

食品副産物を利用した機能性食品の開発

大 竹 嘉 尚*

1. 緒 言

1.1 オカラの現状

大豆加工食品の製造過程で発生するオカらは、食料、飼料としての利用価値は高い。しかし近年の食生活の変化、畜産農家の遠隔地化により需要が減退した。それ故焼却投棄されるものが増え、資源の有効利用の面ばかりでなく、環境問題としても大きな問題になっている。そしてこの問題は、零細から中小企業の死活問題となっていくと予測される。

オカらは、昭和20年半ばまでは、人々の貴重な食料として利用されてきたし、現在でも極僅かではあるが食品として利用されている

しかし食品としてのオカらの利用開発は必ずしも十分ではない。食品としてのオカらは、社会生活の変化に伴う食生活の変化の波に乗り遅れ、小規模なものを市場で見かける程度となっている。そして、消費者にとっても、生産者にとっても、食品としてのオカらを利用する道は、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、オカらの持っている基本的成分が、変化しているのではなく、変化している食生活に対応する料理法の研究がなされずにいたためである。オカらは第一に食品としての利用を考えるべきである。

2. オカらの機能性について

2.1 オカらの一般成分

食品としてのオカらの特徴を、原料である大豆、豆腐についてその一般成分を比べたのが下の図1である。オカらについては、そのままの水分と水分0%、13%に調整したのも記した。これを見るとオカらは、豆腐そして大豆にも劣らないすぐれた栄養組成を持つ食材であるとわかる。

2.2 食物繊維について

最近、食物繊維は、その生理的效果が明らかになるにつれて、そしてマスメディアで取り上げられるようになってきて、一般の人たちも注目するようになってきた。

食物繊維は古くから注目されており、繊維の多いサツマイモが体によく、腸の働きを快調にすると知られている。また紀元前400年頃、ヒポクラテス⁸は腸のための大麦、小麦の殻の効用について言及している。また、英国においては、全粒粉の褐色のパンが、白いパンより食品として高い位置にあり、より食べられている。

その定義についてはいろいろあるが、ここでは「ヒトの消化酵素で消化されない食物成分」と、辻氏³の定義を採用する。この定義のなかには、腸内細菌により発酵を受け、消化器官内および全身的な生理効果を持つものも含まれる。

近年、日本人はその食生活の移り変わりとともに、図2の通り食物繊維を摂取しなくなっている。そしてその値は、最近考えられている一日あたりの成人の目標摂取量20g～25gよりも低くなっている。

