

# 食品副産物を利用した機能性食品の開発

## —オカラを用いた新規調味料の開発—

大竹 嘉尚\* 中嶋 淳\*

### 1. 緒言

前報<sup>1)</sup>に掲げたように、大豆加工食品の製造過程で発生するオカラは、原料である大豆の有効成分が豊富に残っている食材であり、食料、飼料としての利用価値は高い。それ故、従来オカラは食料、飼料として需要と供給のバランス良い状態で利用されてきた。

ところが近年、畜産業者が、安価な輸入飼料を利用するようになり、オカラの飼料としての需要が減少した。さらにオカラ利用者としての畜産業者の数自体が減少していることもこの問題を大きくしている。

また食生活の変化により、オカラが食料として消費されなくなった。しかも食品としてのオカラの利用開発は必ずしも十分ではなく、食品としてのオカラは、社会生活の変化に伴う食生活の変化の波に乗り遅れ、ごく小規模なものを市場で見かける程度である。

そして、消費者にとっても、生産者にとっても、食品としてのオカラを利用する道は、ほとんど閉ざされた状態にある。イメージ的には副産物から廃棄物に近くなっている。

それは、オカラの持っている基本的成分が、変化しているのではなく、変化する社会環境に対応する利用法の開発がなされずにいたためである。オカラを産業廃棄物として処理しては、エネルギー、環境の面からも芳しいことではない。資源の有効利用ばかりでなく、環境問題としても大きな問題になってきている。そしてこの問題は、零細から中小企業の豆腐製造業者の死活問題となっていくと予測される。

そこで、このような状況のオカラを原料として、しょうゆの醸造試験を行い、調味料原料としてのオカラの有効性を明らかにし、オカラの有効利用法を拡大することを目的とする。

### 2. 実験方法

オカラの有効利用を目的として、単にオカラを少量添加しただけでなく、大豆の代わりの窒素源として大豆全量をオカラに置き換えて、本醸造方式のしょうゆの試験を以下のように行った。

#### 2.1 使用原料

- オカラ：水戸市内の豆腐店より入手
- 脱脂大豆：脱脂加工大豆（エスサンこうじ豆）  
味の素㈱製
- 小麦：こうじむぎST 日清製粉㈱製
- 食塩：並塩（塩化ナトリウム 95%以上）  
日本たばこ産業㈱製
- 米糠：水戸市内の精米所より入手
- こうじ菌：しょうゆ菌MF 日本醸造工業㈱製

#### 2.2 醸造

醸造は表1の通り、3つの試験区に分けて行った。  
オカラ区：脱脂大豆の代わりにオカラを使用した試験区

オカラ+米糠区：オカラ区で予想される窒素分不足を補う目的で設定した試験区

脱脂大豆区：他の2つの試験区との比較のため標準の試験区

米糠は、オカラと脱脂大豆を比べたときに、当然予想される窒素分の不足を補うためにオカラとともに製麹した。米糠の蛋白質は乾物重量あたり 13.5%である。

表1 麹の原料配合

	脱脂大豆区	オカラ区	オカラ+米糠区
脱脂大豆	7.5 kg	0	0
生オカラ	0. kg	15	7.5
小麦	7.5 kg	7.5	15
米糠	0. kg	0	3.75
植菌量	4. g	6	6

#### 蒸 煮

圧力 1.2kg/cm<sup>2</sup>、20分で、脱脂大豆、オカラ、米糠を別にそれぞれ納豆製造試験用の蒸煮釜で蒸煮した。蒸煮により生オカラの生菌数は、10<sup>7</sup> から10<sup>1</sup> 以下となっているので、蒸煮条件1.2kg/cm<sup>2</sup>、20 分で十分な殺菌が可能であった。

