

東洋食品工業短期大学紀要

第 5 号

BULLETIN
OF
TOYO COLLEGE OF FOOD TECHNOLOGY
No. 5

2017～2018年度

東洋食品工業短期大学

第 5 号

目 次

【寄稿論説】

東洋食品工業短期大学の経営戦略 – ビジョンの具現化に向けたゴールの設定 –

千本克巳 1

【寄稿論説】

東洋食品工業短期大学の就職支援の現状と課題

牧志貴明 5

【寄稿論説】

容器詰緑茶飲料の嗜好性について

末松伸一 7

【論文】

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

後藤隆子, 平原明日香, 江角友美, 朝賀昌志 10

【論文】

アクティブバリア容器が保存中の食品品質に与える影響 – ビワシラップ漬容器詰について –

朝賀昌志, 高田将人, 末兼幸子, 江角友美, 田口善文, 後藤隆子 18

【論文】

乳化剤を用いた *Clostridium pasteurianum* の増殖抑制

稲津早紀子, 出野剣矢, 松永藤彦 25

【総説】

ボツリヌスクック (12D コンセプト) の成立過程

宮尾宗央 28

発表記録 (2017 年度～2018 年度) 32

BULLETIN
OF
TOYO COLLEGE OF FOOD TECHNOLOGY
No. 5

CONTENTS

【Special Article】

Management strategy for growth of the Toyo College of Food Technology
– goal setting for realization of our vision –

Katsumi Senbon 1

【Special Article】

Current status and issues of employment support at Toyo College of Food Technology

Takaaki Makishi 5

【Special Article】

Palatability of packaged green tea drinks

Shinichi Suematsu 7

【Original Paper】

Effects of Active Barrier Container on Quality of Foods
(Evaluation of Strawberry Jam and Marmalade)

Takako Goto, Asuka Hirabaru, Tomomi Esumi, Masashi Asaka 10

【Original Paper】

Effects of Active Barrier Container Given to the Food Quality during Storage
– Loquat with Syrup Packaged in Container –

Masashi Asaka, Masato Takada, Sachiko Suekane, Tomomi Esumi, Yoshifumi Taguchi and Takako Goto 18

【Original Paper】

Inhibitory effect of emulsifier on the growth of *Clostridium pasteurianum*

Sakiko Inatsu, Kenya Ideno and Fujihiko Matsunaga 25

【Review】

The establishment of botulinum cook (12D concept)

Norio Miyao 28

Publications and presentations (2017 ~ 2018) 32

【寄稿論説】

東洋食品工業短期大学の経営戦略 ービジョンの具現化に向けたゴールの設定ー

千本 克巳*

東洋食品工業短期大学の組織運営を俯瞰すると、仕組みづくりの面ではその形態は完成している。今後はその仕組みを継続的に機能させる取り組みが重要である。本学のミッションとビジョンは既に策定されている。しかし、ビジョンを具現化する為の到達期限と具体的目標（ゴール）が明確となっていない。そこで、ビジョンの具現化に向け具体的目標として「本学入学志願者および在学生を含むステークホルダーから見た本学の魅力度を上げること」とした。具体的目標に向けて期限を設けて活動し、評価指標を用いて点検する。評価指標として、指標1：入学志願者倍率と指標2：実求人倍率を2024年3月末までにそれぞれ200%以上とすることを提案する。まずは教職員への周知と理解を求め、意見交換を深めた上で、個々の部署、立場で全員参加型活動を展開していきたい。

キーワード：経営戦略、ゴール、評価指標

1. 緒言

18歳人口減少が進む中、短期大学は淘汰の波が押し寄せている。これを背景に、国の文教政策にも私立大学に対してマネジメント機能強化や自主的な経営力強化が強く求められている¹⁾。短期大学経営が非常に厳しい時代にあつて、学長の最大の責務は本学が長期に渡って自らが掲げた使命を果たし続け、ステークホルダーから支持を得られ続ける為の大学運営を執行することだとされる²⁾。小日向允氏が著した大学の経営管理における組織運営³⁾という観点で本学の組織、会議体、委員会制度等を俯瞰すると、仕組みづくりの面では十分な形態が完成していると評価できる。しかし、組織運営の本質は形ではなく、その仕組みが十分に機能しているかどうかである。

大学組織に限らずあらゆる組織・団体で、ともすれば多忙な日常業務と日々発生する問題に対処するだけで時間が過ぎていくことが常態化しやすい傾向があるが、それだけに終始していたのでは外部環境、内部環境の変化に追従できず、いずれ廃業・撤退のリスクが高まる。追手門学院の辻本秀二氏の講演要旨⁴⁾によると、これを避けるためには教職員全員の理解と協力のもと、自らの手でミッション（基本的かつ普遍的な使命、目的）とビジョン（具体的なありたい姿）を掲げ、それを実現するための諸施策および実行計画の策定と実行を継続することが有効とされる。

本稿ではこの活動に関して筆者の考えを述べる。

2. 本学のミッションとビジョン

2-1. ミッションについて

本学のミッションは「建学の精神」とそれを実現するために設定した「教育研究上の目的・教育研究上の目標」⁵⁾がこれに該当すると考える。図1に本学の「建学の精神」および「教育研究上の目的・教育研究上の目標」を示す。本学では開学以来「少人数体制で極めて充実した学生一人当たりの教員数を実現」「生産現場に近い設備と経験豊かな実務家教員による実習中心の即戦力型カリキュラム」

建学の精神

心正しく、誠実と勤労の精神を尊び、包装食品工学に関する理論と技術をあわせ修めた包装食品業界の担い手を育成する

教育研究上の目的

包装食品製造に関わる理論と技術の教授ならびに研究を行い、包装食品業界の発展を支えるとともに、人々の豊かな暮らしの創出に貢献する

教育研究上の目標

- ・包装食品製造を支える食材、容器、食品加工、充填、密封、殺菌、保管の各工程に関連した専門知識や技術を身につけるとともに、包装食品製造全体を見通す視野と応用力を養う
- ・包装食品製造に深く関係する各種資格の取得を奨励し、資格に裏打ちされた高い技術力を養う
- ・人格教育に基づき、包装食品製造を担うことができる人間性を醸成する・包装食品業界の発展に寄与する実践的な研究を行う

図1 東洋食品工業短期大学のミッション
(基本的かつ普遍的な使命・設立目的・存在意義)

*連絡先, E-mail : katsumi_sembon@toshoku.ac.jp

「国立大学より安い学費」「就職希望者の就職率100%」といった他大学にはないユニークな特徴を持つ教育活動・学校運営を継続してきた。学校開設以来80年を超えて受け継がれた実績から考えてもミッションに相応しいと考える。

2-2. ビジョンについて

次に本学のビジョンに関しては、前任の後藤学長が描いた「東洋食品工業短期大学のビジョン」⁶⁾がこれに該当する最新情報である。図2に「東洋食品工業短期大学のビジョン」を示す。しかしながら、上記ビジョンを具現化するための「期限（到達すべき時点、費やしてよい期間）」と「定量的目標（何をどの程度にするのかの基準）」が不明確な表現であり、そのままでは本学の活動現場での運用が困難である。

ビジョン

「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。

図2 東洋食品工業短期大学のビジョン

さらに本学では、ビジョンの具現化や本学の将来戦略を策定する目的で学長が選任したメンバーによる「大学運営会議」を設置している。しかしながら、議事録を見る限り、目の前の課題対応に追われ、当初の目的に即した活動は不十分だと感じる。やはり、原点に戻って、大学運営会議ではビジョンの具現化に関する期限と目標、施策立案と実行計画、予算措置、人的資源の振り分け等を議論し、決定する場として機能させたい。

2-3. ビジョン具現化に向けた共有すべき目標と評価指標の設定

このため、大学運営会議の議長を務める学長の立場で、これからの本学経営を考える際には、①まずは本学のビジョン具現化に不足する「いつまでに」という期限とそれまでに「何がどのようになっていたか」を想定し、②時間経過とともに到達度評価と点検が可能な指標（重要業績評価指標KPI: key performance Indicator）を用いて、③そこに向けて教職員全員参加型の実行可能な具体的活動計画（action plan）を立案し、④必要な経営資源（資金・人材・施設や設備・情報）を最適配分して、達成状況の評価点検をしながら、一步一步着実に実現していく運営スタイルが重要だと考えた。

3. 共有すべき目標の提案

3-1. ありたい姿・めざすべき姿

筆者が考える「本学のありたい姿」とは、まさに建学の精神に基づき、本学のビジョンが継続的に具現化できている状態である。すなわち、後藤前学長が提唱した「次世代の包装食品産業界を担う学生の育成」を構築することである。このためには、本学の入学志願者や在学生を含む本学

を取り巻くステークホルダーから見て、本学が「魅力的な短大」「選ばれる短大」であることだと考える。すなわち、本学の存在価値を「入学志願者および社会からの魅力度」と捉え、魅力度を指標化して全教職員が指標向上に努力する体制を構築したい。まずは2020年度からこの目標に着手し、もうひとつのビジョンである「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」に対する具体的な施策と指標設定は2021年度以降に取り組み始める課題という順番としたい。

3-2. 評価・点検可能な指標の提案

ここで、本学の学生から見た魅力度および食品産業界等から見た評判は何を指標とすべきかを検討する。一般に経営目標の達成度評価に採用する指標は以下のような条件を備えていることが必要である。

- ①参画者全員が理解でき、あいまいさが少なく、その定義づけができて（できればシンプルな数値目標が望ましい）こと
- ②事業環境に多少の変化があってもブレにくい普遍性と目標達成時にはさらに高みを狙える柔軟性があること
- ③事業目標と評価指標に明確な相関・関連性があり、時間経過や具体的手段を講じた前後での比較評価が容易であること

「本学のありたい姿」からみた指標にはいくつかの候補があげられるが、私立大学にとっての顧客である学生からみた魅力度と学生が卒業後に食品産業界等で活躍できた結果から得られる評判を具体的に計測でき、上記条件を考慮すると以下の二つに絞り込んだ。

指標1：入学志願者倍率＝

$$\text{入学志願者数} / \text{入学定員数} \times 100 (\%)$$

指標2：実求人倍率＝

$$\text{食品産業界等からの求人数} / \text{就職希望者数} \times 100 (\%)$$

就職希望者数は企業から派遣された学生数は含まない。つまり、指標1は入学志願者から見た本学の魅力度、指標2は食品産業界等から見た本学の魅力度であり、大学の教育サービス対象である学生の「入り」と「出」を把握し、この指標を大きくすることが「ありたい姿」に近づくことだと考えた。本質的には単なる入学志願者数や求人数ではなく、入学してほしい素養を持った志願者数の増加であり、入社してもらいたい企業からの求人数の増加であるべきだが、複雑な層分けや数値操作を避け、定義の単純化を優先した。

就職率という数値も多く短大でアピールポイントに取り上げられているが、本学が毎年ほぼ100%であることと、全てが大学側の努力結果ではなく、学生独自の活動結果もかなり影響するため指標になり難い。また、雑誌等で取り上げられる大学ランキングで採用されている評価指標は本学のように小規模で包装食品製造技術分野に絞った特殊な短大には適さないと考える。

なぜ「入り」と「出」を指標とするのかを以下により詳しく述べる。前節の「ありたい姿」が徐々に実現していけ

れば、本学の入学志願者は自然と増えていき、志願者が増えれば自然と本学の求める資質を備えた学生も選びやすくなると考えた。また、そのような本学が欲しい資質を備えた人材に対して情熱をもった教職員が丁寧に対応、育成することで、包装食品産業界等に巣立ってから一人ひとりの活躍がまわりからの評価となって、それが本学の良好な評判となっていくことが期待される。この良い循環の結果、本学への求人募集数が増加し、就職を希望する学生の選択肢が増える効果も出てくる。逆にこの指標にプラスの影響を与える各種施策を教職員それぞれの立場で自由に発想し、実行計画に落とし込み成果を評価し、成功体験を経ながら個人の能力開発と自職場に貢献した実感を味わって欲しいと考えた。さらに、この指標ならば、現在の本学の組織や運営方法に大幅な変更をせずに各部署、各位がすぐに取り組める利点がある。

3-3. 活動目標の設定

過去6年間の本学受験者数の推移、定員35名を基に計算した指標1を表1に示す。指標1は120%から189%で推移し、6年間の平均値はおおよそ153%であった。これとは別に教職員からのヒヤリング結果として、1学年35名中で本学の求める学力や性格、言動がマッチしない学生数は2割程度（5～6名）含まれるとの意見だった。本学の求める学生（鍛えたい学生）だけで定員35名を充足するためには、受験者数を現状からさらに2割増しの63名、指標1の値は180%となるが、目標としては200%（受験者数70人）以上としたい。

同様に食品産業界等からの求人数の推移を表2に示した。2014年は35名であったが、その後は50名前後を維持で

きていた。5年間平均値は49人、指標2の平均値は171%であった。企業の採用意欲は景気の影響を強く受けるが、本学は景気に左右されない魅力度の指標として求人数をとらえ、指標2は200%以上を目標としたい。

目標到達期限は2024年3月末としたい。この意図は本学が2年間を基準期間とする教育機関であり、とある施策、改善策を実行する場合、その効果は2年毎でしか把握できない。初回の施策が期待したほどの効果が得られないと、次の手を打ってもさらに2年の歳月が費やされる。この絶対的な時間的制約から2回の施策機会（合計4年）と半年の準備期間を設け、合計で4年半の期限とした。

4. 実行計画立案に向けた方策の進め方

この指標1、指標2を目標に一步一步近づけるための仕組みづくり、具体的な方策が必要となる。できることは沢山あると見ている。特に総務部と事務室職員の日常業務の枠を超えた貢献が求められると考える。教員にも、引き続き指導力向上やカリキュラム・教材の改良、学外活動など地道な努力を求める。教職員には現行の業務範囲を超えた活動を求めていくことになる。

但し本学の場合、教職員数に対して会議体や委員会活動がかなり多いので、誰もが複数の役割を担っている。これ以上新たな組織や委員会を立ち上げるのではなく、極力既にある組織の枠組みと、会議体、委員会の仕組みに則って進めていくことにする。むしろ、委員会は教職員数に対して多すぎるので、整理・集約化を検討したい。

まずは、全教職員に活動目標の周知と理解を求める活動が先決である。大学運営会議で本提案に対する意見交換と方針策定を始め、各部署の具体的な施策検討を本年度中に済ませたい。

大学運営会議を司令塔とし、必要な予算措置を講じながら全員参加型活動でアイデア抽出、実行計画立案、活動にあてる時間確保のためには日常業務の効率アップ、指標に基づく成果評価と成果を出した部署や個人の評価といった流れを作っていきたい。

限りある経営資源のなかで、活動資金がどうなっているかも教職員全員が理解しておく必要がある。このために、定期的な資金状況や経費内訳についての説明会を開催し、目的意識を持った経費低減活動や資金捻出の工夫を促したい。

これらの方策を進めるためには以下に列挙したような条件に配慮が必要である。

- ・2019年度方針や各部門の事業活動は継続
- ・意思決定の透明性と情報公開（プライバシーや機密事項には配慮）
- ・安全衛生管理とコンプライアンスの優先度は不変との決意
- ・合理的な（実行可能かつ最速）スピード感をもつこと
- ・学生満足の前に教職員の満足度向上や意欲向上が先決

表1 本学の入学実績と指標1

年 度	2014	2015	2016	2017	2018	2019	平均値
志願者(人)	51	42	66	63	51	53	54
受験者(人)	50	42	63	63	51	52	54
合格者(人)	41	37	43	38	38	39	39
入学者(人)	38	36	41	37	36	34	37
指標1 (%)	145.7	120.0	188.6	180.0	145.7	151.4	155.2

指標1 (%) : 入学志願者倍率 = 入学志願者数 / 入学定員数 × 100

表2 本学の求人、就職率実績と指標2

年 度	2014	2015	2016	2017	2018	平均値
食品業界等からの求人(人)	35	52	55	47	54	49
卒業生(人)	28	37	34	37	38	35
うち企業派遣(人)	7	3	6	5	8	6
進学者(人)	0	0	0	0	1	0
就職希望者(人)	21	34	28	32	28	29
就職者(人)	21	32	28	31	27	28
就職率 (%)	100.0	94.6	100.0	97.3	97.2	97.8
指標2 (%)	166.7	152.9	196.4	146.9	192.9	171.2

指標2 (%) : 実求人倍率 = 食品産業界等からの求人数 / 就職希望者数 × 100

※就職希望者数は企業から派遣された学生数は含まない

との決意

以上のような考えに基づいて本学の運営に当たる。図3に東洋食品工業短期大学のゴールを示す。今後、期限や目標の妥当性、より具体的な方策検討、方策を進めるために配慮すべき条件等に関して、教職員との意見交換を深める。

ゴール

2024年3月末までに、入学志願者倍率を200%以上、食品産業界等からの実求人倍率を200%以上に高める。

入学志願者倍率(%) = 入学志願者数 / 入学定員(35名) × 100

実求人倍率(%) = 食品関連業界等からの求人数 / 就職希望者数 × 100

※就職希望者数は企業から派遣された学生数は含まない

図3 東洋食品工業短期大学のゴール
(具体的なゴールの設定)

5. まとめ

東洋食品工業短期大学の組織運営を俯瞰すると、仕組みづくりの面では、その形態は完成している。今後はその仕組みを継続的に機能させる取り組みが重要である。本学のミッションとビジョンは既に策定されている。しかし、ビジョンを具現化する為の到達期限と具体的目標(ゴール)が明確となっていない。そこで、ビジョンの具現化に向けた具体的目標として「本学入学志願者および在学生を含むステークホルダーから見た本学の魅力度を上げること」とした。具体的目標に向けて期限を設けて活動し、評価指標を用いて点検する。評価指標として、指標1：入学志願者倍率と指標2：実求人倍率を2024年3月末までにそれぞれ200%以上とすることを提案する。まずは教職員への周知と理解を求め、意見交換を深めた上で、個々の部署、立場で全員参加型活動を展開していきたい。

文 献

- 1) 文部科学省：2040年に向けた高等教育のグランドデザイン(答申)、中央教育審議会、(平成30年11月26日)
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1411360.htm
- 2) 岩田雅明、生き残りをかけた大学経営の実践－消えゆく大学にならないために－、(株)ぎょうせい、東京、(2018)。
- 3) 小日向允、大学の経営管理 原論の試み、論創社、東京、(2017)。
- 4) 辻本秀二、講演要旨：中長期視点からの経営戦略におけるPDCAの理論と実践、公益社団法人私学経営研究会、No.532、大阪、(2019)。

- 5) 東洋食品工業短期大学：建学の精神 教育研究上の目的 教育研究上の目標。

<https://www.toshoku.ac.jp/outline/purpose.html>

- 6) 後藤弘明、東洋食品工業短期大学のビジョン、東洋食品工業短期大学紀要4、1-6、東洋食品工業短期大学、兵庫(2017)。

Management strategy for growth of the Toyo College of Food Technology

— goal setting for realization of our vision —

Katsumi Senbon*

Current state of organizational operation of the Toyo Collage of Food Technology is formally completed. From now on, it is important that the operations become more functionally than previous. Our mission and vision are already drawn up, however its deadline and concrete goal for embodying the vision are not clear. Our concrete goal is upgrading attractiveness of the collage for students or stakeholders. Making some efforts to reach the goal and monitor the degree of the attainment periodically is required. I propose that 200% of the ratio of candidate for admission to capacity and 200% of the ratio of job offers to job seekers are appropriate as Key Performance Indicator (KPI) -1 and KPI-2, respectively. At the beginning, making an announcement of this proposal to all collage staff will be necessary. After deep discussions with them, we will go ahead with all-hands activities toward our goal.

