

県産農産物を用いた加工品の品質向上と開発

－大豆チーズ様食品の開発－

小松正和・尾形美貴・樋口かよ・木村英生・望月五夫^{*1}

Quality Improvement and Development of Processed Agricultural Products

from Yamanashi Prefecture

- Development of Soy Cheese-like Food -

Masakazu KOMATSU, Miki OGATA, Kayo HIGUCHI, Hideo KIMURA and Itsuo MOCHIZUKI^{*1}

要 約

県産農産物を利用した加工食品は、県外製品との差別化等が図れることから県内食品業界から継続的な研究開発の要望がある。本研究では、「やまなしブランド」として定着しつつある県産大豆に着目し、本県の代表品種である「あけぼの大豆」の特徴を明らかにするとともに、保存性に優れる大豆チーズ様食品の開発を行った。「あけぼの大豆」は、一般的な大豆と比較して、約 1.6 倍の重量をもつ大粒で、シヨ糖をはじめ糖分を多く含むことが明らかとなった。また、カマンベールチーズの製法を応用し、豆乳を凝固、発酵、熟成させることにより、大豆チーズ様食品を製造し、半年以上の品質保持が可能であることを確認した。

1. 緒 言

日本一の生産量を誇るブドウや桃はもちろん、本県には果樹、野菜、穀物など、さまざまな農産物が生産されており、これら県産農産物は「やまなしブランド」の価値や魅力の素となっている。県産農産物のもつ独特な風味を活かした加工食品は、オリジナル性に優れ、県外製品との差別化が図れることから、県内食品業界からの継続的な要望が寄せられている。

平成 28 年度の本県の大豆生産量は 328 t で全国 35 番目¹⁾であるが、近年、県産の大豆や大豆製品の生産を拡大する取り組みが各地で拡大している。

本県の峡南地区では、形状や味わいに特徴をもつ「あけぼの大豆」が明治時代から栽培されており、大豆や枝豆は品質が高いと評価されてきた。一方で、「幻の大豆」と表現されるほど生産量が少なく（身延町 43 t (H28)²⁾）、豆腐や湯葉が主な加工食品であった。平成 28 年に生産関係者や行政機関で構成される「身延町あけぼの大豆振興協議会」が発足し、ブランド確立と 6 次産業化のための町ぐるみの取り組みが本格化しており、生産量拡大や販路拡大による消費者認知度の高まりが期待される³⁾。

本県の峡北地区では、県産大豆が最も多く生産されてい

る（北杜市 215 t (H28)²⁾）。全国的に普及している品種や県総合農業技術センターが奨励している品種など峡南地区とは異なる品種構成となっている。豆腐、納豆、豆乳飲料などの大豆加工食品を製造販売する企業も増えるなど、大豆の栽培を支える生産体制も整備されてきている。

本研究では、明治時代から栽培される本県オリジナル品種である「あけぼの大豆」の特徴を明らかにするとともに、新たな加工品として保存性に優れる大豆チーズ様食品を開発することを目的とする。

2. 実験方法

2-1 「あけぼの大豆」の特徴

山梨県身延町で栽培された「あけぼの大豆」の特徴を評価するため、加工向けに広く流通している 10 品種の国産大豆を比較対象として選定した。すなわち、「エンレイ」、「おおすず」、「ツルムスメ」、「とよまさり」、「ナカセンナリ」、「ミヤギシロメ」、「あきたみどり」、「いわいくろ」、「丹波黒」（2L サイズ）、「光黒」の 10 品種であり、いずれも山梨県以外の産地で栽培された大豆とした。表 1 に、分析に供した各国産大豆の品種名と外観（乾燥豆 100 粒）を示す。

*1 ゆば工房五大

表1 分析に供した国産大豆

品種名/外観	品種名/外観
あけぼの大豆 	エンレイ 
おおすず 	ツルムスメ 
とよまさり 	ナカセンナリ 
ミヤギシロメ 	あきたみどり 
いわいくろ 	丹波黒 (2L サイズ) 
光黒 	

大豆の重量は、ランダムに採取した 100 粒の大豆を電子天秤に乗せ、100 粒の平均値 (100 粒重) として計測した。

大豆に含まれる糖類の含有量は、大豆の粉砕物を 70%エタノールで還流加熱抽出し、定容に希釈した抽出液中に含まれる糖類を液体クロマトグラフ (HPLC) で定量分析し、大豆 100 g 当たりの含有量として算出した。

大豆の粉砕処理は、ランダムに採取した約 15 g の大豆を小型粉砕機 (ForceMill FM-1 型, 大阪ケミカル) を用いて 1 mm 程度の均質な粒径に粉砕した。

