

納豆に関する研究 (第3報) 原料大豆の浸漬時間及び浸漬液の

pH と納豆の品質並びにりん酸液浸漬大豆の利用

林 右 市 (大阪市立衛生研究所)

緒 言

納豆製造の際の原料大豆は蒸煮前一定時間浸漬を要するもので、この適否が製品の品質に影響することはのべらるまでもない。大豆の浸漬の際の温度と時間との関係については木下氏¹⁾、永木氏²⁾及び西村氏³⁾らによつて詳報されている。しかしいづれも醤油や味噌を対象としたもので、直接納豆を対象とした実験でない。また三田氏⁴⁾の大豆から納豆に至るまでの重量変化に関する報告があるが、豆の物理的变化に関するもので、浸漬条件と納豆の品質特にその化学的組成などに関しては明かでない。ゆえに原料大豆の浸漬条件とそれによつて得た納豆の品質との関係を明かにすることは、納豆の製法を安定化する点からも必要なことである。また最近のように年間を通じて納豆の製造が行われるようになったため、夏季など高温での浸漬に際し浸漬水の腐敗醗酵を伴いやすくその対策も要望されている。

本研究は上述の理由から浸漬水の温度と時間との関係及び浸漬液の pH の納豆の品質特に窒素化合物に対する影響について検討することとした。さらに別途煮豆の防腐に関する研究⁵⁾で原料大豆を微酸性液に浸漬することにより、浸漬中はもとより煮豆に対しても著しくその防腐性を高め得ることが明かとなつたので、この浸漬方式を納豆の製造に利用した際の醗酵状態などについて検討したので、これらの結果の要点を報告することとする。

実 験

I 大豆の浸漬温度と浸漬時間

本実験は気温約10°Cの冬季に行つた。供試大豆20gを300ccの三角フラスコに採り、80ccの水を加え15°Cと32°Cの定温器中で一定時間静置した。この際浸漬の終了時刻を同一にするため浸漬開始時間を加減し、浸漬液の分離後各種共同時に蒸煮し、製造条件を同一にするようつとめた。浸漬大豆は800ccの水で洗浄した後前実験同様に処理し蒸煮大豆とした後納豆菌林11号株を接種し、32°Cの定温器中に25時間静置し納豆を製した。定温器より取り出した納豆は室温で2時間放置した後、その香味と粘質物の生成状態を検し、次いで乳鉢で粉碎しその一定量について各種溶媒による蛋白質の分離を行い、それぞれケールダール法によつて全窒素量を求めた。またエキ스는納豆の粉碎物に水を加えた後定量用 No. 6 東洋濾紙で濾過して得た濾液に海砂を加えて処理し、105°Cで乾固した際の不揮発物量を表すこととした。これらの結果は次のとおりである (第1表)。

第1表 原料大豆の浸漬時間及び浸漬温度と納豆蛋白質の形態

大豆の浸漬温度 °C		32		15			
大豆の浸漬時間 時		5	15	5	10	15	20
納豆粘質物の生成		普通	普通	不良	やや不良	普通	普通
納豆の糸引度		+++	+++	+++'	++	+++	+++
納豆の乾物量 %		37.224	34.430	39.025	37.184	36.045	34.022
エキス分	製品中 %	14.862	14.215	13.637	13.689	13.577	13.609
	乾物中 %	39.925	41.285	34.944	36.814	37.666	39.988
全N量	製品中 %	2.776	2.664	3.199	2.815	2.757	2.710
	乾物中 %	7.457	7.737	8.197	7.570	7.645	7.965
水溶性N	製品中 %	1.502	1.429	1.093	1.234	1.366	1.426
	乾物中 %	4.035	4.150	2.800	3.318	3.790	4.191
	全N100分中	54.110	53.638	34.158	43.830	49.575	52.617

