

公益社団法人 砂防学会

2014 年広島土砂災害に関する緊急調査報告会

講演概要集

日 時 : 2014 年 12 月 18 日 (木) 14 時～16 時 30 分

会 場 : 広島国際会議場 ダリヤ①

主 催

(公益社団法人) 砂防学会

後 援

国土交通省中国地方整備局

広島県

広島市

※ この調査報告会は、公益財団法人 河川財団の河川整備基金の助成を受けています。

— 目 次 —

基調講演

- 「近年の土砂災害の特徴」 ······ 1
松村和樹（京都府立大学大学院 教授）

話題提供

- (1) 「74人の犠牲者を出した2014年広島災害の特徴」 ······ 17
海堀正博（広島大学大学院 教授）
- (2) 「被災地周辺の特徴」 ······ 23
福塚康三郎（八千代エンジニヤリング株式会社）
- (3) 「広島災害の誘因の特徴と土砂移動の状況」 ······ 31
吉野弘祐（アジア航測株式会社）
- (4) 「溪流調査結果の報告」
五反田川（八木四丁目）（堆積岩の分布域） ······ 37
根谷川支川 85・86（可部町桐原）（高田流紋岩～花崗岩の分布域）
長野英次（朝日航洋株式会社）
- (5) 「溪流調査結果（花崗岩地帯）の報告」「砂防堰堤の効果」 ······ 51
西川友章（国際航業株式会社）
- (6) 「2014年広島土石流災害の数値シミュレーション」 ······ 65
中谷加奈（京都大学大学院 助教）

基調講演

「近年の土砂災害の特徴」

松村和樹（京都府立大学大学院 教授）

発表内容

近年の土砂災害の特徴

●近年の土砂災害とその特徴

- 平成23年 紀伊半島大水害
- 平成24年 阿蘇地域土砂災害
- 平成25年 山口・島根豪雨災害
- 平成25年 伊豆大島土砂災害
- 平成26年 南木曽町土砂災害

京都府立大学大学院教授 松村和樹

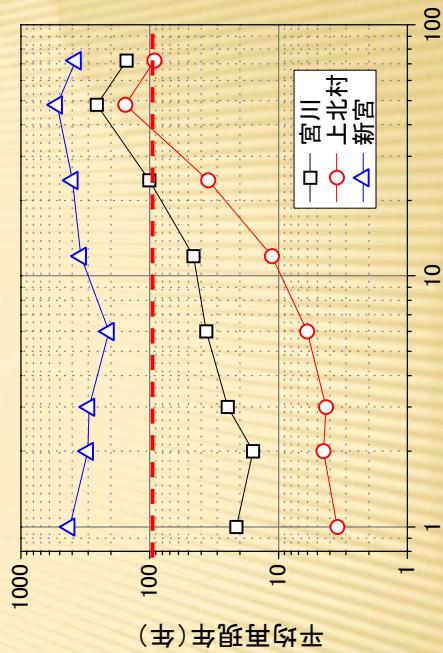
●土砂災害対策における課題

降雨の状況

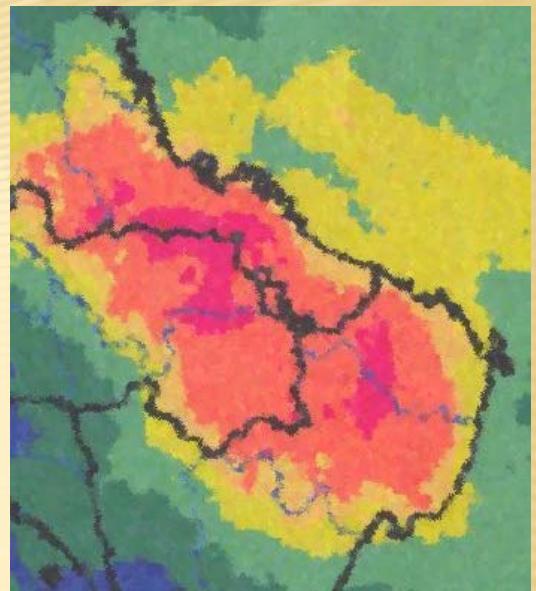
- × 台風12号を取り巻く雨雲や湿った空気が流れ込んだため、紀伊半島や四国地方の東部、中国地方の東部を中心に各地で大雨となつた。
- × この豪雨がどの程度の頻度で発生するかは宮川村は24時間、上北山は48時間雨量で平均再現年100年を超過し、新宮は全ての時間帯で平均再現年100年を超過していることがわかる。
- × つまり、今回の降雨に対して、上北山・宮川村は長期雨量として稀な降雨現象であり、新宮では短期雨量・長期雨量ともに稀な降雨現象であったことがわかる。

平成23年 紀伊半島大水害

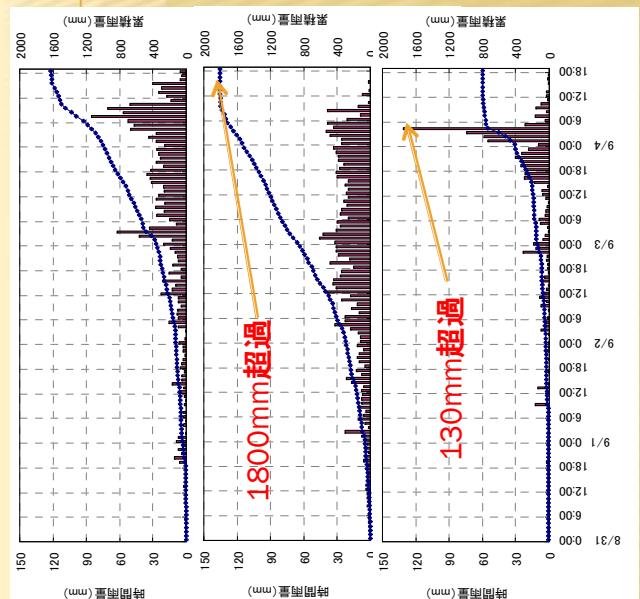
降雨継続時間に対する平均再現年



崩壊発生箇所



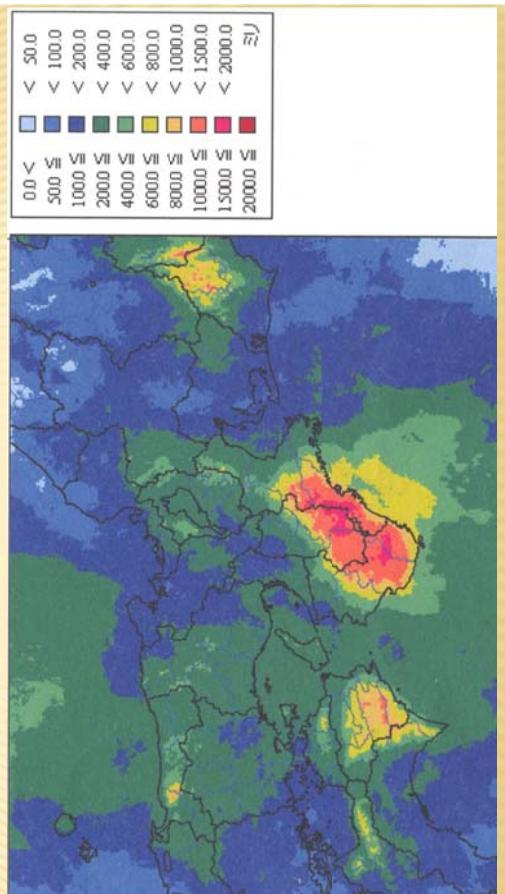
崩壊発生箇所は総降雨分布図に対応して、紀伊半島南東部から北東方向に多発している。



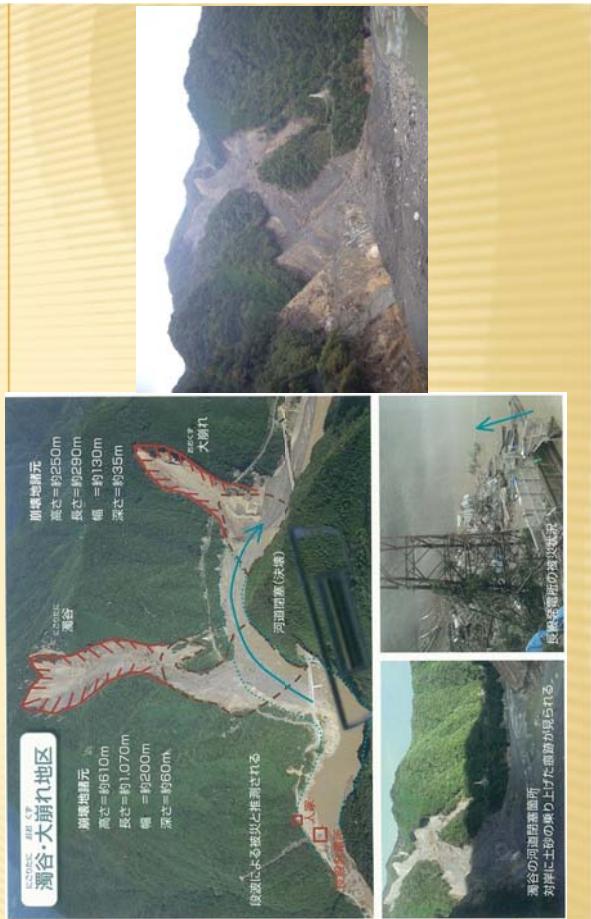
各観測地点における雨量
(上・宮川村、中・上北山、
下・新宮)

解析雨量による総降雨量分布図 (推定)

2011年8月30日17時～9月6日24時
(平成23年9月7日気象庁発表資料)



濁谷・大崩れ地区



栗平地区

栗平地区の深層崩壊は幅600m、長さ960m、高さ450m、崩壊地砂量25,133,000m³であり、崩壊地からの流域面積は9.02km²である(紀伊山地砂防事務所)



野尻地区



崩壊発生箇所は総降雨分布図に対応して、紀伊半島南東部から北東方向に多発している。



長殿地区

深層崩壊は標高1,050mの尾根部から生じ、崩壊の規模は幅460m、長さ1,100m、比高600m、崩壊土砂量9,354,000m³（紀伊山地砂防事務所）である。



（中日本航空(株)撮影）

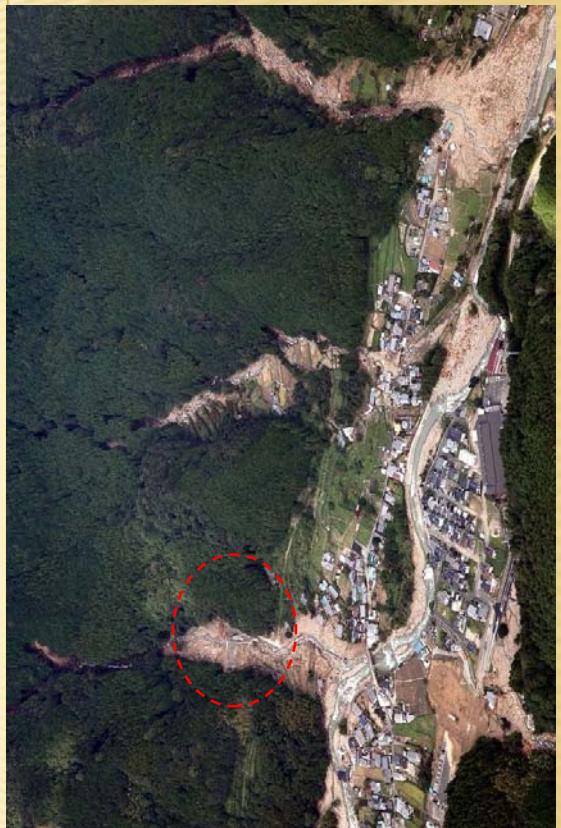
赤谷地区

崩壊の規模は、幅340m、長さ730m、高さ400m、崩壊土砂量6,344,000m³（紀伊山地砂防事務所）である。



中日本航空(株)撮影

那智勝浦地区



樹木が乱されずに立っている



人家被災



流向

宇井・清水地区

那智勝浦地区

■源道橋は折下ぎりぎりまで土砂堆積している。これは金山谷川からの流出土砂の影響も想定されるが、それ以前に本川からの流木で源道橋が閉塞し、那智川本川の土砂が上流に堆積週上した可能性もある。



16

平成24年 阿蘇地域土砂災害

土砂災害の概要

× 発生件数

- × 平成24年7月11日から14日かけて降り続いた降雨により、福岡県、熊本県、大分県、佐賀県で記録的な大雨となり、気象庁は「平成24年7月九州北部豪雨（以下、「本豪雨」と称する。）」と命名した。
- × 本豪雨により、阿蘇市、高森町、南阿蘇村においては、380件の山地災害と85件の土砂災害が発生した。

表 1.2 平成24年7月九州北部豪雨による土砂災害発生件数（砂防部局）

市町村名	危険箇所区分	災害種別		総計
		土石流	がけ崩れ	
阿蘇市	土石流危険渓流 急傾斜地崩壊危険箇所 土砂災害危険箇所以外	62	8	62
高森町	土石流危険渓流 急傾斜地崩壊危険箇所	69	8	77
南阿蘇村	土石流危険渓流 急傾斜地崩壊危険箇所	5	1	6
	小計	2	2	2
	総計	76	9	85



写真 1.1 阿蘇市一の宮町手野地区付近

表 1.3 本豪雨による被害概要			
被害種別	分類	被害数	被災地域
人 的 損 傷	死者	23 人	阿蘇市(21)、南阿蘇村(2)
	行方不明者	2 人	阿蘇市(1)、高森町(1)
	重傷者	4 人	大津町(1)、阿蘇市(1)、南阿蘇村(2)
	軽傷者	7 人	熊本市(3)、菊池市(2)、産山村(1)、南阿蘇村(1)
	計	36 人	
住 家 損 傷	全壊	169 棟	熊本市(88)、菊池市(1)、大津町(2)、阿蘇市(60)、産山村(1)、南阿蘇村(9)、相良村(3)、五木村(4)、珠磨村(1)、八代市(5)、八代村(20)、阿蘇市(1)、南阿蘇村(1)
	半壊	1,293 棟	熊本市(146)、菊池市(1)、大津町(21)、阿蘇市(112)、高森町(3)、南阿蘇村(1)
	床上浸水	547 棟	熊本市(314)、玉名市(2)、玉東町(5)、山鹿市(5)、菊池市(64)、大津町(16)、菊陽町(29)、合志市(38)、産山村(2)、高森町(5)、南阿蘇村(5)、八代市(2)、小国町(2)、大津町(35)、菊陽町(62)、阿蘇市(39)、南阿蘇村(11)、八代市(46)、芦北町(10)、湯前町(1)、相良村(5)、五木村(7)、山江村(3)、珠磨村(21)
	一部破損	35 棟	熊本市(2)、益城町(1)、菊池市(1)、阿蘇市(4)、産山村(1)、南阿蘇村(2)、益城町(1)、芦北町(1)、珠磨村(1)
	計	3,411 棟	(出典):24.7.12熊本広域大水害による被害状況(平成25年1月31日時点)

(出典):24.7.12熊本広域大水害による被害状況(平成25年1月31日時点)

防災気象情報の発表状況

一の宮町では多くの土砂災害が発生し、土井川ではカルデラ壁の急斜面を源頭部とする土石流により死者1名、手野地区では崖の崩壊により死者1名の人的被害が生じた。

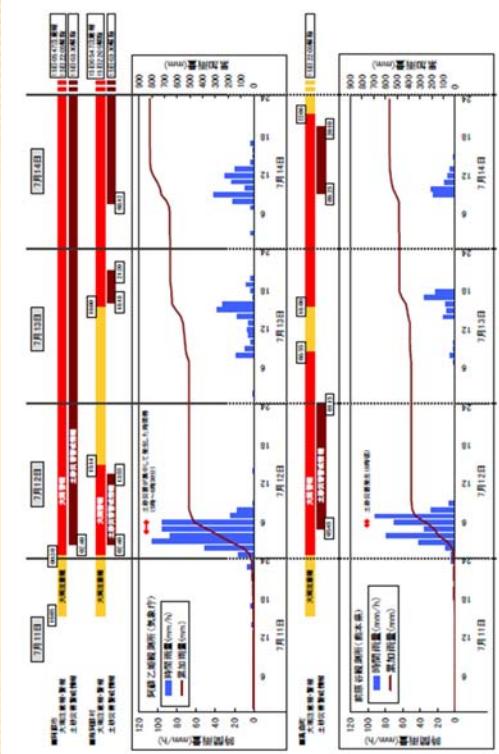
手野地区

土井川

PASCO

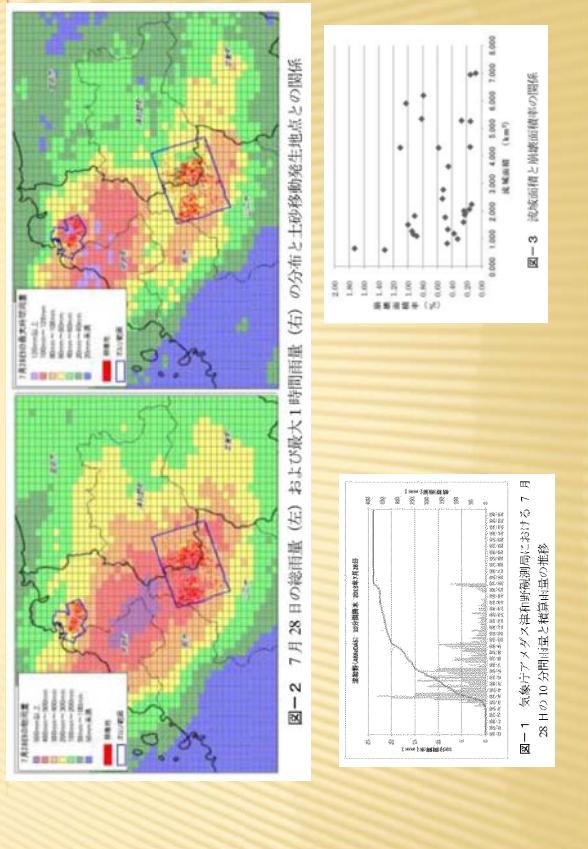
写真 1.1 阿蘇市一の宮町手野地区付近

阿蘇乙姫観測所・高森観測所(気象庁)の降雨データ及び防災気象情報の発表状況を図 1.1 に示す。阿蘇市、高森町、南阿蘇村においては、土砂災害警戒情報発表後に多くの災害が発生した。



