

豆腐の製造に関する研究・補遺

誌名	食糧研究所研究報告 = Report of the Food Research Institute
ISSN	03710653
著者名	深町,千晴 中山,修 駿河,幸子 阿部,和可 渡辺,篤二
発行元	食糧廳食糧研究所
巻/号	15号
掲載ページ	p. 121-129
発行年月	1961年2月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



豆腐の製造に関する研究・補遺

深町千晴・中山 修・駿河幸子・阿部和可・渡辺篤二

本報は前報（食糧研究所報告第14号別冊）の補遺で次の項に関するものである。

1. 諸種大豆の適性試験
2. 豆腐原料大豆の適性に関する研究（絹ごし，袋入豆腐原料としての適否の判定法）
3. 袋入豆腐に対するリン酸塩の利用
4. 絹ごし豆腐に対するリン酸塩の利用

1. 諸種大豆の適性試験

前報に引続き，諸種大豆の適性試験を行なった。試験方法は前報(1)による。結果は Tab. 1 の通りである。供試大豆は佐賀県農業試験場および農林省九州農業試験場

育成の白莢1号，西海3号，コガネ大豆，北海道農業試験場育成の十勝長葉，十育95号，96号，札育3号および商社を通じて輸入された品種別アメリカ大豆である。

Tab.1 諸種大豆の適性試験

品 種	原 料 大 豆 の 性 状					判 定 の 要 素								判定
	皮 の 色	へ その 色	千粒重 g	水分 %	たんば く質%	豆 腐 の 性 状								
						豆乳のたん ぱく質%	凝固剤重さ %	重さ g	固形物 取率%	弾力 性	味	色		
白莢1号(佐)	黄白	かつ	168	11.8	38.8	3.27○	1.1 1.5 1.9	13.3 11.2○ 10.3	46.7△	○	○	△	適	
西海3号(佐)	皮が破れたものあり	淡かつ	149	11.3	38.7	3.22○	1.5 1.9 2.3	13.8 11.5○ 11.2	48.2△	○	○	○	最適	
コガネ大豆(佐)	黄白，黄	淡かつ	161	11.1	37.5	3.16△	1.5 1.9 2.3	14.4 10.1○ 9.4	49.1○	○	○	○	〃	
白莢1号(九)	皮が破れたものあり	かつ	152	10.9	40.6	3.28○	1.5 1.9 2.3	14.7 12.4○ 10.0	48.1△	○	○	○	〃	
西海3号(九)	皮が破れたものあり	淡かつ	141	10.7	38.6	3.18△	1.5 1.9 2.3	14.2 12.2○ 10.7	47.5△	○	○	○	〃	
Jackson	黄白	かつ	150	11.0	32.1	2.77×	1.1 1.5 1.9	10.7 9.2× 9.0	47.0△	×	×	△	不適	
Jackson	黄白	かつ	155	11.3	32.7	2.77×	1.1 1.5 1.9	12.9 11.9△ 9.8	46.9△	×	×	×	〃	
Hawkeye	黄	黒	174	11.0	35.9	3.11△	1.1 1.5 1.9	15.1 10.4△ 8.8	48.8△	○	○	△	やや適	
Harosoy	黄白	黄白暗かつを混す	164	10.4	35.9	3.03△	1.1 1.5 1.9	12.8 11.6△ 10.6	47.2△	×	×	×	不適	
Lee	黄白 淡緑粒を混す	暗かつ 黒を混す	137	11.2	34.8	2.97△	1.1 1.5 1.9	12.7 11.3△ 11.0	47.7△	×	○	△	やや適	

Studies on the Manufacture of "Tofu (Soybean curd)", Supplement.

Chiharu Fukamachi, Osamu Nakayama, Sachiko Suruga, Kazuyoshi Abe, Tokuji Watanabe

品 種	原 料 大 豆 の 性 状					判 定 の 要 素							
	豆 腐 の 性 状 判 定												
	皮 の 色	へ その 色	千粒重 g	水分 %	たんば く質%	豆乳のたん ぱく質%	凝固剤 重 量 %	重 さ g	固形物 収率 %	弾力 %	味	色	
札育3号(札)	黄白	淡かつ	202	10.6	34.2	2.81×	1.1 1.5 1.9	10.8 10.8 10.2	44.7×	×	×	○	不適
十勝長葉(十)	黄白 緑帯びて いる	かつ	217	10.5	36.1	2.92×	1.1 1.5 1.9	12.0 10.0 9.5	44.4×	×	△	○	普通
十育95号(十)	黄	皮と同じ	233	10.2	36.8	3.19△	1.1 1.5 1.9	12.3 10.0 9.7	45.7△	△	○	○	やや 適
十育96号(十)	黄白	淡かつ	244	10.6	36.9	3.08△	1.1 1.5 1.9	12.4 10.9 9.6	44.8×	△	○	○	普通
北海道十勝小 粒2等	黄, 帯緑	かつ	169	13.1	34.1								

この結果によると熊本、九州の大豆はいずれも豆腐原料としてすぐれており、前報²⁾の結果と一致している。佐賀県産白莢1号と西海3号には水を吸収しない粒があり、これは好ましくない。

