

オンライン濁度計—2つの測定技術を明確に比較！—

飲料水の低レンジの濁度を測定する現在の競合製品技術の概要

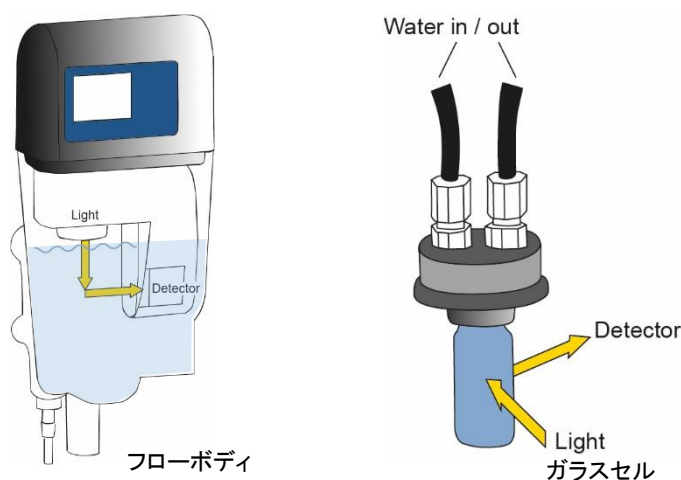
ASTM が「水の透明度は、人間が消費する製品を製造する上で重要である」(ASTM 2130 濁度)との声明を発表してから数十年が経ちました。その結果、濁度は世界中の多くの国で飲料水の最も重要な水質項目となっています。濁度の高い水に微生物や化学物質のような有害性物質が含まれている可能性が高いことは事実ですが、溶存する重金属などを考えると濁度が低いだけの透明な水が「清浄」であることや「健康」であることを保証するものではないことも事実です。

また、濁度の測定は比較的簡単で経済的な負担も軽く、「オンライン測定器」と呼ばれる連続測定装置が普及しています。基本的に飲料水処理施設での監視用として承認されているすべての濁度測定システムは、EPA 仕様(白色光または赤色光の光源を使用)または ISO 7027 仕様(赤外線光源を使用)に従って設計されています。これらに関連する法令や基準では、入射光と検出部との間に 90 度の角度で散乱された光のみを検出して評価する幾何学的な測定装置が定められています。

現状: 飲料水の水質検査における低濃度域測定のためのオンライン濁度計は、主に 2 つに分類することができます。

1 つ目: 「ガラスセル」を使用する機器。光源とフォトダイオードはセルの外側に位置します。フォトダイオードは散乱光を測定し、高度な電子部が関連する NTU 測定値を計算します。

2 つ目: フォトダイオードを含むセンサーが、いわゆる「フローボディ」内部に搭載され、それがサンプル水に浸されている機器をいいます。



本資料の役割は、両方の機器を比較して、水中の低濃度濁度測定に関心のある方々に適した測定器を選ぶための補助的な役割を果たすことです。低レンジ濁度計の主な問題点と要求事項、そしてそれぞれの技術がそれらにどのように対処しているかを議論します。また、一般的な傾向として、校正された機器のエラーは読み取り値が「高すぎる」ことが起因となり読み取り値が「低すぎる」ことによるエラーは示されません。2 つの機器をデモ試験で使用し比較した場合、「どちらが正しいか」を示すことができるかもしれません。

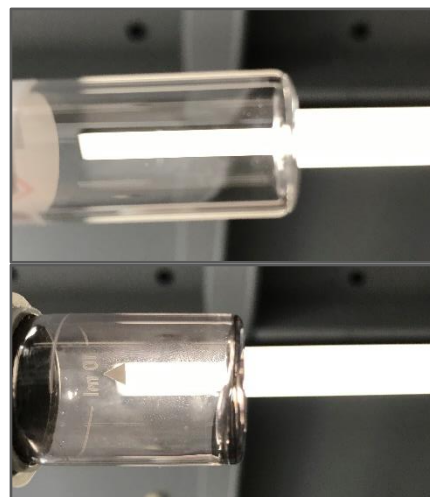


1st 迷光は粒子によって散乱された光(散乱光は、我々が見たり測定したりする対象の光ではなく、機器内で不規則に反射され正の干渉を引き起こすと、その光も測定領域の光として定義され、読み取り値が「高すぎる」という結果をもたらします。低レンジ用濁度計では、迷光が主な誤差の原因です。[1]

