中国式低塩固体発酵法による醤油の品質について

—一般分析による評価—

曹 小 紅・加 藤 博

(千葉大学大学院自然科学研究科)

平成 5 年 5 月 24 日受理

On the Quality of Soy Sauce Made by Chinese Method of Low Salt-Solid Fermentation —Evaluation by Analytical Data—

CAO Xiao Hong and Hiroshi KATO

(Graduate School of Science and Technology (Doctor Course), Chiba University,
1-33, Yayoi-cho, Inage-ku, Chiba 263)

Chinese soy sauce has been manufactured by low salt-solid fermentation process since 1956 in order to meet increasing consumption due to population growth. This process is characterized by fermentation finished in a short period aging (four weeks) and the addition of 12% NaCl in *Moromi* (mash). This report deals with an evaluation of the quality of soy sauces made by this method compared to commercial Tian Jin soy sauce and Japanese “Koikuchi” soy sauce using some standard measures of quality. Four samples of soy sauce were used for evaluation: laboratory-made soy sauces obtained from *Moromi* with 12% NaCl and 22% NaCl, commercial Tian Jin sauce made in low salt-solid fermentation method, and Japanese “Koikuchi” soy sauce. The main standard measures used in this study were: total nitrogen, formol nitrogen, L-glutamic acid, and direct reducing sugars and ethanol contents.

The results of the general analysis were as follows. The total nitrogen concentrations of 4 samples were 1.30%, 1.24%, 0.94% and 1.58%, respectively, formol nitrogen concentrations 1.11%, 0.99%, 0.81% and 1.29%, L-glutamic acid contents 722, 638, 451 and 1,143 mg/100 ml of soy sauce, direct reducing sugar concentrations 2.32%, 2.49%, 1.15% and 2.38%, and ethanol contents 13.95, 6.31, 10.53, and 1,420 mg/100 ml of soy sauce, respectively.

The above results demonstrate that soy sauce made by the low salt-solid fermentation process corresponds with second-class in Chinese standard and is of poorer quality than Japanese soy sauces of the same class. It was pointed out that poor quality might be derived from activity of microorganisms such as *Bacillus* during *Moromi* fermentation in addition to the use of wheat bran (“Fusuma”) instead of wheat as raw material.

Key words: 低塩固体発酵法・醤油・品質

緒 言

醤油は中国においても、最も重要な調味料として毎日多量に使われている。中国で昔から伝えられている醸造方法は自然発酵方式といわれ、製造に 6 カ月以上の時間を要する。新中国の成立後から人口の増大に伴う消費

量の増加によって、醤油の需要が高まってきた¹⁾。そのため、従来の発酵法では生産量が不足して需要を満たすことができなくなった。これを解決するために低塩固体発酵法が開発され (1956 年)、短期間に製造することができるようになった²⁾。この低塩固体発酵法の特徴¹⁾は、
① でん粉質原料として原料を有効利用するために小麦の

代わりにふすまを用いること、②一般に製麴を 30℃、30 時間という短時間でやること、③仕込み時に諸味の水分含有量を 52~53% とするため（固体と呼ばれる所以）、塩濃度 12~13% の塩水を加えて諸味の食塩濃度が 7~8% になるようにすること、④たんぱく質などの分解能を考慮し、季節にもよるが発酵を 40℃ 前後で 3~4 週間という短時間で終了させること、⑤発酵中、通気搅拌の代わりにタンクからタンクへの切り返しを行うこと、⑥発酵後の諸味に 80~90℃ に加熱した前回の二番醤油を入れて 6 時間以上静置させ、圧搾機械を使わずに自然濾過によって生醤油を得ること、などである。しかしながら、この方法では発酵が短時間であるためか、日本の醤油のような風味のよい製品が得られない。

そこで、この低塩固体発酵法で得られる醤油の低品質の理由を解析する目的で、まず、日本の市販いくち醤油と天津の市販醤油を対照とし、この方法で調製した試験醤油の一般分析値により品質を比較、評価したので報告する。

