

デジタルカメラで炎色反応を測定する微量金属の簡易分析法

○井坂元, 安田恭介, 遠藤真紀, 菊地洋一

ISAKA Hajime, YASUDA Kyosuke, ENDO Maki, KIKUCHI Yoichi

岩手大学教育学部

【キーワード】 炎色反応, 水質分析, デジタルカメラ

1. はじめに

身近な自然を対象とした環境教育として水質分析を取り扱う例も多い。学校現場ではパックテストなどの目視法が一般的であるが、読取り値の曖昧さや、感度不足で分析対象が限定されるなどの問題がある。高価な測定機器を用いれば比較的簡単な操作で正確に分析できる成分もあり、水質分析の内容を深めることができるが、金銭的な問題がある。そこで我々は、高価な測定機器の代わりにデジタルカメラ(以下、デジカメ)を検出器に用い、簡便で高感度・高精度な水質分析法の開発を行っている。デジカメ測定の利点は、安価に誰でもが利用できることに加え、アイデアしだいが多様な比色法に活用できることである。これまでに光吸収に基づく溶液の着色を対象として、分光光度計の代わりにデジカメを検出器として用いた微量 Fe や陰イオン性界面活性剤の分析法を開発してきた。本研究では、発光現象を利用した水質分析法として、生徒になじみ深い炎色反応を取り上げ、炎色反応をデジカメで測定することによる天然水中のアルカリ金属イオンおよびアルカリ土類金属イオンの分析法について検討した。

2. 測定方法の検討

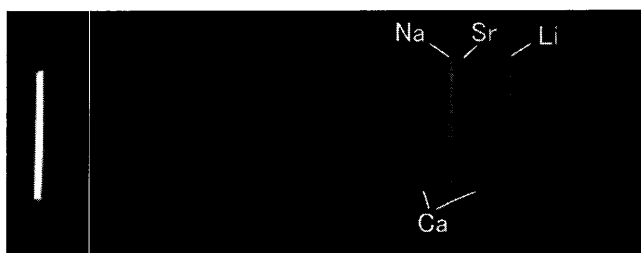
高精度な測定を行うためには炎色反応を安定に持続させる必要がある。種々検討の結果、霧吹きビンに測定溶液を入れ、エアープンプを用いてガスバーナーの炎に溶液を噴霧することにより安定な炎色反応が得られたため、この方法を採用した。

炎色反応を分光器を通してデジカメで撮影すると、各元素特有の波長での線スペクトルが撮影できる。このことから、多元素を含む試料中であっても目的元素を選択的に測定できる。本研究では、紙製簡易分光器(ケニスMJ)を通して炎色反応をデジカメで撮影することにした。分光器を通した各元素の写真を図1に示す。

デジカメには、Canon EOS60D を用いた。デジカメ測定はカメラ設定で測定感度を調整することが可能

である。カメラをマニュアルモードとし、目的とする微量金属の濃度領域に応じて、感度(以下, ISO)、シャッタースピード(以下, SS)を調整しながら、最適な撮影条件を検討した。

撮影したデジタル画像はパソコンに取り込み、画像処理ソフトで画像上の輝線スペクトル部分の色情報(RGB 値)を数値化した。この値を用いて検量線の作成および分析を行う。



Li を例として、さらに炎の撮影位置や炎の高さなどの詳細な検討を行った。その結果、炎の高さを 26cm 以上とし、炎の中央部を撮影することにより、高い R 値を安定して得られることがわかった。

3. 検量線と精度

最適条件で、5 ppm の Li 溶液を 10 回測定し、測定値のばらつきを確認したところ、相対標準偏差は 1.1% と大変良好であった。次に、Li の検量線を作成した。0~5 ppm (SS: 1/2, ISO: 400), 0~1000 ppb (SS: 5, ISO: 400), 0~100 ppb (SS: 30, ISO: 400), 0~20 ppb (SS: 30, ISO: 1600) のそれぞれの濃度範囲で良好な検量線が得られた。天然水中の ppb レベルの微量 Li の分析に適用できる。

4. おわりに

炎色反応をデジタルカメラで計測することで、ppb レベルまでの Li の微量分析が可能であることを示した。同様に、Na や Ca の測定も可能であり、複数金属の同時分析の可能性もある。炎色反応は生徒の興味を引く教材であり、本法を「光の波長と色」や「原子」の学習に関係付けることも考えられる。