

# 道路粉塵に含まれるタイヤ摩耗粒子の定量

**【背景】** 過去数十年にわたるプラスチックの工業的大量生産と、その廃棄物の不適切な処理によって、さまざまな環境問題が引き起こされている。廃プラスチックの増加に伴い、環境中のマイクロプラスチック(MPs)量が増加し、人の健康や海洋生態系への影響が危惧されている。MPsの主な発生源の1つに、道路粉塵中に蓄積される自動車のタイヤトレッド摩耗粉塵、および路面摩耗微粒子(TRWMPs)がある。本報では、熱分解(Py)-GC/MSを用いた道路粉塵試料の定量について報告する。

**【方法】** 道路粉塵試料は、ソウル市の工業地域と住宅地域から真空吸引法で採取した。道路粉塵試料を120 °Cのオープンで乾燥させた後、ふるいかけ、直径75 μm以下の粒子を測定に用いた。タイヤの原材料である天然ゴム(NR)とスチレンブタジエンゴム(SBR 1502、スチレン含有量: 23.5%)を凍結粉碎し、標準物質とした。EGA-MSおよびPy-GC/MSの測定には、GC注入口にマルチショット・パイロライザー(EGA/PY-3030D, Frontier Lab.)を直結したPy-GC/MSシステムを使用した。EGA-MS分析では、砂中の道路粉塵とタイヤトレッド20 mgを試料カップに入れ、100 mL/minのヘリウムガス気流中でパイロライザー加熱炉内で100 °Cから800 °Cまで加熱(昇温速度: 20 °C/min)した。発生ガスはGCオープン内の不活性化金属チューブを介してMSに導入した。瞬間熱分解では、試料カップに入れた道路粉塵試料20 mgを670 °Cに加熱したパイロライザー加熱炉に導入し、熱分解生成物を分離カラムを通してGC/MSで分離・検出した。TRWMPの定量は、ISO/TS 20539に記載の方法で行った。

**【結果】** 道路粉塵試料のEGA-MSサーモグラムをFig.1に示す。SBR、BR、NRの熱分解生成物の典型的なイオン( $m/z$  69、91、93、105など)が観測されることから、道路粉塵試料中に、これらのゴムの存在が示された。道路粉塵試料を670 °CでPy-GC/MS分析して得られたピログラムをFig.2に示す。ゴムの熱分解や分子内環化反応により、CO<sub>2</sub>、ブタジエン、イソプレン、ベンゼン、トルエン、4-ビニルシクロヘキセン、スチレン、メチルスチレンなど、芳香族炭化水素を含んださまざまなガスが生成された。BR(ブタジエン、4-ビニルシクロヘキセン)、SBR(ブタジエン、スチレン)、およびNR(イソプレン、ジペンテン)の典型的な熱分解生成物のピークは高い強度を示した。したがって、BRとSBRの定量にはSBR 1502を標準物質として用いた。NRの定量には、ジペンテン(イソプレン二量体)を指標イオンとして用いた。その結果、TRWMPsの平均濃度はソウルの工業地域で22,581 μg/g、住宅地域で9,818 μg/gとなり、工業地域の方が2.5倍TRWMPs濃度が高いことが分かった。

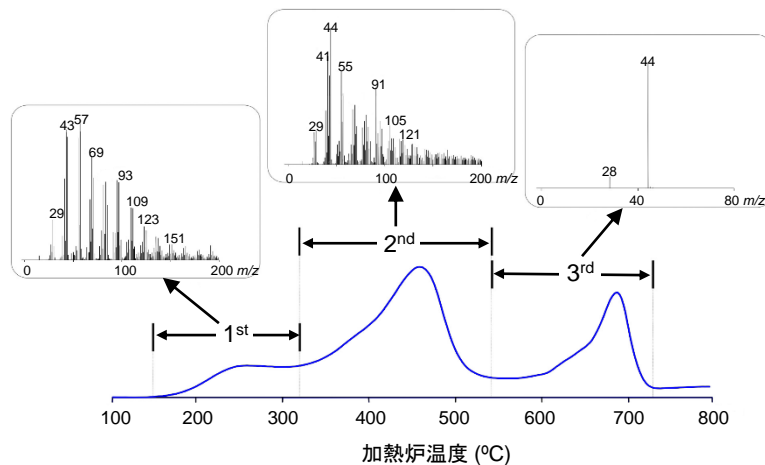


Fig. 1 EGA-MSで得られた道路粉塵試料のサーモグラム  
(昇温速度: 20 °C/min)

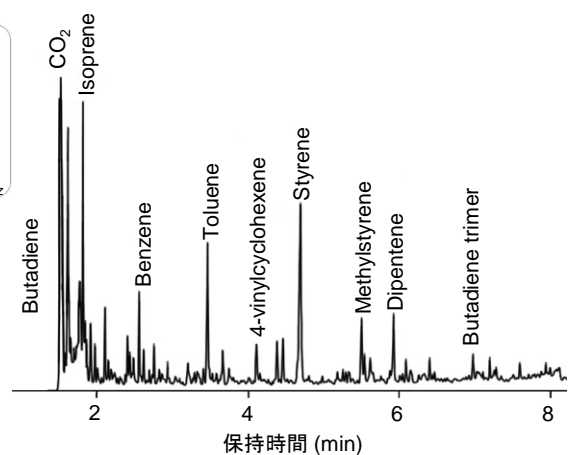


Fig. 2 Py-GC/MS(670 °C)で得られた道路粉塵試料のクロマトグラム

論文からの抜粋: J-S Youn, Y-M Kim, M. Z. Siddiqui, A. Watanabe, S. Han, S. Jeong, Y-W Jung, K-J Jeon, *Sci. Total Environ.* 784 (2021) 147177.

**Keywords :** タイヤ摩耗粒子, 道路粉塵, マイクロプラスチック, 天然ゴム (NR), スチレンブタジエンゴム (SBR)

**使用製品 :** 多機能パイロライザー

**応用分野 :** 環境影響評価

**関連テクニカルノート :** PYA1-115

お問い合わせは、FAXまたはウェブサイトの問い合わせフォームをご利用ください。

研究開発・製造 **フロンティア・ラボ株式会社**  
Tel: 024-935-5100 Fax: 024-935-5102  
www.frontier-lab.com/jp