

安全な実験作業のために ……

有機溶剤を知ろう!

【有機溶剤とは】

ある物質を溶解して溶体を作りうる液体を溶媒といい、このような物質を溶かすことのできる溶媒を、工業的には溶剤（ソルベント）といいます。有機溶剤とは他の物質を溶解する用途に用いられる、常温で液体の有機化合物ということができ、非常に多くの物質を含んでいます。全体としては、物理的、化学的に共通した性質をもっており多くは火をつけると燃えます。

【有機溶剤の特徴】

有機溶剤の性状には、次のような特徴があります。

1. 非常に揮発し易い。
 2. 沸点がはっきりしている。
 3. 特有の臭いがある。
 4. 液性は、中性を示す。
 5. 水より軽く、水に混ざりにくい。（例外的に混ざりやすいものもある）
 6. 蒸気は、空気よりも重い。
 7. 多くのものは、引火性がある。
 8. 機械油などの油脂類、塗料、樹脂、ゴム、動物・植物の脂肪などをよく溶かす。
- これらの特徴は、それぞれの有機溶剤によって強弱がある。また、使用目的によって、これらの溶剤を混ぜ合わせると変化に富んだ新しい性状の溶剤を作ることもしる。

【有機溶剤に懸かる法令】

有機溶剤の分類や区分、また有機溶剤を取り扱う作業について作業者の健康に悪影響を与えないようにいろいろな法令により規制が行われています

- ・労働基準法（労基法）（労働大臣が指定する物質）
- ・労働安全衛生法（安衛法）（名称等を表示すべき有害物の指定）
- ・労働安全衛生法施行令（安衛法施行令）（物質や化学構造による分類と指定）
- ・有機溶剤中毒予防規則（有機則）（有機溶剤に関するいろいろな規定を定めた省令）
 - ・物性等を考慮した特定有機溶剤の分類
 - ・有機溶剤を取り扱う時の設備
 - ・換気装置の性能
 - ・有機溶剤の管理方法
 - ・作業環境測定
 - ・健康診断
 - ・保護具
 - ・有機溶剤の貯蔵方法・空容器の処理
 - ・有機溶剤作業主任者
- ・消防法（危険物に指定分類）

【有機溶剤の分類】

有機溶剤を分類する場合によく用いられるものに、化学構造による分類と、沸点による分類とがあります。いずれも溶剤としての特性を左右する重要な性質であり、化学構造の似ているものは人体に対する有害作用も似ていること、および沸点の低いものは蒸発しやすく有害な濃度になりやすいことから、これらの性質は有機溶剤に対する環境管理対策を立てるため

にも重要な意味を持っています。なお、用途による分類もあります。

1. 労働安全衛生法施行令による分類（化学構造による分類）

工業的に使用されているものだけでも 500 種類の化合物が知られており、化学構造により表 - 1 のように分類されている。

表 - 1 有機溶剤の分類

- ・ 芳香族炭化水素類
- ・ 塩化芳香族炭化水素類
- ・ 塩化脂肪酸炭化水素類（メタン誘導体、エタン誘導体、エチレン誘導体）
- ・ アルコール類
- ・ エステル類
- ・ エーテル類
- ・ ケトン類
- ・ グリコールエーテル（セロソルブ）類
- ・ 脂環式炭化水素類
- ・ 脂肪族炭化水素類
- ・ 脂肪族または芳香族炭化水素の混合物
- ・ その他

2. 有機溶剤中毒予防規則による分類（沸点による分類を含む）

有機溶剤中毒予防規則では、特定の 54 種類の有機溶剤について中毒の発生を防止するために、それぞれの特性を考慮して、表 - 2 のように有害性の強い順に 3 つのグループに区分して諸規定が定められている。

