

## 地場産エゴマ油に含まれるリン脂質の低減に関する検討\*

及川 和志\*\*、遠山 良\*\*

新たな特産品化が期待される地場産エゴマ油の品質向上を目的に、製品に含まれるリン脂質の定量およびその低減方法について検討を行った。種子を焙煎処理することで製品に移行するリン脂質が増すため、脱ガム工程を持たない地場産エゴマ油では製品の保存中にリン脂質が凝集して“滓”が発生することが明らかとなった。滓の発生を防ぐため濾過工程の改良を行い、簡便かつ低環境負荷にエゴマ油のリン脂質を低減できる製造法として提案する。

キーワード：エゴマ、エゴマ油、リン脂質、除滓法、炭酸カルシウム

## Development of the Removal Method of the Phospholipids Contained in Perilla Oil

OIKAWA Kazushi, TOYAMA Ryo

In a few products of the perilla oil made in Iwate, there was the precipitate. To improve the quality of perilla oil, easy filtration methods were required. Then, we developed the easy method of removing the phospholipids from perilla seed oil with calcium carbonate.

Key words: Egoma, Perilla seed oil, Phospholipids, Filtration, Calcium carbonate

### 1 緒 言

東北各地の中山間地域では、地場で収穫された油糧種子を原料に、昔ながらの压榨製法によって食用油を製造する、いわゆる「地あぶら」造りが取り組まれている。

中でも、エゴマ (*Perilla frutescens* Britton var. *Japonica* Hara) の種子を原料とするエゴマ油は  $\omega$ 3 系必須脂肪酸 ( $\alpha$ -リノレン酸) を高濃度を含むため、健康志向の高まりを背景に、田舎ならではの素朴さと健康的な魅力を併せ持つ食用油として一般の消費者にも注目されている<sup>1)</sup>。

岩手県工業技術センターでは、エゴマの持つ栄養素と機能性成分を活用した新規食品開発の可能性、また、農家ベースで取り組みが進む「地あぶら」造りの発展性に着目し、平成 17 年度よりエゴマ油を中心とした「地あぶら」の品質に関する調査やその品質向上を実現する製法などの検討を行い、さらにエゴマ種子から派生する各種加工品の開発支援にも取り組んでいる。

本報告では、焙煎エゴマ油などに生じる見た目の悪い滓(オリ)の発生原因について調査した平成 18 年度の研究結果を示すとともに、簡便に滓の発生を防ぐ新たな地場産エゴマ油の製法について提案する。

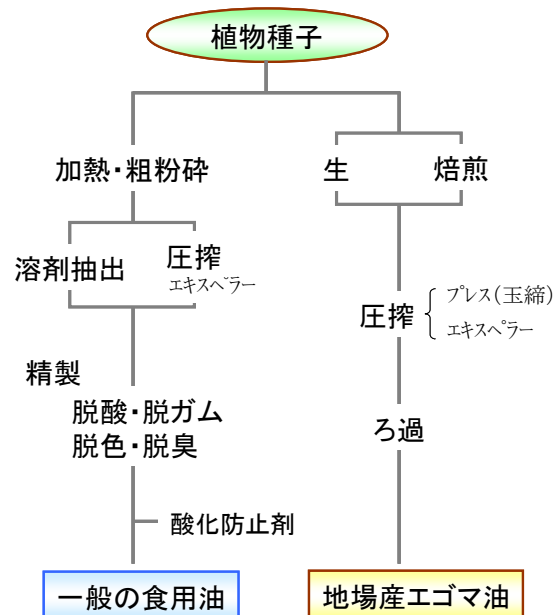


図 1 一般的な食用油と地場産エゴマ油の製造工程

\* H18 年度 (独) 科学技術振興機構 JST シーズ発掘試験

\*\* 食品技術部 (現 食品醸造技術部)

## 2 方法

### 2-1 試料の入手

焙煎エゴマ油など、一部の地場産エゴマ油には著しい滓（製品の底部に溜まった褐色の沈殿物）が認められるが、その生成に関与する成分は不明であった。

そこで、成分の調査を行うため、2006年4月から9月にかけてエゴマ油の収集を行った。岩手県内のエゴマ油は購入した。また、日本エゴマの会（福島県田村市船引町）、花菜油の会（岩手県一関市大東町）ほか、複数の地あぶら生産者よりエゴマ油を提供頂き、製造者や生産地の異なる計11点の地場産エゴマ油を入手した。この他、食用油メーカーが販売するエゴマ油についても比較するため、量販店や通信販売で計8点を購入した。

