

豆腐よう

桂 正子*

はじめに

中国および東南アジア各地で主に利用されている豆腐を加工した食品に中国産の紅乳腐（紅腐ともよばれている）がある。これは、豆腐の表面に *Rhizopus* 属あるいは *Mucor* 属のカビを繁殖させた後これらの菌糸で覆われた豆腐を塩漬けとし、さらに諸味の中に漬け込んだものである^{1~4)}。沖縄にも同様な豆腐の加工食品である豆腐ようがあるが、中国産のものとは異なり *Rhizopus* 属あるいは *Mucor* 属のカビつけを行わない^{5~9)}。豆腐ようには、米麴を用いた黄色のものと、紅麴を用いた赤色のものがあるが、ここでは、米麴を用いた黄色い豆腐ようについて記述する。

豆腐ようの場合には、6~8 日間自然乾燥した豆腐の表面を泡盛で洗った後、米麴と泡盛であらかじめ調製した諸味に漬けて熟成させたものであり、内外部とも黄乳白色を呈し、味は「練りうに」に似て香りもよく、珍重されている。

豆腐ようは、植物性タンパク質の加工食品として最近注目されつつある。その原料である大豆は、タンパク質として今や世界的にも注目を浴びるようになってきた¹⁰⁾。

アメリカでは、これまで大豆は家畜の飼料として使われていたが、近年になって肥満や動脈硬化の原因になりやすい肉中心の食事が見なおされ、良質の植物性タンパク源である大豆が注目を集めるようになってきた。大豆の成分を見るとタンパク質を 35%、脂質 19% を含み、アミノ酸は含硫アミノ酸がやや少ないようであるけれども、全体としてバランスがよく、また、穀類には不足しがちなリジンを多く含んでいる。脂肪酸組成をみると血液中のコレステロール低下作用があるリノール酸が約 50% を占めている¹⁰⁾。

本稿では、大豆および大豆加工食品が健康食品として普及していく過程で、沖縄の伝統食品である豆腐よ

うの熟成過程における食品成分の変化を食品学的見地から調べ、さらに、チーズような物性の変化について、今までの筆者の研究を中心に述べさせていただく。

1. 豆腐ようの歴史

御膳本草¹¹⁾によると、豆腐ようは 17~18 世紀頃琉球王朝時代に中国と琉球との交易が盛んであった頃、乳腐または豆腐乳として伝来したものとされているので、沖縄の珍味といわれる豆腐ようの元祖は中国と考えられる^{12~14)}。

現在の豆腐ようは、中国の乳腐と異なり塩漬けやカビつけを行わないことを前述した。すなわち、豆腐乳という食品を沖縄の気候・風土・食習慣や嗜好にあわせて改良して生まれたもので、上流社会の一部で滋養食や酒の肴として珍重されたが、琉球王朝の「秘伝」という理由で、一般的な食品としては普及しなかった。いつ、だれによって乳腐から豆腐ようへの製造過程の転化が行われたかについては、いまだに確かではない。しかし、沖縄特産の泡盛を用いることにより豆腐に貯蔵性をもたらし、米麴を使用することにより甘味を増加させ、熟成させることでまろやかな旨味を出すことに成功している^{15,16)}。

このように豆腐ようは、沖縄の特産豆腐加工食品としてのみならず、植物性タンパク質源の食品としても注目されており、今後大きく発展していく加工食品であると期待されている。

2. 豆腐ようの製造

1) 沖縄豆腐^{5,17,18)}

沖縄における豆腐の伝来時期については明らかではないが、中国との交易の関係上中国の影響を受け、17 世紀の中期頃までには伝来したようである。

沖縄の豆腐の製造法は、一般に生絞り法といわれ、大豆を浸漬して摩砕したものを絞っておからを除いて生の豆腐を得る方法であり、これを加熱し凝固剤とし

* 琉球大学教育学部

豆腐よう

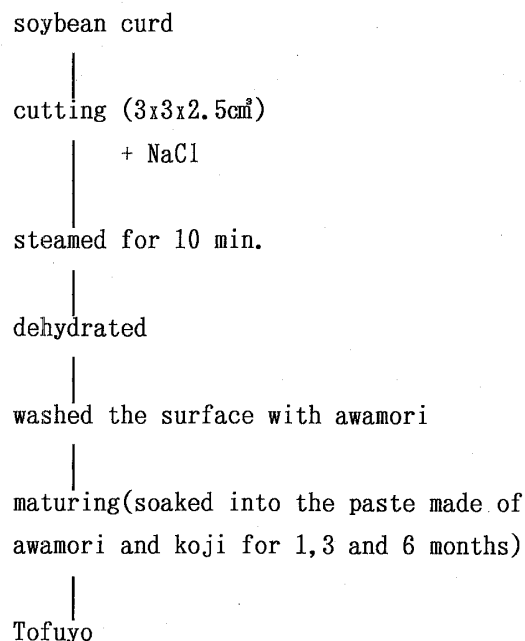


Fig 1. Processing of Tofuyo

てニガリを加えて固め、重石をして型どりしたものである。沖縄豆腐の一般成分と本土の木綿豆腐の成分¹⁹⁾を見ると、沖縄豆腐の方が水分含有量が低く、タンパク質含量が多い。豆腐ようの製造には沖縄豆腐のような水分の少ない硬めのものが適している。

