

水俣湾におけるレーザー式浮遊懸濁物粒径分布・濃度計による 海水中浮遊懸濁物の粒度分布の測定精度に関する検討

九州大学 学生員 谷中敬亮 九州大学大学院 学生員 松本賢 フェロー 矢野真一郎
長崎大学大学院 正員 多田彰秀 環境省国立水俣病総合研究センター 松山明人

1. はじめに

水俣病の発症が公式に確認されてから今年（2016年）で60年経つが、未だに多くの途上国で環境中に放出された水銀による人体への被害が懸念されている。我々の研究グループでは、過去に重大な水銀汚染が起こり、現在も微量ではあるが自然界のバックグラウンド濃度より高い水俣湾を研究対象とし、世界の海洋水銀汚染問題の解決に貢献することを目的に水銀動態の現地調査と数値モデル開発を行っている。

数値モデルを開発するために必要な基礎データの取得を目的として、10年以上にわたり海水中水銀濃度の現地モニタリングを毎月行ってきた。数値モデルでは、海水中水銀を溶存態と懸濁態（粒子状態）に分けて記述する必要がある。このうち懸濁態は主に土粒子などへ付着した水銀が再懸濁して浮遊していると考えられている。その単位海水中濃度は浮遊懸濁物(SS)濃度やSSの粒径に依存していると考えられ、SS粒度分布やSS比表面積に対する相関性が確認されている[松本ら(2015)]。

本研究では、松本らにより用いられた LISST-100X の測定データの信頼性をより高めるために、この機器の測定方法やデータ精度について詳細に検討し、測定データの信頼性を評価することを試みた。

2. 現地観測の概要

LISST-100X(Sequoia Scientific 社製)は、現場の水中においてSSの粒径スペクトルを直接観測可能にした唯一のレーザー回折式測定器である。現場で直接測定を可能にしたことから、採水サンプルによるフロックの崩壊などが生じず、正確な粒径分布を測定できる。しかし、現場型であるため実験室で用いられている同様の測定機器と比べると、測定できる粒径のレンジが狭い。本研究で使用したのは、測定可能な粒径レンジが2.5~500 μm のものであり、その範囲を対数スケールで32分割し各分画の体積濃度を測定する。

今回の観測では、2015年7月6日から18日までの2週間に隔日で、図-1に示す観測地点Sta.1~3の3地点において、水銀濃度とSSの粒度分布の鉛直

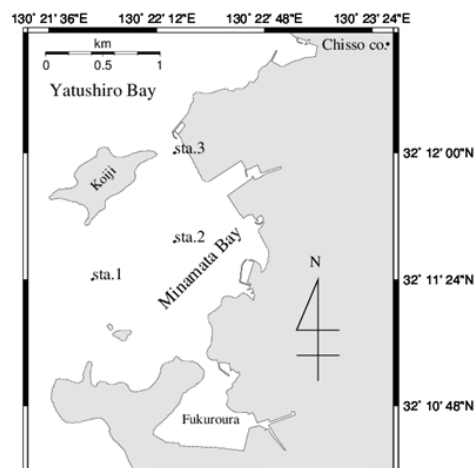


図-1 現地観測の測点

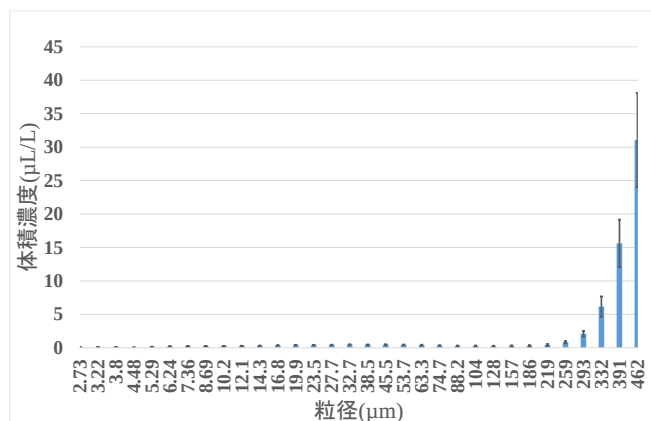


図-2 7月10日 Sta.1(1m)の粒度分布（バーは標準偏差）

3 地点において、水銀濃度とSSの粒度分布の鉛直構造を測定した。ただし、台風の影響、ならびに機器の不調により6, 8, 12, 16日はLISSTの測定なしであるため、計3回（7月10, 14, 18日）のみLISSTの測定を行った。サンプリング間隔は1秒とし、各層20個以上のサンプリングができるように1mごとに約20秒静止させ、海底に向かって下ろしながら連続測定を行った。

3. 観測結果と考察

得られたデータには、水表面付近で大きな分散がみられ、海底に近づくにつれて分散が小さくなる傾向が見られていた。また、図-2に一例を示すように32個の分画のうち、上から2つ(レンジの中央値391

