

資料(4)

塩素 CHLORINE

0. 概要

- ・ 緑黄色、強い刺激臭のある気体で、ホスゲン、ジホスゲン、クロロピクリンと同類で、窒息剤に分類される。
- ・ 粘膜刺激作用が強く、特に吸入暴露により呼吸器（主に上気道）を刺激し、呼吸器症状が出現する。
- ・ 窒息剤の吸入毒性はホスゲン>クロロピクリン>塩素の順に強い。
- ・ 空気より重く、低所や密閉空間では危険性が高まる。
- ・ 軽度～中等度の暴露では、喘鳴、嘔声、咳、呼吸困難、息切れ、胸部灼熱痛、窒息感がみられ、大量暴露では一般的に肺水腫が出現する。
- ・ 二次汚染を防ぐため、患者と接する者は防護を怠ってはならない（レベルD）。
- ・ 特異的解毒剤・拮抗剤はないので、治療は呼吸管理、肺水腫対策、感染対策が中心となる。

〔毒性〕

吸入ヒト半数致死量(LCt50):19000mg-分/m⁽³⁾

吸入ヒト半数不能量:1800mg-分/m⁽³⁾

暴露濃度と中毒作用

0.2-3.5ppm	臭いを感じるが、暴露に耐え得る
1-3ppm	軽度の粘膜刺激性があるが、1時間以内の暴露には耐え得る
5-15ppm	上気道に中程度の刺激性あり
30ppm	暴露直後より胸痛、嘔吐、呼吸困難、咳
40-60ppm	肺炎、肺水腫
430ppm	30分間以上の暴露で致死的
1000ppm	数分間以内の暴露で致死的

〔中毒学的薬理作用〕

皮膚・粘膜刺激作用が強く、高濃度では腐食作用を示す。

呼吸器（主に上気道）に対する刺激作用が強い。

塩素は水に溶けやすいため、吸入により喉頭など上気道に作用する。

これに対し、ホスゲンは肺胞を強く傷害し肺水腫に至る。

塩素は生体の水と触れると活性酸素（発生基酸素）と塩酸を生じ、活性酸素の強い酸化作用により組織傷害、酸により刺激を引き起こす。

〔中毒症状〕

一般的に暴露直後より眼、鼻、口の灼熱感、流涙、鼻漏、嘔気・嘔吐、頭痛、めまいなどが出現する。

軽度～中等度暴露では、喘鳴、嘔声、咳、呼吸困難、息切れ、胸部灼熱痛、窒息感がみられ、大量暴露では肺水腫を発症し、喉頭痙攣、喉頭浮腫による低酸素血症、チアノーゼを呈して、呼吸停止に至る。高濃度では喉頭痙攣、喉頭浮腫による気道閉塞により即死する。

軽度暴露では肺の異常を残すことはほとんどないが、中等度～大量暴露ではしばしば後遺症として長期的な肺機能障害が残る。

皮膚暴露では紅斑、疼痛・刺激感、水疱形成、高濃度の場合は塩素さ瘡を引き起こすことがある。

〔検査〕

心電図モニター、動脈血液ガスモニター、胸部X線検査、呼吸機能検査を行う。白血球増多は塩素暴露と相関性を示す。

〔治療〕

・呼吸循環管理

・除染

眼・皮膚暴露時:大量の水で洗浄する。

・特異的解毒剤・拮抗剤はないので、対症療法を行う。

咳嗽などの軽度の呼吸器刺激症状のみがみられる患者は暴露場所を離れるだけで、通常、治療を必要としない。

以下の症状がみられる場合、酸素投与、その他の補助的治療を行う。

肺水腫対策

気管支痙攣:気管支拡張薬を使用。

二次感染対策:頻繁に喀痰検査を行い、感染が確認されれば抗生剤を投与。

〔観察期間または治療終了時期〕

暴露後24時間の経過が良好であれば、退院させてよい。

暴露の程度によるが、人工呼吸を必要とする呼吸不全が存在しても二次感染がなければ、通常3～4日以内に臨床症状は改善する。

1. 名称

塩素 Chlorine(一般名)

別 名:Bertholite(軍事用ガス)

Chloor、Chlore、Chlor、Molecular chlorine

CAS No:7782-50-5

1.4)

2. 分類コード

7-68-9180-980 エンソ

3. 成分・組成

4. 製造会社及び連絡先

不明

5. 性状・外観

常温で気体、緑黄色、強い刺激臭。

常温、7気圧以上で液体となるので耐圧ボンベに入れて用いられ、液体は橙黄色。水素と爆発性混合気体をつくる。これは日光、加熱、火花により爆発する。金属類と接触すると発火して反応。微量の水分がこれを促進する。 2.6)

火災危険:中等度。テレピン油、エーテル、アンモニアガス、炭化水素、金属粉等とも反応して発火ないしは爆発を起こす。 2)

混触危険物質:アンモニア、有機化合物、アセチレン(光照射)、チタン、Al、SbCl₃、テトラエチルシラン、アリルスルフィンアミド、tert-ブタノール、ブチルゴム-ナフタレン、3-クロロプロピン、塩化コバルト(II)メタノール、フタル酸ジブチル、ジクロロ(メチル)アルシン、エーテル、ジエチル亜鉛 6)

爆発性混合物をつくるもの:硫酸アミド、ベンゼン、ジメチルホスホルアミ

ド、グリセリン、ジメチルホルムアミド、ヘキサクロロジシラン 6)

腐食性:きわめて強い。特に水分があると、大部分の金属を腐食する。水分のない時は、高温、加圧下で反応。 6)

【化学式】 C_12

【分子量】70.91

【比重】(蒸気)2.49 (空気=1)

(液体)1.4085 (20℃、6.864気圧で) 1)

1.5649 (-35℃、0.9949気圧で) 1)

【融点】-101℃

【沸点】-34.5℃

【蒸気圧】4800mm(20℃)

【溶解性】水に溶けて塩酸となる。

水に0.9972g/100mL(10℃)溶ける。 2、4)

【安定性】塩素は暖かい天候の下では速やかに消散するので、環境中の残留性は低い。 1)

6. 用途

化学兵器(窒素ガス)