実験方法

1. 製 麴

脱脂大豆としてエスサンこうじ豆（味の素(株)）を用いた。この製品は全窒素 7.8% 以上、水溶性窒素指数 (NSI) 20~30%、水分 13% 以下、粒度 5~20 メッシュ 90% 以上の規格を有するものである。ふすまとして千葉県産農林 61 号小麦のふすま（白鳥製粉(株)）を用いた。脱脂大豆 1.5 kg に対してふすま 1 kg を混和して、80℃ の温湯 1.8 l に 30 分間浸漬した後、約 1 kg/cm² の圧力で 30 分間蒸煮した。この時の水分は 40~50% であった。

種麴としては中国で広く用いられている *Aspergillus oryzae* 匾醸 3042 株を使用した。この株は中性プロテアーゼ活性が高く、酸性およびアルカリ性プロテアーゼ活性は低い特徴を有している。

冷却した脱脂大豆とふすまの混合物に種麴を接種して木製の麴ぶたに入れ、30~35℃ で 30 時間で製麴したが、この間に 2 回の手入れを行った。すなわち、一番手入れは製麴開始後 14~18 時間の間に、二番手入れは一番手入れから 5~6 時間後とした。

2. 仕込みと発酵

製麴したものを約 10 l 容のポリ容器に入れ、麴に対して等重量の 12% 食塩水を加えた。日本の醤油醸造では仕込み塩水として食塩濃度 22% 前後の塩水を加えることを考慮して、食塩濃度の影響をみるため同様に 22% 食塩水を加えたものも別に作製した。

発酵は 40℃ で 4 週間を終了させた。得られた諸味中

Fig.1 System of manufacture of soy sauce by Chinese low salt-solid fermentation method.

に約 80℃ に加熱した前回の二番醤油を約 4.5 l 加えて混和、6 時間後に野菜搾り器（岸保産業(株)製）を用いて生醤油およそ 8 l を得た。食塩 12% の場合には、生醤油の食塩濃度が約 16% になるように食塩を加えて調整した。食塩 22% の場合には食塩を加えずに試料とした。以上の操作を Fig.1 に示した。

3. 一般分析

(1) ボーメ度：ボーメ計を用いて測定した。

(2) 食塩量：試料 1 ml をメスフラスコに取り蒸留水を加えて 50 ml とした後、その 5 ml についてモル法で測定した。

(3) 総窒素：試料 1 ml を用いてケルダール法により測定した。

(4) ホルモール窒素：食塩量の測定に用いた検液の 25 ml を用いてホルモール滴定法によりアミノ態窒素とアンモニア窒素の合計量を計算した。

(5) 直接還元糖：試料 5 ml に蒸留水を加えて 100 ml とし、その 10 ml を取ってレーンの逆滴定法³⁾で測定した。

(6) 水素イオン濃度 (pH)：試料 1 ml を蒸留水で 50 ml に希釈し、ガラス電極 pH メータ（堀場、F-14）を用いて測定した。

(7) 滴定酸度 I, II：試料 10 ml を蒸留水で 100 ml にし、その 10 ml を取り、二酸化炭素を駆逐する目的で沸騰させて冷却した蒸留水 40 ml を加えてから、N/10 水酸化ナトリウムを用いて pH 7.0 に達する滴定 ml 数をもって滴定酸度 I とした。pH 7.0 から pH 8.3 になるまでの滴定 ml 数を滴定酸度 II とした。

Table 1-1 Analytical results of soy sauce.

