

納豆製造合理化に関する研究（第6報）

—納豆の品質におよぼす発酵室温度の影響—

長谷川裕正* 市川 重和*

島田 昇**

1. 目的

納豆の発酵工程で最も重要な条件の一つである発酵室温度が現在、多くの納豆製造工場で行われている温度条件から外れた場合、製品の品質（味、臭い、粘り、菌の被りなど）にどのような影響があるか、そして、納豆として許容できる製品ができる温度範囲はどのくらいかを明らかにするため試験を行った。

2. 実験方法

2.1 原料大豆

小粒納豆は中国極小、ヒキワリ納豆は中国中粒を用いた。

2.2 納豆の試作条件

図1の方法により、小粒とヒキワリ納豆を試作した。

* 食品発酵部 ** タカノフーズ株式会社

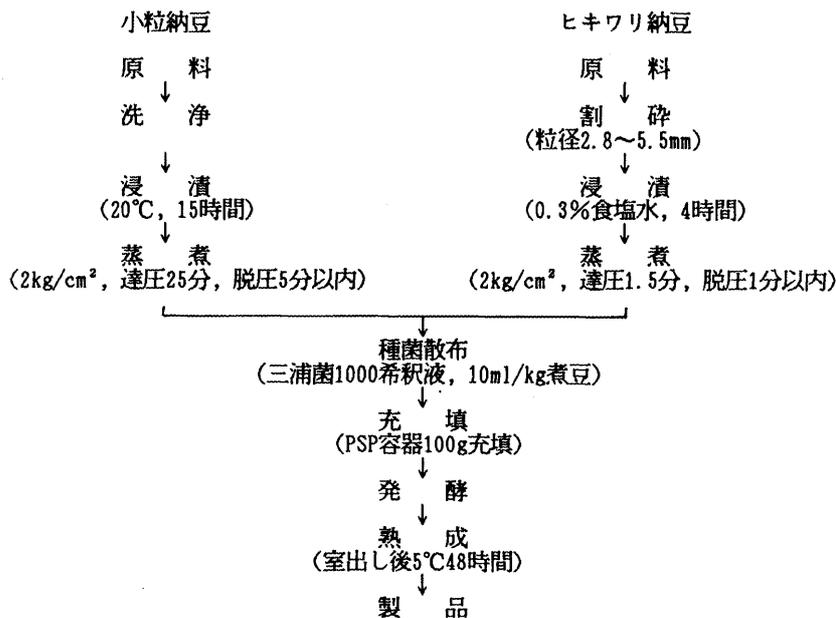


図1 納豆製造工程

2.3 発酵室温度条件

小粒は発酵開始温度を 30, 33, 35, 37, 39, 41, 43, 45 とし, 6 時間保持した後, 7 時間かけて 3 上昇させ, その後 4 時間その温度を保持した。ヒキワリは発酵開始温度は小粒と同じであるが, 開始温度を 5 時間保持した後, 5 時間かけて 3 上昇させ, その後 7 時間その温度を保持した。何れの場合も全発酵時間は 17 時間である。工場における発酵開始温度は小粒が 39, ヒキワリが 37 であり, 本実験ではそれらを対照とした。湿度については小粒, ヒキワリとも発酵開始後 8 時間までは 95%, 以後は 50%とした。

2.4 分析法

(1) 発酵中の品温

納豆容器に直接熱電対をさしこみ測定した。

(2) アンモニア態窒素

納豆を 1mm 角のうらごし器で, うらごした後, 分析試料として 19 分取し, 蒸留水に溶解した後 1000ml に定容する, この溶液を, アンモニアテストワコーを用い, 藤井・奥田法変法で比色分析した。

(3) アミノ態窒素

ホルモール窒素を求め, これよりアンモニア態窒素を差し引き, アミノ態窒素とした。

(4) 粘質物量

以下のような方法により, 納豆, 粘質物を除いた納豆, 納豆の粘質物の乾物量を求め の計算式により算出した。

納豆の乾物量 (A%)

納豆 10g を味噌の水分測定法と同様にフィルムにいれ薄くのばし 105 で乾燥し乾物量を求めた。

粘りを除いた納豆の乾物量 (B%)

納豆 25g を 50 の温水中で 3 分間豆を分散した後 60 の温流水で 3 分間粘りを除去し と同様フィルム法により乾物量を求めたし)

(3) 納豆の粘質物の乾物量 (C%)

納豆を静かに十分攪拌し粘質物分離用遠心管 1 } を用いて 1000 ~ 1500 r P m, 10 分間遠心分離をし粘質物を分離した C, 分離粘質物約 1g を 同様フィルム法により乾物量を求めた。

