

# 東洋食品工業短期大学紀要

第 4 号

BULLETIN  
OF  
TOYO COLLEGE OF FOOD TECHNOLOGY  
No. 4

平成 29 年  
(2017)

東洋食品工業短期大学

第 4 号

目 次

【寄稿論説】

東洋食品工業短期大学のビジョン

後藤弘明 ..... 1

【論文】

レトルトパウチにおけるヒートシール条件の最適化

井上保, 山見遥, 塩野剛 ..... 7

【報告】

アミロースの脂肪酸エステル複合体形成と静菌作用阻害

朝賀昌志, 遠田智江 ..... 11

【資料】

二重巻締め法の密封性について

福島博, 高岡誠 ..... 18

【その他】

蛍光ハンドローションを用いた手洗い教室

稲津早紀子, 松永藤彦 ..... 23

発表記録 (2015 年度～2016 年度) ..... 25

## CONTENTS

### 【Special Article】

Vision of Toyo College of Food Technology

Hiroaki Goto ..... 1

### 【Original Paper】

Optimization of heat-sealing condition for retort pouch

Tamotsu Inoue, Haruka Yamami and Tsuyoshi Shiono ..... 7

### 【Research Article】

Inhibitory effect of amylose and formation of amylose-fatty acid ester complex to  
bacteriostasis of fatty acid ester

Masashi Asaka and Tomoe Enda ..... 11

### 【Report】

Sealability of double seaming method

Hiroshi Hukushima and Makoto Takaoka ..... 18

### 【Others】

Educational training of hand washing using fluorescent hand lotion

Sakiko Inatsu and Fujihiko Matsunaga ..... 23

Publications and presentations (2015 ~ 2016) ..... 25

## 【寄稿論説】

## 東洋食品工業短期大学のビジョン

後藤 弘明\*

東洋食品工業短期大学はAIとIoTによって管理された近未来の包装食品製造業界においても活躍できる学生の育成を目的に教育改革を推進している。教育改革に基づいた新カリキュラムによる教育プログラムは2017年度の1年次生から適用している。今後、PDCAを回しながら、継続的な改善を進める。

包装食品製造に関わる「実機レベルの教育研究用設備」とこれまで培ってきた「現場と直結する知識と技術の蓄積」を両輪として、研究内容の充実、ならびに産業界や行政機関との強固な地域ネットワークを構築し、包装食品技術に関する研究拠点としての役割を強化する。

「次世代の包装食品産業界を担う学生の育成」と「セーフフードや食の安全等の社会的問題に直結した包装食品技術の研究拠点としての活動」を東洋食品工業短期大学のビジョンと定め、これらの事業活動を通じて人類社会の発展を支えていく。

キーワード：教育改革、包装食品製造業界、包装食品技術、研究拠点、教育研究用設備、地域ネットワーク、セーフフード、食の安全、東洋食品工業短期大学、ビジョン

## 1. はじめに

本学は、1938年に高碓達之助により開設された東洋罐詰専修学校を起源とする短期大学である。1936年当時、食品缶詰は主要な輸出品であったが、輸出したアサリ缶詰による食中毒死亡事故が米国カリフォルニア州で発生したことを一つの契機として、当時、缶詰製造技術の現状に危機感を強めた高碓達之助が開設した教育機関が東洋罐詰専修学校である<sup>1)</sup>。開設当初は、優秀な学生に対して無償で教育を施す機関であったが、戦後、可能な範囲で授業料、実習費用等を安く抑えた運営を実施し、現在に至る。

東洋食品工業短期大学は、専修学校からの改組当初は、缶詰のみを対象とした教育を行っていたが、食品保存技術の進歩と共に、対象とする包装食品の範囲を拡げ、学科も罐詰製造科から包装食品工学科に変更した。また、開設当初は男子学生のみを対象にしていたが、2007年に女子学生にも門戸を開き、2013～2017年度の5年間では女子学生比率が概ね1/3程度で推移している。

東洋食品工業短期大学は、産業界に対して有用な人材輩出を継続的に行っており、その意味においては創設者の遺志を受け継いだ教育機関である。ただ、創設者が専修学校を開設した時代とは社会を取り巻く環境も大きく変化している。特に、IoT化の進展等により、産業界において必要とされるスキルや能力が変化し、食品製造業界においても単純なオペレーター業務が淘汰されることは容易に予想でき

る。ある意味、より人間らしさ、すなわち人間としての感性や思考力が基本的なスキルとして求められる時代が来ると考える。

大学や短期大学等の高等教育機関に対して、文部科学省より「教育の質向上」も含めて「社会に対してどのような価値を提供できるのか」が問われている。本学も、学生の育成に対する考え方ならびに本学の存在意義について見つめ直し、改革を進めている。ここに、本学改革の一端と社会に対する貢献について述べる。

## 2. 教育改革

東洋食品工業短期大学は、金属缶、ガラスびん、プラスチックカップ、パウチ等の包装食品製造技術に関する教育を実施してきた。その教育内容は社会的にも評価され、本学で所定の教科と単位を修得すれば、公的資格である「食品衛生管理者」や「食品衛生監視員」任用資格が取得できる他、公益社団法人 日本缶詰びん詰レトルト食品協会の認定資格である「巻締主任技術者」「品質管理主任技術者（1次試験免除）」「殺菌管理主任技術者（1次試験免除）」等も取得できる。また、後述する教育研究用の各種設備によりPETボトルやリシール缶のキャッピング技術ならびにプラスチックカップやパウチのヒートシール技術も学修することができる。しかしながら、AIの能力向上とIoT化の進むこれからの社会の中で本学卒業生が包装食品製造

\*連絡先, E-mail : hiroaki\_goto@shokuken.or.jp

のエキスパートとして輝きを失わないためには、これまで以上に包装食品工学に関する体系的な教育を施し、包装食品製造プロセス全体を俯瞰的に捉えられる視野と応用力および人間力を養う必要がある。この観点に立ち、教育改革を推進している。

図1は、包装食品製造の流れであり、本学で教育する包装食品工学の根幹は、図1で示した包装食品製造プロセスにある。図1から明らかなように、包装食品製造の流れの中で、「殺菌」等の工程が、殺菌を必須とする製造プロセス、無菌充填製造プロセス、あるいは食品中の菌が正しく管理されていれば包装後に菌の増殖が発生する危険のない食品の製造プロセス、によって異なるが、基本的に包装食品製造プロセスは、「食材」「容器」「食品加工」「充填」「密封」「殺菌」「保管」という7つの分野から成り立っている。

この包装食品製造に直接的に関わる7つの分野に加えて、図2に示すような食の安全を確保する上で不可欠な「食品衛生」「衛生管理」「品質管理」「検査」「関係法規」といった包装食品製造全体を支える5つの分野を加えた12の分野が包装食品工学の対象となる学問領域である。

図2は2017年度の本学大学案内にも掲載している。

安全な食品を製造するには、図2に示した12の分野が相互に連携することが大切である。この中のどれかが欠落しても安全な包装食品を提供することはできない。東洋食品工業短期大学の学生には、一つの分野を極めることよりも分野間の相互の繋がりを理解することが求められる。包装食品製造全体の繋がりを常に意識し、俯瞰的に捉えることにより、発生した問題における表面化した現象だけにとらわれることなく、その奥に潜む真の原因を洞察する力を養うことができる。

短期大学は、2年間という短い期間で実践的かつ高度な職業教育を行う高等教育機関であり、その卒業生には食品製造分野における即戦力としての力が求められる。したがって、前述した包装食品製造に関わる12の分野について、そのエッセンスを修得し、各分野の繋がりを理解した上で問題に対処できる能力を身に付けさせることが肝要であり、このことが他学新卒者に対する本学卒業生の強みとなる。

図3は、本学において学生が専門教科を修得する過程をイメージとして描いたものである。12の分野のエッセンスを点で表している。それぞれの点の繋がりを意識して教育する。

1年前期では、点の数も少なく、繋がりについてもまだ破線で繋ぐレベルであるが、1年後期、2年前期と進むに従い、点の数も増えてそれぞれが実線で繋がるようになる。必修科目は、卒業課題研究等のいくつかの科目を除いて概ね1年次終了までに学修できるように配置している。

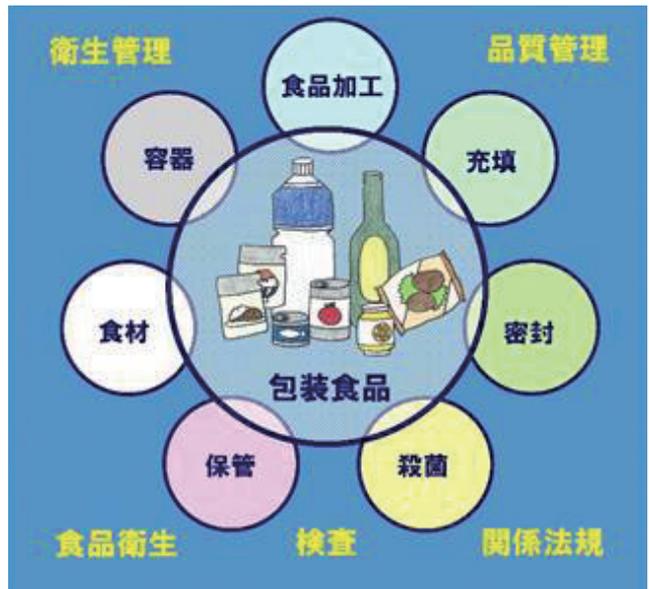


図2 包装食品工学科において学修する専門分野

1年前期 導入・専門基礎		専門基礎を理解するための準備と学修した教科の繋がりに目を向けさせる
1年後期 専門基礎		包装食品製造の基本となる専門基礎の学修がほぼ完了し、教科間の繋がりを実感として感じる
2年前期 専門応用		応用編としての食品や飲料製造実習を経験し、教科間の繋がりを理解し、その重要性を認識
2年後期 更なる学び・まとめ		ありたい姿に向けて、興味のある分野を強化

図3 本学における専門教科修得プロセスのイメージ

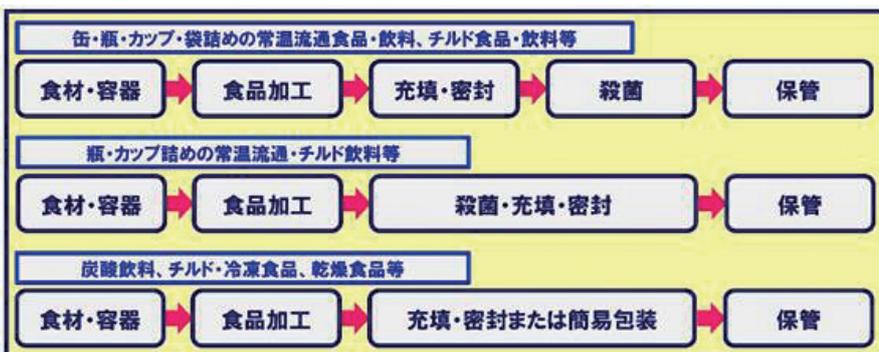


図1 包装食品製造の流れ

点が完全に繋がった段階で、包装食品製造に関して全体感を持った視野で物事を見ることができるといふ本学学生の強みを既に修得していることにはなるが、2年次には、学生一人ひとりが興味を強く持った分野について資格取得も含めて選択科目として強化していくプロセスを採っている。図3には、興味を持った分野が強化されていく様子を、点を核とした網掛けの円で示してある。

必修科目の中で、「食材」「容器」「食品加工」「充填」「密封」「殺菌」といった工程間の繋がりに関する理解を深めるため、特に、上記分野に横串を通す座学や実習を設けていることも本学カリキュラムの大きな特色である。

また、繋がりを意識させると共に、学修の不十分な部分を強化させる目的から、1年次終了前と2年次の12月にステージゲートという名称の学修支援の仕組みを設けている。特に、2年次のステージゲートでは、特定の包装食品に関して簡単なフローダイアグラムを作成させ、教員の前で発表と討議を行う。複数回の質疑応答で不足している部分が明確になることから、その部分を補強するよう指示し、所定期間経過後に再度同様の発表と討議を行い、知識や技能の定着を図る。

このように、様々な手法により知識や技能の修得を図っているが、「食」について教育する高等教育機関および学生達にとって更に大切な課題がある。すなわち、既に述べたように「食」は人の命を支える分野である。包装食品製造に何らかの形で関わっていくはずの卒業生には、いい加減なことはしないともしっかりとした責任感が必要である。人間力を養うことはそう簡単ではないが、学生総数を専任教員数で除した、いわゆるS/T比が3.6という本学の特色を活かし、准教授以上が二人一組となって1学年につき一組あたり6～7人の学生と面談を行い、学生一人ひとりが「卒業時のありたい姿を思い描き、その目標に向かって進むこと」について継続的に手助けすると共に、「学びの姿勢」と称して学修について話し合う機会を設けている。更に、包装食品製造に関連する実習の中で包装食品製造に携わる人間としての心構えを教育している。

このように、本学では包装食品製造業界の担い手を育成するための知識・技術の伝授と心の教育に基づいた教育改革を推進し、新たな教育プログラムを立ち上げた。新たな教育プログラムは、2017年度1年次生から適用している。

教育改革については、PDCAを回しながら、継続的な改善を図っていく。

### 3. 社会貢献への取り組み

東洋食品工業短期大学は、将来、包装食品製造プロセスのリーダーとなれる資質を備えた学生の育成という観点で、包装食品産業界に貢献してきたが、本節では、混迷するこれからの時代の中で学生の育成に加えて何を為すべきかについて考察する。

