

The 32<sup>th</sup> Annual Meeting of  
the Japan Trace Nutrients Research Society  
第 32 回日本微量栄養素学会学術集会

# Program and Abstracts

## 講演要旨集

Saturday , May 30, 2015  
Kyoto

Japan Trace Nutrients Research Society  
日本微量栄養素学会

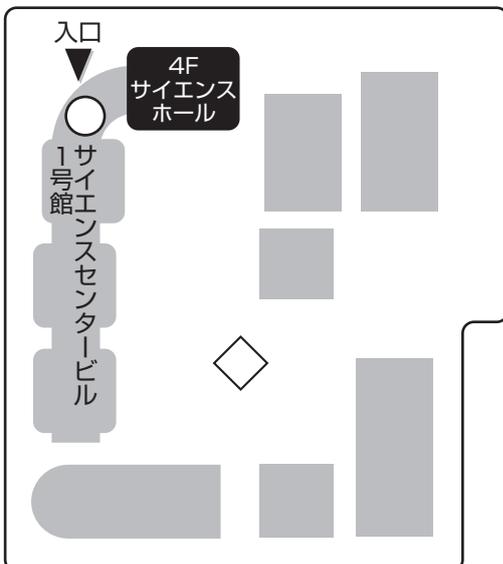
## 交通及び会場案内

会場：京都リサーチパーク、東地区1号館、4階サイエンスホール  
(京都市下京区中堂寺南町134)

### ■京都リサーチパークへのアクセス



### 東地区拡大図



#### 〈交通のご案内〉

〔JR〕〔近鉄〕〔地下鉄〕京都駅より

- JR嵯峨野線(山陰線)乗り換え丹波口駅下車、徒歩5分
- タクシー(10分)

〔阪急〕大宮駅・西院駅／〔地下鉄〕五条駅より

- タクシー(5分)

〔京阪〕清水五条駅より

- タクシー(10分)

お車でお越しの場合

- 名神高速道路「京都南IC」または「京都東IC」より20分

# 第 32 回 日本微量栄養学会学術集会 プログラム

平成 27 年 5 月 30 日  
京都リサーチパーク

10:00 ~ 10:05

## 開会の辞

会頭 : 松井徹 (京都大学)

10:05 ~ 10:35

## 口頭発表

座長 : 栗原達夫 (京都大学)

10:05 ~ 10:20

O-1 D- アミノ酸を高生産する乳酸球菌のゲノム解析

加藤志郎\*<sup>1)</sup>, 高橋俊成<sup>2)</sup>, 老川典夫<sup>1,3)</sup>

(<sup>1)</sup> 関大・先端機構, (<sup>2)</sup> 菊正宗酒造, (<sup>3)</sup> 関大・化学生命工)

10:20 ~ 10:35

O-2 糸状菌 *Neurospora crassa* におけるスフィンゴ糖脂質と菌糸形成の関連

片岡三和\*<sup>1)</sup>, 谷泰史<sup>1,2)</sup>, 三原久明<sup>1)</sup>

(<sup>1)</sup> 立命館大・生命, (<sup>2)</sup> 立命館大・R-GIRO)

10:35 ~ 11:20

## 口頭発表

座長 : 松井徹 (京都大学)

10:35 ~ 10:50

O-3 ネパール西部山岳地域におけるヤクの栄養状態の季節変化

中島光海\*<sup>1)</sup>, 安在弘樹<sup>1)</sup>, Shah MK<sup>2)</sup>, 大石風人<sup>1)</sup>, 広岡博之<sup>1)</sup>,  
熊谷元<sup>1)</sup>

(<sup>1)</sup> 京都大学大学院農学研究科, (<sup>2)</sup> Nepal Agricultural Research Council)

10:50 ~ 11:05

O-4 エビイモとサトイモの特性の違い～遊離型糖と遊離アミノ酸に焦点をあて～

栗林由樹\*<sup>1)</sup>, 村元由佳利<sup>2)</sup>, 大谷貴美子<sup>1)</sup>, 松井元子<sup>1)</sup>

(<sup>1)</sup> 京都府大・院, (<sup>2)</sup> 京都府大)

11:05 ~ 11:20

O-5 マグロ血合肉の低分子画分に含まれるセレンの栄養有効性

廣瀬侑太郎\*, 崔懿, 山川裕久, 細見亮太, 福永健治, 吉田宗弘  
(関西大学化学生命工学部)

11:20 ~ 11:50

口頭発表

座長 : 渡邊敏明 (大阪青山大学)

11:20 ~ 11:35

O-6

ラットにおけるマグネシウム欠乏が血漿中低分子代謝成分濃度に及ぼす影響

友永省三\*, 山本茜, 矢野純司, 舟場正幸, 松井徹

(京大院農・動物栄養)

11:35 ~ 11:50

O-7

クズイソフラボノイド・プエラリンの経口摂取によるマウスのLPS誘導性敗血症の抑制

大垣美沙希\*, 河村幸雄

(京女大・食栄)

11:50 ~ 13:00

昼食・評議員会

13:00 ~ 13:30

総会

13:30 ~ 14:40

特別講演

座長 : 松井徹 (京都大学)

13:30 ~ 14:40

皮膚に対する作用に注目した食品機能成分の評価

菅原達也

(京都大学大学院農学研究科)

14:40 ~ 14:50

休憩

14:50 ~ 15:35

ポスター要旨発表

15:35 ~ 16:35

ポスターセッション

P-1

昆布の乾燥条件の違いによるだしのうま味に及ぼす影響に関する検討

角村智春\*<sup>1)</sup>, 香西彩加<sup>2)</sup>, 松本希美<sup>2)</sup>, 澤村弘美<sup>1)</sup>, 渡邊敏明<sup>1,2,3)</sup>,  
前川隆嗣<sup>2)</sup>

(<sup>1)</sup>兵庫県立大学環境人間学部, <sup>2)</sup>前川 TSH 研究所,

<sup>3)</sup>大阪青山大学健康科学部)

P-2

ラット臓器のリンおよびカルシウム濃度に及ぼすポリリン酸過剰摂取の影響

宮内一匡\*, 須田理子, 細見亮太, 吉田宗弘, 福永健治

(関西大学 化学生命工学部 生命・生物工学科)

P-3

カキ肉廃棄物から抽出した脂質の摂取によるラットの肝臓中性脂質濃度低下効果

戸田裕子\*<sup>1)</sup>, 佐藤達喜<sup>1)</sup>, 細見亮太<sup>1)</sup>, 春松慎<sup>2)</sup>, 福田卓<sup>2)</sup>, 松田芳和<sup>2)</sup>,  
吉田宗弘<sup>1)</sup>, 福永健治<sup>1)</sup>

(<sup>1)</sup>関西大学 化学生命工学部 生命・生物工学科, <sup>2)</sup>日本クリニック(株)・  
中央研究所)

- P-4 高脂肪飼料および高脂肪高スクロース飼料給与がラットにおける脂肪性肝炎発症に及ぼす影響  
高井香鶴子\*, 舟場正幸, 松井徹  
(京大院農・動物栄養)
- P-5 亜鉛の過不足によるカイワレダイコンの遺伝子発現量の変化  
高井彩帆\*, 細見亮太, 福永健治, 吉田宗弘  
(関西大学 化学生命工学部 生命・生物工学科)
- P-6 乳酸菌 *Lactobacillus sakei* LK-145 の D- アミノ酸生産に及ぼす培地成分と培養条件の影響  
森田朱香\*<sup>1)</sup>, 老川典夫<sup>1,2)</sup>  
(<sup>1)</sup> 関大・理工学研究科, <sup>2)</sup> 関大・化学生命工)
- P-7 日本人の足爪セレン濃度  
岸本眸\*, 甲田浩気, 吉田宗弘  
(関西大学化学生命工学部)
- P-8 ミネラル・微量元素摂取量のモニタリング指標としての1日尿中排泄量の利用  
吉田香\*<sup>1)</sup>, 伊藤志保里<sup>1)</sup>, 清水陽子<sup>1)</sup>, 中村友佳里<sup>1)</sup>, 西野寿美怜<sup>1)</sup>, 北村真理<sup>2)</sup>  
(<sup>1)</sup> 京都光華女子大健康科学部, <sup>2)</sup> 武庫川女子大学生生活環境学部)
- P-9 カルノシンの神経保護作用および筋肉中含量の解析  
森美和子\*<sup>1,2)</sup>, 木葉(水野)敬子<sup>2)</sup>, 水野大<sup>2)</sup>, 定金豊<sup>3)</sup>, 川原正博<sup>2)</sup>  
(<sup>1)</sup> 競走馬理化学研究所, <sup>2)</sup> 武蔵野大学薬学部生命分析化学研究室, <sup>3)</sup> 鈴鹿医療科学大学薬学部)
- P-10 イヌの AAFCO 養分基準を満たす手作り食レシピの設計法  
清水いと世\*, 舟場正幸, 松井徹  
(京大院農・動物栄養)
- P-11 離乳後マウスの小腸における IgA 産生に及ぼすビタミン C の影響  
泉谷紗也佳\*, 杉本実紀, 池田俊太郎, 久米新一  
(京大院農)
- P-12 腎臓での遺伝子発現への中等度亜鉛欠乏および食餌摂取制限の影響  
許斐亜紀\*<sup>1)</sup>, 横井克彦<sup>2)</sup>  
(<sup>1)</sup> 九州女子大学 家政学部 栄養学科, <sup>2)</sup> 聖徳大学 人間栄養学部 人間栄養学科)

16:35 ~ 17:05

口頭発表

座長 : 吉田宗弘 (関西大学)

16:35 ~ 16:50

O-8 飼料中鉄レベルとの鉄指標の用量反応関係

横井克彦\*<sup>1,2)</sup>, 野呂佳苗<sup>2)</sup>, 坂田桃子<sup>2)</sup>

(<sup>1)</sup> 聖徳大学大学院 人間栄養学研究科, <sup>2)</sup> 聖徳大学 人間栄養学部 人間栄養学科)

