

アサマ
NEWS

パート

2012-7 NO. 149

食品微生物の制御

食品微生物の化学的制御—4

食品微生物、特に病原性食中毒菌の化学的制御の概要は、前3報までに報告しているが、多くの人達が期待しているのは、全く新しく、安全性が高く、しかも効果的な技術であろう。巷間、これほど化学的な添加物に対する忌避反応が強くて、中には、合理性に欠け、非科学的と言えるような反応に打ち勝って、広く食品の危害微生物を制御し、食品に安全性を齎し得る技術があるだろうか？

ここでは、今後の研究や開発によって結果が左右され、実現は約束されないかもしれないが、最近の学会誌などに報告されている幾つかの研究を紹介してみたいと思う。これらは現状では、以下の二つの傾向に集約される。

- ①従来の化学的技術の改善及び複数の技術の組み合わせ
 - (1) 酸性化合物の改良システム1…ASC (酸性化亜塩素酸ナトリウム)
 - (2) 酸性化合物の改良システム2…ACS (酸性化硫酸カルシウム)
- ②バイオペレザベーション的な手法による新規な微生物制御技術の開発
 - (1) 野菜類に棲んでいる微生物による汚染細菌の制御…レタスやニンジンの例
 - (2) 昆虫の自己防衛的な抗菌性ペプチドの利用…イエバエ蛹の抗菌性ペプチド

これらは、中には奇想天外な発想とも言えるものも含まれ、必ずしも全てが成功するとは思えないが、成功すれば現在の食品業界や消費者の抱える食品の安全性の問題が、大きく改善され、非常に好ましい社会が実現するかもしれない。以下順に開発テーマについて順次紹介する。

1-1. ASC (酸性化亜塩素酸ナトリウム) システム

亜塩素酸ナトリウム ($\text{Na}(\text{ClO}_2)$) と、可食性の有機酸、例えばクエン酸を組み合わせたもので、次亜塩素酸単独よりも副作用が少なく、しかも強い抗菌活性が得られることが報告されている。原理的には、二つの化合物を組み合わせることによって、酸性化2酸化塩素が発生し、次亜塩素酸より強い抗菌活性が得られ、しかも副作用は少ない結果が得られるので、1999年には、家禽肉、赤肉、ミンチ肉、果実野菜類の殺菌にFDAから使用許可が下りている。今、白菜中の *Escherichia coli* O157:H7 の殺菌に利用した、農水省食品総合研究所 (研究当時) の稲津らの報告の一部を紹介すると、表1の様である¹⁾。

このシステムを多くの食品や食材の殺菌に利用して、著効を取った報告は多数あるが、ここでは最近の報告としてLiaoのアルファルファ種子上の *Salmonella* を2%次亜塩素酸カルシウム処理 (米国の芽出し食品の種子の法的に定められた滅菌基準) と比べて、1/20程度の少ない塩素量で、同等以上の殺菌力を示し、しかも種子の発

芽には影響しないと云う結果も引用しておく (表2)²⁾。

菌回収培地	処理温度 (°C)	白菜葉上の <i>E.coli</i> 菌数		
		洗浄前	蒸留水 洗浄	ASC-CitA 洗浄
TSA-Rif	4	6.0 ± 0.1	5.2 ± 0.1	3.6 ± 0.1
	25	6.0 ± 0.1	5.1 ± 0.1	3.6 ± 0.1
	50	6.4 ± 0.0	5.1 ± 0.1	2.7 ± 0.2
SMAC-Rif	4	5.6 ± 0.1	4.5 ± 0.1	3.1 ± 0.2
	25	5.6 ± 0.1	4.4 ± 0.2	3.1 ± 0.2
	50	6.3 ± 0.1	4.8 ± 0.0	2.4 ± 0.1

TSA-Rif: Tryptic soy agar + rifampicin

SMAC-Rif: Sorbitol MacConkey agar + rifampicin

表1 クエン酸-ASCの幾つかの温度での白菜葉上の *E.coli* O157:H7の菌数減少効果

処理時間	処理された種子			
	ASC (塩素800ppm)		Ca(OCl) ₂ (塩素20,000ppm)	
	Salmonella 菌数 logCFU/g	減少 logCFU/g	Salmonella 菌数 logCFU/g	減少 logCFU/g
0分(対)	7.45 ± 0.21	対照	7.38 ± 0.13	対照
15分	5.32 ± 0.16	2.1	5.67 ± 0.32	1.7
30分	5.07 ± 0.32	2.4	5.35 ± 0.24	2.0
45分	3.31 ± 0.25	4.0	4.68 ± 0.41	2.8

