



## 各種ガスバリア包材に包装された ボンレスハムの退色について

Discoloration study of boneless ham packed by various gas barrier laminated films by synchrotron light

日比野 恵里  
Hibino Eri

富士特殊紙業株式会社 技術開発部  
FUJI TOKUSHU SHIGYO CO.,LTD.  
Technological Development Department

### 1. 測定実施日

2013 年 10 月 3 日 10 時–14 時 (1 シフト) , BL5S1  
2013 年 10 月 22 日 10 時–14 時 (1 シフト) , BL5S1  
2013 年 11 月 20 日 10 時–14 時 (1 シフト) , BL5S1  
2013 年 12 月 20 日 10 時–14 時 (1 シフト) , BL5S1

### 2. 概要

包装されたハム、ソーセージの販売時に問題となる退色現象の原因とされる、肉のミオグロビンに含まれる Fe の酸化について、酸素透過度の異なるガスバリア包材で包装されたハムの Fe の価数変化を測定し、退色との関係について評価、検討を行った。XAFS 法は非破壊測定が可能のため、異なる環境下におかれたハムの同じ位置の経時変化を蛍光 XAFS 法を用いて包材の外側から測定した。結果、Fe の酸化は包装されたままの状態を確認された。またハムの退色は、Fe の酸化のみに由来せず、酸素透過度の値よりもバリアの種類に影響される結果が得られた。

### 3. 背景と研究目的

食品スーパーでは、購入意欲を高めるための照明や、営業時間の延長によって食品が受ける光の影響は大きくなっている。また内容物が確認しやすいよう、包材に透明材質を使うことが多い。包装されたハム、ソーセージの販売時の問題は、これら光と酸素の影響による退色現象が挙げられる。退色は、肉のミオグロビンに含まれる Fe が酸化されることが主な原因と考えられている (Fig.1)。一般的な対策は、包材に酸素透過度の低い材質を使用し、酸化を

遅らせることである。

従来、ハムに含まれる Fe の酸化を測定する方法は破壊検査であり、同一試料の同じ位置の経時変化を追うことはできない。非破壊が可能な XAFS 法は、異なる環境下におかれた同じ位置の経時変化を測定できる。酸素透過度の異なるガスバリア包材で包装されたハムの Fe 価数を測定し、退色との関係について評価、検討を行う。また包装された状態のまま測定可能か検証する。

## 4. 実験内容

### 4.1 内容物

市販されているボンレスハム（スライス）を購入し、最上部 1 枚を除去した残りを試料とした。着色料の影響を除外するため、不用品を選択した。

### 4.2 フィルム

ハムを包装するフィルムは、それぞれ酸素バリア性とバリアの種類が異なる 5 種類を用意した (Table 1)。

### 4.3 実験条件 (Fig.2)

- ・包材寸法：120×120 mm (内寸) 三方袋
- ・充填枚数：1 枚
- ・包装方法：真空包装
- ・保存：8～10℃冷蔵庫
- ・条件：明条件…試料上部より蛍光灯を 24 時間連続照射  
暗条件…ダンボールケースで覆う
- ・保存期間：19 日後、48 日後、78 日後
- ・測定箇所：ハムの赤みの強い同一位置に固定 (Fig.3)
- ・測定方法：蛍光 XAFS 法 (BL5S1)
- ・測定元素：Fe

## 5. 結果および考察

標準試料を透過 XAFS 法により測定を行った結果、Fe の価数が変化するとスペクトルが移動することを確認した (Fig.4)。

5 種類のガスバリア包材に再包装したハムを用い、再包装直後の試料と、19 日間、48 日間、78 日間冷蔵にて、明条件と暗条件で保管した試料の蛍光 XAFS 法による Fe 測定結果を Fig.5 に示す。

