

# 2005年9月垂水市における土石流災害と課題

## FIELD RESEARCH AND SOME PROBLEMS TO BE SOLVED ON TARUMIZU DEBRIS-FLOW DISASTER IN 2005

疋田誠<sup>1</sup>・橋本晴行<sup>2</sup>・小川滋<sup>3</sup>・森山聡之<sup>4</sup>

Makoto HIKIDA, Haruyuki HASHIMOTO, Shigeru OGAWA and Toshiyuki MORIYAMA

<sup>1</sup> 鹿児島工業高等専門学校 土木工学科 (〒899-5193 鹿児島県霧島市隼人町真孝 1460-1)

<sup>2</sup> 九州大学 大学院工学研究院環境都市部門 (〒812-8581 福岡市箱崎 6-10-1)

<sup>3</sup> 福岡工業大学 社会環境学部社会環境学科 (〒811-0295 福岡市東区和白東 3-30-1)

<sup>4</sup> 崇城大学 工学部環境建設工学科 (〒860-0082 熊本市池田 4-22-1)

*Key Words: debris flow, disaster, field research, heavy rainfall, Tarumizu*

### 1. はじめに

日本中に大きな被害を与えた2005年9月6日の大型台風14号は、南九州地方の宮崎県及び鹿児島県大隅半島にも集中豪雨をもたらし、鹿児島県垂水市においても崖崩れや土石流災害が発生した。9月6日午前9時30分頃、垂水市新城小谷地区で死者3名、住家全壊6棟、一部損壊2棟、非住家全壊4棟、半壊3棟の被害が生じた。午後12時30分頃、垂水市新御堂地区でも、死者2名、住家全壊2棟、半壊1棟、非住家全壊2棟、半壊2棟の被害が生じている<sup>1)</sup>。図-1は、垂水市の対象地区の位置図である。垂水市の台風14号の豪雨による被害額は32億円に及んだ。本研究では、土石流災害の現地調査を行い、土石流の発生・被災の状況と問題点、その対策について検討を行ったものである。



図-1 流域の位置図 (小谷地区と新御堂地区)

### 2. 流域と降雨の状況



図-2 小谷地区：小谷第一小川の流域図



図-3 新御堂地区：上ノ宮第二小川の流域図

図-2は、垂水市小谷地区の二級河川小谷川水系の溪流である小谷第一小川の流域図で、流域面積0.17km<sup>2</sup>である。図-3は新御堂地区の二級河川本城川水系の溪流である上ノ宮第2小川の流域図で、流域面積0.29km<sup>2</sup>である。台風14号の豪雨のため、2005年9月4日から9月6日の3日間に、小谷地区（新城雨量局）で連続雨量526mm、土石流発生時間帯の最大時間雨量42mm(9月6日、9:00～10:00)を記録した。新御堂地区（市木雨量局）では、連続雨量724mm、最大時間雨量36mm(9月6日、6:00～7:00)を記録した。このため、両地区の上中流で斜面崩壊・溪岸浸食が続発、土石流となって下流において家屋が被災し、人命が失われた。図-4は小谷及び新御堂地区の時間雨量と累加の雨量の時間的推移を示したものである。注目すべきは、土石流による被災時刻が、小谷地区で9:30、新御堂地区で12:30となっている。何故、新御堂地区では3時間も遅く土石流が発生したか。2つの溪流の土石流の性状の相違点は何か。この2つの溪流で計4名の人命が失われてしまったのは何故か。これらの原因を現地調査を通じて探ることにした。

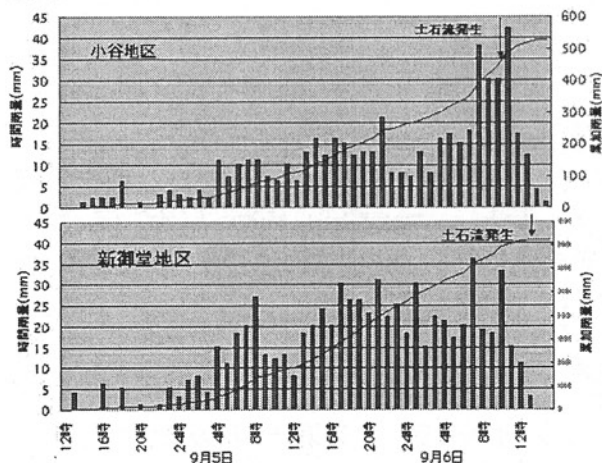


図-4 時間雨量と累加雨量の時間的推移

### 3. 土石流の発生状況

最初に土石流が発生した小谷地区に焦点をあて、新御堂地区との対比で、降雨及び災害後の溪流の状況を比較分析すると、以下のようである。

#### 1) 雨量

総雨量は、小谷 526mm：新御堂 724mm。

雨量強度は、小谷 42mm/hr：新御堂 36mm/hr。

小谷の総雨量は若干少ないが、図-4の雨量図から後方雨量集中型となっており、雨が最も強い時刻に土石流が発生している。新御堂では降雨が降り続いた後に、土石流が発生している。

