

生活環境内の炭酸ガス（酸性ガス）コントロール

鉢木 義信（はちき・よしのぶ）

住化ケムテックス㈱

イオン交換樹脂グループ・部長

はじめに

近年、人間の生産活動によって増加の一途を辿っている炭酸ガス……これは地球温暖化を防ぐということから京都議定書でも騒がれたように世界中で真剣に取り組まねばならない最大の環境テーマである。産業界ではエネルギー源を石油から原子力にとか叫ばれているが、一方、我々人間やその他動物の呼吸から排出される炭酸ガスは果たして全体の何割を占めるのであろうか？ 人間は1人時間あたり20Lの炭酸ガスを排出するといわれており、世界の総人口から考えて時間あたり地球上で1億m³を排出していることになる。

今回は見方を変えて、我々人間が排出している炭酸ガスは小さな空間でどのような状態にあるのか、酸素を吸入し炭酸ガスとして排出している生命活動は問題なく維持管理されているのかについて考えたい。

陸上の動物は空気を吸って、含まれる酸素を肺で血液中の炭酸ガスと入れ替える。これは自然の現象であり、ダルトンの分圧の法則が成り立ち……つまり吸った空気に酸素が少ないとか、炭酸ガスが多過ぎるといった場合、正常な生命維持ができなくなる。密室に多くの人が長時間集う場合、室内への酸素の供給並びに室内からの炭酸ガス除去が必要となることは自ずと理解できるはずである。

では実際はどうであろうか。外気と入替を行わない夏、冬の冷暖房が行き届いている室内、劇場やライブハウス等の多くの人が集まる施設等、現状ではあまりにも対策がなされていないと感じるのは考えすぎであろうか。

本報告では、各種現場の炭酸ガス濃度、並びに

炭酸ガス濃度と人体への影響を述べ、環境から炭酸ガスを効率良く除去するために我々が開発した装置を紹介する。この装置は単に炭酸ガスのみでなく、塩化水素ガス、NOX、SOX等の酸性ガス除去にも効果を発揮し、故に特殊作業を行うクリーンルームに設置できることはいうまでもないことである。

1. 炭酸ガス濃度（実態）と人体への影響

人は1時間に約480Lの空気を呼吸し、吸気に含まれる酸素21%が呼気中に16%まで低下する。そして、呼気中の炭酸ガスは4%といわれている。体内への吸入空気に炭酸ガスが多く含まれていると、血液中の炭酸ガスが肺で空气中に拡散する際の限度レベルが高くなってしまい、一部が再度動脈を通じて体内に回ってしまうことになる。これによって体全体の動きが悪くなったり、脳の動きが鈍くなることはいうまでもない。新陳代謝が緩慢になり注意集中力が鈍くなり眠気が出て……。

では、実際の生活環境における炭酸ガス濃度やその管理基準はどの程度であろうか、また濃度が高くなるとともに人体にはどのような影響が表れるのであろうか。

第1表に測定値例を、そして第2表に炭酸ガス濃度の管理基準と人体への影響を示す（但し、酸

第1表 炭酸ガス濃度実測値例

場所又は状況	CO2(ppm)
6畳 石油ストーブ室内	4400
東京 通勤電車内(満員)	4500
新幹線車内(100%乗車)	3500
事務所 室内	500~600
研究所 実験室内	380~420

第2表 炭酸ガス濃度の管理基準と人体への影響

管理基準	CO2濃度(%)	状況例	人体への影響
	0.03~0.04	(外気)	
	0.05~0.08	事務所室内	
環境基準	0.1		
教室CO2濃度上限	0.15		
長期安全限界	0.5	満員電車、ストーブ室内	
	1.0		呼吸深度増加
坑内CO2濃度上限	1.5		不快感、カルシウム、リン代謝に影響
	2.0		呼吸量30%増加
	3.0		作業性低下、血圧心拍数変化
	4.0		頭痛、めまい、吐き気、血圧上昇
	5.0		重さのあえぎ、30分で中毒症状
	6.0		呼吸困難
許容限界	8.0		
	10.0		調整機能不能、10分で意識不明
	30.0		反射能力喪失、昏睡、数時間後死亡

素濃度を高めてやればその影響は緩和されるものと思われる。

意外であったのはかなりの濃度に至るまで目に見える体調の変化として現れないことである。ただ私自信、自らの経験から顔がほてったり興味の薄い内容の会議で多くのメンバーが居眠りしたのは炭酸ガスの影響ではなかったのか……と感じている。

大気中の炭酸ガス濃度は300~400 ppmである。閉め切った室内では起床時や石油ストーブ使用時に5,000 ppmを超えることもある。また、都会の通勤満員電車内や新幹線車内においても5,000 ppmに近い状況にある。ビル管理法における環境基準は1,000 ppmであり、長期安全限界は5,000 ppmと言われている中で、このまま放っておいて良いものか……。

倍の10,000 ppmとなると呼吸深度が増加し、40,000 ppmを超えると頭痛、めまいが生じる。

先ほど述べたビル管理法では、1日平均値として1,000 ppmを超えないことを基準としている。また教室内においては1,500 ppm以下であることが望ましいとされている。が、実際の現場（特にライブハウス、劇場等の娛樂室内や居酒屋等）ではこれらをはるかに超えている。

