

自動車排出ガスと路上雨水の成分についての一考察

日本大学大学院 学生会員 ○高橋 栄
日本大学理工学部 正会員 岩井 茂雄

1. はじめに

自動車排出ガスによる路上雨水の汚染実態は明らかにされつつあるが、自動車排出ガスの影響を受けたと考えられるイオンが雨水にどの程度影響を与えているのかは明らかにされていない。

本研究では、まず路上雨水の汚染実態を明らかにするため、道路端の雨水を採取し、雨水中のイオンの種類を確認した。その後、自動車排出ガスに含まれているイオンの成分を確認するために自動車排出ガスを精製水に溶解してイオンの種類を確認した。さらに、実際に採取した雨水の分析結果と溶解実験結果を比較することで走行状態での自動車排出ガスが雨水に吸着する程度を推定した。

2. 路上雨水の汚染実態調査

(1) 走行速度と降雨強度の影響について

本研究で選定した各調査地点で路上雨水を採取し、各イオン濃度を比色計、およびガスクロマトグラフィーを用いて測定し、路上雨水の成分を確認した。なお、路上雨水の採取については、降雨開始後、道路端を流れる状態になった雨水を採取した。また、自動車排出ガスの影響を受けた路上雨水イオン濃度は路上雨水イオン濃度から道路端に降下した雨水のイオン濃度と風上に降下した雨水のイオン濃度を引き算出した。図-1に走行速度と自動車排出ガスの影響を受けた路上雨水イオン濃度の関係を、図-2に自動車の走行速度別の降雨強度の違いによる自動車排出ガスの影響を受けた路上雨水イオン濃度の変化を示す。図中に清水ら¹⁾の調査結果も合わせて示した。走行速度は各自動車の速度を測定できなかったため各地点の法定速度に従って数値を統一した。

各イオン濃度とも、自動車の走行速度が速いほど雨水に吸着された傾向が見えた。このことから、断面速度に係らず、自動車排出ガスの量は自動車の走行速度に依存し、また、走行速度が大きくなるほど排出されるガスの量も多くなり、雨水に吸着される量も多くなったと考えられる。

降雨強度の濃度の関係について、イオン毎に比較すると、同一走行速度では降雨強度が多くなるほど自動

車排出ガスの影響を受けた路上雨水イオン濃度が小さくなる傾向が見えた。これは降雨強度が大きくなるほど自動車排出ガスと接触する雨量が多くなるため、雨水に吸着されたと考えられる自動車排出ガスの影響が小さくなったと考えられる。

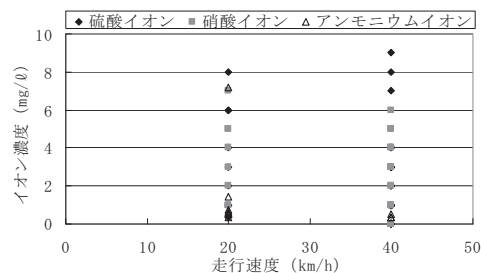


図-1 走行速度と路上雨水イオン濃度の関係

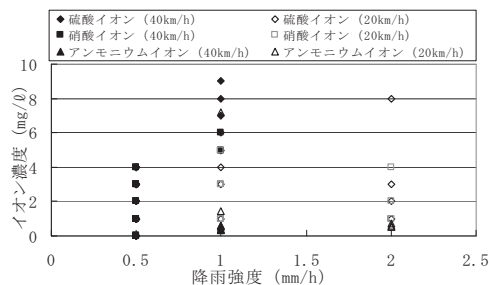


図-2 降雨強度と路上雨水イオン濃度の関係

(2) 大型車混入率の影響について

図-3に同一交通量での大型車混入率と各イオン濃度の関係を示す。図中に清水ら¹⁾の調査結果も合わせて示した。走行速度別では、20km/h、40km/hともに大型車混入率が多くなるほど各イオン濃度が高くなり、また、20km/h時の路上雨水イオン濃度よりも40km/h時の路上雨水イオン濃度が高くなる傾向が見えた。これは、大型車の排気量は小型車の排気量よりも大きいため、雨水に吸着された自動車排出ガス中のイオン濃度も高くなったと考えられる。

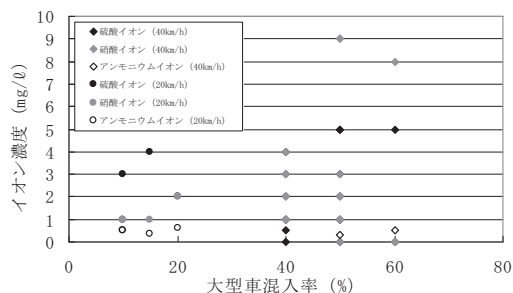


図-3 大型車混入率と各イオン濃度

キーワード 路上雨水, 自動車排出ガス, エンジン回転数,

連絡先 〒 274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1 日本大学理工学部社会交通工学科環境工学研究室 047-469-5523