2) 豆腐ようの製造工程

(1) 豆腐ようの製造法

豆腐は、豆腐ようの製造において重要な原料である。Fig. 1 に示すように、沖縄豆腐の水気を取り、約 $3 \times 3 \times 2.5 \text{ cm}^3$ の大きさに揃える。これに約 1% の塩をまぶし 10 分間蒸したものをテーブル上に放置して表面が黄褐色となるまで 6~8 日間自然乾燥する。この豆腐を適当量の泡盛で 2~3 回洗って乾燥豆腐とする。別に米麴と泡盛で調製した漬け汁にこの乾燥豆腐を 1 カ月~6 カ月間漬け込んで熟成させたものが豆腐ようである。

(2) 漬け汁

蒸したもち米に白味噌用麹菌 *Aspergillus oryzae* を接種して造った米麴と 43% 泡盛を同容量ずつ混合し 2~3 日放置して軟らかくなったら家庭用ミキサーにかけて、豆腐よう調製の漬け汁とした。なお、乾燥豆腐を漬け汁に漬け込む場合の比率は米麴：泡盛：乾燥豆腐が 1：1：1 の割合で混合して漬け込む。

3. 熟成過程における化学成分および物性について

1) 一般成分および遊離アミノ酸の変化

豆腐ようの製造法については宮里¹⁾、安田ら^{20,21)}の報告があるが、熟成過程における成分についての研究報告は少ない。そこで、沖縄豆腐を原料として製造した豆腐ようについて、その熟成過程における一般成分(水分、粗タンパク質、粗脂肪、灰分)および pH 等の変化について調べた。さらに、遊離アミノ酸^{22,23)}、タンパク

Table 1. Changes of chemical composition of Tofuyo and Soak during the processing

Samples		Dry matter (%)	Crude protein (%)	Crude fat (%)	Ash (%)	Nitrogen free extract (%)	Free amino acid (mg %)	pH
Soybean curd		19.2	9.1 (47.3)	5.8 (30.0)	1.2 (6.4)	3.1 (16.4)	158	5.75
Dehydrated soybean curd		29.3	13.5 (46.1)	8.6 (29.5)	2.1 (7.1)	5.1 (17.3)	184	5.74
Tofuyo	1 (month)	35.8	10.7 (29.7)	8.6 (24.0)	1.0 (2.9)	15.6 (43.4)	558	5.64
	3	36.1	9.5 (26.4)	8.1 (22.4)	0.9 (2.6)	17.6 (48.6)	994	5.49
	6	36.4	7.3 (20.1)	7.4 (20.3)	0.8 (2.3)	20.9 (57.3)	2,455	5.21
Soak	0 (month)	31.0	5.2 (16.9)	0.6 (1.5)	0.1 (0.3)	25.3 (81.4)	583	5.85
	1	23.9	8.4 (35.1)	0.2 (0.9)	1.3 (5.4)	14.0 (58.6)	1,698	5.69
	3	22.6	9.1 (40.3)	0.6 (2.4)	1.2 (5.1)	11.8 (52.1)	1,832	5.46
	6	22.2	10.1 (45.6)	0.4 (1.6)	1.3 (6.1)	10.4 (46.7)	3,173	5.10

() : Dry base percentage of chemical compositions are shown in parenthesis

質の分画および脂肪酸組成の成分について検討した。

一般成分分析結果を Table 1 にあげた。そこで、乾燥残量は、生豆腐で 19.2%，乾燥豆腐で 29.3% を示し、漬け汁に漬け込んだ 1 カ月，3 カ月，6 カ月の豆腐ようでそれぞれ，35.8%，36.1%，36.4% とわずかに増加がみられた。漬け汁の方では逆にわずかに減少している。粗タンパク質は，乾燥豆腐で 13.5% であったものが豆腐ようでは 1 カ月，3 カ月，6 カ月でそれぞれ 10.7%，9.5%，7.3% と減少し，逆に漬け汁では 1 カ月，3 カ月，6 カ月で 8.4%，9.1%，10.1% へと増加している。すなわち，粗タンパク質においては豆腐ようから漬け汁へ移行したものと考えられる。

これらの数値を無水物換算でみると，熟成時に著しく分解が起り，6 カ月豆腐ようでは粗タンパク質が減少し，約 20.1% となっている。また，可溶性無窒素物量の増加も熟成時の蛋白質の分解，脱アミノ酸反応などの関与をうかがうことができる。粗脂肪については，豆腐よう 1 カ月で 8.6% 含有していたものが，6 カ月で 7.4% と減少している。漬け汁では，ほとんど変化はない。粗脂肪の減少は，脂肪酸がエチルアルコールとエチルエステルを造り豆腐よりの芳香の源にもなっているのではないかと考えられる。灰分については，生豆腐で 1.2%，乾燥豆腐で 2.1% 含有していたものが，1 カ月，3 カ月，6 カ月で若干減少の傾向がみられ，豆腐ようから漬け汁へ移行するためと思われる。

