



食品への照射について(その1)

食品への照射の原理と有用性

平成17年12月14日



1. 食品への照射の原理と有用性

■ 食品照射：

殺菌・殺虫、発芽防止などによる公衆衛生や食品の品質保持を目的として、管理された環境下に設置した照射装置を用いて、エネルギーのわかっている電離放射線*を、食品に対し、定められた条件で慎重に照射すること。

*電離放射線：物質を通過するとき、直接あるいは間接にイオンをつくることのできる能力(電離能力)を有する放射線の総称。

【下線部出典】 世界保健機関(WHO)「照射食品の安全性と栄養適性」(林徹訳)



食品照射の原理(1)

- 電離放射線として、ガンマ線、電子線、X線が用いられている。(参考1～4参照)
 - ガンマ線:
 - コバルト - 60 (^{60}Co)
 - セシウム - 137 (^{137}Cs)
 - 電子線:
 - 加速器により発生
 - X線:
 - 加速器により発生した電子線を重金属のターゲットに当てて発生



食品照射の原理(2)

食品照射により得られる、植物(果実や野菜)や食品に付いている病原性微生物や寄生虫への効果は、遺伝子(DNA)に対する放射線の作用によるもの。

- 放射線のDNAへの作用は、そのほとんどが、生物に含まれる水分子が照射により励起されて生じるラジカル*によるもので、これによりDNA鎖が切断される。

DNAの1本鎖切断は容易に修復されるが、2本鎖の同じ部分が同時に損傷を受けると、修復の不完全または失敗により細胞増殖能が失われたり、突然変異を引き起こす。その多くは細胞増殖能を失うことによる細胞死が起こるが、その度合いによって発芽抑制、不妊化、殺菌や滅菌の効果が得られる。

【参考文献】WHO「照射食品の安全性と栄養適性」(1994年)

伊藤均「放射線照射による食品の衛生化」FFI J., 209(12), 1041(2004).

*: 原子と原子の結合において基本的に電子は2個ずつ対になっている。結合にあずかる電子2個が1個ずつに分かれ、結合が切断すると、分離した両原子は対になっていない1個の電子をもつ化学種になる。これがラジカルである。電子は2個対になっているのが基本なので余分な電子1個(不對電子)をもつラジカルは化学的に不安定で反応性に富む。



食品照射の有用性(利点、効用)(1)

効果的・効率的な処理が可能

- 放射線は均一に物体(食品)の中を透過するので、食品を均一に処理することが可能*。
- 透過力があることから対象となる食品の形状を問わない。
- 包装してから処理でき、それによって照射した食品の微生物や害虫による再汚染を防ぐことができる。
- 連続で大量処理が可能

* 電子線を用い透過力を制御することによって、食品の表面に集中した効果を得ることも可能



食品照射の有用性(利点、効用)(2)

非加熱殺菌が可能

- 放射線照射による温度上昇はわずかで品質や成分の劣化がないため、加熱できない食品(生鮮物、冷蔵品、冷凍品)の殺菌、殺虫等にも適している。

環境への影響

- 化学薬剤などを使用しないため、薬剤による環境汚染や食物への薬剤残留の問題がない。
 - 薬剤として、臭化メチル、エチレンオキサイド等が使用されてきたがオゾン層を破壊するものや発ガン性物質のものもあり、その使用が禁止されてきている。



食品照射の有用性(利点、効用)(3)

- 以上の利点を有するため、食品照射は、加熱処理や薬剤添加・燻蒸処理など他の殺滅菌技術と同様に有力な処理技術の1つである。
- なお、本技術は食品や農産物以外には、医薬品・医療用品、食品・飲料容器や包装材料、実験動物用飼料の殺滅菌技術としても確立され、利用されている。

【参考文献】日本原子力文化振興財団 プレスリリースNo.109「食品の放射線処理 - 世界の現状と展望 - 」(2003)
林徹「食品照射の背景と有用性」FFI J., 209(12), 1035(2004).



