

大容量静的ヘッドスペースガスGC-MS分析法による 無菌化包装米飯のにおい成分評価

末兼 幸子, 隅谷 栄伸, 沖浦 文, 奈賀 俊人

Evaluation of Aroma Compounds in Cooked Rice Aseptically Packaged by Using Large Volume Static Headspace Sampling—GC/MS

Sachiko Suekane, Hidenobu Sumitani, Aya Okiura and Toshihito Naka

Various packed cooked-rice manufactured under the semi-aseptic condition have been commercialized in Japan. Several types of plastic packages, such as OXYGUARD[®] cup (oxygen absorbable package), LAMICON cup[®] (multi layered oxygen barrier package), and polypropylene (PP) cup, are available as container. Within the container, there are oxygen remaining after filling and permeating through the container wall during storage. To investigate the influence of the packages and the residual oxygen concentration on the cooked-rice odor, six kinds of model products: OXYGUARD[®] cup (oxygen content = 0.3% or less), LAMICON cup[®] (oxygen content = ca. 1, 3, 10%), LAMICON cup[®] with an oxygen absorber, and PP cup (oxygen content = ca. 1%), were estimated. Hexanal which is one of stale flavor (komai-shu) components was determined by gas chromatograph-mass spectrometer with large-volume static headspace sampling system at several interval. The amounts of hexanal in PP cup and LAMICON cup[®] without an oxygen absorber increased markedly during storage. The hexanal level in LAMICON cup[®] with an oxygen absorber gradually decreased. However, in OXYGUARD[®] cup, the hexanal level remained constant throughout the experimental period. The aseptically packaged cooked-rice in OXYGUARD[®] cup retained good flavor quality during storage.

Key words : aseptically packaged cooked-rice, OXYGUARD[®] cup, LAMICON cup[®], oxygen absorber, volatile compounds, oxygen content, hexanal, stale flavor (komai-shu), large-volume static headspace sampling, GC-MS

はじめに

古くから日本人は米を主食としてきたが、現在では食生活の変化(主食の多様化)、家族構成の変化(一世帯あたりの人数の減少)などにより、各家庭における炊飯米の消費量は年々減少している。その一方で、農林水産省の米麦加工食品生産動態等統計調査によると、外食、中食の増加などにより、加工米飯は全体的にわずかずつながら増加傾向にあり、特に無菌化包装米飯の生産量は増加している¹⁾。無菌化包装米飯は、常温保存可能で電子レンジ対応食品のため、簡便に米飯を提供できることから、現在の食生活において利便性の高い食品といえる。

無菌化包装米飯²⁾の容器にはオキシガード[®]カップ³⁾⁻⁷⁾、ラミコンカップ[®]、ポリプロピレン(以下PPと称す)単層カップが用いられている。これらの容器に充填された無菌化包装米飯の、保存中の品質劣化に与える影響が大きい要因の一つに初期酸素濃度がある。無菌化包装米飯の製造時、一般的なガスブローでは米飯粒の間をガスが通りにくいという特性によりガス置換率は上がらず、容器内の初期酸素

濃度が2~10%となるものが多い。酸素を低減させた製品として脱酸素剤添付品や、脱酸素充填システムと組み合わせて製造されたオキシガードカップ品があり、これらは酸化劣化が防止され、官能的に高い品質を保っていると言われる。

米飯香気に関する論文は数多くあるが、包装加工米飯に関する報告は少ない。過去に我々は、市販のプラスチック容器詰米飯からダイナミックヘッドスペース法によって揮発性成分を捕集後、GC-MS(ガスクロマトグラフ-質量分析計)で分析し、検出・同定した成分を報告している⁸⁾。その後、米飯製品の脱酸素製造技術や容器性能も向上しており、更に分析技術も進歩している。そこで、常温流通される無菌化包装米飯の風味を客観的に評価するため、市販品の製造条件を想定して、製造時の初期酸素濃度や包装形態が異なる無菌化包装米飯を6種類試作し、それらの保存中の揮発性成分の変化を、大容量ヘッドスペースガス濃縮装置とにおい嗅ぎ装置付きGC-MSを連結させた分析システムで測定し、各種米飯のにおい成分を評価した。

