

## 乳廃牛を用いた新規乾燥食肉製品の開発

阿部 茂・井上貞仁

### Development of Dried Meat Product Like Katsuobushi Using Beef

Tsutomu ABE and Sadahito INOUE

A new dried meat product was developed from beef using a modified process of Katsuobushi (dried-skipjack) manufacturing, in which mild enzymatic proteolysis and steaming are introduced to the ordinary process instead of molding and boiling. Semi-tendinosus muscle was used in this research because its low fat content is suitable for Katsuobushi manufacturing. The glutamic-acid content of the new product is 10 times that of the ordinary manufactured product, 12 times that of commercial Katsuobushi and 3 times that of Sababushi (dried-mackerel). Meat discoloration was prevented by shading and nitrogen substitution. The new dried meat product has strong umami and a good flavor similar to beef jerky. It is expected to be used for soup stock and meal toppings such as pizza and pasta.

北海道には全国の乳牛の約4割に相当する乳牛が飼養されており、それらに関連する乳製品製造業、畜肉加工業は道内の主幹産業となっている。乳牛は一定期間搾乳され後淘汰されているが、これらの乳廃牛の肉質は硬く、肉質及び脂肪の色調も劣り非常に安価に取り引きされている。また、貿易自由化の影響で、これらの低品質肉は輸入肉と競合し安価に取り引きされる傾向にあり、加工による高付加価値化が切望されている。本研究は牛肉の筋肉脂肪含有量が低いことに着目し、日本の伝統的調味料である節類として利用を考えたものである。同時に加熱方法の変更や酵素によるタンパク質分解処理を加えるなど、製造工程においていくつかの改良を図り、うま味成分の増加を試みたものである。さらに得られた牛肉節よりエキスを抽出し、カツオ節、サバ節のものと成分比較を行い、新しい食材としての可能性を検討した。

#### 実験方法

##### 1. 供試原料

乳廃牛肉として8歳齢前後で屠殺後一週間程度経過した半腱様筋を用いた。入手後すぐに冷凍保存(-20℃)

し、試験時には一晩流水解凍したものをを用いた。

##### 2. カツオ節の製法<sup>1)</sup>による牛肉の荒節の製造

牛肉を温度95℃の熱水中で、30分間煮熟を行い室温で放冷した。焙乾は、水抜き焙乾(1番火)を80℃で3時間、以後2番火から6番火までを70℃で4時間の条件で行った。積算焙乾時間は23時間とした。焙乾にはスモークマシンを用いた。

##### 3. 牛肉の酵素処理方法

###### (1) 供試プロテアーゼ

2cm×5cm×2cmに調整した試料に、それぞれ10種類のタンパク質分解酵素を肉重量に対し0.1%になるように注入後、50℃で酵素反応を行った。酵素失活はスモークマシンを用いて温度95℃、湿度90%の条件で30分間加熱した。酵素は実際の作業効率を考慮し、中性付近に活性のあるプロテアーゼを選択し、パパイン(ナガセ生化学工業株)、プロテアーゼP(天野製薬株)、プロテアーゼS(同)、プロレザー(同)、フレーバーザイム(ノボザイムス株)、アルカラーゼ(同)、ニュートラーゼ(同)、スミチームAP(新日本化学工業株)を用いた。

事業名：重点領域特別研究

課題名：乳用廃牛の新規加工技術の開発(新規乾燥食肉製品の開発)

## (2) プロテアーゼ添加条件

2 cm×5 cm×2 cm に調整した試料に、酵素溶液を肉重量に対し 0.1, 0.3, 0.5, 1.0, 2.0% になるように注入後、50°C で酵素反応を行い、1, 3, 5, 8 時間ごとにサンプリングした。酵素失活はスモークマシンを用いて温度 95°C、湿度 90% の条件で 30 分間加熱した。なお、酵素はフレーバーザイムを用いた。

## 4. 酵素処理牛肉節の製造試験

牛肉節の製造は酵素処理サケ節の製造方法<sup>2)</sup> に若干の改良を加えて行った(図 1)。すなわち、100 ppm の亜硝酸を加えた 0.5% の酵素溶液を肉重量に対して 10% 注入し、真空パック後 5°C で一晩静置した。50°C の温浴中で 5 時間酵素反応後、温浴の水温を 90°C に上げ、2 時間煮熟し酵素失活を行なった。真空パックより試料を取り出し 90°C で 4 時間焙乾を行い、以後 90°C で一日あたり 5 時間焙乾を繰り返した。最終的な水分濃度は 15-18% に設定し、計 9 回の焙乾を行った。酵素はフレーバーザイムを用いた。

