（ 続紙 1 ）

京都大学	博士（　　農　学　　）	氏名	桜井　亘
論文題目	大規模河道閉塞における対策工の計画に関する研究		

（論文内容の要旨）

2011年9月の台風12号により，紀伊山地では，閉塞高が100mに達する河道閉塞が形成されたが，我が国では，こうした大規模な河道閉塞に対して対策実績が無く，対策手法も確立されていない。そこで，紀伊山地で形成された河道閉塞の対策を実例として，効果的な対策技術の確立を図ることとした。

本研究では，先ず，湛水池が残存し，閉塞高が約70m～100mの赤谷，長殿，栗平の各河道閉塞を対象に，地質調査から内部の堆積構造を明らかにした。また，湛水池流入量，湛水池水位，地下水位の各観測結果を基に河道閉塞部の透水係数を推測し，河道閉塞部の流入，漏水，越流等の流量を求めて，閉塞部の水収支を明らかにした。この結果，閉塞部に透水性が低い移動岩塊層が厚く堆積する場合や，流入量に対して漏水量が著しく低い場合は，越流が生じやすく注意が必要であることなど，河道閉塞の特性を明確にした。

次に，緊急対策終了後の2012年以降，対策施設の被災や河道閉塞の大規模な侵食が相次いだため，その要因を検討した。赤谷では，深層崩壊斜面の再崩壊により，仮排水路の埋塞が頻発したため，崩壊斜面内の地質・水文調査，地形変化調査を実施した。この結果，崩壊斜面内に深層・浅層から地下水が集中し，豊富な湧水によりガリの発達が顕著なため，崩壊残土が不安定化し，再崩壊が発生すると推定した。また，同様の傾向が見られる箇所では，湛水池の排水手段は，土砂流出による影響が少ない暗渠排水管が効果的であることを示した。栗平では，河道閉塞部の大規模な侵食が発生したため，動画の画像解析や浸透流解析，斜面安定解析により要因を解析した。その結果，越流により仮排水路末端から始まった局所洗掘が，河道閉塞部脚部の洗掘に進行し脚部付近が不安定となり，閉塞部下流斜面の小崩落や侵食が生じて，大規模な侵食に波及したと考えられた。浸透破壊の検証も実施したが，浸透流解析による動水勾配は，土質試験から求めた限界動水勾配より小さく，また間隙水圧が作用しても破壊に至る土質強度の低下は見られず，浸透破壊の可能性は低いと考えられた。以上から大規模な河道閉塞の対策としては，排水路末端や脚部洗掘の進行防止を図るため，砂防堰堤の早期設置と，越流水の軽減が最も重要であることを明らかにした。

以上の結果から，大規模河道閉塞対策の基本方針として，越流標高切下げや湛水池の埋戻し，また河道閉塞部脚部付近への砂防堰堤の早期設置，更に下流斜面の勾配に応じて，シュート状や床固工群を有する排水路を整備することを示した。この方針に基づき，長殿，栗平の対策をモデルに，閉塞高が高い河道閉塞の形状を，①閉塞部下流斜面が急勾配，②閉塞部下流斜面が緩勾配で長大，というケースに分類し対策工の計画手法を示した。長殿は①に該当し，シュート状の排水路を計画した。水理模型実験を実施した結果，下流斜面上の排水路法線が湾曲する場合，ナップ式に基づき計画した護岸高は，偏流や衝撃波が発生しても溢水が生じず，ナップ式の適用が可能な点，また，砂防堰堤堆砂敷を減勢池として活用すると，効果的な減勢が可能となる点を明らかにした。栗平は②に分類され，床固工群を有する排水路を整備する計画とした。河床低下が顕著な長大斜面上に，計画流量を安全に流下させる構造が課題となるため，一次元河床変動計算により急激な越流侵食が進行しない計画河床勾配を設定して床固工群を配列し，斜面末端には砂防堰堤を配置し，堆砂敷を埋戻して脚部固定を図る対策手法を示した。水理模型実験の結果から，堆砂敷の侵食が顕著な場合は，堆砂敷上に三面張水路を整備すると効果的であることを示した。さらに，常時高い湛水

