

第 3 回

松山市緑町土砂災害対策技術検討委員会

1 回目の土砂流出の素因・誘因について

- ・第 2 回検討委員会で提示した想定される素因・誘因について、検討状況を示す。

【災害発生の素因】

災害発生の素因	斜面不安定化の要因	原因	検討状況
せん断抵抗の低下	地盤材料の強度低下（風化・変形）	・経年変化による強度低下の可能性。 ・過去の降雨や表流水により、斜面の侵食が進行しており、表層が不安定化していた可能性。	・長期間の斜面変形の影響に伴い、斜面・盛土材料の強度低下した可能性がある（資料 4 P15）。 ・地形判読や地表踏査、過去の道路変状から道路施工区間（A 箇所）・未施工区間（B 箇所）の斜面は、双方とも斜面変形が発生していた可能性が高く、変形に伴い不安定化していた可能性がある（資料 2 P11、13、資料 4 P2）。
	斜面の侵食	・伐採により樹木の根茎が枯れたことで斜面の抵抗力が低下	・土砂流出面は樹木の根系よりも下位で発生しているため、工事伐採に伴う根系の土砂流出防止機能の低下の影響は小さいと考える（資料 4 P14）。
	荷重増加	・2015（平成 27）年の道路擁壁施工による荷重増加。	・被災前の緊急車両用道路で発生していた道路クラックの原因である“斜面変形”には、緊急車両用道路の擁壁・盛土荷重が影響を及ぼした可能性がある（資料 4 P6）。
せん断抵抗の増加	修正	・ただし、7 月 12 日の土砂流出は、擁壁や盛土は撤去済であり、道路が直接の起点となった可能性は低い。荷重増加により斜面変形や地山の脆弱化を進行させた可能性がある。（資料 4 P10、11）。	・ただし、7 月 12 日の土砂流出は、擁壁や盛土は撤去済であり、荷重増加の影響はなかった（資料 4 P10、11）。
		・樹木の成長に伴う荷重増加	・A 箇所の土砂流出した斜面には、被災前に城山に少ない 30m を超える巨木があったことが確認された（資料 2 P10）。 ・土砂流出箇所は、硬く透水性の低い礫岩上に、軟質な捨土が 1～3m 程度で覆っており、巨木の根元は降雨時に地表水が集まり、不安定化しやすいかと推定する。
斜面内における築城以降の捨土の分布	軟質な捨土の分布	・被災前は最大厚 3～4m 程度覆っていた（レーザー測量差分＋現地簡易貫入試験結果）。 ・それらは瓦片などを含み、不均質で強度が低い。	・同左（第 2 回委員会資料）

林内の浸透能・排水機能の低下（植生）	植生の浸透能・排水機能の低下に起因する表面侵食や斜面崩壊の危害	・史跡松山城跡樹木管理計画*では、城山の土砂流出及び山地崩壊防止機能などの低下に対する対応の必要性が指摘されている。もともと城山の時間あたりの浸透能（森林土壌が地表にある水分を吸収・浸透させる量）は、平均 80mm 前後、未整備地では 40mm 前後（森林の整備率は「不可」の評価）であり、表面流が発生しやすい。また林内の浸透能や排水機能が低下し、小崩壊跡や表面侵食の痕跡が各所に認められていると指摘あり。	・道路周辺の樹木伐採は、道路付近の 13 本のみである（第 2 回委員会資料）。 ・ただし樹木伐採に伴う浸透能の影響は不明。
--------------------	---------------------------------	---	---

*松山市ほか（2023）：史跡松山城跡樹木管理計画、松山市ホームページ

【災害発生の誘因】

災害発生の誘因	斜面不安定化の要因	原因	検討状況
せん断抵抗の増加	荷重増加	・降雨による浸透水・地表水・地下水の流入による飽和に伴う土砂荷重増加の可能性。	・斜面変形に伴い発生した道路クラックは、警報級の降雨後に拡大することが確認されており、降雨による荷重増加は誘因の一つと考える（第 2 回委員会及び資料 4 P15）。
せん断抵抗の低下	降雨による浸透水・地表水・地下水の流入、通水・排水阻害による間隙水圧上昇	・降雨：7 月 11 日～12 日の降雨は、被災時には 20 mm 弱/時間程度であったが、7 月 12 日午前 3 時には土壌雨量指数 113 に達していた。 ・また 6 月の 1 か月降水量は歴代 2 位（20 年間）であった。 ・地表水（地下水）の流入：本丸広場、緊急車両用道路や周辺斜面・谷地形からの流入水による可能性。	・浸透流解析は、第 4 回委員会で検討結果を提示する。

【被害拡大の原因】

- ・被災した流出土砂流量は、約 6,000 m³であった。しかし、当該斜面における土石流の基礎調査の運用マニュアルに準じた「侵食可能土砂量」は 2,000 m³程度と試算されており、被災時は、想定約 3 倍の土砂が流出した。このことが、被害拡大の原因の一つであったと想定される。
- ・実際の流出土砂量と「想定した侵食可能土砂量」の差が生じた原因は、土砂流出範囲に築城以降の捨土が厚さ 3m 程度覆っていたことがあげられる。