

九州北部豪雨被災地を対象とした植生の斜面崩壊抑制機能に関する基礎研究

熊本大学 学生会員 ○浅田寛喜, 正会員 皆川朋子

1. はじめに

平成29年7月5日から6日にかけて、福岡・大分の両県において1時間最大降水量100mm、12時間累積最大降水量600mmを超える豪雨が観測され、この記録的な豪雨によって、洪水や土砂災害、流木被害が至るところで発生し、その結果死者40人、浸水家屋2500戸、倒壊家屋300戸を超える甚大な被害をもたらした。そのため、早急に被災地の復旧・復興計画を立案していくことが必要である。

このような水害の多発化・甚大化や人口減少が進行する中、近年では環境問題や社会問題に対する解決策の一つとして、グリーンインフラストラクチャー（以下、GI）という社会基盤整備の考え方が注目されている。GIとは自然が持つ多様な機能を賢く利用することで持続可能な社会と経済の発展に寄与するインフラや土地利用のことである¹⁾。自然が持つ多様な機能とは、生物多様性を基盤とする生態系がもたらす恵み、生態系サービスのことを指し、生態系サービスは供給サービス、調整サービス、基盤サービス、文化的サービスの4つに分類される。GIの多様な機能の中でも、特に調整サービスを用いた防災・減災はEco-DRR (Ecological-Disaster Risk Reduction) と定義され、環境省では生態系を基盤とした災害リスクの低減の必要性が示されている²⁾。そのため、今後の朝倉市の復旧・復興計画において、本災害の被災特性を分析・把握し、現況の評価を行っていくのと同時に、生態系サービスを活用した防災・減災対策を講じていくことは非常に重要であると考えられる。

そこで本研究では、Eco-DRRを導入した平成29年7月九州北部豪雨（以下、本災害）被災地の復旧・復興計画の立案に向けた基礎的知見を得るため、植生が有する斜面崩壊抑制機能（調整サービス）に着目し、その定量的評価を行うことを目的とする。

2. 対象地域

本災害によって多数の斜面崩壊が発生した。図1に国土地理院による「平成29年7月九州北部豪雨に伴う被害状況判読図」を参照して作成した斜面崩壊の発生状況の図を示す。その中でも12時間最大累積雨量が400mmを超えていた地域で特に斜面崩壊が多発していた。そのため本研究では12時間累積最大雨量が400mm以上であった領域を対象地域とした。本地域には、筑後川支流の桂川、妙見川、黒川、奈良ヶ谷川、北川、寒水川、白木谷川、乙石川、赤谷川の9河川が流下し、その上流域で斜面崩壊が多発していた。

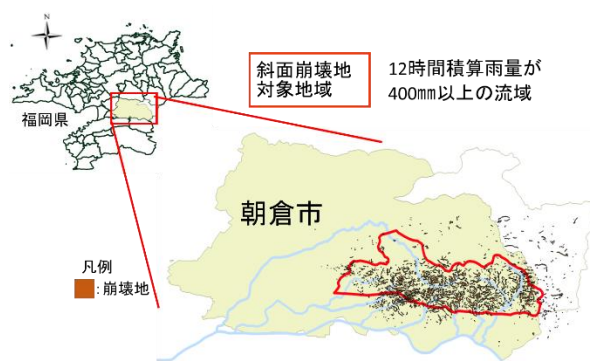


図1 斜面崩壊の発生状況

3. 研究方法

国土地理院による「平成29年7月九州北部豪雨に伴う被害状況判読図」の斜面崩壊領域には実際に斜面が崩壊した領域と崩壊して土砂が流出・堆積した領域が含まれている。そのため、土砂が流出・堆積したと考えられる領域を遷延線より下の緩勾配領域と判断し、本解析の対象地域より除外した。

