

## 豆味噌製造工程におけるリン化合物の変化について

加藤 熙・鬼頭 幸男・清水 裕幸\*

ミオイノシトールは酵母の重要な生育因子の一つであり、味噌醤油においても耐塩性酵母の増殖に大きな作用をなしている。主発酵酵母である *Zygosaccharomyces rouxii* (*Z. rouxii*) は、食塩濃度が増すにつれて増殖度とミオイノシトール濃度との相関性が高くなり<sup>1)</sup>、ミオイノシトールが欠如すると、細胞の凝集を生じたり、3～5個の細胞が連鎖状態になることも観察された<sup>2)</sup>。

ミオイノシトールは、大豆中のフィチンから熟成中に遊離すると考えられる。大豆のリン含量(100g当たり)は、国産では580mg、米国産で480mg、中国産で460mgとされ<sup>3)</sup>、フィチン態リン約75%、その他のリン(核酸などの有機リン)6%であるといわれている<sup>4)</sup>。フィチンはミオイノシトールのヘキサリン酸エステルであるフィチン酸のCa、MgおよびK塩であり、また大豆リン脂質(1.6～2.3g/100g)の22.9%がミオイノシトールリン脂質である。

清酒醸造中におけるリンの形態変化は詳細になされている<sup>5)</sup>が、豆味噌においては詳細な研究はなされていない。本研究では豆味噌の製造工程中におけるリンの存在形態の変化を主にフィチンの消長に注目して調べた。またアルコール添加による無塩及び低食塩(食塩5%)豆味噌と従来の豆味噌(食塩10.5%)との熟成中におけるリンの存在形態の差異についても検討したので、これらの結果について報告する。

## 実験方法

## 1. 供試大豆食品

糸引き納豆、大豆もやし、きな粉、豆乳、信州味噌、麦味噌、八丁味噌は市販品を、生引き溜はS醸造醸造品を、当センター試作豆味噌は食塩10.5%で熟成期間145日のものを分析した。

## 2. 豆味噌の仕込み方法

中国産大豆(選別中粒、100粒重19.5g)442kgを2時間浸漬(水温20℃)、水切り後一夜放置し(吸水率

154.5%)NK缶で0.75kg/cm<sup>3</sup>、60分蒸煮し、留釜110分で減圧冷却した。放冷した蒸煮大豆(100粒重31.9g、硬さ510g、Y%12.3)を19mm径の味噌玉とし、香煎15kgで増量した大豆用麴60gを散布して、28～35℃で42時間通風製麴(24時間後に一度切り返しによる手入れ)をし、第1表のような配合で仕込みを行った。なおアルコールはそれぞれ仕込み水に溶解混合して使用した。

I～Vは簡易漬物器ハイベットDX4型(岐阜プラスチック工業製)に仕込み(5月中旬)、漬物器をプラスチック袋の中に入れて30℃恒温器中で熟成させた。Iと同様な仕込み配合である①は立花容器製FRPタンク(内容量710l)にIと同時期に仕込み、諸味の上にビニルシートを敷き重石をして天然で熟成させた。また、大桶(FRP製、内容量210l)仕込天然醸造による無塩及び低食塩味噌は、①と同時期(ただし前年度)に同じように仕込んだ。

経時的に採取した試料は、オースターキッチンセンタ-979型(グラインダー)により均質化した。採取した試料は分析時までプラスチック容器に入れフリーザー中に保管した。

## 3. リンの分析

3-1) 全リン<sup>6)</sup>

試料約4gを精秤して灰化、塩酸(1:1)に加熱溶解した。それを湯浴上で蒸発乾固し、塩酸(1:3)を加え加熱溶解し、濾過して全量を100mlとした。この分解液より1ないし2mlをメスフラスコに取り、モリブデン酸アンモニウム溶液4mlを混和、数分間放置し、次いでヒドロキノン溶液(0.5g/100ml)4ml、10%亜硫酸ナトリウム溶液4mlを順次加え水で50mlとした。30分室温に放置後650nmでの吸光度を測定し、リン標準液による検量線により定量値を算出し、全リンとした。

