

# 廃木材炭化物を設置した排水ますによる道路排水中の 多環芳香族炭化水素類の除去特性

都市リサイクル工学分野

川崎太也

道路排水には発癌性等の毒性を有する多環芳香族炭化水素類(PAHs)が含まれていることが報告されている。PAHs を含む道路排水が未処理のまま周辺環境へ排出され、生態系への影響等が懸念されているが、これまで道路排水中 PAHs の除去に関する研究はほとんど行われていない。また、循環型社会形成が推奨されている中、木質系廃棄物の新たな有効利用方法が求められている。そこで本研究では、廃木材炭化物を設置した道路排水ますによる道路排水中 PAHs の除去特性を把握することを目的とし、実際の排水ますを用いた現地実験と、室内実験、及び数値シミュレーションを行った。その結果、溶存態 PAHs が降雨期間には約 23%、晴天期間では約 50%吸着除去され、PAHs の環境への負荷を概ね半分に軽減できることがわかった。

## 1. 研究背景

多環芳香族炭化水素類(PAHs)とは、二つ以上のベンゼン環が縮合してできた炭化水素化合物の総称である。PAHs は、国際癌研究機関 (International Agency for Research on Cancer : IARC) により発癌性が疑われている物質が含まれ、中には内分泌攪乱性や変異原性を持つことが知られている物質もある。このような毒性を有することから近年注目されつつある。一般的に、PAHs は有機物の不完全燃焼により非意図的に発生し、環境中に広く存在する。また、石油製品にも含有していることが知られており、自動車排ガスや、タイヤの摩耗片、アスファルト粉じん等にも含まれている。交通量の多い道路では、路面上に多量の PAHs が堆積していることが考えられる。

これまで、USEPA(アメリカ環境保護庁)指定の 16 物質を対象として、大和川に架かる吾彦大橋において、道路排水、道路粉じん、河川水、及び河川底質の調査が行われてきた。その結果、道路排水中の PAHs 濃度は河川水の 10~100 倍となり、河川底質中では、橋から離れた地点と比較すると橋の直下で非常に高濃度で存在していることが明らかになった。<sup>1),2)</sup>道路排水中の PAHs が未処理のまま周辺環境に排出され、相当量が蓄積していることがわかった。

しかしながら、道路排水中 PAHs の負荷を軽減させる対策は現在のところ積極的に行われておらず、それらに関する研究も少ない。PAHs の持つ毒性を考えると、周辺の生態系に悪影響が生じ、やがては我々人類への影響も懸念される。

一方、近年、資源有効利用の観念が浸透し循環型社

会形成がなされている。しかし、木質系廃棄物のリサイクル率が低迷しており、今後も排出量が増大することが予想されている。そのため、木質系廃棄物の新たな有効利用方法を検討することが求められている。

現在では主に製紙用原料や燃料等として再利用されているなか、昨今では新たな有効利用方法として廃木材を炭化して再生炭として利用する方法がある。これらは、消臭材やダイオキシン類等の吸着材としての有効利用方法が提案されている。

以上の点を踏まえ、道路排水に含まれる PAHs の環境への汚濁負荷を軽減する対策が早急に求められている。


















## 2. 研究目的

本研究では、炭化物の吸着性に着目して、道路排水を採取できる排水ますと廃木材由来の炭化物による道路排水中の PAHs の除去特性を把握することを目的とした。

実際に道路排水ますを用いた現地実験、模擬道路排水を用いた室内実験、及び数値シミュレーションを行うことで、廃木材由来の炭化物を設置した道路排水ますにおける沈殿による PAHs の懸濁態成分(P-PAHs)の除去効果と、炭化物への吸着による溶存態成分(S-PAHs)の除去効果について把握した。このように廃木材由来の炭化物を用いることで、PAHs の環境汚染を軽減するとともに、資源有効利用の促進にも寄与できると考える。

対象物質の構造式と略称を表 1 に示す。

表 1 本研究で対象とした PAHs の構造式と略称

PAHs物質名	構造式	略称	PAHs物質名	構造式	略称
Naphthalene		Nap	Chrysene		Chr
Acenaphthylene		Act	Benzo[b]fluoranthene		BbF
Acenaphthene		Ace	Benzo[k]fluoranthene		BkF
Fluorene		Flu	Benzo[a]pyrene		BaP
Phenanthrene		Phe	Benzo[e]pyrene		BeP
Anthracene		Ant	Dibenzo[a, h]anthracene		DBahA
Fluoranthene		Flt	Benzo[g, h, i]perylene		BghiP
Pyrene		Pyr	Indeno[1, 2, 3-cd]pyrene		IP
Benzo[a]anthracene		BaA			