Key words : Management strategy, Goal setting, Key performance indicator

【寄稿論説】

東洋食品工業短期大学の就職支援の現状と課題

牧志 貴明*

東洋食品工業短期大学では、「高い就職率」を大学の特長の一つとして挙げており、実際、いわゆる売り手市場や買い手市場といった環境変化に左右されず、常に一定水準以上の高い就職率を実現している。

この要因の一つとして挙がるのは、本学の学びの内容が他の高等教育機関と一線を画し、食品業界から厚い信頼を得られていることであるが、もう一つ重要な要因が、少人数制だからこそできる、個別指導型の就職支援体制である。

就職支援においては、就職率だけでなく離職率にも意識を向ける必要があるが、本学では、離職率を改善するための取り組みとして、学生自身が「自ら進路を選択した」という意識を強く持つことができるような手法を採用しており、一定の効果を挙げている。

しかし、「自ら進路を選択する」ということは学生にとって簡単なことではなく、一部の学生が一時的に就職活動から逃避してしまう場合もある。こういった学生に対して丁寧にフォローできる体制を強化することが、今後の課題である。

キーワード：就職支援、個別指導、就職率、離職率

1. 緒言

東洋食品工業短期大学では、大学の特長の一つとして「高い就職率」を謳っている。実際、ここ5年の就職率は以下の通りである。

表1 就職率の推移

	15卒	16卒	17卒	18卒	19卒	合計
就職希望者数(人)	21	33	28	30	28	140
就職決定者数(人)	21	32	28	30	27	138
就職率	100.0%	97.0%	100.0%	100.0%	96.4%	98.6%

私が就職支援を担当するようになって約10年が経過したが、その間、景気の良し悪し、売り手市場や買い手市場の変遷、等の環境変化があった。文部科学省の調査¹⁾によると、この10年の短期大学卒業者の就職率は、最も低い年で約84%、高い年で約99%となっており、様々な環境変化に伴って就職率が左右されている結果となっている。

しかし本学は、この10年において、最低でも92%以上の就職率を維持しており、常に一定水準以上の高い就職率を

実現している。

この要因として最も大きいのは、本学の学びの内容が他の高等教育機関と一線を画し、食品業界に「東洋食品工業短期大学で学んだ人材ならば」という安心感を与え、それが信頼につながって多くの求人を獲得できているからに他ならない。

では、十分な求人があれば、それだけで全ての学生が就職できるかというと、そう簡単ではない。

企業にはそれぞれ「求める人物像」があり、学生にはそれぞれ「夢や想い」があり、両者が納得しなければ成立しないのが就職だからである。

そこで、本学ではどのように就職支援を展開しているのか、その現状として、これまでの本学の取り組みと今後の課題について述べる。

2-1. 就職支援の現状

まず、企業にはそれぞれ「求める人物像」があると述べたが、各企業には、思い描いている将来像やビジョンがあり、それを達成するためにどのような人材を採用したいのか、という明確なポリシーがある。本学に求人を出す際、ポリシーに合致する人材をぜひ紹介してほしい、という要望を出されるケースも少なくない。

また、学生にはそれぞれ「夢や想い」があると述べた

*連絡先, E-mail : takaaki_makishi@toshoku.ac.jp

が、それを叶えるための進路希望を、少なくとも3つの観点で持っている。1つ目は、実家のある地域に戻りたい、せっかく関西に進学したから関西に留まりたい、といった「地理的な希望」、2つ目は、飲料メーカーで働きたい、といった「業種の希望」、そして3つ目は、品質管理に携わりたい、といった「職種の希望」である。学生は、これらの希望を常に胸に秘め、様々な求人を見ながら、就職活動を進めていく。

この現状を踏まえ、東洋食品工業短期大学が実践しているのは、個別指導型の就職支援である。本学は、1学年35名という少人数であり、この中には社会人学生も多く含まれているため、就職活動を行うのは、ここ5年の平均で28名ほどである。就職活動を行う人数がこれほど少ない高等教育機関は、おそらく皆無であり、そんな本学だからこそ実践できるのが、個別指導型の就職支援である。

具体的には、学生一人一人の進路希望を丁寧にヒアリングすること、選考に臨む際に学生一人一人の個性に合わせた助言を与えること、教職員が一丸となって学生一人一人に関わることを実践している。本学は、いわゆるS/T比（教員一人あたりの学生数）が低く、学生一人一人と接する時間が多いため、例えば、出身地、性格、強みや弱み、場合によっては趣味や特技まで、データを見なくても概ね把握できる環境である。こういった環境の中で、教職員一人一人が支援を積み重ねることによって、高い就職率を実現できていると思われる。

さて、話は変わるが、就職支援の現場で常に意識しなければならないことの一つに、離職率の問題がある。就職して数年以内に離職してしまうと、卒業生にとっても企業にとっても不幸でしかなく、いかに離職者を減らすかを考えるのも、就職支援の時点で大切である。

以下は、直近の3年以内離職率の推移である。

表2 離職率の推移

	12卒	13卒	14卒	15卒	16卒
就職者数 (人)	21	31	20	21	32
3年以内 離職者数 (人)	6	9	3	3	5
就職率	28.6%	29.0%	15.0%	14.3%	15.6%

2014卒生以降、3年以内離職率が大きく改善しているが、この要因の一つとして考えられるのが、就職支援の手法の変更である。

2013卒生までは、学生それぞれの希望に合った企業を大学側がマッチングする、という手法をとっていたのだが、この手法にはいくつか弱点があった。その中で最も大きいものは、学生の希望を大学側が完全に読み取れないままマッチングしてしまっていたことである。実際、離職した卒業生に離職理由をヒアリングすると、「大学から勧められ

るまま就職したが、思っていた内容と違って」という理由が少なからずあった。「他者が選択した」という意識が心のどこかに潜んでいるようでもあった。

そこで、この弱点を解消するため、2014卒生より、大学側がマッチングするという手法から、学生自身がマッチしていると感じられる企業（求人）を見つけるまでのプロセスを根気よく丁寧に支援するという手法に切り替えた。学生自身に「自ら進路を選択した」という意識を強く持たせることで、安易な離職を減らしたい、という狙いである。

この結果、離職率は半減し、実際に卒業生にヒアリングしても、「自分で決めた道だから、簡単には辞めたくない」という声が聞かれるようになった。今後も引き続き注視する必要があるが、手法の変更は一定の効果をもたらしたと考えられる。

2-2. 課題

なお、この手法には課題もある。働きたいという意欲が醸成されていない学生、働きたい気持ちはあるものの何かがしたいか漠然としていてわからない、いわゆる五里霧中の状態に陥っている学生への対応である。こういった学生は、マッチしていると感じられる企業（求人）を見つけるプロセスの途中で混乱してしまい、就職活動から一時的に逃避する傾向があるため、気持ちの面をいかにサポートしていくかが今後解決すべき課題であると感じている。

この課題に対する具体的な方策の一つとして、例えばランチタイムやキャンパス内で出会った時など、学生が身構えずにいられる場所やタイミングで話す機会を増やす仕掛けづくりを模索している。就職活動とは関係のない雑談を定期的に交わしながら、学生の本音を一つでも多く引き出すことによって、適切なサポートに繋げていくことができると考えている。

3. 最後に

就職とは、学生にとって、人生の岐路であり、一大事である。入学段階で非常に明確な「夢や想い」を持っている学生ですら、いざ就職活動を始めると、迷い、悩み、気持ちが揺れる。その結果、「夢や想い」をより強固なものにする学生もいれば、変化する学生もいる。

就職を支援する立場にいる教職員は、そんな学生個々の「今」をつぶさに観察し、時には十分な時間を与え、時には叱咤激励し、社会へと導いていく覚悟が求められていると強く感じる。

引用文献

- 1) 文部科学省ホームページ：
http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/31/05/1416816.htm

【寄稿論説】

容器詰緑茶飲料の嗜好性について

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1984年に発売されて本年で35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、本誌第3号において、その三次機能について記述した。今回は容器詰緑茶飲料をその嗜好性（二次機能性）の側面から振り返ってみた。

キーワード：緑茶飲料、二次機能性、嗜好性、おいしさ

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、香気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、茶の感覚機能や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1984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。

しかしながら、飲料の市場性を決定する因子には種々あり、緑茶飲料では低糖、無糖、健康志向等のヘルシー感が重視される傾向にあったが、嗜好性を伴わないものは受け入れられがたく、製品設計にあたってはいかに嗜好性を高めるかが重要な課題であった。

緑茶飲料の抽出温度、飲用温度とおいしさとの関係

緑茶飲料は発売当初は冬期における加温販売が主体であったが、これに加えて夏期にも冷却飲用されるようになってきた。緑茶飲料の味や嗜好性とカフェイン、カテキン類およびアミノ酸類などの緑茶成分との関係についてはいくつかの研究がなされていた²⁻⁵⁾が、いずれも淹れたての緑茶飲料に関するものであり、容器詰緑茶飲料の嗜好性に関する研究例は見あたらなかった。さらに、緑茶の長い歴史の中で、冷却飲用される場合にその成分と嗜好性との関係が研究された例はなく、冷飲用（コールドタイプ）緑茶飲料缶詰の嗜好性は重要な課題であった。

筆者らは40℃、3分間から10℃刻みに80℃、3分間までの抽出条件にて調製した緑茶飲料缶詰について、カフェイン、カテキン類およびアミノ酸類などの含有量を測定するとともに、試飲温度10℃、20℃および55℃にて順位付けテストを行った⁶⁾。

その結果、カフェイン、カテキン類の溶出量は抽出温度の低下に伴い減少し、カテキン類の中でも没食子酸エステル型（エステル型）カテキンの抽出温度の低下に伴う減少

*連絡先, E-mail : shinichi_suematsu@toshoku.ac.jp

率が極めて高かった。遊離アミノ酸も抽出温度の低下に伴い溶出量は減少したが、減少率は比較的小さく、個々のアミノ酸の存在比は抽出条件に関係なくほぼ一定であった。

官能評価の結果、試飲温度が20℃、55℃の場合、カフェイン、カテキン類およびアミノ酸類の溶出量が中間的な60℃、3分間抽出品が最も好まれた。試飲温度を10℃に下げると、緑茶成分の溶出量がやや少ない50℃、3分間抽出品が最も好まれた。高温抽出品は試飲温度が高くなるに従い、逆に低温抽出品は試飲温度が低くなるに従い嗜好性の評点が高くなった。

緑茶飲料の滋味についてはカテキン類の苦味、渋味とアミノ酸類の旨味との調和が特に重要であるといわれている²⁾。中川は個々のカテキンの水中閾値を調べ、遊離型のカテキンよりもエステル型の方が約1/2程度閾値が低いこと、すなわちエステル型の方が苦味、渋味の強度がより強いことを確認している⁷⁾。また、一般的に苦味、渋味、収斂性は低温の方が水中閾値は低くなるといわれている⁸⁾。これらのことより、低温抽出品は閾値の低いエステル型カテキンの比率が小さく、アミノ酸由来の旨味とのバランスにおいて低温飲用で適度な収斂性を示し、高温飲用では物足りない感じになり、逆に高温抽出品はエステル型カテキンの比率が高く、低温飲用では収斂性が強調されすぎ、高温飲用でそれが和らげられ嗜好性が向上するのではないかと考えられた。

要約すると、緑茶の高温抽出液は飲用温度が高くなるに従い、逆に低温抽出液は飲用温度が低くなるに従い嗜好性の評点が高くなった。これは抽出温度によるカテキン類の溶出挙動の違い、すなわち抽出温度の低下に伴い水中閾値の低いエステル型カテキンの溶出率が相対的に低下することと、カテキン類の水中閾値の飲用温度依存性が影響しており、飲用条件に応じた抽出条件の設定の必要性が示された。

緑茶飲料の濁りとおいしさとの関係

緑茶飲料の発売当初は缶詰が主体であったが、1995年頃よりPETボトル詰が徐々に増加して現在ではPETボトル詰が主体になっている。PETボトル詰の製品は、当初濁りの少ない製品がほとんどであった。PETボトル詰は中身が見えることから、経時に伴い緑茶の澱が底にたまり見栄えが悪くなるため、濾過の工程を強化してできるだけクリアな製品が製造されていた。ところが、2000年初頭から、急須で淹れたお茶に近い味を再現するために濾過のレベルを抑えて濁りを残した製品が販売されるようになった。

筆者らは緑茶抽出液の濾過条件のみを変えて調製した緑茶飲料について、カフェイン、カテキン類およびアミノ酸類などの含有量を測定するとともに、官能評価と味認識装置による評価を行った⁹⁾。

濾過条件を変えた緑茶飲料の成分分析の結果、カテキン類、アミノ酸類等の含有量にはほとんど差が見られなかつ

た。官能評価の結果、総合的な嗜好性には差が見られなかったが、濾過を強化して清澄度を高めた緑茶飲料の方が苦味、渋味を強く感じるということがわかった。味認識装置による評価結果からも同様の傾向が示された。

嗜好性には個人差があり、一概に優劣を決めることはできないが、濾過のレベルを変えることにより緑茶飲料の味を調整することができ、ある程度濁りを残した方が苦味、渋味が抑制され飲みやすくなるという結果が得られた。

緑茶飲料の抽出に使用する水とおいしさとの関係

昔からお茶に合う水は適度なミネラル分を含む軟水（硬度40～80）であり、軟水でお茶を入れると、茶の成分がよく抽出され、旨味、渋味、苦味がバランスよく出て、日本茶本来の味を引き出し、硬度が低すぎる（硬度10以下）と、苦渋味を強く感じるようになり、硬度が高すぎる（硬度180以上）と味が淡泊になり、香りも減少して水色も悪くなり日本茶には適さないといわれている¹⁰⁾。

筆者らはこれらを検証するため、硬度の異なる市販のミネラルウォーターとイオン交換水を用いて緑茶飲料を調製し、カテキン類等の成分分析と官能評価ならびに味認識装置による評価を行った¹¹⁾。また、同時に関西圏の名水数種を採水し、これらを用いて同様の試験を行った。その結果、硬度の高いミネラルウォーターを使用したものはカテキン類の溶出量が少なく、苦味、渋味が物足りないものとなり、イオン交換水を使用したものは苦味、渋味が強調されすぎ、硬度40程度のミネラルウォーターを使用したものが苦味、渋味、旨味のバランスの取れた最も嗜好性の高い飲料になることが確認された。また、名水を使用したものにおいても、ミネラル分の少ない水より適度なミネラル分を含む（硬度45程度）ものが嗜好性の高い緑茶飲料になることが確認された。

容器詰緑茶飲料の抽出に使用する水は、製品の品質安定性を考慮してイオン交換樹脂や膜濾過による精製処理が施されたミネラル分を含まない精製水がほとんどであった。しかし、最近抽出用水としてミネラルウォーターを使用した緑茶飲料製品が市場に見られるようになってきた。

容器詰緑茶飲料は1984年に販売が開始されて以来、毎年生産量を伸ばし、今年年間296万kL（500mL PETボトルで約60億本に相当）の生産量に至り、二次・三次機能性飲料として、国民の生活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。

ちなみに茶葉消費量の内、缶飲料やPETボトル飲料向けの占める割合を飲料化率と呼ぶ。2018年の緑茶飲料化率は約34%であり、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。

これまでに緑茶の三次機能性や嗜好性に関する多くの貴重な研究報告がなされ、容器詰緑茶飲料の製造技術並びに

品質の向上に寄与し、そ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35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発信し続けなければならない。

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) 中川致之: 緑茶の滋味と化学成分組成との相関. 日食工誌, 16, 252-258 (1969).
- 3) 中川致之, 石間紀男: 緑茶煎汁の化学成分含量と味との関係. 日食工誌, 20, 119-125 (1973).
- 4) 中川致之: 緑茶の構成味要素に対する成分の貢献度. 日食工誌, 22, 59-64 (1975).
- 5) 米田泰子, 加藤佐千子: 各種製茶の煎出条件とカフェイン・タンニン溶出量及び味との関係. 調理科学, 27, 31-38 (1994).
- 6) 末松伸一, 久延義弘, 西郷英昭, 松田良子, 原京子, 小松美博: 緑茶飲料缶詰の嗜好性に及ぼす飲用温度と成分の影響. 日食工誌, 41, 22-26 (1994).
- 7) Nakagawa, M: *Bull. Tea Res. Stat.*, 6, 65, (1970).
- 8) 時実利彦: 調理科学講座1, 基礎調理学 I, 下田吉人編 (朝倉書店, 東京) p.16 (1961).
- 9) 黒木航平, 那須陽香, 望月圭吾, 末松伸一: 緑茶飲料の品質に及ぼす製造条件の影響. 東洋食品工業短期大学卒業課題研究報告書 (2018).
- 10) NPO法人日本茶インストラクター協会編, 日本茶スタイルブック, (社)日本茶業中央会 (2005).
- 11) 中山武, 末松伸一: 緑茶飲料の品質に及ぼす抽出水の影響. 東洋食品工業短期大学卒業研究報告書 (2012).

