

## 高圧処理による食品の加工技術に関する研究 (第2報)

### 山牛蒡, 守口大根, 菊芋, 青梅の加工試験

布施恒明・富川桂子\*・加藤 照

野菜類の高圧処理による加工技術を開発する目的で、前報<sup>1)</sup>ではみょうがおよびかぶを用いて高圧処理を行い、調味液の浸透性、物性、微生物への影響について検討した。

本報では漬物に使用され、比較的硬い組織を持つ原料、山牛蒡, 守口大根, 菊芋, 青梅を選び同様な加工試験を行った結果を報告する。

#### 実験方法

##### 1. 原料

山牛蒡は北海道厚沢部町産, 守口大根は愛知県扶桑町産, 菊芋は秋田県産, 青梅は和歌山県産「古城」をそれぞれ用いた。

##### 2. 化学分析, 物性測定, 微生物測定

いずれも既報<sup>1)</sup>と同様に実施した。すなわち、水分は105℃乾燥法を、pHはガラス電極pH計を、滴定酸度(以下酸度と略記する)は0.1N-水酸化ナトリウム水溶液を用いた。アミノ態窒素はホルモール滴定法により、食塩はモル法を、Brixは屈折糖度計を用いた。

硬さはレオメーター(不動工業製R-UDI)により、幅5mmの楔型プランジャーを用いて測定した。色調の測定は測色計(日本電色工業製ND-Σ80)を使用した。試料台口径を6mmとし、試料を6~10回測定し、その平均値とした。

生菌数はBCPを添加した標準寒天培地を用い、乳酸菌数はBCP添加プレートカウント寒天培地を用い、それぞれ希釈平板培養法によって計測した。耐熱性芽胞菌数は試料を100℃, 10分間加熱した後、標準寒天培地を用いて測定した。かび数および酵母数はポテトデキストロース寒天培地を用いて測定した。菌数は1g当たりの数として表した。大腸菌群はデスオキシコレート培地, BGLB培地, EMB培地によって有無を確定した。

##### 3. 山牛蒡, 守口大根, 菊芋, 青梅の高圧処理試験

###### 3.1 調味液および試料の調製

山牛蒡, 守口大根, 菊芋, 青梅の各々の調味液組成および原料配合, 平衡時における食塩濃度を第1表に示す。山牛蒡は最も太い部分が直径1cm, 長さ約25cmのものを上部1cm切除して用いた。守口大根は直径約2.5cm, 長さ約90cmのものを高圧容器の容量に合わせて15cmの長さにして用いた。菊芋は切断面が直径4~5cmの部分を用い, 厚さ5mmに切断した。青梅は1袋3個とした。いずれの原料についても60~70gをポリエステル袋に入れ, 調味液を加えて真空包装した。

###### 3.2 高圧処理条件

既報<sup>1)</sup>と同様に実施した。すなわち, 高圧処理には高圧処理試験装置(三菱重工業製MFP-7000)を使用した。高圧処理条件は4因子とし, 各因子を2水準で

第1表 調味液の組成

		山牛蒡		守口大根		菊芋		青梅	
		A液	B液	A液	B液	A液	B液	A液	B液
米酢	(g)	210	210	210	210	しょうゆ	(g)	15	30
上白糖	(g)	90	90	90	90	水	(g)	0.3	0.3
食塩	(g)	38.2	81.8	38.2	81.8	平衡時		0.67	0.67
水	(g)	300	300	300	300	食塩濃度(%)		12.8	12.8
平衡時						平衡時		270	256
食塩濃度(%)		3.0	6.0	3.0	6.0	食塩濃度(%)		2.5	5.0
重量比						重量比			
		山牛蒡:調味液=1:1		守口大根:調味液=1:1		菊芋:調味液=1:2		青梅:調味液=1:1	

\* 椋山女学園大学 家政学部, (旧姓) 中村

行った。圧力は300および600MPa, 処理時間は10および20分, 処理温度は10および20℃, 食塩濃度を低濃度および高濃度とした。高圧処理を行った後5℃で保存し, 1日後および7日後に分析した。