アメリカ大豆は Hawkeye と Lee がややよく、Jackson, Harosoy とも劣り、これも前報²⁾とほぼ一致する。しかしこの試料はバラ輸入のもので他の品種が混入しているものがあつた。

北海道大豆では十育95号がややよく、札育3号は不適で、十勝長葉は前報同様普通と判定した。総じて凝固剤の適量の巾が狭く、豆腐がつくりにくいと判断される。

2. 絹ごし、袋入豆腐原料として大豆の適否の判定法

前報¹⁾では普通豆腐原料として大豆の適否の判定法をきめたが、絹ごし、袋入豆腐用にはそれぞれのつくり方に応じた判定法をきめることが望ましい。そこでこれについて検討し、一応の判定法をきめたのでその結果を

報告する。

2.1 判定法に関する諸条件の検討

2.1.1 試験方法と測定項目

大豆 100 g で前報²⁾に掲げた絹ごし豆腐の実験室における試験方法によつて6倍加水のごを直火で10~12分要して98°Cにし、3分煮て豆乳をとり、絹ごしおよび袋入豆腐の凝固試験をアルミニウム容器で行なう³⁾⁴⁾。豆乳 50ml を用い、凝固剤量は絹ごし250mg、袋入200mgとする。

豆乳の固形分濃度、たんぱく質濃度、離水量、澄み水を測定し、切断面の状態、味、舌ざわりを調べた。堅さの測定は前報²⁾のカードメーターを用い、感圧面 8 mm を使用し、今回は特にこれにキモグラフを取付け、豆腐の破れる状態を時間的に観測した。弾力のある場合破れは速かに起るので曲線はその瞬間垂直に降下するが、弾力のない場合は破れはゆるやかに起こるので曲線はやや横ばい状態となる。

2.1.2 試験結果と考察

(1) ごまたは豆乳の加熱条件

この煮方を変えて豆乳をとり、前記の方法で絹ごし、袋入豆腐をつくつた結果は Tab. 2 の通りで、90°Cの加熱では豆腐は弾力がなく、生々しく、舌ざわりの悪い、水っぽいものとなり色もさえない。110°Cではおからと豆乳の分離悪く、収量が低下する。また豆腐の状態は絹ごし、袋入とも普通に煮立てたもの(98°C)より劣る。この点はキモグラフによる時間-歪の曲線からも明らかであつて、弾力のある豆腐は98°Cの場合にみられる(Fig1)。

煮立てて3分間加熱した豆乳を更に100°Cに10分および20分加熱し、また冷蔵庫に20時間保存して豆腐を固めた結果は Tab. 3 に示す通り加である。

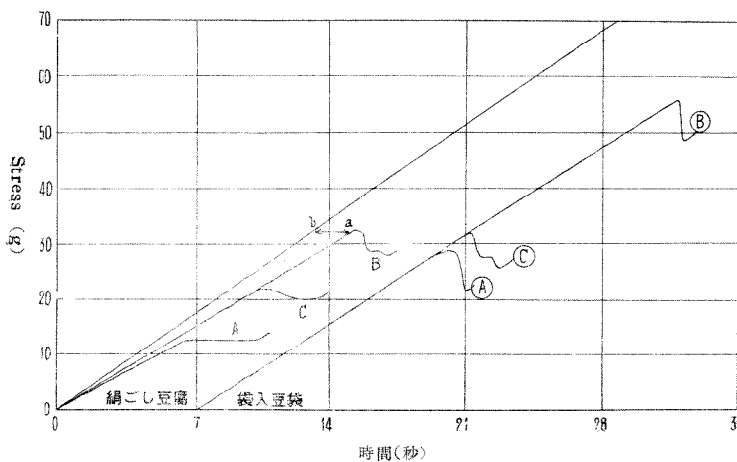


Fig.1 この煮かたを変えてつた豆乳で固めた豆乳の時間-歪曲線

この煮かた A : 90°C 3分 B : 煮たつてから3分 C : 110°C 5分

a : breaking stress (豆腐の堅さとした)

b ←→ a : 破れる時の歪の大きさ

Tab. 2 この煮かたが豆腐の性状に及ぼす影響

試料	豆乳			絹ごし豆腐			袋入豆腐								
	取量g	濃度%	離水量%	切断面	味	舌ざわり	色	堅さg	澄み水%	離水量%	切断面	味	舌ざわり	色	堅さg
A 30分要して90°Cとし3分保つ	531	9.54	7	さらさら	生くさくまずい	べたべたした感じ	やや赤味がかつてさえない	13	3	4	よい	まずいやや悪い	やや赤味をおびてよくない		27
B 15分要して98°Cとし3分保つ	544	9.45	4	よい	よい	よい	よい	34	3	5	よい	よい	よい	よい	55
C 15分要して98°Cとし、オートクレーブに入れ30分して110°Cとし5分保つ	452	9.02	3	やや悪い	大豆を蒸した臭いあり	べたべたした感じ	やや灰色味がかつている	22	1	2	よい	普通	ややべたべたしている	よい	32

