

「成分不明」の VOC 排出量の把握について

1. VOC 対策における VOC 成分について

我が国における揮発性有機化合物(VOC)対策は、浮遊粒子状物質(SPM)や光化学オキシダントによる大気汚染の防止を目的とし、大気汚染防止法の改正によって制度化された。大気汚染防止法では、規制の対象となる VOC を次のとおり包括的に定義している。

<大気汚染防止法>

| |
|---|
| (定義等) |
| 第2条 (略) |
| 1～3 (略) |
| 4 この法律において「揮発性有機化合物」とは、大気中に排出され、又は飛散した時に気体である有機化合物(浮遊粒子状物質及びオキシダントの生成の原因とならない物質として政令で定める物質を除く。)をいう。 |

このため、業界団体等による自主行動計画においても、VOC 成分ごとの排出量は任意で報告される形となっており、VOC 成分が特定できない排出量が少なからず混在している(表 1)。

表 1 自主行動計画に基づく VOC 排出量の報告例
(ある業界団体からの報告例)

| 物質名 | 排出量(トン) | |
|-------------|--------------------|------------------|
| | 基準年度 (平成 12 年度) | 実績 (平成 23 年度) |
| 酢酸エチル | 4,735 | 2,300 |
| トルエン | 5,827 | 1,023 |
| メチルエチルケトン | 322 | 189 |
| ジクロロメタン | 2,591 | 1,199 |
| イソプロピルアルコール | 343 | 127 |
| ジメチルホルムアミド | 1 | 80 |
| その他 | 1,172 | 1,376 |
| 合 計 | 14,991 | 6,294 |

出典: VOC 排出抑制に係る自主行動計画及び実績報告(平成 24 年度提出分)(経済産業省)

2. VOC 排出インベントリにおける VOC 成分の把握状況

VOC 排出インベントリは平成 24 年度分の排出量まで作成されてきたが、その VOC 成分別の排出量は表 2 に示すとおりとなっている。この VOC 排出インベントリには、VOC 成分が「物質名」として把握されていないものがあり、物質名の欄は以下のような形で表記されている。

- 物質の構造のみ示したものの(例:「その他(炭化水素系)」)
- 混合溶剤の名称で示したものの(例:「工業ガソリン 4 号(ミネラルスピリット)」)
- 物質を特定する情報が何も示されていないもの(例:「特定できない物質」)

表 2 VOC 排出インベントリにおける VOC 成分別の排出量(1/2)

| 物質 グループ | 物質 コード | 物質名 | 大気排出量(t/年) | |
|------------|------------|-----------------|---------------|--------|
| | | | H12 (基準年度) | H24 |
| 炭化水素系 | 1001 | トルエン | 199,442 | 58,402 |
| | 1009 | キシレン類及びエチルベンゼン | 215,686 | - |
| | 1002 | キシレン | - | 55,082 |
| | 1003 | エチルベンゼン | - | 32,988 |
| | 1004 | 1,3,5-トリメチルベンゼン | 1,840 | 84 |
| | 1005 | n-ヘキサン | 23,314 | 9,005 |
| | 1007 | シクロヘキサン | 7,665 | 4,489 |
| | 1008 | n-ヘプタン | 245 | 427 |
| | 110019 | 2-メチル-1-ブテン | 3,791 | 4,066 |
| | 110020 | 2-メチル-2-ブテン | 5,737 | 2,801 |
| | 110021 | 2-メチルペンタン | 7,408 | 4,358 |
| | 110024 | cis-2-ブテン | 17,662 | 0 |
| | 110026 | n-ブタン | 43,178 | 22,989 |
| | 110028 | n-ペンタン | 18,822 | 16,774 |
| | 110029 | trans-2-ブテン | 11,403 | 4,216 |
| | 110031 | イソブタン | 40,800 | 23,064 |
| | 110041 | イソペンタン | - | 36,093 |
| | 110042 | 1-ブテン | - | 3,078 |
| 110043 | イソブテン | - | 2,928 | |
| 1100 | その他(炭化水素系) | 28,929 | 19,949 | |
| アルコール系 | 2001 | メチルアルコール | 30,685 | 12,388 |
| | 2002 | エチルアルコール | 18,818 | 17,168 |
| | 2003 | イソプロピルアルコール | 47,937 | 20,198 |
| | 2004 | n-ブチルアルコール | 0 | 55 |
| | 2005 | イソブチルアルコール | 82 | 1.4 |
| | 210004 | ブタノール | 28,868 | 9,797 |
| | 2100 | その他(アルコール系) | 0 | 893 |
| ケトン系 | 3001 | アセトン | 14,694 | 7,266 |
| | 3002 | メチルエチルケトン | 36,817 | 14,831 |
| | 3003 | メチルイソブチルケトン | 20,116 | 9,666 |
| | 3100 | その他(ケトン系) | 25 | 362 |

表2 VOC 排出インベントリにおける VOC 成分別の排出量(2/2)

