

---

福島農総セ研報 8 : 1-10 (2016)

## エゴマおよびエゴマ油の劣化抑制

関澤 春仁

Suppression of Deterioration of Perilla and Perilla Oil

Haruhito SEKIZAWA

### Abstract

Factors influencing deterioration of perilla (*Perilla frutescens* var. *frutescens*) and its products were investigated in this study. Storage below 15 °C maintained the dried seed quality high, while the roasted seeds showed remarkable increase of peroxide value during storage, not the acid value. The peroxidation of roasted seeds was suppressed under the oxygen free conditions. Moreover the addition of lipophilic vitamin C suppressed the peroxidation of the processed products, such as oil, paste and dressing, and the addition of red pepper to the oil showed the noteworthy effects on the suppression of oil peroxidation.

Key Words: perilla seeds, perilla oil, acid value, peroxide value

キーワード: エゴマ、エゴマ油、酸価、過酸化値

---

受理日 平成27年11月26日

## 1 緒言

福島県におけるエゴマ栽培は全国的にみても盛んであり<sup>10)</sup>、古くから「しんごろう」や「はっとう」などの郷土料理にも多く用いられてきた。エゴマには $\alpha$ -リノレン酸が多く含まれているが、 $\alpha$ -リノレン酸はヒトの体内では合成されないため食品から摂取する必要がある「必須脂肪酸」であり、ヒトの体内でエイコサペンタエン酸(EPA)やドコサヘキサエン酸(DHA)にも変換される。 $\alpha$ -リノレン酸は様々な機能性について研究が行われているが、ヒトにおいては心臓血管系疾患の予防に有効性が示されているほか<sup>3)</sup>、皮膚の健康維持を助ける効果があるとして平成27年4月にn-3系脂肪酸が栄養機能食品の成分に追加される<sup>8)</sup>など、健康維持に寄与する成分として注目されている。一方、 $\alpha$ -リノレン酸は多価不飽和脂肪酸であるために酸化による劣化が早く、品質保持には油脂の酸化抑制が不可欠である。

油脂の劣化を示す主な指標には「酸価」と「過酸化物価」があり、菓子の製造・取扱に関する指導要領<sup>4)</sup>や弁当及びそうざいの衛生規範<sup>5)</sup>などで規定されている。「酸価」は主に油脂の加水分解によって生じる遊離脂肪酸と自動酸化の進行とともに生じるカルボン酸を測定して得られる値であり、「過酸化物価」は油脂の自動酸化によって生じる過酸化脂質の量を示すものである。この2つの指標はそれぞれ異なる機序のため、保存した際の変化の要因はそれぞれについて考慮する必要がある。エゴマの酸化劣化に関しては主にエゴマ油を対象とした研究が行われており<sup>1)2)6)13)17)</sup>、焙煎によってエゴマ油の酸化安定性が増すことなどが知られているが、加工前のエゴマの保存に関する報告はほとんど見当たらない。

エゴマの場合、収穫後に洗浄・乾燥を経て種の状態では保存され、適時搾油や加工に用いられることが多い。このようなエゴマの利用特性を踏まえ、本研究では、加工前のエゴマの保存条件およびエゴマ加工品の保存条件について、それぞれの酸価と過酸化物価の変化を中心に調査したので報告する。

## 2 試験方法

加工前のエゴマの保存については試験1～4、エゴマ加工品の保存については試験5～9として平成22～25年度に実施した。原料のエゴマは福島県南会津郡下郷町産の白エゴマを使用しており、収穫後にエゴマを洗浄し、水分含量5%以下まで自然乾燥させたものを「乾燥エゴマ」、それをフライパンで褐色に変色してやや煙が出る程度まで十分に加熱したものを「焙煎エゴマ」とした。油脂の抽出および酸価・過酸化物価の測定は試験

1～9まで共通しているため、それらの測定条件を示す。乾燥エゴマおよび焙煎エゴマはミキサーで粉碎した後に、またエゴマペーストとエゴマドレッシングはそのままの状態をガラス製遠沈管に採取し、油脂酸価・過酸化物価測定用のジエチルエーテル(同仁)を加えて油脂を溶出させた。溶出させた油脂は減圧蒸留によってジエチルエーテルを除去し、酸価・過酸化物価測定用の油脂を得た。酸価および過酸化物価の測定は基準油脂分析試験法<sup>9)</sup>を用いた。また、ガスバリア袋にはラミネート袋(ラミジップAL-10, (株)生産日本社)を用いた。

### (1) 乾燥エゴマの包装方法と保存温度の比較試験(試験1)

乾燥エゴマの包装資材の適否を明らかにするため、乾燥エゴマを、紙袋で5℃、紙袋で25℃、ポリプロピレン袋で25℃、ガスバリア袋で25℃、ガスバリア袋+脱酸素剤で25℃の5通りの方法で包装・暗所保存し、3ヶ月毎に12ヶ月後まで、酸価および過酸化物価の測定を行った。

### (2) ガスバリア袋を用いた乾燥エゴマの温度別保存試験(試験2)

試験1の結果、無酸素状態で乾燥エゴマを保存した場合は酸価が上昇することが明らかとなった。そこで、無酸素状態で保存した場合の保存温度と酸価の変化の関係を明らかにするため、脱酸素剤を入れたガスバリア性のある袋に乾燥エゴマを密封し、5、10、15、20、25、30、35℃の各温度に設定したインキュベーターで暗所保存し、1ヶ月毎に6ヶ月後まで酸価を測定した。また、脂肪分解酵素であるリパーゼの影響の有無を明らかにするために焙煎エゴマのガスバリア袋35℃区を設定し、同様の測定を行った。

