

## 第IV編 提 言



## 第IV編 提言

### 目 次

1. 流域地盤災害の提言に向けての課題と提言 .....	IV- 1
参考文献 .....	IV- 3
2. 地盤構造物・斜面災害の減災に向けての課題と提言 .....	IV- 4



## 第IV編 提言

### 1. 流域地盤災害の減災に向けての課題と提言

近年、過去の降雨パターンと明らかに異なるゲリラ的な降雨が多発しており、この従来にないパターンの降雨によって多くの被害が発生している。今回の災害も、本年7月の山口県における豪雨災害に引き続き発生した。この降雨は、紀伊半島沖の台風9号から、湿った空気が紀伊水道を通り道として佐用町一帯に流れ込み大量の降雨をもたらしたもので、従来の災害履歴や統計から得られる想定降雨を遙かに上回る降雨によってもたらされたものである。今回の災害調査で現地に入場した際に、地元住民達からは「このような災害がこれから起きないように十分調査して欲しい」という声を多く聞いた。土木に関わる者が従来の「常識」によって、「想定外」と言うことは簡単であるが、人々の安全安心を担ってきた我々が安易に「想定外の降雨による被害」と傍観的に述べることに抵抗を感じざるをえない。今回の災害調査から報告書のとりまとめまでの期間が、きわめて短く、全体を統括できる資料の不足や詳細な解析が行えなかったため、その被災メカニズムの解明は不十分であると考え、現時点において本災害調査団で得られた知見をもとに提言という形での整理を試みる。

#### 1) 近年の降雨パターンを対象とした防災計画、減災技術の構築

近年の降雨パターンが現在の河川計画で対象としてきた降雨パターンと乖離してきていることは、図1.1に示すように統計的に明らかになっている。したがって、我々は、河川計画で想定されている従来の降雨に加え、近年の降雨パターンも対象とする減災技術の構築を急ぐ必要がある。地盤工学に対しては、河川計画で想定されている洪水を遙かに超える局所的な降雨が発生することを前提とした洗掘に強い堤防や護岸構造の研究を進めるとともに、地形形成や微地形等の地盤工学的視点をソフト対策に反映させることで災害リスク低減に寄与していくことが求められている。

#### 2) 流域や河川特性に対応する河川構造物整備

今回の護岸や堤防の特徴的な被災箇所は、図1.2に示すように河川断面を超えた水位の上昇によって、護岸あるいは堤防を越流した箇所と堤内地に浸入した洪水が護岸堤防を越えて河川に戻る箇所であった。すなわち、堤防、護岸が川面側からだけでなく川裏側からも外力を受けて被害が発生している。これは計画流量を大きく超える流量が発生することで山地部の蛇行する河川で特徴的に発生する被害形態である。この場合、堤内地を通過する洪水