その際、収集した製品の製造条件を把握するため、地場産のエゴマ油については製造者へ聞き取りと、焙煎香や滓の有無、油の色調から種子への加熱処理の有無を判断し、また、使用されている搾油機についても調査した。メーカー製のエゴマ油については詳細な製造条件が不明であるので、分類は行わずにメーカー品として分析結果を取りまとめた。

開封して外観と風味を確認した試料は、酸化による品質劣化を防ぐため窒素置換し、10℃の暗所で保存した。

### 2-2 成分の分析

#### 2-2-1 リン脂質の定量

研究に先立ち、入手したエゴマ油について酸化関連指標（POV, COV, AnV, CDM）の測定のほか、脂肪酸組成比およびトコフェロール含有量の分析を行ったが、滓の生成に直接的な関連性が示唆される結果は得られなかった。

そこで、一般的な食用油製造では大部分が精製工程で除かれるものの、地場産のエゴマ油では除去されないと考えられるリン脂質（ガム質）に着目し、入手した製品に含まれているリン脂質の定量を行った。

リン脂質の定量は、Bartlett法による全リンの定量<sup>2)</sup>に準じて行い、一般的なレシチンのリン含有率4%を基として、

$$\text{リン脂質 (\%)} = \text{全リン (\%)} \times 25$$

の計算式から求めた。

#### 2-2-2 水分の定量

エゴマ種子の水分 (%) は、粉碎した種子を75℃、180分の条件で減圧乾燥（真空度70mmHg以上）して求めた。

また、エゴマ油にも微量の水分が含まれていると考えられたが、加熱乾燥法では油の酸化に伴う重量増加の影響が大きいため、カールフィッシャー水分計（平沼産業製、自動水分測定装置 AQV-2100型）を用いて定量した。

### 2-3 試験搾油による検討

#### 2-3-1 小型試験機を用いた製造モデル

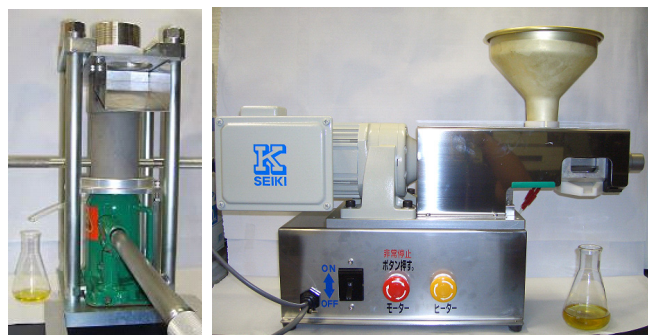
地場産エゴマ油の製造条件と製品中のリン脂質濃度との関係を明らかにするため、種子への「搾油前処理（加熱処理の有無）-圧搾-フィルター濾過」で構成される製造工程を小型搾油機による試験搾油系で再現し、得られた圧搾油をモデルとして検討を行った。

種子は平成17年度に栽培、収穫された非加熱のエゴマ種子（一関市大東町産、田村系統黒種）を用いた。搾油前の加熱処理として、吸水処理を行わない状態での種子の空蒸し（品温95℃以上-60分）、もしくは、家庭用のホットプレートを用いた種子の焙煎処理（品温100℃-60分と140℃-15分）を行い、また、搾油機による影響も検討するため、小型プレス式搾油機（K-10t、(有)サン精機）とエキスペラー式搾油機（S100-200B、同上）を用いた。

圧搾で得られたエゴマ油は、濾紙（東洋濾紙、No.2）で吸引濾過を施し、製品のモデル油とした。



写真1 焙煎エゴマ油の滓（中央ボトルの底部）



左) プレス式搾油機（処理量：100g エゴマ/バッチ）

右) エキスペラー式搾油機（処理量：4kg エゴマ/hr）

写真2 小型搾油試験装置

### 2-3-2 種子への加熱温度

収穫後の乾燥時や搾油機からの摩擦熱など、エゴマの種子には搾油前の焙煎処理以外にも熱が加わる場合があり、100℃以下と比較的低い温度帯での加熱がエゴマ油の品質に影響していることも考えられる。

