

第 6 調査研究

1 報文

令和3年 京都市感染症発生動向調査事業における病原体検査成績

微生物部門

Detection of pathogenic agents in the Kyoto City Epidemiological Surveillance of Infectious Diseases in 2021

Division of Microbiology

Abstract

Virological and bacteriological tests were performed using various specimens from patients in the Kyoto City Epidemiological Surveillance of Infectious Diseases in 2021. Of 60 patients, 14 were positive for viral and/or bacterial agents. An annual detection rate of these agents was 23.3% of the surveyed patients. 11 strains of viruses and 5 strains of bacteria were detected in total. *Seasonal Influenza viruses* were not detected.

Key Words

Epidemiological Surveillance of Infectious Diseases 感染症発生動向調査、*Influenzavirus* インフルエンザウイルス

1 はじめに

本市では、昭和57年度から京都市感染症発生動向調査事業を行っている。当所においては、流行性疾病の病原体検索を行い、検査情報の作成と還元を行うとともに、各種疾病と検出病原体との関連について解析を行っている。本報告では、2021年（令和3年1月から12月まで）に実施した病原体検査成績を述べる。

2 材料と方法

(1) 検査対象感染症

令和3年1月から12月までに病原体検査を行った疾病は、感染性胃腸炎、ヘルパンギーナ、感染性髄膜炎、咽頭結膜熱、手足口病、RSウイルス感染症及びその他（上気道炎）の計7疾病であった。

検査材料は、市内4箇所の病原体定点（小児科定点4箇所、インフルエンザ定点4箇所、眼科定点1箇所、基幹定点1箇所）の医療機関の協力により採取されたもので、患者60名から、ふん便31検体、鼻咽頭ぬぐい液21検体、髄液10検体、咽頭うがい液1検体、気管吸引1検体の計64検体について検査を行った。

なお、世界規模で流行している新型コロナウイルス感染症の影響下で、患者数及び検体数が例年に比べると非常に少ない。

(2) 検査方法

ア ウイルス検査

検査材料を常法により前処理した後、培養細胞（FL「ヒト羊膜由来細胞」、RD-18S「ヒト胎児横紋筋腫由来細胞」及びVero「アフリカミドリザル腎由来細胞」）を用いてウイルス分離を行った。インフルエンザウイルスの分離には、培養細胞（MDCK「イヌ腎由来細胞」）を使用した。

分離したウイルスの同定には、中和反応、ダイレクトシーケンス法、蛍光抗体法（FA）及びリアルタイムRT-PCR法を用いた。

ロタウイルス、アデノウイルスの抗原検出には免疫クロマト法（IC）を用い、ノロウイルスについてはリアルタイムRT-PCR法により遺伝子検出を行った。

イ 細菌検査

検査材料を、直接若しくは増菌培養後に分離培地に塗抹して分離を行った。

ふん便には、ドリガルスキー改良培地、SS寒天培地、TCBS寒天培地、エッグヨーク食塩寒天培地等を用いた。鼻咽頭ぬぐい液には、Q培地及び羊血液寒天培地（溶血性レンサ球菌）、CFDN寒天培地（百日咳菌）等を用いた。髄液は、遠心分離して得られた沈渣を羊血液寒天培地及びチョコレート寒天培地に塗抹して分離を行った。

分離した細菌の同定は、鏡検、生化学的性状検査、

血清凝集反応、PCR 法等により行った。

3 成績及び考察

(1) 月別病原体検出状況 (表 1)

各月の受付患者数は、3月が最も多く10名で、2月は受付がなかった。年間の受付患者60名のうち14名から16株の病原微生物を検出し、受付患者当たりの検出率は23.3%であった。

ウイルス検査では、被検患者60名中11名から11株のウイルスを検出した。被検患者当たりのウイルス検出率は18.3%であった。

検出ウイルスの季節推移をみると、例年夏季を中心に流行するエンテロウイルスは11月のみ検出した。また、例年年間を通して検出が見られるアデノウイルスは3月のみ検出した。ノロウイルスは、3月に検出した。インフルエンザウイルスは検査材料の搬入がなく、検出されなかった。

細菌検査では、被検患者31名中4名から5株の病原細菌を検出し、患者当たりの検出率は12.9%であった。

黄色ブドウ球菌は3月及び5月に検出し、下痢原性大腸菌は6月に検出した。

(2) 感染症別病原体検出状況 (表 2)

感染性胃腸炎は、受付患者数の50.0%、インフルエンザ、ヘルパンギーナ、咽頭結膜熱、RSウイルス感染症、A群溶血性レンサ球菌咽頭炎などの呼吸器疾患は、36.7%を占めていた。

主な感染症別の病原体検出率は、手足口病が75.0%、

ヘルパンギーナが33.3%、咽頭結膜熱及びRSウイルス感染症が25.0%、感染性胃腸炎が23.3%であった。

主な感染症について、ウイルスの検出状況を見ると、感染性胃腸炎では、アデノウイルス1種1株、ノロウイルス2種2株、RSウイルス1株の計4種4株を、ヘルパンギーナでは、エンテロウイルスを1種1株、RSウイルス1株の計2種2株、手足口病では、エンテロウイルス2種3株をそれぞれ検出した。

また、細菌の検出状況を見ると、感染性胃腸炎では、黄色ブドウ球菌2株、下痢原性大腸菌3株の計5株を検出した。

(3) 年齢階層別病原体検出状況 (表 3)

受付患者の年齢階層別分布をみると、0歳が27名(45.0%)で最も多く、次いで1~4歳の14名(23.3%)、10~14歳の10名(16.6%)、5~9歳の8名(13.3%)で、15歳以上は1名(1.7%)であった。

年齢階層別の受付患者当たりの検出率は、0歳が14.8%(ウイルス3種4株、細菌1種2株)、1~4歳が50.0%(ウイルス3種5株、細菌2種2株)、5~9歳が25.0%(ウイルス2種2株)、10~14歳が10.0%(細菌1種1株)、15歳以上が0.0%であった。

エンテロウイルスは1~4歳で2種4株、0歳で1種1株、アデノウイルスは1~4歳で1種1株を検出した。ノロウイルスは0歳で1種1株、5~9歳で1種1株を検出した。RSウイルスは0歳で1株、5~9歳で2株を検出した。

インフルエンザウイルスは検出しなかった。

(4) 主な疾病と病原体検出状況

ア 感染性胃腸炎 (図 1-1、図 1-2)

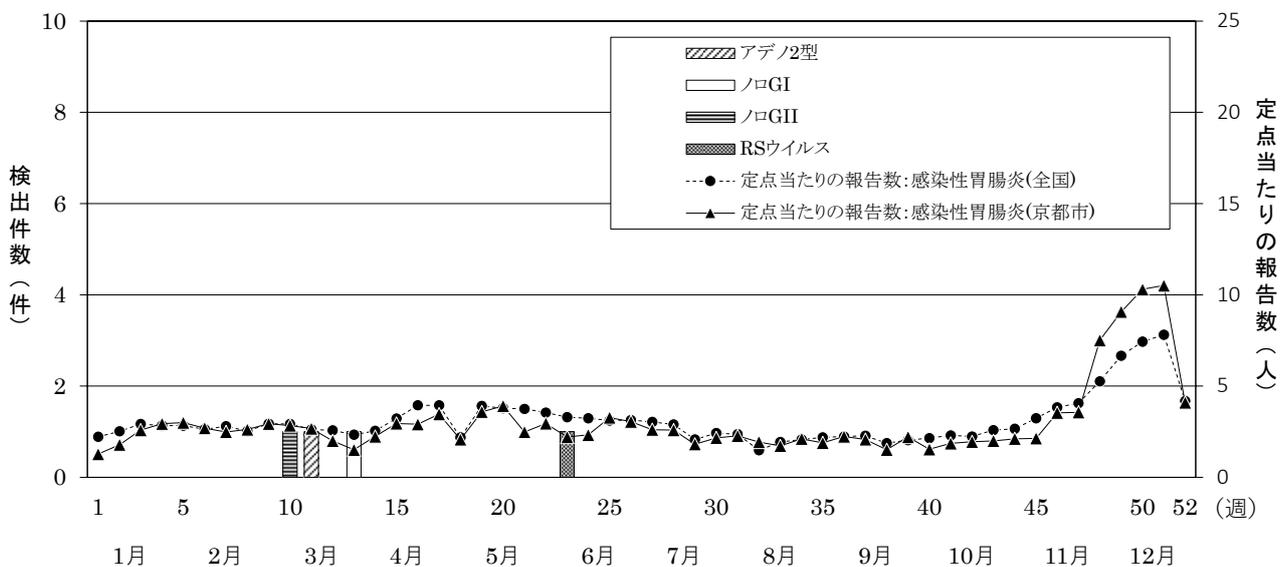


図 1-1 感染性胃腸炎患者における病原ウイルスの検出状況 (令和 3 年)

全国におけるウイルスの検出状況は、ロタウイルスは殆ど検出されず、ノロウイルスは1月～6月及び11月～12月に検出数が多かった。

本市では、臨床診断名が感染性胃腸炎の受付検査者30名のうち8名からウイルス4株及び細菌5株を検出した。

ウイルスでは、3月にノロウイルスのGI及びGIIを各1株、アデノウイルスを1株検出した。ロタウイルス及びエンテロウイルスは検出しなかった。

細菌では、3月及び5月に黄色ブドウ球菌を各1株、6月に下痢原性大腸菌3株検出した。

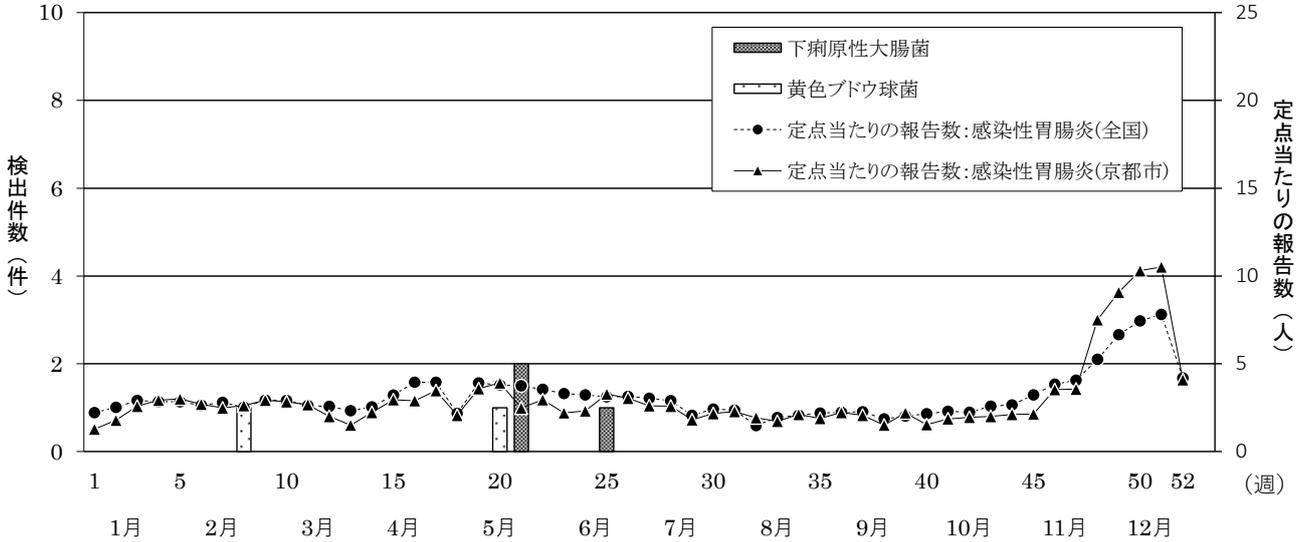


図1-2 感染性胃腸炎患者における病原細菌の検出状況 (令和3年)

イ ヘルパンギーナ (図2)

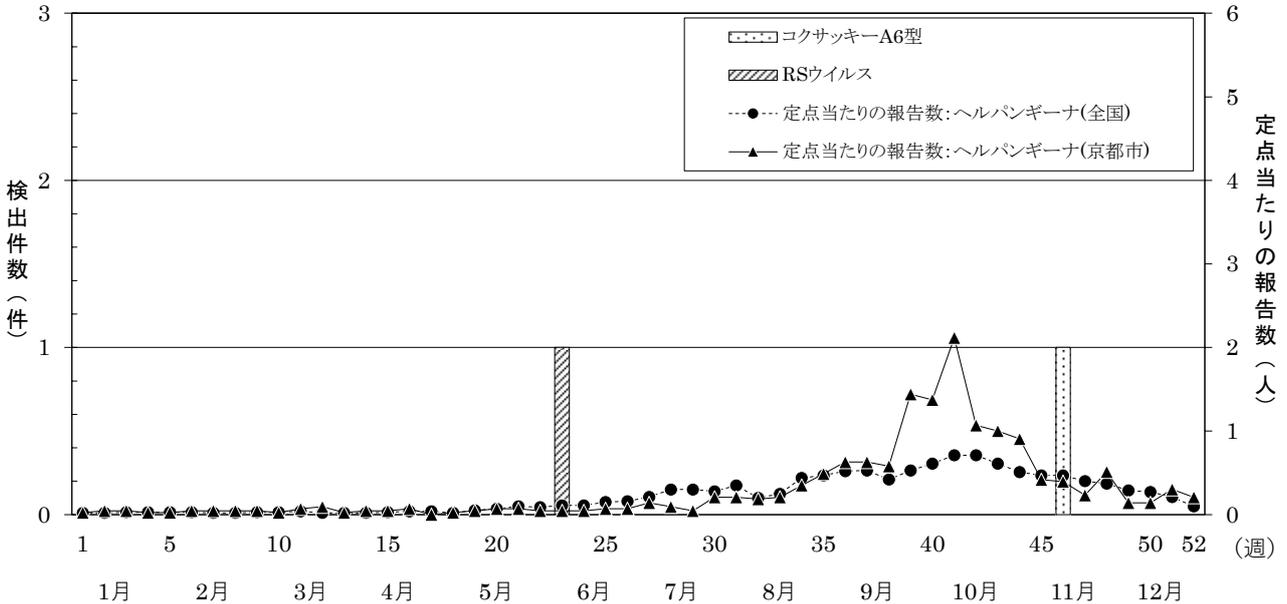


図2 ヘルパンギーナ患者における病原ウイルスの検出状況 (令和3年)

ヘルパンギーナは例年、夏にかけて流行が見られるが、令和3年は本市、全国共に9月から緩やかに増加し始め、10月(第41週)に小さなピークを示して以降、減少した。

臨床診断名がヘルパンギーナの受付患者数は6名で、そのうち2名から2株のウイルスを検出した。病原

体の内訳は、コクサッキーA群ウイルス6型が1株、RSウイルスが1株であった。

全国の病原体検出状況を表6に示した。令和3年は、コクサッキーA群ウイルス4型(50.0%)、6型(14.3%)、10型(2.0%)の順にウイルスが検出された。

ウ インフルエンザ (図 3-1、図 3-2)

本市感染症発生動向調査患者情報によると、2020/21 (R2/3) シーズン及び 2021/22 (R3/4) シーズンはともに、定点当たり報告数が 1.0 を超える週はなく、そのまま終息を迎えた。全国も同様であった。

インフルエンザウイルスの検出状況をみると、本市では、両シーズンにおけるインフルエンザウイルスの検出はなかった。全国でも、2020/21 (R2/3) シーズンは、ほぼ検出がなく、2021/22 (R3/4) シーズンも AH1pdm09 型を 3 株、AH3 型を 44 株であった。

2020 年 3 月以降、本市ではインフルエンザウイルスが検出されていないが、日本ではインフルエンザの非流行期と考えられていた夏季や、海外渡航後に発症した者からの検出報告も近年増えており、患者発生と流行ウイルスの型別とを迅速かつ的確に把握する感染症発生動向調査は、インフルエンザの流行予防対策のためにも、今後ますます重要になると考えられる。

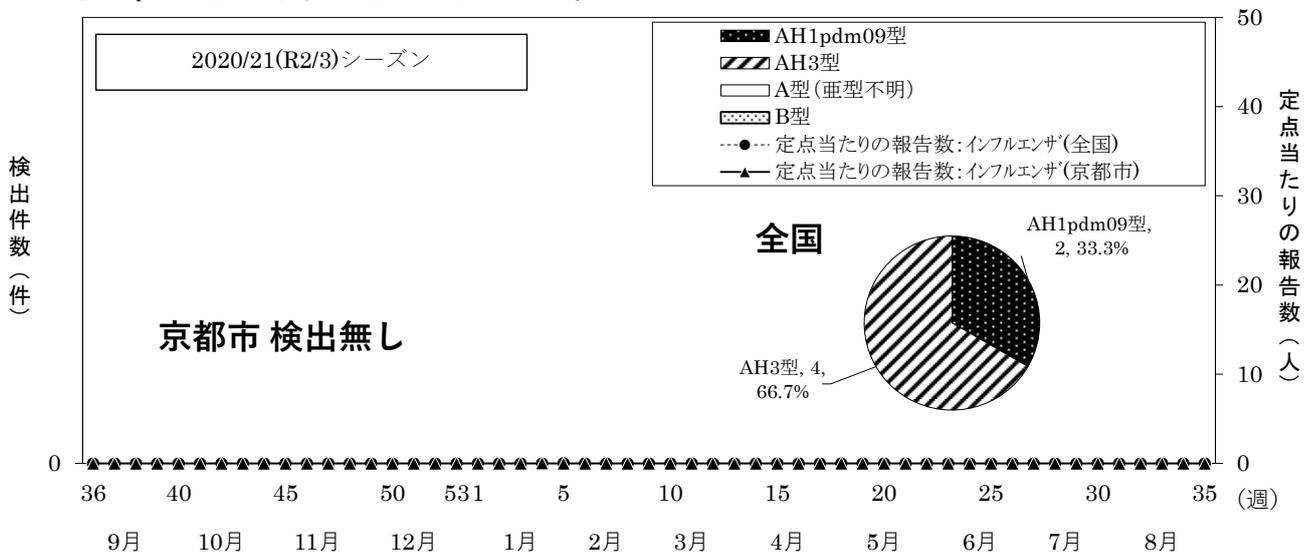


図 3-1 インフルエンザウイルスの検出状況 (令和 2 年 9 月～令和 3 年 8 月)