16:50 ~ 17:05

O-9 非アルコール性脂肪肝炎 (NASH) に対するかき肉エキスの影響

福田卓\*, 春松楨, 松井博之, 松田芳和

(日本クリニック(株)・中央研究所)

17:05 ~ 17:35

口頭発表

座長 : 河村幸雄 (京都女子大学)

17:05 ~ 17:20

O-10 亜鉛欠乏ラット膵臓でのインスリンと SLC30A8/ZnT8 の遺伝子発現

宮崎孝\*<sup>1)</sup>, 佐藤真喜子<sup>1)</sup>, 高橋幸子<sup>1)</sup>, 野寺誠<sup>2)</sup>, 大野洋一<sup>1)</sup>, 柴崎智美<sup>1)</sup>,  
別所正美<sup>1)</sup>

(<sup>1)</sup> 埼玉医科大学 地域医学・医療センター, <sup>2)</sup> 保健医療学部 健康医療科学科)

17:20 ~ 17:35

O-11 亜鉛イオンによる活性酸素生成・処理系の調節

村上恵子\*, 細川好孝, 吉野昌孝

(愛知医大・医・生化)

17:35 ~ 17:40

閉会の辞

懇親会

# 特別講演

## 皮膚に対する作用に注目した食品機能成分の評価

菅原達也

(京都大学大学院農学研究科)

日本は65歳以上の老年人口が23%にも達し、世界でもまれにみる超高齢社会を迎えていることから、疾病予防と健康寿命の増進のみならず、高齢者のQOL（Quality of Life）向上が解決すべき重要な課題の一つといえる。その課題解決に対する方策の一つとして、食品機能に関する研究が精力的に進められている。一方、外面的な若々しさを保つこともまた、QOL向上には重要な要素といえる。そこで我々は、外面的な見栄えに直接影響する皮膚の性状や機能に対する食品成分の効果に注目し、その機構を解明することで高機能食品開発の基盤構築のための研究を推進してきている。

スフィンゴ脂質の骨格部分であるセラミドは、表皮層の細胞間脂質の主要成分であり、皮膚バリア機能に重要であることから、スフィンゴ脂質の経口摂取による皮膚バリア機能向上作用が期待されている。しかしながら、現在市販されているスフィンゴ脂質素材の多くは、植物のグルコシルセラミドであり、その化学構造はヒトを含めたほ乳動物のものとは厳密には異なる。したがって、その機能性を正確に理解するためには、消化管吸収機構や機能性の作用メカニズムを明らかにする必要がある。これまでの検討から、経口摂取された植物グルコシルセラミドの一部は消化管内で消化反応を受け、リンパを介して吸収されるが、吸収率は極めて低いことが見出されてきている。現在、その詳細な機構を明らかにすべく検討を進めているが、小腸上皮に発現している薬剤排出トランスポーター（P-糖タンパク質）が関わることを示されている。一方で、ヘアレスマウスを用いた評価により、様々な素材由来のスフィンゴ脂質の経口摂取によって、皮膚バリア機能が改善することも確認しているが、詳細なメカニズムは不明なままである。実験動物と培養細胞の遺伝子解析の結果から、内因性スフィンゴ脂質代謝の亢進が、メカニズムの一つとして推定されている。

紫外線によって引き起こされる光老化は、加齢による老化とともに、皮膚の老化現象に深く関わることで知られていることから、その抑制もまた重要といえる。そこで、動物、植物、微生物など自然界に幅広く分布しており、強力な抗酸化作用を有するカロテノイドに注目した。とくに海洋生物には、陸上生物とは異なる特徴的なカロテノイドが含まれており、近年その機能性にも注目が集まってきている。これらのカロテノイドが光老化に与える影響について、培養細胞や実験動物を用いた評価を進めており、いくつかのカロテノイドにその抑制作用が見出されている。一部のカロテノイドについては経口摂取によっても真皮や表皮にまで到達できることも確認しており、塗布のみならず、カロテノイドの経口摂取もまた光老化を効率的に抑制できる可能性がある。

## 口頭発表

### O-1

#### D-アミノ酸を高生産する乳酸球菌のゲノム解析

加藤志郎\*<sup>1)</sup>, 高橋俊成<sup>2)</sup>, 老川典夫<sup>1,3)</sup>

(<sup>1)</sup> 関大・先端機構, (<sup>2)</sup> 菊正宗酒造, (<sup>3)</sup> 関大・化学生命工)

【目的】 ヒトを含む多様な真核生物における D-アミノ酸の重要な生理作用が認識されるのに伴い、経口摂取した際の D-アミノ酸の作用に強い興味注がれている。近年では、食品中の D-アミノ酸定量に関する研究も活発になされており、製造工程に微生物を利用する発酵食品（日本酒など）には比較的多種多量の D-アミノ酸が含まれること、発酵過程において乳酸菌が D-アミノ酸生産に大きく寄与すること等が明らかにされてきた。われわれはこれまでに、多様な乳酸菌における D-アミノ酸生産量の解析から他菌株と比較して D-アミノ酸生産能の高い株の単離に成功しており、本研究では乳酸菌による D-アミノ酸高生産機構の解明を目標として、全ゲノム配列の解読を行っている。

【方法】 対象菌株として酒造会社の酒蔵より単離された乳酸球菌 *Leuconostoc mesenteroides* LK-151 株を用いた。同株はこれまでの研究から同種他菌株と比較して D-アミノ酸を有意に高生産することが確認された株である。*L. mesenteroides* LK-151 株を MRS 液体培地で培養し、得られた菌体から抽出・精製したゲノム DNA をゲノム解析に供した。ゲノム塩基配列決定には Roche 社製の次世代シーケンサー GS junior 454 を用いた。得られたリードデータの解析には遺伝研の MiGAP を、推定代謝経路解析には KEGG Automatic Annotation Serve をそれぞれ用いた。

【結果および考察】 GS junior 454 を用いた 500 base read の shotgun 解析および 8 kb span でのペアエンド解析を行い、*L. mesenteroides* LK-151 株ゲノムのドラフト配列の構築を完了した。同株乳酸菌ゲノムの推定サイズは 2.07 Mb、GC 含量は 37.5%、推定遺伝子数は 2070 であり、既報の同種乳酸菌と同程度であった。また、*L. mesenteroides* LK-151 株は少なくとも 3 つのプラスミドを保持することも明らかとなり、既報の同種乳酸菌と比較してプラスミド保持数が多い可能性が示唆された。現在、ドラフト配列中のギャップ領域の解読および推定代謝経路の解析を進めており、本会では推定の D-アミノ酸代謝関連遺伝子を中心とした解析結果を報告する。

### O-2

#### 糸状菌 *Neurospora crassa* におけるスフィンゴ糖脂質と菌糸形成の関連

片岡三和\*<sup>1)</sup>, 谷泰史<sup>1,2)</sup>, 三原久明<sup>1)</sup>

(<sup>1)</sup> 立命館大・生命, (<sup>2)</sup> 立命館大・R-GIRO)

【目的】 スフィンゴ脂質は、真核生物の細胞膜上でコレステロール、グリコシルホスファチジルイノシトールアンカータンパク質と共に脂質ラフトを形成し、細胞内外のシグナル伝達や細胞間接着など細胞膜で起こる様々な現象に関与する。スフィンゴ脂質はセラミドを経由してスフィンゴシンやスフィンゴ糖脂質などに相互に変換されるため、セラミド代謝調節は重要である。酵母では、セラミド代謝酵素 (SUR2, LAG1, LAC1, CerS) や酸性スフィンゴ糖脂質代謝酵素 (AUR1, SUR1) がセラミド代謝調節に関与することが知られている。一方、アカパンカビ (*Neurospora crassa*) には、酵母とは異なる酸性スフィンゴ糖脂質とアカパンカビ特有の中性スフィンゴ糖脂質が存在する。これらのスフィンゴ糖脂質は、細胞膜に存在するため、糸状菌特有の菌糸形成等にも関与する可能性がある。本研究では、スフィンゴ脂質代謝への関与が推定される遺伝子を欠損した *N. crassa* の変異株を用い、スフィンゴ糖脂質と菌糸形成の関連について調べた。

【方法】 *N. crassa* に存在するセラミド代謝関連遺伝子ホモログ 7 種に着目し、各遺伝子欠損株と野生株の表現型を比較した。また、Vogel 液体培地にて培養した各菌株から抽出したスフィンゴ糖脂質を薄層クロマトグラフィー分析にて調べた。糖検出試薬としてオルシノール硫酸を用いた。さらに、Vogel 固体培地にて生育した菌株を光学顕微鏡にて観察し、菌糸生長について調べた。

【結果および考察】 本研究で用いた遺伝子欠損株のうち 3 株 (NCU06465, NCU02969, NCU02282) は、野生株と同等の生育を示し、薄層クロマトグラフィー分析にて野生株と同様のスフィンゴ糖脂質が検出された。一方、残り 4 種の遺伝子欠損株 (NCU00008, NCU08927, NCU04395, NCU00642) では、液体培地において菌糸生長が観察されなかった。しかし、固体培地上で高温培養すると、これら 4 種の遺伝子欠損株の菌糸形成が観察された。固体培地から得られたこれら 4 種の遺伝子欠損株の菌糸体には、スフィンゴ糖脂質が存在していた。また、光学顕微鏡で菌糸を観察したところ、野生株と比較して、いずれの遺伝子欠損株も菌糸幅が小さいことを見いだした。以上より、アカパンカビのスフィンゴ糖脂質と菌糸形成との関連が示唆された。

## O-3

### ネパール西部山岳地域におけるヤクの栄養状態の季節変化

中島光海<sup>\*1</sup>, 安在弘樹<sup>1</sup>, Shah MK<sup>2</sup>, 大石風人<sup>1</sup>, 広岡博之<sup>1</sup>, 熊谷元<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> 京都大学大学院農学研究科, <sup>2</sup> Nepal Agricultural Research Council)

