麴の低・高温2段消化による醤油醸造期間の短縮化及び製造のシステム化

醤油の醸造期間を短縮する方法については、古くから多くの試みがなされてきたが、特に品質面において満足できるものは得られなかった。本方法はその欠点をクリアーし、しかも2ヵ月以内に製造が可能な装置のシステム化まで開発した。

北村英三・江口卯三夫

1. はじめに

醤油の醸造期間は天然醸造で約1年、適温醸造でも6ヵ月間を要し、一般の食品類に比較し、その製造期間の長さでは他にほとんど例を見ない。醤油醸造期間の短縮化については、現在に至るまで多くの先人により研究がなされてきたが、その時代、時代に即応したものが多く、現在もなお日常的に実施されている方法はあまり見られない。

近年、醸造期間の短縮化に関わる技術としてバイオリクターによる醤油様調味液の製造法が種々報告され^{1,2)}、注目を集めたが、これらの方法は中小醤油企業にとって、技術や設備等からみて実施困難な面が多く、その採用は現状では不可能に近いものと思われる。また、この方法で製造されるものは文字どおり醤油様調味液であり、現在では醤油としての取り扱いはなされていない。そこで、本研究では、中小醤油企業においても採用が可能な技術で、しかも製造期間を大幅に短縮した本醸造方式による醤油醸造法およびそのシステム化について検討した。

この方法の骨子は醤油の製造を、Ⅰ．グルタミン酸の生成、Ⅱ．原料タンパク質、デンプンの分解（消化）、Ⅲ．発酵・熟成の3工程に分けて設定し、Ⅰを低温かつ低温で行い、Ⅱを低温かつ高温短期間で終了させ、補塩後、乳酸菌および酵母を添加することによりⅢ発酵・熟成を速めるところにあり、最終的に2ヵ月以内での製造を試みたものである。

2. 麴の短期間消化試験

麴を消化する目的は、麴菌により生産された酵素によ

り、原料である大豆や小麦のタンパク質およびデンプンを分解し、旨味成分であるアミノ酸や糖分を生成させ、原料の利用率を高めることにある。特に、グルタミン酸は醤油の旨味成分の主体であることから、その生成量を高めることは醤油製造にとって重要なことと言える。

麴を短期間に消化する方法としては、麴菌酵素の活性を高める意味で、高温下で行うことが考えられており、消化器の温度や食塩濃度が窒素利用率やデンプンの分解に大きく影響することが知られている。一方、グルタミン酸の生成は、同じく麴菌グルタミナーゼ活性に依存するところが大きであるが、この酵素は耐熱性や耐塩性が低い³⁾ため、この場合に関しては高温下での利用は適当でないと思われる。そこで、窒素利用率が高く、グルタミン酸生成量の多い諸味を得るため、高温および低温消化における温度および食塩濃度条件について検討するとともに、両者を組み合わせた低・高温2段消化について検討した。

(1) 麴の高温消化

麴100gに19、21および23%の食塩水160mlをそれぞれ混合し48時間消化させた後、諸味液汁中の諸成分を測定⁴⁾した(第1表)。消化温度は雑菌の影響をさけるため45、50および55℃の3区分とした。各試験区とも、この設定温度範囲内では消化温度が高くなるほどグルタミン酸量が低下する傾向を示した。また、食塩濃度が低くなるほど窒素の溶出および窒素利用率は上昇し、グルタミン酸量も増加する傾向を示した。直接還元糖の生成量は50℃区が多かった。一方、これらの消化液について官能試験を行った結果、55℃区は分解臭が強く、45℃区が醤油諸味に最も近く良好であった。

以上のことより麴の消化温度としては3区分の中では

Short-Term Shoyu Brewing from Shoyu Koji Digested Successively at Low and High Temperature and their Systematization
Eizo KITAMURA and Usao EGUCHI (Saitama Research Institute of Food Technology)

