

広島大学工学部 正会員 尾崎則篤
島根県 正会員 深田朋宏
広島大学工学部 正会員 福島武彦

1. 本研究の背景と目的

多環芳香族炭化水素類 (PAHs) は、晴天時に地表に堆積し、降雨によって水域へ流出して水質を悪化させる有害化学汚染物質である。PAHsは太陽光下で反応する性質を持つが、PAHs挙動を把握するためには、この反応性を考慮することが必要である。本研究では、PAHsの基礎的な動態解析を行うことを目的とし、地表面上における粉塵粒子中のPAHsの光変換性について調べた。本報告では、粉塵粒子径の影響と、光変換によるMicrotox 毒性の変化について報告する。

2. 実験方法

1)a) 地表面に堆積した粉塵の光変換操作

広島大学工学部A 2棟屋上の床面から1mの高さに採取容器を設置し、堆積粉塵の捕集を3日間行った。採取容器は1つの測定で2つ用意し、片方は採取後すぐにPAHsを測定、もう片方はさらに3日間アクリル透明版で覆ってそのまま置き、光変換をさせた後PAHsを測定し両者を比較した。採取容器にはステンレス皿と人工芝を用い、各々の光変換の程度を比較した。前者はコンクリート/アスファルト面を、後者は草地面を模しているといえる。

1)b) 捕集した大気粉塵の光変換操作

自作エアサンプラー(22L/min)を用い濾紙によって24時間(22L/min)大気粉塵を捕集した。1)a)と同様2系列装置を用意し片方の捕集粉塵を光変換させた。また、いずれの系列でも2種類の濾紙(孔径8.0,0.22 μ m)を直列に設置し捕集粒径毎の光変換の違いを比較した。

1)c) PAHsの抽出および測定

以上の方法で捕集したサンプルは、必要に応じて水で洗い流し暗所風乾後、ジクロロメタンによる超音波抽出、N₂吹き付け乾固、ジクロロメタンに再溶解を経て、GC/MS(SHIMADZU GC17A/QP5050)で定量した。各PAHsの光変換性の評価に際しては、一次反応を仮定し反応速度係数kを用いた。

2) Microtox 毒性による PAHs光変換前後の毒性評価

土に付着したPAHsの、光変換前後の毒性の変化を調べる実験を行った。洗浄土(粉塵からのPAHs抽出と同じ手順で洗浄した土)と、その洗浄土に複数種類のPAHsを吸着させた土(PAHs混合土と呼ぶ)の2種類を用意し、両者を同じ条件で光変換させ、その前後でのMicrotox毒性の比較を行った。サンプルの土からPAHsを抽出し水に再懸濁させ、そのMicrotox毒性を測定、得られた値100/EC50を以てその土の毒性強度とした。PAHs混合土から、ブランクとして洗浄土の100/EC50を差し引いた値を用いてPAHsの毒性評価を行った。

3. 結果と考察

1) 粒子径の違いが光変換性に及ぼす影響

筆者らこれまで地表面の違いが、そこに堆積した粉塵の光変換にどのような影響を及ぼすのかを調べ、その結果、ステンレスのような平滑な面に堆積した粉塵は、人工芝のような草地面に堆積した粉塵よりも、PAHsの光変換が大きいことを明らかにした¹⁾。その原因についても、芝による遮光ではなくそこに堆積した粉塵そのものの違いに由来することを明らかにした。本報では、その違いについて更に考察する。

人工芝で光変換の程度が小さいのは、人工芝が光変換しにくい粒子を多く捕集したためと考えられる。そして光変換しにくい粒子は、大気中で長く滞留したため大気中で多く光変換され光変換されにくい状態のPAHsのみが残留している粒子に由来すると考えた。

そこでそのことを調べるために、まず水中で粉塵の沈降性の違いによる分画実験を行った。捕集した粒子を水中に懸濁、1lのメスシリンダー内で3分間静置沈降させ上澄みと沈殿物に分画し、その各々でPAHs含有量

