

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 平野 真弘 佐藤 安里紗 佐藤 翔大¹ 齋藤 康司²

(¹現県南環境森林事務所、²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」¹⁾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。

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、「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、測定可能なすべ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。

本報告は、優先取組物質のうち21物質(2.3参照)について、令和3年度に実施した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

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) : 21物質

栃木市(栃木市水道庁舎) : 21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20物質

② 地域特設監視地点(3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18物質

那須塩原市(下井口公民館) : ジクロロメタン

真岡市(長沼中学校) : マンガン

2.2 調査期間

令和3年4月から令和4年3月までの1年間に、原則として月1回、24時間サンプリングした。

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)

③ 多環芳香族炭化水素 : 1物質

ベンゾ[a]ピレン

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

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。

2.4 試料採取及び分析方法²⁾

2.4.1 揮発性有機化合物（酸化エチレンを除く）

あらかじめ N_2 ガスで洗浄後、13Pa以下に減圧した容量6Lの真空キャニスタ（レステック製SilcoCan、エンテック製SILONITE及びGLサイエンス製GL-Scan）に、流量3~4mL/分で大気試料を採取した。これを大気自動濃縮装置（GLサイエンス製ACS-2100）を用いて濃縮し、ガスクロマトグラフ質量分析計（アジレント製7890A及び5975C）により測定した。なお、カラムはアジレント製DB-1（内径0.32mm、長さ60m、膜厚1.0 μ m）を使用した。

2.4.2 酸化エチレン

臭化水素酸含浸グラファイトカーボン系吸着剤が充填された捕集管（スペルコ製ORBO-78）に、ポンプ（ガステック製GSP-400FT）を用いて流量0.7L/分で大気試料を採取し、2-ブロモエタノールとして捕集した。これをトルエン-アセトニトリル(1+1)混合溶媒で抽出して試験液を調製し、ガスクロマトグラフ質量分析計（島津製作所製QP2020NX）により測定した。なお、カラムは島津製作所製SH-Stabilwax（内径0.25mm、長さ30m、膜厚0.25 μ m）を使用した。

2.4.3 重金属類（水銀を除く）

ハイボリウムエアサンプラ（柴田科学製HV-1000F、HV-RW又はHV-700R）を用い、あらかじめデシケータで乾燥しておいた石英フィルタ（アドバンテック製QR-100）に大気試料を流量1,000L/分又は700L/分で吸引し、粉じんを捕集した。このフィルタの一部に硝酸、過酸化水素水及びフッ化水素酸を加え、圧力容器を用いてマイクロウェーブ（マイルストーン製ETHOS-1）で加熱分解した。硝酸(5+95)で試験液を調製し、誘導結合プラズマ質量分析計（アジレント製7800）による同時分析を実施した。なお、クロムは全クロムとして測定した。

2.4.4 水銀及びその化合物

携帯型ガス採取装置（ガステック製GSP-400FT）を用い、流量0.5L/分で大気試料中の水銀を捕集管（日本インスツルメンツ製M-160）に金アマルガムとして捕集し、加熱気化原子吸光法による水銀分析計（日本インスツルメンツ製MA-2000）により測定した。なお、捕集管はあらかじめ空焼きしたものを用いた。

2.4.5 多環芳香族炭化水素

サンプリングは重金属類と同様の方法で行った。試料採取後、フィルタを直径47mmの円形に打ち抜き、ジクロロメタンで抽出し、濃縮後アセトニトリルに再溶解したものを試験液とし、蛍光検出器を装備した高速液体クロマトグラフ（日本分光製LC-2000 Plus）により測定した。

2.4.6 アルデヒド類

2,4-ジニトロフェニルヒドラジン含浸シリカゲルが充填された捕集管（GLサイエンス製GL-Pak mini AERODNPH）にポンプ（ガステック製GSP-400FT）を用いて、流量0.1L/分で大気試料を採取した。捕集管からアセトニトリルで抽出して試験液を調製し、UV検出器を装備した高速液体クロマトグラフ（日本分光製LC-2000 Plus）により測定した。

3 調査結果

3.1 揮発性有機化合物（VOCs）

地点別の年平均値を表1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6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、1,3-ブタジエン、塩化メチル）については、全物質とも全地点において、それぞれの基準値又は指針値を下回る値であった。

各地点の年平均値を比較すると、全地点の中で、大田原市は、アクリロニトリル、ジクロロメタン及びトルエンを除く9物質で最も低い値を示したが、その中でも、塩化メチルについては、下野市と同値であった。栃木市は、アクリロニトリル、ジクロロメタン及びトルエンで最も低い値を示したが、その中でも、ジクロロメタンについては、下野市と同値であった。

また、全地点の中で、下野市は、アクリロニトリル、クロロホルム、1,3-ブタジエン及びベンゼンについて最も高い値を示した。足利市は、6物質（塩化ビニルモノマー、1,2-ジクロロエタン、テトラクロロエチレン、トリクロロエチレン、塩化メチル及びトルエン）で最も高い値を示した。特にトルエンは、年平均値が14 μ g/ m^3 と、他の地点よりも明らかに高い値であり、これは他地点と比較して周辺に固定発生源が存在している影響と考えられる。塩化ビニルモノマー、1,2-ジクロロエタン及び塩化メチルについては、栃木市と同値であった。

ジクロロメタンについては、近隣に固定発生源が存在する那須塩原市において年平均値が3.1 μ g/ m^3 と、全地点の中で最も高い値であった。塩化ビニルモノマー、1,2-ジクロロエタン及び酸化エチレンは、各地点における年平均値の標準偏差がそれぞれ0.01未満であり、地点間の濃度差はわずかであった。

