セスジユスリカの繁殖毒性・羽化毒性からみた 高速道路塵埃の生態影響評価の基礎的研究

市木 敦之^{1*}・高村 良知²

¹立命館大学理工学部環境システム工学科 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)

²京都府南丹広域振興局 (〒620-0055 京都府福知山市篠尾町1丁目91番地)

* E-mail: a-ichiki@se.ritsume.ac.jp

雨天時に流出する汚濁物質には都市系面源に由来する微量有害物質が多く含まれており、中でも多環芳香族炭化水素類(PAHs)や重金属類の受水域への生態影響が懸念される。本研究では、こうした微量有害物質が底生生物に及ぼす生態リスクを評価するための基礎的な知見を得ることを目的とし、特に自動車交通由来の汚染に着目して、セスジユスリカを用いた生態毒性試験を実施した。その結果、道路塵埃がユスリカの羽化や産卵に影響を与える汚染レベルであることを明らかにするとともに、道路塵埃の羽化への影響をPAHsでは説明できないことを明らかにした。

Key Words : *chironomus yoshimatsui, bioassay, ecological toxicity, highway pollutants, polycyclic aromatic hydrocarbons*

1. はじめに

琵琶湖南湖を中心とする都市系面源汚濁には、たとえば排気ガスやタイヤ摩耗片に含まれる自動車交通由来のPAHs(多環芳香族炭化水素)など発ガン性が認められている微量有機化合物があり、受水域への影響が懸念される。これらPAHsには難分解性であるものが多く、その化学的安定性から環境中に長く残留するため、環境に与えるインパクトは大きいと考えられる。これらの物質を含んだ粒子状物質が自動車から排出され、大気浮遊、沈着、堆積、流出していく過程で、環境や人体に対して影響を及ぼす可能性がある。こうした発生源周辺での調査研究は、近年いくつかの研究機関によって行われ¹⁾、これまで一定の知見が蓄積されつつある。筆者は、これまでこうした汚濁のポテンシャルが高いと考えられる高速道路排水溝や分流式雨水管において汚濁物流出の実態調査を実施することにより、都市系面源からの微量有機化合物の流出特性について検討してきた^{2,3)}。しかしながら、都市系面源から発生した汚濁物が降雨等によって水域へ掃流されて後、環境中において生態系に与えるインパクトについては十分な知見がなく、生態影響が明確にはわからないまま議論されている現状にある。そうした中で、微量有害物質単体での水生生物や生態系への影響

のみならず、多種多様な化学物質が存在する環境中でのインパクトを明らかにすることが求められていることから、筆者らは、これまでこうした都市環境堆積物の生態リスク評価を意図して、セスジユスリカ(*Chironomus yoshimatsui*、以下ユスリカ)に都市環境堆積物を暴露させる生態毒性試験を提案してきた⁴⁾。本報告は、さらにこれらが環境中に排出される動態と底生生物に及ぼす生態リスクを明らかにすることを目的として、(1)都市系面源の中で最も汚濁ポテンシャルが高いと考えられるもののひとつとして高速道路上の塵埃を採取し、それらに含有される微量有機化合物の実態を調べるとともに、(2)採取してきた塵埃をユスリカに暴露させることにより、その繁殖影響と成長影響について検討したものである。ユスリカを用いた生態毒性試験により、道路塵埃に含まれる多種多様な化学物質の生態影響について検討するとともに、その生態影響に対するPAHsの寄与についても検討を行った。従来、琵琶湖流域における面源負荷については、農地、山林のウエイトが高いとして、富栄養化物質を主体に研究が進められている。しかし、都市系面源負荷については、合流式下水道の改善と関わって検討された以外、あまり研究が行われていない。本研究では、これまで行われていなかった都市系有機汚染について堆積実態と生態リスクについての調査・実験を行っ

たものである。生態毒性試験に用いたユスリカは、底質の毒性を評価するのに適した指標生物として、OECD（経済協力開発機構）やU.S.EPA（アメリカ環境保護庁）でその使用が認定されている。有機物などによって比較的汚れた環境においても生育することから、本研究で意図する都市系面源負荷の生態リスク検討のための指標生物として選定した。