表2 アルファルファ種子上の *Salmonella* の除去に対するASCとCa(OCl)₂の効果に対する処理時間の影響²⁾

1-2. ACS (酸性化硫酸カルシウム) システム

先のシステムとは、ACSと1字変わるだけの異なった抗菌システムである。開発は前者と比べ少し遅れて行われた^{3,4)}。このシステムは、関連する特許を読んだだけでは、理解できない部分も多いが、効果的に広い範囲の微生物を制御出来るシステムである様で、食品の *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella*, *Campylobacter* 等の病害微生物やカビを制御し、また食品保存も達成できるという。Brandtらの論文中の記載からACSの説明を引用すれば、彼らが実験に利用したのは、強い酸性化乳酸/硫酸カルシウムコンプレックスで、乳酸、硫酸、水酸化カルシウムを含み、3種の成分の組み合わせは、連続的なプロトンの供給源として働くという仮説に基づいている。このプロトン供給のメカニズムは、非解離状態の乳酸を作り出し微生物の内部に容易に入り、菌体内部のホメオスタシスを狂わせ、菌を死に至らしめると云う⁵⁾。このシステムの抗菌活性の強さがどの程度のものかということは、現在手元に集めている試料のみからでは正確には示し得ないが、使用すれば即刻微生物を低濃度で殺菌出来るというようなタイプの速効的な殺菌剤ではなさそうで、例えばハムのような肉製品表面の微生物を長時間の保存中に次第に殺菌するようなシステムである⁶⁾。わが国では、今後の研究開発によって実用化の可否が決定されよう。

2-1 野菜生息微生物による食中毒細菌の制御

(1)レタスとホウレン草の自然生息細菌叢による *Escherichia coli* O157 : H7に対する拮抗的阻害菌の探索。

M.A.Johnston らは、新鮮なレタスとホウレン草に生息する細菌の中から、*Escherichia coli* O157 : H7に拮抗的な阻害活性を示す菌の分離を試みた。実際、レタスもホウレン草も、葉を刻んだものに *E.coli* O157:H7を接種し、4℃で保存すると、保存期間中も長期間にわたり菌は検出されるものの、1.5log 単位程度菌数が低下していることが観察されている⁷⁾。

そこで、レタスとホウレン草から拮抗的阻害作用を有する微生物の分離を試みると、レタスの場合：

分離株36,970株。*E.coli* O157:H7に拮抗性を示すもの295株。295株中287株 (97%) がグラム陰性細菌。

ホウレン草の場合：

分離株17,513株。*E.coli* O157:H7に拮抗性を示すもの200株。200株中197株 (99%) はグラム陰性桿菌。

と云うような分離結果で、その中で *E.coli* O157 : H7に阻害活性を示す分離株の species は、*Pantoea*, *Pseudomonas*, *Klebsiella*, *Euterobacter*, *Aeromonas*, *Burkholderia*, やや少ないが *Serratia*, *Kluyvera* であった。

また、分離株の中で17%が、抗菌阻害活性の由来をペプチド性物質に依っていたし、16%が、抗菌阻害活性の由来を酸の生成に依っていることが分かったと報告されている。拮抗微生物の大部分がグラム陰性桿菌とは、対象被検菌が *Escherichia coli* O157 : H7だったせいかもしれない。

(2)新鮮な皮剥きニンジンから分離し、増殖させた自然の菌叢による食品病原菌の阻害。

Liao は新鮮な皮をはいだベビーニンジンに自然に付随生育している微生物による *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella enterica*, *Escherichia coli* O157 : H7および腐敗細菌 *Pseudomonas marginalis* の生育阻害作用を調べた⁸⁾。

