

# 納豆製造合理化技術に関する研究(第 3 報)

## — 納豆製造における蒸煮技術 —

食品発酵部 永井 孝司 長谷川 裕正  
 鈴木 英子 郡司 章  
 市川 重和 島田 昇\*

### 1. 緒言

納豆製造における蒸煮は、製品の豆の硬さ、色などの品質に大きな影響を与える重要な製造工程である。しかし、現在に至るまでその管理は「経験と勘」に頼って行っている場合が多く、そのため品質のバラツキの原因の一つにもなっている。

従って、本年度は、蒸煮にとって重要な因子である圧力と時間について、その変動による豆の硬さ、色の推移を数値的に明確化し、今後の品質管理に役立てることを目的として試験を行った。

### 2. 実験方法

#### 2.1 原料大豆

本試験の原料大豆としては、昭和60 年度産大豆の中から、中国極小粒大豆とカナダ小粒大豆を選定し用いた。

#### 2.2 納豆製造方法

納豆の製造は、図1 を基本条件とした。その中で、蒸煮工程の圧力と時間を表1 の様にシユミレーションして、製品品質の異った納豆を試作した。

表1 蒸煮シユミレーション条件

| 分類  | 圧力                        | 時間         |
|-----|---------------------------|------------|
| 低圧  | 1.0 kg/cm <sup>2</sup> 達圧 | 70 ~ 180 分 |
| 高圧  | 2.0 "                     | 15 ~ 45 分  |
| 超高圧 | 2.5 "                     | 5 ~ 20 分   |

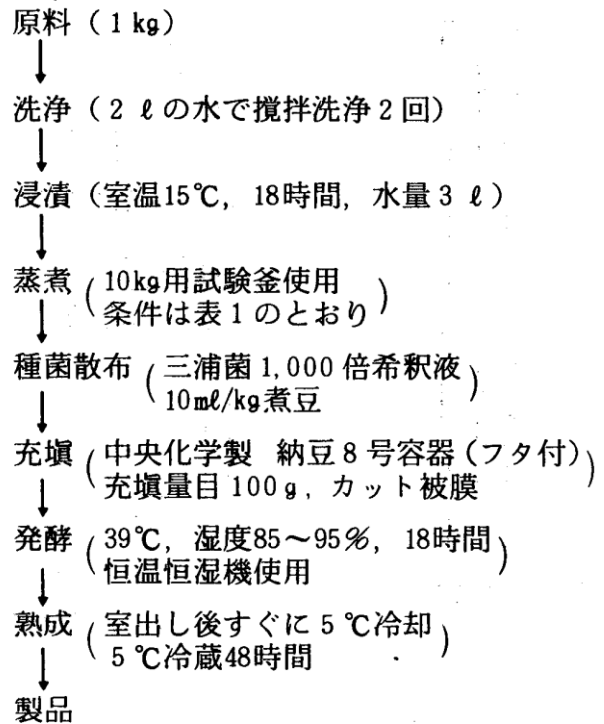


図1 納豆製造工程(普通納豆)

## 2.3 豆の硬さ測定法

煮豆は、充填後 5℃で冷却し、品温が20℃±2℃に達してのち、レオメーターにより豆切断時の強度を測定した。

また、納豆は冷蔵サンプルを室温に放置し、品温が15～20℃に達したのち、レオメーターにより豆の切断時の強度（g）を測定した。

## 2.4 豆の色の測定法

煮豆は充填後のものを、製品は硬さ測定と同様のサンプルを、フードスライサーにより高速1～2分で粉碎した。粉碎後、サンプルをセルに詰め、明度（L%）を測定した。

## 2.5 官能検査

官能検査サンプルは、各蒸煮圧毎に豆の硬さが70g前後になるように図2を参考にして表2のように蒸煮時間を設定し試作した。方法は高圧蒸煮を基準サンプルとして、2点比較法にて行った。パネルは当センター及びタカノフーズ(株)の計19～26名で行った。

## 3. 実験結果及び考察

### 3.1 各蒸煮圧における時間と豆の硬さの関係

図2, 表3, 4, 5のとおり

### 3.2 各蒸煮圧における時間と豆の色の関係

図3, 表3, 4, 5のとおり

### 3.3 官能検査

#### 1) 高圧と低圧の試作品の比較

表6, 7のとおり

#### 2) 高圧と超高圧の試作品の比較

表8, 9のとおり

表2 蒸煮時間（分）

|     | 極小粒 | 小粒  |
|-----|-----|-----|
| 低圧  | 70  | 105 |
| 高圧  | 30  | 30  |
| 超高圧 | 15  | 15  |