| 物質 グループ | 物質 コード | 物質名 | 大気排出量(t/年) | |
|-------------------------|-----------|------------------------|---------------|---------|
| | | | H12 (基準年度) | H24 |
| エステル系 | 4001 | 酢酸エチル | 94,035 | 48,453 |
| | 4002 | 酢酸ブチル | 11 | 18,306 |
| | 4100 | その他(エステル系) | 2,702 | 2,909 |
| グリコール系 | 5001 | エチレングリコール | 233 | 50 |
| エーテル /グリコール エーテル系 | 6003 | エチレングリコールモノブチルエーテル | 255 | 15 |
| | 6004 | プロピレングリコールモノメチルエーテル | 1,491 | 60 |
| | 6005 | ETBE(エチル tert-ブチルエーテル) | - | 3,168 |
| | 6100 | その他(エーテル系/グリコールエーテル系) | 462 | 565 |
| ハロゲン系 | 8001 | ジクロロメタン | 57,489 | 16,996 |
| | 8002 | クロロホルム | 107 | 86 |
| | 8003 | トリクロロエチレン | 24,232 | 8,589 |
| | 8004 | テトラクロロエチレン | 11,831 | 2,563 |
| | 8100 | その他(ハロゲン系) | 19,237 | 4,797 |
| その他の 単体溶剤 | 9002 | N-メチル-2-ピロリドン | 8 | 248 |
| | 9004 | N,N-ジメチルホルムアミド | 6,559 | 1,811 |
| | 910003 | 二硫化炭素 | 6,942 | 4,883 |
| | 9100 | その他(別記以外の単体溶剤) | 1,104 | 12 |
| 石油系 混合溶剤 | 10002 | 工業ガソリン 2号(ゴム揮発油) | 15,930 | 4,887 |
| | 10004 | 工業ガソリン 4号(ミネラルスピリット) | 3,281 | 816 |
| | 10005 | 工業ガソリン 5号(クリーニングソルベント) | 45,094 | 21,016 |
| | 10009 | ソルベントナフサ(コールタールナフサ) | 62 | 31 |
| | 10010 | 印刷インキ用高沸点溶剤 | 11,897 | 12,021 |
| | 10011 | 塗料用石油系混合溶剤 | 90,663 | 70,715 |
| | 10100 | その他(石油系混合溶剤) | 15,145 | 20,198 |
| 特定できない 物質 | 99100 | 特定できない物質 | 170,645 | - |
| | 99101 | 特定できない物質(塗料溶剤以外) | - | 51,529 |
| | 99200 | 塗料溶剤での特定できない物質 | - | 48,479 |
| 合 計 | | | 1,403,379 | 736,612 |

注:VOC 成分が「物質名」として特定できていない部分を網掛けで示す。

このような VOC 成分の把握状況によって物質を分類すると、VOC 排出インベントリにおける VOC 排出量は表 3 に示すとおりとなる。表 2 の網掛けで示したものを「成分把握ができないもの」と仮定すると、それらの占める割合は増加傾向にあり、平成 24 年度では VOC 排出量の約 35%を占めている。

表3 VOC 排出インベントリにおける「成分把握の分類」別の排出量

| 成分把握の分類 | | 大気排出量(t/年) | | 構成比 | |
|------------------------|-----------------------|------------|---------|--------|--------|
| | | H12 | H24 | H12 | H24 |
| VOC成分が「物質名」まで把握できているもの | | 998,203 | 477,433 | 71.1% | 64.8% |
| 成分把握ができていないもの | 物質の構造のみ示したもの | 52,459 | 29,487 | 3.7% | 4.0% |
| | 混合溶剤の名称で示したもの | 182,072 | 129,684 | 13.0% | 17.6% |
| | 物質を特定する情報が何も示されていないもの | 170,645 | 100,008 | 12.2% | 13.6% |
| | 小計 | 405,176 | 259,179 | 28.9% | 35.2% |
| 合計 | | 1,403,379 | 736,612 | 100.0% | 100.0% |

このVOC排出インベントリにおいて、「成分把握ができないもの」のVOC排出量が含まれる主な発生源品目(塗料、接着剤、製造機器類洗浄用シンナー、ゴム溶剤)について、それぞれVOC排出量の推計に使ったデータの概要を以下に示す。

< 塗料 >

塗料の使用に係るVOC排出量の推計は、(一社)日本塗料工業会の調査結果に基づいている(表4)。同調査は会員企業へのアンケート調査に基づいており、トルエン、キシレン等の主な9物質と共に、石油系炭化水素類という混合溶剤としての排出量などが推計されている。

表4 業界団体から報告された塗料の使用に係るVOC排出量(1/2)

| 成分名 | VOC排出量(t/年)(平成24年度) | | | | | | |
|-------------|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 建物 | 建築資材 | 構造物 | 船舶 | 自動車・新車 | 自動車補修 | 電気機械 |
| トルエン | 5,143 | 1,014 | 1,484 | 1,789 | 4,834 | 3,499 | 1,427 |
| キシレン | 7,396 | 1,330 | 5,587 | 10,968 | 4,355 | 3,464 | 1,861 |
| エチルベンゼン | 5,389 | 959 | 3,264 | 7,924 | 3,086 | 2,396 | 1,291 |
| イソプロピルアルコール | 135 | 670 | 640 | 1,726 | 177 | 156 | 179 |
| ブタノール | 509 | 542 | 567 | 1,926 | 1,961 | 161 | 913 |
| メチルエチルケトン | 18 | 66 | 310 | 6 | 528 | 235 | 361 |
| メチルイソブチルケトン | 927 | 472 | 706 | 2,126 | 1,536 | 1,276 | 371 |
| 酢酸エチル | 458 | 604 | 72 | 23 | 5,178 | 1,249 | 466 |
| 酢酸ブチル | 1,915 | 900 | 308 | 379 | 3,230 | 2,637 | 937 |
| 石油系炭化水素類 | 34,603 | 953 | 7,898 | 2,279 | 7,640 | 1,086 | 2,051 |
| その他 | 10,297 | 2,775 | 2,856 | 3,176 | 9,172 | 2,058 | 2,387 |
| 合計 | 66,790 | 10,285 | 23,693 | 32,321 | 41,698 | 18,215 | 12,244 |

出典:「平成24年度塗料からのVOC排出実態推計のまとめ」(平成26年3月、(一社)日本塗料工業会)

注:「成分把握ができていないもの」(表中の網掛けで示す部分)は、平成24年度VOC排出インベントリではそれぞれ以下のとおり扱われている。

石油系炭化水素類

塗料用石油系混合溶剤(物質コード:10011)

