

青森・岩手県境地域の不法投棄現場における大気環境に関する調査報告

小比類巻 孝幸*・村 中 健**・大 畠 倫 和***
鮎 川 恵 理****

Analysis of VOC Concentration of Atmosphere for Dumped Waste at the Boundary Area between Aomori and Iwate Prefecture

Takayuki KOHIRUIMAKI, Takeshi MURANAKA, Norikazu OOSHIMA
and Eri S. AYUKAWA

Abstract

The volatile organic compound (VOC) of atmosphere for dumped waste are having a concern effect on around the boundary area between Aomori and Iwate prefecture. Total VOC concentration was analyzed use the handheld VOC monitor, and VOC molecules were identified by the gas chromatography. As a result, concentration of VOC on the waste dispose site atmosphere in Nov. 2005 was over $1,000 \times 10^3$ ppb that include an environmental influence materials, the isobutylene and xylene. But the VOC concentration in Nov. 2007 was decreased to an environmental standard by enclosure and withdraw the dumped waste.

Key words: dumped waste, atmospheric pollution, VOC, gas chromatography

1. はじめに

青森・岩手県境産廃不法投棄現場周辺への汚染拡散防止のため、平成 15 年から水系および土壌中の金属元素分析を継続して行っている¹⁾。分析開始の平成 15 年当初は産廃の撤去が始まったばかりであり、投棄現場は大半が被覆土壌に覆われていたが、平成 16 年度の調査では、廃棄物撤去のための掘り起こし作業に伴い、投棄現場に設置されている青森県環境生活部県境再生対策室現地事務所を中心とした広範囲で大気中に拡散する有機物質の臭気が強くなり、土壌から大気へ発散する VOC (volatile organic compounds: 揮発性有機化合物) の影響が懸念されるようになった。VOC は大気中で気体状となる有機化合物の総称であり、トルエン、キシレン、酢酸エチルなど健康への影響が報告されている多種多様な物質も含まれる。そのため、有機系大気汚染物質の拡散状況の調査を目的に、平成 17 年 11 月から 3 年間、現場周辺の大気分析を行った。

本報告では、現場土壌中およびその周辺の大気中の VOC について、総 VOC 濃度および種類を、平成 17 年 11 月から 3 年間調査した結果をまとめた。

2. 調査方法

2.1 調査地点

図 1 は県境産廃不法投棄現場周辺の地図である。現場表土には、廃棄物を被覆した粘土質土壌、廃棄物露出部分および元からの土壌の部分があったため、測定地点は投棄現場に絞り、現場のそれぞれの異なる表土から大気中に発散する VOC を調査した。

調査は、平成 17 年 11 月、平成 18 年 5 月、平成 18 年 11 月および平成 19 年 11 月の計 4 回行った。図 2 の様に、廃棄物や表土をスコップで 20~30 cm 程度掘り起こし、そこから揮発する VOC の濃度測定と気体サンプルの採取を行った。

2.2 大気中の総 VOC 濃度測定

大気中の総 VOC 濃度測定には、RAE Systems 社製 VOC 連続モニター装置 ppbRAE Plus を使用した。ppbRAE Plus の性能諸元を表 1 に示す。この VOC 連続モニター装置はポータブル型でありながら、内部のポンプにて毎分 400 ml の気体を装置内に取り込み、気体に含まれる VOC 濃度をイソブチレン換算で最低 1.00 ppb から最高 2,000 ppm 間での広範囲で測定できるという特徴を持つ。また、装置内に取り込んだ気体をポンプ出口から採取できるため、GL サイエンス (株) のアルミ製ガス採集パックをシリコンチューブにて取り付け、GC 分析用の気体の採取も行った。