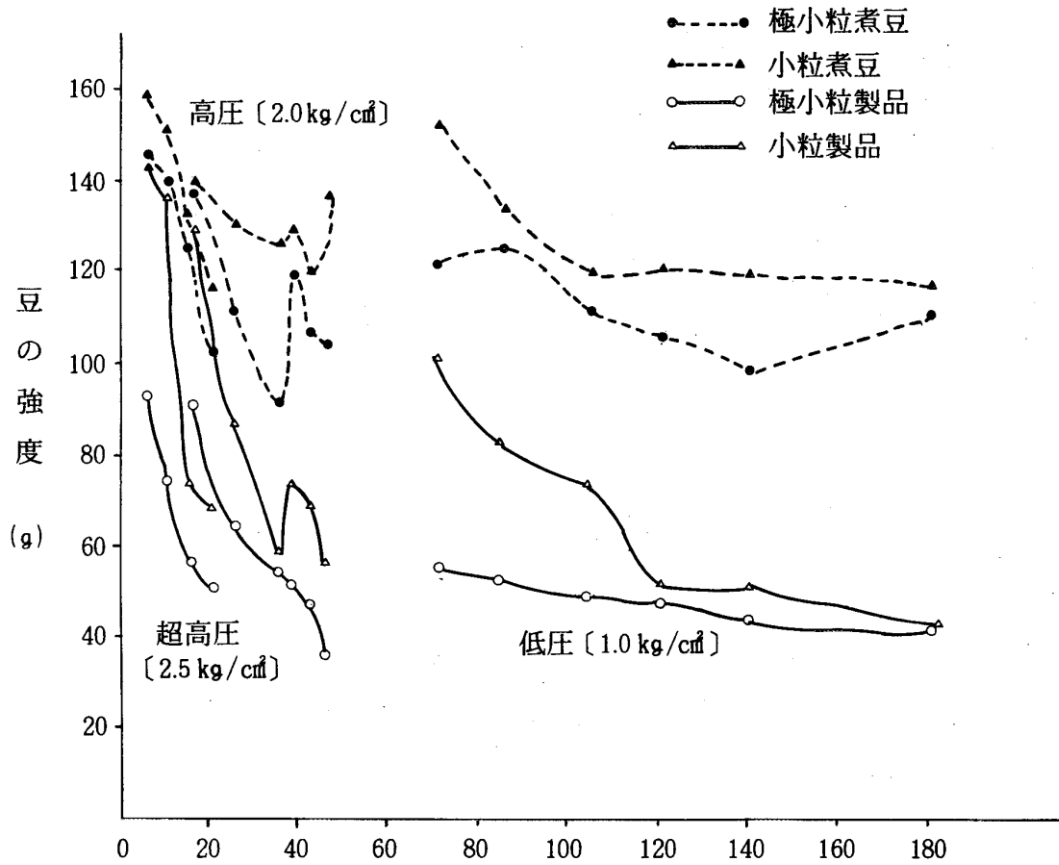


図2 蒸煮時間と豆の硬さの関係 蒸煮時間 (分)