同様に米糠は微生物的に汚染されているので、製麹前に、オカラと同様の条件で、蒸煮釜で蒸煮した。

#### 製 麹

640×930×80mm の木製の麹蓋を使用して、当センターの麹室で製麹を行った。麹蓋の数、作業スペースの理由から、蒸煮した全ての原料を麹にはできなかった。

麹室室温は、25℃を基本として、麹菌の繁殖の旺盛な時は、室温を 20℃に押さえた。麹の品温が 28℃を越えた時点で麹菌の生育が旺盛と判断して、手入れを行い、麹の温度が 30℃を越えないように調整した。4 日目を出麹とした。

#### 仕 込 み

仕込み方法は、全量麹とし、ボーメ 18.7 度の食塩水を表2の割合で混合した。標準的な仕込みは、麹の体積の 1 倍から1.2 倍の食塩水を仕込量とするが、今回はオカラ、米糠の麹の比重、体積等がわからない。そこで麹の水分を予め測定しておき、その水分値から逆算して、諸味の食塩濃度が 17% になるように仕込み食塩水の量を決定した。

表2 仕込み割合

	脱脂大豆区	オカラ区	オカラ+米糠区
重量	15kg	7.7	10.3
塩水量	30 L	17.5L	20L

\*食品加工部

## 熟成

熟成時の温度経過は図1の通りで、温醸方式でもろみの熟成をはかった。仕込み初期は、室内温度 12°Cに 30日置き、さらに、60日、28°Cの温醸室においた。そしてさらに 30日、約 10°Cの室内において熟成した。

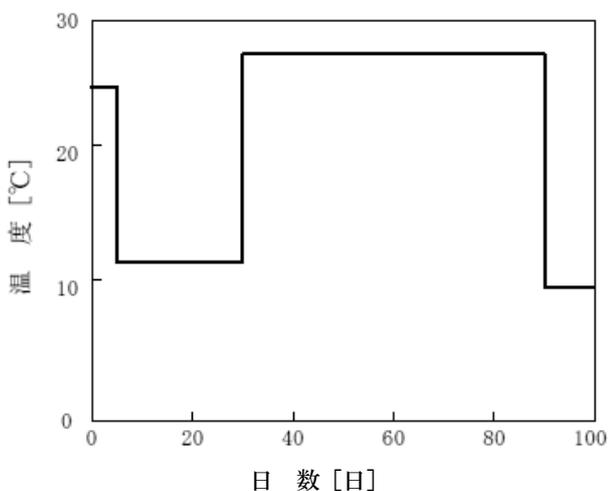


図1 温度経過

仕込み初期から温醸中の間、手入れは 1 週間に 2 回、手で攪拌した。

## 圧搾・火入れ

できた諸味は、圧搾機(昭和製作所製)で圧力130kg/cm<sup>2</sup>で絞った。

火入れは、スチームジャケットの二重窯で、80°C、10 分間で行った。火入れ後、若干のオリが発生したので、上澄み液をとって試醸品とした。

## 2.3 分析法

一般分析およびN性試験はしょうゆ分析法<sup>2)</sup>によった。グルタミン酸の分析は酵素法<sup>3)</sup>によった。

## 3. 結果および考察

### 3.1 蒸煮および製麴経過

生オカラの蒸煮に際して、すでにオカラの水分が80%もあり、蒸煮の際のスチーム凝縮水によりオカラが取り扱い困難な状態になると想定される。しかし蒸煮の結果、実際のオカラの水分は 1%しか上昇しなかった。さらにステンレス製の蒸煮釜の壁面にオカラが付着せず、容易に蒸煮釜から取り出せた。その際オカラ自体の凝集もなく、ほぐれも良く取り扱いが容易であった。オカラの蒸煮は脱脂大豆と同様の作業性であった。

