

Technical Report

フォトダイオードアレイ検出器 SPD-M40 の UVカットオフフィルターによる 光分解性化合物ナプロキセンの高精度分析

High-precision analysis of the photodegradable compound Naproxen with UV cut-off filter of a photodiode array detector SPD-M40

川畑 公平¹、内方 崇人²、松本 恵子²、西 博行¹

Abstract:

フォトダイオードアレイ (PDA) 検出器を用いた分析は、広範囲の波長域の光を利用できるため、様々な化合物の定性および定量が可能です。一方、試料に照射される光には低波長域の紫外線 (UV光) も含まれるため、光分解性化合物を分析する場合、UV光が光分解を引き起こすことが懸念されます。SPD-M40は短波長領域のUV光を透過しないUVカットオフフィルター*を搭載しています。これにより、PDA内における成分の光分解を抑制し、高い精度での分析を実施することができます。

Keywords: フォトダイオードアレイ検出器、UVカットオフフィルター、ナプロキセン

1. 光分解性化合物について

フォトダイオードアレイ (PDA) 検出器は、広範囲の波長域の光を利用するため、様々な化合物の定性・定量に利用することができます。一方、低波長域の紫外線 (UV光) も含まれるため、光分解性化合物の分析の際に、その分解を引き起こすことが懸念されます。光分解性化合物、特に医薬品に関しては多くの報告があります (Table 1)。

Table 1 光分解性化合物の報告例

分類	化合物名	参考文献
非ステロイド性 抗炎症薬	ジクロフェナク	Packer J.L. et al., 2003, Aquat. Sci., 65, 342-351.
	イブプロフェン	Jacobs L.E. et al., 2011, Water Res., 45, 4449-4458.
	ナプロキセン	Hsu Y.H. et al., 2006, Biomed Chromatogr., 20, 787-793.
	スリンダク	Kawabata K. et al., 2018, Chromatogr., 39, 139-146.
カルシウム拮抗薬	ニフェジピン	Hayase N. et al., 1994, J. Pharm. Sci., 83, 532-538.
	アムロジピン	Ragno G. et al., 2002, J. Pharm. Miomed. Anal., 27, 19-24.
ステロイドホルモン	17β-エストラジオール	Lin A.Y.-C. et al., 2005, Environ. Toxicol. Chem., 24, 1303-1309.
	テストステロン	Young R.B. et al., 2013, Environ. Sci. Technol., 47, 8416-8424.
ビタミン剤	ビタミンC (アスコルビン酸)	Mori Y. et al., 1969, J. Jpn. Soc. Food Nutr., 22, 12-16.
	ビタミンB12 (シアノコバラミン)	Taylor R. et al., 1973, Arch. Biochem. Biophys., 156, 521-533.

光分解性化合物がPDA検出器内で光分解された場合、その定量性の精度が損なわれる可能性があります。

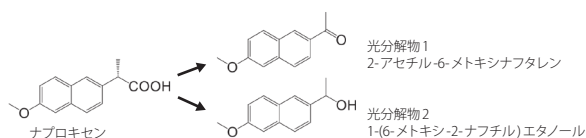


Fig. 1 光分解性化合物の光分解 (ナプロキセンの場合)¹⁾

2. SPD-M40のUVカットオフフィルターについて

SPD-M40では、短波長UVを遮光するUVカットオフフィルターを採用しました。フローセル内における化合物の分解を抑制して、対象成分の定量性を確保します。

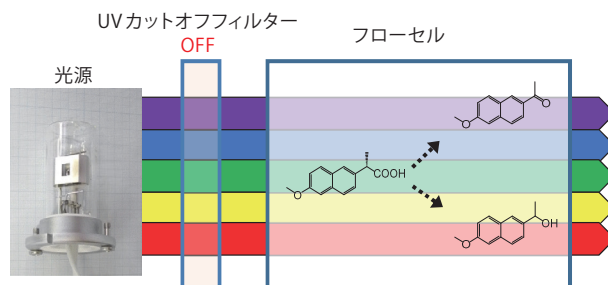


Fig. 2 UVカットオフフィルターを使用しない場合のフローセル

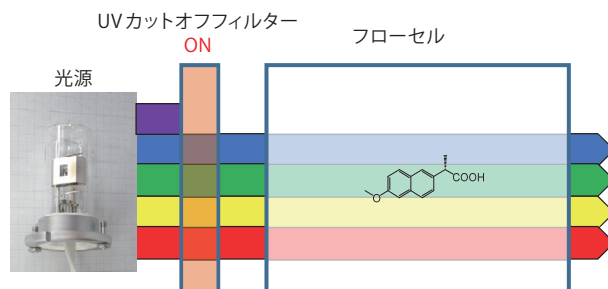


Fig. 3 UVカットオフフィルターを使用した場合のフローセル

UVカットオフフィルターを使用しなかった場合のフローセル内のイメージ図をFig. 2に示します。フローセル内でUV光を照射された目的化合物の一部は、光分解を受けて分解物へと変換されます。一方、UVカットオフフィルターを使用した場合のフローセル内のイメージ図をFig. 3に示します。UVカットオフフィルターを使用する場合、エネルギーの大きな短波長のUV光はフローセルに照射されないため、検出時における目的化合物の光分解を抑制することができます。

