

平成29年度 砂防地すべり技術研究成果報告会

(一財) 砂防・地すべり技術センター

平成29年11月14日(火)午後1時30分より、砂防会館別館シェーンバッハサポーにおいて「平成29年度砂防地すべり技術研究成果報告会」が開催されました。本報告会は、当センターの公益事業の一環である研究開発助成による研究の成果を広く一般に公表し、関連事業及び今後の各方面での研究活動に役立てていただくことを目的として、毎年実施しているものです。

本年度は、国土交通省 水管理・国土保全局 砂防部より御挨拶を賜り、続いて平成28年度研究開発助成事業により実施された研究5題と、当センター職員による事業報告2題の発表となりました。290名に及ぶ事前参加希望を頂きましたため、急遽会場を拡大しての盛会となりましたことをお礼申し上げます。

以下に本報告会における成果報告5題の概要を紹介いたします。また事業報告2題につきましては、本文P.7「現場から」P.42「技術ノート」をご覧ください。



発表

1



天然ダム崩壊プロセスの違いが 流出ハイドログラフに与える影響に関する研究

里深好文 さとふか よしふみ
立命館大学 理工学部 教授

天然ダム(河道閉塞)は、豪雨や地震時に発生する大規模な土砂移動により形成される。天然ダムが決壊した場合、上流域に形成された湛水池から多量の水が急激に流下し、下流にて土石流・洪水被害を及ぼすおそれがある。これらの背景を踏まえ、天然ダムの決壊メカニズムに関する多数の研究が実施されているが、筆者らは天然ダム決壊メカニズムのうち、進行性破壊により天然ダムが決壊する場合の崩壊過程の解明と崩壊プロセスが流出ハイドログラフに与える影響の解明を目的とした小規模実験水路による室内実験を実施した。

流出量に着目した天然ダム進行性破壊の水路実験では、流出流量のピークがダム決壊発生直後に確認されることが確認された。また、決壊する直前のダム高が高い場合にピーク流量が大きい傾向が確認され、決壊(越水)時のダム高がピーク流量に大きな影響を与えることが確認された。大規模な崩壊に伴い崩壊土が水によって押し流された場合には、流出流量のピークが極端に上昇する

ことが確認された。

天然ダムの崩壊プロセスに着目した実験では、浸透流がダム下流側の法先部に達した後、土砂運搬が開始され、その後小規模な崩壊が連続的に発生、上流側に崩壊が遡上しダム高が低下、ダム高が低下することにより越流する崩壊プロセスが確認された。このとき、ダムを構成する粒径に着目すると、粒径が小さいケースより粒径が大きいケースで崩壊の遡上速度が速く、短時間でダムが崩壊する傾向が確認された。また、上流湛水池の水位の違いに着目した実験では、湛水位が低い(浅い)ケースに比較して、湛水位が高い(深い)ケースで崩壊の遡上が速いことが確認された。また、湛水位が高い場合の方が越流直前のダム高が高くなる傾向が確認された。流出ハイドログラフに着目すると、粒径の違いが流出ハイドログラフに与える影響は小さいが、湛水位の違いは、越流直前のダム高に差異を生じ、結果として流出ハイドログラフに影響する可能性が示唆された。



土砂災害規模の定量的評価手法に基づく 大規模土砂災害の特徴と社会的影響に関する研究

小山内信智 おさない のぶとも
北海道大学大学院 農学研究院 特任教授

土砂災害の規模を定量的に評価する場合に、土砂移動と被害の両方の評価に基づく指標として、土砂移動の規模を示す指標である「土砂移動マグニチュード (SMM)」を横軸に、人的・物的被害を示す指標である「被害レベル (DL)」を縦軸に組み合わせ、5段階のカテゴリーに区分した「土砂災害スケール」が提案されている。

