

【資料】有害大気汚染物質を中心とした大気中 VOC 濃度

小池有理子 熊谷貴美代

Short-term Trends in Atmospheric Concentrations of VOCs in Gunma Prefecture

Yuriko KOIKE, Kimiyo KUMAGAI

1.はじめに

揮発性有機化合物（VOC）は塗料や溶剤として幅広く使用されているが、シックハウス症候群や化学物質過敏症など健康に影響を与える（島、2020）。有害大気汚染物質とは、低濃度であっても長期曝露によって人の健康を損なう恐れのある物質を指し、その中でも有害性の程度や大気環境の状況等を鑑み健康リスクが高いと考えられる 23 物質を「優先取組物質」に指定して（環境省 a）監視の対象としており、このなかには VOC 成分も含まれる。また、VOC は光化学オキシダントや浮遊粒子状物質などの原因物質の一つでもある。

群馬県では有害大気汚染物質調査を 1998 年度から実施している。測定地点の変更や調査頻度等の変更を経て 2021 年度以降は、太田、安中、渋川の 3 地点で年間 12 回の調査を継続している。本報では、有害大気汚染物質調査を同様の形式で継続している 2021~2024 年度の測定結果から、優先取組物質を中心とした VOC 成分の濃度状況について報告する。

2.調査方法

調査地点は太田、安中、渋川の 3 地点で、いずれも大気汚染常時監視局である（図 1）。調査は毎月 1 回実施した。試料採取及び分析は「有害大気汚染物質測定方法マニュアル」（環境省 b）に準じて行った。真空状態にした 6.0 L 容ステンレス製キャニスターに機械式マスフローコントローラーを接続して 3.3 mL/min で 24 時間採取した大気を試料とした。採取試料を加湿窒素ガスで加圧希釈し、試料自動濃縮装置付きガスクマトグラフ質量分析計で同定・定量した。「優先取組物質」のうち VOC に該当する物質を解析対象とし、その内訳は環境基準が

設定されている 4 物質と指針値が設定されている 6 物質に有害大気汚染物質に該当する可能性があるトルエンを加えた 11 物質である（表 1）。



図 1 調査地点

3.結果および考察

3.1. VOC 成分の年平均値の経年推移

太田、安中、渋川における VOC 成分濃度の年平均値の経年変化（2021~2024 年度）を図 2 に示す。3 地点すべてで濃度が低下していたのは、アクリロニトリルとトリクロロエチレンであり、特に太田においてトリクロロエチレン濃度の低下傾向が著しかった。1,2-ジクロロエタンは濃度が上昇しており、特に 2023 年以降の濃度が高くなっていた。2023 年 7 月以降、全地点で濃度が高くなる月が散発的に出現しており、その結果 2023 年、2024 年の年平均値を押し上げていた。トルエンは太田、渋川において濃度が上昇していた。テトラクロロエチレン濃度は 2023 年度に一時的な濃度上昇が見られており、2023 年 9 月～11 月にかけてすべての地点で高い濃度で検出されたことが年平均値の上昇につながっていた。1,3-ブタジエンは 2023 年まで緩やかに濃度上昇した後、2024 年には 2021 年度水準に低下していた。

渋川は全体として他の 2 地点よりも VOC 濃度が低い傾向だが、クロロホルム濃度は 3 地点の中ではやや高い水準であった。塩化メチルは他地点と比較すると安中が突出して高濃度であり、特に 2021 年度の濃度が高かった。芳香族炭化水素であるベンゼン、トルエンは、いずれも太田の濃度が最も高く、次いで安中、渋川の順であった。渋川のベンゼンは横ばいであった

が、太田、安中では緩やかな低下傾向だった。トルエンは全体としては横ばいまたはやや低下傾向だった。安中の塩化メチル、全地点のトルエン及びベンゼン、クロロホルムについては3.2.~3.4.項で詳述する。

3.2. 塩化メチル濃度状況の詳細（安中）

安中において突出して高い濃度で観測された塩化メチルの濃度変動について検証した。図3に安中における塩化メチルの濃度推移を示す。化学物質排出移動量届出制度（以下、PRTR）の情報から、安中の調査地点の南西約7km地点に塩化メチルの大規模な発生源が存在しており、安中市内の塩化メチルの大気排出量は、2021年は年間62tであったが2022年には年間42tへ、2023年には年間19tと経年的に減少している（環境省c）。2022年から2023年では、排出量の減少ほど大気中濃度が運動して減少してはいなかったが、2021年から2022年の濃度急減は排出量の減少が関連しているものと考えられる。塩化メチルには表1のとおり健康リスクの低減を図るために指針値として年平均値94μg/m³が定められているが、安中の年平均値は指針値を超過することはなかった。