75%アルコール溶性N	製品中 %	0.153	0.137	0.376	0.370	0.358	0.312
	乾物中 %	0.411	0.397	0.963	0.995	0.993	0.918
	全N100分中	5.511	5.131	11.870	13.143	12.988	11.512
10%食塩溶性N	製品中 %	0.133	0.127	0.269	0.209	0.165	0.136
	乾物中 %	0.357	0.368	0.689	0.562	0.457	0.399
	全N100分中	4.787	4.756	8.405	7.424	5.977	5.009
0.2% NaOH 溶性N	製品中 %	0.340	0.365	0.457	0.395	0.372	0.352
	乾物中 %	0.913	1.060	1.171	1.062	1.032	1.034
	全N100分中	12.243	13.700	14.285	14.029	13.499	12.981
不溶性N	製品中 %	0.648	0.606	1.004	0.607	0.496	0.484
	乾物中 %	1.741	1.760	2.573	1.632	1.376	1.423
	全N100分中	23.344	22.748	31.389	21.559	17.998	17.861
アンモニアN	製品中 %	0.053	0.053	0.020	0.018	0.027	0.028
	乾物中 %	0.142	0.153	0.051	0.048	0.074	0.082
	全N100分中	1.904	1.977	0.522	0.634	0.967	1.029
アミノ酸態N	製品中 %	0.341	0.349	0.277	0.382	0.421	0.376
	乾物中 %	0.916	1.013	0.709	1.000	1.167	1.105
	全N100分中	12.283	13.092	8.649	13.210	15.264	13.873

納豆の水分量は浸漬温度の高いほど、また浸漬時間の長いほど多くなる傾向がある。納豆の香味と粘質物の生成は32°C 5時間及び15°C 10時間の浸漬では不良であつた。エキス分、水溶性窒素、アンモニア及びアミノ酸量はいずれもおおむね浸漬時間に比例して増加し、逆にアルコール溶性窒素、食塩水溶性窒素、水酸化ソーダ液溶性窒素及び不溶性窒素は、浸漬時間の経過と共に減少した。

II 大豆浸漬液のpHの影響

供試液として水、りん酸液及び水酸化ソーダ液の3種を用いた。前実験と同様供試大豆20gに対し80ccの浸漬液を用い、32°Cで12時間浸漬した後約800ccの水で洗浄し既述の方法で処理し納豆菌林11号株を接種し32°Cで納豆を製し、前実験と同様にして窒素化合物の分離定量を行つた。その結果は次のとおりである(第2表)。

第2表 原料大豆浸漬液のpHと納豆蛋白質の形態

浸 漬 液		水		0.05%りん酸液		0.1%りん酸液		0.05%水酸化ソーダ	
液のpH	浸漬直後	6.3		1.5		1.5		8.2	
	浸漬了期	6.2		4.5		4.5		7.2	
32°C醗酵時間 時		0	25	0	25	0	25	0	25
納豆の糸引度		—	卅	—	卅	—	卅	—	卅
納豆の乾物量 %		41.556	36.634	40.258	34.069	38.346	35.157	40.859	35.924
エキス分	製品中 %	13.286	16.605	12.551	15.351	11.731	16.774	10.141	14.643
	乾物中 %	31.972	45.326	31.176	45.058	30.592	47.711	24.819	40.761
全N量	製品中 %	3.109	2.808	2.916	2.642	2.868	2.669	2.939	2.817
	乾物中 %	7.482	7.665	7.243	7.754	7.479	7.676	7.193	7.841
水溶性N	製品中 %	0.711	2.064	0.627	1.853	0.526	1.795	0.506	1.714
	乾物中 %	1.711	5.636	1.557	5.453	1.371	5.105	1.238	4.771
	全N100分中	22.869	73.529	21.497	70.324	18.331	66.519	17.291	60.847