Tab. 3 豆乳の加熱時間が豆腐の性状に及ぼす影響

試料	絹ごし豆腐			袋入豆腐					
	離水量%	味	舌ざわり	堅さg	澄み水%	離水量%	味、舌ざわり	堅さg	
A 対照 *	9	よい	よい	37	1	2	よい	55	
B A豆乳を100°C(オートクレーブ)10分加熱	5	よい	よい	32	2	2	よい	44	
C A豆乳を100°C(オートクレーブ)20分加熱	5	よい	ややべたべたした感じ	28	2	3	よい	35	
D A豆乳を冷蔵庫(7°C)に入れて20時間保存	4	よい	よい	38	1	4	よい	52	

* 豆乳濃度 9.44% たんぱく質 4.60%

Tab. 4 濃縮した豆乳を使ったときの豆腐の性状

試料	濃縮豆乳		絹ごし豆腐			袋入豆腐								
	温度°C	時間	濃度%	離水量%	味	舌ざわり	色	堅さg	澄み水%	離水量%	味	舌ざわり	色	堅さg
対照 *			9.92	6	淡白である	よい	よい	38	3	3	淡白でよい	よい	よい	53
加水量 10 倍の豆乳 400g**を250gに濃縮	90	1	10.01	6	大豆を蒸したときの臭いつく	よい	ややくすんで	38	3	5	少し甘みを感ずる、大豆を蒸したときの臭つく	よい	ややくすんで	55
"	75	2	10.20	5	"	よい	"	37	4	5	"	よい	"	54
"	65	2	10.26	10	"	よい	"	42	5	5	"	よい	"	56

	豆乳濃度	固形物抽出率	たんぱく質濃度	たんぱく質抽出率
* 加水量 6倍	9.32%	50.3%	4.51%	67.8%
** " 10倍	6.02%	57.4%	2.87%	76.3%

熱時間が長いと、豆乳は粘調となり、豆腐の性状は悪くなる。キモグラフ(Fig.2)にもこのことが認められる。豆乳の抽出率の点から、煮立つて3分程度の加熱が望ましいことは前報(3)(5)で報告したが、豆腐の性状の点からもこの条件がよい。冷蔵による変化は認められない。

(2) 凝固剤の量

種々の凝固剤量で絹ごしおよび袋入豆腐をつくつた結果、前者では豆乳の0.5%、後者では0.4%が豆腐の切断面の状態、堅さ、味などの点から最もよいとした。

(3) 豆乳の濃縮

普通豆腐の豆乳に比べて、絹ごし、袋入豆腐の豆乳は濃いので、両者の適性の判定には加水量を変えて別々にとつた豆乳を使わなければならないが、これを簡単にするために、普通豆腐に使つた豆乳を濃縮して、絹ごし、袋入豆腐用に使えるかを検討した。Tab.4 に示す温度と時間で濃縮し、これを固めた結果は Tab.4 の通りである。

これで明らかのように、離水量、切断面、舌ざわり、堅さにはさほどの変化は認めないが、わずかに臭いがかつき、また色がくすんでいる。したがって、上の目的に濃

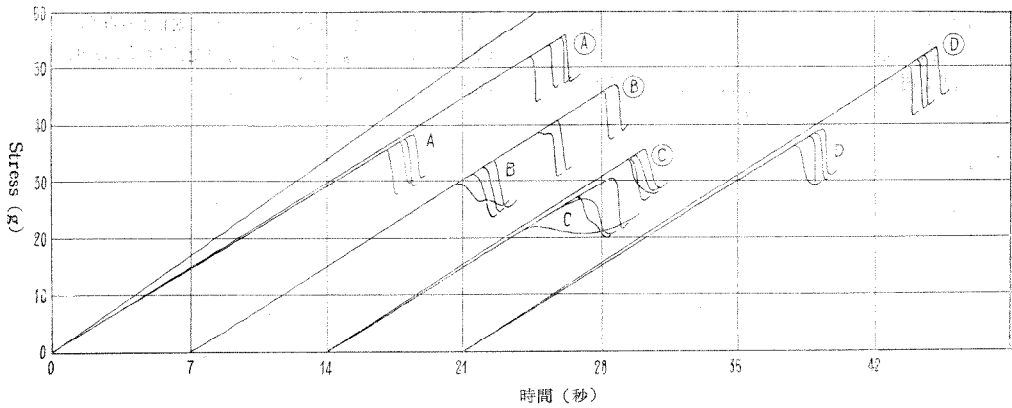


Fig.2 豆乳の加熱時間を変え、また低温で保存したものを固めた豆腐の時間-歪曲線

- A : 煮たつて3分で採つた豆乳
- B : A豆乳をさらに100°Cで10分加熱
- C : A豆乳をさらに100°Cで20分加熱
- D : A豆乳を7°Cで20時間保存
- 印は袋入豆腐

縮豆乳を用いることには問題がある。また加水量を多くして利用率を高め、その上で豆乳を濃縮することは収量を増加できる利点があるが、濃縮条件によつては豆腐の品質が低下する可能性があるので注意が必要である。

