

製品中塩素化パラフィンの含有分析

発 表 者：霜島 雅明（環境技術部門）

1. はじめに

1.1 塩素化パラフィンとは

塩素化パラフィンは直鎖状の炭化水素に塩素が置換した物質群の総称（図 1）で、その炭素数により 3 種類に分類される（炭素数 10～13：短鎖塩素化パラフィン（SCCP）、炭素数 14～17：中鎖塩素化パラフィン（MCCP）、炭素数 18 以上：長鎖塩素化パラフィン（LCCP））。主に SCCP は切削油や潤滑油に配合され、MCCP は塩化ビニル用の可塑剤、LCCP はゴムや繊維の難燃剤として使用されてきた¹⁾。塩素化パラフィンは難分解性かつ高濃縮性で、人又は高次捕食動物に対する長期毒性を有するおそれがあり、SCCP（塩素化率 48 重量%超）は 2017 年に残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約（POPs 条約）で付属書 A（廃絶）に追加され、国内においては 2018 年に化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律（化審法）の第一種特定化学物質に指定された。また、MCCP についても、2025 年 5 月の POPs 条約の国際会議において付属書 A（廃絶）に追加することが決定された。そのため、今後 MCCP についても SCCP と同様に化審法第一種特定化学物質に指定されることが予想される。

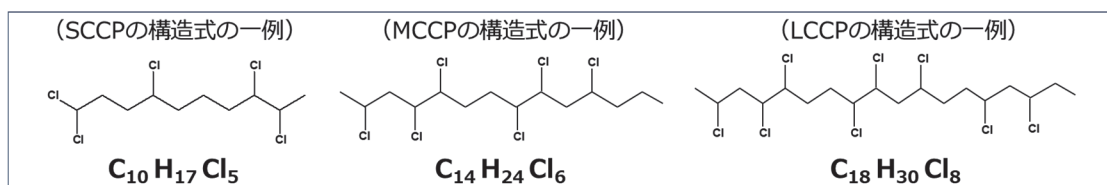


図 1 塩素化パラフィンの構造式の一例

1.2 化審法第一種特定化学物質の規制と含有分析の必要性

SCCP などの化審法第一種特定化学物質は、化審法施行令第 7 条において、第一種特定化学物質が使用されている場合に輸入することができない政令指定製品が指定されている（第一種特定化学物質 39 物質群のうち 22 物質群について）。SCCP については「塗料（防水性かつ難燃性のもの）」など 6 製品が指定（表 1）されており、これらの製品を輸入する際に、SCCP の含有の有無を確認するため、含有分析が必要となる場合がある。今後、MCCP についても第一種特定化学物質に指定されることが予想され、同様に政令指定製品が指定される可能性がある。

表 1 SCCP の政令指定製品（化審法施行令第 7 条）

第一種特定化学物質	製品
短鎖塩素化パラフィン (塩素化率 48 重量%超)	塗料（防水性かつ難燃性のもの）
	樹脂・ゴム用可塑剤
	接着剤及びシーラント
	皮革用加脂剤
	繊維用難燃処理薬剤
	潤滑油、切削油及び作動油

また、化学物質を製造若しくは輸入する際に、第一種特定化学物質が副生成物として微量含まれる場合、人の健康又は生態系への影響が生じるおそれがなく、その含有割合が工業技術的・経済的に可能なレベルまで低減していると認められるときは、当該副生成物は第一種特定化学物質として取り扱わないこととしている²⁾。SCCP については一部の MCCP 中に副生することが確認されているが、このような副生が確認された場合、利用可能な最良の技術（BAT : Best Available Technology/ Techniques）の原則に基づき、関係事業者は低減対策とともに自主管理に基づいた自主管理基準値を設定し、対象化学物質中の含有量がこの基準値を超えないことを証明するため、定期的に含有分析により副生第一種特定化学物質の含有量を確認することが求められる。なお、SCCP については、リスク評価等の結果より自主管理上限値が 1 重量%未満に設定されており、この上限値未満に自主管理基準値を設定する必要がある²⁾。

1.3 SCCP 及び MCCP の分析概要と問題点

SCCP 及び MCCP の分析フローの一例を図 2 に示す。分析対象となる試料（製品）の性状はさまざまであり、それぞれに適した試料調製、抽出の方法を適切に選択する必要がある。また、SCCP 及び MCCP はそれぞれ多数の異性体（同族体）からなる混合物であることから定量分析が難しく、また SCCP と MCCP が干渉し合う可能性がある（理論上の異性体数…SCCP : 6 千以上、MCCP : 1 万以上）。

そこで本機構では、近年報告された SCCP と MCCP を分離可能な分析法³⁾を参考に、同族体ごとに定量が可能な液体クロマトグラフ-タンデム質量分析計（LC-MS/MS）の測定条件を確立し、さらに実試料を用いて試料調製、抽出法を検討したので報告する。

