

白石川流域の洪水及び濁質流出について

東京工業大学総理工 正 員 石川 忠晴
東京工業大学大学院 学生員 入江 光輝
東京工業大学大学院 学生員 横山 勝英

1. はじめに

本研究では阿武隈川水系白石川上流域における洪水流量と濁度の関係について考察している。解析の手順としては、まず洪水ハイドログラフを基底流出、地下水流出及び中間・表面流出に分離し、その中で濁質流出に最も寄与していると思われる中間・表面流出と濁度との相関を調べた。続いて、濁質粒径分析から求められた粒径別濁質量ごとに中間・表面流出との対応関係を調べた。

2. 現地観測及び測定結果

観測対象は、宮城県南部の七ヶ宿貯水池に流入する白石川(流域面積131km²、標高差300m、森林93%)である。1994年9月30日から10月1日にかけて発生した台風26号出水時に、図-1に示す地点において、30分~2時間の間隔で採水を行い、7レック電子製ACL-1800を用いて濁度の時間変化を求めた。同測定器はカリブ換算の体積濃度を示すようにカリブレーションされている。また採水の一部を持ち帰り、建設省土木研究所の日機装製マイクロラックで粒度分析を行った。なお、雨量と流量については、建設省七ヶ宿ダム管理所から頂いたデータを用いた。

当該出水での流量と濁度の単純相関を図-2に示す。同図は時計回りのループを描き、減水時に比べ増水時の濁度が高いことがわかる。

3. 流量の成分分離

当該出水を含む2ヶ月間の雨量、流量の時系列を図-3に示す。これを以下の手順で3成分に分離した。まず、図-3の期間を含む4ヶ月のデータについて、フィルター分離法¹⁾を用いて、低水流量と合致するように、時定数 T_e と減衰定数 δ を変化させながら基底流出を算定した。その結果、 $T_e=360\text{hr}$ 、 $\delta=3.88$ とした場合に、算定された基底流出量と低水流量波形がよく合致した。その分離結果を図-4に示す。

次に、基底流出を差し引いたハイドログラフを片対数紙にプロットしたところ(図-5)、台風26号出水以外の小出水については、遅減部の傾きが一定となり、時定数32hrの指数関数で表されることが見いだされた。このことは、これら小出水が単一の流出成分(地下水流出成分)で構成されていることを示唆するものと考えられる。そこで、これら小出水の降雨と流量の関係から、地下水成分の流出率とユニットハイドログラフを求めた。地下水成分流出率と初期流量との相関を図-6に示すが、このようにほぼ一価の関係が認められた。

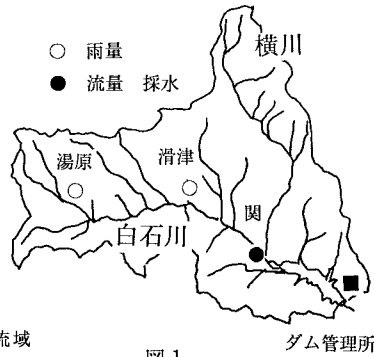


図 1

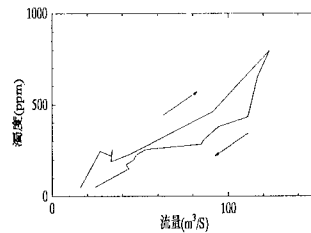


図 2 流量と濁度の対応

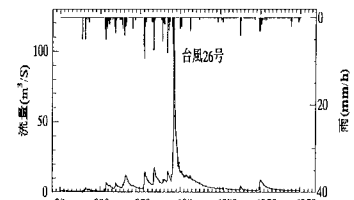


図 3 9/1~10/31の雨量・流量波形

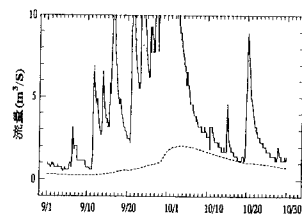


図 4 基底流出のフィルター分離

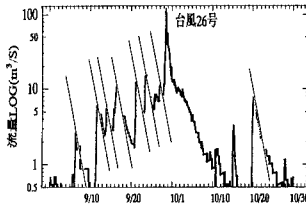


図5 基底流出を差し引いた流量の

対数プロット

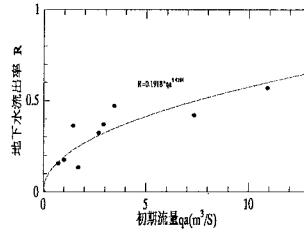


図6 初期流量と地下水流出率

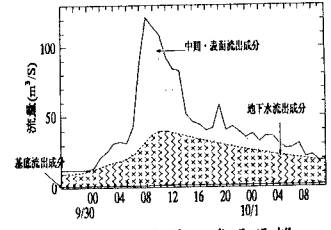


図7 流量の成分分離

さて、図-5からわかるように、台風26号出水のみは、減減部が同一の指数関数で表されない。これは中間・表面流出が発生したためであると考えられる。そこで、前記の小出水から見いだされたルールを適用して地下水流出成分を算定し、これを差し引くことによって中間・表面流出成分を図-7に示すように求めた。

4. 濁質と中間・表面成分流量の関係

以上のようにして求められた中間・表面流出成分と濁質量との相関を図-8に示す。この図を図-2と比較すると、ループが小さくなり、流量と濁度がほぼ一価の関係で表されていることがわかる。このことから、濁質流出は主に中間・表面流出によって規定されているものと推測できる。

図-9は、粒度分析結果をもとに、濁質の3つの粒径域（0～9.4 μm 、9.4～75 μm 、75～300 μm ）ごとの濁度と中間・表面流出成分との関係を整理したものである。粒径ごとに見ても中間・表面流出成分との相関はほぼ一価の関係を示している。また、同図から、粒径別の流出特性の特徴が見て取れる。

5. おわりに

ここで用いた成分分離法は白石川の観測記録の特徴を利用したものである。また図-9の曲線形などは、観測例が一洪水であるからどの程度一般性があるかはわからない。しかし、濁質の流出特性を調査するにあたり（実測流量そのままではなく）中間表面流出成分との相関を検討することは価値があるように思われる。今後観測・解析事例を増やしていきたいと考えている。

本研究を行うにあたり、建設省七ヶ宿ダム管理所及び土木研究所汚泥研究室に助力をいただいた。また本研究は文部省科学研究費一般研究B（代表：東北大学、真野明）の助成を受けている。記して謝意を表する。

参考文献：1) 日野幹雄・長谷部正彦：水文流出解析 森北出版

2) 横山勝英・石川忠晴：水工学論文集、第39巻、pp. 249-254、1995

図8

中間・表面流出成分流量と濁度の対応

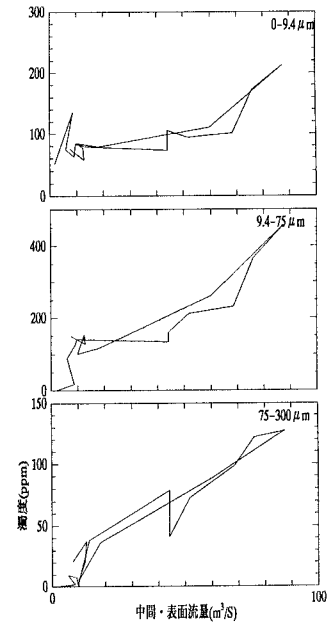


図9 中間・表面流量と
粒径別濁度の対応