

講座

食品の化学的保存技術Ⅱ

各論 3) 日持ち向上剤による保存技術

⑤ 孟宗竹抽出物

市川 正樹

はじめに

消費者の健康志向によって合成保存料の使用を控え、天然の日持ち向上剤を使用した食品が求められる傾向にある。また、減塩の食品が好まれることによって、今までは保存料を必要としなかった塩漬の食品に関しても、その保存性を保つため、低い塩濃度で腐敗菌や食中毒の原因菌の発生を抑え、その保存性を保つことが必要になり、抗菌効果のある日持ち向上剤が用いられるケースが増えてきた。また、食品廃棄物の減量を行い、循環型社会を目指すことを目的に、食品リサイクル法が2001年に施行されたことで<sup>1)</sup>、食品を提供する食品関連事業者（食品メーカー、百貨店、スーパーマーケット、コンビニエンスストア、飲食業、ホテル、旅館）は、消費者が安心できる商品の日持ち向上を行うこと、食品廃棄物の発生抑制、減量化、飼料や肥料へ再利用化することが課題となっている。

弊社は、古来より利用されてきた孟宗竹の食品に対する保存性に注目し、孟宗竹抽出物から日持ち向上剤を製剤化した。そこで本稿では、天然の日持ち向上剤である孟宗竹抽出物の有効成分と安全性について、そして孟宗竹抽出物の持つ抗菌性を利用した日持ち向上剤の効果と抗酸化を利用した食材の変色防止剤の使用方法について述べる。

1. 孟宗竹抽出物について

古くから生活の知恵として竹は漢方薬（竹茹）に使用され、また竹の皮はおむすびや肉を包み、食品の日持ち向上に利用されてきた。現在では流通の拡大に伴って食品を保存する技術は合成保存料が主流になってしまい、天然保存料であった竹は忘れられてしまった。

しかし弊社では、先人の知恵を無駄にしないため、竹の効果に注目し、研究をすすめてきた。その結果、孟宗竹の表皮から孟宗竹抽出物を抽出することに成功した。その抽出方法は、孟宗竹の茎の表皮を粉碎し、エタノール抽出により得られた孟宗竹エキスを減圧蒸留し、エタノールを除き、孟宗竹抽出物を得ることである。さらに研究を行った結果、孟宗竹抽出物に強い抗菌作用と抗酸化作用があることを発見した<sup>2)</sup>。そこで、孟宗竹抽出物を利用した食品の日持ち向上剤を製剤化した。現在では多くの食品や調理現場で活用されている。開発がすすむことによって現在、孟宗竹抽出物の商品開発は多岐にわたっており、食品の日持ち向上剤、除菌剤、消臭剤、食材の変色防止剤が製剤化されている。

また、孟宗竹抽出物の他の効果としてはダニの忌避効果があり<sup>3)</sup>、最近の研究では竹抽出物がノロウイルスの代替ウイルスのネコカリシウイルス、インフルエンザウイルス（H1N1）、トリインフルエンザウイルス（H5N3）に対しても、不活化効果がある事が確認され<sup>4)</sup>、孟宗竹抽出物の新た

な可能性が発見された。

## 2. 孟宗竹抽出物の成分

孟宗竹抽出物の抗菌成分はキノン誘導体の2,6-ジメトキシ-1,4-ベンゾキノン(図1)である事が確認されている<sup>2)</sup>。また、孟宗竹抽出物を精製、分離することによって、抗酸化作用のあるポリフェノール類に含まれるリグナン成分、パラノフォン(図2)が発見された。

## 3. 孟宗竹抽出物の抗菌効果

孟宗竹抽出物は枯草菌、黄色ブドウ球菌に対して特に強い抗菌活性を示した。そのほか大腸菌、チフス菌、緑膿菌に対しても抗菌活性が確認され(表1)、幅広い細菌類に抗菌作用を示すことが報告されている<sup>3)</sup>。真菌類に対しても抗菌活性を示し、パン酵母の生育を抑制する事が報告されている<sup>3)</sup>(表2)。また、薬剤耐性菌といわれるMRSA(メチシリン耐性黄色ブドウ球菌)に対しても抗菌作用がある事が確認されている。

この結果から、孟宗竹抽出物は腐敗菌の増殖阻害だけでなく、食中毒菌の発生を抑えることが出来るので、腐敗による食品の劣化のみならず、食品を口にする消費者の健康を守る事がじゅうぶん

