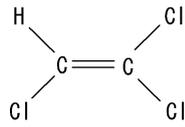


検討予定物質に関する情報（トリクロロエチレン）

I. 物質の特性と人の健康影響

(1) 物質の特性

名称	トリクロロエチレン (TCE、Trichloroethylene) (別名：三塩化エチレン、三塩化エテン、トリクロロエテン)	 <p>(構造式)</p>
C A S No.	79-01-6	
分子式	C ₂ HCl ₃	
分子量	131.39	
物理的性状	無色の液体、水より重い、臭気がある、不燃性である、揮発性物質	
各物性値 ⁽¹⁾	<ul style="list-style-type: none"> ・融点：-84.8℃ ・沸点：86.9℃ ・比重：1.4559 (25℃/4℃) ・蒸気密度：4.53 (空気=1) ・蒸気圧：7.8 kPa (20℃) ・ヘンリー定数：998Pa・m³/mol (25℃、測定値) ・換算係数：【気体、20℃】1ppm = 5.46mg/m³、1mg/m³ = 0.183ppm ・オクタノール/水分配係数：log Kow = 2.42 (測定値)、2.47 (推定値) ・水溶解度：水：1.28g/L (25℃) ・土壌吸着係数：Koc=68 (推定値) 	
分解性 ⁽²⁾	<ul style="list-style-type: none"> ・好氣的分解性： 難分解。順化菌やメタン利用菌により分解されることが報告されている。 ・嫌氣的分解性： 嫌気性条件下で分解されるが、分解速度は遅いと報告がある。 ・BOD から算出した分解度： 2.4% (試験期間：2 週間、被験物質：30mg/L、活性汚泥：100mg/L) 	
生物濃縮性 ⁽¹⁾	化学物質審査規制法に基づくコイを用いた6週間の濃縮性試験で、水中濃度が0.070 mg/L及び0.007 mg/Lにおける濃縮倍率はそれぞれ4.3～17.0及び4.0～16.0であり、濃縮性がない又は低いと判定されている (経済産業省, 1979)。	
環境中での挙動 ⁽¹⁾	<p>大気へ放出された場合、対流圏大気中におけるOHラジカルとの反応による半減期は3～7日、オゾンとの反応による半減期は1年以上、硝酸ラジカルとの反応による半減期は0.4～4カ月と計算されている。</p> <p>環境水中に排出された場合、容易には生分解されず、主に大気への揮散により水中から除去されると推定される。ただし、比重が水よりも大きいことから、環境水中に多量に排出された場合には、水に溶解せず底質に沈殿すると考えられる。</p> <p>また、土壌に排出された場合、水より重く、粘性が低いため、地下深く浸透し地質を広域にわたって汚染する。</p>	

なお、自然発生源が存在するとの事実は確認されていないが、土壌・地下水中の嫌気条件下での還元脱塩反応により、テトラクロロエチレンからのトリクロロエチレン生成や、1,2-ジクロロエチレンなどへの分解などがある。嫌気条件下の帯水層における微生物による生分解性実験では、トリクロロエチレンの分解が開始されるまでの誘導期間は40～300日で、その後41～110日間でほぼ分解されたとの報告がある(Johnston et al., 1996)⁽¹⁾。本報告は、室内実験結果であり、実際の土壌・地下水中の挙動は異なる可能性がある。

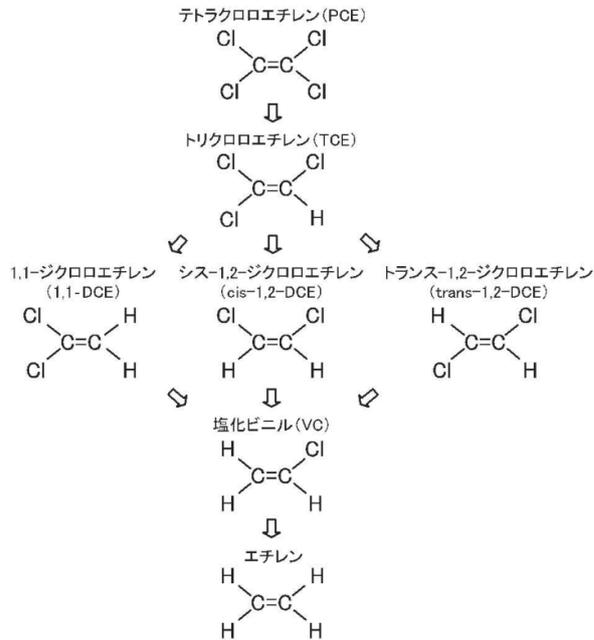


図1 土壌・地下水でのトリクロロエチレンの生成・分解経路

資料：原位置バイオレメディエーションによる有機塩素化合物汚染土壌・地下水の浄化技術(本間憲之、三井造船技報 No.193、2008年)