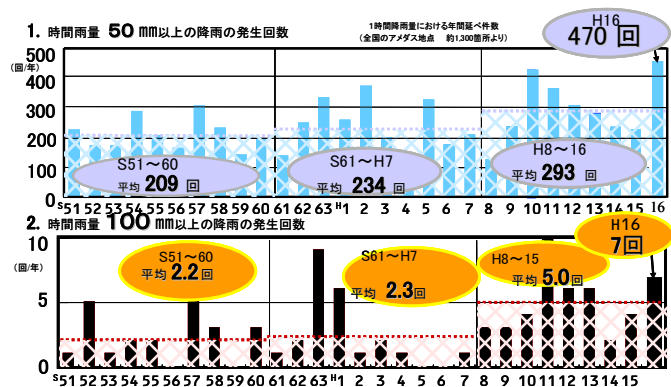


図 1.1 近年の降雨の傾向<sup>1)</sup>

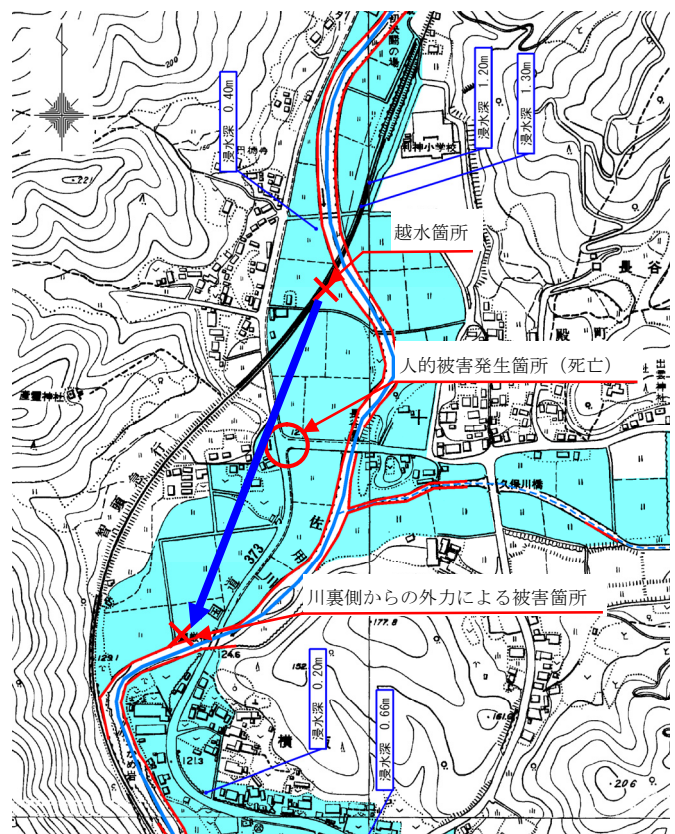


図 1.2 蛇行河川での被害発生状況(兵庫県提供に加筆)

流はかなりの流速を持っていたと推定され、大きなエネルギーを持つ流れが堤内地を通過したことが今回の災害で被害を大きくした原因の一つであったと推定される。

河川改修は基本的に下流から上流に向けて整備されるため、中流から上流域の河川は、未改修の部分が多く残されている。このため中上流域に多く見られる蛇行河川では、同様の現象が発生する可能性が残されており、河川形状から見て越流の危険度が高い区間の護岸、堤防の重点的整備や堤防形状や構造の見直しを急ぎ、越流時の破堤による洪水流の大量の流入を防止あるいは軽減することによって致命的な被害を抑制することが重要である。

### 3) 社会的重要度を勘案した河川構造物整備

揖保川や千種川の中流から上流域の地形は、急峻な山地の間を縫って河川が流れ、その谷地形の底部氾濫原に人々が生活し、その谷筋を利用して主要な道路や鉄道が設けられている。特に河川沿いに国道や主要地方道が設けられており、護岸が道路として利用されている「兼用護岸」の割合が非常に高い。このため、図 1.3 に示すような護岸の被災は主要交通網の寸断に繋がり、復旧時の緊急用道路としての機能を損なうとともに生活に大きな影響を与えることとなっている。

兼用護岸は裏込めコンクリートで補強することとなっているが、道路としての機能の重要性を整備水準や整備順序に反映させることも今後検討していく必要がある。



図 1.3 兼用護岸の被災状況

### 4) 流域管理による減災

平成 16 年の台風 23 号の際に橋梁が大量の流木を堰き止めることで、橋梁前後で越流被害が発生していたが、今回の災害でも同様に橋梁に堰止められた流木が越流を引き起こし、被害を拡大していると思われる箇所が多く見られた(図 1.4 参照)。これらの流木の発生源は明らかではないが平成 16 年の災害では今回被災した流域では、風倒木被害が多く発生したエリアであることから、流木の大量発生と風倒木被害との関連性が推測される。流木による被害は、河川サイドだけでの対策が困難であり、発生源対策に頼らざるを得ず、今回の流木発生源を特定した上で発生源への流木止めの整備を進めるとともに森林を管理する分野との連携を図り、森林の管理を含めた流域全体の管理を行う手法や仕組みを構築することが必要である。



図 1.4 流木の補足状況

### 5) 古い橋梁上下流の護岸強化

今回の調査では、図 1.5 に示すように橋梁付近で護岸が被災している事例が比較的多くみられた。調査範囲には古い橋梁が多く、橋梁は河川幅員がやや狭まった位置に架けられている事例が多かった。橋梁上下流の取付護岸には古



図 1.5 橋梁上流側の護岸被害

い形式のものが残されているケースも見受けられ、もともと弱い構造である上に、道路拡幅時に旧護岸の前面に貼り付けるように作られた結果、構造的に脆弱となっている事も考えられる。