食品照射の利用の可能性のある分野

応用区分	対象品目
発芽及び発根の抑制	ばれいしょ、タマネギ、ニンニク、甘藷など
殺虫及び不妊化、寄生虫殺滅	穀類、豆類、果実(生鮮・乾燥)、カカオ豆、豚肉(寄生虫)など
成熟遅延	生鮮果実(バナナ、パパイヤ、マンゴ)・野菜(アスパラガス、きのこ(開傘抑制)など
品質改善	乾燥野菜(復元促進)、コーヒー豆(抽出率向上)など
病原菌の殺菌 <small>(孢子非形成型病原性細菌)</small>	冷凍エビ、冷凍カエル脚、食鳥肉、畜肉、飼料原料など
腐敗菌の殺菌(貯蔵性向上)	果実、水産加工品、畜産加工品、魚など
殺菌(衛生化)	香辛料、乾燥野菜、アラビアガムなど
滅菌(完全な殺菌)	包装容器、宇宙食、病院食(免疫不全者用) 実験動物用飼料、医療用具など



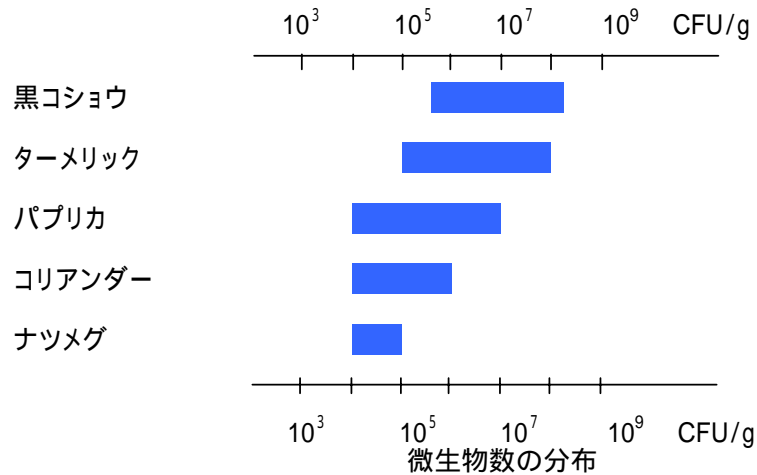
食品照射の利用分野と必要な線量

応用区分	線量(kGy*)
発芽及び発根の抑制	0.03 ~ 0.15
殺虫及び不妊化、寄生虫殺滅	0.1 ~ 1.0
成熟遅延	0.5 ~ 1.0
品質改善	1.0 ~ 10.0
病原菌の殺菌 (孢子非形成型病原性細菌)	1.0 ~ 7.0
腐敗菌の殺菌** (貯蔵性向上)	1.0 ~ 7.0
殺菌 (衛生化)	3.0 ~ 10.0
滅菌** (完全な殺菌)	20 ~ 50

(*: 参考5 参照, **: 参考6 参照)

食品照射の利用例：香辛料の殺菌

■ 香辛料の汚染菌数(例)



CFU: 菌の個数 (Colony Forming Unit)