遊離アミノ酸については，総遊離アミノ酸量を示しているが，6 カ月で急激に増加している。それは，熟成時のタンパク質が分解したためと思われる。遊離アミノ酸中の呈味性アミノ酸の生成は，豆腐よりの呈味に大きく貢献している²⁴⁾。漬け汁では，粗タンパク質も遊離アミノ酸も増加しているが，豆腐ようから漬け汁へ溶解したものが加算されたものと思われる。pH は熟成が進むにつれて，豆腐ようおよび漬け汁とも低下の傾向にあり，これは熟成による酸性遊離アミノ酸および有機酸の生成にもとづくものと思われる。

2) 遊離アミノ酸とタンパク質の電気泳動パターン²⁵⁻²⁸⁾

遊離アミノ酸測定に当たっては前処理としてイオン交換樹脂を用いて，脱塩，脱糖の操作を加えた。その結果，酸性アミノ酸と中性アミノ酸の分離が明確に得られた。用いた標準アミノ酸 17 種類中豆腐よう 1 カ月のものではシスチンを除く 16 種類のアミノ酸が確認された。原料豆腐（沖縄豆腐）の遊離アミノ酸含有量を Table 2 に示した。グルタミン酸 16.2mg%，イソロイシン 31.3mg%，アルギニン 32.7mg% と含有量が

Table 2. Free amino acids contents in soybean curd

Free amino acids	Contents(mg %)
Aspartic acid	7.4
Threonine	6.3
Serine	4.4
Glutamic acid	16.2
Proline	2.2
Glycine	3.1
Alanine	8.7
Valine	6.3
Methionine	2.8
Isoleucine	31.3
Leucine	5.6
Tyrosine	7.9
Phenylalanine	7.2
Lysine	8.6
Histidine	7.8
Arginine	32.7
Total	158.5

高く，グリシン 3.1mg%，メチオニン 2.8mg% と他のものに比して低くなっており，総遊離アミノ酸含有量は 158mg% であった。

Fig. 2 によると，酸性アミノ酸のアスパラギン酸とグルタミン酸は，3 カ月から 6 カ月かけての増加が著しくグルタミン酸は 336mg%，アスパラギン酸は 258

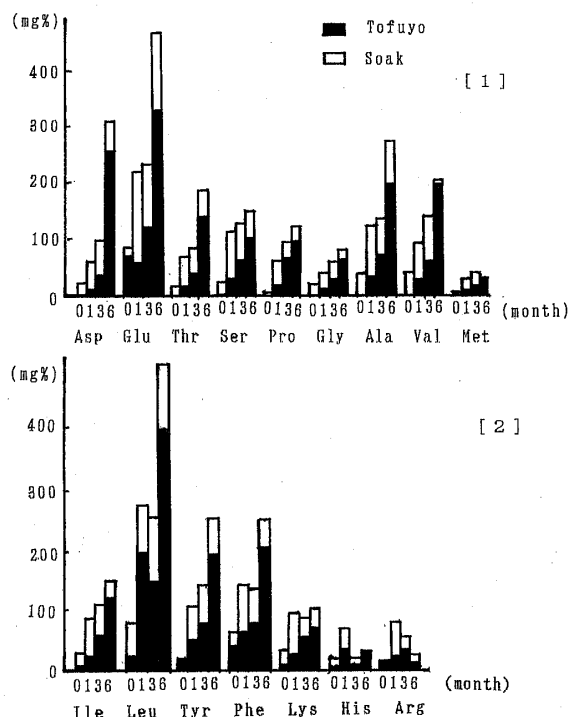


Fig. 2. Changes of free amino acids contents in Tofuyo and soak during maturing

豆腐よう

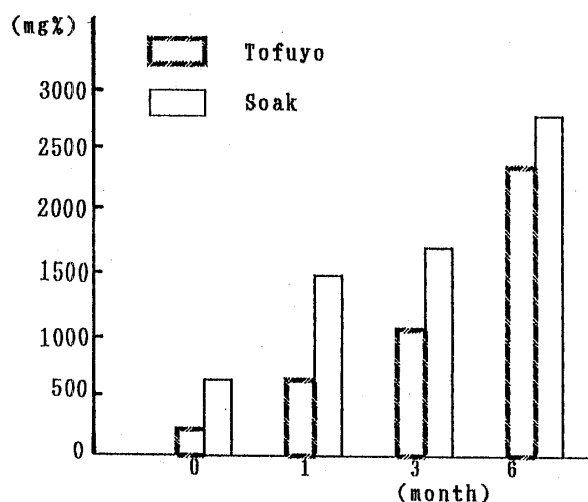


Fig 3. Total free amino acids contents of Tofuyo and soak in maturing process

mg%にも達した。ほとんどの中性アミノ酸が増加を示した。特にロイシンは豆腐ようおよび漬け汁で最も高い値を示し、6カ月熟成豆腐ようでは399mg%，漬け汁では504mg%となり、ともに遊離アミノ酸中最大の含有量を示した。