そこで、加熱の影響を詳細に把握するため、室温から100℃まで 20℃間隔で加熱処理した種子を圧搾し、得られた種子油のリン脂質および水分を定量した。

この際、乾燥による影響を除くため種子を真空包装し、包装のまま恒温オーブン内で 60 分間の加熱処理を行った後、処理後は直ちに4℃の冷蔵庫内で冷却した。さらに、種子の水分をできるだけ均一にするため、一晚室温で保持した後に種子を包材から取り出して搾油した。

また、搾油は、搾油機から加わる熱の影響を除くため、搾油時に摩擦熱を生じないプレス式搾油機を用いた。

### 2-4 除滓法の検討

製品中の保存中に生じる滓は、種子を焙煎処理したエゴマ油に生じ、搾油前に種子を焙煎しない生搾り製法によるエゴマ油ではほとんど問題にならない。

しかし、搾油機がエキスペラー式の場合には、種子を焙煎処理しなくとも製品の白濁や滓状の浮遊物が生じる場合があり、製品の品質を安定に保つためには、濾過工程で濁りや滓そのもの、あるいは、生成の原因になる成分を取り除くことは重要である。

そこで、簡便で低コストかつ安全な処理方法として、食品素材や天然物等を用いる固液分離により、設備や製造工程を大きく変えずに不要成分であるリン脂質の効率的な除去が可能であるか検討を行った。

検討では、搾油直後の滓がまだ生じていない焙煎エゴマ油に通常のフィルター濾過を行って検討用のエゴマ油を調製し、これに対して、粉末状の炭酸カルシウム、酸化カルシウム、水酸化カルシウム、珪藻土、活性炭、小麦粉を一定量添加して攪拌の後、一定時間静置した際の分離状態や濾過適性、さらには、処理によるリン脂質の除去について評価を行った。

## 3 結果 および 考察

### 3-1 エゴマ油の製品に含まれるリン脂質の定量

製品化されているエゴマ油を種子への焙煎処理および搾油機の違いにより分類し、そのリン脂質含有量を定量した結果を表1にまとめた。

その結果、種子を生そのまま搾油する生搾りのエゴマ油では製品中のリン脂質は少ないのに対し、種子を焙煎処理した後に搾油する焙煎エゴマ油では製品中のリン脂質は高濃度であった。

搾油機をプレス式に限定して考えると、生搾りエゴマ油は種子の焙煎処理を行わない点のみが焙煎エゴマ油と異なり、圧搾から濾過、製品化までの工程は共通である。

したがって、滓が認められない生搾りエゴマ油にはリン脂質が少なく、著しい滓の生成が認められる焙煎エゴマ油にはリン脂質が多いとの結果は、滓の生成とリン脂質の濃度には密接な関係があることが示唆される。

また、製造に用いられる搾油機の違いによっても製品に含まれるリン脂質の濃度に差が認められたが、これは、プレス式搾油機では搾油時に熱は生じず、種子は穏やかに圧縮されるのに対して、エキスペラー式搾油機は捻軸による連続押し出しを原理とするため摩擦により熱が生じ(捻軸周辺の温度は70~90℃にまで上昇する)、また、種子の組織が摩砕により破壊されるなど、搾油機の構造に起因する熱や摩砕などの条件が異なるためであると考えられる。

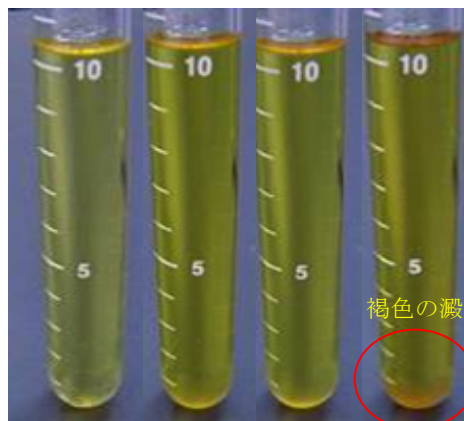
ただし、エキスペラー式搾油機を使用するエゴマ油の製造では、搾油率の向上を目的に 100℃前後の温度で種子を弱く焙煎してから搾油している場合があり、搾油前の加熱処理もしくは装置特性のいずれに因るものかについては表1に示した分析結果(弱焙煎-エキスペラーの区分)のみでは判断できない。

