

# 2009年7月の豪雨による防府の土砂災害と 土砂災害対策について

DEBRIS FLOW DISASTER IN HOFU AREA CAUSED BY 2009 JULY HEAVY  
RAINFALL AND THE EFFORTS FOR REDUCTION OF THE DISASTER

羽田野 袈裟義<sup>1</sup>・小田 善丈<sup>2</sup>・種浦 圭輔<sup>3</sup>・朝位 孝二<sup>4</sup>  
Kesayoshi HADANO, Yoshitake ODA, Keisuke TANEURA and Koji ASAI

<sup>1</sup> 山口大学大学院理工学研究科 (〒755-8611 宇部市常盤台 2-16-1)

E-mail: khadano@yamaguchi-u.ac.jp

<sup>2</sup> 広島市役所佐伯区役所 (〒731-5195 広島市佐伯区海老園 2-5-28)

E-mail: oda-ta@city.hiroshima.jp

<sup>3</sup> 山口大学大学院理工学研究科 (〒755-8611 宇部市常盤台 2-16-1)

E-mail: k.taneura@gmail.com

<sup>4</sup> 山口大学大学院理工学研究科 (〒755-8611 宇部市常盤台 2-16-1)

E-mail: kido@yamaguchi-u.ac.jp

*Key Words: debris flow, decomposed granite soils, heavy rainfall, buries, pore pressure, control dam*

## 1. 結論

2009年7月の豪雨により防府市の佐波川支流沿いの地域の至る所で土砂災害が発生し、防府市で14名の死者を出した。今回の災害の特徴として、土砂災害は花崗岩が風化したマサ土の地域に集中し、犠牲者は土石流が緩勾配部に達して巨礫を堆積した後に水と共に流出した土砂に巻き込まれたこと、10分間雨量8mmを超える雨が断続的に降り6時間雨量が200mmを超えたことなどが挙げられる。

本研究では、調査結果の概要を報告すると共に、豪雨によりマサ土地域で土砂災害が発生しやすい原因を考察する。また、ちょっとした注意で土砂災害減災が可能なことに鑑み、雲の色の濃さや地形や地質、あるいは砂防ダムがあるような溪流への注意喚起など土砂災害減災のための提言をいくつか行なう。また、今回の災害実態調査で砂防ダムの管理マニュアル<sup>1)</sup>に疑問を感じた部分があるのでこれについてコメントする。

## 2. 主な土砂災害の概要

今回の災害の被災地を図-1に示す。主な被災地は佐波川沿いの下流から順に国道262号筋、石原地区、真尾(まなお)地区、奈美地区である。これらの地区は過去に土石流や土砂災害が発生している。

国道262号筋では、これに沿って流れる剣川に流入する多くの支溪流で崩壊や土石流で発生した大量の土砂が剣川に流入し、これらが剣川を埋塞し、国道262号や剣川沿いの田畑などの低所を土砂流として流れた。このためこの一帯で4名の死者が出た。

石原地区では佐波川支流の普明寺川に流入する3本の支溪流で大規模な土石流が発生し、緩勾配部に達して巨礫が堆積した後に土砂流となって流れた大量の土砂が一体に堆積した。写真-1は石原地区の被害の状況を示している。この一帯で2名の死者があった。地元の人々は7月21日の11時台に地震と錯覚するほどの大きな地響きを聞いており、これが土石流の流下であ

るとみてよい。

真尾地区では、佐波川支流の真尾川に流入する上田南川で発生した土石流が谷から扇状地に出た所で巨礫が堆積した後、水と共に流下した土砂が特別養護老人ホームに流入し1階にいた7名の入所者が犠牲になった。老人ホームの災害は7月21日の12時半頃であったが、地元の人はこの日の11時半頃に大きな地響きを聞いておりこれが土石流の発生時刻とみてよい。写真-2, 3は、それぞれ老人ホーム上流の巨礫の堆積とホーム内部の土砂堆積の様子を示している。

今回の豪雨による防府で発生した主な土砂災害の状況を表-1に示す。

### 3. 降雨特性

今回の降雨を10分間雨量と累加雨量の時間変化を図-2に示す。文献<sup>2)</sup>によると、10分間雨量7mm以上、時間雨量40~50mm以上で土石流が発生するとされて