(2) 人の健康影響

ヒトでは、トリクロロエチレン暴露により神経、肝臓、腎臓に対する有害影響が引き起こされる。また、慢性の職業暴露により肝臓癌、腎臓癌、ホジキン病および非ホジキンリンパ腫の発症リスクが上昇することが示唆されている。実験動物では、神経系、腎臓、肝臓、肺および免疫系に対する非発がん影響およびマウスで肝臓、肺およびリンパ腺、ラットで腎臓と精巣に腫瘍の発生増加が認められている⁽³⁾。

II. 用途、排出量等

(1) 主な用途

トリクロロエチレンは、従来、衣料のドライクリーニング用及び金属機械部品の脱脂洗浄剤、医薬品、香料、ゴム、塗料、樹脂等の溶剤として使用されてきた⁽⁴⁾。

現在では、主に代替フロンガスの合成原料及び機械部品や電子部品の脱脂洗浄剤として使用されている。洗浄剤としては、羊毛や皮革から余分な油分を取り除くためにも使われている。また、工業用溶剤として、油脂、樹脂、ゴムを溶解したり、染料や塗料を製造する時の溶剤などに使用されたりしているほか、わずかではあるが試薬として用いられている⁽¹⁾。

表1 トリクロロエチレンの用途別使用量の割合

用途	割合(%)
代替フロン合成原料	52.6
脱脂洗浄剤	43.2
工業用溶剤	4.0
試薬	0.2
合計	100.0

出典:化学物質の初期リスク評価書 No.37 (CERI、NITE、2005年)

(2) 製造・輸入量

トリクロロエチレンの生産量、輸出量は減少傾向にある。平成 22 年における生産量は、47,745 トンである。

表2 トリクロロエチレンの生産量等

年	生産量(t) ※1	輸入量(t) ※2	輸出量(t) ※2
H13	75,687	1,562	18,131
H14	72,160	2,347	25,773
H15	83,352	1,063	25,470
H16	85,108	573	31,371
H17	84,095	224	26,030
H18	79,265	133	25,140
H19	77,163	76	25,163
H20	70,693	96	22,274
H21	47,533	18	17,858
H22	47,745	2,341	11,281

出典:(※1) 化学工業統計年報 (経済産業省)
(※2) 貿易統計 (財務省)

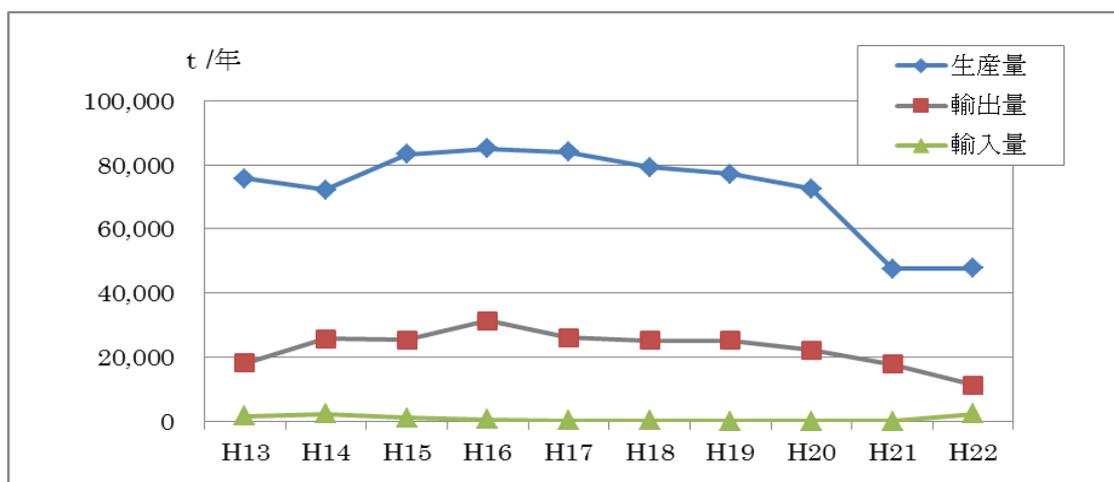


図1 トリクロロエチレンの製造・輸入量の経年変化

(3) 公共用水域等への排出量等

PRTR 制度による届出排出量では、平成 24 年度には公共用水域への排出量が約 2.8 トン/年であるのに対し、大気への排出量は 3,078 トン/年と、大気への排出量が多くなっている。