大容量ヘッドスペースガス濃縮装置は、大気環境分析用に開発されたものであるが、食品に対しても応用されつつある^{9, 10)}。本装置を用いると、水や二酸化炭素を含むヘッドスペースガスを100mL以上の大容量でGCに導入できることや、自動化されているため再現性がよく、装置内の配管に施した溶融シリカ超薄膜コーティング不活性処理によって吸着ロスが少なく、これまでは困難であった硫黄化合物などの高極性揮発性成分の測定ができることなどが利点として挙げられる。米飯のにおい評価に本装置を用いた例はなく、におい成分が比較的少ないサンプルである米飯にとって、大容量ヘッドスペースガス分析法は有効であると考え、本装置による各種試作米飯の揮発性成分分析評価結果を報告する。

実験方法

1. 実験材料

試作米飯保存試験とは別に、分析方法検討のために市販の無菌化包装米飯をスーパーマーケットで購入し使用した。

試作米飯試料の原料米として、新潟県産コシヒカリを使用した。容器にはオキシガードカップ、ラミコンカップ（どちらも東洋製罐製）及びPP単層カップを使用した。いずれの容器も同形状で、厚み約0.5mmのシートをカップ状に成形したもので、蓋材は透明バリアー性フィルム（外からPA/EVOH/PP）を用いた。なお、オキシガードカップは酸素吸収剤を含むPPとEVOHを共押出でシート状に押し出し、真空成形によりカップ状に成形した容器である。同様にラミコンカップはPPとEVOHを共押出して成形した容器である。また、脱酸素剤として、エージレスFM30（三菱ガス化学製、酸素吸収量30mL）を使用した。

2. 米飯試料の調製

UHT処理した白米を炊飯し、内容量200gとして無菌状態で各種容器に充填・密封した。蓋でシールする前に封入酸素濃度及び包装形態を、実際に想定される市販製品の製造条件に合わせて、次の6種類に設定して試作した。オキシガードカップ試料は脱酸素充填システム（東洋製罐製）を用いて、初期酸素濃度0.3%以下の設定で充填した。ラミコンカップ試料では初期酸素濃度として、およそ1%、3%、10%、PP単層カップ試料では1%の設定となるようにそれぞれ充填した。また一般的な脱酸素剤添付品を想定し、容器としてラミコンカップを使用し、酸素濃度を調整せずシール時に脱酸素剤を添付後密封したものを調製した。

なお、以後の試料説明においては、オキシガードカップ試料をOX、初期酸素濃度が1%、3%、10%のラミコンカップ試料をそれぞれLA-1%、LA-3%、LA-10%、脱酸素剤を添付したラミコンカップ試料をLA-OA、PP単層カップ試料はPPと称す。

3. 保存条件

保存条件は以下の3条件である。

- (1) 暗所下23℃で12ヶ月間。
- (2) 蛍光灯(1000lx)下23℃で3ヶ月間（店頭で商品が並び、照明が当たっている場合を想定）。
- (3) 暗所下35℃で1ヶ月間（夏場の空調されていない倉庫に置かれた場合を想定）。

4. 容器内酸素濃度の測定方法

容器内酸素濃度は、ガスクロマトグラフGC-323型（ジエールサイエンス製）を用いて測定した。条件は以下の通りである。GCカラム：WG-100（1.8m×1/4inch-i.d.）、キャリアーガス：アルゴン（毎分40 mL）、カラム温度：50℃。検出器：熱伝導度型検出器（TCD）、注入量：0.5 mL。

5. 大容量静的ヘッドスペースガス測定方法

米飯試料100gを、容器開封後すぐに500mL容ヘッドスペースガス捕集用びんに封入し、ウォーターバスを用いて55℃で30分間加温し、平衡時間とした。大容量ヘッドスペースガス濃縮装置Entech 7100A（Entech Instruments製）を用いて、捕集びんからヘッドスペースガス200mLを捕集して冷却濃縮した後、GC-MSに導入した。

分析条件は以下の通りである。GC：Agilent 6890N（Agilent Technologies製）。カラム：DB-Wax（60m×0.25 mm-i.d., 0.25 μm）、キャリアーガス：ヘリウム（毎分1.0mL）、注入口温度：220℃、オープン昇温条件：初期温度40℃ 4分間保持、毎分5℃で140℃まで昇温、更に毎分15℃で220℃まで昇温、220℃ 5分間保持。MS：Agilent 5973N（Agilent Technologies製）、イオン化室温度：230℃、四重極温度：150℃、イオン化（EI）電圧：70eV。におい嗅ぎ装置ODP-2（Gerstel製）とMSの分割割合は1：1。

