食の安全確保のための新たな食品殺菌技術

本紙・食品ニューテクノロジー研究会・2月定例セミナー

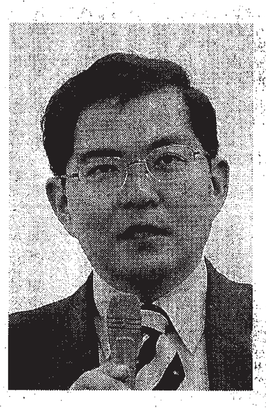
新技術開発

日本食糧新聞社主催・食品ニューテクノロジー研究会は2月20日、東京・中央区の日東紡ビルで「食の安全確保のための新たな食品殺菌技術」をテーマに2月定例セミナーを開催した。岩元睦夫氏（㈱農林水産先端技術産業振興センター理事長）の座長で、企業の研究者を中心に約60人が受講した。講演は①植村邦彦氏（独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構食品総合研究所食品工学研究領域先端加工技術ユニット長）による「交流高電界技術による液状食品の殺菌」②松村栄治氏（ネイチャーズ㈱代表取締役）による「超微細気泡による無薬洗浄・殺菌技術」の2題。植村氏は既存の殺菌処理方法に代わる新たな技術、高電界による殺菌の基礎から応用について解説した。松村氏は、ナノピコバブル生成技術からHACCP・トレーサビリティー、およびポジティブリスト制度に適合する超微細気泡応用技術に関する報告について述べた。セミナーでは、活躍する講師陣を前に質疑応答も活発に行われ、大変興味深い講演となった。

交流高電界技術による液状食品の殺菌

処理温度高い方が菌数低下

熱的な損傷少なく品質高い



通電加熱は古くから食品の加熱方法として利用されてきた技術であるが、通電加熱を食品の殺菌に応用した研究結果から、通電加熱の電気的な殺菌効果はないことが報告されている。一方で、高電圧パルスと呼ばれる殺菌技術は、細胞膜の電気穿孔と呼ばれる現象を利用したもので、非熱的な殺菌方法であり電気的な殺菌効果が実証した多数の研究事例が報告されている。ただし、高電圧パルスは電源装置のコスト高や大量連続処理が難しいことから、実用化が進んでいないのが実情である。そこで、筆者らは通電加熱の電界強度を数kV／cm以上に高めることにより、通電加熱に電気的な殺菌効果を付与した交流高電界技術と呼ばれる殺菌方法を考案した。本技術を用いた加工食品は安全性が向上するほか、熱に弱い香気成分や機能性成分を維持することが可能な高品質殺菌装置を、フロンティアエンジニアリング㈱および㈱ポッカコーポレーションと共同で開発した経緯を紹介する。

㈱農業・食品産業技術総合研究機構 食品総合研究所食品工学研究領域 先端加工技術ユニット長 博士（農学） 植村 邦彦氏

大腸菌に対して高い殺菌効果

この交流高電界技術の電気的殺菌効果を明らかにする特徴を有する。ここでは、アリング㈱および㈱ポッカコーポレーションと共同で開発した経緯を紹介する。

小規模の交流高電界用電源は20KHzの周波数、200Vの電圧、電流10A出力のものを用いた。通電殺菌ユニットは、チタニウム製電極を0・2㎜の間隔で向かい合わせて配置し、その電極間を試料が通過する流路で構成した。

処理温度が同一条件で、電界の殺菌効果を検証するため、食塩水の濃度を変えた交流高電界処理を行い、横軸に電界強度、縦軸に残存菌数をプロットしたところ、図1に示すように同一温度条件では、残存大腸菌数は印加電界に比例して対数が減少し、印加電界が同じ場合は処理温度が高い方が菌数の低下が大きくなることがわかった。つまり、通電加熱と高電界印加の相互作用により、交流高電界技術が大腸菌に対して高い殺菌効果を有する。

耐熱性の高い微生物胞子の交流高電界殺菌は、電極ユニットを0・3MPa以上に加圧することで100度C以上の温度で試料が沸騰しない条件で処理した。例えば、枯草菌の胞子の場合、120度Cの温度で処理した場合、菌数を4対数オーダー低下することが可能であり、さらに耐熱性の高い好酸性耐熱芽胞菌の場合でも、140度Cで処理することで菌数を3対数オーダー低下することが可能である（表1）。交流高電界技術による殺菌メカニズムは菌種により異なるが、胞子の場合は、高電界を印加して秒速1万度Cの早い昇温速度を受けたことにより耐熱性が急激に低下したものと考えられている。

実用的なレベルのスケールアップを行うため、配管内で圧力を保持する内圧型に変更し、電極面積および電源容量を10倍に拡大し、処理量を60L／hとした装置を開発した。またポッカコーポレーションでは、本装置をさらにスケールアップして1時間当たり数t処理できる規模の装置を開発して実用化を進めている。