なお、油脂メーカーが製造販売するエゴマ油の製造条件は不明であるが、地場産エゴマ油の焙煎油に対して半分以下のリン脂質含有量を示す物がほとんどであった。

表1 エゴマ油製品のリン脂質

製造者	地場産(地あぶら)			油脂メーカー
	非加熱 プレス	弱焙煎 エキスペラー	焙煎 プレス	
加熱処理 圧搾装置				不明 不明
リン脂質 (μg/g Oil)	98.6	1837.8	5074.7	5832.1
	66.5	796.8	7140.0	3128.8
	42.0		8617.0	2428.1
			7786.3	16.1
			2685.7	2299.5
		5944.4	52.7	
			1737.8	
			50.5	

注) 数値は個々の製品の測定値を示す



試験区の配置は左から、「非加熱」、「空蒸し 95℃、-60 分」、「焙煎 100℃-60 分」、「焙煎 140℃-15 分」

写真3 種子への加熱処理条件が異なるエゴマ油

### 3-2 試験室レベルでの検証

#### 3-2-1 製造条件の再現による検討

エゴマ油の製品を対象とした成分調査から、種子への焙煎処理が製品中に移行するリン脂質を増すことが示唆されたが、あくまでも製品の分析を基にした推定に過ぎないため、製造装置や条件をより明確にしたモデル油を調製し、検討を行った。

写真3 にエゴマ種子を異なる加熱条件で処理した後にプレス式搾油機で搾油し、室温下で2週間静置した後のエゴマ油の状態を示す。

その結果、種子を加熱せずに搾油したエゴマ油(写真3の左端)では色調は淡黄色で滓状の沈殿も見当たらないが、種子を加熱処理したエゴマ油は黄色から橙黄色となり、特に「焙煎 140℃-15分」の条件で種子を加熱したエゴマ油(写真3の右端)では保存期間中に褐色の沈殿、すなわち、滓の生成が認められた。

これら試料を上層50%(滓が含まれない画分)と下層50%(滓が含まれる画分)に分け、それぞれのリン脂質および水分を測定したところ(図2)、滓の生成を認める「焙煎 140℃-15分」の試験区ではリン脂質と油中水分が他の試験区よりも多く、また、滓が含まれる下層50%に

リン脂質と水分が偏在していた。

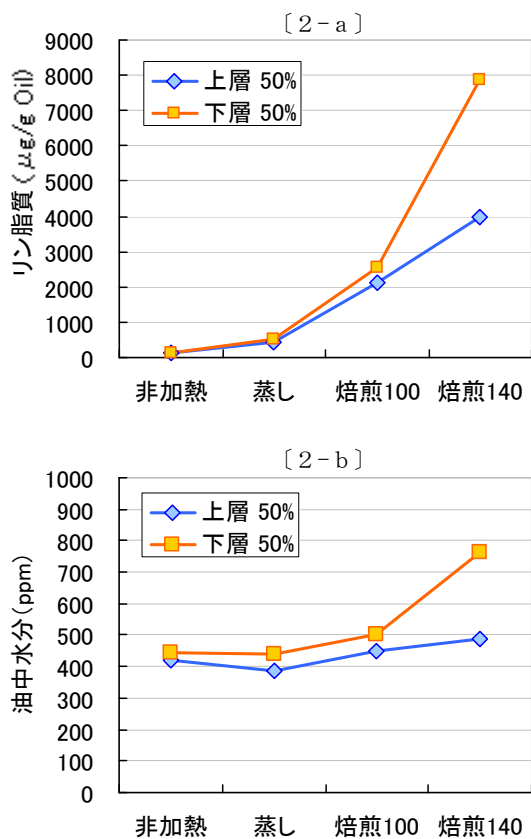
検討に用いたプレス式搾油機では摩擦熱が生じないため、種子への加熱は搾油前の処理に限定される。

したがって、「非加熱」試験区のリン脂質が低濃度であるのに対して、「焙煎 140℃-15分」「焙煎 100℃-60分」の試験区ではリン脂質が高濃度であることを考えると、搾油で得られるエゴマ油のリン脂質濃度には種子への加熱条件が強く影響していると判断できる。