2.2 判定基準の考え方および判定基準の設定

1に用いた各種大豆で実験室の方法により、絹ごし、袋入豆腐をつくつた結果は Tab.5 の通りである。

Tab.5 各種大豆の試験結果

試料	豆乳収量g	絹ごし豆腐						袋入豆腐						
		固形物%	たんぱく質%	離水率%	切断面	味	舌ざわり	色	堅さg	澄み水%	離水率%	味,舌ざわり	色	堅さg
A 白莢1号(佐)	546	9.38	4.86	4	よい	よい	よい	やや黄味がかかっているがよい	40	1	3	よい	よい	58
B コガネダイズ(〃)	549	9.46	4.68	5	よい	淡泊であるがよい	よい	白くてよい	39	2	4	よい	よい	51
C 白莢1号(九)	533	9.78	5.13	4	よい	よい	よい	やや黄味がかかっているがよい	41	1	4	よい	よい	55
D 西海3号(九)	545	9.39	4.86	5	よい	淡泊であるがよい	よい	白くてよい	40	2	3	よい	よい	54
E Jackson 2	547	9.26	4.02	11	よい	まずい	水つぼくべたべたしている	赤みをおびてくすんでいる	23	3	7	よい	さえないややわるい	35
F Hawkeye	549	9.32	4.51	6	よい	よい	よい	よい	38	3	3	よい	よい	53
G Harosoy	528	9.01	4.22	11	ややざらつく	ややまずい	水つぼくややべたべたしている	赤みをおびてくすんでいる	34	2	3	よい	さえないややわるい	45
H Lee	545	9.49	4.40	8	よい	よい	よい	よい	38	3	6	よい	よい	48
I 十勝長葉(十)	546	9.69	4.52	8	よい	甘みありよい	普通	やや緑がかつている	35	3	3	よい	よい	41
J 十育95号(十)	533	10.13	4.89	8	よい	淡泊であるがよい	よい	白くてよい	39	2	4	よい	よい	51
K 十育96号(十)	545	9.64	4.65	11	よい	甘みありよい	普通	よい	30	2	5	よい	よい	47
L 札育3号(札)	551	9.62	4.38	11	よい	うまくな	水つぼい	よい	25	2	5	よい	よい	37

佐：佐賀農業試験場，九：九州農業試験場

札：北海道立農業試験場 十：北海道立農業試験場十勝支場

この測定項目の中から判定法に必要と考えられるものを選んでみると次の通りである。

豆乳のたんぱく質濃度……豆乳の固形物濃度と堅さとの間にははつきりした相関は認められないが、豆乳のた

んぱく質濃度との間にはかなりの相関がみられる。(Fig 3. A, B)。よつて豆乳のたんぱく質濃度を判定要素として取上げることとした。

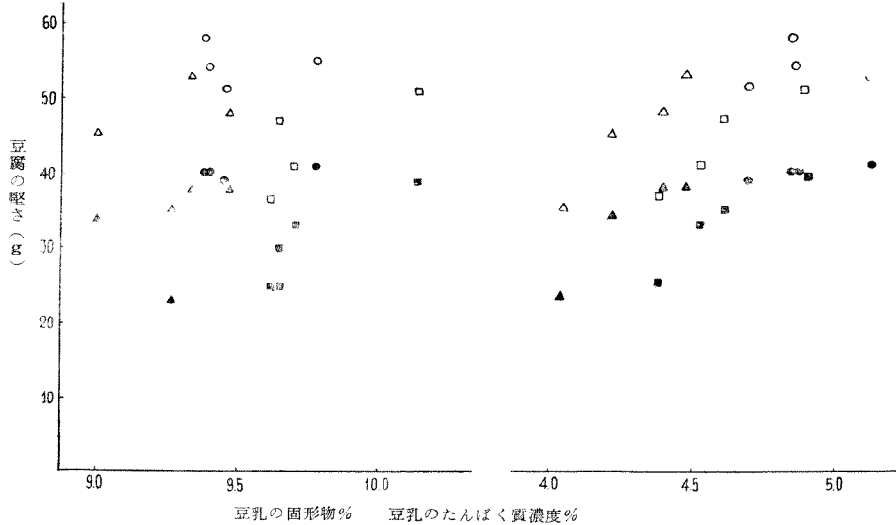


Fig 3. A, B 豆乳の濃度およびたんぱく質濃度と豆腐の堅さとの関係

袋入豆腐：○九州大豆，△アメリカ大豆，□北海道大豆
 絹ごし豆腐：●九州大豆，▲アメリカ大豆，■北海道大豆

離水量……離水量は豆腐の品質と密接な関係がある。豆乳たんぱく質濃度の高い大豆の方が一般に豆腐の離水量は少ない傾向があるが、例外もある。

堅さ……この値は豆腐の形の崩れやすさや、舌ざわりの良否を示すもので、高いものがよい。これも豆乳のたんぱく質濃度と相関するが、実用上には最も重要な性質なので、これを取上げ、さらにキモラフの曲線を参考とした。