### 3. 道路排水ますを用いた現地実験

#### 3.1 実験概要

名神高速道路(大山崎)の高架下に設置された既設の排水ますを用いた。その排水ますに炭化物を設置した吸着槽を設け、両槽の濃度を比較することで、炭化物による S-PAHs の吸着の有無を調査した。

#### 3.2 既設の排水ますと炭化物を設置した吸着槽

既設の排水ますは 3 槽に分かれており、底部でつながっている。本来は道路排水中の油や土砂等の汚濁物を除去するために設置されたものである。オーバーフロー管を設けることで、2mm/h までの降雨強度の流量は全て流下し、これを超える降雨の場合は 2mm/h 分以上はオーバーフローする仕組みになっている。容量は 1152L であり、この槽を沈殿槽と称する。

一方、独自に設計した吸着槽は容量 300L で、槽の壁への吸着を避けるためにステンレス製とした。槽内に設置した炭化物は、廃木材(家屋解体くず、廃木パレット等)80%、間伐材 20%の割合で混合された木材を炭化したものである。この炭化物を L/S(液固比):100 となるように目の細かい袋に入れて設置した。吸着槽を設置した排水ますのイメージ図を図 1 に示す。

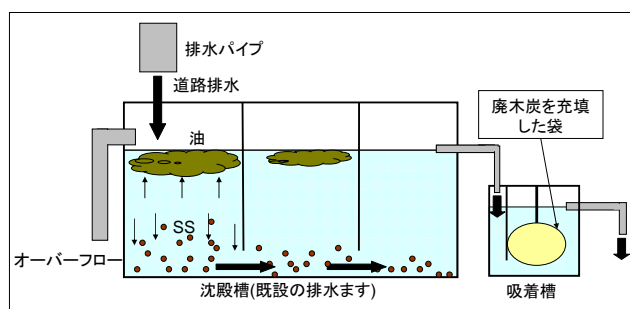


図 1 吸着槽を設置した排水ますのイメージ図

#### 3.3 採水方法とサンプルのコンポジット方法

排水ますは、当研究室から離れた場所に設置されていたため、定期的な採水を直接現地で行うことは困難であった。そこで、オートサンプラー(日科機バイオス株式会社製)を 2 台用いて、沈殿槽と吸着槽からそれぞれ採水を行った。採水の時間間隔は原則 6 時間ごととしたが、場合によっては、0.5,1,3,あるいは 8 時間ごとに採水した期間もあった。

オートサンプラーによる 1 回の採水量は 300mL であり、沈殿槽と吸着槽内の道路排水に含まれる PAHs を分析するためには、晴天期間で 1L、降雨期間で 500mL が最低でも必要であることがわかった。そこで本研究では、晴天期間は採水したサンプルを原則 4 サンプル、降雨期間は 2~3 サンプルをコンポジットして分析した。また、晴天期間では降雨と降雨の期間に得られたサンプルのうち降雨直前の複数サンプルをコンポジットし、吸着槽と沈殿槽の濃度を比較した。

晴天期間におけるコンポジットサンプルを採水した順に A~M、降雨期間のコンポジットサンプルを順に R1~R9 と定義した。

#### 3.4 実験結果と考察

沈殿槽と吸着槽における  $\Sigma$ S-PAHs 濃度の分析結果を図 2 に示す。ここで  $\Sigma$ S-PAHs とは 17 物質の溶解性 PAHs 濃度の合計を表す。なお、R7,H,R8,及び I では、沈殿槽では採水できなかった。また、C1,C2,C は 9 月 15 日から 9 月 29 日までの晴天期間に採水したサンプルを 3 つに分けてコンポジットしたものである。

$\Sigma$ S-PAHs は、晴天期間では各槽の濃度差が比較的大きく、全てのサンプルで沈殿槽と比較して吸着槽の濃度が低くなった。最大の濃度差は 72ng/L であり、最小で 1.2ng/L であった。炭化物によって道路排水中の S-PAHs は吸着除去されることが確認された。