池の水位低下を図るため，仮排水路より深い位置に，暗渠排水管を設置する計画とした。暗渠排水管の敷設は，コストや工期の点から，掘進機を先頭にその背後に暗渠管を順次継ぎ足しながら油圧ジャッキで押し出し掘進する推進工法を採用した。河道閉塞のような崩積土中に推進工法を適用した事例はわが国には無く，崩積土中の角礫の一点集中荷重により管外周の抵抗が増し，推進不能となる点，また透水係数が高いため，切羽安定や排土に必要な泥水が逸散する点が懸念された。しかし，計画日当たり推進量（2.5m/日）の2倍以上の日推進量が得られ，予定工期79日のところ，37日で施工が完了した。この結果は，管外周抵抗力低減のために，管に推力低減材を塗布したことや，泥水逸散を想定した送泥量増加の対策が効果的であったことによると考えられ，推進工法は，河道閉塞対策の効果的な手法であることを明らかにした。

以上から，緊急対策段階では，施工性の良い砂防ソイルセメントを用いた仮排水路整備と閉塞部脚部への砂防堰堤整備，また越流の危険性を評価し，危険が高い場合は推進工法等を用いた暗渠排水管の設置による湛水池の水位低下，恒久対策段階では，越流標高切下げと湛水池埋戻し，閉塞高や河道閉塞の形状に応じた排水路整備，また砂防堰堤による河道閉塞部の安定確保を対策の要点とする大規模河道閉塞における対策工の計画手法を提案した。以上により，大規模河道閉塞における効果的な対策が可能になったと言える。

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，４００～１，１００words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）

閉塞高さが，100ｍに達するような大規模な河道閉塞に関する対策についてはこれまで国内では経験が無く，海外でも対応した事例が無いことから対策技術の確立が必要であった。本論文は，2011年の台風12号により紀伊山地で形成された規模の大きな河道閉塞3か所を対象に，各種の調査、検討に基づいて具体的に対策工を計画し，実際に適用してその結果を受けてさらに検討するという方法で，対策工の計画手法を研究し確立したもので，評価できる点は以下の通りである。

１．　湛水池の水位変動等の観測から，雨量に対して湛水池の水位を推定し，越流量を予測する方法を開発した。

２．　河道閉塞内部の堆積構造や水収支を明らかにし，対策上，最も注意を要する越流侵食が発生しやすい河道閉塞を把握する手法を開発した。

３．　河道閉塞の緊急対策として仮排水路を設置することになるが，ソイルセメントを用いる構造が最も施工性が良く最適であることを明らかにした。

４．　河道閉塞を発生させた深層崩壊斜面の再崩壊の機構を検討し，地下水の集中によるガリの発達によることを明らかにした。

５．　対策途上で生じる河道閉塞の大規模な侵食機構について，排水路末端の局所洗掘が脚部洗掘に進行し，河道閉塞部下流斜面が不安定となる結果，小崩落や侵食を繰り返して河道閉塞の大規模な侵食に至ることを解明した。

６．　湛水池の排水手段として暗渠配水管が効果的であることを示し，我が国で初めて推進工法を適用し，具体的な施工上の留意点を明らかにした。

７．　大規模な河道閉塞の対策の基本が、越流標高の切り下げ，湛水池の埋め戻し，河道閉塞脚部付近への砂防堰堤の早期設置であることを明らかにした。

８．　大規模な河道閉塞を下流斜面が急勾配な場合と緩勾配で長大な場合に分類し，急勾配な場合は三面張りのシュート，長い場合は床固工群が適当であることを水理模型実験と一次元河床変動計算で明らかにし，適用した。

以上のように，本論文は大規模な河道閉塞が形成された時の対策計画を立案する手法を，実務を通した検討で明らかにしたもので，山地保全学，自然災害科学，防災工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２７年１月９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）論文内容の要旨，審査の結果の要旨及び学位論文は，本学学術情報リポジトリに掲載し，公表とする。

ただし，特許申請，雑誌掲載等の関係により，要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は，以下に公表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（学位授与日から３ヶ月以内）