【目的】ネパール山岳地域において主要家畜であるヤクは、季節によって標高の異なる放牧地を移動する移牧によって飼養されている。降水量が多く温暖な夏季においてヤクは豊富な牧草を享受できる一方、降水量の少ない寒冷な冬季においては牧草が不足し、ヤクにとって厳しい環境となる。本研究ではこのような飼養環境の季節変化がヤクの栄養状態にどのように影響するのかを検討するため、2季節におけるヤクの血漿中ミネラル濃度および一般血液性状を測定し、季節間での比較を行った。

【方法】ネパール西部ムスタン県において、2013年4月と9月および2014年4月と9月において計84頭の2～14歳齢の雌ヤクから血液を採取し、血漿サンプルを分離した。すべての血漿サンプルは硝酸で湿式灰化処理した後、原子吸光法でCa, Mg, Cu, Zn濃度を測定した。さらに、2014年4月と9月で得られた血漿サンプルに対しては、ネパールの病理検査所にて一般血液性状（総コレステロール、無機リン、ALT, AST, アルブミン、尿素窒素、グルコース）の分析を行った。これら血漿中ミネラル濃度および一般血液性状に対し季節の違い（4月・9月）が及ぼす影響について、SASのGLMプロシジャにより解析した。

【結果と考察】全ての血漿中ミネラル濃度（Ca, Mg, Cu, Zn）に対し、4月の値が9月に比べ有意に低い値となった（ $p<0.05$ ）。血漿中Ca濃度が欠乏状態の指標値（8.0mg/dl）を下回った個体は43%存在し、そのうちの70%が4月にサンプルを採取した個体であった。また、62%の個体が血漿中Cu濃度の欠乏状態の指標値（0.6mg/dl）を下回り、そのうちの74%が4月にサンプルを採取した個体であった。血漿中Mg濃度が基準範囲の下限值（1.8mg/dl）を下回った個体は8%存在したが、血漿中Zn濃度については基準範囲の下限值（0.8mg/dl）を下回った個体は存在しなかった。一般血液性状においては、無機リン、尿素窒素は4月の値が9月に比べ有意に高かった（ $p<0.01$ ）。アルブミンの値は全ての個体が基準範囲の下限值（3.0g/dl）を下回り、4月の値が9月に比べて有意に低かった（ $p<0.01$ ）。以上のことから、牧草が不足する冬季においてヤクは低栄養状態であることが示唆された。

## O-4

### エビイモとサトイモの特性の違い

#### ～遊離型糖と遊離アミノ酸に焦点をあて～

栗林由樹<sup>\*1</sup>, 村元由佳利<sup>2</sup>, 大谷貴美子<sup>1</sup>, 松井元子<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> 京都府大・院, <sup>2</sup> 京都府大)

【背景・目的】エビイモはサトイモの一種であるが、甘味が強く肉質はなめらかで、煮崩れしにくいなどの特徴を持ち、京料理や京都の家庭料理に重宝されている。ところで近年、農業や地域経済の活性化を図るために、その地域の産品を「地域ブランド」として販売する動きが活発に行われ、京都府においても、“京のブランド産品（ブランド京野菜）”の一つとしてエビイモの栽培・販売促進がなされている。しかし、先に述べたようなエビイモの特性は主観的な評価が主で、客観的に評価した報告はほとんどないのが現状である。そこで本研究では、遊離型糖と遊離アミノ酸に焦点をあて、同一圃場で採取したサトイモと比較し、エビイモの特性を科学的に明らかにすることを目的とした。

【方法】試料はエビイモ（京都えびいも1号）とサトイモ（石川早生）（京都府農林水産技術センター圃場にて2012年11月27日に収穫）を用いた。それぞれ同一条件でゆで調理を行い凍結乾燥した後、80%エタノールで抽出し、遊離型糖および遊離アミノ酸についてHPLC（糖：SHIMADZU製、アミノ酸：Agilent technology製）に供して測定した。また、ゆで調理後、味や食感、煮崩れの程度などについて官能検査（評点法）を行った。さらに、クリープメータ（株山電製）を用いて破断特性を測定した。

【結果】遊離型糖は、エビイモ、サトイモともにスクロースが約86%を占め、その他、フルクトース、グルコースが同定された。遊離型糖の総量、グルコース量、スクロース量は、エビイモの方が有意に（ $p<0.05$ ）多く（約1.6倍）、このことがエビイモの甘さに関わっていることが示唆された。エビイモの遊離アミノ酸総量はサトイモに比べて有意に（ $p<0.01$ ）多く、甘味を呈するアミノ酸総量には差はないが、旨味を呈するアミノ酸総量が有意に（ $p<0.01$ ）多かった。

官能検査では、エビイモはサトイモより硬く、粉質で、甘味・旨味が強いと評価されたが、総合的な好みには差は認められなかった。物性測定においては、エビイモの破断荷重の方が大きく、肉質が緻密であることが示唆され、このことが煮崩れのしにくさに影響している可能性が示唆された。

今後は、煮崩れや食感に影響していると考えられる細胞壁構成多糖や、デンプン特性、さらに、えぐ味成分の原因と考えられるシュウ酸、シュウ酸カルシウム、ホモゲンチジン酸の検討を行う予定である。

## O-5

### マグロ血合肉の低分子画分に含まれるセレンの栄養有効性

廣瀬侑太郎\*, 崔懿, 山川裕久, 細見亮太, 福永健治, 吉田宗弘  
(関西大学化学生命工学部)

【目的】魚は日本人の主要なセレン (Se) 供給源であるが、魚に含まれる Se の栄養有効性が低いとする報告がいくつか存在する。演者らの研究室は、マグロ血合肉をアセトンで処理して得られる高タンパク質画分の有効性は亜セレン酸に匹敵すること、およびマグロの内臓や血合肉には構造未知の低分子化合物の存在することを示してきた。最近、山下らは、マグロ血合肉中の低分子 Se 化合物の構造を同定し、セレノネインと命名している。このような低分子 Se 化合物は、魚の Se の低有効性と関わりがあるかもしれない。そこで、本研究では、マグロ血合肉の低分子画分に含まれる Se の栄養有効性を検討した。

【方法】メバチマグロ血合肉 (Se 濃度  $9.67 \mu\text{g/g}$  (乾燥重量あたり  $36 \mu\text{g/g}$ )) を  $0.1 \text{ M}$  塩酸中でホモジナイズし、非タンパク質性の低分子 Se を抽出した。抽出液は炭酸水素ナトリウムで中和後、凍結乾燥し、細粉化した。得られたマグロ血合肉抽出物粉末の Se 濃度は  $110 \mu\text{g/g}$  だった。3 週齢 (体重  $9 \sim 14 \text{ g}$ ) の A/J 雄マウス 24 匹に AIN93G 飼料からセレン酸を除去した低 Se 基本飼料を 3 週間与えた。その後、6 匹ずつ 4 群に分け、1 群にはそのまま低 Se 基本飼料 (低 Se 対照群)、残りの 3 群には基本飼料に  $100 \text{ ng/g}$  に相当する Se を亜セレン酸ナトリウム (亜セレン酸群)、乾燥血合肉粉末 (血合肉群)、または血合肉抽出物粉末 (血合肉抽出物群) の形態で添加した Se 添加食を与え、さらに 1 週間飼育した。飼育期間終了後、肝臓と血清を採取し、グルタチオンペルオキシダーゼ (GPX) 活性と Se 濃度の測定に供した。

【結果と考察】血清 GPX 活性には群間の差を認めなかった。肝臓 GPX 活性は、亜セレン酸群において低 Se 対照群に比較して有意に上昇したが、血合肉または血合肉抽出物群ではほとんど上昇が認められなかった。血清と肝臓の Se 濃度において、Se 添加飼料を与えた 3 群ではいずれも低 Se 対照群に比較して上昇が認められた。しかし、上昇の程度には明らかな差が認められ、大きい順に亜セレン酸群 > 血合肉群 > 血合肉抽出物群であった。マグロ血合肉中の低分子 Se の栄養有効性は亜セレン酸に比較して低いと推定できる。

## O-6

### ラットにおけるマグネシウム欠乏が血漿中低分子代謝成分濃度に及ぼす影響

友永省三\*, 山本茜, 矢野純司, 舟場正幸, 松井徹  
(京大院農・動物栄養)

【目的】Mg の欠乏は、糖尿病および骨粗鬆症など様々な疾患の危険因子であるため重要な問題である。本研究では、Mg 欠乏における代謝異常解明の糸口を得るために、ガスクロマトグラフ質量分析計 (GC/MS) によるノンターゲットな低分子代謝成分の網羅的な解析系を用いて、ラットにおける Mg 欠乏が血漿中低分子代謝成分濃度に及ぼす影響を調べた。

【方法】5 週齢の SD 系雄ラットを対照区あるいは Mg 欠乏区の 2 区に分けた。1 週間の馴致後、Mg 欠乏区には Mg 濃度を要求量の 10 分の 1 に設定した飼料を給与し、対照区には AIN93G に準じた飼料を pair-fed した。1 週後に血漿を採取し、水溶性物質をメタノール/水/クロロホルム (2.5:1:1) で抽出し、メトキシム/トリメチルシリル誘導体化後、GC/MS (GCMS-QP2010Ultra, 島津製作所) の電子イオン化法による SCAN モードを用い、2-イソピルリngo酸を内部標準物質とした半定量分析を行った。データベースソフトウェアとして、血液、尿、細胞等に含まれる代謝物を中心に登録されている Smart Metabolites Database (島津製作所) を採用した。統計解析には t 検定を用いた。

