

## VOC 排出量の細分化に向けた成分分析方針(案)

### 1. VOC排出量の細分化に関する検討の経緯

#### (1) VOC排出インベントリにおける成分の把握状況

VOC 排出抑制対策は、光化学オキシダントや浮遊粒子状物質対策を目的としており、VOC 排出インベントリ(以下、「インベントリ」という。)において、可能な限りその成分別の内訳を示すことが求められている。

現在のインベントリは、成分不明のVOC 排出量が含まれ、平成 26 年度推計値において全体の約 30%を占めていたが、既存文献を活用し、当該年度の排出量を対象に細分化したところ、成分不明のVOC 排出量は 207 千 t/年(全体の 29.9%)から 79 千 t/年(同 11.4%)まで減少する結果となった(図 1)(※)。

※ 把握状況の詳細については参考資料3-1参照。

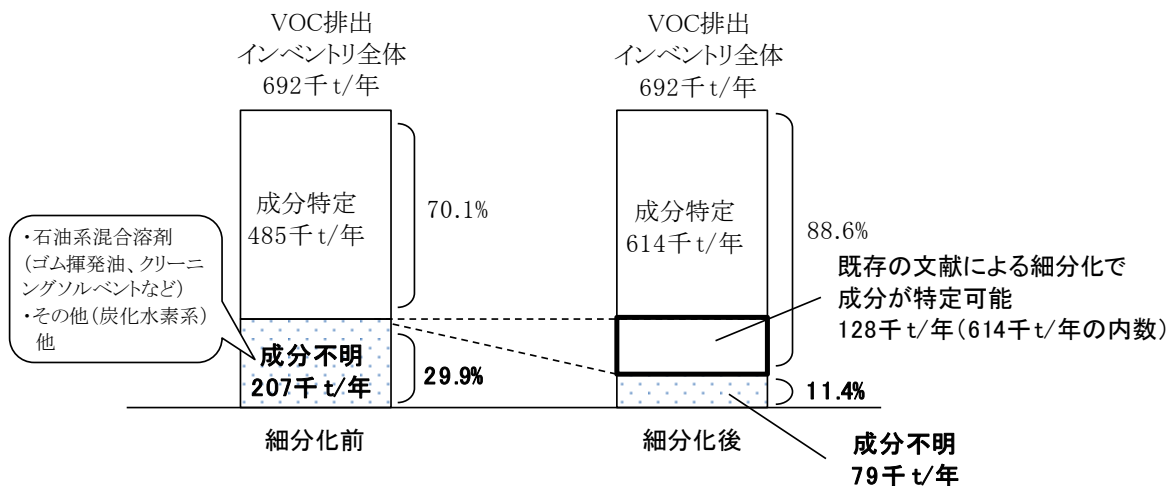


図 1 成分不明の VOC 排出量の細分化前後の VOC 排出量(平成 26 年度排出量)

#### (2) 細分化の精度向上のための課題

平成 26 年度調査における成分不明のVOC 排出量の細分化方法では、既存文献として、東京都が平成 19 年に実施した石油系混合溶剤の成分分析調査<sup>1</sup>(以下、「東京都調査」という。)の結果を利用した。しかしながら、検討会において、調査から約 10 年経過していることから、近年の状況を踏まえてデータ更新の必要性を検証する必要があるとの指摘があった。

<sup>1</sup> 石油系混合溶剤の成分組成調査(東京都環境科学研究所年報 2007)

### (3) 平成 27 年度調査における成分分析

前記した課題を踏まえ、VOC 排出量の細分化に向けた既存文献の精査等が必要となったため、平成 27 年度調査では、現在の石油系混合溶剤の流通実態を調査し、それらの結果を踏まえて、石油系混合溶剤の一種であるクリーニング溶剤の成分分析を実施した(表 1)。

平成 27 年度調査では、成分分析は JIS K2536-2<sup>2)</sup>に準拠した方法で GC-FID による全成分分析を実施した(表 2)。

なお、VOC 排出量の細分化に向け、GC-FID 分析の結果について、さらに妥当性を検証する必要があることとされた。

表 1 成分分析に関する調査の概要

項目	概要
石油系混合溶剤の国内流通実態の把握	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 製造・販売事業者や業界団体に対して対象製品やその販売量、組成等に関するヒアリングを実施。</li> <li>● クリーニング溶剤については国内で 10 製品が流通していることを確認。また、10 製品の国内シェアを推計。</li> </ul>
石油系混合溶剤の試行的な成分分析	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 用途がドライクリーニング溶剤に限られるため、クリーニング溶剤 7 製品(国内シェア 89%)の成分分析を実施。</li> </ul>

表 2 成分分析の方法

項目	平成 27 年度調査	(参考) 東京都調査
分析方法	・GC-FID 分析	・GC-FID 分析 ・GC-MS 分析
GC-FID の定量範囲	<u>0.1 容量%以上</u> (JIS K2536-2 に準拠した値)	<u>0.5 容量%以上</u> <sup>注 1</sup>
GC-FID 分析で用いる装置	Agilent Technologies 社 「GC6890N」	Agilent Technologies 社 「GC6890」
GC-FID 分析の同定方法	<u>ライブラリ検索</u> (Agilent Technologies 社 「EZDHA ソフト」使用)	<u>標準物質による</u> (SUPELCO 社 PIANO キット <sup>注 2</sup> 使用)