表 - 2 有機溶剤中毒予防規則による区分

- ・ 第 1 種有機溶剤等：単一物質で有害性の程度が比較的高く、しかも蒸気圧が高い有機溶剤 【クロロホルム、四塩化炭素 等】
- ・ 第 2 種有機溶剤等：第一種有機溶剤等以外の単一物質である有機溶剤 【アセトン、トルエン、メタノール 等】
- ・ 第 3 種有機溶剤等：多くの炭化水素が混合状態となっている石油系溶剤および植物溶剤であって、沸点がおおむね 200 度以下のもの 【ガソリン、石油ベンジン、テレピン油 等】

3. 消防方による分類（最終章付録、危険物の項の表 3 参照）

有機溶剤の多くは揮発性が高く引火性があり消防法上の危険物に指定、さらに危険性の度合いによって他の危険物同様細分類されている

【有機溶剤の危険性・毒性】

- ・ 揮発性が高い（蒸気圧が高い）ため気中濃度は容易に上昇する。
- ・ 体内に取り込まれた有機溶剤は脂質に富む臓器に溶けやすく、高濃度の場合、多くの有機溶剤は脳神経に取り込まれ、麻酔作用を示す。
- ・ 一般的に高濃度暴露による急性中毒では麻酔症状が主症状としてみられるが、低濃度慢性暴露では頭痛、頭重、疲労感、倦怠感、めまい、イライラ感、吐き気、食欲不振などの自覚症状とともに抹消神経炎、肝機能障害、白血球減少のような特異な他覚症状が出現する。

【有機溶剤と健康障害】

急性中毒

一般に有機溶剤の臭気は特に不快でないために、臭気が気にならないうちに大量に吸入して、頭痛、頭重などの被害を受けてしまいます。また高い濃度の蒸気を吸収すると中枢神

経に作用して麻酔作用を示し、酒に酔ったような気分になります（酒の成分であるエチルアルコールも有機溶剤の一種）。

有機溶剤は大量に吸収すれば死に至る危険性があります。

慢性中毒

比較的濃度の低い蒸気を長期間吸収することで、毒性が臓器に蓄積されることにより臓器障害をおこします。（有機溶剤の種類により蓄積される臓器が異なる）

慢性中毒になると、疲れやすい、だるい、頭が重い、めまいがする等の症状が出てきます。

・肝臓障害

急性中毒や慢性中毒で、肝臓に障害が起こることがある。肝臓に障害が起こると、黄疸がでたり、発熱したり、だるい、疲れやすい、食欲がなくなるなどにより元気がなくなる。肝臓は、体内に入った有害物を解毒する大切な役目があり、酒なども肝臓で解毒処理される。人体にとって重要な臓器である。

・腎臓障害

腎臓に障害を起こす有機溶剤もある。腎臓に障害が起こると、尿にたんぱくが出たり、血尿がでたり、また、からだがむくむこともある。

・貧血

貧血を起こす有機溶剤もある。昔は、ベンゼンによる骨髄障害のための貧血が有名であったが、最近では、有機溶剤による重症の貧血は少なくなった。貧血になると、疲れやすくなり、息切れもするなどにより仕事の能力が落ちるので、注意しなければならない。

・皮膚や粘膜の炎症

有機溶剤は、脂肪をよく溶かすという性質も持つことから、皮膚につくと、ヒリヒリと痛んだり、水泡ができたり、ひびわれなどができることがある。シンナー等の有機溶剤で手を洗うと、当然そこから吸収されるので、このようなことは厳禁である。そのほか、有機溶剤の蒸気で目・鼻・のどの炎症が起こることがある。

・他に

末梢神経や中枢神経に障害をおこし運動機能障害や脳障害、発狂する等の症状を起こすものもある。

【有機溶剤作業を行なうための注意】

- ・有機溶剤により起こる健康障害を防ぐには、有機溶剤をからだに入れないことが大切です。
- ・有機溶剤のなかには、呼吸器だけではなく皮膚からもからだに入ります。

