

## オゾンの安全性について

### □ オゾンの使用方法／オゾンガスとオゾン水

オゾンで殺菌や脱臭を行うには、気相法と液相法と2通りの方法があります。

気相法は、オゾンを含ませた空気(オゾンガス)を接触させることで殺菌や脱臭を行う方法です。また、液相法は、オゾンを高濃度に溶解した水(オゾン水)で洗浄することで殺菌や脱臭を行う方法です。

### □ オゾンの濃度単位

オゾン濃度単位は ppm を用います。これは、気相中オゾン濃度にも液相中オゾン濃度にも共に用いますが、その意味は異なるので注意が必要です。

一般的に気相中オゾン濃度の単位として用いる場合、ppm と言えば体積比での ppm のことです。例えば気相中オゾン濃度が 1ppm であるということは 1m<sup>3</sup> の気体中に 1cc のオゾンが含まれているということになります。

これに対して、液相中オゾン濃度の単位として ppm を用いる場合は一般的に重量比での ppm のことです。液相中オゾン濃度が 1ppm であるということは、1kg の液中に 1mg(1t の液中に 1g)のオゾンが含まれるということになります。空气中 1ppm の濃度のオゾンガスといえば非常に低濃度のオゾンガスですが、水中 1ppm の濃度のオゾン水というと比較的高濃度のオゾン水であると言えます。このことは、気相液相ともに用いられる濃度の単位である単位体積辺りのオゾン含有量([mg/L]=[g/m<sup>3</sup>])で比較するとよく分かります。オゾン水 1ppm はほぼ 1mg/L ですが、空气中 1ppm オゾンガスは約 0.002mg/L(0°C, 1 気圧)と約 500 倍の開きがあります。

### □ オゾンガスの安全性

オゾンの危険性が問われるのは、高濃度のオゾンガスです。

濃度 ppm	作用
0.01~0.03	殆ど臭わない
0.03~0.06	僅かな臭い
0.06~0.1	オゾン臭が確かに認識できる
0.1	作業環境許容濃度(日本産業衛生学会)
0.2~0.5	強い臭気、頭痛や咽喉の痛み
0.5	明らかに上部気道に刺激

(表1 オゾンの暴露による人体への影響)

一般的に地上でのオゾン濃度は、0.005ppm 程度、海岸や森林では0.02~0.1ppm 程度になると言われています。海水浴や森林浴が身体に良いことや結核などのサナトリウムが海岸や高原に建てられるのは、自然界に生成されるオゾンの量が多く、オゾンによって空気が浄化されているためとも言われています。つまり、我々の生活の中では、自然界に生成されたオゾンの浄化作用が活用されていることとなります。

オゾンガスの国内の労働衛生許容濃度の管理基準となっているのは、日本産業衛生学会が 1985 年に勧告した、0.1 ppm です。これは一日8時間週 40 時間程度の労働時間中に肉体的激しくない労働に従事する場合の暴露時間の算術平均とされています。(添付① オゾンに関する基準について参照)

したがって、0.1ppm 以下の濃度では、人のいる場所でも常時使用することが出来ますが、これ以上の濃度帯になった場合は、一般的に無人環境での使用となります。オゾンが工業的に利用されるようになってから、一世紀以上経ちますが、労働作業環境でのオゾンによる被曝事故の発生は、世界的にも報告されていません。この理由は、オゾン濃度20ppm 程度の環境下に人が居ても短時間であれば人体に影響が無いこと、0.02ppm 程度の低濃度でも、人の鼻で認識出来る特有の臭いがあることも関連していると言われています。

#### □ 弊社のオゾンガス発生機

弊社の有人向けに設置するオゾンガス発生装置には、この基準を満たす濃度センサーを装備しています。

また、オゾンガスは発生量が多くても、オゾンガスの吹き出し口近くは濃度が高くなるので避けなければなりません。使用空間濃度は、そこに菌や臭気が存在している間オゾンはそれらによって消費されるためにオゾン濃度は上がって来ません。オゾン濃度が上昇するのは、除菌や脱臭を終えると上がって来ますので、その時に濃度センサーによりオゾン濃度が自動制御されて安全がキープされます。

#### □ オゾンガスの活用例

オゾンガスは主に浮遊菌対策・臭気対策として活用されています。オゾンガスは、上記で説明させていただいたように、高濃度のガスを吸い続けると危険なために、無人の室内で活用しているものと管理基準に従って有人の室内で活用しているものがあります。

無人の室内で活用している例としては、病院の手術室や食品工場で多く用いられています。手術の終わった後や夜間等に入室禁止にして、その対象空間の濃度を1～2ppm程度の中濃度になるようにオゾンガスを散布して短時間で殺菌が行われています。散布後オゾンガスは2時間程度で酸素に戻ります。薬剤のようにふき取りが必要ないのも特徴です。