大豆粉砕物のエタノール抽出は、粉砕物 10 g に 70 %エタノールを 50 mL 添加した三角フラスコを約 90℃の

湯浴に浸し 20 分間還流加熱抽出し、抽出液をろ紙 (ADVANTEC No.5A) を用いて分離した。残留物に 70 %エタノールを 50 mL を添加し、20 分間還流加熱抽出し、濾別した抽出液と残留物の洗浄液 (70 %エタノール) を合わせて、70 %エタノール水を用いて 100 mL に定容した。

定容した抽出液に含まれる糖類を、HPLC を用いて分析した。HPLC 分析条件は、Mightysil NH₂ カラム (5 μm, 4.6×250 mm) を用いて、水-アセトニトリル系溶離液 (30/70) を 1.0 mL/min で送液して成分分離した。検出器には、示差屈折率検出器 (RI) を用いた。抽出液から検出された 6 種類の糖類 (ブドウ糖, 果糖, ショ糖, 麦芽糖, スタキオース, ラフィノース) を分析対象とした。クロマトグラムピーク同定および検量線の作成には市販の分析試薬 (和光純薬工業製) を用いた。

2-2 大豆チーズ様食品 (仮称: デーズ) の開発

カマンベールチーズの製法^{4), 5)}を応用し、豆乳から大豆チーズ様食品を製造することを試みた。

図 1 に、製造工程のフローチャートを示す。豆乳を原料として、凝固、発酵、熟成の 3 工程を経て大豆チーズ様食品 (仮称: デーズ) が製造できることを検討した。各工程の条件等についての検討結果は 3-2 項に記述した。

図1 大豆チーズ様食品の製造工程

大豆チーズ様食品の製造や分析に用いた原材料、添加物、製造器具、装置は次のとおり。

豆乳: 有機豆乳 (大豆固形分 10 %, スジャータめいら



- ① 乳酸菌・凝固剤を添加し加温、型入れ脱水
- ② 食塩、カマンベールカビ等の添加
- ③ カード反転、温度・湿度の調整
- ④ 温度・湿度・酸素濃度の調整、殺菌・パック

く株式会社)

乳酸菌スタータ: IOTA Ca/1-100L (COQUARD社)

ゲオトリカム: SIGMA54 (COQUARD社)

カマンベールカビ: SIGMA71

塩化ナトリウム: 日本薬局方規格 (和光純薬)

塩化カルシウム: 食品添加物規格 (和光純薬)

レンネット: Berthelot spéciale 300 (Laboratoires ABIA社)

モールド: 058LEA Demi Camembert (COQUARD社)

ドレーニングマット: 049BKC (COQUARD社)

低温恒温恒湿器: TPAC-120-20 (いすゞ製作所)

真空包装機： ME600B（中部コーポレーション）
 ウォーターバス： BF400（ヤマト科学）
 pHメーター： LAQUA F-72型（HORIBA）
 HPLC： 島津製有機酸システム（10Aシリーズ）
 レオメーター： CR-500DX，Φ1 cmの円形感圧軸使用
 （サン科学）

倍の大粒であった

3. 結果および考察

3-1 「あけぼの大豆」の特徴

「あけぼの大豆」の特徴は、一般的な大豆と比べて、大粒で、甘味が強いといわれている³⁾。この特徴について客観的に評価するため、加工向けに流通している国産大豆（10品種）と、外観、重量、糖類の含有量を比較した。

外観について、表1の写真に示すとおり、種皮色は黄色、緑色、黒色の3種類の大豆に大別され、子実形は扁球の「あきたみどり」以外は球形と大別された。このうち、「あけぼの大豆」は、種皮色は黄色、子実形は球形をしており、目視で「丹波黒」を除く他の大豆と比較して大粒であることが確認された。また種皮色が同じ黄色である7品種との比較において、へそ色が異なることが確認された。すなわち、7品種のへそ色はすべて黄色であったが、「あけぼの大豆」は褐色であった。

表2に、大豆11品種の重量測定結果を示す。100粒重の品種間比較から、目視の豆粒の大きさと同様に、「あけぼの大豆」と「丹波黒」が他の大豆と比較して、明らかに重量が大きく、大粒であることがわかった。「あけぼの大豆」は、他の10品種の重量平均値の1.6

表2 大豆11品種の重量

品種	100粒重[g]
あけぼの大豆(A)	67.6
エンレイ	31.2
おおすず	35.1
ツルムスメ	43.3
とよまさり	36.6
ナカセンナリ	33.4
ミヤギシロメ	40.2
あきたみどり	42.1
いわいくろ	41.5
丹波黒	68.8
光黒	49.8
比較対象平均値(B)	42.2
A/B値	1.6

表3に、大豆11品種に含まれる糖類の種類と含有量を示す。すべての大豆で6種類の糖類が検出され、そのうちショ糖の含有量が最も高く、次いでスタキオース、ラフィノース、ブドウ糖の順であった。「あけぼの大豆」は、大豆100gあたり糖類の総量が、他の10品種の平均値の1.2倍であり、糖類を多く含む大豆であることが確認された。特に甘味度の高いショ糖の割合が高く（他の10品種の平均値の1.4倍）、甘味が強いことが示された。