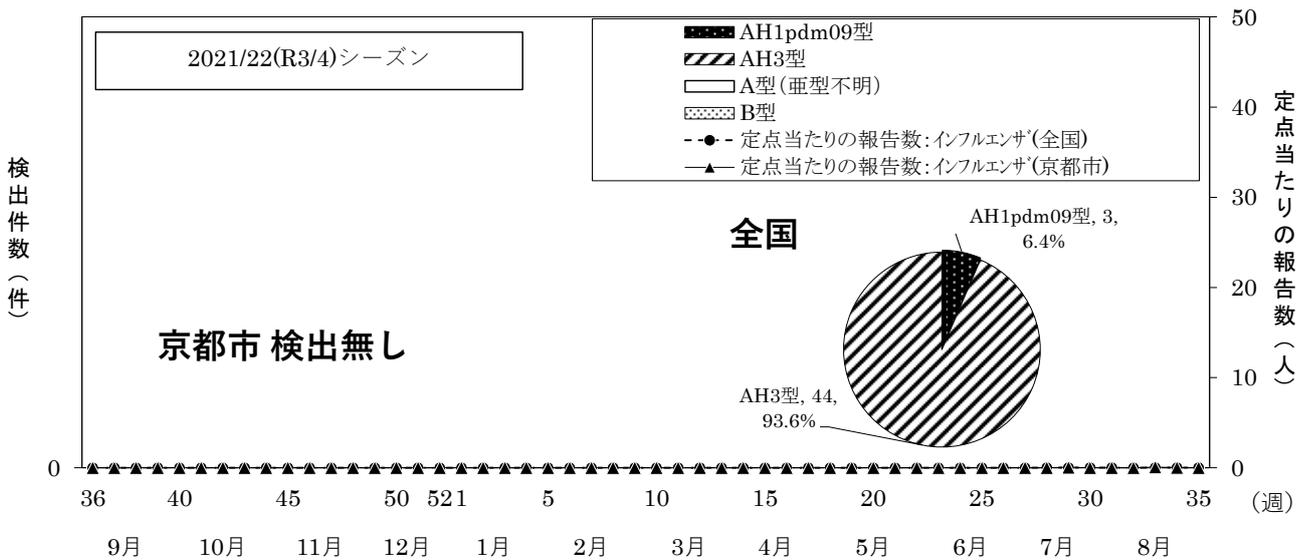


図 3-2 インフルエンザウイルスの検出状況 (令和 3 年 9 月～令和 4 年 8 月)

エ 咽頭結膜熱 (図 4)

本市における臨床診断名が咽頭結膜熱の受付患者数は4名で、そのうち1名からRSウイルスを1株検出した。

本疾病の原因とされるアデノウイルス1~7型及び11型については検出しなかった。

令和3年の全国の咽頭結膜熱におけるウイルスの検出状況では、アデノウイルス2型が最も多く40.0%、次いで1型が17.3%、5型が6.4%、6型が3.6%であった。

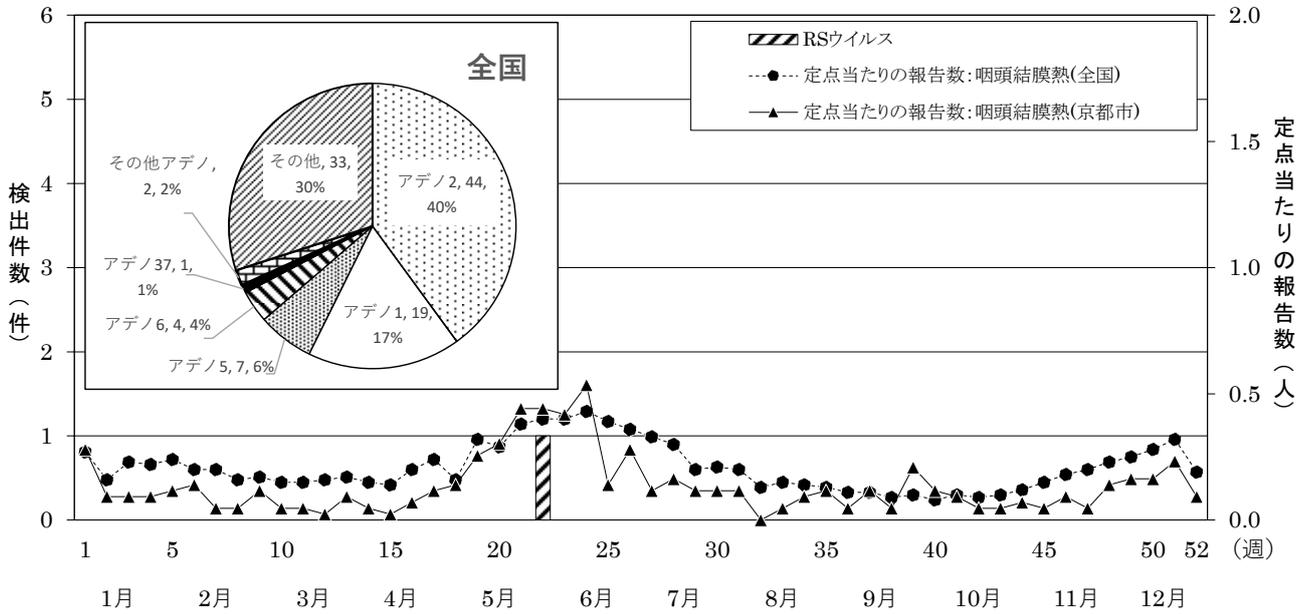


図4 咽頭結膜熱患者発生状況と病原体検出状況 (令和3年)

オ 手足口病 (図5)

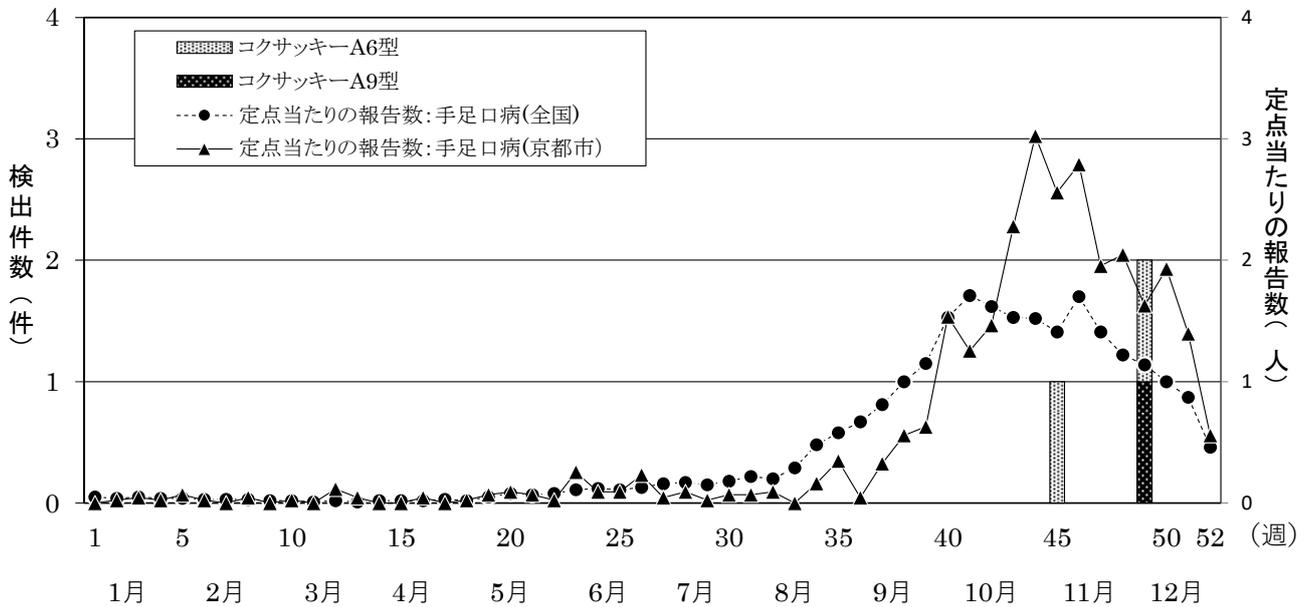


図5 手足口病患者における病原ウイルス検出状況 (令和3年)

手足口病は例年、7月にピークが見られるが、令和3年は本市、全国共に9月から緩やかに増加し始め、本市は10月(第44週)、全国は10月(第41週)にピークを示して以降、減少した。

手足口病を引き起こすウイルスとしては、コクサッキーA群ウイルス6型、10型、16型、エンテロウイルス71型が代表に挙げられるが、本市では、臨床診断名が手足口病の受付患者数は4名で、そのうち

3名からコクサッキーA群ウイルス6型を2株、9型を1株検出した。エンテロウイルス71型は検出しなかった。

また、全国では、コクサッキーA群ウイルス6型が244株(65.2%)、16型が27株(7.2%)、10型が2株(0.5%)、その他28株(39.4%)の計71株であった。

カ A群溶血性レンサ球菌咽頭炎(図6-1、図6-2)

本市における臨床診断名がA群溶血性レンサ球菌咽頭炎の受付患者数は0名で、A群溶血性レンサ球菌は検出しなかった。全国のT血清型別検出比率をみると、劇症型溶血性レンサ球菌感染症事例で検出されることの多いT-1型の検出率は、全国で18.6%であった。

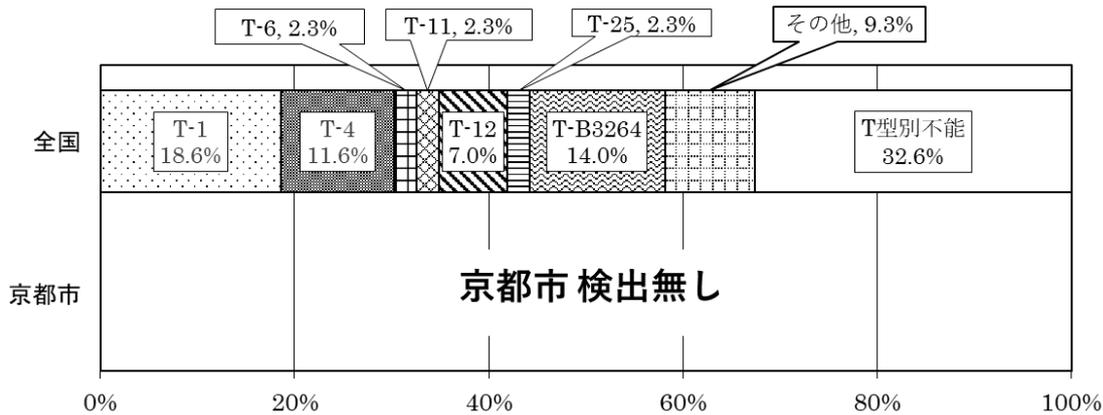


図6-1 A群溶血性レンサ球菌のT血清型別検出比率 (令和3年)

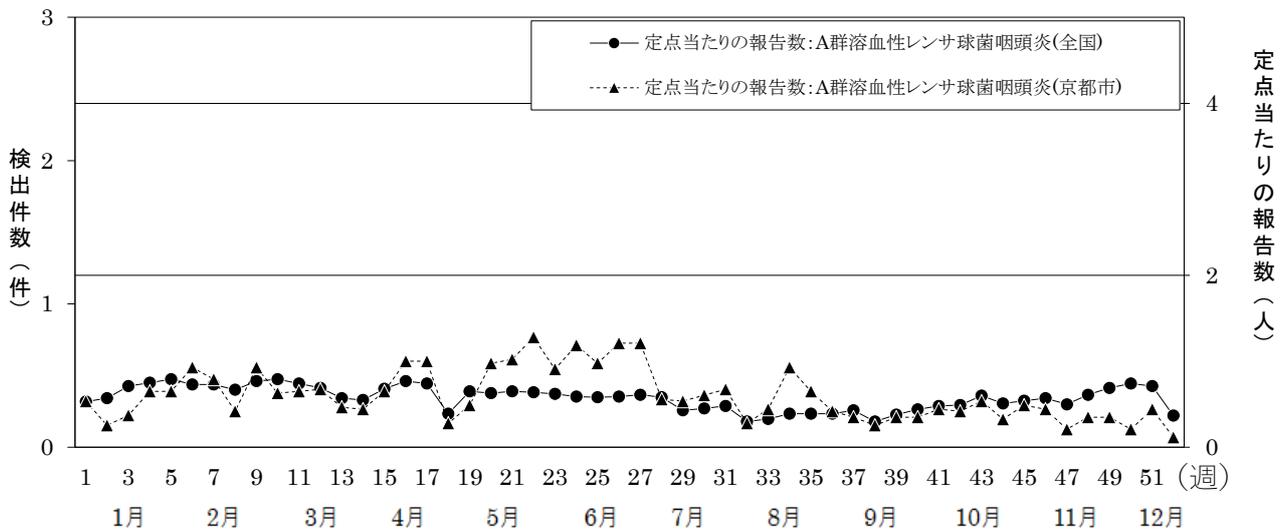


図6-2 A群溶血性レンサ球菌咽頭炎の報告数とT血清型別の病原体検出状況 (令和3年)

(5) 検体別・検出方法別病原ウイルス検出状況 (表4)

コクサッキーウイルスA群は6型を3株、9型の2株を遺伝子検査によりウイルス遺伝子を検出した。

アデノウイルスは、2型の1株がFL細胞で分離された。

ノロウイルスGI及びG IIを各1株及びRSウイルス3株を遺伝子検査によりウイルス遺伝子を検出した。

培養細胞法によるウイルスの検査体制はほぼ確立され

ているが、被検患者から採取した検体中に活性のあるウイルスが存在していることが必須条件となり、採取後の温度や期間等の保管条件によっては失活し検出できなくなる。また、分離困難なウイルスも存在するといった欠点がある。

感染症発生动向調査においても、迅速な実験室診断が要請される傾向は年々ますます強まっており、検出率と迅速

性の向上を目指して、培養細胞法と並行して可能な限り新たな検査技術の導入を図っていかねばならないと考える。

4 まとめ

(1) 京都市感染症発生动向調査事業における病原体検査（定点医療機関分）では、受付患者 60 名のうち 14 名 (23.3%) から病原体を検出した。ウイルスでは、被検患者 60 名中 11 名 (18.3%) から、コクサッキーA 群、アデノ、ノロ、RS のウイルス 6 種類 11 株を検出した。細菌では、被検患者 31 名中 4 名 (12.9%) から、黄色ブドウ球菌、下痢原性大腸

菌の細菌 5 株を検出した。

(2) 手足口病が 75.0%、ヘルパンギーナが 33.3%、咽頭結膜熱及びRS ウイルス感染症がそれぞれ 25.0%、感染性胃腸炎が 23.3%であった。

(3) 新型コロナウイルス感染症流行の影響により、例年に比べて受付患者数が非常に少なかったため、ウイルス及び細菌の検出数も少ない年となった。

(4) 年齢階層別病原体検出状況では、1~4 歳の検出率が最も高く 50.0%で、次いで5~9 歳の 25.0%、0 歳の 14.8%、10~14 歳の 10.0%であった。受付患者数では、0 歳が 27 名 (45.0%) と最も多かった。

表1 月別病原体検出状況 (小児科、インフルエンザ、眼科、基幹定点) 令和3年1月~12月

検体採取月		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計	病原 体 (% 検 出 比 率)
総受付患者数		2	0	10	7	8	6	8	4	3	4	6	2	60	
検査 材 料	ふん便	1	0	7	1	4	6	6	1	2	2	1	0	31	64
	鼻咽頭ぬぐい液	1	0	3	4	3	1	2	0	0	1	4	2	21	
	髄液	0	0	1	1	0	0	0	3	1	3	1	0	10	
	咽頭うがい液	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
	気管吸引	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
病原体検出患者数		0	0	4	0	3	2	0	0	0	0	5	0	14	
患者当たりの検出率(%)		0.0	0.0	40.0	0.0	37.5	33.3	0.0	0.0	0.0	0.0	83.3	0.0	23.3	
被検患者数		2	0	10	7	8	6	8	4	3	4	6	2	60	
検出患者数		0	0	3	0	2	1	0	0	0	0	5	0	11	
患者当たりの検出率(%)		0.0	0.0	30.0	0.0	25.0	16.7	0.0	0.0	0.0	0.0	83.3	0.0	18.3	
ウ イ ル ス	エンテロ コクサッキーA6型													3	18.8
	コクサッキーA9型													2	12.5
	アデノ アデノ2型			1										1	6.3
	ノロウイルスGI型			1										1	6.3
	ノロウイルスGII型			1										1	6.3
RSウイルス					2	1							3	18.8	
小計		0	0	3	0	2	1	0	0	0	0	5	0	11	68.8
被検患者数		1	0	7	1	4	6	6	3	2	0	1	0	31	
検出患者数		0	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	4	
患者当たりの検出率(%)		0.0	0.0	14.3	0.0	25.0	33.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.9	
細 菌	黄色ブドウ球菌			1		1								2	12.5
	下痢原性大腸菌						3							3	18.8
	小計	0	0	1	0	1	3	0	0	0	0	0	0	5	31.3
合計		0	0	4	0	3	4	0	0	0	0	5	0	16	100.0

