

酸素欠乏症とその対策

産業医科大学 産業生態科学研究所 作業関連疾患予防学研究室 非常勤助教 岩崎明夫

いわさき あきお ●産業医科大学産業生態科学研究所作業関連疾患予防学研究室非常勤助教、ストレス関連疾患予防センター特命講師。専門は作業病態学、作業関連疾患予防学。主に、過重労働対策、メンタルヘルス対策、海外勤務対策、特定健診、両立支援の分野で活躍。

酸素は人間の生命の維持には欠かせないため、酸欠事故(酸素欠乏症)は、脳をはじめとした人体に多大な影響を及ぼし、死亡率が高い特徴があります。酸素欠乏の危険がある作業は、土木、建設、化学、食品、清掃等をはじめ幅広い業種に認められ、対策が進んでいるものの、いまだに基本事項の欠如による酸欠事故が毎年発生しています。平成27年の被災者数においても前年度の1名から9名と増加傾向にあり、注意が必要です。今回は、酸素欠乏危険作業における酸欠事故(酸素欠乏症)の対策の基本についてまとめます。

1. 酸欠事故の特徴との労働災害の現状

酸欠事故には、酸素欠乏症によるものおよび硫化水素中毒の発生を伴う酸素欠乏症によるものがあります。表1は酸素欠乏症および硫化水素中毒の労働災害の発生状況をまとめたものです。平成元～5年と平成23～27年の各々5年間の累積件数を比較すると、酸欠事故の労働災害の被災者数は長期的には減少傾向にあるものの、被災者数に占める死亡者の割合は逆に近年上昇しており、被災者の約6割が亡くなるほど高くなっています。つまり、酸欠事故は一度発生すると甚大な被害につながる危険性が高いことが特徴です。また、発生時に職場で救出作業中に同様の酸欠事故で被災する二次災害が目立つことにも注意が必要です。

業種別の労働災害発生状況では、図1にあるように、酸素欠乏症は製造業と建設業において突出して多く発生し、全体の約3/4はこの2業種で発生しています。一方、硫化水素中毒は清掃業が最多であり、製造業、建設業と合わせて、全体の約9割を占めます。また、発生月別の傾向では、6～10月にかけて多発する傾向があります。

2. 酸素欠乏症の原因とリスクアセスメント

1) 酸素欠乏の原因

酸素欠乏の発生は、換気不良が発生しやすい閉鎖的空間や準閉鎖的空間に見られますが、原因としては、酸素が消費される場合、酸素以外の気体に置換される場合、酸素欠乏空気等の噴出や流入等があります。酸素が消費される場合には、金属

表1. 酸素欠乏症と硫化水素中毒の5年累計件数の動向比較

期 間	酸素欠乏症		硫化水素中毒	
	平成元～5年累計	平成23～27年累計	平成元～5年累計	平成23～27年累計
被災者数	116人	26人 ▼	37人	28人 ▼
内死亡者	55人	16人 ▼	13人	12人 →
死亡率	47.4%	61.5% ▲	35.1%	42.8% ▲

