

光センサを用いた濁水負荷計測

Measurement of Murky Water Load by Using Optimal Sensors

濱 武英* , 中村 公人* , 三野 徹*

HAMA Takehide , NAKAMURA Kimihito and MITSUNO Toru

1. はじめに 濁水負荷は、濁水濃度と流量を掛け合わせることで計算される。本研究では、これまで別々に計測されてきた濃度と流量を同時に計測できるセンサの開発の可能性を検証した。

2. 計測原理 流れに沿って上、下流部に光センサを設置する。透過型光センサは、投光部と受光部から成る。2つの光センサで計測される受光量変動の相互相関係数を計算し、最大となるラグを求める。このラグは、濁りを作る浮遊物がセンサ間を移動する平均時間と考えられ、センサ間距離をラグで割れば、センサ間の平均的な流速を計算することが可能である。さらに、光センサが計測する受光量の値は濁水濃度に反比例しており、あらかじめその関係を求めておけば、受光量値から濁水濃度を計算することができる。こうして、計算された流速、濁度濃度及び断面積をかけることで負荷が求められる。

3. 実験概要 流速計測の実験装置の模式図を図1に示す。今回の実験で用いた光センサは、緑色と赤色の光源の2種類がある。2種類の光センサを上流・下流で計4つ用いた。光センサの投光部と受光部の距離(投・受光部間距離)は5cm, センサ間距離は15cmで固定されている。濁りはカオリンで作成し、一定の流速20cm/secで装置に供給した。受光量の変動はサンプリング間隔30msecで計測した。次に、受光量と濁度の関係を求めるため、蒸留水にカオリンを加えながら、順次受光量

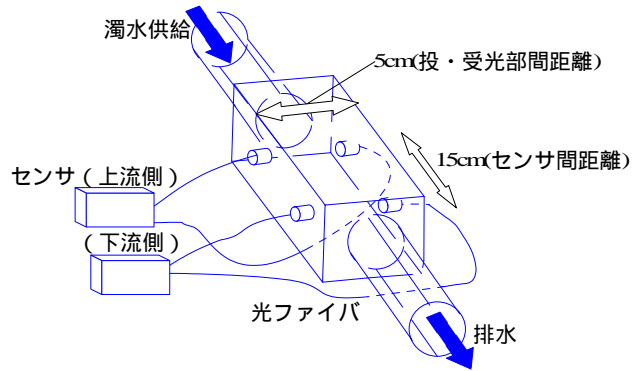


図1 光センサの実験装置の概要
Experimental Apparatus

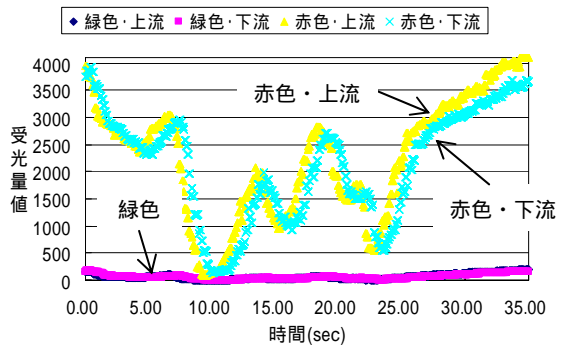


図2 光センサの受光量変動
Readout from the Sensors

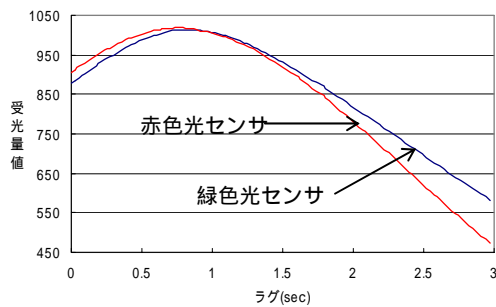


図3 上・下流受光量値変動の相互相関係数値
Cross-Correlation Coefficient between the Sensors
at Upstream and Downstream

