 形状の 3 面張り流路）が実施されつつある。今回の災害では、これらの未改修区間において、まとまった土砂の堆積・氾濫が発生したため、結果的に市街地における被害が軽減された可能性が高い。しかし、中心市街地となっている下流側でも、観光施設、宿泊施設などが密集しているにもかかわらず、流路幅は 1～2m 程度と狭く、流下断面は小さい。

参考文献

- 1) 大分県、「被害状況撮影資料」
- 2) 大分県、「湯の坪川縦断測量データ」平成 20 年 8 月
- 3) 気象庁、「湯布院雨量観測所データ」
- 4) 国土交通省大分河川国道事務所、「湯布院雨量観測所データ」
- 5) 大分県大分土木事務所、「平雨量観測所データ」

4.6 やど, 屋堂, 羅 がわ, 川 つの たにがわ, 谷川

2007年8月22日に発生した屋堂羅川、角谷川における急激な増水に伴う氾濫災害について整理する。

(1) 災害状況

2007年（平成19年）8月22～23日、鳥取県東部の山間部を中心とする集中豪雨が発生し、八頭町や若桜町では、住宅の損壊や床上浸水、道路決壊などの被害が発生した。屋堂羅川、角谷川の流下する若桜町では、家屋一部損壊1棟、床上浸水3棟、床下浸水40棟などの被害が発生し、鉄砲水によるものとして報道された。

1) 屋堂羅川

当該河川における氾濫の生起時刻の詳細は不明であるが、鳥取県の調査および現地調査（2007.08.30）の結果、集落近傍での氾濫は、8月22日19:30～20:00に発生したようである。

集落近傍での氾濫は、桁下高の低い橋梁により、流木や土石が閉塞したために発生したものと考えられた。また、氾濫地点の上流では、各所で護岸が崩壊し、道路や農地の流失が発生した。なお、上流の砂防堰堤は未満砂で、かなりの土砂を捕捉し、被害の軽減に寄与したものである。ただし、砂防堰堤下流の河川沿いの林道脇などに伐採した樹木を災害前に集積していたようであり、これらが流木として流下したものと考えられた。源流域では崩壊が確認されておらず、溪岸や溪床の侵食が、閉塞、堆積した土砂の供給源となっていると考えられる。

当該河川における被害は、鳥取県の調べによると、家屋一部損壊1棟、床上浸水2棟、床下浸水6棟、倉庫半壊2棟となっている。



図 4.6.1 屋堂羅川の被害状況（閉塞・堆積の発生した橋梁部）¹⁾

※「被害状況撮影資料」（鳥取県）



図 4.6.2 屋堂羅川の被害状況（閉塞・堆積の発生した橋梁部）²⁾

※「被害状況撮影資料」国土交通省中国地方整備局



図 4.6.3 屋堂羅川の被害状況

(※2007.8.30 撮影)

2) 角谷川

災害の発生時刻は不明であるが、鳥取県の調査、および現地調査（2007.08.30）の結果、氾濫は、8月22日19:30～20:00に発生したと思われる。

被害が発生した集落周辺では、用地買収の問題などから河道改修が遅れていたこともあり、上流側に比べて河幅も狭くなっている。河幅が狭く、河道線形も歪な未改修区間では、土砂や流木の閉塞・堆積が発生しやすく、突発的な氾濫につながったものと思われる。なお、被害のあった集落の上流側では、各所で護岸が崩壊し、道路や橋梁の流失が発生している。

当該河川における被害は、鳥取県の調べによると、床上浸水1棟、床下浸水7棟、倉庫全壊1棟となっている。



図 4.6.4 角谷川の被害状況²⁾

※「被害状況撮影資料」（中国地方整備局）



図 4.6.5 角谷川の被害状況
(※2007.8.30 撮影)



図 4.6.6 現地写真位置図

※国土地理院発行 1/25,000 地形図を基に作成

(2) 流域状況

鳥取県若桜町を流下する屋堂羅川と角谷川は、八東川水系に属する溪流河川である。

1) 屋堂羅川

流域は概ね山地であり、河川沿いの低地が農地として利用され、集落も河川沿いに存在する。

流域最遠点の標高は 1,088m で、流域北西部は角谷川流域と隣接する。山地は概ね針葉樹林であり、現地調査では、山林の手入れが実施されている印象を受けた。

2) 角谷川

流域は概ね山地であり、河川沿いの低地が農地として利用され、集落も河川沿いに存在する。

流域最遠点の標高は 960m で、流域南東部は角谷川流域と隣接する。山地は概ね針葉樹林であり、屋堂羅川同様、山林の手入れが実施されている印象を受けた。

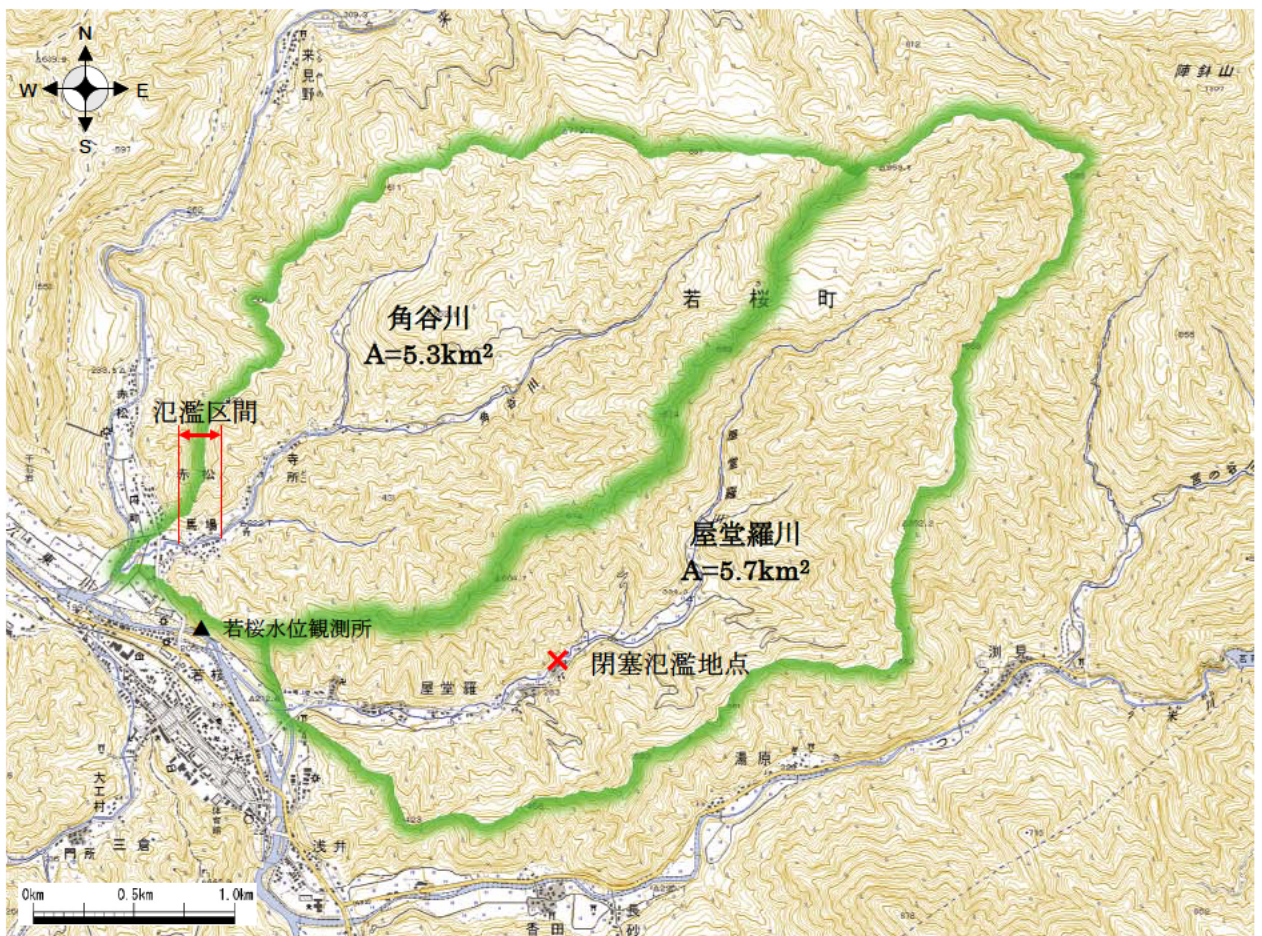


図 4.6.7 屋堂羅川・角谷川流域図
※国土地理院発行 1/25,000 地形図を基に作成

(3) 水位状況

本川である八東川では、角谷川の合流点上流、屋堂羅川の合流点下流に位置する赤松橋に、若桜水位観測所が存在する。また、若桜水位観測所の約 6km 下流の八頭町徳丸には、徳丸水位観測所が存在する。これらの水位グラフを図 4.6.8 に示す。

若桜水位観測所では、19:30～20:00 の 30 分間に 67cm (0.77m→1.40m) の水位上昇が観測されている。また、下流の徳丸水位観測所では、30 分間に 40cm 程度の水位上昇が観測されている。これらは、住民からの聞き取りで明らかとなった氾濫の発生時刻 (19:30～20:00) とほぼ同じ時間帯に相当する。

このように、氾濫があった角谷川や屋堂羅川だけでなく、本川でも急激な水位上昇があったことが明らかとなった。

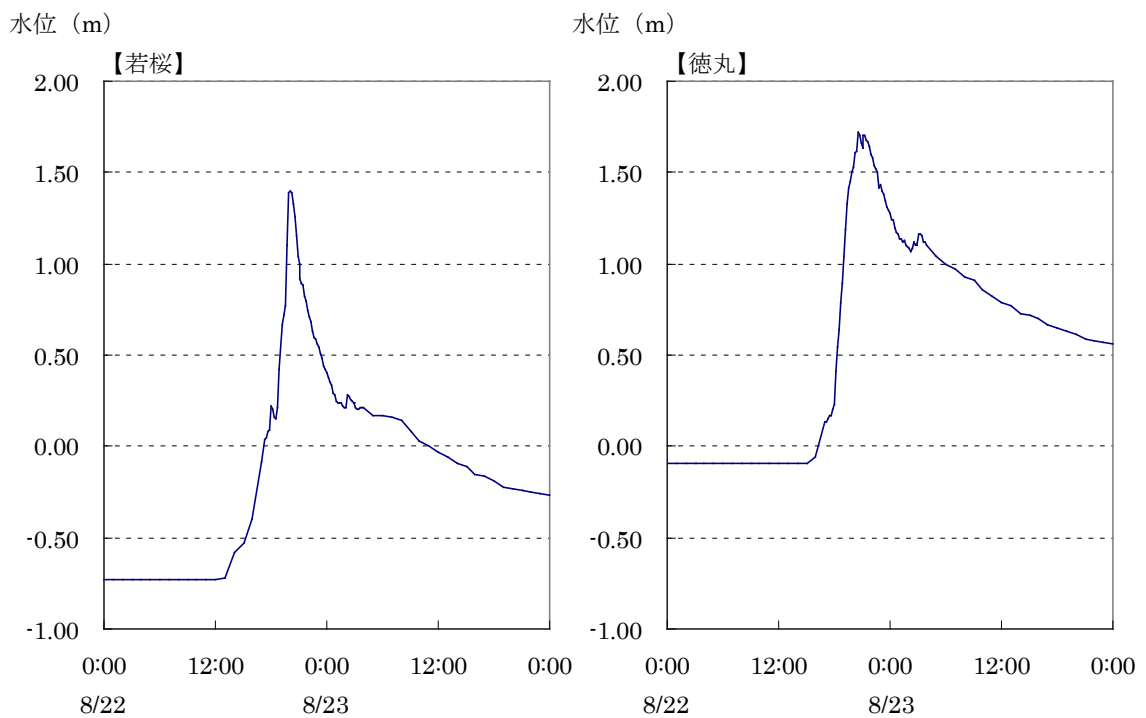


図 4.6.8 八東川の水位状況^{3) 4)}

※「若桜水位観測所データ」(鳥取河川国道事務所)、「徳丸水位観測所データ」(鳥取県)

(4) 降雨状況

8月22～23日は、日本海に伸びる寒冷前線に向かって、暖かく湿った空気が流れ込み、また、日中は強い日射と上空の寒気の影響が重なって、大気の状態が不安定となった。このため、22日の昼過ぎから23日の明け方にかけて、鳥取県東部（八頭町、若桜町）を中心に局地的な豪雨となった。レーダー解析雨量では、19:00の1時間雨量90mm/hを観測し、記録的短時間大雨情報が発表された。

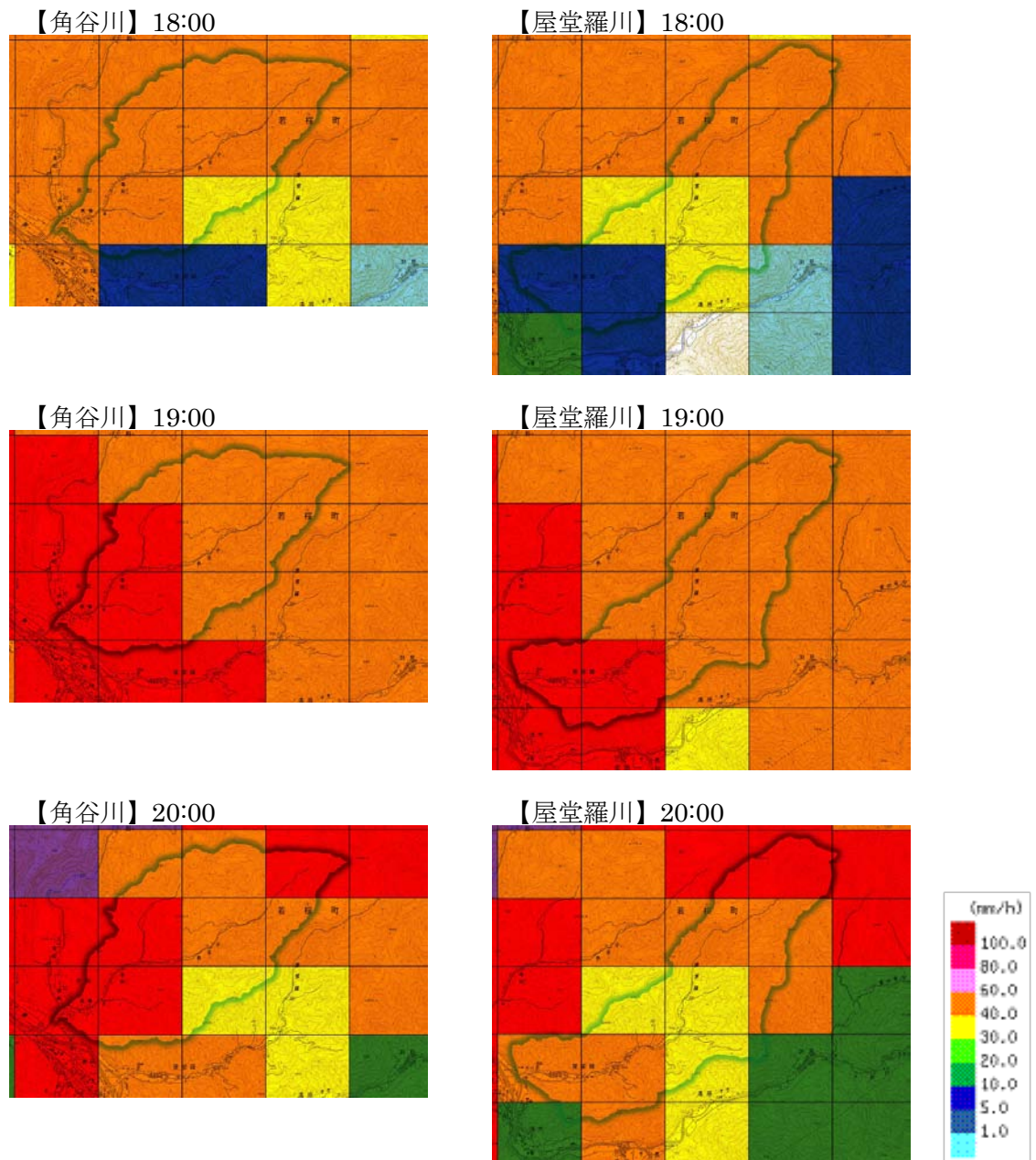


図 4.6.9 対象流域の降雨強度の分布状況

(5) 流出解析

合理式による流出解析を行い、洪水痕跡より算定される推算流量との比較を行う。

1) 流域面積

降雨解析において対象とする流域面積は、洪水痕跡の調査地点より上流側を対象とする。屋堂羅川は、閉塞氾濫地点より上流側の流域 ($A'=4.5\text{km}^2$)、角谷川は越流氾濫開始地点より上流側の流域 ($A'=5.0\text{km}^2$) とする。