また、油中水分の分布がリン脂質の分布と一致していることは注目すべき点であり、滓の生成にはリン脂質に加えて水分も関与していると考えられる。

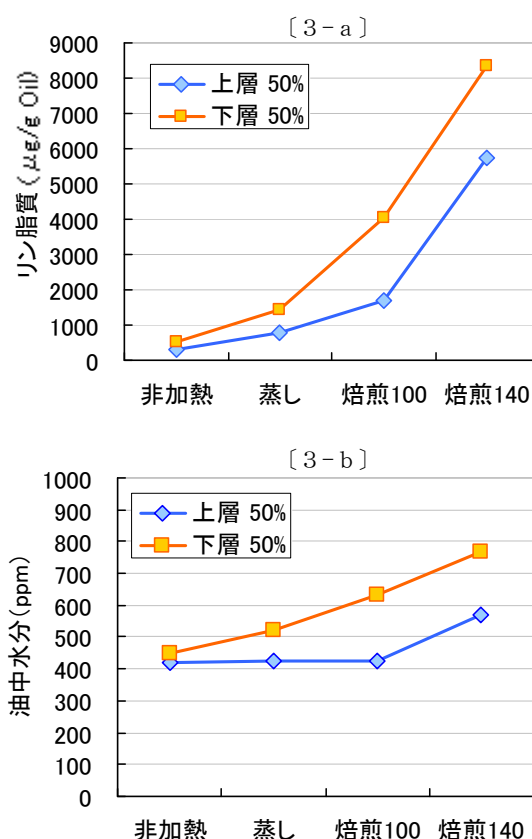
図3には搾油機がエキスペラー式の場合の試験結果を示しているが、滓を認める「焙煎 140℃-15分」試験区の下層50%画分にはリン脂質と油中水分が多いため、搾油機の種類に因らず、エゴマ油における滓の生成にはリン脂質と水分が深く関係していることが明らかである。

なお、エキスペラーによる搾油では(地場でのエゴマ油の製造にはエキスペラー式搾油機を用いる例は少ないが)、高温での焙煎処理を施さない製造条件であっても製品が白濁する、あるいは、保存中に白色の滓が生成するといった現象が認められている。



試験区の配置は、左から、「非加熱」、「空蒸し 95℃、-60分」、「焙煎 100℃-60分」、「焙煎 140℃-15分」

図2 プレス式搾油機で搾油したエゴマ油のリン脂質 [2-a] および油中水分 [2-b]



試験区の配置は、左から、「非加熱」、「空蒸し 95℃、-60分」、「焙煎 100℃-60分」、「焙煎 140℃-15分」

図3 エキスペラー式搾油機で搾油したエゴマ油のリン脂質 [3-a] および油中水分 [3-b]

この点については、プレス式搾油機での試験結果（図2-a）に対し、エキスペラー式搾油機での試験結果では種子への加熱が比較的穏やかな「空蒸し」や「焙煎 100℃-60分」の試験区においても下層 50%画分のリン脂質濃度が高くなっている（図3-a）ことから、搾油前処理（加熱処理）に加えて搾油機の摩擦熱が種子に加わったことで、リン脂質が油に溶出し易くなったためと考えられる。

### 3-2-2 種子への加熱によるリン脂質の溶出

3-2-1の検討により、エゴマ油に認められる滓や濁りは種子に含まれるリン脂質や水分が油中に溶出、もしくは、流出することで生成すると考えられた。

しかし、実際にどの程度の加熱をエゴマ種子に加えるとリン脂質が圧搾油中に溶出するかは不明であったため、さらにエゴマ種子への加熱条件を変えて検討を行った。

その結果を図4に示すが、100℃以下の温度で種子を加熱処理し、その圧搾油に含まれるリン脂質を定量したところ、エゴマの種子には60℃を超える熱が加わることでリン脂質が溶出しやすくなることが明らかとなり、加熱温度が高く、加熱時間が長いほど油中のリン脂質濃度も増していた。

理由については、本検討の結果のみでは推測に過ぎないが、油脂成分の保持に関与する種子組織の蛋白質が60~70℃付近の温度帯で加熱を受けることで変性し、細胞膜等を構成するリン脂質も圧搾により容易に分離、抽出されるようになったためと思われる。

リン脂質は、乳化や分散などの目的で食品用途にも広く用いられる成分であり、親水性と疎水性（親油性）を合わせ持つ両親媒性物質いわゆる界面活性剤である<sup>3)</sup>。一般的な食用油工業における製造では、搾油後の脱ガム工程において油脂への加水処理により膨潤（ガム形成）させ、遠心分離や高圧濾過により分離除去されるため<sup>4)</sup>、流通過程で滓が生成するような製品は生じない。