第一次世界大戦において本格的に戦術として使用された。 3)

1915年4月22日ドイツ軍がイープル戦で連合軍に対して塩素ガスによる攻撃を開始し、その後大規模に使用した。 12)

7. 法的規制事項

ジュネーブ議定書(1925年)で戦争使用の禁止

日本は1970年に批准 12)

8. 毒性

・強い粘膜刺激作用 1)

【中毒量】

吸入ヒト半数不能量:1800mg-分/ m^3 14)

暴露濃度と中毒作用 1)

0.2-3.5ppm 臭いを感じるが、暴露に耐え得る

1-3ppm 軽度の粘膜刺激性があるが、1時間以内の暴露には耐え得る

5-15ppm 上気道に中程度の刺激性あり

30ppm 暴露直後より胸痛、嘔吐、呼吸困難、咳

40-60ppm 肺炎、肺水腫

430ppm 30分以上の暴露で致死的

1000ppm 数分以内の暴露で致死的

【致死量】

吸入ヒト半数致死量(LCt50):19000mg-分/ m^3 14)

吸入ヒト;LCLo:430ppm/30分 1、2)

34~51ppmに1~1.5時間以上暴露された場合も同様に致死的1)

吸入ヒト;LCLo:500ppm/5分 1、6)

吸入ヒト;LCLo:2530mg/m(3)/30分 気管、気管支の構造・機能変化、肺気腫、慢性肺水腫 1,7)

〔動物急性毒性〕

吸入ラット;LC50:293ppm/1h 2,7,8)

吸入マウス;LC50:137ppm/1h 2,7,8)

吸入イヌ;LCLo:800ppm/30分 2,7,8)

吸入ネコ;LCLo:660ppm/4h 8)

吸入ネコ;LC:280~630ppm/1h 2)

〔その他の毒性〕

発癌性:経口ラット;5096mg/kg/2Y-C:発癌性あり 7)

ACGIH分類;A4:ヒトに対する発癌物質と分類できない物質 13)

ヒトでリンパ腫の発生率増大がみられている。 1)

遺伝毒性:変異原性;あり 7)

僅奇形性;あり 1)

生殖性に及ぼす影響;あり 7)

頻回投与試験:経口ラット;3312mg/kg/92D-C:血液凝固因子の変化 7)

吸入ラット;9ppm/6H/6W-I:白血球数の変化 7)

(参考)

許容濃度:TLV-TWA:0.5ppm(約1.5mg/m(3))

TLV-STEL:1ppm(約3.0mg/m(3))

IDLH(生命に危険または直ちに死亡):25ppm 1)

臭い閾値:3.5ppm 1)

9. 中毒学的薬理作用

・皮膚・粘膜刺激作用が強く、高濃度では腐食作用を示す。

・呼吸器(主に上気道)に対する刺激作用が強い。

塩素は水に溶けやすいため、吸入により喉頭など上気道に作用する。

これに対し、ホスゲンは肺胞を強く傷害し肺水腫に至る。

塩素は生体の水と触れると活性酸素(発生基酸素)と塩酸を生じ、活性酸素の強い酸化作用により組織傷害、酸により刺激を引き起こす。 1,2)

10. 体内動態

・吸収

塩素ガス濃度にもよるが、通常、初期中毒症状は暴露直後に発現する。 1)

・分布

(代謝)生体の水分と触れると活性酸素と塩酸を生じる。 2)

11. 中毒症状

・呼吸器系症状は暴露直後~数時間以内に発現する。 1)

気道刺激が強い場合、肺水腫になることがあり、暴露後24時間以内または24~72時間後に発症することがある。 1,9)

・塩素ガス暴露により、眼、鼻、口の灼熱感、流涙、鼻漏、嘔気・嘔吐、頭痛、めまい、失神、皮膚炎を生じる。咳、窒息、胸骨下痛、低酸素血症、肺炎、気管支痙攣、肺水腫が出現することもある。

気管支肺炎、呼吸器系虚脱は致死的合併症である。 1)

- ・軽度暴露では肺の異常を残すことはほとんどないが、中等度～大量暴露ではしばしば後遺症として長期的な肺機能障害が残る。 1)
- ・低酸素血症が続く場合、致死率が高い。 9)

(1)循環器系:脈拍微弱、高血圧に続く低血圧、循環虚脱

(大量暴露)循環虚脱、頻脈、不整脈 1)

循環不全により24時間以内に死亡することがある。

(2)呼吸器系:(軽度/中等度暴露)喘鳴、唸声、咳、呼吸困難、息切れ、胸部灼熱痛、窒息感

(大量暴露)肺水腫(一般的)、喉頭痙攣、喉頭浮腫による低酸素血症、チアノーゼ、呼吸停止 1)

高濃度では失神、即死もあり得る。 1)

(長期暴露)咽喉粘膜の潰瘍、気管支炎 2)

(後遺症)高齢者や暴露直後に顕著な呼吸障害がみられた患者では遷延性の後遺症が出現する頻度が増大する。 1)

Reactive airways dysfunction syndrome(RADS) 1)

(3)神経系:頭痛(一般的) 1)

興奮・不安;呼吸障害のある患者で出現することがある。 1)

中枢神経抑制;重篤な肺障害が生じた患者では中枢神経抑制(嗜眠～昏睡)を引き起こすことがある。 1)

(4)消化器系:流涎、嘔気、嘔吐(典型的) 1)

(7)その他:

*酸・塩基平衡:(大量暴露)低酸素血症に続いて、代謝性アシドーシスがみられることがある。 1)

*皮膚:発汗 1)

(経皮暴露)紅斑、疼痛、刺激感、水疱形成、高濃度で熱傷 1、2)

顔面に塩素ぶくろをみる場合がある。 1)

(加圧した液化塩素)皮膚の凍傷、熱傷 1)

*眼:刺激感、灼熱感、結膜炎 1)

*鼻:刺激感、灼熱感 1)

(長期暴露)鼻粘膜の潰瘍 2)

*喉:刺激感、灼熱感、疼痛、唸声 1)

*血液:白血球増多症は塩素暴露と相関性を示す 1)

