

溪流における局地的豪雨に対する
警戒避難対策に関する提言

平成21年3月

溪流における局地的豪雨に対する警戒避難対策WG

渓流における局地的豪雨に対する警戒避難対策に関する提言

目 次

1 . はじめに	2
2 . 現状と課題	3
2 - 1 渓流でのフラッシュフラッド等による災害の現状	3
2 - 2 渓流における災害の特徴	3
2 - 3 フラッシュフラッド等の発生しやすい渓流	4
2 - 4 管理形態からみた渓流の分類	5
2 - 5 人の利用がある砂防設備における安全対策の現状	6
2 - 6 情報提供等の現状	6
2 - 7 地球温暖化の土砂災害への影響とフラッシュフラッド等	6
3 . 対策の基本方針	8
4 . 具体的な対策	8
4 - 1 すべての渓流を対象とした渓流利用者の危険回避対策	9
4 - 1 - 1 「生きる力」をはぐくむ土砂災害防止教育等の推進	9
4 - 1 - 2 フラッシュフラッド等の危険性の高い渓流の周知	10
4 - 1 - 3 気象情報の提供の推進	11
4 - 2 人の利用を前提とした砂防設備における渓流利用者の危険回避対策	12
4 - 2 - 1 利用者への安全教育の徹底	12
4 - 2 - 2 避難の呼びかけ	12
4 - 2 - 3 安全確保のための情報提供の強化	13
4 - 2 - 4 安全利用点検および安全対策に資する整備	14
5 . 今後の課題	15

1 . はじめに

地球温暖化に伴う気候変動は、世界中の多くの地域で、大雨の頻度を増加させている¹⁾。この傾向は、総降水量が増加した地域だけでなく、総降水量が減少している地域にも当てはまる²⁾。このことは、気候変動に伴う極端な気象現象の増大を示しており、一方では豪雨、またその一方で渇水が発生するなど、人類の生活をこれまで以上に脅かすと考えられる。平成20年は、総降水量は小さいものの、局地的豪雨、いわゆるゲリラ豪雨が多発し、各地で大きな被害を及ぼしており、局地的豪雨に対する地球温暖化の影響が懸念されている³⁾。7月28日には富山県や石川県で局地的豪雨により大きな被害が発生し、神戸市の都賀川では豪雨による急激な増水で5人の尊い命が失われるなど、局地的豪雨は日本社会の新しい問題として認識されている。

溪流は、川幅が狭く、勾配も急であるため、一般的に降雨に対する水位の上昇が早く、ときに土砂を含む災害を引き起こす。このような災害に出会ったときの死亡率は河川の外水氾濫の10倍、内水氾濫の100倍と言われており、その危険性は極めて高い⁴⁾。本提言は、フラッシュフラッド(鉄砲水)又は土石流(以下、フラッシュフラッド等という)による溪流内の人的被害の軽減を目的とする。ここで、フラッシュフラッドと鉄砲水は、同様の現象を指しているが、土砂を多量に含む鉄砲水を鉄砲「水」と表現すると破壊力を過小評価してしまう可能性があるため本提言では、「フラッシュフラッド」を用いることとする(図-1)。

溪流におけるフラッシュフラッド(鉄砲水)については、これまで2つの要因から議論が進んでいない。ひとつは、これまで砂防分野が対象としてきた土石流より含まれる土砂濃度が低い土砂流や、場合によっては土砂をほとんど含まない洪水流であるという点(図-1)、もうひとつは、守るべき対象が流域の居住地や公共施設のみならず、溪流の利用者も含まれ、その対応がより困難な点である。

本提言における溪流とは、河床勾配が概ね2°以上のフラッシュフラッド等が発生・流下・堆積する急峻な地形をいう。なお、フラッシュフラッド等は、河床勾配が2°以下の区間でも流下することがあり、このような区間で整備している砂防設備については、本提言を準用するものとする。

本提言では、自らの安全は自らが守ることを基本としながらも、行政と地域、個人が協力して、局地的豪雨に対する溪流利用者の危険回避対策を推進するための方策について提言するものである。