①ブランクの明条件では 19 日後、暗条件では 78 日後にスペクトルの移動

が確認され、Fe の価数に変化している。同様に④透明蒸着 PET の暗条件においても確認され、Fe の酸化が起こっていると思われる。その他の試料は変化が見られない。測定は包装された状態で行われており、これらの結果から、非破壊で包材の外側から測定することが可能であると分かった。また酸素バリア性が低い場合は、光の影響を強く受ける。

ハムの色目を開封直後のハムと比較した結果、①ブランクと⑤バリアーコート PET にて顕著な変化が確認された (Fig.5)。しかし⑤バリアーコート PET は Fe の変化が無く、他の要因が影響していると考えられる。また Fe の酸化が確認された④透明蒸着 PET は、目視では色目の変化が確認できない。

測定結果から、②K コート程度の酸素透過度で Fe の酸化防止効果が見られるが、今回の結果はハムの退色の全てが肉色素の酸化に由来していないことを示している。

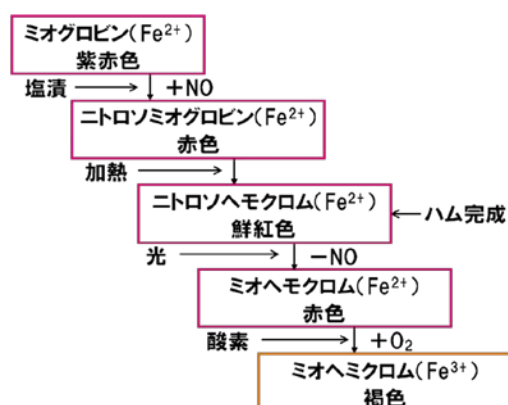


Fig.1 肉色素の色の変化 (ハムの場合) 1)

Fig.2 蛍光 XAFS 法による測定

試料名	材質構成	酸素透過度*1
①ブランク	OPP#20/DL/ CPP#30	8488*2
②K コート	PVDC コート Ny#15/DL/LLDPE#40	19.7*3
③EVOH	OPP#25/DL/延伸 EVOH#12 /PE20 μ m/LLDPE#40	1.0 以下*3
④透明蒸着 PET	AL <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 蒸着 PET#12/DL/LLDPE#40	1.0 以下*3
⑤バリアーコート PET	PVA コート PET#12/DL/LLDPE#30	2.0*3

\*1 酸素透過度単位 : ml/m<sup>2</sup> · d · MPa

\*2 計算値 (条件 : 20°C × 80%RH)

\*3 実測値 MOCON 社 OXTRAN1/50 (条件 : 10°C × 85%RH)

Table 1 包装フィルム材質構成及び酸素透過度

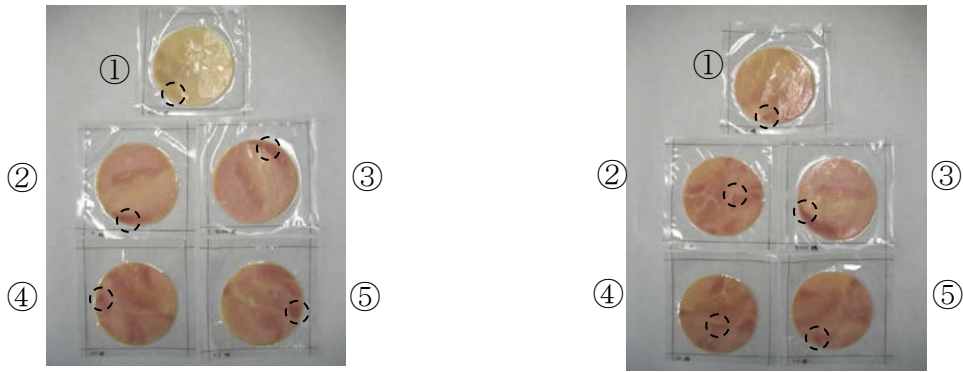


Fig.3 測定位置 (○内)  
(左：明条件 右：暗条件)

