

6.29広島県土砂災害について

三宅美輝* 梶木敏仁** 菊井稔宏***

1. はじめに

平成11年6月29日の豪雨により広島県沿岸部を中心にがけ崩れ、土石流等が同時多発的に発生した。今回の土砂災害による被害は、死者24名、負傷者6名、建物被害全壊64戸、半壊74戸、被害総額約670億円（広島県全体）におよび、特に死者24名のうち13名は災害弱者（5歳未満、65歳以上）であった。

今回の土砂災害の特徴としては、平坦部が極めて乏しい広島市及び呉市特有の地形条件で、人口の増加に伴い崖の直下及び谷出口まで宅地が造成されていた箇所です。土砂災害が発生したことが挙げられる。本稿では6.29広島県土砂災害について述べるものである。

2. 6.29広島県土砂災害の概要

6.29広島県土砂災害の被害について、表-1に土砂災害種別ごとの死者・負傷者、家屋被害を示す。

今回の豪雨による死者は31名、行方不明者1名で、そのうち、土砂災害による死者は24名となっており、全体の約77%を占めている。さらに、5歳未満、65歳以上の災害弱者は13名であり、土砂災害による死者の半分以上を占めている。

広島県全体で約670億円の被害が報告されている。

過去の広島県における土砂災害の一つとしては昭

和63年7月の広島県北西部土石流災害が挙げられるが、その被害状況は死者14名、負傷者11名、全壊38棟、半壊20棟、公共土木施設被害389箇所、約72億円である。この土砂災害と比較しても、今回の災害がいかに大きかったかがわかる。

3. 地形状況

広島県の地形は、県西部の冠山山地及び県北部一帯の中国山地とによって構成される脊梁面、その南に標高400～600mの世羅台地を中心とする吉備高原面、海岸部の標高約100mから海底に続く緩斜平坦面である瀬戸内面の3段の侵食面からなる階段山地に区分されている。図-1（10頁）に広島県地形概要図を示す。

広島市は瀬戸内面に位置し、太田川や八幡川などによって形成された狭いデルタ平坦地からすぐに山地や丘陵地の斜面となるような地形特性を有しており、昭和40年代から人口の増加等によって、宅地開発が進んだ結果、崖の直下及び谷の出口まで宅地が造成された。

呉市も瀬戸内面に位置し、背後を山に囲まれたすり鉢状の地形となっており、平坦部が極めて乏しいにもかかわらず、軍港に指定されて以来人口が増加した結果、山を切り、谷を開き、河川の流れを変えながら急傾斜地に宅地が造成された。

今回の土砂災害発生箇所の地形的な特徴を整理すると、広島市周辺では小起伏山地につながる中起伏山地の東斜面で崩壊が多発しており、呉市周辺では中起伏山地と山麓地の境界部分である崖地形で崩壊が多発している。

表-1 災害種別ごとの死者・負傷者、家屋被害数

件名	件数	死者	負傷者	全壊	半壊
土石流等災害	139	13	5	49	62
がけ崩れ災害	186	11	9	15	12
小計	325	24	14	64	74
全体	-	31	54	154	101

(平成11年8月12日 広島県災害対策本部)

* 広島県土木建築部砂防課長

** (財)砂防・地すべり技術センター砂防部主任技師

*** (財)砂防・地すべり技術センター総合防災部
技術課長

4. 地質・土質状況

広島市及び呉市の大部分は中生代の花崗岩によって占められており、特に粗粒花崗岩である広島花崗岩類が広く分布しており、部分的に花崗斑岩や花崗閃緑岩及び閃緑岩もみられる。

粗粒花崗岩は特に黒雲母と斜長石が化学的風化を受け粘土鉱物に変質し、深部まで化学的変質が進行するといわゆる「マサ土」と呼ばれる砂質土に変化していく。これらマサ土は山地岩盤を覆い、その上に薄い表土がのっている。

広島市北部には、大田層群

表-2 土石流発生溪流における土質試験内容

試験箇所	試験内容
発生区域 崩壊源頭部、滑落崖	三軸圧縮試験 (CU)、透水試験 (変水位)、簡易貫入試験、密度試験、粒度試験、比重試験、含水比試験、液性限界・塑性限界試験
溪岸 溪岸崩壊地点付近	密度試験、粒度試験、比重試験、含水比試験、液性限界・塑性限界試験
流下区域 流下区域における堆積箇所	同上
堆積区域 氾濫堆積範囲における堆積箇所	同上

表-3 土石流発生溪流における土質試験実施箇所

	中倉川	安川左支川	古野川	堂ヶ原川支川
発生区域	No1-1 (花崗岩風化堆積物) No1-2 (風化土)	No2-1 (花崗岩風化堆積物)	No3-1 (花崗岩風化堆積物)	No4-1 (花崗岩風化堆積物) No4-2 (風化土)
溪岸	No1-3 (砂質土状)	-	No3-2 (砂質土状)	-
流下区域	No1-4 (礫混砂状)	No2-2 (砂状)	No3-3 (砂状) No3-4 (砂状)	No4-3 (砂状) No4-4 (砂状)
堆積区域	*No1-5 (砂礫状)	No2-3 (砂状)	No3-5 (砂状)	-

*No1-5は攪乱試料、他の試料は不攪乱試料

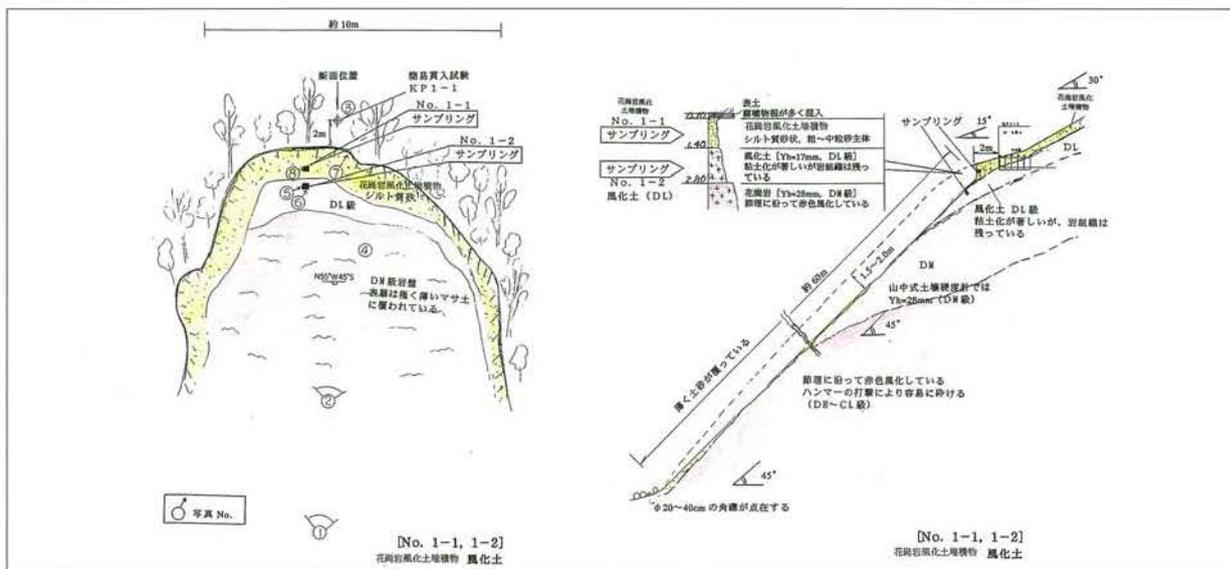


図-3 発生区域における模式断面図の一例 (中倉川)