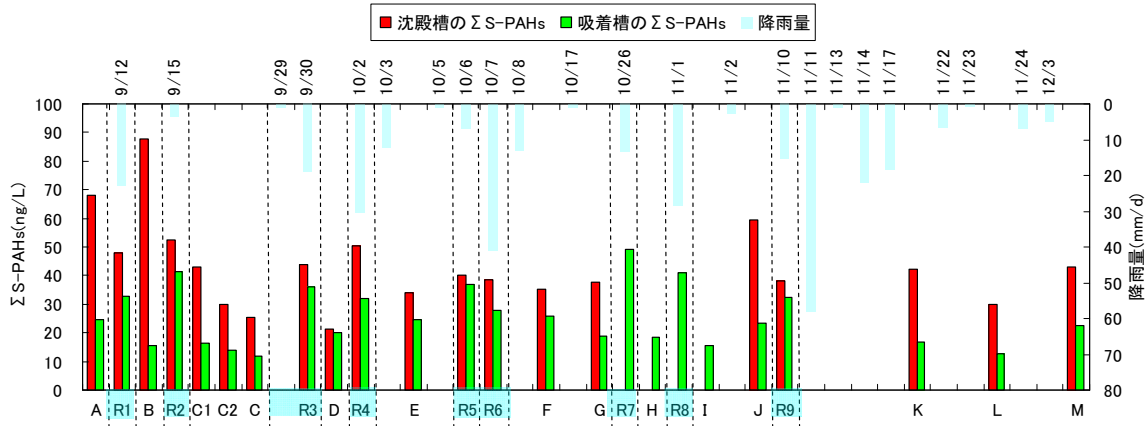


図 2 沈殿槽と吸着槽におけるコンポジットサンプルの Σ S-PAHs 濃度と降雨量

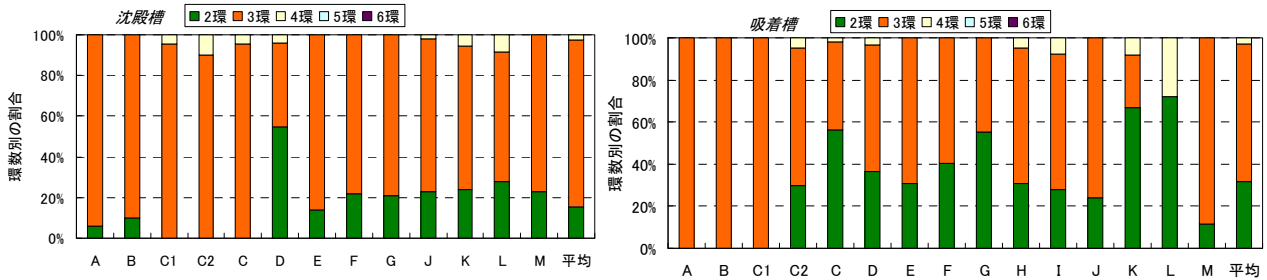


図 3 晴天期間における環数別 S-PAHs の組成比

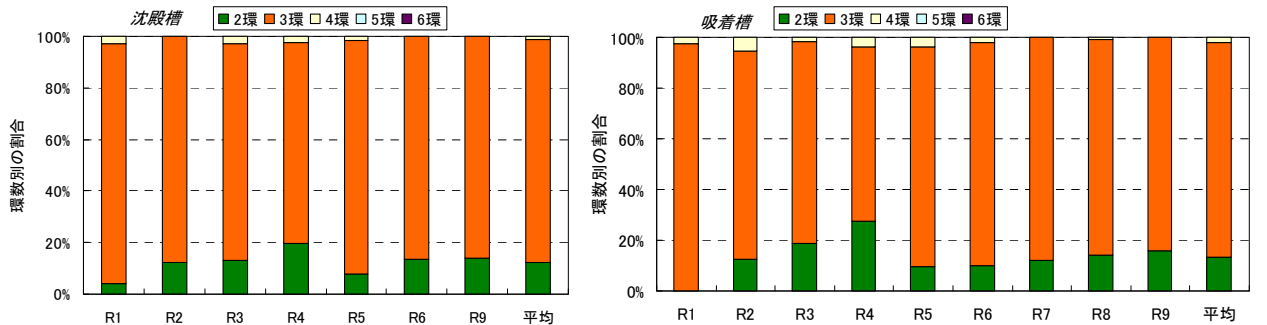


図 4 降雨期間における環数別 S-PAHs の組成比

また、サンプル C1,C2,及び C の濃度を比較すると沈殿槽で徐々に濃度が減少していく傾向が見られたことから、沈殿槽において S-PAHs が、土壌やコンクリートの槽壁に吸着したことが示唆された。

一方、降雨期間では各槽の濃度差は比較的小さくなり、吸着槽では晴天期間に比べて高濃度となる傾向が見られた。しかし、全てのサンプルにおいて吸着槽の濃度の方が低くなったことから、降雨中においても S-PAHs の炭化物への吸着が確認された。降雨中は常に道路排水の出入りがあるため、吸着槽での滞留時間が吸着効果に影響することが考えられた。

吸着槽での Σ S-PAHs の除去率は、晴天期間では平均 50%、降雨中では平均 23%となった。降雨時の吸着能力は晴天時に比べおよそ半分になることがわかった。除去効果を大きくするには、排水ますの容量を大きくしたり、炭化物の添加量を増やす等の工夫が必要であると考えられた。

