

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 8 日現在

機関番号：12614

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2016

課題番号：26560042

研究課題名(和文) 溶媒を使用しない食品の酸化安定性確認試験方法の開発

研究課題名(英文) Development of new method to confirm oxidative stability of foods without using organic solvent

研究代表者

後藤 直宏 (GOTOH, Naohiro)

東京海洋大学・学術研究院・教授

研究者番号：60323854

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、食品を密封系へ閉じ込め、食品酸化に起因する容器内ヘッドスペース酸素濃度(HSO)の減少を指標にして食品の安定性を確認する方法を確立した。本法は通常法と違い有機溶媒を使用することなく食品の酸化安定性を確認できる。結果、蓋に酸素電極を埋め込んだ容器中にシソ油を入れて酸化させた際のHSO減少パターンと、油脂の過酸化値(PV)変化パターンが一致した。さらに、シソ油を用いて作成したクッキーの酸化安定性を開発法と通常法と比較した。結果、クッキー試験においてもHSO変化とPV変化は同じパターンを示した。このことから、本試験で開発した方法は通常法と同じように使用できることが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：A method to confirm oxidative stability of foods was developed using headspace oxygen concentration (HSO) in this study. Food is closed in container equipped with oxygen sensor at lid and the decrease in HSO is ascribed to the oxidation of foods. The method which has been used to confirm the oxidative stability of foods employs organic solvent to extract oxidized lipid from sample; however, the developed method does not need organic solvent. At first, perilla oil was oxidized in the container to observe decrease in HSO and increase in peroxide value (PV) of the oil. As the result, changing pattern of HSO and PV were almost the same. Cookie made with the perilla oil was also oxidized. As the result, changing pattern of HSO and PV were also the same. These results indicate that the developed method can be used to confirm the oxidative stability of foods like conventional method.

研究分野：食品化学

キーワード：食品酸化 測定方法 ヘッドスペース 酸素濃度 油脂 非破壊 無溶媒 過酸化値

### 1. 研究開始当初の背景

(1) 食品中の脂質酸化は食品の味、におい、色調、テクスチャーなどの品質劣化に大きく影響する。そのため、食品中の脂質酸化は食品産業において大きな問題点である。現在、脂質の酸化劣化指標としては、過酸化価値 (PV)、酸価、カルボニル価などが主に用いられている。しかし、これらの値を測定するためには、食品から有機溶媒を用いて脂質を一度抽出し、その後、抽出脂質中の PV、酸価、カルボニル価を測定するのが一般的な方法である。なおこれら測定項目中では、脂質の一次酸化生成物である脂質過酸化物を測定する PV が、食品中脂質の酸化指標として用いられることが多い。

(2) 食品の酸化指標となる脂質過酸化物は分解しやすい「酸素 - 酸素」結合を構造内に有するため、食品から脂質を抽出する過程において一部の脂質過酸化物が分解してしまう。そのため、PV 測定だけでは正確な酸化状態把握するのは難しい。よって、総合的に食品中脂質の酸化を測定する指標が必要である。

(3) 酸化安定性測定方法として汎用されているものに、Active Oxygen Method (AOM) 試験と Conductmetric Determination Method (CDM) 試験があるが、AOM 試験は 98、CDM 試験は 120 のように高温下での測定である。そのため、自動酸化で起こる食品保存時の脂質酸化を反映しているものとは言えない。

### 2. 研究の目的

(1) 密封系で食品を酸化させたときのヘッドスペース酸素 (HSO) 濃度の減少を用い、非破壊かつ無有機溶媒で食品の酸化安定性測定が可能な容器の開発及び測定方法の確立を目的とした。

(2) AOM 試験や CDM 試験のような 100 前後の高温を使用することなく食品の酸化安定性を評価する方法を確立することを目的とした。

### 3. 研究の方法

(1) 密封系で食品を酸化させたときの HSO 濃度の減少を測定可能な分析用容器の開発を行った。容器は HSO 減少により体積が減少しない固い容器。さらには、35 ~ 40 の熱にも耐えられる素材を用いた容器を採用することとした。さらに、酸素センサーとしては、熱耐久性に優れ、最低でも小数点以下一桁の HSO 濃度変化測定が可能なものを採用することとした。