ベビーニンジンは、食中毒細菌を生育させず、食中毒の原因食になったことは無いことが実験的に報告されていて、この実験でも剥皮したベビーニンジンのスライスしたものを浸漬した溶液中に2分間接触しただけで、特に感受性の高い *L.monocytogenes* は2 log 減少し、20℃で2日間接触させると完全に殺菌され、無菌となったという(表3)。そして、この作用はニンジンをも、200ppmの残留塩素を含む次亜塩素酸ナトリウムで殺菌すると、全く失われてしまい、この作用の由来は、ニンジンに共存している微生物によるものであると分かる。そこで、ニンジンからこの細菌叢を分離し、作用の安定したBG1, BG2, 及びBG4の微生物群に分け、その後の病原菌阻害実験を行った。その結果、*Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella enterica*, *Escherichia coli* O157 : H7に対し、拮抗量が大きくなると阻害が明瞭になることが示されているほか、殊にBG4を用いて特に有効な *Listeria monocytogenes* を有効に制御できることを示している。この後、Liao はニンジン分離菌を分離同定し、パブリカディスタ上で阻止条件を調べ、有害細菌とニンジン分離有効細菌との菌数との拮抗条件や、培地中の鉄の存在の影響などを調べ、最終的に *Pseudomonas fluorescens* 2-79と有効株を分離している⁹⁾。

病原菌	病原菌数 (logCFU/ml)		病原菌数 (logCFU/ml)	
	ニンジンと無接触	ニンジンと接触	接触前	接触後
<i>Listeria monocytogenes</i>	5.24±0.19	3.12±0.12	ND	ND
<i>Salmonella enterica</i>	5.15±0.21	5.04±0.25	2.83±0.33	3.42±0.08
<i>Yersinia enterocolitica</i>	5.42±0.32	5.53±0.31	3.18±0.15	3.40±0.19
<i>Escherichia coli</i> O157:H7	5.31±0.20	5.29±0.17	2.82±0.23	3.21±0.34
<i>Pseudomonas marginalis</i>	5.19±0.16	5.25±0.32	3.72±0.23	4.21±0.27

表3 新鮮カットのベビーニンジンに2分間接触後と、ベビーニンジンと20℃で2日間接触させた各種病原菌の菌数変化⁸⁾

2-2 動物体成分等による食品微生物の制御

(1)イエバエ蛹の抽出ペプチド混合物の冷蔵豚肉保存効果

Y. Wang らは、イエバエの体内に形成される抗菌ペプチドに注目し、イエバエ蛹を75%エタノールで洗浄し、0.2Mの酢酸溶液中で摩細し、4℃で30分間遠心し、上清を集め、100℃で加熱滅菌し、再度4℃で30分間遠心、上清をろ過、分子量20kDa以下のタンパク分子を集めて肉製品の保存実験に供した¹⁰⁾。イエバエのウジや蛹が抗菌性タンパクを持つことは既にセクロピンやアタッシン、ディフェンシン等で知られており、また非常に不潔な環境で暮らすウジや蛹が、病原菌の感染から身を守る事が出来るのは、かなり強力な抗菌性システムを体内に持つからとされていた。

試験用豚肉はスーパーマーケットから購入、4℃で保存。100gの60片に分け、各切片をランダムに等量の4群に分け、ナイシン500IU/ml, DHA-Sの1.2g/l, 及びイエバエの蛹抽出物1.2g/lに豚肉を20分間浸漬、4℃の乾燥空気乾燥。各処理豚肉は4℃で12日間保存。結果は表4に示した(表4)。豚肉の保存結果は、使用された保存料の効果はほとんど同じなので、非常に疑問が残るが、報告中に示されている電子顕微鏡写真から、腐敗細菌に対するイエバエ蛹の抗菌ペプチドの作用が示されていることから、可能性があるかもしれない検討の方向の一つといえる。

処理後の 日数	logCFU/g 処理			
	対照	イエバエ		
		蛹	ナイシン	DHA-S
0日	3.59±0.05	3.61±0.14	3.61±0.07	3.64±0.08
3日	4.01±0.13	3.20±0.06	3.50±0.17	3.49±0.34
6日	4.73±0.07	3.86±0.22	3.98±0.29	4.02±0.32
9日	5.79±0.05	4.24±0.16	4.18±0.08	4.19±0.09
12日	7.21±0.12	5.14±0.40	5.17±0.25	5.14±0.14