また、晴天期間と降雨期間における、環数別 S-PAHs(2 環、3 環、4 環、5 環、及び 6 環)の組成比をそれぞれ図 3、図 4 に示す。晴天期間、降雨期間ともに、ほとんどが 2,3 環の低分子の物質が占めており、5 環以上の物質は検出されなかった。この結果から、排水ます中の道路排水に含まれる S-PAHs は、2,3 環の低分子の物質が主であることがわかった。さらに、晴天期間において、沈殿槽と比較すると吸着槽では、2 環の割合が高くなる傾向が見られ、サンプル L のように 3 環の物質が検出されない場合もあった。晴天期間において、2 環の物質よりも 3 環の物質が優先的に吸着除去されたとみられる。

#### 4. 沈降実験

##### 4.1 概要

既設の排水ますでは、道路排水に含まれる SS 成分とともに P-PAHs が沈殿除去されていることが考

えられる。本研究の第一の目的は、炭化物により道路排水中の S-PAHs を吸着除去させることであるが、既設の排水ますによる P-PAHs の沈殿除去効果を把握しておくことも必要であると考えた。そこで、現地で採水した道路排水を用いた沈降実験を行った。

## 4.2 実験方法

ステンレス製の容器(高さ 35cm,直径 30cm,容量 25L)に道路排水を入れて、十分に攪拌させた後、静置させた。その後、容器内の水が攪拌しないように注意しながら上澄み液を時間ごとに 500mL ずつ採取し、P-PAHs 濃度を分析した。採水の時間間隔は、0,1,5,10,30,60,120,及び 360 分とした。

## 4.3 実験結果と考察

時間経過に伴う、表面水の P-PAHs 除去率の推移を図 5 に示す。ここで除去率とは、攪拌直後の濃度に対する、それぞれの採水時間までの減少濃度の割合である。

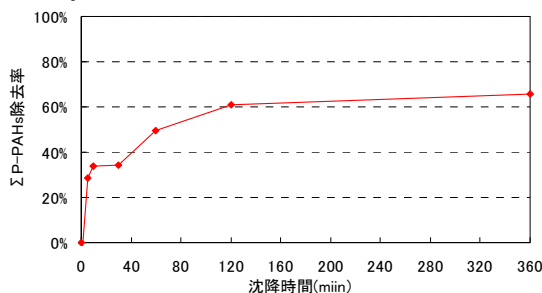


図 5 沈降実験の結果

攪拌後、静置してからおよそ 1 時間で急速に減少し、その後は緩やかに減少していった。4 時間後の除去率は 65% となった。

2 時間後と 4 時間後の濃度がほとんど等しくなったことから、沈殿による道路排水中の P-PAHs は 2 時間程度でほとんどが沈殿することが示唆された。

既設の沈殿槽は、1~3 槽目が区切られ、底部のみで各槽がつながっており、3 槽目からの流出水は槽の底から 80cm の高さに取り付けられた管から流出する構造となっている。そのため、道路排水中の懸濁態成分は水の流れの影響をほとんど受けず、本実験のように静置された状態とほとんど同じ状態で沈殿することが考えられた。実際に、降雨中において 2,3 槽目は液面の揺れや槽内が攪拌されている様子は確認されなかった。よって、本研究において、降雨中の水の流れによる 2,3 槽目における道路排水の攪拌はないものとした。

そこで、本実験で得られた結果から、降雨量の違いによる ΣP-PAHs の沈殿除去効果を求めた。それぞれの降雨量における除去率を表 2 に示す。

表 2 降雨量の違いによる P-PAHs の沈殿除去率

降雨量(mm/h)	0.5	1.0	1.5	2.0
ΣP-PAHs除去率(%)	65	61	55	52

降雨量が多くなるにつれて滞留時間も短くなるため、除去率が下がった。沈殿槽による道路排水中の ΣP-PAHs の沈殿除去効果は、52~65% となった。排水ますは 2mm/h 以上の降雨量であっても 2mm/h 分しか取水せず、滞留時間は変わらないため、最低でも 52% が除去できると考えられた。

## 5. 排水ますによる S-PAHs 吸着除去のモデル化

### 5.1 概要

炭化物を設置した排水ますによる S-PAHs の吸着反応についてのモデル化を行った。モデル式を設定し、室内実験から各係数を求めた。その後、現地実験との比較によるモデル式の検証を行った。なお、道路排水調査から S-PAHs の多くは 2,3 環の物質であったことから、それら 6 物質を対象とした。

