

# ニトロ多環芳香族化合物の 簡便かつ迅速な 分析法を開発

ディーゼルエンジンの排気ガスに含まれるニトロ多環芳香族化合物は、健康に深刻な影響を及ぼす大気汚染物質として問題となっています。都産技研は東邦大学と共同で、このニトロ多環芳香族化合物の新たな分析法を開発。現在特許出願中です。城南支所 藤巻康人 主任研究員に研究の意義や特長、今後の展開について聞きました。

※1  
ニトロ多環芳香族化合物  
有機化合物の燃焼過程で生成する物質の一種。多環芳香族化合物(炭素が六角形に結合したベンゼン環が複数連なった化合物)が窒素酸化物と反応することによって生じる。

※2  
変異原性物質  
DNAに変化を引き起こす作用を持つ物質。強い変異原性は発ガン性と密接な関係があることで知られている。

※3  
蛍光  
主に紫外線や可視光などにより励起された化学物が元の状態に戻る際に発する光で、この光の強度や種類を利用して物質の微量分析ができる。



図1  
3-ニトロベンズアントロン

## PM2.5にも含まれる ニトロ多環芳香族化合物

ニトロ多環芳香族化合物(※1)は、大気汚染物質の一種であり、人体に影響を与える変異原性(※2)を有することが知られています。その中の一種が3-ニトロベンズアントロン(図1)で、1990年代後半にディーゼルエンジンの排気ガス中から発見され、しかも当時最強レベルの変異原性をもつことがわかり、注目されました。ちょうどそのころ、学生だった私は3-ニトロベンズアントロンに関連する有機半導体の研究を行っており、大変驚いたことを覚えています。

ニトロ多環芳香族化合物は、ディーゼルエンジンの排気ガスだけでなく、大気中浮遊粉じんや、近年世間を騒がせているPM2.5の中にも含まれています。健康を脅かすニトロ多環芳香族化合物の分析を進展させることは、大気汚染・水質汚濁対策につながり、地球環境の改善に役立つことが期待されます。しかしながら、ニトロ多環芳香族化合物は大気中に微量にしか存在せず、それらの分析には複雑な前処理や高価な分析装置が必要でした。そこで私たちは、従来よりも簡単な手法で分析する方法を新たに開発。ニトロ多環芳香族化合物にあらかじめ

特定の光を照射することで、安価な蛍光検出器を搭載した分析装置でも高感度かつ簡便な微量分析が可能になりました。

## 特定の可視光線を照射するだけで 100倍以上の蛍光増強が可能

ニトロ多環芳香族化合物の多くは弱蛍光性(※3)という性質をもちます。蛍光が弱いと安価な蛍光検出器での分析が困難なため、強い蛍光を発する別の物質に変化させる前処理を行ったり、高価な検出器を使う必要がありました。しかし、もし何らかの手法で蛍光を増強できれば、安価な蛍光検出器を使うことができます。類似の化合物では脱気下で光照射することによって蛍光を増強できる現象が知られていましたので、これを応用することを考えましたが、この脱気処理には手間と時間がかかるため、そのままでは分析に応用できないことが課題でした。

本研究で、ニトロ多環芳香族化合物のエタノール溶液に対して特定の可視光線を照射することで、蛍光を元の100倍以上に増強できることがわかりました(図2)。エタノール溶液では脱気しなくても蛍光増強ができ、分析前に光を照射するという簡単な前処理だけで、高感度な定量分析が可能です。

