

2.D.3.- 金属洗浄（Metallic Cleaning）

1. 排出・吸収源の概要

1.1 排出・吸収源の対象及び温室効果ガス排出メカニズム

電気・電子製品や金属加工部品等の製造プロセスにおいて、工業用洗浄剤による金属部品の洗浄に伴いNMVOCが排出される。

1.2 排出・吸収トレンド及びその要因

金属洗浄からのNMVOC排出量は、1997年度をピークに減少傾向にあったが、近年は横ばいの状態が続いている。塩素系洗浄剤の使用量は2001年度を境に減少しているが、一方で同時期にアルコール系洗浄剤の使用量が増加を始めている。

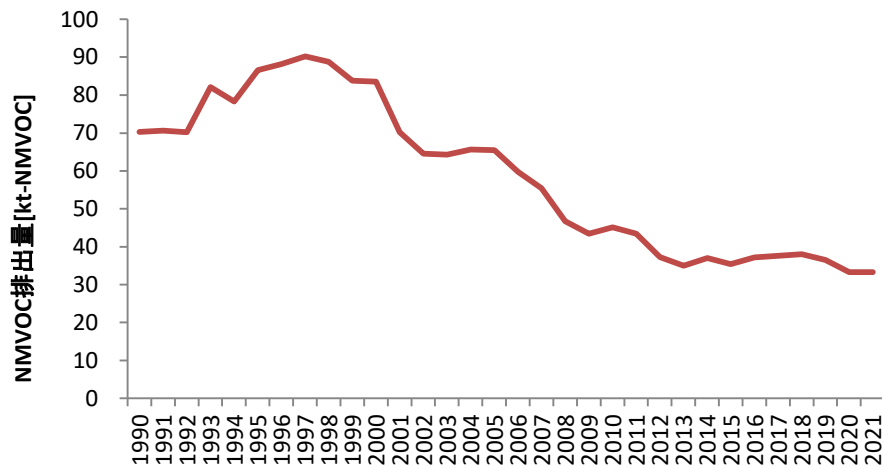


図1 「2.D.3.- 金属洗浄」からのNMVOC排出量の推移

2. 排出・吸収量算定方法

2.1 排出・吸収量算定式

1) 塩素系洗浄剤

塩素系洗浄剤の使用に伴う排出については、塩素系洗浄剤の使用量に大気排出係数を乗じて算定した。なお、一部が外部の業者によりリサイクルされていることから、リサイクル分の補正を行った。

$$E = AD \times R \times EF$$

E	: 塩素系洗浄剤の使用に伴う NMVOC 排出量 [千 t-NMVOC]
AD	: 塩素系洗浄剤の販売量 [千 t]
R	: リサイクルによる補正率 (1.1 倍) ¹
EF	: 塩素系洗浄剤の使用時の大気排出量 [%]

¹ 「平成 23 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 (環境省)」によれば、日本産業洗浄協議会が日本溶剤リサイクル工業会に調査した結果では、塩素系洗浄剤については、販売量の 1 割程度が外部業者により再生されて再供給されているとのことである。

2) 塩素系以外の洗浄剤

塩素系以外の洗浄剤（準水系、炭化水素系、アルコール系、フッ素系、その他の洗浄剤）については、洗浄剤の使用量に大気排出率を乗じて排出量を算定した。

$$E = AD \times EF$$

E : 塩素系以外の各洗浄剤の使用に伴う NMVOC 排出量 [千 t-NMVOC]

AD : 塩素系以外の各洗浄剤の使用量 [千 t]

EF : 塩素系以外の各洗浄剤の使用時の大気排出率 [%]

2.2 排出係数

塩素系洗浄剤、塩素系以外の洗浄剤ともに、表 1 に示す「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（環境省）（以下、VOC 排出インベントリ調査）」に記載されている排出係数を使用した。

表 1 各洗浄剤の使用に係る NMVOC 排出係数

洗浄剤	大気排出率	出典
塩素系洗浄剤	75%	日本産業洗浄協会「平成 17 年度揮発性有機化合物（VOC）排出抑制に係る自主的取組推進マニュアル原案作成（洗浄関連）委員会報告書」
準水系洗浄剤	0.4%	日本産業洗浄協議会調査結果
炭化水素系洗浄剤	31.3%	
アルコール系洗浄剤	60% (2010 年度以降は 45%を使用)	
フッ素系洗浄剤	84%	
その他洗浄剤	75%	

2.3 活動量

2.3.1 塩素系洗浄剤

塩素系洗浄剤の活動量については、「VOC 排出インベントリ調査」及びクロロカーボン衛生協会提供データを基に表 2、表 3 のとおりに設定した。VOC 排出インベントリ調査によると、塩素系洗浄剤については、販売量の 1 割程度が外部業者により再生されて再供給されているとのことであり、推計した使用量の数値を 1.1 倍してリサイクル分補正後の活動量とした。

