

自動車排出ガスの排出低減に伴い、タイヤ摩耗粉塵などの非排気粒子の重要度が増しており、研究が活発化している。本稿では、主に欧州および国連におけるタイヤ摩耗粉塵に関する最近の研究等の動向として、タイヤ摩耗粉塵の排出量やマイクロプラスチックとの関係等について、まとめて紹介している。また、筆者が研究代表者を務めている環境研究総合推進費で実施中の「タイヤ摩耗粉塵を含む非排気由来の粒子排出実態に関する研究（2022～2024年度）」について、概要を紹介する。

1. はじめに

自動車の走行に伴い発生する粒子状物質（PM）として、自動車の排気管から排出されるテールパイプ排気粒子が挙げられる。テールパイプ排気粒子は、累次の排出ガス規制強化やそれに伴う技術開発により、これまでに排出量が大幅に低減し、今後の規制強化や車両電動化などにより、さらに排出量が低下することが見込まれる。テールパイプ排気粒子以外の粒子状物質である非排気粒子（タイヤ摩耗粉塵、ブレーキ摩耗粉塵など）は、現状では規制などがいないため、これまで排出量の大きな変化はなかった。ただし、今後のカーボンニュートラル対策としての車両電動化でも、排出量が低減しない、あるいは、逆に増える可能性もある上に、タイヤ摩耗粉塵はマイクロプラスチックとしての寄与も重要視されており、関心が高まっている。

本稿では、非排気粒子のうち特にタイヤ摩耗粉塵に着目し、関連する動向についてまとめて示す。また、筆者が研究代表者を務めている環境研究総合推進費での研究についても紹介する。

2. タイヤ摩耗粉塵研究等の動向

タイヤ摩耗粉塵を含む非排気粒子の研究は、近年活発化している。例えば、英国環境・食糧・農村地域省（Defra）の専門家委員会である AQEG（Air Quality Expert Group）による報告では、2030年には、非排気粒子の排出量は、自動車由来で発生する粒子状物質全体の90%以上を占めると試算しており¹⁾、今後の非排気粒子の排出に関する基準・規制等に資する研究の実施を推奨している。

自動車排出ガスなど環境に関わる自動車基準や規制については、国連欧州経済委員会（UN/ECE; United Nations Economic Commission for Europe）の傘下にある自動車基準調和世界フォーラム（WP29; World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations）にお

いて、自動車基準に関する規制値や試験法、また、その国際的調和などが議論されているが、タイヤ摩耗粉塵に関しては、2022年4月に、専門分科会の傘下にタイヤ摩耗に関するタスクフォース（Task Force on Tyre Abrasion, TFTA）が設置²⁾され、2023年7月までに計15回の会合が開催された。このタスクフォースでは、タイヤ摩耗量の測定法の策定に向け、各参加国からの提案を元に議論が進められている。なお、2022年11月に、欧州の次期排出ガス規制（Euro7）の欧州委員会提案が公表されたが³⁾、この提案の中には、タイヤ摩耗に関する規制についての記述があり、タイヤのクラス・種類ごとのタイヤ摩耗率として、1,000 km走行あたりのタイヤ重量の減少量について、規制値テーブルが掲載されている。ただし、規制値については空欄となっており、規制値および試験法の策定については、今後の検討課題となっている。

一方で、タイヤ摩耗粉塵は、環境中へ排出されるマイクロプラスチック（大きさが5 mm未満の微細なプラスチック）の主要な発生源の一つとしても注目されている。図1は、国連環境計画（UNEP）の2018年資料⁴⁾による推計結果を示している。環境中に排出される年間301万トンのマイクロプラスチックのうち、タイヤ摩耗由来が141万トンと大きな割合を占めていることが分かる。

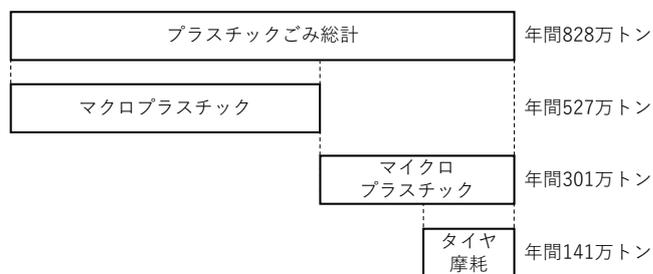


図1 環境へのプラスチック年間排出量の推計
（文献4を元に作図）

また、アメリカ西部を対象とした大気中に浮遊するマイクロプラスチックに関する研究では、大気中マイクロ

プラスチックに対する道路交通の発生源寄与が 84%にも達すると言う推計例⁵⁾も報告されている。ただし、これらの推計結果は、調査機関により大きなばらつきがあるため、さらなる研究が必要となっている。