注1:全体の 7~8 割の成分を特定できることを目安に設定。

注2:SUPELCO 社 PIANO キットの内容は以下のとおり。

- ①直鎖アルカン C5~C15 の 11 種混合品、②側鎖アルカン C5~C9 の 37 種混合品、③ナフテン 30 種混合品、  
④アルケン C4~C10 の 25 種混合品、⑤芳香族炭化水素類の 37 種混合品

<sup>2)</sup> JIS K2536-2(石油製品-成分試験方法 第 2 部:ガスクロマトグラフによる全成分分析の求め方)

## 2. 今年度の調査項目

平成 28 年度調査では、VOC排出量の細分化に向けて、以下の調査を実施することとしたい。

(ア) 成分分析方法の妥当性の検証、成分分析方法の確立、成分分析の実施。

- GC-FID 法及び GC-MS 法の分析方法の妥当性の検証
- 石油系混合溶剤の成分分析方法の検討
- 石油系混合溶剤の成分分析の実施

(イ) 分析結果に基づく平均組成の算出及びインベントリへの反映。

- 成分分析結果のインベントリへの反映方法に関する検討
- 次年度以降に成分分析の対象とする溶剤種の優先順位や製品数等の検討

## 3. 分析方法の妥当性の検証

### (1) 検証方法

平成 27 年度の分析結果を踏まえ、成分分析の結果を検証するために、GC-FID よりも定性精度に優れる GC-MS を用いて、検体 A を対象に定性分析を実施した(表 3)。

表 3 定性分析の内容

項目	内容
分析機器	GC-MS(機器名称:Agilent Technologies 社「5975C」)
同定方法	ライブラリ検索
検体	検体 A(国内に流通するクリーニング溶剤の代表的な製品) ※平成 27 年度に GC-FID による成分分析を実施

### (2) 分析及び検証結果

GC-FID による分析で芳香族とされた物質に対する GC-MS による定性分析の結果を表 4 に示す(表 4 は平成 27 年度調査により課題とされた芳香族のみ抜粋した。分析結果の詳細は参考資料 3-2 参照)。

その結果、GC-FID 分析で芳香族とされた物質は、GC-MS 分析では「アルカン」や「シクロアルカン」等とされ、分析方法により違いがみられた。なお、GC-MS において多種多様なシクロヘキサン類が検出されたことは、分析したクリーニング溶剤の製造段階において、原料(ナフサ)に含まれる芳香族が水素化(※)されていることと整合している(図 2)。

以上のことから、VOC排出量の細分化を図るためには、GC-MS による分析結果を活用することが有用であることが示唆された。

#### 4. 成分分析の実施方針(案)

##### (1) 分析方法

検証結果を踏まえ、石油系混合溶剤の成分分析は、定量精度に優れる GC-FID による定量分析を行った後、検出されたピークに対して定性精度に優れる GC-MS による定性分析を行うこととする。

##### (2) 分析対象

昨年度の調査では国内に流通するクリーニング溶剤 7 製品に対して GC-FID による全成分分析を行っており、各物質に対応するピークとその組成(質量%)について把握している。

そのため、本年度の調査では GC-FID による分析は省略し、上記 7 製品について GC-MS による定性分析を行い、各ピークに対応する物質を同定することで、各製品の組成を明らかにする。

表 4 定性分析結果の比較(クリーニング溶剤:検体 A 芳香族のみ抜粋) (1/2)

GC-FID による同定結果(昨年度分析)			GC-MS による同定結果(本年度分析)		
分類	炭素数	物質名等	分類	炭素数	物質名等
芳香族	9	1,2,3-トリメチルベンゼン	シクロアルカン	8	エチリデンシクロヘキサン
		1,3,5-トリメチルベンゼン	アルカン	13	2,5,6-トリメチルデカン
		1-メチル-3-エチルベンゼン	アルカン	10	trans,cis,cis-1,2,4, 5-テトラメチルシクロヘキサン
		1-メチル-4-エチルベンゼン	-	-	同定不可
		n-プロピルベンゼン	-	-	同定不可
		インダン	シクロアルカン	10	1-メチル-2-プロピルシクロヘキサン
	10	1,2,3,5-テトラメチルベンゼン	その他	11	2-メチルデカヒドロナフタレン
		1,2,4,5-テトラメチルベンゼン	その他	10	3-(3-ブテニル)シクロヘキサノン
		1,2-ジメチル-3-エチルベンゼン	シクロアルカン	11	(2-メチルブチル)シクロヘキサン
		1,3-ジメチル-2-エチルベンゼン	-	-	同定不可
		1,3-ジメチル-4-エチルベンゼン	アルカン	11	2-メチルデカン
		1,3-ジメチル-5-エチルベンゼン	シクロアルカン	12	cis,cis,trans-1-イソブチル-2,5-ジメチルシクロヘキサン
		1,4-ジメチル-2-エチルベンゼン	シクロアルカン	11	1-エチル-2-プロピルシクロヘキサン
		1,3-ジエチルベンゼン	アルカン	13	1-ヨードトリデカン
		1-メチル-2-n-プロピルベンゼン	アルカン	11	2,3,6-トリメチルオクタン
		1-メチル-3-イソプロピルベンゼン	シクロアルカン	10	ジエチルシクロヘキサン
		n-ブチルベンゼン	シクロアルカン	11	1,1-ジメチル-2-プロピルシクロヘキサン
		sec-ブチルベンゼン	シクロアルカン	10	ジエチルシクロヘキサン
		4-メチルインダン	アルカン	20	9-メチルノナデカン
		5-メチルインダン	その他	11	1-メチルデカヒドロナフタレン
ナフタレン	アルカン	16	n-ヘキサデカン		

