

平成 18 年度農林水産省  
食品製造工程管理  
情報高度化促進事業

# 平成 18 年度 病原微生物データ分析実験作業 成果報告書

「界面活性剤の殺菌および洗浄効果に対する  
食品成分の影響」

平成 19 年 2 月

石川県立大学  
矢野 俊博 教授  
久田 孝 助教授

## 研究報告書

# 界面活性剤の殺菌および洗浄効果に対する食品成分の影響

石川県立大学 矢野俊博・久田 孝

### 要旨

食品調理・加工の現場で器具表面に付着・乾燥した微生物を殺菌することを想定し、ステンレスシャーレに水、有機物（BSA、デンプン、サラダ油）あるいは食品成分（牛乳、牛肉汁、魚肉汁）とともに室温で90分間風乾した病原菌（初発  $10^7 \sim 10^8$  cfu/5cm $\phi$  シャーレの大腸菌、緑膿菌、黄色ブドウ球菌、セレウス菌(栄養細胞)）のカチオン系界面活性剤：塩化ベンザルコニウム（BKC）および両性イオン系界面活性剤：塩酸アルキルジアミノエチルグリシン（AGC）に対する耐性を調べた。

菌/水懸濁液を乾燥した場合にはグラム陰性、陽性問わず0.2%のBKCあるいはAGCで殺菌効果が認められた（10分間処理で1/10000以下）。BSA、デンプンおよび各食品成分、特に牛乳の存在によって界面活性剤の殺菌効果が著しく阻害された。また、乾燥による菌数減少に対しても有機物による保護作用が認められた。通常の洗浄を行った場合は大部分の菌は除菌され、残存する菌に対して0.05%のBKCあるいはAGCで殺菌することが可能であった。BKCやAGC自体も洗浄効果を持つ界面活性剤ではあるが、必ず十分な洗浄作業を行った後で使用する事が重要と考えられる。

## 1. 研究目的

食品製造・調理施設において器具・容器等の殺菌にはアルコール系および次亜塩素酸系の薬剤が多く使用されているが、匂いの少ないカチオン系の塩化ベンザルコニウム（BKC）や両性イオン系の塩酸アルキルジアミノエチルグリシン（AGC）を始めとする界面活性剤も殺菌剤として使用されている。BKCの殺菌作用は細胞膜の損傷と酵素タンパク質の変性といわれており、有機物、とくにタンパク質の存在により効力は低下するものと考えられる<sup>1)</sup>。一方、AGCについては有機物の影響は少ないとされる<sup>1)</sup>。しかしながら、これまでの多くの報告は試験管内実験のもので、界面活性剤を作用させるときの環境は水中、緩衝液中あるいは培地中の場合が多く、実際の調理・加工過程で食品を扱った状況とは大きく異なると考えられる。

近年、食品製造ラインのパイプ内（wet）環境中の微生物はBiofilmの状態で存在していることが多いことが知られており、試験管内の浮遊している細胞とは様々なストレスに対する耐性が異なることが報告されている<sup>2)</sup>。医療関連では特に *Pseudomonas aeruginosa* の

Biofilm 形成能と BKC をはじめとする化学薬剤への耐性に関する報告が多い<sup>3)</sup>。Biofilm が製造ラインのパイプ内で発生した場合には大きな問題となるため、Biofilm が形成されにくい表面処理技術や殺菌前の洗浄処理の重要性が認識されている<sup>4)</sup>。一方、調理台、器具などパイプ内以外の表面 (dry) でも、食品成分とともに付着・乾燥した場合にはその成分が菌体を保護し、Biofilm と同様に薬剤耐性を示すことが予想される。

本実験作業においては、食品調理・加工の現場において器具表面に食品成分とともに付着・乾燥した微生物を殺菌することを想定し、ステンレス表面に付着させた病原菌に対する BKC および AGC の殺菌効果を調べ、殺菌前の洗浄作業による有機物・食品成分の除去の重要性を示すことを目的とした。

## 2. 研究方法

### 1) 試験菌

*Escherichia coli* O26:HNM (VT1)、*Pseudomonas aeruginosa* IAM 1514、*Staphylococcus aureus* IAM 12544 および *Bacillus cereus* IAM 12605 (栄養細胞) を用いた。予備実験においてポリスチレン製培養用 96 ウェルマイクロプレートで培養した場合の付着の強さは、*Ps. aeruginosa* > *Stap. aureus* > *E. coli* >> *B. cereus* であった (図 1)。