2. 研究の方法

(1) 研究の対象

自動車交通由来の汚染のみを抽出する意図で、高速道路上に堆積した道路塵埃を研究対象とした。道路塵埃は、名神高速道路において、西日本高速道路株式会社の路面清掃車両によって回収されたものである。回収区間は図-1に示す京都東IC～八日市IC間であり、この区間における自動車交通量はおおむね7～9万台/日である。回収された道路塵埃は、実験室に持ち帰って乾燥させた後、一部を粒径により分画した試料として化学分析に使用し、残りを後述する生態毒性の試験底質として使用した。なお、いずれの道路塵埃においても、降雨等の水理学的な影響を受けにくいと考えられる500 μ m以上の粒子を除外した。

(2) 化学分析の概要

化学分析は、道路塵埃と毒性試験に用いた試験底質について行った。分析項目には、U.S.EPAの奨励するPAHs16物質に加え、triphenylene、benzo(e)pyrene、peryleneを加えたPAHs19物質と重金属類14元素およびTCである。PAHsの分析試料は、図-2に示す方法により前処理（抽出、濃縮、クリーンアップ）を行った後、GC/MS（島津製作所

QP5000ないしQP2010）により測定を行った。またPAHsは構成する環数の数によって物性が異なるため、環数が2-3環を低環PAHs、4環を中環PAHs、5-6環を高環PAHs、19物質の総和を Σ PAHsと定義付けることとした。採取した道路塵埃についての化学分析結果の概要を表-1に示す。なお、化学分析の結果、PAHs含有率に大きなばらつきがある塵埃については、毒性試験の検討に使用しないこととした。

(3) 生態毒性の試験概要

本研究では、生態毒性を調べる手法として、いずれもOECDのChemical Test Guidelines Section 2⁷⁾（以

表-1 道路塵埃に関する化学分析結果の概要

塵埃	PAHs含有率(ng/g)		
	低環	中環	高環
繁殖毒性試験 使用塵埃	29.8	99.0	360
	37.5	84.2	528
	40.5	137	321
	50.6	46.5	455
	11.6	41.8	474
	84.9	106	232
	36.9	97.3	721
	63.1	255	1496
羽化毒性試験 使用塵埃	34.9	111	477
	46.5	231	235
	19.8	35.5	231
	18.9	70.7	353
	35.6	93.8	497
	25.7	111	342
	27.2	65.9	270
	11.7	30.8	165
	53.3	136	340
	50.2	79.1	251
	46.0	197	259
	65.1	196	903
	47.1	166	402

図-1 道路塵埃の回収区間

図-2 PAHsの抽出方法

下、OECDテストガイドライン）をもとにした2種類の毒性試験（繁殖毒性試験および羽化毒性試験）を実施した。図-3に繁殖毒性試験と羽化毒性試験の概要を示す。繁殖毒性試験は、ユスリカの卵からの孵化、羽化、産卵までの全生活史についての毒性が検討できる一方で、試験の時間的・空間的スケールが大きいために、OECDテストガイドラインに比べて試験の再現性や1回の試験で得られるデータ数の面で課題があった。羽化毒性試験は、ほぼOECDテストガイドラインに準拠したものであり、試験のエンドポイントは羽化に特化しているものの、試験の再現性に優れており、結果を用いた詳細なリスク評価の検討が可能である。いずれの毒性試験においても、OECDテストガイドラインにもとづいて石英砂にカオリンやピートモスを混合して作成した人工底質または道路塵埃、あるいは両者の混合底質を用いている。なお、道路塵埃のみで毒性試験を実施すると、餌となる有機物の量が少ないことによりユスリカの羽化の遅延が考えられたため、OECDテストガイドラインに沿った量の補助栄養餌をすべての試験水槽一律に与えた。

