

東洋食品工業短期大学紀要

第 3 号

BULLETIN
OF
TOYO COLLEGE OF FOOD TECHNOLOGY
No. 3

平成 27 年
(2015)

東洋食品工業短期大学

第 3 号

目 次

【寄稿論説】

容器詰緑茶飲料の三次機能性について

末松伸一 1

【研究報告】

LED 照明が透明容器詰食品の外観に及ぼす影響

後藤隆子, 木下大志, 黒川耕平 4

【研究報告】

アクティブバリア包装による内容物の品質保持効果

(パイナップル果実シラップ漬け, コンビーフについて)

田口善文, 竿本一樹, 末兼幸子 12

【研究報告】

韃靼ソバの苦み特性と制御

奈賀俊人, 金福直子, 吉田瑞穂, 福美菜子, 上田芽依, 後藤隆子,

津村和栄, 三宅成幸, 三宅一嘉, 八木謙一, 森田尚文 18

【資料】

手指の常在菌に対する洗浄効果

稲津早紀子, 松永藤彦 23

【資料】

市販鶏ミンチ肉におけるサルモネラ菌検出状況

稲津早紀子, 松永藤彦 27

発表記録 (2013 年度～2014 年度) 31

CONTENTS

【Special Article】

Tertiary functionality of packaged green tea drinks

Shinichi Suematsu 1

【Research Article】

Influence of LED lamp on quality of food packed in transparent container

Takako Goto, Taishi Kinoshita and Kohei Kurokawa 4

【Research Article】

Effect of active barrier packaging on quality retention for foods

(Evaluation of Pineapple in syrup and Corned beef)

Yoshifumi Taguchi, Kazuki Saomoto and Sachiko Suekane 12

【Research Article】

The property and control of bitter taste in tartary buckwheat

Toshihito Naka, Naoko Kanefuku, Mizuho Yoshida, Minako Fuku, Mei Ueda,

Takako Goto, Kazue Tsumura, Shigeyuki Miyake, Kazuyoshi Miyake,

Kenichi Yagi and Naofumi Morita 18

【Report】

Efficacy of hand hygiene procedures in the reduction of normal bacterial flora on hands

Sakiko Inatsu and Fujihiko Matsunaga 23

【Report】

Investigation of *Salmonella* Contamination in Commercial Minced Chicken

Sakiko Inatsu and Fujihiko Matsunaga 27

Publications and Presentations 31

【寄稿論説】

容器詰緑茶飲料の三次機能性について

末松 伸一*

茶はコーヒー、ココアとならぶポピュラーな嗜好飲料であるが、「茶は養生の仙薬なり、延命の妙術なり」と鎌倉時代の禅僧栄西が『喫茶養生記』に記したように、昔から心身によい飲み物として珍重されてきた機能性飲料でもある。我が国において、容器詰の緑茶飲料が1985年に発売されて本年で30年になる。「お茶は飲む時に淹れるもの」という考えが主流だった時代から始まり、国民的飲料に成長するに至った容器詰緑茶飲料についてその三次機能性の側面から振り返ってみた。

キーワード：緑茶飲料、三次機能性、カテキン類

食品には、栄養（一次）機能、感覚（二次）機能および生体調節（三次）機能があるが、茶はうま味、香り、水色にかかわる二次機能とともに、ひとの健康の維持や生活習慣病の予防にかかわる三次機能の役割を担う、二面的な機能特性を有する食品である。

茶にカフェイン、カテキン類、ビタミンC、テアニン、香り成分など種々の成分が含まれていることが明らかにされ、茶の生理機能の究明が可能となった。茶と健康のかかわりについての研究が、茶カテキンを中心に本格的に盛んになり始めたのは1980年代に入ってからである。

ちょうどその頃は、栄養素以外のいろいろな食品中の健康にかかわりをもつ成分の生理作用が注目され始め、「食品機能」「機能性食品」などという用語が生まれ、健康志向の高まりの中で、さまざまな食品素材の機能性について活発な研究が展開されるようになった時期と一致している。

1991年には「茶の健康への寄与」をスローガンに、わが国で初めての「国際茶研究シンポジウム」が静岡で開催され、これが今日の茶の機能研究ブームにつながる契機の一つとなった。

以来、茶の渋味の主成分であるカテキン類に、がんの予防、酸化防止、循環器系疾患の予防、血糖上昇抑制、肥満の防止、抗菌、抗アレルギー作用、消臭効果など多様な作用のあることが培養細胞実験、動物実験、一部臨床試験や疫学調査などにより実証され、これまでに、がんの予防効果の研究を軸に、茶カテキンの生理機能について数多くの研究成果が挙げられてきた¹⁾。

容器詰緑茶飲料は茶カテキンの生理機能に関する研究が盛んになり始めた1985年に販売が開始され、以来、茶カテキンの生理機能の解明が進むとともに成長を遂げてきたと

いっても過言ではない。

筆者らは1990年ころから容器詰緑茶飲料について、その機能性に関与する成分のうち、カフェイン、ビタミンC、カテキン類を選び、緑茶飲料における安定性と変化に及ぼす要因について調査を行った。

缶詰およびペットボトル詰市販品の実態調査から緑茶飲料のカフェイン濃度は標準的な淹れ方のお茶の2/3程度、カテキン類濃度は1/2~2/3程度であり、1回摂取量としてそれぞれ適量含まれ、ビタミンCが強化されている点からも機能性に優れた保健飲料であるといえた。しかし、製造、保存においてカフェイン、ビタミンCは安定であるがカテキン類は相対的に変化しやすく、加熱条件特に浸出液のpHの影響を受け中性領域で変化しやすかった²⁾。

カテキン類の主要な変化は異性化であり、対応するエピマーに変化した。この異性化は100℃以下の比較的温和な加熱条件下でも一次反応過程で進行し、82℃以上で反応速度が大きくなった³⁾。

その後も、継続的に同様の調査を行ったが、缶詰、ペットボトル詰いずれの包装形態の緑茶飲料においても含まれるカテキン類は最大で約50%が天然型カテキン類から異性体に変化していた。

このような天然型カテキン類の異性化つまり質的变化が、茶飲料の品質や機能性にどのような影響を及ぼしているかは未知であった。光学活性物質が異性化すると二次、三次機能が変化することがあり、またカテキン類の機能性を立証する数多くの生理学的研究が実験材料として天然型カテキン類を使用していることから容器詰緑茶飲料中での天然型カテキン類の保護は重要な課題であった。

筆者らは容器詰緑茶飲料の製造において、天然型カテキン類の異性化を抑制するための製造方法として、緑茶抽出

*連絡先, E-mail : shinichi_suematsu@shokuken.or.jp

液のpHを5以下に調整した後加熱殺菌し、次いで、アルカリを添加して無菌充填する方法を提案した⁴⁾が実用化に至らず、緑茶飲料の生産量が増加するにつれ容器詰緑茶飲料がはたしてどのくらい三次機能性を保持できているのか一抹の懸念を抱いてきた。

ところが、最近この天然型カテキン類の異性化と機能性の変化に関するいくつかの研究報告や容器詰緑茶飲料の健康への有効性を示す調査報告を目にすることができた。

「べにふうき緑茶」に多く含有されているメチル化カテキン(EGCG3"Me茶葉に最も多く含まれるカテキンであるエピガロカテキンガレートの一部がメチル化されたもの)が抗アレルギー作用を有しており、このEGCG3"Meは他の天然型カテキン類と同様に水に溶けた状態で加熱されるとGCG3"Meに異性化した。しかし、細胞実験では抗アレルギー作用の強さはGCG3"Me>EGCG3"Meであり、異性化により機能性が高まることを安江らが明らかにした⁵⁾。

また、庄田らは緑茶の天然型カテキンであるエピガロカテキンガレート(EGCG)、エピガロカテキン(EGC)ならびにこれらの異性体であるガロカテキンガレート(GCG)、ガロカテキン(GC)の抗酸化能を調べ、抗酸化能はGC≥GCG>EGCG≥EGCの順で高く、異性化により機能性が高まる可能性を明らかにした⁶⁾。

さらに、コーヒーや緑茶を日常的によく飲んでいる人は、そうでない人に比べて病気などで死亡するリスクが低いという調査結果を国立がん研究センターの研究チームがまとめた⁷⁾。コーヒーに含まれるポリフェノール、緑茶に含まれるカテキンが血圧を下げ、両方に含まれるカフェインが血管や呼吸器の働きを良くしている可能性があるという。

全国に住む40~69歳の男女約9万人に対し、コーヒーや緑茶を1日どれくらい飲むかを、ほかの生活習慣などと合わせて質問し、経過を約19年間追った。コーヒーを1日に3~4杯飲む人ではほとんど飲まない人に比べて、死亡リスクが24%低かった。緑茶は1日1杯未満の人に比べ、1日5杯以上飲む男性で死亡リスクが13%、女性で17%低かった。

この研究で用いた質問票では、缶およびペットボトル入り緑茶を含む緑茶全般の摂取頻度を尋ねており、緑茶の淹れ方などで分けていないとのことである(コーヒーも同様)。

喫茶の頻度が高い地域で胃がん発生率が低いことなどを示した小國らによる疫学的調査の結果⁸⁾はいずれも淹れたての緑茶に関するものであったが、この研究結果は容器詰の緑茶飲料・コーヒー飲料が人の死亡リスク低減に貢献していることを示すものであり、上記二つの研究報告と合わせて、これまでの懸念を多少なりとも払拭するものであった。

容器詰緑茶飲料は販売開始5年後の1990年で生産量は5.5万kLであったが、毎年生産量を伸ばし、今年年間250万kLの生産量に至り、国民の健康に寄与している状況を見るにつけ、販売の初期から容器詰緑茶飲料にかかわる研

究に従事してきた者として非常に喜ばしく思う。

ちなみに2014年の我が国の茶葉生産量は約9万トンである。同年の容器詰緑茶飲料の生産量は約250万kLであり、その生産に使用された茶葉(茶葉使用量1%:茶葉1g/100mLとして)は約2万5千トンと推定される。したがって茶葉生産量の約28%が容器詰緑茶飲料用に使用されたにすぎず、容器詰緑茶飲料についてはまだ十分に成長の余地を残しているといえる。

2001年から3年置きに静岡県において開催されている「国際O-CHA学術会議」も来年で第6回目の開催を迎える。毎回、緑茶の機能性などに関する貴重な研究報告がなされ緑茶飲料の市場拡大にも大いに貢献してきている。容器詰緑茶飲料発売開始から30年を迎えるにあたり、国内だけではなく、さらに緑茶飲料の素晴らしさを世界に向けてたゆまぬ研究成果をもって発信し続けなければならない。

最後に、今回は容器詰緑茶飲料を三次機能性の側面からみてきたが、うま味、香り、水色といった二次機能の性質も重要である。機会があればまた容器詰緑茶飲料を嗜好性の側面から振り返ってみたい。

参考文献

- 1) 村松敬一郎, 小國伊太郎, 伊勢村護, 杉山公男, 山本(前田)万里編, 茶の機能-生体機能の新たな可能性, 学会出版センター, 2002
- 2) 末松伸一, 久延義弘, 西郷英昭, 松田良子, 原京子, 小松美博, 日食工誌, 39, 178, 1992
- 3) Y.Komatsu, S.Suematsu, Y.Hisanobu, H.Saigo, R.Matsuda, K.Hara, *Biosci. Biotech. Biochem.*, 57, 907, 1993
- 4) 末松伸一, 久延義弘, 中野和子, 樋口香織, 特開2002-84973
- 5) 安江正明, 池田満雄, 永井寛, 佐藤克彦, 光田博充, 山本(前田)万里, 藪根光晴, 梶本佳孝, 梶本修身, 日本臨床栄養学会誌, 27(1), 33-51, 2005
- 6) 庄田美登里, 八木謙一, 食品・飲料に含まれる機能性成分の抗酸化能力比較, 東洋食品工業短期大学卒業研究報告書, 2015
- 7) E.Saito, M.Inoue, N.Sawada, T.Shimazu, T.Yamaji, M.Iwasaki, S.Sasazuki, M.Noda, H.Iso, S.Tsugane, *Ann Epidemiol.*, 25(7), 512-518, 2015
- 8) 小國伊太郎, 那須恵子, 金谷節子, 太田裕一, 山本茂博, 野村武男, 栄養学雑誌, 47, 93, 1989

Tertiary functionality of packaged green tea drinks

Shinichi Suematsu*

Tea is a popular taste drink as well as coffee and cocoa. Tea has been valued highly as a drink good for health of mind and body.

In Japan, 30 years have passed since a packaged green tea drink was commercialized for the first time in 1985.

I looked back to the grow-up history of packaged green tea drinks from a side of the tertiary functionality.

Key words : green tea drinks, tertiary functionality, catechins

*Corresponding author, E-mail : shinichi_suematsu@shokuken.or.jp

【研究報告】

LED照明が透明容器詰食品の外観に及ぼす影響

後藤 隆子*, 木下 大志, 黒川 耕平

需要が増加している透明容器詰食品に対して光が及ぼす影響を調べるため、市販食品（14品目）を用い、LED照射または蛍光灯照射試験を行った。光照射による品質変化は食品の種類によって大きく異なり、品質低下の原因はほとんどが退色であった。また、光劣化を受けやすい食品の品質変化をLEDと蛍光灯で比較すると、同程度またはLEDの方が蛍光灯よりも退色が遅い傾向が見られた。

キーワード：LED, 蛍光灯, 光質, 透明容器, 退色, 耐光性

緒言

近年、消費者が食品の安全を重要視するようになった事に伴い包装食品に使用される容器も中の食品がよく見えるように透明性の高い容器の使用が増加している。しかし、透明容器は内容物が光に晒され劣化しやすい。光による食品の品質変化については、PET容器飲料¹⁾、ラミコンカップ詰食品^{2), 3), 4), 5)}、などで報告されている。

一方、照明装置においても、従来使われてきた白熱灯や蛍光灯に代わってLED照明が注目されている。特に、東日本大震災の電力不足対策や地球温暖化対策に対して、LED照明の導入効果が期待されており、今後加速的に普及が進むと考えられる。LEDの光質は、蛍光灯と大きく異なっているが、LED照射が食品、特に長期間光照射下に暴露される容器詰食品の品質にどのような影響を及ぼすかについてはあまり知られていない。一部のスーパーやコンビニエンスストアなどではすでにLED照明を導入しているところも見られ、消費者に品質の良い食品を提供するためにも、早急にLED照射が食品に及ぼす基礎的データを蓄積する必要がある。しかし、LEDを用いた研究は植物育成に関するものが多く、加工食品分野では少なく、田辺ら⁶⁾や佐合⁷⁾らの報告しか見られない。

本研究では、LED照明が食品に及ぼす影響について傾向を把握するため、まず、市販透明容器詰食品をLED照射または蛍光灯照射下で保存し、保存中の外観変化を調査した。

材料及び方法

1. 市販透明容器詰食品

市販容器詰食品は、同ロットのものを量販店から購入

し、試験に用いた。

(1) カップ詰ゼリー

【どっさりみかんゼリー】製造者：株式会社たらみ

原材料：みかん、砂糖・果糖ぶどう糖液糖、りんご果汁、洋酒、ゲル化剤（増粘多糖類）、酸味料、香料

【どっさり白桃ゼリー】製造者：株式会社たらみ

原材料：もも（果実・果汁）、砂糖、果糖ぶどう糖液糖、りんご果汁、洋酒、ゲル化剤（増粘多糖類）、酸味料、香料

【ゼロカロリーゼリー（パイン）】製造者：株式会社たらみ

原材料：ナタデココ、エリスリトール、パイン果汁、ゲル化剤（増粘性多糖類）、酸味料香料、酸化防止剤（ビタミンC）、甘味料（アスパルテーム、L・フェニルアラニン化合物、アセスルファムK、スクラロース）、パプリカ色素

【ゼロカロリーゼリー（みかん）】製造者：株式会社たらみ

原材料：ナタデココ、エリスリトール、みかん果汁、洋酒、ゲル化剤（増粘性多糖類）、酸味料、香料、酸化防止剤（ビタミンC）、甘味料（アスパルテーム、L・フェニルアラニン化合物、アセスルファムK、スクラロース）、マリーゴールド色素