### 5.2 モデル化

本研究では、吸着反応のモデル式を、以下の 2 式の常微分方程式で表した。

$$\frac{dC}{dt} = \frac{IA}{V} (C_0 e^{-\lambda t} - C) - K \frac{M}{V} (kC^n - q) \quad (1)$$

$$\frac{dq}{dt} = K(kC^n - q) \quad (2)$$

ここで、C:濃度(ng/L)、t:時間(h)、I:降雨量(mm/h)、A:集水面積(m<sup>2</sup>)、V:ます容量(L)、C<sub>0</sub>:道路排水初期濃度(ng/L)、λ:流入濃度減少係数(1/h)、K:速度定数、M:炭化物物量(g)、k, 1/n:吸着定数、q:単位炭あたりの S-PAHs 吸着量(ng/g)とした。これらの常微分方程式を数値積分法の一つである Runge-Kutter-Gill 法により解くことで数値シミュレーションを行った。また、実験から得られた k, 1/n, K, 及び λ の値を表 3 に示す。

表 3 各物質の諸係数

	Nap	Ace+Act	Flu	Phe	Ant
k	0.077	0.04	0.21	0.09	0.003
1/n	2.77	2.74	2.06	2.06	2.68
K	0.002	0.002	0.018	0.03	0.04
λ	0.395	0.640	0.742	0.587	0.640

これらの各係数とモデル式を用いた数値シミュレーションによる濃度と、現地実験での降雨期間における吸着槽の濃度を比較することで、作成したモデル式の検証を行った結果、これらの係数とモデル式により、炭化物を設置した排水ますによる S-PAHs の吸着反応を概ね表現できることがわかった。よっ

て、本研究では式(1),(2)のモデル式と表 3 の諸係数を用いて数値シミュレーションを行った。

## 6. 炭化物を設置した排水ますの数値シミュレーション

### 6.1 S-PAHs 吸着除去の数値シミュレーション

作成したモデル式を用いて、既設の排水ますに炭化物を設置した場合について数値シミュレーションを行った。炭化物を設置した場合としない場合を比較することで、S-PAHs の除去効果について検討した。シミュレーション条件は、変化させるパラメーターを除いて、降雨時間 6 時間、降雨量 2mm/h、各物質の流入水初期濃度 50ng/L、排水ます容量 1152L、L/S:100 を原則とした。

#### 1) L/S(炭化物の添加量)の違いによる除去特性

炭化物と道路排水の比率である L/S を 500~20 の間で変化させて数値シミュレーションを行った。排水ますからの流出水における炭化物を設置しなかった場合に対する  $\Sigma$ S-PAHs の除去量と除去率を図 6 に示す。

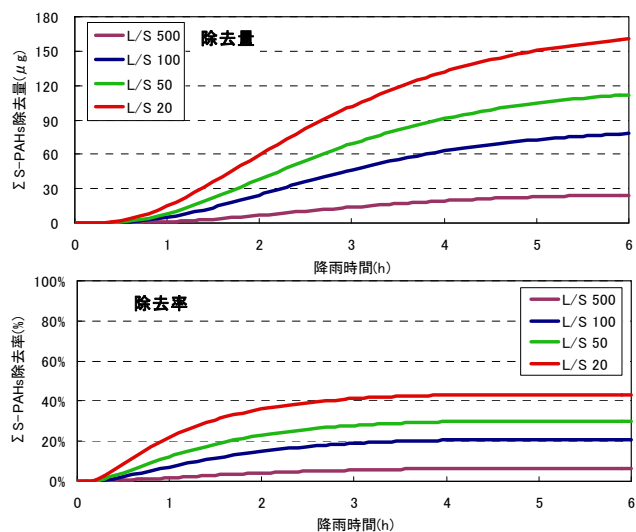


図 6 L/S の違いによる数値シミュレーション結果

L/S が小さい、つまり炭化物の添加量が多いほど除去量、除去率ともに大きくなった。降雨時間 6 時間後における除去量は、L/S が 500,100,50,20 の順に 25,78,112,161 $\mu$ g であり、それぞれの除去率は 7,21,31, 及び 43%であった。L/S を 500 から 20 にすることで、除去率はおよそ 6 倍増加した。

これらの結果から、炭化物の設置量を増加させると排水ます内の滞留時間が減少するが、設置する炭化物の容積(1kg 当たり 2L)を考慮しても、L/S が小さい、つまり炭化物の添加量が多いほど除去性能が高くなることがわかった。

#### 2) 流入初期濃度の違いによる除去特性

排水ますに流入してくる  $\Sigma$ S-PAHs の初期濃度が 250,500,及び 1000ng/L の場合について数値シミュレーションを行った。排水ますからの流出水における炭化物を設置しなかった場合に対する  $\Sigma$ S-PAHs の除去量と除去率を図 7 に示す。

