

# 酸素欠乏症による労災事故とその防止対策について

独立行政法人労働者健康安全機構  
 労働安全衛生総合研究所  
 環境計測研究グループ 上席研究員

齊藤 宏之 *Hiroyuki Saito*

## 1. はじめに

酸素欠乏症は「酸欠症」あるいは「窒息」とも呼ばれ、古くから重大な労災事故を引き起こしてきた。近年は以前と比べると発生数、死亡者数共に減少傾向にあるが、依然として重大事故が発生している。ちょうどこの原稿を執筆している最中にも、東京都新宿区のマンション地下駐車場にて二酸化炭素消火器の誤作動と推測される事故が発生し、複数の作業員が死亡している。改めて酸素欠乏症による労災事故の深刻さを認識した次第である。酸欠事故は一度発生すると命に関わることが多く、たとえ助かったとしても重大な後遺症が残ることが多い、非常に恐ろしいものであるが、適切な対策を講じれば必ず防げるものである。

本報では、酸素欠乏症の概要、発生状況について触れた上で、労働安全衛生法における発生防止対策について、幾つかの実例を挙げながら解説する。

## 2. 酸素欠乏症の概要

酸素欠乏症は酸素濃度が低下した状況において発生する災害である。通常、空気中には約21%の酸素が含まれているが、何らかの原因で酸素濃度が低下し、その空気（酸欠空気）を吸い込むことに

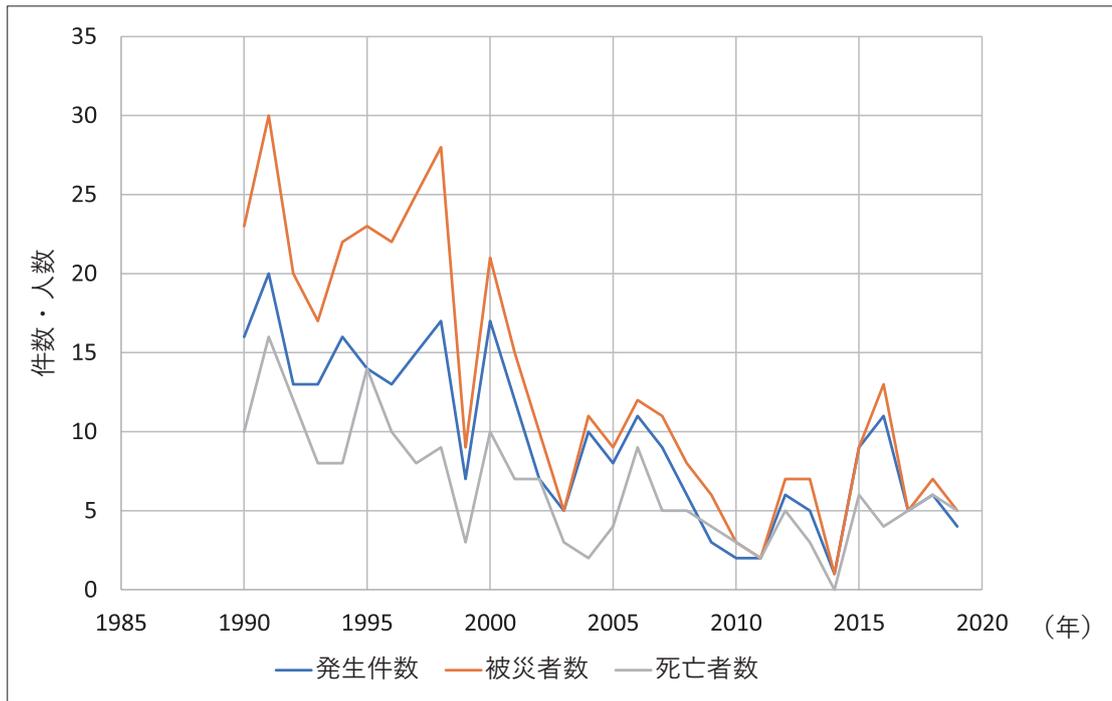
より、体内に酸素が十分に行き届かなくなり、結果として酸素欠乏症が生じる。特に脳に十分な酸素が行き渡らなくなることにより、重大な事故となる可能性が高い。労働安全衛生法（酸素欠乏症等防止規則）では、酸素濃度18%未満の空気を「酸素欠乏空気」と定義している。酸素濃度18%未満になると種々の症状が出始め、10%を切ると死亡の危険性が生じ、6%では吸い込んだ途端に意識を失い、即死するとされている（表1）。このように、非常に致死性が高いのが酸素欠乏症の特徴である。

