一般社団法人　日本応用地質学会
平成 26 年広島大規模土砂災害調査団　報告会

平成 26 年広島土砂災害に学ぶ

―土地の成り立ちを知り、土砂災害から身を守る―

配　布　資　料

平成 27 年 2 月 21 日

広島県立総合体育館　会議室

は じ め に

千木良　雅弘
平成 26 年広島大規模土砂災害調査団 団長
京都大学防災研究所 教授

平成 26 年 8 月 20 日の広島土砂災害は、74 人にのぼる尊い命を奪い、甚大な被害を引き起こしました。被災された方々に心からお見舞い申し上げます。日本応用地質学会では、発災後、調査団による複数回の現地調査を行い、また、多くの会員が実際の業務として被災地の緊急対応にあたってきました。調査団は、時とメンバーを変えつつも、災害を引き起こした現象の実態を調査し、記録にとどめ、今後の災害軽減に生かすことを目的としました。机上の理論ではなく、実際の物にこそ真実があるからです。調査・研究は未だ途上にありますが、私たちの調査結果を一般市民の方々にご理解いただきたく、ここに、ご報告いたします。報告内容は、降雨、土石流の移動・停止、地質と土石流、災害文化の伝承、地形の成り立ち、都市開発、法規制と、多岐にわたります。このような多面的な見方が今後の災害軽減に少しでもお役に立つことを祈念いたします。

一般の方には、地質学と応用地質学と、どこが違うのかわかりにくいことと思いますが、地質学が地球の成り立ちを追及する学問分野であるならば、応用地質学は地質学の原理原則の実社会への応用を強く見据えた学問分野です。たとえば、今回の災害を引き起こした大きな原因の一つである花崗岩を考えてみます。その花崗岩がいつの時代にどこでどのようにしてできたのか、を明らかにするのが地質学であるとするならば、花崗岩がどのように風化して脆弱になって、降雨によって崩れて土石流になるのか、といったことを明らかにするのが応用地質学とも言えるでしょう。また、土砂災害を引き起こす斜面崩壊や土石流などは、砂防、地盤工学、土木工学、地形学、地質学、水文学など、複数の分野で取り組まれてきましたが、応用地質学は、地質学に立脚してこれらを横断した取り組み方をしているとも言えます。

土砂災害の軽減には、まず、多くの人が自分の住む土地がどのようにしてできてきたのか、過去、どのような災害を受けてきたのか、理解することが不可欠であると考えます。それがあって初めて、危険・警戒区域の指定、警戒・避難情報の発信、ハード対策、などが生活の中に生きてくるのだと私たちは思います。花崗岩は、日本では確かに深くまで風化していて崩れやすい岩石なのですが、ヨーロッパの大部分や北米では、氷河が地表の風化物を取り去ってしまっているために、逆に安定していてしっかりした岩石としてとらえられています。また、花崗岩とともに降雨によって崩れやすい地質に新しい火山の噴出物がありますが、その分布にも地域性があり、もちろん広島にはありません。こうした地質の地域性が土砂災害の発生に強く影響しているのです。斜面崩壊は、岩石と言う塊から地形を削り出す作用であるとも言え、その素材の性質と削り出すための鑿にあたる降雨の性質によって発生の有無がきまってきます。そして、削った痕跡は

斜面自体やその足元の堆積物に残されています。たとえば、今回の被災地の大部分は、土石流の繰り返しで形成された沖積錐（土石流扇状地）でした。また、斜面崩壊と土石流の発生形態は、花崗岩斜面の地域とホルンフェルス（花崗岩の熱で焼かれた堆積岩）の地域で大きく異なり、被害は花崗岩斜面の地域で相対的に大きいものでした。土石流を暗示する伝承としては、阿武山の大蛇の伝説もありました。こうした地域の土砂災害に対する個性を明らかにし、また、多くの人が知ることが、災害軽減につながるものと思います。また、それだけでなく、身の回りの地質や地形を知ることは、日常的な生活の豊かさにもつながることではないでしょうか。

土砂災害の危険性のある地域への生活圏の拡大は、広島に限らずたくさんの都市近郊で起こっており、日本で最大の平野である関東平野でも同様の状況にあります。日本の国土自体は決して狭くないのですが、その 7 割が山間地ということから、人間の生活圏は必然的に山間地あるいは山と隣り合う地域になっています。また、今回の広島豪雨のように、近年極めて狭い範囲に強烈な降雨があって、そこにだけ甚大な土砂災害発生することが頻発しています。今回の災害は、広島だけの問題ではないことを多くの人に理解していただきたく思います。

平成26年8月広島豪雨災害
被災箇所空中写真（八木・緑井地区）

1:20,000

0 250 500 1,000 1,500 2,000 m

空中写真撮影・オルソ図作成：朝日航洋株式会社（8月27日、28日撮影）

N
大林小学校
三入小学校
安佐北高等学校
高松山
根谷川
可部高等学校
寺山
JR可部駅
広島文教女子大学校
空中写真撮影・オルソ図作成：朝日航洋株式会社（8月27日、28日撮影）
平成26年8月広島豪雨災害
被災箇所空中写真（可部東・大林地区）
1:20,000
0 250 500 1,000 1,500 2,000
m

土砂災害との付き合い方　10 箇条

一般社団法人　日本応用地質学会

1．土砂災害は千差万別。どこでどのような土砂災害が発生するかを心得よ。

2．土石流は谷の出口を繰り返し襲う。谷の出口とその下流沿いから避難せよ。

3．崖崩れ、山崩れは勾配が 30 度未満の斜面でも発生する。落石のある斜面や水が出る斜面の下は特に注意せよ。

4．大規模な地すべりによってできた緩斜面は山地内における比較的安全な土地。土石流と崖崩れを避けて暮らせ。

5．土砂災害ハザードマップを参考に土砂災害危険箇所の確認を。ただし、危険箇所に指定されていなくても、斜面は崩れる。土砂災害ハザードマップを安心材料に使うべからず。

6．盛土は雨にも地震にも弱い。盛土の上と下は気をつけよ。

7．土砂災害危険箇所に住んでいたら、土砂災害警戒情報が避難のタイミング。もし避難のタイミングを逸したら、せめて山と反対側の2階か、谷沿いなら谷から離れた近所の2階に避難せよ。

8．地形は過去の災害の繰り返しによってできている。場違いの巨石は過去の土砂災害の痕跡かも。専門家と一緒に住んでいる土地を歩き、成り立ちを知れ。

9．地名に過去の災害の痕跡あり。先人からのメッセージを子孫へ継承せよ。

10．災害は土砂災害だけではない。河川の氾濫、高潮、津波などの危険箇所も併せて考えよ。

報　告　一　覧

１．広島災害を受け応用地質学会は何を課題とするのか
千木良 雅弘（京都大学防災研究所）

２．雨の降り方と土砂災害の発生との関係について
中井 真司（復建調査設計）

３．土石流の実像に迫る　－発生から停止までの挙動を知る－
横山 俊治（高知大学）

４．地質の違いから見た土石流の個性と被災状況
曽我部 淳（中電技術コンサルタント）

５．災害文化の伝承から学べること－八木地区に残る伝説から－
小笠原 洋（復建調査設計）

６．広島市の地形の成り立ちと土砂災害のリスク
小林 浩（朝日航洋）

７．広島市の都市開発の歴史と災害リスクの変遷
加藤 弘徳（荒谷建設コンサルタント）

８．宅地開発に関わる法規制と運用の問題点
釜井 俊孝（京都大学防災研究所）

１．広島災害を受け応用地質学会は何を課題とするのか

千木良 雅弘（京都大学防災研究所）

日本応用地質学会広島調査団報告会，2015，2，21

広島災害を受け，日本応用地質学会は何を課題とするのか

研究・調査とともに，
成果を多くの人に理解していただく

千木良雅弘
京都大学防災研究所
日本応用地質学会広島災害調査団団長
前日本応用地質学会長

1

土砂災害に関係する学会

- （公社）砂防学会
- （公社）日本地すべり学会
- （公社）地盤工学会
- （公社）土木学会
- （一社）日本応用地質学会

- 自然災害学会
- （一社）日本地質学会
- 日本地形学連合

地質は地元密着の郵便屋さん

どこに，誰が住んでいるか

どこに，どんな地質があるか
今どんな状態か
過去の土砂災害履歴
今後の災害危険性
災害軽減，復旧対策方法

2

目次

- 近年の雨による土砂災害
- 地質の個性と土砂災害
- 花崗岩地域の土砂災害
- 降雨
- 土砂災害警戒情報

3

近年の雨による土砂災害

発生時	誘因	場所	地質	深層崩壊	表層崩壊群発
1999/6/29	雨（梅雨前線）	広島	花崗岩	－	○
1999/7/28-29	雨（前線）	北海道留萌	堆積軟岩	－	○
2000/7/1-9	地震と雨	神津島	流紋岩質火砕物	－	○
2000/9/11-12	雨（前線+T14）	東海地方	花崗岩	－	○
2003/7/20	雨（前線）	水俣、菱刈	安山岩溶岩	△	○
2003/8/9-10	雨（T10）	北海道日高	第三紀堆積岩剥離砂岩と礫岩	－	○
同上		同上	メランジュ	－	○
2004/7/13	雨（梅雨前線）	新潟県長岡西方	泥岩	－	○
同上		福井足羽川	火山岩地帯？	－	○
2004/9/28-29	雨（T21）	三重県宮川村	硬質の堆積岩	○	△
2004/8/1	雨（T10）	徳島県木沢村	硬質の堆積岩と緑色岩	△	△
2004/9/29	雨（T21）	愛媛県西条～香川県	硬質の砂岩	－	○
2004/9/29	雨（T21）	愛媛県西条	片岩	○	○
2005/9/6	雨（T14）	宮崎県耳川流域	硬質の堆積岩	○	△
2006/7/19	雨（梅雨前線）	長野県岡谷	火山灰	－	○
2009/7/21	雨（梅雨前線）	山口県防府	花崗岩	－	○
2009/8/9	台風モラコット	台湾	堆積岩	○	○
2010/7/16	雨（前線）	広島県庄原	風化土，黒土	－	○
2011/9/3-4	雨（T12）	紀伊山地	硬質の堆積岩	○	－
2012/7/12	雨（梅雨前線）	阿蘇	火山灰	－	○
2013/10/16	雨（T26）	伊豆大島	火山灰	－	○
2014/7/9	雨	南木曽	花崗岩	－	○
2014/8/20	雨（前線）	広島	花崗岩	－	○

4

日本は地質の博物館

土砂災害には地質の個性がある

場所によって起こることが違う

6

地質の個性(付加体)

2011年台風12号
深層崩壊
(奈良県)

作成：NHK、山田泰広

地質の個性(火山)

2012年九州北部豪雨災害(7月12日)

NHKヘリより(2012年7月17日)