防災気象情報は複数の雨量データを基に統合的に表示している。ここでは地點を示すために代表的な雨量データを抽出して示した。

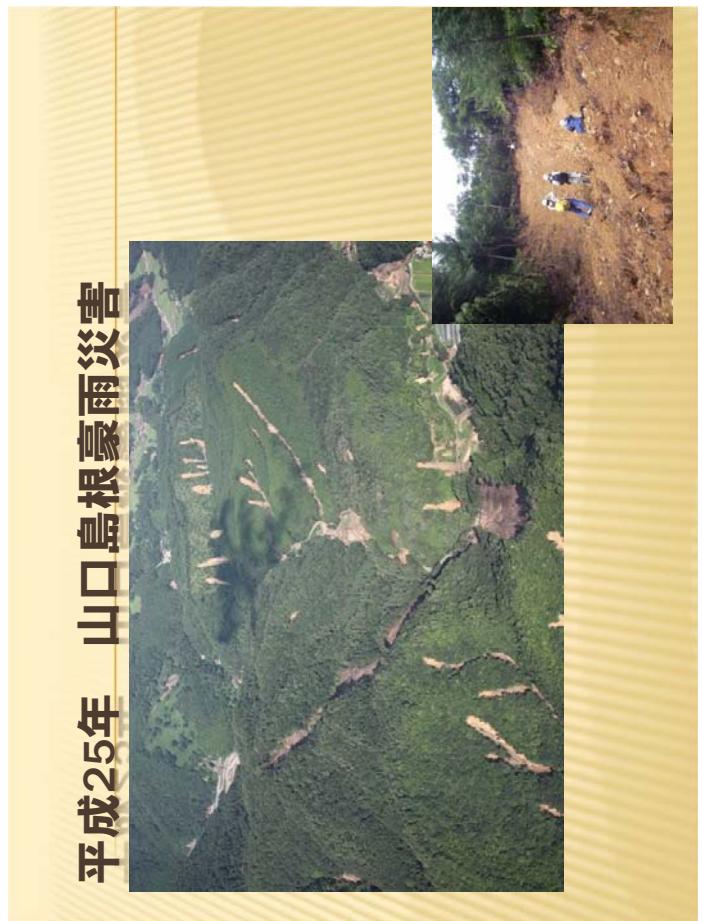
平成25年 山口島根豪雨災害



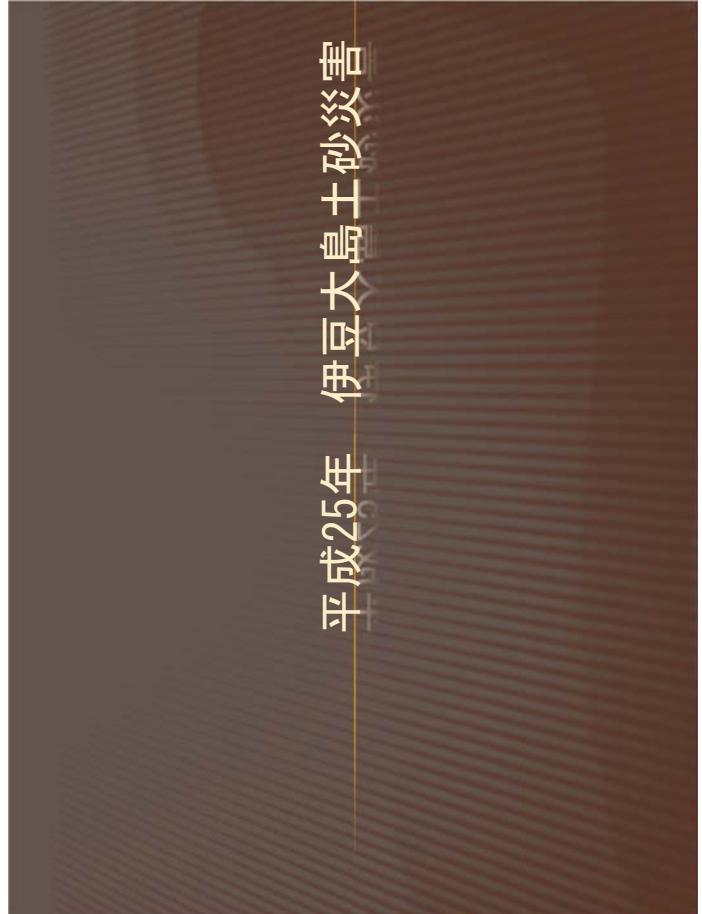
平成25年 山口島根豪雨災害



平成25年 山口島根豪雨災害



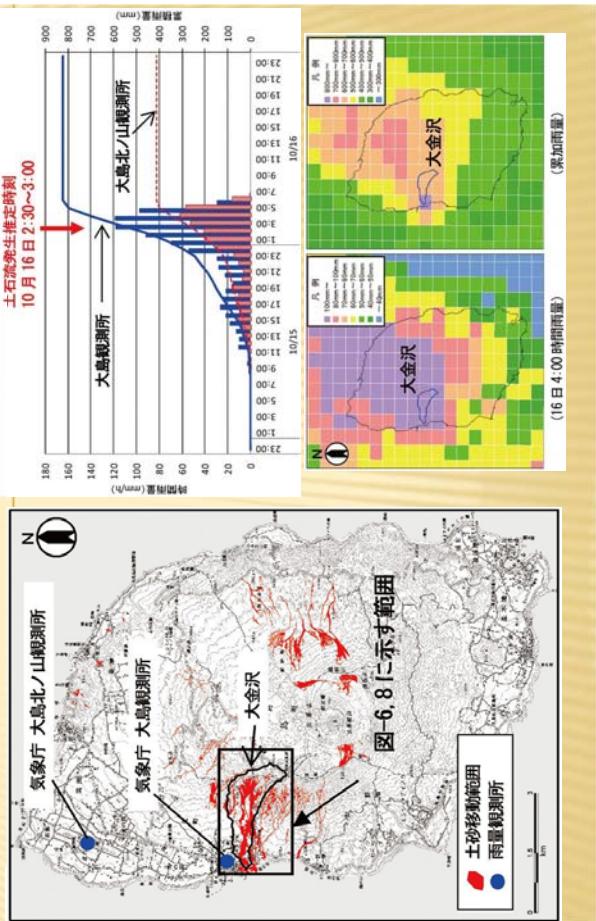
平成25年 伊豆太嘉土砂災害



平成25年 伊豆大島土砂災害

平成25年

伊豆大島土砂災害



平成25年 伊豆大島土砂災害

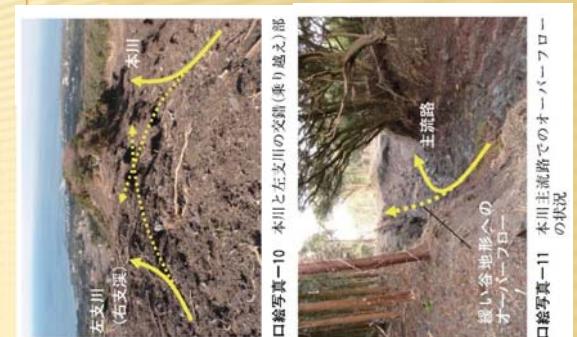
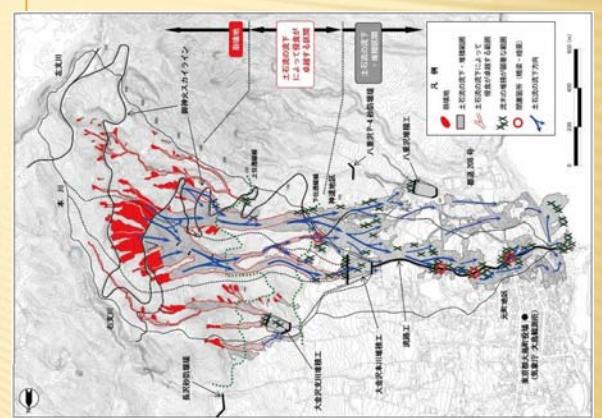
平成25年

伊豆大島土砂災害

平成25年 伊豆大島土砂災害

平成25年

伊豆大島土砂災害



平成25年 伊豆大島土砂災害

平成25年

伊豆大島土砂災害



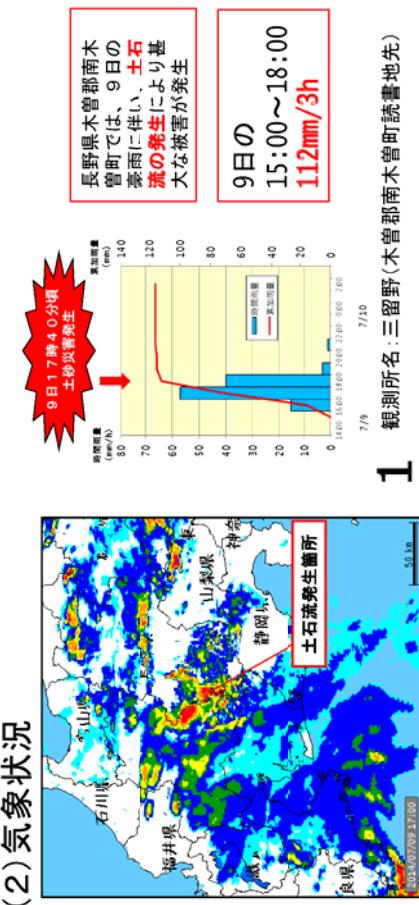
図14 神達地区の被害状況 (○印が閉塞した暗渠)
(撮影:株式会社バスコ/セコム株式会社, 撮影日: 2013年10月16日)

平成25年 伊豆大島土砂災害

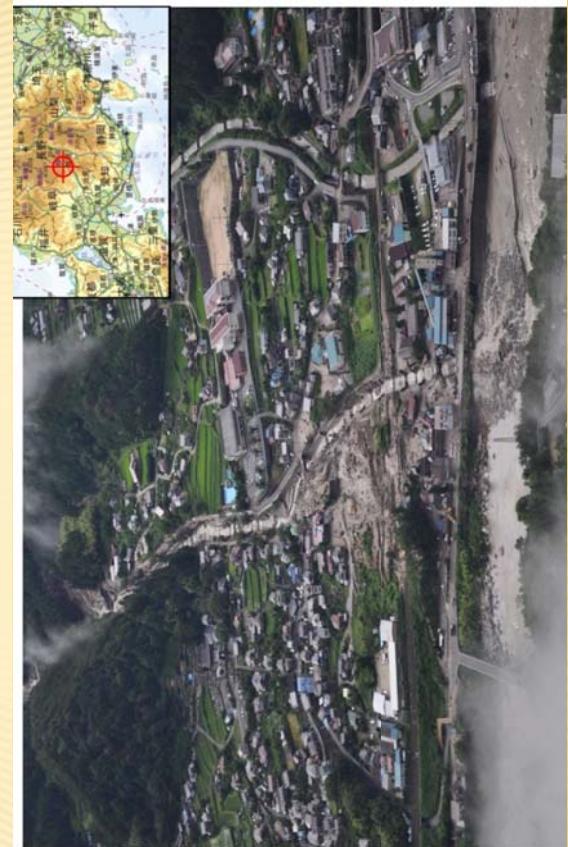


口絵写真-15 つばき小学校南側の橋梁の流木
閉塞状況
(国際航業㈱・㈱バスコ撮影：2013年10月17日)

平成26年 南木曽町土砂災害



平成26年 南木曽町土砂災害



平成26年 南木曽町土砂災害

平成26年 南木曽町土砂災害



平成26年 南木曽町土砂災害



平成26年 南木曽町土砂災害



平成26年 南木曽町土砂災害



砂防ダムの上流側の流路が弯曲しているため、左岸側に土石流が偏流し、土石流の衝撃力が堤体の左岸側に集中した影響も考えられます。

不透型砂防ダムの破損
災害前は未溝状態であったようですが、

砂防ダムの上流側の流路がせん断破壊しています。
砂防ダムの土石流が越流して、鋼製部材を上から叩いたよう
な痕跡が見える。長時間の土石流の越流により変
形が累積し、部材が破断したのではないかと考え
られる。

平成26年 南木曽町土砂災害

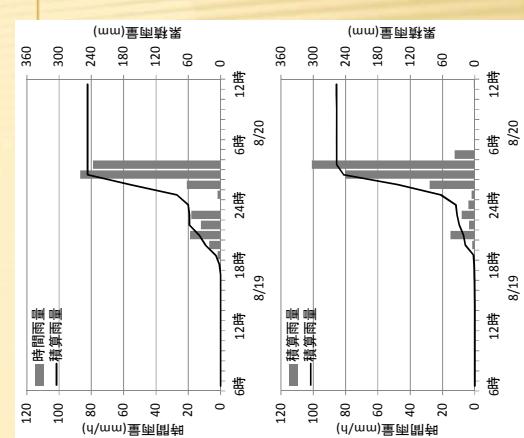


下流側渓流保全工の破損状況

ビデオ撮影箇所から、下流の氾濫域までの間の流下区間は、渓流保全工が設置されていた。
施設の破損は著しいものの、土石流は導流され当該区間の周辺では、被害は発生していない。
渓流保全工の末端付近より土石流が氾濫し、人家等に著しい被害を与えた。

平成26年 広島市土砂災害

平成26年 広島市土砂災害のハイトグラフ



(上図：高瀬(国土交通省、下図：三八(気象庁))

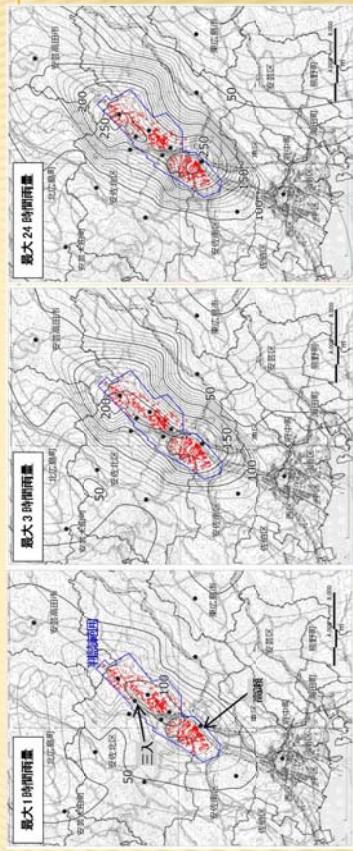
銀瀬開始以来の高瀬・三八の極値（上位5位）

順位	高瀬(1975年～)		時間雨量		三八(1976年～)
	降水量(mm)	起日	降水量(mm)	起日	
1	87	2014/8/20	101	2014/8/20	1997/8/5
2	70	2000/7/4	60	1997/8/5	2008/8/14
3	49	1988/7/21	58.5	1998/7/22	1986/7/10, 1997/9/7
4	47	1984/7/19, 2008/8/14	56		
5	44	1997/8/5	48		

順位	高瀬(1975年～)		時間雨量		三八(1976年～)
	降水量(mm)	起日	降水量(mm)	起日	
1	187	2014/8/20	209	2014/8/20	1997/8/5
2	101	1988/7/21	101	1997/8/5	
3	98	2010/7/13	88	1997/9/7	
4	80	1997/8/5	85	2006/9/16	
5	72	2000/7/4	83	1988/7/21	

順位	高瀬(1975年～)		時間雨量		三八(1976年～)
	降水量(mm)	起日	降水量(mm)	起日	
1	247	2014/8/20	257	2014/8/20	1995/7/2
2	221	1995/7/2	234	1983/9/27	1983/9/27
3	199	1983/9/27	219	2010/7/13	1985/6/23
4	196	2010/7/13	211		
5	192	1985/6/23	195	2006/9/16	

降雨の分布



降雨の年経過率累積表	
降雨	年経過率
2	50
5	100
10	200
30	400
50	500
70	600
100	700
150	800
200	900
250	1000
300	1100
400	1200
500	1300
600	1400
700	1500
800	1600
900	1700
1000	1800
1100	1900
1200	2000
1300	2100
1400	2200
1500	2300
1600	2400
1700	2500
1800	2600
1900	2700
2000	2800
2100	2900
2200	3000
2300	3100
2400	3200
2500	3300
2600	3400
2700	3500
2800	3600
2900	3700
3000	3800
3100	3900
3200	4000
3300	4100
3400	4200
3500	4300
3600	4400
3700	4500
3800	4600
3900	4700
4000	4800
4100	4900
4200	5000
4300	5100
4400	5200
4500	5300
4600	5400
4700	5500
4800	5600
4900	5700
5000	5800
5100	5900
5200	6000
5300	6100
5400	6200
5500	6300
5600	6400
5700	6500
5800	6600
5900	6700
6000	6800
6100	6900
6200	7000
6300	7100
6400	7200
6500	7300
6600	7400
6700	7500
6800	7600
6900	7700
7000	7800
7100	7900
7200	8000
7300	8100
7400	8200
7500	8300
7600	8400
7700	8500
7800	8600
7900	8700
8000	8800
8100	8900
8200	9000
8300	9100
8400	9200
8500	9300
8600	9400
8700	9500
8800	9600
8900	9700
9000	9800
9100	9900
9200	10000
9300	10100
9400	10200
9500	10300
9600	10400
9700	10500
9800	10600
9900	10700
10000	10800
10100	10900
10200	11000
10300	11100
10400	11200
10500	11300
10600	11400
10700	11500
10800	11600
10900	11700
11000	11800
11100	11900
11200	12000
11300	12100
11400	12200
11500	12300
11600	12400
11700	12500
11800	12600
11900	12700
12000	12800
12100	12900
12200	13000
12300	13100
12400	13200
12500	13300
12600	13400
12700	13500
12800	13600
12900	13700
13000	13800
13100	13900
13200	14000
13300	14100
13400	14200
13500	14300
13600	14400
13700	14500
13800	14600
13900	14700
14000	14800
14100	14900
14200	15000
14300	15100
14400	15200
14500	15300
14600	15400
14700	15500
14800	15600
14900	15700
15000	15800
15100	15900
15200	16000
15300	16100
15400	16200
15500	16300
15600	16400
15700	16500
15800	16600
15900	16700
16000	16800
16100	16900
16200	17000
16300	17100
16400	17200
16500	17300
16600	17400
16700	17500
16800	17600
16900	17700
17000	17800
17100	17900
17200	18000
17300	18100
17400	18200
17500	18300
17600	18400
17700	18500
17800	18600
17900	18700
18000	18800
18100	18900
18200	19000
18300	19100
18400	19200
18500	19300
18600	19400
18700	19500
18800	19600
18900	19700
19000	19800
19100	19900
19200	20000
19300	20100
19400	20200
19500	20300
19600	20400
19700	20500
19800	20600
19900	20700
20000	20800
20100	20900
20200	21000
20300	21100
20400	21200
20500	21300
20600	21400
20700	21500
20800	21600
20900	21700
21000	21800
21100	21900
21200	22000
21300	22100
21400	22200
21500	22300
21600	22400
21700	22500
21800	22600
21900	22700
22000	22800
22100	22900
22200	23000
22300	23100
22400	23200
22500	23300
22600	23400
22700	23500
22800	23600
22900	23700
23000	23800
23100	23900
23200	24000
23300	24100
23400	24200
23500	24300
23600	24400
23700	24500
23800	24600
23900	24700
24000	24800
24100	24900
24200	25000
24300	25100
24400	25200
24500	25300
24600	25400
24700	25500
24800	25600
24900	25700
25000	25800
25100	25900
25200	26000
25300	26100
25400	26200
25500	26300
25600	26400
25700	26500
25800	26600
25900	26700
26000	26800
26100	26900
26200	27000
26300	27100
26400	27200
26500	27300
26600	27400
26700	27500
26800	27600
26900	27700
27000	27800
27100	27900
27200	28000
27300	28100
27400	28200
27500	28300
27600	28400
27700	28500
27800	28600
27900	28700
28000	28800
28100	28900
28200	29000
28300	29100
28400	29200
28500	29300
28600	29400
28700	29500
28800	29600
28900	29700
29000	29800
29100	29900
29200	30000
29300	30100
29400	30200
29500	30300
29600	30400
29700	30500
29800	30600
29900	30700
30000	30800
30100	30900
30200	31000
30300	31100
30400	31200
30500	31300
30600	31400
30700	31500
30800	31600
30900	31700
31000	31800
31100	31900
31200	32000
31300	32100
31400	32200
31500	32300
31600	32400
31700	32500
31800	32600
31900	32700
32000	32800
32100	32900
32200	33000
32300	33100
32400	33200
32500	33300
32600	33400
32700	33500
32800	33600
32900	33700
33000	33800
33100	33900
33200	34000
33300	34100
33400	34200
33500	34300
33600	34400
33700	34500
33800	34600
33900	34700
34000	34800
34100	34900
34200	35000
34300	35100
34400	35200
34500	35300
34600	35400
34700	35500
34800	35600
34900	35700
35000	35800
35100	35900
35200	36000
35300	36100
35400	36200
35500	36300
35600	36400
35700	36500
35800	36600
35900	36700
36000	36800
36100	36900
36200	37000
36300	37100
36400	37200
36500	37300
36600	37400
36700	37500
36800	37600
36900	37700
37000	37800
37100	37900
37200	38000
37300	38100
37400	38200
37500	38300
37600	38400
37700	38500
37800	38600
37900	38700
38000	38800
38100	38900
38200	39000
38300	39100
38400	39200
38500	39300
38600	39400
38700	39500
38800	39600
38900	39700
39000	39800
39100	39900
39200	40000
39300	40100
39400	40200
39500	40300
39600	40400
39700	40500
39800	40600
39900	40700
40000	40800
40100	40900
40200	41000
40300	41100
40400	41200
40500	41300
40600	41400
40700	41500
40800	41600
40900	41700
41000	41800
41100	41900
41200	42000
41300	42100
41400	42200
41500	42300
41600	42400
41700	42500
41800	42600
41900	42700
42000	42800
42100	42900
42200	43000
42300	43100
42400	43200
42500	43300
42600	43400
42700	43500
42800	43600
42900	43700
43000	43800
43100	43900
43200	44000
43300	44100
43400	44200
43500	44300
43600	44400
43700	44500
43800	44600
43900	44700
44000	44800
44100	44900
44200	45000
44300	45100
44400	45200
44500	45300
44600	45400
44700	45500
44800	45600

土砂災害現地写真



安佐南区八木三丁目県営営園が丘住宅上の土石流路の状況（住宅地の上流の谷出口付近、ここまでは勾配8-10°だが、これより上流は急勾配の警戒した渓床が確認できる。）



安佐北区可部東6丁目地区の谷すじの家屋の被災状況（この場所は上流のべ4本の小渓流からの土石流が集まって流れ下した。）
花崗岩が分布する渓流の土石流と被災の特徴



安佐南区八木三丁目阿武の里団地の上流の土石流路の状況（堆積岩類が分布する渓流の土石流と被災の特徴）

まとめと課題

近年の土砂災害の特徴（まとめ）

	死者 行方不明	降雨量	最大 時間雨量	降雨の塊塊 時間
平成23年 紀伊半島大水害（台風）	79名	1800mm	60mm	72時間
平成24年 阿蘇地域土砂災害（豪雨）	25名	816.5mm	108mm	60時間
平成25年 山口・島根土砂災害（豪雨）	4名	400mm	25mm	15時間
平成25年 伊豆大島土砂災害（台風）	43名	800mm	120mm	18時間
平成26年 南木曾町土砂災害（台風）	1名	100mm	60mm	3時間
平成26年 広島市土砂災害（豪雨）	74名	200mm	100mm	3時間

近年の土砂災害からの課題

- 記録的豪雨の多発（温暖化？）
- 警戒・避難のタイミング（災害発生後の避難）
- 地形・地質、過去の災害記録を考慮した住宅等の土地利用
- 避難場所への誘導と安全性の確保
- 深層崩壊、天然ダム・河川対岸の被害への対応（避難難化）
- 砂防ダム等の防災施設の適材・適所

話題提供（1）

「74人の犠牲者を出した2014年広島災害の特徴」

海堀正博（広島大学大学院 教授）

15年前の 99年6.29災害当時の問題点

- ・多くの人々が土砂災害危険箇所に居住、数も増加
- ・ハザードマップの公開が消極的
- ・アメダス以外の降雨観測値が住民には非公開
- ・避難勧告や避難指示などの遅れ
- ・ハード対策不十分 等

にもかかわらず、人々の中にある

「安全(?)意識」(他人事の心理・正常化の偏見)
「他者への依存意識」(誰かが指示してくれる?)

↓
必ずしも、危険箇所に住んでいるという意識もなく、環境
異常な豪雨時にも、なにお、危険の切迫を意識できない環境
が形成されてしまっていたこと

しかし今回は15年前の時以上の 3つの悪条件が重なった!