2) 降雨強度

レーダー雨量データより、屋堂羅川流域での降雨ピークは 19:20 頃、角谷川流域での降雨ピークは 19:30 頃となっている。河道の閉塞などによる氾濫開始時刻と洪水ピーク生起時刻は必ずしも一致しないと考えられるが、集落における氾濫が激しかった 20:00 頃を洪水ピーク生起時刻と仮定し、洪水到達時間内の平均雨量を算定する。洪水到達時間は、屋堂羅川では 80 分程度、角谷川では 60 分程度として捉えられるため、当該降雨による洪水到達時間内の平均雨量として、屋堂羅川 (18:40~20:00)、角谷川 (19:00~20:00) より算定する。

算定の結果、洪水到達時間内の平均降雨強度は、屋堂羅川では 53.5mm/h、角谷川では 68.0mm/h となった。

3) ピーク流量

合理式による算定の結果、屋堂羅川での推算ピーク流量は $46.8\text{m}^3/\text{s}$ 、角谷川での推算ピーク流量 $66.4\text{m}^3/\text{s}$ として推算される。

$$Q = \frac{1}{3.6} f \cdot r \cdot A$$

Q : ピーク流量 (m^3/s)

f : 流出係数 (0.70 を採用) ※主に山地流域であるため

r : 平均降雨強度 (mm/h)

A : 流域面積 (km^2)

(6) 考察

本事例は、流木や土砂・石礫などの閉塞、堆積に伴う氾濫現象として捉えられる。水位状況の詳細は不明であるが、急激な増水と氾濫の発生により、鉄砲水災害として表現されたものと考えられる。

なお、現地調査にて確認された洪水痕跡を基に実績ピーク流量を試算した結果、合理式による推算ピーク流量と同程度の値が得られた。

1) 屋堂羅川

当該河川での洪水痕跡は、集落近傍での閉塞氾濫発生地点の上流側において、洪水痕跡が確認できる地点を採用した。なお、洪水痕跡の推定は、河岸がブロック護岸となっていることから、草本等の倒伏など、明瞭な痕跡では、実績ピーク流量を過小評価するおそれがあると考え、縦断方向に洪水痕跡を包絡するラインを設定し、洪水痕跡とした。

洪水痕跡の計測地点は、閉塞氾濫発生地点の 200m 程度上流の橋梁横断部とした。河岸はブロック護岸、河床は固定床となっているが、上下流区間は $\phi 10\sim 20\text{cm}$ の河床材料が多く、 $\phi 1\sim 2\text{m}$ 以上の転石が散見されることから、粗度係数 $0.030\sim 0.035$ とした。

護岸の隙間からの植生の倒伏など、明瞭な痕跡は、1.4m までの間に多く見られたが、縦断方向における洪水痕跡の包絡線より、洪水痕跡を $2.0\sim 2.2\text{m}$ とした。

以上より、実績ピーク流量 $36.6\sim 50.3\text{m}^3/\text{s}$ が得られた。

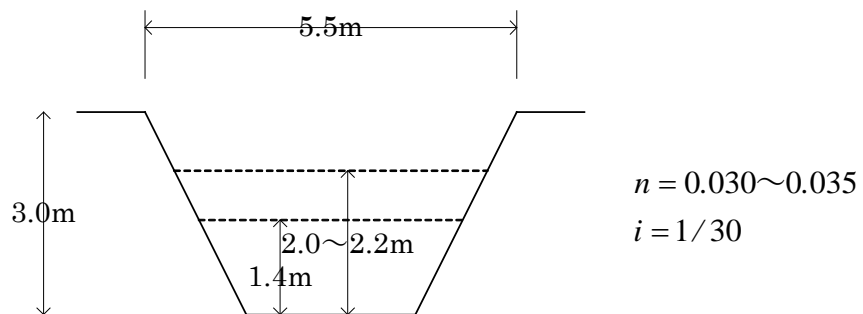


図 4.6.10 洪水痕跡を基にした流量算定に採用した河道断面の模式図

2) 角谷川

当該河川での洪水痕跡は、集落近傍での閉塞氾濫発生地点の上流側において、洪水痕跡が確認できる地点を採用した。なお、洪水痕跡の推定は、河岸がブロック護岸となっていることから、草本等の倒伏など、明瞭な痕跡では、実績ピーク流量を過小評価するおそれがあると考え、縦断方向に洪水痕跡を包絡するラインを設定し、洪水痕跡とした。

洪水痕跡の計測地点は、氾濫発生地点の上流の改修済区間とした。三面張河道であると思われるが、河床は $\phi 20\sim 30\text{cm}$ 以下の砂礫が堆積しているため、粗度係数 $0.020\sim 0.035$ とした。

護岸の隙間からの植生の倒伏など、明瞭な痕跡は、 0.7m までの間に多く見られたが、縦断方向における洪水痕跡の包絡線より、洪水痕跡を $1.2\sim 1.4\text{m}$ とした。

以上より、実績ピーク流量 $41.3\sim 79.5\text{m}^3/\text{s}$ が得られた。

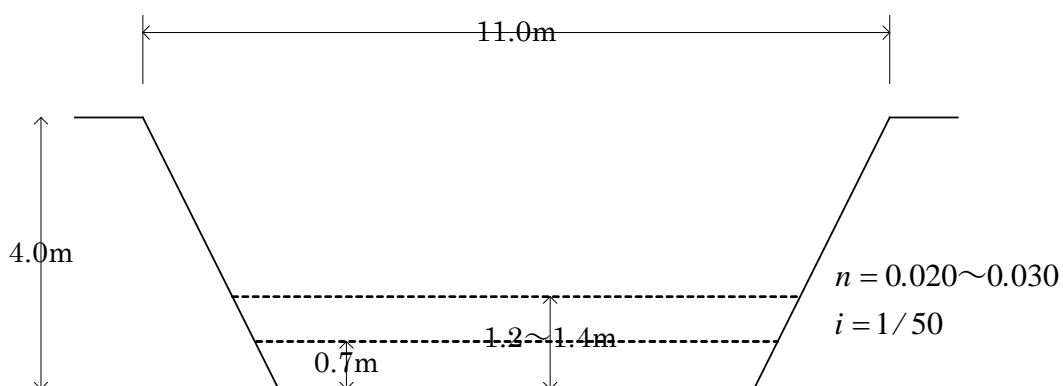


図 4.6.11 洪水痕跡を基にした流出量算定に採用した河道断面の模式図

なお、角谷川では、前述の空中写真でも確認されるように、下流側の未改修区間では、河道幅が上流側の半分以下の $4\sim 5\text{m}$ 程度と、集落沿いでは狭隘で歪な河道断面になっている。

参考文献

- 1) 鳥取県, 「被害状況撮影資料」
- 2) 国土交通省中国地方整備局, 「被害状況撮影資料」
- 3) 国土交通省鳥取河川国道事務所, 「若桜水位観測所データ」
- 4) 鳥取県八頭総合事務所, 「徳丸水位観測所データ」

4.7 ^{ゆい},油井^{がわ},川など

2007年8月31日に発生した隠岐地方の災害について整理する。本災害の詳細は、(独)土木研究所¹⁾などがある。本事例は、時間雨量100mm/hを超える豪雨によりもたらされた災害であり、鉄砲水による災害として報道された。

(1) 災害概況

隠岐地方では、8月30日夜半～31日未明の記録的な集中豪雨により、土砂災害や氾濫被害が発生した。隠岐地方(隠岐の島町、西ノ島町、海士町、知夫村)の被害状況は、家屋全壊1棟、家屋半壊16棟、一部損壊7棟、床上浸水153棟、床下浸水378棟(島根県消防防災課・10月3日現在)などとなっている。

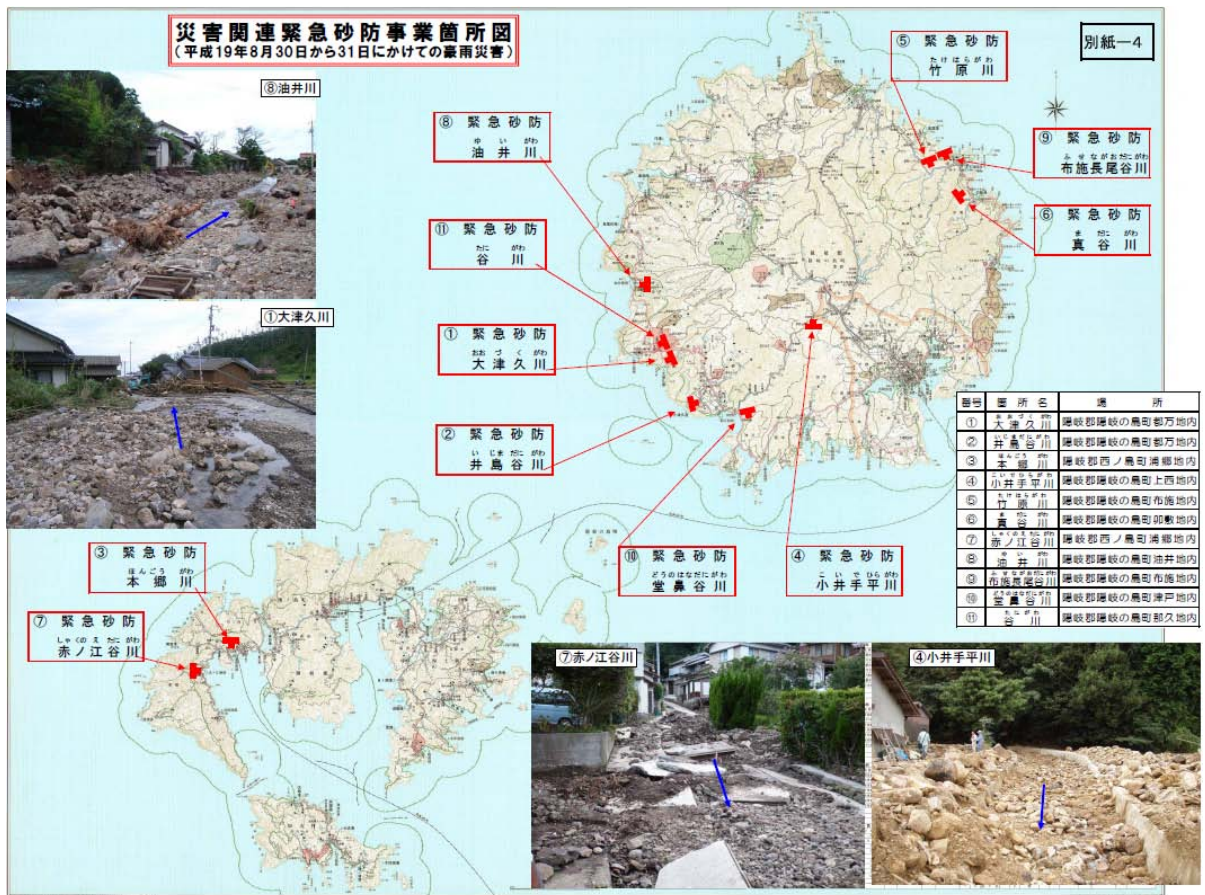


図 4.7.1 災害関連緊急砂防事業箇所図²⁾

※島根県砂防課

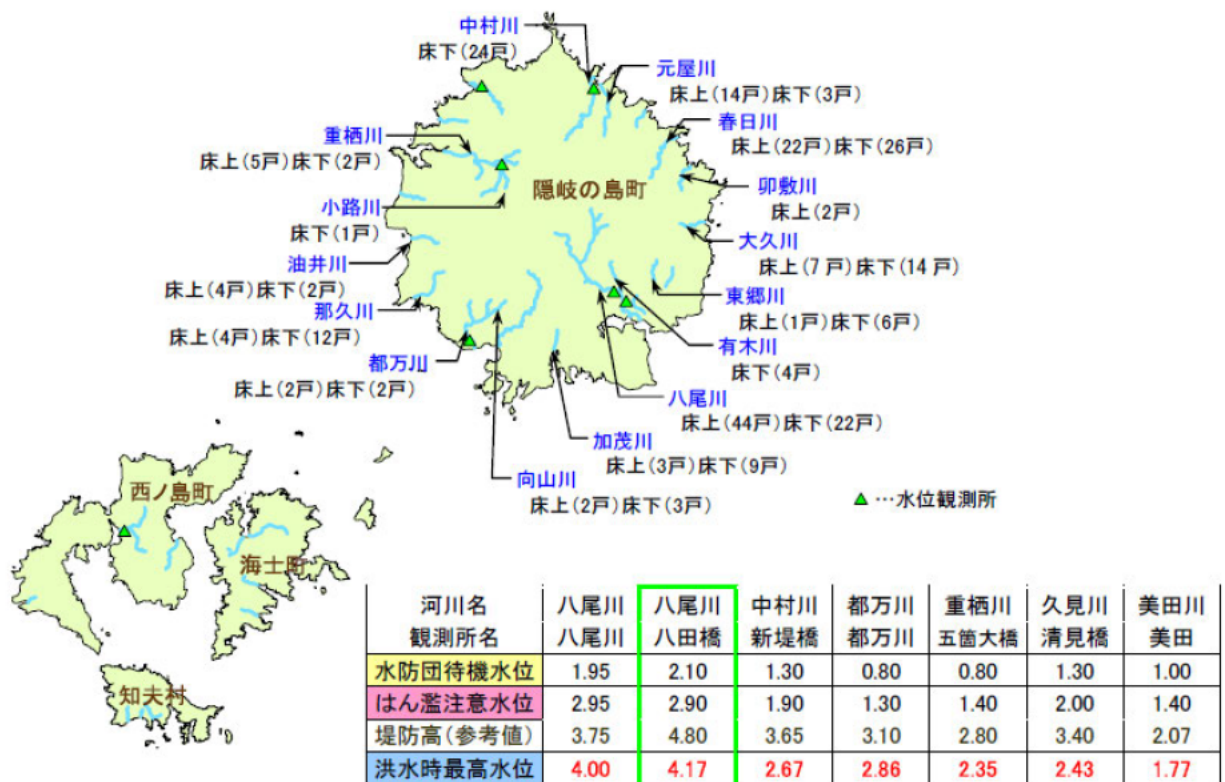


図 4.7.2 河川における浸水被害状況と水位記録³⁾

※「しまねの河川と海岸だより 平成 19 年 9 月号」(島根県河川課)

1) ^{ゆい} ^{がわ}, 油井, 川

隠岐の島町油井地区は、道路の寸断により、一時孤立した地区である。床上浸水 4 棟、床下浸水 2 棟の被害に加え、水道が添架してあった橋梁が流失したため、断水が発生した。

土砂の堆積は、河口から約 200m 上流の橋梁付近から、その上流 150m 程度の区間に集中した。堆積土砂は、φ1m 程度の石礫も含まれ、幅 10m 程度の河道は土砂により閉塞された。

当該河川は、二級河川であり、河口から約 1km 上流に発電用ダムが存在する。現地調査(2007.09.05)により、ダム下流において、まとまった崩壊は確認されない。豪雨に伴う流出量の増大が、溪岸侵食、溪床侵食を招き、土砂や流木を流出させ、河床勾配が緩やかになる集落近傍において、土砂の堆積、河道の閉塞が発生し、急激な氾濫が発生させたものとして考えられた。



図 4.7.3 油井川の災害状況⁴⁾

※「総合誌 隠岐の島 2007年10月 第36号」(隠岐の島町)

《補足》：右岸管理用通路が決壊し、湧筋が形成されている。また、間知ブロック護岸の一部が流下し、当該地点に堆積していることが確認される。



図 4.7.4 油井川の災害状況⁵⁾

※左：2007.09.01撮影(島根県隠岐支庁資料)、右：2007.09.05撮影

《補足》：左：右岸管理用通路が決壊している。右：同じ地点を現地調査(2007.07.05)時に撮影したもので、応急対応により、右岸管理用通路と流路の確保が実施されている。



図 4.7.5 油井川における災害状況
(※2007.09.05 撮影)