MS測定はスキャンモードで実施し、得られた全イオンクロマトグラムから、対象成分のフラグメントイオンとして、夾雑成分の影響を受けないフラグメントイオンを成分ごとに選択し、その選択イオンのピーク面積値を対象成分の検出量とした。また長期間の保存試験でのMS感度を確認するため、各保存区試料を分析する前に米国環境保護局の揮発性有機物分析方法TO-14対応標準ガス（高千穂化学工業株製、44成分混合ガス）を分析した。その結果、保存試験開始直後の標準ガス分析結果と感度上のずれがあると判断した2ヶ月区と6ヶ月区の試料の分析値については、標準ガスの分析結果を基にして算出した補正係数で、試料から得られた各成分の面積値を補正した。

6. 官能評価

23℃暗所で保存した米飯試料について、においの官能評価を実施した。方法は、パネラー5名で、各試料を通常食味する条件で電子レンジ加熱後に官能試験を行った。各保存区のOX試料を基準として、その他の試料との比較を±3点の尺度法で行った。評価点で0点とは基準であるOX試料と差がない、0.5点以上であれば差があると評価し、

プラス点であればOX試料よりも優れているものとして評価した。なお、評価は次の2つの試料群に分けて行った。

- (1) 初期酸素濃度は異なるものの、主として容器あるいは脱酸素剤添付品を比較するという観点から、OX試料、LA-1%試料とPP試料、及びLA-OA試料について、保存1ヶ月、2ヶ月及び3ヶ月の時点で評価を実施した。
- (2) 主として初期酸素濃度の影響を比較するという観点から、OX試料、LA-1%試料、LA-3%試料、及びLA-10%試料について、保存1ヶ月及び3ヶ月の時点で評価を実施した。

結果及び考察

1. 容器内酸素濃度変化

各試料容器内の酸素濃度変化について、23℃暗所保存6ヶ月まで、23℃明所保存3ヶ月まで、35℃暗所保存1ヶ月までの測定結果を表1 (Table 1) にまとめた。

23℃暗所保存では、OX試料及びLA-OA試料は酸素吸収効果により保存1ヶ月の時点で既に酸素濃度は0.1%以下となっていた。その他の試料は各容器内の酸素濃度の変動は大きくないが、若干増加傾向にあった。特にPP試料での増加量が他の試料に比べて若干大きかった。

23℃明所1ヶ月及び3ヶ月保存では、初期酸素濃度が低いOX試料やLA-OA試料は酸素濃度0.1%以下を維持していたが、他の試料は暗所保存時と異なり、酸素濃度が急激に減少した。このことは、後述する明所保存におけるヘキサナール等のカルボニル化合物の増加量と関連している

ものと推定される。

35℃暗所1ヶ月保存では、23℃暗所保存と同様に大きな変動はないものの、PP試料で若干の酸素濃度の増加が見られた。

以上のように、OX試料及びLA-OA試料では照明の影響や温度条件に関係なく、酸素濃度の増加は見られず、0.1%以下を維持していた。

2. 官能評価結果

23℃暗所に保存した各米飯試料の官能評価について、OX試料を基準として、LA-OA試料、LA-1%試料、PP試料の、主として容器の違いという観点からそれぞれ評価した結果を表2 (Table 2) に示す。OX試料とLA-OA試料ではほとんど差が見られなかった。それに対して、LA-1%試料及びPP試料については、保存2ヶ月を超えると、評点が0.5点以上異なる場合があり、OX試料に比べて若干劣るという結果であった。

次に同じくOX試料を基準として、初期酸素濃度の影響を見るため、LA-1%試料、LA-3%試料、LA-10%試料についてそれぞれ評価した結果を表3 (Table 3) に示す。

1ヶ月の時点での評価結果からは明確ではないが、3ヶ月の時点での評価結果からは初期酸素濃度が高いものほど官能評価がOX試料よりも悪いとの結果が得られた。

なお、6ヶ月以降もOX試料やLA-OA試料では古米臭を感じなかったが、その他の試料は古米臭が強く、後述するGC-MS分析結果からそれを裏付ける結果が得られたため、各試料の官能評価は保存3ヶ月で終了した。

表1 各種条件下で保存中の容器内酸素濃度の変化
Table 1 Changes in oxygen concentrations in the cup under different storage conditions