### (3) 紙袋を用いた乾燥エゴマおよび焙煎エゴマの温度別保存試験(試験3)

試験1の結果、酸素存在下でエゴマを保存した場合は過酸化物価が変化することが明らかとなった。そこで、酸素存在下での保存温度と過酸化物価の変化の関係を明らかにするため、紙袋に乾燥エゴマおよび焙煎エゴマを入れ、5、10、15、20、25、30、35℃の各温度に設定したインキュベーターで暗所保存し、1ヶ月毎に6ヶ月後まで過酸化物価の測定を行った。

### (4) エゴマのリパーゼ活性(試験4)

試験2の結果、無酸素状態で乾燥エゴマを保存した

際の酸価の上昇にはリパーゼが関与している可能性が示唆された。そこで、エゴマのリパーゼ活性と温度の関係を明かにするため、温度別にリパーゼ活性を測定した。リパーゼ試料溶液は、粉碎した乾燥エゴマおよび焙煎エゴマに酢酸緩衝液を加えて抽出を行うことによって得た。得られた試料溶液は、設定温度毎に準備した96穴マイクロプレートを用いてラウリン酸 p-ニトロフェニルを基質とした基質液と反応させ、5, 10, 15, 20, 25, 30, 35℃に設定したインキュベーターでそれぞれ温度管理しながら、15分毎に波長405nmでの吸光度を測定した。リパーゼ活性は吸光度の増加率と試料溶液に含まれるタンパク質含量から算出した<sup>14)</sup>。試料溶液のタンパク質含量の測定にはProtein Assay Rapid Kit(和光)を用いた。

#### (5) エゴマペーストに対する抗酸化剤の比較 (試験5)

エゴマを使った加工品には油やドレッシング、調味味噌などがあるが、開封後は一定期間保存して使用するものが多い。そこで開封後の保存性の改善を目的とし、エゴマ加工品に適した抗酸化剤について調査した。乾燥エゴマを摩砕機(R&Dマルチミル, グローエンジニアリング)で処理してエゴマペーストとし、茶抽出物(サンフード油性(茶抽出物 10%, 抽出ビタミンE 7%含有), 三菱化学フーズ)、ローズマリー抽出物(RMキーパーOSE(ローズマリー抽出物 10%, ビタミンE 30%含有), 三菱化学フーズ)、ビタミンCE製剤(エアコートCE(アスコルビン酸パルミチン酸エステル 12.5%, ビタミンE 2.5%含有), 三菱化学フーズ)の3種の抗酸化剤をエゴマペーストに0.1%添加してよく攪拌した。それぞれのペーストはガラスシャーレに広げて30℃暗所で保存し、1週毎に5週間後まで酸価と過酸化物価を測定した。

#### (6) エゴマペーストに対するビタミンC含有製剤の比較(試験6)

試験5の結果、エゴマペーストの酸化抑制にはビタミンCE製剤が効果を示したが、エゴマには元々ビタミンEが含まれている。そこでビタミンC単独での酸化抑制効果を確認するため、乾燥エゴマを摩砕機で処理してエゴマペーストとし、前述のビタミンCE製剤と、ビタミンC製剤(エアコートC(アスコルビン酸パルミチン酸エステル 12.5%含有), 三菱化学フーズ)の2種の抗酸化剤をエゴマペーストに0.1%添加してよく攪拌した。それぞれのペーストはガラスシャーレに広げて25℃明所で保存し、1週毎に5週間後まで過酸化物価を測定した。

#### (7) ビタミンC製剤を添加したエゴマペースト中のビタミンCおよびビタミンEの推移(試験7)

試験6の結果、エゴマペーストの酸化防止にはビタミンEとビタミンCの相乗効果が影響している可能性が示された。そこでこれらの相乗効果の有無を明らかにするため、乾燥エゴマを摩砕機で処理してエゴマペーストとし、前述のビタミンC製剤を0.05%と0.1%をエゴマペーストにそれぞれ添加してよく攪拌した。それぞれのペーストはガラスシャーレに広げて25℃明所で保存し、2日毎に12日後までビタミンC含量とビタミンE含量を測定した。分析にはHPLC(L-2000, 日立ハイテック)を用いた。分析条件は以下のとおり。ビタミンC; カラム: Inertsil ODS-3(5  $\mu$ m, 4.6mm  $\times$  150mm, GLサイエンス), カラム温度: 40℃, 溶離液: エタノール/リン酸/水=82/0.25/17.75, 流速: 0.7mL/min, 検出器: UV/VIS検出器, 測定波長: 254 nm, 標準物質: L-アスコルビン酸パルミチン酸エステル(三菱化学フーズ), ビタミンE; カラム: Inertsil ODS-3(5  $\mu$ m, 4.6 mm  $\times$  150mm, GLサイエンス), カラム温度: 40℃, 溶離液: A液 超純水(0-10-30min, 20-0-0%), B液 メタノール(0-10-30min, 80-100-100%), 流速: 1.0mL/min, 検出器: 蛍光検出器, 測定波長: Ex 298nm, Em 325nm, 標準物質(±)  $\alpha$ -トコフェロール(和光純薬)。また、濃度はピーク高から算出した。