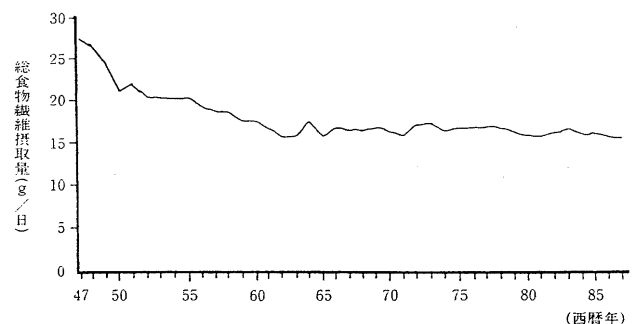


図2 食物繊維の摂取量

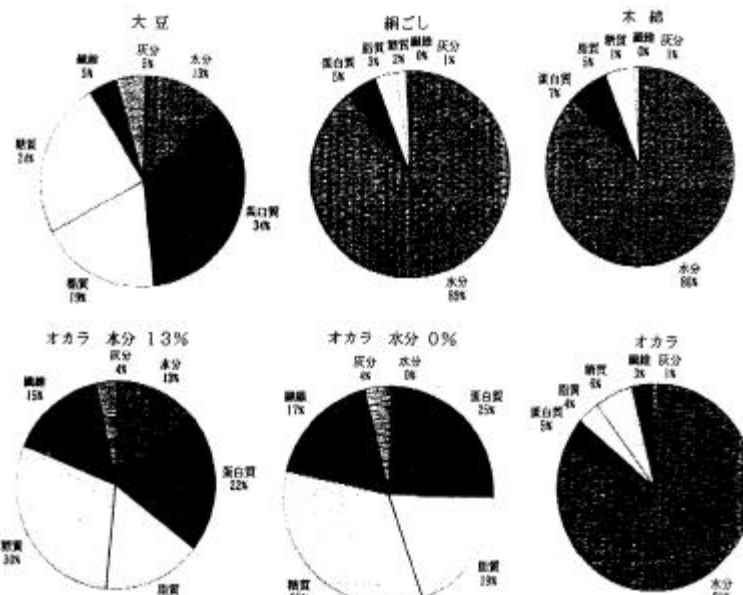


図1 オカラ、大豆、豆腐の一般成分の比較(1)

*食品加工部

食物繊維には、水溶性食物繊維、不溶性食物繊維があり、それぞれの代表的な物質名は、

水溶性食物繊維:ペクチン、ヘミセルロース、寒天、
コンニャクマンナン、アルギン酸
Naなど

不溶性食物繊維:セルロース、リグニン、キチン、
コラーゲンなど

である。

表1に示すとおり食物繊維には大腸ガンの予防、コレステロールの低下、食後血糖値の上昇予防、便秘防止、阻嚥時間の増加など生理効果が認められてきている。

表1 食物繊維の生理効果

生理効果	水溶性食物繊維	不溶性食物繊維
咀嚼時間	短くなる	長くなる
発酵性	広範囲で高い	限定的で低い
腸内pHの変化	低下する	変化なし
胃内滞留時間	長くなる	長くなる傾向がある
腸粘質物量	多くなる	不明
胆汁酸の結合	結合する	結合しない
便重量	寄与しない	増加させる
血清コレステロール	低下させる	不明
食後血糖値の上昇	抑制する	不明
大腸ガン	変化なし	予防する

表2からわかる通り、乾物計算で行うと、オカ라는最近健康食イメージで売られている納豆、そして大豆に比べて水溶性、不溶性とも多く、すばらしい食物繊維源と言える。

表2からわかる通り、乾物計算で行うと、オカ라는最近健康食イメージで売られている納豆、そして大豆に比べて水溶性、不溶性とも多く、すばらしい食物繊維源と言える。

表2 食物繊維含有量(乾物中)

サンプル	セルロース	ヘミセルロース	リグニン	ペクチン	総食物繊維	粗繊維
大豆 国産	6.92	2.93	0.14	2.98	12.97	4.29
大豆 中国産	8.48	2.09	0.12	2.20	12.89	4.74
大豆 米国産	10.16	1.22	0.15	1.92	13.45	5.59
納豆 1	7.97	0.60	0.34	1.86	10.77	5.63
納豆 2	8.07	1.24	0.37	1.71	11.39	5.83
オカラ	15.59	12.26	1.27	7.13	36.25	10.28

オカ라는古くから食品として食されており、その安全性には全く問題がない。そしてコレステロールの抑制、食後血糖値の上昇抑制、大腸ガンの予防など明確な効果のある機能性物質、食物繊維を多量に含有している。よって、オカ라는そのまま、または素材として利用すれば、機能性食品たる条件に適合する。

そこで、オカ라는を使用した機能性食品の開発をめざして、オカ라는を使用するに当たっての利用法、開発について検討する。

3. 実験および結果

3.1 オカ라는の保存性向上の検討

オカ라는は豆乳製造工程中の加熱抽出後の絞り、つまり漬過後にとりだされる。そのときの生菌数はほぼ0に近い。オカ라는自身の高栄養、高温、含有空気のため、腐敗を促進する微生物にとってオカ라는は格好の繁殖場所となっている。

このことは、夏期にオカ라는が、非常に早く腐敗しやすいなどよく経験しているし、これがオカ라는の利用の妨げになっている。そこでオカ라는の腐敗を阻止する方法について検討した。

図3は、室温30℃で400×400mmのタンクに、容積で80%程度オカ라는を入れた時の中心部の温度経過である。1日、24時間経ってもオカ라는の温度は30℃以上を保っている。これは、夏期にオカ라는の温度があまり低くならず、腐敗菌の繁殖に都合のよい温度範囲30～50℃の時間が長いと同じ状況である。室温30℃は夏期の温度帯であるから、夏期のオカ라는は腐敗しやすい。これは日常経験している。