Items	Sample	laboratory-made soy sauce (12%) (Chinese method)					laboratory-made soy sauce (22%) (Chinese method)				
		1	2	3	4	average	5	6	7	8	average
Baume		18.30	16.40	18.00	18.00	17.68	18.10	18.00	19.40	19.55	18.76
NaCl (w/v%)		16.26	16.14	16.20	16.08	16.17	16.02	16.03	16.07	16.19	16.08
Total nitrogen (w/v%)		1.16	1.26	1.47	1.32	1.30	1.02	1.19	1.44	1.30	1.24
Formol nitrogen (w/v%)		0.99	1.12	1.06	1.26	1.11	0.85	1.02	1.01	1.09	0.99
Direct reducing sugar (w/v%)		1.04	3.14	1.92	3.16	2.32	1.56	3.24	2.04	3.10	2.49
pH		5.75	4.82	5.22	5.12	5.23	5.77	4.81	5.14	5.20	5.23
Acidity I (mL) (pH 7.0)		6.40	14.25	12.50	17.10	12.56	5.70	13.25	11.65	15.75	11.59
Acidity II (mL) (pH 8.3)		6.75	9.55	10.50	11.60	9.60	6.90	9.25	8.25	10.85	8.81
Color (Y%)		2.82	3.27	2.56	1.80	2.61	3.29	2.87	2.83	1.59	2.65
L-glutamic acid (mg/100mL)*		732	511	784	830	714.3	562	475	728	770	633.8
Ethanol (mg/100mL)*		7.67	24.91	15.41	7.81	13.95	5.88	7.46	4.77	7.12	6.31

* Method of enzymatic analysis.

Table 1-2 Analytical results of soy sauce (continued).

Items	Sample	Commercial Japanese soy sauce (Koikuchi)			Commercial Tian Jin soy sauce				
		9	10	average	11	12	13	14	average
Baume		20.80	20.60	20.70	18.70	20.40	18.40	17.40	18.73
NaCl (w/v%)		17.43	17.63	17.53	15.22	17.13	16.14	15.84	16.08
Total nitrogen (w/v%)		1.58	1.58	1.58	1.16	1.09	0.84	0.67	0.94
Formol nitrogen (w/v%)		1.30	1.27	1.29	0.92	0.94	0.69	0.70	0.81
Direct reducing sugar (w/v%)		2.39	2.37	2.38	1.08	1.23	1.36	0.94	1.15
pH		4.95	4.55	4.75	4.80	5.13	4.83	5.13	4.97
Acidity I (mL) (pH 7.0)		12.15	11.63	11.90	9.10	9.10	10.10	8.05	9.09
Acidity II (mL) (pH 8.3)		8.25	8.45	8.35	6.95	6.75	5.00	7.05	6.44
Color (Y%)		1.59	3.93	2.76	0.85	1.68	1.28	2.91	1.68
L-glutamic acid (mg/100 mL)*		1,142	1,165	1,153.5	462	515	282	493	450.5
Ethanol (mg/100 mL)*		1,300	1,540	1,420	14.52	6.91	4.10	16.59	10.53

* Method of enzymatic analysis.

(8) 測色：試料 5 ml を 10% 食塩水で 50 ml としたのち、分光光度計（日立、101 形）を用いて 410, 440, 470, 500, 530, 550, 590, 620, 650, 660 nm における透過光によって色刺激を求め、結果の表現は CIE の表色法³⁾に従った。

4. アミノ酸および L-グルタミン酸

試料 5 ml に 5 ml の 1 モル過塩素酸を加えて 4℃ で一晩放置した。3,000 rpm, 10 分間遠心分離し、上清 5 ml に 3 ml の 2 モル水酸化カリウム液と蒸留水 2 ml を加えて冷蔵庫内に 20 分間放置、さらに 3,000 rpm, 10 分間遠心分離して試料とした。アミノ酸分析には高速アミノ酸分析計（日立、835 型）を用いた。分析条件は、カラム：4×150 mm；レジン：#2619 (52043)；温度：53℃；流速：0.225 ml/min；圧力：50 kg/cm²；パッファ：IPH-1, 2, 3, 4；時間：Net 103 min；サイクル：

140min；サンプル：3 nmol；レンジ：0.5 V とした。L-グルタミン酸の分析には、食品分析酵素法試薬（F-キット、ペーリンガー・マンハイム社製）を用いて使用説明書通りに行って定量した。

