

## 濁水発生流域における懸濁物質流出量の評価方法の提案

九州大学工学部 学生会員 鮫島 康之 九州大学大学院 正会員 三谷 泰浩  
 九州大学大学院 正会員 池見 洋明 九州大学大学院 学生会員 郭 めい  
 九州大学大学院 学生会員 石丸 真也

### 1. はじめに

ダム貯水池における下流域での濁水長期化問題は、1950年代以降全国的に顕在化しており、これに対して様々な対策が施されている。この問題は、ダムへの懸濁物質の供給が根本的な原因であるが、懸濁物質が、どこで、どの程度発生するかを定量的に評価することが困難であるため、根治的な対策が講じられていないのが実状である。

そこで本研究では、貯水池上流域に着目し、濁度と水位の常時観測を行うことで、流出する懸濁物質量を精度よく定量的に評価する方法を提案し、さらに、計測結果から懸濁物質流出量を算出する。

### 2. 濁度計測方法および懸濁物質濃度の算定

#### 2.1 計測パラメータの設定

濁度の計測には、後方散乱光方式濁度計(JFE アレック(株)社製: ACLW-USB)を用いる。この濁度計には、**図 1** に示すように、Burst 時間, Interval 時間, Sample 数といった計測パラメータの設定を行う必要がある。そこで、カオリン - 水混合物(濃度: 2000mg/l)を用いて、濃度を常時攪拌により均質に保ちながら、濁度を計測し、理想値の 2000ppm に近く、データのばらつきが小さくなるよう最適値を求める。実験では、Burst 時間 1分, Interval 時間 1秒, Sample 数 30個として 1時間計測を行い、計測したデータから、**図 2** に示す設定時のデータを抽出することで、各パラメータを検討する。この結果、Burst 時間および Interval 時間の違いによる計測値の変化は見られなかった。Sample 数は、**図 3** に示すように、15個以上になると計測値の平均値, 標準偏差ともに安定した値を示した。以後、本研究における実験では、Burst 時間 1分, Interval 時間 1秒, Sample 数 15個の設定で実験を行う。

#### 2.2 濁度計設置状況の検討

濁度計は、外部からの光の影響やセンサ光学面直近に障害物がある場合、反射光の発生や遮光により、計測結果に影響を受ける可能性がある。そのため、濁度計を保護管(直径 20cm, 長さ 53cmの鋼鉄製)で覆い、光や障害物による影響をできる限り受けないようにする。また、濁度計は河川に設置されるため、設置場所や観測時期により、その設置位置が異なる。よって、流速, 濁度計の位置が計測値へ与える影響を検討する。流速は、0.57m/s, 0.12m/s, 0m/sの3段階に分け、各段階で 10分間計測を行う(**図 4**)。この結果、流速が 0m/sの状態ではデータにばらつきが見られた。これは、混合物が滞留して濃度が均質に保たれないためと考えられる。また、濁度計の位置は、**図 5** に示す 3つの条件で実験を行う。その結

果、計測値に大きな変化はなく、設置位置は、計測結果に大きな影響を与えないことが明らかになった。

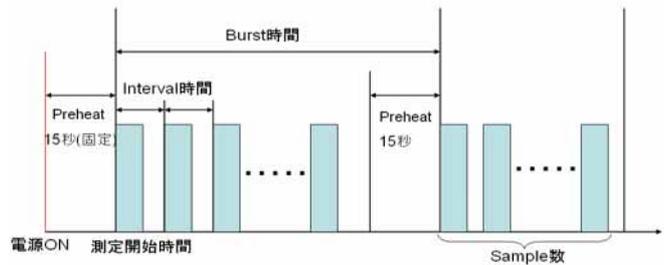


図 1 計測パラメータの概要

(1) 検討するパラメータ Interval時間(1~10秒) Burst時間: 5分 Sample数: 3個	(2) 検討するパラメータ Sample数(1~30個) Burst時間: 5分 Interval時間: 1秒 ((1)より)	(3) 検討するパラメータ Burst時間(1.5, 10分) Interval時間: 1秒 ((1)より) Sample数: 15個 ((2)より)
--	--	--