8

空から降り積もった構造が原因

さらさらの火山灰（高透水）

“粘土（風化火山灰土）”（難透水）

9

地質の個性（花崗岩）

2002年台風ルーサ　韓国カンヌン

花崗岩地域は最も土砂災害の多い地域の一つ

花崗岩

細かい亀裂

深くまで風化
⇒崩壊の原因

12

花崗岩は周りの石を焼いて硬くする

13

花崗岩は低く ホルンフェルスは高く

ここは斜面崩壊と土石流を繰り返してきたところ

ニュージーランドクック山近くの沖積錐

安佐南区の沖積錐

地形は過去を記録している

1999年広島亀山地区

2009年防府市田の口地区

花崗岩地域の崩壊の例

ホルンフェルス地域の崩壊の例ー水の吹き出し

19

日没後も捜索活動を続ける自衛隊員ら（21日午後7時3分、広島市安佐南区八木で）＝里見研撮影

花崗岩地域では，
土石流が途中の大岩塊を
巻き込んで破壊力を増加

青点：1999年豪雨災害の崩壊位置

赤：2014年8月の豪雨災害時の崩壊密集地

局所的に発生
→明日は我が身

土砂災害警戒情報　　土壌雨量指数

図1　雨が土壌中に貯まっていく様子とタンクモデルとの対応

気象庁ホームページより

タンクは1種類
地質による違いは考慮していない
もともと不確実な情報→頼りすぎないこと

地盤の中身は多様

スマートな計算は多くの仮定の上に成り立つ⇒結果を過信しないこと

災害軽減のためには

あまりに情報に頼りすぎることなく

身の回りの大地の成り立ちを良く知って

心構えを作ることが大切

２．雨の降り方と土砂災害の発生との関係について

中井 真司（復建調査設計）

広島災害調査団 報告会

平成26 年広島土砂災害に学ぶ
-土地の成り立ちを知り、土砂災害から身を守る-

雨の降り方と土砂災害の発生との関係について

1．8月20日広島豪雨災害時の降雨状況
2．県営緑丘住宅背後の被害状況
3．これまでに広島で発生した土砂災害と降雨
4．雨の降り方と土砂災害の発生との関係
5．まとめ

2015年2月21日

中井 真司　　復建調査設計（株）

1．8月20日広島豪雨災害時の降雨状況

平成26年8月19日夜から広島市で強い雨が降り、安佐南区～安佐北区に掛けて、一部の地域で20日未明に数時間にわたって猛烈な雨が降り続いた。
⇒これにより、安佐北区可部、安佐南区八木・緑井・山本地区において、多数の斜面崩壊、土石流が同時多発的に発生した。

国土地理院
平成26年8月豪雨8月28･30･31日
撮影垂直写真による写真判読図
http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/h26-0816heavyrain-index.html

8/20の未明、
2時間にわたり「猛烈な雨」が降った

気象庁リーフレットより引用

2014/8/20 0:00～6:00
累積雨量のコンター図

	2014/8/20							
	0~1時	1~2時	2~3時	3~4時	4~5時	5~6時	計
三入(気)	2.0	28.0	80.0	101.0	12.5	0.0	223.5
三入東	1.0	24.0	90.0	121.0	6.0	0.0	242.0
安佐北区役所	2.0	26.0	85.0	102.0	7.0	1.0	223.0
上原	0.0	29.0	92.0	115.0	2.0	0.0	238.0
高陽(国)	2.0	21.0	87.0	79.0	0.0	0.0	189.0
深川(国)	1.0	20.0	43.0	25.0	3.0	0.0	92.0
毘沙門台(国)	1.0	32.0	52.0	57.0	1.0	0.0	143.0
祇園山本	0.0	25.0	55.0	29.0	0.0	8.0	117.0

三入では雨量強度80mm相当の猛烈な雨が
2時間以上にわたって断続的に降り続いた
今回の豪雨では、継続時間の長さも特徴的

国交省 X-BAND レーダーデータによる
2014/8/20 3:30の降雨強度の分布
(土木学会中国支部のWebサイトより引用)
http://www.jsce.or.jp/branch/chugoku

3時間雨量では500年以上の年超過確率である

観測所	所管	雨量		年超過確率	評価期間	年超過確率規模					備考
						2年	10年	50年	100年	500年	
高陽	国土交通省	時間雨量	87mm	300～400年	1975～2013年	30.4	45.8	62.3	70.3	91.2	GEV分布
		3時間雨量	187mm	500年以上		52.4	72.6	94.9	106.0	135.9	GEV分布
		24時間雨量	247mm	200～300年		124.4	179.8	217.9	231.7	258.9	GEV分布
三入	気象庁	時間雨量	101mm	500年以上	1976～2013年	33.0	48.0	60.6	65.9	78.1	岩井法
		3時間雨量	209mm	500年以上		57.6	77.2	94.3	101.6	118.3	Gumbel分布
		24時間雨量	257mm	100～200年		131.5	192.5	232.3	246.1	272.4	GEV分布

「海堀ら(2014)：2014年8月20日に広島市で発生した集中豪雨に伴う土砂災害，砂防学会誌，Vol.67，No.4，p.49-59」より抜粋

3時間雨量が最大時間雨量の2倍以上であることに注目！（強い雨が2時間以上続かないとこうならない）

一方で、2014年は雨の多い8月であった ⇒ 地盤は水を多く含んでいた

三入（気象庁）の月間雨量

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間雨量	備考
1976年	—	—	46	200	188	183	54	138	316	107	79	8	1429	1月～2月はデータなし
1977年	—	—	2	283	131	212	97	195	79	35	69	74	1203	1月～2月はデータなし
1978年	—	—	27	71	68	243	13	12	172	137	52	27	881	
1979年	—	—	69	22	114	251	82	30	203	120	116	54	1143	
1980年	32	3	145	154	245	129	472	494	42	128	89	97	2015	7月～8月の最大時間雨量は31mm／25mm
1981年	35	51	105	168	172	289	196	142	99	120	84	90	1537	
1982年	57	30	147	172	80	45	488	195	207	34	147	21	1583	7月の最大時間雨量は21mm
1983年	38	54	206	114	206	187	373	118	170	86	24	34	1894	
1984年	49	55	54	199	84	349	92	106	114	92	51	61	1215	
1985年	35	118	202	214	174	246	219	19	210	143	31	42	1846	8月の最大時間雨量は25mm
1986年	27	37	73	182	276	438	326	132	136	86	15	65	1799	4月の最大時間雨量は33mm
1987年	87	28	185	75	145	278	494	107	202	154	72	22	1843	7月の最大時間雨量は39mm
1988年	44	41	127	163	189	270	258	36	191	79	23	13	1548	
1989年	113	154	101	55	171	141	189	125	480	37	227	21	1794	8月の最大時間雨量は22mm
1990年	104	108	88	163	179	202	163	233	266	228	111	33	2128	
1991年	57	113	196	192	127	253	429	75	30	20	83	52	1619	7月の最大時間雨量は35mm
1992年	49	47	176	121	126	130	177	277	146	68	79	65	1447	
1993年	80	77	91	63	187	355	578	427	219	108	160	56	2415	7月、9月の最大時間雨量は74mm／71mm
1994年	31	108	107	213	134	114	25	32	86	32	44	24	1960	
1995年	51	38	88	130	280	112	519	52	120	62	20	40	1540	7月の最大時間雨量は55mm
1996年	48	62	180	87	128	339	124	132	139	50	42	62	1314	
1997年	33	63	100	132	308	203	803	218	340	42	208	73	2329	7月の最大時間雨量は28mm
1998年	184	76	119	219	264	242	186	39	199	236	23	8	1596	
1999年	45	55	121	131	181	455	266	174	279	88	68	18	1813	8月の最大時間雨量は44mm／5月29日
2000年	40	36	114	131	135	187	180	83	176	139	120	19	1450	
2001年	110	87	88	30	171	396	147	39	223	268	74	67	1742	
2002年	94	27	202	86	188	88	187	108	83	57	38	79	1275	
2003年	80	54	100	179	187	777	436	157	65	1	101	81	1838	7月の最大時間雨量は31mm
2004年	14	67	80	159	282	157	131	289	326	216	25	115	1974	
2005年	35	81	124	47	108	30	412	158	237	86	74	84	1521	7月の最大時間雨量は27mm
2006年	42	82	120	238	318	272	264	205	311	38	65	62	2180	
2007年	23	87	38	72	171	79	282	171	82	51	35	101	1251	
2008年	76	42	143.0	128.0	204.5	140.5	51.0	240.5	113.0	66.5	90.0	72.5	1280.5	
2009年	52.5	108.5	82.5	84.5	34.0	283.0	548.0	48.0	58.5	43.0	138.5	67.5	1503.0	7月の最大時間雨量は51.0mm
2010年	40.0	89.0	177.0	228.0	189.0	288.0	411.5	47.5	192.5	81.0	27.0	139.5	1326.0	7月の最大時間雨量は30.5mm
2011年	33.0	71.5	30.0	115.5	309.0	169.0	281.0	132.0	197.5	164.0	87.5	52.0	1644.5	
2012年	32.5	104.5	126.0	183.5	50.5	202.5	208.5	64.5	85.5	80.0	112.0	98.5	1438.5	
2013年	82.5	93.5	107.5	98.5	106.0	278.5	148.5	260.5	214.5	202.0	65.5	78.0	1734.0	
2014年	48.5	48.0	150.5	85.0	90.0	101.9	244.5	534.5	73.0	111.5	74.0	116.0	1667.5	8月の最大時間雨量は31mm
平均	57.0	73.8	119.2	136.6	174.3	243.8	269.5	156.8	186.7	104.4	77.5	58.5	1647.8	

※2001年12月に観測所は「可部」から「三入」に移設され、一連のデータとして取り扱われている。
※欠測データ等のある月は斜字体で表記している。
※2008年3月以降のデータは15mm間隔で取得されている。
※備考に記した最大時間雨量データは正味ごとの最大値である。

- 月間雨量534.5mmは、8月としては最大である。
- 前日の8月19日までに既に8月平均を大きく上回る265mmの雨が降っていた。
- 400mm/月以上の月では、6.29災害の1999年6月を除き、40mm/h以上の雨は降っていない。

2. 県営緑丘住宅背後の被害状況

基盤岩上面のパイプフローの痕跡

合流点下流：渓床幅15m程度で完全に露岩

水に押し出されるように地山がえぐられた形跡
表流水による侵食であればこんなに角張っていない？

滝下流の左岸側に高さ10m程度の土石流痕

氾濫・堆積区域の状況（その1）

氾濫開始点①付近から下流
右岸側に第2波以降の痕跡あり

第1波による堆積の下端
最上流の家屋が被災(流失なし)

