

# 日本食品保蔵科学会誌

VOL. 41 NO. 5

---

|         |       |       |       |       |       |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 会 長     | 高井 陸雄 | 副 会 長 | 太田 英明 | 小宮山美弘 | 早坂 薫  |
| 編集委員長   | 太田 英明 |       |       |       |       |
| 編 集 委 員 | 稲熊 隆博 | 井上 茂孝 | 今堀 義洋 | 恩田 匠  | 竹永 章生 |
|         | 古庄 律  | 松田 茂樹 | 宮本 敬久 |       |       |

---

<報 文>

急速加減圧抽出法による緑茶有用性成分の抽出とその抗酸化活性・保存性評価 ..... (191)  
 /安田みどり・中多啓子・大城あゆみ・山内良子  
 相浦正文・塚本敏朗・林 伊久・石川洋哉

<研究ノート>

双子型恒温壁熱量計による小麦粉の比熱測定と有効熱拡散率の推定 ..... (199)  
 /村松良樹・坂口栄一郎・川上昭太郎・田川彰男

<技術報告>

γ-アミノ酪酸 (GABA) 生成乳酸菌を用いた発酵バター様食品の開発とその品質について  
 ..... (207)  
 /田中智大・小泉亮輔・入澤友啓  
 寺島晃也・多田耕太郎・鈴木敏郎

<講 座>

HACCP教育講座 (11) 生鮮食品の品質評価に関する最近の動向 ..... (215)  
 /椎名武夫

<文献抄録> ..... (221)

<本会記事> ..... (222)

<記 事> ..... (237)

## Food Preservation Science

## CONTENTS OF VOL. 41 NO. 5 (2015)

## &lt;Article&gt; (Japanese)

- The Extraction of Green Tea Components by the Rapid Increasing-decreasing Pressure Method and Antioxidative Activity and Stability of the Extracts  
 YASUDA Midori, NAKATA Keiko, OHSHIRO Ayumi,  
 YAMAUCHI Ryoko, AIURA Masafumi, TSUKAMOTO Toshiro,  
 HAYASHI Tadahisa and ISHIKAWA Hiroya ..... (191)

## &lt;Research Note&gt; (Japanese)

- Measurement of Specific Heat Using Twin Isoperibol Calorimeters  
 and Estimation of the Effective Thermal Diffusivity of Wheat Flour  
 MURAMATSU Yoshiki, SAKAGUCHI Eiichiro,  
 KAWAKAMI Shotaro and TAGAWA Akio ..... (199)

## &lt;Technical Report&gt; (Japanese)

- Development and Quality Analysis of Fermented Butter-like Food Prepared Using  
 Gamma Aminobutyric Acid (GABA)-Producing Lactic Acid Bacterium  
 TANAKA Tomohiro, KOIZUMI Ryosuke, IRISAWA Tomohiro,  
 TERASHIMA Teruya, TADA Kotaro and SUZUKI Toshiro ..... (207)

## &lt;Serialization Lecture&gt; (Japanese)

- Recent Trends in Quality Evaluation of Fresh Produces  
 SHIINA Takeo ..... (215)

## 急速加減圧抽出法による緑茶有用性成分の抽出と その抗酸化活性・保存性評価

安田みどり<sup>\*1§</sup>・中多啓子<sup>\*1</sup>・大城あゆみ<sup>\*2</sup>・山内良子<sup>\*3</sup>  
相浦正文<sup>\*4</sup>・塚本敏朗<sup>\*4</sup>・林 伊久<sup>\*5</sup>・石川洋哉<sup>\*3</sup>

\* 1 西九州大学健康栄養学部

\* 2 西九州大学子ども学部

\* 3 福岡女子大学国際文理学部

\* 4 (株)ワコー

\* 5 公益財団法人飯塚研究開発機構

### The Extraction of Green Tea Components by the Rapid Increasing-decreasing Pressure Method and Antioxidative Activity and Stability of the Extracts

YASUDA Midori<sup>\*1</sup>, NAKATA Keiko<sup>\*1</sup>, OHSHIRO Ayumi<sup>\*2</sup>, YAMAUCHI Ryoko<sup>\*3</sup>,  
AIURA Masafumi<sup>\*4</sup>, TSUKAMOTO Toshiro<sup>\*4</sup>, HAYASHI Tadahisa<sup>\*5</sup> and ISHIKAWA Hiroya<sup>\*3</sup>

\* 1 *Department of Health and Nutrition Sciences, Nishikyushu University,  
4490-9 Ozaki, Kanzaki-shi, Saga 842-8585*

\* 2 *Department of Children's Studies, Nishikyushu University, 3-18-15 Kamizono, Saga-shi, Saga 840-0806*

\* 3 *Department of Food and Health Sciences, Fukuoka Women's University,  
1-1-1 Kasumigaoka, Higashi-ku, Fukuoka 813-8529*

\* 4 *Wako Inc., 1264 Kamikitajima, Chikugo-shi, Fukuoka 833-0033*

\* 5 *Iizuka Research and Development Organization, 680-41 Kawazu, Iizuka-shi, Fukuoka 820-8517*

To establish an efficient extraction method for functional components from food materials, we developed a piece of equipment for increasing-decreasing pressure extractions, which utilizes the pressure difference caused by a flow of water. We extracted the functional components of green tea using this equipment. As a result, catechins, caffeine, amino acids, chlorophyll, and  $\alpha$ -tocopherol were efficiently extracted from green tea at a room temperature (20~25°C) in a short time (15 min). In addition, significant antioxidant activity attributed to the green tea extracts was confirmed, which the ethanol concentration was more than 60 % (v/v). Although the concentration of chlorophyll decreased after storage for three months, the concentrations of the catechins, caffeine, and amino acids did not change significantly upon storage. Therefore, even though there was an issue regarding the retention of color owing to the decrease in chlorophyll, this method is suitable for the extraction and storage of functional components from food materials.

(Received Mar. 26, 2015 ; Accepted Jul. 22, 2015)

**Key words** : *green tea, rapid increasing-decreasing pressure method, antioxidative activity, catechins, chlorophyll*  
緑茶, 急速加減圧抽出法, 抗酸化活性, カテキン類, クロロフィル

緑茶は、昔から日本人にとって最も親しまれている嗜好飲料である。緑茶には、カテキン類、カフェイン、ビ

タミン類 (ビタミンC, E), テアニン等のアミノ酸, クロロフィル等が含まれている<sup>1)</sup>。その中でも、カテキン

\* 1 〒842-8585 佐賀県神埼市神埼町尾崎4490-9  
§ Corresponding author. E-mail: midori@nisikyuu.ac.jp  
\* 2 〒840-0806 佐賀県佐賀市神園3-18-15  
\* 3 〒813-8529 福岡県福岡市東区香住ヶ丘1-1-1  
\* 4 〒833-0033 福岡県筑後市大字上北島1264  
\* 5 〒820-8517 福岡県飯塚市川津680-41

類は多くの生理機能性があることが報告されている<sup>2)</sup>。特に、カテキン類には強い抗酸化活性が認められており<sup>3)</sup>、茶葉に多く含まれているビタミンEとともに緑茶の抗酸化活性を高めている<sup>4)</sup>。カフェインには、覚醒作用があり、作業能力の向上につながる事が確認され<sup>5)</sup>、旨味を示すテアニンについては、リラックス効果が科学的に証明されている<sup>6)</sup>。クロロフィルは、鮮やかな緑色を示す脂溶性の色素で緑茶の品質に影響している。このように、茶に含まれている成分は、食品の2次および3次機能に関与する成分が多く、これらを有効に抽出する方法が求められている。

通常、緑茶の抽出には熱水抽出法が一般的であるが、カテキンの酸化や分解<sup>7),8)</sup>、エピマー化<sup>7),9)</sup>が生じる。また、加熱により、緑茶浸出液のフレーバーや色の変化が生じることも問題となっている<sup>10)</sup>。熱による変敗を防ぐために、低温での抽出も試みられているが、有効成分の抽出に時間がかかり、それに伴う変質もみられている<sup>11)</sup>。最近では、超臨界流体抽出法を用いて、カテキンの抽出<sup>12)</sup>、脱カフェイン<sup>13)</sup>などが試みられているものの、装置が高価であるため一般には用いられていない。

これまでに、私たちは植物の細胞壁内外の圧力差によって水が細胞内外を出入する現象に着目し、水流によって圧力差をさらに大きくすることで植物中の有効成分を効率的に抽出する急速加減圧抽出技術を開発した<sup>14)</sup>。本技術では低温且つ短時間での抽出が可能であるため、抽出過程における成分変化を伴わず、高機能且つ高品質な新規食品・天然物抽出液の製造が可能になると期待されている。本研究では、緑茶有用成分の抽出法の確立を目的として、本抽出技術を活用した急速加減圧抽出装置を新たに設計・製造した。この装置を用いて、試験的に緑茶抽出液を作製し、抽出液中に含まれる各種有用成分の含有量を調べるとともに、抽出液の抗酸化活性評価を実施した。さらに、抽出後の保存安定性試験も実施し、カテキン、カフェイン、アミノ酸成分量の経時変化を観察するとともに、クロロフィルの安定性に起因する色調の変化を確認した。

## 実験方法

### 1. 試薬

カテキン ((-)-エピカテキン: EC, (-)-エピガロカテキン: EGC, (-)-エピカテキンガレート: ECG, (-)-エピガロカテキンガレート: EGCG) は、長良サイエンス製のものを用いた。アミノ酸は、緑茶に含まれている主要な6種類、アスパラギン酸 (Asp), セリン (Ser), グルタミン酸 (Glu), グルタミン (Gln), アルギニン (Arg), テアニン (The) (特級, 和光純薬工業) を用いた。カフェイン (特級),  $\alpha$ -トコフェロール ( $\alpha$ -Toc, 特級), クロロフィル-a (スピルナ製, 生化学用) は、和光純薬工業から購入したものを使用した。エタノールは、日本アルコール産業の1級 (トレーサブル

99, 純度99%) を用い、これを100%エタノールとした。なお、エタノール水溶液中のエタノールの濃度は% (v/v) で示すこととする。

抗酸化活性試験試薬は、2, 2'-アジノ-ビス (3-エチルベンゾチアゾリン-6-スルホン酸) (ABTS) (Roche Diagnostics), ペルオキシ二硫酸カリウム (和光純薬工業), 1, 1-ジフェニル-2-ピクリルヒドラジル (DPPH) (和光純薬工業), フルオレセインナトリウム塩 (SIGMA-ALDRICH), 2, 2'-アゾビス (2-メチルプロピオンアミジン) 二塩酸塩 (AAPH) (ALDRICH), SOD Assay Kit-WST (S311, 同仁化学研究所) を用いた。また、基準物質として ( $\pm$ )-6-ヒドロキシ-2, 5, 7, 8-テトラメチルクロマン-2-カルボン酸 (トロロックス) (SIGMA) を使用した。その他一般試薬は、和光純薬工業の特級試薬を用いた。超純水は、MILLI-Q Labo (MILLIPORE) により作製した。

### 2. 抽出装置

今回、開発した装置は、抽出容器、循環容器、循環ポンプ、電磁弁の4点で、非常に単純な構成となっている。この装置は、抽出物外部の圧力を急速に加減圧することにより生じる抽出物内外の瞬間的圧力差を活用したものである。すなわち、急速加圧により細胞内に溶媒を浸水させた後、急速に減圧することにより内容成分を抽出する。なお、急速加圧には循環水を電磁弁に衝突させて生じる衝突エネルギーを利用している<sup>14)</sup>。この装置の概要をFig. 1に示す。抽出容器と循環容器は、径100mm、高さ100mmの筒状で樹脂製チューブにより繋がっており、その間に電磁弁が配置されている。循環容器内には、緑茶サンプルが入った球形の網状の容器 (90mm) を設置した。溶媒は、循環容器に入れ、循環ポンプにて抽出容

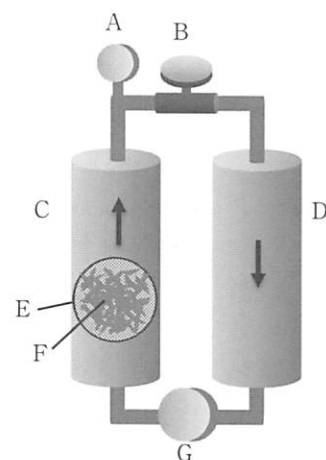


Fig. 1 The principle of the osmotic pressure - style extraction method

A) pressure gauge, B) electromagnetic valve, C) circulation vessel, D) extraction vessel, E) meshed vessel, F) sample (green tea), G) circulation pump

Table 1 Content of compounds in green tea leaves

| Catechins (g/100g)   |     |     |      |       | Caffeine | $\alpha$ -Toc |
|----------------------|-----|-----|------|-------|----------|---------------|
| EC                   | EGC | ECG | EGCG | total | (g/100g) | (mg/100g)     |
| 0.6                  | 2.6 | 1.4 | 9.0  | 13.6  | 1.3      | 36.9          |
| Amino acids (g/100g) |     |     |      |       |          |               |
| Asp                  | Ser | Glu | Gln  | Arg   | The      | total         |
| 0.3                  | 0.1 | 0.3 | 0.1  | 0.2   | 1.5      | 2.5           |

器に送り込むようにした。また、抽出温度を一定にするための温度コントローラー、溶存酸素を除去するための真空装置および窒素ガス導入装置も設置した。なお、抽出時の圧力は2.2MPaとし、抽出温度は室温(20~25℃)であった。

また、用いた茶葉は、平成24年に福岡県八女市星野村にて栽培、加工された煎茶であった。その主要な成分の含有量をTable 1に示す。抽出には、溶媒5Lあたり茶葉量160gを使用した。

### 3. 緑茶成分のHPLC分析

カテキン類およびカフェインの分析は、山口ら<sup>15)</sup>による方法を参考にした。分析カラムは、Develosil ODS-HG-5 ( $\phi$ 4.6mm×150mm, 野村化学) 2本を直列に接続して用いた。溶離液は、A液(0.085%リン酸水溶液)およびB液(A液:アセトニトリル=3:2 v/v)を用い、分析開始時から10分までA:B=80:20(v/v)とし、40分後にA:B=36:64(v/v)となるように直線グラジエントを設定した。40分から55分まではA:B=25:75(v/v)とした。分析条件は、移動相流量1 mL/min, カラム温度40℃, 注入量10 $\mu$ l, 検出波長UV230nmであった。

アミノ酸の分析は、AccQ・Tag法<sup>16)</sup>にて行った。前処理方法はAccQ・Tag誘導体化試薬キット(Waters)を用いて、次のように行った。バイアルに試料20 $\mu$ lを入れ、誘導体化用緩衝溶液60 $\mu$ l, 誘導体化試薬20 $\mu$ lを添加した。これを攪拌後、1分間静置し、55℃にて10分間加熱した。HPLC分析は、既報<sup>16)</sup>と同様に行った。

クロロフィルは、クロロフィル類のうち茶葉に最も多く含まれているクロロフィル-aをHPLCにより分析することにより求めた。分析条件は、カラム:CAPCELL PAK C18 MG II ( $\phi$ 4.6×250mm, 資生堂), 溶離液:メタノール, カラム温度:40℃, 注入量:10 $\mu$ l, 流速:1 mL/min, 検出:UV-Vis 430nmとした。

$\alpha$ -トコフェロール(以下, $\alpha$ -Toc)は、既報<sup>17)</sup>に準じて分析を行った。

### 4. 緑茶抽出液の抗酸化活性評価

緑茶抽出液の抗酸化活性として、ABTS法およびDPPH法によりラジカル消去活性、ORAC法により活性酸素吸収能、さらにWST-1法によりスーパーオキシド捕捉活性を評価した。ABTS・DPPH法は、既報と同様

に行った<sup>18)</sup>。すなわち、コントロール溶液(サンプル無添加)に対するサンプル溶液の吸光度比より阻害(ラジカル消去)率(%)を算出し、緑茶抽出液のIC<sub>50</sub>値(50%阻害率を与えるサンプル濃度)を求めた。同様に、基準物質トロロックスのIC<sub>50</sub>値を求め、トロロックスのIC<sub>50</sub>値を緑茶抽出液のIC<sub>50</sub>値で除することにより、緑茶抽出液のトロロックス等価活性値(TEAC値)を求めた。

ORAC法は、蛍光プローブである48nMフルオレセイン溶液1.8mlとトロロックス標準溶液300 $\mu$ lの混合溶液に対して、43mM AAPH溶液(ラジカル発生剤)900 $\mu$ lを添加後、37℃で40分間蛍光強度測定(励起485nm, 蛍光520nm)を行った。測定には、日本分光社製蛍光光度計(Jasco FW-6500)を用いた。測定後得られたトロロックス添加時と無添加時の曲線下面積差(net AUC)を求め、トロロックス濃度に対してプロットすることにより検量線を作成した。続いて、緑茶抽出液で得られたnet AUC値をトロロックス検量線に代入することにより、緑茶抽出液の相対ORAC値をTEAC値として算出した。

WST-1法は、既報と同様に行った<sup>18)</sup>。緑茶抽出液のスーパーオキシド阻害率を算出し、IC<sub>50</sub>値を求めた。なお、スーパーオキシド消去活性は、WST法におけるユニットの定義「WST還元50%阻害を示すサンプル溶液20 $\mu$ lに含まれるSOD量を1単位(U)とする」に基づいて算出した。

### 5. 緑茶抽出液の保存試験

緑茶抽出液の保存試験では、茶葉320gを100%エタノール5 lにて30分間抽出した抽出液を用い、20%エタノール濃度になるよう水にて希釈した。この緑茶抽出液を遮光して4℃にて1, 2, 3か月間保存し、緑茶抽出液中の各成分の分析を行った。なお、緑茶抽出液の色調の変化は、色差計(CM3500d, コニカミノルタ)を用いて、 $a^*$ ,  $b^*$ の測定を行い、緑色度( $a^*/b^*$ )を算出することにより測定した。

## 結果および考察

### 1. 緑茶成分の抽出に及ぼす抽出溶媒の影響

抽出溶媒として用いたエタノール水溶液中のエタノールの濃度を変えて5分間抽出を行い、その抽出液中の緑茶成分の濃度を調べた。20, 40, 60, 80, 100%のエタ

Table 2 Effect of ethanol concentration on content of compounds in green tea extracts by the rapid increasing-decreasing pressure method

| Ethanol (%) | Catechins (mg/100ml) |      |      |      |       | Caffeine (mg/100ml) | Amino acids (mg/100ml) |     |     |     |     |      | Chlorophyll ( $\mu\text{g}/100\text{ml}$ ) | $\alpha$ -Toc ( $\mu\text{g}/100\text{ml}$ ) |       |
|-------------|----------------------|------|------|------|-------|---------------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|------|--------------------------------------------|----------------------------------------------|-------|
|             | EC                   | EGC  | ECG  | EGCG | total |                     | Asp                    | Ser | Glu | Gln | Arg | The  |                                            |                                              | total |
| 20          | 9.6                  | 56.7 | 11.3 | 40.6 | 118   | 22.0                | 4.9                    | 1.4 | 3.9 | 2.0 | 1.7 | 24.2 | 38.0                                       | 5                                            | 1.5   |
| 40          | 8.9                  | 65.8 | 12.7 | 89.4 | 177   | 35.1                | 7.5                    | 2.5 | 5.7 | 2.8 | 2.4 | 32.9 | 53.9                                       | 33                                           | 3.1   |
| 60          | 5.2                  | 61.8 | 14.3 | 105  | 187   | 33.0                | 5.5                    | 1.8 | 4.3 | 2.2 | 1.8 | 26.7 | 42.2                                       | 90                                           | 27    |
| 80          | 5.2                  | 48.0 | 16.0 | 93.2 | 162   | 26.1                | 4.4                    | 1.4 | 3.6 | 1.9 | 1.5 | 25.2 | 37.9                                       | 1,330                                        | 216   |
| 100         | 4.0                  | 20.5 | 11.3 | 44.4 | 80.2  | 14.2                | 0.6                    | 0.4 | 1.0 | 0.6 | 0.3 | 11.0 | 13.9                                       | 2,830                                        | 316   |

Extraction conditions were as follows: amount of green tea: 160g, amount of solvent: 5 $\ell$ , extraction pressure: 2.2 MPa, extraction temperature: 20~25 $^{\circ}\text{C}$  and extraction time: 5min.

ノール水溶液を用いて抽出試験を行った場合のカテキン類、カフェイン、アミノ酸類、クロロフィル、 $\alpha$ -トコフェロールの濃度をTable 2に示す。まず、緑茶抽出液のカテキン濃度は、60%エタノール水溶液で抽出した場合に最も高いことがわかった。さらに、カテキン類の中ではEGC、EGCGがECG、ECに比べて多く抽出されていることが明らかになった。ECやEGCは水に溶けやすい性質のため、エタノール濃度の低い溶媒で多く抽出された。例えば、EC、EGCは100%エタノール水溶液より20%エタノール水溶液のほうがそれぞれ2.4、2.8倍多く抽出された。一方、ECGやEGCGはガロイル基を有し、ECやEGCよりも疎水的であるため、20%エタノールよりも60や80%エタノール水溶液によく抽出されたと考えられる。しかし、100%エタノール溶液ではECGやEGCGの抽出量が最も高くなるものと思われたが、実際には最もカテキン濃度が低い結果となった。

また、カフェインについては、40および60%エタノール水溶液にて抽出した場合が他の溶液より多くなった。カフェインは疎水性の物質であるが、100%エタノール溶液では40および60%エタノール水溶液の約4割しか抽出されていなかった。

アミノ酸については、テアニンがすべてのアミノ酸の60~70%と最も多く抽出され、次に、アスパラギン酸、グルタミン酸であった。アミノ酸についても100%エタノール溶液では、他の溶液に比べて25~37%しか抽出されていなかったが、その他の溶液ではあまり大きな変化はなかった。

堀江ら<sup>19)</sup>によると、一番茶3gを200mlの水にて2分間抽出した場合、EC、EGC、ECG、EGCG、テアニン、カフェインの抽出量はそれぞれ、20 $^{\circ}\text{C}$ で2.0、8.1、0.5、2.1、7.7、3.5 mg/100 ml、90 $^{\circ}\text{C}$ で9.1、37.3、5.1、37.7、21.6、23.9 mg/100 mlであった。本実験では、水に対する茶葉の量が堀江ら<sup>19)</sup>の方法より約2倍多いが、これを考慮しても、本装置を用いた40%エタノール水溶液での抽出では、堀江ら<sup>19)</sup>の20 $^{\circ}\text{C}$ での抽出に比べて、EC、EGC、ECG、EGCG、テアニン、カテキンはそれぞれ2.2、4.1、12.7、21.3、2.1、5.0倍と

なった。特に、疎水性の高い成分が多く抽出していることがわかった。また、90 $^{\circ}\text{C}$ の場合と比べるとテアニン、カフェインがやや少ないもののカテキンは同等の量が抽出されていた。このように、本法では、室温でも90 $^{\circ}\text{C}$ と同等の抽出が行えることが示唆された。

上述のように、100%エタノール溶液での抽出では、緑茶成分の中でカテキン類、カフェイン、アミノ酸などの抽出量がいずれも低いことが明らかになった。この理由は、茶葉中のタンパク質が変性し、硬くなったために茶葉が十分に広がらず、抽出が妨げられたためではないかと推察された。実際、100%エタノール溶液では、処理後に茶葉が十分に開いていないことが確認されており、茶葉の開き具合は抽出効率に重大な影響を与えるものと考えられた。

一方、緑色色素であるクロロフィルは、20~60%エタノール水溶液では5~90 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ とほとんど抽出されなかったが、80、100%エタノール溶液ではそれぞれ1,330、2,830 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ と抽出量の増加が認められた。 $\alpha$ -トコフェロールでも同様の傾向が確認され、100%エタノール溶液は20%エタノール水溶液の約210倍と顕著な抽出量の増大が確認された。クロロフィルや $\alpha$ -トコフェロールは、疎水性の高い物質であるため、茶葉が開いていない場合にも一定の抽出が可能であったと考えられた。

## 2. 緑茶成分の抽出に及ぼす抽出時間の影響

緑茶成分の抽出量に及ぼす抽出時間(5, 10, 15分)の影響をTable 3にまとめた。なお、本実験では親水性から疎水性まで幅広く効率的に緑茶成分を抽出することを目的として、エタノール濃度を60, 80, 100%に設定した。また、上述のとおり高エタノール濃度条件で、茶葉の委縮が懸念されたことから、今回は少量の水で茶葉を広げた後に各溶液を注入することにより抽出効率の改善を試みた。その結果、比較的親水性の高いカテキン、アミノ酸では、抽出時間5~15分での抽出量の違いはほとんど観察されなかった。同様にカフェインでも抽出時間の影響は認められなかった。これらの化合物の抽出に関しては、短時間でも高い抽出量が得られており、また時間の延長効果は小さかったことから、5分間の抽出時

**Table 3** Effect of ethanol concentration and extraction time on content of compounds in green tea extracts after adding a small amount of water

| Ethanol (%) | Extraction time (min) | Caffeine (mg/100mℓ) |      |      |      |      | Caffeine (mg/100mℓ) total | Amino acids (mg/100mℓ) |     |      |     |     | Chlorophyll (μg/100mℓ) total | α-Toc (μg/100mℓ) |       |      |
|-------------|-----------------------|---------------------|------|------|------|------|---------------------------|------------------------|-----|------|-----|-----|------------------------------|------------------|-------|------|
|             |                       | EC                  | EGC  | ECG  | EGCG |      |                           | Asp                    | Ser | Glu  | Gln | Arg |                              |                  | The   |      |
| 60          | 5                     | 6.0                 | 63.7 | 12.2 | 64.0 | 146  | 87.2                      | 10.5                   | 4.5 | 7.9  | 4.1 | 3.8 | 50.6                         | 81.3             | 60    | 6.9  |
|             | 10                    | 6.7                 | 68.7 | 16.2 | 71.4 | 163  | 94.5                      | 13.7                   | 5.8 | 10.2 | 5.4 | 4.5 | 67.0                         | 107              | 440   | 8.5  |
|             | 15                    | 6.2                 | 61.5 | 13.7 | 66.8 | 148  | 84.2                      | 12.0                   | 5.1 | 8.9  | 4.8 | 4.1 | 57.5                         | 92.4             | 490   | 8.7  |
| 80          | 5                     | 6.1                 | 59.5 | 12.4 | 62.6 | 141  | 87.0                      | 9.7                    | 4.9 | 7.9  | 4.3 | 3.3 | 56.7                         | 86.8             | 4,510 | 14.5 |
|             | 10                    | 4.7                 | 40.4 | 11.9 | 56.0 | 113  | 56.5                      | 5.9                    | 3.2 | 5.4  | 3.2 | 2.5 | 36.4                         | 56.7             | 5,340 | 186  |
|             | 15                    | 7.2                 | 65.3 | 16.5 | 68.3 | 157  | 96.6                      | 8.5                    | 4.5 | 7.2  | 4.2 | 3.2 | 57.3                         | 84.8             | 9,930 | 643  |
| 100         | 5                     | 4.7                 | 34.1 | 11.2 | 47.8 | 97.8 | 59.2                      | 2.0                    | 2.2 | 2.6  | 1.5 | 1.6 | 29.2                         | 39.2             | 9,500 | 445  |
|             | 10                    | 3.8                 | 27.3 | 7.6  | 36.8 | 75.5 | 45.3                      | 3.0                    | 1.9 | 2.7  | 1.8 | 1.9 | 28.1                         | 39.4             | 7,230 | 644  |
|             | 15                    | 4.4                 | 32.7 | 9.6  | 48.4 | 95.1 | 50.9                      | 3.2                    | 2.1 | 3.0  | 1.8 | 2.9 | 31.8                         | 44.8             | 8,690 | 743  |

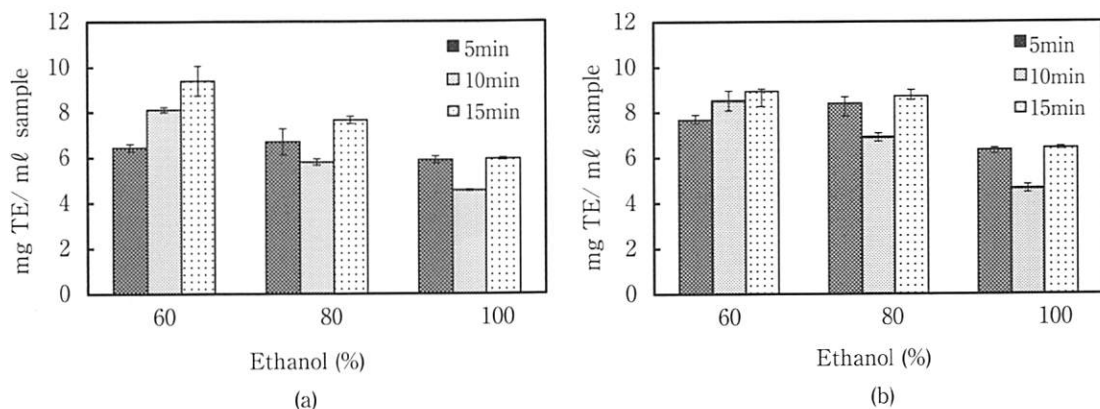
Extraction conditions were as follows: amount of green tea: 160g, amount of solvent: 5ℓ, extraction pressure: 2.2 MPa and extraction temperature: 20~25℃.