写真-1 発生区域の状況 ② 滑落崖サンプリング



① 発生区域全景

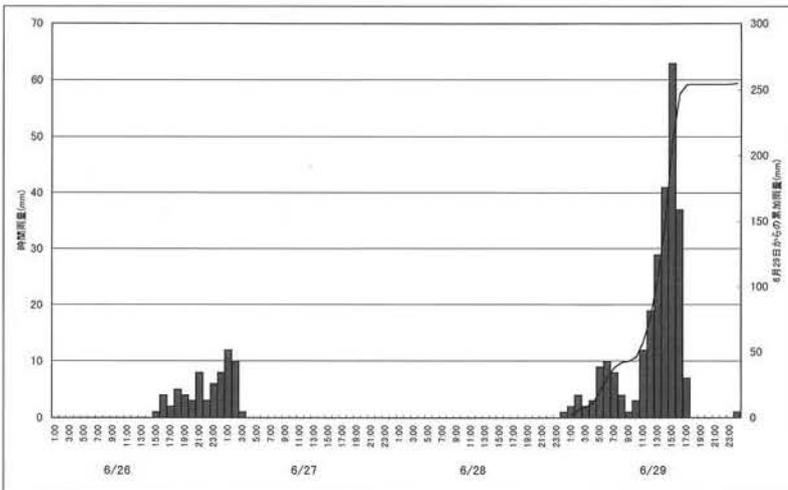


図-4 魚切ダム地点における6月26日～29日までのハイエトグラフ

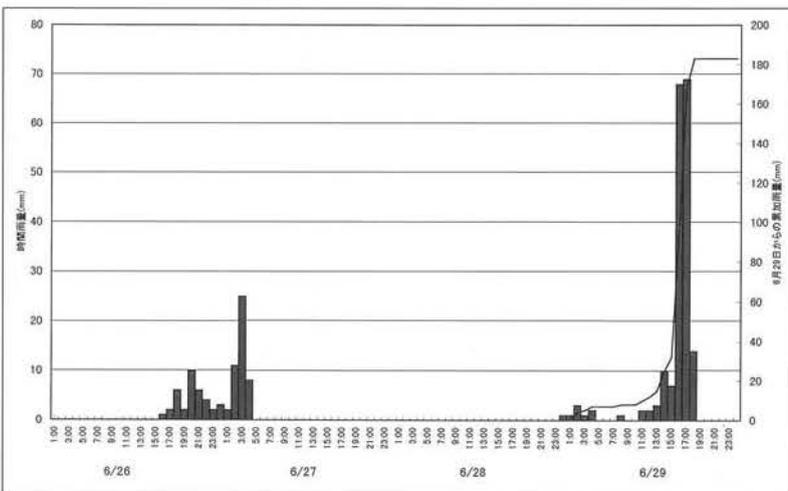


図-5 呉土木建築事務所における6月26日～29日までのハイエトグラフ

(古生層)もみられ、その岩質は粘板岩、砂岩などの堆積岩や、チャートが大部分を占めている。また、東部には高田流紋岩類・吉舎安山岩類がみられ、広島花崗岩類と接している。図-2 (10頁)には広島県地質図を示す。

土石流発生流域とがけ崩れの崩壊頭部から採取した不攪乱試料を用いて透水係数、圧密非排水三軸試験から求めた粘着力、内部摩擦角等の土質試験を行った。表-2、3 (11頁)にはそれぞれ土質試験内容、土質試験実施箇所を示し、図-3、写真-1 (11頁)には発生区域における模式断面図、発生区域の状況の一例として中倉川の場合を示す。

それぞれの試験結果については割愛するが、特徴的な事項としては、広島市周辺と呉市周辺では、粘着力及び内部摩擦角に大きな違いはなかったが、透水係数においては呉市の方が小さく、やや水を通し

にくいことであった。また、強風化土または風化土とその下位層との境界は広島市、呉市とも1～2m程度であった。

今回の崩壊発生箇所ではDL～DM級(極軟)の風化花崗岩(マサ土)が斜面上に多く残留していたため、降雨はこの層を通して浸透し、その土中に地下水位が形成されたと考えられる。

5. 降雨状況

今回の一連の降雨は、6月22日頃から梅雨前線の活動が活発となり、27日頃からは九州北部を中心に強い雨となって、次第に東へ移動した。6月28日までの降雨状況は、魚切ダムでは6月6～7日に総雨量65mmを記録し、その後8日ほど無降水日が続き、16～19日に総雨量34mm、23日21mm、24日66mm、25日7mm、26日44mm、27日23mm、28日1mmをそれぞれ記録している。6月1日から27日までの総雨量は316mmであり、土壌水分状態としては十分に湿潤な状態であったことが推定される。

図-4には魚切ダム地点における6月26日～29日のハイエトグラフを示す。魚切ダム地点では27日2時から3時の降雨(1mm)以降28日23時～29日0時の1mmを記録するまで雨は降らなかった。28日23時以降再び雨が降り始め、29日11時まででは最大1時間雨量12mm、総雨量59mmであった。29日12時以降は29mm(12～13時)、41mm(13～14時)、63mm(14～15時)、37mm(15～16時)を記録しており、急激に雨足が強まった。八幡川橋観測所(日本道路公団)では1時間雨量81mm(14～15時)を観測している。

呉観測所(気象庁)の6月1日から27日までの総雨量は334mmであった。図-5には呉土木建築事務所地点における6月26日～29日のハイエトグラフを示す。呉土木建築事務所地点では27日3時から4時の降雨(8mm)以降28日23時まで雨は降らなかった。28日23時以降再び雨が降り始め、29日15時まででは最大1時間雨量10mm、総雨量33mmであった。29日15

図-6 等雨量線図(1時間雨量)

