

別添3

厚生労働科学研究費補助金（労働安全衛生総合研究事業） 総合研究報告書

職場における酸素リスクの実態把握と酸素災害の防止対策についての研究

研究代表者 齊藤宏之
(独) 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

研究要旨

酸素欠乏症等（酸素欠乏症ならびに硫化水素中毒）を防止するため、我が国では酸素欠乏症等防止規則が制定されており、労働安全衛生法施行令にて列挙された酸素欠乏危険場所において酸素濃度（硫化水素濃度）測定や保護具、安全帯等の使用等の対策を求めている。従って、酸素欠乏症等が発生する可能性のある場所を酸素欠乏危険場所として網羅することは非常に重要である。

本研究では、厚生労働省が公開している死亡災害データベースならびに酸素欠乏症の事例から酸素欠乏ならびにその疑いのある事例を抽出し、抽出された酸素欠乏症等の死亡労働災害事例を精査することにより、酸素欠乏危険場所のいずれに該当するかの確認を行った。その結果、これらの酸素欠乏危険場所にあてはまらない事例が存在することが判明した。これらのうち最も頻度が高かった事例は、酸素欠乏危険場所として明示されている施設内部ではなく、施設の開口部付近あるいは屋外にて酸素欠乏空気あるいは硫化水素を吸入して発生している事故事例であった。その他、発酵あるいは腐敗が想定されていない食品や穀物等の保管中の腐敗によって酸素欠乏状態となることによる事故事例、工程中に硫化水素や不活性ガスが発生することによる事故事例、温泉において硫化水素や二酸化炭素が発生することによる事故事例など、現行の法令において酸素欠乏危険場所として該当する項目がない事例が多数存在することがわかった。

酸素欠乏症等による災害は、一度発生すると死亡や重篤な災害に直結しかねないものであるため、今後、酸素欠乏症等による労働災害防止を徹底するためには、酸素欠乏危険場所以外であっても、作業場所（特に、酸素欠乏危険場所の近傍など）の状況や作業の内容、使用する原材料や機械設備等に応じて、リスクアセスメント及びそれに基づく措置の実施を図っていく必要があると考えられる。

研究分担者

板垣晴彦 労働安全衛生総合研究所
化学安全研究グループ 部長
萩原正義 労働安全衛生総合研究所
ばく露評価研究部 主任研究員
中村憲司 労働安全衛生総合研究所
ばく露評価研究部 主任研究員

A. 研究目的

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り、罹災した場合には死亡の危険性が非常に高く、深刻な労働災害の原因となっている。また、硫化水素中毒についても同様に死亡災害の危険性が高く、かつ発生原因や防止対策が酸素欠乏症に近いこ

とから、我が国ではこれらをあわせて「酸素欠乏症等」と称している。酸素欠乏症等の原因は主として生物の呼吸や金属の酸化による酸素消費、他のガスの噴出による酸素濃度低下などであり、我が国では酸素欠乏症等による労働災害を防ぐため、酸素欠乏症等防止規則（昭和47年労働省令第42号、以下酸欠則という。）が規定されている。

酸欠則では、規制対象となる酸素欠乏危険場所を労働安全衛生法施行令（昭和47年政令第318号、以下安衛法施行令という。）の別表第6において列挙し、酸素濃度（硫化水素濃度）測定や保護具の使用、安全帯の使用等を定めている他、特に必要な作業については「特殊な作業における防止措置」として措置を求めている¹²⁾。

しかしながら、実際の酸素欠乏症等による労働災害は必ずしもこれらに列挙された作業または場所でのみ発生しているわけではなく、列挙されていない場所における事故も発生しているケースが見受けられる。その一例として、文献3に示した酸欠事故は食品製造会社における酸欠死亡事故例であるが、安衛法施行令の別表第6に列挙された酸素欠乏危険場所から外れた作業場所である（詳細については後述）。酸素欠乏症等による労働災害を有効に防止するためには、酸素濃度（硫化水素濃度）測定や保護具の着用等を求めることが必要であり、そのためにはその前提として酸素欠乏危険場所を明確に示す必要がある。従って、これらの事例を詳細に調査することにより適切なリスク評価を行うことが必要であり、その上で必要に応じて現行の酸欠則における酸素欠乏危険場所の再検討を行うことが必要であると考えられる。

本研究では、厚生労働省がWebサイトにて公開している労働災害データベース⁴⁾ならびに酸素欠乏症等の事例⁵⁻²²⁾から酸素欠乏症ならびに硫化水素中毒（合わせて酸素欠乏症等という）の死亡災害例ならびにその疑いのある事例を抽出し、類型別に分類した上で、該当する事故例の存在を明らかにすること、さ

らに当該作業の酸欠リスクがどの程度あるのかについてのリスク評価を行うことにより、より効果的な酸欠労働災害の防止対策に資することを目的とする。

B. 研究方法

1. 死亡災害データベースの解析

酸素欠乏症ならびにその疑いのある労働災害の事例を抽出するために、厚生労働省が「職場のあんぜんサイト」にて公開している死亡災害データベースを用いた解析を実施した⁵⁾。対象としたのは当該サイトにて研究実施時点で公開されていた平成3年（1991年）から平成28年（2016年）までの27年分である。災害調査復命書による調査が最も確実で、得られる情報も豊富であるが、個人情報や災害発生企業の情報が含むために扱いが難しいことから、第一段階として公開情報である死亡災害データベースを用いた調査を行った。