【結果および考察】1 週間の Mg 欠乏により、クエン酸ならびにコハク酸濃度の減少が認められた。更に、尿素、プロリンおよびメチオニン濃度の増加、トレオン酸ならびに尿酸濃度の減少が認められた。以上より、Mg の欠乏はアミノ酸や有機酸代謝などに影響を及ぼすことが示唆された。

## クズ・プエラリンの経口摂取によるマウスの LPS 誘導性敗血症の抑制

大垣美沙希\*, 河村幸雄  
(京女大・食栄)

【目的】感染症に伴う敗血症は直接的な死因のかなりの部分を占め、敗血症の予防は重要である。食品成分による感染症・敗血症の予防や軽減の可能性を探る目的で、プエラリンは、クズ（葛、*Pueraria lobata*）に特異的に存在するイソフラボンで、C-配糖体であるため人や多くの動物では分解されずそのままの形で吸収される。そこで、プエラリンの事前経口摂取が、LPS 誘導性敗血症の予防や軽減に有効かどうかを検討した。

【方法】大腸菌由来 LPS を腹腔投与したマウスを敗血症モデルとして、①プエラリンを事前にゾンデにて経口投与（1mg/日/匹）したプエラリン群と非投与群とに分け、72 時間以内に死亡する量の LPS を腹腔内投与後、症状（5 段階評価）と生存率の推移を観察した。また、②プエラリンを餌に混ぜ摂取（7.5mg/日/匹）させたプエラリン群と、プエラリンを摂取させない control 群とに分け、LPS を腹腔内投与後、症状と生存率の推移を観察した。

【結果】ゾンデによる胃内プエラリン投与群において、非投与群よりも敗血症症状が軽くまた敗血症死の若干の遅延が認められた。そこで、プエラリンの混餌による 2 週間の事前摂取による LPS 誘導性敗血症死からの回復状況を観察したところ、33 時間後の生存率はプエラリン非摂取群では 7 匹中 2 匹（28.6%）であったのに対してプエラリン食群では 9 匹中 7 匹（77.8%）が生存していた。この事はプエラリンの事前摂取が LPS による敗血症死を予防あるいは軽減する事を示した。

このことは、プエラリンを含量するクズ素材を常時食事から摂取することで菌血症あるいは敗血症を予防あるいは軽減することの可能性を示すものである。

# ポスターセッション

P - 1

## 昆布の乾燥条件の違いによるだしのおま味に及ぼす影響に関する検討

角村智春\*<sup>1)</sup>, 香西彩加<sup>2)</sup>, 松本希美<sup>2)</sup>, 澤村弘美<sup>1)</sup>, 渡邊敏明<sup>1,2,3)</sup>, 前川隆嗣<sup>2)</sup>

(<sup>1)</sup> 兵庫県立大学環境人間学部, (<sup>2)</sup> 前川 TSH 研究所, (<sup>3)</sup> 大阪青山大学健康科学部)

【目的】だし原料の乾燥方法には、天日乾燥と機械乾燥がある。一般に、天日乾燥品は機械乾燥品よりもおいしいとされている。これはスルメイカ（小西ら, 2009）やキノコ類（桐渕ら, 1991）、米（深井ら, 2007）においても科学的に立証されている。しかし、両者のうまみ成分を分析して天日乾燥の旨さを検証した文献は少ない。このことから、本研究では昆布の乾燥条件の違いが昆布だしのおま味に及ぼす影響について検討した。

【方法】実験材料としては、養殖みつし昆布および天然みつし昆布を用い、根元から 90cm までを基部、それ以降を先端として試料とした。本実験では、天日乾燥品は、夏季の屋上にて太陽光に 8 時間当てて乾燥させた（1 日目気温 29.4℃、湿度 66% ; 2 日目 27.2℃、56%）。これを実験乾燥品とした。機械乾燥品は、天日乾燥と機械乾燥の差をみるため、一貫して強制対流定温乾燥器（ETTAS, アズワン）を用いて 8 時間乾燥させた（乾燥温度 35℃、乾燥時間 3 時間 + 70℃、5 時間）。これを実験乾燥品とした。

昆布だしは、各々 3g の試料を 150mL の水道水に入れ、60℃で 1 時間加温することによって抽出した。この条件で抽出しただし汁はグルタミン酸量が最も多いこと、官能検査によっても最もよいだし汁であることが報告されている（成瀬ら, 2003）。試料に含まれるうまみ成分であるアミノ酸については、HPLC によって測定した。養殖みつし昆布製品の部位別の天日乾燥昆布だし、機械乾燥昆布だしの 4 種類の試料を用意して、官能検査を行った。

【結果および考察】アミノ酸測定において、製品では機械乾燥品と比較して天日乾燥品ではアスパラギン酸、グルタミン酸量が多い傾向がみられたが、実験乾燥品では機械乾燥品と比較して天日乾燥品ではアスパラギン酸、グルタミン酸量が少ない傾向がみられた。これは、北海道での乾燥条件を再現できていなかったこと、昆布の個体差による影響が原因と考えられる。

官能検査において、乾燥条件の違いに着目した部位別の比較では、先端では有意差が認められなかったが、基部では「色・見た目の良さ」「味の良さ」「総合評価」の 3 項目において天日乾燥品が有意に好まれた。うま味に関しては人の味覚閾値の更なる検討が必要であるが、乾燥条件の違いはだしのおいしさそのものに関与している可能性が示唆された。

P - 2

## ラット臓器のリンおよびカルシウム濃度に及ぼすポリリン酸過剰摂取の影響

宮内一匡\*, 須田理子, 細見亮太, 吉田宗弘, 福永健治

(関西大学 化学生命工学部 生命・生物工学科)

【目的】近年、日本人の食生活は素材品から加工食品消費へと推移しており、加工食品に添加されるリン酸塩の影響により、リン (P) の過剰摂取が問題視されている。長期的な P の過剰摂取はカルシウム (Ca) 吸収を阻害し、骨代謝に負の影響を与える。食品添加物として使用が許可されているリン酸塩は正リン酸塩と重合リン酸塩があり、pH 調整剤や結着剤として加工食品に用いられている。しかし、これまでにリン酸塩が添加されているかまぼこやソーセージといった加工食品中のタンパク質が P および Ca 吸収に及ぼす影響について報告はない。そこで本研究では、リン源とタンパク質源の違いによる P および Ca 出納および臓器濃度に及ぼす影響を明らかにするため、ラットを用いた動物実験により影響を検討した。

【方法】AIN93G 組成をもとに、タンパク質源を魚肉およびささみタンパク質に 100% 置換した餌料を作成した。それぞれ P 量をリン酸二水素カリウムで 0.3% (通常リン食)、リン酸二水素カリウムで 1.5% (高リン食)、ポリリン酸ナトリウムで 1.5% (高ポリリン食) に合わせた餌料を作成した。4 週齢 Wistar 系雄ラットを用い、試験餌料および水は自由摂取とした。餌料および水摂取量、体重の記録を経目的に行い、21 日間飼育した。飼育開始 3 週目に 3 日間代謝ケージに移し、糞および尿を全量採取した。飼育終了後、常法により採血し、血清および腎臓、脛骨を採取した。原子吸光により Ca 濃度、モリブデンブルー法およびバナドモリブデン酸法により P 濃度を測定した。尿は遠心分離により混合物を除去、糞は 550℃ 乾式灰化後硝酸に溶解したものを試料溶液とした。原子吸光により Ca 濃度、モリブデンブルー法により P 濃度を測定した。

【結果と考察】体重増加量は高ポリリン食群で有意に低値を示したが、餌摂取量は各群有意な差はみられなかった。尿中 Ca 排泄量は高ポリリン食群において有意に低値を示した。また、糞中 Ca 排泄量に関しては、高リン食群、高ポリリン食群、通常リン食群の順に高い値となったが、Ca の見かけの吸収量においては高リン食群と高ポリリン食群間に有意な差は見られなかった。腎臓重量は、高ポリリン食群において高リン食群の 2 倍以上となっていた。また腎臓の P および Ca 量は高ポリリン食群、高リン食群、通常リン食群の順に多く、餌料中 P 濃度だけでなく P の形態による影響が大きく見られた。なお、タンパク質源による有意な差はみられなかった。

## P - 3

### カキ肉廃棄物から抽出した脂質の摂取によるラットの肝臓中性脂質濃度低下効果

戸田裕子\*<sup>1)</sup>, 佐藤達喜<sup>1)</sup>, 細見亮太<sup>1)</sup>, 春松植<sup>2)</sup>, 福田卓<sup>2)</sup>, 松田芳和<sup>2)</sup>, 吉田宗弘<sup>1)</sup>, 福永健治<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> 関西大学 化学生命工学部 生命・生物工学科,

<sup>2)</sup> 日本クリニック(株)・中央研究所)

【目的】カキは「海ミルク」と称され、亜鉛、グリコーゲン、タウリンなど様々な機能性成分が含まれている。このため栄養・機能性成分を抽出、濃縮したカキ肉エキスが販売されている。一方、エキス抽出後に残る残渣は廃棄物として処理されている。このカキ肉廃棄物にはタンパク質やリン脂質が高濃度に残存しており、水産物由来機能性成分と同様に生活習慣病の予防効果を有することが期待される。これまでに、カキ肉廃棄物凍結乾燥粉末をラットに給餌した場合に、血清および肝臓中性脂質 (TG) および総コレステロール濃度が低下することを報告している (*Trace Nutrients Research* 29, 18-24, 2012)。本研究ではカキ肉廃棄物の有効利用を行う目的で、カキ肉残渣抽出脂質 (OEBF) をラットに給餌し、血清および肝臓脂質濃度に及ぼす影響を検討した。

【方法】< OEBF 調製 >カキ肉廃棄物を冷凍状態で粉碎し、ヘキサノール/エタノールを用いて抽出した。抽出した脂質の脂肪酸組成、リン脂質濃度、コレステロール量を分析した。