(2) パウチ詰食品

【フルーツミックス（エキストラライト）】販売者：はごろもフーズ株式会社

原材料：みかん、パインアップル、白桃、ぶどう糖果糖液糖、オレンジ果汁、コラーゲン、(魚ゼラチン)、ビタミンC、香料、クエン酸、甘味料（ステビア）

【さくらんぼシラップ漬（ライト）】販売者：はごろもフーズ株式会社

原材料：さくらんぼ、ぶどう糖果糖液糖、酸味料、酸化防止剤（ビタミンC）、香料、乳酸、カルシウム、着色料（アナトー、赤104）

【たけのこ水煮】販売者：株式会社サン食品

原材料：有機たけのこ

【マッシュルーム（スライス）】 キューピー株式会社

原材料：マッシュルーム，食塩，酸化防止剤（ビタミンC）

（3）瓶またはペットボトル詰清涼飲料

【C-1000（炭酸飲料）】 販売者：ハウスウェルネスフーズ株式会社

原材料：糖類（果糖ブドウ糖液糖，砂糖），レモン果汁，はちみつ，V.C，酸味料，ベニバナ黄色素，香料，V.E，ナイアシン，V.B1

【純水洋なし（10%西洋なし果汁入り飲料）】 販売者：キリンビバレッジ株式会社

原材料：砂糖類（果糖ブドウ糖液糖），西洋なし，酸味料，香料，増粘剤（キサンタンガム），マリーゴールド色素

【トロピカーナ100%オレンジ】 販売者：キリンビバレッジ株式会社

原材料：オレンジ

【なっちゃん大人のぶどう（20%ぶどう果汁入り飲料）】 販売者：サントリーフーズ株式会社

原材料：ぶどう，糖類（果糖ブドウ糖液糖，砂糖），酸味料，香料

【ニチレイアセロラ】 販売者：サントリーフーズ株式会社

原材料：果糖ブドウ糖液糖，アセロラ果汁，アントシアニン色素

【なっちゃんりんご（40%りんご果汁入り飲料）】 サントリーフーズ株式会社

原材料：りんご，糖類（果糖ブドウ糖液糖，果糖），酸味

料，香料

2. 保存条件

Fig. 1に示した光照射装置にLED（ECOLIUM 乳白カバータイプ30W型 色温度6500K）または蛍光灯（Panasonic製：FL30S・W）を取り付け，できるだけ均一に光をあてるため，食品が重ならないよう10分間に1回転する台座に並べた．暗所保存は食品を段ボールに入れ，遮光した．

保存条件は，カップ詰ゼリー・パウチ詰・瓶詰食品では，5℃暗所，30±2℃ LEDまたは蛍光灯照射，30±2℃暗所とした．ペットボトル飲料は以前の試験¹⁾で30℃では変化が急激なものがあつたため，5℃暗所，25±2℃ LEDまたは蛍光灯照射，25±2℃暗所とした．

3. 調査項目

LEDおよび蛍光灯の照射量は（株）マキ製作所製分光放射計SS-01型で測定し，約1.5mW/cm²となる様に調整した．

（1）外観

各条件で保存した食品を開封し，色，香り，硬さ等について観察を行った．今回の試験では，色以外では明らかな変化が認められなかったため，主に色の変化について光による影響を調査した．

（2）色調変化

ゼリーおよびパウチ詰食品はゼリー部または果実を取り出し，光照射面の色の測定を行った．また，清涼飲料水は濾紙で濾過後，透過光の色を測定した．いずれも測定は，色差計（日本電色工業株式会社製，SE6000）で行った．

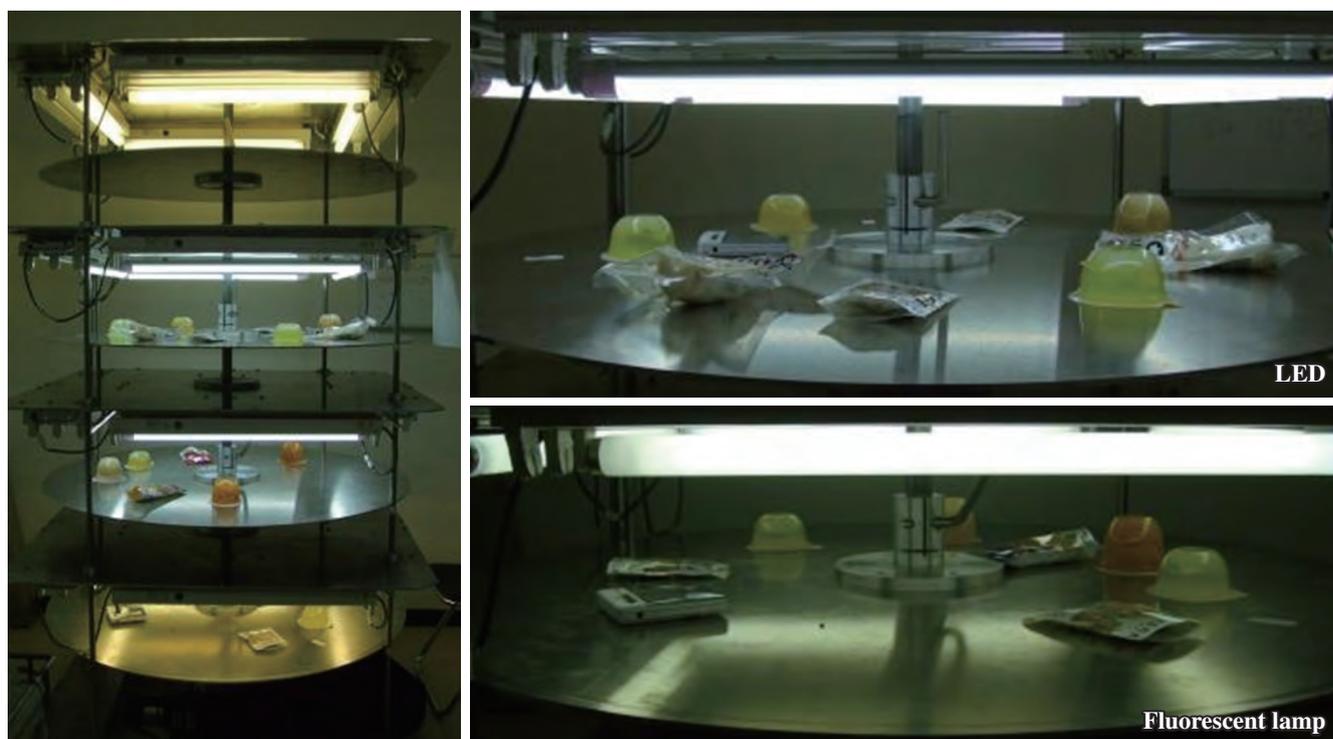


Fig. 1 Light irradiation device

結果

1. LEDと蛍光灯の分光分布

LEDと蛍光灯の光質の違いを調べるため、直接光または供試材料の容器を通過した光の分光分布を測定した (Fig. 2). LEDは450nm位にシャープなピークを持ち、555nmあたりにブロードなピークを持つ単純な分布を示したが、蛍光灯は複雑で多くのピークが見られた。Fig. 3に容器を通過した光の分光分布を示した。透過前と比べると若干ピークの低下が見られるが、プロファイルに違いはなかった。

2. カップ詰ゼリー

みかんゼリーは、保存6週間でも光照射品は、5℃暗所保存品と比べて品質に差が見られなかったが、30℃暗所保存では若干の褐変がみられた (Fig. 4)。ゼリーを30℃で保存するとアミノカルボニル反応により、食品が褐変するが、光照射したものは、生成した褐変物質が光によって分解することから、外見上品質変化が見られなかったと考えられた。また、保存6週間における色調をTable 1に示したが、外観とあまり相関はなかった。

白桃ゼリーは光照射により若干退色が見られたが、保存期間中著しい品質低下はなかった。色調については、LED照射および蛍光灯照射したもののa*値とb*値が下がって

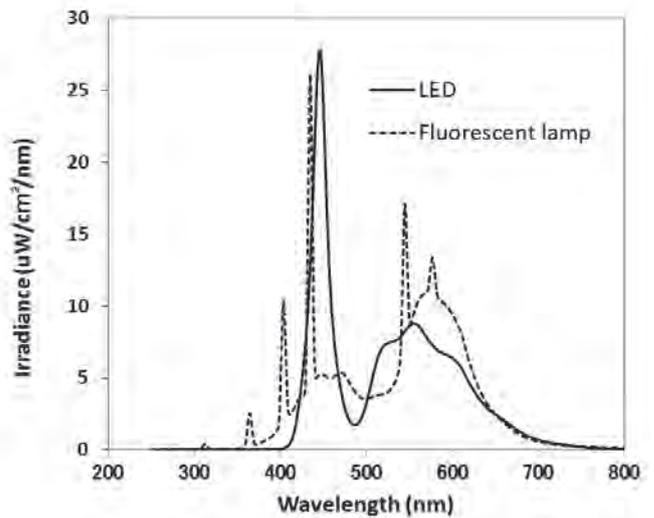


Fig. 2 Spectral distribution of LED and fluorescent lamp

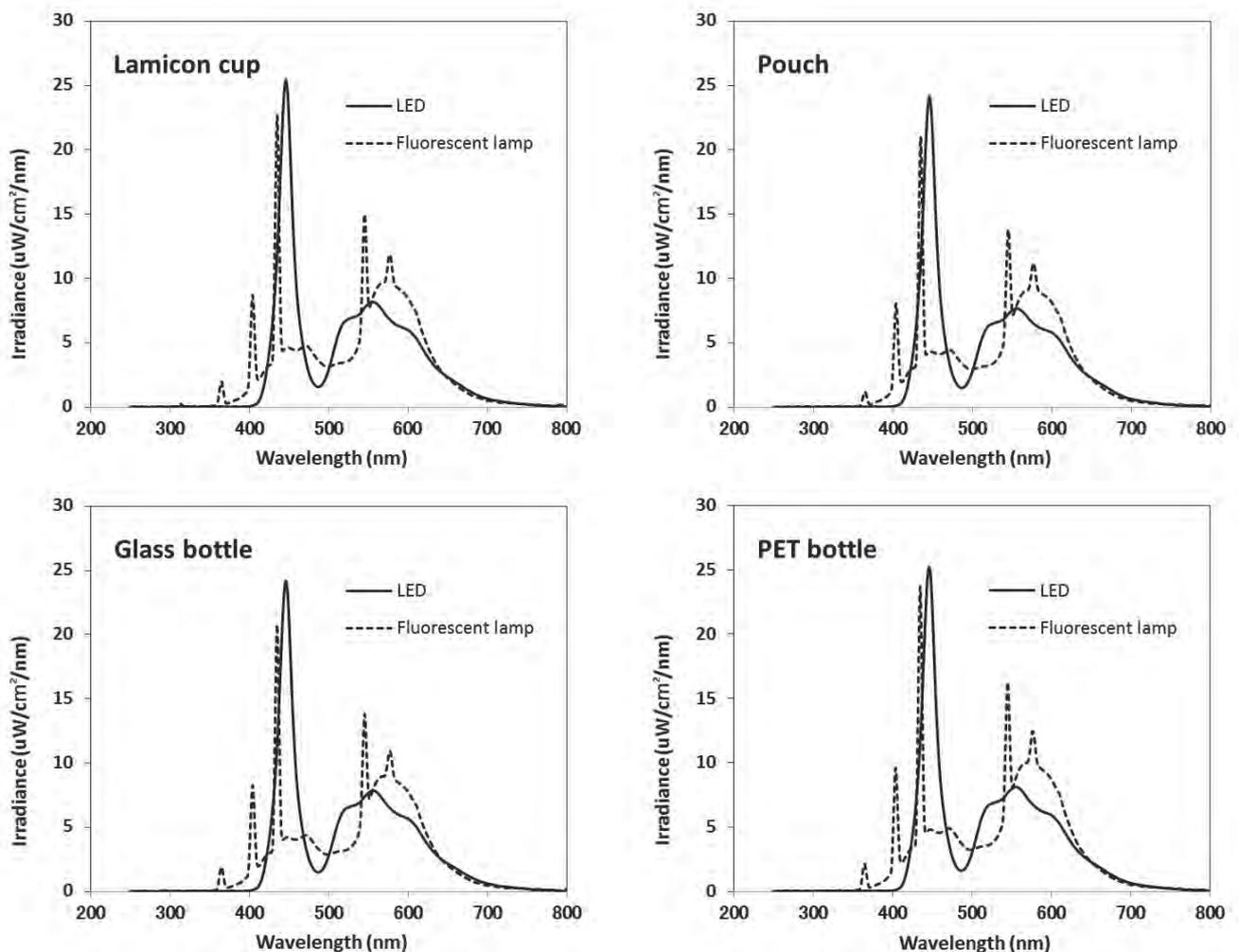


Fig. 3 Spectral distribution of transmitted light through cup, pouch, glass bottle or PET bottle.

おり、光による退色と思われた (Table 2).

ゼロカロリーゼリーはパイナップルおよびみかんとも、保存2週間頃から光による退色が認められたが、4週間になると顕著な退色により品質低下が激しかった (Fig. 4). 退色の程度は蛍光灯に比べるとLEDの方が明らかに軽減されていた。特にゼロカロリーみかんゼリーは保存4週間で蛍光灯照射品の商品性がなくなったのに対して、LED照射品は5℃暗所より色は劣るが、商品性を保持していた。保存4週間における色調は、退色が著しかった蛍光灯照射で値が大きく異なり、パイナップルではb*値の値が最も低く、みかんではa*値の値が最も低かった (Table 3, Table 4).

3. パウチ詰食品

フルーツミックスには、みかん、パイナップル、白桃が入っており、保存6週間になるとそれらの光があたっている面で極わずかに退色が観察された (Fig. 5). しかし、光源

による違いは全く認められず、5℃暗所保存品と大きな差はなかった。

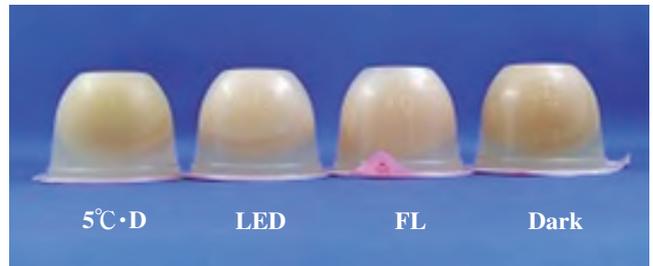
さくらんぼシラップ漬は保存2週間より光照射面で退色が見られ、4週間では退色によって商品性が著しく低下した (Fig. 5). LEDと比較すると、蛍光灯の方が退色は早かった。その変化は色調においても認められ、退色の著しかった蛍光灯照射品はL*値が高く、a*値が最も低かった (Table 5).

たけのこ水煮は5℃暗所保存に比べると全体的に白くなった程度で、著しい差は見られなかった。ただ、保存6ヶ月になると、光を照射したたけのこの一部に黒変が見られた (Fig. 6). 色調は保存条件によって値が異なっていたが、一定の傾向は得られなかった (Table 6).

マッシュルーム水煮は光照射によって極わずかに退色が見られたが、もともと褐変している製品の色が薄くなる程度で、6週間保存でも品質低下には至らなかった。保存6週間



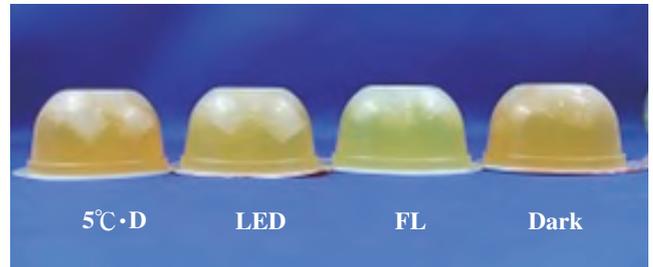
Satsuma mandarin (storage for 6 weeks)



White peach (storage for 6 weeks)



Zero calorie pineapple (storage for 4 weeks)



Zero calorie satsuma mandarin (storage for 4 weeks)

Fig. 4 Color changes of jellies (5°C·D : 5℃ dark, LED : 30℃ LED, FL : 30℃ fluorescent lamp, Dark : 30℃ dark).