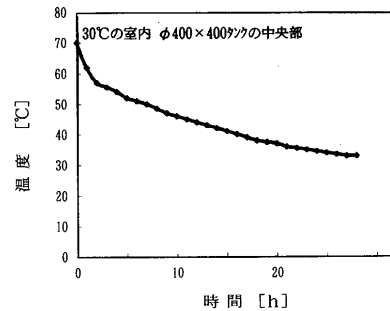


図3 タンク内のオカ라는の温度変化

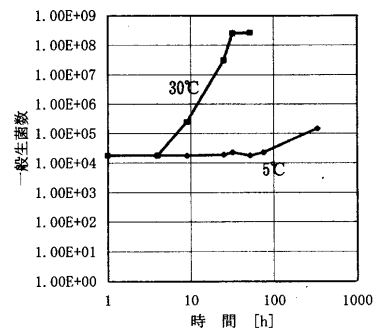


図4 保存温度と一般生菌数

次に、温度の違う環境に置かれたオカ라는の生菌数の時間経過をしてみる。

図4をみると、初発菌数が 10^4 だと30℃に置かれたオカ라는は、24h後にその菌数が 10^7 を越え食品として食せない状態にまで変化している。一方、5℃に置かれたオカ라는は約10日後にもその菌数は 10^5 程度である。これからオカ라는の保存には低温がよい。しかもそれには早く冷却する必要がある。

図5は、ポリセロの袋にオカ라는を厚さ10, 30mmに入れて、5℃に設置したときの温度経過である。厚さ10, 30mmとも約150分で5℃になっている。この厚みであれば十分に早い時間で、オカ라는の冷却が可能であると表している。

以上より、オカ라는は個包装し、5℃にすれば、冷凍機の冷却能力にもよるが十分に保存可能である。

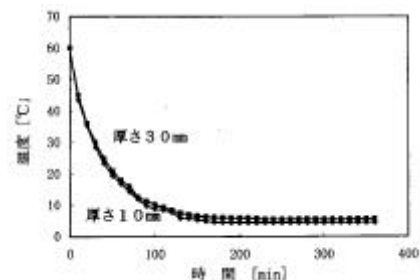


図5 オカ라는の温度変化

次に、オカラの保存でよく食品に用いられる脱酸素剤を検討した。ポリセロ袋にオカラを脱酸素剤とともに封入し、15, 30 の恒温器内で保存試験をおこなった。図6の通り各温度帯とも、2時間以内で設定温度にオカラの温度は落ち着いた。その効果をもてみると、24h後に脱酸素剤区は、非脱酸素剤区とともに腐敗臭が発生していた。この温度帯では脱酸素剤の腐敗菌に対する抑制効果はない。

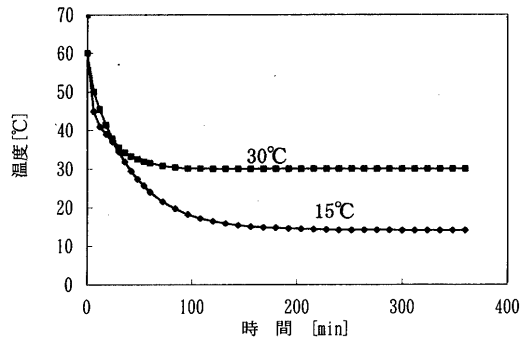


図6 オカラの温度変化

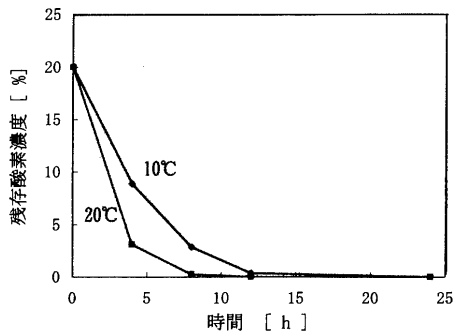


図7 脱酸素剤の酸素吸収速度

これは図7に示すように脱酸素剤の酸素吸収速度が、オカラの腐敗速度に比べて十分に速くなく、20 でも約7時間ほど必要とする。30 且つ7時間は、腐敗菌にとって増殖するには十分な時間である。