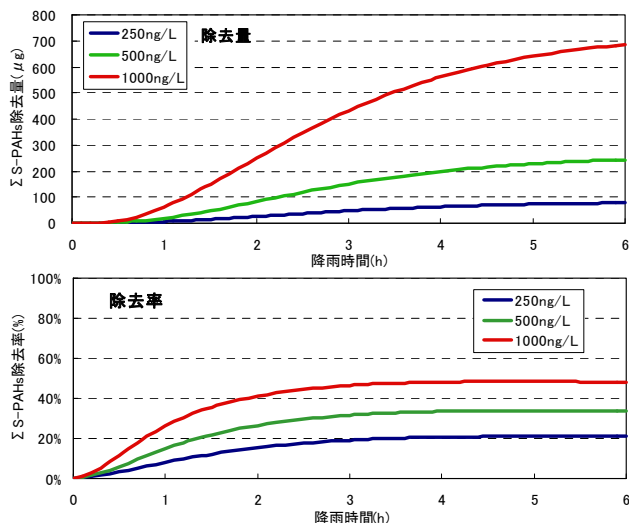


図 7 流入初期濃度の異なる数値シミュレーション結果

流入水の初期濃度が高いほど流出水中の S-PAHs の除去量と除去率は大きくなった。降雨時間 6 時間後の除去量は、流入初期濃度が 250,500,及び 1000ng/L において、それぞれ 78,244,及び 685 $\mu$ g であった。一方、除去率はそれぞれ 21,34,及び 48%となった。

以上の結果から、流入してくる道路排水中の S-PAHs 濃度が高い場合、炭化物による除去率が高くなることがわかった。高濃度域において吸着性能が高くなることが考えられた。自動車の交通事故により、重油やガソリン等が大量に路面に流出した場合、これらには多量の PAHs が含まれているため、PAHs の環境負荷を大きく軽減できることが期待できる。

#### 3) 繰り返し降雨による数値シミュレーション

3日に1度、6時間の降雨があると仮定して、6時間の降雨と 66時間の晴天期間を1サイクルとした。このサイクルを 100回(300日分)繰り返して、数値シミュレーションを行い、炭化物の吸着性能の劣化について調べた。排水ますからの流出水における炭化物を設置しなかった場合に対する  $\Sigma$ S-PAHs の除去量と除去率を図 8 に示す。

サイクルが増えるに連れ、除去量と除去率は減少した。1サイクル及び 100サイクル目における除去量は、それぞれ 78,46 $\mu$ g であり 59%減少した。また、除去率では、1サイクル目で 21%であったのに対し、100サイクル目では 12%に低下した。

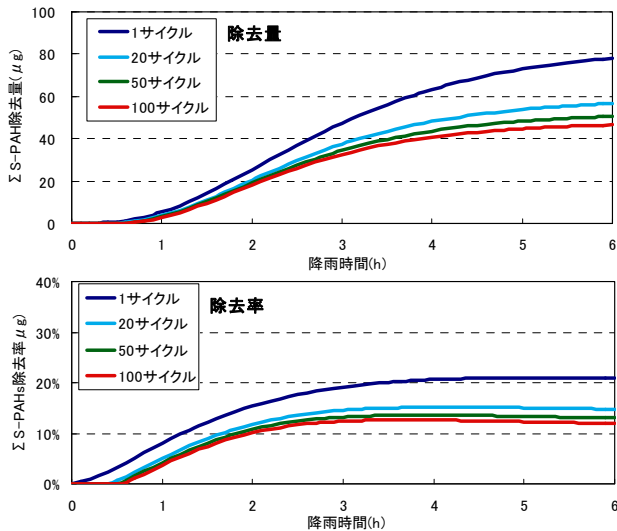


図 8 繰り返し回数の違いによる数値シミュレーション結果

以上のことから、本研究で行ったシミュレーション条件においては、100 サイクルつまり 300 日間で炭化物の S-PAHs 吸着除去能力は、除去率が概ね半分に低下することが推察された。

## 6.2 排水ますによる PAHs 除去効果

排水ますを設けずに未処理のまま道路排水を環境中に排出した場合と、炭化物を設置した排水ますを設けた場合を比較することで、排水ますによる PAHs の除去効果を調べた。ここでは、炭化物による S-PAHs の吸着除去に加え、排水ますによる P-PAHs の沈殿除去も含めて数値シミュレーションを行った。

P-PAHs の数値シミュレーションには表 2 に示した除去率を用いた。また、P-PAHs 濃度の減少係数は、道路排水調査の結果から  $\lambda=1.37(1/h)$  とした。