Table 1 L*, a* and b* value of jelly (satsuma mandarin) stored for 6 weeks

	L*	a*	b*
5 °C dark	30.0	0.3	29.9
30°C LED	29.5	-0.8	26.4
30°C fluorescent lamp	30.9	-1.6	26.7
30°C dark	33.7	-0.2	31.8

Table 3 L*, a* and b* value of jelly (zero calorie pineapple) stored for 4 weeks

	L*	a*	b*
5 °C dark	86.9	-1.1	15.9
30°C LED	87.1	-1.1	14.2
30°C fluorescent lamp	88.9	-1.0	13.0
30°C dark	87.2	-1.3	15.3

Table 2 L*, a* and b* value of jelly (white peach) stored for 6 weeks

	L*	a*	b*
5 °C dark	34.3	-3.7	3.4
30°C LED	33.8	-1.5	-1.8
30°C fluorescent lamp	34.2	-1.5	-1.4
30°C dark	35.4	-2.8	2.2

Table 4 L*, a* and b* value of jelly (zero calorie satsuma mandarin) stored for 4 weeks

	L*	a*	b*
5 °C dark	75.2	5.5	17.8
30°C LED	77.0	3.8	15.7
30°C fluorescent lamp	78.6	1.7	16.4
30°C dark	76.1	5.4	17.2



Fruits mix in syrup (storage for 6 weeks)



Cherry in syrup (storage for 4 weeks)



Bamboo shoot (storage for 6 weeks)



Mushroom (storage for 6 weeks)

Fig. 5 Color changes of pouched food (5°C-D : 5°C dark, LED : 30°C LED, FL : 30°C fluorescent lamp, Dark : 30°C dark).

Table 5 L*, a* and b* value of pouched cherry stored for 4 weeks

	L*	a*	b*
5 °C dark	25.8	34.3	13.4
30°C LED	32.4	14.0	7.3
30°C fluorescent lamp	42.3	9.1	12.6
30°C dark	25.1	32.1	6.6

Table 6 L*, a* and b* value of pouched bamboo shoot stored for 6 weeks

	L*	a*	b*
5 °C dark	64.8	-3.8	10.1
30°C LED	62.4	-2.1	2.8
30°C fluorescent lamp	61.0	-1.0	10.1
30°C dark	67.4	-2.8	6.8

Table 7 L*, a* and b* value of pouched mushroom stored for 6 weeks

	L*	a*	b*
5 °C dark	53.1	2.4	28.1
30°C LED	55.8	1.2	24.1
30°C fluorescent lamp	52.2	1.5	23.6
30°C dark	54.5	1.2	28.1

における色調を調べたが、光による影響はほとんどなかった (Table 7)。

4. 瓶またはペットボトル詰清涼飲料水

今回供試した製品の中ではC-1000が最も耐光性が低く、短期間で品質が著しく劣化した (Fig. 7)。特に、蛍光灯は最も退色が早く、保存1週間で、商品性を失っていた。LEDでも退色がみられるものの、蛍光灯に比べると変化は緩やかであった。それらの色調を測定すると、b*値が低くなっ



Fig. 6 Blackening of bamboo shoot (storage for 6 weeks)

ていた (Table 8)。

洋なし果汁入飲料も光照射による退色が早く、保存2週間で5°C暗所保存のものと明らかな違いがみられた (Fig. 7)。しかし、色調の値は保存条件が異なっても、ほとんど差が無かった (Table 9)。

オレンジとぶどう飲料は、保存6週間においても光による影響はほとんど認められなかった (Fig. 7, Table 10, 11)。

アセロラ飲料は光により、徐々に退色が見られた。LEDと比較して、蛍光灯の方が退色は著しく、保存6週間では退色による品質低下が最も顕著であった (Fig. 7)。色調はLED照射及び蛍光灯照射でa*値が低く、測定結果からも赤色が少なくなった事を示していた (Table 12)。

りんご飲料は保存6週間で、光照射は退色、暗所保存は

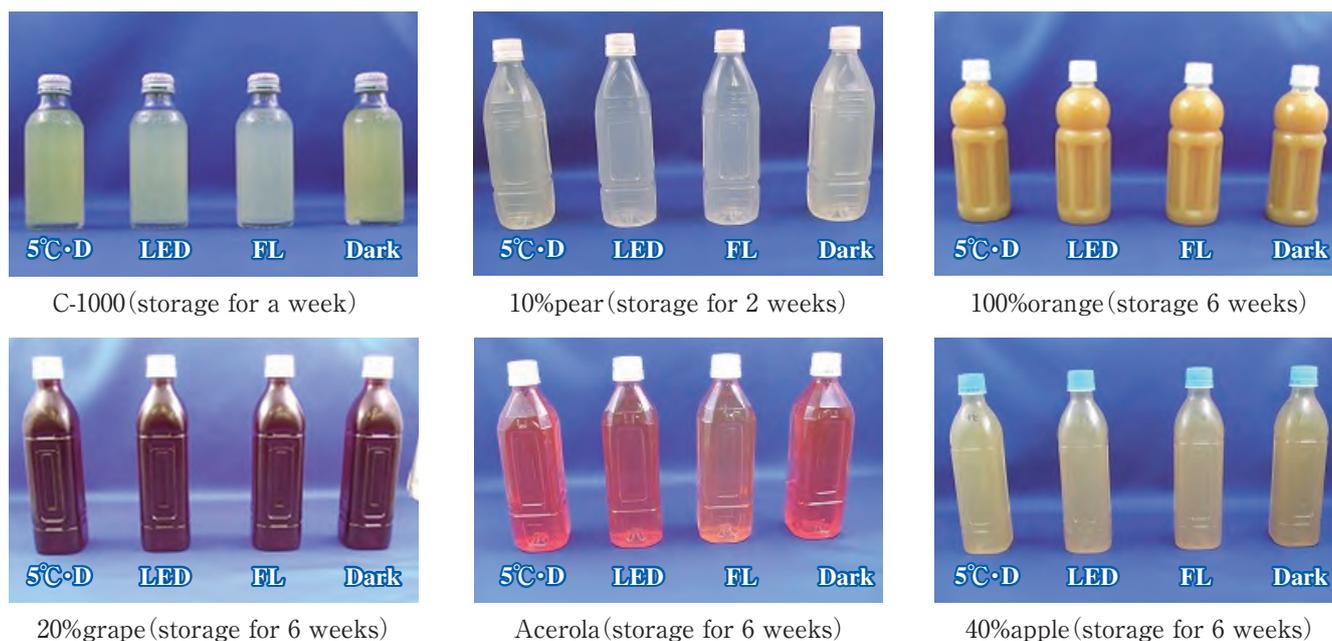


Fig. 7 Color changes of beverages (5°C-D : 5°C dark, LED : 25°C LED, FL : 25°C fluorescent lamp, Dark : 25°C dark).

Table 8 L*, a* and b* value of C-1000 stored for a week

	L*	a*	b*
5 °C dark	63.8	1.1	31.2
30°C LED	63.2	1.6	27.0
30°C fluorescent lamp	63.0	2.2	25.9
30°C dark	63.1	1.2	31.0

Table 9 L*, a* and b* value of 10% pear beverage stored for 2 weeks

	L*	a*	b*
5 °C dark	73.4	1.2	18.2
25°C LED	73.7	1.1	17.6
25°C fluorescent lamp	73.2	1.1	17.4
25°C dark	72.7	1.2	18.2

Table 10 L*, a* and b* value of 100% orange juice stored for 6 weeks

	L*	a*	b*
5 °C dark	3.7	-0.1	0.9
25°C LED	3.8	0.1	0.9
25°C fluorescent lamp	3.9	-0.2	0.8
25°C dark	3.8	0.2	0.6

やや褐変が見られた (Fig. 7). しかし、色調の値に保存条件の違いによる差は認められなかった (Table 13).

考 察

近年、LEDは次世代照明器具として急速に普及している。今回試験に用いたLEDは、蛍光灯に代わる白色光として一般的に使われているものであるが、白色LEDは青色光を出す青色LEDと黄色光を出す蛍光物質を組み合わせたと

Table 11 L*, a* and b* value of 20% grape beverage stored for 6 weeks

	L*	a*	b*
5 °C dark	30.8	42.8	21.7
25°C LED	33.7	40.1	23.7
25°C fluorescent lamp	33.6	38.8	23.8
25°C dark	32.1	41.3	24.8

Table 12 L*, a* and b* value of acerola beverage stored for 6 weeks

	L*	a*	b*
5 °C dark	83.6	14.4	10.8
25°C LED	85.7	10.7	10.3
25°C fluorescent lamp	87.9	6.7	10.7
25°C dark	84.2	12.8	11.9

Table 13 L*, a* and b* value of 40% apple beverage stored for 6 weeks

	L*	a*	b*
5 °C dark	62.9	3.0	27.1
25°C LED	63.3	3.1	26.5
25°C fluorescent lamp	63.4	3.0	26.6
25°C dark	62.7	3.1	27.5

ので、そのスペクトルは蛍光灯より単純で、ピークが少ない。特に、蛍光灯では365nmや400nmにピークが見られるのに対しLEDは400nm以下のピークはない。紫外線は食品劣化を引き起こす大きな要因の一つである。小村も合成色素である青色1号の光退色に影響する光質について実験を行った結果、350から450nm付近の光を遮光することで退色を防止することを報告している⁸⁾。本研究において幾つかの製品で明らかになったLED照明による品質劣化抑制効果は、LEDのこの特徴が原因であると推測された。

実際に、透明容器詰食品の保存性を蛍光灯照射と比較すると、ゼロカロリーゼリー、さくらんぼシラップ漬、C-1000、洋なし果汁入飲料、アセロラ飲料で、LEDの方が退色は遅かった。それらの食品には着色料が添加されており、ゼロカロリーゼリーに使われていた色素はパプリカ色素とマリーゴールド色素であった。パプリカ色素は210から440nmまでの紫外線波長で劣化し、特に285nmで最も顕著に退色する⁹⁾。マリーゴールド色素に含まれているルテインも紫外線には弱い。また、さくらんぼに添加されている合成色素赤色106号は赤色の中でも耐光性があると言われているが¹⁰⁾、今回の条件では短期間で退色し、光安定性は低かった。光による劣化が最も顕著であったC-1000 (pH3.57) には、ベニバナ色素が含まれているが、この色素はpHが低いと耐光性が低下する⁹⁾。それ以外に栄養補助飲料として各種ビタミンが含まれていることも、退色を促進した可能性がある。

アセロラ飲料に含まれるアントシアニン色素の退色も蛍光灯で顕著にみられ、LEDは明らかに抑制されていた。他の色素と同じく、アントシアニン色素も紫外線を吸収する性質を持った色素で、紫外線による影響を受けやすい¹¹⁾。

フルーツミックスは光照射条件に6週間さらされても、ほとんど変化がなかった。これは使われている容器が酸素を吸収する働きを持つアクティブバリア容器であったことが関係していると思われる。

たけのこ水煮が光照射によって黒変した原因に関して、詳細な分析は行っていないが、要因の一つとして、たけのこ表面に現れる白色物質チロシンの酸化が推測される。チロシンによる黒色物質生成については、冷凍エビを原料としたエビ缶詰においてチロシンが酵素や加熱によって酸化され、黒色に変化する事が報告されている¹²⁾。さらに、詳細な研究が必要ではあるが、たけのこもチロシンが光照射によって酸化され、黒色に変化した可能性が高い。

以上の結果、透明容器詰食品の光による品質劣化は食品によって差が見られ、耐光性が低い食品の中の幾つかは、照明にLEDを用いた方が蛍光灯より品質が保持されることがわかった。これは、LEDが蛍光灯に比べ紫外線領域の光がないことが原因の一つと考えられた。

引用文献

- 1) 後藤隆子, 奥正和, 高橋徹, 森大蔵. 光がPET容器詰飲料の品質に及ぼす影響. 東洋食品工業短大・東洋食品研究所 研究報告書. 25, 55-63, 2004
- 2) 西郷英昭, 久延義弘, 門田和子. 鈴木保治. ラミコンカップ詰食品の保存性-Ⅲ. 東洋食品工業短大・東洋食品研究所 研究報告書. 15, 7-12, 1983
- 3) 西郷英昭, 久延義弘, 門田和子. ラミコンカップ詰食品の保存性-Ⅳ. 東洋食品工業短大・東洋食品研究所 研究報告書. 15, 13-17, 1983
- 4) 西郷英昭, 久延義弘, 鈴木保治. ラミコンカップ詰食品の保存性-Ⅴ. 東洋食品工業短大・東洋食品研究所 研究報告書. 16, 1-8, 1985
- 5) 西郷英昭, 久延義弘. ラミコンカップ詰食品の保存性-Ⅵ. 東洋食品工業短大・東洋食品研究所 研究報告書. 17, 1-9, 1987
- 6) 田辺利裕, 樋口香織, 沖浦文. PETボトル詰緑茶飲料における加温保存中の変色に対する可視光照射試験. 東洋食品工業短大・東洋食品研究所 研究報告. 26, 25-27, 2006
- 7) 佐合徹, 井上幸司. LED技術を利用した抹茶の光劣化軽減に関する調査. 三重県工業研究所 研究報告. 37, 70-72, 2013
- 8) 小村啓. 食品と飲料の光による変質とその防止. 食品加工技術. 21, 126-131. 2001
- 9) 谷村顕雄 編. パプリカ色素. 200-205. ベニバナ色素 サフラワーイエロー. 324-332天然着色料ハンドブック. 株式会社光琳. 1979
- 10) 片山修, 田島眞. 人工着色料各論. 157-162. 食品と色. 株式会社光琳. 2003
- 11) 鈴木公美, 平田恵子, 植松洋子, 飯田憲司, 鎌田国広. 健康食品素材として使用される既存添加物(トマト色素, アントシアニン系色素, サイリウムシードガム)の品質実態. 東京衛研年報. 53, 169-172, 2002
- 12) 長田博光, 竹内伊公子. 冷凍えびを原料とした缶詰の黒変防止. 東洋食品工業短大・東洋食品研究所 研究報告書. 14, 42-47. 1981

Influence of LED lamp on quality of food packed in transparent container.

Takako Goto*, Taishi Kinoshita, Kohei
Kurokawa

The commercial food packed in transparent container (14 items: 4 cups, 4 pouches, one glass bottle, 5 PET bottles) were stocked under the light condition (irradiation of LED or fluorescent lamp) or the dark condition. The quality change of contents by the light irradiation was greatly different by a type of the food and the cause of quality degradation was almost discolorations. The quality degradation of some foods were much slower than by LED irradiation compared with fluorescent lamp.

**Key words : LED lamp, fluorescent lamp, light quality,
transparent container, discoloration, light
resistance**

*Corresponding author, E-mail : takako_gotou@
shokuken.or.jp

【研究報告】

アクティブバリア包装による内容物の品質保持効果 (パイナップル果実シラップ漬け, コンビーフについて)

田口 善文*, 竿本 一樹, 末兼 幸子

食品は保存する温度や酸素, 光, 湿度などにより品質が劣化, 変質する. この中で酸素は食品の味, 香り, 色調, ビタミン類の劣化に大きく影響する. このため, プラスチック容器メーカーでは酸素の透過しにくいハイバリアプラスチック容器を開発しているが, 更に酸素吸収機能を有する容器 (いわゆるアクティブバリア容器) が開発され市場に広まりつつある. そこで, 従来のガスバリア容器 (パッシブバリア容器) と比べて内容物の品質保持性能がどの程度であるか, 果実および畜肉製品としてパイナップル果実シラップ漬けおよびコンビーフを評価した.

その結果, アクティブバリア容器は従来のバリア容器に比べて, 酸化劣化を著しく抑制することができるため, 内容物の品質変化が少なく, 賞味期限の延長に大きく寄与できることが判った.

キーワード: 食品, 包装, アクティブバリア, 品質, 賞味期限

緒言

包装食品は温度, 光, 酸素など様々な要因に影響を受け, 内容物の品質が劣化する. 温度の影響としては加熱殺菌や保存中の温度による熱履歴がある. 一方, 酸素の影響として, 容器ヘッドスペース部の酸素や容器を透過する酸素は最も大きな品質劣化要因として挙げることができる. このため, 材料および容器メーカーは高い酸素バリア性を持つ容器 (パッシブバリア容器) を開発するための材料開発や蒸着・コーティング技術, 成形方法などを開発・実用化する努力を続けている.

