

第2回松山市緑町土砂災害対策技術検討委員会 発言概要

●現状報告

応急対策等の実施状況（資料1）

鈴木委員：令和6年台風第10号による降雨量はどの程度だったか。また、雨量としては、警報級の雨量だったのか、それとも注意報級の雨量であったのか。

松山市：降り始めからの累積雨量は、150mmであり、時間最大雨量は22.5mmであった。雨量としては、警報級であった。

菊地委員：警報級の雨という話であったが、7月12日の土砂災害を受け、避難指示の発令基準を引き下げて運用しているという情報もあったかと思うが、本来であれば、どのレベルだったのか教えて頂きたい。また、流水の濁りについては発生していないのか。

松山市：緑町での土砂災害を受け、避難指示を一部の地域で「土砂災害危険度の注意報レベル」に引き下げて運用しており、今回の台風10号の際は避難指示を発出しており、警報レベルの雨が降っている。濁りについては、緑町の斜面で発生している。

鈴木委員：愛媛県が実施した大型土のうについて、小規模な崩落や落石に対する対策であり、土石流などの外力に対しては耐えられないとの説明があったように、松山市において検討されている待ち受け対策に関しても、期待される機能と想定される外力に対する性能について確認いただき、関係機関に対応方針を共有していただくべき。

●発生メカニズムの検討状況について

（1）災害発生時の状況（資料3）

鈴木委員：資料3のP8表1-6で整理されている松山市の和泉層群の過去の被災実績によると侵食可能断面積が、平均7.8m²とあるが、その母集団の個々の分布に照らし今回の被災箇所については、どの程度特異性があったのか、確認できないか。

愛媛県：確認して、改めて報告する。

高橋委員：松山市の土石流のハザードマップの第三版で隙間ができた。初版、改訂版はなかった隙間がなぜ出来たか。

愛媛県：図1-5に示している内容は土砂災害警戒区域に対してのハザードマップとなっている。初版、改訂版は、土砂災害危険箇所について設定していると考えられる。

●発生メカニズムの検討状況について

(2) 土砂流出斜面及び周辺斜面の現地確認結果 (資料4)

森脇委員長：A 箇所、B 箇所という表現があるがそれぞれどこを指しているのか。

松山市：今回の被災箇所を A 箇所、A 箇所の南側にあたる緊急車両用道路の入り口からさらに南側のブルーシートを設置している所を B 箇所としている。

鈴木委員：B 箇所について、P19 頭部箇所にクラックが出来たのは今年の7月であったが、下方の段差地形は、頭部のクラックより古いものか。

松山市：下方の段差地形については、クラックが出来たときより古いものと考えている。

鈴木委員：下方の段差地形は、昨年よりも古い時期であり、頭部のクラックとの関連性は無いという考察で理解した。

木下委員：(B 箇所は) 資料4の P5 から、古い崩壊跡が確認出来、さらに P2 右写真では、『植生が少ない事』が確認出来る。このことから過去に崩壊が繰り返されたこの現象は、今回崩壊した A 箇所の崩壊前を推察できるものではないかと考えられ、7月12日の降雨で、なぜ、崩壊が起きたのか、を説明する上で、B 箇所で生じていた現象は、重要な点である。

森脇委員長：木下委員の意見は、B 箇所に見られる変状は、おそらく A 箇所における斜面が崩落する前の状態を示すものの可能性があるのではないかと、ということですね。

洲之内委員：P8 の 2016 年の LP データと緊急車両用道路の横断図に有意な差 (変位) が確認できるがどう判断しているか。(緊急車両用道路を設置した後、変位していたのか) また、P10 の横断図で、被災後の LP データが赤線で記載されているが、今回の土砂災害の起点はどこになるのか。(擁壁撤去後の足元か、あるいは、路面なのか)

松山市：2016 年の LP データと緊急車両用道路の横断図の差は、(測量精度による) 誤差の範囲と考えている。今回の土砂災害の源頭部はどこかということに関しては断言が難しいが、現状調査の状況からすると擁壁前面の斜面ではないかと考えている。

高橋委員：樹木が大きくなりすぎた結果、地盤で根っこでは支えきれなくなり、足元をすくわれるように倒木が発生したとの見解を持っている。P2 植生の変遷を整理して欲しい。倒木等については、根の状況から斜面のせん断破壊によるものかなどを確認すること。

P5 に記載されている小規模な馬蹄段差地形についても、大きくなりすぎて倒れた木のところで確認されている可能性のため分布を調査

して欲しい。

緊急車両用道路に設置している観測結果について、台風 10 号の際の変位はどうか。

松山市：5箇所を観測を実施しているが、台風 10 号による有意な変位は、観測されていない。

八木委員：P16 について湧水の状況についてコメントをいただいているが、降雨時に湧水が確認できるという認識でよいか。

松山市：確認時は降雨状態ではありませんでしたが、湧水は降雨の状況から判断して降雨時にも確認できるという認識。

鈴木委員：緊急用輸送路について傾斜計を設置しており、現状有意な変位が確認されていなかったとのことだが、どの程度から優位な変位としているのか。P23 の右岸側の 0 次谷箇所での瓦礫等の分布状況については地表面を調査したものという認識でよいか。