保存期間(月) Storage time (month)	酸素濃度% Concentration of oxygen%								
	23℃暗所 In dark storage at 23 °C					23℃明所 Under light storage at 23°C		35℃暗所 In dark storage at 35 °C	
	0	1	2	3	6	1	3	1	
OX: オキシガードカップ OXYGUARD cup	0.21	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.
LA-1%: ラミコンカップ (O ₂ 1%) LAMICON cup (O ₂ 1%)	0.96	1.07	1.14	1.95	2.58	tr.	tr.	1.53	
LA-3%: ラミコンカップ (O ₂ 3%) LAMICON cup (O ₂ 3%)	3.51	2.98	4.05	4.49	4.76	1.58	tr.	3.92	
LA-10%: ラミコンカップ (O ₂ 10%) LAMICON cup (O ₂ 10%)	8.95	9.66	8.56	9.00	9.75	6.55	2.51	8.97	
LA-OA: ラミコンカップ(脱酸素剤添付) LAMICON cup with an oxygen absorber	0.15	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	
PP: PP単層カップ PP single-layered cup	1.76	2.21	2.73	2.83	4.85	0.13	tr.	2.85	

※ tr.: 酸素濃度 0.1%以下 (O₂ 0.1% or less)

表2 23℃暗所保存米飯の官能試験結果：米飯のにおいに及ぼす容器の影響

Table 2 Results of odor sensory test of the cooked rice in dark storage at 23℃ : Influence of containers on smell of the cooked rice

容器 Containers	評点 Sensory score					
	保存期間(月) Storage time (month)					
	1		2		3	
OX: オキシガードカップ OXYGUARD cup	基準品	Control	基準品	Control	基準品	Control
LA-OA: ラミコンカップ(脱酸素剤添付) LAMICON cup with an oxygen absorber	0		0		-0.2	
LA-1%: ラミコンカップ(O ₂ 1%) LAMICON cup (O ₂ 1%)	-0.4		-0.8		-0.6	
PP: PP 単層カップ PP single-layered cup	0		-0.6		-0.4	

表3 23℃暗所保存米飯の官能試験結果：米飯のにおいに及ぼす初期封入酸素濃度の影響

Table 3 Results of odor sensory test of the cooked rice in dark storage at 23℃ : Influence of initial oxygen concentration on smell of the cooked rice

容器 Containers	評点 Sensory score			
	保存期間(月) Storage time (month)			
	1		3	
OX: オキシガードカップ OXYGUARD cup	基準品	Control	基準品	Control
LA-1%: ラミコンカップ(O ₂ 1%) LAMICON cup (O ₂ 1%)	-0.4		-0.8	
LA-3%: ラミコンカップ(O ₂ 3%) LAMICON cup (O ₂ 3%)	-0.4		-1.2	
LA-10%: ラミコンカップ(O ₂ 10%) LAMICON cup (O ₂ 10%)	-0.4		-1.4	

3. 米飯のヘッドスペース揮発性成分分析結果

1) 市販米飯製品の分析

評価対象成分を決定するため、市販の無菌化包装米飯製品から揮発性成分を大容量ヘッドスペースガス濃縮装置により捕集し、におい嗅ぎ装置付きGC-MSで分析を行った。主要な成分として、硫化水素、ジメチルスルフィド、メタンチオール、アセトアルデヒド、アセトン、エタノール、ペンタナール、ヘキサナールの8種類を検出した。米飯から多くの揮発性成分が同定されているが、その中でも硫化水素、アセトアルデヒド、アンモニア、及びペンタナールやヘキサナールなどのカルボニル化合物が米飯臭の必須成

分であるとの報告がある⁷⁾。アンモニアを除く成分は本分析法によって検出でき、におい嗅ぎ装置によって米飯香気に影響を与えている成分であることが確認された。その他に検出されたアセトンとエタノールはにおい嗅ぎ装置によって、においを感じない成分であったため、それらを除く6成分を評価対象成分として、試作米飯試料の評価を行うこととした。なお6成分について、6回の繰り返し分析精度を調べた結果を表4 (Table 4) に示す。硫化水素とジメチルスルフィドは再現性に若干問題があったが、その他の成分の分析精度は概ね良好であった。

