

## 特別寄稿：

2024年3月18日

## 厚生労働大臣への要望書

佐藤 暢

私は「ヒトが二酸化炭素（ガス）を吸入した際に起こる有害性が無視されて、酸素欠乏（酸欠）による障害（窒息）である」とするのは過ちではないかと指摘し、関係政令の一部を修正する必要があると考え、当学会のご理解・ご尽力の程切望し致します。具体的には、旧労働省が1980年に制定した「労働安全衛生法施行令」の別表第6「酸素欠乏危険場所」（第6条、第21条関係）から「10ドライアイスを使用し、」を全文削除し、「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」から炭酸ガスを削除すべきと考えます（二酸化炭素はCO<sub>2</sub>の物質名ですが、気相の場合は炭酸ガスと記して気体（ガス）であることを明示することに致します）。

炭酸ガスは、生体のエネルギー代謝で体内に発生する唯一の排気（exhaust）ガスであり、呼吸により絶えず体外に排出されますが、肺から十分に排出されない場合にはCO<sub>2</sub>が体内に過剰に蓄積されて頭痛やめまい、意識障害等を起こして有害となります。窒息で（息が詰まって）肺胞換気が障害され、内因性の炭酸ガスを再呼吸する率が上昇し、同時に吸入する空気の量とその中の酸素濃度が減少するとCO<sub>2</sub>ナルコーシスと呼ばれる病状で重態化し、遂には窒息死となる恐れがありますが、その際には呼気中・吸気中のCO<sub>2</sub>濃度は5%を超えることは通常ありません。

他方、労働安全や保健衛生面では、地下駐車場の消火設備の液化炭酸ガスボンベやその配管から炭酸ガスが噴出する事故、またはドライアイスの昇華からの外因性の炭酸ガスが混入する事故等では、純炭酸ガスに近い、ないしは格段に高い

CO<sub>2</sub>濃度の空気を施設内のヒトが吸うので、CO<sub>2</sub>分圧の高い方から低い方へと急勾配で肺胞壁をCO<sub>2</sub>が拡散し、炭酸ガスが多量に血液に溶け込みます。こうなると炭酸ガスを肺から全く排出できなくなり、常時体外から体内へ一方的にCO<sub>2</sub>が蓄積して、遂には二酸化炭素中毒で死亡することになります。この現象は約7%以上のCO<sub>2</sub>濃度のガスを吸う場合にも起こりますが、このようなアシドーシス（酸血症）を中毒性アシドーシスと呼び、呼吸性アシドーシスから区別することを提案しています。CO<sub>2</sub>が肺を通じて体外から体内へ一方的に入り、呼吸とは逆方向になるからです。

換言すれば、CO<sub>2</sub>は、濃度4%位までは呼吸の生理機能上必須の有益なガスですが、10%を超えると中毒症状が明らかとなり（RTECSでは10%CO<sub>2</sub>1分間吸入がヒトの最小致死濃度）、更にはその10倍も濃い（純）炭酸ガスを吸うと即時に意識を失い、数分間で心肺停止に至る猛毒に豹変します。これこそ生体からの唯一の排気ガスであるCO<sub>2</sub>特有の活性であり、アルゴンや窒素などの不活性（inert）ガスにはない作用です。

それなのになぜCO<sub>2</sub>は窒素と同様に不活性なガスと見なされたのでしょうか？CO<sub>2</sub>は窒素と同様に肺での外呼吸においては化学的変化がないので不活性と見なされたと考えます。ところが実際には（鳥取大学医学部法医学飯野守男教授との共著「二酸化炭素中毒について（続）」<jsta.net/pic/co2cyuudoku-2.pdf>の冒頭に述べたように）血液循環による内呼吸では非常に重要な働きをしますが、CO<sub>2</sub>が過剰に蓄積され

ると血液・組織液の酸塩基平衡が酸性に偏り（アシドーシス）緩衝作用が失われて有害となります。しかし、この毒性・副作用については、少なくとも60年間以上前から日本薬局方解説書の解説に記載されていないのを、解説部分も含めて解説書の全文が公文書と誤認された結果、炭酸ガスは不活性で無害であると広く公に見なされてきた経緯が判明致しました。

