

# 納豆発酵不良原因の検討

## - 酸素欠乏の影響 -

長谷川 裕正\*

### 1. はじめに

納豆は正常に発酵が終了すれば蒸煮大豆表面全体に納豆菌が十分に増殖し、多量の粘質物が生成される。しかし、発酵終了時に外観が煮豆状で菌膜がのっていない部分が見られる場合がある。納豆業界ではこのような状態を「素豆」というが、この発酵不良の原因を乳酸菌等の雑菌汚染と考える納豆業者が多い昨年度は乳酸菌など雑菌を混入して納豆を試作しその影響を試験したが発酵に顕著な悪影響は見られなかったし、素豆も出現しなかった。そこで、本年度は考えられる原因の一つである酸素不足の影響を検討し、素豆の再現を試みた。

### 2. 実験方法

#### 2.1 納豆製造方法

納豆の製造は次のように行った。原料大豆を洗浄後室温で井水に16時間浸漬後、小型回転蒸釜で2 kg/cm<sup>2</sup>、達圧30分蒸煮した。これに納豆菌希釈液を煮豆1 gあたり納豆菌が10<sup>3</sup>個となるように散布し50 g用P S P容器に充填、穴あきビニール皮膜をのせふたをした。この容器を、種々の酸欠条件下におき室温39℃の恒温器で18時間発酵させ、20℃で2時間粗熱をとった後5℃で24時間熟成させた。

なお、デシケータ内の酸素濃度は、酸素濃度計LC-750F（東レエンジニアリンク(株)製）を用い測定した。

#### 2.2 試作条件

次のような酸欠条件下で発酵を行なった。

600ml用スチロールビンに煮豆を10～300 g入れ密閉する。

煮豆を充填したP S P容器をラップで包む、密閉容器に入れるなどする。

300 lの恒温器に煮豆18 kg分のP S P容器約350個をつめる。

恒温器内においたデシケーターに煮豆充填P S P容器を入れ密閉する。

### 3. 結果及び考察

スチロールビンについては煮豆の量を10, 20, 50, 100, 200, 300 g入れて発酵させたが、煮豆の量が増えるにつれ豆表面の菌膜が薄くなった。それに伴い粘質物も少なくなり糸引きも弱くなったが、素豆部分はなかった。

煮豆を充填したP S P容器をラップで包む、密閉容器に入れるなどして発酵させても、場合同様容器周囲の空間にある酸素を使い切るまで増殖したという状態で煮豆表面に薄い菌膜ができた状態で、素豆は見とめられなかった。

内容積300 lの恒温器に煮豆約18 kg分に相当する充填済P S P容器をつめて発酵させた場合、十数個の容器で素豆が出現した。さらに、穴のない皮膜を使用して同様に発酵させたところほとんどの容器に素豆が出現していた。ま

た、恒温器内の容器の位置で素豆の出現に差は見られなかった。

内容積約22.5 lのデシケーターに煮豆充填P S P容器を入れ発酵させた場合の発酵後の納豆の状態とデシケータ内の酸素濃度は表1のようであった。

表1 デシケータによる発酵結果

| 煮豆重量<br>(g) | 酸素濃度<br>(%) | 納豆の性状             |
|-------------|-------------|-------------------|
| 113         | 12.2        | 問題なし              |
| 354         | 4.5         | 問題なし              |
| 506         | 1.8         | やや糸に透明感。煮豆様の甘い香   |
| 994         | 0.4         | 糸ごく弱く切れやすい。素豆はない。 |

この結果から納豆として認められる程度の発酵をするためには煮豆100 gあたり5～6 l程度の空気が必要であることがわかった。また、発酵後の酸素濃度が2%を下回ると品質に影響が出るようである。

また、発酵中のデシケータ内の酸素濃度と品温を測定したところ図1のようであった。

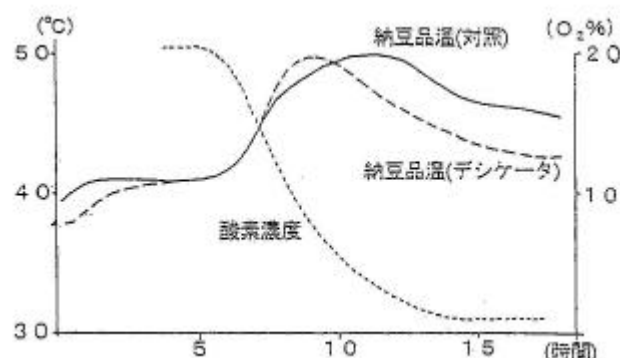


図1 発酵中の品温と酸素濃度

発酵中の品温は対照では最高品温に達した後ゆっくりと下降するがデシケータ内の酸欠状態下では降下速度が速い。これは酸素欠乏のため納豆菌の活動が抑えられたためと思われる。

### 4. まとめ

酸素欠乏は発酵不良の原因であった。

各種の酸欠条件下で納豆の試作を行なった結果、酸素量が少なくなるほど菌膜が薄くなった。

皮膜の穴をなくし、300 lの恒温器で煮豆約18 kg相当を発酵させることで素豆状の発酵不良が再現できた。

デシケータ内で発酵させた結果、煮豆100 g当たり約5～6 lの空気が必要であることが明らかになった。

納豆製造現場では明らかに酸欠ではない条件でも素豆の発生が見られることから、酸素不足以外の因子も含めた発酵条件のバランスが崩れについての検討も必要である。

\* 発酵食品部