

使えるんです塩素系溶剤 Ver. 11

—適正管理・適正使用—

塩素系溶剤(ジクロロメタン(塩化メチレン)、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン)は、不燃性で、優れた溶解性などの特長を有することから、様々な産業分野・用途で広く用いられています。

一方、近年塩素系溶剤の法律を無視した不適切な取り扱いによる、慢性中毒事故が起こったことから、溶剤の有害性だけに注目され、「不適切な取り扱い」についての議論が殆どなされない中で、化学品全体のリスク管理の在り方まで見直しが検討されるようになりました。

塩素系溶剤を取り扱う場合、様々な法律で順守すべき事項が定められていますが、これらは私たち人間や動植物の生命、環境を維持し、安全で健康な生活をする為に守らなければならない、非常に重要なルールになります。

これは、塩素系溶剤だけでなく、全ての化学物質も同様に物質の特性、危険・有害性を考慮し更にはこれまでに起きた事故を繰り返さないために、法律で定めてあります。

残念な事に、近年、化学品における事故や環境汚染により、様々な分野の法律が見直し改正されてきました。

このような社会環境の中で、「環境マネジメントシステム ISO 14001 の認証取得をすると塩素系溶剤が使えなくなる」或は、「塩素系溶剤が使用禁止になる」との誤解や、根拠のない風評が聞かれる事もあります。

産業洗浄分野では、自社で独自に制定した「グリーン調達基準」により、部品メーカーに対し塩素系溶剤の使用を禁止する大手企業の動きも一部見られますが、塩素系溶剤が残留したまま納品されるようなことは考えにくく、コスト、環境影響、品質等のトータルパフォーマンスを十分検討した上での方針なのだろうか、疑問に思われるケースもあります。

化学物質管理に於いては、単に有害性のみで評価(ハザード管理)するのではなく、ばく露量と合わせて評価するリスクベースの管理を行うことが、現在の世界の考え方になっており、化学品の特性に沿った適切な取り扱いをする事で、ベネフィットの享受と共に安心して使用する事が可能になっています。

この冊子は、塩素系溶剤の法規制動向や特性、健康及び環境への影響、排出量削減対策等に関する正しい理解の下で、今後も継続的にご使用いただくことを目的として纏めた「使えるんです塩素系溶剤—適正管理・適正使用— Ver.10」を最新の情報に基づき Ver.11 として改訂したものです。

塩素系溶剤の製造、使用、廃棄等に関しては種々の法規制がありますが、使用禁止物質ではありません。又、今後も禁止されることは予定されていません。

一方 EU の REACH 規制では、高懸念物質(SVHC)と呼ばれる、発がん性や生殖毒性などが疑われる物質として特定された場合は、当該化学品の EU 域内への輸入や域内での製造の制限をされています。

現在、当協会に関わる塩素系溶剤では、トリクロロエチレンが SVHC に特定されていますが、あくまでも REACH 規制は、EU 域内に輸出する製品(部品など)中に含まれる化学物質に関する情報提供を行う事で危害を未然に防止することを目的としており、EU 域外の製造過程(例えば日本での加工工程)で使用する(最終製品に含有しないケース)を、制限するものではありません。

1.1 国内法規制の概要

塩素系溶剤に関する法律で代表的な法律や最近或いは今後改訂予定のもの、その他は次の通りです。

① 労働安全衛生法:

・第 28 条の 2 (事業者の行うべき調査等)

施行:平成 28 年 6 月 1 日 同法に基づき、安全データシート(SDS)の交付義務対象の化学品を製造又は、取り扱う全ての事業者が対象になります。(当初 640 物質でしたが、令和 2 年 1 月現在、673 物質及びそれを含有する混合物が該当しており、見直し改訂されています)

事業者は、業務に起因する危険性又は有害性等(第五十七条第一項の政令で定める物及び第五十七条の二第一項に規定する通知対象物による危険性又は有害性等を除く。)を調査し、その結果に基づいて、この法律又はこれに基づく命令の規定による措置を講ずるほか、労働者の危険又は健康障害を防止するため、必要な措置を講ずるように努めなければならない事が法で定められています。

この調査の事を、「化学物質のリスクアセスメント」と呼んでいます。

塩素系溶剤は、従来より SDS 交付対象化学品ですが、事業者は改めて

- 1) 職場内で取り扱う全ての化学品を洗い出し(SDS による有害性確認)
- 2) 危険有害要因の洗い出し(労働災害に至るプロセスを具体的な状況で捉える)
- 3) 危険有害要因ごとのリスクの見積もり (リスク=危険有害性×ばく露量)
- 4) リスクの評価(許容可能かどうかの判断)
- 5) リスク軽減対策の検討・実施

どこまでリスク軽減をするかについては、安全衛生の確保、技術的可能性、コスト負担等から総合的に事業者が検討判断する事になります。

6) リスクアセスメント結果の労働者への周知

<リスクの見積もりに関する具体的な手法>

厚生労働省は、様々な業種作業についてリスクアセスメントが出来る支援ツールを web 上に公開しています。

塩素系溶剤の取扱いについては、マトリクス手法、コントロールバンディング(化学物質リスク簡易評価法)、検知管を用いた化学物質のリスクアセスメント等が使われていますが、

作業内容に応じて他のツールもあるので、ぜひ参考にして下さい。

- ・ マトリクス手法

http://anzeninfo.mhlw.go.jp/risk/risk_index.html

<厚生労働省：化学物質のリスクアセスメント実施支援>

- ・ コントロールバンディング

<http://anzeninfo.mhlw.go.jp/user/anzen/kag/ankgc07.htm>

- ・ 検知管を用いた化学物質のリスクアセスメント

<http://anzeninfo.mhlw.go.jp/user/anzen/kag/ankgc07.htm>

- ・ その他

これらのツールは、実際の作業内容から事故発生の可能性と重篤度を相対的に尺度化し分類するマトリクス手法、化学物質の危険有害性のみで評価するコントロールバンディング、そして検知管を用いて実際に作業環境を測定して行う手法など、ここに掲載以外の手法もありますが、それぞれツールとしての特徴があります。

