

(続紙 1)

京都大学	博士 (農 学)	氏名	中谷 加奈
論文題目	GUIを実装した汎用土石流数値シミュレーションシステムの開発と適用		
(論文内容の要旨)			
<p>土石流数値シミュレーションは、土石流災害の予測や砂防構造物の効果検証において有効なツールである。しかし、既存の研究では効率的なGUI (Graphic al User Interface) が実装されておらず、専門知識を有したユーザー以外にはツールを活用する手段が無かった。また、専門家にとっても、対象領域や構造物の種類によって異なるシステムを利用する必要があり、多様な条件下でのシミュレーション実施には煩雑な作業が必要とされていた。</p> <p>現状の課題を踏まえて、本研究ではMicrosoft Visual Basic.NETを開発環境として、汎用土石流数値シミュレーションシステムを開発した。効果的なGUIを実装することによって、直観的理解が可能な入出力部をシステムに採用し、情報の視覚化を図ることで専門知識の無いユーザーにとっても土石流計算を扱いやすくした。具体的には、マウス等のポインティングデバイスを活用した入力操作や、画面上で設定した初期条件を確認可能とすること、シミュレーション実施時における結果のリアルタイムアニメーション表示等が挙げられる。また、既存のモデルやプログラムを効率的に集約・統合して改良を加えることにより、急勾配領域から緩勾配領域までの山地河川における計算を、統合的に一つのシステム上で行うことが可能となった。</p> <p>システムの完成により、扱いやすく合理的な土石流数値シミュレーションが、専門家並びに専門家以外の幅広いユーザーにとって実施可能となり、急勾配の谷部から緩勾配の扇状地部における土石流の発生・流動・堆積過程の検証や、混合粒径からなる土石流の流動時にみられる巨礫の分級現象の検討を可能とした。また、土石流だけでなく掃流状集合流動や掃流などの領域における河床変動計算、さらには不透過型砂防堰堤や透過型砂防堰堤の種類や大きさ、設置位置や設置基数など、多様な砂防構造物を設置した条件下における土石流の制御効果や維持管理の手法に関する高度な検討が、容易に実施可能となった。</p> <p>開発したシステムを実際の地形や災害事例に適用した。実地形に適用する際には、土石流危険渓流を対象として、土石流が発生した場合の住居エリアへの被害状況や効果的な砂防構造物についての検討を実施した。また、土石流シミュレーションだけでなく、緩勾配領域における河床変動シミュレーションを実施して、緩勾配領域における効果的な構造物として近年提案されているシャッター付砂防堰堤の運用方法を検討した。災害事例として、2008年に岩手・宮城内陸地震で発生した土石流と、2005年に広島県宮島の白糸川で発生した土石流</p>			

を対象として、災害の再現や異なる土石流が発生・流動した場合の下流側への被害状況を検討し良好な結果を得た。

さらに、開発したシミュレーションシステムを利用して、最適な砂防構造物の種類、基数、設置位置、サイズ等の砂防ソリューションの提案機能を実装したシステムを開発した。砂防ソリューション提案アルゴリズム構築のために、被害指標の設定や、実災害事例や仮想的な地形上において砂防堰堤を設置したシミュレーションを実施して、設置位置と高さに着目した被害軽減効果を考察した。砂防堰堤の効果を示す指標としては最大堆積土砂量を用いた。最大堆積土砂量とは、各点における最大河床と初期河床の差と川幅、計算点間隔、河床の容積濃度を乗じた値で表され、最下流点における最大堆積土砂量は、砂防堰堤の効果を示す有効な指標として利用できることも明らかとなった。被害軽減対象地点の直ぐ上流に堰堤を設置するのが効果的であることや、急勾配の区域に砂防堰堤を設置した場合には、施設が無い場合よりも危険となること、対象地点から離れた上流側に堰堤を設置した場合には効果がほとんど見られない傾向や、同じ地形条件であっても初期河床材料の有無や供給する土石流によって最適解が変わることも明らかとなった。被害指標として最大堆積土砂量、ピーク流量、ピーク到達時刻の三項目を設定して、それぞれについての最適解をユーザーが設定した対象地点について導出・提案する簡易的な砂防ソリューション提案システムを開発した。対象地域の地形入力や供給される土石流の規模、被害軽減の対象となる地点、設置する砂防堰堤の種類・高さ・設置範囲について、画面に表示される手順に従うことにより、直観的かつ対話方式で行えるようGUIを実装した。また、計算結果についても初期状態と最も安全な解、危険側である解、施設が無い場合の解をビジュアルに表示することでユーザー側に直観的に理解されるシステムを完成させた。

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)

従来、土石流のシミュレーションは、数値計算に関する特別な知識を有する専門家しか使えなかった。一方、土石流災害の予測や、砂防えん堤の効果を評価するために土石流の数値シミュレーションに対するニーズは非常に高くなっている。本論文は、効果的なGUIを実装することで、パソコンの画面上で基本的にマウスのみで容易に実行できる汎用の土石流シミュレーションシステムを開発したもので、混合粒径の取り扱いや構造物の効果評価など個別に研究されてきたものも組み込むことに成功した。評価できる点は、以下のとおりである。

1. Microsoft Visual Basic.NETを開発環境として、1次元と2次元の汎用土石流数値シミュレーションシステムを開発した。
2. 効果的なGUIを実装することによって情報の視覚化を図ることで、専門知識の無いユーザーでも土石流計算を行えるシステムとした。
3. 1次元(谷部)と2次元(扇状地部)を矛盾無く接続する計算方法を開発し、土石流に加えて土砂流、掃流の領域も連続的に扱えるシステムとした。
4. 混合粒径にも適用できるようにし、巨礫の土石流先頭部への集中を再現できるものとし、透過型砂防堰堤などの土石流対策構造物の位置、諸元を与えて、その効果を評価できるシステムとした。
5. 開発したシステムを実際の溪流や災害事例に適用し、その有効性を実証するとともに、最適な砂防構造物の種類、基数、設置位置、規模等を決定する砂防ソリューションの提案機能を実装したシステムへと発展させた。

以上のように、本論文は土石流現象の再現、被害範囲の予測、対策工の評価などが行える、汎用の土石流シミュレーションシステムを開発したもので、山地保全学、砂防学、森林科学の発展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22年1月15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。

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