

地蔵寺川流域における深層崩壊に起因する土砂災害の被害想定手法について

国土交通省 四国地方整備局 四国山地砂防事務所 伊藤誠記, 平澤良輔^{※1}, 田所真路, 村上睦実^{※2}
 国土交通省 国土技術政策総合研究所 内田太郎, 松本直樹
 八千代エンジニアリング株式会社 横尾公博, 池田 誠, 大塚智久, 長塚結花, ○児玉龍朋
 (現所属 ^{※1} 国土交通省 四国地方整備局 河川部 河川計画課, ^{※2} 国土交通省 四国地方整備局 建設部 都市・住宅整備課)

1. はじめに

深層崩壊に起因する土砂災害の特徴として、天然ダムや土石流等の災害が輻輳的に発生することが挙げられる。このような土砂災害では、緊急対策が一定の効果を発揮する一方で、事前対策によっても被害を軽減することが可能といえる。深層崩壊の被害想定やハード・ソフト対策を検討するにあたっては、過去に発生した深層崩壊跡地における崩壊現象等を分析・評価し、深層崩壊によって生じる現象を把握しておく必要がある。すなわち、過去に発生した①深層崩壊の規模、②深層崩壊のおそれのある地形・地質的な特徴、③土砂の流下形態(土石流化するか、天然ダムを形成するか)等を明らかにする必要があり、本報告では、①～③を総称して「蓋然性の高い深層崩壊現象」と呼ぶこととする。

本検討では、四国山地砂防事務所管内の地蔵寺川流域(約90km²)を対象として、対象流域を地形・地質等の等質性をもつ領域に分割した。分割領域毎に蓋然性の高い深層崩壊現象を抽出した上で、深層崩壊に起因する土砂災害の被害想定を実施したものである。

2. 深層崩壊発生条件の等質性をもつ領域の分割

資料¹⁾によれば、深層崩壊と関連性のある指標として、地質帯や地質構造、地形条件等が示されている。このため、過去に発生した深層崩壊の特徴を分析する単位(以下、「深層崩壊検討分割領域」と記載する)は、検討対象流域に分布する深層崩壊跡地における「地質特性」・「地形特性」・「気候特性」とした。分析の結果、深層崩壊跡地と地質特性との関連性が示唆された。このため、深層崩壊検討分割領域は「地質特性」に基づくこととし、検討対象流域を3領域に分割することとした。(図1、表1)

表1 深層崩壊検討分割領域

分割領域	地質帯	流域面積	設定根拠
A	秩父帯北帯	9.6 km ²	・秩父帯北帯が分布する領域
B	御荷鈴緑色岩類	42.5 km ²	・御荷鈴緑色岩類が分布する領域
C	三波川帯泥質片岩	40.3 km ²	・三波川帯泥質片岩が分布する領域

3. 蓋然性の高い深層崩壊現象の検討

3.1 検討手法

深層崩壊の発生実績を深層崩壊現象に着目して分析し、検討対象流域で今後発生するおそれのある蓋然性の高い深層崩壊現象を検討した。

検討に先んじて、既往業務で抽出されている深層崩壊跡地(65箇所)の確からしさ(確度)を精査することを目的としてスクリーニング調査を実施した(図2)。スクリーニング調査では、深層崩壊跡地の「滑落崖」地形に着目し、明瞭・不明瞭を指標にして評価した。その結果をもとに確度を以下の3段階に区分した。結果として、深層崩壊跡地確度Ⅰ(滑落崖明瞭)は25箇所、確度Ⅱ(滑落崖不明瞭)は39箇所、確度Ⅲ(滑落崖無し)は1箇所となった。本検討では、跡地としての確実度の高い層崩壊跡地確度Ⅰを対象として、蓋然性の高い深層崩壊現象の検討を行うこととした。

