減塩・低塩醤油の造り方 (1)

直接製造法の濃厚低塩仕込み法

近年の食生活の変化や人々の健康志向から、醤油等の調味料の食塩濃度を低減化することに注目が集まっている。また、醤油の消費が漸減しつつあることから、新しい調味料製品の開発に期待が高まっている。食塩を上手に使いこなしてきたわが国の発酵調味料製造技術のなかでは、これまでも食塩の使用量を低減化する技術が研究されてきている。本解説では、長年の醤油醸造技術に携わってこられた著者のご経験と知識に基づいて、減塩・低塩醤油の醸造についての研究ならびに技術開発を網羅的に解説いただくとともに、これからの調味料製造技術の展望について述べていただいた。

中 台 忠 信

はじめに

2010年版の「日本人の食事摂取基準」における、食塩摂取の目標量は成人男性が9g未満、成人女性が7.5g未満と、2005年のそれぞれ10gと8g未満に比べてさらに少なくなっている。

2001年における日本人の1日当たりの食塩摂取量の平均値は男性が12.9g、女性が11.5gであるが、2009年には男性が11.6g、女性が9.9gと減少しているが、前述の目標には今一步である（第1図）¹⁾。

1975年の食品からの食塩の1日当たりの摂取量は、その他の調味料から1.2g、醤油から3.4gであったが、2005年にはその他の調味料が1.9gと増加しているが、醤油からは2.5gと0.9g減少しているが、未だ醤油からは第1位であるので、減少させる必要があると考えられる（第2図）²⁾。

ニューヨーク市は2010年に、レストランおよびスーパーマーケットで販売される食品（ソースおよび調味料を含む）に含まれる食塩を25%削減する5ヵ年計画を発表している。この動きが全米に拡大すると予測すると、米国には減塩、低塩醤油を輸出する方がよいと考えられる。

欧州議会は栄養表示の一環として、食塩量の表示義務を2011年7月6日に承認しているので、EUにおいて、減塩、低塩醤油の伸びる可能性があると考えられる。

1968年の市販の代表的な4銘柄の濃口と淡口醤油

第1図 2009年の日本人の食塩摂取量の男性11.6・女性9.9g/日/人と目標に今一步

Production Method of Reduced Salt and Low Salt Soy Sauce (1)
High Nitrogen and Low Salt Fermentation Method in Direct Production Method
Tadanobu NAKADAI (*Japan Soy Sauce Technology Center*)

第2図 日本人の食塩摂取量の変動

における食塩濃度の平均値はそれぞれ 18.15%と 19.99%であるが、2010 年にはそれぞれ 16.56%と 18.67%と年々減少している（第3図）³⁾。

減塩醤油とは食塩が9重量%（w/w）以下であるので、比重を 1.17 とすると、食塩が 10.53 容量%（w/v）以下のものである。

第3図 濃口・淡口醤油の低塩化

低塩醤油とは食塩が醤油業界が定める通常醤油の 80%以下～50%以上のものであり、一例として、濃口醤油の低塩醤油とは食塩 9～14 容量%（w/v）のものである。

醤油からの食塩の摂取量を低減するためには、減塩、低塩醤油の消費を増加させることが有効であるので、その製造方法について、今回は直接製造法の濃厚低塩仕込み法について文献をまとめる。

1. 伸びる減塩醤油と伸び悩む低塩醤油

JAS の格付数量（出荷数量%）で見ると、減塩醤油は 1987 年の 0.93%から、1996 年には 1.43%まで伸びているが、低塩醤油は 1987 年の 1.42%から、1996 年には 0.82%にまで減少している⁴⁾。

出荷数量割合で見ると、減塩醤油は 1999 年の 1.21%から、2009 年の 1.63%にまで伸びているが、低塩醤油は 2002 年の 0.78%から、2009 年の 0.77%とほぼ横ばいになり、伸び悩んでいる（第4図）³⁾。減塩醤油の出荷割合は 2009 年でもまだ 1.6%と少ないので、健康志向、味覚の低塩化嗜好から、これからも伸びる余地は十分あると考えられる。