【論文】

アクティブバリア容器の保存性能 ーイチゴジャムおよびマーマレードについて

後藤 隆子*, 平原 明日香, 江角 友美, 朝賀 昌志

アクティブバリア容器（オキシガード®カップ、レトバック®カップ）の保存性能を評価するため、イチゴジャムおよびマーマレードを用いて従来のバリア容器（ビン、ラミコンカップ）との比較試験を行った。イチゴジャムは全ての容器で保存に伴い褐変が見られ、その程度は容器で差があった。オキシガード®カップとレトバック®カップはラミコンカップやビンに比べ、色やにおいの評価が高く、23℃、50%RHで12ヵ月保存でも商品性を保っていた。それらの容器は容器内酸素濃度も低く、またアスコルビン酸含有量の減少も少なかった。

マーマレードも保存に伴い褐変したが、イチゴジャムより変化は緩やかであった。容器内酸素濃度やアスコルビン酸含有量はイチゴジャムと同様の傾向を示した。23℃、50%RH保存では品質変化が少なく、容器による違いがあまり認められなかったが、30℃、80%RH保存では、オキシガード®カップとレトバック®カップは他の容器に比べ12ヵ月保存でも褐変が抑制されていた。

キーワード：パッシブバリア、アクティブバリア、イチゴジャム、マーマレード、褐変

緒 言

食品は酸素によって変色や風味の劣化など様々な品質劣化を生じる。特に常温で長期保存する容器詰食品は、製造中および保存中における品質劣化が問題となる¹⁾。一般に容器内の酸素除去後に密封を行っているため、容器のガスバリア性が保存性に大きな影響を及ぼす。古くから用いられている金属やガラス容器はガスバリア性が極めて高く、保存中も外部から容器内へ酸素が入ることはない。近年、軽量で安価等の理由でプラスチック容器の需要が高まっている。プラスチック容器はガスバリア性ではそれらの容器には及ばないため、品質劣化が早く、賞味期限が短くなってしまふ。このような問題を解決するため、包材および容器メーカーでは研究開発に取り組んでおり²⁾、バリア性に優れた容器が開発され、多くの食品で使われている。中でもラミコンカップはバリア性や透明性が高く、食品への適性を調べた報告も多い^{3,4,5)}。さらに最近ではバリア性だけでなく酸素を積極的に除去するオキシガード®カップやレトバック®カップのようなアクティブバリア容器が開発され^{6,7,8)}、保存期間延長が期待されているが、食品への効果を明らかにした報文は少ない⁹⁾。

一方、ジャム類は果実加工品の中でも生産量が多い。特にイチゴジャムとマーマレードは人気が高く、ビン詰の生産量は1位と2位を占めている重要な加工品である¹⁰⁾。

本報ではイチゴジャムとマーマレードを用い、アクティブバリア容器とバリア性の高い従来の容器を比較することで、アクティブバリア容器が保存性に及ぼす影響を検証した。

材料および方法

(1) 使用容器

表1に示したパッシブバリア性能を持つラミコンカップとビン、アクティブバリア性能を持つオキシガード®カップ

表1 使用容器の構成

バリア性能	記号	容器および蓋材の構成	
ノンバリア	NB	容器	ラミコンカップLR76-110(口径76mm容量110mL) 東洋製罐製 外面側 (重量比)40PP/5AD/10EVOH/5AD/40PP 内面側
		蓋材	外面側 15μm PA/50μm PP 内面側*
パッシブバリア	LC	容器	同 上
		蓋材	外面側 12μm PET/7μm AL箔/15μm PA/50μm PP 内面側*
アクティブバリア	RB	容器	レトバック® LR76-110(口径76mm容量110mL) 東洋製罐製 外面側 PP/EVOH/酸素吸収層/EVOH/PP 内面側**
		蓋材	外面側 12μm PET/7μm AL箔/15μm PA/50μm PP 内面側*
アクティブバリア	Ox	容器	オキシガード®カップ LR76-110(口径76mm容量110mL) 東洋製罐製 外面側 PP/EVOH/酸素吸収層/PP 内面側**
		蓋材	外面側 12μm PET/7μm AL箔/15μm PA/50μm PP 内面側*
パッシブバリア	GL	容器	ガラスビン 食品100ST (口部53ツイスト 容量115mL) 東洋ガラス製
		蓋材	ツイストフ(シール材TFS、ライナー材PVC、ホット充填用) 日本クロージャー製

*それぞれのフィルムをラミネートするために用いた接着剤の表記は省略している

**容器組成は企業の依頼により非公開とする

とレトバック®カップの4種類の容器を使用した。また、ガスバリア性効果を比較するため、あえてガスバリア性が低い蓋材を用いたものをノンバリア容器として試験に供した。ラミコンカップ、オキシガード®カップおよびレトバック®カップは東洋製罐(株)製、ピンは東洋ガラス(株)製、キャップは日本クロージャー(株)製を用いた。オキシガード®カップは中間層に酸素吸収層(鉄粉)が設けられており、外部だけでなく容器内部の酸素も吸収することができるが容器に透明性はない⁷⁾。一方、レトバック®カップは酸素吸収層に有機系材料を使用しているため、ラミコンカップと同じく透明性が付与されている⁸⁾。

(2) ジャムおよびマーマレードの製造

イチゴジャム原料は冷凍イチゴ(中国産、品種:宝交早生、輸入者:八木通商(株))を使用した。

イチゴジャムは、冷凍イチゴ30.0kgに砂糖21.0kgを加えて加熱後、ペクチン(LM-101AS-J 三晶(株)製)175g、クエン酸(食品添加物 富士フィルム和光純薬(株)製)175g、水3.0kgを加え、仕上量43.7kgとなるようBrix60まで濃縮した。それらを熱いうちにカップ容器には100g、ピン容器には110g充填した。

マーマレードは冷凍オレンジ果皮(VITA-PARK社製)と温州ミカンジュースストレート果汁(紀州食品(株)製)を用いた。

オレンジ果皮3.5kgに水6.9kgを加えて加熱し、ミカン果汁3.5kgと砂糖13.1kgを添加した。その後、ペクチン(LM-101AS-J 三晶(株)製)92gとペクチン(BB rapid set 三晶(株)製)46g、クエン酸69gを加え、仕上量23.0kgとなるようBrix60まで濃縮した。熱いうちにカップ容器は100g、ピンは110g充填した。

カップはガス置換後(N₂ 40%, CO₂ 60%の混合ガス)、ヒートシールを行い、ピンはペーパーシーリングマシンでキャッピングした。

密封後の容器内ガス量、酸素濃度および酸素量は、イチゴジャムでは、カップ詰で36mL、0.6%および0.2mL、ピン詰で12mL、20.9%および2.5mLであった。また、マーマレードでは、カップ詰で32mL、1.1%および0.3mL、ピン詰で12mL、20.5%および2.5mLであった。

殺菌温度は95℃とし、イチゴジャムはカップで15分、ピンで16分間、マーマレードはカップで11分間、ピンで10分間殺菌を行った。

保存条件は暗所で23℃、50%RH(相対湿度)または30℃、80%RHとし、殺菌直後、保存1, 2, 3, 4, 6, 12ヶ月に調査を行った。

(3) 調査方法

容器のガスバリア性を比較するため、初期容器内酸素量が等しいカップ詰容器について保存に伴う酸素濃度の変化を調査した。酸素濃度はPDI CheckPoint II (Dansensor製)を用いて測定した。

官能評価は、東洋食品工業短期大学の学生および教職員約10名をパネルとし、色、におい、味の3項目について評価を行った。ジャムやマーマレードは低温で保存すると長期保存中も品質変化が少ないことから、5℃保存ビン詰を基準0とし、+-それぞれの方向に3段階(7段階法)で評価し、平均値で示した(+3基準品より非常に良い、+2基準品より良い、+1基準品より少し良い、0基準品と変わらない、-1基準品より少し悪い、-2基準品より悪い、-3基準品より非常に悪い)。また、商品性限界を-2とした。群間の有意差検定は、平均値に関してTurkey法による多重比較検定(5%危険率)を行った。

アスコルビン酸含量は、異なる容器3個程度から2gをサンプリング後、メタリン酸で抽出し、HPLC((株)島津製作所製LC-20A)で分析を行った。分析条件は、カラムChemcosorb 5-ODS-H(内径4.6mm、長さ250mm、(株)ケムコプラス社製)、移動相は0.2%メタリン酸、オープン温度40℃、流速は毎分1.0mL、注入量5μL、検出器PDA(242nm、(株)島津製作所製SPD-M20A)とした。

結果

1. イチゴジャム

(1) 容器内酸素濃度

保存に伴う容器内酸素濃度の変化を図1に示した。23℃、50%RH保存において、ノンバリアカップは殺菌直後から酸素濃度が上昇し、3ヶ月後には酸素濃度が11%に達した。3ヶ月後から12ヶ月後まで酸素濃度の変化はほとんどなく、12%程度を維持していた。ラミコンカップ、オキシガード®カップ、レトバック®カップは酸素濃度が極めて低く、12ヶ月保存でも酸素の増加はみられなかった。また、

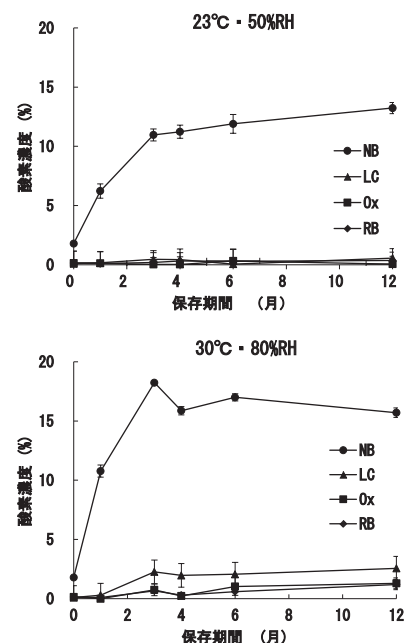


図1 容器内酸素濃度(イチゴジャム)

容器間による差もほとんど認められなかった。

30℃, 80%RH保存では, ノンバリアカップは殺菌直後から酸素濃度が急激に上昇し, 1ヶ月保存では23℃保存と比べて酸素濃度は2倍近く高かった。その後は23℃, 50%RH保存と同様, 保存3ヶ月まで増加した後, 12ヶ月まで高い値が保たれていた。23℃, 50%RH保存ではオキシガード®カップ, レトバック®カップと変わらなかったラミコンカップは, 3ヶ月保存くらいから酸素濃度の増加がみられた。レトバック®カップとオキシガード®カップは12ヶ月保存でも殺菌直後とほとんど酸素濃度が変わらず, 極めて低い値を保っていた。

(2) 外観調査

23℃, 50%RH保存では, 保存3ヶ月頃から鮮やかな赤色が薄れ, 褐変による色の劣化が観察されたが, 容器による違いが大きかった (図2)。特にノンバリアカップとビンはいちごジャムの鮮やかな赤色がなくなり, 暗赤色に変化したため外観が悪かった。12ヶ月保存ではノンバリアカップとビンはさらに褐変が進み, ラミコンカップ, レトバック®も色が暗くなってきたが, それらに比べるとオキシガード®カップは明るい赤色を呈していた。

30℃, 80%RH保存では, 23℃, 50%RH保存に比べ色の劣化が早く, 特にノンバリアカップは保存3ヶ月で黒色を呈していた。6ヶ月保存ではノンバリアカップ, ラミコンカップ, ビンは褐変による変色が著しかった。オキシガード®カップ, レトバック®カップは冷蔵に比べて赤色の鮮やかさは劣るが, 比較的品質が保たれていた。12ヶ月保存では, ラミコンカップやビンでも褐変がさらに進んだが, それらに比べるとオキシガード®カップとレトバック®カップは変化が少なく, 褐変が抑制されていた。

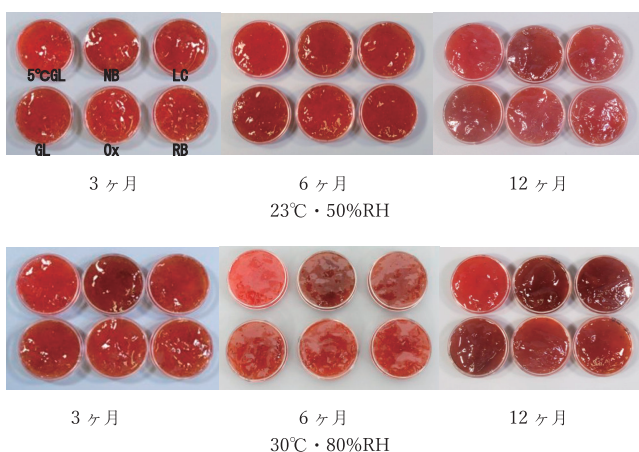


図2 イチゴジャムの保存に伴う品質変化

(3) 官能評価

色に関する官能評価の結果を図3に示した。23℃, 50%RH保存では, ビン, ノンバリアカップ, ラミコンカップは保存につれ評価が徐々に低下し, 6ヶ月保存で商品性がなくなった。オキシガード®カップとレトバック®カップは12

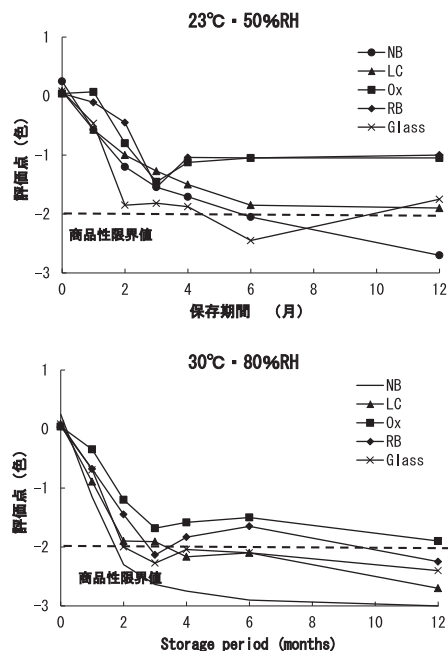


図3 イチゴジャム官能評価(色)

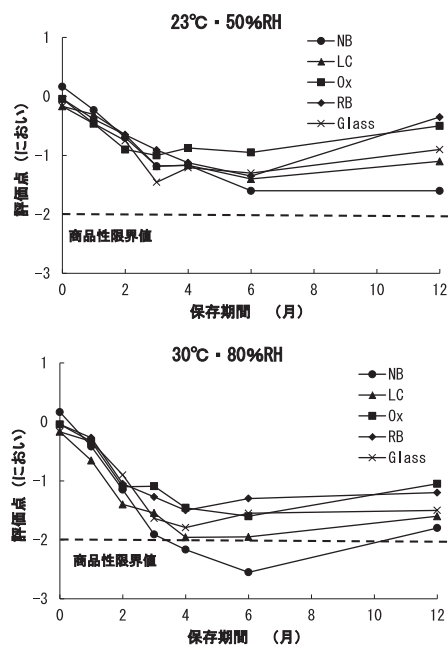


図4 イチゴジャム官能評価(におい)

ヶ月保存でも他の容器に比べて評価が高く, 品質が維持されていた。

30℃, 80%RH保存は23℃, 50%RH保存と比べてすべての容器で色の劣化が急激にみられ, ノンバリアカップ, ビンおよびラミコンカップは2ヶ月保存で-2まで低下し, 商品性がなくなった。オキシガード®カップとレトバック®カップも3ヶ月保存で-2程度まで評価が低下した。

においは, 23℃, 50%RH保存ではすべての容器で保存期間の経過によって評価は低下し, 容器による差はほとんどみられなかった (図4)。評価の低下は30℃, 80%RH保存

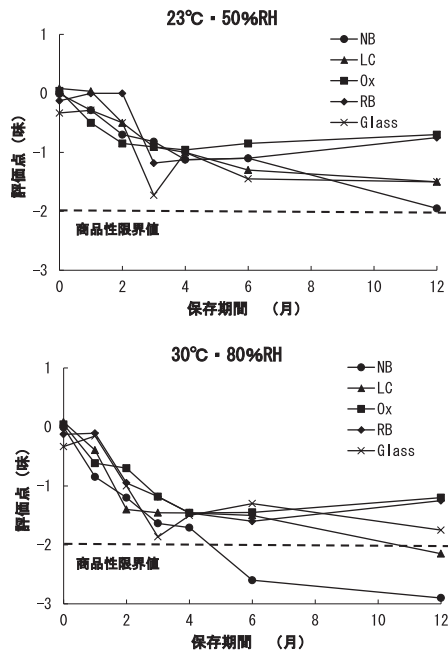


図5 イチゴジャム官能評価(味)

表2 イチゴジャム官能評価 (12ヶ月保存)

容器	23℃, 50%RH			30℃, 80%RH		
	色	におい	味	色	におい	味
NB	-2.7a*	-1.6a	-2.0a	-3.0a	-1.8	-2.9a
LC	-1.9ab	-1.1ab	-1.5ab	-2.7ab	-1.6	-2.2ab
Ox	-1.1b	-0.5b	-0.7b	-1.9b	-1.1	-1.2b
RB	-1.0b	-0.4b	-0.8b	-2.3ab	-1.2	-1.3b
Glass	-1.8ab	-0.9ab	-1.5ab	-2.4ab	-1.5	-1.8b

*: アルファベットが異なる場合は5%の危険率で有意に差があることを示している。
 $P < 0.05$ $n=10$

で顕著であり、ノンバリアカップは3ヶ月保存で、ラミコンカップは4ヶ月保存で商品性がなくなった。それらと比較すると、オキシガード®カップ、レトバック®は12ヶ月保存でもにおいの評価はやや悪くなる程度であった。

味の評価結果はに同じ傾向を示した(図5)。両温度区ともすべての容器で保存期間の経過による味の低下はみられたが、オキシガード®カップ、レトバック®カップは12ヶ月保存でも他の容器に比べて評価は高かった。

表2は12ヶ月保存の官能評価結果である。オキシガード®およびレトバック®カップは色、においおよび味の評価がノンバリアカップと比較し、有意に高かった。しかし、ラミコンカップとビンの色、においおよび味の評価はノンバリアカップとの間に有意差が見られなかった。30℃, 80%RH保存では、においは容器による違いは認められなかったが、色や味はオキシガード®カップがノンバリアカップより評価が有意に高かった。

