

生命栄養科学科



Department of Nutrition
and Life Science

生命栄養科学科（応用生物科学科）、この10年のあゆみと研究活動の推移

生命栄養学科主任 瀧上倫子

現在の生命栄養科学科は、平成14年、生命工学部設立当時は、応用生物科学科であり、健康・食品・環境の問題を遺伝子、生命物質、生物生産の面から研究し、人間の健康に役立てることを目指していた。生物物質科学分野（代謝制御研究室；菊田、蛋白質研究室；廣瀬、岩本）、分子機能変換分野（微生物機能開発研究室；山田靖宙、山田隆志、応用酵素工学研究室；小巻、倉掛、生物化学工学研究室；山本英二）、分子食品機能分野（脂質研究室；里内、田中、平野、糖質研究室；井ノ内、前田、中浦）。なお、平成8年入学生から取得可能になった食品衛生管理者の認可資格は、現在も引き継がれ、食品関連に力を入れている本学科の証となっている。

平成16年、グリーンサイエンスセンター設立の際に、生物の機能、生産物および生態系に基づく環境と人にやさしい科学技術に関する学問・研究をグリーンサイエンスと命名し、環境と食品の安全性を確保することにより、人の健康に貢献することを目指した。環境工学分野（植物環境工学研究室；大川、菊田、分子機能化学研究室；廣瀬、岩本）、グリーンケミストリー分野（生物機能開発研究室；山田靖宙、山田隆志、生物分子機能研究室；山本英二、倉掛）、食品機能工学分野（食品機能科学研究室；里内、田中、平野、食糧資源科学研究室；井ノ内、前田、中浦）、植物工学分野（客員教授：梅津憲治、田中良和、池田達哉、非常勤講師；久住高章、生中雅也、久保 正）。

平成20年、生命栄養科学科となって、今までの学科の流れを汲んで、食とライフサイエンスに精通した、新しいタイプの管理栄養士の養成課程を目指している。したがって、研究内容も、ライフサイエンスをベースにした食品や環境の研究者を一部残し、栄養と医療の研究者を追加した。食品・環境関係（環境代謝学研究室；菊田、食品生化学研究室；岩本、食品衛生学研究室；倉掛、食品プロセス学研究室；山本英二、勝部、中崎、食品機能学研究室；里内、瓜倉、食糧資源科学研究室；井ノ内、中浦）。医療、栄養関係（調理学研究室；瀧上、栗田、臨床栄養学；渡邊、平松、村上、公衆栄養学；木村、基礎・応用栄養学；廣井、給食経営管理学；石井、横畑、栄養教育学；石崎）

学科長（平成18年度から学科主任に名称変更）は、平成14年度小巻利章教授、平成15～17年度山田靖宙教授、平成18～20年度里内 清教授、平成21年度から現在に至るまで瀧上倫子教授が務めている。

主な研究として、環境代謝工学研究室では脂肪酸の酸化酵素や鳥インフルエンザに関する研究、植物環境工学研究室ではダイオキシンの植物による検出、浄化の研究、食品生化学研究室では酵素などの機能性蛋白質の構造・機能相関についての研究、食品衛生学研究室では新規糖質関連酵素の開発の研究、食品プロセス学研究室では食品・医薬品関連化学物質の結晶化による機能性の創成の研究、生物機能開発研究室では微生物生産物質の誘導体合成による新規用途開発の研究、食品機能学研究室ではリン脂質の構造解析と機能に関する研究、食糧科学研究室では新形質米胚乳澱粉の構造と物性に関する研究が行われた。

応用生物科学科・生命栄養科学科研究業績(2001-2009)

研究発表

1. 論文

2001 年

- Tanaka, T., *et al.* (Satouchi, K.). *Eur. J. Biochem.* **268**: 4928-4939 (2001).
- Kikuta, Y., *et al.* (Kusunose, M.). *Biochem. Pharmacol.* **62**: 249-254 (2001).
- Namwat, W., *et al.* (Yamada, Y.). *J. Bacteriol.* **183**: 2025-2031 (2001).
- Kitani, S., *et al.* (Yamada, Y.). *J. Bacteriol.* **183**: 4357-4363 (2001).
- Takano, E., *et al.* (Yamada, Y.). *Mol. Microbiol.* **41**: 1015-1028 (2001).
- Sugimoto, Y., *et al.* (Inouchi, N., Fuwa, H.). *J. Appl. Glycosci.* **48**: 115-122 (2001).
- Sugimoto, Y., *et al.* (Inouchi, N., Fuwa, H.). *J. Appl. Glycosci.* **48**: 335-342 (2001).
- Hirose, J., *et al.* (Iwamoto, H.). *Biochemistry* **40**: 11860-11865 (2001).
- Kurakake, M., *et al.* (Komaki, T.). *Appl. Biochem. Biotech.* **90**: 251-259 (2001).
- Kurakake, M., *et al.* (Komaki, T.). *Curr. Microbiol.* **90**: 377-380 (2001).

2002 年

- Satouchi, K., *et al.* (Murakami, K., Tanaka, T., Iwamoto, H.). *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **66**: 2154-2160 (2002).
- Tokumura, A., *et al.* (Tanaka, T., Satouchi, K.). *Biochem. J.* **365**: 617-628 (2002).
- Kikuta, Y., *et al.* (Kusunose, M.). *Prostag. Oth Lipid M.* **68-69**: 345-362 (2002).
- Hirose, J., *et al.* (Iwamoto, H.). *Inorg. Chem. Acta* **339**: 411-419 (2002).

2003 年

- Tanaka, T., *et al.* (Murakami, K., Satouchi, K.). *Eur. J. Biochem.* **270**: 1466-1473 (2003).
- Molle, V., *et al.* (Nakaura, Y.). *J. Bacteriol.* **185**: 1911-1922 (2003).
- Yoshida, K., *et al.* (Nakaura, Y.). *Mol. Microbiol.* **49**: 157-165 (2003).
- Utsumi, Y., *et al.* (Inouchi, N., Fuwa, H.). *J. Appl. Glycosci.* **50**: 295-296 (2003).
- Inouchi, N., *et al.* (Maeda, Y., Fuwa, H.). *J. Appl. Glycosci.* **50**: 296-297 (2003).
- Tsukahara, K., *et al.* (Hirose, J.). *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **76**: 2135-2142 (2003).
- Kuo, M.R., *et al.* (Iwamoto, H.). *J. Biol. Chem.*, **278**: 20851-20859 (2003).
- Kurakake, M., *et al.* (Komaki, T.). *J. Agric. Food Chem.* **51**: 1701-1705 (2003).

2004 年

- Hirano, K., *et al.* (Tanaka, T., Satouchi, K.). *J. Biochem.* **136**: 477-483 (2004).
- Tanaka, T., *et al.* (Hirano, K., Satouchi, K.). *J. Lipid Res.* **45**: 2145-2150 (2004).
- Tsuda, S., *et al.* (Ohkawa, H.). *Plant Biotechnol.* **21**: 377-386 (2004).

- Kikuta, Y., *et al.*, *Biochem. Biophys. Acta* **1683**: 7-15 (2004).
- Kalsotra, A., *et al.* (Kikuta, Y.). *Toxicol. Appl. Pharmacol.* **199**: 295-304 (2004).
- Anakk, S., *et al.* (Kikuta, Y.). *Pharmacogenomics J.* **4**: 91-101 (2004).
- Ishiyama, K., *et al.* (Yamada, Y.). *Tetrahedron Lett.* **46**: 1021-1022 (2004).
- Sugimoto, Y., *et al.* (Inouchi, N., Fuwa, H.). *J. Appl. Glycosci.* **51**: 45-49 (2004).
- Umemoto, T., *et al.* (Inouchi, N.). *Funct. Plant Biol.*, **31**: 671-684 (2004).
- Horibata, T., *et al.* (Fuwa, H., Inouchi, N.). *J. Appl. Glycosci.* **51**: 303-313 (2004).
- Takami, K., *et al.* (Nakaura, Y., Inouchi, N.). *J. Appl. Glycosci.*, **51**: 355-362 (2004).
- Hirose, J., *et al.* (Iwamoto, H.). *Arch. Biochem. Biophys.* **431**: 1-8 (2004).
- Kurakake, M., *et al.* (Komaki, T.). *Cereal Chem.* **81**: 108-114 (2004).

2005 年

- Morishige, J., *et al.* (Hirano, K., Tanaka, T., Satouchi, K.). *Lipids* **40**: 155-162 (2005).
- Tamaki, K., *et al.* (Ohkawa, H.). *Biosci. Biotech. Biochem.* **69**: 406-409 (2005).
- Kawahigashi, H., *et al.* (Ohkawa, H.), *Plant Sci.* **168**: 773-781 (2005).
- Hirose, S., *et al.* (Ohkawa, H.). *J. Agric. Food Chem.* **53**: 3461-3467(2005).
- Hirose, S., *et al.* (Ohkawa, H.). *Plant Biotechnol.* **22**: 89-95(2005).
- Inui, H., *et al.* (Ohkawa, H.). *Plant Biotechnol.* **22**: 281-286(2005).
- Hida, H., *et al.* (Yamada, T., Yamada, Y.). *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **69**: 1555-1561 (2005).
- Omori, K., *et al.* (Yamada, Y.). *J. Biosci. Bioeng.* **100**: 323-330 (2005).
- Inouchi, N., *et al.* (Fuwa, H.). *J. Appl. Glycosci.* **52**: 239-246 (2005).
- Kurakake, M., *et al.* (Komaki, T.). *J. Appl. Glycosci.* **52**: 281-285 (2005).
- Kurakake, M., *et al.* (Komaki, T.). *Biochim. Biophys. Acta* **1726**: 272-279 (2005).

2006 年

- Yoshizumi, K., *et al.* (Hirano, K., Tanaka, T., Satouchi, K.). *J. Agric. Food Chem.* **54**: 335-341 (2006).
- Ueyama, Y., *et al.* (Ohkawa, H.). *Plant Biotechnol.* **23**: 19-24 (2006).
- Kawahigashi, H., *et al.* (Ohkawa, H.). *Plant Biotechnol.* **23**: 227-231(2006).
- Hida, H., *et al.* (Yamada, T., Yamada, Y.). *Biosci. Biotech. Biochem.* **70**: 1972-1974 (2006).
- Shindo, T., *et al.* (Yamada, Y.). *J. Biosci. Bioeng.* **102**: 552-559 (2006).
- Okuda, M., *et al.* (Inouchi, N.). *Cereal Chem.* **83**: 143-151 (2006).
- Aoki, N., *et al.* (Inouchi, N.). *Euphytica* **151**: 225-234 (2006).
- Tabuchi, N., *et al.* (Iwamoto, H.). *Microbial. Immunol.* **50**: 293-305 (2006).
- Mikami, B., *et al.* (Iwamoto, H.). *J. Mol. Biol.* **359**: 690-707 (2006).

Mikami, B., *et al.* (Iwamoto, H.). *Acta Crystallogra.* **A62**: s153 (2006).

Fukasawa, K., *et al.* (Hirose, J.). *Biochemistry* **45**: 11425-11431 (2006).

Hirose, J., *et al.* (Iwamoto, H.). *Biol. Pharm. Bull.* **29**: 2378-2382 (2006).

Kurakake, M., *et al.* (Komaki, T.). *J. Agric. Food Chem.* **54**: 7885-7889 (2006).

Ishizu, T., *et al.* (Yamamoto, H.). *Magn. Reson. Chem.* **44**: 776-783 (2006).

2007 年

Morishige, J., *et al.* (Tanaka, T., Satouchi, K.). *Biochim. Biophysics* **1771**: 491-499 (2007).

Yamaguchi, T., *et al.* (Tanaka, T., Satouchi, K.). *J. Lipid Res.* **48**: 1078-1089 (2007).

Tanaka, T., *et al.* (Hirano, K., Satouchi, K.). *FEBS J.* **274**: 2728-2737 (2007).

Hirose, S., *et al.* (Ohkawa, H.). *Plant Biotechnol. Rep.* **23**: 27-36 (2007).

Kawahigashi, H., *et al.* (Ohkawa, H.). *Biotechnol. Adv.* **25**: 75-84 (2007).

Kodama, S., *et al.* (Ohkawa, H.). *Planta* **227**: 37-45 (2007).

Inui, H., *et al.* (Ohkawa, H.). *Biochemistry* **46**: 10213-10221 (2007).

Kikuta, Y., *et al.* (Ohkawa, H.). *Biochim. Biophys. Acta*, **1771**: 1439-1445 (2007).

Kalsotra, A., *et al.* (Y. Kikuta, Y.). *Arch. Biochem. Biophys.* **461**: 104-112 (2007).

Ito, M., *et al.* (Nakaura, Y., Inouchi, N.) *Food Sci. Technol. Res.* **13**: 121-128 (2007).

M. Kurakake(T. Komaki), *Current Microbiology*, **54**, 424-428 (2007).

吉積一真他 (平野 薫、田中 保、里内 清). *生薬学雑誌*, **61**: 69-79 (2007).

2008 年

Morishige, J., *et al.* (Hirano, K., Tanaka, T., Satouchi, K.). *Biol. Pharm. Bull.* **31**: 1786-1789 (2008).

Ishizu, T., *et al.* (Yamamoto, H.). *Magn. Reson. Chem.* **46**: 448-456 (2008).

Umomoto, T., *et al.* (Inouchi, N.) *Plant Prod. Sci.* **11**: 472-480 (2008).

Singh, N., *et al.* (Nakaura, Y., Inouchi, N.). *Starch/Stärke* **60**: 349-357 (2008).

Funami, T., *et al.* (Inouchi, N.). *Food Hydrocolloids*. **22**: 777-787 (2008).

Funami, N., *et al.* (Inouchi, N.). *Food Hydrocolloids* **22**: 1528-1540 (2008).

Kalsotra, *et al.* (Kikuta, Y.). *FASEB J.* **22**: 2538-2547(2008).

Kurakake, M., *et al.* (Komaki, T.). *J. Agric. Food Chem.* **56**: 591-596 (2008).

Kurakake, M., *et al.* (Komaki, T.). *Cereal Chem.* **85**: 566-570 (2008).

Mizoue, T., *et al.* (Kimura, Y.), *Cancer Epidemiol. Biomar* **17**: 2800-2807 (2008).

Kawashima, A., *et al.* (Murakami, Y.). *Lipids* **43**: 325-333 (2008).

加賀田江里他 (渕上倫子). *日本家政学会誌* **59**: 575-582 (2008).

渕上倫子他 (栗田寛子、横畑直子). *日本家政学会誌* **59**: 871-879 (2008).

川上貴代他 (村上泰子), *栄養学雑誌* **66**: 133-140 (2008).

木村安美他, 日本家政学会誌 **59**: 813-823 (2008).

2009 年

Tanaka, T., *et al.* (Hirano, K., Satouchi, K.). *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **73**: 1293-1300 (2009).

Ishizu, T., *et al.* (Yamamoto, H.). *Magn. Reson. Chem.* **47**: 283-287 (2009).

Ishizu, T., *et al.* (Yamamoto, H.) *Chem. Lett.* **38**, 230-231 (2009).

Kurakake, M., *et al.* (T. Komaki, T.). *Food Chem.*, **116**, 66-70 (2009).