1 安田女子大学 薬学部
2 島津製作所 分析計測事業部

*本機能はライオン株式会社様から頂戴したご意見を元に開発しました。

3. ナプロキセン検量線に対するUVカットオフフィルターの効果

UVカットオフフィルターを使用せずにナプロキセン試料を分析し、得られた結果をFig. 4に、UVカットオフフィルターを使用して分析した結果をFig. 5に示します。

Table 2 ナプロキセン試料の分析条件

カラム	Shim-pack VP-ODS (150 mm × 4.6 mm I.D., 5 μm)
温度	40 °C
移動相	50% MeOH (0.1% acetic acid 含有)
流速	1.0 mL/min
注入量	20 μL
検出波長	230 nm

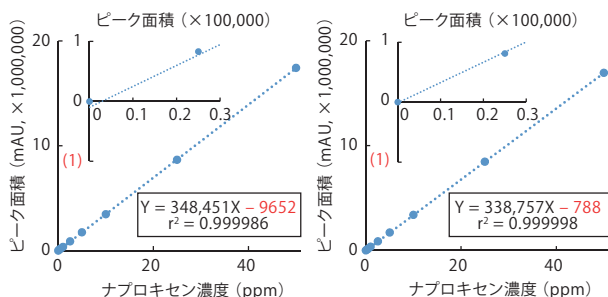


Fig. 4 UV カットオフフィルター未使用時の検量線

Fig. 5 UV カットオフフィルター使用時の検量線

UVカットオフフィルター未使用時において、低濃度領域におけるナプロキセンの光分解が引き起こされ、結果として検量線の切片が負の値を示しました。一方、UVカットオフフィルターを使用することで、上述の現象を緩和することが示されました。PDA検出器による分析にUVカットオフフィルターを使用することで、光分解性医薬品の定量を精度よく実施することが可能となります。

4. 分析条件を変更した際のUVカットオフフィルターの効果

一般的に、試料溶液の濃度が低くなるほど、光分解の反応性が高くなります。ナプロキセン試料の分析に際し、試料の注入量を少なくしたときに起こりうる光分解をUVカットオフフィルターが抑制することができるか、検討した結果をTable 3に示します。UVカットオフフィルターが光分解を抑制することで検量線の切片の値の低下を軽減することが示されました。

Table 3 ナプロキセン検量線の注入量依存性とUVカットオフフィルターの有無による差異

注入量 (μL)	UVカットオフフィルター未使用時		UVカットオフフィルター使用時	
	傾き	切片	傾き	切片
5	91794	-16321	83854	-2973
10	173067	-10561	168200	-1801
20	344560	-8414	337882	-719
40	688032	-2826	663833	5499

また、ポンプの流速を小さくした場合、フローセル内に試料が留まる時間が増加します。それにより増強される光分解をUVカットオフフィルターが抑制することができるか、検討した結果をTable 4とFig. 6に示します。UVカットオフフィルターは、特に低流速条件下にて低濃度領域におけるナプロキセンの光分解を抑制し、検量線の精度を向上させることが示されました。

Table 4 ナプロキセン検量線の流速依存性とUVカットオフフィルターの有無による差異

流速 (mL/min)	未使用時		使用時	
	傾き	切片	傾き	切片
0.25	1399666	-182475	1359458	-8904
0.5	700124	-33047	677326	-4975
1	350301	-9970	338615	-1137
2	175124	-1355	170787	1954

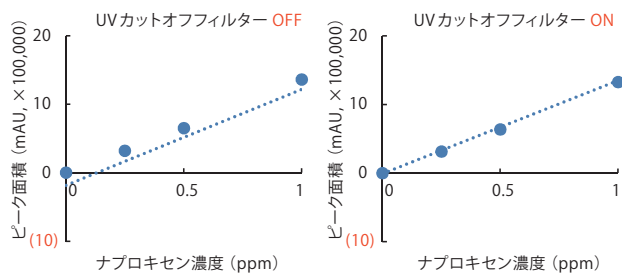


Fig. 6 流速0.25 mL/minにおけるナプロキセンの検量線 (低濃度領域)

5. 結論

- SPD-M40は大きなエネルギーを持つ短波長領域のUV光を透過しないUVカットオフフィルターを採用しています。
- UVカットオフフィルターは、光分解性化合物を分析する際の光分解を抑制します。特に、光分解が進行しやすい低濃度領域においても保護効果を示し、微量の光分解性の試料を精度よく分析することが可能です。
- 注入量や流速など、分析条件を変更した場合でもUVカットオフフィルターは高い光保護効果を示し、精度の高い分析が実施可能です。

参考文献

- 1) Kawabata K, Mizuta Y, Ishihara K, Takato A, Oshima S, Akimoto S, Inagaki M, Nishi H Structure Determination of Naproxen Photoproducts in the Tablet Generated by the UV Irradiation. Chromatography, 2019, 40 (3), 157-162.