有機溶剤をからだに入れないために

- ・有機溶剤を蒸発させないこと。
蒸発した有機溶剤の蒸気を作業場の空気の中にためないこと。
- ・有機溶剤の蒸気を吸わないこと。
- ・有機溶剤を直接皮膚に触れさせないこと。

有機溶剤による健康障害を防止するために、事業者は、健康管理をはじめいろいろな対策を講じなければならないと法令に定められているが、これらの対策を本当に効果的に進めるためには、有機溶剤を扱う作業者がその重要性を認めて、自らも積極的に取り組むことが重要である。

有機溶剤の蒸発を抑えるために

蒸発を抑えるための最も基本的な方法として、有機溶剤を使う機械・設備を密閉するという方法があります。

- ・有機溶剤が入っている容器には、ぴったりしたふたをすることによって、蒸発を抑えることができる。
- ・有機溶剤のしみこんだ布きれなどは、周囲に捨てておらずに、ふたつきのごみ捨て用の容器を用意してその中に入れ、きちんとふたをする。

発生した有機溶剤の蒸気を取り除くために

発生した有機溶剤の蒸気が作業場の空气中に広がる前に取り除く方法の代表的なものに、局所排気とプッシュプル換気があります。

・局所排気

有機溶剤の発散場所に空気の吸い込み口（フード）を取り付けてファンで空気を吸引し、その空気の流れといっしょに有機溶剤の蒸気をフードに吸い込み、ダクト通して排気口から屋外に出す方法でフード、ダクト、ファンなどをつないだ装置のことを局所排気装置とよぶ。

局所排気装置のフードには、有機溶剤の発散源をすっぽりと囲んでしまう囲い式と、発散源のそばに置くだけの外付け式がある。

・プッシュプル換気

局所排気装置のフード（プルフード）と向かい合わせにもう一つのフード（プッシュフード）を設置し2つのフードの間に緩やかな気流を作ってその力で有機溶剤の蒸気をプルフードの方に押し流して排気する方法。

発散源が大きすぎたり、作業の都合上局所排気装置のフードが発散源のすぐ近くに設置できない場合に効果がある。

局所排気装置やプッシュプル換気装置の性能は法令等で定められていますが、使い方が悪いとせっかく取り付けられている装置も効果を発揮できません。また、その性能を保つためには日ごろから点検と手入れを行うことが大切です。

発生した有機溶剤の蒸気を薄めるために

局所排気やプッシュプル換気を行うことが難しい場合には、作業現場の汚れた空気を外のきれいな空気と入れ替える、全体換気という方法で、発生した有機溶剤の蒸気を有害でない程度の濃度に薄める必要があります。

・自然換気

作業場の窓を開放し風上の窓から吹き込む屋外のきれいな空気蒸気がかき混ぜられ少しずつ風下の窓から屋外へ出ていくことを期待するもの

・機械換気

風のかわりに換気扇や電動ベンチレーターなどの機械の力を利用して全体換気を効率よくおこなうもの。

蒸発した有機溶剤の平均濃度を有害でない程度に薄めるのに必要な全体換気装置の性能は法令で定められています。しかし、平均濃度は下がっても、有機溶剤を取り扱う作業者のいる場所の濃度は平均より高かったり、自分より風上に他の発散源があると高濃度の有機溶剤にさらされる危険が残ることが全体換気の欠点です。そのために、有機溶剤作業の種類によっては、全体換気を行っても、さらに有効な呼吸用保護具を使用する必要があります。

保護具の活用

・有機溶剤用保護具とは

有機溶剤による健康障害を防ぐには、作業環境の改善をまず第一に行うことが必要で、臨時の作業等で作業環境の改善の効果が期待できない場合、または作業環境の改善を進めた上で作業員への有機溶剤へのばく露をさらに少なくするために保護具を使用するのが、正しい保護具の使い方です。