3. 道路塵埃を底質に用いた繁殖毒性試験からみた生態リスクの検討

試験底質に道路塵埃を用いて繁殖毒性試験を実施することにより、道路塵埃が羽化および産卵に及ぼす影響について検討した。実施した繁殖毒性試験の試験条件と試験結果をそれぞれ表-2と図-4に示す。PAHs含有率は、道路塵埃を用いて作成した繁殖毒性試験における試験底質の単位乾燥重量あたりのPAHsの含有量を表している。低環PAHs以外では、試験結果にばらつきがあるものの、試験底質のPAHs含有率が高くなると羽化率と産卵率がともに低減していることがみてとれる。各エンドポイントについて、環数別のPAHs含有率による1元配置の分散分析を行った結果を表-3に示す。低環PAHsに比べて高環PAHs、また羽化率に比べて産卵率の方が有意差が著しいことから、環数が多いPAHsほどエンドポイントに影響を与えやすく、その影響は羽化より産卵の方で明瞭に発現する結果となった。他の化学物質が影響している可能性を排除できていないため、道路塵埃に含まれるPAHsが直接的に羽化や産卵に影響していることを示すわけではないが、道路塵埃におけるこうした汚染のレベルが高くなると、ユスリカの羽化や産卵に影響を及ぼしていることが示唆される。

図-3 繁殖毒性試験と羽化毒性試験の概要

4. 道路塵埃を底質に用いた羽化毒性試験からみた生態リスクの検討

試験底質に道路塵埃を用いて羽化毒性試験を実施することで、道路塵埃の生態リスクの定量化を試みた。生態リスクの指標としてはTU（毒性単位）を用いた。TUは、ある毒性を有する環境試料について、それが指標生物に対して毒性を発現しなくなるまで希釈した場合の希釈倍率を意味する。羽化毒性試験からTUを算定するまでの考え方をフロー図にして図-5に示す。まず、試験底質に道路塵埃を用い、当該塵埃にリスクがあるかどうかスクリーニングを行う（Step1）。ここでリスクが発現した道路塵埃については、道路塵埃を人工底質で何段階かに希釈した混合底質を試験底質とした羽化毒性試験を再度行い、その結果からTUを算定する（Step2）。

(1) 道路塵埃のスクリーニング

スクリーニングに用いた道路塵埃の試験概要を表-4に示す。Step1では、2012年2月20日～10月3日に回収された道路塵埃のうち、13塵埃を用いた。生態リスクの有無は、試験底質としてリスクが無いとみな

表-2 道路塵埃を底質に用いた繁殖毒性試験の試験条件

試験条件	使用底質	道路塵埃割合(%)	試験数	PAHs含有率(ng/g)		
				低環	中環	高環
Control	人工底質	-	17	-	-	-
Mix	混合底質	25~90	10	9.22-56.8	8.36-230	85.46-1346
Highway	道路塵埃	100	7	11.6-84.9	41.8-255	232.1-1496

図-4 道路塵埃を底質に用いた繁殖毒性試験の結果
(網掛け部分はControlの羽化率・産卵率)

せる人工底質を用いた対照区と道路塵埃を用いた塵埃区の羽化率について、それぞれの平均値の間でt検定(5%有意水準)を行い、羽化率に有意差があるかどうかで判定した。その結果、13塵埃のうち3塵埃(HW0220、HW0314、HW0510)について有意差が認められ、リスクがあると判定された。羽化率のばらつきが大きかった2塵埃(HW0822、HW0905)を加えて5種類の塵埃についてStep2に進めた。

(2) 道路塵埃におけるTUの算定

Step1において生態リスクが疑われた5塵埃について、Step2として、TUを算定するための羽化毒性試験を行った。Step2で行った羽化毒性試験の試験条件を表-5に示す。濃度区としては、塵埃割合0%(人工底質100%)および塵埃割合25、50、75、100%の計5濃度区を設定した。羽化毒性試験の結果をそれぞれ図-6に示す。一部の道路塵埃で、試験底質に占める塵埃割合がある値を超えると羽化率が下がることが見てとれる。TUの算定は、次の手順により行った。x軸に塵埃割合(%), y軸に羽化率(%)の散布図(図-7)について、①対照区と塵埃区との羽化率の間で塵埃割合の小さい方からt検定行う。②初めて有意差の出た濃度区と対照区の平均羽化率の差の信