結果および考察

1. 原料の分析結果について

4種類の原料の分析結果を第2表に示す。山牛蒡および菊芋では水分が他の種類に比べて少なく炭水化物が多い。青梅はクエン酸およびリンゴ酸を多く含むた

めpHは著しく低い。山牛蒡が最も硬く, 守口大根はL値が最も低く, 青梅はアミノ態窒素が多い。山牛蒡および菊芋は生菌数, 乳酸菌数, かび数, 酵母数がそれぞれ多い。耐熱性芽胞菌数はいずれも10/g以下であり, 大腸菌群はすべて陰性であった。

2. 試料に及ぼす高圧条件の影響

2.1 圧力の影響

各試験の分散分析結果を第3表~第6表に示す。野菜の水分に対してはほとんど影響がなかった。しかし青梅のみは圧力が高いとき7日後に水分は多くなった。これは1日後は表皮が硬いため水分の変化が小さ

第2表 原料の分析結果

	山牛蒡	守口大根	菊芋	青梅
水分 (%)	75.0	93.7	80.4	90.4
灰分 (%)	0.9	1.0	0.7	0.6
たんぱく質 (%)	0.8	0.1	1.7	0.5
脂質 (%)	0.1	0.1	0.1	5.0
炭水化物 (%)	23.2	5.1	17.1	3.5
pH	6.35	6.23	6.75	3.20
滴定酸度 (ml/100g)	13.5	8.1	12.6	676
アミノ態窒素 (mg/100g)	35.3	17.6	24.6	84.6
Brix	23.6	5.2	20.2	6.6
硬さ (kg)	4.36	3.03	2.83	2.03
色調 L	53.95	42.80	51.17	48.49
a	-0.43	-1.37	-1.12	-10.68
b	7.92	1.53	4.83	23.58
生菌数	4.5×10 <sup>5</sup>	7.8×10 <sup>4</sup>	8.7×10 <sup>6</sup>	1.0×10 <sup>3</sup>
乳酸菌数	1.4×10 <sup>5</sup>	4.2×10 <sup>4</sup>	8.2×10 <sup>6</sup>	5.0×10 <sup>2</sup>
かび数	1.3×10 <sup>4</sup>	<10	2.5×10 <sup>6</sup>	<10
酵母数	5.0×10	<10	1.0×10 <sup>3</sup>	<10
耐熱性芽胞菌数	<10	<10	<10	<10
大腸菌群	陰性	陰性	陰性	陰性

微生物菌数は1g中の数

第3表 分散分析 (山牛蒡)

分析項目	高圧処理1日後			高圧処理7日後				
	要因	分散比	寄与率 (%)	分析項目	要因	分散比	寄与率 (%)	
アミノ態窒素	A	9.36*	43.9	pH	C	38.7**	97.7	
	A	21.8**	4.7		D	74.1**	91.2	
	C	27.4**	6.0		アミノ態窒素	C	88.3**	74.5
	D	380**	86.7		D	17.6**	14.2	
Brix	A	35.2**	54.4	食塩	A	12.6**	0.2	
	D	18.9**	28.5	D	3971**	98.8		
硬さ	A	11.5*	44.9	Brix	A	68.0**	47.8	
	A	328**	70.0		D	45.5**	31.7	
	A×B	32.2**	6.6		C	18.9**	60.0	
	C	47.4**	9.9		A	960**	96.8	
色調 a	D	52.8**	11.0	硬さ	C	14.9**	1.4	
	D	7.9*	47.2		D	11.0*	1.0	
					A	62.6**	56.6	
					B	12.4*	13.2	
b				色調 L	C	26.4**	21.1	
					C	44.2**	71.6	

A: 圧力 B: 時間 A×B: 同左相互作用 C: 温度 D: 食塩濃度  
\*有意水準5%で有意 \*\*有意水準1%で有意

第4表 分散分析 (守口大根)