「職場のあんぜんサイト」からダウンロードしたデータをテキスト化した後、下記に示したキーワードにて検索コマンド（grep）を用いて検索・抽出した。

<検索キーワード一覧>

- ①酸素欠乏等：酸欠、酸素欠乏、酸素、酸素濃度、低酸素脳症、低酸素症、低酸素状態
- ②窒息：窒息
- ③二酸化炭素：炭酸ガス、二酸化炭素、CO₂、ドライアイス、炭酸水
- ④一酸化炭素：一酸化炭素、CO
- ⑤井戸等：井戸、井筒、たて坑、立坑、ずい道、隧道、潜函、ピット、ピット、暗きよ、暗きよ、暗渠、マンホール
- ⑥地層等：砂れき層、第一鉄塩、第一マンガン塩
- ⑦メタン等：メタン、エタン、ブタン
- ⑧雨水・海水：雨水、海水、滞留
- ⑨ボイラー・タンク・船倉等：熱交換器、ボイラー、タンク、反応塔、船倉
- ⑩槽・管：槽、管

- ⑪石炭・鋼材・チップ等：石炭，亜炭，硫化鉄，鋼材，くず鉄，屑鉄，原木，チップ，チップ，乾性油，魚油
- ⑫倉庫等：貯蔵施設，地下室，倉庫
- ⑬穀物等：穀物，飼料，果菜，種子，きのこ，サイロ，むろ
- ⑭発酵・腐敗：しょうゆ，しょうゆ，醤油，みそ，味噌，酒，もろみ，酵母，カビ，かび，細菌，微生物，発酵，醸造，し尿，腐泥，汚水，パルプ液，腐敗，分解
- ⑮冷蔵・冷凍：冷蔵，冷凍，保冷
- ⑯不活性ガス：ヘリウム，アルゴン，窒素，フロン
- ⑰硫化水素：硫化水素，温泉，源泉，湧出
- ⑱調味液等：調味液，糖液
- ⑲倒れている：倒れている，倒れる，倒れた

抽出後，merge コマンドにてファイルを結合し，sort コマンドにてソート後，uniq コマンドを用いて重複データを除去した。得られたファイルを Microsoft Excel で読み込み，目視にて酸素欠乏症等に関連のないデータを除去した。

2. 酸素欠乏症の事故事例の類型化

死亡災害データベース⁴⁾から抽出した，酸素欠乏症等（酸素欠乏症および硫化水素中毒）が疑われる事例（平成3年～28年）ならびに厚生労働省が毎年公開している酸素欠乏症等の事例⁵⁻²²⁾について，その発生場所が酸素欠乏危険場所（安衛法施行令の別表6）のいずれに該当するか推定し，類型化を行った。分類に用いた酸素欠乏危険場所は表1に示したとおりである。

表1：酸素欠乏危険場所

1	次の地層に接し，又は通ずる井戸等（井戸，井筒，たて抗，ずい道，潜函，ピットその他これらに類するものをいう。次号において同じ。）の内部（次号に掲げる場所を除く。）
---	--

イ	上層に不透水層がある砂れき層のうち含水若しくは湧水がなく，又は少ない部分
ロ	第一鉄塩類又は第一マンガン塩類を含有している地層
ハ	メタン，エタン，又はブタンを含有する地層
ニ	炭酸水を湧出しており，又は湧出するおそれのある地層
ホ	腐泥層
2	長期間使用されていない井戸等の内部
3	ケーブル，ガス管その他地下に敷設される物を収容するための暗きよ，マンホール又はピットの内部
3-2	雨水，河川の流水又は湧水が滞留しており，又は滞留したことのある槽，暗きよ，マンホール又はピットの内部
3-3	海水が滞留しており，若しくは滞留したことのある槽，暗きよ，マンホール又はピット（以下，この号において「熱交換器等」という。）又は海水を相当期間入れてあり，若しくは入れたことのある熱交換器等の内部
4	相当期間密閉されていた鋼製のボイラー，タンク，反応塔，船倉その他その内壁が酸化されやすい施設（その内壁がステンレス鋼製のもの又はその内壁の酸化を防止するために必要な措置が講ぜられているものを除く。）の内部
5	石炭，亜炭，硫化鉄，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タンク，船倉，ホッパーその他の貯蔵施設の内部
6	天井，床若しくは周壁又は格納物が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	穀物若しくは飼料の貯蔵，果菜の熟成，種子の発芽又は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物を入れてあり、又は入れたことのあるタンク、むろ又は醸造槽の内部
9	し尿、腐泥、汚水、パルプ液その他腐敗し、又は分解しやすい物質を入れてあり、又は入れたことのあるタンク、船倉、槽、管、暗きよ、マンホール、溝又はピットの内部
10	ドライアイスを使用して冷蔵、冷凍又は水セメントのあく抜きを行っている冷蔵庫、冷凍庫、保冷貨車、保冷貨物自動車、船倉又は冷凍コンテナの内部
11	ヘリウム、アルゴン、窒素、フロン、炭酸ガスその他不活性の気体を入れてあり、又は入れたことのあるボイラー、タンク、反応塔、船倉その他の施設の内部
12	前各号に掲げる場所のほか、厚生労働大臣が定める場所