既に述べたように、東洋食品工業短期大学は、缶詰製造技術の底上げを図ることを使命として開設された東洋罐詰専修学校が起源である。対象が缶詰から包装食品全般に変化してもその社会への貢献は志を高く持った優秀な学生の教育と包装食品に関連する実践的な研究であった。本学は、体系的に包装食品製造を教育する唯一の高等教育機関であり、その意味において本学の社会貢献は極めて大きいと自負している。

本学の社会貢献の原動力は、本学が所有する「実機レベルの教育研究用設備」とこれまで培ってきた「製造現場と直結した知識と技術の蓄積」である。これらは、本学の教育研究活動のコアと位置づけられるものである。大量の資金を持ってすれば、実機に匹敵する各種設備を購入し、設置することはできる。しかしながら、それらを活用し、更に食品製造会社や容器製造会社等と育んできた成果に基づく知見や技術は一朝一夕には生まれえない。本学は、教育界と産業界を繋ぐ包装食品製造の教育研究拠点として、これまでも社会貢献を果たしてきたが、これからもその活動を継続する。

図4～15に本学が所有する教育研究用各種設備の例を示す。このように、本学には、食品の加工・調理、充填、密封、殺菌に関わる実機レベルの各種設備に加え、密封技術の原理原則を理解するための試験設備が備わっている。また、これら包装食品製造に関連する微生物検査設備や分析設備も充実している。

これらの教育研究用設備は、食品製造会社や容器製造会社を始めとする産業界との共同研究や委託研究あるいは大学独自で実施する各種研究に活用している。また、本学主催の社会人対象講習会や外国人対象の短期研修会での利用



図4 二重釜



図5 フライヤーとスープケトル



図6 グリルパン

に加え、連携している兵庫県立農業大学校や他大学に対しても包装食品製造設備を利用した実習を受け入れており、上記教育機関の学生に対する包装食品製造プロセスの体験学習に役立っている。

以下で、共同研究、受託研究および大学独自の研究から得られた主な成果を概観し、食品業界における社会的な問題と本学研究成果の関係を吟味する。

ここ数年、容器製造会社からの受託研究として、酸素吸収層を利用して酸素バリア性をハイレベルに長期間維持できる多層プラスチック容器に適した食品のスクリーニングを行っている<sup>2)~4)</sup>。この中で、ホワイトシチュー<sup>2)</sup>、果実のシラップ漬<sup>3)</sup>、およびジャム類<sup>4)</sup>に関して検討し、容器のバリア効果が顕著に現れる食品とそうでない食品のキャラクター化が進んでいる。得られた知見を更に追究することにより、酸素遮断性の向上により保存期間が大幅に延長できる食品群に関する系統的な知見を蓄積できると考えられる。

また、食品製造会社と共同で実施したチルド流通ズワイガニ棒肉用の透明パウチに関する研究では、従来のノンバリア包材の代わりに蒸着PETを積層したハイバリアー包材を使用することと、充填時の脱気処理を窒素置換処理に変更して容器内残存酸素を1%以内に抑えることにより、当該商品の賞味期限を2週間から3ヶ月に延長した<sup>5)</sup>。この成果に関しては、公益社団法人日本缶詰びん詰レトルト食品協会の平成28年度逸見賞を受賞している。また、この知見をエビに応用した研究も実施し、容器詰めチルドエビのロングライフ化を提案した<sup>6)</sup>。

更に、独自研究として水産物の一次加工包装食品についても検討を進めている。水産物の一次加工食品自体は斬新なものではないが<sup>7)</sup>、どのような魚種が一次加工食品として適用可能であるかという観点から、魚種のキャラクター化を実施<sup>8)</sup>しており、生のままではすぐに腐敗して廃棄されてしまう様々な水産資源を賞味期限の長い一次加工食品にする検討にも着手している。



図7 金属缶用シーマー



図8 ヒートシーラー



図9 連続式カップシーラー



図10 連続式パウチ充填シール機



図11 二重巻締教育設備



図12 キャッピング教育設備



図13 レトルト殺菌機



図14 低温加熱殺菌機



図15 飲料PETボトル用無菌充填システム

これらの研究は、地球規模での大きな社会問題である「食品ロスの削減」に通じるものといえる。食品ロスというと廃棄される食品のリサイクルに関する取り組み<sup>9)</sup>や食品流通に関するルールの最適化に関する検討<sup>10)</sup>等に注目が集まるが、その一方で、包装食品に関する情報誌として、東京食料新聞社が発刊している日刊缶詰情報には、断続的ではあるが、平成29年4月16日から5月26日にかけて16回に亘り、包装容器や製造プロセスの工夫により賞味期限の延長に成功し、食品ロスの削減に貢献した産業界の事例が紹介されている。本学の研究は正にこの部分を対象にしたものであり、本学の持つ設備も含めた実践的な研究を推進できる環境がこれらの研究活動を可能にしている。

本学では、食品工場における微生物汚染の実態調査等も包装食品製造会社との共同研究として実施している<sup>11)</sup>。汚染菌の特定に加えて微生物管理の手法を提案することにより、当該食品工場におけるリスクを最小化し、「食の安全」に貢献するばかりでなく、万が一微生物による汚染が発生すれば廃棄されることになる貴重な食材の救済にも研究成果が役立っている。

また、魚類の腐敗を簡便に検査する取り組みも継続的に行っており、その成果については、平成27年度に特許出願している<sup>12)</sup>が、簡易検査関連の研究は大きな社会問題である「食の安全」を保証することに繋がる。

上記に加えて、本学で実施している缶の二重巻締やキャッピングおよびヒートシールに関する教育と研究<sup>13)~14)</sup>は、包装食品製造の要であり、研究成果に基づいて正しい技術と原理を身に付けた学生は産業界において「食の安全」を担っている。

このように、本学の「実機レベルの教育研究用設備」とそれらを用いて培ってきた「製造現場と直結した知識と技術の蓄積」に基づいた研究活動は、「食品ロスの削減」すなわち「セーフフード」と「食の安全」に通じる極めて重要な位置付けにある。

上述した社会貢献事業の推進には、産官学のネットワーク作りが不可欠である。これまでも卒業生組織であるアップール会会員企業や本学を支援する民間企業との交流を行ってきたが、地域貢献の観点から兵庫県の産業界や行政機関との連携を深めていく。

本学は在学生在が現在76名と極めて小さな大学であり、専任教員も21名と小さな組織ではあるが、携わっている分野の社会的責任は極めて大きい。本学は、包装食品工学に付随する産業界の発展に寄与する研究拠点として「セーフフード」や「食の安全」に対する貢献を大きな使命と認識し、積極的な活動を展開する。

「包装食品産業界の次世代を担う学生の育成」に加えて、「セーフフード」と「食の安全」を見据えた「包装食品技術の研究拠点」としての事業活動を「本学のビジョン」と定め、中長期的な展開を進める。その第一ステップとして、2019年までに地元産官学とのネットワーク強化や研究内容の充実を図る。

#### 4. まとめ

東洋食品工業短期大学は、東洋罐詰専修学校に端を発し、2018年で80年の歴史を誇る。その中で、実践的教育を通して包装食品産業界の担い手を育成してきたが、昨今のAIの能力向上やIoTの進展に鑑み、将来的に包装食品製造プロセスやラインのリーダーとなる資質を備えさせることを目的として、包装食品製造に関する俯瞰的な視野の醸成と課題解決に向けた応用力の育成に重点を置いた教育改革を進めている。教育改革に基づいた新カリキュラムによる教育プログラムは2017年度の1年次生から適用している。今後、PDCAを回しながら、継続的な改善を進める。

一方、研究活動に関しては、包装食品製造に関わる実機レベルの教育研究用設備とこれまで培ってきた現場と直結した知識や技術の蓄積を両輪として、研究内容の充実を図ると共に、地域産業界や行政機関とのネットワークを深め、包装食品技術に関する研究拠点としての役割を強化する。

「次世代の包装食品産業界を担う学生の育成」と「セーフフードや食の安全等の社会的問題に直結した包装食品技術の研究拠点としての活動」を東洋食品工業短期大学のビジョンと定め、これらの事業活動を通じて人類社会の発展を支えていく。

## 引用文献

- 1) 学校法人東洋食品工業短期大学 財団法人東洋食品研究所 50年の歩み, 50年史編集委員会, 青柿堂, p17-21 (1988)
- 2) 田口善文, 鈴木若菜, 末兼幸子, 江角友美, 朝賀昌志, アクティブバリア容器詰食品の保存性能 ホワイトシチューについて, 第66回日本缶詰びん詰レトルト食品協会技術大会プログラム, p13 (2016)
- 3) 朝賀昌志, 高田将人, 末兼幸子, 江角友美, 田口善文, 後藤隆子, アクティブバリア容器詰食品の保存性能 果実容器詰について, 第66回日本缶詰びん詰レトルト食品協会技術大会プログラム, p14 (2016)
- 4) 後藤隆子, 江角友美, 朝賀昌志, アクティブバリア容器の保存性能, (イチゴジャムおよびマーマレードについて), 第66回日本食品保蔵科学会大会要旨集, 印刷中, (2017)
- 5) 田口善文, 森田哲也, 末兼幸子, 松永藤彦, ズワイガニの賞味期限延長技術, 缶詰時報, 94(10), p33-42 (2016)
- 6) 田口善文, 小柴菜々穂, 容器詰チルドエビの賞味期限のロングライフ化について, 第53回全日本包装技術大会予稿集, p120-123 (2015)
- 7) 武山進一, 大澤純也, 遠山 良, 岩手県工業技術センター研究報告, 11, p37-41 (2004)
- 8) 江角友美, 第64回日本栄養改善学会要旨集, 印刷中, (2017)
- 9) 石川雅紀, 食品廃棄物のリデュース・リサイクルにおける自治体の役割, 月刊廃棄物, 43(553), p4-7 (2017)
- 10) 石川友博, サプライチェーン・物流における食品ロスの現状と課題, 食品と容器, 56(9), p550-555, (2015)
- 11) 稲津早紀子, 松永藤彦, 変敗コーンペーストから分離されたPaenibacillus属の生育性状の解明と再発防止策の提案, 日本食品微生物学会雑誌, 印刷中, (2017)
- 12) 八木謙一, 特願2016-002344
- 13) 井上 保, 塩野 剛, 伊與田浩志, Effect of moisture content on bubble formation in heat sealing for plastic container, 20<sup>th</sup> International Drying Symposium, C-5-6, p7-10 on USB Memory (2016)
- 14) 井上 保, 酒井晴絵, 塩野 剛, ヒートシールにおける多段加熱方式の解析, 日本包装学会第25回年次大会予稿集, f-08, p106-107 (2016)

## Vision of Toyo College of Food Technology

Hiroaki Goto\*

We have been promoting the educational reform in order to make the students succeed in the packaged food industry controlled by AI and IoT in near future. We started the educational program with the new curriculum based on reform of the education, and we apply it from a student of the first grade of 2017. We promote the improvement of the curriculum while circulating PDCA in future.

We reinforce the role as the research base of the packaged food technology by the promotion of regional network among the industry, the government, and our college and the enhancement of the research with utilizing both of "facilities for education and research at actual level" and "the accumulation of knowledge and technique to be tied to the factory floor directly".

The vision of the Toyo College of Food Technology is that the education of the student taking next-generation packaged food industry and the activity as the research base of the packaged food technique to be connected directly with the social problem such as save food and food safety. Our college supports the development of the human society through these action.

**Key words :** Educational reform, Packaged food industry, Packaged food technology, Research base, Facilities for education and research, Local network, Save food, Food safety, Toyo College of Food Technology, Vision

## 【論文】

## レトルトパウチにおけるヒートシール条件の最適化

井上 保\*, 山見 遥, 塩野 剛

レトルトパウチは、プラスチックフィルムもしくは金属箔またはこれらを多層に合わせたものを袋状その他の形に成形した容器であり、ヒートシールにより密封される。しかしながら、ヒートシール条件設定において、加熱殺菌工程が十分に考慮されているとは言い難い。

本研究では、シール強度の温度依存性について実験的に調べた。加えて、破裂強度に与える環境温度および容器形状の影響を考慮した最適なヒートシール条件について検討した。

その結果、シール強度および破裂強度は、環境温度が高くなるほど、低くなることがわかった。さらに、レトルトパウチにおけるヒートシール条件として、トップのシール強度をサイドにおけるシール強度と同等もしくは大きい場合が適当であることを示した。

キーワード：ヒートシール、レトルトパウチ、温度依存性、容器形状

## 1. 緒言

ヒートシールは、プラスチックの熱可塑性という性質を利用し、分子間に発生する分子間力により接着力を発現させている。ヒートシールの操作は溶着層を溶着状態となる温度帯に加熱して直ちに冷却することで完了する。汎用的に利用されている加熱方法として、ヒートジョー加熱方式、インパルス加熱方式、超音波加熱方式などが挙げられる。ヒートシールの条件設定において、菱沼は「溶着面温度測定」に基づいた合理的な手法<sup>(1)</sup>を提案している。筆者らも、溶着面温度を考慮した運転条件の検討を行うために、各種ヒートシール方式における溶着面温度の予測手法について提案<sup>(2-4)</sup>を行ってきた。

レトルト食品は、気密性および遮光性を有する容器で密封し、加圧加熱殺菌した食品である。レトルトパウチは、プラスチックフィルムもしくは金属箔またはこれらを多層に合わせたものを袋状その他の形に成形した容器であり、ヒートシール（熱溶融）により密封される。

