

(安定化) 二酸化塩素・亜塩素酸・塩素剤・オゾンの毒性比較

| 物質名 | (安定化) 二酸化塩素 | 亜塩素酸ナトリウム | 次亜塩素酸ナトリウム | 塩素 | オゾン |
|------------|---|---|--|--|--|
| 示性式 分子式 | ClO ₂ ClO ₂ | NaClO ₂ ClNaO ₂ | NaClO ClNaO | Cl ₂ Cl ₂ | O ₃ O ₃ |
| CAS NO. | 10049-04-4 | 7758-19-2 | 7681-52-9 | 7782-50-5 | 10028-15-6 |
| 既存化学物質番号 | 1-243 | 1-238 | 1-237 | | |
| 燃焼・爆発特性 | <p>【燃焼性】条件により空气中で激しく爆発することがある(ガス)。【混合危険性】水・水蒸気とは有毒・腐食性のガスを発する。【混合危険物質】アセトン、カサンカベンゾイル、ジエチルエーテル、トルエン、ナトリウム 有機物、リン、水酸化カリウム、イオウと激しく反応し、火災や爆発の危険をもたらす。</p> | <p>【燃焼性】分解温度以上で酸素を放出し支燃性を示す。熱分解点：180~200℃ 【混合発火危険程度】金属粉が混在すると激しく爆発する。【混合危険物質】アルミニウム、イオウ、オウリン、ナトリウム、マグネシウム</p> | <p>【燃焼性】無水物は非常に爆発し易い。酸化作用のある酸と接触すると分解して塩素ガスを発生する。【混合危険物質】アルミニウム、オウリン、テッペン、ナトリウム、マグネシウム</p> | <p>【燃焼性】燃えない。【混合発火危険程度】水素との混合ガスは加熱又は紫外線により爆発。【混合危険性】水や蒸気と反応するとHClの有毒で腐食性のガスを出す。【混合危険物質】アエン、アルミニウム、カリウム、マグネシウム、マンガ 多くの有機化合物、アンモニア、水素、微細金属と激しく反応し、火災や爆発の危険をもたらす。</p> | <p>【燃焼性】物理的にない。 【混合危険物質】アルケン、ホウコウゾクカゴウブツ、ゴム、シュウソ、ジシアノゲン アルケン、アニリンなどの芳香族、エーテル、臭素、窒素化合物、ゴムと反応し、衝撃に敏感な化合物を生成する。</p> |
| 分解性 | <p>加水分解性：水に不安定 光分解性：光に対して不安定 熱分解性：熱に対して不安定 水と反応し、塩素、塩素酸を生じる。</p> | <p>加水分解性：水分があると分解する。 酸アルカリ分解性：酸に合うと二酸化塩素ガスを発生する。 光分解性：光に不安定 熱分解性：130~140℃で分解</p> | <p>光分解性：不安定で放置すると徐々に有効塩素を失う。 熱分解性：不安定で放置すると徐々に有効塩素を失う。常温でも徐々に分解して塩素を放出する。</p> | <p>加水分解性：水や蒸気と反応する HCl のガスを発する。</p> | <p>分解性に含む。</p> |
| 金属腐食性 | 強い腐食性 | | 金属一般：強い腐食性 | 水の存在下で多くの金属を侵す。 | 強い腐食性 |