どのツールを選定するかは、事業者の判断になりますが、実際の作業内容からリスクの見積もりを行う、マトリクス手法か現状の作業環境把握が出来る検知管によるリスクアセスメントが良いのではないかと考えています。

コントロールバンディングは、化学品の SDS を準備すれば、パソコン画面上で簡単にリスクアセスメントが出来ますが、このツールは ILO が開発途上国の中小企業を対象に開発した支援ツールであり、あくまでも現状の化学品の持つ危険有害性だけでリスク評価を行う為、危険有害性のある化学品は「代替」「密閉化」という結果しか出ませんでした。

その後、ツールを厚労省が見直し改良し平成 31 年 3 月から、「液体・粉体作業」でもハザードレベルとして許容濃度を選択することが可能になり、更には、取り扱いにおける「対策シート」の追加等、具体的な対策提案がされるようツール改訂がされました。

- ・ 特定化学物質障害予防規則（以下特化則と称す）：

施行：平成 26 年 11 月 1 日 有機溶剤中毒予防規則（以下有機則と称す）から改正移行特定化学物質 第 2 類物質 特別有機溶剤等（特別管理物質）に分類。

この枠組みは、有機則で定められた職場の安全衛生管理体制・作業環境管理・健康管理等を準用しながら、発がん性の疑いを踏まえた措置として、作業記録の作成、特殊健康診断記録、作業環境測定及び評価の記録などの保存期間が 30 年間になるなど、より厳しい管理が求められるようになりました。

尚、特化則へ移行したものの、有機則準用規程などにより、トリクロロエチレンは、第 1 種有機溶剤等へ、テトラクロロエチレンとジクロロメタンは第 2 種有機溶剤等に指定され、従来通りの区分表示が義務付けられています。

（詳細は、厚生労働省の特化則改正パンフレット及び当協会 H.P. <http://www.jahcs.org/>でもご案内しています）

② 化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律(化審法):

トリクロロエチレンとテトラクロロエチレンは第 2 種特定化学物質に指定され、特に環境への放出を抑制すべき化学物質として、製造輸入量等が管理されています。ジクロロメタンは優先評価化学物質の指定が取り消され(平成 29 年 3 月 30 日公示)、一般化学物質に移りました。

これは、近年、環境への放出量が減少しており、環境影響が少ないとのご判断を頂いたものですが、放出量が増加すると再度指定の可能性があるため、ジクロロメタンの適正使用にご協力をお願いいたします。

③ 化学物質排出把握管理促進法(化管法/PRTR 法):

塩素系溶剤は、第一種指定化学物質に該当し、特定の化学物質の環境への排出量等の把握に関する措置(PRTR 制度)並びに特定の化学物質の性状及び取扱いに関する情報の提供に関する措置(SDS 制度)により、事業者による化学物質の自主的な管理の改善を促進し、環境の保全上の支障を未然に防止することを目的として制定(1999 年)されました。

今回、PRTR 法が大きく見直しされ、第一種、第二種共に対象化学物質が大幅に増える事になりました。(公布:令和 3 年 10 月 20 日、施行日:令和 5 年 4 月 1 日)

トリクロロエチレンは、今後枠組みが変更され特定第一種指定化学物質に移行されることになりました。特定第一種に移行することにより、21 人以上の事業所において、年間取扱量が 1 トン以上だった申告対象事業者は、0.5 トン以上の年間取扱量で申告対象事業者になりました。

詳細は、経産省 H.P.をご参照下さい。

https://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/law/prtr/8_4.html

④ 大気汚染防止法:

塩素系溶剤は、約 200 種類の揮発性有機化合物(VOC)の一部として、排出抑制の為の排出基準が定められています。(2006 年 4 月 1 日改正施行)

このたび、トリクロロエチレンは 21 年ぶりに大気環境基準が見直し改正され、従来の一年平均値 0.2mg/m³ 以下から、同 0.13mg/m³ 以下となりました。(2018 年 11 月 19 日公布)

これまで国による常時監視における環境測定において、今回改定した基準値を超える場所は確認されておらず、環境基準は達成されています。

環境基準が今後とも達成されるよう、引き続き大気中への排出抑制対策を講じる事が求められます。

また、環境省はトリクロロエチレンを取り扱う施設が集積している地域において、地方公共団体が実施している排出抑制手法の検討の支援を行っています。

その他、VOC 全般として 2013 年 3 月より VOC の濃度測定回数が、従来の年 2 回以上から年 1 回以上に改正されました。(VOC 排出量が目標を大幅に上回る削減をした事、事業者の負担軽減他)

⑤ 水質汚濁防止法:

塩素系溶剤の公共水域への排出基準、地下浸透水の地下への浸透禁止、地下水の水質浄化措置命令等が定められています。

2012年6月、水質汚濁防止法が改正施行され、塩素系溶剤を使用する特定施設等の構造基準が設定され、その遵守と定期点検、記録(補修記録も含む)が義務付けられました。

新たに塩素系溶剤を使用する洗浄設備、貯蔵施設を設置する場合や、設備の変更、使用廃止など都道府県知事への届出が必要です。

事前に市区町村の環境課等にご相談下さい。

⑥ 土壌汚染対策法:

塩素系溶剤は特定有害物質に指定され、土壌の汚染に係る環境基準等が定められています。

＜塩素系溶剤に適用される主な法規制＞

大気汚染

排出抑制基準(排出口)
(大気汚染防止法)

大気の汚染に係る環境基準
(環境基本法)

労働安全衛生

安全衛生管理体制・教育
健康管理(特殊健康診断)
作業環境管理(管理濃度)
リスクアセスメント実施義務
その他

(労働安全衛生法)