表-3 羽化率・産卵率に関する一元配置分散分析の結果

分散分析	判定	
	羽化率	産卵率
低環PAHs	*	*
中環PAHs	*	**
高環PAHs	**	***

*** 1%有意、** 5%有意、* 10%有意

頼区間を求める。③初めて有意差の出た濃度区とその直前の濃度区の羽化率を直線補間する。④信頼区間の下限値と直線との交点を求め、このxをNOED(No-Observed-Effect Dilution、最大無影響塵埃割合)とする。⑤TUは、 $TU=100/NOED$ として算定した。なお、通常は③の手順においては、初めて有意差の出た濃度区とその直後の濃度区の羽化率を用いて直線近似すべきところであるが、今回は両者に差がないものがあるなど得られたデータ上の制約から、ここでは前述のように初めて有意差の出た濃度区とその直前の濃度区の羽化率を用いている。各塵埃についてのNOEDおよび算定したTUを表-6に示す。HW0510とHW0822はControlとの羽化率の間で有意差が認められず、明確な毒性はないという結果となった。有意差が出た3塵埃のTUは1.11~7.13となったことから、これらの道路塵埃は、ユスリカの羽化

図-5 道路塵埃の TU 算定フロー

表-4 道路塵埃を試験底質に用いた羽化毒性試験の試験概要 (Step1)

使用塵埃	試験数	PAHs含有率(ng/g)			羽化率(%)		判定
		低環	中環	高環	平均	標準偏差	
HW0220	3	34.9	111	477	0	0	○
HW0314	3	46.5	231	235	0	0	○
HW0418	3	19.8	35.5	231	62	8	-
HW0510	3	18.9	70.7	353	30	0	○
HW0529	3	35.6	93.8	497	83	8	-
HW0607	3	25.7	111	342	82	10	-
HW0711	3	27.2	65.9	270	90	5	-
HW0725	3	11.7	30.8	165	83	6	-
HW0810	3	53.3	136	340	87	6	-
HW0822	3	50.2	79.1	251	47	45	○
HW0905	3	46.0	197	259	73	29	○
HW0920	2	65.1	196	903	85	7	-
HW1003	3	47.1	166	402	77	8	-

表-5 道路塵埃を底質に用いた羽化毒性試験の試験条件 (Step2)

試験条件	使用塵埃	人工底質： 道路塵埃	標本数
Control	-	10 : 0	21
HW25	HW0220	3 : 1	3
HW50	HW0314	1 : 1	3
HW75	HW0510	1 : 3	3
HW100	HW0822	1 : 3	3
	HW0905	0 : 10	3

図-6 道路塵埃を用いた羽化毒性試験の結果

図-7 NOED 算定の概念図

表-6 道路塵埃の NOED および TU

	NOED(%)	TU
HW0220	14.0	7.13
HW0314	89.8	1.11
HW0510	-	-
HW0822	-	-
HW0905	79.2	1.26

に影響を及ぼさなくなるには1.11～7.13倍に希釈する必要があるというレベルの生態リスクを有していることを示している。また2月から10月に回収された13種類の塵埃のうち、最終的には3種類の塵埃について羽化への影響が認められた。対象とした高速道路では、路面清掃はおおむね2週間に1回の頻度で行われているため、確率的には2カ月に1回（2×13週間に1×3回）程度の頻度で明確な毒性のある塵埃が回収されていることが示唆される。

5. PAHsを添加した人工底質を用いた羽化毒性試験からみた生態リスクの検討

道路塵埃の生態リスクにおけるPAHsの寄与について検討を試みた。試験底質としてPAHsを1物質ずつ添加した人工底質を用いて羽化毒性試験を行うことで、個別物質としてのPAHsの羽化毒性を調べるとともに、道路塵埃の羽化毒性におけるPAHsの影響を算定して比較した。

(1) PAHsの羽化毒性

PAHsを添加した人工底質を用いた羽化毒性試験の試験条件を表-7に示す。添加するPAHs（被験物質）は、毒性の高さと道路塵埃中の含有率の高さを基準に選定した。毒性の高さではIARC（International Agency for Research on Cancer）による発ガン性の評価⁸⁾を基準に、毒性の高かった上位2物質としてBaP（benzo[a]pyrene）、DP（dibenzo[a,h]anthracene）を、また道路塵埃中の含有率の高さでは、BP（benzo[ghi]perylene）およびIP（indeno[1,2,3-c,d]pyrene）の計4物質を選定した。ここでは、「3. 道路塵埃を底質に用いた繁殖毒性試験からみた生態リスクの検討」における結果より、ユスリカへの毒性が低環PAHsで不明瞭であるのに対して高環PAHsで著しかったことから、U.S.EPAにより提示されているNarcosis Theory⁹⁾にもとづくアプローチのようにPAHs各物質について網羅的に検討するのではなく、高環PAHsに比重を置いた物質の選定を行っているものである。比塵埃添加倍率は、塵埃に含まれるおよそそのPAHs含有率に対して、被験物質としてのPAHs添加量を相対値で表したものである。ここでは、PAHsの羽化毒性を表すリスク指標としてNOEC（No-Observed-Effect Concentration、最大無影響濃度）を用いた。またすべての化学物質のリスクは相加的に作用するものと仮定すると、塵埃に含まれるPAHsの生態リスクはTUと同じ考え方の毒性指標tuとして、式(1)で表す