松山市：傾斜計が 0.4mm/時間以上の変位があれば、有意な変位と考えている。瓦礫の分布については、地表面での調査結果である。

鈴木委員：今後の検討にも関わってくると思われるので、捨土・瓦礫の分布について地表面の調査で推定できるのか整理する必要がある。

●発生メカニズムの検討状況について

(3) 急傾斜地崩壊防止施設の被災状況（資料 5）

渡邊委員：緑町の急傾斜地崩壊防止施設については、ストーンガードが、全部設置してあったのか。

愛媛県：落石が擁壁を超える想定箇所は、ストーンガードを設置している。

鈴木委員：急傾斜地崩壊防止施設の被災状況（被災範囲、移動方向等）から、流れの方向や流体力などが推定できるのではないかと。

また、「流木堆積範囲」として示される範囲は谷筋より高い位置にある直進コースであることから、地形なりに流れたものと比較し速度が速い現象だったと考えている。右岸寄りのコースをとった流れと左岸側のコースをとった流れで「流木堆積範囲」における泥の付着状況など現地観察した所見について教えてほしい。こういった性状のものが、どう流れてきたかを推察する参考になるかもしれない。

愛媛県：資料 3 の 3-3、3-4 の写真から右岸側コースは、流木に土砂があまり付着していないが、左岸コースは、流木が土砂に埋もれていることが確認できる。経緯として、どのように流木が流れたかについては、再度確認する。

菊地委員：複数回の崩壊プロセスがあり、1 回目の崩壊は、流下したのは主に流

木が多かったのと、直線的に流れてきて擁壁を倒壊させた。その後、土砂と水の混合過程があり、4時50分ごろの崩壊の際に流下したのは主に泥流でその際は、カーブを描いて（左岸側コース）流下した。また、2回のメカニズム（右岸側寄りと左岸側寄り）から推察すると、流下したものの物性やエネルギーが異なるものであったとの理解でよいか。

愛媛県：そのように考えられる。

鈴木委員：資料5の5-8の流木が、マンション5階～8階に到達している現象について、現地の樹木の状況から、届くものであったのか。倒木の長さ、樹種などから被災前にどこに分布していたかを整理できると流出プロセス検討の参考情報になるのでは。

愛媛県：マンション箇所の木については、確認する。どこに生えていたものか確認するとともに樹木の樹高については、LP等から推測する。

●発生メカニズムの検討状況について

（4）緊急車両用道路周辺の変状発生状況（資料6）

高橋委員：緊急車両用道路に発生しているクラックに補修材を注入した事実はあるのか。

松山市：資料5の平成30年7月豪雨の際に、道路舗装面のシール材充填補修を行っている。

高橋委員：それ以降の修繕はあるのか。

松山市：今年の7月に大きな変状が発生するまでは、平成30年以降は大きな変状が見られていなかったため、修繕については実施していない。

木下委員：P2斜面に流れる表流水について、緊急車両用道路の整備後の方が、流量が増えているのか。

松山市：緊急車両用道路施工前は、斜面側に横断勾配がついていたことから、今回崩壊した斜面へ表流水が流れていたが、道路整備後は、排水路に流すことで（今回崩壊した）斜面へ直接表流水が流れることはないため、今回崩壊した斜面への影響は少なくなっているとの説明です。

木下委員：今回の雨が6月の降水量としては、過去二番目に多い降雨である。今回の斜面崩壊のメカニズムを解明するには、緊急車両用道路の設置が影響するのか、整理が必要である。

森脇委員長：今回の土砂災害のメカニズムを整理していくうえで、緊急車両用道路がどのように影響したかを技術的な検証を行い当委員会ですっきりと議論していく必要があると考えているが、委員の皆さんのお考え方はどうか。

委員一同：異議なし。

森脇委員長：今後、どのような検討をすべきかも含めて、当委員会でしっかりと議論していくこととします。

鈴木委員：過去の変状の履歴と雨が連動しているが、斜面変状の情報は道路周辺に限られているため、被災前の2時期のLPのデータを活用し、平成30年豪雨の前後（2016年、2019年）で、斜面全体で変状箇所の整理をして欲しい。ただし、精度にもよるので必ずしも変状箇所が浮かび上がるかどうかは分からない。

洲之内委員：P9の平面図や横断図から、道路設置後、斜面には変状が見られる。資料4-14でガリー侵食の様子を確認でき、斜面に降った雨でガリー侵食が生じる雨量であったと理解する。

高橋委員：資料6のP9写真1と2の擁壁に設置している水抜きから水が出て来た痕跡が確認できない。事実の確認をして欲しい。クラックから水が侵入したのであれば、水抜きから水が出てくると考えている。

