

自動車排ガス由来のベンゾ(a)ピレンの路面堆積特性

関西大学大学院工学研究科	学生会員	中野裕之
関西大学工学部	正会員	尾崎 平
関西大学大学院工学研究科	正会員	和田安彦

1. 結論

都市域における下水道整備の進捗により汚水は処理できるものの、周辺水系へ流入する汚濁負荷は道路面や屋根面などの面的負荷が相対的に増加している。また都市活動を支える自動車交通からは多環芳香族炭化水素（以下 PAHs）が発生しており、道路面堆積物に付着し、雨天時に PAHs を含む道路排水が水系へ未処理のまま流入している。本研究では、PAHs の中でも発ガン物質であるベンゾ(a)ピレン（以下 B(a)P）に着目し、発生源である路面堆積物に付着する特性について考察した。

2. 路面堆積物調査

対象地点は図-1 に示す日交通量 34,000 台、大型車混入率 34% と多量の B(a)P 排出がある都市幹線道路とした。路面堆積調査は幅 0.5m、長さ 51m のコンクリート製 L 字路肩上の堆積物をほうきとブラシを用いて採取するかたちで行った。採取したサンプルは土質試験法に基づきふるい分け試験、土粒子密度試験を行い、また下水試験法に基づき COD、SS の分析を行った。B(a)P の分析は環境庁（現環境省）の外因性内分泌攪乱化学物質調査暫定マニュアル（水質、底質、水生生物）（1998 年 10 月）の底質分析法に従った。COD、SS、B(a)P の分析は表-1 に示す粒径区分毎に行った。分析結果の一例を図-2 に示す。B(a)P、SS とともに粒径が細くなるに連れて濃度が高くなる傾向が見られた。

3. B(a)P の堆積特性

(1) 堆積 B(a)P 濃度と土粒子の表面積

排出された B(a)P は SPM など浮遊性粒子物質によって運ばれ道路面に降下すると考えられる。図-2 で示した B(a)P 濃度と粒径区分との関係から、本研究では SPM に比べて粒径の大きい堆積土粒子に B(a)P 負荷をもつ SPM が付着すると考え、SPM が付着する土粒子の表面積に着目した。粒径区分の土粒子 1 つを基準にした時の同一体積に占める土粒子数の違いから表面積比を求めた。土粒子を球体と仮定し、ふるい分け試験から各粒径区分毎の比加重平均により平均粒径、体積を算出した。また粒径区分毎に体積密度が異なるため相対密度を考慮した。そのときの相対土粒子面積比と B(a)P 濃度比を図-3 に示す。若干のばらつきは見られるが、概ねそれぞれの比は同程度であり、B(a)P 濃度は堆積土粒子の表面積と関係があると考えられる。



図-1 調査対象地域
表-1 粒径区分

粒径区分	850 μm 以上 2000 μm 未満のもの
粒径区分	250 μm 以上 850 μm 未満のもの
粒径区分	250 μm 未満のもの

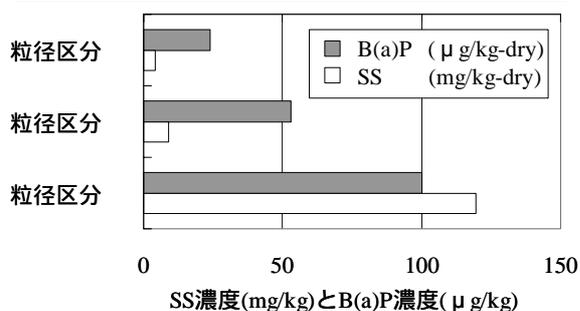


図-2 路面堆積物分析結果一例

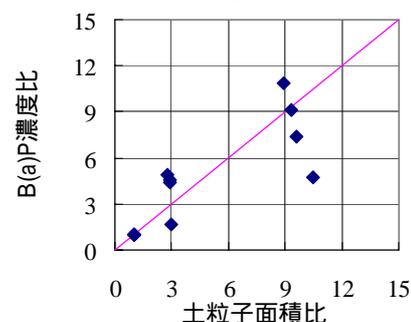


図-3 土粒子表面積比と B(a)P 濃度比

キーワード：ベンゾ(a)ピレン，堆積特性，土粒子表面積，光分解

連絡先：〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3-3-35 関西大学環境システム研究室 TEL：06-6368-0939

(2) 堆積 B(a)P と光分解の考察

B(a)P は太陽光による光分解作用が報告されており¹⁾、発生してから分解するまでに比較的短時間である。しかしこれにもかかわらず堆積物では図-1 に示したように高濃度 B(a)P を検出しており、河川底質においても高濃度 B(a)P の存在が明らかになっている²⁾。

本研究では B(a)P 負荷量と光分解作用の関係を検討するために日照時間に着目した。日照時間と B(a)P 負荷量との関係を図-4 に示した。粒径区分毎に見ても堆積 B(a)P 負荷が日照時間 8-16 時間程度で極小値を迎え、その後増加する傾向が見られる。これは堆積土粒子が少ない時には B(a)P が付着した SPM に太陽光が当たりやすく、分解が進むものと考えられる。1 日の堆積と分解の周期が一定ならば、日照時間が短い時には分解を受けやすく B(a)P 負荷量は減少するが、日照時間が長くなると夜間などで分解しきれない B(a)P 負荷量が徐々に堆積し、緩やかな堆積負荷増加の傾向を示すと考えられる。