#### 2) 面積

流域面積は、小谷 0.17km<sup>2</sup>：新御堂 0.29km<sup>2</sup>。

氾濫面積は、小谷 7500m<sup>2</sup>：新御堂 8400m<sup>2</sup>。

小谷の流域面積は新御堂の60%程度と小さい。

小谷の氾濫面積は新御堂よりも若干小さい。

両流域とも、斜面崩壊箇所の面積自体は広くない。

#### 3) 土砂量・砂礫の粒径及び流木等

流出土砂量は、小谷 1800m<sup>3</sup>：新御堂 3700m<sup>3</sup>。

不安定土砂量は、小谷 4100m<sup>3</sup>：新御堂 8400m<sup>3</sup>。

小谷の流出土砂量は新御堂の50%程度である。

小谷の砂礫の方が粒径は小さく、土砂濃度も小さい。

新御堂では巨木や大きな礫が下流の堆積域まで到達した。

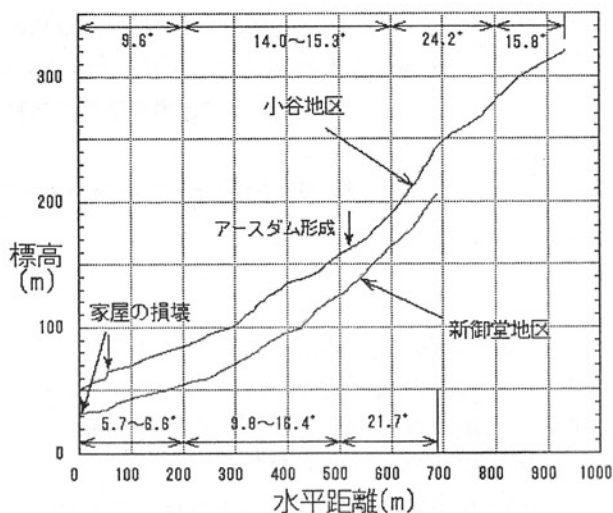


図-5 溪流の縦断形状

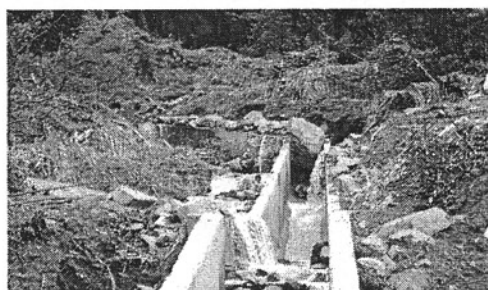


図-6 溪流中流部のコンクリート水路（小谷地区）

#### 4) 溪流の状態

平均河床勾配は小谷 1/5.5：新御堂 1/4.5

図-5に示すように、小谷の河床は、新御堂に較べると若干緩勾配である。小谷は直線的で、孟宗竹のある溪流である。新御堂は、杉の樹林帯を通過する溪流で、起伏に富み蛇行し、土砂の流下時間が遅延し易い。小谷の溪流には、1993年の鹿児島豪雨の後、図-6のようなコンクリート水路が溪流沿いに中流域まで敷設され、溪流土砂はこの上を滑走の痕跡が

見られる。更に、下流部の家屋のある付近の水路は暗渠で、今回の災害時に土砂で閉塞し、土石流は地表面を流下しながら家屋に激突、流失に至ったと考えられる。

図-7は土石流の発生及び流下状況の概念図である。小谷では、集中豪雨により、溪流の上流部で斜面崩壊を起こし、溪流を流下している。中流部のコンクリート水路の入口付近の溪流は、上空から眺めると急拡幅、拡大部では流速が低下する。側岸の樹木の痕跡から判断すると、この付近ではアースダム状に土砂堆積がみられたと思われる。また、コンクリート水路入口より直ぐ上流では、災害直後に大きな凹地が出現している。流下してきた土砂はこの水溜まりに突入、流動性の高い土石流となって一気に流下していったと思われる。

新御堂では、溪流の上流部で斜面崩壊を起こし、杉の樹木や巨礫を巻き込みながら流下し、下流にある家屋を倒壊させた。現場は多くの巨大な樹木や巨礫が下流の堆積域に到達していた。土石流による浸食高さが、およそ10mの溪流の箇所もあった。下流の方では家屋の倒壊はもちろん、農地にも大量の土砂が堆積していた。