間で十分であると判断された。一方、クロロフィルと $\alpha$ -トコフェロールでは抽出時間の影響が顕著に現れる結果となった。クロロフィルは、60%エタノール水溶液では15分の抽出時間でもほとんど抽出されなかったが、80%エタノール水溶液では抽出時間と共にクロロフィルの濃度は顕著に増大し、15分抽出時には5分間抽出時の倍以上の9,930 $\mu$ g/100mℓの値が得られた。100%エタノール溶液では、5分間の抽出時間でも9,500 $\mu$ g/100mℓの値が得られ、その後の抽出量の増加は認められなかった。このことは、100%エタノール溶液を使用することにより、クロロフィルの短時間抽出が可能であることを示唆している。 $\alpha$ -トコフェロールでは、60%エタノール水溶液では抽出が困難であり、抽出時間の延長も効果はなかったが、80%および100%エタノール溶液では、抽出時間と共に $\alpha$ -トコフェロール濃度が増大することが明らかになった。特に、80%エタノール溶液では、5分ではほとんど抽出されなかったのに対し、10、15分では

5分の場合のそれぞれ約13、44倍多く抽出されることが判明した。100%エタノール溶液を用いた場合には、5分間抽出でも445 $\mu$ g/100mℓの抽出が可能であり、15分間抽出時には743 $\mu$ g/100mℓ(茶葉からの抽出率約63%)という高い抽出効果が得られた。このように、疎水性の高い化合物( $\alpha$ -トコフェロール、クロロフィル)については、高エタノール条件下でより15分間の抽出が効果的であることが示唆された。

### 3. 緑茶抽出液の抗酸化活性評価

抽出条件を変えて調製した各緑茶抽出液の抗酸化活性を、まずABTSおよびDPPH法により検討した。エタノール濃度を60、80、100%(v/v)、抽出時間を5、10、15分に設定して抽出を行った場合の各緑茶抽出液のABTS、DPPH活性をFig.2に示した。まず、抽出時のエタノール濃度ごとにもみると、全体的な傾向はABTS法とDPPH法で類似しており、80%および100%エタノール溶液を用いた場合、時間の延長に伴う影響はほとんど確認され

**Fig. 2** Effect of ethanol concentration and extraction time on antioxidant activity of green tea extracts

a) ABTS method, b) DPPH method



なかったものの、60%エタノール水溶液では時間の延長に伴い抗酸化活性の増加傾向が認められた。特に、ABTS活性では60%エタノール水溶液を用いた場合に抽出時間の影響が顕著に現れる結果となった。すなわち、ABTS活性では抽出時間5分間では $6.44 \pm 0.16$  (mg TE/ml-sample)であった活性が、15分間抽出では $9.39 \pm 0.67$  (mg TE/ml-sample)まで上昇し、TEAC値で $2.95$  (mg TE/ml-sample)の増加が観察された。DPPH活性でも同様の傾向は観察されたが、その変化量は小さく、TEAC値で $1.26$  (mg TE/ml-sample)程度の増加しか確認されなかった。DPPH法とABTS法は、同様の測定原理(一電子転移反応)に基づくラジカル消去活性測定法であり、類似した活性傾向を示すと考えられているが、私たちはカテコール構造を有する抗酸化物においてABTS法とDPPH法での活性発現挙動が一部異なることを報告している<sup>20)</sup>。緑茶抽出物中においても、EC、ECGなどのカテコール構造を有する化合物が含まれており、これら一連の化合物の影響により、ABTS法とDPPH法での活性発現挙動の差が生じたものと推察した。

続いて、ORAC法、WST-1法を加えて、緑茶抽出物の抗酸化活性に及ぼすエタノール濃度の影響を検討した。抽出時間15分に設定して抽出を行った場合の各緑茶抽出液のABTS、DPPH、ORAC法、WST-1法の活性に

及ぼす抽出エタノール濃度の影響をFig. 3にまとめて示した。図に示したように、測定法の違いによりエタノール濃度の影響の違いが顕著に現れる結果となった。ABTSとDPPH法では類似した傾向が認められたのに対して、ORAC法とWST-1法では全く異なる挙動が得られた。具体的には、ABTS法では60%エタノール水溶液を用いた場合において、今回供試した抽出液中で最高の活性値、 $9.39 \pm 0.67$  (mg TE/ml-sample)が得られたものの、エタノール濃度の上昇に伴い活性値が順次低下し、100%エタノール溶液では活性値が $5.94 \pm 0.05$  (mg TE/ml-sample)まで急激に低下(36.7%の活性低下)した。同様に、DPPH法においても60から100%へのエ

タノール濃度の増加に伴い活性値の低下が観察され、28.1%の活性低下が認められた。これら、エタノール濃度上昇に伴うDPPH・ABTS活性の低下挙動は、緑茶中の主要な抗酸化物と考えられるカテキン類の抽出挙動と類似したものであった。EC、EGC、ECG、EGCGは既報で報告しているように高いDPPH、ABTS活性を有している<sup>20)</sup>。EC、EGC、ECG、EGCGの既報の活性データ(ABTS活性 $1.35, 2.44, 1.76, 2.55$  mg TE/mg, DPPH活性 $2.89, 2.55, 2.75, 2.64$  mg TE/mg)と今回のカテキン類の定量データを併せて考えると、緑茶抽出物中のカテキン類の活性位寄与率は50%程度とかなりの割合を占めるものと推定される。したがって、エタノール濃度の増加に伴う緑茶抽出液のABTS・DPPH活性の低下には、カテキン類の抽出率の低下が大きな影響を与えているものと推察された。

一方、ORAC法とWST-1法ではDPPH・ABTS法と異なる挙動が認められた。すなわち、ORAC法とWST-1法ではより高いエタノール濃度において高い活性値が確認された。60%と100%エタノール溶液を用いた場合の抽出液の活性値を比較すると、ORAC法ではそれぞれ $4.76 \pm 0.64$ と $6.50 \pm 0.20$  ( $\mu\text{mol TE/ml-sample}$ )となり、約1.37倍の活性増加が確認された。さらに、WST-1法では約3倍の活性増加が確認された。これらの結果は、ORAC法とWST-1法ではカテキン類よりも疎水性の高い成分が活性増強に寄与している可能性を示唆している。エタノール濃度の増加に伴い、 $\alpha$ -トコフェロール量が増加することは上述のとおりであるが、含有量等も考慮するとその他の疎水性成分が関与している可能性が高い。この関与成分については、本実験では確認出来ておらず、今後詳細に検討する予定である。

#### 4. 緑茶抽出液の保存試験

緑茶抽出液を作製後、4℃で1、2、3か月間保存し、それぞれの成分分析を行った結果をTable 4にまとめて示した。カテキン、カフェイン含量については、3か月間の保存期間中にほとんど変化がみられなかった。アミ

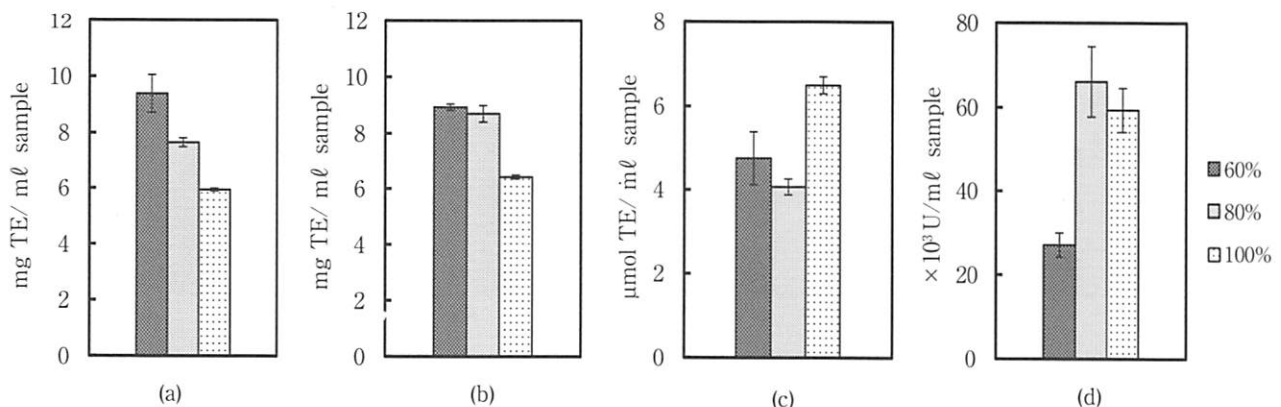


Fig. 3 Antioxidant activity of green tea extracts by four different assay methods:

a) ABTS, b) DPPH, c) ORAC, d) WST-1



Table 4 Change in content of compounds in green tea extracts during the storage

| Storage time (month) | Catechins (mg/100ml) |      |      |      |       | Caffeine (mg/100ml) | Amino acids (mg/100ml) |     |     |     |     |      | Chlorophyll ( $\mu\text{g}/100\text{ml}$ ) | $\alpha$ -Toc ( $\mu\text{g}/100\text{ml}$ ) | Color difference |      |      |        |
|----------------------|----------------------|------|------|------|-------|---------------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|------|--------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------|------|------|--------|
|                      | EC                   | EGC  | ECG  | EGCG | total |                     | Asp                    | Ser | Glu | Gln | Arg | The  |                                            |                                              | total            | a*   | b*   | a*/b*  |
| 0                    | 2.8                  | 13.8 | 5.0  | 36.5 | 58.2  | 10.9                | 2.9                    | 0.9 | 2.5 | 1.4 | 0.9 | 20.0 | 28.7                                       | 216                                          | 28.0             | -2.6 | 35.9 | -0.073 |
| 1                    | 2.9                  | 17.7 | 8.0  | 39.8 | 68.4  | 11.6                | 1.7                    | 0.6 | 1.5 | 0.9 | 0.6 | 13.4 | 18.7                                       | 43                                           | 38.2             | -2.9 | 53.5 | -0.055 |
| 2                    | 3.7                  | 17.0 | 3.9  | 35.3 | 59.9  | 11.6                | 1.9                    | 0.6 | 1.6 | 0.9 | 0.6 | 13.5 | 19.2                                       | -                                            | 45.3             | -1.6 | 40.0 | -0.040 |
| 3                    | 4.6                  | 20.9 | 12.5 | 43.1 | 80.9  | 13.7                | 1.8                    | 0.6 | 1.6 | 0.9 | 0.6 | 14.1 | 19.8                                       | -                                            | 76.4             | -1.2 | 52.6 | -0.023 |

The extraction conditions were as follows: amount of green tea; 320g, solvent; 100% ethanol, amount of solvent; 5 $\ell$ , extraction pressure; 2.2 MPa, extraction temperature; 20~25 $^{\circ}\text{C}$  and extraction time; 30 min. Green tea extract was diluted to 20% ethanol for the storage. The storage was performed in the dark at 4 $^{\circ}\text{C}$ .

ノ酸については、保存1か月後急激に減少したが、その後は一定であった。 $\alpha$ -トコフェロールは、1, 2, 3か月保存後は抽出直後に比べてそれぞれ1.4, 1.6, 2.7倍増大した。この要因については不明であるものの、茶葉の微粒子から $\alpha$ -トコフェロールが徐々に抽出されたためではないかと思われる。クロロフィルは、1か月以降は検出されなかった。クロロフィルは本来安定性が低い(退色しやすい)ため<sup>21)</sup>、保存期間中に酸化もしくは分解したものと判断された。クロロフィルの減少に伴い、色差計の緑色度( $a^*/b^*$ )の変化が認められた。すなわち、保存期間が長くなるほど緑色度は増大し、抽出物の色調が緑色から黄色へ変化したことが明らかになった。

このように、クロロフィル以外の成分については、3か月間の保存でも大きく減少しなかったことから、機能性を有した緑茶抽出液の作製が可能であることが示唆された。クロロフィルの退色抑制については今後の課題と考えられる。

## 要 約

食品素材から有用成分を効率的に抽出する方法を確立することを目的として、水流による圧力差を利用した急速加減圧抽出装置を開発し、緑茶に含まれる有用成分の抽出を行った。その結果、室温(20~25 $^{\circ}\text{C}$ )、短時間(15分)で緑茶からカテキン、カフェイン、アミノ酸をはじめ、脂溶性のクロロフィルや $\alpha$ -トコフェロールが効率よく抽出されることが判明した。また、エタノール濃度が60%以上の抽出液では高い抗酸化活性が確認された。3か月の保存試験の結果、クロロフィルについては減少したが、カテキン、カフェイン、アミノ酸についてはあまり変化がみられなかった。したがって、本装置にて抽出した緑茶有用成分は、色の保持については課題が残ったものの、機能性成分は十分保持されており、本抽出法は食品素材から機能性成分の抽出に適した方法であることが示唆された。

## 文 献

1) 村松敬一郎: 茶の科学(朝倉書店, 東京), pp. 85~93 (2000)

- 2) 山本(前田)万里: 茶の体調調節機能, 日食科工, 43, 653~662 (1996)
- 3) KUMAMOTO, M. and SONDA, T.: Evaluation of the Antioxidative Activity of Tea by an Oxygen Electrode Method, *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 62, 175~177 (1998)
- 4) YIN, J., BECKER, E. M., ANDERSEN, M. L. and SKIBSTED, L. H.: Green tea extract as food antioxidant. Synergism and antagonism with  $\alpha$ -tocopherol in vegetable oils and their colloidal systems, *Food Chem.*, 135, 2195~2202 (2012)
- 5) KUZNICKI, J. T. and TURNER, L. S.: The effects of caffeine on caffeine users and non-users, *PHYSIOL. Behav.*, 37, 397~408 (1986)
- 6) JUNEJA, L. R., CHU, D.-C., OKUBO, T., NAGATO Y. and YOKOGOSHI H.: L-theanine-a unique amino acid of green tea and its relaxation effect in humans, *Trends in Food Sci. Technol.*, 10, 199~204 (1999)
- 7) ANANINGSIH, V. K., SHARMA, A. and ZHOU, W.: Green tea catechins during food processing and storage: A review on stability and detection, *Food Res. Int.*, 50, 469~479 (2013)
- 8) LI, N., TAYLOR L. S., FERRUZZI, M. G. and MAUER, L. J.: Color and chemical stability of tea polyphenol (-)-epigallocatechin-3-gallate in solution and solid states, *Food Res. Int.*, 53, 909~921 (2013)
- 9) SETO, R., NAKAMURA, H., NANJO F. and HARA, Y.: Preparation of epimers of tea catechins by heat treatment, *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 61, 1434~1439 (1997)
- 10) KIM, E. S., LIANG, Y. R., JIN, J., SUN Q. f., LU, J. L., DU, Y. Y. and LIN C.: Impact of heating on chemical compositions of green tea liquor, *Food Chem.*, 103, 1263~1267 (2007)
- 11) 福司山エツ子・徳田和子・武弓利雄・佐波哲次: 水だし煎茶における浸出時間と嗜好性および溶出成分量との関係, 日家政誌, 50, 63~68 (1999)
- 12) CHANG, C. J., CHIU, K.-L., CHEN, Y.-L. and CHANG,

- C.-Y.: Separation of catechins from green tea using carbon dioxide extraction, *Food Chem.*, **68**, 109~113 (2000)
- 13) PARK, H. S., IM, N. G. and KIM K. H.: Extraction behaviors of caffeine and chlorophylls in supercritical decaffeination of green tea leaves, *LWT Food Sci. Technol.*, **45**, 73~78 (2012)
- 14) 林 伊久・安田みどり・相浦正文・塚本敏郎:天然物からの有効成分高效率抽出技術の研究開発, 福岡県工業技術センター研究報告, **20**, 55~58 (2010)
- 15) 山口優一・山本(前田)万里・辻 顕光:カテコールを内部標準としたカテキン類及びカフェインのHPLC分析, 茶研報, **84**, 32~34 (1997)
- 16) KABELOVA, I., DVORAKOVA, M., CIZKOVA, H., DOSTALEK, P. and MELZUCH, K.: Determination of free amino acids in beers: A comparison of Czech and foreign brands, *J. Food Compos. Anal.*, **21**, 736~741 (2008)
- 17) 安本教傳・竹内昌昭・安井明美・渡邊智子:五訂増補日本食品標準成分表分析マニュアル(建帛社, 東京), pp.92~94 (2006)
- 18) 島村智子・松浦理太郎・徳田貴志・杉本直樹・山崎壮・松藤 寛・松井利郎・松本 清・受田浩之:酸化防止剤力価評価のための各種抗酸化活性測定法の共同試験, 日食科工, **54**, 482~487 (2007)
- 19) 堀江秀樹・氏原ともみ・木幡勝則:茶主要成分の茶浸出液への溶出特性, 茶研報, **91**, 29~33 (2001)
- 20) 山内良子・深水さやか・小浜友紀子・島村智子・柏木丈拔・受田浩之・穂山 浩・松井利郎・石川洋哉:酸化防止剤力価評価を目的としたDPPHおよびABTSラジカル消去能評価法の特性比較, 日食保蔵誌, **40**, 55~63 (2014)
- 21) 尾崎加奈・太田英明・安田みどり・水流美智子:(-)-エピガロカテキンガレートによるクロロフィルaの光退色抑制作用, 日食保蔵誌, **32**, 263~268 (2006)  
(平成27年3月26日受付;平成27年7月22日受理)

## 双子型恒温壁熱量計による小麦粉の比熱測定と有効熱拡散率の推定

村松良樹<sup>\*1§</sup>・坂口栄一郎<sup>\*1</sup>・川上昭太郎<sup>\*1</sup>・田川彰男<sup>\*2</sup>

\*1 東京農業大学地域環境科学部

\*2 鹿児島県大隅加工技術研究センター

### Measurement of Specific Heat Using Twin Isoperibol Calorimeters and Estimation of the Effective Thermal Diffusivity of Wheat Flour

MURAMATSU Yoshiaki<sup>\*1§</sup>, SAKAGUCHI Eiichiro<sup>\*1</sup>, KAWAKAMI Shotaro<sup>\*1</sup> and TAGAWA Akio<sup>\*2</sup>

\*1 Faculty of Regional Environment Science, Tokyo University of Agriculture, 1-1-1, Sakuragaoka, Setagaya-ku, Tokyo 156-8502

\*2 Kagoshima-Osumi Food Technology Development Center, 4938, Hosoyamada, Kushira-cho, Kanoya-shi, Kagoshima 893-1601

The specific heat of wheat flour was measured at four different moisture contents (9~18%) and five different temperatures (10~50°C), using twin isoperibol calorimeters. This type of calorimeter is suitable for specific heat measurements of liquids. In this study, wheat flour samples were added to water, and the specific heat of each sample suspension was determined at each measurement condition. An additive relationship exists between the specific heat of a food material, its composition, and the specific heat of each component. The specific heat of the sample (wheat flour) was determined from the specific heat of the sample suspension using the additive property of specific heats. Furthermore, the effective thermal diffusivity of the sample (wheat flour) packed bed was estimated by substituting the literature data of effective thermal conductivity, the measured data of specific heat of the sample, and the bulk density of sample packed bed. The effects of moisture content, temperature, and bulk density on these thermophysical properties of the sample were investigated, and we proposed predictive models for these properties.

(Received Mar. 11, 2015 ; Accepted Jul. 8, 2015)

**Key words :** wheat flour, specific heat, effective thermal diffusivity, twin isoperibol calorimeters, predictive model  
小麦粉, 比熱, 有効熱拡散率, 双子型恒温壁熱量計, 予測モデル

食品の流通・貯蔵・加工・調理などのプロセスには、加熱や冷却を伴う様々な熱操作が含まれる。これらの操作を行う装置・設備の設計や合理的操作法を検討するためには、対象とする食品の熱物性値を正確に把握することが必要となる。物体内部での熱の伝わりやすさを示す熱伝導率、加熱・冷却に必要な熱量を求める際に必要な比熱、および非定常状態における物体内部の温度プロフィールを知るうえで必要となる熱拡散率は代表的な熱物性値である。食品の熱物性値は熱物性ハンドブック<sup>1)</sup>などのいくつかの書籍<sup>2)~4)</sup>に取りまとめられているが、粉体食品に関する熱物性データは不足している。

粉体食品も含め、バルク状態で測定された熱物性、たとえば有効熱伝導率や有効熱拡散率は、温度や水分の関数であるとともに、かさ密度などの充填状態によって異なることが予測される。そのため、幅広い同一充填条件下での熱物性データは、より実用的になると考えられる。

筆者ら(2002)<sup>5)</sup>は非定常双子型プローブ法により小麦粉充填層の有効熱伝導率(以下、熱伝導率)を数段階の水分、温度、およびかさ密度条件下において測定し、小麦粉の熱伝導率を精度良く推定することができるモデルを提案した。本研究では、小麦粉の比熱を熱伝導率測定時と同じ水分および温度条件下で測定した。さらに熱拡

\*1 〒156-8502 東京都世田谷区桜丘1-1-1

§ Corresponding author, E-mail : y-murama@nodai.ac.jp

\*2 〒893-1601 鹿児島県鹿屋市申良町細山田4938

散率の定義式を利用して、同条件における小麦粉の熱伝導率と比熱の値、および小麦粉充填層のかさ密度の値から、熱伝導率測定時と同一充填状態における小麦粉充填層の有効熱拡散率（以下、熱拡散率）を算定した。

食品の比熱測定には、混合法<sup>6)</sup>をはじめDSC<sup>7)</sup>など様々な方法が用いられている。KALETUNÇ (2007)<sup>8)</sup>は、圧力可変DSCを用いて小麦粉やコーンフラワー、米粉の比熱を測定している。最近ではDSCが多く利用されているが、この方法は非等温的測定法である。また、DSC法は、きわめて少量の試料しか用いることができない、装置が高価であるなどの短所をもっている。また、混合法による測定では、精度良く測るための装置が大がかりとなる。これに対し、双子型恒温壁熱量計による比熱の測定は比較法であり、測定装置および操作が簡単で、測定精度が高いなどの有利な点が多い<sup>9)</sup>。この熱量計は液体の比熱測定に適する装置<sup>9)</sup>で、筆者ら (2000)<sup>10)</sup>は、リンゴ果汁の比熱を、双子型恒温壁熱量計を用いて測定した。また、粕淵 (1982)<sup>11)</sup>は、土壌の比熱測定に双子型恒温壁熱量計を用い、高精度のデータを得ている。しかし、粉体食品の比熱測定に双子型恒温壁熱量計を適用した例はみあたらない。

熱拡散率の測定法は間接的測定法と直接的測定法に大別される<sup>12)</sup>。間接的方法は、熱拡散率の定義式を利用して熱伝導率や比熱および密度のデータから熱拡散率を算定する方法である。直接的測定法には、非定常熱伝導方程式の厳密解や数値解を利用した方法、パルス加熱法による方法などがある<sup>12)</sup>。非定常熱伝導現象の解析、例えば加熱殺菌時における温度変化シミュレーションならびに微生物死滅シミュレーションを行う際には熱拡散率は必須の熱物性値である。しかし、小麦粉の熱拡散率に関しては、村田と宮内 (1993)<sup>13)</sup>、MAGEE (1995)<sup>14)</sup>、GUPTA (1996)<sup>15)</sup>による報告がみられる程度で、データはきわめて少ない。ましてや小麦粉の熱拡散率に及ぼす水分や温度、かさ密度の影響を調べた例はみあたらない。

本研究における比熱測定では、小麦粉と水を混合した溶液の比熱を双子型恒温壁熱量計により測定した。比熱の加成性が成り立つと仮定し、小麦粉と水の混合溶液のデータから小麦粉自体の比熱を求めた。さらに小麦粉の熱伝導率に関する既往データ<sup>5)</sup>を利用して小麦粉の熱拡散率を得た。得られた小麦粉の熱物性値と水分、温度、およびかさ密度との関係を調べ、これらの熱物性値の予測モデルを提案したので報告する。

## 実験方法

### 1. 試料

測定には日清製粉(株)製の小麦粉(中力粉, つらら)を使用した。実験室搬入時における試料の水分を2 g-135℃-1時間炉乾法<sup>16)</sup>により測定したところ、その値は12%であった。

試料の比熱は、9、12、15、18%の4段階の各水分に

対し、10、20、30、40、50℃の5段階の温度で測定した。試料の水分は、設定した水分になるよう乾燥あるいは吸湿させることによって調整した。すなわち、薄く広げた試料に対し、15、18%に調整するときは、霧吹きで所要の蒸留水を噴霧し、密封して攪拌しながら3日間静置したもの、9%については、定温乾燥機温度を35℃に設定し、その中で30分間乾燥させることによって得たものを用いた。

### 2. 比熱測定装置

比熱測定装置の概略をFig.1に示す。この装置は、双子型恒温壁熱量計 (TIC-22, 東京理工(株)), 直流定電圧電源, アンプ (CA-25F, 東京理工(株)), およびペンレコーダー (CU-228, 東京理工(株)) で構成されている。熱量計には、熱電堆, ヒーター, およびスターラーを備えた二つのデュワービンがセットされていて、二つのデュワービンの温度差を、T型熱電対を5対直列に接続した熱電堆で探知することにより高感度の測定が可能となっている。例えば、T型熱電対の20℃での熱起電力は40  $\mu\text{V } ^\circ\text{C}^{-1}$ 程度であるが、これに対し、本測定で用いた熱電堆では5倍の200  $\mu\text{V } ^\circ\text{C}^{-1}$ 程度となる。

### 3. 比熱の測定方法

双子型恒温壁熱量計を用いた比熱測定法は、比熱既知の基準物質と未知の試料に同一の熱量を供給し、それぞれの温度上昇値から試料比熱を求める比較法である。本研究では、比熱の加成性が成り立つと仮定し、小麦粉と水を混合した溶液の熱容量を測定して、水の部分の熱容量を差し引くことにより、小麦粉自体の比熱を求めた。

混合溶液の熱容量のデータから小麦粉の比熱を精度良く求めるためには、混合溶液中の小麦粉に対する水の熱容量の比をできるだけ小さくする必要がある。双子型恒温壁熱量計による比熱測定は比較測定であるため、測定に用いる基準物質と試料の容積は同一にし、また、基準物質と試料の双方の測定において同一のデュワービンを用いなければならない。これは、基準物質と試料の双方

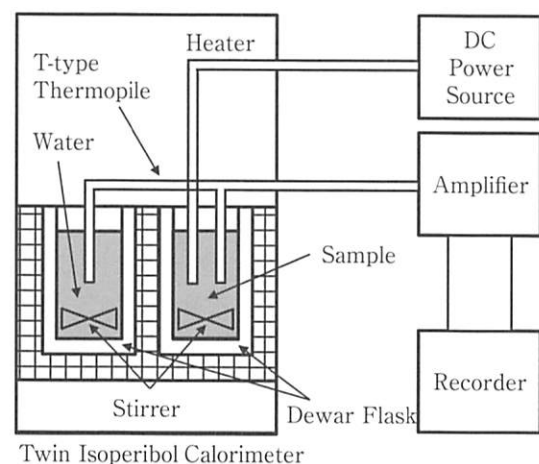


Fig.1 A schematic of the experimental apparatus for measuring specific heat

の測定において、デュワービンの見かけの熱容量を等しくするため、デュワービン内壁と液体との接触面積(液面高さ)を等しくし、デュワービン内壁での熱伝導による熱の逸脱の影響を相殺するためである。粕淵(1982)<sup>11)</sup>は、土壌の比熱測定において、土壌と水の質量比を1:10(熱容量の比は1:50)として、高精度のデータを得ている。本研究においても、デュワービン内の試料が均一に攪拌でき、且つ基準物質(精製水)と試料(小麦粉と水の混合溶液)の容積を同一とみなせるように、粕淵(1982)<sup>11)</sup>の方法を参考に、小麦粉と水の質量比は1:10として測定した。また、文献<sup>11)</sup>によると小麦粉の比熱は約1.8 kJ kg<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup>であるから、質量比が1:10ならば熱容量の比は1:25程度となる。なお、基準物質として精製水(和光(株))を用いた。

基準物質の温度上昇値の測定では、二つのデュワービンのそれぞれに80.000±0.005 gの精製水(以下、水)を入れ、攪拌しながら設定温度と平衡化させた。平衡に達した後、右側のデュワービン内のみにジュール熱を供給し、このとき発生する熱起電力変化、すなわち温度変化をアンプで増幅してペンレコーダーに記録した。小麦粉と水の混合溶液の温度上昇値については、左側のデュワービンに80.000±0.005 gの水、右側に80.000±0.005 gの水と試料の小麦粉8.000±0.002 gを入れ、基準物質の場合と同様に測定した。なお、スターラーの回転速度は400 rpm、供給熱量は0.108 kJ(供給電圧6 V、ヒーター線抵抗100 Ω、通電時間300 s)とした。

測定データである熱起電力から温度上昇値への換算には次式を用いた。

$$T_m \text{ or } w = \frac{X_v}{s \cdot H_v} \dots\dots\dots (1)$$

$T_m \text{ or } w$ : 小麦粉と水の混合溶液、または水の温度上昇値(°C),  $X_v$ : 発生した熱起電力(μV),  $s$ : 熱電対の直列対数,  $H_v$ : 測定温度での1°Cの熱起電力(μV °C<sup>-1</sup>)

熱起電力は製図用定規(1-882-0130, (株)内田洋行)を用いて最小0.125 μVまで読み取り、測定された温度上昇値は0.25~0.29°C程度であった。

熱量 $Q_w$ を供給したときの基準物質(水)の温度上昇値を $T_w$ とすると、 $Q_w$ は次式で表すことができる。

$$Q_w = (W_w \cdot c_{pw} + W_v \cdot c_{pv}) \times T_w \dots\dots\dots (2)$$

$Q_w$ : 水に供給した熱量(kJ),  $W_w$ : 水の質量(kg),  $c_{pw}$ : 水の比熱(kJ kg<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup>),  $W_w \cdot c_{pw}$ : 水の熱容量(kJ °C<sup>-1</sup>),  $W_v$ : デュワービンの見掛け質量(kg),  $c_{pv}$ : デュワービンの見掛け比熱(kJ kg<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup>),  $W_v \cdot c_{pv}$ : デュワービンの見掛け熱容量(kJ °C<sup>-1</sup>),  $T_w$ : 水の温度上昇値(°C)