戸田委員：資料6のP9緊急車両用道路について現状も動いており、同じような変状がでていたとのことだが、緊急車両用道路は従前のように復旧する予定ということでしょうか。

松山市：斜面の安全性を考慮したうえで、城山の管理に必要なため緊急車両用道路は、最終的に復旧する予定である。

●発生メカニズムの検討状況について

（5）城郭周辺の堆積物の分布状況の推定（資料7）

木下委員：緊急車両用道路のところには、廃材が含まれているとの理解でよいか。

松山市：廃材やがれきが含まれている。

洲之内委員：資料4のP9の横断図で被災前（青線）とNd値50以上に囲まれた範囲が、がれき等であるという理解でよいか。

松山市：あくまでN値の50以上、未満を分けているだけであり、がれき等の分布ではなく詳細な部分は、確認できていない。

森脇委員長：P4の図2-1を確認すると層厚がすべてプラスの値となっている。本丸部分は、すべて盛土ということか。また、赤丸で囲まれている箇所の意味は？

松山市：城山の天守外周は、盛土が確認されている。赤丸は、南北の地形と比較すると層厚が厚いため、南北の山の間を埋めて平らにした箇所であることを示している。

●発生メカニズムの検討状況について

(6) 土砂流出斜面の考察(被災メカニズム検討方法に関する提案)(資料8)

鈴木委員：P3 原因について、断定的に記載している箇所に対しては、可能性の域を現時点で超えないため修正した方が良い。

松山市：可能性の一つと考えられます。

洲之内委員：P1 のB箇所の流入が多かったというように見て取れるが、7月12日以前からこの流れだったのか。7月12日にこのような表流水の流れに変わったのか。

松山市：過去からこの流れであった。

洲之内委員：つまり、過去には、土砂災害が発生していなかったけれども、7月12日の降雨によって土砂災害が起きた理由の整理が必要で、斜面の変状との関連性についても整理して欲しい。

●発生メカニズムの検討状況について

(7) 総括質疑

洲之内委員：今回の土砂災害の発端として、大木が倒れたことも想定されることから樹木のあった位置や高さ等を整理してほしい。

松山市：今のところ整理出来てない。LP データを活用し整理していきたい。

木下委員：7月12日になぜ発生したのかのメカニズムを解明していく中で、降雨状況のデータも重要ではあるが、7月12日以前にどのような変状があったのかを整理することも重要であると考えているため、その点が説明できるような資料の整理をお願いしたい。

高橋委員：素因について、瓦礫や捨土が含まれており脆弱な土壌であったり、地形についても急峻であったり、樹木の成長も考えられる。土壌に対し、樹木が多くなりすぎて支えきれなくなったのではないかと。樹木が抜けると空間が生じ、そこに穴に水が入り込んで、滑ったのではないかと。そこが馬蹄形になったのではないかと。

せん断破壊を生じるには、一定程度の水量が必要。

樹木を間伐した計画や考えについても確認しておいてほしい。

切り株は残っていて、高い樹木が流失している現象を踏まえる必要。

菊地委員：7月12日になぜ発生したのかという論点に加え、複数の崩壊過程を説明するにあたり、水と泥の混合過程がどこなのかがひとつのポイント。また、(流出したものの)物性が異なる理由の整理もポイント。痕跡や時系列をより詳細に整理することで実現象の把握をしていければと思っている。

鈴木委員：斜面上部が主たる発生源であろうと仮定して考えるなら、崩壊した土砂が1度に市街地まで流出したのか、あるいは流域内で一度堆積した土砂が渓流水を取り込んで改めて流出したのか整理する必要がある。土石流の発生区間、流下区間、堆積区間などの縦断勾配の目安も参考にしつつ発災後の溪床堆積物について、今回崩れたものが堆積したものか、元から河床にあったものかについても推定しながら議論していく必要がある。

森脇委員長：資料8のP4を説明して欲しい。

松山市：表層厚と傾斜角をプロットすることで各地点の相対的な安定性を評価している資料である。

森脇委員長：提示された素因・誘因については、妥当と考えられるため、それらを議論するうえで必要となる地下水に関する検討も進めて欲しい。

●本復旧対策の方向性について

鈴木委員：松山市は発生源での斜面对策を行うという説明であったが、0次谷はA箇所B箇所だけでなく、どこから土砂が出てくるかわからないため、一般的には待ち受け対策の方が合理的と考える。今後の検討会で内容もみながら幅広く検討いただきたい。

洲之内委員：史跡であることから、文化庁との調整も並行して進めていくとの理解でよろしいか。

松山市：お見込みのとおりです。

●今後の進め方について

森脇委員長：本日の意見を踏まえ、次回の検討委員会で発生メカニズムの中間報告をして欲しい。

事務局：今回は、中間報告に合わせて、本復旧対策方針及び再発防止策の考え方を示したい。