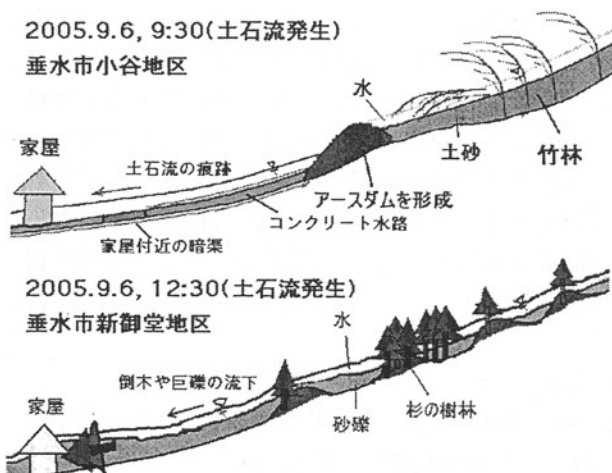


図-7 土石流発生概念図(小谷と新御堂地区)

新御堂地区が小谷地区に較べて、土石流による災害発生時刻が3時間も遅くなった原因としては、新御堂の流域は、起伏に富み、杉林の樹林帯が存在し、巨礫が多く、流下抵抗が非常に大きくなった。このため、最下流における土石流出現の時刻が非常に遅くなったと考えられる。小谷地区の溪流は、直線的で流下抵抗が小さく、土石流となって一気に土砂が水路を通過したため、溪流沿いにある家屋を襲った、と考えられる。

#### 4. 土石流に対する警戒避難対応と問題点

垂水市の土石流災害における死者5名の被災時刻を、時間的に追ってみると、地点A:新御堂地区(がけ崩れ, 9月5日, 18:22), 地点B:小谷地区(土石流, 9月6日, 9:30, 図-2), 地点C:新御堂地区(土石流, 9月6日, 12:30, 図-3)となる。

一方、鹿児島県では全国に先がけて、土石流災害警戒情報第1号を9月5日, 10:40に発令した。これは、気象庁の土壌雨量指数を取り入れた鹿児島県土石流災害発生予測情報システム<sup>2)</sup>を利用し、土石流災害発生危険基準(CL3)を突破したケースについて、雨量観測に基づいて警戒対象地域を決定し、鹿児島県土木部砂防課及び鹿児島地方気象台より垂水市へ流した警戒情報である。

地点A:本城雨量観測所の雨で、CL3突破(9月5日, 15:40)から、がけ崩れによる被災(9月5日, 18:22)まで、2時間42分。

地点B:新城雨量観測所の雨で、CL3突破(9月5日, 21:20)から、土石流による被災(9月6日, 9:30)まで、12時間10分。

地点C:市木雨量観測所の雨で、CL3突破(9月5日, 14:40)から、土石流による被災(9月6日, 12:30)まで、21時間50分。

つまり、警戒情報を流して避難のために活用できる時間は、がけ崩れでは2~3時間、土石流では12~22時間程度となる。途中で、官公庁の諸部署を経由すると、情報伝達には時間的遅れが生じる。実際、垂水市役所では、防災無線による各戸放送・消防団による自主避難を計4回呼びかけていた。その時刻は、9月5日の8:55・16:10・20:00、9月6日の9:40である。然るに、地区住民への避難勧告の発令時刻は9月6日の10:43で、地点AとBで計4名の犠牲者が既に発生している。地点Cに対しては、わずか1時間53分、避難のための余裕しか与えられなかったことになる。即ち、今回の避難勧告に従って地区住民が避難したとしても死者5名中、わずか1名しか救助できなかったことになる。

#### 平成17年9月台風14号における災害対応状況

(鹿児島県垂水市、鹿児島県土木部傾斜地保全係による提供資料を小川編集<sup>3)</sup>、疋田修正)

9月4日

15:20 鹿児島県危機管理局より県内市町村長及び消防本部消防長へ

【台風14号に関する警戒について】

9月5日

8:55 垂水市自主避難の呼びかけ(防災無線各戸放送)