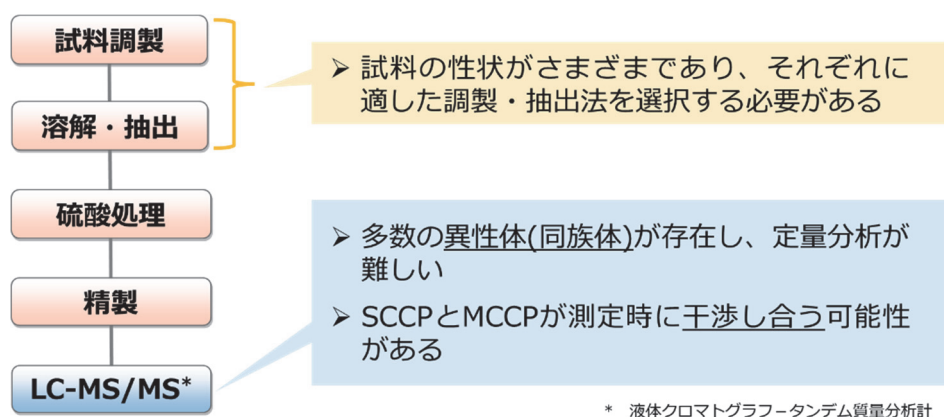


図 2 SCCP 及び MCCP の分析フロー例

2. SCCP 及び MCCP の分離と定量

SCCP 及び MCCP の各同族体組成比が明確な標準物質を用いて、同族体ごとに検出する測定イオンを設定するとともに、最適な分析カラム等を検討して一斉分析条件を確立した。SCCP 及び MCCP のクロマトグラムを図 3 に示す。本条件では SCCP 及び MCCP の各同族体を分離して検出可能であり、また SCCP と MCCP 間の干渉も認められなかった。本測定条件を用いた含有分析における定量下限値は、SCCP が 20 mg/kg、MCCP は 10 mg/kg であった。

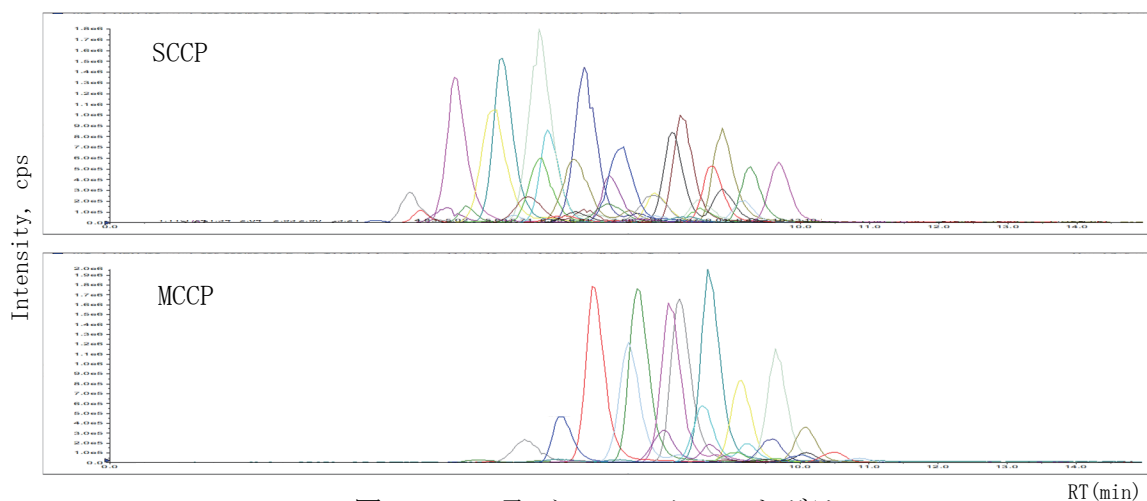


図 3 SCCP 及び MCCP のクロマトグラム

3. 実試料を用いた調製・抽出検討

実試料を用いた添加回収試験を実施した。防災カーテン 1 種、シーリング剤 1 種、及び防災スプレー 2 種を試料とし、各試料に 50 mg/kg となるよう SCCP を添加後、図 2 に示すフローで試験を実施した。結果を表 2 に示す。試料を適切に溶解・抽出できる溶媒を検討・選択することで良好な回収率が得られた。

表 2 SCCP 添加回収試験結果

試料	溶解・抽出 溶媒	回収率(%)
防災カーテン	アセトン	104
シーリング剤	ヘキサン	105
防災スプレーA	アセトン	104
防災スプレーB	水	108

4. 実試料の測定

本機構では、経済産業省の委託事業である「令和 3 年度化学物質安全対策(第一種特定化学物質含有製品等の安全性に関する調査)」⁴⁾において、市販国内外製の各種製品 15 種を購入し、SCCP の含有量を調査した。各製品に適した方法を用いて分析を実施した結果、分析した全製品は定量下限値未満であった。

5. おわりに

化審法第一種特定化学物質に指定、又は指定される可能性のある SCCP 及び MCCP については、製品中の含有分析を適宜実施する必要がある。正確に分析を実施するためには対象製品に応じた適切な方法を採用することが重要であり、その検討には各種ノウハウを要する。CERI では各種試験を通じて得た数多くのノウハウがあり、本分析を適切に対応可能である。

6. 参考文献

- 1) 山崎絵理子. 産総研計量標準報告. 2024, 11(2), 191-212.
- 2) 経済産業省等(平成 31 年 3 月 29 日)副生第一種特定化学物質を含有する化学物質の取扱いについて(お知らせ)
- 3) Matsukami, H. et al. Chemosphere. 2020, 244, 125531.
- 4) 経済産業省委託事業「令和 3 年度環境対応技術開発等(第一種特定化学物質含有製品等安全性調査)報告書(令和 4 年 3 月 一般財団法人化学物質評価研究機構)」