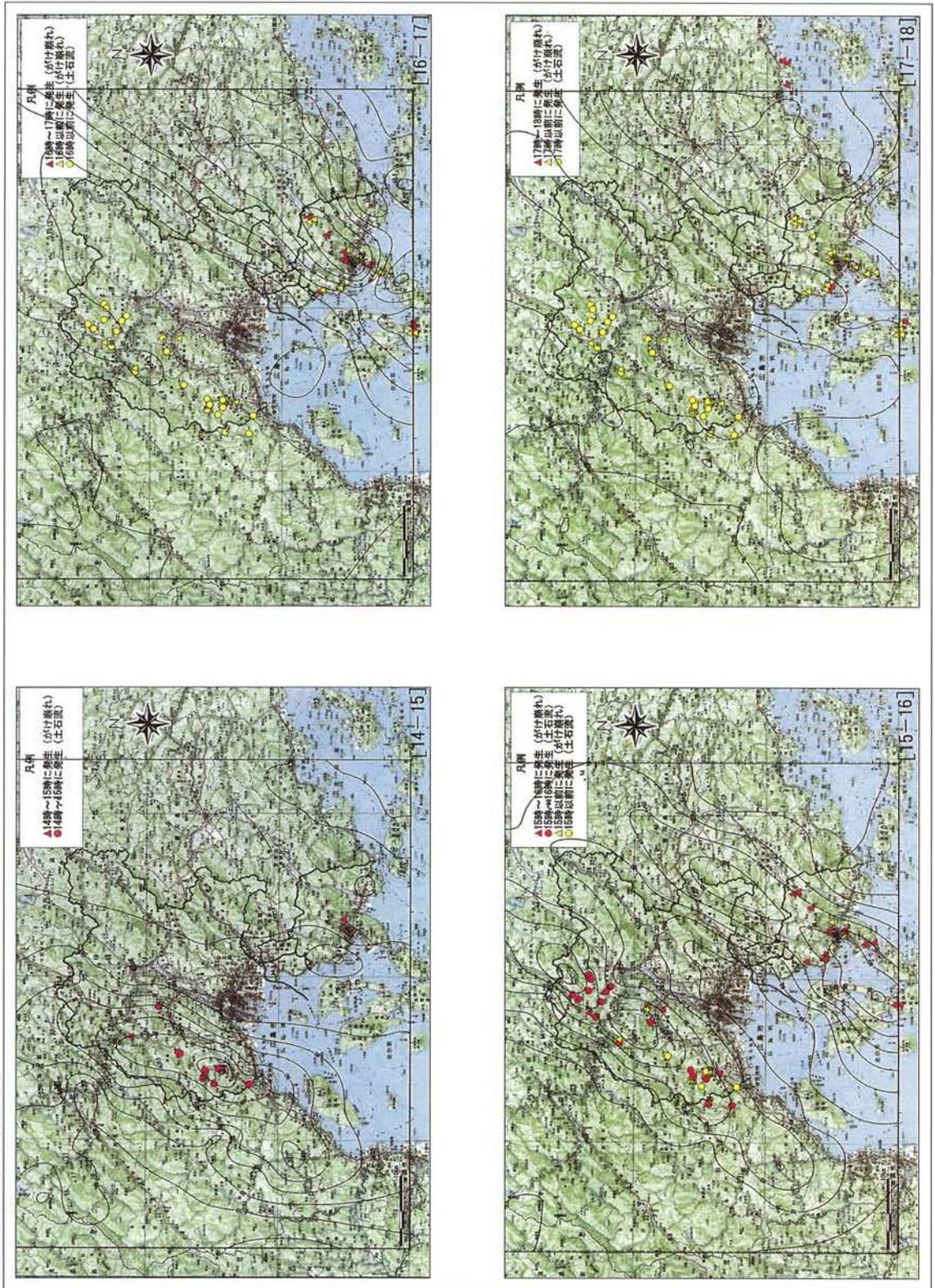


図7 等雨量線図(2時間雨量)