原料のオレンジジュース中に含まれる機能性成分に着目して、交流高電界処理したものと、同程度の殺菌効果を有するUHT処理したものとを比較したところ、すべての成分項目で交流高電界処理したものが熱的な損傷が少なく、未処理の値に近いことが分かった。また、官能検査の結果からも、交流高電界処理したものは従来のUHT処理のものよりも品質が高いことが実証された。

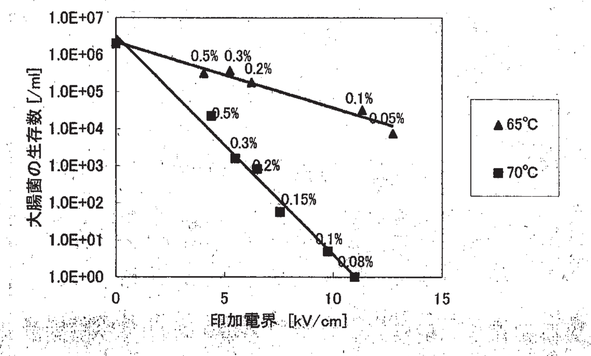


図1 処理温度が65℃および70℃のときの印加電界と大腸菌の生存数

表1 交流高電界処理によるオレンジジュース中の各微生物の殺菌効果

処理温度	S.cerevisiae	E.coli	B.subtilis	B.cereus	A.acidocaldarius	Geo.stearothermophilus
65℃	◎	△				
70℃	◎	◎				
110℃	◎	◎	×	×		
115℃	◎	◎	△	△	×	
120℃	◎	◎	◎	◎	◎	×
130℃	◎	◎	◎	◎	◎	×
135℃	◎	◎	◎	◎	◎	△
140℃	◎	◎	◎	◎	◎	◎

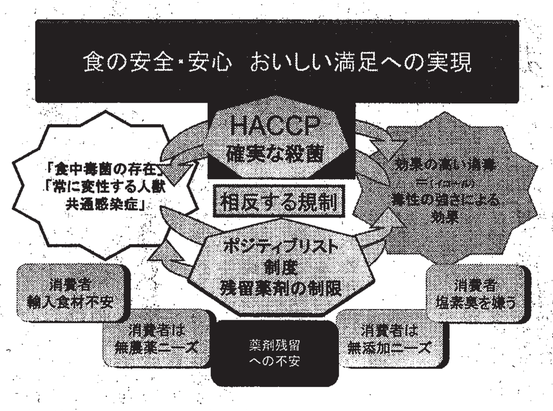
○：10^3以上、△：10^1-10^3、×：10^1以下の殺菌効果

超微細気泡による無薬洗浄・殺菌技術

無薬洗浄・殺菌で応用多岐に

輸入野菜洗浄・水質浄化向上

食品生産・加工の分野では、食品衛生法に加えてHACCPでの確実な衛生管理、すなわち洗浄殺菌が求められ、より強力で効果の高い消毒薬を用いらざるをえない。しかし強い消毒薬は毒性も高い。一方で、ポジティブリスト制度により農薬のほか薬物の残留性は精密に制限され、2つの規制はこの点で相反している。（図）



効果が高く確実な殺菌法であり、同時に無薬で食品にまったく残留しない機能を持った技術が強く求められている。食品ニューテクノロジー研究会で発表されたナノピコ（TM）オゾン水は一切の添加物を含まず、次亜塩素酸ナトリウム高濃度水溶液よりはるかに強い殺菌作用を瞬間に施しながら、洗浄殺菌した後は完全分解して残留せず、水と酸素に戻る優れた特性を持つ。さらに分子サイズに近い、極めて微細な気泡の存在により生成されるため安定性が高く、多岐に渡る分野での実用化が進んでいる。

ネイチャーズ㈱ 代表取締役 松村 栄治氏

近年、マイクロバブルやナノバブルといった微細気泡のオゾン水や、酸素水といった機能水による殺菌処理技術が実用化され一定の効果を上げている。専門家によれば、500nm（ナノメートル）よりも小さな気泡は浮力の影響を受け難く安定性が高いとされてきた。これまで最小とされたナノバブルでは100nm程度の気泡が確認され、一般のオゾン水や酸素水とは異質の優れた効果が得られることも発表されている。しかし、50nm未満の気泡は発見されず、推定数百気液150ppmでも、完全

世界最小 ナノピコ気泡発見・実用化へ

圧といった水圧で収縮圧壊されて消滅するというのが先端技術分野での見解であった。ネイチャーズ㈱が開発（特許取得）し、農林水産省の高度化事業で機能研究されてきた「ナノピコ技術」では、世界最小といえる10nm以下で、気泡分布径の中心が3nmから1nm未満に分布する気泡が常時計測可能となり、高密度に水中存在されていることが発見された。ナノピコオゾン水、ナノピコ酸素水は一切の添加物を必要とせず、極めて高濃度で安定性の高い機能水であり、その殺菌効果と安全性を裏付けるデータが示された。

