九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

ダム・貯水池における土砂流入現象の解明と土砂管理の高度化に関する研究

吉武，宏晃

https://doi.org/10.15017/1500705

出版情報：九州大学，2014，博士（工学），課程博士
バージョン：
権利関係：全文ファイル公表済

（様式２）

氏　　名　：　吉武宏晃

論文題名　：　ダム・貯水池における土砂流入現象の解明と土砂管理の高度化に関する研究

区　　分　：　甲

論　文　内　容　の　要　旨

我が国は、世界でも有数のダム保有国であり、ダム・貯水池は治水・利水面から多大な価値を提供する重要な社会資本である。ただし、日本は降雨量が多いことに加え、国土の大半が急峻な山地からなっており、毎年大量の土砂がダム貯水池に流入することから、古くからダム堆砂問題が認識されてきた。

こうした中、近年のダム・貯水池における土砂管理は大きな転換期を迎えている。

その背景の一つとしては、近年、流域内の各領域にわたり、土砂移動の不均衡に伴う様々な問題が顕在化しており、山地から海までを一貫して流砂系と捉える総合的な土砂管理の必要性が高まっている点である。河川内の大規模構造物であるダム・貯水池は、総合土砂管理における中核的位置づけとして、流砂系の健全化に向けた広域の土砂管理が求められている。

二つ目は、近年の異常豪雨といった自然外力の増加に伴い、大規模斜面崩壊による天然ダムの発生等、突発的な土砂流入による甚大な被害が顕在化してきていることである。今後、大規模化・頻発化する土砂流入に向けて、ダム及び関連施設を保全していくとともに、ダム貯水池周辺の安全・安心の確保の観点から、更なる危機管理が求められている。

このような環境変化に対応していくためには、従来実施されてきたダム堆砂量の管理のみならず、広域の土砂移動を管理していく必要がある。しかし、ダム貯水池への土砂流入現象については生産域が広範囲に及び情報が蓄積されておらず未解明な部分が多いため、ダム管理に反映されていないのが現状である。

そこで、本研究では、ダム貯水池の土砂管理を高度化していくために必要不可欠である土砂流入現象の管理技術や仕組みについて論じるものである。また、平成 17 年台風 14 号の豪雨災害を契機に総合的な土砂管理に取り組んでいる耳川をフィールドとして、「ダム事業者」の視点で取りまとめた。なお、本研究では、総合土砂管理・危機管理の観点からダム・貯水池に最も影響を与えると考えられる土砂流入現象である「支流域からの流砂」と「斜面崩壊」を対象として取り扱う。

第 1 章では、本研究の背景と目的、土砂流入現象の特徴について述べた。

第 2 章では、研究対象エリアとして選定した耳川流域について概説した。特に、過去最大の被害を引き起こした平成 17 年の台風 14 号の被害、全国でも注目を集めている流域一体となった総合土砂管理の取組みやダム事業者（九州電力）のダム通砂事業に着目した。

第 3 章から第 5 章は、これらの耳川における災害や土砂管理事例を取り上げながら、土砂流

入現象に関する技術課題を検討した。

第 3 章では、支流域からの流砂現象に着目し、ダム貯水池への流入土砂量の把握・予測手法について検討した。具体的には、観測技術が確立されていないため、これまで多くの情報（流量、堆砂量・形状等）を蓄積してきたダム貯水池を大きな観測装置と捉え、河床変動計算モデルを用いて過去の洪水やダム堆砂を再現することで、逆解析的に各年・各支流からの流入土砂量の実績を把握した。次に、算出した流入土砂量実績と支流域の素因・誘因との関係を相関分析することで、流入土砂量に関して支配的な 5 つの要因（流量、裸地面積、曲率、粗度数、傾斜角）を明らかにした。また、これらの要因を説明変数とすることで、素因・誘因を複合的に考慮できる簡易な流入土砂量の予測式を構築した。

第 4 章では、突発的な土砂流入現象である斜面崩壊に着目し、耳川流域の斜面崩壊の実態把握と広域の斜面崩壊予測を行った。具体的には、台風 14 号における未曾有の災害経験を重要な情報と位置づけ、広域の崩壊斜面調査を実施することで、崩壊発生箇所や規模、崩壊発生機構、崩壊発生雨量等の観点から斜面崩壊の特徴を分析した。その結果、崩壊前の斜面は特有の地形要素を有していたことや、崩壊発生雨量が大きく 2 つに分けられること等を明らかにした。その上で崩壊実績調査の知見を用いることで、流域の特徴を踏まえつつ簡易化したモデルによる広域の斜面崩壊予測手法を構築し、崩壊が予測される斜面と雨量（ハザードマップ）を求めた。また、耳川においては、平成 17 年規模同様又はそれ以上の斜面崩壊リスクを有していることを明らかにした。

第 5 章では、斜面崩壊のうち天然ダム等の甚大な被害をもたらすダム貯水池内の大規模斜面崩壊を対象に、十分に解明されていない崩壊発生機構を明らかにするとともに復旧計画について論じた。崩壊発生機構については、地質調査や安定解析・浸透流解析を行うことで、急な斜面上に厚く堆積する堆積物（素因）と斜面表層からの降雨浸透による飽和（誘因）が崩壊の主な原因であったことを明らかにした。また、明確な設計基準が無い中で、複雑な地質構造や崩壊発生機構を踏まえた法面対策工や貯水池内で施工可能な RC 杭による護岸工の設計･施工方法を提案した。

第 6 章では、これらの研究成果等を踏まえて、ダム貯水池の土砂管理に必要となる仕組みと具体的な土砂流入現象の管理方法を提案した。まず、多くの不確実性を有する土砂を管理していく上では、土砂管理技術だけでなく、「流域関係者との連携体制」、「継続的な評価・改善サイクル」、「管理目的に応じた対象現象の絞込み」といった仕組みがベースとして必要であることを示した。その上で、総合土砂管理の高度化に向けて、制度や法律が整備されていないことに着目し、耳川での取組みを参考に、総合土砂管理の計画・実施フローや仕組みを提案した。また、総合土砂管理の中核的位置付けであるダム通砂における土砂管理として、ダム貯水池のみならず支流域も含めた広域の管理イメージを示した。危機管理の高度化に向けては、斜面崩壊へのリスクマネジメントとして、第 4 章で崩壊が予測される大規模斜面崩壊を取り上げ、崩壊時の天然ダムや段波等による被害シナリオの抽出方法やリスク評価方法を示した。また、大規模出水時のクライシスマネジメントとして、周辺地域の安全確保に向けた積極的な情報提供や災害発生後の初動体制を整理しておくことが重要であること等を言及した。

第 7 章では、上記の内容を総括し結論とした。