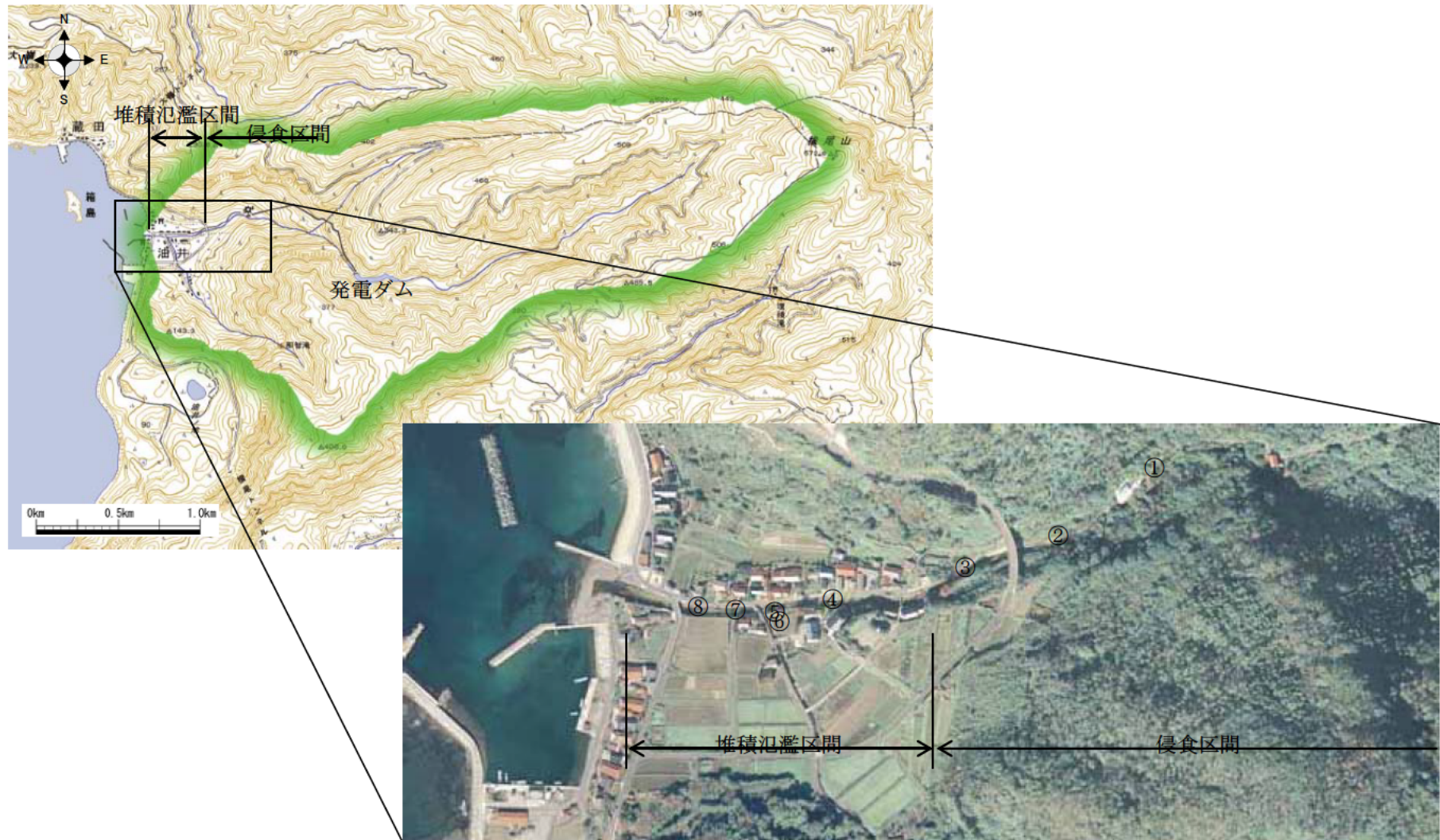


図 4.7.6 現地写真撮影位置図

※左上：国土地理院発行 1/25,000 地形図を基に作成、右下：島根県資料

2) な^{ぐがわ}, 那^{ぐがわ}, 久川

隠岐の島町那久地区を流下する那久川では、床上浸水 4 棟、床下浸水 12 棟の被害が発生した。中流部の上那久地区では、河道に土砂が堆積し、氾濫に繋がった。河口部の浜那久地区では、浜橋が流失した。当該橋梁の流失は、流木等の閉塞に伴うものと考えられる。

3) おおづ, 大津^{くかわ}, 久川

隠岐の島町大津久地区を流下する大津久川では、急激な氾濫現象が発生し、鉄砲水として報道された。近傍の家屋では、床上浸水、床下浸水の被害が発生した。左支渓では、砂防堰堤が施工中であり、土砂や流木が捕捉されていた。集落付近での堆積土砂は、 $\phi 0.5\text{m}$ 程度の石礫が散見された。まとまった崩壊地はなく、溪岸や溪床の侵食に伴い運搬された土砂が、閉塞・堆積し、氾濫につながったものと考えられる。



図 4.7.7 大津久川の災害状況

(※2007.09.05 撮影)

4) つま, 都万, 川

床上浸水 2 棟、床下浸水 2 棟の被害が発生した。また、支川である向山川でも床上浸水 3 棟、床下浸水 2 棟の被害が発生した。

5) や, 八, 尾, 川

床上浸水 44 棟、床下浸水 22 棟の被害が発生した。浸水被害は、概ね中上流部の谷底低地にて発生し、下流側の市街地では浸水被害は発生していない。

流域内の銚子ダム雨量観測所では、時間最大雨量 109mm/h (1:00~2:00) を記録した。当該河川の水位は急激に上昇し、中上流部では各所で氾濫した。護岸崩壊 7 箇所、護岸決壊 2 箇所が発生した。



図 4.7.8 八尾川における流下状況（斎宮橋付近）⁶⁾

※「水害レポート 2007」（国土交通省）



図 4.7.9 上西川（八尾川支川）の右支溪での災害状況

（※2007.09.05 撮影）

(2) 流域状況

隠岐地方は、島根半島の北方約 50kmにある 4 つの有人島と 180 ほどの無人島から構成される諸島である。本土から隠岐海峡を隔てた北緯 36 度付近に位置する。隠岐諸島は島後水道を境に“^{どうぜん}島前”と“^{どうご}島後”に分けられる。“島前”は“島前三島”と呼ばれる知夫里島（知夫村）、中ノ島（海士町）、西ノ島（西ノ島町）から構成され、“島後”は島前三島から島後水道を隔てた島後島（隠岐の島町）の一島から構成される。島後島は約 242km²である。

隠岐諸島は、500 万年前の火山島であるが、侵食で火山原地形が失われた第三系の火山岩類の分布する島嶼である。

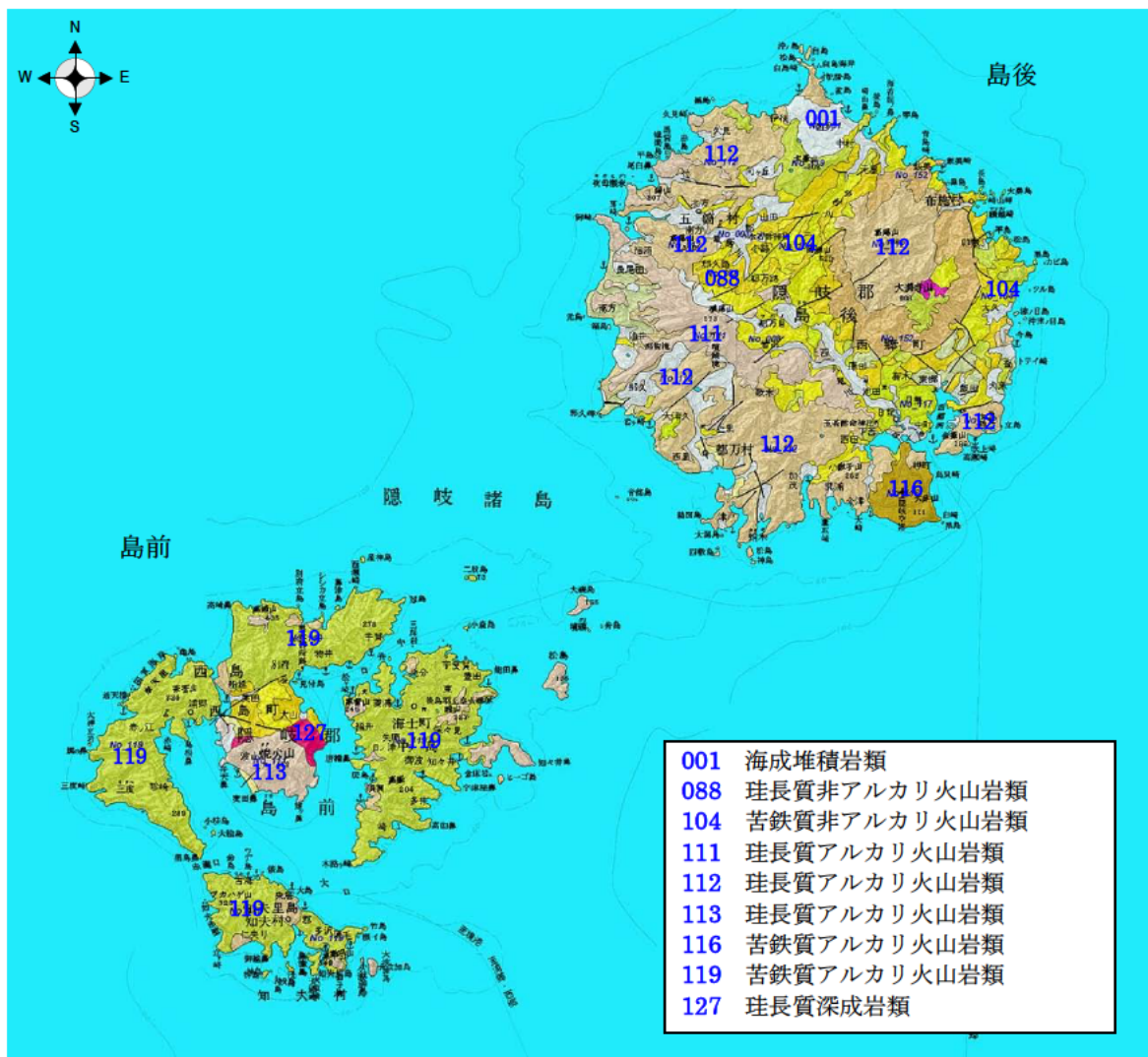


図 4.7.10 隠岐地方の表層地質図⁷⁾

※「20 万分の 1 日本シームレス地質図」産業技術総合研究所地質調査総合センターを基に作成

隠岐地方では、各所で急激な増水が発生したようであるが、本資料では、災害の程度が比較的大きかったと考えられる油井川、那久川、および水位観測所の存在する都万川、八尾川、中村川、重栖川、久見川、美田川を対象とする。これらの流域は、概ね急峻な地形形状を有している。また、ため池やダム等が比較的多い。

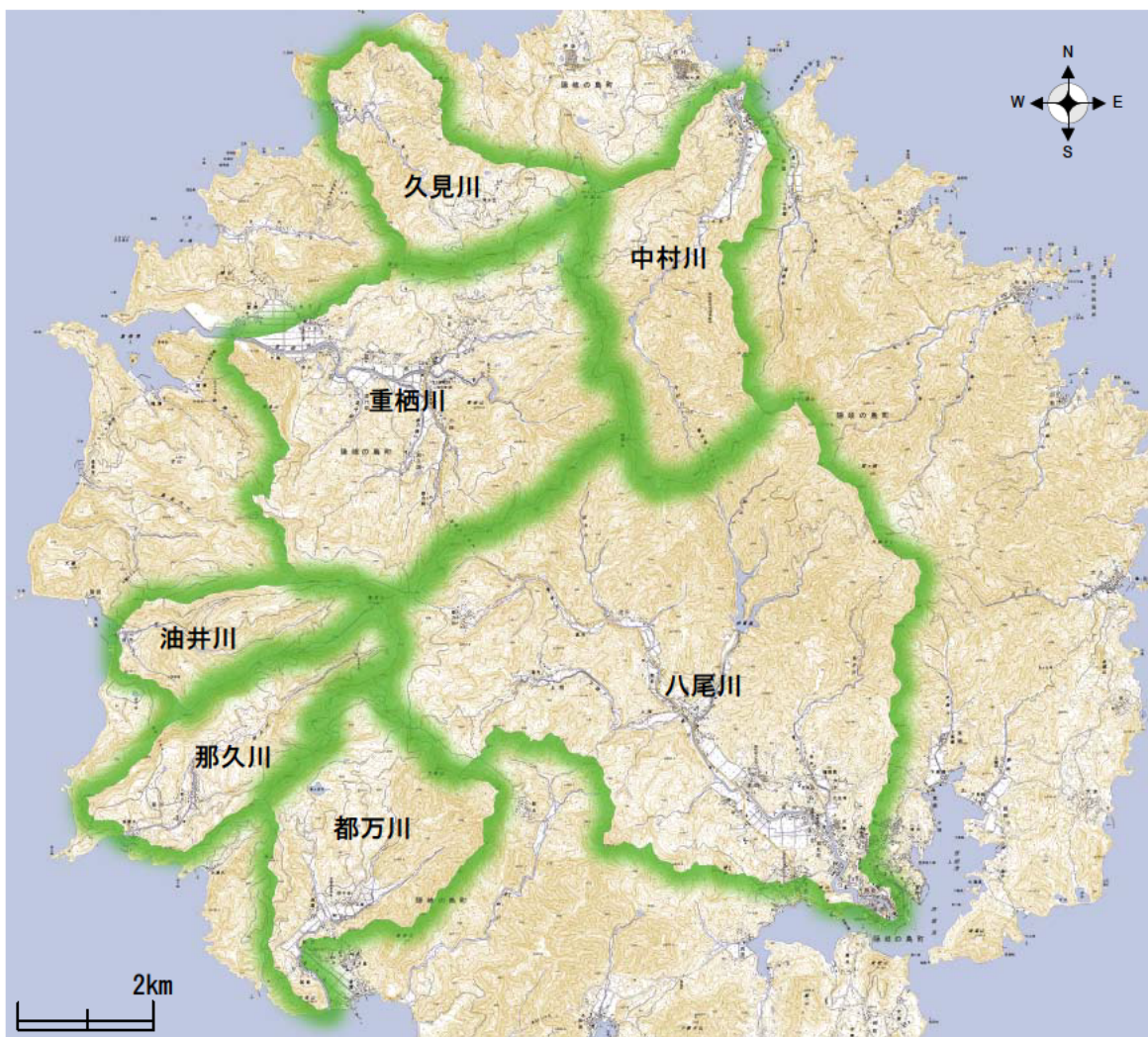


図 4.7.11 道後（隠岐の島町）において対象とした河川の流域概況
※国土地理院発行 1/25,000 地形図を基に作成

1) ゆい がわ, 油井, 川

当該河川は、流域面積 4.8km² の隠岐の島町西部を流下する二級河川である。隣接する重栖川、那久川、および八尾川の分水嶺となる横尾山（標高 572m）を源とする。流域の北東部は、重栖川の源流域と隣接する。また、流域の南東部は那久川流域と隣接している。

流域は概ね山林で、急峻な地形であるため、中～上流部には集落はほとんど存在せず、河口部の低地において、集落が密集している。また、河口から約 1km 上流に油井発電ダムがある。

主要動線は海岸沿いの県道 44 号であり、山地部では林道長尾田線が流域を横断している。



図 4.7.12 油井川流域

※国土地理院発行 1/25,000 地形図を基に作成

2) な, 那, 久, が, わ, 川

当該河川は、流域面積 7.6km² の隠岐の島町西部を流下する二級河川である。隣接する油井川、八尾川、および重栖川の分水嶺となる横尾山（標高 572m）を源とする。源流域を含む流域の北部は、油井川流域と隣接する。また、流域の東部は八尾川と、南東部は隣接する都万川流域と隣接している。流域は概ね山林である。集落は河口部の低地の浜那久地区と中流部の川沿い形成される上那久地区に大きく区分される。



図 4.7.13 那久川流域

※国土地理院発行 1/25,000 地形図を基に作成

3) つまがわ, 都万, 川

当該河川は、流域面積 10.3km^2 の隠岐の島町南西部を流下する二級河川である。流域最遠点（標高 515m ）は、那久川、八尾川との分水嶺となっている。源流域を含む流域の北西部は、那久川流域と隣接し、北東部は八尾川と隣接している。また、南東部は、ほぼ併行して流下する末路川流域と隣接している。下流～中流部は、ややまとまった低地が存在し、集落や耕作地が広がっている。下流部の左岸の低地は標高が低いため、海域への直接流域となっている。なお、都万川と向山川に挟まれた丘陵地は、多数の窪地、池沼と不規則な水系模様の発達から、地すべり堆である可能性が考えられる。