いる。今回の豪雨では、7月21日の5時30分から12時までの間に10分間雨量8mm以上が真尾で18回、防府で12回、山口で14回起きている。

また、今回の防府と山口の降雨について各時間最大値(確率年)を示すと、防府:1時間63.5mm(20.5年),3時間126.0mm(48.7年),6時間220.0mm(245.9年),日雨量275mm(82.6年),山口:1時間74.5mm(63.6年),3時間160.5mm(206.6年),6時間266.0mm(601.7年),日雨量277mm(48.1年)でいずれも確率年の高い豪雨であり、特に6時間最大雨量の確率年の突出ぶりが顕著である。

次に、最近の降雨の極値の強大化傾向について述べる。今回の防府の日雨量の最大値は1950年以降第1位である。1950年以降の日雨量の最大値の序列をみると、上位10位以内に1990年以降が5回、2000年以降2回、1976年以降の1時間雨量の最大値の序列では、上位10位以内に1990年以降が8回、2000年以降が4回と、近年の雨は極値が強大化傾向にある。



図-1 防府の土砂災害発生地の分布<sup>3)</sup>

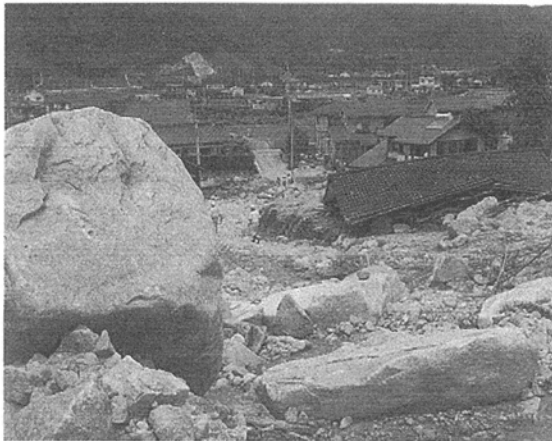


写真-1 石原地区の被害の状況



写真-2 老人ホーム上流の巨礫の堆積



写真-3 老人ホーム内部の土砂堆積

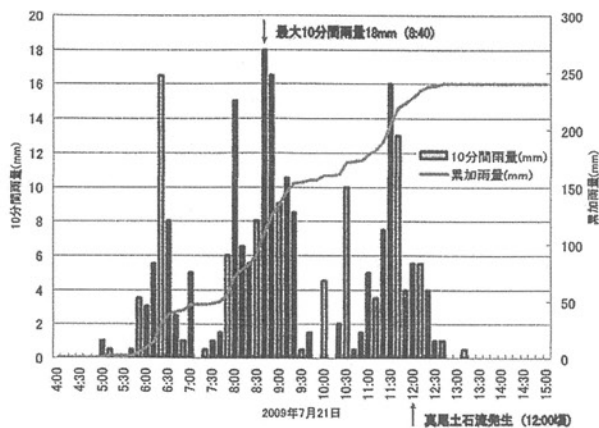


図-2 10分間雨量と累加雨量の時間変化(防府：気象庁)

表-1 防府で発生した主な土砂災害の状況<sup>4)</sup>

名称	所在地	人的被害	状況
真尾 まなお	防府市 大字真尾	死者 7名	<ul style="list-style-type: none"> <li>・真尾川支流上田南川の土石流災害</li> <li>・12時30分頃発生</li> <li>・数箇所の崩壊に起因して発生</li> </ul>
石原 A・B	防府市 大字真尾字石原	死者 2名	<ul style="list-style-type: none"> <li>・矢筈ヶ岳北斜面の土石流災害</li> <li>・下流の住宅地が被災</li> <li>・山火事の痕跡有</li> </ul>
勝坂	防府市 大字下右田字勝坂		<ul style="list-style-type: none"> <li>・表層崩壊 但し、最奥の源頭部で崩壊</li> <li>・谷部の堆積土砂の侵食により土砂流が発生し、下流の住宅地・道路・橋梁が被災</li> <li>・土砂を堆積させた砂防堰堤有</li> </ul>
下右田 しもぎた	防府市 大字下右田・高井	死者 4名	<ul style="list-style-type: none"> <li>・国道を挟んで、東西両側の沢部から土石流発生</li> <li>・11時40分頃発生</li> <li>・流出土砂は国道を流下し、住宅街に土砂堆積</li> <li>・西側に治山ダム有</li> </ul>
峠下 たおした	山口市 大字下小鯖		<ul style="list-style-type: none"> <li>・泥流が発生、下流側の広域に広がる</li> <li>・粗粒のマサ土が主体</li> </ul>