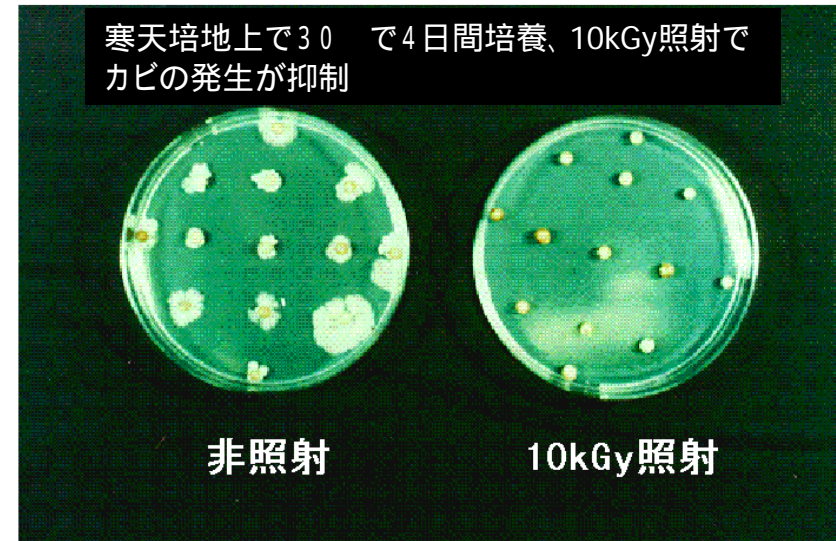


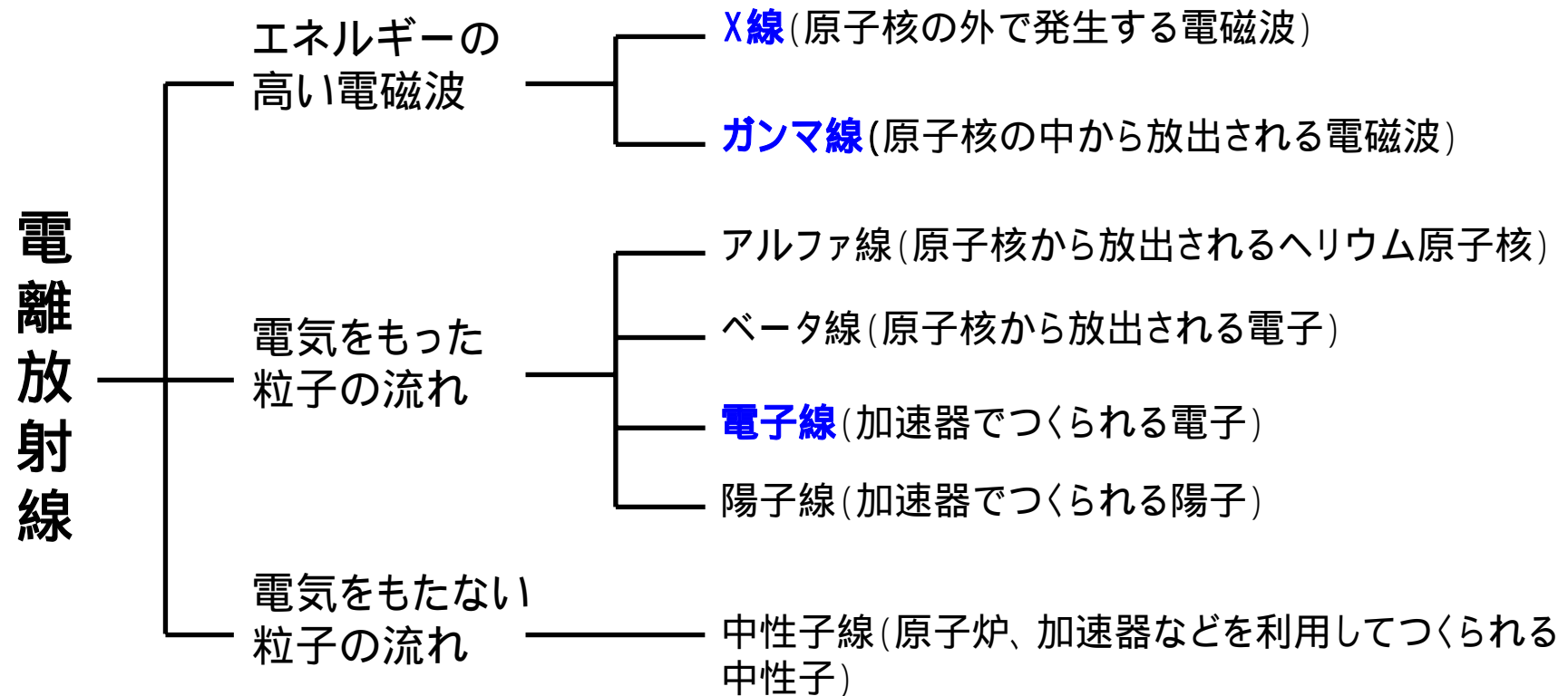
図5 放射線照射された白胡椒
[資料提供]日本原子力研究所

* 耐熱性芽胞菌の殺菌：おおむね10kGyまでの照射で、