1 2. 治療法

1)予防対策

暴露を避けるために、呼吸器用保護具(ハロゲン用防毒マスクまたは送気マスク等)、保護手袋、保護衣、顔面シールド、保護メガネ等の保護具を着用する。

4、10)

2)汚染の持続時間

塩素は暖かい天候の下では速やかに消散するので、環境中の残留性は低い。 1)

3)除染

汚染された衣服を脱がせ、直ちに眼、皮膚を洗浄する。

眼は大量の微温湯で15分以上洗浄、皮膚は石けんと大量の流水で十分に洗浄する。 1)

4) 臨床検査

・心電図モニター、動脈血液ガスモニター、胸部X線検査、呼吸機能検査を行う。1)

5) 治療

- ・鼻、喉、眼、気道粘膜にわずかに灼熱感(軽度の咳を伴うこともある)があるだけの患者は暴露場所を離れるだけで、通常、治療を必要としない。
- ・より強い症状(胸部絞扼感、呼吸困難、強い咳、不安等)がみられる場合、酸素投与、その他の補助的治療を行う。長期間にわたる呼吸障害があとで出現することがあるので、入院させて経過観察することが勧められる。
- ・特異的解毒剤・拮抗剤はない。

基本的処置を行った後、対症療法。 1)

*経口の場合 1)

(1) 基本的処置

- A. 催吐:すべきではない(食道・消化管の刺激・熱傷が起きることがあるため)
- B. 胃洗浄:出血・穿孔の可能性があるため、有用性については十分検討すべき(痙攣対策を行った上で実施する)。

C. 活性炭・下剤投与

(2) 対症療法

- A. 食道・消化管の刺激・熱傷が進行する可能性があるため、注意深く観察する。
- B. これらの徴候がみられた場合、傷害の程度を調べるために内視鏡検査を考慮する。

*吸入した場合 1)

(1) 基本的処置

- ・新鮮な空気下に移動
- ・呼吸不全をきたしていないかチェック。
- ・保温し、安静を保つ。

(2) 対症療法

- A. 咳や呼吸困難のある患者には、必要に応じて気道確保、酸素投与、人工呼吸等を行う。

酸素投与:・最初に加湿した100%酸素を短時間投与し、その後酸素濃度を調節する。

・5%重炭酸ナトリウムで加湿した酸素により初期の呼吸器症状が劇的に改善されたとの報告があるが、有効性・安全性は確認されていない。

胸部X線検査:気道刺激がある場合、胸部X線検査を行う。

呼吸機能検査:・呼吸器系症状は暴露直後～数時間以内に発現することがあるので、呼吸機能を数時間モニターする。

・症状が消失するまで呼吸機能を長期モニターするのが望ましい。

・人工呼吸を必要とする呼吸不全をきたすと、予後が悪い。

- B. 熱傷:粘膜、眼、皮膚が腐食されていないか調べる。

粘膜の腐食・熱傷がある場合、通常の熱傷治療、二次感染予防処置を行う。

- C. 気管支痙攣:喉頭痙攣、気管支痙攣は気管支拡張薬の吸入治療を行う。

- D. 肺水腫:気道刺激が強い場合、肺水腫になることがあるので、動脈血液ガスを

モニターするなど呼吸不全の発生に留意する。

呼吸不全が進行する場合は人工呼吸(持続的陽圧呼吸)が必要。

E. 不整脈:重症の場合を除いて不整脈は少ない。

心電図モニターで重症の不整脈がみられる場合、抗不整脈薬投与を考慮する。

[退院基準]暴露後24時間の経過が良好であれば、退院させてよい。 9)

[予 後]暴露の程度によるが、二次感染がなければ、通常3~4日以内に改善する。 15)

人工呼吸を必要とする呼吸不全をきたすと、予後が悪い。 1)

*眼に入った場合 1)

(1)基本的処置:大量の微温湯で15分以上洗浄する。

(2)対症療法:洗浄後も刺激感や疼痛、腫脹、流涙、羞明などの症状が残る場合には眼科的診療が必要。

角膜刺激がある場合、角膜障害についてフルオレスセイン染色法で検査し治療する。

*皮膚に付着した場合 1)

(1)基本的処置:付着部分を石鹼と水で十分に洗う。

(2)対症療法:洗浄後も刺激感や痛みが残るならば医師受診。

必要ならば、上記吸入の場合に準じて治療する。

1 3. 中毒症例

未ファイル

1 4. 分析法

1)検出法

検知管法

吸光光度法 2.6)

1 5. その他

1)初期隔離 11)

・少量の漏出(小包装からの漏出または大包装からの少量漏出):

まず周囲60mを隔離し、ついで日中は風下方向0.3kmにいる人々、夜間は0.8kmにいる人々を保護する。

・大量の漏出(大包装からの漏出、多数の小包装からの漏出):

まず周囲185mを隔離し、ついで日中は風下方向0.8kmにいる人々、夜間は3.1kmにいる人々を保護する。

・ガスは空気より重く、地面付近に広がり、低い密閉空間(下水、地下室、タンク)に集まるので、低い場所は避ける。密閉空間は入る前に換気する。

2)漏洩時の除染 11)

漏出・漏洩:蒸気保護衣を着用し、完全に包む。漏出した物質に触れたり、周囲を歩かない。燃焼しやすいもの(木材、紙、油等)をこぼれた物質から遠ざける。操作に危険性がなければ漏出を止める。蒸気を減少させるために水噴射器を用いる。漏出・漏洩場所に直接散水しない。

可能ならば、液体よりもガスが逃げるように漏洩のある容器栓をひねる。水路、下水、地下室、密閉空間に流入するのを防ぐ。ガスが拡散するまでその場を隔離する。その場を換気する。

3) 廃棄法 5)

- ・アルカリ法: 多量のアルカリ水溶液(石灰乳または水酸化ナトリウム水溶液等)中に吹き込んだ後、多量の水で希釈して処理する。
- ・還元法: 必要な場合(例えば多量の場合など)にはアルカリ処理法で処理した液に還元剤(例えばチオ硫酸ナトリウム水溶液など)の溶液を加えた後、中和する。その後多量の水で希釈して処理する。

[参考資料]