第1波の堆積物と考えられる土石流堆積物と右岸側の侵食（○印のポールは同じもの）

氾濫・堆積区域の状況（その2）

氾濫開始点②の第2波堆積物
第3波以降は右岸側を流下

第2波の堆積物の右岸側侵食
水路天端より4m程度

下流側の住宅地は急な勾配となる

破壊力を持ったまま下流まで到達

県営緑丘住宅背後の土石流の特徴

- 流域の花崗岩は，まさ土状に強風化した部分と硬質岩体の両方があり，流域内からは流動化しやすいまさ土起源の砂質土と，非常に破壊力のある巨大な岩塊の両方が産出される環境にあった．
- 発生源は大きく3つに分かれており，これらの3流域から繰り返し（少なくとも3回以上）土石流が発生したと考えられる．3渓流の発生源付近の状況は様々であり，いくつかの発生メカニズムが合わさって今回の土石流が発生したことが推察される．
- 大量の水とともに破壊力のある土石流が，渓床を15m前後の幅で大きく侵食しながら流下した．流下区間では渓床のほぼ全ての堆積物に加え，まさ土状風化帯，および軟岩の一部が侵食により削り取られ，多くの土砂が生産された．
- 氾濫～堆積域においても，少なくとも3回の流出を示す痕跡が確認された．最初の土石流は，谷幅が広がり始め勾配が10°程度になる始点から堆積した．後続の土石流は，堆積物の右岸側を通って，勢いを保ったまま下流に到達した．
- 2時間以上にわたって猛烈な雨が降り続き，幾度も土石流が発生しただけでなく，土石流の間の時間帯にも常に，土砂混入率が高く（比重が大きく），強い侵食力を持った表流水が流れていたと考えられ，土石流堆積物の側部に，深くV字状の谷地形が形成された一因になったものと考えられる．
- この猛烈な雨が，土石流・崩壊発生の引き金になったことは言うまでもないが，上流域での崩壊規模の大きさ，地下水に押し出されるような崩壊の発生等の一要因として，7月以降の台風などによる度重なる先行降雨の影響で，阿武山一帯の地盤が高含水状態になっていたことも考えられる．

3. これまでに広島で発生した土砂災害

土砂災害発生箇所分布図（S20～ H17）
広島県砂防課調べ

古くは枕崎台風，ルース台風等
その後も、昭和42年集中豪雨，63災，6.29災，2005年台風14号，2006年台風13号，2010年庄原災害等数多くの災害が発生している。

- 土石流・がけ崩れが多く、地すべりは少ない
- 大規模な被害のあった災害は、土石流を伴うものが多い

写真・図は広島県刊行物より抜粋

6.29災害との降雨の比較

降雨状況（1週間前から）

H11年6.29災害
- 降始めまでの雨量:208.0mm
- 降始めからの雨量:186.0mm
- 時間最大雨量:69.5mm
- 最大3時間雨量:154.5mm
- 累積雨量:394.0mm

H26年8月災害
- 降始めまでの雨量:44.5mm
- 降始めからの雨量:256.5mm
- 時間最大雨量:101.0mm
- 最大3時間雨量:209.0mm
- 累積雨量:301.5mm

- 直前1週間は雨が少なく、短時間に非常に強い雨が局所的に集中
- 深夜2時頃から急激に強くなる→多くの人が自宅にいて避難が困難

降雨状況（2か月前から）

6.29災害における呉での2か月間の降雨状況

今回の災害における三入での2か月間の降雨状況

長期的な累積雨量は同等以上 →山体には多量の地下水
加えて、発生時の雨量も多い →大規模な土石流の発生

4. 雨の降り方と土砂災害

- 広島地域の土砂災害の誘因で，最も多いものは降雨である．
- 地域特性（地質や地形）や雨の降り方によって，土砂災害のタイプや規模が異なる．
- そのとき降っている雨だけではなく，それまでに降った雨の影響も受けており，この影響の度合いは経過時間が大きくなるほど減少する．
- 土石流発生には大量の水を要するため，がけ崩れよりも大きな雨で発生する．
- 広域的な土砂災害の危険度を予測手法として最も一般的に用いられる手法が，降雨量を指標とした手法（雨量指標）である．

雨量指標R’

雨量指標R’とは

長期実効雨量と短期実効雨量から次式によって
斜面災害の危険度を一つの数値で総合的に表したもの（中井ら，2004）

$$R' = R_{fw0} - R_{fw}$$

$$R_{fw} = \sqrt{(R_1 - R_w)^2 + a^2 (r_1 - r_w)^2}$$

R_w：長期実効雨量(mm、半減期T=72h)
r_w：短期実効雨量(mm、半減期T=1.5h)
R_1：座標上の横軸基準点（R_1=600mm）
r_1：座標上の縦軸基準点（r_1=200mm）
a：重み係数（a=3）
R_{fw0}：R_{fw}の基準値（R_{fw0}=848.5mm）

R’>125mm がけ崩れ
R’>175mm 山地崩壊
R’>250mm 土石流
R’>400mm 大規模災害

実効雨量は，半減期という概念を用いて過去に降った雨の影響を次第に低減させ，地山の崩壊しやすさを表現したもの

1999.6.29災害時の災害発生降雨

土石流に至るには，大量の水が必要

●土石流発生降雨　▲がけ崩れ発生降雨

×災害非発生降雨

災害規模と*R'*の関係

呉市におけるこれまでの災害事例では，
- **小規模ながけ崩れ災害は*R'*＞125mmから発生している。**
- **集中した土砂災害は*R'*＞200mmにおいて発生している。**
- **大規模災害時の *R'*は400mmを超えている。**

●：大規模災害
(S42災害,6.29災害)
△：中規模災害
(100件以上の土砂移動現象の記録が残っている災害)
■：小規模災害
(それ以外の小規模崩壊等があった災害[消防署への通報記録等])

今回の災害は
- ***R'*＞400mmの雨量観測地点は5か所**

- **最大値は安佐北区上原の*R'*=550.8mm**
  以下、三入東[県]: *R'*=543.2mm
  安佐北区役所: *R'*=509.1mm
  三入[アメダス]: *R'*=497.6mm
  高瀬: *R'*=451.2mm

- **今回の豪雨は、**
  まさに未曾有の危険度であったといえる

過去の大規模災害との雨量指標*R'*の比較

	雨量指標 R'	長期実効雨量 R_N (T=72h)	短期実効雨量 r_N (T=1.5h)
S42 呉豪雨災害 [呉観測所(気象庁)]	421.1 mm	295.5 mm	100.0 mm
S63 広島北西部災害[アメダス加計]	430.1 mm	262.4 mm	117.6 mm
H11 広島県西部災害[アメダス呉]	415.7 mm	248.9 mm	115.6 mm
H11 広島県西部災害[魚切ダム(広島県)]	437.2 mm	303.4 mm	105.0 mm
H21.7 防府豪雨災害[アメダス防府]	408.5 mm	291.1 mm	95.6 mm
H21.7 防府豪雨災害[アメダス山口]	440.1 mm	288.5 mm	112.0 mm
H22.7 庄原豪雨災害[大戸(広島県)]	470.9 mm	300.3mm	123.4 mm
H26.8 広島豪雨災害[安佐北区上原]	550.8mm	304.7mm	187.6 mm

6.29災害と今回の*R'*の比較

6.29災害: 広い範囲で*R'*>250mmとなり、土石流が発生した。
被害の大きいエリアは*R'*>400mmとなっている。
8.20災害: 狭い範囲で猛烈な雨が降ったが*R'*>400mmの範囲は6.29災害に匹敵。
※ 強い雨域が北東一南西方向に延びる点は共通している。
※ 6.29災害で降雨が比較的少なかったエリアを狙うように猛烈な雨が降っている。 ⇒免疫がない地域？

<<雨の降り方と災害に関するその他の注意点>>

◆ 先行降雨なしに，短時間に一気に雨が降ると・・・・
⇒ 急激に河川の水が増水する
（乾いた土には意外に水は浸透しない。カンパンにバケツで水をかけるようなもの。）

◆ 少ない降雨でも災害が起こることがあるのか・・・・
⇒ 地下水の上昇で発生する地すべりなどは、
その時に降った雨が少なくても大変動することがある
（地形・地質条件によっては，かなり前の雨の影響が長期間残ることもある。）

⇒ 落石や岩盤崩壊は，意外な時に起こることがある
（岩盤の亀裂などは緩むと戻らないので(不可逆現象)，豪雨や地震で極限状態になっていたら，次の小さな雨で発生することもある。）

1．先行降雨なしに，短時間に一気に雨が降った例

2008年7月28日神戸市都賀川の例

2007年7月25日広島県三次市の例

三次市三和町周辺で16時～17時にかけて時間雨量50mmの雨が降った。この時、降雨後20分程度で水が湧り始め、1時間後には3m程度増水した。

2008年8月29日広島県福山市の例

2008年8月20～29日のスネークライン
（三原市吉田観測所）

福山市木之庄町3丁目付近の状況
（2008年8月30日中国新聞朝刊）

未曾有の短時間集中豪雨で，下流の福山市で浸水被害があったが、大規模な土砂災害の発生はなかった。

わずかな土砂流出のみ⇒

写真：県道沿いのわずかな土砂流出

写真：県道沿いの小規模な崩壊

2．少ない降雨で大きく変動した地すべり（長期間の雨が効いている）

2004年10月20日広島県世羅町の例

半減期480hと72hの組合せによるR'と地すべり変動⇒
（R'が上昇した時のみ変動）

雨量指標	最大値(mm) (月日)発現年月日	地すべりの発生時(mm) 2004.10.20
1時間雨量	38 2000.10.8, 2002.8.4	11
3時間雨量	80 2004.8.30	30
24時間雨量	122 2001.6.29	109
7日間雨量	215 2001.6.25	146
30日間雨量	366 2004.9.29	343
実効雨量 (半減期1.5時間)	570 2004.8.30	253
実効雨量 (半減期72時間)	1418 2001.6.29	1307
実効雨量 (半減期240時間(11日))	2140 2004.10.20	2140
実効雨量 (半減期480時間(20日))	3189 2004.10.20	3189

発生日
最大時間雨量11mm
日雨量109mm
(過去最大ではない)
↓
しかし、半減期11日以上の実効雨量は過去最大であった

2013年11月16日広島県府中市の例

発生当日は降雨はなく、前日の日雨量は16mm
→ しかし、8～10月の雨量は再近10年で最大

3．落石や岩盤崩壊は，意外な時にも起こる

2006年6月26日広島県大竹市の例

約200t規模の花崗岩の岩盤崩落
落石発生の6時間前まで降雨
　連続降雨165mm
　最大時間雨量15mm
　最大R'値182.5mm
（国土交通省弥栄ダム観測所 ）

この地域で珍しくない程度の降雨規模であった。
↓
6月12日に大分県で発生したM6.2（広島県で震度4）の地震の影響で斜面が緩んでいた可能性もある。

降雨後6時間たってから岩盤崩落が発生した。
↓
降雨が岩盤背後の亀裂まで浸透するのに時間を要した可能性もある。
（最後の引き金が雨ではなく、風などであった可能性も否めない）

