

# 生命栄養科学科 2012 年研究業績

## A. 研究発表

### 1. 論文

- (1) Changes in pectin, texture and structure of citrus yuzu during soaking in citric acid, heating or pressurization

Hiroko Kuwada, Yuri Jibu, Ai Teramoto, and Michiko Fuchigami

日本調理科学会誌、**45**、181-188 (2012)

The relationship between the softening of *yuzu* and the extraction of pectin during soaking in citric acid, heating or pressurization was investigated. Firmness of peel was greatest to least; pressurized > soaked for 24 hrs at pH 2.7 > heated, respectively. The cell walls did not loosen after pressurization. However, after heating, the middle lamella of albedo separated but flavedo did not. The amount of pectin was greatest to least in albedo > flavedo > segment walls > juice sacs, and in flavedo, raw > pressurized > heated > soaked at pH 2.7 > boiled flavedo. About 24% of pectin was extracted by soaking at pH 2.7. By soaking, peel softened due to the removal of  $\text{Ca}^{2+}$ . The pH values of peel and cooked water were 3 - 4 and 4.02, respectively. Therefore, it was found that degradation of pectin by heating was mainly from hydrolysis and not by trans-elimination.

- (2) Phosphatidic acid production in the processing of cabbage leaves

Mai Urikura, Jun-ichi Morishige, Tamotsu Tanaka, and Kiyoshi Satouchi

*J. Agric. Food Chem.*, **60**, 11359-11365 (2012)

Lysophosphatidic acid (LPA) is a lipid mediator involved in various physiological responses, including wound healing. Evidence of the antiulcer activity of LPA has been reported, and soybean LPA at concentration of 10  $\mu\text{M}$  is effective to reduce stress-induced gastric ulcer. Since LPA can be formed from phosphatidic acid (PA) by digestive phospholipase  $\text{A}_2$ , dietary PA can be considered a potential antiulcer phospholipid. In this study, PA production in cut processing of cabbage leaves was examined. The amounts of PA in sliced, minced and homogenized cabbage leaves were

107±5, 134±19 and 286±29 nmol PA/g (wet weight), respectively, all being significantly higher than the amount of PA found in intact leaves. Mixing mayonnaise with sliced cabbage dramatically increased the PA content (1586±393 nmol/3g), indicating phospholipase D activity leaked raw cabbage produced PA. These results indicate that fine cutting raw cabbage leaves and mixing them with foods rich in phospholipids resulted in an abundant production of PA.

(3) Quantification of phosphatidic acid in foodstuffs using a thin-layer-chromatography-imaging technique

Tamotsu Tanaka, Ayaka Kassai, Mayumi Ohmoto, Katsuya Morito, Yoshiki Kashiwada, Yoshihisa Takaishi, Mai Urikura, Jun-ichi Morishige, Kiyoshi Satouchi, and Akira Tokumura

*J. Agric. Food Chem.*, **60**, 4156–4161 (2012)

Apical application of lysophosphatidic acid (LPA), a growth-factor-like phospholipid, was shown to prevent or restore gastrointestinal (GI) disorders, such as diarrhea and stomach ulcer, in experimental animals. Because LPA is formed from phosphatidic acid (PA) by the activity of digestive phospholipase A<sub>2</sub>, PA is a potential component for dietary treatment of such GI disorders. Here, we quantified PA contained in 38 foodstuffs and 3 herbs by a thin-layer-chromatography-imaging technique. Vegetables belonging to Brassicaceae, such as cabbage leaves (700 nmol/g of wet weight) and Japanese radish leaves (570 nmol/g), contained higher amounts of PA than other foodstuffs. Amounts of PA in fruits, cereals, and starchy root vegetables were below 300 nmol/g. Animal foodstuffs contained low amounts of PA (<60 nmol/g). Interestingly, leaves of *Mallotus japonicas*, a Japanese edible herb used for treatment of stomach ulcer, had the highest PA (1410 nmol/g) among those examined. The data shown here will be useful for the development of dietary treatment for a damaged GI tract.

(4) Properties of endosperm starches and physical properties of cooked rice from Japanese upland rice cultivars containing M-type amylopectin.

Yoshiko Nakaura, Tomoyuki Ueda, Takayuki Umemoto, Kazuyuki Okamoto, and Naoyoshi Inouchi

*J. Appl. Glycosci.*, **59**, 111–117 (2012)

Here we examined the properties of endosperm starches and the physical properties of

cooked rice from four cultivars of Japanese upland rice containing M-type amylopectin (Chikanarijyun1, Kairyo13, Mogamichikanari1, and Hokkaiakage); S-type Nipponbare and L-type Kasalath served as standards. The amylopectin chain ratio (ACR ; ratio of the short chains of  $DP \leq 10$  to the short and intermediate chains of  $DP \leq 24$ ) of M-type amylopectin was higher than L-type amylopectin, and lower than S-type amylopectin. The degree of disintegration of rice grains in 5M urea solution was in the order Nipponbare > M-type amylopectin > Kasalath. Specifically, the disintegration score of rice grains decreased as the ACR decreased. The apparent amylose (AAM) contents were in the order Kasalath > M-type amylopectin, except Kairyo13 > Nipponbare > Kairyo13. These results indicated that there was no relationship between the AAM contents and ACR. The hardness of freshly cooked and stale rice was in the order Kasalath > M-type amylopectin > Nipponbare. The stickiness of freshly cooked rice was in the order Nipponbare > Kairyo13 > M-type amylopectin, except Kairyo13 > Kasalath and that of stale rice was in the order Nipponbare > M-type amylopectin > Kasalath. The stickiness of freshly cooked rice of Kairyo13 was the highest in the M-type amylopectin cultivars, because it had the lowest AAM content in all cultivars. Freshly cooked rice of Kairyo13 was harder and less sticky compared with that of Nipponbare. It was possible that the ACR of Kairyo13 was lower than that of Nipponbare.

- (5) Isoamylase debranched fractions and granule size in starches from kidney bean germplasm: Distribution and relationship with functional properties.  
Narpinder Singh, Seeratpreet Kaur, Jai Chand Rana, Yoshiko Nakaura, and Naoyoshi Inouchi  
*Food Res. Int.*, **47**, 174–181 (2012)

Fine structure, granule size distribution, thermal and rheological properties of starch separated from twenty kidney bean lines were determined. Apparent amylose content (AAC), intermediate fraction (mixture of relatively short amylose and long side chains of amylopectin), long-side chains of amylopectin (AP) and short side chains of amylopectin (AP) of starches were measured after debranching with isoamylase and fractionating using gel permeation chromatography. Starches from different lines showed unimodal, bimodal and trimodal distribution profiles for the granules size, majority of starches showed bimodal profile. The granule size ranged between 0.4 and 103  $\mu\text{m}$ , however, granules of 10 to 30  $\mu\text{m}$  were present in the highest proportion. Paste viscosities (Peak-, breakdown- and final-viscosity) had negative relation with AAC and positive with short

side chains of AP. Starches with high proportion of granules of size between 1 to  $\leq 10$   $\mu\text{m}$  and N10 to 30  $\mu\text{m}$  size, respectively had lower and higher paste viscosities. Starches with higher proportion of long side chains of AP had higher gelatinization temperature ( $T_o$ ,  $T_p$ ,  $T_c$ ) and enthalpy. Starches with higher proportion of granules of size N10 to 30  $\mu\text{m}$  had lower AAC and higher  $T_o$ ,  $T_p$  and  $T_c$ . Gel hardness,  $T_o$ ,  $T_p$  and  $T_c$  were lower for starches with higher proportion of granules of size N1 to  $\leq 10$   $\mu\text{m}$ . Viscoelasticity of cooked starch varies with AAC, short side chains of AP and granules size distribution.

(6) Polyunsaturated fatty acids in serum cholesterol ester and oxidative DNA damage in Japanese men and women

Yasumi Kimura, Masao Sato, Kayo Kurotani, Akiko Nanri, Kazuaki Kawai, Hiroshi Kasai, Katsumi Imaizumi, and Tetsuya Mizoue  
*Am J. Clin. Nutr.*, **95**, 1209–1214 (2012)

Background: PUFA are susceptible to lipid peroxidation and play a role in inflammation, both of which can induce oxidative stress. However, the relation of PUFA to oxidative DNA damage in humans is elusive.

Objective: We examined the association between circulatory PUFA and urinary 8-oxo-7,8-dihydroguanine (8-oxoGua) concentrations in Japanese men and women.

Design: The subjects were 495 participants (290 men and 205 women) of a cross-sectional study in two municipal offices in Japan. Serum cholesterol ester (CE) and phospholipid fatty acid composition were measured by gas-liquid chromatography. Urinary 8-oxoGua concentrations were measured by HPLC. Means of 8-oxoGua for each tertile of PUFA after adjustment for covariates were calculated by multiple regression.

Results: Urinary 8-oxoGua concentrations increased with increasing levels of n-3 PUFA, eicosapentaenoic acid (EPA), and docosahexaenoic acid (DHA) in serum CE (P for trend =0.001, 0.01, and 0.009, respectively), whereas they decreased with increasing levels of n-6 PUFA and linoleic acid (P for trend =0.02 and 0.051, respectively).