図 4.7.14 都万川流域

※国土地理院発行 1/25,000 地形図を基に作成

4) や、八、尾、川

当該河川は、流域面積 42.9km²の隠岐の島町南東部を流下する二級河川である。横尾山（標高 572m）、時張山（標高 521m）、つづら尾山（標高 591m）、大満寺山（607m）などの隠岐を代表する山地に囲まれ、銚子川、有木川などの支川と合流し、隠岐の島町の中心市街地を貫流し、西郷湾に流下する。源流域は急峻な山地であるが、中流～下流部はまとまった平地が存在し、隠岐地方有数の穀倉地帯となっている。河口部は、公共機関や港湾施設が集中する中心市街地が形成されている。

当該河川流域では、過去に幾度ももの浸水被害を受けた経緯があるが、昭和 20 年代の八尾川放水路開削、昭和 30～50 年代の河道改修、および、八尾川第二放水路（平成 10 年完成）、銚子ダム（平成 12 年完成）の完成により、流域の治水安全度が大きく向上している。



図 4.7.15 八尾川流域

※国土地理院発行 1/25,000 地形図を基に作成

5) なかむらがわ, 中村川

当該河川は、流域面積 12.1km^2 の隠岐の島町北部を流下する二級河川である。時張山（標高 521m ）を源として北流する。流域は概ね山地であり、中流～下流部の谷底平野を流下する。河口部付近にまとまった集落が形成されている。流域内には国の天然記念物に指定されている「高尾暖地性闊陽樹林」や県の天然記念物に指定されている「かぶら杉」等の自然植生や古木が残っており、豊かな自然の美しい地域となっている。



図 4.7.16 中村川流域

※国土地理院発行 1/25,000 地形図を基に作成

6) く,久,見,が,わ,川

当該河川は、流域面積 7.3km² の隠岐の島町北部を流下する二級河川である。大峯山（標高 507m）を源として北西へ流下する。流域は概ね山地であり、河口部付近の小規模な低地にまとまった集落が形成されている。流域内の集落は、河口部と上流域のややなだらかな斜面（向ヶ丘地区）となっている。

中流部は急峻な地形のため、主要生活動線は当該河川沿いに位置する。



図 4.7.17 久見川流域

※国土地理院発行 1/25,000 地形図を基に作成

7) おもす^{かわ}, 重栖^川, 川

当該河川は、流域面積 23.8km² の隠岐の島町北西部を流下する二級河川である。源流部は、大峯山（標高 507m）、時張山（標高 522m）、横尾山（標高 572m）などの隠岐を代表する山地に囲まれ、山田川、那久路川、苗代田川などの支川と合流し、重栖湾へ流下する。

当該河川では、まとまった平地が中流～下流部に存在するため、流域の中心部は中流部となっている。中流部は盆地の特性がやや強く、隠岐有数の穀倉地帯となっている。



図 4.7.18 重栖川流域

※国土地理院発行 1/25,000 地形図を基に作成

8) み たがわ , 美 田 川

当該河川は、流域面積 4.6km² の西ノ島町のほぼ中央部を流下する二級河川である。焼火山（標高 452m）を源とし、大橋川などの支川と合流し、美田湾へ流下する。

流域は概ね山地であるが、まとまった平地が下流部に存在する。当該河川では、昭和 39 年 7 月、昭和 42 年 6 月と大規模な洪水に見舞われた。昭和 39 年 7 月の洪水では、流域外の海岸沿いの平地一帯にまで氾濫し、人家、耕地の浸水等大きな被害をもたらした。

西ノ島町は飲料水に乏しい離島であり、住民は毎年飲料水の確保のために多大の経費と労力を費やしてきた。このため、治水および利水を目的に、昭和 54 年に美田ダムが築造されている。



図 4.7.19 美田川流域

※国土地理院発行 1/25,000 地形図を基に作成

(3) 降雨状況

山陰沖に停滞していた前線に暖かく湿った空気が入り込み、大気の状態が不安定となったため、隠岐地方では30日夜半から31日未明にかけて、1時間に100mm/hを超える豪雨となった。

当該降雨は、短時間に集中した局地的な豪雨であった。隠岐の島町での時間最大雨量は、布施（島根県）で131mm/h（1:00～2:00）、銚子ダムで109mm/h（1:00～2:00）を記録し、西ノ島町では、美田ダムで時間最大雨量103mm/h（0:00～1:00）を記録した。

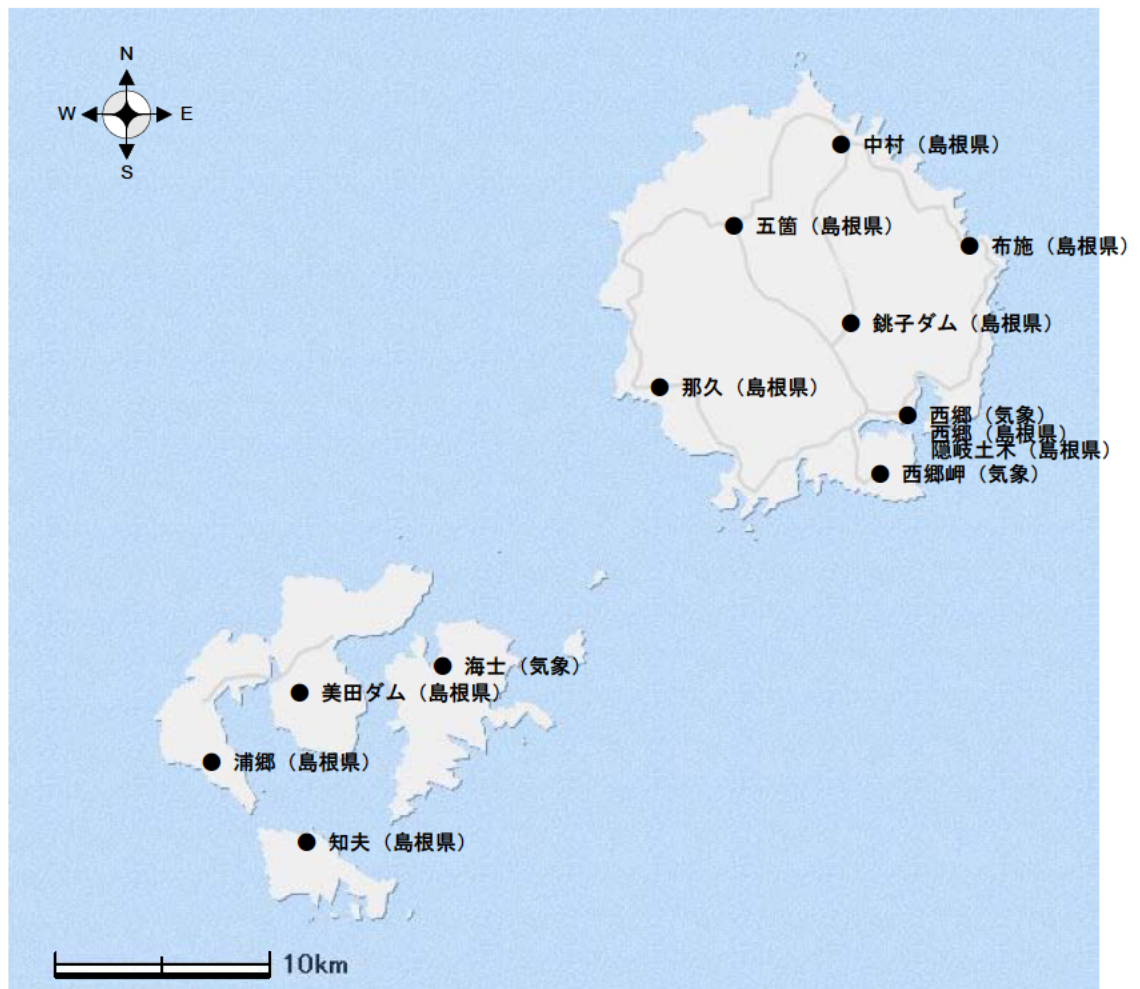


図 4.7.20 隠岐地方における雨量観測所の位置

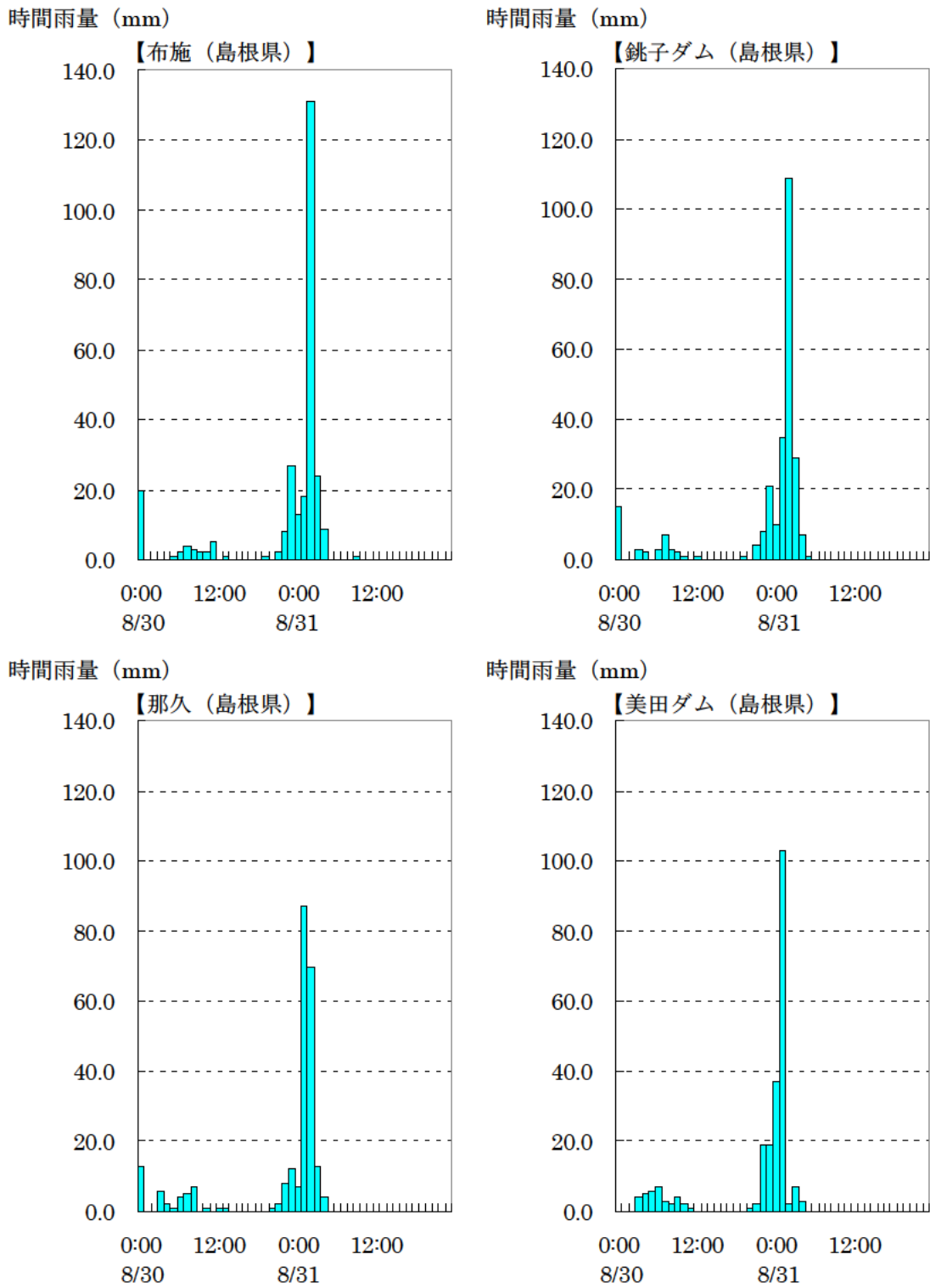


図 4.7.21 隠岐地方における降雨状況 (8/30~8/31) ⑧

※ 「布施雨量観測所データ」、「銚子ダム雨量観測所データ」、「那久雨量観測所データ」、「美田ダム雨量観測所データ」(島根県)

(4) 水位状況

水位計の設置されている全ての河川では、短時間の急激な水位上昇が観測されている。

1) つま, 都万川

都万川水位観測所では、1:00～1:10 の 10 分間に 60cm 程度の急激な水位上昇を記録している。また、0:40～1:10 の 30 分間に 1.21m (0.79m→2.00m)、0:50～1:20 の 30 分間に 1.60m (1.01m→2.61m) の急激な水位上昇を観測している。洪水ピークは、2.86m (1:30) である。

なお、当該地点の計画高水位は T.P.+2.40m である。洪水ピーク (T.P.+2.86m) には計画流量を超える流量が流下したものと考えられる。

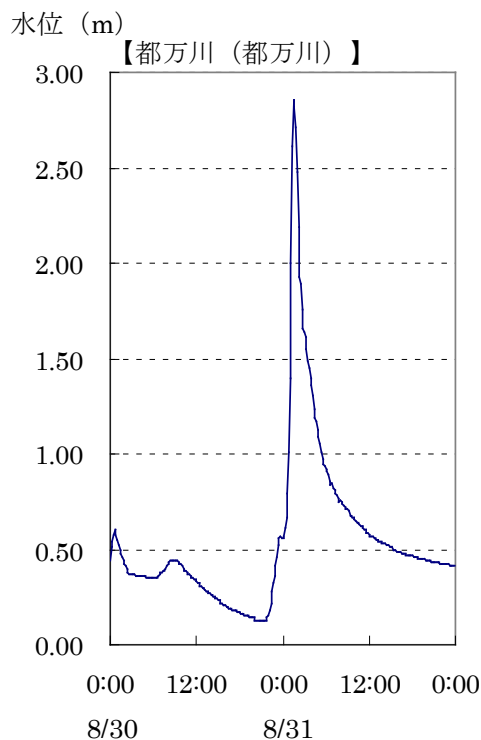


図 4.7.22 都万川の水位状況 (8/30～8/31) ⁹⁾

※「都万川水位観測所データ」島根県隠岐支庁

2) や, 八尾川

当該河川では、八尾川水位観測所と八田橋水位観測所の 2 箇所に水位観測所が存在する。上流～中流では越流氾濫が発生しているが、支川の銚子川に築造されている銚子ダムにより、洪水ピーク流量の低減に大きな効果があったことが報告されている。

しかし、1:20～1:30 の 10 分間には、1m 程度の急激な水位上昇を記録しており、水位上昇が極めて短時間に発生していることが確認される。

八尾川水位観測所では、1:00～1:30 の 30 分間に 1.85m (1.29m→3.14m)、1:10～1:40 の 30 分間に 2.14m (1.48m→3.62m) の急激な水位上昇を観測している。

また、下流の八田橋水位観測所では、1:10~1:40 の 30 分間に 1.89m (1.83m→3.72m) 、
1:20~1:50 の 30 分間に 1.93m (2.22m→4.15m) の急激な水位上昇を観測している。

八田橋水位観測所では、水位波形に微小振幅が確認されるが、これは潮位の影響であると考えられる。洪水ピークは、八尾川水位観測所で 4.00m (2:00) 、八田橋水位観測所で 4.17m (2:00) である。

なお、八田橋水位観測所での計画高水位は T.P.+2.80m である。当該水位観測所の零点高 (T.P.-1.37m) より、洪水ピーク水位は T.P.+2.80m となる。このことから、当該地点では計画流量に相当する流量が流下したものと考えられる。