迷光による干渉を起こしにくいより良い技術は？「フローボディ」または「ガラスセル」？

- 「フローボディ」タイプは、フローボディ内の水にセンサーを浸しています。フローボディ自体は黒色で、光を反射しないものの吸収する特定の材質で作られています。一部のモデルには「ビームダンブ」が追加で組み込まれており、機器全体の設計は主に迷光の回避に焦点を当てています。
- 「ガラスセル」タイプでは、フローボディ機器とは反対に、センサーとサンプル水の間にガラスセル自体の壁があります。ガラスセルは最もデリケートな材質であり、本来検出されない光による偽陽性エラーの原因となります。引っ掻き傷、指紋、結露水、沈殿物さらには人間の目では確認できないような小さな不良がバイアルの表面にある場合は、迷光を増加させる可能性があり、測定値が高めになります。論理的には、鏡が使用された場合、光線がガラスの壁を一度だけではなく何度も通過し、迷光の影響がさらに強まる可能性があります。「ガラスセル」タイプの機器の製造元は、ガラス製バイアルを清潔に保つための警告といくつかの注意事項を取扱説明書で繰り返し言及しています。バイアルを清潔に保つことの重要性を示すいくつかのビデオもインターネット上で公開されています。彼らはまた、デリケートなガラスセルから沈殿物およびその他の不純物を除去するための超音波洗浄または機械洗浄装置のような洗浄装置を開発しました(バイアルの内部のみが洗浄されます)。

我々の結論:「ガラスセルが測定する際に様々な問題を引き起こす場合、その問題を回避するのではなく(追加コストがかかります！洗浄装置は、付属品ではなく追加オプションです。)完全にガラスセルを避けるのが良い解決方法です。」



清潔/汚れているバイアル

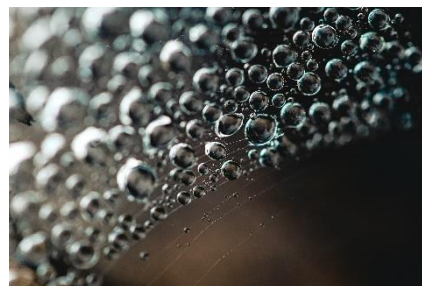


2nd 気泡 は光を散乱させる原因であり、取り除くことも簡単ではないため、濁度を測定する際の悩みの種です。気泡が測定領域に入らないようにするには、すべての濁度計にメカニズムを設定する必要があります。気泡を取り除く(いわゆる気泡トラップ)か、気泡を消す(水圧を上げる)かのいずれかです。特に小さく、人間の目で見えない気泡は最も干渉しやすく、取り除くのも最も困難です[2]。

気泡を回避するためのより良い技術は？「フローボディ」または「ガラスセル」？

- どちらの測定技術にも、効率的で優良な気泡トラップと効果の薄い気泡トラップがあります。接続された気泡トラップの具体的な設計によって異なります。

我々の結論:「気泡は常に測定に大きく干渉するため、新しい濁度計を検討するときは、常に購入前にいくつかのテストを実行することをお勧めします。計器の供給ラインに気泡を注入し、測定値への影響を確認すると簡単です。(取扱説明書で述べられている)最適な流量に基づいて測定している場合、濁度計に気泡は検出されないのが前提です。「気泡トラップが接続されている」または「気泡による信号が電子的に除去されている」という記述は、定量的な記述とは言えず、仕様通りの結果が得られることを証明する必要があります。」





3rd: 結露は、空気中の水蒸気が表面温度の低い壁などに冷やされることにより発生します。(暑い日に氷で冷やした飲み物の容器で確認できます。)飲料水プラントの水温は、ほとんどの場合常に気温よりも低いため、ガラスや光学部の表面に湿気が凝縮されます。結露により迷光が発生するため、NTU 値が高くなり、測定値に誤差が生じます。

結露を避けるためのより良い技術は?「フローボディ」または「ガラスセル」?

- 「フローボディ」機器は、フローボディ内のセンサーは水に浸されています。そのため、散乱光が検出するレンズも水没しています。これは、外部に結露が発生しないことを意味します。集光レンズの内側は、湿度が非常に低く、気密性が高い密閉構造になっています。
- 「ガラスセル」機器では、湿気は乾燥剤によって取り除かれます。これは飽和するため、定期的な交換する必要があります。そして、機器が密閉されていないと、乾燥剤がすぐに飽和するため、適切に密閉されていることが重要です。使用者は、乾燥剤を定期的に交換、その状態を点検する必要があります。湿度の高い熱帯地域の国では、恐らく頻繁にその作業が必要となります。乾燥剤による除湿ができていないと、測定値は高い値になります。

私たちの結論:「乾燥剤には 2 つの問題があります。1 つは、消耗品のため定期的に購入する必要があります。2 つ目は、消耗具合が検出されないことや機器が密閉されず漏れる危険性があるということです。」「フローボディ」タイプの機器では、両方の問題は存在せず、乾燥剤も必要ありません。