表4 ヘッドスペース分析の繰り返し精度
Table 4 Repeatability of headspace gas analysis

揮発性成分 Volatile compounds	変動係数 (%) Coefficient of variation (%)
硫化水素 Hydrogen sulfide	22.2
メタンチオール Methanethiol	6.7
アセトアルデヒド Acetaldehyde	2.4
ジメチルスルフィド Dimethyl sulfide	10.6
ペンタナール Pentanal	3.4
ヘキサナール Hexanal	3.1

2) 試作米飯試料の分析

試作製造後、各種容器に充填した米飯試料の揮発性成分の分析結果から、評価対象とした6成分のピーク面積値を表5 (Table 5) にまとめた。製造直後では試料間に大きな差はないが、OX試料が比較的成分量が多かった。これらの6成分について経時的にピーク面積値の変動を調べたところ、結果を示さないが、全ての試料において硫化水素とメタンチオールは大きく減少した。OX試料において硫化水素の初期量が高かったが、23℃保存1ヶ月度において嗅ぎ装置でにおいを感じるものの検出できなくなった。アセトアルデヒド及びジメチルスルフィドは試料間で若干の

増減挙動に違いがあり、量的な差もみられたが、顕著ではなかった。試料間で最も差が激しい成分はペンタナール及びヘキサナールであった。これらのカルボニル化合物は米飯香気の必須成分であるが、多量に存在すると古米臭になることから、米飯の劣化指標成分として知られている。ペンタナールやヘキサナールは遊離脂肪酸からの分解生成物で、酸素の影響を受けて生成する成分であり⁷⁾、今回の初期酸素濃度及び容器の影響が分析結果に大きく反映することは予想していたことである。

23℃暗所保存での米飯試料中のペンタナール及びヘキサナールの経時変化を図1 (Fig. 1) 及び図2 (Fig. 2) に

表5 試作直後の各種米飯試料の揮発性成分分析結果
Table 5 Results of volatile compounds of cooked rice samples after sample preparation

容器 Containers	ピーク面積 Peak area ×10 ⁶					
	硫化水素 Hydrogen sulfide	メタンチオール Methanethiol	アセトアルデヒド Acetaldehyde	ジメチルスルフィド Dimethyl sulfide	ペンタナール Pentanal	ヘキサナール Hexanal
OX: オキシガードカップ OXYGUARD cup	2.6	1.5	12.1	1.4	1.3	6.7
LA-1%: ラミコンカップ (O ₂ 1%) LAMICON cup (O ₂ 1%)	0.3	0.7	8.7	0.5	1.0	5.2
LA-3%: ラミコンカップ (O ₂ 3%) LAMICON cup (O ₂ 3%)	0.3	0.6	11.8	1.2	1.4	6.2
LA-10%: ラミコンカップ (O ₂ 10%) LAMICON cup (O ₂ 10%)	0.4	0.9	10.7	0.8	1.4	6.3
LA-OA: ラミコンカップ (脱酸素剤添付) LAMICON cup with an oxygen absorber	0.7	0.8	10.4	0.3	0.9	4.6
PP: PP 単層カップ PP single-layered cup	0.6	0.6	10.1	0.9	1.3	6.3

それぞれ示す。ペンタナールとヘキサナールの生成量は約10倍程度の違いがあり、ヘキサナール量が圧倒的に多いが、変化の挙動はほぼ同様である。製造直後では官能上問題とならない量であったが、LA-1%試料、LA-3%試料、LA-10%試料及びPP試料では、保存2ヶ月までに急激にペンタナール及びヘキサナールが増加し、それ以降にはほとんど増加は見られず、ほぼ横ばい傾向になることがわかった。しかし酸素濃度を低減化したOX試料及びLA-OA試料では、ヘキサナール等は増加しなかった。このことは、製造時に初期酸素濃度が少なくとも1%を超えると、劣化が激しく進行する可能性があることを意味しており、それが官能評価結果にも表れている。初期酸素濃度が高い試料において、2ヶ月以降にペンタナールやヘキサナールがほとんど増加せず横ばいになった点と、生成到達量が試料によって異なる点については、前駆体である脂肪酸の遊離状態が関係しているものと推定しているが、明らかではない。

更にOX試料及びLA-OA試料について、それらのペンタナール及びヘキサナールの変動をまとめて拡大表示したものが図3 (Fig. 3) である。LA-OA試料では、におい成分が脱酸素剤に吸着するためか、これらのカルボニル化合物が緩やかに減少する傾向を示した。一方、OX試料では増減がほとんど見られず、12ヶ月保存後でも製造直後の状態を保持する傾向があることがわかった。ヘキサナール等のカルボニル化合物は多量に生成した場合は古米臭となるが、新米を炊飯した炊きたての米飯においても生成する成分であり、官能に影響を与える重要な成分である。OX試料ではこのような製造直後のにおい成分を長期間保持できており、米飯の風味保持に貢献していると考えられる。