3. 酸素欠乏危険場所に当てはまらない事例の特定

前項で類型化を行った事例のうち、酸素欠乏危険場所(労働安全衛生法施行令の別表6)に当てはまらない事例の特定を行い、各々についてどの部分が当てはまらないのかの検討を行った。その上で、さらに酸素欠乏症等による労働災害を有効に防止するために必要な措置についての検討を行った。

(倫理面への配慮)

本研究は一部に労働災害調査復命書の調査を含むことから、研究倫理委員会から研究計画についての許可を得た上で実施している(通知番号:H3017)。また、本報告書にて言及する死亡事故例については、厚生労働省が公開している情報のみを使用している。

C. 研究結果

(1) 死亡災害データベースの解析

死亡災害データベースにてキーワード検索した結果、表2の通りであった(重複データを除いた数)。

表2: 死亡災害データベースにおける各キーワードの検索ヒット数

検索の分類	ヒット数
酸欠等	166
窒息	152
二酸化炭素	27
一酸化炭素	125
井戸等	858
地層等	0
メタン等	41
雨水・海水	195
ボイラー・タンク・船倉等	1091
槽・管	2728
石炭・鋼材・チップ等	560
倉庫等	1075
穀物等	251
発酵等	366
冷蔵・冷凍	469
不活性ガス	132
硫化水素等	69
調味液等	2
倒れている	1234

表2に示した数はこの時点で検索にヒットしたデータの数であって、実際には酸素欠乏症と関係のない事例も含まれている。このようにして抽出したデータに対して、酸素欠乏症に関係のある労働災害かどうかを目視で確認した結果、酸素欠乏症等の疑いのある事例(一酸化炭素中毒や硫化水素中毒、酸欠の結果として事故が発生したと思われる事例を含む)として、415件が該当した。

このデータに対して、酸欠、硫化水素中毒、一酸化炭素中毒の分類を行った。その結果、酸欠が原因である、または疑われる事例が

221 件、硫化水素が原因である事例が 36 件、一酸化炭素が原因である事例が 119 件、このデータに含まれる情報では判断できない事例が 39 件あった。

(2) 酸素欠乏症の事故事例の類型化の結果

死亡災害データベース⁴⁾から抽出した酸素欠乏症が疑われる事例(平成3年～28年, 221件)を酸素欠乏作業場所(表1)および「特殊な作業における防止措置」が求められている作業(表3)のいずれに該当するかの類型化を行った結果を表2に示す。

表3：酸素欠乏症等の事例の類型化結果

別表6の区分	推定事例数	疑念あり
1	6	0
2	0	0
3	15	0
3-2	10	0
3-3	1	0
4	17	1
5	11	3
6	0	0
7	5	3
8	14	8
9	69	8
10	5	0
11	42	8
分類不能 規定外	40	—

1. 「疑念あり」の事例の精査

表3にて「疑念あり」と分類された各々の事例について、どの部分が安衛法施行令の別表6に該当しないのかを精査した。その結果を下記に示す。

(1) 別表6の箇条4に該当すると思われるが、疑念がある事例

事例1

クレーン台船による作業終了後、スパット(台船固定用H鋼)を引き抜いたところ途中で折れていたため、1名の労働者が、折れて残った部分を引き上げるためにスパットガイド(スパットを通すための台船の穴)内に立ち入ったところ、酸欠空気(スパットが折れた際に生じたスパットガイドの破損部分を通してバラストタンクから漏れ出したもの)を吸入し被災した。また、救出しようとした1名の労働者も同様に被災した。
(1997年の発生事例)⁶⁾

この事例はクレーン台船における作業中の事故であり、バラストタンクの酸欠空気によって発生したものであるが、バラストタンクに立ち入って被災したのではなく、スパットガイドが破損したことによりバラストタンクから酸欠空気が漏出し、それを吸入することによって酸欠事故が起きたものである。このことから、箇条4に該当すると考えるのは難しいと思われる。

(2) 別表6の箇条5に該当すると思われるが、疑念がある事例

事例2

貨物船(14,950t)に積み込まれた原木のくん蒸剤(臭化メチル)の投棄準備作業中、ガス検知用のビニールホースをエスケープマンホールに入口から下方の3番船倉底におろしていた際、酸欠になり、ハッチから2.5m下に転落した。助けようとした同僚も転落した。
(1991年12月の発生事例)⁴⁾

この事例は、貨物船に積み込まれた原木に

起因するものであるため、箇条 5 に該当すると思われるが、箇条 5 では「～の内部」と定めており、ハッチ外から作業をしていた本事例はその点で当てはまらなれないと考えられる。

(3) 箇条 7 に該当すると思われるが、疑念がある事例

事例 3

豚舎において、給餌作業を行っていた被災者が豚舎横に設けられた餌貯蔵用のサイロのわきで仰向けに倒れているところを同僚が発見した。同日、搬送先の病院において死亡が確認された。当時、被災者は一人で作業を行っており被災時の状況を目撃した者はいなかった。

(2009 年 2 月の発生事例) 4)

