

アルコールと殺菌の話

花王株式会社 安全性評価研究センター
グループリーダー 人見 潤

アルコール類のもつ殺菌効果を利用することは無意識のうちに食品の保存などに利用していた古い時代に始まると考えられます。現在では医療現場で生体消毒剤、器材及び環境消毒剤として使用されているだけでなく、食品分野においても原料・製品の保存剤としてあるいは製造現場の清浄剤として益々広く利用されています¹⁾。また、そのような用途に合わせて多種多様なアルコール製剤が販売されておりユーザーには適切な選択が求められています。殺菌・消毒用アルコール類としてはエタノール、イソプロパノールが主に利用されています。アルコール類の殺菌効果は炭素鎖長が長いほど、疎水性が強くなるほど強くなりますが、炭素鎖長が10以上になると水に対する溶解性が減少しその効果は急速に減少します。ここでは、アルコール類の中で最も広い分野で使用されているエタノールについて解説をしましょう。

1 エタノールの殺菌効果

エタノールの殺菌効果は40%あたりから急激に現れ70%で最大の効果を示します。70%より高濃度では常温での効果は中高濃度の場合と変わりありませんが、0℃以下ではエタノールの疎水基同士の結合により細菌に対して作用し難くなります。一方、40%以下の低濃度であっても作用時間を延長できれば殺菌できることが報告されています(例えば、30%で30分くらい、20%では数時間)(図1)。高濃度エタノール殺菌剤の特長としては①殺菌スピードが速い、②種々の微生物に対して有効である(ウイルスに対しても効力がある)、③耐性菌ができない、④残留性がない、⑤毒性が比較的少ない、⑥有機物共存下でも効果の減少が少ないなどが挙げられます。欠点としては、①細菌の芽胞に対しては殺菌効果がない、②濃度低下により殺菌効果発現が著しく遅れる、③揮発による濃度低

下により効果に持続性がない、④可燃性があるなどが挙げられ、用途に合わせて効果的な使用が望まれます。

2 エタノールの微生物に対する作用²⁾

アルコール類はグラム陽性細菌よりもグラム陰性細菌に対してやや殺菌効果が高く、通常エタノール7%程度で増殖が抑制されます。しかしながら、乳酸菌や酵母類では12%くらいでも増殖できるものも存在し、特に火落菌とよばれる清酒乳酸菌はエタノール20%でも増殖することができる高いエタノール耐性を持っています。低濃度アルコール(1~8%)による増殖阻害は一次的なもので、アルコールを取り除けば比較的短時間の間に正常の増殖を回復します。

3 アルコールの殺菌メカニズム

アルコール類の殺菌メカニズムに関してはエタノールの細胞膜に対する作用が最も多く研究されていますが、その詳細は現在も明らかになっていません。ここではこれまで報告されている作用メカニズムの概略を紹介します(表1)。電子顕微鏡で40%以上の高濃度エタノールで殺菌された菌体を調べると細胞膜が壊れ、穴があき、細胞内容物が漏れ出ているところが観察されるのに対して、20%以下の低濃度殺菌の場合は細胞膜の破壊、構造変化といった外観上の変化は観察されないことなどからそれぞれ異なるメカニズムが推定されています。

1) 中低濃度アルコールの場合: 細胞質膜に変化を生じ、核酸、アミノ酸、リン酸、カリウム、マグネシウムなどの菌体内成分が漏出すると同時に菌体内への栄養成分のとりこみも阻害されることから菌が飢餓状態となり死滅にいたると考えられています。

2) 高濃度アルコールの場合: 細胞膜、蛋白質などが破壊、変性をうけるために急激な菌の死滅が起こるなどの説が認められています。このとき溶液中のエタノール分子

は水素結合、疎水結合によりポリマー様構造を形成しており、さらに水分子と会合することによって大きな疎水性表面を持つクラスター(図2)を形成していることが報告されています³⁾。このクラスター構造は究極では分子組成比がエタノール:水=1:1つまり重量で70%の溶液となっており、このことがこの濃度でエタノール溶液が最も殺菌力が高くなる理由と考えられています。

4 アルコール類と相乗効果を示す成分

エタノールは優れた殺菌剤ですが、単独での使用の場合は殺菌有効濃度域に限られる、引火性のため取り扱いに注意を要するなどの問題点も有しています。そこで、アルコール製剤では複数の成分を添加したり、処理条件を変えたりしています。エタノールの効果を高める条件としては、低pH、低水分活性、加熱、紫外線照射など、添加剤としては塩化ベンザルコニウムなどの殺菌剤以外にも、グリシン、リゾチーム、脂肪酸エステル、炭酸ガス、脱酸素剤、キトサン、フィチン酸、モノカプリン、チアミンラウリル硫酸塩、各種有機酸、天然抗生物質、食塩、プロピレングリコール、EDTAなどに併用効果の報告がみられます。