また、最近では全国の消防本部や防衛省が、生物剤や化学剤による事件や事故等の警防対策や新型インフルエンザの流行に対応しての救急対策としてもオゾンガスを活用しています。これらは短時間で除染を行う必要があることから、活性炭を用いたオゾンガス用のマスクを着用します。

有人の室内で活用されている例としては、病院の待合室や老人福祉施設のコミュニティスペース・食品工場やレストランの厨房等に多く用いられています。現在までの運転方法としては、室内の容積に合わせてオゾンガスの発生量を計算して、管理基準以上のオゾンガス濃度にならないような運用が多く用いられてきました。

#### □ 弊社のオゾンガス発生装置

弊社ではより安全を考え、オゾンガス濃度センサーと組み合わせることにより管理基準以上の濃度にならないようオゾンガス濃度を自動制御するシステムを採用していますので、有人の場所で24時間安心してご使用いただけます。オゾンは、新種の菌も殺菌しますので、浮遊菌対策 特に新型インフルエンザに有効です。その他、悪臭対策・花粉症対策・ダニ対策・ホルムアルデヒドの分解など幅広くご活用いただけます。

#### □ オゾン水の安全性

オゾンガスが高濃度になると人体に影響が出るために、有人エリアで使用する場合は濃度コントロールが必要になるのと異なり、オゾン水はかなりの高濃度(20ppm程度)でも安全です。

これは、弊社のオゾン水製造装置では電気分解方式やエゼクタを使用して、オゾンガスがオゾン水中に完全に閉じ込められているため、空気中への放出は殆どなく、人体への影響はありません。

しかし、生成したオゾン水を蛇口からシンクなどに移す際に、勢いが強すぎるとオゾン水が激しくぶつかりオゾンガスが多少放出されることがあります。またオゾン水は圧をかけると濃度が低下し効果が薄れますので、圧をかけての散布は極力避けた方がよいです。

より安全を図る為に、特に狭い場所で長時間オゾン水を使用するような場合には、換気をよくして行うなどの注意が必要となります。

上記の通りオゾン水は安全なために、水中におけるオゾン濃度の許容濃度は、国内に管理基準はありません。

オゾン水の安全評価について、日本食品分析センターが行った試験結果を添付します。(※2. オゾン水の安全評価「動物実験によるオゾン水の安全性確認」)

## □ オゾン水の活用事例

オゾン水は主に付着菌対策・臭気対策として多くの場所で活用されています。一例を下記の表に示します。

活用先	用途	概算の活用濃度(ppm)
眼科医	点眼殺菌。器具・機材の殺菌。手指の殺菌。	0.5～4
歯科医	うがい、エアタービンの冷却水、器具機材の殺菌。手指の殺菌。	0.5～4
食品工場	野菜などの食材の殺菌。器具・機材の殺菌。床の殺菌脱臭。	0.5～5
レストランの厨房	野菜などの食材の殺菌。器具・機材の殺菌。床の殺菌脱臭。	0.5～2
老人介護施設	施設内のノロウイルス対策などで洗浄殺菌に使用	0.5～2
消防本部	生物剤等のテロ対策。	1～7
鉄道会社等	トイレの洗浄	0.5～2

※ オゾン水は安全で管理基準ありません。オゾン水は自己分解するので、季節にもよりますが1ppm 程度であれば生成後30分程度で普通の水に戻ります。

## □ 弊社のオゾン水散水システム

前述しましたが、オゾン水はオゾンガスがオゾン水中に完全に閉じ込められているためにかんがりの高濃度(20ppm)でも安全です。しかし、一般に使用されている小型のオゾン水製造装置では、生成されるオゾン水濃度は1ppm 位のものが主流です。

オゾン水処理はオゾンの酸化力を利用するものですが、オゾンは例え純水中でも自己分解するので溜め置きすることは難しいとの見地から、生成したら直ぐに使用するものとして扱われて来ました。

オゾン水は、トイレや洗面台の清掃を始めとして、ドックランの消臭・消毒、ゴミ置き場の脱臭、厨房の床やU字溝の除菌や害虫の忌避効果、消防隊による人体除染など、様々な場所での除菌・脱臭に有効に使用することが出来ます。

弊社では、これらの場所で使用する場合の有効なオゾン水濃度に着目し研究を進めてまいりました。これらの研究により、弊社ではオゾン水を溜め置きし、オゾン水を効率よく多目的に使用出来るように「使用濃度」と「オゾン水濃度」をマッチングさせて、**高濃度オゾン水製造装置**および**専用充電式オゾン水散布機**を用いた新システムを開発いたしました。(実新:登録第3184329号)

以上