食品副産物を利用した機能性食品の開発
―――オカラを用いたしょうゆの開発　（第２報）　―――

大竹　嘉尚，中嶋 淳

1. 緒　言　豆腐の過程製造で発生するオカラ(豆腐粕)は，大豆の有用成分が豊富に残っている食材であり，以前は，家庭で料理されたり，飼料として利用され，需要と供給のバランスが保たれていた。　しかし，最近の食生活の変化にともない，家庭でオカラが利用されなくなってきた。また安価な輸入飼料の増加，そして畜産業者の減少により，飼料としての利用の道も少なくなってきている。そこで，オカラの食品素材としての有用性に着目して，乾燥しない生のオカラをしょうゆの原料として利用する方法を前報[1)]で検討した。その結果，薄口タイプのしょうゆの原料として再利用が可能とわかった。前報の研究は，豆腐工場で発生したオカラを直ちにしょうゆの原料として使用したため，オカラの生菌数は，問題にならなかった。

しかし，実際の利用を考えた場合，豆腐工場から運搬され，しょうゆ工場で使用されるまでの輸送時間がかかる。特に気温の高い夏場を考えた場合，腐敗菌の増殖は速く，オカラの腐敗が問題となると考えられる。その対策として，生のオカラの生菌数を予め増加させ，しょうゆの試醸を行い，生菌数の影響について検討したので報告する。

2. 実験方法

蒸煮前日の朝入手した，生のオカラ中の生菌数を増加させた後，本醸造方式の醤油の原料として試醸を行った。

2.1 使用原料

生オカラ：水戸市内の豆腐店より入手
小　　麦：こうじむぎ ST うすくち用 A
　　日清製粉(株)製
食　　塩：並塩(塩化ﾅﾄﾘｳﾑ 95%以上)
　　日本たばこ産業(株)
こうじ菌：醤油菌 MF
　　日本醸造工業(株)製

午前 10 時に入手したオカラは，60L の漬物用ポリ容器に入れ，室内に放置した。そして，翌日の午後４時(30時間後)に蒸煮を行った。　その間，一般生菌数は，入手時の平均 $1.0*10^4$から，平均 $1.7*10^7$に増加した。官能的には，少し腐敗臭を感じる程度であった。　表１　使用生オカラの一般成分

成　分	
水　分	80.5%
蛋白質	4.3%12.6% 1.9%
糖　質	0.7%
粗脂肪	
灰　分	

2.2 蒸　煮

蒸煮は，納豆試作用の蒸煮釜を使用して，1.2kg/cm^2，達圧後 25 分で行った。

2.3 製　麹

蒸煮，自然放冷後，こうじ麦と混合して，製麹を行った。表２のように，大豆は使用しないで製麹を行った。

表２　　麹の原料配合

原　料	配合重量
蒸煮オカラ	35.0 kg
こうじ麦	34.2 kg
麹　菌	15　g

製麹は，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。手入れは４回行い，４日目を出麹とした。

2.4 仕込み・熟成

仕込み方法は，全量麹とし，表３の割合で，ﾎﾞｰﾒ 18.7 度の食塩水を，200L のポリ容器中で混合した。

仕込み初期から，手入れは最初の２ヶ月間は１週間に２回，その後は１週間に１回，手で攪拌した。

表３　仕込み割合

麹　量	38.3 kg
食塩水量	65.3 L

熟成の時期が４月後半から８月にかけての時期のため，特に温醸をかけず室内において，もろみを熟成した。

2.5 圧搾・火入れ

できた諸味は，圧搾機(昭和製作所製)で 130kg/cm^2 の圧力で絞った。

火入れは，スチームジャケットの二重釜で，80℃,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しょうゆとした。

2.6 分析法

もろみ，試醸しょうゆの一般分析および N 性試験は，しょうゆ分析法[2)]によった。

3. 結　果および考　察

3.1 蒸　煮

蒸煮の初期には，オカラの腐敗臭があったが，蒸煮終了時にはその臭いもかなりなくなった。この蒸煮は，室内で実施されているにもかかわらず，この臭気は，対策を講じる必要がない程度であった。納豆試作用の蒸煮釜に対して，オカラの量が多いため，蒸煮は，２回に分けて行った。蒸煮後のステンレス製の蒸煮釜からのオカラの剥離は，脱脂大豆よりも良い。これは，豆腐製造時に，粉砕，熱水抽出されているオカラは，水溶性のペクチンなどの粘質性を示す成分が，溶出してしまっている。それで粘着性が低下して，蒸煮釜からの剥離が良い。