渕上倫子他 (栗田寛子, 横畑直子), 日本調理科学会誌 **42**, 9-16 (2009).

2. 学会発表

2001 年 23 件 (そのうち国際学会 2 件)

2002 年 31 件 (そのうち国際学会 4 件)

2003 年 29 件 (そのうち国際学会 5 件)

2004 年 38 件 (そのうち国際学会 8 件)

2005 年 35 件 (そのうち国際学会 6 件)

2006 年 31 件 (そのうち国際学会 7 件)

2007 年 48 件 (そのうち国際学会 9 件)

2008 年 49 件 (そのうち国際学会 9 件)

2009 年 46 件 (そのうち国際学会 11 件)

生命栄養科学科 2010 年研究業績

A. 研究発表

1. 論文

- (1) The quality of high pressure-induced and heat-induced yuzu marmalade
Hiroko Kuwada, Yuri Jibu, Ai Teramoto, and Michiko Fuchigami
High Pressure Res., **30**, 547-554 (2010)

Yuzu is a typical Japanese citrus with desirable smell. The objectives of this study are to establish a process for pressure-induced marmalade (without both heating and the addition of pectin) and compare it with heat-induced marmalade. Sliced peel (flavedo) was soaked in 2% citric acid solution (pH 2.0). Albedo, endocarp and juice sacs were homogenized with 0.3% citric acid solution (pH 2.5). After soaking for 24 hrs, these were mixed and 50% or 60% sucrose of total weight was added, then pressurized at 500 MPa or boiled (process A). Process B: all process was done at pH 2.7. Peel of high-pressure-induced marmalade maintained a natural color. Flavedo in heat-induced marmalade was softer than that of pressure-induced marmalade. There was no difference in viscosity between heat-induced and high-pressure-induced marmalade. High-pressure-induced marmalade with 50% sugar was preferred by a sensory test, because fresh flavor and color were maintained.

- (2) S1P3-mediated cardiac fibrosis in sphingosine kinase 1 transgenic mice involves reactive oxygen species
Noriko Takuwa, Ssei-Ichioro Ohkura, Shin-Ichiro Takashima, Fei Wang, Tamotsu Tanaka, Kaoru Hirano, Yoshiko Banno, Motoko Sasaki, Ikuyo Ichi, Yasuko Okamoto, Kazuaki Yoshioka, Wa Du, Miwa Okamura, Naotoshi Sugimoto, Kiyomi Mizugishi, Yasuni Nakamura, Isao Ishii, Masayuki Takamura, Shuichi Kaneko, Shosuke Kojo, Kiyoshi Satouchi, Kunitoshi Mitsumori, Jerold Chun, and Yoh Takuwa
Cardiovasc. Res., **85**, 484-493 (2010)

AIMS: Sphingosine kinase 1 (SPHK1), its product sphingosine-1-phosphate (S1P), and S1P receptor subtypes have been suggested to play protective roles for cardiomyocytes in animal models of ischaemic preconditioning and cardiac ischaemia/reperfusion injury. To

get more insight into roles for SPHK1 in vivo, we have generated SPHK1-transgenic (TG) mice and analysed the cardiac phenotype.

METHODS AND RESULTS: SPHK1-TG mice overexpressed SPHK1 in diverse tissues, with a nearly 20-fold increase in enzymatic activity. The TG mice grew normally with normal blood chemistry, cell counts, heart rate, and blood pressure. Unexpectedly, TG mice with high but not low expression levels of SPHK1 developed progressive myocardial degeneration and fibrosis, with upregulation of embryonic genes, elevated RhoA and Rac1 activity, stimulation of Smad3 phosphorylation, and increased levels of oxidative stress markers. Treatment of juvenile TG mice with pitavastatin, an established inhibitor of the Rho family G proteins, or deletion of S1P3, a major myocardial S1P receptor subtype that couples to Rho GTPases and transactivates Smad signalling, both inhibited cardiac fibrosis with concomitant inhibition of SPHK1-dependent Smad-3 phosphorylation. In addition, the anti-oxidant N-2-mercapto-propionylglycine, which reduces reactive oxygen species (ROS), also inhibited cardiac fibrosis. In in vivo ischaemia/reperfusion injury, the size of myocardial infarct was 30% decreased in SPHK1-TG mice compared with wild-type mice.

CONCLUSION: These results suggest that chronic activation of SPHK1-S1P signalling results in both pathological cardiac remodelling through ROS mediated by S1P3 and favourable cardioprotective effects.

- (3) A clean-up technology for the simultaneous determination of lysophosphatidic acid and sphingosine 1-phosphate by matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry using a phosphate-capture molecule, Phos-tag
Jun-ichi Morishige, Mai Urikura, Haruko Takagi, Kaoru Hirano, Tohru Koike, Tamotsu Tanaka, and Kiyoshi Satouchi
Rapid Commun. Mass Spectrom., **24**, 1075–1084 (2010)

Lysophosphatidic acid (LPA) and sphingosine-1-phosphate (S1P) are growth factor-like lipids having a phosphate group. The concentrations of these mediator lipids in blood are considered to be potential biomarkers for early detection of cancer or vascular diseases. Here, we report a method for simultaneous determination of LPA and S1P using Phos-tag, a zinc complex that specifically binds to a phosphate-monoester group. Although both LPA and S1P are hydrophilic compounds, we found that they acquire hydrophobic properties when they form complexes with Phos-tag. Based on this finding, we developed a method for the enrichment of LPA and S1P from biological samples. The first partition in a two-phase solvent system consisting of chloroform/methanol/water (1:1:0.9, v/v/v) is

conducted for the removal of lipids. LPA and S1P are specifically extracted as Phos-tag complexes at the second partition by adding Phos-tag. The Phos-tag complexes of LPA and S1P are detectable by matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry (MALDI-TOFMS) and quantifiable based on the relative intensities of ions using 17:0 LPA and C17 S1P as internal standards. The protocol was validated by analyses of these mediator lipids in calf serum, a rat brain and a lung. The clean-up protocol is rapid, requires neither thin-layer chromatography (TLC) nor liquid chromatography (LC), and is applicable to both blood and solid tissue samples. We believe that our protocol will be useful for a routine analysis of LPA and S1P in many clinical samples.

(4) Stereochemical Structure Determination of Caffeine Complexes with Galloylated and Non-galloylated Catechins

Takashi Ishizu, Takashi Sato, Hiroyuki Tsutsumi, and Hideji Yamamoto
Chem. Lett., **39**, 607–609 (2010)

Stereochemical structures of a 1:1 complex of (-)-epicatechin (EC) and caffeine, and a 2:4 complex of (-)-epicatechin gallate (ECg) and caffeine were determined by X-ray Crystallographic analysis, and noncovalent interactions forming between EC, ECg and caffeine moieties were also elucidated. 1:1 and 2:4 complexes were thought to be formed with the cooperative effect of three kinds (face-to-face π - π and CH- π interactions, and intermolecular hydrogen bonds) and four kinds (face-to-face and offset π - π stacking interactions, CH- π interaction, and intermolecular hydrogen bonds) of noncovalent interactions, respectively. Upon forming 1:1 and 2:4 complexes, π - π stacking interactions are thought to play an important role in binding EC and ECg with caffeine. The π - π complexation site of the non-galloylated catechin EC with caffeine was only the A ring, whereas that of the galloylated catechin ECg was aromatic A, B, and B' rings.

(5) Functions of gum arabic and soybean soluble polysaccharide in cooked rice as a texture modifier

Sayaka Ishihara, Makoto Nakauma, Takahiro Funami, Yoshiko Nakaura, Naoyoshi Inouchi, and Katsuyoshi Nishinari
Biosci. Biotechnol. Biochem., **74**, 101–107 (2010)

The textural properties of cooked rice were investigated in the presence and the absence of gum arabic(GA) and soybean soluble polysaccharide(SSPS). SSPS was more effective in increasing the hardness and in decreasing the stickiness of the rice grains than GA. For

both polysaccharides, the increase in hardness was more apparent in the whole body than at the periphery, whereas the decrease in stickiness was more apparent at the periphery than in the whole body. SSPS was more effective in retarding the gelatinization of rice starch and in lowering the elastic characters of the glutinous layer (the materials leached out of the rice grains during cooking) along with a decrease in the amount of amylopectin leached. The textural hardness of cooked rice was determined by the degree of starch gelatinization, whereas the textural stickiness was related to the rheological characters of the glutinous layer and the leaching profile of the starch components.

(6) Preparation of a Furunori-like polysaccharide and the similarity with structures and physical properties of Furunori

Yoshiko Nakaura, Tomoyuki Nishimoto, Tatsuya Sadamori, Takanori Okura, Kurara Sakamoto, Hiroto Chaen, Sigeharu Fukuda, Noriko Hayakawa, Yasuhiro Oka, and Naoyoshi Inouchi

J. Appl. Glycosci., **57**, 77-85 (2010)

A Furunori-like polysaccharide was prepared from the paste of wheat starch for 2 weeks by a new method combining α -amylase treatment of the paste and the washing of the paste to remove low molecular-weight materials during retrogradation of the paste. Structural properties of the Furunori-like polysaccharide and Furunori samples were investigated by comparing their iodine affinity, average molecular-weight, and distributions of the unit chain-length and whole chain-length. The degree of retrogradation was also compared using the β -amylase-pullulanase method and the X-ray diffractometer. All results of these experiments showed similarities between the Furunori-like polysaccharide and Furunori samples. Their similarity of structure and degree of retrogradation appears greatly to provide the Furunori-like polysaccharide with an adhesiveness and smoothness similar to that of the Furunori samples.

(7) 糖質米「あゆのひかり」の消化性と構造特性

新井陽一、白幡 登、深澤純一、土田真由美、中島義信、中浦嘉子、堀端哲也、井ノ内直良

食品科学工学会誌, **57**, 401-407 (2010)

国内で栽培された 11 品種の精白米を対象に、in vitro の炊飯米消化試験および胚乳澱粉の構造特性試験を行った。in vitro 消化性試験は、炊飯米を消化酵素で処理した後に遊離するグルコース量を分析することで試験した。胚乳澱粉の構造特性

は、見かけのアミロース含量と Fr. A 含量 (DP6-12) の試験により評価した。糖質米であるあゆのひかりは、低・中・高アミロース種を含む 11 品種の試験米の中で最も消化率が低かった。あゆのひかりの胚乳澱粉の見かけのアミロース含量および Fr. A 含量 (DP6-12) は、それぞれ 21.8%、34.6%であった。あゆのひかりの炊飯米の消化抑制効果の要因を胚乳澱粉の構造特性から説明することは難しかった。さらにあゆのひかりの特徴としては、炊飯米での消化性試験後にも米粒の原形を保持することを見出した。この消化抑制効果は粉碎した試料を用いると無くなることから、あゆのひかりは難消化性構造を持つと考えられた。また、難消化性構造には胚乳細胞壁が関与していることが示唆された。

(8) Novel method for producing amorphous rice flours by milling without adding Water

Keiji Katsuno, Akihiro Nishioka, Tomonori Koda, Ken Miyata, Go Murasawa, Yoshiko Nakaura, and Naoyoshi Inouchi
Starch/Stärke, **62**, 475-479 (2010)

The present study investigated a novel milling method for producing amorphous rice starch without adding water. A new type of milling machine was developed (termed the shear and heat milling machine (SHMM)), which is capable of applying mechanical shear and heat during the milling process. The SHMM consisted of a pair of rice mortars attached to a servomotor and a ring heater. The heater was installed on the upper mortar; the temperature of the upper mortar was monitored and controlled by a thermal controller. Wide-angle X-ray diffraction (WAXD) analysis was used to determine the crystallinities of starch in rice flour samples produced using the SHMM at different milling temperatures. The WAXD data for milled rice flour that had been heated exhibited no diffraction peaks. This experimental result demonstrates that the developed SHMM produces amorphous rice starch easily by milling with heating without the addition of water. The milling conditions such as the shear and heat applied can be used to control the crystallinity of starch in rice.

(9) Production of fructooligosaccharides by β -fructofuranosidases from *Aspergillus oryzae* KB

Masahiro Kurakake, Ryo Masumoto, Kunihiro Maguma, Akiko Kamata, Etsuko Saito, Norihiro Ukita, and Toshiaki Komaki
J. Agri. Food Chem., **58**, 488-492 (2010).

Aspergillus oryzae KB produces two types of β -fructofuranosidases: F1 and F2. F1

produces the fructooligosaccharides (FOSs) 1-kestose, nystose, and fructosyl nystose from sucrose through a transfructosylation action, whereas F2 mainly hydrolyzes sucrose to glucose and fructose. F1 and F2 enzymes were more selectively produced from the KB strain in liquid media with a sucrose concentration >2% and <2%, respectively. Immobilization using an anion-exchange resin (WA-30 ; polystyrene with tertiary amine) and cross-linking with glutaraldehyde depressed the hydrolysis reaction of F2 (high hydrolyzing enzyme) alone and enhanced the thermal stability of F1 (high transferring enzyme). F1 enzyme produced in the high sucrose medium was immobilized, crosslinked, and packed in a tubular reactor for continuous production of FOSs (24.6% 1-kestose, 21.6% nystose, 5.7% and fructosyl nystose). In a long-term operation in which 60% sucrose was inputted at 55°C, the composition of FOSs produced was 51.9% (transfer ratio: 92%), and production by the immobilized enzyme was maintained for 984 h.

(10) Dietary patterns and depressive symptoms among Japanese men and women

Akiko Nanri, Yasumi Kimura, Yumi Matsushita, Masanori Ohta, Masao Sato, Norio Mishima, Satoshi Sasaki, and Tetsuya Mizoue
Eur. J. Clin. Nut., **64**, 832–839 (2010)

Objective: Although several studies have reported associations of depressive state with specific nutrients and foods, few studies examined the association with dietary patterns in adults. We investigated the association between major dietary patterns and depressive symptoms in Japanese.

Methods: Subjects were 521 municipal employees (309 men and 212 women), aged 21-67 years, who participated in a health survey at the time of periodic checkup. Depressive symptoms were assessed using the Center for Epidemiologic Studies Depression (CES-D) Scale. Dietary patterns were derived by using principal component analysis of the consumption of 52 food and beverage items, which was assessed by a validated brief diet history questionnaire. Logistic regression analysis was used to estimate odds ratios of depressive symptoms (CES-D \geq 16) with adjustment for potential confounding variables.

Results: We identified three dietary patterns. A healthy Japanese dietary pattern characterized by high intakes of vegetables, fruit, mushrooms, and soy products was associated with fewer depressive symptoms. The multivariate-adjusted odds ratios (95% confidence intervals) of having depressive symptoms for the lowest through highest tertiles of the healthy Japanese dietary pattern score were 1.00 (reference), 0.99 (0.62-1.59), and 0.44 (0.25-0.78), respectively (p for trend = 0.006). Other dietary patterns were not appreciably associated with depressive symptoms.

Conclusion: Our findings suggest that a healthy Japanese dietary pattern may be related to decreased prevalence of depressive status.