計算式

$$\begin{aligned} \text{粘質物量 (\%)} &= \frac{\text{納豆の乾物量 (\%)} - \text{粘りを除いた納豆の乾物量 (\%)}}{\text{納豆の粘りの固形物量 (\%)}} \times 100 \\ &= \frac{A - B}{C} \times 100 \end{aligned}$$

(5) 粘度 (粘質物 1g 当り)

B 型粘度計により粘度を測定し、これを次式により換算して、粘質物 1g 当りの粘度として表した。

$$\text{粘質物 1g 当りの粘度} = \text{粘度 (Ps)} \times \text{粘質物量 (\%)} / 100$$

(6) 官能検査

市販品の発酵条件 (小粒 39 , ヒキワリ 37) で製造した納豆を基準として、図 2 の官能検査表を用い試作納豆との 2 点比較法にて行った。

3. 結果および考察

発酵中の品温は図 3, 4 のとおりであった。

発酵温度別の水分, アンモニア態窒素, アミノ態窒素, 粘質物量の測定結果は表 1, 2 のとおりであった。

本試験より, 工場での発酵温度条件に比べて, 高温および低温にしたときに, 製品品質が次のように変化することが明かになった。

小粒納豆で 35~41 , ヒキワリ納豆で 33~41

までは, 官能検査の結果, 現状の温度条件とほぼ同様の品質の製品ができた。このことは, 発酵室温が 41 以上になると品温の上昇が著しく納豆菌の活動を妨げるものと思われる, また, 低温では納豆菌の増殖開始は遅くなるものの増殖が始まれば発酵熱により品温上昇が可能なたため品質に重大な影響を及ぼさないものと考えられる。

しかし, この温度範囲外では, 菌の被りが薄く, 糸が弱くなり, 異味, 異臭が発生するなど品質が低下した。特に, 小粒納豆の 33 , ヒキワリ納豆の 30 の温度条件では, 品質の低下が著しかった。

これは納豆菌の増殖に必要な温度に達していないため菌の活動ができないものと思われる。

また, 発酵中の品温に関しては, 最高品温が, 44 以下または 51 以上になると品質劣化が著しくなった。

アンモニア態窒素は発酵温度 35~41 の条件で生成量が最大になり, 品質劣化が認められる場合にはアンモニア態窒素の生成が, 小粒で 130mg%, ヒキワリで 290mg% 以下であった。このことから, 納豆の発酵の良否の指標の一つとしてアンモニア態窒素生成量を利用できるかもしれない。

菌の被り	薄い		同		厚い
	-2	-1	0	1	2
豆の色	悪い		同		良い
	-2	-1	0	1	2
糸引き	弱い		同		強い
	-2	-1	0	1	2
アンモニア臭	強い		同		弱い
	-2	-1	0	1	2
異臭	強い		同		弱い
	-2	-1	0	1	2
硬さ	硬い		同		軟らかい
	-2	-1	0	1	2
苦味	強い		同		弱い
	-2	-1	0	1	2
異味	強い		同		弱い
	-2	-1	0	1	2
旨味	弱い		同		強い
	-2	-1	0	1	2
総合評価	悪い		同		良い
	-2	-1	0	1	2

図 2 官能検査表

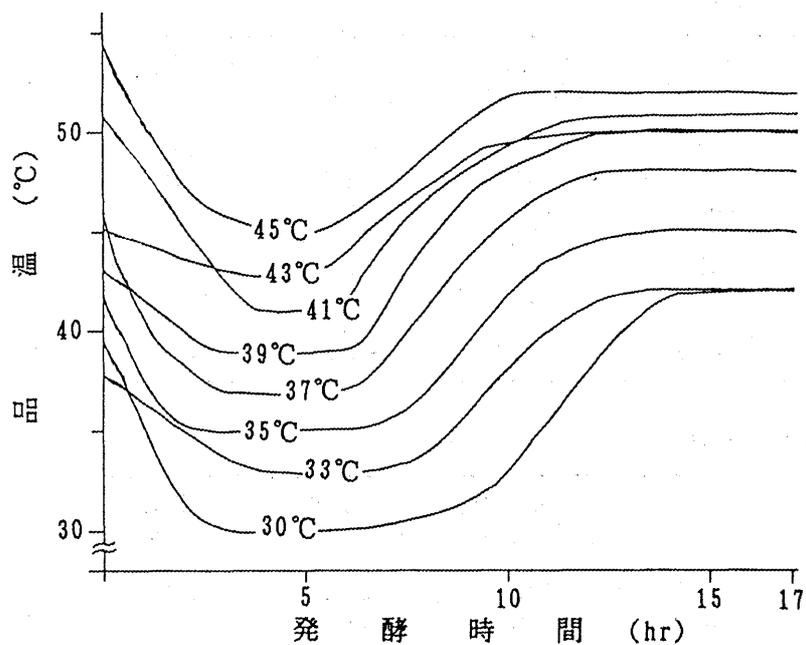


図3 発酵室温度別品温変化 (小粒)