従来のハイバリア材料は酸素透過性が非常に僅かで, 多くの内容物の保存中の品質劣化を抑えることが可能であり, 賞味期限の延長に寄与している. しかしながら, 一部の内容物では僅かな酸素でも明らかな品質劣化が認められ, 酸素に極めて敏感な内容物があること, 賞味期限の設定を2~3年, 場合によっては防災食のように5~6年にわたる長期の賞味期限を設定したい製品については, ハイバリア容器を使用しても長期保存中に明らかな品質劣化が認められことがある. このため缶詰やレトルトパウチ食品のように金属材料を使用した容器と同等の容器性能が求められる場合がある. このような市場ニーズに応えるため, 最近の包装容器の中にはプラスチック容器でありながら酸素バリア性が極めて高く, 且つ酸素吸収機能のある容器 (アクティブバリア容器) を使用した製品が上市されている^{1, 2, 3, 4)}.

そこで, アクティブバリア容器が従来のハイバリアプラスチック容器などと比べてどの程度の賞味期限の延長が可能か, 2種類の内容物を使用して保存試験を行い, 内容物の品質面より評価した.

材料および方法

1. 内容物

①低温殺菌食品:

パイナップル果実シラップ漬け (缶詰製品のリパック品, パイナップル果実のpH3.4, Brix15.5, シラップは新たに調整. この時のシラップ性状: pH3.4, Brix15.6, ビタミンC含量50mg%)

②レトルト殺菌食品:

コンビーフ (缶詰製品のリパック品, pH5.83, Aw0.983)

成分表示:

牛肉, 食用油, 食塩, 砂糖, 調味料, 増粘多糖類, カゼインNa, 酸化防止剤 (ビタミンC), 発色剤 (亜硝酸Na)

2. 使用容器

①ノンバリアパウチ (透明) (構成: 15 μ mナイロン・70 μ m CPP, サイズ: 130×170mm)

②ハイバリアパウチ (パッシブバリアパウチ, 透明)

(構成: 12 μ m蒸着PET・15 μ mナイロン・70 μ m CPP
サイズ: 同上)

③片面酸素吸収パウチ (片面アクティブバリアパウチ)*^{注1}

*連絡先, E-mail: yoshifumi_taguchi@shokuken.or.jp

本稿は日本包装学会誌, Vol.23 No.5 (*2014) の大学発包装関連技術シリーズ集IVの解説論文 (東洋食品工業短期大学・包装食品工学科における研究紹介) を再構成したものである。

(構成：表面 $12\mu\text{m}$ PET・ $15\mu\text{m}$ ナイロン・ $7\mu\text{m}$ アルミ箔・酸素吸収層・ $70\mu\text{m}$ CPP, 裏面 $12\mu\text{m}$ 蒸着PET・ $15\mu\text{m}$ ナイロン・ $50\mu\text{m}$ CPP サイズ：同上)

*注1：表面の酸素吸収フィルム積層層は不透明, 裏面はパイナップル果実の外観が確認できるように, 透明なパッシブバリアフィルムとした。

④両面酸素吸収パウチ (アクティブバリアパウチ) *注2

(構成： $12\mu\text{m}$ 蒸着PET・ $15\mu\text{m}$ ナイロン・酸素吸収層・ $70\mu\text{m}$ CPP, サイズ同上)

*注2：コンビーフのような内容物は外観を取って見せる必要がないため, 両面酸素吸収フィルムとした。図1にアクティブバリア容器 (パウチ、カップ) の酸素吸収機構を示した。

アクティブバリアパウチの基本構成を示すと, 外側より①バリア層として蒸着PET ②包材強度を高めるためのナイロン ③鉄粉を主体とした無機材料をポリプロピレンに混練した酸素吸収層 ④ヒートシールによる密封を行うためのポリプロピレンである。

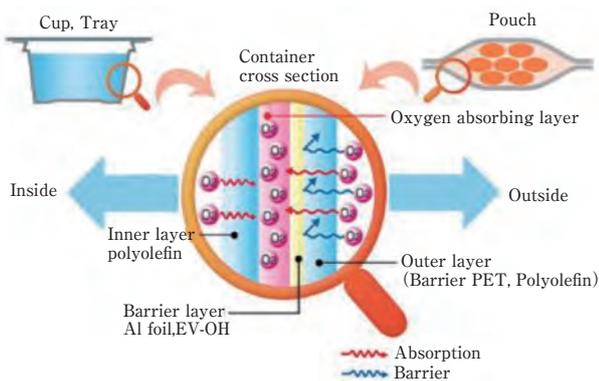


Fig. 1 Oxygen absorption mechanism of active barrier container
(Oxygen barrier absorption of pouch & cup)

3. 殺菌条件

殺菌装置は熱水シャワー式レトルト殺菌機 (東洋製罐(株)製 H130-C100S, SHW, WR-A型) を使用した。

低温殺菌条件：

85°C ・10分 (カムアップタイム6分) $F_p 5.7$ 分
(F_p : $T=85^{\circ}\text{C}$, $Z=8^{\circ}\text{C}$)

レトルト殺菌条件：

120°C ・30.6分 (カムアップタイム4分) $F_0 8.0$ 分
(F_0 : $T=121.1^{\circ}\text{C}$, $Z=10^{\circ}\text{C}$)

ここで, F_p 値とは低温殺菌でのF値を示し, カビ・酵母など低温で死滅する微生物を対象とした時の殺菌の程度を示す。一方, F_0 値はボツリヌス菌などの耐熱性菌を対象とした時の殺菌の程度を示す。

4. 評価項目

4-1 容器評価

①各包材の酸素透過性

各包材に窒素ガス (約230ml) および水 (1ml, 容器内湿度を食品と同等とするため) を封入・密封し, 85°C ・30分, 120°C ・30分で殺菌後 20°C および 35°C の恒温槽に保存し, 経時による容器内の酸素濃度を測定した。

②アクティブバリアパウチの酸素吸収性能

片面および両面アクティブバリアパウチに約120mlの空気および水 (約1ml) を封入し, 4.1の①項と同じ条件で殺菌後, 35°C の恒温槽に保存し, 容器内封入ガス量と酸素濃度 (%) を測定することによりアクティブバリアパウチの酸素吸収量を算出した。

4-2 内容物評価

①官能評価 (評点評価法)⁵⁾

アクティブバリアパウチ詰・冷蔵保存品を基準品として5点 (基準と同じ) から0点 (基準と著しく異なる) の評価尺度で実施した。パネルは短大職員及び学生約20名。

②色調 (色差計による $L^*a^*b^*$)

使用色差計：日本電色工業 (株) 製、NF333型

内容物表面の色調を反射により測定。サンプル数は10検体とした。

③還元型ビタミンC (インドフェノール法による)

パイナップル果肉・シラップ漬け中のシラップ液のビタミンCをインドフェノール法により測定した。

④香気成分 (GC-MS法による)⁶⁾

使用装置及び測定条件を以下に示した。

使用GC：Agilent Technologies社製 7890型

MS検出器：JEOL社製 JMS-QI050GC型

臭い嗅ぎ装置：GL Science社製 OP-275型

カラム名：DB-WAX (長さ：60m, 内径：0.25mm, 膜厚：0.25 μm)

キャリアガスおよび流量：He 40ml/分

カラム昇温条件： 40°C ・5分保持, 昇温 $5^{\circ}\text{C}/\text{分}$ で 220°C まで, 220°C で5分ホールド

インジェクション温度： 250°C

隅谷らの方法に従い, バイアル瓶にパイナップル果肉を充填・密封後, 所定の条件で加熱して香気成分を揮発させた後, GCに導入し香気成分を測定した。

結果および考察

1. 容器評価

1-1 各種パウチの酸素透過性

図2, 3に低温殺菌処理, レトルト殺菌処理した3種類のパウチの経時による容器内酸素量を示した。アクティブバリアパウチはいずれの条件においても保存初期から3ヶ月区までは初期の容器内酸素量より低い値を示し, 酸素吸収能を示した。また, 低温殺菌よりレトルト殺菌の方が保存の初期から嫌気状態 (酸素濃度0%) となり, レトルト殺

菌による熱及び水分の影響により容器の酸素吸収能力が活性化したと考えられる。そして、保存6ヶ月区において容器内の酸素濃度は僅かに増加し、酸素吸収能力は低下するものの、依然として保存初期より低い酸素濃度であり、従来の容器に比べて明らかな酸素バリア性能の違いが認められた。

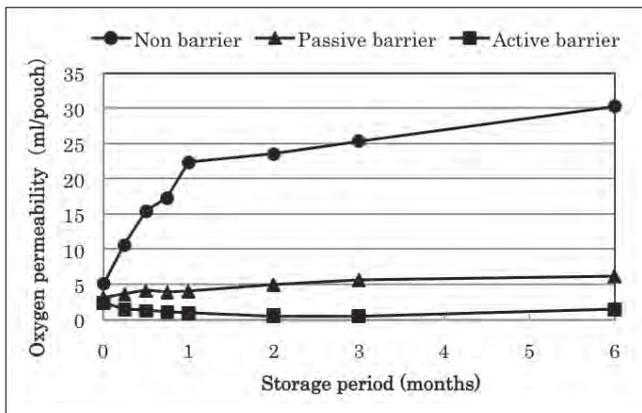


Fig. 2 Oxygen permeability of various pouches (Pasteurization condition: 90°C·30 min. Storage condition:35 °C)

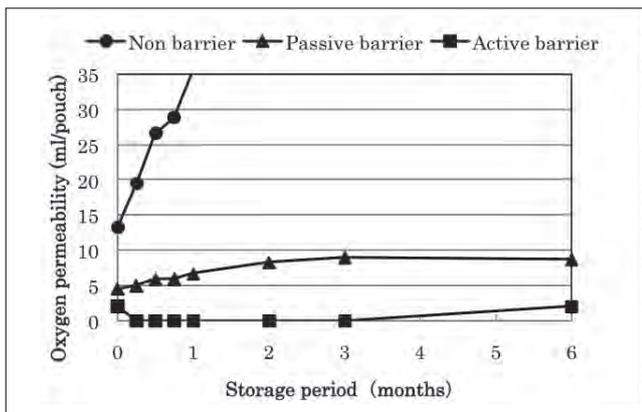


Fig. 3 Oxygen transmission rate of various pouches (Retort sterilization condition:120°C·30min.Storage condition:35 °C)

1-2 アクティブバリアパウチの酸素吸収性能

図4にアクティブバリアパウチの酸素吸収能力を確認した結果を示した。

その結果、殺菌温度が高いほど加熱中の蒸気による酸素吸収能力の活性化が認められた。レトルト殺菌処理では殺菌中に9ml/パウチの酸素を吸収でき、保存後も3週間区までに約5ml/パウチ、合計約14ml/パウチの酸素を吸収出来る機能を有していた。

一方、低温殺菌品では殺菌中と保存中での酸素吸収能力は片面アクティブバリアパウチで3ml程度、両面としても6mlであり殺菌条件の違いが酸素吸収能力に大きく影響することが示唆された。

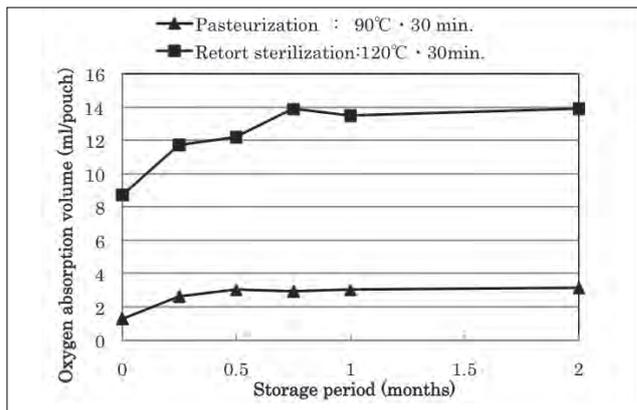


Fig. 4 Oxygen absorption volume of the active barrier pouch

2. 内容物の品質評価

2-1 パイナップル果実シラップ漬け

各種パウチでの35°C保存における内容物の品質評価結果として、図5にパイナップル果実の官能評価(味)、図6に果実の色調、図7にシラップ中のビタミンC量、図8に3ヶ月保存区における香気成分分析の結果を示した。

いずれの評価結果もノンバリアパウチでは保存初期より酸化劣化による品質変化が大きく、味の変化(パネル尺度の低下)、褐変傾向(a*値の増加)、ビタミンCの低下が著しかった。

一方、パッシブバリアおよびアクティブバリアパウチではいずれの項目も酸化劣化の影響が少ないため変化は緩慢であった。尚、35°Cの保存において3ヶ月以降の長期にわたるとアクティブバリアパウチでは酸化の影響をほとんど受けなためパッシブバリアパウチと明らかな違いが認められた。

香気成分の変化については、酸素透過が大きいほどメチルアセートの増加とメチル3-メチルチオプロピオネートおよびエチル3-メチルチオプロピオネートの明らかな減少が認められた。2種類のプロピオネートはパイナップル特有の香気を感じさせる成分と言われている⁷⁾。このため、ノ

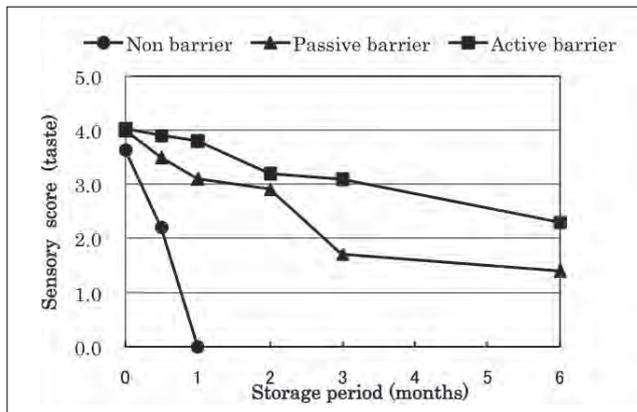


Fig. 5 Sensory evaluation of pineapple (taste)

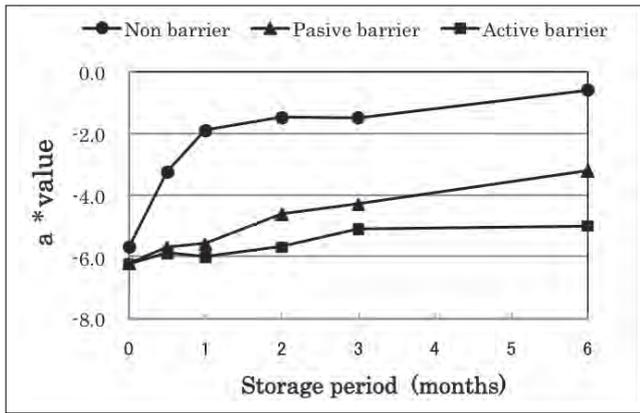


Fig. 6 Color of pineapple(-a* value, green component)