また、公共用水域への排出量の業種内訳は、「下水道業」を除くと「パルプ・紙・紙加工品製造業」が最も多く、次いで「化学工業」、「一般廃棄物処理業」、「産業廃棄物処分業」等となっている。

表 3 トリクロロエチレンの届出排出量及び届出移動量

年度	排出量 (kg/年)					移動量 (kg/年)		
	大気	公共用水域	土壌	埋立	合計	廃棄物	下水道	合計
H13	6,340,735	5,595	0	0	6,346,330	1,816,698	1,319	1,818,017
H14	6,041,809	3,586	0	0	6,045,395	2,275,488	714	2,276,202
H15	5,775,319	4,239	1	0	5,779,559	2,799,525	15	2,799,540
H16	4,987,120	3,259	1	0	4,990,380	3,031,318	17	3,031,335
H17	5,125,157	2,714	0	0	5,127,871	3,104,823	25	3,104,848
H18	4,798,312	2,816	0	0	4,801,128	2,454,650	12	2,454,662
H19	4,540,011	2,289	0	0	4,542,300	2,381,995	10	2,382,005
H20	3,665,450	2,096	0	0	3,667,546	2,007,620	5	2,007,625
H21	3,322,297	2,256	44	0	3,324,597	1,917,939	7	1,917,946
H22	3,371,192	2,056	0	0	3,373,248	1,924,552	9	1,924,561
H23	3,195,828	2,223	0	0	3,198,051	1,832,152	6	1,832,158
H24	3,078,754	2,764	0	0	3,081,518	1,645,158	4	1,645,162

注: 公共用水域への排出量について、特別要件施設に該当する施設においては、当該物質の排出水濃度測定における定量下限値未満の測定結果も多く含まれていると考えられ、排出量が過大となっている可能性がある。

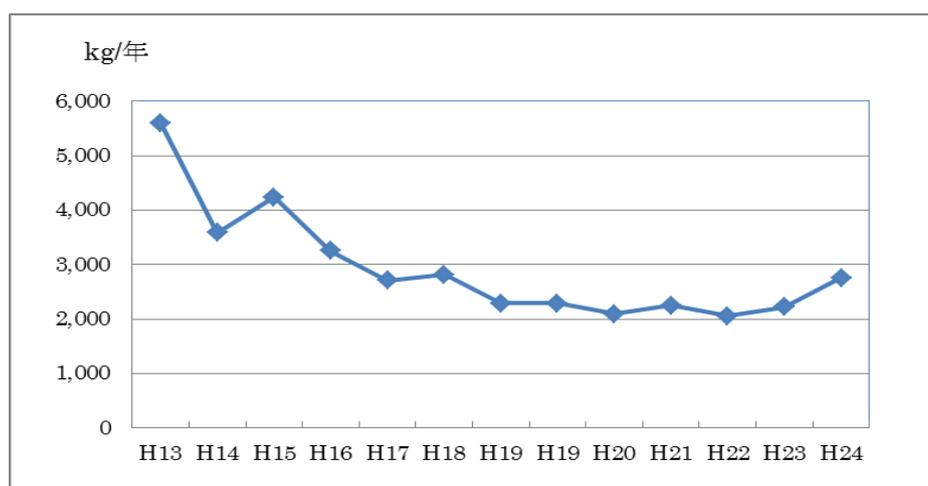


図 2 PRTR データによるトリクロロエチレンの公共用水域への排出量の経年変化

表 4 トリクロロエチレンの全国の業種別の届出排出量

業種 コード	業種名	届出排出量・移動量 (kg/年) (平成 24 年度)					
		排出量				移動量	
		大気	公共用水域	土壌	埋立	廃棄物	下水道
500	金属鉱業	0	0	0	0	0	0
700	原油・天然ガス鉱業	0	0	0	0	0	0
1800	パルプ・紙・紙加工品製造業	0	172	0	0	0	0
1900	出版・印刷・同関連産業	2,011	0	0	0	2,500	0
2000	化学工業	95,462	115	0	0	959,325	0
2100	石油製品・石炭製品製造業	319	0	0	0	13	0
2200	プラスチック製品製造業	13,160	0	0	0	3,500	0
2300	ゴム製品製造業	49,122	0	0	0	17,280	0
2400	なめし革・同製品・毛皮製造業	1,300	0	0	0	1,200	0
2500	窯業・土石製品製造業	96,400	0	0	0	7,217	0
2600	製鋼業	113,600	0	0	0	49,000	0
2700	非鉄金属製造業	99,710	57	0	0	26,060	0
2800	金属製品製造業	1,852,906	48	0	0	326,413	1
2900	一般機械器具製造業	153,010	0	0	0	31,540	0
3000	電気機械器具製造業	194,298	0	0	0	91,160	0
3100	輸送用機械器具製造業	220,510	0	0	0	100,030	3
3200	精密機械器具製造業	112,601	0	0	0	14,360	0
3300	武器製造業	2,300	0	0	0	0	0
3400	その他の製造業	25,501	0	0	0	9,700	0
3500	電気業	0	0	0	0	0	0
3830	下水道業	0	2,229	0	0	0	0
4400	倉庫業	11	0	0	0	1,600	0
7210	洗濯業	17,000	0	0	0	2,300	0
7810	機械修理業	28,000	0	0	0	0	0
8716	一般廃棄物処理業 (ごみ処分業に限る。)	0	72	0	0	0	0
8722	産業廃棄物処分業	1,534	71	0	0	1,960	0
9210	自然科学研究所	0	0	0	0	0	0
合 計		3,078,754	2,764	0	0	1,645,158	4