3-2) 無機リン<sup>7)</sup>

試料約4gに10%トリクロル酢酸40mlを加えよく混和した後、スターラーにて室温で2時間攪拌抽出し

※ (株)スズケン

第1表 無塩、低食塩及び通常の豆味噌の仕込み配合

仕込区	食塩仕込目標%	大豆kg	総仕込重量kg	麹kg	並塩kg(食塩%)	95%アルコールl(アルコール%)
①	10.5	442	892	6.166	96.56 (10.5)	0 (0)
I	10.5	0.989	2	1.38	0.21 (10.2)	0 (0)
II	10.5	0.989	2.08	1.38	0.21 (9.8)	0.1 (3.6)
III	10.5	0.989	2.16	1.38	0.21 (9.8)	0.2 (6.9)
IV	5	1.125	2.16	1.57	0.1 (4.5)	0.2 (6.9)
V	0	1.240	2.16	1.73	0 (0)	0.2 (6.9)
食塩10%区		59.4	120	79.4	12.6 (10.2)	0 (0)
食塩5%区		67.4	126.8	90	6.0 (4.6)	8.4 (5.4)
食塩0%区		74.5	129.7	99.5	0 (0)	12 (6.9)

味噌諸味中の食塩及びアルコール含量は並塩純度97%，95V%  
アルコール比重0.81（純アルコール比重0.79）として計算

た。遠心分離後、上澄液を分取し、さらに沈殿を10%トリクロル酢酸にて洗浄し、洗液と上澄液を合わせ全量を100mlとした。この抽出液1ないし2mlをメスフラスコに取り3-1)と同様にしてリンを比色定量し、無機リンとした。

### 3-3) フィチン態リン<sup>7)</sup>

前述の10%トリクロル酢酸にて抽出した抽出液100mlより20mlをとり、濃縮、灰化した。3-1)と同様に灰化液を調製し全量を100mlとした。この試料分解液5mlをとりリン含量を比色定量した。これより得られた抽出液中の全リンの値より無機リンを差し引いた値をフィチン態リンとした。

### 3-4) リン脂質態リン

脂質の抽出は次のように行った。試料約10gにクロロホルム・メタノール(2:1, V/V)50mlを加え、スターラーにて2時間攪拌抽出後、一夜室温で放置、これを吸引濾過し抽出液を得た。残渣について同一溶媒約25mlで2回抽出を繰り返した。さらに残渣を同一溶媒にて洗浄、抽出液と洗浄液とを合わせ水25mlを加えて分液ロートにて振とうした後放置し、下層(有機溶媒層)を分取し、水15mlで洗浄した後、無水硫酸ナトリウムを加え脱水した。その後ロータリーエバポレーターで溶媒を減圧留去、真空デシケーター中

で乾燥後、秤量し、これを総脂質量とした<sup>8)</sup>。

総脂質をクロロホルム・メタノール(2:1, V/V)で溶解し、ルツボに移し、灰化後、1)と同様にして灰化液25mlを得た。この灰化液10mlのリンを測定し、リン脂質態リンとした。

### 3-5) その他のリン

全リン量より無機リン、フィチン態リン、リン脂質態リンを差し引いた値をその他のリンとした。

## 4. 一般成分分析

味噌の水分、アルコール、全窒素、フォルモール態窒素、食塩、pH、滴定酸度、還元糖、全糖は、改定基準味噌分析法<sup>9)</sup>に準じて行った。その他の大豆食品の水分、脂質の測定は、四訂日本食品標準成分表の分析法に従った。測色についてはすりつぶして均一化した試料について、スガ試験機製造機直読式測色色差コンピュータを用い、反射光による表面色を測定した。