表3 大豆11品種に含まれる糖類の種類と含有量

品種	単位 [g/100 g]	ブドウ糖	果糖	ショ糖	麦芽糖	スタキオース	ラフィノース	糖総量
あけぼの大豆(A)		0.7	0.4	7.3	0.4	2.1	0.6	11.4
エンレイ		0.7	0.2	3.1	0.5	2.4	0.5	7.4
おおすず		0.5	0.4	4.3	0.4	2.5	0.8	8.9
ツルムスメ		0.5	0.3	5.1	0.1	2.4	0.9	9.3
とよまさり		0.5	0.1	5.7	0.1	2.0	0.6	9.1
ナカセンナリ		0.5	0.3	5.3	0.1	1.8	0.6	8.5
ミヤギシロメ		0.5	0.5	6.1	0.1	2.5	0.6	10.3
あきたみどり		0.5	0.5	5.5	0.2	2.6	0.4	9.7
いわいくろ		0.5	0.4	6.5	0.1	2.3	0.7	10.5
丹波黒		0.3	0.4	5.3	0.2	2.1	0.5	8.9
光黒		0.4	0.3	6.5	0.2	2.0	0.7	10.0
比較対象平均値(B)		0.5	0.3	5.3	0.2	2.3	0.6	9.3
A/B値		1.4	1.1	1.4	1.9	0.9	0.9	1.2
甘味度(対ショ糖)		0.7	1.4	1	0.4	0.3	0.2	—

次に、「あけぼの大豆」の特徴をヒトが判別できるか検証するため、「あけぼの大豆」と生産量上位の「エンレイ」の2品種について、水に浸漬後、添加物を一切加えず「ゆで」もしくは「蒸し」た大豆を用意し、官能評価試験を実施した。

各大豆試料（約100～200粒）の入った白皿（表1の写真と同一のもの）を机上に並べ、大豆であること以外の情報は提示せずに、次の3項目について相対的な順位付けを行う形式の官能評価試験を行った。評価項目として、「外観」の良さ、「甘味」の強さ、すべての観点で総合的に評価する「総合」の良さを設定した。評価者は産業技術センター職員21名で、事前に訓練等は実施せず各評価者の主観による評価とした。

4種類の大豆試料（「あけぼの大豆」のゆで、蒸し、「エンレイ」のゆで、蒸し）の官能評価結果を表4に示す。外観について、最も良いと回答した人数は「あけぼの大豆」のゆでが多く、最も悪いと回答した人数は「エンレイ」の蒸しが多く、「エンレイ」のゆでは0人だった。全体的にゆでの方が蒸しよりも外観が良い傾向がみられたが、品種間の明確差異はなかった。外観には色、大きさ、皮の皺具合など複数の観点が考えられるが、評価時に特定しなかった。このため評価者により観点が異なる可能性も考えられた。甘味について、最も強いと回答した人数は「あけぼの大豆」の蒸しが多く、最も弱いと回答した人数は「エンレイ」のゆでと蒸しが同数で多かった。加工方法のよらず、「あけぼの大豆」は「エンレイ」よりも有意に甘いと感じることが明示された。総合についても甘味と同様に、「あけぼの大豆」が「エンレイ」よりも有意に良いとの評価結果となった。

表4 大豆2品種のゆで・蒸し大豆の官能評価結果

品種 加工方法	あけぼの大豆		エンレイ	
	ゆで	蒸し	ゆで	蒸し
外観				[人]
最も良い	9	3	5	4
最も悪い	3	6	0	12
甘味				
最も強い	5	14	1	1
最も弱い	1	0	10	10
総合				
最も良い	6	12	1	2
最も悪い	1	0	9	11

※評価者：センター職員（訓練していない）21名

表5に、4種類の大豆試料（「あけぼの大豆」のゆで、蒸し、「エンレイ」のゆで、蒸し）の成分分析結果を示す。どちらの大豆も吸水により2倍強の重量となり、目視の粒の大きさも有意な品種間差異が認められた（図

2）。糖類は、水分の増加により見かけ上、低下しているが、総量は蒸しでは「あけぼの大豆」が高く品種間差異が認められたが、ゆででは有意差がみられなかった。甘味および総合の官能評価結果と、ショ糖の含有量との間に相関性が認められ、ショ糖が「あけぼの大豆」の特徴を構成する主成分の一つであると考えられた。また、加工法としては、ゆでより蒸す方がショ糖の含有量が高く、「あけぼの大豆」の特徴を示す観点では適していると考えられた。