### 2) 供試界面活性剤溶液

10%塩化ベンザルコニウム (BKC、和光純薬) および 40%塩酸アルキルジアミノエチルグリシン (AGC) を 0.05、0.1 および 0.2%溶液 (器具殺菌における通常の使用濃度<sup>1)</sup>) に調製した。

### 3) 供試菌懸濁液の調製

各菌株をトリプトソーヤブイオン (TSB、ニッスイ) 5ml に接種し、35°Cで 16~18 時間培養後、生理食塩水(PBS)で洗浄した菌体に以下のいずれかの溶液あるいは懸濁液を 5ml 加え、供試菌懸濁液とした。なお、対照は菌/蒸留水懸濁液とした。前培養時間はステンレスシャーレ上における乾燥に耐性を持つ定常期 (図 2) の菌体を用いた。

- ① 2.5%(w/v) 牛血清アルブミン (BSA (コーンフラクション V、pH5.2)、和光純薬)、
- ② 2.5%溶性デンプン (和光純薬)、 ③ 2.5%サラダ油 (J-オイルミルズ)、
- ④ 牛乳 (成分無調整生乳 100%、UHT 処理 : 130°C、2 秒)、
- ⑤ 50%牛肉汁 (牛すね肉と等量の水を 1 分間ミキサー処理後、遠心分離した上清)、
- ⑥ 50%魚肉汁 (キハダマグロ刺身を上と同じように処理)

### 4) 供試ステンレスシャーレの前処理

5cm φ ステンレスシャーレ (SUS304、アズワン) を超音波洗浄 15 分間処理後、ブラッシング洗浄およびオートクレーブ(121℃、15 分)処理することを 2 回繰り返し、乾燥した後で試験に使用した。

#### 5) 表面付着微生物の殺菌処理

クリーンベンチ内でステンレスシャーレ ( $n = 3$ ) の中央に上記 3) で調製した菌懸濁液 0.01ml を置き、蓋をせずに室温 (20~24℃) で 90 分間風乾した (図 3)。付着・乾燥した菌/有機物または食品成分の付着乾燥物 (約 1cm φ) に BKC あるいは AGC 溶液 0.1ml で覆い 10 分間放置した。その後 PBS 5ml を加え滅菌綿棒 (ニッスイ) で強く 30 回こすり、トリプトソーヤ寒天培地 (TSA、Oxoid) を用いて残存生菌数を測定した。牛乳および各肉汁を用いた試験では、デゾキシコレート培地 (DX、ニッスイ) およびブドウ球菌培地 (SM110、ニッスイ) を用いて、損傷菌の存在も検討した。各平板培地の培養は 35℃ で 20~24 時間とした。

#### 6) ステンレス表面に牛乳とともに付着させた微生物に対する洗浄による除菌効果

各菌/牛乳懸濁液 0.1ml をステンレスシャーレに置き、以下の①から⑥のそれぞれの処理過程後の残存生菌数を TSA を用いて測定した。

- ① 乾燥前、② クリーンベンチ内で 90 分間乾燥、
- ③ 水洗浄 (滅菌水 4ml を入れ滅菌綿棒で軽く 10 回こすり、液を捨てる) を 2 回、
- ④ 中性洗剤処理 (0.0285% アルキルエーテル硫酸エステルナトリウム、花王) 4ml を入れ、10 分間放置し滅菌綿棒で軽く 10 回こすり、液を捨てる) し、水洗浄 1 回、
- ⑤ 殺菌処理 (0.05% BKC または AGC 1ml を入れ、10 分間) 後、TSB 10ml を加え、
- ⑥ TSB を捨て、蒸留水 4ml で 1 回ゆすぎ。

### 3. 結果および考察

#### 1) ステンレス表面に BSA、デンプンあるいはサラダ油とともに乾燥させた微生物に対する殺菌効果

調製した各菌の懸濁液は 8.0~9.0 log(cfu/ml) であった。*E. coli*/蒸留水懸濁液を 90 分間風乾させた場合の残存生菌数は乾燥前の 8.0 から 6.4 log (cfu/シャーレ) に減少したが、2.5% (2.5mg/シャーレ) の BSA あるいはデンプンの存在で乾燥による減少は抑制された (表 1)。一方、サラダ油の存在で残存生菌数は減少した。

BKC の殺菌効果は AGC よりも強く、BSA やデンプンによる殺菌効果の抑制が認められたが、0.1% BKC では十分な殺菌効果が示された。一方 AGC の場合、BSA、デンプンによって殺菌効果が大きく阻害された。また、付着・乾燥した菌体のほうが、乾燥前の菌体よ