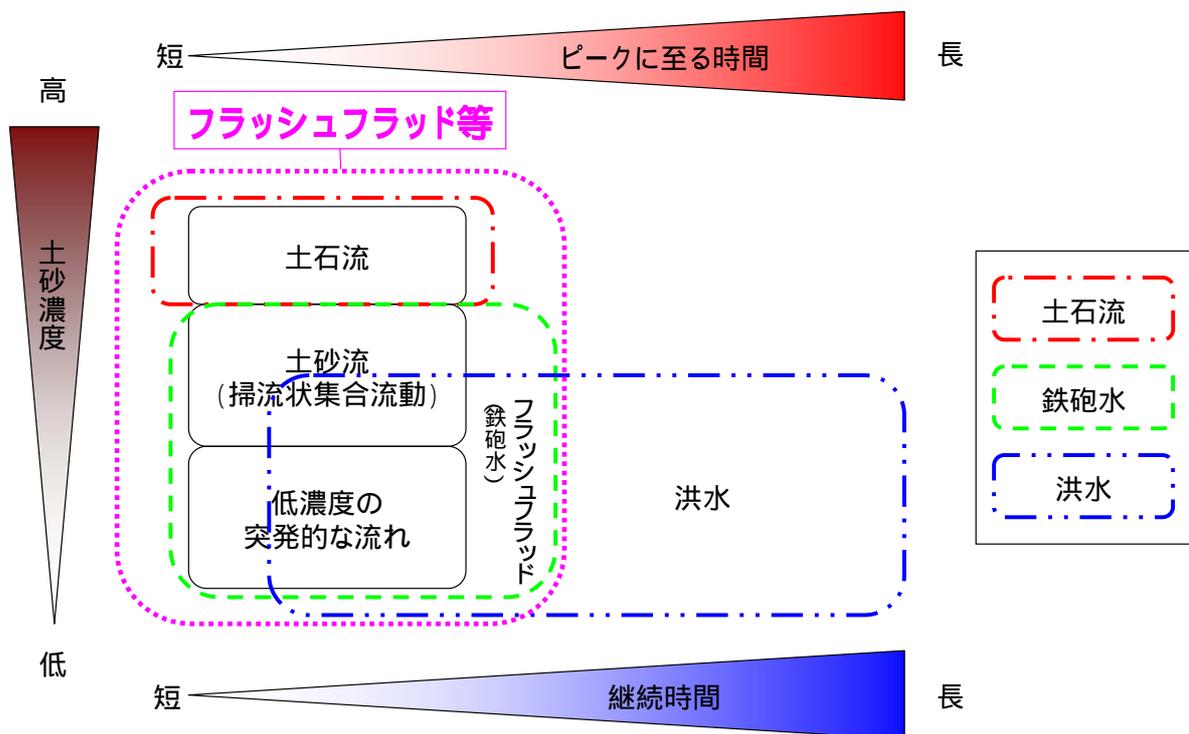


図 - 1 対象とする現象：フラッシュフラッド等

2 . 現状と課題

2 - 1 渓流でのフラッシュフラッド等による災害の現状

平成20年度の局地的豪雨により、7月28日には六甲山系の都賀川で、フラッシュフラッドにより幼児を含む5名が死亡する事故が発生した。これまでも、平成11年8月には、熱帯低気圧に伴う豪雨により神奈川県くろくらがわの酒匂川水系玄倉川でキャンプ客13名が、平成12年8月には、谷川岳ゆびその湯ゆ掛び曾そ川で登山者1名がフラッシュフラッドで死亡するなど、渓流において豪雨による人的被害が発生している。

2 - 2 渓流における災害の特徴

渓流は、景観、生態系等の自然環境に優れているため、人々が普段の生活を離れ、休養やレクリエーションを行うのに適している。特に近年は、利用形態の多様化や利用者層の拡大が生じている。渓流の利用による自然環境に対する理解の進展は、国土の保全や地球環境問題への意識の向上に繋がるものと考えられる。

一方、渓流は一般的に流域面積が小さく、勾配が急で、川幅が狭く、両岸の傾斜が急である。このため、出水の立ち上がりが早く、フラッシュフラッド等

がしばしば発生する。フラッシュフラッド等による溪流内の人的被害は地形的な要因もあるが、溪流利用者が不意な豪雨に遭遇した場合に発生するものであり、その死亡率は高い⁴⁾。さらに、溪流内からは、谷が深いため上流の降雨の状況が分かりにくいだけでなく、無線や携帯の電波が通じない(不感地帯)など、フラッシュフラッド等に関する情報を入手しにくい。また、地形的に避難しにくいことに加えて、周辺に人家が少なく、救助に必要な人員の確保が困難なことも多い。

さらに、溪流は都市生活者等にとって非日常的な環境にあり、利用者は置かれている危険性を理解できていない可能性がある。このような特徴から、溪流においては、局地的豪雨に対して、河川とは異なった「溪流利用者に対する危険回避対策」を検討する必要がある。

