

2011 年 3 月 2 日

株式会社アイテックスズヨ
五十嵐 雅行

美味しく、安定した豆腐造りをする為の「新しい豆乳抽出システム」の提案

<はじめに>

豆腐の品質を決める基準として、現在豆腐業界で行われているのは、実際に食味をし、官能検査（豆腐の色、豆腐の外観、豆腐の味・等）などの人の感覚的な評価から脱していません。

今回のご提案は、豆腐業界の中で最も重要な意味を持つ

1.大豆原料の選定

2.大豆から豆乳の抽出

豆腐造りの大部分がこの2項目で決まると考えられる。上記で述べた感覚的なものの見方ではなく、科学的な数値分析により豆腐の品質を評価し、それに基づき装置改善をして品質向上を図っていく事を目的とした”システム”をご提案するものです。

また、豆腐造りにおいて消泡剤を使用しないことを前提としています。

大豆タンパク質は熱によって凝固し、組織を形成するが、

- (1)タンパク質濃度
- (2)加熱温度と時間
- (3)豆腐、豆乳のpHと塩類(凝固剤)

が互いに関連しあい豆腐の品質を決めています。

1.大豆原料の選定

- (1)遺伝子組み換え大豆の不使用
- (2)契約栽培の大豆(自主管理)
- (3)無農薬有機栽培の大豆
- (4)国内産の大豆

2.大豆タンパク質について

(1)大豆の化学成分

・水分	12%
・タンパク質	35%
・脂質	20%
・糖質	23%

- ・繊維 4.3%
- ・灰分 5%
- ・カルシウム 0.2%
- ・リン 0.5%

(2)大豆グロブリン(詳細説明は別紙にて記述)

(グリシリン)	分子量
	7S
	11S ※7S と 11S で 70%を占める
	2S
	15S

7S、11S が大豆タンパク質を構成する 2 つの主成分である。

3.煮えているか、いないか・・・呉の加熱について

この工程は、豆腐製造上最も重要な意義を持ちます。

すなわち、煮沸によって大豆タンパク質、脂肪その他の成分を十分溶出させ、さらに熱でタンパク質組成置換を行う。その組成置換の良否で保水力、弾力に差異が生ずる。この工程で良質なゲルを造る事が最大のポイントである。そのほかに生大豆の青臭みを除去し、トリプシンインヒビターの不活性化、大豆タンパク質の消化率向上及び大豆付着細菌の殺菌などの効果もある。十分良好に加熱された豆乳で造った豆腐では弾力性、保水性に富んだものとなるが、加熱不十分の場合、凝固が不安となり期待できない。

上記の煮えているか、いないかの確認方法には

- (1)SH 基の量・・・超遠心沈降分析
- (2)分光光度計にて波長を読む
- (3)粘土の測定・・・20～30cp 以下なら問題なし

がある。

4.タンパク質濃度

<ペーハー(PH)が中性付近の場合>

全体の水を抱き込んでゲル化するか、しないかの境界は、5%～10%の間にある。タンパク質濃度が 6%あれば固まるが、形成されるゲルの物性はタンパク質の増加とともに変化し、強固な組織に変化する。豆腐の評価としては、豆乳固形分が 12%以上を求められている。

高濃度(豆乳固形分 12～14%)になると豆腐に「コク」が出て、さらに舌でつぶす触感の対象となる硬さがベストである。

タンパク質濃度を高くすると

- (1)熱が均一に伝わりにくい

(2)粘りが増す

(3)多くの泡が発生し、消滅しない

等の状態が生じ豆腐造りの障害となってしまう(味・触感・視覚)

「新しい豆乳抽出システム」では加熱及び熟成(タンパク質の組成置換)の工程をプレヒーターで加熱、スクリュープレスで豆乳を抽出、間接加熱煮熟装置で再加熱することで豆乳の粘度も下がります。さらにデアレーター(脱気装置)を通し豆乳の残存酸素を取り除きます。

これにより生産される豆乳は高品質なものとなり、安定したハイレベルの豆腐作りが可能となります。

5.ペーハー(PH)と塩類(凝固剤)について

PH6.5 以上になるとゲルはしなやかな弾力性を帯び、高い保水性を示す。PH6.0 以下のものは極めてモロく、圧力をかけると容易につぶれ、水を吐き出す。豆乳の製造工程中で PH が 0.1~0.2 変化すると水素イオン濃度が 20%~30%変わる。結果凝固剤との反応に変化が生じ、保水性、弾力性に影響を及ぼす。木綿豆腐を例にとると、プレス加工で絞りに差異が出て製品重量が増減しロスにつながる。