このほか、味、舌ざわり、色を判定要素として取上げることとした。

これらの項目について判定基準値をきめ (Tab. 6) これによつて前記大豆の判定を行なうと Tab. 7 のようになる。

Tab.6 絹ごし袋入豆腐原料としての判定基準

符号	豆乳のたんぱく質%	豆腐の性状				
		離水量%	味	舌ざわり	色	堅さg 絹ごし袋入り
○	4.70以上	5以下	よい	よい	よい	38以上 50以上
△	4.30~4.70	5~10	普通	普通	普通	30~38 40~50
×	4.30以下	10以上	悪い	悪い	悪い	30以下 40以下

この判定法でTab. 8に示す性状のアメリカ大豆2種を判定した結果をみると普通豆腐用の判定結果と絹ごし、袋入豆腐用の判定結果とはほぼ同じである。今後はそれぞれの用途に応じていずれかの方法または両者を併用して適否の判定をすることが望ましい。

Tab.7 絹ごし袋入豆腐原料としての各種大豆の適否

品 種	豆乳のたんぱく質	豆腐の性状					判定
		離水量	味	舌ざわり	色	堅さ 絹ごし袋入り	
白莢1号(佐)	○	○	○	○	○	○	最適
コガネダイズ(〃)	△	○	○	○	○	○	適
白莢1号(九)	○	○	○	○	○	○	最適
西海3号(〃)	○	○	○	○	○	○	最適
Jackson 2	×	×	×	×	×	×	不適
Hawkeye	△	△	○	○	○	○	適
Harosoy	×	×	△	△	△	△	不適
Lee	△	△	○	○	△	△	適
十勝長葉(十)	△	△	○	△	△	△	普通
十育95号(十)	○	△	○	○	○	○	適
十育96号(十)	△	×	○	△	△	△	普通
札育3号(札)	△	×	×	×	×	×	不適

3. 袋入豆腐に対するリン酸塩の利用

前報(4)では豆乳にあらかじめリン酸塩を入れておけば硫酸カルシウムと豆乳をまぜても凝固をおさえることができるので、袋入豆腐の製造が簡易化できることを報告したが、その後、豆乳の代わりにごにリン酸塩を入れる

Tab.8 豆腐原料として大豆の適否の判定結果

銘柄	皮の色	へその色	千粒重g	水分%	たんぱく質%	割れ豆%	夾雑物%	変色粒の混入%	完全粒%
アメリカ大豆1	黄・混淡緑	黒	125	10.2	35.9	3.7	0.1	0.6	95.7
アメリカ大豆2	黄白・混淡緑	暗褐黒	128	12.3	33.3	14.4	0.2	0.5	84.9

銘柄	普通豆腐							判定	絹ごし、袋入豆腐						判定	
	豆乳のたんぱく質	豆腐の				固形物収率	凝固剤量(大豆に対して%)		豆乳のたんぱく質	豆腐の			堅さ			
		重さ	弾力性	味	色					味	舌ざわり	色	絹ごし	袋入り		
アメリカ大豆1	×	△	△	△	×	△	1.5	普通	△	△	△	△	×	△	△	色やや悪いが普通
アメリカ大豆2	×	×	×	×	×	×	1.5	不適	×	△	×	×	×	△	○	不適

ことを試みたので、その結果をとりまとめた。

3.1 試料, 試験方法および測定項目

試料大豆の一般性状は Tab. 9 の通りである。試験方法, 測定項目は前報(4)に準ずる。

3.2 試験結果と考察

1) 実験室の試験

Jackson 100g で加水量 5.5 倍のごをつくる際、0.55% の各種重合リン酸塩 (試作品 C, D および市販品 TU ; 前報(4) 参照) を加えた。煮立てて得た豆乳を前報(4) 袋入豆腐の実験室の試験の方法で固めた結果は Tab. 10 の通りである。なお対照としてリン酸塩を加えずに、従来の方法で豆乳と硫酸カルシウムを袋の中でまぜてすぐ加熱したものおよび豆乳と凝固剤をまぜて30分後に袋に入れて加熱したものをおいた。

これによるとごに入れても豆乳の場合と同様袋入豆腐

製造を簡易化することができる。すなわち得られた豆乳を20°Cに冷し、硫酸カルシウムを加えてから30分以内なら、これを袋につめることができ、これを90°Cに40分湯の中で加熱すれば従来の方法でつくつたと同じような品質の袋入豆腐ができる。リン酸塩を入れないとこの方法では豆腐の品質が非常に劣る。なおリン酸塩の利用に

Tab.9 試料大豆の性状

品種・銘柄	皮の色	へその色	千粒重g	水分%	たんぱく質%
Jackson	黄白	かつ	165	10.4	33.7
熊本県産大豆	黄白	かつ	138	12.4	36.7
北海道十勝小粒(2等)	黄帯緑	かつ	169	13.1	34.1

Tab. 10 重合リン酸塩を利用した袋入豆腐製造試験結果 (実験室)

重合リン酸塩	豆乳収量g	豆乳		凝固剤を加えてからの放置時間(分)	澄み水の量%	豆腐の			味
		固形物, たんぱく質%	pH			離水量%	切断面*	堅さg	
無添加・対照	482	9.7	6.48	0	1	2	○	98	対照と違った味 うまくない
		4.2		30	8	18	×		
				60	16	16	×		
試作品C	463	10.2	6.50	0	1	2	○	95	対照と違った味 うまくない
		4.4		30	3	3	△	92	
				60	6	6	△	93	
試作品D	455	10.1	6.50	0	1	2	○	27	対照と違った味 うまくない
		4.4		30	3	5	△	26	
				60	3	7	△	29	
市販品 TU	473	10.3	6.60	0	1	2	○	96	対照と違った味 うまくない
		4.6		30	2	2	△	96	
				60	3	4	△	95	