第1表 消化温度および食塩濃度と消化液成分

温 度 (°C)	仕込塩水 濃度(%)	全 窒 素 (%)	ホルモール 窒素(%)	食 塩 (%)	直 糖 (%)	グルタミン 酸(%)	Glu/TN	窒 素 利 用率(%)
45	19	1.37	0.56	13.3	8.24	0.61	0.45	75.60
	21	1.34	0.54	15.1	8.24	0.66	0.49	72.10
	23	1.31	0.53	16.0	8.50	0.57	0.44	72.03
50	19	1.35	0.53	13.4	9.40	0.41	0.41	73.16
	21	1.26	0.53	15.2	9.40	0.35	0.35	71.39
	23	1.29	0.53	16.2	9.14	0.39	0.39	72.42
55	19	1.36	0.52	13.5	7.63	0.50	0.35	72.25
	21	1.34	0.47	15.3	8.21	0.44	0.33	72.21
	23	1.19	0.42	16.1	8.50	0.38	0.32	71.42

注) 麴 100g に各濃度の食塩水 160ml を加え、各温度で 48 時間消化した。

第1図 麴の高温消化における仕込食塩水濃度と消化液成分
麴 100g に各濃度の塩水 180ml を加え 45°C で 72 時間高温消化した。

45°C が最適と思われた。しかし、この温度では還元糖は充分生成されるが、窒素利用率およびグルタミン酸生成量については、通常の熟成諸味と比べて低い値を示した。

次に、窒素利用率およびグルタミン酸生成量を更に向上させるため、食塩濃度を下げた試験区を設定、消化時間を 72 時間に延長し、45°C で高温消化試験を行った(第1図)。前回と同様、食塩濃度が低下するほど窒素利用率は向上し、グルタミン酸量も増加した。窒素利用率においては仕込み食塩水濃度 10% 区では 86% に達し、通常の諸味とほぼ同レベルの値となり満足できる結果となったが、グルタミン酸/全窒素 (Glu/T.N.) 値は低食塩濃度にするにより増加したものの、0.55 と依然として低い値を示した。これらの結果から、低塩下で高温消化を行うことにより短期間で窒素利用率を高めることはできるが、グルタミン酸の生成量をこれ以上増加させることは困難であることが分かった。

(2) 麴の低温消化

醤油原料中の全グルタミン酸の約 46% はグルタミンとして存在しており⁵⁾、このグルタミンはグルタミンナー

ゼにより酵素的にグルタミン酸へと転換される。一方、グルタミンナーゼは耐熱性、耐塩性が低く、この活性が高温により低下すると、グルタミンは速やかに非酵素的に呈味性のないピログルタミン酸に変化することが知られている⁵⁾。従って、醤油の呈味成分であるグルタミン酸を増加させるためには、高温消化前に低食塩濃度で低温消化期間を設けることが必要であると考え、低温消化条件について検討した。

仕込食塩水濃度を 7, 10, 13%, 消化温度を 10°C とし、経時的に生成グルタミン酸およびホルモール態窒素を測定した(第2図)。仕込後の液汁の食塩濃度はそれぞれ 5.1, 7.1 および 9.6% となった。各区ともグルタミン酸量は経時的に増加し、低温下でもグルタミン酸が生成されることが確認された。また、食塩濃度が低いほど生成量も多かった。仕込み 10 日後には高温消化のみによるグルタミン酸量を上回り、20 日後には 1.2~1.5% に達した。グルタミンナーゼ以外の酵素によるグルタミン酸の増加も考えられるが、ホルモール態窒素の増加率はそれほど大きくなかった。

第2図 麴の消化におけるグルタミン酸およびホルモル窒素と食塩含量との関係
麴 100g に各濃度の塩水 180ml を加え 10℃ で消化した。

次に、消化温度と食塩濃度との関係を調べるため、前回と同様の仕込配合で、消化温度を 5, 10 および 15℃ とし、15 日間消化後グルタミン酸生成量を測定した(第2図)。この設定温度範囲内では温度が高いほどグルタミン酸生成量が増加したが、仕込食塩水濃度 7% の 15℃ 区では 10℃ 区を下回った。この試験区の 15 日後の pH は 4.5 となり、明らかに酸敗していたことから雑菌の増殖によるものと思われた。以上の結果より、低温消化条件としては雑菌による汚染を考慮して、仕込食塩水塩濃度 10%, 温度 10~15℃ が適当であると思われた。