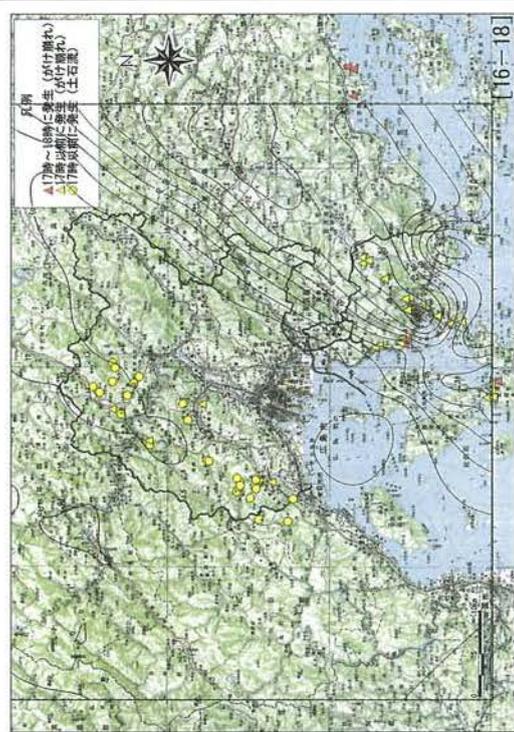
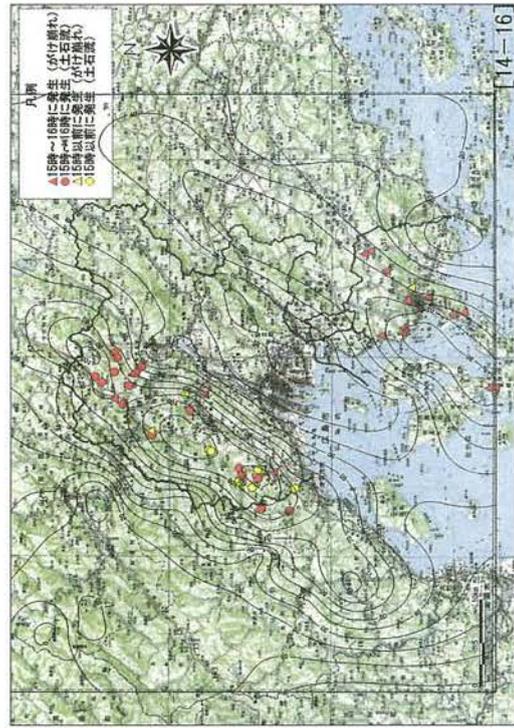
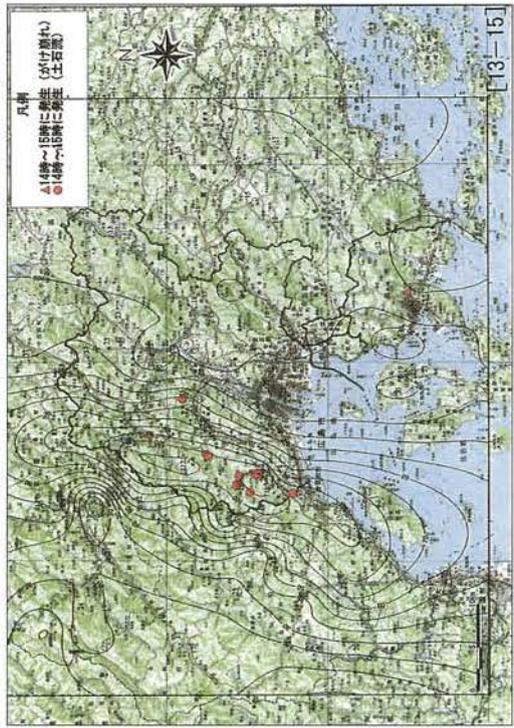
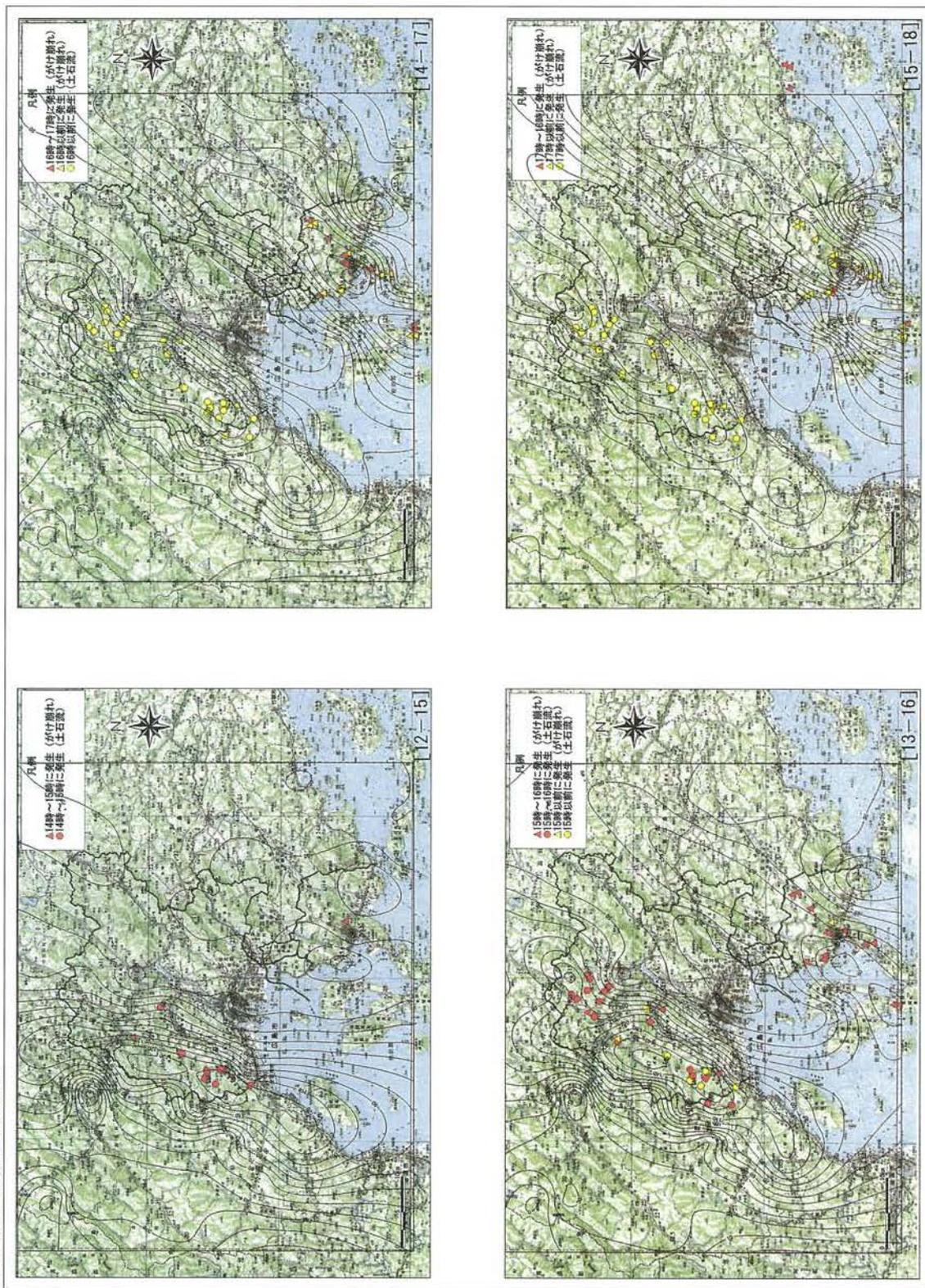


图-8 等雨量线图 (3時間雨量)



時以降は 68mm (15~16時)、69mm (16~17時) (歴代 2 位 (78年間))、14mm (17~18時) を記録しており、魚切ダム地点以上に、急激に雨足が強まった。

図-6~8 (13~15頁) には、それぞれ 1 時間、2 時間、3 時間の等雨線図を示す。1 時間雨量ごとの強雨域は、14~15時では佐伯区周辺で、15~16時では安佐北区周辺及び大柿町北部から呉市市街地付近で、16~17時は呉市市街地周辺で集中的な降雨を記録した。すなわち、広島市強雨域は広島市南西部から北部に移動し、消滅しており、呉市強雨域は大柿町北部から呉市に移動した。

今回の災害と雨量との関係を見ると、1 時間雨量では広島市で 30~80mm の間に集中しており、呉市で 40~70mm に集中している。2 時間雨量では広島市で 70~110mm に集中しており、呉市では 40~120mm の間に集中している。また、3 時間雨量に関しては、広島市、呉市共に目立つ集中はなくなる。

図-9、10にはそれぞれ瀬戸内ハイム地点・呉土木建築事務所における 6 月 29 日の 10 分間雨量を示す。これらを見ると、広島市瀬戸内ハイム周辺では 14 時 50 分頃を頂点としたほぼ正規分布の形を呈しているが、呉土木建築事務所周辺では 10 数 mm 前後の 10 分間雨量が 2 時間 (15~17時) 続いていた。

6. 土石流の発生・流下・堆積の状況

土石流 (土砂流) 等発生箇所は 139 溪流、がけ崩れ発生箇所は 186 箇所であり、これら土砂移動現象の発生時刻について、住民へヒアリングを行った。表-4、5 (17~18頁) には、それぞれヒアリングによる土石流発生時刻、がけ崩れ発生時刻を示す。このように、土石流、がけ崩れは同時多発的に発生している。