使用大豆; Jackson 加水量 5.5 倍

* ○よい

△やや劣る

×悪い

よつて、たんぱく質の溶出がよくなり、豆乳のたんぱく質濃度が上がることを認めた。

2) 工場の試験

Jackson 3.5 kg を用い、0.55% の市販リン酸塩 TU を添加して豆乳をとり、前報(6)の方法に準じて硫酸カル

シウムを添加、90°C に 40 分加熱して袋入豆腐をつくつた。袋に注入する時間は硫酸カルシウム添加直後のほかに30分、60分とした。また対照としてリン酸塩を加えずに従来の方法のように袋の中で豆乳と凝固剤をまぜてからすぐ加熱したもの、および豆乳と凝固剤をまぜて30

分後に袋に入れて加熱したものをおいた。その結果は Tab.11 のAの通りで、豆腐の性状は豆乳に凝固剤を入れて30分以内なら従来の方法と変わらないよいものであった。なお TU のようにカリ塩を含むものはごが粘調となるのであまり好ましくない。

また熊本大豆、北海道十勝小粒大豆の混合したもの 3.5kgを用い、0.55%の市販リン酸塩 (MT:KO=2:1) (前報(4)参照)を添加して、前と同様にして袋入豆腐をつくった。この場合は前記の対照の他に前報(4)と同じ方

法すなわちリン酸塩を豆乳に添加し、凝固剤添加30分後に加熱する方法でつくつたものを追加した。この結果は Tab.11 のBの通りで、豆乳のたんぱく質濃度に余り差はみられないが、従来の方法および前報の方法にその色のないものが得られた。この場合の官能審査の結果は Tab.12 の通りで、味に多少の問題があるが、総合評価で従来のものと有意の差は認められず、実用化できるものと判断した。

Tab.11 重合リン酸塩を利用した袋入豆腐の製造試験結果 (工場)

重 合 リ ン 酸 塩	豆 乳 量 kg	豆乳固形 物たんぱ く質 %	固 め 方	澄み水 の量 %	豆 腐 の			
					離水量 %	切断面*	堅 さ g	
A	無 添 加	16.7	10.1 4.4	1 従来の方法(対照)	2	4	○	42
				2 凝固剤加えて30分後に袋につめる	26	5	×	
	TUリン酸塩添加	17.6	9.9 4.3	3 " すぐ袋につめる	4	4	○	27
				4 " 30分後に "	3	4	○	25
				5 " 60分後に "	2	5	△	25
B	無 添 加	16.2	10.1 4.9	1 従来の方法(対照)	1	7	○	41
				2 凝固剤加えて30分後に袋につめる	22	9	×	
				3 0.1%リン酸塩を加えてさらに凝固剤を加えて30分後に袋につめる	1	5	○**	32
	MT, KO (2:1) リン酸塩添加	16.0	10.4 5.0	4 凝固剤加えてすぐに袋につめる	1	5	○**	34
				5 " 30分後に "	1	5	○**	37
				6 " 60分後に "	3	4	△	39

* ○よい △やや劣る ×悪い ** 気泡混入している。

Tab.12 官能試験による検定結果

試	料 色・てり・つや	香 り	香 さ わ り	味	綜 合 評 価	
A	1 従来の方法(対照)	41.5	40	35.4	37	38.5
	4 ごにリン酸塩・凝固剤加えて30分後に袋に注入して作つたもの	34	36	48	44.5	44
	5 " " 60分 "	37	44.5	43.5	46	44
	1 従来の方法(対照) (審査員16名)	37.5	39.5	33	32.5	33.5
B	1 従来の方法(対照) 豆乳にリン酸塩添加凝固剤を加えて30分後に袋に注入	○23	28.5	25.5	○21	24.5
	3 ごに " " "	×41.5	27.5	30.5	31	×37
	5 " " " "	33	28.5	34.5	×38	26.5
	1 従来の方法(対照) (審査員12名)	○22.5	25.5	29.5	○20	○22

数字は順位合計、 A群では 31以下は有意に良好 49以上は有意に不良 差18では両試料間に差がある
B群では 23 " 37 " 14 "

3.3 要約

大豆の0.5~0.6%の重合リン酸塩を摩砕したごに加え、加熱して得られた豆乳はこれを20°Cに冷した場合、凝固剤を加えても凝固を起さず、30分以内なら袋につめることができ、袋入豆腐の品質も従来のものに比べてほとんど差がない。したがってこれにより袋入豆腐の製造を簡易化することができるものとする。なおリン酸塩はこの他たんぱくの溶出を高める効果があることも認められた。