2. 減塩・低塩醤油の製造法

(1) 減塩醤油の製造法の 2 極化

第4図 出荷数量割合で見る伸びる減塩醤油と伸び悩む低塩醤油

減塩醤油の製造法には、高コストの一度できあがった通常の醤油を脱塩する間接製造法と低コストの直接製造法に2極化している（第1表）。

(2) 1989年頃の減塩・低塩醤油の製造法における多い濃厚・低塩仕込み法

1989年頃の減塩、低塩醤油の製造法において、濃厚仕込み法はそれぞれ35と23%、低塩仕込み法はそれぞれ32と13%と多い。なお、最近の傾向はデータがないので、不明であるが、イオン交換膜法が多くなっていると考えられる⁵⁾。

I. 直接製造法

最初に、コストの安い、直接製造法の中の低塩仕込み法について述べる。

1. 低塩仕込み・減塩・低塩醤油の耐塩性微生物汚染の危険性

- (1) 低塩仕込みによる酸敗とグルタミン酸の減少
1) 醤油麹の13%食塩水仕込み（最終約5.2%）

醤油麹を2.5倍量の13%食塩水で仕込むことにより、最終約5.2%の食塩となるが、仕込み温度30、35、40℃全てにおいて、pHが4.35以下へと低下し酸敗とグルタミン酸の減少がおこる。なお、仕込み温度が30℃に比べて、40℃と高い方が酸敗しやすく、これは高温性の乳酸菌が汚染するためと考えられる⁶⁾。なお、常法の醤油は醤油麹を25%食塩水、約1.6倍量により仕込むことにより、最終約17%の食塩となる。

- 2) 醤油麹の18%食塩水仕込み（最終約6.2%）
醤油麹の2.9倍量の18%食塩水により仕込むことにより、最終約6.2%の食塩となるが、35℃に比べて、45℃の高温仕込みの方がpH4.55とより酸敗し、グルタミン酸の減少が40℃と45℃に認められる。なお、35℃仕込みの場合は酸敗とグルタミン酸の減少は60日間認められない⁶⁾。

- (2) 低塩下における耐塩性乳酸桿菌（*Lactobacillus*）の生育
1) 食塩14%以下による *L. rennini* の生育
食塩14%以下により、醤油諸味から分離される

第1表 減塩・低塩醤油の製造法の2極化

製造法	具体的製造法	他食品などとの融合
間接製造法（脱塩法）		
膜処理法	イオン交換膜（電気透析）法	海水濃縮製塩
	選択性透析（限外濾過（UF））膜法	血液透析
	逆浸透（RO）膜法	海水淡水化
イオン排斥樹脂法		
減圧濃縮法		
直接製造法		
高窒素低塩仕込み法	再仕込み法	再仕込み醤油
	溜麹による再仕込み法	溜・再仕込み醤油
	濃口諸味による再仕込み法	濃口・再仕込み醤油
	濃口麹と溜麹併用仕込み法	濃口・溜醤油
	たん白質原料多用麹仕込み法	溜醤油
	掛（減麹）方式濃厚低塩仕込み法	味噌・清酒
	低汲水（濃厚）低塩仕込み法	溜醤油
	アルコール単独仕込み法	味噌
低塩仕込み法	アルコールと食塩併用仕込み法	醤油・味噌
	醤油酵母早期添加仕込み法	清酒
	高温無塩仕込み法	高温酵素糖化法
	高温低塩仕込み法	低塩固体発酵法
	低温低塩仕込み法	清酒
	低温と高温併用低塩仕込み法	清酒・低塩固体発酵法

Lactobacillus rennini は生育できる⁷⁾。さらに、変敗減塩醤油から分離される *L. rennini* は食塩 7.5 ~ 10 % 以下で生育できる。従って、前述 1- (1) の酸敗とグルタミン酸の減少は *L. rennini* の汚染によると考えられる⁸⁾。