- (11) Serum cytokeratin M30 level and its correlation with nutritional parameters in middle-aged Japanese males with nonalcoholic fatty liver disease (NAFLD)
Mayumi Tabuchi, Kayoko Tomioka, Takayo Kawakami, Yasuko Murakami, Makoto Hiramatsu, Tatsuya Itoshima, Shiori Sugawara, Aiko Kawashima, Misako Okita, and Ikuyo Tsukamoto

J. Nutr. Sci. Vitaminol., **56**, 271–278 (2010)

Cytokeratin (CK) 18 M30 antigen has been proposed as a diagnostic marker of nonalcoholic fatty liver disease (NAFLD). We studied serum CK18 M30 antigen level and examined the correlations among CK18 and biological data, dietary intake, and plasma fatty acid composition in middle-aged Japanese males with (NAFLD; n=42) and without NAFLD (control; n=35). NAFLD was diagnosed if subjects showed fatty liver on abdominal ultrasonography and their alcohol consumption was <20 g/d. They were also confirmed to have negative serological results for tests of autoimmune liver disease and hepatitis B and C. In the NAFLD group, body mass index, waist circumference, serum M30 antigen, alanine transaminase (ALT), cholinesterase, triacylglycerol, LDL-cholesterol, and HbA1c were significantly higher than in the control group. In the fatty acid analysis of plasma phospholipids, significantly higher dihomo- γ -linolenic acid (DGLA), total saturated fatty acids (SFA), and palmitic/linoleic acid ratio as well as lower arachidonic acid/DGLA ratio were observed in the NAFLD group compared with the control group. In the NAFLD group, M30 antigen was correlated positively with serum ALT, plasma DGLA, dietary SFA, and serum TNF- α as determined by partial correlation analysis controlled for BMI. On the basis of multivariate regression analysis using a stepwise method, M30 antigen was significantly associated with ALT and plasma DGLA. Regarding the determinants of NAFLD as revealed by logistic regression analysis, a high odds ratio was observed for plasma DGLA. In conclusion, members of the NAFLD group showed higher levels of serum CK18 M30 antigen and M30 antigen was strongly associated with serum ALT and plasma DGLA. Abnormal fatty acid metabolism may be a factor that causes aggravation of NAFLD.

- (12) 非アルコール性脂肪性肝炎 (NASH) 患者における食事療法と抗酸化ビタミンおよび EPA 投与の影響

川上貴代、村上泰子、富岡加代子、沖田美佐子

非アルコール性脂肪性肝炎 (NASH) では肥満、糖尿病、高脂血症のような基礎疾患を伴う例が多く食事療法が基本とされる。肝脂肪化に加えて脂質過酸化や炎症性サイトカインなどが進行に関与するとされているが未だ不明である。そこで NASH 症例に抗酸化ビタミンや脂質代謝改善作用を有するとされる EPA を投与し有用性を検討した。NASH 患者を食事指導 (Diet 群)、VE、VC 投与 (Vit 群) VE, C+EPA 投与 (EPA 群) に割り付け、治療開始時と 3 ヶ月後で各種栄養指標を分析した。観察後、身体計測値のうち BMI、体重減少率が Vit 群で低下傾向を示したものの、すべての群で食事摂取状況の変化はなかった。血清 AST、ALT 値は Vit 群で低下傾向を示した。TNF- α は Vit 群で低下傾向を示したが、他の群では変化は見られなかった。結果から、NASH において長期的に適正体重を目ざした減量、特に体脂肪率の減少は重要と考えられた。今後抗酸化ビタミンおよび EPA 投与による NASH 病態改善効果について、症例数を増やし長期的な検討が望まれる。

2. 報文

(1) ヒト白血球におけるシトクロム P450 の発現

山下嘉章、柏木聡一郎、谷 和憲、岡田和嗣、溝本淳史、菊田安至
福山大学生命工学部年報 (9), 13-26 (2010)

ヒト白血球におけるシトクロム P450 (P450) の生理的役割を明らかにすることを目的に、白血球並びに HL60 細胞における P450 の発現を検討した。末梢血中の好中球、単球及び好酸球の 90%以上が抗 CYP4F3A 抗体に陽性であり、RT-PCR による解析でも好中球、単球、好酸球で CYP4F3A の mRNA が確認された。さらに、CYP4F12 の mRNA は好酸球と好中球で検出された。末梢血中の単球のホモジネートは、好中球の試料と比べて約 1/10 のロイコトリエン B₄ の水酸化活性を示した。これらのことは、ヒトの好中球、単球、好酸球で CYP4F3 遺伝子並びに CYP4F12 遺伝子が発現していることを示している。ヒト白血球で観察される CYP4F3B の mRNA の 5' 端の構造は、CYP4F3A と同一であった。好酸球における CYP4F12 遺伝子の転写は、第 1 エクソンの 3' 端より 49b と 85b 上流側の 2 ヶ所から開始されていた。HL60 細胞をレチノイン酸誘導により好中球様に分化させると、CYP4F3A、CYP4F3B 及び CYP4F12 の生成が確認された。一方、ホルボールエステル (TPA) 処理により単球/マクロファージ様に分化した HL60 細胞では、CYP4F3A と CYP4F3B の生成が確認された。遺伝子組換え

により酵母内で生成した CYP4F3A は、ロイコトリエン B₄ をはじめとして、リポキシシン A₄、リポキシシン B₄ 並びに種々のヒドロキシイコサテトラエン酸 (HETEs) を代謝した。同酵素はまた、イミプラミンなどの種々の薬物を代謝した。一方、CYP4F12 はロイコトリエン B₄ と 6-*trans*-ロイコトリエン B₄ の ω 位を水酸化した。以上の結果は、好中球だけでなく単球や好酸球がロイコトリエン B₄ などの生理活性脂質を代謝すること、並びにこれらの細胞が同時に薬物を代謝する可能性を示している。

3. 学会発表

- (1) ジャガイモの硬化に及ぼす蒸留水、水道水への浸漬温度・時間の影響
榎尾幸子、栗田寛子、治部祐里、田淵（林）真愉美、寺本あい、淵上倫子
日本家政学会第 62 回大会（東広島市）、研究発表要旨集、p. 99（2010-5）

目的

大量調理の際の前処理として、高梁川(岡山県)を水源とする水道水にジャガイモを浸漬すると、後から煮熟しても軟化しにくくなる。この硬化の原因を解明する目的で、水の種類、浸漬温度・時間、煮汁の pH、水道水中のカルシウム塩がジャガイモの硬化に及ぼす影響について検討した。

方法

メイクインを、蒸留水、20℃、30℃、60℃の水道水(総社市、岡山市)に 24 時間浸漬した後、煮熟した。また、総社市水道水と同濃度になるよう蒸留水と岡山市水道水に炭酸カルシウムを添加して、同様に浸漬後、煮熟した。また、異なる pH(6.0~8.0)の煮汁中で煮熟し、煮熟後の煮汁の pH を測定した。煮熟後のイモの硬さをクリープメータにより破断強度解析し、細胞壁の開裂状態をクライオ走査電子顕微鏡観察により比較した。

結果

イモを浸漬せずに直ちに煮た場合、最も軟化しやすく、浸漬温度が高くなるほど、浸漬時間が長くなるほど硬化した。60℃浸漬で最も硬化が著しくなった。60℃予加熱により、ペクチンメチルエステラーゼが活性化し、ペクチンが低エステル化度となったため、β - 脱離しにくくなるとともに、Ca²⁺との結合も増し、硬化したと考えられる。また、煮汁の pH が高くなるに従ってイモは軟化した。煮熟後の煮汁の pH は蒸留水が 6 付近であるのに対し、総社市水道水は pH 8 付近と高かった。しかし、総社市水道水へ浸漬後、煮熟すると、煮汁の pH が高いにも関わらず、蒸留水や岡山市水道水中で煮たものより硬かった。

蒸留水や岡山市水道水に総社市水道水と同濃度のカルシウムを添加し、浸漬後煮熟すると、総社市水道水中で煮たときと同程度に硬化し、細胞壁の分離が抑えられた。浸漬液、煮汁中のカルシウムが煮熟後の硬さに影響することを明らかにした。

(2) ジャガイモ（メークイン）の煮熟軟化とペクチン質の関係

栗田寛子、寺本あい、治部祐里、田淵真愉美、槇尾幸子、淵上倫子

日本調理科学会平成 22 年度大会（福岡市）、研究発表要旨集、p. 9（2010-8）

【目的】

春収穫（長崎産）と秋収穫（北海道産）のメークインを用いて、部位別（内随、外随、皮層）のペクチン質の性質の違い、特にエステル化度の違いがジャガイモの煮熟軟化にどう影響を及ぼすか、また、収穫時期の異なるジャガイモの煮熟軟化とペクチン質及び組織構造の変化の関係について検討を行った。

【方法】

長崎産と北海道産の 2L のメークインを使用した。重量、水分、比重を測定した。生および沸騰水中で 10 分煮熟したイモの硬さを破断強度解析し、組織構造の変化をクライオ走査電子顕微鏡で観察した。生および 5 分煮熟後の試料よりペクチン質を 35℃の 0.01N 塩酸、0.1M 酢酸塩緩衝液、2%ヘキサメタリン酸ナトリウム溶液でエステル化度別に分別抽出し、抽出液を各々PA、PB、PCとした。

【結果】

イモの比重は春より秋収穫の方が高い傾向があった。水分は内随>外随>皮層の順に多かった。春収穫では内随が最も煮熟軟化しやすく、外随が最も軟化しにくかったのに対し、秋収穫では皮層が最も軟化しやすく、内随が最も軟化しにくかった。組織構造を低倍率で観察すると、生では皮層にデンプン粒が最も多く、内随にはわずかだった。秋収穫の方がデンプン粒の数は少なかったが、サイズが大きいものが多かった。高倍率で観察すると、10 分煮熟後でも、春収穫の外随の細胞壁のゆるみはわずかであったが、皮層、内随では細胞壁がゆるみ、中層が開いていた。秋収穫の方が細胞壁の開裂が大きかった。ペクチンの総量は春収穫より秋収穫の方が多かった。部位別に比較すると、春、秋いずれも内随が最も多く、次に皮層、外随の順であった。また、春収穫の方が低メトキシルペクチンを多く含み、秋収穫のメークインより軟化しにくかった。PA の割合が多いものほど軟化しやすかった。高エステル化度のペクチンを多く含むほどβ-脱離による分解が早いため軟化しやすく、組織構造観察の結果と一致した。

(3) 冷凍処理したジャガイモの物性と官能評価

栗田寛子、槇尾幸子、寺本あい、田淵真愉美、石井香代子、瀧上倫子

日本栄養改善学会平成 22 年度大会（埼玉県坂戸市）、研究発表要旨集、p. 211
(2010-9)

【目的】

粉ふきいも、マッシュポテト、カレーを冷凍すると、とくにカレー中のジャガイモのテクスチャーが著しく悪化する。ジャガイモを冷凍した際の物性、微細構造の変化を調べ、テクスチャー悪化の原因について検討した。

【方法】

メイクインを約 30 g 単位に切断後、煮熟し、粉ふきいもとマッシュポテトに調製し、 -20°C 、 -30°C および -80°C のフリーザーで冷凍した。また、常法でカレーを調製し、カレー750g を Ziplop コンテナ角型（中）に入れて冷凍する方法と、カレーをソースとジャガイモを別々の容器に入れて冷凍する方法に分け、ルー、ジャガイモ、庫内温度を測定しながら、 -20°C の冷凍庫内で冷凍した。いずれも、約1ヶ月後に電子コンベックの解凍モードで解凍し、イモの物性をクリープメータ（Rheoner RE-33005、山電製）で破断強度解析し、5点評価法で官能評価（見た目、ほくほく、水っぽさ、ぱさつき、食感、総合評価）を行った。さらに組織構造の変化をクライオ走査電子顕微鏡（S-4500、日立製作所製）により観察、比較した。

【結果】

冷凍中のイモの温度は $-80^{\circ}\text{C} > -30^{\circ}\text{C} > -20^{\circ}\text{C}$ 、マッシュポテト > 粉ふきいもの順に速く低下し、最大氷結晶生成帯の通過時間も短かった。粉ふきいもを冷凍すると、粉のふき方が減少した。解凍後の破断応力は、どちらも冷凍前に比べ減少したが、冷凍温度により大差なかった。官能評価は、冷凍により低下するが、食感、ほくほくさ、総合評価は冷凍速度が速いほうが良好であった。カレーはイモとソースを別々に冷凍した方がイモの温度低下が速く、最大氷結晶生成帯通過時間も短かく、解凍後も元の形を保っていた。一緒に冷凍したカレーのイモのほうが、組織損傷が大きく、破断応力も低く、官能評価のすべての評価項目が著しく悪かった。別々に冷凍したほうが、冷凍速度が速いためイモの凍結損傷が軽減され、良好であることが判明した。

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

Michiko Fuchigami, Hiroko Kuwada, Yuri Jibu, Ai Teramoto

6th International Conference on High Pressure Bioscience and Biotechnology (HPBB2010), (Freising-Weihenstephan, Germany), Abstracts, p. 83 (2010-8, 9)

Introduction. The peel of *yuzu* (*Citrus Junos* TANAKA) is used in Japanese dishes and marmalade due to its desirable smell. The surface of the peel is called flavedo (an epicarp) and is yellow and rough. The inside of flavedo is called albedo (a mesocarp) and is white and spongy. An endocarp consists of several segments of juice sacs and a lot of seeds which are surrounded by a segment wall.

The objective of this study is to investigate the relationship between the softening of *yuzu* and the extraction of pectic substances from *yuzu* during soaking in citric acid, heating or pressurization.

Methods. Marketed *yuzu* was divided into flavedo, albedo, endocarp (segment walls) and juice sacs. Flavedo was sliced in 3 mm widths and soaked in a citric acid solution (pH 2.0, pH 2.5 or pH 2.7) for 24h. The texture of the soaked peel (flavedo) was measured using a Rheonier (RE-33005, Yamaden Ltd.). The samples (four parts of *yuzu* and flavedo soaked in citric acid solution of pH 2.7 for 24h at 35°C) were vacuum packed, then boiled in hot water for 10 min or pressurized for 30 min at 500MPa, respectively. Also, sliced flavedo was dropped into hot water then boiled for 10 min. Alcohol-insoluble-solids (AIS) were then prepared from the raw and treated samples. Pectic substances from AIS were extracted into 3 reagents successively: solutions were distilled water (at 20°C, 12h × 2), 0.4% sodium hexametaphosphate (at 20°C, 2h × 2) and 0.05N HCl (at 85°C, 1h). Changes in texture were measured and minute structures of flavedo and albedo were observed using a cryo-scanning electron microscope (S-4500, Hitachi Ltd.).

Results. Firmness of peel decreased as soaking time lengthened and became softer at pH 2.0 than when it was soaked at pH 2.5 and pH 2.7. Firmness of peel was (greatest to least); pressurized > soaked for 24h at pH 2.7 > pH 2.5 > heated. By cryo-SEM observation, the cell walls of flavedo were soaked for 3h at pH 2.0 or for 24h at pH 2.7, but did not loosen. However, the middle lamella separated after soaking 24h at pH 2.0. The structures of albedo became more spongy as the inner position and became loose after 3h of soaking at pH 2.5. The cell walls of flavedo and albedo did not loosen after pressurization. However, after heating, the middle lamella of albedo separated but flavedo did not. The amount of pectin was greatest in albedo > flavedo > endocarp > juice sacs, respectively, and also in pressurized > heated > boiled *yuzu*. About 30% and 24% pectin were extracted by soaking for 24h at pH 2.0 and pH 2.7, respectively. The water-soluble pectin in flavedo, albedo, endocarp and juice sacs increased more by heating than pressurization.