現在、容器の密封性を評価する方法としてシール強度が用いられている。このシール強度は、高温環境において低下する<sup>(5)</sup>ことが指摘されている。しかしながら、レトルトパウチのヒートシール条件設定において、加熱殺菌工程が十分に考慮されておらず、加えて、系統的な手法が明示されているとは言い難い。

本研究では、レトルトパウチにおけるヒートシール特性について評価するとともに、シール強度の環境温度依存性について実験的に調べた。加えて、破裂強度に与える環境温

度および容器形状の影響を考慮した最適なヒートシール条件について検討した。

## 2. 試料および実験方法

試料には、レトルトパウチ（材料構成：透明蒸着PET12 $\mu$ m/ONY15 $\mu$ m/ CPP60 $\mu$ m, サイズ（外寸）：横130mm×縦180mm, 製品名：EACF-1318）を用いた。なお、CPP（製品名：“トレファン” NO ZK207, 東レフィルム加工(株)）は、エチレン・プロピレンコポリマー、エチレン・*a*オレフィンコポリマー、ポリエチレンのブレンドである。

まず、**図1**に示す“MTMS”キット<sup>(6)</sup>を用いてヒートシールを行い、シール強度（引張速度：100mm/min）を測定した。溶着面温度の測定には、極細熱電対（線径：50 $\mu$ m）を用いた。シール強度の測定には、テンシロン万能試験機（RTG-1310）を用いた。なお、高温環境におけるシール強度の測定には、精密万能試験機（オートグラフAG-1000D）を用いた。

つづいて、**図2**に示すインパルスシーラー<sup>(3)</sup>を用いてヒートシールを行い、破裂強度（流量：1,000ml/min）を測定した。破裂強度の測定には、バーステスター（BT-200型）を用いた。高温環境における破裂強度の測定には、送風定温乾燥器（STAC-P50M）を併せて用いた。なお、高温環境における測定においては、試料の保持時間を1分以上とし、定常条件を満たすようにした。

\*連絡先, E-mail : tamotsu\_inoue@shokuken.or.jp

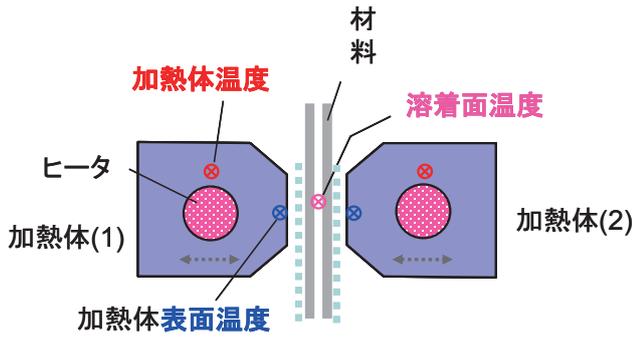


図1 実験装置の概略図 (“MTMS”キット, ヒートジョー加熱方式)

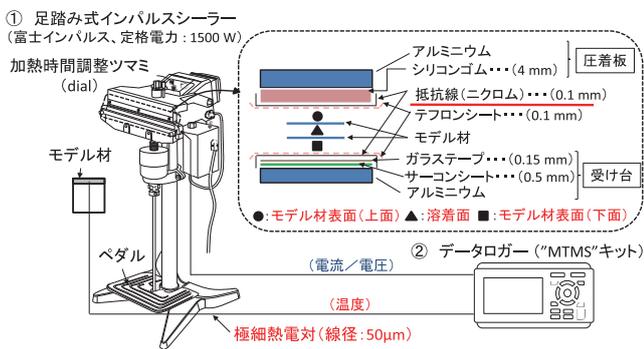


図2 実験装置の概略図(インパルスシーラー)

### 3. 実験結果および考察

#### 3.1 レトルトパウチのヒートシール特性

図3にレトルトパウチを用いた溶着面温度応答の測定結果の一例(加熱体表面温度:150℃, 圧着圧:0.3MPa)を示す。溶着面温度は常温付近から急激に上昇し, 1s以降ほぼ一定の値を示した。この結果より, 加熱時間は2sとした。

図4にレトルトパウチのヒートシール発現特性の測定結果(ヒートジョー加熱方式, 加熱時間:2s, 圧着圧:0.3MPa)を示す。シール強度は溶着面温度が145℃付近で

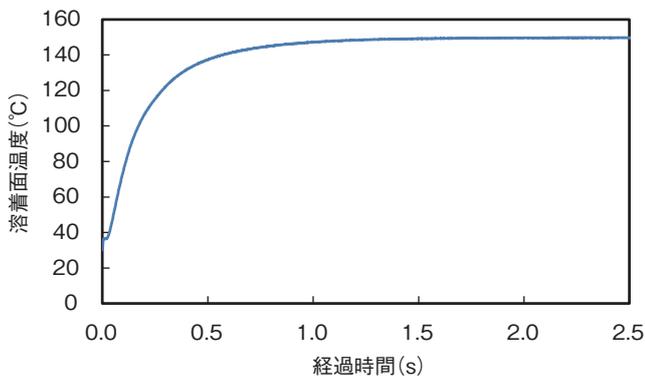


図3 溶着面温度応答の測定結果 (加熱体表面温度:150℃, 圧着圧:0.3 MPa, テフロンカバー:0.1 mm)

急激に高くなった。なお, 図4より, 溶着面温度が147℃以上の条件では, 食品衛生法における基準(レトルト食品容器のシール強度を23N/15mm以上<sup>(7)</sup>)を満たすことがわかる。

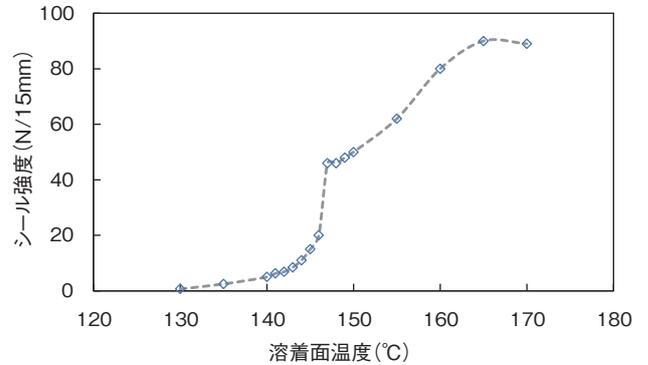


図4 レトルトパウチのヒートシール発現特性 (ヒートジョー加熱方式, 圧着圧:0.3MPa, 加熱時間:2s)

#### 3.2 シール強度の環境温度依存性

図5にシール強度の環境温度依存性について調べた結果について示す。常温(約25℃)におけるシール強度が, 20N/15mm, 55N/15mm, 70N/15mm(溶着面温度:145, 150, 155℃)のサンプルを用いて比較した。すべてのサンプルにおいて, シール強度は, 環境温度が高くなるほど, 低くなることがわかった。一例として, 常温におけるシール強度が70N/15mmのサンプルでは, 環境温度が120℃の条件で20N/15mmとなった。

図6に引張試験後の試料断面を比較した結果の一例を示す。常温(25℃)におけるシール強度が20N/15mmと環境温度が120℃におけるシール強度が20N/15mm(常温では70N/15mm)のサンプルを比較した。120℃におけるシール強度が20N/15mmのサンプルでは, 剥離面に“糸引き”現象が観察された。なお, 常温におけるシール強度が70N/15mmのサンプルでは“糸引き”現象は観察されなかった。

図7にCPPフィルム(厚さ:60µm)の弾性率の温度依存性を測定した結果を示す。なお, 弾性率の測定には粘弾性測定装置(DMS-6100)を用いた。弾性率は, 環境温度

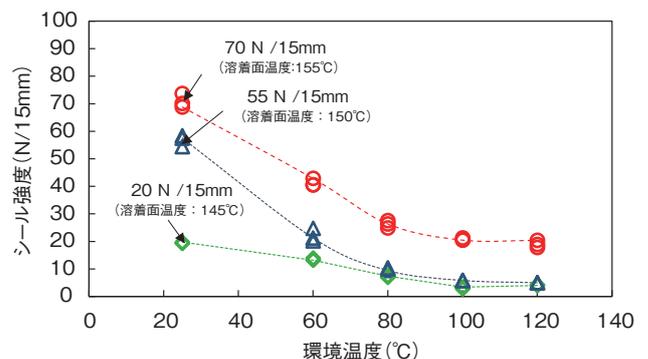


図5 シール強度の環境温度依存性 (引張速度:100 mm/min)

が高くなるほど、低下することがわかった。したがって、環境温度が高くなるほどシール強度が低くなった要因として、CPPフィルムの軟化<sup>(8-9)</sup>が挙げられる。

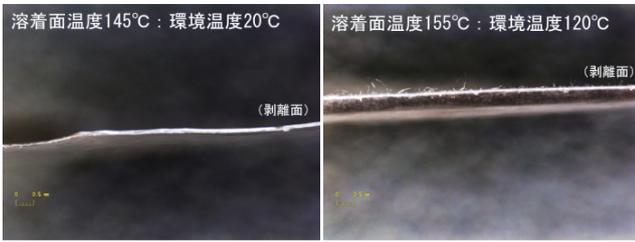


図6 引張試験後の試料断面の比較

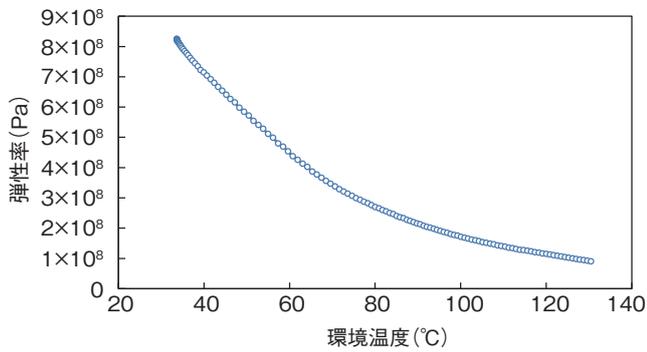


図7 弾性率の温度依存性  
(CPPフィルム, 加熱速度: 5 °C/min)

### 3.3 破裂強度に与える環境温度および容器形状の影響

図8に破裂強度に与える環境温度の影響について調べた結果について示す。なお、サイドおよびボトムにおけるシール強度はそれぞれ55N/15mm, 77N/15mmであった。また、レトルトパウチの容器形状は矩形で、内寸はトップおよびボトムが110mm, サイドが160mmであった。

図8より、トップにおけるシール強度が高くなるほど破

裂強度が大きくなることがわかった。加えて、環境温度が高くなると、破裂強度が低くなることがわかった。さらに、トップにおけるシール強度が、サイドにおけるシール強度と同等もしくは大きい条件では、サイドシールから破裂した。

また、一例として、内寸の異なるレトルトパウチ (トップ: 110mm, サイド: 70mm, トップにおけるシール強度: 60N/15mm, サイドにおけるシール強度: 55N/15mm) を用いて破裂試験を行った。その結果、トップにおけるシール強度がサイドのシール強度よりも高いにもかかわらず、長辺であるトップから破裂した。つまり、破裂は矩形における長辺で生じやすいことがわかった。

したがって、本研究で使用したレトルトパウチにおいても長辺側から破裂することを考慮すれば、トップのシール強度がサイドにおけるシール強度と同等もしくは大きくなるようなヒートシール条件を設定することが好ましいと判断できる。

例えば、ヒートジョー加熱方式では、図4より、155°Cが下限温度となる。なお、最適なヒートシール条件としては、過加熱で生じる不具合である“発泡<sup>(10-11)</sup>”や“はみ出し<sup>(12)</sup>”を防ぐように上限温度を設定すべきである。

さらに、図8より、レトルト加熱殺菌 (120°C) における容器の耐圧強度は、最適なヒートシール条件では0.026MPaとなることが示唆される。よって、レトルトパウチを対象としたレトルト加熱殺菌における運転条件の指針も示すことができた。

## 4. 結言

レトルトパウチにおけるシール強度の温度依存性について実験的に調べた。加えて、破裂強度に与える環境温度の影響を考慮した最適なヒートシール条件について検討した。

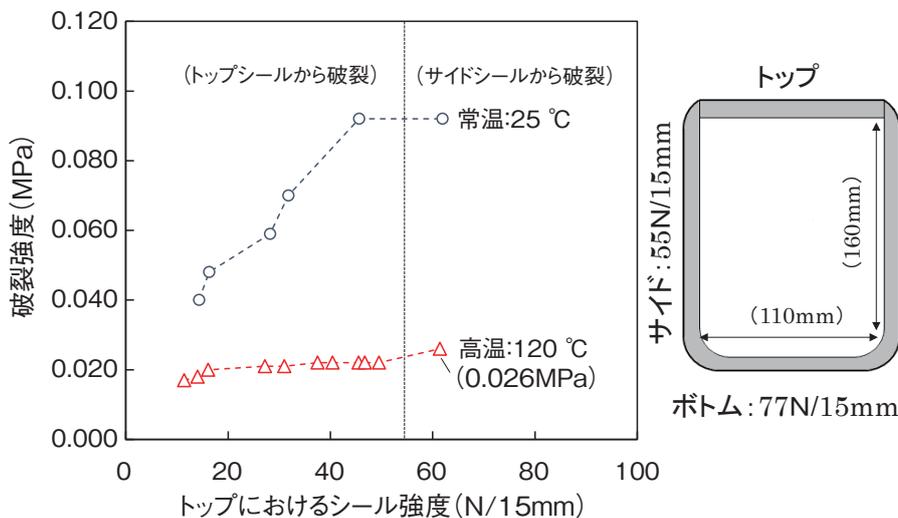


図8 破裂強度に与える環境温度および容器形状の影響

その結果、シール強度および破裂強度は、環境温度が高くなるほど、低くなることがわかった。さらに、レトルトパウチにおけるヒートシール条件として、トップのシール強度をサイドにおけるシール強度と同等もしくは大きい場合が適当であることを示した。