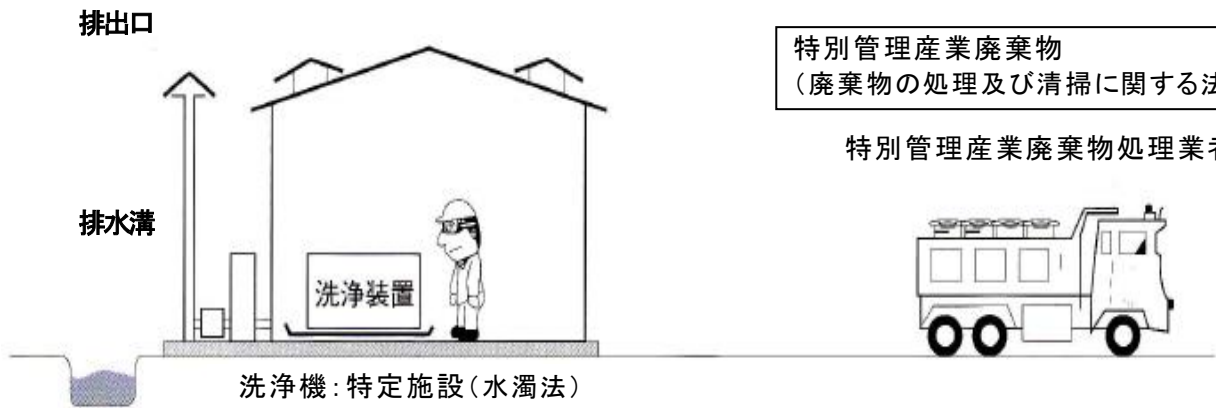
有機溶剤の区分・表示
取扱い上の注意、有害性の
揭示
換気装置等の設置・管理
その他

(特定化学物質障害予防規則)

廃棄物

特別管理産業廃棄物
(廃棄物の処理及び清掃に関する法律)

特別管理産業廃棄物処理業者



地下水汚染

地下浸透禁止
排水基準(許容限度)
地下水の水質の浄化に係る
措置命令
構造基準(装置、タンク等)
定期点検及び記録
装置、タンク等設置許認可
及び廃止届
(水質汚濁防止法)

水質の汚濁に係る環境基準
(環境基本法)

土壌汚染

土壌の汚染の除去措置命令
(土壌汚染対策法)

土壌の汚染に係る環境基準
(環境基本法)

(法規制の詳細は、当協会 H.P. <http://www.jahcs.org/law/cclaw.htm> をご確認ください)

1.2 海外での規制

米国や EU 諸国でも、日本と同様に、塩素系溶剤に対して様々な規制がされていますが、製造や使用の制限(特定用途を除く)を受けていません。

但し、取扱い環境が溶剤ばく露に繋がる可能性が高い、とリスク評価された塗料剥離用途の使用制限や、美術工芸用スプレー定着剤等の特定用途について規制対象となっています。

EU :ジクロロメタンを 0.1wt%以上含む塗料剥離剤(特定の用途制限)の上市・使用制限。

トリクロロエチレンについては、REACH 規制の高懸念物質(SVHC)として特定された事で、EU 域内でトリクロロエチレンの製造禁止へ、一部の特定用途、事業者を除き使用禁止になりました。

フランス:ドライクリーニング用途(第三者の住居や建物に隣接する作業所の場合)としての、

パーククロロエチレン使用制限 (用途限定)

- ・ 2014 年～ 製造後 15 年を経た装置でのパーククロロエチレン使用禁止
- ・ 2022 年～ パーククロロエチレンの使用禁止

米国:一部の用途を除き、一般消費者向け製品でのトリクロロエチレンの使用に対する重要新規利用規則を公布しました。洗浄剤や脱脂剤など、一部の除外は認められますが対象として、このような製品を製造(輸入を含む)又は使用する場合、90日前までに EPA への通知が求められ、事実上の使用の制限を受けることになりました。更に、蒸気洗浄の禁止などさらなる規制が検討されていて、トリクロロエチレンの米国での使用は強く制限されることになりました。

(環境保護庁(EPA):2016年4月6日)

また、一般消費者向けでのジクロロメタンを含有する全ての塗料除去剤(剥離剤)の製造(輸入を含む)、加工、および流通を禁止する最終規則の発行を発表しました。

(環境保護庁(EPA):2019年3月15日)

どちらの規制も、一般消費者が使用する環境であり、ばく露防止の観点から考えると、当然の措置と捉えています。

1.3 環境マネジメントシステム

環境マネジメントシステム ISO 14001 は、環境負荷の低減等の目標を設定し、継続的に改善を図るシステムです。塩素系溶剤の使用を禁止する或いは制限する等の要求事項は含まれていません。従って、ISO 14001 の認証取得のために、塩素系溶剤の使用を中止する必要はありません。

2

有害性に関する未知の部分は少なく、リスク管理が容易

塩素系溶剤は、我が国では50年以上の使用実績があり、この間に有害性に関する種々の研究が行われ、未知の部分がほとんどない、といっても過言ではありません。

従って、塩素系溶剤は、リスク調査が進んでいない物質よりもリスク管理が容易と言えます。

また、後述のように大気中寿命は短く、オゾン生成能及び地球温暖化係数が小さいこと等から地球環境への影響が少ない溶剤、とすることができます。

一方、近年取り沙汰されている塩素系溶剤による土壌・地下水汚染は、過去の不適切な取扱いがその原因です。環境(地下)への排出による汚染の除去は、多額の費用がかかるだけでなく、地下水を利用されている方への補償など、課題を抱える事になります。

洗浄剤の選定に当たっては、洗浄剤のリスク評価と対策にかかるコスト評価の両面から、何が最適であるかを考え、適切な対応をすることが大切です。

2.1 未知の部分が少なく、適正使用がポイント

化学物質のリスクの原因となる有害性の評価項目には

- ①人の健康影響:急性毒性、慢性毒性、生殖毒性、発がん性等
- ②環境生態影響:生分解性、濃縮性、魚毒性等
- ③化学物質物性的影響:可燃性、自己反応性、腐食性等
- ④地球環境影響:オゾン層破壊、地球温暖化、光化学スモッグ、土壤汚染等があります。

