

流砂量観測手法の体系化への試み

(財)砂防・地すべり技術センター ○阿部淳, 安田勇次, 岩本隆久
国土交通省関東地方整備局利根川水系砂防事務所 佐藤一幸, 笠原治夫, 貝瀬英樹, 小林知宏

1. はじめに

流砂量観測によって得られる時間的な変化を伴った掃流砂量・浮遊砂量は、水源地から海岸までの土砂移動実態を把握する上で重要なデータの一つである。これらのデータを取得するための流砂量観測手法の規格は『河川砂防技術基準（案）』に観測手法の紹介がされている程度に止まっており規格化されていない。このため、現在各地で行われている掃流砂・浮遊砂観測は、各河川の地形状況や観測の目的によって異なった観測手法を用いているためデータの標準化が図られていないのが現状である。このため、観測地点毎の通過土砂量や他河川との流出土砂量の比較に用いることに十分注意が必要である。

本報告は、国内外で用いられている掃流砂・浮遊砂観測及び観測手法について調査検討を行い、今後の流砂量観測について国際標準を踏まえて考察を行うものである。

2. 国内外の流砂量観測についての調査・検討

2.1 国内の流砂量観測の調査

国内の流砂量観測の事例調査は、(財)砂防・地すべり技術センターで收集整理した資料（表-1）及び「水系一貫土砂管理に向けた河川における土砂観測、土砂動態マップの作成及びモニター体制構築に関する研究（国土交通省国土技術研究会）」で流砂量観測の実施が報告されている江合川等を含めた20流域について、収集できた資料をもとに事例をとりまとめた。

(1) 浮遊砂観測

浮遊砂観測としては表-2に示すように『河川砂防技術基準（案）』で紹介されている簡易採水器 B 型の他にバケツ採水、ポンプ採水、自動採水器等を用いて観測が行われている。これらは同一の観測手法であっても流域や観測地点によって採水間隔、採水位置等の運用方法が異なっているため観測データの精度は様々であると言わざるを得ない。

(2) 掃流砂観測

掃流土砂を採取する方法として①土研式採取器、②金網式採取器、③角型・丸型サンプラーで観測されているが、観測が行われた範囲はいずれも流速が 3m/s 以下の条件下であった。急流河川については、ハイドロホンや震動センサー等の間接測定が実施されている。掃流砂観測については採取器の着床状況による土砂捕捉率が異なる等の様々な課題が報告されており、観測データの取り扱いには、現状では注意を有するものと考えられている。

2.2 国外の流砂量観測の調査

一方、国外の流砂量観測については、観測手法の規格の有無に関して国際標準化機構（ISO）の専門部会の調査を行った。その結果、流砂量観測の規格化については ISO の専門技術部会 TC113（開水路の流量観測）のうちの分科小委員会 SC6 で検討されている状況であった。SC6 が担当している規格は河道の流水に含まれる浮遊土砂量および掃流土砂量ならびに河床材料物資の測定手法に関する規格であり、表-4に示す6つの規格と1つの技術資料（TR）が検討されている。

表-1 STC の収集資料

資料名・雑誌名	発行機関
国土交通省 国土技術研究会報告	国土交通省
国土技術政策総合研究所資料	国土交通省
土木技術資料	国土交通省
土木学会学術講演会概要集	(社) 土木学会
水工学論文集	(社) 土木学会
水利科学	(財) 水利科学研究所
河川	(社) 日本河川協会
砂防学会誌	(社) 砂防学会
砂防学会研究発表会概要集	(社) 砂防学会
SABO	(財) 砂防・地すべり技術センター

表-2 国内の浮遊砂観測の事例

観測方法	観測水系	事例数
バケツ採水	石狩川, 阿武隈川, 信濃川, 黒部川, 木曽川, 日野川, 斐伊川, 川内川	8 例
簡易採水器 B 型	富士川, 姫川, 安倍川	3 例
ポンプ採水	石狩川, 江合川, 名取川, 阿武隈川, 利根川, 富士川, 信濃川, 姫川, 木曽川, 矢作川, 与田切川, 木津川, 安倍川, 春木川, 土谷川, 日野川	16 例
自動採水器	利根川, 酒沼川	2 例

表-3 国内の掃流砂観測の事例

観測方法	観測水系	事例数
土研式採取器	石狩川, 富士川, 姫川, 黒部川, 安倍川	5 例
金網式採取器	阿武隈川, 黒部川, 安倍川	3 例
角型・丸型サンプラー	姫川	1 例
ハイドロホン・振動センサー等	黒部川, 余田切川, 常願寺川, 安倍川, 住吉川, 川内川	6 例
全流砂量採取装置（参考）	安倍川	1 例

SC6 で検討されている規格の内容は、主として性能規定としての規格であり、目的を達成するために満たされなければならない要件を記述し、代表的な手法について紹介している。