値を読み取った。十分に攪拌し、濃度を均一に保つようにした。ここで、カオリン濃度1mg/lが濁度1と定義される。

* 京都大学大学院農学研究科 Graduate School of Agriculture, Kyoto University

4. 結果と考察

流速計測における受光量値変動を図2に示す。今回の流速実験は、高濃度の濁水を用いて行なったため、光が散乱しやすい緑色光センサの計測値は低い。上流部と下流部の受光量値変動の相互相関係数値を計算した結果を図3に示す。緑色、赤色光センサの係数値が最大となるラグは、それぞれ0.78, 0.75secである。よって、流速は19cm/sec, 20cm/secと計算される。赤色光センサにより計測された流速は、実際の流速と一致していることがわかる。計測値の小さい緑色光センサからも、実際の流速とほぼ同じ計算結果が得られている。

緑色光センサの濁度と受光量の関係を図4に示す。図4から受光量と濁度には明確な反比例関係がある。受光量値から濁度を求めることが可能である。

こうして流速と濁度により濁水負荷（フラックス）が計算できる。これら一連の実験から、光センサによる負荷計測の可能性が確認された。緑色光センサは、純水中でも受光量の最大値が低く、低濃度の濁水計測に適すると思われる。赤色光センサは、光が強く高濃度での計測が可能である。この2種類の光センサを組み合わせることで、計測する濃度範囲を広げることができると考えられる。

実際に、この技術の開発及び現地への適用に際して考えられる長所・短所を表1に示した。表1にある他に、光センサの演算機能を駆使することにより、従来の計器ではできない緻密な制御が可能である、という長所もある。

光センサを用いた計測技術は、コスト、管理、制御面での強みが大きい。しかし、透過型光センサには、光軸のズレによる受光量値の低下など、濁度の計測精度が低下する可能性がある。

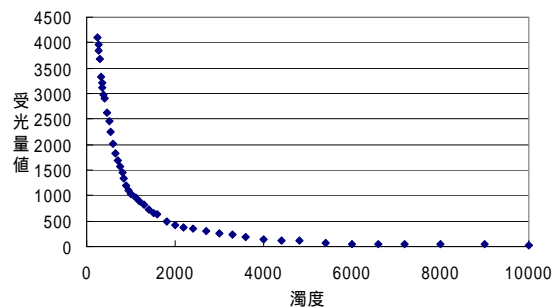


図4 濁度 受光量の関係(緑色センサ)
Relationship between the Green Sensor and Turbidity

表1 光センサによる濁水負荷計測の長所と短所
Strengths and Limitations of the Sensors

長所
1. 流速と濁度を1つの装置で計測が可能
2. 短い時間間隔で計測が可能 (計測の時間間隔は容易に変更可能)
3. 従来の計測機器に比べ安価である
4. センサ内蔵の演算処理機能によりメモリを節約すれば、長期間の計測が可能であり、データ回収の労力軽減
短所
1. 従来の濁度計などに比べて精度が悪い
2. 粒子の拡散が大きいと計算される流速の意味が曖昧になる
3. 変動する流速計測に対応するには、短い時間間隔で計測し続ける必要がある

6. まとめ

光センサを用いた濁水負荷計測の可能性が示された。現地の適用に先立ち、様々な流速に対応可能かを検討する必要があるが、これまでの実験で得られた結果から考察すると、光センサにより計測できる流速の範囲は、センサのサンプリング間隔とセンサ間距離という2つの要素で決定される。低流速を計測する場合、センサ間の沈降などにより変動が相関を持たない可能性があるため、センサ間距離をできるだけ短くとる方が良い。精度の良い相関係数を得るには、多くのデータ数が必要であるため、センサ間距離を短くすると、サンプリング間隔も短くする必要が生じる。ただし、センサの性能によりサンプリング間隔には限界がある。つまり、計測の対象とする流速範囲に対して、サンプリング間隔の限界を見極めて、最適なセンサ間距離を決定する必要がある。

今後は、さらなる精度の向上を図り、濁水の負荷の現地計測を行ないたい。