3.2 製　麹

製麹時の温度経過は，図１の通りである。麹の品温が 30℃を越えた時点で麹菌の生育が旺盛として，手入れを行った。麹蓋での製麹のため，温度制御が難しく，麹の品温は，40℃を超えてしまった。麹は良好な繁殖で，黄色い華が咲く状態であった。製麹の間，麹からオカラの腐敗臭は，全く感じられなかった。出麹の水分は，麹室入り口付近の麹で，25.5%，麹室奥の麹で，21.5%であった。

大豆が粉砕されたオカラは，繊維状になっていて表面

積が大きくなり，空気を多く含んでいる。そのため，微生物である麹菌は旺盛に繁殖しやすい。その結果，麹の温度上昇は速く，麹は乾燥気味になると考えられる。

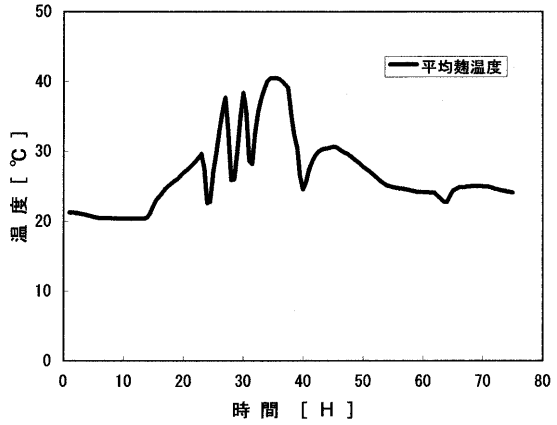

図１　麹の温度経過

3.3 諸味経過

図２の通り，Ｔ－Ｎ（全窒素分）は，仕込み後，90 日でほぼ飽和の 1.27%となって，以後は増加しない。図３から，ホルモール態窒素は，熟成期間中増加の傾向を示している。

図４の色度は，通常のしょうゆに比べて，50 番から熟成後期には，40 番前半になった。これは通常の濃い口しょうゆが，熟成後期には，10 番前後になるのに比べてかなり色度の変化がないと言える。熟成初期の薄い色の状態が，熟成後期まで続き，色の変化が少ないことを示している。