橋梁付近では、先に述べたように橋梁に流木が河道を閉塞して堰上げ、護岸上まで水位が上がっていたと思われる箇所が多くみられた。

このように古い橋梁付近の護岸は構造的、水理的な弱点となる可能性が高いにもかかわらず、財政的な理由や橋梁の架け替えと一体で整備する必要性から改修が取り残される可能性がある。したがって、将来的にも現状の危険性が継続する可能性のある古い橋梁付近の堤防や護岸は、越流を想定して護岸本体と護岸背面の強化、補強を行うと共に堤内地に浸入する水の勢いを弱めることを目的とするパラペット形式護岸の設置等も検討していく必要があり、簡易で安定性の高い補強工法の研究開発が望まれる。

## 参考文献

- 1) 宇野 尚雄：流域地盤災害の減災技術の構築に関するシンポジウム資料，2009.

## 2. 地盤構造物・斜面災害の減災に向けての課題と提言

「想定外」の集中豪雨にもかかわらず、適切な対策を施した既設の地盤構造物及び斜面の崩壊は、予想外に少なかった。一方、福知川一宮町で発生した既設の吹付け法砕工の両サイドの地盤が流水により侵食されて崩壊した事例が示唆するように、既存対策工の周辺地盤の崩壊が特徴的でもあった。この度のような激しい降雨が、決して「想定外」ではなくなる将来を見据えたとき、豪雨による地盤構造物・斜面の防災に関する既往のパラダイムを根本的に見直す必要があるだろう。具体的には、「対処法」だけでなく、「予防」が重要となってくる。費用対効果を考えたとき、「崩壊が生じた箇所を局所的に修理する」従来の後追いの対策に加えて、「崩壊危険度の高そうな地盤構造物・斜面を何らかの方法で抽出し、これらの将来的な崩壊発生リスクを広範囲に亘り低減する」という前向きな発想を持たなければいけない。本報告書の内容を精査すると、この種のパラダイムの転換のための課題とヒントが浮き彫りとなってくる。

### 1) 風倒木被害地における表層崩壊防止工の提案

過去の風倒木被害の影響があった奥海地区や上石井地区では、非常に薄い表層土（0.5～1.0m）が長大斜面の高い位置から直線的に崩壊した。また、上石井地区の詳細な原位置調査・室内実験から、この種の表層崩壊の原因として、降雨による見かけの粘着力（サクション）の消失によるせん断強度の低下、併せて、浸透水による間隙水圧の上昇による有効応力の低下が推定された。さらに、今回の調査の範囲では、斜面崩壊のおおよそ75%は、過去の風倒木被害地で発生していることも明らかとなった。このような風倒木被害地は、当該地域で潜在的に危険なまま多数存在しており、今後同様な崩壊が多数発生することが危惧される。一方、風倒木被害地面積が膨大であることから、事前に崩壊を予防する低コストな対策工法の開発が望まれる。

このような背景および観点から、現在においても植生が少なく、未対策の風倒木被害地を対象として、図に示すような降雨による表土の飽和化を防止（あるいは遅らせる）する一つの方法を提案する。例えば、圧密促進工法の一つとして多用されているプラスチックボードドレイン材（PD材）あるいはジオシンセティックス排水材を潜在的すべり面の奥まで設置し、降雨による表層部の浸透水を速やかに排出する。PD材等はロール式で持ち運びが簡単であるから、打ち込み装置さえ工夫すれば、大掛かりな工事をせずとも数名の作業員での迅速な施工が可能であろう。この種の対策工は、法砕工に代表される「全応力的対策」ではなく、「有効応力の原理に基づく対策」、別の表現をすれば、「構造力学的対策」ではなく、「地盤力学的対策」であると言える。今後は、排水材の長期的な排水性能、設置方法、設置位置、等に関する基礎研究ならびに試験施工による対策効果の検証が課題となろう。