## 実験結果及び考察

### 1. 各種大豆食品中のリンの存在形態

各種大豆食品中のリンの存在形態を第2表に示した。フィチン態リン、すなわちフィチン酸含量は、きな粉が最も大きく、次いで大豆、蒸煮大豆、糸引き納

第2表 大豆食品中のリンの存在形態

	全リン	無機リン	フィチン態リン	磷酸態リン	その他のリン	水分	総脂質	リン脂質態リン / 総脂質
				mg/100g		%	%	%
中国産大豆	422.8	65.9 (15.6)	310.5 (73.4)	21.0 (5.0)	25.4 (6.0)	12.8	15.5	0.14
きな粉	592.0	87.9 (14.8)	380.4 (64.3)	29.4 (5.0)	94.3 (15.9)	14.9	21.1	0.14
大豆もやし	78.3	26.3 (33.6)	36.6 (46.7)	0.8 (1.0)	14.6 (18.7)	86.8	1.5	0.05
蒸煮大豆* <sup>1</sup>	263.6	50.6 (19.2)	172.9 (65.6)	17.5 (6.6)	22.6 (8.6)	47.6	7.0	0.25
たまり	189.7	178.9 (94.3)	5.4 (2.8)	0.1 (0.1)	5.3 (2.8)	63.9	2.2	0.00
豆乳	56.9	4.0 (7.0)	40.7 (71.5)	4.2 (7.4)	8.0 (14.1)	91.9	2.3	0.18
糸引納豆	88.4	52.6 (18.2)	140.0 (48.5)	18.3 (6.3)	77.5 (27.0)	58.0	14.9	0.12
米味噌	165.6	121.3 (73.2)	43.5 (26.3)	0.3 (0.2)	0.5 (0.3)	41.5	5.4	0.06
麦味噌	113.7	92.5 (81.4)	19.4 (17.1)	0.6 (0.5)	1.2 (1.1)	42.7	3.5	0.02
豆味噌* <sup>2</sup>	231.6	189.7 (81.9)	7.4 (3.2)	0.9 (0.4)	33.6 (14.5)	46.3	8.3	0.01
八丁	248.5	223.3 (89.9)	9.8 (3.9)	0.1 (0.0)	15.3 (6.2)	41.1	9.7	0.00

( ) 内の数値は全リンに対する割合 (%)

\*<sup>1</sup> 0.75kg/cm<sup>2</sup>, 60分

\*<sup>2</sup> 当センター試験品

豆、米味噌、豆乳、大豆もやし、麦味噌、豆味噌の順であった。豆味噌では原料大豆のフィチン酸がほとんど分解されている。

フィチン酸はミネラル (Ca, Mg, K) と結合したフィチンとして、大豆に3.6%, 米に1.1%, 小麦に0.6~0.7%含有されている<sup>10)</sup>。しかし、食品中のフィチン酸は動植物体内においてカルシウム、マグネシウム、亜鉛、鉄などのミネラルと結合して、それらの利用を妨げるので、パンではドウの発酵過程で酵母やフィターゼを利用してフィチン酸含量を低下させる研究もなされている<sup>11, 12)</sup>。

全リンに対するフィチン態リンの割合で食品を比較すると、大別して3つのグループに分類できる。一つは豆乳、きな粉、蒸煮大豆など主に加熱処理だけの食品である。これらの食品はフィチン態リンの割合が大きく、原料大豆中にフィチン酸が加工処理中にほとんど分解されていない。大豆では、2時間のオートクレーブ処理により約70%が分解されるが、米、小麦、ゴマでは5~25%しか分解されない<sup>13)</sup>。分解の程度が大きい大豆でも豆乳、きな粉、蒸煮大豆(約115℃、

60分)などの加熱条件では原料中の3~14%程度しか分解されない。

第2のグループはもやし、糸引納豆で、フィチンの分解がやや大(原料中の34~37%)である。もやしの場合、種子が発芽成長する時にフィチンの分解によってエネルギーを得ていると考えられる。糸引納豆は加熱処理と発酵過程を経た食品であるが、味噌ほどフィチンが分解されていない(全リンに対するフィチン態リンの割合は、糸引納豆が48.5%であるのに対し、大豆麹では23.5%)。熟成期間の差異も大きな要因であるが、麹菌と比べて納豆菌のフィターゼ生産能が劣るため<sup>14)</sup>と考えられる。

第3のグループは味噌・溜醤油などの発酵食品である。これらの発酵食品はフィチン態リンの含量がとくに小さい。これは製麹及び熟成中に麹菌の生産したフィターゼによりフィチンが分解されるため<sup>5)</sup>であろう。また熟成中に活躍する耐塩性酵母、耐塩性乳酸菌の作用も推定される。味噌の中でも原料の違いによりフィチン態リン含量に差が認められ豆味噌が最も低い。これは豆味噌の熟成期間が米味噌、麦味噌に比べ