図1. 酸素欠乏症と硫化水素中毒の業種別発生状況（平成8～27年累計）

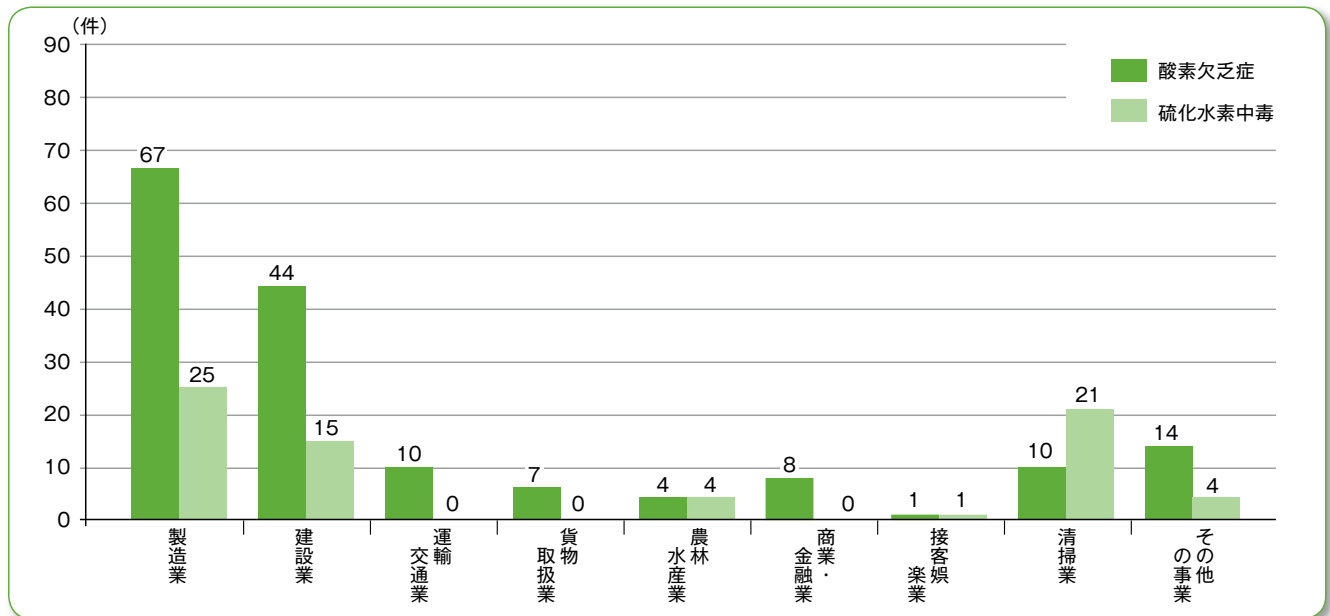
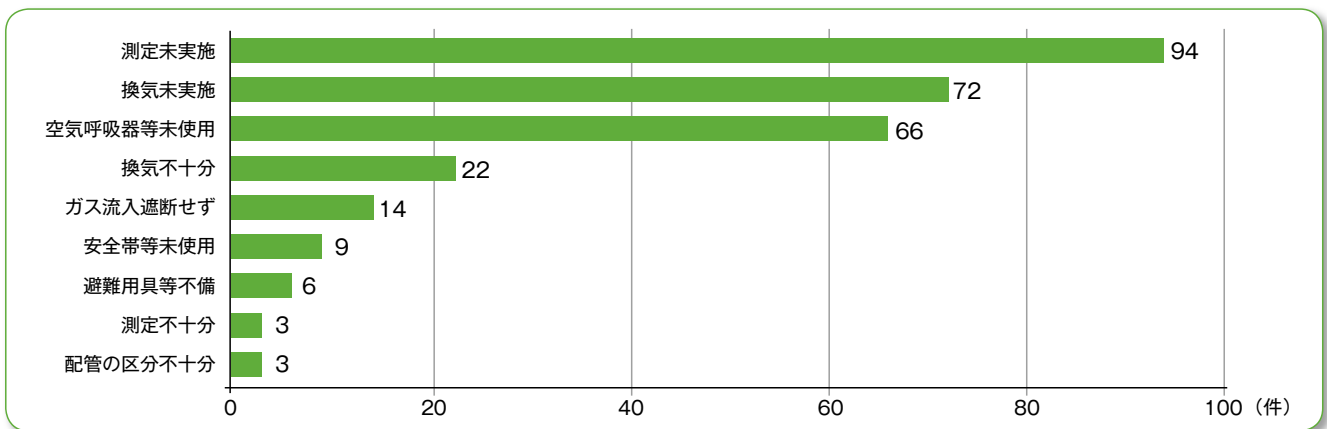


図2. 酸素欠乏症等の発生原因（平成10～19年累計）



のさびによる酸化、取り扱う物質が酸素と結びつくことによる消費、油分による酸素消費などの化学的要因によるもの、青果等の呼吸作用、木材類の呼吸作用や発酵作用、有機物の腐敗や微生物の呼吸作用、し尿・汚水等のタンク、マンホールにおける細菌類の酸素消費や炭酸ガス発生、醤油や酒類のタンクにおける酵母等の微生物の発酵に伴うもの等による生物学的要因によるものがあります。一方、酸素以外の気体（無酸素気体等）に置換される場合として、可燃性ガスや不燃性ガス等の工業利用による窒素、二酸化炭素、アルゴン、フロン等が原因の酸素事故が多く発生しています。

また、酸素欠乏危険場所としては、土木作業、建設作業において土中で酸素が消費され酸素欠乏気体が噴出・流入する場合等もあります。

2) 酸素事故の発生原因とリスクアセスメント

図2を見ると、酸素事故の発生原因としては、酸素欠乏危険場所において酸素濃度や硫化水素濃度の測定を怠った事例が最多となります。空気中の酸素濃度が18%未満の場合、または硫化水素濃度が10ppmを越えた場合は即座に対策が必要です。他にも、換気の未実施または不十分、空気呼吸器等の未使用、ガス流入の遮断措置の未実施、安全帯等の未使用、避難用具等の不備等があります。