表2 感染症別病原体検出状況 (小児科、インフルエンザ、眼科、基幹定点)

令和3年1月~12月

疾病名	感染性胃腸炎	インフルエンザ	ヘルパンギーナ	咽頭結膜熱	手足口病	感染性髄膜炎	A群溶血性レンサ球菌咽頭炎	流行性角結膜炎	流行性耳下腺炎	RSウイルス感染症	その他	計(重複有)	計(重複無)		病原体検出比率(%)		
総受付患者数	30	0	6	4	4	10	0	0	0	12	1	67	60				
検査材料	ふん便	28	0	3	0	0	2	0	0	0	1	0	34	31	64		
	鼻咽頭ぬぐい液	2	0	4	3	4	1	0	0	0	11	0	25	21			
	髄液	1	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	11	10			
	咽頭うがい液	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1			
	気管吸引	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	1			
病原体検出患者数	7	0	2	1	3	1	0	0	0	3	0	17	14				
患者当たりの検出率(%)	23.3	0.0	33.3	25.0	75.0	10.0	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0	25.4	23.3				
ウイルス	被検患者数	30	0	6	4	4	10	0	0	0	12	1	67	60		/	
	検出患者数	4	0	2	1	3	1	0	0	0	3	0	14	11			
	患者当たりの検出率(%)	13.3	0.0	33.3	25.0	75.0	10.0	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0	20.9	18.3			
	エンテロ	コクサッキーA6型			1		2							3	3		13.0
		コクサッキーA9型					1	1						2	2		8.7
	アノデ	アデノ2型	1										1	1	4.3		
		ノロウイルスGI型	1										1	1	4.3		
		ノロウイルスII型	1										1	1	4.3		
		RSウイルス	1		1	1					3		6	3	26.1		
	小計	4	0	2	1	3	1	0	0	3	0	14	11	60.9			
細菌	被検患者数	27	0	1	0	0	5	0	0	0	1	0	34	31		/	
	検出患者数	4	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	6	4			
	患者当たりの検出率(%)	14.8	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	17.6	12.9			
		黄色ブドウ球菌	2										2	2	8.7		
		下痢原性大腸菌	3		2						2		7	3	30.4		
		小計	5	0	2	0	0	0	0	0	2	0	9	5	39.1		
合計	9	0	4	1	3	1	0	0	0	5	0	23	16		100.0		

表3 年齢階層別病原体検出状況 (小児科、インフルエンザ、眼科、基幹定点) 令和3年1月~12月

年齢		0歳	1~4歳	5~9歳	10~14歳	15歳以上	計	病原体検出比率 (%)	
総受付患者数		27	14	8	10	1	60		
検査材料	ふん便	9	6	7	8	1	31		64
	鼻咽頭ぬぐい液	12	8	0	1	0	21		
	髄液	10	0	0	0	0	10		
	咽頭うがい液	0	0	0	1	0	1		
	気管吸引	0	0	1	0	0	1		
病原体検出患者数		4	7	2	1	0	14		
患者当たりの検出率(%)		14.8	50.0	25.0	10.0	0.0	23.3		
ウイルス	被検患者数		27	14	8	10	1		60
	検出患者数		4	5	2	0	0	11	
	患者当たりの検出率(%)		14.8	35.7	25.0	0.0	0.0	18.3	
	エンテロ	コクサッキーA6型		3				3	18.8
		コクサッキーA9型	1	1				2	12.5
	アノデ	アデノ2型		1				1	6.3
	ノロウイルスGI型				1			1	6.3
	ノロウイルスGII型		1					1	6.3
	RSウイルス		2		1			3	18.8
	小計		4	5	2	0	0	11	68.8
細菌	被検患者数		11	5	7	8	0	31	/
	検出患者数		1	2	0	1	0	4	
	患者当たりの検出率(%)		9.1	40.0	0.0	12.5	0.0	12.9	
	黄色ブドウ球菌			1		1		2	12.5
	下痢原性大腸菌		2	1				3	18.8
	小計		2	2	0	1	0	5	31.3
合計		6	7	2	1	0	16	100.0	

表 4 検出方法別病原ウイルス検出状況

令和3年1月～12月

	検体の種類			検出 件数	培養細胞				イムノ クロマト	遺伝子 検査
	ふん便	鼻咽頭 ぬぐい液	髄液		気管吸引	FL	RD-18S	Vero		
エンテロ	コクサッキーA6型			3						3
	コクサッキーA9型			2						2
アデノ	1			1	1					
ノロウイルスGI型	1			1						1
ノロウイルスGII型	1			1						1
RSウイルス		2		3						3
合計	3	6	1	11	1	0	0	0	0	10

令和3年度BG-センチネル™2トラップによる京都市内における蚊の成虫生息調査

Survey of mosquitoes in Kyoto city using BG-Sentinel™2 trap in 2021

微生物部門 衛生動物

Division of Microbiology Sanitary animals

抄録

京都市内の各区モニタリング地点である医療衛生コーナーを有する区役所（11か所）において、臭気吸引トラップ「BG-センチネル™2トラップ」による採集法を用いて蚊の成虫生息調査を行った。採集した蚊成虫の合計は310個体で、その種構成はヒトスジシマカ *Aedes albopictus* 233個体、ヤマトヤブカ *Aedes japonicus* 及びアカイエカ群 *Culex pipiens* group 38個体、コガタアカイエカ *Culex tritaeniorhynchus* が1個体であった。シナハマダラカ *Anopheles sinensis*、その他の蚊は採集されなかった。ヒトスジシマカとアカイエカ群の季節消長調査では、ヒトスジシマカは4月中旬から採集され始め、7月下旬にピークを示し、12月中旬まで採集された。アカイエカ群は4月下旬から採集され始め、10月下旬にピークを示し、3月下旬にも採集された。蚊成虫生息調査の結果、京都市内にはヒトスジシマカやアカイエカ群など蚊媒介感染症を媒介する蚊が広域に生息していることがわかった。

キーワード

BG-センチネル™2トラップ BG-Sentinel™2 trap、ヒトスジシマカ *Aedes albopictus*、アカイエカ群 *Culex pipiens* group、コガタアカイエカ *Culex tritaeniorhynchus*、ヤマトヤブカ *Aedes japonicus*、シナハマダラカ *Anopheles sinensis*

1 はじめに

現在日本で流行する可能性のある蚊媒介感染症として、デング熱、チクングニア熱、ジカウイルス感染症、ウエストナイル熱及び日本脳炎が挙げられ、国内でこれらの感染症を媒介する主たる蚊は、ヒトスジシマカ、アカイエカ群及びコガタアカイエカである。

京都市は、厚生労働省が平成27年に制定した「蚊媒介感染症に関する特定感染症予防指針」に基づき、「京都市蚊媒介感染症対応マニュアル」を策定し、蚊媒介感染症に対する取り組みを行っている。媒介蚊対策として、各区モニタリング地点（医療衛生コーナーを有する区役所）及び大規模公園（1地点）で蚊成虫生息調査を実施し、市内における蚊の発生動向を把握している。

そこで、令和3年度に実施した各区モニタリング地点における蚊成虫生息調査の結果について概要をまとめたので報告する。

2 調査方法

(1) 調査実施日 (表1)

調査実施日は、令和3年4月13日から11月24日までの期間で月2回と12月14日及び令和4年3月22日とした。

(2) 調査地点 (図1)

調査地点は、各区モニタリング地点である、医療衛生コ

ナーを有する区役所（11か所）の敷地内とした。

(3) 調査方法

臭気吸引トラップ「BG-センチネル™2トラップ」（以下「BG-2トラップ」という。）による採集法を用いて調査した。BG-2トラップは、吸引口が地上高1.5~1.8mの位置になるよう設置し、調査実施日の午後1時に採集を開始、24時間経過後に回収した（図2）。

採集した蚊成虫は、形態学的にヒトスジシマカ、アカイエカ群、コガタアカイエカ、シナハマダラカ、ヤマトヤブカ及びその他の蚊に分類し、さらに雌雄に分けて計数した。

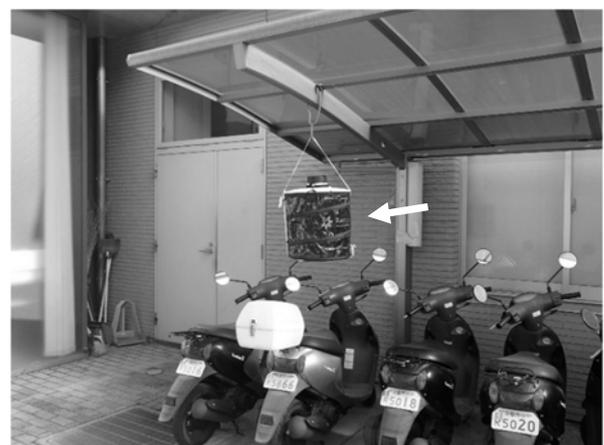


図2 カーポートに設置したBG-2トラップ（白矢印）

表1 調査実施日

月	日
R3年 4月	13日 27日
5月	11日 25日
6月	8日 22日
7月	13日 27日
8月	10日 24日
9月	14日 28日
10月	12日 26日
11月	9日 24日
12月	14日
R4年3月	22日

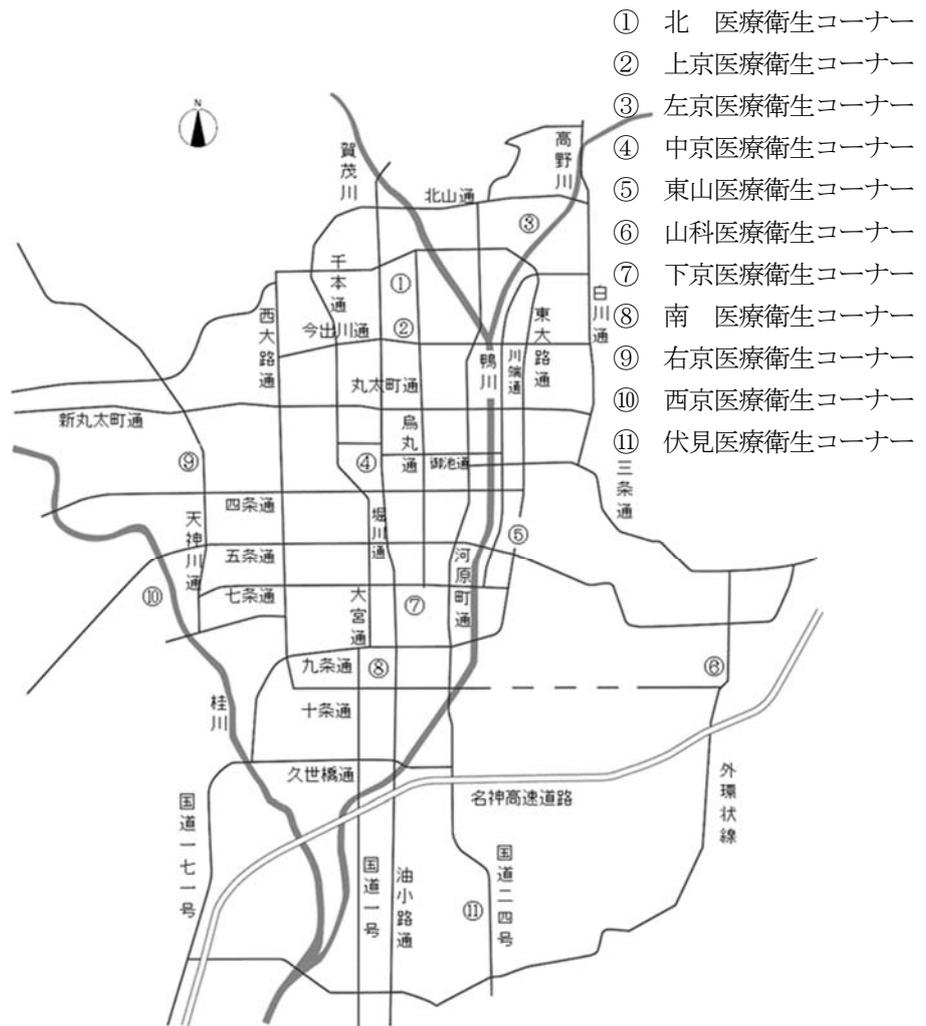


図1 調査地点

3 結果

(1) 採集数と種構成 (図3)

全調査地点で採集された蚊成虫の合計は310個体で、その種構成は、ヒトスジシマカが233個体(75.2%)で最も多く、次いで、ヤマトヤブカ及びアカイエカ群が共に38個体(12.3%)、コガタアカイエカが1個体(0.3%)その他の蚊、シナハマダラカは採集されなかった。

(2) 調査地点別採集数 (表2)

ヒトスジシマカは10地点で採集され、南医療衛生コーナーの136個体が最も多く、次いで、左京医療衛生コーナーの19個体、山科医療衛生コーナーの17個体であった。上京医療衛生コーナーでは採集されなかった。

ヤマトヤブカは4地点で採集され、北医療衛生コーナー

の15個体が最も多く、次いで、左京医療衛生コーナーの14個体、東山医療衛生コーナーの7個体であった。また、初めて右京医療衛生コーナーで2個体が採集された。

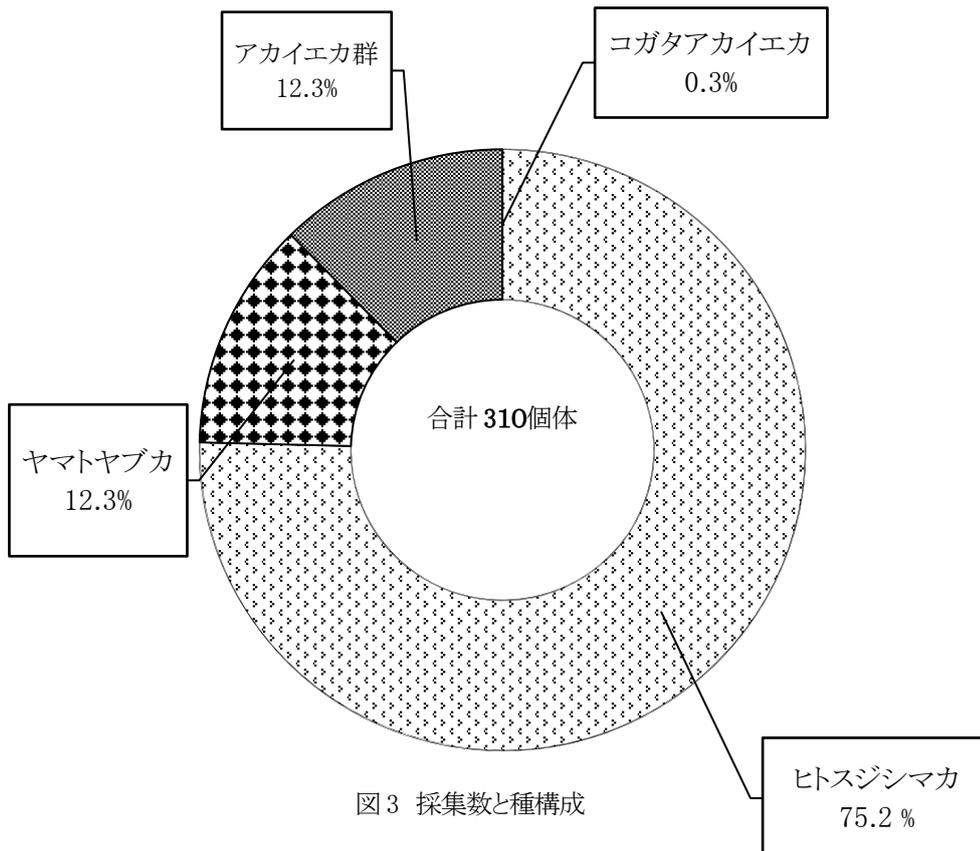
アカイエカ群は8地点で採集され、中京医療衛生コーナーの7個体が最も多く、次いで、北医療衛生コーナー及び山科医療衛生コーナーの6個体であった。上京医療衛生コーナー、左京医療衛生コーナー、下京医療衛生コーナーでは採集されなかった。

コガタアカイエカは右京医療衛生コーナーで1個体が採集された。

その他の蚊、シナハマダラカは採集されなかった。

表2 調査地点別採集数

調査地点	ヒトスジシマカ			ヤマトヤブカ			アカイエカ群			その他の蚊			コガタアカイエカ			シナハマダラカ		
	雌	雄	計	雌	雄	計	雌	雄	計	雌	雄	計	雌	雄	計	雌	雄	計
北医療衛生コーナー	0	16	16	0	15	15	0	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
上京医療衛生コーナー	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
左京医療衛生コーナー	16	3	19	7	7	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
中京医療衛生コーナー	2	1	3	0	0	0	3	4	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
東山医療衛生コーナー	4	2	6	6	1	7	2	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
山科医療衛生コーナー	13	4	17	0	0	0	3	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
下京医療衛生コーナー	7	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
南医療衛生コーナー	117	19	136	0	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
右京医療衛生コーナー	10	1	11	2	0	2	1	3	4	0	0	0	1	0	1	0	0	0
西京医療衛生コーナー	5	0	5	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
伏見医療衛生コーナー	4	9	13	0	0	0	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小計	178	55	233	15	23	38	11	27	38	0	0	0	1	0	1	0	0	0
合計	310																	



(3) 調査日別採集数 (図4)

ヒトスジシマカは4月13日から採集され、気温の上昇と共に増加が認められた。7月27日の62個体をピークに減少したが、12月14日まで断続的に採集された。

ヤマトヤブカは5月11日から採集され、9月28日の9個

体をピークに、その後11月9日まで継続して採集された。

アカイエカ群は4月27日から採集され、10月26日の6個体をピークに減少し、11月24日まで採集された。さらに、12月14日に4個体、3月22日に1個体採集された。