これらの土石流発生溪流に対して、27 溪流について現地調査を実施し、さらに 9 溪流について現地調査に加え、詳細な空中写真判読を行い、土石流の発

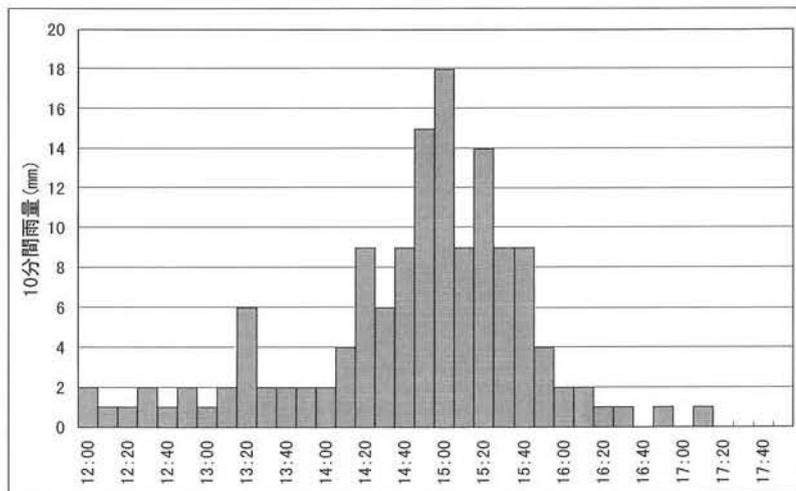


図-9 瀬戸内ハイムにおける6月29日の10分間雨量

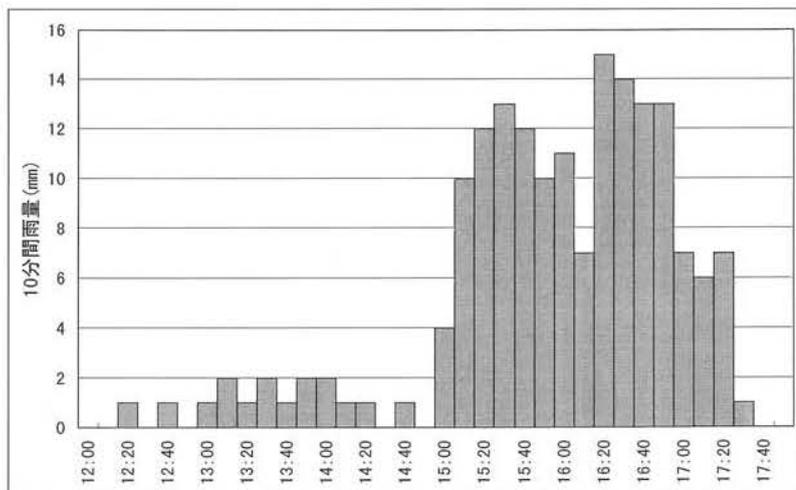


図-10 呉土木建築事務所における6月29日の10分間雨量

生・流下・堆積状況を平面図等に整理した。

図-11 (19頁) には一例として大毛寺川における土石流の発生・流下・堆積状況を示し、表-6 (20頁) には現地調査における各溪流の流出土砂の粒径、崩壊深を示す。

土石流発生溪流における山腹崩壊は、主に花崗岩の風化層の表層崩壊であり、崩壊深はいずれも 2 m 程度と小さい。中倉川や屋代川、荒谷川、下ヶ迫川支川では、流出土砂の中に 0.5~2 m の大きな礫が多数含まれている。土石流の流下に伴って、河床及び側岸が激しく侵食を受けている箇所がみられ、これらの侵食により土砂や流木が生産されている。

屋代川や古野川等では、氾濫域が人家の集中している下流まで達しており、被害が広域範囲におよんでいる。堆積している土砂は厚いところで 2 m 程度となっているが、全体的には 1 m 程度のところが多

表-4 土石流発生時刻（聞き込み調査より）

	水系名	溪流名	所在地	聞き込み調査による発生時刻					想定発生時刻	聞き込み調査による発生時刻の幅と回数
				14:00	15:00	16:00	17:00	18:00		
1	可愛川	長野川	廿日市市市原		●				15:20	14時～16時頃
2	八幡川	後畑川	廿日市市市原		●				15:30	15時～16時過ぎ頃
3	八幡川	屋代川	広島市佐伯区屋代3丁目		●				14:40	14:40～15:20頃
4	八幡川	荒谷川	広島市佐伯区五日市町		■				15:50	15:50頃
5	八幡川	八幡川支川3	広島市佐伯区五日市町		●				15:00	15時頃
6	八幡川	堂ヶ原川	広島市佐伯区五日市町		●				15:00	15時前頃
7	八幡川	堂ヶ原川左支川	広島市佐伯区五日市町		■				15:00	2回に渡って発生
8	八幡川	八幡川支川2	広島市佐伯区五日市町		■				14:45	3回に渡って流出
9	八幡川	八幡川支川1	広島市佐伯区五日市町		●				15:00	15時～15:10頃
10	八幡川	古野川	広島市佐伯区五日市町		■				15:15	4回に渡って発生
11	八幡川	野登呂川	広島市佐伯区五日市町		●				15:00	15時頃
12	八幡川	笹利川支川	広島市佐伯区五日市町		●				15:20	15:20頃
13	—	八幡川	広島市佐伯区大橋町大原		●				15:00	15時頃
14	太田川	奥畑川 猿滝川	広島市安佐南区沼田		●				15:00	15時前頃
15	太田川	奥谷川	広島市安佐北区安佐町		●				15:30	—
16	太田川	安川左支川	広島市安佐南区伴東		●				15:30	15:30～15:40頃
17	太田川	鈴張川支川（大田川）	広島市安佐北区安佐町		●				15:15	15:15～16:45頃
18	太田川	安川支川	広島市安佐南区安子市		■				15:00	2回に渡って発生
19	太田川	北山口川	広島市安佐北区可部町		●				16:00	16時頃
20	太田川	中倉川	広島市安佐北区安佐町		●				15:30	15:30頃
21	太田川	行森川支川	広島市安佐北区可部町		●				15:40	15:40～16時頃
22	太田川	猪谷川	広島市安佐北区安佐町		●				16:00	16時頃
23	太田川	大毛川支川	広島市安佐北区亀山		●				15:25	15:20～15:30頃
24	太田川	谷和川	広島市安佐北区可部町		●				16:00	16時頃
25	太田川	権太川	広島市佐伯区五日市町		●				15:30	15:30頃
26	太田川	小南原川 鳥屋ヶ森川	広島市安佐北区可部町		■				16:00	2回に渡って発生
27	太田川	小南原川 平原川	広島市安佐北区可部町		●				15:30	15:30過ぎ頃