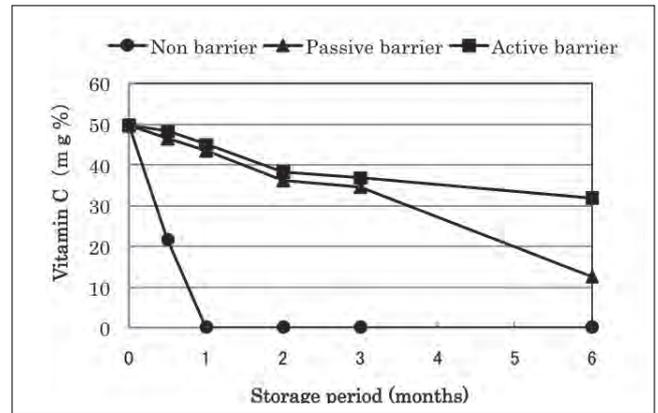


Fig. 7 Vitamin C content in syrup of pineapple

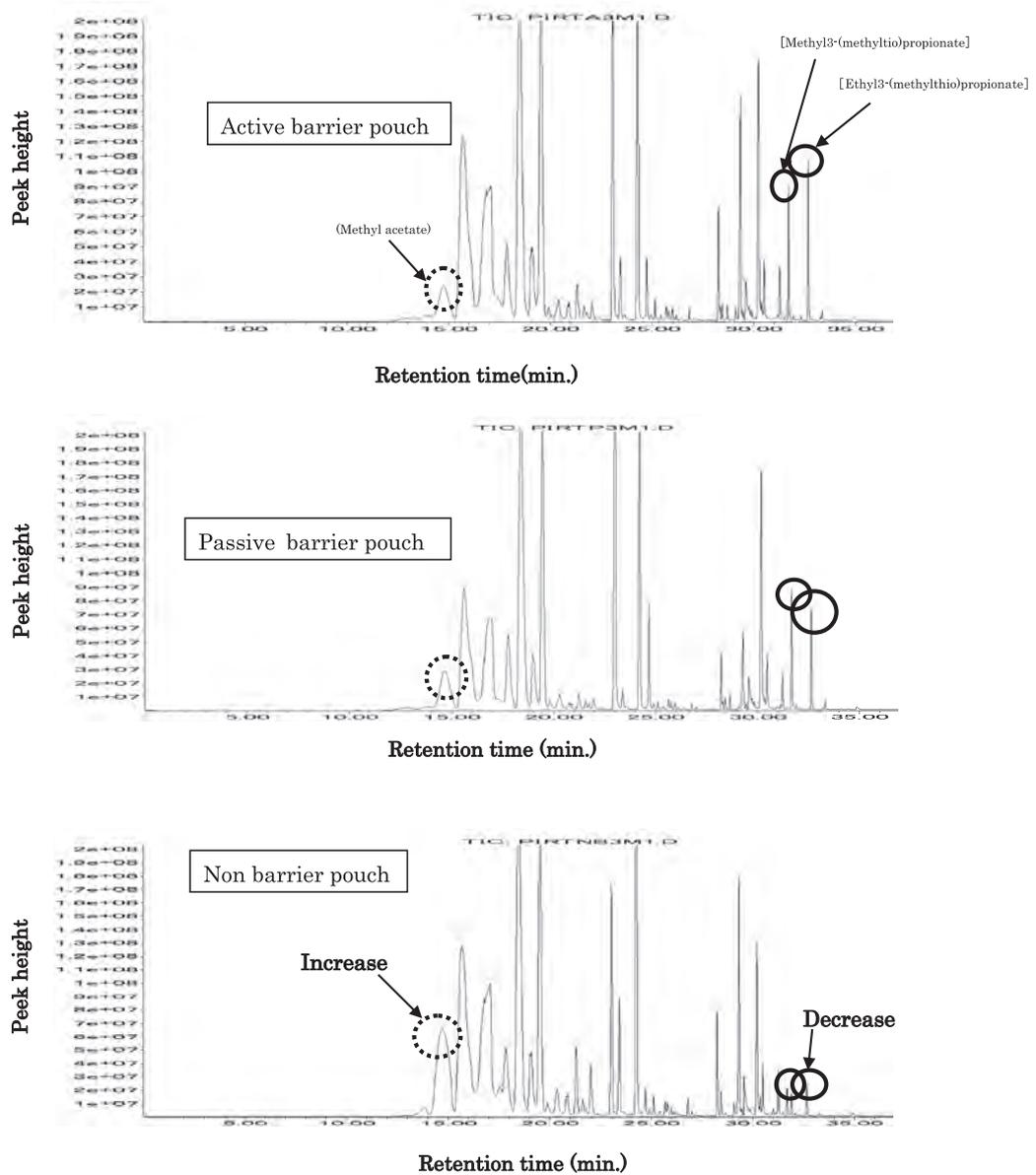


Fig. 8 Aroma components of pineapple (Storage condition: 3 months at 35°C)

ンバリアパウチではこれらの成分が著しく減少して、酸化劣化による香り成分の変化が起こった事を推察できる。一方、アクティブバリアパウチでは保存中のクロマトグラムの変化は少なく、香りは維持されていることを示した。

2-2 コンビーフの評価結果

各種包材での35℃保存における内容物の品質評価結果として図9にコンビーフの官能評価(味), 図10にコンビーフ表面部の色調(a*値・赤色成分), 図11にコンビーフ中心部の色調(a*値・赤色成分)の結果を示した。

パイナップルと同様な結果で、ノンバリアパウチでは保存初期より酸化劣化による品質変化が大きく、味の変化や表面の赤色の消失による褐変(a*値の低下)が著しかった。中心部の色調においても、酸化劣化が徐々に進み、1ヶ月以降明らかな変色が認められた。

一方、パッシブバリアおよびアクティブバリアパウチではいずれの項目も酸化劣化の影響が少なく、35℃・6ヶ月区においても良好な品質を示した。

尚、表面の色調のみパッシブバリアパウチではわずかに酸化劣化による色調の変化が認められたが、その差は少なかった。色調に大きな差がなかった原因として、亜硝酸Na(発色剤)が配合されていたためと考えられる。ノンバリアパウチのように保存中の酸素透過が大きな場合には亜硝酸Naの効果は少ないものの、パッシブおよびアクティブバリアパウチのようにわずかな酸素透過では直ちに内容物の酸化劣化まで進まなかったと考えられる。

ここで、表1に今回の試験結果より各パウチでの室温における賞味期限の推定を示した。本稿の試験期間は最長6ヶ月であるが、35℃保存は室温保存の3から4倍の促進条件として、賞味期限を推定した。

アクティブバリアパウチは従来のバリアパウチの2倍あるいはそれ以上の賞味期限を設定できると推定でき、電子レンジ可能なプラスチック容器でありながら金属容器とほぼ同等な包装容器であると考えられる。

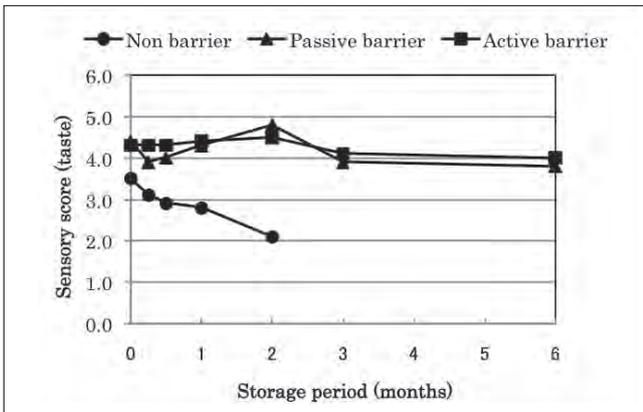


Fig. 9 Sensory evaluation of corned beef(Taste)

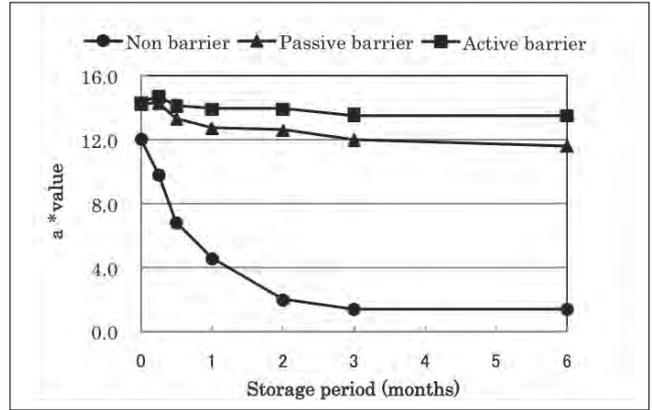


Fig. 10 Color of surface portion for corned beef(a*value)

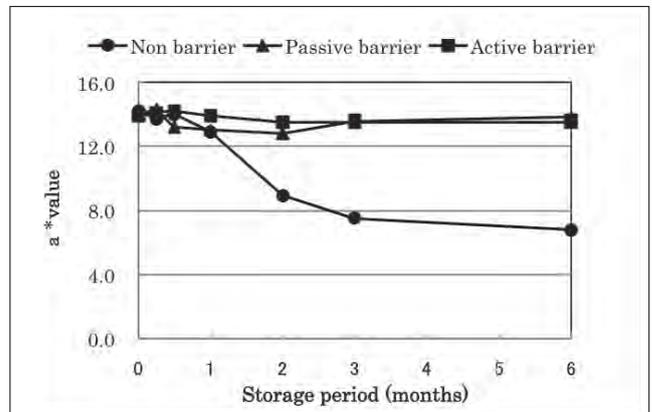


Fig. 11 Color of center portion for corned beef(a*value)

Table 1 Estimate of the shelf life of the various pouches

Contents	Pouch			
	Non barrier	Passive barrier	Active barrier	
			One side	Both side
Pineapple in syrup	2 weeks	5 months	Over 12 months	-
Corned beef	1 week	12 months	-	Over 24 months

まとめ

アクティブバリアパウチの容器性能を評価するため、ノンバリア・パッシブバリアパウチを比較パウチとして、酸素透過性及び内容物保存性能の評価を実施した。

内容物は低温殺菌品として果肉シラップ詰(パイナップル)、レトルト殺菌品として畜肉(コンビーフ)を使用して官能評価、色調、ビタミンC、香り成分分析などの品質評価を行った。

その結果、酸素透過性の評価ではアクティブバリアパウチは35℃保存において3ヶ月区まで酸素透過がなく、6ヶ月区においても容器内は保存初期の酸素濃度を下回り、極めて高い酸素バリア性能を示すことが判った。内容物の保存性能の評価では官能評価(味)・色調・ビタミンC・香気成

分などでアクティブバリアパウチは保存中の変化が少なかった。このため、長期に渡り内容物の品質を維持することができると考えられ、従来のハイバリア容器の2倍またはそれ以上の賞味期限を設定することが可能であることが推察できた。

文 献

- 1) 石谷孝佑. 最新食品用機能性包装の開発と応用. 205~206. 日本食品包装研究協会編, シーエムシー出版. 2007.
- 2) 葛良忠彦. 包装の辞典. 194. 日本包装学会編. 朝倉書店. 2001.
- 3) 東レリサーチセンター編. 機能性包装材料開発の最新動向. 215. 東レリサーチセンター. 2000.
- 4) 葛良忠彦. 機能性包装の基礎と実践. 126. 日刊工業新聞社. 2011.
- 5) 古川秀子. おいしさを測る. 食品官能検査の実践. 29. 幸書房. 2007.
- 6) 隅谷栄伸, 末兼幸子, 中谷文. 東洋食品工業短期大学. 東洋食品研究所研究報告書. 23. 75~81. 2000
- 7) 朝倉鑛造. 香料の辞典. 141. 朝倉書店. 1980

Effect of Active Barrier Packaging on Quality Retention for Foods (Evaluation of Pineapple in syrup and Corned beef)

Yoshifumi Taguchi*, Kazuki Saomoto,
Sachiko Suekane

Evaluation of the quality of packaged foods is an important research in setting the shelf life of the products. It is possible to long-term storage shelf life using of the high barrier packaging material for foods. But recently, It is request of further extend the shelf life in food products. So, the new developed container, oxygen absorption function container (so-called active barrier container) is spreading in market. Therefore, the quality retention performance of the contents compared to conventional gas barrier container (passive barrier container) evaluates whether the degree.

In this study, it was chosen pineapple in syrup as pasteurization food, and corned beef as retort sterilization food. Then, these foods packed in various pouch were carried out filling, sealing and sterilizing. It was evaluated quality of the contents during storage.

As a result, the active barrier container as compared to conventional barrier container, since it is possible to significantly suppress the oxidation deterioration, quality changes of the contents less, was found to contribute significantly to the extension of the expiration date.

Key words : foods, packaging, active barrier, quality, shelf life

*Corresponding author, E-mail : yoshifumi_taguchi@shokuken.or.jp

【研究報告】

韃靼ソバの苦み特性と制御

奈賀 俊人*, 金福 直子, 吉田 瑞穂, 福 美菜子, 上田 芽依, 後藤 隆子,
津村 和栄¹, 三宅 成幸¹, 三宅 一嘉¹, 八木 謙一, 森田 尚文

韃靼ソバ (*Fagopyrum tataricum*) はポリフェノール成分としてルチンを含み、機能性素材として有益な穀物である。しかし特有の苦みがあり、その利用範囲は限られている。我々は官能評価手法により、韃靼ソバの苦みを抑える方法について検討した。ムキミをオープンで140-170℃で加熱することにより、韃靼ソバの苦みが弱まった。また湯を加えて練ったそばがきを40℃で20分間静置することで、湯を加えた直後よりも苦みが弱まった。高速液体クロマトグラフィーによりルチン成分の挙動を調べると、ムキミのオープン加熱およびそばがきの保温処理では、いずれも処理前後でルチンの量はほぼ変化しなかった。砂糖の添加によって、苦みが弱く感じられた。韃靼ソバを加工する際に、これらの工程を加えることによって、応用の幅が広がることが期待される。

キーワード：韃靼ソバ、苦み、ポリフェノール、焙煎

緒言

ソバはタデ科の一年草であり、種実の性質および用途が穀類と似ているため、穀類に分類される。普通種、韃靼種に分類されるが、日本で栽培されるものは主に普通ソバ (*Fagopyrum esculentum*) である。韃靼ソバ (*Fagopyrum tataricum*) は自殖性で普通種より種子が小さく、強健な作物である。コムギが栽培できない高地、寒地でもよく生育し、中国南西部の雲南省、四川省、チベット自治区、モンゴル自治区、ネパールなどで多く栽培されている¹⁾。日本では、近年食生活の欧米化が進み、国内の食糧自給率が年々低下しているが、1997年度から2010年度におけるソバの作付面積は年々増加している (Fig. 1)²⁾。

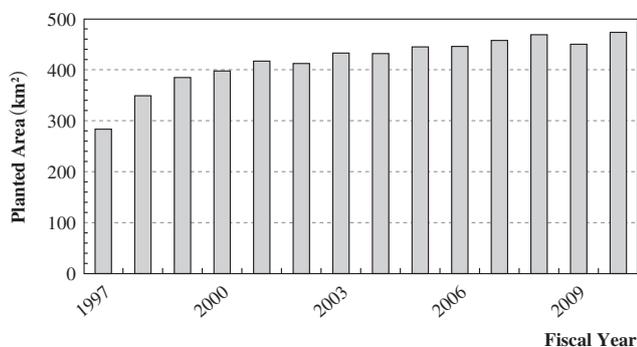


Fig. 1 Statistics of buckwheat planted area released by Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries in October 2011.

ソバは比較的多くのタンパク質を含み、アミノ酸のバランスもよいため、植物性タンパク質としては価値が高い。ソバタンパク質は他の穀類タンパク質と比較して、特にリジンに富んでいる^{3, 4)}。特に注目される点は、ポリフェノールの一種であるルチンを含むことである。ルチンは血管強化作用を有するため脳出血や肺出血、網膜出血などの血管損傷予防に効果があり、生活習慣病の予防に効果が認められている¹⁾。韃靼ソバは普通ソバよりも豊富にルチンを含むが、特有の苦みをもつ。普通ソバが「甘ソバ」と呼ばれるのに対して、韃靼ソバは「苦ソバ」とも呼ばれ、そのままでは食用に適さない。

ルチンを豊富に含む機能性素材として、韃靼ソバの利用価値は高いと考えられる。現在は利用範囲が限られていることから、韃靼ソバの適用範囲を拡大することを目的に、食味を向上させる加工方法について検討を行った。

方法

1. 材料

韃靼ソバは試験の前年に、北海道寿都郡黒松内町で収穫されたものを、脱皮してムキミとして使用した。試薬は全て和光純薬工業より入手した。

2. 韃靼ソバの焙煎

韃靼ソバのムキミを、スチームオープンレンジ (NE-R3200, Panasonic) を用いて焙煎した。予熱しておいたオープンレンジに、試料のムキミが重ならないようにトレイ

*連絡先, E-mail : toshihito_naka@shokuken.or.jp

¹三宅製粉株式会社

に並べて入れ、60℃～170℃の条件ごとに20分間焙煎した。

3. 食パンの焼成

韃靼そば粉 130 g, 小麦薄力粉 130 g, 水 180 mL, ショートニング 20 g, スキムミルク 5 g, 食塩 4 g, ドライイースト 2 gを材料として、ホームベーカリー (SPM-KP10, SANYO) を用いてパン生地を調製した (1次発酵)。できた生地に砂糖を条件ごとに0.5% (2.4 g), 5% (24.8 g), 10% (52.3 g), 20% (117.8 g) の割合で加えて混ぜた。生地を分割して丸め、ベンチタイムをとって丸形に整えた。オーブンレンジで2次発酵した後、180℃で15分間焼いた。

4. 官能評価

東洋食品工業短期大学の学生および教職員から、テストディスク (三和化学研究所) を使用してパネルを選定した。すなわち、舌上の鼓索神経支配領域、舌咽神経支配領域に、試液を滴下したφ5 mmの円形ろ紙を置いて、0.1%塩酸キニーネ溶液を苦味と判定できた者をパネルとした。なお、評価方法は結果とともに記した。