(3) 麴の低・高温2段階消化

麴の高温および低温消化試験の結果に基づき、これらを組み合わせた場合の最適条件について検討した。

第2表 麴の消化におけるグルタミン酸の生成と消化温度との関係

消化温度(℃)	仕込食塩水塩濃度(%)	グルタミン酸(%)	pH
5	7	1.12	6.07
	10	0.88	6.05
	13	0.75	6.02
10	7	1.32	5.94
	10	1.11	5.97
	13	0.98	5.94
15	7	1.20	4.53
	10	1.21	5.80
	13	1.11	5.83

注) 麴 100g に各濃度の塩水 180ml を加え、各温度で 15 日間消化

麴 100g を 300ml 三角フラスコに採り、あらかじめ 5℃ に冷却した 10% 食塩水 180ml を加え、混合後、低温消化を行った。消化液を経日的(0~20 日)に取り出し 45℃ で 72 時間の高温消化を行った後、液汁成分を分析し、低温消化日数と高温消化後のグルタミン酸生成量との関係を調べた(第3図)。全窒素量は低温消化日数に関係なくほぼ同じ値を示したが、グルタミン酸は低温消化期間を長くするとほど増加して 15 日で最高値を示し、以後変化しなかった。

以上のことから、低温消化期間は 15 日間とした。この時の Glu/T.N. は 0.94 となり、グルタミン酸の生成量は大幅に向上した。

(4) 中規模タンクでの麴の消化

小規模試験で得られた消化条件に基づき 100l 規模にスケールアップし、麴の低・高温2段階消化試験を行った(第4図)。麴 30kg にあらかじめ 5℃ に冷却した 10%

第3図 低・高温2段階消化における低温消化期間と消化液窒素成分との関係
所定の期間低温消化した後、45℃ で 72 時間高温消化した。

第4図 中規模消化試験における窒素利用率，グルタミン酸およびピログルタミン酸の消長

食塩水 60 l を加え，混合後，15 日間 10℃ で低温消化を行った。その後，消化温度を 45℃ 前後まで昇温し 72 時間高温消化を行った。消化後，直ちに食塩を最終的に 16% になるよう添加し，自然冷却させた。低温消化中の窒素利用率の上昇度は緩慢であったが，グルタミン酸の増加率は前者に比べ高かった。ピログルタミン酸は低温消化中はほとんど増加せず，低温によるピロ化抑制が見られた。15 日後より昇温すると，窒素利用率，グルタミン酸共に上昇して，前者は 88.6%，後者は 1.22% (Glu/T.N. 値=0.81) に達し，小規模試験での値を若干下回ったもののほぼ満足できる結果が得られた。消化液 pH は消化中に徐々に低下し，補塩後では 5.5 付近に下がった。一方，低温で消化を行っているので雑菌による汚染が懸念されることから，消化中の生菌数を測定した

(第5図)。麴中の生菌数は約 10^8 /g と高く，仕込食塩水の添加により相対的にやや減少した。低温消化中の生菌数は 10^8 /g レベルに保たれ，増加することはなかった。45℃ に温度を上げると，生菌数は急激に減少し， 10^5 /g レベルとなったが，耐熱性菌はほとんど変化しなかった。低・高温消化を通じて生菌数が減少傾向を示したことから，この条件においては，雑菌の汚染は防げるものと判断された。

次に，再現性を見るため低・高温消化試験を繰り返し行い，各消化時の消化液成分および細菌数を測定した(第3表)。繰り返した試験の結果，窒素利用率は平均で 86.3%，Glu/T.N. は 0.82 となり，ほぼ安定した結果が得られた。

3. 諸味の発酵試験

通常の醤油醸造では，麴の消化と発酵は並行して行われ，アルコール発酵については酵母の添加が行われているが，乳酸発酵については人為的な菌の添加はほとんど行われておらず，麴やタンクなどに由来する菌に依存しているのが現状である。本試験のような低・高温消化条件では，麴由来の乳酸菌および酵母が高温を経過することにより大幅に減少していると思われることから，発酵を速やかに行うための有用微生物の添加が不可欠になると考えられる。また，低・高温消化後，補塩した諸味の pH は 5.5 前後となり，通常の仕込開始時の諸味に比べかなり低い値となるので，低 pH 下でも充分生育可能な乳酸菌の選択が必要となる。諸味に微生物を添加して乳酸およびアルコール発酵を行う場合，その添加時期と添加量が製品の品質に大きな影響を及ぼすことが報告されている⁹⁾。そこで，本試験においては，pH 耐性の