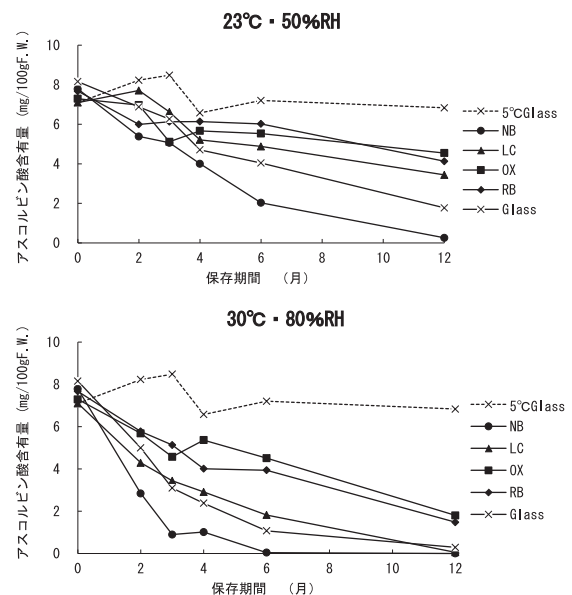


図6 アスコルビン酸含有量の変化(イチゴジャム)

(4) アスコルビン酸含量

23℃, 50%RH保存では、ノンバリアカップが最も減少が早く、6ヶ月保存で製造直後の25%まで減少し、12ヶ月保存ではほぼゼロになった(図6)。オキシガード®カップおよびレトバック®カップもやや減少したが、12ヶ月保存でもビンやラミコンカップと比べて高い値を保っていた。30℃, 80%RH保存では、すべての容器でアスコルビン酸含量は速やかに低下したが、オキシガード®カップおよびレトバック®カップは6ヶ月保存では初期含量の約50%、12ヶ月保存でも、約25%残存していたが、他の容器のアスコルビン酸含量はほぼゼロに近かった。

2. マーマレード

(1) 容器内ガス分析

保存に伴う容器内酸素について調べた結果を図7に示した。23℃, 50%RH保存では、殺菌直後からノンバリアカップの酸素濃度は上昇し、1ヶ月保存で12%に、12ヶ月保存には17%になった。ラミコンカップ、レトバック®, オキシガード®カップはノンバリアカップと違ってほとんど酸素がなく、容器間による差はなかった。

30℃, 80%RH保存では、ノンバリアカップは23℃, 50%RH保存と同じく酸素濃度が急上昇したが、30℃, 80%RH保存の方が変化は早かった。23℃保存ではラミコンカップの酸素濃度はレトバック®, オキシガード®カップと変わらなかったが、30℃, 80%RH保存は3ヶ月保存後から酸素濃度の上昇がみられた。レトバック®とオキシガード®カップは12ヶ月保存でも殺菌直後とほとんど酸素濃度が変わらず、2.0%以下を保っていた。

(2) 外観調査

23℃, 50%RH保存のマーマレードは12ヶ月保存でも色の

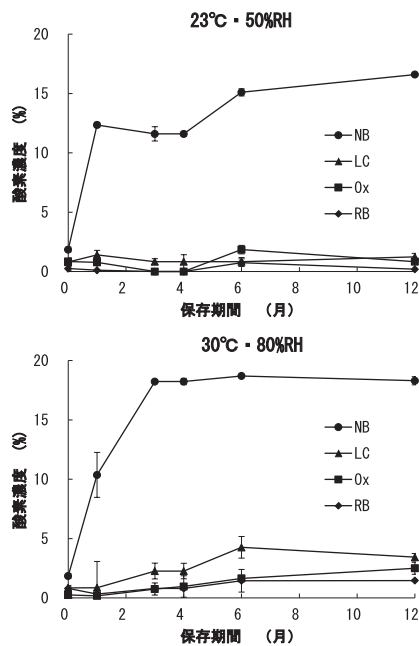


図7 容器内酸素濃度(マーマレード)

変化が見られず、容器による差も見られなかった(図8)。30℃, 80%RH保存では、ノンバリアカップ、ラミコンカップおよびビンで明らかな褐変が見られた。それらと比較するとオキシガード®カップとレットバック®カップの変化は少なかった。

(3) 官能評価

23℃, 50%RHであれば12ヶ月保存でも、やや褐変が見られる程度で色に大きな変化はなく、いずれの容器も商品性限界となる評点-2以上を保っていた(図9)。30℃, 80%

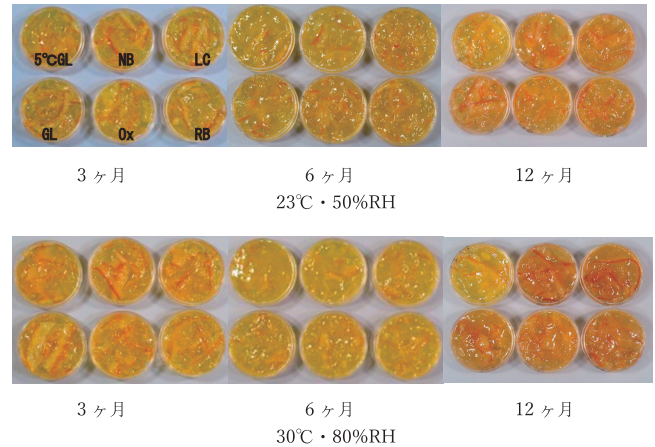


図8 マーマレードの保存に伴う品質変化

RHで12ヶ月保存したものは、ノンバリアカップとラミコンカップの評価が商品性限界以下まで低下したが、オキシガード®カップ、レットバック®およびビンは商品性を有していた。

においの評価は23℃, 50%RH, 12ヶ月保存でも変化がなく、基準である冷蔵との違いも見られなかったが、30℃, 80%RH, 12ヶ月保存ではいずれの容器も評価がやや低下した(図10)。

23℃, 50%RH保存では、味の評価もにおいと同じ傾向が見られた(図11)。オキシガード®カップは30℃, 80%RH, 12ヶ月保存でも味が保たれており、他の容器より評価が高かった。

12ヶ月保存の官能評価結果を表3に示した。23℃, 50%RH保存では、色、におい、味いずれも容器の違いによる有意な差は見られなかった。30℃, 80%RH保存では、においに差は見られないが、色や味はオキシガード®の評価はノン

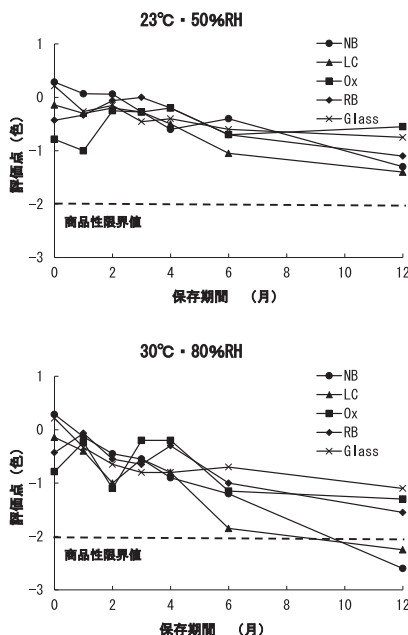


図9 マーマレード官能評価(色)

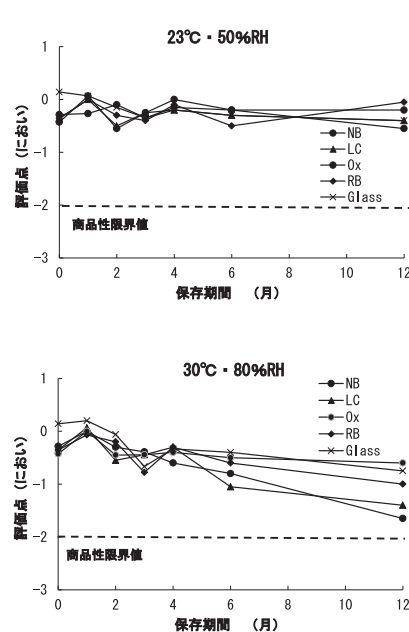


図10 マーマレード官能評価(におい)

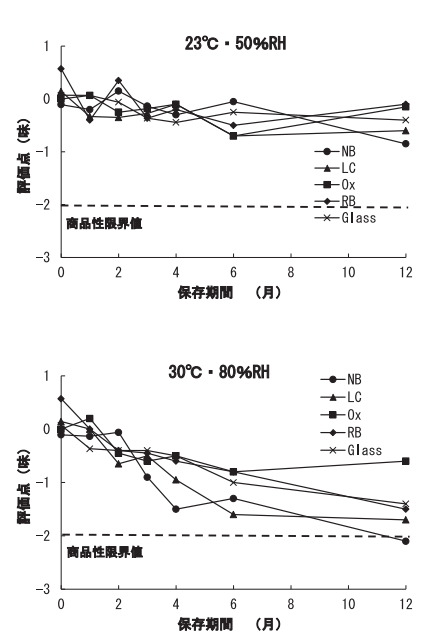


図11 マーマレード官能評価(味)

表3 マーマレード官能評価 (12ヶ月保存)

容器	23℃, 50%RH			30℃, 80%RH		
	色	におい	味	色	におい	味
NB	-0.4	-0.2	-0.1	-2.6a*	-1.7	-2.1a
LC	-1.1	-0.3	-0.7	-2.3ab	-1.4	-1.7ab
Ox	-0.7	-0.2	-0.7	-1.3bc	-0.6	-0.6b
RB	-0.7	-0.5	-0.5	-1.6abc	-1.0	-1.5ab
Glass	-0.6	-0.3	-0.3	-1.1c	-0.8	-1.4ab

*: アルファベットが異なる場合は5%の危険率で有意に差があることを示している。
 $P < 0.05$ $n=10$

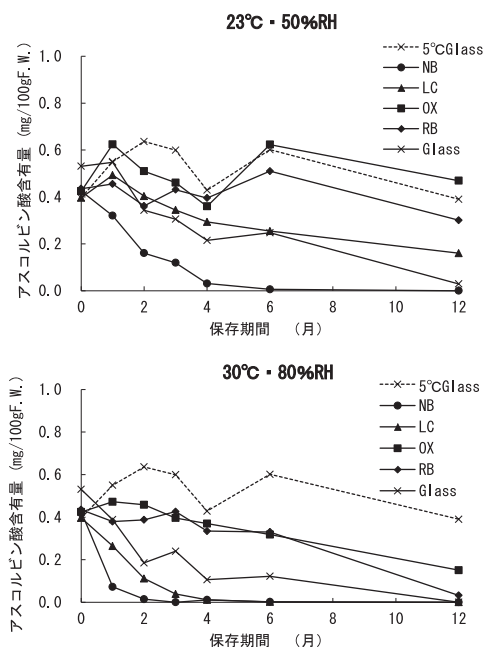


図12 アスコルビン酸含有量の変化 (マーマレード)

バリアより有意に高かった。

(4) アスコルビン酸含量

図12にアスコルビン酸含量の変化を示した。マーマレードはアスコルビン酸が少ない食品であるため、保存中の変化も微量である。しかし、他の調査項目と同様、ノンバリアカップやラミコンカップではアスコルビン酸含量の急激な減量がみられたが、オキシガード®カップとレトバック®カップでは、減少が緩やかで、酸化を抑制する効果が見られた。

考 察

容器内ヘッドスペースガスに含まれている酸素濃度は容器の種類によって大きく異なり、蓋材にガスバリア性がないノンバリアカップが最も急激に濃度が増加した。他の容器に関しては、23℃, 50%RH保存は容器による違いは見られなかった。しかし、30℃, 80%RH保存では、保存3ヶ月

頃からラミコンカップの酸素濃度が増加し、オキシガード®カップやレトバック®カップが1.0%以下に対し、イチゴジャムで2~2.6%, マーマレードで2~4%に上昇していた。ラミコンカップの中間層にあるエバールは、高湿で酸素バリア性が低下する⁷⁾。30℃, 80%RHは日本の夏期を想定した保存条件であるが、この条件がエバールのガスバリア性を低下させたため、容器内の酸素濃度が増加したと推測される。

また、ビンはガスバリア性が極めて高い容器であるため、外部から酸素が入ることはないが、通常ガス置換包装しないため、ガス置換で酸素量を低下させたカップ容器より容器内の初期酸素量は高くなる。本試験においてもビンの容器内初期酸素量は2.5mLで、カップの0.2mLより高かったことがビンの褐変が早かった原因と思われる。

食品の非酵素的褐変はアミノカルボニル反応が代表的なものであるが、他にも油脂の酸化や糖のカaramel化、フェノールの酸化重合などがある¹¹⁾。果実缶詰など大量の糖を含む食品はアミノカルボニル反応による褐変が生じやすい。アミノカルボニル反応は酸素の無い雰囲気でも進むが、酸素があると顕著になる¹²⁾。また、フルフラールや5-ヒドロキシメチルフルフラールなどの生成により、香気が劣化する¹³⁾。イチゴジャムでみられた褐変や風味の低下は、アミノカルボニル反応によるもので、オキシガード®やレトバック®の保存性が高かったのは、容器内酸素量が少ないため、アミノカルボニル反応の進行が抑制されたことが示唆された。また、23℃, 50%RHより30℃, 80%RH保存で劣化が早かったのは、この反応は温度に依存するためである。イチゴジャムの変色について、中林はアスコルビン酸が酸素存在下でデヒドロアスコルビン酸に変化し、イチゴジャムのアントシアニン色素を退色する事を報告している。本報でもアスコルビン酸含量の低下は色の劣化と相関が見られており、アミノカルボニル反応以外にも色素の退色に変色に関与している可能性がある。中村らも、イチゴジャムビン詰のヘッドスペースを窒素ガスで置換し、25℃で3ヶ月保存した結果、無処理ではアントシアニン色素残存率が35%に低下したが、窒素置換は55%に保たれていたと述べている¹⁵⁾。また、イチゴフルーツプレパレーションの試験では、アントシアニンは品種に関係なく35℃, 80%RH保存1ヶ月で急減し、高温で退色しやすい色素であると報告している¹⁶⁾。本報の結果では、イチゴジャムは容器内の酸素濃度や保存温度が高いと変色が顕著であった。特に、ノンバリアカップでは保存初期から変色が見られ、イチゴジャムの保存容器には適していない。今回、ノンバリアカップに次いでビンの変色が早かったのは、ガス置換を行った他試験区より初期酸素量が多くなったことが原因と思われた。ラミコンカップは中間層にガス透過性の低いエバールが使われているため、ノンバリアカップに比べると変色による品質低下は抑制されていたが、容器内酸素濃度をより低下させるオキシガード®やレトバック®の方が品質保持効果は高く、イチゴのように酸素で劣化しやすい内容

物の保存に効果的である事がわかった。

イチゴジャムに比べるとマーマレードの保存に伴う品質変化は緩慢であり、容器間の差はあまり見られなかった。ただ、30℃、80%RHで12ヶ月保存すると、ノンバリアとラミコンカップは、色の官能評価によって商品性がなくなったが、オキシガード®とレトバック®は比較的高い値を維持しており、高温保存によるラミコンカップのガスバリア性低下によるものと推察される。柑橘類の褐変はアスコルビン酸が関与する場合が多く、李らはユズ果汁の褐変は酸素濃度や温度が高いと進行し、アスコルビン酸が主に関与していると報告している¹⁷⁾。マーマレードはユズ果汁に比べるとアスコルビン酸含量は極めて低いことから、このような変色は起こらず、品質が保持されたと思われた。加えて、マーマレードの色素であるカロテノイドはイチゴジャムのアントシアニンに比べて熱にも比較的安定なため、イチゴジャムほどの顕著な変色は起こらなかった。

以上の結果、内容物の特性によって容器の品質保持効果は異なり、マーマレードのように比較的酸素や高温保存による劣化が生じにくい内容物では、高温で保管しなければ、高機能容器を使う必要はなかった。しかし、イチゴジャムのように少量の酸素が品質に大きく影響する内容物では、ガスバリア性が高いだけでなく、能動的に容器内酸素量が低減できるオキシガード®やレトバック®でなければ品質が保てないことが明らかになった。特にレトバック®は透明で内容物が可視化できることから、消費者の購買意欲を高める効果が高い容器と思われる。それらの容器を用いると、30℃、80%RH保存でも6ヶ月、23℃、50%RHであれば12ヶ月まで商品性を有しており、ラミコンカップより品質保持期間を延長することができた。

まとめ

アクティブバリア容器の保存性能を評価するため、イチゴジャムおよびマーマレードを用いて従来のバリア容器との比較試験を行った。

イチゴジャムは保存に伴い色や風味の劣化が起き、23℃、50%RHでは、ラミコンカップは6ヶ月保存で商品性がなくなったが、オキシガード®とレトバック®は12ヶ月保存でも商品性を保っていた。30℃、80%RH保存では、いずれの容器でも急激に色の劣化が見られ、オキシガード®およびレトバック®も褐変が見られたが、ラミコンカップと比較すると変化は少なく、6ヶ月保存でも商品性は認められた。

マーマレードは12ヶ月保存後も23℃、50%RHであれば、外観は良く、容器による違いもなかったが、30℃、80%RH保存では、オキシガード®とレトバック®以外の容器で明らかな褐変が見られた。

謝 辞

本研究は東洋製罐(株)テクニカルセンターの委託研究として行った一部であり、関係各位に深く感謝いたします。

引用文献

- 1) 杉山信之, 角田有紀, 木村與司雄, 竹内啓子: 残存酸素が食品の劣化に与える影響に関する研究. 愛知県産業技術研究所研究報告, (5), 134-137 (2006).
- 2) 葛良忠彦: バリア性包装材料の動向. 包装技術, 49 (12), 830-841 (2011).
- 3) 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 みかんシラップ漬について. 東洋食品工業短期大学・東洋食品研究所 研究報告書, 16, 1-8 (1985).
- 4) 西郷 英昭, 久延 義弘: ラミコンカップ詰食品の保存性-VI-桃シラップ漬について. 東洋食品工業短期大学・東洋食品研究所 研究報告書, 17, 1-9 (1987).
- 5) 西郷 英昭, 久延 義弘, 松田 良子: 各種容器詰オレンジゼリーの保存性. 東洋食品工業短期大学・東洋食品研究所 研究報告書, 19, 99-110 (1992).
- 6) 葛良忠彦: アクティブバリアパッケージングの最新動向. 食品包装, 50 (2), 42-51 (2006).
- 7) 松尾淳一: アクティブ容器の開発と展開. 食品包装, 50 (2), 52-56 (2006).
- 8) 神崎敬三: 容器詰加熱殺菌食品の包装容器. 冷凍, 92 (12), 15-24 (2017).
- 9) 田口善文, 棹本一樹, 末兼幸子: 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, コンビーフについて). 東洋食品工業短期大学紀要, 3, 12-17 (2015).
- 10) 日本缶詰びん詰レトルト食品協会. 国内生産数量統計 <http://www.jca-can.or.jp/data/jcadata.html> (2019年6月10日)
- 11) 本間清一: メラノイジンに関する食品化学的研究. 日本栄養・食糧学会誌, 58 (2) (2005).
- 12) 並木満夫: アミノ-カルボニル反応概説. 澱粉科学, 38 (1), 65-71 (1991).
- 13) 森光圀: 第1章果実缶詰. 缶, びん詰, レトルト食品, 飲料製造講義, 各論編. 日本缶詰協会編p106-109. 日本缶詰協会. 東京 (2002).
- 14) 中林敏郎: アスコルビン酸によるイチゴジャムの退色. 日本食品工業学会誌, 11, 469-478 (1964).
- 15) 中村紀美子, 村上恵, 平田達哉, 藤井宏栄, 中谷幸夫: 低糖度プレザーブジャムに適した露地イチゴ品種及び退色防止技術. 山口県農林総合技術センター研究報告, 2, 15-22 (2011).
- 16) 後藤 隆子, 奥 正和, 高橋 徹, 森 大蔵: 原料品種がイチゴフルーツプレパレーションの品質に及ぼす影響. 東洋食品工業短期大学・東洋食品研究所 研究報告書, 24, 19-28 (2002).
- 17) 李忠富, 沢村正義, 楠瀬博三: ユズ果汁の褐変とフルフラールおよび5-ヒドロキシメチルフルフラールについて. 日本食品科学工学会誌, 36(2), 127-131 (1989).