塩素系溶剤については、これらのほとんどの項目についてデータが明らかになっています。

一般的に化学物質は、有用性と共に危険・有害性を併せ持っており、塩素系溶剤も例外ではありません。

化学物質が人の健康や、生態系に悪い影響を及ぼす恐れのある可能性(リスク)は、化学物質の危険有害性(ハザード)の程度と、どれだけ化学物質にばく露したか(ばく露量)で決まります。

化学物質のリスク = 有害性 × ばく露量

つまり、有害性の高い物質であってもごく微量のばく露であれば、影響を受ける可能性は低くなります。

すなわち、塩素系溶剤の使用にあたっては、ばく露低減対策を行うことが重要になります。

一方、作業現場での管理濃度の遵守が労働安全衛生法で定められており、この濃度以下に管理することで作業員への健康影響を抑えることができます。

次に塩素系溶剤と共に、代替洗浄剤の候補としてあがる1-ブロモプロパン(臭素系溶剤)について、検証してみたいと思います。

1-ブロモプロパンは、塩素系溶剤と同じハロゲン系で、塩素系溶剤と似た性質もあり、溶解力が強い事、安衛法等に非該当といった事から塩素系溶剤代替として、使用されるようになりました。

しかしながら、2013年7月31日、米国連邦労働安全衛生庁(U.S. OSHA)から、健康障害を防止するための緊急警告を発出した事を受け、厚労省は、同年9月19日付けで「1-ブロモプロパンによる労働災害防止について(要請)」を出しました。(基安化発0919第2号)

また、許容濃度は、2011年にACGIH(米国産業衛生専門家会議)が10ppmから0.1ppmへの変更予告の後2013年に0.1ppmが勧告され、日本においては、2012年に日本産業衛生学会が0.5ppmという厳しい数値を勧告しました。(生殖毒性、神経系)

このように、医学関係者からのばく露によるリスク警鐘がなされているものの、管理濃度が未設定である事は、日本の法規制がどうであれ事業者においては、作業環境の実態把握と環境改善が必要です。

安衛法施行令改正(2017年3月1日施行)により、通知(SDS)及び表示(ラベル)対象物質に指定、またリスクアセスメント対象として義務化されるなど、安衛法に動きが出てきました。

また、「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律」いわゆる‘化審法’で優先評価化学物質に指定されました。(2018年4月2日付け告示)

他、化学物質排出把握管理促進法(PRTR)、大気汚染防止法(VOC)以外、作業員の安全を守る重要な法律である、‘有機溶剤中毒予防規則等’の規制対象物質となっておりません。

この有機則に非該当⇒安全と解釈される事業者が多いのですが、これは単に近年製造された歴史の浅い物質でもあり、疫学データが少ない事や、事故事例が少ないだけに過ぎない点を知る必要が有ります。

また、発がん性分類においても動きがあり、日本産業衛生学会で 2B(2018)に、そして国際がん研究機関(IARC)も 2B(2018)に設定しました。(評価基準は次頁を参照下さい)

その他、EU では可燃物等の警告ラベルの表示を義務付けられています。

＜管理濃度と許容濃度(日米)＞

物質名	厚生労働省 管理濃度 (ppm)	日本産業衛生学会 許容濃度(勧告値)		ACGIH TLV-TWA (ppm)
		ppm	mg/m ³	
ジクロロメタン(塩化メチレン)	50	50	170	50
トリクロロエチレン	10	25	135	10
テトラクロロエチレン	25 * ¹	検討中		25
1-ブロモプロパン	—	0.5 * ²	—	0.1 * ³

*1 2016年10月1日(適用開始)

*2 2012年勧告

*3 2013年勧告

2.2 発がん性リスクについて

塩素系溶剤のヒトに対する発がん性は、現在確定していないものの、労働者が長時間ばく露した場合、がん等の健康障害を生ずる可能性が否定できない事から、労働安全衛生法第28条第3項の規定に基づき、「化学物質による健康障害防止指針(がん原生指針)」が公表され、労働者の健康障害を未然に防止するための適正管理・適正使用が求められています。

(平成26年10月31日指針改正公示 第25号)

また、前述の通り平成26年11月1日施行で有機則から発がん性の疑いのある物質として、より厳しい管理体制が求められる特化則へ移行した事も認識し、ばく露等の可能性のある有機溶剤業務については、適切な管理の元で使用する事が特に重要です。

塩素系溶剤は、誕生してからの歴史が長く特性を生かした様々な分野で使用されており、安全性に関する研究が最も進んだ溶剤の一つでもあり、これまでにジクロロメタンについては以下の研究報告がされています。

- ① ゼネカ中央毒物研究所(1995年)
ばく露濃度 100～4,000ppm 動物(マウス、ラット、ハムスター、ヒト)について、検討した。
- ② 日本バイオアッセイ研究センター (厚生労働省委託研究:2002年)
動物実験により、2年間に渡る高濃度(1,000～4,000ppm)長期吸入ばく露試験を実施したもの。
- ③ (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(2004年)
塩化メチレン詳細リスク評価書

これらの研究報告は、ジクロロメタンのばく露濃度として、管理濃度(50ppm)の数倍から数十倍の高濃度で、尚且つ長期間与えるという、通常の作業環境では考えられない高濃度領域で発がんのリスクが増加するとした結果です。取扱いにおいては各種法規制を順守し、ばく露防止に努める事が重要です。

＜塩素系溶剤のヒトに対する発がん性リスク評価結果（2021年11月現在）＞

物質名	日本産業衛生学会	国際がん研究機関 (IARC)	米国産業衛生専門家 会議 (ACGIH)
ジクロロメタン	第2群 A	グループ 2A	A3
トリクロロエチレン	第1群	グループ 1	A2
テトラクロロエチレン	第2群 B	グループ 2A	A3

