

山梨大学工学部

正会員

風間ふたば

加藤 健司

1. はじめに

鉄(Ⅱ)酸カリウム(K_2FeO_4)は高い標準酸化還元電位を持つ酸化剤だが、近年、強い殺菌効果を持つことが明らかにされている。疫学者らは都市河川水や下水を対象として殺菌実験を行ない、共存する有機物や懸濁物の影響が極めて少ない特異な殺菌特性を示すことを報告しており、下水二次処理水などの消毒剤としても使用できる可能性があると考えている。現在、大腸菌を用いた実験により、殺菌特性およびこれに関連すると考えられる諸因子の把握に努めているが、すでに試水のpH調整方法ならびに試水の後平衡能がその殺菌特性と極めて重要な関係にあると考えられることを報告した²⁾。今回はリン酸塩緩衝溶液でpHを調整した試水中に数種の糖類やアミノ酸、タンパク質を共存させて実験し、これらが殺菌作用に及ぼす影響について検討した。また炭酸塩緩衝溶液や後平衡能を持たない硝酸でpHを調整した場合についても実験したのでこれらの結果を報告する。

2. 実験方法

普通寒天培地上で37℃、24時間培養した *Escherichia coli* K-12株を滅菌水中に懸濁させた大腸菌懸濁液を作成し一定量を100ml 容三角フラスコ中の緩衝溶液または純水中に加えて生菌数約 1×10^7 個/mlの試水とした。これに所定量の有機物溶液を加えてよく攪拌してから、10mg/l (2.8mg-Fe/l)となるよう K_2FeO_4 溶液($1 \times 10^{-3}M$)を加え一定時間経過後の生菌数をEMB培地を用いた平板培養法で測定した。今回はグルコース、ラフィノース、可溶性でんぷん(分子量50000~5000000)やグルタミン酸、ヒスタジン、ポリペプトン(微生物培養用)、アルブミンを共存させて実験した。 $1/6$ Sørensen リン酸塩緩衝溶液と炭酸塩緩衝溶液を用いたが、後者は炭酸ガスを吹き込んでpH4.0とした純水に $NaHCO_3$ 溶液(1M)を所定のpHとなるまで加えて作成した。また硝酸(0.1N)でpHを調整する場合にはpHスタットを使用した。なお K_2FeO_4 (純度91.9%)はSchreyerの方法にて合成した³⁾。

3. 結果と考察

リン酸塩緩衝溶液でpHを7.0に調整した試水に86mg/l~110mg/lの有機物を共存させて K_2FeO_4 添加後の時間経過とともに生菌数の変化を測定した。図1より明らかのように、共存する有機物の違いによって殺菌効果は異なるものの、有機物が共存しても5分~10分の接触で生存率は減少を止め一定しており、この間に殺菌作用が終結しているものと考えられる。

図2および図3はpH7.0の試水に86mg/l~250mg/lの有機物と加えて実験し、 K_2FeO_4 添加後30分の生存率と有機物濃度の関係と調べた結果である。有機物濃度が10mg/l程度であれば、いずれの化合物が共存しても殺菌力に著しい変化は認められず99.9%以上の強い殺菌効果を示していた。グルコース、ラフィノース、でんぷんなどの炭水化合物が共存する場合には有機物濃度が10mg/l~250mg/lへと増加しても生存率の増加は0.05%~0.1%ほどにとどまっているのが特徴的で、化合物が違っても同一濃度における殺菌率にはほとんど差は見られなかった。一方、ヒスタジン、グルタミン酸、ポリペプトン、アルブミンが共存する場合には、有機物濃度が高くなるにつれて殺菌率は減少していた。また有機物が90mg/l~100mg/lの場合には、ヒスタジン、ポリペプトンが共存すると殺菌率は50%以下に、グルタミン酸では95%程度に

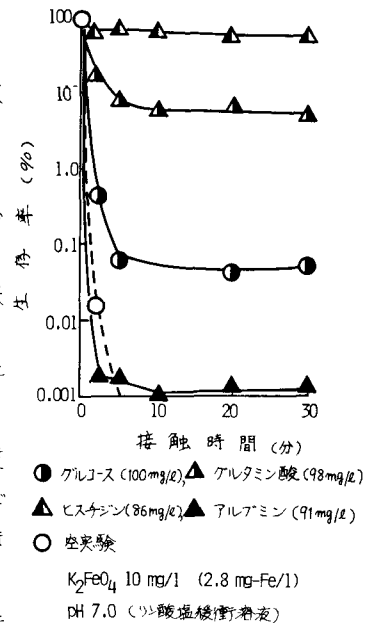


図1 接触時間と生存率

低下するが、アルブミンの場合にはほとんど殺菌力に変わりがなかった。

つぎに、pH6.2、pH8.0でも同様な実験をくり返してpHと生存率との関係をみた。表1に結果をまとめたように、有機物が共存しない場合にはpHが6.2~8.0へと変わっても殺菌力に違いはほとんど見られないが、有機物が共存するとpHが低いほど生存率が高くなる傾向が認められた。とくに炭水化物が共存したときその傾向が顕著に現われ、pHの低下につれて約10倍の割合で生存率が高くなった。

