

●—— 蛍光指紋分析を用いたウグイの鮮度評価

蛍光指紋分析とは、励起光・蛍光の波長条件の両方を変化させながら蛍光強度を測定することで3次元のデータを取得する分析法である。本分析法は主に食品分野や環境分野で用いられており、一部医薬品や生薬でも研究されている。また、3次元測定により膨大なデータが得られることから多変量解析が積極的に行われている。これまではワインや環境水などの液体試料を分析した例が多かったが、近年、固体試料も分析されてきている。固体試料であるウグイ（魚）を用いてその鮮度を評価する方法が検討されたので以下に紹介する¹⁾。

これまで魚の鮮度評価は人による外観・匂いなどの官能的方法、鮮度低下に伴い生成・蓄積・変性する化学的変化を測定する方法、硬さや電気抵抗を測定する物理的方法、腐敗状況を測定する微生物学的方法等がある。しかし、これらは時間やコスト等の面からも一長一短の測定法であるため、総合的な判定法であるK値による鮮度判定が主に用いられている。K値とはアデノシン三リン酸の分解生成物であるイノシンとヒポキサンチンの合計をアデノシン三リン酸とその分解生成物全量で割って算出した値であり、20%未満であれば生食用、60%以上で初期腐敗を示すなど値が小さい程鮮度が良いことを示す。

Omwangeらは蛍光指紋分析にてウグイの鮮度モニタリングを試みた。測定にはウグイの眼球と鱗を含む表面が用いられた。また、参照値となるK値は電気泳動によって測定され、ウグイは約4度の保存で約20時間鮮度が保たれ、その後48時間まではK値が20%以上40%未満の何らかの調理が必要な状態であることがわかった。

蛍光指紋分析では、眼球は三つの特徴的な波長領域、鱗を含む表面は二つの特徴的な波長領域を示した。それぞれはタンパク質やアミノ酸、ATPの最終産物である尿酸、遊離チロシン類、I型コラーゲン等を示していると推測された。これら膨大なスペクトルデータからK値予測および鮮度指標として重要な波長領域が部分最小二乗回帰法により絞り込まれた。その結果、上記で述べた特徴的な領域を含む280 nm・350 nmで励起し得られた眼球及び鱗を含む表面の二つの部位のデータを組み合わせることで魚の鮮度を最もよくモニタリングできることが示された。本結果より魚の表面を直接測定することが可能な蛍光指紋分析法が魚の鮮度評価に有用であることが示された。

本検討のように迅速で簡便な測定法である蛍光指紋分析は様々な分野で用いられている。今後も幅広い分野での応用が期待できる。

- 1) K. Omwange, Y. Saito, D. Riza, H. Zichen, M. Kuramoto, K. Shiraga, Y. Ogawa, N. Kondo, T. Suzuki: *Spectrochim. Acta, Part A*, **276**, 121209 (2022).

[株式会社太田胃散筑波研究所 濱崎保則]

ヒトバイオモニタリング研究では、尿や血液などの生体試料中の化学物質濃度から個人レベルの曝露量を評価する。これまではあらかじめ対象化学物質を決めるターゲット分析を繰り返し、生体試料中のさまざまな化学物質濃度のデータベースの構築が進められてきた。しかし、対象の数には限界があり、ヒトが曝露する多種多様な化学物質の一部のみの曝露が評価されていると考えられる。

近年の質量分析技術の発展によって、ヒト生体試料中の化学物質の網羅的なスクリーニング法の確立を目指した研究が実施されている。

Wangら¹⁾は30組の母親と新生児のペアを対象に母親の血液と臍帯血を採取し、血清中の化学物質のスクリーニング法の確立を試みた。従来のターゲット分析では、前処理として固相抽出などを用いて対象の化学物質のみを選択的に抽出するが、スクリーニングを目的としているため除タンパク操作のみ行われている。分析は液体クロマトグラフー四重極飛行時間型質量分析計で行った。クロマトグラムピークを可能な限りすべて検出し、独自に作成した数千種類の化学物質を含むデータベースに照合して物質の同定を試みた。その結果、数百種類の化学物質が候補として検出され、73種類の物質が同定された。このうち55種類は従来の曝露評価の対象には含まれておらず、曝露源などの情報も不明であった。これは、曝露評価対象から漏れている物質の存在を示唆している。また、多くの物質が母親の血液と臍帯血で検出されたが、1割弱の物質は一方のみに検出されたことも報告した。この結果について筆者らは、母親と胎児の間で化学物質の局在性を示唆しているが、測定法の感度の課題などから未検出の結果の解釈には注意が必要であり、今後詳細な検討が必要であると述べている。

さらに、同じ研究チームが上述の手法を発展させて、ヒト生体試料中の外因性の物質だけでなく内因性の物質も評価した研究を実施した²⁾。その結果、外因性と内因性の物質間で多くの有意な関連が見られた。これは化学物質曝露が生体内の代謝などに影響を与えることを示唆しており、化学物質曝露とその健康影響を同時に評価可能な手法としての有用性が示された。

現状は同定できる物質数が少なく、ヒト生体試料中化学物質の網羅的なスクリーニング法には多くの課題が残されているが、高度な化学分析技術の応用によってヒトバイオモニタリング研究がさらに発展することが期待される。

- 1) A. Wang, D. P. Abrahamsson, T. Jiang, M. Wang, R. Morello-Frosch, J. S. Park, M. Sirota, T. J. Woodruff: *Environ. Sci. Technol.*, **55**, 5037 (2021).
- 2) D. P. Abrahamsson, A. Wang, T. Jiang, M. Wang, A. Siddharth, R. Morello-Frosch, J. S. Park, M. Sirota, T. J. Woodruff: *Environ. Sci. Technol.*, **55** (15), 10542 (2021).

[東京大学大学院医学系研究科 水野佑紀]