#### 4. マサ土地帯の土砂災害の発生

今回の雨は山口と防府ではほぼ同程度の雨であったが、土砂災害はマサ土が覆う防府に集中し山口では防府との境界部に限られていた。従来からマサ土地域で土砂災害が発生しやすい<sup>5)~7)</sup>ことが指摘されている。また、

この地域では花崗岩の節理が至る所でみられる。写真-4は剣川水系で見られた節理を示す。また、写真-5の山頂近くに見られる岩がむき出しの状態が剣川の両側の山に見られる。この原因を、上野<sup>8)</sup>と類似な考え方で、花崗岩の節理との関係で検討する。雨により表土中に浸透した水が節理の裂け目から入ってより低所の岩表部で伏流水として出てくる場合、節理亀裂内の被圧による間隙水圧上昇のため堆積物が流出しやすくなる状態が生まれると考えられる。

図-3のように、節理をもつ岩を取り囲むようにして山地や丘陵地がある場合、降雨により節理部に浸入した水により、両側の山肌に向かう浸透流が図のグレー部に発生するように間隙水圧が発生すると考えると、この水平方向の圧力勾配のために、図のグレー部分が山肌に到達する部分では地表流により浸食が容易に起こり、この部分の上部にありこの部分により支えられていた部分も崩れる。崩れた部分は地表流により簡単に流され、その上部も崩れていく。これが順次上方に遡及しマサ土地域で大量の土砂が生産されるものと考えられる。また、防府の国道262号筋では、花崗岩が露出したものが多々見受けられるが、これはこのような過程を繰り返して周りの土砂が流出してしまい、写真-5の山頂部で岩だけが残る結果となった可能性がある。

今回大量の土砂が流出して土砂災害防御施設の防災機能が陰に隠れて見失われがちであるが、特に剣川およびその支溪流に設置された砂防ダムや治山ダム等の施設が土砂を堆積させ下流の土砂災害をかなりの程度で軽減したことを述べなければならない。これは、災害前後の写真測量から浸食域と堆積域を色分けしたアジア航測(株)の資料<sup>9)</sup>から明確に読み取れる。

## 5. 土砂災害の減災の方策

今回の土砂災害は花崗岩が風化したマサ土地域に10分間雨量が8mmを超える強い雨が断続的に降ったことにより発生したが、当地では過去にも土石流が発生して多くの扇状地が形成されており、また多くの土砂災害防御施設が設置されている。

また、今回の災害では防府市の対応に非難が集中したが、何か問題が起きた時に再発防止の方策を探ること以上に担当者の責任を追及することに関心が向く現在の責任追及社会では行政の避難指示は硬直化しがちで災害時の対応は改善の余地がある。ここでは、具体的な災害に関係する物理現象と防災対策の関係や仕組みを一般の人でも分かりやすい説明を通して、防災意識を普及させて各自が自主的に判断して対応するアクティブセイフティーの方策、および防災行政実質化の方策を提言する。