い。

表-7（20頁）には各溪流における崩壊面積、崩壊深、崩壊面積率等を示す。図-12、13（19頁）には、それぞれ斜面勾配、崩壊面積と崩壊個数の関係を示す。これによれば、崩壊は斜面勾配30°～40°で多く発生していた。また、崩壊面積が100～200㎡の比較的小さな崩壊が最も多く見られた。崩壊深は全体的に浅く、2 m以下の崩壊がほとんどで、0.5～1 mの崩壊が最も多かった。

今回の災害においては、山腹崩壊や溪岸崩壊・侵食によって、流木が発生し、流木の流下によって保全対象への被害が拡大している事例があった。流木発生量は、過去の流木災害（昭和63年加計町災害や昭和57年長崎災害）時と比較した生産土砂量と発生流木量との関係から見ると、その上限値に近い値となっている（図-14、21頁）。

7. 災害発生前の現象、避難状況等

災害発生前の現象、発災時の状況、被災状況、避難状況、土石流発生危険箇所や避難場所に対する認知度について、土石流発生溪流27箇所、がけ崩れ発生箇所42箇所の被災住民及び近隣住民を対象として聞き取りを実施した。対象者数は各発生箇所に複数の聞き取りを実施したため、土石流47名、がけ崩れ52名の計99名となった。

図-15（21頁）には土石流、がけ崩れの発生前の現象を示す。土石流発生前の現象として、最も多かった現象は「道路や川などへの出水や増水」であった。次に多かった現象は「音」であり、音については樹木の折れるような音、石の流れる音、地響き、ドーンという音、ゴロゴロという音、ジャリジャリという音など様々な音が挙げられた。がけ崩れ発生

表-5 かけ崩れ発生時刻（聞き込み調査により）

	箇所名	所在地	聞き込み調査による発生時刻								想定発生時刻	聞き込み調査による発生時刻の幅と回数
			14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00		
1	佐伯明星園	広島市佐伯区八幡が丘2丁目			●						15:25	15:15～15:45頃
2	船場	山県郡加計町安野船場									不明	—
3	久地	広島市安佐北区久地		●							15:00	—
4	権現	広島市安佐北区飯室		●							15:30	—
5	相田2	広島市安佐南区相田2丁目		●							15:30	—
6	高名津	大柿町高名津				●					16:30	—
7	堀	大柿町堀		●							15:30	—
8	矢比津	大柿町矢比津		●							15:15	15:15～15:30頃
9	防地	大柿町防地				●					16:30	—
10	浜床	大柿町浜床					●				16:50	17時前
11	大君	大柿町大君					●				17:15	17:15～17:20頃
12	天応西条3-24	呉市天応西条3-24-1				●					16:15	—
13	天応東久保1	呉市天応東久保1丁目		●							15:30	—
14	吉浦岩神町	呉市吉浦岩神町		●							16:00	—
15	宮花4	呉市宮花町4-35					●				17:05	17:05～17:07ごろ
16	吉浦東本町4	呉市吉浦東本町4-2-9		●							15:30	—
17	吉浦東町12	呉市吉浦東12-23					●				17:03	携帯電話にて時間確認
18	内神1-6	呉市内神1-6									不明	—
19	江原1	呉市江原町				■					16:10	16:10～16:30頃
20	内神6-7	呉市内神6-7				■					17:00	17:00～17:10に渡って
21	西辰川2-13-6	呉市西辰川2丁目13-6				●					16:30	16:30～17:00頃
22	見晴3-3	呉市見晴3-6-41		●							15:30	15:30～17時頃（周辺で崩壊多発）
23	的場5-33	呉市的場5丁目5-33		●							15:40	15:40～15:50頃
24	鞆固屋7-114	呉市的場5丁目1-29			●						16:00	—
25	宮原公民館前	呉市宮原7丁目			●						16:10	2箇所で崩壊発生（16:05～16:10頃、16:20頃）
26	室瀬5	呉市室瀬6-57			●						16:00	16時頃
27	清水3-14	呉市清水3丁目14-6									不明	—
28	上畑6	呉市上畑町6-55		●							15:00	15時過ぎ頃
29	西谷町	呉市西谷町			■						16:15	2箇所で崩壊発生（16:15と16:45頃、16:30頃）
30	郷原7区-1	呉市郷原郷原7区			●						15:30	15:30～16時にかけて徐々に擁壁崩壊
31	郷原7区-2	呉市郷原郷原7区				■					17:00	3回に渡って崩壊（17時～17:30に渡って）
32	郷原6区	呉市郷原町大積山（東）									不明	不明（16:00～21:00の間外出）
33	郷原5区	呉市郷原郷原5区				■					16:00	16時～17時に渡って堤防決壊
34	郷原4区	呉市郷原郷原4区			●						16:00	16時頃
35	郷原3区	郷原3区				●					16:30	—
36	郷原8区	呉市郷原郷原8区									不明	不明（17時に気付く）
37	郷原10区	呉市郷原10区上									不明	15時～16時の間に気づく
38	木谷	豊田郡安芸津町木谷					●				17:20	17:20以前に小崩壊あり（時刻不明）
39	平方	竹原市吉名町平方					●			●	17:30	1箇所は17:30～18時頃。1箇所は29日21時頃と30日5:30頃に2回
40	吉名八王寺	竹原市吉名町八王寺					●				17:10	—
41	仁賀	竹原市仁賀町下仁賀									不明	前日避難にて発生時刻不明
42	下野	竹原市下野町築地								●	19:40	—

前の現象として、最も多かった現象は「斜面や道路への流水」であった。次に多かった現象は河川や側溝の水位上昇などであった。土石流とかけ崩れ発生前の共通する現象は側溝や小溪流での多量の濁水（マサが混ざった水）を挙げる人が多かった。

図-16（21頁）には避難状況を示す。聞き取り対象者で避難した人は、土石流47名中34名、かけ崩れ

52名中15名であった。このうち、発災前に避難した人は土石流4名、かけ崩れ1名（前日に避難）の計5名であり、残りの44名は発災後に避難している。土石流で避難した人（34名）のうち、19名は自主避難であり、15名は人に言われた（市や消防の指示、自治会の連絡、近所の方の助言）避難であった。かけ崩れで避難した人（15名）のうち、12名は自主避