1. POISINDEX: CHLORINE GAS, WARFARE AGENTS, VOL. 93, 1997
2. 後藤 稠他編: 産業中毒便覧, 医歯薬出版, 1984
3. 内藤裕史: 中毒百科, 南江堂, 1991
4. Martha Windholz et al: The Merck Index, 11th edition, Merck & Co., 1989
5. 12695の化学商品, 化学工業日報社, 1995
6. 及川紀久雄: 先端技術産業における危険・有害化学物質, 丸善, 1987
7. NIOSH: Registry Toxic Effects of Chemical Substance, VOL. 34, 1997
8. Sax, N. I., Lewis, R. J.: Dangerous Properties of Industrial Materials, 7th edition, 1989
9. Matthew J. E. & Donald G. B.: Medical Toxicology, 2nd edition, Elsevier, 1997
10. HAZARTEXT(R): Hazard Management: CHLORINE, VOL. 34, 1997
11. Hazardous Substance Data Bank: CHLORINE, VOL. 34, 1997
12. 官田親平: 毒ガスと科学者-化学兵器はいかに造られたか, 光人社, 1991
13. MEDITEXT(R): Medical Management: CHLORINE GAS, VOL. 34, 1997
14. First Responder Chem-Bio Handbook, Tempest Publishing, 1998
15. US Army Medical Research Institute of Infectious Diseases: Medical Aspect of chemical and Biological Warfare, 1997

ID042200

1 6 . 作成日
200005

資料(5)

クロロピクリン CHLOROPICRIN

0. 概要

- ・ホスゲン、ジホスゲン、塩素と同類で、窒息剤に分類される。無色、油状の刺激性液体で、強烈な臭いがあり、容易に気化する。
- ・粘膜刺激作用が強く、特に吸入暴露により、呼吸器症状が出現する。
- ・窒息剤の吸入毒性はホスゲン>クロロピクリン>塩素の順に強い。
- ・空気の5.7倍の重さで、地面を這うようにして緩やかに拡がる。
- ・眼痛、流涙、咽頭痛、咳、鼻汁、流涙、嘔気・嘔吐、頭痛が一般的にみられる。重症例では胸痛、呼吸困難、喘鳴、喘息様発作、喉頭痙攣、気管支肺炎、肺水腫が出現することがある。
- ・二次汚染を防ぐため、患者と接する者は防護を怠ってはならない(レベルD)。
- ・特異的解毒剤・拮抗剤はないので、治療は呼吸管理、肺水腫対策、感染対策が中心となる。

[毒性]

暴露濃度と中毒作用

>0.3ppm	流涙、結膜刺激
>1.1ppm	臭気を感じる
4ppm	数秒間の暴露で行動不能となる
15ppm	数秒間の暴露で呼吸・気道障害を起こす
119ppm	30分以上の暴露で致命的
約300ppm	10分以上の暴露で致命的

[中毒学的薬理作用]

皮膚・粘膜刺激作用が強く、腐食性もある。

肺に対する作用部位は塩素とホスゲンの中間。

クロロピクリンは水に溶けにくいいため上気道よりも中・細気管支を傷害する。これに対し、塩素は喉頭など上気道に作用し、ホスゲンは肺胞を強く傷害し肺水腫に至る。

[中毒症状]

暴露直後より眼痛、流涙、結膜充血などの局所刺激症状が出現する。

吸入すると、咽頭痛、咳、鼻汁、流涙、嘔気・嘔吐、頭痛が一般的にみられる。

重症例では胸痛、呼吸困難、喘鳴、喘息様発作、喉頭痙攣、気管支肺炎、肺水腫が出現することがある。また血圧低下、嗜眠状態、痙攣、肝・腎機能障害などがみられることもある。

皮膚に付くと、水疱、びらん、熱傷を引き起こし、眼に入ると、重篤な角膜損傷を引き起こすことがある。

[検査]

動脈血ガスモニター、胸部X線検査。急性症状がおさまった後、肝・腎機能検査、肺機能検査を行う。

[治療]

・呼吸循環管理

・除染

眼・皮膚暴露時:大量の水で洗浄する。

・特異的解毒剤・拮抗剤はないので、対症療法を行う。

咳嗽などの軽度の呼吸器刺激症状のみがみられる患者は暴露場所を離れる

だけで、通常、治療を必要としない。

以下の症状がみられる場合、酸素投与、その他の補助的治療を行う。

肺水腫対策

喉頭痙攣:気管支拡張薬の吸入

二次感染対策:頻繁に喀痰検査を行い、感染が確認されれば抗生剤を投与。

[観察期間または治療終了時期]

咳嗽などの軽度の呼吸器刺激症状以外のすべての症状が消失するまで、経過観察を行う。

遷延性に閉塞性細気管支炎や二次性気道感染を起こすことがあるので、注意深く観察する。

1. 名称

クロロピクリン Chloropicrin(一般名)

但し、農薬の場合、クロルピクリン 6)

[化学名]トリクロルニトロメタン trichloronitromethane

[別 名]ニトロクロロホルム nitrochloroform

Acquinite

Tri-clor

Picfume

Picride

Pepper gas

Vomiting gas

War gas

[化学式] CCl_3NO_2

[構造式]
$$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ | \\ \text{Cl}-\text{C}-\text{NO}_2 \\ | \\ \text{Cl} \end{array}$$

[CAS No]76-06-2

1,2,5,10)

2. 分類コード

7-75-9101-980 クロロピクリン

3. 成分・組成

4. 製造会社及び連絡先

5. 性状・外観

無色、油状の刺激性液体、刺すような刺激臭。

2,8)

[分子量]164.39

[沸 点]112℃

[融 点]-64℃

[蒸気密度]5.7(ガスは空気の5.7倍の重さ)

[蒸気圧]18.9mmHg(20℃) 7)

【比重】1.651(20℃/4℃)

【溶解性】エチルアルコール、ベンゼン、二硫化炭素に可溶。エチルエーテルには微溶性、水には不溶。

1mg/Lは148.8ppm、1ppmは6.72mg/m(3)

【屈折率】1.4607(20℃)

【火災危険】大。熱で分解し、有毒なフュームを発生する。 2)

気化ガスは引火爆発性なし 8)

【安定性・反応性】酸に安定、アルカリに不安定 7)