筆者らは製麴を行うのは、全く初めてであるので、納豆麴にしてしまう等、何度かの失敗を繰り返してここに記する良好な麴を得た。

各試験区の麴は表3の通り良好な繁殖で、こうじ菌特有の香りのある黄色い華が咲く状態であった。オカラ特有の臭いは全く感じられなかった。酵素活性は分析していないが、麴の状態からかなり高い活性があると推定できる。おからを含む麴は脱脂大豆区の麴に比べて、麴になるのが早いと観察された。これは、脱脂大豆が丸いのに比べて、オカラは繊維状になっており、オカラは、それ自体にかなりの空気を抱き込

んだ状態で製麴される。その結果こうじ菌は、麴になる繊維状のオカラに十分深く入り込み、十分な生育が可能となる。

表3 出麴の状態

	脱脂大豆区	オカラ区	オカラ+米糠区
水分	31.60%	43.7	32.9
観察	良く繁殖	良く繁殖	良く繁殖

### 3.2 諸味経過

諸味経過としては、各試験区とも、表面には若干の産膜酵母が発生したが、オカラ区は他の2つの試験区よりやや多かった。

オカラ区は、温醸 1ヶ月後から弱い酸敗臭を発生した時があったが、室温 10°Cに戻すとその臭いは消えた。各試験区の諸味の一般成分の経時変化を図2 から図7 に示す。

pHは各試験区とも、仕込み後から低下し、最終的にはpH4 後半となり通常のしょうゆのpHになった。

全窒素分は、各区とも日数とともに増加するが、最終的に標準の脱脂大豆区の 1.65%に比べて、オカラ区 0.88%、オカラ+米糠区 0.98%と少ない。

諸味の色は、日数とともに濃くなる。つまり色度は、日数とともに小さくなる。最終的に脱脂大豆区の 32、オカラ区は44、オカラ+米糠区は 36 でオカラ区はかなり淡白色調を呈した。これは脱脂大豆区に比べて、かなりうすい色との印象を与える色度の差である。

グルタミン酸、ホルモール態窒素も全窒素分と同様に日数とともに増加しているが、脱脂大豆区に比べて、オカラ区、オカラ+米糠区は少ない。

直接還元糖は、日数とともに減少するが、オカラ区の 10 日のみ小さな値となっているが原因不明である。

オカラ区、オカラ+米糠区は 40日ほどでほぼ飽和の状態になる。これは、40日で全窒素がほぼ溶解しまい、香りなどの他の条件が良ければ、製品になる可能性を示している。