Discussion. By soaking in citric acid solution, *yuzu* peel softened due to the removal of Ca^{2+} . Heating also softened peel, but pressurization did not. 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 by hydrolysis and not by trans-elimination.

- (5) The quality of high-pressure-induced and heat-induced *yuzumarmalade*
Hiroko Kuwada, Yuri Jibu, Ai Teramoto, Michiko Fuchigami
6th International Conference on High Pressure Bioscience and Biotechnology
(HPBB2010), (Freising-Weihenstephan, Germany) Abstracts, p. 84 (2010-8, 9)

Introduction. *Yuzu* is a typical Japanese citrus. Because the peel smell is desirable, it is used in Japanese dishes and marmalade. The smell is maintained by pressurization, but the peel does not soften because pectin does not degrade¹ through trans-elimination.² Citrus peel possesses sufficient pectin and acid to form marmalade, but pectin is added to marketed high-pressure-induced jam and marmalade. Therefore, a method for softening *yuzu* peel without heating will be investigated. In previous papers,^{3, 4, 5} high-methoxyl pectin is extracted by soaking in 0.01N HCl solution (pH 2.0) at 35°C due to the removal of Ca^{2+} , therefore vegetables are softened. This extraction method of pectin^{3, 4} will be used for softening the peel by using citric acid instead of HCl. The objectives of this study are to establish a process for pressure-induced marmalade and to compare it with heat-induced marmalade.

Methods. Peel (flavedo) of *yuzu* was sliced and soaked in 2% citric acid solution (pH 2.0). Peel (albedo), segment wall and juice sacs were homogenized with 0.3% citric acid solution (pH 2.5). After soaking 30min, 3h, 5h, 8h or 24h, peels were mixed and sucrose was added (final sugar 50% or 60%). The samples were vacuum packed, then pressurized for 30 min at 500 MPa or boiled in hot water for 10 min, respectively (process A). Process B: albedo, segment wall and juice sacs were homogenized with 0.06% citric acid solution (pH 2.7) and mixed with sliced flavedo. Then it was soaked for 24h at pH 2.7, sucrose was added (final sugar 50%), then marmalade was made the same as process A. The firmness of flavedo in marmalade and the rheology of marmalade (jelly) without peel were measured using a Rheoner and a Rheosol-G3000, respectively. Sensory evaluation of marmalade was compared using a five point scale.

Results. Peel of high-pressure induced marmalade maintained a natural color. Firmness of peel decreased during soaking due to the removal of Ca^{2+} . Firmness of peel in heat-induced marmalade became softer than when it was high-pressure induced. It was found that pectin of high-pressure-induced marmalade does not degrade through trans-elimination and

firmness of peel increases as it dehydrates with sucrose. The viscosity of heat-induced marmalade (process A) was higher than high-pressure-induced marmalade, and marmalade with 60% sugar was slightly higher than that with 50% sugar. However, a great difference in viscosity between heat-induced and high-pressure-induced marmalade (process B) was not found.

Discussion. High-pressure-induced marmalade (both processes A and B) with 50% sugar was evaluated as best by a sensory test, because fresh flavor and color were maintained.

References.

1. Kato, N. et al. J. Food Sci. 1997. 62: 359
2. Albersheim, P. *et al.* Arch. Biochem. Biophys. 1960. 90: 46
3. Fuchigami, M. and Okamoto, K. J. Jap. Soc. Nutri. Food Sci. 1984. 37: 57
4. Fuchigami, M. J. Food Sci. 1987. 52: 1317
5. Fuchigami, M. J. Food Sci. 1990. 55: 739

(6) 中国地方におけるさば、あじ、いわしの調理法と地域性の検討

木村安美、淵上倫子

第 57 回 (社) 日本家政学会中国・四国支部研究発表会 (山口市)、研究発表要旨集、p. 17 (2010-10)

(7) キャベツの摂取によって胃の中で生じる創傷治癒因子・リゾホスファチジン酸

木下正文、近藤宏樹、足立美佳、瓜倉真衣、盛重純一、里内 清、田中 保、徳村 彰

日本薬学会第 130 年回 (岡山)、講演要旨集 No. 3、p. 85 (2010-3)

(目的) リゾホスファチジン酸(LPA)は細胞増殖因子様メディエーター脂質である。消化管管腔に投与した LPA が、コレラ毒素誘導性下痢を止瀉し、トリニトロベンゼンスルホン酸惹起性大腸炎を緩和することなどから、LPA は種々の消化管障害の治癒を促進する可能性が示唆されている。今回、我々は緑黄色野菜、特にキャベツの抗潰瘍性機能に LPA が関与する可能性を調べる目的で、消化管における LPA 産生とその作用について調べた。(方法と結果) 新鮮なキャベツのしぼり汁とホスファチジルコリン(PC)をインキュベートすると、短時間で大半がホスファチジン酸(PA)に変換され、このホスホリパーゼ D(PLD)活性は弱酸性においても維持された。次に絶食したラットより胃を摘出し、胃壁を生理食塩水で洗浄して洗浄液上清のホスホリパーゼ A(PLA)活性を測定した。その結果、胃壁に PA をよい基質とする比較的強力な細胞外 PLA 活性の存在を確認した。さらに摘出したマウス胃中に PA 懸濁液を投与すると、インキュベート開始後 30 分で約 26%が LPA へ変換されることが明らかに

なった。また、胃上皮様株化細胞・HGC-27 細胞、線維芽細胞・Swiss 3T3 細胞に LPA を添加すると、両細胞株ともに運動性が刺激され、コンフルエントの単層培養細胞を剥がし取ることによってできた傷を周辺の細胞が埋めていった。(考察) キャベツなどを摂取すると PLD および PLA が連続的に作用し、胃壁で LPA が生じて、粘膜上皮細胞や繊維芽細胞を活性化することが示唆された。緑黄色野菜の消化管への保護的効果にはメチルメチオニンやジアスターゼなどの他に、LPA が関与している可能性が示唆された。

(8) Formation of lysophosphatidic acid, a wound-healing lipid, during digestion of cabbage leaves

Tamotsu Tanaka, Jun-ichi Morishige, Hiroki Kondo, Masahumi Kinoshita, Mika Adachi, Mai Urikura, Kiyoshi Satouchi, and Akira Tokumura

Keystone Symposia: Bioactive Lipids, Biochemistry and Diseases, Kyoto, Abstracts, p.105 (2010-6)

Lysophosphatidic acid (LPA) is a lipid mediator that plays a role in the process of wound healing in animal tissues, including the digestive tract. We previously developed a method for quantification of LPA with Phos-tag, a phosphate capture molecule. Using this novel method, we determined LPA in several foodstuffs. We found that cabbage leaves were the richest source of LPA. We obtained the evidence that phosphatidic acid (PA) formed during mastication of raw cabbage leaves was converted to LPA by phospholipase A₂ in mouse stomach. The lipid extract obtained from ground cabbage leaves promoted both proliferation and motility of stomach-derived epithelial-like cell lines. We observed that oral administration of LPA to a rat significantly inhibited the stress-induced formation of stomach ulcer. From these results, it is suggested that LPA formed during the digestion of cabbage leaves is one of the components in the beneficial effect of ingested cabbage on a damaged digestive tract.

(9) 卵白リゾホスホリパーゼ D により産生されるリゾホスファチジン酸の卵黄囊の血管系形成作用

盛重純一、徳村 彰、里内 清

第 52 回脂質生化学会 (群馬)、脂質生化学研究 52、pp. 81-84 (2010-6)

我々は、以前、ニワトリの卵白には数 mM のリゾホスファチジン酸 (LPA) および LPA 産生酵素のリゾホスホリパーゼ D (lysoPLD) とその基質のリゾホスファチジルコリン (LPC) が存在し、孵卵初期では lysoPLD の作用により LPA 濃度が増加すること

を報告した。今回、卵白 LPA が卵黄囊の血管系形成に関わっているか *in vivo* のモデル系を用いて調べた。有精卵の卵黄を 5 mM 18:1 LPA を含む卵白希釈液で 4 日間培養すると卵黄囊の血管網の形成率が有意に上昇した。この効果は、5 mM 16:0 LPC を含む卵白希釈液でも観察された。また、LPA 受容体アンタゴニストの N-パルミトイルセリンリン酸 (NASP) により抑制された。卵白希釈液中の LPA 産生量は NASP の影響を受けていなかったことから、孵卵初期に lysoPLD によって産生された LPA は、NASP 感受性の LPA 受容体を介して卵黄囊の血管系形成に関わっている事が示唆された。

(10) 抗潰瘍作用を目的とするホスホリパーゼ D 活性の高い野菜の有効な摂取法

瓜倉真衣、盛重純一、森 一弘、横川和弘、葛西彩香、田中 保、徳村 彰、里内清

日本脂質栄養学会第 19 回大会 (愛知)、講演要旨集、p. 194 (2010-9)

【目的】 リゾホスファチジン酸 (LPA) は種々の生理活性を有するリゾ型リン脂質メディエーターであり、消化管粘膜上皮細胞の新生を促すことが報告されている¹⁾。アブラナ科の野菜ではホスホリパーゼ D (PLD) 活性が高く、キャベツなどの野菜をすり潰すと組織中の PLD が活性化され、リン脂質を加水分解し、LPA 前駆体であるホスファチジン酸 (PA) が生成される。この反応により消化管にもたらされる PA の量は食べ合わせなど摂食時の条件により大きく異なる可能性が考えられるが詳細は不明である。本研究ではキャベツの PLD 活性の特徴から、PA・LPA 量を多くする食事法を検討することを目的とした。

【方法】 キャベツ圧搾液を酵素溶液として使用し、基質 [大豆ホスファチジルコリン (PC)、卵黄 PC、ホスファチジルセリン (PS)、ホスファチジエタノールアミン (PE)、ホスファチジルイノシトール (PI)]、反応時間、pH 等の条件を変化させ、PA 生成量を測定した。キャベツ裁断法として種々の処理を施したり、マヨネーズと和えた後、脂質を抽出し PA 生成量を測定した。また PA および PA にホスホリパーゼ A₂ を作用させ生じた LPA についてガスクロマトグラフィーおよび飛行時間型質量分析計にて構成脂肪酸および分子種を分析した。

【結果及び考察】 キャベツ PLD は大豆や卵黄に多く含まれる PC を良好な基質とした。さらに弱酸性領域でも活性を保持していたことより、胃の中でも PLD 活性により PA が生じると考えられた。キャベツ処理別での比較では、細かく処理するほど PLD 活性は高く、リン脂質を多く含むマヨネーズと和えるとさらに大量の PA が生じた。また、PC とキャベツ圧搾液の反応で生じる PA の分子種は、基質 PC の脂肪酸組成を反映したものとなり、大豆 PC からは 1, 2 位とも不飽和脂肪酸を有する PA が多く生成したのに対して、卵黄 PC からは 1 位に飽和脂肪酸、2 位に不飽和脂肪酸を有す

る PA が生じた。食事によって生じた PA が消化管内でホスホリパーゼ A₂ の作用を受けて LPA へと変換され、消化管粘膜再生に働いている可能性が考えられている¹⁾。生キャベツを細かく調理することと、リン脂質を多く含む食品との食べ合わせが、抗潰瘍作用を示すひとつの有効な食事法と考えられた。

1) S. Choi et al., Am. J. Physiol., 292:G98-G112, 2007

(11) キャベツ葉に見出されたフィトセラミド-1-リン酸

田中 保、盛重純一、喜田孝史、安藤千恵、木下正文、葛西彩香、大本真弓、瓜倉真衣、里内 清、徳村 彰

2010 年度 日本農芸化学会中四国支部大会（香川）、講演要旨集、p. 19（2010-9）

(12) キャベツ葉に見出されたフィトセラミド-1-リン酸

田中 保、盛重純一、喜田孝史、安藤千恵、木下正文、葛西彩香、大本真弓、瓜倉真衣、里内 清、徳村 彰

第 83 回生化学会大会（神戸）、講演要旨集 CD（2010-12）

我々はこれまで、食品に含まれる創傷治癒性リン脂質のリゾホスファチジン酸 (LPA) について調べ、キャベツ葉に LPA が多く含まれていることなどを明らかにしてきた。この研究の過程で、二次元 TLC 上、LPA とよく似た挙動をするリン脂質をキャベツの葉中に認めた。単離されたこのリン脂質は弱アルカリによる加水分解を受けなかったことより、グリセロ型ではなくスフィンゴ型リン脂質と推定された。このリン脂質のマトリックス支援レーザー脱離イオン化—飛行時間型質量分析 (MALDI-TOF/MS) による検出を試みた結果、リン酸モノエステルと特異的に結合する Phos-tag 試薬共存下でのみ観察されるイオンピークとして m/z 1236.5, m/z 1320.6, m/z 1346.7, m/z 1348.7 が観察されたので、このリン脂質はリン酸モノエステル脂質と考えられた。さらに、このリン脂質より調製した脂肪酸メチルエステルのガスクロマトグラフィー・電子衝撃イオン化質量分析では C16:0, C22:0, C24:0, C24:1 の 4 種のアルファ-ヒドロキシ脂肪酸が検出された。また、このリン脂質のアセトニトリル性塩酸処理を行うと、フィトスフィンゴシン-1-リン酸が生じることが先の Phos-tag を用いた MALDI-TOF/MS により確認された。以上より、キャベツ葉に検出された未知リン脂質は C16:0, C22:0, C24:0, C24:1 のアルファ-ヒドロキシ脂肪酸を有するフィトセラミド-1-リン酸 (PC1P) と決定された。PC1P は煮沸したキャベツ葉ではほとんど検出されず、キャベツ葉のホモジネートにホスホリパーゼ D (PLD) を作用させると生じることなどから、PC1P は何らかの前駆体から活性化された PLD 作用により生じるものと推定された。

(13) 混合油脂の核化と成長に及ぼす圧力の影響

山本英二、勝部泰子、岡林優子、高橋裕子、高橋沙織、遠藤芙美、松井芳佳、三宅沙織

化学工学会 第 42 回秋季大会 (京都)、講演要旨集、G301 (2010-9)

食用固体油脂の主成分は種々のアシル基を持つ、トリアシルグリセロールである。我々は加圧によって所望の大きさの油脂の微粒子を生成するための基礎データを得ることを目的として、食用固体油脂の主成分であるトリアシルグリセロール (TAG) の 1 種類を菜種油と混合した液を油脂のモデルとして使用し、多形の圧力温度相図の測定および核化挙動の検討をおこなっている。本研究では、2 種類の TAG (トリラウリン (LLL) とトリパルミチン (PPP)) を菜種油と混合した液を油脂のモデルとして使用し、混合系の油脂の圧力温度相図および結晶化挙動について検討し、1 種類の TAG (トリラウリン (LLL) あるいは、トリパルミチン (PPP) の場合との比較をおこなった。

LLL50%、PPP10%および LLL50%・PPP10%混合油脂の圧力・温度相図を比較すると、混合油脂の固液平衡圧力曲線は、PPP10%に近いことがわかった。

LLL50%、PPP10%の α 形、あるいは LLL50%・PPP10%混合油脂のそれぞれの平衡圧力よりも高い圧力で保持したときの結晶核化の待ち時間 θ の逆数 $1/\theta$ [s⁻¹] は、飽和圧力 ΔP [MPa] に対して指数関数的に増加した。そこで、核化速度 $dN/dt \propto 1/\theta = k_w \Delta P_{nw}$ として、両辺の対数を取り、 $\log(1/\theta)$ vs. $\log \Delta P$ のプロットをした。圧力依存性次数 n_w を比較すると、混合油脂の圧力依存性次数は α 型 PPP10% と近い値を示した。以上の結果から、混合油脂の核化は PPP の核化に依存している可能性を明らかにした。

(14) Similarity with structures and physical properties of Furunori-like polysaccharide and Furunori

Yoshiko Nakaura, Tomoyuki Nishimoto, TastyuSadamori, Takanori Okura, Kurara Sakamoto, Hiroto Chaen, Sigeharu Fukuda, Noriko Hayakawa, Yasuhiro Oka, and Naoyoshi Inouchi

XVIII International Starch Convention (XVIII ISC), Cracow, Poland (2010-6)

Special kinds of aged paste, called Furunori, is a traditional material used as adhesive for the conservation of Japanese paintings. It has low viscosity and is a weaker adhesive than fresh starch paste. It is made by storing wheat starch paste in large jars and placing them

in a cellar for as long as ten years.