### 引用文献

- 1) 菱沼一夫：ヒートシールの基礎と実際, p36-52, 幸書房, (2007).
- 2) 井上保, 竹之内健, 菱沼一夫：ヒートシールにおける溶着面温度応答の推算モデルの構築. 第61回技術大会プログラム (日本缶詰協会), 3-4 (2012).
- 3) 井上保, 坂根大貴, 塩野剛：インパルスシールにおける溶着面温度応答の推算モデルの構築. 日本包装学会第24回年次大会研究発表会予稿集. 116-117(2015).
- 4) 井上保, 酒井晴絵, 塩野剛：ヒートシールにおける多段加熱方式の解析. 日本包装学会第25回年次大会研究発表会予稿集. 106-107 (2016).
- 5) 包装技術便覧, p1384-1387, 日本包装技術協会, (1983).
- 6) 菱沼技術士事務所ホームページ：  
<http://www.e-hishi.com/pdf/mtms-kit.pdf>
- 7) 容器詰加熱殺菌食品を適正に製造するためのガイドライン (GMP) マニュアル, p178-182, 日本缶詰技術協会, (2006).
- 8) 三刀基郷：図解でなっとく接着の基礎と理論, p94-121, 日刊工業新聞社, (2012).
- 9) 二瀬克規, 島本聡, 高橋賞：液体包装袋に用いるラミネートフィルムの衝撃引張力に関する研究. 日本機械学会論文集 (A編), 60巻580号, 209-214(1994).
- 10) 井上保, 中島佳史, 田中大士, 福島博：ヒートシールにおける圧力と温度の同時測定による発泡の抑制. 東洋食品工業短期大学紀要 (第2号), 15-21 (2013).
- 11) Tamotsu INOUE, Tsuyoshi SHIONO and Hiroyuki IYOTA: Effect of moisture content on bubble formation in heat sealing for plastic container. Proc. of 20th International Drying symposium. , P2-39 (7 pages on USB Memory), (2016).
- 12) 菱沼一夫：ヒートシールの基礎と実際, p53-58, 幸書房, (2007).

## Optimization of heat-sealing condition for retort pouch

Tamotsu INOUE\*, Haruka YAMAMI,  
Tsuyoshi SHIONO

Heat-sealing technology is used for plastic packaging. Multiple kinds of films are laminated together for retort pouch. However, heat sterilization process has not been considered too much for deciding heat sealing conditions.

In this study, the effect of ambient temperature on heat seal strength. In addition, optimization of heat-sealing condition was investigated with consideration of burst strength and shape of pouch.

Experimental result shows that heat seal strength and burst strength are lower when ambient temperature is higher. Moreover, we show that "top seal-strength" should be the same or more than "side seal-strength" for reaching optimum heat-sealing condition.

**Key words :** heat seal, retort pouch, temperature dependence, shape of container

## 【報告】

## アミロースの脂肪酸エステル複合体形成と静菌作用阻害

朝賀 昌志<sup>\*A</sup>, 遠田 智江<sup>B</sup>

アミロースと脂肪酸エステルの複合体形成と静菌作用に対する阻害強度の関係について検討した。

ショ糖モノパルミチン酸エステル (SmPEと略す) またはトリグリセリンモノパルミチン酸エステル (TGmPEと略す) とアミロースの混合液を121℃加熱して得られた加熱反応物がアミロース・SmPE複合体または、アミロース・TGmPE複合体であることをフーリエ変換型赤外分光光度計 (FT-IR) 及び示差走査型熱量計 (DSC) による分析で確認した。

脂肪酸エステル添加量に対するアミロース複合体形成指数 (ACI) の変化より求めたアミロースの脂肪酸エステル複合体形成能から有効脂肪酸エステル量を算出した。SmPEでは、算出した推定有効量と芽胞を形成する偏性嫌気性高温細菌である *Moorella thermoacetica* に対する静菌作用とが一致したが、TGmPEでは一致しなかった。

しかし、TGmPEとアミロースの複合体形成反応が2段階反応であることが示唆された。複合体形成反応を2段階反応として算出した推定有効量と *M. thermoacetica* に対する静菌作用とは良く一致した。

キーワード： *Moorella thermoacetica*, ショ糖モノパルミチン酸エステル, トリグリセリンモノパルミチン酸エステル, 静菌作用, アミロース複合体

## 緒言

必要な時に簡便に摂取できる容器詰め食品・飲料は、時間に追われる現代社会では必要不可欠である。とりわけ冬季には、日常生活、勤務の合間、レジャーなど種々の場面で加温販売する容器詰め食品・飲料が必要不可欠なアイテムになっている。

容器詰め食品・飲料は食中毒や変敗の防止のために殺菌が必要であるが、食品本来の品質を保持するため必要最小限の加熱殺菌を行う。冬季に販売する容器詰め食品・飲料の中には、加温販売するものもある。加温販売時の温度は耐熱性芽胞を形成する高温細菌の最適温度であるため、高温細菌による変敗を防止することが課題としてある<sup>10)</sup>。耐熱性芽胞を形成する偏性嫌気性高温細菌の中で *Moorella thermoacetica* は、形成する芽胞の耐熱性が極めて高く<sup>8)</sup>、この菌による変敗を防止するにはレトルト殺菌のみでは不十分である。汚染源となり得る砂糖原料のUV殺菌が防止法として報告されている<sup>11, 13)</sup>。一方、容器詰め食品・飲料には乳化剤を添加しているが、乳化剤の中で脂肪酸エステルは変敗原因菌にたいして静菌作用を示すことで変敗の防止に寄与している<sup>3, 12)</sup>。静菌作用を示す脂肪酸エステルとしては、ショ糖脂肪酸エステルとグリセリン脂肪酸エステルの2種類が知られている<sup>3)</sup>。しかしながら、脂肪酸エステルの静菌作用は食品成分の影響を受ける。フラットサワ

一様変敗菌の発芽および発芽後生育に対するショ糖パルミチン酸エステルまたはショ糖ステアリン酸エステルの最小阻止濃度は、TSiF培地では100mg/Lであるが、コーヒー飲料培地では300mg/L、しるこ飲料培地では5,000mg/Lである<sup>12)</sup>。また、ショ糖パルミチン酸エステルの静菌作用はデンプン、スキムミルクで阻害され、デンプンは特に強い静菌作用阻害を示す<sup>4)</sup>。このため、ポタージュスープなど高デンプン飲料では、脂肪酸エステルを高濃度で添加する必要があり、それにより製品にしみ・えぐみを与える欠点を有している。

食品成分であるデンプンはアミロースとアミロペクチンで構成されている。アミロースはらせん構造をとり、脂肪酸や一部の乳化剤などと複合体を形成し、パンなどの老化防止に寄与していることが示されている<sup>7)</sup>。アミロースは分子内あるいは分子間に多種多様な化合物を捕捉して複合体を形成する<sup>14)</sup>。デンプンと乳化剤が複合体を形成するかどうかは、乳化剤を構成する脂肪酸の構造に依存し、直鎖状の構造を持つ飽和脂肪酸エステルがデンプンとよく複合体を形成する<sup>6)</sup>。一方、cis型不飽和脂肪酸であるオレイン酸、リノール酸などのエステルはデンプンのらせん構造の内部に入り込めず複合体を形成しにくいことが報告されている<sup>16)</sup>。しかし、多価アルコール不飽和脂肪酸エステルのデンプン複合体形成能を検討した結果、乳化剤を構成する脂肪酸の構造が重要でなく、水溶液における乳化剤の分散

\*連絡先, E-mail : masashi\_asaka@shokuken.or.jp

A 現在は東洋食品工業短期大学包装食品工学科に所属

B 現在は東洋食品工業短期大学事務室所属図書館職員

状態が重要な因子と考えられ、ジ及びトリグリセリン脂肪酸エステル（ステアリン酸、オレイン酸およびリノール酸エステル）は、いずれの乳化剤分散液の調製法においてもアミロースおよびデンプンとよく複合体を形成することが報告されている<sup>18)</sup>。

前報<sup>1)</sup>で、デンプンを含む容器詰め飲料での乳化剤の低減を目的に、デンプン及びデンプンを構成する成分とその他の多糖類が脂肪酸エステルの静菌作用に与える影響を検討した。その結果、デンプン以外の多糖類であるペクチン、寒天、カラギーナン、ローカストビーンガム、グアーガム、キサントガム、ジェランガム、微結晶セルロース、大豆多糖類、大豆繊維、アルギン酸ナトリウムは阻害せず、デンプンのみが阻害する<sup>1)</sup>。デンプンの阻害はアミロースが主体で、アミロース濃度に依存する<sup>1)</sup>。このため、デンプンの静菌作用阻害はアミロース・脂肪酸エステル複合体形成によると考えられる<sup>1)</sup>。さらに、アミロース・ヨウ素複合体形成における重合度の影響<sup>14)</sup>と同様に、静菌作用に対するアミロースの阻害作用もアミロースの重合度に依存するため、アミロース・脂肪酸エステル複合体もアミロース・ヨウ素複合体と似たような複合体形成と考えられる<sup>1)</sup>。

そこで今回、脂肪酸エステルの静菌作用に及ぼすアミロース・脂肪酸エステル複合体の形成とアミロースの阻害強度の関係について検討したので報告する。

## 材料および方法

### 1. 材料

脂肪酸エステルは、三菱化学フーズ(株)製ショ糖モノパルミチン酸エステル（モノエステル95%：以後SmPEと略す）と理研ビタミン(株)製トリグリセリンモノパルミチン酸エステル（モノエステル97%：以後TGmPEと略す）を使用した。デンプンは和光純薬工業(株)製バレイショデンプン（化学用）、アミロースはSIGMA社製バレイショ由来アミロース、アミロペクチンは東京化成工業(株)製ワキシコーン由来アミロペクチンを使用した。

接種試験には(株)東洋食品研究所微生物学グループ所蔵の *Moorella thermoacetica* 菌株を用いた。

### 2. デンプン、アミロース、アミロペクチン溶液の調製法

#### 2-1) アルカリ膨潤によるアミロース水溶液の調製

山下らの方法<sup>18)</sup>に従い、アミロースの懸濁液に1N-KOHを添加して膨潤後1N-HClで中和し、純水で定量とすることで0.2%糊化溶液を得た。

#### 2-2) 加熱膨潤によるデンプン、アミロペクチン水溶液の調製

デンプン及びアミロペクチンの懸濁液を90℃以上で15分加熱後純水で定量とすることで0.2%糊化溶液を得た。

### 3. 脂肪酸エステルの静菌作用の分析

脂肪酸エステルの静菌作用強度の分析および脂肪酸エステルの静菌作用に対するデンプン関連成分の影響の分析は、前報<sup>1)</sup>の方法に従い行った。ただし、ショ糖パルミチン酸エステルP-1670（結合脂肪酸純度80%）から純度の高いSmPEに変更した。

#### 3-1) 脂肪酸エステルの静菌作用強度の分析

最終濃度で脂肪酸エステルを0.1~10mg/L添加した変法TGC培地10mLをオートクレーブで123℃、15分滅菌して試験用の培地を調製した。調製した培地に *M. thermoacetica* の芽胞を接種し（接種時芽胞濃度4.6cfu/mL）、滅菌した流動パラフィンを重ね後、100℃、10分の加熱処理、冷却後55℃で培養した。 *M. thermoacetica* の生育の有無は培地の濁りの有無で判定した。

#### 3-2) 脂肪酸エステルの静菌作用に対するデンプン関連成分の影響の分析

最終濃度で脂肪酸エステルを10mg/Lと糊化したデンプン関連成分を5mg/L~1,000mg/L添加した変法TGC培地をオートクレーブで123℃、15分滅菌して試験用の培地を調製した。調製した培地に *M. thermoacetica* の芽胞を接種し（接種時芽胞濃度4.6cfu/mL）、滅菌した流動パラフィンを重ね後、100℃、10分の加熱処理、冷却後55℃で培養した。 *M. thermoacetica* の生育の有無は培地の濁りの有無で判定した。

### 4. アミロース・脂肪酸エステル複合体の分析法

#### 4-1) アミロースと脂肪酸エステルの相互作用

アミロース・脂肪酸エステル混合溶液を121℃、15分の加熱処理、冷却後、遠心分離（25,000g、20分、10℃）で上澄液と沈殿に分離した。沈殿は熱水に懸濁後遠心分離（25,000g、20分、10℃）による洗浄を3回行い、得られた沈殿を凍結乾燥し、フーリエ変換型赤外分光光度計（FT-IR）及び示差走査型熱量計（DSC）で分析した。FT-IRはVarian 3100 FT-IR装置を用い透過法で分析した。DSCは島津DSC 60装置を用い、Al耐圧セルに試料粉末と水を充填密封後、40~150℃まで毎分10℃の昇温で分析した。

#### 4-2) アミロースの脂肪酸エステル複合体形成能の分析

アミロース・脂肪酸エステル混合溶液を121℃、15分または30分処理、冷却後遠心分離（25,000g、20分、10℃）し、上澄液と沈殿に分離した。上澄液0.5mLを純水9.5mLで希釈後ヨウ素ヨウ化カリウム溶液0.1mLを添加・混合して反応後660nmの吸光度を測定した。

アミロース複合体の分析では、アミロース複合体形成指数：ACI（Amylose Complexing Index）が使用されており、Krogらの方法<sup>6, 16, 18)</sup>に従い、吸光度を下記の式に代入してACIを求めた。