私がこれは深刻な問題だと気付いたのは、2008年に「公立八女総合病院で起きた緑色の二酸化炭素ボンベを酸素が詰まっていると看護師が誤認して救急手術への搬送中に使い、次いで誤りを誰も気付かないまま同じボンベを救急搬送されてきた別の患者にも使って、2人とも死亡した後で看護師長がCO<sub>2</sub>ボンベの誤用に気付いたが、記者会見したOO企業長は「二酸化炭素の毒性は極めて低く、投与も短時間のため」とミスと死亡との関係を否定した」との新聞記事を見た時でした。

そこで、局方二酸化炭素の毒性・副作用についての公的な記載を調べようと、日本薬局方解説書の第7改正版(1961)から第18改正版(2021)までを調べて「【副作用】特別なものは知られていない」の記載を確認して、出版元(廣川書店・東京)に問い合わせて議論した結果、とりあえず第18版の正誤表の中で【副作用】の項全文を削除し、代わりに「注意点：二酸化炭素を高濃度に含むガスを吸入すると、その毒性により数分で致死になることが知られている。したがって本品を直接吸入させることは避けること」を入れた経過を鳥取大学医学部飯野守男法医学教授との共著論文「二酸化炭素中毒について」<[jsta.net/pic/co2eyu\\_uudoku.pdf](http://jsta.net/pic/co2eyu_uudoku.pdf)>の第1部で詳しく報告しています。公文書である日本薬局方に加えて解説部分は出版元の責任で記述されていたので、当該編集部により修正されました(2022年7月)。

しかし、2023年7月に新たに改訂された「局方二酸化炭素」の添付文書でも、未だに主要文献に第15改正日本薬局方解説書(2006)を挙げており、それに基づいてCO<sub>2</sub>の急性毒性について、1.

警告や2.禁忌事項に赤字・赤枠で記載されていないので、炭酸ガスを誤吸入する事故防止には役立たない形と内容のまま、PMDA(医薬品医療機器総合機構)はそれを電子化した医薬品添付文書として公表しています(【使用上の注意】には、CO<sub>2</sub>を吸入した後の処置についてだけ記載しています)。

窒素は不活性で毒性は無いのですが、空気と置換して空気と窒素の構成が半々になると、その中の酸素を希釈して吸入する空気中の酸素濃度が10%近くまで下がり、意識混濁など酸素欠乏(酸欠)症状が起こるようになります。このような物理的希釈作用は炭酸ガスにもありますが、酸素が20%+CO<sub>2</sub>80%の混合(酸欠無し)ガスを吸わせた犬での実験で、CO<sub>2</sub>50%+空気50%の混合(酸欠)ガスを吸わせた場合と比較して同様な経過を経て心肺停止になったことなどから、死因は酸素欠乏ではなく、CO<sub>2</sub>の急激な中毒作用であると証明されています(文献14: Ikeda Nら:Forensic Sci Int,41:93-99)。

酸素欠乏症防止規則の第2条では「酸素欠乏：空気中の酸素の濃度が18%未満である状態」と規定していますが、高度1万mで飛行中の旅客機内の酸素濃度は(平地での)17%に相当することから見ても、酸素濃度が18%もあれば酸欠症状は通常見られません。そこで、現場の空気中酸素濃度を測定して、正常なら20.9%あるべきところ、何らかの原因で18%未満であった際には、直ちに警報を発してその場からの退避を促すと安全対策として有効です。但し、施設内空気の酸素濃度が18%未満まで下がった原因が炭酸ガスの噴出であった場合には、近くで作業中の人々が最低致死濃度を大きく上回る炭酸ガスを吸って、CO<sub>2</sub>の中毒作用で即時に意識を失って倒れ、そのまま放置すれば二酸化炭素中毒死に至ることになります。

かつて地下駐車場でのCO<sub>2</sub>消火設備の事故が連発したので、1998年には当時の労働省労働基準局安全衛生部労働衛生課長が「二酸化炭素防火設備による酸素欠乏症の防止について」を発出しており、今でも前記した別表第6「酸素欠乏危険場