Conclusion: Oxidative DNA damage may be increased at higher levels of long-chain n-3 PUFA but decreased at higher levels of n-6 PUFA.

(7) High levels of stearic acid, palmitoleic acid, and dihomo- $\gamma$ -linolenic acid and low levels of linoleic acid in serum cholesterol ester are associated with high insulin resistance

Kayo Kurotani, Masao Sato, Yuko Ejima, Akiko Nanri, Siyan Yi, Ngoc Minh Pham, Shamima Akter, Kalpana Poudel-Tandukar, Yasumi Kimura, Katsumi Imaizumi, and Tetsuya Mizoue  
*Nutr. Res.*, **32**, 669–675 (2012)

The association of fatty acid composition with insulin resistance and type 2 diabetes has been reported in Western populations, but there is limited evidence of this association among the Japanese, whose populace consume large amounts of fish. To test the hypothesis that high palmitic, palmitoleic, and dihomo- $\gamma$ -linolenic acids and low levels of linoleic and n-3 fatty acids are associated with higher insulin resistance among the Japanese, the authors investigated the relationship between serum fatty acid composition and serum C-peptide concentrations in 437 Japanese employees aged 21 to 67 years who participated in a workplace health examination. Serum cholesterol ester and phospholipid fatty acid compositions were measured by gas-liquid chromatography. Desaturase activity was estimated by fatty acid product-to-precursor ratios. A multiple regression was used to assess the association between fatty acid and C-peptide concentrations. C-peptide concentrations were associated inversely with linoleic acid levels in cholesterol ester and phospholipid (P for trend = .01 and .02, respectively) and positively with stearic and palmitoleic acids in cholesterol ester (P for trend = .02 and .006, respectively) and dihomo- $\gamma$ -linolenic acid in cholesterol ester and phospholipid (P for trend < .0001 for both). C-peptide concentrations were not associated with n-3 polyunsaturated fatty acids. C-peptide concentrations significantly increased as  $\delta$ -9-desaturase (16:1 n-7/16:0) and  $\delta$ -6-desaturase (18:3 n-6/18:2 n-6) increased (P for trend = .01 and .03, respectively) and  $\delta$ -5-desaturase (20:4 n-6/20:3 n-6) decreased (P for trend = .004). In conclusion, a fatty acid pattern with high levels of serum stearic, palmitoleic, and dihomo- $\gamma$ -linolenic acids;  $\delta$ -9-desaturase (16:1 n-7/16:0) or  $\delta$ -6-desaturase (18:3 n-6/18:2 n-6) activities; and low levels of serum linoleic acid or  $\delta$ -5-desaturase (20:4 n-6/20:3 n-6) activity might be associated with higher insulin resistance in Japanese adults.

(8) Dietary patterns and C-peptide concentrations among a Japanese working population

Shamima Akter, Akiko Nanri, Siyan Yi, Ngoc Minh Pham, Kayo Kurotani, Yasumi Kimura, Yumi Matsushita, and Tetsuya Mizoue  
*Nutrition*, **28**, 29–35 (2012)

Objective: It remains unsettled whether dietary patterns play a role in insulin resistance. We assessed the association of major dietary patterns with C-peptide concentrations in a Japanese working population.

Methods: A cross-sectional study was conducted in 456 municipal employees (270 men and 186 women) 21 to 67 y old who participated in a health survey at the time of their periodic checkup. The dietary patterns were derived by using the principal component analysis of the consumption

of 52 food and beverage items, which was assessed by a validated brief dietary history questionnaire. Multiple regression analysis was used to estimate the means of C-peptide concentrations across tertiles of each dietary pattern score with the adjustment of potential confounders, including age, body mass index, physical activity, smoking, alcohol drinking, and energy intake.

Results: We identified three dietary patterns: healthy, animal food, and Westernized breakfast patterns. The Westernized breakfast pattern was characterized by high intakes of bread, confectionaries, and milk and yogurt but low intakes of rice and alcohol and was inversely associated with C-peptide concentrations in women but not in men. The multivariable-adjusted means of C-peptide concentrations were 1.03 ng/mL (95% confidence interval 0.95–1.12), 0.95 ng/mL (95% confidence interval 0.88–1.03), and 0.89 ng/mL (95% confidence interval 0.82–0.97) for the lowest through the highest tertiles of the Westernized breakfast pattern score (P for trend  $\frac{1}{4}$  0.015) in women. Other dietary patterns were not appreciably associated with C-peptide concentrations. In a subgroup, similar associations were observed between dietary patterns and the homeostasis model assessment of insulin resistance.

Conclusion: The Westernized breakfast pattern may be associated with a lower insulin resistance in Japanese women.

(9) Characterization of creaming precipitate of tea catechins and caffeine in aqueous solution

Takashi Sato, Yoshifumi Kinoshita, Hiroyuki Tsutsumi, Hideji Yamamoto, and Takashi Ishizu

*Chem., Pharm., Bull.*, **60**, 1182–1187 (2012)

The content of a crude precipitate formed by creaming, which was made from a catechin mixture and caffeine, was investigated by an integral volume of H-2 proton signals of tea

catechins in the <sup>1</sup>H-NMR spectrum. Gallated catechins formed a crude precipitate more predominantly than non-gallated catechins. The 2,3-*cis*-non-gallated catechin (-)-epicatechin (EC) formed a 1:1 complex with caffeine, and 2,3-*cis*-gallated catechin (-)-epicatechin gallate (ECg) formed a 2:4 complex with caffeine. The p- p complexation site of EC with caffeine was only the A ring, whereas that of ECg included all aromatic rings, A, B, and B'. It was thought that the hydrophobicity of the 2:4 complex of ECg and caffeine was stronger than that of the 1:1 complex of EC and caffeine, with the result that the 2:4 complex of ECg and caffeine precipitated by creaming more predominantly than the 1:1 complex of EC and caffeine in aqueous solution.

## 2. 報文

### (1) 外来糖尿病患者の健康食品利用と心理的負担感

平松智子、川上貴代、河原和枝、川崎史子、松木道裕、加来浩平  
福山大学生命工学部研究年報 (11)、21-33 (2012)

近年健康に対する関心の高まり等を背景として、健康食品の産生と需要の発達は目覚ましい。糖尿病患者における健康食品利用行動に心理的要素が関連するとの報告がある。そこで、外来通院糖尿病患者における健康食品利用行動と糖尿病に対する心理的な感情負担感との関連について検討することを目的として2009年9月2日から2009年10月31日に川崎医科大学附属病院糖尿病・内分泌内科外来に受診した患者2,064名のうち、調査協力に同意の得られた119名(男性71名、女性48名、平均年齢67.0±11.3歳)を解析対象とした。「健康食品利用状況調査票」は、性別、年齢、病気と治療状況、健康食品利用の有無と摂取内容で構成し、糖尿病の感情負担度の測定には「PAID質問表」日本語版(糖尿病問題領域質問表)を用い自記式アンケートにて調査した。その結果、糖尿病患者119名の健康食品利用率は43.7%であった。PAIDスコア合計点では健康食品利用者において30.9点、非利用者は36.3点であり、有意に利用者の方が低値であった(p=0.004)。PAIDスコア合計は平均値33.9点で2群化し、高い群に1を与え健康食品利用行動への関連を検討したところ、PAIDスコア合計(33.96点以上)はオッズ比0.29(p=0.004、95%信頼区間:0.12-0.67)で、年齢と性別の影響を補正しても統計的に有意に独立した関連要因であることが確認された。このことから外来通院糖尿病患者の健康食品利用行動において、感情負担度の低さが行動を生起させる要因と

なる、あるいは糖尿病のもたらす感情負担度の高さが結果として健康食品利用行動を減弱させる要因になるとも考えられた。外来糖尿病患者において感情負担度の低いことが健康食品の利用が多いということが示された。今後は症例数を増やし、交絡要因として治療などの影響を検討したうえで糖尿病患者の健康食品利用の有無に心理的要因が影響するとの因果関係を解明することが望まれた。

### 3. 学会発表

- (1) Effects of temperature and time of soaking in distilled water or tap water on the hardening of potatoes during cooking  
Sachiko Makio, Hiroko Kuwada, Yuri Jibu, Mayumi Tabuchi, Ai Teramoto, Kayoko Ishii, Yasumi Kimura, and Michiko Fuchigami  
16<sup>th</sup> World Congress of Food Science & Technology IUFOST, Foz do Iguassu, Brazil (2012-8)

The effects of temperature and time of soaking in distilled water or tap water on the prevention of excessive softening of potatoes during cooking were investigated through changes in texture and histological structure. Potatoes were soaked in distilled water or two kinds of tap water (A and B) for 24 hrs at 20°C, 30°C or 60°C, then cooked. The amount of calcium in A and B was determined. Then, calcium carbonate was added to distilled water and A to an equal concentration of B, cooked in this water. Also, potatoes were cooked at pH 6.0 ~ 8.0. Changes in texture and structure of cooked potatoes were measured by a rheoner and cryo-scanning electron microscope, respectively. Potatoes became firmer according to a longer soaking time and higher soaking temperature. As the pH value was higher, potatoes became softer. However, potatoes soaked-then-cooked in B (pH 8) were firmer than that soaked-then-cooked in A (pH 6), although the pH of B was higher than A or distilled water. The calcium concentration of B was higher than A. When  $\text{Ca}^{2+}$  was added to A, the firmness of cooked potatoes became the same. Also, scanning electron microscopy showed the middle lamella separated when cooked in distilled water but not when soaked-then-cooked. The pectic substances in tissues de-esterified by soaking and preheating were resistant to degradation by trans-elimination and increased the binding with calcium; consequently, tissues remained firmer. If firmness is desired, preheating should be effective.