5．まとめ

①8月20日広島豪雨災害時の降雨について

- 直前1週間程度は雨が少なく，時間雨量が100mm以上，3時間雨量が200mm以上の観測史上1位となる猛烈な雨が極めて局所的に集中した。
- 2か月程度の先行雨量は6.29災害の同等以上に降っており，阿武山一帯の地盤が高含水状態になっていたことも考えられる。
- 雨量指標R'を用いて評価すると，大規模災害発生の危険度R'＞400mmをはるかに上回る値となっている。

②災害発生場所雨の降り方と土砂災害について

- 地域特性や雨の降り方によって，土砂災害のタイプや規模が異なる．
- 土石流は大量の水を要するため，がけ崩れよりも大きな雨で発生する．
- 災害は，そのとき降っている雨だけではなく，それまでに降った雨の影響も受けており，この影響の度合いは経過時間が大きくなるほど減少する．
- 夕立などのように先行降雨なしに，短時間に一気に雨が降ると急激に河川の水が増水することが多い。
- 地下水の上昇で発生する地すべりなどは、かなり前の雨の影響が長期間残ることもあり，その時に降った雨が少なくても大変動することがある。
- 落石や岩盤崩壊は，要因が蓄積されるため，意外な時に起こることがある。

３．土石流の実像に迫る　－発生から停止までの挙動を知る－

横山 俊治（高知大学）

一般社団法人　日本応用地質学会　広島災害調査団報告会
2015年2月21日（広島県立総合体育館）

平成26年広島土砂災害に学ぶ
-大地の成り立ちを知り、土砂災害から身を守る-

土石流の実像に迫る
－発生から停止までの挙動を知る－

横山俊治（高知大学）

1

防災の心得「自分の命は自分で守る」

市民の方がこれを実行するには、
また、市民の不安を専門家が共有するには、
災害を具体的にイメージすることが必要

しかし
広島市の土石流災害は早朝。
仮に日中発生したとしても･･･。
目撃は難しい

2

名探偵コナン君ならどうする！？

コナン君はきっと、
あれはどうしたのだろう？　これって変！　といったことに気づき、
気づきを組み立てて、事件の**なぞ解き**をするはず！

土石流調査も**なぞ解き**です。
残された**痕跡**を丹念に探し、得られた**痕跡**を組み立て、
土石流の**なぞ解き**をする

構築した土石流の具体的なイメージを
市民の皆さんと共有することで、防災を考える

3

用語「土石流」と「山津波」、ふたつの言葉がもっているイメージを考えてみよう

①ふたつの用語が使われてきた歴史と、
なかみの違いについて考えてみましょう

②現実の広島の土石流はどちらの用語の
イメージに近い現象であったか考えてみましょう

･･･････本日のテーマ

4

用語「土石流」と「山津波」の使用の変遷

「土石流」:

①研究、行政、マスコミ(社会)では1980年頃から定着

→「山津波」が消える

「山津波」:

①1889年国語辞典に掲載→山津波は一般大衆に認知された

②国語辞典(旺文社,1982)には「山津波」のみ掲載

第1図. 分野別にみた土石流関係用語の変遷
(西本, 2006)

「土石流」と「山津波」のなかみの違いは?

学術用語「土石流」

①西本(2006)

「物(土と石)」が「流れる」という物理現象を表現した用語

②英語の学術用語であるdebris(岩屑) flow(流れ)も、日本語の土石流とほぼ同じ

"大衆用語"「山津波」

①西本(2006)

・実態がよく分かっていない時代に生まれた言葉

・津波のように押し寄せてくるイメージを感覚的・比喩的に表現したもの

②大辞林(三省堂,1995)の定義

・山崩れによって直接生じた土石流

・多量の土砂・岩片を含んだ濁流が渓岸や山腹を押し削って流下する現象

疑問:①流れてくるのは土石と水だけ?
②流下時の水の量はどれくらい?

広島市の土石流はどうだった?

どこで土石流が発生しているか分かりますか

流れてくるのは、土石と水だけではない! 流木が被害を大きくする

土石流がマサ土で発生したって、ほんと?

課題:どこで破壊したか、破壊面(すべり面)となった地質は何か?

マサ(真砂)=粗粒花崗岩の風化した岩盤

マサ土(真砂土):砂状の堆積物

もっとも崩れやすい地質はマサ土

マサ（粗粒花崗岩）の崩壊→土石流

マサ土の崩壊（二回）→土石流

ほとんど流れなかったマサの崩壊

少し流れたマサの崩壊

マサ土で崩れずに、その直下のマサで崩れた・・・なぜ？

流れやすさは何に支配されたか？

地下水の量に支配された

右の崩壊の方がでっかいパイプ孔を使って多量の地下水が噴出した

崩壊数はマサ（粗粒花崗岩）が最も多かったが、多くは土石流にならなかった

土石流化したのは、①マサをつくりにくい細粒花崗岩②花崗岩と同時代の火山岩（流紋岩）③花崗岩の熱で硬くなったホルンフェルスなどの岩片からなる斜面の堆積物

細粒花崗岩の岩片からなる斜面堆積物と岩盤との境界で破壊した

ホルンフェルスも破壊面は斜面堆積物内に

土石流になった崩壊の特徴

①いずれも小規模な表層崩壊

②地中のパイプから、大量の地下水が吹き出し、表層を破壊

→パイピング崩壊

③崩壊と同時に、その場で流動化し、土石流になった

→その場でどれだけの量がどの程度流動化するかが、土石流化の分かれ道

→多量の水が必要

崩壊と同時に吹き上げた地下水（細粒花崗岩）

流れているとき、土石流の高さ（洪水位）はどれくらいだったの？

大衆用語「蛇ぬけ」は土石流の形態をうまく表現している

13

住宅地に流れ込んだ多量の土石はどこから来たの？

①山腹の地質が土石流の土砂量・流動性・破壊力（樹木も加わる）を支配した
②滝の下の山腹は削られやすい

堰堤直下では、越流による側方侵食のほか
パイピング崩壊も多発　　（緑井294渓流）

15

谷の出口（扇状地頂部）でも、“大蛇”形態は保たれている

現象をよく表わしている言葉は*大衆用語*「**山津波**」
①始まりは崩壊から
②多量の水が押し寄せる
③山腹を押し削る
④多量の樹木も押し流す
流下時の形態をよく表わす言葉は*大衆用語*「**蛇ぬけ**」

学術用語「**土石流**」を見たら、

「**や**、**ま**、**つ**、**な**、**み**」と読んで、
土石流の実態を想像したら、いかがでしょう！

17

土石流の実態から次のことを想像してみよう！

いま、2014年8月の広島土砂災害と同程度の（あるいは、さらに強い）雨が降ったとしたら、どこの谷が危険でしょうか

以上です。ご静聴ありがとうございました

18

４．地質の違いから見た土石流の個性と被災状況

曽我部 淳（中電技術コンサルタント）

一般社団法人　日本応用地質学会広島災害調査団報告会
2015年2月21日（広島県立総合体育館）

4．地質の違いから見た土石流の個性と被災状況

曽我部　淳（中電技術コンサルタント㈱）

報告内容・目次

1. はじめに
2. 被災地域の地質
3. 現地踏査結果
4. 岩種による土石流性状の違い
5. まとめ

1．はじめに

広島市近郊で発生した過去の災害と地質

1　• 広島市近郊で過去に発生した土石流のうち，その約9割が花崗岩地域で発生している。

1．はじめに

今回の土砂流出範囲

2　• 今回の土砂流出範囲は，必ずしも広島花崗岩類分布地域だけではなく，玖珂層群相当層・高田流紋岩類分布域において発生している。

2．被災地域の地質

被災地域の地質概要

3　• 被災地域の地質は，下位からジュラ紀付加体である玖珂層群相当層，白亜紀後期の高田流紋岩類および広島花崗岩類からなる。

2．被災地域の地質

被災地域の岩石①

広島花崗岩類

4

- 広島花崗岩類分布域で確認された岩石。
- 主に細粒～中粒花崗岩が分布しており，風化してマサ化が進むと砂状に崩れやすくなる特徴を有する。

2．被災地域の地質

被災地域の岩石②

玖珂層群相当層

5

- 玖珂層群分布域および高田流紋岩類分布域で確認された岩石。
- 玖珂層群分布域では，泥岩，珪質砂岩，緑色岩などを確認。緻密で硬い。
- 高田流紋岩類分布域では，流紋岩質凝灰岩が分布。緻密で硬い。

3．現地踏査結果

踏査対象渓流位置図

6

- 今回の調査では，比較的被災規模の大きい５渓流（広島花崗岩類２渓流，玖珂層群相当層２渓流，高田流紋岩類１渓流）を対象に選定。

3．現地踏査結果

緑井７丁目の渓流（堆積域～流送域）

7

3．現地踏査結果

緑井７丁目の渓流（流送域～源頭部）

8

3．現地踏査結果

県営緑丘住宅上の渓流（堆積域～流送域）

9

3．現地踏査結果

県営緑丘住宅上の渓流（流送域～源頭部）

10

3．現地踏査結果

阿武の里団地の渓流（堆積域～流送域）

11

3．現地踏査結果

阿武の里団地の渓流（流送域～源頭部）

3．現地踏査結果

八木ヶ丘団地の渓流（堆積域～流送域）

3．現地踏査結果

八木ヶ丘団地の渓流（流送域～源頭部）

3．現地踏査結果

可部東６丁目の渓流（堆積域～流送域）

3．現地踏査結果

可部東６丁目の渓流（流送域～源頭部）

16

3．現地踏査結果

現地踏査結果のまとめ

	上流域（源頭部）	中流域（流送域）	下流域（堆積域）
広島花崗岩類分布域	・表層風化帯を形成（マサ土＋未風化残留礫） ・0字谷周辺では表層崩壊が多発。滑落崖にはパイピング孔が発達	・なめらかのような全面露岩の渓床部分が存在 ・高標高部では渓床露岩も弱風化を受けやや軟質化	・広範囲に堆積。特にマサ土流は遠距離まで到達 ・扇状地の勾配は概ね10°以下
玖珂層群相当層分布域 高田流紋岩類分布域	・谷壁斜面には壁岩が発達。浮石化が著しい ・流水痕は認められるものの大規模な表層崩壊は認められない ・渓床は周辺露岩からの落石によりガレ場が形成	・渓床勾配が緩やかな部分や谷幅が広まった部分には二次堆積 ・過去の二次堆積物を削り込み、巻き込みながら流下（雪だるま式）	・谷出口部に集中して礫が厚く堆積 ・旧い土石流堆によって流路が規制される ・扇状地の勾配は概ね10°以上