【論文】

アクティブバリア容器が保存中の食品品質に与える影響

ービワシラップ漬容器詰についてー

朝賀 昌志^{*1}, 高田 将人², 末兼 幸子¹, 江角 友美¹, 田口 善文³, 後藤 隆子¹

果実シラップ漬の品質特性に対するレトバック[®]カップの影響を調べるため、ビワを対象として試験した結果を報告する。今回の試験では、缶詰を比較基準としてラミコンカップ（標準とハイバリアラミコンカップ）とレトバック[®]カップ詰を製造し、23℃, 50% RHおよび30℃, 80% RHの2条件で保存し経時変化を調べた。

保存中のビワ果肉の色調、見た目と香りの官能評価およびシラップ中のアスコルビン酸の経時変化より、レトバック[®]殺菌を要しない果実シラップ漬容器詰であれば、レトバック[®]カップは缶容器と同等と考えるが、ハイバリアラミコンカップでも十分な容器性能を有すると考える。標準ラミコンカップ容器は高温多湿の夏期3ヶ月分（1シーズン）が妥当と考える。

キーワード：レトバック[®]カップ、ラミコンカップ、酸素バリア性、ビワ、褐変

【緒言】

食品は熱・光・酸素などの外部要因により劣化する。缶・ビン・金属箔積層プラスチック容器は容器が酸素遮断性を有するため、これらの容器詰食品では初期封入酸素量に依存して劣化する¹⁾。一方、金属箔積層していないプラスチック容器詰では食品の劣化は初期封入酸素量と容器の酸素バリア性に依存する¹⁻³⁾。20世紀に開発されたプラスチックは易加工性、軽量性や意匠性に優れていたため広く普及した²⁾。しかしながら、ガラスや金属が有している完璧なガスバリア性を凌駕するプラスチック素材は未だ発明されていない²⁾。このため包装する食品の酸素感受性や保存条件などに応じて適正なガスバリア性を有するプラスチック容器を使用すると共に、容器メーカーにより食品業界の要望に応え種々のガスバリア性容器が開発されてきた²⁻⁵⁾。プラスチック容器性能の面で見ると、容器外からの酸素透過を物理的に抑制し内容物を保護するパッシブバリアというこれまでの考え方ではガスバリア性は金属やガラスに及ばないため、物理的バリアだけでなく容器そのものに酸素吸収性能を付与したアクティブバリア容器が開発された²⁻⁵⁾。

パッシブバリア容器としてはエチレンビニルアルコール共重合樹脂（EVOH樹脂）をポリプロピレン樹脂でサンドイッチした多層構造からなるラミコンカップがその代表例であり⁵⁾、種々の内容物を充填したラミコンカップ詰の保存性が報告されている⁶⁻¹²⁾。なお、ラミコンカップは加熱殺菌時にカップのEVOH層に水分が移行することで一時的

に酸素バリア性が低下するため金属缶やガラス瓶よりも賞味期限の設定期間が短い⁵⁾。

一方、アクティブバリア容器としては中間層に鉄粉で構成された酸素吸収層を取り入れたオキシガード[®]容器がある^{4, 5)}。オキシガード[®]容器に充填包装したパイナップル果実シラップ漬、コンビーフの保存中の品質保持効果について報告されている¹³⁾。しかし、オキシガード[®]容器は、不透明で内容物の性状を視認できない⁵⁾。片面オキシガード[®]フィルムで反対面が透明バリアフィルムのオキシガード[®]パウチを用いることで内容品透視性を持たせた容器も有り⁴⁾、先のパイナップル果実シラップ漬はこのオキシガード[®]パウチを用いた保存試験の例である¹³⁾。しかし、容器メーカーでは食品メーカーのさらなる要望をくみ上げオキシガード[®]容器のような高いガスバリア性を有し、透明性の高い容器の開発が検討され、開発された新規容器がレトバック[®]カップである⁵⁾。レトバック[®]カップは酸素吸収層に有機系の酸素吸収材を使用することで、従来の透明カップとほぼ同等の透明性を確保することに成功した⁵⁾。

一方、容器詰食品を内容物側からみると、レトルト殺菌が必須な弱酸性および低酸性食品と100℃以下の低温殺菌で十分な酸性食品に大別できる。酸性食品の代表例として果実シラップ漬容器詰がある。現在最も多く製造販売されている果実シラップ漬は缶詰であり、果実缶詰では内面無塗装の缶容器を使用し、スズの犠牲腐食による缶詰内の還元雰囲気化が内容物の酸化劣化の防止に寄与している¹⁴⁾。果実缶詰にはミカンや夏ミカンなど柑橘類の他に白桃・黄

*連絡先, E-mail: masashi_asaka@toshoku.ac.jp

所属: 1 東洋食品工業短期大学

2 東洋食品工業短期大学卒業生

3 東洋食品工業短期大学テクニカルアドバイザー

桃・ビワ・ブドウ・洋ナシ・サクランボなどの缶詰が製造販売され、これらの果実缶詰の中で白桃の清水白桃、ブドウのアレキサンドリア、洋ナシのラ・フランスおよびビワの缶詰は単価の高い高級果実缶詰である。

本研究では、果実シラップ漬の品質特性に対する新規容器レトバック®カップの影響を調べるため、ビワ果実を対象として試験した結果を報告する。今回の試験では、缶詰を比較基準としてラミコンカップ（標準とハイバリアラミコンカップ）とレトバック®カップ詰を製造し、23℃、50%RHおよび30℃、80%RHの2条件で保存し経時変化を調べた。

【材料および実験方法】

1. 材 料

東洋食品研究所附属農場産ビワ（品種：田中）を原料とした。包装容器には本州製缶（株）製果実7号無塗装缶、東洋製罐（株）製レトバック®カップ、ハイバリア（10%EVOH含有）と標準バリア（4%EVOH含有）のラミコンカップおよびアルミ蓋材（外面側 12μm PET/7μm AL箔/15μm PA/50μm PP 内面側、但し表記にはそれぞれのフィルムをラミネートするために用いた接着剤の表記は省略）を使用した。

2. ビワシラップ漬缶詰およびカップ詰製造方法

ビワシラップ漬缶詰およびカップ詰の製造方法を以下に示す。

ビワ原料を秤量洗浄後、加工器具を用い果梗部除去、果頂部穴開け、種子除去、果梗部穴開け後、褐変防止のため0.05%L-アスコルビン酸溶液に浸漬、ブランチング直前にL-アスコルビン酸溶液から引き上げ、90℃、5分間ブランチングした。冷却後剥皮し、褐変防止のため0.05%L-アスコルビン酸溶液に果肉を浸漬した。その後、異物・夾雑物を除去し、選別した果肉を1口サイズにカットした。

缶詰は固形量140±10g、カップ詰は固形量60±5gで容器に充填し、最終糖度18%、最終pH3.9を目標としてショ糖と酸味料としてクエン酸および酸化防止剤としてアスコルビン酸（0.05%）で調製した注液を充填し、缶詰は内容総量220g、カップ詰は内容総量90gにした。

缶詰はチャンバーバキューム-50kPaで減圧脱気しながら巻締した。カップ詰は窒素フロー後、カップシーラーにより密封した。その後、レトルト殺菌機を用い、95℃でシャワー殺菌した。z値を8℃として基準温度85℃に換算した殺菌熱履歴をFp値とすると、缶詰は22分殺菌でFp値199分、カップ詰は25分殺菌でFp値221分であった。

3. 保存方法

遮光環境にて23℃、50%RHおよび30℃、80%RHの2条件下で12ヶ月保存した。

4. 分析

4.1 レトバック®カップおよびラミコンカップの酸素バリア性の評価法

酸素センサーチップを容器内に装着しラミコンカップお

よびレトバック®カップに水2mlを充填、窒素置換後にヒートシールし、95℃または120℃で30分の殺菌を施した。その後、23℃、50%RHおよび30℃、80%RHの2条件下で6ヶ月間保存した。容器中の酸素濃度は非破壊酸素濃度計（OXY-4, PreSens Precision Sensing GmbH製）を用い、外部より光を当て蛍光の消長を測定することで非破壊的に分析した。

4.2 一般開缶評価と果肉の色調測定法

缶詰およびレトバック®カップ詰、ラミコンカップ詰を一般的な開缶評価法にて評価した。その後、分光色差計SE6000（日本電色工業（株）製）にて試料の剥皮表面の色調を計測した。対物レンズはφ6mmのものを使用し、測定方式にはC2光源による反射を採用した。色調はL*a*b*表色系で表示した。

4.3 HPLC法によるアスコルビン酸定量

装置は（株）島津製作所製LC-6Aシステム、カラムはケムコ製CHEMCOSORB 5-ODS-Hの内径4.6mm、長さ250mm、ガードカラムは同じく内径4.6mm、長さ30mmを用いた。試料注入は5μLとし、移動相は0.2%（W/V）メタリン酸溶液、移動相流量は定流量法で1mL/分、カラム温度40℃の条件で検出波長242nmの吸光度より測定した。データは（株）島津製作所製クロマトパックC-R4Aで処理した。

4.4 官能評価

基準品は缶詰を使用し、レトバック®カップ詰およびハイバリアと標準バリアラミコンカップ詰の果肉を官能評価した。評価項目として、見た目・香りの2項目を一般パネルにより-2（悪い）から+2（良い）の5段階評価した。有意差検定は二元配置法による各試料間の有意差を検討した。

【結 果】

1. レトバック®カップおよびラミコンカップの酸素バリア性能の比較

レトバック®カップおよびラミコンカップの酸素バリア性が殺菌条件並びに保存条件によりどの様に影響を受けるか評価した。95℃で30分殺菌したカップを保存したときの結果を図1-a,c, 120℃で30分殺菌したカップを保存したときの結果を図1-b, dに示す。（研究委託元である東洋製罐（株）テクニカルセンターにて実施したデータを入手した。）

ハイバリアラミコンカップをみると、殺菌直後の容器内酸素は95℃殺菌品では上昇が認められなかったが、120℃殺菌品では殺菌直後に酸素濃度の上昇が認められた。保存中の変化をみると、23℃、50%RHの保存条件では酸素濃度の上昇は僅かであったが、30℃、80%RHの高温多湿条件では酸素濃度の上昇は大きかった。

一方、レトバック®カップは95℃・30分殺菌と120℃・30分殺菌のいずれの条件でも殺菌終了後の容器内酸素濃度の上昇は認められなかった。また、23℃、50%RHおよび30℃、80%RHの2条件下で6ヶ月間保存しても容器内酸素濃度の上

昇は認められなかった。

2. ビワシラップ漬容器詰の保存中の外観変化

ビワシラップ漬容器詰を23℃, 50%RHの保存条件と夏期を想定した30℃, 80%RHの高温多湿条件で12ヶ月保存した。2種類の条件で3, 6ヶ月保存したビワシラップ漬容器詰の外観を製造直後区（室温4日間保存）と比較した。その結果を図2に示す。

缶詰は内容物を観ることができないが、レットバック®および

ビラミコンカップ詰は透明容器であるため内容物を観ることができる。容器詰の外観の変化を保存中観察した結果、23℃, 50%RHの保存条件ではレットバック®およびビラミコンカップ詰の外観に変化はみられなかった。しかしながら、30℃, 80%RHの高温多湿条件では3ヶ月までは外観に変化がみられなかったが、6ヶ月保存から標準バリアラミコンカップ詰で果肉の著しい変色が認められた。

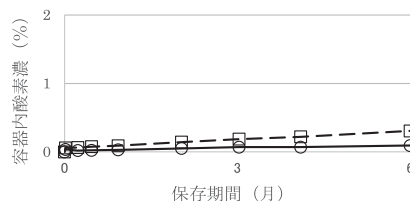


図 1-a 95℃, 30分殺菌したカップの23℃ 50%RH保存試験

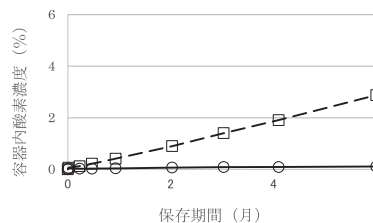


図 1-c 95℃, 30分殺菌したカップの30℃ 80%RH保存試験

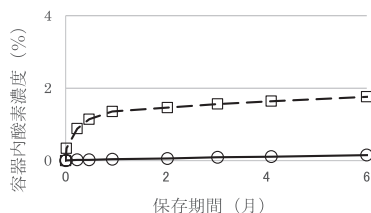


図 1-b 120℃, 30分殺菌したカップの23℃ 50%RH保存試験

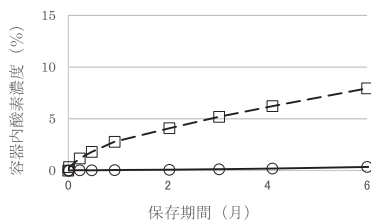


図 1-d 120℃, 30分殺菌したカップの30℃ 80%RH保存試験

図 1 レットバック®カップとラミコンカップの酸素バリア性の比較

○:レットバック®カップ, □:ハイバリアラミコンカップ

製造4日後



23℃, 50%RH, 3ヶ月保存



3℃, 50%RH, 6ヶ月保存



30℃, 80%RH, 3ヶ月保存



30℃, 80%RH, 6ヶ月保存



図2 保存後のビワシラップ漬容器詰の外観

R:レットバック®カップ詰, HL:ハイバリアラミコンカップ詰, LL:標準バリアラミコンカップ詰

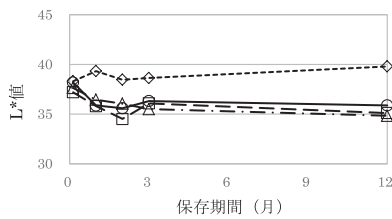


図3-1 23℃, 50%RH保存したピワシラップ漬果肉のL*値の経時変化

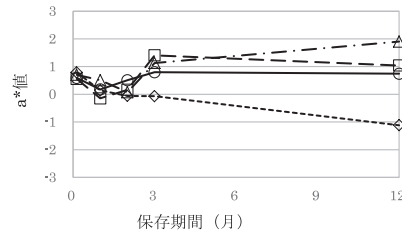


図3-3 23℃, 50%RH保存したピワシラップ漬果肉のa*値の経時変化

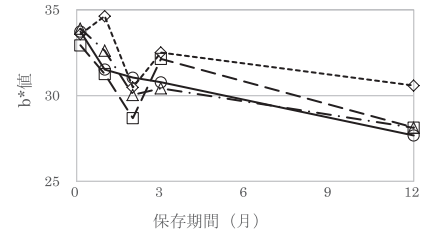


図3-5 23℃, 50%RH保存したピワシラップ漬果肉のb*値の経時変化

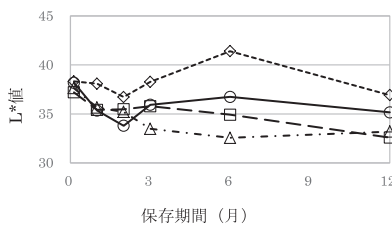


図3-2 30℃, 80%RH保存したピワシラップ漬果肉のL*値の経時変化

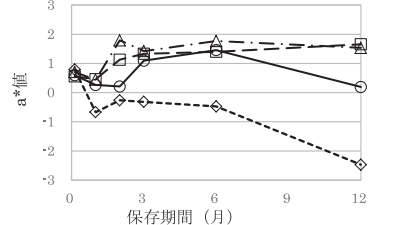


図3-4 30℃, 80%RH保存したピワシラップ漬果肉のa*値の経時変化

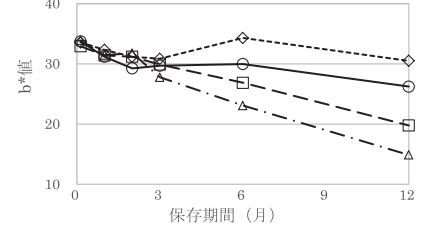


図3-6 30℃, 80%RH保存したピワシラップ漬果肉のb*値の経時変化

図3 ピワシラップ漬果肉色調の経時変化

○: レトバック®カップ, □: ハイバリアラミコンカップ, △: 標準バリアラミコンカップ, ◇: 缶詰

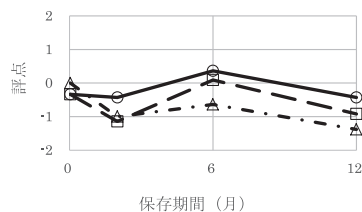


図4-1 23℃, 50%RH保存したピワシラップ漬果肉の官能評価 (見た目)