- (2) Changes in texture, structures and pectin of apple during soaking in citric acid, pressurization, heating or processing of high pressure-induced and heat-induced jam

Michiko Fuchigami, Hiroko Kuwada, Yuri Jibu, Mayumi Tabuchi, Ai Teramoto, Yasumi Kimura, and Kayoko Ishii

16<sup>th</sup> World Congress of Food Science & Technology IUFoST, Foz do Iguassu, Brazil (2012-8)

Objectives of this study were to research the relationship between pectin and the softening of apples by soaking in citric acid solution, pressurizing or heating, then comparing two processing methods, high-pressure-induced and heat-induced apple jam. Apples were diced into 1cm pieces and soaked in citric acid solution (pH 2.5) for 24 hrs at 35°C or boiled for 10 min. Also, the vacuum-packed pieces were pressurized for 30 min at 500 MPa or boiled for 10 min, then, texture, structure and pectin were measured. Five kinds of apple jam were produced. Diced-apples were soaked in citric acid solution, mixed in a ratio of 1:1 or 0:1 with homogenized apples and sucrose was added (final sugar 60% at pH 2.5). These were vacuum-packed, then pressurized for 30 min at 500 MPa or boiled for 10 min, respectively. Also, a sample mixed in a ratio of 1:1 was heated with sugar and concentrated up to 60% sugar. Steady-flow viscosity, thixotropy and dynamic-viscoelasticity of jam were then measured. Sensory evaluation of jam was compared using a five point scale. Firmness of the apple decreased and cell separations were greatly when boiled > packed-then-boiled > soaked > pressurized, respectively. The amount of pectin decreased due to the removal of Ca<sup>2+</sup> by soaking, and decreased through hydrolysis by heating but only slightly decreased by pressurization. Thus, the viscosity of concentrated jam was higher than pressure-induced and heat-induced jam. Fresh flavor, color and total evaluation of pressure-induced-jam were better than the heat-induced-jam.

- (3) The quality of high-pressure-induced and heat-Induced *Hyuga-natsu* marmalade  
Hiroko Kuwada, Yuri Jibu, Mayumi Tabuchi, Ai Teramoto, Yasumi Kimura, Kayoko Ishii, and Michiko Fuchigami

16<sup>th</sup> World Congress of Food Science & Technology IUFoST, Foz do Iguassu, Brazil (2012-8)

*Hyuga-natsu* is a typical Japanese citrus with desirous smell and edible albedo. The objectives of this study are to establish a process for pressure-induced marmalade,

compare it with heat-induced marmalade, and to investigate the softening of peel during soaking in citric acid, heating or pressurization. Albedo, segment wall and juice sacs of *hyuga-natsu* were homogenized with citric acid solution (pH 2.7) and mixed with sliced flavedo. Then it was soaked for 24 hrs at pH 2.7. Sucrose was then added (final sugar 50%), vacuum packed, then pressurized for 30 min at 500 MPa or boiled for 10 min, respectively. The firmness of flavedo and rheology of marmalade were measured. Sensory evaluation of marmalade was compared using a five point scale. Also, the amounts of pectin and naringin in four parts of *hyuga-natsu* were measured. Changes in texture and structures when soaked, pressurized or boiled were also measured. Firmness of peel was (greatest to least); pressurized > soaked > boiled. The cell walls of flavedo and albedo did not loosen after pressurization. However, after soaking or heating, the middle lamella of albedo separated. The amount of pectin was greatest in albedo > flavedo > endocarp > juice sacs, respectively. Water-soluble pectin and naringin were found to be slight in all parts. The peel of high-pressure-induced marmalade maintained a natural color. However, a great difference in viscosity between heat-induced and high-pressure-induced marmalade was not found. High-pressure-induced marmalade was evaluated better than heat-induced marmalade by a sensory test.

(4) 高圧力を利用した日向夏マーマレードに関する研究

桑田寛子、榎尾幸子、田淵真愉美、石井香代子、木村安美、淵上倫子  
日本家政学会第64回大会（大阪）、研究発表要旨集、p.116（2012-5）

目的 日向夏は小夏、ニューサマーオレンジともいわれ、他の柑橘類と異なり、白い果皮の部分も食す。さわやかな香りを活かすため、高圧力処理によりゼリー化させてマーマレードを作製し、加熱マーマレードと品質の比較を行うことを目的とした。

方法 日向夏の外果皮をスライスし pH 2.7 のクエン酸溶液に、中果皮・内果皮・果肉を磨砕し pH 2.7 の同溶液に 24 時間浸漬した。これに最終糖度 50% となるように蔗糖添加し、500MPa で 30 分間高圧力処理、または 100℃ で 10 分間加熱処理してマーマレードを作製した。各マーマレードについて、色差測定、外果皮の破断強度解析、ゼリー部分のレオロジー測定、官能評価を行った。また、生の各部位およびマーマレード中のナリンギン量を測定した。外果皮、中果皮をクエン酸処理、高圧力処理、加熱処理し、微細構造をクライオ走査電子顕微鏡で観察した。生の各部位およびクエン酸処理した外果皮試料より AIS（アルコール不溶物）を作製し、ペクチン質を蒸留水、ヘキサメタリン酸ナトリウム溶液、塩酸溶液で分

別抽出してガラクトuron酸を定量した。

結果 果皮をクエン酸に浸漬すると軟化が促進し、破断応力は低下して細胞壁にゆるみが生じた。ペクチン質は中果皮と内果皮に多く、どの部位でも水溶性ペクチンは少なく、塩酸抽出区分が最も多かった。果実 100g 中のペクチン質は他のザボン類（ブントウ、グレープフルーツ）と比較して多く含まれていた。マーマレードの粘弾性は処理方法により大差なかった。ナリンギン量は他のザボン類と比較して少なかった。高圧力処理したほうが加熱処理したものよりゼリー部分のナリンギン量が少なかった。官能評価において、総合評価は高圧力処理の方が高かった。

#### (5) 岡山県におけるサワラを用いた郷土料理の喫食状況

木村安美、治部祐里、寺本あい、桑田寛子、淵上倫子

日本家政学会第 64 回大会（大阪）、研究発表要旨集、p. 85（2012-5）

目的 サワラはサバ科の回遊魚で、ばら寿司の具材に使用されるなど岡山の郷土料理に欠かせない食材である。岡山県はサワラの取扱量は全国一で、大半を県内で消費し「岡山県の魚」とも呼ばれている。本研究では岡山県におけるサワラの喫食状況の特色を明らかにするとともに、サワラを用いた郷土料理がどの程度日常食の中に溶け込んでいるのかを検討することを目的とした。

方法 日本調理科学会特別研究「調理文化の地域性と調理科学」—魚介類の調理—（平成 15 年 7 月～平成 16 年 9 月）で得られたデータを集計、比較分析を行った。調査地区に 10 年以上居住している者を対象とし、全国（3, 431 世帯）、中国・四国（931 世帯）、岡山県（380 世帯）から回答を得た。得られたデータからサワラ料理を抽出し、喫食率、調理法、郷土料理について比較検討を行った。

結果 サワラの喫食状況は、全国 44. 5%、中国・四国 60. 3%に比較し岡山県が 156. 8%（複数回答）と圧倒的に高く、調理方法では、全国、中国・四国では大半を焼き物が占めるのに対し、岡山県では生ものや煮物が多い結果となった。岡山県南部では北部に比較して生もの、煮物、飯物の割合が多く、北部では焼き物の割合が高かった。飯物の内訳では、押し寿司は全国 34. 8%、中国・四国 61. 5%、岡山県 0%に対し、チラシ寿司が全国 13. 0%、中国・四国 0%、岡山県 72. 5%であり、南部・北部に分類すると、南部はばら寿司、北部はサバ寿司が高い結果となった。このことから、岡山県におけるサワラを用いた料理は生もので食べる習慣が今も続き、南部では瀬戸内の新鮮なサワラを用いたばら寿司、北部ではサバ寿司を食する郷土料理の伝統が結果に顕著に表れたと考えられる。

- (6) 広島県における行事食・儀礼食の実態 正月の行事について その1 雑煮  
倉田美恵、桑田寛子、石井香代子、木村安美、淵上倫子  
日本調理科学会平成24年度大会(秋田)、研究発表要旨集、p.33(2012-8)

【目的】平成21～23年度に実施された日本調理科学会特別研究「調理文化の地域性と調理科学」の調査をもとに、行事食のなかで正月料理として大きな位置を占める雑煮の認知度や食し方などの現況把握と調査地域における特性を明らかにすることを目的とした。

