

研究紹介 1

タンパク質汚れに対する次亜塩素酸イオンの洗浄力

1. はじめに

次亜塩素酸は殺菌剤として、医療・食品業界で広く利用されている。殺菌力は次亜塩素酸の解離状態（図1）に強く依存し、非解離型次亜塩素酸（HOCl）比率の高い微酸性領域で最も高いことが知られている。一方で、洗浄力に関する報告はあまり無く、十分に理解されていない。

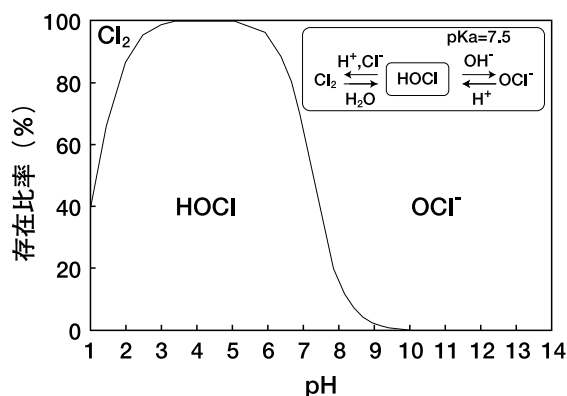


図1 次亜塩素酸存在比率とpHの関係

本研究では、セラミックス表面に吸着したタンパク質汚れを対象として、酸（ H^+ ）およびアルカリ（ OH^- ）のみでは除去できないpH領域（pH 3~10）において、非解離型（HOCl）および解離型（ OCl^- ）次亜塩素酸の洗浄力について検討した。

2. 実験方法

タンパク質汚れとして牛血清アルブミン（BSA）を、セラミックスのモデル基材としてアルミナ（ Al_2O_3 ）の微粒子（ $0.5 \text{ m}^2/\text{g}$ ）を用いた。pH、有効塩素濃度を調整した次亜塩素酸ナトリウム溶液により、あらかじめ調製したBSA付着アルミナ微粒子に対して回分洗浄を実施し、BSAの除去特性を調べた。BSAの濃度は全有機炭素分析計（TOC-5000A：島津製作所）で測定した。次亜塩素酸のHOClおよび OCl^- の濃度比率（存在比率）は、次亜塩素酸の解離定数 $pK_a = 7.5$ を用い有効塩素濃度とpHから算出した。

3. 結果

水酸化ナトリウム溶液（ OH^- ）のみの洗浄では、除去率はpH 11-13の範囲においてpHの増

加と共に著しく増加した。一方、次亜塩素酸ナトリウム溶液による洗浄では、比較的低いpH領域（pH 7~）で、pHおよび有効塩素濃度の増加と共に除去率は増加した（図2A）。また、このときの次亜塩素酸ナトリウム溶液により除去されたBSAは低分子化していた。

ここで、 OH^- の作用のみではBSA除去が起こらないpH領域（pH 2~10）におけるBSA除去率を OCl^- 濃度の関数として再プロットすると、種々のpHおよび有効塩素濃度条件で得られた除去率は OCl^- 濃度に対して一本の曲線に収束した（図2B）。これは、次亜塩素酸の洗浄力が解離型（ OCl^- ）の濃度に強く依存することを示している。（ただし、本実験では OCl^- 濃度約60 mg/l以上で除去効果が発現）

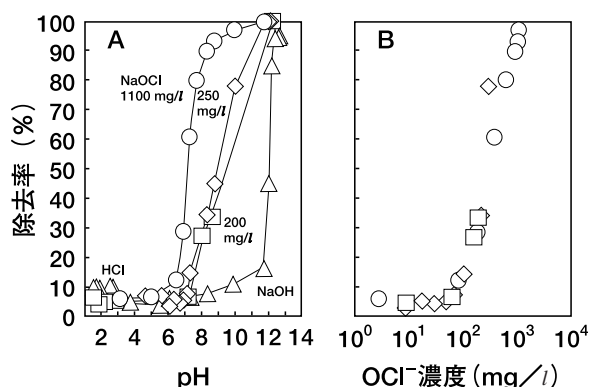


図2 BSAの除去率に及ぼす(A)次亜塩素酸ナトリウム濃度とpH、および(B)次亜塩素酸イオン濃度の関係

以上のことから、 OCl^- の存在比率が増加し始める中性以上のpH領域では、 OH^- の作用により付着BSAが膨潤し、 OCl^- のBSA分子内部への拡散が容易となり、 OCl^- と構成アミノ酸（ペプチド結合）との反応性が増加することによりBSAの酸化分解が促進されると考察された。

4. まとめ

本研究により、次亜塩素酸の洗浄力は解離型（ OCl^- ）の濃度に強く依存することが明らかとなった。洗浄剤として解離型次亜塩素酸を効果的に利用することで、洗浄に必要な OH^- 濃度（例えば水酸化ナトリウム濃度）を1/100~1/1,000程度に削減することができる。

（食品工学研究室 浦野 博水）