17

4．岩種による土石流性状の違い

風化特性の比較

広島花崗岩類分布域は，風化により岩質が軟化する特性を持ち、地表付近から
①マサ土からなる表層風化帯
②未風化残留礫とマサ土からなる風化帯
を形成

玖珂層群相当層及び高田流紋岩分布域は，風化により割れ目間隔が密になる特性を持ち、地表付近には厚い風化帯は形成せず，崩落等により谷底にガレ場を形成

18

4．岩種による土石流性状の違い

土石流構成物質の比較

広島花崗岩類分布域
・淘汰の悪い亜円礫が谷出口付近に散在
・主に表層風化帯の表層崩壊を起因として流下
土石流構成物質　→　マサ土＋未風化残留礫

玖珂層群相当層分布域
・比較的粒径の揃った亜角礫を厚く谷出口に堆積
・主に粘土分に富む崖錐を巻き込んで流下
土石流構成物質　→　崖錐礫＋強風化粘土

19

- 広島花崗岩類分布域と玖珂層群相当層分布域では，土石流の構成物質が異なる。

4．岩種による土石流性状の違い

渓床勾配・扇状地上面勾配

国土地理院公開資料「空中写真による写真判読図」一部抜粋・加筆
http://www.gsi.go.jp/common/000095316.pdf

- 渓床勾配は，玖珂層群相当層分布渓流の上流域において，その他の地域に比べ，急傾斜となる。
- 扇状地上面勾配（≒過去の土石流の堆積勾配）を測定した結果，玖珂層群分布渓流の扇状地は概ね10度以上（平均約12度）程度の傾斜で，広島花崗岩類分布渓流の扇状地は概ね10度以下（平均約8度）程度の傾斜である。

20

4．岩種による土石流性状の違い

土砂流到達面積

国土地理院公開資料「空中写真による写真判読図」一部抜粋・加筆
http://www.gsi.go.jp/common/000095316.pdf

	項目	流域面積	土砂流出範囲（国土地理院写真判読図から計測）	流域面積1km²あたりの流出土砂範囲
	単位	(km²)	(m²)	(m²/km²)
緑井7丁目	花崗岩	0.189	6617	35011
県営緑丘住宅上	花崗岩	0.222	50858	229090
阿武の里団地	堆積岩	0.217	11249	51839
八木ヶ丘団地	堆積岩	0.294	16930	57585

- 流域面積1km²土砂の流出範囲を計測
- 広島花崗岩類分布地域の県営緑丘住宅上の渓流が最も大きな値となり，玖珂層群分布地域と大きく異なる。
- ただし，同じ広島花崗岩類分布地域の緑井7丁目は，計測した4渓流の中で最も小さい値となった。本渓流は中下流～谷出口部で大きく屈曲しており，土石流の到達面積の大小についてはこのような地質以外のパラメータも大きく影響するものと思われる。

21

4．岩種による土石流性状の違い

今回確認された土石流堆積物の特徴と運搬距離

○土石流構成物質による運搬距離の違い
・広島花崗岩類：土石流構成物質＝マサ土＋未風化残留礫＝砂分を多量に含む
　⇒運搬距離大
・堆積岩類、流紋岩類：土石流構成物質＝崖錐礫＋強風化粘土＝礫分が主体
　⇒運搬距離中

諏訪・奥田（1982）は，上々堀沢（カミカミホリサワ）扇状地に堆積する土石流堆を以下の二種類に分類している。
①堆積物は薄く平坦で細粒の砂礫の中に巨礫が散在する土石流堆で，下流まで到達するもの。
②堆積物が厚く盛り上がった形状を示し，専ら巨礫だけで構成され，細粒のマトリクスを持たない土石流堆で扇頂～扇央に位置するもの。

- 既往の事例では，構成物質の違いにより，土石流堆の堆積位置が違うことが確認されている。
- 今回発生した土石流では，地質の違いが風化形態や土石流構成物質の違いに差をもたらして，運搬距離の差に影響を与えたと考えられる。

22

6．まとめ

まとめ

- 現地踏査の結果，地質（岩種）の違いによる風化特性の相違に起因して、発生した土石流の構成物質に違いがあることが確認された。
- 地質による土石流性状の違いは，現在の河川縦断形状や扇状地勾配（過去の土石流の堆積面）にも表れている。
- 既往の事例でも構成物質が違う土石流の到達距離に差があることが確認されており，今回の事例では地質の差が（被災範囲）到達距離に影響を与えた可能性がある。
- 是非、一度裏山へ登って，どんな地質から出来ているか調べてみてください。

おわり

23

５．災害文化の伝承から学べること－八木地区に残る伝説から－

小笠原 洋（復建調査設計）

一般社団法人　日本応用地質学会　広島災害調査団報告会
2015年2月21日（広島県立総合体育館）

5．災害文化の伝承から学べること
－八木地区に残る伝説から－

小笠原　洋
復建調査設計株式会社

1

きっかけ

生かされなかった"先人の警鐘"

土砂崩れ

- 「八木蛇落地悪谷」の報道がきっかけ
- ここで昔、何があったのか
- ここは昔、どのようなところだったのか
- 自分なりに調べてみたいと思った

2

史跡・史料の状況（１）

2014.8.20撮影　国土地理院撮影空中写真より抜粋

史跡・史料の状況（２）

2014.8.20撮影　国土地理院撮影空中写真より抜粋

史跡・史料の状況（３）

”陰陽図”出典：地形モデル：朝日航洋株式会社ＬＰ計測･作図による.
「陰陽図」は朝日航洋株式会社特許技術

史跡・史料の状況（４）

6

史跡・史料の状況（５）

7

史跡・史料の状況（６）

- 地元の史料に昔の区割り図があった
- 「足谷」「上楽地」の名前が

佐東地区まちづくり協議会編「想いての佐東町２」より抜粋

史跡・史料の状況（７）

今昔マップ on the webにて作成　https://kakomap.net/kjmcgi/index.html

史跡・史料の状況（８）

天文元年壬辰二月二十七日八木村阿生山字中迫に於て富村の勇士香川右衛門太夫勝雄大蛇を退治す　其の首富池に落ちて隠れたと言ふ因って蛇王池と稱(称)す

天文元年二月二十七日：1532年4月2日（室町時代）

“阿武山の中腹にて、香川勝雄が大蛇を退治し、その首が池に落ちた”→それを蛇王池と呼ぶようになった

10

史跡・史料の状況（９）

近代デジタルライブラリー「陰徳太平記（明治44年5月、犬山仙之助出版）」より
https://kindai.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/771176

史跡・史料の状況（１０）

- 天文元年（1532年）の春、阿武山中腹に大蛇があらわれ、往来の人を悩ませた。八木城主、香川光景（みつかけ）は若侍香川勝雄（かちお）に退治を託す。
- 勝雄が退治に向かうと風が強く吹いて村雨（＝断続的に激しく降って過ぎる雨）となり、岩は崩れ、岸は裂け、山が鳴り、あたりが真っ暗となった。
- 勝雄は格闘の末、大刀で大蛇を斬り落とした。首は大暴れして七八丁（約7-800m）飛び、また一丁飛んだ。首は地を穿ち岩をくつがえし、血は川のごとく流れて淵となった。
- 首は池に埋まったが、そこからうめく声は人々の肝を冷やした。
- 勝雄は退治後、池で刀を洗った。そこを“太刀のぶ川”と呼んだ。

→記述が土石流そのもの

「陰徳太平記」より抜粋、要約

地元の方の話（１）

- 「碑のあたりは上流で伏流した水が湧き出るので、川のようになっていた。上流はガラガラ地盤。」
- 「その水で香川勝雄が刀を洗った。“刀”のつくお宅が碑の周りにあるのはそれに由来する。」
- 「碑の近くに水槽があり、年中水が湧きでている。あれが蛇王池の“名残”だ。」

実際、碑の近辺に“刀”のつく家が４軒あります。八木地区の住宅地図をみましたが、“刀”がつく苗字は碑の近辺だけでした。

13

分かったこと：中間まとめ

- 「八木蛇落地悪谷」≒「上楽寺」「足谷」の近くに、蛇王池の碑、“名残”の池がある
- 碑のあたりは、最近まで、水が湧き出る沼地だった
- “刀”の付く家が碑の周辺に集中する

→碑のある位置に「蛇王池」があった

14

地元の方の話（２）

- 「碑がある一帯はかつて水田（みずた）で、常に水がたまっていた。足を入れると体の半分くらいが埋まる沼地だった。」
- 「昔は大雨のたびに太田川が氾濫し、碑より下の低地が水浸しになった。それで山側へ家を建てるようになった。」

→碑より下の低地は太田川の洪水頻発地だった

15

洪水時の旧太田川（古川）

昭和２０年代の水害（現在の県道八木緑井線・中緑井バス停前）

佐東地区まちづくり協議会編「想いての佐東町」より抜粋

過去の地形（１）

- かつての太田川は蛇行していた
- 慶長12年（1607年）の大洪水で現在の流路になった
- 蛇王池伝説は蛇行していた時の話

八木学区連合町内会作成
「八木の歴史をまなぶ」より抜粋

17

過去の地形（２）

- **当時、蛇王池の近くを太田川が流れていた**
- **「大雨の度に水浸し」もわかる**

国土地理院作成「治水地形分類図」より抜粋

過去の地形（３）

- **蛇王池伝説は扇状地と氾濫平野の狭間に位置している**

1947年撮影　米軍撮影空中写真より抜粋

19

分かったこと：まとめ

- 伝説に関連する地名、史跡などが碑の周辺に集中する。
- 蛇王池伝説の中には、土石流をうかがわせる記述が多い。
- 蛇王池の碑は太田川の氾濫平野と土石流堆積物の狭間にスポット的に立地している。
- またそこは水が湧き出す沼地だった。
- 洪水被害を避けるため、当時の人は氾濫平野ではなく土石流堆積物に住居を構えていた。

→碑のある位置に「蛇王池伝説」の舞台

20

蛇王池伝説の解釈

- 1532年に大規模な土石流があり、「上楽地」に土砂が堆積。
- 当時の人は土石流堆積物に住居を構えていたので、それなりの被害があったのでは。
- 太田川の氾濫平野「富池」に水が湧き出すようになり、太刀のぶ川＝蛇王池となったのでは。
- それら災害の記憶が転じ、「八木蛇落地悪谷」や蛇王池伝説が言い伝えられていたのでは。
- 碑に出る「香川勝雄」は怪力男だったらしい。当時の災害になにか、貢献をしたのでは。

21

蛇王池伝説の解釈

①氾濫平野を避けて居住
⇩
②土石流により土砂が堆積
⇩
③スポット的な低地が形成
⇩
④水がわき出るようになる
⇩
⑤「香川勝雄」の貢献？
⇩
⑥伝説として継承

