

氏名	石田 哲也
授与学位	博士(工学)
学位記番号	博甲第132号
学位授与年月日	平成25年9月6日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項
学位論文題目	水系一貫土砂管理手法に関する研究
論文審査委員	主査 教授 中山 恵介 教授 渡邊 康玄 教授 早川 博 准教授 伊藤 陽司 准教授 駒井 克昭 教授 羽二生 博之

学位論文内容の要旨

河川で発生する洪水に伴う濁水や土砂流出、流域環境による水質環境の問題など、様々な問題を抱えている河川が多く存在する。それらの問題を解決するには、河道内における濁水・土砂・水質環境の流動を把握し再現するだけでは十分な対策を講じることが困難であり、それらの発生源である流域全体を対象とした対策を検討・提案する必要がある。つまり、陸域から沿岸域までの土砂、水質環境を把握し、陸域の沿岸域へのインパクト、および沿岸域からの陸域へのフィードバックを理解する必要があると言える。

以上のような問題を抱えている河川において、流域全体の特性を把握するため、従来から実施されている水位・濁度観測を実施するとともに、流域内の土壌特性について粒度と元素分析を行い、生産域からの流出について調査した。

本研究の構成は、次のとおりである。

河川における高濁度水の発生は、降雨または融雪による出水時に発生する。そのため、出水による高濁度の流出実態を観測する。一方で、生産場となる斜面特性により、細流土砂の流出が異なることが予想される。このように生産場から細流土砂が高濁度水として下流域に与える影響にどのような違いがあるかについて、粒度分布や元素分析を調べ、下流端への影響について検討を行う。さらに、概念モデルによる流域全体の土砂生産・流出をモデル化し、将来予測を行った。

第1章では、本研究の位置づけと構成について説明する。

第2章では、黄濁土水発生機構の観測と生産・流出濃度の推定として、融雪期に観測された黄濁土水の実態と分布型モデルによる再現計算を行い、斜面からの高濁度水流出濃度を推測する。

第3章では、降雨による斜面からの細流土砂生産・流出に関するモデル化として斜面からの細流土砂の生産・流出モデル化を行い、分布型モデルを用いて、細流土砂の生産・流出モデルを適用した再現計算を行う。

第4章では、元素分析による生産場から流域下流端への輸送割合推定として、流域内の土壌特性等を考慮して流域分割し、各区分域からの生産割合を推定するのに、元素分析による細流土砂輸送割合推定モデルを作成する。

第5章では、概念型細流土砂流出モデルの提案と将来予測として、広範囲の流域を対象として、高濁度水に関する細流土砂流出における概念モデルを作成する。作成したモデルの適用性を検証し、GCMを用いた細流土砂流出に関する将来予測を行う。

論文審査結果の要旨

河川で発生する洪水に伴う濁水や土砂流出、流域環境による水質環境の問題など、我が国には様々な問題を抱えている河川が多く存在する。それらの問題を解決するには、河道内における濁水・土砂・水質環境の流動を把握し再現するだけでは十分な対策を講じることが困難であり、それらの発生源である流域全体を対象とした対策を検討・提案する必要がある。そのためには、陸域から沿岸域までの土砂、水質環境を把握し、陸域の沿岸域へのインパクト、および沿岸域からの陸域へのフィードバックを理解する必要があると言える。

以上のような問題を抱えている河川において、高濁度水の原因となる細粒土砂が流域内のどの斜面からの流出割合が支配的であるかについては未だ特定技術がないことから、高濁度水の原因となる細粒土砂の流出抑制を行うための対策工の実施を効率的かつ効果的に実施するためにも、流域内のどの斜面からの細粒土砂流出が流域下流端へどの程度の割合で流出しているかを特定することは重要な指標となる。

本研究は、常呂川流域内の小流域を研究対象モデル流域とし、降雨または融雪時における出水による高濁度の流出実態を観測するとともに、降雨-細粒土砂生産モデルを作成し、再現計算によりそのモデルの妥当性を確認した。さらに、生産場から流域下流端にどの程度の割合で流出するかをモデル化することで、降雨によって細粒土砂がどの程度生産されるかを推定することを可能とした。そして、降雨-細粒土砂の生産モデルを流出に関する概念型流出モデルと融合し、流域全体の土砂生産・流出について、将来予測を行った。

本研究で得られた知見を以下に示す。

[1] 高濁度水発生機構の観測と生産・流出濃度の推定

流域内の細粒土砂の特性を把握するため、採泥により高濁度の要因となる細粒土砂の粒度分布について把握した。その結果、粒径が 10-15 μm 、80-100 μm の領域で 2 つのピークを持っていることを明らかにした。その 2 つのピークは約 63 μm を境界として存在しており、63 μm 以下の細粒土砂が全て流域から河道へ流出する可能性があることを示し、流域全体が細粒土砂の生産場となる可能性を示した。

オロムシ川下流端での水位・濁度の観測結果により融雪末期には、融雪期に生産された細粒土砂が高濁度で流れ出ることがあることを観測結果により明らかにした。観測された SS 濃度の再現計算により、生産場から与える SS 濃度 (ppm) として、1,000,000ppm もの高濁度を斜面から河道に与えないと観測された SS 濃度を再現できない結果となり、斜面で生産される細粒土砂濃度が非常に高濁度である可能性を明らかにした。

[2] 降雨による斜面からの細粒土砂生産・流出に関するモデル化

森林地と畑地に観測試験地を設置し、森林地と畑地からの細粒土砂流出について観測を行った。観測結果から、降雨により生産される細粒土砂濃度 (mg/L) は、降雨と指数関数の関係にあることを示した。さらに、降雨と指数関数の関係にあることから降雨-細粒土砂濃度のモデル化を行い、降雨による土砂濃度の推定を可能とした。

[3] 元素分析による生産場から流域下流端への輸送割合推定

細粒土砂がどの斜面から生産され流域下流端への流出にどの程度寄与しているか細粒土砂の輸送割合を検討するため、採泥を 21 元素と C (強熱減量試験) により元素分析を行った。その結果を用いて、下流端への輸送割合を推定するモデルを提案した。提案したモデルにより、研究対象としたオロムシ川流域において、細粒土砂の輸送割合を推定することが可能となった。

[4] 概念型細粒土砂流出モデルの提案と将来予測

流域全体での土砂管理手法を検討するため、概念モデルによる細粒土砂流出モデルを提案した。提案したモデルを常呂川上流域に適用した結果、概ね妥当な再現計算を得ている。これにより、提案した細粒土砂流出モデルが流域へ適用可能であることを示した。提案されたモデルを用いて GCM による予測値を適用し、常呂川流域の将来予測を行い、総流出土砂量は予測期間全体では増減は認められないが、細粒土砂のピークについては、増加傾向であることを推定した。

本論文では、降雨や融雪によって高濁度水が発生することを現地観測によって明らかにするとともに、降雨－細粒土砂流出モデルを作成し、概念型流出モデルによって水系一貫土砂管理を行うための基礎となる降雨－細粒土砂生産－流出という一連のモデル化を実施した。さらに、採泥の元素分析によって生産場から流域下流端への輸送割合を推定するモデルを作成した。これらの流域内での輸送割合に関するモデルと概念型流出モデルを組み合わせることによって、対策工を行った場合の感度分析を実施することが可能となり、水系一貫土砂管理手法の一手法を確立した。よって、申請者は北見工業大学博士（工学）の学位を授与される資格があるものと認める。