以上の分析結果は、オカラを原料とした場合の淡白なしょうゆの短期醸造の可能性を示している。

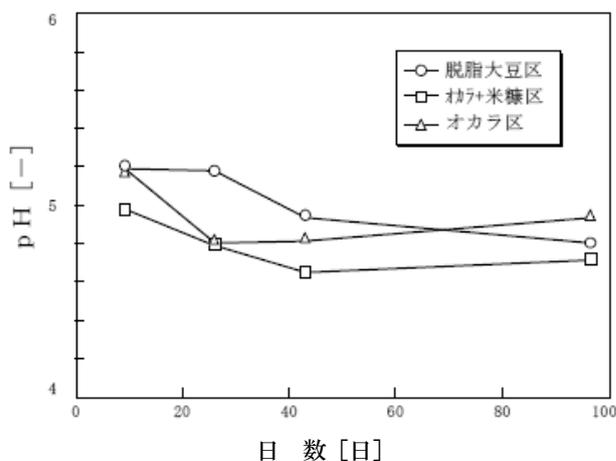


図2 pHの変化

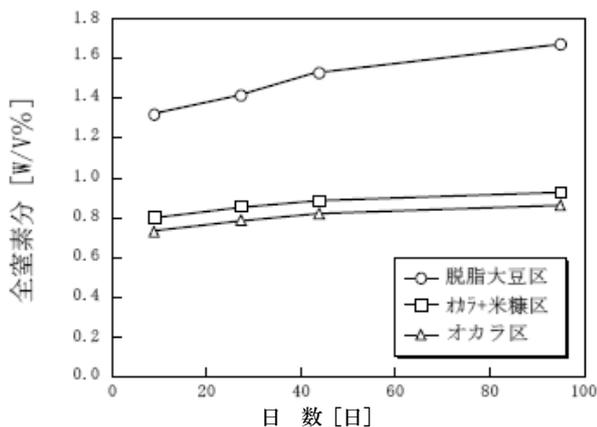


図3 全窒素の変化

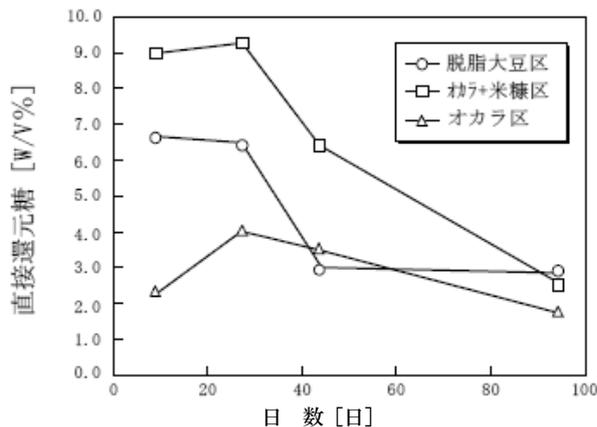


図7 直接還元糖の変化

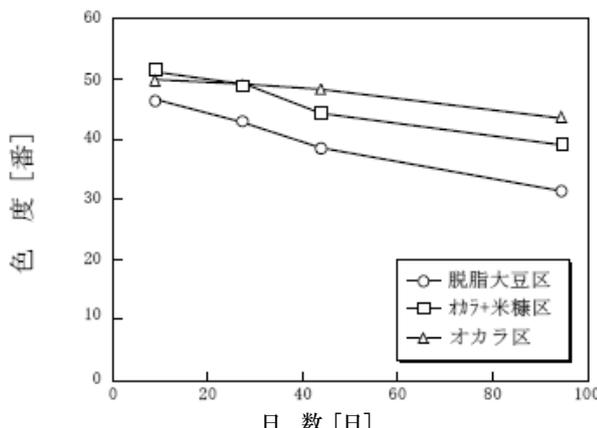


図4 色度の変化

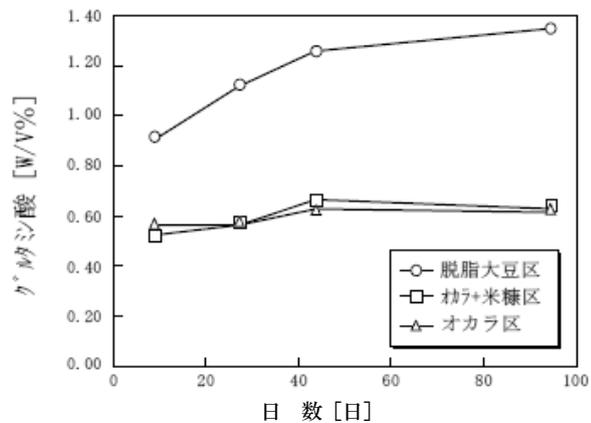


図5 グルタミン酸の変化

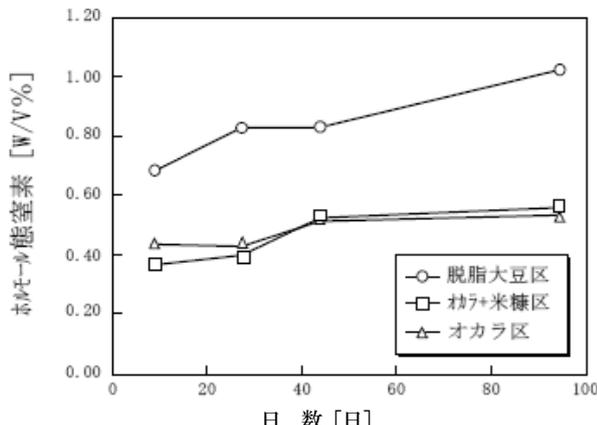


図6 ホルモール態窒素の変化

### 3.3 圧搾、火入れ

圧搾時間を各試験区とも1昼夜の時間しかとらなかったため、その粕はかなりの液を含んでいて、まだまだ絞れる状態であった。オカラ区、オカラ+米糠区とも標準の脱脂大豆区に比べて、特に圧搾が困難とか容易であるということではなく、同様の圧搾の作業性であった。