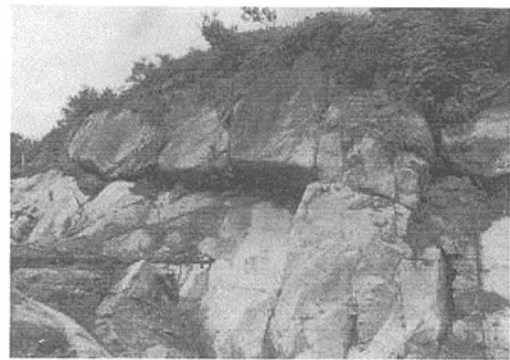


写真-4 節理をもつ岩塊(下右田)<sup>4)</sup>

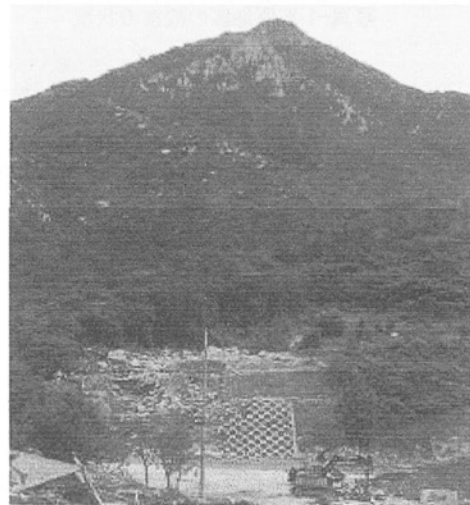


写真-5 むき出しとなった岩塊(右田ヶ岳)<sup>4)</sup>

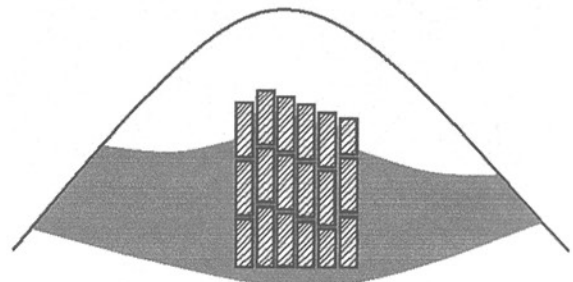


図-3 節理をもつ岩塊周辺の過剰水圧の発生

### (1) アクティブセイフティー

土砂災害ではまず、降雨への認識が重要である。天気予報での雲の動き、雲の色の濃さ、上流山岳地帯の上空の雲、西の空の雲への注意が必要である。また、災害発生の限界の24時間雨量、1時間雨量、10分間雨量の災害発生限界の目安を知る必要がある。地形・地質では、急傾斜地、扇状地、マサ土、シラスなどは土砂災害の発生しやすい地形・地質である、との認識と警戒である。

また、その土地の過去の災害の伝承、地名の由来、古くからの農家の人の情報、低価格の土地への疑問、当地出身の土木技術者の情報も有用情報である。

防災施設への認識として、砂防ダム、治山ダム、擁壁などは強雨時に土砂災害が発生しやすい危険箇所であるとの信号である。これを一般の人に周知するのは土木技術者の責務であろう。また、工業高校のテキスト「社会基盤工学」の記述程度の、直観的な理解と表現力を土木技術者自身ももつことも必要であろう。

ダムの予備放流と同様の考え方で、砂防ダムや治山ダムに貯まった土砂礫を日頃から除去<sup>9)</sup>することも有効である。計画的に行えば、直接的な防災と防災施設新設の経費節減に加え、中山間地の雇用創出、現地住民の活かした防災教育、建設材料の確保、下流の河床低下防止などで大きなメリットがある。

## (2) 防災行政の実質化

担当者の責任追及に関心が向かいがちな社会において行政の避難指示が硬直化しやすいこと以外に防災行政の弱点がいくつかある。まず、現在国でも自治体でも防災を担当する部署の権限なるポストに防災に関係する自然現象や防災方法の知識を持たない職員が配置される場合が多い。また、言うまでもなく防災は「傾向と対策」であり、それぞれの地域に応じて最も頻度が高く、危険度が高い災害に対して、その地に発生することを想定したシミュレーションや避難体制の構築が必要である。しかし、そのようなメニューは地震や洪水氾濫に偏り、その他の災害には不足がちである。このような状態を改善し、防災を実質化することが急務といえる。

## (3) 砂防ダム管理の提案

現在の砂防ダム上流部の土砂礫堆積の考え方は次のようである<sup>1)</sup>。土石流が発生して砂防ダム上流に堆積する場合、**図-4**の洪水勾配のラインまで土砂礫が堆積しうるとし、土石流発生で溜まった土砂礫の細砂分はその後の中小洪水で砂防ダム下流に流され、堆積状態は平衡勾配に近づくことと想定されている。

ここで、今回の災害調査で遭遇した砂防ダム・治山ダム上流の堆積状態を述べる。**写真-6**は砂防ダム上流で水通し高さよりかなり高くまで堆積した状態を示し、**写真-7**はダム上流の堆積高さが鋼製スリット下端の高さとほぼ同程度まで堆積した状態を示す。これらの写真によると、水通し高さよりかなり高く堆積した**写真-6**の場合、ダム上流の表層は石礫主体で細砂分は下流へと流されている。一方、上流の堆積高さが鋼製スリット下端の高さと同程度の**写真-7**の場合、ダム上流の表層は細砂で覆われている。このことは、粘着力が小さいマサ土を対