表－4 分科小委員会 SC6 の規格の内容

2.3 国内の観測事例と ISO 規格との照合

(1) 浮遊砂観測

浮遊砂観測については採取器について網羅的に記載されており、観測条件、採取器の形状、サイズ、運用方法等は明記されていない。SC6 規格では、国内で実施されていない手法がいくつかあるものの、国内で実施している簡易採水器 B 型、バケツ採水、ポンプ採水等は SC6 規格で記載されているため、国内で実施している浮遊砂観測はいずれも SC6 規格と整合している手法で観測されている。しかし、観測地点毎の通過土砂量や他河川との流出土砂量の比較に用いることに関しては、採水間隔、採水位置等の運用方法が明記されておらず観測データの標準化が図られていないため、さらに検討を必要とする。

(2) 掃流砂観測

掃流砂観測に関する SC6 規格は、技術資料があるのみで、現在規格化されていない。技術資料は観測手法とサンプラーの紹介がされている。観測手法は直接採取と間接測定に区分されている。直接採取についてはサンプラーの紹介がされているが、流速が 3m/s 以下で実施されているものであり国内の観測事例と同様である。間接測定については手法の紹介に止まっており、①差分測定、②容積法、③砂堆トラッキング法、④トレーサ、⑤リモートセンシング、⑥音響装置（ハイドロフォン等）が記載されている程度である。

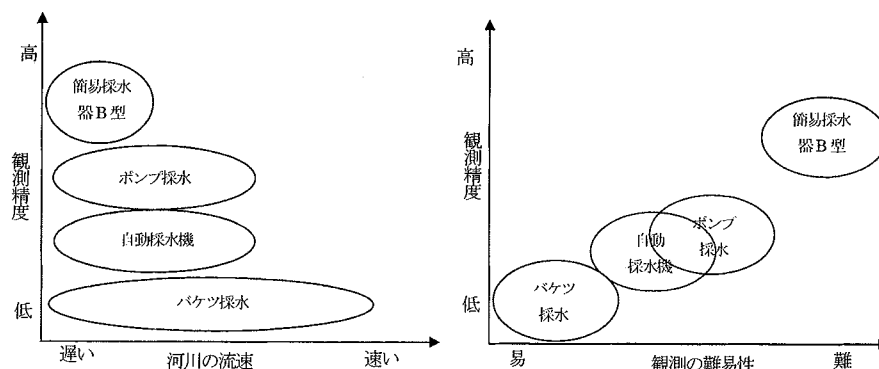
分科小委員会	SC6 ; 浮遊及び掃流物質の観測
幹事国	インド
日本の参加形態	O メンバー
P メンバー	中国、チェコ、エジプト、インド、韓国、ノルウェー、ルーマニア、ロシア、スイス、イギリス
ISO 規格	ISO3716 : 浮遊砂採取器の性能 ISO4363 : 浮遊砂の観測 ISO4364 : 底泥採取 ISO4365 : 濃度、粒径、密度の分析法 ISO9195 : 砂礫盤の試料採取と解析 ISO11329 : 感潮域における浮遊砂の観測 TR9212 : 掃流砂の採取方法

※P メンバー (Participating member) : 積極参加型

※O メンバー (Observing member) : オブザーバー

3. 流砂量観測手法の体系化への試みと今後の課題

前章までは、国内外の流砂量観測について網羅的に述べたが、観測手法が異なる場合や観測機器が統一されていない場合は得られた観測値の精度が異なってくる。例えば、浮遊砂観測では、バケツ採水とポンプ採水では前者は水面付近の浮遊土砂の捕捉であるのに対し後者は水深方向の土砂濃度分布を把握することができる。また、ポンプ採水でも採取口径が異なる場合は採取可能な粒径が異なることもある。このことは、両者の手法で得られる観測値の精度が異なるということである。さらに、観測目的や河川状況によっても適用できる観測手法が異なってくる。例えば洪水時の観測と通常時の観測である場合等があげられる。



図－1 浮遊砂観測の体系化イメージ

得られた観測値について一定の精度を確保するためには、現在は網羅的に観測手法が綴られている国内基準や ISO 規格について、観測手法を体系的に整理して規格化（観測手法毎に①観測条件の統一、②装置の規格化、③運用方法のマニュアル化等）を行いデータの標準化を図ることが今後の観測を行う上で有益と考える。

そこで、国内外の観測では、観測手法が概ね確立されてきている浮遊砂観測について、図－1 のような体系的な整理を考えた。（軸は観測の難易性や河川の流速の他にコスト、川幅及び水深等が考えられる）このような整理手法を用いて観測目的や河川状況に応じた観測手法の統一、装置の規格化、運用方法等が規格化されれば、観測データの信頼性向上につながると考える。

さらに、観測の規格化を行いデータの蓄積と共有化が図れば、これまでの各河川における土砂動態が日本国内外において横並びでその量と質を議論できるようになる。

なお、掃流砂観測については、現状の国内外の観測手法では精度を議論する段階に達していないため、新たな手法の開発を含めたデータの蓄積が必要であると考えられる。

【謝辞】本論の作成において、ISO 関係の資料提供及び情報提供にご協力いただいた(株)建設技術研究所堀田哲夫首席技師長に感謝の意を表します。

参考文献：土木 ISO ジャーナル