4年間の最大値は2021年3月の37μg/m³で年最大値は年度によって差が見られたが、年最低値は同程度であった。また、濃度の季節変動に特段の傾向は見られなかった。塩化メチルの濃度上昇は発生源に対する風向等の気象条件に左右されるものと考えられる。しかしながら、

表1 対象物質

| 物質名 | 基準値又は指針値 (μg/m ³) |
|-------------|----------------------------------|
| 環境基準値設定物質 | |
| ベンゼン | 3 |
| トリクロロエチレン | 130 |
| テトラクロロエチレン | 200 |
| ジクロロメタン | 150 |
| 指針値設定物質 | |
| アクリロニトリル | 2 |
| 塩化ビニルモノマー | 10 |
| 塩化メチル | 94 |
| クロロホルム | 18 |
| 1,2-ジクロロエタン | 1.6 |
| 1,3-ブタジエン | 2.5 |
| その他 | |
| トルエン | - |

年最低値の平均1.1μg/m³であっても、太田、渋川（全期間平均値：0.11、0.13μg/m³）と比較して約10倍の濃度であり、風向を問わず発生源から周辺地域に広く拡散していると考えられる。

3.3. 芳香族炭化水素類の季節変動

PRTR届出における2023年のトルエンの大気排出量（環境省c）は、太田市で年間276t、安中市で年間13t、渋川市で年間6tであった。また、太田市内にはトルエンの大気排出量が10t/年を超える事業所が調査地点周辺にも点在