2) *L. alimentarius* の食塩 16% 以下による生育

7 日後の GYP 培地において、変敗減塩醤油から分離される *L. alimentarius* は食塩 16% 以下により、生育できる⁹⁾。

3) *L. coryniformis* 近縁菌の食塩 15% 以下による生育

7 日後の 20% 醤油麹汁培地において、諸味、生醤油から分離される *L. coryniformis* 近縁菌は食塩 15% 以下により、生育できる¹⁰⁾。なお、最近の 16S rDNA 解析と系統樹より、本菌は *L. rennini* と考えられる⁸⁾。

(3) 減塩醤油における耐塩性乳酸桿菌の生育

1) *L. alimentarius* の生育

30℃ の全窒素 1.61%, 食塩 9.02%, pH4.94 の減塩醤油において、*L. alimentarius* は生育できる⁹⁾。なお、本菌の分類は古典的な分類なので、最近の遺伝子レベルの分類では *L. rennini* の可能性もあると考えられる。

2) *L. coryniformis* 近縁菌の生育

32℃ の全窒素 1.55%, 食塩 9.0%, アルコール 3.7%, pH4.80 の減塩醤油において、*L. coryniformis* 近縁菌は生育できる¹⁰⁾。

3) *L. plantarum* 近縁菌の生育

初発菌数 10^3 および 10^7 個 / ml で、30℃ の全窒素 1.4%, pH5.0, 食塩 12% 以下の減塩・低塩醤油において、*L. plantarum* 近縁菌は生育できる¹¹⁾。なお、本菌の分類は古典的な分類なので、最近の遺伝子レベルの分類では *L. rennini* の可能性もあると考えられる。

(4) 濃縮つゆにおける *L. coryniformis* 近縁菌の生育

32℃ の食塩 12.3%, アルコール 0.6% 以下の濃縮つゆにおいて、グルタミン酸を脱炭酸する *L. coryniformis* 近縁菌は生育できる。なお、この濃縮つゆの場合、食塩が 12.3% でも、アルコールが 2.6% 存在すると、本菌は生育できない¹²⁾。

(5) *L. fructivorans* の低塩による生育

前述 1- (2) ~ (4) の耐塩性乳酸桿菌はホモ乳酸発酵型であり、グルタミン酸、アスパラギン酸から炭酸

ガスを発生するが、*L. fructivorans* はヘテロ型であり、グルコースから炭酸ガスを発生し、ストレートつゆ、のり佃煮、加工味噌などを変敗させる。この *L. fructivorans* はトマトジュース培地において、食塩 9 % により、生育できる¹³⁾。

(6) 腸球菌 *Enterococcus faecium* の低塩による生育

腸球菌 *E. faecium* は 27 日後の醤油諸味において、食塩 12% 以下により、生育できる。なお、本菌によるチラミンの生成は食塩 7% 以下で生成される¹⁴⁾。

(7) 比較的耐塩性の乳酸球菌 *Streptococcus faecalis* の低食塩による生育

1) *S. faecalis* の食塩 10 (w/v) % 以下による生育
比較的耐塩性の乳酸球菌 *S. faecalis* は食塩 10 (w/v) % 以下により、生育できる¹⁵⁾。

2) 乳酸球菌 *S. faecalis* の食塩 13% 以下による生育
醤油添加培地において、比較的耐塩性の乳酸球菌 *S. faecalis* は食塩 13% 以下により、生育できる。従って、醤油中には本菌の耐塩性を増強する成分が存在すると思われる¹⁵⁾。

3) 味噌浸出液 5% 添加培地における乳酸球菌 *S. faecalis* の生育

味噌浸出液 5% 寒天培地において、比較的耐塩性の乳酸球菌 *S. faecalis* は食塩 15% 以下により、生育できる。従って、味噌中にも本菌の耐塩性を増強する成分が存在すると思われる¹⁶⁾。

