

# 令和元（2019）～令和3（2021）年度有害大気汚染物質モニタリング調査結果

大気環境部

佐々木 貞幸 佐藤 翔大<sup>1</sup> 佐藤 安里紗 平野 真弘 齋藤 康司<sup>2</sup>  
 （<sup>1</sup>現県南環境森林事務所、<sup>2</sup>現県西環境森林事務所）

## 1 はじめに

有害大気汚染物質については、大気汚染防止法により「継続的に摂取される場合には人の健康を損なうおそれがある（長期毒性を有する）物質で大気の汚染の原因となるもの」と定められている。

栃木県では、平成9年10月から「有害大気汚染物質モニタリング指針<sup>1)</sup>」に基づき、有害大気汚染物質モニタリング調査を実施している。

その後、平成22年10月の中央環境審議会大気環境部会からの「今後の有害大気汚染物質対策のあり方について（第九次答申）」を受け、人への健康影響への可能性がある物質のうち、一定程度を超える濃度で検出されている物質、又は重篤な影響を有し一定の暴露性のある物質とされる23物質を優先取組物質とすることに見直された。併せて、ヒ素及びその化合物に係る指針値が設定された。

さらに、「PRTR データを活用した大気濃度シミュレーションの実施等により、モニタリングの効率化を検討すること」との答申を受け、平成25年8月に「大気汚染防止法第22条の規定に基づく大気汚染の状況の常時監視に関する事務の処理基準について」の一部改正が行われた。その中で、これまでの地域分類（一般環境、固定発生源、沿道）に加え、全国標準監視地点（全国的な視点を踏まえ、測定可能な全ての優先取組物質の大気環境の全般的な状況とその経年変化の把握を目的に選定される測定地点）と地域特設監視地点（全国標準監視地点以外の地点で、地域的な視点を踏まえ、他都道府県からの移流及びこれまでの継続性の観点等、地域の実情に応じた目的で選定される測定地点）という2つの分類が設定された。

また、平成26年4月の第十次答申を受けマンガン及び無機マンガン化合物について、令和2年8月の第十二次答申を受けアセトアルデヒド及び塩化メチルについて、それぞれ指針値が設定された。

本報告は、優先取組物質のうち21物質について、令和元（2019）から令和3（2021）年度までに実施した3年間の有害大気汚染物質モニタリング調査結果をまとめたものである。

## 2 調査概要

### 2.1 調査地点

全国標準監視地点3地点、地域特設監視地点4地点の、計7地点において調査を実施した。調査地点を図1に、調査地点の変遷を表1に示す。

#### (1) 全国標準監視地点（3地点）

- 大田原市（県北健康福祉センター）：全物質
- 栃木市（栃木市水道庁舎）：全物質
- 足利市（足利市河南消防署南分署）：  
酸化エチレンを除く全物質

#### (2) 地域特設監視地点（4地点）

- 下野市（石橋高校）：酸化エチレン及びアルデヒド類を除く全物質  
 （ただし、ベンゼンが地域特設監視項目。）
  - 那須塩原市（下井口公民館）：ジクロロメタン
  - 大田原市（野崎中学校）：マンガン及びその化合物\*
  - 真岡市（長沼中学校）：マンガン及びその化合物\*
- \*大田原市はR2、真岡市はR1、R3の隔年測定