表 2 塩素系洗浄剤の使用に係る活動量設定方法

年度	活動量の設定方法
1990～1994 年度	1990～1994 年度の用途別消費量が存在しないため、1995 年度の総消費量に占める金属洗浄用途の割合（クロロカーボン衛生協会「用途別需要」より算出。）を各年度の総消費量に乗じて算出。
1995 年度～	「用途別需要（クロロカーボン衛生協会）」における金属洗浄用のジクロロメタン・トリクロロエチレン・テトラクロロエチレン販売量。

表 3 塩素系洗浄剤の使用に係る活動量設定方法（その他の塩素系洗浄剤）

年度	活動量の設定方法
1990～1999 年度	1990～1999 年度の塩素系主要 3 溶剤の国内総消費量合計値（「用途別需要（クロロカーボン衛生協会）」）の 2000 年度比を 2000 年度の活動量に乗じることで推計。
2000 年度、 2005 年度～	「VOC 排出インベントリ調査」に記載の販売量実績を使用（日本産業洗浄協議会の調査結果）。
2001～2004 年度	2000 年度と 2005 年度の活動量から内挿補間。

2.3.2 塩素系以外の洗浄剤

塩素系洗浄剤の活動量については、「VOC 排出インベントリ調査」及びクロロカーボン衛生協会提供データを基に表 4、表 5、表 6 のとおりに設定した。「VOC 排出インベントリ調査」によると、塩素系洗浄剤については、販売量の 1 割程度が外部業者により再生されて再供給されており、推計した使用量の数値を 1.1 倍してリサイクル分補正後の活動量とした。

表 4 塩素系洗浄剤以外の洗浄剤の使用に係る活動量設定方法

年度	活動量の設定方法
1990～1999 年度	「VOC 排出インベントリ調査」に示されている洗浄剤別の業種配分比率（表 5）を対応する各業種の原材料使用額に乘じ、洗浄剤別に合計することで、各洗浄剤別の原材料使用額合計を算出。算出された原材料使用額合計の 2000 年度比を各洗浄剤使用量実績の 2000 年度値に乘じて各年度の使用量を推計。
2000 年度	「VOC 排出インベントリ調査」における各洗浄剤の使用量実績を活動量として設定。
2001～2004 年度	2000 年度と 2005 年度の活動量から内挿補間。
2005 年度～	「VOC 排出インベントリ調査」における各洗浄剤の使用量実績を活動量として設定。なお、VOC 排出インベントリ調査では、アンケート調査（サンプル調査）で得られた値を補正して使用実績としている。またアンケート調査は毎年行われていないため、適宜据え置き、内挿等によりデータの補完がされている。

表 5 塩素系洗浄剤以外の洗浄剤の VOC 排出量の業種配分比率

業種	Nメチルピロリドン（NMP）混合剤	グリコールエーテル系混合剤	Nパラフィン系洗浄剤	イソパラフィン系洗浄剤	ナフテン系洗浄剤	その他の炭化水素系洗浄剤	イソプロピルアルコール系洗浄剤	その他のアルコール系洗浄剤	HFC系洗浄剤	その他のフッ素系洗浄剤	臭素系洗浄剤	その他の洗浄剤
プラスチック製品製造業			3%	6%	4%			12%				
鉄鋼業			3%	0.10%	5%				1%	2%		
非鉄金属製造業			16%	0.05%	7%				1%	2%		
金属製品製造業		2%	17%	30%	26%	8%					4%	
一般機械器具製造業			11%	8%	15%	11%			1%	2%		
情報通信機械器具製造業		19%					1%					
電子部品・デバイス製造業	70%	49%	17%	15%	7%	13%	25%	28%	28%	38%	30%	33%
輸送用機械器具製造業		2%	16%	26%	36%	10%		12%	7%	19%	18%	67%
精密機械器具製造業	30%	18%	17%	15%		18%	74%	46%	61%	37%	48%	
その他の製造業		10%	0.10%		1%	41%		3%				
合計	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

（出典）環境省「VOC 排出インベントリ調査」

表 6 金属洗浄に関する洗浄剤使用量 [t]

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
塩素系洗浄剤	67.16	66.03	66.58	82.19	77.66	86.71	88.21	89.41	88.41	82.99
塩素系洗浄剤(補正後)	73.88	72.64	73.24	90.41	85.42	95.38	97.03	98.36	97.25	91.29
準水系洗浄剤	2.96	3.28	3.00	2.89	3.11	3.47	3.63	3.86	3.76	3.77
炭化水素系洗浄剤	22.56	24.10	23.26	21.48	20.56	21.11	21.56	22.84	21.62	20.43
アルコール系洗浄剤	5.56	6.10	5.60	5.19	5.28	5.56	5.68	6.15	6.04	5.81
フッ素系洗浄剤	0.91	0.99	0.93	0.87	0.86	0.90	0.92	0.99	0.96	0.92
その他の洗浄剤	4.50	4.98	4.61	4.46	4.79	5.33	5.58	5.92	5.75	5.79