注: 網掛けの業種は特別要件施設に該当するため、当該物質の排水濃度測定における定量下限値未満の測定結果も多く含まれていると考えられ、排出量が過大となっている可能性がある。

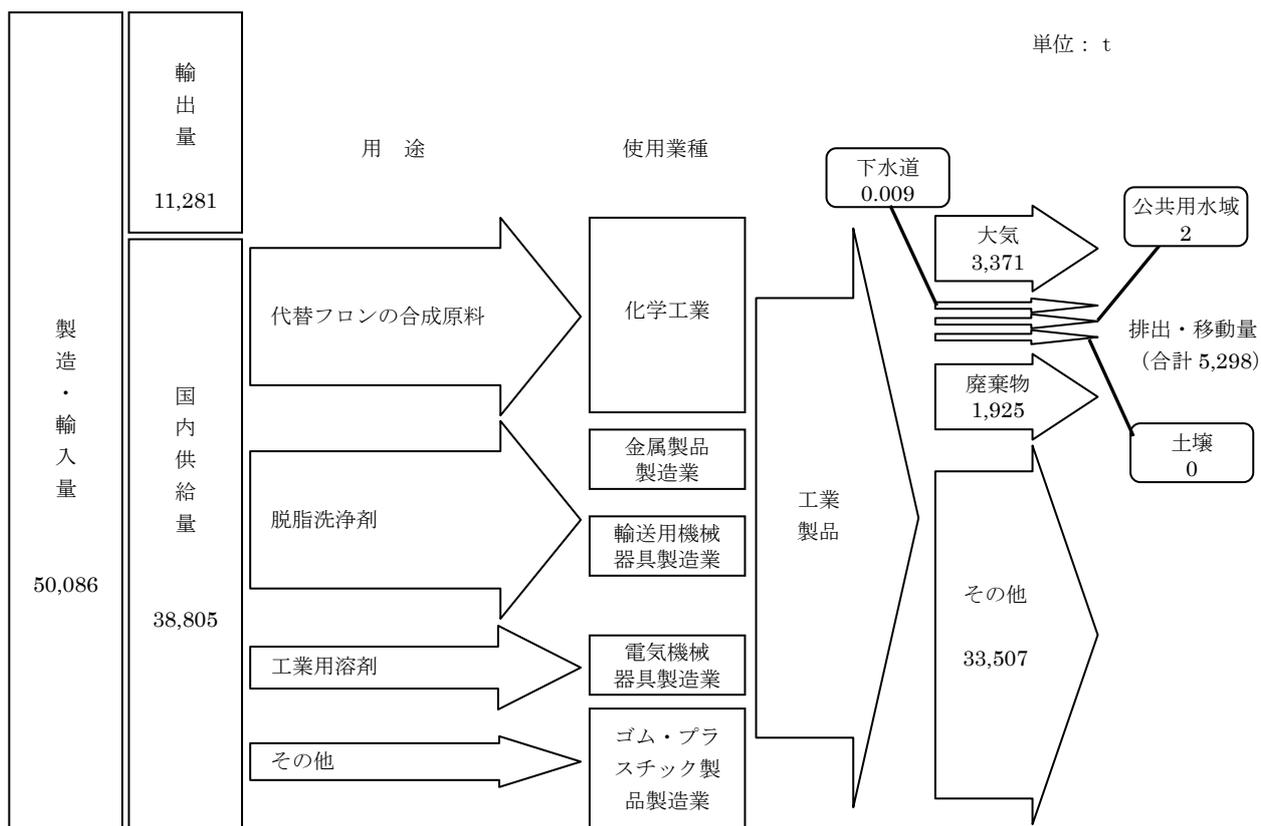


図3 トリクロロエチレンの材料フロー

- 注：1. 「製造・輸入量」、「輸出量」は、化学工業統計年報（経済産業省）、貿易統計（財務省）の平成22年度の値を示す。
2. 「国内供給量」は、「製造・輸入量」から「輸出量」を差し引いた値を示す。
3. 「用途」及び「使用業種」は、「詳細リスク評価書シリーズ22 トリクロロエチレン」（中西、他【編】2008）を参考に作図した。
4. 「排出・移動量」の「大気」、「公共用水域」、「土壌」、「下水道」及び「廃棄物」は、「平成22年度PRTR届出データ」（環境省）の値を示す。
5. 「その他」は、「国内供給量」から「排出・移動量」を差し引いた値を示す。