降雨量 2mm/h で降雨時間 6 時間、 $\Sigma$  S-PAHs と  $\Sigma$  P-PAHs の流入初期濃度をそれぞれ 500ng/L、2000ng/L とし、排水ます容量 1152L、L/S:20 の条件で数値シミュレーションを行った。 $\Sigma$  PAHs の除去量と、形態別 PAHs の除去率をそれぞれ図 9,10 に示す。ここで T-PAHs とは S-PAHs と P-PAHs の合計を示す。

排水ますを設けない場合と比較して、炭化物を設置した排水ますを設けた場合、降雨 6 時間後における  $\Sigma$  PAHs の除去量は 1150 $\mu$ g であった。そのうち沈殿除去量は 1028 $\mu$ g、炭化物による吸着除去量は 122 $\mu$ g で、炭化物を設置することにより、除去率が 12% 増加した。また、形態別 PAHs の除去率は、S-PAHs が 54%、P-PAHs が 63% であり、T-PAHs では、57% であった。

以上の結果から、炭化物を設置した道路排水ますを設けることにより、本研究で行ったシミュレーション

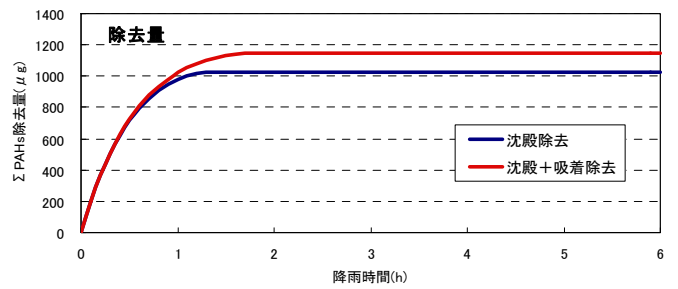


図 9 排水ますの有無による数値シミュレーション結果

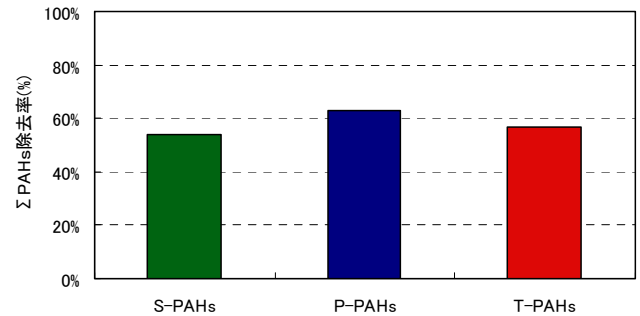


図 10 形態別 PAHs の除去率

条件において道路排水に含まれる PAHs の環境負荷を半分以上軽減できることがわかった。

## 7. まとめ

本研究のまとめを以下に示す。

- 1) 道路排水に含まれる S-PAHs 濃度は、吸着槽で低下した。また、晴天期間の平均除去率は 50% であったのに対し、降雨期間では 23% であった。
- 2) 排水ます中の S-PAHs はほとんどが 2,3 環の PAHs であった。
- 3) 既設の排水ますによる道路排水中 P-PAHs の除去率は、50% 以上と推定された。
- 4) 炭化物を設置した排水ますでは、炭化物の添加量を増やすことにより、S-PAHs の吸着効果が上がることがわかった。また、高濃度域において吸着効果が向上した。
- 5) 3 日に一度 6 時間の降雨が繰り返すと仮定した場合、S-PAHs 吸着除去能力は、除去率が概ね半分に低下することが推察された。
- 6) 炭化物を設置した排水ますを設けることで、環境への PAHs の負荷を半分以上軽減できることがわかった。

## 参考文献

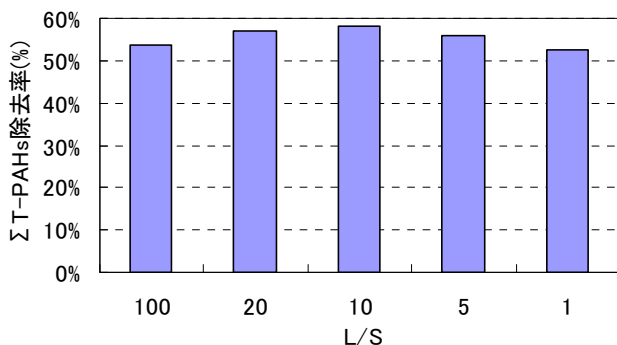
- 1) 林直人：大和川における多環芳香族炭化水素類の分配と流下特性、大阪市立大学大学院工学研究科前期博士論文、2007
- 2) 伊藤祐一：道路排水に含まれる多環芳香族炭化水素類およびニトロアレーンの分布特性、大阪市立大学大学院工学研究科前期博士論文、2009