(2) シソ油から活性炭素を用いて「トコフェロール (ビタミン E) を除去したシソ油」、及び「トコフェロール未除去のシソ油」をセンサー付きの密閉容器に入れた。その後アル

ミホイルで容器を遮光し、35 のインキュベーター中で保存した。HSO 濃度を 1 日おきに記録し、PV 測定も同時に行った。また、空の容器中の HSO 濃度測定も行った。

(3) トコフェロールを除去したシソ油にトコフェロールを 0%、0.01%、0.03% の濃度で添加した。油と小麦粉と砂糖を混合し、180 のオーブンで 15 分焼成してクッキーを調製した。(2) と同様に密閉容器に入れアルミホイルで遮光し、25 のインキュベーター中で保存した。HSO 濃度を 1 日おきに記録するとともに、クッキーから Folch 法により抽出した脂質の PV 測定を行った。小麦粉と砂糖のみの焼成物も同様にして HSO 濃度測定を行なった。

### 4. 研究成果

(1) 容器の熱耐久性や強度を考えた結果、ガラス容器 (マヨネーズ瓶) を採用した。なお、光による酸化を防ぐため、容器表面をアルミホイルで遮光して用いた。酸素センサーは、熱安定性があり、小数点以下一桁の HSO 濃度が測定可能なものとして、ガルバニ電池式酸素濃度計を用いることとした。酸素センサーは、蓋 (金属製) のところに固定した。装置の構成は図 1 のようなものとなった。また、容器を水中へ沈める実験を行い、空気の漏れがないことも確認した。

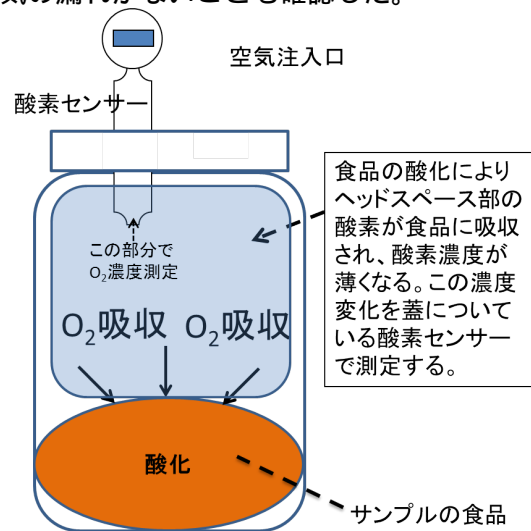


図 1 HSO 濃度測定用容器のイメージ

(2) シソ油試験において、空の容器中の HSO 濃度に変化が見られなかったため (図 2)、本実験による HSO 濃度の変化は食品によるものであると考えられた。また、トコフェロールを除去した試料は、未除去のものと比較して HSO 濃度の減少速度が速くなった (図 3)。その傾向は PV においても同様であった (図 4)。これら結果から、開発した方法はシソ油の酸化安定性を、従来法と同じように比較することが可能である方法だと考えられた。