< 動物実験 > 試験餌料は AIN93G (対照群) と、AIN93G の脂質源を餌料 1 kg に対して OEBF に 20g 置換した群 (OEBF 群) の 2 群を設定した。4 週齢 Wistar 系雄性ラットを用い、試験餌料および水は自由摂取とした。27 日間飼育後、常法により採血し、血清、肝臓および白色脂肪組織を得た。血清および肝臓の脂質成分分析、肝臓の脂肪酸代謝関連酵素活性の測定をおこなった。

【結果と考察】OEBF の脂肪酸組成をみると、EPA が 3.7% (wt%) および DHA が 3.3% (wt%) であった。実験動物の体重増加、餌料摂取量、水分摂取量、餌料効率および解剖時の臓器重量において、二群間で有意な差はみられなかった。OEBF 群は対照群と比較して、血清の TG および LDL-C 濃度の低下傾向がみられ、また肝臓 TG 濃度の有意な低下が確認された。OEBF 給餌により肝臓の脂肪酸合成酵素およびアセチル CoA カルボキシラーゼ活性の低下がみられたことから、脂肪酸合成を抑制することで血清および肝臓 TG 濃度が低下したと考えられる。

以上のことから OEBF 摂取によって、血清および肝臓 TG 濃度を低下させることが確認された。また有用成分としては、n-3 系高度不飽和脂肪酸、リン脂質、メラノイジンなどが影響していると予測される。

## P - 4

### 高脂肪飼料および高脂肪高スクロース飼料給与が ラットにおける脂肪性肝炎発症に及ぼす影響

高井香鶴子\*, 舟場正幸, 松井徹

(京大院農・動物栄養)

【目的】非アルコール性脂肪性肝疾患 (NAFLD) は、飲酒に起因しない肝臓中トリアシルグリセロール (TG) の過剰蓄積によって生じる疾患である。NAFLD には単純性脂肪肝、単純性脂肪肝から進展した非アルコール性脂肪性肝炎 (NASH) が含まれる。単純性脂肪肝から NASH への進行メカニズムは完全には解明されていないが、進行要因の一つとして酸化ストレスが示唆されており、鉄の過剰蓄積が酸化ストレスを引き起こして NASH を誘導することが報告されている。NASH のモデルとして、実験動物への高脂肪飼料給与が提唱されているが、このモデルでは脂肪性肝炎に至らない場合もある。そこで本研究では、高脂肪飼料および高脂肪高スクロース飼料をラットに給与し、NAFLD の発症・進行と肝臓中鉄濃度の関連を検討した。

【方法】4 週齢雄 SD ラットを第一試験では対照 (CT) 区と高脂肪 (HF) 区、第二試験では対照 (CT) 区と高脂肪高スクロース (HFS) 区に割り当て、それぞれ AIN-93G に準じた対照飼料、高ラード飼料、高ラード高スクロース飼料を 12 週間給与した。給与試験後に、肝臓を採取し、TG 濃度、酸化ストレス指標、炎症指標、組織像を検討した。

【結果】HF ラットおよび HFS ラットの肝臓中 TG 濃度は CT ラットに比べ高かった。組織像の観察により、HF ラットでは脂肪蓄積による肝細胞のブルーニングが、HFS ラットでは肝細胞のブルーニングに加え、大小の脂肪滴が認められた。酸化ストレス指標であるヘムオキシゲナーゼ 1 の肝臓中遺伝子発現は、HFS ラットでは CT ラットに比べ高く、HF ラットと CT ラットに差は認められなかった。さらに HFS ラットでは、肝臓に炎症性細胞の浸潤が認められ、肝臓における炎症指標遺伝子群発現も CT ラットに比べ高かった。一方、HF ラットでは、このような変化は認められなかった。肝臓中鉄濃度は CT ラットと HF ラットでは差がなく、HFS ラットで CT ラットよりも低くなった。鉄代謝調節ホルモンであるヘプシジン遺伝子の肝臓における発現は、CT ラットと HF ラットでは差がなく、HFS ラットで CT ラットに比べ高かった。

【考察】HF 飼料を 12 週間給与しても肝臓では炎症は起こらないが、HFS 飼料給与の場合は炎症が引き起こされ NASH モデルとなり得ることが示された。HFS ラットでは、肝臓の炎症反応によるヘプシジン発現増加が肝臓中鉄濃度の低下を惹起することが示唆された。また、HFS 飼料給与による NASH の発症には、肝臓中鉄過剰蓄積とは異なるメカニズムが関与していることが示唆された。

## P - 5

### 亜鉛の過不足によるカイワレダイコンの遺伝子発現量の変化

高井彩帆\*, 細見亮太, 福永健治, 吉田宗弘  
(関西大学 化学生命工学部 生命・生物工学科)

【目的】植物の生育環境に金属が高濃度に存在することは稀であるため、高濃度の金属曝露は枯死につながる可能性が高い。しかし、高濃度の金属曝露の状況においても枯れない種もあることから、高濃度の金属に対する耐性システムがあると考えられる。その防御システムは対応する遺伝子が発現することによって、枯死の危険性を回避すると考えられる。このような金属耐性システムを研究するには、高濃度の金属に耐性を持つ植物を探索し、遺伝子発現を網羅的に解析する必要がある。そこで本研究では、金属として亜鉛を選択し、その高濃度の曝露が植物の発芽からスプラウトといたる過程にどのような影響を与えるかを検討するために、カイワレダイコン (*Raphanus sativus* L.) を用いて遺伝子の発現量の変化について検討した。

【方法】亜鉛濃度 0、20、100  $\mu\text{g}/\text{mL}$  の硫酸亜鉛溶液を用い、水耕中曝露法で亜鉛強化スプラウトを調製した。0 および 100  $\mu\text{g}/\text{mL}$  では 20  $\mu\text{g}/\text{mL}$  と比較し成長阻害が見られたために、0 および 100  $\mu\text{g}/\text{mL}$  で 5 日間栽培した長さと同様になるよう 20  $\mu\text{g}/\text{mL}$  で調製した亜鉛強化スプラウトを 2 種栽培した (2.5 cm および 4 cm)。カイワレダイコンスプラウトの双葉から総 RNA 抽出を行い、各 50 ng の総 RNA を用いて、ラベリング反応を行った。DNA チップはダイコン (*Raphanus sativus* L.) の遺伝子データベース (<http://radish.kazusa.or.jp/index.html>) を用いて作成したカスタムアレイカスタムオリゴ DNA マイクロアレイ (Radish, カイワレ) を使用した。ハイブリダイゼーション、洗浄、スキャンにより遺伝子発現強度を数値化し、各サンプル間で遺伝子発現量を比較した。

【結果と考察】異なる亜鉛濃度 (0.0、20、100  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ) 環境下で、栽培したカイワレダイコン中の亜鉛含有量は、濃度依存的に高くなった。しかし、ビタミン C とクロロフィル含有量は、どの亜鉛濃度でもほとんど変化がなかった。DNA マイクロアレイ解析の結果、2 倍以上発現変動した遺伝子を機能カテゴリーに分類を行った。亜鉛濃度 0.0 と 20  $\mu\text{g}/\text{mL}$  間ではアミノ酸代謝の変動がみられた。20 と 100  $\mu\text{g}/\text{mL}$  間では植物ホルモン生合成系代謝で変動がみられた。機能の不明確な遺伝子が多く存在しているため、今後は遺伝子の機能を絞り込んでいく必要がある。

## P - 6

### 乳酸菌 *Lactobacillus sakei* LK-145 の D-アミノ酸生産に及ぼす培地成分と培養条件の影響

森田朱香\*<sup>1)</sup>, 老川典夫<sup>1,2)</sup>

(<sup>1)</sup> 関大・理工学研究科, (<sup>2)</sup> 関大・化学生命工)

【目的】先にわれわれは日本酒中にさまざまな D-アミノ酸が存在することを明らかにしており、特に生酛造りの日本酒中の D-アミノ酸濃度が高い傾向を見出し、それらの D-アミノ酸は日本酒の旨みや総合評価を高めることも明らかにしている。一般に生酛中には乳酸球菌である *Leuconostoc mesenteroides* と乳酸桿菌である *Lactobacillus sakei* が存在することが知られている。そこで本研究では *L. sakei* の菌株の中で D-アミノ酸を高生産する LK-145 株を、クエン酸、D-グルコース、酵母エキスの濃度と pH をそれぞれ変えた培地で培養し、培地上清中のアミノ酸を分析することで、どのような培地や培養条件で D-アミノ酸の生産量が増加するのかを検討することを目的とした。

【方法】*L. sakei* LK-145 株のグリセロールストックから凍結菌体を、de Man, Rogosa, Sharpe (MRS) 寒天培地に植菌し、30°C で 20 時間静置培養後、プレート上に生育した菌体を 40 ml の MRS 液体培地に植菌し、30°C で 20 時間振盪培養した (前培養)。前培養液を用いて本培養液の初期 OD<sub>600</sub> が 0.1 になるよう調製した菌体懸濁液を 200 ml の MRS 液体培地に植菌した (本培養液)。本培養液から経時的に培養液のサンプリングを行い、OD<sub>600</sub> を測定後、遠心分離後の上清の pH を測定した。また培地上清をトリクロロ酢酸で徐タンパク後、クロマトディスクに通して微粒子を除去し、高速液体クロマトグラフィーで D-Ala, L-Ala, D-Asp, L-Asp, D-Glu, L-Glu の分析を行った。