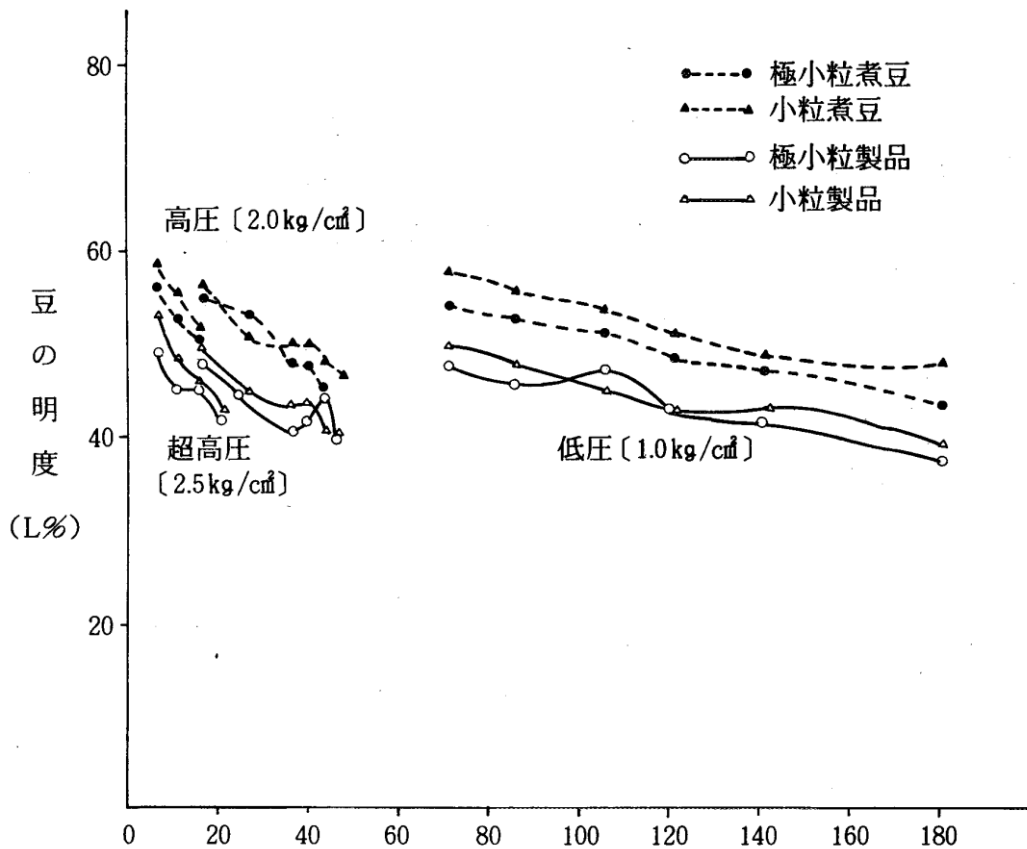


図3 蒸煮時間と豆の色の関係 蒸煮時間 (分)

表3 蒸煮圧力 2.0 kg/cm<sup>2</sup>の時の硬さと明るさ

|             |            | 蒸煮時間(分) | 硬さ(g) | 明るさ(L%) |
|-------------|------------|---------|-------|---------|
| 中<br>国<br>極 | 煮<br><br>豆 | 15      | 139.0 | 55.4    |
|             |            | 25      | 112.0 | 52.8    |
|             |            | 35      | 91.2  | 48.4    |
|             |            | 38      | 120.2 | 46.5    |
|             |            | 42      | 107.6 | 45.2    |
|             |            | 45      | 105.8 | 46.6    |
| 小<br>粒      | 製<br><br>品 | 15      | 91.1  | 48.2    |
|             |            | 25      | 65.1  | 44.7    |
|             |            | 35      | 54.7  | 40.6    |
|             |            | 38      | 52.8  | 42.0    |
|             |            | 42      | 48.7  | 44.9    |
|             |            | 45      | 35.9  | 39.6    |
| カ<br>ナ<br>ダ | 煮<br><br>豆 | 15      | 141.5 | 57.2    |
|             |            | 25      | 132.2 | 51.1    |
|             |            | 35      | 128.3 | 50.2    |
|             |            | 38      | 131.6 | 49.7    |
|             |            | 42      | 119.9 | 48.3    |
|             |            | 45      | 139.0 | 47.3    |
| 小<br>粒      | 製<br><br>品 | 15      | 130.4 | 50.4    |
|             |            | 25      | 88.5  | 45.3    |
|             |            | 35      | 58.9  | 44.2    |
|             |            | 38      | 75.2  | 47.5    |
|             |            | 42      | 70.8  | 40.9    |
|             |            | 45      | 54.3  | 40.6    |

表4 蒸煮圧力 1.0 kg/cm<sup>2</sup>の時の硬さと明るさ

|             |            | 蒸煮時間(分) | 硬さ(g) | 明るさ(L%) |
|-------------|------------|---------|-------|---------|
| 中<br>国<br>極 | 煮<br><br>豆 | 70      | 120.3 | 54.2    |
|             |            | 85      | 124.6 | 52.7    |
|             |            | 105     | 111.3 | 52.3    |
|             |            | 120     | 105.2 | 48.5    |
|             |            | 140     | 99.3  | 47.6    |
|             |            | 180     | 111.8 | 44.2    |
| 小<br>粒      | 製<br><br>品 | 70      | 56.3  | 47.9    |
|             |            | 85      | 53.6  | 46.4    |
|             |            | 105     | 48.1  | 47.5    |
|             |            | 120     | 47.7  | 42.8    |
|             |            | 140     | 42.9  | 41.7    |
|             |            | 180     | 41.1  | 37.5    |
| カ<br>ナ<br>ダ | 煮<br><br>豆 | 70      | 152.0 | 58.0    |
|             |            | 85      | 133.1 | 55.6    |
|             |            | 105     | 124.4 | 53.8    |
|             |            | 120     | 125.6 | 52.2    |
|             |            | 140     | 118.3 | 48.7    |
|             |            | 180     | 113.5 | 48.5    |
| 小<br>粒      | 製<br><br>品 | 70      | 100.5 | 49.8    |
|             |            | 85      | 82.6  | 48.2    |
|             |            | 105     | 72.9  | 45.6    |
|             |            | 120     | 53.4  | 43.4    |
|             |            | 140     | 56.4  | 45.0    |
|             |            | 180     | 48.6  | 41.6    |