75%アルコール溶性N	製品中 %	0.051	0.137	0.037	0.141	0.035	0.102	0.036	0.162
	乾物中 %	0.123	0.373	0.091	0.413	0.091	0.290	0.088	0.452
	全N100分中	1.640	4.866	1.256	5.326	1.217	3.778	1.223	5.752
10%食塩水溶性N	製品中 %	0.069	0.122	0.055	0.078	0.056	0.100	0.020	0.143
	乾物中 %	0.166	0.333	0.136	0.228	0.146	0.284	0.049	0.398
	全N100分中	2.219	4.344	1.878	2.940	1.952	3.700	0.681	5.076
0.2% NaOH液溶性N	製品中 %	0.518	0.296	0.576	0.366	0.568	0.530	0.559	0.405
	乾物中 %	1.247	0.793	1.430	1.074	1.481	1.507	1.368	1.127
	全N100分中	16.661	10.346	19.743	13.850	19.802	19.633	19.019	14.373
不溶性N	製品中 %	1.760	0.194	1.622	0.199	1.683	0.172	1.818	0.394
	乾物中 %	4.235	0.530	4.029	0.586	4.390	0.489	4.449	1.093
	全N100分中	56.609	6.915	55.626	7.557	58.698	6.370	61.866	13.952
アンモニア態N	製品中 %	0.103	0.190	0.044	0.221	微量	0.080	0.006	0.105
	乾物中 %	0.247	0.518	0.109	0.648	微量	0.227	0.014	0.292
	全N100分中	3.312	6.758	1.564	8.357	微量	2.957	0.194	3.724
アミノ酸態N	製品中 %	0.126	0.665	0.088	0.698	0.111	0.584	0.171	0.431
	乾物中 %	0.303	1.815	0.218	2.048	0.289	1.661	0.418	1.199
	全N100分中	4.053	23.695	3.009	28.412	3.864	21.639	5.811	15.291
浸漬に溶出したN (原料大豆100g中 mg)		80.50	71.80	70.30	85.50				

納豆粘質物の生成は浸漬液の反応が酸性またはアルカリ性で阻害されることが認められた。エキス分、水溶性窒素、アンモニア及びアミノ酸量はアルカリ液浸漬の場合最少であつた。一方アルコール溶性窒素、食塩水溶性窒素及び不溶性窒素量は、アルカリ液浸漬の場合最大となつた。また浸漬の際浸液中に溶出する窒素量は原料大豆100g当り80mg内外で、酸性液の場合少くアルカリ液の場合最大となつた。

■ りん酸液浸漬大豆による納豆の醗酵状態

供試大豆10gを100ccの三角フラスコに採り、0.05~0.1%のりん酸液25ccを加え32°Cで10時間浸漬後浸漬液を分ちさらに200ccの水を数回に分使して大豆を洗浄し、既述の方法で処理し納豆菌林11号株を接種した。これを52~32°Cの定温器中に一定時間静置して納豆を製し、既述の方法でその性状を検した。その結果は次のとおりである(第3表)。

第3表 りん酸液浸漬大豆の醗酵時間と納豆の品質

醗酵室温 とりん酸 液の濃度	醗酵 時間	納豆の 糸引度	納豆の 乾物量 (%)	納豆のアンモニ ア N (乾物中) (mg%)	納豆のアミノ酸 態 N (乾物中) (mg%)	納豆粘質物の 生成状態と香味
52°C 0.1%	15	++°	42.22	43	552	粘質物極微量 大豆表面煮豆状
	20	+	42.42	124	460	
	25	0	43.52	129	500	
	30	0	41.34	224	332	
	35	+	44.03	210	278	
47°C 0.1%	15	+++	41.59	165	601	粘質物微量香味良 粘質物被膜老化
	20	+++°	40.56	421	1114	
	25	++'	41.99	672	1412	
	30	+°	43.99	625	1348	
	40	+°	41.72	1348	2564	
	45	+°	41.71	1624	3689	