その他

塗料溶剤での特定できない物質(物質コード:99200)

表4 業界団体から報告された塗料の使用に係る VOC 排出量(2/2)

| 成分名 | VOC 排出推計量(t/年)(平成24年度) | | | | | | 合計 |
|-------------|------------------------|--------|-------|-------|-------|--------|---------|
| | 機械 | 金属製品 | 木工製品 | 家庭用 | 路面標示 | その他 | |
| トルエン | 2,222 | 1,485 | 328 | 166 | 743 | 3,293 | 27,426 |
| キシレン | 6,437 | 3,886 | 300 | 535 | 52 | 1,299 | 47,470 |
| エチルベンゼン | 3,570 | 2,706 | 204 | 366 | 19 | 768 | 31,941 |
| イソプロピルアルコール | 164 | 156 | 233 | 106 | 2 | 157 | 4,502 |
| ブタノール | 776 | 2,049 | 35 | 58 | 1 | 297 | 9,797 |
| メチルエチルケトン | 215 | 227 | 181 | 32 | 1 | 437 | 2,617 |
| メチルイソブチルケトン | 407 | 439 | 232 | 69 | 0 | 350 | 8,912 |
| 酢酸エチル | 345 | 415 | 1,413 | 108 | 156 | 5,232 | 15,720 |
| 酢酸ブチル | 1,196 | 882 | 2,746 | 682 | 2 | 2,261 | 18,074 |
| 石油系炭化水素類 | 3,432 | 4,588 | 586 | 2,993 | 50 | 2,556 | 70,715 |
| その他 | 1,971 | 6,733 | 3,092 | 1,381 | 359 | 2,223 | 48,479 |
| 合計 | 20,735 | 23,563 | 9,349 | 6,495 | 1,386 | 18,873 | 285,647 |

出典:「平成24年度塗料からのVOC排出実態推計のまとめ」(平成26年3月、(一社)日本塗料工業会)

注:「成分把握ができていないもの」(表中の網掛けで示す部分)は、平成24年度VOC排出インベントリではそれぞれ以下のとおり扱われている。

石油系炭化水素類

塗料用石油系混合溶剤(物質コード:10011)

その他

塗料溶剤での特定できない物質(物質コード:99200)

< 接着剤 >

接着剤の使用に係るVOC排出量の推計は、日本接着剤工業会の調査結果に基づいている(表5)。これは塗料の場合と同様に会員企業へのアンケート調査によるものであり、トルエンやキシレンなどの8物質の他に、「工業ガソリン2号(ゴム揮発油)」といった混合溶剤と「その他」という区分でVOC使用量が集計されている。

表5 業界団体から報告された接着剤製造のためのVOC使用量

| 成分名 | VOC 使用量(t/年) | |
|-----------------|--------------|--------|
| | H12年度 | H24年度 |
| トルエン | 17,011 | 7,641 |
| キシレン | 2,270 | 1,611 |
| n-ヘキサン | 4,287 | 1,388 |
| シクロヘキサン | 1,305 | 2,427 |
| メチルアルコール | 9,887 | 5,308 |
| アセトン | 3,904 | 2,286 |
| メチルエチルケトン | 4,252 | 3,528 |
| 酢酸エチル | 10,505 | 6,791 |
| 工業ガソリン2号(ゴム揮発油) | 3,529 | 591 |
| その他 | 11,076 | 9,690 |
| 合計 | 68,027 | 41,261 |

出典:日本接着剤工業会

注:「成分把握ができていないもの」(表中の網掛けで示す部分)は、平成24年度VOC排出インベントリではそれぞれ以下のとおり扱われている。

工業ガソリン2号(ゴム揮発油)

工業ガソリン2号(ゴム揮発油)(物質コード:10002)

その他

特定できない物質(塗料溶剤以外)(物質コード:99101)

< 製造機器類洗浄用シンナー >

製造機器類洗浄用シンナー(以下、「洗浄用シンナー」という。)は、特定の業界団体等による調査結果は存在しないと考えられるため、東京都の環境確保条例に基づく届出データ(以下、「都条例データ」という。)に基づき VOC 排出量を推計している。具体的には、都条例データで「使用目的」ごとに VOC 排出量を集計し、「塗料」等の4品目と「洗浄用シンナー」の VOC 排出量の比率を業種グループ別に算出して推計した(表 6)。

表 6 都条例データに基づく使用目的ごとの VOC 排出量

| 業種グループ | | VOC 排出量(t/年) | | 洗浄用シンナーの比率 =(b)/(a) |
|--------|---------|-------------------------|--------------------|------------------------|
| | | 「塗料」等の 4品目の合計 (a) | 洗浄用 シンナー (b) | |
| 製造業 | 印刷・同関連業 | 3,251 | 346 | 10.6% |
| | その他 | 3,293 | 267 | 8.1% |
| 非製造業 | 試薬の使用あり | 294 | 92 | 31.3% |
| | 試薬の使用なし | 599 | 46 | 7.7% |
| 合 計 | | 7,437 | 752 | 10.1% |

注1: 本表の VOC 排出量は、都条例データの平成 14～17 年度分の排出量データを集計したものである。

注2: 都条例では使用目的が自由記述となっているため、以下のような使用目的を「洗浄用シンナー」と判断して集計した。

例1:「ガラスの洗浄」、例2:「印刷機の洗浄」、例3:「実験器具の洗浄」、例4:「塗料洗浄剤」

VOC 排出インベントリでは、この「洗浄用シンナーの比率」を使って洗浄用シンナーの使用に係る VOC 排出量が推計されているが、成分別の内訳の把握は困難⁽¹⁾と判断し、VOC 排出量のすべてを「特定できない物質」として集計した(表 7)。