6.SH 基(7S/11S 比)について

豆腐のゲル化(液状の豆乳が固体の豆腐に変化)は、大豆のタンパク質によるものであり、タンパク質には大豆に約 35%含まれる。タンパク質の多い大豆の豆腐は硬く、しっかりしている。大豆のタンパク質を PH4.5 で等電点沈殿させたものをグリシニンといい、グリシニンを超遠心沈降分析すると 4 つの部分に分かれる。軽いものから 2S、7S、11S、15S と呼ばれている。このうち 7S、11S の 2 つで全体の 70%~80%を占める。7S、11S 含量は大豆の育成環境より品種に要影響が大きい。

* 7S 柔らかくペースト状

* 11S 硬くしっかりしている

この事から 7S 量が少なく 11S 量が多い (7S/11S の数値が小さい) 大豆の品種を選択する事が良い豆腐を安定して製造する事につながる。

この事から 7S 量が少なく 11S 量が多い(7S/11S の数値が小さい)大豆の品種を選択することが良い豆腐を安定して製造することにつながる。

(2) 加熱時間 硬さ, SH基

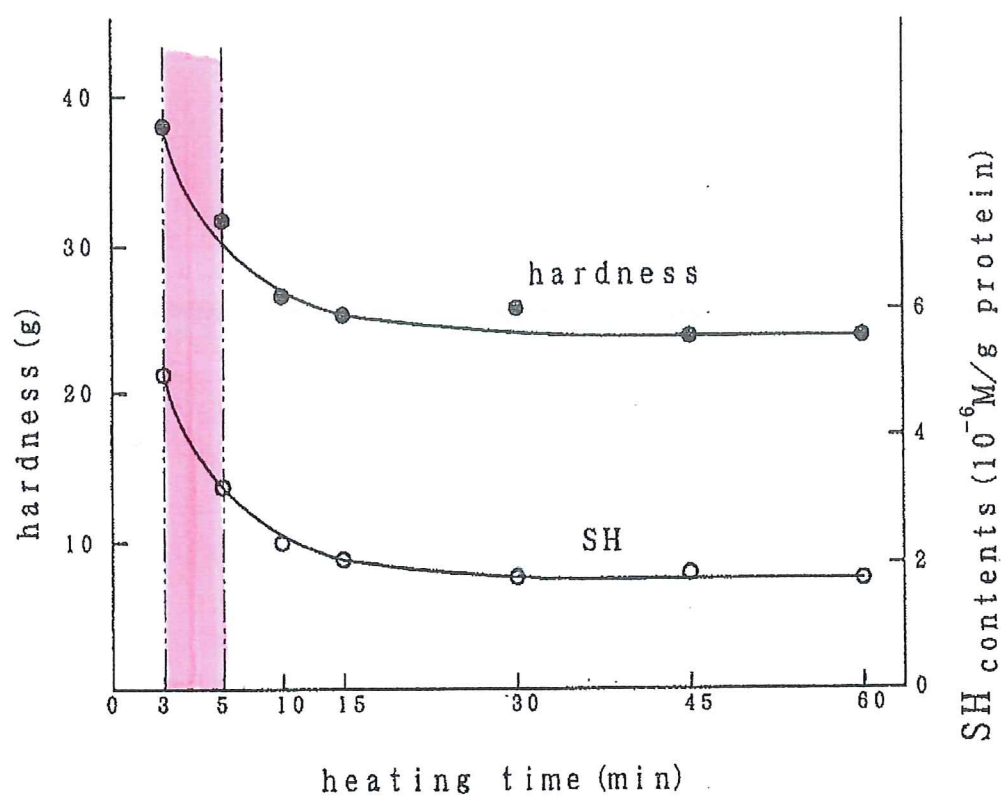


Fig. 1 Effect of heating time on SH group contents of acid precipitated protein and on hardness of gel prepared from the protein