検出限界以下に菌数を低減できる。

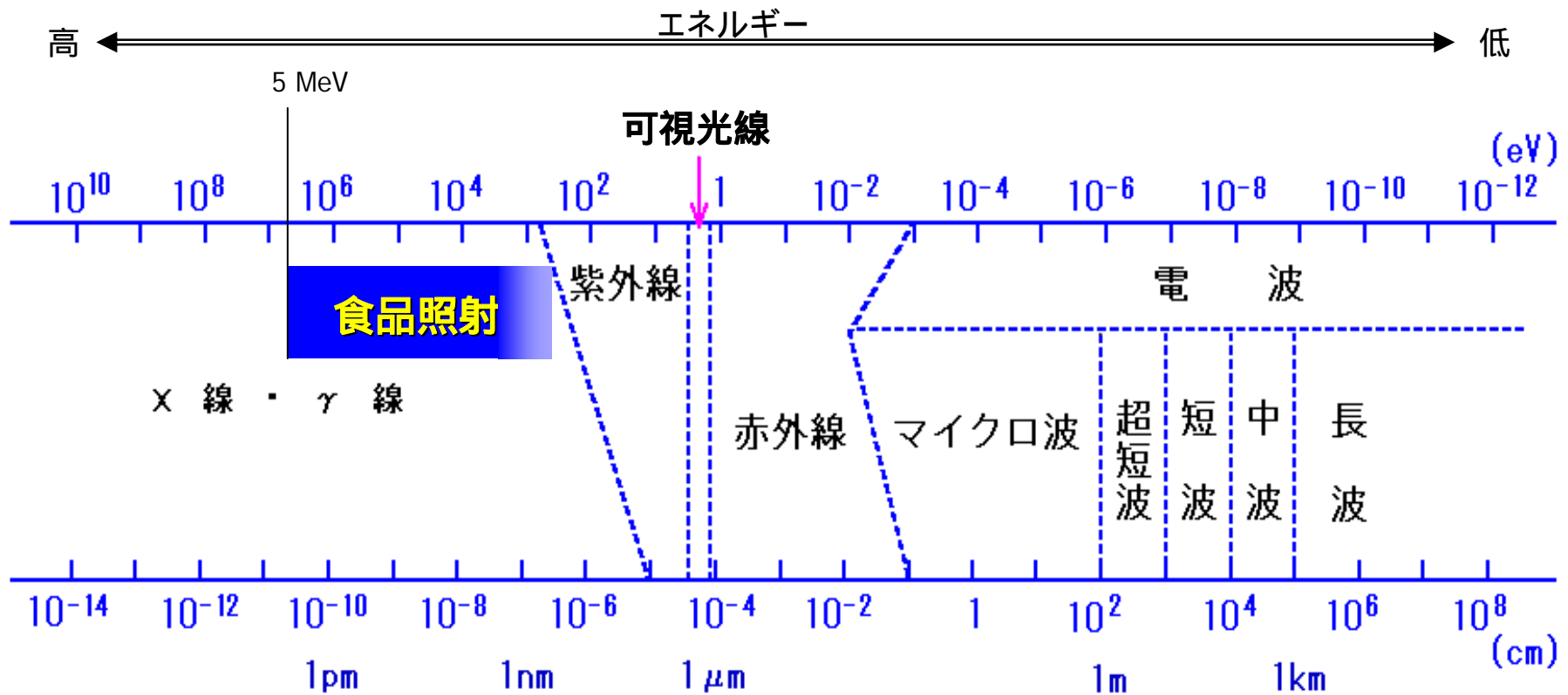
有芽胞細菌の *Bacillus megaterium* (放射線耐性) など10kGy 以上を必要とする場合もある。

