

巨礫粒径調査法の現状と一考察

○鈴木 崇¹⁾・吉田圭佐¹⁾・嶋 丈示²⁾・筒井智照²⁾

1) 株式会社パスコ コンサルタント事業部防災技術部

2) 財団法人 砂防・地すべり技術センター砂防技術研究所

1. 検討の目的

鋼製透過型鋼製砂防えん堤にとって鋼材の純間隔は、流出土砂捕捉機能を左右する重要な要素となっている。鋼製透過型砂防えん堤の透過部を構成する鋼材の純間隔は、巨礫粒径調査¹⁾から得られる最大礫径(D_{95})によって設定されている。

最大礫径は、「砂防えん堤計画地点より上流および下流各々200m間に存在する200個以上の巨礫の粒径を測定して作成した頻度分布に基づく累積値の95%に相当する粒径(D_{95})とする」と定義されている²⁾。

上記の調査方法によって巨礫粒径調査を実施しようとして現場に降り立つと、溪床には無数の礫が存在し、どの礫を調査対象とすべきか困惑する場合がありますと考えられる。明確な土石流堆積物や角礫や材質が明らかに異なっている場合は調査対象の可否の判別が付くが、明瞭な土石流堆積物が確認出来ない場合や、巨礫の分布量が極端に多い場合や巨礫は散在する場合など、調査対象とする礫の選定は調査者の主観に任されている状況となっていることが考えられる。

鋼製透過型砂防えん堤を設計する際に利用されている財団法人砂防・地すべり技術センターが実施している鋼製砂防構造物技術検討サービスの検討資料を見ると、最大粒径についての情報はほとんどが値の揭示のみとなっている。最大礫径の値や累加曲線のみでは、最大礫径がどの区間でどのように堆積している礫群からサンプリングされたものであるのかを読み取ることが非常に困難であり、調査者以外の人間による調査結果の検証が難しい状況にあると考えられる。

本検討は、巨礫粒径調査法で得られる結果の意味を認識し、客観性が高く、設計条件のみならず、えん堤の機能検証に活用できる結果が得られる調査法の提案を目的とする。

2. 検討方法

巨礫粒径調査法では対象礫の選定に主観が入るため客観性が低くなってしまうことが懸念される。そこで、巨礫粒径調査法と同じ地点で線格子法³⁾を実施して得られた最大礫径および粒径加積曲線を比較することで、客観性の検証を行うこととした。

線格子法は設定する測線に沿ってサンプリングを行うために作業量が多くなるものの、設定する測線を再現でき測定対象とした礫を特定しやすいため巨礫粒径調査法よりも客観性が高い結果が得られると考えた。

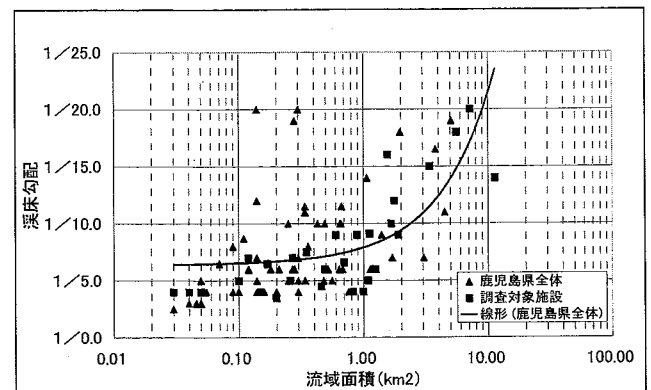
3. 調査対象溪流

調査対象溪流は、降水量が多く土砂流出後のデータ

を取得できる可能性が高いと考えられ、かつ鋼製透過型砂防えん堤のスタンダードな形式である格子型とB型の設置基数が最も多い鹿児島県内の溪流を想定した。

河床材料の構成を決定する要素としては水理量（流量や掃流力）や地形要素（流域面積、溪床勾配や谷幅）が考えられる。ここでは流域面積と溪床勾配に着目して、流域面積と溪床勾配が偏らないように調査箇所を抽出した。

この結果、流域面積 $0.03\text{km}^2 \sim 10.0\text{km}^2$ 、溪床勾配 $1/20$ (3°) $\sim 1/4$ (14°) の28溪流を調査対象とした（図-1）。



〈 図-1 調査対象溪流の流域面積と溪床勾配 〉

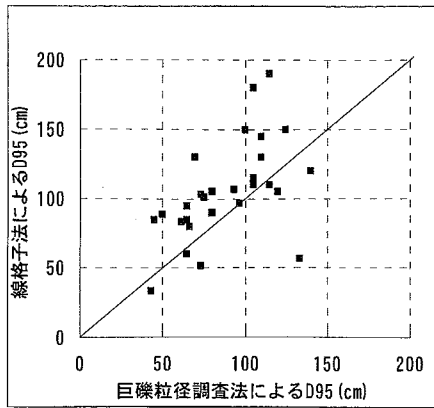
4. 調査結果（調査方法による最大礫径の違い）

2種類の調査方法から得られた最大礫径を比較した結果を図-2に示す。線格子法よりも巨礫粒径調査法から得られた値のほうが小さい結果となった。各調査法の最大礫径の平均値を見ると巨礫粒径調査法では89cm、線格子法では106cmであった。

巨礫粒径調査法では巨礫を対象としてサンプリングするために線格子法よりも巨礫粒径調査法のほうが最大礫径が大きくなると予想していたが、結果は逆となった。これは、サンプリング数の違いによるものと考えられる。巨礫粒径調査のほうが線格子法よりもサンプリング数が多くなる傾向にある。