(8) 高食塩に馴養培養した乳酸球菌の生育

高食塩に馴養培養した耐塩性・好塩性乳酸球菌は食塩 15% 以下により生育できるので、高食塩の環境に曝された醤油工場においては、これらの乳酸球菌が常在化しており、低塩仕込みを行う際、本菌が生育する危険性が高くなると考えられる¹⁷⁾。なお、乳酸桿菌の *L. rennini*, *L. fructivorans* は製造設備や工場床で検出されている⁸⁾。

(9) 耐塩性の強い *Micrococcace* 科細菌の生育

味噌・醤油醸造工程中より分離する耐塩性の強い *Micrococcace* 科細菌は食塩 14% 以下により、生育できる。なお、合成培地において、*Micrococcus varians* Mc-4, *M. conglomeratus* Mc-132, *Tetragenococcus halophilus* Pe14 は最適生育食塩濃度がそれぞれ、6, 6, 8% であるので、耐塩性というよりは好塩性といえる¹⁸⁾。

(10) 醤油乳酸菌 *T. halophilus* の低塩による過剰な生育

1) 味噌浸出液培地における醤油乳酸菌の過剰な生育
味噌浸出液 5%寒天培地において、醤油乳酸菌は食塩 0.5 ~ 5%により、過剰に生育する¹⁶⁾。

2) 醤油添加培地における醤油乳酸菌の過剰な生育
全窒素として 0.04%の醤油を添加する培地において、醤油乳酸菌は食塩 18%に比べて、食塩 7%により過剰に生育し、乳酸発酵過多となるので注意しなくてはならない。さらに、野生のアミンを生成する悪玉醤油乳酸菌の旺盛な生育の危険性の確率も高くなると考えられる。なお、本培地において醤油乳酸菌は最適生育食塩濃度が 7%であるので、耐塩性というよりは好塩性といえる¹⁵⁾。

2. 高窒素低塩仕込みの腐造しない理由

(1) 高窒素低塩仕込みによる減塩醤油の製造

高窒素 2.4%，低食塩 13.0%の高窒素低塩仕込みを行い、得られる生醤油を規格調整することにより、全窒素 1.6%，食塩 8.7%の減塩醤油を製造できる。

(2) 減塩・低塩醤油の高い水分活性 (A_w)

本醸造、特級の濃口醤油の A_w 0.830 に比べて、減塩醤油の A_w は 0.887 と 0.057，低塩醤油の A_w は 0.860 と 0.03 高くなる¹⁹⁾。

(3) A_w の上昇による耐塩性乳酸菌の生育

1) *S. faecalis*・*Pediococcus acidilactici* の生育

比較的耐塩性の *S. faecalis* は A_w 0.935 以上 (食塩 10%相当)，*P. acidilactici* は A_w 0.860 以上 (食塩 18%相当) により、生育できるので、低塩仕込みの場合に、これらの菌が汚染する可能性がある¹⁵⁾。

2) 醤油乳酸菌の過剰な生育

醤油乳酸菌は A_w 0.96 により、過剰に生育できる¹⁵⁾。

(4) 醤油の食塩濃度と A_w 間の 1%有意の相関関係

食塩濃度の異なる減塩醤油 (全窒素 1.55%) に加塩を行い得られる醤油 I (食塩 10%， $n = 6$) と II (食塩 11%， $n = 5$) において、食塩濃度と A_w 間にはそれぞれ 0.990 と 0.993 の 1%有意の負の相関関係がある。醤油 I と II における回帰式はそれぞれ、 $y = -0.0070x + 0.9267$ ， $y = -0.0082x + 0.9451$ である¹⁵⁾。

(5) 溜醤油の全窒素濃度と A_w 間の相関関係

溜醤油 ($n = 9$) においても、全窒素濃度と A_w 間には 0.988 の 1%有意の負の相関関係がある。回帰式は $y = -0.043x + 0.9228$ である¹⁵⁾。