加熱すると分解し有毒フュームのCL(-)、NOxを発生する。10)
水中では分解しない。

環境中で比較的安定で、ゆっくりと揮発する。 1)

畑状態圃場推定半減期：(沖積土)4日、(火山灰土)5日 7)

6. 用途

化学兵器(催涙ガス)

第一次世界大戦において、1916年以降ドイツ軍、連合国軍ともにクロロピクリンを化学兵器(催涙ガス)として使用した。 15)

近年では、1989年4月9日、ソ連のグルジャ共和国の民族デモに治安部隊が出動し、クロロピクリンを使用した。 6)

7. 法的規制事項

ジュネーブ議定書(1925年)で戦争使用の禁止
(日本は1970年に批准) 15)

8. 毒性

・ヒトの吸入毒性は ホスゲン>クロロピクリン>塩素の順に強い。 6)

30分間暴露時の致死濃度：ホスゲン；25ppm、クロロピクリン；119ppm、
塩素；430ppm 1、2)

【中毒量】

吸入ヒト；TCLo：2mg/m(3)(0.3ppm) 流涙、結膜刺激 5、10、11)

1ppm 流涙、痛み 1)

4ppm 数秒間の暴露で行動不能となる。 1、2)

15ppm 数秒間の暴露で呼吸・気道障害を起こす。 2)

・大気中濃度とヒトに対する影響 7)

0.1ppm 長時間作業における無影響レベル

約 1ppm 短時間作業における無影響レベル、感知可能濃度

約 2ppm 催涙濃度

約 5ppm 不耐濃度

約 10ppm 長時間暴露における致死濃度

約 100ppm 短時間暴露(30分)における致死濃度

約 300ppm 極めて短時間暴露(10分)における致死濃度

【致死量】

吸入ヒト；LC：119ppm/30分 肺水腫を起こして死亡 1、2、11)

吸入ヒト；LCLo：2000mg/m(3)/10分 5)

【動物急性毒性】

経口ラット;LD50:250mg/kg 5,10)
 吸入ラット;LC50:14400ppb/4h 眼圧上昇、嗜眠、呼吸刺激 5)
 吸入マウス;LC50:66mg/m(3)/4h 眼圧上昇、嗜眠、呼吸刺激 5)
 吸入マウス;LC:50ppm/15分(10日後に死亡) 2)
 吸入マウス;LC50:1600mg/m(3)/10分 10)
 吸入ウサギ;LCLo:800mg/m(3)/20分 10)
 吸入ウサギ;LC50:800mg/m(3)/20分 5)
 吸入ウサギ;LC:110ppm/20分 2)
 吸入モルモット;LCLo:800mg/m(3)/20分 5,10)
 吸入モルモット;LC:110ppm/20分 2)
 吸入ネコ;LCLo:800mg/m(3)/20分 10)
 吸入ネコ;LC:48ppm/20分(8~12日後に死亡) 2)
 吸入ネコ;LC:76ppm/25分(1日で死亡) 2)
 吸入ネコ;LC:110ppm/20分 2)
 腹腔内マウス;LD50:25mg/kg 10)
 静注モルモット;LD50:4200μg/kg 急性肺水腫 5,10)

[その他の毒性]

発癌性:なし 7)

催腫瘍性:経口マウス;26g/kg/78W-I:催腫瘍性あり 5)

遺伝毒性:変異原性:(ヒトリンパ球 8mg/L);陽性 5)

(微生物、染色体異常)Ames試験;陽性 7)

DNA修復試験;陰性 7)

頻回投与試験:経口ラット;400mg/kg/10D-I:胸腺重量変化、白血球数変化、
 体重減少 5)

経口ラット(2880mg/kg/90D-I):血清成分の変化、体重減少 5)
 亜急性毒性(最大無作用量):吸入ラット:0.002~0.0047mg/L 7)

(参考)

許容濃度:日本産業衛生学会:0.1ppm(0.7mg/m(3)) 2)

ACGIH:(時間荷重平均値)0.1ppm(0.7mg/m(3)) 2)

(短時間暴露限度)0.3ppm(2mg/m(3)) 2)

TLV-TWA, OSHA-PEL, OEL-TWA:0.1ppm(0.7mg/m(3)) 5)

臭い閾値:1.1ppm 1)、7.3mg/m(3) 12)

9. 中毒学的薬理作用

・皮膚・粘膜刺激作用が強く、腐食性もある。 1,4)

活性化されたハロゲン基を持つ SN2(2分子置換反応)アルキル化剤で、SH基と強く結合する性質があり、眼粘膜や鼻粘膜の知覚神経終末でSH含有酵素を阻害する。その結果、疼痛、流涙、鼻汁などを引き起こす。 1)

・呼吸器に対する作用部位は塩素とホスゲンの中間。 6)

クロロピクリンは水に溶けにくいため上気道よりも中・細気管支を傷害する。これに対し、塩素は喉頭など上気道に作用し、ホスゲンは肺胞を強く傷害し肺水腫に至る。 2,6)

・ヘモグロビン中のSH基と反応し、酸素運搬能を阻害する。 1)

・日光により分解し、ホスゲンが生成される可能性がある。 1)

10. 体内動態

- ・吸収
速やかに吸収される。 4)
- ・代謝
不明 2)
肺で分解されない。 4)