保護具も有機溶剤も多種にわたります。的確なものを選択して適正に使用しなければ効果が全く期待できません。

・呼吸用保護具（有機溶剤を吸入することによる健康障害の防止）

・ろ過式（防毒マスク・防塵マスク等）

吸収缶のろ過剤により空気中の蒸気をろ過解毒して呼吸するもので、有毒蒸気が低濃度かつ、酸素濃度が18%以上の環境下での作業用。

・給気式

酸欠環境（酸素濃度が18%未満）や高濃度有害物質環境下でも作業を行うことができる。

a 送気マスク：後方からホースを通してきれいな空気を送るもの。

・肺力吸引式 ・電動送風機型（行動範囲の制約を受ける）

b 空気呼吸器：自分自身で空気または酸素容器を持っていく自給式のもの
高濃度の有毒蒸気中、酸欠環境の作業に使用。

これらのうち、有機溶剤を取り扱う作業では、対象物質に適した防毒マスクまたは送気マスクを使用します。

呼吸用保護具は種類によって、使用できる環境条件や、対象物質、使用可能時間等が異なり、通常の作業用か緊急時かなどの用途によっても異なるので、使用に際しては用途に適したものを正しく選択しなければなりません。

呼吸用保護具のうち防塵マスクの全てと防毒マスクの一部の種類については、『防塵マスクの規格』（昭和63年労働省告示第19号）および『防毒マスクの規格』（平成2年労働省告示第68号）に基づく国家検定が義務づけられています。呼吸用保護具のうち防塵マスクの全てと防毒マスクの一部の種類については、『防塵マスクの規格』（昭和63年労働省告示第19号）および『防毒マスクの規格』（平成2年労働省告示第68号）に基づく国家検定が義務づけられています。

・労働衛生保護衣類（皮膚接触による吸収・皮膚障害の防止）

保護服

保護手袋

保護長靴

・他に

保護めがね

保護クリーム

労働衛生保護衣類および保護具は JIS(日本工業規格)によって構造と性能が規定された多様な種類があり、それぞれの材質に応じて使用可能な物質が定められています。

【有機溶剤作業場の管理】

作業主任者の指示を守って正しい仕事を
設備などの点検と手入れのしかた

【有機溶剤を扱う作業場への掲示】

下記の項目を作業場に掲示し、その内容を作業前に必ず確認して、いざという場合に正しい処置をとれるようにすること。また、有機溶剤（第1種と第2種）の容器にも、メーカーが有機溶剤の名称や取扱上の注意事項などを表示するよう法令で定められているので、容器の表示も確認し適切に取り扱うようにすること。

- ・有機溶剤の人体に及ぼす作用
- ・取扱上の注意事項
- ・中毒が発生したときの応急処置

【使っている有機溶剤についての知識を持つ】

有機溶剤による健康障害、特に急性中毒を防ぐためには、作業者のひとりひとりが、自分が使っている有機溶剤がどんなものか、どんな危険性があるのか、もし誤って吸ってしまった

らどんな症状が現われるか、万一仕事中に気分が悪くなった場合にはどうしたらよいかなどについて、最小限の知識を持つことが大切です。
また、適正な保護具を選択するためにも必要不可欠です。

身近な有機溶剤（実験作業で脱脂等に多用）

アセトン

- ・無色液体、芳香、水に易溶
- ・比重：0.8
- ・蒸気密度：2.0
- ・沸点：56.5
- ・引火点：-20
- ・発火点：538
- ・関係法令による分類
 - ・ケトン類（労働安全衛生法）
 - ・危険物（労働安全衛生法）
 - ・第2種有機溶剤（有機溶剤中毒予防規則）
 - ・第4類第1石油類（消防法）
- ・危険性
 - ・常温で引火性の蒸気を発散、空気と混合して爆発性混合ガスを形成する。
 - ・蒸気は空気より重く容易に引火する。
 - ・爆発範囲（空気との混合濃度）は2.1～13%
- ・人体への影響
 - ・蒸気を吸入すると、頭痛、めまい、嘔吐などを起こす
 - ・高濃度では、麻酔作用により意識を喪失する。目、鼻、喉の粘膜に繰り返し接触すると、炎症を起こす