### 2.2 調査期間

令和元（2019）年4月～令和4（2022）年3月の3年間に、原則として月1回、24時間連続してサンプリングした。

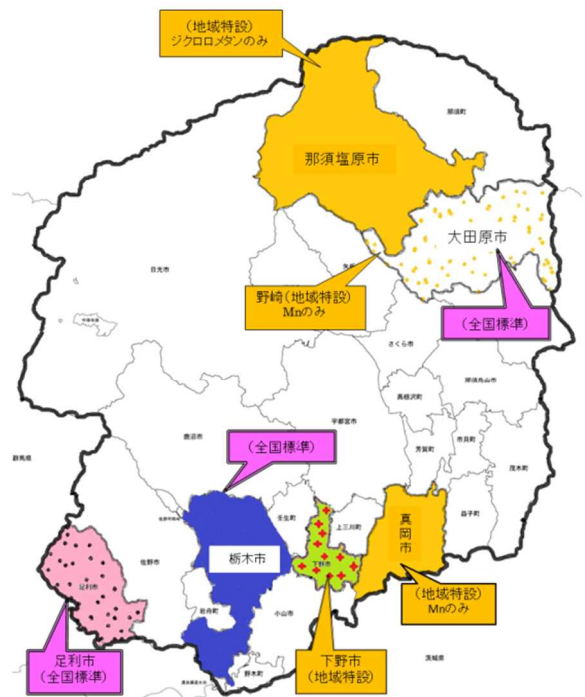


図1 調査地点

表1 調査地点の変遷

年度	全国標準監視地点			地域特設監視地点		
R1 (2019)	大田原市 (県北健康福祉センター)	栃木市 (栃木市水道庁舎)	足利市 (河南消防署南分署)	下野市 (石橋高校)	真岡市 (長沼中学校)	那須塩原市 (下井口公民館)
大田原市 (野崎中学校)						
真岡市 (長沼中学校)						

2.3 調査対象物質

(1) 揮発性有機化合物 (VOCs) : 12 物質

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、酸化エチレン、塩化メチル、トルエン

(2) 重金属類 : 6 物質

ニッケル化合物(ニッケル)、ヒ素及びその化合物(ヒ素)、ベリリウム及びその化合物(ベリリウム)、マンガン及びその化合物(マンガン)、クロム及びその化合物(クロム)、水銀及びその化合物(水銀)  
以後、重金属類については、( )内の略称で記述することとする。

(3) 多環芳香族炭化水素 : 1 物質

ベンゾ[a]ピレン (B[a]P)

(4) アルデヒド類 : 2 物質

アセトアルデヒド、ホルムアルデヒド

2.4 試料採取及び分析方法<sup>2)</sup>

調査項目及び分析方法を表2に示す。分析方法は、「有害大気汚染物質測定方法マニュアル」に準拠した。

表2 調査物質及び分析方法

分類	物質	サンプリング方法 分析方法
揮発性 有機化合物 (VOC)	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 塩化メチル トルエン	キャニスター捕集法 大気濃縮装置による GC-MS法
	酸化エチレン	固体捕集管法 GC-MS法
多環芳香族類 (PAHs)	ベンゾ[a]ピレン	石英フィルター捕集法 HPLC法
アルデヒド類	アセトアルデヒド ホルムアルデヒド	固相捕集法 HPLC法
	重金属類	ニッケル化合物 ベリリウム及びその化合物 マンガン及びその化合物 クロム及びその化合物 ヒ素及びその化合物
	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

3 調査結果及び考察

全国標準監視地点の3地点、及び地域特設監視地点であり複数の物質を調査している下野市について、3年間の結果<sup>3)</sup>を表3に示す。環境基準が設定されている4物質(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、ベンゼン)及び指針値が設定されている11物質(アクリロニトリル、アセトアルデヒド、塩化ビニルモノマー、塩化メチル、クロロホルム、1,2-ジクロロエタン、1,3-ブタジエン、ニッケル、ヒ素、マンガン、水銀)の年平均値については、全物質とも全地点において、それぞれの環境基準値又は指針値を下回る濃度であった。

3.1 揮発性有機化合物 (VOCs)

アクリロニトリルについては、令和元年度から令和3年度までの各年度とも、地域特設監視地点である下野市の年平均値が最も高かった。いずれの地点においても、3年間の中では令和元年度が最も高い年平均値であった。

塩化ビニルモノマー、ジクロロメタン、テトラクロロエチレン、及びトリクロロエチレンについては、各年度とも足利市の年平均値が最も高かった。ただし、令和3年度の塩化ビニルモノマーについては、足利市と栃木市の年平均値は同値であった。また、令和元年度及び令和3年度のジクロロメタンを除いて、大田原市の年平均値が最も低かった。令和2年度の塩化ビニルモノマーについては、大田原市と栃木市の年平均値は同値であった。