事例 4

被災者は飼料運搬車（タンク車）で飼料を配送する者であるが、配送先にある高さ 5.5 メートルのサイロ下の地面でうつ伏せに倒れているところを発見された。

(2011 年 3 月の発生事例) 4)

この 2 事例はともに飼料を取り扱う際に発生しているため、箇条 7 に該当すると思われるのが自然であるが、その一方でサイロ脇あるいはサイロ下で被災者が発見されていることから、箇条 7 で定めている「サイロ内部」には該当しない可能性が指摘される。

事例 5

被災者を含め複数で刈り取った飼料用デントコーンの山にビニールシートをかぶせる作業中、デントコーン上に掛けられたビニールシートの下に入り込んだ際、ビニールシート下の酸素が低濃度である空気を吸ったことにより体調に異常をきたし、自身の嘔吐物により窒息した。なお、デントコーンはコの字形をした盛土内に、山積みにな

れていた。

(2012 年 10 月の発生事例) 4)

この事例は飼料用デントコーンの山にビニールシートを被せる際、ビニールシートの下に入り込んだために酸欠空気を吸って発生した事例であるが、作業が行われたのは屋外であるため、箇条 7 で定めた「サイロ、むろ、倉庫、船倉またはピットの内部」に該当しないと思われる。

(4) 箇条 8 に該当すると思われるが、疑念がある事例

事例 6

酒製造課程において、もろみを入れてあるタンク内の検温作業中、もろみの状態を見るためタンク内部をのぞき込んだ際、酸素欠乏になりタンク内に墜落した。

(1992 年 2 月の発生事例) 4)

事例 7

酒醸造工場の仕込蔵において、被災者が開放タンクにて醸造過程の醪（もろみ）のサンプル採取の為、タンク（高さ約 2 m×直径約 2 m）の外周に木製ハンゴを立て掛け、攪拌等作業を単独で行っていたところ、内部に転落した。その後、深さ約 1.5 m の醪にうつ伏せ状態で浮かんでいるところを他の作業員に発見された。

(2016 年 3 月の発生事例) 4)

酒類の製造工程は発酵する食品を取り扱う現場であるため箇条 8 に該当するが、箇条 8 は「発酵する物を入れてあり、又は入れたことのあるタンク、むろ又は醸造槽の内部」が対象であり、タンク上部からの作業や、中を覗き込むような作業は該当しない可能性がある。

事例 8

円筒形の調味液タンク(直径約 180cm×深さ約 180cm)を清掃する作業中、内部に入った労働者から連絡がないため同僚が確認したところ、タンク内部で倒れている被災者を発見した。また、助けに入った同僚も同じく被災した。⁴⁾

農産保存食料品製造業において、タンクの掃除を行うために、タンクの中へ入ったところ、酸素欠乏により死亡した。前処理でタンク内の置換をしていなかったため、好気性微生物の呼吸により酸素欠乏となっていたもの。¹⁸⁾

(2012 年 8 月の発生事例)

この事例は、農産保存食料品(梅干)製造工場において、調味液タンクを清掃する作業中において、調味液タンク内壁および調味液に増殖していた好気性微生物の呼吸によって酸素欠乏となっており、被災したものである³⁾。ここで酸素欠乏危険場所と照合してみると、箇条 8 は酒、醤油等、発酵を利用する食品を対象としている。一方、箇条 7 は穀物や飼料、果菜等、それ自体が呼吸することによって酸素欠乏になる危険性のあるものが対象であり、箇条 9 はし尿、汚泥、汚水等、腐敗や分解しやすい「廃棄物」を対象としている。このことから、この事例のように発酵や腐敗を想定していない食品や原料はいずれの箇条の対象にもならないと判断される。

(5) 箇条 8 または箇条 11 に該当すると思われるが、疑念がある事例

事例 9

圧力容器によるビタミン原料の菌の培養工程が終了して、別の圧力容器へ窒素圧力を用いて移し替えたのち、一人でマンホールの外からジェットガン、水道のホースを用いて洗浄を行っていた容器内で酸素欠乏症になった。⁴⁾

ビタミン中間原料を製造する培養用圧力容器を、容器上部のマンホールよりジェットガン及び水道ホースで洗浄していたところ、容器内部は窒素が残存しており、酸素欠乏状態であったため、当該作業者が酸素欠乏症により死亡した。⁸⁾

(2002 年 3 月の発生事例)

この事例は発酵する食品を取り扱う現場であるが、窒素圧力を用いて移し替えた後であるため、箇条 8 または箇条 11 に該当する、いずれにしてもマンホール外からジェットガンや水道ホースで洗浄している作業であり、内部での作業ではないことから、該当しない可能性がある。

(6) 箇条 9 に該当すると思われるが、疑念がある事例

事例 10

汚泥再生処理センター建設工事において、発酵槽のマンホール点検歩廊(高さ 4.83m、手すり有)上で自動弁点検歩廊の設計に係る実測作業中に墜落した。⁴⁾

(2001 年 10 月の発生事例)

事例 11

大規模修理工事のため、ドックに入渠中の冷凍運搬船のメンテナンスハッチにおいて、被災者は同僚と二人で 2 台のポンプを使用し、同ハッチ下に位置する生活排水タンク内の真水の排水作業を行っていたが、同日午後、同ハッチ脇で倒れているのを発見された。⁴⁾