【結果及び考察】培養方法の検討の結果、本菌は静置培養で培養した方が振盪培養よりも D-アミノ酸を多く生産することが明らかとなった。クエン酸濃度の検討の結果、クエン酸濃度に依存して D-Ala, D-Asp, D-Glu の濃度が高まることがわかった。一般にクエン酸はクエン酸リアーゼによって酢酸とオキサロ酢酸に分解されるため、クエン酸濃度の増加に伴いオキサロ酢酸の濃度が高まり、その代謝に密接に関わっている D-Ala, D-Asp, D-Glu の濃度が高まったと考えられる。次に、D-グルコース濃度の検討の結果、D-Asp と D-Glu は D-グルコース濃度の増加に伴い生産量は減少したが、D-Ala は D-グルコースの濃度が増加しても生産量は変わらないことが明らかとなった。また、酵母エキス濃度の検討の結果、酵母エキスの濃度の増加に伴い D-Ala, D-Asp, D-Glu の濃度も増加することが明らかとなった。最後に初発 pH の検討を行い、D-Glu は pH 6.4 で、D-Asp と D-Ala は pH 6.9 でそれぞれ濃度が最大となった。乳酸菌 *Lactobacillus casei* では pH の低下に伴いクエン酸の取り込み率が低下するという報告があるが、*Lactobacillus sakei* でも同様の傾向が見られ、その結果 D-アミノ酸生産能が増加したと考えられる。

## 日本人の足爪セレン濃度

岸本眸\*, 甲田浩気, 吉田宗弘  
(関西大学化学生命工学部)

【目的】セレン摂取量の生体指標として、日本では尿や血清中セレン濃度が用いられてきたが、これらは直近のセレン摂取量を反映する指標であり、長期にわたる日常的なセレン摂取量の指標としては問題がある。諸外国では長期にわたる日常的なセレン摂取量の指標として足爪セレン濃度がしばしば用いられている。しかし、日本人の足爪セレン濃度に関する調査研究はほとんどない。そこで本研究では、健康な成人から提供された足爪のセレン濃度を測定し、諸外国における測定値と比較した。

【方法】大阪府下に在住する健康な成人に足爪を提供することを依頼し、62名（男性36名、女性26名、年齢 $25.2 \pm 9.6$ 歳）から1人当たり平均約0.1gの足爪の提供を受けた。収集した足爪は秤量後、全量をケルダールフラスコに移し、濃硝酸5mlを加え、不溶物がなくなるまで加熱した。冷却後、過塩素酸2mlを加え、過塩素酸の白煙が生じるまで加熱灰化した。灰化した試料に超純水を加えて容量を10mlとし、0.45  $\mu\text{m}$ のフィルターでろ過して試料溶液とした。試料溶液中のセレンの定量は、誘導結合プラズマ質量分析法により行った。使用機種はICPMS-8500（島津製作所）、分析質量数は82、内部標準はテルルとした。本研究は、関西大学先端科学技術推進機構研究倫理委員会の承認を受けて実施した。

【結果】足爪試料のセレン濃度 ( $\mu\text{g/g}$ ) は、最大値2.13、最小値0.18、平均値0.77、中央値0.77、標準偏差0.32であり、62試料中1.3未満が60試料だった。また、男性 $0.71 \pm 0.24$ 、女性 $0.86 \pm 0.39$ であり、性差を認めなかった。足爪セレン濃度に関して、セレン摂取量が日本より少ないヨーロッパでは約0.5  $\mu\text{g/g}$ 、セレン摂取量が日本人の倍近い米国のサウスダコタ州では平均で1  $\mu\text{g/g}$ を大きく超える値が報告されている。今回の測定値は、セレン摂取量が50～100  $\mu\text{g/g}$ の範囲にある米国東部での報告値に近似しており、妥当なもの判断した。足爪は比較的セレン濃度が高く、非侵襲的に採取できるため習慣的なセレン摂取量の指標として優れていると思われる。

## ミネラル・微量元素摂取量のモニタリング指標としての1日尿中排泄量の利用

吉田香\*<sup>1)</sup>, 伊藤志保里<sup>1)</sup>, 清水陽子<sup>1)</sup>, 中村友佳里<sup>1)</sup>, 西野寿美怜<sup>1)</sup>, 北村真理<sup>2)</sup><sup>1)</sup> 京都光華女子大健康科学部, <sup>2)</sup> 武庫川女子大学生生活環境学部

【目的】近年、種々の健康食品を常用する人が増えており、食品との合わせた摂取によりミネラル・微量元素の過剰摂取が起こる可能性がある。一方、偏った食事や若者にみられる朝食の欠食がミネラル・微量元素の欠乏症を引き起こす可能性もある。そこで、至適摂取量を意識して摂取していく必要があるが、食事調査では必ずしも食事中のミネラル・微量元素量を正確に把握できない。また、体内へのミネラル・微量元素の摂取量は食品の消化吸収率の影響を大いに受けるため、食品による吸収率の違いを加味した体内摂取量の把握が必要となってくる。本研究ではカルシウム (Ca)、マグネシウム (Mg)、亜鉛 (Zn)、鉄 (Fe)、銅 (Cu)、マンガン (Mn) の摂取量と尿中排泄量に相関があるかを調べ、尿中排泄量が摂取量のモニタリング指標として利用できるかを調べた。さらに、摂取食品群によって尿中排泄量が影響を受けるかを調べ、1日尿中排泄量が消化・吸収率を加味したミネラル・微量元素摂取量のモニタリング指標として利用できる可能性を調べた。

【方法】被験者に普段の食事または特別食（ミネラル・微量元素量が多い肉類、魚介類、大豆、海藻類のいずれか1種類を多く含む食事）を摂取させ、1日尿を採取した。摂取量は、秤量記録法による食事調査の結果をもとに求めた。尿中Ca、Mg、Zn、Fe、Cu、Mn量は、湿式灰化法により前処理を行った後、Ca、Mg、Znは原子吸光度法で、Fe、Cu、MnはICP-発光分光分析法により測定した。

【結果および考察】ミネラル・微量元素摂取量に対する尿中排泄量の割合はMg、Ca、Znで高く、Fe、Cu、Mnで低かった。摂取量と尿中排泄量の間で相関が認められたのは、Mg、Znであった。Feでは弱い相関が認められた。食品群によるミネラル・微量元素摂取量と尿中排泄量の違いを調べた結果、肉群、魚群摂取により尿中排泄量が高くなる元素が多く、大豆群、海藻群摂取により尿中排泄量が低くなる元素が多いことがわかった。動物性タンパク質と結合した微量元素は吸収されやすく、食物繊維や大豆に含まれるフィチン酸は微量元素の吸収を阻害することが知られているが、今回の尿中排泄量はこれと一致していた。以上の結果より、尿中Mg、Znはミネラル・微量元素摂取量の消化吸収率を加味したモニタリング指標として利用できる可能性があることが示唆された。

### カルノシンの神経保護作用および筋肉中含量の解析

森美和子<sup>\*1,2)</sup>, 木葉(水野) 敬子<sup>2)</sup>, 水野大<sup>2)</sup>, 定金豊<sup>3)</sup>, 川原正博<sup>2)</sup>

(<sup>1)</sup> 競走馬理化学研究所, (<sup>2)</sup> 武蔵野大学薬学部生命分析化学研究室, (<sup>3)</sup> 鈴鹿医療科学大学薬学部)

【目的】カルノシン ( $\beta$ -alanyl histidine) は、筋肉中に多く含まれ、pH バランス作用、抗酸化作用、抗クロスリンク作用、抗疲労作用などの有用な性質を持つことが報告されている。演者等は、カルノシンが亜鉛 (Zn) による神経細胞死を抑制することを見いだしており、その詳細な神経細胞保護作用メカニズムについて検討を行った。さらに、馬肉、牛肉、鶏肉等の畜肉中カルノシン含量について、グラファイトカーボンカラムを用いる HPLC によって解析を行った。

【方法】Zn は GT1-7 細胞 (不死化視床下部神経細胞) に対して顕著な神経細胞死を引き起こす。そこでカルノシンおよびその類縁体であるアンセリン (1-methyl carnosine) を投与し、保護作用を観察すると共に、Zn の細胞内流入やタンパク発現に及ぼす影響を検討した。さらに、小胞体ストレスの誘導剤である thapsigargin や tunicamycin に対する保護作用についても検討した。また、凍結肉片を homogenize 後、95°C 30 分の熱処理を行い、上清中のカルノシン、アンセリン量をグラファイトカーボンカラム Hypercarb を備える HPLC によって、溶離液として 7% CH<sub>3</sub>CN、0.5% TFA を用いて分離し、紫外部 215nm の吸光度を用いて定量分析を行った。

【結果及び考察】カルノシンおよびアンセリンは、濃度依存的に Zn による神経細胞死を抑制した。両者共に Zn のキレート能を持っているが、Zn の細胞内流入には影響しないことや、Zn によって誘導されるメタロチオネイン、ZnT-1 などの発現には影響しないことから、細胞外でのキレートはカルノシン類の保護活性には関与していないことが示唆された。しかしながら、カルノシン、アンセリンは Zn によって誘導される小胞体ストレスセンサータンパク (GADD34) やシナプス可塑性に関与する Arc の mRNA 発現およびタンパク発現を抑制した。さらに、カルノシンおよびアンセリンは thapsigargin や tunicamycin による神経細胞死をも抑制した。従って、カルノシン類は何らかのメカニズムで小胞体ストレスを抑制することによって、神経細胞を保護していると考えられる。さらに、畜肉中のカルノシン類の定量を行った結果、10 分以内に良好な分離が得られ、現在様々な試料中の解析を行っている。

### イヌの AAFCO 養分基準を満たす手作り食レシピの設計法

清水いと世<sup>\*</sup>, 舟場正幸, 松井徹

(京大院農・動物栄養)

【目的】動物病院に来院するアレルギーなどのイヌには、市販ドッグフードを与えられないケースがあり、飼い主による手作り食の調製が必要になる。また、手作り食による給餌を希望する飼い主もいる。市販ドッグフードの品質基準である AAFCO (米国飼料検査官協会) 養分基準は、日本人の食事摂取基準と大きく異なっているので、ヒトの食事をそのままイヌに与えると栄養素の過不足が生じる可能性がある。今回、煩雑さが少なく獣医師が容易に指導でき、なおかつ成犬用の AAFCO 養分基準を満たす手作り食レシピの設計法を試みた。