2 - 3 フラッシュフラッド等の発生しやすい溪流

フラッシュフラッド等のうち、土石流は、2次谷、3次谷のような流域面積が大きな溪流でも発生するが、1次谷で発生することが多い(図-2)。一方、フラッシュフラッドは、一定の流域面積を有する、概ね2次谷、3次谷等の溪流で発生することが多い(図-3)。

しかしながら、これまでフラッシュフラッド等に対する社会的認識が低く、発生報告が少ないためその実態はよく分かっていない。研究も緒に就いたばかりであり、今後研究を推進し、発生要因や被害実態を明らかにする必要がある。

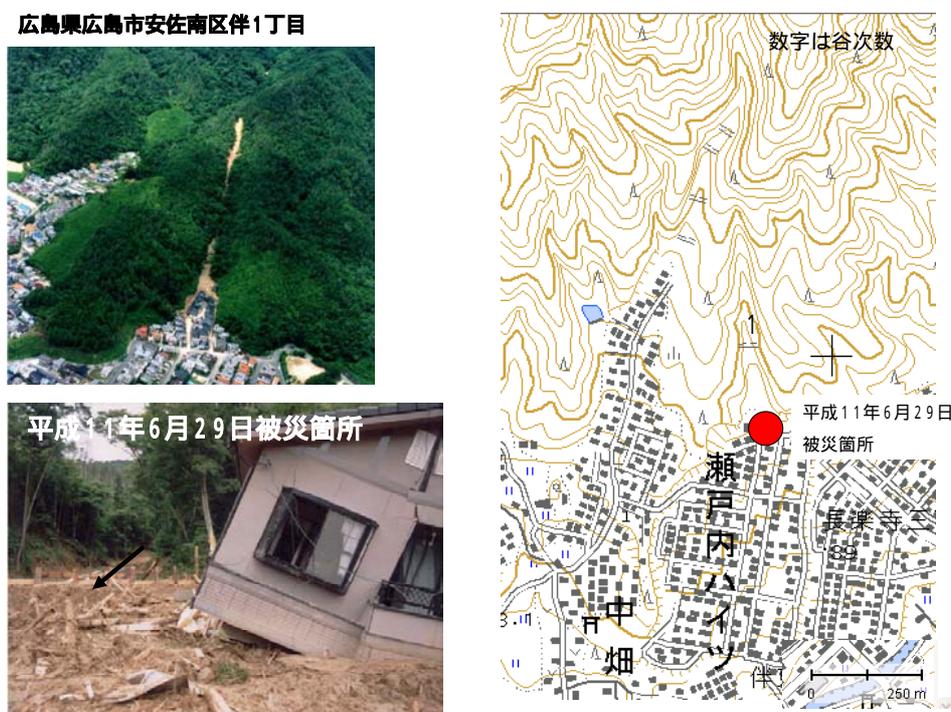


図 - 2 土石流の発生しやすい溪流の例

湯桧曾川



図 - 3 「低濃度の突発的な流れ（図 - 1 参照）」が発生しやすい溪流の例

2 - 4 管理形態からみた溪流の分類

溪流における砂防指定地および砂防設備については、管理形態の違いから表 - 1 のとおり分類できる。

表 - 1 砂防指定地・設備等の管理について*1

砂防指定地・設備等	砂防指定地・設備の管理	砂防設備に付随する施設（公園等）の管理
砂防指定地でない溪流	-	-
砂防指定地（行為制限地）の溪流	（砂防指定地については都道府県）	-
人の利用がない砂防設備	・砂防指定地・設備管理者*2	-
人の利用を想定していないが人の利用がある砂防設備	・砂防指定地・設備管理者*2	-
人の利用を前提とした砂防設備	・砂防指定地・設備管理者*2	・砂防設備の管理者、ただし別途管理協定がある場合は管理責任者（管理を受託した市町村、団体等）
市町村などが整備した人の利用可能な施設を含む砂防設備	・砂防指定地・設備管理者*2	・整備した市町村、ただし別途管理協定がある場合は管理責任者（管理を受託した団体等）

1 管理の責任者、実態等は、地域により様々と考えられる。上記は一般的と考えられるケースを記したものである。

2 砂防指定地・設備管理者は、一般的には都道府県。直轄事業実施中の砂防設備については、国（国土交通省）

2 - 5 人の利用がある砂防設備における安全対策の現状

表 - 1 に示した溪流のうち、～ にあたる人の利用がある砂防設備にあって、安全対策を実施している設備は全体の60%となる⁵⁾。その大半は注意看板等による危険性の周知であり、雨量情報サイトなどを記した情報周知看板やリアルタイムに危険な状況を知らせる警報機等を整備している設備は少ない。