Ⅲ. 公共用水域及び地下水における検出状況

公共用水域等における水質測定計画に基づく測定結果によると、公共用水域では、基準値（案）（0.01mg/L）の超過事例は3例あり、平成15年度、平成16年度、平成24年度にそれぞれ1地点、合計3地点で超過している。また、地下水では、超過事例が毎年度あり、平成15年度から平成24年度に延べ176地点で超過している。

表5 公共用水域におけるトリクロロエチレンの検出状況⁽⁶⁾

実施 年度	測定 地点数	検出地点数/ 測定地点数	検出範囲(mg/L) (年間平均値)		環境基準値 (案) 超過 地点数	環境基準値 (案)の10%値 超過地点数
			最小値	最大値	0.01mg/L	0.001mg/L
H15	3816	31/3816	0.0002	0.012	1	20
H16	3835	26/3835	0.001	0.013	1	22
H17	3736	22/3736	0.001	0.0060	0	16
H18	3756	27/3756	0.0003	0.0050	0	23
H19	3743	15/3743	0.0002	0.0090	0	11
H20	3667	10/3667	0.001	0.0030	0	7
H21	3642	7/3642	0.001	0.0050	0	6
H22	3633	6/3633	0.0002	0.0040	0	5
H23	3582	7/3582	0.001	0.0091	0	6
H24	3536	9/3536	0.0002	0.013	1	8

データソース：自治体の測定計画に基づく結果⁽⁶⁾

表6 地下水におけるトリクロロエチレンの検出状況

実施 年度	測定 地点数	検出地点数/ 測定地点数	検出範囲(mg/L) (年間平均値)		環境基準値 (案) 超過 地点数	環境基準値 (案)の10%値 超過地点数
			最小値	最大値	0.01mg/L	0.001mg/L
H15	4473	113/4473	0.0004	0.30	37	110
H16	4234	117/4234	0.001	2.0	44	116
H17	3968	97/3968	0.0008	1.0	32	95
H18	3911	105/3911	0.001	1.4	16	99
H19	3948	89/3948	0.0002	0.28	14	85
H20	3658	75/3658	0.0003	0.080	6	68
H21	3676	49/3676	0.0005	0.038	9	45
H22	3366	50/3366	0.001	0.16	9	46
H23	3285	46/3285	0.0002	0.21	7	41
H24	3245	39/3245	0.0002	0.11	2	32

データソース：自治体の測定計画に基づく結果(概況調査のみ)⁽⁷⁾

IV. 排水中からの除去技術（処理技術に関する情報）

表7 適用可能な排水処理技術とその概要（トリクロロエチレン）⁽⁸⁾

排水処理技術	概 要
揮散法	<p>有機塩素系化合物は、難溶で低沸点のため、曝気すれば揮散し排水から分離できる。汚染地下水の処理にも適用される。揮散法には充填塔方式、段塔方式、空気吹き込み(曝気)方式などがある。</p> <p>揮散させた有機塩素系化合物をそのまま大気に放出させることは出来ないため、別途、排ガス処理（吸着法、酸化分解法）が必要である。</p>
活性炭吸着法	<p>活性炭吸着法は、排水から有機塩素系化合物をごく微量まで除去できる方法として有効な手段である。しかし、吸着量が少なく、排水中に共存する他の有機化合物によっても吸着量が低下するため、活性炭の交換時期の見極めが重要である。</p>
酸化分解法	<p>有機塩素系化合物は、適切な酸化条件下では二酸化炭素と塩化物イオンに分解される。過マンガン酸塩溶液中で分解されることが確認されている他、二酸化チタンなどの触媒を用いる方法もある。</p> <p>触媒による酸化分解処理は、揮散処理により発生する排ガスの無害化や、使用済み活性炭の再生にも用いられる。</p>
生物分解法	<p>好気性のメタン資化細菌、トルエン資化細菌、フェノール資化細菌の中の一部の菌には、有機塩素系化合物の分解能力を持つものがある。これらは、一般的な自然環境中に生息している細菌であるが、通常の活性汚泥処理法の生物反応槽中では他のフロック形成菌が優勢で、メタン資化細菌などは共生しにくい環境であるため、微生物による有機塩素系化合物の分解は起こりにくいと考えられている。</p>