同様に、小麦粉と水の混合溶液に供給した熱量を $Q_m$ , このときの温度上昇値を $T_m$ とすると、

$$Q_m = (W_m \cdot c_{pm} + W_v \cdot c_{pv}) \times T_m \dots\dots\dots (3)$$

$Q_m$ : 小麦粉と水の混合溶液に供給した熱量(kJ),  $W_m$ : 小麦粉と水の混合溶液の質量(kg),  $c_{pm}$ : 小麦粉と水の混合溶液の比熱(kJ kg<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup>),  $W_m \cdot c_{pm}$ : 小麦粉と水の混合溶液の熱容量(kJ °C<sup>-1</sup>),  $T_m$ : 小麦粉と水の混合溶液の温度上昇値(°C)

が成り立つ。式(2), (3)をそれぞれ $W_v \cdot c_{pv}$ について解き、等値すると、

$$\frac{Q_w}{T_w} - W_w \cdot c_{pw} = \frac{Q_m}{T_m} - W_m \cdot c_{pm} \dots\dots\dots (4)$$

が得られ、これより小麦粉と水の混合溶液の熱容量 $W_m \cdot c_{pm}$ は、

$$W_m \cdot c_{pm} = \frac{Q_m}{T_m} - \frac{Q_w}{T_w} + W_w \cdot c_{pw} \dots\dots\dots (5)$$

小麦粉と水の混合溶液において比熱の加性が成り立つと仮定すると、 $W_m \cdot c_{pm}$ は次式のように表される。

$$W_m \cdot c_{pm} = W_s \cdot c_{ps} + W_w \cdot c_{pw} \dots\dots\dots (6)$$

$W_s$ : 小麦粉の質量(kg),  $c_{ps}$ : 小麦粉の比熱(kJ kg<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup>),  $W_s \cdot c_{ps}$ : 小麦粉の熱容量(kJ °C<sup>-1</sup>)

したがって式(5), (6)から $W_w \cdot c_{pw}$ は消去でき、また、供給した熱量は水の場合と小麦粉と水の混合溶液の場合では等しいので $Q = Q_m = Q_w$ とすると小麦粉の比熱 $c_{ps}$ は次式から求めることができる。

$$c_{ps} = \frac{Q}{W_s} \left( \frac{1}{T_m} - \frac{1}{T_w} \right) \dots\dots\dots (7)$$

$Q$ : 水、および小麦粉と水の混合溶液に供給した熱量(kJ)

なお、比熱の測定は、小麦粉の熱伝導率測定<sup>9)</sup>と併行して2002年に実施した。

### 実験結果および考察

#### 1. 比 熱

双子型恒温壁熱量計を用い、小麦粉の比熱を測定した結果、測定時の試料水分(9~18%), 温度範囲(10~50°C)では、小麦粉の比熱は1.7~2.1 kJ kg<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup>程度となった。文献<sup>11)</sup>において、小麦粉の比熱は、1.797 kJ kg<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup>(水分12%), 1.674 kJ kg<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup>(水分10%, 温度15~30°C), 1.884 kJ kg<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup>(水分18%, 温度15~30°C)と報告されている。本研究での測定データと文献値を比較したところ、試料比熱の測定値は文献値と同程度の値が得られた。これより双子型恒温壁熱量計を用い、比熱の加性を仮定して式(7)から小麦粉の比熱を測定する本研究で提案した方法は妥当であると判断した。

各水分における温度と小麦粉の比熱の関係をFig. 2に示す。図中の○, ▲などの記号は、各条件における3回の測定値であり、各条件における比熱の平均値と各測定データとの誤差範囲は±3%以下であった。図から温度の上昇に伴って比熱は大きくなる傾向があり、比熱と温度の間に一次の関係があることがわかった。また、水分との関係については、穀物の比熱が水分の一次式で整理

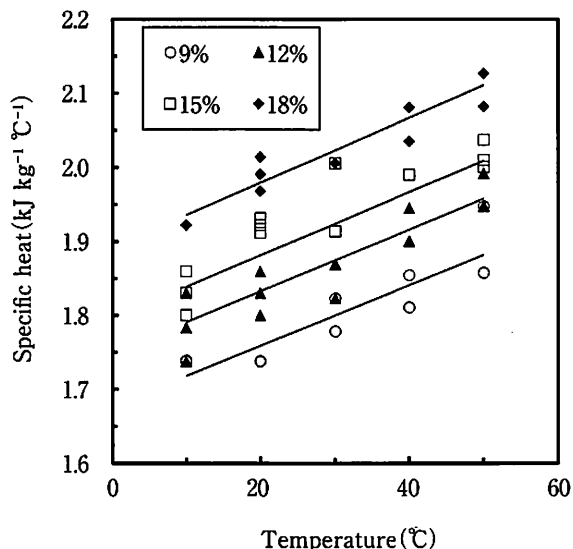


Fig.2 The specific heat measured at four different moisture contents of wheat flour

The solid line shows the value calculated from equation (8).

されている<sup>1)</sup>ように、小麦粉を乾物と水の単純混合物と考えると小麦粉の比熱は水分の一次式で表されることが予測される。そこで試料比熱を水分に対してプロットした結果、いずれの温度においてもこの間に直線関係が成り立った。これより、試料比熱の測定値を、比熱を温度に関して一次式、また水分についても一次式とした式に、最小二乗法を適用してあてはめた。

$$c_{ps} = a_1 M \cdot T + b_1 M + c_1 T + d_1 \dots\dots\dots (8)$$

$M$  : 水分 (%),  $T$  : 温度 (°C),  $a_1 \sim d_1$  は定数

なお、式 (8) におけるパラメータ  $a_1 \sim d_1$  は、測定値と式 (8) による計算値の残差二乗和 (式 (9)) を最小にするように決定した。

$$S = \sum_{i=1}^n \{Y_i - (a_1 M_i \cdot T_i + b_1 M_i + c_1 T_i + d_1)\}^2 \dots\dots\dots (9)$$

$S$  : 残差二乗和,  $n$  : データ数,  $Y_i$  : 測定値

すなわち、以下の式 (10) ~ (13) から成る連立方程式を解くことにより、式 (8) における4つのパラメータ  $a_1 \sim d_1$  を決定した。

$$\frac{\partial S}{\partial a_1} = 0 \dots\dots\dots (10)$$

$$\frac{\partial S}{\partial b_1} = 0 \dots\dots\dots (11)$$

$$\frac{\partial S}{\partial c_1} = 0 \dots\dots\dots (12)$$

$$\frac{\partial S}{\partial d_1} = 0 \dots\dots\dots (13)$$

Fig.2における実線は式 (8) による計算値で、式 (8) のパラメータの値は、 $a_1 = 3.44 \times 10^{-5}$  ( $\text{kJ kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-2} \%^{-1}$ ),  $b_1 = 2.38 \times 10^{-2}$  ( $\text{kJ kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \%^{-1}$ ),  $c_1 = 3.77 \times 10^{-3}$  ( $\text{kJ kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-2}$ ),  $d_1 = 1.46$  ( $\text{kJ kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ), 測定値と計算値との平均平方誤差RMSEの値は  $1.60 \times 10^{-2}$  ( $\text{kJ kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ) となった。このように、試料比熱は、水分、

温度双方の関数とした式 (8) で近似することができた。

2. 熱 拡 散 率

筆者ら (2002)<sup>5)</sup>は小麦粉充填層の熱伝導率を 9, 12, 15, 18%の4段階の各水分に対し、温度は10, 20, 30, 40, 50°Cの5段階、かさ密度は436, 500, 600, 700  $\text{kg m}^{-3}$ の4段階についてそれぞれ測定した。この結果と比熱測定結果を利用し、小麦粉充填層の熱拡散率を推算した。すなわち、同条件における熱伝導率、比熱の測定値、および熱伝導率測定時のかさ密度の値を、それぞれ次の熱拡散率の定義式に代入することによって、小麦粉充填層の熱拡散率を求めた。

$$\alpha = \frac{k}{1,000 \times c_{ps} \cdot \rho} \dots\dots\dots (14)$$

$\alpha$  : 熱 拡 散 率 ( $\text{m}^2 \text{ s}^{-1}$ ),  $k$  : 熱 伝 導 率 ( $\text{W m}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ),  $\rho$  : かさ密度 ( $\text{kg m}^{-3}$ )

なお、比熱測定と熱伝導率測定に用いられた試料は同一で、これらの測定は併行して実施した。

食品の熱拡散率は比熱と同様に水分や温度の関数であることが予測されたため、小麦粉の熱拡散率と水分、温度との関係を調べた。その結果、小麦粉の熱拡散率は、各かさ密度において、水分、温度が高くなるにつれて直線的に増加する傾向が得られた。一例として、かさ密度 500  $\text{kg m}^{-3}$ における小麦粉の熱拡散率と水分の関係を Fig.3に示す。比熱の場合と同様に、熱拡散率を水分に関して一次式、また温度についても一次式とした式に、最小二乗法を適用して各かさ密度ごとにあてはめた。

$$\alpha = a_2 M \cdot T + b_2 M + c_2 T + d_2 \dots\dots\dots (15)$$

$a_2 \sim d_2$  は定数

Fig.3中の実線は式 (15) による計算値である。各かさ

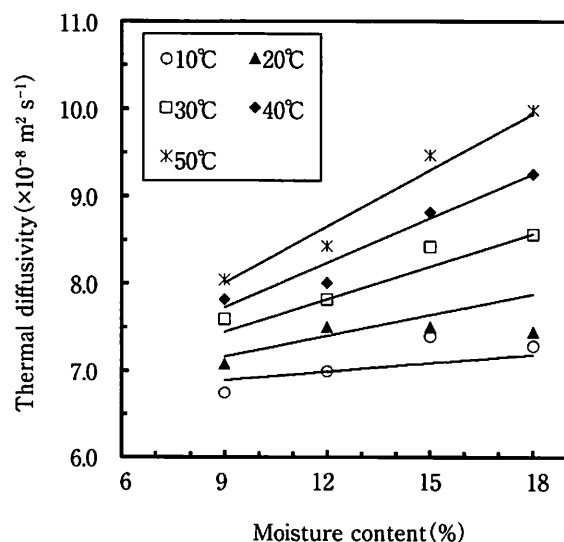


Fig. 3 Relationships between the effective thermal diffusivity and the moisture content at five different temperatures of wheat flour (bulk density : 500  $\text{kg m}^{-3}$ )

The solid line shows the value calculated from equation (15).

**Table 1** Values of the parameters and root mean squared error (RMSE) of equation (15)

| Parameter                                                                | Bulk Density (kg m <sup>-3</sup> ) |                         |                         |                         |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                                                                          | 436                                | 500                     | 600                     | 700                     |
| $a_2$ (m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup> % <sup>-1</sup> °C <sup>-1</sup> ) | $2.59 \times 10^{-11}$             | $4.54 \times 10^{-11}$  | $4.46 \times 10^{-11}$  | $3.58 \times 10^{-11}$  |
| $b_2$ (m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup> % <sup>-1</sup> )                  | $-1.02 \times 10^{-10}$            | $-1.19 \times 10^{-10}$ | $-2.90 \times 10^{-10}$ | $1.33 \times 10^{-10}$  |
| $c_2$ (m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup> °C <sup>-1</sup> )                 | $2.80 \times 10^{-11}$             | $-1.29 \times 10^{-10}$ | $-1.63 \times 10^{-10}$ | $-1.80 \times 10^{-11}$ |
| $d_2$ (m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup> )                                  | $6.69 \times 10^{-8}$              | $6.72 \times 10^{-8}$   | $7.38 \times 10^{-8}$   | $6.67 \times 10^{-8}$   |
| RMSE (m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup> )                                   | $1.45 \times 10^{-9}$              | $1.69 \times 10^{-9}$   | $1.78 \times 10^{-9}$   | $1.52 \times 10^{-9}$   |

密度における式 (15) のパラメータおよびRMSEの値を Table 1 に示す。

充填層の熱伝導率と同様に充填層の熱拡散率もかさ密度の関数として表されることが予測される。そのため、かさ密度と試料の熱拡散率との関係を各水分の各温度に対して調べた。その結果、試料の熱拡散率はかさ密度の一次式または二次式で表されることが示されたため、各水分の各温度における試料の熱拡散率を、以下の式 (16) と (17) に最小二乗法を適用してそれぞれあてはめた。

$$a = a_3\rho^2 + b_3\rho + c_3 \dots\dots\dots(16)$$

$a_3 \sim c_3$ は定数

$$a = a_4\rho + b_4 \dots\dots\dots(17)$$

$a_4, b_4$ は定数

いずれの式も熱拡散率とかさ密度の関係を近似できたが、RMSEの値は、式 (16) では $2.54 \times 10^{-11} \sim 2.41 \times 10^{-11}$  (m<sup>2</sup> s<sup>-1</sup>)、式 (17) では $3.54 \times 10^{-10} \sim 3.53 \times 10^{-10}$  (m<sup>2</sup> s<sup>-1</sup>) となり、測定データとの適合性は、式 (16) の方が式 (17) より高いことが示された。一例として水分12%に

おける熱拡散率とかさ密度の関係をFig. 4に示す。Fig. 4中の実線は式 (16) による計算値である。Fig. 4に示すように水分12%における試料の熱拡散率とかさ密度の関係は式 (16) で表され、他の水分の各温度についても、試料の熱拡散率はかさ密度の二次式で整理できた。熱伝導率同様に熱拡散率も構造にも依存する熱物性値であるため、今後は構造も加味した形のモデルで熱拡散率のモデル化も図る必要があると考える。最小二乗法を適用して得られた各水分、各温度における式 (16) のパラメータおよびRMSEの値をTable 2に示す。

以上のように本研究では、双子型恒温壁熱量計を利用して小麦粉の比熱を測定し、この結果と熱伝導率の文献値から小麦粉の熱拡散率を推算した。これらの熱物性値と水分、温度、かさ密度との関係を調べ、小麦粉の比熱および熱拡散率を容易に推定できるモデルを提案した。これらは熱計算や熱操作を合理的に行うためのシミュレーションの際に有用な基礎資料となる。

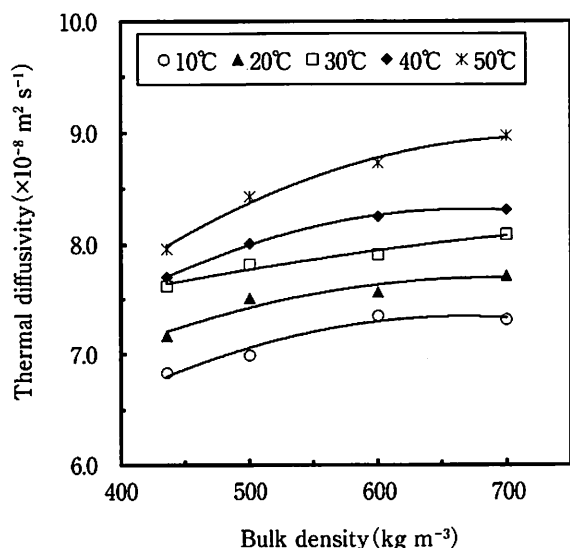
**要 約**

小麦粉の比熱を水分9~18%、温度10~50°Cの範囲で測定した。比熱測定には双子型恒温壁熱量計を使用した。熱伝導率の文献値と比熱の測定結果を利用して、水分9~18%、温度10~50°C、かさ密度430~700 kg m<sup>-3</sup>の範囲において小麦粉の熱拡散率も推算し、小麦粉の比熱、および熱拡散率と水分、温度、かさ密度の関係を調べ、これらの熱物性値の予測モデルを提案した。その結果、以下の知見を得た。

- ① 小麦粉の比熱の測定値と文献値と比較したところ、同程度の値を得ることができ、本測定法の妥当性が示された。
- ② 小麦粉の比熱は、水分、温度双方に関して一次式とした次の式で表された。  
$$c_{ps} = a_1M \cdot T + b_1M + c_1T + d_1$$
- ③ 各かさ密度における小麦粉の熱拡散率と水分、温度の関係は以下の式で表された。

$$a = a_2M \cdot T + b_2M + c_2T + d_2$$

また、各水分の各温度における小麦粉の熱拡散率とかさ密度との関係は二次式で近似することができた。



**Fig. 4** Relationships between the effective thermal diffusivity and the bulk density at five different temperatures of wheat flour (moisture content: 12%)

The solid line shows the values calculated from equation (16).



Table 2 Values of the parameters and root mean squared error (RMSE) of equation (16)

| MC (%) | Temp. (°C) | $a_3$<br>( $m^4 s^{-1} kg^{-2}$ ) | $b_3$<br>( $m^5 s^{-1} kg^{-1}$ ) | $c_3$<br>( $m^2 s^{-1}$ ) | RMSE<br>( $m^2 s^{-1}$ ) |
|--------|------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 9      | 10         | $-1.37 \times 10^{-13}$           | $1.66 \times 10^{-10}$            | $2.12 \times 10^{-8}$     | $1.59 \times 10^{-9}$    |
|        | 20         | $-1.16 \times 10^{-13}$           | $1.47 \times 10^{-10}$            | $2.95 \times 10^{-8}$     | $1.97 \times 10^{-9}$    |
|        | 30         | $-1.94 \times 10^{-13}$           | $2.26 \times 10^{-10}$            | $1.26 \times 10^{-8}$     | $8.03 \times 10^{-10}$   |
|        | 40         | $-9.77 \times 10^{-14}$           | $1.25 \times 10^{-10}$            | $4.13 \times 10^{-8}$     | $8.41 \times 10^{-10}$   |
|        | 50         | $-7.73 \times 10^{-14}$           | $9.69 \times 10^{-11}$            | $5.22 \times 10^{-8}$     | $6.05 \times 10^{-10}$   |
| 12     | 10         | $-1.02 \times 10^{-13}$           | $1.36 \times 10^{-10}$            | $2.81 \times 10^{-8}$     | $4.56 \times 10^{-10}$   |
|        | 20         | $-7.41 \times 10^{-14}$           | $1.03 \times 10^{-10}$            | $4.14 \times 10^{-8}$     | $5.88 \times 10^{-10}$   |
|        | 30         | $-2.05 \times 10^{-14}$           | $3.98 \times 10^{-11}$            | $6.30 \times 10^{-8}$     | $3.20 \times 10^{-10}$   |
|        | 40         | $-1.11 \times 10^{-13}$           | $1.49 \times 10^{-10}$            | $3.33 \times 10^{-8}$     | $1.02 \times 10^{-10}$   |
|        | 50         | $-1.15 \times 10^{-13}$           | $1.67 \times 10^{-10}$            | $2.88 \times 10^{-8}$     | $4.09 \times 10^{-10}$   |
| 15     | 10         | $-1.83 \times 10^{-13}$           | $2.35 \times 10^{-10}$            | $1.53 \times 10^{-9}$     | $4.35 \times 10^{-10}$   |
|        | 20         | $-1.61 \times 10^{-13}$           | $2.14 \times 10^{-10}$            | $8.22 \times 10^{-9}$     | $2.54 \times 10^{-11}$   |
|        | 30         | $-3.06 \times 10^{-13}$           | $3.77 \times 10^{-10}$            | $-2.86 \times 10^{-8}$    | $4.96 \times 10^{-10}$   |
|        | 40         | $-1.54 \times 10^{-13}$           | $2.00 \times 10^{-10}$            | $2.60 \times 10^{-8}$     | $2.92 \times 10^{-10}$   |
|        | 50         | $-3.38 \times 10^{-13}$           | $4.25 \times 10^{-10}$            | $-3.48 \times 10^{-8}$    | $1.05 \times 10^{-9}$    |
| 18     | 10         | $-1.54 \times 10^{-13}$           | $1.98 \times 10^{-10}$            | $1.28 \times 10^{-8}$     | $7.62 \times 10^{-11}$   |
|        | 20         | $-1.23 \times 10^{-13}$           | $1.56 \times 10^{-10}$            | $3.09 \times 10^{-8}$     | $6.22 \times 10^{-10}$   |
|        | 30         | $-1.87 \times 10^{-13}$           | $2.31 \times 10^{-10}$            | $1.62 \times 10^{-8}$     | $5.56 \times 10^{-10}$   |
|        | 40         | $-4.76 \times 10^{-13}$           | $5.63 \times 10^{-10}$            | $-6.95 \times 10^{-8}$    | $2.49 \times 10^{-10}$   |
|        | 50         | $-2.88 \times 10^{-13}$           | $3.65 \times 10^{-10}$            | $-1.40 \times 10^{-8}$    | $2.41 \times 10^{-9}$    |

## 記号

|          |                                                                         |
|----------|-------------------------------------------------------------------------|
| $\alpha$ | : 熱拡散率 ( $m^2 s^{-1}$ )                                                 |
| $\rho$   | : かさ密度 ( $kg m^{-3}$ )                                                  |
| $a_1$    | : 定数 ( $kJ kg^{-1} \text{ } ^\circ C^{-2} \%^{-1}$ )                    |
| $a_2$    | : 定数 ( $m^2 s^{-1} \%^{-1} \text{ } ^\circ C^{-1}$ )                    |
| $a_3$    | : 定数 ( $m^4 s^{-1} kg^{-2}$ )                                           |
| $a_4$    | : 定数 ( $m^5 s^{-1} kg^{-1}$ )                                           |
| $b_1$    | : 定数 ( $kJ kg^{-1} \text{ } ^\circ C^{-1} \%^{-1}$ )                    |
| $b_2$    | : 定数 ( $m^2 s^{-1} \%^{-1}$ )                                           |
| $b_3$    | : 定数 ( $m^5 s^{-1} kg^{-1}$ )                                           |
| $b_4$    | : 定数 ( $m^2 s^{-1}$ )                                                   |
| $c_1$    | : 定数 ( $kJ kg^{-1} \text{ } ^\circ C^{-2}$ )                            |
| $c_2$    | : 定数 ( $m^2 s^{-1} \text{ } ^\circ C^{-1}$ )                            |
| $c_3$    | : 定数 ( $m^2 s^{-1}$ )                                                   |
| $c_{pm}$ | : 小麦粉と水の混合溶液の比熱 ( $kJ kg^{-1} \text{ } ^\circ C^{-1}$ )                 |
| $c_{ps}$ | : 小麦粉の比熱 ( $kJ kg^{-1} \text{ } ^\circ C^{-1}$ )                        |
| $c_{pv}$ | : デュワービンの見掛け比熱 ( $kJ kg^{-1} \text{ } ^\circ C^{-1}$ )                  |
| $c_{pw}$ | : 水の比熱 ( $kJ kg^{-1} \text{ } ^\circ C^{-1}$ )                          |
| $d_1$    | : 定数 ( $kJ kg^{-1} \text{ } ^\circ C^{-1}$ )                            |
| $d_2$    | : 定数 ( $m^2 s^{-1}$ )                                                   |
| $H_v$    | : 測定温度での $1 \text{ } ^\circ C$ の熱起電力 ( $\mu V \text{ } ^\circ C^{-1}$ ) |
| $k$      | : 熱伝導率 ( $W m^{-1} \text{ } ^\circ C^{-1}$ )                            |
| $M$      | : 水分 (%)                                                                |
| $n$      | : データ数                                                                  |
| $Q$      | : 水, および小麦粉と水の混合溶液に供給した熱量 (kJ)                                          |
| $Q_m$    | : 小麦粉と水の混合溶液に供給した熱量 (kJ)                                                |

|                    |                                                  |
|--------------------|--------------------------------------------------|
| $Q_w$              | : 水に供給した熱量 (kJ)                                  |
| $S$                | : 残差二乗和                                          |
| $s$                | : 熱電対の直列対数                                       |
| $T$                | : 温度 ( $^\circ C$ )                              |
| $T_m$              | : 小麦粉と水の混合溶液の温度上昇値 ( $^\circ C$ )                |
| $T_w$              | : 水の温度上昇値 ( $^\circ C$ )                         |
| $T_m$ or $t_w$     | : 小麦粉と水の混合溶液, または水の温度上昇値 ( $^\circ C$ ),         |
| $W_m$              | : 小麦粉と水の混合溶液の質量 (kg)                             |
| $W_m \cdot c_{pm}$ | : 小麦粉と水の混合溶液の熱容量 ( $kJ \text{ } ^\circ C^{-1}$ ) |
| $W_s$              | : 小麦粉の質量 (kg)                                    |
| $W_s \cdot c_{ps}$ | : 小麦粉の熱容量 ( $kJ \text{ } ^\circ C^{-1}$ )        |
| $W_v$              | : デュワービンの見掛け質量 (kg)                              |
| $W_v \cdot c_{pv}$ | : デュワービンの見掛け熱容量 ( $kJ \text{ } ^\circ C^{-1}$ )  |
| $W_w$              | : 水の質量 (kg)                                      |
| $W_w \cdot c_{pw}$ | : 水の熱容量 ( $kJ \text{ } ^\circ C^{-1}$ )          |
| $X_v$              | : 発生した熱起電力 ( $\mu V$ )                           |
| $Y_i$              | : 測定値 ( $kJ kg^{-1} \text{ } ^\circ C^{-1}$ )    |

## 文 献

- 1) 日本熱物性学会編: 新編熱物性ハンドブック (養賢堂, 東京), pp.514~535 (2008)
- 2) 大下誠一: 食品加熱の科学 (渋川祥子編, 朝倉書店, 東京), pp.58~73 (1996)
- 3) SARAVACOS, G. D. and MAROULIS, Z. B.: Thermal conductivity and diffusivity of foods. In Transport properties of foods (Marcel Dekker Inc., New

- York), pp.269~358 (2001)
- 4) SINGH, R. P.: Heating and cooling processes for foods, In HELDMAN, D. R. and LUND D. B. (Eds.), Handbook of food engineering (Marcel Dekker Inc., New York), pp.247~276 (1992)
  - 5) 村松良樹・田川彰男・笠井孝正・武谷宏二・福島正義: 小麦粉の有効熱伝導率, 農機誌, 64 (1), 70~76 (2002)
  - 6) KAZARIAN, E. A. and HALL, C. W.: Thermal properties of grain, *Trans. ASAE*, 8 (1), 33~37 (1965)
  - 7) 村田 敏・田川彰男・石橋貞人: DSCによる穀物の比熱測定, 農機誌, 46 (6), 547~554 (1987)
  - 8) KALETUNÇ, G.: Prediction of specific heat of cereal flours: A quantitative empirical correlation, *J. Food Eng.*, 82 (4), 589~594 (2007)
  - 9) 萩原清市: 各種熱量計の開発と材料研究への応用 (東京理工熱測定センター, 東京), pp.17~54 (2002)
  - 10) 村松良樹・田川彰男・笠井孝正・境 博成・福島正義: リンゴ果汁の熱物性, 日食科工誌, 47 (7), 548~550 (2000)
  - 11) 粕淵辰昭: 土壌の熱伝導に関する研究, 農業技術研究所報告B土壌・肥料, 33, 1~54 (1982)
  - 12) RAHMAN, M. S. and Al-SAIDI, G. S.: Thermal diffusivity of foods: Measurement, data, and prediction. In Rahman M. S. (Eds.), Food properties handbook 2nd ed. (Florida, CRC Press), pp.649~695 (2009)
  - 13) 村田 敏・宮内樹代史: 穀粉の熱特性の測定, 九大農学芸誌, 47 (1/2), 93~99 (1993)
  - 14) MAGEE, T. R. A.: Measurement of thermal diffusivity of potato, malt bread and wheat flour, *J. Food Eng.*, 25 (2), 223~232 (1995)
  - 15) GUPTA, T. R.: Thermal diffusivity measurements of wheat flour and wheat flour dough, *J. Food Process Eng.*, 19 (3), 343~352 (1996)
  - 16) 食品分析研究会: 食品分析研究会報告書, 21, 21~22 (1973)  
(平成27年3月11日受付;平成27年7月8日受理)
-

## γ-アミノ酪酸 (GABA) 生成乳酸菌を用いた 発酵バター様食品の開発とその品質について

田中智大<sup>\*1,\*2</sup>・小泉亮輔<sup>\*1</sup>・入澤友啓<sup>\*1</sup>  
寺島晃也<sup>\*3</sup>・多田耕太郎<sup>\*1§</sup>・鈴木敏郎<sup>\*1</sup>

\* 1 東京農業大学農学部

\* 2 サンダイヤ(株)東京研究所

\* 3 富山県食品研究所

### Development and Quality Analysis of Fermented Butter-like Food Prepared Using Gamma Aminobutyric Acid (GABA)-Producing Lactic Acid Bacterium

TANAKA Tomohiro<sup>\*1,\*2</sup>, KOIZUMI Ryosuke<sup>\*1</sup>, IRISAWA Tomohiro<sup>\*1</sup>,  
TERASHIMA Teruya<sup>\*3</sup>, TADA Kotaro<sup>\*1§</sup> and SUZUKI Toshiro<sup>\*1</sup>

\* 1 Department of Agriculture, Tokyo University of Agriculture,  
1737 Funako, Atsugi-shi, Kanagawa 243-0405

\* 2 Tokyo Research Laboratory, SUNDIA Co., Ltd., 2-35-3 Eitai, Kohtoh-ku, Tokyo 135-0034

\* 3 Toyama Prefectural Food Research Institute, 360 Yoshioka, Toyama-shi, Toyama 939-8153

In this study, the gamma-aminobutyric acid (GABA)-producing *Lactobacillus buchneri* 1001 strain, isolated from kaburazushi (a regional specialty food of Japan's Toyama Prefecture consisting of pickled fish, rice, and turnip), was employed to prepare fermented butter-like food. GABA was effectively produced during fermentation by inoculating sodium glutamate-containing fresh cream with *L. buchneri* 1001 together with *Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*. Furthermore, using freeze-drying instead of the churning process traditionally used after fermentation resulted in the production of fermented butter-like food with high GABA content, as well as a greater amount of protein and carbohydrates. The resulting fermented butter-like food met compositional standards, and its organoleptic characteristics were found to be as good as those of commercially available products.