所」での酸素欠乏危険作業として、酸素危険作業主任者の監督を要することになっています。この為のテキストは中央労働防止協会から発行され、技能講習も公的に行われています(詳細は、麻酔・集中治療とテクノロジー 2017, p118-125(2018) : <https://www.jsta.net/pic/magic-2.pdf> に記載しています)。

他方、消防庁は、1996年に「消火設備の安全対策について」、1997年には「全域放出方式の二酸化炭素消火設備の安全対策ガイドライン」を出していますが、その中で「二酸化炭素を吸入した場合、10%以上では数分以内に意識消失し、放置すれば急速に呼吸停止を経て死に至る」、「中毒量の評価値である最低中毒濃度は、2%とされている」、「消火に用いる濃度(概ね35%)では、ほとんど即時に意識消失に至る」、「高濃度(35%以上)の二酸化炭素が存在すると、酸素欠乏症と相まって、短時間で生命が危険になる」などと急性CO<sub>2</sub>中毒について述べています。

また、2023年9月には消費者庁の国民生活センターから「棺内のドライアイスによる二酸化炭素中毒に注意」が出て、葬儀の際に遺体保冷用のためにひつぎ内に置かれていたドライアイスの昇華による二酸化炭素中毒死の3事例と模擬テストの結果を紹介して、ひつぎ内に顔を入れ(炭酸ガスを吸わないように注意を促しています)。

厚生労働省は、未だに二酸化炭素中毒を酸素欠乏症として取り扱い、酸素濃度を測定するが、炭酸ガス濃度を測定しないため、二酸化炭素吸入事故防止にはならないので、冒頭でも述べましたように、別表第6「酸素欠乏危険場所」の第11項(不活性の気体)から炭酸ガスを削除すること、ドライアイスは酸化して炭酸ガスになるので第10項全文を削除すること、更には、作業環境での炭酸ガス濃度を適宜モニターして1.5%を超えると警報を発して、現場からの即時退去を促すように

修正されることを強く要望致します。

注：労働安全衛生規則には、第3編「衛生基準」、第1章「有害な作業環境」、第583条(坑内の炭酸ガス濃度の基準)に「事業者は、坑内の作業場における炭酸ガス濃度を、1.5%以下としなければならない」とあるので、この濃度を坑内の作業場に限らず、普遍的な安全衛生基準として、立ち入り禁止または緊急避難用の警報に使えば有効ではないかと考えて、上記の提案をしています。但し、米国のLinde社のSDS P-4574の警告にあるように約1%以上の警報でもまだ危険であるといっています。

なお、「毒物及び劇物取締法」で、国際的にはGHS(Globally Harmonized System)分類では、ラット等の齧歯類動物を用いての急性吸入毒性試験で、4時間吸入で半数が死亡する濃度を統計的に算出した値(LC<sub>50</sub>)で危険物が否かを判定するので、二酸化炭素は危険物(毒物と劇物)のリストには載っていません。これも、二酸化炭素が無毒で安全な物質であるとの誤解を助長したのではないかと思います。

LC<sub>50</sub>値は、創薬等の目的で試験物の毒性を統計的に比較する薬学的価値がありますが、労働安全や保健衛生面では、ヒトの最低致死濃度(LCLo)や、更には最低毒性値(LOAEL)の方が重要です。これらの値をヒトについて公に設定するには、法医学、救急救命医学等でのCO<sub>2</sub>中毒事件事例を集積して社会医学的観点から研究する政府機関が(米国のNIOSH, OSHA等のように)決める必要があると考えます。そして、現場では二酸化炭素濃度を適宜モニターして警報する設備の法制化が望まれますが、まずは、二酸化炭素の急性中毒を酸素欠乏によるものとした政省令の修正が必要です。

何卒、私達の真摯な訴えが実現致しますようにご尽力の程、心からお願い申し上げます。

以上。

連絡責任者：日本麻酔科学会名誉会員 佐藤 暢 (とおる)  
e-mail: [satotoru@orange.plala.or.jp](mailto:satotoru@orange.plala.or.jp)