第5図 中規模試験における生菌および耐熱性菌の消長

●：生菌 ■：耐熱性菌
10℃ で 15 日間低温消化後，45℃ で 3 日間高温消化した。初発菌数は麴の菌数を示す。

第3表 中規模試験における低温および高温消化後の消化液成分および生菌数

試験番号		全窒素 (%)	食塩 (%)	グルタミン酸 (%)	直糖 (%)	Glu/TN	窒素利用率 (%)	生菌数 個/g
1	低温消化	1.25	7.98	0.95	5.10	0.76	72.6	2.9×10^8
	高温消化	1.51	7.96	1.22	7.64	0.81	88.6	7.5×10^5
2	低温消化	1.20	8.03	0.97	—	0.81	66.4	7.1×10^7
	高温消化	1.53	8.26	1.17	—	0.76	85.2	4.2×10^6
3	低温消化	1.28	7.69	1.02	5.19	0.80	71.1	1.9×10^8
	高温消化	1.51	7.69	1.22	7.23	0.81	85.5	7.4×10^5
4	低温消化	1.40	7.03	1.15	—	0.82	64.0	3.9×10^8
	高温消化	1.64	7.56	1.47	—	0.89	82.5	3.7×10^6
5	低温消化	1.25	8.30	0.92	5.68	0.74	69.1	—
	高温消化	1.56	8.33	1.26	7.84	0.81	89.5	—

高温消化後の窒素利用率平均 86.3%, Glu/T. N. 値平均 0.82

第6図 分離乳酸菌(*Pediococcus halophilus*)の各 pH における増殖曲線

—○—: *P. halophilus* F30 (Arg⁻, Mal⁺)
 —□—: *P. halophilus* F113 (Arg⁻, Mal⁺)
 —△—: *P. halophilus* F131 (Arg⁻, Mal⁻)

Arg: アルギニン, Mal: リンゴ酸分解性を示す。
 各 pH に調整した醤油添加液体培地 (NaCl 16.8%) に各菌を約 10^6 /ml になるよう添加し, 30°C で培養した。

高い乳酸菌を埼玉県内の醤油工場の諸味から分離するとともに, この菌を用いた低・高温2段消化諸味の発酵条件について検討した。

(1) 乳酸菌の分離および選択

仕込後約1ヵ月目の醤油諸味より18株の乳酸菌を分離し, pH 5.2, 5.4 に調整した醤油添加液体培地 (NaCl 16.8%) における増殖度ならびにアルギニン⁹⁾およびリンゴ酸分解性⁹⁾を測定した。これらの乳酸菌をアルギニンおよびリンゴ酸分解性より3グループに分け, その中で増殖度の比較的高かった乳酸菌を1株ずつ選び (F30, F113 および F131), 各 pH における増殖度を経時的に測定した (第6図)。いずれの菌株も培地の初発 pH が低くなるほど増殖度も低下した。個々の菌株についてみると, F131 株はいずれの pH においても立ち上がりが遅かった。F113 株はアルギニンの分解によるアンモニアの生成により培地 pH が若干上がるためか, 最終的