斜面崩壊に強く関係するとされる斜面勾配、表層地質、樹種・樹齢の要因をGISに取り込み解析に用いた。斜面勾配データはQGIS (ver 2.14.3) の地形解析ツールを用いて国土地理院が発行する10mメッシュ標高データからメッシュ毎に斜面勾配のラスターデータを作成しベクタデータに変換した後、斜面崩壊地と重ね合わせを行い崩壊地における斜面勾配データを求めた。表層地質データは国土交通省国土交通課が発行する20万分の1日本シームレス地質図を参照した。対象地域の地質は輝石安山岩・角閃安山岩と凝灰角礫岩からなる火山岩が約7%、花崗閃緑岩からなる深成岩が約30%、砂質渾片岩と緑色岩等からなる変成岩が約50%、砂や粘土が堆積した未固結が約13%を占めていた。そのうち、全体の8割を占めていた深成岩と変成岩を対象に解析を行った。樹種・樹齢データは福岡県の森林簿データを用いた。対象地域において、確認樹種全体の割合のうち針葉樹であるヒノキ、スギ（人工林）がそれぞれ約45%、約43%、広葉樹である雑木林（以下、ザツ）（天然林）が約4%であり、全体の割合の90%以上を占めていたのでこれら3つの樹種を対象として解析を行った。樹齢に関しては1～10年生を幼齢林、11～40年生を若齢林、41～60年生を壮齢林、61年生以上を老齢林として樹齢区分を行った³⁾。

これらのデータを用いて崩壊率と勾配、累積雨量、樹種・樹齢の関係性、崩壊率と勾配、地質、樹種の関係性を評価した。崩壊率（%）は以下のようにして求めた。

$$\text{崩壊率}(\%) = \frac{\text{崩壊面積}(\text{m}^2)}{(\text{崩壊面積} + \text{非崩壊面積}(\text{m}^2))} \times 100$$

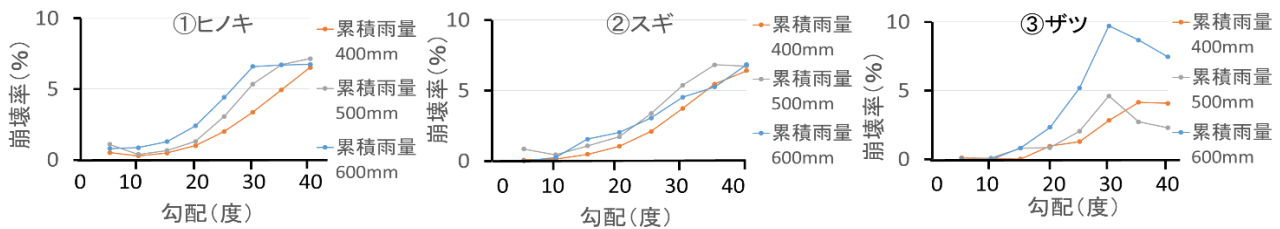


図-2 ヒノキ、スギ、ザツの累積雨量別崩壊率

4. 結果および考察

4.1 崩壊率と勾配、累積雨量の関係性の評価

図-2に樹種ごとの累積雨量別崩壊率を示す。どの樹種も勾配が増大するにつれて、また累積雨量が増加するにつれて崩壊率が上昇していくことが読み取れる。

斜面勾配が増大するにつれて斜面下向きの力は増加していくため、崩壊しやすくなったと考えられる。また降雨が誘因である表層崩壊には雨水浸透による過剰間隙水圧の上昇が原因であるとされているが⁴⁾、本災害においても累積雨量が増加し過剰間隙水圧が上昇したため、崩壊率が高くなったと考えられる。

4.2 崩壊率と勾配、樹齢の関係性の評価

図-3にヒノキとスギの樹齢別崩壊率を示す。どの樹齢区分も勾配が大きくなるにつれて崩壊率は上昇したが、ヒノキ、スギともに幼齢林が特に勾配が30～40°付近で他の樹齢区分比べて2～3倍近くの値を示した。ザツに関しては樹齢分布に偏りが見られたため、評価対象から除外した。