メチルアルコール

- ・無色液体、芳香、水に易溶
- ・比重：0.79
- ・蒸気密度：1.1
- ・沸点：64.7
- ・引火点：11.1
- ・発火点：385
- ・関係法令による分類
 - ・劇物指定（労働安全衛生法）
 - ・アルコール類（労働安全衛生法）
 - ・危険物（消防法）
 - ・第2種有機溶剤（有機溶剤中毒予防規則）
 - ・危険物第4類アルコール類（消防法）
- ・危険性
 - ・常温で引火性の蒸気を発散、空気と混合して爆発性混合ガスを形成する。
 - ・蒸気は空気より重く引火しやすい。
 - ・爆発範囲（空気との混合濃度）は6.0～36%
- ・人体への影響
 - ・濃厚な蒸気を吸入すると酩酊、頭痛、眼のかすみ等の症状を起こす。
 - ・高濃度では、麻酔作用により意識を喪失する。
 - ・皮膚に触れた場合、粘膜を刺激し繰り返し触れていると皮膚炎を起こす。
 - ・皮膚からも吸収され吸入した場合と同様の中毒症状を起こすことがある。目に入った場合、目の粘膜を刺激する。

- ・視神経に対する障害により失明する場合もある。

【事故が発生した時の応急措置】

作業中に異常な臭気を感じたとき、気分が悪くなったとき、同僚が倒れたときなどは、被害を最小限にとどめるために直ちに作業を中止してきれいな空気のある場所に退避し、連絡等必要な処置をしなければならない。

一般に有機溶剤の臭気は特に不快でないために、臭気が気にならないうちに大量に吸入して麻酔作用を起し、変だと気づいたときにはもうからだの自由がきかなくなっていて逃げられず、急性中毒で死亡してしまうので注意が必要である。

同僚が有機溶剤の中毒にかかって倒れた場合には、直ちに救出して応急措置を施すことが必要であるが、このような場合にも、あわてず落ち着いて行動することが大切である。救助作業にあたっては、救助に入った者の二次災害を防ぐために防毒マスクや空気呼吸器等の使用が不可欠である。

【被災した時の救急措置】

吸入した場合

ただちに空気の新鮮な場所へ移動。

身体を毛布などでおおひ、保温して安静にさせ、速やかに医師の診察を受ける。

皮膚に付着した場合

ただちに汚染された衣服、靴などを脱ぎ捨てる

付着または接触した部位を石鹸を用いて洗浄し、多量の水または微温湯を流しながら洗い落として、速やかに医師の診察を受ける。

目に入った場合

ただちに有機溶剤の入った目を下側にして多量の流水で15分以上洗い流し、速やかに医師の診察を受ける。

強い流水は有機溶剤を目の奥に流し込むおそれがあるので、やかん等を用いて圧力の弱い多量の流水で洗うことが望ましい。

飲んだ場合

吐かせないでただちに医者の診察、医療措置を受ける。

【有機溶剤等の貯蔵と空容器の処理】

有機溶剤等を屋内に貯蔵する場合には、こわれて中のものがこぼれたり、漏れ出したり、しみ出したりしないような丈夫な容器に入れ、また、倒れて中のものがこぼれたり、中で蒸発した有機溶剤の蒸気が出てこないように、しっかりとふたまたは栓をしておかなければならない。また、置いておくところには、関係のない者がやたらに立ち入らないように、特別の貯蔵庫にするかまたはロープ、くさり等で区画して、その旨の表示をしなければならない。また、貯蔵場所に窓がない場合には、有機溶剤の蒸気がたまらないように排気筒などを設けなければならない。

有機溶剤等を入れてあった空容器は、中に残った溶剤が蒸発して出てきやすいので、しっかりふたをしておくか、屋外の一定の場所に集めておかなければならない。また、空容器の中には爆発性のガスがたまっていることがあるので、たき火の中に入れたり、そのまま溶接したりするとたいへん危険である。

