

( 続紙 1 )

京都大学	博士 ( 農 学 )	氏名	吉野 弘祐
論文題目	天然ダムの越流侵食の予測手法に関する研究		
(論文内容の要旨)			
<p>平成16(2004)年10月23日に新潟県中越地方においてマグニチュード6.8の地震が発生し、川口町では震度7を記録した。それに伴って、信濃川水系魚野川流域である芋川を中心に50箇所以上で天然ダムが発生した。これらのうち、東竹沢と寺野地区における天然ダムは規模が大きく、本川河道を閉塞したためその決壊が心配され、様々な緊急対策が施された。また、平成20年岩手・宮城内陸地震では、一迫川、三迫川流域などで15個の天然ダムが、平成23年9月紀伊半島を襲った台風12号災害では十津川や熊野川などで17個の天然ダムが形成された。このように、地震、降雨いずれにおいても大規模な天然ダムが形成される可能性があり、近年の気候変動による台風や豪雨の頻度の増加に加え、東海、東南海、南海地震の発生が心配されている中、このような現象は今後も発生する危険性はきわめて高く、危機管理を考える上で天然ダム決壊による災害予測は喫緊の課題である。本研究では、近年頻度が高まっている天然ダムによる被害を防止、軽減するために、天然ダムの越流侵食による形状変化及び下流への流量に着目して、比較的情報量の多い近年発生した天然ダムについて実態を整理、分析した。さらに越流侵食に関する数値シミュレーション手法を提案するとともに、モデルの再現性を確認し、天然ダムの越流侵食発生時の流出過程を明らかにした。</p> <p>まず、平成20年岩手・宮城内陸地震により形成された2箇所の天然ダムを対象として、越流侵食前(天然ダム形成直後)及び越流侵食後の複数時期の地盤標高データを比較することにより、越流による天然ダム堤体の侵食状況、天然ダム下流の堆積状況、及び越流侵食時の水みちの拡大状況を分析した。検討の結果、天然ダムの侵食形態、下流への土砂流出・堆積状態において両者で数多くの共通点が見られた。これらを既往の実験及び数値シミュレーションに関する研究結果と比較したところ、概ね実際の現象を説明できているものの、侵食を受けて大きく低下した部位の河床勾配等、実験や数値シミュレーションでは表現されない傾向を示すものもあった。さらに、越流に伴い水みちが形成されると堤体の鉛直方向の侵食が進行し、それに伴い両岸が崩落を繰り返すことが既往の水路実験等でも確認されていることから、このようなプロセスのモデル化を試み、レーザプロファイラにより取得された越流侵食後の詳細な地形データを用いて検証を行った。その結果、提案したモデルを用いて、天然ダムの水みちの側岸勾配と比高の関係を良好に再現することができた。このことは、基本的に計測可能な物性値を用いて、天然ダムの水みちの拡幅過程を表現できる可能性を示唆している。天然ダム形成直後には、LP計測など詳細な地形データを取得することで、水みちの拡幅過程の予測に必要な土質パラメータをある程度を絞り込むことができることが示唆された。</p> <p>平成19年台風14号により宮崎県耳川に形成され直後に越流侵食された天然ダムについては、下流の発電用ダムで流入流量の観測が行われており、急激な越流侵食による流量の急増が確認されている。そこで、申請者らが提案した天然ダムの越流侵食に関するモデル(LADOFモデル)を用いて越流侵食による下流への流出ハイドロの再現計算を行った。その結果、下流での流出流量を良く再現できることが示された。ただし、ここではレーザプロファイラによる詳細な地形計測が実施されておらず、天然ダムの形状は、ある程度実測に基づくものの台形に近似して計算を実施した。また計算に必要なパラメータについても取得が困難なものについては一般的な値を使用した。</p> <p>平成20年岩手宮城内陸地震により形成された2箇所の天然ダムについてもLADOFモデルにより再現計算を行った。この2箇所の天然ダムでは、天然ダム越流侵食前後のレ</p>			