#### (8) エゴマドレッシングに対する抗酸化剤の比較 (試験8)

実際のエゴマ加工品に対するビタミンCの酸化抑制効果を確認するため、すりエゴマを4%混合したエゴマドレッシングに、前述のビタミンC製剤、ローズマリー抽出物(RMキーパーOS(ローズマリー抽出物20%含有), 三菱化学フーズ)、茶抽出物A(サンフード油性(茶抽出物10%, ビタミンE 7%含有), 三菱化学フーズ)、茶抽出物B(サンカテキン油性E(茶カテキン6%含有), 三井農林)の4種の抗酸化剤を0.1%添加してよく攪拌した。それぞれのドレッシングは100ml容のガラスビーカーに入れて25℃明所で保存し、1週毎に4週間後まで過酸化物価を測定した。

#### (9) エゴマ油およびエゴマ加工品に対するビタミンCの添加(試験9)

実際のエゴマ加工品に対するビタミンCの酸化抑制効果を確認するため、エゴマ油およびエゴマ油加工品である辛子エゴマ油(エゴマ油に重量比5%の唐辛子を加えたもの)に前述のビタミンC製剤を0.1%添加してよく攪拌した。それぞれの加工品は50ml容のガラス容器に入れて25℃暗所と5℃暗所で保存し、1週毎に15週

間後まで過酸化物価を測定した。

素的酸化反応が主な要因であると考えられる。

### 3 試験結果及び考察

#### (1) 乾燥エゴマの包装方法と保存温度の比較試験 (試験1)

ガスバリア袋を用いた2つの区においては酸価の上昇が確認されたが、紙袋やポリプロピレン袋を用いた場合は酸価に変化はなかった(図1 A)。酸価は脂肪酸やカルボン酸の量を示しているため、ガスバリア袋で保存した場合、それらが蓄積されていったことを表している。この要因としては、エゴマに含まれる脂肪分解酵素であるリパーゼが影響している可能性が考えられる。包装資材に係わらず、エゴマを保存した場合はリパーゼの作用によって脂肪酸が生成されるが、紙袋やポリプロピレン袋の場合は生成した脂肪酸は酸素が存在することによって他の物質に代謝され、ガスバリア袋の場合はそれが蓄積したと思われる。脂肪酸の主要な役割にエネルギー生産があり、生体内で脂肪酸はβ酸化を受けてアセチルCoAに変換されてエネルギーを生産する。そのエネルギーを使用して植物は呼吸や発芽などの生命維持活動を行っているが、保存中の乾燥エゴマにおいても脂肪酸が呼吸等のエネルギー源として代謝され、脂肪酸が蓄積しなかった可能性が考えられる。保存試験終了後に簡単な発芽試験を行ったところ、紙袋やポリプロピレン袋で保存した場合は発芽したが、ガスバリア袋で保存した場合は全く発芽しなかった(データ未掲載)。このことから、生成した脂肪酸が呼吸等に使われていたことが推察される。

一方、過酸化物価においては、ガスバリア袋を用いた場合は変化しなかったが、酸素を通す紙袋やポリプロピレン袋を用いた場合ではやや上昇した(図1 B)。また、紙袋で温度別に保存した2つの区を比較すると、保存温度が低いほうが過酸化物価は低く抑えられていた(図1 B)。過酸化物価の上昇要因は複数存在し、ラジカル連鎖反応、エン反応、酵素的酸化反応などが挙げられる。エン反応は、酸素が温度や光などからエネルギーを受け取ると励起した一重項酸素となり、不飽和脂肪酸の二重結合に反応して過酸化脂質を生成させる反応である<sup>16)</sup>。また、酵素的酸化反応はリポキシゲナーゼやシクロオキシゲナーゼのような酸素添加酵素により、酸素分子を不飽和脂肪酸に直接付加させて過酸化脂質を生成させる反応である<sup>15)16)</sup>。これらの反応は比較的穏やかに進むため、過酸化物価が急激に上昇することはない。本試験では急激な過酸化物価の上昇は確認されていないことから、本試験で起こった過酸化物価の上昇はエン反応や酵

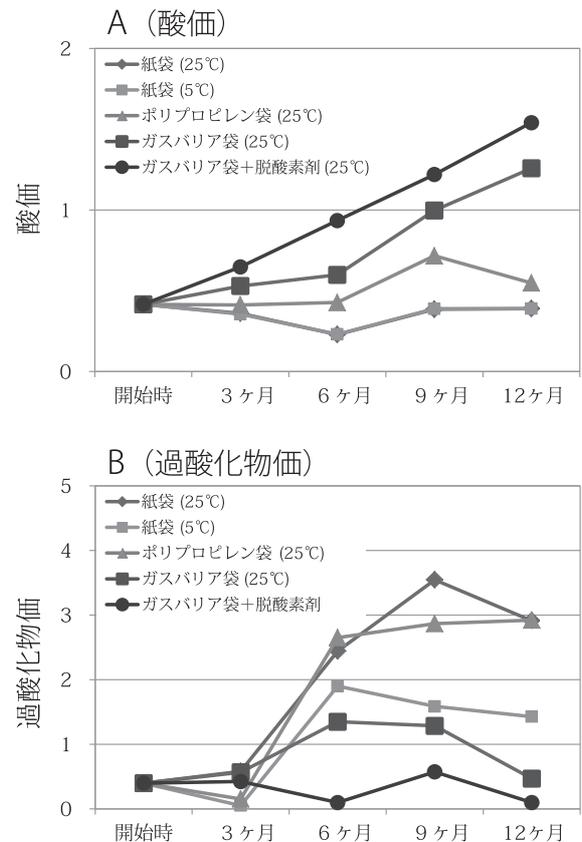


図1 乾燥エゴマの包装方法と酸価、過酸化物価の推移 (試験1)

試験1においては、乾燥エゴマを保存する場合、ガスバリア袋等で酸素を遮断することで酸価が上昇することが確認され、また、紙袋等で酸素が存在する状態で保存した場合は過酸化物価がやや上昇するが、保存温度が低い場合は上昇が抑制されることが確認された。