ACI = [ {(コントロールの吸光度) - (添加試料の吸光度)} / (コントロールの吸光度) ] × 100

脂肪酸エステル添加量に対するACI変化から回帰式を求め、ACIを100%にする脂肪酸エステル量を推定し、この値をアミロースの脂肪酸エステル複合体形成能とした。脂肪酸エステル複合体形成能は、アミロースが複合体形成により脂肪酸エステルを吸収する能力(脂肪酸エステルmg/アミロースg)を示す。

## 結果

### 1. 脂肪酸エステルの静菌作用とデンプン成分の影響

変法TGC培地に*M. thermoacetica*を4.6cfu/mL接種した条件下での脂肪酸エステルの最小阻止濃度(MIC)を分析した結果を表1に示した。SmPEのMICは2mg/L、TGmPEのMICは1mg/Lを示した。

前報<sup>1)</sup>では、芽胞接種濃度43cfu/mLで試験した結果、ショ糖パルミチン酸エステルP-1670のMICは4mg/L、TGmPEのMICは3mg/Lを示し、接種濃度を1桁低くするとMICも低い値を示した。

表1 *M. thermoacetica*に対する脂肪酸エステルの最小阻止濃度(MIC)分析

脂肪酸エステル (mg/L)	0	0.5	1	2	3	4	5	10
SmPE	++	++	++	--	--	--	--	--
TGmPE	++	++	--	--	--	--	--	--

注: ++は測定培地2本共に増殖, --は測定培地2本共に増殖せず

SmPEの静菌作用に対するデンプン関連成分の影響を調べた結果を表2に示した。*M. thermoacetica*はデンプン500mg/L、アミロース100mg/L以上の添加で増殖し、アミロペクチンでは1,000mg/L添加でも増殖しなかった。

表2 SmPEの静菌作用に対するデンプン関連成分の影響

	デンプン関連成分の添加量 (mg/L)						
	0	5	10	50	100	500	1,000
デンプン	--	--	--	--	--	++	++
アミロース	--	--	--	--	++	++	++
アミロペクチン	--	--	--	--	--	--	--

注: ++は測定培地2本共に増殖, --は測定培地2本共に増殖せず

TGmPEの静菌作用に対するデンプン関連成分の影響を調べた結果を表3に示した。TGmPEの静菌作用に対するデンプン関連成分の影響もSmPEに対する影響と同じ結果であった。

前報<sup>1)</sup>と同様に、脂肪酸エステルの静菌作用に対するデンプンの阻害作用はアミロースが主体であった。しかし、脂肪酸エステルの静菌効果とアミロースの阻害効果は、脂

表3 TGmPEの静菌作用に対するデンプン関連成分の影響

	デンプン関連成分の添加量 (mg/L)						
	0	5	10	50	100	500	1,000
デンプン	--	--	--	--	--	++	++
アミロース	--	--	--	--	++	++	++
アミロペクチン	--	--	--	--	--	--	--

注: ++は測定培地2本共に増殖, --は測定培地2本共に増殖せず

肪酸エステルの純度と接種菌濃度に依存して変化したため、MIC評価とアミロースの阻害評価を併せて行うことが必要であった。

### 2. アミロース・脂肪酸エステル複合体形成

アミロースとSmPEの混合物を121°Cで加熱反応させ、遠心分離により得られた沈殿物(以後これをアミロース・SmPE加熱反応物と記す)をFT-IR分析した結果を図1に示した。

アミロース・SmPE加熱反応物はSmPEのエステル結合由来のピークを1723cm<sup>-1</sup>に示した。アミロースのOH基由来の種々のピーク1079cm<sup>-1</sup>、1155cm<sup>-1</sup>、1459cm<sup>-1</sup>も示した。

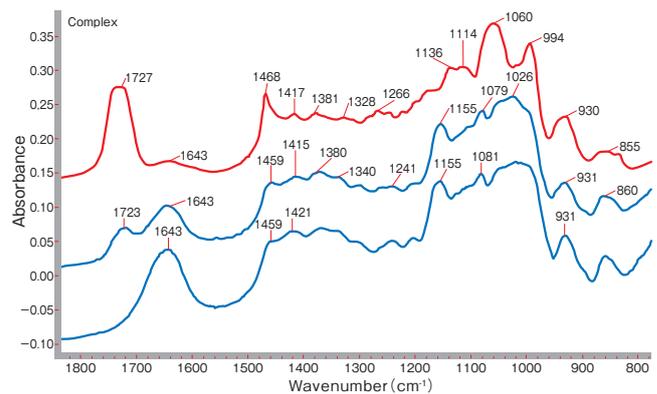


図1 アミロース・SmPEの加熱反応物のFT-IR分析結果上から順に、SmPE、アミロース・SmPE加熱反応物、アミロースをそれぞれ分析したデータを示す。SmPEは、SmPE単独でのFT-IR結果を示す。アミロース・SmPE加熱反応物は、アミロースとSmPEの混合物を121°Cで加熱反応させ遠心分離して得られた沈殿物のFT-IR結果を示す。アミロースは、アミロース単独でのFT-IR結果を示す。

アミロース・SmPE加熱反応物をDSC分析した結果を図2に示した。

アミロース・SmPE加熱反応物は104°Cに吸熱ピークを示したが、アミロース、SmPE単独および加熱処理していないアミロース・SmPE混合物(アミロース+SmPE)にはピークはなかった。アミロース・TGmPE加熱反応物もFT-IRとDSC分析を行い、同様な結果を認めた。

SmPEとTGmPEがアミロースと複合体を形成することが確認できたので、アミロースの脂肪酸エステル複合体形成能について脂肪酸エステル添加量に対するACIの変化を調べた。すなわち、アミロースとSmPEまたはTGmPE混合物

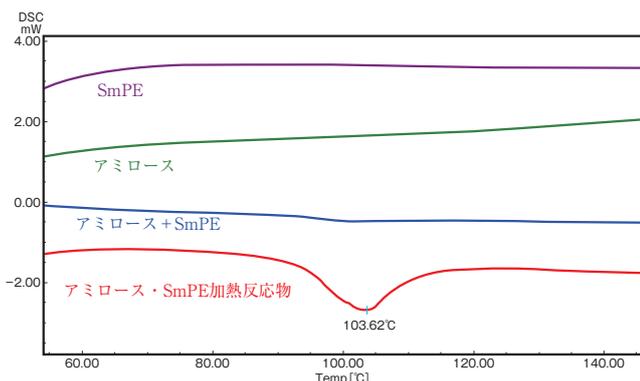


図2 アミロース・SmPE加熱反応物のDSC分析

SmPEはSmPE単独, アミロースはアミロース単独, アミロース+SmPEは未加熱のアミロースとSmPEの混合物を示す。アミロース・SmPE加熱反応物は, アミロースとSmPEの混合物を121°Cで加熱反応させ遠心分離して得られた沈殿物を示す。

を加熱反応させ遠心分離した後の上澄液のアミロースをヨウ素デンプン反応で測定した。その結果からACIを求め、脂肪酸エステル添加によるACIの変化を分析した。SmPEの結果を図3, TGmPEの結果を図4に示した。

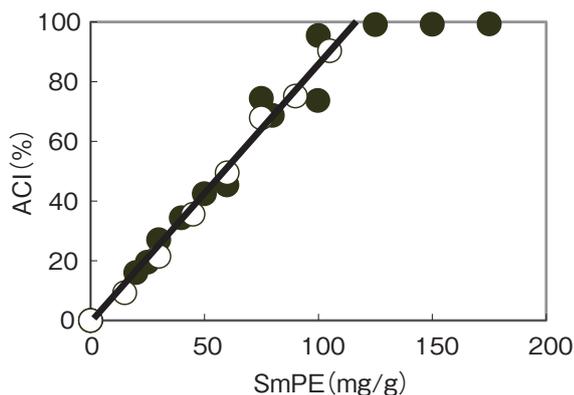


図3 SmPE添加によるACI変化

アミロースとSmPE混合物を加熱反応させ遠心分離した後の上澄液のアミロースをヨウ素デンプン反応で測定し, ACIを求めた。加熱条件は, ●:121°C, 15分と○:121°C, 30分の2条件で行った。

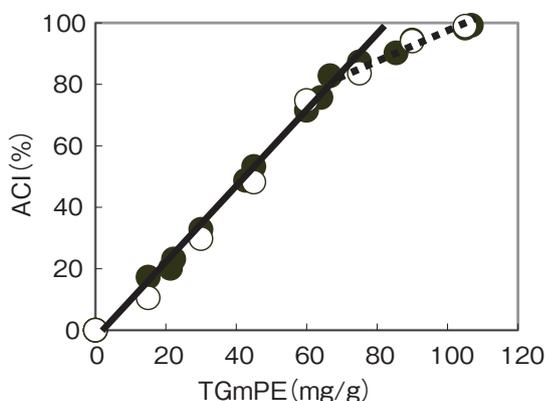


図4 TGmPE添加によるACI変化

アミロースとTGmPE混合物を加熱反応させ遠心分離した後の上澄液のアミロースをヨウ素デンプン反応で測定し, ACIを求めた。加熱条件は, ●:121°C, 15分と○:121°C, 30分の2条件で行った。

脂肪酸エステル添加によるACI変化において, 加熱時間を15分(●)と30分(○)と比較したが, ほとんど同じであり, アミロースとSmPEまたはTGmPEの複合対形成には121°C, 15分の加熱処理で充分であった(図3, 4)。1次回帰式からACIが100%となる複合体形成能を求めると, SmPEは116mg/g(図3), TGmPEは83mg/g(図4の実線)となった。しかし, TGmPEでは添加量60mg/g以上で直線からはずれ, 高濃度添加では2段階反応の可能性を示唆し, 添加量60mg/g以上の領域(破線)から求めた複合体形成能は107mg/gであった。

## 考察

### *M. thermoacetica*に対する脂肪酸エステルの静菌作用

55°C恒温貯蔵した飲料缶詰で生じたフラットサワー変敗は芽胞を形成する偏性嫌気性高温細菌による<sup>10)</sup>, この菌は*M. thermoacetica*と同定された<sup>9)</sup>。この菌の汚染源として砂糖が考えられる<sup>11)</sup>。原料からの変敗原因菌の混入防止のため, 最終製品への添加量が多い砂糖などの原料は10g当たり陰性との検査規格が提案され<sup>17)</sup>, 多くの飲料メーカーが原料規格としている。北海道の甜菜糖工場での汚染度を調べた結果, *M. thermoacetica*は陰性である<sup>13)</sup>。さらに, 砂糖液をUV殺菌することは有効である<sup>11, 13)</sup>。ことから, 工場では実際に汚染源の砂糖をUV殺菌して使用している。これらのことから考えると, 飲料缶詰の汚染度はゼロに近いとわかって低い汚染度と考える。そこで, 前報<sup>1)</sup>では, 芽胞接種濃度43cfu/mLで試験したが, 実際の汚染度に近づけるため, 接種濃度を4.3cfu/mLとした。しかし, 実験の都合上一桁までしかおとせなかった。

接種濃度を低くするとMICも低い値を示し, より実際の缶詰に近づけた条件でMICを求めることができたと考える。

### アミロースの脂肪酸エステル複合体について

山下ら<sup>18)</sup>は, 乳化剤とアミロース, デンプンの複合体形成では水溶液における乳化剤の分散状態が重要な因子と考えられ, DSC, TG/DTA, IRの分析結果よりモノグリセリンモノオレイン酸エステルもモノグリセリンモノステアリン酸エステルと同様にアミロースと複合体を形成することが認められることを報告している。

今回の試験のFT-IR, DSC分析において, アミロースとSmPEの混合物を121°C加熱処理して得られた加熱反応物をそれぞれの単体および未加熱の混合物と比較した。FT-IRの結果より(図1), 加熱反応物は脂肪酸エステルのエステル結合とアミロースのOH基由来の種々のピークを示すことから両成分を含む。さらに, DSC分析の結果より(図2), アミロース・SmPE加熱反応物のみが104°Cに吸熱ピークを示し, それぞれの単体と未加熱の混合物は吸熱ピークを示さなかった。これらのことから, アミロース・SmPE加熱反応物はアミロースとSmPEの両方を含み相互作用してい

る, すなわち, アミロース・SmPE複合体であることが示唆された. 同様に, アミロース・TGmPE加熱反応物についてもFT-IR, DSC分析から同様のことが示唆された.

飽和脂肪酸とアミロースの複合体では, 脂肪酸の炭化水素のみがアミロースのらせん構造内に入る構造が推察されている<sup>2, 14)</sup>. 今回得られたSmPEまたはTGmPEのアミロース複合体も脂肪酸エステルの脂肪酸の炭化水素部分かららせん構造内に取り込まれた同様な構造と推察する.

脂肪酸エステルの添加量に対するACIの変化より求めたアミロースの脂肪酸エステル複合体形成能を考察する.

図3より求めたSmPEに対する複合体形成能116mg/gは, アミロース1g当りに結合するSmPEのモル数としては0.19mmol/gとなる. 一方, 図4の実線より求めたTGmPEに対する複合体形成能83mg/gは, アミロース1g当りに結合するTGmPEのモル数としては0.17mmol/gとなる. SmPEとTGmPEの各々に対する複合体形成能は, モル数としてはほぼ同数となり, 脂肪酸エステルの疎水性領域となる炭化水素部がアミロースのらせん構造内に取り込まれる上限と推察する.

