

熊本地震前後における降雨による土砂災害の発生状況の変化

福岡大学 学生員 ○松本 晃陽
 福岡大学 正会員 村上 哲
 福岡大学 正会員 樋原 弘貴

1. はじめに

豪雨による土砂災害の発生件数は、1978年～2007年までの30年間で10年ごとに区切り発生件数の平均をとると、1978年～1987年は783回、1988年～1997年は837回、1998年～2007年は1144回と年々増加傾向にある¹⁾。とりわけ、九州においては、平成24年7月九州北部豪雨災害、平成21年7月中国・九州北部豪雨災害など豪雨による土砂災害が多く、防災減災のための土砂災害の状況を把握することは重要である。

一方、平成28年熊本地震においても、地震による土砂崩壊が多数発生するとともに、地震により不安定化した斜面が、降雨により崩壊する危険性が高まった可能性も指摘されている。すなわち、地震と豪雨による複合災害の危険性が増している可能性がある。

そこで、豪雨災害の前後に起きている地震と土砂崩壊の関連性を明らかにすることができれば、今後の地域防災に役立つとともに、早期復興にも役立つことができるのではないかと考えられる。

そこで本研究では雨量指標の1つである土壌雨量指数の観点から豪雨による土砂災害の発生状況を地震前後の事例をもとに調査し、地震による斜面の不安定化に関する影響を明らかにすることを目的とした。

2. 土砂災害と土壌雨量指数

2.1 土砂災害のメカニズム

豪雨時の斜面崩壊は①間隙水圧発生②せん断強度の低下③自重の増加が斜面安定に大きく影響している。雨の降り方にも様々な特徴があり短時間で非常に激しい雨が降り土砂災害が発生するパターンと長時間雨が降り続き土砂災害が発生するパターン同じ土砂災害ではあるがメカニズムは若干変わってくる。まず短時間で激しい雨が降り発生した場合は地盤内の間隙空気圧が増加することで土砂災害が起きる。また、長時間降り続き発生した場合は、浸潤前線が不透水層に到達し土砂災害が起きると考えられる。

例えば、簡単に考えると地盤には「滑ろうとする力」と「抵抗しようとする力」が働いており普段は抵抗する力が強いので土砂災害が発生しない。雨が降ることによって①間隙水圧が発生し抵抗する力が弱まり土砂災害が発生する。②せん断強度の低下は間隙水圧の上昇により有効応力が低下し抵抗力が低下する。③自重の増加は地盤内に水分が蓄積され自重が増加し滑ろうとする力が上昇する。抵抗する力、滑動しようとする力双方とも土中の水分量に大きく依存している。それを間接的に表現するための雨量指標があり、現状ではその雨量指標を用いた土砂災害の発生危険度を評価し

ている。その雨量指標の一つとして土壌雨量指数があげられる。これを用いて土砂災害の予測が行われている。

2.2 土壌雨量指数

土壌雨量指数とは、地盤に含まれる水分量を数値化したものである。この土壌雨量指数と雨量強度をグラフ化し、そのグラフを用いた土砂災害の危険度評価が行われている。この土壌雨量指数にはCRITICAL LINEが定められており土壌雨量指数がこのラインを超えると土砂災害が発生するという仕組みになっている。土壌雨量指数にはいくつかの方式があり「連携案方式」と「AND/OR方式」があり多くの場合が「連携案方式」を用いている。その理由として連携案方式のほうがより細かい判定を出来、土砂災害非発生時のCL超過頻度が低いことからより信頼性の高い運用が高いと考えられているからである。「AND/OR方式」は、基準を府県と気象台が各々設定し、双方の基準に到達すると予想された場合。（AND方式）震度5強以上の地震が発生した後の暫定基準等により、府県と気象台のいずれか一方で基準に到達した場合。（OR方式）¹⁾

3. 検討対象降雨の抽出

熊本地震後に生じた降雨による土砂災害について、次の2件を検討対象地点とした。まず、2016/6/19～25の降雨で熊本市を中心として発生した土砂災害である。この時の災害は、熊本市北区津浦町・宇土市・上天草市で土砂崩れが発生するとともに、大津町で2か所がけ崩れが発生している²⁾。次に、南阿蘇において2016/4/20～21の降雨で生じたと思われる南阿蘇村赤瀬で土石流災害である³⁾。なお、確認されたのは5月21日だが地震後の降雨で発見されるまでに最大雨量を記録した4月21日の降雨による影響が高いと考え、この期間の降雨を検討対象とした。

表-1 検討に用いた降雨データの一覧⁴⁾

観測所	降雨期間	最大時間雨量	日最大雨量	累積雨量
熊本	2007/7/6～7/7	44.0mm	184.0mm	331.5mm
熊本	2003/7/12～7/13	80.0mm	288.0mm	331.5mm
熊本	1991/6/30～7/5	55.5mm	211.5mm	343.0mm
南阿蘇	2015/6/30～7/1	39.5mm	185.0mm	230.0mm