1947年撮影　米軍撮影空中写真より抜粋

22

学べること

1．かつては太田川で起こる洪水の方が、怖かった。

→洪水対策は進んだが土砂災害対策はこれから

2．八木地区は過去にも土砂災害が起きたが、それが英雄伝説として残ったので、その実態が分かりにくかった？

3．その伝説も埋もれ始めていた。

23

これからにむけて

災害対策基本法

第七条（住民等の責務）

3　前二項に規定するもののほか、地方公共団体の住民は、基本理念にのっとり、食品、飲料水その他の生活必需物資の備蓄その他の自ら災害に備えるための手段を講ずるとともに、防災訓練その他の自発的な防災活動への参加、過去の災害から得られた教訓の伝承その他の取組により防災に寄与するように努めなければならない。

24

歩き、調べてみてください

- 史跡は今も残っています
- 現地を歩けば、何かに気づけるはずです
- 図書館などに記録は残っています
- 地元の長老に話を聞いてみてください
- 今はインターネットで調べやすくなりました
- 本を読むのも近道です

25

さっと調べることもできます

地域の砂防情報アーカイブ

http://www.sabo.pref.hiroshima.lg.jp/saboarchive/saboarchivemap/index.aspx

26

最後に

- 柳田邦男著「空白の天気図」
- 原爆とその直後の枕崎台風を著述
- 広島気象台（現在の江波山気象館）を中心とした話

27

６．広島市の地形の成り立ちと土砂災害のリスク

小林 浩（朝日航洋）

6. 広島市の地形の成り立ちと
土砂災害のリスク
小林　浩（朝日航洋株式会社）
1
斜め写真撮影:朝日航洋株式会社(2014年8月21日撮影)

広島地方の地形
安芸高田市
広島IC
東広島市
広島市
廿日市市
呉市
大竹市
=広島県西部の衛星写真=
白っぽく見えるのが樹林以外の土地
市街地(ひときわ白い)や農地(薄緑)
東広島市は、白い市街地の周りに薄緑の農地等をはさみ樹林(≒山地)に接する
一方広島市街地周辺は、市街地が樹林地(≒山地)に直接接しているのが特徴
衛星写真出典:GoogleEarth, "陰陽図"出典:地形モデル:「国土地理院基盤地図情報」より,「陰陽図」は朝日航洋株式会社特許技術

広島地方の地形
安芸高田市
広島IC
呉市
=広島県西部の"陰陽図"=
樹木や建物をはぎ取った地盤の凹凸
色の濃いところがより険しい山地 青っぽいほど谷が深く黄色っぽいほど山が高い
大きく3段の地形面 [下記いずれも稜線標高]
・低位面(瀬戸内面):200m程度以下
・中位面(吉備高原面):400m～600m
・高位面(道後面)):1000m～1300m
広島平野の北端部(八木地区・可部地区など)では、中位面の険しい山地が平地と接している
他の平地も低位面と接するところが急斜面

広島地方の地質
可部東地区:
西側花崗岩,
東側高田流紋岩,
南部と北部の一部に
火山岩・泥岩・砂岩
八木・緑井地区:
南西側花崗岩,
北東側ホルンフェル
ス化した泥岩・砂岩
山本地区:
花崗岩
安芸高田
広島IC
広島市
呉市
=広島県西部の地質=
大きく分けて「高田流紋岩」「ホルンフェルス化した泥岩・砂岩」「花崗岩」「平野の堆積物」からなる
「高田流紋岩」「ホルンフェルス化した泥岩・砂岩」は相対的に硬く塊状
「花崗岩」は硬く塊状のものと風化が進みもろくなっているものがある
山麓部には崖錐堆積物・扇状地堆積物がみられる
地質の硬さの違いは地形にも表れている
中世代白亜紀後期の高田流紋岩
中生代ジュラ紀以前のホルンフェルス化した泥岩・砂岩
中生代白亜紀の広島花崗岩

安佐南区・安佐北区の地形

=安佐南区・安佐北区の衛星写真=

- 太田川沿いをはじめとする白い市街地が樹林地(≒山地)に入り組むように接している

安佐南区・安佐北区の地形

= 安佐南区・安佐北区の"陰陽図" =

- 八木地区背後の阿武山、可部東地区東方の鬼ヶ城山などはひときわ急峻で、平地との比高大
- 山本地区背後の武田山、緑井地区背後の権現山、可部東地区の高松山なども規模は小さいが急峻、比高もある
- 山麓部には扇状地が発達する

八木・緑井地区の地形

八木・緑井地区の地形

- 阿武山の南東側山麓には、山側の谷地形から連続する扇状地状の緩斜面が発達

谷出口の地形

	沖積錐	小型扇状地
サイズ	約1km未満	約1km～
傾斜	～15°	～5°
上流の地形	渓流	小河川
地質	角礫-亜角礫	亜角礫-亜円礫
緩斜面の特徴的な地形	土石流堆あり 水無川	土石流堆稀 水無川
自然災害	土石流・氾濫	氾濫・洗堀

「建設技術者のための地形図読図入門第3巻」(鈴木, 2000)

図 6.2.2 扇状地（中型）の模式図
T：扇頂溝, L：現成の自然堤防, M-M'：扇端線, S：扇端湧泉, r：流路跡地, Lb：後背低地,
B：基盤岩石, g：礫層, Sc：粗粒砂, Sf：細粒砂・泥層, m：泥層
「建設技術者のための地形図読図入門第2巻」(鈴木, 1998)

山梨県甲府盆地の京戸川扇状地

八木3丁目の渓流出口からの眺望

・・・眺望が利くということは、それなりの傾斜の土地であるということ
(上部は7-15°、下部は3-7°)

「防災基礎講座 自然災害について学ぼう」(独)防災科学技術研究所 自然災害情報室, 2006)
http://dil.bosai.go.jp/workshop/01kouza.kiso/chikei/landform.htm

10

沖積錐の作られ方

図 6.85 土石流の発生・流送・堆積と渓床勾配 19)
「地形工学入門 地形の見方・考え方」(今村, 2012)

図 6.87 土石流のつくる扇状地性の地形—沖積錐—と、土石流堆積位置の変化（これを俗に首振り現象という）19)
「地形工学入門 地形の見方・考え方」(今村, 2012)

表1.9 渓床勾配の区分 (θ：渓床勾配)

区分	参考
0°≦θ＜3°	土砂流, 泥流型土石流堆積区間
3°≦θ＜10°	土石流, 土砂流堆積区間
10°≦θ＜15°	土石流, 土砂流流下区間
15°≦θ＜20°	発生区間, 流下区間
20°≦θ	発生区間

「現場技術者のための砂防・地すべり・かけ崩れ・雪崩防止工事ポケットブック」(池谷・吉松・南・寺田・大野, 2001)

「山と地理のページ」http://yama.world.coocan.jp/index.html

凡例
傾斜区分
阿武山
上八木駅
八木小学校
権現山
梅林小学校
梅林駅
JR可部線
国道54号
古川
太田川
七軒茶屋駅
*傾斜区分図出典:地形モデル:朝日航洋株式会社LP計測 作図による

渓流の勾配
支川307
谷出口
支川306
谷出口
支川305
谷出口
支川303
谷出口
支川299
谷出口
支川294
谷出口
谷出口
土石流堆積区間
土石流流下区間
谷出口
土石流流下区間
土石流堆積区間
*傾斜区分図出典:地形モデル:朝日航洋株式会社LP計測 作図による

扇端から谷出口までの勾配はおおむね
9°～15°、土石流流下区間に相当
9°
13°
15°
11°
10°
15
*傾斜区分図出典:地形モデル:朝日航洋株式会社LP計測 作図による

可部東地区の地形
高松山
可部東６丁目
寺山
可部東４丁目
可部東３丁目
←可部駅
16

可部東地区の地形
比高差約310m
平均勾配0.74（約36°）
高松山
538.7m
国道54号
可部東６丁目
根谷川
寺山
可部東４丁目
可部東３丁目
599m
比高差約570m
平均勾配0.3（約17°）
←可部駅

可部東地区の地形
高松山
可部東６丁目
可部東４丁目
根谷川
寺山
可部東３丁目
←可部駅

国道54号
高松山
可部東６丁目
根谷川
寺山
可部東４丁目
可部東３丁目
←可部駅
凡例
傾斜区分

渓流の勾配
国道54号
高松山
支川97
谷出口
谷出口
可部東６丁目
谷出口
根谷川
支川99
寺山
可部東４丁目
支川102
可部東３丁目
←可部駅
凡例
傾斜区分
谷出口
土石流
堆積区間
土石流
流下区間

扇端から谷出口までの勾配はおおむね 5°～7° と八木地区よりは緩い
5°
7°

安芸高田市
広島市
呉市
いまいちど、身の回りの「地形」を、見直してみませんか？
同様な急峻な山地は広島市の周囲をとりまくように広がっています

国土地理院：地形図
出典：国土地理院「地理院地図」WebSite
安佐南区
二点間の距離を測れる：高さの差が読めれば平均勾配がわかる
※ただし地形図を読み解く練習が必要かもしれません
インターネットホームページ「地理院地図」で無料でみることができます

国土地理院：色別標高図
出典：国土地理院「地理院地図」WebSite
多少はイメージが捉えやすくなってきました
インターネットホームページ「地理院地図」で無料でみることができます

国土地理院：治水地形分類図
出典：国土地理院「地理院地図」WebSite
「山　地」
「切土地」
「扇状地」
「山麓堆積地形」
「氾濫平野」
「旧河道」
「微高地(自然堤防)」
「扇状地」「山麓堆積地形」というキーワードが出てきました
「切土地」(造成地)にも扇状地があるようですが・・・
インターネットホームページ「地理院地図」で無料でみることができます
※ただしすべての地方をカバーしていません

国土地理院：旧版地形図
(例：明治30年ごろの陸地測量部発行2万分1地形図)
八木6丁目の団地造成前は緩い谷だった
沖積錐(扇状地)上にはほとんど人家はない斜面には崩壊地を示す記号[!!]が多数
このように造成前の地形や土地利用も知ることができます
出典：国土地理院「二万分一地形図」(明治33年陸地測量部発行「可部」、「上安」)
県立図書館で閲覧することができます
※ただしすべての地区がそろっているとは限りません

国土地理院：土地条件図(初期整備版)
出典：国土地理院「地理院地図」WebSite
地形のちょっとした違いが災害時の被害の大きさを左右することから、地形の特徴を区分した地図です。
インターネットホームページ「地理院地図」で無料でみることができます
※ただしすべての地方をカバーしていません