トルエンについては、各年度とも足利市の年平均値が最も高く、栃木市の年平均値が最も低かった。現在公表されている直近値である令和2年度の全国の固定発生源の年平均値は8.5µg/m<sup>3</sup><sup>4)</sup>であり、これと比較しても、足利市は高い濃度で推移している。足利市の調査地点周辺には固定発生源が点在しており、その影響が示唆された。

1,3-ブタジエンについては、令和2年度は全地点で検出されなかったため、「大気汚染防止法第22条の規定に基づく大気汚染の状況の常時監視に関する事務の処理基準」に基づき、検出下限値の1/2の値を採用した。令和元年度と令和3年度は、下野市が全地点で最も高い濃度であった。

1,2-ジクロロエタン及び塩化メチルは各年度とも、クロロホルムは令和3年度を除いて、地点間の年平均値の差は

小さかった。

酸化エチレンは、大田原市及び栃木市の2地点でモニタリングを実施しているが、令和元年度から令和3年度までのいずれにおいても、地点間の濃度差は小さく、年平均値の挙動も類似していた。

### 3.2 重金属類

令和元年度から令和3年度までの各年度とも、ヒ素は下野市が、ベリリウムは栃木市の年平均値が最も高かった。

各年度とも、全ての物質について、大田原市が最も低い年平均値であった。ただし、令和元年度のヒ素は足利市と、令和元年度及び令和2年度の水銀は、栃木市の年平均値と同じ値であった。

水銀の年平均値については、各地点とも年間差は小さく、各年度とも地点間差も小さかった。

ニッケル及びヒ素は、いずれの地点においても、3年間の中で令和元年度の年平均値が最も高かった。

### 3.3 多環芳香族炭化水素（ベンゾ[a]ピレン）

ベンゾ[a]ピレンは、令和元年度を除いて、地域特別監視地点である下野市が他の地点よりも高い年平均値であった。また、年度別に見ると、各地点とも令和元年度の年平均値が最も高かった。

### 3.4 アルデヒド類

アセトアルデヒド、ホルムアルデヒドは、各年度とも、全地点の中で足利市の年平均値が最も高く、大田原市が最も低かった。ただし、令和元年度のホルムアルデヒドについては、大田原市と栃木市の年平均値は同値であった。

また、年度別に見ると、両物質ともに全ての地点で、令和2年度の年平均値が最も低かった。

図3にアセトアルデヒド、図4にホルムアルデヒドの経月濃度変化を示す。両物質間で濃度差はあるものの、濃度変化の挙動は類似しており、濃度変動はあるものの、夏季を中心とした6月から10月にかけて濃度が高くなる傾向がみられた。

### 3.5 限定項目調査

近隣に固定発生源が存在する地点については、対象物質を限定して調査を実施している。マンガンは大田原市（野崎中学校）及び真岡市（長沼中学校）を隔年で、那須塩原市（下井口公民館）ではジクロロメタンを測定しており、それらの結果を表4に示す。

真岡市（長沼中学校）のマンガンの年平均値は、令和元年度が19ng/m<sup>3</sup>、令和3年度が16ng/m<sup>3</sup>で大きな変化はなかった。また、大田原市（野崎中学校）の年平均値は、17ng/m<sup>3</sup>であった。測定地点の地域分類が一般環境（固定発生源や自動車による直接的な影響が出にくい地点）と固定発生源周辺の、現在公表されている直近値である令和2年度の全国の年平均値は、それぞれ18 ng/m<sup>3</sup><sup>4)</sup>と45ng/m<sup>3</sup><sup>4)</sup>であり、各地点の年平均値は、全国の一般環境の年平均値と同程度であった。