## 5. 牛肉削り節の保存試験

牛肉削り節約 2 g を粉体用セル( $d$  13 mm×3.1 mm $\phi$ ) に詰め、透明のポリプロピレン製のチャック付き袋および遮光アルミ製のチャック付き袋を用いて、おのおのについて①無処理、②窒素封入、③窒素封入+脱酸素剤の 3 種類の包装形態をつくり、10 日目まで 2 日おき、それ以降は 4 日おきに色差を測定し 18 日目まで測定を行った。保存温度は室温とし、ポリプロピレン製の袋のサンプルは約 7000 ルクスの蛍光灯下に静置した。

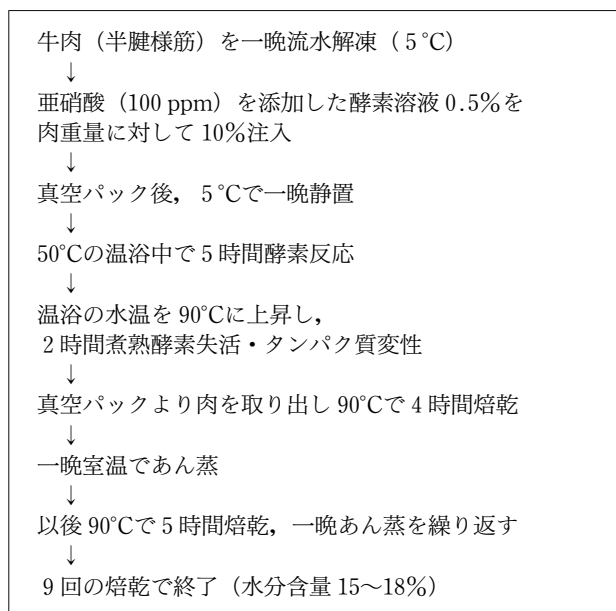


図 1 酵素処理牛肉節の製造フロー

## 6. 成分分析

## (1) エキスの抽出および調製

原料牛肉は固形分換算量の 10 倍量、節の粉末は 25 倍量の熱水を加えホモジナイズした。95°C で 5 分間静置した後、No. 5 A (アドバンテック製) の濾紙で濾過し、分析に供するまで 5°C で保存を行なった。

## (2) 一般成分

水分は恒温乾燥法 (105°C, 5 時間) で測定し、全窒素はケルダール法で測定した。粗脂肪はエーテル抽出法にて測定した。

## (3) 可溶性タンパク質

抽出液中の可溶性タンパク質は TNBS 法にて測定した。すなわち、適宜希釈した抽出液 0.5 ml に対し、0.15 M ホウ酸緩衝液 2.0 ml, 0.01 M 亜硝酸ナトリウム 0.5 ml, 及び 0.1% TNBS 溶液 0.5 ml を加え、37°C で 60 min. インキュベート後、420 nm の吸光度を測定した。なお、標品としてロイシンを用いた。

## (4) 抽出液中の遊離アミノ酸組成

抽出液を 0.1 N 塩酸で適宜希釈し、0.45  $\mu$ m のフィルターにてろ過後、自動アミノ酸分析計 L-8500 (日立製作所<sup>株</sup>) にて測定した。

## (5) 削り節の色調

色差の測定は JUKI 製 JP 7200 F を用い、ハンター比色法にて測定した。測定はセル内の削り節を均一に測定するために、セル内の削り節の位置を少しずつずらしつつ 6 回測定し、その平均値を計測した。

## 実験結果および考察

## 1. 牛肉の一般成分

一般成分値を表 1 に示す。カツオ節に対する原料カツオの適性として脂質含量は 1~3% とされている<sup>2)</sup>。竹永<sup>ら</sup><sup>3)</sup> は良質なカツオ節の脂質含量は 3.7~7.0% (固形分換算) であり、しらたになったカツオ節は 9.5% 以上であったとしている。試験に供した牛肉の脂質含量は 2.0% であり、これらの報告から牛肉の半腱様筋は節に対する適性があると考えられた。

## 2. エキス成分増大の検討

## (1) プロテアーゼ処理とエキス成分

8 種類のプロテアーゼを反応させた抽出液のアミノ酸

表 1 牛肉の半腱様筋の一般成分値 (%)

水分	全窒素	粗脂肪	灰分
74.4	3.6	2.0	1.1

組成および可溶性加水分解物の分析結果を表2に示す。コントロールと比較して酵素を作用させた試料は大幅に可溶性加水分解物量、およびアミノ酸総量が増加した。うま味の指標となるグルタミン酸についても増加が認められ、特にフレーバーザイム、プロテアーゼPおよびスミチームは無処理と比較して2倍以上のグルタミン酸含量となった。しかし、プロテアーゼP、スミチームの抽出液は苦味を強く感じ、疎水性ペプチドの生成が多いことが考えられた<sup>4)</sup>。これらの分析結果と官能試験の結果より、本試験においてはフレーバーザイムが牛肉節製造に適すると考えられた。

