

デジタルカメラによる水道水中の残留塩素を測ってみよう

佐野雄一, 小池亮平, 松下智久, 竹内理恵, 井出裕子, 平栗翔, 金 継業
(理学部化学科)

比色分析 一色を使う分析法

比色分析法は、試薬等を用いてサンプルを発色させ、その溶液の色調またはその色の濃さから、化合物の濃度を定量する化学分析法のことです。市販されている試験紙法やパックテストなどの目視定量法は比色法の一つで、特殊の装置が不要で、操作も簡便であるため食品化学や環境分析など多くの分野において大活躍しています。具体的には、あらかじめ既知の濃度の目的物質を含む溶液（標準溶液）を何種類か用意し、目的成分とだけ反応して発色する試薬（比色試薬）を用いて発色させ、続いて濃度のわからない試料を同様に発色させます。未知試料の色の濃さに近い標準溶液の濃度が、試料中の物質の濃度になるわけです（図1）。

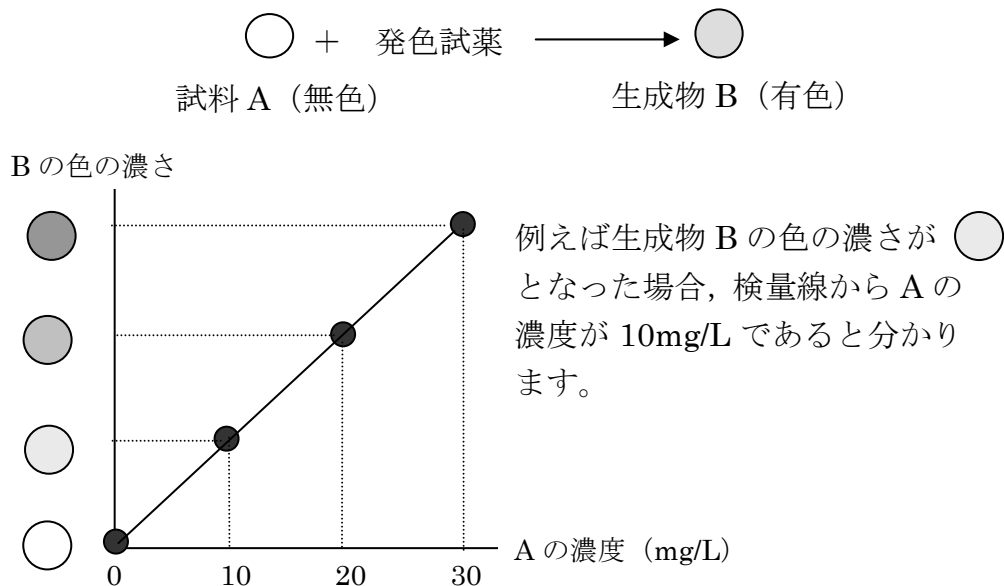


図1 比色法の基本原理

デジタルカメラを比色分析に

目視法の手軽さは魅力ですが、測定者の視覚によって誤差の問題が残ります。そこで、デジタルカメラを利用して、人間の目と同じように色を判別し、それを数値化して比色分析に適用する方法は、最近山梨大学の鈴木先生と信州大学の金先生らにより提案されました¹⁾。色を数値として現すことを「表色」といい、コンピュータに用いられるRGB表色系は、色を光の三原色である赤 (Red)、緑 (Green)、青 (Blue) に分離し、それぞれの強度を示す方法です。一方、物体の色を表わすのに、人間の感ずる色に一番近いのは、L*a*b*と呼ばれる表色系です。L*a*b*表色系では、

色を明るさ成分(L*), 赤-緑成分(a*)と黄-青成分(b*)に分けて数値化します(L*a*b*表色系の詳細をコニカミノルタのWebページ, <http://konicaminolta.jp/entertainment/colorknowledge/part1/07.html>に参照してください)。デジタルカメラは、発色した試料の色をRGBで記録し、簡単な変化プログラムを使ってRGBからL*a*b*への変換が可能です。得られたL*a*b*値を試料の色の濃さとして用いられ、検量線から試料の濃度を決定することができます。デジタルカメラは撮影が簡単で、高精度比色分析への応用に期待されています。

水道水中の残留塩素を分析してみよう

水道水の消毒に塩素が使われています。ごく微量の塩素は水に溶解すると次亜塩素酸(HClO)や次亜塩素酸イオン(ClO⁻)という状態で水に存在し、遊離残留塩素と呼ばれています。では、水道水中の遊離残留塩素濃度を測ってみましょう。発色試薬として、ジフェニル-*p*-フェニレンジアミン(DPD)を用います。この試薬は、次亜塩素酸により酸化されて*N,N*-ジエチルセミキノンジイミンを生成して桃赤色に発色します(図2)。まずは、残留塩素の標準溶液4種類(ここでは次亜塩素酸ナトリウムを使用します)を発色させ、撮影し、試料の画像をプログラムによってL*a*b*の値に変換されます¹⁾。L*a*b*の値と濃度との関係から検量線が求められます。続いて、水道水(またはプールの水)を同様に発色させ、撮影し、L*a*b*の値を求めます。得られた値を検量線の式に代入すると、水道水(またはプール水)中の残留塩素の濃度がわかるというわけです。遊離残留塩素の濃度は水道水に0.1 mg/L以上、プール水に0.4 mg/L以上に維持することを水道法によって定めていますが、あなたの測定値はいくらでしょうか?時間があれば、吸光光度法など従来の分析装置を用いて分析結果を比べましょう。

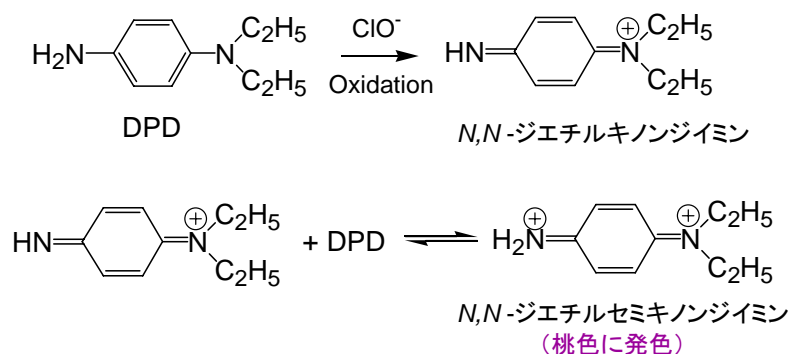


図2 残留塩素(次亜塩素酸)の発色反応

参考資料

- 1) Yasutada SUZUKI, Masatoshi ENDO, Jiye JIN, Kenji IWASE and Masaaki IWATSUKI: Tristimulus Colorimetry Using a Digital Still Camera and Its Application to Determination of Iron and Residual Chlorine in Water Samples, *Analytical Sciences*, 2006, Vol. 22, pp. 411-415