表5 蒸煮圧力 2.5 kg/cm<sup>2</sup>の時の硬さと明るさ

|             |            | 蒸煮時間(分) | 硬さ(g) | 明るさ(L%) |             |            | 蒸煮時間(分) | 硬さ(g) | 明るさ(L%) |
|-------------|------------|---------|-------|---------|-------------|------------|---------|-------|---------|
| 中<br>国<br>極 | 煮<br><br>豆 | 5       | 140.9 | 57.0    | カ<br>ナ<br>ダ | 煮<br><br>豆 | 5       | 159.3 | 59.0    |
|             |            | 10      | 146.0 | 53.4    |             |            | 10      | 153.6 | 56.4    |
|             |            | 15      | 125.8 | 49.6    |             |            | 15      | 133.3 | 51.9    |
|             |            | 20      | 103.3 | —       |             |            | 20      | 116.3 | —       |
| 小<br>粒      | 製<br><br>品 | 5       | 94.6  | 48.9    | 小<br>粒      | 製<br><br>品 | 5       | 145.7 | 53.5    |
|             |            | 10      | 74.8  | 45.6    |             |            | 10      | 138.7 | 48.7    |
|             |            | 15      | 55.8  | 46.4    |             |            | 15      | 74.1  | 46.5    |
|             |            | 20      | 50.8  | 42.5    |             |            | 20      | 69.1  | 42.9    |

官能検査

原料 中国極小粒

| 評価項目       | 評                             | 価             | 有意差 |
|------------|-------------------------------|---------------|-----|
| 1. 豆の割れつぶれ | 多い<br>-2<br>-1<br>0<br>1<br>2 | 同じ<br>無<br>い  | (+) |
| 2. 豆の色     | 悪い<br>-2<br>-1<br>0<br>1<br>2 | 同じ<br>良<br>い  | (+) |
| 3. 香り臭     | 強い<br>-2<br>-1<br>0<br>1<br>2 | 同じ<br>無<br>い  | (-) |
| 4. 硬さ      | 硬い<br>-2<br>-1<br>0<br>1<br>2 | 同じ<br>軟<br>かい | (+) |
| 5. 異味      | 強い<br>-2<br>-1<br>0<br>1<br>2 | 同じ<br>無<br>い  | (+) |
| 6. 糸引き     | 弱い<br>-2<br>-1<br>0<br>1<br>2 | 同じ<br>強<br>い  | (-) |
| 7. 総合評価    | 悪い<br>-2<br>-1<br>0<br>1<br>2 | 同じ<br>良<br>い  | (-) |

表 6 極小粒の官能検査結果（高圧と低圧の比較）

官能検査

原料 カナダ小粒

| 評価項目       | 評                             | 価             | 有意差 |
|------------|-------------------------------|---------------|-----|
| 1. 豆の割れつぶれ | 多い<br>-2<br>-1<br>0<br>1<br>2 | 同じ<br>無<br>い  | (-) |
| 2. 豆の色     | 悪い<br>-2<br>-1<br>0<br>1<br>2 | 同じ<br>良<br>い  | (-) |
| 3. 香り臭     | 強い<br>-2<br>-1<br>0<br>1<br>2 | 同じ<br>無<br>い  | (-) |
| 4. 硬さ      | 硬い<br>-2<br>-1<br>0<br>1<br>2 | 同じ<br>軟<br>かい | (-) |
| 5. 異味      | 強い<br>-2<br>-1<br>0<br>1<br>2 | 同じ<br>無<br>い  | (-) |
| 6. 糸引き     | 弱い<br>-2<br>-1<br>0<br>1<br>2 | 同じ<br>強<br>い  | (-) |
| 7. 総合評価    | 悪い<br>-2<br>-1<br>0<br>1<br>2 | 同じ<br>良<br>い  | (-) |