11. 中毒症状

- ・暴露直後より眼痛、流涙、結膜充血などの局所刺激症状が出現する。
 - ・吸入すると、咽頭痛、咳、鼻汁、流涙、嘔気・嘔吐、頭痛が一般的にみられる。重症例では胸痛、呼吸困難、喘鳴、喘息様発作、喉頭痙攣、気管支肺炎、肺水腫が出現することがある。また血圧低下、嗜眠状態、痙攣、肝・腎機能障害などがみられることもある。 1,11)
 - ・経口摂取すると、嘔気、嘔吐、下痢を伴う重篤な胃腸炎、腹痛を起こす。大量摂取時には、全身の毛細血管透過性が亢進し、肺水腫、循環虚脱を呈することがある。 13)
 - ・強い眼刺激性があり、眼に入ると、流涙、眼痛を起こす。重篤な角膜損傷を引き起こすことがある。 1,11)
 - ・皮膚刺激作用が強く、皮膚に付くと、水疱、びらん、熱傷等を引き起こすことがある。 1)
- 1,3,4,6,7,11,12,13)
- (1)循環器系:頻脈、不整脈、軽度血圧上昇(いずれも恐怖と疼痛によるもの)
低血圧、中心静脈圧上昇、肺血管抵抗上昇、全末梢血管抵抗低下
 - (2)呼吸器系:咳、喀痰、咽頭痛、胸痛、呼吸困難、喘鳴、喘息様発作、喉頭痙攣、
気管支肺炎、肺水腫、閉塞性細気管支炎
(動物、長期暴露)下気道傷害(線維形成性気管支周囲炎、細気管支周囲炎)が後遺症として残ることがある。 1)
 - (3)神経系 :頭痛、めまい、嗜眠状態、振戦、運動失調、筋線維束攣縮、
筋不全麻痺、てんかん様痙攣、せん妄、失語症
 - (4)消化器系:(経口の場合)嘔気、嘔吐、不快な味、上腹部不快感、腹痛、下痢、胃腸炎、食道狭窄、食道びらん・出血性潰瘍、胃潰瘍 13)
(慢性)不快な味、嘔気、食欲不振 11)
 - (5)肝 :肝障害(s-GOT、s-GPTの軽度上昇)
 - (6)泌尿器系:腎障害
 - (7)その他
 - *皮膚:刺激、疼痛、熱傷(1~II度)、接触部位の水疱、びらん、皮膚炎
 - *眼 :流涙、眼痛、複視、角膜剥離を伴う化学損傷、眼痙攣、散瞳、充血、
浮腫、結膜炎を起こし、視力障害を起こすことがある。 7)
 - *免疫:過敏作
(慢性)本剤は感作性物質で、再発性喘息発作を引き起こす。 11)
 - *血液:メトヘモグロビン血症、低蛋白血症、低酸素血症、貧血 11)
 - *鼻 :鼻漏、くしゃみ
 - *口腔:唾液分泌亢進、不快な味
 - *酸・塩基平衡:代謝性アシドーシス
 - *その他:間歇期にアルコール飲用後、失語症を呈した症例がある。 3)

1 2. 治療法

1) 予防対策

- ・暴露を避けるために、全顔面用防毒マスク、呼吸器用保護具、ゴム手袋、保護衣（皮膚接触を予防するもの）、眼を保護するもの（眼接触を予防するもの）を着用する。 14)
- ・暴露の可能性がある場合、洗眼用の噴水器、直ちに身体を浸せる施設を準備すべきである。 14)
- ・医療従事者は二次汚染を防ぐために、ディスポーザブル手袋、防毒マスク（眼刺激作用が強いので、眼部被覆型の防毒マスクがよい）を着用する。 1、6)
- ・コンタクトレンズの使用については評価が一定していない（二次汚染から眼を保護するとの考えもあるが、作業中は使用すべきでないとの考えもある）。 1、14)

2) 汚染の持続時間

- ・畑状態圃場推定半減期：（沖積土）4日、（火山灰土）5日 7)
- ・酸、熱に安定、アルカリに不安定 7)
- ・水中では分解しない。
- ・環境中で比較的安定で、ゆっくりと揮発する。 1)

3) 除染

- ・汚染された衣服等は十分注意を払いつつすべて脱がせ、大きなビニール袋に入れて密封し、直ちに眼、皮膚を洗浄する。
- ・眼は大量の微温湯（室温）で15分以上洗浄、皮膚は石けんと大量の流水で十分に洗浄する。 1)

4) 臨床検査

- ・肝機能検査、肺機能検査：急性症状がおさまった後に行う。
- ・内視鏡検査：食道・消化管の刺激・熱傷がある場合、傷害の程度を調べるために内視鏡検査を考慮する。 11)
- ・粘膜損傷の程度を観察するのに有用であるが、穿孔の危険性を伴うため慎重にすべきである。 13)
- ・胸部X線検査：多量吸入時や呼吸器系症状のある場合、胸部X線検査を行う。 3)
- ・動脈血液ガスモニター

5) 治療

- ・特異的解毒剤・拮抗剤はない。
- ・基本的処置を行った後、対症療法。 1)
- ・呼吸・循環器機能の維持管理 1)

*経口の場合

(1) 基本的処置 11)

- A. 催吐：すべきでない（食道・消化管の刺激・熱傷が起きることがあるため）
- B. 希釈：直ちに牛乳（なければ水）を120～240mL（小児では15mL/kg以下）を飲ませて希釈する。
- C. 胃洗浄：出血・穿孔の可能性があるため、有用性については十分検討すべき。痙攣対策を行った上で注意深く実施する。

(2) 対症療法 4、13)

- A. 痙攣対策：ジアゼパム静注
- B. 低血圧対策：輸液、昇圧剤、ステロイド剤等

- C. 代謝性アシドーシス: 重炭酸ナトリウムで補正
- D. 潰瘍防止: H₂-ブロッカー、制酸剤等
- E. その他: 強制利尿 (スワンガンツカテテルモニター下に行う)

*吸入の場合 1, 3, 6, 11, 12)

(1) 基本的処置

- ・新鮮な空気の下に移動
- ・呼吸不全を来していないかチェック
- ・保温し、安静を保つ。

(2) 対症療法

A. 咳や呼吸困難のある患者には、必要に応じて気道確保、酸素投与、人工呼吸等を行う。

胸部X線検査: 多量吸入時や呼吸器系症状のある場合、胸部X線検査を行う 3)

喉頭痙攣: 気管内挿管し、人工呼吸が必要。 1)

喉頭痙攣、喘鳴は気管支拡張薬の吸入治療を考慮する。 11)

肺水腫: 高濃度酸素の吸入をしてもP02が上昇しなければ肺水腫の発生に注意し、気管内挿管を行い十分な加湿とともに人工呼吸(持続的陽圧呼吸)が必要。 6)

抗ヒスタミン剤投与; ウサギの肺水腫に対して前投薬としての抗ヒスタミン剤の静注は有効、暴露後(特に症状出現後)に投与した場合の有効性は不明 12)