表 7 洗浄用シンナーの使用に係る VOC 排出量の推計結果

| 成分名 | VOC 排出量(t/年) | |
|------------------------|--------------------|----------|
| | 平成 12 年度 (基準年度) | 平成 24 年度 |
| 99100 特定できない物質 | 61,622 | - |
| 99101 特定できない物質(塗料溶剤以外) | - | 29,819 |
| 合 計 | 61,622 | 29,819 |

注: 「特定できない物質」は平成 22 年度から「塗料溶剤」と「塗料溶剤以外」に細分化された。

実際の都条例データでは、「適正管理化学物質」ごとの大気排出量が得られている(表 8)。しかし、この都条例データは以下のような特徴があるため、VOC 排出インベントリの作成では「成分の把握は困難」と判断してきた。

主要な VOC 成分を網羅しているとは限らないこと

届出事業者の業種構成が我が国全体のものと大きく異なっていること

表 8 都条例データに基づく洗浄用シンナーによる物質別排出量

| 適正管理 化学物質番号 | 物質名 | 「洗浄用シンナー」による 大気排出量(kg/年) (H14～H17の合計) |
|----------------|--------------|---|
| 2 | アセトン | 75,345 |
| 4 | イソプロピルアルコール | 27,502 |
| 11 | キシレン | 47,697 |
| 15 | クロロホルム | 5,376 |
| 16 | 酢酸エチル | 48,651 |
| 17 | 酢酸ブチル | 6,454 |
| 21 | 四塩化炭素 | 230 |
| 22 | 1,2-ジクロロエタン | 108 |
| 25 | 1,3-ジクロロプロペン | 200 |
| 26 | ジクロロメタン | 265,808 |
| 35 | テトラクロロエチレン | 55,310 |
| 38 | トリクロロエチレン | 27,694 |
| 39 | トルエン | 138,744 |
| 49 | ヘキサン | 26,502 |
| 50 | ベンゼン | 1,006 |
| 53 | メタノール | 22,903 |
| 54 | メチルイソブチルケトン | 849 |
| 55 | メチルエチルケトン | 1,698 |
| 合 計 | | 752,076 |

注1: 本表のVOC排出量は、都条例データの平成14～17年度分の排出量データを集計したものである。

注2: 都条例では「適正管理化学物質」に限って排出量などの届出が義務づけられている。

< ゴム溶剤 >

ゴム溶剤の使用に伴うVOC排出量は、日本ゴム工業会が自主行動計画として報告したVOC排出量に基づき推計されている(表9)。しかし、同工業会から報告されたVOC排出量は総量のみとなっており、VOC成分別の内訳は報告されていない。

表 9 業界団体から報告されたゴム製品製造のためのVOC排出量

| 年度 | VOC排出量(トン) | 排出量の削減率 (対基準年度) |
|------------|------------|--------------------|
| 平成12(基準年度) | 22,720 | - |
| 平成17 | 19,317 | 15.0% |
| 平成18 | 18,097 | 20.3% |
| 平成19 | 17,238 | 24.1% |
| 平成20 | 14,407 | 36.6% |
| 平成21 | 11,286 | 50.3% |
| 平成22 | 11,631 | 48.8% |
| 平成23 | 10,371 | 54.4% |

出典: VOC排出抑制に係る自主行動計画及び実績報告(平成24年度提出分)(経済産業省)

そこで、VOC 排出インベントリの作成においては、業界団体が自主的に実施した VOC 使用量(昭和58年度実績)の調査結果(表10)を引用し、その年次補正等によってVOC成分別のVOC排出量を推計している。

ゴム溶剤の場合、表10に示す調査結果の中にも「成分把握ができていないもの」が含まれていることに加え、物質名が特定できているものについても、引用したデータが昭和58年度実績と極めて古いため、これも「成分把握ができていないもの」と同等に成分把握の必要性が高いものと考えられる。

表10 業界団体によるゴム製品の製造に伴うVOC使用量の調査結果

| 成分名 | ゴム製品の製造に伴うVOC使用量(t/年) | | | | | 合計 |
|----------------|-----------------------|-------|-------|----------|--------|--------|
| | タイヤ・チューブ | はきもの | 工業用品 | その他のゴム製品 | 化成品その他 | |
| トルエン | 258 | 1,597 | 4,089 | 5,523 | 887 | 12,353 |
| キシレン | 1 | 147 | 223 | 10 | 50 | 431 |
| n-ヘキサン | 29 | 24 | 119 | 300 | 1 | 474 |
| シクロヘキサン | 14 | 3 | 19 | 6 | 27 | 69 |
| スチレン | - | - | 6 | - | - | 6 |
| メチルアルコール | 4 | 5 | 69 | 131 | 58 | 267 |
| イソプロピルアルコール | 12 | 1 | 1 | 69 | 6 | 88 |
| アセトン | 23 | 31 | 70 | 20 | 49 | 193 |
| メチルエチルケトン | 0.1 | 149 | 386 | 152 | 935 | 1,622 |
| メチルイソブチルケトン | 1 | 87 | 184 | 16 | 238 | 527 |
| 酢酸エチル | - | 82 | 63 | 44 | 148 | 338 |
| 酢酸ブチル | - | 0.2 | 1 | 3 | - | 4 |
| ジクロロメタン | 1 | 96 | 7 | 89 | 498 | 691 |
| トリクロロエチレン | 0.3 | 3 | 430 | 4 | 5 | 442 |
| テトラクロロエチレン | 0.2 | 38 | 311 | - | 0.04 | 350 |
| トリクロロエタン | 2 | 77 | 384 | - | 129 | 593 |
| N,N-ジメチルホルムアミド | - | 5 | 4 | 5 | 471 | 485 |
| ゴム揮発油 | 11,159 | 2,359 | 643 | 685 | 10 | 14,856 |
| ミネラルスピリット | 62 | - | 1 | - | 105 | 168 |
| その他のVOC | 22 | 165 | 135 | 186 | 274 | 783 |
| 合計 | 11,588 | 4,869 | 7,146 | 7,246 | 3,890 | 34,740 |

