

技術解説

食品とオゾン殺菌

食品工業部 鷗木隆文

1 はじめに

数年前、腸管出血性大腸菌O-157による食中毒が多発して以降、農畜水産物を原料とする加工食品の微生物汚染に関心が集まり、様々な殺菌技術が次々と開発されています。従来の食品殺菌技術といえば、加熱、薬剤、紫外線などの方法が多用されていましたが、ここ数年、利用範囲が広がったオゾン殺菌は、食品の風味を損なわず、残留性の心配もない強力な殺菌力が特徴であると言われています。

2 オゾンとは

オゾン (Ozone: O_3) は、ギリシャ語のOzeine (臭う) から命名され、紫外線が豊富な高原や海岸などの空气中に比較的多く存在し、高濃度になると微青色を呈する気体です。

酸素原子が3個結合してオゾン分子を作っているため化学的に不安定で、常温で徐々に分解して酸素になります。空気中では通常、数十分から数時間、水中では数分から数十分で分解してしまいます。オゾンの酸化力は、フッ素に次いで強く、有機物、無機物を酸化します。自然界では0.01~0.05ppm検出され、0.1ppmになると刺激臭を感じます。



図1 オゾンの生成

3 オゾンの利用

日本でオゾンを利用する範囲としては、殺菌、脱臭、漂白などの目的で水道水の脱臭、排水処理、化学合成品の製造、半導体の超精密洗浄、食品工場内の空気浄化、食品および原材料の殺菌、ホテル、スーパーや給食センター内の空気殺菌などが挙げられます。

3-1 オゾンによる脱臭

日本の浄水場でオゾンが利用されている理由は、塩素消毒で除去できないカビ臭や湖沼に発生したプランクトンに起因する臭い対策のためです。オゾンによる脱臭は、強力で悪臭成分の酸化分解によります。特に魚臭の主成分であるアミン類、硫化水素、メルカプタンなどの異臭を除く効果があり、養豚、養鶏などの畜産農家では臭気除去の目的で利用されています。

3-2 オゾンによる殺菌

オゾンは、古くから一般細菌、大腸菌群、酵母、糸状菌、ウィルスなどに有効であると言われ使用されてきました。また、食品の保存に関する多数の報告があります。このオゾンの細菌に対する殺菌機構は、まずオゾンの酸化作用により細胞膜の構成成分(リン脂質とタンパク質)が破壊され、溶菌を起こし死滅するか、またはオゾンの酸化作用により細菌の酵素又はRNAやDNAが分解、損傷を受けることに起因します。

3-3 オゾンの発生方法

現在、自然界にしか存在しなかったオゾンを人工的に発生させる装置がいろいろと開発されています。オゾンを発生させる方法は、大別して紫外線法、無声放電法、電気分解法の三種類です。

①紫外線法

低圧水銀ランプの出す波長184nmの紫外線が、空気に照射されると、酸素分子が酸素原子に解離します。この酸素原子が酸素分子と反応してオゾンが合成されます。しかし、同時にランプから出される波長254nmの紫外線によって、オゾンは分解されるので、低濃度のオゾンしか製造されません。

②無声放電法

もっとも広く実用化されている方法で、電極の間に薄いガラスあるいはセラミックの誘電体を挟んで、酸素含有気体を流し交流高電圧をかけると小放電が発生し、オゾンが発生します。

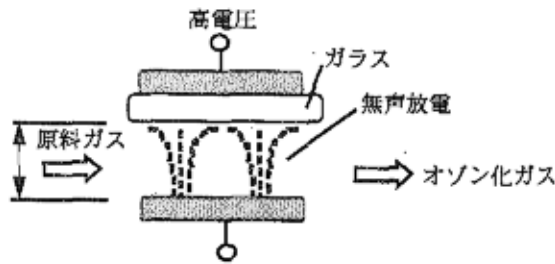


図2 無声放電オゾンナイザーでの発生例

③電気分解法

通常の水の電気分解では、陽極で酸素が、陰極で水素が発生しますが、陽極材料に二酸化鉛を使って固体高分子電解質膜を組み合わせると、酸素の発生が抑制されオゾンが高濃度に発生する方法が最近用いられています。