5. 苦みの測定

味認識装置 (SA402B, インテリジェントセンサーテクノロジー) を用いた。ソバのムキミをミルサー (IFM-300, 岩谷産業) により粉碎し、200 meshの篩にかけてそば粉を得た。そば粉が15 gに超純水122 gと人の唾液13 gを混合し (学生20名より歯磨き後に採取して混合)、振とう恒温水槽 (BV 300, ヤマト科学) を用いて100 rpmで振とうしながら40℃, 20分間保温した。遠心分離 (3,200×g, 4℃, 10分) した後、上清100 mLをとり、普通ソバを対照とした苦味雑味センサーの相対応答強度を測定した。

6. ルチンおよびケルセチンの定量

ポリフェノールはSchieber⁵⁾らの方法に準じて、高速液体クロマトグラフ (HPLC, Prominence 20A, 島津製作所) により分析した。

抽出方法を次に示す。ムキミ試料をミルサーで粉碎し、篩にかけて得たそば粉1.0 gをテストチューブに取り、0.1%塩酸含有メタノール (v/v) 20 mLを加え、20分間振とうした。遠心分離 (12,000×g, 10℃, 30分) の後、上清をとった。残渣に再度0.1%塩酸含有メタノールを20 mL加えて振とうした後、遠心分離により得られた上清を合わせた。50 mLに定容してシリンジフィルター-0.45 μmでろ過した溶液を、HPLCにより分析した。

分析方法は次の通り。分離カラムにはAqua 5u C18 125A, 250×4.6 mm i.d. (Phenomenex Inc.) を40℃で用いた。移動相は2%酢酸 (A), 0.5%酢酸水溶液/アセトニトリル=1/1 (B, v/v) を流速1.0 mL/minで用いて、次のグラジエントプログラムにより分離した: 0分 (10% B) - 20分 (24% B) - 40分 (30% B) - 60分 (55% B) - 75分 (100% B) - 83分 (100% B) - 85分 (10% B) - 90分 (10% B)。注

入量は10 μLとした。フォトダイオードアレイにより検出し (定性 280 nm, 定量 370 nm), 検出ピークのピーク面積値を求めて絶対検量線法により定量した。

結果

1. 韃靼ソバの焙煎

韃靼ソバのムキミを、スチームオーブンレンジ (NE-R3200, Panasonic) を用いて60℃～170℃で20分間焙煎して試料を調製した。7名のパネルに試料情報を伏せて供し、加熱していない材料ムキミおよび焙煎したムキミ試料の2点を比較して、より苦いと感じる試料を選ばせた (Fig. 2)。なお焙煎したムキミは赤く、試料色の影響を除くためにパネルには赤色のガラスをつけさせた。材料ムキミは全員が苦いと答えたほか、60℃試料で材料ムキミと同程度の苦みをもつと全員回答した。100℃, 110℃試料では5人が、さらに140℃, 170℃試料では、焙煎ムキミ試料の苦みは弱いと全員が回答した。

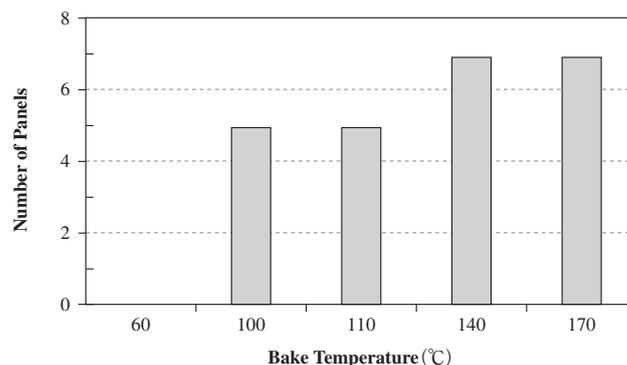


Fig. 2 The number of 7 panels who answered that the bitterness of baked Tartary buckwheat groats sample was weak.

The sensory evaluation results which compared a baked sample with material sample were shown. Sample buckwheat groats were baked for 20 minutes on oven tray with cooking sheet. The result was showed with the number of panels who answered that the bitterness of sample was weaker than material.

焙煎したムキミ試料の苦み強度を味認識装置により測定した。苦味雑味センサーで測定した応答シグナルを、苦みのない普通ソバのムキミに対する相対強度として示した (Fig. 3)。焙煎処理しない材料ムキミは1.88 mVと強い応答を示したのに対して、170℃で20分間焙煎したムキミは0.37 mVであった。

焙煎した韃靼ソバのムキミに含まれるポリフェノールを、HPLCにより分析した (Fig. 4)。焙煎前のムキミには100 g当たりルチン 1247 mg, ケルセチン219 mgが含まれていたのに対し、焙煎処理試料ではムキミ100 g当たりルチ

ン 1178~1236 mgで94%以上が、ケルセチン196~208 mgで89%以上が残っていた (Table 1).

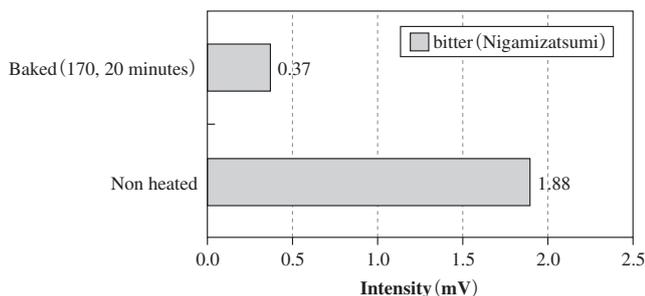


Fig. 3 Response of taste sensor for bitter strength in baked Tartary buckwheat groats.

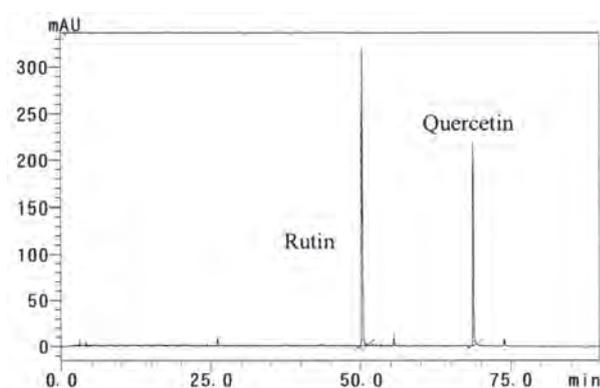


Fig. 4 HPLC chromatogram of polyphenol in Tartary buckwheat groats at UV 370 nm.

Table 1 Quantitative analysis results of rutin and quercetin in baked Tartary buckwheat groats.

Temperature(℃)	Material	Baked sample					
		110	120	140	170		
Time(minutes)	-	10	20	20	10	20	10
Rutin	1247	1236	1199	1236	1178	1227	1180
Quercetin	219	200	202	200	196	208	207

mg per 100 g

2. 韃靼ソバのそばがき

韃靼ソバのそば粉に対して同じ重量の湯を加えて練ってそばがきとし、そばがきを湯の温度に保温して静置し、保温温度および保温時間の異なる試料を調製した。保温時間の異なる試料は同時に供試できるように調製し、45, 60, 90℃で0~20分間保温した試料の苦みを官能評価した (Table 2)。調製直後はいずれの試料も苦みを強く感じたが、45℃および60℃試料は20分後に苦みが弱くなった。また、90℃試料は20分経過しても苦いままであった。

試料に含まれるポリフェノールをHPLCにより分析すると、60℃そばがき試料100 gに含まれるルチンは、5分で107.8 mgに対して20分で93.6 mgだった。またケルセチンは5分で27.8 mgに対して20分で34.3 mgであり、ルチン、ケルセチンともに大きな変化はなかった。

Table 2 Evaluation of the bitterness in Tartary buckwheat mash (flour in hot water).

Hold Time (minutes)	Temperature(℃)		
	45	60	90
0	++	++	++
10	++	++	++
20	+	+	++

++: strong bitter, +:slight bitter

3. 韃靼ソバの加工品への砂糖の添加

韃靼そば粉50%, 小麦薄力粉50%からなるミックス粉を使用して、砂糖を0から20%の割合になるように混合した食パンを焼成した。試料の情報を伏せた10人の官能評価により、砂糖0% (対照) および砂糖を含む試料を比較し、相対的に「苦みが弱い」と感じる試料を選ばせた。また、絶対評価で各々の試料が苦いかどうか質問した。砂糖0%のパンでは、パネル10人全員が苦いと答えた。試料の苦みを比較した結果、砂糖添加試料の苦みが弱いと答えたのは、0.5%は7人、5%は5人であり、10%および20%のパンでは、全員苦みが弱いと答えた (Fig. 5)。

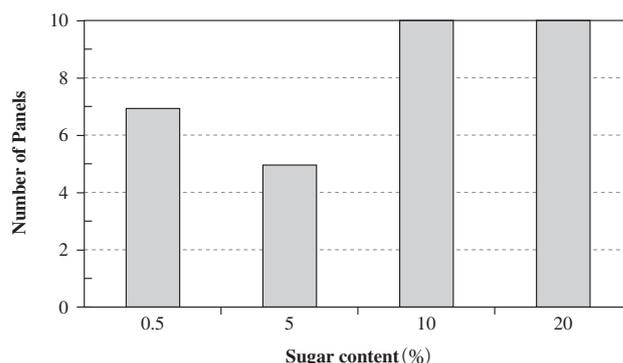


Fig. 5 The number of 10 panels who answered that the bitterness of a sugar sample was weak.

The sensory evaluation results which compared a sample including sugar with not one were shown.

考 察

韃靼ソバは苦みを有するため、加工用途が限られている。韃靼ソバのムキミに焙煎処理を施したときの苦みの消長について検討した。官能評価によると韃靼ソバのムキミはそのままでは苦みを感じられるが、100~110℃の焙煎で苦みを感じるパネルが5/7名、140~170℃では7名全員が苦みを弱く感じた。この結果を裏付けるために味認識装置を用いたセンサー評価を行った。試料調製にはヒトの食味状態を想定して唾液と混合して測定した。一般的にチャンネルの応答に1.0 mV以上差があれば味覚で明確な差が感じられる。焙煎処理を施した韃靼ソバムキミは非加熱試料に比べて苦味雑味チャンネルの応答強度は1.5 mV弱く、170℃で焙煎した試料では苦みが弱まると考えられた。

本田らはダツタンソバの苦みの原因成分について検討を行い、水溶性分画に苦み成分が存在するほか、ポリフェノール分画から、ルチンのアグリコンであるケルセチンを苦み成分として同定している⁶⁾。しかしながらTable 1に示した通り、苦みが弱いと判定された140℃および170℃焙煎試料と苦みが強い非加熱のムキミとの間に、ルチンまたはケルセチンの含有量の差は認められなかった。韃靼ソバのムキミの食味評価では、直ちに苦みを感じるのではなく、咀嚼しておよそ20~30秒程度で苦みを感じる。一方、官能評価で苦みの指標成分として用いられる塩酸キニーネやカフェインは、口に入れると直ちに苦みを感じる。したがって韃靼ソバの苦み成分は、ムキミに含まれるのではなく、咀嚼しているうちに生じると推察された。焙煎処理によって苦みを弱く感じるのは、苦み成分を生成するために必要な要素が失われた可能性がある。

焙煎していないそば粉に45~90℃の湯を加えて練ったそばがきでは、Table 2に示した通りいずれの試料も苦みを生じたが、そのまま保温を続けると苦みが失われる挙動を示した。多くの酵素が失活する90℃に保温すると苦みは失われなかったことから、苦みの消長にはムキミに含まれる酵素が関与していると推察された。また、この試験においても、ルチンおよびケルセチンの含有量と韃靼ソバの苦みには相関が低いことを示している。さらに、データは示していないが、普通そば粉にルチンまたはケルセチンを添加して、そばがきとして評価したところ、ルチンなどを添加した試料と添加しない試料の差を判別できなかった。

韃靼ソバの苦みがポリフェノールと直接的な関係になれば、有用な成分であるルチンを損なうことなく、苦みを消失させることが可能である。今後苦みの発現に関与する成分を特定し、その消長を明らかにしたい。

さらに韃靼ソバのムキミを焙煎などの処理なしに用いることを想定して、コーヒー⁷⁾などと同様に、砂糖を加えることによって苦みを弱く感じる効果がみられるかどうか検討を行った。砂糖添加濃度5%までは苦みの強さに違いを感じたパネルは半数であり、有意な差を見いだせなかったが、砂糖濃度10%以上では全員が砂糖を加えることで苦みを弱く感じた。砂糖を加えることで韃靼ソバの苦みは弱く感じられるため、韃靼ソバの用途として、砂糖が加えられる菓子原料が適していると思われた。

参考文献

- 1) 松本憲一, 麵の素材開発と新利用技術 ダツタンソバの特性とその現状, 食品工業, Vol.43, No.6, 25-30, 2000.
- 2) http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/natane_soba/, なたね、そば等生産費調査 平成22年産 そば生産費, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries. 18-10-2011.
- 3) 小原哲二郎, ソバ(蕎麦), 411, 雑穀-その科学と利用-, 初版, 樹村房(東京), 1981.
- 4) 三宅一嘉, 前田智子, 森田尚文, ソバ製粉工程における各種画分の一般成分およびタンパク質の特性について, 食品工業, 47, 20, 64-70, 2004.
- 5) Dietmar Kammerer, Achim Claus, Reinhold Carle, and Andreas Schieber, Polyphenol Screening of Pomace from Red and White Grape Varieties (*Vitis Vinifera L.*) by HPLC-DAD-MS/MS., *J. Agric. Food Chem.*, 52, 4360-4367, 2004.
- 6) 本田裕, 六笠裕治, 鈴木達郎, 横田聡, 中司啓二, 木村正義, 川勝正夫, 我妻正迪, ダツタンソバ品種「北海T8号」の育成とその特性, 北海道農業研究センター研究報告, No. 192, 1-13, 2010.
- 7) 島田淳子, 下村道子, 味の相互作用, 111, 調理科学講座 1 調理とおいしさの科学, 初版, 朝倉書店(東京), 1993.

The Property and Control of Bitter Taste in Tartary Buckwheat

Toshihito Naka*, Naoko Kanefuku,
Mizuho Yoshida, Minako Fuku, Mei Ueda,
Takako Goto, Kazue Tsumura¹,
Shigeyuki Miyake¹, Kazuyoshi Miyake¹,
Kenichi Yagi, Naofumi Morita

The Tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum*) contains the polyphenol component rutin, so it is known as very beneficial grain. But the use is restricted, because of bitterness in Tartary buckwheat. Sensory evaluations showed the process for weakening the bitter taste. The Tartary buckwheat groats baked at 140–170 °C in oven is little bitter. Also, the bitter taste of buckwheat mash held for 20 minutes at 40 °C was weakened than the just prepared one. The quantitative analysis of rutin and quercetin in Tartary buckwheat sample were carried out by high performance liquid chromatography. It seldom changed by baking groats or holding temperature buckwheat mash. Adding sugar gave little bitterness. It is expected these process increase application of Tartary buckwheat.

Key words : Tartary buckwheat, Bitterness, Polyphenol,
Bake

*Corresponding author, E-mail : toshihito_naka@shokuken.or.jp

¹Miyake Seifun Co., Ltd.