第3表 原料大豆の処理及び製麴中のリン化合物の変化 (リン含量: mg/100g)

	原料大豆	浸漬大豆	蒸煮大豆	麴:引き込み	手入れ後	出 麴
全リン	422.8	267.9	263.6	272.8	303.1	330.5
無機リン	65.9	51.1	50.6	58.6	194.5	206.5
フィチン態リン	310.5	187.6	172.9	188.2	88.4	77.7
リン脂質態リン	21.0	15.6	17.5	19.7	8.0	3.4
その他のリン	25.4	13.6	22.6	6.3	12.2	42.9
水分 %	12.8	47.0	47.6	48.1	45.1	40.3
アルコール %	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
総脂質 %	15.5	8.7	7.0	7.6	9.6	10.9
リン脂質態リン / 総脂質 %	0.14	0.18	0.25	0.26	0.08	0.03
Y %	40.13	29.80	15.84	13.91		8.75
x	0.4000	0.4006	0.4197	0.4255		0.4169
y	0.4045	0.4036	0.3886	0.3915		0.3873

て長いことや豆味噌が全麴であるなどが理由に挙げられる。醤油、清酒、ビールなどの発酵食品においても原料ではフィチン態リンが全リンの大半を占めるが、製品にいたる過程で大部分が無機リンに変わることが知られている<sup>7)</sup>。全リンに対する無機リンの割合は醤油96.8%、清酒99.3%、ビール79.0%となる。

味噌の熟成過程において脂質含量が増加するが、他方、リン脂質は煮熟及び仕込み直後に急激な分解を受けることが米味噌で知られている<sup>15)</sup>。リン脂質態リンの総脂質に対する割合を比べると、溜醤油、麦味噌及び豆味噌ではリン脂質がほぼ完全に分解されている。豆味噌など麴菌による発酵過程を経た食品は、フィチン含量が少なく栄養的に優れていると考えられる。

## 2. 豆味噌の製造工程におけるリンの存在形態の変化

### 1) 原料大豆の処理及び製麴中の変化

浸漬、蒸煮処理および製麴中のリンの形態を第3表に示す。原料大豆に比べ浸漬及び蒸煮大豆は吸水による水分量の変化により全リン含量が低下する。同様に各リン含量も低下するが、全リンに対する比率は、煮熟処理(115℃, 60分)によりフィチン態リンの割合が減少する以外注目される変化は見られない。

通風製麴中には水分含量が減少するため、リン含量が増加している。また、フィチン態リンの割合が減少し、無機リン及びその他のリンの割合が増加した。これはフィチンが麴菌の生産したフィターゼにより分解され<sup>5)</sup>、無機リンとミオイノシトールに変化したためと考えられる。またその他のリンの増加は麴菌の増殖による菌体の核酸の増加によるものと思われる。手入れ後に無機リンの増加が見られないのは、遊離したリ

ン酸が麴菌の菌体増殖に使われるためと考えられる。

リン脂質態リンの量及び総脂質に対する割合は製麴中急速に減少するが、これはリン脂質が製麴中麴菌ホスホリパーゼにより急速に分解されるためであり、脂質の中でもリン脂質の変化が著しいことを示している。水分含量の低下を考慮しても製麴中に総脂質が増加しているが、これは麴菌酵素による結合型脂質の遊離、あるいは麴菌による脂肪酸生成などが原因と考えられる。

### 2) 無塩、低食塩及び通常味噌の熟成(温醸)中のリンの形態変化

無塩、低食塩及び通常味噌の熟成中のリンの形態変化を第4-1表、第4-2表に示す。いずれの仕込み区においても熟成中にフィチン態リンが減少し、ほぼそれに相当する無機リンの増加がみられた。おそらく主に残存する麴菌フィターゼによりフィチンが熟成中に分解されるものと思われる。耐塩性酵母、耐塩性乳酸菌によるフィターゼの生産については知られていないが、これらの微生物の関与もあるかもしれない。

