

⑤ディーゼル貨物車の路上走行時における 夏季と冬季での排出ガス挙動の比較

環境研究部

※山本 敏朗

1. まえがき

排出ガス規制の強化にもかかわらず、実際の路上走行では排出ガスが低減していない車両が存在するとの懸念がある。欧州では、路上走行時に自動車型式認証時の排出ガスレベルが維持されていることを確認する手法として、車両に車載型排出ガス測定システム（PEMS: Portable Emissions Measurement System）を搭載して、路上走行時の排出ガスを測定する RDE (Real Driving Emissions) 試験による規制が実施されている。わが国でも 2022 年 10 月より新型ディーゼル乗用車を対象とした RDE 試験が導入された。今後、電動化が困難な重量貨物車への適用拡大も予測される。さらに、重量貨物車においては、積算走行距離が 100 万 km 超の車両も存在することから、使用過程における排出ガス低減装置（EGR 装置、尿素 SCR システム等）の性能劣化に起因する NOx 排出量の増加が懸念される。これらのことから、路上走行時の排出ガス評価は、益々重要視されると考えられる。本報では、まず重量貨物車の路上走行時における排出ガス特性の把握を目的として、大気温度の大きく異なる夏季と冬季における排出ガス特性に着目した。尿素 SCR システム搭載の重量貨物車を用いて、同一ルートを同一の積載条件及び車両速度で夏季と冬季に走行したときの排出ガス測定データを比較分析することにより、大気温度の違いが尿素 SCR システム搭載車の NOx 排出挙動に及ぼす影響について考察した。以下に、その概要を報告する。

2. 実験方法

本調査には、運送事業者所有の中型貨物車（平成 28 年規制適合、車両総重量 7.8t、排出ガス低減装置：EGR 装置、尿素 SCR システム及び DPF）を用いた。同車両に、NOx センサ、NH₃ センサ等の排気管直挿型センサから成る車載型排出ガス分析装置（SEMS: Sensor-based Emissions Measurement System）と大気温度・大気湿度・大気圧センサを装着し、運送業務走行の中で、NOx 濃度、NH₃ 濃度、排出ガス温度、大気温度・湿度・圧力等のデータを収集した。走行試験データは、サン

プリングレート 0.1 秒で収集されて、それらのデータはデジタル式の運行記録計の通信モジュールにより、サンプリングレート 0.5 秒に再構築されて 1 分間隔で遠隔地のデータサーバーに送信された。さらに、試験データはデータサーバーから交通安全環境研究所にあるデータ解析サーバーに送られ、順次、データ処理を行った。これらの中から、同一のルートをほぼ同一の積載条件及び車両速度で夏季と冬季に走行したときのデータを抽出し、両者を比較して NOx の排出挙動等を分析した。NOx 排出挙動に大きな影響を及ぼす尿素 SCR 触媒の NOx 浄化性能の把握には、触媒前後の NOx センサによる NOx 濃度の測定値から、触媒前後の NOx 排出量と NOx 浄化率を算出して用いた。なお、SCR 触媒前の NOx 濃度の測定値は、尿素 SCR システムの尿素水噴射制御用 NOx センサの信号から取得した。また、尿素 SCR 触媒の NOx 浄化率は、以下の式で算出した。
$$NOx \text{ 浄化率}(\%) = (\text{触媒前 NOx センサの NOx 濃度} - \text{触媒後 NOx センサの NOx 濃度}) / \text{触媒前 NOx センサの NOx 濃度} \times 100$$

3. 実験結果及び考察

3. 1. 調査分析に用いた路上走行試験データ

調査に用いた夏季の走行データは、2021 年 8 月 1 日（23 時頃）～8 月 2 日（8 時頃）に、茨城県鹿嶋市の営業所を出発して、東関東自動車道、東名高速道路及び新東名高速道路を通過して愛知県小牧市まで全積載で走行したデータである。また、冬季の走行データは、2021 年 12 月 21 日（23 時頃）～12 月 22 日（8 時頃）に、茨城県鹿嶋市の営業所を出発して、東関東自動車道、東名高速道路及び新東名高速道路を通過して岐阜県各務原市まで全積載で走行したデータである。両データともに、同一のルートをほぼ同一の積載条件及び車両速度で走行している。なお、データ取得時における試験車両の積算走行距離は、夏季データが 18.5 万 km で、冬季データが 21 万 km である。図 1 に、夏季データ及び冬季データにおける走行時の大気温度、大気絶対湿度及び大気圧の変化を比較して示す。天候は、両

者ともに、走行距離 450km 超の間に变化するが概ね晴れであった。大気温度は、夏季では出発時に 26.7℃で走行中に最大 36.4℃まで上昇した。また冬季では出発時に 5.1℃で走行中に 16℃まで上昇した。走行ルート全体を通じて夏季データと冬季データの温度差は、常に 20℃程度であった。大気圧については、走行ルート全体を通じて、夏季データ、冬季データともに、概ね一致した。大気絶対湿度は、空気中に含まれる水蒸気量を表し、走行ルート全体を通じて、冬季は 5g/m³程度に対して夏季では 22g/m³程度と 4 倍強であった。