(2) プロテアーゼの添加量と反応時間

結果を図2に示す。酵素添加量の増加に従い可溶性加水分解物量も増加したが、酵素添加量が1%以上では肉の軟化が著しく、後の工程に進むのが困難であった。また、乾燥品において削り節を試作した際にも粉末が多く、歩留まり低下を招くことから極端な酵素分解は品質劣化を起すことがわかった。これらの結果とうま味生成の観点から、酵素添加量は0.5%以下で、酵素反応時間は5時間程度が適当と考えられた。

3. 酵素処理牛肉節とカツオ節、サバ節のエキス成分

得られた牛肉節の一般成分値、可溶性加水分解物の結

果を表3に示し、抽出液中の遊離アミノ酸組成を表4に示す。一般成分値では水分がカツオ節、サバ節と比較して若干高い値を示し、全窒素はほぼ同じ値を示した。脂質含量に関しては4.9%とカツオ節、サバ節の中間の値となった。抽出液中のグルタミン酸は無処理と比較して

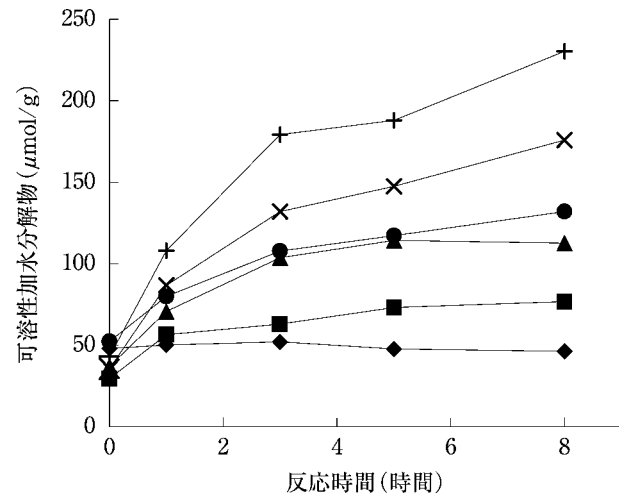


図2 酵素選択試験

酵素：フレーバーザイム 反応温度：50℃  
 酵素添加量：◆,0%; ■,0.1%; ▲,0.3%; ●,0.5%; ×,1.0%; +,2.0%;

表2 各酵素反応後の抽出液中の遊離アミノ酸組成および可溶性加水分解物

遊離アミノ酸組成	(mg/100 g・乾物換算)								
	control	パンパイン	フレーバーザイム	アルカラージェ	ニュートラージェ	プロテアーゼP	プロテアーゼS	プロレザール	スミチーム
アスパラギン酸	20	19	85	25	34	58	23	17	45
スレオニン	70	80	167	102	123	166	92	74	161
セリン	95	95	174	114	142	164	109	86	169
グルタミン酸	80	87	175	121	105	166	91	80	191
グリシン	85	99	107	86	98	108	86	73	120
アラニン	192	213	311	228	289	297	225	180	344
バリン	139	156	292	203	351	273	242	136	286
シスチン	0	0	7	15	7	9	7	0	10
メチオニン	107	98	185	169	189	193	138	106	227
イソロイシン	101	114	257	162	392	262	240	102	243
ロイシン	183	227	643	364	929	690	561	194	623
チロシン	104	91	189	137	152	200	114	90	208
フェニルアラニン	103	108	288	171	271	323	212	98	306
トリプトファン	52	64	120	54	112	75	86	77	111
リジン	122	145	348	183	199	366	144	103	498
ヒスチジン	35	33	76	39	57	78	43	28	83
アルギニン	101	127	287	145	183	314	1851	84	335
プロリン	60	65	84	66	76	89	63	48	91
total	1650	1820	3796	2383	3708	3831	4327	1575	4052
	(mmol/g・乾物換算)								
可溶性加水分解物	control	パンパイン	フレーバーザイム	アルカラージェ	ニュートラージェ	プロテアーゼP	プロテアーゼS	プロレザール	スミチーム
	0.27	0.40	0.34	0.41	0.51	0.45	0.40	0.33	0.46

表3 牛肉節、カツオ節およびサバ節の主要成分の比較

		牛肉節		カツオ節	サバ節
		無処理	酵素処理		
水分	(%)	18.0	15.0	13.6	13.9
全窒素	(%)	11.9	12.7	13.1	11.7
粗脂肪	(%)	4.9	4.3	3.5	7.8
グルタミン酸*	(mg/100 g)	55.8	326.8	33.0	114.0
可溶性加水分解物*	(mmol/g)	0.27	0.34	0.30	0.25