表 7 小粒の官能検査結果（高圧と低圧の比較）

官能検査  
原料 カナダ小粒

| 評価項目           | 評                             | 価   | 有意差 |
|----------------|-------------------------------|-----|-----|
| 1. 豆の割れ<br>つぶれ | 多い<br>-2<br>-1<br>0<br>1<br>2 | 無い  | (-) |
| 2. 豆の色         | 悪い<br>-2<br>-1<br>0<br>1<br>2 | 良い  | (-) |
| 3. 香り<br>臭     | 強い<br>-2<br>-1<br>0<br>1<br>2 | 無い  | (-) |
| 4. 硬さ          | 硬い<br>-2<br>-1<br>0<br>1<br>2 | 軟かい | (-) |
| 5. 異味          | 強い<br>-2<br>-1<br>0<br>1<br>2 | 無い  | (-) |
| 6. 糸引き         | 弱い<br>-2<br>-1<br>0<br>1<br>2 | 強い  | (-) |
| 7. 総合評価        | 悪い<br>-2<br>-1<br>0<br>1<br>2 | 良い  | (-) |

表 9 小粒の官能検査結果（高圧と超高压の比較）

官能検査  
原料 中国極小粒

| 評価項目           | 評                             | 価   | 有意差 |
|----------------|-------------------------------|-----|-----|
| 1. 豆の割れ<br>つぶれ | 多い<br>-2<br>-1<br>0<br>1<br>2 | 無い  | (-) |
| 2. 豆の色         | 悪い<br>-2<br>-1<br>0<br>1<br>2 | 良い  | (+) |
| 3. 香り<br>臭     | 強い<br>-2<br>-1<br>0<br>1<br>2 | 無い  | (-) |
| 4. 硬さ          | 硬い<br>-2<br>-1<br>0<br>1<br>2 | 軟かい | (-) |
| 5. 異味          | 強い<br>-2<br>-1<br>0<br>1<br>2 | 無い  | (-) |
| 6. 糸引き         | 弱い<br>-2<br>-1<br>0<br>1<br>2 | 強い  | (-) |
| 7. 総合評価        | 悪い<br>-2<br>-1<br>0<br>1<br>2 | 良い  | (-) |

表 8 極小粒の官能検査結果（高圧と超高压の比較）

### 3.4 考察

各蒸煮圧における時間と豆の硬さ、色の関係は、図3, 4 からわかるように、時間に比例して豆の硬さは軟らかくなり、色は濃くなっている。

しかし、低圧180 分、高圧45 分付近になると、逆に豆の硬さが硬くなる傾向がみられた。この原因は、この付近で煮豆にコゲ臭味を感じることから、焦げることにより大豆組織が硬化するためと考えられる。

次に、庄力の違いにより同様の硬さの製品を得るのに必要な時間を比較すると、現状の高圧を1としたとき、低圧では約3 倍、超高圧では約0.5 倍というように、圧力に比例して蒸煮必要時間が短くなっている。

また、各蒸煮圧ともに、豆の硬さが同様の製品を得るよう蒸煮時間を設定、試作し、官能検査を行った結果、豆のつぶれ、色、硬さ、異味にごくわずかな有意差が現われたが、総合評価での有意差は全くなかった。

従って、いずれの蒸煮圧においても、目的とする豆の硬さが得られるように蒸煮時間を設定し蒸煮を行えば、同様な品質の製品が得られると考えられる。このことから、蒸煮圧に応じて適切な蒸煮時間を設定することが、納豆製造において重要であることがわかった。

## 4. 結言

本試験の結果から次のようなことがわかった。

- 1) 各蒸煮圧ともに、蒸煮時間に比例して、豆は軟らかくなり、色は濃くなる。
- 2) しかし、蒸煮時間が低圧180 分、高圧45 分付近のように極端に長くなると、豆がコゲて硬化する傾向がみられた。
- 3) 蒸煮圧が高くなると、それに応じて必要な蒸煮時間は短くなる。
- 4) いずれの蒸煮圧においても、目的とする豆の硬さが得られるよう蒸煮時間を設定すれば、同様な品質の製品が得られる。

以上のようなことから、蒸煮圧一時間と豆の硬さ、色の関係が明確になったので、目的の品質に応じ、

図2, 3 を参考にして、適切な蒸煮条件を設定していくことが、納豆の品質を安定化し、向上させることにつながると考えられる。

### 参考文献

- 1) 長谷川ら:納豆製造合理化技術に関する研究(第2 報), 茨城県工業技術センター研究報告第17 号, 51 (1986)