42°C 0.1%	15	卅	40.28	201	440	極微過熟臭 やや過熟臭 同上
	20	卅°	42.43	313	806	
	25	卅°	38.28	448	998	
	30	卅°	40.41	537	1207	
	35	卅°	40.23	643	1692	
	40	卅	40.93	656	1892	
	45	卅	40.68	688	1875	
37°C 0.1%	15	++'	41.20	141	318	過熟臭 被膜老化
	20	卅'	36.45	154	381	
	25	卅'	34.90	567	1484	
	30	卅	36.99	643	1530	
	35	卅	37.47	642	1916	
	40	卅	34.17	884	1835	
	45	卅	35.07	847	1930	
32°C 0.1%	15	+	45.91	46	195	粘質物微量 香味良
	20	+	42.71	61	405	
	25	++°	42.01	383	1231	
	30	卅	41.38	509	1522	
	35	卅	41.46	503	1318	
	40	卅	42.10	452	1606	
	45	卅	41.00	568	2071	
32°C 0.05%	15	++	41.67	60	229	粘質物微量 香味良
	20	++	41.30	89	365	
	25	卅	41.76	384	1209	
	30	卅	41.92	431	1188	
	35	卅	42.75	458	1513	
	40	卅	41.54	614	1615	
	45	卅	41.90	444	1415	

0.1%りん酸液で浸漬した大豆においても納豆粘質物の生成が十分で、かつ香味上にも悪影響が認められなかった。醗酵状態は水浸大豆の場合よりやや遅れる傾向があつた。しかし25時間に至ると急激に進行するゆえ、水浸大豆の場合と同様おおむね24～5時間で製品として支障ないものとする。0.05%りん酸液についても同様に検討したが、0.1%の場合よりやや醗酵が早くなる程度であつたので、32°C以外の結果は省略した。

考 察

原料大豆の浸漬温度として15°Cと32°Cの二つの場合について検討したが、実用上32°Cは高過ぎるようにも考えられる。しかし従来夏季は一般に製造を中止したのであるが最近では年間を通じて納豆の需要がある点、並びにこれまでの実験にも都合上32°Cを用いたことも多いので、最高温度の意味もあり32°Cを用いることとした。

浸漬時間としては32°C×5時間と15°C×10時間の場合は、納豆粘質物の生成が不良であつた。これは本実験に供した大豆に対して、この程度の浸漬時間では浸漬が不十分な結果によるものと判断する。納豆中の水分量は浸漬時間の長いほどまた温度の高い場合多くなるが、32°Cで5時間の場合と15°C10時間の場合とはほぼひとしい水分量であつた。32°Cで浸漬する場合には20時間前後になると、浸漬液の醗酵現象が認められた。このようになった大豆を用いた製品は、粘質物の生成も香味も共に不良となる。ゆえに32°Cで水を用いる浸漬では15時間内外が限度で、浸漬に要する時間は32°Cで10～15時間、15°Cで15～20時間が適度と判断される。

納豆中のエキス分(水溶性物質)と水溶性窒素化合物(アンモニアとアミノ酸を含めて)は浸漬時間に比例して増加し、水溶性以外の窒素化合物は浸漬時間と共に減少した。蒸煮大豆が納豆になる際水溶性とアルコール溶

性の2窒素化合物が増加する。野村氏⁵⁾も同様な結果を得ている。しかし納豆のみについてはアルコール溶性窒素化合物と食塩水溶性窒素化合物は、浸漬時間の増加と共に減少する。

次に浸漬液の反応の影響については、0.05%りん酸液を用いた場合は水の場合とほとんど差異がなかったが、0.1%のりん酸液とアルカリ液の場合はかなり影響が認められた。特にアルカリ液を用いた浸漬では蛋白質などの性質もかなり変化を伴い、納豆菌の発育も阻害されるものと認められる。すなわちアルカリ液浸漬によつた場合の納豆中の窒素化合物は他の場合より不溶性が著量に、アルコール溶性と食塩水溶性の2窒素化合物もかなり多かつた。

浸漬中大豆から溶出する窒素化合物もアルカリ液の場合最も多く、微酸性の場合最も少かつたが、溶出量は原料大豆100g当り窒素として80mg内外であつた。しかし別の実験で300mg近い溶出を認めたものもあつたゆえ溶出量は原料大豆の性質などによつても相当差異があるものと考えられる。