豆腐ようと漬け汁中の総遊離アミノ酸含有量をFig. 3に示した。豆腐ようは3カ月から6カ月にかけて増加率が大きく、漬け汁では0カ月から1カ月目、3カ月から6カ月目で急速に増加している。いずれの熟成時においても漬け汁の方が含有量が高い、しかし、増加率から見ると、それぞれ0カ月を基準として豆腐ようは1カ月で3倍、3カ月で5.4倍、6カ月で13倍、漬け汁では1カ月で3倍、3カ月で3.1倍、6カ月で5.4倍となっており、豆腐ようの遊離アミノ酸の増加が顕著であった。

豆腐ようおよび漬け汁における遊離アミノ酸含有量の増加は、漬け汁中に含まれる *Asp. oryzae* のプロテアーゼによる豆腐ようのタンパク質の分解による増加と考えられる。そこで、タンパク質の分解の様子を明らかにするために SDS ゲル電気泳動法で展開した結果、大豆、豆腐のタンパク質では多くのバンドがみられたが、1カ月、3カ月、6カ月と熟成が進むにつれ、いくつかのバンドが消失した。傾向としては高分子のタンパク質のペプチド結合が切れて低分子のタンパク質がわずかに残る泳動パターンを得た。

豆腐ようの熟成が進むにつれて遊離アミノ酸が増加することは前述した。この豆腐よう熟成過程での遊離アミノ酸の増加はプロテアーゼの作用によるものと考えられるので、プロテアーゼ活性^{29,30)}について調べた。すなわち、プロテアーゼ活性は pH との関係調べた

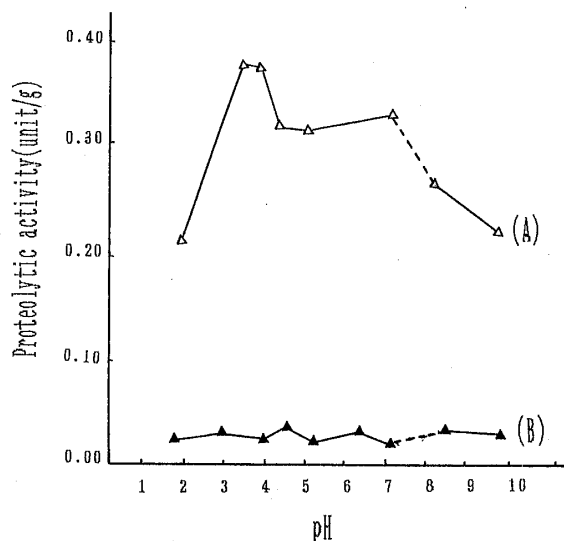


Fig 4. pH dependency of proteolytic activity of Tofuyo in aging period for 6 month (A) and soybean curd (B) Conditions: after 30 min. incubation at 37°C of reaction mixture, containing crude enzyme solution (2ml), 2% casein (2ml) and the 2ml buffer solution (pH 1~pH 10), 10% TCA (5ml) was added and filtered, 0.55M Na₂CO₃ (5ml) and folin-Ciocalteu reagent (1ml) were added to the filtrate and the spectra were taken at 660nm wavelength.

pH 1~7: citrate buffer

pH 7~10: phosphate buffer

のが Fig. 4 である。図では、生豆腐と6カ月豆腐ようについて 37°C で 30 分間反応させて得られた粗酵素の活性を pH1 から 10 までの間で調べたものである。その図から、pH3~7.2 におけるプロテアーゼ活性を求めると、豆腐よう 1g 当たり約 30unit 含まれていることとなる。これは、豆腐よう熟成中の pH が約 5~6 であることからプロテアーゼが十分に作用していると考えられる³¹⁾。次に、アルコール溶液中におけるプロテアーゼの安定性を確認するため、各アルコール濃度の泡盛に漬け込んだ豆腐よう中のプロテアーゼ活性について調べて Table 3 に示した。泡盛 30 度および 43 度のいずれにおいても、1日目、2日目、そして1カ月目の豆腐よう 1g 当たりのプロテアーゼ活性が増加し、漬け汁中のプロテアーゼは安定で豆腐よう中に浸透して

Table 3. Protease activity at pH 7.0 of Tofuyo (unit/g)

Maturing time Tofuyo	1 day	2 days	1 month
30% awamori moromi Tofuyo	55.2	63.9	98.4
43% awamori moromi Tofuyo	45.5	54.0	93.3