3. 2. 路上走行時の NOx 排出挙動の比較・分析

大気温度の差が約 20℃となる夏季と冬季の走行データを用いて、路上走行時の NOx 排出挙動を分析した。図 2 に、夏季と冬季の走行時に变化する SCR 触媒前 NOx 排出量、SCR 触媒温度及び車速を時系列に沿って示す。車速 80km/h～90km/h で加減速の比較的小さい高速道路走行時の SCR 触媒前 NOx 排出量（赤線）に着目する。時刻 1 時～1 時 30 分の間の平均値は、冬季では 0.056g/s となり夏季の 0.038g/s よりも排出量が多い。この違いは、夏季と冬季での大気の絶対湿度の違いに一因があると考えられる。低温度かつ低湿度の冬季では、吸入空気中の水蒸気量が低下してエンジンの燃焼温度が高くなり、NOx 排出量が増加している可能性がある。一方、高速道路走行時の SCR 触媒温度（オレンジ色）は、夏季、冬季ともに 250℃超で、SCR 触媒は活性化温度に達していることがわかる。

図 3 に、夏季と冬季の走行時に变化する SCR 触媒後 NOx 排出量、NOx 浄化率、SCR 触媒温度及び車速を時系列に沿って示す。高速道路走行時の SCR 触媒後 NOx 排出量に着目する。夏季、冬季ともに NOx 排出量は僅かであることがわかる。これは高速道路走行時の SCR 触媒温度は、夏季、冬季ともに 250℃超であることから、NOx 浄化率が 100%近い値となっていることに起因する。一方で、車両発進時には SCR 触媒温度の低下等が原因となって NOx 浄化率が低下するため、SCR 触媒後の NOx 排出量の増加が、夏季、冬季ともに観測される。特に、冬季においては SCR 触媒前の NOx 排出量が増加しているため、より顕著であることがわかる。

4. まとめ

尿素 SCR システム搭載の重量貨物車を用いて、高速道路走行を同一の積載条件及び車両速度で夏季と冬季に走行したときの排出ガス測定データを比較分析

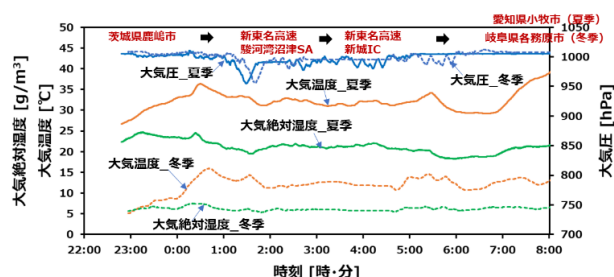


図 1 夏季データ及び冬季データにおける走行時の大気温度、大気絶対湿度及び大気圧

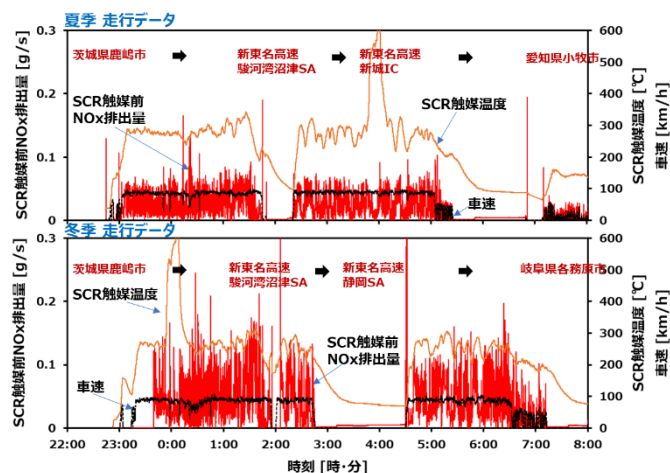


図 2 夏季と冬季の走行時において変化する SCR 触媒前 NOx 排出量、SCR 触媒温度及び車速

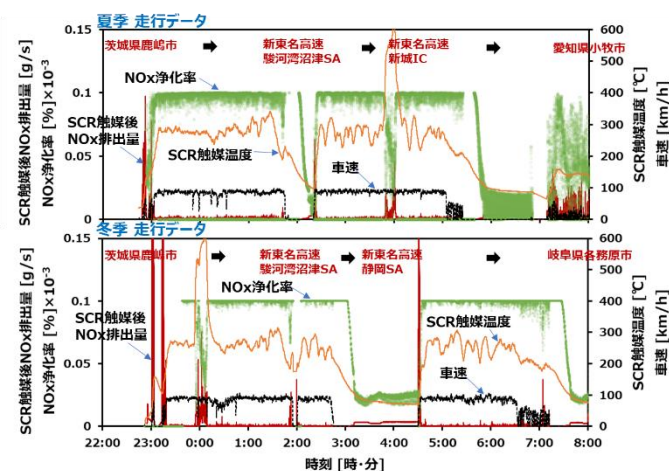


図 3 夏季と冬季の走行時において変化する SCR 触媒後 NOx 排出量、NOx 浄化率、SCR 触媒温度及び車速
し、大気温度の違いが尿素 SCR システム搭載車の NOx 排出挙動に及ぼす影響について考察した。

エンジンから排出される NOx 排出量(SCR 触媒前 NOx 排出量)は、冬季の方が夏季より大きくなったが、高速道路走行時の SCR 触媒温度は、両者ともに 250℃超で NOx 浄化率は 100%近い値となり、SCR 触媒後の NOx 排出量は夏季、冬季ともに僅かであった。NOx 浄化率が低い車両発進時は、夏季、冬季ともに SCR 触媒後の NOx 排出量が急増し、特に、SCR 触媒前の NOx 排出量が増加している冬季においてはより顕著であった。