以下、①～③の特徴を表1にまとめました。

表1 各オゾン発生方法の特徴

	①紫外線	②無声放電	③電気分解
長所	装置簡單 NO _x 生成しない 消費電力小	大量製造 高濃度オゾン生成	高濃度オゾン生成 オゾン水生成 装置小型化
短所	低濃度オゾンのみ ランプが消耗	誘電体の掃除必要 オゾン量の制御必要	湿潤オゾンの生成 連続的に生成

3-4 食品分野での適用例

オゾンガスの食品分野での適用濃度は、殺菌、脱臭、貯蔵の目的の場合0.1～1.0ppmであり、高濃度の場合は人がいない場合や夜間に使用します。

オゾンガス殺菌を食肉や魚介類加工場の各作業場や食品保管庫で行うと食肉や魚特有の臭いが少なくなり、空中浮遊菌や二次汚染菌が著しく減少します。また、内藤²⁾、³⁾の研究では、生めん製造でオゾン処理小麦粉を用いると包装製品で乳酸菌が減少し袋の膨張が防止できたり、蒸しまんじゅうの原材料や製造工程中にオゾン処理を行うと保存性が向上したり、またケーキに生成する酵母菌の殺菌処理など、原材料、製品、および製造工場内での利用に対して効果が出ています。

オゾン水(0.1～10mg/L)の特性は、ガスの場合より分解しやすく水温やpHが高ければより早く分解する点です。また、食品の薬剤殺菌で一般に使用される次亜塩素酸ナトリウムと適用濃度を比較するとオゾン水の場合、低濃度で幅広く利用できます。カット野菜の殺菌消毒にオゾン水を利用すると次亜塩素酸の場合より、殺菌後の水洗いが不要となって時間短縮され、塩素臭もなく野

菜の味・香りが保たれます。また、冷凍魚介類をオゾン水処理すると変色するのを遅らせることが出来ます。

表2 オゾン水適用濃度

用途	オゾン		次亜塩素酸Na	
	濃度(ppm)	時間(min)	濃度(ppm)	時間(min)
水の消毒	0.5～1.0	5	0.3～1.0	3～5
野菜類の消毒	0.3～5.0	1～5	50～100	5～10
手指の消毒	4.0	0.5	100～150	

4 オゾンの安全性

ヒトが、0.1ppm以上の濃度に連続して曝露されることは実際にはありませんが、この濃度だと呼吸器系に障害を感じ、頭痛などを引き起こします。高濃度のオゾンを経験する場合は、人がいない夜間に使用したり、換気装置をつけたりして直接吸引しないように注意する必要があります。日本の作業環境基準値(0.1ppm)は、1日8時間、週40時間さらされても健康上問題ないとされる値です。

5 おわりに

近年、オゾン殺菌は、使用後に酸素へ分解されるため環境に優しい殺菌剤として利用されています。しかし、その強力な酸化力により食品自体を変質させたりするので、負イオンとオゾンの混合ガスを用い、食品自体に影響なく保存効果を示す技術⁴⁾や分解しやすいオゾン水を凍らせることでオゾンの保存と運搬が容易になる⁵⁾といった新しい技術が次々と開発されています。

以上、食品分野でのオゾン利用は、従来の殺菌方法と比較し食品への残留性がなく風味を損なわないなど利点がありますが、その利用条件は食品の種類や製造環境によって工夫が必要であることから、今後、様々な食品でのオゾン殺菌に関する応用技術の開発が望まれます。

参考文献

- 1) 杉光英俊ら：食衛誌，40，J-369(1999)
- 2) 内藤茂三：愛知県食品工業技術センター年報，38，36(1997)
- 3) 内藤茂三：日本食品工業学会誌，38，360(1991)
- 4) 谷村泰宏ら：食品工業，41(10)，71(1998)
- 5) 大嶋孝之ら：食品工業，41(12)，31(1998)