なお、酸素欠乏症等防止規則における「酸素欠乏症等」とは、「酸素欠乏症」（18%未満の酸欠空気によるもの）に「硫化水素中毒」（硫化水素の濃度が10 ppmを超える空気によるもの）を加えたものである。これは、硫

表1 酸素濃度と酸素欠乏症の症状

酸素濃度 (%)	主な症状など
18	安全範囲の下限値。作業環境の連続換気、酸素濃度測定、呼吸用保護具の準備必要
16~12	脈拍・呼吸数増加、精神集中力低下、単純計算間違え、筋力低下、頭痛、耳鳴り、吐き気、チアノーゼ
14~9	判断力低下、発揚状態、不安定な精神状態（怒りっぽくなる）、ため息頻発、異常な疲労感、酩酊状態、頭痛、耳鳴り、吐き気、嘔吐、当時の記憶なし、傷の痛みを感じない、全身脱力、体温上昇、チアノーゼ、意識朦朧、墜落・溺死の可能性
10~6	吐き気、嘔吐、行動の自由を失う、危険を感じても動けず・叫べず、虚脱、チアノーゼ、幻覚、意識喪失、昏倒、中枢神経障害、全身痙攣、死の危険
6	数回のおえぎ呼吸で失神、昏倒、呼吸緩徐・停止、痙攣、心停止、死亡

図1 酸素欠乏症の労働災害発生状況（1990～2019年）



厚生労働省労働災害発生状況<sup>1)</sup>を基に作成

化水素中毒のメカニズムが、細胞が酸素を利用する時に必要な酵素（チトクロームオキシダーゼ）が阻害され、細胞呼吸ができなくなることによるものである。

さらに一酸化炭素中毒についても、ヘモグロビンとの結合性が酸素よりも高いために酸素欠乏状態となるものであり、対策が酸素欠乏症とほぼ同様であることから、同時に考える必要がある。

### 3. 酸素欠乏症の発生状況

労働現場における酸素欠乏症の発生状況<sup>1)</sup>（1990～2019年）を図1に示す。以前に比べて近年は酸素欠乏事故の発生件数、被災者数ならびに死亡者数は減少傾向にあるが、2016年に再び発生件数・被災者数が上昇していること、ならびに被災者に占める死亡者の割合は近年のほうが高い傾向にあることがうかがえる。

## 4. 酸素欠乏の原因

酸素欠乏の多くは、閉鎖的空間や準閉鎖的空間における換気不良によって引き起こされるが、酸素欠乏に至る原因は「酸素が消費される」と「酸素以外の気体が充満する」に分けられる。このうち、前者は「生物（人間を含む）の呼吸による酸素の消費」と、「金属が酸化する（さびる）ことによる酸素の消費」に分けられる。すなわち、これらの要因で酸素濃度が低下した空間において、換気が十分でないまま作業が行われたり、作業者が空間に入ったりした場合に酸素欠乏症が発生するということになる。主な酸素欠乏の原因を表2に示す。冒頭で紹介した地下駐車場でのも事故例は、「3. 酸素欠乏空気などの噴出」が原因である。

## 5. 酸素欠乏症の防止対策

酸素欠乏症の発生を防止するための法令である「酸素欠乏症等防止規則」では、酸素欠

表2 酸素欠乏の主な原因

大項目	中項目	小項目	例
1. 何らかの原因で酸素が消費される	A. 物が酸化するときに酸素が消費される		・密閉されていた船室や鋼製タンクの内部
		B. 生物が呼吸する際に酸素が消費される	
	a. 微生物の呼吸	・し尿・汚水などのタンク ・暗きよ・マンホール・ピットなど ・しょうゆ、酒などを入れたことのあるタンクの内部	
	b. 穀物・野菜・木材などの呼吸	・穀物、飼料、原木、チップなどの貯蔵庫	
		c. 人間の呼吸	・狭い密閉空間での作業
2. 酸素以外のガスの流入・滞留			・窒素などの不活性ガスが封入されたタンクや貯蔵施設の内部 ・溶接作業の行われている密閉空間 ・冷凍機室、冷凍倉庫、冷凍トラックなどの内部
3. 酸素欠乏空気などの噴出			・埋立地、トンネル、ガス田地帯の建物基礎抗の内部（メタンガスの噴出） ・地下プロパン配管の付近 ・地下駐車場などにおける炭酸ガス消火装置の誤作動・故障 ・石油タンカーの油槽、製油所のタンクの内部（石油ガスや低沸点溶剤の気化）