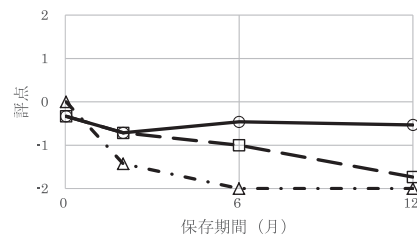


図4-3 30℃, 80%RH保存したピワシラップ漬果肉の官能評価 (見た目)

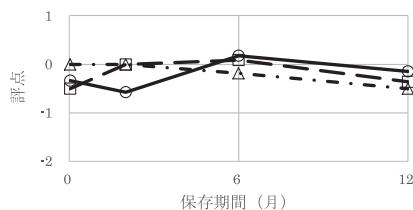


図4-2 23℃, 50%RH保存したピワシラップ漬果肉の官能評価 (香り)

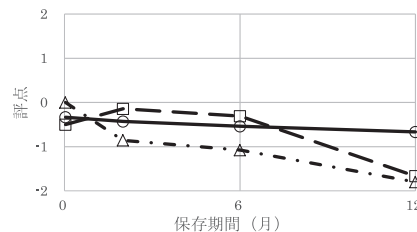


図4-4 30℃, 80%RH保存したピワシラップ漬果肉の官能評価 (香り)

図4 ピワシラップ漬容器詰果肉の官能評価結果の経時変化

○: レトバック®カップ, □: ハイバリアラミコンカップ, △: 標準バリアラミコンカップ

3. ピワシラップ漬容器詰の保存中の品質変化

保存1ヶ月以降のピワシラップ漬容器詰を開缶評価した結果、シラップのBrixは17%前後、pHもpH3.7で容器および保存条件にかかわらず一定ではほぼ目標の値であった。保存1ヶ月で内容物が平衡に達したためと考える。

ピワ果肉色調の保存中の変化を調べるため、開缶評価した果肉の色調を測定した。その結果を図3に示す。

23℃, 50%RHの条件で保存したピワシラップ漬をみると、12ヶ月区の標準バリアラミコンカップ詰の果肉でa*値が増加し褐変した。しかし、ハイバリアラミコンカップ詰とレトバック®カップ詰の果肉ではa*値の変化が小さかった。缶詰はa*値が低下した。

一方、30℃, 80%RHの条件で保存したピワシラップ漬をみると、標準バリアラミコンカップ詰は6ヶ月、ハイバリアラミコンカップ詰は12ヶ月区でa*値が増加し褐変した。レトバック®カップ詰の果肉はa*値の変化が小さく褐変は認められなかった。缶詰はa*値が低下した。

次に、缶詰を基準としてピワ果肉の見た目と香りについて官能評価した。その結果を図4に示す。

23℃, 50%RH条件で保存したピワシラップ漬では、レトバック®カップ詰とハイバリアラミコンカップ詰で差はなく缶詰と同等であった。標準バリアラミコンカップ詰は、12ヶ月保存区の見目においてレトバック®カップ詰に対し危険率5%の有意差有りで評価が悪かった。

一方、30℃、80%RH条件で保存したビワシラップ漬では、レトバック®カップ詰の評価は缶詰と同等であった。ラミコンカップ詰をみると、見た目では6ヶ月保存区で標準バリアラミコンカップ詰がレトバック®カップ詰およびハイバリアラミコンカップ詰に対し危険率5%の有意差有り度評価が悪かった。12ヶ月保存区では、標準バリアラミコンカップ詰に加えハイバリアラミコンカップ詰もレトバック®カップ詰に対して危険率5%の有意差有り度評価が悪くなった。香りでは、標準とハイバリアラミコンカップ詰のいずれも12ヶ月区でレトバック®カップ詰に対して危険率5%の有意差有り度評価が悪かった。

4. ビワシラップ漬容器詰のシラップ中のアスコルビン酸の経時変化

シラップ中のアスコルビン酸を測定し、その濃度が保存中にどの様に変化したか調べた結果を図5に示す。

製造直後で既に2/3程度に低下した。シラップ中のアスコルビン酸濃度は、保存条件と包装容器により差異が見受けられた。23℃、50%RHの保存条件では、アスコルビン酸濃度が最も高かったのは缶詰、次いでレトバック®カップ詰であった。ハイバリアラミコンカップ詰はレトバック®カップ詰と同様の減少傾向であったが、標準バリアラミコンカップ詰で最も低かった。

30℃、80%RHの保存条件では、アスコルビン酸濃度が最も高かったのは缶詰、次いでレトバック®カップ詰であった。一方、ラミコンカップ詰をみると、アスコルビン酸濃度は経時と共に大きく低下し、標準バリアラミコンカップ詰は6ヶ月、ハイバリアラミコンカップ詰も12ヶ月でアスコ

ルビン酸が検出されなくなかった。

【考察】

レトバック®カップおよびラミコンカップの酸素バリア性を比較した結果、ハイバリアラミコンカップは120℃のレトルト殺菌時および高温多湿条件で酸素バリア性が低下した(図1)。これはレトルトショックと呼ばれるEVOH層への水分の移行による酸素バリア性の一時的な低下による⁵⁾と考える。一方、レトバック®カップはレトルト殺菌時および高温多湿条件でも酸素バリア性の低下は認められなかった(図1)。これはPP/EVOH/透明酸素吸収層/EVOH/PP(但し、PPとEVOH間の接着層の表記は省略、組成比は研究委託元企業の依頼により社外秘とする)で構成されているため、EVOH層のレトルトショックによる酸素バリア性の低下を透明酸素吸収層が補完した⁵⁾ためと考える。以後の果実シラップ漬容器詰の保存試験では殺菌条件が95℃殺菌であるため、内容物の品質劣化に対する容器の酸素バリア性の影響は保存条件による違いを検討する。

ビワシラップ漬容器詰の保存中の変化(図2の外観、図3の色調)から、23℃、50%RHの保存条件では標準バリアラミコンカップ詰の12ヶ月保存で褐変による著し変色が認められた。30℃、80%RHの高温多湿の保存条件では標準バリアラミコンカップは保存6ヶ月、ハイバリアラミコンカップでも保存12ヶ月で褐変による著し変色が認められた。これはレトルトショックと呼ばれるEVOH層の酸素バリア性の低下⁵⁾により果肉が褐変し変色したと考える。褐変したビワシラップ漬果肉は官能評価でも他の果肉に対し有意差有り度悪く評価された。

果実の褐変は酵素的褐変と非酵素的褐変が考えられる^{1,15)}が、容器詰果肉は製造工程でのブランチング処理で酵素を失活させているため酵素的褐変は考えられない。果実容器詰の製造では変色防止のため酸化防止剤としてアスコルビン酸を添加する¹⁴⁾が、アスコルビン酸は褐変防止効果を示す場合とアスコルビン酸そのものが褐変の原因となることもある¹⁴⁾。そこで、次にシラップ中のアスコルビン酸濃度が保存中に変化するか検討した。L-アスコルビン酸は強い還元性を有し内容物の酸化劣化を抑制する食品添加物として利用される¹⁶⁾。本研究では酸化防止剤として、注液に0.05%相当のL-アスコルビン酸を添加した。

ビワシラップ漬容器詰のシラップ中のアスコルビン酸濃度の経時変化(図5)をみる。製造直後のアスコルビン酸濃度の低下は殺菌中の容器内初期封入酸素との反応によると考える。

23℃、50%RHの保存条件では容器の酸素バリア性に準じ経時的に低下したが12ヶ月後もシラップ中に残存した。一方、30℃、80%RHという高温多湿の保存条件下では、ラミコンカップ詰でアスコルビン酸濃度は急激に低下し未検出となった。これは、レトルトショックと呼ばれるEVOH層の酸素バリア性の低下⁵⁾による酸素の侵入がアスコルビン

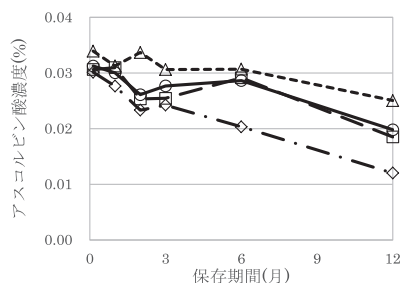


図5-1 23℃、50%RH保存したビワシラップ漬

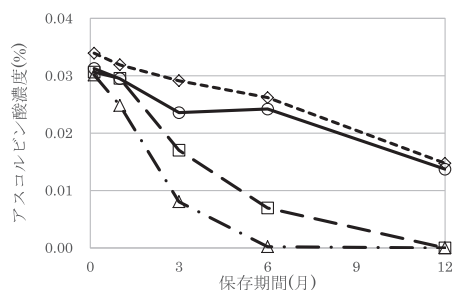


図5-2 30℃、80%RH保存したビワシラップ漬

図5 ビワシラップ漬容器詰のシラップ中のアスコルビン酸の経時変化

○:レトバック®カップ, □:ハイバリアラミコンカップ,
△:標準バリアラミコンカップ, ◇:缶詰

酸を酸化消費させたと考える。

30℃, 80%RHの条件で保存したラミコンカップ詰ではビワ果肉の褐変はシラップ中のアスコルビン酸消費後に進行したことから、アスコルビン酸が果肉の褐変進行を抑制する効果が確認できた。しかし、添加したアスコルビン酸の褐変防止効果は、①侵入してくる酸素を消費、②非酵素的褐変反応を抑制の両方が考えられる。さらに③消費されたアスコルビン酸の酸化物が褐変に影響した可能性¹⁴⁾も考えられる。井上、高橋は酸素透過性のある透明パウチ詰パイナップルの褐変原因調査を行い、褐変進行と残存アスコルビン酸濃度と高い相関が見られるがアスコルビン酸由来フルフラール濃度が低いこと、褐変進行とヒドロキシメチルフルフラール濃度に高い相関が見られることから糖とアミノ酸のメイラード反応が褐変の主原因と推察している¹⁷⁾。本試験におけるラミコンカップ詰での褐変進行とアスコルビン酸濃度との関係は、井上と高橋の報告¹⁷⁾と同様であることから、侵入してくる酸素でアスコルビン酸が消費された後、糖とアミノ酸によるメイラード反応で褐変が進行したものと思われる。しかし、アスコルビン酸の抑制効果が①酸素消費か②非酵素的褐変反応を抑制のいずれであるかは現時点で明らかでない。

最後に、今回のビワシラップ漬容器詰の保存試験結果から容器の内容物保存性能を考察する。レトバック[®]カップ容器は缶容器と同等、ハイバリアラミコンカップ容器は高温多湿の夏期6ヶ月分(2シーズン)、標準ラミコンカップ容器は高温多湿の夏期3ヶ月分(1シーズン)が妥当と考える。ラミコンカップ容器が開発された時期に行われた保存試験の報告⁶⁻¹²⁾の中に桃シラップ漬の保存試験があり、ラミコンカップ詰は室温12ヶ月保存で酸素バリア性の完全なアルミ積層パウチ詰より極僅かに劣るものの良好であり、ビタミンCは室温12ヶ月保存で約30%残存したと報告している¹¹⁾。室温保存で高温多湿の夏期を1シーズン経ていることを考えると、本試験の標準バリアラミコンカップ詰とほぼ同じ結果となった。

以上の結果より、レトルト殺菌を要しない果実シラップ漬容器詰であれば、レトバック[®]カップは缶容器と同等と考えるが、ハイバリアラミコンカップでも十分な容器性能を有すると考える。

【まとめ】

酸素バリア性に優れ、透明性の高い新規容器であるレトバック[®]カップ容器の食品に対する影響を調べる為、ビワを原料として缶詰、ラミコンカップ詰とともにレトバック[®]カップ詰を製造・保存試験した。その結果から容器の保存性能を考察すると、レトルト殺菌を要しない果実シラップ漬容器詰であれば、レトバック[®]カップは缶容器と同等と考えるが、ハイバリアラミコンカップでも十分な容器性能を有すると考える。

【謝 辞】

この研究は東洋製罐(株)テクニカルセンターの受託研究として行った研究の一部であり、発表を認めて頂いた東洋製罐(株)テクニカルセンターに深謝いたします。

引用文献

1. 森光圀：第4部 製造原理 第2章 脱気。缶・びん詰・レトルト食品・飲料製造講義総論編。日本缶詰協会編，p591-601，社団法人日本缶詰協会，東京（2002）。
2. 村田知規：アクティブバリアによる鮮度保持。ジャパンプードサイエンス，Vol.47，No.7，51-56（2008）。
3. 葛良忠彦：アクティブパッケージングの最新動向 バリア包材はパッシブバリアからアクティブバリアへ。食品包装，Vol.50，No.2，42-51（2006）。
4. 松尾淳一：アクティブ容器の開発と展望 プラ容器への酸素吸収性能の付与。食品包装，Vol.50，No.2，52-56（2006）。
5. 神崎敬三：缶詰・レトルト・低温パウチ食品の最新技術動向3.容器詰加熱食品の包装容器－金属缶，プラスチックカップおよびレトルトパウチの基本と最新技術動向－。冷凍，92，797-806（2017）。
6. 西郷英昭，久延義弘，門田和子，鈴木保治：ラミコンカップ詰大豆油の保存性。東洋食品工業短期大学・東洋食品研究所 研究報告書。14，1-7（1981）。
7. 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－Ⅱトマトピューレについて。東洋食品工業短期大学・東洋食品研究所 研究報告書。15，1-6（1983）。
8. 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ブドウ濃縮液について。東洋食品工業短期大学・東洋食品研究所 研究報告書。15，7-12（1983）。
9. 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－Ⅳグリシン・グルコース系褐変モデル液について。東洋食品工業短期大学・東洋食品研究所 研究報告書。15，13-17（1983）。
10. 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みかんシラップ漬について。東洋食品工業短期大学・東洋食品研究所 研究報告書。16，1-8（1985）。
11. 西郷英昭，久延義弘：ラミコンカップ詰食品の保存性－Ⅵ桃シラップ漬について。東洋食品工業短期大学・東洋食品研究所 研究報告書。17，1-9（1987）。
12. 西郷英昭，久延義弘，松田良子：ラミコンカップ詰食品の保存性－Ⅶ各種容器詰オレンジゼリーの保存性。東洋食品工業短期大学・東洋食品研究所 研究報告書。19，99-110（1992）。

13. 田口善文, 竿本一樹, 末兼幸子: 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). 東洋食品工業短期大学紀要. 3, 12-17 (2015).
14. 森光圀: 第2部 農産缶詰 第1章 果実缶詰. 缶・びん詰・レトルト食品・飲料製造講義各論編. 日本缶詰協会編, p99-109, 社団法人日本缶詰協会, 東京 (2002).
15. 加藤博通: 第3章 非酵素的褐変現象の化学. 食品の変色とその化学. 中林敏郎, 木村進, 加藤博通共著, p223-289, 光琳書院, 東京 (1967).
16. 高橋仁一: 第2部 副原料 第3章 食品添加物 4.酸化防止剤. 缶・びん詰・レトルト食品・飲料製造講義総論編. 日本缶詰協会編, p392-396, 社団法人日本缶詰協会, 東京 (2002).
17. 井上竜一, 高橋英史: 透明パウチ詰パイナップルの褐変原因調査. 東洋食品研究所 研究報告書. 29, 135-140 (2013).