なお本実験で浸漬にりん酸液を用いた主目的は夏季など高温での浸漬中の醗酵防止にある。これは別途煮豆の腐敗防止に関する実験で原料豆を微酸性に浸漬することによつて浸漬中はもとより、煮豆に対しても著しく防腐性を高め得ることを認めた。煮豆については主に酢酸液について検討したが、この場合0.05%以下では効果なく0.1%以上では煮豆に酸味を付し品質を低下した。この結果を本実験に適用したのであるが、煮豆の場合には出来るだけ稀薄な液でしかも豆の中へ出来るだけ多くの酸分の滲入することが望ましい。しかし納豆については逆に大豆中に出来るだけ酸分の滲入しないことが望ましい。この点に関し酢酸、塩酸、硫酸、硝酸などはいずれも同様な吸収状態を示したが、りん酸のみはかなり低い吸収を示した。このような理由でりん酸を用いたもので、醗酵状態は時間的には酸の濃度に比例して水浸大豆の場合よりやや緩慢となる。しかし20時間以後は水浸大豆の場合とほとんど同様な状態となる。ゆえに高温時の浸漬に0.05~0.1%のりん酸液を利用することは有利なものと考えられる。これに関して去る昭和30年の夏は例年にない酷暑で、大阪における納豆の製造業者もその製造に困難を極める状態となつた。ことにアメリカからの輸入大豆の使用を余儀なくされたため一層困難を重ねる状態となつた。アメリカ大豆は国産大豆より浸漬時の吸水状態がわるくかなり長時間の浸漬を必要とした。しかし酷熱時長時間の浸漬は浸漬水の醗酵を伴い、製品の品質を著しく低下する。浸漬時の醗酵防止には数時の換水を要するも、これは従業員の労働上著しい負担を強いる問題である。このようなことから浸漬の不十分な製品を得がちで、製品中の水分不足から店頭での乾燥も著しく、この原因による不良品の製造元への返品も多かつた。

このような状況の下で0.05%りん酸液の浸漬に関する工場実験を行つた。その結果は33~4℃の気温で夕方従業員の終業前に大豆の浸漬作業を行い、翌朝の就業時まで12~3時間またはそれ以上の長時間にわたり、そのまま放置してもなら浸漬大豆の悪変を認めなかつた。しかもこれによつて十分に吸水した大豆が得られ、したがつて製品の品質も国内産の高価な大豆使用のものと劣らない製品を得ることが出来た。製品の収得量も吸水量の関係から増加することとなり、消費者や販売先からの苦情や返品も減少し業者からも大いに感謝された。

要 約

納豆の製造の際の原料大豆の浸漬条件とそれによつて得た納豆の品質を検討し次の結果を得た。

- 1) 原料大豆の浸漬時間は15℃で15~20時間、32℃で10~15時間が適度である。納豆の粘質物、水溶性成分、水溶性窒素化合物、アンモニア及びアミノ酸はいずれも浸漬時間に比例して増加し、逆にアルコール溶性、アルカリ液溶性及び不溶性の3窒素化合物が減少する。
- 2) 浸漬液の反応は水または微酸性が適当で、アルカリ液は浸漬中に溶出する窒素化合物量も多く、納豆の品質上からも不適当である。
- 3) 浸漬液として0.05~0.1%のりん酸液を用いるも、納豆の品質にほとんど悪影響がなく、製品の保存性を高める傾向が認められた。しかも浸漬液の醗酵現象を防止するゆえ、浸漬液の交換も不用となり製造時の作業労力をも節約し得ることとなる。

本研究にあたり御指導と御校閲を賜つた恩師九州大学岩田久敬教授に厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1, 2) 永木著：実地醤油醸造法攬要全，119~131 (1933)。
- 3) 三田：半沢編—納豆製造法，79~94 (1930)。
- 4) 林，古野：大阪市衛研発表会で報告 (1951)。
- 5) 野村：神奈川県工試報，4，22~26 (1934)。

(昭和34，4，9受理)