コガタアカイエカは6月22日に1個体が採集された。

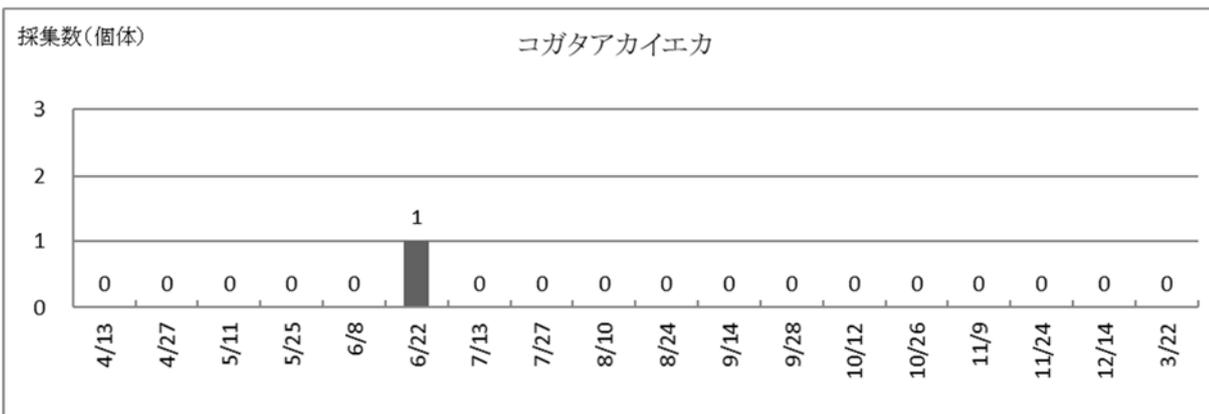
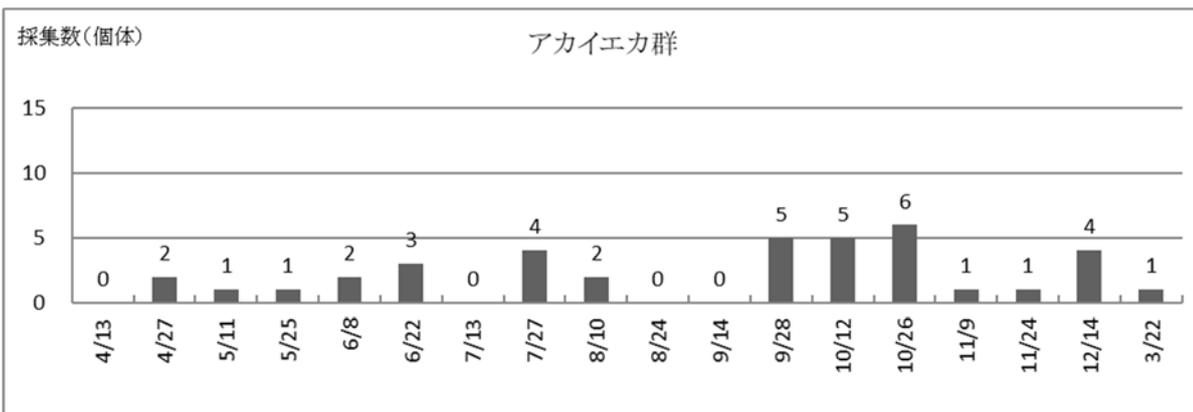
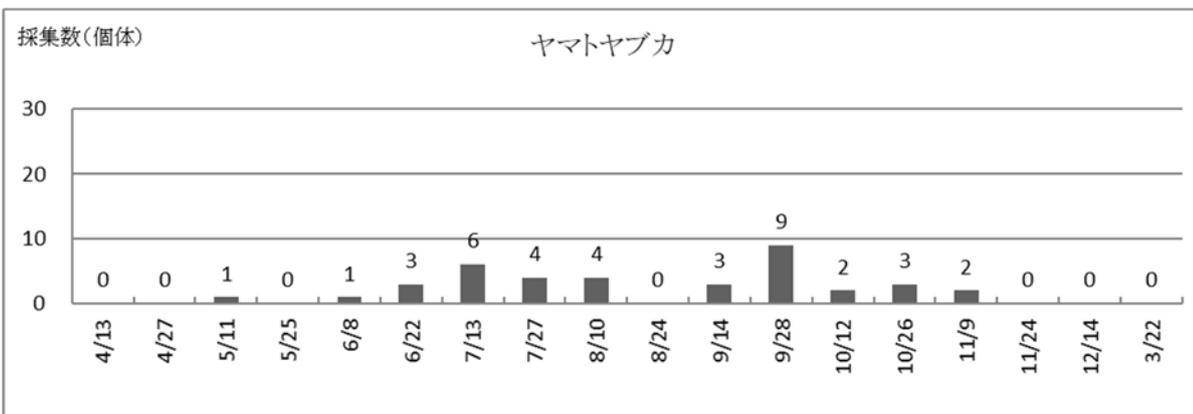
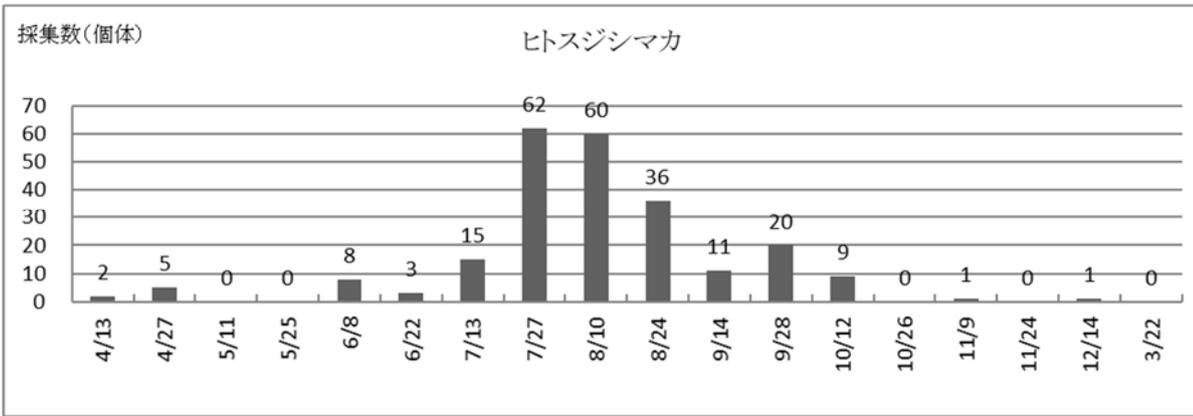


図4 調査日別採集数

(4) ヒトスジシマカとアカイエカ群の過去2年における季節消長の比較 (図5)

令和3年度のヒトスジシマカは4月中旬から採集された。これは令和2年度より4週間ほど早く、平成31年度と比較しても1週間以上早い結果であった。採集数のピークは7月下旬で、令和2年度の8月中旬より早く、平成31年度の6月下旬より遅い結果であった。ピークの後、蚊の採集数は9月に再度増加したものの、10月にかけて徐々に減少し、12月中旬まで採集された。これは過去2年間と比較して、遅い結果であった。調査期間に得られた総採集数は233個体で、令和2年度の172個体、平成31年度の142個体よりも多い結果であった。

アカイエカ群は、4月下旬から採集された。これは、令和2年度の4月上旬より遅く、平成31年度の4月下旬とほぼ同じ結果であった。採集数のピークは10月下旬で、令和

2年度の6月初旬と比較してかなり遅い結果であった。令和3年度の最後の採集は3月下旬であったが、これは令和2年度の3月下旬と同様で、平成31年度の10月上旬よりかなり遅い結果であった。総採集数は38個体で、令和2年度の39個体とほぼ同じで、平成31年度の50個体より少ない結果であった。

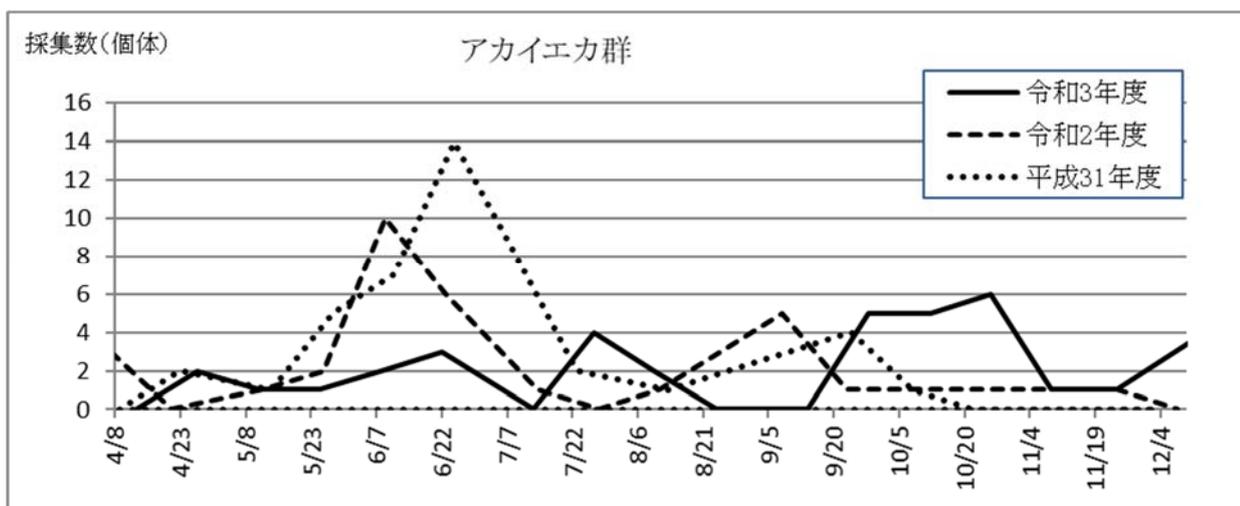
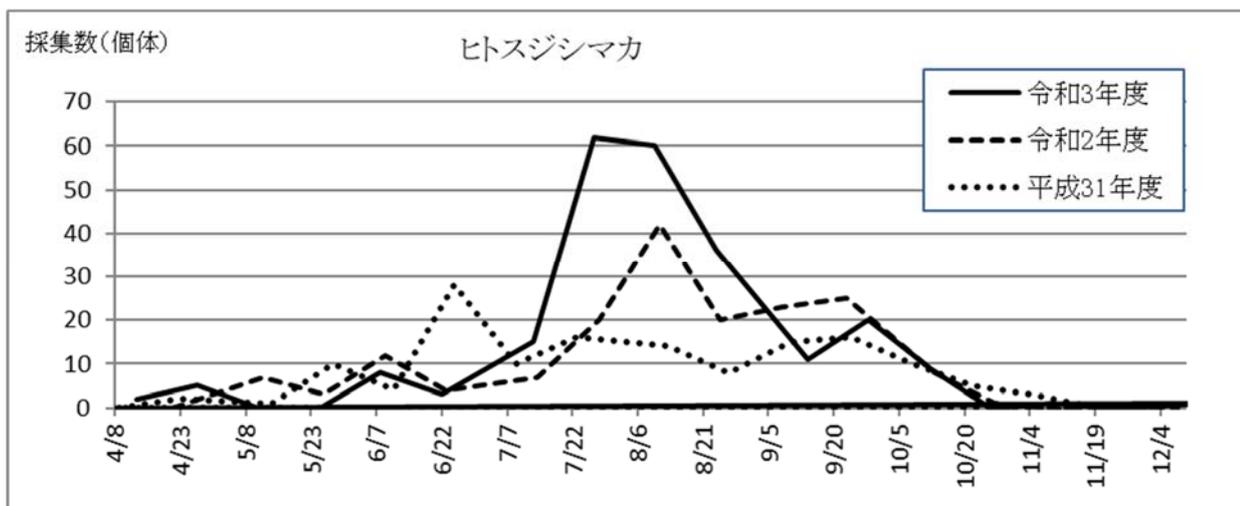


図5 ヒトスジシマカとアカイエカ群の過去2年における季節消長比較

4 考察

(1) ヒトスジシマカ

ヒトスジシマカはデング熱、ジカウイルス感染症、チクングニヤ熱などのウイルスを媒介し、これらを流行させるベクターである。

近年、東南アジア諸国ではデング熱の流行が急激に広がっており、海外での感染リスクは軽減していない状況にある。

また、多くの海外旅行者を迎えている京都市では、蚊媒介感染症の発生地域からの旅行者も多く、市内で感染者が発生する可能性を危惧していたところ、2019年10月に東京都で高校生2人が京都、奈良を修学旅行で訪問した後にデング熱を発症する事例が発生した。発症の経緯から京都市内の観光地で感染した可能性は否定できない。2020年は新型コロナウイルス感染症が世界中に広がり、海外旅行者の訪日は全くない事態となったことから、国内でデング熱が発生する可能性はほとんどない状況となった。

令和3年度のヒトスジシマカは4月中旬から採集されたが、これは令和2年度より4週間ほど早く、平成31年度と比較しても1週間以上早い結果であった。採集数のピークは7月下旬で、令和2年度の8月中旬より早く、平成31年度の6月下旬より遅い結果であった。その後、採集数は9月に再度増加したものの、10月にかけて徐々に減少し、12月中旬まで採集された。これは過去2年間と比較して、遅い結果であった。これまでの蚊成虫生息調査から、ヒトスジシマカの発生時期や終息時期は、調査年度の気温や雨量が大きく影響していると考えられる。例年採集数のピーク時期は7月～9月であるが、気温の変化の影響で、ピーク時期が前後する傾向が認められる。

ヒトスジシマカは北海道を除いた日本各地の様々な環境に適応して生息しており、その根絶は非常に難しい。したがって、蚊媒介感染症の対策として、媒介蚊の発生状況の把握、生息状況や季節消長など基礎情報を収集し、平常時のリスク評価を行うことが重要である。地球温暖化の影響で、気温や雨量が著しく変動することから、ヒトスジシマカの発生や生息状況の変化について継続的な調査や検証が重要である。

(2) アカイエカ群

1999年にウエストナイルウイルスによる患者が発生した米国では4年で全米に拡がり、毎年2,000人以上の患者と100人以上の死亡者が出ている。わが国でも2003年に厚生労働省から「ウエストナイル熱の媒介蚊対策に関するガイドライン」が出された。ウエストナイルウイルスは鳥と蚊の間で

感染環が維持され、主に蚊を介してヒトに感染し、発熱や脳炎を引き起こす。このため、ベクターとして重要なアカイエカ群の発生状況を把握しておくことは重要である。

令和3年度のアカイエカ群は、4月下旬に採集され始め、10月下旬にピークがあり、その後減少しながら11月下旬まで採集された。さらに12月中旬と3月下旬にも採集された。近年の実績では、令和2年度にも3月下旬に採集された。これは、アカイエカ群の越冬個体が、3月の異常な気温上昇により例年より早く活動したのではないかと考えられる。

令和3年度に採集されたアカイエカ群の総数は38個体と令和2年度とほぼ同じであるが、過去「BG-2トラップ」に変更してから少ない傾向が認められる。蚊に対する誘引度がトラップの種類で異なるため、ヒトスジシマカの採集数と単純比較することは難しいと考えられる。

(3) ヤマトヤブカ

ヤマトヤブカは北海道から九州に広く分布し、神社仏閣や墓地、広葉樹林、竹林などに生息している。ヒトスジシマカと同様に昼間吸血性で人吸血性があるとされ、日本脳炎ウイルスやウエストナイルウイルスを媒介する危険性があるとされている。

令和3年度の総採集数は38個体で、令和2年度の99個体からは大きく減少はしているものの、平成31年度の30個体から比較すると微増である。その年度の気温の上昇や雨量の増加などが、ヤマトヤブカの発生や生息環境に影響している可能性がある。

また、過去の実績では、採集される地点は上京、北、左京、東山医療衛生コーナーに局限されていたが、令和2年度初めて伏見医療衛生コーナーで6個体が採集され、また令和3年度は右京医療衛生コーナーで2個体が採集された。どちらも周辺はマンション及び戸建てともに宅地開発が盛んに行われており、何らかの影響を及ぼしている可能性はある。

(4) コガタアカイエカ

今年度は右京医療衛生コーナーで1個体が採集された。平成30年度に1個体、平成31年度には2個体が採集された実績がある。コガタアカイエカは遠距離を飛行して吸血源を探すタイプの蚊であることから、採集された地点の周辺に発生源がなくても採集されることがある。西日本で採集されたコガタアカイエカから日本脳炎ウイルスが検出されていることや、豚の日本脳炎抗体保有状況において陽性豚が検出されていることから、京都市内でコガタアカイエカが採集されていることは、日本脳炎患者の発生につなが

る可能性もあるため、今後の調査には注意が必要である。

(5) シナハマダラカ

今年度は採集されなかったが、平成30年度に4個体、平成31年度には1個体が採集された実績がある。現在、日本ではマラリアの発生はないが、シナハマダラカはマラリアを媒介する重要なベクターであることから、今後の調査には注意が必要である。

(6) その他の蚊

今年度は採集されなかった。令和2年度に1個体採集された。回収することができなかったので、種を同定することはできなかった。その他の蚊については、それ以外過去に採集された実績はないが、京都市内の山間部や河川沿いなどには多くの種類の蚊が生息していると推測されることか

ら、偶発的に採集された可能性も否定できない。

5 まとめ

BG-2 トラップによる京都市内における蚊の生息調査の結果、ヒトスジシマカやアカイエカ群、ヤマトヤブカなど蚊媒介感染症を媒介する蚊が広域にわたり生息していることがわかった。

京都市内における蚊の生息状況については「京都市蚊媒介感染症対応マニュアル」に基づき、今後も継続的に調査を行い、モニタリング地点における採集データを蓄積し、蚊の発生や消長の解析などを行っていく必要がある。

京都市における有害大気汚染物質の経年変化

Long-term Trend of the Concentration of Hazardous Air Pollutants in Kyoto City

伴 創一郎 端谷柚希

Soichiro BAN Yuzuki HASHITANI

Abstract

In this study, we analyzed the long-term trend of the concentration of hazardous air pollutants in Kyoto City. Measurements of 25 hazardous air pollutants, including volatile organic compounds (VOCs), aldehydes, heavy metal elements were carried out at 8 sampling points in Kyoto City from FY2003 to FY 2020. Comparison study was performed between the concentration of pollutants in ambient air and the data of Pollutant Release and Transfer Register (PRTR) in Kyoto Prefecture from FY 2003 to FY2019. Decreasing trend of VOCs concentration and PRTR emission data was observed during the sampling period, reflecting the result of various emission control measures that have been taken from 2004. Meanwhile, increasing trend of concentration of 1,2-Dichloroethane was observed, reflecting the trans-boundary air pollution. Decreasing trend of concentration of heavy metal elements Be, Cr, Mn, Ni was observed, reflecting the decrease of the PRTR emission data of heavy metal elements. Meanwhile, concentrations of As, Hg tended to remain the same level during the period. By analysis of seasonal fluctuation, increasing trend of concentrations of aldehydes was observed in summer, reflecting the increase of photo chemical reaction in summer.