また、酸素事故の管理上の問題点としては、図3にあるように、作業主任者未選任が最多であり、酸素欠乏症等防止規則にある特別教育の未実施、作業標準の不徹底、安全衛生教育の未実施または不十分、連絡調整体制の不備、立入禁止場所での禁止措置の不十分、安全衛生管理体制の不十分、作業主任者職

図3. 酸素欠乏症等の管理上の問題点（平成10～19年累計）

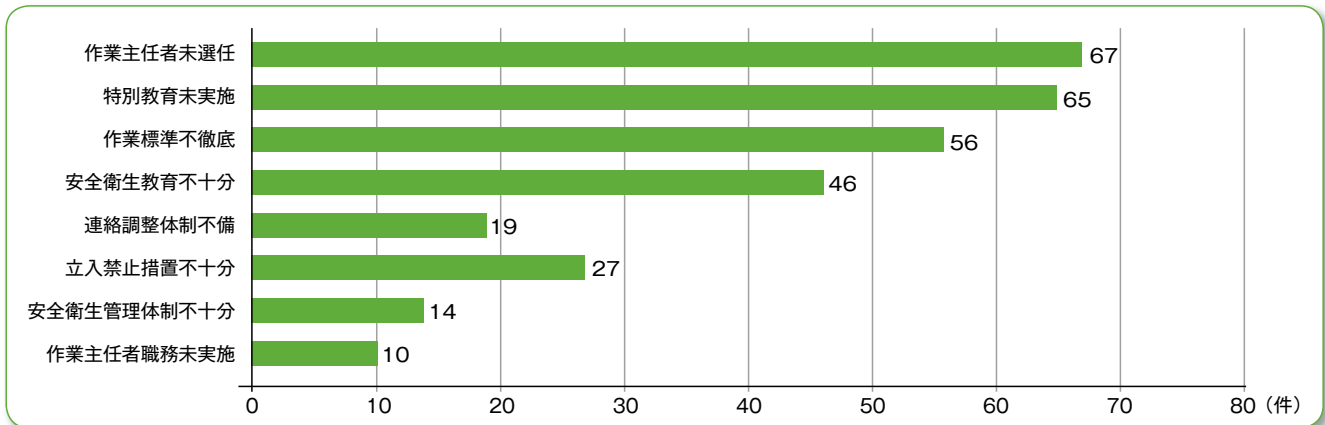


表2. 酸素事故対策のポイント

- ①酸素欠乏危険作業主任者を選任し、作業主任者の職務を実施させること
- ②酸素欠乏危険場所では作業開始前に酸素濃度、硫化水素濃度の測定を実施すること
- ③換気をせずに、または換気が不十分な状態で、危険場所へ立ち入らないこと
- ④空気呼吸器等の呼吸用保護具を準備し、教育を行い、適切に使用すること
- ⑤転落のおそれがある場所は、酸素欠乏の発生に備え、安全帯等を使用すること
- ⑥事故発生時に備えて、空気呼吸器等、はしご、ロープ等の他、救出をするための必要な用具を備えておくこと
- ⑦酸素欠乏危険場所では労働者の出入りを点検すること
- ⑧酸素欠乏危険場所では関係者以外立入禁止とし、必要な事項の表示を行うこと
- ⑨酸素欠乏危険場所ではその近隣に必要な事項を連絡しておくこと
- ⑩異常の早期発見と適切な処置を迅速に行うため監視人を配置すること
- ⑪労働者に対して、酸素欠乏危険作業、酸素欠乏症や硫化水素中毒に関する基礎知識とその対策、救助作業における注意、空気呼吸器等の保護具使用等の特別教育を実施すること

務の未実施等があります。

これらを見ると、酸素欠乏症等防止規則に従い、基本的な防止措置を着実に実施していれば防ぐことができた事例が多い、ということがいえるでしょう。酸素欠乏危険場所かどうか、どのような対策が必要か、発生時の対応は何か必要か、二次災害の可能性はあるか等のリスクアセスメントを適切に行い、リスクが高い作業や危険場所については、リスクに応じた対策を実施するとともに、従事する労働者に特別教育をはじめとした教育を実施することが必要です。

3) 酸素事故対策のポイント

酸素事故対策として重要なポイントは、過去の事例に学び、その原因や問題点から対策のポイントを着実に実施することであり、以下のポイントは事例からの

未実施であった点であることに特に注意が必要です。

まず、酸素事故対策の基本として大切なのは、酸素欠乏危険作業主任者を選任し、確実にその職務を実施させることにあります。酸素事故の事例においては、作業主任者がいないことやその役割・職務を遂行していない事例が目立ちますので、職場の安全衛生体制構築の一環として現場の安全衛生管理を実行する立場の作業主任者は非常に重要です。その上で、表2の具体策が重要となります。酸素欠乏危険場所に立ち入る前に酸素および硫化水素の濃度の測定を実施し、作業場所の状況を把握することが、作業主任者の基本業務となります。爆発や酸化防止等の観点から換気が制約される場合を除き、十分な換気が必要です。作業場所、作業内容に適合した換気