＜発がん性評価の基準＞

● 日本産業衛生学会

第1群 : ヒトに対して発がん性があると判断できる

第2群 A : ヒトに対しておそらく発がん性があると判断できる(証拠が比較的十分)

第2群 B : ヒトに対しておそらく発がん性があると判断できる(証拠が比較的十分でない)

● 国際がん研究機関 (IARC)

グループ 1 : ヒトに対して発がん性がある

グループ 2A : ヒトに対しておそらく発がん性がある

グループ 2B : ヒトに対する発がん性が疑われる

グループ 3、4 : 略

● 米国産業衛生専門家会議 (ACGIH)

A1 : ヒトに対して発がん性がある

A2 : ヒトに対して発がん性が疑われる

A3 : 動物に対する発がん性はあるが、ヒトとの関連は不明

A4、5 : 略

2.3 地球環境影響について

塩素系溶剤の大気中濃度は、国が定める有害大気汚染物質として全国各地域で継続的に測定し、情報公開しています。

調査結果は次頁の通り、環境基本法で定められている環境基準値と比較して、遥かに低いレベルにあり、しかも各方面の努力と協力により、そのレベルが年々減少していることが大気環境モニタリング調査(環境省)において確認されています。

この継続測定地点モニタリングは、継続局と呼ばれ毎年見直され、継続局の変更や地点数の増減があり、過年度データが都度修正計算されるので、あくまでもトレンドとして捉える事になります。(過年度データ及び本年発表の修正データは、環境基準から見ればごく僅かの変動幅です)

<地方公共団体等における継続測定地点モニタリング調査結果(年平均値)>

【大気中濃度】

単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

物質名	環境基準 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下)	年 度									
		H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R 1 (H31)
ジクロロメタン	150	1.6	1.6	1.7	1.5	1.5	1.6	1.3	1.4	1.5	1.4
トリクロロエチレン	130	0.47	0.57	0.52	0.52	0.46	0.49	0.43	0.44	0.48	0.38
テトラクロロエチレン	200	0.17	0.18	0.17	0.15	0.14	0.14	0.12	0.11	0.10	0.10

出典: 環境省「令和元年度 大気汚染状況について 令和3年3月」

塩素系溶剤は揮発しやすい液体で、大気中に放出された場合、その寿命は比較的短く 1 週間から 5 ヶ月と推定されています。このために、大気中に蓄積される可能性が少なく、成層圏オゾン層に到達する前にほとんどが分解してしまい、オゾン層破壊の恐れはありません。

また、温室効果についても地球温暖化係数は炭酸ガスの 5~10 倍程度ですが、大気中の存在量を考慮すれば、地球温暖化の原因物質としては無視できるレベルであると言えます。

さらに、塩素系溶剤が酸性雨の原因になる割合はごくわずかです。

<大気中寿命、オゾン破壊係数、地球温暖化係数>

物質名	寿命(年)	オゾン破壊係数	地球温暖化係数 *2
ジクロロメタン	0.41	non zero *1	9
トリクロロエチレン	0.018	0.0005 - 0.0007 *1	<9
テトラクロロエチレン	0.36	0.006 - 0.007 *1	~9
1-ブロモプロパン	—	0.0033 - 0.111 *1	0.31
HCFC-225(cb)	5.8	0.03	595
HFC-365mfc	8.6	—	794
HFC-43-10mee	15.9	—	1,640
HFE-449sl(HFE-7100)	3.8	—	297

*1 CFC-11 を 1 とした場合の相対値 (引用: UNEP2012 年 5 月改定値)

*2 炭酸ガスを 1 とした場合の相対値(100 年積分値)

2.4 揮発性有機化合物(VOC)排出抑制について

光化学オキシダントや浮遊粒子状物質(SPM)による汚染を抑制する目的で、大気汚染防止法が改正され、原因物質とされる VOC の排出が規制されています。VOC とは、「大気中に排出され、又は飛散したときに気体である有機化合物」と定義されています。即ち、排出されたときの状態が気体であれば全てが VOC であることとなります。

平成 18 年度に VOC 排出量の削減目標(平成 23 年度の排出量を平成 12 年度比 30%削減)が設定され、平成 23 年度の排出量は目標を大幅に上回る 41%の削減を達成しましたが、光化学オキシダント注意報の発令レベルは、当初見込んだほど減少しませんでした。

その為、平成 23 年度以降は、新たな削減目標は設定せず、現行の法規制と自主的取組を組み合わせた(ベストミックス) VOC 排出抑制制度を継続することになりました。

また、VOC 削減目標を大幅に超える削減が達成された事から、事業者の負担軽減策として、VOC の測定頻度を従来の年 2 回以上から年 1 回以上に、大気汚染防止法施行規則が改正されました。(平成 25 年 3 月 6 日公布・施行)

光化学オキシダントに係る大気汚染状況は、これまでに様々な取組の推進によって、光化学オキシダントの原因物質である窒素酸化物(NO_x)や揮発有機化合物(VOC)等の大気環境中の濃度は低減してきました。

しかし、光化学オキシダントの環境基準達成率は依然として極めて低い状況(令和元年度は一般局 0.2%、自排局 0 %)にあります。

発生を抑制するためには、VOC と NO_xの排出量比を十分に考慮して両者を削減する必要性を示唆しました。また、国内対策と越境汚染対策(東アジア各国)の両面を考慮すべきとした、報告書を公開しています。