表3 試醸したしょうゆの性状

	脱脂大豆区	オカラ区	オカラ+米糠区
食塩	17.10%	17.4	17.1
色度	28番	44	36
全窒素	1.65%	0.88	0.98
無塩可溶性固形分	19.30%	13	17.2

試醸したしょうゆを日本農林規格のしょうゆと比較してみると、しろしょうゆとうすくちしょうゆの中間的存在となる。

オカラ区のしょうゆは、若干全窒素分が少なく、こいくち、うすくちには分類されない。仕込み時の塩水量が他の区に比べて多いため、結果的に全窒素分を始め一般成分の濃度が、希釈される形になってしまったためと考えられる。仕込み塩水の濃度、量を適切に選択すれば、十分にしろしょうゆの規格にはいると考えられる。

オカラ+米糠区のしょうゆはうすくちしょうゆの標準に分類される。米糠の使用で、オカラ区より全窒素分が0.1%増加した。しかし、この0.1%の増加のために、麴に米糠を入れるための蒸煮等の作業をしなければならず、かなり煩雑である。さらに、米糠の流通の問題もオカラの流通の問題とも発生してくる。故に、米糠の麴への配合割合もあるが、0.1%のために米糠を添加するのは賢明でないと思う。

規格は規格として、重要であるが、今回試醸したオカラ区、オカラ+米糠区のしょうゆは、化学分析値として表現できないが、規格にないその香気はかなり良好である。特に同様な商品である味液と比べてみると、芳醇な発酵臭があり、味液特有の味液臭がない。味液に比べてかなり商品性が高いと言える。

#### 4. 結 言

豆腐製造業者から算出された生オカラを原料として、本醸造方式でしょうゆを試醸した。

その結果、オカラ区は、しょうゆの規格には入らなかったが、その香り、味は十分に商品性が高い。またオカラ+米糠区はうすくちしょうゆの標準に分類された。

今回のオカラしょうゆの試醸により、しょうゆの原料としてのオカラの有効性を明らかにし、オカラの有効利用法の1つを明確にした。また今回の試醸方法は、オカラの流通方法さえ確保できれば、しょうゆ製造業者にとって、ほぼ既存の設備で対応できる醸造法であるため、設備投資をほとんど必要としないという特徴がある。

今回使用したオカラしょうゆに商品性、つまり、たれ、つゆなどの原料としての価値を見出せれば、次のようなメリットが発生する。

オカラの産出業者である豆腐製造業者にとっては、従来費

用をかけて処理していたオカラがしょうゆの原料という形で利用の道ができる。またオカラの利用者のしょうゆ製造業者にとっては、脱脂大豆の代わりにオカラを使用すれば、現代の食生活に適合した薄口タイプのしょうゆの製造が脱脂大豆分の原料コストをかけずに可能となる。

以上により、現在産業廃棄物として処理されているオカラは、食品素材としての利用の道が出来る。

今後はこの方向でオカラが利用可能となるように、オカラしょうゆの利用法、製造時のスケールアップの問題、オカラの腐敗の問題対策について研究を進めていきたい。

最後に、製麹の際に、ご協力いただいた食品発酵部の鈴木英子主任研究員に感謝いたします。

#### 参考文献

- 1) 大 竹：茨城県工業技術センター研究報告、23,28(95)
- 2) しょうゆ試験法：(財)日本醤油研究所(1985)
- 3) L-グルタミン酸測定キット：ヤマサ醤油(株)製