りも AGC に対する耐性を示した。Biofilm が浮遊細胞よりも種々のストレス耐性を持つことが知られている<sup>2)</sup>が、今回乾燥させた菌体の場合も休眠状態の細胞の存在など Biofilm と共通するストレス耐性があるものと考えられる。

*Ps. aeruginosa* は多くの報告<sup>3)</sup>と同様に、各界面活性剤に対して他の菌より強い耐性を示した(表2)。*E. coli*とは異なり、BSA よりもデンプンの存在によって殺菌効果は低下し、サラダ油でも BSA と同等に殺菌効果が低下した。

一般的にグラム陽性菌のほうが BKC に対して感受性が大きいとされるが、*Stap. aureus* に対する殺菌効果と有機物の影響は *E. coli* の結果と同様であった(表3)。我々の予備実験(図1)や、いくつかの報告において、*Ps. aeruginosa* ほどではないが、*Stap. aureus* も器材表面で Biofilm を形成しやすいことが示されている<sup>2)</sup>。

今回用いた *B. cereus* はほとんどが栄養細胞で、他の供試菌よりも乾燥に弱かった(表4)。BKC 処理による殺菌効果も認められたが、AGC では 0.1% と 0.2% 濃度での殺菌効果の差が小さかった。なお、*B. cereus* 芽胞を用いた試験では有機物が存在しなくても 0.2% BKC による殺菌効果は認められなかった(図4)。

## 2) ステンレス表面に牛乳、牛肉汁あるいは魚肉汁とともに乾燥させた微生物に対する殺菌効果

*E. coli* に対する各界面活性剤の殺菌効果は食品成分、特に牛乳によって強く阻害され、0.2% BKC あるいは AGC 溶液でも明確な殺菌効果は得られなかった(表5)。牛肉汁、魚肉汁の場合では、0.2% BKC によりある程度の殺菌効果が認められたが、0.2% AGC による殺菌効果は明確ではなかった。他の菌種でも同様に食品成分によって殺菌効果は弱まり(表6~8)、特に *Ps. aeruginosa* に対する殺菌効果は弱かった。

いくつかの殺菌条件において TSA と選択培地の菌数に大きな違いが認められた。例えば *E. coli*/魚肉汁に対する 0.1% BKC や、*Stap. aureus*/牛肉汁に対する 0.05~0.2% BKC の殺菌後の生菌数は、TSA とそれぞれの選択培地では 100 倍以上の差があった。このことから、器具表面で乾燥させた際に残存する菌の多くがなんらかの損傷を受けていると思われる。

## 3) ステンレス表面に牛乳とともに付着させた微生物に対する洗浄による除菌効果

ステンレス表面に付着・乾燥させた *E. coli* に対して、水洗浄を 2 回行うことにより残存生菌数は、*E. coli*/蒸留水の場合 6.6 から 4.7 log (cfu/シャーレ)に、*E. coli*/牛乳の場合は 7.7 から 6.2 log (cfu/シャーレ)に減少した(表9)。さらに洗浄を 2 回行うことで、それぞれ 3.2 および 4.5 log (cfu)まで減少し、この際に中性洗剤を用いるとわずかに残存生菌数は減少する傾向であった。

洗浄後 0.05% BKC (表5においては全く効果の認められなかった濃度)で殺菌処理した場合、いずれのシャーレからも残存生菌は検出されなかった。一方、牛乳とともに付着させたシャーレを洗浄後、0.05% AGC 殺菌処理した場合には、2.2~3.1 log (cfu)の残存が認められたが、ゆすぐことにより検出限界以下となった。

*Ps. aeruginosa* の場合、*E. coli* よりも水洗浄による除菌効果が大きく、0.05% BKC あるいは AGC 処理によって、残存生菌は検出されなくなった (表 10)。

*Stap. aureus* の結果は、*E. coli* の場合と同様で、牛乳とともに付着させた菌が 0.05% AGC 処理後も残存したが、ゆすぐことにより検出限界以下となった (表 11)。

上の結果で示したように本実験で用いた *B. cereus* 栄養細胞は乾燥に弱く、有機物が存在していない場合は水洗浄 2 回で検出されなくなった (表 12)。牛乳とともに付着させた場合でも水洗浄後、中性洗剤で洗浄することによって検出されなくなった。

上記のように、これまでの多くの報告と同様に有機物・食品成分 (特に牛乳) の存在によって界面活性剤の殺菌効果が著しく阻害され、グラム陰性、陽性問わず、通常の使用範囲の濃度では十分な殺菌が不可能になることが確認された。BKC や AGC 自体も洗浄効果を持つ界面活性剤ではあるが、必ず十分な洗浄作業を行った後で使用することが重要と考えられる。食品調理・加工の現場と実験室内では、汚れの生じる条件が大きく異なる (原料中と菌懸濁液中の違い、調理・加工の機器材と実験器材の違いなど) ために、今後はより現場に近い環境での検討が必要と考えられる。