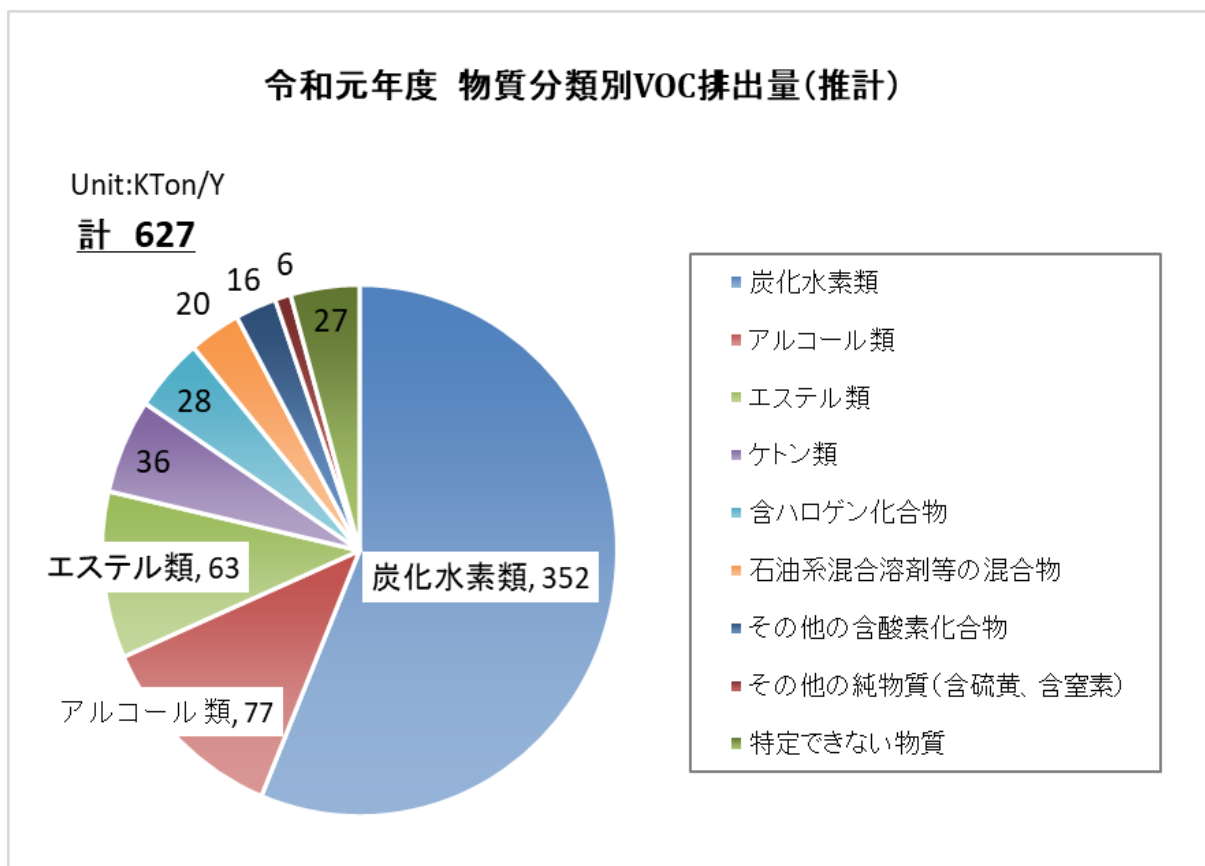
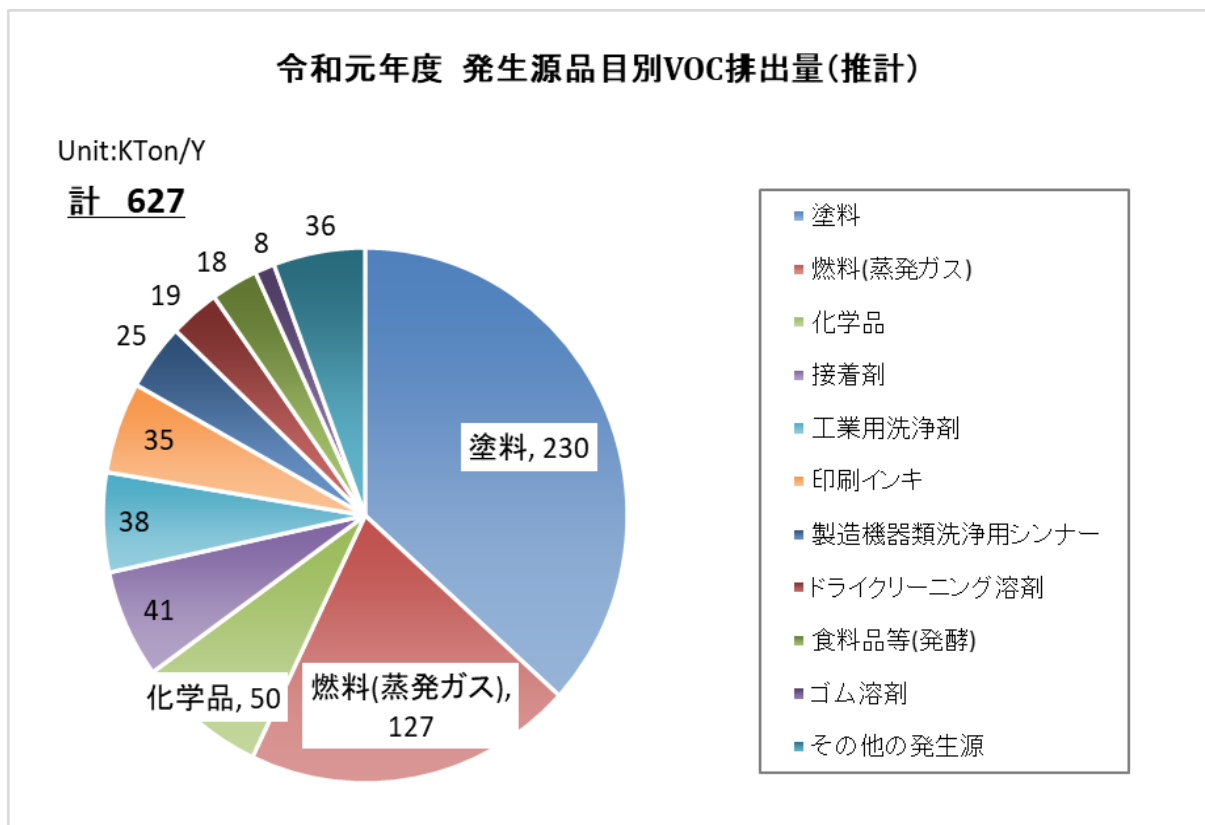
このことから、光化学オキシダントに係る大気汚染の改善に向けて、科学的な知見の充実を図るとともに、現在の対策効果を把握し、更なる排出抑制策を検討する事としています。

