

東京都における非メタン炭化水素濃度の経年変化

櫛島智恵子

【要 約】2024 年に都内光化学スモッグ注意報発令日数が増加した原因について、5 月から 9 月における非メタン炭化水素（NMHC）について 2000 年から 2024 年までの経年変化等を解析した。NMHC0.2ppmC 以上の延べ時間数と光化学オキシダント 120ppb 以上の延べ時間数には相関があり、2024 年の NMHC0.2ppmC 以上の都内延べ時間数は過去 5 年に比べて増加しているほか、増加した地域は東京湾岸地域や多摩北部など広域的であった。NMHC0.2ppmC 以上の出現割合が高い風向が地域によって異なることから、各々出現割合が高くなる風向に存在する発生源の影響を受けて増加したことが考えられた。また、同じ日時に複数地点で広域的に NMHC が 0.2ppmC 以上になる傾向があることから、広域的に共通する発生源の影響も考えられた。

【キーワード】光化学オキシダント（Ox）、ポテンシャルオゾン（PO）、非メタン炭化水素（NMHC）、経年変化
【はじめに】

光化学オキシダント（Ox）は、工場や自動車等から排出される窒素酸化物や揮発性有機化合物（VOC）が、太陽の紫外線を受けて光化学反応を起こし生成されるオゾンを主成分とする物質である。Ox は高濃度になると目や喉に刺激を与える等の健康影響があるため、大気環境基準が定められている。また、東京都では、東京都環境基本計画 2022 において「光化学スモッグ注意報の発令日数ゼロ」等の 2030 年目標を掲げ、Ox 生成原因物質の排出削減対策を推進している。このため、光化学スモッグ注意報発令日数は 2006 年以降減少傾向と言われており、東京都内においても 2016 年以降の注意報発令日数は 10 日未満が続いていたが、2024 年の注意報発令日数は 15 日と多かった。その原因について Ox 生成原因物質のひとつである VOC の大気濃度の指標となる非メタン炭化水素（NMHC）の経年変化や Ox との関連を解析した。

【方 法】

高濃度 Ox が発生しやすい 5 月から 9 月における 2000 年から 2024 年までの東京都内の一般環境大気測定局の観測データ¹⁾（2024 年は速報値）を用いて解析した。大気中の一酸化窒素（NO）はオゾン（O₃）を分解するタイトレーション効果があることが知られているため、タイトレーション効果による O₃ 濃度の減少を補正したポテンシャルオゾン（PO）も指標として使用し、 $[PO]=[Ox]+[NO_2]-\alpha \times [NOx]$ （ $\alpha=0.1$ ）の式²⁾で算出した。NMHC は 2024 年に観測データのある 25 局のうち、経年変化の解析対象は、5 月から 9 月において欠測年の無い 20 局とした（図 1）。Ox 及び PO の解析対象も 5 月から 9 月において欠測年の無い 34 局（図 2）とした³⁾。

【結果の概要】

(1) 東京都内の 5 月から 9 月における NMHC が 0.2ppmC 以上（以下、「中濃度以上」とする）の延べ時間数と、Ox や PO が 120ppb 以上の延べ時間数を図 3 に示す。中濃度以上の NMHC 時間数は、2000 年から 2008 年までは 40,000 時間前後であったが、2009 年以降から減少した。その後、2018 年から 2023 年には 4,000 時間未満で推移していたが、2024 年は 6,422 時間に増加した。また、2013 年頃を境に NMHC と Ox、PO との相関性が異なり、2000 年から 2012 年の期間では、Ox と NMHC の相関は低かった（ $r=0.58$, $p=0.04$ ）が、同期間の PO とは相関が得られた（ $r=0.74$, $p<0.01$ ）。また、2013 年から 2024 年の期間では Ox（ $r=0.87$, $p<0.01$ ）も PO（ $r=0.91$, $p<0.01$ ）も良い相関が得られた。NO の都内一般局における年平均値は、2018 年度から 2023 年度は 0.003ppm であるのに対し、2000 年度から 2005 年度は 0.013~0.019ppm と高いことから^{3),4)}、2012 年以前は NO によるタイトレーション効果が大きいため Ox と NMHC の相関が低くなったことが考えられた。また、NO による O₃ の分解を補正した PO では、2012 年以前と 2013 年以降のどちらの期間においても NMHC と相関が得られることから、いずれの期間においても NMHC が Ox の増減に寄与していることが考えられた⁵⁾。