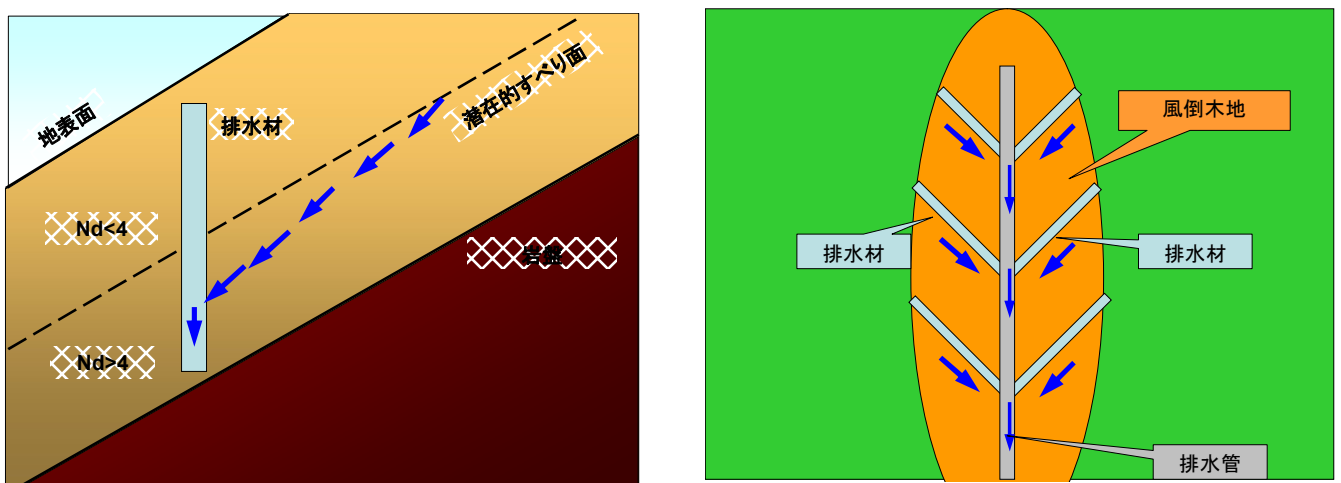


図 2.1 風倒木被害地における表層崩壊防止工の断面イメージ



一方、仁位地区や神谷川地区の崩壊で見られたような、集中豪雨時に浸透水が集まる箇所を事前に把握することは、現在の技術水準では大変難しい。常時で湧水が認められる箇所では、崩壊がある程度予測可能な面があるが、集中豪雨時に一時的に浸透水が溢れ、崩壊に至るケースでは時期も含めて広範囲な山地を対象とする時、事前予測が今後の大きな課題となっている。

## 2) 盛土防水工

盛土構造物は、大抵の場合、盛土内への雨水の浸透が原因で崩壊する。したがって、盛土内への浸透水を未然に防ぐ盛土防水工の考え方が重要である。沢部に施工された盛土構造物の事例では、ジオシンセティックス排水材を既存盛土の背面に横断方向に設置することで、台風襲来後の長期に亘り、浸透水を盛土外へ排出することに成功している。今後は、防止工の長期安定性を確認する必要がある。

## 3) ソフト対策

人家等の立地箇所として、斜面崩壊や土石流の発生が懸念されるところを避けるようにするのが望ましいが、我が国での地形条件を考えると、そのようなリスクがないところは極めて狭い範囲に限られ、現実的ではない。このような条件下で住民の命と財産を守っていくためには、適切な避難も含めたソフト対策が欠かせないものであり、集中豪雨時での適切な避難勧告、指示が必要欠かせざるものとなってくる。これの精度をさらに高めていくために、リアルタイムのハザードマップの作成等が待たれているところである。将来は、豪雨時における各地域の崩壊危険度をリアルタイムに評価して、住民の避難勧告、避難指示に繋げていくことが考えられる。併せて、防災対策の基本であるハード対策をより強固に推し進め、崩壊危険度の高い地域を一つでも減らしていく努力が必要である。



## 謝 辞

兵庫県県土整備部県土企画局，土木局，兵庫県西播磨県民局龍野土木事務所佐用事業所，宍粟事業所，兵庫県農政環境部 農林水産局，兵庫県西播磨県民局光都農林水産振興事務所の関係者の方々には，度重なる現地調査に懇切丁寧にご対応下さり，貴重な各種の情報をご提供頂きました。また，社団法人近畿建設協会からは，調査活動費の支援を頂戴しました。ここに記して深甚の謝意を表する次第です。

平成 21 年台風 9 号による地盤災害調査報告書

---

編集者 社団法人 地盤工学会関西支部  
平成 21 年台風 9 号による地盤災害調査団  
団長 澁谷 啓

発行者 社団法人 地盤工学会関西支部  
大阪府中央区谷町 1 丁目 5 番 7 号  
ストークスビル天満橋 801 号室  
TEL (06)6946-0939

発行年月 平成 21 年 12 月

---