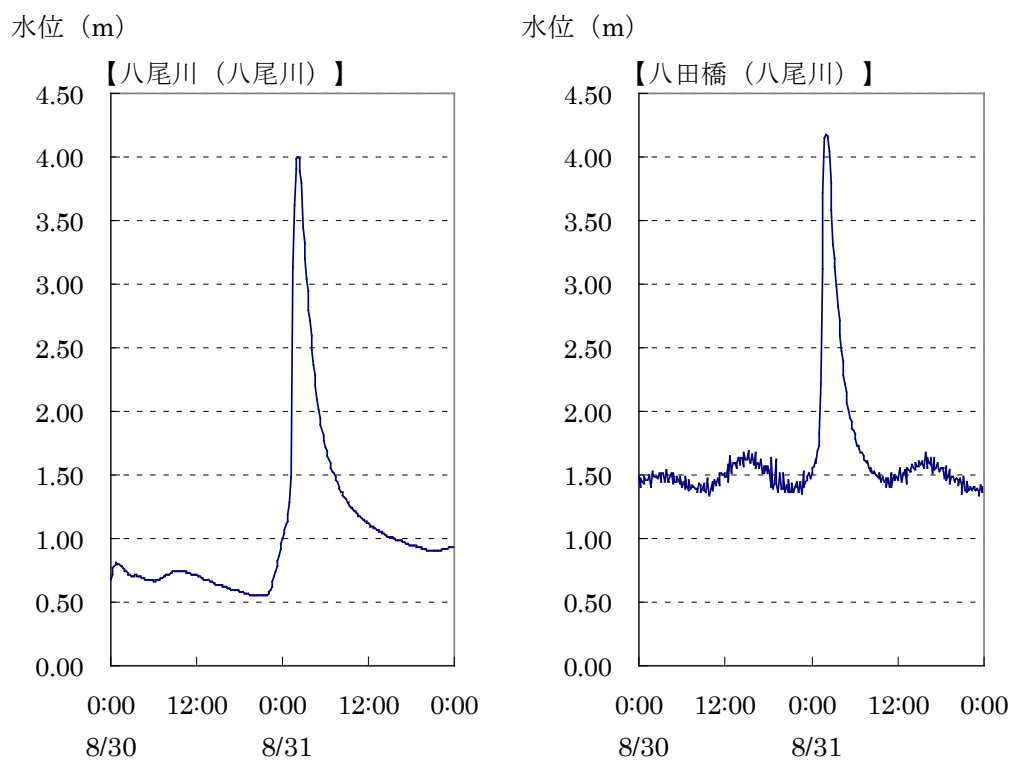


図 4.7.23 八尾川の水位状況 (8/30~8/31)

※「八尾川水位観測所データ」、「八田橋水位観測所データ」島根県隠岐支庁

3) ^{なかむら} , 中村川

新堤橋水位観測所では、1:00～1:30 の 30 分間に 0.67m (1.31m→1.98m) 、1:10～1:40 の 30 分間に 0.75m (1.50m→2.25m) の急激な水位上昇を観測している。

当該水位観測所では、水位波形に微小振幅が確認されるが、これは潮位の影響であると考えられる。洪水ピークは、2.67m (2:10) である。

なお、当該水位観測所での計画高水位は T.P.+2.00m である。当該水位観測所の零点高 (T.P.-0.13m) より、洪水ピーク T.P.+2.54m となる。このことから当該地点では計画流量を超える流量が流下したものと考えられる。

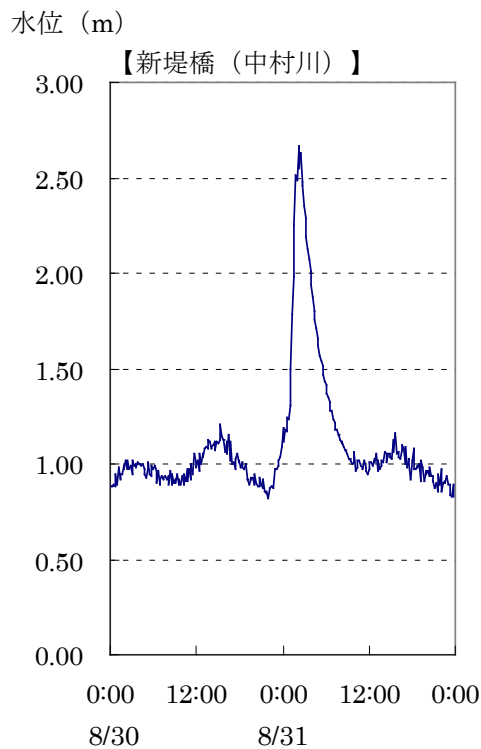


図 4.7.24 中村川の水位状況 (8/30～8/31) ⁹⁾

※ 「新堤橋水位観測所データ」 島根県隠岐支庁

4) く,久,見川

清見橋水位観測所では、0:50~1:20 の 30 分間に 0.80m (0.96m→1.76m) の急激な水位上昇を観測している。洪水ピークは、2.43m (2:20) となっている。

なお、当該地点の計画高水位は T.P.+3.27m である。当該水位観測所の零点高 (T.P.+0.46m) より、洪水ピーク T.P.+2.89m となる。

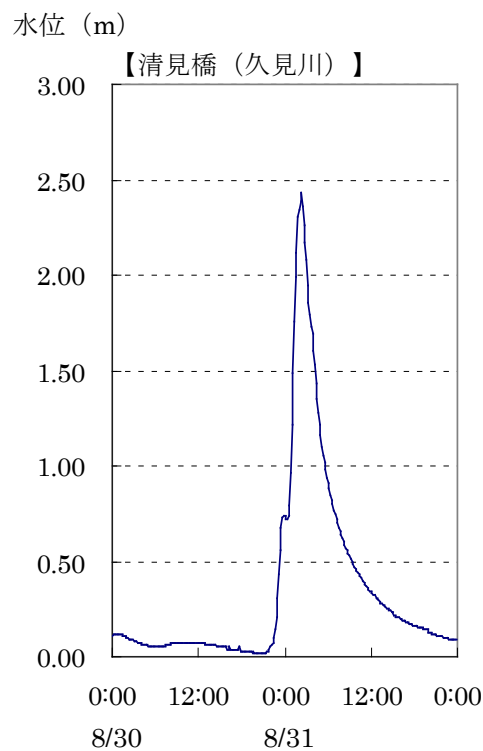


図 4.7.25 久見川の水位状況 (8/30~8/31) ⁹⁾

※ 「清見橋水位観測所データ」 島根県隠岐支庁

5) ^{おもす}, 重栖川

当該河川では、1:00～1:30 の 30 分間に、0.76m (1.22m→1.98m) の急激な水位上昇を記録している。洪水ピークは、2.35m (1:50) となっている。

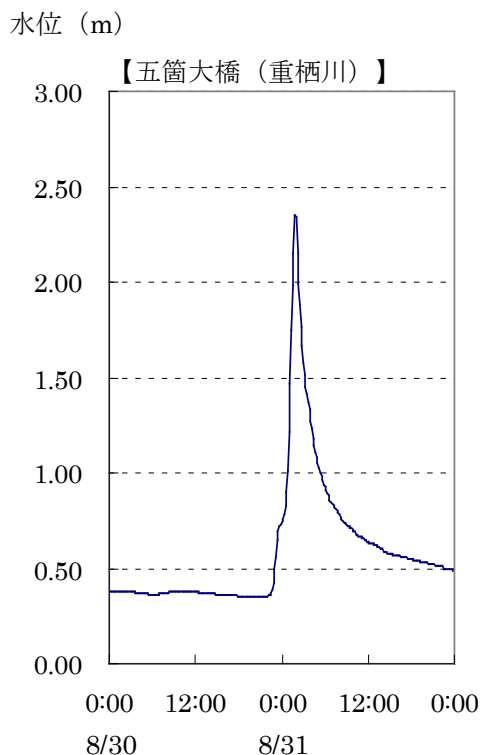


図 4.7.26 重栖川の水位状況 (8/30～8/31) ⁹⁾

※「五箇大橋水位観測所データ」島根県隠岐支庁

6) ^{み, 美, た}, 美田川

当該河川では、美田ダムによる洪水ピーク流量の低減効果が大きかったものと考えられるが、美田水位観測所では、0:10～0:40 の 30 分間に 0.94m (0.70m→1.64m) の急激な水位上昇を記録している。

洪水ピークは、0:40～1:10 に発生しているものと考えられるが、0:50、1:00 が欠測のため、詳細は不明である。ただし、越流は発生していない模様であるため、当該地点での堤防天端高である 2.07m は越えていないものと判断される。

当該水位観測所においては、水位波形に微小振幅が確認されるが、これは潮位の影響を受けているためであるものと考えられる。

なお、記録上の洪水ピークは 1.77m (1:10) となっている。

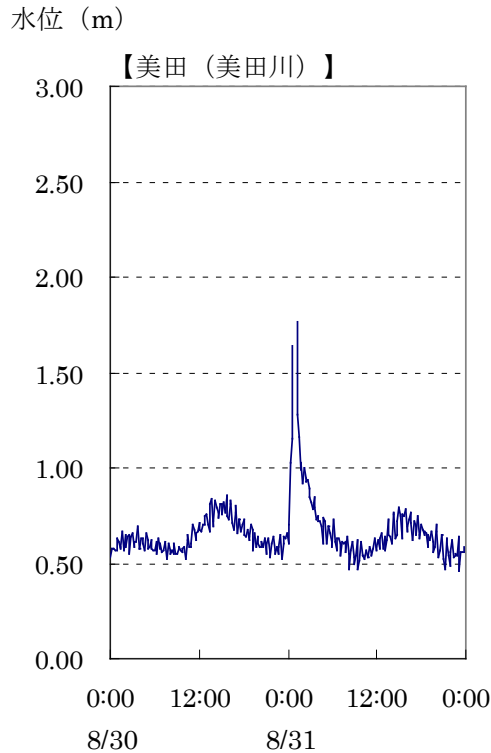


図 4.7.27 美田川の水位状況 (8/30～8/31)

※「美田川水位観測所データ」島根県隠岐支庁

(5) 流出解析

本事例は、1 時間程度の短時間に集中した豪雨による流出現象であると考えられる。ピーク流量の推定は、災害の程度が比較的大きかったと考えられる油井川、那久川、および水位観測所の存在する都万川、八尾川、中村川、重栖川、久見川、美田川を対象とする。

これらの河川の多くは、水位記録から、計画流量に近い流量が流下しているものと考えられる。本検討では、解析雨量を基に合理式によるピーク流量を推算し、各水位観測所における H・Q 式より算定される実績流量との比較を行うものとする。表 2.17.1 に結果を示す。

合理式によるピーク流量の推算の結果、水位観測所の上流にて浸水被害のあった都万川、八尾川、中村川では、計画流量を上回る値となった。なお、都万川での水位観測所地点における計画高水位 2.40m、計画流量 105m³/s に対し、実績ピーク水位 2.86m である。したがって、実績ピーク流量を算定した H・Q 式の適用が妥当でない可能性が考えられる。また、水位観測所の多くが感潮区間にあるため、洪水ピークに対する潮位の影響の程度が不明である。

ただし、氾濫等が発生していない河川では、実績ピーク流量とほぼ同程度の値が得られた。したがって、河道改修の進捗状況や氾濫状況などを考慮すると、推算ピーク流量としては、概ね妥当な値が得られたものと考えられる。

表 4.7.1 ピーク流量の推算結果

河川名	流域面積 ^{※1} (km ²)	流出率	洪水到達 時間 (min)	洪水到達 時間内平均 降雨強度 ^{※2} (mm/h)	(ダムカッ ト前ピーク 流量) (m ³ /s)	(ダムカッ ト量) ^{※3} (m ³ /s)	推算ピーク流量 (ダムカット後 ピーク流量) ^{※4} (m ³ /s)	実績ピーク 流量 ^{※5} (m ³ /s)	備考
油井川	4.8	0.75	40	103.5	104	0	104	-	浸水被害あり
那久川	7.6	0.75	50	96.8	153	0	153	-	浸水被害あり
都万川	10.3	0.70	60	90.5	181	0	181	85	計画確率規模 1/10 浸水被害あり
八尾川	42.9	0.70	80	93.7	781	185	596	544	計画確率規模 1/50 浸水被害あり
中村川	12.1	0.75	60	80.1	202	0	202	160	計画確率規模 1/30 浸水被害あり
久見川	7.3	0.75	50	38.6	59	0	59	54	計画確率規模 1/30 浸水被害無し
重栖川	9.7	0.75	60	80.1	162	0	162	158	計画確率規模 1/30 浸水被害あり
美田川	4.6	0.75	40	103.0	99	51	48	50	計画確率規模 1/50 浸水被害無し

※1 流域面積は、H・Q 式の存在する水位観測所上流域を対象とした。

※2 解析雨量（レーダー・アメダス解析雨量）を基に、洪水到達時間内の平均降雨強度を設定した。なお、洪水到達時間については、各河川の計画諸元を参考に、ハイトグラフとハイドログラフ（水位）の応答性から設定するものとした。ただし、油井川と那久川については計画諸元が不明であり、また、ハイドログラフ（水位）が存在しないため、近傍の同程度の流域面積を有する河川を参考に設定した。

※3 対象河川流域では、ダム等の貯留施設を有する場合が少なくないが、当該降雨時に調節効果が明らかになっているものについて、「しまねの河川と海岸だより 平成 19 年 9 月号」（島根県河川課）より設定した。

※4 推算ピーク流量は、ダムカット前ピーク流量からダムカット量を差し引いたものとした。

※5 実績ピーク流量は、各水位観測所における H・Q 式を基に算定した。

(6) 考察など

本事例は、時間雨量 100mm/h を超えるような短時間の集中豪雨による流出現象であり、土砂を伴う氾濫災害が各所で発生したものであると捉えられる。現地では、本災害を鉄砲水と表現していることが多く、また、報道機関でも鉄砲水という表現が使用された。

隠岐地方において発生した豪雨災害について、俯瞰的な視点で見ると、土砂災害としては、道路路肩の崩壊や斜面崩壊などが各所で発生している一方で、崩壊の規模は必ずしも大きくないことが特徴である。また、ある程度規模の大きい災害現象は、河川沿いや水路沿いなど、流水が集中する場所において発生している。これは、本災害の誘因となった降雨が、1 時間程度の集中豪雨であったためであるものと考えられる。

抽出した災害事例では、油井川など、ダムなどの下流区間における河床浸食や河岸浸食が発生し、これが供給土砂となって、下流の集落近傍の河道にて、閉塞・堆積し、氾濫を発生させている事例が確認された。このような現象は、短時間の豪雨により、流出規模が大きくなり、流量の増加とともに掃流力が増大することによって発生しているものと考えられる。現象としては、上流では、河床や河岸の浸食、崩壊による土砂や石礫の運搬が発生し、下流では、土砂や流木が河道において堆積・閉塞し、土砂災害を伴う氾濫災害に繋がったものと考えられる。以上のことから、短時間の集中豪雨の発生により、急激に流出量が増大すると、このような災害が発生しやすくなるものと考えられる。

参考文献

- 1) 独立行政法人土木研究所, 「島根県隠岐地方で発生した土砂災害の現地調査報告」 2007.
- 2) 島根県砂防課, 「災害関連緊急砂防事業箇所図」
- 3) 島根県河川課, 「しまねの河川と海岸だより 平成 19 年 9 月号」
- 4) 隠岐の島町, 「総合誌 隠岐の島 2007 年 10 月 第 36 号」
- 5) 島根県隠岐支庁, 「被害状況撮影資料」
- 6) 国土交通省, 「水害レポート 2007」
- 7) 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 「20 万分の 1 日本シームレス地質図」
- 8) 島根県隠岐支庁, 「布施雨量観測所データ」, 「銚子ダム雨量観測所データ」, 「那久雨量観測所データ」, 「美田ダム雨量観測所データ」
- 9) 島根県隠岐支庁, 「都万川水位観測所データ」, 「八尾川水位観測所データ」, 「八田橋水位観測所データ」, 「新堤橋水位観測所データ」, 「清見橋水位観測所データ」, 「五箇大橋水位観測所データ」, 「美田水位観測所データ」

島根県,「都万川水系河川整備基本方針」平成 14 年 10 月
島根県,「八尾川水系河川整備基本方針」平成 17 年 7 月
島根県,「八尾川水系河川整備計画」平成 18 年 6 月
島根県,「中村川水系河川整備基本方針」平成 14 年 10 月
島根県,「久見川水系河川整備基本方針」平成 14 年 10 月
島根県,「重栖川水系河川整備基本方針」平成 16 年 6 月
島根県,「美田川水系河川整備基本方針」平成 11 年 10 月

5. 考察と結論

5.1 考察

本資料での災害事例は、平成 18～20 年度に発生した事例が中心であるため、事例数は必ずしも十分ではないものと考えられるが、災害特性の観点から考察を試みる。

(1) 発生要因の概況

鉄砲水の発生要因は、源流部の豪雨など直接的な流出現象と、河道閉塞の形成・決壊など貯留を伴う流出現象に大別される。災害事例の多くは、源流部の豪雨など直接的な流出現象と考えられるものであり、短時間豪雨による急激な増水としての鉄砲水災害が発生している。

また、河道閉塞の形成・決壊など貯留を伴う流出現象と考えられる事例も少なからず発生しており、河岸崩壊などに伴う河道閉塞の形成・決壊のみならず、豪雨に伴うため池などの貯留施設の決壊による鉄砲水災害も発生している。

なお、河道狭窄部の閉塞など流下断面の阻害により氾濫した事例についても、鉄砲水として報道される場合がある。このような事例は、扇状地形での発生事例が多い。橋梁などの狭窄部の閉塞などを契機として、氾濫流が背後地の道路などを流路として流下し、河道から離れた場所に、突然、氾濫流が押し寄せてくる場合などである。