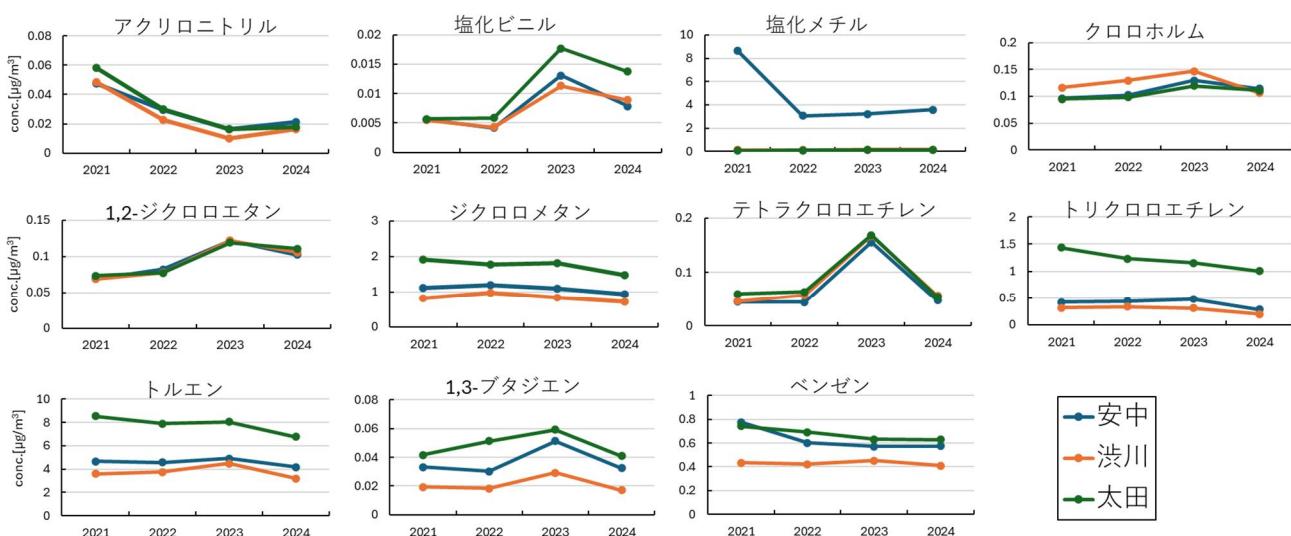


図2 優先取組物質濃度の地点別の経年推移

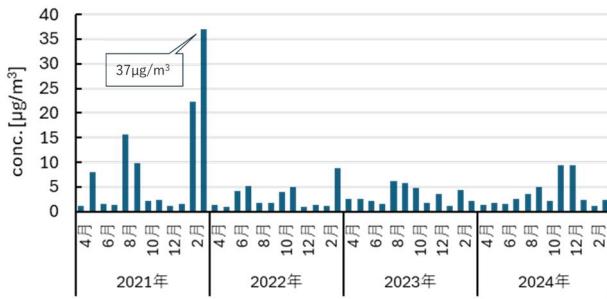


図3 塩化メチル濃度の推移（安中）

しており、他の2地点よりも数が多かった。調査地点周辺に位置する事業所からの排出量の多寡が大気中濃度に反映されていると考えられる。

図4にトルエン濃度の、図5にベンゼン濃度の月ごとの平均値、最大値、最低値をそれぞれ示す。トルエンでは、弱い傾向ではあるが、すべての地点において3、12月に濃度が高くなり、ベンゼンでは12月から3月にかけて全地点で濃度が高くなっていた。冬季は接地逆転層の形成により汚染物質の拡散が抑制される気象条件が発生しやすく、地域汚染の影響を受けやすかったことが要因の一つに挙げられる。濃度上昇が見られた月は偏西風による大陸からの影響を受ける時期と重なるが、越境汚染の場合、濃度は一様で地点差はあまり出ないと考えられるが、今回のデータでは濃度上昇の程度に地点差が見られることからも越境汚染の影響は考えにくい。トルエンは大気中の反応性が比較的高く、大気中半減期は1~3日（化学物質評価研究機構a）と短いが、一方でベンゼンの大気中半減期は10日程度とされる（化学物質評価研究機構b）ため、大陸からの越境輸送の影響について検討する必要があるかもしれない。トルエンはガソリンスタンドのような小規模な事業所からも揮発によって発生し、特に気温の高い夏季にその影響が強くなることが知られている（横田ら、2011）が、今回の季節変動はその傾向には当てはまらなかった。また、暖候期（4月~9月）においては光化学反応によって消費された結果、相対的に低濃度であった可能性が考えられた。