3.2 蓋然性の高い深層崩壊現象の検討

深層崩壊跡地の崩壊規模等を分析し、検討対象流域における蓋然性の高い深層崩壊現象を把握した(表2)。

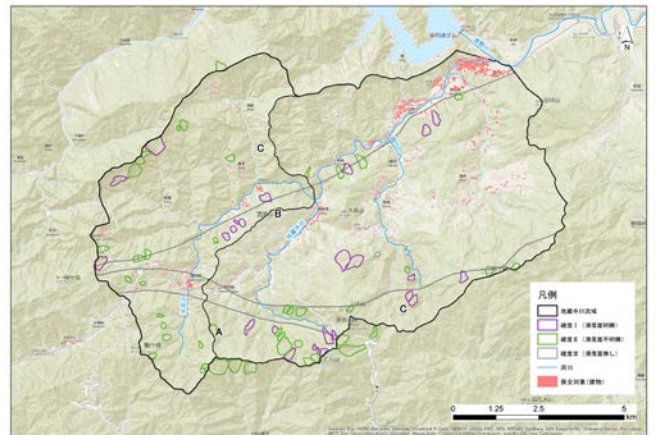


図1 深層崩壊検討分割領域及び深層崩壊跡地(確度検討結果)

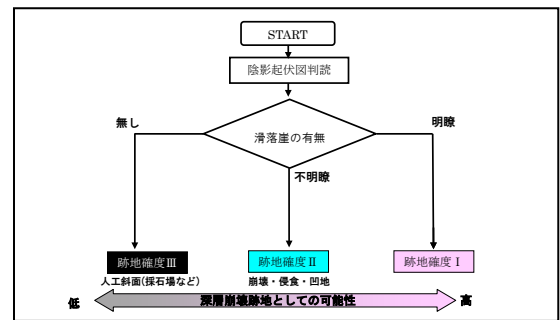


図2 深層崩壊跡地確度の設定フロー

表2 蓋然性の高い深層崩壊現象の検討結果

深層崩壊跡地の分割領域	分割領域A	分割領域B	分割領域C
領域の面積	9.6km ²	42.5km ²	40.3km ²
領域の地形的特徴	起伏量が非常に大きい山地	なだらかな山地・丘陵地	浸食が進んだ急峻な山地
領域の地質	秩父帯北帯	御荷鈴緑色岩類	三波川帯
蓋然性の高い崩壊現象	主に崩壊千枚岩・チャート	主に変成岩・チャート・凝灰岩	主に泥質片岩
蓋然性の高い崩壊現象	A-①	B-②	C-③
1.深層崩壊規模と形状			
標準的な規模 ^{※1}	35.6万m ³ 程度	75.2万m ³ 程度	169.1万m ³ 程度
想定される最大規模 ^{※1}	91.8万m ³ 程度	281.8万m ³ 程度	343.4万m ³ 程度
概ね過去100年以内に発生した最大規模	-	-	372万m ³ (不安定土砂量)
深層崩壊跡地・密度 ^{※2}	0.83箇所/ha	0.24箇所/ha	0.17箇所/ha
確度Ⅰ: 滑落崖の形状が明瞭	8箇所	10箇所	7箇所
確度Ⅱ: 滑落崖の形状が不明瞭	20箇所	6箇所	20箇所
確度Ⅲ: 滑落崖が認められない	0箇所	1箇所	0箇所
2.深層崩壊に起因する土石流の流下形態			
土砂流の流下形態・形態 ^{※3}	山腹付近に跡地が多く、崩壊距離が長いこと、判読された跡地下部には一部土石流や埋い土砂の堆積が確認されることから、土石流が発生する確率が高い。	判読された跡地は、平石川や地蔵寺川などの本川沿いの中心部付近の右岸側に多い。跡地下部には一部土石流や埋い土砂の堆積が確認されることから、土石流が発生する確率が高い。	山腹付近に跡地が多く、崩壊距離が長いこと、判読された跡地下部には一部土石流や埋い土砂の堆積が確認されることから、土石流が発生する確率が高い。
天然ダムの発生確率 ^{※4}	0%程度(8箇所中0箇所のため可能性は低い)	50%程度(10箇所中5箇所で可能性あり)	15%程度(7箇所中1箇所で可能性あり)
土石流の発生確率 ^{※5}	75%程度(8箇所中6箇所で可能性あり)	70%程度(10箇所中7箇所で可能性あり)	30%程度(7箇所中2箇所で可能性あり)
崩壊の履歴の発生確率 ^{※6}	0%程度(8箇所中0箇所のため可能性は低い)	70%程度(10箇所中7箇所で可能性あり)	15%程度(7箇所中1箇所で可能性あり)