(2) 鉄砲水を発生させた降雨の概況

災害事例における流域での降雨域の分布状況は、強い雨域が広く、流域総降雨量も大きい豪雨と、強い雨域が局所的な豪雨に大別される。

前者は、前線性豪雨など、ある程度まとまった雨域によるもので、災害形態は、いわゆる豪雨災害の様相を呈し、氾濫災害や土砂災害が同時生起するものが多い。

後者は、雷雨性豪雨など、降雨域での短時間の雨量強度は強いが、流域総降雨量は少ない局所的な雨域によるものが多く、発災地点では降雨が無いか、あっても小さい。このため、河道内の利用者や工事関係者などは急激な増水の危険を予想し難く、その結果、犠牲者となる例が多い。災害形態は典型的な鉄砲水災害の様相を呈する。

なお、ここでの降雨域とは、流域に対しての降雨域の分布の意味であり、必ずしも雨域としてのスケールを示すものではない。

(3) 土砂移動の概況

災害事例における土砂濃度の詳細はいずれも不明であるが、災害後の現地調査などを基に、土砂移動の概況を大別すると、災害発生地点（区間）での土砂移動が顕著なものと、水位痕跡すら不明瞭なほどに土砂移動が少ないものに大別される。

(4) 鉄砲水の発生流域の概況

鉄砲水災害の発生した流域（発災地点上流域）は、急峻な山地流域が多いが、流域が市街化されている丘陵地流域でも発生している。ただし、このような現象は中小河川における都市型洪水として扱われることが多いものと考えられる。

5.2 結論

以下、得られた結論について簡潔に整理する。

(1) 鉄砲水の形態

- 鉄砲水の発生形態としては、源流部の豪雨など直接的な流出現象によるものと、河道閉塞の形成・決壊など貯留を伴う流出現象によるものに大別される。
- 土砂濃度の観点からは、土砂濃度の薄い突発的な流れによるものと土砂流（掃流状集合流動）によるものに大別される。
- 土砂濃度の薄い突発的な流れによる災害事例について、災害発生地点での降雨が無いか、あっても小さい場合、河道内利用者が犠牲者となっているものが多い。
- 土砂流（掃流状集合流動）による災害事例は、上流で土石流を伴う例が散見される。

(2) 鉄砲水をもたらす降雨

鉄砲水を発生させた降雨について、降雨特性に関する十分な分析を実施していないが、災害事例の整理の結果、以下の事項が確認された。

- 源流部の豪雨など直接的な流出現象による鉄砲水災害では、警報や注意報の対象となるような豪雨が発生していることが確認される。ただし、局所的な豪雨など、レーダー雨量としては表現されるが、地上雨量観測所では把握できない現象も比較的多いことから、地上雨量観測所のみでは、鉄砲水の予測の困難が想定される。
- 鉄砲水を発生させた降雨の空間スケールは様々である。河道内の利用者による人的被害が発生しやすい降雨は、発災地点での降雨がほとんど無く、上流域で局所的な豪雨が発生するなど、降雨の空間スケールの小さい現象によるものが多い。

(3) 流出解析

鉄砲水に関する流出解析の結果、以下の事項が確認された。

- 直接的な流出現象によると考えられる事例では、分布型雨量データを採用する場合、合理式によるピーク流量の推算結果と実績ピーク流量の整合が良い。ただし、合理式の適用性については考慮する必要がある。
- 貯留を伴う流出現象については、河道閉塞など、流域内での貯留・決壊というプロセスを経て流出するため、降雨量に対してピーク流出量が大きくなることが特徴である。

表5.2.1 国内事例における算定結果の一覧（その1）

		Case1	Case2	Case3	Case4	Case5	Case6	Case7	備 考		
河川名		湯檜曾川	鉄山川右支川	志平川	酒匂川	玉川	富並川	櫛田川			
都道府県名		群馬県	宮崎県	長野県	神奈川県	山形県	山形県	三重県			
市町村名		水上市	えびの市	岡谷市	山北町	小国町	村山市	松阪市			
1	生起年月日	2000.08.06	2006.07.02	2006.07.19	2006.08.17	2006.08.21	2006.08.22	2006.08.27			
	発災時刻	15:15頃	11:30頃	4:00～4:30	10:00～11:00	16:25頃	14:25頃	11:30頃			
2	流域面積	44.8	—	0.7	582	202	45.5	436			
	流域面積 (km ²)	44.8	—	0.7	582	202	45.5	436			
	発災地点上流側流域面積 (km ²)	20.7	0.4	0.7	369	84	41.5	418			
河床勾配	平均河床勾配	1/8.1 (7.0°)	1/20 (2.85°)	1/8.3 (6.8°)	1/12 (4.8°)	1/13 (4.4°)	1/12 (4.7°)	1/50 (1.1°)	評価地点(災害発生地点など)から流域最遠点までの勾配		
	発災地点平均河床勾配	1/37.5 (1.5°)	1/29 (1.95°)	1/10 (5.7°)	1/80～1/400	1/70 (0.83°)	1/80 (0.72°)	1/777 (0.08°)		災害発生地点の平均河床勾配	
3	被害概況	31名が遭遇。9名が取り残され、5名が流される。うち1名死亡・1名重傷。他8名	家屋1棟床上浸水、倉庫2棟半壊、2名が遭遇(ため池の決壊による)	家屋2棟全壊、1棟半壊1名死亡。集落の多数が遭遇	24名が流されるうち2名死亡	4名が遭遇(事前避難)工事用仮橋等の流失	4名が遭遇。3名が流されるうち2名死亡	2名が流されるうち1名死亡			
4	水位状況	70～100cm/15min	瞬時に発生	瞬時に発生	50～70cm/10～30min	250～350cm/5～10min	70～80cm/10min	29cm/120min	原則として災害発生地点の近傍水位観測所とした		
	水位記録	—	—	—	64cm/30min (平山:神奈川県)	218cm/20min (玉川:国土交通省)	72cm/10min (深沢:山形県)	29cm/120min (櫛田頭首工:国土交通省)			
5	降雨状況	発災地点の降雨の状況 ^{※1}	降雨なし	非常に激しい雨	強い雨	小雨	降雨なし	降雨なし	降雨なし	降雨階級は気象庁に準じた ^{※1}	
	降雨分布の状況 ^{※2}	局所的短時間豪雨(源流部)	豪雨	長時間豪雨	局所的短時間豪雨(中流域山地部)	局所的短時間豪雨(源流部)	局所的短時間豪雨(源流部)	局所的短時間豪雨(源流部)	局所的短時間豪雨(源流部)	発災地点上流域を対象とした流域における降雨分布とした ^{※2}	
	(気象概況)	成層不安定・局地的な雷雨	梅雨前線	梅雨前線	成層不安定・局地的な豪雨	成層不安定・局地的な豪雨	成層不安定・局地的な豪雨	成層不安定・局地的な豪雨			
	(参考値)	地上観測雨量	—	—	—	8	—	—	—		
	10分最大雨量(mm/10min)	—	—	—	8	—	—	—	—		
	時間最大雨量(mm/h)	0	53	31	28	17	10	39			
	24時間最大雨量(mm/24h)	45	200	263	66	24	18	75			
(観測所名)	(一ノ倉:国土交通省)	(万年青平:国土交通省)	(釜口水門:国土交通省)	(小山:神奈川県)	(飯豊山:国土交通省)	(肘折:国土交通省)	(蓮ダム:国土交通省)		原則として災害発生地点上流側での近傍雨量観測所とした		
レーダー雨量	時間最大雨量(mm/h)	50以上	60～70	—	30～40	100以上	50～100	50～100	流域内において最大雨量を示すメッシュの値を採用した		
6	実績ピーク流量(m ³ /s) ^{※3}	18～51	—	170	312	186	40	113			
	(粗度係数)	0.040～0.070	—	0.060	0.030	0.040	0.040	—			
7	推算ピーク流量(m ³ /s) ^{※4}	42	—	28	353	170	48	139	原則として合理式による ^{※4}		
	(洪水到達時間内平均雨量強度)(mm/h) ^{※5}	8.6	—	70.3 [※]	5.8	9.1	5.9	2.0	原則としてレーダー解析雨量を採用した		
	(流出係数) ^{※6}	0.85	—	0.85	0.60	0.80	0.70	0.60	「国土交通省河川砂防技術基準」に準じた		
※流出解析の適合性	○	—	×	○	○	○	○	○	実績ピーク流量と推算ピーク流量の比較		
8	(参考値)	流路延長(km)	9.9	1.4	1.8	15 ※	24	15.7	71		
	洪水到達時間(min) ^{※7}	100	—	—	120	155	150	600			
9	(参考値) ^{※8}	警報(大雨)	1時間雨量(mm)	80 RT130	60	40 RT80	50	60	60	40 RT120	
	3時間雨量(mm)	120	100	60	90	60	100	80			
	24時間雨量(mm)	200	300	110	180	200	170				
	警報(洪水)	1時間雨量(mm)	80 RT130	60	—	50	60	40 RT120			
	3時間雨量(mm)	120	100	—	90	100	80				
	24時間雨量(mm)	200	300	110	180	200	170				
	注意報(大雨)	1時間雨量(mm)	30	30	25	30	35	30	20 RT60		
	3時間雨量(mm)	60	60	40	50	60	40				
	24時間雨量(mm)	80	150	70	100	140	80				
	注意報(洪水)	1時間雨量(mm)	30	30	—	30	40	40	20 RT60		
	3時間雨量(mm)	60	60	—	50	70	40				
	24時間雨量(mm)	80	150	70	100	170	80				
10	(参考値)	比流量(m ³ /s/km ²)	0.87～2.46	—	243	0.85	2.21	0.96	0.27	原則として、“実績ピーク流量/発災地点上流側流域面積”とした	

(補足事項)

※1 降雨階級は次の通りとした。降雨なし:0mm、小雨:0～10mm、やや強い雨:10～20mm、強い雨:20～30mm、激しい雨:30～50mm、非常に激しい雨:50～80mm、猛烈な雨:80mm以上 (1時間雨量)

※2 降雨分布の状況は、災害発生地点上流域の流域に対する降雨分布の状況とし、次の通りとした。局所的短時間豪雨:源流域などに局所的に強い降雨域があり、強い降雨の継続時間が1～2時間のもの、局所的豪雨:源流域などに局所的に強い降雨域があり、強い降雨の継続時間が3時間以上のもの、短時間豪雨:流域全体に1～2時間の強い降雨域があるもの、豪雨:流域全体に強い降雨域があり、降雨の継続時間が3時間以上のもの、長時間豪雨:短時間の強い降雨がなく、流域全体に長時間にわたって降雨が継続したものの

※3 実績ピーク流量は、原則として痕跡水位から算定した。また、発災地点近傍に水位観測所が存在する場合には、当該地点の水位観測所のH-Q式より算定した。

※4 推算ピーク流量の算定は、合理式法によるものとした。ただし、土石流として扱うことが適切であるとされる事例については、「土石流対策技術指針(案)」に準じるものとした。

※5 洪水到達時間内の平均雨量強度は、レーダー解析雨量によるものとし、実績ピーク流量の算定地点上流域を対象とした。このため、源流部などの局所的豪雨の場合、流域平均降雨がかなり小さい値になる場合がある。

※6 流出係数は、「国土交通省河川砂防技術基準」に準じて、流域状況、降雨状況(先行降雨の状況等)を考慮して設定した。

※7 洪水到達時間は、角谷らの洪水到達時間推定法の概念を基にした。なお、水位計が複数設置されている河川においては、洪水波形より洪水流下時間のチェックを行った。

※8 RT は総雨量を示す。たとえば、“30 RT70”は、“30mm以上かつ総雨量70mm以上”を意味する。

表5.2.2 国内事例における算定結果の一覧（その2）

		Case8	Case9	Case10	Case11	Case12	Case13	Case14	備 考	
河川名		宇地泊川	見市川	白土川	阿武隈川	柏川	志道原川	炭屋川		
都道府県名		沖縄県	北海道	佐賀県	福島県	熊本県	熊本県	鹿児島県		
市町村名		宜野湾市	八雲町	伊万里市	西郷村	美里町	美里町	南大隅町		
1	生起年月日	2006.09.09	2006.09.10	2006.09.16	2007.06.09	2007.07.06	2007.07.06	2007.07.11		
	発災時刻	11:00頃	7:00頃	8:30頃	2:30頃	14:00頃	11:00頃	6:30頃		
2	流域面積	7.1	63.2	1.4	—	15.2	1.0	0.8		
	流域面積 (km ²)	7.1	63.2	1.4	—	15.2	1.0	0.8		
	発災地点上流側流域面積 (km ²)	6.3	7.3	0.7	44.5	12.6	0.8	0.8		
	河床勾配	1/55 (1.0°)	1/6.5 (8.7°)	1/7.5 (7.6°)	1/12.5 (4.6°)	1/5.1 (11.1°)	1/3.7 (15°)	1/2.3 (23.5°)	評価地点(災害発生地点など)から流域最遠点までの勾配	
	発災地点平均河床勾配	1/30 (1.9°)	1/19 (3.0°)	1/6.1 (9.3°)	1/80 (0.72°)	1/18 (3.2°)	1/16.9 (3.4°)	1/7 (8.12°)	災害発生地点の平均河床勾配	
3	被害概況	3名が遭遇 うち1名が流され死亡	8名が遭遇 うち1名が流され死亡	車両ごと3名が流される うち2名死亡	3名が遭遇、車両2台水没	家屋全壊10棟、半壊5棟、 床上浸水3棟、床下浸水1棟	家屋全壊2棟、床上浸水2棟	住宅一部損壊1棟、国道橋損壊、町道・林道の流失		
4	水位状況	80～100cm/5min	30～40cm/10min	瞬時に発生	50～60cm/10min?	短時間に発生	短時間に発生	断続的に土石流も発生		
	発災地点 水位記録 (観測所名)	— —	30cm/10min (見市川:北海道)	— —	53cm/10min (白川;国土交通省)	— —	— —	—	原則として災害発生地点の近傍水位観測所とした	
5	降雨状況	発災地点の降雨の状況 ^{※1}	やや強い雨	やや強い雨	猛烈な雨	小雨	猛烈な雨	非常に激しい雨	猛烈な雨	降雨階級は気象庁に準じた ^{※1}
	降雨分布の状況 ^{※2}		短時間豪雨	局所的短時間豪雨 (源流部)	短時間豪雨	局所的豪雨	豪雨	豪雨	豪雨	発災地点上流域を対象とした流域における降雨分布とした ^{※2}
	(参考値)	地上観測雨量	10分最大雨量(mm/10min)	6	15.5	24	—	18	22	
		時間最大雨量(mm/h)	7	23	120	8	85	67	107	
		24時間最大雨量(mm/24h)	—	45	286	69	295	330	347	
		(観測所名)	(当山:沖縄県)	(熊石:気象庁)	(立目:佐賀県)	(真船:国土交通省)	(大金峰:気象庁)	(緑川ダム:国土交通省)	(佐多:気象庁)	原則として災害発生地点上流側での近傍雨量観測所とした
		レーダー雨量	時間最大雨量(mm/h)	50～70	50～100	100以上	60～80	—	100以上	流域内において最大雨量を示すメッシュの値を採用した
6	実績ピーク流量(m ³ /s) ^{※3}	40	33 [※]	50	83～117	—	—	—		
	(粗度係数)	0.030	—	—	0.035	—	—	—		
7	推算ピーク流量(m ³ /s) ^{※4}	38	39	16	101	—	—	—	原則として合理式による ^{※4}	
	(洪水到達時間内平均雨量強度)(mm/h) ^{※5}	28	3.0	120	9.6	—	—	—	原則としてレーダー解析雨量を採用した	
	(流出係数) ^{※6}	0.78	0.75	0.85	0.85	—	—	—	「国土交通省河川砂防技術基準」に準じた	
	※流出解析の適合性	○	○	×	○	—	—	—	実績ピーク流量と推算ピーク流量の比較	
8	(参考値)	流路延長(km)	—	18	1.7	18	6.0	1.9	1.9	
	洪水到達時間(min) ^{※7}	15	150	20	180	—	—	—		
9	(参考値) ^{※8} 警報(大雨)	1時間雨量(mm)	60	40 RT60	60 RT100	50 RT100	60 RT110	60 RT110	50	
		3時間雨量(mm)	90	60	110	80 RT100	120	120	100	
		24時間雨量(mm)	200	150	200	180	250	250	200	
	警報(洪水)	1時間雨量(mm)	60	—	60 RT100	50 RT100	60 RT110	60 RT110	50	
		3時間雨量(mm)	90	60	110	80 RT100	120	120	100	
		24時間雨量(mm)	200	150	200	180	250	250	200	
	注意報(大雨)	1時間雨量(mm)	40	25	40	30	40	40	30	
		3時間雨量(mm)	60	40	70	50	60	60	60	
		24時間雨量(mm)	110	80	130	100	120	120	100	
	注意報(洪水)	1時間雨量(mm)	40	—	40	30	40	40	30	
		3時間雨量(mm)	60	—	70	50 RT60	60	60	60	
		24時間雨量(mm)	110	80	130	100 RT60	120	120	100	
10	(参考値)	比流量(m ³ /s/km ²)	6.35	—	71	1.87～2.63	—	—	—	原則として、“実績ピーク流量/発災地点上流側流域面積”とした

