

ベンゾチアゾールを標的とした道路脇堆積物に含まれる タイヤ粒子の分析

Quantification of tire particles contained in roadside deposits targeting benzothiazole

池部 美優

指導教員 浦瀬 太郎, 後藤 早希

東京工科大学 応用生物学部 応用生物学科 水環境工学研究室

キーワード： マイクロプラスチック (MP) , ベンゾチアゾール (BT) , 道路脇堆積物, タイヤ粒子

1. 緒言

近年、マイクロプラスチック (MP) 問題に関心が持たれている。MP 問題は海洋だけの問題ではなく、ほとんどの MP の起源がもともと陸域であることに注意が必要である。陸域から負荷される主要な MP として、摩耗したタイヤ粒子があり、路面からの最大の MP 負荷源である。しかし、路面のタイヤ粒子の定量・分析方法は確立していない。

タイヤの原材料の約半分はゴムであり、さらに約 2 ~ 5 % に加硫促進剤が含まれる¹⁾。加硫促進剤にはチアゾール系やスルフェンアミド系などの種類があり、本研究ではその中で代表的な加硫促進剤であるベンゾチアゾール (BT) に注目し、GC/MS による定量分析でタイヤ粒子を定量する方法を確立することを目的とした。

2. 研究内容

2. 1. 試料

道路脇堆積物をほうきとちりとりを使って採取した。採取地点は東京都八王子市内の 1) 東京工科大学二輪駐り場、2) 国道 16 号線工科大正門前、3) 片倉高校入口交差点西、4) みなみ野大橋東停止線、5) 八王子みなみ野郵便局前、6) 東京工科大学学生寮前、7) みなみ野駅西口ロータリー、8) 東京工科大学体育館裏とした (図 1)。BT が $250\mu\text{m}$ ~ $500\mu\text{m}$ の粒子径画分に多く含まれるとの報告をもとに²⁾、試料を $1000\mu\text{m}$ と $500\mu\text{m}$ のふるいに

順に通し粒子径の大きい夾雑物を除去し、ふるいを通した試料を試験管に集め、 105°C で 3 日間乾燥させ、10 mg をねじ口試験管にはかりとった (図 2)。

2. 2. 路面での加熱および降雨の再現実験

路面での加熱の影響を調べるため、24 日間 105°C で加熱・乾燥させた試料を準備した。さらに降雨の影響を調べるため、試料 50 mg はかりとり、1 ml の純水を加えて転倒混和したのち、 $600\times\text{g}$ 、 2740rpm 、 27°C で 5 分間遠心分離し、水相を取り除き 105°C で 1 日乾燥した試料を準備した (図 2)。

2. 3. 熱分解 GC/MS 分析

試料の気相を窒素で置換した後 500°C で 1 分加熱し BT を気相へ移行させ、マイクロ固相抽出ファイバー ($100\mu\text{m}$ PDMS, Merck Supelco 社製) に 1 分間吸着させた。BT の分析は GC/MS によって行った。このときの標的物質のクロマトグラムを図 3 に示した。



図 1 採取場所の簡易地図

3. 結果

3. 1. 場所による BT 含有量の違い

採取場所による BT 定量値を比較したものを図 4 示した。この図でピーク面積は BT 濃度に比例していると考えることができる。東京工科大学体育館裏は車の出入りがほとんどなく、BT 濃度も低かった。一方、八王子みなみ野郵便局前はそのおよそ 16 倍の濃度であり、交通量が多いと BT 濃度が高くなると考えられた。

3. 2. 路面での加熱の影響

路面の加熱を模擬した実験の結果を図 4 に示した。初日と 21 日後の比較で八王子みなみ野駅ロータリーの試料で BT 濃度が最も大きく 39% 減少した。一方濃度減少が顕著でない試料も多く、BT は夏の高温な道路でも急速に揮発・消失することはないと考えられた。

3. 3. 模擬降雨によるタイヤ粒子の流出の影響

模擬降雨による影響の結果を図 5 に示した。この実験ではすべての試料で水との混和・遠心分離により最大で 65%、最小で 10% BT 濃度が減少した。よって、道路のタイヤ粒子は水に流されやすいと考えられた。

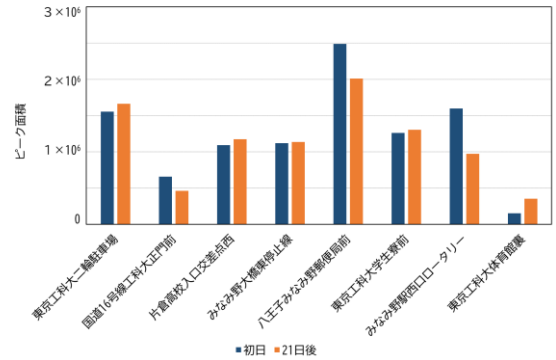


図 4 採取場所による BT ピーク面積と路面での長期加熱を模擬した実験の結果

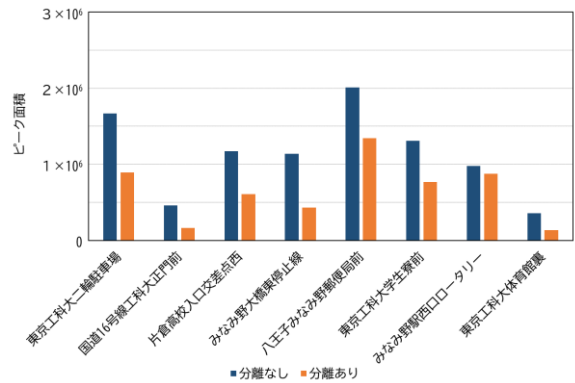


図 5 降雨を模擬した水による振とう実験の結果

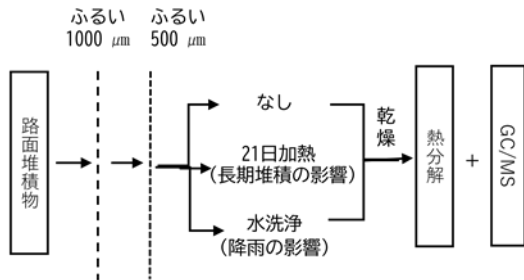


図 2 実験操作のフローチャート

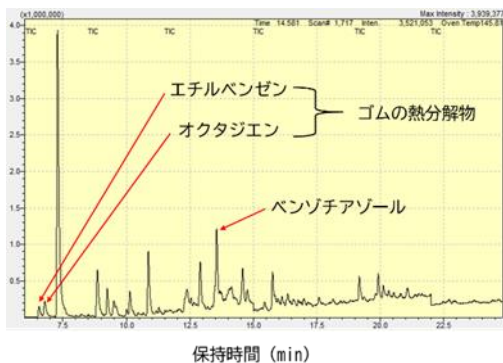


図 3 標的物質のクロマトグラム

4. まとめ

熱分解 GC/MS 法により、BT をターゲットとして道路脇堆積物に含まれるタイヤ粒子の検出に成功した。交通量の多い場所で採取した試料ほど多くのタイヤ粒子が含まれるが、降雨により容易に流出することがわかった。

5. 参考文献

- 1) Cassandra Johannessen *et al.* Composition and transformation chemistry of tire-wear derived organic chemicals and implications for air pollution, *J. of Atmospheric Pollution Research*, 101,533
- 2) Chengliang Deng *et al.* Distribution patterns of rubber tire-related chemicals with particle size in road and indoor parking lot dust, *J. of Science of the Total Environment*, 844, 2022