象とする場合、ふつうのダムの予備放流と同様の考え方で平時から砂防ダム上流の堆積状態を砂防ダムの水通し高さより多少低くなるように除石管理<sup>10)</sup>することが有意義であることを示唆する。砂防ダム・治山ダム上流の河床高の望ましい状態として**図-5**を考えることができる。土石流が起きてから何度か中小洪水が来襲した後は、河床砂礫は流水で洗われてきれいな状態であるので骨材にも利用できる。計画的な除石は防災だけでなく経済性の点でも有利である。

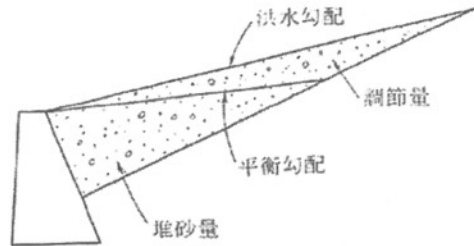


図-4 砂防ダム上流部の堆積の考え方<sup>1)</sup>



図-5 砂防ダム上流の望ましい堆積状態



(a) 剣川の堰堤(堰堤番号:020)



(b) 剣川の堰堤(堰堤番号:048)

写真-6 ダムの水通しより高く堆積した状態



写真-7 ダムの鋼製スリット下端辺りまで堆積した状態  
(八幡谷溪流の堰堤)

## 6. 結論

以上、2009年7月の豪雨により山口県防府市で発生した土石流による災害の調査報告を行うとともに、土砂災害減災の方向性についていくつか提言を行った。本論文を要約すると以下のようである。

- (1) 土砂災害は花崗岩地域に集中して発生した。特に国道262号沿いで多発した。
- (2) 防府では日最大雨量、1時間最大雨量とも記録を更新し、特に6時間最大雨量は防府220mm、山口266mmでこの確率が200年を超えるものであった。土砂災害の発生確率が高くなるとされる10分間雨量8mmを超えた回数は防府12回、山口14回、真尾18回であった。
- (3) 防府の土砂災害での犠牲者は、土石流中の巨礫が堆積した後も次々に流下した土砂の埋没による被害にあった。
- (4) マサ土地域で土砂災害が発生しやすくなる要因として、雨水が花崗岩の節理に浸入して土中の間隙水圧が上昇し、このため表面流により侵食されやすくなる状況が生じうることを推論した。

**謝辞:**本研究は、(社)土木学会が調査団(団長、羽田野袈裟義)を結成して現地調査を行ない、また山口大学工学部社会建設工学科が水工学と地盤工学の研究者が中心になって研究したことを水工学の立場から報告したものである。本研究の遂行にあたり、科学研究費補助金特別促進研究「2009年7月中国・九州北部の豪雨による水・土砂災害発生と防災対策に関する研究」(代表者、羽田野袈裟義)を受けた。また、山口県砂防課、国土交通省山口河川国道事務所、気象庁、山口大学大学院理工学研究科杉原成満助教、大学院生大木協氏、山口大学農学部山本晴彦教授、山口大学大学評価室鈴木素之准教授には種々のご教示や資料、原稿

執筆などの御助力を賜った。ここに記して深甚の謝意を表します。

## 参考文献

- 1) 国土交通省 国土技術政策総合研究所：砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)解説，国土技術政策総合研究所資料，2007。
- 2) 芦田和男，高橋保，道上正規：河川の土砂災害と対策，森北出版，p.73，1983。
- 3) 国際航業(株)：平成21年7月21日山口県豪雨垂直写真判読図(速報版)，2009。
- 4) 山口大学工学部社会建設工学科：平成21年7月21日山口豪雨災害調査報告書(速報版)，2009。
- 5) 西村光正，芳賀保夫：広島地域の風化花崗岩「まさ土」の一考察-安全な住宅基礎の設計法，五月書房，2007。
- 6) <http://www.cgr.mlit.go.jp/oitagawa/sand/west/page1/index04.html>：国土交通省中国地方整備局 太田川河川事務所ホームページ。
- 7) <http://www.chugoku-geo.or.jp/taxonomy/term/13>：中国地質調査業協会ホームページ。
- 8) 上野将司：予測が困難なクサビすべり，日経コンストラクション，2009年11月13日号，pp.70～74，2009。
- 9) アジア航業(株)：現地調査参考資料 航空レーザ計測による土砂移動量解析結果，航空写真，2009。
- 10) たとえば羽田野袈裟義：土石流の停止堆積構造物及び土石流堆積物の除去方法，公開特許公報，特開2007-277842，日本国特許庁，2007。

(2010.5.14 受付)