表4 対照(無添加)、イエバエの蛹処理、ナイシン、及びDHA-S処理の4℃保存チルドポーク中の菌数¹⁰⁾

引用文献

- 1) Y. Inatsu, MD, L. Bari, S. Kawasaki, K. Isshiki, and S. Kawamoto, Efficacy of Acidified Sodium Chlorite Treatments in Reducing *Escherichia coli* O157 : H7 on Chinese Cabbage J. Food Prot. 68, 251-255 (2005)
- 2) C.-H.Liao, Acidified Sodium Chlorite as an Alternative to Chlorine for Elimination of Salmonella on Alfalfa Seeds, J. Food Sci. 74, Nr.4 M159-164 (2009)
- 3) M. C. Kemp, R. B. Lalum, D. E. Lewis, R. H. Carpenter, U. S. Patent 6, 572, 908 B2 2003 June 3
- 4) M. C. Kemp, R. B. Lalum, D. E. Lewis, R. E. Carpenter, U. S. Patent 6, 881, 424 B2 2005 Apr, 19
- 5) A. L. Brandt, A. Castillo, K. B. Harris, J. T. Keeton, M. D. Hardin, T. M. Taylor, Inhibition of *Listeria monocytogenes* by Food Antimicrobials Applied Singly and in Combination, J.Food Sci. 75, Nr9 M557-563, (2010)
- 6) J.B.Luchansky, J.E. Call, B. Hristova, L. Rumery, L. Yoder, A. Oser, Viability of *Listeria monocytogenes* on commercially-prepared hams surface treated with acidic calcium sulfate and lauric arginate and stored at 4℃. Meat Science 71, 92-99 (2005)
- 7) M.A.Johnston, M.A.Harison, and R.A.Marrow, Microbial Antagonism of *Escherichia coli* O157 : H7 on Fresh-Cut Lettuce and Spinach J. Food Prot. 72, 1569-1575 (2009)
- 8) C.-H. Liao, Inhibition of Foodborne Pathogens by Native Microflora Recovered from fresh Peeled Baby Carrot and Propagated in Cultures, J. Food Sci. 72, Nr4 M134-139 (2007)
- 9) C.-H. Liao, Control of Foodborne Pathogen and Soft-Rot Bacteria on Bell Pepper by Tree Strains Bacterial Antagonists, J. Food Prot. 72, 85-92 (2009)
- 10) Y. Wang, X. Dang, X. Zheng, J. Wang, and W. Zhang, Effect of Extracted Housefly Pupae Peptide Mixture on Chilled Pork Preservation, J. Food Sci. 75, Nr6, M383-388 (2010)

(松田敏生 フードスタッフ研究所)

食品加工と微生物

加工用原料野菜の化学的除菌技術（2）

—有機酸・オゾン—

カット野菜、野菜サラダ、浅漬けなど非加熱農産加工品の品質低下の主な原因は原料野菜に付着している細菌の増殖や活動による。加工用原料野菜の洗浄方法には、物理的な除菌方法として、手作業や噴流式あるいは曝気式の洗浄装置を利用したものがあり、化学的な除菌技術として次亜塩素酸ナトリウムや有機酸を使った殺菌洗浄や界面活性剤を含む食品用洗浄剤、オゾン水、電解水、酵素剤、焼成カルシウムなどが利用されている。今回は化学的な除菌技術として広く利用されている次亜塩素酸ナトリウムを用いた殺菌洗浄やその特性について述べた。そこで、今回は、有機酸やオゾン水を利用した除菌技術の特性について述べる。

1. 有機酸

有機酸の食品保存への利用形態としては殺菌洗浄よりも保存性向上剤として利用されていることが多い。保存性向上剤として使用する場合は非解離分子の多い弱酸の酢酸やプロピオン酸が適している。一方、有機酸を洗浄剤として利用する場合は、短時間のうちに殺菌効果を発揮させることが必要であり、そのためには有機酸のなかではpH低下作用の強いフマル酸などが適していることになるが、実際に洗浄殺菌剤として利用されている有機酸の多くは醸造酢を含む酢酸で、一部にフマル酸を利用した洗浄剤がみられる。