乏作業として、表3に示す作業場所を列挙し、対策を求めている（労働安全衛生法施行令別表第六）。これらの酸素欠乏場所では、作業環境測定（酸素濃度の測定）、換気、保護具の使用、安全带（正式名称は「墜落制止用具」）の使用、保護具などの点検、人員の点検、立入禁止措置、作業主任者の選任、特別教育の実施、避難用具などの装備を対策として求めている。酸素欠乏の予防対策を下記(1)～(8)に示す。

また、「特殊な作業における防止措置」として、「ボーリング等」、「消火設備等に係る措置」、「冷蔵

室等に係る措置」、「溶接に係る措置」、「ガス漏出防止措置」、「ガス排出に係る措置」、「空気の希薄化の防止」、「ガス配管工事に係る措

表3 酸素欠乏場所

番号	酸素欠乏場所
1	ある条件の地層に接したり通じている井戸などの内部
2	長期間使用されていない井戸などの内部
3	地下敷設物を収容するための暗きよ、マンホールやピットなどの内部
3-2	雨水や河川水などが滞留、または滞留したことのある槽やピットの内部
3-3	海水が滞留、または滞留したことのある熱交換器などの内部
4	相当期間密閉されていた鋼製の、または内壁が酸化されやすい設備の内部
5	石炭、亜炭、硫化鉱、鋼材、くず鉄、原木、チップ、乾性油、魚油その他空気中の酸素を吸収する物質を入れてある貯蔵施設の内部
6	乾性油を含むペイントで塗装され、そのペイントが乾燥する前に密閉された地下室、倉庫、タンク、船倉その他通風が不十分な施設の内部
7	穀物や飼料の貯蔵、果菜の熟成、種子の発芽、きのこ類の栽培のために使用しているサイロ、むろ、倉庫、船倉又はピットの内部
8	しょうゆ、酒類、もろみ、酵母その他発酵するものを入れてある、または入れたことのあるタンク、むろ、醸造槽の内部
9	し尿、腐泥、汚水、パルプ液その他腐敗・分解しやすい物質を入れてある、または入れたことのあるタンク、船倉、槽、管、暗きよ、マンホール、ピットの内部
10	ドライアイスを使用している冷凍冷蔵設備、保冷貨物自動車など
11	ヘリウム、アルゴン、窒素、フロン、炭酸ガス、そのほか不活性の気体を入れてある、又は入れたことのあるタンクや施設の内部

労働安全衛生法施行規則 別表第六より一部省略の上引用

置」、「圧気工法に係る措置」、「地下室等に係る措置」、「設備の改造等の作業」を挙げており、それぞれにおける防止措置を定めている（酸

素欠乏症等防止規則、第18条～第25条の2)。

酸素欠乏の危険がある場所で作業を行う際の予防措置として、下記のような対策が必要とされている。

- (1) 第1種又は第2種酸素欠乏危険作業主任者の指揮のもとで作業を行う。
- (2) 測定器による測定によって酸素濃度が18%以上であることを確認してから作業を行う。酸素濃度が18%未満の時は、換気と測定を繰り返して行い、酸素濃度が18%以上になるまで換気を続ける。
- (3) 作業中は常に酸素濃度が18%以上になるように換気を続け、決して換気を中断してはならない。
- (4) 換気用の風管は、破損の無いもので作業場所に十分達する長さのものであるか確かめて使用する。
- (5) 空気呼吸器などの呼吸用保護具の使用を指示されたときは、必ず使用する。
- (6) 転落の危険がある作業場所では、安全带などを必ず使用して作業する。
- (7) 単独での作業は決して行ってはならない。
- (8) 酸素欠乏の危険がある作業場所には空気呼吸器やはしご、繊維ロープなどの救出用具を備えておく。