高压処理1日後				高压処理7日後			
分析項目	要因	分散比	寄与率 (%)	分析項目	要因	分散比	寄与率 (%)
水分	B	10.3*	16.5	水分	D	41.3**	98.1
	D	31.3**	53.6		pH	C	78.0**
酸度	A×B	14.1**	51.2	食塩	D	143**	95.3
食塩	D	453**	98.4	Brix	D	140**	95.2
Brix	D	21.4**	64.1	硬さ	A×B	8.5*	39.7
色調	L	B	14.5**				
	b	A×B	15.6**				

A: 圧力 B: 時間 A×B: 同左相互作用 C: 温度 D: 食塩濃度  
 \*有意水準5%で有意 \*\*有意水準1%で有意

第5表 分散分析 (菊芋)

高压処理1日後				高压処理7日後				
分析項目	要因	分散比	寄与率 (%)	分析項目	要因	分散比	寄与率 (%)	
pH	A	41.3**	12.6	pH	A	15.4**	8.0	
	D	273**	85.2		D	159**	88.1	
酸度	C	25.2**	9.5	酸度	A	225**	0.5	
	D	222**	87.6		A×B	64.0**	0.1	
アミノ態窒素	C	9.3**	2.2	アミノ態窒素	C	960**	2.1	
	D	360**	95.9		D	42400**	97.1	
食塩	D	90.8**	90.1	食塩	C	23.8**	2.2	
	L	A	79.3**		D	1009**	97.1	
色調	B	22.8**	8.5	Brix	A	9.8*	1.0	
	C	50.3**	19.4		D	810**	97.2	
a	D	93.6**	36.4	硬さ	D	92.8**	86.0	
	A	47.6**	5.2		C	14.6**	43.9	
b	C	142**	15.8	色調	L	A	20.9**	45.3
	D	687**	76.9		D	18.1**	38.8	
b	A	95.5**	40.7	a	A	19.1**	23.7	
	B	16.5**	6.4		C	25.5**	32.0	
	A×B	47.0**	19.0	b	D	27.8**	35.0	
	C	73.0**	29.7		A	35.5**	80.5	

A: 圧力 B: 時間 A×B: 同左相互作用 C: 温度 D: 食塩濃度  
 \*有意水準5%で有意 \*\*有意水準1%で有意

第6表 分散分析 (青梅)

高压処理1日後				高压処理7日後				
分析項目	要因	分散比	寄与率 (%)	分析項目	要因	分散比	寄与率 (%)	
水分	D	54.3**	84.5	水分	A	13.3**	2.2	
	C	8.3*	24.1		A×B	9.3*	1.5	
酸度	D	17.0**	52.6	酸度	C	179**	32.5	
	A×B	11.5*	13.0		D	336**	61.9	
アミノ態窒素	C	32.6**	39.1	pH	D	10.7*	43.7	
	D	32.6**	39.1		A×B	12.0*	35.4	
Brix	A	8.0*	5.6	食塩	D	14.2**	42.1	
	B	8.0*	5.6		D	962**	99.2	
色調	D	105**	83.2	Brix	D	71.7**	90.9	
	L	A	34.4**		64.8	硬さ	B	8.3*
b	B	10.6*	18.6	色調	L		A	95.7**
	B	8.7*	32.3		b	A	55.1**	56.1
					A×B	16.4**	16.0	
					D	20.8**	20.6	

A: 圧力 B: 時間 A×B: 同左相互作用 C: 温度 D: 食塩濃度  
 \*有意水準5%で有意 \*\*有意水準1%で有意

かったものと考えられる。pH, 食塩, Brix等では菊芋に有意な差がみとめられた。1および7日後, いずれも高い圧力ではpHは低かった。(以下1及び7日後いずれの場合にも有意差がみられたときは1および7日後の語を省略する)しかし1日後では調味液の浸透に關係する酸度, アミノ態窒素, 食塩, Brix等では明瞭な影響はみられなかった。山牛蒡は高い圧力では食塩, Brixが大きい値を示した。硬さについては山牛蒡の1日後において圧力が高いとき硬かった。色調については菊芋および青梅において高い圧力ではL値は高く, 大根<sup>2)</sup>を10分処理した場合300MPaより600MPaがL値がやや低いという結果とは異なっていた。a値は山牛蒡では圧力が高いとき負の値が大きく, 菊芋では正の値が大きかった。b値は菊芋では圧力が高いとき高くなった。野菜を高圧処理すると外観が透明感のある状態に変化することが観察されている<sup>2)</sup>が, 著者らも大根, 人参, 茄子等に同様な状態を観察している。今回行った守口大根の試験では1日後では透明感があつたが, 7日後では透明感はなくなり鮮明な白色に変化した。