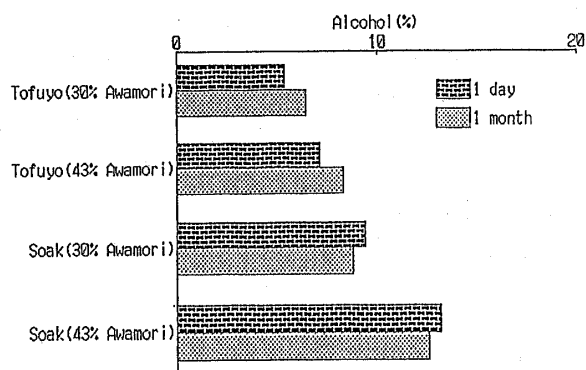


Fig 5. Relationship between alcohol contents and the aging period in Tofuyo and Soak

いくものと考えられる。なお、いずれの日時においても 30 度泡盛の方が 43 度泡盛よりもやや高い値を示しており、これは、泡盛濃度の違いによってプロテアーゼ活性が多少の影響を受けたものと考えられる。

そこで、プロテアーゼ活性に影響すると考えられるアルコール濃度の熟成初期における変化を Fig. 5 に示した。30 度の泡盛で造った諸味に漬けた豆腐ようでは、1 日目アルコール含量は 5.4%，1 カ月目で 6.5% を示した。43 度の泡盛を用いた豆腐ようでは、1 日目アルコール含量は 7.2%，1 カ月目で 8.3% を示した。すなわち、漬け込み期間とともに漬け汁から豆腐ようにアルコールがしみ込む変化が見られる。と

Table 4. Reducing sugars* in Tofuyo (mg/g)

Tofuyo	Maturing time		
	1 day	2 days	1 month
30% awamori moromi Tofuyo	0.60	0.85	5.98
43% awamori moromi Tofuyo	0.59	0.82	5.79

* Reducing sugar was determined by Somogyi-Nelson method

ここで、1 カ月目では豆腐よう (8.3%) と漬け汁 (12.6%) のアルコール濃度は同一値にはならず、さらに、放置することによって平衡が得られるものと考えられる。43 度泡盛に漬けた豆腐ようは 1 カ月目でアルコール濃度が 8.3% に達しており、このような高いアルコール中でもプロテアーゼ活性は 80%，アミラーゼ活性は 90～98%（アルコールを含まないときの活性を 100% とする）と安定であることが報告³²⁾されていることから理解できる。

3) 還元糖³³⁻³⁶⁾ およびリパーゼ活性³⁷⁾

単糖類などの還元糖も製品の色や香りに貢献していると考えられるので還元糖を調べた。Table 4 に豆腐ように含まれる還元糖量の変化を示す。泡盛 30 度の漬け汁に漬けた豆腐ようは、1 日目、2 日目そして、1 カ

Table 5. Results of the analysis of sugars by HPLC

			* mg/g, ** mg/ml			
Items			G ₁	G ₂	G ₃	G ₄
0 day	Raw Tofu (Okinawan Tofu)*		0	0	0	0.11
	Koji (mochigome)*		+++	1.44	0.38	0.08
	Awamori (30%)	soak**	+++	0.55	0.16	0.04
	Awamori (43%)	soak**	+++	0.59	0.19	0.08
1 day	Awamori (30%)	Tofuyo*	+++	0.25	0.04	0.23
		soak**	+++	0.64	0.30	0.10
	Awamori (43%)	Tofuyo*	+++	0.24	0.04	0.29
		soak**	+++	0.64	0.33	0.11
1 month	Awamori (30%)	Tofuyo*	+++	0.31	<0.01	0.22
		soak**	+++	0.76	0.24	0.21
	Awamori (43%)	Tofuyo*	+++	0.34	<0.01	0.20
		soak**	+++	0.77	0.25	0.15

Shimadzu LC-6 A, Detector: Fluorescence Detector, Column: Wakoshi 5 NH 2, Stainless steel tube; 4.6mm×250mm, Temperature: Column; room Temp., Reaction vessel; 150°C, Mobile phase: Acetonitrile-water (74: 26 V/V), Flowrate: 1.0ml/min., Wave length: Excitation; 320nm, Measurement; 430nm, Measuring range: 64(High) for G₁, G₂ and 16 for G₃ and G₄. Sample volume: 5μl, Chart speed: 2mm/min.

+++ Shows that out of the recording span(>1.1mg/g)

豆腐よう

月目と値が高くなっている。1カ月目では1日目の10倍も高く5.98mg%となっている。泡盛43度の漬け汁に漬けた豆腐ようも同様な傾向を示しており、1カ月目で58mg/g、1日目の約10倍となっている。このことは1日目、2日目そして、1カ月目でもアミラーゼ活性は安定で充分作用しているものと考えられる。30度および43度泡盛ではいずれもほぼ同様の増加傾向を示し、30度泡盛と43度泡盛によるアルコール濃度差の影響はほとんど認められなかった。そこで、1カ月目には1日目の10倍も還元糖が増加することから、オリゴ糖の組成すなわち、ブドウ糖(G_1)、麦芽糖(G_2)、マルトトリオース(G_3)、マルトテトラオース(G_4)についてHPLCによる分析を行い、その結果をTable 5に示した。豆腐ようでも、漬け汁でも含有量の多い糖類は G_1 および G_2 であり、 G_3 および G_4 の存在も確認できた。このことにより、漬け汁中のデンプンが麴中のアミラーゼにより低分子量の糖類へ分解され、熟成中に豆腐よう中へ浸透していくものと思われる。