- ・誘因となつた降雨が、広島にとつては未曾有の強雨であったこと
- ・その強雨のもたらされたのが真夜中で、最も対応の難しい時間帯であったこと
- ・その強雨のもたらされた場所が、人家の密集した地域を含む小高い山体部であったこと
- ↓
・その結果、崩壊・土石流・濁流の発生は必然的
・そもそも、崩壊・土石流が居住エリアを襲つて、甚大な被害を引き起こしてしまったのである

話題提供 74人の犠牲者を出した2014年広島災害の特徴

広島大学大学院教授 海堀正博

6.29広島土砂災害以降、ソット面で 県内の砂防に関して進められてきたこと

- ・ハザードマップの公表
- ・インターネットを使った防災情報の公表
- ・土砂災害防止法の制定と施行(全国的)
- ・雨情報の充実
 - ・降雨観測点数の増加と観測データの公開(県独自)
(管轄を超えて観測データを一斉公開)
 - ・土砂災害警戒情報の発表(全国的)
(地方気象台と砂防部局との連携により)
 - ・レーダー画像情報利用等の充実(全国的)
- ・自主防災組織の設立数やその活動の活発化
(6.29災害以前からある地域の方々の努力により)

安佐北区高松山の南～東側の被災前後の様子



68人の犠牲者が出了安佐南区。被災前に土砂災害防止法に基づく警戒区域の指定や公表は行われていなかつたが、右図に示すハザードマップは15年前の6.29広島災害後、いつでも誰でも見ることができる形で公表されていた。しかし、この図は十分に認知されておらず、活かされなかつたといえる。

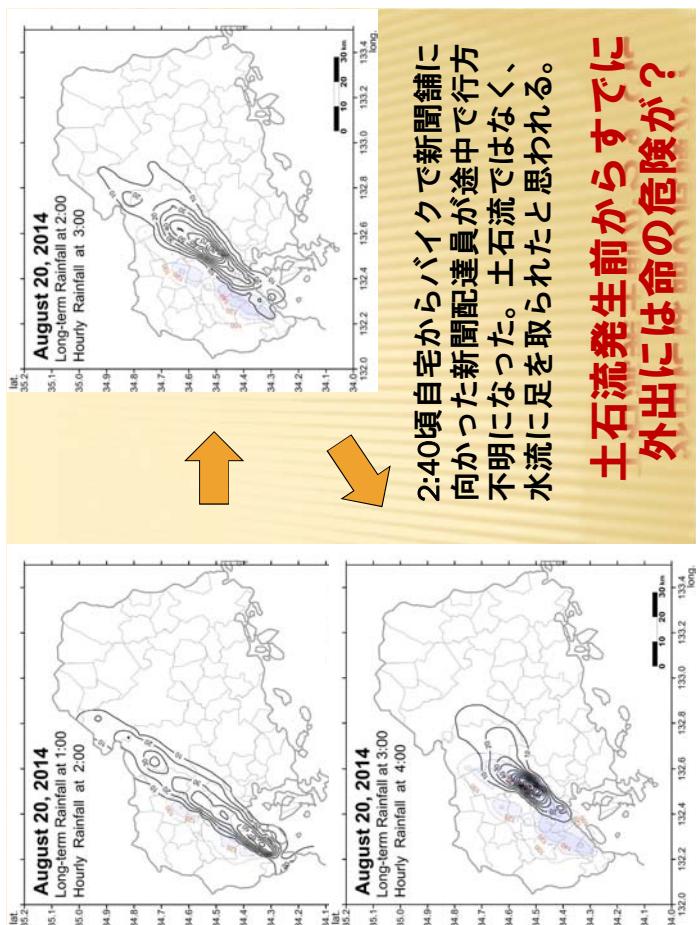
今回発災前日8/19の気象等の状況

- 19～23時にかけて、県西部から広島市中区以西の地域で、激しい雷光と伴う10mm/h以上の雨(そのうち1時間だけだが、30～40mm/h台の数値も記録)
- 以降は「8.20豪雨災害における避難対策等検証部会」配付資料より抜粋引用
- 21:26 気象台から大雨・洪水警報(雷注意報)継続
- 21:50 消防局から防災情報メール(避難準備情報)
- 22:00 消防局から防災無線(避難準備情報)
- 22:28 県・気象台から広島県気象情報第1号(19日夜遅くにかけ、大雨となるおそれ。南部北部とも40mm/h、100mm/24h)
- 23:33 気象台から洪水警報解除(大雨警報・雷注意報継続)

安佐南区阿武山の南東側の被災前後の様子



68人の犠牲者が出了安佐南区。被災前に土砂災害防止法に基づく警戒区域の指定や公表は行われていなかつたが、右図に示すハザードマップは15年前の6.29広島災害後、いつでも誰でも見ることができる形で公表されていた。しかし、この図は十分に認知されておらず、活かされなかつたといえる。



当日8/20の気象等の状況(～2:00)

- <「8.20豪雨災害における避難対策等検証部会」配付資料より抜粋引用>
- 0:57 気象台から洪水注意報(大雨警報・雷注意報・雷注意報)継続
- 1:15 県・気象台から土砂災害警戒情報(市全域)
- 1:21 気象台から洪水警報(大雨警報・雷注意報)継続
- 1:32 消防局から防災情報メール(避難準備情報)
- 1:35 県・気象台から土砂災害警戒情報第2号(対象の市町追加)
- 1:41 消防局から防災情報メール・防災無線(避難準備情報)
- 1:49 気象台から広島県気象情報第2号(20日明け方まで土砂災害に注意。南部北部とも70mm/h、120mm/24h)

当日8/20の気象等の状況(2:00～3:30頃)

- <「8.20豪雨災害における避難対策等検証部会」配付資料より抜粋引用>
- 2:40頃までは、(はん)濫警戒や水防関連の情報多数
- 2:41 消防局から防災情報メール(避難準備情報)
- 2:50 消防局から防災無線(避難準備情報)
- 3:21 土砂災害警戒連最初の119通報(山本8丁目がけ崩れにより男児2人が生き埋め)
- 3:30 土砂災害警戒連119(緑井8丁目土石流で女性不明)
- 3:30 広島市災害対策本部設置
- 3:30～119や避難準備情報の間合せ先だつた危機管理部の加入電話に市民からのお通報(人が流されたり、家屋倒壊、生き埋め、土砂流入等)
- 3:30～葉難できない家に閉じ込め、家に閉じ込め、孤立、床上浸水、屋根で

当日8/20の気象等の状況(3:30頃～6:00)

- <「8.20豪雨災害における避難対策等検証部会」配付資料より抜粋引用>
- 3:37 消防局から防災情報メール(災対本部設置)
- 3:40 県・気象台から土砂災害警戒情報第3号(対象の市町追加)
- 3:49 気象台から記録的短時間雨量情報(3:30までの1時間で安佐北区付近120mm、安佐北区上原114mm)
- 4:15 安佐北区避難勧告発令(対象地区はどんどん拡大)
- 4:30 安佐南区避難勧告発令(対象地区はどんどん拡大)
- この間も以降も119通報多数(家屋倒壊、孤立、生き埋め、川に流れ、閉じ込め、避難困難、家屋流出・安否不明、川に流れに流れ、等)
- 土砂流入、脱出不能、土石流に流れ、等)

避難勧告の遅れで犠牲者が多くなった?

- 1:15 土砂災害警戒情報の発表(県・気象台)
- 2時前以降 道ががるのようになっていた可能性あり
- 3:21 安佐南区山本のがけ崩れ(生き埋め死亡)
- 3:30以降 土石流の集中発生
- 4:15 避難勧告発令(広島市安佐北区)
- 4:30 同(安佐南区)
- 避難勧告等の対象者は十数万～数十万人
- 避難行動は瞬時に終わらない
- 15年前の6.29災害の時には昼間の災害でも2.5～3時間かかった(4時間以上かかった人も)
- 避難所への避難行動がより危険だった可能性も

明らかになつたこと

- 真夜中の未曾有の降り方の集中豪雨であつたこと
　　・最新技術を使っても適切予測が困難な場合がある！
　　・避難勧告の遅れ等を生む最大の原因となつた！
- 山麓斜面や谷すじに沿つて人家の密集する場所で被災して
　　いたこと。水の集まりやすい谷すじに入り込むように、
　　また、より危険度の高い勾配のきついところに、無防備に
　　ミニ二開発が進んでいたこと。
- 99年6.29広島土砂災害の教訓は何だったか？
- 土砂災害警戒区域指定箇所では自主的な防災行動が多くの
　　命を守ることにつながつていたこと。一方、土砂災害危険
　　区域図の公開だけの地域は、警戒避難の行動がほとんど
　　とれていなかつたこと。
- 住民への説明・理解を促す大切さが示唆された！

行政側からの一方的な防災対応だけでは全く不十分であること

話題提供（2）

「被災地周辺の特徴」

福塚康三郎（八千代エンジニヤリング株式会社）

被災地周辺の特徴① 地形

- 被害は安佐北区大林町～安佐南区緑井町周辺の北東-南西方向の狭い帯状の範囲(約3×20km)に集中する。
- 被害集中域以外では、阿佐南区山本地区における崖崩れ等を除き、顕著な被害はない。

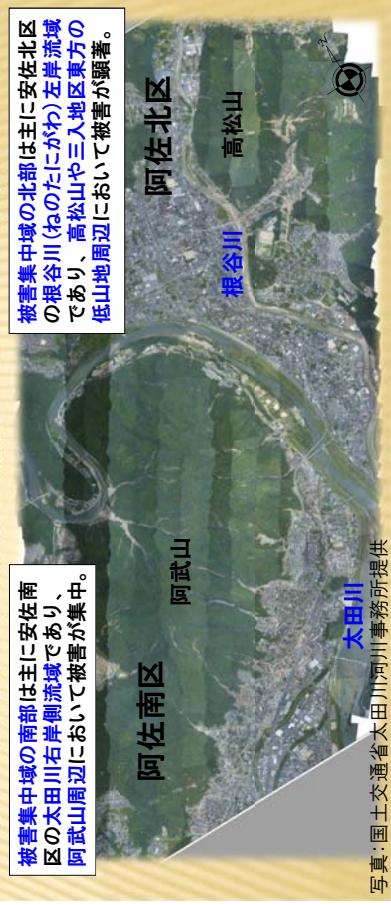


写真:国土交通省太田川河川事務所提供

被災地周辺の特徴 話題提供

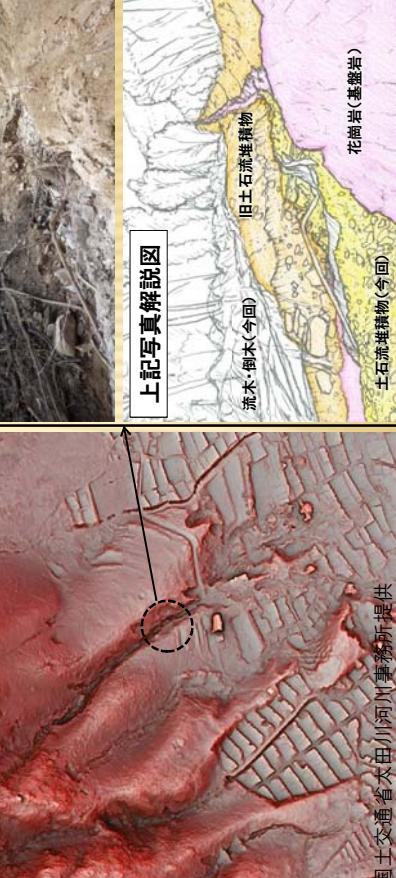
八千代エンジニアリング株式会社 福塚 康三郎

土石流が山麓部へ流下する際、渓床や渓岸の堆積物を侵食した例

(安佐南区八木町、太田川(古川)支川77)

赤色立体図

土石流発生状況



国土交通省太田川河川事務所提供

被災地周辺の特徴② 地質

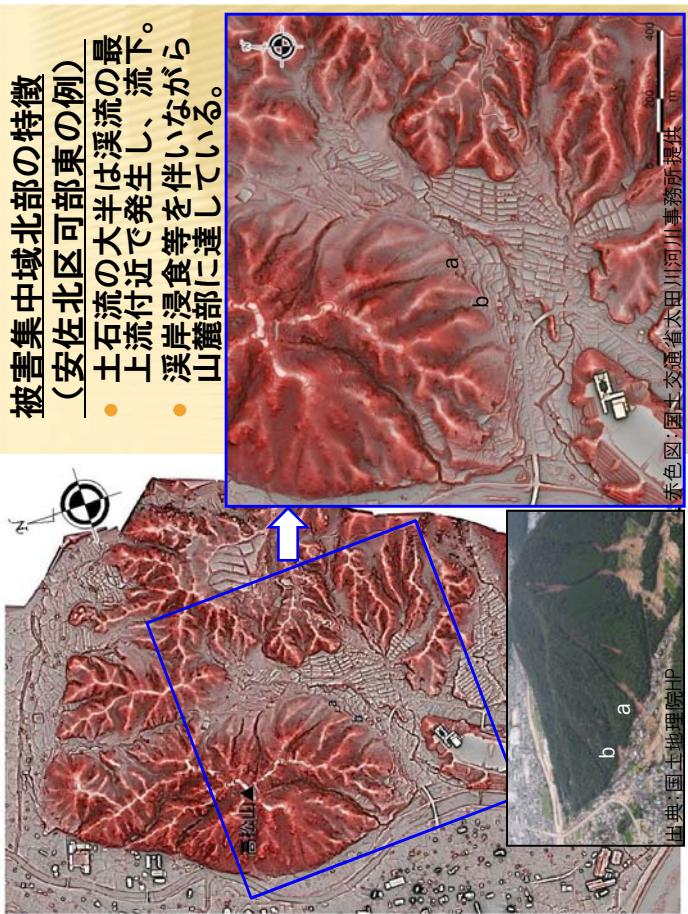
- 被災地周辺には主に広島花崗岩類が広く分布する。
- 一部に高田流紋岩類やホルンフェルス化した堆積岩類が分布。
- 今回発生した土石流の大半は、山麓部へ流下する過程において、渓床及び渓岸に堆積したこれらの堆積物を侵食したと考えられる。



出典: シームレス地質図

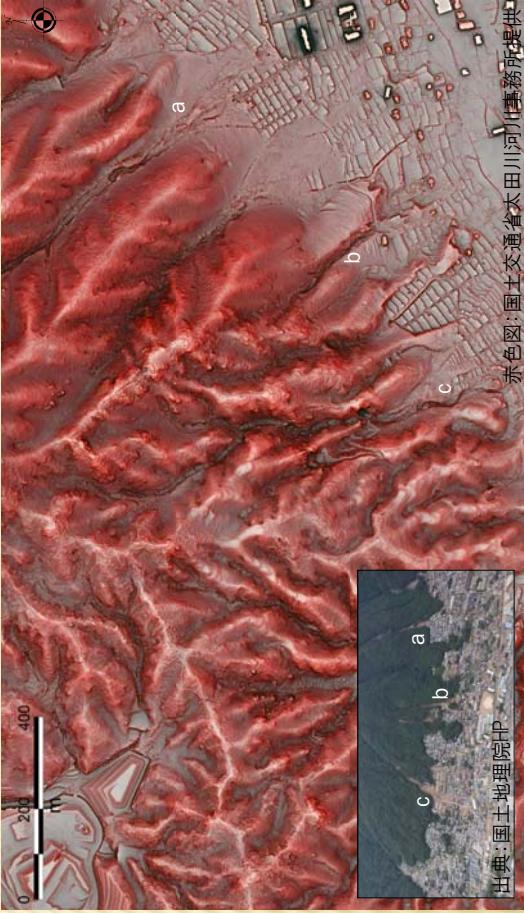
被害集中域北部の特徴 (安佐北区可部東の例)

- 土石流の大半は溪流の最上流付近で発生し、流下。
- 溪岸浸食等を伴いながら山麓部に達している。

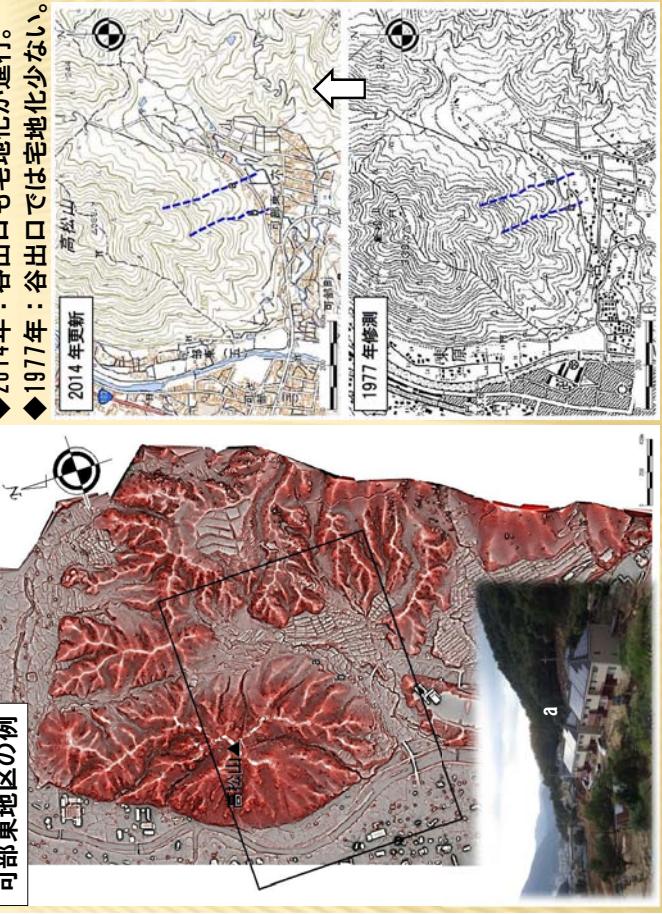


被害集中域南部の特徴 (安佐南区八木町～緑井の例)

- 土石流の大半は表層崩壊を伴い、これらの崩壊土砂の流下に伴う渓床・溪岸沿いの堆積土砂・地山風化部の侵食により土砂量を更に増加させ、流下し、山麓部に達した。

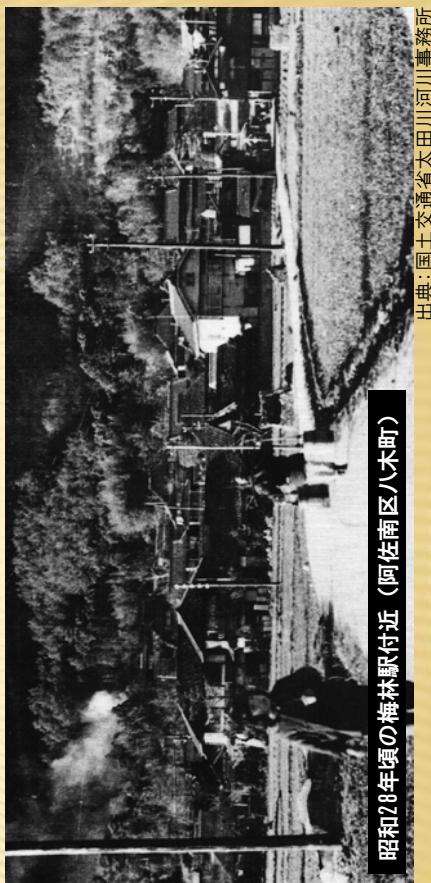


可部東地区の例



被災地周辺の特徴③ 土地利用

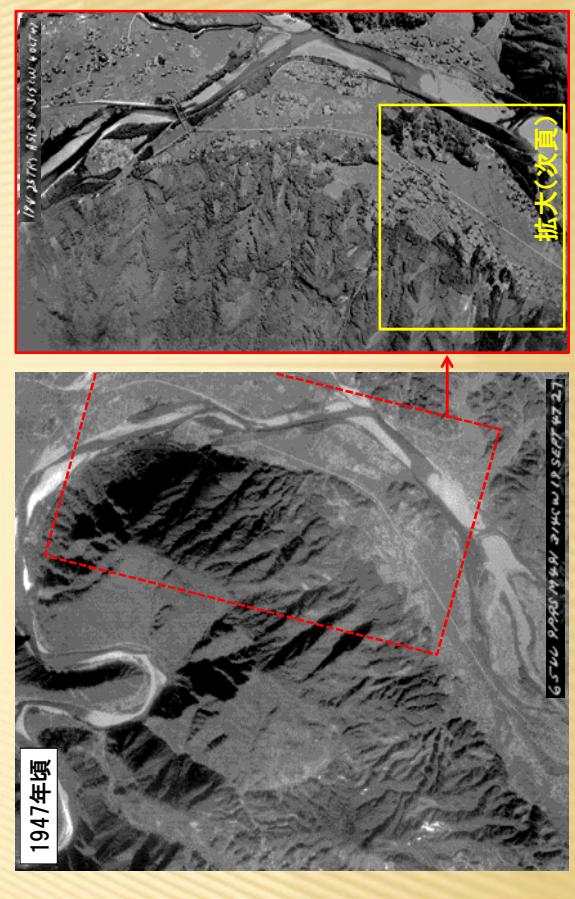
- 新旧の地形図や空中写真等を対比した結果、近年、土石流の到達域の山麓部まで都市のスプロール化に伴う宅地開発が進行している状況が認められる。