【資料】

手指の常在菌に対する洗浄効果

稲津 早紀子*, 松永 藤彦

ベンザルコニウム塩化物液を用いた手指洗浄効果について、ATP法および培養法により検証した。すると、対象者全員において洗浄前に比べ洗浄後ではATP量を反映する蛍光発光量、一般生菌数がともに減少した。

そして、飲料製造実習で実施している手洗い法（順に水洗、ハンドソープ洗浄、水洗、ペーパータオルによる乾燥、アルコール噴霧）を培養法により評価した。すると、ほとんどの場合、手洗い前よりもハンドソープ洗浄後に一般生菌数が減少した。また、アルコール噴霧後は、さらに一般生菌数が減少した。

キーワード：手指の衛生、ベンザルコニウム塩化物液、ハンドソープ、手指用アルコール

はじめに

ヒトの健常皮膚には表皮ブドウ球菌やミクロコッカス属をはじめ、多種多様な常在菌が存在している¹⁾。手洗いは日々の生活において基本的な行動の一つであり、感染症や食中毒予防にもつながる。特に、食品製造業や調理施設などの食品を取り扱う現場では、手指を介した汚染を防止するため、手洗いの重要性と正しい手洗いの方法を理解し、実施する必要がある。本研究では、手指の常在菌に対するベンザルコニウム塩化物液の効果についてATP法と培養法の2つの方法を用いて検討した。また、本学飲料製造実習時に実施している手洗い法（ハンドソープとアルコールの併用）を培養法により評価した。

材料および方法

1) ベンザルコニウム塩化物液を用いた手指洗浄効果の検証

本学学生28人を対象に実施した。

洗浄前の手指を、水道水で濡らしたルシパックⅡ（キッコーマンバイオケミファ株式会社）を使って拭き取り、ルミテスター（キッコーマンバイオケミファ株式会社）で発光量を測定した。手指の拭き取りは、手のひら・指の間・指先・爪の間などを推奨される方法に従って行った²⁾。次に、手指を0.05%ベンザルコニウム塩化物液（200倍に薄めたオスバンS：日本製薬株式会社）で洗浄し、滅菌タオルで完全に拭き取った後、ルシパックⅡを使って拭き取った。そして洗浄後の発光量を測定した。

培養法では、SCD寒天平板培地（SANIFOODS）に、洗浄前の手指を10秒間軽く押しつけた。手指を0.05%ベンザルコニウム塩化物液で洗浄し、滅菌タオルで完全に拭き取

った後、新しい培地に洗浄後の手指を押しつけた。35℃の好気条件下で2日間培養し、一般生菌数を算出した。

2) 飲料製造実習における手洗い法の評価

本学学生7人を対象に実施した。

手洗い法は、施設入室時の手順に従った。まず手指を水洗した後、ハンドソープ（ハンドソーププラスC；バーレックス）で洗浄した。水洗後、ペーパータオルで乾燥させ、手指用アルコール（アルベット；サラヤ）を噴霧し、擦り込ませた。

手洗い法の検証には、培養法を用いた。手洗い前・ハンドソープ洗浄後・アルコール噴霧後の手指をそれぞれSCD寒天平板培地に押しつけ、35℃の好気条件下で2日間培養し、一般生菌数の変化を検討した。

結果

1) ベンザルコニウム塩化物液を用いた手指洗浄効果の検証

ATP法では、微生物など、生物由来のATP量を間接的に測定することで清浄度を知ることができる。測定にはルミテスターを用いた。ルミテスターは、ルシフェラーゼを利用し、ATP量に相関する発光量（RLU, Relative Light Unit）を測定する³⁾。ATP法により、ベンザルコニウム塩化物液を用いた洗浄前後の発光量を比較したところ、洗浄前の発光量は2,352～60,909 RLU、洗浄後の発光量は282～10,841 RLUであった（Table 1, Fig. 1）。対象とした学生28人全員において、洗浄後の発光量が洗浄前の発光量を下回った（Table 1, Fig. 1）。

培養法では、洗浄前の一般生菌数は14～791 CFUであった。洗浄後は0～45 CFUであった（Table 1, Fig. 2）。対

*連絡先, E-mail : sakiko_inatsu@shokuken.or.jp

象とした学生28人全員において、洗浄後の一般生菌数が洗浄前の一般生菌数を下回った (Table 1, Fig. 2).

2) 飲料製造実習における手洗いの評価

培養法により、実習時の手洗いの法を評価したところ、手

洗い前・ハンドソープ洗浄後・アルコール噴霧後と洗浄が進むにつれて、一般生菌数が段階的に減少した (Fig. 3). 減少傾向が見られたものについては、アルコール噴霧後は一般生菌数が0~3 CFUとなった (Fig. 3).

Table 1 Results of ATP method and culture method before and after hand washing with benzalkonium chloride solution.

Subject number	Luminescence intensity (RLU)		General viable bacteria (CFU / hand)	
	Before hand washing	After hand washing	Before hand washing	After hand washing
1	15,757	1,946	95	1
2	36,019	3,774	636	6
3	12,961	1,105	84	0
4	11,051	1,264	268	8
5	19,844	3,265	592	8
6	10,822	1,699	140	10
7	4,585	282	112	0
8	9,880	1,469	54	8
9	15,481	2,958	791	45
10	16,978	2,344	467	6
11	6,750	1,098	79	6
12	2,352	1,174	150	0
13	60,909	6,414	172	23
14	50,002	1,040	14	0
15	3,141	514	27	0
16	8,494	1,637	94	4
17	7,309	1,072	115	0
18	2,827	467	93	6
19	17,168	2,606	60	2
20	6,751	1,076	222	2
21	26,899	10,841	397	6
22	9,040	3,194	579	10
23	8,573	1,703	58	11
24	3,341	564	279	1
25	21,865	2,864	172	14
26	6,506	1,128	115	2
27	7,640	1,954	47	0
28	7,707	759	91	0

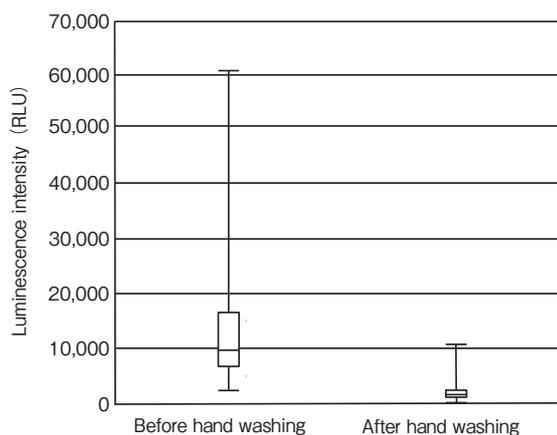


Fig. 1 Box plot of data obtained by ATP method before and after hand washing with benzalkonium chloride solution. The bottom and top of the box are the first and third quartiles. The band inside the box indicates the second quartile (median). The whiskers indicate the lowest and highest values.

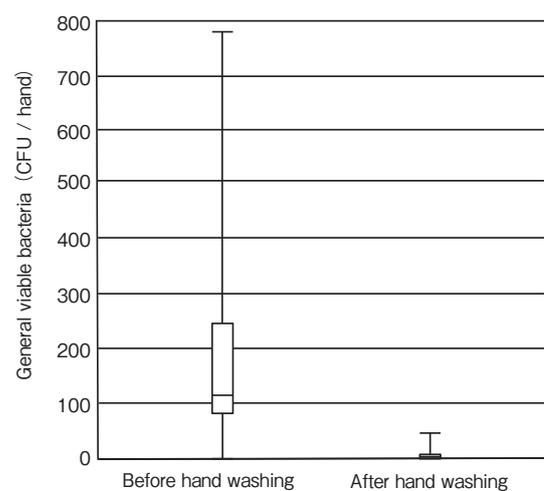


Fig. 2 Box plot of data obtained by culture method before and after hand washing with benzalkonium chloride solution. Quartiles, maximum, and minimum values are indicated as in Fig. 1.

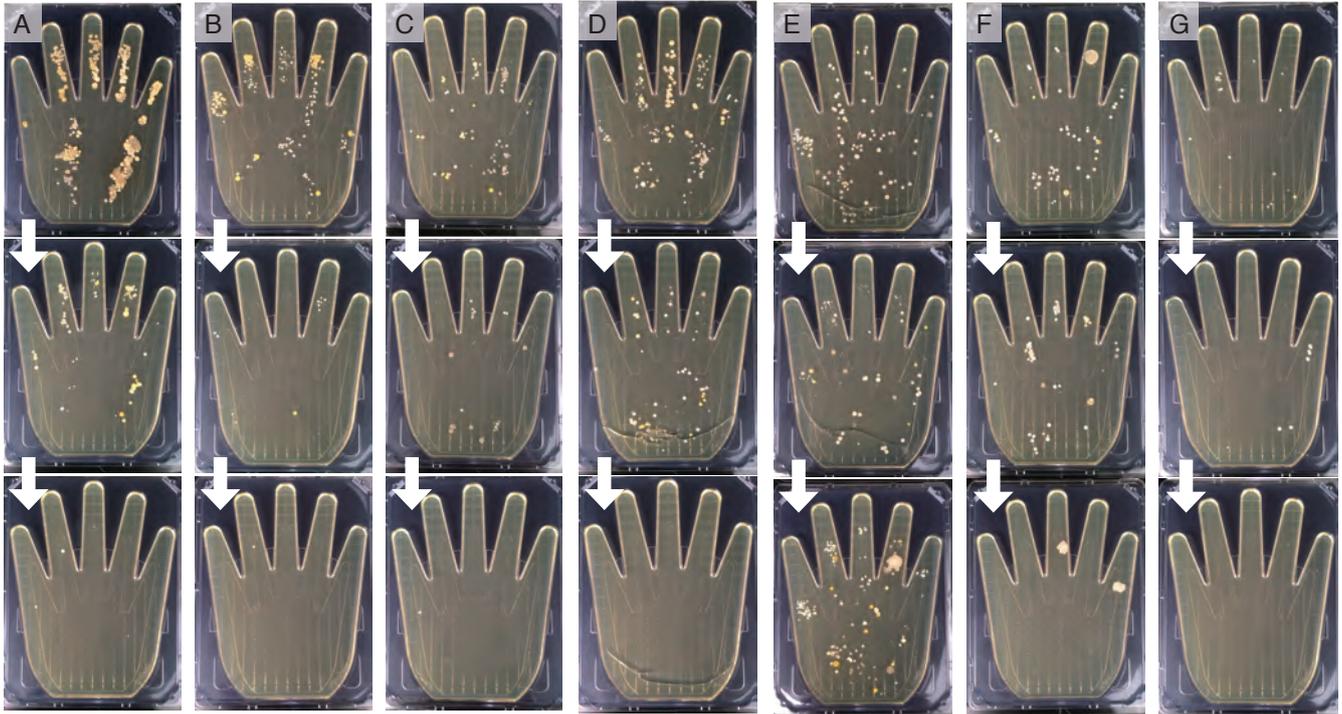


Fig. 3 Validation of a hand hygiene procedure by culture method. General viable bacteria are detected before and after washing with hand soap (upper and middle panels, respectively), and after rubbing with alcohol (lower panel). Data from 7 subjects (A to G) are presented.

考 察

今回、ATP法と培養法の2つの方法を用いてベンザルコニウム塩化物液による手指の洗浄効果を検証したところ、いずれの方法でも洗浄前に比べて洗浄後の方がそれぞれの値が低下しており、ベンザルコニウム塩化物液による手指の洗浄効果が明らかになった (Table 1 ; Fig. 1, 2)。ATP法は、細菌を含む微生物の細胞内ATPだけでなく、皮膚細胞や食品残渣などの汚れも測定している。一方、培養法は、35℃好気条件下で2日培養し、SCD寒天平板培地上で生育可能な一般生菌数が検出できる。また、ATP法は、測定が容易でその場で結果を知ることができる。一方、培養法は、培養に時間がかかるものの視覚的な訴えが強い。このようにそれぞれの方法の特性や原理は異なっているため、そのことを理解しうまく活用すると、洗浄効果の検証だけでなく教育効果も向上すると考えられる。

本学飲料製造実習時に実施している手洗い法を評価したところ、有効性が認められた。手洗い前に比べてハンドソープ洗浄後は一般生菌数が減少した (Fig. 3)。またアルコール噴霧後はさらに一般生菌数が減少した (Fig. 3)。このことから、どちらの方法も常在菌の洗浄効果が高いことが明らかになった。さらに、ハンドソープとアルコールを組み合わせるとより効果が増すこともわかった。他の研究は、ハンドソープは芽胞に、アルコールは栄養細胞に効果的であることが示されている⁴⁾。

結果には示していないが、今回使用した消毒剤等により手洗い前に比べて数が減少したコロニーを採取し、16S rRNA遺伝子の塩基配列解析を行った。すると、手指にはスタフィロコッカス属、バチラス属、マイクロコッカス属、コクリア属などが常在しており、これらは今回使用したベンザルコニウム塩化物液、あるいはハンドソープとアルコールの組み合わせで減少することが明らかになった。

手指の常在菌の種類や数などは、人それぞれ異なる。消毒薬の常在菌に対する効果も異なる可能性がある。食品を扱う現場では、手指を介して食品汚染や食中毒が引き起こされる場合が多い。そのため、正しい手洗い方法を修得し、毎日の生活の中で実践していくことが大切である。

参考文献

- 1) Mathieu A., Delmont T.O., Vogel T.M., Robe P., Nalin R. and Simonet P. Life on human surfaces: Skin metagenomics. PLoS ONE. 8 : e65288, 2013.
- 2) <http://biockemifa.kikkoman.co.jp/products/kit/atpamp/howto.html> 手指のふき取り方. キッコーマンバイオケミファ株式会社.
- 3) 第1章 ATPふき取り検査とは. 新しい衛生管理法 ATPふき取り検査. 伊藤武, ATP・迅速検査研究会 (監修). pp. 3-14. 改訂増補版. 2009年.
- 4) Sasahara T., Hayashi S., Hosoda K., Morisawa Y. and Hirai Y. Comparison of hand hygiene procedures for removing *Bacillus cereus* spores. Biocontrol Science. 19 : 129-134, 2014.

Efficacy of hand hygiene procedures in the reduction of normal bacterial flora on hands

Sakiko Inatsu* and Fujihiko Matsunaga

We evaluated a hand washing practice using benzalkonium chloride solution by using two different hand hygiene monitoring methods, ATP bioluminescent meter(ATP method)and culture method. In all subjects examined, both the level of ATP bioluminescence and the numbers of general viable bacteria decreased.

Secondary, we evaluated a hand hygiene procedure used in beverage production training in our college. In the procedure, hands were washed with running water, hand soap, rinsed under running water, dried with paper towels, and finally rubbed with alcohol-based liquid sanitizer. In most cases, the numbers of general viable bacteria decreased after washing with hand soap. Additional decreasing effects were observed after alcohol rubbing.

Key words : hand hygiene, benzalkonium chloride solution, hand soap, alcohol sanitizer

*Corresponding author, E-mail : sakiko_inatsu@shokuken.or.jp

【資料】

市販鶏ミンチ肉におけるサルモネラ菌検出状況

稲津 早紀子*, 松永 藤彦

市販鶏ミンチ肉のサルモネラ菌汚染実態について調査したところ、6検体のうち5検体（83%）からサルモネラ菌が検出された。今回、鑑別には3つの手法（生化学的性状検査による手法・免疫学的手法・分子生物学的手法）を用いた。その結果、それぞれ単独の手法で鑑別を行っても陰性・陽性の明確な判断ができることがわかった。また判定結果はそれぞれの手法で共通していた。複数の手法を組み合わせて鑑別を行うと判定結果の確実性が増し、また学生の知見が広がり、学習効果の向上も期待できる。

キーワード：鶏ミンチ肉、サルモネラ菌、生化学的性状検査、GLISA迅速検査、リアルタイムPCR

はじめに

サルモネラ菌は自然界に広く分布し、鳥類、ほ乳類、は虫類などの常在菌である。サルモネラ菌は主要な食中毒原因菌の1つである。厚生労働省による平成25年度病因物質別食中毒発生状況調べでは、細菌性食中毒において、サルモネラ菌はカンピロバクターに次いで事件数が多く、患者数もカンピロバクター、腸管出血性大腸菌に次ぎ多かった¹⁾。サルモネラ菌による食中毒の主な原因食品の1つに汚染鶏卵があり、その他、汚染食肉などが挙げられる²⁾。自治体において実施された食中毒菌汚染実態調査における鶏肉関連品目のサルモネラ菌検査によると、市販鶏ミンチ肉から検出されたサルモネラ菌陽性率は、平成23年度55.3%、平成24年度47.9%、平成25年度48.4%と高い³⁾。

本学微生物実験では、市販鶏ミンチ肉のサルモネラ菌汚染実態について毎年調査している。ここでは、市販鶏ミンチ肉からサルモネラ菌と疑われる菌株を増菌培養・選択培地により分離し、生化学的性状検査による手法、免疫学的手法、分子生物学的手法を用いてサルモネラ菌の鑑別を行った結果を報告する。

材料および方法

試料

2014年12月、兵庫県下のスーパーマーケット4店舗で市販されていたトレイパック詰め鶏ミンチ肉を合計6パック購入し、試料とした。1トレイパックを1検体とした。

増菌培養および選択培地による疑サルモネラ菌の分離

鶏ミンチ肉25gを秤量し、300mLのセレナイトシスチン

ブロス（日本BD）に加え攪拌し、42℃で1日増菌培養を行った。MLCB寒天培地（日水製薬株式会社）に菌液を植菌し、35℃で1日分離培養を行った。MLCB寒天培地上の疑サルモネラ菌を釣菌し、標準寒天培地（メルク株式会社）に植菌後、35℃で1日純培養を行った。