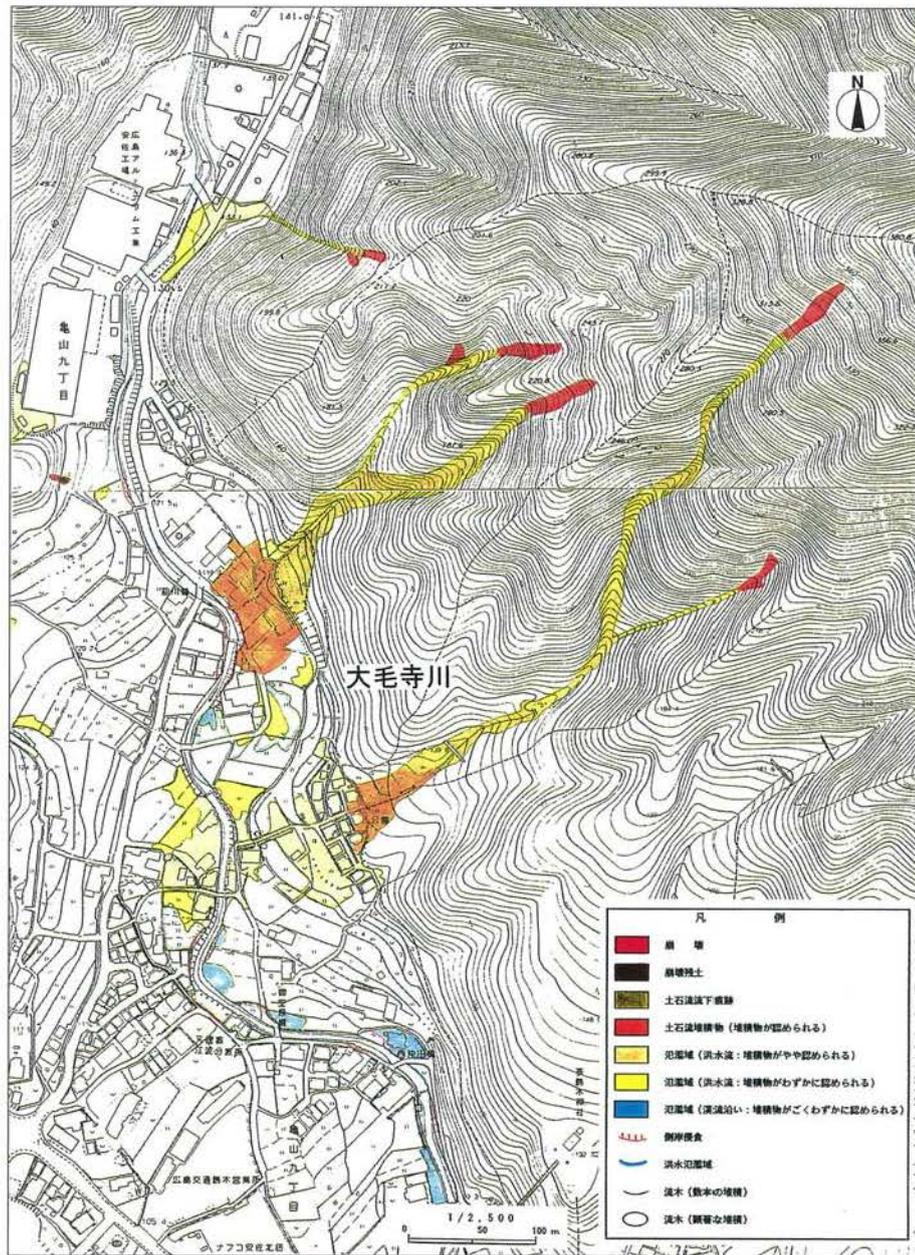


図-11 大毛寺川における土石流の発生・流下・堆積状況

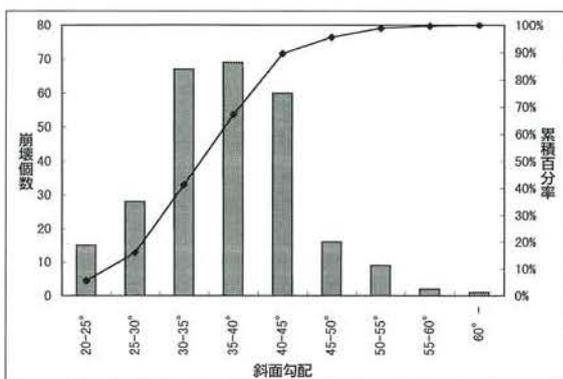


図-12 斜面勾配と崩壊個数

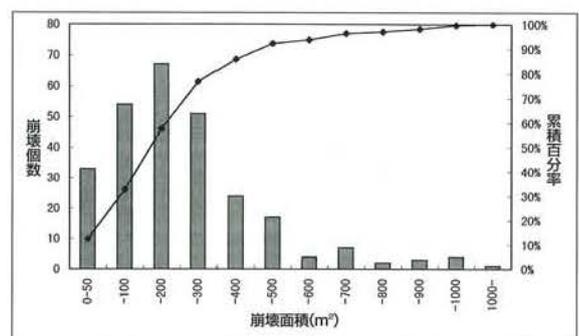


図-13 崩壊面積と崩壊個数

難であり、3名は人に言われた避難であった。

図-17には土砂災害等に対する認識度を示す。避難場所については土石流が47名中21名、がけ崩れが52名中17名、土砂災害の危険性については土石流17名、がけ崩れ26名、ハザードマップについては土石流1名、がけ崩れ2名、防災訓練や講習会への参加については土石流7名、がけ崩れ0名、それぞれ認識していた。逆に言えば、土砂災害の危険性やハザードマップを認識していなかった人は過半数もいたこととなる。

8. おわりに

今回の6.29広島県土砂災害を契機に、建設省では従来の対応に加え、土砂災害のおそれのある地域における住宅等の立地抑制方策の検討、土砂災害のおそれのある地域における防災性向上方策の検討、避難及び住民への情報提供のあり方の検討を行うべく「総合的な土砂災害対策に関するプロジェクトチーム」を設置して新たな視点での施策を検討してきている。新聞報道によると、土砂災害のおそれがある区域での住宅建築の抑制などを図る「土砂災害対策法案」(仮称)の骨格がまとまってきたとのことである。

このような施策や今回の災害を教訓として、土砂災害による死者・負傷者が少なくなることを祈りたい。

表-6 土石流発生溪流の状況

溪流名	流域面積 (km ²)	流出土砂の粒径	風化深度*	平均崩壊深 (m)
中倉川	0.561	上流部から下流部にかけて、0.5~2mの礫が多い。上流部では、4~6mの礫がある。	浅い	1.4
大毛寺川左支川	0.069	上流部から下流部にかけて、最大で0.5m、平均0.2m程度の礫が分布している。	浅い	1.0
安川左支川	0.046	上流部から下流部にかけてマサ土が下している。粒径は細かい。	中程度	1.4
猿滝川	0.539	上流部から下流部にかけて粒径は平均0.2m程度と細かい。	深い	1.2
古野川	0.873	上流部から中流部にかけて粒径は平均0.2m程度と細かく、下流域では、1~2mmのマサ土。	浅い	1.3
堂ヶ原川支川	0.126	上流部から下流部にかけて、最大で0.5m、平均0.1m程度の礫が分布している。	浅い	1.0
荒谷川	3.613	上流部から中流部にかけて、最大で0.8m、平均0.4m程度の礫が分布している。	浅い	1.1
下ヶ迫川支川	0.195	上流部から下流部にかけて、0.5~1m程度の礫が分布している。	深い	1.3
屋代川	0.806	上流部及び中流部には、0.5~3mの砂礫が多い。西広島バイパス下流の粒径は細かい。	浅い	1.2