3.深層崩壊発生箇所周辺の地形・地質的特徴	当該区域は非常に大きく、山頂部は全体的に高い。標高は概ね400m以上であり、起伏が大きい。また、崩壊付近は一部山頂部斜面が広く、深層崩壊跡地への付着が認められる。また、崩壊跡地は概ね北向き斜面で発生している。	山腹は全体的に低く、起伏性は良好である。他の地帯と比較して山腹斜面の勾配は小さい。また、崩壊付近は一部山頂部斜面が広く、深層崩壊跡地への付着が認められる。また、崩壊跡地は概ね北向き斜面で発生している。	崩壊跡地は三波川帯の泥質片岩に該当する。崩壊跡地は三波川帯の泥質片岩に該当する。崩壊跡地は三波川帯の泥質片岩に該当する。
地形的特徴	当該区域は秩父帯北帯の北帯に該当する。崩壊跡地は秩父帯北帯の北帯に該当する。崩壊跡地は秩父帯北帯の北帯に該当する。	当該区域は御荷鈴緑色岩類に該当する。崩壊跡地は御荷鈴緑色岩類に該当する。崩壊跡地は御荷鈴緑色岩類に該当する。	当該区域は三波川帯の泥質片岩に該当する。崩壊跡地は三波川帯の泥質片岩に該当する。崩壊跡地は三波川帯の泥質片岩に該当する。
地質的特徴	当該区域は秩父帯北帯の北帯に該当する。崩壊跡地は秩父帯北帯の北帯に該当する。崩壊跡地は秩父帯北帯の北帯に該当する。	当該区域は御荷鈴緑色岩類に該当する。崩壊跡地は御荷鈴緑色岩類に該当する。崩壊跡地は御荷鈴緑色岩類に該当する。	当該区域は三波川帯の泥質片岩に該当する。崩壊跡地は三波川帯の泥質片岩に該当する。崩壊跡地は三波川帯の泥質片岩に該当する。
4.深層崩壊の発生頻度			
年平均深層崩壊発生回数	空中写真・旧版地形図の整備年以前のため不明	空中写真・旧版地形図の整備年以前のため不明	空中写真・旧版地形図の整備年以前のため不明
平均深層崩壊発生期間	空中写真・旧版地形図の整備年以前のため不明	空中写真・旧版地形図の整備年以前のため不明	空中写真・旧版地形図の整備年以前のため不明
5.深層崩壊そのほかの被害			
事例	-	-	有期大崩壊
深層崩壊の発生状況	-	-	安政南海地震(1869年)や明治17年(1884年)の安政南海地震における崩壊(崩壊体は約15万m ³)
発生要因	-	-	地質を起点とし、その後の豪雨が進行
深層崩壊による被害状況	-	-	記録なし
深層崩壊以外の土砂災害発生状況	-	-	当該区域には大規模な崩壊や土石流が発生。崩壊跡地周辺で多数の崩壊が発生し、小規模な土石流が確認された。
その他関連する事象	この町上川上分 橋樑・遊歩・中田 上川川川中流付近にアムロ小崩壊付近で多数の地すべりが発生した。	地すべり付近にアムロ小崩壊・地すべりが発生した。	とぎの山が周辺三角測量の地形をなす箇所で大規模崩壊(約10万m ³)が発生している。崩壊発生区域では概ね不安定土砂に該当する箇所が多い。理髪片岩区域では、崩壊の報告はほとんどない。