次に、pH7.2におけるリパーゼ活性を調べた結果をFig. 6に示した。リパーゼ活性は、麴に存在し、時間とともに豆腐ように移行するものと思われるが、この図から分かることはアルコールを多量に含む豆腐よう中では、2日目にはすでにその活性が低下していることが明らかである。

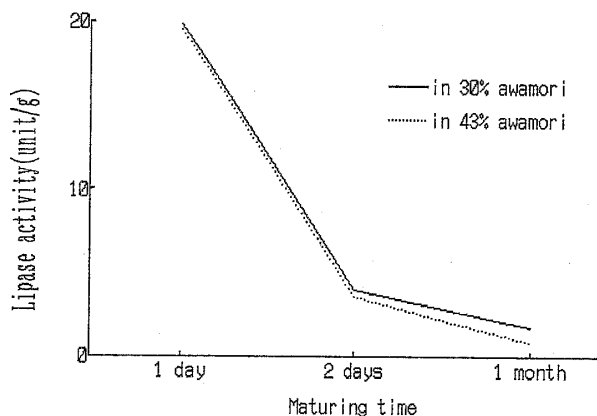


Fig 6. Lipase activity at pH 7.2 of Tofuyo at 20°C

4) アルコール濃度を変えて熟成させたときの物性の変化^{38~43)}

アルコール濃度を変えて熟成させたときの豆腐ようの硬さの変化を調べた結果をFig. 7に示す。硬さは25度の泡盛に1カ月漬けたものでは54.0 TU、30度のものでは49.8 TUと低下し、43度では186.3 TUと高値を示した。3カ月目には、43度の泡盛で63.2 TUと三種類の泡盛の中で高い値を示した。6カ月目においても同様に43度の泡盛を用いた方が高い値であった。43

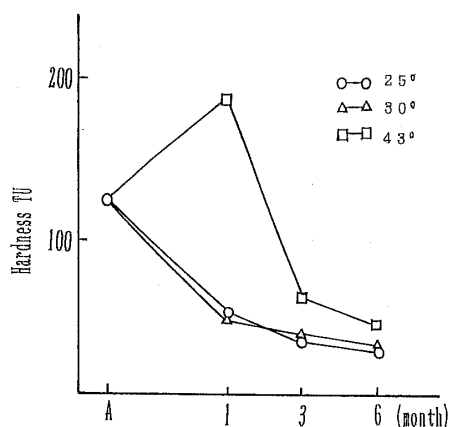


Fig 7. Changes of hardness of Tofuyo soaked in ethanol solution during maturation
A: dehydrated soybean curd

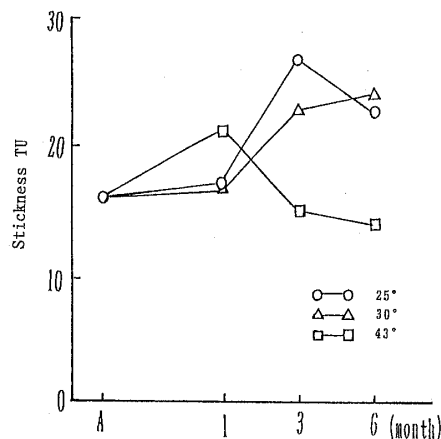


Fig 8. Changes of stickiness of Tofuyo soaked in ethanol solution during maturation
A: dehydrated soybean curd

度の方が形が崩れ難く適度な硬さであり、アルコール濃度が物性に影響を与えていることが顕著である。次に、粘性の変化をFig. 8でみると、アルコール43度において1カ月目でやや高くなっており、3カ月、6カ月と熟成が進むにつれて粘性は低くなっている。これは熟成させることにより豆腐ようの組織が細くなり、いわゆる“チーズよう”といわれる木目の細かきをもたらしていると思われる。豆腐ようの形状を保ち、チーズのようななめらかな物性を得るには43度の泡盛が適しており、熟成には3月から6月が必要と思われる。

4. 従来法と改良法による豆腐ようの物性とアミノ酸含有量の比較

これまで、沖縄の木綿豆腐を用いて、しかも伝統的方法で造られた豆腐ようを用いて実験を行い考察してきた。この従来法では乾燥豆腐をつくる過程があり、

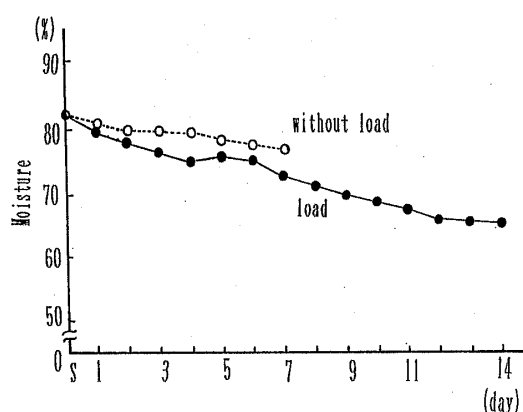


Fig 9. Changes of moisture content in Tofu during storage in refrigerator at 6~7°C
S: soybean curd