ここで緩衝溶液を炭酸塩緩衝溶液に変えて、ラフィノースおよびポリペプトンを共存させて実験した。殺菌率の差を明確に示すためにそれぞれ110mg/l、89mg/lと有機物濃度が高い条件で実験した。(表-2)各pHにおける生存率はリン酸塩緩衝溶液を用いて実験した場合とほとんど差は見られなかった。

pHスタットを用いて硝酸でpHを調整して同様な実験を行なうと、(表-3)ラフィノースおよびポリペプトンの共存するとき35%~94%の生存率を示したが、緩衝溶液でpHを調整した場合のように共存する有機物やpHの違いによる生存率の差は明確ではない。この方法でpHを調整した場合には有機物が共存せずとも10%以上の生存率を示しているのが、有機物の共存の有無にかかわらず緩衝能のない溶液中では強力な殺菌効果が期待できないことが確かめられた。

4. おわりに

鉄酸カリウムの殺菌特性をより明確にするために、大腸菌を対象に、数種の炭水化物、アミノ酸、タンパク質を共存させて殺菌実験を行なった。緩衝溶液中で実験すると有機物の共存により殺菌力が低下したが、グルタミン酸やヒスチジンなどのアミノ酸やポリペプトンの方が、グルコース、ラフィノースなどの炭水化物やアルブミンよりその影響が大きかった。また有機物が共存すればpHが殺菌力に及ぼす影響を強めることも明らかになったが、硝酸でpHを調整した場合にはこのような傾向は定かでない。今回得られた実験結果は、当然 K_2FeO_4 の化学的な特性、とりわけ酸化特性と深く関係していると考えられるので、試水の緩衝能やpH調整方法を考慮しながら数種の有機物の酸化実験も進めている。

<参考文献>

- 1) 水処理技術 24 (12) 13 (1983)
- 2) 水処理技術 25 (1) 9 (1984)
- 3) Thompson, Ockerman, and Schreyer J. Amer. Chem. Soc. 73 1379 (1951)

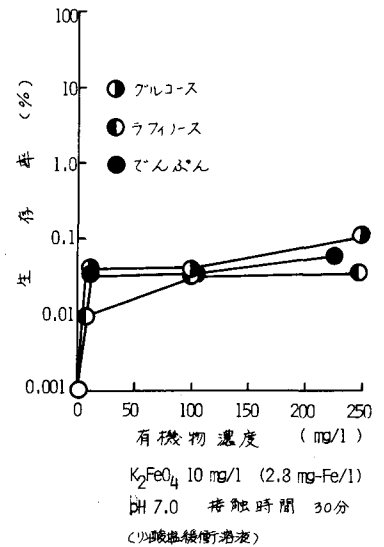
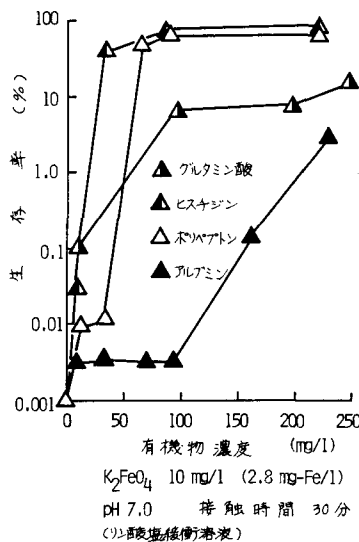


図3 有機物濃度と生存率 (2)

表1 pHと生存率 (1)
リン酸塩緩衝溶液 K_2FeO_4 10mg/l (2.8mg-Fe/l) (接触時間30分)

共存有機物 (mg/l)	pH6.2	pH7.0	pH8.0
(0)	0.002(%)	N.D.*	N.D.*
グルコース (10)	0.44	0.04	0.006
(100)	0.54	0.04	0.02
ラフィノース (11)	0.17	0.01	0.003
(110)	0.37	0.04	0.008
デンプン (9.4)	0.27	0.04	0.006
(94)	0.38	0.03	0.04
グルタミン酸 (9.8)	0.02	0.13	0.005
(98)	1.41	6.25	0.38
ヒスチジン (8.6)	1.04	0.03	0.06
(86)	100	92.9	31.6
ポリペプトン (8.9)	0.05	0.03	0.004
(89)	50.0	70.0	28.3
アルブミン (9.1)	0.15	0.004	N.D.*
(91)	1.50	0.001	N.D.*

*N.D.: 0.0001%以下

表2 pHと生存率 (2)
炭酸塩緩衝溶液 K_2FeO_4 10mg/l (接触時間30分)

共存有機物 (mg/l)	pH6.2	pH7.0	pH8.0
(0)	0.001(%)	N.D.*	N.D.*
ラフィノース (110)	0.11	0.01	0.01
ポリペプトン (89)	55.5	61.1	9.9

*N.D.: 0.0001%以下

表3 pHと生存率 (3)
硝酸にてpH調整 K_2FeO_4 10mg/l (接触時間30分)

共存有機物 (mg/l)	pH6.2	pH7.0	pH8.0
(0)	9.0(%)	15.0(%)	10.0(%)
	(pH6.4)	(pH6.8)	(pH8.8)
ラフィノース (110)	64.9	35.0	71.4
ポリペプトン (89)	94.0	93.0	46.2