3. 環境研究総合推進費での研究概要

環境研究総合推進費とは、環境政策への貢献・反映を目的とした競争的研究資金であり、日本自動車研究所では、2022年度からの3年計画で、「タイヤ摩耗粉塵を含む非排気由来の粒子排出実態に関する研究」を提案・採択され、実施している。

本研究では、①排出実態を考慮したタイヤ摩耗粉塵排出量の計測のための試験法構築、②走行挙動などを考慮した非排気粒子の高精度の全国排出量分布の作成、という2項目を全体の研究目標として据えている。この研究目標に対し、図2に示すように、サブテーマ1から3(以下では、それぞれ、サブ1、サブ2、サブ3と称す)の3テーマの体制で取り組みを進めている。

サブ1では、実際の車両や試験機器などを用いた様々な実験的検討により、タイヤ摩耗粉塵排出量の計測のための試験法構築を目指している。その検討の中で、タイヤ一輪からの摩耗粉塵の排出係数を取得し、非排気粒子の高精度な全国排出量分布作成を目指すサブ3にデータを提供する。サブ3では、これらのデータや統計資料などを集積し、タイヤ摩耗粉塵を含む非排気粒子の全国排出量分布を作成する。しかし、サブ1のタイヤ一輪のデータを元に、サブ3の全国排出量分布にまで拡張するには、スケールの大きなギャップがある。そこで、ギャップを埋める役割を果たすのがサブ2で、タイヤ摩耗粉塵排出量と走行中の車両挙動をつなぐモデルや関連するデータベースの構築を進めている。なお、サブ1、サブ2、サブ3は、いずれも日本自動車研究所が担当しており、通常、分野間の連携が難しい領域である実車試験、評価・解析、全国排出量の推計までを1つの研究機関で実施することで、データの有効活用や、よりきめ細かい連携が可能となっている。

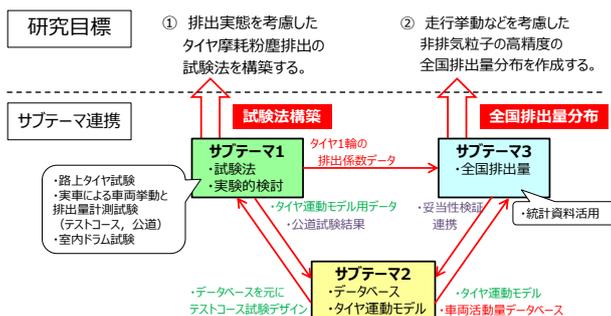


図2 環境研究総合推進費での研究の目標および実施体制

結果の一例として、サブ1で実施した試験により得られた単位距離当たりのタイヤ摩耗粉塵発生量と横力（横方向の加速度）の関係を図3に示す。タイヤ摩耗粉塵は、横力の2乗に比例して発生する傾向が見られており、このようなデータは、タイヤ摩耗粉塵発生量に関する基礎的なデータとして活用している。

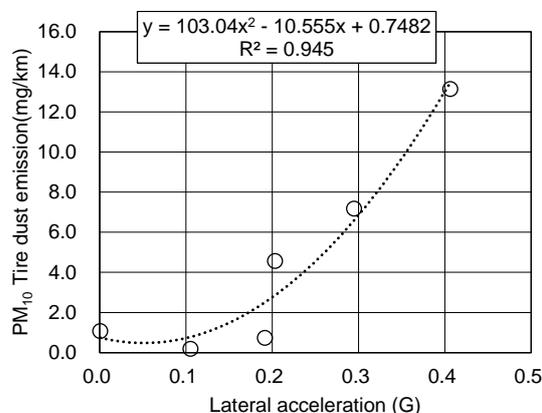


図3 タイヤ摩耗粉塵発生量と横力の関係

タイヤ摩耗粉塵は、発生メカニズムが複雑であり、排出実態の解明には多くの課題がある。今後、本研究で得られる知見が、実態解明の一助となれば幸いである。

【謝辞】

本研究は 独立行政法人環境再生保全機構の環境研究総合推進費（体系的番号：JPMEERF20225003, 「タイヤ摩耗粉塵を含む非排気由来の粒子排出実態に関する研究」）等により実施しています。

参考文献

- [1] Air Quality Expert Group, 2019, DEFRA, UK.
- [2] Task Force on Tyre Abrasion.
<https://wiki.unece.org/display/trans/TF+TA+session+1>
- [3] Press release (10 November 2022), Commission proposes new Euro 7 standards to reduce pollutant emissions from vehicles and improve air quality
https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_6495
- [4] Ryberg, M., Laurent, A., and Hauschild, M. Z. (2018). Mapping of global plastic value chain and plastic losses to the environment: with a particular focus on marine environment. United Nations Environment Programme.
- [5] Brahney et al. (2021) Constraining the atmospheric limb of the plastic cycle. Proc Natl Acad Sci U S A. 20;118(16)