フィチン態リンの全リンに対する割合は、第5表のように、V(無塩味噌, アルコール6.9%)及びI(通常味噌, 食塩10.2%)はフィチンが最もよく分解されている。次いでII(食塩9.8%, アルコール3.6%)も熟成初期においては分解が悪いが後期にはI, Vと同様に分解され、大部分が無機リンに変わっている。IIが熟成後期にフィチンが急激に分解されているのは、後述するようにアルコール量の急激な低下に起因するものと考えられる。この異常現象がなければ、フィチンの分解はもっと抑制されているものと思われる。

アルコール濃度が高いⅣ（食塩4.5%，アルコール6.9%），とくにⅢ（食塩9.8%，アルコール6.9%）は熟成中にフィチンがあまり分解されなかった。ほぼ同じ食塩量（10%）で，アルコール含量10～6.9%に差のあるⅠ，Ⅱ，Ⅲではアルコール含量の高いものほど分解度が低い。また同様に同じアルコール量（6.9%）で食塩含量（0～9.8%）に差のあるⅢ，Ⅳ，Ⅴでは食塩含量の高いものほどフィチンの分解度が低かった。

Ⅰ～Ⅴの各種一般成分の分析がされていないので即断できないが，色調及び官能審査で熟成の進んだ味噌は大部分フィチンが分解されている。仕込み配合時におけるアルコール5V/W%（約3.8W/W%）以下の濃度の添加はプロテアーゼ活性を大きく低下させない<sup>16)</sup>。Ⅲ～Ⅴはアルコール含量が9.3V/W%と高いのでプロテアーゼ活性を低下させていると考えられる。

第4-1表 味噌熟成（温醸）中のリン化合物の変化-1

味噌仕込時 食塩・アルコール 熟成（日）	Ⅰ 10.2・0				Ⅱ 9.8・3.6				Ⅲ 9.8・6.9			
	1	33	60	143	1	33	60	143	1	15	60	143
全リン	222.5	233.2	231.6	247.6	224.0	215.9	219.6	231.6	206.3	211.4	220.9	224.5
無機リン	121.5	141.2	184.9	204.7	103.0	134.3	137.0	215.4	84.3	89.1	92.8	94.4
フィチン態リン	83.8	73.5	16.5	12.9	102.0	77.9	72.7	1.2	107.4	96.0	98.7	106.1
リン脂質態リン	3.8	0.4	1.2	1.0	0.9	0.4	0.3	0.5	0.8	0.5	0.4	0.9
その他のリン	13.4	18.1	29.0	29.0	18.1	3.3	9.7	14.5	13.8	25.8	29.0	23.1
水分 %	47.3	46.5	46.2	46.7	48.2	47.5	47.2	45.3	49.9	49.3	49.0	47.3
アルコール %	0.1	0.1	0.3	1.8	2.3	1.9	2.0	0.4	5.1	4.6	4.5	4.0
総脂質 %	9.1	10.0	9.1	10.5	7.7	7.6	8.1	10.0	7.5	7.7	7.5	9.0
リン脂質リン ／総脂質 %	0.04	0.00	0.0	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Y %	10.59	5.52	4.41	2.79	9.53	6.63	3.51	2.46	10.40	9.19	8.27	6.14
x	0.419	0.469	0.4666	0.467	0.421	0.458	0.444	0.4467	0.419	0.428	0.444	0.462
y	0.392	0.394	0.3868	0.381	0.392	0.396	0.379	0.3688	0.393	0.393	0.394	0.395

Ⅰ～Ⅲは簡易漬物器を用い，30℃恒温器中にて熟成  
Ⅳ，Ⅴは簡易漬物器を用い，30℃恒温器中にて熟成  
①は大桶にて天然醸造（5月14日仕込み）  
水分含量はアルコールを含む未補正值である。