(2006 年 8 月の発生事例)

事例 12

BOD 曝気槽(工場から出る汚水をバクテリアで分解する槽)の巡視で、曝気槽の通路を通行中に槽内へ転落した。⁴⁾

(2001 年 1 月の発生事例)

事例 13

汚水処理施設の沈殿槽上に取り付けられた沈殿物脱水装置の点検及び水洗い作業中、沈殿槽内（深さ 3.4 m）に墜落した。⁴⁾
(1996 年 5 月の発生事例)

事例 14

製油所内の吸収塔付近で、吸収塔のトップデミスター洗浄作業中にバキューム車にて汚泥物を回収し、バキューム車のタンク上部にあるマンホールを開放して、(タンク内の汚泥物の堆積量を確認しようと)マンホール脇の作業台上に上っていた被災者が作業台の上で倒れているところを発見された。直ちに救急搬送されたが、搬送先の病院で死亡した。⁴⁾
(2012 年 2 月の発生事例)

これらはいずれも簡条 9 に該当すると思われるが、簡条 9 では設備の内部での作業を対象としているのに対し、これらはマンホール点検歩廊、メンテナンスハッチ脇、曝気槽の通路、沈殿槽状の沈殿物脱水装置と、いずれも装置の外部で被災していることから、厳密な意味では該当しない可能性がある。

事例 15

台風で座礁した貨物船の船内と海洋に流れ出た重油の回収作業のため、10 名の労働者が左舷バラストタンク内に立ち入ったときに硫化水素中毒となり 2 名が死亡した。⁴⁾
平成 14 年 7 月に志布志湾内で座礁した貨物船から燃料の重油を回収していたところ、積荷のトウモロコシの腐敗により硫化水素が発生していたために、甲板下のタンクにまでこの硫化水素が流入し、同所で作業していた作業員 1 名がこれを吸入し中毒となり被災(休業)し、これを救助しようとした作業員 9 名も中毒となり、うち 2 名が死亡した。⁸⁾
(2002 年 8 月の発生事例)

この事例は座礁した貨物船において積み荷のトウモロコシの腐敗によって発生した硫化水素による中毒事故であるが、トウモロコシを積んでいた船倉内で発生したわけではなく、別の場所にまで発生した硫化水素が流れ込み、重油回収作業中に中毒事故が発生したものである。

また、簡条 9 はし尿、汚泥等の「腐敗あるいは分解することが想定されるもの」が対象であり、本来は食品あるいは飼料として用いられる穀物が該当するかどうかは微妙である(穀物または飼料の貯蔵は簡条 7 に規定)。しかしながら、簡条 7 では穀物または飼料自体が消費する酸素による酸欠が対象であり、硫化水素中毒の可能性は想定されていないという問題もある(硫化水素中毒を想定しているのは簡条 3-2, 9, 12 である)。

(7) 簡条 7~9 のいずれかに該当すると思われるが、疑念がある事例

事例 16

荷の検品作業のため倉庫内に入ろうとしたところ、電動式大扉が故障していたため、非常用扉を開け、被災者 A が倉庫内に 5~6 m 立ち入ったところ、倒れた。続いて被災者 A の様子を見に行った被災者 B が被災者 A を発見し、救援を呼んだ直後、被災者 B も非常用扉付近で倒れたもの。救急搬送されたが 2 名とも死亡した。倉庫内の荷(フレコンバック約 320 袋に入った醤油粕)が酸素を消費し、酸素欠乏場所となっていた。⁴⁾

被災者は、倉庫内において、集積されている荷(粉碎醤油粕)を目視により検品する作業に従事していたが、同倉庫内で倒れ、その後死亡した。醤油粕に好気性微生物が混入しており、これが呼吸して酸素を消費し、倉庫内が酸素欠乏状態となったもの。¹⁶⁾

(2010年11月の発生事例)

この事例は、飼料としてのリサイクル目的で倉庫に保管されていた醤油粕に増殖した好気性微生物により酸素が消費され、作業者が酸素欠乏症で死亡した事例であるが、醤油粕が箇条7～9のいずれに該当するかによって判断が分かると考えられる。醤油粕が飼料としてリサイクルされるものであることから箇条7(穀物若しくは飼料の貯蔵)に該当するとした場合は、対象として明記されている「倉庫の内部」に該当するが、箇条8(発酵する物)に該当するとした場合、「タンク、むろ又は醸造槽の内部」とあるので、倉庫は該当外となる可能性がある。また、箇条9(腐敗または分解しやすいもの)に該当するとした場合、「タンク、船倉、槽、管、暗きよ、マンホール、溝またはピットの内部」とあるため、倉庫は対象外となる可能性がある。

箇条7は貯蔵しているものが呼吸によって酸素を消費するもの、箇条8は利用している微生物による発酵によって酸素を消費するもの、箇条9は廃棄物等が腐敗することによって酸素が消費される、あるいは硫化水素が発生することをそれぞれ指し示していると考え、どれに該当するのかの判断は難しい可能性がある。

(8) 箇条11に該当すると思われるが、疑念がある事例

事例17

化成品の製造プラントで、反応が終了した製品のろ過を行うタンク(深さ2.3m)において、製造の合間に洗浄され、窒素充填(酸素濃度0%)されている状態の空のタンクの蓋(直径50cm)をあけ、付近の汚れを布で拭き取ろうとしたところ誤って内部に転落した。⁴⁾