## 参考文献

- 1) 高野光男・横山理雄 (2001) 「食品の殺菌—その科学と技術—」、幸書房、東京、pp.83-85.
- 2) Chemielewski, R.A.N., Frank, J.F. (2003) Biofilm formation and control in food processing facilities. *Comp. Rev. Food Sci. Food Safety*, 2, 22-32.
- 3) Loughlin, M.F., Jones, M.V., Lambert, P.A. (2002) *Pseudomonas aeruginosa* cells adapted to benzalkonium chloride show resistance to other membrane-active agents but not to clinically relevant antibiotics. *J. Antimicrobial Chemother.*, 49, 631-639.
- 4) 佐々木優子・五十部誠一郎 (2004) バイオフィルムの制御「食品のストレス環境と微生物—その挙動・制御と検出」、サイエンスフォーラム、東京、pp.231-236.

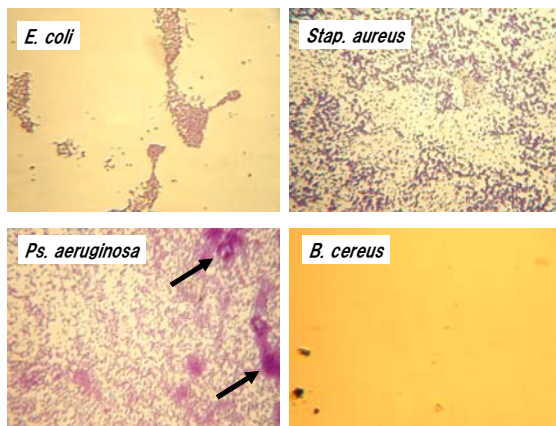


図 1 ポリスチレン製培養用 96 ウェルマイクロプレートへの菌の付着

PYG ブイヨンで希釈した菌液 0.2ml を入れ、35℃、16-20h 培養。PBS で洗浄後、1%クリスタルバイオレットで15min 染色。矢印は菌の多層箇所(Biofilm)。