ーザプロファイラによる詳細な地形計測が実施されており、さらに下流の貯水ダムでは越流侵食発生時の流量が観測されている。これらのデータを用いて天然ダムの形状や計算条件を設定し、モデルの再現性について分析したところ、下流での流出流量や天然ダムの地形変化といった現象を良く再現できることが示された。また、内部摩擦角、初期水みち幅、流入流量、平均粒径といった重要と考えられるパラメータが計算結果（ピーク流量、総流出流量）に与える影響を確認するために感度分析を行った。分析の結果、内部摩擦角はピーク流量及び総流出流量に最も大きく影響を与え、逆に流入流量の影響は小さいことが示された。一方、初期水みち幅と平均粒径に小さい値を用いた場合、ピーク流量が顕著に小さくなることが示された。また、ある値の初期水みち幅と平均粒径でピーク流量が最大となり、それより値が大きくなるとピーク流量は減少に転じる傾向が示された。天然ダム形成後、越流開始までの限られた時間の中で緊急的に被害範囲の予測をする際には、あらかじめ内部摩擦角を小さめに設定してシミュレーションを実施することも考えられる。その一方で、内部摩擦角、初期水みち幅、平均粒径といった流出流量に関する影響が大きいものについては現地で優先的に調査することでさらに精度を高められる可能性が示唆された。

越流に伴い水みちが形成されると堤体の鉛直方向の侵食が進行し、それに伴い両岸が崩落を繰り返すことが既往の水路実験等でも確認されている。このようなプロセスを考慮し、LADOFモデルを平面二次元に拡張した新しいシミュレーションモデルLADOF-2Dを提案した。側岸崩落を考慮することにより、縦方向の侵食の進行に伴って側岸が崩落していく過程が表現できるようになった。また、堆積に伴う水流層の分離により、堆積後の地形に低濃度の流れが発生し再侵食が発生して、水みちが形成される現象が表現できた。今後、実現象や実験等において検証する必要があるものの、側岸崩落を考慮したことにより、水みちの拡幅についても合理的な評価が可能であることが示唆された。

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し  
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

近年、地震や豪雨によって大規模な崩壊が発生し河道を閉塞して天然ダムを形成する事例が多く発生している。天然ダムの多くは越流侵食によって決壊するが、それによって土砂を多く含んだ洪水が発生することがあり、その規模が大きいと下流に大きな災害を引き起こすことがある。防災、減災のためには越流侵食によって発生する洪水の規模をできるだけ正確に予測することが必要である。本研究は天然ダムの越流侵食について、実際に発生した天然ダムを調査し、それを基礎に越流侵食の予測手法を開発したもので評価できる点は以下の通りである。

1. レーザプロファイラによる計測技術を適用して、越流侵食による天然ダムの形状の変化を正確に把握することに初めて成功した。
2. 越流時に水みちが形成され、両岸が侵食され崩落する現象をモデル化した。
3. 取得した天然ダムの正確な形状変化のデータに対して、天然ダムの越流侵食シミュレーションモデル (LADOFモデル) を適用し、重要と考えられるパラメータの計算結果への影響を検討し、内部摩擦角、初期水みち幅の影響が大きい事を明らかにした。
4. 天然ダム形成時に何を優先的に調べる必要があるかを明らかにし、シミュレーション計算のためのパラメータ設定に対する留意点を示した。
5. 越流侵食の二次元性を反映させた新しいシミュレーションモデル (LADOF-2D) を開発した。

以上のように本論文は、天然ダムについて、実際の天然ダムの越流による形状変化を調査し、その機構を明らかにして、越流侵食の予測手法を開発したもので、山地保全学、自然災害科学、森林科学に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士 (農学) の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成24年7月12日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士 (農学) の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

注) Webでの即日公開を希望しない場合は、以下に公開可能とする日付を記入すること。  
要旨公開可能日：                    年            月            日以降