(Received Jun. 15, 2015; Accepted Jul. 22, 2015)

**Key words**: butter, lactic acid bacterium, fermentation, GABA

バター, 乳酸菌, 発酵, γ-アミノ酪酸

γ-アミノ酪酸 (GABA) は哺乳動物中枢神経系において興奮を抑制する神経伝達物質として関与するアミノ酸の一種でグルタミン酸がグルタミン酸脱炭酸酵素により脱炭酸されることで生成する<sup>1),2)</sup>。GABAには血圧上昇抑制, 自律神経障害の改善, 肝機能の向上, 慢性疲労の軽減など, 様々な生理作用があるとされており<sup>1),3)~6)</sup>, 茶, チョコレート, 乳製品などGABAを含有する食品が数多く開発されている<sup>5),7),8)</sup>。これらのGABA含有食品は原料由来のGABAを利用したものや製造工程でGABAを添加したもので, 製造工程中にGABAを生成させた製品

はみられない。

一方, 近年, 乳酸菌の一部にGABA生成能を持つものが見出され, 漬物, 野菜, 醤油などの食品から分離されている<sup>9)~11)</sup>。GABA生成乳酸菌は乳酸発酵の代謝産物である乳酸により, 生育環境が酸性化するとグルタミン酸を利用しGABAを生成することで環境を中性に戻そうとする性質を備えており<sup>12),13)</sup>, この性質を利用し, GABA含量を高めた飲料, チーズ, ソーセージなどの開発が行われている<sup>10),14),15)</sup>。

乳酸菌を利用する乳製品のの一つである発酵バターはク

\* 1 〒243-0034 神奈川県厚木市船子1737

§ Corresponding author, E-mail: k3tada@nodai.ac.jp

\* 2 〒135-0034 東京都江東区永代 2-35-3

\* 3 〒939-8153 富山県富山市吉岡360

リームに乳酸菌スターターを添加し、乳酸発酵させた後にチャーニング（攪拌）およびワーキング（練圧）するもので<sup>16)</sup>、ヨーロッパでは古くから食されている。一般的に発酵バターに使用する乳酸菌は乳酸生成能が高いものと、芳香性成分を多く生成するものなどの異なる2種以上を目的に応じて組み合わせており、乳酸菌スターターの種類により、風味や芳香が異なる独特の製品になる<sup>16)</sup>。

そこで本研究では、GABA生成乳酸菌をスターターとして生クリームに接種し、製造工程中にGABAを生成させることで、GABAを豊富に含有する発酵バター様食品の開発を試み、その性状について検討した。

## 実験方法

### 1. 乳酸菌液の調製

富山県食品研究所から分与された「かぶらずし」由来のGABA生成乳酸菌 *Lactobacillus buchneri* 1001<sup>17)</sup> および市販ヨーグルト（(株)明治製）から単離した発酵乳製品の製造に用いられる代表的な乳酸菌である *Lactobacillus bulgaricus*（命名：*L. bulgaricus* TT1）および *Streptococcus thermophilus*（命名：*S. thermophilus* TT2）を用いた。これらの乳酸菌はMRSブイヨン培地（関東化学）で35℃、24時間嫌気下にて静置培養した。培養後、遠心分離（3,000rpm, 5min）により集菌し、滅菌生理食塩水で2回洗浄を行い、濁度を指標に10<sup>6</sup>cells/gになるよう調整したものを乳酸菌液とした。

### 2. 発酵バター様食品の製造

バターは通常チャーニングによりバターミルクを除去することで脂肪分を高めている。しかし、GABAは水溶性であるため、チャーニングを行うとGABAがバターミルクとともに流出する可能性が高い。そこで水分のみを除去できる凍結乾燥を用いて発酵バター様食品の製造を試みた。

発酵バター様食品の製造方法を図1に示した。すなわち、乳脂肪分47%の生クリームにグルコース2%とグルタミン酸ナトリウム20mMを加え、75℃に達した後10分間保持することで加熱殺菌した。放冷後、*L. buchneri* 1001を10<sup>5</sup>CFU/g、*L. bulgaricus* TT1および *S. thermophilus* TT2をそれぞれ10<sup>6</sup>CFU/gになるように先に調整した乳酸菌液を接種した。なお、試験区には、① GABA生成乳酸菌 *L. buchneri* 1001のみを接種した試験区（以後1001区と略す）、② *L. bulgaricus* TT1と *S. thermophilus* TT2を接種した試験区（同LS区）、③ *L. buchneri* 1001と *L. bulgaricus* TT1、*S. thermophilus* TT2を接種した試験区（同LS1001区）の3区を設定した。乳酸菌接種後の発酵は35℃で3日間嫌気培養にて行った。発酵後、凍結乾燥機（EYLER社、FDU-1200型）を用い24時間凍結乾燥を行った。また、従来どおりのチャーニングによる調製も行うため、500ml容の容器に発酵熟成後のクリームを150ml入れ密封し、約30分間激しく攪拌した後、バターミ

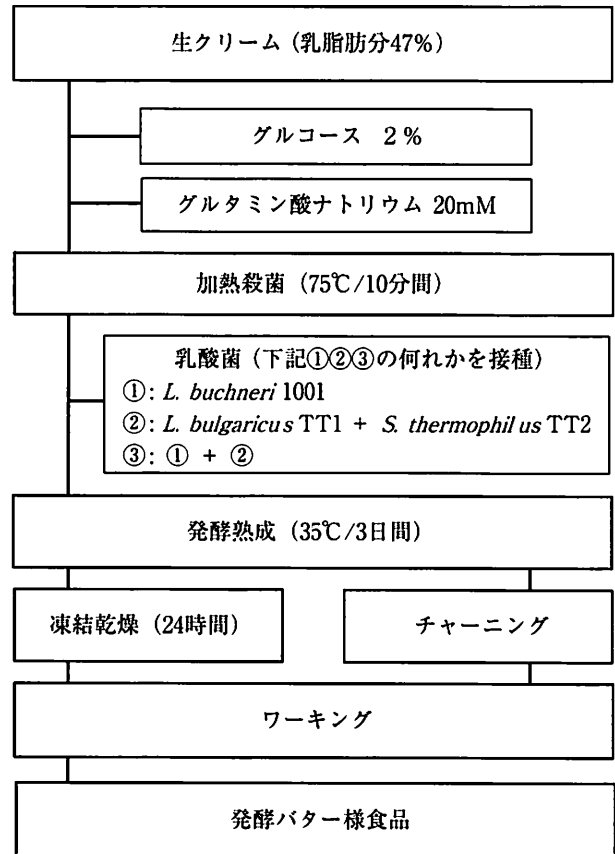


図1 発酵バター様食品の製造工程

クを排してバター粒を得た。凍結乾燥したクリームおよびチャーニングで得たバター粒はワーキングして発酵バター様食品とした。

### 3. 微生物の測定

発酵期間の生クリームおよび凍結乾燥後の発酵バター様食品について、以下の方法により測定した。① 乳酸菌数<sup>18)</sup>：BCP加プレートカウント寒天培地（栄研）、混釈法、35℃/3日間培養。② 黄色ブドウ球菌<sup>19)</sup>：卵黄加マンニット食塩寒天培地（栄研）、塗沫法、35℃/48時間培養。③ 大腸菌群<sup>20)</sup>：デソキシコレート寒天培地（栄研）、混釈法、35℃/24時間培養。④ サルモネラ<sup>21)</sup>：EEMブイヨン培地、ハーナテトラチオン酸塩培地（栄研）で35℃/24時間前培養後、DHL培地（栄研）へ画線塗沫し35℃/24時間培養。

### 4. pHの測定

発酵期間の生クリームについて、ガラス電極pHメーター（堀場製作所、F-52型）を用いて測定した。

### 5. 乳酸量の測定

発酵期間の生クリーム約5gに5%スルホサルチル酸溶液10mlとクロロホルム10mlを加えて30分間混合後、遠心分離（3,000rpm, 10min）し、上層を採取した。これを3回繰り返して有機酸を抽出した<sup>22)</sup>。抽出した溶液は1 mol/lの水酸化ナトリウム溶液でpH2.2に調整した後、50mlに定容し、0.45μmのフィルターでろ過した。測定には有機酸分析システム（島津製作所）を用い、分離

カラムShim-pack SCR-102H (8.0mm i.d.×300mm) で分離した後にポストカラムpH緩衝電気伝導検出法で検出した。溶離液には5mM p-トルエンスルホン酸を用い、流速は0.8ml/minとした。なお、同定及び定量は市販の有機酸(特級)により行った。

## 6. グルタミン酸量およびGABA量の測定

発酵期間の生クリーム、チャーニング後および凍結乾燥後の発酵バター様食品について、上記の乳酸量の測定と同様に抽出した検液を希釈し、アミノ酸分析システムNa型(島津製作所)を用いて、分離カラム(Shim-pack Amino-Na)で分離した後にOPA/N-アセチルシステインによる蛍光誘導体化検出法で検出した。なお、同定及び定量はアミノ酸標準物質(和光純薬、アミノ酸混合標準法AN-II型及びB型)を用いて行った。

## 7. 一般成分の測定

生クリームおよび凍結乾燥後の発酵バター様食品について、水分は常圧加熱乾燥法<sup>23)</sup>、タンパク質はマクロ改良ケルダール法<sup>24)</sup>、脂肪は生クリームがレーゼ・ゴットリーブ法<sup>25)</sup>、バターが間接法<sup>26)</sup>、灰分は直接灰化法<sup>27)</sup>で測定し、炭水化物は差し引きで求めた。

## 8. 油脂の検査

凍結乾燥後の発酵バター様食品の酸価、過酸化価およびヨウ素価を測定した。すなわち、試料約10gを共栓三角フラスコに採取し、試料の5倍量に相当するジエチルエーテルを加え攪拌した。次に、無水硫酸ナトリウムを約15g加え脱水し、固形物を取り除くため、ろ紙を用いてろ過した。その後、ジエチルエーテルを約10ml加え残渣を洗い、再びろ過し、ろ液を減圧濃縮した後に窒素を通じながらエーテルを十分に除去し、得られた抽出油について、酸価は滴定法<sup>28)</sup>にて、過酸化価は酢酸-イソオクタン法<sup>29)</sup>にて、ヨウ素価はウィイス-シクロヘキサン法<sup>30)</sup>にてそれぞれ測定した。

## 9. 官能試験

凍結乾燥により調製したLS1001区の発酵バター様食品と市販発酵バターについて、20歳代の大学生男女5名ずつの計10名のパネラーにより、色、香り、口溶け、舌触り、味の5項目における個人の嗜好基準による評価を、大変良い(5点)、良い(4点)、普通(3点)、悪い(2点)、大変悪い(1点)の5段階の指標を用いて行った。

## 実験結果および考察

### 1. 微生物数の推移

発酵期間の生クリームおよび凍結乾燥後の発酵バター様食品の乳酸菌数を図2に示した。発酵開始時はほぼ目標接種量どおりに1001区が $1.9 \times 10^6$ CFU/g、LS区が $1.6 \times 10^6$ CFU/g、LS1001区が $2.3 \times 10^6$ CFU/gであった。1001区は発酵2日後に $6.2 \times 10^7$ CFU/gまで増加し、発酵3日後での推移はみられなかった。LS区は発酵1日後に $4.7 \times 10^7$ CFU/gまで増加した後、幾分増加する傾向を示し、発酵3日後には $1.4 \times 10^8$ CFU/gとなった。LS1001区は

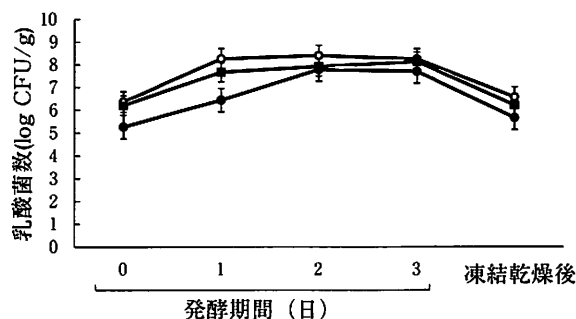


図2 発酵期間の生クリームおよび凍結乾燥後の発酵バター様食品の乳酸菌数

● : 1001区, ■ : LS区, ○ : LS1001区  
 平均値±標準偏差 (n = 6)

発酵1日後に $1.9 \times 10^6$ CFU/gまで大きく増加した後、発酵3日後まで推移はみられなかった。これらの結果から、乳脂肪分47%の生クリーム中でも本試験で接種した乳酸菌は増殖可能であることが明らかになった。なお、凍結乾燥後の乳酸菌数は、1001区が $4.6 \times 10^6$ CFU/g、LS区が $1.6 \times 10^6$ CFU/g、LS1001区が $3.7 \times 10^6$ CFU/gとなり、全試験区ともに減少し、凍結乾燥により一部の乳酸菌が死滅したものと考えられた。大腸菌群(0.1g当量)、黄色ブドウ球菌(0.01g当量)およびサルモネラ菌(0.1g当量)は発酵期間中、凍結乾燥後ともに検出されなかった。

### 2. pHおよび乳酸量の変化

発酵期間の生クリームのpHを図3、乳酸量を図4に

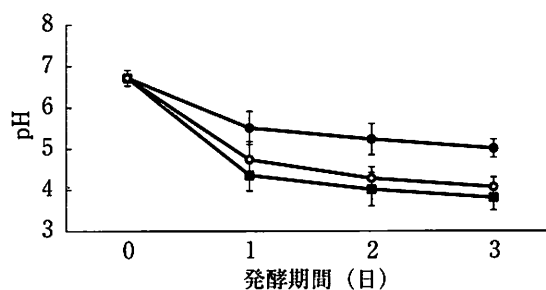


図3 発酵期間の生クリームのpH

● : 1001区, ■ : LS区, ○ : LS1001区  
 平均値±標準偏差 (n = 6)

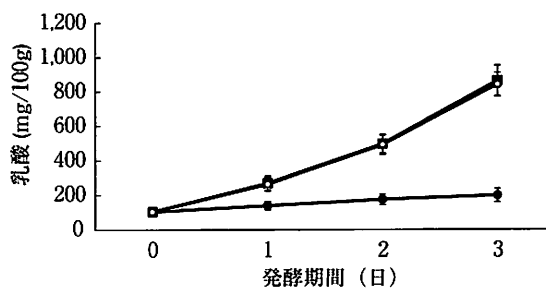


図4 発酵期間の生クリームの乳酸量

● : 1001区, ■ : LS区, ○ : LS1001区  
 平均値±標準偏差 (n = 6)

示した。全試験区とも発酵開始前のpHは6.72、乳酸量は100mg/100gであった。1001区のpHは発酵1日後に5.51へ低下し、その後も徐々に低下し、発酵3日後には5.01となり3日間で1.5程度低下した。乳酸量は経時的に緩やかに増加し発酵3日後に200mg/100gと発酵開始前の2倍となった。LS区のpHは発酵1日後に4.36へ大きく低下し、その後も徐々に低下し、発酵3日後には3.81となり3日間で3程度低下し、1001区よりも顕著な低下が認められた。乳酸量も1001区に比べ顕著な増加がみられ、発酵1日後は270mg/100g、発酵3日後には860mg/100gに達した。このことから、GABA生成乳酸菌 *L. buchneri* 1001は、発酵乳製品などによく用いられる動物性乳酸菌である *L. bulgaricus*, *S. thermophilus* に比べ、乳酸生成能が低く、pHを緩慢に低下させることが明らかになった。一方、LS1001区のpHは発酵1日後に4.74へ大きく低下し、その後も徐々に低下し、発酵3日後には4.07となり、3日間で2.7程度低下したが、LS区に比べると低下の度合いは抑えられていた。乳酸量についてはLS区と同様に顕著な増加を示し、発酵3日後には840mg/100gとなった。

### 3. グルタミン酸量, GABA量の変化

発酵期間の生クリーム、チャーニング後および凍結乾燥後の発酵バター様食品のグルタミン酸量, GABA量を図5~7に示した。全試験区ともに発酵開始時のグルタミン酸濃度は添加量に相当する20mM程度を示した。*L. buchneri*1001のみを接種した1001区は、発酵1日後からGABAの生成が認められ、発酵3日後には添加したグルタミン酸の半分強を交換し、約12mMのGABAを生成した。しかし、チャーニング法によりバターミルクを排除した後のGABA量は約2.5mMとなり、著しく減少した。一方、凍結乾燥を用いた場合のGABA量は約22mMと高い値を示した。しかし、発酵3日後時点でGABAへ変換されなかったグルタミン酸も多く、凍結乾燥後に約20mM残存した。GABA生成乳酸菌を接種していないLS区については、発酵期間を通してGABAの生成は認められず、凍結乾燥後もGABAは検出されなかった。*L. buchneri* 1001と *L. bulgaricus* TT1, *S. thermophilus* TT2を混合接種したLS1001区は、1001区と同様に発酵1日後からGABAの生成が認められ、発酵3日後には1001区を大きく上回る約19mMに達し、添加したグルタミン酸の約90%をGABAに変換した。LS1001区でもチャーニング法を用いた場合のGABA量は1001区と同様に著しく減少し、約2.8mMとなったが、凍結乾燥を用いたものは約38mMとなり、1001区の約1.7倍のGABAを含有した。LS1001区と1001区でGABA生成量に差異が生じたのは、GABA生成乳酸菌はpHの低下した環境下でグルタミン酸を利用しGABAを生成する<sup>9),10),14)</sup>ため、本研究で用いた *L. buchneri* 1001も同様の働きをする<sup>15),17)</sup>ことが影響したものと考えられた。すなわち、*L. buchneri* 1001と発酵乳製品などによく用いられる乳酸生成能の高い *L.*

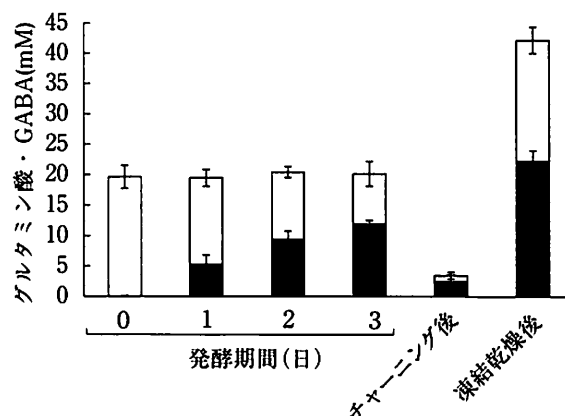


図5 発酵期間の生クリームおよびチャーニング後、凍結乾燥後の発酵バター様食品のグルタミン酸量およびGABA量 (1001区)

□: グルタミン酸, ■: GABA  
 平均値 ± 標準偏差 (n = 6)

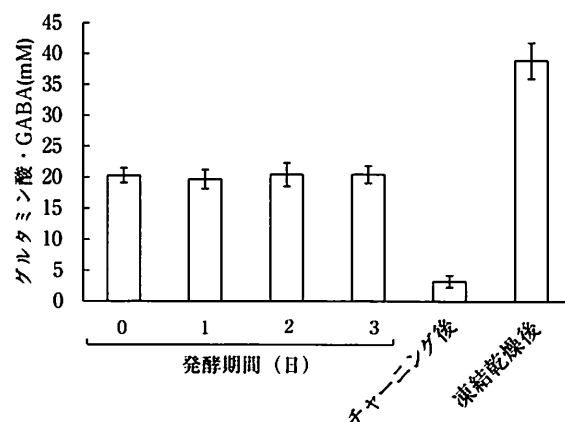


図6 発酵期間の生クリームおよびチャーニング後、凍結乾燥後の発酵バター様食品のグルタミン酸量およびGABA量 (LS区)

□: グルタミン酸, ■: GABA  
 平均値 ± 標準偏差 (n = 6)

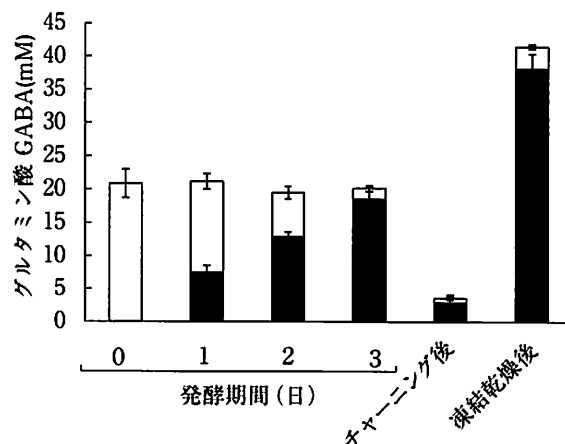


図7 発酵期間の生クリームおよびチャーニング後、凍結乾燥後の発酵バター様食品のグルタミン酸量およびGABA量 (LS1001区)

□: グルタミン酸, ■: GABA  
 平均値 ± 標準偏差 (n = 6)

*bulgaricus*, *S. thermophilus*が混在し、pHが大きく低下したLS1001区は多くのGABAを生成したのに対し、*L. buchneri* 1001は*L. bulgaricus*, *S. thermophilus*に比べて乳酸生成能が低いため、*L. buchneri* 1001のみを接種した1001区ではpHの低下が緩慢でGABA生成能の働きが弱く、多くのグルタミン酸がGABAに変換されずに残存したものと考えられた。先の結果でLS区とLS1001区の発酵期間における乳酸量はほぼ同値で推移したが、pHはLS1001区がLS区よりも若干高い値を示した。これは、LS1001区は多くのGABAを生成することから、GABA生成時のグルタミン酸の脱炭酸によるpH上昇作用<sup>12),13)</sup>が影響したものと推察された。寺島ら<sup>17)</sup>は培地中ではpH 4付近まで低下すると*L. buchneri*1001の活動が鈍り、GABA生成がみられなくなることを報告しているが、本試験で最も多くのGABAを生成したLS1001区ではpH 4まで低下している。これは乳にはpH緩衝作用があることから、その環境下で*L. buchneri* 1001が酸耐性を獲得し、pHが4付近まで低下してもGABA生成能を働かせたものと考えられた。

これらの結果から、GABA生成乳酸菌を発酵バターのスターターとして利用し、GABA生成能を向上させ、効率よくGABAを生成させるためには*L. bulgaricus*, *S. thermophilus*などの乳酸生成能が高い乳酸菌と混合接種することが有効であると考えられた。

#### 4. 一般成分

原料に用いた生クリーム、市販発酵バター（仏産）および凍結乾燥により製造したGABA含有発酵バター様食品LS1001区の一般成分を表1に示した。

LS1001区が発酵バター様食品は市販発酵バターに比べ水分は約1/4の3.8%と少なく、これにより固形分割合は増すことから、タンパク質は約5倍の3.1%、脂肪は3.5%高い86.9%、炭水化物は顕著に高い5.7%を示した。これは凍結乾燥では水分のみがほとんど昇華し除去されることから、チャーニング法ではバターミルク排出時に流出する生クリーム中のタンパク質や炭水化物が凍結乾燥後も残存したためと考えられた。なお、厚生労働省で定められた乳及び乳製品の成分規格等に関する省令<sup>30)</sup>では、バターの成分規格は乳脂肪分80%以上、水分

17%以下とされているため、本試験で製造したGABA含有発酵バター様食品は十分に成分規格を満たしていた。この結果から、凍結乾燥を用いることで従来製法のバターに比べ、原料に含まれる脂肪だけでなく、タンパク質や炭水化物の有用成分を漏れなく含有した栄養面でも優れたGABA含有発酵バター様食品を製造できることが明らかになった。

#### 5. 油脂の品質

凍結乾燥により製造したGABA含有発酵バター様食品LS1001区の酸価は1.81、過酸化値は4.10であった。バターの単体での安全基準はないが、厚生労働省が定める衛生規範による生洋菓子に用いる原材料の成分規格では、油脂類は酸価3以下、過酸化値30以下<sup>32)</sup>と定められており、本試験で製造したGABA含有発酵バター様食品はこの規格を満たしていた。また、ヨウ素価は31.70で、通常のバターと同程度（夏：38、冬：32）<sup>33)</sup>の結果が得られたことから、油脂の品質の上でも問題ないものと考えられた。

#### 6. 官能評価

市販の発酵バター（国産、仏産）および凍結乾燥により製造したGABA含有発酵バター様食品LS1001区の官能試験の結果を表2に示した。色、香り、口溶け、舌触りおよび味の全ての項目で各試料間に有意差は認められなかった。パネラーは発酵バターの摂食経験がほとんど無い学生であったが、GABA含有発酵バター様食品LS1001区の各評価項目の5段階指標の平均値は2.8~3.8で、市販の発酵バターと遜色ない官能評価を得たことから、嗜好性の面でも問題ないものと考えられた。なお、LS1001区についてはヨーグルト様の香りとともに味の濃厚さを感じるとの感想があげられ、これがパネラーの嗜好に合致したものと思われた。これは先述のとおりLS1001区は凍結乾燥で水分のみがほとんど除去され、脂肪分が高まることに加え、生クリーム中のタンパク質や炭水化物が残存したことが影響したものと考えられた。

以上の結果から、うま味を付与するために食品製造で広く使われているグルタミン酸ナトリウムを添加した生クリームへ、GABA生成乳酸菌*L. buchneri* 1001を乳酸

表1 生クリーム、市販発酵バターおよび凍結乾燥法で製造したGABA含有発酵バター様食品（LS1001区）の一般成分

|           | 生クリーム | 市販発酵バター（仏産） | GABA含有発酵バター様食品（LS1001区） |
|-----------|-------|-------------|-------------------------|
| 水分 (%)    | 48.4  | 15.4        | 3.8                     |
| タンパク質 (%) | 1.7   | 0.6         | 3.1                     |
| 脂質 (%)    | 47.0  | 83.4        | 86.9                    |
| 灰分 (%)    | 0.3   | 0.4         | 0.5                     |
| 炭水化物 (%)  | 2.6   | 0.2         | 5.7                     |



表2 市販発酵バターおよび凍結乾燥法で製造したGABA含有発酵バター様食品 (LS1001区) の官能評価

|                          | 色        | 香り       | 口溶け      | 舌触り      | 味        |
|--------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 市販発酵バター (国産)             | 3.1±1.28 | 3.4±1.26 | 3.3±0.82 | 3.6±1.05 | 3.1±1.19 |
| 市販発酵バター (仏産)             | 3.3±1.41 | 3.6±1.07 | 4.1±1.10 | 2.9±1.37 | 3.5±1.26 |
| GABA含有発酵バター様食品 (LS1001区) | 3.8±0.78 | 3.6±1.07 | 3.3±1.10 | 2.8±1.37 | 3.4±1.26 |

評価指標 (5段階): 大変良い (5点), 良い (4点), 普通 (3点), 悪い (2点), 大変悪い (1点)  
 平均値±標準偏差 (n=10)

生成能が高い乳酸菌とともに混合接種することで、発酵中にGABAが効率的に生成され、さらに、発酵後にチャーニングせずに凍結乾燥することにより、GABAを添加することなく、GABAを高濃度に含有する良好な品質を備えた発酵バター様食品を製造できることが明らかになった。なお、血圧上昇抑制に必要なGABA摂取量は約10~20mg/日<sup>31,34)</sup>であり、本試験で製造したGABA含有発酵バター様食品はGABAを約4 mg/g含有することから、パン1枚当たりに塗る量とされる10gで十分に効果が期待できるものと考えられた。

### 要 約

富山県の伝統食品「かぶらずし」から分離したGABA生成乳酸菌である*Lactobacillus buchneri* 1001を用いて発酵バター様食品の開発を試みた。その結果、グルタミン酸を添加した生クリームへ、*L. buchneri* 1001を*L. bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*とともに接種することで、発酵中にGABAが効率的に生成した。さらに、発酵後に従来のバター製造法であるチャーニングの代わりに凍結乾燥することにより、GABA含有量が高く、タンパク質と炭水化物も含む発酵バター様食品が得られた。この発酵バター様食品は成分規格を満たし、官能的にも市販の発酵バターと同等の良好な評価を得た。

### 文 献

- 1) 吉岡義明・堀江健二・谷川鯉沙・横越英彦: GABAの製法・安全性・効能効果に関する最近の進捗, FFIジャーナル, 213, 1145~1156 (2008)
- 2) 渡辺正仁・出田めぐみ・中俣恵美・林部博光・西井正樹: GABAとGABAシステム, 保健医療学雑誌, 1, 3~9 (2010)
- 3) 梶本修身・平田 洋・中川聡史・梶本佳孝・早川和仁・木村雅行: GABA含有はつ酵乳製品の正常高値血圧者に対する降圧効果, 日食科工誌, 51, 79~85 (2004)
- 4) 岡田忠司・杉下朋子・村上太郎・村井弘道・三枝貴代・堀野俊郎・小野田明彦・梶本修身・高橋 励・高橋丈夫:  $\gamma$ -アミノ酪酸蓄積脂コメ胚芽の経口投与における更年期障害及び初老期精神障害に対する効果, 日食科工誌, 47, 596~603 (2000)
- 5) 大森正司・矢野とし子・岡本順子・津志田藤二郎・村井敏信・樋口 満: 嫌気処理緑茶 (ギャバロン茶) による高血圧自然発症ラットの血圧上昇抑制作用, 日農化会誌, 61, 1449~1451 (1987)
- 6) 中村寿雄・松林恒夫・蒲池加寿子・長谷川節・安藤洋太郎・大森正司:  $\gamma$ -アミノ酪酸 (GABA) 富化クロレラは高血圧自然発症ラット (SHR) の血圧上昇を抑制する, 日農化会誌, 74, 907~909 (2000)
- 7) 津志田藤二郎: 茶生葉におけるアミノ酸代謝の解明とその利用による新製品 (ギャバロン茶) の開発, 茶業研究報告, 72, 43~51 (1990)
- 8) ヤクルト本社: GABA含有発酵乳の製造方法, 特開2001-120179 (2001)
- 9) 上野義栄・平賀和三・森 義治・小田耕平: 漬物から $\gamma$ -アミノ酪酸 (GABA) 高生産性乳酸菌の分離とその応用, 生物工学会誌, 85, 109~114 (2007)
- 10) 八十川大輔・中川良二・能登裕子: GABA高産生乳酸菌を用いた植物性飲料の開発, 北海道立食品加工研究センター報告, 50, 25~28 (2009)
- 11) 細井永次: 新規の $\gamma$ -アミノ酪酸高生産菌の検索及び食品加工残渣への応用, 埼玉県産業技術総合センター研究報告, 6, 88~92 (2007)
- 12) SANDERS, J. W., LEENHOUTS, K., BURGHOOORN, J., BRANDS, J. R., VENEMA, G. and KOK, J.: A chloride-inducible acid resistance mechanism in *LACTOCOCCUS lactis* and its regulation. *MOL. Microbiol.*, 27, 299~310 (1998)
- 13) KANEHIRA, T., NAKAMURA, Y., NAKAMURA, K., HORIE, K., HORIE, N., FURUGORI, K., SAUCHI, Y. and YOKOGOSHI, H.: Relieving occupational fatigue by consumption of a beverage containing  $\gamma$ -amino butyric acid, *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 57, 9~15 (2011)
- 14) NOMURA, M., KIMOTO, H., SOMEYA, Y., FURUKAWA, S. and SUZUKI, I.: Production of gamma-aminobutyric acid by cheese starters during cheese ripening, *J. Dairy Sci.*, 81, 1486~1491 (1998)
- 15) 寺島晃也・多田耕太郎・加藤一郎・中川義久・平野 寛・鈴木敏郎: GABA生産乳酸菌の非加熱発酵ソーセージへの応用, 日本微生物資源学会誌, 28, 19~27 (2012)
- 16) 伊藤肇躬: 乳製品製造学 (光琳, 東京), p.423 (2007)