pH の変化は，図５で，初期の頃，5 以上の値を示していたが，熟成後半では通常のしょうゆの pH と同様に，pH4 の後半に落ちついた。

直接還元糖の変化は，図６で，これは大豆を原料とした通常の濃い口しょうゆの諸味と同様な変化を示している。

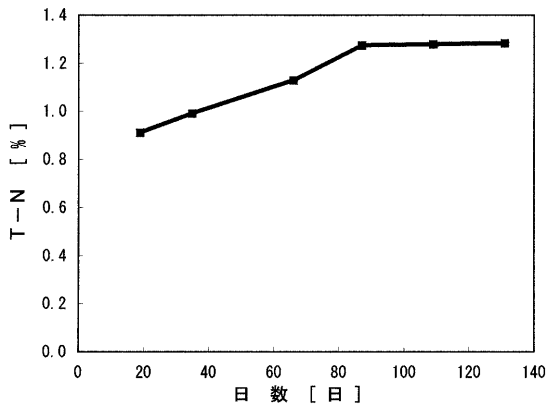

図２　全窒素の変化

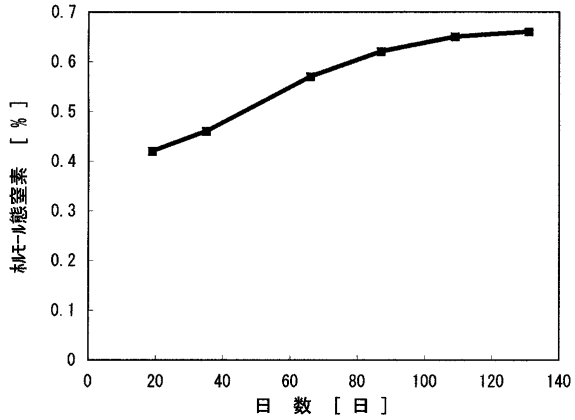

図　３　　ホルモール態窒素の変化

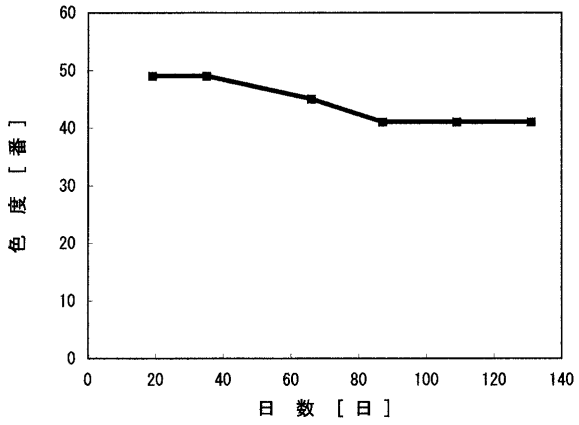

図４　色度の変化

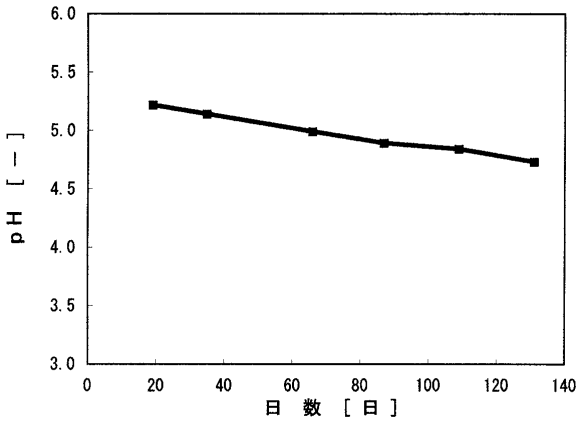

図５　pH の変化

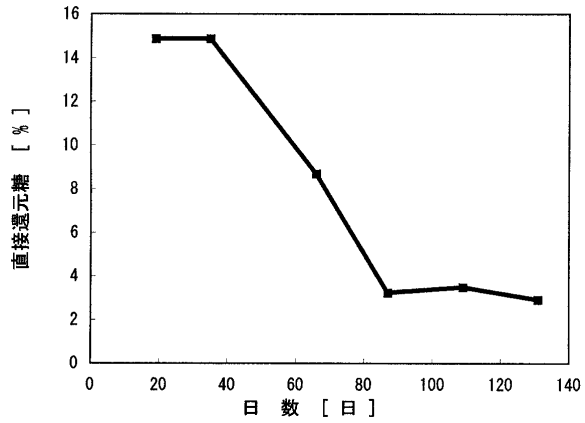

図６　直接還元糖の変化 3.4 圧　搾　諸味の圧搾は，籠型の圧搾機で 2 日間行った。71.2L のしょうゆが圧搾された。実際のしょうゆ醸造で使用される舟型の圧搾機ではないため，粕の圧搾は十分ではなく，粕の水分が 42.7%と通常のしょうゆ粕の水分 25%に比べるとかなり多い。仮に，25%まで圧搾されるとすると，さらに 2.5L の生のしょうゆが得られる。　　表４　　圧搾粕の性状

重　量	14.4	kg12.2
体　積	L42.7	%
水　分		

この生しょうゆを 80℃，10 分火入れして，試醸しょうゆとした。火入れにともない，しょうゆの色が若干こくなった。試醸したおからしょうゆの一般分析成分は表５の通りである。　オカラは，豆腐の製造時の浸漬大豆を微粉砕して，熱水で抽出した残渣である。この熱水抽出ために，大豆中の窒素成分や糖類，そしてペントース等の色を生じさせる成分が，豆乳側に移行する。そのため，大豆を使用しないで，オカラのみを原料としたオカラしょうゆは，成分的には，窒素分が少なく，色が薄い薄口タイプのしょうゆとなる。

表５　オカラしょうゆの成分

成　分		ｵｶﾗしょうゆ
ｐＨ	-	4.73 1.28 0.66
全窒素分	%	41 15.9
ﾎﾙﾓｰﾙ態窒素	%	2.91 7.6 7.9 陰
色　度	番	性
食　塩	%	
直接還元糖分	%	
酸　度Ⅰ	ml	
酸　度Ⅱ	ml	
Ｎ性試験		

食品原料としてみれば，腐敗した状態の生のオカラを使用したにもかかわらず，試醸されたしょうゆは，その腐敗の感じを全く感じさせない薄口タイプのしょうゆとなった。そして味，香りとも良好であった。

4. 結　言

ほぼ腐敗状態にし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。

生オカラの腐敗の影響は，蒸煮時にのみに現れ，排蒸気がわずかに臭い程度であった。製麹など他の工程，試醸品には全く腐敗の影響はなかった。そしてその試醸品は，前回の試醸と同様に，味，香りも良好で，製品として市場性の高いしょうゆとなった。

今回の試醸の結果から，しょうゆ原料としての生オカラは，豆腐製造業から産出された後，輸送等に若干の時間をおいても，しょうゆ原料としての特性は失わないとわかった。そして，気温が高く，生オカラが腐敗しやすい夏期においても，十分にしょうゆ原料として使用可能と言える。

参考文献

1)大 竹 ：茨城県工業技術センター研究報告,24,47('96)
2)しょうゆ試験法：(財)日本醤油研究所(1985)