那須塩原市のジクロロメタンの年平均値は、令和元年度が5.3μg/m<sup>3</sup>、令和2年度が5.4μg/m<sup>3</sup>と同程度であった。令和3年度は3.1μg/m<sup>3</sup>と若干減少したが、現在公表されている直近値である令和2年度の全国の固定発生源周辺の年平均値2.7μg/m<sup>3</sup><sup>4)</sup>より高かった。

### 3.6 PRTR データと地域特設監視地点の関連

2.1で述べたように、地域特設地点4地点において、ジクロロメタン、マンガン及びベンゼンを調査対象物質として測定している。これらの地点は、PRTR データを元に選定されたことから、現在公表されている最新の令和2年度PRTR データ<sup>5)</sup>から排出量の状況を確認した。

ジクロロメタンの大気への排出量は、栃木県全体で494,405kg/年であり、このうち那須塩原市に所在地がある届出事業所は3か所である。その中でも、測定地点付近に位置する固定発生源の届出排出量が最も多く、95,000kg/年と、県全体の約1/5を占めていた。

マンガン及びその化合物の大気への届出排出量は、栃木県全体で612kg/年である。このうち、真岡市に所在地があるのは測定地点付近に位置する届出事業所のみであり、排出量は300kg/年であった。また、大田原市に所在地があるのは、測定地点付近に位置する届出事業所のみであり、届出量は180kg/年であった。これら事業所の排出量は、栃木県全体の届出排出量の8割弱を占めていた。

ベンゼンの大気への届出排出量は、栃木県全体で6,616kg/年であり、このうち下野市の近隣に位置する上三川町に所在地がある届出事業所は7か所である。その中でも、測定地点付近に位置する届出事業所は、3,700kg/年と県全体の過半数を上回る届出排出量となっていた。

いずれの地点も、平成26(2014)年度に選定されたが、それぞれの物質の排出量が大きい固定発生源が近傍にあり、その影響は無視できないため、今後も引き続きモニタリングしていく必要があると考えられる。

#### 4 参考文献

- 1) 環境省大気保全局、有害大気汚染物質モニタリング指針（平成9年2月12日制定）。
- 2) 環境省環境管理局大気環境課、有害大気汚染物質測定方法マニュアル（平成31年3月）。
- 3) 栃木県保健環境センター年報、第27～28号、2020～2021.
- 4) 環境省ホームページ (<https://www.env.go.jp/air/osen/monitoring/>) 。
- 5) 経済産業省及び独立行政法人製品評価技術基盤機構、PRTR データ分析システム PRTR けんさくん（令和元年度データ） (<https://www.env.go.jp/chemi/prtr/kaiji/index.html>) 。

表3 大田原市、栃木市、足利市及び下野市における各物質の濃度

単位: ng/m<sup>3</sup> (重金属及びベンゾ[a]ピレン)、µg/m<sup>3</sup> (その他)