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
塩素系洗浄剤	82.99	81.55	63.22	54.09	51.56	50.80	48.40	42.12	36.44	35.48
塩素系洗浄剤(補正後)	91.29	89.71	69.54	59.50	56.71	55.87	53.24	46.33	40.09	39.03
準水系洗浄剤	3.77	4.08	4.53	4.98	5.43	5.88	6.33	6.71	6.70	6.85
炭化水素系洗浄剤	20.43	21.42	23.23	25.04	26.86	28.67	30.48	28.84	29.48	24.33
アルコール系洗浄剤	5.81	6.08	9.02	11.96	14.90	17.84	20.78	21.57	23.08	12.73
フッ素系洗浄剤	0.92	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
その他の洗浄剤	5.79	6.30	5.65	5.01	4.37	3.72	3.08	2.44	1.80	1.80

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
塩素系洗浄剤	32.49	28.41	26.14	23.44	25.02	23.08	23.17	22.85	22.49	22.04
塩素系洗浄剤(補正後)	35.74	31.25	28.76	25.79	27.52	25.39	25.49	25.14	24.74	24.24
準水系洗浄剤	4.37	3.65	2.56	2.56	2.71	2.71	2.70	2.84	2.94	2.80
炭化水素系洗浄剤	27.34	25.18	19.66	20.63	21.86	21.86	22.39	23.86	24.99	24.46
アルコール系洗浄剤	16.90	22.03	17.15	16.55	17.10	17.10	19.98	20.44	21.06	19.22
フッ素系洗浄剤	0.98	0.98	0.75	0.74	0.77	0.77	0.86	0.89	0.92	0.85
その他の洗浄剤	1.80	1.79	1.50	1.49	1.55	1.55	1.73	1.79	1.85	1.73

	2020	2021
塩素系洗浄剤	18.18	18.18
塩素系洗浄剤(補正後)	19.99	19.99
準水系洗浄剤	2.80	2.80
炭化水素系洗浄剤	24.46	24.46
アルコール系洗浄剤	19.22	19.22
フッ素系洗浄剤	0.85	0.85
その他の洗浄剤	1.73	1.73

3. 算定方法の時系列変更・改善経緯

表 7 初期割当量報告書（2006年提出）以降の算定方法等の改訂経緯概要

	2015年提出
排出・吸収量算定式	「VOC 排出インベントリ調査」に記載されている種類別洗浄剤の使用量に大気排出係数を乗じる算定方法に変更。
排出係数	「VOC 排出インベントリ調査」に記載されている排出係数に変更。
活動量	「VOC 排出インベントリ調査」及びクロロカーボン衛生協会提供データを活動量として設定。

(1) 初期割当量報告書における算定方法

1) 排出・吸収量算定式

脱脂洗浄（金属洗浄）に伴って排出される NMVOC については、脱脂洗浄に用いられる有機溶剤（トリクロロエチレン及びテトラクロロエチレン）の使用量に、我が国独自の排出係数を乗じることによって、排出量を算定した。

2) 排出係数

「炭化水素類固定発生源対策調査報告書（計量計画研究所、1991年）」に示された1983年度の溶剤出荷量及びNMVOC排出量に基づき、排出係数を出荷量に対する排出量の比率（ $0.66 \text{ [Mg/t]} = 88,014/133,000$ ）として設定した。

3) 活動量

「化学工業統計年報（経済産業省）」に示されたトリクロロエチレンとテトラクロロエチレンの販売数量に、パークロ協会資料に示された1983年度の有機塩素系3溶剤の用途別出荷量における「金属洗浄」の割合（ $0.2 = 11,266/56,350$ ）を乗じることによって、有機溶剤使用量を算出した。

(2) 2015年提出インベントリにおける算定方法

「VOC排出インベントリ調査」における排出量算定結果を踏まえて算定方法を改訂。カテゴリー名を脱脂洗浄（金属洗浄）から金属洗浄に変更。

1) 排出・吸収量算定式

塩素系洗浄剤の使用に伴う排出については、塩素系洗浄剤の使用量に大気排出係数を乗じて算定し、塩素系以外の洗浄剤については、洗浄剤の使用量に大気排出率を乗じて排出量を算定（現行の算定方法と同様。）。

2) 排出係数

「VOC排出インベントリ調査」に記載されている排出係数を使用（現行の算定方法と同様。）。

3) 活動量

「VOC排出インベントリ調査」及びクロロカーボン衛生協会提供データを基に設定（現行の算定方法と同様。）。