都市のスプロール化に伴う宅地開発状況（空中写真比較）

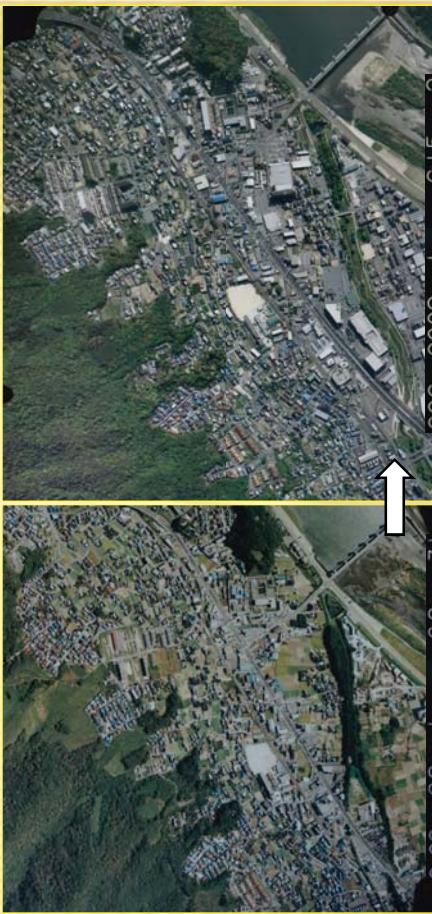
（安佐南区ハ木地区）

（都市のスプロール化…都市が周辺に無秩序に広がる現象）



都市のスプロール化に伴う宅地開発状況（空中写真比較）

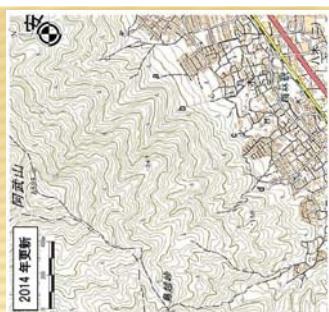
（安佐南区ハ木地区）



ハ木地区の例

◆ハ木地区の災害地名
現在：上楽地 萬谷
過去：蛇落地 惡谷
（じやくじあしだに）

◆近年、土石流の到達域
の山麓部まで都市のスプロール化に伴う宅地開発
が進行している状況が認められる。



1977年測量

2014年更新

1977年測量

2014年更新



1925年測量

1945年測量

1970年測量

◆1925年の地形図では土石流堆末端付近の一部に地下水(伏流水)の浸み出しを示唆する竹林記号や災害地名が認められる。

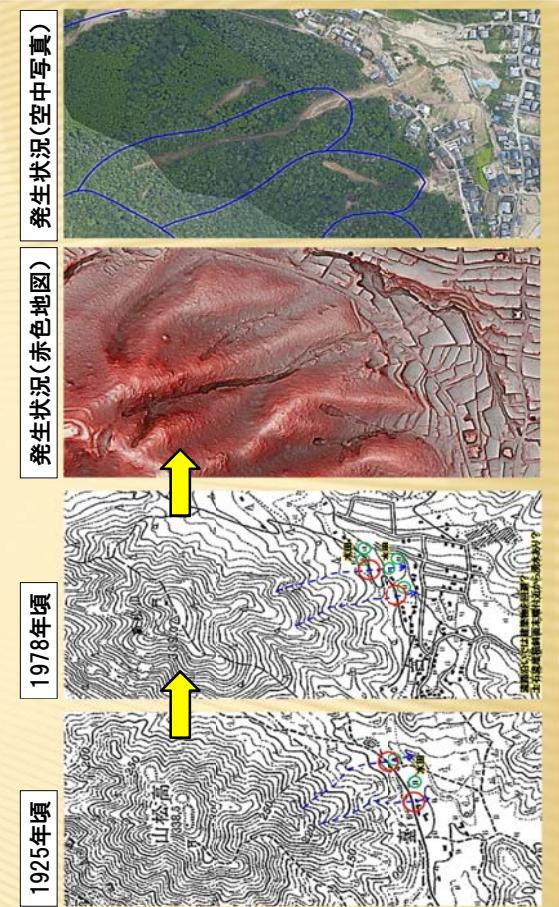


都市のスプロール化に伴う宅地開発状況（空中写真比較）

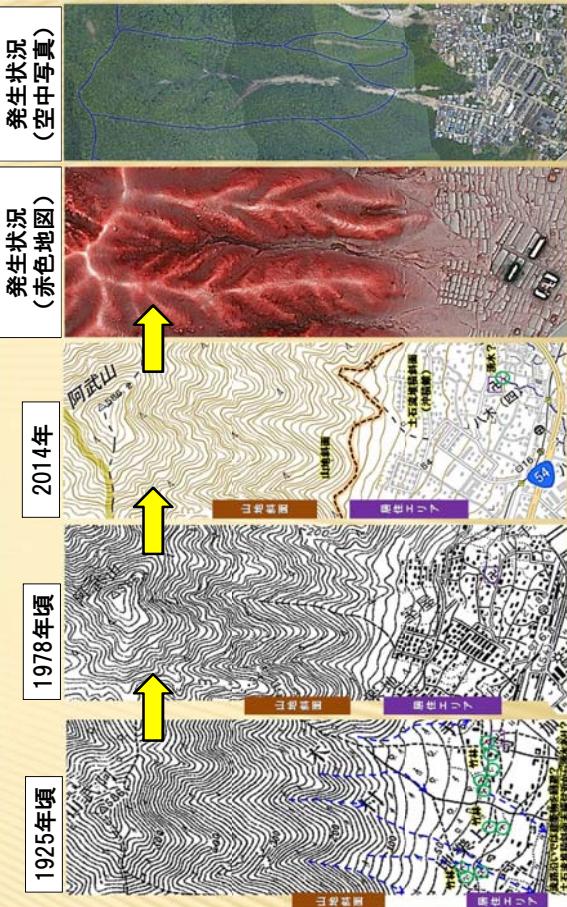
（安佐南区ハ木地区）



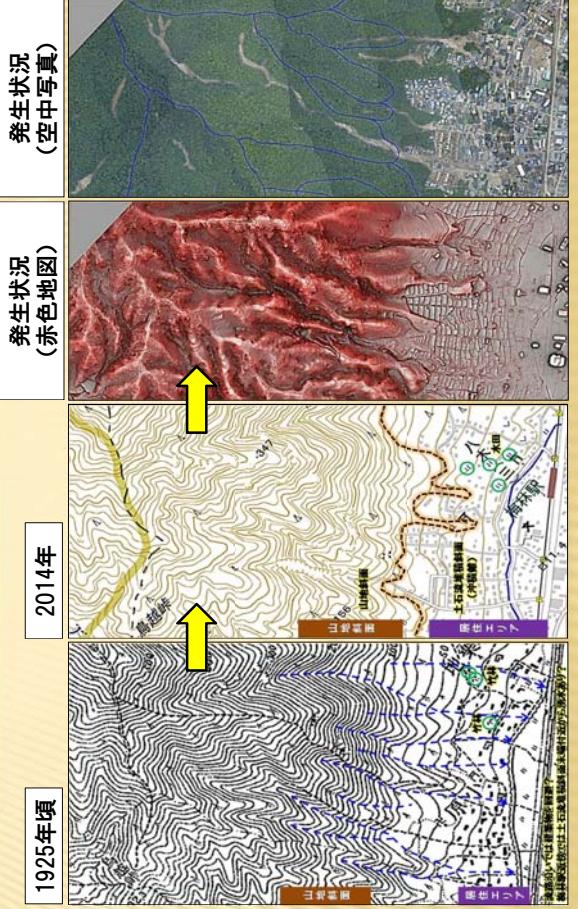
都市のスプロール化に伴う宅地開発状況と被害箇所の関係 (阿佐北区可部東地区、根谷川支線97)



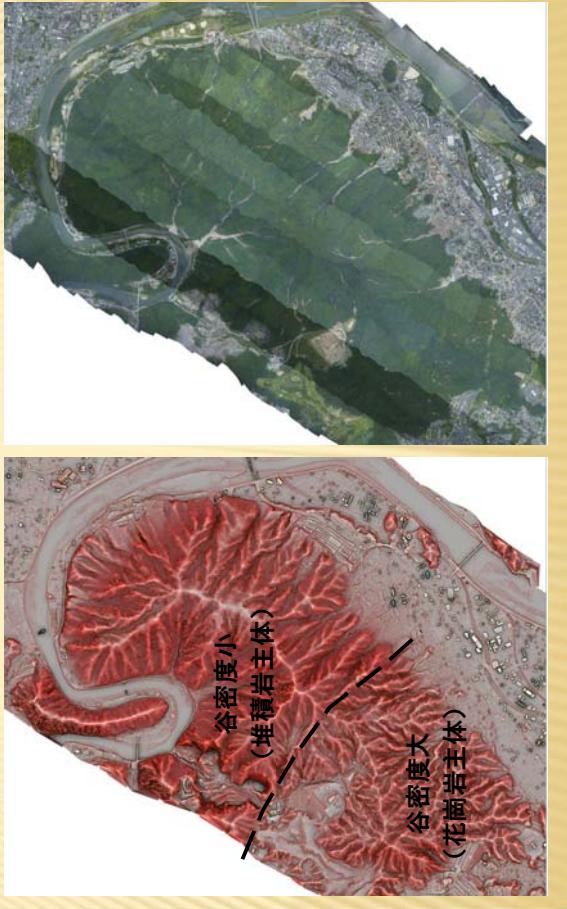
都市のスプロール化に伴う宅地開発状況と被害箇所の関係 (阿佐南区八木地区、太田川支線97周辺)



都市のスプロール化に伴う宅地開発状況と被害箇所の関係 (阿佐南区八木地区、太田川(古川)支川77周辺)



- 赤色立体地図からは、地質の違いが谷密度の違いとして現れている。⇒堆積岩類地域よりも花崗岩類地域の方が谷密度大

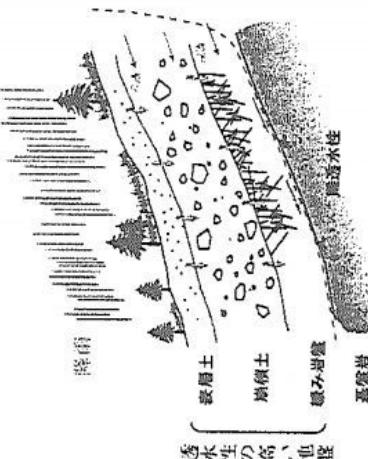


谷密度が高い斜面と低い斜面の違いのイメージ（既往研究例）



(a) 谷密度が高い斜面 (b) 谷密度が低い斜面

長谷川(ほか)(2009): 谷密度から斜面崩壊規模を予測する



(b) 谷密度が低い斜面

これに対して、谷密度が低い斜面は、透水性の高い厚い斜面構成物質(崩積土、疊積岩盤)から構成され、降雨が地下深部に浸透しやすく、表面流出による侵食および洗刷崩壊が発生しにくい。その結果、谷ができるにくく谷密度は低くなると考えられる。

長谷川ほか(2009)：谷密度から斜面崩壊規模を予測する
【参考】
かつて、阿佐南区ハム～緑井地区周辺の低地は、太田川の氾濫常襲地帯であった。
河川の水害に見舞われたことにより、低地を避けて山側に宅地開発が進行した。
土石流災害についてはあまり認識されず、河川の水害の方が怖いと考えられてきた。
比較的小さいと考えられる(図-3a)。

歴履害災履歴の特徴④被災地周辺の特徴

- 広島市周辺では、過去に土石流や斜面崩壊等による土砂災害が多発し、人的被害や家屋被害等の様々な被害を受けた地域であることが分かる。

発生年月日	西暦	発生場所	発生位置	人の被害(人)		被害家屋(戸)	浸水
				死者	負傷者		
明治 19. 8. 3	1886	丸石川他	大野町他	20	—	18	—
明治 10. 7. 15	1907	矢野川他	広島市他	177	118	389	741
大正 12. 7. 12	1923	矢野川他	広島市他	15	11	37	435
大正 15. 9. 11	1926	山木川他	広島市他	103	58	110	150
昭和 3. 6. 24	1928	大冢川他	広島市他	35	—	—	—
昭和 20. 9. 17	1945	丸石川他	大野町、吳市他	1,775	1,054	1,330	5,502
昭和 26. 10. 14	1951	中津川他	大竹町、大野町、湯来町他	132	361	350	1,983
昭和 57. 7. 13	1982	丸石川他	廿日市市、広島市	6	1	1768	—
平成 3. 9. 27	1991	大田川他	庄島市他	6	49	—	492
平成 5. 7. 27	1993	田吹川他	大野町他	3	—	—	81
平成 11. 6. 29	1999	大毛寺川他	広島市、吳市他	24	14	—	148

出典：国土交通省太田川河川事務所

言文

人生の哀歎を秘めた太田川、清澄な流れは、わが町の政治・経済・文化に大きく寄与し又われわれの生活中に、父祖の生活に潤いと安らぎを与えてくれた。しかし濁流は、多年に亘つて水と戦つた人々の苦難の歴史を創つた。元和・寛永・承応・嘉永・明治7年・17年・大正8年・12年・15年・昭和18年・20年の水禍は大きく、特に承応2年の洪水は、死者500人余に達したといふ。近く昭和18年の大出水は、八木村・川内村・縁井村の堤防を決壊し、濁流は全村に流れ込み、尊い人命と多くの財宝を奪い、惨状被害は筆舌に尽くしえないものがあつた。水禍に対する住民の苦惱は深刻であつたが、当時の三村の財政力では根本的な治水工事はできなかつた。

幸い地元住民の協力により、昭和7年より国費による改修工事が進められ、40年の星轍と30数億円の巨費が投じられ、太田川中流部の改修がなり、願望の古川縫め切り工事も昭和44年3月完成し、近く高瀬川の完工を見るにいたつた。長年にいたる父祖の努力とわれわれの要望が実を結び、偉業を成し遂げられたことを町を挙げて喜ぶ。

黄河の水を治めた、夏の禹王の遠大な、はかりごとにあやかり大禹譜を建立して、太田川の歴史を偲び治水の大業を称える。

昭和47年5月20日

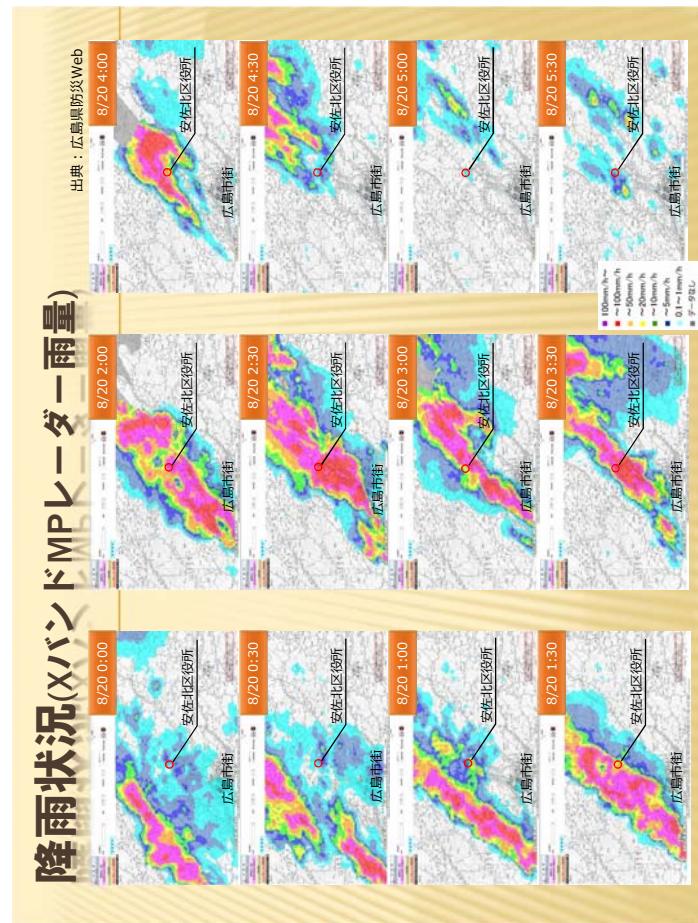
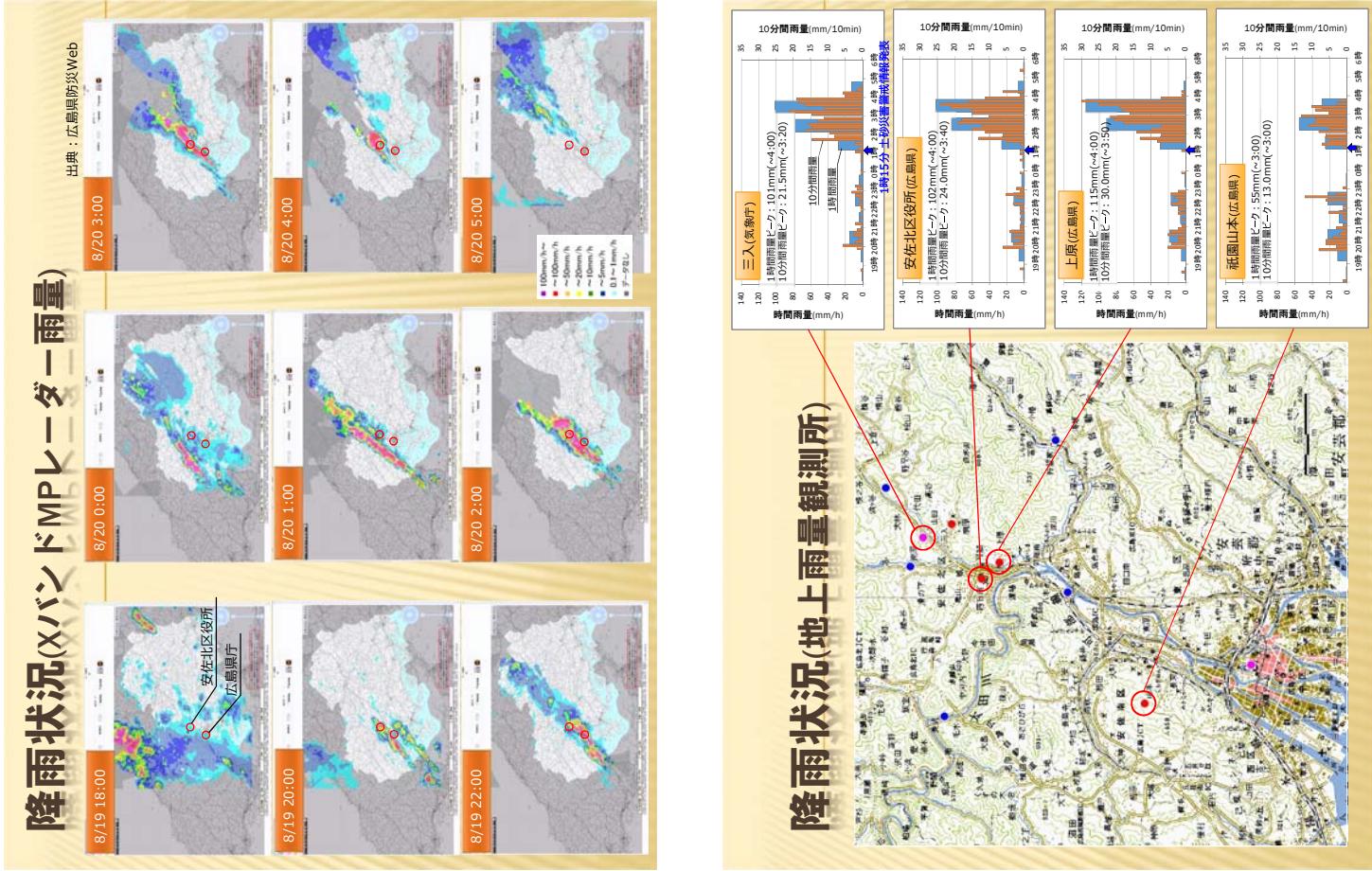
佐東町長 池田早人撰

出典：国土交通省太田川河川事務所

話題提供（3）

「広島災害の誘因の特徴と土砂移動の状況」

吉野弘祐（アジア航測株式会社）

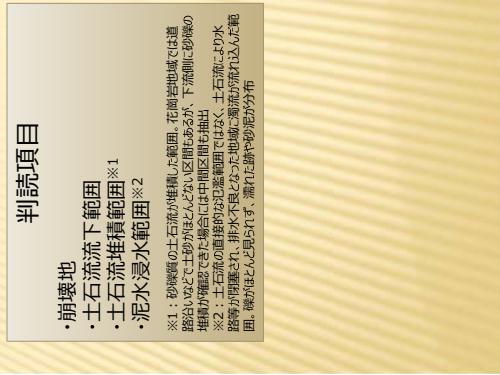


降雨狀況(確率規模)