4th: 測定応答時間は、サンプリングの時点での濁度の初期変化に機器がどれだけ速く応答できるかを示しています。これは、アクシデントが発生しやすい過システムの重要な基準となります。ここでは、濁度の急激な変化をできるだけ早く感知したいという要望があります。その他の多くのアプリケーションでは、信号の急激な変化を想定していないため、応答時間はあまり重要視されない項目になっています。(時折、いわゆる「平均化機能」を使って、信号を平滑化にするために応答速度を上げることもあります。ここでは、実際の測定値ではなく、ある時間枠(例: 30 秒または 60 秒)内での平均値が示されています)。

応答速度は光学式で非常に速いので、基本的にセンサーに依存しません。濁度測定の場合、応答時間または応答性は、実際に測定されるサンプル水が光学センサー到達するまで押し出される必要がある水の体積と流量にのみ依存します。関連する水量は、供給ラインと機器の計量チャンバー内の水量です。

高速の応答時間または応答性が必要な場合、より良い技術は?「フローボディ」または「ガラスセル」?

- 「フローボディ」タイプの機器の水量は、「ガラスセル」タイプの機器より 10 倍多くなる可能性があり、さらに古いフローボディ機器の場合、30 倍も多くなる場合があります。一方、「フローボディ」タイプの機器の流量は、一般的に「ガラスセル」タイプの 3 倍です。したがって、供給ラインを短くすると、「ガラスセル」タイプ機器の応答が速くなります。
- 仕様には、どの程度の応答時間または応答性が示されているのか明確に定義されていないことが多いため、注意深く検討する必要があります。T90 は、信号変化の 90%を示すまでの応答時間または応答性のことであり秒単位で示します。T10 は、信号変化の 10%のみが表示されるまでの時間を示します。古い計測器は、仕様に T10 時間を示していることが多く、誤解を招く可能性があります。

我々の結論: 応答時間の速さが重要な基準となる場合は、供給ラインを可能な限り短くし、(機器の取扱説明書に記載されている)流量を最大にして平均化時間を "0 "にしてください。その場合、「ガラスセル」タイプの機器は、「フローボディ」タイプの機器より応答時間の速さが約 3 倍になる可能性があります。



5th: 校正は、高精度な濁度測定を実現するための主な前提条件です。USEPA は、四半期ごとに濁度計の校正を行うことを義務付けています。濁度計は通常、ホルマジンや安定化させたホルマジン標準液などの一次濁度標準液で校正されます[2]。

これらの標準液は安価ではないため、グラブサンプルを採取し、校正済みのラボ用濁度計で測定する、より頻繁な検証が推奨されます。(グラブサンプルは、オンライン濁度計で測定した水と同じ時間と場所でサンプルを採取した代表的なものを採用してください。ここでは、装置自体をサンプリングポイントとすることが便利なようです)。

校正ためのより良い技術は？「フローボディ」または「ガラスセル」？

- 「フローボディ」タイプの機器は、フローチャンバー内の水を校正液で置き換えるだけで校正されず。校正標準液(20 NTU または 5 NTU)はメーカーから入手できます。フローチャンバーの全容量を交換する必要があります。校正は四半期に一度以上の頻度で行うことは要求されていなく、通常、操作者は校正と基本的な洗浄要件を組み合わせで行い、その後、装置は3ヶ月間メンテナンスなしで運転が可能です。
- 「ガラスセル」タイプの機器では、校正プロセスが簡略化されています。メーカーは、サンプル測定用バイアルの代わりに挿入する校正液が注入済みのガラスバイアルを提供しています。非常に便利ですが、残念ながら、これには重大な欠点があります。校正手順の間に測定セルが取り外され、交換されるので、それはもう校正プロセスの一部ではありません。測定セルは精度に影響を与えたり干渉の原因となったりする可能性があるため、校正プロセスに使用したセルとサンプル測定に使用するセルが違うことを非常に疑問視しなければなりません。

我々の結論: 測定システムにおいて最も感度が良く測定にも影響を与えやすいガラスセルが校正されたシステムの一部ではないという事実を無視して、多くの「校正」を行うよりも、一次標準液を用いて年に4回、システム全体の正確な校正を行う方が良いでしょう。

参考文献

[1] <https://www.hach.com/asset-get.download.jsa?id=7639984722>

[2] <https://www.awwa.org/AWWA-Articles/tech-tip-ensuring-accurate-turbidity-measurements-through-turbidimeter-calibration-and-verification>

作成: Tintometer 社

翻訳: セントラル科学株式会社



セントラル科学株式会社