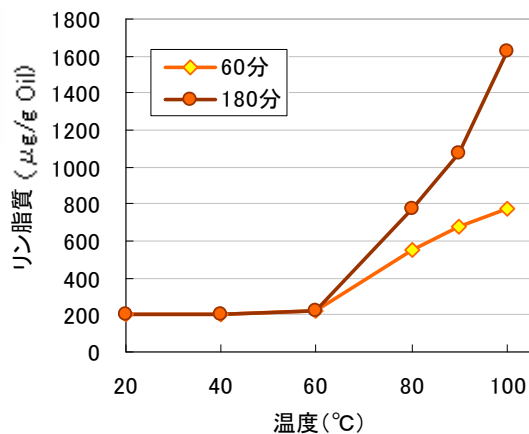


図4 100℃以下の加熱を施した種子から搾油したエゴマ油に含まれるリン脂質の濃度

しかしながら、“昔ながら”のシンプルな製法を売りとする地場産の食用油造りではリン脂質の除去を目的とする精製工程を組み込む事例は非常に少ないため、焙煎エゴマ油など種子に熱が加えられた圧搾油では製品にリン脂質が高濃度に含まれることとなり、その結果として、リン脂質が油中に溶け込んだ水分や空気中の湿気と共に凝集、沈殿することで滓が生成されると考えられた。

稀に、種子を全く加熱せず、搾油もプレス機で行われたエゴマ油の中にも薄い滓が生じているものが認められるが、収穫後の調製作業で乾燥機を使用する場合など、60℃を超える温度に種子が晒された場合などでは、製品にリン脂質が溶出して滓を生じると推測される。

また、エキスペラーによる搾油では摩擦熱で種子が80℃程度まで加熱されながら圧搾されて行くため、種子への焙煎処理の有無に関わらず製品中にリン脂質が移行し、白濁や滓が生じるものと考えられる。

種子に由来するリン脂質は、摂取することで健康を害するなどの危険性はないと考えられるが、消費者の食品に対する意識が高まる中、安心な（品質の良い）商品として地場産の食用油を流通させるためには、見た目に悪い印象を与える“滓”はなるべく除く、もしくは、防止するための工夫が必要になる。

### 3-3 簡便な除滓（リン脂質除去）技術の検討

前段までの検討の結果、焙煎エゴマ油などに認められる滓はリン脂質を主体とした凝集物であると考えられた。そのため、滓の生成を防ぐには、リン脂質を製品に溶出させない、あるいは、製造工程でリン脂質を除去するかの、いずれかの対策が必要となる。

滓が生じない透明なエゴマ油を製造するためには、種子を加熱せず、生搾りによって種子油を製造するのが確実と言えるが、種子の焙煎を特徴とする焙煎エゴマ油には独特の風味もあり、また、種子を加熱処理することによる衛生面への安心感も無視できない。

すなわち、エゴマ油には生搾り、焙煎搾りのどちらにおいても長短があり、それぞれ、品質向上のための工夫を施しながら地場産品としての活用を図るのが望ましい。

そこで、エゴマ油からリン脂質を除く方法について引き続き検討を行った。

#### 3-3-1 油中のリン脂質を低減する濾過素材の選別

エゴマ油を含む「地あぶら」造りの特徴は、圧搾と濾過による“昔ながら”の製法を採用している点にある。

食用油製造の観点では効率的にも品質的にも好ましいとは言いがたいが、ほぼ全てを海外からの輸入に頼っている油糧種子の栽培を行い、また、高齢化や過疎化で疲弊する中山間地域の活性化も視野に入れた加工品造りを行う取り組みとしては、十分に注目する価値がある。

したがって、品質向上を目的とした製法の開発に際しても、「地あぶら」としての特徴を維持するという制約があり、なるべく製法の基本形を保ったまま、安全な素材

を用いて、簡便かつ低環境負荷な製造工程を構築する必要があると考える。

そのためには、圧搾と濾過の基本工程と製造設備に大きな変更を加えないことが前提となるが、油中のリン脂質を除去するために用いる素材は地場から供給できる天然物や食品に由来するものが望ましく、また、焙煎香が残されているなど、精製処理された焙煎エゴマ油には素朴な風合いが保たれていることが望ましい。

以上を考慮し、焙煎エゴマ油に添加することで、濾過後の油中リン脂質を効果的に低減できる素材を検討した。

写真4-bに、エゴマ油に各種素材を添加し、攪拌後に1時間の静置を行った状態を示したが、炭酸Caのみ、および、炭酸Caと水を添加した試験区(③, ④)の分離が良好であった。