鑑別培地を用いた培養

疑サルモネラ菌を滅菌生理食塩水中で懸濁し、サンプル溶液を作成した。TSI高層斜面培地（日水製薬株式会社）、SIM高層培地（日水製薬株式会社）、SC斜面培地（日水製薬株式会社）、Urea液体培地（Difco）、リジン脱炭酸酵素液体培地（OXOID）、Methyl Red-Voges-Proskauer液体培地（MR-VP液体培地；KYOKUTO）のそれぞれに植菌した。TSI高層斜面培地、SIM高層培地、Urea液体培地、リジン脱炭酸酵素液体培地は35℃で1日、SC斜面培地、Methyl Red-Voges-Proskauer液体培地は5日間培養し判定した。インドール試験は、SIM高層培地にコバック試薬（bioMérieux）を5滴滴下し判定した。MR試験は、MR-VP液体培地にメチルレッド溶液を2滴滴下し判定した。VP試験は、MR-VP液体培地に6% α -ナフトール・エタノール溶液1mLと、40% 水酸化ナトリウム水溶液0.2mLを加え、1、2分激しく振り判定した。

GLISA迅速検査によるサルモネラ定性試験

疑サルモネラ菌の培養液を沸騰湯浴上で15分間加熱し、室温まで冷却した。シングルパスサルモネラ（メルク株式会社）を用いて定性試験を行った。

リアルタイムPCRによる細胞侵入性因子invA遺伝子検出

リアルタイムPCR装置は、Thermal Cycler Dice Real

*連絡先, E-mail : sakiko_inatsu@shokuken.or.jp

Time System II (タカラバイオ株式会社)を用いた。検出試薬は、QuickPrimer InvA遺伝子(タカラバイオ株式会社)とSYBR *Premix Ex Taq* (タカラバイオ株式会社)を用いた。鋳型DNAの調製は、熱抽出法を用いた。標準寒天培地上で純培養した疑サルモネラ菌を少量かきとり、滅菌水に懸濁した後、95℃のヒートブロックで10分間加熱後に遠心分離し(13,800 x g, 10分, 4℃)、その上清を鋳型DNA溶液として用いた。*Salmonella enterica*のコロニーから同様に調整した鋳型DNAおよび*invA*遺伝子を含むDNA(タカラバイオ株式会社)を陽性コントロールとして用いた。リアルタイムPCRの反応条件および陽性判定条件(Ct値と溶解曲線分析)は、QuickPrimer InvA遺伝子に添付の指示に従った。

結果

分離菌株

セレナイトシスチンブロスおよびMLCB 寒天培地を用い、市販鶏ミンチ肉1検体から1菌株を疑サルモネラ菌として分離した。検体1から分離したものを菌株A、検体2から分離したものを菌株B、検体3から分離したものを菌株C、検体4から分離したものを菌株D、検体5から分離したものを菌株E、検体6から分離したものを菌株Fとし、合計6菌株についてそれぞれの検査を行った。

生化学的性状検査

各種鑑別培地を用い、分離した疑サルモネラ菌の生化学的性状検査を行った。TSI高層斜面培地では、ブドウ糖、乳糖、シヨ糖分解能、ガス産生能、硫化水素産生能を判

定した。SIM高層培地では、硫化水素産生能、運動性の有無、インドール産生能を判定した。SC斜面培地では、クエン酸の炭素源利用能を判定し、Urea液体培地では、尿素分解能を判定した。また、リジン脱炭酸酵素液体培地では、リジン脱炭酸能を判定した。MR-VP液体培地ではMR試験およびVP試験を行った。MR試験ではブドウ糖分解能を判定し、VP試験ではアセトイン産生能を判定した。それぞれの検体から分離した疑サルモネラ菌の生化学的性状は、Table 1にまとめた。菌株A, B, D, E, Fはよく似た傾向を示していた(Table 1)。

GLISA迅速検査によるサルモネラ定性試験

本検査は、食品中のサルモネラ菌に対する定性試験法である。金標識抗体に基づき、免疫スクリーニングが可能である。検査の結果、分離した疑サルモネラ菌のうち、菌株A, B, D, E, Fは陽性と判定され、菌株Cのみ陰性判定であった。

*invA*遺伝子を指標としたリアルタイムPCRによるサルモネラ判定

上皮細胞侵入性関連遺伝子*invA*は、ほとんど全てのサルモネラ菌が保持しており、同定試験に用いられている。分離した各菌株から得た染色体DNAを鋳型として*invA*遺伝子に対するプライマーを用い、リアルタイムPCRによってサルモネラ判定を行った。その結果、菌株A, B, D, E, Fは陽性と判定され、菌株Cのみ陰性判定であった。

Table 1 Biochemical reactions of isolated strains from minced chicken meat.

Characteristics	strain A	strain B	strain C	strain D	strain E	strain F
Glucose ¹⁾	+	+	+	+	+	+
Lactose ¹⁾	-	-	-	-	-	-
Sucrose ¹⁾	-	-	-	-	-	-
Gas ²⁾	+	-	+	+	+	+
Hydrogen sulfide(TSI)	+	+	-	+	+	+
Indole production	-	-	-	-	-	-
Motility	+	NA	+	+	+	+
Citrate(Simmons)	+	+	+	+	+	±
Urea hydrolysis	-	-	-	-	-	-
Lysine decarboxylase	+	+	+	+	+	+
Methyl red	+	+	-	+	+	+
Voges-Proskauer	-	-	+	-	-	-

+, positive reaction; ±, weakly positive reaction; -, negative reaction; NA, not available

¹⁾Sugar usage

²⁾Gas production by glucose usage

考 察

本研究では、市販鶏ミンチ肉からサルモネラ菌と疑われる菌株を増菌培養・選択培地により分離し、3つの異なる手法を用いてサルモネラ菌であるかどうかを鑑別した。すると、市販鶏ミンチ肉6検体から分離した疑サルモネラ菌のうち、5検体から分離した菌株（83%）がサルモネラ菌であると判定された。

サルモネラ菌の典型的な生化学的特徴として、ブドウ糖を分解して酸とガスを産生すること、乳糖およびショ糖を分解しないこと、硫化水素を産生すること、インドールを産生しないこと、運動性があること、クエン酸を炭素源として利用すること、尿素を分解しないこと、リジンを脱炭酸すること、ブドウ糖分解時にアセトインを産生しないこと、などが挙げられる⁴⁾ (Table 2)。一方、乳糖およびショ糖を分解するもの、インドールを産生するもの、リジンを脱炭酸しないもの、アセトインを産生するものはサルモネラ菌としない⁵⁾。これらを踏まえて、分離した疑サルモネラ菌の菌株A~Fの生化学的性状検査結果をみると、菌株A, D, E, Fはすべての性状の判定がサルモネラ菌と一致した (Table 1, 2)。菌株Bは、ブドウ糖分解によるガス産生以外の性状は、すべてサルモネラ菌と一致した (Table 1, 2)。このことから、菌株A, B, D, E, Fはサルモネラ陽性と判定した。菌株Cは硫化水素の産生がみられず、MR試験（ブドウ糖分解能）およびVP試験（アセトイン産生能）の結果がサルモネラ菌の性状とは一致していなかったため、サルモネラ菌ではないと判定した (Table 1, 2)。次に免疫学的手法によるサルモネラ判定では、分離した疑サルモネラ菌のうち、菌株A, B, D, E, Fは陽性と判定され、菌株Cのみ陰性判定であった。さらに、分子生物学的手法によるサルモネラ判定でも、分離した疑サルモネラ菌のうち、菌株A, B, D, E, Fは陽性と判定され、菌株Cのみ陰性判定であった。このようにサルモネラ菌であるかどうかの判定結果は、3つの手法全てにおいて共通していた。

サルモネラ菌ではないと判定した菌株Cは、MLCB寒天培地で分離培養を行った際、明確な黒色コロニーが得られず、灰色がかったコロニーを選択した菌株である。MLCB寒天培地でサルモネラ菌を培養すると、硫化水素を産生するため黒色コロニーを形成する。サルモネラ菌の分離にはこの時点での選択が重要で、この時点で黒色コロニーが生育していない場合、その検体はサルモネラ菌汚染の可能性が低いことが示唆された。

今回、生化学的性状検査による手法、免疫学的手法、分子生物学的手法という3つの異なる手法を用いて鑑別を行ったところ、それぞれ単独の手法で鑑別を行っても陰性・陽性の明確な判断ができることがわかった。また判定結果はそれぞれの手法で共通していた。複数の手法を組み合わせることで鑑別を行うと判定結果の確実性が増し、また学生の知見が広がり、学習効果の向上も期待できる。

最後に、サルモネラ菌の中にはまれに硫化水素を産生しないものや、リジンを脱炭酸しないものがあり、現在サルモネラ菌の定義について厚生労働省等で見直しが進んでいることを記しておく。

Table 2 Biochemical reactions of *Salmonella* spp.

Characteristics	<i>Salmonella</i> spp.
Glucose ¹⁾	+
Lactose ¹⁾	-
Sucrose ¹⁾	-
Gas ²⁾	+
Hydrogen sulfide (TSI)	+
Indole production	-
Motility	+
Citrate (Simmons)	+
Urea hydrolysis	-
Lysine decarboxylase	+
Methyl red	+
Voges-Proskauer	-

+, positive reaction; -, negative reaction

¹⁾Sugar usage

²⁾Gas production by glucose usage

参考文献

- 1) 平成25年(2013年)食中毒発生状況. 厚生労働省.
- 2) 食品健康影響評価のためのリスクプロファイル～鶏肉におけるサルモネラ属菌～(改訂版). 食品安全委員会, 2012.
- 3) 平成25年度食品の食中毒菌汚染実態調査の結果について. 厚生労働省医薬食品局食品安全部監視安全課長通知. 平成26年3月27日付食安監発0327第1号.
- 4) Brenner D. J., Krieg N. R. and Staley J. T. Volume Two The *Proteobacteria*, Part B The *Gammaproteobacteria*. 595-602 Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, Second Edition, George M. Garrity (Ed.) ; Springer, 2005.
- 5) 田村和満, 仲西寿男, サルモネラ. 180-191, 食品衛生検査指針(微生物編). 厚生労働省監修, 2004.

Investigation of *Salmonella* Contamination in Commercial Minced Chicken

Sakiko Inatsu* and Fujihiko Matsunaga

We surveyed *Salmonella* spp. contamination in commercial minced chicken. In total, 83% of the meat sample (5/6) were contaminated. Here, we analyzed *Salmonella*-suspect colonies using three different methods (traditional method using biochemical testing, immunological method and molecular biological method). Results of the three different methods were the same, indicating that each method can distinguish between *Salmonella* spp. and other bacteria. Combination of multiple methods would increase credibility of *Salmonella* detection. Use of different methods would also improve educational effects.

Key words : minced chicken meat, *Salmonella* spp., biochemical testing, GLISA rapid test, real-time PCR

*Corresponding author, E-mail : sakiko_inatsu@shokuken.or.jp

発表記録 (2013年~2014年)

下線太字は東洋食品工業短期大学教員を示す

外部発表 (論文・総説等) 2013年度

後藤隆子 (2013) 第7回 IVレトルト食品の製造 1. 歴史と種類、容器、食生活研究, 33: 269-277. (総説)

後藤隆子 (2013) 第8回 IVレトルト食品の製造 2. レトルト食品の製造方法, 食生活研究, 33: 125-134. (総説)

後藤隆子 (2013) 第9回 V清涼飲料水の製造 1. 清涼飲料水の歴史と容器, 食生活研究, 33: 404-414. (総説)

Naofumi Morita, Kazuyoshi Miyake, Toshihito Naka, Kazue Tsumura, Mizuho Hirata, Takako Goto, Mamoru Koga (2013) Characteristics of germinated rice-Tartary buckwheat flour obtained from improved germination method and its application for noodle, The Proceedings of Papers 12th International Symposium on Buckwheat, 112-114. (Proceedings)

竹之内健 (2013) 包装基礎講座 包装機械(3) 飲料缶詰充填設備, 日本包装学会誌, 22(4): 277-285. (総説)

外部発表 (学会発表) 2013年度

松永藤彦 (2013) 新入生合宿研修2013 コミュニケーション活性化と食を通じたもの作り体験, 関西地区FD連絡協議会 (2013年FD活動報告会).

松永藤彦, 古田彩, 島田卓興, 稲津早紀子 (2013) 食品の変敗と極限環境微生物 アガベシロップや微生物発酵茶から分離された好熱性好酸性菌の性状解析, 極限環境生物学会 (極限環境生物学会2013).

Naofumi Morita, Kazuyoshi Miyake, Toshihito Naka, Kazue Tsumura, Mizuho Hirata, Takako Goto, Mamoru Koga (2013) Characteristics of germinated rice-Tartary buckwheat flour obtained from improved germination method and its application for noodle, 12th International Symposium on Buckwheat.

田口善文 (2013) 味噌の包装について, 中国味噌技術会 (定例技術会).

田口善文 (2013) 容器詰チルドズワイガニの賞味期限の延長技術, 日本缶詰びん詰レトルト食品協会 (第62回技術大会).

Wendakoon S.K., Phosri Nattawut, 石丸 恵, 上田悦範 (2013) トマト果実のアルコールアシルトランスフェラーゼ活性, 日本食品保蔵科学会 (第62回大会).

外部発表 (論文・総説等) 2014年度

伊與田浩志, 井上保 (2014) 過熱水蒸気を利用した乾燥と加熱, 冷凍, 89(1045): 749-754. (解説)

福島博 (2014) 用語 二重巻締め法, 日本包装学会誌, 23(6): 455. (解説)

後藤隆子 (2014) 第10回 V清涼飲料水の製造 2. 清涼飲料水の作り方, 食生活研究, 34: 116-126. (総説)

松永藤彦 (2014) 缶詰と極限環境微生物, 生物工学会誌 (生物工学会), 92(9): 514. (解説)

Naofumi Morita, Kazuyoshi Miyake, Toshihito Naka, Kazue Tsumura, Hidenori Mizuno, Mizuho Hirata, Takako Goto, Mamoru Koga (2014) Functional properties of germinated rice-Tartary buckwheat obtained from improved germination method and its application for food processing, Fagopyrum, 31: 27-32. (論文)

野田崇啓, 伊與田浩志, 日高靖之, 井上保, 横江未央 (2014) 水蒸気の凝縮熱を利用した環境保全型水稲種子消毒技術に関する研究, 農業食料工学会誌, 76(6): 555-563. (論文)

田口善文 (2014) 東洋食品工業短期大学・包装食品工学科における研究紹介, 日本包装学会誌, 23(5): 327-333. (総説)

山本義孝 (2014) 用語 ぶりき (鍼力, ブリキ), 日本包装学会誌, 23(6): 454. (解説)

外部発表 (学会発表) 2014年度

朝賀昌志, 西河優希 (2014) リンゴ缶詰の果肉に対する加工工程の影響, 日本缶詰びん詰レトルト食品協会 (第63回技術大会).

稲津早紀子, 船元太智, 松永藤彦 (2014) アセプティック飲料製造施設から分離された微生物の性状解析, 極限環境生物学会 (第15回極限環境生物学会年会).

松永藤彦, 島田卓興, 古田彩, 稲津早紀子 (2014) 包装食品の安全性をおびやかす極限環境微生物, 極限環境生物学会 (第15回極限環境生物学会年会).

田口善文 (2014) チルドズワイガニの賞味期限の延長技術, 日本包装学会 (第23回日本包装学会年次大会).

田口善文, 佐藤正宣 (2014) 容器詰食品の脱酸素条件と品質変化について, 日本缶詰びん詰レトルト食品協会 (第63回技術大会).

竹之内健, 塩野剛 (2014) 空中伝播超音波のヒートシール欠陥検査への応用, 日本包装学会 (第23回日本包装学会年次大会).

東洋食品工業短期大学紀要委員（五十音順）

朝賀昌志，稲津早紀子，奈賀俊人

東洋食品工業短期大学紀要 第3号

平成27年（2015）12月発行 非売品

発行者 東洋食品工業短期大学

古賀 守

〒666-0026

兵庫県川西市南花屋敷4丁目23番2号

TEL (072) 759-4221

FAX (072) 758-6959

印刷所 株式会社小西印刷所

〒663-8225

兵庫県西宮市今津西浜町2番60号