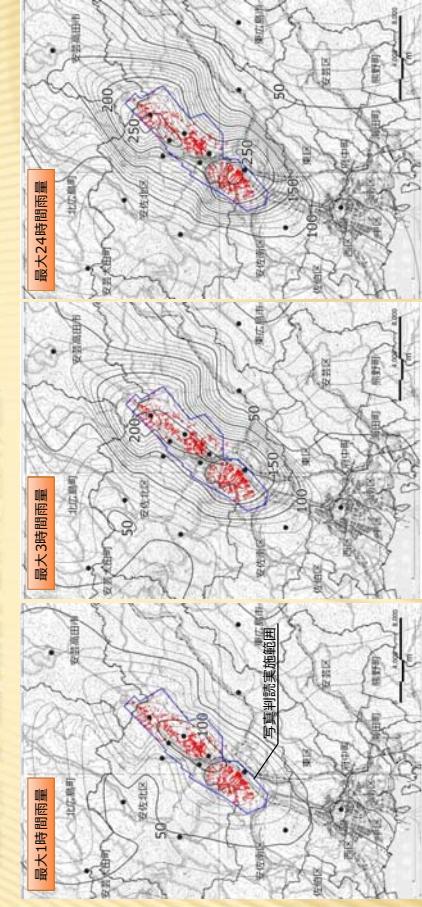


高瀬(1975年～)			1時降雨量			3入(1976年～)		
順位	降水量(mm)	起日	降水量(mm)	起日	降水量(mm)	起日	降水量(mm)	起日
1	87	2014/8/20	101	2014/8/20	60	1997/8/14	58.5	2008/8/14
2	70	2000/7/4	60	1997/8/14	56	1986/7/22	48	1986/7/10, 1997/9/7
3	49	1988/7/21	56	1986/7/10, 1997/9/7	48	1988/7/22	48	1986/7/10, 1997/9/7
4	47	1984/7/19, 2008/8/14	56	1988/7/21	48	1988/7/22	48	1986/7/10, 1997/9/7
5	44	1997/8/5	48	1988/7/21	48	1988/7/22	48	1986/7/10, 1997/9/7
高瀬(1975年～)			3時降雨量			3入(1976年～)		
順位	降水量(mm)	起日	降水量(mm)	起日	降水量(mm)	起日	降水量(mm)	起日
1	187	2014/8/20	209	2014/8/20	101	1997/8/14	97.5	1997/9/7
2	101	1988/7/21	101	1997/8/14	88	1997/9/7	88	2006/9/16
3	98	2010/7/13	88	1997/8/14	85	1988/7/21	83	1988/7/21
4	80	1997/8/5	85	2000/7/4	83	1988/7/21	83	1988/7/21
5	72	2000/7/4	83	2006/9/16	83	1988/7/21	83	1988/7/21
高瀬(1975年～)			24時降雨量			3入(1976年～)		
順位	降水量(mm)	起日	降水量(mm)	起日	降水量(mm)	起日	降水量(mm)	起日
1	247	2014/8/20	257	2014/8/20	234	1995/7/2	234	1997/9/7
2	221	1995/7/2	234	1995/7/2	219	1983/9/27	219	1983/9/27
3	199	1983/9/27	219	2006/7/23	211	1985/6/23	211	2006/9/16
4	196	2006/7/23	195	2006/9/16	195	1985/6/23	195	2006/9/16
年手法			年超過漏率規模			年超過漏率規模		
2	5	10	50	100	200	300	400	500
3	39.3	45.8	62.3	70.3	78.9	84.2	88.1	91.2
年手法分布			年手法分布			年手法分布		
30.4	52.6	72.6	106.0	118.0	125.7	131.4	135.9	140.0
52.6	60.0	74.0	94.0	104.0	114.0	124.0	134.0	144.0
52.6	56.2	72.6	94.0	106.0	118.0	125.7	131.4	135.9
52.6	56.2	72.6	94.0	106.0	118.0	125.7	131.4	135.9
年手法分布			年手法分布			年手法分布		
124.4	159.4	179.8	214.7	231.7	244.2	256.9	275.5	294.0
124.4	159.4	179.8	214.7	231.7	244.2	256.9	275.5	294.0
124.4	159.4	179.8	214.7	231.7	244.2	256.9	275.5	294.0
33.0	42.1	48.0	60.6	65.9	71.1	74.2	76.4	78.1
42.1	57.8	69.5	77.2	94.3	101.6	108.8	111.0	116.0
42.1	57.8	69.5	77.2	94.3	101.6	108.8	111.0	116.0
42.1	57.8	69.5	77.2	94.3	101.6	108.8	111.0	116.0
131.5	170.5	192.5	232.3	246.1	258.3	264.8	269.2	272.4

降 雨 と 土 砂 移 動 (空 中 写 真 判 読)



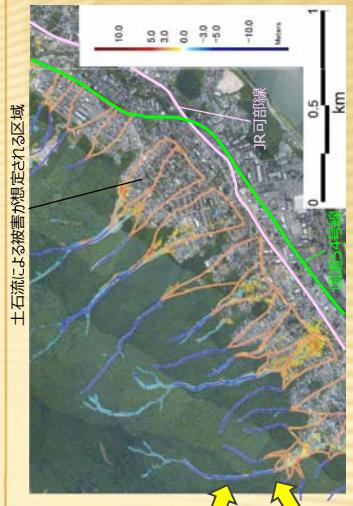
降雨与土壤运动(雨域分布)



※図中赤色は崩壊地、土石流下範囲、土石流堆積範囲を表している

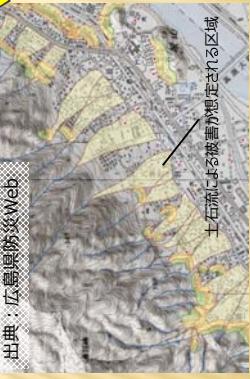
今回の降雨は、短時間に非常に強いものであつたこともあり、最大3時間雨量と最大24時間雨量の雨域分布は比較的同様の傾向を示している。

比較 区域図の災害危険結果と土砂差分



JR可部線や国道54号線付近まで泥水が到達しているものの、土石流による主要な土砂堆積範囲は、広島県防災Webで公開されているハザードマップ（土砂災害危険箇所図）の「土石流による被害が想定される区

※地形と土砂の堆積状況及び過去の土石流の氾濫実績を基に想定される最大堆積の土石量が氾濫するおそれがある区域



土砂災害危険箇所図(ハザードマップ)

災害の誘因の特徴と土砂移動のまとめ

話題提供（4）

「溪流調査結果の報告」

五反田川（八木四丁目）（堆積岩の分布域）

根谷川支川 85・86（可部町桐原）（高田流紋岩～花崗岩の分布域）

長野英次（朝日航洋株式会社）

報結果調査流溪「提供題話

五反田川（八木四丁目）
(堆積岩の分布域)
根谷川支川85・86（可部町桐原）
(高田流紋岩～花崗岩の分布域)

次英野長社式株洋航日朝

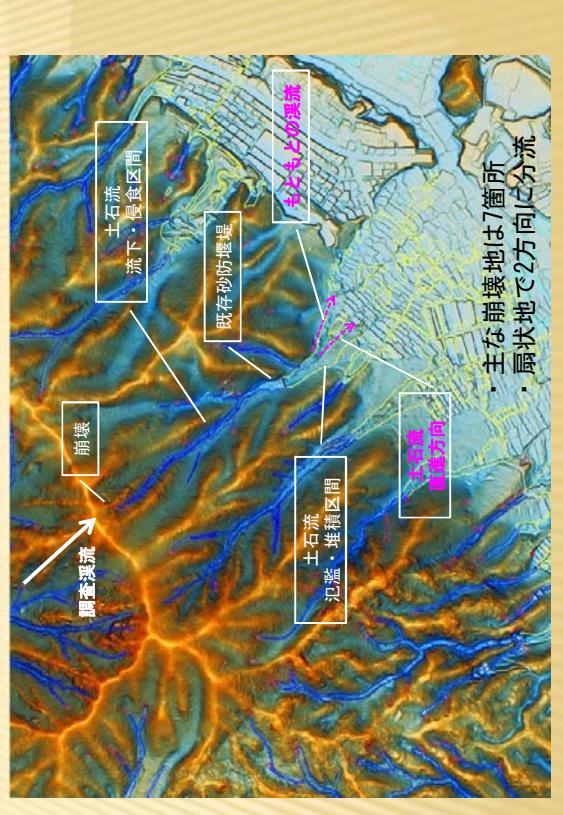
內容報告

- 溪流調査結果の報告
 - ① 安佐南区ハ木四丁目『五反田川』の調査結果
 - ② 安佐北区可部町桐原『根谷川支川85・86』の調査結果
 - ③ 報告の内容
 - 調査渓流の概況
 - 土石流発生域の特徴
 - 土石流の流下・堆積区間の特徴
 - 被災状況
 - まとめ

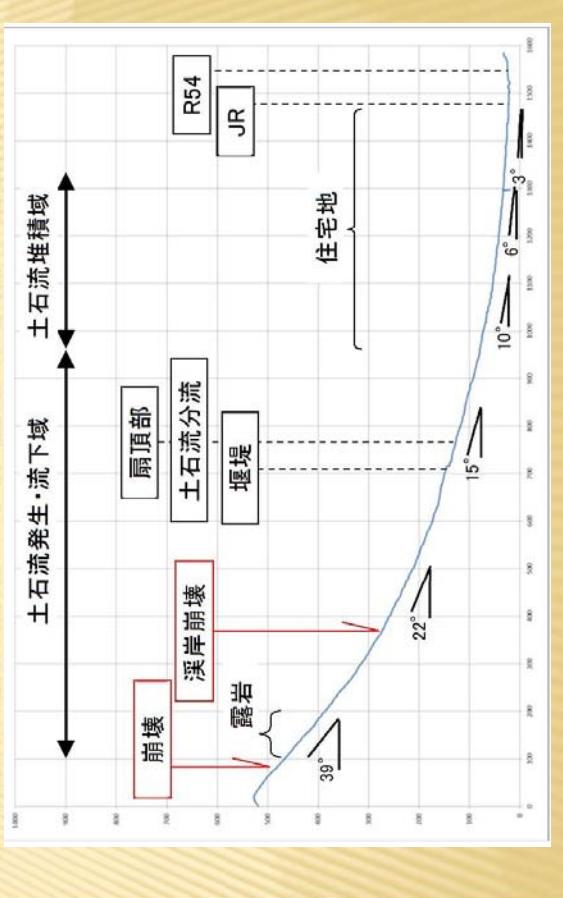
深流調査結果（安佐南区八木四丁目）



1. 調査渓流の概況（安佐南区八木四丁目地区）



1. 調査渓流の概況（安佐南区八木四丁目地区）

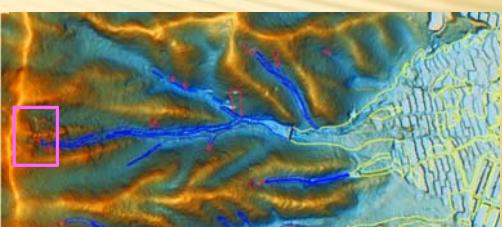


2. 土石流発生域の特徴（安佐南区八木四丁目地区）



源頭部の崩壊状況（幅7m・長さ25m・深さ1.0m）。

2. 土石流発生域の特徴（安佐南区八木四丁目地区）



- 崩壊発生跡
- ・多数のパイプからの水の噴き出し。
- ・表層は1.0m程度の厚さで土砂層が被覆。



- 崩壊部の直下流
- ・侵食幅は狭く深さも1.0m程度。
- ・多量の礫が表層に含まれている。

2. 土石流発生域の特徴（安佐南区八木四丁目地区）

発生域に見られる渓床岩塊の崩落による擦痕跡。



流下域上流部の渓床のホルンフェルス・チャート中に見られる交差する2方向の小断層（N8°W・80°E、N10°E・90°）。



頂上直下山腹斜面に見られる流水による小枝の巻き付き。



頂上直下山腹斜面に見られる流水による表土層（A層）の流出。

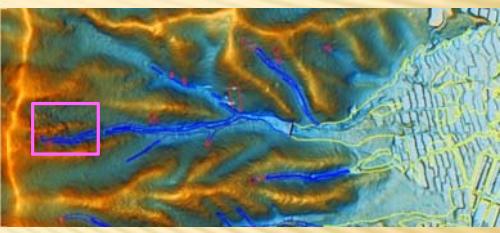


2. 土石流発生域の特徴（安佐南区八木四丁目地区）

頂上直下山腹の立木に見られる流水による小枝の巻き付き。



頂上直下山腹斜面に見られる流水による表土層（A層）の流出。



2. 土石流発生域の特徴（安佐南区八木四丁目地区）

- 源頭部の崩壊発生場所は、「規模は比較的小さい」が「勾配が著しく急勾配」である。

- 崩壊部の崩壊部の地質は、風化の進んだ堆積岩類を基盤岩としその上位を層厚1.0m程度の土砂層が薄く被覆する形態である。

- 崩壊面付近には大小多数のパイピング孔が確認できた。

- 滑落崖の上部に亀裂は発生しておらず、周辺の斜面土壤の浸透能を大きく超えるような短時間の集中豪雨がパイプロードの噴出しとなり、崩壊発生の直接的な要因になったと考えられる。

- 溪岸の山腹斜面には、豪雨による表面流の痕跡が確認され、溪流への多量の表面水の流入もがかったと判断できる。

3. 土石流流下・堆積域の特徴（安佐南区八木四丁目地区）

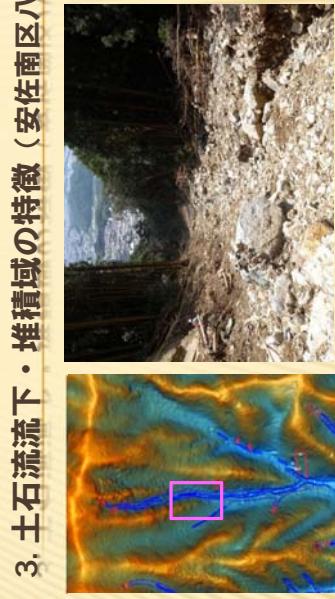
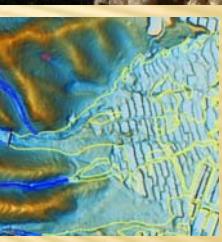
流下域中流部での侵食状況（侵食幅18m）



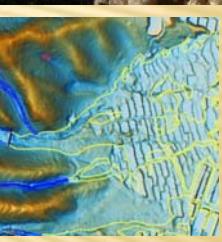
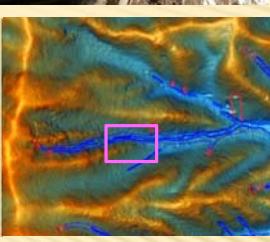
渓床に大量の巨礫



流下域中流部での侵食状況（侵食幅16m 侵食深1.4m）



3. 土石流流下・堆積域の特徴（安佐南区八木四丁目地区）

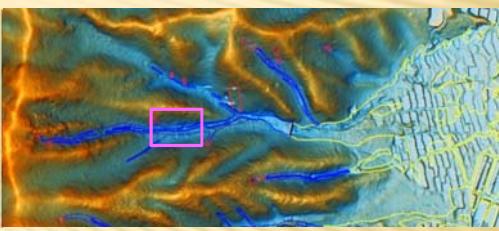


3. 土石流流下・堆積域の特徴（安佐南区八木四丁目地区）

流下域中流部に見られる侵食状況
(浸食幅12m
浸食深1.4m)
渓床にもとどきの堆積土砂が残っている



渓床にもとどきの堆積土砂が残っている（ポール位置で4m程度）
その下流は、渓床に基盤岩が露頭



3. 土石流流下・堆積域の特徴（安佐南区八木四丁目地区）

流下域中下流部に見られる湧水状況
(20ℓ/min)



流下域中下流部に見られる湧水状況



3. 土石流流下・堆積域の特徴（安佐南区八木四丁目地区）

支沢との合流直下の渓床・渓岸の侵食状況。渓床部には岩盤（ホルンフェルス・砂岩・チャート）の露頭が見られる
(浸食幅9m
浸食深さ2.0m)

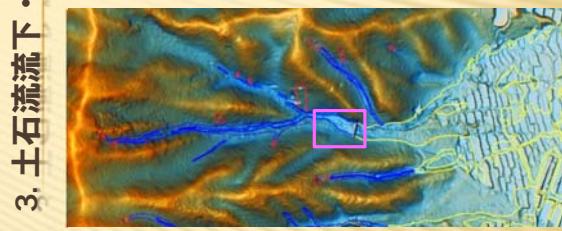


渓床部に見られるホルンフェルス・砂岩の露頭
断層の影響か、せん断を受けて脆い



3. 土石流流下・堆積域の特徴（安佐南区八木四丁目地区）

砂防堰堤の堆砂域
上流端付近の渓床
の状況



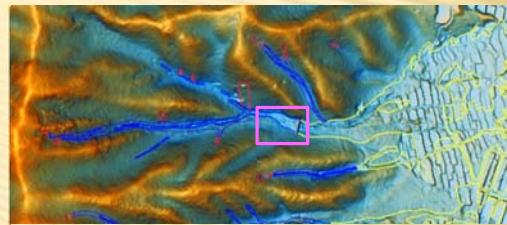
砂防堰堤の堆砂域
の状況
礫が堆積しており
細粒の土砂は表面
には認められない
花崗岩域との
違いか

3. 土石流流下・堆積域の特徴（安佐南区八木四丁目地区）

流下域下流部に見られる砂防堰堤（有効高約7m）一部が破壊されているが、施設効果があり、土石流を一部捕捉



捕捉した土石流の堆砂の状況

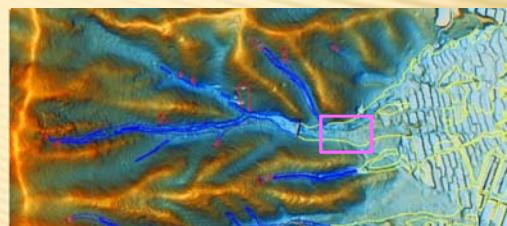


3. 土石流流下・堆積域の特徴（安佐南区八木四丁目地区）

堰堤下流の渓床の状況。旧流路沿いの土石流は、現河床を2m程度侵食している

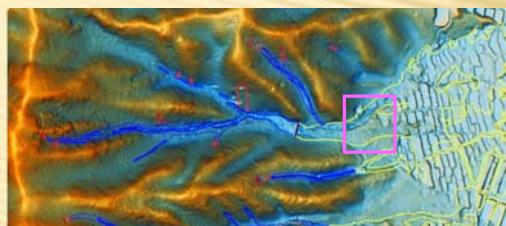


堰堤下流の渓床の状況。旧渓床の植物が残存しており、渓床の侵食・堆積は小さく、表層を流下したもののと推測できる



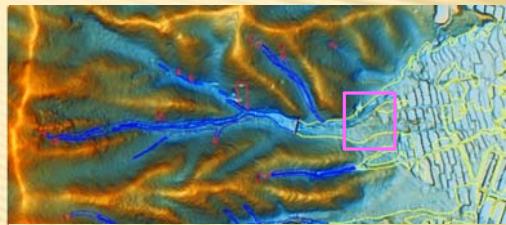
3. 土石流流下・堆積域の特徴（安佐南区八木四丁目地区）

堆積域には、大量の流木と土砂及び巨礫が認められた。



3. 土石流流下・堆積域の特徴（安佐南区八木四丁目地区）

土石流が旧流路方向と直進方向の面に流下。



3. 土石流流下・堆積域の特徴（安佐南区八木四丁目地区）

- 流域源頭部で発生した崩壊は土石流となり、溪床や溪岸を侵食し、さらに侵食した土砂や溪床に堆積していた岩塊を巻き込んで規模を拡大しながら流下した。
- 溪床や溪岸に存在していた巨礫を巻き込んだ土石流であつたことが推定できる。
- 既存の砂防堰堤は、効果はあつた。
- 最下流では、旧流路方向と直進方向の両者に土石流が流下し、両方向に被害が出た。



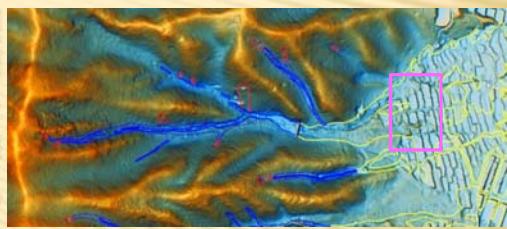
- 既存の砂防堰堤は、効果はあつた。
- 最下流では、旧流路方向と直進方向の両者に土石流が流下し、両方向に被害が出た。



4. 被災状況（安佐南区八木四丁目地区）

- 旧流路沿いに流下した土石流・流木により倒壊した家屋。

- 旧流路沿いに流下・堆積した土石流のフロント部。民家の壁等で停止。径1m大の花崗岩礫及び大量の流木となる。



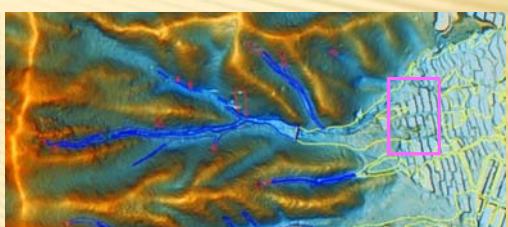
4. 被災状況（安佐南区八木四丁目地区）

- 直進した土石流の先端部の状況。流木による被害が目立つている。
- 土石流は、旧流路方向に流下したものと直進方向に流下したものがあり、両者において被害が発生している。
- 谷出口から下流側は扇状地が発達し、この扇状地において古くから宅地造成が行われている。
- 谷出口付近の勾配は10°と急であり、土石流は勢いを保持した状態で扇状地内の宅地内に向けて流下し、甚大な被害を及ぼした。
- 八木四丁目では、民家の倒壊等の被害は勾配10°付近で発生しているが、この10°付近の民家等が停止している様子が確認できた。

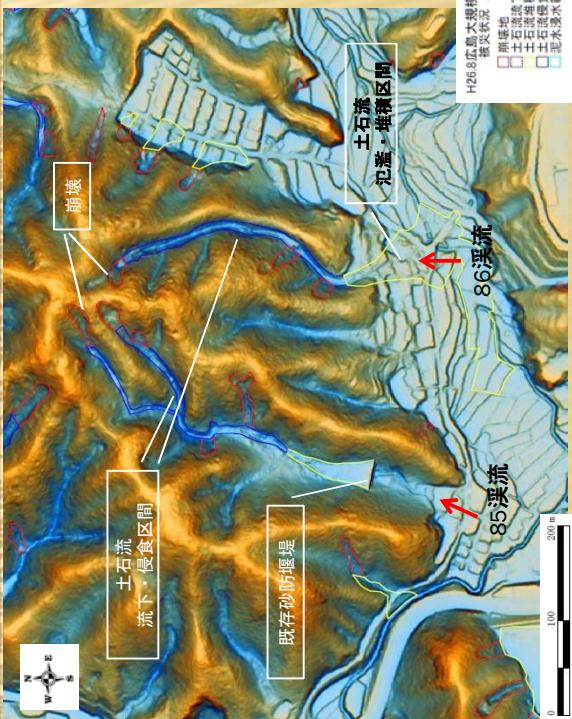


4. 被災状況（安佐南区八木四丁目地区）

- 土石流の被害は、大量の土砂、巨礫、流木によって生じている。
- 土石流は、旧流路方向に流下したものと直進方向に流下したものがあり、両者において被害が発生している。
- 谷出口から下流側は扇状地が発達し、この扇状地において古くから宅地造成が行われている。
- 谷出口付近の勾配は10°と急であり、土石流は勢いを保持した状態で扇状地内の宅地内に向けて流下し、甚大な被害を及ぼした。
- 八木四丁目では、民家の倒壊等の被害は勾配10°付近で発生しているが、この10°付近の民家等が停止している様子が確認できた。