香料原料貯蔵タンクの内部の洗浄作業工程のうち、タンク内部に窒素を導入する窒素

乾燥以降の作業を行っていた被災者が、タンク側面のマンホールを開け、タンク内部に頭を入れたところ、酸素欠乏空気を吸入し、死亡した。¹⁾

(2005年12月の発生事例)

この事例は、窒素充填されているタンク内部での作業であるので箇条11に該当する可能性が高いが、タンクの蓋を開けて作業をしたところ酸欠空気を吸入したということであるから、タンク内部での作業ではなく、厳密な意味では該当しない可能性がある。

事例18

工場の外壁に沿って設置された鉄骨製のベランダの下で、液体窒素の入ったボンベの減圧作業に従事していた被災者が当該ボンベの前で倒れているところを発見され、病院に緊急搬送されたが、6時間後に死亡が確認された。⁴⁾

(2016年2月の発生事例)

この事例は、工場外壁に沿って設置されていたベランダ下において、液体窒素ボンベの減圧作業を行っていて被災したものであり、屋外であることから箇条11の対象とはならないと考えられる。

事例19

木造家屋新築工事現場において、1階床下部分の硬質ウレタンフォーム吹き付けによる断熱工事作業中、ウレタンフォーム硬化の際に発生するフロンガス等の充満より生じた酸欠空気を吸入し被災した。⁶⁾

(1997年9月の発生事例)

事例20

住宅建新築工事現場で、硬質ウレタンの吹き付けによる断熱工事作業を行っていたところ、換気が不十分であったためトイレ床下の外壁基礎コンクリート部分で作業中に

ウレタンの発泡剤から発生した代替フロンガスにより付近の空気が置換されて生じた酸素欠乏空気を吸入し、被災した。¹⁷⁾
(2001年6月の発生事例)

フロンガスによる酸素欠乏は簡条 11 が該当するが、簡条 11 は不活性ガスを入れてあるか、又は入れたことのある施設の内部が対象である。本件は硬質ウレタンフォーム吹付け作業後に、ウレタンフォーム硬化の際に発生するフロンガスが充満したものであり、簡条 11 には当てはまらないと思われる。

2. 分類不能または規定外に分類された事例の再分類

分類不能または規定外とされた事例について、その原因が特定できるものについて、酸素欠乏症防止規則 第三章「特殊な作業における防止措置」(第 18 条～第 25 条の 2) のいずれに該当するかどうかも含めて表 4 のとおり分類した。

表 4：分類不能または規定外に分類された事例の再分類結果

分類	推定事例数
消火装置 (則 19 条)	3
溶接作業 (則 21 条)	1
ガス漏出防止 (則 22 条) ※誤接続	4
可燃性ガス (則 23 条 2)	4
規定外	13
分類不能	15

このうち、消火装置 (酸欠則 19 条)、溶接作業 (酸欠則 21 条)、ガス漏出防止・誤接続防止 (酸欠則 22 条)、可燃性ガス (酸欠則 23 条 2) については、いずれも酸欠則にて「特殊な作業における防止措置」として、防止措置を求めている。

ここでは、規定外に分類された事例につい

て、精査した。

事例 21

工場内切粉処理ピットに入ったところ、消火器の点検業者がピットに捨てていった二酸化炭素により酸欠になった。⁴⁾
(1993年11月の発生事例)

消火器による酸欠防止については、酸欠則第 19 条にて措置を求めているが、点検業者が捨てていった消火器は対象外である。

事例 22

機械設備冷却用ドライアイス (300 kg) を積んだワゴン車で工事現場に向う途中、道路脇で停車中のワゴン車の中で酸欠により死亡している被災者が発見された。⁴⁾
(1994年8月の発生事例)

冷却用ドライアイスについては、ドライアイスを使用した冷蔵、冷凍装置、車両等については簡条 10 にて規定があるが、ドライアイスを運搬中の車両については規定がない。

事例 23

加硫促進剤製造工程において、製造プラント洗浄ラインのバルブを開放したままラインのパイプを外したところ、中間タンクに滞留していた硫化水素が逆流して漏れ出し、硫化水素中毒になった。⁴⁾
(1995年1月の発生事例)

事例 24

脱硫装置の定修工事中、装置から漏れた硫化水素を吸入した。⁴⁾
(1995年5月の発生事例)

事例 25

試験的に羊毛などの裁ち屑から肥料を製造する作業に立ち会っていて、製造工程において発生した硫化水素により中毒となっ

た。⁴⁾

(平成 12 年 6 月の発生事例)

事例 26

被災者が、廃液タンク内のアルカリ性廃液を中和処理するため、硫酸を廃液に添加したところ、大量の硫化水素ガスが発生した。被災者は、発生した硫化水素ガスを吸引し、被災した。⁴⁾

(2011 年 1 月の発生事例)

事例 23～26 は製造工程等において原料である硫化水素が漏洩するか、もしくは硫化水素が発生し、それが原因で硫化水素中毒が発生した事例である。硫化水素については、第二種酸欠危険作業として箇条 3 の 2、箇条 9、ならびに箇条 12 に規定されているが、原料としての硫化水素や、製造工程において発生した硫化水素については規定がない。