な増殖度は高かったが, 初期の立ち上がりは F30 株に比べて遅かった。以上の結果より, 比較的初期において増殖速度の大きい F30 株を選択した。

(2) 酵母, 乳酸菌添加による発酵条件

通常の醤油諸味における微生物の添加効果については, 松本ら⁹⁾による詳細な報告がある。ここでは, これらの効果が低・高温消化諸味についても有効かどうかを調べるため, 第7図に示したような4種類の添加時期, 添加量により試験し, 乳酸菌ならびに主発酵⁹⁾および後熟酵母¹⁰⁾の経日変化を測定した。発酵開始時に乳酸菌を添加したA~D区ではそれぞれ増殖度に違いはあるものの, 乳酸菌は順調に生育し, 約10日後にピークに達したことから, 先の試験で選択した乳酸菌株は高温消化諸味の低 pH 下でも順調に生育することが確認された。一方, 微生物を添加しなかったE区では乳酸発酵およびアルコール発酵が大きく遅れたことから, 高温消化諸味の発酵には微生物添加が不可欠であると思われた。乳酸菌と酵母との関係については, 酵母を発酵開始時に添加した区では, ピーク時の乳酸菌量が少なくなる傾向にあり, 酵母と乳酸菌との拮抗現象が認められた。発酵中の pH, 乳酸およびアルコールの消長を第8図に示した。pH の低下が最も速かったのはC区およびD区で, 9日後に pH が5.2付近となり, 15日後には4.7に低下して, 以後その状態を保った。発酵当初より酵母を添加したA区およびB区はアルコール生成の立ち上がりは早かったが, 乳酸菌は比較的低い値を示した。一方, 酵母の生育に適した pH に達した時点で主発酵酵母を添加したCおよびD区では, アルコール発酵は遅れたものの, 40日後にはAおよびB区とほぼ同様となり, 乳酸約0.8%, アルコール約2%の諸味となった。これらの試験における40日後の揮発性フェノール成分量を野田らの方法¹¹⁾により測定した (第4表)。後熟酵母を添加し

第7図 酵母の添加時期および量を変えた時の諸味発酵中の酵母および乳酸菌の消長

●：乳酸菌 ■：酵母(*Zygosaccharomyces* 群) ▲：酵母(*Candida* 群)

A区：開始時 *Z. rouxii* $10^5/g$ 添加

B区：開始時 *Z. rouxii* $10^5/g$ および *C. versatilis* $10^6/g$ 添加

C区：開始時 *C. versatilis* $10^5/g$, pH 5.2時 *Z. rouxii* $10^5/g$ 添加

D区：pH 5.2時 *Z. rouxii* $10^5/g$ および *C. versatilis* $10^5/g$ 添加

E区：酵母添加せず

A～D区：開始時 *P. halophilus* $10^6/g$ 添加

第8図 発酵中の乳酸およびアルコールの消長

—●—：A区 —■—：B区 —▲—：C区 —◆—：D区 —・—：E区

試験区の条件は第7図参照。

なかったA区では 4-エチルグアヤコール (4-EG) および 4-エチルフェノール (4-EP) は検出されなかった。B～D区では 4-EG が約 1.5 ppm, 4-EP が約 0.3 ppm 生成された。醤油中に 4-EG が 1～3 ppm 含まれることは品質的に好ましいとされている¹²⁻¹⁴⁾。

これらの諸味を搾汁後、80℃、3時間の火入れを行い、官能審査した結果、A区はもの足りなさを感じるという評価を受け、B区は良いが若干味にシマリが不足とされ、C、D区は良好であるが若干コクがないという評価が得られた。

以上の結果より、成分あるいは官能的にみると、C区あるいはD区の添加方法が適当と思われるが、発酵の速度を重視すると総合的にB区が優れており、本法では発酵開始時に乳酸菌を $10^6/g$ 、主発酵酵母を $10^5/g$ レベルおよび後熟酵母を $10^5/g$ レベル添加するという方法を採用することとした。これらの方法によれば、約 30～40 日で発酵終了に至ることから、低・高温消化期間の 18 日間と併せても 60 日間前後で成分的、品質的にもほぼ満足できる醤油の製造が可能となる。

第4表 各試験区の発酵40日後の揮
発性フェノール成分

試験区	4-EG	4-EP	2-PE
A	—	—	4.6
B	1.7	0.2	6.0
C	1.4	0.3	4.7
D	1.6	0.3	4.5
E	1.1	0.1	3.4

(単位 ppm)

注) 4-EG: 4-エチルグアヤコール,
4-EP: 4-エチルフェノール
2-PE: 2-フェニルエタノール
試験区は第7図参照。

4. 醤油醸造のシステム化および試験

醤油の製造工程の中で仕込みの工程はその期間が長いことから長年の経験と勘により温度管理や攪拌が人手により行われてきた。本速醸法は、主として仕込中の温度を制御することにより醸造期間を短縮する方法であるので、製造工程中の温度管理が最も重要となる。近年、エレクトロニクスの発展に伴い、制御用に用いるコンピュータや周辺機器、ソフトウェアが充実し、しかも比較的安価に調達できるようになってきた。そこで、本項で