(環境省 HP「令和元年度 大気汚染状況について」令和 3 年 3 月、及び「今後の光化学オキシダント対策に向けた検討スケジュール」令和元年 9 月」より引用)

我が国における、VOC 排出量全体に占める塩素系溶剤(ハロゲン化合物計)は僅か 4 %程度ですが、排出事業者においては環境への排出を出来るだけ抑える事が求められています。

* VOC 排出抑制対策の進捗状況は、環境省が発生源や化学物質別、業種別、都道府県別のデータを収集、推計しており毎年データを公開しています。

次のグラフは、今年公開された最新の VOC 排出インベントリ(令和元年度推計値)から、VOC 排出の全体像など主要データを抜粋、グラフ化しました。

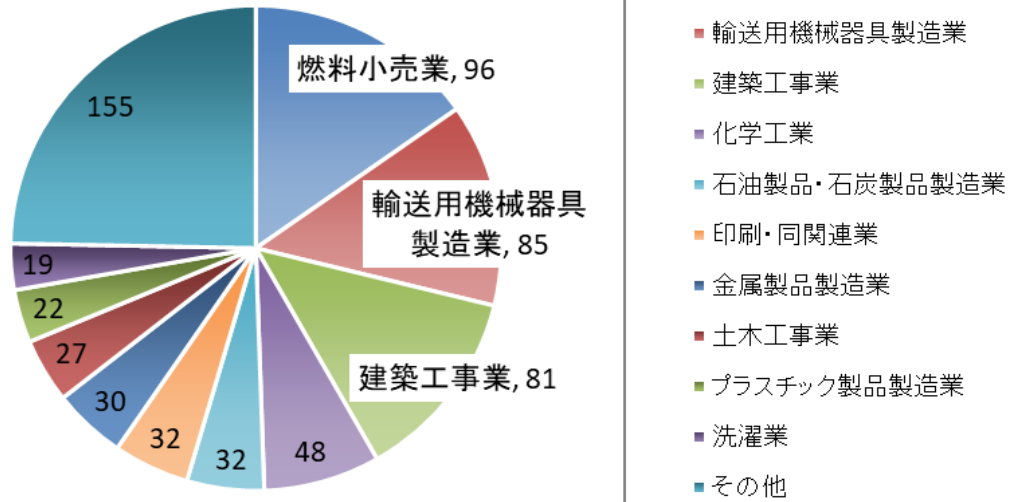


塩素系溶剤は、含ハロゲン化合物に該当し、ジクロロメタン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン他(フッ素系、臭素系を含む)がここに推計されています。

令和元年度 業種別VOC排出量(推計)

Unit:KTon/Y

計 627



日本のVOC排出量は毎年減少傾向にあり、令和元年度は平成12年度対比で55%（削減率）と、半減以下のレベルに達しています。

出典：「揮発性有機化合物（VOC）排出インベントリについて 令和3年3月」
（揮発性有機化合物（VOC）排出インベントリ検討会）

詳細は、環境省のVOC排出インベントリをご確認下さい。

<https://www.env.go.jp/air/osen/voc/inventory.html>

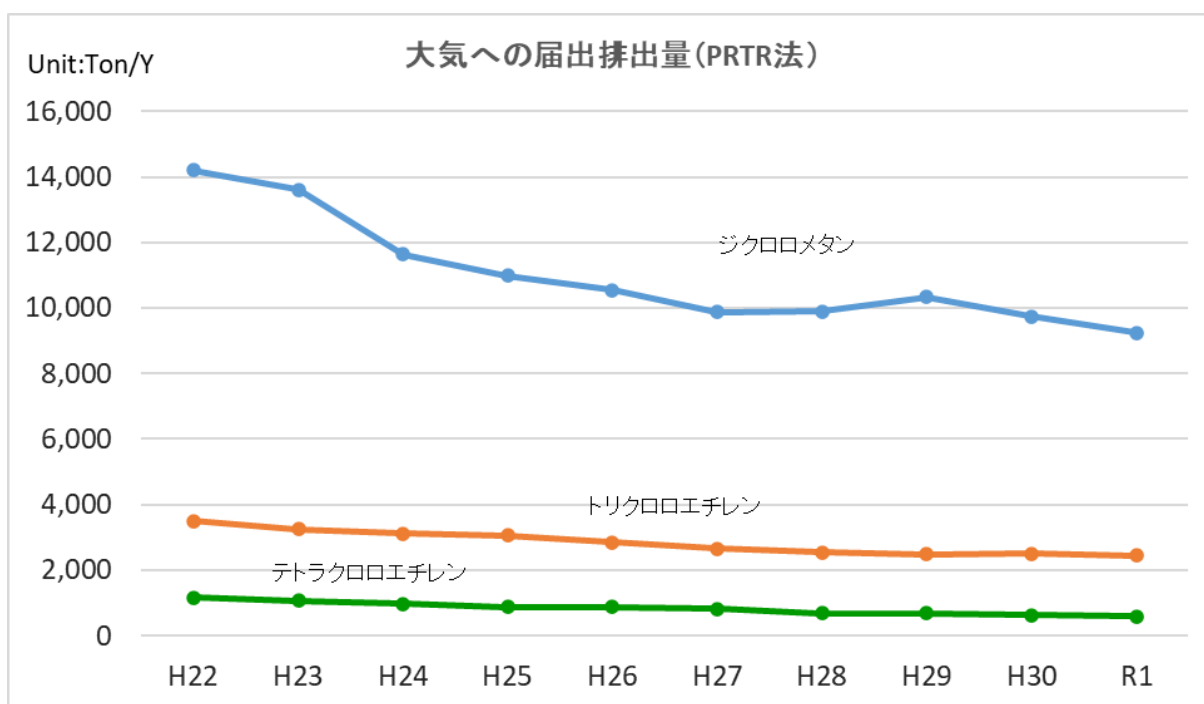
なお、塩素系溶剤の大気環境中への排出量は、PRTR法（特定化学物質の、環境への排出量把握等及び管理の改善の促進に関する法律）に基づく届け出排出量の推移から概算として確認出来ます。