3.4. クロロホルム濃度の季節変動

前述のとおり、渋川ではクロロホルム濃度が他地点よりもやや高いことが特徴的であった。図6にクロロホルム濃度の月ごとの平均値、最

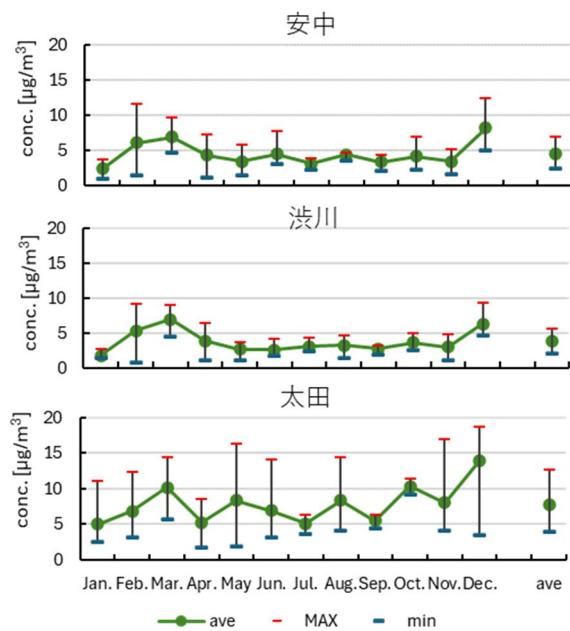


図4 トルエンの月別平均値、月最大値、月最小値（µg/m³）

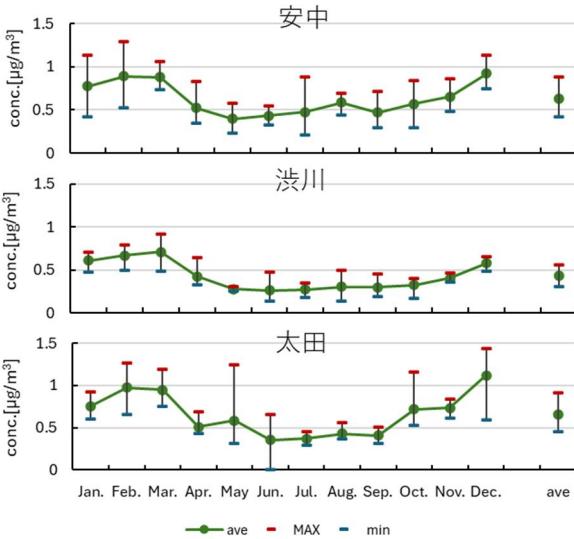


図5 ベンゼンの月別平均値、月最大値、月最小値（µg/m³）

大値、最小値を示す。安中、太田に明瞭な季節変動は見られなかつたが、渋川においては暖候期に濃度が高くなっていた。寒候期（10月~3月）は太田、安中と同程度の濃度水準であり、暖候期の濃度上昇が年平均値を押し上げていた。PRTRの排出データ上では、渋川市内にクロロホルムの排出事業所は存在しないが、調査地点の東約1.5km地点及び南西約2.5km地点に塩素処理を伴う浄水場が存在している。塩素消毒の副生成物として、クロロホルムをはじめとするトリハロメタン類が発生することが知られている（岩本、2019）。暖候期の温度上昇によつ

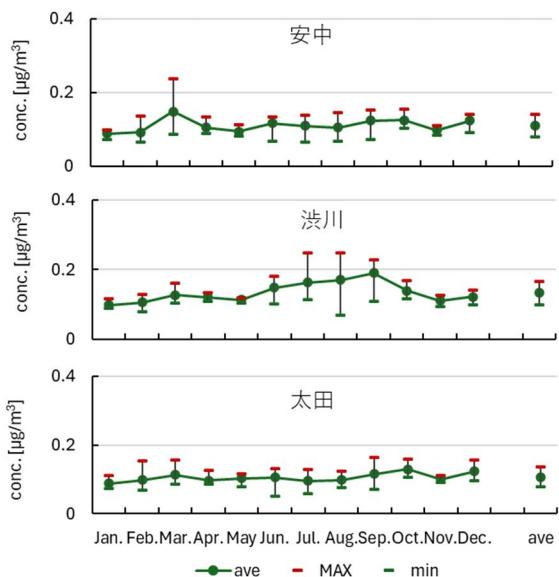


図 6 クロロホルムの月別平均値、月最大値、月最小値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

てトリハロメタン類の揮発が促された結果、大気中への放出量が増加したことが可能性の一つとして考えられる。クロロホルムの指針値は表1のとおり $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と設定されており、最高濃度の $0.23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2022年8月および2023年7月) であっても $1/80$ 程度の濃度であった。

4.まとめ

2021～2024 年度の有害大気汚染物質の VOC 測定結果について整理した。いずれの物質もそれぞれの環境基準や指針値に比べて低い水準であった。VOC は物質それ自体に健康リスクを有するものもあるが、同時に浮遊粒子状物質や光化学オキシダントの前駆物質でもある。経年変化や季節変動、地点ごとの特徴は物質によって異なる結果であり、今後も継続したモニタリングが重要である。

謝辞

有害大気汚染物質調査は群馬県環境保全課の依頼によって当研究所で実施した。当研究所の友松瑛里技師には分析に不可欠な協力をいただいた。すべての関係者の方々に感謝します。

文献

岩本卓治. 2019. 塩素消毒により生成する消毒副生成物（トリハロメタン類）の基礎的検討, 神奈川県立産業技術総合研究所研究報告, 48-

49.

化学物質評価研究機構 a. 既存化学物質安全性

(ハザード) 評価シート : トルエン

https://www.cerij.or.jp/evaluation_document/hazard/F96_04.pdf

(2025年10月閲覧)

化学物質評価研究機構 b. 既存化学物質安全性

(ハザード) 評価シート : ベンゼン 1

https://www.cerij.or.jp/evaluation_document/hazard/F96_01.pdf

(2025年10月閲覧)

環境省 a. 2010. 中央環境審議会大気環境部会

「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）」について

<https://www.env.go.jp/press/13040.html>

(2025年10月閲覧)

環境省 b. 2019. 有害大気汚染物質測定方法マニュアル (平成31年3月作成 (令和6年3月改定))

<https://www.env.go.jp/air/osen/manual2/>

(2025年10月閲覧)

環境省 c. PRTR インフォメーション広場

<https://www.prtr.env.go.jp/prtrmap/factory1.php>

(2025年7月閲覧)

島正之. 2020. 大気環境と健康 —日本における経験と世界の現状—. 日健医誌, 29(2):122-129.

横田久司, 上野広行, 石井康一郎, 内田悠太, 秋山薫. 2011. 給油時のガソリン蒸発成分及びガソリン乗用車からの VOC 排出量推定について. 東京都環境科学研究所年報, 33-38.