は、パーソナルコンピュータを本体として、市販の計測制御用ソフトを利用した実験室レベルのシステムの構築を試み、それによる醤油の試験を行った。

(1) システムの構成

麹を低・高温2段階消化する工程と微生物を添加後発酵させる工程に用いるため、タンクメーカーの協力を得ながら第9図に示すような装置を試作した。

恒温消化タンクはジャケット付の100l容のものを使用し、熱交換はタンクの側面のジャケットに冷水または温水を循環することにより行った。昇温時はタンク底面に取り付けた500Wの温度制御装置付面ヒーターを併用した。循環水は恒温循環機(冷水:400W冷凍機,温水:1.8kWヒーター)で供給した。また、外周は断熱材(スチレンフォーム)で包囲した。空気攪拌は、4カ所設けたエア導入口、および中央部に設けた汲み掛け用のパイプに空気を導入することにより行った。空気攪拌用コンプレッサーはオイルフィルター付の、岩谷塗装製SP-07R型(0.75kW)を用いた。通気量は質量流量計(エステック製SE-52型)によりモニターし、空気導入口のバルブの開閉は電磁弁により行った。発酵タンクも基本的に消化タンクと同じ仕様のものを用いた。

(2) 計測制御方法

計測制御部のハードウェアは、12ビットAD/DA変換ボード(コンテック製ADA12-8/2)およびソリッドステートリレーボード(同SSR-16)を装着したパーソナルコンピュータ(NEC製PC9801-EX4数値演算用プロセッサ付)からなっており、ソフトウェアとしては市販の計測・制御用ソフト(コンテック製LABTECH NOTEBOOK)を用いた。計測項目は諸味および循環水温度ならびに通気量とし、制御項目としては循環水温度および電磁弁の開閉とした。

本システムにおけるデータの流れについて述べる。温度はタンク中央に挿入した温度センサー(測温抵抗体)を用い、デジタルレコーダー(チノー製AR2767FRO型)で計測した後、RS232Cを介してパソコンに転送することによりオンライン計測し、データをファillingした。この温度情報に基づき、あらかじめ設定した温度になるようソフトウェアによりD/A変換された値を恒温循環機に出力し、ジャケット水温を調節した。通気量は流量計からの出力

第9図 醤油製造システム

(0~10 V) をモニターしながらコンプレッサーのバルブを手動調節するとともに積算流量を算出した。通気搅拌を行うための電磁弁の開閉は、あらかじめ設定したデータファイルに基づくオープンループ制御により、ソリッドステートリレーを順次 ON/OFF することにより行い、各工程に応じて一定間隔で、一定時間行った。

(3) 本システムによる試醸

麴の消化条件および発酵条件の検討の結果、第 10 図に示すような速醸法を設定し試醸を行った。すなわち、脱脂加工大豆および、小麦を原料とし、常法により得られた醤油麴 45.3 kg にあらかじめ 5°C に冷却した 10.6 w/v % 塩水 79.9 l を加え、10°C で 15 日間低温消化し、その後 45°C で 3 日間高温消化した。食塩濃度 16 w/v % になるよう補塩後、*P. halophilus* F 30 および *Z. rouxii* F 13、*C. versatilis* T 12 をそれぞれ諸味 1 g に対して 10^6 、 10^5 、 10^5 /g レベルとなるよう添加し、30°C で 40 日間発酵させた。

(4) 諸味温度の計測と制御

試醸中のタンク中心部、上部（表面より約 5 cm 下）

ならびに循環水温度のオンライン計測による経過を第 11 図に示す。10°C での低温消化および 30°C での発酵の温度制御は循環水温度を比例制御することにより行い、ほぼ設定通りの制御ができた。高温消化時においてはタンク低部の面ヒーターを併用し、タンク中心部の諸味品温が 45°C になるまではジャケット循環水を 60°C にし、45°C になった時点で、50°C に下げて比例制御を行うプログラムを組んで行った。タンク側面のジャケットにより熱交換を行っているので品温は空気搅拌量に大きく影響されると思われるが、第 12 図に示した搅拌方法は、諸味中心部の温度が 45°C に達するのに約 16 時間を要した。