(2) 2000 年から 2008 年までは中濃度以上の NMHC が 1,000 時間以上の測定局が都内全域に多数みられたが、徐々に減少し、2017 年以降は 250 時間未満の測定局が大部分となった。東京湾岸地域においては 2017 年以降も 250 時間以上 500 時間未満の測定局が複数存在していた (図 4)。このことについて、2017 年に大田区内において同時多地点 VOC 調査を実施した結果、オゾン生成能上位物質のうち、トルエンや m-キシレン・p-キシレンは地点間の濃度差が大きい、大田区内における各調査地点の近傍の発生源の有無による影響が示唆された。一方、エチレンやプロピレンは地点間の濃度差が小さいため、調査対象地域外からの移流の影響を受けていることが示唆された⁶⁾。さらに、2019 年と 2020 年に横浜市など東京湾岸地域の地方環境研究所と連携した VOC 調査を実施し、風向別濃度の解析結果から、エチレンやプロピレン等の発生源は東京湾岸地域に存在する可能性が得られるなど、東京湾岸地域における中濃度以上の NMHC 発生源の解明を進めてきた^{7), 8), 9)}。

一方、2024 年には中濃度以上の NMHC が 250 時間以上 1000 時間未満の測定局が半数以上まで増加し、東京湾岸地域に加え、区部内陸や多摩地域など広域的に出現した。

(3) 2024 年 5 月から 9 月において中濃度以上 NMHC が 500 時間以上となった 6 局について、風向別に中濃度以上 NMHC の出現割合を解析した。出現割合は、中濃度以上 NMHC の時間数/全濃度 NMHC の時間数を風向別に算出した。その結果、図 5 のとおり、東京湾岸地域 (港区台場、中央区晴海) 及び多摩西部 (福生市本町) では概ね東寄りの風向時、区部内陸 (江戸川区鹿骨、足立区西新井) 及び多摩北部 (清瀬市上清戸) では概ね西寄りの風向時に、中濃度以上 NMHC の出現割合が高かった。地域によって出現割合が高い風向が異なることから、各々出現割合が高くなる風向に存在する発生源の影響を受けて中濃度以上の NMHC が増加したことが考えられた。

また、図 6 に示す 2024 年 7 月及び 8 月における NMHC が中濃度以上の出現状況では、同じ日時に複数地点で広域的に NMHC が中濃度以上になる傾向があることから、広域的に共通する発生源の影響も考えられた。

【引用文献】

- 1) 東京都環境局: 大気汚染測定結果ダウンロード (https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/air/air_pollution/torikumi/result_measurement), 2) 大原利真編, 国立環境研究所研究報告第 203 号 (R-203-2010), p159 (2010)、
- 3) 東京都環境局環境改善部, 大気汚染常時測定局測定結果報告 (2023 (令和 5) 年度年報), p37, P381、4) 東京都環境局環境改善部, 大気汚染常時測定局測定結果報告 (平成 25 年度年報), P463、5) 礒島ら, 第 66 回大気環境学会年会講演要旨集 (2025)、6) 小林ら, 東京都環境科学研究所年報 2018, p44-45 (2018)、7) Yukiko Fukusaki et al, Atmospheric Environment, X 9 (2021) 100103、8) 礒島ら, 東京都環境科学研究所年報 2020, p40-41 (2020)、9) 礒島ら, 東京都環境科学研究所年報 2021, p34-35 (2021)