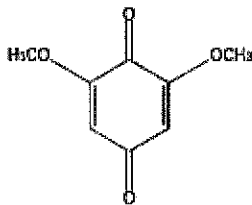


図1. 2,6-ジメトキシ-1,4-ベンゾキノン

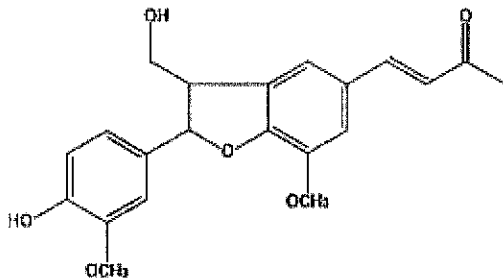


図2. パラノフォン

に可能だといえる。

## 4. 孟宗竹抽出物の熱安定性

加工食品は製造過程において加熱調理、加熱殺菌処理を行うことが多く、そのため抗菌成分は耐熱性が要求されるが、孟宗竹抽出物は120℃ 60分の加熱を行っても抗菌活性の低下は認められない上<sup>3)</sup>(図3)、加熱によって殺菌できない孢子(芽胞)に対し、発育を抑制する事が期待される。この事から孟宗竹抽出物は加熱調理する食品に使用した場合でも抗菌効果に変化が無い事が確認されている。

表1. 細菌に対する孟宗竹抽出物の抗菌活性

菌種	最小発育阻止濃度 ( $\mu\text{g/ml}$ )
<i>Staphylococcus aureus</i> FDA-209P	200
<i>Bacillus subtilis</i> PCI-219	100
<i>Sporocytophaga myxococcoides</i> ATCC-1001	400
<i>Escherichia coli</i> O-80	400
<i>Salmonella typhi</i> H-901W	400
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> IP $\circ$ -3080	400

トリプトソイ寒天培地 37℃ 48時間

表2. 真菌に対する孟宗竹抽出物の抗菌活性

菌種	最小発育阻止濃度 ( $\mu\text{g/ml}$ )
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> KF-25	100
<i>Trichophytoninterdigitale</i> KF-62	400
<i>Microsporrium gypseum</i> KF-64	200

サブロー寒天培地 20℃ 96時間

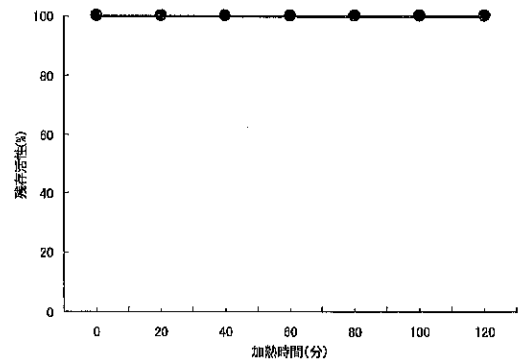


図3. 孟宗竹抽出物の熱安定性

加熱温度: 120℃

被菌体: *B. subtilis* PCI-219

トリプトソイ寒天培地 (37℃ 24時間)

ペーパーディスク法

## 5. 孟宗竹抽出物の安全性

孟宗竹抽出物の粉末を滅菌蒸留水に懸濁し、経口ゾンデを用いて5000mg/kgをラットに投与した結果、雌雄いずれの個体において、急性毒性は認められなかった。また、各臓器の肉眼病変や無投与群との体重差も認められなかった。つぎに3種類の細菌 (*Salmonella typhimurium* TA98 (SMd 510), *Escherichia coli* B/r WP2 trp-, *Escherichia coli* B/r WP2 trp- hcr-) を用いて変異原性試験を行った結果、変異原性は全く無い

ことが報告されており<sup>3)</sup>、孟宗竹抽出物は非常に安全性が高いといえる (表3)。

## 6. 孟宗竹抽出物の日持ち向上剤の製剤化

炊飯したご飯の日持ち向上を目的に、孟宗竹抽出物を利用した日持ち向上剤の開発を進めた。そこで、離水を防止する事により、でんぶんの老化防止を抑制、たんぱく質の変性抑制、吸湿抑制、冷凍耐性があり品質保存に効果の高いトレハロースに注目した。つぎに、芽胞形成菌 (枯草菌) に

表3. 孟宗竹抽出物の変異原性

指標菌	0	125	250	500	1000 ( $\mu\text{g/ml}$ )
<i>Salmonella typhimurium</i> TA98 (SMd 510)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
<i>Escherichia coli</i> B/r WP2 trp-	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
<i>Escherichia coli</i> B/r WP2 trp- hcr-	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