3. 自動車排出ガス溶融実験

(1) エンジン回転数と濃度の関係について

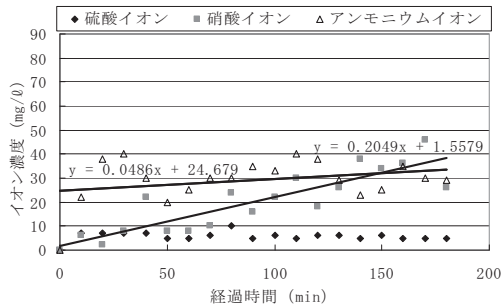
路上雨水の実測数値と比較して、自動車排出ガスが雨水にどの程度吸着するかを推定するために自動車排出ガスの溶融実験を行った。

実験方法はガソリンエンジン搭載の自動車の排気管にパイプを接続し、他端を精製水中に入れて、排出ガスを通過させ、排出ガスを水に溶融させて作成した。自動車排出ガスを溶融させた精製水は 10 分毎に採取してイオン濃度を測定した。

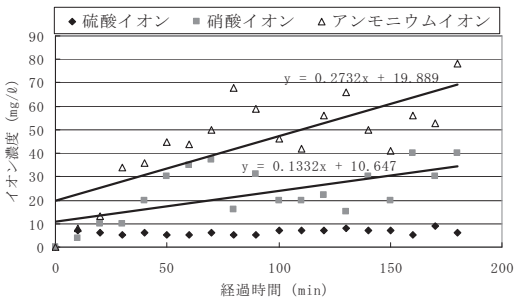
図－4、図－5 に各イオン濃度の時間変化を示す。なお、回帰式の x は経過時間を、y はイオン濃度を示す。

エンジン回転数が大きいほど精製水に溶融する自動車排出ガス濃度が時間の経過とともに高くなり、特にアンモニウムイオン等の酸化窒素ガス成分は時間の経過とともに精製水に溶融する濃度の増加の割合が大きくなる傾向が見えた。また、硫酸イオンについては時間の経過とともに精製水に溶融する濃度の時間変化が見られなかった。

このことから、エンジン回転数が大きくなることで、精製水に溶融した自動車排出ガス濃度も高くなったと考えられる。



図－4 2200rpm (20km/h) での溶融実験濃度変化



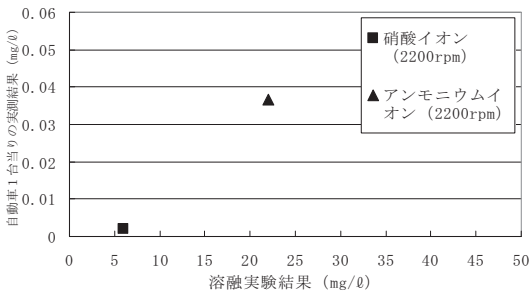
図－5 2500rpm (40km/h) での溶融実験濃度変化

(2) 路上雨水実測数値と溶融実験数値の比較

実際に採取した路上雨水イオン濃度の、降雨開始 10 分後の数値と自動車排出ガス溶融実験結果から得られた実験開始 10 分後の数値との比較を図－6 に示す。

路上雨水実測数値については大型車の影響を小さくするため、大型車混入率が最も少ない 0.01% であったエンジン回転数 2200rpm と想定される地点での各イオン濃度の数値を用いた。また、自動車一台分の排出ガス濃度に換算するために実際の各イオン濃度を交通量で除した数値を用いて比較を行った。

各イオンともに溶融実験結果の数値が路上雨水実測数値よりも相当大きくなった。そこで、自動車排出ガスの拡散する高さを推定し、終端速度で除して雨水と自動車排出ガスとの接触時間を求め、さらに溶融実験結果から、推定した接触時間での自動車排出ガス濃度を外挿し、実測データと比較した。その結果、雨水に吸着されたイオン濃度の割合は硝酸イオンが 0.13%、アンモニウムイオンが 0.04% という結果が得られた。これは、溶融実験の場合はほとんどの自動車排出ガスが精製水と接触したため濃度が高くなったことに対して、実測数値の場合は自動車排出ガスが大気中に拡散するため、雨水と接触する自動車排出ガス濃度が小さくなったと考えられる。



図－6 路上雨水実測数値と溶融実験数値の比較

5. まとめ

- ① 自動車排出ガスは走行速度が速くなるほど多く排出され、雨水に吸着される。
- ② 路上雨水中のイオン濃度は降雨強度が大きくなるほど濃度が小さくなる。
- ③ 走行中の自動車排出ガスには酸化窒素ガス成分が含まれており、エンジン回転数が大きくなると自動車排出ガスが精製水に溶融したときのイオン濃度も高くなる。
- ④ 走行中の自動車排出ガスは雨水にほとんど吸着されない。

・ 参考文献

1) Kazuyo Shimizu, S. Iwai : Contamination in Roadway Flash-water Influenced by Vehicle Exhaust Gas, Nihon Univ, Short Notes, pp.57-59 2007