植生の斜面崩壊抑制には根系による斜面のせん断強度の増加（以下、せん断補強）が作用していることや樹齢が古く根系が発達することで根系によるせん断補強が増大していくこと⁵⁾が関係していることが既往研究から明らかになっている。今回幼齢林が勾配30～40度付近で崩壊率が上昇したのは、根系によるせん断補強が勾配の増大による斜面下向きの力の増加に対して有効に働かなかったためだと考えられる。一方、壮齢林や老齢林の崩壊率が小さくなったのは、根が発達していたので勾配が増加しても根系によるせん断補強が有効に働いたためだと考えられる。

4.2 樹種と勾配と地質の関係性の評価

図-4にヒノキ、スギの地質別の崩壊率を示す。ヒノキとスギともに深成岩、変成岩どちらの地質においても勾配が増大するにつれて崩壊率が上昇していることが読み取れる。しかし、勾配が25～40°の急勾配地帯において、変成岩より深成岩の方が崩壊率が高い結果を示した。ザツは植生した表層地質の分布に偏りが見られたため、評価対象から除外した。

花崗閃緑岩が風化したマサ土は保水性が小さいことや飽和時に粘着力が増加することから降雨に対して強度が非常に弱くなると言われている⁶⁾。そのため今回の豪雨

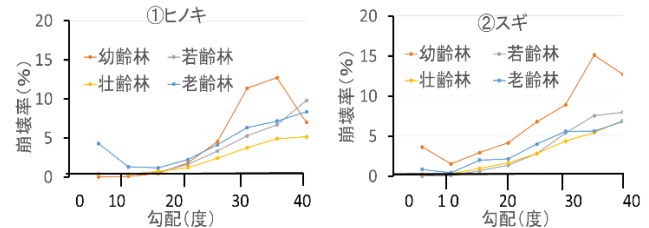


図-3 ヒノキ、スギの樹齢別崩壊率

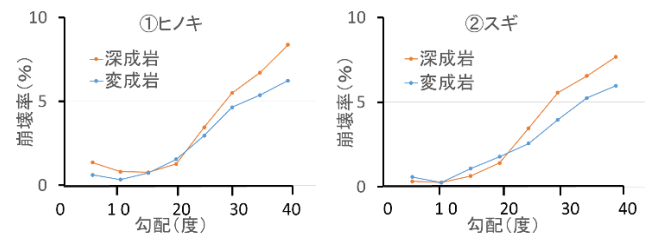


図-4 ヒノキ、スギの地質別崩壊率

によって深成岩の強度が著しく低下してしまったので、深成岩の崩壊率が高くなったと考えられる。

5. まとめと今後の課題

本研究では、Eco-DRRを導入した平成29年7月九州北部豪雨被災地の復旧・復興計画の立案に向けた基礎的知見を得るため植生が有する斜面崩壊抑制機能の定量的評価を行うことを目的とした。その結果、被災地において樹齢が小さいと勾配が増加したときに崩壊率が上昇することや地質によって崩壊率の値に違いがあることが定量的に示された。今後は多変量解析を行い、植生の斜面崩壊抑制機能を更に定量的に評価していきたいと考えている。

なお、本研究は、河川基金助成事業「応用生態工学会九州北部豪雨災害調査団」により実施されたものである。

参考文献

- 1) グリーンインフラ研究会:決定版！ グリーンインフラ, pp.20, 2017
- 2) 環境省:生態系を活用した防災・減災に関する考え方 <http://www.env.go.jp/nature/biodic/ecodrr/pamph01.pdf>
- 3) 森林資源の若返りについて <http://www.peoples-forest.jp/H26teigen.pdf>
- 4) 八木則男:雨水浸透による斜面崩壊, 土木学会論文報告集, No.330, pp107-113, 1983
- 5) 阿部和時:樹木根系が持つ斜面崩壊防止機能の評価方法に関する研究, 森林総研研報, No.373, pp105-181, 1996
- 6) 八木則男:降雨時の斜面崩壊 に対する限界降雨量, 土木学会論文集 No.418, pp65-73, 1990