これらを使って、過去の記録的な大雨等の事例を基に、現行の土砂災害警戒情報が想定する状況を超えるレベルとなる、記録的な大雨等に対応する土砂災害に関する防災気象情報の発表基準について検討した。その結果、土砂災害スケールの増大とともに降雨規模の上限値も大きくなる傾向がみられたが、下限値（超過確率年30～50年程度）は社会的影響の増大に伴って大きくはならなかった。このことから、超過確率年30～50年程度以上の降雨に至ることは、土砂災害警戒情報が対象とする状況を超えた、大規模土砂災害の発生日安となることと考えられる。また、長時間継続する降雨がより大規模

な土砂移動現象を伴う土砂災害の発生誘因となる可能性が高く、一層の警戒が必要であることが明らかになった。

また、同指標を用いて、平成28年台風10号豪雨により北海道十勝地方で発生した土砂流出について、被害が生じた代表的な支川であるペケレベツ川（清水町）における土砂災害規模の評価を行った。SMMは、支川内の区間別の発生土砂量、堆積土砂量、及び、地理院地図から読み取った土砂の移動した比高差から、8.59と算出された。一方DLは、死者・行方不明者数及び負傷者数は無く、全壊家屋数は10戸、一部損壊家屋数は4戸であることから、1.45と算出された。土砂災害スケールの評価に基づく、ペケレベツ川のみでの評価によっても、平成28年台風10号豪雨により北海道十勝地方で発生した土砂災害はCategory IVに分類される規模の大きなものであったと評価された。本災害の詳細については現在も調査中であることから、今後の調査の進展を踏まえ検討を加える予定である。



鋼製透過型砂防堰堤の縦材純間隔が流木混じり土石流の 捕捉機能に及ぼす影響について

堀口俊行 ほりぐち としゆき
防衛大学校 建設環境工学科 講師

既往災害事例より、土石流中に流木が混じることで透過型砂防堰堤の捕捉性能に影響を及ぼすと考えられる。一方で、現行指針では縦材純間隔の設定に流木は考慮されていないため、流木の混在を考慮し縦材純間隔を設定することが望ましいと考えられる。

そこで本研究では、縦材純間隔及び流木容積率が流木混じり土石流の捕捉効果に与える影響、並びに流木の樹根が混じったときの土石流捕捉効果について検討することを目的として、流木の捕捉実験を行うとともに、数値解析により実験の再現を行った。

流木混じり土石流の捕捉実験の結果、縦材純間隔が2.0までは流木が混じることでほぼ完全に捕捉されたが、縦材純間隔が2.5になると流木容積率が10%の場合でも捕捉率が顕著に減少することが分かった。

根付流木の捕捉実験の結果、幹モデルでは樹根による閉塞が生じないこと、樹根付モデルでは幹部が樹根の集密化を妨げることで、幹・樹根分離モデルや樹根モデルのような透過部を稠密に閉塞できず、後続土砂の捕捉

率が低下することが分かった。これは、透過部を閉塞した流木の隙間を流れる水流により、堆積土砂の浸食が生じ洗い出されるためである。つまり、巨礫を含まない流木と土砂の土石流において後続土砂の捕捉効果は、流木の幹による閉塞で生じる流速の低下に伴う土砂の沈降メカニズムに比べて、流木樹根等が閉塞することによる効果の方が大きいものと考えられる。

数値解析では、縦材純間隔が2.0においても、流木が混じると、流木と礫が完全に捕捉された実験結果を良く再現できることが認められ、また、縦材純間隔が2.5の場合では、流木容積率が10%の場合でも捕捉率が顕著に減少することが実験と同様に認められた。

今回の実験では、礫の形状を球形にしたため、縦材純間隔が小さい場合でも礫の流出率が大きくなったが、実際の礫は凹凸がありアーチアクションが発生することから、実際に即した礫や流木モデルの解析法も検討する必要がある。