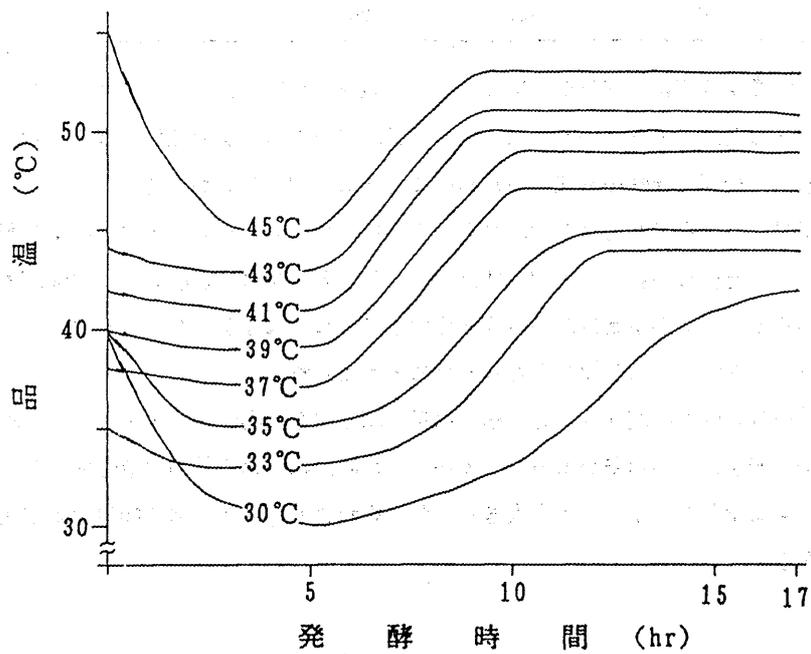


図4 発酵室温度別品温変化 (ヒキワリ)

表 1 小粒納豆分析値

発酵温度 (°C)	水分 (%)	アンモニア態 窒素 (mg%)	アミノ態 窒素 (mg%)	粘質物量 (%)
30	63.4	54.7	418.0	8.0
33	61.7	87.2	532.4	30.8
35	61.5	164.9	541.3	33.3
37	62.0	250.3	378.6	30.9
39 (対照)	61.5	273.5	456.9	32.8
41	61.5	223.4	550.7	30.8
43	62.3	139.2	531.8	16.3
45	61.1	62.7	361.0	34.6

表 2 ヒキワリ納豆分析値

発酵温度 (°C)	水分 (%)	アンモニア態 窒素 (mg%)	アミノ態 窒素 (mg%)	粘質物量 (%)
30	61.7	122.1	726.4	28.6
33	60.4	231.6	645.2	30.9
35	61.4	299.0	1108.0	40.6
37 (対照)	61.1	271.0	979.9	40.0
39	60.8	286.7	797.5	34.6
41	60.7	329.3	665.6	25.7
43	60.6	290.6	610.4	30.9
45	60.8	145.2	386.7	48.9

また、今回の温度条件では、アンモニア臭を感じた納豆がないことから、今回のアンモニア態窒素量（小粒 164～270mg%，ヒキワリ 232～330mg%）では、アンモニア臭の発生がなく、むしろこの程度のアンモニア量は、納豆の風味を形成するために必要なのではないかと考えられる。

アミノ態窒素量は、ヒキワリでは 35°C が最も多く小粒では 41°C と 35°C が多いがあまり差は認められなかった。また、官能検査の旨味との関連性は薄く、30°C のときは、官能的には異味が多く旨味が少ないにもかかわらずアミノ態窒素はたの温度と比較して少なくはなかった。これは、アミノ酸の旨味が異味（エグ味、シブ味）によりマスクされるためと考えられる。

最後に、菌の被りの厚さに関連性のある粘質物量の測定法を今回改良し実施した。しかし、豆の周囲の粘質物を洗い流すための水量が毎分 3l と多かったため、粘質物以外の水溶性成分が、小粒で 3%、ヒキワリで 7%も流出してしまい誤差を大きくしたと思われる。今後、粘質物量の測定法については検討が必要である。

参考文献

- 1) 納豆試験法研究会編：納豆試験法，55（1990）