A Furunori-like polysaccharide was prepared from the paste of wheat starch for 2 weeks by a new method combined α -amylase treatment of the paste and the washing of the paste to remove low molecular-weight materials during retrogradation of the paste. Structural properties of the Furunori-like polysaccharide and Furunori samples were investigated by comparing their iodine affinity, average molecular-weight, and distributions of the unit chain-length and whole chain-length. The degree of retrogradation was also compared using the β -amylase-pullulanase method and the X-ray diffractometer. All results of these experiments showed similarities between the Furunori-like polysaccharide and Furunori samples. Their similarity of structure and degree of retrogradation appears greatly to provide the Furunori-like polysaccharide with an adhesiveness and smoothness similar to that of the Furunori samples.

(15) Relationship between structure and physicochemical properties of rice starches
Naoyoshi Inouchi, Testuya Horibata, Hideo Hibi, Yoshiko Nakaura, and Tomio Itani

Frontiers of New Approaches to Starch Metabolism Dynamics, Akita, Japan, (2010–11)

1. Relationship between structure and physicochemical properties of endosperm starches of rice originated in Japan and the other countries

Properties of rice starches were investigated using 4 types of endosperm starches, waxy, low amylose(AM), medium AM and high AM starches of rice cultivars bred in Japan and the other countries. Rice starches were prepared from the polished rice using a cold alkali method. There was a highly negative relationship between the real AM contents and the peak viscosity measured by Rapid Visco Analyser (RVA) for non-waxy starches. In the group of high AM starches, there were two types (in Japan) and various types (in the other countries) of rice starch samples with similar apparent AM contents, different contents of super-long chains (SLC) in amylopectin (AP), and different values in peak viscosity and setback of starches measured by RVA. Since there was a highly positive relationship between SLC contents and setback, the SLC in AP seems to have a great influence on the setback of starch. Both the side-chain length distributions within the short-chain range of AP and the SLC content of AP greatly influence the gelatinization temperature of rice starches. The SLC in AP contributed to neither swelling nor dissolution of rice starches in water at 75°C. The starches of non-waxy cultivars of indica and Chinese indica had decreased amounts of branch chains with the degree of polymerization (DP) of 6-12(Fr.A).

The Fr.A contents correlated negatively with the peak temperature of gelatinization of the rice starches measured by DSC. There was a high positive relationship between amounts of Waxy (Wx) protein and SLC contents in starch. This appears to show that Wx protein is concerned with synthesis of SLC. Finally, we proposed a scheme of the relationship between the SLC and the Fr.A contents of AP as a classification of endosperm starches of rice.

2. Fine structure of rice amylopectins with different chain-length distributions and SLC contents

Some structural characteristics were investigated for waxy rice starches and the APs purified from non-waxy rice starches using Schoch's method modified by Takeda et al. with different chain-length (CL) distributions and SLC contents. Fig.1 shows the average CL, β -amylolysis limit, average outer CL, average inner CL, and λ_{\max} (wavelength at absorption maximum) and blue value (A680) of iodine complexes of the rice APs. The average CL and outer CL were the highest in the very long type of AP cluster CL. The highest β -amylolysis limit, λ_{\max} , and blue value were observed in the APs with high contents of SLC. The average inner CL of AP was 6 - 7 and similar among APs except for the very long type of AP cluster CL.

(16) Properties of endosperm starches and physical properties of cooked rice of high-amylose rice "Yukinoho"

Yoshiko Nakaura, Keiko Nakao, Ryuichiro Takagi, Ryoichi Unno, Yasuhisa Hayashi, and Naoyoshi Inouchi

Plant Polysaccharide and Applied Glycoscience Workshop 2010 (PPAGW 2010), Tokyo, Japan (2010-7), *J. Appl. Glycosci.*, **57**, 39 (2010)

A rice cultivar, Yukinoho was discovered in Hokkaido as a mutant rice of Aya. It is a high amylose rice and is expected to use as a dietary cure. In this work, we have demonstrated the physical properties of cooked rice and the properties of endosperm starches of Yukinoho bred in 2004-2008, and compared with those of 80 rice cultivars bred in 2006 at several national agricultural research centers and a commercial rice of Koshihikari. Starch granules were prepared from polished rice by the cold alkali method. Rice amylopectin was isolated and purified from the rice starch by a modification of Schoch's method.

Iodine absorption spectra of starches. The λ_{\max} of starches of Yukinoho, 80 rice cultivars, and commercial Koshihikari were in the range of 582-593nm, 520-592nm and 566nm, respectively. The Blue value (B.V.) of these starches were in the range of 0.32-0.36, 0.05-0.37 and 0.24, respectively. There was a highly positive relationship between λ_{\max}

and B.V. of them.

Chain-length distributions of starches and amylopectins of Yukinoho and Koshihikari by gel permeation chromatography. The contents of aparent amylose (AAM) and super-long chain (SLC) of Yukinoho starches were 26.1-30.3%, 7.3-8.6%, respectively. Both of these values were higher than Koshihikari starch. These results correlated with the λ_{max} and B.V. measured from iodine absorption spectra.

Debranching of starches of Yukinoho and Koshihikari with isoamylase and fractionation of debranched materials by HPAEC-PAD. The contents of fraction for peak areas of unit chains of DP6-12 (Fr.A) of Yukinoho and Koshihikari starches were 27.7-31.5%, 26.5%, respectively. These results show that there were large amounts of the short side chains in Yukinoho starches.

Thermal properties of starches by DSC. The range of the peak temperature (T_p) of starches of Yukinoho, 80 rice cultivars, and commercial Koshihikari were 57.8-60.70 °C, 61.8-73.50°C (except for Ayunohikari composed of starch gelatinizes at a strikingly low temperature), 67.20°C, respectively. The enthalpy change (ΔH) of these starches were 8.5-10.9J/g, 7.2-13.5J/g (except for Ayunohikari composed of starches gelatinizes with low ΔH), 10.0J/g, respectively. Yukinoho is one of the lowest T_p among Japonica rices, but ΔH is similar to 80 rice cultivars and commercial Koshihikari. These results show that the short side chains in Yukinoho starches make the T_p decrease. This result corresponds to a previous report.

Viscosity of starches of Yukinoho, 80 rice cultivars, and commercial Koshihikari measured by RVA. The viscogram of Yukinoho is very close to Hoshiyutaka, that is, the peak viscosity is low and the setback is high.

Hardness and stickiness of cooked rice just after cooking and after storage at 50°C. Since Yukinoho was significantly hard and less stickiness in both conditions, it is expected to use Yukinoho as pilaf and fried rice.

(17) Effects of variations in starch synthase on properties of rice starch and cooked rice

Yoshiko Nakaura, Scunichi Kani, Noriaki Aoki, Takayuki Umemoto, and Naoyoshi Inouchi

Plant Polysaccharide and Applied Glycoscience Workshop 2010 (PPAGW 2010), Tokyo, Japan (2010-7), *J. Appl. Glycosci.*, **57**, 45 (2010)

We evaluated the effects of variation in two starch genes in rice (*Oryza sativa* L.) – granule-bound starch synthase I (GBSSI, wx) and starch synthase IIa (SSIIa, alk) –

between indica cultivar Kasalath and japonica cultivar Nipponbare on properties of rice starch and cooked rice. We used six samples, namely, four near-isogenic lines – NIL(Wxa, alk), NIL (Wxa, Alk), NIL (Wxb, Alk), and NIL (wx, Alk) – containing chromosomal segments of Kasalath on a Nipponbare genetic background, and wx mutant of Nipponbare; (wx, Alk), and Nipponbare; (Wxb, alk).

The Wxa allele explained most of the difference in contents of apparent amylose and super-long chain in amylopectin between the two cultivars, and decreased the peak viscosity and breakdown, and increased the setback than those of Nipponbare. These changes reduced the quality of cooked rice both just after cooking and after storage at 5°C, because they increased the hardness of cooked rice both just after cooking and after storage at 5°C and decreased the stickiness of it.

The variation in SSIIa affected the chain-length distributions of amylopectin among samples. NIL(Wxb, Alk), NIL (Wxa, Alk), and NIL (wx, Alk) showed very similar profiles to those of Kasalath in having fewer short chains of DP6-11 and more mid-length chains, as reported by Umemoto et al [1]. The variation in SSIIa affected the gelatinization temperature of starch. NIL(Wxb, Alk) and NIL (Wxa, Alk), and especially NIL (wx, Alk) showed higher gelatinization temperature than Nipponbare. The variation in SSIIa also affected the eating quality after storage of cooked rice at 5°C. The cooked rice after storage at 5°C of NIL(Wxb, Alk), NIL (Wxa, Alk), and NIL (wx, Alk) became harder and less sticky than Nipponbare, although the rices were comparable just after cooking.

The wx allele explained the difference in the existence and deficiency of amylose and super-long chain in amylopectin among samples. [1] Umemoto, T., Aoki, N., Lin, H.X., Nakamura, Y., Inouchi, N., Sato, H., Yano, M., Hirabayashi, H. and Maruyama, S., *Funct. Plant Biol.*, 31, 671-684 (2004).

(18) Structural and physicochemical characteristics of endosperm starches of rice cultivars bred in Japan

Naoyoshi Inouchi, Tetsuya Horibata, and Yoshiko Nakaura

International Workshop on Food Processing and End-Use Qualities of Field crops and Starch, Obihiro, Japan (2010-7)

Structural and physicochemical properties of rice starches were investigated using four types of endosperm starches (waxy, low amylose (AM), medium AM and high AM starches) of rice cultivars bred in the agricultural experiment station of the Ministry of Agriculture, Forestry, and Fisheries of Japan. There was a highly negative relationship

between the real AM contents and the peak viscosity measured by a Rapid Visco Analyser (RVA) for non-waxy starches. There was a highly positive relationship between super-long chains (SLC) contents in amylopectin (AP) and setback of starches measured by RVA, so the SLC in AP seems to have a great influence on the setback of starch. Both of side-chain length distribution within the short-chain range of AP and the SLC content of AP greatly influence the gelatinization temperature of rice starches. The SLC in AP contributed to neither swelling nor dissolution of the rice starches in water at 75°C. We proposed a scheme for the relationship between the SLC and Fr.A (DP6-12) contents of AP as a classification of endosperm starches of rice cultivars bred in Japan. There were significant differences among the setback values of the starches plotted into three zones determined by the SLC contents in the scheme.

- (19) Properties of endosperm starches and physical properties of cooked rice of rice cultivars bred in Japan.

Yoshiko Nakaura, and Naoyoshi Inouchi

International Workshop on Food Processing and End-Use Qualities of Field crops and Starch, Obihiro, Japan (2010-7)

Rice is the most important food resources in Japan. Japanese people usually eat not only freshly cooked rice but also stale cooked rice like a rice ball. The texture of cooked rice is mainly controlled by rice cultivars, which have different properties of endosperm starches. So, it is important to investigate the relationship between the properties of endosperm starches and the physical properties of cooked rice.

In this work, we used 80 cultivars bred in 2006 at several national agricultural research centers. These cultivars consist of 12 waxy, 25 low-amylose, 40 medium-amylose and 3 high-amylose rice samples. Starch granules were prepared from polished rice by the cold alkali method.

Properties of endosperm starches have clarified by iodine absorption spectra, DSC, RVA and GPC. The range of blue value (B.V.) and wavelength at absorption maximum (λ_{max}) of endosperm starches measured by iodine absorption spectra were 0.05-0.37 and 520-592nm, respectively. The peak temperature (T_p) and the enthalpy change (ΔH) of the gelatinization of rice starches measured by DSC were in the range of 54.2-73.5°C and 4.4-13.5J/g, respectively. The temperature at initial viscosity rising (T_v), peak top viscosity (PV), breakdown (BD) and setback (SB) of each starch samples were obtained from the RVA viscograms. The PV , BD and SB were in the range of 126-467RVU, 36-367RVU and 35-340RVU, respectively. The range of apparent amylose content (AAM) measured by

GPC was 0.0-28.5%.

Physical properties of freshly cooked rice and the stale cooked rice stored at 5°C for 24h has demonstrated by katasa-nebari-kei which is a kind of tensipresser. The hardness and stickiness of freshly cooked rice were in the range of 1.70-7.03kgf and 0.02-0.88kgf, respectively. The range of hardness and stickiness of stale cooked rice were 1.27-9.68kgf and 0.01-0.80kgf, respectively. There were positive relationships between the hardness of cooked and stale cooked rice and some properties of starches (the apparent amylose content, iodine affinity (B.V. and λ_{max}), and RVA setback).