5. エタノール、酢酸

試料を 2～4 倍に希釈してスチーム・クロマトグラフ（大倉理研、103-SSC-2 型）を用いてピークの大きさでもって含有量を比較した。測定条件はカラム：G-3 (3 m) ガラスカラム (chromosorb 101)；カラム温度：155℃；キャリアガス：18.7 μl/min；検出器：FID とした。エタノールについては、食品分析酵素法試薬（F-キット、ペーリンガー・マンハイム社製）を用いて定量した。測定は使用説明書通りに行ったが、試料は、脱色のために活性炭素（和光純薬製）を 0.7% 添加して処理したものを用いた。

実験結果と考察

1. 一般分析

(1) ボーメ度と食塩

得られた結果を Table 1 に示したように、12% 食塩水添加試醸醤油のボーメ度は 17.7, 22% 食塩水添加では 18.8 となった。低塩で試醸された本品のボーメ度が低いことは当然のことであろうが、無塩可溶性固形分とも関係するので、今後、品質を評価する上で分析する必要がある。試料の日本の市販いくち醤油（特級）では 20.7 というやや低い結果が得られた。

食塩については、試醸醤油では 12%, 22% とも 16.2% 前後であった。22% 食塩水添加試醸醤油の場合、食塩濃度が 16% 前後に低下した理由は、製麹したものに含まれる水分（約 30%）によって食塩が希釈されたからである。得られた値は中国の一般醤油について分析した宋ら⁹⁾の値 17.7% より低値であった。宋らが用いた試料は単に一般としか記載されていないので、低塩固体発酵法で醸造されたものであるかどうかは明確でない。日本の市販いくち醤油では食塩濃度が 17.5% と分析されたが、福岡の記載⁹⁾の 17.35% とほぼ一致した結果が得られた。

(2) 総窒素とホルモール窒素

総窒素では 12% および 22% 食塩水添加試醸醤油はそれぞれ平均 1.30%, 1.24% であった。これらの値は日本農林規格のいくち醤油の標準品に該当するが、中国の低塩固体発酵法で醸造された規格の二級醤油に相当する*。宋らの報告では 1.38% となっており、これも二級醤油に該当する。日本の市販いくち醤油では 1.58% という分析値が得られたが、福岡記載の 1.55% と同様の結果であり、日本農林規格の特級に合致した。天津の市販醤油の平均値は 0.94 であって、中国の三級品相当であった。

ホルモール窒素に関しては、12% および 22% 食塩水添加では 1.1%, 0.99% であった。天津の市販醤油では 0.81% で、宋らの結果の 1.38% と比較すると低い値となった。日本の市販いくち醤油では 1.29% の結果であり、福岡の値の 0.87% より高い値となった。窒素量が少ない理由として発酵期間が短いことが考えられるが、発酵に関与する微生物の種類も重要と思われる。好井ら⁸⁾は醤油の諸味の仕込み当初は生酸菌が多いが、発酵が進行するに従いこの生酸菌は減少する一方、耐塩性

乳酸菌や酵母が増殖すると記載している。しかしながら、著者が行った実験範囲では、諸味から酵母および乳酸菌の分離を試みたが分離されず、分離できたのは少数の球菌のほかはほとんどが *Bacillus* 属細菌であった。用いた培地が適当でなかったことも考えられるので、今後検討する必要がある。本法で試醸された醤油の低品質がこの *Bacillus* 属細菌と関連するのかも知れない。

(3) 直接還元糖

試醸醤油、日本の市販いくち醤油ともに 2.3% 前後であったが、天津の市販醤油の場合には 1.1% 前後という低値が得られた。中国の一般品を分析した宋らの結果では 2.2% 前後であるので著者の結果とかなり異なる。本報で用いた天津の市販醤油では諸味の発酵中における微生物のでん粉の分解が乏しかったものと推定される。

(4) 水素イオン濃度 (pH)