前年度の年平均値³⁾と比較すると、いずれの地点においても令和3年度は、1,3-ブタジエンは年平均値が上昇し、塩化メチルは年平均値の低下の傾向がみられた。大田原市のジクロロメタン、栃木市の塩化ビニルモノマー、並びに下野市の塩化ビニルモノマー及びトリクロロエチレンの値は、前年度よりそれぞれ上昇し、大田原市の塩化ビニルモノマーの値は低下した。その他の物質については、前年度と同程度の値であった。

表1 揮発性有機化合物の大気中濃度

測定地点	大気中濃度年平均値 [μg/m ³] (測定回数 [回/年])						環境基準値 及び指針値 [μg/m ³]
	大田原	栃木	下野	足利	那須塩原		
アクリロニトリル	0.090 (12)	0.086 (12)	0.24 (12)	0.10 (12)	- (-)	2	
塩化ビニルモノマー	0.0083 (12)	0.020 (12)	0.013 (12)	0.020 (12)	- (-)	10	
クロロホルム	0.11 (11)	0.13 (12)	0.18 (12)	0.15 (12)	- (-)	18	
1,2-ジクロロエタン	0.098 (12)	0.11 (12)	0.10 (12)	0.11 (12)	- (-)	1.6	
ジクロロメタン	1.7 (11)	1.0 (12)	1.0 (12)	2.1 (12)	3.1 (12)	150	
テトラクロロエチレン	0.022 (12)	0.041 (12)	0.032 (12)	0.065 (12)	- (-)	200	
トリクロロエチレン	0.087 (12)	0.28 (11)	0.21 (12)	1.4 (12)	- (-)	130	
1,3-ブタジエン	0.031 (12)	0.057 (12)	0.095 (12)	0.077 (12)	- (-)	2.5	
ベンゼン	0.58 (12)	0.62 (12)	0.85 (12)	0.73 (12)	- (-)	3	
酸化エチレン	0.062 (12)	0.063 (12)	-	-	- (-)	-	
塩化メチル	1.1 (12)	1.2 (12)	1.1 (12)	1.2 (12)	- (-)	94	
トルエン	5.3 (11)	2.5 (11)	5.3 (12)	14 (12)	- (-)	-	

3.2 重金属類

地点別の年平均値を表2に示す。

指針値が設定されているニッケル、ヒ素、マンガン及び水銀は、全地点で、それぞれ指針値を下回る濃度であった。

各地点の年平均値を比較すると、大田原市は、全物質について全地点の中で最も低い値を示した。下野市は、ヒ素、マンガン及びクロムの値が全地点の中で最も高かった。ベリリウムは、各地点における年平均値 (0.012~0.027ng/m³) の標準偏差が0.01未満であり、地点間の濃度差はわずかであった。

前年度の年平均値³⁾と比較すると、マンガン及び水銀は、いずれの地点においても同程度の値であった。その他の物質についても、前年度と同程度の値を示した地点が多かったが、大田原市のベリリウムの値は上昇し、栃木市のクロム及び下野市のニッケルの値は低下した。

表2 重金属類の大気中濃度

測定地点	大気中濃度年平均値 [ng/m ³] (測定回数 [回/年])						環境基準値 及び指針値 [ng/m ³]
	大田原	栃木	下野	足利	真岡 (長沼中学校)		
ニッケル	0.71 (6)	1.7 (12)	1.5 (12)	1.2 (12)	- (-)	25	
ヒ素	0.74 (12)	0.82 (12)	0.86 (12)	0.85 (12)	- (-)	6	
ベリリウム	0.012 (9)	0.027 (12)	0.026 (12)	0.022 (12)	- (-)	-	
マンガン	8.1 (12)	18 (12)	22 (12)	20 (12)	16 (12)	140	
クロム	0.93 (6)	2.2 (12)	2.8 (12)	2.2 (12)	- (-)	-	
水銀	1.5 (12)	1.6 (12)	1.6 (12)	1.7 (12)	- (-)	40	

3.3 多環芳香族炭化水素

地点別年平均値を表3に示す。

年平均値を比較すると、全地点の中で下野市の値が0.088ng/m³と最も高く、足利市の値が0.056ng/m³と最も低かった。前年度の年平均値³⁾と比較すると、前年度と同程度の値を示した地点が多かったが、栃木市の値はやや低下した。

表3 多環芳香族炭化水素の大気中濃度

測定地点	大気中濃度年平均値 [ng/m ³] (測定回数 [回/年])				環境基準値 及び指針値 [ng/m ³]
	大田原	栃木	下野	足利	
ベンゾ[a]ピレン	0.086 (11)	0.068 (12)	0.088 (12)	0.056 (12)	-

3.4 アルデヒド類

地点別年平均値を表4に示す。

年平均値を比較すると、いずれの地点でも、アセトアルデヒドよりもホルムアルデヒドの値が高い傾向にあった。物質毎に各地点の年平均値を比較すると、両物質とも、足利市の値が、大田原市及び栃木市の値よりも高い傾向がみられた。

前年度の年平均値³⁾と比較すると、両物質とも全地点において、同程度の値を示した。

表4 アルデヒド類の大気中濃度

測定地点	大気中濃度年平均値 [μg/m ³] (測定回数 [回/年])			環境基準値 及び指針値 [μg/m ³]
	大田原	栃木	足利	
アセトアルデヒド	0.98 (12)	1.1 (12)	1.3 (12)	120
ホルムアルデヒド	1.8 (12)	2.0 (12)	2.4 (12)	-

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)。
- 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23年3月)。
- 3) 栃木県保健環境センター年報、第26号、2021。