表中数値：復層変異コロニー/プレート  
( ) 内数値：阻止円の直径 (mm)

表4. 日持ち向上剤の細菌芽胞に対する増殖抑制作用

供試菌株	菌株No.	培養	製剤濃度	初期菌数	沈殿	生菌数	増殖性	抗菌作用
			(w/v%)	(cfu/ml)	(+/-)	(cfu/ml)	(+/-)	(+/-)
<i>Bacillus subtilis</i> 枯草菌	BUB-32	TSB 30°C	3%	$3 \times 10^4 <$	±	$8.1 \times 10^4 <$	±	+
			-	$3 \times 10^4 <$	++	$2.4 \times 10^7$	+	
<i>Bacillus pumilus</i> ゼイン分解細菌	BUB-10	TSB 30°C	3%	$4.7 \times 10^5$	-	$8.1 \times 10^4 <$	-	+
			-	$4.7 \times 10^5$	+	$1.3 \times 10^8$	+	
<i>Bacillus licheniformis</i> 好熱性芽胞菌	BUB-69	TSB 30°C	3%	$2.4 \times 10^5$	-	$8.1 \times 10^4 <$	-	+
			-	$2.4 \times 10^5$	++	$3.8 \times 10^7$	+	
<i>Bacillus cereus</i> 通性嫌気性菌	BUB-34	TSB 30°C	3%	$8.5 \times 10^4$	-	$8.1 \times 10^4 <$	-	+
			-	$8.5 \times 10^4$	++	$5.9 \times 10^7$	+	
<i>Bacillus megaterium</i> 巨大菌	BUB-3	TSB 30°C	3%	$1.4 \times 10^5$	-	$8.1 \times 10^4 <$	-	+
			-	$1.4 \times 10^5$	+	$1.1 \times 10^7$	+	
<i>Bacillus coagulans</i> 中等度好熱菌	BUB-39	TSB 30°C	3%	$9.8 \times 10^3$	-	$8.1 \times 10^4 <$	-	+
			-	$9.8 \times 10^3$	-	$8.1 \times 10^4 <$	+	
<i>Bacillus circulans</i> 感染症起因菌	BUB-9	TSB 30°C	3%	$2.2 \times 10^3$	-	$8.1 \times 10^4 <$	-	+
			-	$2.2 \times 10^3$	-	$8.1 \times 10^4 <$	+	
<i>Bacillus circulans</i> 感染症起因菌	BUB-25	TSB 30°C	3%	$2.6 \times 10^4$	-	$8.1 \times 10^4 <$	-	+
			-	$2.6 \times 10^4$	-	$1.4 \times 10^7$	+	
<i>Bacillus brevis</i> 短バチルス	BUB-104	TSB 30°C	3%	$3.1 \times 10^5$	-	$4.8 \times 10^5$	-	+
			-	$3.1 \times 10^5$	-	$6.8 \times 10^6$	+	
<i>Bacillus sphaericus</i> 昆虫病原性菌	BUB-42	TSB 30°C	3%	$2.3 \times 10^5$	-	$8.1 \times 10^4 <$	-	+
			-	$2.3 \times 10^5$	++	$2.6 \times 10^7$	+	
<i>Alycyclobacillus acidoterrestris</i> 好酸性耐熱性菌	SAM 2243	PDB3.8 45°C	3%	$7.4 \times 10^3$	-	$8.1 \times 10^4 <$	-	+
			-	$7.4 \times 10^3$	±	$1.1 \times 10^7$	+	
<i>Clostridium pasteurianum</i> 偏性嫌気性芽胞形成菌	SAM 0162	m-TGC 30°C	3%	n.t.	-	n.t.	-	+
			-	n.t.	+	n.t.	+	

表5. 米飯に日持ち向上剤を添加した場合の一般細菌に対する増殖抑制作用 (25℃保存 cfu/g)

	冷却直後	24時間後	48時間後	72時間後	96時間後
対照	<10	<10	$3.0 \times 10^2$	$8.0 \times 10^2$	$1.0 \times 10^5$
0.5%w/w 添加	<10	<10	<10	<10	<10

対照：無添加 <10：検出せず

表6. 日持ち向上剤の抗菌性濃度 (w/v%)

大腸菌 Escherichia coli NBRC 3301					
(w/v%)	1	2	3	4	5
日持ち向上剤	++	++	-	-	-

++ 感受性なし  
+ 弱感受性  
- 感受性あり

表7. 日持ち向上剤の抗菌性濃度 (w/v%)