気管支肺炎: 徴候があれば、抗生物質を使用する。ステロイドは一般に無効 6)

肺の炎症反応軽減目的で短期間(2-4日)ステロイドを投与してもよい。 12)

経過観察: 遷延性に閉塞性細気管支炎や二次性気道感染を起こすことがあるので、注意深く観察する。 17)

その他、上記経口の場合に準じて行う。

*眼に入った場合 1, 11)

(1) 基本的処置

直ちに大量の微温湯で15分以上洗浄する。
眼はこすらない。 1)

(2) 対症療法

強い眼刺激、角膜損傷を起こす可能性があるので、洗浄後、早期に眼科的診察を受けるのが望ましい。 11)

刺激が続く場合、眼科用ステロイド剤または局所麻酔剤含有眼軟膏が時に必要。 1)

*皮膚に付着した場合 1, 11, 14)

(1) 基本的処置

直ちに付着部分を石鹸と流水で十分洗う。
皮膚から除去されるスピードが極めて重要となる。 14)

(2) 対症療法

刺激感、疼痛が残るなら医師の診察が必要。

皮膚の熱傷がある場合、標準的外用剤による熱傷治療を行う。

皮膚の過敏反応を示す患者はステロイド剤または抗ヒスタミン剤の全身投与または塗布治療を行う。 11)

皮膚炎が1時間以上続く場合、ビューロウ溶液(1:40)での湿布包帯、ステロイド剤クリームまたはカラミンローションを塗布する。二次感染がある場合、

抗生剤治療が必要。

痒みには抗ヒスタミン剤の経口投与が有用。 1)

1 3. 中毒症例

未ファイル

1 4. 分析法

ガス-液体クロマトグラフィー

ガス-液体クロマトグラフィー/マススペクトルメトリー 1)

1 5. その他

1) 初期隔離 14)

・少量の漏出(小包装からの漏出、大包装からの少量漏出):

まず周囲95mを隔離し、ついで日中は風下方向に0.5kmにいる人々、夜間は

2.1kmにいる人々を保護する。

・大量の漏出(大包装からの漏出、多数の小包装からの漏出):

まず周囲305mを隔離し、ついで日中は風下方向に1.8kmにいる人々、夜間は

7.7kmにいる人々を保護する。

2) 漏洩時の汚染除去 14)

・漏出・漏洩:漏出した物質に触れたり、周囲を歩かない。操作に危険性がなければ漏出を止める。蒸気を減少させるために、水噴射器を用いる。

・少量の漏出は、砂またはその他の不燃性吸収剤で処理し、容器に入れる。

・大量の漏出は、こぼれた液体のはるか前方を堤防で囲む。

3) 廃棄法 7.9)

・分解法:少量の界面活性剤を加えた亜硫酸ナトリウムと炭酸ナトリウムの混合溶液中で、攪拌し分解させた後、多量の水で希釈し処理する。 7.9) 混合溶液の亜硫酸ナトリウム濃度は約30%、炭酸ナトリウムの濃度は約4%とする。

混合溶液はクロロピクリンに対して25倍用量以上を用いる。分解は液中の油滴及び刺激臭が消失するまで行う。 7)

[参考資料]

1. POISINDEX: WAREFARE AGENTS, LACRIMATORS, PHOSGEN, CHLORINE GAS, VOL. 93, 1997

2. 後藤 稠他編: 産業中毒便覧, 医歯薬出版, 1984

3. 松島松翠: 救急医学3(10), 1307~1309, 1979

4. 廣澤壽一: 救急医学12(10), 1487~1490, 1988

5. NIOSH: Registry Toxic Effects of Chemical Substance, VOL. 34, 1997

6. 内藤裕史: 中毒百科, 南江堂, 1991

7. 三井東圧化学(株) MSDS, 1993

8. Martha Windholz et al: The Merck Index, 11st edition, Merck & Co., 1989
9. 12695の化学商品, 化学工業日報社, 1995
10. Sax, N. I., Lewis, R. J.: Dangerous Properties of Industrial Materials, 7th edition, 1989
11. HAZARTEXT(R): Hazard Management: CHLOROPICRIN, VOL. 34, 1997
12. Charles R. W.: The Pesticide Manual, 8th edition, The British Crop Protection Council, 1987
13. 鴨原晃, 他: 中毒研究, 3, 279-282, 1990
14. Hazardous Substance Data Bank: CHLOROPICRIN, VOL. 34, 1997
15. 宮田親平: 毒ガスと科学者-化学兵器はいかに造られたか, 光人社, 1991

ID042300

1 6 . 作成日
200004

資料 (6)

マスタードガス MUSTARD GAS

0. 概要

- ・マスタードガスはナイトロジェンマスタード、ルイサイト、ホスゲンオキシムと同類で、びらん剤に分類される。暴露直後にルイサイトは疼痛と水疱、ホスゲンオキシムは疼痛が接触局所に出現し、マスタードガスとナイトロジェンマスタードでは遅れて水疱が出現する。
- ・常温では無色の液体。不純物が混合していると黄色～暗褐色を帯びる。からし、またはんにんにくに似た特有の臭気（一般的に中毒濃度で臭気を感じできる）。
- ・蒸気または液体に暴露すると、皮膚・粘膜から吸収される。数分以内に不可逆的なアルキル化が起こり、皮膚および大量暴露では消化管や気道等の粘膜傷害や骨髄障害が発生する。しかし、症状は2～24時間（暴露量、気温、湿度等により異なる）遅れて出現し、それまで暴露に気づかないこともある。高温多湿では作用が増強される。
- ・蒸気は空気の5.4倍重く地面に沿って拡がるため低所では特に危険性が高まる。
- ・二次汚染を防ぐため、患者と接する者は防護を怠ってはならない（レベルD）
- ・特異的解毒剤はなく、対症療法が主となる。

〔毒性〕

ヒト半数致死量LCt50: 1500mg-分/m⁽³⁾ (ガス)

10μgの液体暴露でも水疱を生じることがある。

暴露量と中毒症状:

暴露量 (mg-min/m ⁽³⁾)		発現までの時間	臨床症状
皮膚	>200	4-8時間	紅斑、掻痒、知覚過敏
	1000-2000	3-6時間	重症紅斑、水疱形成
眼	<12	数時間-数日	発赤
	50-100	4-12時間	結膜炎、異物感、流涙、羞明
	200	3-12時間	角膜混濁(潰瘍)、眼瞼浮腫、羞明
呼吸器	33-70	12時間-2日	鼻粘膜刺激
	133-600	4-6時間	咽頭痛、鼻汁、嘔声、咳、発熱
	1000-1500	4-6時間	気道浮腫、肺炎、ARDS

〔中毒学的薬理作用〕

- ・蛋白質や核酸等の高分子化合物のSH基やNH₂基をアルキル化する。細胞分裂が旺盛に行われている基底細胞、粘膜上皮、骨髄幹細胞が障害をうける。
- ・皮膚びらん作用や症状発現までの潜伏時間はアルキル化だけでは説明がつかず、接触局所での作用機序についてはいくつかの仮説があるが、十分には解明されていない。

〔中毒症状〕

接触部位に紅斑を生じ、水疱や浮腫を経て壊死に至る。

眼はマスタードガス暴露に敏感で、角膜刺激症状がより早く生じる。

大量暴露により痙攣、昏睡、骨髄抑制。

呼吸器系症状: 軽症の場合、1～2週間で症状はおさまるが、咳は1ヶ月以上に及ぶことがある。

重症の場合、多くは慢性気管支炎に移行する。肺気腫や肺線維症に進展することもある。

眼症状：重症の場合、失明することがある。また、潰瘍、変質した傷害部位の角膜炎が数十年にわたり再発することがある

皮膚症状：びらんまたは潰瘍は疼痛が激しく、治癒傾向が乏しい特徴がある。

[検査]

血液生化学検査、胸部X線検査、血液ガス分析

血算（1日1回以上）：大量暴露では骨髓抑制が3～5日後に明らかとなる

[治療]

(1)特異的解毒剤はなく、迅速な除染が傷害を軽減する唯一の方法である。

(2)呼吸循環管理

- ・呼吸器症状が早期から出現する症例は重症であるので、気管内挿管・呼吸管理を要する。
- ・上気道の刺激症状には吸入器の加湿、鎮咳剤の投与

(3)十分な補液

(4)化学性肺炎、二次感染対策

(5)骨髓抑制対策：G-CSF、血液幹細胞移植

(6)眼

- ・2%重炭酸ナトリウムで十分に洗浄する。または大量の水で15分以上洗浄し、2.5%チオ硫酸ナトリウム液で中和する。暴露後10分以内が望ましい。
- ・市販の点眼剤でも刺激、結膜炎を軽減する
- ・結膜炎：抗生物質軟膏、ステロイド軟膏の塗布
- ・眼痛：鎮痛剤の全身投与
- ・羞明、眼瞼痙攣：1%硫酸アトロピンの点眼（1日数回）
- ・角膜混濁：角膜移植

(7)皮膚

- ・0.5%次亜塩素酸ナトリウム水溶液を用いて除染した後、大量の水で洗浄する。なければ大量の水で洗浄する。
- ・熱傷に準じた治療を行う。
- ・強いかゆみを伴う紅斑：カラミンローションやステロイドクリームの塗布
- ・水疱：水疱皮膜は可能な限り保存する。破れた水疱は生理食塩水で洗浄し、イソジンゲルやシルバーサルファダイアジンクリーム（ゲーベンクリーム(R)）を塗布
- ・びらんが広範であれば植皮を要する。

[観察期間または治療終了時期]

暴露した可能性がある場合は、潜伏期間があるので少なくとも8時間は経過観察が必要

体表面の5%以上の暴露または眼痛、流涙など角膜障害が示唆される場合は入院が必要である。

1. 名称

マスタードガス

[別名]イオウマスタード、サルファマスタード、sulfur mustard、
イペリット、yperite、HD、H

[化学名]ビス(2-クロロエチル)スルフィド、bis(2-chloroethyl)sulfide

[CAS NO]505-60-2

[構造式] $(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl})_2\text{S}$

[分子式] $\text{C}_4\text{H}_8\text{Cl}_2\text{S}$

2. 分類コード

6-69-1298-980 マスタードガス

3. 成分・組成

HD: 精製マスタード(蒸留され、ほとんど純粋なマスタード) 1,15)

H: 粗製マスタード(20~30%不純物(多くはイオウ)含有)

現在化学兵器として用いられるのはすべて精製マスタード 1)

4. 製造会社及び連絡先

5. 性状・外観

常温では無色の液体。不純物が混合していると黄色~暗褐色を帯びる。

からし、またはんにんにくに似た特有の臭気を有する。 1,15)

精製マスタード(HD)は臭気が少ない。 1)

人体だけでなくゴム、皮、木等の透過性も高い。 4,7)

[分子量] 159.08 2)

[比重] 液体:1.2741(20℃)、1.2685(25℃) 固体:1.338(13℃) 3)

[pH] データなし

[沸点] 217℃(分解) 5)、227℃ 15)

[凝固点] 14.45℃ 5)

[蒸気密度] 5.4(空気=1) 1,15)

[蒸気圧] 0.072mmHg(20℃) 5)、0.9mmHg(30℃) 11)

[揮発度] 630mg/m⁽³⁾(20℃)、温度により異なる。 5,12)

[引火点] 105℃ 1)

[爆発限界] 燃焼性がある 1)

[溶解性] 水に難溶。25℃で水1Lに0.68g 1,3)、20℃で0.05%。 12)

油脂、ガソリン、灯油、アセトン、アルコールによく溶ける。 1)

水中で緩徐に加水分解され塩酸とチオジグリコールを生じる。 1)

塩水中では加水分解が遅延する。 1)

[安定性] 化学的、物理的に比較的安定。 12)

アルカリ化、高温では加水分解速度が増加する。 7)

加熱、または酸により分解し、毒性の強い硫化物、塩化物のフュームが発生する。 3)

水で徐々に加水分解され、塩素化ライムにより速やかに酸化され毒性の低いスルフォキシドとなる。(この反応は条件によっては不完全で、1952年にドイツで事故の際に土壌を水と塩素化ライムで繰り返し十分に処理したが、2週間後も微量検出された) 12)