(6) 食塩 1%の増加による A_w 0.007 の低下

食塩水 ($n = 6$) において、食塩 1%の増加により、 A_w は 0.007 低下する。なお、両者間には 0.989 の 1%有意の負の相関関係があり、回帰式は $y = -0.0076x + 1.0123$ である¹⁵⁾。

(7) 溜醤油における全窒素の増加による A_w の低下

溜醤油 ($n = 8$) において、全窒素 1.0%増加により、 A_w は 0.043 低下する。なお、両者間には 0.996 の 1%有意の負の相関関係があり、回帰式は $y = -0.0428x + 0.0324$ である¹⁵⁾。

(8) 高窒素低塩仕込みの腐造しない理由

低塩仕込みにおいて、通常の諸味の仕込み食塩を 17%とすると、13%と 4%食塩を低下させると、 A_w が 0.028 上昇するので、全窒素を 0.65%増加させることにより、 A_w の上昇分を相殺できる。つまり食塩を 4%減少させ、13.0%の低塩仕込みにする場合、通常の諸味の全窒素を 1.75%とすると、全窒素を 0.65%増加させて、2.4%にすることにより、通常の生醤油と同一の A_w となり、これが、高窒素低塩仕込みが腐造しない理由になると考えられる。

3. 再仕込み法

(1) 高窒素低塩仕込み法の問題点

高窒素低塩仕込み法により減塩醤油を製造する場合に最も重要なことは、どのようにして諸味の窒素を高くするかである。高窒素仕込みのために、得られる減塩醤油の色沢安定性が悪くなり、さらにほとんどの高窒素低塩仕込み法は諸味が硬くなり、仕込み・諸味攪拌・汲出に困難を伴う問題点がある。しかし、再仕込み法のみはこの諸味が硬くなる問題点はない。

(2) 再仕込み法による減塩醤油の製造

再仕込み法により、全窒素 2.5%，食塩 13.4%の生醤油を製造し、これから全窒素 1.55%，食塩 8.2%の減塩醤油を製造することができる²⁰⁾。

(3) 再仕込み法の改善

再仕込み法により、全窒素 2.5%，食塩 14%の生醤油から減塩醤油を製造する際、仕込みに使用する生醤油が低 pH で緩衝能が強いために、再仕込み法の諸味は低 pH 経過を辿り、アルカリプロテイナーゼ、グルタミナーゼが十分作用できないので、窒素利用率やグルタミン酸 / 全窒素の低下が起こる。

1) 仕込み用生醤油を pH5.50 に調整することによる分解率の低下の少ない再仕込み醤油から減塩

醤油の製造

再仕込み法において、仕込み用生醤油を水酸化ナトリウムで pH5.50 に調整することにより、分解率の低下の少ない全窒素 2.62%・食塩 17.86% の再仕込み生醤油から全窒素 1.25%・食塩 8.44% の減塩醤油を製造できる²¹⁾。

- 2) 仕込み用生醤油の pH6.50 に調整することによりグルタミン酸の低下の少ない再仕込み醤油の製造

仕込み用生醤油を炭酸ナトリウムで pH6.50 に調整して仕込みを行うことにより、窒素利用率に相当する諸味消化度やグルタミン酸/全窒素、アルコール発酵がよい再仕込み醤油から減塩醤油を製造できる。なお、仕込み用生醤油の pH を 7 にまで中和することにより、乳酸発酵は改善されるが、アルコール発酵が悪くなり、生醤油の中和の際にアンモニア臭もするので避けなくてはならない。

4. 溜麹による再仕込み法 (再仕込み醤油と溜醤油の融合)