ポリセロの袋にオカラを最大厚み30mm層にして、脱酸素剤を入れた試験区と入れない試験区を温度5 で保存試験をした。図8をみるとオカラの初発菌数が300程度と低いため、その生菌数は、どちらも30日以上もこの低い値で推移した。生菌数のみを考えると、脱酸素剤の効果はないと判断できる。しかし、14日を過ぎる辺りからオカラの食欲をそそる香りは、脱酸素剤の有無に影響される。非脱酸素剤区はその色も白くなり、香りもなくなった。一方、脱酸素剤区は、色もオカラ独特の黄白色を維持し、その香りも良好な状態であった。

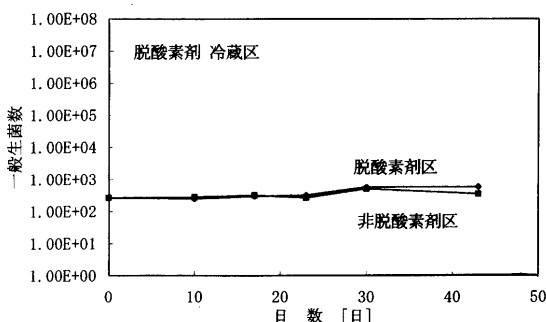


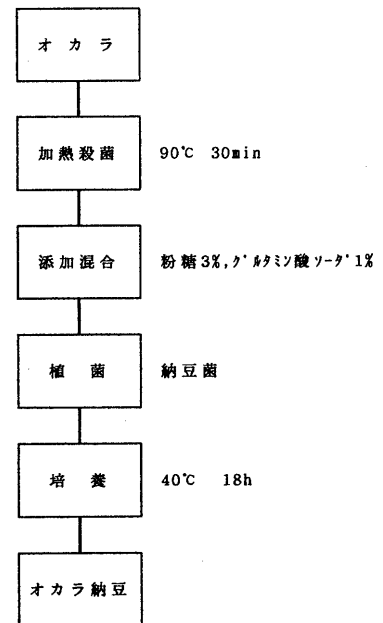
図8 脱酸素剤での保存試験

以上よりオカラを短期的に良好に保存するには、清潔な製造場で取り出し、できるだけ早く冷蔵し、脱酸素剤とともに保存する。

3.2 オカラを用いた納豆の試作

オカラは大豆中の水溶性の蛋白質、糖類を絞り出した残音物である。納豆を製造する際、オカラのみを原料とした場合、納豆菌を直接噴霧植菌しても、その発酵は十分ではない。

そこで、納豆菌が初期の段階で十分に増殖、発酵できるように、オカラに粉糖3%、グルタミン酸ソーダ1%を添加して納豆を試作した。以下にそのフローを示す。



オカラ納豆の試作フロー

発酵終了後のオカラ納豆は、十分な粘質物を産出したため、大豆のような納豆ではないが、バラバラにこぼれることなく、十分に箸で扱える物性があつた。しかし、水溶性成分が豆乳製造の際抜け出たオカラは、納豆菌にとっての易資化成分が少ない。そのためかアンモニア臭が、市販されている大豆での納豆よりかなり大きい。

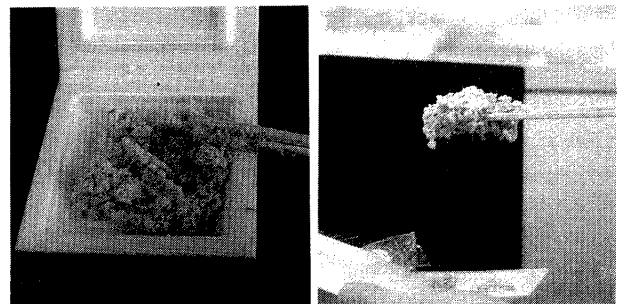


写真 オカラ納豆の試作品

3.3 高温高圧調理殺菌法を用いたオカラの調理

オカラは現時点での製造工程から産出されると考えると、前述の通り、微生物増殖にとっての好条件のため、非常にその腐敗速度が大きい。腐敗速度を抑え短期的に保存する方法は、冷蔵を用いた前記の方法で十分である。