【論文】

乳化剤を用いた *Clostridium pasteurianum* の増殖抑制

稲津早紀子*, 出野剣矢, 松永藤彦

3種類の乳化剤 (P-1670, モノエステル-P, M-1695) を用いて *Clostridium pasteurianum* に対する抗菌効果について検証した。すべての乳化剤で添加濃度50ppmの時, 4D程度の抗菌効果が見られた。栄養細胞と芽胞で効果に差はなかった。乳化剤の抗菌作用は, 細胞の短小化を伴い, 短小化した細胞にはコロニー形成能が消失していることがわかった。使用した乳化剤の違いによる抗菌効果への影響はなかった。

キーワード: *Clostridium pasteurianum*, 乳化剤, 抗菌, 酸性食品, 変敗

はじめに

酸性食品の変敗事故の一例として, 芽胞形成菌である *Clostridium pasteurianum* によるみつ豆缶詰の膨張変敗が報告されている⁴⁾。 *C. pasteurianum* は, 偏性嫌気性の芽胞形成菌であり, 生育に伴い水素や二酸化炭素を産生する。そして, 比較的低いpHでも増殖が可能である。pH4.0における芽胞の耐熱性は $D_{90}=23.6$ 分であり, 低温殺菌による制御は難しい²⁾。一方, みつ豆製品の製造において, 強い加熱殺菌や過度にpHを下げることは内容物である寒天の品質劣化を招くため, これらの方法を用いた微生物制御は難しい。そのため, みつ豆製品に *C. pasteurianum* が混入すると, 変敗につながる可能性がある。そこで我々は, 変敗防止対策として食品添加物に着目した。例えば, 食品用乳化剤の1つであるショ糖脂肪酸エステルは, 静菌・抗菌作用が明らかにされており^{3, 6)}, ミルクコーヒーなどの容器詰飲料に利用されている。本実験では, 3種類の乳化剤を用い, *C. pasteurianum* に対する抗菌効果について検討した。

材料および方法

1. 菌株および乳化剤

本研究では, *Clostridium pasteurianum* JCM1408^T株を使用した。乳化剤はリョートーシュガーエステル (三菱ケミカルフーズ株式会社) のP-1670, モノエステル-P, M-1695の3種類を使用した。P-1670とモノエステル-Pはショ糖パルミチン酸エステルで, モノエステル含量はそれぞれ約80%と90%以上の乳化剤である。M-1695はショ糖ミリスチン酸エステルで, モノエステル含量は約80%である⁵⁾。P-1670およびM-1695は市販されているが, モノエステル-Pは市販されていない。

2. 芽胞懸濁液の調製

本学敷地内の土壌10gに純水190mLを加え, 121℃で15分間の高圧滅菌を行い, 上清部分を回収し, 土壌エキスとした。土壌エキス100 μ Lを塗布したNGA寒天培地¹⁾に栄養細胞を塗抹し, 30 $\pm$ 1℃で10日間嫌気培養して芽胞を形成させた。その後, 培地上にPBS (Phosphate Buffered Saline) を滴下して芽胞を懸濁・回収し, 1,940 $\times$ g, 4℃, 15分間の遠心分離を行った。上清を廃棄し, PBSを加えて再懸濁し, 1,940 $\times$ g, 4℃, 15分間の遠心分離を行った。この工程を2回繰り返し遠心分離した後, 上清を取り除きPBSに懸濁し, 80℃で10分間加熱処理後, 冷却した。冷却後, 同じ条件で遠心分離を行い, 沈殿をPBSに懸濁し, これを芽胞懸濁液とした。

3. 乳化剤添加寒天培地を用いた抗菌効果の検証

栄養細胞を用いた検証では, まずバクテリアカウンターを用いた細胞濃度測定法により栄養細胞を約 10^6 個/mLに調整し, そこから10倍, 100倍, 1,000倍, 10,000倍希釈を行った。次に, 乳化剤未添加YA寒天培地¹⁾と乳化剤添加 (5, 10, 25, 50ppm) YA寒天培地に希釈しまたは希釈した菌液を0.1mLずつ塗抹し, 35 $\pm$ 1℃で5日間嫌気培養した。

芽胞を用いた検証では, まず, 4.9×10^5 cfu/mLの芽胞懸濁液を10倍, 100倍, 1,000倍に希釈した。次に, 乳化剤未添加YA寒天培地と乳化剤添加 (5, 10, 25, 50ppm) YA寒天培地に希釈しまたは希釈した芽胞懸濁液を0.1mLずつ塗抹し, 35 $\pm$ 1℃で21日間嫌気培養した。

いずれの検証も培養後の生菌数を測定し, 乳化剤未添加の場合の生菌数 (N_0) に対する乳化剤を添加した場合の生菌数 (N) の比を求めた (N/N_0 , 生菌数の減少率)。さらに, 生菌数の減少率が10分の1の場合を1Dとして, 乳化剤

*連絡先, E-mail: sakiko_inatsu@toshoku.ac.jp

の抗菌効果を以下のように示した。

$$\text{抗菌効果} = nD \quad \text{ただし, } n = -\log(N/N_0)$$

4. 乳化剤添加時における細胞形態の観察

栄養細胞を終濃度約 10^7 個/mLになるように乳化剤未添加YA液体培地と乳化剤添加(25, 50, 100ppm)YA液体培地に懸濁し, $35 \pm 1^\circ\text{C}$ で嫌気培養した。培養開始0, 5, 24, 48時間後に位相差顕微鏡による細胞観察とバクテリアカウンターを用いた細胞濃度測定を行った。

また, 培養24時間後の各菌液をGAM寒天培地に塗抹し, $35 \pm 1^\circ\text{C}$ で5日間嫌気培養後, 生菌数を算出した。

結果および考察

3種類の乳化剤の抗菌効果を*C. pasteurianum*の栄養細胞または芽胞を用いて検証した。P-1670では, 添加濃度

50ppmの時, 栄養細胞に対し4.7D以上, 芽胞に対し3.8D以上の抗菌効果を示した。モノエステルPでは, 添加濃度50ppmの時, 栄養細胞に対し4.6D, 芽胞に対し3.7Dの抗菌効果を示した。M-1695では, 添加濃度50ppmの時, 栄養細胞に対し4.0D, 芽胞に対し4.0D以上の抗菌効果を示した。すべての乳化剤で添加濃度10ppm以下では抗菌効果を示さず, 添加濃度25ppmでは中程度の効果を示した。栄養細胞と芽胞で抗菌効果に差はなかった(図1, 2)。

乳化剤添加時における*C. pasteurianum*細胞を観察した。培養開始から24時間後に細胞観察を行ったところ, 3種類の乳化剤(P-1670, モノエステル-P, M-1695)の添加濃度25ppmでは, 乳化剤未添加時と類似した細胞形態が観察された。しかし, 添加濃度50ppm, 100ppmでは短小化した細胞が観察された(図3)。培養48時間後までの細胞濃度を測定した結果, 乳化剤未添加時も乳化剤添加時(25, 50, 100ppm)も, 細胞濃度は大きく変化しなかった(図

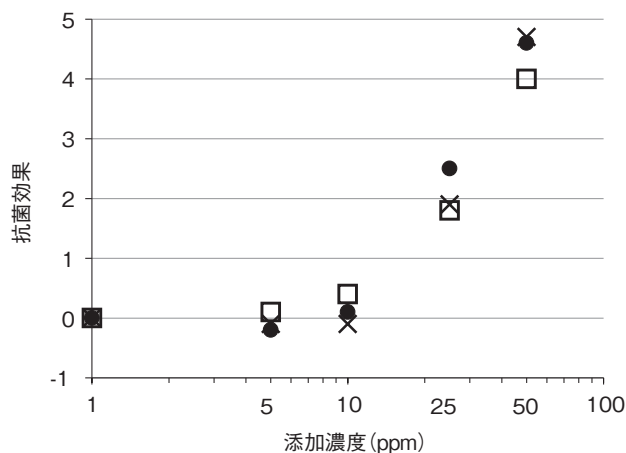


図1 栄養細胞に対する乳化剤の抗菌効果
抗菌効果はDの倍数(nD)で示した($n = -\log(N/N_0)$)。
P-1670(x),モノエステル-P(●),M-1695(□)

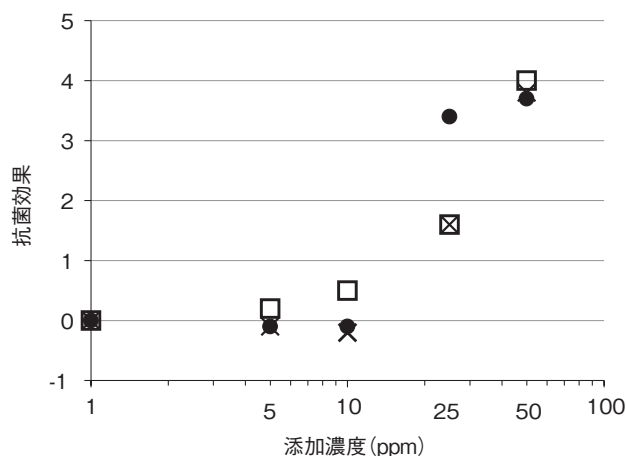


図2 芽胞に対する乳化剤の抗菌効果
抗菌効果はDの倍数(nD)で示した($n = -\log(N/N_0)$)。
P-1670(x),モノエステル-P(●),M-1695(□)

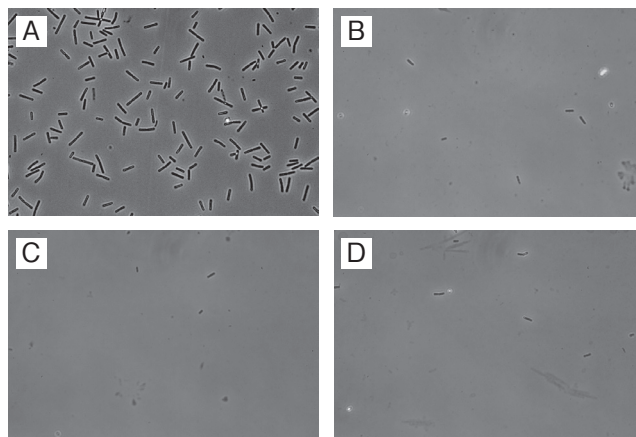


図3 培養24時間後の細胞形態
乳化剤未添加(A), P-1670(50ppm)添加(B),
モノエステル-P(50ppm)添加(C), M-1695(50ppm)添加(D)

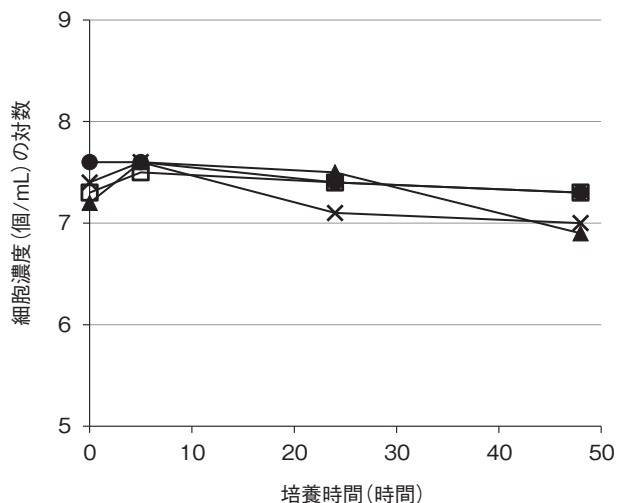


図4 細胞濃度の経時的変化
乳化剤未添加(▲), P-1670(100ppm)添加(x), モノエステル-P
(100ppm)添加(●), M-1695(100ppm)添加(□)

表1 培養24時間後の生菌数

乳化剤	添加濃度 (ppm)	生菌数 (cfu/mL)
コントロール	0	4.3×10^4
P-1670	25	5.8×10^3
	50	$<1.0 \times 10$
	100	$<1.0 \times 10$
	25	6.3×10^3
モノエステル-P	50	ND ¹⁾
	100	ND
	25	1.8×10^3
M-1695	50	3.7×10^2
	100	$<1.0 \times 10$

*1) Not Determined: 未測定

4). 一方で、培養24時間後の生菌数を測定すると、それぞれの乳化剤を25ppmで添加した場合は、乳化剤未添加に比べて1/10程度生菌数が減少した。またP-1670は添加濃度50ppm, 100ppm, M-1695は添加濃度100ppmの時、生菌数が検出限界 (1.0×10 cfu/mL) を下回った (表1)。このことから、これらの乳化剤添加に伴う生菌数の減少には、短小化した細胞のコロニー形成能消失が関与していることがわかった。

本研究では、P-1670, モノエステル-P, M-1695の3種類の乳化剤を用いて*C. pasteurianum*に対する抗菌効果を調べた。今回の結果から、使用した乳化剤の違いによる抗菌効果への影響はなかった。小林らは*M. thermoacetia*に対する乳化剤の抗菌作用は膜損傷が関与していると推測している³⁾。本研究内容では細胞の短小化が観察されたが、膜損傷の有無を含め、その作用機序についてはまだ明らかになっていない。

*C. pasteurianum*による変敗事故は、野菜を原料とした缶入り酸性食品でも報告されている²⁾。酸性食品の場合、加熱殺菌温度の上昇や時間の延長、pHの低下といった微生物制御は製品の品質を低下させる場合がある。今回の結果から、乳化剤は*C. pasteurianum*を制御する方法の1つとして期待できることがわかった。

謝 辞

乳化剤を提供していただいた三菱ケミカルフーズ株式会社に感謝致します。

参考文献

- 1) 池上義昭, 大田智子. シュガーエステルの抗菌作用 – I 有芽胞菌に対するシュガーエステルの効果. 東洋食品工業短期大学・東洋食品研究所 研究報告書, (16), 93-100 (1985).
- 2) 石原理子, 渡邊弥生, 青山康司. 缶入り酸性食品からの変敗原因菌の分離とその性状. 広島県立総合技術研究所食品工業技術センター研究報告 (25), 33-36 (2009).
- 3) 小林哲也, 青山好男. *Moorella thermoacetica* に対する ショ糖脂肪酸エステルの抗菌効果. 防菌防黴 (40), 547-553 (2012).
- 4) 松田典彦, 駒木勝, 市川良子, 後藤幸恵. 缶詰食品の変敗 原因有芽胞細菌の種と食品の種類との関係. 日本食品工業学会誌 (32), 615-621 (1985).
- 5) 製品一覧 | リョートーシュガーエステル | 三菱ケミカルフーズ. http://www.mfc.co.jp/product/nyuuka/ryoto_syuga/list.html
- 6) 諏訪信行, 久保田春美, 高橋和子, 町田肇. コーヒー缶詰の耐熱性有芽胞細菌による変敗に対するショ糖脂肪酸エステル添加効果. 日本食品工業学会誌 (33), 44-51 (1986).

【総説】

ボツリヌスクック(12Dコンセプト)の成立過程

宮尾 宗央*

ボツリヌス菌の加熱殺菌において $F=12D$ が用いられているが、その由来は必ずしも明確でないで、その成立過程を検証した。根拠となる加熱殺菌試験は1922年EstyとMeyerが発表した 6×10^{10} のボツリヌス菌芽胞の死滅試験とそこから算出された F 値・ z 値である。1950年ごろ芽胞数が多いほど F 値が高くなるという問題点を解決するために D 値の概念が取り入れられたが、厳密に考えると F 値が決定できないという矛盾を生じてしまった。そこでNCA (National Cannery Association, 現在のGrocery Manufacturers Association) が³, EstyとMeyerの実験結果に基づき $F=12D$ の関係づけを行った。当時のアメリカの缶詰生産量 (10^9 缶/年以上) の1000倍近く生産しても食中毒が起こらない程度の余裕を持った殺菌効力の設定であり、かつ過剰すぎない条件なので、 $F=12D$ の考え方が広まったものと推測する。

キーワード：12Dコンセプト、ボツリヌス菌、ボツリヌスクック、NCA、Esty

緒言

ボツリヌス菌の加熱殺菌において、人命を奪う危険な食中毒菌であるという理由で $F=12D$ が一般的に用いられているが、その由来に関しては必ずしも明確でない。EstyとMeyerが初発菌数 6×10^{10} のボツリヌス菌芽胞を殺滅するのに 120°C 4分間の加熱処理が必要であったと報告したことに由来する^{1), 2)}、アメリカにおける缶詰生産量から算出された³⁾といった説がある。今回12Dコンセプトの形成過程に関して調査を行ったので、その結果を報告する。

1. EstyとMeyerによるボツリヌス菌芽胞の耐熱性研究の背景

1920年代NCAの研究所においてボツリヌス菌の耐熱性研究が集中して行われた。その背景として以下の様なことが考えられる。

①Appertが1810年にびん詰めによる食品保存法を出版後、1820年代にはアメリカで缶詰製造が行われる様になっていた⁴⁾。

当時のアメリカにおける缶詰製造においては、経験的な事実と勘に頼り沸騰水による 100°C 5, 6時間の殺菌が行われるのが一般的であった。ところが1860年アメリカ南北戦争による缶詰需要の増大に応じるため、ボルチモアの缶詰業者Solomonが塩化カルシウムを添加し、沸点上昇を利用し約 115°C の殺菌を行った。その結果殺菌時間を25~40分に短縮し、生産性を8倍に増大させたとされて

いる⁵⁾。また1875年Shriverが縦型レトルト釜 (vertical retort) を開発したこともあり、 100°C を超える温度帯での殺菌が一般化してくる (圧力釜自体は1838年のAppert出版の書籍に記載あり)⁴⁾。その中で 100°C を超える温度帯での適切な殺菌条件に関する知見への要望が高まってきた。

②缶詰業者のみの手で負えなくなった場合科学者の助けを借りる事例も出てきた。1895年Albert Landreth Cannery社が豆缶詰の膨張・破裂による大量の不良品に悩まされた時、ウィスコンシン農業大学のRussellが缶詰の変敗の原因が不十分な殺菌条件による残存微生物の増殖であること、殺菌温度を高くすることを提案し、解決に至った⁵⁾。これが缶詰の変敗に関する初めての科学的な業績とされている。しかしRussellは主要な雑誌に発表しなかったため、独立して豆の缶詰の変敗に関して同様の結論に至り、1901年缶詰業者の大会で発表したUnderwoodとPrescottの方が一般的には知られている⁵⁾。

③*Bacillus botulinus* (現在は*Clostridium botulinum*だが、当時は*Bacillus*属とされていた) は、1897年にベルギーのErmengemによって最初に分離された⁶⁾。その後ボツリヌス菌に関する研究が進み、缶詰由来のボツリヌス菌食中毒による死者が多数発生していることが分かった。1921年~1967年のボツリヌス食中毒に関する資料⁷⁾よりアメリカ産缶詰によるボツリヌス菌食中毒による死者数を著者がまとめたものを表1に示す。1920年代まではボツリヌス菌食中毒により多数の死者を出していたが、それ以後は減少している。また当初は80

*連絡先, E-mail : norio_miyao@toshoku.ac.jp

表1 アメリカにおける自国産缶詰によるボツリヌス中毒者数の推移 (1921年~1967年)

発生年	原因食品	死者
1921	Spinach,olives	10
1922	Spinach	6
1924	Olives	8
1925	Sardines,spinach,potted meat	9
1931	Milk,antipasto,sardines	2
1932	Salmon	1
1933	Crab,salmon	1
1934	Sprats	1
1938	Tuna	2
1941	Mushroom Sauce	1
1963	Tuna	2

文献10) を元に、自国産缶詰のみを抜き出し、著者が作表したもの

℃ 1時間の加熱でボツリヌス菌芽胞を効果的に破壊すると間違っ報告されていたが⁸⁾、その後の研究の成果でボツリヌス菌の耐熱性が高いことも分かってきた。Estyによると⁹⁾、1919年Burkeが121.3℃ 10分の加熱でもボツリヌス菌を死滅させるには不十分であること、1921年Weissらが100℃ 5時間、105℃ 40分以内、120℃ 6分でボツリヌス菌を死滅できること、1922年Dicksonらがボツリヌス菌の種類により100℃における耐熱性が30分~6時間と異なることなど、研究者により様々な結果が発表されていた。この様な状況の中、缶詰業界としてボツリヌス菌の耐熱性に関して結論をつける必要が生じ、NCAによる集中的な研究がなされることとなった。

2. EstyとMeyerによるボツリヌス菌芽胞の耐熱性研究

表2に1907年NCA設立以後の加熱殺菌に関する研究成果を簡単にまとめた。

表2 NCA設立後の加熱殺菌の進歩

年	事項	参考文献
1907	National Canners Association(NCA)が設立	5)
1913	W. D. Bigelow, A. W. Bittingをメンバーとする研究所が設立	5)
1917	Bigelowが熱電対を温度測定に使用を始めた	5)
1919	BigelowがNCA研究所所長となる	5)
1920	BigelowらがGeneral Method発表	10)
1921	BigelowがTDTカーブが片対数曲線に載せると直線となることを観察	11), 12)
1922	Esty, Meyerボツリヌス菌の耐熱性に関する研究上記Estyの実験結果はF=2.78, z=18.0とされた	1), 9)
1928	Formula method発表(Ball)	12)
1938	Nomogram method発表(Olson, Stevens)	12)
1938	TownsendらがEstyの実験結果を再計算しF=2.45, z=17.6	13)