It was found that concentration of pollutants that showed strong correlation with PRTR emission data tended to decrease during the sampling period.

Key words

Hazardous Air Pollutants/有害大気汚染物, LongTermTrend/経年変化, VOCs /揮発性有機化合物, Aldehyde/アルデヒド, HeavyMetal/重金属, 相関解析/Correlational Study, PRTR

1 はじめに

京都市では大気汚染防止法第 22 条に基づき、1997 年から、有害大気汚染物質モニタリング調査を実施している。今回、既報¹⁾以降の 2003 年度から 2020 年度の 18 年間の調査結果について、経年変化、月別変動、調査項目間の相関、PRTR 排出量データとの相関を解析したので報告する。

2 調査方法

(1) 調査地点及び調査期間

調査地点および調査年度は表 1 および図 1 のとおりである。2003 年度以降は毎月 1 回 4 地点で 24 時間サンプリング調査を行っている。一般環境の調査地点は、2003 年度から市役所、2016 年度から北区総合庁舎、2018 年度からは左京局で実施している。沿道の調査地点は、1997 年度から自排大宮局で実施しており、2002 年度以降は、自排山科局でも調査を実施している。固定発生源周辺の調査地点は、2003 年度から羽東師ポンプ場で、2008 年度から生活環境美化センターで、2016 年度からは南部まち美化事務所で開催している。

(2) 調査対象物質

表 2 に調査対象物質を示す。優先取組物質に指定されている 21 物質に、フロン類 3 物質 (CFC-11、CFC-12、CFC-113) とキシレンを加えた計 25 物質を調査対象物質としている。塩化メチルは、2011 年 10 月に新たに優先取組物質となり、2011 年度より調査を開始している。なお、「六価クロム化合物」、「クロム及び三価クロム化合物」については、「クロム及びその化合物」として測定している。一般環境の調査地点では 25 物質すべて調査しているが、沿道、固定発生源の調査地点では、一部の項目のみ測定を実施している。物質ごとの調査実施地点を表 2 に示す。

(3) 分析法

分析は、環境省の「有害大気汚染物質測定方法マニュアル²⁾」に基づき実施した。概要を表 2 に示す。揮発性有機化合物 (以下 VOCs) については、キャニスター採取 GC/MS 法で、酸化エチレンは、誘導体生成捕集による GC/MS 法で、アルデヒド類は、誘導体生成捕集による HPLC 法で、重金属の中で水銀及びその化合物は金アマルガム捕集による加熱気化原子吸光法、その他金属 5 種類については、石英ろ紙捕集による原子吸光分析法で分析を実施している。

表1 調査地点

調査地点	所在地	属性	調査年度
1. 市役所局	中京区上本能寺前町488	一般環境	FY2003~FY2015
2. 北区総合庁舎	北区紫野西御所田町56	一般環境	FY2016~FY2017
3. 左京局	左京区松ヶ崎堂ノ上町7-2	一般環境	FY2018~
4. 自排大宮局	中京区錦大宮町116	沿道	FY1997~
5. 自排山科局	山科区榎辻池尻町14-2	沿道	FY2002~
6. 羽東ポンプ場	伏見区古川町池尻	固定発生源	FY2003~FY2007
7. 生活環境美化センター	南区西九条森本町83	固定発生源	FY2008~FY2015
8. 南部まち美化事務所	南区西九条森本町50	固定発生源	FY2016~

表2 調査対象物質

調査対象物質	サンプリング方法	分析方法	調査地点
1. アクリロニトリル	キャニスター採取法	GC/MS法	市役所、北、左京、羽東局、生活、南部
2. 塩化ビニルモノマー			市役所、北、左京、羽東局、生活、南部
3. クロロホルム			市役所、北、左京、羽東局、生活、南部
4. 1,2-ジクロロエタン			市役所、北、左京、羽東局、生活、南部
5. ジクロロメタン			市役所、北、左京、羽東局、生活、南部
6. テトラクロロエチレン			市役所、北、左京、羽東局、生活、南部
7. トリクロロエチレン			市役所、北、左京、羽東局、生活、南部
8. 1,3-ブタジエン			市役所、北、左京、大宮、山科、羽東局、生活、南部
9. ベンゼン			市役所、北、左京、大宮、山科、羽東局、生活、南部
10. トルエン			市役所、北、左京、大宮、山科、羽東局、生活、南部
11. キシレン			市役所、北、左京、大宮、山科、羽東局、生活、南部
12. 塩化メチル			市役所、北、左京、生活、南部
13. フロン11			市役所、北、左京
14. フロン12			市役所、北、左京
15. フロン113			市役所、北、左京
16. 酢化エチレン	固相捕集-溶媒抽出法	GC/MS法	市役所、北、左京
17. アセトアルデヒド	固相捕集-溶媒抽出法	HPLC法	市役所、北、左京、大宮、山科
18. ホルムアルデヒド	固相捕集-溶媒抽出法	HPLC法	市役所、北、左京、大宮、山科
19. 水銀及びその化合物	金アマルガム捕集法	加熱酸化原子吸光法	市役所、北、左京
20. ニッケル化合物	フィルター捕集	原子吸光度法	市役所、北、左京
21. ヒ素及びその化合物			市役所、北、左京
22. ベリリウム及びその化合物			※Ni, Be, Mn, Crはフ
23. マンガン及びその化合物			レームレス法
24. クロム及びその化合物			※Asは水素化法
25. ベンゾ[a]ピレン	フィルター捕集-溶媒抽出法	HPLC法	市役所、北、左京、大宮

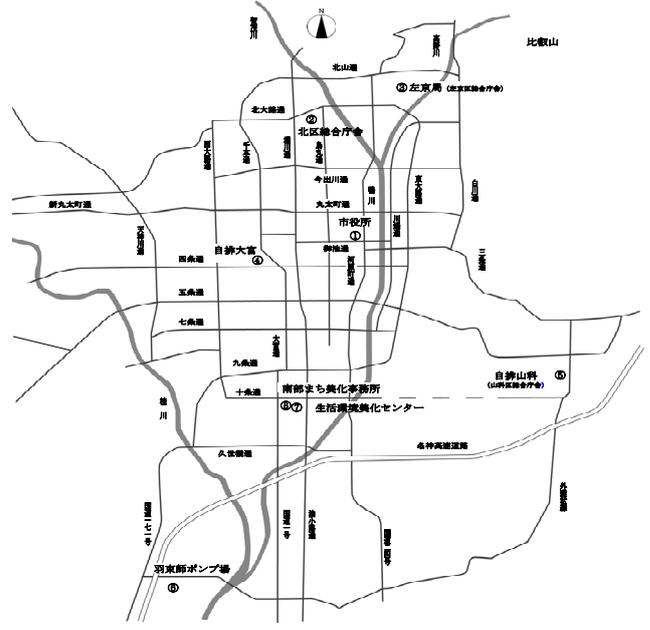


図1 調査地点配置図

表3 有害大気汚染物質のPRTR法届出排出量及び届出外排出量 2019年(令和元年)度

物質名	物質番号	届出排出量 (kg/年)			届出外排出量(推計値) (kg/年)			排出量合計値 (kg/年)	構成比(%)		排出量合計値の2003年(平成15年)度比(%)
		大気	水域 +土壌 +埋立	小計	対象業種 +非対象業種 +家庭	移動体	小計		届出排出量	届出外排出量	
アクリロニトリル	9	11	0	11	226		226	237	4.7	95.3	39.5
塩化ビニル	94				1		1	1	0.0	100.0	
クロロホルム	127	7,348	0	7,348	2,019		2,019	9,367	78.4	21.6	66.0
1,2-ジクロロエタン	157	0	19	19	56		56	75	25.2	74.8	7.7
塩化メチレン	186	304,159	111	304,270	34,420		34,420	338,690	89.8	10.2	61.9
テトラクロロエチレン	262	52,051	161	52,211	4,693		4,693	56,904	91.8	8.2	118.0
トリクロロエチレン	281	108,740	48	108,788	9,585		9,585	118,373	91.9	8.1	103.5
1,3-ブタジエン	351				1,100	14,027	15,127	100,873	0.0	100.0	17.0
ベンゼン	400	2,504	139	2,643	6,995	91,235	98,230	100,873	2.6	97.4	34.1
トルエン	300	527,652	0	527,652	361,269	410,794	772,063	1,299,715	40.6	59.4	49.7
キシレン	80	367,008	500	367,509	270,266	239,570	509,836	877,345	41.9	58.1	63.2
塩化メチル	128										
CFC-11	288				13,689		13,689	13,689	0.0	100.0	57.0
CFC-12	161				7,907		7,907	7,907	0.0	100.0	22.9
CFC-113	284										
エチレンオキシド	56	3	0	3	2,401		2,401	2,404	0.1	99.9	38.7
アセトアルデヒド	12				4,570	24,187	28,758	28,758	0.0	100.0	24.9
ホルムアルデヒド	411	436	310	746	40,095	60,610	100,705	101,451	0.7	99.3	37.7
水銀及びその化合物	237	0	2	2	79		79	81	2.5	97.5	225.6
ニッケル	308	0	0	0	9		9	9	0.0	100.0	7.2
ニッケル化合物	309	225	813	1,038	1,720		1,720	2,758	37.6	62.4	23.5
砒素及びその無機化合物	332	3	721	724	28		28	752	96.3	3.7	116.0
ベリリウム及びその化合物	394				31		31	31	0.0	100.0	
マンガン及びその化合物	412	895	10504	11,399	113		113	11,512	99.0	1.0	83.6
クロム及び三価クロム化合物	87	13	1144	1,157	214		214	1,371	84.4	15.6	57.6
六価クロム化合物	88	0	659	659	1		1	660	99.8	0.2	164.9

2019年(令和元年)度 全国

物質名	物質番号	届出排出量 (kg/年)			届出外排出量(推計値) (kg/年)			排出量合計値 (kg/年)	構成比(%)		排出量合計値の2003年(平成15年)度比(%)
		大気	水域 +土壌 +埋立	小計	対象業種 +非対象業種 +家庭	移動体	小計		届出排出量	届出外排出量	
アクリロニトリル	9	106,219	4352	110,571	23,519		23,519	134,090	82.5	17.5	19.4
塩化ビニル	94	132,145	4011	136,156	1,434		1,434	137,590	99.0	1.0	25.6
クロロホルム	127	248,482	36848	285,330	87,793		87,793	373,123	76.5	23.5	21.1
1,2-ジクロロエタン	157	143,429	2407	145,836	2,340		2,340	148,176	98.4	1.6	22.9
塩化メチレン	186	9,234,241	4328	9,238,569	1,826,253		1,826,253	11,064,822	83.5	16.5	41.4
テトラクロロエチレン	262	597,066	1330	598,396	204,349		204,349	802,745	74.5	25.5	26.7
トリクロロエチレン	281	2,453,450	1410	2,454,860	494,377		494,377	2,949,237	83.2	16.8	44.0
1,3-ブタジエン	351	53,906	1911	55,817	58,667	975,414	1,034,081	1,089,898	5.1	94.9	20.2
ベンゼン	400	598,375	205965	804,340	490,145	5,027,934	5,518,079	6,322,419	12.7	87.3	38.2
トルエン	300	47,034,270	22763	47,057,033	18,035,477	21,020,729	39,056,206	86,113,239	54.6	45.4	45.1
キシレン	80	24,660,293	5037	24,665,330	23,766,325	12,277,017	36,043,342	60,708,672	40.6	59.4	52.9
塩化メチル	128	612,609	5505	618,114				618,114	100.0	0.0	16.9
CFC-11	288	2,829	0	2,829	741,077		741,077	743,906	0.4	99.6	55.3
CFC-12	161	3,995	0	3,995	335,762	102,713	438,475	442,470	0.9	99.1	22.0
CFC-113	284	400	0	400				400	100.0	0.0	1.7
エチレンオキシド	56	125,450	4220	129,670	90,435		90,435	220,105	58.9	41.1	43.0
アセトアルデヒド	12	43,638	17633	61,271	252,131	1,721,715	1,973,846	2,035,117	3.0	97.0	29.3
ホルムアルデヒド	411	211,196	17222	228,418	1,367,599	4,515,045	5,882,644	6,111,062	3.7	96.3	37.4
水銀及びその化合物	237	54	536	590	3,047		3,047	3,637	16.2	83.8	22.6
ニッケル	308	2,537	616	3,153	265		265	3,418	92.2	7.8	31.0
ニッケル化合物	309	1,870	123048	124,918	81,259		81,259	206,177	60.6	39.4	86.2
砒素及びその無機化合物	332	1,234	875327	876,561	1,294		1,294	877,855	99.9	0.1	13.5
ベリリウム及びその化合物	394	0	2	2	850		850	852	0.2	99.8	99.8
マンガン及びその化合物	412	48,414	1170165	1,218,579	4,121		4,121	1,222,700	99.7	0.3	13.9
クロム及び三価クロム化合物	87	4,358	154878	159,236	6,754		6,754	165,990	95.9	4.1	39.1
六価クロム化合物	88	174	10344	10,518	103		103	10,621	99.0	1.0	30.6

(3) PRTR 法排出量データの集計

調査対象のうち第一種指定化学物質に指定されている 24 物質について、「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律」(以下、PRTR 法)に基づく京都府における届出排出量、届出外排出量(推計値)の推移を集計し、調査結果の大気中濃度との比較を行った。

環境省の化管法のホームページ PRTR インフォメーション広場³⁾から、PRTR 排出量データを入力し、集計を行った。

3 結果及び考察

(1) PRTR 排出量と大気中濃度との比較

調査対象の 24 物質の PRTR 法での 2019 年度の京都府及び全国の届出排出量、届出外排出量(推計値)とその合計値(排出量合計値)を表 3 に示す。なお、ベンゾ[a]ピレンは、PRTR 法の対象外であるため集計の対象から除外した。2003 年度から 2019 年度まで調査対象の 24 物質の一般環境測定地点における大気中濃度の年平均値と、PRTR 法に基づく京都府の届出排出量と届出外排出量(推計値)の経年変化、各年の PRTR 排出量合計値と一般環境の大気中濃度との相関を解析した結果を図 2 に示す。相関を解析するにあたり、ニッケル化合物は、「ニッケル」と「ニッケル化合物」の排出量の合計、クロム及びその化合物は、「クロム及び三価クロム化合物」、「六価クロム化合物」の排出量の合計で評価した。

(2) 測定結果の濃度分布、経年変化及び月別変動

図 3 に各調査対象物質についての濃度分布、年平均値の経年変化、月別変動を解析した結果を示す。なお、欠測データは解析の対象から除外した。

濃度分布のグラフでは、調査期間中の各調査地点の月 1 回の調査結果の最小値、25%タイル値、平均値、中央値、75%タイル値、最大値を算出し箱ひげ図に表示している。年平均値の経年変化のグラフでは、調査地点ごとに年平均値を算出し、折れ線グラフに表示している。月別変動のグラフでは調査地点ごとに欠測を除く全データの月別の平均値を算出し、折れ線グラフに表示している。

(3) 環境基準・指針値との比較

年平均値によって評価される環境基準・指針値については、2021 年 12 月現在優先取組物質 23 物質中、環境基準は 4 物質、指針値は 11 物質に設定されており、設定値を図 3 の経年変化グラフ中に示した。

ベンゼンが、自排大宮局で 2003 年度に $4.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、2004 年度に $3.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ となり、環境基準 $3.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過していたが、これ以外では、環境基準及び指針値を超過していなかった。

(4) VOCs の解析結果

VOCs については、2004 年の大気汚染防止法の改正により、固定発生源からの排出規制が導入されている。また、自動車からの排

気ガスについて、2005 年から新長期規制、2009 年からポスト新長期規制が導入され排出ガス規制が強化されている。表 2 に示す PRTR 排出量データでは、届出対象の VOCs は、大気への排出が大半を占めており、全国の排出量データでは、調査対象物質の VOCs の排出量合計値は、2003 年度と比較して 60%以下に減少していた。京都府の排出量データも減少傾向であった。排出規制の影響もあり、京都市内の VOCs の大気中濃度は、全体としては減少傾向の経年変化であった。月別変動の解析では冬期(12 月～2 月)に濃度のピークが観察された物質が多かった。冬期には大気が安定しており、汚染物質が大気中に拡散しにくい気象条件となっているためであると考えられた。