(20) マメ種子澱粉の構造と物性—エンドウ、アズキ、リョクトウ、インゲンマメについて—

井ノ内直良、熊崎江里子、中浦嘉子

日本食品科学工学会大会(東京)、要旨集、p. 63 (2010-9)

【目的】日常的に食されているエンドウ、アズキ、インゲンマメなどのマメについて、その種子澱粉の構造と物理化学的特性を調べることを目的とした。

【方法】エンドウ属のエンドウ(豊成、スナックエンドウ、つる無しスナックエンドウ2号;いずれも商品名、米国産)、ササゲ属のアズキ(早生夏小豆;福岡県産)とリョクトウ(緑豆;中国産)、インゲンマメ属のインゲンマメ(つる無し豆菜白金時;北海道産)の計6種のいずれも市販のマメ種子から澱粉を調製した。6種のマメ種子澱粉の構造特性(ヨウ素吸収曲線の最大吸収波長と青価、アミロース含量、アミロペクチンの鎖長分布、平均鎖長など)、物理化学的特性(DSCにより測定した糊化温度、糊化熱量、RVAで測定した粘度、X線回折図形など)、生澱粉分解酵素ダビアーゼK-27による分解残渣の構造と走査型電子顕微鏡観察などを行った。

【結果】今回実験に用いたマメ種子澱粉の中では、アズキ澱粉が最もアミロース含量が低く、次いでリョクトウとインゲンマメの澱粉は真のアミロース含量が30%以上と高く、さらにエンドウのマメ種子澱粉のアミロース含量が高かった。中でもスナックエンドウの2種の澱粉は40%以上の真のアミロースに加えて、アミロペクチンの超長鎖含量および短鎖画分に対する長鎖画分の割合も高かった。そのためヨウ素親和力および平均鎖長が最も高かった。そのような構造特性をもったスナックエンドウの2種の澱粉は、糊化温度が100°Cでも観察されないほど高く、RVAによる粘度測定でも粘度上昇は観察できなかつた。また、他のマメ種子澱粉のX線回折図形がC図形であるのに対して結晶性の低いB図形を示した。

RVAの最高粘度はリョクトウとアズキ澱粉が非常に高く、豊成とインゲンマメはRVAの温度低下に伴い粘度が上昇する傾向が見られた。アズキとインゲンマメは糊化温度が高い傾向が見られた。

生澱粉分解酵素ダビアーゼ K-27 により約 30%分解させた残渣は酵素処理していない澱粉と比べ、ヨウ素親和性、鎖長分布ともに類似していた。

(21) 新規製粉法により調製された米粉の性質および米粉中の澱粉の構造変化

井ノ内直良、河内慎治、中浦嘉子、勝野圭史、西岡昭博

日本応用糖質科学会平成 22 年度大会（静岡）（2010-9）、*J. Appl. Glycosci.*, **57**, Suppl. 29 (2010)

【目的】常温での加水により高い粘性を示し、通常の米粉とブレンドすることにより米粉 100%パンの原料米粉となる非晶質米粉を精白米から簡便に調製できる加熱・せん断型粉碎装置が山形大学によって開発された*。この粉碎装置を用い、原料となる精白米に対して装置の粉碎処理条件を変えて調製した米粉の物性および米粉中の澱粉の構造変化を明らかにすることにより、非晶質米粉が常温の水により高い粘性を示す現象を解明することを目的とした。

【方法】原料米として山形県産うるち米のはえぬき、およびもち米のモチミノリの精白米を用い、加熱・せん断型粉碎装置の上臼と下臼の間隙（ギャップ）と上臼の温度を変化させて各種米粉を調製した。各種米粉の DSC による吸熱曲線、30℃の水中での膨潤力および溶解度を測定した。また、常温の水に可溶および不溶の各種米粉中の糖質成分を、米粉試料を常温の水で充分振とうすることにより調製し、それぞれの糖質成分の枝切り前後の構造を原料米澱粉の構造と比較した。

【結果】同一粉碎条件では、はえぬきよりもモチミノリのほうが米粉の 30℃の水中での溶解度が高かった。加熱・せん断型粉碎装置により処理された米粉中の澱粉は、ギャップが狭く上臼の温度が高いほど低分子化していた。ただし、米粉中の澱粉の低分子化はアミロペクチンのクラスター内部の側鎖ではなく、アミロペクチン分子全体のレベルで、アミロースよりも優先的に低分子化が起こっていた。（*この研究は(独)NEDO 産業技術研究助成事業の支援のもと行われた。）

(22) イネ枝切り酵素の基質特異性と役割

前野友香、阿部光雅、内海好規、藤田直子、中村保典、岩本博行

日本農芸化学会中四国支部第 26 回講演会（松山）、講演要旨集、p. 19 (2010-1)

(23) プルラナーゼの保存領域 3 を含むループの induced-fit motion は活性発現に必要か？

岩本博行、佐藤孝憲、三輪泰彦、山岸幸正、三上文三、勝矢良雄

日本農芸化学会 2010 年度（平成 22 年度）大会（東京）、大会講演要旨集、p. 22 (2010-3)

【目的】 プルラナーゼ (PUL) は α -アミラーゼファミリーGH13 に分類される澱粉枝切り酵素である。これまでの X 線結晶構造解析から、サブサイト+2に基質が結合することにより、保存領域 3 を含むループの構造がアポ型から活性型へと induced-fit motion をおこす事を見出した。保存領域 3 のアミノ酸配列は PUL 間ではほぼ GEGW と保存され、2つの Gly 残基を含むのに対して、同じ澱粉枝切り酵素であるイソアミラーゼ (ISA) の多くは AEPW とリジッドな配列である。そこで本研究ではループの構造変化と活性発現との関連について調べた。

【材料と方法】 保存領域に存在する 2つの Gly 残基を Ala、Met、Val、Pro に変えた変異酵素を作成し、各種基質に対する反応速度パラメータを求めた。

【結果】 保存領域 3 にある触媒残基 Glu706 はループの構造変化によって初めて触媒位置に移動するのに対し、ISA ではループ構造が活性型に固定されていると考えられる。変異酵素解析の結果、Val 置換酵素では活性が大きく減少するのに対し、ISA とのハイブリッド型配列を持つものには活性が上昇するものがあった。

(24) イネ枝切り酵素の基質特異性と役割

前野友香、阿部光雅、内海好規、藤田直子、中村保典、岩本博行

第 5 回 産業用酵素シンポジウム「産業利用酵素の最前線 ~タンパク質工学による機能改変酵素や極限環境微生物由来酵素の産業利用~」(長浜)、講演要旨集、p. 31 (2010-11)

【目的】 アミロペクチンはグルコースが α -1, 4-および α -1, 6-グルコシド結合によって重合した α -ポリグルカンであり、房状の構造 (クラスター構造) を持つ。アミロペクチンの生合成にはデンプン合成酵素 (スターチシンターゼ; SS)、デンプン枝作り酵素 (BE)、およびデンプン枝切り酵素 (DBE) の 3つが重要な働きをしている。まず、SS によって伸長された α -グルカン鎖に BE が作用して分岐構造が形成される。この際、房状構造を形成する上で不適切な位置に分岐が形成された場合、DBE が不要な枝を剪定して適切な構造を維持すると考えられている。

DBE はその基質特異性の違いによりイソアミラーゼ (ISA) とプルラナーゼ (PUL) の 2つに大きく分類される。イネゲノム中には 3つの ISA 遺伝子と 1つの PUL 遺伝子が含まれており、このうちアミロペクチンの生合成に関与しているのは ISA1 と ISA2 のヘテロ複合体である。これに対して ISA3 は葉で発現し、貯蔵デンプンではなく、光合成により葉で生合成される同化デンプンの代謝に関与している。一方、PUL は発芽時における胚乳デンプンの分解に関与すると考えられている。

本研究では、イネで発現する DBE のうち ISA3 と PUL について基質特異性を調べ、その生理的役割との関係について検討した。

【方法】 本研究で用いたイネ葉由来 ISA3 (OsISA3) と PUL (OsPUL) は、いずれも大腸菌で発現させた組換え型酵素である。イネゲノムからの酵素遺伝子のクローニ

ングと大腸菌での発現系の構築は、秋田県立大学で行った。用いた発現ベクターは、OsISA3 では pET32 であり、OsPUL では pET15b である。大腸菌で発現させた酵素は、Co-TALON および Ni-NTA アフィニティークロマトグラフィー、イオン交換クロマトグラフィー、およびゲル濾過クロマトグラフィーで SDS-PAGE 上シングルバンドにまで精製して実験に用いた。実験に用いた基質のうち、フィトグリコーゲン（植物グリコーゲン）、 β -リミットカキグリコーゲン、および β -リミットフィトグリコーゲンは秋田県立大学にて調製し、それ以外は市販の物を用いた。酵素活性は、酵素反応に伴う還元力の増加を Park-Johnson 法で測定して求めた。

【結果と考察】・OsISA3 について： 一般的なイソアミラーゼは、アミロペクチンやグリコーゲンをよく加水分解するのに対して、イネ葉で発現する OsISA3 は、プルランに加えアミロペクチンにもほとんど作用しないという特徴的な基質特異性を示すことがわかった。今回調べた中で最も良い基質であったのは β -リミットデキストリンで、アミロペクチンに対しては Km 値が約 3 倍、kcat は 1/30 以下であった。

光合成により葉で合成される同化デンプンは、合成後すぐに分解されて穀粒に輸送されるため、房（クラスター）状構造を持つ貯蔵デンプンとは異なる構造をしていると考えられている。アミロペクチンにあまり作用せず、 β -リミットデキストリンのような短鎖の分岐鎖をよく加水分解するという OsISA3 の基質特異性は、葉で合成される同化デンプンの分解に適していると考えられる。

・OsPUL について： OsPUL は、微生物由来 PUL と同様プルランに対して高い kcat/Km 値を示し、グリコーゲンに対してはほとんど作用しなかった。特にフィトグリコーゲンに対しては、グリコーゲンに比べても著しく小さい kcat を示した。そこで、アミロペクチン、カキグリコーゲン、およびフィトグリコーゲンに β -アミラーゼを作用させて調製した β -リミットデキストリン、 β -リミットカキグリコーゲン、および β -リミットフィトグリコーゲンに対する反応速度パラメータを求め β -リミット化する前と比較したところ、 β -リミット化によって kcat/Km が 5~100 倍大きく（反応性が向上する）なることがわかった。種子の発芽時には、PUL のほか α -アミラーゼや β -アミラーゼも同時に発現して胚乳デンプンを加水分解するので、OsPUL のこの様な基質特性は、発芽時における胚乳デンプンの加水分解に適していると考えられる。

(25) デンプン糖化用枝切り酵素の基質特異性改変と耐熱化の試み

岩本博行、佐藤孝憲、三輪泰彦、山岸幸正、三上文三、勝矢良雄

酵素工学研究会第 64 回講演会（東京）、講演要旨集、p. 65（2010-11）

【目的】デンプン枝切り酵素はアミロペクチンなどの α -1,6-グルコシド結合のみを特異的に加水分解する酵素で、工業的にデンプンの糖化工程に広く用いられる。デンプン枝切り酵素は微生物と植物に分布し、その基質特異性の違いによりイソアミラーゼ（ISA）とプルラナーゼ（PUL）に大別される。前者のISAは、ア

ミロペクチンやグリコーゲンによく作用するが、プルランにはほとんど作用しない。一方、後者のPULはプルランをよく加水分解するが、グリコーゲンをほとんど加水分解できない。工業的には、熱安定性の高い *Bacillus* 由来のPULが主に用いられるが、アミロペクチンに対する反応性ではISAが優れている。そこで本研究では、微生物由来ISAとPULの活性中心構造の違いに着目して、基質特異性発現機構の解明を試み、基質特異性の改変を目指した。また酵素の耐熱化についても検討した。

【方法】*Pseudomonas* 由来ISAと*Klebsiella* 由来PULについて、apo型および基質アナログ結合型の活性中心構造を比較したところ、PULではサブサイト+2に基質が結合することにより、保存領域3を含むループの構造がapo型（Open構造）から活性型（Closed構造）へとinduced-fit motionをおこす事を見出した。一方、ISAではこの様なループのコンフォメーション変化は見られなかった。次に、両酵素でこのループのアミノ酸配列を比較したところ、PULでは触媒残基であるGluの両隣がGlyであるのに対して（GEG）、ISAではN末端側がAla、C末端側がPであり（AEP）、この配列が他起源のISAやPULでもほぼ保存されていることがわかった。そこでPULの2つのGly残基をAla、Met、Val、Proなどに置換した変異酵素を作成し、プルラン、アミロペクチン、グリコーゲンに対する反応速度パラメータを測定した。また、工業的な澱粉糖化条件に近い、高基質濃度下での熱安定性についても調べた。

【結果】Glyを側鎖の大きなMetやValに置換した変異酵素では、活性がほぼ消失した。一方、ループの可動性が制限されると考えられるGly→Ala置換変異酵素においては、各基質に対して野生型とほぼ同等の活性が認められた。さらに触媒残基のC末端側のGlyをISAと同じProに置換した変異酵素（GEP）では、プルランに対する活性が減少するとともに、アミロペクチンやグリコーゲンに対する活性が上昇し、野生型酵素に比べて基質特異性がややISA型に変化した。また本変異酵素は、高基質濃度下での熱安定性が野生型酵素に比べて有意に向上しており、実用的な観点から見て野生型酵素よりも優れた性質を持つ酵素であることが示唆された。

- (26) Role of Induced-fit Motion in the Active Site of *Klebsiella* Pullulanase
Hiroyuki Iwamoto, Takanori Sato, Yasuhiko Miwa, Yukimasa Yamagishi, Bunzo Mikami, and Yoshio Katsuya
BMB2010 (Kobe), Abstract, p. 306 (2010-12)

Starch debranching enzyme catalyzes the hydrolysis of alpha-1,6-glucosidic linkage of alpha-glucans such as amylopectin, glycogen and pullulan. For industrial starch saccharification processes, heat stable *Bacillus* pullulanase is widely used for this purpose

and *Pseudomonas* isoamylase is also partly employed. These two enzymes have different substrate specificity; the former preferentially hydrolyzes flexible pullulan chains, while the latter prefers amylopectin and glycogen. Understanding of the mechanism of substrate specificity based on the three-dimensional structure is important for improving industrial enzymes. We previously determined the crystal structure of *Pseudomonas* isoamylase and *Klebsiella* pullulanase and found loop constituted of residues 706-710 changes its main-chain conformation to accommodate the substrate analogues bound in the active sites of *Klebsiella* pullulanase. Especially, Gly707 and Trp708 greatly change their phi, psi torsion angles from the apo form to active form. Such induced-fit motion is not observed in *Pseudomonas* isoamylase. In this study, we tried to clarify the role of the induced-fit motion of the loop in view of the substrate specificity of starch debranching enzymes. By comparing the amino acid sequence of the flexible loop, we found the difference, 705GEGW for *Klebsiella* pullulanase and AEPW for *Pseudomonas* isoamylase. Then we introduced mutations to two Gly residues, Gly705 and Gly707, to produce G705A, G705V, G707A, G707M, G707V, G707P, G705A/G707A, and G705A/G707P. Among these mutant enzymes, G707P showed slightly altered substrate specificity resembling to isoamylase and improvement of heat stability.