現在の加熱殺菌研究同様、熱電対を用いた温度研究が開始されたのは1917年で、それ以来加熱殺菌に関する研究が急速に進み、ボツリヌス菌芽胞の耐熱性に関して明らかになる。

EstyとMeyerが1922年にボツリヌス菌芽胞の耐熱性研究を行ったことは有名だが、この研究に関連して2種の文献が報告されている^{1),9)}。

EstyとMeyerは、*B. botulinum* 109株を含む9種の嫌気性菌の耐熱性を評価し*B. botulinum*の耐熱性が最大だったことを示している。また1804の*B. botulinum*芽胞懸濁液の耐熱性試験の結果、耐熱性の最も高かった株番号19, 23, 97の600億個の耐熱性試験結果を元に“ideal destruction curve”として120℃ 4分, 115℃ 10分, 110℃ 33分, 105℃ 100分, 100℃ 330分と示している¹⁾。Estyはその後、詳細なデータをアメリカ微生物学会の年次大会で発表し、別文献としてまとめている⁹⁾。Estyは、まず耐熱性の強い芽胞を選択するため、耐熱性が強い12株に関して芽胞量を 1×10^8 個以下~ 2×10^9 個以上の7段階に振り、105℃での耐熱性を測定し、その結果より最も耐熱性の高い3株(19,23,97)を選択した。次にそれらの株を用いて 7×10^9 個~ 6×10^{10} 個の芽胞の耐熱性試験を行い、それらの結果を元に、生残時の最長加熱時間、死滅時の最短加熱時間を記している⁹⁾。文献記載の耐熱性試験データと2種の文献における芽胞死滅条件を表3にまとめておく。

表3をみると、耐熱性試験データと芽胞死滅条件に整合性が取れていない(120℃ 4分では死滅したとの結果が得られていない)部分もある⁹⁾。またこれらの文献は「この報告書は要約であり、最終報告書が別途ある」¹⁾「アメリカ微生物学会の年次大会で議論される内容である」⁹⁾といった記載がされており、いずれも最終報告書では無いが、ボツリヌス菌の耐熱性を示す貴重な文献である。

EstyとMeyerの実験結果が後に12Dコンセプトの確立の根拠とされるのだが、1922年時点ではD値の概念がなく、F値・z値なども計算されておらず、生残・死滅時間のみで判断しているため、12Dコンセプトはまだ確立されていないと考えられる。

表3 耐熱性試験データとEstyが示した芽胞死滅条件

温度(℃)	芽胞死滅条件		耐熱性試験データ ⁹⁾	
	maximum resistance ¹⁾	completely destroy ⁹⁾	生残時の最長加熱時間	死滅時の最短加熱時間
100	330	360	320	330
105	100	120	100	110
110	33	36	30	33
115	10	12	10	11
120	4	4	4	5

単位:分

*文献1),9)で異なる表現がとられているため、英文のまま示した。

3. 加熱殺菌の評価方法とD値の確立

1920年General method (Bigelowら), 1928年Formula method (Ball), 1938年Nomogram method (Olson, Stevens) と加熱殺菌を数式で評価する方法が徐々に確立される中¹²⁾, EstyとMeyerの実験の z 値・ F 値が計算され($z=18.0^{\circ}\text{F}$, $F_0=2.78$ 分), さらに1938年Townsendらにより, 伝熱遅れを考慮して再計算される($z=17.6^{\circ}\text{F}$, $F_0=2.45$ 分)¹⁴⁾.

D値の概念が出てくるのは F 値・ z 値より遅く, 1943年にBallにより5種の微生物の Z 値(大文字であることに注意, 現在のD値)算出結果が示されている¹⁵⁾. この文献によると Z 値自体はBaseltの提案とされている.

その後1948年Stumboが U の概念($U=Z(\log a - \log b)$) U は現在の F 値, Z 値は現在の D 値, a は殺菌前の菌数, b は殺菌後の菌数)を示し, 1922年のEstyとMeyerの実験で, 他の研究よりも高い耐熱性が見られたのは, 恐らく使用した菌数が高かったからだとして述べている¹⁰⁾. また U の概念を用いてEstyとMeyerが示した $F_0=2.45$ 分と1938年Townsendが示した $F_0=1.90$ 分は初菌数の差異を考慮すれば同等であることから, Z 値(現在のD値)の有用性を示した¹⁴⁾.

Z 値と z 値との間の混乱を避けるため, Z 値が D 値(decimal reduction timeの略)と呼びなおされ, これが1950年には研究者間の共通認識として受け入れられていく^{16), 17)}. この様に1943~1950年の間に D 値の概念が確立するが, 調査した中にはボツリヌス菌と12Dコンセプトの関連を示す文献は見つからなかった.

4. 12Dコンセプトの確立

D 値の概念が確立するにつれ, 従来「微生物を死滅するために必要な時間」を定義とした“thermal death time”の概念を変更する必要があるが出てきた. 1955年Ballは D 値の概念を採用する限り, 殺菌時間を長くしても, 微生物は低確率ながらも生残し, ゼロにはならないことを示し, 従来の“thermal death time”の概念を維持したままでは, F 値を決めることが困難になったと述べている¹⁸⁾.

この様な状況の中, 1956年NCAは, 理論的に完全に死滅する点を見つけるのは不可能であるため, ボツリヌス菌の場合 1×10^{12} 個の芽胞が1個まで減るのにかかる加熱時間(12D)を F 値として受け入れざるをえないとした. その根拠として1922年にEstyとMeyerが得た最大値(maximum valueまたはclassical value)を, 初菌数 6×10^{10} から完全に死滅したものと考え, それを慣習的に 10^{12} 減少したと想定し $F=12D$ とした($6 \times 10^{10} \rightarrow 0.06$)¹⁹⁾. そして $F=12D$ の関係からTownsendの $F_0=2.45$ 分より $D=0.204$ 分を算出し, これまで独立して得られた数値と考えられていた F 値と D 値が関係づけられることとなる.

1965年Stumboは「12Dコンセプトは独断で決められた値であり, 一見 10^{12} 個の缶詰中で1芽胞しか残存しない程度

まで生存率を下げることは極端すぎる様に思えるが, アメリカだけでも毎年低酸性缶詰を毎年数十億個(10^9 以上)製造していることを考慮すると正当化される」としている²⁰⁾. 年間生産量の1000倍近く生産しても食中毒が起こらない程度の余裕を持った殺菌効力の設定であり, かつ過剰すぎない条件なので受け入れやすかったと思われる.

ヨーロッパのILSIによると, 1965年以来, 12Dコンセプト(「ボツリヌスクック」とも呼ばれる. $F_0=2.45$ 分を切り上げて $F_0=3$ 分)が低酸性食品のための基準として使用されている²¹⁾.

5. ボツリヌス菌以外を対象とする場合の扱い

Stumboは, 多数の食品製造者は変敗率が $1/1000$ を超える」と問題と考えていることから, ボツリヌス菌以上の耐熱性を持つ中温性芽胞に関しては, 芽胞数を元の 10^5 まで減少させること(5D)で達成できるとしている²⁰⁾. またNCAはボツリヌス菌に12Dを提案すると共に, 他の菌株に関して5Dを提案している¹⁹⁾.

現在ボツリヌス菌以外では5Dまたは6Dが一般的とされるのは, StumboとNCAからきていると思われる. なお, ヨーロッパのILSIでは, ボツリヌス菌以外の耐熱性微生物や工程の変動性も考慮し低酸性食品の場合で $F_0=6 \sim 10$ 分の範囲が一般的であること²¹⁾が示されている.

6. まとめ

1900年代に入り顕在化したボツリヌス食中毒という緊急の課題に対し, 1922年EstyとMeyerは問題のない殺菌条件(120°C 4分)を設定し, 1938年Townsendは伝熱遅れなどを考慮し, F 値・ z 値を用いて定量的な扱いを行い, ボツリヌス食中毒の発生をほぼ防止することができた.

この際, 芽胞数が多いほど F 値が高くなるという問題点を解決するために, 1950年Ballは D 値の概念を取り入れたが, 厳密に考えると F 値が決定できないという矛盾を生じてしまった. そこで1956年NCAは, EstyとMeyerの実験結果とその後のボツリヌス食中毒発生状況に基づき $F=12D$ の関係づけを行った. 1965年Stumboによると, 当時のアメリカの缶詰生産量(10^9 缶/年以上)と比較しても, 厳しすぎる条件ではないことから $F=12D$ コンセプトの考え方が広まったのではないと思われる. ちなみに日本における食品衛生法の基準値 120°C 4分は1922年EstyとMeyerの条件と同一であり, 121.1°C 換算すると $F_0>3.1$ 分となり, Stumboの $F_0>3$ 分も満たしている.

参考文献

- 1) Esty, J. R., Meyer, K. F. : The Heat Resistance of the Spores of *B. botulinus* and Allied Anaerobes. XI, The Journal of Infectious Diseases, 31, 650-664 (1922).
- 2) 松田典彦, 藤原忠 : 容器詰食品の加熱殺菌 (理論および応用) 第三版, 9, 日本缶詰びん詰レトルト食品協会, 東京 (1993).
- 3) 松田典彦 : かん・びん詰食品製造における安全管理とくに加熱殺菌について, 食品衛生研究, 26, 503-513 (1976).
- 4) Samuel, A. G. : A condensed history of the science and technology of thermal processing-part 1, Food Technology, 25, 1256-1262 (1971).
- 5) Samuel, A. G. : A condensed history of the science and technology of thermal processing-part 2, Food Technology, 26, 64-69 (1972).
- 6) The Belgian Society for Microbiology: Emile Pierre Marie Van Ermengem (1851-1932).
<https://belsocmicrobio.be/emile-pierre-marie-van-ermengem-1851-1932/> (2019年6月20日).
- 7) Lewis, K. H. and Hall, H. E. : Botulism: Potential Hazard of Food Preservation; Proceedings of the First U.S.-Japan Conference on Toxic Micro-organisms, 384-387, UJNR Joint Panels on Toxic Micro-organisms and the U. S. Department of the interior, Washington, D.C. (1970).
- 8) Ito, K. A., Seeger, M. L., Bohrer, C. L., Denny, C. B. and Bruch, M. K. : The thermal and germicidal resistance of *Clostridium Botulinum* Types A, B, and E Spores: Proceedings of the First U.S.-Japan Conference on Toxic Micro-organisms, 410-415, UJNR Joint Panels on Toxic Micro-organisms and the U. S. Department of the interior, Washington, D.C. (1970).
- 9) Esty, J. R. : The heat resistance of *B. Botulinus* spores, The American Journal of Public Health, 13, 108-113 (1923).
- 10) Stumbo, C.R. : Bacteriological Considerations relating to Process Evaluation, Food Technology, 2, 115-132 (1948).
- 11) Bigelow, W. D. : The Logarithmic Nature of Thermal Death Time Curves, The Journal of Infectious Diseases, 29, 528-536 (1921).
- 12) James, A. S. and Berton, S. C. : The Canned Food Reference Manual Third Edition, 303, The American Can Company, New York (1949).
- 13) Townsend, C. T., Esty, J. R. and Baselt, F. C. : Heat-resistance studies on spores of putrefactive anaerobes in relation to determination of safe processes for canned foods, Food Science. 3, 323-346 (1938).
- 14) Stumbo, C. R. : Thermobacteriology as Applied to Food Processing, Advances in Food Research Volume 2, 76-79 (1949).
- 15) Ball, C. O.: Short-time pasteurization of milk, Industrial and Engineering Chemistry, 35, 71-84 (1943).
- 16) Reed, J. M., Bohrer, C.W. and Cameron, E. J. : Spore Destruction Rate Studies on Organisms of Significance in the Processing of Canned Foods, Food Research, 16, 383-408 (1951).
- 17) Stumbo, C. R., Murphy, J. R. and Cochran, J. : Nature of Thermal Death Time Curves for *P. A. 3679* and *Clostridium Botulinum*, Food Technology, 4, 321-326 (1950).
- 18) Ball, C. O. and Olson, F. C. W. : Foundation of Food Process Calculation Methods, Food Science, 20, 666-688 (1955).
- 19) Townsend, C. T., Somers, I. I., Lamb, F. C. and Olson, N. A. : A Laboratory Manual for the Canning Industry Second Edition, 10-21~10-22, National Canners Association, Washington, D.C. (1956).
- 20) Stumbo, C. R. : Thermobacteriology in Food Processing, 115-116, Academic Press, New York (1965).
- 21) Bean, D., Bourdichon, F., Bresnahan, D., Davies, A., Geeraerd, A. et al. : Risk Assessment Approach to setting Thermal Processes in Food Manufacture, 7, ILSI Europe, Belgium (2012).

発表記録 (2017年~2018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) 2017年度

松原孝典, 岡田魁斗, 八木謙一, 安永秀計 (2017) Dyeing for Silk Fabrics by Utilizing Chemical Oxidation of (+) - Catechin, Journal of Textile Engineering, 63 (6) : 149-152 (論文).

朝賀昌志 (2017) 16.調理済み食品: 缶詰, 瓶詰, レトルト食品, 栄養科学シリーズNEXT・食べ物と健康, 食品と衛生 食品加工・保蔵学, 海老原清, 渡邊浩幸, 竹内弘幸編, p161-168, 講談社サイエンティフィク, 東京 (2017).

宮尾宗央 (2017) フローズンチルド食品の開発, 冷凍, 92 (12) : 817-821 (総説).

川向剛史, 宮尾宗央 (2017) 備蓄食としてのレトルト食品の動向, 冷凍, 92 (12) : 822-826 (総説).

稲津早紀子, 竹谷早稀, 松永藤彦 (2017) 変敗コーンペーストから分離された *Paenibacillus* 属の生育性状解明, 日本食品微生物学会雑誌, 34 (2) : 126-130 (論文).

稲津早紀子, 松永藤彦 (2017) 蛍光ハンドローションを用いた手洗い教室, 東洋食品工業短期大学紀要, 第4号.

井上保, 山見遥, 塩野剛 (2017) レトルトパウチにおけるヒートシール条件の最適化, 東洋食品工業短期大学紀要, 第4号.

朝賀昌志, 遠田智江 (2017) 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, 東洋食品工業短期大学紀要, 第4号.

福島博, 高岡誠 (2017) 二重巻締め法の密封性について, 東洋食品工業短期大学紀要, 第4号.

田口善文 (2018) 食品包材による賞味期限の延長, 食品と科学, 60 (5) : 51-59 (論文).

外部発表 (学会発表等) 2017年度

後藤隆子, 江角友美, 朝賀昌志 (2017) 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), 日本食品保蔵科学会 (日本食品保蔵科学会第66回大会).

松原孝典, 岡田魁斗, 八木謙一, 安永秀計 (2017) バイオカテコールを用いた絹の酸化染色法, 日本繊維機械学会 (日本繊維機械学会第70回年次大会).

江角友美 (2017) 長期常温保存可能な魚の一次加工品の開発, 日本栄養改善学会 (第64回日本栄養改善学会).

井上保, 塩野剛, 西坂芽生, 福田誠 (2017) 濡れ性を考慮した夾雑物シールの解析, 日本食品工学会 (日本食品工学会第18回年次大会).

奈賀俊人, 服部能英, 竹中宏志, 大田洋一郎, 切畑光統, 谷森紳治 (2018) *Bacillus cereus* が産生する環状ドデカデブシペプチド, ホモセレウリドの合成と生物活性の検討, 日本農芸化学会 (日本農芸化学会2018年度大会).

後藤隆子, 後藤昌弘 (2018) レトルトの初期加熱条件がサツマイモの糖含量に及ぼす影響, 日本食品保蔵科学会 (日本食品保蔵科学会第67回大会).

朝賀昌志 (2018), 食品殺菌技術とバリア材料, 日本包装学会バリア材料研究会 (第23回研究会).

外部発表（論文・総説等）2018年度

Tamotsu Inoue, Tsuyoshi Shiono, Hiroyuki Iyota (2018) Characteristics and mechanism of bubble formation in plastic packaging for food, 日本食品工学会誌, 19 (3) : 145-150 (論文).

宮尾宗央 (2018) 特集にあたって, 冷凍, 93 (9) : P580 (巻頭言).

宮尾宗央 (2018) 気になる言葉「リステリア」, 冷凍, 93 (12) : P858 (総説).

Toshihito Naka, Yoshihide Hattori, Hiroshi Takenaka, Yoichiro Ohta, Mitsunori Kiriha, Shinji Tanimori (2018) Synthesis of the reported structure of homocerculide and its vacuolation assay, Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters, 29 : 734-739 (論文).

田口善文 (2018) 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 (2), 日本包装学会誌, 27 (6) : 369-380 (総説).

宮尾宗央 (2018) 食品の衛生管理に関する最新動向 (4) HACCP制度化, 冷凍, 19 (2) : 37-40 (総説).

稲津早紀子, 青木瀬那, 松永藤彦 (2018) 菓子製造工場の生産中と停止中における微生物汚染状況, 日本食品微生物学会雑誌, 35 (3) : 149-153 (論文).

宮尾宗央 (2019) 冷凍食品, ポストハーベスト工学事典, 農業食料工学会編、朝倉書店、東京P252 (総説).

外部発表（学会発表等）2018年度

八木謙一 (2018) イオン選択性電極を用いた鮮度評価法の検討, 日本分析化学会 (日本分析化学会第67年会).

稲津早紀子, 青木瀬那, 松永藤彦 (2018) 菓子製造工場の生産中と停止中における微生物汚染状況, 日本食品微生物学会 (第39回日本食品微生物学会学術総会).

東洋食品工業短期大学紀要委員（五十音順）

井上保，江角友美，八木謙一

東洋食品工業短期大学紀要 第5号

令和2年（2020）3月発行 非売品

発行者 東洋食品工業短期大学

千本 克巳

〒666-0026

兵庫県川西市南花屋敷4丁目23番2号

T E L （072）759－4221

F A X （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