室内に放置して適度な硬さになるのを待っている。適度な硬さになるまでの日時は、そのときどきの気象条件に左右されることが多く、表面がゴム状で硬くなるため削り落として形を整えるなどの手間がかかり、しかも無駄が多い。そのため、一定条件における乾燥処理を行い、材料を無駄にせず、しかも品質の整った乾燥豆腐を仕込むことで熟成過程において適度な物性を持ち、形が崩れることなく、品質の整った豆腐ようを造ることが望まれる。そこで著者は、前処理法に改良を加えることが必要と考え、新しい方法として低温荷重脱水法を試みた。

この低温荷重脱水法を適用するために、まず、冷蔵日数による水分の変化を Fig. 9 に示した。生豆腐で水分含有量を 82.1% であったが、冷蔵日数が経つにつれて荷重をかけたもの、無荷重のものいずれも減少の傾向にあった。7 日冷蔵で水分含量は 76.8% であり、荷重をかけた場合の 3 日間冷蔵の水分含量 (76.5%)

Table 7. Comparison of an improved method with the traditional processing method by HPLC analysis

Free amino acid	($\mu\text{mol/g}$)	
	Traditional method matured for 6 months in 43° awamori soak	Improved method matured for 6 months in 43° awamori soak
aspartic acid	14.36	27.46
threonine	7.17	11.49
serine	9.66	17.38
glutamic acid	18.55	29.57
proline	13.20	17.77
glycine	7.64	13.54
alanine	13.42	19.62
valine	9.70	13.58
methionine	2.39	3.25
isoleucine	7.89	10.66
leucine	17.26	23.88
tyrosine	5.82	8.46
phenylalanine	7.63	10.96
histidine	1.30	4.47
lysine	3.52	8.35
arginine	0.35	3.66
Total	139.86	224.10

の値と同程度であった。荷重をかけたもの無荷重のものとの比べると約 2 倍の速度で脱水とされることがわかる。著者²⁸⁾の分析では、豆腐よう原料としての乾燥豆腐の水分量は約 70% であり、また、安田らの報告^{20,44)}では 76% となっている。この程度の水分含有量にするためには低温荷重脱水法では 4 日で 75.3% と最適の水分含量となることが明らかとなった。

Table 6 の、硬さ、そしゃく性、ガム性、粘着性および水分についてみると、従来法で 6~8 日を要した値に近いデータを得るには、荷重して冷蔵する方法では

Table 6. Changes of texture and moisture of Tofu during storage in refrigerator at 6~7°C with and without load

Item \ Storage time (day)	0 raw Tofu	1	2	3	4	5	6	7	dehydrated soybean curd
Hardness TU	62.0	101.6 (93.5)*	188.2 (120.8)	233.8 (135.2)	247.3 (157.1)	318.1 (157.6)	340.7 (167.3)	404.5 (201.8)	251.8
Chewiness TU	32.3	52.8 (47.8)	106.0 (59.3)	122.2 (78.8)	129.8 (81.1)	160.1 (89.5)	163.3 (86.6)	213.3 (101.7)	119.0
Gumminess TU	33.5	55.3 (49.6)	110.0 (62.6)	127.8 (80.4)	135.1 (85.4)	166.5 (92.6)	171.0 (90.3)	213.3 (106.0)	128.5
Stickness TU	27	36 (36)	93 (49)	103 (57)	105 (70)	130 (66)	143 (72)	171 (81)	74
Moisture (%)	82.1	79.7 (80.7)	78.2 (79.7)	76.5 (79.6)	75.3 (79.5)	75.7 (78.6)	74.9 (77.8)	72.4 (76.8)	76

* Values without load on Tofu are shown in parenthesis.

豆腐よう

3~4日もあればよいことが分かった。

そこで、従来法と低温荷重脱水法による豆腐ようの遊離アミノ酸について、従来法の6カ月豆腐よう（43度泡盛）と低温荷重脱水法による6カ月豆腐よう（43度泡盛）のHPLCによる遊離アミノ酸の含有量をTable 7で比較した。それらの遊離アミノ酸は低温荷重脱水法による豆腐ようが従来法の豆腐ようよりもすべての遊離アミノ酸含有量が多くなっているという興味深い結果を得た。

5. おわりに

豆腐ようは、一般に硬めの豆腐を造り、これを約3センチ立方に切断し、日陰で風乾して水分量が70~75%になるまで乾燥し、泡盛と米麴で調製した諸味に漬けて数カ月熟成させたものである。その独特の風味とチーズのようなテクスチャーは「練りうに」に似ている。そのルーツは中国の乳腐である。乳腐は豆腐にカビを生育させた後食塩濃度約10%の諸味に漬けて熟成させるのに対し、豆腐ようはカビつけはせず、泡盛で調製した諸味、すなわち、アルコール溶液中で熟成させる点が大きく異なっている。