- 17) 寺島晃也・多田耕太郎・加藤一郎・中川義久・平野寛・鈴木敏郎：富山地域資源からの $\gamma$ -アミノ酪酸(GABA)生成乳酸菌の分離，日本微生物資源学会誌，**28**，11～18 (2012)
- 18) 森地敏樹：食品微生物検査マニュアル改訂第2版(栄研化学，東京)，pp.138～139 (2009)
- 19) 森地敏樹：食品微生物検査マニュアル改訂第2版(栄研化学，東京)，pp.194～197 (2009)
- 20) 森地敏樹：食品微生物検査マニュアル改訂第2版(栄研化学，東京)，pp.146～154 (2009)
- 21) 森地敏樹：食品微生物検査マニュアル改訂第2版(栄研化学，東京)，pp.180～185 (2009)
- 22) 岸 雅代・宇賀神功・増田豊・鶴澤昌好：市販バニラアイスクリーム及び原材料の遊離アミノ酸組成，日食工誌，**81**，811～816 (1991)
- 23) 日本薬学会編：乳製品試験法注解(金原出版，東京)，p.34 (1991)
- 24) 財団法人日本食品分析センター編：五訂日本食品標準成分表分析マニュアルの解説(中央法規出版，東京)，pp.29～34 (2002)
- 25) 日本薬学会編：乳製品試験法注解(金原出版，東京)，pp.46～48 (1991)
- 26) 日本薬学会編：乳製品試験法注解(金原出版，東京)，p.170 (1991)
- 27) 日本薬学会編：乳製品試験法注解(金原出版，東京)，p.36 (1991)
- 28) 日本油化学会編：基準油脂分析試験法2013年版(日本油化学会，東京)，2.3.1-2013 (1～2) (2013)
- 29) 日本油化学会編：基準油脂分析試験法2013年版(日本油化学会，東京)，2.5.2.1-2013 (1～2) (2013)
- 30) 日本油化学会編：基準油脂分析試験法2013年版(日本油化学会，東京)，2.3.4.1-2013 (1～2) (2013)
- 31) 厚生労働省ホームページ：乳及び乳製品の成分規格等に関する省令(<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S26/S26F03601000052.html>)
- 32) 厚生労働省ホームページ：酸価・過酸化物価に関する規程等(<http://www.mhlw.go.jp/stf2/shingi2/2r9852000000ip55-att/2r9852000000ipvm.pdf>)
- 33) 上野川修一編：乳の科学(朝倉書店，東京)，pp.155～163 (1996)
- 34) 榊原正樹・吉川典孝・太郎田博之・稲福桂一郎・宮城 健：スピルリナの乳酸発酵による $\gamma$ -アミノ酪酸(GABA)の高含有化及び血圧降下作用，DIC Technical Review，**12**，13～19 (2006)  
(平成27年6月15日受付；平成27年7月22日受理)

## 生鮮食品の品質評価に関する最近の動向

椎名 武夫\* §

\* 千葉大学大学院園芸学研究科

### Recent Trends in Quality Evaluation of Fresh Produces

SHIINA Takeo\* §

\* Graduate School of Horticulture, Chiba University, Matsudo 648, Matsudo-shi, Chiba 271-8510

#### 1. はじめに

生鮮食品のサプライチェーンにおいて、品質評価が適切に行われていることが重要であることは、論を待たない。本稿では、生鮮食品の品質評価について、基礎的事項および最近の動向を解説する。

#### 2. 品質評価とは

##### (1) 外部品質と内部品質

食品の品質は、外部からとらえることのできる外部品質と、通常の方法では外部からとらえることのできない内部品質に大別できる。

外部品質は、見た目、すなわち形（形態、大きさ）、色、艶、張り（これらは一般的には外観と呼ばれる）と、それらの分布に加えて、香りや力学的特性などがある。また、青果物・花きでは、広義には、代謝活性である呼吸速度（酸素吸収と二酸化炭素排出）とエチレン排出速度、水分蒸発速度なども含まれると解釈できる。

内部品質には、組織形状（組織構造、気泡の径と量など）、色、艶、力学的特性、化学成分含有量、味（甘味、酸味、旨味など）、香り（香気成分含有量と生成量）とそれらの個体内分布、および消化性、機能性（抗酸化性、抗変異原性など）、などがある。また、青果物・花きなどでは、品質変化に影響を及ぼす酵素活性、植物ホルモン含有量、遺伝子発現レベルなども、内部品質としてとらえることができよう。

##### (2) 官能検査と機器分析

食品の品質評価の方法としては、人間の五感を利用する官能評価（官能検査）と、官能検査で評価対象となる品質項目等を機器を使用して実施する、機器分析がある。

1) 官能検査 官能検査は、複数の試験者の感覚によって感知される反応を統計的に処理することで、科学

的な検査方法となる。普遍的な検査結果を得るためには、①複数の検査員で行う、②判断を要する項目を選定して評価する、③標準の尺度をあらかじめ数量的に決めておく、④全検査員の評価が最終の格付けに反映する官能検査とする、などの工夫が必要である<sup>1)</sup>。

2) 機器分析 機器分析は、近年の科学技術の進歩を背景とする物理、化学、生物学的な各種の状態量をとらえるセンサ技術の開発によって可能になった方法である。定められた測定方法で測定を実施すれば、時間的、空間的、あるいは測定者の影響を受けない再現性の高い測定が可能であること、すなわち、客観的な評価手法であることが最大の特徴である。最近では、センサ技術の進展に加えて、コンピュータの高性能化によって、高度で複雑な測定が可能となり、得られた大量の情報をコンピュータで高速処理し、さらに数理統計手法を用いることで、結果の解釈に重要な情報を提供することを可能とした。現在では、そのような手法を用いる計量化学（ケモメトリックス）が進展しているが<sup>2)</sup>、その典型的な成果として、味覚センサ<sup>3)</sup>、におい識別装置<sup>4)</sup>などの開発がある。

#### 3. 品質評価の方法

##### (1) 形 状

1980年より以前は、形態は、目視による判定が一般的で、大きさについては、篩（ふるい）を使用する方法や秤（はかり）を使用する方法が導入されていた。1980年代になり、温州みかんの選果施設では、CCDカメラを利用した画像解析手法が導入され、投影面積による階級選別（大きさに基づく選別）や、モノクロ画像の輝度による傷の判別に基づく等級選別（品質の良し悪しによる評価）に利用された。その後、温州みかんでカラー画像の取得も行われるようになり、着色程度による熟度判別なども可能となった（原田, 1986)<sup>5)</sup>。CCDカメラを利

\* 〒271-8510 千葉県松戸市松戸648

§ E-mail: shiina@chiba-u.jp

用した形状選別は、その後、多くの青果物で利用され、現在では一般的な手法として定着している。

## (2) 色彩評価

### 1) L\*a\*b\*表色系

L\*a\*b\*表色系は、最も一般的に利用されている色彩評価体系である。横軸a\*、縦軸b\*の直交座標による色度図と、これに垂直な明度を表す指数のL\*軸とからなる立体的な色空間である(図1)<sup>6)</sup>。a\*は、プラス側が赤、マイナス側が緑、b\*は、プラス側が黄、マイナス側が青の領域をそれぞれ示す。L\*a\*b\*は、人間の網膜の特性に依拠した3刺激値(X, Y, Z)に基づくXYZ表色系から、次式を用いて算出される。

$$L^* = 116(Y/Y_n)^{1/3} - 16$$

$$a^* = 500((X/X_n)^{1/3} - (Y/Y_n)^{1/3})$$

$$b^* = 200((Y/Y_n)^{1/3} - (Z/Z_n)^{1/3})$$

ここで、X<sub>n</sub>、Y<sub>n</sub>、Z<sub>n</sub>は、完全拡散反射面からのXYZ表色系における3刺激値である。

2) 変色・退色の評価 変退色の評価に利用される指標としては、ハンター色差、b\*/a\* (あるいはa\*/b\*)、色相角H°、などがある。

初期の色から、どの程度の色の変化があったかを示す指標として、ハンター色差がある。L\*a\*b\*表色系の場合、ΔE\*abが利用される。ΔE\*abは次式で求められる。

$$\Delta E^*ab = ((\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2)^{1/2}$$

ΔE\*abは変色の絶対値(スカラー)を簡便に表すことができる利点があるが、変色の方向性に関する情報をもたない。したがって、色の変化が一定の方向のみの場合は良いが、退色と褐変が同時に起こるような場合には、利用が難しい。

緑色の野菜を対象とする場合、クロロフィルの分解に伴う緑から黄への変色が起こる。この場合、b\*/a\*あるいはa\*/b\*を用いることで、色の変化を簡便に示すことができる。ただし、b\*/a\*を用いると、a\*がマイナスからプラスに変化するような場合には、ゼロ付近で数値が

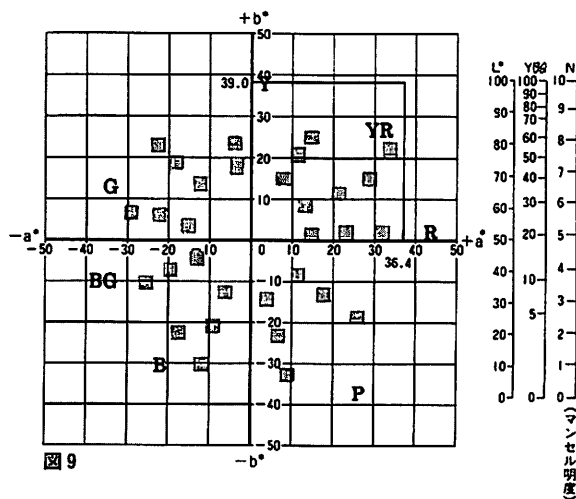


図1 L\*a\*b\*表色系 (CIE 1976 L\*a\*b\* Diagram)<sup>6)</sup>

極端に大きくなってしまいうため、使い勝手が良くない。a\*/b\*を用いることで、この問題を回避することができる。

色相角H°は、次式で算出され、各種食品の色変化(変退色)を、比較的簡便に把握することができる。

$$H^\circ = \tan^{-1}(b^*/a^*)$$

### (2) テクスチャー評価<sup>7),8)</sup>

食品のテクスチャーは、手で触ったり、口に入れたりしたときの感覚、咀嚼あるいは嚥下の際の、粘性、硬さ、弾性、粘弾性、付着性、凝集性、もろさ、舌ざわり、歯ごたえ、歯切れ、なめらかさ、のどごし、口どけなどの感覚である。すなわち、食品の組織や構造に由来した状態から感覚的に判断される。なお、これらのうち機械的(力学的)な基本特性としては、硬さ、凝集性、粘性、弾力性、付着性があり、これら5つの基本特性が複合して、脆さ、咀嚼性、ガム性などの二次的な感覚を生じさせる。

それぞれの特性は、以下のように定義されている。

[機械的(力学的)な基本特性]

- ① 硬さ (hardness) 物質を変形させるために要する力
- ② 凝集性 (cohesiveness) 形態を構成する内部的結合に要する力
- ③ 粘性 (viscosity) 1単位の力によって流動する程度
- ④ 弾力性 (elasticity) 外力による変形を復元する性質
- ⑤ 付着性 (adhesiveness) 食品と口腔の付着に打ち勝つのに要する力

[機械的な二次的特性]

- ① 脆さ (brittleness) 物質破壊に要する力で硬さと凝集性に関係
- ② 咀嚼性 (chewiness) 固形食品を嚥下可能な状態まで咀嚼するのに要するエネルギーで硬さと凝集性と弾力性に関係
- ③ ガム性 (gumminess) 半固形食品を嚥下可能な状態まで崩壊させるのに要するエネルギーで硬さと凝集性に関係

### (3) 化学成分の分析

1) 高速液体クロマトグラフィー (HPLC) 化学成分の測定に最も一般的に用いられる分析手法が、高速液体クロマトグラフィー (High Performance Liquid Chromatography, HPLC) である。

クロマトグラフィーにおいては、円柱もしくはチューブ状の「カラム」によって、成分の移動速度差を利用して、成分の分離を行う。カラムへ通す流体が液体の場合が液体クロマトグラフィー (LC) であり、LCの中で、高圧ポンプを使って液体(移動相、あるいは溶離液)を送液する手法を、高速液体クロマトグラフィー (HPLC) と呼ぶ。カラムで分離された成分は検出器に

送られ、含有量に応じた検出シグナルが得られる。測定対象物質の標準品を用いて、検量線（濃度とシグナルとの関係）をあらかじめ求めておくことで、未知試料に含まれる当該物質の濃度を算出する。

高速液体クロマトグラフィーに用いられる装置が、高速液体クロマトグラフ (HPLC) で、ポンプ、注入器 (インジェクター)、カラム、カラムオープン、検出器 (ディテクター)、データ処理装置などで構成される。検出器で得られたシグナルを、データ処理装置等を用いてプロットしたものが、クロマトグラムである。図 2<sup>9)</sup>に、HPLCの概念図を示す。

クロマトグラフィーの種類には、順相、逆相、分子篩、イオン交換などがあり、目的に応じて選択される。

2) HPLCの検出器 分析対象物質の性質に応じて、適切な検出器を選択する必要がある。検出器には、光学的性質 (吸光度、屈折率、蛍光等)、電気化学的性質、質量分析法などを利用する装置がある。具体的には、JIS K0124:2002高速液体クロマトグラフィー通則によれば、吸光光度検出器 (UV/VIS検出器)、蛍光検出器 (FLD)、示差屈折率検出器 (RID)、電気化学検出器 (ECD)、電気伝導度検出器 (CD)、質量分析計 (MS)、赤外分光光度計 (IR)、旋光度検出器 (OR)、円二色性検出器 (CD)、水素炎イオン化検出器 (FID)、放射線検出器 (RI)、誘電率検出器、化学発光検出器 (生物発光も含む) (CLD)、原子吸光分光分析装置 (AA)、誘導結合プラズマ発光分光分析装置 (ICP-AES)、高周波プラズマ質量分析計、熱検出器、光錯乱検出器、粘度検出器、イオン電極、超音波検出器、核磁気共鳴装置 (NMR) がある。

#### (4) 香気成分の分析<sup>10)</sup>

香気成分の分析には、ガスクロマトグラフィー (GC)、あるいはGCの検出器として質量分析計 (MS) を用いる GC/MSが利用される。

一般に香気を示す物質は分子量が小さく、蒸気圧が高く、かつ反応性を示しうる部分構造をもっているものが多く、また多数の化合物の混成比率が対象物質の香りの

特徴を作り出す重要な要因になっており、さらにごく微量の成分が重要な役割を示すことも多い。このため、香りの分析を行う際はこのような香気成分を構造変化させることなく、また構成比率をできるだけ変化させず、かつ微量な成分も確実に捕集する手段が重要となる。

サンプル捕集方法としては、溶媒抽出法、蒸留法、ヘッドスペース法 (HS)、マイクロ固相抽出法 (solid-phase micro-extraction, SPME)、超臨界ガス抽出法、パーペレーション、カラム濃縮法、マイクロウェーブ処理法などがある。食品の香気成分分析に主に利用されるのは、HSとSPMEである。

HSには、試料を入れた密閉容器中の空間部分の気体を直接サンプリングする方法 (スタティックHS) と、試料を入れた容器に気体を通気し出口で香気成分を Tenax等の吸着剤に吸着させ、分析時にこれを過熱脱着させる方法 (ダイナミックHS) がある。サンプルは、GCのカラムで分離された後、水素炎イオン化検出器 (Flame Ionization Detector, FID)、質量分析計 (MS) などの検出器で定性・定量分析される。クロマトグラムとマススペクトルを同時に取得できるGC/MSは、各ピーク成分の同定に威力を発揮する。

## 4. 非破壊品質評価

「非破壊法は、対象物に何らかのエネルギーを与えるときに、その入力エネルギーと、対象物によって影響を受けた出力エネルギーとの関係を調べることによって、対象物の品質に関わる特性を非破壊的に得ようとする手法である。」<sup>11)</sup> と定義されている。非破壊法は、慣行の湿式化学分析法と比較して、多くの長所を有する。

非破壊法は、使用するエネルギーの種類によって、光学的な方法、放射線的方法、力学的方法、電磁気学的方法などに分類される。光学的な方法は、紫外線、可視光線、近赤外線、赤外線など、使用する光の波長帯により分類される。

近年最も広く利用されているのは、近赤外線分光分析法 (Near Infrared Spectroscopy, NIRあるいはNIRS) である。NIRにおける使用波長は、700~2500nm程度であり、食品に含まれる各種成分のC-H, N-H, O-Hの原子団 (官能基) による近赤外線の吸収現象を利用した方法で、食品中のタンパク質、脂質などの化学成分の測定を基本として、硬度や加工適性などの理化学的な特性の評価にも応用されている。米国・カナダにおける小麦品質評価の公定法として採用されているほか、国内では果実類の非破壊糖度選別機等として実用化されているほか、食品製造におけるオンライン品質管理などで利用されている。

電磁気的方法の一つである磁気共鳴イメージング法 (Magnetic Resonance Imaging, MRI) は、おもにプロトンの緩和時間を指標とする3次元イメージング手法であり、トマトの熱ストレスによる成熟遅延の評価などの

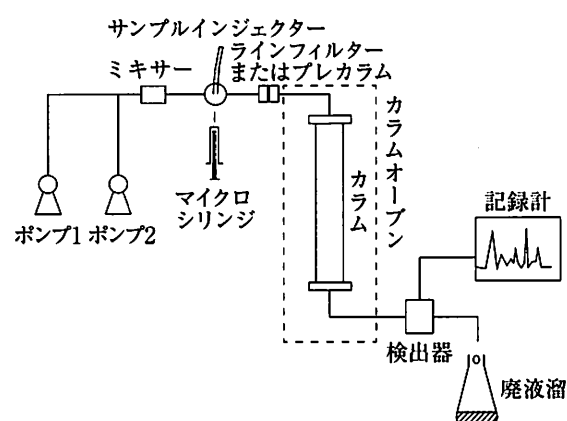


図 2 HPLCの概念図<sup>9)</sup>

事例などがある (IWAHASHI, 1998)<sup>12)</sup>。

## 5. 食品品質評価に関する最近の動向

センサおよびその周辺機器と、測定・解析用コンピュータの性能向上により、より詳細な情報取得と情報解析の技術が進展し、従来では不可能と考えられてきた計測も可能となってきた。

薦らは、「蛍光指紋」を用いることにより、従来は困難とされてきた品質を、迅速かつ簡易に計測するための研究開発を行っている。蛍光指紋は、さまざまな励起・蛍光波長条件下で蛍光強度を計測して得られる等高線状のデータで、感度が高く情報量が多いという特徴をもつ (図3)<sup>13)</sup>。サトイモの産地判別、パン生地中のグルテンとデンプン分布の可視化への応用等が試みられている。

概ね0.3から10THz (波長では1mmから30 $\mu$ m) の電磁波であるテラヘルツ波は、光と電波の両方の特性を併せもつ。この波長帯を利用する分光分析法が、テラヘルツ分光法であり、包装内の薬物や農薬の検出、トマトの外観では判断が難しい押し傷の判定などが可能であると報告されている<sup>14)</sup>。

石田らは、高性能の永久磁石を用いた食品分野においても利用しやすく維持管理も楽な小型のMRI装置で、リンゴの蜜入り程度の評価、牛肉やマグロなどの脂肪組織の入り具合の観察などを行っているほか、水の流れの画像化例を報告している<sup>15)</sup>。

超高齢社会を迎えた日本では、咀嚼・嚥下困難者向けの食品開発が期待されており、嚥下・咀嚼に関連したテクスチャー評価手法の開発とその標準化のための研究が進められている (神山, 2014)<sup>16)</sup>。

相良は、計量化学の考え方を基礎とする食感性工学を提唱し、消費者の「感性」と「食」との相互関連性を定量的に分析し、消費者を満足させる顧客満足型の製品作りなどに利用している<sup>17)</sup>。

メタボローム解析は、生命現象に関係する低分子代謝産物を網羅的に解析する研究手法であり、食品分野への利用が期待される。農林水産技術会議事務局は、「メタボローム解析を活用した農林水産・食品分野における産

学官連携研究検討会」を設置して、当該分野における研究の推進方針をまとめている<sup>18)</sup>。推進方針にも示されているように、メタボローム解析を実施するためには、ハードウェア、ソフトウェア両面を高品質で実施する場の確保が重要である。加えて、オープン利用が可能なデータベースの整備も重要である。GLサイエンスは、GC/MS用のライブラリーを公表しており<sup>19)</sup>、その研究開発への利用が期待される。今後、このような事例が増えていくことでメタボローム解析研究の裾野が広がり、食品品質評価への応用が進展することが大いに期待される。

## 6. おわりに

紙面の都合で、食品の安全確保、機能性などにかかわる重要な分析技術であるELISA、遺伝子解析、遺伝子発現解析などについては触れることができなかった。これらの品質評価技術に加えて、本稿で紹介したように食品の品質評価法に関する技術開発は、まさに日進月歩である。新たに開発される評価手法を積極的に取り入れていくことで、多様なニーズに対応した品質を具備した食品の提供が可能になるものと考えられる。

## 文 献

- 1) 相島鐵郎：品質評価 (食品工学基礎講座11 品質保持と管理) (光琳, 東京), pp.13~96 (1988)
- 2) 吉川誠次：食糧, 2, 60~70 (1959)
- 3) 九州大学：味覚・嗅覚センサ研究開発センター (2015年5月7日確認: <http://www.rdctos.kyushu-u.ac.jp/>)
- 4) 島津製作所：におい識別装置2020 (2015年5月7日確認: <http://www.an.shimadzu.co.jp/prt/ff/ff2020.htm>)
- 5) 原田和男：外観判定による新しい自動選別機—柑橘用カラーセンサ式等階級自動選別装置について—, 86版農産物流通技術年報, 15 (10), 126~128 (1986)
- 6) 須賀長市：耐候光と色彩 (1977)
- 7) 澤山 茂：食品のテクスチャーの機器測定 (森 友彦・川端晶子編：食品のテクスチャー評価の標準化) (光琳, 東京), pp.187~202 (1997)

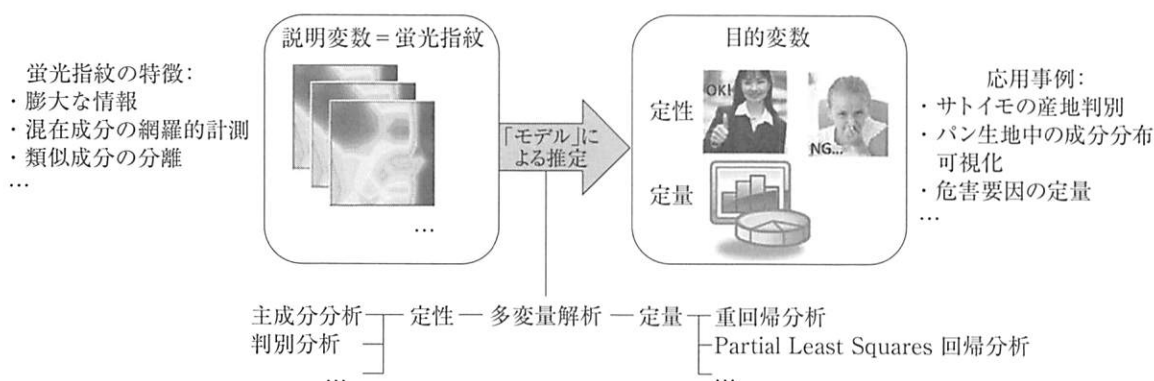


図3 蛍光指紋のイメージ<sup>13)</sup>

- 8) 大坪研一・内藤成弘：官能検査とテクスチャー用語 (森 友彦・川端晶子編：食品のテクスチャー評価の標準化) (光琳, 東京), pp.1~25 (1997)
  - 9) 安原 義：ペプチド・たんぱく質の分離測定法—高速液体クロマトグラフ法— (菅原龍幸・前川昭男監修：新食品分析ハンドブック) (建帛社, 東京), pp.45~55 (2000)
  - 10) 特許庁：香気成分分析 (2015年5月7日確認：[https://www.jpo.go.jp/shiryous/s\\_sonota/hyoujun\\_gijutsu/kouryou/2-3-3.pdf](https://www.jpo.go.jp/shiryous/s_sonota/hyoujun_gijutsu/kouryou/2-3-3.pdf))
  - 11) 河野澄夫：非破壊計測法と用途マトリックス (河野澄夫編：食品の非破壊計測ハンドブック) (サイエンスフォーラム, 千葉), pp.16~18 (2003)
  - 12) IWAHASHI, Y., HORIGANE, A.K., YOZA, K., NAGATA, T. and HOSODA, H.: The study of heat stress in tomato fruits by NMR microimaging, *Magnetic Resonance Imaging*, 17 (5), 767~772 (1998)
  - 13) 蔦 瑞樹・杉山純一：蛍光指紋による食品の品質評価技術とその応用, *化学と生物*, 53 (5), 285~292 (2015)
  - 14) 小川雄一：古くて新しいテラヘルツ波研究, *農業食料工学会誌*, 76 (2), 112~116 (2014)
  - 15) 石田信明：小型MRIを用いた食品の非破壊品質計測—食品品質計測から流れ計測まで— (2015年5月7日確認：<https://www.foomajapan.jp/2015/academic/research/49.html>)
  - 16) 神山かおる：咀嚼・嚥下困難者向け食品の品質評価 (プロジェクト・バイオ), *生物工学会誌*, 92 (3), 120~121 (2014)
  - 17) 相良泰行：食感性工学とは, 一般社団法人食感性コミュニケーションズ (2015年5月8日確認：[http://www.foodkansei.or.jp/about\\_fke.html](http://www.foodkansei.or.jp/about_fke.html))
  - 18) 農林水産技術会議事務局：メタボローム解析を活用した農林水産・食品分野における産学官連携研究の推進方針 (2015年5月7日確認：<http://www.s.affrc.go.jp/docs/metabolome/pdf/suishinhoshin.pdf>)
  - 19) GLサイエンス：メタボロミクスにおけるGC/MSライブラリー (2015年5月7日確認：[http://www.gls.co.jp/technique/gc\\_technical\\_note/081.pdf](http://www.gls.co.jp/technique/gc_technical_note/081.pdf))
-



カットホウレンソウの品質保持に対する  
予冷方法の比較

GARRIDO, Y., et al.: *Postharvest Biol. Technol.*, 102, 1 ~ 8 (2015)

春作 (収穫後品温約11℃) と冬作 (同約6℃) の幼体ホウレンソウの切片 (5 kg容器入り) に対する予冷 (4 処理後の品温は3~5℃) の効果を, 室温を下げる冷却 (RC)・強制通風冷却 (FAC)・冷水冷却 (HC)・真空冷却 (VC) によって比較した。予冷後は4℃3日 + 7℃8日の低温貯蔵を行った。両作共にHCやVCの予冷直後の色調は, 他の2区より良かったが, 貯蔵後の品質には差異がなかった。HCやVCは, 処理直後の生菌数を減らす効果はみられたが, 処理による物理的損傷がみられた。冬作のホウレンソウは, 収穫時の品温が低いので予冷の効果は低かったが, 春作ではHC処理が, 品温を下げることや呼吸量の低下に効果がみられ, 予冷後の低温貯蔵での品質保持効果がみられた。

(阿部一博)

サクランボの貯蔵に伴う品質変化と  
官能検査評価に対する電解水処理の効果

HAYTA, E. and ADAY, M. S.: *Postharvest Biol. Technol.*, 102, 32~41 (2015)

電解水 (EW) の有効塩素濃度 (20, 50, 100, 200, 300, 400 mg/ℓ) を変えて, サクランボ果実の品質等 (包装内ガス組成・pH・可溶性固形物・水分活性・水分損失・果肉硬度・色調・アントシアン・官能検査・腐敗率) に及ぼす影響を貯蔵中 (4℃で30日) に調べた。濃度300と400では, 貯蔵中の急激な酸素濃度の低下がみられた。濃度25と50の果実は, pHレベルが低く, 可溶性固形物含量も高く, 腐敗も少なかった。濃度100以下の果実の色調は破壊されることなく, 色調は保持されたが, 300以上の果実では色素が破壊され, 水分損失も誘導されたので, 官能検査による評価も低かった。総合的に判断すると, 200mg/ℓ以下の塩素濃度のEWで処理して, 環境ガス濃度を最適にすると品質保持効果が明らかである。