3) 保存条件 (照明・温度) の影響

一般的な無菌化包装米飯の製品では、容器の蓋材として透明フィルムを使用している場合が多い。そこで、米飯試料に対する照明の影響として、23℃明所の3ヶ月保存ま

でのヘキサナールの測定結果を図4 (Fig. 4) に示す。ペンタナールについてはヘキサナールと同様の挙動を示すことから、データは省略する。低酸素状態を維持したOX試料及びLA-OA試料では、暗所だけではなく明所においても、ヘキサナール等のカルボニル化合物が増加することはなかった。その他の試料ではLA-1%試料及びPP試料に比べてLA-3%試料とLA-10%試料のヘキサナールが大きく増加していることがわかる。酸素濃度変化を示した表1 (Table 1) に見られるように、明所保存では容器内酸素濃度が急激に減少しており、初期酸素濃度の高い試料では油脂成分の酸化劣化に及ぼす光の影響が大きいことが確認された。

米飯試料に対する保存温度の影響として、35℃暗所に1ヶ月間保存した試料の測定結果と、23℃暗所及び明所1ヶ月間保存時の各測定値とを比較した結果を図5 (Fig. 5) に棒グラフで示す。LA-1%、LA-3%、LA-10%及びPP試料において、23℃暗所保存1ヶ月でヘキサナールが生成している。このような試料を35℃に保存すると、更に劣化が進行し、ヘキサナール量が多くなることは当然の結果である。特にPP試料は、23℃暗所保存時に比べて35℃暗所保存でのヘキサナールの増加レベルが高く、LA-3%試料あるいはLA-10%試料と同程度にまで増加した。一般的な樹脂の性質にあるように、保存温度の上昇とともにPP樹脂の酸素透過性が増し、それに比例してヘキサナールの増加量も大きくなったものと考えられる。しかし、35℃保存条件においても、酸素バリアー性があり、低酸素状態を保ったOX試料及びLA-OA試料では、ヘキサナールは増加しなかった。

このように、包装米飯品の常温流通・販売条件を考えると、照明及び保存温度が風味に与える影響として、初期酸素濃度と容器の酸素バリアー性が重要なファクターになることが客観的な機器分析データから確認された。風味保持には、酸素バリアー性の高い容器が必要であり、製造時の初期酸素濃度を少なくとも1%以下に低減化させることが必要である。

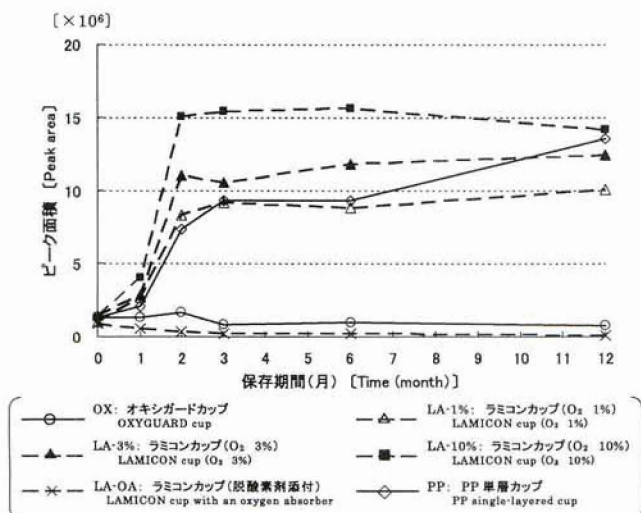


図1 23℃暗所保存12ヶ月間のペンタナール量の経時変化
Fig. 1 Changes in pentanal content for 12 months in dark storage at 23 °C

