

話題

一酸化炭素中毒の予防について

A Simple Way to Prevent Carbon Monoxide Poisoning

竹内 亨

鹿児島大学大学院医歯学総合研究科環境医学分野

Toru TAKEUCHI

Department of Environmental Medicine Kagoshima University Graduate School of Medical and Dental Sciences

キーワード：Carbon monoxide, Carbon monoxide detector, Carbon monoxide poisoning

平成 21 年 1 月 26 日、鹿児島県出水市の高等学校において、調理実習中の生徒 17 名と教員 1 名が一酸化炭素 (CO) 中毒になり病院で治療を受けた。翌 27 日には鹿屋市の高校で、生徒 7 人が医療実習室のストーブの不完全燃焼により頭痛や嘔気を訴え病院に搬送された。平成 20 年 7 月 30 日、大阪市のパン製造販売店で CO 中毒が発生し、4 歳の女児を含む計 12 人が病院に搬送され、うち従業員 2 人は重症と診断されている。厚生労働省の HP には、労働災害予防参考になる CO 中毒発生事例が掲載されており、掲載されている被災者数だけで平成 18 年は 171 人、19 年は 97 人にのぼり、両年とも死者がでていた¹⁾。一方厚生労働省の人口動態調査では、火災や自殺による死亡数も含まれるが、一酸化炭素の毒作用 (死因基本分類 T58) で平成 18 年は 4,237 人、19 年には 3,745 人が亡くなっている。

鹿児島県で CO 中毒が立て続けに発生し、毎年作業現場での CO 中毒が報道されている。CO の毒性は古くから知られているのに、なぜ CO 中毒が減らないか、どうすれば減らすことが可能かについて考えてみたい。

1. CO 中毒について

CO はヘモグロビン (Hb) に対する親和性が酸素より

2009 年 4 月 16 日受付；2009 年 6 月 24 日受理

J-STAGE 早期公開日：2009 年 7 月 16 日

連絡先：竹内 亨 〒890-8544 鹿児島市桜ヶ丘八丁目 35 番 1 号 鹿児島大学大学院医歯学総合研究科環境医学分野。

Correspondence to: T. Takeuchi, Department of Environmental Medicine Kagoshima University Graduate School of Medical and Dental Sciences, 8-35-1 Sakuragaoka, Kagoshima 890-8544, Japan (e-mail : takeuchi@m.kufm.kagoshima-u.ac.jp)

表 1 CO 中毒の症状 (文献²⁾ を改変)

軽症	頭痛, 嘔気, 嘔吐, 立ちくらみ, 視覚障害
中等症	意識障害, 失神, 胸痛, 呼吸困難, 衰弱, 頻脈, 多呼吸, 筋肉障害
重症	動悸, 不整脈, 低血圧, 心筋虚血, 心停止, 呼吸停止, 肺水腫, 痙攣, 昏睡

約 200 倍高く、Hb と酸素の結合を阻害し、血液の酸素運搬能を低下させ組織の低酸素を引き起こす²⁾。さらに CO と結合したカルボキシヘモグロビン (CO-Hb) を含有する Hb 分子は酸素を解離しにくく、組織での低酸素を助長する。その結果、酸素を必要とする臓器、特に心臓や脳に障害が発生する。CO は Hb 以外のヘム蛋白、例えばミオグロビンやチトクロムとも結合しその機能を阻害し、臓器障害も引き起こす。一方 CO は Hb の分解過程で微量ながら体内で恒常的に発生し、一酸化窒素や硫化水素と同様、体内で何らかの役割を担っていると考えられている³⁾。

有機物が燃焼すれば必然的に CO が発生する。CO は無味・無臭、無色、無刺激性であるため人は感知できない。さらに表 1 に示すように CO 中毒には特徴的な症状がない²⁾。それゆえ、CO が発生し蓄積しても気づかれず、さらに CO 中毒が発生していても CO 中毒と認識されず、その状態で CO がさらに蓄積すれば重篤な CO 中毒に発展してしまう。重篤な CO 中毒は生死に関わり、中枢神経系に遅発障害を引き起こす⁴⁾。医療機関ですら CO 中毒を見逃していると言われている⁵⁾。CO 中毒の診断には CO-Hb を測定する必要があるが、CO-Hb の半減期は空気吸入で 320 分、100% 酸素吸入では 80 分と比較的短い⁶⁾。CO の発生は避けられず、その蓄積を人は感知できず、CO 中毒が発生していても気づかないことが、CO 中毒が減らない最大の原因と考えられる。