2 - 6 情報提供等の現状

がけ崩れや土石流などの土砂災害に対しては、平成20年度より全国の都道府県で、土砂災害警戒情報が発表されている。

しかしながら、兵庫県神戸市の都賀川においては、土砂災害警戒情報の発表基準以下の降雨によりフラッシュフラッドが生じている。

土砂災害警戒情報は、居住区域に土石流等による被害が発生する危険性を住民に警告し、警戒避難に資するために発表されている。したがって、溪流内だけを流れる規模の出水に対する基準ではないので、溪流利用者だけに被害を及ぼすようなフラッシュフラッドの際に、土砂災害警戒情報が必ず発表されるわけではない。したがって今後、フラッシュフラッドの危険性を警告できる情報発表の検討や、居住区域を対象とした情報提供を溪流の利用者に伝えることが課題となっている。

2 - 7 地球温暖化の土砂災害への影響とフラッシュフラッド等

日本では、がけ崩れや土石流などの土砂災害が、毎年1000件程度発生している。土砂災害による死者数は自然災害による死者数の約40%を占めており、特に土石流による被害は多数の死者が一度に発生するなど、その被害は甚大である。

近年、豪雨は増加する傾向にある。1901年～1930年平均と1978年～2007年平均を比較すると、日降水量100mm以上の大雨は、約1.2倍に、日降水量200mm以上の大雨は、約1.5倍となっている(図 - 4)。

土砂災害の死者数は、ハード・ソフト対策の進展等により、全体的には減少傾向にある。件数の多い「がけ崩れ」を例に豪雨の頻度が同程度の年(時間50mmの1年当たりの頻度が100以上200未満)を比較すると、「がけ崩れ」による死者数は、平成以降と以前を比較すると約3分の1となっており、対策の効果が読み取れる(図 - 5)。

しかしながら、近年は豪雨の増大により、死者数の多い年が増えている。平成以降のがけ崩れによる死者数は、豪雨の頻度に比例しており、がけ崩れによる死者数は、過去に近い水準まで増えてきた(図 - 5)。将来、地球温暖化によ

りさらに豪雨の頻度が増加するとこれまでのハード・ソフト対策の効果を相殺してしまう懸念がある。

今後豪雨の頻度が増加することにより、フラッシュフラッド等についても、発生が増えると推察され、被害の増加が懸念される。

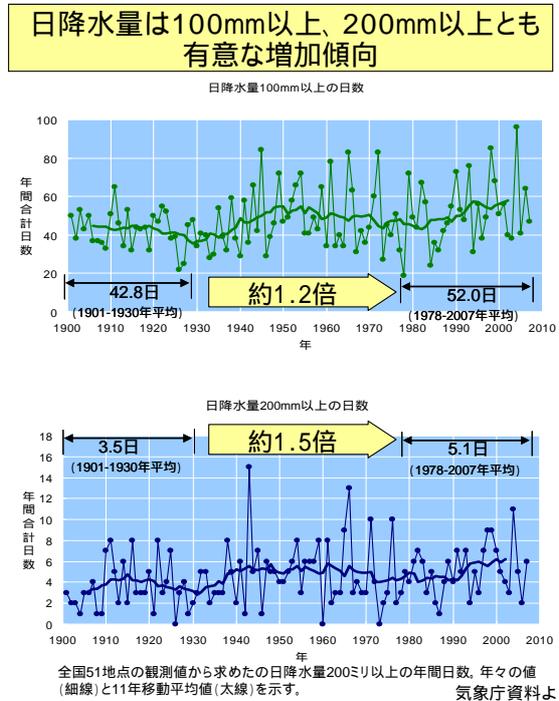


図 - 4 日降水量の増加傾向 (気象庁資料より)