しかしながら, TGmPEは高濃度添加で2段階反応の可能性が示唆された. 添加量60mg/g以上の領域(破線)から求めた複合体形成能は107mg/gとなった. モル数では0.22mmol/gとなる. らせん構造内への取り込みが飽和と考えると, 2段階反応目でのTGmPEのアミロースへの複合体形成はらせん構造以外での相互作用となる. 加熱処理で形成される複合体を遠心分離で除去した上澄液に残るアミロースの割合をACIは示している. このため, 添加量が60mg/g以上と多いTGmPEの時は, 加熱処理で形成される複合体の周囲に残るTGmPEがアミロース・複合体と別形態の複合体を形成するものと考え. TGmPEとSmPEの分子構造の違いを見ると, 親水性領域が異なり, TGmPEは直鎖のトリグリセリンである. この直鎖の親水性領域がアミロースとの相互作用に関係すると推察するが, この複合体がどのような構造であるか明らかでない.

#### アミロースの脂肪酸エステル複合体形成能と静菌作用阻害

SmPEとTGmPEがアミロースと複合体を形成することが確認できたので, 脂肪酸エステル添加によるACI変化より求めたアミロースの脂肪酸エステル複合体形成能を用い, 有効脂肪酸エステル濃度を推定し, 表2, 3で調べたアミロースの静菌作用阻害との関係を考察した. 図3で求めたSmPE複合体形成能より推定した有効SmPE濃度と静菌効果の関係を表4に示した.

有効SmPE濃度は, アミロース50mg/Lで4.2mg/L, アミロース100mg/Lで0mg/Lと推定され, アミロース50mg/L添加区ではMICより高く, 100mg/L添加区ではMICより低い値であり, 菌の増殖結果と一致した.

図4における添加量60mg/g以下の領域(実線)から求めた複合体形成能より推定した有効TGmPE濃度と静菌効果の関係を表5に示した.

表4 推定有効SmPE濃度と静菌効果との比較

脂肪酸エステル (FE)	SmPE	
SmPEのMIC (mg/L) (表1)	2	
アミロース濃度 (mg/L)	50	100
菌増殖 (表2)	--	++
SmPE添加量 (mg/L)	10	10
推定SmPE吸収濃度 (mg/L)	5.8	11.6
推定有効SmPE濃度 (mg/L)	4.2	0

推定SmPE吸収濃度: SmPE複合体形成能 (116mg/g) × アミロース濃度 / 1000

表5 推定有効TGmPE濃度と静菌効果との比較

脂肪酸エステル (FE)	TGmPE	
TGmPEのMIC (mg/L) (表1)	1	
アミロース濃度 (mg/L)	50	100
菌増殖 (表3)	--	++
TGmPE添加量 (mg/L)	10	10
推定TGmPE吸収濃度 (mg/L)	4.2	8.3
推定有効TGmPE濃度 (mg/L)	5.8	1.7

推定TGmPE吸収濃度: TGmPE複合体形成能 (83mg/g) × アミロース濃度 / 1000

有効TGmPE濃度は, アミロース50mg/Lで5.8mg/L, アミロース100mg/Lで1.7mg/Lと推定され, アミロース50mg/L添加区ではMICより高いが, 100mg/L添加区でもMICより高い値であり, 100mg/L添加区は菌の増殖結果と一致しなかった.

そこで, アミロース・TGmPE複合体形成反応を2段階反応として, 図4における添加量60mg/g以上の領域(破線)から求めたTGmPE複合体形成能より推定した有効脂肪酸エステル濃度と静菌効果の関係を表6に示した.

表6 推定有効TGmPE濃度と静菌効果との比較

(アミロースの複合体形成反応を2段階反応として推算)

脂肪酸エステル (FE)	TGmPE	
TGmPEのMIC (mg/L) (表1)	1	
アミロース濃度 (mg/L)	50	100
菌増殖 (表3)	--	++
TGmPE添加量 (mg/L)	10	10
推定TGmPE吸収濃度 (mg/L)	5.4	10.7
推定有効TGmPE濃度 (mg/g)	4.6	0

推定TGmPE吸収濃度: TGmPE複合体形成能 (107mg/g) × アミロース濃度 / 1000

有効TGmPE濃度は, アミロース50mg/Lで4.6mg/L, アミロース100mg/Lで0mg/Lと推定され, アミロース50mg/L添加区ではMICより高く, 100mg/L添加区ではMICより低い値であり, 菌の増殖結果と一致した.

以上, TGmPEの静菌作用に対するアミロースの阻害効果の推定は, アミロース・TGmPE複合体形成反応を2段階反応とした複合体形成機構を採用することで, 可能となった. これにより, 製造する食品・飲料のレシピよりアミロース含有量が確認できれば, アミロースと複合体形成す

る脂肪酸エステル量が推定できる。これは、静菌作用を示すために必要となる最小添加量も推定できることを意味する。

一例としてコーンポタージュスープ缶詰のレシピを元に、原料に含まれるアミロースのSmPE複合体形成量を推定した。その結果を表7に示す。

コーンポタージュスープ缶詰に使用される原材料の内アミロースを含むデンプンは、コーンピューレとスープベースに添加されている増粘多糖類である。コーンピューレをスイートコーン缶詰ホールカーネルスタイルから調製したとすると七訂食品成分表2016<sup>5)</sup>よりデンプン量は5.7g/100gとなり、アミロース含有割合25%とすると<sup>15)</sup>、SmPE吸収量は162.4mgとなる。

一方、スープベースに含まれる増粘多糖類をコーンデンプンと仮定すると、SmPE吸収量は661.2mgとなる。このことは、スープベースに含まれる増粘多糖類をアミロペクチン100%のモチ種もしくは前報<sup>1)</sup>で脂肪酸エステルの静菌作用に対して阻害を示さなかったデンプン以外の多糖類に変更することで、SmPEまたはTGmPEの静菌作用に対する阻害を抑制でき、これらの乳化剤の低減に貢献できると考えられる。

表7 コーンポタージュスープ缶詰での原料中のアミロースによるSmPE複合体形成量の推定

原材料	割合	アミロース含有量	SmPE吸収量
牛乳	100g	-	-
コーンピューレ*	100g	1.4g	162.4mg
スープベース**	80g	5.7g	661.2mg
全体	1,000g	7.1g	823.6mg

\*) コーンピューレのSmPE吸収量は、七訂食品成分表2016資料編のスイートコーン缶詰ホールカーネルスタイルのデンプン含有量(5.7g/100g可食部)<sup>5)</sup>に、コーンデンプンのアミロース含有割合25%とし<sup>15)</sup>、求めたアミロース含有量にSmPE複合体形成能(116mg/g)をかけて求めた。コーンのアミロースの複合体形成能はバレイシヨのアミロースと同様とした。

\*\*) スープベースのデンプン含有量は28.5g/100gであり(スープベース製造会社の情報より)、デンプンをコーンデンプンと仮定し、アミロース含有割合25%とし<sup>15)</sup>、求めたアミロース含有量にSmPE複合体形成能(116mg/g)をかけて求めた。コーンのアミロースの複合体形成能はバレイシヨのアミロースと同様とした。

ただし、推定した2段階反応のアミロース・TGmPE複合体形成反応については、その反応の詳細および推察されるらせん構造内にエステルの脂肪酸が配置される構造以外にどのような構造があるか明らかでなく、今後の検討課題である。

## まとめ

脂肪酸エステルの静菌作用は脂肪酸エステルの純度、接種時の芽胞濃度に依存した。

アミロースと脂肪酸エステル(SmPEまたはTGmPE)の加熱沈殿物がアミロース・SmPE複合体または、アミロース・TGmPE複合体であることをFT-IR、DSC分析で確認

した。

脂肪酸エステル添加量に対するACIの変化より求めたアミロースの脂肪酸エステル複合体形成能から有効脂肪酸エステル量を算出した。SmPEでは、算出した推定有効量と*M. thermoacetica*に対する静菌作用とが一致したが、TGmPEでは一致しなかった。

しかし、TGmPEとアミロースの複合体形成反応が2段階反応であることが示唆された。複合体形成反応を2段階反応として算出した推定有効量と*M. thermoacetica*に対する静菌作用とは良く一致した。

## 謝辞

この研究は(財)東洋食品研究所在籍中に東洋製罐(株)テクニカル本部の受託研究として行った研究の一部であり、発表を認めていただいた公益財団法人東洋食品研究所ならびに東洋製罐(株)テクニカル本部に深謝いたします。

## 引用文献

- 1) 朝賀昌志, 遠田智江: 脂肪酸エステルの静菌作用に対するデンプンの阻害. 東洋食品工業短期大学・東洋食品研究所報告書, 27, 71-76 (2009)
- 2) Godet, M. C., Buleon, A., Tran, V. and Colonna, P.: Structural features of fatty acid-amylose complexes. *Carbohydr. Polymers*, 21, 91-95 (1993)
- 3) 池上義昭, 中尾まり, 村山寿美江, 後藤隆子: 好熱性細菌に対する乳化剤の抗菌作用. 東洋食品工業短期大学・東洋食品研究所報告書, 17, 65-75 (1985)
- 4) 池上義昭, 太田智子: シュガーエステルの抗菌作用 - II シュガーエステルの抗菌作用に及ぼす諸因子. 東洋食品工業短期大学・東洋食品研究所報告書, 16, 101-105 (1985)
- 5) 香川芳子監修: 七訂食品成分表2016資料編. p341, 女子栄養大学出版部 (2016)
- 6) Krog, N.: Amylose Complexing Effect of Food Grade Emulsifiers. *Stärke*, 23, 206-210 (1971)
- 7) 久下喬: デンプンと脂質の相互作用. 食品の品質と成分間反応, p140-143, 並木満夫, 松下雪郎編, 講談社, 東京 (1990)
- 8) 松田典彦, 増田寛行, 駒木勝, 松本直起: “しるこ”及びミルクコーヒー缶詰から分離した高温性偏性嫌気性有芽胞細菌. 食衛誌, 23, 480-486 (1982)
- 9) Nakayama, A., Kadota, H. and Sonobe, J.: Classification and Identification of the Bacteria Causing Obligate - Anaerobic Flat Sour Spoilage. Report of Toyo Junior

College of Food Technology and Toyo Institute of Food Technology, 16, 51-63 (1985)

- 10) Nakayama, A., Samo, S. : Evidence of "Flat Sour" Spoilage by Obligate Anaerobes in Marketed Canned Drinks. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 46, 1117-1123 (1980)
- 11) Nakayama, A., Shinya, R. : Influence of Ultraviolet Irradiation on Spores of Obligate Anaerobes Causing Flat Sour Spoilage of Canned Drinks (A New Type of Flat Sour Spoilage. IV). J. Food Hyg. Soc. Japan, 22, 415-420 (1981)
- 12) Nakayama, A., Sonobe, J. and Shinya, R. : Effects of Sucrose Esters of Fatty Acids on Flat Sour Spoilage by Obligate Anaerobes. (A New Type of Flat Sour Spoilage. VI). J. Food Hyg. Soc. Japan, 23, 25-32 (1982)
- 13) 中山素一, 佐藤惇, 青山冬樹, 江崎英剛, 加藤一郎, 西尾和晃, 藤田康弘, 山中実喜子, 成田忍, 堀江和峰, 菊池早恵子, 出口憲一郎 : 甜菜糖の耐熱性細菌芽胞の汚染評価と紫外線殺菌による不活性化. 缶詰時報, 96, 401-418 (2017)
- 14) 小川宏蔵, 河田順平 : シングルらせん構造. 澱粉科学の事典, 不破英次, 小巻利章, 檜作進, 貝沼圭二編, p49-58, 朝倉, 東京 (2003)
- 15) 大阪教育センター : 試薬の物性データ集. <http://www.osaka-c.ed.jp/kak/rikal/subj-db/db-37.htm> (2017年8月25日)
- 16) Riisom, T., Krog, N. and Eriksen, J. : Amylose complexing capacities of *cis*- and *trans*-unsaturated monoglycerides in relation to their functionality in brea. *J. Cereal Science*, 2, 105-118 (1984)
- 17) 田中光幸, 松岡正明, 幸形正 : 低酸性飲料缶詰の変敗原因菌の汚染源. 缶詰時報, 67, 1278-1283 (1988)
- 18) 山下政統, 足立秀哉, 中村武嗣, 徳力尚美 : 多価アルコール不飽和脂肪酸エステルの澱粉複合体性能. 日食工誌, 47, 112-119 (2000)

## Inhibitory Effect of Amylose to Bacteriostasis of Fatty Acid Ester and Formation of Amylose-Fatty Acid Ester Complex

Masashi Asaka\* and Tomoe Enda

It was investigated that the relation of the inhibitory effect of amylose to bacteriostasis of fatty acid ester and formation of amylose-fatty acid ester complex.

The sucrose monopalmitate (SmPE) or triglycerin monopalmitate (TGmPE) were used as fatty acid ester. The amylose and SmPE or TGmPE mixture solutions were heated at 121°C and then the heated products were obtained by centrifugation of the heated mixture solutions. It was confirmed that the heated products were amylose-complexes of SmPE or TGmPE, respectively, by FT-IR and DSC analysis.

The remained amyloses in supernatants of heated mixture solutions were reacted as iodine-starch reaction and then measured the absorbance at 660nm. Amylose-complexing-index (ACI) was calculated with these absorbance. The capacity of amylose capturing SmPE was estimated as SmPE concentration when ACI became 100% from relationship to the amount of SmPE and ACI. The amount of unrestricted SmPE was subtracted the capacity of amylose capturing SmPE from total SmPE. The amount of unrestricted SmPE conformed the bacteriostasis of SmPE to *Moorella thermoacetica*. Conversely, the amount of unrestricted TGmPE did not conform the bacteriostasis of TGmPE to *M. thermoacetica*. However, on the assumption that reaction of amylose capturing TGmPE was two stage reaction, the amount of unrestricted TGmPE conformed the bacteriostasis of TGmPE to *M. thermoacetica*.