4. 絹ごし豆腐に対するリン酸塩の利用

普通豆腐のみに引続き絹ごし豆腐をつくるときにリン酸塩を使つてその品質を改善することを試み、その効果を認めたのでその結果をとりまとめ報告する。

4.1 試料, 試験方法および測定項目

試料大豆は Tab. 13の通りである。実験室の試験は本報2の絹ごし豆腐の項により、工場の試験は前報(3)によ

つた。

Tab. 13 試料大豆の性状

品種銘柄	千粒重g	水分%	たんぱく質%	豆腐原料としての適否
熊本県産大豆	198	12.4	36.7	適
十勝長葉	217	10.5	36.1	普通
Jackson 2	155	11.3	32.7	不適
アメリカ大豆	196	9.7	33.7	普通

4.2 実験結果と考察

4.2.1 実験室の試験

3種類の大豆からとつた絹ごし用豆乳に0.1%のリン酸塩を添加したものと添加しないもので絹ごし豆腐をつくり、離水量、堅さ、切断面のきめの良否を調べて Fig. 4に示した。

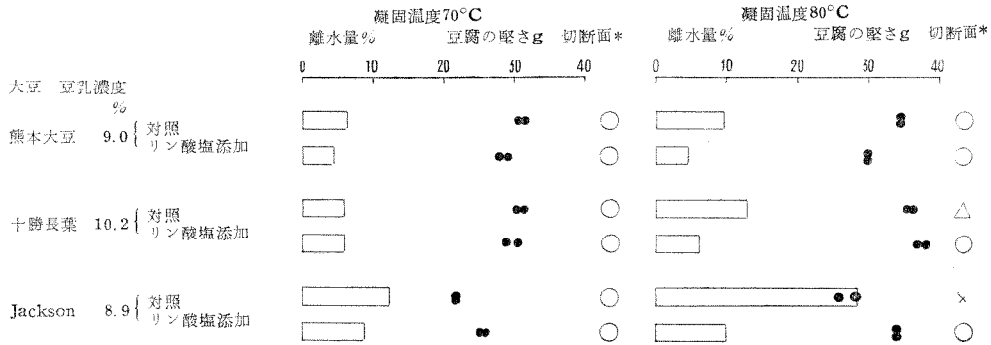


Fig. 4 重合リン酸塩を利用して作った絹ごし豆腐の性状 (実験室)

(リン酸塩はMT・KO1:1の割合で混合したもの)
(* 切断面 ○よい △やや劣る ×悪い)

これらの大豆から得た豆乳にリン酸塩を加えると、豆腐の保水力がよくなって離水量が減る傾向があるが、豆腐の堅さは熊本、十勝では下がる。これはリン酸塩が豆乳の凝固を抑制する作用を持つためである。しかしながら Jackson では堅さがかえって上がる。また70°Cの代わ

りに80°Cで凝固させた場合、あらかじめリン酸塩を添加しておく、Jacksonでは離水量の減少、堅さの増加が著しく、リン酸塩添加の効果が大きい。したがってリン酸塩は Jackson に対しては凝固温度による品質の差を少なくし、豆腐を作りやすくするということができる。

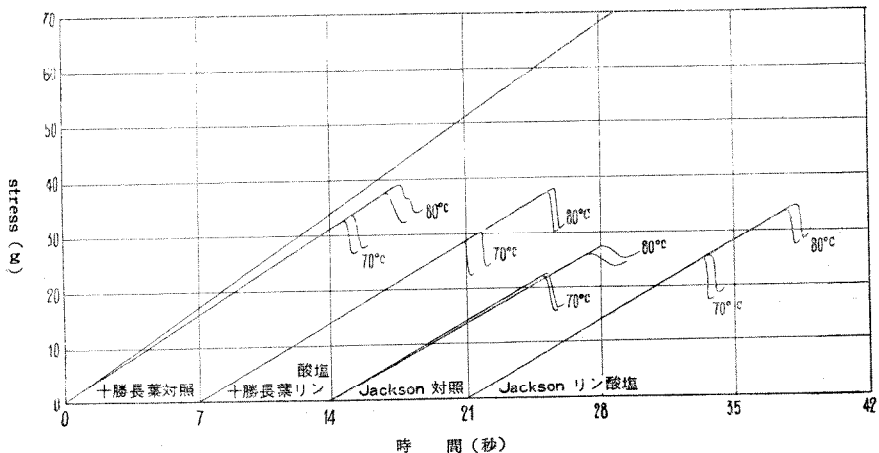


Fig. 5 リン酸塩を利用して作った豆腐の時間-歪曲線

十勝長葉でもこの傾向は見られるが、熊本大豆では堅さのへりが著しく、効果は認められない。Fig. 5にみられ

るように Jackson では豆腐の堅さだけでなく、弾力を増すことが明らかである。

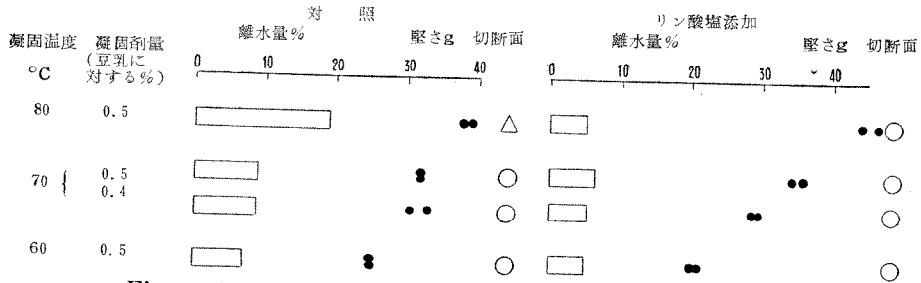


Fig. 6 凝固温度、凝固剤量を変えたときの絹ごし豆腐の性状(実験室)