*土地分類図：表層地質図垂直分布（昭和47年経済企画庁総合開発局発行）
浅い：約3m以浅、中程度：3~10m、深い：10m以深

表-7 各溪流の崩壊面積率等

溪流名	流域面積 (km ²)	崩壊面積 (m ²)	崩壊面積率 (%)	崩壊個数 (個)	単位面積当たり崩壊個数 (個/km ²)	平均崩壊深 (m)
中倉川	0.561	710	0.1	5	8.9	1.4
大毛寺川左支川	0.069	1,233	1.8	3	43.5	1.0
安川左支川	0.046	760	1.7	4	87.0	1.4
猿滝川	0.539	1,857	0.3	11	20.4	1.2
古野川	0.873	9,717	1.1	40	45.8	1.3
堂ヶ原川支川	0.126	3,553	2.8	18	142.9	1.0
荒谷川	3.613	34,174	0.9	153	42.3	1.1
下ヶ迫川支川	0.195	2,559	1.3	4	20.5	1.3
屋代川	0.806	5,370	0.7	29	36.0	1.2
計	6.828	59,933	0.9	267	39.1	1.2

引用文献

- 広島県 (1997)：広島県砂防災害史
- 姫城賢一 (1999)：昭和63年広島県北西部土石流災害、砂防学会誌、Vol.52、No. 2、p54-58
- 広島県：6.29広島県土砂災害対策検討委員会資料(第1回~4回)
- 広島県 (1999)：平成11年6月末梅雨前線豪雨災害6.29土砂災害 (速報版)

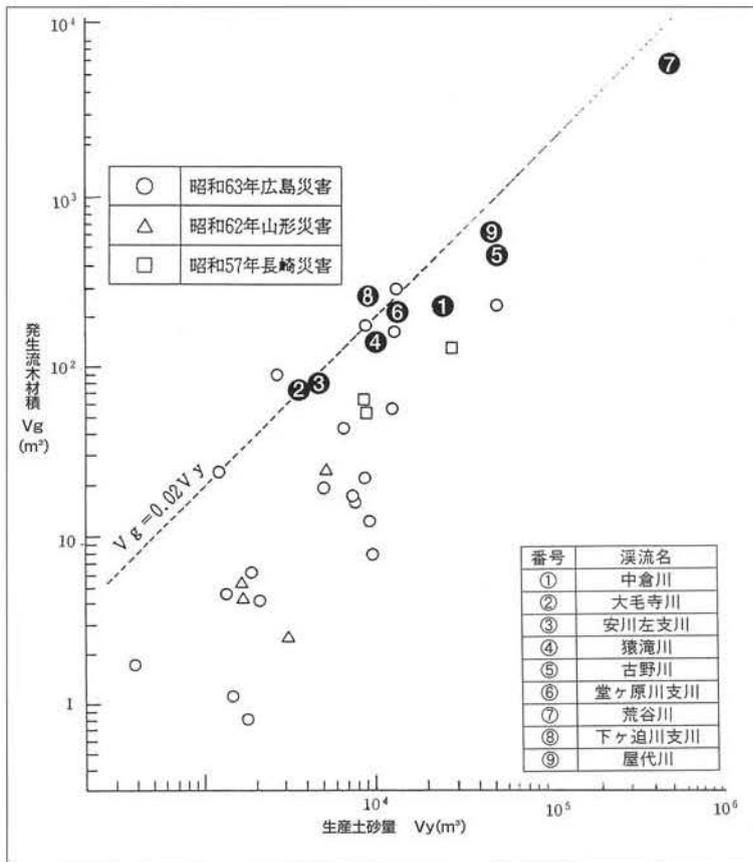


図-14 生産土砂量と流木量の関係

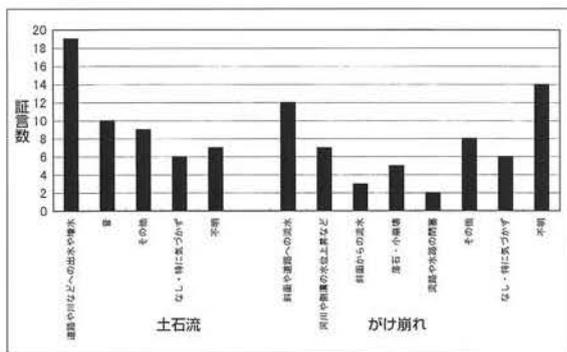


図-15 災害発生前の現象

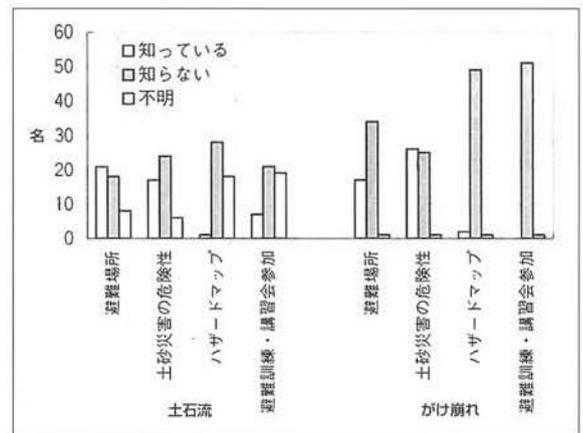


図-17 土砂災害に対する認識度

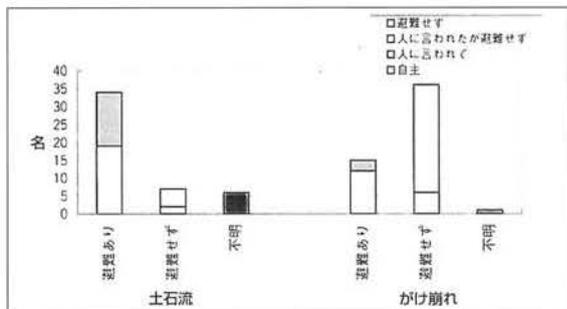


図-16 避難状況



崩壊地状況



支川合流部堆積状況



流下部状況



堆積部土質状況

荒谷川の被災状況



ダム上流（堆砂域）から見た本堤の様子



ダム下流から見た土石流発生後の様子

荒谷川砂防ダムの効果（左が発生前、右が発生後）