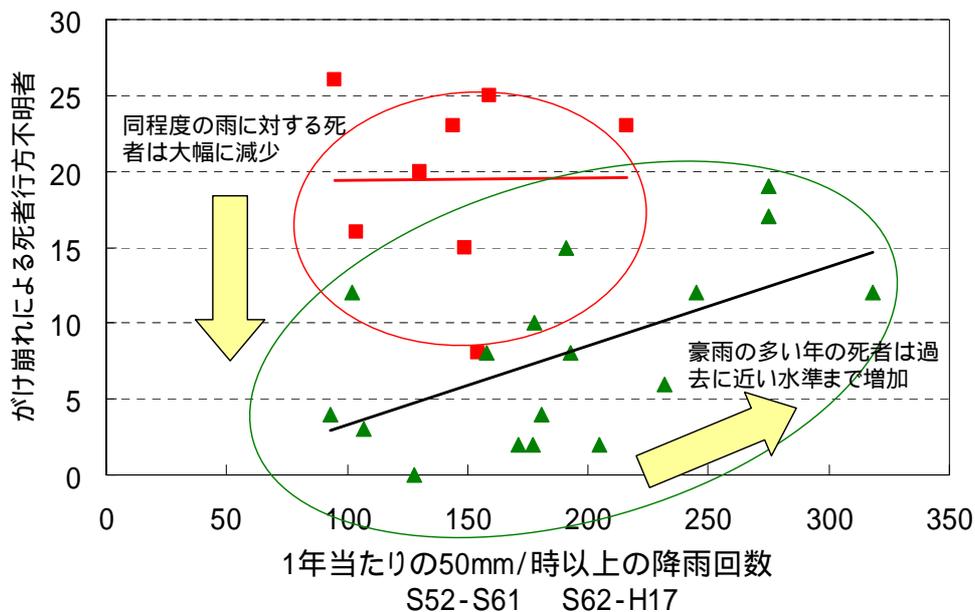


図 - 5 豪雨頻度と死者行方不明者数 (がけ崩れのみ)

* 長崎豪雨の年などはずれ値は検討から除外

3．対策の基本方針

近年、局地的豪雨が多発しており、今後も各地でフラッシュフラッド等が発生する可能性があることを溪流内の利用者、行政等のあらゆる関係者が認識し、対策を進める必要がある。

・自助

溪流内においては、自らの安全を自らが守ることが基本であり、利用者が、非日常的な環境にあることを認識し、利用している溪流の特徴、フラッシュフラッド等の危険性や避難の方法、当日の雷雨等の気象状況に関する情報を確認・把握し、危険な状況が迫った場合にはいち早く回避することが重要である。

・共助

地域に住む人々が身近な溪流の状況を常日頃から注視し、溪流におけるフラッシュフラッド等に関する共通認識を持ち、溪流内の利用者へ危険回避を促すような地域力の向上が望まれる。

・公助

近年は、溪流と人々との関係が希薄になり、フラッシュフラッド等に対する危険性を認識することが困難となっている。このため、行政からの教育の機会や情報の提供が必要となっている。行政による支援はあくまでも利用者や住民の危機回避行動を促すものであり、これにより全ての危険が回避出来るわけではない。

4．具体的な対策

局地的豪雨に対する溪流利用者の危険回避対策の基本的な考え方は図 - 6 に示されるように、「すべての溪流を対象とした溪流利用者の危険回避対策」と、「人の利用を前提とした砂防設備における溪流利用者の危険回避対策」(表 - 1 の ① に該当)の2段階で講じることが必要である。

「すべての溪流を対象とした溪流利用者の危険回避対策」としては以下を基本とする。

土砂災害防止教育等による危機回避能力の向上
フラッシュフラッド等の危険性の高い溪流の周知
気象情報の提供の推進

加えて、「人の利用を前提とした砂防設備における溪流利用者の危険回避対策」としては以下を検討する。

利用者への安全教育の徹底
 共助による避難の呼びかけ
 安全確保のための情報提供の強化
 安全利用点検および安全対策に資する整備

		一般的な溪流	人の利用を前提とした砂防設備
「溪流利用者の危険回避対策」	教育訓練の機会の提供		水辺の楽校などの指導者に対する安全対策教育 土砂災害防止教育等
	フラッシュフラッド等の危険性の高い溪流に関する情報の提供		標識等による周知 フラッシュフラッド等の危険性の高い溪流に関する情報の提供 砂防指定地の指定
	気象情報の提供等		市町村や消防団等による避難の呼びかけ 水位計等を活用した情報提供 レーダー雨量や土砂災害警戒情報等の提供
	安全対策に資する整備等		安全利用点検の実施 安全対策に資する整備

図 - 6 対策の考え方

4 - 1 すべての溪流を対象とした溪流利用者の危険回避対策

4 - 1 - 1 「生きる力」をはぐくむ土砂災害防止教育等*の推進

溪流の利用者の多くは経験に乏しく、フラッシュフラッド等による危険性を意識出来ないことが多い。非日常的な環境における利用者の危機回避能力を向上させるため、学校教育関係者や砂防ボランティア等と連携しつつ、以下の施策を推進すべきである。

* ここで土砂災害防止教育等とは、がけ崩れ・地すべり・土石流に対する防災教育の他、フラッシュフラッドに対する防災教育を含むものとする。

土砂災害防止教育等の推進

日本では、豪雨や地震等により誰でも土砂災害やフラッシュフラッド災害を受けうるということを踏まえ、災害時に「生きる力」⁶⁾を身につけることを目標に、学校教育や社会教育を通じ、全ての世代に対する土砂災害防止教育等を推進することが必要である。