付 録

【危険物とは】

引火性物質・爆発性物質・毒劇物・放射性物質など危険性のある物質を総称

消防法上の危険物

火災発生の危険性が大きい、火災が発生した場合に火災を拡大する危険性が大きい、火災の

際の消化の困難性が高い等の特性を有する物品を危険物と指定。

危険物は特性・種類ごとに1類から6類まで分類

表 - 3 危険物の分類

- ・第1類 酸化性固体（可燃物を酸化して、激しい燃焼や爆発を起こす固体）
- ・第2類 可燃性固体（着火しやすい固体や低温で引火しやすい固体）
- ・第3類 自然発火性物質および禁水性物質（空気や水と接触して、発火したり可燃性ガスを出したりする物質）
- ・第4類 引火性液体（引火しやすい液体。ごく普通のガソリンなどがこの類になる。その中で、危険な順に以下の順序で細分類される。たとえば、第2石油類よりも第1石油類の方が危険なので、保管できる指定数量は小さくなり、容器に求められる安全性も高くなっていく。
- ・第5類 自己反応性物質（加熱や衝撃で、激しく燃えたり爆発したりする物質）
- ・第6類 酸化性液体（他の可燃物と反応して、その燃焼を促進する液体）

表 - 3・2 第4類の細分類

- ・特殊引火物 : 発火点が100 以下または引火点が - 20 以下で沸点が40 以下のもの（エーテルなど）
- ・第1石油類 : 引火点が21 未満のもの（アセトンなど）
- ・アルコール類 : 炭素数が1~3 個の飽和1 価のもの（メチルアルコールなど）
- ・第2石油類 : 引火点が21 以上70 未満のもの（灯油、軽油など）
- ・第3石油類 : 引火点が70 以上200 未満のもの（重油など）
- ・第4石油類 : 引火点が200 以上のもの）
- ・動植物油類

身近な石油類が分類されている第4類の危険物の性質

燃焼(爆発)するのはその蒸気と空気との混合割合がある範囲内の時だけです。この範囲で、危険物の蒸気を含む割合が最少の時を燃焼下限界、最大の時を燃焼上限界といい、その間を燃焼範囲といいます。燃焼下限界が低いもの、燃焼範囲が大きいものほど危険性が高くなります。

一般的に第4類の危険物は、可燃性ガスと比較した場合、燃焼下限界は低いですが、燃焼範囲は狭くなっています(ただし例外あり)。

第4類の危険物の蒸気の比重は空気より重いので、その蒸気は低い所に溜り、また、より低い所に流れます。

このため、危険物を使用している場所から遠く離れた所にある火源により引火する危険性があります。

第4類の危険物の多くは、液体の比重が水より軽く、また水に溶けにくい性質を持っています(アセトン・アルコール類等一部の危険物を除く)。このような物品が水に流れ出すと、水の表面に薄く広がり、その液の表面積は格段に大きくなってしまいます。このため、火災となった場合は、非常に広い面積で燃えることとなり消火が困難となります。

また、消火する際には、一般に水の使用は避けなければなりません。

引火点が火花、炎等の火源により燃焼を始める最低の温度であるのに対して、このような火源の存在なしに燃焼を開始する最低の温度を発火点といいます。

第4類の危険物の中には、この発火点の非常に低いものがあり、このような物品は、火源がなくとも加熱されるだけで発火する可能性がありますので、温度管理が重要です。

また、動植物油類等は発火点が非常に高く、通常の状態では発火することはありませんが、乾性油などが布等にしみ込んでいる場合等には、発生する熱が蓄積して常温でも発火することがあります。

第4類の危険物は、その多くが電気の不良導体です。このような物品は、静電気が蓄積されやすく、蓄積された静電気が放電するとき発生する火花により引火することがあります。従って、このような物品が流れる配管、ホース等は、接地する等発生する静電気を除去する措置を講じる必要があります。