(阿部一博)

1-MCP処理は収穫熟度と栽培地の標高ならびに処理前の  
保持温度が異なる洋ナシの品質保持期間を延長する

WANG, Y. and SUGAR, D. : *Postharvest Biol. Technol.*, 103, 1 ~ 8 (2015)

異なった標高で果樹を栽培すると栽培期間の環境 (気温・湿度・光量等) が異なるので, 生理・化学的特性が異なった果実が収穫できる。本研究では, 2標高 (150mと610m) で栽培した洋ナシを各2段階の熟度 (果皮色と果肉硬度で判断) で収穫し, 1-MCP処理前の温度 (0か5℃) を変えて処理後に, -1.1℃で30日間貯蔵して, 品質変化等を調べた。標高や熟度あるいは保持温度が異なっても, 処理によってエチレン生成と呼吸量の増加は顕著に抑制された。果肉硬度の低下とクロロフィル含量と滴定酸含量の減少も処理によって遅らせることができた。しかし, 標高が高い果実におけるヤケ病や果肉の褐変は, 低い果実より発生が顕著で, 処理による減少効果も低かった。総合的に判断すると1-MCP処理は生理・化学的特性が異なっても洋ナシの可食期間の延長に効果があることを明らかにした。

(阿部一博)

構造脂質の酵素合成に関する最近の研究動向

KIM, B.H., et al.: *Journal of Food Science*, 80 (8), C 1713~C1724

構造脂質 (SLs) は天然に生合成され, 化学または酵素的に修飾された脂質である。食品業界でSLsは様々な用途に用いられ, 栄養, 物理化学およびテクスチャー特性を有するようにつくられ, 多くの研究活動はその実用化を目指している。酵素によるSLsの生産は将来の市場で大きな可能性を秘めている。生体触媒としての特異性のあるリパーゼとホスホリパーゼが, 注目されている。そこで, 中・長鎖脂肪酸のトリアシルグリセロール, ヒト乳脂肪代替品, ココアバター同等物, トランス脂肪酸フリーまたは低トランス脂肪酸の低可塑性油脂 (マーガリンやショートニングなど), 低カロリーの脂/油, 健康に有益な脂肪酸の豊富な脂/油, モノ-およびジアシルグリセロール, およびリン脂質などの最近の研究動向に関する情報を提供する。

(塩野弘二)

L-ヒスチジンを含む低イオン強度溶液における  
加熱ゲル中ヘビーミオシンの役割

HAYAKAWA, T., et al.: *Journal of Food Science*, 80 (8), C1641~C1645

ミオシンのゲル化には, 肉製品で非常に重要な役割があり, L-ヒスチジンを含む低イオン強度溶液中のミオシンが加熱後に透明なゲルを形成することを私たちは報告している。このゲル化メカニズムを明らかにするため, 私たちは低もしくは高イオン強度, かつL-ヒスチジン存在, 非存在下溶液の加熱によるミオシン断片の特性変化を調査した。L-ヒスチジンを含む低イオン強度溶液中のヘビーミオシン (HMM) の疎水性は高イオン強度中に比べ低かった。L-ヒスチジンを含む低イオン強度溶液におけるミオシンとHMMのSH基含有量は加熱過程中, 変化はみられなかったが, 高イオン強度溶液中では, わずかに減少した。L-ヒスチジンを含む低イオン強度溶液におけるHMMの加熱誘導性の球塊は, 高イオン強度溶液中のものに比べより小さかった。これらの発見は, 加熱によるHMM分子の重合は, L-ヒスチジンを含む低イオン強度溶液において抑制され, そしてユニークなゲル形成という結果になるということを示唆している。

(塩野弘二)

アラビアゴム/カゼイン/ $\beta$ シクロデキストリン混合物を用いた  
噴霧乾燥による魚油マイクロカプセル化の最適化

Li, J., et al.: *Journal of Food Science*, 80 (8), C1445~C1452

噴霧乾燥を用いてアラビアゴム/カゼイン/ $\beta$ シクロデキストリン混合物に魚油を封入した。製造パラメータは, 乳化粘性, 乳化安定性, 封入効率, 産出量に基づいて最適化した。適切粘度と高い乳化安定性は, 封入効率と産出量を上昇させることを可能にした。封入効率と産出量は, 4つすべてのパラメータによって有意に影響を受けた。固形物濃度35%, オイル対バリア剤比率3:7, 乳化温度55℃, 空気流入温度220℃の最適条件下で, 封入効率と産出量は, それぞれ最大79.6%, 55.6%にまで達した。走査電子顕微鏡解析の結果, 魚油マイクロカプセルは1から10 $\mu$ mの滑らかな球状になっていることが明らかとなった。

(塩野弘二)

---

**本会記事**


---

## 日本食品保蔵科学会 平成27年度理事会議事録

日時：平成27年5月30日（土）13：00～15：00  
 会場：東京工業大学 田町キャンパス  
 キャンパスイノベーションセンター2階・多目的室1

出席者：会長：高井陸雄  
 副会長：太田英明・小宮山美弘  
 理事：秋永孝義・阿部一博・飯野久和  
 泉 秀実・板村裕之・稲熊隆博  
 鈴木敏郎・平 智・高野克己  
 竹永章生・辻 政雄・寺井弘文  
 仲尾玲子・永島俊夫・長谷川美典  
 深井洋一・藤田 孝  
 事務局長：内野昌孝  
 事務局：辻井良政

1. 開 会
2. 挨拶 高井陸雄
3. 議 事

会長を議長とし議事を行った。

- 1) 平成26年度事業報告について  
 内野事務局長より平成26年度事業報告について説明がなされ、議長が諮ったところ、評議員会に諮ることが異議無く了承された。
- 2) 平成26年度会計収支決算について  
 内野事務局長より平成26年度会計収支決算書について説明がなされ、議長が諮ったところ、評議員会に諮ることが異議無く了承された。なお、事業費がかなり削減されている理由については、事務局の努力と説明された。
- 3) 平成27年度事業計画について  
 内野事務局長より事業計画について説明がなされた。広報委員会を廃止し企画委員会に統合させ、企画・広報委員会を新たに発足し仕事の効率化を進めることの説明がなされた。種々論議の後に議長が諮ったところ、平成27年度事業計画（案）として評議員会に諮ることが異議無く了承された。
- 4) 平成27年度会計収支決算について  
 内野事務局長より平成27年度会計収支予算についての説明がなされ、議長が諮ったところ、平成27年度会計収支予算（案）として評議員会、議長が諮ったところ、評議員会に諮ることが異議無く了承された。

- 5) 学会賞および論文賞について

高野受賞者選考委員長より平成27年度学会賞、奨励賞、ふるさと産業貢献賞選考結果報告があった。学会賞1件、奨励賞2件、ふるさと産業貢献賞1件があり、議長が諮ったところ異議なく了承された。

太田編集委員長より、論文賞選考結果報告があった。本年度論文賞は2件あり、議長が諮ったところ異議なく了承された。

- 6) 細則一部改正について

内野事務局長より広報委員会を廃止し企画委員会に統合させ、企画・広報委員会を発足させるために、第6条を削除し第3条の改定（案）とすることに対する説明がなされた。議長が諮ったところ、評議員会で諮ることが異議無く了承された。

- 7) 次期役員候補者について

内野事務局長より資料に基づき、平成27・28年度次期役員候補者（案）について、学会の法人化のために理事および評議委員を削減する必要があることの説明がなされた。さらに、法人化はHACCP管理者の認定団体としては必要性が高いことを説明された。議長が諮ったところ、評議員会で諮ることが異議無く了承された。

- 8) 次期各種委員会委員長および委員候補者について

内野事務局長より平成27・28年度次期役員候補者（案）についての説明がなされ、評議員会の諮ることが異議無く了承された。

- 9) 名誉会員、終身会員候補者について

内野事務局長より名誉会員候補（案）の上田悦範氏、終身会員候補（案）の田島 眞氏について説明がなされた。評議員会の諮ることが異議無く了承された。

- 10) 創立40周年記念大会（第64回大会）および記念シンポジウムについて

内野事務局長より、創立40周年記念大会（第64回大会）の評議員会、総会、受賞式、ポスター発表（30題）、受賞者講演、創立40周年記念式典、特別講演、パネルディスカッション、祝賀会および一般講演（68題）の説明がなされた。

小宮山企画委員長より資料に基づき記念シンポジウムについて、すでに満員の140名の事前募集があり、満席であることが報告された。

- 11) 編集関連について

太田編集委員長より、資料に基づき第40巻の日本食品保蔵学会誌の掲載報告がなされた。

## 12) HACCP管理者認定について

HACCP理者認定委員会泉委員長より説明がなされ、学生欠席者に関して受講料の返却を行ったが、今後は事務の負担をなくすために返金しないことを明記することとなった。教科書については、HACCP事務職が購入し配布し、受講料は値上げしないこととなった。また、大学の学科ごとHACCP管理者認定するための活動を行っていく提案があった。

## 13) 第65回大会について

小宮山副会長より第65回食品保蔵学会宮崎大会の説明がなされた。地元高校生の発表会の開催、地元

の企業参加、販売活動などが提案された。エクスカーションは日程と参加人数も考慮し検討中と報告された。

## 14) その他

平理事より、鶴岡市のユネスコ食文化創造都市認定の報告がなされた。

阿部理事より、飯島藤十郎記念食品科学振興財団、建帛社および東京農業大学の感謝状についての質問があり、内野事務局長が説明された。

## 4. 閉 会

## 日本食品保蔵科学会 平成27年度評議員会議事概要

1. 日 時：平成27年6月27日（土）9：30～10：30

2. 会 場：東京農業大学世田谷キャンパス・113教室

## 3. 議 事

開 会：

挨 拶：高井陸雄会長

## (1) 平成26年度事業報告について

平成26年度事業報告について説明がなされ、了承された。

## (2) 平成26年度会計収支決算について

平成26年度会計収支決算について説明がなされ、了承された。

## (3) 平成27年度事業計画について

平成27年度事業計画について説明がなされ、了承された。

## (4) 平成27年度会計収支予算について

平成27年度会計収支予算について説明がなされ、了承された。

## (5) 細則の一部改正について

各種委員会の再編に伴う細則の一部改正について説明がなされ、了承された。

## (6) 次期役員について

次期役員について説明がなされ、了承された。

## (7) 名誉会員候補者、終身会員候補者について

名誉会員候補者案、終身会員候補者案について説明がなされ、了承された。

## (8) 学会賞選考について

選考経過ならびに選考結果についての報告がされた。

## (9) 次期各種委員会委員長および委員候補者

次期各種委員会委員長および委員候補者について報告がされた。

## (10) HACCP管理者認定・更新事業について

HACCP管理者認定・更新事業について報告がされた。

## 4. 閉 会

## 平成27年度総会議事概要

日 時：平成27年6月27日（土）10：30～

会 場：東京農業大学世田谷キャンパス・横井講堂

## 1. 開 会

2. 挨 拶 高井陸雄会長

## 3. 議長選出

高井会長を議長に選出し、議事を進めた。

## 4. 議 事

第1号議案 平成26年度事業報告承認の件

第2号議案 平成26年度収支決算承認の件

第3号議案 平成27年度事業計画承認の件

第4号議案 平成27年度収支予算承認の件

第5号議案 細則の一部改正承認の件

/宮崎県衛生環境研究所衛生化学部\*1

第6号議案 次期役員承認の件

宮崎大学大学院農学工学総合研究科\*2

第7号議案 名誉会員・終身会員候補者承認の件

宮崎園食品開発センター応用微生物部\*3

いずれも原案通り承認された。

宮崎大学工学部\*4

## 5. 報告

### (1) 学会賞および論文賞選考結果

選考経過および選考結果について報告があった。

受賞者と受賞題目については次のとおりである。

#### 【小原哲二郎記念功績賞】

上田悦範/元大阪府立大学教授

#### 【学会賞】

包装資材の特性に基づいた青果物の輸送並びに貯蔵中の品質保持に関する研究

石川 豊/農研機構・食品総合研究所

#### 【奨励賞】

果実由来の機能性成分によるメタボリックシンドローム予防および改善に関する研究

岸田邦博/近畿大学・生物理工学部

#### 【奨励賞】

トマトおよびカキ果実の成熟と軟化に関する分子生物学的研究

中務 明/島根大学・生物資源科学部

#### 【ふるさと産業貢献賞】

福島県相馬市における東日本大震災からの真の農業復興への貢献

東京農業大学東日本支援プロジェクト

#### 【論文賞】

オカラを原料とした麴を用いたシイラ魚醤油の製造

越智 洋\*1,\*2・水谷政美\*3

山本英樹\*3・林 幸男\*2,\*4

#### 【論文賞】

Phenolic Extract from Japanese Apricot Fruit (*Prunus Mume* Sieb et Zucc.) Inhibits Disaccharidase Activity in the Small Intestine and Suppresses the Postprandial Elevation of Glucose Levels in Rat]

岸田邦博・鈴木雅也・部屋雄一

山崎祐大・堀西朝子・尾崎嘉彦

/近畿大学生物理工学部

### (2) 次期各種委員会委員長および委員

次期各種委員会委員長および委員について報告があった。

### (3) 第65回大会

第65回大会について概要の報告があった。

日時：平成28年6月25日(土)～26日(日)

会場：南九州大学宮崎キャンパス(宮崎県宮崎市霧島5-1-2)

大会実行委員長：寺原典彦(南九州大学学長)

副委員長：柚木崎千鶴子

(宮崎県庁産業振興課技術補佐)

福井敬一

(JA宮崎食品開発研究所所長)

### (4) HACCP管理者資格認定委員会について

HACCP管理者資格認定委員会の事業活動について報告があった。

## 6. 閉会

## 平成26年度事業報告

### (1) 会員状況(平成27年3月末日現在)

| 会員種別 | H 27. 3月末 | H 26. 3月末 | 増減   |
|------|-----------|-----------|------|
| 名誉会員 | 8         | 8         | 0    |
| 終身会員 | 8         | 9         | -1   |
| 正会員  | 723       | 696       | +27  |
| 学生会員 | 531       | 424       | +107 |
| 団体会員 | 68        | 69        | -1   |
| 維持会員 | 8         | 8         | 0    |
| 合計   | 1,346     | 1,214     | +132 |

### 会員移動

終身会員(退会) 1

正会員(入会) 18, (退会) 158,

学生会員→正会員167

学生会員(入会) 352, (退会) 78

団体会員(入会) 3, エーゼット, 伊那食品工業, 大塚食品

(退会) 4, 長崎県農林技術開発センター, 電子光学, エコア, マルハチ

### (2) 総会, 理事会, 評議員会, 役員会および各種委員会の開催

総会：平成26年6月28日

理事会：平成26年5月24日

評議員会：平成26年6月28日

運営役員会：平成26年4月26日

平成26年9月27日

編集委員会：平成26年6月29日

企画委員会：平成26年6月29日

広報委員会：平成26年6月29日

総務委員会：平成26年6月29日

授賞選考委員会：平成27年2月28日

役員選考委員会：平成27年1月24日

HACCP管理者認定委員会：平成26年5月10日, 平成26年11月15日

事業関係

(1) 大会等

1) 主催

・日本食品保蔵科学会第63回大会  
(平成26年6月28日～6月29日, JA長野県ビル, 長野県長野市)

実行委員長 長野県農村工業研究所 西澤賢一  
シンポジウム2テーマ9題, 市民セミナー5題,  
受賞者講演1題, 一般講演55題, 参加者240名

2) 協賛

・第73回熱測定講習会  
(平成26年8月26日～27日, 関西大学千里山キャンパス, 大阪府吹田市)

主催: 日本熱測定学会

・2014年度日本冷凍空調学会年次大会  
(平成26年9月10日～13日, 佐賀大学本庄キャンパス, 佐賀県佐賀市)

主催: 日本冷凍空調学会

・大阪の食情報・動向—公開セミナー—  
(平成26年9月19日, 琉球大学農学部, 沖縄県中頭郡)

主催: 「農と食の文化と科学」鼎談会

・第50回熱測定討論会  
(平成26年9月28日～9月30日, 大阪大学豊中キャンパス, 大阪府豊中市)

主催: 日本熱測定学会

・第55回高圧討論会  
(平成26年11月22日～24日, 徳島大学常三島キャンパス, 徳島県徳島市)

主催: 日本高圧力学会

・外食産業と食品流通における食の安全性  
—公開セミナー—  
(平成26年11月27日, 帝塚山学院大学泉ヶ丘キャンパス, 大阪府堺市)

主催: 「農と食の文化と科学」鼎談会

・第74回熱測定講習会  
(平成27年3月2日～3日, 早稲田大学西早稲田キャンパス, 東京都新宿区)

3) 特別協賛

・アグロ・イノベーション2014  
(平成26年11月12日～11月14日東京ビックサイト, 東京都江東区)

主催: 日本能率協会

(2) 会誌の発行等

1) 日本食品保蔵科学会誌の刊行

(第40巻3号～6号および第41巻1号～2号)

①原稿の投稿(平成27年3月末日現在)

| 年度   | 4～6月 | 7～9月 | 10～12月 | 1～3月 | 計  |
|------|------|------|--------|------|----|
| H 25 | 2    | 4    | 9      | 5    | 20 |
| H 26 | 3    | 13   | 7      | 8    | 31 |

②会誌掲載

| 論文種別             | 40巻 |    |    |    |    |    |     | 41巻 |    |
|------------------|-----|----|----|----|----|----|-----|-----|----|
|                  | 1号  | 2号 | 3号 | 4号 | 5号 | 6号 | 計   | 1号  | 2号 |
| 報 文              | 2   | 1  | 3  | 4  | 2  | 1  | 13  | 2   | 2  |
| ノ ー ト            | 2   | 1  | 1  | -  | -  | 1  | 5   | -   | 1  |
| 技術報告             | -   | 1  | -  | 1  | -  | 1  | 3   | 1   | -  |
| 資 料              | -   | -  | -  | -  | -  | -  | -   | -   | -  |
| 総 説              | 1   | 1  | 1  | -  | -  | -  | 3   | 1   | -  |
| 講 座 <sup>注</sup> | 1   | 1  | 1  | 1  | 2  | 2  | 8   | 1   | 1  |
| 情 報 <sup>注</sup> | 1   | 1  | -  | -  | -  | -  | 2   | 1   | -  |
| 総 頁 数            | 49  | 46 | 56 | 69 | 35 | 43 | 298 | 46  | 40 |

注) HACCP教育講座含む

③広告掲載状況

| クライアント  | 40巻 |     |     |     |     |     | 41巻 |     |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|         | 1号  | 2号  | 3号  | 4号  | 5号  | 6号  | 1号  | 2号  |
| 山崎製パン   | ◎   | ◎   | ◎   | ◎   | ◎   | ◎   | ◎   | ◎   |
| 建帛社     | ◎   | ◎   | ◎   | ◎   | ◎   | ◎   | ◎   | ◎   |
| 大塚食品    |     |     |     |     | ◎   |     |     |     |
| ミツハシ    |     |     |     |     | ◎   |     |     |     |
| 講談社     |     |     |     |     |     |     |     | ◎   |
| 合計(数/頁) | 2/2 | 2/2 | 2/2 | 2/2 | 4/4 | 2/2 | 2/2 | 3/3 |

(3) 研究業績の顕彰

平成26年6月28日, 第63回大会において奨励賞1件, 論文賞2件, ふるさと産業貢献賞1件を授与・表彰した。

## 平成26年度日本食品保蔵科学会会計収支決算書

(平成26年4月1日～平成27年3月31日)

| 収入の部                |           |            |          | 支出の部                |           |            |            |
|---------------------|-----------|------------|----------|---------------------|-----------|------------|------------|
| 科目                  | 決算額(円)    | 予算額(円)     | 増減       | 科目                  | 決算額(円)    | 予算額(円)     | 増減         |
| 会費収入                | 6,162,000 | 6,300,000  | △138,000 | 管理運営費               | 2,869,823 | 2,850,000  | 19,823     |
| 正会員会費               | 4,074,000 | 3,900,000  | 174,000  | 消耗品費                | 54,841    | 100,000    | △45,159    |
| 学生会員会費              | 498,000   | 300,000    | 198,000  | 印刷費                 | 179,472   | 100,000    | 79,472     |
| 団体会員会費              | 1,140,000 | 1,500,000  | △360,000 | 通信費                 | 307,478   | 200,000    | 107,478    |
| 維持会員会費              | 450,000   | 600,000    | △150,000 | 交通費                 | 816,954   | 850,000    | △33,046    |
| 事業収入                | 1,718,044 | 1,750,000  | 31,956   | 労務費                 | 1,262,100 | 1,300,000  | △37,900    |
| 広告料                 | 237,000   | 300,000    | 63,000   | 会議費                 | 107,157   | 200,000    | △92,843    |
| 会誌売上                | 241,000   | 250,000    | 9,000    | 雑費                  | 141,821   | 100,000    | 41,821     |
| 別刷代等                | 1,240,044 | 1,200,000  | 40,044   | 事業費                 | 4,758,447 | 6,300,000  | △1,541,553 |
| 雑収入                 | 109,684   | 30,000     | 79,684   | 会誌印刷費               | 2,878,913 | 3,500,000  | △621,087   |
| 預金利息                | 413       | 500        | 87       | 原稿料                 | 174,000   | 300,000    | △126,000   |
| 会費前受金 <sup>1)</sup> | 50,000    | 0          | 50,000   | 通信運搬費               | 362,808   | 450,000    | △87,192    |
| 学術助成金 <sup>2)</sup> | 500,000   | 500,000    | 0        | 校閲料                 | 242,130   | 350,000    | △107,870   |
| 寄付                  | 149,326   | 300,000    | 150,674  | 総会費                 | 46,980    | 100,000    | △53,020    |
| 繰入金                 | 1,299,482 | 1,299,482  | 0        | 大会等補助費              | 400,000   | 600,000    | △200,000   |
| 合計                  | 9,988,949 | 10,179,982 | 191,033  | 表彰経費                | 372,086   | 700,000    | △327,914   |
|                     |           |            |          | HACCP経費             | 281,530   | 300,000    | △18,470    |
|                     |           |            |          | 会費前受金 <sup>1)</sup> | 50,000    | 0          | 50,000     |
|                     |           |            |          | 予備費                 | 0         | 1,029,982  | △1,029,982 |
|                     |           |            |          | 収支差額                | 2,310,679 | 0          | 2,310,679  |
|                     |           |            |          | 合計                  | 9,988,949 | 10,179,982 | △191,033   |

1) 平成27年度会費 2) (公財)飯島藤十郎記念食品科学振興財団学会賞副賞助成金

## 平成26年度小原哲二郎記念功績賞基金収支決算書

| 収入の部 (円) |           | 支出の部 (円) |           |
|----------|-----------|----------|-----------|
| 前年度繰越金   | 4,034,771 | 次年度繰越金   | 4,035,575 |
| 利子収入     | 804       |          |           |
| 合計       | 4,035,575 | 合計       | 4,035,575 |

基金：4,000,000円

## 平成27年度事業計画

## 1. 事業内容

## 1) 大会・講演会等の開催

①平成27年6月27日(土)～28日(日)の2日間、東京農業大学世田谷キャンパス(東京都世田谷区)において創立40周年記念大会(第64回東京大会)を開催する。

②平成27年6月9日FOOMAJAPAN-2015国際食品工業展にて創立40周年記念シンポジウムを開催する。

③その他、シンポジウム、セミナー、講演等を開催する。

## 2) 会誌等の発刊

①日本食品保蔵科学会誌(第41巻3～6号、第42巻1～2号)を発刊する。

## 3) 関連学会との連携強化

①食品の保蔵科学等に関する集会を主催する団体等から要請を受け、共催・後援・協賛および会誌掲載等の協力を行う。

## 4) 研究業績等の顕彰

①創立40周年記念大会において、日本食品保蔵科学会学会賞等の授賞を行う。

②関連団体等が行う各種表彰事業に協力し、授賞候補者の推薦を行う。

## 2. 会議等の開催

総会：1回

(平成27年6月27日(土)、東京農業大学世田谷キャンパス)

評議員会：1回

(平成27年6月27日(土)、東京農業大学世田谷キャンパス)

理事会：1回

(平成27年5月30日(土)，東京工業大学田町キャンパス)

運営役員会：2回

(平成27年4月18日(土)，東京工業大学田町キャンパス)

編集委員会：3回

(平成27年6月27日(土)，東京農業大学世田谷キャンパス)

企画・広報委員会：2回

(平成27年6月27日(土)，東京農業大学世田谷キャンパス)

ンパス)

総務委員会：2回

(平成27年6月27日(土)，東京農業大学世田谷キャンパス)

授賞者選考委員会：1回

役員選考委員会：1回

(平成27年4月18日(土)，東京工業大学田町キャンパス)

HACCP管理者認定委員会：3回

(平成27年5月9日(土)，近畿大学東京センター)

## 平成27年度日本食品保蔵科学会会計収支予算書

(平成27年4月1日より平成28年3月31日)

| 収入の部                |            |           | 支出の部                |            |           |
|---------------------|------------|-----------|---------------------|------------|-----------|
| 科目                  | 予算額(円)     | 前年度決算額(円) | 科目                  | 予算額(円)     | 前年度決算額(円) |
| 会費収入 <sup>1)</sup>  | 6,600,000  | 6,162,000 | 管理運営費               | 3,050,000  | 2,869,823 |
| 正会員会費               | 4,100,000  | 4,074,000 | 消耗品費                | 100,000    | 54,841    |
| 学生会員会費              | 400,000    | 498,000   | 印刷費                 | 200,000    | 179,472   |
| 団体会員会費              | 1,500,000  | 1,140,000 | 通信費                 | 300,000    | 307,478   |
| 維持会員会費              | 600,000    | 450,000   | 交通費                 | 850,000    | 816,954   |
| 事業収入                | 1,750,000  | 1,718,044 | 労務費                 | 1,300,000  | 1,262,100 |
| 広告料                 | 300,000    | 237,000   | 会議費                 | 200,000    | 107,157   |
| 会誌売上                | 250,000    | 241,000   | 雑費                  | 100,000    | 141,821   |
| 別刷代等                | 1,200,000  | 1,240,044 | 事業費                 | 6,300,000  | 4,758,447 |
| 雑収入                 | 30,000     | 109,684   | 会誌印刷費               | 3,500,000  | 2,878,913 |
| 預金利息                | 500        | 413       | 原稿料                 | 300,000    | 174,000   |
| 会費前受金 <sup>2)</sup> | 0          | 50,000    | 通信運搬費               | 450,000    | 362,808   |
| 学術助成金 <sup>3)</sup> | 500,000    | 500,000   | 校閲料                 | 350,000    | 242,130   |
| 寄付                  | 300,000    | 149,326   | 総会費                 | 100,000    | 46,980    |
| 前年度収支差額繰入金          | 2,310,679  | 1,299,482 | 大会等補助費              | 600,000    | 400,000   |
|                     |            |           | 表彰経費                | 700,000    | 372,086   |
|                     |            |           | HACCP関係費            | 300,000    | 281,530   |
|                     |            |           | 会費前受金 <sup>2)</sup> | 0          | 50,000    |
|                     |            |           | 予備費                 | 2,141,179  | 0         |
|                     |            |           | 収支差額                | 0          | 2,310,679 |
| 合計                  | 11,491,179 | 9,988,919 | 合計                  | 11,491,179 | 9,988,949 |

1) 会費前受金を含む 2) 平成28年度会費 3) (公財)飯島藤十郎記念食品科学振興財団学会賞副賞助成金

## 平成27年度小原哲二郎記念功績賞基金収支予算書

| 収入の部(円) |           | 支出の部(円) |           |
|---------|-----------|---------|-----------|
| 前年度繰越金  | 4,035,575 | 次年度繰越金  | 4,036,575 |
| 利子収入    | 1,000     |         |           |
| 合計      | 4,036,575 | 合計      | 4,036,575 |

基金：4,000,000円



## 日本食品保蔵科学会 細則の一部改定

## 改定案

- 第3条 この学会に、企画・広報委員会を置く。
- 2 企画・広報委員会は、10名の委員をもって構成し、委員長は運営役員会の議を経て会長がこれを委託する。
- 3 企画・広報委員は、運営役員会の議を経て会長がこれを委嘱する。
- 4 企画・広報委員の任期は2年とする。ただし、再任は妨げない。
- 5 企画・広報委員会は、研究活動の推進、年次大会、各種学術集会、公開講座、図書の刊行、他学校との連携、その他学会活動の強化に必要と思われる事業に関する企画・広報を行う。

第6条 を削除

## 現 行

- 第3条 この学会に、企画委員会を置く。
- 2 企画委員会は、7名の委員をもって構成し、委員長は運営役員会の議を経て会長がこれを委託する。
- 3 企画委員は、運営役員会の議を経て会長がこれを委嘱する。
- 4 企画委員の任期は2年とする。ただし、再任は妨げない。
- 5 企画・広報委員会は、研究活動の推進、各種学術集会や公開講座、図書強化、他学校との連携、その他学会活動の強化に必要と思われる事業に関する企画を行う。
- 第6条—この学会に、広報委員会を置く—
- 2—広報委員会は、7名の委員をもって構成し、委員長は運営役員会の議を経て会長がこれを委託する—
- 3—広報委員は、運営役員会の議を経て会長がこれを委嘱する—
- 4—広報委員の任期を2年とする。ただし、再任は妨げない—
- 5—広報委員会は、ホームページ並びにプレスリリース等の活動の強化、その他本学会の活動を広報するため必要と思われる事業に関する企画を行う—

## 平成27・28年度役員候補者

( \_\_\_\_\_ : 新任, 敬称略)