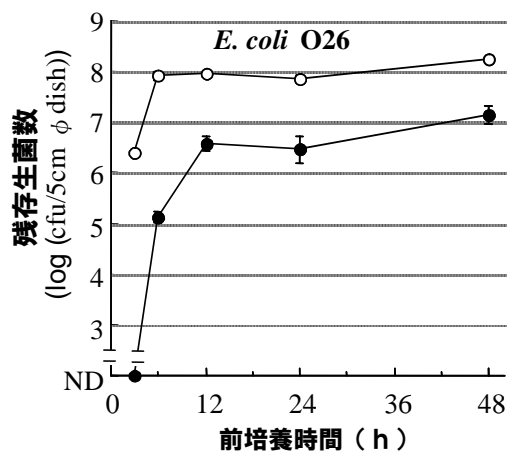


図 2 異なる増殖期の菌体を乾燥した場合の残存生菌数

○: 乾燥前の生菌数、●: 90 分間乾燥後の生菌数。

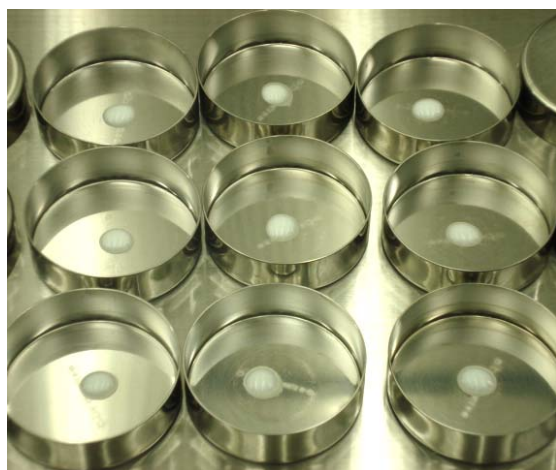


図 3 ステンレス表面への菌懸濁液の付着

菌懸濁液 0.1ml を置き、クリーンベンチ内で送風しながら乾燥。

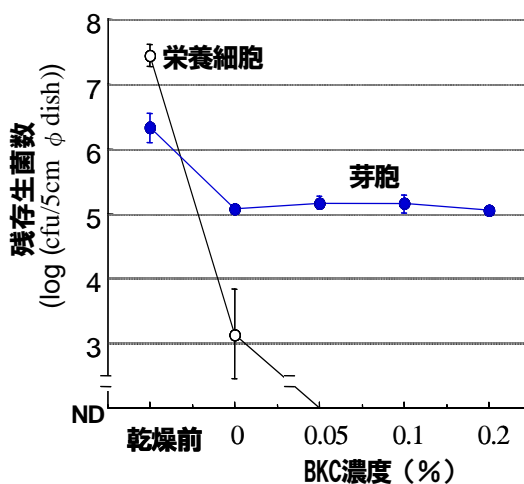


図 4 ステンレスに付着させた *Bacillus cereus* 栄養細胞(○)および芽胞(●)に対する塩化ベンザルコニウム(BKC, 10 分)の殺菌効果

平均値±標準偏差 ( $n = 3$ )。芽胞は NGKG 寒天培地で 7 日間培養した菌体を氷冷水で 10 分処理を 3 回行うことにより回収した。

表1 ステンレス上で乾燥させた*E. coli* O26に対する塩化ベンザルコニウムおよび塩酸アルキルジアミノエチルグリシンの殺菌効果と有機物の影響

殺菌剤濃度 (×10min)	乾燥前(蒸留水)	乾燥後*			
		蒸留水	BSA**	デンプン**	サラダ油**
塩化ベンザルコニウム(BKC)					
0.00%	7.99 ± 0.06	6.35 ± 0.45	7.61 ± 0.07	7.22 ± 0.52	5.50 ± 0.30
0.05%	ND	ND	5.44 ± 0.09	3.92 ± 0.08(2)***	ND
0.10%	ND	ND	ND	ND	ND
0.20%	ND	ND	ND	ND	ND
塩酸アルキルジアミノエチルグリシン(AGC)					
0.00%	7.94 ± 0.06	6.20 ± 0.73	7.79 ± 0.08	7.65 ± 0.19	5.87 ± 0.13
0.05%	ND	4.78 ± 0.96	7.15 ± 0.10	6.66 ± 0.18	4.37 ± 0.33
0.10%	ND	ND	6.67 ± 0.10	6.13 ± 0.16	ND
0.20%	ND	ND	4.94 ± 0.76	4.98 ± 0.97 (2)	ND

値は log(cfu/5cm φ ステンレスシャーレ) の平均値±SD (n = 3)。ND: 検出限界(2.00) 以下。

\* 0.1ml の菌懸濁液をクリーンベンチ内で送風しながら90min乾燥。

\*\* 乾燥する際に各有機物を2.5%加えた。乾燥時には約1cm φ の円に2.5mgの有機物。

\*\*\* 検出率=2/3。

表2 ステンレス上で乾燥させた*Pseudomonas aeruginosa* に対する塩化ベンザルコニウムおよび塩酸アルキルジアミノエチルグリシンの殺菌効果と有機物の影響

殺菌剤濃度 (×10min)	乾燥前(蒸留水)	乾燥後			
		蒸留水	BSA	デンプン	サラダ油
塩化ベンザルコニウム(BKC)					
0.00%	8.25 ± 0.06	6.69 ± 0.03	6.74 ± 0.26	7.44 ± 0.24	6.80 ± 0.31
0.05%	6.46 ± 0.33	5.12 ± 0.28	6.30 ± 0.22	6.65 ± 0.15	6.50 ± 0.09
0.10%	5.98 ± 0.39	2.94 ± 0.82	5.08 ± 0.16	4.80 ± 0.40	5.27 ± 0.22
0.20%	2.65 ± 0.16	ND	3.40 ± 0.79	4.20 ± 0.81	3.31 ± 0.69
塩酸アルキルジアミノエチルグリシン(AGC)					
0.00%	8.39 ± 0.13	6.80 ± 0.08	6.61 ± 0.36	7.32 ± 0.21	6.79 ± 0.07
0.05%	5.78 ± 0.62	6.15 ± 0.07	6.40 ± 0.20	6.79 ± 0.13	6.15 ± 0.16
0.10%	5.63 ± 0.03	5.59 ± 0.10	6.07 ± 0.13	6.42 ± 0.25	5.83 ± 0.20
0.20%	ND	2.50 ± 0.28(2)	3.81 ± 0.25	3.45 ± 0.39	2.36 ± 0.32

値は log(cfu/5cm φ ステンレスシャーレ) の平均値±SD (n = 3)。ND: 検出限界(2.00) 以下。

表1を参照。



表3 ステンレス上で乾燥させた*Staphylococcus aureus* に対する塩化ベンザルコニウムおよび塩酸アルキルジアミノエチルグリシンの殺菌効果と有機物の影響