ことができる。

$$tu = \sum \left(\frac{C_i}{NOEC_i} \right) \dots\dots\dots (1)$$

ここに、tuはPAHs毒性指標の総和、Ciは物質iの道路塵埃中含有率(ng/g)、NOECiは物質iのNOEC(ng/g)である。羽化毒性試験の結果を図-8に示し、この結果についてNOEDと同じ考え方で求めたNOECの算定結果を表-8に示す。C/NOECの値からわかるように、NOECすなわちユスリカに影響を及ぼさない最大の含有率は、BaPで 5.74×10^3 ng/g、DAで 22.3×10^3 ng/g、BPで 148×10^3 ng/g、IPで 45.4×10^3 ng/gとそれぞれなった。これらはいずれも塵埃の含有率より2～4オーダー高い値である。

(2) 道路塵埃の羽化毒性におけるPAHsの影響

道路塵埃について求めたTUと個別のPAHsについて求めたtuを用いて、道路塵埃の羽化毒性におけるPAHsの影響を検討した。TUとtuを比較することにより、相加的な毒性影響を前提としたものではあるが、道路塵埃の羽化毒性におけるPAHsの寄与が類推できる。各道路塵埃におけるTUとtuを表-9に整理した。TUに比べてtuは非常に小さいことから、今回発現した道路塵埃の生態リスクは、PAHsによる単純な毒性の相加的影響だけでは説明できないことがわかる。

6. まとめ

高速道路に堆積した道路塵埃をユスリカに暴露させる毒性試験を実施し、自動車交通由来の微量有害物質の生態リスクについて検討を試みた。加えて、個別にPAHsをユスリカに暴露させる毒性試験を実施し、道路塵埃の生態リスクにおけるPAHsの影響について検討した。以下に結果をまとめる。

- 1) 道路塵埃は、ユスリカの羽化および産卵に影響を与える汚染レベルにあることを明らかにした。羽化よりも産卵への影響の方が顕著に発現しており、成長影響だけでなく繁殖影響も示された。
- 2) 2012年2月～10月に路面清掃車両によって回収された13種類の道路塵埃のうち、3種類の塵埃について羽化毒性が認められた。路面清掃の頻度を考慮すると、おおむね2カ月に1回程度の頻度でリスクのある塵埃が回収されていることが示唆された。
- 3) 道路塵埃の生態リスクをユスリカの羽化に対するTU（毒性単位）で表したところ、道路塵埃は1.11～7.13倍程度希釈すると羽化毒性が発現しなくな

表-7 PAHsを添加した人工底質を用いた羽化毒性試験の試験条件

試験条件	被験物質	比塵埃添加倍率 (倍)	標本数
Control	-	-	21
AD1.0	BaP,DA,BP,IP 計4物質	1	2
AD5.0		5	2
AD10		10	2
AD50		50	2
AD100		100	2

図-8 PAHs添加した人工底質を用いた羽化毒性試験の結果

表-8 PAHsのNOECおよびC/NOECの算定結果

PAHs	NOEC ($\times 10^3 \text{ ng/g}$)	C / NOEC		
		HW0220	HW0314	HW0905
BaP	5.74	0.02	0.008	0.02
DA	22.3	0.002	0.001	0.002
BP	148	0.003	0.001	0.002
IP	45.4	0.002	0.000	0.001