一方、試料を濾過した後に油中リン脂質を定量した結果を図5に示すが、何も添加しない①に対して、水を10%添加した②、活性炭を10%添加した⑩の試験区でリン脂質が良好に低減されている。

しかしながら、水をエゴマ油に10%添加する条件では濾過性が悪く、濾過の際に濾過された油に水が混入する問題が認められ、また、油から分離された水の排水処理についても対策が必要となる。

活性炭を10%添加する条件では、エゴマ油からのリン脂質の除去は良好である一方、その他の色素成分やビタミンなども除かれ、「地あぶら」らしさが損なわれる。

以上より、分離性に優れ、リン脂質を効果的に低減でき、素朴な風合いも保たれている条件として、炭酸Ca 10%+水 1% (写真4-bの④, 図5の④)の組み合わせが最も実用的であると判断した。

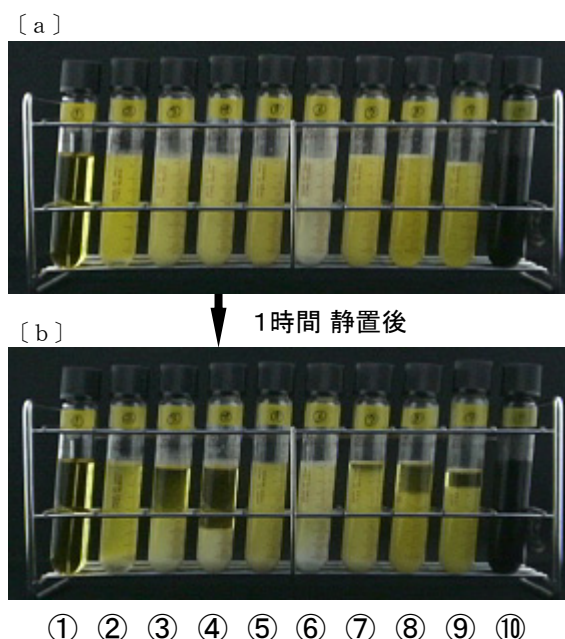
### 3-3-2 炭酸Caを用いたリン脂質除去方法の確立

次に、炭酸Caと水の添加量を最適化するため、検討を行った。図6に、その結果の一部を示すが、炭酸Caによるリン脂質の除去は1.0%程度の水分が油中に存在することで達成される。エゴマ油への水の添加量は、多すぎると炭酸Caを主体とする凝集物に保持されず水分が分離するため、多くとも1~2%程度とし、また、炭酸Caの添加量は歩留まりと製造コストに影響するため5~10%程度が好適と考えられる。

リン脂質は、炭酸Caと水と共に凝集物を形成し、濾過により容易に分離可能になるので(写真5-右)、従来の濾過工程を改良するだけで対応できる。リン脂質が除去されたエゴマ油は保存中に滓が生じず(写真5-左(b))、透明度も高いため、商品価値の向上を期待できる。

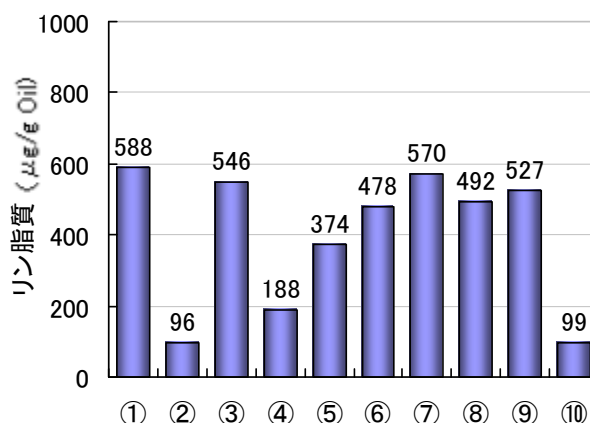
また、リン脂質の除去工程から排水の発生は全くないため環境への負荷も低く、さらに、取り除いた凝集物はカルシウムとリンが含まれるため土壌改良剤や家畜等の栄養供給源などとしての活用も見込まれる。