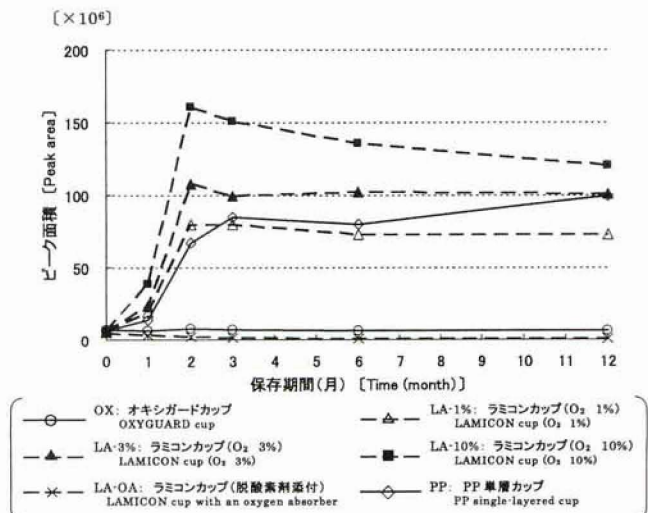


図2 23℃暗所保存12ヶ月間のヘキサナール量の経時変化
Fig. 2 Changes in hexanal content for 12 months in dark storage at 23 °C

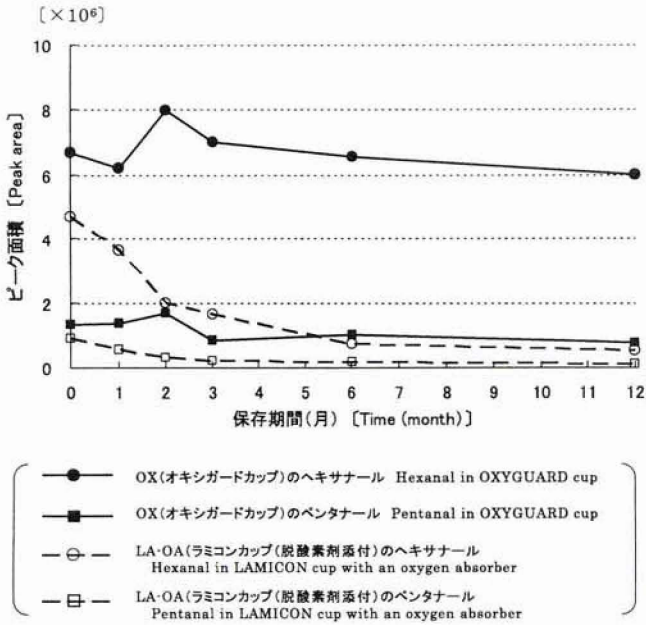


図3 23°C暗所保存したオキシガードカップ試料と脱酸素剤添付ラミコンカップ試料のカルボニル化合物の経時変化
Fig. 3 Changes in carbonyl compounds in 2 kinds of the cup for 12 months in dark storage at 23 °C

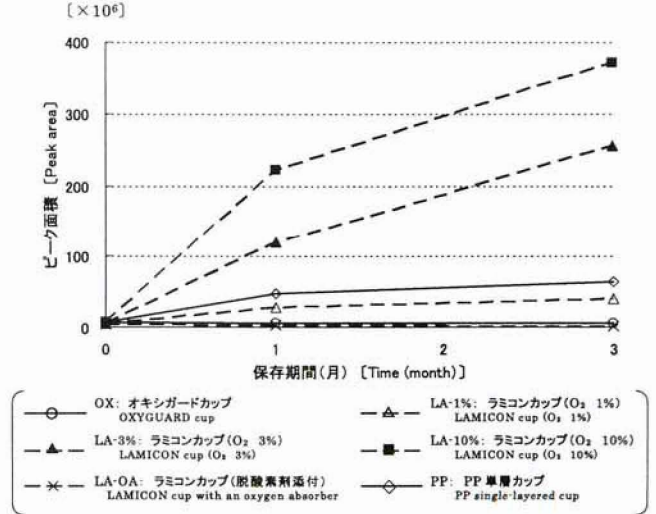


図4 23°C明所保存3ヶ月間のヘキサナール量の経時変化
Fig. 4 Changes in hexanal content for 3 months under light storage at 23°C