表-9 道路塵埃におけるTUとtuの比較

道路塵埃	TU	tu
HW0220	7.13	0.031
HW0314	1.11	0.009
HW0905	1.26	0.026

る程度リスクであることが明らかとなった。

- PAHsの生態リスクをユスリカの羽化に対するNOEC（最大無影響濃度）で表したところ、BaPで $5.74 \times 10^3 \text{ ng/g}$ 、DAで $22.3 \times 10^3 \text{ ng/g}$ 、BPで $148 \times 10^3 \text{ ng/g}$ 、IPで $45.4 \times 10^3 \text{ ng/g}$ とそれぞれなった。これは道路塵埃の含有率に比べ、2～4オーダー高い値であった。
- 道路塵埃とPAHsそれぞれの生態リスクをTUとtuという指標を用いて比較したところ、TUの方がかなり大きな値となり、道路塵埃の羽化毒性はPAHsの相加的な毒性だけでは説明できないことがわかった。

道路塵埃の生態リスクについては、①PAHs以外に重金属等の微量有害物質にも起因するか、あるいは、②いくつかの微量有害物質の複合的な毒性影響があることが示されたため、今後は毒性試験の改良を試み、これらの視点での生態リスク評価を図っていきたいと考えている。

謝辞：本研究の一部は、公益財団法人琵琶湖・淀川水質保全機構から平成24年度水質保全研究助成を受けて行われたものである。ご協力いただいた各位に謝意を表する。

参考文献

- たとえば、Murakami, M., Nakajima, F. and Furumai, H.: Modelling of Runoff Behaviour of Particle-bound Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) from Roads and Roofs, Water Research, Vol. 38, pp.4475-4483, 2004.
- Ichiki, A., Nagata, Y., Naruse, T. and Ido, F.: Characteristics of Highway Pollutants around their Source and in Runoff Process - A Case Study around Meishin Expressway, Japan, CD Proceedings of 8th International Conference on Diffuse/Nonpoint Pollution, pp.119-124, 2004.
- Ichiki, A., Nagata, Y., Yamashita, H., Ogi, H. and Miura, Y.: Characteristics of Particulate Micro Air Pollutants Around a Highway - Their Standing Stock and Behavior, CD Proceedings of 8th International Conference on Diffuse/Nonpoint Pollution, pp.733-738, 2004.
- Ichiki, A., Ido, F. and Minami T. (2008). Runoff characteristics of highway pollutants based on a long-term survey through a year. Water Science and Technology, 57(11), 1769-1776.
- Ichiki, A., Ido, F. and Minami T. (2009). Comparison

- of Runoff Pollutants through Highway Drainage and Urban River Based on Annual Surveys. Proc. of 13th International Conference on Integrated Diffuse Pollution Management (IWA DIPCON 2009).
- 6) 市木敦之, 三浦陽介, 諏訪広樹: ”セスジユスリカを用いた都市域ノンポイント汚染の生態リスク評価に関する基礎的研究”, 環境システム研究論文集, 土木学会, 35 (2007) pp.417-424.
- 7) OECD Chemicals Testing – Guidelines.
http://www.oecd.org/document/62/0,2340,en_2649_34377_2348862_1_1_1_37465,00.html. (2013. 5. 24 受付)
- 8) IARC List of classifications by CAS® Registry Number order
<http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/ClassificationsCASOrder.pdf>
- 9) U.S.EPA (2003). Procedures for the Derivation of Equilibrium Partitioning Sediment Benchmarks (ESBs) for the Protection of Benthic Organisms: PAH Mixtures, EPA-600-R-02-013.

Ecological Risk Assessment of Highway Pollutants in terms of Propagation and Emergence Using *Chironomus Yoshimatsui*

Atsushi ICHIKI¹ and Yoshikazu TAKAMURA²

¹Dept. of Environmental Systems Engineering, Ritsumeikan University

²Kyoto Prefectural Government

Highway pollution which is one of the urban nonpoint pollution is considered to have a influence on receiving water, because micro toxic substances like polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) are exhausted from automobiles, etc. As most stormwater from highways washes off such pollutants from road surfaces and is discharged into the receiving water through stormwater drainages, it is important to know pollutant behavior in runoff process and its hazardous impact on ecosystem in the water body. The objective of this study is to survey standing stock and behavior of highway pollutants in their runoff process. It also aims at examining an ecological hazard impact of the highway pollution on the receiving water. As a result, it is shown that toxic level of the highway pollutants is high enough to affect propagation and emergence of *Chironomus Yoshimatsui*. And it is also shown that the influence of the highway pollutants on emergence does not depend upon only PAHs in the pollutants. In the results, some significant knowledge for the environmental management of urban pollution has been obtained.