V. 排水における検出状況

(1) 都道府県の立入検査件数及びトリクロロエチレンの検出状況

平成 22 年度に自治体が行った事業所への立入検査結果によると、調査件数 2,737 件のうち、排水中からトリクロロエチレンが検出されたのは 176 件であった⁽⁹⁾。

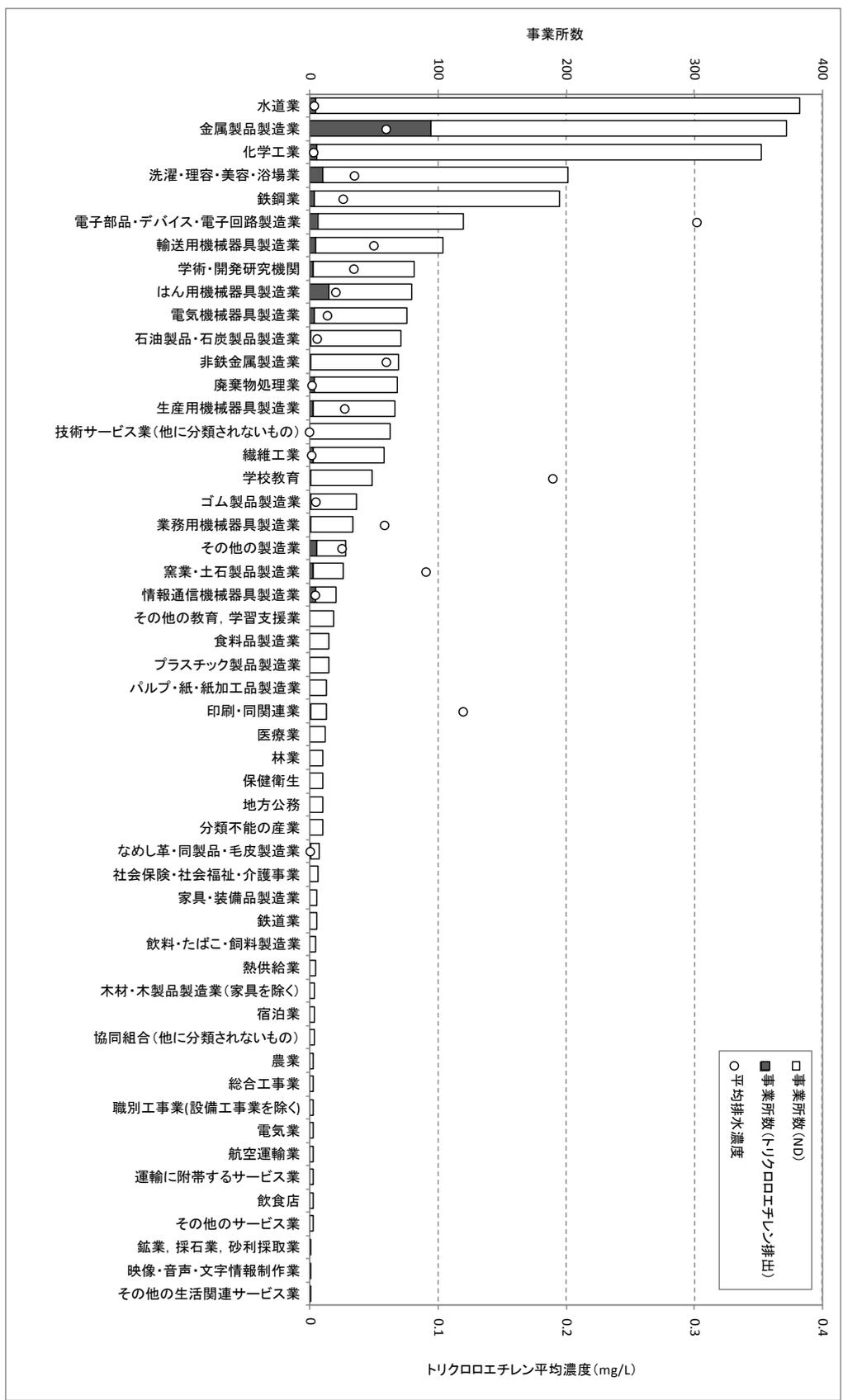
(2) トリクロロエチレンの業種別排出濃度の実態

立入検査結果に基づき、トリクロロエチレンの排出状況を業種別及び濃度別に整理したものを表 8、図 4 に示す。排水中のトリクロロエチレンの濃度分布は、排水量の大小に関わらず、概ね 0.1mg/L 以下に集中している⁽⁹⁾。