黄色ブドウ球菌 Staphylococcus aureus NBRC 13276					
(w/v%)	1	2	3	4	5
日持ち向上剤	++	++	-	-	-

++ 感受性なし  
+ 弱感受性  
- 感受性あり

表8. 日持ち向上剤の最小発育阻止濃度 (w/v%)

供試菌	大腸菌	黄色ブドウ球菌
日持ち向上剤	3	3

(社) 大阪衛生食品協会

表9. 日持ち向上剤の酵母菌に対する抗菌作用  
1 mlあたりの残存菌数 (25℃保存)

供試菌	試料区分	保存時間	
		接種直後	24時間後
S. cerevisiae 酵母	対照 (PBS)	$1.6 \times 10^4$	$1.2 \times 10^4$
	日持ち向上剤 3%w/v溶液	$1.6 \times 10^4$	<10

(社) 大阪衛生食品協会

効果がある組成での開発を考えた。その結果、孟宗竹抽出物をトレハロースに吸着させ、水溶液にする製剤方法を開発した(表4)。この製剤の開発段階で、大腸菌と黄色ブドウ球菌を使用してMICを測定した結果、大腸菌・黄色ブドウ球菌に対してMICが3.0%であった。しかし、炊飯したご飯は、培地ほど一般細菌数の増殖に適した環境では無いので、この製剤を生米重量に対して3.0%添加しなくても、0.5%の添加で効果を示した(表5)。また、炊飯後のご飯の老化抑制も良

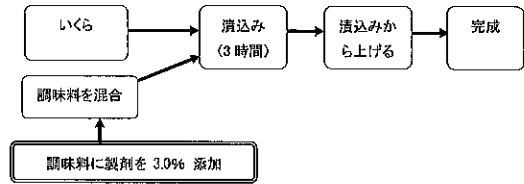


図4.

検体①：いくらの醤油漬け  
出来上がりの総重量に対して3.0% 添加  
対照：製剤を添加していない、いくらの醤油漬

表10. いくらの醤油漬の一般細菌数測定結果

(25℃保存：cfu/g)

	開始時	24時間後	48時間後	72時間後
対照	<10	<10	$2.5 \times 10^2$	$4.0 \times 10^3$
検体①	<10	<10	$1.1 \times 10^2$	$4.8 \times 10^3$

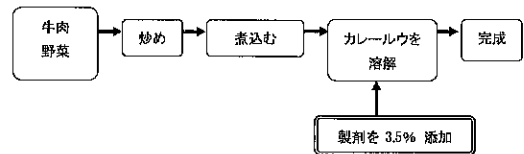


図5.

検体②：カレー  
出来上がりの総重量に対して3.5%添加  
対照：製剤を添加していないカレー

表11. カレーの一般細菌数測定結果 (25℃保存：cfu/g)

	開始時	24時間後	48時間後
対照	<10	$2.0 \times 10^3$	$>10^7$
検体②	<10	<10	$3.4 \times 10^5$

好であり、通常の炊きたてご飯の良い状態 (a化) を維持することができた。

### 7. 孟宗竹抽出物を利用した日持ち向上剤の使用例と抗菌効果について

孟宗竹抽出物とトレハロースを利用した日持ち向上剤は米飯だけではなく、他の食品でも効果が

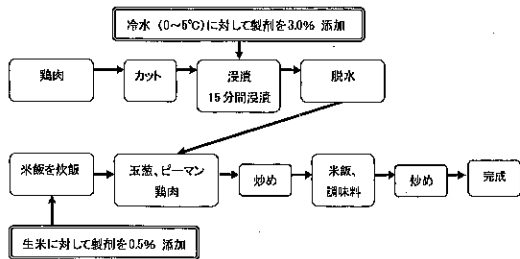


図6.  
 検体③：チキンライス  
 米飯炊飯時に生米に対して0.5%添加，鶏肉：3%水溶液に15分間浸漬  
 対照：製剤を添加していない米飯及び鶏肉で調理したチキンライス

表12. チキンライス的一般生菌数測定結果  
 (25℃保存：cfu/g)

	開始時	24時間後	48時間後
対照	<10	$1.1 \times 10^5$	$7.1 \times 10^6$
検体③	<10	<10	<10

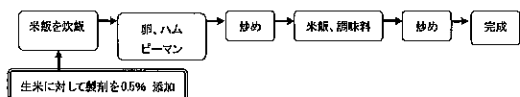


図7.  
 検体④：チャーハン  
 米飯炊飯時に生米に対して0.5%添加  
 対照：製剤を添加していない米飯で調理した，チャーハン

表13. チャーハン的一般生菌数測定結果  
 (30℃保存：cfu/g)