#### (2) ガスバリア袋を用いた乾燥エゴマの温度別保存試験 (試験2)

ガスバリア袋など酸素を遮断した状態でエゴマを保存する場合、試験1で示されたとおり酸価の上昇が問題となる。ガスバリア袋を用いて乾燥エゴマを6ヶ月間保存した際の酸価の推移を図2に示した。保存温度が10℃以下では酸価は変化しなかったが、15℃以上で上昇し、保存温度が高くなるほど大きく上昇した。35℃保存では開始時1.7だったが、6ヶ月後は5.5まで上昇した。一方、焙煎エゴマにおいては、35℃保存でも酸価の上昇は確認されなかった。なお、試験開始時の酸価が試験1よりも高いが、これは原料が異なっていることが要因である。使用した原料の産地は同じであるが、栽培年

度が異なり、また、栽培条件や収穫後の乾燥条件などの詳細は明かではないため、どの段階で酸価が変化していたのかは不明である。

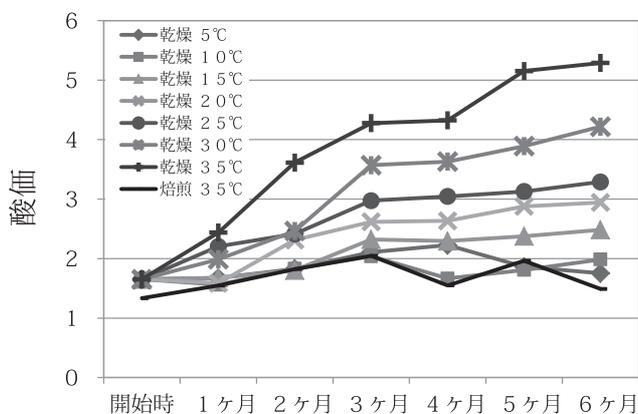


図2 乾燥エゴマおよび焙煎エゴマの保存温度と酸価の推移(ガスバリア袋保存)(試験2)

試験1ではガスバリア袋を用いた際の酸価の上昇にはリパーゼが関与している可能性が示されたが、試験2の結果では温度によって酸価の上昇速度に差があり、かつ焙煎した場合は酸価が変化しなかった。一般的な酵素は40℃前後で活性が高くなることが多く、また、タンパク質である酵素は過度な加熱で失活する。本試験で得られた結果はこれらの酵素の特徴と一致しており、ガスバリア袋で保存した際の酸価上昇にはリパーゼが関与している可能性が高いことが改めて示された。

試験2においては、乾燥エゴマをガスバリア袋で保存した際に起こる酸価の上昇は脂肪分解酵素であるリパーゼの影響によるものである可能性が高いことが示された。

### (3) 紙袋を用いた乾燥エゴマおよび焙煎エゴマの温度別保存試験(試験3)

紙袋など酸素が存在する状態で保存する場合、試験1で示されたとおり過酸化物価の上昇が問題となる。紙袋を用いて乾燥エゴマと焙煎エゴマを6ヶ月間保存した際の過酸化物価の推移を調べたところ、乾燥エゴマにおいてはいずれの温度帯でも試験開始時から1ヶ月でやや上昇したがその後は大きく上昇することはなかった(図3 A)。ただし、試験1と同様に保存温度が高いと過酸化物価も高くなる傾向が確認されたことから、保存温度は低いほうが望ましいと考えられた。一方、焙煎エゴマにおいてはいずれの温度帯でも過酸化物価は上昇した(図3 B)。ガスバリア袋を用いた試験1では焙煎エゴマを35℃で保存した場合でも過酸化物価の上昇が確認されなかったが、紙袋を用いた場合は保存温度が高くな

るにつれて上昇速度が著しく大きくなり、また、5℃保存区においても9.4まで上昇していたことから、焙煎エゴマは紙袋などの酸素を通す袋での保存は適していないことが明らかとなった。

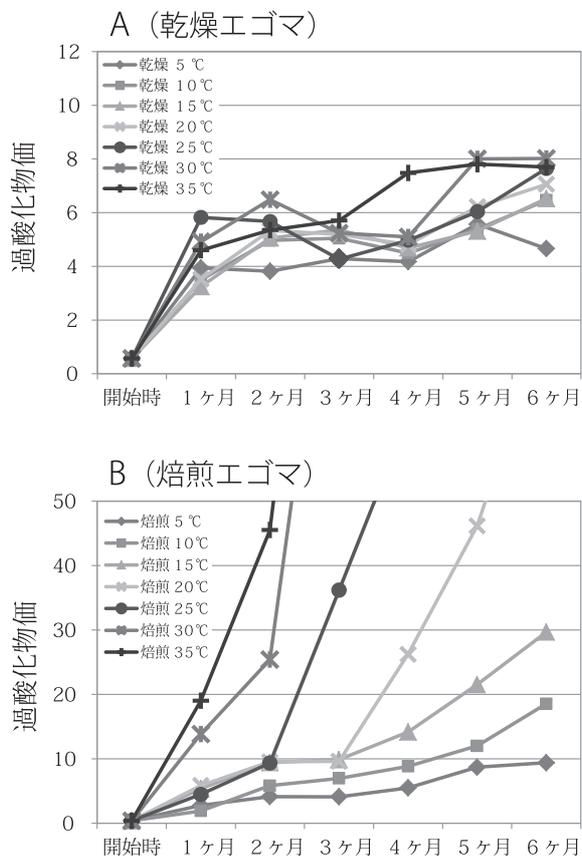


図3 乾燥エゴマと焙煎エゴマの保存温度と過酸化物価の推移(紙袋保存)(試験3)