2.3 GC 分析

採取した気体中に含まれる揮発性有機化合物の種類を

平成 20 年 1 月 7 日受理

* 大学院機械・生物化学工学専攻/生物環境化学工学科・准教授

** 大学院機械・生物化学工学専攻/生物環境化学工学科・教授・異分野融合科学研究所併任

*** 循環型社会技術システム研究センター・任期付研究支援員

**** 生物環境化学工学科・助教・異分野融合科学

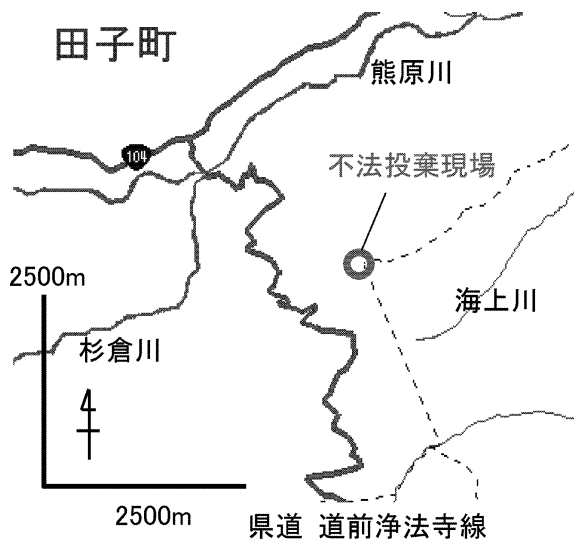


図1 現場地図



図2 廃棄物から大気中に発散する VOC 調査

表1 VOC 連続モニター装置 ppbRAE Plus の性能諸元²⁾

VOC 検出器	光イオン化センサ (10.6 eV ランプ装備), 9.8 eV オプション
測定レンジ分解能	10 ppm イソブチレンガスにて校正 0-9,999 ppb 10.0- 100- 99.9 ppm 2,000 ppm 1 ppb 0.1 ppm 1 ppm
反応時間 (T90: 90% 値表示)	5 秒以内
精 度	+/-20 ppb, 又は +/-10% 指示値 (10.6 eV 使用時)
校 正	2 点間校正 (ゼロ点, 標準ガス)
補正係数	102 種類の VOC ガス補正係数表内蔵
ポンプ	400 ml/min 約 30 m (高さ, 水平) 底流量時逆流自動 停止機能
動作温度/湿度	-10~40°C/01~95%RH (結露なし)

特定するため、ガスクロマト (GC) 分析を行った。メタンの様な低分子ガスから高分子 VOC まで混合していることが予想されるため、(株)島津製作所製ガスクロマト GC 分析装置 GC-2014 に高分解能ガラスカラム SBS-120 を用いた。測定条件はカラムオープン温度 120°C, N₂ キャリアガスのカラム流量 50.0 ml/min とした上で、採取した試料ガス 20 ml を分離、揮発性有機成分の分析を行った。

3. 結果と考察

3.1 総 VOC 濃度

表2に平成17年から19年までの総 VOC 濃度の変化をまとめた。平成17年11月に、採掘廃棄物上および埋め立て済み土壌上の二ヶ所の第一回測定を行った。その結果、採掘廃棄物上では総 VOC 濃度が $1,000 \times 10^3$ ppb (1,000 ppm) 以上、埋め立て土壌上でも 100×10^3 ppb (100 ppm) 以上と高い数値を示し、廃棄物移設作業によって大気汚染が発生していることを確認した。

VOC は家庭や学校などの屋内閉鎖系空間で発生した場合、常時吸引するためベンゼンやホルムアルデヒドなどの有害物質であれば数百 ppb の濃度で健康への影響が懸念されるが、その他の無害な芳香も多く、総 VOC 濃度は 200 ppb (0.2 ppm) 程度までは正常値とされる³⁾。対して屋外では自然の風による空気の交換がおこるため、作業空間であれば 50×10^3 ppb (50 ppm) 程度の濃度まで達する場合もある。以上の基準と対比しても、埋立土壌から 100×10^3 ppb (100 ppm) の揮発成分が認められる環境は、高濃度 VOC の長期暴露による健康上の問題が十分に懸念される状態であった。

このため、未撤去の廃棄物上にシートを掛ける囲い込みが始められ、平成18年5月では、廃棄物上は 800×10^3 ppb (800 ppm) と依然高濃度であったが、埋立土壌では 1,000 ppb (1 ppm) と改善傾向が見られた。さらに、平成18年秋にはほぼ全ての廃棄物上の囲い込みが完了し、廃棄物の撤去も進み、平成18年11月の埋立土壌では総 VOC 濃度が通常の屋内と同等の 250 ppb (0.25 ppm) 以下にまで大気環境が改善されていた。廃棄物から直接測定した VOC も 3,700 ppb (3.7 ppm) 以下に改善されていた。平成18年11月の調査では、次章で述べる、サンプリングした気体をガスクロマトグラフによる VOC 成分分析も併せて行った。

平成19年11月の調査では、廃棄物の撤去が更に進んでおり、総 VOC 濃度は 182 ppb 以下と更に改善されていた。現場事務所付近以外はシートで覆われた現場でも完全撤去されて粘土質の土壌が露出しており、大気環境にも囲い込みと撤去の効果が大きく見られている。

表2 現場で採取した大気の大気 VOC 濃度

測定日	H17.11 月	H18. 5 月	H18.11 月	H19.11 月
廃棄物上	$>1,000 \times 10^3$ ppb	$>800 \times 10^3$ ppb	3,700~2,000 ppb	2,400~1,700 ppb
埋立土壌上	$>100 \times 10^3$ ppb	$>1,000$ ppb	250~100 ppb	182~100 ppb
大学構内 (ブランク)	250~100 ppb			