まず、細菌については、低濃度10ppmオゾン水100㎖で、サルモネラ菌（Salmonella-Enteritidis）約43億個を瞬間に滅菌可能であった。またウイルスでは、次亜塩素酸ナトリウム水溶液150ppmでも、完全不活化が難しい各種ウイルスを1秒以下の瞬間に完全不活化できることも検証された。鳥インフルエンザウイルスH5N1への効果試験でも同様に、瞬間に不活化作用が施せ、遺伝子までも破壊して死滅させるほどの殺効果が確認された。

一方、これほど強い殺効果がありながら、動物に毎日反復して浴びせかける、オゾン水だけを常時飲水させるなどの安全性試験においては、動物の生体に無害であるデータも観測されている。

オゾン水の実用化の例では、次亜塩素酸ナトリウム水溶液に代えてカット野菜洗浄、鶏卵洗浄の実例が示された。農業分野では果樹伝染病などの対策として、ボルドー液（硫酸＋消石灰）への代替が可能となる。動物伝染病対策でも、逆性せっけん他消毒薬に代替えして施設殺菌洗浄に利用し、感染症の発病率が低減されたデータも示された。

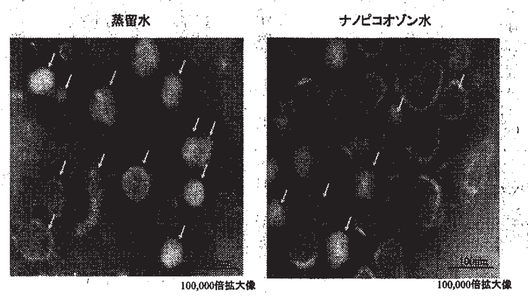
ナノピコオゾン水は、pHが原水と変わらず（中性で）、塩などの電解質も含まないので小型システムで大量の工場原料水の滅菌が可能である。また、脂分を含む汚れなどを、洗剤に匹敵するほどの除去能力で洗い落とす機能も有している。極微気泡ゆえの洗浄機能は、半導体分野でのウエハーや液晶洗浄にも適するほどで、高濃度領域であるが、従来の160ppm（加圧生成オゾン水）に対して、わずか25ppmのナノピコオゾン水がレジスト被膜などの剥離除去に強力な効果を示すことも実証されている。

これらの結果から、輸入野菜の表面に残留し得る農薬の酸化洗浄除去にも利用が期待できる。極微気泡特有の安定性によれば、加温して60度C以上の温水で酸化性能をアップさせた状態にして用いることも可能で、応用範囲が広いことも示唆された。

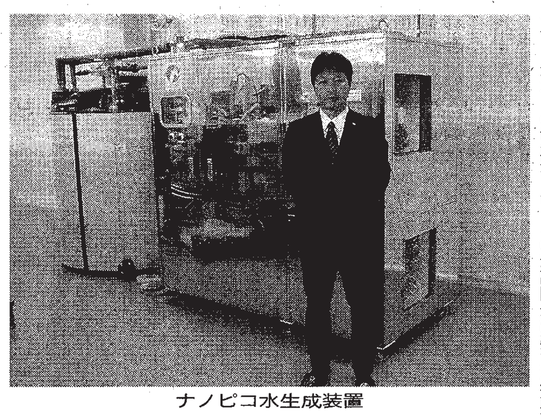
酸素水については、常圧条件のもと、溶存濃度46ppm（95％濃度酸素ガス使用）で数時間～数日間経過しても一切濃度変化のない安定した過飽和酸素水が、容易に大量生成できることも実証された。ナノピコ酸素水（安定過飽和酸素水）の利用分野としては、食品原材料、例えば水耕栽培による野菜育成や、養殖分野で育成率を高める技術として期待が持たれる。排水の浄化処理に用いれば、好気性バクテリアの活性を高め、水質浄化や処理機能向上を実現して環境負荷の低減にも活用が可能となる。

ホームページ＝http://www.naturescompany.jp

鳥インフルエンザウイルス粒子の電子顕微鏡像



北海道大学大学院獣医学部微生物学教室



ナノピコ水生成装置

●食品ニューテクノロジー研究会のご案内●

食品ニューテクノロジー研究会では、企業の開発担当・研究者を対象に定例会を行い、会員システムで運営しております。活動、入会についてのお問い合わせは、食品ニューテクノロジー研究会事務局 電話03・3271・4815または E-mail：kaise-n@nissyoku.co.jp（担当＝貝瀬）までご連絡ください。詳しい資料をお送りさせていただきます。