図 2 抽出する計測パラメータのパターン

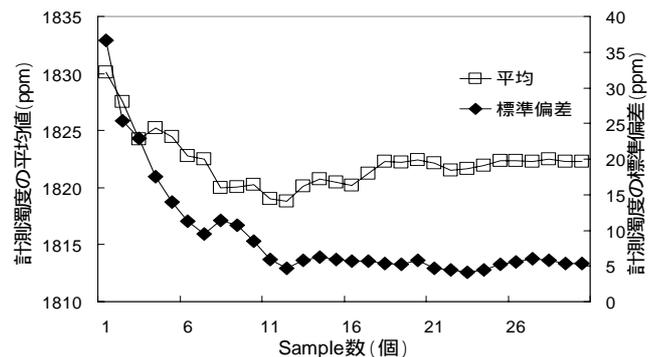


図 3 Sample 数の違いによる計測濁度の平均値, 標準偏差

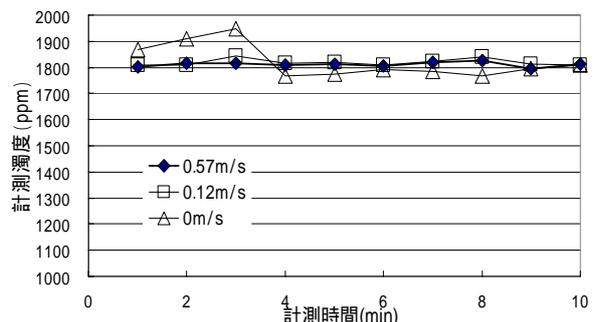


図 4 流速の違いによる計測濁度

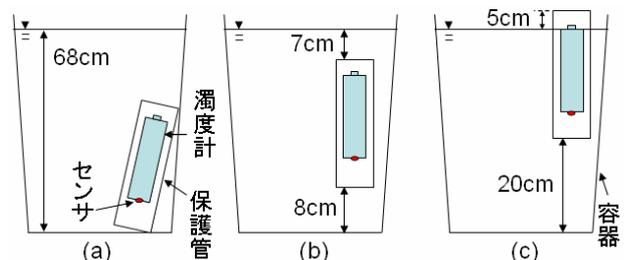


図 5 濁度計の設置位置

### 2.3 懸濁物質濃度の算定方法

使用する後方散乱光方式濁度計は、近赤外光を水中懸濁粒子に照射し、反射光強度によって、濁度を比率(ppm)として計測する。この方式による計測値は懸濁物質の分布状況に依存するため、実際の懸濁物質濃度を把握するには、既製の濁度計による計測濃度(ppm)から懸濁物質濃度(mg/l)への換算法を検討する必要がある。そのため、現場での濁水の発生状況を考慮して試料を採取する。採取した現地試料は粒径にばらつきがあり、その全てが濁水長期化の原因となるのではなく、実際には、浮遊物質となる粒径が 10 μm 以下の粒子が問題となる。懸濁物質の粒子粒径が濁度計の計測に与える影響を調べるため、試料を 850 μm、250 μm、75 μm、75 μm 以下にふるい分けを行う。各粒径で、試料 - 水の濃度が 500mg/l となる質量を用意し、これらの粒子を大きい粒径から順に同一の水に投入し、濁度を計測する。その結果、**図 6** に示すように、75 μm 以下の粒径を投入すると濁度が検出され、大きな粒径に対して濁度は計測できないことが分かった。そのため、75 μm 以下の現地試料を用いて濁度を計測し、濁度と懸濁物質濃度の間に検量線を描き、換算値を算出する。本実験では、75 μm 以下の現地試料を 8 段階に分け、水に徐々に投下し、混合物の濃度を増加させ、各段階で濁度を 10 分間計測する。また、各段階での実際の懸濁物質濃度を把握するため、各段階において計測終了後、攪拌した状態で試料 - 水混合物を採取し、混合物の質量を測定する。さらに、この混合物を乾燥させ、懸濁物質のみの質量を求め、懸濁物質濃度を算出する。このようにして算出した検量線を **図 7** に示す。この結果から、現地試料の懸濁物質濃度は、濁度の計測値に換算値 3.66 を乗ずることで得られることが明らかになった。