第4-2表 味噌熟成（温醸）中のリン化合物の変化-2

味噌仕込時 食塩・アルコール 熟成（日）	Ⅳ 4.5・6.9				Ⅴ 0・6.9				① 10.5・0		
	1	15	60	143	1	15	60	143	1	60	143
全リン	243.6	251.7	250.6	253.6	246.8	247.0	242.9	248.1	231.4	231.7	231.6
無機リン	115.9	118.7	131.1	132.6	169.3	201.8	216.1	230.3	91.8	163.3	189.7
フィチン態リン	105.2	100.9	93.0	90.8	55.2	27.3	14.1	3.5	117.7	14.7	7.4
リン脂質態リン	0.5	0.3	0.2	0.2	0.4	0.3	0.3	0.3	4.3	0.9	0.9
その他のリン	22.0	31.8	26.3	30.0	21.9	17.6	12.4	14.0	17.6	52.8	33.6
水分 %	50.2	48.8	47.8	47.7	50.1	48.3	47.2	47.2	47.6	46.5	46.3
アルコール %	5.0	4.4	4.1	3.6	4.7	3.9	4.0	3.3	0.1	0.1	0.1
総脂質 %	9.8	10.7	11.3	9.6	11.7	10.2	10.7	12.4	8.1	8.1	8.3
リン脂質態リン ／総脂質 %	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.01	0.01
Y %	10.02	7.92	5.09	3.15	9.66	6.11	2.68	1.50	9.81	5.79	3.29
x	0.419	0.438	0.463	0.4451	0.420	0.452	0.469	0.436	0.423	0.461	0.489
y	0.393	0.393	0.391	0.3719	0.392	0.393	0.379	0.359	0.391	0.394	0.388

またアルコールは、味噌の成分変化に対して、食塩の2~3倍(食塩W/W%, アルコールV/W%として)の強い影響を示す<sup>16)</sup>が、I~Vの食塩及びアルコール含量を考慮して考えるとⅢが最も強い影響を示し、次いでN, Ⅱ, V, Iの順になる。フィチンの分解も同様に影響を受けている。Ⅲが最もフィチンの分解が抑制されているのは、麹菌フィターゼ活性が食塩とアルコールにより大きく低下させられたためか、熟成中に生存が予測されるフィターゼ生産菌の増殖が抑制されたためかは明らかではない。

仕込み時にアルコールを添加したⅡ~V(仕込み配合でⅡは3.6%, Ⅲ~Vは6.9%)についてアルコール量の変化をみると、仕込み混合及び直後に28~36%揮散している。また熟成中にもアルコールは除々に損失している。30kgの仕込みでは熟成中のアルコールの損失は極めて少ないことが知られているが<sup>17)</sup>、仕込み容器の差によるものと考えられる。またⅡについてみると、熟成約5ヶ月後のアルコール量が急激に減少しているが、その理由は不明である。

通常の味噌Iと①すなわち温醸(30℃)と天然醸造(5月14日仕込み)の熟成中のフィチンの分解(変化)を比較すると、熟成後期は似たような経過を示した。①の熟成初期のデータが欠けているが、おそらく初期には温醸の方が天然醸造よりもフィチンが速やかに分解されているものと思われる。後期では似たような経過を示し、熟成味噌ではほとんど差異がみられなかったのは、天然の①においても仕込み後2~3ヶ月

第5表 味噌熟成(温醸)中のフィチン態リン/全リンの変化

仕込区分 食塩・アルコール	熟成(日)			
	1	15	60	143
I 10.2・0	37.7	31.5	7.1	5.2
Ⅱ 9.8・3.6	45.5	36.1	33.1	0.5
Ⅲ 9.8・6.9	52.1	45.4	44.7	47.3
N 4.5・6.9	43.2	40.1	37.1	35.8
V 0・6.9	22.4	11.7	5.8	1.4
① 10.5・0	50.9	6.3		3.2

の時期は真夏であり、熟成温度が温醸のもの30℃とほとんど変わらなかったためと考えられる。麹菌(*A. oryzae*)フィターゼの至適温度は35~40℃といわれている<sup>18)</sup>が、天然醸造においても仕込み時期によっては熟成初期においてフィチンが十分分解されるものと考えられる。