殺菌剤濃度 (×10min)	乾燥前(蒸留水)	乾燥後			
		蒸留水	BSA	デンプン	サラダ油
塩化ベンザルコニウム(BKC)					
0.00%	8.13 ± 0.08	6.63 ± 0.03	8.03 ± 0.12	7.80 ± 0.01	6.66 ± 0.06
0.05%	ND	ND	5.99 ± 0.06	3.54 ± 0.21	ND
0.10%	ND	ND	ND	ND	ND
0.20%	ND	ND	ND	ND	ND
塩酸アルキルジアミノエチルグリシン(AGC)					
0.00%	8.01 ± 0.04	6.76 ± 0.17	8.25 ± 0.05	7.50 ± 0.08	6.99 ± 0.05
0.05%	3.47 ± 0.21	5.66 ± 0.05	7.43 ± 0.05	6.14 ± 0.23	3.19 ± 0.11
0.10%	ND	4.05 ± 0.04	7.14 ± 0.06	4.82 ± 0.50	ND
0.20%	ND	2.99 ± 0.61	4.80 ± 0.18	ND	ND

値は log(cfu/5cm φ ステンレスシャーレ) の平均値±SD (n = 3)。ND : 検出限界(2.00) 以下。  
表1を参照。

表4 ステンレス上で乾燥させた*Bacillus cereus* に対する塩化ベンザルコニウムおよび塩酸アルキルジアミノエチルグリシンの殺菌効果と有機物の影響

殺菌剤濃度 (×10min)	乾燥前(蒸留水)	乾燥後			
		蒸留水	BSA	デンプン	サラダ油
塩化ベンザルコニウム(BKC)					
0.00%	7.45 ± 0.17	3.14 ± 0.69	4.67 ± 0.19	4.74 ± 0.13	3.85 ± 0.20
0.05%	ND	ND	ND	ND	ND
0.10%	ND	ND	ND	ND	ND
0.20%	ND	ND	ND	ND	ND
塩酸アルキルジアミノエチルグリシン(AGC)					
0.00%	7.32 ± 0.35	3.54 ± 0.15	5.00 ± 0.08	4.86 ± 0.05	3.49 ± 0.08
0.05%	4.51 ± 0.27	3.59 ± 0.67(2)	4.24 ± 0.05	3.77 ± 0.34	2.00 ± 0.00(2)
0.10%	ND	ND	2.78 ± 0.42	3.03 ± 0.44	ND
0.20%	ND	ND	2.20 ± 0.17	2.26 ± 0.24	ND

値は log(cfu/5cm φ ステンレスシャーレ) の平均値±SD (n = 3)。ND : 検出限界(2.00) 以下。  
表1を参照。

表5 ステンレス上で牛乳あるいは肉汁とともに乾燥させた*E. coli* O26に対する塩化ベンザルコニウムおよび塩酸アルキルジアミノエチルグリシンの殺菌効果

殺菌剤濃度 (×10min)	牛乳		牛肉汁(50%牛すね肉)		魚肉汁(50%キハダマグロ刺身)	
	TSA	DX	TSA	DX	TSA	DX
対照	7.54 ± 0.05	6.86 ± 0.04	7.85 ± 0.03	7.76 ± 0.07	7.85 ± 0.06	7.60 ± 0.18
塩化ベンザルコニウム(BKC)						
0.05%	7.73 ± 0.04	7.05 ± 0.02	7.49 ± 0.04	6.71 ± 0.48	7.59 ± 0.27	6.78 ± 0.18
0.10%	7.19 ± 0.09	6.58 ± 0.06	6.57 ± 0.16	5.94 ± 0.41	6.04 ± 0.16	3.81 ± 0.17
0.20%	7.15 ± 0.23	6.72 ± 0.23	4.49 ± 0.20	3.87 ± 0.38	ND	ND
塩酸アルキルジアミノエチルグリシン(AGC)						
0.05%	7.88 ± 0.08	6.99 ± 0.21	8.18 ± 0.06	8.16 ± 0.04	7.76 ± 0.02	6.77 ± 0.28
0.10%	7.30 ± 0.15	6.96 ± 0.21	7.67 ± 0.06	7.67 ± 0.03	7.26 ± 0.09	6.28 ± 0.29
0.20%	7.31 ± 0.06	7.14 ± 0.06	7.09 ± 0.10	7.11 ± 0.08	6.87 ± 0.06	5.67 ± 0.44