会 長：高井陸雄（東京海洋大名誉教授）  
 副 会 長：太田英明（中村学園大），小宮山美弘（テクノ・サイエンスローカル），早坂 薫（白松がモナカ本舗）  
 顧 問：片岡榮子（東京農大名誉教授），小嶋秩夫（東京水大名誉教授），高野光男（大阪大名誉教授），露木英男（日大名誉教授），中村怜之輔（岡山大名誉教授），藤木正一（元味の素冷食），松本信二（東京聖栄大），三浦 洋（実践女子大名誉教授）  
 監 事：菊池修平（東京農大），中村賢一（中村技術士事務所）  
 事務局長：内野昌孝（東京農大）  
 理 事：阿部一博（帝塚山学院大），池戸重信（宮城大名誉教授），泉 秀実（近畿大），板村裕之（島根大），稲熊隆博（帝塚山大），今井秀明（エバラ食品），内野昌孝（東京農大），江原 司（味の素冷食），椎名武夫（千葉大），鈴木 徹（東京海洋大），鈴木敏郎（東京農大），平 智（山形大），高野克己（東京農大），竹永章生（日大），辻 政雄（山梨学院大），仲尾玲子（山梨学院大），中西載慶（東京農大名誉教授），長谷川美典（農研機構），深井洋一（長野農村工研），藤田 孝（雪印メグミルク），諸藤 圭（日本食品分七），山内直樹（山口大），山田雄司（山崎製パン中研），和田浩二（琉球大）  
 評 議 員：赤浦和之（島根県立大短大），秋永孝義（琉球大名誉教授），浅野目謙之（山形農総研セ），阿部 申（日大），飯野久和（昭和女子大），石川 豊（食総

研），石丸 恵（近畿大），井上茂孝（山崎製パン），今堀義洋（大阪府大院），江口文陽（東京農大），太田徹（盛岡大），大坪研一（新潟大），荻原博和（日大），於勢貴美子（大阪大谷大），尾崎嘉彦（近畿大），恩田匠（山梨工技セ），河野澄夫（鹿児島大），橋田浩二（大阪環農水総研），小崎 浩（帯広畜大），佐藤広顕（東京農大），鮫島陽人（鹿児島加技研セ），ウエンダコーン スミトラ（龍谷大），鈴木康生（名城大），竹安宏匡（香川短大），竹中哲夫（玉川大名誉教授），多田耕太郎（東京農大），谷口亜樹子（鎌倉女子大），谷本守正（山梨大），棚橋勝道（棚橋食品），玉川浩司（はくばく），辻井良政（東京農大），筒井知己（東京聖栄大），津布楽祥和（カゴメ），鶴永陽子（島根大），寺原典彦（南九州大），富田信一（玉川大），豊福 肇（山口大），鳥居恭好（日大），中野龍平（岡山大），中村ゆり（農研機構），西川正純（宮城大），野口智弘（東京農大），橋口 亮（長崎女子短大），馬場 正（東京農大），濱渦康範（信州大），広瀬直人（沖縄農研セ），弘中和憲（琉球大），藤島廣二（東京聖栄大），藤田修二（佐賀大名誉教授），古庄 律（東京農大短大），古田道夫（新潟県中央研），不破利勝（ニチレイフーズ），穂坂 賢（東京農大），松田茂樹（熊本みそ醤油工），三森一司（聖霊女子短大），宮尾茂雄（東京家政大），宮本敬久（九州大院），三輪章志（石川県農総研），村山秀樹（山形大），矢口行雄（東京農大），山崎雅夫（東京農大），山脇和樹（静岡大），柚木崎千鶴子（宮崎県庁）

## 名誉会員候補

上田悦範氏

〔ご略歴〕

昭和41年3月 大阪府立大学農学研究科修士課程修了  
 昭和43年5月 大阪府立大学農学部助手  
 昭和62年12月 大阪府立大学農学部講師  
 平成4年12月 大阪府立大学農学部助教授  
 平成11年4月 大阪府立大学農学部教授  
 平成17年3月 大阪府立大学定年退職  
 平成17年4月 羽衣国際大学生活科学科非常勤講師

大阪大谷大学人間社会学部非常勤講師

平成23年3月 羽衣国際大学生活科学科退職  
 平成23年8月 大阪府立大学生物資源開発センター客員講師  
 平成27年3月 大阪大谷大学人間社会学部退職  
 〔日本食品保蔵科学会役職歴〕  
 平成7年6月 理事  
 平成21年6月 副会長  
 平成25年6月 退任

## 終身会員候補

田島 眞氏

〔ご略歴〕

昭和46年3月 東京大学大学院農学研究科博士課程修了  
 昭和46年4月 農林省食糧研究所（現（国）農研機構・食品総合研究所）入所  
 平成元年 農林省中国農業試験場  
 平成3年4月 実践女子大学家政学部（現 生活科学部）教授

平成18年4月 実践女子大学人間社会学部長  
 平成19年3月 実践女子大学人間社会学部長退任  
 平成21年9月～平成25年8月 内閣府消費者委員会委員  
 平成25年4月 実践女子大学学長  
 〔日本食品保蔵科学会役職歴〕  
 平成9年5月 理事（現職）

## 平成26年度HACCP管理者認定委員会特別会計収支決算書

(平成26年1月1日～平成26年12月31日)

| 収 入         |           |                                                             |
|-------------|-----------|-------------------------------------------------------------|
| 項 目         | 金 額       | 備 考                                                         |
| 前年度繰越金      | 897,097   |                                                             |
| ワークショップ参加   |           |                                                             |
| 社会人受講費      | 20,000円   | 80,000 受講者数 4名                                              |
| 学生受講費       | 10,000円   | 1,400,000 受講者数 140名(欠席3名含)                                  |
| 管理者認定審査     |           |                                                             |
| 正会員認定審査費    | 8,000円    | 40,000 審査申請者数 5名                                            |
| 学生会員認定審査費   | 4,000円    | 1,032,000 審査申請者数 258名                                       |
| 管理者更新認定審査   |           |                                                             |
| 正会員認定審査費    | 4,000円    | 48,000 更新審査申請者数 12名                                         |
| 利子          | 155       |                                                             |
| 雑費          | 46,000    | ワークショップ・管理者申請 振込額間違い(2名)<br>学会費振込先間違い(@1,000×8名, @4,000×1名) |
| 合 計         | 3,555,252 |                                                             |
| 支 出         |           |                                                             |
| 項 目         | 金 額       | 備 考                                                         |
| 人件費         | 773,480   | ワークショップ作業謝礼含む                                               |
| 諸謝金         | 450,000   | 講師料謝礼                                                       |
| 旅費(交通費・宿泊費) | 869,390   |                                                             |
| 借損料         | 89,500    |                                                             |
| 消耗品費        | 233,304   |                                                             |
| 会議費         | 172,829   |                                                             |
| 通信運搬費       | 72,863    |                                                             |
| 支払手数料       | 9,789     |                                                             |
| 雑費          | 88,000    | 振込間違い及びWS欠席者(3名)への返金                                        |
| 次年度繰越金      | 796,097   |                                                             |
| 合 計         | 3,555,252 |                                                             |

## 平成27年度HACCP管理者認定委員会特別会計収支予算書

(平成27年1月1日～平成27年12月31日)

| 収入の部 (円)                                       |           | 支出の部 (円)                                                                 |           |
|------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
| HACCPワークショップ受講費<br>(正会員参加者10名,<br>学生会員参加者110名) | 1,300,000 | HACCPワークショップ事業費<br>(講師謝金, 講師・係用旅費, 会場<br>・会議費, 印刷費, 消耗品費, 雑<br>費, テキスト費) | 1,240,000 |
| HACCP管理者認定申請費<br>(正会員参加者10名,<br>学生会員申請者240名)   | 1,040,000 | 管理運営費<br>(人件費, 会議用旅費, 印刷費, 通<br>信費, 消耗品費)                                | 1,100,000 |
| 合 計                                            | 2,340,000 | 合 計                                                                      | 2,340,000 |

## 日本食品保蔵科学会創立40周年記念大会並びに記念事業開催報告

日時：平成27年6月27日（土）～28日（日）

場所：東京農業大学世田谷キャンパス

1975年に設立された日本食品保蔵科学会は、本年40周年を迎えた。設立当初はコールドチェーン研究会、続いて日本食品低温保蔵学会、そして現在の日本食品保蔵科学会と名称を変え、時代の変化に即応して活動してきた。今回は創立40周年を記念して各種事業を開催することとした。



記念事業としては、記念式典、特別講演、パネルディスカッション、そして記念祝賀会を行った。また、今大会から若手を中心としたポスター発表も加わった。

なお、今回記念シンポジウムは6月9日にFOOMA JAPAN 2015国際食品工業展の会場において、公開シンポジウムの形式で別途開催した（本誌Vol.41, 4号に報告）。

27日午前9時より1号館113教室において評議員会が開催され、平成26年度事業報告、収支決算報告、また、27年度事業計画、予算案は全て原案どおり承認された。今回は役員改選の年であり現会長である高井陸雄先生が3期目の会長として承認された。副会長3名もそのまま留任が承認された。理事については一般社団法人化を図ることを狙いに大幅に削減された。

なお、名誉会員に上田悦範氏、終身会員に田島 眞氏が推挙され、承認された。

10時30分より同大横井講堂において総会及び学会賞等の授与式が開催され、今年度は大会に相応しく多様な表彰式となった。小原哲二郎記念功績賞は上田悦範元大阪府立大学教授、学会賞は（国）農研機構食品総合研究所の石川 豊氏、奨励賞は近畿大学の岸田邦博氏と鳥根大学の中務 明氏、論文賞は宮崎県衛生環境研究所の越知洋氏他、近畿大学の岸田邦博氏他の論文が表彰された。



学会賞等の授与式で表彰された各氏

また、ふるさと産業貢献賞は東日本大震災のボランティア支援を積極的に行った東京農業大学東日本支援プロジェクトに授与された。

受賞者代表として上田悦範氏の謝辞が述べられ、午後1時からは受賞講演が行われた。

### 【ポスター発表】

本学会では、はじめての試みであるポスター発表（31課題）が11時30分から横井講堂前のロビーで開催された。若手を中心として熱心な討論が行われ、盛会裡に終了した。今回は40周年記念事業がスケジュールに組み込まれていたため、もう少し余裕を持った時間設定が必要であったことが反省点であった。



本学会としてはじめて開催したポスター発表風景

### 【記念式典】

午後2時30分からは当学会40周年記念式典が挙行された。小宮山副会長の司会で進められ、式典開式に先立ち、故小原哲二郎、緒方邦安、木村 進先生を始めとした本

学会に貢献された物故者への黙祷を捧げた。

副会長の早坂 薫氏の開式の挨拶に続き、高井会長の式辞、そして本学会の変遷と題して、設立時から関わった前会長の松本信二氏の創立時における苦労話が紹介され、学会の存亡の時期もあった等ユーモアを交えてのエピソードが紹介された。来賓として（公社）日本食品科学工学会理事の竹永章生日本大学教授より激励と今後の会の発展を期待する祝辞があり、最後に中西載慶総務委員長の閉式の辞で閉会した。



記念式典で感謝状を授与された3団体（飯島藤十郎記念食品科学振興財団、建帛社、東京農業大学）に御礼を述べる高井会長

#### 【特別講演概要】

基調講演 食の将来への展望

農林水産省農林水産技術会議会長 三輪睿太郎

座長 日本食品保蔵科学会副会長 太田英明

食料生産にかかわる行政的研究方向を指導されている農林水産技術会議会長の三輪先生から、食の現状と将来に対する講演が行われた。

食の現状の解析では、消費者の食に対する志向が、①健康、②経済性、③簡便化、④安全、⑤手作り、⑥国産、⑦美食にあること。総人口の減少に加えて、1人当たりの摂取・供給エネルギーも近年継続的に減少していること。米の消費は一貫して減少、野菜の消費も1980年以降減少、反対に牛乳・乳製品は大幅に増加しており、果実、肉類・鶏卵・油脂は安定的に推移し、一言でいえば、食の洋風化が進んだ現状にあると指摘した。

人口減少に加え、単身世帯が増加、食の外部化が進展し、現在では外食は4割を下回り、内食回帰の傾向や低価格志向がみられ、全年齢世帯で調理食品のウエイトが増加している。若年層の家計収支を長期的にみると、特に住居、交通・通信費の比率が上昇し、食料費の比率は大きく減少している。栄養からみた食の質は、1980年代の日本で良いバランスが実現した以降、脂肪のウエイトが高まり、洋風化が進んでいる一方で、70歳を超える高齢者の増加で食の消費の低下が進んでいると解析された。

上記の現状を踏まえ、食の将来展望では、身体活動量に必要な摂取エネルギーを下回る水準に突入するため、この減少傾向が今後とも長期間継続していくとは見込み

難いが、人口が現状より約25%減少する2050年など超長期の将来においては、国内農業生産、食料輸入の前提となるエネルギーベースの食料消費総量は大幅に減少すると見込まれる。単身世帯の比率が上昇し、かつ若年層から高齢者層の比率がさらに上昇、単身世帯での外食の減は続き、2035年には約26%まで低下し、生鮮食品から、主食的調理食品等加工食品へのシフトが進むと予想されている。

高齢者の方が、若年層よりもエンゲル係数が高い傾向にあり、生鮮魚介や米には高齢化に伴う消費増効果がある。ただ、2017年に後期高齢者（75歳以上）が前期高齢者（65歳から74歳）を上回り、「自宅や施設で食品の供給を待つ消費者」を念頭に置いた商品内容や商品供給・サービス体系の構築が必要と予測された。

将来展望に対する考察として、3月31日に閣議決定された今後10年の新たな食料・農業・農村基本計画の中身から、本学会に関係の深い食品産業を地域経済活性化の牽引者として期待していることを解説された。すなわち、市場規模（2009年度：95.7兆円）について、日本が年率2%程度の実質経済成長率を続けることで、2020年までに120兆円に拡大し、食品産業の市場規模は100兆円を目指すとしている。また、2020年までに100万人の雇用創出を生むとしている。そのために、①消費者（ライフスタイル）起点にすること、②地域を起点に、中小零細規模の事業者の優位性を引き出すこと、③グローバルな観点から企業競争力を高め、原料調達力の強化、新たな市場開拓を推進することなど、3つの視座を解説された。言い換えれば、「日本型食産業のグローバル展開」が強く求められてくと強調されていた。

食文化と家庭環境の話では、和食は日本の食文化に基づくものであるが、食育を包含する家庭科を、中学校・高校の必修科目にすべきと述べられ、さらに和食、食文化、食育、農産物輸出、国民健康寿命、食・医・介護連携産業、食品ロス低減などの期待と課題が多いので、「農業—食品産業立国」としての施策が必要と強調されていた。

限られた時間の中で、三輪先生の特別講演によって、食を取り巻く状況が理解でき、将来が展望できた意義は非常に大きかった。



講演する三輪睿太郎先生

## 【パネルディスカッション】

—食の未来を見据えた食品保蔵科学の役割—

総合司会 小宮山美弘 (学会企画・広報委員長)

コーディネーター 太田英明 (中村学園大学)

○パネリスト

農林水産省農林水産技術会議会長 三輪睿太郎

東京聖栄大学教授 藤島 廣二

近畿大学生物理工学部教授 泉 秀実

(国) 農研機構理事 長谷川美典

東京海洋大学教授 湯川剛一郎

(総合司会・小宮山)

日本食品保蔵科学会の40周年記念事業の一環として、当学会の歩を振り返るとともに、今後の方向性を議論して、学会活動をさらに活性化すべきとの強い意見が出された。これに呼応し学会の目的を再確認し、食品保蔵科学の研究課題がますます国内外に広がり、学会として発展する契機になるような場として、本日のパネルディスカッション「食の未来を見据えた食品保蔵科学の役割」を企画したと挨拶された。

(コーディネーター・太田)

特別講演を受け、本学会の成立と経過が紹介された。

- ・1960年(昭和35年)科学技術庁資源調査研究会が「食生活の体系的改善に資する食料流通体系の近代化に関する勧告」、いわゆる「コールド・チェーン勧告」を契機に、農林水産省の大型補助事業で、日本各地の生産地に予冷装置や低温倉庫が建設、整備され始めた。
- ・このコールドチェーンを取り巻く科学技術上の種々の課題も多く、関連する科学技術研究を推進し、また取りまとめの中心になる研究会を立ち上げる強い要望が、産業界、官界、学界にあった。
- ・本学会の前身である日本コールドチェーン研究会は、1974年(昭和49年)に設立され、40年前の1975年(昭和50年)から会誌発刊を開始した。
- ・1987年(昭和62年)に「日本食品低温保蔵学会」として組織を拡大し、日本学術会議学術登録団体に認定された。会員数約1,000名。
- ・1997年(平成9年)に学会名を「日本食品保蔵科学会」と改称。学会誌「日本食品保蔵科学会誌—Food Preservation Science—」を隔月に発行し、大会ならびにシンポジウム、セミナー等を開催。会員数1,350名。
- ・2000年(平成12年)からの議論により、本学会の立場をより明瞭に示すキーセンテンス Food Chain from Production to Saleと、キーワード Quality Control and TraceabilityとTransport and Preservationを学会誌表紙に記載。食品流通と保蔵科学を中心に据える学会であることを明示。
- ・食品流通に関わる技術には食の安全学が含まれることから2009年(平成21年)に食の安全の科学技術を教育する委員会(HACCP管理者認定委員会)を立ち上げ、

人材の育成事業とともに、HACCP認定者講習会を開始した。

以上の経過から、この40周年の節目、5名の本学会を代表する科学研究者にお集まり頂き、「食の未来を見据えた食品保蔵科学の役割」とのタイトルで各先生方、それぞれのお立場から意見を拝聴したい旨が述べられた。(藤島)

社会科学視点から考える食品保蔵科学のこれからの役割は、①社会の高齢化の深化に伴って、食の外部化が進行し、消費者層が二極化することへの対応、災害時対応能力の強化(社会全体での分散保管・貯蔵と緊急配送システム)に向けた対応、および、②流通の広域化・グローバル化が進展(世界的規模での分業の進展)するため、輸送時の保管能力(特に生鮮品の品質保持能力)を強化し、保管・貯蔵コストの縮減(分業による生産コスト縮減力を活かす)の2点を留意すべきとの意見が述べられた。

キーワードとして社会の高齢化—中食、外食、加工食品があげられる。具体的には、高齢化や単身所帯の増加によって加工食品への依存度はますます大きくなるが、年金生活だと安く済ませたいと考えるため、加工食品は低価格化が必要であり、食品保蔵期間も長期化する。さらに、流通のグローバル化が進み、より広い範囲で分業が進み、特定の地域で特定の品目が作られることが多くなると考えられる。そのため、流通と保蔵がさらに重要となっていくと思われる。これは三輪先生の特別講演でも触れられた内容とコメントされた。

(泉)

食の安全確保と食品保蔵科学の観点から意見が出された。米国における過去10年間の食中毒発生件数を食品の種類別にみると、青果物/カット青果物>水産食品>食鳥肉食品>牛肉食品>乳/乳製品>豚肉食品の順となっている。生食する青果物/カット青果物が疾患患者数でも最も多くなっていることから、農場から食卓までの安全性を確保するために、Good agricultural practices (GAP), Good manufacturing practices (GMP), Good hygienic practices (GHP), そしてHazard analysis and critical control point (HACCP)の衛生管理法が、国際的に推奨されている。これらは、科学的根拠に基づくりスク管理を行う方法として、全食品に対して有効なシステムである。

日本食品保蔵科学会では、平成21年度から「総合衛生管理製造過程に関する承認」にかかわるHACCPの知識を有する「HACCP管理者」の資格認定制度を設け、本年6月までに898名の資格者を認定している。現状の食性疾患の原因が多岐にわたる食品であることから、食の安全性を確保するための技術(殺菌、除菌、静菌など)と食の品質を保持する技術(温度、湿度、ガス環境など)の両方の必要性が、今後はさらに求められよう。この点が、HACCP管理者認定制度を微生物系学会ではな

く、本学会に設立したことの大きな意義であり、食品をベースとする食品保蔵科学の将来的な役割と考える。

食の安全を考えるうえで、微生物のみの知識でなく、食の知識が重要であり、とりわけ食品自体の品質が極めて重要と考える。本学会では一般発表でも機能性・安全性だけでなく、品質保持を基調に食品の品質に関する発表も多く行われているので、HACCP管理者認定制度をつくった流れにつながっている。

(長谷川)

青果物の鮮度保持・貯蔵・流通技術の立場から意見を述べたい。

青果物は収穫後も生きており、呼吸により体内の成分を消耗し、老化(劣化)の方向に進んでいる。鮮度を保つため、すなわち、老化(劣化)を抑制するために、水分保持、呼吸抑制、エチレン制御等が重要な手段となっている。

収穫後の低温保持に関しては、50年ほど前からコールドチェーン化が叫ばれており、近年、ようやく市場における冷蔵庫の普及も広がってきた。低温では、呼吸も抑制されるが、さらに、CA貯蔵(MA包装)によって、呼吸が抑制され鮮度保持が行われている。水分保持には通常の冷蔵庫では乾燥が進むため、壁面冷却方式による低温恒湿貯蔵庫による貯蔵法が、鮮度保持効果を高める。エチレン制御には、エチレン除去剤、1-MCP等が用いられている。フィルム包装はガス環境の制御だけでなく、青果物の保護にも工夫がされている。一方、日持ち性の高い品種の育成も進んでおり、褐変しないリンゴ‘あおり27’、半年間も貯蔵できるブドウ‘シャインマスカット’、ナシ‘甘太’等が開発されている。

今後、一層、研究が進み、採れたて時と同様の鮮度の高い青果物が食卓に上ることになる。

私自身、農林水産省果樹試験場でミカンの貯蔵研究に関係し、温度や湿度などを調整して品質向上を目指した。品種により、また、収穫時期により品質が違うが、貯蔵したミカンの品質のばらつきが大きくて研究成果が役に立たないのでは?と思ったこともあった。品質のパラッキは生体として果実を考えると理解できる部分がある。貯蔵研究はミカンの品質保持に貢献できたと考える。

他方、例えばマンゴーなどでは温度コントロールが重要であり、冷蔵コンテナ内での凍結や低温障害などの失敗についても試験や調査を行った。さらに、CAやMA貯蔵などの技術があるため、輸出でも温度以外の手段が利用できると考えている。リンゴではCA貯蔵を行っているが、コストがかかるのでリンゴとニンニクのみ適用されている。また、エチレンに関する応用研究も重要であり、バナナが黄色になったり、キウイを熟したり、エチレンによる追熟は重要な技術である。一方で、スイカはエチレンで肉質がボソボソになるため、エチレン除去剤が必要である。1-MCPがエチレン作用阻害剤としてアボカドやリンゴにも利用されている。また、リンゴの

‘あおり27’ (千雪) はポリフェノールやPPO (ポリフェノールオキシダーゼ) も少ないので褐変しにくい。また、モモでもエチレンを発生しない品種では軟化しない。品種改良の成果である。

このような形で、今後とも青果物の鮮度保持と流通に食品保蔵科学が貢献できればと考える。

(湯川)

HACCP義務化への課題を中心に意見を述べたい。

厚生労働省は、平成26年(2014年)5月、将来的なHACCPによる工程管理の義務化を見据えつつ、HACCPの段階的な導入を図る観点から「食品等事業者が実施すべき管理運営基準に関する指針(ガイドライン)」を改正した。

HACCPを義務化する場合、それまで合法的に営業を行っていた多くの食品企業が引き続き営業を継続できるよう配慮する必要がある。すでにHACCPを義務づけているEUでは、小規模事業者に対する例外規定、HACCP原則の柔軟な適用(簡略化されたHACCPの適用)、一般的衛生管理による代替、適正規範ガイドの活用、一般的HACCPガイド(Generic HACCP Guide)の活用が示されている。米国でも小規模事業者に対する例外規定が置かれている。FAO及びWHOが作成した指針では、中小企業におけるHACCP導入には技術的な指導が必要であるとし、指導を行うコンサルタントの力量評価や登録制を提案している。

農林水産省が普及を進めているGAPではHACCPの考え方が明確に示されているが、危害要因の分析については、生産者が話し合っただけで作業を進めることが想定されて、個々の農家が危害要因分析の結果得られた点検項目(CCP)の実施、記録者であり、記録の検証は再び生産者が集まって行う。

HACCPの義務化を行うに際し、中小企業を含むすべての組織が、自ら危害分析を行うことは難しい。外部コンサルタントの活用、業種ごとの一般的HACCPプランの提供、一般的衛生管理の徹底によるHACCP適用除外など様々な緩和措置を検討する必要がある。

私は、農林水産省で長谷川先生と同期であり、これまで行政で仕事をしてきた。JASを含めて品質の保持や機能性、また、ISO 22000および関連作成作業を行ってきた。すべての事業者に課せられる都道府県の条例として、昨年6月に改革を行った。衛生面に関して、このまま続けるかHACCPを導入するかの選択を事業者に求めた。HACCPは重要管理点を見つけてどのように対応するか、施行の道筋をつけているものであり、HACCPを組み入れる手順が入っている一方、これらの管理方法を自分で考えなくてはならないため、ある程度の知識のうえで進めるので中小企業は厳しい現状もある。GAPは個々の農家が危害要因、分析を考え記録をつけることであり、その点検は農家が集まり行う。このような背景ではあるが、個人の中華料理店でできるのか?疑問が多い。特に、



零細企業に対する対策は、海外の事例を参考に考えて、個々の店を廃業させない施策が必要である。



パネルディスカッションに臨む各パネリスト

(太田)

各先生方が指摘されたように、食品保蔵科学が食の分野で広く貢献しており、この流れは今後とも続くものと確信されます。それでは、この科学的、技術的内容を反映している本学会のキーワードについてどう考えられていますか？例えば、Quality Controlは食の安全に、あるいは Transportationは食の輸出に対する輸送技術とも関連しますね。

(泉)

日本ではマル総（総合衛生管理製造過程承認制度）が伸びていない。補足的に39の自治体がHACCP施設認定を施行しているが、まだまだHACCPの知識が必要と考える。一方、管理者の育成は95年から民間で運用されているが、実務経験のない社会人や学生は対象となっていない。そのため、学会で教育システムを作った。HACCPをベースに、アメリカではGAPが求められ、海外への輸出に向けてはFSSC 22000規格もある。その中Food quality and safetyにおいて、人を育てるのがこの学会でのHACCP管理者認定の意義と考えている。

(湯川)

アメリカへの輸出にあたり、FDAが抜き打ちで来るがISOをとると印象がよい。ISO 22000を使ってFSSC 22000を利用したスキームがあり、全世界に認証機関を置いている。JASやJISもそうだが、輸出を進めるに当たり日本もスキームを持ったほうがよいと考え、日本でも進めている

農産物の認定を輸入側か輸出側かどちらが主体となってやるかが課題である。

(長谷川)

輸出を考える場合に相手国がどのようなルールになっているかでスキームを考えるべきである。

(藤島)

今後、輸出が重要視される。そのためには牛肉の場合は安全、宗教など考慮すべきである。肉のすべての部位を輸出できる訳ではないので、どの部位を売るべきか、

残りをどうするかを考慮した流通を考えなくてはならない。

(太田)

関連して会場からも意見を拝聴したい。

(大阪府立大学名誉教授 阿部先生)

食品に対してどのような考えを持つか、質的なアンバランスを考えるべき。貧食やメタボリックシンドロームに対する食品側の研究もより力強く進めるべき。これからは、いかにしたら平均寿命と健康寿命の差が短くなるかの観点からも研究が必要と考える。

そのためには食事だけでなく、運動とのバランスが重要と思う。

(小宮山)

コンサルタントとして、現実とのギャップが問題と考える。ここにいる参加者・研究者がパネルディスカッションの内容をどのようにとらえるかが重要である。ここで指摘された話を未来に展開し、さらに科学技術の向上が必要と考える。

(太田)

パネリストから補足の意見はございますか。

(湯川)

食品の安全からは微生物を増やさなければいけませんが、食品の保存期間を伸ばすための前処理の考え方も重要である。

(長谷川)

例えばフィルム包装を例にとっても、青果物の特性を理解したうえで対応が必要である。西洋なしでも品種により処理が違う。リンゴではまた違う。このような青果物の特性を明らかにすることも、本学会の特徴の一つである。

(泉)

食品流通でもアジアが競合相手であり、タイではCAなどは安いのでマンゴー輸出でも行われている。競合のことを考慮すると品質の保持期間の延長が重要であり、そのためには微生物のコントロールが大事である。また、従来のガス濃度調整だけのCAではなく、本学会等の技術を駆使したガス体自体を変化させる新規なCAの開発があってもいいのではと思う。

(藤島)

現在の食の消費を考えると、冒頭で指摘したように、安全性と品質が重要だが、コストをしっかりと考えて欲しい。低コストが生活を豊かにする。現実のコストは中国からの輸入コストは日本産に比べて1/3、アメリカからは1/2でできるので、この部分も考慮すべきである。

(三輪)

グローバル展開に食は必須である。高級牛肉など出しても現地でコールドチェーンの設置が不可欠である。生産面、グローバルGAPなども必要となる。また、既存の保存技術だけでなく新しい技術を導入した様々なコントロールが必要と考える。



(コーディネーター・太田)

食品保蔵、保存にかかわる技術の体系化とその技術力の向上が本学会の方向と確認できました。力強く進めていきたい。各先生の貴重なご意見を拝聴し、まとめの時間となっている。話が多岐にわたりひとくくりにはできません。日本食品保蔵科学の目的であります「コールドチェーンについての研究を推進し、生産、加工、輸送、貯蔵、集配、販売、消費等の技術およびこれに関連する機器の改善を図り、もって食品流通の体系的合理化と食生活の安定を期する」を達成すべく、ますます当学会の守備範囲が広がると共に、その研究レベルの向上が求められているものと存じます。