出典：ゴム工業における有機溶剤の使用実態調査結果(昭和60年,日本ゴム工業会)

注：「成分把握ができていないもの」(表中の網掛けで示す部分)は、平成24年度VOC排出インベントリではそれぞれ以下のとおり扱われている。

| | |
|-----------|----------------------------------|
| ゴム揮発油 | 工業ガソリン2号(ゴム揮発油)(物質コード:10002) |
| ミネラルスピリット | 工業ガソリン4号(ミネラルスピリット)(物質コード:10004) |
| その他のVOC | 特定できない物質(塗料溶剤以外)(物質コード:99101) |

過年度業務においては、これらの4つの発生源品目について、それぞれ関係する業界団体に対しヒアリング調査が実施され、「VOC成分が特定できない理由」について以下に示す回答が得られた(表11)。

表11 「VOC成分が特定できない理由」に関する業界団体の回答例

| 発生源品目 | 関係する業界団体 | VOC成分が特定できない(又はそれをしない)理由 (業界団体へのヒアリング結果) |
|---------|--|--|
| 塗料 | (一社) 日本塗料工業会 | <ul style="list-style-type: none"> ● 個別の物質情報が企業のノウハウに当たる。 ● 排出量の各項目は調査項目に対応(「その他」が「特定できない物質」に該当)しており、調査項目を変更することによって更なる特定は可能である。但し、調査項目をより細分化することに対しては会員企業に抵抗感がある。 |
| 接着剤 | 日本接着剤工業会 | <ul style="list-style-type: none"> ● 個別の物質情報が企業のノウハウに当たる。 ● 成分が多岐にわたっており、物質ごとの排出量の整理が困難である。 |
| 洗浄用シンナー | (一社) 日本塗料工業会 (一社) 日本印刷産業連合会 日本接着剤工業会 | <p>組成情報の詳細が把握されていない。</p> <p>高沸点溶剤、ミネラルスピリット、灯油などが含まれているがそれぞれの割合は把握されていない。</p> <p>組成は企業のノウハウに当たる。</p> |
| ゴム溶剤 | (一社) 日本ゴム工業会 | 近年、成分分析の調査を実施していない。 |

出典:平成25年度揮発性有機化合物(VOC)排出インベントリ作成等に関する調査業務報告書
(平成26年3月,株式会社旭リサーチセンター)

3. 塗料等の VOC 製品に関する成分情報の例

これまでの VOC 排出インベントリの作成で直接的に使われた情報の他にも、塗料等の VOC 製品に関する成分情報が把握可能な場合がある。具体的には、以下のような情報が公表資料等として把握可能である。

(1) 塗料の成分情報の例

塗料メーカーの中には、自社で製造販売する塗料製品の SDS (Safety Data Sheet: 安全データシート) を一般に公表しているところがある。そのような塗料製品の SDS による VOC 成分の含有率の例を表 12 に示す。それによると、(一社)日本塗料工業会による把握対象となっていない VOC 成分も数多く記載されている。

表 12 塗料製品の SDS (安全データシート) による VOC 成分の含有率の例

| 成分名 | (一社)日本塗料工業会による把握対象 | 製品中の含有率(例) |
|--------------------------|--------------------|------------|
| トルエン | | 70% |
| キシレン | | 9.5% |
| エチルベンゼン | | 7.5% |
| イソプロピルアルコール | | 40～45% |
| 1-ブタノール | | 5～10% |
| 酢酸エチル | | 45～50% |
| 酢酸 n-ブチル | | 35～40% |
| メチルエチルケトン | | 5～10% |
| メチルイソブチルケトン | | 1～5% |
| 1,3,5-トリメチルベンゼン | | 4% |
| 1,2,4-トリメチルベンゼン | | 15% |
| メタノール | | 10～15% |
| エタノール | | 30～35% |
| イソブタノール | | 5～10% |
| エチレングリコールモノ-n-ブチルエーテル | | 1～5% |
| プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート | | 5～10% |
| メチルシクロヘキサン | | 25～30% |
| シクロヘキサン | | <0.1% |
| シクロヘキサノン | | 1～5% |
| イソオクタン | | 1～10% |
| ジメチルエーテル | | 30～40% |
| ミネラルスピリット | | 75～80% |
| 低沸点芳香族ナフサ | | 1～5% |
| 高沸点芳香族ナフサ | | 1～5% |
| 石油系炭化水素 | | 30～35% |

注1:安全データシート(SDS)を一般に公表している複数の塗料メーカーの情報より抜粋して作成した。

注2:化管法の対象でない物質の場合、含有率が幅で示されている場合がある(本表ではその例示をしたが、物質ごとに製品は異なる)。

また、過去には業界団体によって塗料製造のための原材料使用料が調査されたことがあり、主な溶剤について成分別の使用料が詳細に把握されている(表13)。この業界団体による調査は、生産量ベースでの捕捉率が約8割と高いものであったが、調査は平成6年度実績と古いため、現在の使用実態とは異なっている可能性が高い。