焙煎エゴマで起こった急激な過酸化物価の上昇は、乾燥エゴマの場合とは異なり、脂質のラジカル連鎖反応が主な要因であると考えられる。この反応は、まず活性酸素などのラジカルが不飽和脂質の水素を奪い、次に自らがラジカルとなった脂質が周囲の不飽和脂質の水素を奪うことにより連鎖的に過酸化脂質が生成する。この反応の特徴は連鎖する点にあり、条件によっては過酸化脂質が急速に増加する。本試験では焙煎エゴマにおいて急速な過酸化物価の上昇が確認されており、これはラジカル連鎖反応の特徴と一致する。連鎖反応のきっかけとなる活性酸素は加熱によっても発生することが知られており、エゴマを焙煎する際に活性酸素が発生したと考えられる。また、活性酸素の中でも反応性が非常に高いヒドロキシラジカルは金属イオンが存在する場合に発生すると考えられている。エゴマは種実類の中でも鉄の含

有量が高く<sup>5)</sup>、ヒドロキシラジカルが多く発生しやすい環境であった可能性も考えられる。また、焙煎エゴマは十分に加熱してあるため酵素による影響は考えられず、エン反応や酵素的酸化反応でも温度が低い場合は過酸化物価の上昇はほとんど起こらない。これらのことから、焙煎エゴマで起こった過酸化物価の上昇はラジカル連鎖反応が主な要因であると考えられた。しかし一方では過酸化物価の上昇率は保存温度によって大きく異なっており、ラジカル連鎖反応には保存温度が大きく影響することも示された。

試験1～3では乾燥および焙煎エゴマに適した保存条件を検討してきたが、実際の現場では米袋等に入れて保存している事例が多い。このような状況を踏まえると、収穫後に乾燥させたエゴマは米袋等に入れて低温保存し、搾油や焙煎等の加工を行う場合はその都度必要量のみを用いるといった方法が現実的な対応策であると考えられる。また、焙煎したエゴマをそのまま販売する場合もあると思われるが、その際にはガスバリア性のある包装資材を用いることが勧められる。

#### (4) エゴマのリパーゼ活性(試験4)

試験1と試験2においてガスバリア袋で保存した場合は酸価が上昇することを明らかにし、その要因はリパーゼの影響による可能性が高いことを示してきたが、温度別にエゴマのリパーゼ活性を測定した結果、20℃以上で活性が確認され、35℃までは温度が高くなるほど活性も高くなることが明らかとなった(図4)。なお、焙煎エゴマではいずれの温度においても活性は確認できなかった(データ未掲載)。試験2の結果でも述べたが、焙煎エゴマでは焙煎時の加熱によってリパーゼが失活したものと考えられた。これらの結果から、ガスバリア袋で保存した際の酸価の上昇にはリパーゼの働きが大きく影響していることが明らかとなった。

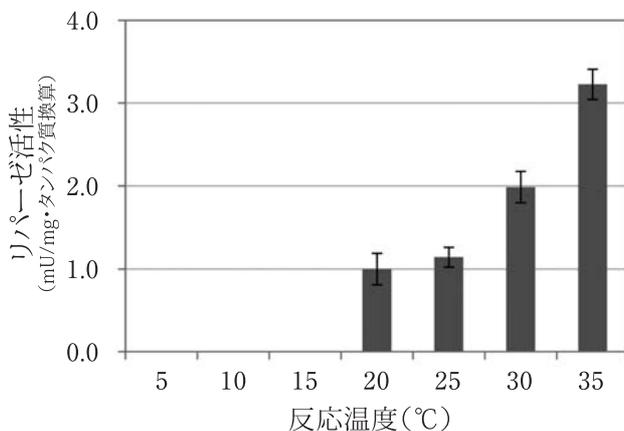
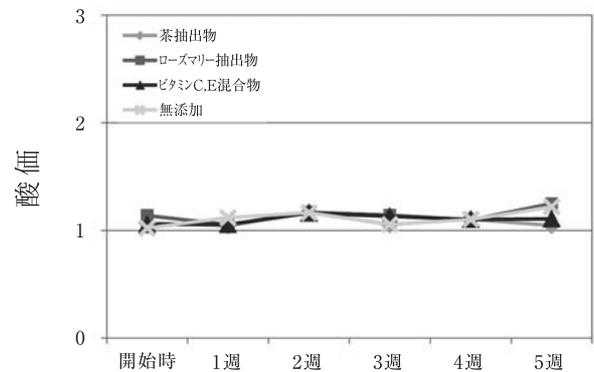


図4 エゴマのリパーゼ活性と反応温度(試験4)

#### (5) エゴマペーストに対する抗酸化剤の比較(試験5)

市販されている油脂用の3種類の酸化防止剤をエゴマペーストに添加して保存した結果、酸価についてはいずれの区も試験開始から終了まで大きな変化は無かった(図5A)。過酸化物価については、茶抽出物とローズマリー抽出物は無添加の場合と差が無く、これらの製剤はエゴマの油脂に対して酸化抑制効果が期待できないことが明らかとなった。一方、ビタミンCE製剤は試験開始から3週間まで過酸化物価は上昇せず、酸化抑制効果が確認された(図5B)。