| 物質名 | 安定化二酸化塩素 | 亜塩素酸ナトリウム | 次亜塩素酸ナトリウム | 塩素 | オゾン |
|-----------|--|---|---|---|--|
| 法規性 | 労働安全衛生法（名称等表示）：名称等を通知すべき有害物 | 毒物及び劇物取締法：劇物 消防法(危険物)：危険物第1類 消防法第9条（施行令第5条）準危険物第1類（10kg）。 労働安全衛生法施行令別表1 危険物(酸化性のもの)。 危規則第3条告示別表第7 酸化性物質類。 港則法施行規則第12条危険物（腐食性物質・酸化性物質）。 航空法施行規則第194条告示別表第7 酸化性物質、第11 腐食性物質。 25%品 MSDS より 危規則：腐食性物質。港則法 危険物：腐食性物質。航空法：別表11（腐食性物質） | 海洋汚染防止法 C 類物質等 労働安全衛生法施行令別表1 危険物（酸化性のもの）。 危規則第3条告示別表第3 腐食性物質。 航空法施行規則第194条告示別表第11 腐食性物質。 12%品 MSDS より 危規則第3条告示別表第3 腐食性物質 海洋汚染及び海上災害の防止に関する法律政令別表第1 有害性物質 B 類物質 港則法施行規則第12条危険物の腐食性物質 航空法施行規則第194条告示別表第11 腐食性物質 食品衛生法施行規則第3条健康を害う恐れのない化学的合成品（別表第2） 労働安全衛生法施行令別表第1 危険物酸化性の物質（但し固形のみ） | 水質汚濁防止法：要調査項目に係わる物質 大気汚染防止法：排出基準等に係わる物質 大気汚染防止法：特定物質 労働安全衛生法（名称等表示）：名称等を通知すべき有害物 労働安全衛生法（特化物等）：特定化学物質第2類 毒物及び劇物取締法：劇物 高圧ガス保安法：毒性ガス 高圧ガス取締法一般高圧ガス保安規則第2条(毒性ガス)。 大気汚染防止法第2条ばい煙。 労働安全衛生法施行令別表第3 特定化学物質等（第2類、第3類物質）。 | 労働安全衛生法（名称等表示）：名称等を通知すべき有害物 食品衛生法既存添加物名簿第2条第4項 59 番製造用剤 |
| 条例・要綱及び指針 | 生活環境保全条例：化学物質の適正な管理（第39条）：規制物質、旧神奈川県化学物質環境安全管理指針(参考)：対象物質、神奈川県先端技術産業立地環境対策指針（毒性係数分類）：A 類物質 | 生活環境保全条例：化学物質の適正な管理（第39条）：規制物質、旧神奈川県化学物質環境安全管理指針(参考)：対象物質 | 生活環境保全条例：化学物質の適正な管理（第39条）：規制物質、旧神奈川県化学物質環境安全管理指針(参考)：対象物質 | 生活環境保全条例：非常時の措置(大気・悪臭)（第113条）規制物質、生活環境保全条例:化学物質の適正な管理（第39条）:規制物質、生活環境保全条例：排煙指定物質（第25条）：指定物質、旧神奈川県化学物質環境安全管理指針（参考）：対象物質、神奈川県先端技術産業立地環境対策指針（毒性係数分類）A 類物質、横浜市化学物質適正管理指針:管理物質 | 特に無し（残留性が無い為） |

| 物質名 | 安定化二酸化塩素 | 亜塩素酸ナトリウム | 次亜塩素酸ナトリウム | 塩素 | オゾン |
|---|---|--|---|---|--|
| <p style="text-align: center;">毒性症状</p> | <p>吸入に対し強い刺激で毒性あり。加熱すると分解し、塩素ガスを発する。 短期曝露の影響：眼、皮膚、気道を重度に刺激する。この気体を吸入すると、肺水腫を起こすことがある。許容濃度をはるかに超えると、死に至ることがある。これらの影響は遅れて現れることがある。 長期又は反復曝露の影響：肺に影響を与え、慢性気管支炎を生じることがある。</p> | <p>粉塵は皮膚や粘膜を刺激する。5～6g 飲み下すと生命が危険。動物実験により催奇形性を示す。加熱すると、ClとNa2Oの非常に有毒なガスを発する。 短期曝露の影響：眼、皮膚、気道を刺激する。 (吸入の危険性：20℃では殆ど気化しないが、粉末の場合、拡散すると浮遊粒子が急速に有害濃度に達することがある。)</p> | <p>液が長時間皮膚に接触すると刺激作用があり、皮膚炎、湿疹を生じる。目に入ると角膜が侵される。 経口摂取および吸入により毒性を示す。 短期間の曝露：眼、皮膚、気道に対して腐食性を示す。エアゾルを吸入すると、肺水腫を起こすことがある。(10%以上溶液) 長期又は反復曝露の影響：反復又は長期の接触により、皮膚が感作去れることがある。(10%以上溶液) 環境影響性：水生生物に対して毒性が強い。(10%以上溶液)</p> | <p>皮膚接触により炎症を起こす。吸入すると咳が出る。呼吸困難となり死ぬことがある。慢性症状として気管支炎、鼻粘膜の炎症を起こす。歯牙酸食。短期間の曝露：催涙性。肺臓炎、肺水腫を起こし、反応性気道障害を起こすことがある。許容濃度をはるかに超えると死に至ることがある。長期又は反復曝露の影響：肺に影響を与え、慢性気管支炎を生じる事がある。歯に影響を与え腐食させることがある。環境影響性：水生生物に対して毒性が非常に強い。</p> | <p>短期曝露の影響：気道を刺激する。ガスを吸入すると肺水腫や喘息様反応を起こすことがある。この液体は凍傷を起こすことがある。この物質は中枢神経に影響を与え、頭痛、意識障害、行動障害を生じることがある。 長期又は反復曝露の影響：肺が侵される事がある。環境影響性：有害な場合がある。植生への影響に注意する。 —オゾン暴露における肺および皮膚コラーゲンへの影響— 0.2～1.7ppm のオゾンを5日間暴露したマウスの肺では、オゾンの影響の指標として用いられる還元型グルタチオン量は濃度に比例して増加したが、コラーゲン量は変化しなかった。マウスの肺コラーゲン量の有意の増加は1.0ppm のオゾンを40日間暴露して起こり、増加したコラーゲンは、暴露終了後、還元型グルタチオンより緩やかに減少した。1.0ppm のオゾンを10週暴露したラットの皮膚コラーゲンは、その溶解性および量に変化はみられなかった。</p> |