色調の変化(第4-1表, 第4-2表)は、I~V, ①いずれも熟成によりY%が減少し、xが増加傾向(赤味の増加)を示した。しかし、I, Ⅱ, N, Vは1~2ヶ月でxの増加が止まり、以後減少傾向(黒ずむ)を示した。明度Y%はフィチンの減少度の大きな試料ほど低い値となった。また仕込み直後(仕込み1日後)に於ける色差ΔEの変化は、Vが最も大きく、次いでI, Ⅱ, N, Ⅲの順であり、フィチンの分解の大きなものほど色調が大きく変わった。しかし天然醸造①はIやVほど大きく変化せず、フィチンの分解と色調の変化の間には直接的な相関関係はないと考

第6表 無塩, 低食塩及び通常味噌の熟成(天然)中のリンの形態変化

仕込み区 熟成期間(月)	食塩0%区			食塩5%区			食塩10%区		
	3	6	9	3	6	9	3	6	9
全リン	239.4	238.4	240.1	236.6	241.8	216.9	218.5	211.5	202.0
無機リン	222.6	193.7	221.6	176.9	168.3	181.6	196.0	189.7	197.3
	(93.0)	(81.3)	(92.3)	(74.8)	(69.6)	(83.7)	(89.7)	(89.7)	(97.7)
フィチン態リン	15.0	3.9	6.6	28.4	19.9	31.4	5.5	4.3	3.6
	(6.3)	(1.6)	(2.7)	(12.0)	(8.2)	(14.5)	(2.5)	(2.0)	(1.8)
リン脂質態リン	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1.2	0.5	0.6
	(0.1)	(0.1)	(0.1)	(0.1)	(0.1)	(0.1)	(0.5)	(0.2)	(0.3)
その他のリン	1.9	40.7	11.8	31.2	53.4	3.8	15.8	17.3	0.5
	(0.6)	(17.1)	(5.0)	(1.8)	(3.2)	(3.2)	(0.1)	(0.1)	(0.1)
水分(%)	49.7	52.7	50.5	48.4	50.8	49.1	47.0	49.4	48.1
アルコール(%)	4.2	4.9	5.0	1.8	3.2	3.2	0.1	0.1	0.1
総脂質(%)	12.4	13.0	11.4	12.9	11.4	9.8	8.9	10.3	8.5
リン脂質態リン /総脂質 %	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01

( )内の数値は全リンに対する割合%

第7表 無塩、低食塩及び通常味噌の熟成（天然）中の成分及び色調の変化

仕込み区 熟成期間 (月)	食塩0%区			食塩5%区			食塩10%区		
	3	6	9	3	6	9	3	6	9
食塩 %	0.04	0.04	0.0	5.18	5.15	4.9	10.76	10.70	10.9
全窒素 %	3.35	3.06	3.16	2.91	2.89	2.91	2.78	2.58	2.73
フォルモール態窒素 %	1.07	1.26	1.30	0.89	1.02	1.09	0.73	0.94	1.01
FN/TN %	31.9	41.2	41.1	30.6	35.3	37.5	26.3	36.4	37.0
水溶性窒素 %	2.59	2.40	2.37	2.33	2.31	2.12	1.94	1.91	1.85
SN/TN %	77.3	78.4	75.0	80.1	80.0	72.9	69.8	74.0	67.8
還元糖 %	3.79	4.69	4.47	3.50	3.58	3.81	3.42	3.38	3.76
全糖 %	7.46	6.50	6.26	6.65	6.15	5.56	6.17	5.39	4.89
DRS/T S %	50.8	72.2	71.4	52.6	58.2	68.5	55.4	62.7	76.9
pH	5.63	5.43	5.40	5.60	5.35	5.30	5.46	5.21	5.11
滴定酸度 I	10.59	13.7	14.8	9.90	12.6	13.0	13.40	15.4	19.0
II	29.15	32.6	21.8	27.60	30.0	18.6	32.43	34.4	21.8
色 Y %	6.25	2.61	3.12	6.18	3.02	3.78	8.42	3.85	4.91
x	0.438	0.442	0.440	0.447	0.447	0.447	0.453	0.461	0.466
y	0.391	0.382	0.387	0.392	0.389	0.391	0.397	0.394	0.400