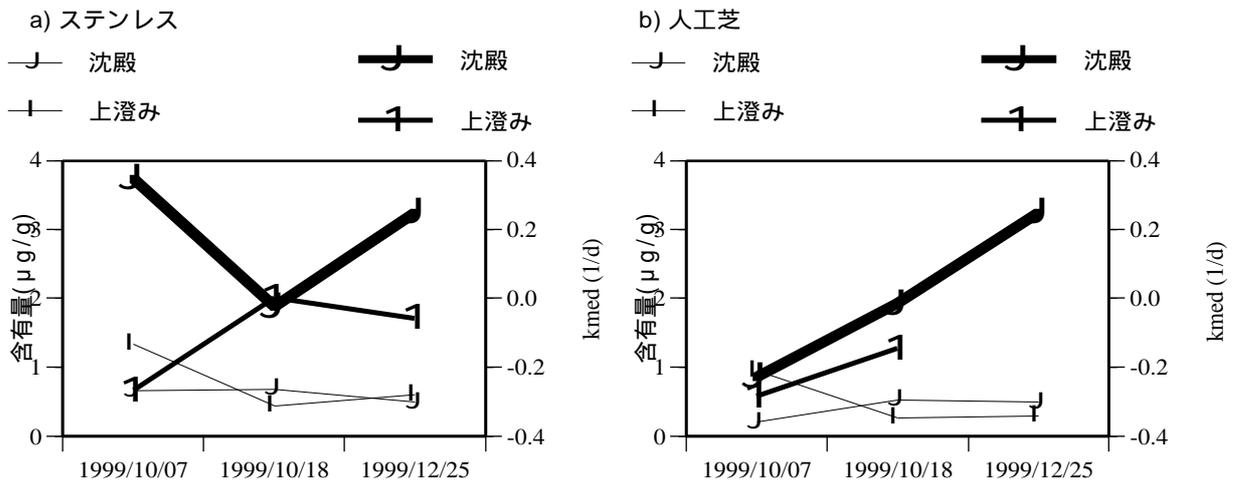


図 - 1 堆積粉塵の静置沈殿分画成分(上澄み, 沈殿)のPAHs含有量と反応速度係数 (値は各々の測定における全PAHs測定値の中央値)

を測定し k の値を見積もった(図 - 1; 値は各々の測定における全PAHs測定値の中央値) . その結果, 上澄み成分の方が沈降成分よりも反応速度係数が小さいという傾向が得られた. 上澄み成分は沈降しにくい成分であり, 大気中での滞留時間も長かったと考えられ, この滞留時間の違いが光変換の程度に違いを生じさせたと考えられる.

また更に, 粒子径毎の違いを見るためにエアースンプラーによって粒径毎に分画した粉塵の反応速度係数を調べた(図 - 2; 値は各々の測定における全 PAHs測定値の中央値) . 明らかに小粒子(0.22 μm)の方が反応性が小さい. 小粒子は, 大気中で沈降しにくい為, 大気中での滞留時間が長く, このような結果になったと考えられる.

2) 光変換が毒性に関して及ぼす影響

PAHs の光変換前後における毒性の変化を評価した. その結果を図-4に示す. これを見ると, 毒性は光変換後の方が光変換前に比べ高くなっている. このことはPAHsが減少する一方でPAHs以外の毒性物質が光変換後に生じていることを意味している. この理由として, 光変換によって何らかの物質に変化した PAHs 誘導体が元の PAHs よりも強い毒性を示し, それによって光変換後の毒性の方が高くなったのではないかと考えられる.

4. 結論

1) 粉塵粒子の粒径ごとの光変換の程度の差では, 小さい粒子

に付着しているPAHsの反応性が低かった. これは, 小さい粒子は大気滞留時間が長く, その間に反応がより多く進み反応性の低いPAHsが残ったためと考えられる.

2) 光変換前後でのMicrotox毒性は, 光変換後のほうが高かった. この理由はPAHsが光変換してできた物質が元のPAHsより高い毒性を有するためと考えられる.

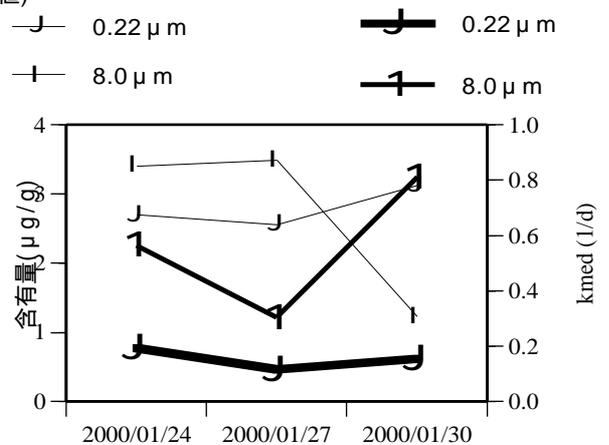


図 - 2 エアースンプラー捕集粉塵のPAHs含有量及びk

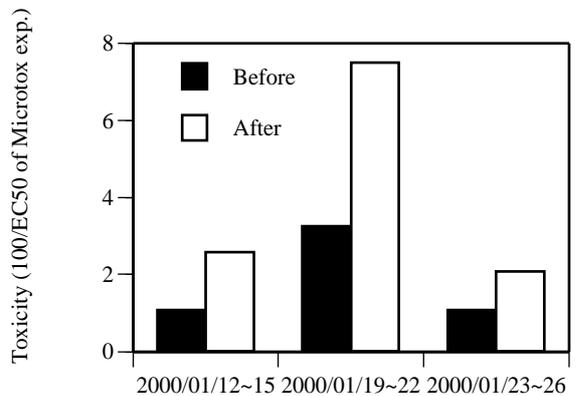


図 - 3 光変換前後におけるMicrotox毒性変化

参考文献

1)尾崎他: 都市地表面上における多環芳香族炭化水素類の光変換性, 環境工学論文集, 36, pp73-80, 1999.