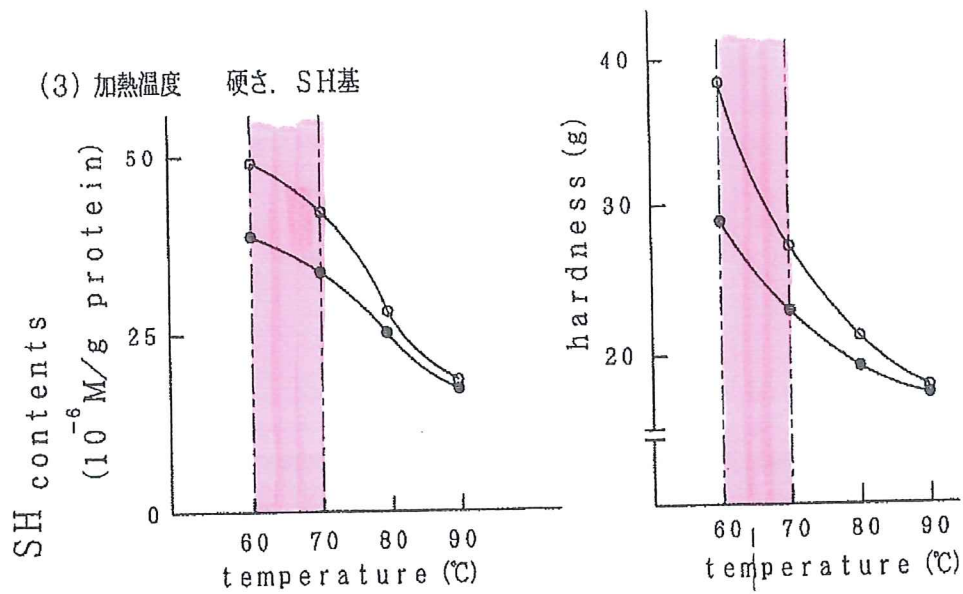
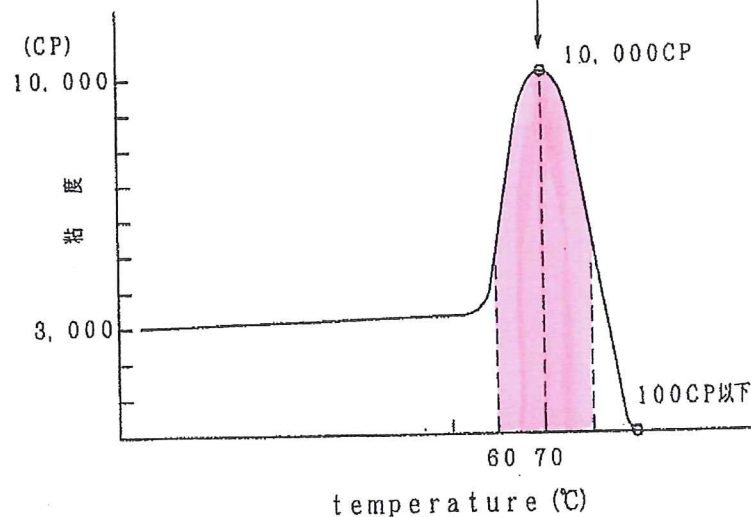


Fig. 4 Effect of Heating temperature on SH group contents of acid precipitated protein and on hardness of gel prepared from the protein

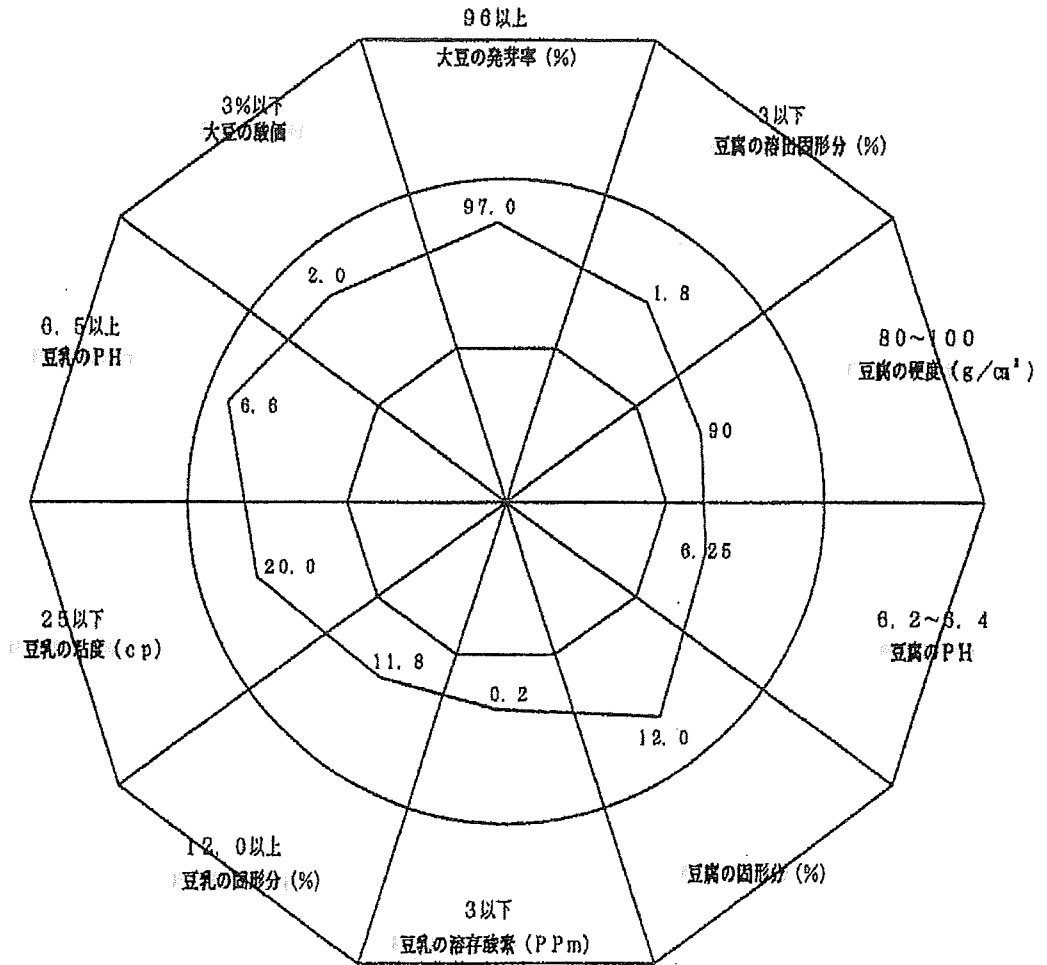
- heated at 60-90°C, 30min and then at 100°C, 5min.
- heated at 100°C, 5min and then at 60-90°C, 30min.