増加時の収束条件を 10% 未満とすれば、各粒径区分において収束時間は日照時間で 60 時間となり、先行晴天日数で 7 日に相当する。これは既往研究³⁾での堆積 B(a)P の堆積カーブの説明につながる。

(3) SPM の降下状態

B(a)P が付着する SPM は極めて粒子径が小さいために風など外的な要因を大きく受ける。自動車より排出された B(a)P が対象とする路肩の堆積土粒子に付着するか否かは、風の影響を受けると考えられる。道路近傍では自然風よりも自動車による風が大きく影響を及ぼしている。そのため、本研究では、自動車の旅行速度と近傍での SPM の降下状態を検討した。対象地域は大阪府下の自排局がある地点でかつ、同地点付近で交通量調査が行われている 6 地点とした。自排局の SPM 観測濃度を、交通量調査による SPM 排出濃度算定結果⁴⁾で除して SPM の降下割合を求めた。さらに対象道路の平均旅行速度との関係から図-5 を得た。排出 SPM 原単位⁴⁾では、図-5 の旅行速度 20km/hr から 40km/hr で大差が見られないことから、SPM の降下割合は旅行速度が速くなるに連れて減少することが分かる。

B(a)P は大気中では粒子状態で存在するため、B(a)P 降下割合も旅行速度に応じて反比例にあると推測する。

4. まとめ

本研究では B(a)P 堆積負荷の堆積特性について考察を行った。得られた知見を以下に示す。

- 1) 粒径区分における B(a)P 濃度比は付着する堆積土粒子の表面積比に類似しており、濃度比は表面積比と関係がある。
- 2) B(a)P 堆積負荷は日照時間が増すと、初期堆積負荷から減少、増加、収束へと変化し、日照時間 60 時間でどの粒径区分でも収束し安定期になる。
- 3) B(a)P の大気環境での存在状態を考慮すれば、B(a)P の降下割合は自動車の旅行速度に反比例にあると推測できる。

参考文献 1) 小野芳朗, 永留浩, 河原長美, 谷口守, 並木健二, 貫上佳則: 道路堆積塵埃上の物質と環境因子との相関性, 水環境学会誌, Vol.23, No.12, pp.778-785, 2000. 2) 三浦浩之, 和田安彦, 尾崎平, 中嶋宜信: 雨天時道路排水の流出先水系での汚濁物質の挙動, 用水と廃水, Vol.45, No.8, pp.85-91, 2003. 3) 尾崎平, 三浦浩之, 和田安彦, 中嶋宜信: 自動車排ガス起源のベンゾ(a)ピレンの雨天時流出とその影響, 水環境学会誌, Vol.27, No.1, pp.53-59, 2004. 4) 東京都環境保全局: 平成 8 年度東京都内自動車走行量及び排出ガス量将来予測調査報告書, 1997.3.

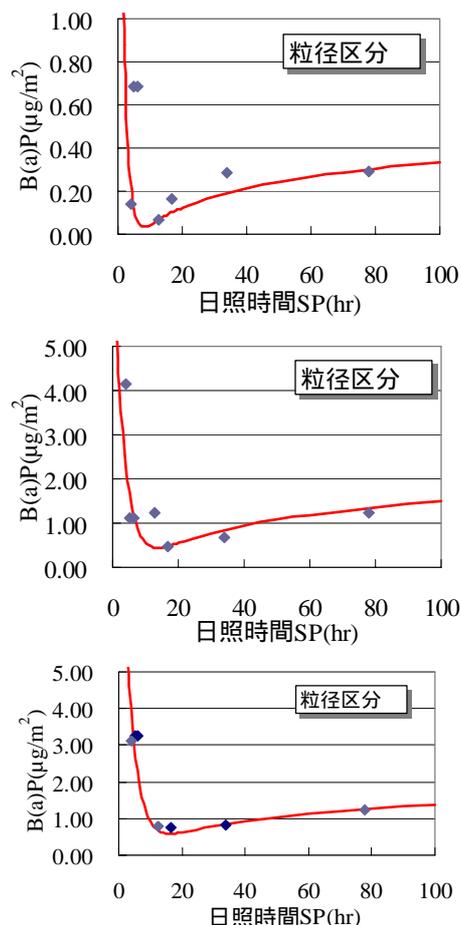


図-4 日照時間と堆積 B(a)P 負荷量

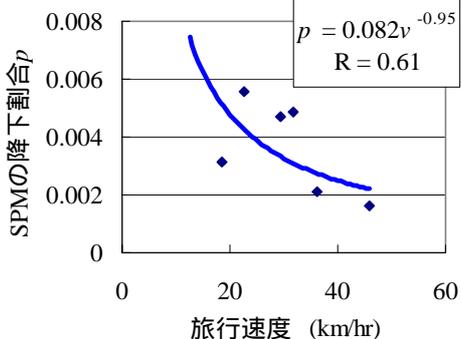


図-5 SPM 拡散と旅行速度の関係