## 2.2 処理時間の影響

1および7日後のいずれの場合にも処理時間の影響を受けた試料はなかった。守口大根では1日後, 時間が長いとき水分は多かった。青梅では1日後, 時間が長いときBrixは大きかった。青梅では7日後, 時間が長いとき硬さは大きかった。処理時間の影響が比較的大きく表れたのは守口大根, 菊芋, 青梅の1日後であり, 時間が長いときL値は青梅では大きく, 守口大根および菊芋では小さかった。大根では600MPa, 10分の処理ではL値の変化はみとめられず<sup>2)</sup>, 野菜の種類によっても一様ではないことを示した。山牛蒡では7日後, 時間が長いときa値は負の小さい値を示した。1日後, 時間が長いときb値は菊芋では小さく, 青梅では大きくなった。

## 2.3 圧力と時間の相互作用の影響

1および7日後のいずれにも相互作用の影響がみられた試料はなかった。1日後, 守口大根ではb値に影響が表れた。すなわち低圧・短時間あるいは高圧・長時間の処理がb値の負の値が大きく; 低圧・長時間あるいは高圧・短時間処理に比べて試料の黄変が小さいことを示した。菊芋のb値においても増大がみられた。山牛蒡では低圧・短時間あるいは高圧・長時間の処理は, もう一方の処理に比べてa値が低くb値と同様な傾向を示した。7日後, 守口大根では低圧・短時間

あるいは高圧・長時間の処理がもう一方の処理に比べて硬かった。その他1日後の守口大根の酸度, 青梅のアミノ態窒素, 7日後の青梅の酸度などが低圧・短時間, 高圧・長時間処理においてそれぞれ高い値を示した。

## 2.4 温度の影響

菊芋が酸度, アミノ態窒素, a値において, 山牛蒡がa値において表れた。すなわち菊芋は高温で酸度は高く, アミノ態窒素は低くなった。山牛蒡のa値は高温の方が負の値は小さかった。また山牛蒡は1日後より7日後が温度の影響が多くみられた。

## 2.5 調味液濃度の影響

1および7日後いずれにおいても影響が大きかった試料は菊芋であり, 分析項目の6項目に, 次いで守口大根と青梅が3項目, 山牛蒡が2項目にそれぞれ影響がみられた。水分に影響したものは守口大根と青梅であり, 濃度が高い方が水分は少なかった。菊芋が濃度が高いときpHは低かった。酸度は菊芋と青梅において, アミノ態窒素は菊芋がそれぞれ濃度が高い方が高かった。食塩は山牛蒡, 守口大根, 菊芋において, Brixは山牛蒡, 守口大根, 青梅においてそれぞれ濃度が高い方が高かった。硬さへの影響は4試料ともにみられなかった。菊芋ではL値が高い方が低く, a値は濃度が高い方が高かった。

## 2.6 経時変化

1および7日後の各測定項目について試料別に値を比較した。そのうちの特徴的な結果について述べる。水分は調味液の浸透によって経時的に減少すると考えられるが菊芋では水分の増加が大きかった。青梅については調味液の添加によって希釈されpHは上昇し酸度は低下した。これはpHおよび酸度は青梅の原料のpHが低いためであると考えられる。食塩は守口大根では1日後に比べて7日後は約11倍に濃度が増大し, 他の試料とは組織構造が異なるものと考えられた。Brixは菊芋では7日後著しく減少した。これは試料の切断面が広いため可溶性成分が溶出したものと考えられる。硬さは青梅において7日後に増大した。水分が減少していないことから収縮によるものではなく表皮あるいは内部組織の変化によるものと思われる。L値は山牛蒡, 守口大根において, aおよびb値は山牛蒡においてそれぞれ減少した。