【方法】食品の栄養素含量は、主に日本食品標準成分表 2010 を用い、コリンと塩素に関しては、海外のデータベースを用いた。また、食品のエネルギー含量は、ドッグフードで用いられているエネルギー換算係数である修正アトウォーター係数 (タンパク質: 3.5 kcal/g、脂質: 8.5 kcal/g、糖質: 3.5 kcal/g) で再計算した。煩雑な食餌指導を、より簡便にすることを優先し、不足する栄養素を補うために、市販のビタミンおよびミネラルサプリメントの使用を検討した。

【結果及び考察】タンパク質源 (精肉・魚): 糖質源 (白米・麺類) を 1:1 (湿重量比) とすればタンパク質の基準を多くは満たしていた (基本食)。しかし、基本食のみでは、カルシウム、リン、鉄、亜鉛、銅、マンガン、ヨウ素、ビタミン E、コリン、リノール酸は不足する場合が多かった。そこで、基本食: 補助食 (植物油、10 ml; レバー、140 g; 煮干し、50 g; アオサ、3 g; 真昆布、1 g) を 2:1 (エネルギー比) とすれば、リノール酸、鉄、コリン、リン、マンガン、ヨウ素の基準を満たすことができた。しかし、カルシウム、亜鉛、銅、ビタミン E はまだ不足しており、ビタミン・ミネラルサプリメントを用いる必要があった。

今回、不足しているミネラルの補充にサプリメントを用いたが、カルシウム源として鶏ガラなどを用いることでサプリメントの使用量を減らすことができる。

## P - 11

### 離乳後マウスの小腸における IgA 産生に及ぼすビタミン C の影響

泉谷紗也佳\*, 杉本実紀, 池田俊太郎, 久米新一  
(京大院農)

【目的】 ビタミンは動物の免疫機能を改善することが多数報告されている。演者らの研究室では、 $\beta$ -カロテンを離乳後マウスに給与すると空腸と回腸の IgA 産生細胞数が増加し、空腸における IgA 産生量が増加することを報告した。そこで、本研究では離乳後の雄マウスにビタミン C を給与して、マウスの空腸と回腸における IgA 産生に及ぼすビタミン C の影響を調べた。

【方法】 ICR 系 3 週齢雄マウス計 24 匹を対照区およびビタミン C 区に割り当て、ビタミン C 区では L-アスコルビン酸を飼料に 500ppm 添加して 1～3 週間給与した。雄マウスの体重、飼料摂取量および飲水量を毎日測定し、飼育後 7 日目、14 日目および 21 日目に血液、空腸、回腸および直腸糞を採取した。血清、空腸、回腸および直腸糞については ELISA 法で IgA 濃度の測定を行い、また空腸および回腸については蛍光免疫染色で絨毛の粘膜固有層に存在する IgA 産生細胞数を計測した。

【結果と考察】 雄マウスの体重、飼料摂取量および飲水量には L-アスコルビン酸給与による影響は認められなかった。雄マウスの空腸および回腸の IgA 産生細胞数は飼育後 7 日目から 21 日目にかけて急激に増加し、また空腸および回腸の IgA 濃度も同様に増加した。L-アスコルビン酸給与で飼育後 14 日目の空腸と回腸の IgA 産生細胞数が増加した ( $P < 0.05$ ) が、飼育後 21 日目の空腸と回腸の IgA 産生細胞数には処理による影響は認められなかった。また、雄マウスの血清、空腸、回腸および直腸糞の IgA 濃度にも処理による影響は認められなかった。

以上の結果から、離乳後マウスに対する L-アスコルビン酸 500ppm 給与は空腸と回腸の IgA 産生細胞数の増加に限定的な効果が認められたが、小腸の IgA 産生に及ぼす効果は明らかでなかった。

## P - 12

### 腎臓での遺伝子発現への中等度亜鉛欠乏および食餌摂取制限の影響

許斐亜紀\*<sup>1)</sup>, 横井克彦<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> 九州女子大学 家政学部 栄養学科,

<sup>2)</sup> 聖徳大学 人間栄養学部 人間栄養学科)

【目的】 亜鉛は、DNA/RNA ポリメラーゼの補因子として知られ、その欠乏により全身に多様な欠乏症状が現れる。しかし、亜鉛欠乏時の種々の遺伝子発現への影響は詳細には不明である。発表者らは近年、亜鉛欠乏と造血障害について研究を行っている。そこで、亜鉛欠乏と食餌摂取量の低下の両者が、腎臓における各種遺伝子発現に及ぼす影響を検討した。

【飼育】 3 週齢 SD 系雄ラット 30 匹を、体重が等しくなるように対照群 (AIN93G : Control 群)、中等度亜鉛欠乏群 (飼料中亜鉛濃度 4.5pp : ZD 群)、および Pair-Fed 群 (AIN93G : PF 群) の 3 群に割り付け、対応する飼料及びイオン交換水を与え 4 週間飼育した。

【方法】 腎臓は皮質と髄質に分けて分析に使用した。分析には TaqMan probe を用い、赤血球や巨核球の生成に必須の遺伝子である GATA1 と transcription co-activator である Taf6l (TAF6-like RNA polymerase II, p300/CBP-associated factor-associated factor) の遺伝子発現を Quantitative real time RT-PCR (Bio-Rad 社製) で分析した。各群間比較は Fisher の PLSD で検定し、危険率は 5%とした。また、これらの栄養欠乏時には total RNA 量自体が低下することをこれまで報告している。そこで、分析で得られた mRNA を対 total RNA 比でも検討した。

【結果および考察】 髄質における GATA1 の発現量は 3 群間で差は見られなかった。Taf6l 発現は Control 群に比較し、ZD 群が有意に減少し、PF 群は減少する傾向がみられた。Total RNA 比にした場合、Taf6l も GATA1 も 3 群間に有意な差は見られなかった。皮質における GATA1 および TAF6l の発現量はいずれも 3 群間で有意な差は見られなかった。また total RNA 比にした場合も有意な差は見られなかった。

## 口頭発表

O - 8

### 飼料中铁レベルとの鉄指標の用量反応関係

横井克彦<sup>\*1,2)</sup>, 野呂佳苗<sup>2)</sup>, 坂田桃子<sup>2)</sup>

<sup>(1)</sup> 聖徳大学大学院 人間栄養学研究科,

<sup>2)</sup> 聖徳大学 人間栄養学部 人間栄養学科)

【目的】 わが国は鉄欠乏症の有病率が先進国の中で最も高い。鉄欠乏はパーキンソン症候群をはじめとする脳の変性疾患の危険因子であり、アンチエイジングにおける鉄の役割が注目されている。しかしながら、動物実験で飼料中铁レベルと鉄指標の関係は、周知のようではあるが、実際には必ずしも明らかにされていない。そこで、ラットを用いて飼料中铁レベルと鉄指標の用量反応関係について検討した。

【方法】 AIN-93G 処方を変更し、クエン酸第二鉄を鉄源として添加鉄レベルを 0、7、14、21、35、49 mg/kg に設定した飼料を作製した。3 週令 Wistar 系雄ラット 36 匹を 6 匹ずつに分け、それぞれの飼料を自由摂取させ、超純水（ミリポア）を飲み水として与えた。飼育 5 週間後、全血ならびに肝臓を採取し、血液学的検査ならびに肝臓中非ヘム鉄濃度を測定した。データは、Williams の多重比較検定を行なった。なお、Bartlett 検定で等分散性が否定された場合、Shirley-Williams 検定を実施した。また、危険率 5%未満を有意差ありとした。

【結果】 鉄レベル 49 mg/kg に比較して体重増加量と赤血球数は、鉄レベル 7 mg/kg 以下で有意に低下した。ヘモグロビン濃度、Hct、MCV は、鉄レベル 35 mg/kg 以下で有意に低下した。血小板数と網状赤血球比率は、鉄レベル 35 mg/kg 以下で有意に上昇した。肝臓中非ヘム鉄濃度は、supernatant 分画（フェリチン鉄）および coagulum 分画（主にヘモジデリン鉄）ともに 35 mg/kg 以下で有意に低下した。

【考察】 鉄レベル 35 mg/kg 以下では、49 mg/kg に比して赤血球係数や他の血液学的検査値、肝臓中非ヘム鉄濃度が有意に変化しており、鉄レベル 35 mg/kg と 49 mg/kg の間には、はっきりとした差が認められた。これらの結果から、飼料中铁レベルの限界量を決定するために、さらに高レベルの鉄量を含めて検討する必要性のあることが示唆された。

O - 9

### 非アルコール性脂肪肝炎（NASH）に対するかき肉エキスの影響

福田卓<sup>\*</sup>, 春松禎, 松井博之, 松田芳和

(日本クリニック株・中央研究所)

【目的】 日本において、食事の欧米化、工業化に伴うライフスタイルの変化によりメタボリックシンドローム（MS）人口が急速に増加している。その中でも、MS 該当者の 18 %が非アルコール性脂肪肝性疾患（NAFLD）を発症していると報告されている。<sup>1)</sup>そして、NAFLD の一部に肝硬変および肝臓がんに進行するような非アルコール性脂肪肝炎（NASH）が存在することが分かっている。

これまで動物実験などで、かき肉エキスは肝臓機能保護作用を示すことが報告されている。そこで、NASH モデルマウスを用いて、かき肉エキスの NASH に対する影響を検討した。

<sup>1)</sup> Masahide Hamaguchi, Takao Kojima et al.2005 Nov 15;143 (10) :722-728

【方法】 6 週齢 C57BL/6JJmsSLC ♂マウスを以下の 3 群（各群 8 匹）に分け、通常食もしくは NASH モデル飼料であるコリン欠乏メチオニン低減高脂肪食で 6 週間、飼育した。また、かき肉エキス投与群には、NASH モデル飼料中に 5 %のかき肉エキスを添加し、陽性対照群にはメチオニンおよびコリンをかき肉エキスに含まれる同等量、添加した。その後、安楽死させ、血清および肝臓を採取し、各測定に用いた。