40周年記念として、5名のパネリストから貴重のご意見を拝聴できたことを契機として、学会員一人一人の、それぞれの専門分野におけるご活躍を心から祈念するものです。本日は大変有り難うございました。

(総合司会・小宮山)

品質、安全性、流通が今回のキーワードであり、チャレンジ精神をもって学会員全員で研鑽を重ねること、サイエンスだけでなく経済的要素も極めて重要であることが理解できたと、閉会の辞が述べられた。

#### 【40周年記念祝賀会】

初日すべての日程終了後40周年記念祝賀会を約100名余の参加を得て開催した。高井会長から開会の挨拶の後、鈴木敏郎大会実行委員長に御礼の盾感謝状を贈呈した。高野克己東京農業大学学長（当学会理事）に感謝状を差し上げた。懇親会は太田英明副会長の挨拶と乾杯により和やかに始まった。今回は若手ポスター発表の表彰式も行われ、山梨学院大学の小田切恵さんが最優秀賞、農研機構果樹研究所の小原美奈さん、中村学園大学大学院の折田綾音さんならびに東京農業大学大学院の伊藤圭亮さんが優秀賞に輝いた。皆さん満面の笑顔であったのが印象的であった。宴が盛り上がったところで、2016年度開催予定である宮崎市の南九州大学の寺原典彦学長が歓迎の挨拶を行った。中締めは小宮山副会長が会のますますの発展を祈念して一本締めで閉会した。



40周年記念祝賀会風景



2016年の宮崎大会への歓迎挨拶をする  
南九州大学 寺原典彦学長

#### 記念大会事業運営報告

この大会は創立40周年記念事業実行委員会組織を2014年10月に正式に立ち上げ、その後各委員会で準備を重ねて開催することができた。実行委員会組織は以下のとおりである。

- ◎日本食品保蔵科学会創立40周年記念事業実行委員会  
会長；高井陸雄，実行委員長；小宮山美弘，  
委員；早坂薫，太田英明，阿部一博，泉秀実，中西  
載慶，高野克己，事務局；内野昌孝
- 記念式典委員会：委員長；早坂薫，委員；阿部一博，  
高野克己，竹永章生，井上茂孝，事務局；辻井良政
- 記念事業委員会：委員長；太田英明，委員；泉秀実，  
中西載慶，鈴木徹，古庄律，事務局；内野昌孝
- 記念シンポジウム委員会：委員長；小宮山美弘，委  
員；長谷川美典，丹野憲二，田島眞，竹永章生，鈴  
木徹，椎名武夫
- 本大会実行委員長：東京農業大学 鈴木敏郎

参加者は2日間で実質209名に達し、東京大会としては大成功裡に終了できた。一般講演は68課題がエントリーされ、今回からポスター発表も企画した結果31課題の掲示があり、活気ある大会となった。

28日の2日目12～13時には、総務委員会、編集委員会、今期から機能強化された企画・広報委員会が開催された。

なお、例年どおり、大会前日の26日17時より、近畿大学の泉秀実先生が委員長を務めるHACCP管理委員会のHACCP教育コースが東京農業大学内で開催され、行政講演と技術講演が開催された。本年6月の時点でHACCP管理者の資格者数は898名であり、このうち本年度以降に更新が必要な資格者ら30名が参加した。

(文責 小宮山美弘，太田英明)

記 事

# 食の理想郷へ 「食文化創造都市・鶴岡」が誕生しました

昨年12月1日、山形県鶴岡市のユネスコ（国際連合教育科学文化機関）創造都市ネットワーク（食文化部門）への加盟が認定されました。日本初の「食文化創造都市」の誕生です。

このネットワークには、文学、映画、音楽、クラフト&フォークアート、デザイン、メディア・アート、食文化の7分野があり、各加盟都市がそれぞれの個性を生かした創造的・文化的活動を活性化し、関連産業の育成を目指しながら相互交流を活発化し、国際的な連携をよりいっそう推進することが期待されています。

鶴岡市は、同市の変化に富む多様な地形（森・里・海）とめりはりのある四季の移り変わりが育む豊富な食材、さらに、それらを巧みに利用してきた長くて深い歴史性を有する食文化をこれからのまちづくり、地域づくりのキーワードの一つにするべく、かねてから同ネットワークへの参画を目指して準備を進めてきました。

申請手続きの過程で、ユネスコから複数の権威ある組織や団体からの推薦状の提出を求められましたが、幸い本学会から推薦状をいただくことができました。その推薦状がなければ、おそらく加盟登録の実現は難しかったものと思われま。高井学会長をはじめ、役員諸氏、事務局スタッフのみなさんのご尽力に心から感謝いたしま

す。

推薦状の作成期間はとても短く、ご無理をお願いすることになったにもかかわらず多大なご配慮をいただいたのも、一昨年、第62回大会を鶴岡市で開催していただいたこと、その折、参加者のみなさんに鶴岡・庄内の食材のいくつかを実際に味わっていただき、さらに、この地域の文化の一端にも触れていただけたことが大きかったと感じています。いや、もしかすると、30年以上前に筆者に本学会への入会を熱心に勧めてくださった、庄内の食と風土をこよなく愛されていた、今は亡き恩師岩田隆先生（元山形大学教授・大阪府立大学教授、本学会小原哲二郎記念功績賞受賞者）にこそ感謝すべきなのかもしれませぬ。

いずれにしても、鶴岡市は、四季折々の豊かな食材と出羽三山の修験道をはじめとするこの地域独特の生活文化に裏打ちされた食文化を携えて、世界デビューすることができました。学会関係者のみなさんには、「食文化創造都市」としての鶴岡市の今後の活動にどうかご期待ください。そして、今後とも厚いご支援とご助言をよろしくお願いいたします。

平 智（山形大学農学部教授、鶴岡市食文化創造都市推進委員会委員長）



鶴岡の食と文化

左上：秋の代表的な味覚「庄内柿」（‘平核無’）、左下：世界に誇る農民芸能「黒川能」、中列上：羽黒山の五重塔（国宝）と山伏修行、中列中：厳冬期に味わう郷土の味「寒鱈（かんだら）汁」、中列下：米どころ庄内平野の稲刈り体験、右上：出羽三山修験道の食文化（精進料理）、右下：藤沢潤平作品にも登場する在来野菜「民田（みんでん）なす」

## 日本食品保蔵科学会会則

第1条（名称および本部） 本学会は、日本食品保蔵科学会と称する。本部は東京農業大学応用生物科学部生物応用化学科食料資源理化学研究室内（東京都世田谷区桜丘1-1-1）に置き、必要な地域に支部を置くことができる。

第2条（目的） 本学会は、食品保蔵に関する基礎的研究並びに応用に関する研究を推進し、生産、貯蔵、加工、流通等の技術及びこれらに関する機器の改善を図り、もって食品流通の合理化と食の安心、安全並びに安定を期することを目的とする。

第3条（事業） 本学会は、前条の目的を達成するため、次の事業を行う。

- (1) 会誌の発行
- (2) 研究発表会、講演会等の開催
- (3) 情報交換、研究調査、資料の収集と頒布
- (4) 研究業績及び本学会への功績に対する授賞
- (5) その他、本学会の目的達成に必要な事業

第4条（会員） 会員は、食品保蔵科学に関する調査、情報の提供その他の便宜を受けることができる。

- (1) 名誉会員 本学会に特に功績のあった者、又は学識経験者であって、理事会の推薦に基づき評議員会に諮り、総会の承認を得た者。
- (2) 終身会員 多年にわたり本学会の発展に寄与した者であって、理事会の推薦に基づき、評議員会に諮り総会の承認を得た者。
- (3) 正会員 本学会の趣旨に賛同し、正会員会費を納めた個人。
- (4) 学生会員 大学院、大学及び短期大学又はこれに準ずる学校に在籍し、学生会員会費を納めた学生。
- (5) 団体会員 本学会の事業を賛助するため入会し、団体会費を納めた教育・研究機関、協会、企業等。
- (6) 維持会員 本学会の事業を賛助するため入会し、維持会費を納めた企業又は団体等。

第5章（役員） 本学会には次の役員を置く。

- (1) 会長 1名
- (2) 副会長 3名
- (3) 事務局長 1名
- (4) 常任理事 若干名
- (5) 理事 40名以内
- (6) 評議員 80名以内
- (7) 監事 2名

第6条（役員の選出） 本学会の役員は正会員より選出する。

2 役員選出のため役員選考委員会を置く。委員会の規程は別に定める。

3 会長は、理事が推薦した候補者の中から役員選考委員会にて次期会長候補者1名を選出し、総会の承認を得て決定する。

4 理事、評議員及び監事は役員選考委員会にて選出し、総会の承認を得る。ただし、評議員は理事を兼ねることはできない。

5 副会長は理事より選出し、総会の承認を得る。

6 事務局長は理事より選出し、会長がこれを委嘱する。

第7条（役員の職務） 本学会の役員の職務は次の通りとする。

- (1) 会長は本学会を代表して会務を統括し、理事会及び評議員会を召集する。
- (2) 副会長は会長を補佐し、会長に事故あるときはその職務を代行する。
- (3) 事務局長は会長を補佐し、学会運営に関する実務を統括する。
- (4) 理事は理事会を構成し、会長の付議する事項について審議する。
- (5) 評議員は評議員会を構成し、理事会の諮問に応ずる。
- (6) 監事は会計及び会務の状況を審査する。

第8条（役員の任期） 役員の任期は2カ年とする。ただし再任は妨げない。

第9条（顧問） 本学会には顧問を置くことができる。顧問は、理事会の議を経て会長がこれを委嘱し、本学会運営上の事項について会長の諮問に応ずる。

第10条（総会） 総会は定期総会及び臨時総会とし、会長がこれを主宰する。

2 定期総会は毎年1回開く。臨時総会は理事会が必要と認めた場合に開く。

3 総会の議決は出席者の過半数をもって決する。

4 総会は次の事項について審議又は議決する。

- (1) 会則の変更
- (2) 会費の決定又は変更
- (3) 事業計画・報告及び収支予算・決算
- (4) 事業計画及び収支予算の審議
- (5) その他理事会において必要と認めた事項

第11条（理事会） 理事会は定期理事会及び臨時理事会とし、会長が召集し、議長を務める。

2 定期理事会は毎年1回開く。

3 臨時理事会は会長が必要と認めたとき、又は理事の

3分の1以上の要求があったときに開く。

- 4 理事会は、理事の3分の2の出席により成立するものとし、過半数をもって決する。
- 5 監事は必要に応じて理事会に出席し、意見を述べることができる。
- 6 理事会は次の事項について審議又は決定する。
  - (1) 総会に付議すべき事項及び総会の召集に関すること。
  - (2) 総会の決議した事項の執行に関すること。
  - (3) 会務を執行するための計画、組織及び管理運営に関すること。
  - (4) 細則、諸規程の制定又は改廃に関すること。
  - (5) その他理事会において必要と認めた事項。

第12条（運営役員会） 本学会の会務を執行するために運営役員会を置く。

- 2 運営役員会は、会長、副会長及び第14条に定める委員会の委員長にて構成する。必要に応じ会長が召集し第11条の6に定める事項を審議し、理事会の議を経てこれを執行する。
- 3 監事は必要に応じて運営役員会に出席し、意見を述べるができる。

第13条（評議員会） 評議員会は会長が召集し、会長が議長を務める。

- 2 理事及び監事は、評議員会に出席し意見を述べるができる。
- 3 評議員会は会務について会長の付議する事項を審議し、意見を述べるができる。

第14条（委員会） 本学会は事業の遂行のために必要とする委員会を置くことができる。委員会の規程は別に定める。

- 2 委員会は役員若干名によって構成し、委員は理事会の推薦により会長がこれを委嘱する。

第15条（会計） 本学会の経費は、会費その他の収入をもって当てる。

- 2 本学会の会計年度は、毎年4月1日に始まり3月31日に終る。
- 3 本学会の会費規定は別に定める。

第16条（本部事務局） 本学会の事務処理のため、本部事務局（以下事務局）を置く。

- 2 事務局長は事務局を統括する。
- 3 事務局に幹事若干名を置くことができる。
- 4 幹事は理事会の議を経て、会長がこれを委嘱する。
- 5 幹事は事務局長を補佐し、庶務、会計の実務を行う。

第17条（職員） 本学会には会長の委嘱により、事務員を置くことができる。

第18条（会則の変更） 本学会の会則は総会の議によって変更することができる。

付 則

1. 本会則は昭和49年7月6日から施行する。
2. 本会則は昭和56年5月26日に改正する。
3. 本会則は昭和61年2月22日に改正する。
4. 本会則は昭和62年2月21日に改正する。
5. 本会則は平成元年2月10日に改正する。
6. 本会則は平成2年5月26日に改正する。
7. 本会則は平成3年5月25日に改正する。
8. 本会則は平成5年6月5日に改正する。
9. 本会則は平成7年6月3日に改正する。
10. 本会則は平成8年5月25日に改正する。
11. 本会則は平成9年5月24日に改正する。
12. 本会則は平成13年6月15日に改正する。
13. 本会則は平成16年6月26日に改正する。
14. 本会則は平成19年6月23日に改正する。
15. 本会則は平成20年6月21日に改正する。

# 「日本食品保蔵科学会誌」 投稿論文記載要領

## 1. 投稿論文

- (1) 和文論文はワープロソフトを使用し、A4判白紙（縦長）に、12ポイント活字を用い25字×25行の横書きに記述し、上下左右3 cm以上の余白を設けて印刷する。
- (2) 英文論文はワープロソフトを用いA4版白紙の上下左右に2 cm以上の余白を取りダブルスペースとする。
- (3) 英文については関連分野の論文などを参考にし、さらに英文に堪能な人の意見を求めるなどして正確を期するとともに、特殊な専門用語や内容に関する表現は特に注意する。
- (4) 表紙  
投稿論文には、表題、略表題、著者名、著者の所属・住所、メールアドレスなどを記述した表紙を添付する。

### 原稿添付用表紙記載例

和文表題：ゆばの褐変ならびにグルタチオンの抑制効果

英文表題：Browning of Yuba and Inhibitory effect of Glutathion

略表題：ゆばの褐変とGSHの抑制効果（和文で15字、英文で6語以内）

著者名：国正重乃<sup>\*1</sup>・柳沼 勲<sup>\*1</sup>・野口智弘<sup>\*2</sup>・高野克己<sup>\*2</sup>・内村信宏<sup>\*3</sup>・青柳吉紀<sup>\*3</sup>

脚注：\*1 (株)ミットヨフーズ (〒324-0608 栃木県那須郡馬頭町健武2375 E-mail \_\_\_\_\_@\_\_\_\_\_)

\*2 東京農業大学応用生物科学部 (〒156-8502 東京都世田谷区桜丘1-1-1 E-mail \_\_\_\_\_@\_\_\_\_\_)

\*3 (株)興人発酵事業部 (〒103-0022 東京都日本橋室町4-1-21 E-mail \_\_\_\_\_@\_\_\_\_\_)

連絡者氏名：国正重乃

住所・所属：〒324-0608 栃木県那須郡馬頭町健武2375

(株)ミットヨフーズ

TEL 00-0000-0000

FAX 00-0000-0000

## 2. 本文の構成

- (1) 報文および技術報告  
構成区分は原則として緒言（記述にあたっては「緒言」という見出し字句は用いない）、実験方法、実験結果、考察（「実験結果および考察」としてもよい）、

要約、文献とする。記述にあたっては、構成区分の見出し字句の前後は1行あけ、見出し字句は行中央に書く。

### (2) 研究ノート

構成区分見出しを必要とせず、緒言（記述にあたっては「緒言」という見出し字句は用いない）、大見出し以下の区別で記述する。大見出しの見出し字句は原則として、直接必要な事項の字句を見出しとする。要約は大見出しにより、文献のみは構成区分見出しとする。

- (3) 報文、研究ノート、および技術報告には英文要旨（150～200語程度）ならびにその和訳をつける。英文要旨は1. (2)に従い題名について3行あけ著者名、所属および住所、次に3行あけて要旨本文を記述する。英文要旨は英文を直訳するのではなく、これを読めば本文の内容をおおよそ理解できるように、平易な英文で簡潔に書き改行は行わない。英文要旨の和訳は1. (1)に従い作成する。なお、英文論文の場合には、英文要旨・同和訳の他、和文要旨（600字程度、1. (1)に従い作成）を添付する。

### (4) 英文要旨記載例

Relationship between Low-oxygen Induced Injury and Respiration in Several Fruits under Hypoxia  
IMABORI Yoshihiro<sup>\*1</sup>, KOTA Mika<sup>\*1</sup>, UEDA Yoshinori<sup>\*1</sup>, YOSHIOKA Hiroto<sup>\*2</sup> and CHACHIN Kazuo<sup>\*1</sup>

\*1 College of Agriculture, Osaka Prefecture University, 1-1, Gakuen-cho, Sakai, Osaka 599-8531

\*2 National Institute of Fruit Tree Science, 2-1, Fuzimoto, Tukuba, Ibaraki 305-0852

The relationship between low-oxygen induced injury and respiration rate in four kinds of fruits under air, ……

## 3. 原稿の書き方

- (1) 文章はひらがな（平仮名）、常用漢字および現代版仮名づかいに準拠し、平易かつ簡潔な「である」調とする。英字は活字体ではっきりと書く。
- (2) 専門用語は原則として文部科学省学術用語審議会編「学術用語集」による。略語または記号を用いるときは、最初に用いる箇所です正式な名称を記し、かつこ内に略語や記号を示す。
- (3) 化学物質名は原則としてIUPAC（国際純正応用化学連合）命名法にしたがい和文論文は日本語で書く。

- (4) 数量の単位は原則としてメートル法に従い、数字はアラビア数字を用いる。
- (5) ゴシック (太文字) には ~~~~~, イタリック (斜体) には ~~~~~, 人名などのスモールキャピタルには ~~~~~ をその文字の下に記入する。
- (6) 図はA 4 版の白紙に、明瞭なコンピュータ出力とする。図の大きさは10cm×10cm程度が適当であり、最大でも用紙を横長にして使用する範囲にとどめる。
- (7) 図の表題および説明は、原図に記入する。原則としてこれらは英文とする。なお、表題および説明文は図の下に書く。
- (8) 写真はA 4 版用紙に張り付け、説明文は写真の下に書く。なお、写真は原則として白黒印刷とする。
- (9) 表はA 4 版の白紙を用い、原則として英文とする。やむを得ず大きい判の用紙を必要とするときは、B 4 を用い、折りたたんでA 4 版の大きさに整理する。表の題名は表の上部に、説明などの注記は下部に書く。
- (10) 文中の図および表の文字を記入する場合、図表が英文の場合にはFig. 1, Table 1 と書き、和文の場合には図 1, 表 1 と書く。また、だいたいの挿入位置を本文原稿用紙の右余白に指示する。
- (11) 文献は 1), 2) で記載順に示し、最後に一括して番号順に列記する。文献の名称は略名が定められているものについてはその略名に従い、著者名、論文タイトル、誌名、巻、頁、年の順に記す。なお、本学会誌の略名は、(和名) 日食保蔵誌、(英名) Food Preser. Sci. とする。
- (12) 文献記載例
  - 1) 国正重乃・柳沼 勲・野口智弘・高野克己・内村信宏・青柳吉紀：ゆばの褐変ならびにグルタチオンの抑制効果, 日食保蔵誌, **28**, 331~336 (2002)
  - 2) IKOMA, Y., YANO, M., XU, Z. C. and OGAWA,

K.: Isolation of a cDNA encoding active protein for kiwifruit ACC Synthesis and expression in the outer pericarp, *J. Japan Soc. Hort. Sci.*, **68**, 286~288 (1999)

3) 茶珍和雄：園芸学概論 (文永堂出版、東京), p. 241 (1992)

4) Kays, S. J. : Postharvest Physiology of Perishable Plant Products (An Avi Book, New York), p. 354 (1991)

|                              | 正 | 副 1 | 副 2 |
|------------------------------|---|-----|-----|
| 英文要旨およびその和訳<br>(英文については和文要旨) | ○ | ○   | ○   |
| 本文                           | ○ | ○   | ○   |
| 表                            | ○ | ○   | ○   |
| 原図 (説明文入り)                   | ○ |     |     |
| 原図のコピー                       |   | ○   | ○   |
| 原写真 (説明文入り)                  | ○ |     |     |
| 原写真のコピー                      |   | ○   | ○   |

(13) 提出する投稿論文の構成内容は、以下の通りである。

4. 原稿およびフロッピーディスク

原稿はワープロソフトを用いて作成し、掲載可になった後、そのフロッピーディスクを本会事務局に送付する。ただし、本文と表は別ファイルとし原則としてテキストファイルとする。ディスク上面にファイル名、OS名、ソフト名およびそのバージョン、使用機種名を記載する。

5. その他

刷り上がり1頁は、本文の場合、原稿 (25字×25行) 4枚、図表原稿の場合4枚に相当する。著者校正は一度だけ行う。英文要旨および英文で書かれた図表については、英文校閲を済ませているので、これに従う。

## 維持・団体会員名簿

## (維持会員)

カネク(株)  
 (株)建帛社  
 (株)興人

ダイキン工業(株)  
 (株)ニチレイフーズ研究開発部  
 (株)明治研究本部

山崎製パン(株)中央研究所  
 雪印メグミルク(株)技術研究所

## (団体会員)

秋田県総合食品研究センター  
 アサマ化成(株)  
 味の素冷凍食品(株)  
 (株)アンデルセン・パン食品文化研究所  
 伊那食品工業(株)  
 (株)エーゼット  
 エム・シーシー食品(株)  
 (株)おがた  
 (株)オシキリ湘南工場  
 神奈川県立川崎図書館  
 カルビー(株)  
 (株)紀伊國屋書店  
 岐阜大学図書館  
 キューピー(株)研究所  
 (株)極洋塩釜研究所  
 (株)くらし科学研究所  
 国際学院埼玉短期大学図書館  
 (株)シャトレーゼ  
 昭和産業(株)総合研究所  
 (株)白松がモナカ本舗  
 (株)タイショーテクノス

大和製罐(株)総合研究所  
 (株)立野商店  
 (株)棚橋食品  
 千葉県立保健医療大学図書館  
 テーブルマーク(株)  
 東罐興業(株)  
 東京家政大学板橋図書館  
 東京聖栄大学図書館  
 東京農業大学食料資源理化学研究室  
 東京農業大学図書館  
 富山県農林水産総合技術センター食品研究所  
 (株)日清製粉グループ本社研究推進部  
 日東ベスト(株)  
 日東富士製粉(株)  
 (公)日本缶詰びん詰レトルト食品協会  
 (財)日本食品分析センター  
 日本デルモンテ(株)研究開発部  
 (社)日本パン技術研究所  
 (社)日本冷凍食品協会  
 (国)農業・食品産業技術総合研究機構  
 中央農業総合研究所

(国)農業・食品産業技術総合研究機構  
 野菜茶業研究所  
 (株)はくばく  
 長谷部商事(株)  
 二葉栄養専門学校  
 フタバ食品(株)  
 (地独)北海道総合研究機構花・野菜技術センター  
 (地独)北海道立総合研究機構食品加工研究センター  
 (地独)北海道立総合研究機構中央農業試験場図書館  
 丸善(株)  
 三井食品工業(株)  
 南九州大学・南九州短期大学図書館  
 宮崎化学薬品(株)  
 酪農学園生活協同組合  
 和歌山県農林水産総合技術センター  
 (株)渡辺オイスター研究所  
 和洋女子大学メディアセンター  
 (平成27年4月末現在)

# 「日本食品保蔵科学会誌」投稿規定

第1条 本誌は本学会規約に基づき、総説、報文、研究ノート、技術報告、資料、情報、その他編集委員会が必要と認めたものを掲載する。

第2条 投稿は本学会員に限る。ただし共著者はこの限りではない。

第3条 投稿は本学会編集委員会事務局宛とし、到着日をもって受付日とし、審査終了日をもって受理日とする。

第4条 論文は和文または英文とする。

第5条 総説は、原則として編集委員会より依頼する。報文、研究ノートおよび技術報告は原著とし、他誌に未発表のものに限る。研究ノートは報文にまとめ得ないが、公表することにより学会に寄与するものとする。技術報告は、報文にまとめ得ないが、有用なデータを含み、本学会関連分野の技術向上に寄与するものとする。資料は、調査、統計などをその内容とし、本会員の研究に役立つものとする。情報は、解説記事、国内外の食品産業の動向、国際会議報告、研究所の紹介記事など本会員に有用なものとする。

第6条 報文その他の掲載は、原則として受理順とするが、その採否および順序は編集委員会の判定による。

第7条 編集委員会は、投稿原稿の内容および字句について不適当と認めた場合は、著者に訂正または検討を求めることがある。

第8条 再提出を求められた原稿は、返送日から2カ月以内に編集委員会事務局へ返却する。2カ月以上経過した場合は、新規受付として取り扱う。

第9条 1) 報文、技術報告、資料および情報は刷り上

がり6頁以内、研究ノートは4頁以内(図、表を含む)とする。これを超えた場合は、1頁につき20,000円を徴収する。図はトレースする必要のない鮮明な原稿を添付する。トレースが必要な場合およびカラー写真を掲載するときなどは実費を徴収する。

2) 審査終了後、編集委員会において英文校閲を専門機関に依頼する。なお、費用については実費を徴収する。

第10条 原稿は「投稿論文記載要領」(毎年1号に記載)に従い作成し、原稿の他、鮮明なコピー2部を添付する。なお、原稿には和英両文の題目、著者名、所属などを記入した送状(学会誌に綴じ込みのもの)を添付する。

第11条 原稿はワープロソフトを用いて作成し、掲載可になった後、そのフロッピーディスクを事務局へ送付する。

第12条 初校の校正は、著者が行う。その際、投稿原稿は送付しない。

第13条 別刷りは実費を徴収する。

第14条 本誌に掲載された論文の著作権は、日本食品保蔵科学会に属する。

付記 原稿送付先は次の通りとする。

〒156-8502 東京都世田谷区桜丘1-1-1

東京農業大学 生物応用化学科

食料資源理化学研究室内

「日本食品保蔵科学会」編集委員会 事務局

(平成22年5月22日一部改正)

平成22年10月1日改正施行

## ◆複写される方へ◆

本誌に掲載された著作物を複写したい方は、(株)日本複権センターと包括複写許諾契約を締結されている企業の従業員以外は、図書館も著作権者から複写権等の行使の委託を受けている次の団体から許諾を受けて下さい。著作物の転載・翻訳のような複写以外の許諾は、直接本会へご連絡下さい。

〒107-0052 東京都港区赤坂9-6-41 乃木坂ビル  
学術著作権協会

TEL:03-3475-5618 FAX:03-3475-5619

E-mail: info@jaacc.jp

◆アメリカ合衆国における複写については次に連絡して下さい。

Copyright Clearance Center, Inc.

222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923 USA

Phone: (978) 750-8400 FAX: (978) 750-4744

## ■別刷代金■

| 部数     | 和文      | 欧文      |
|--------|---------|---------|
| 50部まで  | 15,000円 | 20,000円 |
| 100部まで | 20,000円 | 30,000円 |
| 200部まで | 30,000円 | 40,000円 |
| 400部まで | 40,000円 | 40,000円 |

(注) 端数部の場合でも、上記金額となります。

## ■会費規定■

|        |      |         |
|--------|------|---------|
| 正会員会費  | 年額   | 6,000円  |
| 学生会員会費 | 年額   | 1,000円  |
| 団体会員会費 | 年額1口 | 20,000円 |
| 維持会員会費 | 年額1口 | 50,000円 |

日本食品保蔵科学会誌 第41巻第5号 平成27年9月30日印刷発行

編集発行者 日本食品保蔵科学会 東京農業大学 生物応用化学科 食料資源理化学研究室内  
〒156-8502  
東京都世田谷区桜丘1-1-1 TEL(03)3426-3979 FAX(03)5477-2619  
郵便振替口座 00120-9-115327  
銀行口座 三井住友銀行経堂支店 普通5200100  
発行取扱所 (株)建帛社 〒112-0011 東京都文京区千石 4-2-15

(重細垂印刷)



# 原 稿 送 状

|                                            |                      |         |   |                                            |                                |              |                                                 |
|--------------------------------------------|----------------------|---------|---|--------------------------------------------|--------------------------------|--------------|-------------------------------------------------|
| 発送年月日                                      | 年                    | 月       | 日 | 原稿種別： 報 文   研究ノート   技術報告   資 料   情 報   総 説 |                                |              |                                                 |
| 表 題<br>ランニングタイトル (15字以内)                   |                      |         |   |                                            |                                |              |                                                 |
| 著 者 氏 名<br>所 属 機 関<br>所 在 地 〒              |                      |         |   |                                            |                                |              |                                                 |
| 表 題 (英文)                                   |                      |         |   |                                            |                                |              |                                                 |
| 著 者 氏 名 (英文)<br>所 属 機 関 (英文)<br>所 在 地 (英文) |                      |         |   |                                            |                                |              |                                                 |
| 連<br>絡<br>先                                | 所在地 〒                |         |   |                                            | 原<br>稿<br>枚<br>数               | 本 文          | 枚                                               |
|                                            | 所 属<br>氏 名<br>E-mail |         |   |                                            |                                | TEL.<br>FAX. | 英 文 要 旨<br>同 和 訳<br>原 図 ・ 写 真<br>図 説 明 原 稿<br>表 |
| 別 刷                                        | 部                    | 受 付 番 号 |   | 受 付 年 月 日                                  | 年 月 日 (                      ) |              |                                                 |
| 備 考                                        |                      |         |   |                                            |                                |              |                                                 |

・太線内は全て御記入下さい。    ・英文はワープロソフトを使用し御記入下さい。  
 ・コピーしてお使い下さい。