※1 確度Ⅰでの評価

4. まとめ

(1) 深層崩壊に起因する土砂災害被害想定

蓋然性の高い深層崩壊現象の抽出結果に基づき、深層崩壊に起因する土砂災害の被害想定を実施した。被害想定箇所は保全対象、地蔵寺川及び平石川の流下能力、微地形分布等から6地点を選定し、深層崩壊に起因する被害範囲を数値計算により把握した。代表箇所の被害想定図は図4に示すとおりである。地蔵寺川や平石川沿いでは深層崩壊に起因する多様な土砂移動形態が想定され、特に天然ダム形成後の越流決壊による土石流によって下流域への氾濫被害が想定される。一方で、想定箇所bのように流域の上流域で天然ダムを形成した場合や、崩壊規模が大きい場合には、長期間継続型に分類される事例も認められた。なお、本検討は深層崩壊に起因する土砂災害の被害範囲を網羅的に示したものではない。今後、LPを用いて斜面の微地形判読及び現地踏査等を実施し崩壊の発生が懸念される斜面を抽出することや、数値シミュレーション実施ケースを増やすことが必要と言える。

(2) 周辺流域を含めた考察(図5)

表1では、地蔵寺川流域における蓋然性の高い深層崩壊現象の抽出結果を示した。ここでは、周辺流域の地質的特性を含めて蓋然性の高い深層崩壊現象を考察することで、対象流域において今後、深層崩壊の発生する可能性のある地域を評価した。

① 有間大崩壊とその周辺流域

⇒地蔵寺川流域における深層崩壊跡地は主に流れ盤斜面で発生しているが、有間大崩壊(1854年の安政南海地震)及びその近傍の深層崩壊は、受け盤斜面で発生している。また、源頭部には断層破碎帯が認められることから、地震による外力を受けた斜面かつ、破碎帯からなる脆弱な岩盤が分布する箇所での深層崩壊発生の可能性が示唆される。

② 地蔵寺川及び平石川の右岸斜面

⇒地蔵寺川及び平石川では、右岸側の流れ盤斜面に深層崩壊跡地が分布する特徴にある一方で、吉野川合流後の右岸側斜面には深層崩壊跡地がほと

んど認められない。当該箇所の深層崩壊跡地は、三波川帯と御荷鉾緑色岩類の境界上に清水構造線(断層帯)が近接していることから、構造線沿いの変形度が高く、かつ、脆弱な地質が分布する斜面末端が、地蔵寺川及び平石川の側刻作用で侵食されたことに起因すると考えられる。一方で、吉野川合流後は清水構造線が河川からやや離れた位置に分布している。このため、清水構造線が近接し、側刻を受ける地蔵寺川及び平石川の右岸斜面での深層崩壊発生の可能性が示唆される。

③ 地蔵寺川及び支川(相川川)の源頭部

⇒地蔵寺川及び右支川の相川川では、特に源頭部に深層崩壊跡地が多く分布する特徴にある。当該箇所の深層崩壊跡地は、深層崩壊との関係を示唆される山頂緩斜面が近傍に広く分布することに加え、降雨規模との関連性が示唆される。例えば、既往観測結果に基づく評価では24時間雨量800mmの境界は、これらの跡地を包含する。このため、山頂緩斜面が分布し、かつ、降雨規模の大きい地蔵寺川及び相川川の源頭部での深層崩壊発生の可能性が示唆される。