### 3. 原位置での懸濁物質量の算出

原位置での懸濁物質流出量は、10 分毎の計測濁度に換算値を乗じて算出した懸濁物質濃度と計測した水位データから算出した流量を掛け合わせたものとして求める。2010 年 5 月~11 月に観測した 6 流域において、実際の懸濁物質流出量を月別に算出した結果を **図 8** に示す。この結果、5、6 月では流域 3 において懸濁物質の流出量が多く、一方、8 月には、流域 6 において懸濁物質が多く流出している。このように、観測流域によって懸濁物質の流出特性が異なることが分かる。さらに、全観測期間における総懸濁物質流出量および単位面積当りの総懸濁物質流出量を **表 1** に示す。その結果、流域 4 では、流域 6 の総懸濁物質量の半分程しか流出していない。しかし、単位面積当りの総懸濁物質流出量を算出すると、流域 6 よりも流域 4 では、単位面積において 250t 流出量が多いことが分かった。また、流域 3 では他の 5 つの流域と比較して単位面積当りの総懸濁物質量が 3~200 倍多く流出することが分かった。

### 4. おわりに

本研究では、濁度計測方法の検討を行うことで、

濁度計の設定において sample 数を 15 個以上とる必要があることを明らかにした。また、現地での濁度計設置は、滞留している場所を避けて設置する必要があり、Burst 時間、Interval 時間および濁度計の設置位置は、濁度の計測値に影響を与えないことを示した。さらに、現地試料を用いて実測濁度から懸濁物質濃度への換算値を求めた結果、懸濁物質濃度(mg/l)は実測濁度(ppm)の 3.66 倍であることが分かった。その結果、観測流域における懸濁物質流出量を定量的に算出し、流域毎に懸濁物質流出量が異なることを明らかにした。

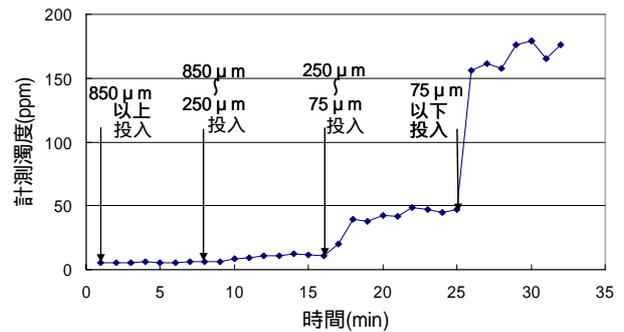


図 6 各粒径粒子投入時の計測濁度

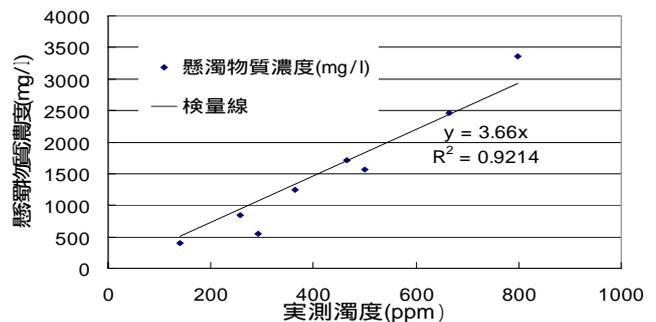


図 7 懸濁物質濃度と実測濁度の関係

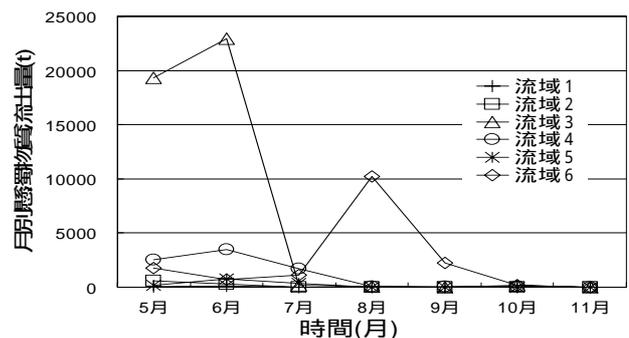


図 8 観測流域における月別の懸濁物質流出量

表 1 全観測間における総懸濁物質流出量および単位面積当りの総懸濁物質流出量

	流域1	流域2	流域3	流域4	流域5	流域6
総懸濁物質流出量 (t)	159	885	42663	7964	1367	16171
単位面積当りの総懸濁物質流出量 (t/km <sup>2</sup> )	80	569	17077	4930	391	4680