【方法】調査時期は平成21年12月～平成22年8月で、広島県に10年以上居住している学生とその保護者を中心とした一般者を調査対象者とした。主な調査地域は広島県東部の福山市、南部の東広島市、西部の広島市・呉市である。今回は広島県を備後と安芸の2地域に分け、備後の学生154名、一般者168名、安芸の学生173名、一般者191名について認知、経験の有無、喫食の経験、喫食の状況、食し方などを地域別、調査対象者別に比較検討した。

【結果】調査対象者は女性が90%台、年齢構成は20歳以下が半数近く、40～50歳は4割近くと多かった。雑煮の認知度はほぼ100%で喫食経験も同様である。その喫食頻度は学生の80%台、一般者の90%台が毎年で、家庭で作って食べる人は77.4%、実家・親戚などで食べる人は16.6%であった。雑煮の種類をみるとすまし雑煮にする人が86.1%、白みそ雑煮にする人が10.1%だったが、後者では安芸が14.4%、備後が5.8%と地域差が出た。もちの形は93.6%が丸もちとするのが圧倒的だが、地域別では角もちとする9.0%のうち安芸が14.5%、備後は3.4%とこれも地域差を生じた。雑煮の中に入れるもちを焼くのは35.8%、焼かないのは64.2%だが、これを地域別にみると前者が安芸で44.1%、備後27.5%で、後者が安芸で55.9%、備後で72.5%と地域差が出た。

- (7) 広島県における行事食・儀礼食の実態 正月の行事について その2 屠蘇、小豆飯、祝い肴  
木村安美、桑田寛子、石井香代子、倉田美恵、高橋知佐子、淵上倫子  
日本調理科学会平成24年度大会(秋田)、研究発表要旨集、p.34(2012-8)

【目的】広島県は旧国制に倣い、広島市を中心とする県西部を「安芸」、福山市を中心とする県東部を「備後」と呼び、現在でも文化的に大きな違いがみられる。広島県の備後地区、安芸地区における正月の行事に供される屠蘇、小豆飯、祝い肴の地域による違いについて明らかにすることを目的とした。

【方法】日本調理科学会特別研究「調理文化の地域性と調理科学 - 行事食・儀礼

食 - 」の調査データを用いた。広島県に10年以上居住している学生および一般者686名のデータを抽出し、備後地区と安芸地区に分類した。備後322名（学生154名、一般168名）、安芸364名（学生173名、一般者191名）の屠蘇、小豆飯、祝い肴（黒豆、数の子、田作り）の認知、経験、喫食経験、喫食状況、食し方について検討を行った。

【結果】毎年食べる割合は、屠蘇は備後（一般45.6%、学生23.1%）、安芸（一般40.9%、学生35.1%）、小豆飯・赤飯は備後（一般34.3%、学生18.9%）、安芸（一般22.2%、学生23.3%）、黒豆は備後（一般92.6%、学生72.6%）、安芸（一般85.5%、学生74.8%）、数の子は備後（一般82.2%、学生62.2%）、安芸（一般80.7%、学生68.5%）、田作りは備後（一般75.4%、学生56.3%）、安芸（一般69.8%、学生61.9%）といずれも学生に比較して一般の方が高い傾向がみられた。小豆飯、祝い肴を家庭でつくる割合は一般、学生とも備後のほうが高かった。今回の結果より、備後地域において手作りの割合が高く、学生は一般より喫食経験、頻度とも少ないことから、地域性と世代による違いが明らかになった。

- (8) 広島県における行事食・儀礼食の実態 正月の行事について その3 お節料理  
石井香代子、桑田寛子、木村安美、高橋知佐子、淵上倫子、倉田美恵  
日本調理科学会平成24年度大会（秋田）、研究発表要旨集、p.34（2012-8）

【目的】広島県における正月に供されるお節料理の認知度や食し方などの現況把握と備後地区、安芸地区における特性および、学生と一般の摂取状況の違いを明らかにすることを目的とした。

【方法】日本調理科学会特別研究「調理文化の地域性と調理科学 - 行事食・儀礼食 - 」の調査データから、広島県に10年以上居住している学生および一般者686名のお節料理を抽出し、備後地区と安芸地区に分類した。備後322名（学生154名、一般168名）、安芸364名（学生173名、一般者191名）についてお節料理（昆布巻き、きんとん、煮しめ、なます、だて巻き卵、かまぼこ）の喫食経験、喫食頻度、喫食状況などについて検討を行った。

【結果】お節料理は一般94~99%、学生63~98%とほとんどの人が喫食経験していた。喫食経験者のうち、毎年食べる割合は、煮しめ、昆布巻きは備後一般が93%、75%と最も高く、安芸一般は86%、62%であった。きんとんも備後一般が73%と最も高く、その他は60%であった。なますはいずれも一般が80%台と高く、学生は59~65%と低かった。だて巻き卵、かまぼこは各々備後一般73%、92%、安芸一般62%、88%であった。家庭で作る率が高いものは一般で煮しめ（備後73.6%、安芸54.3%）、なます（備後70.7%、安芸51.3%）、きんとん（備後54%、安芸

40%)、だて巻き卵(備後 38.5%、安芸 34.8%)、昆布巻き(備後 34.2%、安芸 26.8%)の順で、いずれも備後のほうが高かった。備後のほうが安芸よりお節料理の喫食頻度が高く、手作りの割合も高かった。学生は一般より、喫食経験、頻度とも少ない傾向が見られた。

(9) 高圧力を利用したブントマンマーマレードに関する研究

桑田寛子、治部祐里、田淵真愉美、寺本あい、木村安美、石井香代子、淵上倫子  
日本調理科学会平成 24 年度大会(秋田)、研究発表要旨集、p. 52 (2012-8)

【目的】ブントマンは果肉がやや粗く、果汁が少ない柑橘類である。ザボン類は総じて苦味が強い特徴があるため、マーマレードに加工しにくい。果汁を高圧力処理することによって苦味が抑制されるという先行研究がある。そこで、高圧力処理により果実をゼリー化させてマーマレードを作製し、加熱マーマレードと品質の比較を行うことを目的とした。

【方法】ブントマンの外果皮をスライスし pH 2.5 のクエン酸溶液に、中果皮・内果皮・果肉を磨砕し pH 2.7 の同溶液に 24 時間浸漬した。外果皮は硬く苦かったため、100℃で 5 分間茹でた。これに最終糖度 50% となるように蔗糖添加し、500MPa で 30 分間高圧力処理、または 100℃で 10 分間加熱処理してマーマレードを作製した。各マーマレードについて、色差測定、外果皮の破断強度解析、ゼリー部分のレオロジー測定、官能評価を行った。また、生の各部位およびマーマレード中のナリンギン量を測定した。外果皮、中果皮をクエン酸処理、高圧力処理、加熱処理し、微細構造をクライオ走査電子顕微鏡で観察した。生の各部位およびクエン酸処理した外果皮試料より AIS(アルコール不溶物)を作製し、ペクチン質を蒸留水、ヘキサメタリン酸ナトリウム溶液、塩酸溶液で分別抽出してガラクトuron酸を定量した。

【結果】果皮をクエン酸に浸漬すると軟化が促進し、破断応力は低下して細胞壁にゆるみが生じた。マーマレードの粘弾性は処理方法により大差なかった。ペクチン質は中果皮と内果皮に多く、どの部位でも水溶性ペクチンは少なく、塩酸抽出区分が最も多かった。高圧力処理した方が加熱処理よりゼリー部分のナリンギン量が少なかった。官能評価において、総合評価は高圧力処理の方が高かった。

(10) 高圧力を利用したグレープフルーツジャムに関する研究

桑田寛子、寺本あい、田淵真愉美、石井香代子、木村安美、高橋知佐子、淵上倫子  
日本栄養改善学会平成 24 年度大会(名古屋)、講演要旨集、p. 28 (2012-9)

【目的】 グレープフルーツの紅肉種であるルビーは、苦味物質のナリンギンを含み少し苦いが、爽快感のある味である。果汁を高圧力処理することによって苦味が抑制されるという先行研究がある。そこで、高圧力処理によりペクチン質をゼリー化させてジャムを作製し、加熱ジャムと品質の比較を行うことを目的とした。

【方法】 グレープフルーツの外果皮、中果皮、内果皮、果肉より AIS（アルコール不溶物）を作製し、ペクチン質を蒸留水、ヘキサメタリン酸ナトリウム溶液、塩酸溶液で分別抽出してガラクトuron酸を定量した。外果皮、中果皮を pH2.7 のクエン酸溶液に浸漬、500MPa で 30 分間高圧力処理、100℃で 10 分間加熱処理し、微細構造をクライオ走査電子顕微鏡で観察した。グレープフルーツの中果皮、内果皮、果肉をホモジナイズし、全体が pH 2.7 になるようにクエン酸粉末を加えて 24 時間浸漬した。これに最終糖度 50% となるように蔗糖添加し、高圧力処理、または加熱処理してジャムを作製した。各ジャムについて、レオロジー測定、官能評価を行った。また、生の各部位およびジャム中のナリンギン量を測定した。

【結果】 ペクチン質は中果皮と内果皮に多く、どの部位でも水溶性ペクチンは少なく、塩酸抽出区分が最も多かった。外果皮、中果皮の細胞壁を生と比較すると、クエン酸処理、加熱処理ではゆるみが見られたが、高圧力処理ではあまりゆるみが生じなかった。ジャムのレオロジーについて加熱処理、高圧力処理による差はなかった。ナリンギン量はヒュウガナツ、ブンタンなど他のザボン類と比較して多かった。高圧力処理したジャムの方が加熱処理よりゼリー部分のナリンギン量が多かった。官能評価において、総合評価は高圧力処理の方がやや高かった。

- (11) A simple method for isolation and identification of bioactive lipids having monoester type phosphate using phosphate capture molecule, Phos-tag  
Jun-ichi Morishige, Mai Urigura, Tamotsu Tanaka, and Kiyoshi Satouchi  
LIPID MAPS Annual Meeting 2012, p. 76, San Diego, USA (2012-5)

Generally, phospholipid, either glycerol type or sphingolipid, has diester type of phosphoric acid occupied both sides with alcohol moieties, and constitutes cell membrane as major components. In contrast, phosphatidic acid (PA) and ceramide 1-phosphate (C1P), and their lyso types, lysophosphatidic acid (LPA) and sphingosine 1-phosphate (S1P), all have monoester type of phosphoric acid. Although their amounts in a body are quite minute, all these monoester type of phospholipids are biologically active. Among them, LPA and S1P have been received much attention

because of the simplicity of their chemical structures and the variety of their biological activities.