| 物質名 | 安定化二酸化塩素 | 亜塩素酸ナトリウム | 次亜塩素酸ナトリウム | 塩素 | オゾン |
|------------|--|--|---|---|---|
| 残留毒性 | 塩素の2倍の残留毒性 | 強い残留毒性 | 強い残留毒性 | 強い残留毒性 | 無い |
| 水生生物に対する影響 | <p>毒性濃度 (文献1)</p> <p>淡水魚 (mg/L)</p> <p>マス 0.14~2.5</p> <p>ウナギ 0.5</p> <p>コイ 0.33~2.0</p> <p>フナ 0.5</p> <p>キンギョ 0.15~0.3</p> <p>海水魚 (mg/L)</p> <p>コバンザメ 0.33</p> <p>タイ 0.5~0.25</p> <p>マンボウ 1.35</p> <p>スズキ 0.67</p> <p>その他 (mg/L)</p> <p>ミジンコ 3.0</p> <p>ハマグリ 24~25℃で 1277 で 30 分で死亡、80~320 では貝を閉じて 2 時間後に 死亡、20 では砂に潜り数時 間生息、10 では反応弱く殆 ど影響しない。</p> | <p>毒性濃度 (文献1)</p> <p>淡水魚 (mg/L)</p> <p>マス 0.14~2.5</p> <p>ウナギ 0.5</p> <p>コイ 0.33~2.0</p> <p>フナ 0.5</p> <p>キンギョ 0.15~0.3</p> <p>海水魚 (mg/L)</p> <p>コバンザメ 0.33</p> <p>タイ 0.5~0.25</p> <p>マンボウ 1.35</p> <p>スズキ 0.67</p> <p>その他 (mg/L)</p> <p>ミジンコ 3.0</p> <p>ハマグリ 24~25℃で 1277 で 30 分で死亡、80~320 では貝を閉じて 2 時間後に 死亡、20 では砂に潜り数時 間生息、10 では反応弱く殆 ど影響しない。</p> | <p>12%品 MSDS より</p> <p>アメリカヤナギバエ LD50</p> <p>96 時間 59mg/L</p> <p>コエビ LD50 96 時間</p> <p>52.0mg/L</p> | <p>毒性濃度 (文献1)</p> <p>淡水魚 (mg/L)</p> <p>マス 0.14~2.5</p> <p>ウナギ 0.5</p> <p>コイ 0.33~2.0</p> <p>フナ 0.5</p> <p>キンギョ 0.15~0.3</p> <p>海水魚 (mg/L)</p> <p>コバンザメ 0.33</p> <p>タイ 0.5~0.25</p> <p>マンボウ 1.35</p> <p>スズキ 0.67</p> <p>その他 (mg/L)</p> <p>ミジンコ 3.0</p> <p>ハマグリ 24~25℃で 1277 で 30 分で死亡、80 ~320 では貝を閉じて 2 時 間後に死亡、20 では砂に潜 り数時間生息、10 では反応 弱く殆ど影響しない。</p> | 無し (残留性が無い為) |
| 許容濃度 | <p>ACGIH (2001) : TWA (ppm) 0.1 (=0.28mg/m³、 1atm・25℃)、STEL (ppm) 0.3 (=0.83mg/m³、1atm・ 25℃)</p> <p>15 分以下短時間限度 : 0.3ppm</p> <p>1 日 8 時間長時間限度 : 0.1ppm</p> | <p>TLV は設定されていない。</p> <p>ADI : 0.029mg/kg 体重/日 (亜塩素酸イオンとして)</p> <p>(設定根拠資料 : 二世代繁 殖試験、ラット、飲水投与)</p> <p>NOAEL : 2.9mg/kg 体重/ 日 (亜塩素酸イオンとして)</p> <p>(設定根拠所見 : 驚愕反応 の低下、脳重量及び肝重量 の減少、安全係数 : 100) (文 献 2)</p> | TLV は設定されていない。 | <p>ACGIH (2001) : TWA (ppm) 0.5、STEL (ppm) 1</p> <p>日本産業衛生学会 : 最大許 容濃度 (ppm) 0.5、最大 許容濃度 (mg/m³) 1.5、 1atm・25℃)</p> | <p>日本産業衛生学会 : 許容 濃度 (ppm) 0.1、許容濃 度 (mg/m³) 0.2</p> <p>0.10ppm(TWA)A4 ; 重労 働、普通の労働、軽作業 2 時間以下 - 0.20ppm(TWA)A4 (ACGIH2001)</p> <p>15 分以下短時間限度 : 0.3ppm</p> <p>1 日 8 時間長時間限度 : 0.1ppm</p> |