調査方法として地震後に起きた降雨による土砂災害2件に対し、それぞれ近傍の観測地点で計測された降水量を用いた。一方、地震前の降雨については、まず、地震前に降水量情報から、地震後に土砂災害起きた時の降雨より日降水量が多く災害が起きていない時の降雨を抽出し、調査検討に用いた。得られた雨量データを用いて土壌雨量指数を求め、グラフ化して検討を行う。熊本および南阿蘇の観測地点において計測された降雨データから抽出したデータを表-1に示す。

観測点熊本では、3つを抽出したが、これははじめ日降水量で比較していたが地震後に起きた土砂災害時の日降水量を超え土砂災害が発生していないものがあり、更に地震後の土壌雨量指数を超えていなかった為10分降水量が大きいものを候補として選定した。

一方、観測点南阿蘇では、地震後に起きた災害時の降雨が比較的小さかった為比較対照は地震前で出来る限り最新であり日降水量が大きいものを比較対象とした。選定した降雨の観測所と土砂災害発生場所を図-1に表す。



図-1 雨量観測所の位置と土砂災害発生地点

4. 平成28年熊本地震前後の土砂災害発生状況の変化

熊本地震後の土砂災害時の土壌雨量指数の計算を行い土壌雨量指数と雨量強度の関係を調べた。

まず、熊本市における結果を図-2に示す。2016/6/19～25の降雨により生じた土砂災害時の曲線は、過去の雨量グラフと比べると大きいことが分かる。これは、地震後に起きた土砂災害時の降雨は記録的な大雨と言われており、地震の影響がなくても土砂災害は起きていた可能性も否定できない。すなわち、地震による影響の有無は確認することができない。しかしながら、過去の雨量グラフで、2003年、1991年のデータと比較すると、地震後の雨量グラフに近い雨量強度と土壌雨量指数の関係にあることから、地震により土砂災害が発生した可能性も否定できない。また、図中には、熊本市における土砂災害注意報、および、警報の雨量指標基準値のラインも示している（熊本市では、注意報：121mm 警報：160mmである）。注意報および警報ラインはいずれの降雨も超えていることが分かる。このことから、地震により土砂災害の危険性が増したと考えるのが妥当であると思われる。

一方、南阿蘇における結果を示したものが図-3である。図-2同様、同図には、当該地域における土砂災害注意報、および、警報の雨量指標基準値のラインも示している（阿蘇地方で注意報：109mm 警報：174mmであ

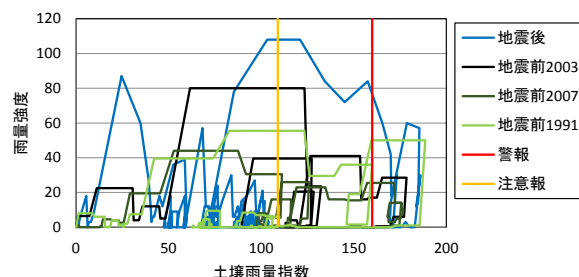


図-2 熊本市土壌雨量指数

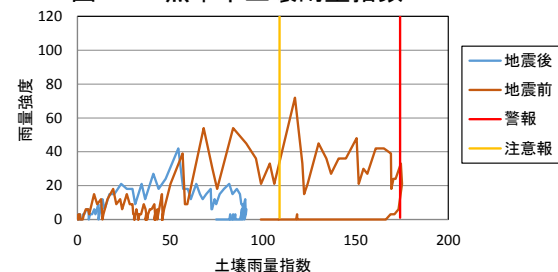


図-3 南阿蘇土壌雨量指数

る）。2016/4/20～21の降雨で生じたと思われる南阿蘇村の土砂災害では、2015/6/30～7/1に同観測点で観測された雨量グラフと比較すると、非常に小さいことが分かる。この地域では明らかに地震により土砂災害の危険性が増したと判断することができる。

以上、2つの地点での地震前後の降雨状況と土砂災害の発生状況を雨量データにより検討した結果、地震による影響があることが認められる。地震によって斜面地盤が脆弱化し、これまで過去の降雨状況では安定だった斜面が崩壊する危険性があるため、地震後の斜面防災については、地震による影響を考慮することが必要であると言える。

5. まとめ

2つの事例から熊本地震前後の降雨による土砂災害の発生状況の変化を比較した。得られた知見は以下のとおりである。

- (1) 熊本市では、地震後に起きた土砂災害時の降雨が記録的豪雨でもあり、地震による影響があったとは断定できないものの、地震後の雨量グラフに近い雨量強度と土壌雨量指数の関係が地震前にも観測されていることを考えると、地震の影響により土砂災害が発生した可能性も否定できない。
- (2) 南阿蘇では、地震後に生じた土砂災害は、過去の雨量グラフよりはるかに小さい状況で生じている。このことから地震により土砂災害は発生しやすくなったと言える。

【参考文献】

- 1) 地盤工学会：豪雨時における斜面崩壊のメカニズムおよび危険度予測：地盤工学・実務シリーズ No. 23, pp.113～119,2006
- 2) 熊本日日新聞 2016/6/21 夕刊
- 3) 山田・若槻ほか：防災科学技術研究所 地震後の降雨による土石流について 入手先<
http://www.bosai.go.jp/saigai/2016/pdf/20160531_01.pdf>
- 4) 気象庁データベース 入手先<
<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/>>
- 5) 九州災害履歴データベース 入手先<
<http://saigairireki.qscpu2.com/>>