①アクリロニトリル

アクリロニトリルは、主に合成樹脂やアクリル繊維の原料として使用されている⁴⁾。PRTR の全国データでは、化学工業の事業所からの大気中への排出が多かった。京都府の排出量は、家庭からのたばこの煙からの届出外排出量の割合が大きいと推計されており、減少傾向の経年変化であった。市内の大気中濃度も減少傾向の経年変化で推移しており、直近 3 年間の一般環境中の年平均は、 $0.007 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後の値であり、全国平均 $0.064 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2019 年)より低かった。PRTR 排出量合計値と一般環境中濃度との相関は ($R=0.85$) であり高かった。固定発生源からの排出規制が導入された 2004 年からの 4 年間に大気中濃度が大きく減少しており、京都府外の事業所からの排出量の減少が影響していると考えられた。月別変動の解析では、冬期(12 月～1 月)に濃度のピークが観察された。

②塩化ビニルモノマー(クロロエチレン)

塩化ビニルモノマーは、ポリ塩化ビニルなどの合成樹脂の原料として使用されている⁴⁾。PRTR 排出量の全国データでは、化学工業の事業所からの届出排出量の割合が多く、ほとんどが大気中に排出されていた。京都府の PRTR 届出排出量は 0 であった。市内の大気中濃度は、2006 年度に一過性に上昇していたが、その後は横ばい傾向の経年変化であり、直近 3 年間の一般環境の年平均は $0.015 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後の値で、全国平均 $0.041 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2019 年度)より低かった。経年変化のグラフでは、調査地点間の濃度差は少なく、市内全域で濃度はほぼ均一であり、調査結果の濃度は、市内のバックグラウンド濃度と評価できると考えられた。月別変動の解析では、冬期(12 月～1 月)に濃度のピークが観察された。

③クロロホルム

クロロホルムは、代替フロンやフッ素樹脂の原料として使用されている⁴⁾。浄水場での塩素処理から発生するトリハロメタン類の一つである。PRTR データでは、化学工業、製紙業の事業所からの届出排出量が多く、大気中への排出が多かった。京都府内のデータでは、高等教育機関からの届出排出量が多かった。京都府内の排出量の経年変化は横ばいからゆるやかな減少傾向であった。

市内の大気中濃度も横ばい傾向の経年変化であったが、直近3年間の左京局の濃度が、 $0.45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後となっており、他の調査地点よりも有意に高く、全国平均 $0.22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2019年)より高い値であった。左京局から約400mの地点に松ヶ崎浄水場があるため、塩素消毒処理による非意図的なトリハロメタンの発生の影響を受けていることが推察された。月別変動の解析では、左京局のデータで10月に濃度のピークが観察された。

④1,2ジクロロエタン

1,2-ジクロロエタンは、主にクロロエチレンの原料に使われる物質である⁴⁾。PRTRデータでは、化学工業の事業所からの届出排出量が多く、ほとんどが大気中に排出されていた。京都府のデータでは、化学工業の事業所からの排出が多かったが、排出量は、2003年度からの4年間に大きく減少しており、その後は横ばい傾向であった。京都府の2019年度の排出量合計値は75kg/年であり、他のVOCsより少なかった。市内の大気中濃度は、横ばいからやや増加傾向の経年変化で推移しており、直近3年間の一般環境の年平均は $0.16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後であり、全国平均 $0.15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2019年)に近い値であった。経年変化のグラフでは、調査地点間の濃度差は少なく、市内全域で濃度は均一であり、調査結果の濃度は、市内のバックグラウンド濃度と評価できると考えられた。1,2ジクロロエタン濃度が近年増加傾向であることは京都府⁵⁾をはじめ、複数の自治体から報告されており、京都市の結果も同様の傾向が確認された。1,2ジクロロエタンについては、地域汚染よりも大陸由来を含めた広域輸送による越境汚染の寄与が大きいことが考えられた。

⑤ジクロロメタン (塩化メチレン)

ジクロロメタンは、金属洗浄用溶剤、工業用溶剤、塗料用溶剤に使用されている⁴⁾。PRTRデータでは、金属、木材、プラスチックの製造業、化学工業の事業所からの届出排出量が多く、ほとんどが大気中に排出されていた。京都府のデータでは、金属製品製造業からの届出排出量が多く、減少傾向の経年変化であった。大気中濃度は2011年度に一過性に上昇していたが、近年はゆるやかな減少傾向の経年変化であり、直近3年間の一般環境の年平均は $1.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後の値であり全国平均 $1.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2019年)に近い値であった。羽東師ポンプ場、生活美化センターの大気中濃度が、一般環境中濃度と比較して有意に高くなっており、固定発生源の影響が考えられた。PRTR排出量合計値と一般中濃度との相関は ($R=0.44$)であったが2011年度のデータを除いて解析すると ($R=0.66$)となり、固定発生源の寄与が大きいことが推察された。月別変動の解析では、羽東師ポンプ場のデータで、2月に濃度のピークが観察された。

⑥テトラクロロエチレン

テトラクロロエチレンは、代替フロン合成原料、ドライクリーニングの溶剤、塗料の溶剤として使用されている⁴⁾。PRTRデー

タでは、金属製品製造業、洗濯業、鉄鋼業の事業所からの届出排出量の割合が大きく、ほとんどが大気中へ排出されていた。京都府のデータでは、化学工業からの届出排出量が多かった。全国の排出量は減少傾向であったが、京都府の排出量は横ばい傾向の経年変化であった。市内の一般環境中濃度は減少傾向の経年変化であり、直近3年間の一般環境の年平均は $0.18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後の値であり、全国平均 $0.10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2019年)より高い値であった。生活環境美化センター、南部まち美化事務所および羽東師ポンプ場の大気中濃度は、他の調査地点より有意に高濃度で推移しており、調査地点近傍の固定発生源の影響を受けていることが考えられた。月別変動の解析では、冬季(12月)に濃度のピークが観察された。

⑦トリクロロエチレン

トリクロロエチレンは、機械部品や電子部品の加工段階の油の除去、染料、代替フロン原料として使用されている⁴⁾。PRTRデータは、金属製品製造業の事業所からの届出排出量の割合が大きく、ほとんどが大気中に排出されていた。京都府のデータでは、金属製品製造業からの届出排出量が多かった。

全国の排出量は、減少傾向の経年変化であったが、京都府の排出量は横ばい傾向で推移していた。市内の大気中濃度は、減少傾向の経年変化であり、直近3年間の一般環境の年平均値は、 $0.17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後の値であり、全国平均 $1.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ よりも低い値であった。

生活環境美化センター、南部まち美化事務所の大気中濃度は、他の調査地点より有意に高濃度で推移しており、調査地点近傍の固定発生源の影響を受けていることが考えられた。月別変動の解析では、冬期(12月~2月)に濃度のピークが観察された。

⑧1,3-ブタジエン

1,3-ブタジエンは、合成ゴムの原料、合成樹脂の原料として使用されている⁴⁾。PRTRデータでは、移動体からの届出外排出量の割合が大きく、ほとんどが自動車の排気ガスとして大気中に排出されていた。自動車排ガス規制の強化施策の影響で、全国データでは、2019年度の排出量合計値は2003年度比で約20%に減少しており、京都府のデータも同様の傾向であった。市内の大気中濃度も減少傾向の経年変化であり、一般環境の直近3年間の年平均は $0.045 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後であり、全国平均 $0.081 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2019年)よりも低い値であった。PRTR排出量合計値と一般環境中濃度との相関は ($R=0.91$)であり、強い相関があった。沿道の測定地点である自排大宮と自排山科の濃度が一般環境中濃度よりも有意に高く、自動車排ガス等の移動発生源の影響が大きいことが考えられた。月別変動の解析では、冬期(12月~2月)に濃度のピークが観察された。

⑨ベンゼン

ベンゼンは、基礎化学原料として、様々な化学物質の合成原料として使用されている⁴⁾。ベンゼンはガソリンに含まれているが、

2000年1月より許容含有量が5容量%から1容量%以下に規制強化されており、ガソリンの低ベンゼン化が進められている。

PRTR データでは、移動体からの届出外排出量の割合が大きく、ほとんどが自動車の排気ガスとして大気中に排出されていた。自動車排ガス規制の強化施策の影響で、全国データでは、2019年度の排出量合計値は2003年度比で40%以下に減少しており、京都府のデータも同様の傾向であった。市内の大気中濃度も減少傾向の経年変化であり、直近3年間の一般環境の年平均は $0.66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後の値であり、全国平均 $0.86 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2019年)よりも低い値であった。PRTR 排出量合計値と一般環境中濃度との相関は ($R=0.90$) であり、強い相関があった。沿道の測定地点である、自排大宮と自排山科の濃度が一般環境中濃度よりも有意に高く、自動車排ガス等の移動発生源の影響が大きいことが推察された。月別変動の解析では、冬期(12月~2月)に濃度のピークが観察された。全体的に、1,3-ブタジエンと極めて類似した調査結果となった。

⑩トルエン

トルエンは、様々な化学物質の合成原料として使用されているほか、油性塗料や接着剤などの溶剤として使用されている⁴⁾。ガソリンにも%オーダーで含まれており、自動車の排気ガスからも排出されている。2019年度のPRTR データでは、全国、京都府共に最も排出量の多い物質であった。京都市内では、出版印刷業、化学工業、プラスチック製造業、繊維工業の業種の事業所からの排出が多かった。

全国平均データでは、届出排出量と届出外排出量の割合は、5.5:4.5であり、大気中濃度は、固定発生源と移動発生源両方の影響を受けていると考えられた。全国データの2019年度の排出量合計値は、2003年度比で50%以下に減少しており、京都府のデータも同様の傾向であった。VOC 排出抑制施策の影響で固定発生源からの排出、排ガス規制施策の影響で移動発生源からの排出がともに減少していた。

市内の大気中濃度も減少傾向の経年変化であり、直近3年間の一般環境の年平均は $6.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後の値であり、全国平均 $7.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2019年)よりも低い値であった。PRTR 排出量合計値と一般環境中濃度との相関は ($R=0.82$) であり、強い相関があった。自排大宮と自排山科の濃度が一般環境中の濃度よりも有意に高く、沿道の調査地点では移動体の排出の寄与が大きいことが考えられた。月別変動の解析では、冬期(12月、2月)に濃度のピークが観察された。

⑪キシレン

キシレンは、他の化学物質の合成原料として使用される他、油性塗料や接着剤などの溶剤としても使用されている。ガソリンや灯油にも%オーダーで含まれている⁴⁾。PRTR データでは、トルエンに次いで排出量の多い物質であった。京都市内では、化学工業、金属製品製造業、プラスチック製品製造業などの業種の事業所か

らの排出が多かった。全国データでは、届出排出量と届出外排出量の割合は4:6程度であった。2019年度のPRTR 排出量合計値は、2003年度比で、全国で53%、京都府で63%であり、減少傾向の経年変化であった。市内の大気中濃度も減少傾向の経年変化であり、直近3年間の一般環境の年平均は $1.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後の値であった。PRTR 排出量合計値と一般環境中濃度との相関は ($R=0.91$) であり、強い相関があった。

沿道の測定地点である自排大宮と自排山科の濃度が一般環境中濃度よりも有意に高く、沿道の調査地点では移動体からの排出の寄与が大きいことが推察された。2010年度の自排大宮の濃度が極端に高くなっていたが、同時期に実施されていた阪急電鉄大宮駅周辺の施設整備工事の影響であると考えられた。月別変動の解析では、冬期(12月、2月)にピークが観察された。全体的に、トルエンと類似した調査結果となった。

⑫塩化メチル

塩化メチルは、主にシリコーン樹脂の原料に使用される物質であるが、もともと自然界で生成される物質であり、熱帯雨林から大気中への放出が主要な発生源であると考えられている⁴⁾。京都府内のPRTR 届出排出量は0である。京都市内の一般環境中濃度の年平均値は、 $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後で推移しており、全国平均に近い値で横ばい傾向の経年変化であった。近隣の京都府、大阪府、滋賀県、奈良県のデータも同様の傾向であった⁶⁾。調査地点別では、生活環境美化センターの測定値が有意に高くなっており、局所的な発生源の影響を受けている可能性も考えられた。他の調査地点については濃度差や月別変動はほとんどなかった。

⑬フロン11、フロン12、フロン113

フロン類は、空調機、冷蔵庫の冷媒、断熱材の発泡剤、工業原料として使用されている⁴⁾。フロン類の一種であるCFCは、オゾン層を破壊する物質として、国内では1996年以降は原則として製造が禁止されている。PRTR データでは、届出外排出量の割合が大きく、空調機の修理の際の漏出、化学工業、精密機械製造業の事業所から排出されていた。2019年度の京都府の届出排出量は0であった。

市内の一般環境中濃度は、フロン11が $1.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、フロン12が $3.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、フロン113が $0.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後の濃度で推移しており、経年変化、月別変動、地点間の濃度差は少なかった。市内全域で濃度はほぼ均一であると考えられ、調査結果の濃度は、市内のバックグラウンド濃度と評価できると考えられた。

⑭酸化エチレン

酸化エチレンは、エチレングリコール、エタノールアミンの化学物質の原料、医療器具の滅菌消毒に使用されている⁴⁾。大気中の酸化エチレンについては、光化学反応による二次生成も濃度に寄与していると報告されている⁷⁾。PRTR データでは、精密機械製造業、化学工業の事業所からの大気中への排出が多かった。京都

府のデータでは、化学工業の事業所からの届出外排出量が多かった。2019年度のPRTR排出量合計値は、2003年度比で、全国で43%、京都府で39%であり、減少傾向の経年変化であった。市内の大気濃度は減少傾向の経年変化であり、直近3年間の一般環境の年平均は $0.063 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後の値であり、全国平均 $0.078 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2019年)よりも低い値であった。PRTR排出量合計値と一般環境中濃度との相関は($R=0.61$)であり、有意水準1%の相関があった。事業所からの排出量の減少により大気中濃度が減少していると推察された。月別変動の解析では、北区総合庁舎、左京局のデータで、夏期に濃度が上昇している傾向が見られた。

(5) アルデヒド類の解析結果

①アセトアルデヒド

アセトアルデヒドは、酢酸エチルの合成原料として使用されている⁴⁾。工業的には、エチレンからワッカー法により合成されている。大気中のアルデヒド類については、光化学反応による二次生成も濃度に寄与しているとされている。

PRTRデータは、自動車などの移動体からの大気中への排出が多く、届出外排出量の割合が大きかった。2019年度の排出量合計値は、2003年度比で全国データでは29%、京都府では25%に減少しており、減少傾向の経年変化であった。市内の大気中濃度も減少傾向の経年変化であり、直近3年間の一般環境の年平均は $2.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後の値であり、全国平均 $2.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2019)に近い値であった。排ガス規制の影響で直接的な排出量と、光化学反応によるアルデヒド類生成の元となる大気中炭化水素類濃度が共に減少していることが影響していると考えられた。PRTR排出量合計値と一般環境中濃度との相関は($R=0.79$)であり、強い相関があった。自排大宮の濃度が一般環境の濃度よりも有意に高く、移動発生源の影響が大きいと考えられた。月別変動の解析では、夏期(8月)にピークが観察された。夏期には、強い日射や高温により、光化学反応が活性化しており、大気中濃度が高くなっていると考えられた。

②ホルムアルデヒド

ホルムアルデヒドは、合成樹脂の原料として使用されており、その他繊維処理剤、その他消毒剤、一般防腐剤として使用されている⁴⁾。ホルムアルデヒドは工業的には、メタノールを金属触媒化空気酸化することによって合成されている。大気中のホルムアルデヒドについては、光化学反応による二次生成も寄与している。

PRTRデータでは、自動車などの移動体からの大気中への排出の割合が大きいが、化学工業、プラスチック製造業の事業所、下水処理施設からも排出されていた。2019年度の排出量合計値は2003年度比で全国データでは37%、京都府では38%に減少しており、減少傾向の経年変化であった。市内の大気中濃度は横ばい傾向の経年変化であり、直近3年間の一般環境の年平均は $4.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後

の値であり、全国平均 $2.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2019)より高い値であった。自排大宮の濃度が他の調査地点よりも高くなっている点、月別変動で夏期(8月)に濃度のピークが観察される点は、アセトアルデヒドと同様であった。夏期には、光化学反応が強い日射や高温により活性化していることにより、大気中濃度が高くなっていると考えられた。

(6) 重金属類の解析結果

①水銀化合物

水銀は、各種電極、金・銀などの抽出液、血圧計などの計器類、水銀灯や蛍光灯などに使用されている。塩化水銀は、殺菌剤、合成樹脂製造の際の触媒に使用されている⁴⁾。

大気中の水銀は、石炭燃焼時に石炭に含まれる微量の水銀成分が大気中に放出されている影響が大きいとされている⁹⁾。PRTRデータでは、石炭火力発電所、非鉄金属製造業、下水道業、廃棄物処理施設などの事業所から排出されていた。排出先は、大気中への排出のほか、事業所内での埋立、公共用水域への排出がされていた。京都府のデータでは、一般廃棄物処理施設からの届出外排出量が多かったが、2019年度の排出量合計値は81kg/年であり、他の金属より少なかった。

市内の一般環境中濃度は、ゆるやかな低下傾向で推移していた。直近3年の年平均値は $1.7 \text{ng}/\text{m}^3$ 前後であり、全国平均 $1.8 \text{ng}/\text{m}^3$ (2019年)に近い値であった。月別変動は少なかった。

②ニッケル及びその化合物

ニッケル化合物は、メッキ、磁性材料、ステンレス鋼、ニッケル鋼などの各種合金、触媒などに使用されている⁴⁾。PRTRデータでは、非鉄金属製造業や鉄鋼業などの事業所から届出排出量として、下水処理施設から届出外排出量として排出されていた。排出先は、事業所内の埋立、公共用水域への排出の割合が多かったが一部、大気中にも排出されていた。京都府のデータでは、下水処理施設、金属製品製造業などの事業所からの排出が多かった。2019年度の排出量合計値は2003年度比で全国データでは86%、京都府では24%であり、減少傾向の経年変化であった。市内の一般環境中大気濃度は、減少傾向の経年変化で推移していた。直近3年の年平均値は $1.9 \text{ng}/\text{m}^3$ 前後であり、全国平均の値 $3.2 \text{ng}/\text{m}^3$ (2019年)より低い値であった。