(補足事項)

※1 降雨階級は次の通りとした。降雨なし:0mm、小雨:0～10mm、やや強い雨:10～20mm、強い雨:20～30mm、激しい雨:30～50mm、非常に激しい雨:50～80mm、猛烈な雨:80mm以上 (1時間雨量)

※2 降雨分布の状況は、災害発生地点上流域の流域に対する降雨分布の状況とし、次の通りとした。局所的短時間豪雨:源流域などに局所的に強い降雨域があり、強い降雨の継続時間が1～2時間のもの、局所的豪雨:源流域などに局所的に強い降雨域があり、強い降雨の継続時間が3時間以上のもの、短時間豪雨:流域全体に1～2時間の強い降雨域があるもの、豪雨:流域全体に強い降雨域があり、降雨の継続時間が3時間以上のもの、長時間豪雨:短時間の強い降雨がなく、流域全体に長時間にわたって降雨が継続したものの

※3 実績ピーク流量は、原則として痕跡水位から算定した。また、発災地点近傍に水位観測所が存在する場合には、当該地点の水位観測所のH-Q式より算定した。

※4 推算ピーク流量の算定は、合理式法によるものとした。ただし、土石流として扱うことが適切であると考えられる事例については、「土石流対策技術指針(案)」に準じるものとした。

※5 洪水到達時間内の平均雨量強度は、レーダー解析雨量によるものとし、実績ピーク流量の算定地点上流域を対象とした。このため、源流部などの局所的豪雨の場合、流域平均降雨がかなり小さい値になる場合がある。

※6 流出係数は、「国土交通省河川砂防技術基準」に準じて、流域状況、降雨状況(先行降雨の状況等)を考慮して設定した。

※7 洪水到達時間は、角谷らの洪水到達時間推定法の概念を基にした。なお、水位計が複数設置されている河川においては、洪水波形より洪水流下時間のチェックを行った。

※8 RT は総雨量を示す。たとえば、“30 RT70”は、“30mm以上かつ総雨量70mm以上”を意味する。

表5.2.3 国内事例における算定結果の一覧（その3）

		Case15	Case16	Case17	Case18	Case19	Case20	Case21	備 考		
河川名		芝原川	藤木川	日之影川	網ノ瀬川	湯の坪川	岳本川	屋堂羅川			
都道府県名		鹿児島県	京都府	宮崎県	宮崎県	大分県	大分県	鳥取県			
市町村名		南大隅町	木津川市	日之影町	日之影町	由布市	由布市	若桜町			
1	生起年月日	2007.07.11	2007.07.26	2007.08.02	2007.08.02	2007.08.02	2007.08.02	2007.08.22			
	発災時刻	不明(降雨後の発生)	14:30頃	18:00頃	16:30～17:30	19:30～20:00	19:30頃	19:30～20:00			
2	流域面積	0.9	1.9	—	—	2.3	0.8	5.7			
	流域面積 (km ²)	0.9	1.9	—	—	2.3	0.8	5.7			
	発災地点上流側流域面積 (km ²)	0.6	1.7	121	39	2.0	0.8	4.5			
河床勾配	平均河床勾配	1/4.8 (11.8°)	1/30 (1.9°)	1/30 (1.9°)	1/7.1 (8.0°)	1/2.4 (22.6°)	1/2.9 (19°)	1/6 (9.4°)	評価地点(災害発生地点など)から流域最遠点までの勾配		
	発災地点平均河床勾配	1/25 (2.3°)	1/110 (0.52°)	1/114 (0.5°)	1/15.8 (3.6°)	1/20 (2.9°)	1/21 (2.7°)	1/30 (1.9°)	災害発生地点の平均河床勾配		
3	被害概況	家屋半壊1棟	2名が流される うち1名死亡	床上浸水3棟、床下浸水6棟	住宅全壊1棟、床下浸水2棟	家屋半壊1棟、一部損壊1棟、床上浸水15棟、床下浸水15棟	床上浸水8棟、床下浸水14棟	家屋一部損壊1棟、床上浸水2棟、床下浸水6棟、倉庫半壊2棟			
4	水位状況	発災地点	瞬時に発生?	180～200cm/5min?	短時間に発生	短時間に発生	瞬時に発生	短時間に発生	—		
	水位記録	(観測所名)	—	—	—	—	—	—	原則として災害発生地点の近傍水位観測所とした		
5	降雨状況	発災地点の降雨の状況 ^{※1}	—	やや強い雨	非常に激しい雨	非常に激しい雨	猛烈な雨	猛烈な雨	降雨階級は気象庁に準じた ^{※1}		
	降雨分布の状況 ^{※2}	(気象概況)	—	短時間豪雨	豪雨	豪雨	豪雨	豪雨	発災地点上流域を対象とした流域における降雨分布とした ^{※2}		
	(参考値)	地上観測雨量	10分最大雨量(mm/10min)	22	—	18	18	—	—		
	時間最大雨量(mm/h)	107	—	91	113	85	85	86			
	24時間最大雨量(mm/24h)	347	—	508	449	451	451	207			
	(観測所名)	(佐多:気象庁)	—	(見立:気象庁)	(上鹿川:国土交通省)	(湯布院:国土交通省)	(湯布院:国土交通省)	(若桜:国土交通省)	原則として災害発生地点上流側での近傍雨量観測所とした		
	レーダー雨量	時間最大雨量(mm/h)	50～100	60～70	—	—	—	—	100以上	100以上	80～100
6	実績ピーク流量(m ³ /s) ^{※3}	34	15～22	—	—	—	—	37～50			
	(粗度係数)	0.040	—	—	—	—	—	0.040～0.045			
7	推算ピーク流量(m ³ /s) ^{※4}	23	19	—	—	—	—	47	原則として合理式による ^{※4}		
	(洪水到達時間内平均雨量強度)(mm/h) ^{※5}	83.1 [*]	49.3	—	—	—	—	53.5	原則としてレーダー解析雨量を採用した		
	(流出係数) ^{※6}	0.85	0.80	—	—	—	—	0.70	「国土交通省河川砂防技術基準」に準じた		
※流出解析の適合性	×	○	—	—	—	—	○	実績ピーク流量と推算ピーク流量の比較			
8	(参考値)	流路延長(km)	1.4	2.4	30	7.6	2.2	3.1	5.0		
	洪水到達時間(min) ^{※7}	—	20	—	—	—	—	—	80		
9	(参考値) ^{※8} 警報(大雨)	1時間雨量(mm)	50	50 RT100	60	60	50 RT250	50 RT250	40 RT90		
	3時間雨量(mm)	100	100	100	100	80 RT250	80 RT250	70			
	24時間雨量(mm)	200	160	200	200	200 RT300	200 RT300	150			
	警報(洪水)	1時間雨量(mm)	50	50 RT100	60	60	50 RT250	50 RT250	40 RT90		
	3時間雨量(mm)	100	100	100	100	80 RT250	80 RT250	70			
	24時間雨量(mm)	200	160	200	200	200 RT300	200 RT300	150			
	注意報(大雨)	1時間雨量(mm)	30	20 RT60	30	30	30	30	25 RT70		
	3時間雨量(mm)	60	60	60	60	50	50	50			
	24時間雨量(mm)	100	100	100	100	150	150	80			
	注意報(洪水)	1時間雨量(mm)	30	20 RT60	30	30	30 RT80	30 RT80	25 RT70		
	3時間雨量(mm)	60	60	60	60	50 RT80	50 RT80	50			
	24時間雨量(mm)	100	100	100	100	200	200	80			
10	(参考値)	比流量(m ³ /s/km ²)	58	8.88～13.0	—	—	—	7.5～11.2	原則として、“実績ピーク流量/発災地点上流側流域面積”とした		

(補足事項)

※1 降雨階級は次の通りとした。降雨なし:0mm、小雨:0～10mm、やや強い雨:10～20mm、強い雨:20～30mm、激しい雨:30～50mm、非常に激しい雨:50～80mm、猛烈な雨:80mm以上（1時間雨量）

※2 降雨分布の状況は、災害発生地点上流域の流域に対する降雨分布の状況とし、次の通りとした。局所的短時間豪雨:源流域などに局所的に強い降雨域があり、強い降雨の継続時間が1～2時間のもの、局所的豪雨:源流域などに局所的に強い降雨域があり、強い降雨の継続時間が3時間以上のもの、短時間豪雨:流域全体に1～2時間の強い降雨域があるもの、豪雨:流域全体に強い降雨域があり、降雨の継続時間が3時間以上のもの、長時間豪雨:短時間の強い降雨がなく、流域全体に長時間にわたって降雨が継続したものの

※3 実績ピーク流量は、原則として痕跡水位から算定した。また、発災地点近傍に水位観測所が存在する場合には、当該地点の水位観測所のH-Q式より算定した。

※4 推算ピーク流量の算定は、合理式法によるものとした。ただし、土石流として扱うことが適切であると考えられる事例については、「土石流対策技術指針(案)」に準じるものとした。

※5 洪水到達時間内の平均雨量強度は、レーダー解析雨量によるものとし、実績ピーク流量の算定地点上流域を対象とした。このため、源流部などの局所的豪雨の場合、流域平均降雨がかなり小さい値になる場合がある。

※6 流出係数は、「国土交通省河川砂防技術基準」に準じて、流域状況、降雨状況(先行降雨の状況等)を考慮して設定した。

※7 洪水到達時間は、角谷らの洪水到達時間推定法の概念を基にした。なお、水位計が複数設置されている河川においては、洪水波形より洪水流下時間のチェックを行った。

※8 RT は総雨量を示す。たとえば、“30 RT70”は、“30mm以上かつ総雨量70mm以上”を意味する。

表5.2.4 国内事例における算定結果の一覧（その4）

		Case22	Case23	Case24	Case25	Case26	Case27	Case28	備 考	
河川名		角谷川	油井川	那久川	八尾川	中村川	都万川	重栖川		
都道府県名		鳥取県	鳥根県	鳥根県	鳥根県	鳥根県	鳥根県	鳥根県		
市町村名		若桜町	隠岐の島町	隠岐の島町	隠岐の島町	隠岐の島町	隠岐の島町	隠岐の島町		
1	生起年月日	2007.08.22	2007.08.31	2007.08.31	2007.08.31	2007.08.31	2007.08.31	2007.08.31		
	発災時刻	19:30～20:00	1:30頃	1:30頃	1:40～2:00	1:40～2:00	1:30～2:00	1:30頃		
2	流域面積	5.3	4.8	7.6	42.9	12.1	10.3	23.8		
	流域面積 (km ²)	5.0	—	—	—	—	—	—		
	発災地点上流側流域面積 (km ²)	—	—	—	—	—	—	—		
河床勾配	平均河床勾配	1/6.2 (9.2°)	1/10 (5.7°)	1/12 (4.6°)	1/18 (3.2°)	1/19 (3.0°)	1/11 (5.2°)	1/21 (2.7°)	評価地点(災害発生地点など)から流域最遠点までの勾配	
	発災地点平均河床勾配	1/32 (1.8°)	1/40 (1.4°)	1/30～1/60	1/520 (0.11°)	1/185 (0.31°)	1/225 (0.26°)	1/190 (0.3°)		災害発生地点の平均河床勾配
3	被害概況	床上浸水1棟、床下浸水7棟、倉庫全壊1棟	床上浸水4棟、床下浸水2棟	床上浸水4棟、床下浸水12棟	床上浸水44棟、床下浸水22棟	床下浸水24棟	床上浸水2棟、床下浸水2棟	床上浸水5棟、床下浸水2棟		
4	水位状況	—	短時間に発生	短時間に発生	短時間に発生	短時間に発生	短時間に発生	短時間に発生	原則として災害発生地点の近傍水位観測所とした	
	水位記録	—	—	—	214cm/30min (八尾:鳥根県)	75cm/30min (新堤橋:鳥根県)	160cm/30min (都万川:鳥根県)	76cm/30min (五箇大橋:鳥根県)		
5	降雨状況	発災地点の降雨の状況 ^{※1}	猛烈な雨	猛烈な雨	猛烈な雨	猛烈な雨	猛烈な雨	猛烈な雨	降雨階級は気象庁に準じた ^{※1}	
	降雨分布の状況 ^{※2}	(気象概況)	豪雨	短時間豪雨	短時間豪雨	短時間豪雨	短時間豪雨	短時間豪雨	発災地点上流域を対象とした流域における降雨分布とした ^{※2}	
	(参考値)	地上観測雨量	成層不安定・局地的な豪雨	停滞前線・局地的豪雨	停滞前線・局地的豪雨	停滞前線・局地的豪雨	停滞前線・局地的豪雨	停滞前線・局地的豪雨	停滞前線・局地的豪雨	
	10分最大雨量(mm/10min)	—	36	36	32	24	36	23		
	時間最大雨量(mm/h)	—	86	87	87	109	87	82		
	24時間最大雨量(mm/24h)	—	207	224	224	242	224	189		
	(観測所名)	—	(若桜:国土交通省)	(那久:鳥根県)	(那久:鳥根県)	(銚子ダム:鳥根県)	(中村:鳥根県)	(那久:鳥根県)	(五箇:鳥根県)	原則として災害発生地点上流側での近傍雨量観測所とした
レーダー雨量	時間最大雨量(mm/h)	80～100	—	—	—	—	—	—	流域内において最大雨量を示すメッシュの値を採用した	
6	実績ピーク流量(m ³ /s) ^{※3}	42～80	—	—	544	160	85	158		
	(粗度係数)	0.020～0.030	—	—	—	—	—	—		
7	推算ピーク流量(m ³ /s) ^{※4}	66	104	153	596 ^{※9}	202	181	162	原則として合理式による ^{※4}	
	(洪水到達時間内平均雨量強度)(mm/h) ^{※5}	68.3	103.5	96.8	93.7	80.1	90.5	80.1	原則としてレーダー解析雨量を採用した	
	(流出係数) ^{※6}	0.70	0.75	0.75	0.70	0.75	0.70	0.75	「国土交通省河川砂防技術基準」に準じた	
	※流出解析の適合性	○	—	—	—	—	—	—	実績ピーク流量と推算ピーク流量の比較	
8	(参考値)	流路延長(km)	4.5	4.7	6.5	10	7.7	5.2	4.8	
	洪水到達時間(min) ^{※7}	60	40	50	80	60	60	60		
9	(参考値) ^{※8} 警報(大雨)	1時間雨量(mm)	40 RT90	40 RT100	40 RT100	40 RT100	40 RT100	40 RT100	40 RT100	
	3時間雨量(mm)	70	60 RT100	60 RT100	60 RT100	60 RT100	60 RT100	60 RT100		
	24時間雨量(mm)	150	150	150	150	150	150	150		
	警報(洪水)	1時間雨量(mm)	40 RT90	40 RT100	40 RT100	40 RT100	40 RT100	40 RT100	40 RT100	
	3時間雨量(mm)	70	60 RT100	60 RT100	60 RT100	60 RT100	60 RT100	60 RT100		
	24時間雨量(mm)	150	150	150	150	150	150	150		
	注意報(大雨)	1時間雨量(mm)	25 RT70	20 RT50	20 RT50	20 RT50	20 RT50	20 RT50	20 RT50	
	3時間雨量(mm)	50	30 RT50	30 RT50	30 RT50	30 RT50	30 RT50	30 RT50		
	24時間雨量(mm)	80	70	70	70	70	70	70		
	注意報(洪水)	1時間雨量(mm)	25 RT70	30 RT70	30 RT70	30 RT70	30 RT70	30 RT70	30 RT70	
	3時間雨量(mm)	50	50 RT70	50 RT70	50 RT70	50 RT70	50 RT70	50 RT70	50 RT70	
	24時間雨量(mm)	80	120	120	120	120	120	120		
10	(参考値)	比流量(m ³ /s/km ²)	7.2～15.9	8.86	20.1	—	13.2	8.3	6.6	原則として、“実績ピーク流量/発災地点上流側流域面積”とした