2. CO 中毒の予防について

ではどうすれば CO 中毒を減らせるか？ CO が有毒ガスであることはほとんどの人が知っている。CO が蓄積していることに気づけば、屋外に逃れる、換気するあるいは保護具を装着することで CO 中毒を予防できる。はたして CO 蓄積を感知できるだろうか？ CO 警報器の設置あるいは携帯で CO 蓄積に容易に気づくことができる。欧米では CO 警報器は CO 中毒予防に必要と考えられている。例えば CO 中毒の有症状症例の 87.9%、死亡例を含む重症中毒症例の 96.2% が CO 警報器の作動していない環境で発生していたというデータがある⁷⁾。日本でも CO 警報器の設置を積極的に進めるべきと考える。もし CO 警報器が設置され作動していれば、冒頭の 3 事例や厚生労働省 HP の CO 中毒事例の大半は予防で

きたと感じる。

COを大量に発生する機器の製造・販売・使用を禁止することや劣化した機器の使用を禁止することは必須である。しかしCOの発生量や蓄積量は燃焼環境に依存し、使用者が機器の燃焼能力の低下に気付くことは難しい。CO警報器は燃焼機器の特定環境下でのCO発生量や蓄積量、燃焼能力の低下に伴うCO発生量の増加を気づかせる上でも有効と考えられる。

1) CO規制の現状

事務所衛生基準規則では、室におけるCO濃度を50 ppm以下に、空気調和設備が供給する空気中のCO濃度を原則10 ppm以下にするように定めている。しかしCO濃度の測定は2ヶ月以内に1回となっており、CO警報器の設置については記載されていない。

COは特定化学物質障害予防規則では第三類物質に指定されており、管理濃度は設定されていない。「建設業におけるCO中毒予防のためのガイドライン」では、CO濃度を作業中継続して測定し警報装置を設置することになっている。しかし建設業に限らず、燃焼が行われる換気の不十分な場所にはCO警報器を設置すべきである。また内燃機関を動力源あるいは電源として用いる閉所作業では、作業者にCO警報器を携帯させるべきである。CO蓄積に気づくことができれば、CO中毒は容易にしかも大幅に減ると思う。逆にCO蓄積を感知できない状況ではCO中毒は減らない、そしてそれが現状と感じる。

2) CO警報器の課題

CO警報器を携帯し作業を行ったら、警報が鳴りっぱなしで仕事にならなかつたと聞いたことがある。これは作業の危険性を示すとともに、作業現場におけるCO警報器の警報作動基準を考慮する必要性も示唆する。米国の家庭用CO警報器の作動基準であるUL2034は表2のようになっている。日本産業衛生学会の許容濃度は50 ppmである。ちなみにたばこ煙のCO濃度は45,000 ppmもあり、喫煙者は喫煙中400～500 ppmのCOに曝露されると言われている⁵⁾。COの毒性は表3に示すように曝露濃度と曝露時間によって決まる⁸⁾。CO警報器が狼少年にならないよう、安全かつ実用的な作業現場における警報作動基準を設定する必要がある。

CO警報器を設置・携帯さえすればCO中毒が解決する訳ではない。COセンサーや電池には寿命がある。定められた基準で作動するようCO警報器を維持管理するとともに従業員に警報音を理解させる、即ち教育する必要がある。また設置場所や装着部位も考慮する必要がある。いったいCO警報器の価格はどのくらいだろうか？ネットで調べると1～2万円程度で入手可能であり、決

表2 CO警報器作動基準 (UL2034, 2001年版を改変)

CO濃度	
30 ppm	30日以内に警報は作動しないこと
70 ppm	60～240分で警報が作動すること (60分以内には作動しないこと)
150 ppm	10～50分で警報が作動すること
400 ppm	4～15分で警報が作動すること

表3 CO濃度、曝露時間と健康影響 (情報⁸⁾を改変)

400 ppm	1～2時間で前頭痛・吐き気 2.5～3.5時間で後頭痛
1,600 ppm	20分間で頭痛・めまい・吐き気 2時間で死亡
3,200 ppm	5～10分間で頭痛・めまい 30分間で死亡
12,800 ppm	1～3分間で死亡