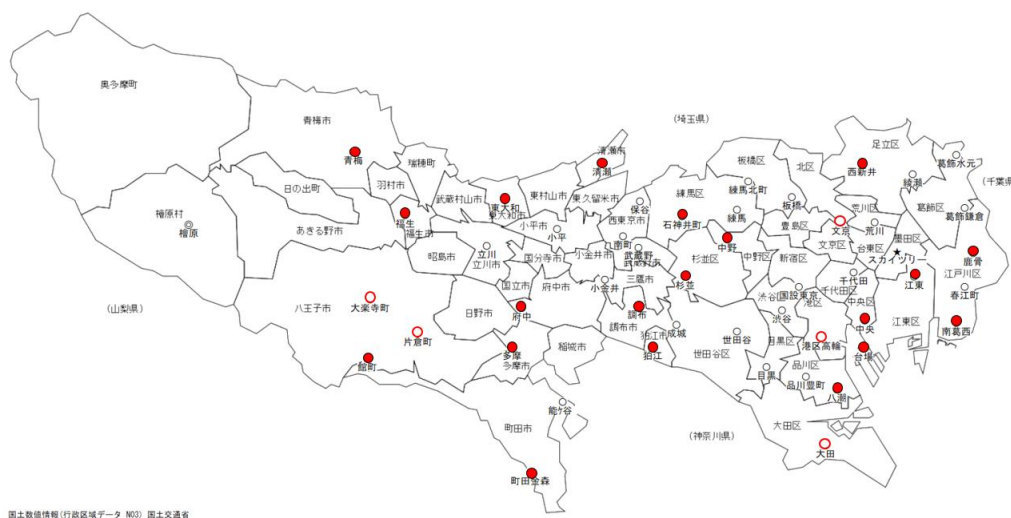


図 1 NMHC 解析対象地点

※●: 解析対象地点、○: 2024 年 NMHC 出現状況のみの解析対象地点

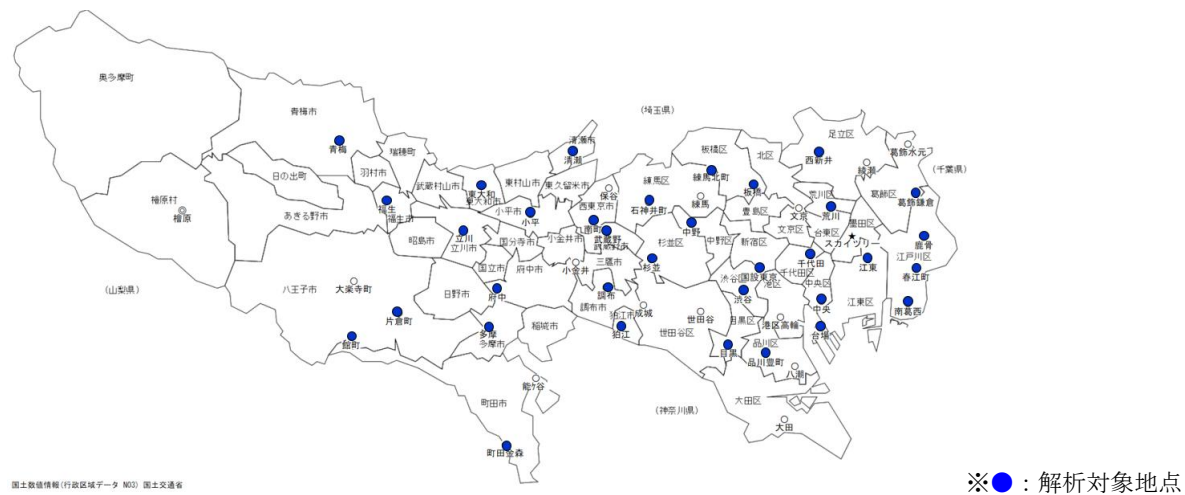


図2 O₃及びP0解析対象地点

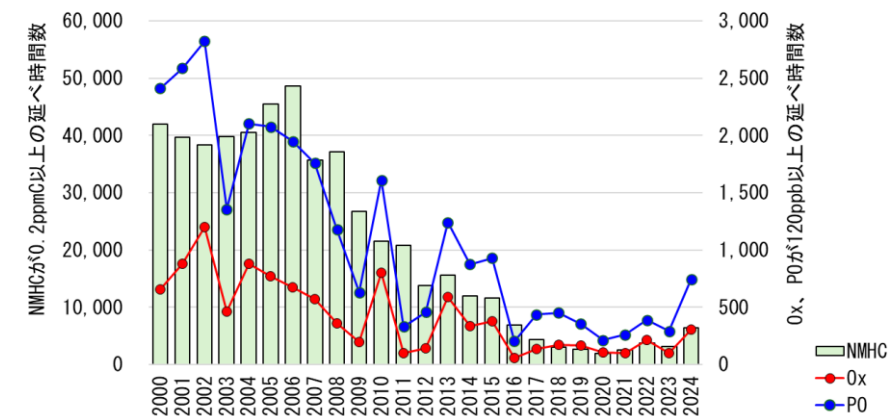