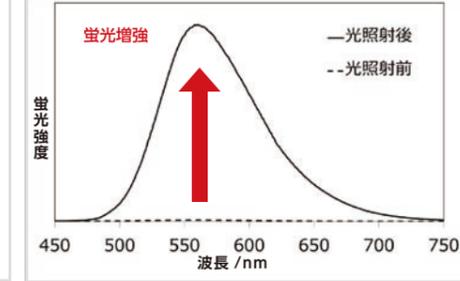
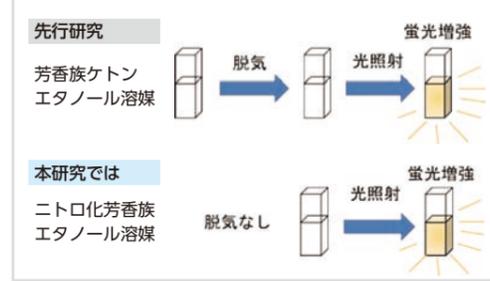
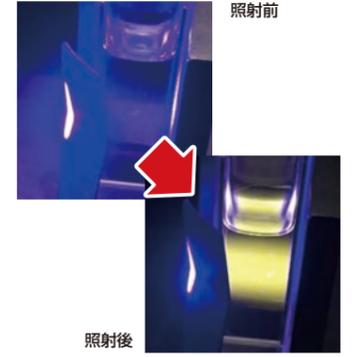


図2 蛍光増強効果  
3-ニトロベンズアントロンはほとんど蛍光を示さないが、特定の光を照射することで蛍光強度が100倍以上に増強される。



これはニトロ多環芳香族化合物に特異的な現象なので、環境中から採取した試料の中でニトロ多環芳香族化合物のみを選択して蛍光増強させるなど、新たな分析前処理法としての応用展開も期待できます。

## 大学の研究室と綿密に連携 新たな成果を生み出す

この研究の基礎となったのは、10年ほど前から東邦大学の島 茂 名誉教授が取り組まれていた芳香族化合物の蛍光増強現象についての研究です。今は後任の齋藤 敦子 准教授が引き継いでいますが、そこに私が行っていた多環芳香族化合物の合成研究や蛍光体の分光計測の知識を活用するかたちでコラボレートしました。大学でHPLC(高速液体クロマトグラフ)などを使った本格的な実験を行い、私は予備実験のほか都産技研の装置を利用した機器分析や得られたデータの解析を担当しました。一番大変だったのが対象となる物質の合成・分離精製です。測定用の標準サンプルが市販されていないため、自分で作る場所から始めなくてはなりません。また、今回見出された蛍光増強現象は、今までに経験のない特異な現象だったため、どのような条件で起こり、どのような種類の化合物まで適用できるのかといった基礎的な知見の収集にも苦労しました。

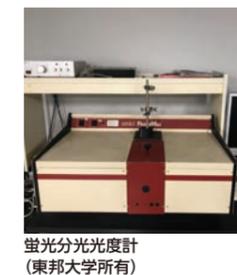
成果に関するディスカッションは、大学で定期的に行い、ときには学食で昼食をとりながら議論を交わすこともありました。こうし

て面と向かって話をする中で、自分の頭の中が整理でき、お互いの視点を比較することにもつながり、研究や開発が大きく進展するきっかけになったと思います。

## 分析サポート技術・装置の 開発に展開

私たちが開発した分析法を活用することで、これまで複雑で困難だったニトロ多環芳香族化合物の分析が簡便かつ迅速に行え、さらに環境分析が進展していくことを期待しています。今後は、科学的な現象を利用した分析の技術的なサポートや分析前処理装置の開発を行い、環境分析の技術を向上させ、少しでも地球環境の改善に資することができればと思っています。

本研究に興味を持たれた方は、ぜひお気軽にお声がけください。技術相談などにより、実際に話をするのが新製品や新技術の開発のきっかけになることもあります。どんなところにダイヤモンドの原石が落ちているかわかりません。私たちの技術とサービスをご活用いただき、面白い製品や技術を生み出す手助けをさせていただけたらうれしいです。



TIRI クロスミーティング  
2019 にて口頭発表を行います。  
「ニトロ多環芳香族化合物の  
蛍光増強反応を利用した  
環境中微量分析法の開発」  
7月5日(金)  
15:40~16:00 予定  
「環境・エネルギー③」  
セッションにて



城南支所  
主任研究員  
ふじまき やすと  
藤巻 康人

お問い合わせ  
城南支所  
TEL 03-3733-6233