豆腐よう製造における問題点は、豆腐は保水性がよいから、従来の自然乾燥法では乾燥期間が天候に左右され、乾燥中に腐敗したり、乾燥状態が悪いから熟成中に型崩れして、製品にならない場合がしばしば起こることや、また、熟成中の成分及びテクスチャーの変化について記述した。さらに、諸味の調製に用いる泡盛の種類と熟成、および、アルコール濃度と酵素活性との関係を検討したが、食品学的立場からの研究が少なく、なお、安定して品質の製品を効率よく製造するための研究が望まれる。

従来の伝統的製造法の隘路であった自然乾燥法に変わる低温荷重脱水法を提案したが、これは、無駄のない効率的な材料、すなわち、乾燥豆腐の供給と安定して品質の整った製品を市場へ搬出し、普及させるための積極的な試みである。

文 献

- 宮里興信：琉球大学農家政工学部学術報告, 7, 342 (1963)
- 中野政弘：発酵食品, 92, 光琳書院（東京）(1967)
- 太田輝夫：醸協, 60, 588 (1965)
- 太田輝夫：醸協, 60, 595 (1965)
- 桂正子：食生活研究, 3, (6), 58 (1982)
- 新島正子：琉球料理, 76, 新島料理学院 (1971)
- 本江元吉：日本醤油研究雑誌, 2, 238 (1976)
- 翁長君代：琉球料理と沖縄の食生活, 157, 績文堂（東京）(1969)
- 安田正昭：醸協, 78, 839 (1983)
- 福場博保, 好井久雄, 吉川誠次, 青木宏：大豆, 53, 女子栄養大学出版（東京）(1988)
- 東恩納寛淳写本, 渡嘉敷親雲上通寛：御膳草本, 23 (1955)
- 安田正昭：食生活研究, 11, (6), 10 (1990)
- 豊沢功：食生活研究, 10, (4), 4 (1989)
- 渡辺篤二, 斎尾恭子：科学と生物, 11, 631 (1973)
- 桂正子：ニューフレイバー, 3, 16 (1990)
- 桂正子：VESTA, (14), 77 (1993)
- 安田正昭：伝統食品の研究, (6), 11 (1988)
- 喜屋武マサ：沖縄豆腐料理80選, 114, 那覇出版 (1988)
- 科学技術庁資源調査会編：日本食品分析表, 83, 医歯薬出版 (1990)
- 安田正昭, 外間郁夫：日食工誌, 31, 19 (1983)
- 安田正昭, 上地玄作, 宮里興信：日食工誌, 30, 64 (1983)
- 本田正健, 垣花秀武, 吉野諭吉：イオン交換樹脂, 基本操作と応用, 17, 広川書店（東京）(1972)
- 秦忠夫, 林力丸：アミノ酸タンパク質の分析, 29, 講談社（東京）(1971)
- 安田正昭, 松本哲也, 坂口真樹, 金城さきえ：日食工誌, 41, 184 (1994)
- Thanh Vu Hu and Shibasaki K.: *J. Agri. Food Chem.*, 26, 692 (1978)
- Chang, K. C. Skauge, L. H. and Satterlee, D.: *J. Food Sci.*, 54, 756 (1989)
- Hill, D. W. Walters, F. H. Wilson, T. D. and Stuart, J. D.: *Anal. Chem.*, 51, 1338 (1979)
- 桂正子, 福場博保：家政誌, 31, 167 (1980)
- Dipietro, C. M. and Liener, I. E.: *J. Food Sci.*, 54, 606 (1989)
- 東京大学農学部農芸化学教室編：実験農芸化学, 282 (1966)
- 桂正子：栄食誌, 37, 282 (1984)
- 安田正昭, 上地玄作, 宮里興信：日食工誌, 30, 63 (1983)
- 福井作蔵：還元糖の定量法, 10, 学会出版センター（東京）(1979)
- Somogi, M.: *J. Biol. Chem.*, 195, 19 (1962)
- 稲垣長典, 岡崎正一：食品化学実験, 92, 医歯薬出版（東京）(1982)
- 日本食品工業学会：食品分析法委員会編, 食品分析法, 102, 光琳（東京）(1982)
- 小原哲次郎, 鈴木隆雄, 岩尾浩之監修：食品分析ハンドブック, 437, 建帛社 (1988)
- 自動計測 X-Y レコーダープロッタ (FR-801) 取扱説明書, 3~51 理工電気（株）（東京）(1988)
- 川端晶子：フローチャートによる調理科学実験, 46, 地人書館（東京）(1986)

- 40) 魚住恵, 大森輝, 島田淳子, 吉松藤子: 家政誌, **33**, 425 (1982)
- 41) 桂正子: 三島海運記念財団研究報告, **27**, 63 (1990)
- 42) 松本幸雄: 食品の物性とは何か, 17, 弘学出版(横浜)
- 43) 種谷真一: 食品の物理, 257, 槇書店(東京) (1989)
- 44) 安田正昭, 上地玄作, 宮里興信: 琉球大学農学部学術報告, **28**, 112 (1981)