表13 業界団体による塗料製造のための原材料使用量の調査結果(1/2)

| VOC 成分 | | (一社)日本塗料工業会による把握対象 | 原材料使用量 (トン/年) |
|-----------------|----------------------|--------------------|----------------------|
| 脂肪族 炭化水素系溶剤 | n-ヘキサン | | 1,934.3 |
| | n-オクタン | | 0.0 |
| | イソオクタン | | 17.0 |
| | n-ペンタン | | 0.5 |
| | その他の脂肪族炭化水素 (小計) | | 1,934.1 3,885.9 |
| 脂環族 炭化水素系溶剤 | シクロヘキサン | | 339.4 |
| | その他の脂環族炭化水素 (小計) | | 123.1 462.5 |
| 芳香族 炭化水素系溶剤 | トルエン | | 154,670.7 |
| | キシレン | | 146,356.7 |
| | エチルベンゼン | | 708.1 |
| | クメン | | 0.0 |
| | トリメチルベンゼン | | 0.0 |
| | スチレン | | 12,049.2 |
| | その他の芳香族炭化水素 (小計) | | 5,745.2 319,529.9 |
| 炭化水素系 混合溶剤 | 脂肪族系 | | 14,418.5 |
| | 芳香族系 | | 56,719.1 |
| | 脂肪族/芳香族系 | | 71,927.5 |
| | その他 (小計) | | 1,218.6 144,283.7 |
| アルコール系溶剤 | メタノール | | 32,621.2 |
| | イソプロパノール | | 16,050.2 |
| | n-ブタノール | | 14,124.0 |
| | エチレングリコール | | 5,700.8 |
| | その他のアルコール系 (小計) | | 20,903.0 89,399.2 |
| エステル系溶剤 | 酢酸エチル | | 44,932.5 |
| | 酢酸ブチル | | 24,932.1 |
| | その他のエステル系 (小計) | | 10,314.7 80,179.3 |
| エーテル・エーテルアルコール類 | エチルセロソルブ | | 3,018.5 |
| | ブチルセロソルブ | | 20,080.5 |
| | イソプロピルセロソルブ | | 1,770.1 |
| | その他エーテルアルコール (小計) | | 15,593.9 40,463.0 |

表 13 業界団体による塗料製造のための原材料使用量の調査結果(2/2)

| VOC 成分 | | (一社)日本塗料工業会による把握対象 | 原材料使用量(トン/年) |
|----------------|------------------|--------------------|--------------|
| エーテルアルコールエステル類 | メチルセロソルブアセテート | | 206.8 |
| | エチルセロソルブアセテート | | 3,231.8 |
| | その他エーテルアルコールエステル | | 8,783.3 |
| | (小計) | | 12,221.9 |
| ケトン系溶剤 | アセトン | | 11,674.4 |
| | メチルエチルケトン | | 15,757.0 |
| | メチルイソブチルケトン | | 21,922.4 |
| | 1,4-ジオキサン | | 178.7 |
| | イソホロン | | 2,059.9 |
| | その他のケトン類 | | 9,306.0 |
| (小計) | | 60,898.4 | |
| 塩素系溶剤類 | メチレンクロライド | | 3,112.5 |
| | トリクロロエチレン | | 142.1 |
| | トリクロロエタン | | 415.8 |
| | エチルクロライド | | 7.8 |
| | テトラクロロエチレン | | 183.7 |
| | その他の塩素系 | | 3.2 |
| | (小計) | | 3,865.1 |
| 回収再生溶剤類 | | | 30,790.7 |
| その他非塩素系 | | | 77.9 |
| 合計 | | | 786,057.5 |

出典:塗料産業に係わる化学物質の有害性調査報告書(H9.10)

(社団法人日本塗料工業会、塗料産業と地球環境研究会)

注1:「(一社)日本塗料工業会による把握対象」は、表4に成分名が示されているものを” ”で示す(成分名の「その他」を除く)。

注2:表4に示された成分名の「その他」は、「脂肪族系」や「芳香族系」といった内訳が不明のため、本表では「炭化水素系混合溶剤」の全体に” ”を示す。

さらに、VOC 排出インベントリ作成の一環として、過去には、いわゆる「溶剤調査」実施し、溶剤メーカー等から「塗料向け」として国内出荷された物質別の数量を調査したことがある(表14)。この溶剤調査でも数多くのVOC成分について使用量が把握されたが、全体的な傾向は表13に示した調査結果(=業界団体による調査結果)と類似したものであった。

表 14 過年度の「溶剤調査」によって推計された塗料向けの国内出荷量(1/2)

| 分類 | 溶剤番号 | 溶剤名 | 「塗料」向けの国内出荷量(t/年) (平成17年度) |
|-----------------|------|--------------------------------------|-------------------------------|
| 炭化水素系 | 11 | トルエン | 87,348 |
| | 12 | キシレン | 75,913 |
| | 13 | エチルベンゼン | 294 |
| | 14 | 1,3,5-トリメチルベンゼン | - |
| | 15 | n-ヘキサン | 3,065 |
| | 16 | iso-ヘキサン | 626 |
| | 17 | シクロヘキサン | 573 |
| | 18 | n-ヘプタン | 1,067 |
| | 19 | その他の炭化水素系 | 1,012 |
| アルコール系 | 21 | メチルアルコール(メタノール) | 21,241 |
| | 22 | エチルアルコール(エタノール) | 38,952 |
| | 23 | イソプロピルアルコール(IPA) | 9,527 |
| | 24 | n-ブチルアルコール | 58,562 |
| | 25 | iso-ブチルアルコール | 26,535 |
| | 26 | ベンジルアルコール | - |
| | 29 | その他のアルコール系 | - |
| ケトン系 | 31 | アセトン | - |
| | 32 | メチルエチルケトン(MEK) | 48,580 |
| | 33 | メチルイソブチルケトン(MIBK) | 30,274 |
| | 34 | N,N-ジメチルホルムアミド | 1,635 |
| | 39 | その他のケトン系 | - |
| エステル系 | 41 | 酢酸エチル | 101,426 |
| | 42 | 酢酸ブチル | 53,724 |
| | 49 | その他のエステル系 | 8,902 |
| グリコール系 | 51 | エチレングリコール | 365 |
| | 52 | ジエチレングリコール | 50 |
| | 53 | プロピレングリコール | - |
| | 59 | その他のグリコール系 | - |
| エーテル/グリコールエーテル系 | 61 | エチレングリコールモノメチルエーテル(メチルセロソルブ) | 196 |
| | 62 | エチレングリコールモノエチルエーテル(エチルセロソルブ) | - |
| | 63 | エチレングリコールモノブチルエーテル(ブチルセロソルブ) | 25,786 |
| | 64 | プロピレングリコールモノメチルエーテル(PM) | 9,418 |
| | 65 | ジメチルエーテル | 1,329 |
| | 66 | メチルターシャリーブチルエーテル | - |
| | 69 | その他(上記以外のエーテル系/グリコールエーテル系) | 9 |
| グリコールエステル系 | 71 | エチレングリコールモノエチルエーテルアセテート(酢酸2-エトキシエチル) | - |
| | 72 | プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート(PMA) | 8,530 |
| | 79 | その他のグリコールエステル系 | 246 |