##### A(乾燥エゴマ)



##### B(焙煎エゴマ)

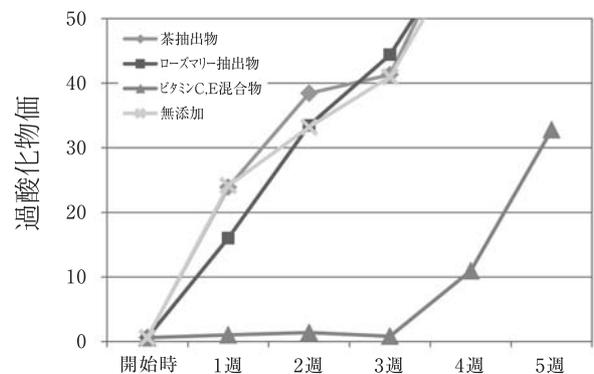


図5 エゴマペーストへの酸化防止剤の添加と酸価, 過酸化物価の推移(試験5)

この試験で用いた3種の製剤にはいずれもビタミンEが含まれている。ビタミンEは油脂に対する抗酸化剤として広く用いられており、油脂が酸化して発生する脂質ペルオキシラジカルに水素原子を渡すラジカル補足作用によって抗酸化活性を示す。エゴマに含まれる $\alpha$ -リノレン酸は多価不飽和脂肪酸であり、脂質ペルオキシラジカルが発生しやすいため、ビタミンEのラジカル補足作用による酸化抑制効果が期待される。しかしながら、この試験においてはビタミンEを30%含むローズマ

リー抽出物でもほとんど酸化抑制効果が確認されず、ビタミンEを2.5%含むビタミンCE製剤が高い効果を示した。このことは、ビタミンEの添加量はエゴマ油の酸化防止に大きな影響を与えないことを示しており、ビタミンCの添加が効果を示したと考えることができる。

ビタミンCはビタミンEとは異なり、油脂に対する直接的なラジカル補足作用はほとんど期待できないが、ビタミンEが水素を提供して自らがラジカルとなった際、そのラジカルに水素原子を提供してビタミンEとして再生させることができる。このような物質を電子供与物質と呼び、ビタミンEと共に存在することにより、酸化抑制に対して相乗効果を示す<sup>16)</sup>。この試験で用いたビタミンCE製剤はこのような相乗効果をねらった酸化防止剤であり、エゴマの酸化抑制には非常に効果的であった。

**(6) エゴマペーストに対するビタミンC製剤およびビタミンCE製剤の比較(試験6)**

試験5では、エゴマ油の酸化抑制にはビタミンEとビタミンCの相乗効果が有効であることが明らかとなったが、エゴマには元来ビタミンEが含まれている<sup>7)</sup>。そこで、

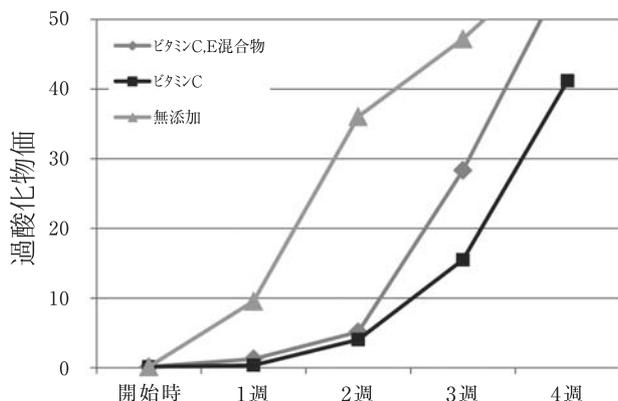


図6 エゴマペーストへのビタミンC,E混合物およびビタミンCの添加と過酸化値の推移(試験6)

ビタミンCのみを含有する製剤とビタミンCとEの両方を含有製剤をエゴマペーストに添加して保存した結果、ビタミンC製剤とビタミンCE製剤はいずれも過酸化値の上昇を抑制したが、2つの製剤間の酸化抑制効果に大きな差は認められなかった(図6)。本試験で用いた2つの製剤にはいずれも12.5%のビタミンCが含まれていたが、試験5でも述べたとおり、この試験においてもエゴマペーストに対するビタミンEの添加は過酸化値の上昇抑制に対してほとんど効果はなく、ビタミンCの添加が大きな影響を及ぼしていることが示された。

**(7) ビタミンC製剤を添加したエゴマペースト中のビタミンCおよびビタミンEの推移(試験7)**

試験5~6において、エゴマの酸化抑制にはビタミンCとビタミンEの相乗効果が大きく影響している可能性が示唆されたため、本試験ではエゴマペーストにビタミンC製剤を添加して保存した際のビタミンCおよびビタミンEの含量と過酸化値の変化を調べた。その結果、ビタミンC無添加の場合は試験開始直後からビタミンEは減少し、過酸化値は上昇し始めたが、ビタミンC製剤を添加した場合、ビタミンCが存在する間はビタミンEの減少割合が少なく、過酸化値の上昇も抑制されていた(図7)。しかし、ビタミンCが検出されなくなるとビタミンEの減少割合が大きくなり、過酸化値も上昇することが明らかとなった(図7)。また、ビタミンCの影響は濃度依存的事であることが示された(図7)。このことから、エゴマペーストに添加したビタミンCは、エゴマに含まれているビタミンEに対して電子供与物質として作用しており、ビタミンEの減少を抑制することによって過酸化値の上昇を抑えている可能性が高いことが明らかとなった。