方法、換気装置が必要であり、その点検や送気量の測定は欠かせません。換気が制約され、換気が不十分な場所に立ち入り作業をする必要がある場合は、空気呼吸器等の呼吸用保護具を使用する必要があります。万が一の事故発生時の迅速な救出と二次災害防止のため、空気呼吸器は同時に作業する人数分以上を備える必要があります。また避難用具として、はしご、ロープ、つり足場等が必要な作業場所もあります。酸素欠乏危険場所に降りていくような場合は意識消失や筋力低下に備えて、ハーネス型安全帯等の命綱が必要であり、転落事故防止と救出に役立ちます。また、作業管理上、個々の労働者の酸素欠乏

危険場所への出入りについて確認・把握しておき、関係者以外の立ち入りを禁ずる必要があります。周囲の作業場所へ連絡をしておくこと、さらに内部が見えにくい作業場所においては外部との連絡手段の確保や監視人の配置をすることで、異常の早期発見・早期対応を行うことができます。また、安全衛生体制の構築と実践の基本事項として、労働者に酸素欠乏症等防止規則に基づく、特別教育や基本的な安全衛生教育を欠かさないようにしましょう。

参考文献

- 1) 中央労働災害防止協会：酸素欠乏危険作業主任者テキスト、2013。
- 2) 厚生労働省：平成27年に発生した酸素欠乏症等の労働災害発生状況について(基安労発0803 第1号 平成28年8月3日)、2016。

コラム

酸素欠乏症・硫化水素中毒の恐ろしさ

酸欠事故(酸素欠乏症および硫化水素中毒)は一度発生すると命に関わることが多く、後遺症も残ることが多いことから、非常に注意すべき恐ろしい病態といえます。

地上の空気中には酸素が約21%含まれており、人間を含む生物はその酸素により生命を支えられています。この酸素の割合が低下すると、肺から体内に取り込まれる酸素の量が少なくなるため、体内に酸素が十分に行き届かなくなります。この酸素が不足した状態が酸素欠乏症という状態であり、酸素が欠乏すると脳をはじめとした重要な臓器でエネルギーが産生できなくなるため、活動が停止し、数分で死に至ります。

酸素不足状態では、酸素を少しでも多く体内に取り込むため、当初は呼吸回数や深さ、心拍数の増加が起こり、体内を循環する血液量を増やすことで補おうとします。しかし、その対応にも限界があり、酸素が約16%程度までです。登山家等が行う特殊なトレーニングも順応性が高くなる効果はありますが、個人差や健康状態によって体への影響も変わってきます。そのため、酸素の割合は18%が呼吸用保護具も使用した安全下限界であり、16%では集中力低下、ミス増加、筋力低下、吐気等の症状が徐々にひどくなり、10%では死の危険が生じます。また、酸素が極端に低下した空気を吸うと、それがわずか1回の呼吸であっても、体内

の酸素不足が劇的に生じて、数秒で活動低下、または活動停止状態という危険な状態になります。このため、作業工程で窒素ガス(=無酸素)を使用して、配管やタンク内から別のガス類を一掃するような場合は、無酸素空気を1度でも吸わないように十分な注意が必要です。

酸素欠乏状態で時間が経過すると、最終的には呼吸が止まり、死に至ります。酸欠事故の発生後に救出され、人工呼吸等の蘇生処置で助かった場合でも、酸素欠乏状態が強いほど、また救出に要する時間が長いほど、特に脳に対するダメージが大きくなります。それにより、後遺症として、言語、運動、視野、麻痺、幻覚、健忘などの障害が残ることがあります。

硫化水素中毒が発生しやすい環境では、同時に酸素欠乏が発生しやすい環境であることが多いため、硫化水素による健康影響とともに、酸素欠乏症により生命に影響がある点は注意が必要です。また、硫化水素による症状は、直接的には、嗅覚の麻痺、眼の損傷、呼吸器の損傷、神経毒性、皮膚発疹などの影響があります。当初感じた硫化水素の不快臭は、硫化水素濃度の高まりとともに嗅覚神経の麻痺のために感じられなくなり、硫化水素中毒の危険を回避する機会を失うこともあり注意を要します。また、比較的低濃度の硫化水素であっても、かゆみや痛みといった炎症、充血、腫脹、視野のにじみ等の症状が出現します。