注1:本表は平成18年度に溶剤メーカー等に対して実施したアンケート調査結果に基づく推計値を示す。

注2:本表はアンケート調査結果の単純な集計値ではなく、捕捉率による補正などを加えた推計値を示している。

注3:本表に示す溶剤番号は便宜的に設定したものであり、別掲する「物質コード」とは関係ない。

表 14 過年度の「溶剤調査」によって推計された塗料向けの国内出荷量(2/2)

| 分類 | 溶剤番号 | 溶剤名 | 「塗料」向けの 国内出荷量 (t/年) (平成17年度) |
|---------|------|-----------------------|---------------------------------------|
| ハロゲン系 | 81 | 塩化メチレン(ジクロロメタン) | - |
| | 82 | クロロホルム | - |
| | 83 | トリクロロエチレン | - |
| | 84 | テトラクロロエチレン(パークロロエチレン) | - |
| | 86 | HCFC-225 | - |
| | 87 | HCFC-141b | - |
| | 89 | その他のハロゲン系 | - |
| 単一溶剤その他 | 91 | テトラヒドロフラン | - |
| | 92 | N-メチル-2-ピロリドン(NMP) | - |
| | 93 | ジメチルスルホキシド(DMSO) | - |
| | 99 | その他(別記以外の単体溶剤) | 1,408 |
| 工業ガソリン | 101 | ベンジン(白ガソリン)(JIS 1号) | 979 |
| | 102 | ゴム揮発油(JIS 2号) | - |
| | 103 | 大豆揮発油(JIS 3号) | - |
| | 104 | ミネラルスピリット(JIS 4号) | 24,118 |
| | 105 | クリーニングソルベント(JIS 5号) | 30,227 |
| 石油系溶剤 | 201 | 石油エーテル | - |
| | 202 | 石油ベンジン | - |
| | 203 | リグロイン | - |
| 混合溶剤その他 | 301 | ソルベントナフサ(コールタールナフサ) | - |
| | 302 | C9芳香族 | 35,842 |
| | 303 | C10芳香族 | 17,405 |
| | 309 | その他の石油系混合溶剤 | 187 |
| 合 計 | | | 725,352 |

注1:本表は平成18年度に溶剤メーカー等に対して実施したアンケート調査結果に基づく推計値を示す。

注2:本表はアンケート調査結果の単純な集計値ではなく、捕捉率による補正などを加えた推計値を示している。

注3:本表に示す溶剤番号は便宜的に設定したものであり、別掲する「物質コード」とは関係ない。

(2) 洗浄用シンナーの成分情報の例

洗浄用シンナーについては、表 8 に示した都条例データの他に、PRTR 関連でもアンケート調査によって実態が把握された事例がある(表 15)。この表 15 のデータは、PRTR 対象化学物質に限ったものであるが、全国を対象に実施されたアンケート調査の結果であるため、地域的な偏りもなく、物質間の相対的な比率としては、実態を反映したものになっていると考えられる。

表 15 「洗浄用シンナー」の使用・排出実態の調査結果の例

| 物質番号 | 対象化学物質名 | 回答事業所数 | 年間取扱量(kg/年) | 年間排出量(kg/年) |
|------|-----------------|--------|-------------|-------------|
| 300 | トルエン | 393 | 1,667,173 | 606,342 |
| 80 | キシレン | 256 | 489,609 | 197,838 |
| 53 | エチルベンゼン | 132 | 296,240 | 143,677 |
| 296 | 1,2,4-トリメチルベンゼン | 72 | 309,787 | 209,107 |
| 297 | 1,3,5-トリメチルベンゼン | 72 | 145,777 | 73,377 |
| 392 | ノルマル-ヘキサン | 46 | 33,623 | 23,445 |
| 186 | ジクロロメタン | 31 | 47,797 | 29,330 |
| 83 | クメン | 14 | 4,340 | 2,475 |
| 400 | ベンゼン | 12 | 588 | 536 |
| 281 | トリクロロエチレン | 10 | 2,014 | 1,061 |
| 232 | N,N-ジメチルホルムアミド | 6 | 7,511 | 400 |
| 384 | 1-プロモプロパン | 6 | 10,901 | 379 |
| 合 計 | | 1,050 | 3,015,360 | 1,287,967 |

注1: 本表は以下の以下の二つの報告書(PRTR 関連)に記されたデータに基づき作成した。

- ・平成 23 年度すそ切り以下事業者排出量推計手法、オゾン層破壊物質及び低含有率物質の排出量推計手法に関する調査報告書(平成 24 年 3 月,株式会社環境計画研究所)
- ・平成 25 年度すそ切り以下事業者排出量推計手法、オゾン層破壊物質及び低含有率物質の排出量推計手法に関する調査(平成 26 年 3 月,株式会社環境計画研究所)