	開始時	24時間後	48時間後
対照	<10	$>10^6$	$>10^7$
検体④	<10	<10	$1.5 \times 10^6$

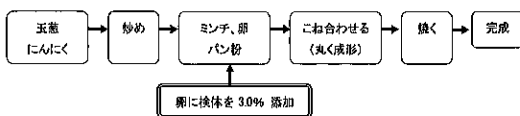


図8.  
 検体⑤：ハンバーグ  
 出来上がりの総重量に対して3.0%添加  
 対照：製剤を添加していないハンバーグ

表14. ハンバーグ的一般生菌数測定結果  
 (25℃保存：cfu/g)

	開始時	24時間後	48時間後	72時間後
対照	<10	$9.0 \times 10^3$	$2.8 \times 10^4$	$>10^7$
検体⑤	<10	<10	$3.0 \times 10^4$	$3.4 \times 10^5$

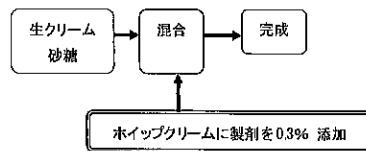


図9.  
 検体⑥：ホイップクリーム  
 出来上がりの総重量に対して0.3%添加  
 対照：製剤を添加していないホイップクリーム

表15. ホイップクリーム的一般生菌数測定結果  
 (25℃保存：cfu/g)

	開始時	24時間後	48時間後	72時間後
対照	<10	$1.4 \times 10^5$	$3.6 \times 10^5$	$>10^7$
検体⑥	<10	<10	<10	$2.9 \times 10^2$

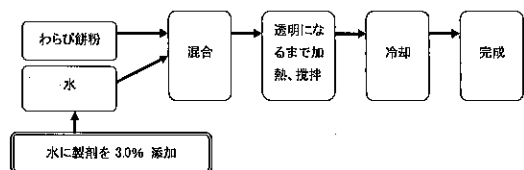


図10.  
 検体⑦：わらび餅  
 出来上がりの総重量に対して3.0%添加  
 対照：製剤を添加していないわらび餅

表16. わらび餅的一般生菌数測定結果  
 (25℃保存：cfu/g)

	開始時	24時間後	48時間後	72時間後
対照	<10	$5.3 \times 10^3$	$7.7 \times 10^4$	$8.6 \times 10^5$
検体⑦	<10	<10	<10	<10

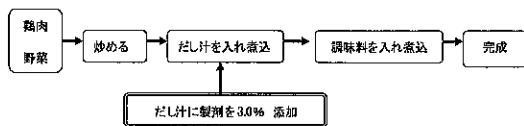


図11.  
 検体⑧：筑前煮  
 出来上がりの総重量に対して3.0%添加  
 対照：製剤を添加していない筑前煮

表17. 筑前煮的一般生菌数測定結果 (25℃保存：cfu/g)

	開始時	24時間後	48時間後	72時間後
対照	<10	$1.0 \times 10^2$	$1.4 \times 10^4$	$>10^8$
検体⑧	<10	<10	<10	<10

表18. レタスの変色防止効果  
変色防止剤3倍希釈水溶液  
何も処理していないレタスを対照とした。  
目視確認結果

常温保存 (25℃)

日数 検体	開始時	5日目	10日目	15日目	16日目	17日目	18日目
対照	-	+	++	+++	+++	+++	+++
変色防止剤 3倍希釈溶液	-	-	-	+	+	+	++

- \* +++ 変化（根元部分が褐変し、腐敗が始まり液状のものが流れ出している状態）がかなり見られ、全体部分も褐変、腐敗が起こり、商品価値がない状態。
- \* ++ 変化（根元部分が褐変している状態）が見られ、全体部分にも若干褐変が出てきた状態。
- \* + 変化（根元部分が若干褐変している状態）が出てきた。
- \* - 変化なし。

表19. 3倍希釈液の殺菌効果試験（作用温度25℃；cfu/ml）

		開始時	5分後	15分後	30分後
<i>Escherichia coli</i> O 157: H7 ATCC 43895	製剤3倍希釈液	$2.1 \times 10^8$	20	<10	<10
	対照	$2.2 \times 10^8$	***	***	$2.2 \times 10^8$