また、酸欠事故が万が一発生した場合は、次のことに留意する必要がある。

- (a) ただちに定められた連絡方法により、作業責任者に連絡してその指示を受ける。
- (b) 救助にあたっては呼吸用保護具を必ず使用する。
- (c) 呼吸停止している被災者に対しては、救出後速やかに蘇生措置を行う。
- (d) 酸素欠乏症にかかった者には、直ちに

医師の診察・処置を受けさせる。

- (e) 酸素欠乏の恐れが無いことを確認するまでは、作業主任者以外の立入りは禁止となる。また、関係者以外立入禁止を明示するとともに、関係者の管理も作業主任者は責任を持って行う。
- (f) 万が一の酸欠事故発生時は、むやみに救出に向かわず、用意した呼吸用保護具を使用して救出する。

実際の防止対策として最も重要なのは、作業前・作業中における酸素濃度の測定である。その上で酸素濃度が低かった場合は、必ず換気を行うこと、保護具（酸素マスク）の着用、転落防止のための安全带などの着用が求められる。さらに、万が一事故が起きた時の二次災害が発生しやすいのが酸欠事故の特徴であり、助けに入った人が倒れて亡くなるケースが後を絶たない点についても注意が必要である。

## 6. 酸欠事故の例

過去に起きた酸欠事故の例を挙げた上で、その原因と対策について考えてみたい（事故事例の出典：厚生労働省、職場の安全サイト<sup>2)</sup>）。

### (1) 鋼製タンクの内面清掃作業における酸欠事故

しばらく使っておらず雨ざらしになっていた箱形の鋼製タンクを再使用することになり、Aさんのグループが清掃作業（さび落しを含む）を請け負い、Aさんは内面表面のさびの状況などを調べるためタンク内部に入るようになった。上部ふた部から、タンクに設置してあるはしごを利用して中に入って行った。監視人Bさんが上から見ていると、Aさんははしご下部、すなわち

タンク底面にたどり着くか着かないうちに崩れるように倒れてしまった。これを見つけたBさんは、自分のそばにいたCさんに「Aさんが倒れたから、救助に行く」と言い残して中に入った。Cさんが中の様子を見たところ、倒れているAさんとはしごを降りて行くBさんが見えたが、今度はBさんがはしご下部で崩れるように倒れてしまった。救急車によってAさんBさんの二人は病院に搬送されたが、結局2名とも亡くなった。死因は酸素欠乏症であった。

これは、表3の「4. 相当期間密閉されていた鋼製の、または内壁が酸化されやすい設備の内部」において発生した事故である。鋼製タンクの内壁が酸化されて、さびが生じることによりタンク内部の酸素が消費され、酸素欠乏状態となっていたところに、酸素濃度測定や換気を行うことなく作業に立ち入ったことにより、酸欠事故が発生した。さらに十分な対策をせずに救助に入ってしまった結果、二次災害が発生してしまった事例である。副次的な原因としては、作業員全員が酸素欠乏症の特別教育を受けておらず、酸素欠乏症の知識がなかったこと、作業主任者が選任されていなかったことなどが挙げられる。

## (2) しょうゆ貯蔵タンクの清掃作業中に発生した酸欠事故の事例

当該事業場では、漬物の製造を行っており、しょうゆ貯蔵タンクの清掃作業を行っていた。しょうゆタンクの清掃に当たり、まずタンクの外壁に脚立を立てかけ、タンクの上部に昇り、タンク中央部にある蓋を固定しているボルトを抜き、蓋を取りはずした。そして、3人のうちY1名がまず、タンクの蓋の部分より足から入り、蓋の縁に両肘をかけて中に入った。このとき残りの2名がタンクの外側から「しょうゆはどれくらい残っているか」と問いかけたところ、

返事がないので、蓋から中をのぞいたところYが倒れていた。Yを救出するため、さらに1名がYと同様の方法でタンクの内部に入ったところ、同じようにタンクの内部で倒れてしまった。そこで、タンクの周囲に集まった6名がタンクを横倒し、被災した2名を救出したが、両名ともタンク内の酸素欠乏のため意識不明の状態であった。

この事例は表3の「8. しょうゆ、酒類、もろみ、酵母その他発酵するものを入れてある、または入れたことのあるタンク、むろ、醸造槽の内部」に該当する酸素欠乏場所における事例である。しょうゆは微生物を用いて製造される発酵食品であり、しょうゆ中に存在する酵母が貯蔵タンク中の酸素を消費し、酸素欠乏の空気となっている可能性がある。このタンクの中に酸素濃度の測定や換気、酸素マスクの着用などの対策をせずに入ったことが、事故が発生した直接的な原因である。加えて、酸欠防止対策をせずに救出に入り、二次災害が発生している。