可食の期間は安全マージンをとると、本試験のように1ヶ

月以上はとれず、1～2週間とするのが好ましい。冷蔵保存は、廃棄するよりかなりの利用価値を見いだせたが、まだまだその利用範囲はせまい。

そこで食品の長期保存用に使用されている、高温高压調理殺菌(レトルト調理)をオカラの長期保存試験に取り入れた。

レトルト調理とは、殺菌対象物を圧力釜において、高温(120～130℃)、高压(1～2気圧)で数十分殺菌を施す方法である。

レトルト調理で殺菌の目安となるF値は、食品で一番危険とされているボツリヌス菌を対象として考えられている。

一応殺菌終了の目安は、 $F=4$ であるが、実際の食品に使用するときには安全のため、F値にマージンを設けて $F=6\sim 8$ 程度にする。F値を大きくすればするほど、殺菌の安全性は増していくが、殺菌時間が長くなるため食感を損なったり、熱焼けさせるなど対象の食品を傷める結果となる。そこで、本試験も $F=6$ を目安に、オカラを1000mlのスタンディングパウチの袋に入れてレトルト処理を施した。その殺菌工程が図9で、一般のパウチの蒸気殺菌工程である。

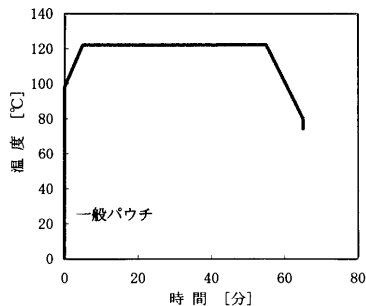


図9 レトルトの殺菌条件

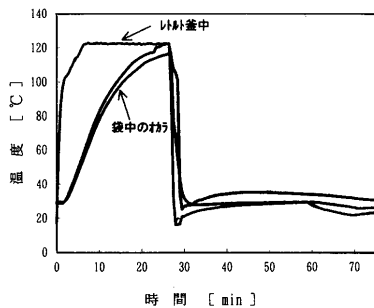


図10 袋内のオカラの温度経過

図10がパウチ袋のなかの温度変化である。釜の温度変化に比べて、パウチ袋中のオカラの温度上昇はゆっくりである。図9の殺菌条件に比べて、120℃付近から早く冷却工程になっているが、これは被処理物のおからのF値が6になったためである。この殺菌方法で長期保存が可能となったが、

レトルト調理の高温のため、パウチ袋と接するオカラの部分が、熱やけを起こし、やや褐色となる。さらにパウチ袋からフィルム臭が発生した。これはオカラの利用面からみればマイナスである。それをクリアするためにオカラの味付けを考えた。味付けはオカラのレトルト商品を作る際、必ず行う操作である。この味付けに、醤油を使用して熱焼けの色をかくし、醤油の香りで、袋から発生するフィルム臭をマスキングした。以上により、長期保存可能なオカラの製品を完成できた。

4. 結 言

オカラ産出業者としての豆腐業者は、オカラを食品素材として認識し、

資源としての認識不足

品質管理の認識不足

処理問題の大きさについての認識がない

処理に経費をかけるとの認識がない

産出業者が分散している

このような課題を解決していくべきである。

豆腐はその味、食感のなめらかさを追求したため、このような状況になってきたとも言える。今後は社会環境の変化、そして食生活の変化に対応した豆腐の製造を考える必要がある。そして、豆腐製造業者は、オカラを産出するものとして最も自然な利用形態である食糧資源としての利活用を自らの責任で進める努力が必要である。そしてその中に将来の消費動向を決定する子どもたちを対象として、学校給食でオカラ料理を採用してもらい、持続性ある発展につなげる。

参考文献

- 1) 科学技術庁資源調査会：4訂日本標準食品成分表
- 2) 大槻編訳 ヒボクラテス：ヒボクラテス全集、食餌について 東京エンタプライズ(1987)
- 3) 辻 啓介：国立健康・栄養研究所 臨床栄養，84，255(1994)
- 4) 竹山 他：日本食品工業学会誌，33，263('86)