(補足事項)

※1 降雨階級は次の通りとした。降雨なし:0mm、小雨:0～10mm、やや強い雨:10～20mm、強い雨:20～30mm、激しい雨:30～50mm、非常に激しい雨:50～80mm、猛烈な雨:80mm以上 (1時間雨量)

※2 降雨分布の状況は、災害発生地点上流域の流域に対する降雨分布の状況とし、次の通りとした。局所的短時間豪雨:源流域などに局所的に強い降雨域があり、強い降雨の継続時間が1～2時間のもの、局所的豪雨:源流域などに局所的に強い降雨域があり、強い降雨の継続時間が3時間以上のもの、短時間豪雨:流域全体に1～2時間の強い降雨域があるもの、豪雨:流域全体に強い降雨域があり、降雨の継続時間が3時間以上のもの、長時間豪雨:短時間の強い降雨がなく、流域全体に長時間にわたって降雨が継続したものの

※3 実績ピーク流量は、原則として痕跡水位から算定した。また、発災地点近傍に水位観測所が存在する場合には、当該地点の水位観測所のH-Q式より算定した。

※4 推算ピーク流量の算定は、合理式法によるものとした。ただし、土石流として扱うことが適切であるとされる事例については、「土石流対策技術指針(案)」に準じるものとした。

※5 洪水到達時間内の平均雨量強度は、レーダー解析雨量によるものとし、実績ピーク流量の算定地点上流域を対象とした。このため、源流部などの局所的豪雨の場合、流域平均降雨がかなり小さい値になる場合がある。

※6 流出係数は、「国土交通省河川砂防技術基準」に準じて、流域状況、降雨状況(先行降雨の状況等)を考慮して設定した。

※7 洪水到達時間は、角谷らの洪水到達時間推定法の概念を基にした。なお、水位計が複数設置されている河川においては、洪水波形より洪水流下時間のチェックを行った。

※8 RT は総雨量を示す。たとえば、“30 RT70”は、“30mm以上かつ総雨量70mm以上”を意味する。

※9 鳥根県資料に基づき、洪水ピーク時におけるダムカット量(185m³/s)を差し引いた値とした。

表5.2.5 国内事例における算定結果の一覧（その5）

		Case29	Case30							備考	
河川名		呑川	都賀川								
都道府県名		東京都	兵庫県								
市町村名		東京都	神戸市								
1	生起年月日	2008.07.08	2008.07.28								
	発災時刻	10:40頃	14:40頃								
2	流域面積	18.6	8.9								
	流域面積 (km ²)	18.6	8.9								
	発災地点上流側流域面積 (km ²)	17.7	8.6								
	河床勾配	1/200 (0.3°)	1/8.5 (6.7°)							評価地点(災害発生地点など)から流域最遠点までの勾配	
	平均河床勾配	1/330 (0.17°)	1/30 (1.9°)							災害発生地点の平均河床勾配	
3	被害概況	3名が遭遇 うち1名が流され死亡	57名が遭遇。10名が流される。 うち5名死亡								
4	水位状況	70～100cm/15min	50～100cm/2min								
	発災地点 水位記録 (観測所名)	167cm/30min (池上:東京都)	137cm/10min (甲橋:兵庫県)							原則として災害発生地点の近傍水位観測所とした	
5	降雨状況	発災地点の降雨の状況 ^{※1}	小雨							降雨階級は気象庁に準じた ^{※1}	
	降雨分布の状況 ^{※2}	局所的短時間豪雨 (上流部)	激しい雨							発災地点上流域を対象とした流域における降雨分布とした ^{※2}	
	(気象概況)	強雨	成層不安定・局地的な大雨								
	(参考値)	地上観測雨量	10分最大雨量(mm/10min)	7	17						
		時間最大雨量(mm/h)	21	38							
		24時間最大雨量(mm/24h)	49	49							
	(観測所名)	(九品仏川:東京都)	(永峰:国土交通省)							原則として災害発生地点上流側での近傍雨量観測所とした	
	レーダー雨量	時間最大雨量(mm/h)	50～100	100以上						流域内において最大雨量を示すメッシュの値を採用した	
6	実績ピーク流量(m ³ /s) ^{※3}	48	93								
	(粗度係数)	0.020	—								
7	推算ピーク流量(m ³ /s) ^{※4}	45	92							原則として合理式による ^{※4}	
	(洪水到達時間内平均雨量強度)(mm/h) ^{※5}	10.2	47.9							原則としてレーダー解析雨量を採用した	
	(流出係数) ^{※6}	0.90	0.80							「国土交通省河川砂防技術基準」に準じた	
	※流出解析の適合性	○	○							実績ピーク流量と推算ピーク流量の比較	
8	(参考値)	流路延長(km)	6.0	5.0							
	洪水到達時間(min) ^{※7}	90	25								
9	(参考値) ^{※8}	警報(大雨)	1時間雨量(mm)	60	60						
		3時間雨量(mm)									
		24時間雨量(mm)									
		警報(洪水)	1時間雨量(mm)	60	60						
		3時間雨量(mm)									
		24時間雨量(mm)									
		注意報(大雨)	1時間雨量(mm)	30	30						
		3時間雨量(mm)	70	70							
		24時間雨量(mm)									
		注意報(洪水)	1時間雨量(mm)	30	30						
	3時間雨量(mm)	70	70								
	24時間雨量(mm)										
10	(参考値)	比流量(m ³ /s/km ²)	2.6	10.4						原則として、“実績ピーク流量/発災地点上流側流域面積”とした	

(補足事項)

※1 降雨階級は次の通りとした。降雨なし:0mm、小雨:0～10mm、やや強い雨:10～20mm、強い雨:20～30mm、激しい雨:30～50mm、非常に激しい雨:50～80mm、猛烈な雨:80mm以上 (1時間雨量)

※2 降雨分布の状況は、災害発生地点上流域の流域に対する降雨分布の状況とし、次の通りとした。局所的短時間豪雨:源流域などに局所的に強い降雨域があり、強い降雨の継続時間が1～2時間のもの、局所的豪雨:源流域などに局所的に強い降雨域があり、強い降雨の継続時間が3時間以上のもの、短時間豪雨:流域全体に1～2時間の強い降雨域があるもの、豪雨:流域全体に強い降雨域があり、降雨の継続時間が3時間以上のもの、長時間豪雨:短時間の強い降雨がなく、流域全体に長時間にわたって降雨が継続したもの

※3 実績ピーク流量は、原則として痕跡水位から算定した。また、発災地点近傍に水位観測所が存在する場合には、当該地点の水位観測所のH-Q式より算定した。

※4 推算ピーク流量の算定は、合理式法によるものとした。ただし、土石流として扱うことが適切であると考えられる事例については、「土石流対策技術指針(案)」に準じるものとした。

※5 洪水到達時間内の平均雨量強度は、レーダー解析雨量によるものとし、実績ピーク流量の算定地点上流域を対象とした。このため、源流部などの局所的豪雨の場合、流域平均降雨がかなり小さい値になる場合がある。

※6 流出係数は、「国土交通省河川砂防技術基準」に準じて、流域状況、降雨状況(先行降雨の状況等)を考慮して設定した。

※7 洪水到達時間は、角谷らの洪水到達時間推定法の概念を基にした。なお、水位計が複数設置されている河川においては、洪水波形より洪水流下時間のチェックを行った。

※8 RT は総雨量を示す。たとえば、“30 RT70”は、“30mm以上かつ総雨量70mm以上”を意味する。

参考文献

- ※ 国土地理院, 「1/25,000 地形図」
- ※ 国土交通省, 「川の防災情報」
- ※ 財団法人河川情報センター, 「FRICS 川の防災情報ネット (レーダー雨量概況図)」

1 章

- ※ 水山高久, 「鉄砲水の発生、流下機構に関する研究 研究成果報告書」平成 9 年 3 月
- ※ ICIMOD (2007), “Flash Floods in the Himalayas”
- ※ 独立行政法人土木研究所, 「鉄砲水 (flash flood) の流出機構の研究」平成 20 年 3 月

2 章

2.1 節

- ※ 白銀雄, 「谷川岳湯檜曾川の鉄砲水による水難事故」, 河川 2000-10 月号
- ※ 小葉竹重機・清水義彦, 「谷川岳の鉄砲水について」, 土木学会誌 Vol.86, jan2001
- ※ 仲野公章・山越隆雄・笹原克夫・長井義樹・城ヶ崎正人・吉柳岳志・池谷浩・三木洋一, 「2000 年 8 月 6 日に谷川岳・湯檜曾川で発生した出水について (速報)」, 砂防学会誌 第 53 巻第 5 号 (通巻 232 号) 2001 年 1 月
- ※ 独立行政法人土木研究所, 「鉄砲水 (flash flood) の流出機構の研究」平成 20 年 3 月

2.2 節

- ※ 平松晋也・水野秀明・池田暁彦・加藤誠章, 「2006 年 7 月豪雨による土砂災害-長野県岡谷市で発生した土砂災害-」, 砂防学会誌 第 59 巻 第 3 号(通巻 266 号)2006 年 9 月
- ※ 寺田秀樹・田方智, 「長野県岡谷市で発生した土石流災害の状況」, 土木技術資料 48-10 (2006)
- ※ 小田晃・栗原淳一・桜井亘・長谷川祐治, 「平成 18 年 7 月豪雨による長野県岡谷市志平沢川の土石流現地調査報告」, 建設技術研究所所報 (2006)
- ※ 岡谷市, 「1/5,000 岡谷市全図」平成 14 年 10 月
- ※ 長野県諏訪建設事務所, 「釜口水門雨量観測所: 観測雨量データ」
- ※ 独立行政法人土木研究所, 「鉄砲水 (flash flood) の流出機構の研究」平成 20 年 3 月
- ※ 国土交通省, 「土石流対策技術指針 (案)」平成 19 年 3 月

2.3 節

- ※ 神奈川県河川課, 「8 月 17 日酒匂川増水に伴う水難事故について」
- ※ 神奈川県松田土木事務所, 「平山水位観測所データ」
- ※ 国土交通省河川局河川環境課流水管理室, 「河川局連絡事項/報道「酒匂川の増水に伴う事故」について」平成 18 年 8 月 18 日

2.4 節

- ※ 国土交通省東北地方整備局河川部地域河川課, 「富並川で発生した水難事故について」, 個性の台地 第 20 号 (平成 18 年 10 月)
- ※ 栗原淳一・桜井亘・武澤永純・田方智・鈴木隆司・盛伸行, 「2006 年に発生した鉄砲水災害の発生原因について-佐賀県伊万里市、山形県富並川の事例-」, 砂防学会誌 第 60 巻 第 2 号 (通巻 271 号) 2007 年 7 月

※ 山形県河川砂防課,「急激な水位上昇が予想される河川(上位50河川)(案)」

※ 山形県村山総合支庁,「深沢水位観測所データ」

2.5 節

※ 国土交通省三重河川国道事務所,「田引水位観測所データ」,「両郡水位観測所データ」,「榎田頭首工水位観測所データ」

2.6 節

※ 気象台,「熊石雨量観測所データ」

※ 財)気象業務支援センター,「アメダス・レーダー解析雨量」

※ 北海道函館土木現業所,「見市川水位観測所データ」

2.7 節

※ 栗原淳一・桜井亘・武澤永純・田方智・鈴木隆司・盛伸行,「2006年に発生した鉄砲水災害の発生原因について-佐賀県伊万里市、山形県富並川の事例-」,砂防学会誌 第60巻 第2号(通巻271号) 2007年7月

※ 毎日新聞,平成18年9月16日

※ 朝日新聞,平成18年9月16日

※ 佐賀新聞,平成18年9月17日

※ 佐賀県伊万里土木事務所,「立目雨量観測所データ」

2.8 節

※ 気象庁,「えびの雨量観測所データ」

2.9 節

※ 沖縄県,「宇地泊川における男児水難事故について」平成18年9月11日

※ 沖縄県中部土木事務所,「平成18年度 宇地泊川調査解析業務委託 業務報告書」平成19年3月

※ 沖縄県中部土木事務所,「当山雨量観測所データ」

※ 沖縄タイムス,2006年9月11日,2006年9月11日12日

2.10 節

※ KFB福島放送,2007年6月9日

※ 国土交通省福島河川国道事務所,「白川水位観測所データ」

※ 福島県,「白川水位観測所データ」,「堀川橋水位観測所データ」

2.11 節

※ 毎日新聞,平成19年7月7日

※ 熊本県,「平成19年美里町梅雨前線豪雨被害」

※ 国土交通省九州地方整備局,「緑川ダム雨量観測所データ」

※ 気象庁,「大金峰雨量観測所データ」

※ 福岡管区気象台,「災害時気象資料 平成19年7月6日から7日にかけての梅雨前線に伴う熊本県の大雨について」

2.12 節

※ 南日本新聞,2007年7月11日

※ 南大隅町,「広報 南大隅8月2007, No.29」

- ※ 国土交通省九州地方整備局,「被害状況撮影資料」2007年7月12日
- ※ 南大隅町,「1/5,000 地形図」
- ※ 気象庁,「佐多雨量観測所データ」、「田代雨量観測所データ」
- ※ 福岡管区气象台,「災害時気象資料 平成19年7月10日から11日にかけての梅雨前線に伴う九州・山口の大雨について」

2.13 節

- ※ 木津川市消防団,「木津川市消防団活動記録」
- ※ 京都新聞,平成20年7月26日
- ※ Google Earth
- ※ 財団法人河川情報センター,「レーダー・アメダス解析雨量データ」

2.14 節

- ※ 日之影町,「広報 ひのかげ 2007 No.59」
- ※ 宮崎日日新聞,平成20年8月2日、平成20年8月6日
- ※ 国土交通省九州地方整備局,「綱ノ瀬川被災状況写真」
- ※ 宮崎県西臼杵支庁,「日之影橋水位観測所データ」
- ※ 国土交通省宮崎河川国道事務所,「巳水位観測所データ」、「上鹿川雨量観測所データ」
- ※ 気象庁,「見立雨量観測所データ」
- ※ 福岡管区气象台,「災害時気象資料 平成19年台風5号による8月1日から3日にかけての宮崎県の大雨・暴風」

2.15 節

- ※ 大分県,「被害状況撮影資料」
- ※ 由布市,「1/5,000 森林基本図」
- ※ 大分県,「湯の坪川縦断測量データ」平成20年8月
- ※ 気象庁,「湯布院雨量観測所データ」
- ※ 国土交通省大分河川国道事務所,「湯布院雨量観測所データ」
- ※ 大分県大分土木事務所,「平雨量観測所データ」

2.16 節

- ※ 鳥取県,「被害状況撮影資料」
- ※ 国土交通省中国地方整備局,「被害状況撮影資料」
- ※ 国土交通省鳥取河川国道事務所,「若桜水位観測所データ」
- ※ 鳥取県八頭総合事務所,「徳丸水位観測所データ」

2.17 節

- ※ 独立行政法人土木研究所,「島根県隠岐地方で発生した土砂災害の現地調査報告」
- ※ 島根県砂防課,「災害関連緊急砂防事業箇所図」
- ※ 島根県河川課,「しまねの河川と海岸だより 平成19年9月号」
- ※ 隠岐の島町,「総合誌 隠岐の島 2007年10月 第36号」
- ※ 島根県隠岐支庁,「被害状況撮影資料」
- ※ 国土交通省,「水害レポート 2007」
- ※ 産業技術総合研究所地質調査総合センター,「20万分の1日本シームレス地質図」

※ 島根県壱岐支庁, 「都万川水位観測所データ」、「八尾川水位観測所データ」、「八田橋水位観測所データ」、「新堤橋水位観測所データ」、「清見橋水位観測所データ」、「五箇大橋水位観測所データ」、「美田水位観測所データ」

※ 島根県, 「都万川水系河川整備基本方針」平成 14 年 10 月

※ 島根県, 「八尾川水系河川整備基本方針」平成 17 年 7 月

※ 島根県, 「八尾川水系河川整備計画」平成 18 年 6 月

※ 島根県, 「中村川水系河川整備基本方針」平成 14 年 10 月

※ 島根県, 「久見川水系河川整備基本方針」平成 14 年 10 月

※ 島根県, 「重栖川水系河川整備基本方針」平成 16 年 6 月

※ 島根県, 「美田川水系河川整備基本方針」平成 11 年 10 月

3 章

※ ICIMOD (2007) , “Flash Floods in the Himalayas”

土木研究所資料
TECHNICAL NOTE of PWRI
No.4126 September 2009

編集・発行 ©独立行政法人土木研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは

独立行政法人土木研究所 企画部 業務課
〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6 電話029-879-6754