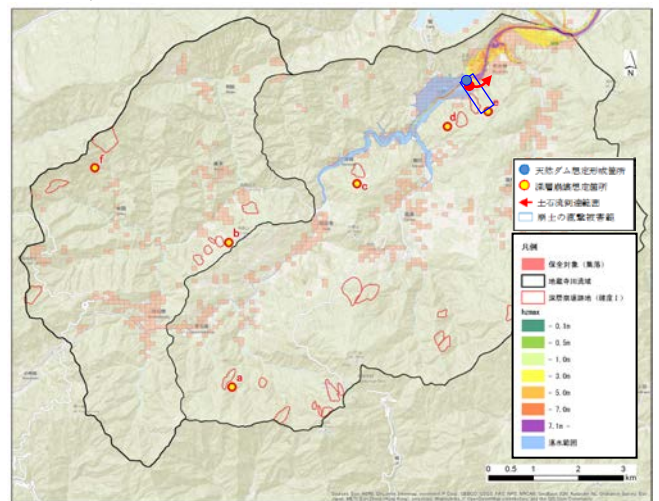


図4 深層崩壊に起因する被害想定図の例

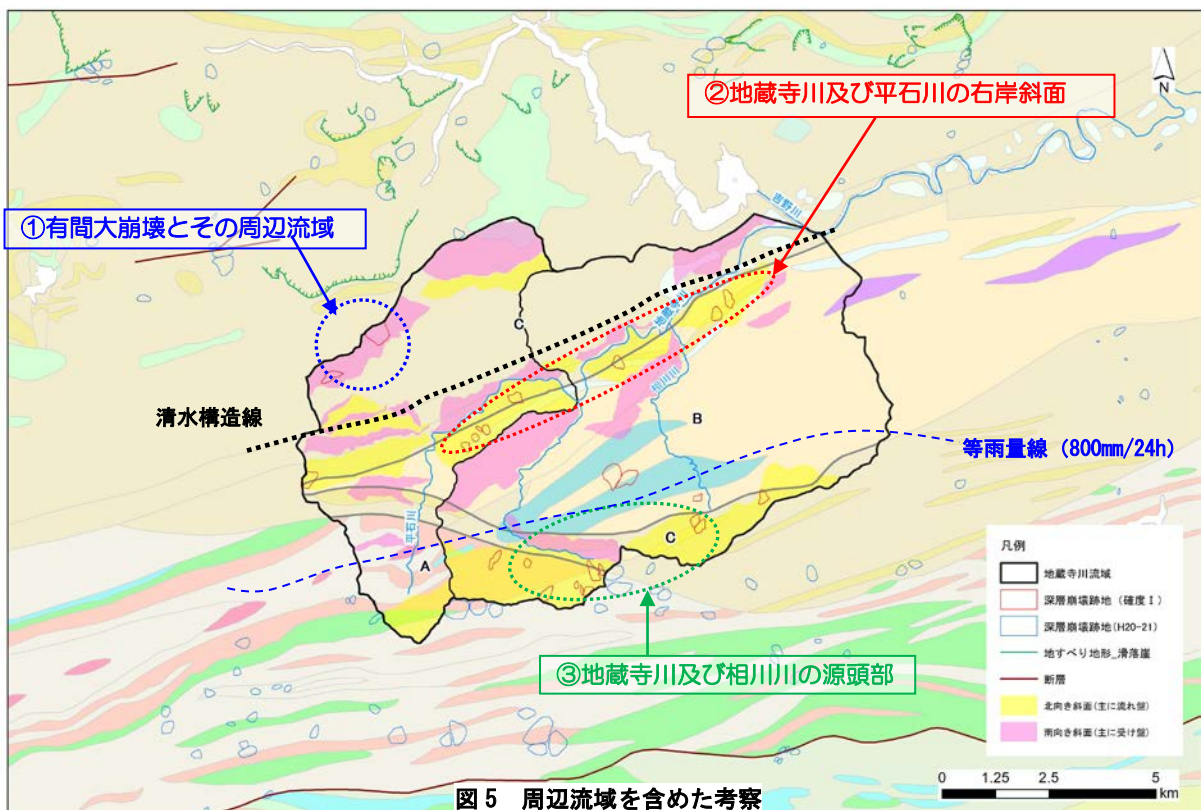


図5 周辺流域を含めた考察