SIDS（乳幼児突然死症候群）は寒くなると発生率が高くなる。乳児死亡原因のトップ3に挙げられる。大人が1日に体重の半分程の重量の空気を呼吸するが、乳児は活発で体重の3倍もの空気を呼吸する。SIDSの原因は不詳ではあるが寝具や体の向き等で吸気中の炭酸ガス濃度が上昇する

ことが大きく関与していると言われている。死亡に至らないケースでも、頭脳の発育に影響を及ぼしている可能性は充分考えられる。

健康に害を及ぼさないまでも、外気と同等の環境（炭酸ガス濃度）で生活することが我々にとって新陳代謝が満足に営まれ、頭脳、体の発育や能力発揮に貢献することは否めない。

2. 炭酸ガスを効率良く除去するための装置（PAT出願済）

(1) 大 容 量

<原 理>

1, 2, 3級（弱塩基）アミン水溶液に炭酸ガスを吸収させ、この液を強塩基性陰イオン交換樹脂と接触させて炭酸ガスをイオン交換樹脂に移し、アミン水溶液を再度炭酸ガス吸収のために循環する。

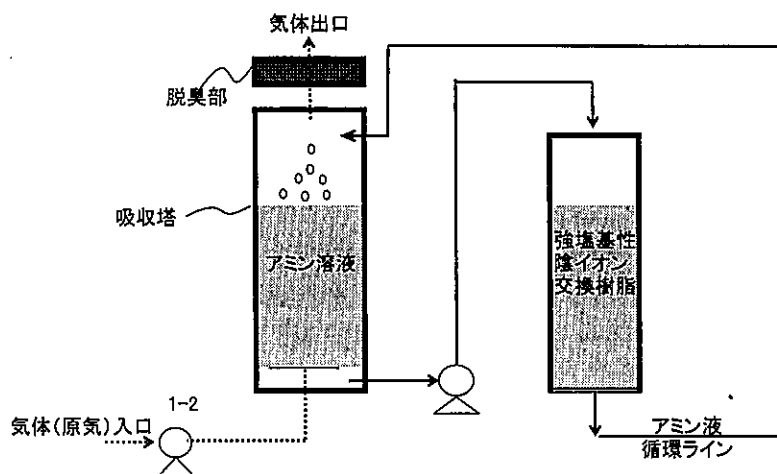
<装 置>（第1図参照）

炭酸ガス吸収塔：アミン水溶液中へのバブリング方式、アミン水溶液散布方式（ラシヒリング）等の方法が考えられる。空気出口には臭気並びにアミン液飛沫除去用の活性炭が施されている。

イオン交換塔：イオン交換樹脂は常時液に浸っており、流入すると同量のイオン交換処理液が炭酸ガス吸収塔に排出される。（充填されているイオン交換樹脂は、ブレイク後全量入替するか、現地で苛性ソーダにて再生しながらの繰返し使用となる。）

<能 力>

イオン交換樹脂1L当たり約30Lの炭酸ガス



第1図

を吸着（樹脂全量交換の場合……但し、初回はアミン液への吸収も含めほぼ倍量の炭酸ガスを吸収する）。

(2) 簡易型

<原理>

アミン（弱塩基）吸着したイオン交換樹脂に、導入した原気を通す。樹脂は網袋に入れカートリッジとして取り替える。

<装置>（第2図参照）

イオン交換樹脂（アミン吸着）が充填された樹脂塔に原気を通気する。その原気を湿らすため事前に加湿器が、また出口には臭気除去用の活性炭が施されている。樹脂がブレイクした時はカート

リッジとして取り替える。抜き出したカートリッジ樹脂は業者引き取りで、まとめて再生される。

<能力>

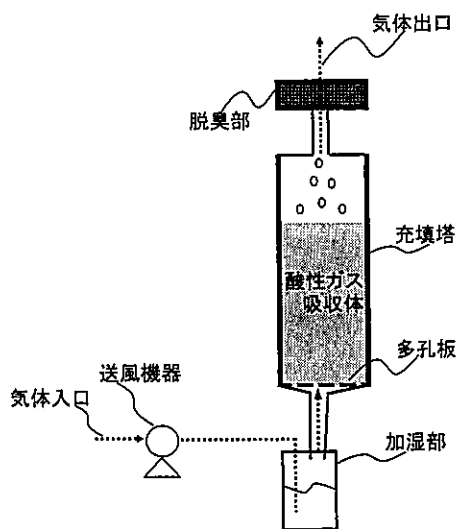
イオン交換樹脂 1L 当たり約 60L の炭酸ガスを吸着する。

おわりに

生活環境内の炭酸ガス濃度が人体に与える影響としては、かなりの高濃度になるまで目に見える症状として現れないが、一方レジャーで山や海に出かけた時の空気のおいしさは単に塵だけの問題であろうか？ 生活環境が騒がれている今日、より快適な生活空間を得、本来の動物としての新陳代謝を計るために今一度自らの行動範囲内の炭酸ガス濃度について確認してみてもいかがであろうか。

この度ご紹介した炭酸ガス除去装置は、空調機ラインに取り付けたり個室に単独で設置し、炭酸ガス濃度を常時モニタリングしながら、収煙機同様必要な時に稼働させることが望ましい。

今後益々環境についての注文が増し、この種の開発が盛んになると予想されるが、今回の報告がその糸口になれば幸いである。



第2図