注2: 本表のデータは、PRTR 対象業種(主として製造業)を営む事業者に対するアンケート調査で取得した。

注3: PRTR 対象化学物質のうち、排出量が比較的大きな物質に限って示す。

(3) 石油系混合溶剤の成分に関する情報の整理例

VOC 排出インベントリには、VOC 成分として「工業ガソリン 5 号(クリーニングソルベント)」といった石油系混合溶剤の使用に伴う VOC 排出量も含まれている。このような石油系混合溶剤については、その VOC 成分を正確に把握するのは困難だが、その種類ごとに主要な成分が把握されている場合が多い。

このような石油系混合溶剤の成分等に関する情報の整理例を表 16 に示す。

表 16 石油系混合溶剤の成分等に関する情報の整理例

| 分類 | | 別名 | 主な用途 | 主な成分 |
|-------------------------------|----------------------------|----------------------------------|---|---|
| 工業ガソリン (JIS K2201-1991) | ベンジン (JIS 1号) | 石油エーテル | 機械部品等の洗浄用、染み抜き用、 塗料用、ゴム溶解用、懐炉の燃料 | パラフィン (沸点 30 ~ 150) |
| | ゴム揮発油 (JIS 2号) | 白ガソリン | 塗料用、ゴム溶解用、懐炉の燃料 | ベンジンよりアロマ分が多い (沸点 80 ~ 160) |
| | 大豆揮発油 (JIS 3号) | ナフテニックゴム揮 ナフテンが主成分の場合 | 機械部品等の洗浄用、ゴム溶解用 塗料用、接着剤用 | ? |
| | ミネラルスピリット (JIS 4号) | 大豆油等の抽出用 | 大豆油等の抽出用 | (沸点 60 ~ 90) アロマ分が多い(HAWS 級ソルベント) アロマ分が少ない(LAWS 級ソルベント) |
| | クリーニングソルベント (JIS 5号) | ホワイトスピリット 石油スピリット ミネラルターペン | 塗料用 | (沸点 140 ~ 205) アロマ分の少ないものもある (沸点 150 ~ 210) |
| 石油系溶剤(試薬) (JIS K8594-1996) | 石油エーテル | | 分析用試薬 洗浄用 | C5 パラフィン C6 イソパラフィン (沸点 30 ~ 60) |
| | 石油ベンジン | | 染み抜き用、洗浄用、塗料用 | n-ヘキサン、iso ヘキサン (沸点 50 ~ 80) |
| | リグロイン | | 抽出用、懐炉の燃料 | ゴム揮発油に類似(トルエンを若干含む) (沸点 80 ~ 110) |
| 灯油 (JIS K2203) | 白灯油(JIS 1号) 茶灯油(JIS 2号) | | 主として暖房用 石油発動機用の燃料 | |
| 工業用石油系溶剤等 (JIS 規格なし) | ポリオレフィン重合溶 剤 | | 石油化学工業用 (エチレンやプロピレンの重合溶剤) | ヘキサン(沸点 67 ~ 69) ヘプタン(沸点 93 ~ 100) |
| | 芳香族溶剤 | | 焼き付け塗料用の希釈溶剤 (アミノアルキド樹脂等) | C9 芳香族(沸点 155 ~ 175) C10 芳香族(沸点 180 ~ 210) |
| | 印刷インキ溶剤 | | 凸版・平板用印刷インキ 油性塗料用 | ノンアロマが主流(沸点 230 ~ 330) -ピネン(2環式モノテルペン; C ₁₀ H ₁₆) (沸点 150 ~ 170) |
| | テレピン油 | ターペン油 | 大半がミネラルスピリットに代替 | |
| | ソルベントナフサ | コールターールナフサ | 中間物製造用、染料用、塗料用、洗浄用、 農薬・殺虫剤用、ゴム用、印刷インキ用 | ? (沸点 120 ~ 200) |

注: 本表は各種公表資料に基づき暫定的に作成したものであり、一部に未確認の情報が含まれる。

4. 物質名が特定できない VOC 成分の把握に向けての方針(案)

VOC 排出インベントリの中で「成分把握ができていないもの」は、大きく三つに分類されているが、そのうち「その他(炭化水素類)」といった形で物質の構造のみ示されているものは、一般には量的に少ない物質だと考えられるため、成分把握の優先順位は相対的に低いと考えられる。

したがって、今後の VOC 排出インベントリの作成においては、「混合溶剤の名称で示したもの」と「物質を特定する情報が何も示されていないもの」を中心に情報収集することが必要と考えられる。その具体的な情報収集の方法としては、表 17 に示すものが考えられる。

表 17 「成分把握ができていないもの」の分類と情報収集の方針(案)

| 成分把握の分類 | 成分表記の例 | 今後の情報収集の方針 |
|-----------------------|-------------------------|---|
| 物質の構造のみ示したもの | その他 (炭化水素類) | - |
| 混合溶剤の名称で示したもの | 工業ガソリン4号 (ミネラルスピリット) | 主要成分の情報について、文献調査やヒアリング調査を実施(表 16 に示す内容を充実させる) 成分情報の把握が困難な混合溶剤がある場合は、必要に応じて成分分析の可能性を検討する。 関係機関と協力して SDS(安全データシート)の情報を収集し、製品の代表性も考慮しつつ左記の物質の「平均的な含有率」を推定する。これまで把握されている情報を再整理することにより、一定の仮定の下に VOC 成分を推定する手法を検討する。 最新情報が必要と考えられる場合は、過去と同様の調査を実施する(又は関係機関に調査を依頼する)可能性を検討する。 |
| 物質を特定する情報が何も示されていないもの | 特定できない物質 | |