学校教育においては、「生きる力」をはぐくむことは学習指導要領の基本理念ともなっており、なかでも自然災害は小学校で重点的に取り組むべき項目となっている。フラッシュフラッド等などの原因やその被害等に関しては、理科、社会科などの各教科を通じて、総合的に学習していくことが重要である。また、自らの地域の自然災害への認識を深めるために、砂防ボランティア等との連携・支援を充実し、防災拠点となっている既存の砂防広報施設を活用するなど、校外学習等を組み合わせることが重要である。

学習の効果を上げるため、砂防部局が保有している映像資料、土石流模型実験等を活用し、フラッシュフラッド等を実感することが重要である。

社会教育においては、土砂災害防止月間などあらゆる機会を通じて、土砂災害に関する知識の普及を実施する。なお、避難訓練等の実施に際しては、降雨体験車等、実際の体験も合わせて実施することも必要である。

これらの施策を推進するため関係部局との連携を進めるとともに、「土砂災害防止教育支援ガイドライン(仮称)」を作成する。

4 - 1 - 2 フラッシュフラッド等の危険性の高い溪流の周知

溪流との関係が希薄になりつつある現代においては、局地的豪雨によるフラッシュフラッド等の発生危険性の高い溪流を利用者に認識して貰うことが重要である。このことから、以下の施策を推進すべきである。

砂防指定地の指定

フラッシュフラッド等の発生しやすい溪流やその周辺地域については、砂防設備の周辺だけではなく、行為制限を要する地域を含めて、砂防指定地として指定し、開発等によるフラッシュフラッド等の危険性が高まらないようにすることが重要である。

フラッシュフラッド等の危険性の高い溪流に関する情報の提供

溪流利用者が自らフラッシュフラッド等の起こりやすい溪流を認識できるよう、地方公共団体は、砂防指定地、土石流危険溪流等の位置等を入手することが出来るよう、表示板やウェブサイト等を用い周知に努めることが必要である。

提供に際しては、砂防GIS等地理空間情報システムを活用し、位置情報や過去のフラッシュフラッド等の実態が利用者にわかりやすいよう表示方法や操作方法を統一することが望ましい。フラッシュフラッド等（土石流及びフラッシュフラッド）のうち、現状では土石流の危険性の高い渓流については、情報提供可能であるが、フラッシュフラッド（鉄砲水）の危険性の高い渓流については、研究段階であり、今後研究の推進が必要である。

4 - 1 - 3 気象情報の提供の推進

降雨が予想される場合に、フラッシュフラッド等の危険性の高まりを渓流の利用者に迅速かつ的確に伝えることが重要である。また、フラッシュフラッド等は短時間の降雨でも発生する可能性があるため、利用者が渓流に入る前に、当日の気象状況などを入手出来る環境が必要である。このことから、気象庁等と連携しつつ、以下の施策を推進すべきである。

レーダー雨量や土砂災害警戒情報等の情報提供の推進

利用者がフラッシュフラッド等の発生の危険性の高まりを把握するため、気象庁が提供する気象情報の他、都道府県や地方整備局、直轄事務所は雨量計、レーダー雨量、土砂災害警戒情報等の提供を推進することが必要である。これらの情報は、利用者がいつでもどこでも情報を入手することが出来るよう、携帯電話等を活用するなど、情報提供手段を多様化することが重要である。特に、実況雨量など避難の判断基準となる情報については、携帯メール等プッシュ型による情報提供を推進する。

なお、渓流では、電波が届きにくく、情報機器のための電源が得にくいいため、道路における電光情報板や自動販売機、地元の商店やコンビニエンスストア等において情報を提供し、渓流に入る前に、危険性を周知するための仕組みの構築を検討する必要がある。

自動販売機による情報の提供



雨量表示板での雨量情報の提供 例：飯豊山系砂防事務所



図 - 7 気象情報の提供例

4 - 2 人の利用を前提とした砂防設備における渓流利用者の危険

回避対策

人の利用を前提とした砂防設備については、自らの安全は自らが守ることを安全対策の基本としつつも、利用者への安全教育、施設管理者等による情報提供等、行政による渓流利用者の危険回避対策の強化、安全対策に資する設備の整備を検討すべきである。

4 - 2 - 1 利用者への安全教育の徹底

人の利用を前提とした砂防設備の利用者にとっては、渓流に関する知識を習得することが重要である。

水辺の楽校などの指導者に対する安全対策教育の推進

水辺の楽校などを利用して渓流に親しむ活動を行っている学校やグループにあっては、教員やグループのリーダー等は、渓流における局地的豪雨のみならず、渓流全般に対する知識を習得することが必要である。