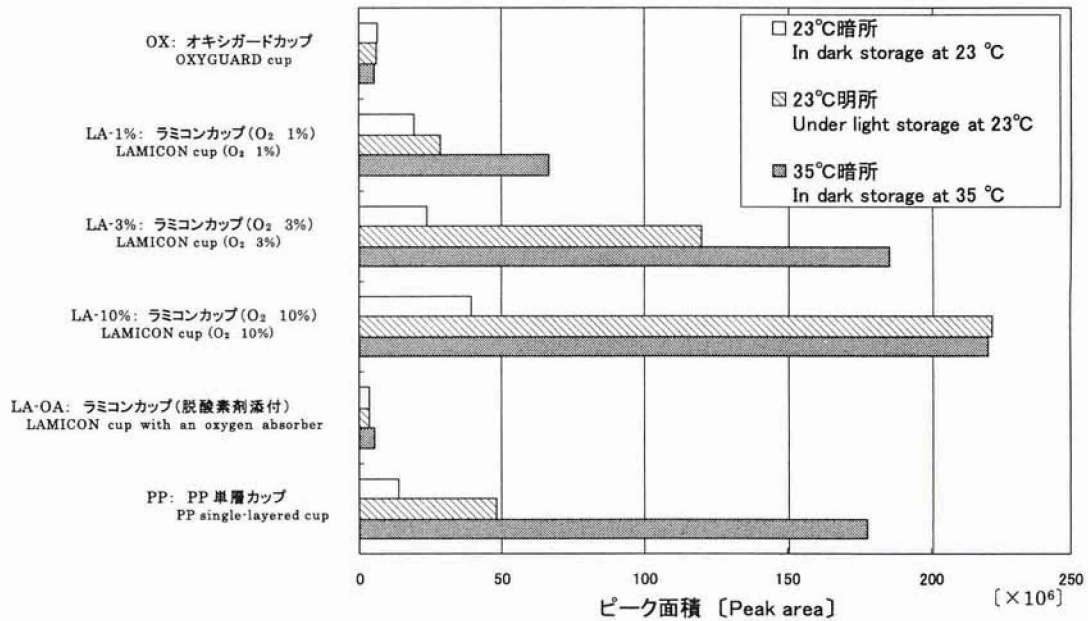


図5 各種条件下保存1ヶ月時のヘキサナール量の比較
Fig. 5 Comparison of hexanal content in the cups under different storage conditions for 1 month

まとめ

本研究の目的は、市販されている無菌化包装米飯の製造条件を想定して、各種容器及びそれに関連する包装形態、さらには製造時の初期酸素濃度の影響について、従来の静的ヘッドスペースガス分析法よりも高感度に分析できる大容量静的ヘッドスペースガス濃縮装置を用いて、常温流通

される無菌化包装米飯のにおい成分を客観的に評価することである。

現在、市場で利用されている容器や包装形態に準じて、製造時の酸素濃度を調整し、試作した各種の無菌化包装米飯のにおい成分の中から、主として古米臭の原因となるヘキサナールを劣化指標として評価した結果、初期酸素濃度

が高いと、ヘキサナールの生成量が多くなり、透明フィルム蓋を用いた場合は照明を当てると更にヘキサナールが増加することが確認された。またPP容器を使用した場合、保存温度が酸素透過性に与える影響が大きいため、包装米飯の品質保持には、初期酸素濃度を低く抑え、酸素バリア性の高い容器が必要である。特に初期酸素濃度が1%を越える試料では光及び温度が劣化に及ぼす影響が大きくなることは明らかであった。従って、脱酸素充填システムを使用して低酸素状態で製造したオキシガードカップや脱酸素剤を添付した包装形態が、常温流通する無菌化包装米飯の劣化抑制に不可欠であることが実証された。また、脱酸素剤を使用した場合は、におい成分を緩やかに吸着する傾向が見られたが、オキシガードカップは、長期間に渡って、におい成分の変動が少なく、米飯の風味保持に寄与しているものと思われる。

文 献

- 1) 加藤肇：食品工誌, 42 (17), 38, (1999)
- 2) 三浦利昭：食品工誌, 42 (17), 49, (1999)
- 3) 鈴木久昭：食品と容器, 43 (7), 404, (2002)
- 4) 小山正泰：包装技術, 36 (9), 76, (1998)
- 5) 葛良忠彦：ジャパンフードサイエンス, 40 (9), 57, (2001)
- 6) 葛良忠彦：食品工誌, 46 (10), 18, (2003)
- 7) 田中治夫：食品工誌, 15 (22), 73, (1972)
- 8) 隅谷栄伸：東洋食品工業短大・東洋食品研究所 研究報告書, 23, 75, (2000)
- 9) 古館 肇：ガスクロマトグラフィー研究懇談会資料, 254, 77, (2002)
- 10) 小野由紀子：ガスクロマトグラフィー研究懇談会資料, 265, C.22, (2004)