国土地理院：土地条件図(初期整備版)
出典：国土地理院「地理院地図」WebSite
・・・土地条件的な立場から災害を考察する。
Ⅳ.1　山地災害
山地災害の主なるものは山崩れ，土石流による災害である。
・・・・・・・・・・・・・(略)・・・・・・・・・・・・・
(1967年7月の呉災害の説明に続けて)
広島地域に於いても同じような気象的条件がそろえばかなりの程度の被害を受けることは予想に難くない。・・(略)・・このような異常降水に伴なう山崩れが発生するときには，渓谷には土石流が発生するのが普通である。・・(略)・・当地域でも渓口や渓谷に小扇状地とか麓削面を形成しているものや低位の土石流堆性の段丘があり，傾斜の比較的急な大小の渓谷や渓口附近は土石流危険地帯とみるべきであろう。
=「土地条件調査報告書(広島地域)」1969年3月発行より抜粋=
・・・一般論ではありますが、渓流出口付近での土石流災害への警鐘を読み取ることができます。

ご清聴ありがとうございました

＝ 参 考 ＝

- Web「防災基礎講座」独)防災科学技術研究所 自然災害情報室
  http://dil.bosai.go.jp/workshop/index.html
  「基礎知識編」「災害事例編」「災害予測編」「防災対応編」「地域特性編」に分かれ、我が国の自然災害全体について基礎的な知識を身に着けることができます。印刷用に、よりコンパクトな「防災科学テキスト」もダウンロードできるようになっています。
- Web「防災知識リンク」(国土交通省防災情報提供センター)
  http://www.jma.go.jp/jp/contents/knowledge.html
  「水害、土砂災害、気象災害」「地震・津波・火山」「渇水」「雪崩」「防災知識」「子供向け」に分かれ、役所が設けている防災知識解説サイトのリンク集となっています。
- Web「地理院地図」(国土交通省国土地理院)
  http://maps.gsi.go.jp/
  「基本図」「空中写真（過去のものも含む）」「土地条件図」「治水地形分類図」「都市圏活断層図」などが検索・表示できます。

７．広島市の都市開発の歴史と災害リスクの変遷

加藤 弘徳（荒谷建設コンサルタント）

（一社）日本応用地質学会 広島災害調査団 報告会
平成26年広島土砂災害に学ぶ
ー土地の成り立ちを知り，土砂災害から身を守るー

広島市の都市開発の歴史と災害リスクの変遷

（株）荒谷建設コンサルタント　加藤　弘徳

1

この発表の意義

- 広島市近郊における都市発達の推移を眺め，時代ごとの自然災害リスクの移り変わりを知る。
- 現代の広島に住む上で抱える自然災害リスクと，私たちが持つべき意識について考える。

今の広島は危険なのか。
果たして昔は安全だったのか。

安佐南区西風新都

2

発表内容

1. 時代ごとの都市開発状況（広島の例）
2. 広島の自然災害の特徴とリスクの変遷
3. 災害リスクに対する備え方の変遷
4. まとめ

安佐南区山本付近から東方を望む

1．時代ごとの都市開発状況（広島の例）

- 昭和初期～現在に至るまでのあいだに，都市分布はどのように変遷したか。
  - 地形・地質の影響は？
  - 交通機関の影響は？
  - 災害リスクはどのように変わったか。

現在の広島市を空から眺める

とにかく家が建てられそうな場所に住宅が密集

都市の分布をみる　ー昭和初期の広島三角州ー

都市は広島城周辺に発達。
沿岸部に人は住まず，農地（乾田・水田）として利用。

国土地理院2万5千分の1地形図「広島」（昭和5年1月発行）に加筆

土地は豊富
沿岸部は洪水，高潮等で浸水しやすく，住む必要はかった

住宅地の分布を見る　ー昭和初期の太田川流域ー

国土地理院2万5千分の1地形図「祇園」「中深川」(共にS3.6月発行)に加筆

- 集落は鉄道・街道沿いにまばらに分布
- それ以外は農地 or 未開発。

川に関係する地形のはなし

自然堤防
河川が運搬した砂質土が堆積した微高地

後背低地
自然堤防の背後にできる低湿地

図は2枚とも鈴木隆介(1998)「建設技術者のための地形判読入門(第2巻低地)」(古今書院)を編集して引用

昭和初期の太田川流域

国土地理院2万5千分の1地形図「祇園」「中深川」（共にS3.6月発行）に地形分類，市街地範囲を加筆

- 人々は周囲より高い土地である**自然堤防**の上に住んだ…洪水に強いから
- 洪水時に浸水する**低地**・**流路跡**は水田に活用
- **谷筋**にも住んだが，あまり山際には近づかない

下中園子　（昭和29年9月27日）

昔の住宅

洪水の影響を受けにくい微高地を選んだ

水　害　写真中央や上に梅林駅があり電車が水につかり動かなくなっている　（昭和29年9月）

豪雨等で河川が氾濫しても浸水するのは主に農地

災害リスク：
低地部での洪水・浸水

2枚ともに佐東地区まちづくり協議会 編「想いでの佐東町」より引用

高度経済成長期の太田川流域（昭和45年ごろ）

国土地理院2万5千分の1「祇園」（S45.6月発行），「中深川」（S44.9月発行）に地形分類，市街地範囲を加筆

- **後背低地**に集落が進出　⇒技術の発展で浸水が減った
- **扇状地**の中腹にも集落が進出
- **流路跡**は依然として農地 or 未開発　⇒軟弱地盤のため家が傾く

バブル経済期の太田川流域（平成初期）

国土地理院2万5千分の1「祇園」（H1.1月発行），「中深川」（S63.8月発行）に地形分類，市街地範囲を加筆

- 山地を**造成**した住宅地が急増。人々は山に近づく。
- **流路跡**にも宅地進出。

現在の太田川流域

国土地理院2万5千分の1「祇園」(H11.11月発行)，「中深川」(H13.10月発行)に地形分類，市街地範囲を加筆

平地・山地ともに**隙間無く**宅地が発達

自然災害に対して，どこが危ないか認識できているか？

13

2．広島の自然災害の特徴とリスクの変遷

広島県内で発生した主な土砂災害を伴う自然災害

西暦	発生年月	災害名	原　因	主な被災場所	死者・不明者	関係する地　質	備　考
1926	T15.9月	豪雨災害	集中豪雨	現在の広島市南東部，府中町	103	花崗岩	熊賀・山本・口田・温品で土石流，東区牛田山，宮島白糸川も土石流記録あり(広島測候所編「広島市附近豪雨調査報告」(1926))
1945	S20.9月	枕崎台風	台風	呉市，大野村(現廿日市市大野町)	2012	花崗岩	宮島白糸川も被災
1951	S26.10月	ルース台風	台風	水内村(現廿日市市湯来町)，広島市(水害のみ)	132	花崗岩	
1967	S42.7月	豪雨災害	梅雨前線	呉市警固屋町ほか	159	花崗岩	
1972	S47.7月	豪雨災害	梅雨前線	県北部（三次・庄原市周辺）	39	流紋岩ほか	西三次，作木，豊平，庄原権現山
1983	S58.7月	豪雨災害	梅雨前線	県北西部	0	花崗岩	島根県西部で被害顕著
1988	S63.7月	豪雨災害	梅雨前線	加計町・戸河内町・筒賀村（現安芸太田町）	14	花崗岩	殿賀，加計
1993	H5.7月	台風5号	台風，梅雨前線	戸河内町（現安芸太田町）	0	花崗岩	
1999	H11.6月	6.29広島土砂災害	梅雨前線	呉市西部（佐伯区，安佐南区，呉市）	32	花崗岩	
2005	H17.9月	豪雨災害	台風	廿日市市宮島町	0	花崗岩	白糸川で土石流
2010	H22.7月	7月豪雨災害	梅雨前線	庄原市ほか	1	流紋岩ほか	川北町の狭い範囲
2014	H26.8月		集中豪雨	広島市	74	花崗岩，ホルンフェルス，流紋岩	

広島の中でも花崗岩地帯で土砂災害が多いのは事実

14

多発する花崗岩地帯での土砂災害

昭和42年7月豪雨（呉市）

昭和63年7月豪雨（旧加計町）

平成17年9月豪雨（宮島）

平成11年6.29災害（広島市，呉市）

広島に住む以上，土砂災害と上手に付き合いながら生活しなければならない

写真は全て広島県砂防課webｻｲﾄ「土砂災害ﾎﾞｰｲﾙひろしま」より引用

増え続ける宅地造成地・・・安全と言えるのか？

主な造成地の分布

既存の交通（鉄道・道路）はあまり関係ない

⇩

地形的に緩やかな場所が選ばれている可能性大

- 岩盤が脆い？
- 過去に崩れた土砂が堆積？

人間の生活圏が山に近づくだけ，山からの災害を受けるリスクが増加しているのは事実。

一方，高所に住むほど浸水のリスクは減少。
浸水対策の技術も進歩。（それでもしばしば災害発生）

過去に比べ，技術の進展により多くのリスクが減少。
他方，新しいリスクが生じている面もある

過去-現代の間で，災害リスクの増減は一概には言えない。
大切なのは，その土地・環境固有のリスクがあるということ。

16

3．災害リスクに対する備え方の変遷

■ **先人はどうしていたか**

河川沿いの低地が浸水する
リスクを経験的に知っていた

だから
浸水しにくい高い土地を選んで居住した。

■ **現代はどうか**

- 人口が増加し土地が不足。
- 住む場所を選ぶ余裕が無い。
- 山に近づく分，危険は増加している。
- リスクを必ずしも把握できていない。

ただし「災害の経験値」は決して少なくない

災害の経験値を活かす

①住んでいる土地の災害リスクを確認しよう

✓ **花崗岩の山地は特に崩れやすい**
- 周囲の地質を確認しよう。
  https://gbank.gsj.jp/geonavi/geonavi.php 産総研「地質図Navi」

✓ **扇状地は土石流がつくった地形**
- 土石流が来てもおかしくない場所。土砂災害危険箇所の確認をしよう。
  http://www.sabo.pref.hiroshima.lg.jp/portal/top.aspx
  広島県「土砂災害ﾎﾟｰﾀﾙひろしま」

国交省Webｻｲﾄより引用
http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sabo/dosekiryuu_taisaku.html

✓ **谷部に入り込む土地や造成団地は災害発生源に近い**
- エネルギー（破壊力）が大きい状態で災害が到達する。

谷部に入り込む住宅
（※広島県外の例）

災害の経験値を活かす

②災害の性質を覚え，助かる準備をしよう

太田川河川事務所Webサイトより引用
http://www.cgr.mlit.go.jp/ootagawa/sand/west/page1/index02.html