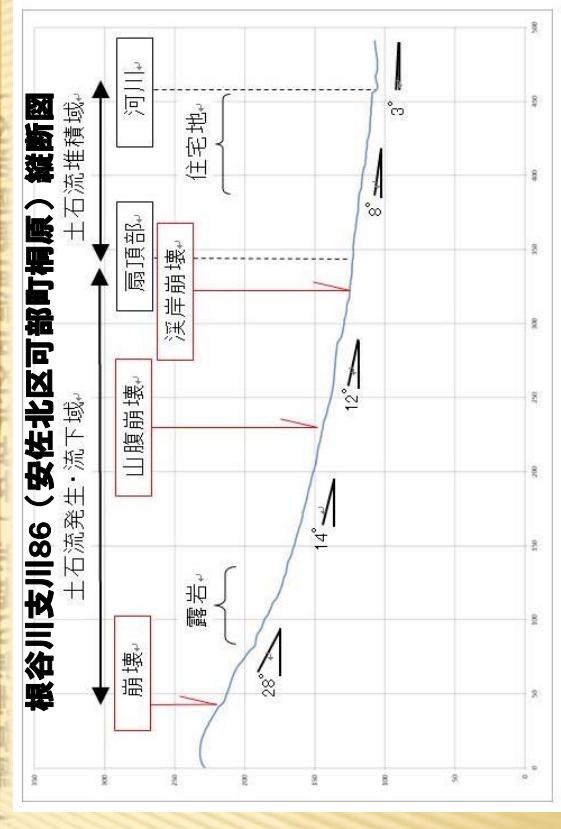
1. 調査渓流の概況（安佐北区可部町桐原地区）



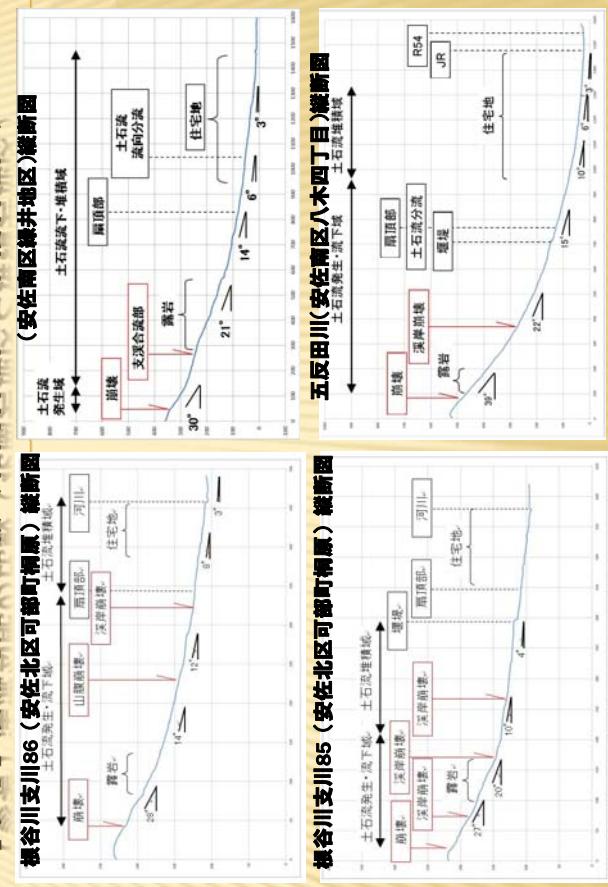
2. 済流調査結果（安佐北区可部町桐原地区）

『根谷川支川85・86』

1. 調査渓流の概況（安佐北区可部町桐原地区）



【参考】済流勾配の比較（花崗岩地区と堆積岩地区）



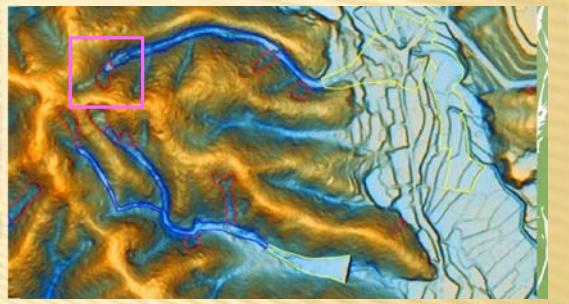
2. 土石流発生域の特徴（安佐北区可部町桐原地区）



源頭部の真砂土の崩壊（幅12m・長さ20m・深さ1.5m・傾斜34°）。崩壊下部の両側部には、花崗岩中の斜交する節理に規制されてボトルネック状。



源頭部の真砂土の崩壊面に見られるパイピングホール（径2~3cm）。



2. 土石流発生域の特徴（安佐北区可部町桐原地区）

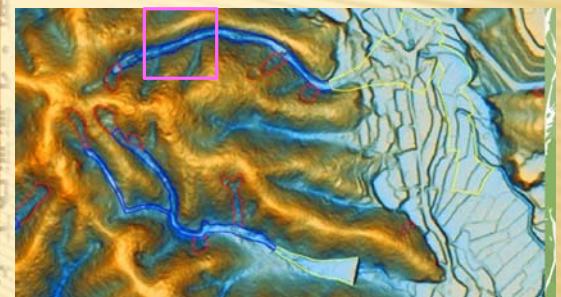


源頭部崩壊直下の侵食状況（やや深い）（幅8m・深さ3m）

3. 土石流流下・堆積域の特徴（安佐北区可部町桐原地区）



流下域上流部の侵食状況。途中から流水が見られる。



3. 土石流流下・堆積域の特徴（安佐北区可部町桐原地区）



流下域中流部の侵食状況。左岸部に比べ右岸部の方が侵食著しい。侵食床及び右岸は岩盤露出、左岸は土砂が残存。

流下域中流部の侵食状況（幅12m・深さ2m）。侵食床部の侵食著しく岩盤が露出している。

3. 土石流流下・堆積域の特徴（安佐北区可部町桐原地区）

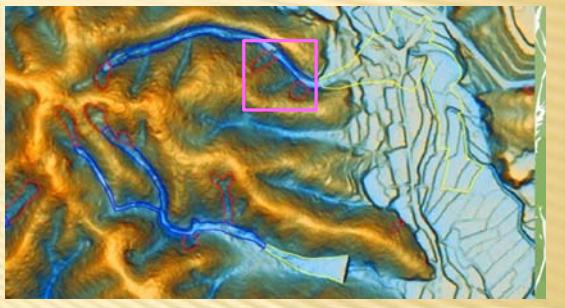


流下域中・下流部
に見られる侵食・
堆積状況。



流下域下流部に見
られる侵食状況。
緩やかに曲流して
おり、侵食深さは
2.2mを呈する。

3. 土石流流下・堆積域の特徴（安佐北区可部町桐原地区）



流下域下流部の右
岸側に見られる崩
壊
高さ 20m
幅 15m
深さ 0.7m



右岸側水衝部の崩
壊
高さ 20m
幅 15m
深さ 0.7m

3. 土石流流下・堆積域の特徴（安佐北区可部町桐原地区）

崩壊地直下の堆積
開始点。
これより沢は、根
谷川の合流点まで、
ほぼ直進している。



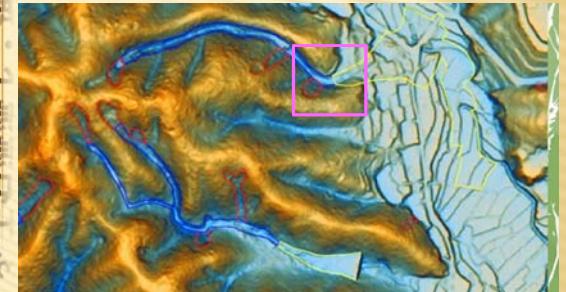
堆積域に見られる
花崗岩主体の角礫
(径5~30cm大)。

3. 土石流流下・堆積域の特徴（安佐北区可部町桐原地区）

堆積域の先端部。
砂礫と流木が堆積
している
(渓床勾配3°)



堆積域先端部に見
られる礫混じり砂
径2~10mm。

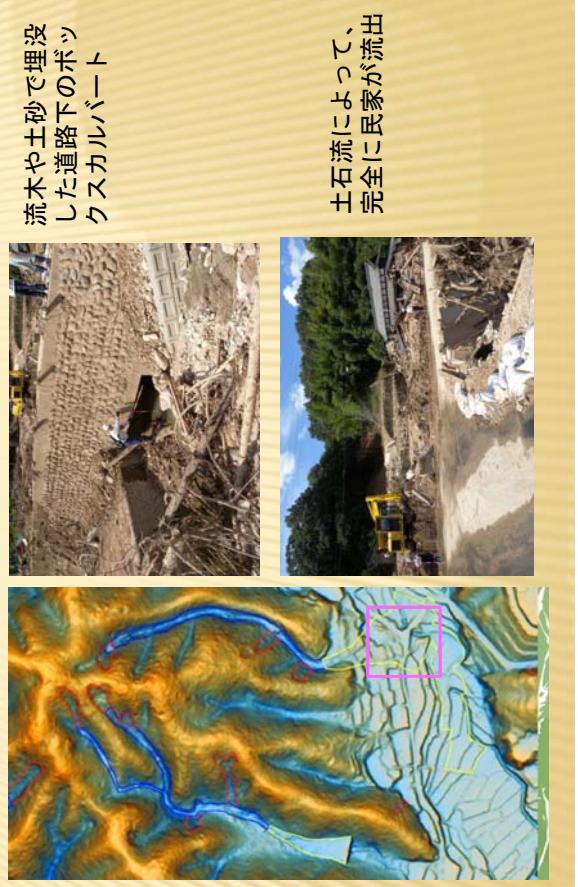


4.被災状況（安佐北区可部町桐原地区）

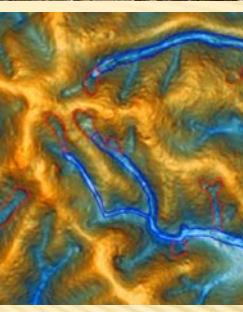


土石流の氾濫状況。土石流は根谷川と合流後は、これに沿って曲流している。道路より上流にあつた家屋2戸と集会所が被災している。

4.被災状況（安佐北区可部町桐原地区）



土石流によって、完全に民家が流出



流木や土砂で埋没した道路下のボックスカルバート

5. 溪流調査結果のまとめ

- 地質は、花崗岩を主体とするが、ハ木地区では高所にジュラ紀の硬質な堆積岩（ホルンフェルス・砂岩・チヤート等）、可部地区では流紋岩類～花崗岩類が分布している。特に、堆積岩からなる付加体が花崗岩区域ではやや分布する。特に、堆積岩からなる付加体が花崗岩区域ではやや分布する。特に、堆積岩からなる付加体が花崗岩区域ではやや分布する。特に、堆積岩からなる付加体が花崗岩区域ではやや分布する。
- 源頭部の表層崩壊発生場所は、いずれも勾配30°以上で、風化の進んだ堆積岩や花崗岩の上位を層厚0.5～1.5m程度の土砂層が薄く被覆し、この境界で崩壊が発生していた。
- 崩壊跡の滑落崖には多数のバイブレーピンクング孔が確認できた。
- 斜面土壤の浸透能を大きく超えた短時間の集中豪雨が、斜面フローの噴出したこととなり、崩壊発生の直接的な要因になったと考えられる。

（ハ木四丁目地区と可部町桐原地区）

5. 深流調査結果のまとめ

- 谷出口から下流側は扇状地が発達し、この扇状地において古くから宅地造成が行われている。
- 八木地区では、谷出口付近の勾配は10°と急勾配であり、土石流は勢いを保持した状態で扇状地内の宅地内に向けて流下し、甚大な被害を及ぼした。
- 八木四丁目では、民家の倒壊等の被害は勾配10°付近で発生しているが、この10°付近の民家等によつて流木や巨礫が停止している様子が確認できた。
- 土石流は、旧流路方向に流下したものと直進方向に流下したもののが存在し、両者において被害が発生している。
- 既往施設の効果は確認できる。

話題提供（5）

「溪流調査結果（花崗岩地帯）の報告」

「砂防堰堤の効果」

西川友章（国際航業株式会社）

発表内容

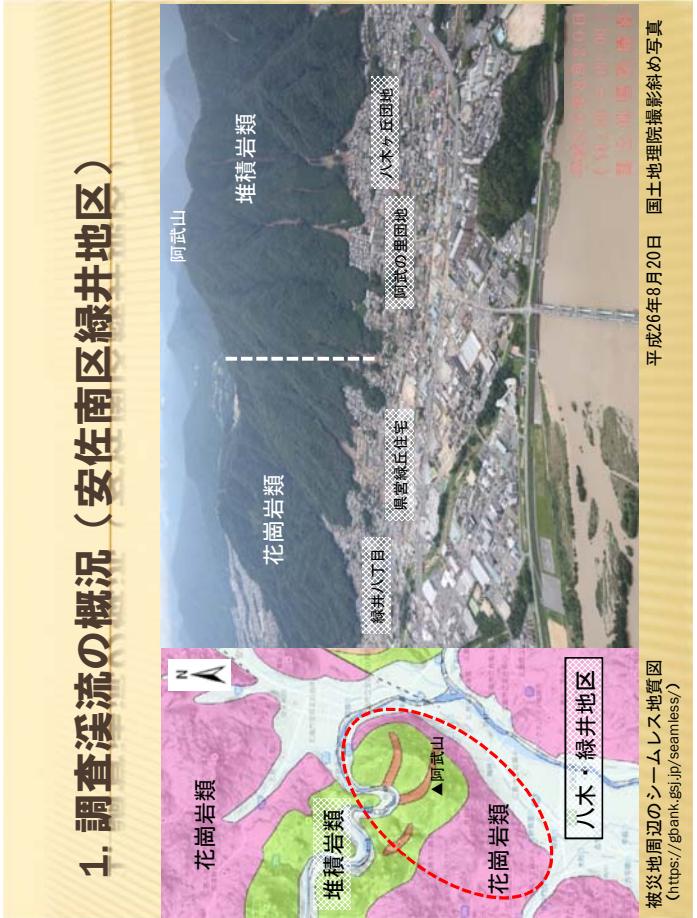
「深流調査結果（花崗岩地帯）の報告」「砂防堰堤の効果」

国際航業株式会社 西川友章

- 溪流調査結果（花崗岩地帯）の報告
 - ① 安佐南区緑井地区の調査結果
 - ② 安佐北区可部東地区の調査結果
 - ・ 調査渓流の概況
 - ・ 土石流発生域の特徴
 - ・ 土石流の流下・堆積区間の特徴
 - ・ 被災状況
 - ・ まとめ

- 砂防堰堤の効果
 - ① 調査の概要
 - ② 調査を実施した砂防堰堤の状況報告

深流調査結果（安佐南区緑井地区）

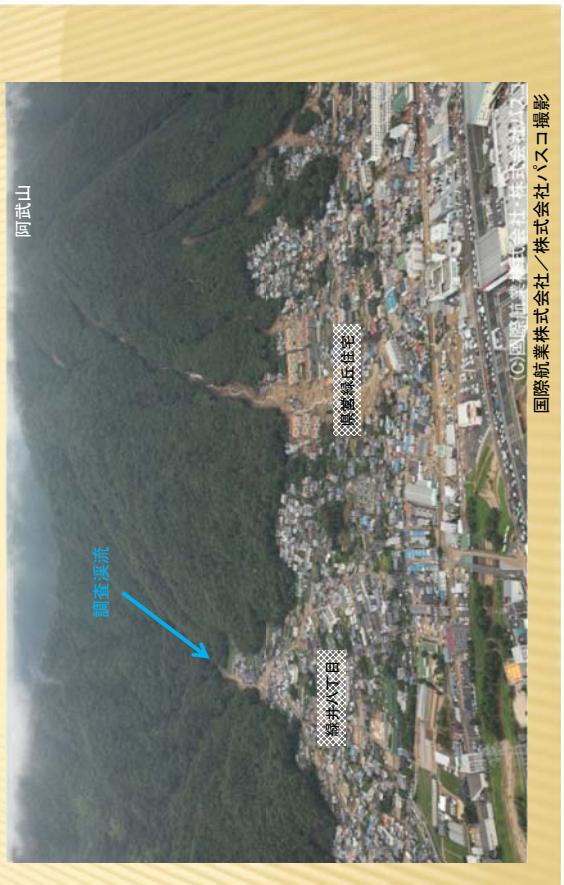


1. 調査渓流の概況（安佐南区緑井地区）

被災地周辺のシームレス地質図
(<https://gbank.gsj.jp/seamless/>)

平成26年8月20日 國土地理院撮影斜め写真

1. 調査渓流の概況（安佐南区緑井地区）



1. 調査渓流の概況（安佐南区緑井地区）



1. 調査渓流の概況（安佐南区緑井地区）

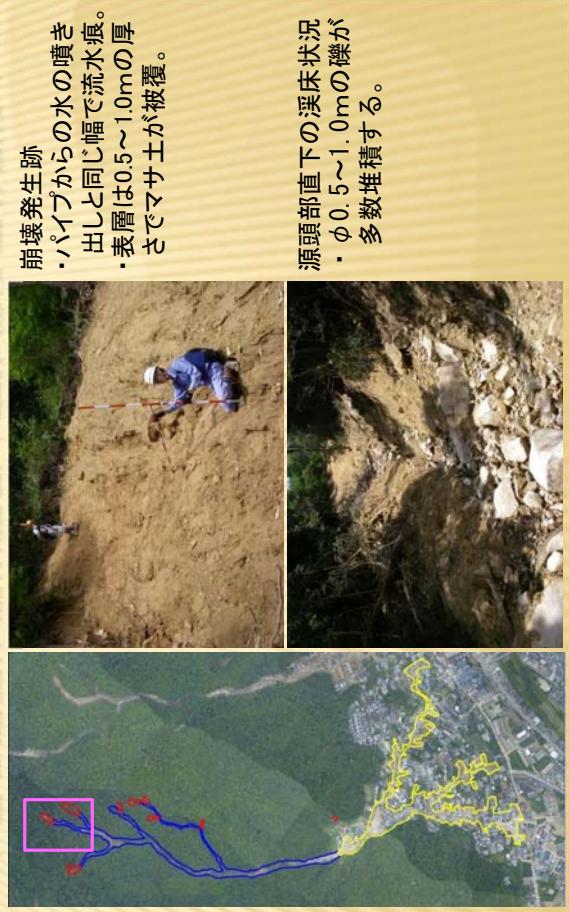


2. 土石流発生域の特徴（安佐南区緑井地区）



2. 土石流発生域の特徴（安佐南区緑井地区）

2. 土石流発生域の特徴（安佐南区緑井地区）



- 崩壊発生跡
- ・パイプからの水の噴き出しと同じ幅で流水痕。
- ・表層は0.5～1.0mの厚さでマサ土が被覆。

- 源頭部直下の渓床状況
- ・φ0.5～1.0mの礫が多数堆積する。

2. 土石流発生域の特徴（安佐南区緑井地区）



- 上流部の渓岸斜面
- ・剥離型表層崩壊跡
- ・多数のガリ－。地表水が発生している。

- 風化の進んだ花崗岩
- ・亀裂が多数発生。
- ・風化が進み、マサ化した土砂も堆積。

2. 土石流発生域の特徴（安佐南区緑井地区）

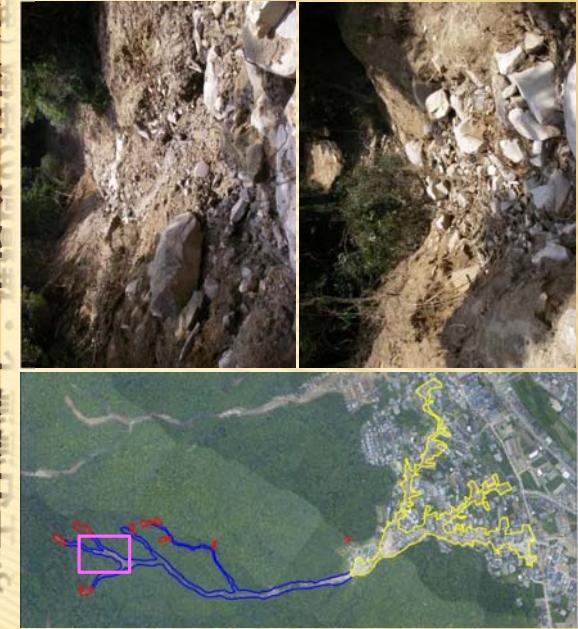
- 源頭部の崩壊発生場所は、風化の進んだ花崗岩の上に層厚0.5～1.0m程度のマサ土が薄く被覆する。
- 表層のマサ土が基盤の花崗岩との境界を滑り面とし、基盤の花崗岩を一部侵食し崩落した。風化が進み亀裂の入った基盤の花崗岩は割れて岩塊となり、土石流の一部として流下した。

- 滑り面付近には大小多数のパイピング孔が確認できた。
- 滑落崖の上部に亀裂は発生しておらず、周辺の斜面土壤の浸透能を大きく超えるような短時間の集中豪雨がパイプ口の一の噴出しとなり、崩壊発生の直接的な要因になつたと考えられる。
- 渓岸斜面に多数のガリ－が形成され、渓流に多量の水の流れ込みも確認できた。