して高価ではないと感じる。

3) CO警報器の必要性

CO警報器を設置せずとも換気装置を稼働させれば良いと考えるかも知れない。しかし冒頭の出水市のCO中毒の原因を経済産業省は以下のように推定している (News Release 平成21年2月27日)。「事故当日は集団給食室の窓が閉め切られた状態で、LPガスを使用したガス消費量の多い自然排気式ボイラーと換気扇を同時に使用したことにより、室外よりも室内の圧力が低下し、一酸化炭素を含むボイラーの排気が排気筒から正常に室外へ排出されず、ボイラー排気筒下部のボックスから室内に流入したことにより、室内の一酸化炭素濃度が上昇し、事故に至った。」このように換気扇を運転してもCOは蓄積し得る。排気口がふさがれていてもCOは蓄積し得る。CO警報器が設置されていたらCOの予期せぬ蓄積に気づいたと思う。欠陥機器や老朽化した機器の使用に伴うCO蓄積についてもCO警報器は威力を発揮すると思う。

3. まとめ

死亡災害を含むCO中毒が毎年多数発生していて良い筈がない。減少させるようにすべきである。CO蓄積に気づくことができれば、CO中毒は確実に減る。そしてそれは可能であり、以外なほど簡単であると私は考える。CO中毒の予防を期待できるCO警報器設置に向けてもっと社会にアピールする、産業界や教育関係者、行政に働きかける必要があるのではないか？家庭における火災警報器の設置が義務化されたが、CO警報器についても

設置すべきであると考えているが、読者はいかに感じられるだろうか？

4. 補 足

この原稿の査読を受けている最中に山口県美祢市の山口秋芳プラザホテルでCO中毒が発生した。CO警報器の必要性を益々強く感じた。投稿時点では、部屋の容積に比し燃焼能力の高い機器を設置している場所や、燃焼機器を使用するが換気の不十分な環境にCO警報器を設置すべきと考えていた。しかし燃焼機器を設置していない場所でもCO中毒が発生すること、使用者が気づくことが難しい燃焼機器の劣化によりCO中毒が発生しうることから、CO中毒の根絶を目指すなら火災警報器同様全室への設置が必要と考える。また燃焼機器や内燃機関を隧道、洞窟、テント等に持ち込む場合もCO警報器を携帯すべきと考える。

産業衛生領域では、COを取り扱う業務や前述の建設業ではCO警報用器具を備えるようになっている。しかしそれらの業務以外にも、車のアイドリングが行われる倉庫や車庫、ボイラー等の大型の燃焼機器や大型の調理器具を使う職場、内燃機関を使用したり搬入する作業場等にCO警報器を優先的に設置すべきであると考えている。そしてその他の燃焼機器を扱う職場、さらには人が出入りする室にも設置を拡大していくのが、産業衛生的に実効性のあるアプローチと思う。

CO警報器を設置する前に、日本においてもCO警報器がCO中毒発生件数の減少やCO中毒患者の重症度軽減に有効である証拠を提示すべきだという意見は当然あると思う。CO中毒事例におけるCO警報器の有無に関

する横断的調査、CO警報器設置地域と非設置地域間の縦断的比較調査も必要かもしれない。しかし筆者は、CO中毒を予防するにはCO警報器の設置が必要であると考えている。

なお筆者はCO警報器製造・販売メーカーからの報酬・研究費等は一切受けていない。

文 献

- 1) 厚生労働省. 労働基準情報. 化学物質による災害発生事例について. [Online]. [cited 2009 Feb 10]; Available from: URL: <http://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/anzeneisei10/index.html>
- 2) Kao LW, Nañagas KA. Carbon monoxide poisoning. *Emerg Med Clin North Am* 2004; 22: 985-1018.
- 3) Ryter SW, Otterbein LE. Carbon monoxide in biology and medicine. *BioEssays* 2004; 26: 270-80.
- 4) Prockop LD, Chichkova RI. Carbon monoxide intoxication: An updated review. *J Neurol Sci* 2007; 262: 122-30.
- 5) Raub JA, Mathieu-Nolf M, Hampson NB, Thom SR. Carbon monoxide poisoning-a public health perspective. *Toxicology* 2000; 145: 1-14.
- 6) Harper A, Croft-Baker J. Carbon monoxide poisoning: Undetected by both patients and their doctors. *Age Ageing* 2004; 33: 105-9.
- 7) Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Use of carbon monoxide alarms to prevent poisonings during a power outage-North Carolina, December 2002. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2004; 53: 189-92.
- 8) 経済産業省原子力安全・保安院. [Online]. [cited 2009 Jun 10]; Available from: URL: http://www.nisa.meti.go.jp/9_citygas/anshindegas/popup/co.htm