仕込み当初は食塩 12%, 22% とも pH 5.4~6.2 であったが、発酵するに従って徐々に低下し、終了時には pH 4.7~5.0 となった。仕込み当初の pH が高かったことは *Bacillus* 属細菌のような菌の増殖を許し、酵母や乳酸菌の増殖が阻止されたと推定される。このことは前述のように酵母や乳酸菌が検出されなかったことと一致する。得られた生醤油の pH は平均 5.23 であり発酵終了時より若干高くなったことは、測定しなかったが加えた二番醤油（生醤油）の pH に影響されたものと推定された。なお、試醸醤油と比較することはできないが、火入れ後の日本および天津の市販醤油の pH がそれぞれ 4.75, 5.02 であり、後者の醤油の pH が若干高かったことは、発酵中に *Bacillus* 属細菌の菌数が多かったのも一因と考えられる。

(5) 滴定酸度

滴定酸度 I については、試醸醤油ではバラツキが見られたが、平均すれば 12 ml 前後であったのに対して天津の市販醤油では 9 ml 前後であった。宋らの結果では 14 ml 前後であり、前述の pH との相違に基づくものと思われる。なお、日本の市販いくち醤油では平均 11.9 ml で、試醸醤油と類似の値となった。

滴定酸度 II でも Table 1 のように、同様の結果が得られた。

(6) 測色 (Y%)

試醸醤油、日本の市販いくち醤油ともに 2.6% 前後であったが、天津の市販醤油では平均 1.7% 程度となった。このことは、天津の市販醤油の方がより色調が濃いことを意味する。中国では発酵温度は通常 40~50℃ で行われているので、用いた醤油の発酵温度が 50℃ であったことも考えられ、アミノ・カルボニル反応が進行して色調が強くなったものと思われる。

* 特級醤油：総窒素量 >1.60 g/100 ml
一級醤油：総窒素量 >1.40 g/100 ml
二級醤油：総窒素量 >1.20 g/100 ml
三級醤油：総窒素量 >0.80 g/100 ml

Fig.2 Amino acids analysis of laboratory made soy sauce

(Chinese method) by amino acid analyzer.

Col: 4×150 mm; Resin: #2619 (52043); Temp.: 53°C; Flow: 0.22 ml/min;
Press: 50 kg/cm²; Buffer: IPH-1, 2, 3, 4; Time: Net 103 min; Cycle: 140 min;
Sample: 3 nmol STD; Range: 0.5 V

2. アミノ酸

高速アミノ酸分析計による分析結果の一例を Fig. 2 に示した。プロリンは 570 nm, その他のアミノ酸は 440 nm で測定した。この図から各アミノ酸の量を計算した結果, Table 2 のような結果が得られた。試醸醤油の食塩 12%, 22% と大差は見られなかったが, 日本の市販いくつかの醤油と比べると特にこれらのグルタミン酸量が低かった。なお, 日本の市販いくつかの醤油のグルタミン酸量は, 内田の記載⁹⁾に近い値であった。チロシン, リジンを除いた試醸醤油のアミノ酸量は, 日本の市販いくつかの醤油の 56~98% に相当した。味に大きな影響を及ぼすグルタミン酸量が 65% 程度しかないことは, 原材料として小麦を用いずにくずまを用いたためと考えられるが, 発酵中に関与する微生物の影響も無視することはできないと思われる。チロシンの含有量は日本の市販いくつかの醤油に比しておよそ 2 倍検出された。一般に仕込み後 1 週間ころから析出し, 最終的に醤油に残存する量は約 14%⁹⁾といわれている。内田の記載では 47 mg/100 ml と例示されているが, 本報の分析結果ではかなり高値が得られた。中国醤油を分析した宋らの報告でも 350~420 mg/ml となっている。このことから, チロシンの含有量が高いことが中国醤油の特徴かも知れない。また, 天津の市販醤油ではどのアミノ酸量とも低値であったが, 試醸醤油との差は用いた大豆の品質に由来したのかも知れない。酵素法でグルタミン酸を定量した結果を Table 1 に示したが, 高速アミノ酸分析計の結果とはほぼ同様の結果であった。