(5) 試醸により得られた生醤油の品質

仕込み 57 日後に圧搾した生醤油の諸成分を第 5 表に示す。乳酸菌および酵母を同時添加したためやや乳酸の生成量は抑制されたが、原料利用率の指標となる窒素利用率およびグルタミン酸/T.N. 比とも通常の醤油とほぼ同様のものが約 2 カ月で製造できた。

第 10 図 本醸造濃口醤油の速醸法

第 11 図 醤油醸造中の諸味温度の計測と制御

第12図 試醸中の諸味空気攪拌状況

注) 1回の攪拌は5ℓ/minの流量で5カ所(発酵タンクでは4カ所)の吹出口を順に1分間ずつ開くことにより行った。

第5表 仕込み57日後の生醤油の諸成分

全窒素 (%)	ホルモル窒素 (%)	食塩 (%)	還元糖 (%)	アルコール (%)	無可固 (%)	pH	色度
1.59	0.94	16.4	2.58	2.28	18.3	4.89	27

グルタミン酸 (%)	ピログルタミン酸 (%)	乳酸 (%)	酢酸 (%)	4-EG (ppm)	4-EP (ppm)	グルタミン酸/TN	窒素利用率 (%)
1.45	0.29	0.67	0.16	2.3	0.2	0.19	89.5

注) 4-EG: 4-エチルグアヤコール, 4-EP: 4-エチルフェノール

5. おわりに

本速醸法は、基本的には製造工程の温度管理により醸造期間を短縮するものであり、雑菌の生育適温を避けた方法であるので、技術的には中小醤油企業においても十分採用可能と思われる。しかし、本試験は中規模レベルまでのものであるため、実用規模にスケールアップする場合、諸味の昇温や補塩といった問題の解決が必要となる。前者については、静止型混合器を用いた諸味移送中の昇温試験を行い、昇温時間が大幅に短縮できる可能性が示唆されたが、実際に応用するに至っていない。関係各位のご意見ご協力を願う次第である。

最後に、本研究を進めるに当たり終始ご指導いただいた東京農業大学教授柳田藤治先生、埼玉大学助教授古閑二郎先生、埼玉工業大学助教授内山俊一先生に深謝いたします。また、投稿を許可された八森 豊埼玉県食品工業試験場長ならびに関係各位に御礼申し上げます。なお、本稿は平成3年度日本醸造学会大会で発表したものを取りまとめたものである。

<埼玉県食品工業試験場>

文 献

- 1) 濱田孝司, 茂田井 宏: 醸協, 84, (2) 83 (1989)
- 2) 小瀬古茂樹, 久松 眞, 山田哲也: 農化大会講演要旨集, p.122, (1990)
- 3) 標塚 保, 岩浅 孝, 藤井三治: 醬研, 13, 18 (1987)
- 4) しょうゆ試験法編集委員会編: しょうゆ試験法, 日本醤油研究所 (1985)
- 5) 中台忠信: 醬研, 14, 50 (1988)
- 6) 松本伊左尾, 今井誠一: 日食工試, 20, 265 (1985)
- 7) 飯塚庚一, 後安正夫: 調味科学, 20, 17 (1973)
- 8) M. A. DAESHEL, R. F. McFEETERS, H. P. FLEMING, T. R. KLAENHAMMER and R. B. SANOSKY: *Appl. Environ. Microbiol.*, 47, 419 (1984)
- 9) 奥沢洋平, 板倉 徹, 江口卯三夫: 醬研, 6, 138 (1980)
- 10) 馬場林留, 泉 保宏, 茂田井 宏, 花岡嘉夫: 農化, 51, 261 (1977)
- 11) 野田義治, 中野正路: 醬研, 5, 299 (1979)
- 12) 横塚 保, 逆井利夫, 浅尾保夫: 農化, 41, 428 (1967)
- 13) 野田義治, 大場和徳, 中野正路: 醬研, 10, 119 (1984)
- 14) 奥沢洋平, 板倉 徹, 江口卯三夫: 醬研, 8, 21 (1982)