3. 土石流流下・堆積域の特徴（安佐南区緑井地区）

- 上流域の渓床状況
- ・崩壊地から流下した土砂及び岩塊の堆積と、後続流による侵食が確認できる。

- 上流域の渓床状況
- ・勾配が緩くなる区間にφ0.5～1.0mの礫が堆積する。



3. 土石流流下・堆積域の特徴（安佐南区緑井地区）



- 支渓合流部の状況
・左支渓には土砂及び
巨礫の堆積。
・右支渓は土砂の堆積
が見られない。

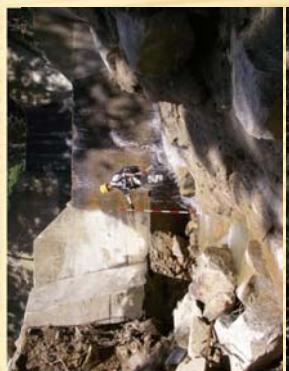
3. 土石流流下・堆積域の特徴（安佐南区緑井地区）



- 渓床で露頭する花崗岩
・風化が進行している。
・流水による侵食が確
認できる。

- 流下区間の露頭
・流下痕跡の深さは
3.0m程度。
・土砂及び礫の堆積は
ほぼ確認できない。
・常時流水あり。

3. 土石流流下・堆積域の特徴（安佐南区緑井地区）



- 治山谷止工
・副堤の前庭部が著し
く洗掘されている。
・基礎部分が約1m浮
き上がった状態。



- 谷止工の上流側
・土砂及び巨礫が約
1.0mの厚さで堆積
する。
・流下痕跡の深さは
3m程度。

3. 土石流流下・堆積域の特徴（安佐南区緑井地区）



- 扇頂部の直上流部
・1~2mの礫が多数
堆積する。
・溪岸は過去の土石流
堆積物により形成さ
れる。



- 扇頂部の直上流部
・今回の土石流堆積物
が後続流により侵食
された痕跡あり。
・侵食深は1.0m程度。



3. 土石流流下・堆積域の特徴（安佐南区緑井地区）



3. 土石流流下・堆積域の特徴（安佐南区緑井地区）

- 流域頭部で発生した崩壊は土石流となり、風化が進む溪床及び溪岸を侵食し、さらに侵食した土砂や溪床に堆積していった岩塊を巻き込み規模を拡大しながら流下した。
- 溪流内の土砂堆積状況から、大規模な土砂流出が少なくとも2回以上発生していることが確認できた。
- 右支渓からの後続の土石流が多量の流水を伴つて勢いよく流下し、先行の流出で溪床に堆積した巨礫を含む土砂も一気に下流まで押し流したと考えられる。
- 流域全体で、溪床から約3mの高さに土石流の流下痕跡が確認できる。溪岸には過去の土石流堆積物も見られ、回復も土石流が発生している溪流であることが伺える。

4. 被災状況（安佐南区緑井地区）



4. 被災状況（安佐南区緑井地区）

- 谷出口から250m下流（勾配6.8°）
 - 道路が土石流の流下経路となり、損壊著しい。
 - 最大φ4mの巨礫も点在する。

- 谷出口から350m下流（勾配6.4°）
 - 土砂、礫及び流木が堆積する。
 - 比高4m、幅12m



4. 被災状況（安佐南区緑井地区）

- 谷出口から100m下流 最上流部の家屋（勾配8.5°）
 - 土石流の直撃を受けた家屋
 - 勾配6.8°
 - 玉突き状態による全壊。
 - この地点で土石流は分流した。



4. 被災状況（安佐南区緑井地区）

- 谷出口から370m下流
(勾配5.9°)
 - ・道路アスファルトが
浮き上がる。
 - ・ $\phi 1m$ 以上の花崗岩
岩塊が点在する。
- 谷出口から380m下流
(勾配5.7°)
 - ・マサ土に埋没してい
た風化残留岩塊の転
石（約 $\phi 1.0m$ ）。

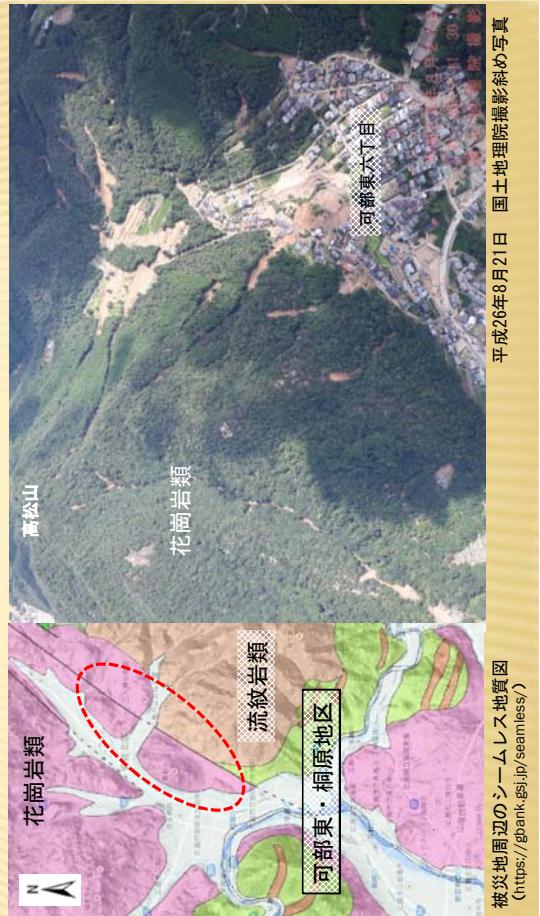


4. 被災状況（安佐南区緑井地区）

- 谷出口から下流側は扇状地が発達し、そこは大規模な宅地造成が行われている。谷出口付近の勾配は14°と急であり、土石流は勢いを保持した状態で流下し、扇状地に広がる住宅地へ甚大な被害を及ぼした。

- 扇頂部付近で土石流の直撃を受けた家屋は玉突き状に破壊されたが、そこで土石流下の障害物となつたことで土石流は左右に分流し、土石流は障害の無い道路に沿つて流下した。
 - 谷出口から約400m下流まで $\phi 1m$ 程度の巨礫（花崗岩）が到達している。土石流が通過した道路はアスファルトが著しく洗掘される等の損壊を受け、また道路に沿つた1列目の家屋が軒並み被害を受けている。

1. 調査渓流の概況（安佐北区可部東地区）



1. 調査渓流の概況（安佐北区可部東地区）

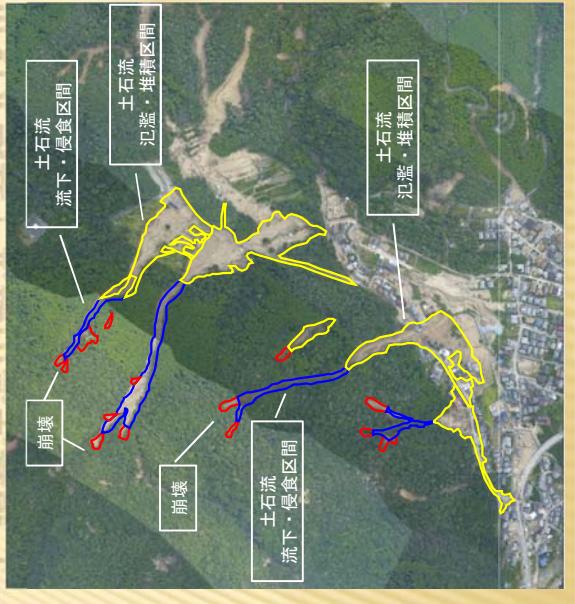


1. 調査渓流の概況（安佐北区可部東地区）

1. 調査渓流の概況（安佐北区可部東地区）



1. 調査渓流の概況（安佐北区可部東地区）



背景画像は災害後のオルソ画像：太田川河川事務所提供

1. 調査渓流の概況（安佐北区可部東地区）



- 流域面積 : 0.04km²
- 延長 : 350m
- 標高差 : 190m
- 地質 : 花崗岩が主体

※土石流危険渓流として把握されていなかった。

1. 調査渓流の概況（安佐北区可部東地区）



(背景画像は災害後のオルソ画像：太田川河川事務所提供)

2. 土石流発生域の特徴（安佐北区可部東地区）

2. 土石流発生域の特徴（安佐北区可部東地区）

- ・源頭部の全景
- ・滑落崖は高さ約2.0m
- ・Φ0.5mの花崗岩の岩塊が残存
- ・勾配は40° 前後



・滑落崖に大小多数の
バイピング孔



3. 土石流下・堆積域の特徴（安佐北区可部東地区）

- ・上流域の渓床状況
- ・渓床には花崗岩の岩塊が多數残る。
- ・渓床の漫食により、渓岸の表層崩壊が発生している。



3. 土石流下・堆積域の特徴

- ・右岸側には過去の土石流堆積物により形成された花崗岩。
- ・左岸側には風化の進んだ花崗岩。



上流域から下流を望む
・渓床から4~5mの高さを維持して流下した。



(
X)

- ・右岸側は過去の土石流堆積物により形成
- ・左岸側は風化の進んだ花崗岩。



- ・下流域に比べ、マサ
- ・土主体の堆積となる
- ・後続流による幅3m、
- ・深さ1m程度の侵食

3. 土石流下・堆積域の特徴（安佐北区可部東地区）



扇頂部の直上流部

- 高さ2m程度の土石
流が確認できる。
マサ土主体の土砂と
 $\phi 0.5\sim 1.0m$ の礫が
多量に堆積する。

土石流氾濫堆積区間
・ $\phi 2m$ 以上の巨礫や
流木も多量に到達し
ている。



被災前の状況：Googleストリートビュー（2013年10月撮影）

4. 被災状況（安佐北区可部東地区）



前災被

4. 被災状況（安佐北区可部東地区）



被災家屋

- ・土石流の直撃を受けた下流側の玉屋の家屋に衝突。

被災家屋付近の状況
・ $\phi 2m$ 程度の巨礫も到達している。

4. 被災状況（安佐北区可部東地区）



- ・東側の谷で発生した土石流が道路沿いに流下している。
- ・道路上には土砂及び礫が多数堆積する。

土石流通過後の道路
・舗装面の陥没等、波状変形が確認できる。

5. 溪流調査結果のまとめ

- 流域全体が花崗岩を主体とした地質で構成されているため、**地盤の風化が強く進行し、脆弱な状態である。**
- **源頭部の表層崩壊発生場所は、いずれも勾配30°以上で**あつた。風化の進んだ花崗岩の上に層厚0.5~1.0m程度のマサ土が薄く被覆し、この境界が滑り面となつた。
- **崩壊痕跡の滑落崖には多数のパイピング孔が確認できた。**斜面**土壤の浸透能を大きく超越した短時間の集中豪雨がハイフローレーの噴出しとなり、崩壊発生の直接的な要因になつた**と考えられる。
- 土石流の流下痕跡及び渓床の土砂堆積状況より、**大規模な土砂流出は複数回発生**していることが確認できた。
- 渓岸斜面には土石流堆積物で形成されている区間があり、過去にも土石流の発生したことが確認できた。

5. 溪流調査結果のまとめ

- 谷出口直下に発達した扇状地に、**大規模な宅地造成による住宅地**が広がっている。谷出口付近の勾配は10°以上と急であるため、**土石流は勢いを保持した状態で流下し、住宅地へ甚大な被害を及ぼした。**
- 巨石混じりの**土石流の直撃を受けた家屋は玉突き状に破壊され**たが、土石流下の障害物となつたことで土石流は左右に分流し、**土石流は障害の無い道路に沿って流下した。**
- 土石流が通過した道路はアスファルトが著しく洗掘される等の損壊を受け、また道路に沿つた1列目の家屋が軒並み被**害**を受けている。

- ⇒対策施設が整備されていた割合は、約20%と想定される。
- 調査を実施した対策施設は次の2基である。
 - ・安佐北区大林三丁目 下の谷川 砂防堰堤
 - ・安佐北区可部町桐原 根谷川支川85 治山堰堤

1. 調査の概要

- 今回の災害が発生した被害集中域には、**土石流危険渓流**が約190箇所ある。(広島県ホームページより)
- 聴き取り調査によると、被害集中地区における**砂防堰堤**と**山堰堤**が設置されている渓流は34渓流とされる。

砂防堰堤の効果

2. 調査を実施した砂防堰堤の状況報告



下の谷川 砂防堰堤

- ・今回の土石流により満砂した。
- ・流木も堆積している。
- ・一度堆積した土砂が後続流により侵食を受け、下流へ流出している。
- ・下流へは細粒分の土砂がわずかに流出した痕跡がある程度。
- ・支溪からの土砂の流入も確認できる。

2. 調査を実施した砂防堰堤の状況報告



根谷川85 治山堰堤

- ・有効高6.0m程度の治山堰堤に、土砂及び流木が多量に捕捉されていることを確認した。

3. 砂防堰堤の効果に関する調査結果のまとめ

- ・聴き取り調査、空中写真判読、現地確認により、砂防堰堤の設置されている溪流では、下流側の保全人家に対してほとんど被害を及ぼしていないことが確認できた。
- ・現地確認した砂防堰堤及び治山堰堤には、**多量の土砂及び流木が捕捉**されていた。
- ・聴き取り調査によると、既設堰堤の中には流出土砂の一部が堰堤を越えて下流に流出したものもあるとのことである。
- ・本災害における砂防・治山施設の効果評価には、さらに詳細な調査が必要と考えられる。

話題提供（6）

「2014年広島土石流災害の数値シミュレーション」

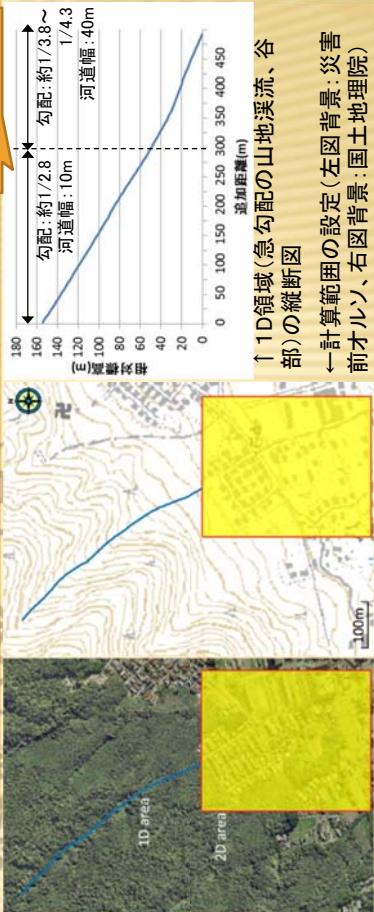
中谷加奈（京都大学大学院 助教）

土石流數値シミュレーション

- GISと連携した土石流シミュレーションシステムHyper KANAKOを利用
 - 広島県ハ木3丁目、阿武の里団地で発生した土石流の数値シミュレーションを実施
 - 地形条件は太田川河川事務所により提供された平成21年に撮影されたLPデータを使用



対象地（八木三丁目）



- ・ 青線の土石流の発生・流動区間（約0.5km）を1D計算領域、赤長方形で囲まれた領域を2D計算領域
 - ・ 1D領域で、上流端からの追加距離0~300m間の勾配は約1/2.8(19.7度)、その下流は1/3.8~1/4.3(14.7~13.1度)
 - ・ 1D領域での河道幅は、災害後の現地調査より、上流300m間では10m、それより下流は40mと設定

2014年広島土石流災害の数値シミュレーション提供

2014年広島土石流災害の数値シミュレーション

奈加谷中 研究科農学院大学院大学京都

家屋等の構造物の扱い

- 今回の災害では、谷出口付近に存在した家屋被害や、谷出口から住宅間を通る道路上を水・土砂が流動したことが確認された。これまで土石流の氾濫・堆積過程を検討する際、扇状地における家屋等の構造物を考慮することはほとんど無かった。
 - 最近の研究では、土石流の氾濫解析でも家屋の影響を考慮した検討が実施 (e.g. 中谷ら, 2012など)
 - 家屋などの構造物の地盤高を補正する方法で解析を実施
 - 構造物が存在する場合に流れ方向が横断的に広がることや、構造物の直上流で頭著に堆積すること、家や塀の間を流路の様に土石流が流下する場合があることが報告
 - 水理実験や災害事例との検証を実施して妥当性を確認
 - 本検討では、土石流の谷出口に家屋を考慮しない場合と、家屋を考慮する場合について、構造物の地盤高を補正する方法で、数値シミュレーションを実施

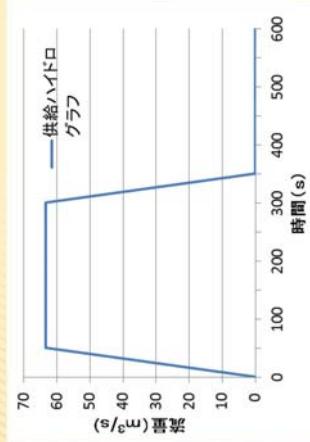
対象地（八木三丁目）



- 区画化された住宅地
- 谷出口からは外れる
- 元地形では左岸
- 側・北側がメイン
- そのように設定
- 堆積が発生したことにより、土石流
- の方向が変化した
- 分岐・流下した土石流
- により人的・家屋被害
- (死者4名、全半壊20戸)が発生
- 本検討では主流路を対象とする

計算条件

ハイドログラフ



- 土石流が発生した8月20日(8月19日から)の高精度雨量観測所(国土交通省管)の雨量を元に算出
- 土石流が発生する際、水の貯留や解放機能は明確ないが、災害発生前に流域に降った雨が短時間で一気に流出することが推測

- 最大24時間雨量(247mm)の雨量が流出率0.7(山地)で対象流域に流出したと仮定した際の総流量は19,019m³過去の土石流発生事例を参考に、土石流の継続時間350秒(ピーク継続時間250秒)と仮定すると、ピーク流量63.4m³/s
- 上流から供給したハイドログラフ(水)で、移動可能土砂が食されて、土石流が発生・発達するシナリオを想定

- 対象溪流から土石流により流出した土砂は、現地調査や測量資料などから約22,200m³と推定
- 本検討では、同量(空隙込)の土砂と、上流のID領域に移動可能な土砂として設定

計算に用いたパラメータ

パラメータ	数値
計算時間(秒)	600
計算の時間間隔(秒)	0.01
粒径(m)	0.2
砂礫の密度(kg/m ³) σ	2650
流体相の密度(kg/m ³) ρ	1000
河床の容積濃度	0.6
重力加速度(m/s ²)	9.8
侵食速度係数	0.0007
堆積速度係数	0.05
マニニングの粗度係数(s/m ^{1/3})	0.03
一次元領域の計算点個数	98
一次元領域の計算点間隔(m)	5
二次元領域の計算点個数(流下方向×横断方向)	182 × 152
二次元領域の計算点間隔(m × m)	2 × 2

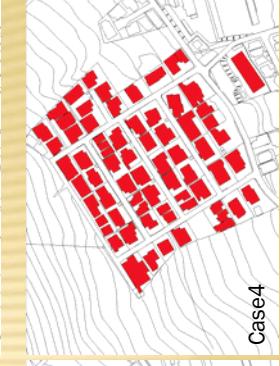
計算ケース

家屋箇所のメッシュは地盤高から6m(2階建てを想定)上げた

赤色■が考慮した家屋



Case2
Case5



Case4



家屋を考慮するのは、このエリア

- Case1:災害前LPをそのまま利用LPデータは建物等は取り除いたグランジデータを示すが、宅地の盛土は残っている
- Case2:上流側1列の家屋を考慮
- Case3:道路に面した家屋を考慮
- Case4:全ての家屋を考慮
- Case5:上流側1列の家屋を12mで設定壊れない高い建物が谷出口にある場合を想定

- 粒径は数mmから数mまで広い分布を持つて存在したが、Hyper KANAKOは一様粒径を対象とする
- KAの下流まで移動した
- 比較的大きなとして採用0.2mを代表粒径として採用
- 現地状況から推定したパラメータ以外は主に侵食・堆積速度係数
- 土石流計算で一般的に用いられる値を設定(高橋・中川, 1991)

- 本検討で採用した供給ハイドログラフ、河床材料特性は、災害後の調査や既往研究を参考して仮定した
- シナリオの一つである今回の災害の全てがこの結果を出すものではないと考える

計算終了時 の流動深

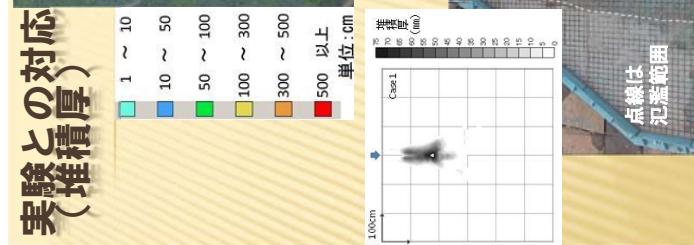
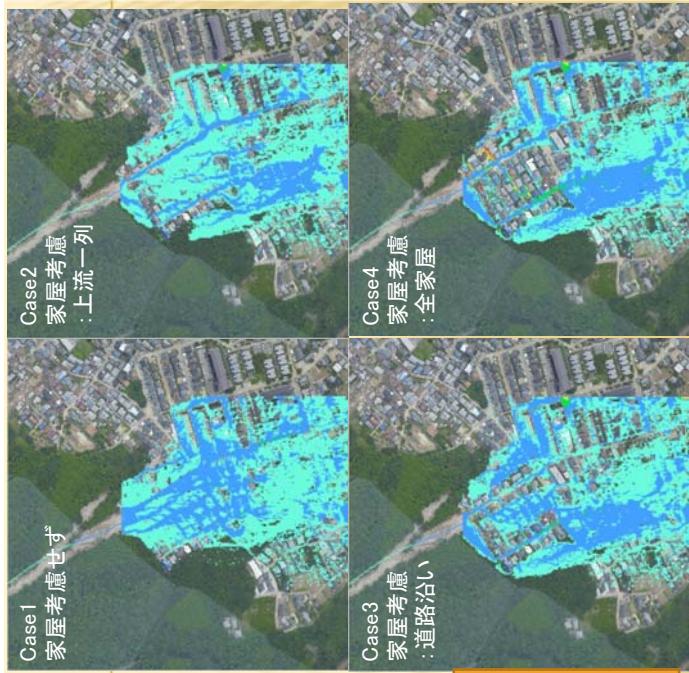
CASE1-4

