

平成 20 年度 砂防地すべり技術研究 成果報告会開催報告

(財)砂防・地すべり技術センター 企画部

平成 20 年 11 月 14 日午後 1 時 30 分より、砂防会館別館シェーンバッハ・サラーにおいて「平成 20 年度砂防地すべり技術研究成果報告会」が開催された。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事業により行われた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頂くことを目的として開催している。

本年度の研究成果の発表は合計 6 課題であり、平成 19 年度研究開発助成事業により実施された研究 5 題と、当財団が

実施した業務内容 1 題からなる。発表内容は、融雪に起因する土砂移動の予測手法検討、貴重な自然・文化的遺産がある区域での自然環境再生に関する研究、降雨時の斜面崩壊測手法の検討、不飽和堆積層上で発達する土石流のモデル化、地震時に働く地下水の影響の評価、平成 20 年 6 月に発生した岩手・宮城内陸地震での対応報告、と多岐にわたるものであった。

いずれの研究も、今後の砂防事業の礎となる貴重な研究成果であった。以下にはこれらの研究成果の概要について紹介する。

積雪・融雪に起因した 土砂生産の事例と その予測手法の検討



井良沢 道也
いらさわ みちや
岩手大学 准教授

北日本における積雪地帯では、融雪に起因する地すべり・崩壊・土石流が頻繁に発生する。現在、降雨に起因する土砂災害は気象庁と連携した警戒避難基準雨量の設定が行われつつあるが、融雪に起因した土砂災害は融雪量の推定が困難なため、検討の対象外となっている。これは、山地流域における積雪量・融雪量の観測事例が少ないことに加え、積雪の推測が地形や斜面方位の影響を受けることや積雪自体の移動等により推測が困難であるためである。

そこで本研究では、現地観測を実施しその結果と既存気象観測データを用いて、精度の高い融雪量の把握手法について検討を行った。さらに、検討した手法を用いて既往融雪災害の融雪水量を算出し、気象状況を踏

まえた事例解析を行った。

融雪量を把握する手法の検討は新潟県の芋川流域を対象として行った。芋川流域内とその周辺では 2005～2007 年の間に計 13 件の土砂災害が発生している。土木研究所、岩手大学、湯沢砂防事務所、雪氷防災研究センターは芋川流域に観測機器を設置し、積雪量、融雪量、気温、風速、日射量、放射量等の項目について 2004～2006 年にかけて観測を行った。これらの現地観測データを用いて、熱収支法、簡易熱収支法、Degree-day 法、Degree-hour 法により融雪量を推定し、推定手法の精度比較を行った。検討の結果、短期的には、手法の違いによる予測精度は同程度であるが、1 週間先の予測では、簡易熱収支法が有利であることがわかった。

次に、簡易熱収支法を用いて 2005 年 4 月 23 日の芋川流域の融雪土砂災害および岩手県八幡平地すべりの事例解析を行った。その結果、芋川の事例では、災害発生までの 2 日もしくは 3 日間の累積で 100mm 以上の融雪水量や降雨量が記録されている日に発生していることが分かった。また八幡平地すべりの事例では、標高 1000m 程度の高標高地においても、本予測手法で実用レベルの予測が可能であることが確認できた。

今後は天気予報を用いた融雪水量の短期・長期予測の検討が望まれるとともに、広域での積雪状況等を把握するため、リモートセンシング技術の活用が望まれる。



講演
2

保護されたエリアでの
山腹崩壊発生地における
自然環境の再生に関する研究



海堀 正博
かいぼり まさひろ
広島大学大学院 准教授

広島県宮島の白糸川において、平成17年の台風14号により土石流が発生した。当該地区は、天然記念物「弥山原始林」に属するだけでなく、世界文化遺産の指定範囲にも含まれており、自然への改変、家屋や施設、設備の現状改変等は厳しく制限されている。このような場で安全を確保するための崩壊地の早期の自然再生について、その考え方や手法の妥当性の研究を行った。