排水中からトリクロロエチレンの検出が見られた 176 件のうち、現行の一律排水基準 (0.3mg/L) を超過している事例は 2 件 (2 業種) であった。排水基準が環境基準値 (案) (0.01mg/L) の 10 倍 (0.1mg/L) となった場合、超過件数は 19 件 (11 業種) となる。

表8 トリクロロエチレンの業種別排出水濃度(平成22年度・自治体立入調査)⁽⁹⁾

産業中分類	産業細分類	濃度ランク(mg/L)					計	
		0.01以下	0.01超過 0.03以下	0.03超過 0.1以下	0.1超過 0.3以下	0.3超過		
11 繊維工業	1167 ニット製アウターシャツ類製造業	1					1	
	1199 他に分類されない繊維製品製造業	1					1	
15 印刷・同関連業	1513 紙以外の印刷業				1		1	
16 化学工業	1643 界面活性剤製造業(石けん、合成洗剤を除く)	3					3	
	1691 火薬類製造業	1					1	
	1695 写真感光材料製造業	1					1	
17 石油製品・石炭製品製造業	1711 石油精製業	1					1	
19 ゴム製品製造業	1933 工業用ゴム製品製造業	1					1	
20 なめし革・同製品・毛皮製造業	2061 かばん製造業	1					1	
21 窯業・土石製品製造業	2161 炭素質電極製造業	1					1	
	2169 その他の炭素・黒鉛製品製造業				1		1	
22 鉄鋼業	2211 高炉による製鉄業			1			1	
	2249 その他の表面処理鋼材製造業	1	1				2	
23 非鉄金属製造業	2332 アルミニウム・同合金圧延業(抽伸、押しを含む)			1			1	
24 金属製品製造業	2411 プリキ缶・その他のめっき板等製品製造業			1			1	
	2421 洋食器製造業			1			1	
	2431 配管工事用附属品製造業(バルブ、コックを除く)	1					1	
	2432 ガス機器・石油機器製造業	1					1	
	2446 製缶板金業	1					1	
	2451 アルミニウム・同合金プレス製品製造業	1					1	
	2452 金属プレス製品製造業(アルミニウム・同合金を除く)	2		3		1	6	
	2461 金属製品塗装業			1			1	
	2462 溶融めっき業(表面処理鋼材製造業を除く)				1		1	
	2464 電気めっき業(表面処理鋼材製造業を除く)	14	8	12	8		42	
	2465 金属熱処理業	4		3	1		8	
	2469 その他の金属表面処理業	3	5	4	2		14	
	2492 金属製スプリング製造業		1	2			3	
	2499 他に分類されない金属製品製造業	4	5	4			13	
	25 はん用機械器具製造業	2522 空気圧縮機・ガス圧縮機・送風機製造業	1					1
		2523 油圧・空圧機器製造業	1					1
2531 動力伝導装置製造業(玉軸受、ころ軸受を除く)		1		1			2	
2532 エレベータ・エスカレータ製造業				1			1	
2535 冷凍機・温湿調整装置製造業			1	1			2	
2599 各種機械・同部分品製造修理業(注文製造・修理)		4		1			5	
2592 弁・同附属品製造業		2					2	
2594 玉軸受・ころ軸受製造業				1			1	
2662 金属加工機械製造業(金属工作機械を除く)				1			1	
2699 他に分類されない生産用機械・同部分品製造業			1				1	
27 業務用機械器具製造業	2741 医療用機械器具製造業	3	2				5	
	2753 光学機械用レンズ・プリズム製造業	1					1	
28 電子部品・デバイス・電子回路製造業	2821 抵抗器・コンデンサ・変成器・複合部品製造業	1	1	1			3	
	2831 半導体メモリメディア製造業		1				1	
	2841 電子回路基板製造業	1					1	
	2899 その他の電子部品・デバイス・電子回路製造業					1	1	
29 電気機械器具製造業	2939 その他の民生用電気機械器具製造業	1					1	
	2999 その他の電気機械器具製造業	1		1			2	
30 情報通信機械器具製造業	3013 無線通信機械器具製造業	3					3	
	3023 電気音響機械器具製造業	1					1	
31 輸送用機械器具製造業	3113 自動車部分品・附属品製造業		1				1	
	3134 船用機関製造業		1				1	
	3142 航空機用原動機製造業	1					1	
	3191 自転車・同部分品製造業				1		1	
32 その他の製造業	3223 ボタン製造業	1					1	
	3297 眼鏡製造業(枠を含む)	1					1	
	3299 他に分類されないその他の製造業	1		2			3	
36 水道業	3631 下水道処理施設維持管理業	3	1				4	
71 学術・開発研究機関	7112 工学研究所	1		1			2	
78 洗濯・理容・美容・浴場業	7811 普通洗濯業	7	1	1	1		10	
81 学校教育	8161 大学				1		1	
88 廃棄物処理業	8816 ごみ処分業	1					1	
	8822 産業廃棄物処分業	2					2	
計		82	30	45	17	2	176	