(27) ω ヒドロキシ脂肪酸の定量分析

菊田安至、福島法夫、古川真由美、田中 保、里内 清

第 52 回日本脂質生化学会（伊香保）、講演要旨集、 pp. 106-108（2010-6）

脂肪酸の ω 水酸化反応の生理的役割を明確にすることを目的に、組織中の ω -ヒドロキシ脂肪酸の定量分析を行った。ラットの臓器より脂質を抽出し、薄層クロマトグラフィーにより遊離脂肪酸並びにヒドロキシ脂肪酸を分離・回収した。これらの試料について、LC-MSを用いた定量分析を行った。その結果、肝臓で ω -ヒドロキシパルミチン酸と ω -ヒドロキシアラキドン酸(20-HETE)の存在が確認できた。また、血液中には微量の ω -ヒドロキシパルミチン酸が検出されたが、20-HETEはほとんど検出されなかった。一方、クロフィブレートを投与したラットでは、肝臓や腎臓の脂肪酸 ω 水酸化活性が有意に誘導されていたが、組織中の ω -ヒドロキシ脂肪酸量の増加は見られなかった。

(28) *Streptomyces* sp Mo3-1 株カードラン分解酵素の性質について

倉掛昌裕、山内由貴、木ノ原浩太、森山晋伍

日本農芸化学会 2010 年度大会（東京）、講演要旨集、 p. 161（2010-3）

【目的】0.5%カードランのみの平板培地を用い、土壌より分離した *Streptomyces* sp Mo3-1 はカードラン分解能の高い酵素を生産した。ここでは、酵素の生産、精製を行い、その酵素的性質について調べた。

【方法】カードランは和光純薬工業（株）製のものをを用いた。液体培養は1% カードラン、0.5% 酵母エキスの培地にて、30℃、140rpm で行った。培地液量は100mlとし、500ml 容三角フラスコにて培養した。カードラン分解酵素活性は、0.9%カードランに pH 6、40℃にて10-20 分間作用させ、生成還元糖量を DNS（3,5-ジニトロサリチル酸）法で分析することで求めた。1 分間に $1 \mu\text{mol}$ の還元糖（グルコース換算）を生成する酵素量を 1U と定義した。カードランの加水分解による生成糖の分析には HPLC（カラム:NH2P-50 [旭化成]）を用いた。

【結果】Mo3-1 株の 500ml 三角フラスコ液体培養での酵素生産性は、培養 3 日で最大となり酵素活性値は 0.7-0.8U/ml であった。精製酵素の最適 pH は 6 付近で、最適温度は 60℃であり、カードランを効率よく加水分解し、主生成糖は 2 糖類であった。カードランは、ゲル化せず粉末の状態でも効率よく加水分解された。

(29) *Aspergillus oryzae* KB 由来フルクトース転移酵素の生産培養条件について

倉掛昌裕、上岡大起、坂本達也、小川顕二

日本食品科学工学会第 57 回大会（東京）、講演要旨集、p. 89（2010-9）

【目的】*Aspergillus oryzae* KB 株は、2 種の β -フルクトフラノシダーゼ、F1 及び F2 を生産した。F1 は糖転移性の高い酵素であるのに対し、F2 は高い加水分解性を有した。糖転移性の高い F1 酵素の生産性を高めるための pH、培地濃度および炭素源の影響について検討した。

【方法】KB 株の液体培養は、主として 1 または 5% シュクロース、1% 酵母エキス、0.2% リン酸水素 2 ナトリウム 12 水和物の培地にて 30℃、150rpm で 1~3 日間行った。また、培地 pH を 4 及び 8 に固定して培養を行う場合は、0.1M リン酸 - クエン酸緩衝液を用いた。培養菌体をホモジナイズした懸濁液を 1% シュクロースに、pH5、40℃で 10 分間反応させ、生成したグルコース量をグルコースオキシダーゼ法によって定量することで β -フルクトフラノシダーゼ活性を測定した。この活性を 0.2U/ml にそろえ、20% シュクロース に pH5、40℃にて 1~2 時間反応させ、NH2-P50 カラム（旭化成（株））を有する HPLC にて生成糖のフルクトースおよびグルコース量を測定することで糖転移活性 U_t 及び加水分解活性 U_h を求めた。酵素遺伝子の発現量の測定には、Real Time RT-PCR を用いた。

【結果】培地 pH を 4 及び 8 に固定し、所定時間液体培養を行った F1、F2 の酵素活性は pH8 ではいずれも同程度であったが、pH4 では F2 の生産が抑制されることで F1 の生産選択性が高まった。この培養における F1 遺伝子の相対発現量は 1% シュク

ロース培地では pH4 及び 8 において同程度であり、酵素生産性と一致した。また、pH 4 では 1%シュクロース培地に比べ 5%培地で発現量の増加が認められた。KB 株の酵素生産性に及ぼす炭素源の影響について調べたところ、1% 炭素源にて、マルトース、パラチノースではシュクロースと同程度の酵素生産性が認められたが F1 よりも F2 生産性が高かった。その他、グルコースなどの単糖類でも酵素生産が認められた。他にグリセリンを炭素源として用いた場合、菌の生育が良くなり、酵素生産性はシュクロース培地より 1.6 倍程度高くなった。また、培養菌体ペレットの大きさも酵素生産性に影響することがわかった。

(30) 国体候補選手の栄養管理

石崎由美子、石橋 勇

第 4 回日本スポーツ栄養研究会総会学術集会（兵庫）、抄録集、p. 10（2010-7）

日本スポーツ栄養研究誌、Vol. 4、p. 52

【目的】スポーツ選手では、「栄養」が運動能力、競技成績向上には重要であることが認識されるようになり、今日では、さまざまなスポーツ現場における栄養サポートがその効果を上げていることが報告されるようになった。広島県では、国体候補選手の体力・心理・栄養面からのサポート強化を図り、選手のコンディションの維持・調整および競技力の向上をめざしている。今回、栄養管理に関する調査を実施し、その中から問題点を明確にして、栄養教育計画の指標を得ることを目的とした。

【方法】高校 2 年生の男子 4 名（ウエイトリフティング）、女子 16 名（フィギュアスケート、バスケットボール）を対象とし、平成 21 年 10 月にトレーニングの多い日と少ない日（2 日間）における食物摂取状況（秤量記録法）・生活時間調査および栄養に対する関心、サプリメントの使用などに関するアンケート調査を実施した。食物摂取状況・生活時間調査は、栄養教育の講習会時に用紙を配布し、2 週間後に回収した。アンケート調査は、講習会時に配布し、その場で回収した。なお、トレーニングの多い日と少ない日の設定日は、事前に調査の主旨を説明の上、自分の判断で決定させた。

【結果】エネルギー摂取量は、トレーニングの多い日で男子 2004 ± 415.2 (kcal)、女子 2030 ± 411.5 (kcal)、トレーニングの少ない日で男子 1916 ± 507.8 (kcal)、女子 1814 ± 390.2 (kcal) であった。エネルギー消費量は、トレーニングの多い日で男子 3002 ± 363.7 (kcal)、女子 2639 ± 292.6 (kcal)、トレーニングの少ない日で男子 2694 ± 257.0 (kcal)、女子 2135 ± 389.0 (kcal) であった。エネルギー消費量は、女子でトレーニングの多い日が少ない日に比べ、有意 ($p < 0.05$) に高値を示した。男女ともに、トレーニングの多い日のエネルギー摂取量は、消費量よりも

有意 ($p < 0.05$) に低値を示した。身体活動レベルⅢの食事摂取量を基準とし、各栄養素の充足している確率をみると、男子はたんぱく質以外の栄養素は、低値であり、たんぱく質も 1.0g/kg (トレーニングの多い日 ; A)、 1.1g/kg (トレーニングの少ない日 ; B) であった。女子は男子に比べると、比較的良い栄養摂取状況にあるが、特に脂質は高値、ビタミン A、鉄は低値であった。たんぱく質は、A で 1.6g/kg 、B で 1.4g/kg であり、男女ともにスポーツ性貧血予防の観点から考えると、増量の必要性が示唆された。食品群別摂取量では、男女ともに 1 群、3 群の摂取量は、かなり低値であった。アンケート調査から、栄養に対する関心では、男子が女子より「関心がある」は高い傾向にあったが、男女間では有意差は認められなかった。気をつけて摂取している栄養素は、「炭水化物」、「カルシウム」、サプリメントは、「使用していない」が有意 ($p < 0.001$) に高値、サポート栄養士は「いた方が良い」も有意 ($p < 0.001$) に高値を示した。

【考察】栄養摂取量は、スポーツ選手の必要量よりも明らかに低値であったことより、基礎的な内容から、栄養教育していくことが究極の対策であると推察された。

【まとめ】今回は、対象者全体の栄養に対する関心などを探究する目的から、各種目ごとのまとめでなく、男女間で検討した。国体候補選手としてのパワーアップ、競技力向上をめざすためには、この結果を基に、各種目に応じた栄養教育を計画的に推進していくことが大切であると示唆された。

(31) 小児 1 型糖尿病サマーキャンプにおける栄養教育と運動量

芝山伸男、石崎由美子、宅見 徹、高橋利和

第 57 回 日本栄養改善学会学術総会 (埼玉)、講演要旨集 p. 338 (2010-9)

【目的】兵庫県小児糖尿病サマーキャンプにおいて、食品交換表の分類、食事バランスガイド、野菜の栄養などについての栄養教育を実施した。また、日常生活とキャンプ中の運動量を測定し、キャンプ中の運動量と血糖値・インスリン投与量・投与方法との関連性について、検討した。【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 型糖尿病の小学生・中学生の男女。栄養教育：キャンプ第 1 日目夜に実施。運動量：キャンプ前および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・就寝前に測定。また、HbA_{1c}、ケトン体の測定も同時に実施した。【結果】電子紙芝居を活用し、食品交換表の分類、食品 1 単位のグラム数、季節の野菜とその栄養量を説明し、「食事バランスガイド (コマ)」の模造紙媒体により、献立を主食・副菜などに分類させ、パンフレットにも自分で記入し、自宅でも復習できるよう栄養教育を行った。「ビンゴゲームカード」による食品交換表分類の教育も同時に行った。キャンプのしおりに、食事バランスガイド、運動量、血糖値を自己記録

させ、毎日の献立も「食事バランスガイド」に分類し、宿泊棟に貼付して、覚えるように教育した。【考察】食事量、運動量、測定値を自己記録させることにより、記憶に残り、行動の変容を促せるような栄養教育が展開できたのではないかと思われた。身体活動レベルと血糖値との関連では、強い運動が継続しても高血糖を示す者もみられ、インスリンの追加・増量投与、食事量の調整が必要とされた。食事摂取量や運動量が血糖値変動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示唆された。

(32) **スポーツ選手の栄養管理－大学硬式野球選手について－**

石崎由美子

第 57 回 日本栄養改善学会学術総会（埼玉）、講演要旨集、p. 204（2010-9）

【目的】スポーツ選手がパフォーマンス・競技成績の向上させるためには、「スポーツ栄養」が重要であることが認識され、その研究やサポートの成果が報告されている。大学スポーツ選手では、経済面、一人暮らし、学業との両立など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することを目的とした。【方法】対象は、本学の硬式野球部選手 50 名である。2010 年 2 月に、栄養に関する関心・情報源、サプリメント使用などに関する調査、食物摂取頻度調査(FFQg)を自記式質問紙を用いて実施した。【結果】自宅 16%、下宿（自炊）16%、下宿（賄い）10%、野球部専用寮 58%。「栄養に関心がある」は、下宿（自炊）62.5%、野球部専用寮 44.8%、下宿（賄い）40.0%であり、自宅は 18.8%と低値であった。「食生活で気をつけていることがある」は、40.0%であり、下宿（自炊）が 63.0%と有意に高値であった。「栄養状態は良くない」と思っている者は、50.0%であった。「栄養に関する情報源」は、「テレビ」、「授業」が高値を示し、「インターネット」は低値であった。サプリメントを「使用する」は、34.0%と低値であったが、下宿（自炊）50.0%と高値を示した。FFQg では、身体活動レベル（高い）の食事摂取基準量と比べ、全ての栄養素において充足している確率は、低値であった。より、特に牛乳・野菜・果物類の摂取量が低値であった。【考察】基礎的なスポーツ栄養に関するサポートも全く受けていないのが現状であり、「栄養に関心がある」群は 46.0%、栄養状態は全く良くないにも関わらず、「良いと思う」群が 50.0%であったことより、スポーツ栄養の重要性をまず認識させ行動変容を促す栄養教育を計画的に進めていくことが必要であると示唆された。

(33) **糖尿病患者における健康食品の長期利用実態と患者背景**

平松智子、川崎史子、松木道裕、加来浩平、河原和枝

第 53 回日本糖尿病学会学術集会（岡山）、講演要旨集、p. 281（2010-5）

【目的】近年、健康食品が社会的に氾濫しており、糖尿病患者の利用も多い。我々は、2005年に当院外来通院糖尿病患者の健康食品利用実態を報告したが、長期間の利用実態の報告はない。そこで、糖尿病患者の健康食品の長期利用状況の把握と、その背景との関連を検討した。【方法】川崎医科大学附属病院糖尿病内分泌内科外来通院患者で2004年に健康食品利用実態アンケート調査を行った635名中、2009年9月に同意が得られた258(男/女149/109)名を対象に、聞き取りによる記名式アンケート調査と検査データを収集した。アンケート項目は、性別、年齢、職業、調理担当者、外食・総菜の利用頻度、栄養指導受講経験の有無、服薬コンプライアンス、健康食品利用の有無、摂取目的、頻度、期間、費用、摂取時の身体状況、購入のきっかけ、種類、摂取後の満足感、摂取の申告有無、家族承認の有無で、HbA1c、BMI、血圧、治療状況をカルテより抽出し検討した。解析はFisherの検定を行った。

【結果】2009年時の対象者は60歳以上が84%を占め、栄養指導受講経験有は95%、平均HbA1c $6.7 \pm 1.2\%$ 、BMI 24.2 ± 5.2 、血圧 $130/69 \pm 14/9$ mmHgであった。2004年時、健康食品利用割合は46.9%で2009年時は45.3%であった。5年間、同じ健康食品を継続していた者は10.8%、利用を中止した者が23.2%、利用を開始した者が22%であった。種類は青汁が最も多く、次いでビタミン剤であった。健康食品の満足感は、2004年時より2009年時で有意に増加していたが($p=0.012$)、HbA1cとの関連はなかった。外食の利用頻度と健康食品の使用率の関係では、ほとんど外食をしない者が健康食品も利用しない傾向がみられた($p=0.04$)。また、治療法別では、経口薬群において健康食品を利用する者が多い傾向にあった。【総括】当院糖尿病患者の健康食品の利用者は約5割で、この5年間継続利用者は約1割、利用中止、開始した者はそれぞれ約2割であった。健康食品の満足感は高まっていたが、血糖コントロールには影響していなかった。

- (34) Total serum cholesterol in relation to depressive symptoms in Japanese adults
Yasumi Kimura, Akiko Nanri, Yumi Matsushita, Tetsuya Mizoue
Supplement to Journal of Epidemiology, The Joint Scientific Meeting of the
International Epidemiological Association Western Pacific region and the
Japan Epidemiological Association (Saitama), p. S314 (2010-1)

Background/Purpose:

Low total serum cholesterol has been associated with deaths from suicide. Low levels of cholesterol may decrease the activity of serotonin receptors and serotonin transporter by decreasing the lipid microviscosity of the membrane of the neural cell. The purpose of this cross-sectional study was to examine the association between total serum cholesterol and

depressive symptoms in Japanese adults.

Methods:

The study subjects were 517 employees (309 men, 208 women) aged 21-67 years working in two municipal offices in Japan. Depressive symptoms were assessed using a Center for Epidemiologic Studies Depression (CES_D) scale. Depressive symptoms were defined as CES_D scale score ≥ 16 . Total serum cholesterol was also measured for each subject. We analyzed the data using logistic regression analysis with adjustment for sex, age, body mass index, work place, marital status, occupational physical activity, leisure-time physical activity, current smoking, current alcohol drinking, total energy intake and job stress score. Because the results did not materially differ between men and women, all statistical analyses were performed for men and women combined.