| 物質名 | 安定化二酸化塩素 | 亜塩素酸ナトリウム | 次亜塩素酸ナトリウム | 塩素 | オゾン |
|--------|--|--|---|--|--|
| 発ガン性 | IARC 発ガン性評価：3 (発ガン性の評価が出来ない物質) | IARC 発ガン性評価：3 (発ガン性の評価が出来ない物質) | IARC 発ガン性評価：3 (発ガン性の評価が出来ない物質) | ACGIH 発ガン性評価：A4 (ヒトに対する発ガン性の評価が出来ない物質) | IARC 発ガン性評価：A4 (ヒトに対する発ガン性の評価が出来ない物質) |
| 管理手法 | 可燃性、還元性物質から離しておく。酸化力が強くて腐食性が大きい為、耐腐食容器に入れて密栓し冷暗所に保存する。床面に沿って換気。 | 吸湿性。密封。冷乾燥場所に保管。火災下容器爆発することがある。 | 密封、冷乾燥場所に保管。 | 可燃性、還元性物質から離しておく。冷所。換気の良い場所に保管。 | 特に無し。 |
| 取扱い保護具 | [皮膚]保護手袋、保護衣 [吸入]換気及び局所排気又は呼吸用保護具 [吸入]密閉と換気 [眼]顔面シールド又は呼吸用保護具と眼用保護具の併用 | [皮膚]保護手袋、保護衣、安全シャワー [吸入]局所排気又は呼吸用保護具 [眼]安全ゴーグル、洗眼器 | [皮膚]保護手袋、保護衣、安全シャワー [吸入]局所排気又は呼吸用保護具 [眼]安全ゴーグル、顔面シールド、洗眼器 | [皮膚]保護手袋、保護衣 [吸入]換気 [吸入]呼吸用保護具 [吸入]密閉 [眼]顔面シールド又は呼吸用保護具と眼用保護具の併用 | [吸入]換気および局所排気又は呼吸用保護具 |