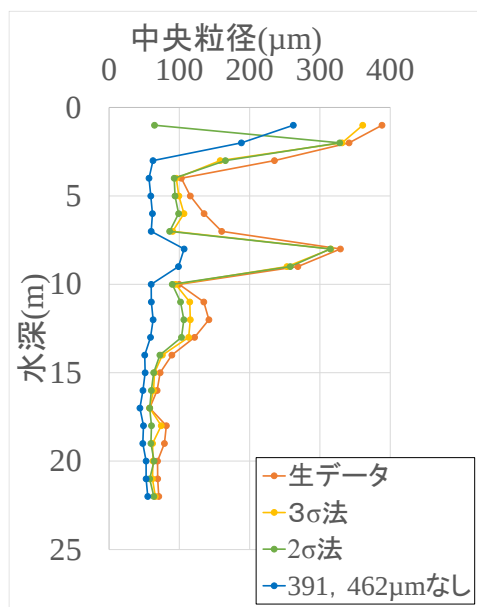


図-3 7月10日のSta.1における中央粒径分布

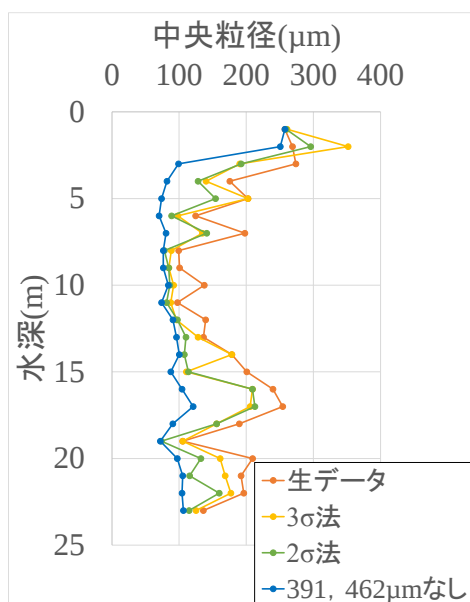


図-4 7月14日のSta.1における中央粒径分布

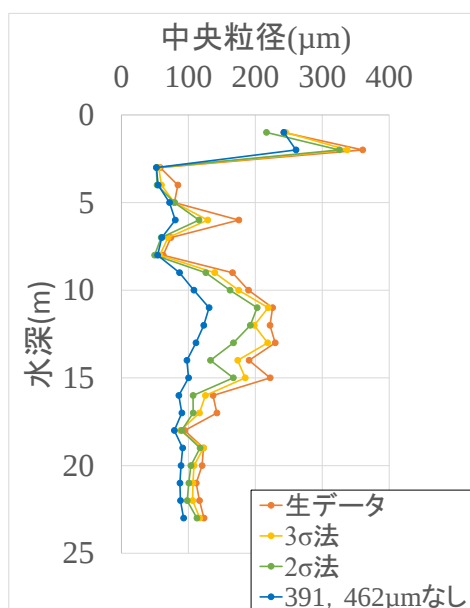


図-5 7月18日のSta.1における中央粒径分布

μm , $462\mu\text{m}$)が大きな値を示しており、特に水表面付近でこの傾向が強く見られた。

このように異常値が疑われるデータが含まれていたことから、以下の手続きによりデータ整理を行った。まず、測定データについて、32分画中に0を含むもの、もしくは受光強度が弱いものをエラーとみなし除去した。次に、各分画の測定誤差は正規分布に従うと仮定して、標準偏差 σ を求めて偏差が 3σ を超えるものを含んだデータを削除した。これにより、基本的には測定誤差を除去できていると考えられる。残ったデータから各層毎に中央粒径を算出したところ、水表面付近は $300\mu\text{m}$ を超え(図-3, 4, 5)、海底付近の値を大きく上回った。そこで、 2σ を超えるものを削除してみたが、水表面付近の分散、ならびに中央粒径が小さくなる傾向が見られたものの、飛躍的な改善は見られなかった(図-3, 4, 5)。

$391\mu\text{m}$, $462\mu\text{m}$ の分画が異常値を示すことが多いことから、これらを用いない検討を行った(図-3, 4, 5)。中間層に見られていた粒径の大きい層が、処理後は小さくなった。大きい分画の測定値には、水表面付近に混入する気泡や、砕波などによる海面での光の乱反射などに起因する受光状況の不安定さが原因でエラーが多いと考えられている[加藤ら(2002)]。よって、大粒径分画の除去により、測定範囲が狭まり機器の能力を発揮できなくなるが、通常想定される海水中SSの粒径はカバーできることから、大きな問題はないと考えられる。同時に行ったCTD観測結果から濁度やクロロフィルとの相関も調べたが、中央粒径との相関はなかった。よって、植物プランクトンの発生などはなかったと見られ、機器がもつ固有の誤差であったと考えられることから、本手順によりある程度正確なSS粒径を評価できると考えられる。

4. まとめ

LISST-100Xの測定データについて、補正方法を検討し、ある程度の精度が確保できるようになった。今後は、より精度を高めるために実験などによる実証を行い、補正方法を確立したい。また、精度の高い粒径データを用いて、懸濁態水銀との関係などを評価したい。

【謝辞】本研究は科研費基盤研究(B) (24360200)により実施された。

【参考文献】1)松本ら(2015):平成27年度土木学会年次講演会概要集, II-136., 2)加藤ら(2002):海岸工学論文集, 49, 436-406.