最後に、O157、SARS、鳥インフルエンザなどがマスコミをにぎわす中、一般市民の抗菌意識も益々高くなってきています。エタノールだけでなく各々の殺菌剤の特性を良く理解した上で適切に使用したいものですね。

参考文献

- 1) 古田太郎: 食品衛生分野におけるアルコール製剤の利用. ジャパンフードサイエンス33:58-64,1994.
- 2) 山下 勝: アルコール類の微生物に対する作用. 防菌防霉 24:195-219, 1996.
- 3) 西 ら: ウイスキーの中のクラスター. 化学と工業 47:168-171, 1994.

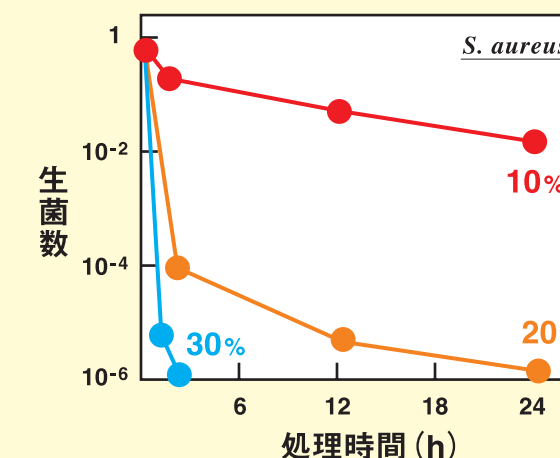
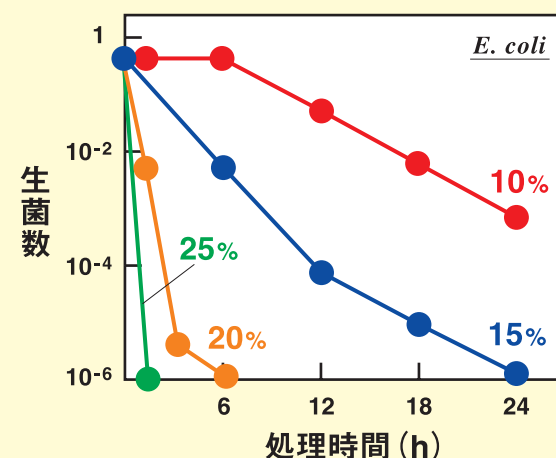


図1 低濃度エタノール溶液によるE. coli 及び S. aureus の殺菌 (pH7.0, 25℃) (文献2の図を改変)

表1 微生物に対するエタノールの作用メカニズム (文献2の表を改変)

エタノール濃度	主なメカニズム	死滅時間
1~8%	細胞内外のH ⁺ イオン濃度勾配、トランスポート系酵素阻害、ATP,RNAの合成阻害	静菌作用
8~20%	細胞膜が傷つき菌体内成分が漏出、トランスポート系酵素阻害などで菌が餓死	30分~48時間
20~40%	カタラーゼが失活し、過酸化水素が生成し、菌体内構造物が酸化変性し、死滅する。細胞膜が傷つき菌体内蛋白、RNAなどが漏出する	10~30分
40~80%	細胞膜、蛋白構造などが急速に変性、破壊する	5分以内
80~99%	細胞膜、蛋白構造などの変性、破壊が40~80%よりも少し遅くなる	10~30分

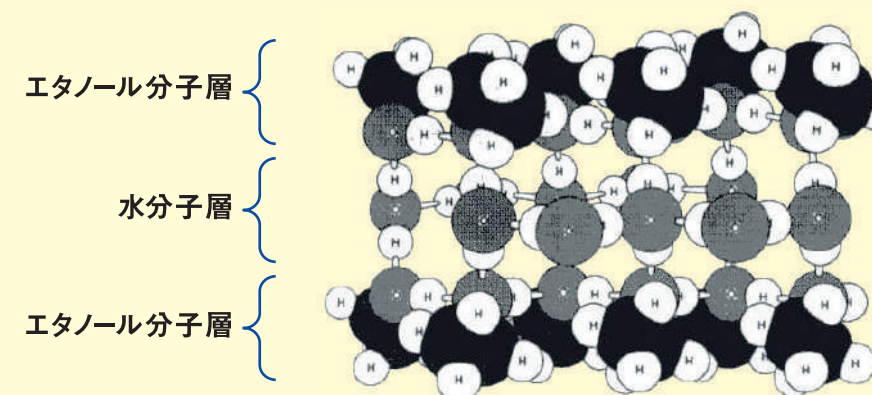


図2 中、高濃度エタノール溶液に現れるエタノールクラスター (文献3の図を改変)