Zinc coordinated complex, Phos-tag, was synthesized by referring the configuration of zinc metals in the active site of alkaline phosphatase. This reagent can capture phosphoric compounds in specific and dose-dependent manners. Using Phos-tag, we reported a simple method to isolate trace amounts of LPA and S1P by phase partition <sup>1)</sup>. In extension, we applied immobilized Phos-tag, which was chemically coupled with Sepharose resin, to isolate PA and C1P by solvent elution.

For analyses of phospholipids, LC and TOF mass spectrometric methods coupled with two soft ionizations, ESI and MALDI, are available, and ESI LC MS and MALDI-TOF MS are the general choices of the combination. MALDI-TOF MS is simple to handle and can analyze many samples in a short time. A drawback of MALDI ionization is to use matrix. The advantage to use Phos-tag is that the adduct has high mass range over  $m/z$  1000, where is low in background noise due to matrix. Furthermore, by using monoisotopic zinc, such as  $^{68}\text{Zn}^{2+}$ , single molecular ion due to respective molecular species is detected in positive mode with no production of other cation adducts.

Using the phosphate capture molecule, Phos-tag, both at isolation and identification steps, a simultaneous analysis of bioactive lipids having monoester type phosphate is being developed. Details will be presented in the meeting.

1) J. Morishige, T. Tanaka, and K. Satouchi, *Methods Mol. Biol.* 2012, 874, 45–54.

(12) ホスファチジン酸およびリゾホスファチジン酸によるアスピリン潰瘍抑制

田中 保、森戸克弥、木下正文、大本真弓、近藤宏樹、瓜倉真衣、里内 清、徳村 彰  
第 65 回 日本酸化ストレス学会学術集会 (徳島)、講演要旨集、p. 27 (2012-6)

(13) ホスファチジン酸によるアスピリン潰瘍抑制

田中 保、森戸克弥、木下正文、大本真弓、近藤宏樹、瓜倉真衣、里内 清、徳村 彰  
日本脂質栄養学会第 21 回大会 (神奈川)、脂質栄養学 21、p. 186 (2012-9)

【目的】リゾホスファチジン酸(LPA)は細胞増殖因子様脂質であり、その受容体は消化管の管腔側にも存在すると報告されている。LPA はこの受容体を介しコレラ毒素誘導性の下痢を止め、小腸粘膜上皮のアポトーシスを回避させるなどの作用を示す。我々は LPA の経口摂取がストレス性胃潰瘍を予防できることやホスファ



チジン酸(PA)の腭液処理により LPA が生じることを明らかにしている。今回、我々は PA の胃における消化とアスピリン潰瘍の抑制効果について検討を行った。

【方法】カルボキシメチルセルロース(CMC)に懸濁したアスピリン (300 mg/kg) を 24 時間の絶食を行ったマウスに経口投与することによって胃粘膜障害を惹起した。アスピリン投与後 3 時間で胃壁に形成された粘膜損傷の長さの総和を計測し、傷害の程度を比較した。PA や LPA などの脂質は CMC 懸濁液として経口投与した。また、絶食させたマウスに 15-30 分間、マウス・ラット用標準固形飼料を給餌した後、胃内容物より脂質を抽出し、PA および LPA 含量を調べ、餌のそれらと比較した。さらに、免疫染色法によって胃壁に発現する LPA2 受容体について調べた。

【結果と考察】飼料の全リン脂質に占める PA および LPA の割合はそれぞれ 15% および 1.5% であるのに対し、これを摂取したマウスの胃内容物におけるそれらの値はそれぞれ、4.5% および 4.2% となっていた。この PA および LPA を Phos-tag 複合体として MALDI-TOF MS にて解析した結果、PA の PLA<sub>2</sub> 分解に由来すると思われる LPA 分子種が生じていることも明らかになったことから、PA が胃で LPA へと消化されていることが確認できた。アスピリン惹起性の粘膜損傷に対する種々の脂質の効果を調べた結果、トリグリセリド、遊離脂肪酸およびリゾホスファチジルコリンが無効であるのに対し、ホスファチジルコリン、PA および LPA には抗アスピリン潰瘍効果が観察された。中でも、PA は LPA の有効濃度の 1/10 (0.57 μmol/kg) でもコントロールの 50% 程度に潰瘍形成を減弱させていた。また、胃粘膜の表層粘液細胞には LPA2 受容体が発現することが免疫染色実験により明らかとなった。以上より、PA の抗アスピリン潰瘍効果には消化物として産生される LPA が関わっている可能性が示唆された。

- (14) MALDI-TOF MS analysis of phosphatidic acid using phosphate capture molecule, Phos-tag  
Mai Urikura, Yoshino Kondo, Jun-ichi Morishige, Tamotsu Tanaka, and Kiyoshi Satouchi  
19th International Mass Spectrometry Conference (Kyoto), Abstracts, p. 87 (2012-9)

Background: Matrix-assisted laser desorption and ionization mass spectrometry coupled with a time-of-flight mass spectrometry (MALDI-TOF MS) has been primarily established for the analysis of compounds with high molecular mass such as protein. Recently, MALDI-TOF MS have been evaluated as a useful methodology in lipid

research due to its simplicity and high performance. In the present session, we would like to show the MALDI-TOF MS analysis of phosphatidic acid (PA), a potential anti-ulcer phospholipid produced by phospholipase D (PLD) in cruciferous vegetables such as cabbage.

Experimentals: Cabbage juice was obtained by squeezing raw cabbage leaves. Cabbage juice was incubated with egg yolk or soybean lecithin. The products were extracted by Bligh and Dyer procedure and analyzed by MALDI-TOF MS using Phos-tag coordinated with the single isotopic zinc,  $^{68}\text{Zn}$ . Phos-tag was coupled chemically to Toyopearl resin and the bead was used for isolation of PA.

Results and Discussion: PA is monoester type of phospholipid and has two negative charges in phosphate, thus, three positive charges are necessary to produce a single positively complex ion. As a result, multiple ions due to additions of protons, sodium and potassium ions, and their combinations are detected in a mass spectrum of PA in positive mode. This is the problem for analysis of molecular species, where PA comprised several molecular species with many fatty acids. Zinc coordinated complex, Phos-tag, was synthesized by referring the spatial configuration of zinc metals in the active site of alkaline phosphatase. This reagent can capture phosphate compound specifically and dose-dependently. Phos-tag can unify adducts of PA to  $[\text{PA}^2/\text{Phos-tag}^{3+}]^+$  in positive mode of MS. Using  $^{68}\text{Zn}$  Phos-tag, PA formation by the action of PLD from cabbage juice can follow in a short time by MALDI-TOF MS without purification step. For a trace amount of PA, suppression effects of co-existing other phospholipids are unavoidable. To overcome, Phos-tag Toyopearl bead is available. An equal amount of mixture of phospholipids, phosphatidylcholine (PC) and PA was incubated with the bead in methanol. PC, diester type of phospholipids, is eluted from the bead thoroughly, whereas PA having monoester type of phosphate interacts with Phos-tag. The retained PA in the bead was recovered by addition of 0.01 M HCl in methanol. Using Phos-tag Toyopearl for isolation, technique for quantitation of PA by MALDI-TOF MS has been under investigations.