事例 27

温泉貯湯タンク（容量 9 立方 m）の上部マンホールからタンク内に入り、タンク内部をホースで水洗作業中、2 名が倒れ、両名とも死亡した。⁴⁾

(2013 年 6 月の発生事例)

事例 28

温泉と沈殿物を分ける分湯槽と呼ばれるタンク内にて、沈殿物を除去する作業中、温泉及び沈殿物が攪拌され、温泉及び沈殿物に含まれていた硫化水素が流れ出し、被災者が 2 名が硫化水素中毒となり死亡した。尚、硫化水素の濃度測定は行っておらず、呼吸用保護具の着用もなかった。⁴⁾

(2014 年 6 月の発生事例)

事例 29

温泉旅館で猫を救出しようと遺構に立ち入ったところ、突然ふらついて意識を失い、翌日搬送先の病院で死亡したもの。²⁴⁾

(2018 年 3 月の発生事例)

事例 27～29 はいずれも温泉において発生した事例である(事例 27, 28 は硫化水素中毒, 事例 29 は二酸化炭素の湧出による酸素欠乏症)。温泉において硫化水素中毒が発生することはよく知られている他、温泉によっては炭酸ガスが発生することもあるが、酸欠則には言及されていない。

D. 考察

酸素欠乏症等を防止するために、我が国では酸素欠乏症危険場所を安衛法施行令に明示し、酸素濃度（硫化水素濃度）の測定や、保護具の着用等を求めている。しかしながら、過去の死亡事故の事例を精査した結果、酸素欠乏症危険場所として明示されている場所以外における事故も発生していることが明らかとなった。それらの中でも事例が目立ったケースを以下に挙げる。

(1) 酸素欠乏症危険場所として「～の内部」が明示されているにもかかわらず、ハッチやマンホール外、または屋外において被災していると思われる例が複数存在すること(事例 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18)。

「～の内部」という表現は別表 6 の箇条 12 を除く全ての箇条にて規定されているが、酸欠空気や硫化水素がハッチやマンホール、扉などの開口部外においても存在する可能性があること、さらに少し覗き込むような動作が必ずしも内部での作業と認識されていない可能性が考えられる。

このことから、「～の内部」だけでは酸素欠乏症等による労災事故を防止するには不足している可能性がある。

(2) 箇条 7～9 のいずれに該当するのかが不明確、あるいはどれにも該当しないと思われる事例が存在すること(事例 8, 15, 16)。

事例 8 (梅干工場における調味液タンクが微生物に汚染され、酸欠事故が発生した事例) は、一般的な食品工場における原料や製品が微生物に汚染され、微生物の呼吸により酸素が消費されて酸素欠乏状態となったものである。

また、事例 16 (醤油粕に付着した微生物の呼吸により酸欠事故が発生した事例) は、飼料としてリサイクルされる予定の醤油粕を保管していた倉庫において、醤油粕に付着していた微生物の呼吸により酸素が消費されて酸素欠乏状態になったものである。

これらがどの箇条に該当するかを考えてみると、箇条 7 (穀物、飼料、果実、種子、きのこ等の呼吸によって酸素が消費するケースを想定)、箇条 8 (醤油、酒、もろみ、酵母等の発酵によって酸素が消費するケースを想定)、箇条 9 (汚泥、汚水、パルプ液等の腐敗や分解によって酸素が消費、あるいは硫化水素が発生するケースを想定) のいずれにも該当しない可能性がある。本来、発酵も腐敗も想定していない食物やその原料であっても、保存条件や期間、管理状況によっては微生物が増殖し、酸素欠乏や硫化水素が発生することは十分に考えられる。従って、これらについても該当する項目があるようにすべきであると考えられる。

なお、事例 15 は座礁した貨物船において積み荷のトウモロコシの腐敗によって発生した硫化水素による中毒事故である。本来であればトウモロコシは箇条 7 に該当するが、腐敗して硫化水素が発生することは想定されていない。穀物であっても、保管状態によっては硫化水素が発生する可能性があることを認識すべきかも知れない。

(3) 硫化水素が原料もしくは中間生成物であるか、工程において硫化水素が発生する作業がいずれの箇条にも該当しないこと (事例 23, 24, 25, 26)。

(4) 温泉で発生する硫化水素や二酸化炭素によるものがいずれの箇条にも該当しないこと (事例 27, 28, 29)。

これらはいずれも硫化水素に関する事例であるが、硫化水素の発生を想定した酸素欠乏危険場所は箇条 3-2, 9, 12 であり、いずれも微生物によって硫化水素が発生するケースを想定していることから、工程中に硫化水素が発生する事例や、温泉から硫化水素が発生する事例を想定した箇条が存在しない。温泉での硫化水素中毒事故は定期的に発生していることから、何らかの対応が必要と考えられる。

(5) 不活性ガスが工程中に発生する事例がいずれの箇条にも該当しないこと (事例 19, 20)

これらの事例は、建設現場において硬質ウレタンフォーム吹付け工事を実施したところ、硬化時にフロンガスが発生し、酸素欠乏症となったものである。不活性ガスについては箇条 11 に記載があるが、不活性ガスが入っているか、入れたことのある施設内部での作業が対象であり、このように作業工程中に不活性ガスが発生するケースは想定していない。