## 2.7 分析値・測定値間の相関

高圧処理後の分析値・測定値間の相関係数を第7表に示す。1および7日後いずれにおいても各試料とも

第7表 分析項目間の相関係数

山牛蒡				守口大根				青梅			
高圧処理1日後		高圧処理7日後		高圧処理1日後		高圧処理7日後		高圧処理1日後		高圧処理7日後	
分析項目	相関係数										
水分~Brix	-0.930**	水分~Brix	-0.909**	水分~食塩	-0.710*	水分~食塩	-0.958**	水分~食塩	-0.892**	水分~食塩	-0.794*
~L	0.736*	~a	-0.802*	~Brix	-0.958**	~Brix	-0.950**	~Brix	-0.927**	pH~酸度	-0.737*
pH~食塩	-0.733*	pH~AN	0.736*	pH~酸度	-0.732*	pH~b	-0.741*	酸度~食塩	0.859**	~Brix	-0.743*
AN~a	0.857**	~硬さ	0.893**	AN~硬さ	0.736*	食塩~Brix	0.989**	~Brix	0.780*	酸度~食塩	-0.712*
食塩~b	-0.733*	~b	0.888**	食塩~Brix	0.783*			食塩~Brix	0.952**	食塩~Brix	-0.961**
Brix~L	-0.890**	酸度~食塩	-0.937**					L~a	0.774*	L~a	0.828*
~a	0.717*	Brix~a	0.773*					a~b	0.774*		
硬さ~L	0.764*	硬さ~b	0.822*								
		L~a	-0.794*								

  

菊				芋			
高圧処理1日後		高圧処理7日後		高圧処理1日後		高圧処理7日後	
分析項目	相関係数	分析項目	相関係数	分析項目	相関係数	分析項目	相関係数
水分~酸度	-0.776*	酸度~AN	0.982**	食塩~L	-0.829*	水分~pH	0.874**
~AN	-0.755*	~食塩	0.977**	~a	0.966**	~酸度	-0.985**
~Brix	-0.919**	~L	-0.877**	Brix~L	-0.743*	~AN	-0.918**
~L	0.766*	~a	0.969**	L~a	-0.855**	~食塩	-0.924**
pH~酸度	-0.889**	AN~食塩	0.981**			~Brix	-0.965**
~AN	-0.928**	~L	-0.827*			pH~酸度	-0.943**
~食塩	-0.943**	~a	0.945**			~AN	-0.939**
~a	-0.902**					~食塩	-0.968**
						~Brix	-0.794*

食塩：食塩濃度 AN：アミノ窒素 L, a, b：測色計での測色項目  
\*有意水準5%で有意 \*\*有意水準1%で有意

に相関が高いものはみられなかった。試料のうち菊芋は他の3試料に比べて相関の高いものが著しく多かった。これは前述したように切断面が広いため圧力や調味液の影響を大きく受けたことによるものと考えられる。水分~食塩ならびに食塩~Brixが山牛蒡を除いて相関が高く、酸度~食塩は守口大根を除いて高い相関を示した。

### 2.8 微生物への影響ならびに外観，食味について

微生物の菌数に及ぼす高圧処理の影響を第8表に示す。高圧処理によって各試料ともに菌数の減少がみられた。生菌数は山牛蒡では約1/1000に，他の試料ではいずれも約1/100に減少した。松本ら<sup>3)</sup>は微生物

の属種によって構成たんぱく質や細胞壁の生体成分が異なり，生存菌数への影響は異なるものの300MPa, 10分の処理によって減少傾向が表れることをみとめている。また，白菜漬物の場合は500MPaで滅菌されたとしている。河野ら<sup>4)</sup>は漬物の生菌数は圧力を300MPaにすると10分で原料の約1/100となり，400MPaでは1/1000以下に減少したとしており，著者らの場合もほぼ同様な結果が得られた。乳酸菌数は菊芋では1/10<sup>6</sup>に減少したが，その他の試料では約1/100に減少した。かび数は山牛蒡及び菊芋では原料はそれぞれ10<sup>5</sup>, 10<sup>6</sup>であったが100以下に減少した。河野ら<sup>4)</sup>はかびは300MPa, 10分の高圧処理によっては生育するものと死滅する種属があることをみとめてい