* 色調・香り成分などの変化は極めて少ない

参考1：電離放射線の分類



参考2：電磁波の分類



上の数字は光子としてのエネルギー、下の数字は波動としての波長を示す。

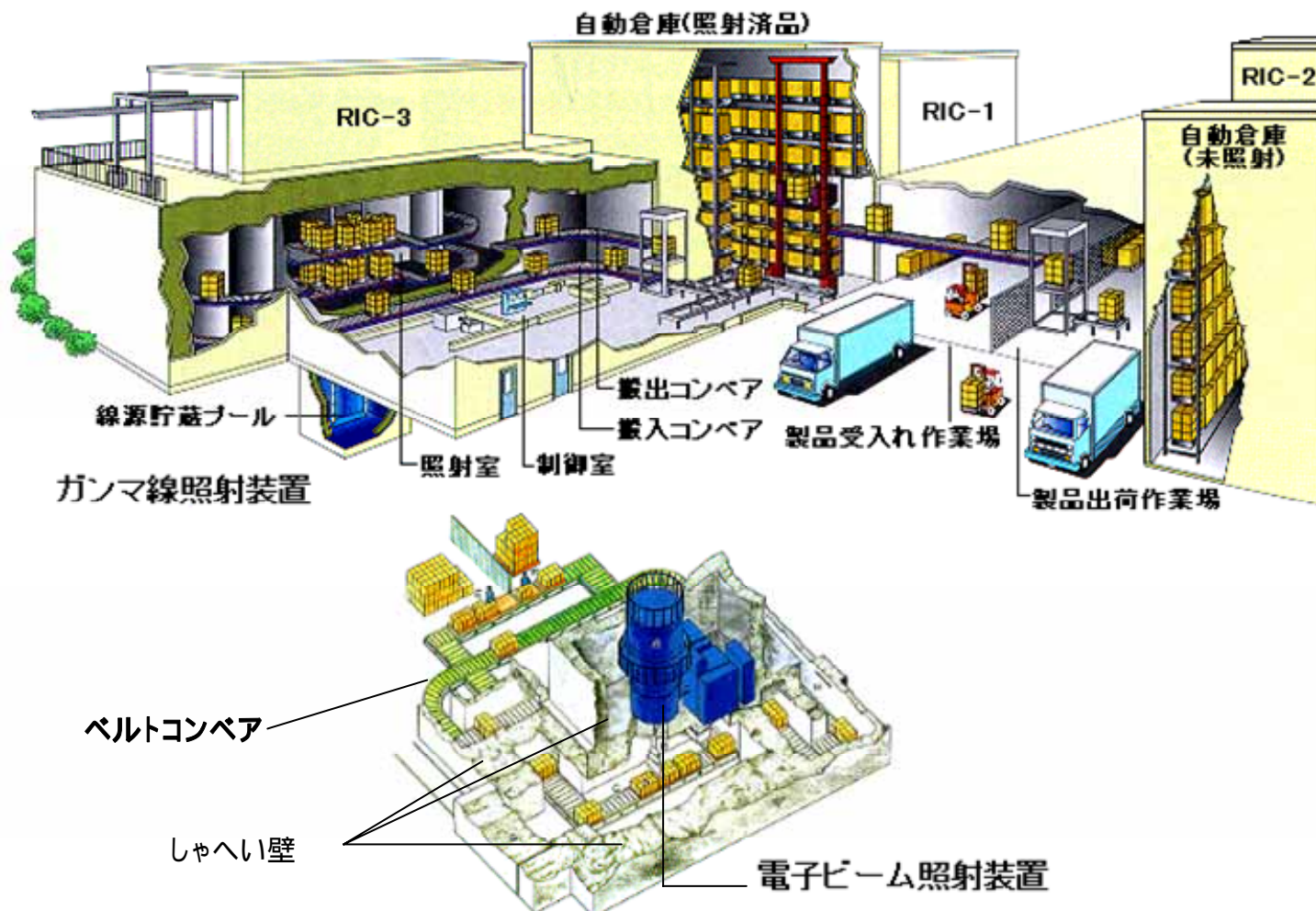
[出典] 江藤秀雄ほか：放射線の防護、丸善（1982年12月）、p72

参考3：各放射線源の特徴

線源として、コバルト - 60や電子線が主に用いられる。

線種	線源等	長所	短所
ガンマ線	コバルト-60	<ul style="list-style-type: none"> ■ 透過力が大きく線量の均一度が高いため異なった形状、密度の食品を容易に処理可能 ■ 安定して使用できるという実績 ■ 多くの食品への応用可能 ■ 長寿命放射性廃棄物は発生しない(減衰後非放射性ニッケル) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 半減期が短い(5.3年)ため毎年線源の補充を行う必要あり。 ■ 電子線照射装置に比べ処理速度が低い。
	セシウム-137	<ul style="list-style-type: none"> ■ 透過力が大きく線量の均一度が高いため異なった形状、密度の食品を容易に処理可能 ■ 多くの食品への応用可能 ■ 半減期は比較的長い(30年) ■ 長寿命放射性廃棄物は発生しない(減衰後非放射性バリウム) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 線源の供給量が小さい。 ■ 電子線照射装置に比べ処理速度が低い。
電子線	加速器	<p><u>共通</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 線源を補充する必要がない。 ■ 放射線をいつでも発生・停止できる。(電氣的に放射線発生を制御できる) ■ 長年の使用実績がある。 ■ 処理効率が高い。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 透過力に限界がある。 ■ 装置が複雑で維持管理が必要 ■ 大量のエネルギーと冷却が必要