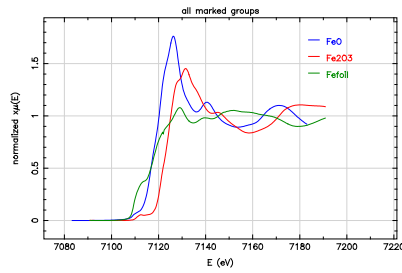
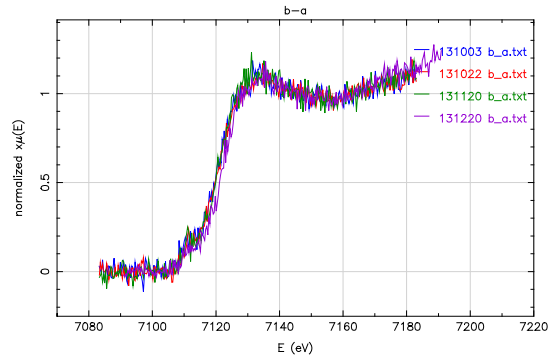
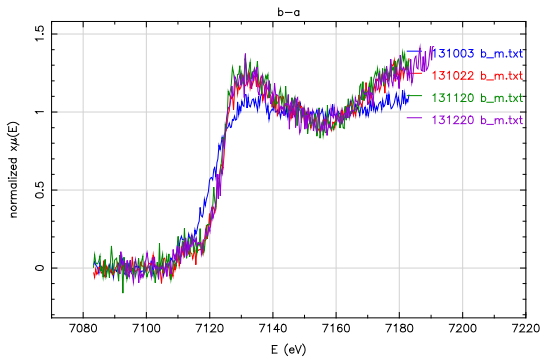
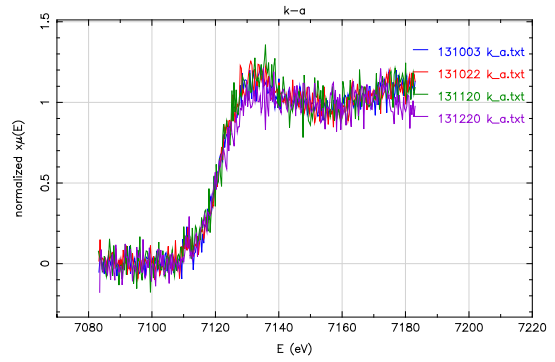
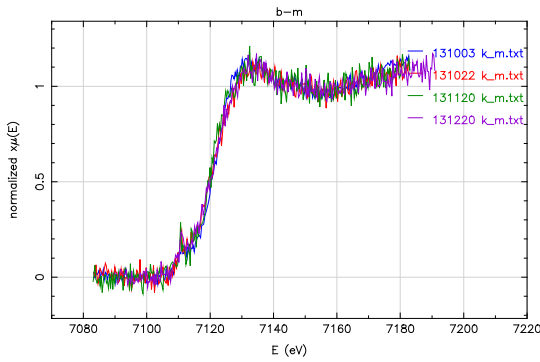


Fig.4 透過 XAFS 法による FeO、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Fefoil スペクトル  
— : FeO    — : Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>    — : Fefoil

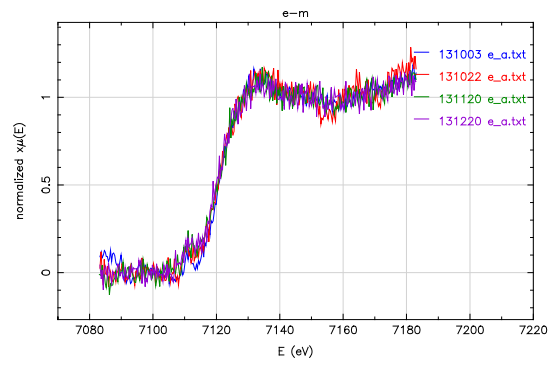
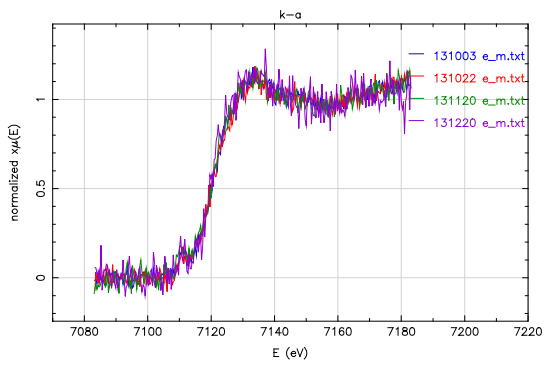
①