第8表 微生物に及ぼす高圧処理の影響

	処理 <sup>1)</sup>	山牛蒡	守口大根	菊芋	青梅
生菌数	Na 1	5.1×10 <sup>3</sup>	1.6×10 <sup>3</sup>	1.0×10 <sup>4</sup>	50
	Na 8	4.2×10 <sup>3</sup>	2.3×10 <sup>3</sup>	5.0×10 <sup>3</sup>	<10
乳酸菌数	Na 1	2.8×10 <sup>3</sup>	1.5×10 <sup>2</sup>	<10	<10
	Na 8	6.5×10 <sup>2</sup>	1.5×10 <sup>2</sup>	1.5×10 <sup>2</sup>	<10

  

1) 処理	圧力 (MP)	時間 (分)	温度 (℃)	調味液濃度
Na 1	300	10	10	低濃度
Na 8	600	20	20	高濃度

る。酵母数は山牛蒡、菊芋はいずれも $10^3$ であったが10以下に減少した。河野ら<sup>4)</sup>も300MPaの圧力で5分以上処理することで酵母はほとんど死滅したとしている。

圧力処理No.1とNo.8では生菌数および乳酸菌数の差異はなかった。これら菌数の減少傾向および圧力処理条件の差異の結果は前報のみょうがおよびかぶの場合と同様であった。

色調、硬さについては各試料ともに全体として著しい変化はなく、漬物としての色調、硬さを十分保持していた。食味については、山牛蒡は酸味、塩味が強く感じられた。守口大根は酸味、塩味ともに良好であった。菊芋は特有臭があり、しょうゆ漬としては好まれない結果となった。青梅は酸味の少ない品種を選択すること、変色防止方法を検討する必要があると考えられた。

今回の試験では5種類の試料いずれも高圧処理によって著しい軟化および変色はみられず、これら比較的硬い試料の新しい加工法として有効であると考えられる。しかし微生物の殺菌については十分ではなく、例えば加熱を併用した加工方法も検討する必要がある。

## 要 約

漬物として用いられている原料のうち組織が比較的硬いもの4種、山牛蒡、守口大根、菊芋、青梅を選び高圧処理装置を用いて、圧力、時間、温度、調味液濃度を各2水準とり、処理を行い、調味液の浸透性、色

調および硬さならびに微生物菌数への影響を検討した。

圧力は、守口大根を除いて試料の色調への寄与率が大きいことを認めた。時間、圧力と時間の相互作用、処理温度については顕著な変化は認められなかった。調味液濃度については、いずれの試料も食塩の他に水分、pH、酸度、アミノ態窒素、Brixなどの浸透に関係する成分のうちのいずれかに影響することを認めた。

高圧処理によって生菌数は原料の約 $1/100 \sim 1/1000$ に減少した。かび数は山牛蒡、菊芋に多かったが、原料の約 $1/10^3 \sim 1/10^4$ に減少した。酵母数は山牛蒡、菊芋に多かったが $10/g$ 以下に減少した。

本研究を行うにあたり、株式会社大和屋守口漬総本家より守口大根の試料を提供していただきましたことを感謝いたします。

## 文 献

- 1) 布施恒明・富川桂子・石川健一・加藤 熙：愛知食品工技年報，35，64—74 (1994)
- 2) 島田淳子・香西みどり・山本文子・畑江敬子：日食工誌，37，511—519 (1990)
- 3) 松本 正・矢田 稔・今西康博：昭和63年技術開発研究費補助事業成果普及講習会用テキスト，p VI-7 (1989)
- 4) 河野幹雄・水谷正美・小玉義和・新畑雅企：宮崎県工業試験場研究報告，No.34，85—92 (1989)