野菜に付着している細菌の中で酸に対して抵抗性を有しているのは乳酸菌であるが、それ以外の細菌の多くは酸の存在により低濃度では生育を阻害され、高濃度では殺菌される。酢酸の細菌に対する生育抑制効果および殺菌効果に関しては古く Levine, A.S¹⁾ が表1で示す結果を報告している。それによると *Saccharomyces cerevisiae* や *Aspergillus niger* のような真菌類に対しては殺菌酸度は0.59%以上でpHも3.9以下であることが必要であるが、*Salmonella aertrycke* や *Bacillus cereus* などに対しては0.09あるいは0.02%という低濃度で殺菌できることを明らかにしており、野菜に付着している多くの細菌の殺菌洗浄に利用できることを示している。病原大腸菌 O157:H7は比較的耐酸性の強い病原大腸菌として知られているが、円谷ら²⁾ は数種類の病原大腸菌に対する酢酸の殺菌効果について検討を加え、酢酸濃度2.5%では初発菌数が108/mlのものが早いものでは50分以内で、多くのものは300~500分程度で死滅していることがわかる。また、清水ら³⁾ は8種類の食中毒菌に対する食酢（酢酸濃度4.2%）の殺菌効果について調べ、表2に示す結果を得ている。表からも明らかなようにいずれの食中毒菌に対しても5分程度の処理を行えば死滅することを示している。島津ら⁴⁾ は酢酸、乳酸、クエン酸の各1%溶液にキュウリを浸漬し、除菌効果を調べている。いずれの酸処理（15分間の処理）によっても生菌数の減少がみられる。また、島津ら⁵⁾ は物理的洗浄方法（手洗い、超音波洗浄、加熱処理）と化学的洗浄方法（次亜塩素酸ナトリウム、有機酸）との比較を行い、原料野菜の初発菌数を減少させる方法としてブランチング（100℃、20秒）>1%酢酸、15分浸漬>次亜塩素酸ナトリウム（有効塩素100ppm）、15分浸漬の順に効果があり、超音波洗浄はほとんど効果がなかったとしている。しかし、ブランチング処理は利用可能な野菜に限られることや大量処理が困難であることから、実用的には1%酢酸、15分浸漬による方法が有望としている。また、熊谷らは、かいわれ大根に付着していた一般細菌および大腸菌群がフマル酸製剤や酢酸製剤によって顕著に減少したことを報告している⁶⁾。

菌名	生育阻害pH	生育阻害酸度 %	殺菌pH	殺菌濃度 %
<i>Sal. aertrycke</i>	4.9	0.04	4.5	0.09
<i>Staph aureus</i>	5.0	0.03	4.9	0.04
<i>Phytomonas phaseoli</i>	5.2	0.02	5.2	0.02
<i>B. cereus</i>	4.9	0.04	4.9	0.04
<i>B. mesentericus</i>	4.9	0.04	4.9	0.04
<i>Sacch. cerevisiae</i>	3.9	0.59	3.9	0.59
<i>Aspergillus niger</i>	4.1	0.27	3.9	0.59

*生育阻害pHでは、菌の生育はないが菌はまだ生存している。

†殺菌pHでは菌は完全に死滅している。

表1 各種微生物に対する酢酸の生育阻害酸度および死滅酸度¹⁾

菌株	時間	30秒	1分	5分	10分	30分	1時間
<i>Staphylococcus</i> 24		+	+	-	-	-	-
"	32	+	+	-	-	-	-
<i>Salmonella</i> 87		+	+	-	-	-	-
<i>E. coli</i> O-26		+	+	-	-	-	-
<i>Shigella</i> F 2		+	+	-	-	-	-
<i>Proteus</i> OX 19		+	+	-	-	-	-
好塩菌 2		+	-	-	-	-	-