背景:災害後オルソ

1 ~ 10
10 ~ 50
50 ~ 100
100 ~ 300
300 ~ 500
500 以上

単位:cm

Case2-4(家屋を考慮しないCase1)と比較して
• 道路沿いに大きな
流動深
• 範囲が右岸側・南北側に広がる

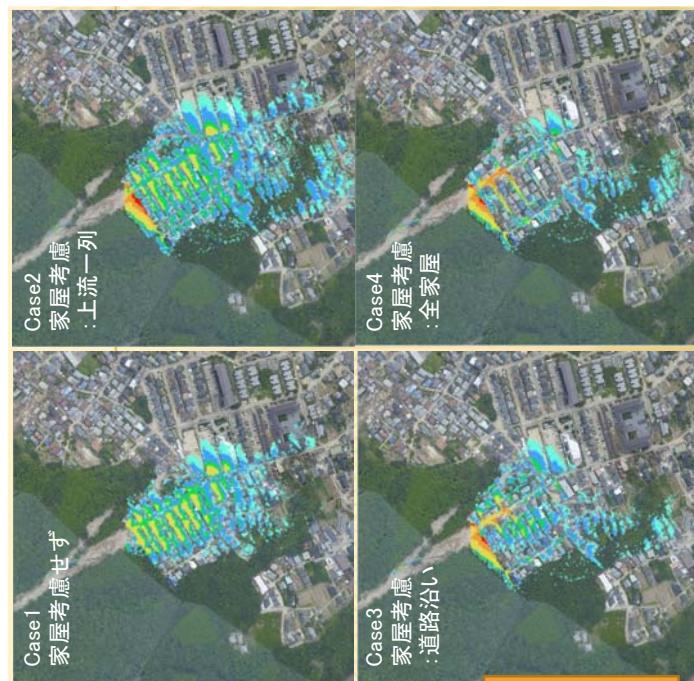


家屋箇所のマッシュは地盤高から
6m(2階建てを想定)上げた

赤色■が考慮した家屋



Case2-4(家屋を考
慮しないCase1)と
比較して
• 道路沿いに大きな
流動深
• 範囲が右岸側・南北側に広がる



計算ケース

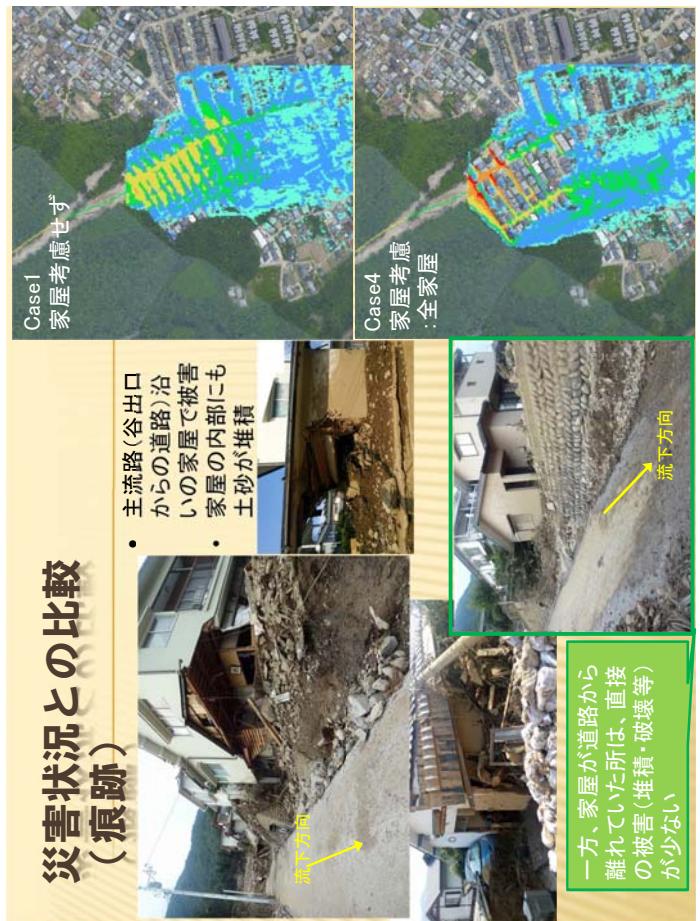
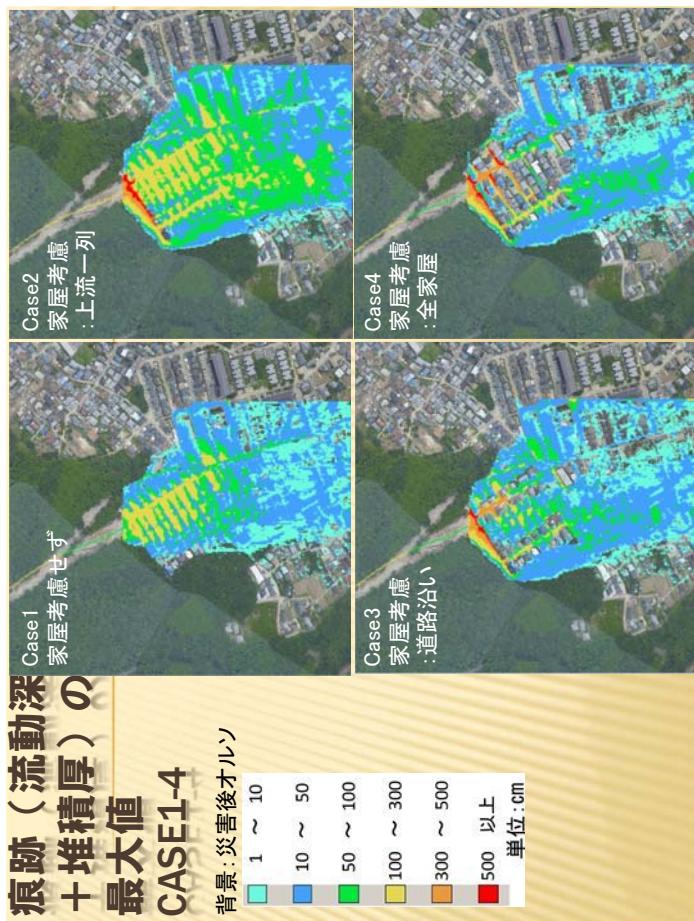
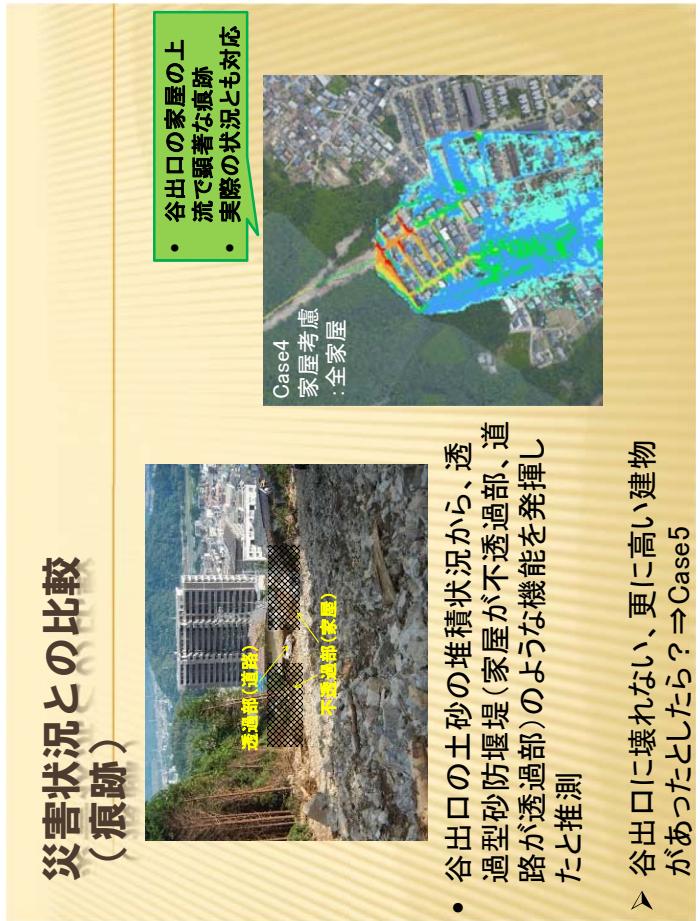
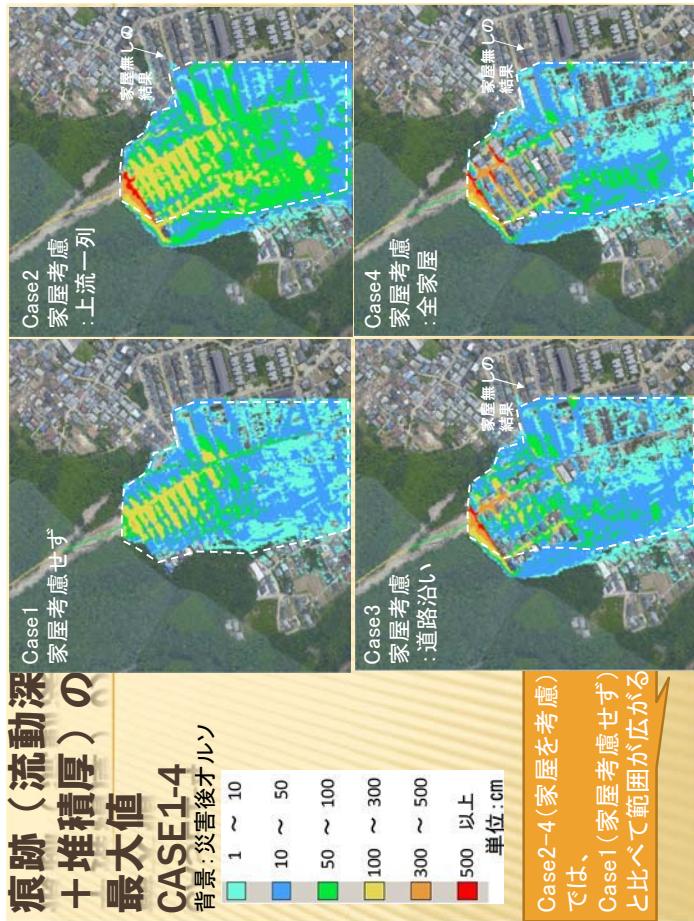
CASE1-4

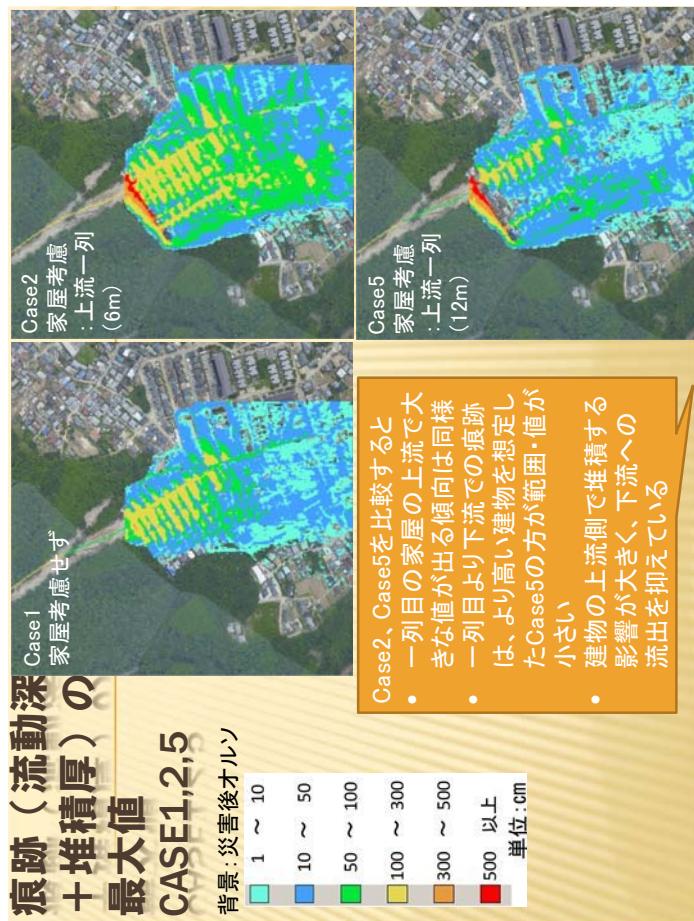
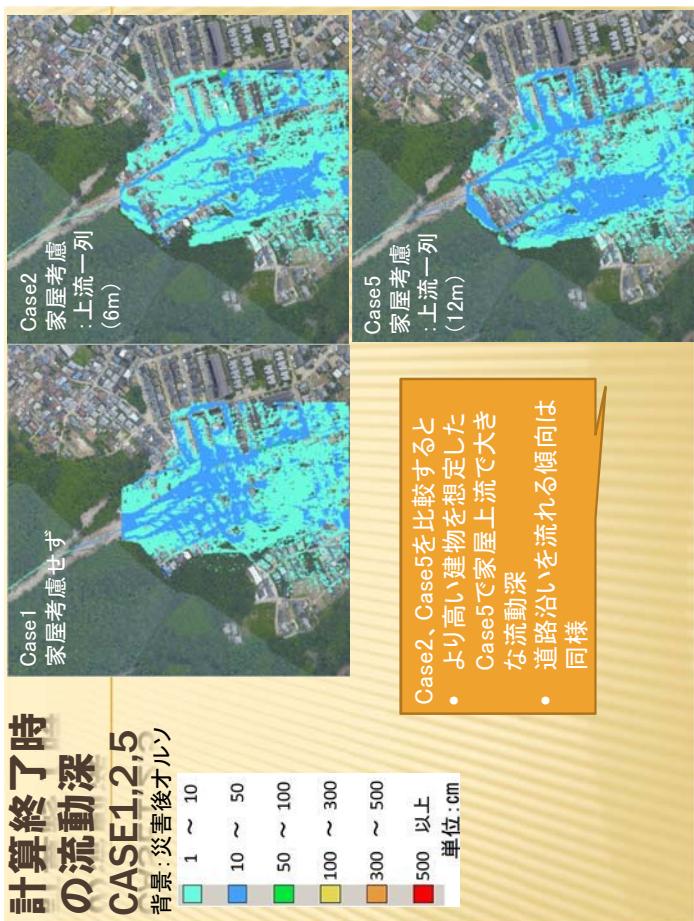
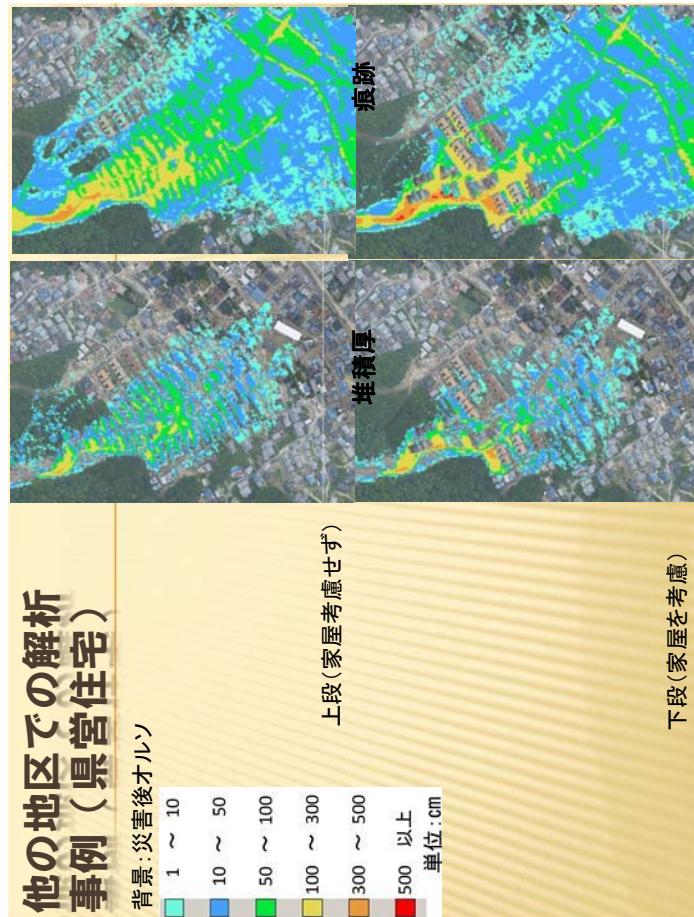
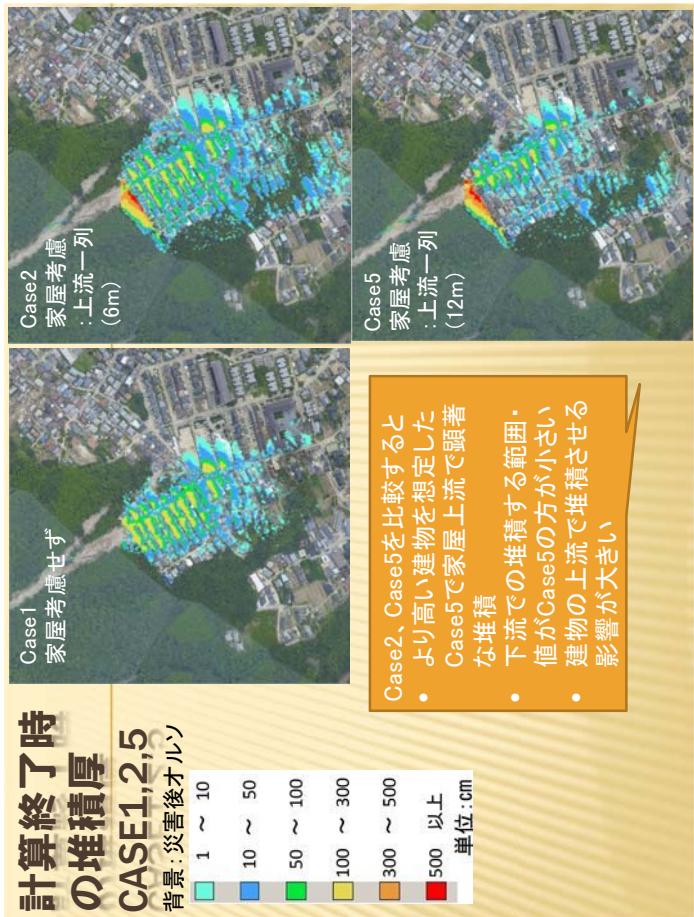
背景:災害後オルソ

1 ~ 10
10 ~ 50
50 ~ 100
100 ~ 300
300 ~ 500
500 以上

単位:cm

Case2-4(家屋を考慮しないCase1)と比較して
• 谷出口で頭著な
堆積
• 道路上に堆積

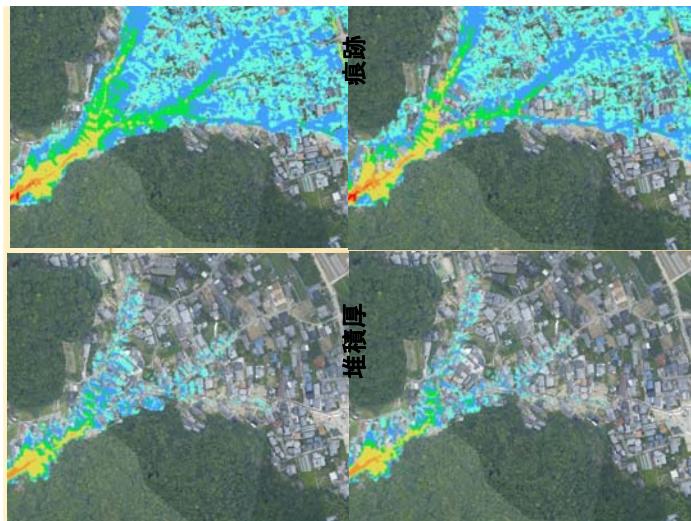




他の地区での解析 事例（緑井）

背景:災害後オルツ

- 家屋を考慮する方が現象をよく再現
- 沼澤範囲:横断方向に拡大
- 土砂の堆積範囲:家屋の直上流に顕著に堆積して、堆積が生じる範囲は減少
- 実験結果と対応
- 水は家屋の周辺を回り込んで流下するが、土砂は家屋の上流に顕著に堆積する
- 家屋を考慮することで、相対的に地盤高の低い道路が表現されて、土石流が道路上を移動する現象が確認
- 主流路の道路沿いに顕著な堆積・痕跡、実災害と対応
- 局所的な家屋の位置、道路や主流路との位置関係により、被害状況(堆積・痕跡・破壊など)が変わる
- 家屋の影響を考慮すると、対策を検討する際に、特にソフト対策(危険エリアの把握、避難ルートの検討など)で効果的と考えられる



まとめ

- 家屋を考慮する方が現象をよく再現
- 沼澤範囲:横断方向に拡大
- 土砂の堆積範囲:家屋の直上流に顕著に堆積して、堆積が生じる範囲は減少
- 実験結果と対応
- 水は家屋の周辺を回り込んで流下するが、土砂は家屋の上流に顕著に堆積する
- 家屋を考慮することで、相対的に地盤高の低い道路が表現されて、土石流が道路上を移動する現象が確認
- 主流路の道路沿いに顕著な堆積・痕跡、実災害と対応
- 局所的な家屋の位置、道路や主流路との位置関係により、被害状況(堆積・痕跡・破壊など)が変わる
- 家屋の影響を考慮すると、対策を検討する際に、特にソフト対策(危険エリアの把握、避難ルートの検討など)で効果的と考えられる