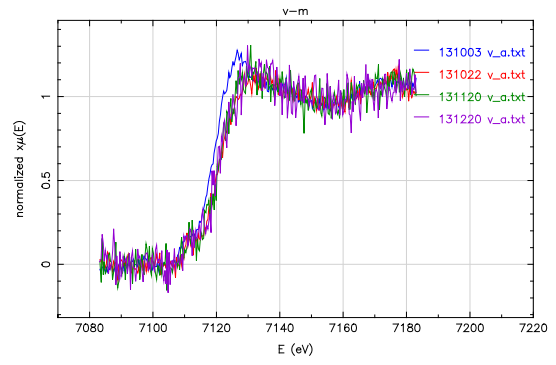
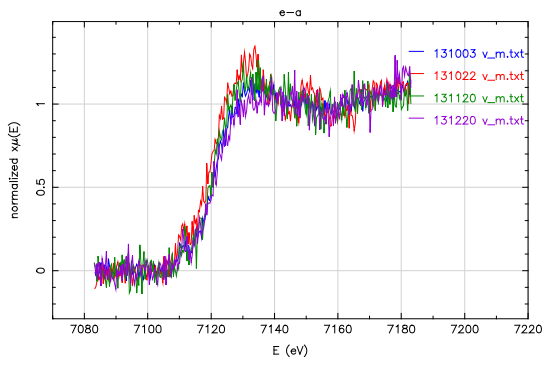
②



③



④



⑤

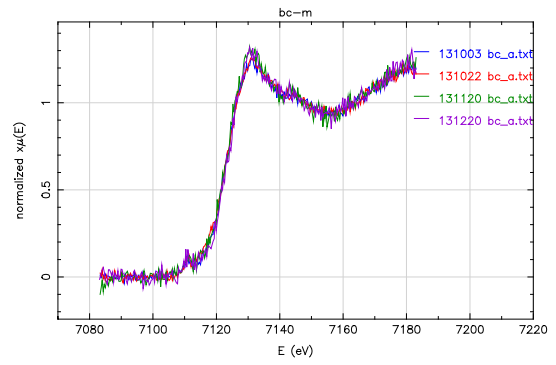
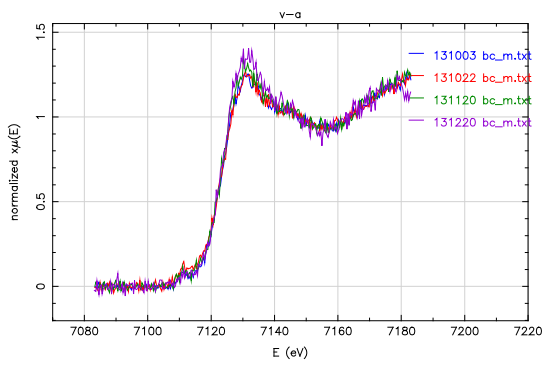


Fig.5 各種ガスバリア包材に包装されたボンレスハムの  
蛍光 XAFS スペクトル経時変化 (左：明条件 右：暗条件)