流域面積 0.82km^2 、溪床勾配 $1/4$ を示す溪流において、サンプル数の違いによる最大礫径の違いを見てみる（図-3）と、礫径の大きい方から100個の頻度分布と礫径の大きい方から200個の頻度分布、そしてサンプル数466個の頻度分布、そして線格子法（サンプル数80個）の最大礫径は以下のようにになっている。

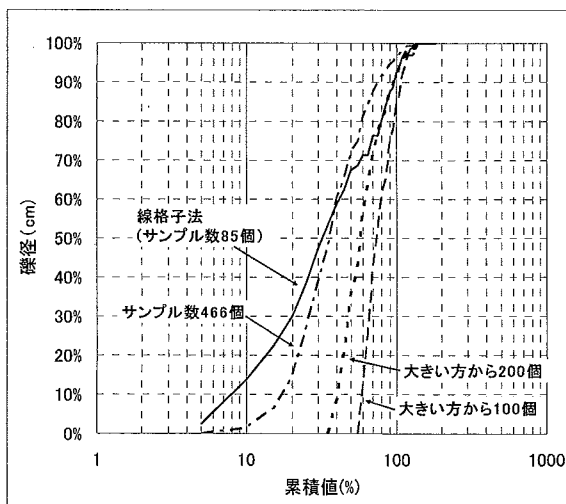
- ・ サンプル数100個： $D_{95}=115\text{ cm}$
- ・ サンプル数200個： $D_{95}=110\text{ cm}$
- ・ サンプル数466個： $D_{95}=95\text{ cm}$
- ・ 線格子法（サンプル数85個）： $D_{95}=110\text{ cm}$



〈 図-2 巨礫粒径調査法と線格子法の最大礫径 〉

粒径を測定するサンプル数が多いと最大礫径が小さくなる傾向が出ている。巨礫粒径調査法と線格子法でサンプル数がほぼ同じ場合に最大礫径に大きな違いは見られなかった。

粒径加積曲線（図-3）を見ると、最大礫径は線格子法の方が大きくなるものの、平均粒径以下では線格子法の方が巨礫粒径調査よりも値が小さくなる傾向を示している。



〈 図-3 調査手法ごとの粒径加積曲線 〉

最大礫径の違いは、2つの調査結果のサンプル数の違いによるものと考えられる。

巨礫粒径調査法では、サンプル数 100 個に拘らずにサンプリングを行った。この結果、全調査箇所の中で巨礫粒径調査法のサンプル数は 356 個、線格子法では 67 個の礫を測定している。

3 辺計測平均値から得られる最大礫径は、サンプル数が 100 個の場合は粒径の最大値から 6 番目の値であり、サンプル数が 200 個の場合は 12 番目の値であり、400 個の場合は 24 番目の数字となり、サンプル数が多いとその分、粒径が細かな礫をサンプルに入ってくるため、最大礫径が小さくなると考えられる。

サンプル数が同じ場合に調査手法による顕著な結果

の違いが生じていないことを考えると、今回の場合は調査者の主観による調査精度の差ではなく、調査方法の違いが調査結果に現れていると考えられる。

5. まとめ

巨礫粒径調査法と線格子法と比較したところ、巨礫粒径調査法で得られた最大礫径のほうが線格子法で得た最大礫径よりも値が小さくなる傾向があることが確認できた。

最大礫径が小さければ鋼材の純間隔が狭くなるために土砂処理上、安全側の設計となる。また、線格子法に比べて巨礫粒径調査法のほうが単位時間内の取得サンプル数が多くなることや、透過部の閉塞に影響する礫を中心に計測することから、鋼製砂防構造物の設計に用いる調査方法としては巨礫粒径調査法のほうが適していると考えられる。

砂防えん堤設計時に実施される巨礫粒径調査は土石流発生前の溪床状況を把握する貴重な機会であり、砂防えん堤が設計される溪流において必ず実施される。砂防えん堤を設計する度に土石流発生前の溪床状況データが蓄積され、土石流が発生した場合の砂防えん堤の機能検証に活用できるデータの全国レベルでの蓄積が期待できる。これらのデータは透過型鋼製砂防えん堤の機能検証の基礎データとなり、より経済的な施設設計実施に寄与するデータを得ることができると考えられる。また、このデータ蓄積によって巨礫粒径調査結果を検証する一般解が導かれることが期待される。

このため、調査後に調査結果を検証可能な形で蓄積するために巨礫粒径調査を実施する際には、最大礫径とともにサンプリングした巨礫の平面分布状況のルートマップをセットで保存しておくことが必要と考えられる。この結果、土石流発生前の溪床状況と土石流捕捉後の状況を比較できるので、鋼製透過型砂防えん堤の機能検証および最適設計へのデータ蓄積が進むことが期待される。

6. 参考文献

- 1) 鋼製砂防構造物設計便覧 平成 13 年度版 鋼製砂防構造物委員会編集 財団法人砂防・地すべり技術センター。
- 2) 土石流・流木対策設計技術指針及び同解説 平成 19 年 11 月 国土交通省砂防部, 国土交通省国土技術政策総合研究所。
- 3) 建設省河川砂防技術指針（案）同解説調査編 平成 9 年 10 月 建設省河川局。
- 4) 清水宏 (1982) : 線格子法による河床礫の分布特性の解析. 新砂防, 122, p27-35.
- 5) 砂防基本計画策定指針（土石流、流木対策編）及び同解説 平成 19 年 11 月 国土交通省砂防部, 国土交通省国土技術政策総合研究所。

以 上