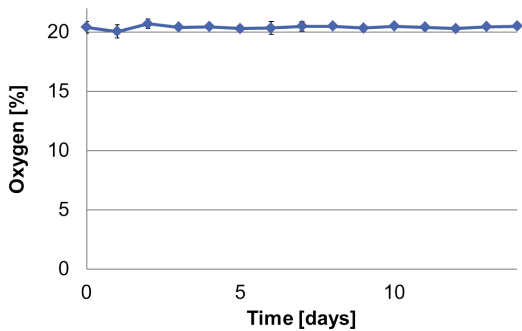


図2 空容器のHSO濃度変化

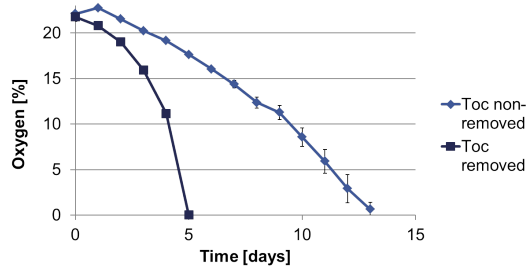


図3 シソ油中のトコフェロールの有無が HSO 濃度変化へ与える影響

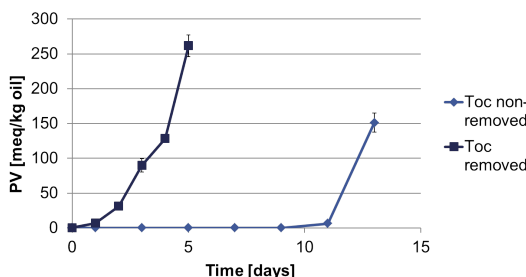


図4 シソ油中のトコフェロールの有無が PV 変化へ与える影響

(3) クッキーを用いた試験において、小麦粉と砂糖による HSO 濃度の減少は微量のものであった(図5)。これは、小麦粉に含まれる脂質の酸化に起因した変化と考えられた。ただこの変化量は微量であったことから、この減少量は考慮せず、3種類のシソ油(トコフェロール:0%、0.01%、0.03%の濃度)を用いて作成したクッキーの酸化試験を行った。その結果、HSO 濃度の減少速度は、添加したトコフェロールの濃度が低くなるほど増加することが確認できた(図6)。PVにおいては、トコフェロールの濃度が低くなるほどPVが立ち上がる時間が早くなった(図7)。これらの変化はトコフェロールの濃度に依存していることから、HSO 濃度測定結果とPV測定結果は同様の結果だと判断した。さらに、固体状の食品であるクッキーにおいても開発した方法は酸化安定性を比較出来たことから、食品の状態に関係なく使用可能な測定方法であることが明らかとなった。

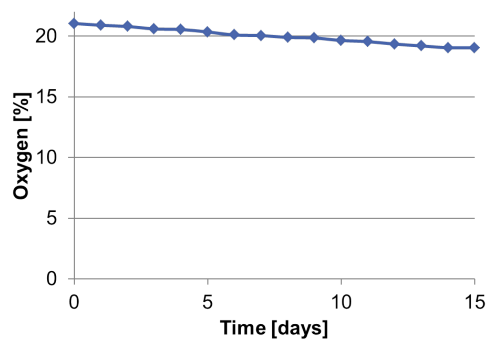


図5 小麦粉と砂糖による HSO 濃度変化

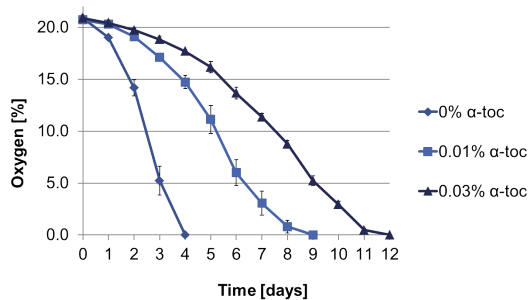


図6 シソ油中のトコフェロールの違いがクッキーの HSO 濃度変化へ与える影響

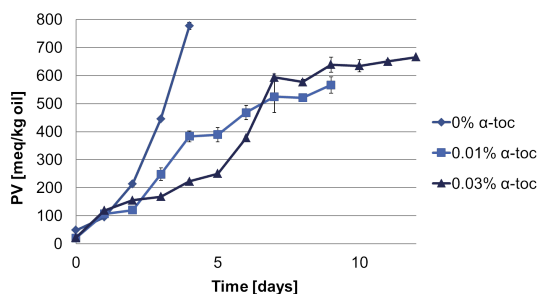


図7 シソ油中のトコフェロールの違いがクッキーの PV 変化へ与える影響

以上の結果より、食品を有機溶媒で破壊することなく酸化安定性を評価できる方法を確立するに至ったと考えた。

<引用文献>

基準油脂分析試験法 2.5.2.1 過酸化物価(酢酸-イソオクタン法)、日本油化学会(2013)

基準油脂分析試験法 4.2.1 酸価、日本油化学会(2013)

基準油脂分析試験法 2.5.4.2 カルボニル価(ブタノール法)、日本油化学会(2013)

基準油脂分析試験法 2.5.1.1 AOM 試験、日本油化学会(2013)

基準油脂分析試験法 2.5.1.2 CDM 試験、日本油化学会(2013)

Folch, J.; Lees, M.; Sloane, S. G.H. A simple method for the isolation and

purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226, 497-509 (1957)

5 . 主な発表論文等

6 . 研究組織

後藤 直宏 (GOTOH, Naohiro)

東京海洋大学・学術研究院・教授

研究者番号：6 0 3 2 3 8 5 4