以上より、製法の利用価値と応用性は広いと考えられるため、引き続き、地場のエゴマ油製造者への導入を進め、エゴマ油の高品質化と普及支援に活用したい。



試験区の配置は左から、  
①添加せず、②水 10%、③炭酸Ca 10%、④炭酸Ca 10%+水 1%、  
⑤水酸化Ca 10%、⑥酸化Ca 10%、⑦デキストリン 10%、  
⑧小麦粉 10%、⑨珪藻土 10%、⑩活性炭 10%

写真4 焙煎エゴマ油に各種素材を添加混合の後攪拌直後 [a]、静置1時間後 [b] の外観



試験区の配置 NO.は、写真4の説明に対応する

図5 焙煎エゴマ油に各種素材を添加攪拌の後手漉き和紙で濾過した油に含まれるリン脂質

## 4 結 言

### 4-1 成 果 要 約

地場産食用油として注目されるエゴマ油、特に焙煎エゴマ油において問題となっている“滓”について検討を行い、種子の加熱処理による油中リン脂質濃度の増加が原因であることを明らかにした。

エゴマ油の高品質化、差別化を図るため、滓の防止方法について検討を行い、炭酸 Ca を用いた簡便かつ環境負荷の低いリン脂質除去方法を確立した。

エゴマを原料とする「地あぶら」の高品質化を実現する技術として広く普及することを期待する。

なお、本研究で得られた加工法については、特許を出願済みである。

### 4-2 謝 辞

本研究は、(独) 科学技術振興機構 シーズ発掘試験採択課題 (平成 18 年度: 新世代「地あぶら」の開発) の一部として実施したものである。

事業の推進に当たり、多大なる御支援を頂きました「地あぶら」生産者ほか、関係各位に深く感謝致します。

## 文 献

- 1) 現代農業 2004 年 9 月号, 農村漁村文化協会, p50-117
- 2) 宮澤陽夫, 藤野康郎 編著: 生化学実験法 9 脂質・酸化脂質分析法入門, 学会出版センター, p137-138
- 3) 佐藤清隆ほか, 機能性脂質の開発, シーエムシー
- 4) 油脂・脂質の基礎と応用 - 栄養・健康から工業まで -, 日本油化学会編

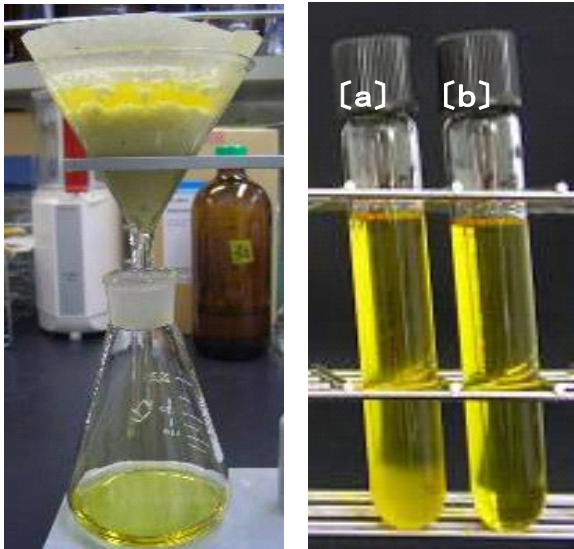


写真5-左の[a]は従来の焙煎エゴマ油、[b]は本研究で開発した除去技術でリン脂質を低減した焙煎エゴマ油  
いずれも、搾油から室温で2週間静置後

写真 5 炭酸 Ca の添加で生じた凝集物 (左) と  
エゴマ油の保存経過 (右)

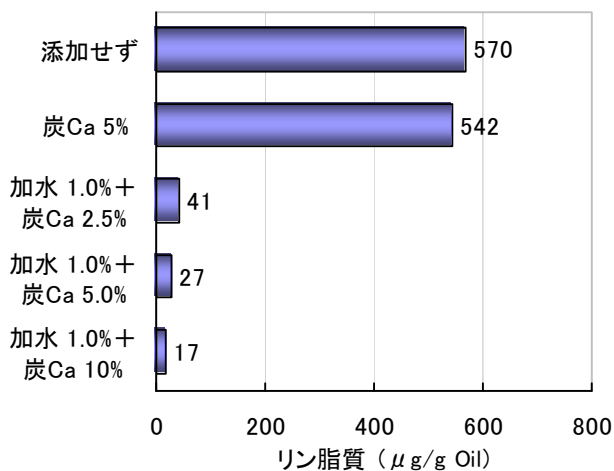


図 6 炭酸 Ca によるリン脂質除去技術の効果