行政にあっては、教員やグループリーダー等に対し、フラッシュフラッド等の地形的条件や前兆現象等に関する知識、気象情報等の把握やリアルタイム気象観測データの見方など、専門的な知識を習得する機会を提供することが重要である。

4 - 2 - 2 避難の呼びかけ

市街地や居住地に近い人の利用を前提とした公園的な砂防設備においては、迅速な救助・救難体制を確立することが重要である。そのためには、砂防設備の管理者である国や都道府県はもとより、消防団や砂防ボランティア等と連携しつつ、以下の施策を推進すべきである。

市町村や消防団等による避難の呼びかけの推進

砂防公園等を管理している市町村にあっては、局地的豪雨が発生、もしくは、発生する恐れがある場合には、出来る限り人の利用を前提とした砂防設備の巡回・巡視を行い、利用者へ早めに避難するよう呼びかけを行うことが重要である。その他、地元市町村職員や消防団員、砂防ボランティア等は、自身の安全を確保した上で、注意を呼びかけることを心がける。

4 - 2 - 3 安全確保のための情報提供の強化

危険な場所であることを示す注意標識の設置

人の利用を前提とした砂防設備においては、フラッシュフラッド等に対する注意喚起の標識を設置する必要がある。看板には、避難経路や比較的安全な箇所、利用上の注意事項、情報の入手先が記載されていることが望ましい。なお、標識の設置に当たっては、利用者の注意を引きつつも、自然環境や景観に配慮すべきである。その他に、QRコードやICチップ等による情報提供を推進することも検討すべきである。

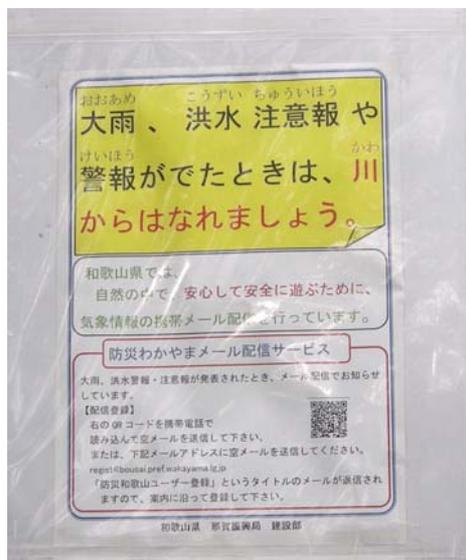


図 - 8 QRコードを活用した注意標識の例（和歌山県）

水位計、振動計等を活用した情報伝達の強化

個々の砂防設備における局地的豪雨によるフラッシュフラッド等の発生を土砂災害警戒情報のみで予測することは困難である。そこで、行政機関や砂防工事施工者が設置する水位計、振動計等は上流部における土砂移動現象の観測や砂防工事等の安全確保のためのものであるが、人の利用を前提とした砂防設備がある場合には、その情報が行政関係者のみならず利用者にも伝わる仕組みを検討する。