**Key words :** *Moorella thermoacetica*, Sucrose-monopalmitate, Triglycerin-monopalmitate, Bacteriostasis, Amylose-complexing

【資料】

## 二重巻締め法の密封性について

福島 博\* 高岡 誠

缶詰を密封する方法は二重巻締め法と呼ばれ、巻締め寸法を精度良く管理し、その後殺菌を行う事で、長期保存しても中身の変化がほとんどない缶詰が出来上がる。今回巻締め寸法のTC寸法、T寸法のばらつきと密封性の関係を調査した結果、TC寸法よりT寸法の影響が大きいことが確認できた。また、密封性評価法として2種類の方法を比較した結果、染色法に比べ、ヘリウムリーク試験の方が精度良く検出できることが判明した。またレトルト殺菌も密封性に影響を与えることが再認識された。今後、寸法だけでなく、巻締め形状やシーリングコンパウンドの影響も調査し、密封性との関係を明らかにする必要がある。二重巻締め法は確立された技術ではあるが、今後も調査を継続し、データを蓄積し、巻締め理論として体系化する必要がある。

キーワード：二重巻締め法、密封性、巻締め寸法

### 緒言

缶詰を密封する方法は二重巻締め法と呼ばれ、1896年(明治29年)にチャールス・アムスとジュリアス・ブレンジナーの二人が「サニタリー缶」を考案したのが始まりである。100年以上も昔の技術であるが、今とほとんど変わらず完成技術として確立されていた。

図1に二重巻締めの3要素を示す。巻締めにはシーマーと呼ばれる巻締め機械が使用されるが、それは形が違えども、巻締めの3要素と呼ばれるロール、チャック、リフターを必ず備えている。リフターに缶を乗せ、チャックで蓋と缶胴を挟み込み固定する。図2のように缶蓋のカール部と缶胴のフランジを外側から抱き合わせるように巻き込み(1st巻締め)、次に圧着(2nd巻締め)して缶蓋と缶胴を一体化(接合)し、缶蓋のカール内面に塗布されているシー

リングコンパウンドを圧縮して缶容器に密封性を保たせる方法である。この方法により缶詰の中身が漏れないことはもちろん、外から微生物等に汚染されることもない<sup>1) 3)</sup>。図3に示す各巻締め寸法を規格内で精度良く管理し、密封後に殺菌を行う事で、長期保存しても中身の変化がほとんどない、何時でも美味しく食べられる缶詰ができあがる。

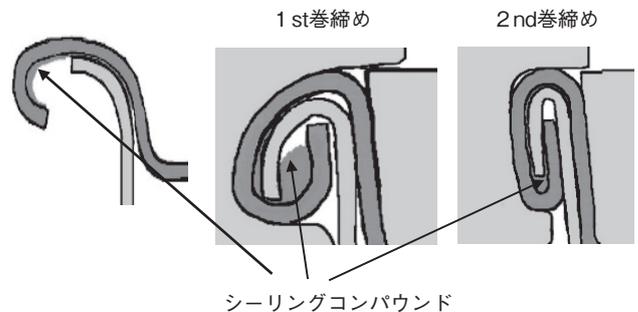


図2 二重巻締め法<sup>3)</sup>

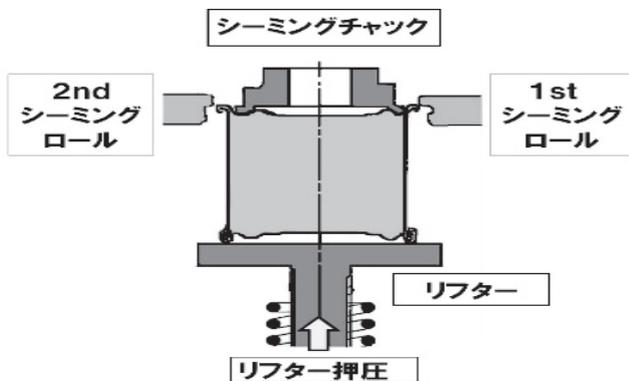


図1 巻締めの3要素<sup>3)</sup>

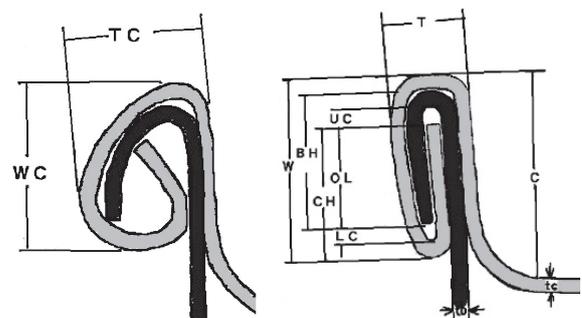


図3 二重巻締め各寸法<sup>3)</sup>

これほど長期保存に適した容器はないと言える。

本学包装食品工学科では二重巻締め法の実習として、各巻締め寸法の調整を行っている。ここで規格という寸法を考えた時、我々が調整で目指す規格寸法には平均値と公差が設定されている。この平均値と公差はどのように決められたのだろうか。蓋と缶胴の材料厚みから計算される理論値と、実際に巻締めたときの実測値、機械的なばらつきを考慮し数多くの寸法データの平均値と標準偏差を計算し、統計的な確率の考え方から標準偏差の数倍を公差範囲として設定したと考える。また密封性の確認として、寸法の最大値でも漏れない事と経時保存試験等を実施し中味の確認も行ったと推定される。しかしその実験データは開示されていない。そこで今回巻締め寸法のばらつきと密封性能の関係を調査した。また併せて密封性評価法についても、二つの方法を比較検討した。

### 材料及び方法<sup>2)</sup>

#### 1. サンプル缶作成

缶型K7WZ181を使用し、巻締め寸法のシックネスオブカバー (TC) 寸法とシックネス (T) 寸法を変化させた、9種類のサンプル缶を作成した (表1を参照)。ヘッドスペースを10mmに設定し95℃でホットパックし120℃で30分の静置式蒸気殺菌を行った。

#### 2. 密封性評価方法

##### 1) 巻締め部染色法

顔料13.2gを溶剤1,000mlに溶かして染色液を作成した。巻締め部隙間に染色液を塗り、缶に外圧 (0.8Mpa-5分) をかけて染色液を巻締部に浸透させた。乾燥後に巻締め部を剥いてボディーフック (BH) 部の染色程度を評価した (図4を参照)。

##### 2) ヘリウムリーク試験法 (真空法)

缶中味を廃棄後、乾燥させて試験サンプル缶を作成した。缶をステージ台に乗せ、缶内を真空にして、缶内圧力

を読み取った。巻締部にヘリウムを吹きかけて缶にヘリウムを浸透させ、圧力が初期値より増加した場合は漏洩とし、缶内圧力の増加が大きいほど漏洩の程度が大きいと判断した (図5を参照)。



図4 染色試験法

- ① 染色液を巻締部に付着させる。
- ② 缶をホルダーにセットし固定する。
- ③ 乾燥後巻締め部をペンチで剥きボディーフック (BH) 部の染色状態を観察する。



図5 ヘリウムリーク試験機

表1 サンプル缶作成明細と寸法測定結果 (赤色部は規格外)

( )内は各寸法の基準値

サンプル	狙った寸法		TC (1.95±0.04mm)	T (1.27±0.03mm)	BH (2.02±0.10mm)	CH (1.90±0.20mm)	OL (1.00mm以上)	ST (75%以上)
	TC寸法	T寸法						
①	TC基準 (1.95)	T基準(1.27)	1.95	1.27	2.07	1.97	1.28	90
②		T+0.1	1.94	1.36	2.00	1.82	1.32	50
③		T+0.3	1.94	1.57	1.93	1.68	1.20	30
④	TC+0.1	T基準(1.27)	2.06	1.26	2.07	1.90	1.28	80
⑤		T+0.1	2.04	1.37	2.03	1.80	1.25	60
⑥		T+0.3	2.04	1.56	1.92	1.65	1.18	40
⑦	TC+0.3	T基準(1.27)	2.25	1.26	2.13	1.83	1.23	80
⑧		T+0.1	2.24	1.37	2.07	1.70	1.18	50
⑨		T+0.3	2.25	1.58	0.01	1.58	1.08	20

結果

1. サンプル缶作成条件と寸法測定結果

サンプル缶はほぼ狙い通りの規格値寸法、規格値+0.1mm、規格値+0.3mmで作成できた。基準寸法以外はシームタイトネス(ST)が規格外となった。T基準+0.3mmの条件ではカバーフック(CH)も規格外となった(表1を参照)。寸法が大きくなるにつれ1st, 2ndの巻締め形状も大きく変化していき、CHが短くなるに従い、オーバーラップ(OL)も短くなった。またBHとCHの間隙が大きくなり、STが小さくなった(図6を参照)。

2. 染色法試験結果

TC寸法に関係なく、T寸法が基準寸法では漏れはない。T寸法が+0.1mm、+0.3mmと大きくなるにつれ染色程度も大きくなり、TC+0.1mm、T+0.3mmの条件で漏洩していた

(表2を参照)(図7を参照)。

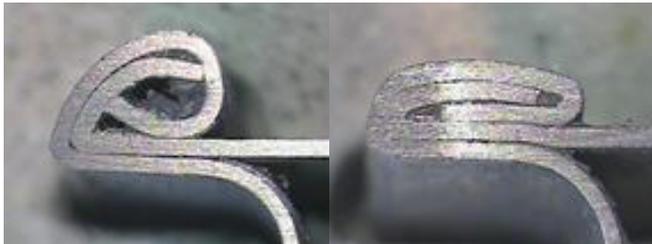
3. ヘリウムリーク試験結果

傾向は染色法と同じであり、レトルト有りの結果では、T寸法が+0.1mm、+0.3mmと大きくなるにつれ圧力増加量も大きくなり、TC寸法に関係なくT+0.3mmはすべて漏洩していた(表2を参照)。

4. レトルト殺菌有り、無しと密封性の関係

今回はレトルト有り無しでサンプルを作成し、レトルト殺菌が巻締めに及ぼす影響も調査した。その結果、レトルト殺菌有りの方が漏洩した缶、漏れまではいかないものの漏れそうになった缶、共に多く発生した(表2を参照)。

サンプル①基準寸法の巻締め形状  
1st 2nd



サンプル⑨TC+0.3mm T+0.3mm  
1st 2nd



図6 代表的な巻締め形状

①染色無し ⑨2/4染色 ③3/4染色 ⑥4/4染色(漏洩)

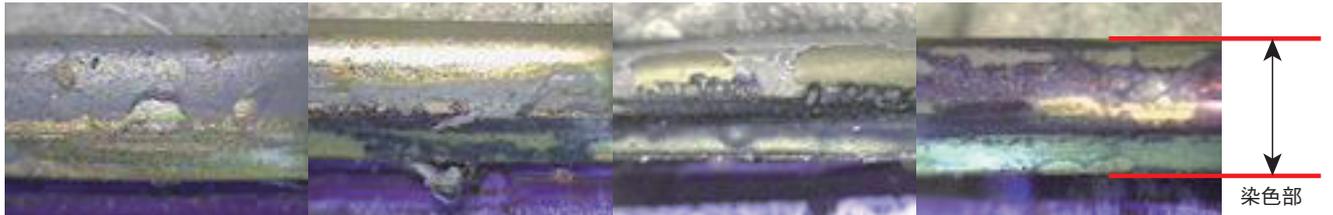


図7 ボディーフック(BH)部染色状態

表2 密封性評価結果(赤色部漏洩)

tb=0.220, tc=0.210		レトルト無し		レトルト有り		
番号	狙った寸法	ヘリウム	ブルーダイ	ヘリウム	ブルーダイ	
①	TC基準	T基準	3×10 <sup>-8</sup>	染色無し	3×10 <sup>-8</sup>	染色無し
②		T+0.1	3×10 <sup>-8</sup>	染色無し	3×10 <sup>-8</sup>	1/4染色
③		T+0.3	3×10 <sup>-4</sup>	染色無し	9×10 <sup>-5</sup>	3/4染色
④	TC+0.1	T基準	4×10 <sup>-8</sup>	染色無し	2×10 <sup>-8</sup>	染色無し
⑤		T+0.1	1×10 <sup>-7</sup>	染色無し	5×10 <sup>-8</sup>	2/4染色
⑥		T+0.3	2×10 <sup>-6</sup>	2/4染色	2×10 <sup>-5</sup>	4/4染色
⑦	TC+0.3	T基準	3×10 <sup>-8</sup>	染色無し	2×10 <sup>-8</sup>	染色無し
⑧		T+0.1	1×10 <sup>-7</sup>	染色無し	5×10 <sup>-8</sup>	1/4染色
⑨		T+0.3	2×10 <sup>-8</sup>	染色無し	2×10 <sup>-7</sup>	2/4染色

## 考 察

### 1. TC寸法, T寸法と密封性の関係

TC寸法よりT寸法の影響が大きいと言える。T寸法が大きいとSTが規格外になりCHにしわが多く発生し、隙間が生じたのが原因だと考えられる。またTC寸法, T寸法が大きいとCHが短くなり、OLも短くなるのでヘリウムや染色液が内部に浸透するまでの距離が短くなった事も原因である。このことからやはりTC寸法, T寸法は密封を保つ上で非常に重要だということが再確認された。