Results:

The prevalence rate of subjects with depressive symptoms was 36.4% (36.3% for men and 36.5% for women). No relationship was found between low total serum cholesterol and depressive symptoms. The multivariate-adjusted odds ratios (95% confidence intervals) for depressive symptoms for the first (lowest), second, third, and fourth (highest) quartiles of total cholesterol level were 1.00 (reference), 0.76 (0.43-1.37), 1.03 (0.58-1.82), and 0.86 (0.47-1.60), respectively (P for trend=0.82). Similar results were obtained when a higher cutoff for depressive symptoms was used (CES_D ≥ 23).

Conclusion:

These results suggest that total serum cholesterol levels are not associated with depressive symptoms in Japanese employees.

(35) 女子学生の菓子類摂取と肥満・やせ、生活習慣要因との関連の検討

木村安美、吉田大悟

日本家政学会第62回大会（広島）、要旨集、p. 89（2010-5）

【目的】女性の体重への関心は高く、平成20年国民健康・栄養調査結果では体重を減らすためにお菓子や甘い飲み物の量を調整している者の割合は47.5%におよぶ。若年女性のやせの問題が浮上する一方、日常生活において菓子類を食事代わりとしている状況が指摘されている。本研究は、女子学生の菓子類および食物・栄養摂取全般を把握し、身体状況や生活習慣要因との関連を検討することを目的とした。

【方法】対象者は福岡県内の大学、短大、専門学校に通う女子学生410名（19.6 \pm 1.7歳）である。2008年4月～2009年10月に自記式による生活習慣調査、食物摂取頻度調査を行った。菓子類摂取は7種類の菓子に対して摂取頻度と目安量を質問し、栄養価を計算した。年齢、居住形態、総エネルギー摂取量、飲酒および喫煙を交絡

要因として調整し、多重ロジスティック回帰分析により菓子類摂取と身体状況とのオッズ比を算出した。

【結果】総エネルギー摂取量に占める菓子類からの平均エネルギー摂取量の割合は11.2%であった。摂取エネルギーの高い菓子の種類はチョコレート、アイスクリーム、スナック菓子の順であった。菓子類からのエネルギー摂取量と、総脂質および総エネルギー摂取量とのスピアマンの順位相関係数はそれぞれ $r=0.52$ ($P<0.001$)、 $r=0.47$ ($P<0.001$) であった。菓子類の摂取は、アルバイトあり、インスタント食品の摂取と正の関連性を示した。一方で肥満、やせ、生活満足度、ストレス、朝食欠食との関連はみられなかった。以上の結果より、女子学生では菓子類摂取によるエネルギー摂取割合は比較的多いが、肥満、やせとの関連はない事が示唆された。

B. 総説

(1) 分子間化合物の結晶化

山本英二

分離技術, 40, 450-454 (2010)

分子間化合物として、カテキン類とシクロデキストリン (CD) の包接化合物あるいはカフェイン (CF) との複合体の構造と結晶化について著者らの研究を総説した。

著者らは、抗酸化性や抗がん作用などの機能を有するカテキン類ポリフェノールを茶の抽出液からシクロデキストリンを用いて包接結晶化分離して、シクロデキストリンで苦みを緩和した機能性食品素材を調製しようとした。研究を進めるうちにシクロデキストリンがカテキン類のわずかな構造の違いを認識して、さまざまな構造で、異なる熱力学的定数をもって、包接結晶化することがわかった。それらの知見をもとにカテキン類の混合物から包接結晶化分離することを試みると、特定のカテキン類が結晶化しやすいことがわかった。しかし、茶の抽出物にカフェインが多く含まれるとカテキン類はカフェインと複合体 (分子間化合物) を形成し、包接結晶化に影響を及ぼすと考えられた。カテキン類はカフェインと複合体については、NMR と結晶の構造解析により分子間化合物の構造を解析した。

(2) Study on structures and physical properties of endosperm starches of rice and other cereals (2009 年日本応用糖質科学会学会賞受賞総説、米を中心とする穀物胚乳澱粉の構造と物性に関する研究)

井ノ内直良

J. Appl. Glycosci., 57, 13-23 (2010)

1. Structural and physicochemical characteristics of endosperm starches of rice cultivars recently bred in Japan.

Properties of rice starches were investigated using 4 types of endosperm starches, waxy, low amylose (AM), medium AM, and high AM starches of rice cultivars recently bred in Japan. There was a highly negative relationship between the real AM contents and the peak viscosity measured by Rapid Visco Analyser (RVA) for non-waxy starches. In the group of high AM starches, there were two types of rice starch samples with similar apparent AM contents (about 30%), different contents of super-long chains (SLC) in amylopectin (AP), and different values in peak viscosity and setback of starches measured by RVA. Since there was a highly positive relationship between SLC contents and setback, the SLC in AP seems to have a great influence on the setback of starch. Both of the side-chain length distribution within the short-chain range of AP and the SLC content of AP have greatly influenced the gelatinization temperature of rice starches. The SLC in AP contributed to neither swelling nor dissolution of rice starches in water at 75°C.

2. Structure and properties of endosperm starches from cultivated rice of Asia and other countries.

Starch granules were prepared from mature grains of 75 cultivars of rice originating in Asia and the other countries. Non-waxy cultivars of the *indica* and *Chineseindica* had higher contents of the apparent AM and SLC in AP. HPAEC-PAD of isoamylase- debranched starches showed that the starches of non-waxy cultivars of the *indica* and *Chinese indica* had decreased amounts of branch chains with DP 6-12 (Fr.A). The Fr.A contents correlated negatively with the peak temperature of gelatinization of the rice starches. There was a high positive relationship between amounts of Waxy (*Wx*) protein and SLC contents in starch. This appears to show that *Wx* protein is concerned with synthesis of SLC. We proposed a scheme of the relationship between the SLC and the Fr.A contents of AP as a classification of endosperm starches of rice.

3. Effects of variations in starch synthase on starch properties. We evaluated the effects of functional variation in three starch synthases in rice granule-bound starch synthase I (GBSS, *wx*), starch synthase I (SSI, *SSI*), and starch synthase IIa (SSIIa, *alk*) between *indica* cultivar Kasalath and *japonica* cultivar Nipponbare on starch properties. We used three near- isogenic lines-NIL(*Wxa*), NIL(*SSIK*), and NIL(*Alk*)-containing chromosomal segments of Kasalath on a Nipponbare genetic background. The *Wxa* allele explained most of the difference in AM content between the two cultivars, and decreased the peak viscosity and breakdown to less than half of those of Nipponbare. Differential scanning calorimetry revealed faster retrogradation of the once-gelatinized starch in NIL(*Alk*). The variation in

SSI alleles hardly affected these properties.

C. 著書

(1) 改定 健康・調理の科学ーおいしさから健康へー

生野世方子、岸本律子、倉賀野妙子、安達町子、肥後温子、淵上倫子
編著 和田淑子、大越ひろ、pp. 166-192、建帛社 (2010)

2 タンパク質を多く含む食品①タンパク質の種類とプロセスでの変化、②獣鳥肉類の科学、③魚介類の科学、④卵の科学、⑤乳・乳製品の科学、⑥大豆製品の科学、コラムを分担執筆した。

(2) 三訂調理学

島田敦子、畑江敬子、市川朝子、長尾慶子、高橋節子、平尾和子、淵上倫子、今井悦子、渋川祥子
編著 下村道子、和田淑子、pp. 83-99、光生館 (2010)

雑穀、いも類、豆類、種実類、野菜類、果実類、藻類、キノコ類を分担執筆した。

(3) 食品・化粧品・医療分野へのゲルの利用 (Utilization of Gels in Food, Cosmetics and Medicine)

井ノ内直良

監修：西成勝好、梶原莞爾、長崎幸夫、金田 勇、シーエムシー版、食品編第2章
ゲルを用いた食品原料 1 デンプン、pp. 23-27 (2010)

デンプンはその高分子特性である粘性、弾性、塑性などを食品に与えるため、デンプンを豊富に含んでいる食品をはじめ、食品中で水分を保持したゲル、すなわちハイドロコロイドの状態での食品の硬さや粘りの調整、食味やテクスチャーを改善する目的で種々の加工食品としても幅広く利用されている。デンプンゲルはデンプン粒の水和膨潤による微結晶の融解という一種の相転移によって形成されるが、高分子の特徴として真の熱力学的平衡には達していない。そのために糊化または老化が進行して生じるデンプンゲルの状態は、デンプンの分子構造、共存物質の種類と濃度などの内的要因と、温度、湿度、圧力、時間などの外的要因によって大きく変化するので、種々様々である。一般に、コーンスターチのような穀類デンプンは共存物質として脂質を多く含んでおり、熱水にも溶解しにくいアミロース-脂質複合体を

形成するため、イモ類デンプンなどと比べると糊化しにくく、老化しやすい。一方、イモ類デンプンは一般に穀類デンプンに比べてアミロペクチン側鎖が長く、糊化の際にその側鎖間に多くの水を取り込んで膨潤しやすいため、透明度や粘性が高く、老化しにくいデンプンゲルとなる。炊飯米、パン、うどん、スパゲティなどは、いずれもコメやコムギのデンプンが糊化したゲル食品であり、糊化、老化の過程で得られる食品中の糊化デンプンおよび老化デンプンの性状などが実用的には重要である。デンプンの老化は基本的には糊化の逆反応であり、糊化が結晶の融解を伴うのに対して老化は結晶化を伴う。しかし、生成した老化デンプンの結晶性は生デンプンと比べて低い。生デンプンに含まれる微結晶は主にアミロペクチンの短い側鎖の配列により生じたものであるが、複雑な分岐構造をもったアミロペクチンは、糊化した後では結晶化しづらい。したがって、デンプンの老化過程は初期のアミロースの比較的速いゲル化と、後期のアミロペクチンの遅いネットワーク構造の形成という2段階で起こると考えられている。

(4) 「作って食べて美しく」－健康メニュー－

石崎由美子、橋本加代、田中敬子、奥田展子、山本信子
健康開発メニュー研究会、pp. 1-60 (2010)

旬の食材を用い、身体にやさしく食材に含まれる栄養素を生かした料理を紹介している。四季における健康管理と栄養の摂り方、各料理別に健康アドバイス、組み合わせる主食・主菜・副菜の献立例、栄養量、調理時間の目安について、イラスト入りで記載しており、身近な季節ごとの材料を使うことにより、栄養バランスのとれた食事管理をめざしている。

(5) 応用栄養学 栄養マネジメント演習・実習

石崎由美子、竹中 優、土江節子
授乳期の栄養、医歯薬出版株式会社、東京、pp. 53-61 (2010)

妊娠、成長・発達、加齢など人体の構造・機能の変化に伴う栄養状態の変化や運動、スポーツ時、ストレス・特殊環境（高温・低温、高圧・低圧、宇宙）下における栄養・代謝などについての理解を深め、それに基づいた栄養状態の評価・判定、栄養ケアプランの作成・実施、モニタリング、フィードバックなど一連の「栄養マネジメント」に対する知識・技能を修得させることを目標としている。これまで献立・調理に重点を置いていた実習書とは異なり、各ライフステージ・ライフスタイル別の症例（事例）を用い、栄養ケアプログラム、食事摂取基準量・食品構成量の算出、献立作成に関する各プロセスを演習形式で学び、効果的な学習ができるように工夫

されている。

- (6) Dietary Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids and Cancer
Chapter 2, ω -3 PUFA and Colon Cancer: Epidemiological Studies
Yasumi kimura
Diet and Cancer, Vol. 1, Gabriella Calviello, Simona Serini Editors, Series
Editor: Adriana Albini, pp. 41-66, Springer (2010)

Colorectal cancer is the second most common cancer in developed countries according to its incidence and mortality rate. The incidence of colorectal cancer is particularly high in Oceania, North America, Western Europe, and Japan, and preventing this disease is therefore a high priority in developed countries. There is currently much interest in fish and omega-3 polyunsaturated fatty acids (ω -3 PUFAs) because of their preventive effect against colorectal cancer.

Epidemiological studies have shown that consumption of fish/ ω -3 PUFAs can reduce the risk of colorectal cancer. However, the results are inconsistent: some studies have suggested a preventive effect, while others reported no association. In future epidemiological studies on the association between fish/ ω -3 PUFAs and colorectal cancer, the analysis methods should be improved to accurately measure the intake of fish/ ω -3 PUFAs using dietary surveys and/or biomarkers. Furthermore, randomized controlled trials and/or sub-site-specific analyses should yield more consistent results.

D. その他

- (1) リン酸捕獲試薬、Phos-tag を用いた生理活性リゾリン脂質の分析法の開発
盛重純一、田中 保、里内 清、小池 透
第 24 回 バイオテクノロジー研究成果発表会（広島バイオテクノロジー推進協議会）（広島）（2010-3）
- (2) 抗胃腸障害機能の強化を目的とした効果的な調理および食べ合わせに関する研究
～食品に含まれる生理活性脂質の面からの検討～
瓜倉真衣、田中 保、里内 清
平成 21 年度 財団法人 すかいらーくフードサイエンス研究所 食に関する助成
研究調査報告書 23、pp. 57-66 (2010-10)

- (3) 機能性の向上を目指したあらたな食品素材の開発
～抗潰瘍作用を目的とする野菜の有効な摂取法～
里内 清
平成 22 年度 広島バイオフィォーラム ―未来を創る食品の機能性について― (広島)
(2010-11)
- (4) アブラナ科で胃修復ホルモン
里内 清
読売新聞記事 (2010-1-6)
- (5) 分子間化合物の結晶化
山本英二
第 16 回関西地区分離技術講演会 (大阪) (2010-12)
- (6) 100%米粉パン実現に向けた製粉新技術(上)
井ノ内直良
「食料自給力向上へ米粉需要の創造する」(2010 年新年特集シリーズ) 週刊農林 (株式会社農林出版社) (2010-1)
- (7) 100%米粉パン実現に向けた製粉新技術(下)
井ノ内直良
「食料自給力向上へ米粉需要の創造する」(2010 年新年特集シリーズ) 週刊農林 (株式会社農林出版社) (2010-2)
- (8) (独) 農業・食品産業技術総合研究機構作物研究所・食品総合研究所 平成 21 年度
プロジェクト研究「低コストで質の良い加工・業務用農産物の安定供給技術の開発
4 系 (稲)」(中課題名) コメの新規用途の開発と適性品種の選定 (担当課題名) 加
工業務用低コスト栽培適性多収品種の米胚乳澱粉の性質解明、
井ノ内直良
推進会議資料、pp. 40-45 (2010-2)
- (9) 木質バイオマスの酵素糖化と分析法
倉掛昌裕
バイオマス糖化分析セミナー、技術情報協会主催 (東京) (2010-1)
- (10) レストラン・大量調理施設及び食料制度への HACCP 導入について

倉掛昌裕

食品産業 HACCP 責任者・指導者養成研修、NPO 日本 HACCP 協会主催（福山）（2010-3）

- (11) レストラン・大量調理施設及び食料制度への HACCP 導入と問題点对策

倉掛昌裕

食品産業 HACCP 責任者・指導者養成研修、NPO 日本 HACCP 協会主催（福山）（2010-11）

- (12) photoguide 楽しく食べる

炭水化物を上手に食べる 第 17 回 -萩おこわ-

川上貴代、山名美奈子、平松智子、福島光夫、

糖尿病診療マスター、医学書院、第 8 巻 5 号、p. 475（2010-9）