

令和6(2024)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 翔大 松木 麻衣子
渡邊 裕子¹ 根本 美香² 齋藤 由実子²

(¹ 現微生物部) (² 前保健環境センター)

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（1997）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（2010）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、我が国の大気環境目標値や諸外国及び機関の大気環境保全政策の中で利用されている目標値と比較して一定程度を超える濃度で検出されている物質、又は発がん性等の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6（2024）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（県那須庁舎）：21 物質
 - ・栃木市（栃木市園部第2 水源）：21 物質
 - ・足利市（足利市梁田公民館）：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 1 物質
 - ・大田原市（野崎中学校）*：マンガン 1 物質 *真岡市（長沼中学校）と隔年実施

2.2 調査期間

令和6（2024）年4月から令和7（2025）年3月までの1年間。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N₂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。カラムはアジレント製DB-1（内径0.32mm、長さ60m、膜厚1.0μm）を使用した。令和7（2025）年2月以降は、大気自動濃縮装置（GLサイエンス製CC 2100 Plus）、ガスクロマトグラフ質量分析計（島津GCMS-QP2020NX及びGC-2030）、カラムはGLサイエンス社製InertCap Aquatic（内径0.25mm、長さ60m、膜厚1.0μm）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perlコ製ORB0-78）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QP2020 NX）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0.25μm）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及びHV-RW）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）により、流量0.1 L/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）の年平均値については、全物質とも全地点において、それぞれの基準値及び指針値を下回る値であった。

3.2 重金属類

地点別の年平均値を表2に示す。なお、数値はすべて対象の重金属類換算のものである。

指針値が設定されているニッケル、ヒ素、マンガン及び水銀の年平均値については、全地点で、それぞれ指針値を下回る値であった。

3.3 多環芳香族炭化水素

地点別年平均値を表3に示す。

3.4 アルデヒド類

地点別年平均値を表4に示す。

環境基準が設定されているアセトアルデヒドの年平均値については、全地点で基準値を下回る値であった。

表1 揮発性有機化合物（VOCs）の大気中濃度

測定地点	大気中濃度年平均値 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] (測定回数 [回/年])						環境基準値 /指針値 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
	大田原	栃木	下野	足利	那須塩原		
アクリロニトリル	0.062 (9)	0.063 (9)	0.14 (9)	0.079 (9)	- (-)	-	- / 2
塩化ビニルモノマー	0.048 (9)	0.022 (9)	0.025 (9)	0.025 (9)	- (-)	-	- / 10
クロロホルム	0.12 (9)	0.13 (9)	0.13 (9)	0.14 (9)	- (-)	-	- / 18
1,2-ジクロロエタン	0.098 (9)	0.091 (9)	0.095 (9)	0.11 (9)	- (-)	-	- / 1.6
ジクロロメタン	1.0 (9)	0.86 (9)	0.91 (9)	1.4 (9)	1.7 (9)		150 / -
テトラクロロエチレン	0.015 (9)	0.027 (9)	0.050 (9)	0.029 (9)	- (-)	-	200 / -
トリクロロエチレン	0.082 (9)	0.27 (9)	0.13 (9)	1.4 (9)	- (-)	-	130 / -
1,3-ブタジエン	0.039 (9)	0.055 (9)	0.069 (9)	0.048 (9)	- (-)	-	- / 2.5
ベンゼン	0.29 (9)	0.36 (9)	0.46 (9)	0.40 (9)	- (-)	-	3 / -
酸化エチレン	0.062 (12)	0.054 (12)	- (-)	- (-)	- (-)	-	- / -
塩化メチル	0.96 (9)	1.0 (9)	0.98 (9)	1.2 (9)	- (-)	-	- / 94
トルエン	2.1 (9)	1.9 (9)	5.7 (9)	5.4 (9)	- (-)	-	- / -

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 /指針値 [ng/m^3]
	大田原	栃木	下野	足利	大田原市(野崎)	
ニッケル	0.77 (12)	1.1 (12)	1.6 (12)	1.6 (11)	- (-)	- / 25
ヒ素	0.68 (12)	0.67 (12)	0.71 (12)	0.75 (11)	- (-)	- / 6
ベリリウム	0.0068 (12)	0.021 (12)	0.019 (12)	0.015 (11)	- (-)	- / -
マンガン	6.8 (12)	12 (12)	16 (12)	14 (11)	20 (12)	- / 140
クロム	1.1 (12)	1.9 (12)	2.5 (12)	2.6 (11)	- (-)	- / -
水銀	1.4 (12)	1.6 (12)	1.5 (12)	1.7 (12)	- (-)	- / 40

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 /指針値 [ng/m^3]
	大田原	栃木	下野	足利	
ベンゾ[a]ピレン	0.068 (12)	0.092 (12)	0.092 (12)	0.055 (12)	- / -