X線		<p><u>X線のみ</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ X線は電子線に比べ透過力がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 装置が複雑で維持管理が必要 ■ 大量のエネルギーと冷却が必要 ■ X線への変換効率が低い

参考4：ガンマ線照射装置と電子線照射装置



[出典] ラジエ工業株式会社：ラジエ工業の放射線照射サービスのご案内、パンフレット（1998年10月）

参考5：グレイについて

グレイ (Gy) とは電離エネルギーの吸収線量 (エネルギー) の単位。1 Gy は、1kg あたりに吸収された放射線のエネルギーが1ジュールであることを表す。

- 食品中の微生物をほぼ完全に殺菌できる10 kGyの吸収線量は、それが全て熱に変わったとして、その微生物と同量の水を2.4 温める程度のエネルギー量である。(1 ジュール = 0.24 cal)

【参考文献】原子力百科事典ATOMICA

WHO「照射食品の安全性と栄養適性」(1994年)

参考6：滅菌、殺菌等について

滅菌

- あらゆる微生物を死滅させ、または除去する操作をいう。

殺菌

- 一般には、微生物数を減少させる操作をいう。
 - 食品製造の際は、食中毒や腐敗の原因となる有害微生物のみを加熱殺菌する商業的殺菌が行われる。

除菌

- 微生物を存在する場所から何らかの方法(洗浄、ろ過など)によって排除することをいう。
 - 微生物を積極的に死滅させることはできないが、除菌により存在する微生物数が減少することになり、その程度に応じて食品などの保存性が延長される。

静菌

- 微生物の増殖が抑制されている状態のことをいう。
 - 低温貯蔵、塩蔵などの貯蔵中では、微生物が死滅せず、増殖抑制され静菌の状態で存在することがある。