(15) 澱粉研究と今後の展望

井ノ内直良

日本応用糖質科学会平成 24 年度大会・60 周年記念特別シンポジウム（東京）、応用糖質科学、2（講演要旨集）、p. 26（2012-9）

澱粉に関する研究は非常に広範囲にわたっているので、今回は天然澱粉の構造と

物性に関する研究を中心に今後の展望も含めて述べてみたい。まず澱粉研究を始めるにあたり、実験材料に関する情報がきわめて重要である。澱粉試料の来歴が明らかなほど研究結果の価値が高いといっても過言ではない。その来歴には、澱粉試料の原料となる植物体の植物種、栽培品種、使用部位、遺伝的背景、栽培地、栽培年、栽培条件、生育段階などに加えて、植物体からの澱粉の調製方法も含まれる。それらすべてが澱粉の構造や物性などに大きく影響を及ぼすからである。たとえば、つくばの作物研究所水田で2011年に栽培されたコシヒカリの完熟種子の90%精白米から冷アルカリ浸漬法により調製した米澱粉といった具合である。さらに、たとえば完全な温度制御下の人工気象室内で栽培された準同質遺伝子系統のモチコシヒカリ（ウルチ性、モチ性を決めるイネの第6染色体に座上する *wx* 遺伝子だけが劣性のモチ性に置換されたコシヒカリ変異体）などを原品種のコシヒカリとともに実験材料として研究すれば、有益な情報が多数得られることは容易に想像できる。ただし、植物種が異なる澱粉試料間の比較研究を行うような場合には、可能な範囲で植物体の情報を得る程度で問題ないと思われる。

当然ながら、研究手法のレベルもきわめて重要である。構造解析に関しては近年、世界的に見ても鹿児島大学を中心に大きく進歩した。これには（株）林原の枝切り酵素の安定供給も大きく貢献している。ただし、澱粉の微細構造の解析に比べて、マクロ（巨視的）構造の解析は遅れており、今後の研究が待たれる。また、澱粉分子をなるべく intact な状態で構造解析する場合と、いろいろと前処理してから調べる方法とがある。澱粉分子をなるべく intact な状態で溶解するため、窒素気流下で DMSO によって穏やかに十分に溶解して脱脂操作も行い、その分子構造を解析することは最も大切で不可欠な研究手法である。しかしながら、アミロペクチンはおそらく自然界に存在する最も分子量の大きい天然高分子物質であり、冷水不溶の粉体中に比重が 1.5~1.6 というように、非常に高密度にパッキングされている。そのため天然澱粉粒をいろいろと工夫して前処理を行い、処理後の澱粉の解析を行うという手法は構造だけでなく多くの物性に関する情報も得られるため、きわめて有益である。天然澱粉粒の前処理法として、酸処理、各種生澱粉分解酵素処理、各種塩溶液による表面溶解後の表面の物理的剥離処理、短鎖アミロースの優先的温水抽出処理、高圧処理、凍結後の物理的破壊処理、ボールミル処理などが行われている。ただし澱粉粒の湿熱処理や温水処理は澱粉分子間のおもに水素結合による二次的結合をもたらす処理であるため、処理後の澱粉粒の物理的性質には大きな影響を及ぼしても澱粉分子自体の微細構造には大きな影響を及ぼさない。いずれにしても、今後、特にわが国の研究者により益々の発展が期待される研究分野であると信じている。

澱粉の物性の研究では、偏光十字観察法、X線回折法、熱分析法、動的粘弾性測

定法、トルク粘度測定法、膨潤力・溶解度測定法、離水率測定法、BAP 法、透過率測定法、各種顕微鏡による形態観察法などの研究手法が一般的であるが、澱粉試料の濃度や糊化の程度などの状態によって、二、三の測定方法が用いられている研究報告が多い。澱粉の物性は非常に多面的であるため、澱粉試料の状態によって適切な分析法を可能な限り数多く用いることにより、多角的に澱粉物性を少しでも正確に評価することが肝要である。

最後に今回触れなかった澱粉の分解・合成酵素の性質および澱粉代謝・生合成機構などの解明も含め、今後の澱粉研究が大きく発展し、将来、希望通りの澱粉を自由にデザインできる日が来ることを期待したい。

(16) Serum fatty acid composition and depressive symptoms among Japanese men and women

Tetsuya Mizoue, Masao Sato, Akiko Nanri, Kayo Kurotani, Yasumi Kimura, Masanori Ota, Katsumi Imaizumi, and Norio Mishima

International Society for Affective Disorders (ISAD 2012), London, UK (2012-4)

Background: Experimental and mechanistic studies indicate the potentially important role of n-3 fatty acids, especially eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA), for mental health, but data in human have been inconsistent.

Methods: Subjects were 428 Japanese men and women who participated in a health survey at workplace. Multiple regression was used to examine the association between fatty acid composition in serum (cholesteryl ester, phospholipid, free) and depression (Center for Epidemiologic Studies Depression scale score, 16 or greater) while controlling for potential confounding variables.

Results: High levels of  $\alpha$ -linolenic acid (in free fatty acids) was associated with fewer depressive symptoms; odds ratio for depression for the highest compared with the lowest tertile of  $\alpha$ -linolenic acid was 0.5 (trend  $p = 0.02$ ). EPA and DHA were not associated with lower odds of depression.

Conclusion:  $\alpha$ -linolenic acid, but not marine-derived, long-chain polyunsaturated fatty acids, may have a protective role against depression in a population with high fish consumption.

(17) 血清コレステロールエステル中の脂肪酸組成と C-ペプチドとの関連

黒谷佳代、佐藤匡央、江島祐子、南里明子、Yi Siyan、Pham Ngoc Minh、Akter Shamima、Poudel-Tandukar Kalpana、木村安美、今泉勝己、溝上哲也  
第 22 回 日本疫学会学術総会（東京）、講演集、p. 105（2012-1）

【背景】食事調査により得られた脂肪酸の摂取量とインスリン抵抗性指標や糖尿病との関連については一貫した結果が得られていない。これは、脂肪酸摂取量の推定が食事調査では難しいためかもしれない。一方、血清コレステロールエステル(CE)中の脂肪酸組成は過去数週間の脂肪酸の摂取量をよく反映しており、インスリン抵抗性および2型糖尿病との関連が報告されている。日本では一般健常人を対象に血清CE中の脂肪酸組成とインスリン抵抗性の指標(C-ペプチドやHOMA-IR)との関連を検討した研究は行われていない。

【目的】日本人勤労者において血清CE中の酸組成とC-ペプチドとの関連を明らかにすること。

【方法】解析対象は、2006年7月および11月に健診を受診した九州北部2地域の公務員547名のうち、血清CE中の脂肪酸組成およびC-ペプチド濃度の測定を行った437名(男性259名、女性178名)である。脂肪酸組成は血清中の脂質をFolch法で抽出した後、ガスクロマトグラフィーにて測定した。血清C-ペプチドの測定は化学発光免疫測定法を用いた。不飽和化酵素活性は血清脂肪酸濃度の比(product/precursor)から推定した。多重回帰分析により、血清CE中の脂肪酸割合および推定不飽和化酵素活性の各三等分位に対するC-ペプチドの調整幾何平均(95%信頼区間)を計算し、あわせて傾向性を検定した。

【結果】血清C-ペプチド濃度はリノール酸(18:2 n-6)と負に関連し(傾向性 $p=0.04$ )、パルミトレイン酸(16:1 n-7)およびジホモ- $\gamma$ -リノレン酸(20:3 n-6;DGLA)は正に関連していた。各傾向性 $p=0.02$ 、 $p<0.0001$ 。飽和脂肪酸およびn-3系脂肪酸とC-ペプチドとの関連は認めなかった。また、C-ペプチド濃度の増加に伴い、D9D-16(16:1 n-7/16:0)とD6D(18:3 n-6/18:2 n-6)の活性が高まり(各傾向性 $p=0.01$ 、 $p=0.03$ )、D5D活性(20:4 n-6/20:3 n-6)が低下していた(傾向性 $p=0.004$ )。

【考察】本研究の結果は血清脂肪酸組成とインスリン抵抗性・糖尿病リスクとの関連を検討した先行研究と一致していた。メカニズムは明らかではないものの、パルミトレイン酸は食事中にほとんど含まれずD9D-16活性を反映し、D5D活性低値とDGLA高値が関連していると考えられる。また、D6D活性高値とリノール酸低値が関連していることが考えられる。

【結論】日本人集団における血清CE中の脂肪酸組成および不飽和化酵素活性とインスリン抵抗性に関連があることが示唆された。

(18) **ダイオキシンが思春期ラットの肝臓メタボロームに及ぼす影響：ロイコトリエン B<sub>4</sub>蓄積とその機構**

小宮由季子、木庭彰彦、武田知起、古賀貴之、石井祐次、菊田安至、内 博史、古江増隆、山田英之

日本薬学会 フォーラム 2012：環境・衛生トキシコロジー(名古屋) (2012-10)

【目的】ダイオキシン類は、芳香族炭化水素受容体を介して多くの遺伝子発現を変動させ、肝障害等の様々な毒性を引き起こすと考えられている。しかし、どの遺伝子の変動が毒性発現に重要かは十分に理解されていない。一方、遺伝子変動に伴い多くの生体内成分が変動し、これが最終的な毒性発現に寄与する可能性が想定されるが、このような視点からの研究は十分ではない。本研究は、ダイオキシン曝露が思春期ラットの肝臓メタボロームに及ぼす影響を、UPLC-TOF-MS を用いて網羅的に解析した。さらに変動情報の中から、ロイコトリエン B<sub>4</sub> (LTB<sub>4</sub>) の蓄積に焦点を当て、その機構解析を行った。

