

# オゾンによる殺菌機構

Mechanism of ozone sterilization

神力 就子

筑波物質情報研究所

It has been clarified that ozone is a powerful sterilization agent, but ozone has not been used frequently in hospital. In this report the drastic ozone reactions with biosubstances are shown and its sterilization mechanism is presented. That is : ozone does the structural destruction of bacteria. On the other hand many antibiotics do only functional destruction of bacteria and then, there is room for appearance of resistant bacteria. In result it is mentioned that ozone is the best sterilization agent.

## 【目的】

MRSA (メチシリン耐性黄色ブドウ球菌)などの耐性菌による院内感染問題の解決はいぜん重要な課題となっている。一方、オゾンの殺菌効力、さらにこれら耐性菌に対する殺菌効力、ひいてはウイルスに対する不活性化効力が他の殺菌剤より著しく高いことが指摘されて、かなりの時間が経過しているが、実用的に普及しているとは言い難いようである。その隘路たる理由は多数あると思われるが、効果の高さを殺菌機構から述べ、オゾン殺菌展開への一助にしたいと考える。

## 【オゾンの反応性】

細菌の増殖低下は(1)膜透過性障壁の破壊、(2)膜酵素等の活性低下、(3)染色体DNA等の不可逆的損傷、(4)細胞質酵素等の活性低下、によって生じる。オゾンはこれら物質とどのように反応するのであろうか。膜構成成分の不飽和二重結合との反応、酵素などの構成成分であるタンパク質との反応、遺伝子、すなわちグアニンなどの核酸塩基との反応などを、立体構造を考慮しながら検討した。なお、ウイルスはタンパク質と遺伝子で構成されており、したがって、ウイルスの不活性化も上記の検討の中に含めた。

## 【オゾンの反応と結果】

中性域における溶存オゾンの主たる反応形式は分子状オゾンの反応で、反応速度はラジカル反応に匹敵するほど、高い場合があり、一般的にも高い酸化力を示す。

オゾンは膜構成成分「脂質」の不飽和二重結合と反応し、過酸化物を生成し、これらからフリーラジカルの生成もあって、膜の構造破壊その他の連鎖反応が始まる。

オゾンは膜酵素等のタンパク質と反応する。その部位はシスチン、システイン、トリプトファン、チロシンなどで、反応生成物を経て、さらに反応は進み、タンパク質の構造変化、ひいては酵素の構造変化を来し、活性喪失に至る。

遺伝子との反応ではグアニン塩基との反応がもっとも早く、ついでチミン塩基と反応しやすい。第一次反応によって、例えばグアニン塩基は構造が全く変わり、そのためDNA鎖の切断に至る。

## 【オゾンによる殺菌機構】

以上から、オゾンはまず細菌の膜機能を破壊しながら、オゾン負荷量が高ければさらに易反応性の官能基を求めて細胞内へ侵入し、遺伝子や酵素、タンパク質を破壊していく。すなわち、オゾンはマルチポイントを攻撃していくのであるが、抗生物質などの薬剤殺菌は一つの機能のみを破壊するワンポイント攻撃である点でオゾンと大きく異なる。ワンポイント攻撃では、自然界で $10^{-5} \sim 10^{-8}$ の頻度で細菌の遺伝子が組み替えられる以上、この薬剤攻撃を受けつけない細菌、すなわち耐性菌がこの頻度で生成する。これに対し、オゾン殺菌では耐性菌が生じる余地はないと考えられ、この点でもオゾン殺菌の有用性がある。