値は log(cfu/5cm φ ステンレスシャーレ) の平均値±SD (n = 3)。ND : 検出限界(2.00) 以下。  
表1を参照。

TSA:トリプトソーヤ寒天培地; DX:デゾキシコレート寒天培地

表6 ステンレス上で牛乳あるいは肉汁とともに乾燥させた *Ps. aeruginosa* に対する界面活性剤の殺菌効果

殺菌剤濃度 (×10min)	牛乳	牛肉汁	魚肉汁
対照	7.43 ± 0.31	7.88 ± 0.03	7.85 ± 0.07
塩化ベンザルコニウム(BKC)			
0.05%	7.19 ± 0.08	7.38 ± 0.18	7.34 ± 0.12
0.10%	7.23 ± 0.22	7.27 ± 0.03	6.87 ± 0.15
0.20%	7.01 ± 0.05	7.14 ± 0.05	6.62 ± 0.09
塩酸アルキルジアミノエチルグリシン(AGC)			
0.05%	7.47 ± 0.34	7.88 ± 0.05	7.84 ± 0.04
0.10%	7.47 ± 0.03	7.91 ± 0.09	7.81 ± 0.10
0.20%	7.40 ± 0.15	7.53 ± 0.10	6.95 ± 0.00

値は log(cfu/5cm φ ステンレスシャーレ) の平均値±SD (n = 3)  
表1および5を参照。

表7 ステンレス上で牛乳あるいは肉汁とともに乾燥させた *Stap.aureus* に対する界面活性剤の殺菌効果

殺菌剤濃度 (×10min)	牛乳		牛肉汁		魚肉汁
	TSA	SM110	TSA	SM110	TSA
対照	8.12 ± 0.05	7.28 ± 0.25	7.88 ± 0.02	6.92 ± 0.14	8.08 ± 0.04
塩化ベンザルコニウム(BKC)					
0.05%	8.01 ± 0.10	6.68 ± 0.17	7.32 ± 0.03	4.87 ± 0.12	7.02 ± 0.16
0.10%	7.18 ± 0.03	5.32 ± 0.36	5.97 ± 0.39	3.32 ± 0.43	7.06 ± 0.10
0.20%	5.62 ± 0.86	3.59 ± 0.28	4.11 ± 0.67	ND	4.88 ± 0.60
塩酸アルキルジアミノエチルグリシン(AGC)					
0.05%	8.23 ± 0.07	7.47 ± 0.19	7.98 ± 0.09	7.06 ± 0.03	7.86 ± 0.15
0.10%	7.69 ± 0.03	7.35 ± 0.19	7.95 ± 0.09	7.22 ± 0.09	7.59 ± 0.16
0.20%	7.55 ± 0.14	7.11 ± 0.06	6.90 ± 0.26	4.18 ± 0.15	7.41 ± 0.22

値は log(cfu/5cm φ ステンレスシャーレ) の平均値±SD (n = 3)。ND: 検出限界(2.00) 以下。  
表1および5を参照。

TSA:トリプトソーヤ寒天培地; SM110:ブドウ球菌培地No.110

表8 ステンレス上で牛乳あるいは肉汁とともに乾燥させた *B. cereus* に対する界面活性剤の殺菌効果

殺菌剤濃度 (×10min)	牛乳	牛肉汁	魚肉汁
対照	6.88 ± 0.08	6.91 ± 0.05	6.66 ± 0.08
塩化ベンザルコニウム(BKC)			
0.05%	6.51 ± 0.03	6.31 ± 0.12	5.08 ± 0.25
0.10%	6.39 ± 0.07	3.91 ± 0.14	4.35 ± 0.55
0.20%	3.90 ± 0.05	ND	2.59 ± 0.53
塩酸アルキルジアミノエチルグリシン(AGC)			
0.05%	6.68 ± 0.04	6.72 ± 0.01	5.67 ± 0.05
0.10%	6.23 ± 0.08	5.57 ± 1.10	4.88 ± 0.17
0.20%	4.36 ± 0.10	5.01 ± 0.02	2.72 ± 0.34

値は log(cfu/5cm φ ステンレスシャーレ) の平均値±SD (n = 3)  
表1および5を参照。

表9 ステンレス上で牛乳とともに乾燥させた*E. coli* O26 に対する  
中性洗剤の洗浄効果および界面活性剤の殺菌・除菌効果

洗浄・殺菌処理	水	牛乳
① 乾燥前	7.99 ± 0.06	
② 乾燥後	6.58 ± 0.05	7.70 ± 0.11
③ 水洗浄2回	4.70 ± 0.05	6.20 ± 0.35
④ 水/中性洗剤処理		
④a ③+水洗浄	3.16 ± 0.32	4.54 ± 0.09
④b ③+中性洗剤洗浄	2.70 ± 0.87	4.22 ± 0.28
⑤ 殺菌処理*		
⑤a ④a+0.05% BKC	ND	ND
⑤b ④b+0.05% BKC	ND	ND
⑤c ④a+0.05% AGC	ND	3.06 ± 0.65
⑤d ④b+0.05% AGC	ND	2.15 ± 0.21
⑥ ゆすぎ		
⑥c ⑤c+ゆすぎ	ND	ND
⑥d ⑤d+ゆすぎ	ND	ND

表1を参照。

数値はlog (cfu/5cm φ シヤーレ)、n = 3. ND ≤ 2.0.