図3 5月から9月におけるNMHC0.2ppmC以上、O₃及びP0120ppb以上の延べ時間数の経年変化

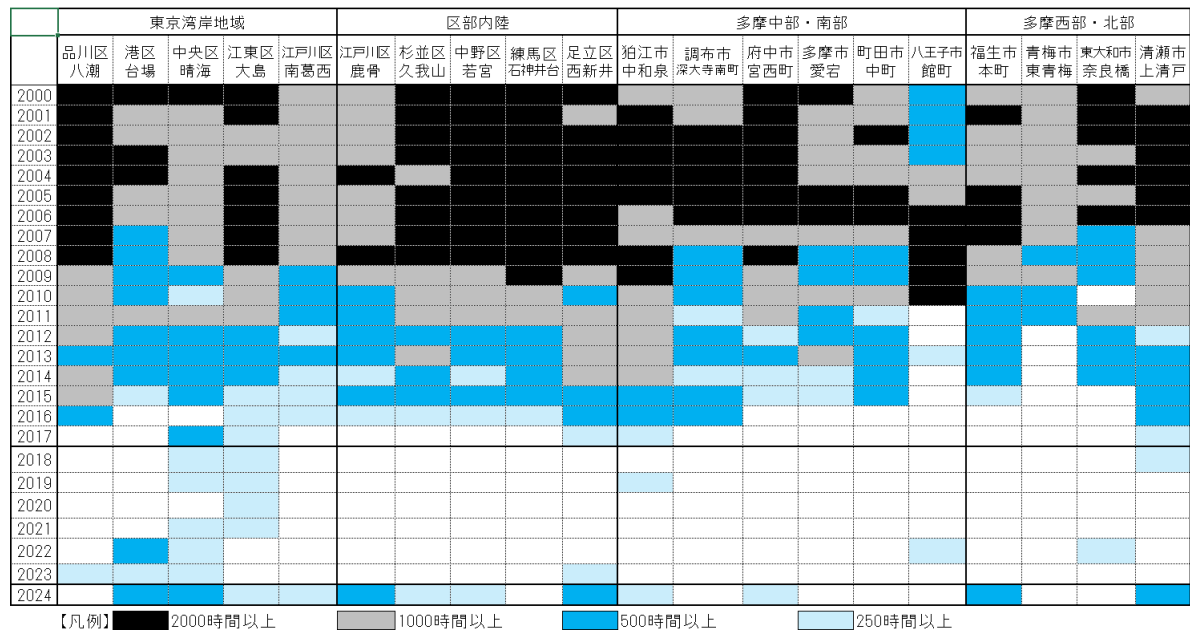


図4 一般環境大気測定局別におけるNMHCが0.2ppmC以上の時間の推移（各年5月から9月の合計値）

東京都環境科学研究所年報 2025