(注) リン酸塩の種類、切断面は Tab. 2 参照。

なおアメリカ大豆で凝固温度と凝固剤の量を変えて行なった試験の結果は Fig. 6 の通りで、この場合も明らかにリン酸塩の効果が認められ、特に凝固温度の高い場合の効果が著しいが、凝固温度が低い場合や、凝固剤が少ない場合はリン酸塩の凝固抑制作用が顕著で豆腐が柔らかくなるから注意が必要である。

アメリカ大豆を使い、豆乳にリン酸塩 0.1% を加え 2 l の型箱を使い、70°C および 80°C で 0.5% の凝固剤を加えて固め、絹ごし豆腐をつくつた。リン酸塩添加により、豆腐の堅さは減るが、離水量が減り、カードメーターの破れの状況 (Fig. 7) からわかるように品質が改善されることを認めた。

4.2.2 工場の試験

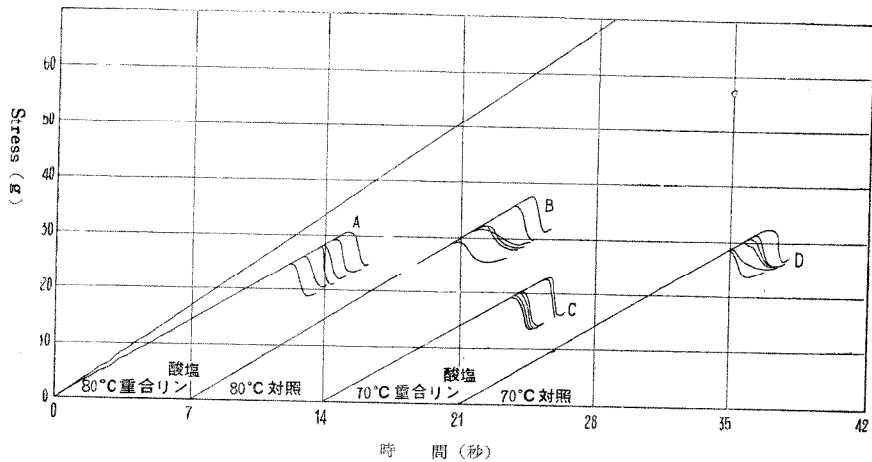


Fig. 7 重合リン酸塩を利用して作った豆腐の時間-歪曲線

離水量: A-4%, B-9%, C-3%, D-5%

Tab. 14 官能試験の検定結果(審査員16名)

試料	凝固温度°C	いろ・てり・つや	香 気	舌ざわり	味	総合評価
リン酸塩添加 対 照	80	○ 29.5	× 50.5	○ 30	44.5	38
	80	× 62	43.5	× 62	× 55.5	× 59
リン酸塩添加 対 照	70	○ 19.5	○ 25	○ 22.5	○ 25	○ 21
	70	× 49	41	45.5	35	42

数字は順位合計 ○ 31 以下は 5% 水準で有意に良好
× 49 以上は有意に不良
差18以上あれば試料間に差がある

以上の結果からもリン酸塩は豆腐の性状を改善し、またつくりやすくする効果のあることを認めた。なお工場製品の官能試験を順位法で行なった結果は Tab. 14 の通りで、明らかにリン酸塩添加のものがよい。

4.3 要 約

絹ごし豆腐に対する重合リン酸塩の効果を試験し、豆乳に 0.1% 添加により、豆腐の品質を改善することを認めた。リン酸塩の効果はごに添加しても豆乳の場合同様

と推定される。

本研究実施に当つては全国豆腐油揚協同組合連合会の御援助御協力をいただいた。感謝の意を表する。

文 献

- (1) 深町, 中山, 駿河, 阿部, 玉森, 渡辺: 食糧研 No.14B, 31 (1960)
- (2) 深町, 中山, 吉川, 阿部, 駿河, 宮永, 渡辺: 食糧研 No.14B, 40 (1960)
- (3) 渡辺, 寺町, 深町, 中山, 阿部, 駿河, 宮永: 食糧研 No.14B, 16 (1960)
- (4) 深町, 中山, 阿部, 駿河, 宮永: 食糧研 No.14B, 68 (1960)
- (5) 渡辺, 深町, 中山, 寺町, 阿部, 駿河, 宮永: 食糧研 No.14B, 6 (1960)
- (6) 深町, 中山, 松浦, 阿部, 駿河, 宮永: 食糧研 No.14B, 25 (1960)
- (7) 深町, 寺町, 中山, 阿部, 駿河, 宮永, 渡辺: 食糧研 No.14B, 78 (1960)