発表
4

鉄砲水や土砂流出による災害発生予測精度向上にむけた 出水時の山地河川の水利特性解明

浅野友子 あさの ゆうこ

東京大学大学院農学生命科学研究科 付属演習林 講師

山地流域における急激な出水による災害予測精度の向上に向け、本研究では降雨が大きな水位上昇を引き起こす際の流域側の要因について検討した。本報告では、山地流域で大きなピーク流量・水位が生じる要因について、既往研究成果および現地観測結果から、山地斜面の降雨に対する応答の早さと、山地河川の河道抵抗の大きさが関連することを指摘した。

山地斜面の応答速度に関しては、現地観測結果から、土層が湿潤な条件下では斜面間での降雨ピークから斜面流出水量のピークまでの応答の差が小さくなることを指摘した。加えて、既往文献に対して現地観測同様にハイエト・ハイドログラフのピークの時間差を推定し、斜面の水移動速度を整理した結果を踏まえ、豪雨時では斜面に降った降水が短時間で一斉に斜面から河道へ流出し、河川流量が急増する可能性を指摘した。

文献調査などから、上流域の階段状の構造を持つ山

地河川では、増水に伴い河道抵抗は急激に小さくなるが、水位が一定以上大きくなると抵抗の変化が小さくなること、また増水時には抵抗は小さくなるとはいえ、これまで基準としてきた値と比べると大きい場合が多く、それ故に河道の流速は大きくならないが、水深が上昇しやすくなる傾向があることを指摘した。また、河道抵抗に大きな影響を及ぼす河床形状の高精度データ収集について、新たな計測技術（グリーンレーザー）による地形測量の現状について報告した。

以上を踏まえ、降雨に対する斜面の早い応答や大きい河道抵抗の実態を明らかにし定式化するための課題として、短い時間間隔での豪雨時出水観測データの蓄積および、詳細な河床地形データと水文解析データから山地河川の抵抗特性や抵抗の支配要因を理解する必要があることを指摘した。

発表
5

材料特性を考慮した土石流扇状地の形成過程に関する 水路実験と評価手法の開発

堀田紀文 ほったのりふみ

東京大学 農学生命科学研究科 准教授

土石流扇状地の形成過程は、土石流氾濫域の予測という防災上重要な課題に密接に関連するため、かねてより研究が行われてきた。数値計算による再現性についても検証が行われており、水路実験との比較でも一定の精度を有することが確認されている。しかしながら、水路実験では均一粒径に近い材料が用いられるのに対して、実際の土石流の粒度分布は幅広く、土石流材料の粒度分布によって扇状地の形成過程が異なることが報告されている。

本研究では、粒度分布が及ぼす土石流扇状地の形成過程の変化及び得られた結果を数値シミュレーションと比較することで、土石流扇状地/氾濫域の予測を行う際の問題点及び今後の研究課題を抽出することとした。

実験ケースは、混合粒径と均一粒径で実施し代表粒径は同じとしてそれぞれ6ケース実施した。

実験結果では、扇状地の堆積形状に両者の違いは顕著に表れた。均一粒径土石流ではどの実験でもほぼ同様の形状を示したのに対して、混合粒径土石流ではばらつきが大きくなった。これは、実験初期の主流方向の偏りが混合粒径の方が大きく、土石流の首振りが発生したこ

とにより扇状地の最終形状が左右非対称で多様なものとなったと考えられる。

数値計算では、格子法と粒子法の土石流数値シミュレーションを実験と同条件下で実施した。

再現計算の結果では、格子法においては実際より幅広い扇状地が形成されたのに対して、粒子法では、より実態に近い結果が得られたが、土石流の首振りは見られなかった。すなわち、現在の土石流シミュレーション手法では首振りによる扇状地形成過程やその影響は評価できない事がわかる。

実験結果より、同じ代表粒径でも、粒度分布の違いで扇状地形成の過程は違うことが確認できた。また、従来の土石流数値計算では首振りが再現できないことも明らかになった。

今後は、さらなる研究が必要になるが、扇状地の土石流堆積層表面の透水性が首振り発生の有無を規定している可能性があるため、不飽和堆積層上での土石流の挙動を評価することで、土石流扇状地の形成過程の予測精度の向上に繋がると考えられる。