注 1. 産業分類表記(中分類)は、日本標準産業分類(平成 19 年 11 月改正)に基づいている。
 注 2. 事業所数については、当該年度の立入調査結果がすべて報告下限値未満の値(ND)である事業所を区別している。
 注 3. 平均排水濃度については、報告下限値未満の値(ND)を除いて算出している。

図4 トリクロロエチレンの業種別事業場排水濃度分布(平成 22 年度・自治体立入調査)⁽⁹⁾

(3) トリクロロエチレンに係る上乗せ排水基準の設定状況

自治体に対し行ったアンケート結果に基づき、トリクロロエチレンに係る上乗せ排水基準の設定状況について整理した（表9）。また、上乗せ排水基準及び一律排水基準の超過状況を表10に示す。

上乗せ排水基準を設定しているのは3自治体で、いずれも環境基準値と同じ0.03mg/Lに設定している。

表9 自治体におけるトリクロロエチレンの上乗せ排水基準の状況

自治体	上乗せ排水基準	備考
大阪府	0.03mg/L	上水道水源地域に適用
熊本県	0.03mg/L	公共用水域全域に適用
福島県	0.03mg/L	現在は適用水域なし

表10 トリクロロエチレンに係る上乗せ排水基準及び一律排水基準の超過状況

排水基準(mg/L)	超過件数
0.03	2
0.3（一律）	2

VI. 検定方法

- (1) 水質汚濁に係る環境基準：トリクロロエチレン 0.03 mg/L
日本工業規格K0125の5.1、5.2、5.3.1、5.4.1又は5.5に定める方法
- (2) 地下水の水質汚濁に係る環境基準：トリクロロエチレン 0.03 mg/L
日本工業規格K0125の5.1、5.2、5.3.1、5.4.1又は5.5に定める方法
- (3) 排水基準：トリクロロエチレン 0.3mg/L
日本工業規格K0125の5.1、5.2、5.3.2、5.4.1又は5.5に定める方法
- (4) 特定地下浸透水における有害物質の検出：トリクロロエチレン 0.002mg/L
日本工業規格K0125の5.1、5.2、5.3.1、5.4.1又は5.5に定める方法
- (5) 浄化基準：トリクロロエチレン 0.03 mg/L
日本工業規格K0125の5.1、5.2、5.3.1、5.4.1又は5.5に定める方法

項目	測定方法
トリクロロエチレン	5.1：ページ・トラップーガスクロマトグラフ質量分析法 5.2：ヘッドスペースーガスクロマトグラフ質量分析法 5.3.1：電子捕獲検出器（ECD）を用いたページ・トラップーガスクロマトグラフ法 5.3.2：水素炎イオン化検出器（FID）を用いたページ・トラップーガスクロマトグラフ法 5.4.1：電子捕獲検出器（ECD）を用いたヘッドスペースーガスクロマトグラフ法 5.5：溶媒抽出・ガスクロマトグラフ法

出典

- (1) 「化学物質の初期リスク評価書 No. 37」
一般財団法人化学物質評価研究機構、独立行政法人製品評価技術基盤機構（2005年）
- (2) 「化学物質の環境リスク評価 第2巻」環境省（平成15年3月）
<http://www.env.go.jp/chemi/report/h15-01/pdf/chap01/02-3/44.pdf>
- (3) 「詳細リスク評価書シリーズ22 トリクロロエチレン」
（独）新エネルギー・産業技術総合開発機構、（独）産業技術総合研究所 化学物質リスク管理研究センター[共編]（2008）
- (4) 「16313の化学商品」 化学工業日報社（2013年）
- (5) 「PRTR インフォメーション広場」環境省
<http://www.env.go.jp/chemi/prtr/result/gaiyo.html>
- (6) 「水環境総合情報サイト」環境省
<https://www2.env.go.jp/water-pub/mizu-site/>
- (7) 「地下水質測定結果」環境省
<http://www.env.go.jp/water/chikasui/index.html>
- (8) 「新・公害防止の技術と法規 2014 水質編」 一般社団法人 産業環境管理協会（2014）
- (9) 「平成23年度排水対策検討調査報告書」環境省（平成24年3月）