

氏名	橋 翔子
授与した学位	博士
専攻分野の名称	学 術
学位授与番号	博乙第4444号
学位授与の日付	平成27年 3月25日
学位授与の要件	博士の学位論文提出者 (学位規則第5条第2項該当)
学位論文の題目	防災と環境対策のための地下水挙動の観測および解析手法に関する研究
論文審査委員	教授 西山 哲 教授 河村 雄行 教授 大久保 賢治

学位論文内容の要旨

本研究は、降雨時の斜面における水収支の評価手法、地中環境保全を目的とした温度をトレーサーとした水収支および熱収支の評価手法、斜面防災を目的とした動態観測手法の開発に関する検討を行い、それらを取りまとめたものである。

2章の検討は、斜面の地下水流動系に関係する多数の要素を定量化し統合するという目的の下に実施した。斜面における地下水の流れを再現するだけでなく、将来の降雨時における危険を予測するためには、地下水流動系に関係する多数の要素を定量化し統合するといった数値解析が必要不可欠で、本研究では、有限要素法を用いた浸透流解析に関する既往の知見をレビューするとともに、水循環の考えに基づいた斜面における地下水解析法についての検討を行う。具体的には降雨時の斜面において有限要素法を用いる際の境界条件の設定方法について、従来河川流量計測や洪水予測に多用されているタンクモデルが非線形関数を容易に表すことができる点に注目し、このモデルを浸透流解析の境界条件に導入する。タンクモデルによる境界条件は、時間遅れを伴って変動する流入量を評価できるモデルであるとともに、その変動が降雨に応答しているという点がきわめて大きな特徴である。この特徴を用いれば、斜面の水収支がうまく表すことができると考える。2.3で検討する浸透流解析にタンクモデルを統合したシステムは、斜面内の地下水挙動を対象としたものであり、その適用範囲としては、地すべり地域なども含めた大小規模の斜面、切土や盛土などの人工斜面も網羅できるものと考えられ、豪雨や融雪などによる地すべり発生予測への有効性が期待される。

3章では、温度最小限の計測データをタンクモデルに適用することにより水収支および熱収支を把握する検討を行った。

降雨と蒸発散が支配的な場においては、水収支と併せて熱収支についても検討を行う必要があることから、3.1.1では、タンクモデル法を用いてバングラディシュ、ダッカにおける水収支および熱収支の評価を行った。バングラディシュ、ダッカにおける地中温度の計測を実施し、それらを用いて熱フラックスを計算し、熱収支を評価した。さらに、水温の変化を、対流 (convection)、伝導 (conduction) あるいは拡散 (diffusion) によるものに分類しそれらの寄与度を検討した。

3.1.2では、岡山県人形峠における計測地中温度を用い、これらにボーエン比と蒸発散公式を適用することで、水収支ならびに熱収支を検討できることを示した。ここで検討した鉦澤ダムにおける水収支および熱収支のメカニズムは、砂地、泥地、水層における熱収支に関連するものであり、熱輸送にかかわる主要な要素は対流 (convection)、拡散 (diffusion) および蒸発散 (evapotranspiration) である。ここではまず、温度および気象に関する最小限の観測データを用いて、降雨、蒸発散、流出、浸透等の水収支のプロセスを分析し、日射量及び有効逆放射量を用いて潜熱および顕熱を評価するとともに、水の浸透と蒸発散の双方を抑制する植生の影響が無視できないものである可能性を示した。また、3.1.1と同様に、熱の記録の原因が、対流 (convective) および拡散 (diffusion) のどちらに該当するものであるかを検討した。

4章での検討は、斜面災害による被害から都市機能を守るための防災モニタリングシステムの構築に関するものである。国民生活あるいはそれを支える社会資本の災害に対する安全と信頼性を確保するとともに、限られた管理体制の下での効率的な防災管理による効果的な対策を実施できる技術の開発を行った。

論文審査結果の要旨

申請者の橘翔子君は、防災の観点からの水収支の評価手法、地中環境保全の観点からの温度をトレーサーとした水収支および熱収支の評価、および斜面防災の観点からの計測法の開発に関する検討を行い、それらを論文としてとりまとめたものを完成させており、その内容は学術的および工学的価値の高いものと認める。具体的には、地下水を含めた水循環系について着目し、浸透メカニズムを定量的に評価できる浸透流解析と、水収支を対象とするタンクモデル解析法の各々の有利性を考慮した上で、斜面における実用性を意識した地下水解析法の構築を目的とした解析法を開発し実現場でその有用性を実証した。また降雨と蒸発散が支配的な場においては、水収支と併せて熱収支についても検討を行う必要があることを考慮し、タンクモデル法を用いて水収支および熱収支の検討を行う手法の開発に取り組むと同時に日射量及び有効逆放射量を用いて潜熱および顕熱を評価する手法も取り入れたのち、本手法を実際の現場に適用させた。これまでに、植生は水の浸透と蒸発散の双方を抑制し蒸発散を促進する効果があると提唱されてきたが、申請者の橘翔子君は定量的にどのような影響を与えるのかを実現場にて考察すると共に、熱の計測データが、対流および拡散のどちらに該当するものであるかを示す手法を確立させることで、前記内容を具体的に示すという偉業を達成している。さらに降雨による斜面崩壊あるいは地すべり挙動の将来予測を行うために、斜面の3次元変位を面的かつ広範囲に監視する技術として、電波を活用した斜面挙動の計測法の開発も行い、高精度で斜面の3次元変位を計測する技術を構築した。このように、論文は降雨時の斜面における水収支の評価手法、地中環境保全を目的とした温度をトレーサーとした水収支および熱収支の評価手法、さらには地下水に関連した斜面の挙動観測手法に関する検討を行った結果をとりまとめたもので、学位を与えるにふさわしいものと認められる。また本人の外国語を含めた学力も学位を取得するのに充分であることが確認されたので、総合的に判断して博士（学術）の学位を与えると判断した。