### 2. 巻締め部染色法とヘリウムリーク試験法の比較

今回は密封性を評価するために巻締め部染色法とヘリウムリーク試験法の二つを用い比較した。その結果、染色法では漏洩していない③の条件3/4染色と⑨の条件2/4染色でも、ヘリウムリーク試験法では明らかに漏洩しており、巻締め部染色法よりもヘリウムリーク試験法のほうが精度が良く優れている(表2を参照)。これは染料分子が13.5Åに対してヘリウムの分子は0.62Åと20倍程小さくかつ気体のため軽く、ヘリウムのほうが隙間に入りやすいので微少な隙間でも検出可能ということが言える。また染色法は評価の際にペンチ剥きをするので、染色部分が汚れて浸透程度が判断しにくいこともある。使い易さからもヘリウムリーク試験のほうが優れていると言える。但し染色法の利点としては漏洩経路が目で見えて解るという利点はある。目的によって使い分ける必要がある。

### 3. レトルト殺菌と密封性の関係

レトルト殺菌で加熱、冷却をすることで缶内が陽圧、陰圧になり、巻締め部が影響を受け漏れやすくなったと言える。また熱によるシーリングコンパウンドへのダメージも考えられる。

## 結 言

今回の調査で改めて、規格寸法の重要性が再認識された。今回のような基準値プラス0.1mm, 0.3mmという大きな寸法の変動を起こせば、漏洩する危険性は高まることが解った。しかし缶詰製造現場などでの巻締め寸法の通常の公差はプラスマイナス0.03~0.06mm程度で管理設定されており、どんなに寸法変動しても0.1mmを超えることは確率的には限りなくゼロに近い。しかも0.1mmの変動でも漏洩には至らない。設定寸法の間違いや測定間違いによる寸法の変動は論外だが、通常生産で規格寸法の範囲内であれば二重巻締め法は確実な密封方法であると言える。また巻締めはレトルト殺菌の影響を受ける可能性があることが再確認された。レトルト殺菌での加熱冷却時の巻締め部の形状変化をより少なくする必要がある。形状変化の程度は巻締めの形状に大きく影響されることも解っている。ヘリウムリーク試験は染色試験に比べ精度が高く、時間もあまり

かからない事が判明した。但し缶内を真空に引く際に、缶が多少収縮する為、それが密封性評価にどう影響するかは不明である。今後はヘリウムリーク真空法ではない方法、例えば試験体にヘリウムガスを充填する吸い込み法<sup>4)</sup>(スニッファー法)等も検討していく。今回の調査では巻締め寸法のみ検討を行ったが、二重巻締めの密封性の保持にはシーリングコンパウンドの影響も大きく、寸法形状とシーリングコンパウンドを含めて、密封性の関係を明らかにする必要がある。おそらく各容器会社、缶詰製造会社ではさまざまな知見・データが蓄積されていると思われるが、すべてが世の中に開示されているとは言えない。二重巻締め法は確立された技術ではあるが、理論化、数値化、データの開示等まだまだ不十分な所もある。今後更に調査を行い、データを蓄積し、巻締め理論として体系化する必要がある。

## 参考文献

- 1) 缶詰びん詰レトルト食品協会, 日本製罐協会, 缶詰用金属缶と二重巻締め(新訂Ⅱ版)
- 2) 高岡誠, 福島博, 巻締め寸法と密封性の関係, 東洋食品工業短期大学卒業研究報告書, 1-5 8-11 14-21 29-30 (2013)
- 3) 福島博, 二重巻締め法, 東洋食品工業短期大学, 日本包装学会誌, Vol23 No.6 455(2014)
- 4) 最新の漏れ検知・検査技術 2) ヘリウムリークディテクタの試験方法と活用例, Vol19 No.11 75-79 (2014.11.01)

## Sealability of double seaming method

Hiroshi Fukushima\*, Makoto Takaoka

The Sealing method for canning is called double seaming method, the seaming dimension is managed with high precision, and after that sterilization makes it possible to make the contents hardly change even after storage for a long time. In this time, we examined the relationship between the change of seaming dimension and sealability, and compared the two airtightness evaluation methods.

As a result of investigating the relationship between TC dimension and T dimension variation and sealability this time, it was confirmed that the influence of T dimension is larger than TC dimension. In addition, as a result of comparing the two methods as the sealing property evaluation method, it was found that the helium leak test can be detected more accurately than the dyeing method.

We also reconfirmed that retort sterilization will also affect sealability. In future, it is necessary to investigate not only the dimension but also the influence of the seaming shape and the sealing compound, and to clarify the relationship with the sealability. The double seaming method is an established technology, but it is necessary to continue investigation, accumulate data, and organize it as a seaming theory in the future.

**Key words :** double seaming method, sealability,  
seaming dimension

【その他】

## 蛍光ハンドローションを用いた手洗い教室

稲津 早紀子\*, 松永 藤彦

小学生・中学生・高校生の手洗い行動について花王生活者研究センターが行った調査では、年齢が高くなるほど石鹸の使用率が下がり、手洗い時間も短くなる傾向が報告されている<sup>1)</sup>。手洗いに対する意識が低く、正しい手指の洗い方が習慣化されていないのが現状である。

食中毒や感染症などを予防するためのもっとも基本となるのが手洗いである。ただし、手洗いの効果を得るためには正しい手洗い方法を身につけておかなければならない。そのためには幼少期からの教育が重要である。手洗いの効果を体感することは難しいが、効果が可視化できれば意識の持続が可能になると考える。

そこで我々は今回、園児を対象に蛍光ハンドローションを用いた手洗い教室を実施した。体験型学習を通じて手洗いの大切さと正しい手洗い方法について伝えることが目的である。ここでは、5歳児を対象とした手洗い教室の内容と成果について報告する。

キーワード：体験型学修、手洗い、蛍光ハンドローション、5歳児、衛生意識向上

### 実施内容

2016年6月、吹田市内の保育園で5歳児25名を対象とした手洗い教室を実施した。手洗いの検証にはサラヤ株式会社の手洗いチェッカーを用いた、専用ローションを手についた汚れに見立てて塗り、手洗い後特殊ライト（ブラックライト）にかざすと洗い残しが光り、適切な手洗いができるか確認することができる<sup>3)</sup>。

まずはじめに、パネルを使用しながら「いつ手洗いをしていますか?」、「なぜ手洗いをするのですか?」、「手を洗わないとどうなりますか?」といった手洗いに関する基

本的な問いかけを行った。園児はこれらの質問に対して活発に意見を述べ、手洗いの重要性に関する理解や意識を有していることがわかった（図1）。保育園では手洗い場に手洗い方法を示した図が掲示されており、普段から衛生管理を意識した教育が行われているためではないかと感じた（図2）。

次に、手洗い効果の検証を行った。まず、蛍光塗料入りの専用ローションを手指全体に塗った後、ブラックライトにかざし、手指が光っていることを確認した。そして、その光りを汚れに見立てることを園児に認識させた。専用ハンドソープを用いて、普段通りに1回目の手洗いを行っ



図1 手洗いに関するディスカッション風景



図2 保育園で実施している手洗い方法

た。手洗いが終了した園児からブラックライトを用いて手洗い効果の検証を行った(図3)。全員の検証が終わったあと、手指をかたどったシート(手の平・手の甲)を用いて洗い残しについてディスカッションを実施した(図4)。洗い残しは、爪や指と指の間、そして手の平よりも手の甲の



図3 ブラックライトで洗い残し部位をチェックする園児



図4 洗い残し部位についてのディスカッション風景



図5 洗い残し部位を入念に洗う園児

方が多かった。その後手洗いを3回まで行い、その度に洗い残し部位や程度は減少した。園児は、洗い残し部位を見つけては積極的に丁寧に手洗いを繰り返していた(図5)。

## まとめ

今回の取り組みは、5歳児を対象に行った。5歳児では成人での成績と同様の手洗い指導の効果があらわれたという報告がある<sup>2)</sup>。今回の実施状況からも、対象とした保育園の園児は理解力・習得力を十分に備えており、今まで行っていた手洗いを自分なりに評価するなど、手洗い指導に関する一定の成果が得られたと感じた。今回の経験を家庭に持ち帰り、家族で手洗いについて考える機会になればと思った。

保育園の職員からは、園児の手洗いに対する意識が向上した、理解力が身に付いている5歳児を対象に行ったことが良かった、手洗いの効果を視覚的に評価できたことは職員にとっても有意義であった、といった意見をいただいた。

手洗いは我々の生活の中で日常的で身近な行動の1つである。それゆえ軽視されがちだが、手洗いは健康に毎日を過ごすために重要な行動でもある。今後も様々な人を対象に、様々な場所で衛生に対する意識向上のために指導を実践・継続していきたい。

## 謝辞

手洗い教室を実施するにあたり、協力くださいました認定こども園もみの木千里保育園の職員の方々、園児の皆さんに感謝いたします。

## 参考文献

- 1) 小島みゆき：学校生活における子供の手洗い実態－小学校～高校における手洗い実態調査から－。花王くらしの研究くらしの科学レポート。http://www.kao.co.jp/lifei/info/071001/20071001.pdf (2007年9月)。
- 2) 大久保耕嗣：保育園における手洗い教室の実施と幼児の手洗い能力の評価。環境感染誌, 28, 33-38 (2013)。
- 3) サラヤ株式会社：手洗いチェッカー。http://pro.saraya.com/tearaicheker/

## 発表記録 (2015年~2016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) 2015年度

森田哲也, 末兼幸子, 松永藤彦, 田口善文 (2015) ズワイガニの賞味期限の延長技術, 缶詰時報, 2015(10) : 33-42 (論文)

竹之内健 (2015) 混沌を伝える, 日本包装学会誌, 24(5) : 233-234 (巻頭言)

## 外部発表 (学会発表等) 2015年度

井上保, 坂根大貴, 塩野剛 (2015) インパルスシールにおける溶着面温度応答の推算モデルの構築, 日本包装学会 (第24回日本包装学会年次大会).

田口善文, 竿本一樹 (2015) アクティブバリア包装と内容物の品質保持効果, 日本包装学会 (第24回日本包装学会年次大会).

稲津早紀子, 松永藤彦 (2015) 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~ボトルドウォーター生産時における微生物汚染調査~, 日本防菌防黴学会 (第42回年次大会).

松永藤彦, 古谷文菜, 黒木美紗希, 稲津早紀子 (2015) 緑茶由来カテキンによる*Bacillus licheniformis*の増殖抑制機構, 日本防菌防黴学会 (第42回年次大会).

朝賀昌志 (2015) リンゴ缶詰における真空脱気処理とテクスチャーの関係について, 日本缶詰びん詰レトルト食品協会 (第64回技術大会).

田口善文, 小柴奈々穂 (2015) 容器詰エビのチルド化と品質評価, 日本缶詰びん詰レトルト食品協会 (第64回技術大会).

田口善文, 小柴奈々穂 (2015) 容器詰チルドエビの賞味期限のロングライフ化について, 日本包装技術協会 (第53回全日本包装技術研究大会).

## 外部発表 (論文・総説等) 2016年度

稲津早紀子, 松永藤彦 (2016) アセプティック飲料充填機内の環境調査および分離菌株の性状解析による衛生管理状態の改善, 日本食品微生物学会雑誌, 33(4), 202-208 (論文)

## 外部発表 (学会発表等) 2016年度

井上保, 酒井晴絵, 塩野剛 (2016) ヒートシールにおける多段加熱方式の解析, 日本包装学会 (第25回日本包装学会年次大会).

伊與田浩志, 井上保, 山形純子 (2016) Estimation of humidity in drying chamber from wet-material temperature for improved utilization of superheated steam, 20th International Drying Symposium.

井上保, 塩野剛, 伊與田浩志 (2016) Effect of moisture content on bubble formation in heat sealing for plastic container, 20th International Drying Symposium.

Sumithra K.Wendakoon, and Shinichi Suematsu (2016) Storage Temperature Affects Phenylalanine Ammonia-lyase (PAL) Activity and Tissue Browning in Fresh-cut Lettuce, American Society for Horticultural Science, Atlanta, USA.

朝賀昌志, 西河優希, 安藤隼人, 谷屋友里子 (2016) 真空脱気の処理条件が果実のテクスチャおよび果肉組織に与える影響, 日本食品科学工学会 (第63回大会).

Toshihito Naka, Yoshihide Hattori, Hiroshi Takenaka, Yoichiro Ohta, Shinji Tanimori, Mitsunori Kirihata (2016) SYNTHESIS OF HOMOCEREULIDE, A MACROCYCLIC DEPSIPEPTIDE ISOLATED FROM BACTERIUM *BACILLUS CEREUS*, 日本ペプチド学会 (第53回ペプチド討論会).

奈賀俊人, 大田洋一郎, 服部能英, 切畑光統 (2016) *Bacillus cereus* 嘔吐毒素セレウリドの培養液中における動態解析, 日本食品衛生学会 (第112回学術講演会).

朝賀昌志, 高田将人, 末兼幸子, 江角友美, 田口善文, 後藤隆子 (2016) アクティブバリア容器詰食品の保存性能 (果実容器詰について), 日本缶詰びん詰レトルト食品協会 (第65回技術大会).

田口善文, 鈴木若菜, 末兼幸子, 江角友美, 朝賀昌志, 後藤隆子 (2016) アクティブバリア容器詰食品の保存性能 (ホワイトシチューについて), 日本缶詰びん詰レトルト食品協会 (第65回技術大会).

東洋食品工業短期大学紀要委員（五十音順）

稲津早紀子，井上保，江角友美，末松伸一

## 東洋食品工業短期大学紀要 第4号

---

平成29年（2017）12月発行 非売品

発行者 東洋食品工業短期大学

後藤 弘明

〒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

---