— : 0 日目    — : 19 日目    — : 48 日目    — : 78 日目

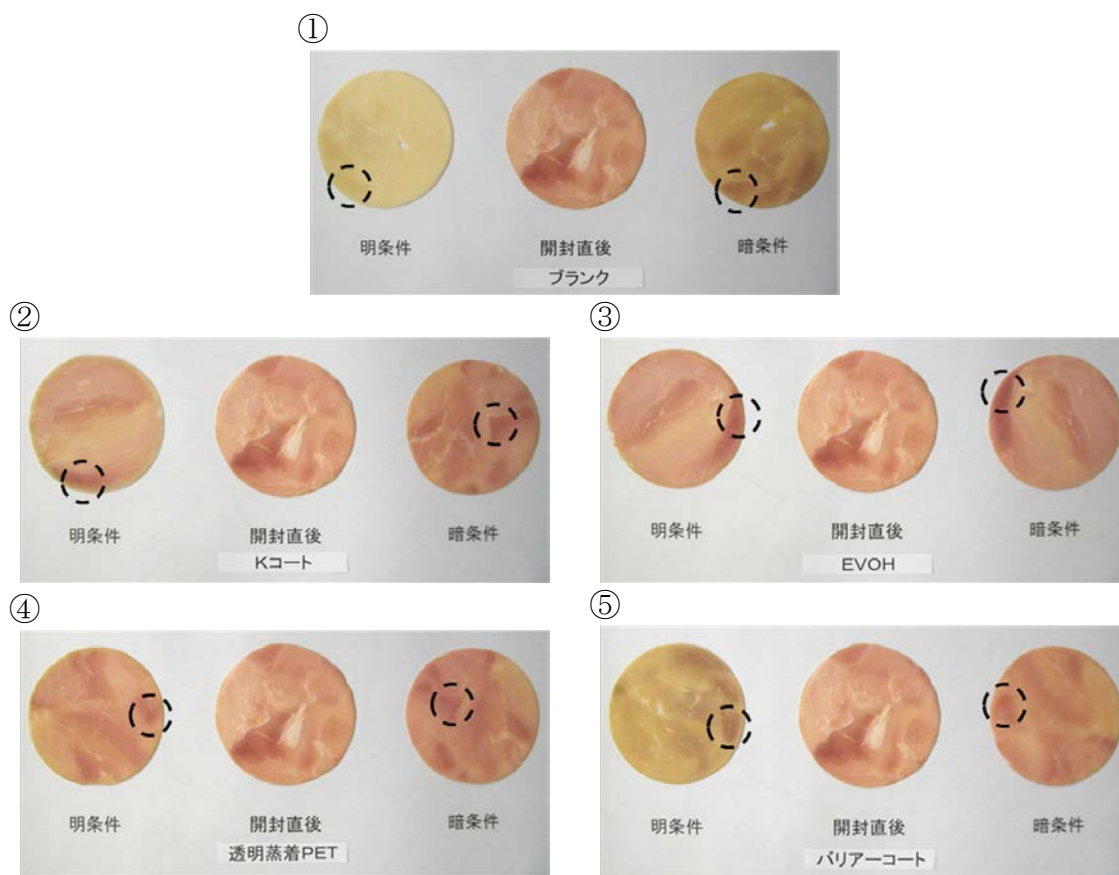


Fig.6 保存 78 日後の退色比較 (左：明条件 中央：開封直後 右：暗条件)

## 6. 今後の課題

市販品を再包装しての実験のため、サンプル数が少なく、また個体差や再包装時の酸素との接触が影響している可能性がある。ガスバリア包材間の差は、同一個体を用い、再包装しない試料による検証が今後必要と考える。

## 7. 参考文献

- 1) 社団法人日本包装技術協会,「食品包装便覧」,社団法人日本包装技術協会, 1373, 1988

## 8. 謝辞

あいちシンクロトロン光センターのコーディネータ 東 博純様、朝倉 博行様、技術研究員 森本 浩行様には、測定に際しご指導いただき、深く感謝いたします。