陰性対照群 : 通常食（AIG93 組成）

陽性対照群 : NASH モデル飼料 + コリンおよびメチオニン（かき肉エキス同等量）

かき肉エキス投与群 : NASH モデル飼料 + 5 %かき肉エキス

【結果および考察】 6 週間後、陰性対照群に比べ、陽性対照群では血中の肝機能マーカーおよび炎症性マーカーが有意に上昇していた。また、肝臓中の脂肪沈着および炎症も陽性対照群で上昇していた。しかし、かき肉エキス投与群では、陽性対照群に比べ、血中の肝機能および炎症性マーカーが有意に低下していた。また、肝臓中の脂肪沈着および炎症もかき肉エキス投与により抑制されていた。これらの結果からかき肉エキスには、NAFLD および NASH の進行を抑制する効果を持つことが示唆された。

## O - 10

### 亜鉛欠乏ラット膵臓でのインスリンと SLC30A8/ZnT8 の遺伝子発現

#### Gene expression of insulin and SLC30A8/ZnT8 in the zinc-deficient rat pancreas

宮崎孝<sup>\*1)</sup>, 佐藤真喜子<sup>1)</sup>, 高橋幸子<sup>1)</sup>, 野寺誠<sup>2)</sup>, 大野洋一<sup>1)</sup>, 柴崎智美<sup>1)</sup>, 別所正美<sup>1)</sup>

(<sup>1)</sup> 埼玉医科大学 地域医学・医療センター, <sup>2)</sup> 保健医療学部 臨床検査学科)

【目的】亜鉛は 300 以上の酵素の活性中心として働くとともに 1000 種類以上のタンパク質の安定性に寄与している。亜鉛欠乏症では、皮膚炎や味覚異常など種々の症状が見られ、生活習慣病である 2 型糖尿病の増悪化にも関連している。糖尿病は、日本人の主要死因である虚血性心疾患や脳卒中の危険因子である。また、透析導入の原因疾患として糖尿病性腎症が最も多く 40% 以上を占めている。したがって、日本人の健康保持の観点から、糖尿病の予防は重要かつ喫緊の課題となっている。亜鉛が糖尿病と関連しインスリンの合成・分泌に必須であることは、インスリンの発見当初から知られており亜鉛欠乏状態ではインスリンの分泌低下が知られている。β細胞のインスリンの合成・分泌に亜鉛イオンと亜鉛輸送体の溶質輸送ファミリー 30A8 (ZnT8) が重要であると報告されている。今回、亜鉛欠乏状態での膵臓でのインスリンと ZnT8 遺伝子発現を明らかにすることを目的に、亜鉛欠乏ラット膵臓でのそれぞれの遺伝子発現を real-time PCR で検索した。

【方法】5 週齢 SD 系ラット雄 16 匹を亜鉛欠乏食の ZnD 群、亜鉛添加食自由摂取の F 群 (亜鉛 5mg/100g 餌) および ZnD 群と同一カロリーの亜鉛添加餌の Pf 群の 3 群に分けた。それぞれの飼料で飼育 4 週後、膵臓をイソフルレン麻酔下に採取した。摘出した膵臓より total RNA を抽出、抽出した total RNA から cDNA を合成し real-time PCR を行った。

【結果】亜鉛欠乏食投与 4 週後の膵臓でのインスリン遺伝子の発現量は、ZnD 群 ( $0.68 \pm 0.04$ , n=6)、Pf 群 ( $1.00 \pm 0.05$  n=5) および F 群 ( $1.06 \pm 0.09$  n=5) であり、ZnD 群で F 群、Pf 群と比較して有意に低下した。ZnT8 遺伝子発現量は ZnD 群 ( $0.589 \pm 0.047$ )、Pf 群 ( $1.00 \pm 0.06$ ) および F 群 ( $0.82 \pm 0.05$ ) を示し、ZnD 群で F 群、Pf 群と比較して有意に低下していた。

【考察】今回の結果から亜鉛欠乏ラットの膵臓ではインスリン遺伝子発現の低下と ZnT8 遺伝子発現の低下が認められた。これらのことは亜鉛欠乏状態でインスリン合成の低下と、インスリン顆粒の合成・分泌の低下が糖代謝に影響している可能性を示唆するものである。

## O - 11

### 亜鉛イオンによる活性酸素生成・処理系の調節

村上恵子\*, 細川好孝, 吉野昌孝

(愛知医大・医・生化)

【目的】Zn イオンは多くの酵素の必須 cofactor として機能しており、とくに活性酸素消去系酵素 Superoxide oxidase の構成因子として重要な位置を占める。その一方で酵母では過剰による活性酸素傷害が知られているが、その機構は不明な点が多い。今回、Zn イオンの活性酸素生成・消去系酵素に対する作用を検討し、プロオキシダント作用、及びエネルギー代謝調節との関連を考察した。

【方法】トルエン処理によって得た透過性酵母細胞にポリアミン及び Zn イオンを添加し、各種酵素の活性を測定した。活性酸素生成能はアコニターゼの失活を指標として測定した。

【結果】1. Zn は Glutathione reductase (GR) に対して直接の阻害作用を示した。さらに Glucose 6-P dehydrogenase (G6PDH)、NADP-Isocitrate dehydrogenase の阻害により NADPH の供給抑制を介して GR 反応を間接的にも抑制した。2. Zn は酵母において積極的に活性酸素を生成する NAD (P) H 依存ナフトキノン還元酵素 (NQR) に対しては直接の作用を示さないが、ポリアミンによる本酵素の活性化を解除する作用を示した。さらに Zn は Glyceraldehyde 3-P dehydrogenase/Phosphoglycerate kinase, Alcohol dehydrogenase, G6PDH を阻害することにより、NQR の基質供給を減少させて、間接的に活性酸素生成を阻害した。

【考察】Zn イオンは活性酸素消去系を直接・間接的に阻害することによりプロオキシダント機能を発揮すると想定される。その一方で活性酸素生成系酵素のポリアミンによる活性化を抑制して活性酸素生成の抑制機能も有する。しかし、ポリアミンは細胞増殖期において増加するのに対して、Zn は対数増殖期後半から定常期にかけて取り込みが増加することを考慮すると、増殖期においては NQR に対する Zn の関与は小さいため、活性酸素生成が促進されると推測される。一方、定常期にかけては増加した Zn による抗酸化系酵素群の阻害を介して活性酸素生成増加の原因となる。Zn による酵母の活性酸素傷害は抗酸化酵素系に対する阻害作用と密接に関連すると考えられる。

# MEMO

A series of horizontal dashed lines for writing.

## 日本微量栄養素学会役員名簿

会長 吉田 宗弘 (関西大学)  
理事 江崎 信芳 (京都大学)  
大谷 貴美子 (京都府立大学)  
河村 幸雄 (京都女子大学)  
栗原 達夫 (京都大学)  
松井 徹 (京都大学)  
渡邊 敏明 (大阪青山大学)  
監事 老川 典夫 (関西大学)  
小切間 美保 (同志社女子大学)

## 第32回日本微量栄養素学会 学術集会実行委員名簿

会頭 松井 徹 (京都大学)  
委員 江崎 信芳 (京都大学)  
老川 典夫 (関西大学)  
大谷 貴美子 (京都府立大学)  
河村 幸雄 (京都女子大学)  
栗原 達夫 (京都大学)  
小切間 美保 (同志社女子大学)  
吉田 宗弘 (関西大学)  
渡邊 敏明 (大阪青山大学)

### 日本微量栄養素学会事務局

〒616-8555 京都市右京区太秦開日町10番地の1  
日本クリニック株式会社内  
TEL (075) 882-6728  
FAX (075) 882-6750  
E-mail bureau@jtnrs.com  
2015年5月15日発行

# 牡蠣を知ると

## 「美」と「健康」が見えてくる。

牡蠣(かき)は「海のミルク」と呼ばれています。ビタミン、ミネラル、アミノ酸などの40数種類の栄養素をバランスよく含んでいます。そのため、海のミルク、海の玄米などと呼ばれているのです。

一万年前から牡蠣は、人類に愛され、貝塚には牡蠣の殻がたくさん見つかっています。栄養豊富な牡蠣を季節に関係なく、お召し上がりいただけるよう科学で設計しなおした日本クリニックのかき肉エキス。この一粒に約40年の歴史と19の特許が凝縮されています。



かき肉エキス  
主要栄養素

【炭水化物】  
グリコーゲン

【ミネラル】

亜鉛・ナトリウム  
カルシウム・鉄・カリウム  
リン・マグネシウム・銅  
マンガン・ヨード・セレン  
総クロム・リチウム  
コバルト

【ビタミン】

ビタミンB1  
ビタミンB2・ビタミンB6  
ビタミンB12・ビタミンC  
葉酸・ピオチン  
イノシトール・ナイアシン  
コリン

【アミノ酸】

タウリン・アルギニン・リジン  
ヒスチジン・フェニルアラニン  
チロシン・ロイシン・イソロイシン  
メチオニン・バリン・アラニン・グリシン  
プロリン・グルタミン酸・セリン  
スレオニン・アスパラギン酸  
トリプトファン・シスチン  
オルニチン

## 牡蠣を超えた「かきの栄養」

## THE OYSTER EXTRACT SINCE 1974



【牡蠣】



【オイスター-Z】



【バランスター-Z】



【バランスター-WZ】

JOCE専売品

<http://www.japanclinic.co.jp>

牡蠣の神秘を科学で届ける——かき肉エキスのバイオニア  
 **日本クリニック株式会社**

■本 社／〒616-8555 京都市右京区太秦開日町10番地の1  
■食養相談室／TEL.075-871-2299  
■営業 所／札幌・仙台・東京・名古屋・京都・関西・広島・福岡 ■工場／京都府宮津市