最近是新商品醤油の開発が皆無であるといっても過言でない。新商品開発のための 1 つのアイデアとしては、各種醤油を融合（フュージョン）させることである。再仕込み法には前述 3- (3) の欠点があるので、これと溜醤油を融合させることにより、この欠点を改善できると考えられる。つまり、前述 3- (3) の生醤油の pH を上昇させるためには、pH 調整剤を使用しなくてはならないが、脱脂大豆多用麹の溜麹の特徴である出麹 pH の高さを利用し、諸味の pH を高く推移させることにより、窒素利用率・グルタミン酸生成の改善ができると考えられる。脱脂大豆多用麹は持ち込みの窒素が多いので、再仕込み用の濃口生醤油の使用量を低減できるので、さらに、諸味 pH を高めに推移できる。なお、脱脂大豆の使用割合と出麹 pH と醤油の全窒素との間にはそれぞれ 0.990 と 0.999 の 1% 有意の正の相関関係がある。

5. 濃口諸味による再仕込み法 (濃口醤油と再仕込み醤油の融合)

醤油麹と 24% 食塩水 5:7 の濃口諸味へ 63 日後に醤油と醤油麹 5:7 を最終仕込み量の 50% 追加添加することにより、全窒素 2.41%・食塩 14.65% の生醤油から

全窒素 1.58%・食塩 9.61% の減塩醤油を製造できる。従って、これは再仕込み法において、分解が進み、柔らかくなった濃口諸味を生醤油の代わりに使用することになるので、濃口醤油と再仕込み醤油の融合と考えられる²²⁾。

6. 濃口麹と溜麹併用仕込み法 (濃口醤油と溜醤油の融合)

- (1) 溜麹の多使用による最終諸味粘度の低下

醤油麹に対して溜麹を多く使用することにより、全窒素 2.35% 当たりの最終諸味粘度は低下し、特に溜麹を元 k/ 当たり 30% 以上使用すると急激に諸味粘度が低下する。

- (2) 溜麹の使用によるアルコールの高生成

醤油麹に対して溜麹を元 k/ 当たり 15% 使用することにより、アルコールは高生成する。なお、溜麹の使用量が 30% 以上になると、持込みのグルコースが少なくなるので、急激にアルコール発酵が悪くなる。従って、諸味粘度とアルコール発酵を考慮して、醤油麹に対する溜麹の使用量は 20% が適当と考えられる。

- (3) 醤油麹 79% に溜麹 21% の併用による減塩醤油の製造

元 k/ 当たり醤油麹 79% に溜麹（散麹 85:15）21% を併用して、汲水を 10.2 水、純食塩を 193kg/ 元 k/ 使用することにより、全窒素 2.288%、食塩 13.8% の生醤油が得られ、これから全窒素 1.576%、食塩 9.35% の減塩醤油ができる。なお、後述 7- (4) のように、溜麹に使用する小麦は蒸煮大豆の表面を被覆し、汚染が少ない散麹とするために、常法の炒熬割碎小麦をさらにターボミルなどで粉末化する。

7. たん白質原料多用麹仕込み法

- (1) 脱脂大豆と小麦の原料配合 61:39 による減塩濃厚醤油の製造

炒熬割碎小麦 / 膨化変性脱脂大豆²³⁾ 0.8 (処理前 w/w・原料配合 61:39) 以下により、諸味粘度が 47P 以下の諸味が得られ、これから全窒素約 2.47%、食塩約 13.9% の減塩濃厚醤油が得られる。なお、処理前の脱脂大豆 860g の脱脂大豆多用麹を 20% 食塩水 2.1/ で仕込みを行う。最適の小麦 / 脱脂大豆の比率はアルコール生成量の最も高い 0.6 が官能的にも優れている（第 5 図）。

(2) 脱脂大豆 70%の大豆多用麹による低塩醤油の製造

脱脂大豆を 70% 使用する大豆多用麹により、全窒素 1.96%, 食塩 17.0%の生醤油を得て、これから全窒素 1.50%・食塩 13.0%の低塩醤油を製造できる。さらに、大豆多用麹を低吸水低塩仕込みにすることにより、諸味は硬くなるが、減塩醤油も製造できる²⁰⁾。