物質	年度	全国標準監視地点									地域特設監視地点			環境基準値 又は指針値
		大田原市			栃木市			足利市			下野市			
		平均	最大値	～ 最小値	平均	最大値	～ 最小値	平均	最大値	～ 最小値	平均	最大値	～ 最小値	
アクリロニトリル	R1	0.34	0.65	0.059	0.46	0.70	0.23	0.61	0.91	0.33	0.77	1.7	0.15	2
	R2	0.072	0.32	0.00050	0.11	0.38	0.001	0.13	0.43	0.001	0.18	0.84	0.0010	
	R3	0.090	0.29	0.026	0.086	0.13	0.032	0.10	0.23	0.037	0.24	0.90	0.073	
塩化ビニルモノマー	R1	0.026	0.051	0.0050	0.032	0.086	0.0050	0.037	0.092	0.0060	0.029	0.051	0.0050	10
	R2	0.013	0.081	0.0015	0.013	0.027	0.0015	0.020	0.046	0.0015	0.0053	0.019	0.0015	
	R3	0.0083	0.022	0.0014	0.020	0.13	0.0035	0.020	0.097	0.0035	0.013	0.056	0.0015	
クロロホルム	R1	0.17	0.24	0.073	0.18	0.33	0.094	0.19	0.34	0.087	0.19	0.30	0.13	18
	R2	0.15	0.20	0.093	0.16	0.28	0.10	0.16	0.22	0.099	0.16	0.23	0.10	
	R3	0.11	0.14	0.075	0.13	0.18	0.10	0.15	0.35	0.098	0.18	0.73	0.11	
1,2-ジクロロエタン	R1	0.14	0.26	0.065	0.13	0.25	0.046	0.15	0.28	0.037	0.13	0.26	0.037	1.6
	R2	0.12	0.20	0.061	0.13	0.19	0.076	0.12	0.20	0.071	0.13	0.18	0.067	
	R3	0.098	0.17	0.047	0.11	0.17	0.061	0.11	0.18	0.025	0.10	0.16	0.042	
ジクロロメタン	R1	2.4	5.8	0.50	1.7	3.3	0.48	2.5	4.4	0.87	2.2	7.9	0.78	150
	R2	0.99	2.5	0.51	1.2	2.5	0.43	1.7	2.9	0.72	1.2	2.0	0.57	
	R3	1.7	12	0.37	1.0	1.8	0.41	2.1	9.3	0.55	1.0	1.8	0.36	
テトラクロロエチレン	R1	0.059	0.10	0.020	0.078	0.17	0.015	0.087	0.20	0.025	0.079	0.15	0.020	200
	R2	0.023	0.055	0.0025	0.052	0.10	0.013	0.063	0.12	0.020	0.035	0.060	0.008	
	R3	0.022	0.045	0.010	0.041	0.12	0.016	0.065	0.19	0.014	0.032	0.076	0.011	
トリクロロエチレン	R1	0.16	0.52	0.020	0.54	1.6	0.020	1.4	3.5	0.10	0.30	1.2	0.046	130
	R2	0.12	0.54	0.0090	0.25	0.56	0.0090	1.5	3.8	0.43	0.14	0.33	0.009	
	R3	0.087	0.20	0.0025	0.28	0.81	0.065	1.4	4.7	0.20	0.21	0.55	0.029	
1,3-ブタジエン	R1	0.018	0.056	0.0025	0.029	0.074	0.0075	0.038	0.23	0.0025	0.059	0.20	0.0075	2.5
	R2	0.0036	0.0075	0.0002	0.0036	0.0075	0.0002	0.0036	0.0075	0.0002	0.0036	0.0075	0.0002	
	R3	0.031	0.076	0.009	0.057	0.14	0.011	0.077	0.24	0.011	0.095	0.18	0.030	
ベンゼン	R1	0.59	0.89	0.21	0.73	1.3	0.29	0.81	1.4	0.25	0.81	1.5	0.47	3
	R2	0.45	0.77	0.23	0.48	0.84	0.26	0.73	2.0	0.27	0.79	2.7	0.30	
	R3	0.58	1.3	0.29	0.62	1.1	0.38	0.73	1.6	0.35	0.85	1.6	0.52	
酸エチレン	R1	0.055	0.10	0.025	0.057	0.11	0.026							-