台風14号による土砂災害の素因としては、風化の進んだ花崗岩地質であること、急傾斜地形であること、マツ枯れや風倒木が目立つ植生であることなどの自然的な要因に加えて人々の生活の場が土砂の氾濫・堆積の場に発達したという社会的要因があげられる。これらの素因に台風14号豪雨が誘因となって土石流が発生し

たものと考えられる。また、現地調査結果および台風前後の空中写真を比較した結果から、土石流発生源頭部は過去に何らかの人工的な土地改変が加えられた場であることが判明しており、そこに、前年度の台風による強風の影響でさらなる弱体化が進んでいた可能性があったことが、崩壊、土石流発生原因の一つとなったと考えられる。さらに粘土鉱物分析の結果、土石流堆積物は、源頭部表層の構成粘土鉱物と白糸滝付近の土石堆積物が類似していることから、源頭部の上部層が主として流れ下ったと想定された。

崩壊跡地の植生回復に関する基礎調査から、崩壊発生後1年半はそれ以降が小雨であったことも影響して芽生えは確認できなかったが、2007年度末までに45種類の植物を確認した。また、モミのように樹高の高い木は過去の他の崩壊地を含めても生育していないが、他の植生については、自然の遷移に任せても50年程度経過することで森林のレベルは回復することがわかった。

これらの研究成果から、当該地域のような保護された自然・社会環境を有する場で山腹崩壊が発生した場合の自然環境再生は、過去の周辺の崩壊等の発生状況、地形・地質状況、自然状態での植生回復状況などを踏まえたうえで、人工的な植林よりも、できるかぎり自然による緑化が望ましく、これを助けるような軽度な手入れを行う必要があると考えられる。

講演
3

土砂災害警戒区域等における 斜面動態モニタリング手法の 高度化に関する研究



笹原 克夫
ささはら かつお
高知大学 教授

実用化されている土砂災害発生時刻の予測手法のうち基準雨量は、ある区域単位で過去の土砂災害発生時の降雨状況から定めており、個別の溪流や斜面の特性が反映されていない。次に個々の斜面で行う地表面変位計測に基づく予測式では、崩壊直前の急激な地表面変位の増加が予測できて有効であるが、「あとどれだけ雨が降れば崩壊するか」「降雨強度が変化した場合にどうなるか」などの外力を境界条件とした予測は行えない。

そこで、「降雨浸透に伴う斜面土層のせん断変形を再現する土質力学モデル」を提案した。モデルは「鉛直1次元飽和不飽和浸透流解析モデル」と「2次元斜面せん断変形モデル」で構成される。

今回は、モデルの精度向上を図るために、サクシオン(土壤水分吸引水頭)と土壤の含水状態(飽和度)でサクシオンに起因する応力増分が決定される式を取り入れた。これにより、現地で計測したサクシオンと土壤水分特性から、容易にサクシオンに起因する応力増分を求めることができる。広島県荒谷川流域における現地観測に関して改良モデルを適用した結果、サクシオンに起因する応力増分が大きいほど、同一計算条件下での地表面変位の計算値が大きくなり、モデルが良好に実現象を再現できた。

土壤水分特性からサクシオンに起因する応力増分が導かれるとした仮定が正しければ、降雨浸透に伴う地表面変位は、土壤水分特性に影響されると考えられる。

講演
4

不飽和堆積物上の 土石流の発生・ 発達に関する研究



里深 好文
さとふか よしふみ
立命館大学 教授

降雨等によって流水が浸透することによる溪床堆積物の飽和度の変化は、土石流の発生・発達過程に大きな影響を及ぼすと考えられる。ところが、従来の土石流の発生・発達予測においては、溪床堆積物への浸透や堆積物の飽和度の時間的変化は無視されていることが多い。

そこで本研究では、現在、実用段階にある①森林斜面を対象としてRichardsの式により鉛直2次元場の不飽和浸透過程を精度よく再現する計算手法と②急勾配の溪流において河床堆積物を起源とする土石流の発生・発達に関する数値シミュレーションモデルから、溪床堆積物の不飽和浸透過程と土石流の発生・発達過程の両者を同時に数値解析する計算モデルを構築した。