3. エタノール, 酢酸

スチーム・クロマトグラフィで定性的に測定した結果は Fig. 3 に示した通りである。食塩 12% より 22% の方にエタノール, 酢酸とも高いピークが観察された。天津の市販醤油ではエタノールのピークが高く, 酢酸のピークは低い特徴が見られた。酵素法でエタノールを定量したところ, Table 1 のように食塩 22% 試醸醤油より 12% 試醸醤油の方が高い結果が得られ, スチーム・クロマトグラフィのピークとは逆となり一致しなかった。これはクロマトグラフィに選んだ試料の値にバラツキがあったためである。これに対して, 日本の市販いくつかの醤油では試醸醤油の約 100 倍も検出され, Fig. 3 のピークとよく一致した。日本農林規格では, いくつかの醤油の特級ではエタノール分が 0.8% (容重) 以上と規定されているが, 用いた日本の市販いくつかの醤油には原材料名にアルコール使用の表示がされている。どの程度添加されているか知り得ないが, 中国式低塩固体発酵法で醸造した醤油に防腐の目的をかねてエタノールを添加すれば, 若干の品質向上に寄与するのではないかとと思われる。

以上の結果から, 低塩固体発酵法で試醸された醤油の品質は中国の二級品程度のものしか得られず, その原因の一つとして原材料の相違が挙げられるが, その他に発酵中の微生物, 特に *Bacillus* 属細菌が関与しているものと推定された。より良い製品を得るためには, この *Bacillus* 属細菌の増殖を阻止させて有用な酵母菌や乳酸菌を増殖させる方法を見いだすことが必要と思われる。

Table 2-1 Amino acids analysis of soy sauce by amino acid analyzer (mg/100 ml).

Sample Amino acids	laboratory-made soy sauce (12%) (Chinese method)					laboratory-made soy sauce (22%) (Chinese method)				
	1	2	3	4	average	5	6	7	8	average
Asp	471	358	376	345	387.5	460	283	422	400	391.3
Thr	155	179	194	168	174.0	179	143	194	192	177.0
Ser	126	267	301	329	255.8	236	243	348	322	287.3
Glu	747	525	780	834	721.5	556	479	739	778	638.0
Pro	445	247	300	283	318.8	236	261	245	254	249.0
Gly	139	122	116	100	119.3	115	107	141	145	127.0
Ala	205	164	200	204	193.3	170	192	199	205	191.5
Val	291	272	311	272	286.5	256	266	410	302	308.5
Met	—	64	68	61	64.3	—	61	82	73	72.0
Ile	224	239	266	239	242.0	190	234	270	266	240.0
Leu	349	354	391	365	364.8	309	342	396	409	364.0
Tyr	107	141	198	229	168.8	115	158	234	229	184.0
Phe	157	225	282	263	231.8	184	212	266	275	234.3
Lys	231	322	341	269	290.8	224	307	353	329	303.3
His	47	83	84	79	73.3	68	75	113	91	86.8
Arg	26	285	236	291	209.5	215	258	354	357	296.0
Orn	48	19	32	—	33.0	69	24	—	—	46.5

Col : 4×130 mm ; Resin : # 2619 (52043) ; Temp : 35°C ; Flow : 0.25 ml/min ; Press : 50 kg/cm² ;
Buffer : IPH-1, 2, 3, 4 ; Time : Net 103 min ; Cycle : 140 min ; Sample : 3 nmol STD ; Range : 0.5 V

Table 2-2 Amino acids analysis of soy sauce by amino acid analyzer (continued).

Sample Amino acids	Japanese soy sauce (commercial, Koikuchi)			Tian Jin soy sauce (commercial)				
	9	10	average	11	12	13	14	average
Asp	303	565	434.0	290	346	158	310	276.0
Thr	258	286	272.0	129	143	90	96	114.5
Ser	395	415	405.0	211	251	151	150	190.8
Glu	1,142	1,143	1,142.5	457	558	286	503	451.0
Pro	382	436	409.0	209	273	136	164	195.5
Gly	171	196	183.5	95	134	46	94	92.3
Ala	407	289	348.0	164	206	98	118	146.5
Val	418	448	433.0	196	219	145	126	171.5
Met	100	114	107.0	44	64	30	22	40.0
Ile	299	337	318.0	160	253	116	124	163.3
Leu	514	547	530.5	261	509	183	212	291.3
Tyr	108	75	91.5	136	123	140	86	121.3
Phe	307	348	327.5	184	203	153	140	170.0
Lys	269	304	286.5	132	244	146	145	166.8
His	101	51	76.0	53	69	38	22	45.5
Arg	242	186	214.0	148	203	35	136	130.5
Orn	40	69	54.5	21	15	26	14	19.0