	R2	0.052	0.087	0.034	0.051	0.096	0.024							
	R3	0.062	0.10	0.038	0.063	0.10	0.031							
塩化メチル	R1	1.3	1.7	0.92	1.4	1.7	0.96	1.4	1.7	0.69	1.4	1.7	1.2	94 令和2(2020) 年度から追加
	R2	1.4	2.1	0.76	1.6	2.8	0.89	1.6	2.6	1.1	1.6	2.5	1.1	
	R3	1.1	1.4	0.87	1.2	1.5	0.87	1.2	1.9	0.87	1.1	1.3	0.66	
トルエン	R1	5.5	18	0.90	3.7	6.5	0.85	14	28	3.5	7.0	20	2.5	-
	R2	4.4	10	0.83	2.6	5.1	0.88	12	29	2.7	6.2	33	0.0025	
	R3	5.3	21	0.91	2.5	4.5	1.2	14	45	3.2	5.3	13	1.9	
ニッケル化合物	R1	1.3	7.3	0.25	2.5	13	0.50	2.3	8.0	0.50	7.4	72	0.45	25
	R2	0.69	1.6	0.10	1.5	2.9	0.10	1.6	4.2	0.20	3.4	9.9	0.30	
	R3	0.71	1.5	0.03	1.7	9.1	0.090	1.2	2.0	0.030	1.5	5.1	0.012	
ヒ素及びその化合物	R1	1.1	4.0	0.16	1.3	3.3	0.19	1.1	2.9	0.26	1.7	7.3	0.29	6
	R2	0.73	1.6	0.16	0.94	2.4	0.20	0.92	2.3	0.20	1.1	2.5	0.26	
	R3	0.74	2.5	0.044	0.82	2.6	0.14	0.85	2.8	0.16	0.86	2.8	0.15	
ベリリウム及びその化合物	R1	0.0096	0.028	0.0010	0.036	0.14	0.010	0.019	0.035	0.0060	0.022	0.053	0.0067	-
	R2	0.0073	0.018	0.00085	0.023	0.067	0.00085	0.021	0.064	0.00085	0.022	0.085	0.00085	
	R3	0.012	0.022	0.0022	0.027	0.067	0.0062	0.022	0.052	0.0070	0.026	0.064	0.0075	
マンガン及びその化合物	R1	10	29	3.4	28	85	8.4	24	42	8.8	21	48	8.0	140
	R2	6.8	14	2.0	19	43	4.5	25	50	3.9	20	56	7.9	
	R3	8.1	15	2.0	18	35	7.5	20	35	8.4	22	49	9.9	
クロム及びその化合物	R1	1.0	2.4	0.35	2.3	4.8	0.35	2.8	6.2	0.90	2.5	6.5	0.35	-
	R2	1.2	2.9	0.12	3.8	18	0.14	2.8	6.1	0.14	3.5	7.6	0.35	
	R3	0.93	2.7	0.025	2.2	4.6	0.075	2.2	4.0	0.075	2.8	7.8	0.075	
水銀及びその化合物	R1	1.6	2.0	1.3	1.6	1.9	1.2	1.8	2.1	1.4	1.7	2.0	1.3	40
	R2	1.6	1.8	1.3	1.6	1.9	1.3	1.8	2.3	1.4	1.7	1.9	1.3	
	R3	1.5	1.6	1.3	1.6	1.8	1.3	1.7	1.9	1.4	1.6	2.0	1.3	
ベンゾaピレン	R1	0.10	0.23	0.028	0.22	0.73	0.018	0.13	0.43	0.022	0.15	0.37	0.042	-
	R2	0.074	0.26	0.021	0.088	0.33	0.0072	0.068	0.16	0.0057	0.093	0.43	0.012	
	R3	0.086	0.25	0.014	0.069	0.14	0.014	0.056	0.11	0.014	0.088	0.24	0.017	
アセトアルデヒド	R1	1.2	2.7	0.39	1.3	3.0	0.42	1.8	3.5	0.55				120 令和2(2020) 年度から追加
	R2	0.89	2.0	0.51	1.0	2.2	0.55	1.2	2.6	0.72				
	R3	0.98	2.0	0.44	1.1	2.2	0.48	1.3	2.0	0.65				
ホルムアルデヒド	R1	2.2	4.9	0.52	2.2	5.6	0.63	2.8	6.5	0.79				-
	R2	1.6	4.2	0.67	1.7	4.0	0.84	2.0	4.3	1.1				
	R3	1.8	5.2	0.77	2.0	5.3	0.82	2.4	5.8	0.90				