## 討 議 等

### ◆討議 [ 矢持教授、鍋島講師 ]

L/S と滞留時間との最適値は検討しているのか。

◆回答：炭化物の添加量を増やすことで、道路排水中の S-PAHs の吸着除去量は増加するのですが、炭化物を添加した容量分だけ排水ます内での道路排水の滞留時間が減少するため、吸着と沈殿による除去量は減少します。そこで、降雨量 2mm/h で降雨時間 6 時間、 $\Sigma$ S-PAHs と  $\Sigma$ P-PAHs の流入初期濃度をそれぞれ 500ng/L、2000ng/L とし、排水ます容量 1152L の条件で、L/S を 100,20,10,5,及び 1 において数値シミュレーションを行いました。排水ますを設置しなかった場合と比較した降雨 6 時間後におけるそれぞれの  $\Sigma$ T-PAHs の除去率と、各 L/S における排水ますでの滞留時間(降雨量 2mm/h)を回答図 1、回答表 1 にそれぞれ示しました。結果として L/S:10 が最も除去率が高くなり 58%であったことから、炭化物の最適な添加量は、L/S が 20 から 10 の間が良いと考えられます。



回答図 1 各 L/S における  $\Sigma$ T-PAHs 除去率

回答表 1 各 L/S における滞留時間

L/S	100	20	10	5	1
滞留時間(min)	77	71	65	56	26

### ◆討議 [ 矢持教授 ]

S-PAHs と P-PAHs の除去機構についてどう考えているのか。

◆回答：P-PAHs の除去に関しては排水ます中での自然沈降を除去機構として考えました。

一方、S-PAHs に関しては、炭化物への物理化学的吸着が除去機構であると考えました。具体的には、S-PAHs と炭化物の間での van der Waals 力や静電引力等による炭化物が持つ多数の微細孔への吸着が主

であると考えています。また、PAHs は水溶解度が小さく疎水性が高い物質であるため、道路排水中では不安定な状態で存在しており、炭化物への親和力が強いと考えています。

### ◆討議 [ 中尾教授 ]

シミュレーションに温度の項がないが、温度上昇による吸着の影響はないのか。

◆回答：一般的に高分子の物質は、吸着において温度の影響はほとんどなく、脱着しにくいことが知られています<sup>3)</sup>。PAHs も高分子の物質であるため温度による吸着や脱着の影響はないものと考えました。また、本研究において室内実験は全て 20°C の恒温条件下で行いました。

### ◆討議 [ 重松准教授 ]

L/S の定義は。重量ではなく表面積で議論すべきではないのか。

◆回答：本研究において L/S とは、L:排水ます内の道路排水の質量(kg)を、S:設置した炭化物の質量(kg)で除した値と定義しました。また、本研究で用いた炭化物は、全て同じ種類のもの(廃木材 80%、間伐材 20%の割合で混合された木材を炭化したもの)であり、表面積は炭化物の質量に比例すると考えたため、重量で議論することとしました。なお、用いた炭化物の BET 比表面積は 350(m<sup>2</sup>/g)です。

### ◆討議 [ 内田准教授 ]

ほとんどが既設の排水ますによる沈殿除去であり、吸着除去はわずかであるが、その点に関してどう考えているのか。結論はそれでよいのか。

◆回答：本研究では、炭化物を設置した排水ますを設けることで、沈殿と吸着を合わせた道路排水中の PAHs の除去特性を把握することを目的としました。本研究で行ったシミュレーション条件(排水ます容量が 1152L、炭化物の添加量が L/S:20、 $\Sigma$ T-PAHs の流入初期濃度が 2500ng/L、降雨量 2mm/h、降雨継続時間 6 時間)においては、炭化物を設置した排水ますにより PAHs の環境負荷が半分以上軽減できるという結論になります。ただし、PAHs を多量に含む降雨初期の降雨量はほとんどが 2mm/h 以下であり、それ未満の降雨量の場合、排水ます内での滞留時間が長くなるため、降雨量 2mm/h で行った本シミュレー

シオン結果よりも PAHs の除去率は増加すると考えられます。

しかし、道路排水中の PAHs は交通量や先行晴天日数等、様々な環境因子の影響を受けてその存在量が変わるため、さらに精度の高い数値シミュレーションを行うには、今後も道路排水に関連する PAHs のモニタリングや研究が必要であると考えています。

#### 参考文献(討議等)

- 3) 近藤精一、石川達雄、安部郁夫 共著：吸着の科学、第二版、丸善株式会社、2001