以上の通り、過去の酸素欠乏症等による死亡事故事例の中には、現状の酸素欠乏危険場所に該当しないか、漏れてしまうケースが存在することが明らかとなった。実際に安衛法施行令の別表 6 を改定する必要があるかどうかの判断はできないが、既存の規定で十分であるかどうかの検討を行う必要はあると思われる。

E. 結論

以上のように、立入禁止や作業環境測定、作業主任者の選任など、酸素欠乏症等を防止するため措置が義務付けられている酸素欠乏危険場所以外の場所においても、酸素欠乏症

等による労働災害が発生している事例が散見されることが判明した。

酸素欠乏症等による災害は、一度発生すると死亡や重篤な災害に直結しかねないものであるため、今後、酸素欠乏症等による労働災害防止を徹底するためには、酸素欠乏危険場所以外であっても、作業場所（特に、酸素欠乏危険場所の近傍など）の状況や作業の内容、使用する原材料や機械設備等に応じて、リスクアセスメント及びそれに基づく措置の実施を図っていく必要があると考えられる。

F. 健康危険情報

特になし

G. 研究発表

1.論文発表

なし

2.学会発表

なし

H. 知的財産権の出願・登録情報

1.特許取得

該当なし

2.実用新案登録

該当なし

3.その他

該当なし

参考資料

- [1] 酸素欠乏症等防止規則, 昭和 47 年労働省令第 42 号.
- [2] 労働安全衛生法施行令, 昭和 47 年政令第 318 号.
- [3] 従業員酸欠で死亡, 会社など書類送検田辺労基署／和歌山県. 2012.12.22 朝日新聞大阪地方版.
- [4] 厚生労働省：死亡災害データベース.
http://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen_pg/SIB_F

ND.aspx

- [5] 厚生労働省：平成 8 年酸素欠乏症発生事例. <http://www.jaish.gr.jp/horei/hor1-39/hor1-39-31-1-15.html>
- [6] 厚生労働省：平成 9 年酸素欠乏症発生事例. <http://www.jaish.gr.jp/horei/hor1-39/hor1-39-31-1-17.html>
- [7] 厚生労働省：平成 13 年酸素欠乏症発生事例. <http://www.jaish.gr.jp/horei/hor1-43/hor1-43-23-1-3.pdf>
- [8] 厚生労働省：平成 14 年酸素欠乏症発生事例. <http://www.jaish.gr.jp/horei/hor1-44/hor1-44-17-1-17.html>
- [9] 厚生労働省：平成 15 年酸素欠乏症発生事例. <http://www.jaish.gr.jp/horei/hor1-45/hor1-45-19-1-13.html>
- [10] 厚生労働省：平成 16 年酸素欠乏症発生事例. <http://www.jaish.gr.jp/horei/hor1-46/hor1-46-26-1-3.html>
- [11] 厚生労働省：平成 17 年酸素欠乏症発生事例. <http://www.jaish.gr.jp/horei/hor1-47/hor1-47-34-1-3.html>
- [12] 厚生労働省：平成 18 年酸素欠乏症発生事例. <http://www.jaish.gr.jp/horei/hor1-48/hor1-48-33-1-3.html>
- [13] 厚生労働省：平成 19 年酸素欠乏症発生事例. <http://www.jaish.gr.jp/horei/hor1-49/hor1-49-83-1-3.html>
- [14] 厚生労働省：平成 20 年酸素欠乏症発生事例. <http://www.jaish.gr.jp/horei/hor1-50/hor1-50-30-1-3.html>
- [15] 厚生労働省：平成 21 年酸素欠乏症発生事例. <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11300000-Roudoukijunkyokuanzeneiseibu/21-sanketsu.pdf>
- [16] 厚生労働省：平成 22 年酸素欠乏症発生事例. <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11300000-Roudoukijunkyokuanzeneiseibu/22-sanketsu.pdf>
- [17] 厚生労働省：平成 23 年酸素欠乏症発生事例.

- 例. <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11300000-Roudoukijunkyoanzeneiseibu/23-sanketsu.pdf>
- [18] 厚生労働省：平成 24 年酸素欠乏症発生事例. <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11300000-Roudoukijunkyoanzeneiseibu/24-sanketsu.pdf>
- [19] 厚生労働省：平成 25 年酸素欠乏症発生事例. <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11300000-Roudoukijunkyoanzeneiseibu/25-sanketsu.pdf>
- [20] 厚生労働省：平成 26 年酸素欠乏症発生事例. <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11300000-Roudoukijunkyoanzeneiseibu/h26.pdf>
- [21] 厚生労働省：平成 27 年酸素欠乏症発生事例. <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11300000-Roudoukijunkyoanzeneiseibu/h27.pdf>
- [22] 厚生労働省：平成 28 年酸素欠乏症発生事例. <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11300000-Roudoukijunkyoanzeneiseibu/28-sanketsu.pdf>
- [23] 厚生労働省：平成 29 年酸素欠乏症発生事例. <https://www.mhlw.go.jp/content/11300000/000333417.pdf>
- [24] 厚生労働省：平成 30 年酸素欠乏症発生事例. <https://www.mhlw.go.jp/content/11300000/h30.pdf>