【方法】5 週齢の Wistar 系雄性ラットに 2,3,7,8- tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD; 60 µg/kg) を経口投与し、投与 7 日後に肝臓および肺を採取した。対照群にはコーン油を投与した。肝臓は水-メタノールを用いて抽出後、C18 カラムを装着した UPLC-TOF-MS に付してメタボローム変動を解析した。mRNA 発現量はリアルタイム RT-PCR 法、タンパク質発現量はイムノブロット法により解析した。また、摂餌量低下による影響を評価するため、TCDD 曝露群と摂餌量を合わせた対照群 (pair-fed) も作製し、同様に解析した。

【結果および考察】肝臓におけるメタボローム解析の結果、TCDD は脂肪酸、アミノ酸、ビタミン等の多くの変動を引き起こした。中でも、強力な炎症誘発物質である LTB<sub>4</sub> が顕著に増加し、肝障害に直結する可能性が考えられた。その機構解析のため、LTB<sub>4</sub> 合成/代謝酵素の変動を検討した結果、TCDD は LTB<sub>4</sub> 代謝酵素である cytochrome P450 4F1 は変動させなかったが、アラキドン酸を LTA<sub>4</sub> に変換する 5-lipoxygenase を誘導させた。一方、本誘導は pair-fed 群では観察されず、摂餌量非依存的に出現することが示唆された。さらに、LTA<sub>4</sub> から LTB<sub>4</sub> への変換を触媒する LTA<sub>4</sub> hydroxylase は変動しなかったが、LTC<sub>4</sub> への変換を触媒する LTC<sub>4</sub> synthase が顕著に減少した。従って、TCDD は 5-lipoxygenase の誘導ならびに LTC<sub>4</sub> への変換抑制の両者により LTB<sub>4</sub> を肝臓に蓄積させる機構が推定された。また、上記と同様の変動は、肺においては観察されず、臓器によって影響が異なることが明らかとなった。以上の結果から、TCDD は肝臓選択的に LTB<sub>4</sub> を異常蓄積させ、これがダイオキシン依存的肝障害の誘発および増悪に関与する

可能性が見出された。

(19) 高校生・社会人硬式野球選手の栄養管理

石崎由美子

第6回 NPO 法人日本スポーツ栄養研究会総会・学術集会（岩手）、抄録集、p. 42  
(2012-7)

【目的】スピード・パワーなどの競技力が要求される硬式野球選手は、練習や試合に見合った栄養の質・量を確保することが必要である。今回、高校生・社会人の栄養管理上の相違・問題点を明確にし、食行動変容のための栄養教育計画を構築していくことを目的として、本研究を実施した。

【方法】2011年5月～11月、県内高校の硬式野球部選手76名、社会人硬式野球選手25名を対象に、アンケート調査を実施した。また、社会人については、食物摂取頻度調査 (FFQg)、身体組成 (体脂肪率、筋肉量など)、骨密度の測定も実施した。

【結果】高校生は栄養状態を「良いと思う」が40.8%、社会人91.7%であり、社会人が有意に高値を示した。高校生は栄養状態の良否に関わらずサポートを希望していた。栄養面の主な指導者は、高校生は「コーチ」55.3%、社会人は「トレーナー」54.2%であり、サプリメントは、「使用していない」が高校生63.2%、社会人66.7%を示した。社会人の喫煙率は41.7%であり、喫煙と自覚症状の出現度の間には、有意な関連性は認められなかった。身長 $176.7 \pm 5.0$  (cm)、体重 $76.6 \pm 5.5$  (kg)、体脂肪率 $14.4 \pm 2.7$  (%)、筋肉量 $62.0 \pm 4.6$  (kg)、骨密度 $127.7 \pm 12.3$  (%)であり、骨密度の基準値未満群はみられなかった。また、体重と筋肉量間には、有意 ( $p < 0.001$ ) な相関性が認められた。社会人の自宅・会社寮群ともに、たんぱく質、食物繊維、ビタミン B<sub>1</sub>・C がスポーツ選手の摂取基準量を充たしておらず、自宅群では特に、鉄が低値を示した。

【考察】高校生の栄養への関心度は低く、栄養状態は「良いと思う」者も低値であったことより、栄養に関する関心・意識を高めていくことが短期目標としてあげられた。社会人は、仕事をしながら長期の試合・練習期をこなしていかなければならないことが、「すぐに疲れる」といった自覚症状の要因となり、慢性疲労の状態にあることが推察された。

【まとめ】持久力・瞬発力・集中力をつけるといった競技力の向上よりも、疲労回復・コンディションの維持といった体調管理をサポートしていくことが優先的な栄養教育であると示唆された。

(20) 小児1型糖尿病の子供たちに対する栄養教育・運動指導

石崎 由美子、芝山 伸男、宅見 徹、高橋 利和

第59回日本栄養改善学会学術総会（名古屋）、講演要旨集、p.300（2012-9）

【目的】兵庫県小児糖尿病サマーキャンプにおいて、食品交換表、嗜好飲料などについての栄養教育を実施するとともに、食事摂取量と運動量・血糖値との関連についても自分で考えさせるよう指導した。【方法】期間：8月中旬（4泊5日）、場所：兵庫県立南但馬自然学校、対象：1型糖尿病の小学・中学生の男女、栄養教育：キャンプ第1日目の夜に実施。運動量：キャンプ前とキャンプ中の連続した3日間、Lifecorder（スズケン）を用いて測定。血糖値：グルテスト・プロ（三和化学）で食事（補食を含む）・就寝前に測定。さらにHbA1C、ケトン体の測定も同時に実施した。【結果】食品交換表、1単位グラム数、夕食献立の交換表分類、嗜好飲料類の種類・栄養量について、電子紙芝居を展開しながら栄養教育を実施した。また、パンフレットに毎日の献立を分類・記録させ、さらに自宅でも記録できるシートも追加した。さらに、宿泊棟には、「食品交換表コマ」を用意し、自主的に学べるように工夫した。栄養教育の評価は、「勉強になった」、「覚えられそう」など教育効果がみられた。自由時間には、球技運動などをさせるようにした。食事摂取量の少ない者では、強い運動継続後も高血糖を示し、インスリンの追加や増量投与、補食・食事量の調整を行った。【考察】記憶に残り、自ら考え、行動変容を促していけるような栄養教育が展開できたのではないかと示唆された。また、食事・運動量、血糖値を自己記録させることにより、補食の食品、食事摂取量、運動量が血糖値と関連していることを理解させることができたのではないかと推察された。

(21) 大学サッカー選手の栄養管理

石崎 由美子

第59回日本栄養改善学会学術総会（名古屋）、講演要旨集、p.365（2012-9）

【目的】サッカーは、試合終了時間まで持久・瞬発力を維持することが要求され、それが勝利への大きな力となるため、栄養摂取は重要である。大学スポーツ選手は、一人暮らし、経済面、学業との両立が栄養管理を困難にする要因となる。今回、栄養管理上の問題点を明確にし、栄養教育を実施のための指標を得ることを目的とした。【方法】2011年5月～6月下旬、中国大学サッカー1部リーグの2大学選手85名（身長 $170.8 \pm 5.1$ cm、体重 $63.9 \pm 6.2$ kg）を対象に、朝食の欠食、栄養に関する関心度、サプリメント使用、サポート希望、自覚症状などの調査、食



物摂取頻度調査 (FFQg)、生化学検査を実施した。【結果】栄養状態が「良くないと思う」者は 52.9%であり、下宿・部専用寮群では高値を示したが、居住形態と栄養状態の良否の間には有意な関連性は認められなかった。不足していると思う栄養素は、「ビタミン類・鉄・食物繊維」であった。サプリメントは、「使用しない」群が 88.2%と有意に高値を示した。栄養サポートは、「受けない」群は 71.8%、栄養の関心度も 88.2%と有意に高値を示し、コンディション維持・疲労回復・筋肉をつける食事のサポートを望んでいた。生化学検査では、LDL - Ch、Hb、MCV (低値)、TG、尿酸 (高値) の異常群が認められた。どの居住形態でも「ビタミン K」以外の栄養摂取は低値であり、たんぱく質摂取量は 0.9g/kg とスポーツ性貧血予防上からも顕著に低値であった。【考察】特に、尿酸値の高値群が顕著にみられたことは、過度のスポーツにより乳酸が体内に蓄積し、尿酸の排泄機能を低下させたことが要因ではないかと推察された。栄養への関心度、サポート希望は高値であったことから、今後は調査・検査結果をフィードバックしながら問題点を解決し、食行動変容を促していくことを当面の目標に、選手の個人教育、家族・寮の調理担当者も含めた集団教育を実施していきたいと考える。

(22) 小児 1 型糖尿病サマーキャンプにおける栄養教育

石崎 由美子

第 59 回日本小児保健協会学術集会 (岡山)、講演集、p. 209 (2012-9)