\* BKC: 塩化ベンゼンザルコニウム; AGC: 塩酸アルキルジアミノエチルグリシン

表10 ステンレス上で牛乳とともに乾燥させた*Ps. aeruginosa* に対する  
中性洗剤の洗浄効果および界面活性剤の殺菌・除菌効果

洗浄・殺菌処理	水	牛乳
① 乾燥前	8.25 ± 0.06	
② 乾燥後	5.64 ± 0.23	7.38 ± 0.07
③ 水洗浄2回	3.17 ± 0.30	5.79 ± 0.14
④ 水/中性洗剤処理		
④a ③+水洗浄	ND	3.82 ± 0.27
④b ③+中性洗剤洗浄	2.24 ± 0.34	3.89 ± 0.17
⑤ 殺菌処理*		
⑤a ④a+0.05% BKC	ND	ND
⑤b ④b+0.05% BKC	ND	ND
⑤c ④a+0.05% AGC	ND	ND
⑤d ④b+0.05% AGC	ND	ND
⑥ ゆすぎ		
⑥c ⑤c+ゆすぎ	ND	ND
⑥d ⑤d+ゆすぎ	ND	ND

表1を参照。

数値はlog (cfu/5cm φ シヤーレ)、n = 3. ND ≤ 2.0.

\* BKC: 塩化ベンゼンザルコニウム; AGC: 塩酸アルキルジアミノエチルグリシン

表11 ステンレス上で牛乳とともに乾燥させた *Stap. aureus* に対する  
中性洗剤の洗浄効果および界面活性剤の殺菌・除菌効果

洗浄・殺菌処理	水	牛乳
① 乾燥前	8.13 ± 0.08	
② 乾燥後	6.32 ± 0.32	7.73 ± 0.04
③ 水洗浄2回	4.03 ± 0.20	6.23 ± 0.09
④ 水/中性洗剤処理		
④a ③+水洗浄	2.28 ± 0.27	4.80 ± 0.27
④b ③+中性洗剤洗浄	ND	4.67 ± 0.22
⑤ 殺菌処理*		
⑤a ④a+0.05% BKC	ND	ND
⑤b ④b+0.05% BKC	ND	ND
⑤c ④a+0.05% AGC	ND	3.22 ± 1.40
⑤d ④b+0.05% AGC	ND	3.12 ± 0.97
⑥ ゆすぎ		
⑥c ⑤c+ゆすぎ	ND	ND
⑥d ⑤d+ゆすぎ	ND	ND

表1を参照。

数値はlog (cfu/5cm φ シヤール)、n = 3. ND ≤ 2.0.

\* BKC: 塩化ベンザルコニウム; AGC: 塩酸アルキルジアミノエチルグリシン

表12 ステンレス上で牛乳とともに乾燥させた *B. cereus* に対する  
中性洗剤の洗浄効果および界面活性剤の殺菌・除菌効果

洗浄・殺菌処理	水	牛乳
① 乾燥前	7.45 ± 0.17	
② 乾燥後	2.97 ± 0.67	6.96 ± 0.03
③ 水洗浄2回	ND	4.74 ± 0.18
④ 水/中性洗剤処理		
④a ③+水洗浄	ND	3.23 ± 0.24
④b ③+中性洗剤洗浄	ND	ND
⑤ 殺菌処理*		
⑤a ④a+0.05% BKC	ND	ND
⑤b ④b+0.05% BKC	ND	ND
⑤c ④a+0.05% AGC	ND	ND
⑤d ④b+0.05% AGC	ND	ND
⑥ ゆすぎ		
⑥c ⑤c+ゆすぎ	ND	ND
⑥d ⑤d+ゆすぎ	ND	ND

表1を参照。

数値はlog (cfu/5cm φ シヤール)、n = 3. ND ≤ 2.0.

\* BKC: 塩化ベンザルコニウム; AGC: 塩酸アルキルジアミノエチルグリシン