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 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] (測定回数 [回/年])			環境基準値 /指針値 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
	大田原	栃木	足利	
アセトアルデヒド	1.1 (12)	1.2 (12)	1.4 (12)	- / 120
ホルムアルデヒド	1.9 (12)	1.9 (12)	2.3 (12)	- / -

4 考察

4.1 揮発性有機化合物 (VOCs)

4.1.1 各地点の年平均値の比較

各地点の年平均値を比較すると、次のとおりであった。

- ・ クロロホルム、1,2-ジクロロエタン、酸化エチレンは、地点間の値に大きな差はなかった（地点間の年平均値の変動係数が0.1以下）。このため、以下の地点間の比較から除外した。
- ・ 大田原市は、アクリロニトリル、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、ベンゼン及び塩化メチルが、全4地点の中で最も低い値を示した。
- ・ 栃木市は、塩化ビニルモノマー、ジクロロメタン及びトルエンが、全4地点（ジクロロメタンは全5地点）の中で最も低い値を示した。
- ・ 下野市は、アクリロニトリル、テトラクロロエチレン、1,3-ブタジエン、ベンゼン及びトルエンが、全4地点の中で最も高い値を示した。なお、ベンゼン及びトルエンは、近隣に固定発生源が存在し、地域特設監視地点に位置づけている。
- ・ 足利市は、トリクロロエチレン及び塩化メチルが全4地点の中で最も高い値を示した。なお、トリクロロエチレンは、近隣に固定発生源が存在し、地域特設監視地点に位置づけている。
- ・ ジクロロメタンについては、近隣に固定発生源が存在し、地域特設監視地点に位置づけている那須塩原市で、全5地点の中で最も高い値を示した。

4.1.2 前年度との年平均値の比較

前年度の年平均値^③と比較すると、次のとおりであった。なお、本年度は、装置故障により、すべての地点で、11月から1月、昨年度は12月から2月の測定結果が欠測となったため、測定時期の偏りによる影響も考えられた。

- (1) 年平均値が上昇（前年度比125%以上）した地点と物質
 - ・ 大田原市、栃木市、下野市の塩化ビニルモノマー
 - ・ 大田原市のジクロロメタン
 - ・ 大田原市と栃木市の1,3-ブタジエン
- (2) 年平均値が下降（前年度比80%未満）した地点と物質
 - ・ すべての地点のアクリロニトリル
 - ・ 大田原市、栃木市、足利市のテトラクロロエチレン
 - ・ 栃木市、足利市のトリクロロエチレン
 - ・ 栃木市、下野市、足利市のベンゼン
 - ・ 下野市のトルエン
- (3) その他の物質については、各地点とも前年度と同程度の値（前年度比80%以上125%未満）

4.2 重金属類

4.2.1 各地点の年平均値の比較

各地点の年平均値を比較すると、次のとおりであった。

- ・ ヒ素と水銀は、地点間の値に大きな差はなかった（地点間の年平均値の変動係数が0.1以下）。このため、以下の地点間の比較から除外した。
- ・ 大田原市は、全物質について、全4地点の中で最も低い値を示した。
- ・ 栃木市は、ベリリウムが全4地点で最も高い値を示した。
- ・ 足利市は、クロムが、全4地点の中で最も高い値を示した。
- ・ ニッケルは、下野市と足利市で同値で、全4地点で最も高い値を示した。
- ・ マンガンは、近隣に固定発生源が存在し、地域特設監視地点に位置づけている大田原市（野崎）で、全5地点で最も高い値を示した。

4.1.2 前年度との年平均値の比較

前年度の年平均値^③と比較すると、次のとおりであった。

- (1) 年平均値が上昇（前年度比125%以上）した地点と物質
 - ・ 無し
- (2) 年平均値が下降（前年度比80%未満）した地点と物質
 - ・ すべての地点でニッケル及び水銀以外のすべての物質
- (3) ニッケル及び水銀については、各地点とも前年度と同程度の値（前年度比80%以上125%未満）

4.3 多環芳香族炭化水素

年平均値を比較すると、全地点の中で栃木市と下野市の値が同値で最も高い値を示し足利市が最も低い値を示した。前年度の年平均値³⁾と比較すると、大田原市以外の地点では減少（前年度比80%未満）していた。

4.4 アルデヒド類

年平均値を比較すると、全地点において、ホルムアルデヒドの値がアセトアルデヒドよりも高い傾向にあった。また、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やや高い傾向がみられた。

前年度の年平均値³⁾と比較すると、全地点において、同程度の値（前年度比80%以上125%未満）であった。

5 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31年3月）。
- 3) 栃木県保健環境センター年報、第29号、2023。