本モデルを用いて、不飽和堆積層上で発達する土石流に関する数値解析計算を行なった結果、これまでの常時飽和とした場合における上流から順に侵食が進む結果とは異なり、必ずしも上流から順次侵食が生じるとはかぎらないという結果を得た。

また本研究では、京都大学防災研究所穂高砂防観測所の試験流域である足洗谷の支流ヒル谷の溪流源頭部にテンシオメーターを設置して溪床堆積物の水分動態を計測した。その結果、比較的高強度の降雨時にも上層、下層は飽和しているにも関わらず、中層が不飽和であるという現象が確認された。

今後は、現地観測結果や水路実験の結果と比較検討することによりさらなる検討が必要である。また、観測領域では流動化が発生すれば、堆積物の流動化機構を検討するうえで貴重なデータが得られる事が期待できる。

講演
5地下水が存在する緩勾配斜面の
地震応答に関する実験的研究
——土質特性の観点からの比較検討——

松村 和樹

まつむら かずき
京都府立大学大学院 教授

2003年5月26日に、宮城県沖を震源とする地震により、宮城県栗原市築館町館下地区において、勾配10度のシラスの谷埋め盛土が崩壊・流動化した。勾配10度といった緩斜面を対象とした地震動による土砂災害の発生メカニズムに関する既往の検討事例はなく、本研究では地下水を有する斜面の地震時の崩壊危険度を評価するために、地下水を有する斜面模型に地震外力を与えることで、流動化過程の再現・流動状況の観察、土中の間隙水圧の変化及び加速度との崩壊発生の関係を検討した。

実験装置は、振動台上に配置した斜面模型中に、間隙水圧計、加速度計を設置した。また、振動台底面にチューブを配置し上部から水を供給することで、パイプ流を再現している。実験対象としてシラス・マサ土を用い、間隙比を1.2、1.6の2パターン、加速度を200、400、600galの3パターンについて比較検討を行った。

その結果、土質、加速度に応じて崩壊形態が3タイプに分類された。加速度の付与に伴い、シラスでは間隙水圧の急激な上昇が確認された一方、マサ土では緩やかな上昇が確認された。崩壊実験結果と無限長斜面を仮定した安定解析結果を比較すると、水圧を考慮した場合に安全率と現象が一致することが明らかとなった。

講演
6平成20年
岩手・宮城内陸地震による
土砂移動実態

古賀 省三

こがしろうぞう
砂防・地すべり技術センター
砂防部部长

平成20年6月14日に岩手県一関市を震源に最大震度6強の地震が発生し、岩手県・宮城県を中心に甚大な被害を与え、土砂災害によって死者9名・行方不明者6名の人的被害を発生させた。特に駒ノ湯温泉では土石流による被害が発生し、各支川や本川の河道沿いでは大規模な河道閉塞により天然ダムが形成され、多くの住民に影響を与えた。本報告では、当センターが岩手県および宮城県より委託を受けて検討した「地震による土砂移動実態」及び「今後想定される土砂移動現象」を中心に報告を行った。

地震による土砂移動や崩壊の特徴としては、地震の震源地周辺よりも栗駒火山山麓で多くの崩壊や地すべりが発生していること、勾配が急な斜面ほど崩壊発生面積率が高くなるが、二迫・三迫流域では10°～20°程度の緩斜面で崩壊・地すべりが多発していること、ドゾウ沢や産女川で局所的に土石流が発生していることなどから、複雑な栗駒山周辺の地形・地質により、多様性のある崩壊や土砂移動が発生していることが挙げられる。

一方、今後想定される土砂移動現象としては、土石流や斜面崩壊といった地先の現象と、降雨等による土砂移動による河床上昇等による水系的現象が考えられる。そこで想定される土砂移動現象に対し、数値シミュレーションによる氾濫範囲を設定し被害の可能性を示した。

これらの検討結果に基に、地域の安全性を地震発生以前のレベルにする目的で対策方針が打出された。今後は、警戒避難のあり方の検討、モニタリングの実施や斜面等の詳細な現地調査を行い対策計画に活かすことが求められる。