9:00 ○避難所の開設

10:40 鹿児島県土石流災害警戒情報第1号発表

14:40 △市木雨量観測所(地点C)で、土砂災害発生危険基準(CL3)を突破、突破状況を通報  
 15:40 △本城雨量観測所(地点A)で、土砂災害発生危険基準(CL3)を突破、突破状況を通報  
 16:10 垂水市自主避難の呼びかけ(防災無線各戸放送)  
 18:22 ●新御堂(地点A)で、がけ崩れによる死者1名  
 19:50 土砂災害警戒情報第12号発表(垂水市が警戒対象地域となる)  
 20:00頃 垂水市自主避難の呼びかけ(消防団による呼びかけ)  
 20:20 砂防課より垂水市へ【CL3を超過している状況の確認及び避難の呼びかけ】  
 20:30、23世帯、34名(避難を呼びかけており避難住民が増えているとのこと。)  
 21:20 △新城雨量観測所(地点B)で、土砂災害発生危険基準(CL3)を突破、突破状況を通報  
 21:55 砂防課より垂水市へ【CL3を超過している状況の確認及び避難の呼びかけ】  
 9月6日  
 9:00、90世帯、138名(避難を呼びかけており避難住民が増えているとのこと。)  
 9:30 ●小谷(地点B)で、土石流による死者3名  
 9:40 垂水市自主避難の呼びかけ(防災無線各戸放送)  
 10:43 ◎避難勧告発令  
 12:30 ●新御堂(地点C)で、土石流による死者1名  
 19:30 避難勧告解除  
 9月7日  
 6:53 鹿児島県土砂災害警戒情報第43号(垂水市警戒解除地域となる)  
 9:45 鹿児島県土砂災害警戒情報第45号(全警戒解除)

今回、土砂災害発生危険基準(CL3)を突破した直後に避難勧告が発令されなかったために、垂水市は自治体としての対応の遅れを示す結果となった。がけ崩れ(地点A)の発生時刻は降雨と対応を取りやすいが、土石流(地点BとC)では時間差は大きくなり、地域住民の自主避難の決断は必ずしも容易でない。前述したように、土石流の発生時刻は現場の地形・植生及び降雨波形の影響を強く受ける。土石流発生の要因には不確定要素が大きいためである。

## 6. 今後の課題

鹿児島県出水市針原川(1997.7.10)や水俣市集川(2003.7.20)では、大規模土石流が発生している。今回の台風14号では、宮崎県の田野町鰐塚山・西郷村塚原ダム下流・椎葉村岩屋戸ダム上流において大崩壊が起こっている。しかし、人災には至っていない。一方、鹿児島県垂水市では、がけ崩れと土石流で5名の尊い人命が失われた。自治体は現場状況を的確

に判断、人命救助優先の迅速な避難勧告を発令する必要性があった。地域住民側は、がけ崩れと土石流の災害形態の違い、土石流発生時刻の遅れを十分認識した上で、避難勧告に対処する必要がある。

次に、溪流沿いに家屋や水路を建築・敷設する際、その設置位置に十分注意する必要がある。溪流沿いの住民は、暗渠化された溪流が豪雨時に土石流の水路とならないか、十分考慮することも重要である。

土石流対策の指針として、住民自らの判断に基づく自主避難を促すことは大切であるが、地域住民は「自分の家だけは大丈夫」と考えることが多い。重要なことは、自主避難を決断し、避難行動を起こさざるを得ない危険情報を提供することではないか、と考えている。これら対策の一助として、著者等は土石流の常時多発する桜島火山において、振動センサーを用いた土石流の監視・警報システムの試験的設置を行っており<sup>4)</sup>、今回の災害事例を教訓に、山あいに住む災害弱者と呼ばれて久しい高齢者の方々のためにも役立つような土石流対策を切望する。今後とも、各位のご教示・ご協力をお願い申し上げます。

謝辞:鹿児島県砂防課、垂水市役所、鹿児島地方気象台、鹿児島大学工学部の北村良介教授、宮崎大学工学部の杉尾哲教授、九州大学工学部の池松伸也氏に大変お世話になりました。鹿児島高専土木工学科の研究生であった橋口孝行・田之頭昇・新森寛司・山口朋洋君らに多くの協力を頂いた。文部科学省科学研究費・土木学会西部支部・河川整備基金による研究助成を受けた。ここに関係各位に心から厚く謝意を表します。

## 参考文献

- 1)南日本新聞:05 かごしま社会この1年(2)、台風14号禍、5人犠牲・新情報に課題、2005.12.23.
- 2)鹿児島県土木部砂防課:鹿児島県土砂災害発生予測システム、18p、2002.
- 3)小川滋・久保田哲也・平松晋也編:土砂災害警戒・避難システム、第4章。土砂災害の警戒・避難システムの課題と展望、九州大学出版会、2006.
- 4)疋田誠・森山聡之・会田和義・石塚浩一:地盤振動を利用した土石流の検知警報、第2回土砂災害に関するシンポジウム論文集、土木学会西部支部、13-18、2004.

(2006.5.19 受付)