【目的】小児 1 型糖尿病の子供たちが他人に頼らず自分で食事管理をしていけるよう栄養教育を行い、食行動の変容を促していくことを目的とした。【方法】サマーキャンプの場所：兵庫県立南但馬自然学校、時期・期間：8 月中旬 (4 泊 5 日)、栄養教育の対象：小学 1 年生～6 年生、教育内容：季節の果物・野菜・嗜好飲料などの栄養とその摂取方法、地産地消 (フードマイレージなど)、「食品交換表」の分類と 1 単位のグラム数、教育方法：キャンプ第 1 日目の夜 (2 時間) に、電子紙芝居、パンフレット、ゲームカード、ペープサート、模造紙などの教育用媒体を活用した栄養教育を展開した。電子紙芝居の中では、教育内容に関する「クイズ」を取り入れながらインタラクティブな教育を行った。また、毎日の食事内容を食品交換表に分類・記録させるだけでなく、宿泊棟の掲示板に正解表や食品交換表パネルを貼付し、覚えさせるように指導した。キャンプ 1 日目・終了時には、交換表に関する小テストも実施し、点数の比較検討も行った。【結果】栄養教育については、「おもしろかった」、「覚えられそう」、「がんばっていきそう」などの評価が得られた。また、ゲームカードを活用しながら遊びを通して栄養教育することで、キャンパー同志の連帯感、競争力が生まれ、キャンプ終了時の交換表

テストの結果からみても、栄養教育の効果はみられたものと示唆された。【考察】教育内容をパンフレットに記載し、キャンプ後に自宅でも復習できるように工夫したことより、食品交換表の分類および摂取を心がけて欲しい果物・野菜の栄養については記憶に残り、食行動の変容につながるのではないかと示唆された。【まとめ】今後はさらに、小学生が興味を持ち、記憶に残していけそうな教育用媒体を考案・作成し、栄養教育を展開していきたいと考えている。

(23) 身近な環境の教材化「食の教材化」および実践発表

石崎 由美子

日本教材学会・第24回研究発表大会シンポジウム(福山)、研究発表論文集、pp. 4-5 (2012-10)

2005年6月に「食育基本法」が公布され、7月より施行されるようになった。この法律には、子どもたちが豊かな人間性をはぐくみ、生きる力を身に付けていくためには、何よりも「食」が重要であること、「食育」は、生きる上での基本であり、知育・徳育および体育の基礎となるべきものと位置づけるとともに、様々な経験を通じて「食」に関する知識、「食」を選択する力を習得し、健全な食生活を実践することができる人間を育てるという「食育」を推進することが求められている。また、第2次食育推進計画(H23年度～平成27年度)においては、ライフステージに応じた食育の推進が重点課題の柱となっていることから、内閣府は「食育ガイド」(平成24年5月)を公表した。

人間の知識は、視覚から75%得られると言われている。そこで、媒体とは「視聴覚媒体」を表すことが多く、食育の現場でもこれを有効に活用することが、教育効果のアップにつながる。

「食」に関する教材化のためには、①対象の明確化、②教育のテーマ、③個別・集団教育か、④教育の目的・ねらいに合った教材の条件により効果的な教材・媒体の種類を選ぶことが重要視される。教材の目的には、①教育内容の興味・関心を深める、②教育・学習の集中力を高める、③学習者の注意を喚起させる、④教育内容の理解を高める、⑤記憶させる、⑥学習者に考えるヒントを与えることがあげられる。

子どもを対象とした食育では、「食」についての課題を提供し、子どもが自ら考え、学んでいく「問題解決型」の授業が展開されるべきであろう。食育を推進するためには、わが国の伝統的な優れた食文化、地域の特性を生かした食生活、環境と調和のとれた食料の生産・消費などに配慮することを通して、子どもたちに郷土の作物・料理を調べさせ、その歴史的背景や栄養量を教える。

「朝食の欠食」、「こ食」、「ダイエット志向」など現代の子どもを取り巻く食行動異常を変容させていくためには、次1. 食べものをバランスよく組み合わせる力、2. 食べものの味がわかる力、3. 料理ができる力、4. 自分の身体を大事にできる力、5. 食べもののいのちを感じる力の5つを身につけさせることが大事だと考える。このような力の育成のためには、子どもの食教材に適した栄養教育用媒体として、紙芝居（近年は電子紙芝居）、ペープサート、絵本、パンフレット、パネルシアター、ゲームカードなど動的要素や遊びの要素を含み、インタラクティブな参加型の教育を推進していくことが必要である。わかりやすく楽しく学んで、行動を起こさせる媒体づくりには、指導者の優れたアイデアが発揮されることが多いに望まれる。

## B. 総説

### (1) Phos-tag を用いた活性リン脂質の質量分析

田中 保、盛重純一、瓜倉真衣、徳村 彰、里内 清  
生物物理化学、**56**, s37-s40 (2012)

Lysophosphatidic acid (LPA) and sphingosine 1-phosphate (S1P) are growth-factor like bioactive lipids having phosphate monoester residue. Phos-tag can bind to them and be used both for purification and quantification. In a two-phase solvent system consisting of chloroform/methanol/water, addition of Phos-tag move LPA and S1P from a hydrophilic phase to a hydrophobic phase in the form of their Phos-tag complexes. Using this property, we developed a method for purification of LPA and S1P in biological materials by phase separation technique. Advantages of use of Phos-tag for detection of LPA and S1P in MALDI-TOF MS are an increase in detection efficiency and detection as a single ion form. Homologues of LPA and S1P in natural samples can be quantified by MALDI-TOF MS by using internal standards.

## C. 著書

### (1) ゲルと増粘安定剤の技術と市場

井ノ内直良 他 10 名、編集者 吉倉広志、渡辺和也  
シーエムシー出版、pp. 22-31 (2012)

澱粉ゲルについて分担執筆した。

- (2) 管理栄養士養成課程『栄養管理と生命科学シリーズ』公衆栄養の科学  
木村 安美  
理工図書、pp. 127-148 (2012)

第5章栄養疫学の章を担当し、暴露情報としての食事摂取量、食事摂取量の測定方法を分担執筆した。

- (3) アクティブ栄養教育・指導実習  
石崎 由美子他 16 名、永野 君子、山本 隆子編  
栄養教育・指導のテクニック、医歯薬出版株式会社、東京、pp. 97-101 (2012-1)

栄養教育論で学んだ知識を基に、新しい知見や時代の変化に迅速に対応できる栄養士・管理栄養士としての実践力を身につけさせるための実習書である。栄養教育・指導を実施する者の話し方を含めた原稿の書き方、栄養教育用媒体の種類・用途、コンピュータを活用した栄養教育用媒体の作成などを記している。

- (4) 応用栄養学 栄養マネジメント演習・実習  
石崎 由美子他 11 名、竹中 優、土江 節子編  
授乳期の栄養、医歯薬出版株式会社、東京、pp. 51-59 (2012-1)

ライフステージ、ライフスタイルに応じた人体構造・機能の変化に伴う栄養状態の変化、スポーツ時、特殊環境下などにおける栄養素の代謝、臨床 data などについて理解し、その情報を基に、栄養マネジメントできる知識・技術・態度を習得させ、実践力を養うことを目的とした実習書である。症例を提示し、栄養マネジメントについてまとめる演習課題も提示している。

- (5) 大学教育への提言ー未知の時代を切り拓く教育と ICT 活用ー  
石崎 由美子他 7 名  
ICT を活用した教育改善モデルの考察（栄養学分野）、公益社団法人・私立大学情報教育協会、東京、pp. 198-206 (2012-11)

栄養学教育における学士力の考察として、学士力の到達目標 5 点を考察した。ま

た、到達目標の一部を実現するための教育改善モデル (1)、教育改善モデル (2) を提示し、改善モデルを実践するために必要な教育力、FD 活動と大学としての課題について記している。

- (6) 管理栄養士養成課程「栄養管理と生命科学シリーズ」給食経営と管理の科学  
石井 香代子 他 13 名  
理工図書、pp. 182-187 (2012)

管理栄養士課程の給食経営管理論の教科書として、第 8 章の給食経営管理の事務管理、給食業務と帳票類、事務管理の流れ、IT の活用について分担執筆した。

## D. その他

- (1) 冷凍カスタードクリームのレオロジー特性改善への高圧力の利用  
漣上倫子  
(財) 飯島記念食品科学振興財団 第 25 回学術講演会 (東京) (2012-11)  
平成 22 年度報告書 pp. 1-6 (2012-5)
- (2) 煮物調理における食材の組織構造変化に関する研究  
漣上倫子、木村安美、石井香代子、栗田寛子  
ガス 6 社委託研究報告書、pp. 1-28 (2012-8)、報告会 (広島) (2012-9)
- (3) おかやまコープ 子育てクラブ にこにこ便り みちこ先生の食育コラム  
漣上倫子  
春号 よい食習慣は一生の宝 ー量よりバランスをー  
夏号 いろいろな食品や料理に親しみ、豊かな食生活を送る基礎を作りましょう  
秋号 好き嫌いをなくす食事の工夫  
冬号 台所で生活教育を育もう ー楽しい食卓からよい子が育つー  
(2012)
- (4) (独) 農業・食品産業技術総合研究機構作物研究所 水田の潜在能力発揮等による農地周年有効活用技術の開発 (2 系) 冬作物の高品質化に資する基盤技術の開発、種子胚乳澱粉の理化学的解析による各種大麦育成系統の利用特性の評価  
井ノ内直良、中浦嘉子

平成 23 年度課題別研究概要資料集、pp. 104-106 (2012-2)