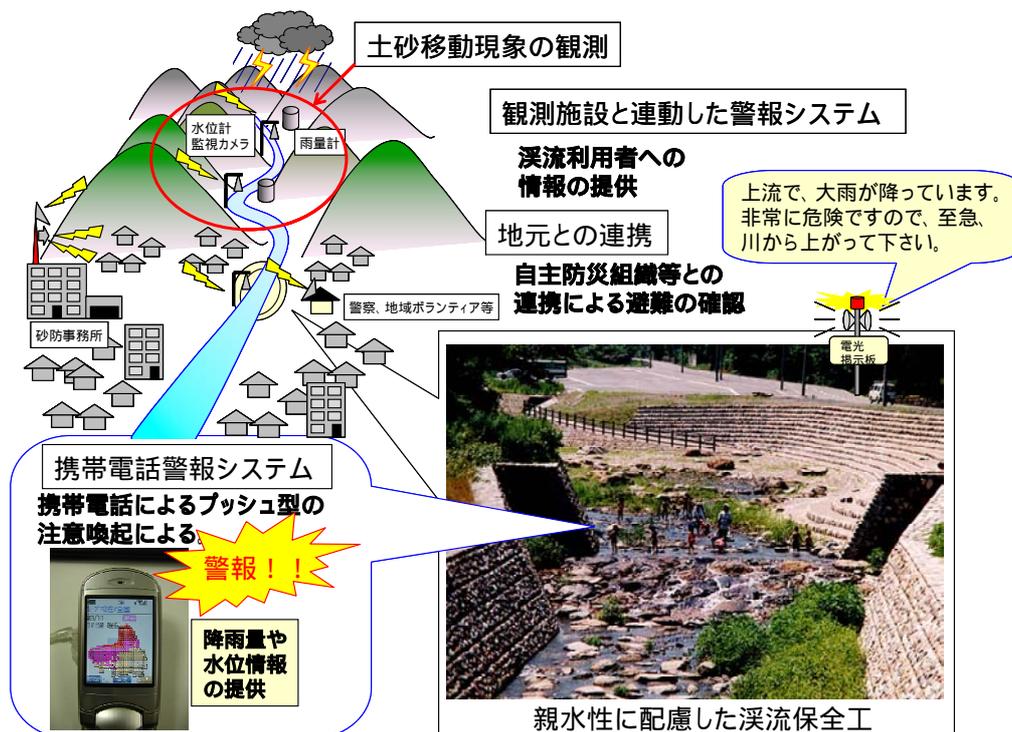


図 - 9 水位計、振動計等を利用した情報提供

4 - 2 - 4 安全利用点検および安全対策に資する整備

人の利用を前提とした砂防設備については、局地的豪雨におけるフラッシュフラッド等が発生した場合に軽易な設備により避難が可能となるよう留意すべきである。また、安全利用点検についても、「砂防設備の安全利用点検の実施について」(平成14年3月 保全課長通知)にあるとおり、利用者の立場での安全確保という視点を砂防設備の点検に取り入れていくことが必要である。

安全対策に資する整備

人の利用を前提とした砂防設備においては、避難はしごや救難用ロープ等フラッシュフラッド等から利用者が緊急に避難することに資する整備が必要である。また、公園的施設を付帯する溪流保全工等の上流部で砂防えん堤が未着手の場合にあっては、その整備を着実に進めることが必要である。さらに、砂防設備の除石が砂防の機能増進に有効な場合にあっては、砂防えん堤の除石を検討する。これは、工事作業員の安全確保の観点から、砂防工事現場の上流側のえん堤も同様である。



図 - 10 避難はしごの設置 (イメージ)

5 . 今後の課題

フラッシュフラッドに関する研究の推進

フラッシュフラッドは研究対象として比較的新しい分野であり、その研究の歴史も浅い。フラッシュフラッドという言葉の定義は各国によりまちまちであり、学術的に厳格な定義がない。今後、フラッシュフラッドを定義し、フラッシュフラッドを含め多様な観点から研究を推進することが必要である。フラッシュフラッド研究の進展に伴い、溪流の利用者に対して、より効果的な安全対策が可能となる。

人の利用がある砂防設備のフラッシュフラッド等に対する危険性の評価

人の利用がある砂防設備 (表 - 1 の に該当) においては、上流の流域特性や河道形状などから、フラッシュフラッド等の発生に対する危険性を評価する手法を検討して行くべきである。

観測の高度化

気候変動に伴い、今後フラッシュフラッド等の発生頻度が変化すると想定される。したがって、直轄事務所等は、小型レーダー雨量計、水位計や土石流センサー等の観測機器を積極的に設置し、より正確に溪流部を観測する必要がある。また、都道府県にあっても、必要に応じて観測網を充実させるべきである。

降雨特性の変化に伴うフラッシュフラッド等の災害対策の検討

今後、気候変動に伴い降雨特性が変化するためフラッシュフラッド等による災害の形態も変化していくものと考えられる。したがって、気候変動に伴う降雨特性の変化を災害の観点から分析し、気候変動の予測に応じた災害対策の長期戦略を検討する必要がある。

<参考文献>

- 1) 文部科学省・経済産業省・気象庁・環境省仮訳 (2007) IPCC 第4次評価報告書 統合報告書 政策者向け要約.
- 2) 気象庁訳 (2007) IPCC 第4次評価報告書第1作業部会報告書概要及びよくある質問と回答.
- 3) 気象庁(2008) 近年の局地的豪雨について、第1回溪流における局地的豪雨に対する警戒避難WG、資料-9、<http://www.mlit.go.jp/river/sabo/index.html>.
- 4) Jonkman SN and Vrijling JK (2008) Loss of life due to floods, Journal of flood risk management 1: 43-56.
- 5) 砂防指定地・設備の管理について、第1回溪流における局地的豪雨に対する警戒避難WG、資料-9、<http://www.mlit.go.jp/river/sabo/index.html>.
- 6) 文部科学省 (2008) 小学校学習指導要領.