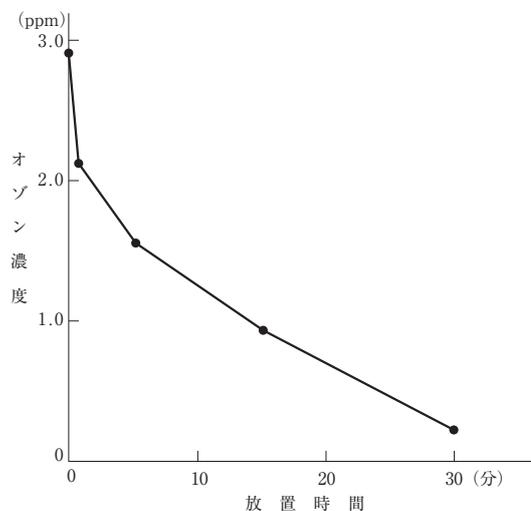
注) 食酢（市販品、酸度4.2%）

表2 食酢による病原並びに食中毒菌の殺菌効果³⁾

3. オゾン水

オゾンは極めて強い酸化作用を持つことから、殺菌、消毒、脱臭、漂白などに有効で、洗浄殺菌のほか、上水道、プール水、水族館の水の消毒や脱臭などにも広く利用されている。オゾンは広範囲の微生物の殺菌に有効で、栄養細胞だけでなく芽胞に対しても効果が認められている。細菌に対する殺菌作用はオゾンガスが水分と反応して生成したヒドロキシラジカルが細菌細胞壁を酸化的に破壊することによるものと考えられている。したがって、細胞壁の異なるグラム陰性菌とグラム陽性菌に対するオゾンの殺菌効果も異なっており、グラム陰性菌は容易に殺菌されるが、多くのグラム陽性菌や芽胞は抵抗性があるため、殺菌にはより高濃度のオゾンが必要とする。また、オゾンガスは毒作用が強く、1ppmのガスを長時間吸入すると頭痛や眼粘膜刺激を起し、3ppm以上になると急性肺水腫を起すなど危険な面も有していることから、オゾンガスを用いた殺菌を利用する場合は注意が必要である。なお、空気中オゾンの作業環境基準（勧告許容限界）として日本および米国で0.1ppmとされている。

水中に細菌および酵母を浮遊させ、それにオゾンガスを一定量吹き込んだ場合、1分程度の短時間のうちに殺



浸漬条件：オゾン水1/2量のハクサイを浸漬
ポリエチレン小袋投入
オゾン水：NaOCl 2%水

図1 オゾンの分解に与えるハクサイの影響（15℃）⁷⁾

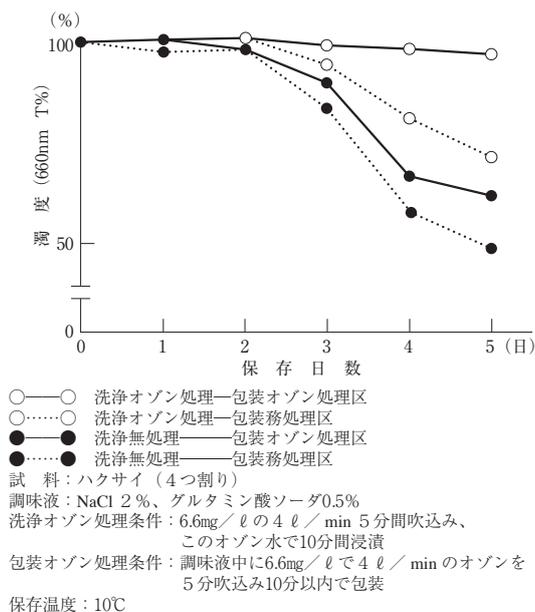


図2 オゾン処理とハクサイ浅漬の日持ちの関係⁷⁾

	(菌数: cells / g)			
	2.9ppm のオゾン水に 5分間浸漬		3.5ppm のオゾン水に 7分間浸漬	
	一般生菌数	大腸菌群	一般生菌数	大腸菌群
処理前	1.2×10^6	80	8.2×10^4	2.8×10^2
処理後	2.0×10^4	10	4×10^3	10
除去率	98.3%	87.5%	95.1%	96.4%

表3 浸漬によるカット野菜のオゾン水処理⁸⁾

	(菌数: cells / g)			
	4.4ppm のオゾン水を 1分間散水		4.2ppm のオゾン水を 3分間散水	
	一般生菌数	大腸菌群	一般生菌数	大腸菌群
処理前	1.6×10^5	6×10^2	8.2×10^4	70
処理後	5.1×10^5	5×10^2	7.2×10^5	5.4×10^3
除去率		16.7%		

表3 散水によるカット野菜のオゾン水処理

菌が行われることが報告されている⁷⁾。しかし、有機物が共存している場合、オゾンは有機物によって消費されるため殺菌効果が減少することが知られている。図1はオゾン水の中にオゾン水の容量の1/2量の白菜を浸漬した場合のオゾン濃度の減少を調べたものである⁷⁾。これによると試験開始後から30秒間は急激な濃度の低下を示しており、5分後には50%の減少率となっている。水の場合には50%の減少率となるのに約1.5時間かかっていることを考えると有機物が共存することによってオゾンは急速に消費されていることがわかる。次にオゾン処理によって細菌の減少、損傷を与えた原料白菜を用いて浅漬を調整し、保存効果に与える影響を調べたものが図2である。この結果、白菜浅漬の品質低下を表す透過率の低下(濁度の上昇)は、オゾン処理をしたものが無処理のものに比べて遅くなっており、効果のあることがわかる。栗林ら⁸⁾はカット野菜の除菌にオゾン水を利用した場合の効果について検討を加えている。表3か