ある被災事例
（H26広島市）

✓ 土石流は谷の出口を繰り返し襲う（谷がどこにあるか確認しよう。）
✓ 家の1階よりも2階，山側より谷側の方が危険は少ない

大規模な地形改変により，谷の流末がどこにあるかわからない場合もある

もし土石流が起きたらどの辺に到達しそうか？

ある広島県外の造成団地
（写真の場所と本題は関係ありません）

土石流は山際から離れた場所にも到達（H26.8.21産経新聞記事）

✓ 山から離れた住居についても，谷との関係を確認しよう

「我が家は安全」の素人判断は×

4．まとめ

- かつて：人々は先祖代々から受け継がれてきた土地，すなわち災害に強いことが経験的にわかっている場所に居住していた。
  - どの時代にも自然災害のリスクは存在する
  - そのリスクを認識していた
- 現　在：急速な人口増加と宅地開発，地形改変，外部からの人口流入は，自分の住む街「広島」のどういった場所が自然災害に弱いのか，人々が災害に備える感性を薄れされている可能性がある。
  - 自然災害のリスクを認識しにくい環境

  ※ 決して「リスクを認識できない環境」ではない。

21

災害後の教訓として大切なこと

- 今回の災害の記憶，情報，知識（例えば避難の成功例など）を経験談として後世に伝える。
- それをもとに，住む地域にどんなリスクが存在するか，自分なりに考える意識をつける。
- 中学・高校レベルの地学教育の重要性。（尾根，谷，花崗岩などの知識を身につける）

現代における災害リスク
　災害そのものよりも，
　自分の危険を自分で気づけないこと

一番最初に自分の身を守れる存在は自分です

22

ご清聴ありがとうございました

23

８．宅地開発に関わる法規制と運用の問題点

釜井 俊孝（京都大学防災研究所）

都市域の斜面災害と宅地開発

京都大学防災研究所　斜面災害研究センター
釜井俊孝

斜面都市　広島

図2 傾斜度15%以上のDID面積多い上位20都市

広島市は横浜、長崎に次ぐ、わが国でも屈指の斜面都市（斜面上にDID地域が広がっている都市）

DID地域：Densely Inhabited District(人口密集地区)。4000人/km2の地域が隣接し、5000人以上の人口を有する地域。

政令指定都市の中で、最も平坦地が少なく、山地・丘陵地が占める割合が多い都市

表4-2-1 政令指定都市の地形別面積比

（単位：%）

政令市	札幌市	東京都	川崎市	横浜市	名古屋市	京都市	大阪市	神戸市	広島市	北九州市	福岡市
総面積(ha)	1,118	1,301	130	423	326	611	205	539	671	465	256
山地	58.0	11.3	0.0	0.0	0.0	73.8	0.0	42.1	54.6	36.9	12.9
丘陵地	9.2	13.2	33.1	37.8	26.7	0.0	0.0	35.1	31.7	32.4	27.7
台地	12.8	49.7	16.1	37.1	12.0	1.3	8.7	7.4	0.0	0.0	0.0
低地	20.0	25.8	50.8	25.1	61.3	24.9	91.3	15.4	14.3	30.7	59.4

（資料：国土地理院『大都市圏・地形分類図』（1979年））

広島市における市街地の増加と宅地開発

山麓の大規模開発は昭和30年代後半から始まり、昭和40年代半ばの列島改造ブームによって増加が加速された。石油ショック（1974、1979）によって、やや増加速度は鈍化したが、増加傾向はバブル崩壊（1991-1993）まで維持された。

表4-2-8 広島市および周辺町の宅地開発状況

（単位：ha、%）

区分＼年	～40	41～45	46～50	51～55
南区	4.5(3.2)	18.7(4.0)	36.4(3.6)	6.4(0.6)
西区	13.4(9.7)	64.4(13.6)	115.8(11.6)	126.8(9.0)
東区 旧市域	49.4(35.7)	21.8(4.6)	55.2(5.5)	32.0(2.3)
東区 安芸町	28.7(20.7)	50.3(10.7)	14.1(1.4)	11.7(0.8)
安佐南区	6.5(4.7)	116.3(24.6)	393.0(39.3)	171.9(12.3)
安佐北区	4.0(2.9)	72.4(15.4)	223.4(22.4)	520.3(37.2)
安芸区	21.0(15.2)	27.0(5.7)	10.9(1.1)	20.4(1.5)
広島市計	127.5(92.1)	370.9(78.6)	848.8(84.9)	891.5(63.7)
廿日市町	11.0(7.9)	101.0(21.4)	151.0(15.1)	508.9(36.3)
広島地区計	138.5(100.0)	471.9(100.0)	999.8(100.0)	1,400.4(100.0)

（注）傾斜度および宅地開発の町（府中・海田・熊野・佐伯）、宅地開発の町（五日市・廿日市町）を含む
（資料：広島市「広島の土地」（昭和61年））

宅地開発は昭和40年以前は東区で盛んであったが、昭和40年代前半は安佐南区、後半は安佐南区と安佐北区、50年代には安佐北区と周辺町村という様に増加領域は次第に外側に向かった

3

都市の斜面災害の2つのタイプ

● 都市の膨張と成熟による歴史的必然性の産物

4

都市外縁型の典型−八木3丁目の土石流災害−

谷の中の住宅地には、昭和37年に「山林」を購入、昭和38年に宅地に地目変更した記録がある（たぶんこれが最も古い例）。「昭和36年頃、県営が建設されたのを見て、谷の中の土地を購入（県営住宅があるので、安全だと思ったから）」（広島Homeテレビでの住民証言）

今回も直接被害を免れた旧家

危険性の認識はどの様に薄れていったのか？

県営緑丘住宅建設直後（昭和36年4月）、二つのセグメント間は空き地。さすがに、巨礫が散在する真新しい土石流堆積物の上には建物を建てられなかった？

昭和49年6月には、土石流堆の表面は整地され駐車場、宅地として利用されている。列島改造ブームを経て、山津波（土石流災害）に対する危険性の認識は、薄れていった。

散在する巨礫（土石流の主体）

畑を覆っている土石流末端部（近世以降の土石流である証拠）

写真提供：広島市公文書館

1999年6月29日（6.29広島土砂災害）

広島市で死者20名

土石流は忠実に以前の流路を辿るように流れた。

沢の入り口には土砂溜りがあったが、一部はあふれて住宅に被害が出た。

佐伯区東観音台（死者0）

佐伯区八幡ヶ丘（死者1名）

福祉施設の裏山の崩壊

（新） 都市計画法

市街化調整区域

八木3町目付近の「線引き」
(ひろしま地図ナビ)

昭和44年施行　市街化区域と市街化調整区域の「線引き」を行う法律　（利害調整が主眼）

広島市では、昭和46年に「線引き」を完了。その区域決定以前には、業者による開発用地取得が活発に行われ、山麓の開発数が増加（広島新史）。列島改造ブームの時代。

市街化区域は、既存の開発地を包含するように設定された。そして、その後も土地所有者等の要請によって拡張された（広島Homeテレビ）。

市街化区域に編入されると、固定資産税が上昇→開発の動機づけが強まる

都市内部型の例−山本8丁目の崖崩れ−

崖上の平坦地（住居址）　ブロック積み擁壁　切り土斜面

急傾斜地
対策工事
施工済み
斜面

写真提供：読売新聞

崖側の窓を突き破って、崩壊土砂が家の中に流入。男児2名が死亡。

山本8丁目の崖崩れの状況

斜面に分布する風化が進行したマサ。
非常に柔らかい

セメントでふさがれた腰止め擁壁の水抜き孔

崖条例 （建築基準法施行条例）

第四条の二　住居の用に供する建築物[illegible]敷地（災害危険区域内にあるものを除く。）が、[illegible]を超える高さのがけ（地表面が水平面に対し三十度を超える角度をなす土地[illegible]るときにあつてはがけの下端から、五メートル以上の高さのがけの下にあるとき（特別警戒区域内にあるときを除く。）にあつてはがけの上端から、当該建築物との間にそのがけの高さの一・七倍以上の水平距離を保たなければならない。

2倍の自治体が多い

2mの自治体が多い

2　前項の規定は、次の各号のいずれかに該当するときには、適用しない。

一　当該がけに係る災害防止工事について、法第八十八条第一項の規定により準用する法第七条第五項又は法第七条の二第五項の検査済証の交付があつたとき。

二　当該がけに係る災害防止工事について、都市計画法（昭和四十三年法律第百号）第三十六条第二項の検査済証の交付があつたとき。

三　当該がけに係る災害防止工事について、宅地造成等規制法（昭和三十六年法律第百九十一号）第十三条第二項の検査済証の交付があつたとき。

四　前三号に掲げるもののほか、建築物の位置及び構造、がけの土質並びに災害防止措置の状況により特定行政庁が建築物の安全上支障がないと認めたとき。

適用（但し、急傾斜地対策＋擁壁の例外規定で許可）

適用（但し、擁壁の存在＋土質の例外規定で許可）

適用外（崖のことは考えなくて良い）

崖条例の運用上の問題点

ボーリングによって良好な地盤であることを確認

ボーリング結果は崖の地盤状況を反映していない。

傾斜が緩いので、条例の適用外

傾斜が緩いのは、崖の後退による。危険性はより大きい。

2010年7月14日　呉市安浦町中央ハイツ

住宅背後の斜面は一連に見えるように造成されていたが、実際には切土部分と盛土部分が混在。盛土（谷埋め）部分が崩壊し、1名死亡。

2006年に補強された盛土部分は崩壊しなかった

13

2008年8月29日 八王子川町

高位段丘礫層（クサリ礫層）の切り土斜面の崩壊

関係者たち　−見慣れた風景−

15

地学的教養の時代　-まとめに代えて-

教養とは単なる知識の集積では無い。本来の教養とは、集団、共同体の中で生きてゆくために必要な知である（阿倍謹也「教養とは何か」）。これが西洋近代の「個人の教養」に対する「集団の教養」である。その意味で、「地学的教養」は、災害列島に住む日本人にとって、必須の知であると言える。

人間の生き方は土地条件に制約されるから、都市には都市住民の教養、山村には山の民の教養（多くは暗黙知・非言語知として蓄積・継承）が存在する。

山麓に住む農民にも、住宅を建てるには沢の出口は避けるといった様な、その土地条件にそった教養が存在する。彼らの被害が比較的少ないのは、そのためである。

しかし、都市から山麓に移り住んだ都市住民には、そうした山麓に住むための教養を身に着ける時間的、経済的余裕も機会も与えられていない。つまり、新住民は現状ではリスクを自らは想定できない状況に置かれている。

宅地は、「社会的共通資本（宇沢弘文）」の側面を持つ。したがって、その開発は、広い意味の「地学的教養」を身に着けた者のみが計画し、実施するべきである。住宅行政を担う公務員も、そうした教養を身につけた上で職務に当たらなければ、住民を守れない。同じ事は、住民にも言える。

16

書　名　平成 26 年広島土砂災害に学ぶ
—土地の成り立ちを知り、土砂災害から身を守る—
発行日　平成 27 年 2 月 21 日
発　行　一般社団法人 日本応用地質学会

主催　一般社団法人 日本応用地質学会
共催　日本応用地質学会中国四国支部
　　日本応用地質学会災害地質研究部会
後援　国土交通省中国地方整備局、広島県、広島市
協賛　中国地質調査業協会