えられる。

### 3) 無塩、低食塩及び通常の味噌の熟成（天然）中の変化

熟成3～9ヶ月のリンの存在形態の変化（第6表）は、温醸によるものと同様の傾向を示した。すなわち食塩10%区（通常の味噌，Iに対応）及び食塩0%区（無塩味噌，アルコール6.9%，Vに対応）は熟成3ヶ月で大部分のフィチンが分解された。しかし，食塩5%区（低食塩味噌，アルコール5.0%，Nに対応）はそれらに比べてより多く残存している。一般成分及び色調の変化を第7表に示す。無機リンと酸度の増加は並行することが，仙台味噌，江戸味噌などにおいて知られている<sup>19)</sup>が，食塩含量の異なる豆味噌においても同様な傾向を示した。

フィチンの分解によるミオイノシトールの遊離生成が無塩，低食塩及び通常の豆味噌熟成中の耐塩性酵母 *Z.rouxii* の増殖にどのように影響するか微生物学的側面からの研究が必要である。また麴菌フィターゼ活性は仕込み時の食塩やアルコールによりどのように影響されるか，また熟成に関与する微生物はフィターゼを生産するかどうかなど今後解明する必要がある。

### 要 約

アルコールを添加した無塩，低食塩及び通常の豆味噌の試作を行い，それらの製造工程中のリンの存在形態の変化を主にフィチンの消長に注目して調べた。また各種大豆食品のフィチン含量についても調べ，加工方法との関連について検討した。

1) 浸漬及び蒸煮処理によってフィチンは多少分解されるにすぎないが，製麴中に約1/3に減少した。

2) 通常の味噌（食塩10.2～10.5%）及び無塩味噌（アルコール6.9%）は熟成中にフィチンがよく分解されたが，低食塩味噌（食塩4.5～4.6%，アルコール5.0～6.9%）では分解されなかった。同じ食塩量（10%）ではアルコール量（0～6.9%）の高いものほど，同じアルコール量（6.9%）では食塩量（0～9.8%）の高いものほどフィチンの分解は少なかった。

3) 各種大豆食品の中で，全リンに対するフィチン態リンの割合が最も小さい，すなわち原料中のフィチンが最もよく分解されているのは，溜，味噌などの麴菌を利用した発酵食品であった。味噌の中では豆味噌がよく分解されていた。発酵食品でも納豆はフィチンの分解が小さく，豆もやしと同程度であった。最も分解されていなかったのは蒸煮大豆，豆乳，きな粉など加熱処理のみの加工食品であった。

### 文 献

- 1) 加藤 熙・好井久男・並木満夫：本誌，34，14～21（1993）
- 2) 加藤 熙：本誌，34，22～28（1993）
- 3) 科学技術庁資源調査会編：四訂日本食品標準成分表，大蔵省印刷局（1982）
- 4) 渡辺篤二，柴崎一雄翻訳監修：大豆タンパク質，建拍社，p23（1974）
- 5) 福井三郎・谷 喜夫・岸部忠信：発工，33，113～117（1955）

- 6) 永原太郎, 岩尾裕之, 久保彰治: 全訂食品分析法, 柴田書店, p159 (1964)
- 7) 桜井芳人: 農化, 10, 486 (1934)
- 8) 本間伸夫, 石原和夫: 発工, 56, 768~772 (1978)
- 9) 全国味噌技術会: 改訂基準味噌分析法, (1968)
- 10) 佐藤正忠: 食品開発, 15, 43~47 (1980)
- 11) B. F. Harland and J. Harland: *Cereal Chem.*, 57, 226~228 (1980)
- 12) D. Knorr, T. Watkins and B. L. Carlson: *J. Food Sci.*, 46, 1866~1869 (1981)
- 13) J. A. Maga: *J. Agric. Food Chem.*, 30, 1~4 (1982)
- 14) YASUDA M, OKUHARA S, SAKAGUCHI M, KOBAMOTO N: 琉球大学農学部学術報告, 39, 135~142 (1992)
- 15) 望月 努: 発工, 56, 630~634 (1978)
- 16) 岡田安司, 竹内徳男: 醸協, 72, 181~183 (1977)
- 17) 岡田安司, 横尾良夫, 竹内徳男: 日食工誌, 22, 379~383 (1975)
- 18) 好井久雄: 醸協, 66, 111~115 (1971)
- 19) 桜井芳人: 農化, 11, 349~351 (1935)