(3) 脱脂大豆 62%の大豆多用麹による減塩醤油の製造

脱脂大豆を 62% 使用した大豆多用麹を 10.5 水、純食塩が 197.5kg/ 元 kl 仕込みをすることにより、全窒素 2.176%, 食塩 13.73%の生醤油を得て、これから全窒素 1.582%, 食塩 9.9%の減塩醤油を製造できる。なお、汲水を 0.5 水少なくする 10 水仕込みの諸味は特に硬くなるので、注意しなくてはならない。

(4) 大豆多用麹による細菌汚染の増加

脱脂大豆を 70% 以上使用する大豆多用麹により、醤油麹の細菌汚染は増加するので、注意しなくてはならない²⁴⁾。

(5) 大豆多用麹の被覆に必要な 30 メッシュ篩下の炒熟割砕小麦粉

脱脂大豆多用麹において、細菌汚染を低減するためには、脱脂大豆を 70% 使用の場合、蒸煮大豆を被覆するのに必要な 30 メッシュ篩下の炒熟割砕小麦粉は 83% となるので、炒熟割砕小麦の粒度を細かくする必要がある²⁵⁾。

第 5 図 炒熟割砕小麦と膨化変性脱脂を原料とした減塩濃厚醤油の性質

8. 掛（減麹）方式濃厚低塩仕込み法

(1) 未製麹膨化変性脱脂大豆の減麹法による減塩濃厚醤油の製造

未製麹膨化変性脱脂大豆²³⁾を掛原料とする減麹法において、減麹率 20 (変性処理前 / 醤油麹 w/w) % 以下により、諸味粘度 60P 以下の諸味が得られ、これより全窒素約 2.5%, 食塩約 13.3%の減塩濃厚醤油が得られる。なお、醤油麹元 1l に膨化変性脱脂大豆を加え、19.5%食塩水 1.2l で仕込みを行う (第 6 図)。

(2) 減麹法におけるグルタミン酸の低生成とピログルタミン酸の高生成

原料配合 68.4:31.6 の脱脂大豆多用麹を 10.1 水、純食塩 199kg/ 元 kl 仕込みによる全麹法に比べて、未製麹の膨化変性脱脂大豆²³⁾を製麹原料に対して 20.8 % (減麹率) 使用する減麹法 (最終原料配合は 63:37) において、グルタミナーゼ不足により、グルタミン酸 / 全窒素が低く、逆にピログルタミン酸 / 全窒素は高くなる。従って、減麹法においては、不足するグルタミナーゼを添加しなくてはならない。

(3) 掛原料として膨化変性脱脂大豆の使用

未製麹の掛原料として、膨化変性大豆に比べて膨化変性脱脂大豆を 92kg/ 元 kl (減麹率 17%) を 10.8 水、純食塩 217kg/ 元 kl の仕込みにより、全窒素 2.196%, 食塩 15.28%の生醤油を得て、これより全窒

第 6 図 未製麹膨化変性脱脂大豆の減麹率 20(w/w) % 以下による減塩濃厚醤油

素 1.576%, 食塩 10.7%の低塩醤油が得られる。しかし、減塩醤油とは食塩が 10.53%以下であるので、純食塩の使用量を下げなくてはならない。なお、膨化丸大豆は窒素含量が少ないので、窒素を高めるためには、123kg/元klと多く使用し、減麴率は 23.4%となり、得られる膨化丸大豆の場合の最終諸味粘度も膨化脱脂大豆の 34P に比べて、44P と高くなる欠点がある。従って、掛原料としては丸大豆より、窒素含量の高い脱脂大豆の方がよい。

(4) 脱脂大豆と小麦の同時エクストルーダー処理の減麴法による高窒素低塩醤油の製造

脱脂大豆と小麦の粉末を 60:40 に混合し同時にエクストルーダー処理し常法の減麴法(減麴率 50%)により、全窒素 2.18%, 食塩 14.68%の高窒素低塩醤油が得られる。なお、全麴法により、グルタミン酸/全窒素の高い全窒素 2.18%, 食塩 14.91%の高窒素低塩醤油が得られる²⁶⁾。