大気中のNiは、石油燃焼が主な発生源¹⁰⁾とされるが土壌の影響も受けている¹¹⁾。京都市の調査研究では、市内の一般環境大気中のNi濃度は、Al, Ca, V, Cr, Ce濃度と相関が高くなっていた⁹⁾。Alは土壌の指標、Vは石油燃焼の指標とされており、京都市の一般環境中Niは、土壌、石油燃焼等の人為活動、両方の影響を受けていることが推察された。PRTR排出量合計値と一般環境中濃度との相関は($R=0.81$)であり、強い相関があったため、固定排出源からの排出も大気中濃度に寄与していると考えられた。月別変動

の解析では、春期(3月～5月)に濃度が高くなる傾向であった。

③ヒ素及びその化合物

ヒ素は、銅合金への添加剤、半導体の原料、木材の防腐剤として使用されている⁴⁾。PRTR データでは、非鉄金属製造業の事業所からの届出排出量が多かった。排出先は、事業所内での埋立処分が多かった。京都府内のデータでは、下水道業の事業所からの公共用水域への届出排出量が多かった。2019年度の排出合計値は、2003年度比で全国データでは14%、京都府では116%であり、全国データは減少傾向の経年変化であった。都市部での大気中のヒ素は、石炭燃焼、廃棄物燃焼、鉄鋼業、石炭燃焼などの人為活動起源の寄与が大きいとされている¹⁰⁾。

市内の一般環境中濃度は、2010年度～2012年度にかけて高濃度となっており、2010年度の濃度(年平均値:2.1 ng/m³)がピークとなっていた。その後は低下傾向で、2013年以降は1.0 ng/m³を下回る値で推移していたが、2020年度は、やや高め(1.5 ng/m³)であった。2020年10月及び12月に、近畿圏の広い範囲で高濃度となった事象が報告されており¹²⁾、市内の大気中濃度は、京都府外の発生源による広域汚染の影響を受けていることが考えられた。

月別変動の解析では、市役所と北区総合庁舎のデータは、春期(4月～5月)に濃度が高めとなる傾向であった。京都市の調査研究⁹⁾では、京都市内の大気は冬期～春期にAs/V比が上昇しており、後方流跡線解析結果から大陸からの長距離輸送の影響を受けていると考えられた。

④ベリリウム及びその化合物

ベリリウムは、合金の原料や音響用スピーカーの振動板などに使用されている⁴⁾。

PRTR データでは、2008年以降は、日本国内に大気に届出排出量として排出している事業所はなく、ほとんどが石炭火力の燃焼に伴う届出外排出量として排出されていた。2019年度の京都府の届出外排出量の推計値は31kg/年で、他の金属よりも少なかった。大気中のベリリウム濃度は、土壌成分の寄与が大きいとされている。京都市の調査研究⁹⁾では、一般環境中のベリリウム濃度はTSP, K, Ti, Mn, Fe, K, Rb濃度と相関が高く、土壌由来の寄与が大きいと考えられた。市内の一般環境中濃度は低下傾向で推移していた。直近3年間の年平均値は0.006 ng/m³前後であり、全国平均0.016 ng/m³(2019年)より低い値であった。

月別変動の解析では、春期(4月)に濃度のピークが観察された。春期に大陸由来の黄砂の長距離輸送の影響でベリリウム濃度が高くなることは、山口県からも報告されており¹³⁾、京都市においても同様の現象が起こっていると考えられた。

⑤マンガン及びその化合物

マンガンは、合金の原料や鉄鋼製品を製造する際の添加剤として使用されている⁴⁾。PRTR データでは、非鉄金属製造業、鉄鋼業

などの事業所からの届出排出量が多かった。排出先は事業所内の埋立の割合が大きいが、公共用水域や大気中にも一部排出されていた。京都府のデータは、下水道業からの公共用水域への排出が多かったが、金属製品製造業からは大気中にも排出されていた。2019年度のPRTR 排出量合計値は、2003年度比で、全国で14%、京都府で83%であり、減少傾向の経年変化であった。市内の一般環境中大気濃度は減少傾向の経年変化で推移しており、直近3年間の年平均値は10 ng/m³前後であり、全国平均22 ng/m³(2019年)よりも低い値であった。

大気中のマンガンは、土壌や鉄鋼業が主な発生源であるとされている¹⁰⁾。京都市の調査研究⁹⁾では、市内の一般環境中のMn濃度はTSP, Be, K, Ti, Fe, Co, Rb濃度との相関が高く、土壌由来の寄与が大きいことが考えられたが、PRTR 排出量合計値と一般環境中濃度との相関が(R=0.90)であり強い相関があったため、固定発生源からの排出も大気中濃度に寄与していると考えられた。月別変動の解析では、春期(4月)に濃度が高くなっており、ベリリウムと似た傾向を示した。春期の黄砂日にMn濃度が上昇することは、熊本県からも報告されており¹⁴⁾、京都市においても黄砂等などの長距離輸送による汚染の影響で春期にMn濃度が高くなっていると推察された。

⑥クロム及びその化合物

クロムは、合金の成分として特殊鋼や非鉄金属などに使用されている⁴⁾。三価クロム化合物は、研磨材、顔料、メッキに使用されている⁴⁾。PRTR データでは、非鉄金属製造業、鉄鋼業の事業所からの届出排出量が多かった。事業所内の埋め立て、土壌、河川や海への排出の割合が大きいが、一部は大気中へ排出されていた。京都府内のデータでは、下水道業の事業者からの公共用水域への排出が多かった。

2019年度の三価クロム化合物のPRTR 排出量合計値は、2003年度比で、全国で39%、京都府で58%であり、減少傾向の経年変化であった。

六価クロム化合物は、顔料、染料や塗料のほかメッキや金属表面処理、酸化剤などに使用されている⁴⁾。PRTR データでは、下水道の事業者からの排出が多かったが、塗料の使用に伴い工事現場からも排出されている。大気中のクロム及びその化合物は、鉄鋼業及び廃棄物燃焼が主な発生源とされるが、土壌の影響も受けている¹⁰⁾。京都市の調査研究⁹⁾では、大気中クロム及びその化合物の濃度は、Al, Ca, Ni濃度と高い相関を示した。市内の一般環境中大気濃度は、減少傾向の経年変化で推移していた。直近3年間の年平均値は、1.9 ng/m³前後の値で推移しており、全国平均4.5 ng/m³(2019年)より低い値であった。

京都府の三価クロム化合物と六価クロム化合物のPRTR 排出量合計値と市内のクロム及びその化合物の一般環境中濃度との相関は(R=0.85)であり、強い相関があったため、固定発生源からの

排出も大気中濃度に寄与していると考えられた。

月別変動の解析では、春期(4月)に濃度が高くなっており、マンガンと類似した傾向であった。春期には大陸からの長距離輸送の影響を受けていると考えられた。

(7) ベンゾ[a]ピレンの解析結果

ベンゾ[a]ピレンは、PRTR法の対象物質ではないが、発がん性のある多環芳香族炭化水素であり、コールタール中に存在する他、自動車の排気ガス、たばこの煙にも含まれており、有害大気汚染物質の優先取組物質に指定されている。大気中のベンゾ[a]ピレンは、都市やその近郊ではディーゼル車の排ガスをはじめとする移動発生源の寄与が大きいとされている⁸⁾が、石炭及び石油燃焼プラント、鉄鋼業などの固定発生源からも排出されている。市内の一般環境中大気中濃度は減少傾向の経年変化で推移しており、直近3年間の年平均値は0.07 ng/m³前後の値であり、全国平均0.16 ng/m³ (2019年)よりも低い値であった。排ガス規制の影響で移動発生源からの排出量が減少した影響であると考えられた。沿道の調査地点である自排大宮の直近3年間の年平均値が0.12 ng/m³であり一般環境中濃度より高くなっていた。ベンゾ[a]ピレンの地点間の濃度差や、経年変化はベンゼンと類似しており、移動発生源の寄与が大きいことが推察された。排ガス規制の影響で移動発生源からの排出量が減少したことにより大気中濃度が減少したと考えられた。月別変動の解析では、冬期(12月)に濃度のピークが観察され、ベンゼンと類似した傾向であった。

(8) 調査対象項目間の相関及びクラスター解析

各調査地点の毎月の測定データについて、調査対象項目間の相関を解析した。一般に発生源の類似した物質は、正の相関を示すと考えられる。また、相関の解析で得られた相関係数 r をもとに、調査対象物質をクラスター分析で分類することを試みた。非類似度の尺度として、各変数間の距離 d を相関係数 r に基づいて $d=1-r$ により計算した¹⁵⁾。クラスター結合法はウォード法を用いた。

表4に一般環境調査地点の調査項目間の相関係数、図4にクラスター分析のデンドログラムを示す。一般環境調査地点では、ベンゼンと1,3-ブタジエン、トルエンとキシレン、トリクロロエチレンとテトラクロロエチレン、アセトアルデヒドとホルムアルデヒド、フロン11とフロン12、重金属のCr, Mn, Ni, Be間に強い相関があった。クラスター分析では、ベンゼン、1,3-ブタジエン、トルエン、キシレン、テトラクロロエチレンが含まれるグループと、アルデヒド、フロン類、重金属が含まれるグループに大きく分けて2つのクラスターに分類された。

表5に沿道調査地点の調査項目間の相関係数、図5クラスター分析のデンドログラムを示す。沿道調査地点では、ベンゼン、1,3-ブタジエン、トルエン間、アセトアルデヒドとホルムアルデヒド間に強い相関があった。クラスター分析では、VOCsとアルデヒド

類の2つのクラスターに分類された。

表6に固定発生源周辺調査地点の調査項目間の相関係数、図6にクラスター分析のデンドログラムを示す。固定発生源周辺調査地点では、ベンゼン、1,3-ブタジエン、トルエン、キシレン間に強い相関があり、クラスター分析でも近縁に分類された。

4 まとめ

京都市で実施している2003年度から2020年度の有害大気汚染物質モニタリング調査結果とPRTR排出量データについて経年変化を解析した。VOCsについては、固定発生源からの排出規制、自動車の排ガス規制強化の影響で、PRTR排出量、大気中濃度ともに減少傾向である物質が多かった。月別変動は、冬期の濃度が上昇している物質が多かった。アルデヒド類については、PRTR排出量は減少傾向であり、アセトアルデヒドの大気中濃度は減少傾向であった。アルデヒド類の月別変動は、夏期の濃度が上昇しており、光化学反応の寄与が推察された。重金属類については、Cr, Mn, NiのPRTR排出量は減少傾向であり、Cr, Mn, Ni, Beの大気中濃度は、減少傾向の経年変化であった。月別変動では、春期に濃度が上昇していた。Hgの濃度は、ゆるやかに減少傾向、Asは横ばい傾向の経年変化であった。PRTR排出量との大気中濃度の相関が高かった物質の大気中濃度は、減少傾向の経年変化であった。相関が低かった物質については、長距離輸送による越境汚染など、PRTR排出量以外の要因が濃度に寄与していることが推察された。

5 参考文献

- 1) 京都市衛生公害研究所年報 No70, 101-109(2004)
- 2) 環境省水・大気環境局 大気環境課：有害大気汚染物質測定方法マニュアル、平成31年3月
- 3) 環境省：化管法 PRTR インフォメーション広場 <http://www.env.go.jp/chemi/prtr/risk0.html>
- 4) 環境省：化学物質ファクトシート 2012年度版
- 5) 第33回全国環境研協議会東海・近畿・北陸支部研究会講演要旨集, 5-6 (2019)
- 6) 京都府保健環境研究所第61号, 61-67(2016)
- 7) 名古屋市環境科学研究所年報第39号, 25-30,
- 8) 名古屋市環境科学調査センター年報第7号, 23-31(2018)
- 9) 京都市衛生環境研究所年報 No. 86, 100-106(2021)
- 10) 大気汚染学会誌, 15, 198-206(1980)
- 11) 宮崎県衛生環境研究所年報 21, 91-94 (2009)
- 12) 第48回環境保全・公害防止研究発表会講演要旨集, 78-79(2021)
- 13) 山口県環境保健センター所報第56号 65-69(2014)
- 14) 熊本県保健環境科学研究所報第39号 43-50(2009)
- 15) 福井県環境科学センター年報第30巻 54-60(2000)