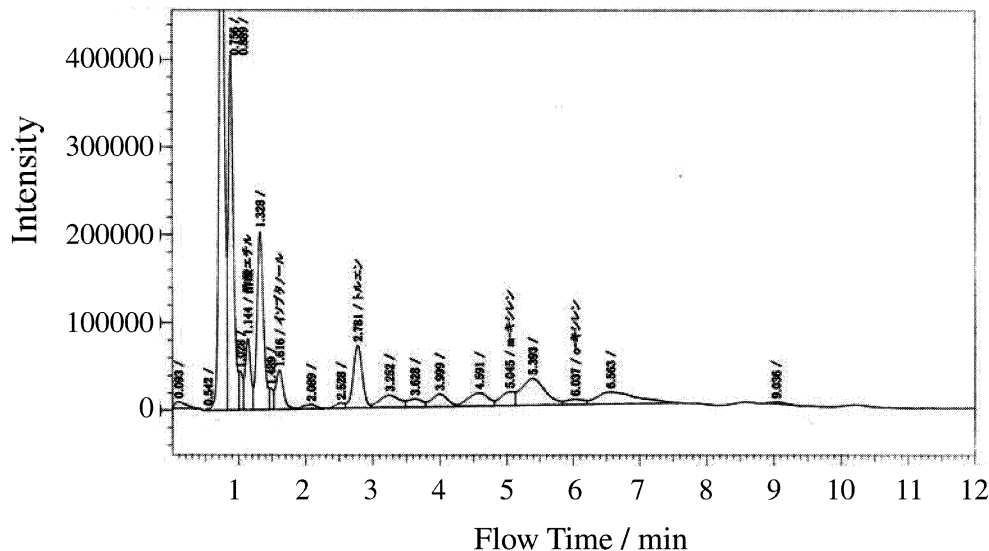


図3 廃棄物上大気の大気 GC 分析結果 (H18 年 11 月)

3.2 GC 分析

平成 18 年 11 月に採集した現場廃棄物上の大気の大気 GC 分析結果を図 3 に示す。図 3 のピークはそれぞれ異なった気体成分に相当するため、大気に含まれる VOC 成分は 20 種類以上で、汚染の種類が多岐に渡ることが確認できる。GC 分析では、図の左側の時間が早く検出される物質は低分子の揮発成分であり、右側の検出に時間がかかる物質ほど高分子である傾向がある。検出された VOC 成分には酢酸エチル、イソブタノール、トルエン、m-キシレン、o-キシレンなど、有害性が認められる物質も含まれている。これらの有害成分を吸入した場合、呼吸器刺激があり、頭痛、めまい、し(嗜)眠、麻酔状態を起こすことがある。管理濃度は $50 \sim 100 \times 10^3$ ppb ($50 \sim 100$ ppm) である⁴⁻⁶⁾。

物質ごとのピーク強度の差が濃度に比例するわけでは無いので、各成分の濃度の定量分析はできないが、既存の分析データ⁷⁾と比較した場合、各有害 VOC 成分とも管理濃度を超えてはいない。さらに、1 年後の平成 19 年 11 月では廃棄物の撤去の効果が現れ、それぞれのピーク強度は一割程度まで減少しており、特に検出に時間がかかる高分子の物質のピークが見られなくなった。以上、GC 分析の結果からも、廃棄物の撤去に伴う大気汚染の改善が裏付けられた。

4. ま と め

廃棄物撤去のための掘り起こし作業が始まった直後は周辺の大気環境に影響が懸念される VOC 濃度であったが、囲い込みを伴う撤去作業の結果、平成 18 年から現場大気中の総 VOC 濃度は大幅に減少し、平成 19 年度現在では全く問題がないレベルまで改善していた。有機物は時間によって変化しやすいため、有機質の成分および影響については継続して調査・監視する必要があると思われる。

謝辞：本研究は「文部科学省ハイテク・リサーチ・センター整備事業(平成 15 年度～平成 19 年度)」による私学助成により行われました。

資料採取の際に現場のご案内をいただいた青森県環境生活部県境再生対策室 総括主査 岩館聖治氏を始め、現地事務所の方々に感謝いたします。

文 献

- 1) 村中 健, 大瀧倫和, 小比類巻孝幸, 鮎川恵理: 2006 年に青森・岩手県境地域の不法投棄現場周辺で採取した水および土壌試料中の微量有害金属元素濃度に関する調査報告, 八戸工業大学異分野融合科学研究所紀要 第 5 巻, pp. 11-15 (2007)

- 2) (株) RAE Systems ホームページ (<http://www.raesystems.jp/>)
- 3) Lucy Pryde Eubanks, et al., “Chemistry in Context: Applying Chemistry to Society, Fifth Edition”, A Project of the American Chemical Society (2006)
- 4) 石油化学工業協会製品安全データシート MSDS. No. 7
- 5) 石油化学工業協会製品安全データシート MSDS. No. 14
- 6) 石油化学工業協会製品安全データシート MSDS. No. 17
- 7) (株) 島津製作所: キャピラリガスクロ応用データ集, C180-0037.