要 約

中国の低塩固体発酵法によって醸造された醤油の品質はあまり良くないといわれている。本報では、この方法を用いて 12% 食塩水を添加したものと日本の醤油醸造方法を考慮して食塩濃度の影響を見るため食塩水 22%

を添加した諸味を試醸し、日本の市販こいくち醤油と天津の市販醤油を対照として一般分析値から醤油の品質を比較した。

諸味に 12% 食塩水を添加した試醸醤油の総窒素量は、平均 1.3%、22% 食塩水添加では平均 1.24% で、この醸造方法による中国醤油の規格の二級品に相当し

Fig. 3 Detection for ethanol and acetic acid by method of steam-chromatography.
Col: G-3 (3m) glass col; Temp.: 155°C;
Carrier gas: 18.7 μ l/min; Detect: FID

た。天津の市販醤油では 0.94% で三級品の品質であったが、日本の市販こいくち醤油では 1.58% で日本農林規格の特級に相当した。ホルモール窒素については、12% 食塩水添加では 1.1%, 22% 食塩水添加では 0.99%, 天津の市販醤油では 0.81% であったのに対して、日本の市販こいくち醤油では 1.29% 程度であった。

L-グルタミン酸の含有量は 12% 食塩水添加では 722 mg/100 ml, 22% 食塩水添加では 638 mg/100 ml, 天津の市販醤油は 451 mg/100 ml であったが、日本の市販こいくち醤油の場合では 1,143 mg/100 ml という結果であった。この醸造法で得られた醤油の品質が良くない原因の一つはグルタミン酸量が低いことであると思われる。

た。直接還元糖に関しては、12% 食塩添加では 2.3%, 22% 食塩添加では 2.49%, 天津の市販醤油では 1.2% であったが、日本の市販こいくち醤油では 2.38% であった。

エタノールを定量分析した結果、試料間のバラツキが大きかったが、22% 食塩添加の場合よりも 12% 食塩添加試醸醤油の方が多く、平均 13.95 mg/100 ml であった。天津の市販醤油も同様にバラツキがあり、平均 10.53 mg/100 ml であった。日本の市販こいくち醤油では 1,420 mg/100 ml と多く検出されたが、原材料にエタノールが添加されていたためであろう。

発酵諸味中の微生物を調べて見ると酵母菌や乳酸菌が検出されず、分離された菌が主として *Bacillus* 属細菌であったことから、この低塩固体発酵法で試醸された醤油の品質が劣る原因の一つとして *Bacillus* 属細菌が関与していると思われることが指摘された。

なお、本研究の概要は平成 4 年度本学会大会で報告した。

最後に、アミノ酸の分析、エタノール等の分析にご協力をいただいた千葉大学真核微生物研究センターの三上襄助教授および田口英昭博士に深謝申し上げます。

文 献

- 1) 宋 鋼, 伊藤 寛, 曹 小紅: 醸協, 86, (7) 506 (1991)
- 2) 中国商業部付食品局編: 低塩固体醤油醸造工程 (規定), p. 8~24 (1983)
- 3) 柳田藤治編: 醸造・食品学実験書, p. 414, 食品研究社 (1987)
- 4) 福崎幸蔵: 中小工場のための醤油技術, p. 38, 埼玉県醤油技術会 (1985)
- 5) 好井久雄・金子安之・山口和夫共著: 食品微生物学, p. 182, 技報堂 (1972)
- 6) 内田一生; 枿倉辰六郎編: 醤油の科学と技術, p. 278, 日本醸造協会 (1988)