表5 大豆2品種のゆで・蒸し大豆の成分分析結果

品種 加工方法	あけぼの大豆		エンレイ	
	ゆで	蒸し	ゆで	蒸し
100粒重 [g]	144	146	70	69
水分 [g/100 g]	67	62	63	60
糖類 [g/100 g]				
ブドウ糖	1.0	0.7	1.2	1.1
ショ糖	2.2	3.4	1.2	1.5
スタキオース	0.9	1.3	1.2	1.4
総量 (6種)	4.3	5.9	4.9	4.7

図2 大豆2品種のゆで・蒸し大豆の写真



左から、「あけぼの大豆」の蒸し、ゆで、「エンレイ」の蒸し、ゆで

3-2 大豆チーズ様食品の開発

日本の伝統食品である味噌、醤油、納豆は、蒸煮した大豆を所定の微生物の作用で発酵させることにより、独特の風味を付与するとともに、保存性を高めた発酵食品である。欧州で発達したヨーグルトやチーズも、原料である牛乳と比較して、保存性が格段に向上した発酵食品であり、長期間にわたって食用に適する状態を維持することが可能である。すなわち、豆乳を所定の微生物の作用で発酵させることにより、豆腐等の発酵工程を伴わない加工食品よりも保存性を向上させた加工食品が期待できる。そこで、カマンベールチーズの製法を応用し、図1に示す製造工程を設定し、大豆チーズ様食品を開発することを目的に試作実験を行い、製造方法を検討した。

カマンベールチーズは、名称のごとくフランス・ノルマンディー地方のカマンベール村発祥のチーズであるが、現在では世界各地で、手づくり工房のような小規模工場からオートメーション化された大規模工場まで幅広く生産されている。製造工程は製造規模や設備状況によって

異なることから、本研究では、将来的な技術移転を見据え、設備投資が少ない小規模工場向けの製造方法^{4),5)}を参考とした。

製造工程の諸条件を変更し試作試験を繰り返し、豆乳から図1の工程により大豆チーズ様食品(図3)を製造できることを確認した。豆乳は冷凍・解凍することにより離水効率が向上し、凝固時のカードが増量することがわかった。なお、製造規模は試験研究のため、1ロットあたり豆乳1~2Lとし、2-2項に示すとおりハーフサイズのカマンベール用モールドを使用した。

大豆チーズ様食品を次に示す5つの条件で保存し、外観の観察と官能検査(センター職員による)の結果から、保存性を評価した。貯蔵条件として、①チーズ用包装紙で包装、②市販のフィルムラップで包装、③チーズ用包装紙で包み、さらにラップで包装、④専用フィルム袋に入れ真空包装、⑤専用フィルム袋に酸化防止剤とともに真空包装、を設定し、①~④は冷蔵庫で、⑤は冷蔵庫および冷凍庫で貯蔵した。その結果、①~④は2週間~3ヶ月で外観の色調変化や微生物汚染が認められた。⑤は冷蔵貯蔵で8ヶ月間は目立った外観の変化や官能的な欠点はみられなかった(図4)。⑤の冷凍貯蔵したものは冷凍時の外観はやや色調が濃くなるが解凍後には元の色調に戻った。以上のことから、大豆チーズ様食品は、酸化防止剤とともに真空包装することにより、少なくとも半年以上の品質保持が可能であることが確認できた。さらに長期保存の可能性も示唆された。



図3 大豆チーズ様食品(仮称:チーズ)



図4 8ヶ月冷蔵貯蔵した大豆チーズ様食品

4. 結 言

「あけぼの大豆」の特徴を客観的に評価するため、加工向けに流通している国産大豆(10品種)と、外観、重量、糖類の含有量を比較した。一般的な大豆と比較して、約1.6倍の重量をもつ大粒で、ショ糖をはじめ糖分を多く含むことが明らかとなった。

保存性に優れる大豆加工食品を開発することを目的とし、カマンベールチーズの製法を応用し、豆乳(冷凍・解凍品を含む)を凝固、発酵、熟成させることにより、大豆チーズ様食品を製造し、半年以上の品質保持が可能であることを確認した。

謝辞

大豆の分析方法等に助言をいただいたテクノ・サイエンスローカル事務所の小宮山美弘氏に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 農林水産省:農林水産省統計部「作物統計」
<<http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/>>
(2018-4-1参照)
- 2) 関東農政局:主要農業指標の累年統計
<http://www.maff.go.jp/kanto/to_jyo/nenpou/index.html> (2018-4-1参照)
- 3) 身延町:あけぼの大豆推進事業
<<https://www.town.minobu.lg.jp/chosei/nogyo/denkisaku.htm>> (2018-4-1参照)
- 4) 齋藤忠夫, 堂迫俊一, 井越敬司:現代チーズ学
(食品資材研究会, 東京)
- 5) 鶴見和子:チーズ製造各論ミックス, 研修資料
(2017)