※以上1~6項目の中で述べたことについてまとめとして豆腐の品質評価の基準数値を図形により次ページに示す。

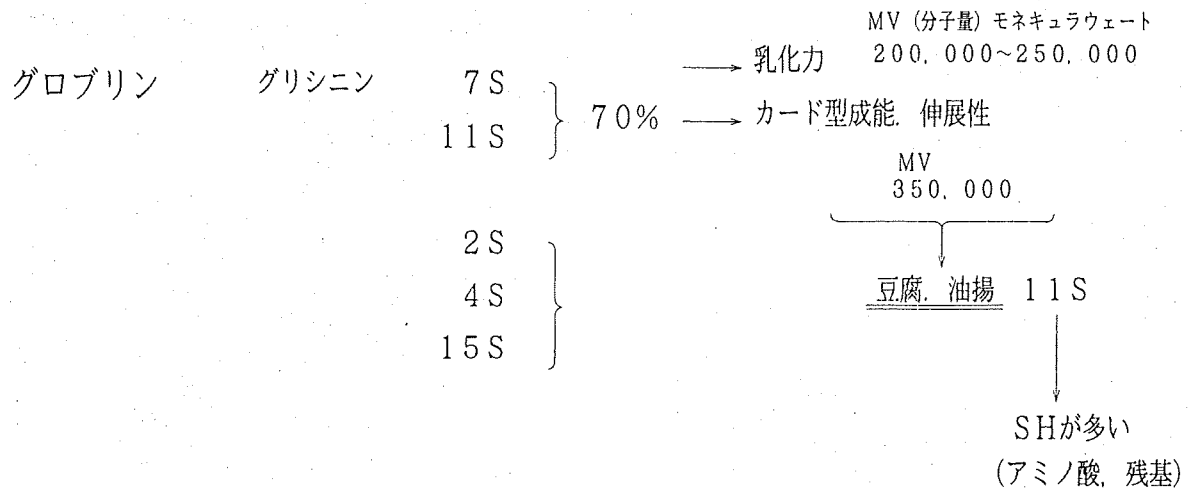
豆腐の品質評価

分析例 1
良好な品質



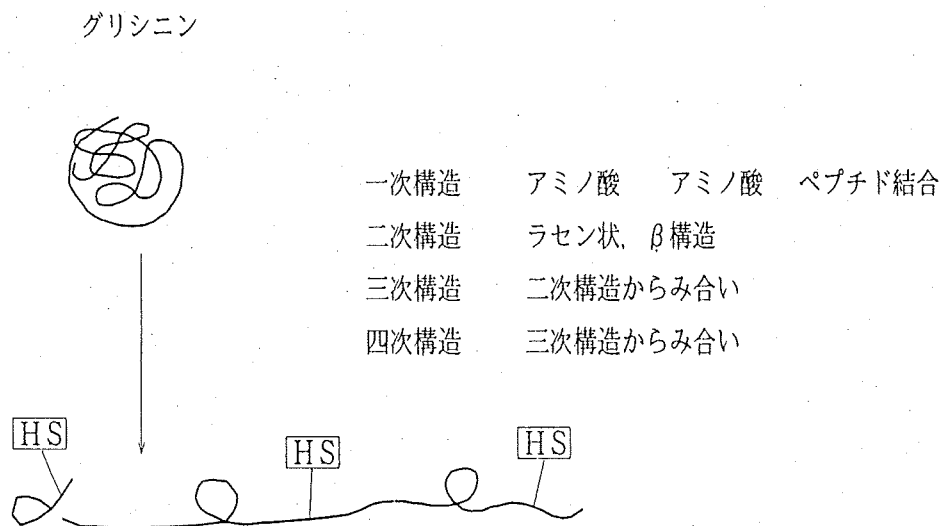
〔 付 録 〕

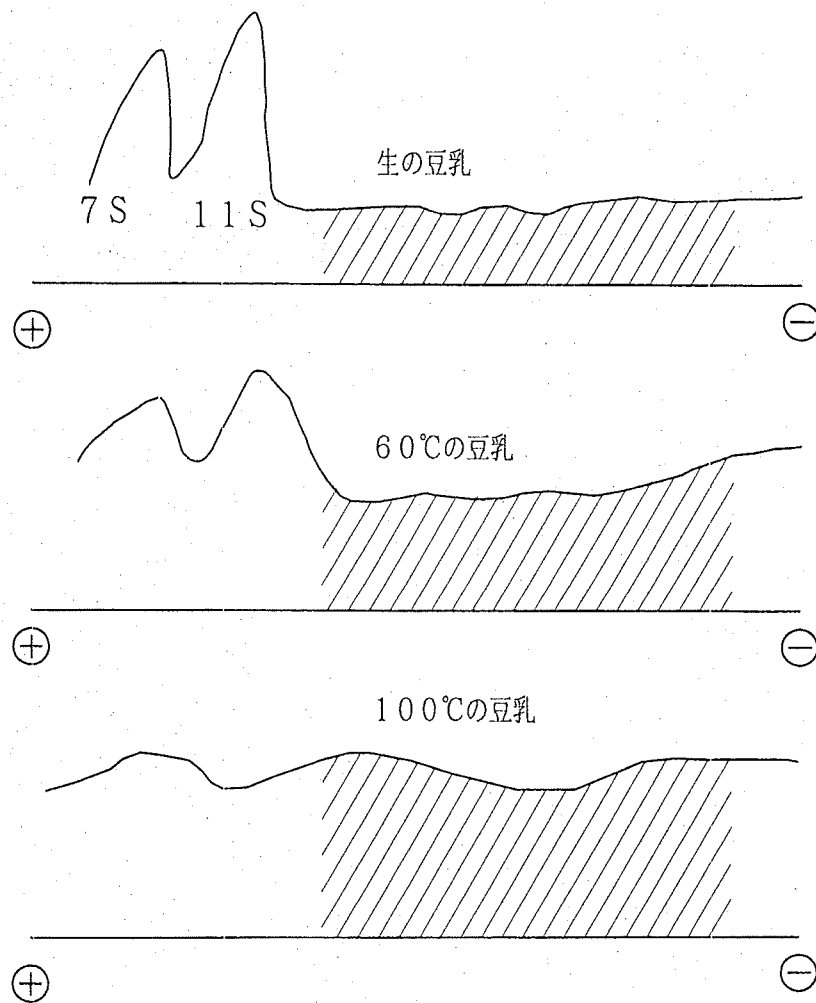
1. 大豆蛋白質



2. 煮えているか、いないか。

- | | |
|--------------|----------------------------|
| (1) SH基の量 | 超遠心分離機 (超遠心沈降分析) |
| (2) 電気泳動 ⊕ ⊖ | 分光光度計 (波長を読む) 300mm, 360mm |
| (3) 粘度 | 20~30なら問題なし |


$$X \times 10^{-6} \text{ Mole/lgprotein}$$



3. ペーハーについて

豆腐PH 6.1~6.3

ペーハーが豆腐に与える影響が大きい。

<例>

豆乳

6.3PH }
6.5PH } 0.2

PH グラムイオン指数

$10^{-6.3}$ $10^{-6.5}$

真数 20~30% (水素イオン濃度の差)

蛋白質の構造が違う

凝固剤との反応が変化する

5. 大豆に含まれる固形分について