<E0 ガス、ホルマリンガスについて>

E0 ガスおよびホルマリンガスは発がん性物質であり、特定化学物質の特定第2類物質に指定されました。

これにより、使用にあたっては、環境測定（30年間保存）や作業者の健康診断（6ヶ月ごと）などが義務付けられております。

オゾンガスは空気中の酸素を原料とし、滅菌終了後はすぐに酸素に戻ろうとする性質があり残留の心配がないため、残留毒性が問題とされている E0 ガスやホルマリンガスの代替として需要が増えています。

用語解説許容濃度の項目（ICSC に出てくる用語）

◎ ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists)

米国産業衛生専門家会議などと訳されるが、通常 ACGIH のままで使われる。米国の産業衛生の専門家の組織。化学物質等の職業的許容濃度の勧告値や化学物質の発ガン性の分類を公表しており、この値は世界的に重要視されている。

評価 A1：人に対して発ガン性が確認された物質。評価 A2：人に対して発ガン性が疑われる物質。評価 A3：動物発ガン性物質。A4：発ガン性物質として分類できない物質。A5：人に対して発ガン性物質として疑えない物質。

◎ IARC (International Agency for Research on Cancer、国際癌研究機関)

WHOの一機関として設立。世界の発ガン状況の監視、発ガンの原因の特定、発ガン物質のメカニズムの解明、発ガン制御の科学的戦略の確立を目的に、疫学的試験と実験的試験を行う。所在地はフランスのリズボン。<http://www.iarc.fr/>

評価 1：人に対して発ガン性がある。評価 2A：人に対して恐らく発ガン性がある。評価 2B：人に対して発ガン性があるかもしれない。評価 3：人に対する発ガン性については分類できない。評価 4：人に対して恐らく発ガン性がない。

◎ OSHA(OcupationalSafetyandHelthAdministration(USA)、労働安全衛生局

◎ TLV (ThresholdLimitValues)

ACGIH では労働者が作業環境中で曝露される大気中の化学物質の許容濃度(TLV)を設定し、毎年改定して発表している。TLV は毎日繰返しある物質に曝露した時、殆どの労働者に悪影響が観られないと思われる大気中の濃度をいう。

◎TWA (TimeWeightedAverage:時間荷重平均値、時間加重平均値)

毎日繰返し曝露した時、殆どの労働者に悪影響が観られないような大気中の物質濃度の時間加重平均値で、通常、労働時間が 8 時間/日、及び、40 時間/週での値。作業環境中で大気中の物質濃度は 1 日のうちに変動し得るが、TWA は濃度とその持続時間の積の総和を総時間数で割ったものである。

◎STEL (ShortTermExposureLimit:短時間曝露限界値)

たとえ TWA が許容範囲内であっても、労働者が作業中の任意の時間にこの値を超えて曝露してはならない 15 分間の時間加重平均値。STEL が設定されている場合の曝露は、15 分を超えて続いてはならず、また、1 日 4 回以内でそれぞれの間に 60 分以上の間隔が無ければならない。短時間に高濃度の物質に曝露したとき毒性影響がみられるような場合に用いられる。

◎TLV-C (Ceilingvalue：天井値)

作業中のどの時点に於いても超えてはならない値。

◎Skin(皮膚)の表示

粘膜や眼を含め経皮呼吸の可能性のあるものについては数値の後ろに (皮膚) の表示がある。

◎TLV は設定されていない

TLV が設定されている物質の数はまださほど多くはなく、「TLV は設定されていない」と記載されていても、この物質が安全であるという意味ではない。

参考文献

①金子光美編著、水質衛生学、技報堂出版

②厚生労働省食品安全委員会「添加物亜塩素酸ナトリウムの使用基準改正に係わる食品健康影響評価に関する審議結果」(財団法人日本食品化学研究振興財団のまとめによる。
(<http://www.ffcr.or.jp/>)

③理学博士 杉光英俊著、オゾンの基礎と応用、(株)光琳

④米内伸一著、オゾン分解技術、三琇書房

⑤出口富雄編著、オゾンを中心とした高度浄水処理技術、三琇書房

⑥米内伸一著、オゾン利用による水の蘇生技術、サンユー書房

⑦米内伸一著、オゾン利用浄化技術の実際、サンユー書房

⑧米内伸一著、新版オゾン利用の新技术、三琇書房

⑨辺野喜正夫著、原色食品衛生図鑑 (株)建帛社