(5) 掛原料として小麦グルテンの使用

未製麴の掛原料として、窒素含量の高い小麦グルテンを 76kg/元kl(減麴率 13%)を 11 水、純食塩 213kg/元klの仕込みにより、全窒素 2.441%, 食塩 14.28%の生醤油を得て、これより全窒素 1.568%, 食塩 9.25%の減塩醤油が得られる。なお、掛原料として膨化変性脱脂大豆を使用した場合の最終諸味粘度は 60P と高いが、小麦グルテン使用の場合の諸味粘度は 32P と低くなる長所がある。

9. 低汲水低塩仕込み法

(1) 低汲水仕込みによる低塩醤油の製造

9 水の低汲水仕込みにより、全窒素 2.01%, 食塩 17.5%の生醤油を得て、これから全窒素 1.55%・食塩 13.5%の低塩醤油を製造できる。さらに、低汲水低塩仕込みにすることにより、減塩醤油を製造できる²⁰⁾。

(2) 低汲水仕込みによる窒素利用率の低下と濃色化

9 水の低汲水仕込みには、窒素利用率の低下、濃色化、諸味が硬くなる問題がある²⁰⁾。

〈(財)日本醤油技術センター〉

文 献

1) 厚生労働省：平成 21 年度国民健康・栄養調査

結果の概要(2010)

- 2) 厚生労働省：平成 17 年度国民健康・栄養調査結果(2006)
- 3) 日本醤油協会，全国醤油工業協同組合連合会，日本醤油技術センター：醤油の統計資料(2009)
- 4) 田中秀夫：ジャパンフードサイエンス，**44** (10)，40-46 (1997)
- 5) 田中秀夫：バイオサイエンスとインダストリー，**47**, 614-617 (1989)
- 6) 森本茂美，村上充代：醸工，**43**, 828-835 (1965)
- 7) 半谷吉識，佐藤五雄，下條 亮：再公表 WO2007 /097374 (2007)
- 8) 末澤保彦：醸協，**105**, (2)，69-78 (2010)
- 9) 宮代龍次：香川発食試報，No.80, 37-39 (1987)
- 10) 浦 哲二，佐々木正治，稲森和夫，古屋 武，内田一生：醬研，**16**, 200-205 (1990)
- 11) 花岡嘉夫：醸工，**45**, 22-28 (1967)
- 12) 浦 哲二，稲森和夫，古屋 武，内田一生：醬研，**14**, 187-205 (1988)
- 13) 新国佐幸，石山朋治，鈴木チセ，鈴木忠直，小坂直治，森 勝美：食科工，**43**, 910-916 (1996)
- 14) 井部明広，田端節子，貞升友紀，安井明子，下井俊子，遠藤美代子，齊藤和夫：食衛誌，**44**, 220-226 (2003)
- 15) 好井久雄：醸協，**74**, (4)，213-218 (1979)
- 16) 伊藤 寛，海老根英雄，小坂正吉：食糧研報，No.18, 28-35 (1964)
- 17) 増井正幹，大西 博，畝本 力：好塩微生物，314-315，医歯薬出版(1979)
- 18) 今井誠一，鈴木熊雄：調味科学，**14** (4)，1-7 (1967)
- 19) 関根悠太：私信
- 20) 田中秀男，千葉秀雄：醸協，**77**, (11)，767-771 (1982)
- 21) 宮崎桂一：特公昭 37-8543 (1962)
- 22) 織茂良和，山崎達雄：特開 2005-245433 (2005)
- 23) 青沼辰雄，安田 敦，湯浅利純，荒井 昇，茂木孝成，横塚 保：特公昭 49-43159 (1974)
- 24) 鈴木崇史，大藤章一，柴田義明：醬研，**5**, 117-120 (1979)
- 25) 千葉秀雄：醸協，**76**, (1)，18-21 (1981)
- 26) 馬場秀明，馬場一之，清水 毅，木村延二郎：醬研，**9**, 24-28 (1983)