## (3) マンション新築現場の地下ピットにて発生した酸欠事故の事例

鉄筋11階建てのマンション新築現場において、コンクリート打設後の地下ピットの型枠解体工事作業を行っていた。昼食後に新たなピットの作業を行おうとしたところ、このピットはコンクリート打設以来3カ月に渡って雨水がたまっており、作業ができない状況であったため、まず水抜きすることになり、労働者Aがピット内に入り、外にいる労働者Bから水中ポンプを受け取って、これを据え付けようとしたとき、Aが突然倒れた。これを見ていたB及び、他のピットで作業をしていた作業指揮者を含む2名の労働者が順次救出しようとピット内に入ったところ、次々と倒れた。その後、救急隊員により全員が救出されたが、

1名が死亡、3名が休業3週間となった。なお、4人の中で一番経験の長い者が作業指揮者となっていたが、特に細かい作業指示を行うことはなく、資格関係については作業指揮者が型枠支保工の組み立て等作業主任者の技能講習を修了しているのみであった。

これは、表3の「3-2. 雨水や河川水などが滞留、または滞留したことのある槽やピットの内部」にて発生した酸素欠乏事故である。このような場所では溜まった雨水が微生物の呼吸や、含まれる鉄分の酸化により酸素が消費され、酸素欠乏状態になる危険性がある。それにもかかわらず、酸素濃度の測定や換気が行われないうまま、作業者が立ち入ってしまったことが直接的な原因である。加えて対策が不十分な状態で救助に入ってしまったため、二次災害が発生してしまった。酸素欠乏危険作業主任者が選任されておらず、酸素欠乏症に対する特別教育を受けていなかったことも副次的な原因として考えられる。

#### (4) これらの事例にて考えられる対策

これらの事故事例にて共通する原因は、酸素欠乏場所での作業であるにも関わらず、酸素濃度の測定、換気、酸素マスクの着用などの対策が行われていなかったことである。そもそも、酸素欠乏症に対する教育が行われておらず、作業主任者が選任されていないケースが多いことから、当該作業が酸素欠乏場所で行われる、酸素欠乏作業の可能性があると認識がないことが問題である。

酸素欠乏事故を未然に防ぐためには、酸素欠乏症に対する知識を作業員や作業主任者が身に付け、酸素欠乏場所における酸素欠乏作業の可能性を認識した上で、酸素濃度の測定、換気、酸素マスクの着用などの対策を講じる必要がある。さらに二次災害を防止するため、立入禁止措置、救出に入る際の対策などが求められる<sup>3)</sup>。

## 7. おわりに

酸素欠乏症は一旦発生すると致死率が非常に高く、二次災害も起きやすい重大な労働災害である。酸素欠乏事故の多くは、対策が不十分な場所で発生していることから、確実に対策を行うことにより、酸素欠乏事故を起こさないことが重要である。また、硫化水素中毒、一酸化炭素中毒も原因や対策が酸素欠乏症と類似していることから、併せて対策を行う必要がある。

#### 参考文献

- 1) 厚生労働省：酸素欠乏症・硫化水素中毒による労働災害発生状況，2021．[https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage\\_05929.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_05929.html)
- 2) 厚生労働省職場のあんぜんサイト：労働災害事例，2021．[https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen\\_pg/SAI\\_FND.aspx](https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen_pg/SAI_FND.aspx)
- 3) 岩崎明夫：労働衛生対策の基本⑫—酸素欠乏症とその対策，産業保健21，88，12-15，2017．[https://www.johas.go.jp/Portals/0/data0/sanpo/sanpo21/sarchpdf/88\\_rou-douisei\\_taisaku.pdf](https://www.johas.go.jp/Portals/0/data0/sanpo/sanpo21/sarchpdf/88_rou-douisei_taisaku.pdf)

#### さいとう 小るかき

1995年労働省産業医学総合研究所（現・労働安全衛生総合研究所）入所。2007年東北大学大学院医学研究科にて博士(医学)取得。現在、環境計測研究グループ上席研究員として、主として暑熱環境、熱中症防止対策、室内空気環境などの研究に従事。2016年より神奈川大学工学部非常勤講師を兼任。