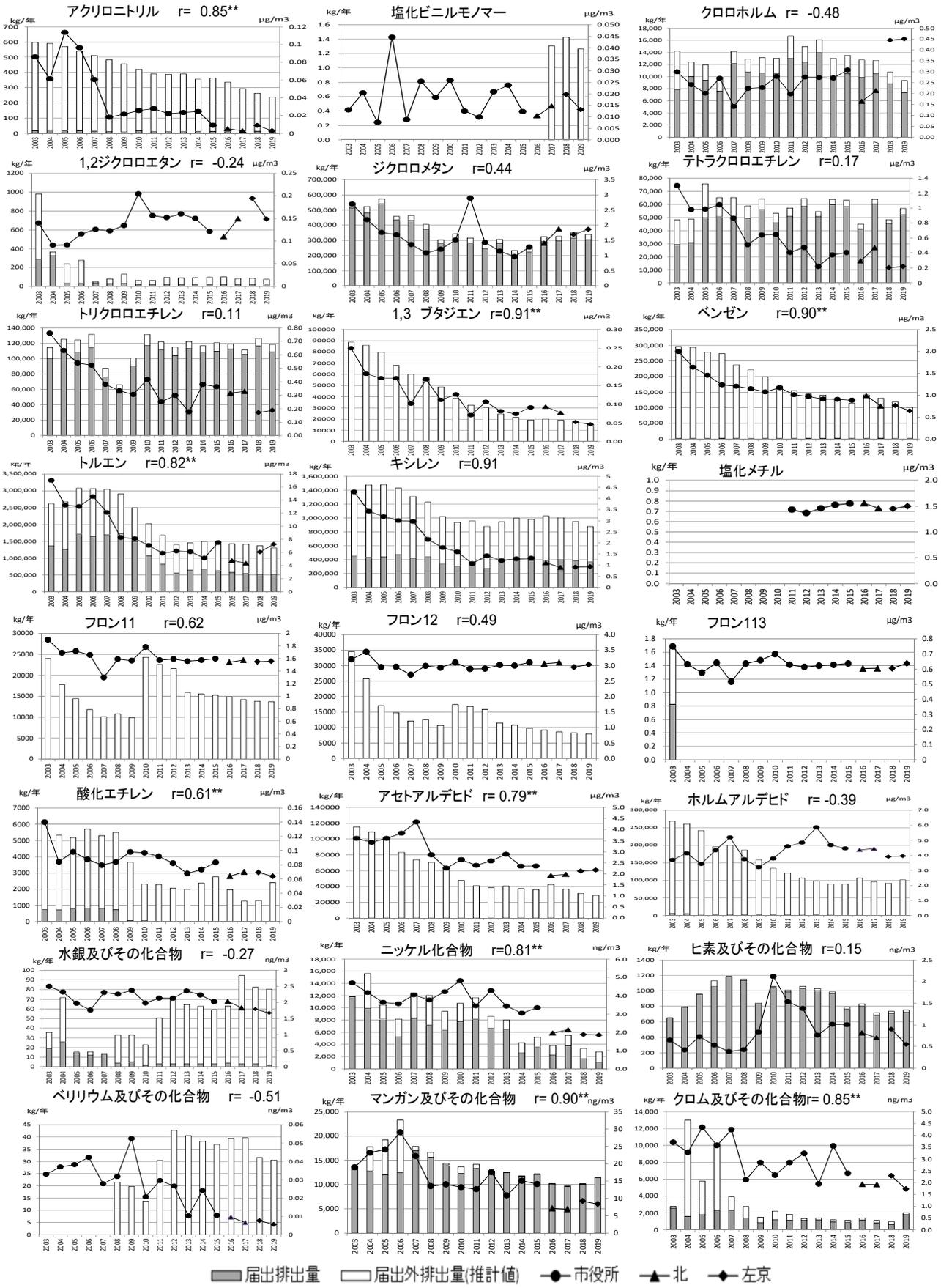
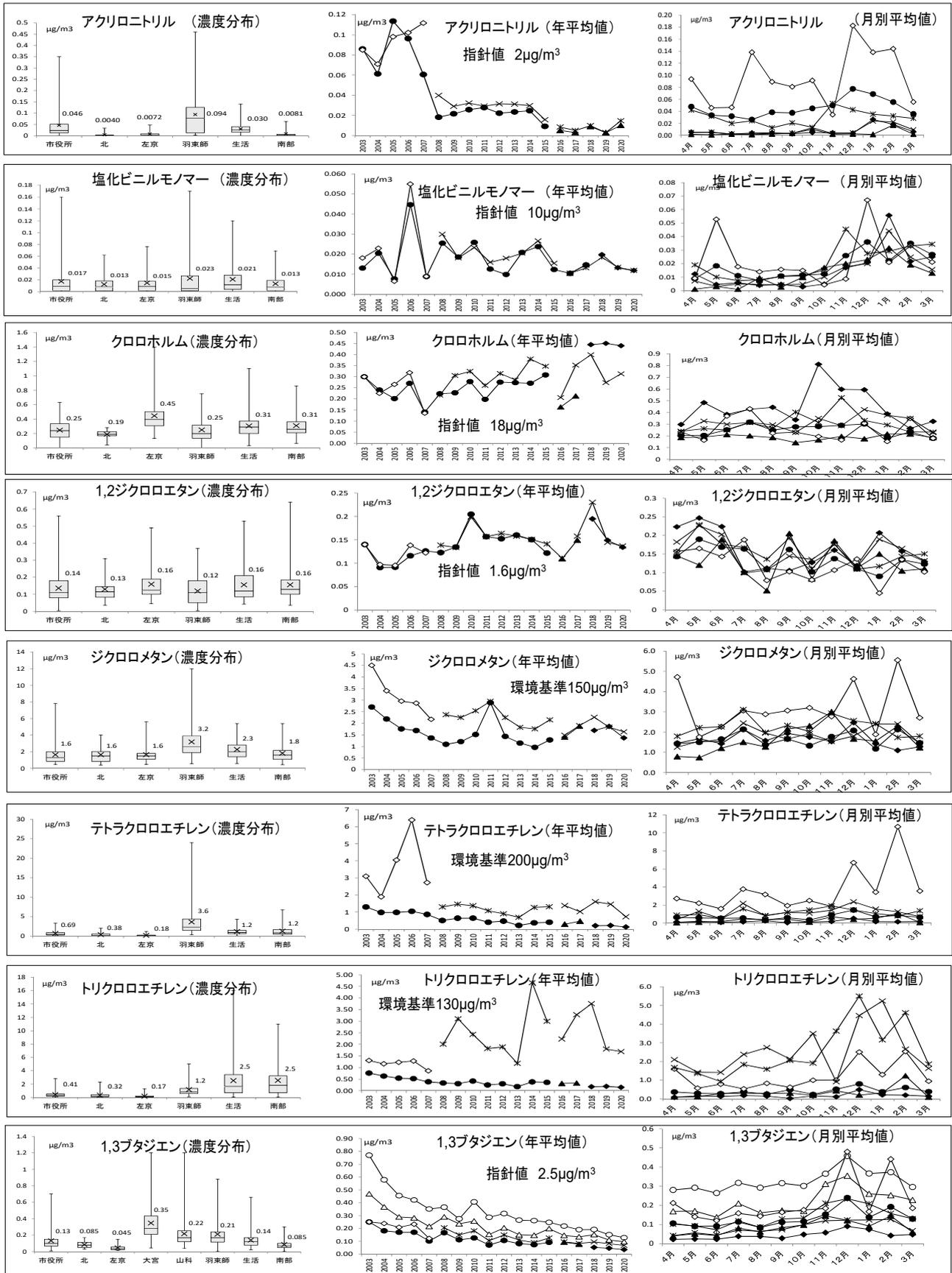
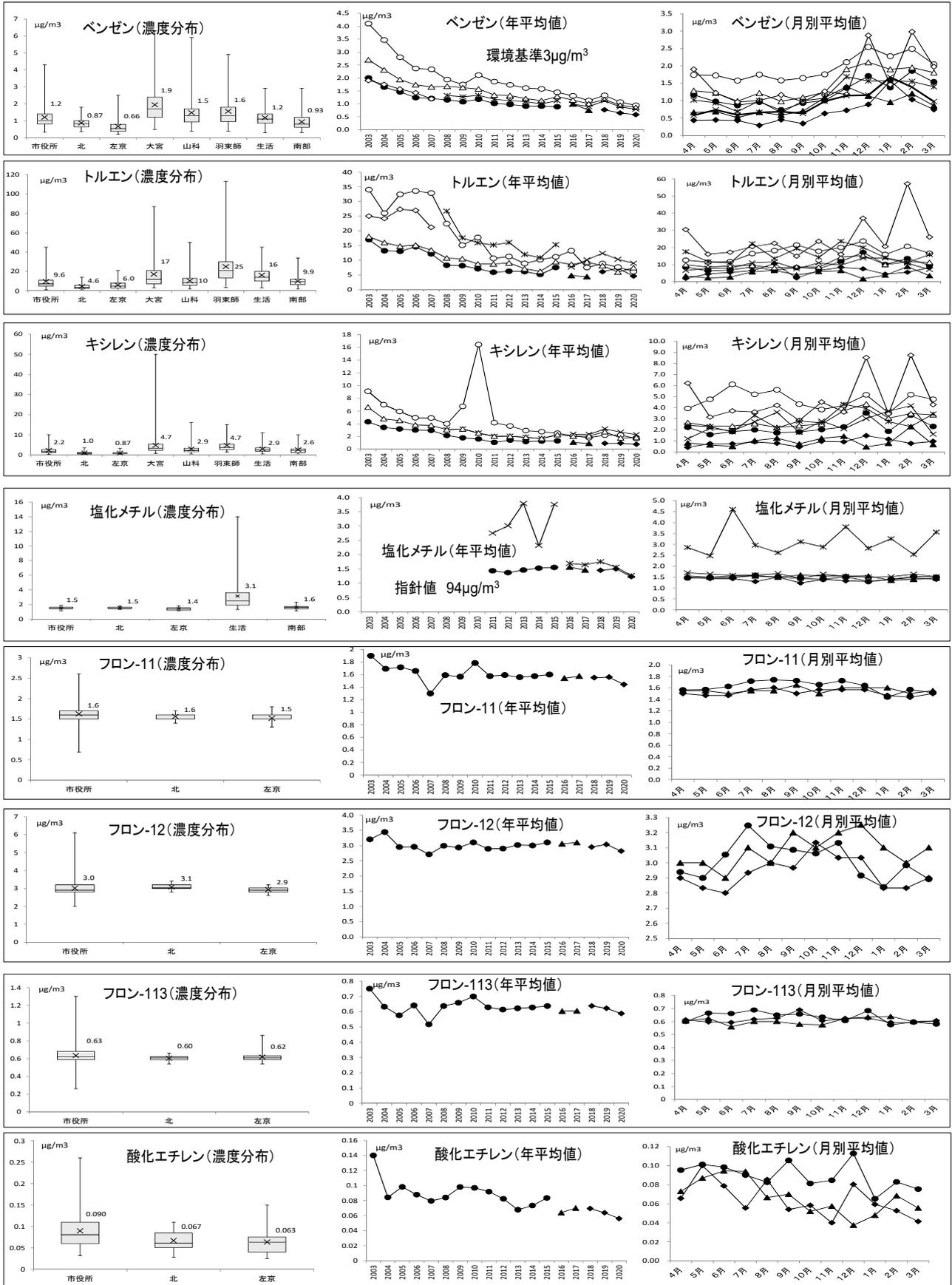


図2 調査物質の一般環境中大気中濃度の年平均値と京都府のPRTR届出排出量、届出外排出量(推計値)の経年変化
注) 図中のr は一般環境中の年平均値と京都府のPRTR届出排出量と届出外排出量の合計値との相関係数 **は有意水準1%の相関を示す。



Min. 25% Mean Median 75% Max. ●市役所 ▲北 ●左京 ○大宮 △山科 ◇羽東師 *生活 ×南部

図3 京都市内の調査地点における有害大気汚染物質の濃度分布および平均値、年平均値の経年変化、月別平均値の変動



Min. 25% Mean Median 75% Max. ●市役所 ▲北 ◆左京 ○大宮 △山科 ◇羽東師 *生活 ×南部
 図3つづき 京都市内の調査地点における有害大気汚染物質の濃度分布および平均値、年平均値の経年変化、月別平均値の変動

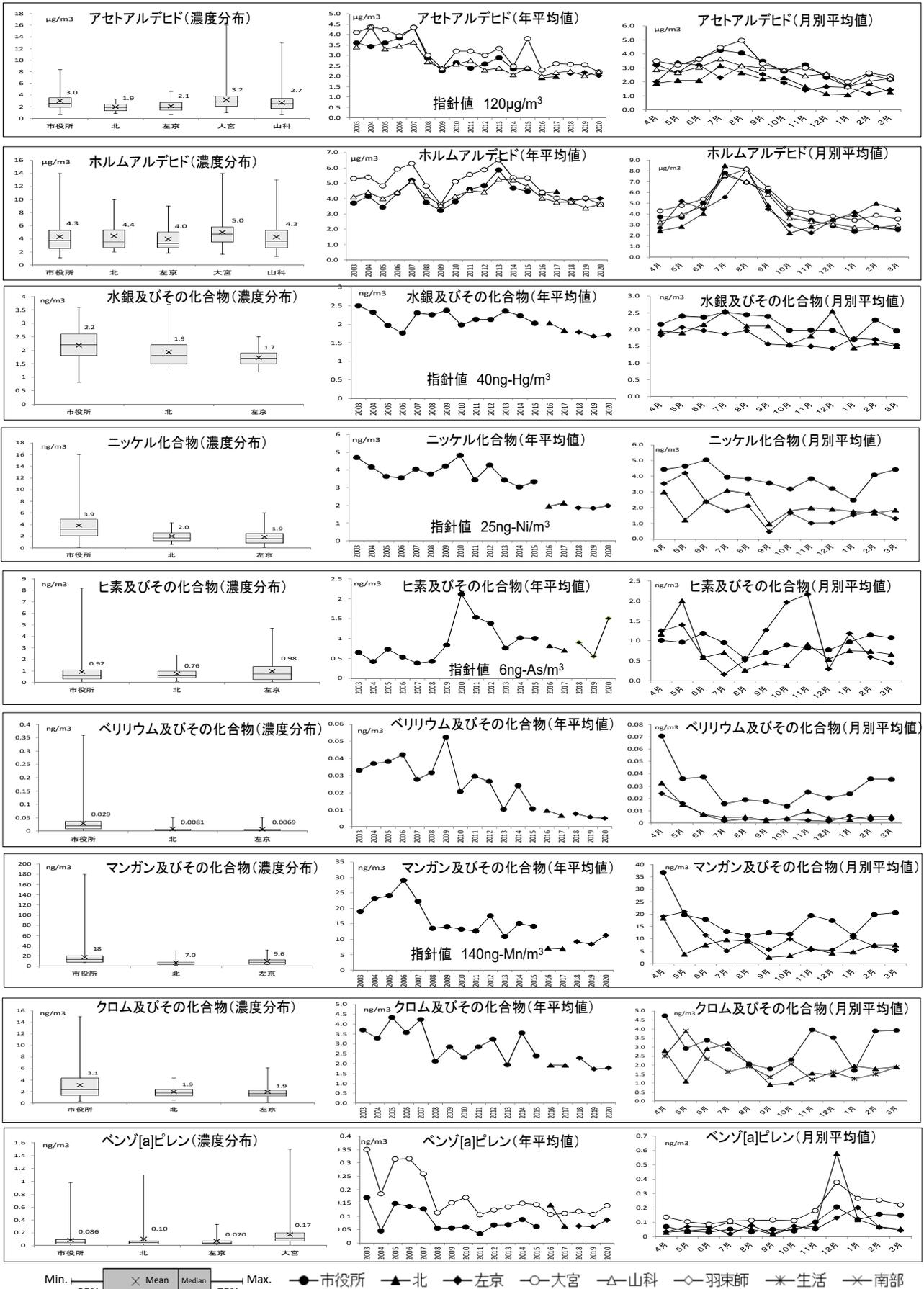


図3つづき 京都市内の調査地点における有害大気汚染物質の濃度分布および平均値、年平均値の経年変化、月別平均値の変動

表4 沿道地点における測定物質間の相関係数(上段:自排大宮局 下段:自排山科局)

	1,3-ブタジエン	ベンゼン	トルエン	キシレン	アセトアルデヒド	ホルムアルデヒド	ベンゾ[a]ピレン
1,3-ブタジエン							
ベンゼン	0.819**						
トルエン	0.528**	0.608**					
キシレン	0.793**	0.826**					
アセトアルデヒド	0.365**	0.381**	0.304**				
ホルムアルデヒド	0.861**	0.878**	0.889**				
ベンゾ[a]ピレン	0.326**	0.361**	0.348**	0.231**			
	0.475**	0.419**	0.547**	0.531**			
	0.112	0.128	0.253	0.170	0.642**		
	0.100	-0.018	0.145*	0.101	0.556**		
	0.347**	0.538**	0.453**	0.149*	0.087	-0.009	

上段:相関係数 自排大宮局 FY2003~FY2019(n=216)
 下段:相関係数 自排山科局 FY2003~FY2019(n=216)
 □ 0.7以上の相関
 * 危険率5%未満で有意
 ** 危険率1%未満で有意

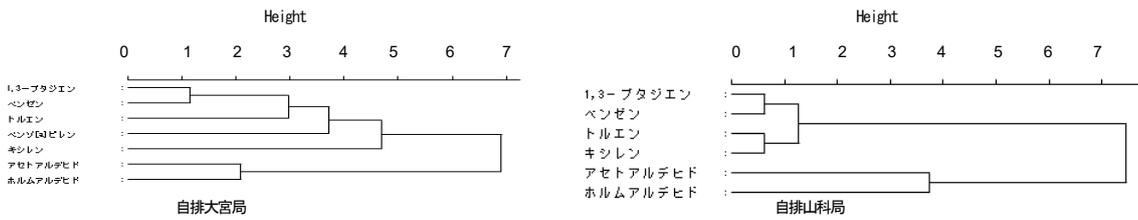


図5 沿道地点のクラスター分析結果(自排大宮, 自排山科)

表5 固定発生源周辺における測定物質間の相関係数(上段:羽東師ポンプ場 中段:生活美化センター 下段:南部まち美化事務所)

	アクリロニトリル	塩化ビニルモノマー	クロロホルム	1,2-ジクロロエタン	ジクロロメタン	テトラクロロエチレン	トリクロロエチレン	1,3-ブタジエン	ベンゼン	トルエン	キシレン	塩化メチル
アクリロニトリル												
塩化ビニルモノマー	0.052											
クロロホルム	0.247*	0.416**										
1,2-ジクロロエタン	0.264*	0.321*										
ジクロロメタン	0.087	0.364**	0.525**									
テトラクロロエチレン	0.202*	0.315**	0.396**									
トリクロロエチレン	0.110	0.314*	0.478**									
1,3-ブタジエン	0.284*	0.074	0.536**	0.355**								
ベンゼン	0.227*	0.271**	0.361**	0.360**								
トルエン	0.454**	0.358**	0.482**	0.224								
キシレン	0.389**	0.341**	0.421**	0.263*	0.454**							
塩化メチル	0.217*	0.324**	0.470**	0.152	0.392**							
	0.098	0.265*	0.327*	0.179	0.441*							
	0.321*	0.300*	0.344**	0.211	0.613**	0.641**						
	0.202*	0.274**	0.487**	0.088	0.034	0.334**						
	0.175	0.315*	0.457**	0.108	0.331**	0.360**						
	0.330*	0.240	0.479**	0.237	0.709**	0.615**	0.715**					
	0.308**	0.495**	0.224*	0.063	0.547**	0.442**	0.106					
	0.308*	0.468**	0.228	0.019	0.636**	0.560**	0.226					
	0.358**	0.184	0.414**	0.206	0.768**	0.584**	0.739**	0.887**				
	0.507**	0.543**	0.294**	0.165	0.516**	0.383**	0.203*	0.769**				
	0.543**	0.794**	0.373**	0.314*	0.590**	0.485**	0.317*	0.752**				
	0.487**	0.160	0.456**	0.262*	0.712**	0.816**	0.739**	0.783**	0.836**			
	0.359**	0.305**	0.231*	0.113	0.580**	0.407**	0.031	0.600**	0.566**			
	0.355**	0.492**	0.549**	0.217	0.809**	0.614**	0.469**	0.700**	0.687**			
	0.486**	0.195	0.480**	0.301*	0.800**	0.676**	0.792**	0.852**	0.894**	0.906**		
	0.359**	0.526**	0.341**	0.194	0.638**	0.503**	0.114	0.770**	0.687**	0.760**		
	0.495**	0.412**	0.420**	0.182	0.867**	0.583**	0.432**	0.698**	0.655**	0.844**		
	-0.057	-0.049	-0.027	0.002	-0.036	-0.058	-0.169	0.075	0.082	0.033	0.000	
	0.045	0.042	0.113	0.453**	0.250	0.222	0.071	0.120	0.292*	0.144	0.250	

上段:相関係数 羽東ポンプ場 FY2003~FY2007(n=60)
 中段:相関係数 生活美化センター FY2008~FY2015(n=96)
 下段:相関係数 南部まち美化事務所 FY2016~FY2020(n=60)
 □ 0.7以上の相関
 * 危険率5%未満で有意
 ** 危険率1%未満で有意

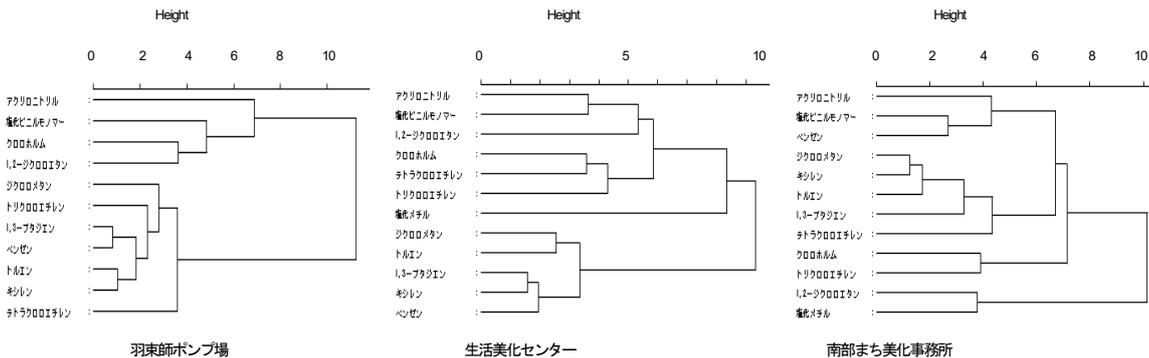


図6 固定発生源周辺のクラスター分析結果(羽東師ポンプ場, 生活美化センター, 南部まち美化事務所)