対照：滅菌精製水 <10：検出せず \*\*\*：実施せず

表20. クルマエビの黒変観察

処理液		黒変の状況			
活性分	濃度 (w/w%)	解凍直後	17時間後	24時間後	48時間後
孟宗竹抽出物/シクロ デキストリン	0.05	5	5	4	4
次亜硫酸Na	0.1	5	3	2	1
ピロ亜硫酸Na	0.1	5	3	2	1
エリソルビン酸Na	0.1	5	3	2	1
アスコルビン酸Na	0.1	5	2	2	1
水道水のみ	-	5	2	2	1

<評価点の基準>

- 5：黒変がみられない。
- 4：頭部に若干黒変が見られるが、その他部分には黒変が見られない。
- 3：頭部にかなり強い黒変が見られるが、その他部分には黒変が見られない。
- 2：頭部にかなり強い黒変が見られ、その他部分も黒変が見られる。
- 1：頭部及びその他部分ともに、かなり強い黒変が見られる。

得られると考え、食材を調理し、試験データを集めた結果、他の食品にも日持向上効果が得られた。保水効果もあった為、歩留向上にも貢献できると考えられる。

## 8. 孟宗竹抽出物による食材の変色防止

カット野菜の変色は黒ずんで、とくに見栄えが悪いため、廃棄してしまう事が多い。野菜類の変色はその切り口が酸化することによって、比較的短時間で起こる現象である。購入する側にとって

は変色している商品を購入する意欲は起こらない。消費者にとっては見た目の新鮮さも重要な購入ポイントである。

そこで弊社では、孟宗竹抽出物の抗酸化効果を利用した野菜類の変色を抑制する効果と、孟宗竹抽出物とアルコール50% (w/w) と有機酸の相乗効果によって、高い抗菌効果のある製剤の開発を行った。その結果、レタスの変色防止について高い効果があった（表18）。抗菌効果も高い事から、加工食品の野菜原料の洗浄水に添加して、野

業類に付着している細菌やカビの除去に活用されている。その他の使用方法としては、製剤を3倍希釈しても抗菌効果があるので調理現場での衛生管理、調理器具の製造機器の除菌に使用されており、食中毒の発生抑制に役立っている(表19)。

### 9. 孟宗竹抽出物とシクロデキストリン複合物の変色防止剤の効果

野菜類だけでなく甲殻類の変色防止を目的に、孟宗竹抽出物とシクロデキストリン複合物の変色防止剤の開発を行った。製剤0.05%溶液、比較試料0.1%溶液を調製した処理液に、生きたクルマエビ(沖縄県産)を10分間浸漬した後、水切りし、マイナス30℃で急速冷凍した。次いで、解凍直後8~9℃にて所定時間放置した後のクルマエビ表面の黒変の状況を目視観察した(表20)。この結果から竹抽出物がクルマエビの黒変を防止し、商品価値を維持していることが確認できている。

### まとめ

2050年に世界の人口は90億人になると予測されている<sup>6)</sup>。その為、今後は食料の不足が危惧されており、食料の60%以上を輸入に頼っている日本にとって、食品廃棄物の削減は大きな課題になってくると考える。食品リサイクル法の施行の結果、食品業界全体の食品廃棄物の再生利用率は

02年度で45%であり、06年度には59%まで上昇したが、食品廃棄物の量は約100万t/年で推移し、横ばい状態が続いており、食品廃棄物の削減問題は解決されていない<sup>1)</sup>。そこで、食品の日持ち向上や食材の変色防止を行うことによって食品廃棄物の減少に貢献できるのではないかと考える。その為にも孟宗竹抽出物の効果を更に向上させ、消費者に安心して食してもらえるよう、効果と安全性をさらにアピールしていく必要がある。また、健康志向は日本だけでなく欧米においても高まっており、消費者は天然の添加物を好む傾向にあるので、今後は海外においても需要の拡大が見込めると考える<sup>3)</sup>。

孟宗竹抽出物の全成分は未だに解明されておらず、今後の研究によって、現在よりもさらに効果のある日持ち向上剤の開発も十分可能ではないかと期待して、研究開発を行っていく。

### 参 考 文 献

- 1) 農林水産省(財)食品産業センター 食品リサイクル法改正版(平成20年度版)リーフレット
- 2) 仁科淳良ら: New Food ind 39,266 (1988)
- 3) 仁科淳良: New Food ind 33,7 (1991)
- 4) 市川正樹ら: 第15回食品化学学会(2009)「竹抽出物の抗ウイルス効果と作用機序の考察」
- 5) No.生-6-109-1A(財)日本環境衛生センター
- 6) 2000年 国連による人口推計