**(8) エゴマドレッシングに対する抗酸化剤の比較(試験8)**

エゴマドレッシングに各種抗酸化剤を添加した結果、

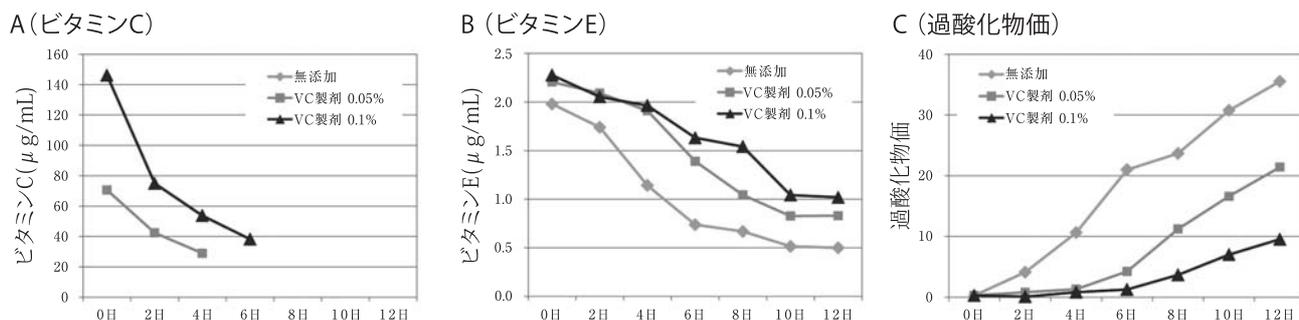


図7 エゴマペーストに対するビタミンC製剤の添加量とビタミンC含量,ビタミンE含量および過酸化値の推移(試験7)

ビタミンC添加区のみが過酸化物価の上昇を抑制し、ローズマリー抽出物添加区や茶抽出物添加区、および無添加区では試験開始一週間後には過酸化物価が上昇していた(図8 A)。また、試験開始から2週間後にはビタミンC製剤添加区以外の区は全て変色し、かつ粘度が上昇しており、明らかに劣化していることが確認できた(図8 B)。本試験で用いたドレッシングに含まれるエゴマは4%程度であり、過酸化物価も無添加区で保存3週間後に5程度と極端に上昇したわけではなく、菓子やそうざいなどで規定されている油脂の劣化基準を超えるレベルではない。しかしながら、ビタミンC製剤の添加は、基準を下回るレベルでも起こり得る、色や粘度の変化といった品質保持に有効であることが示された。

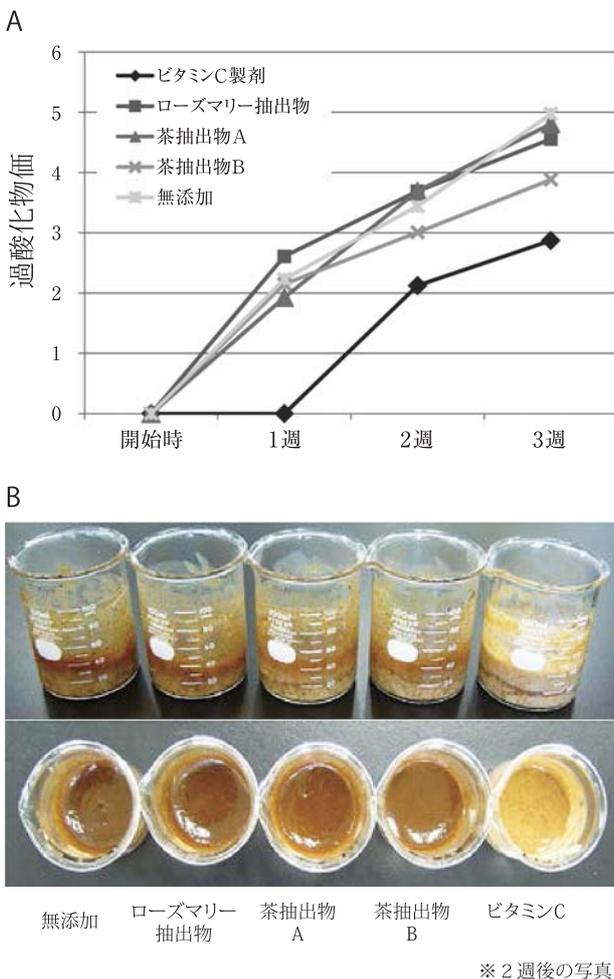


図8 エゴマドレッシングへのビタミンCの添加と過酸化物価の推移および写真(試験8)

### (9) エゴマ油およびエゴマ油加工品に対するビタミンCの添加(試験9)

エゴマ油にビタミンC製剤を添加すると、無添加区においては試験開始1週間後から過酸化物価が上昇して

4週目には10を超えたが、ビタミンC添加区においては8週目までは上昇せず、その後も緩やかに上昇し、15週目でも10を超えることはなかった(図9)。また、エゴマ油に唐辛子を添加した辛子エゴマ油においては、ビタミンC製剤無添加でも3週目までは過酸化物価は上昇せず、ビタミンCを添加した場合は15週目でも上昇しなかった(図9)。また、ビタミンC製剤無添加であっても5℃で保存した場合は15週目でも過酸化物価は上昇しなかった(図9)。唐辛子には辛味成分であるカプサイシンが含まれており、カプサイシンは脂溶性でビタミンEと同様にヒドロキシラジカルを消去する作用が確認されていることから<sup>11)12)</sup>、本試験ではカプサイシンがエゴマ油の過酸化物価の上昇を抑制したと考えられた。

辛子エゴマ油はラー油のような使用方法が主であり、開封後に卓上で保存されることも想定される。ビタミンC製剤の添加は常温での保存期間を延長させるため、辛子エゴマ油へのビタミンC製剤の添加は非常に効果的であると考えられる。

試験9では、エゴマ油にビタミンC製剤を添加することにより、過酸化物価の上昇を抑制できることが明らかとなり、また、唐辛子の添加によっても過酸化物価の上昇が抑制され、ビタミンCの添加によりその効果が高くなることが明らかとなった。