塩素系溶剤においては、有害大気汚染物質の自主管理の推進による環境負荷低減対策など、各方面の努力と協力により年々減少しています。

＜塩素系溶剤の大気への届出排出量推移（PRTR法）＞

（単位：Ton/年）

対象物質 (PRTR No.)	年 度									
	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1 (H31)
ジクロロメタン (186)	14,208	13,617	11,639	10,992	10,536	9,873	9,892	10,337	9,748	9,234
トリクロロエチレン (281)	3,493	3,256	3,115	3,053	2,849	2,665	2,536	2,482	2,505	2,453
テトラクロロエチレン (262)	1,171	1,062	976	882	878	823	694	675	623	597



3 塩素系溶剤の特長

塩素系溶剤は、物質の持つ特徴を利用し様々な産業分野で使用されています。ここでは、産業洗浄分野での洗浄剤としての特長を纏めます。

①優れた洗浄力(脱脂能力が強い)

洗浄力の指標とされるカウリブタノール(KB)値が高く、洗浄力に優れています。

②不燃性

引火点がなく、通常の使用条件下では不燃性であるため、設備費が安価です。

③比熱、蒸発潜熱が小さい。

比熱、蒸発潜熱が小さいため、洗浄・回収エネルギーが少なくて済みます。

④廃液の回収(再生)が容易である。

防爆など特別な装置を必要とせず、容易に蒸留・分離回収(再生)が可能です。

容易に洗浄液の蒸留・分離が出来る事(再生)は、不燃性で沸点の低い溶剤ならではの、大きな特長であり、これがシンプルで最適な洗浄プロセス設計を可能にしています。

⑤洗浄システムのエネルギーコストが低く、また、地球温暖化の影響が小さい。

被洗浄物の種類や洗浄条件等による違いはあるものの、塩素系溶剤による洗浄は、水系や準水系での洗浄と比較して、バッチ式精密金属洗浄におけるエネルギー使用量と温暖化影響度の値が半分程度なので、環境負荷が低く、環境に優しい洗浄剤と言えます。

＜各種洗浄剤の特性値比較＞

物質名	KB 値	引火点 (タグ密 閉式)	沸点 °C	比熱 J/kg・K	蒸発潜熱 kJ/kg	蒸発熱 量*1 kJ/kg	洗浄エネ ルギー*2 MJ	温暖化影 響*3 kg-CO ₂ /t- Metal
ジクロロメタン	136	なし	40	1,172	329	352	36.4	76.3
トリクロロエチレン	130	なし	87	921	239	301	28.1	58.9
テトラクロロエチレン	90	なし	121	879	209	297	30.2	64.1
1-ブフロモフロハソ	125	なし	71	1,130	246	306	—	—
HCFC-225	31	なし	54	1,005	145	180	—	182.1
HFC-365mfc	13	—	40	1,465	180	—	—	—
水系	—	—	100	4,186	2,256	2,591	62.6	115.5
IPA	—	12	82	2,553	690	850	—	110.6

*1 1kgの洗浄剤を液温 20°Cから蒸発させるに必要な熱量

*2 洗浄時の電気エネルギー使用量

*3 全洗浄プロセスに於ける温暖化影響を炭酸ガス発生量で評価(Arthur D Little, Inc, Update on Comparison of Global Varning Implications of Cleaning Technologies Using a Systems Approach, October 25,1994 等より引用)

塩素系溶剤は長年にわたって使用されている経済的で、不燃性の、リサイクル性にすぐれる溶剤です。塩素系溶剤による洗浄の代替として多くの溶剤、混合組成物及びシステムが提案されていますが、それらには①エネルギー消費量が多い、②処理しなければならない大量の汚染水が発生する、③可燃性であるため防爆設備等の消防法に則した対応が必要、或いは④環境及び健康影響が未だ十分に評価されていないため、将来的に新たなリスクが発生する可能性がある、等の問題があります。

ともすれば、有害性(ハザード)のみが議論されていますが、適正に使用することで環境及び健康への影響を抑制する事が可能であり、設備投資及びランニングコスト等を考慮すれば塩素系溶剤はバランスのとれた、優れた溶剤であることがお解り頂けると思います。

クロロカーボン衛生協会は、他の溶剤には代え難い特徴を有する塩素系溶剤を適切に、末永くご使用いただくため、各種法規制に則った適正な使用方法の啓蒙・普及、ひいては環境汚染の防止を積極的に推進して参ります。

クロロカーボン衛生協会会員名簿（五十音順）

会員種別	会社・団体名
正会員	AGC 株式会社
	関東電化工業株式会社
	信越化学工業株式会社
	株式会社トクヤマ
準会員	東亜合成株式会社
特別会員	日本特殊化学工業株式会社
賛助会員	株式会社ガステック
	光明理化学工業株式会社
	全国クリーニング生活衛生同業組合連合会
	日本産業洗淨協議会
	合同会社 HOKUSHI コンサルティング

2021年10月1日現在



使えるんです塩素系溶剤 Ver. 11

—— 適正管理・適正使用 ——

2021年11月 改訂

発行 **クロロカーボン衛生協会**
 〒104-0033 東京都中央区新川 1-4-1
 住友不動産六甲ビル 8階
 電話 (03) 3297-0321
 FAX (03) 3297-0316
 URL: <http://www.jahcs.org>