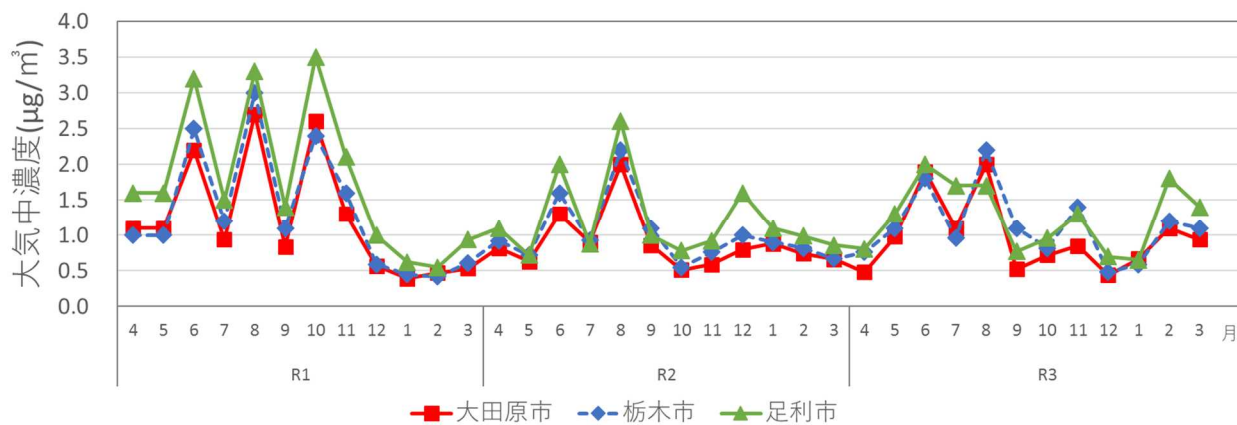


図3 アセトアルデヒド経月濃度変化

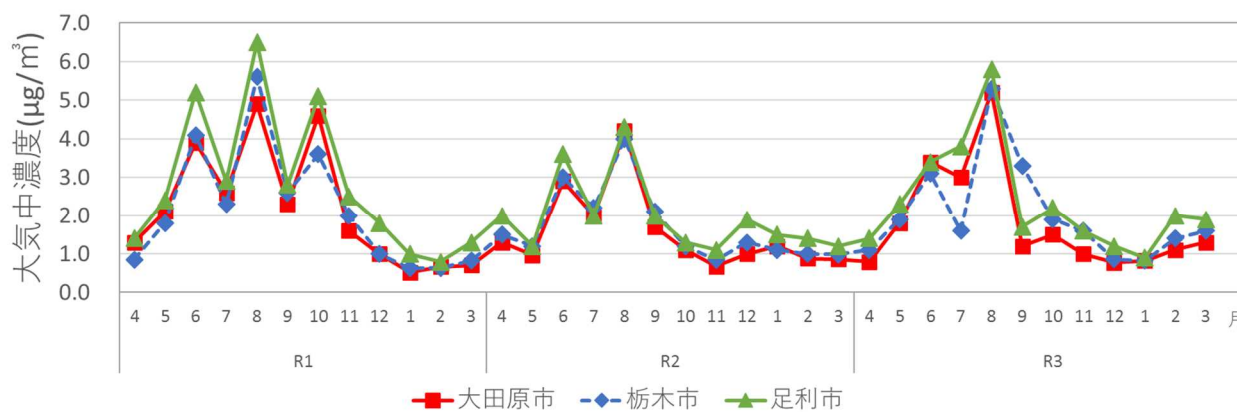


図4 ホルムアルデヒド経月濃度変化

表4 限定項目測定地点のマンガン及びジクロロメタンの濃度

項目	年度 (H)	大田原市 (野崎中学校)			真岡市 (長沼中学校)			那須塩原市 (下井口公民館)			基準値
		平均	最大値	最小値	平均	最大値	最小値	平均	最大値	最小値	
		マンガン ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )	R1				19	37	8.1		
R2	17	35	4.6								
R3				16	28	4.7					
ジクロロメタン ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	R1							5.3	17	1.5	150 (環境基準)
R2								5.4	24	1.1	
R3								3.1	15	0.63	