らも明らかのように2.9あるいは3.5ppmのオゾン水に5、7分間、カット野菜を浸漬することによって一般生菌数では95.1~98.3%、大腸菌群では87.5~96.4%の除去率を得ており、オゾン水が加工用原料野菜の除菌に効果のあることを示している。また、表4で示すようにオゾン水へのカット野菜の浸漬を繰り返して行った場合は除菌効果の向上がみられており、30秒ずつ4.0ppmの新しいオゾン水に3回連続して浸漬した場合は一般細菌数で99.7%、大腸菌群で99.8%の除菌効果のあったこと示している。

オゾンガスを水中に入れる際に微細なオゾンガスの気泡を作り、カット野菜などの原料野菜の除菌を試みている例がある。これはオゾンガスを含む微細な気泡である「ミクロンオゾン気泡」を生成させて殺菌洗浄を行うもので、オゾン水による殺菌洗浄効果とミクロン気泡の持つ野菜表面の洗浄効果を期待したものである。その結果は表5に示すようにオゾン気泡水のみではカット野菜(キザミゴボウ)の初発菌数の1/10程度に減少しているだけであまり効果はみられないが、次亜塩素酸ナトリウムを併用した場合は 4×10^6 であったものが 3×10^3 まで低下しており、併用することにより効果をあげることが可能であることを示している⁹⁾。

	(菌数: cells / g)			
	30秒ずつ、4.0ppm の 新しいオゾン水に3回浸漬		60秒ずつ、6.4ppm の 新しいオゾン水に2回浸漬	
	一般生菌数	大腸菌群	一般生菌数	大腸菌群
処理前	3.4×10^6	5.2×10^3	2.5×10^6	1.9×10^4
処理後	1.0×10^4	10	1.8×10^4	50
除去率	99.7%	99.8%	99.3%	99.7%

表4 連続的な浸漬によるカット野菜のオゾン水処理⁸⁾

処理形態	洗浄用水	菌数 [ヶ/g]			
		洗浄回数			
		1回	2回	3回	5回
単独	対照(水道水)	1×10^6	6×10^6	4×10^6	4×10^6
	オゾン気泡水	4×10^5	3×10^5	4×10^5	4×10^5
次亜塩素酸	対照-1 (*1)	—	—	—	4×10^6
ナトリウムと併用	対照-2 (*2)	—	—	—	1×10^4
	オゾン気泡水	—	—	—	3×10^3

(*1) 対照-1: 水道水洗浄のみで、次亜塩素酸ナトリウム処理もオゾン処理もせず

(*2) 対照-2: 次亜塩素酸ナトリウム処理のみで、オゾン処理せず。

表5 気泡水洗浄による菌数変化-2 (キザミゴボウ)⁹⁾

引用文献

- 1) Levine, A.S. et al. : J.Bacteriol., 39, 499 (1940)
- 2) 円谷悦造ら: 醸協, 93, (2), 103 (1998)
- 3) 清水ら: 日食工誌, 9, 200 (1962)
- 4) 島津祐子ら: 岩手県醸造食品試験場報告, 21, 11 (1987)
- 5) 島津祐子ら: 岩手県醸造食品試験場報告, 21, 15 (1987)
- 6) 熊谷 進: 食品衛生研究, 47, (11), 29 (1997)
- 7) 若林 昭ら: 新潟県食品研究所研報, 21, 17 (1986)
- 8) 栗林 剛ら: 長野県食品工業試験場研報, 17, 33 (1989)
- 9) 横見哲介ら: 食品産業センター技研報, 20, 31 (1994)

(宮尾茂雄 東京家政大学教授)

アサマ化成株式会社

E-mail: asm@asama-chemical.co.jp
http://www.asama-chemical.co.jp

●本社 / 〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町20-3 TEL (03)3661-6282 FAX (03)3661-6285
 ●大阪営業所 / 〒532-0011 大阪市淀川区西中島5-6-13 御幸ビル TEL (06)6305-2854 FAX (06)6305-2889
 ●東京アサマ化成 / 〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町16-5 TEL (03)3666-5841 FAX (03)3667-6854
 ●中部アサマ化成 / 〒453-0063 名古屋市市中区東宿町2-28-1 TEL (052)413-4020 FAX (052)419-2830
 ●九州アサマ化成 / 〒811-1311 福岡市南区横手2-32-11 TEL (092)582-5295 FAX (092)582-5304
 ●桜陽化成 / 〒006-1815 札幌市手稲区前田五条9-8-18 TEL (011)683-5052 FAX (011)694-3061