\*：乾物換算

表4 各節の遊離アミノ酸組成

	(mg/100 g・乾物換算)		
	牛肉節	カツオ節	サバ節
アスパラギン酸	106	12	43
スレオニン	178	17	38
セリン	153	22	54
グルタミン酸	327	33	114
グリシン	68	38	39
アラニン	432	92	114
バリン	254	24	44
メチオニン	142	64	0
イソロイシン	192	15	36
ロイシン	0	31	79
チロシン	148	10	27
フェニルアラニン	239	16	40
リジン	347	31	128
ヒスチジン	67	1543	1754
アルギニン	250	26	71
プロリン	87	38	100
アンセリン	49	1457	33
カルノシン	675	22	15

6倍に増加し、カツオ節の10倍、サバ節の3倍の値を示し、うま味成分を多く含んだ牛肉節となった。また、酵素処理牛肉節の削り節は鮮やかなワインレッド色であり、ビーフジャーキー様の風味を呈していた(図5)。

#### 4. 牛肉削り節の色調に対する包装形態の影響

退色試験の結果を図3、4に示す。削った直後の削り節の $a^*$ は13~16、 $b^*$ は21~23、および $L^*$ は39~43の値を示した。透明袋による保存ではすべての試料において、保存初期に $a^*$ の著しい減少がみられ、保存4日後で平均30%の赤色が消失した。一方で $L^*$ および $b^*$ の数値の変化はわずかだった。各処理別では空気封入を行った試料より窒素封入あるいは脱酸素剤を入れた試料のほうが $a^*$ の減少が少なかった。また、遮光袋による保存ではすべての試料において $a^*$ の減少が緩慢であり保存18日後で平均15%の赤色が消失した。また、 $L^*$ および $b^*$ の数値の変化はほとんどみられなかった。各処理別では

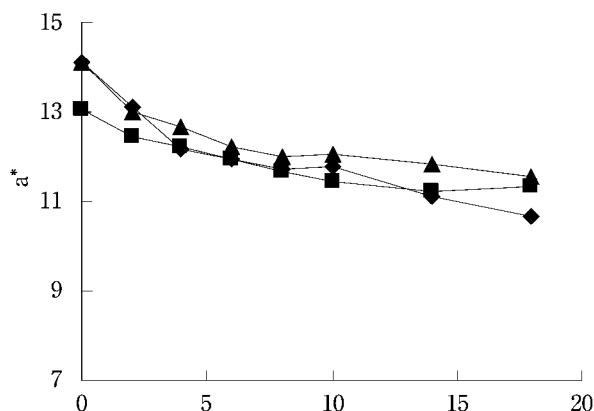


図3 遮光袋中の削り節の赤色の変化

◆ 空気 ■ 窒素 ▲ 窒素+脱酸素剤

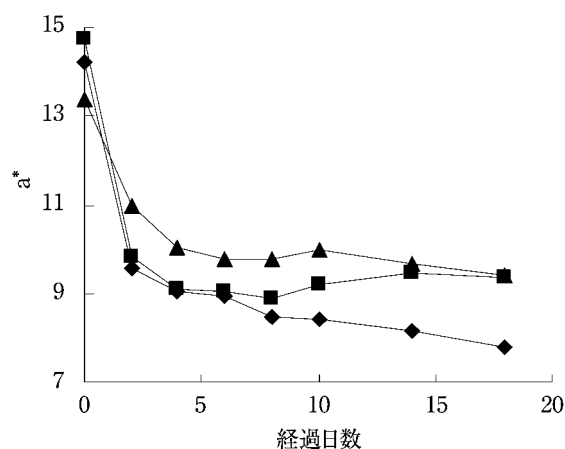


図4 透明袋中の削り節の赤色の変化

◆ 空気 ■ 窒素 ▲ 窒素+脱酸素剤

空気封入を行った試料より窒素封入あるいは脱酸素剤を入れた試料のほうが $a^*$ の減少が少なかった。これらの結果から、牛肉削り節の保存は遮光袋を用いて窒素封入(+脱酸素剤)が色調保持に有効であることが分かった。

## 要 約

乳廃牛肉の有効利用として、うま味の強い牛肉の節を開発することを目的とし、酵素処理技術を導入した牛肉節の製造試験を行った。その結果、牛肉の半健様筋にプロテアーゼ処理を行なった後に焙乾を行うことで、うま味の強い牛肉節を製造できることがわかった。

## 文 献

- 1) 須山三千三・鴻巣章二編：水産食品学（恒星社厚生閣，東京），p.230（1987）。
- 2) 阿部 茂・大庭 潔：日食工誌，**45**，391（1998）。
- 3) 竹永章生・伊藤真吾・露木英男：日食工誌，**38**，280（1991）。
- 4) 荒井綜一：味覚の化学（佐藤昌康編），朝倉書店，p.190（1981）。



図5 酵素処理牛肉節および削り節