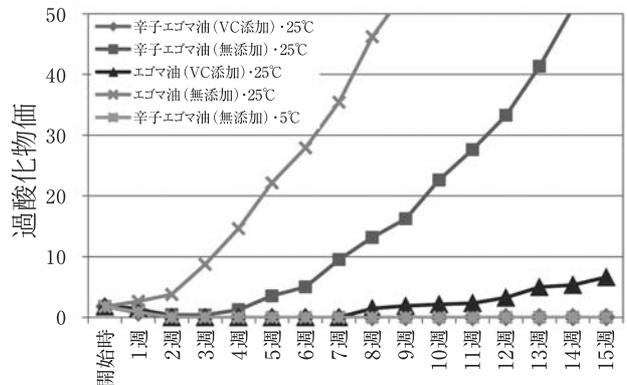


図9 エゴマ油および辛子エゴマ油へのビタミンCの添加と過酸化物価の推移(試験9)

## 4 摘 要

- (1) 乾燥エゴマを酸素存在下で保存した場合は過酸化物価がやや上昇するが、15℃以下で保存することで上昇が抑制される。
- (2) 乾燥エゴマを無酸素下で保存した場合はリパーゼの影響で酸価が上昇するが、15℃以下で保存することでリパーゼ活性が抑制されて酸価の上昇が抑えられる。

- (3)焙煎エゴマを酸素存在下で保存した場合は過酸化物価が上昇する。保存温度が低い場合は緩やかに上昇するが、温度が高くなるにつれて急速に上昇する。
- (4)焙煎エゴマを無酸素下で保存した場合は保存温度に関わらず酸価・過酸化物価は変化しない。
- (5)エゴマペーストやエゴマ油は酸素存在下で保存した場合は過酸化物価が上昇するが、親油性ビタミンCを含む抗酸化剤を添加すると過酸化物価の上昇を抑制できる。
- (6)エゴマ加工品に対する親油性ビタミンCの酸化抑制効果は、添加したビタミンCがエゴマに含まれるビタミンEを再生させることによって得られる効果であると考えられる。
- (7)エゴマドレッシングを酸素存在下で保存した場合は過酸化物価が上昇して粘度が増加して変色するが、親油性ビタミンCを含む抗酸化剤を添加すると過酸化物価の上昇が抑制され、粘度の増加と変色が抑制される。
- (8)唐辛子をエゴマ油に入れると過酸化物価の上昇が抑制される。

## 謝 辞

本試験を実施するにあたり、エゴマを提供していただいた下郷町商工会、エゴマドレッシングを提供していただいた内池醸造株式会社、エゴマ油および辛子エゴマ油の原料を提供していただいた鮫川町商工会の皆様感謝いたします。

## 引用文献

- 1) 広井勝. 2009. エゴマの成分と利用. 特産種苗. 5:34-39.
- 2) 市川和昭. 2005. エゴマの栄養特性と利用および荳油の酸化安定性. 名古屋文理大学紀要. 5:47-55.
- 3) 国立健康・栄養研究所「健康食品」の安全性・有効性情報.  
<http://hfnet.nih.go.jp/contents/detail561.html>.
- 4) 厚生省環境衛生局食品衛生課長通知. 1977. 「菓子の製造・取扱いに関する衛生上の指導について」.(昭和52年11月16日付け環食第248号).
- 5) 厚生省環境衛生局食品衛生課長通知. 1979. 「弁当及びそうざいの衛生規範について」.(昭和54年6月29日付け環食第161号).
- 6) 丸谷宣子・白杉(片岡)直子・岡本裕子・谷口智子・服部美穂・中尾百合子・津久田貴子・早崎華. エゴマ(シソ)油の加熱安定性と食品成分添加の影響. 1998. 日本栄養・食糧学会誌. 51:323-332.
- 7) 文部科学省. 2010. 日本食品標準成分表2010.
- 8) 内閣府令. 2015. 食品表示基準 第二条 別表第十一. (平成27年3月20日内閣府令第十号).
- 9) 日本油化学会. 1996. 「基準油脂分析試験法(1996年版)」。日本油化学会. 東京.
- 10) 農林水産省. 平成19年度特産農作物生産実績. 2015.  
<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001062972>.
- 11) Okada Youji, Okajima Haruo, Shima Yukio and Ohta Hidehiko. 2002. Hydroxyl radicals scavenging action of capsaicin. Redox Report 7:153-157.
- 12) 岡田洋二・首藤亜紀・丘島晴雄・吉澤清良・大澤亜貴子・紅林佑介・大瀧純一. 2013. カプサイシンの抗酸化活性部位の特定に関する研究. 杏林医学会誌. 43: 107-114.
- 13) 酒向史代・森悦子・渡部博之. エゴマ油のフレンチドレッシングへの利用. 1995. 日本調理学会誌. 28:247-252.
- 14) Suzuki Tatsuro, Honda Yutaka and Mukasa Yuji. 2004. Purification and Characterization of Lipase in Buckwheat Seed. J. Agric. Food Chem. 52:7407-7411.
- 15) 戸谷洋一郎・原節子. 1998. 酸化脂質分析法の実際. 日本油化学会誌. 47(10):1043-1051.
- 16) 和田俊・後藤直宏. 2004. 「食品機能学・脂質」. 丸善. 東京.
- 17) 山口直彦・榊原住恵・濱島一郎. 2000. 油糧種子の焙煎に伴う酸化安定性の変化(その3)エゴマ種子について. 愛知学泉大学生活文化研究報告. 0709:18-22.

