

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 1 日現在

機関番号：34311

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350163

研究課題名(和文)微量元素の過剰摂取と欧米型食生活が老人性認知症に与える影響

研究課題名(英文) Effects of excessive intake of trace elements and westernized high-fat diet on senile dementia

研究代表者

吉田 香 (YOSHIDA, KAORU)

同志社女子大学・生活科学部・教授

研究者番号：10336787

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：加齢マウスへのZnの長期間投与により記憶障害が現れるかを調べた結果、視覚的認知記憶の指標となる新奇物質探索試験(ORT)及び長期記憶の指標となる受動的回避学習試験(PA)で用量依存的に記憶能の低下が認められた。高脂肪食がZnによる記憶能低下に影響を与えるかをZn 200ppm長期間投与で調べた結果、PAでは普通食群に比べて高脂肪食群で記憶能が低下したが、ORTでは逆に上昇した。Zn投与量を500ppmに増やし、さらに確認した結果、文脈記憶の指標となる恐怖条件付け試験では普通食群に比べ高脂肪食群で記憶能の低下が認められたが、ORTでは逆に高脂肪食で記憶能の上昇が認められた。

研究成果の概要(英文)：Zinc (Zn) is an essential element but excess amount of Zn is known to cause neurotoxic effects. The risk of excessive intake of Zn is increased by intake from foods plus dietary supplements. We investigated the effects of chronic exposure to Zn on a step-through passive avoidance test (PA), a Y-maze test and a novel object recognition test (NOR) in aged mice. The behavioral tests indicated the possibilities that chronic exposure to Zn dose-dependently inhibited long-term memory and object recognition memory. The increased consumption of saturated fats in a westernized high-fat diet (HFD) contributes to neurodegenerative disease and senile dementia. We investigated whether HFD influences learning and memory deficits caused by chronic exposure to Zn in aged mice. The results of PA, NOR and a fear conditioning test showed that HFD feeding might result in an increase of object recognition memory and a decrease of long-term memory or context memory.

研究分野：食と環境・食の安全

キーワード：微量元素 動物行動試験 過剰摂取 高脂肪食 脳神経障害 マウス

1. 研究開始当初の背景

人口の高齢化が進み、それに伴いアルツハイマー病 (AD) やパーキンソン病 (PD) など高齢者に多い神経変性疾患が増加している。しかし、老人性認知症の原因は未だ明らかになっていない。また、近年、人々の健康への関心が高まり、種々の健康食品を常用する人が増えており、食品のみから摂る場合には注意する必要がなかった微量元素の過剰摂取が起こる可能性がある。微量元素の健康被害の一つとして脳神経変性疾患が注目されており、AD でみられる老人斑には、Zn、Cu、Fe イオンが共存すること、Cu と Zn が アミロイド蛋白 (A β) と直接結合して A β を脳内に沈着させ、老人斑が形成されることが報告されている。しかし、動物試験で微量元素の過剰摂取による神経毒性を報告した例は少なく、報告されている研究でも単独短期間投与によるものがほとんどである。実際のサプリメント摂取では数種類の微量元素を同時に長期間に渡り過剰摂取している可能性があり、長期間及び組み合わせ投与による影響について調べる必要がある。

老人性認知症と食習慣の関連性は不明であったが、近年、飽和脂肪酸やトランス脂肪酸を多く含む食事をするヒトは AD の発症率が高いことから、欧米型食生活への変化により AD 等の老人性認知症の増加が起こっている可能性が示されている。また、飽和脂肪酸やトランス脂肪酸を多く摂取するヒトが Cu を多く摂取すると、加齢に伴う認知機能の低下が加速されることを示す報告もある。しかし、高脂肪食摂取下での微量元素過剰摂取の影響を動物行動試験や脳神経変性の面から調べた研究はほとんどない。

これまでのわれわれの研究により、天然原料より作られたサプリメントに老人性神経変性に関与する Mn、Zn、Cu 及び Fe が多く含まれているものがあること、サプリメントの摂取状況および意識調査により中高年者には天然原料サプリメントと食事の合わせた摂取により微量元素の過剰摂取の可能性があることが明らかになっている。さらに、Mn、Zn 及び Cu の単独または組み合わせ長期投与が高齢マウスの学習・記憶障害に及ぼす影響を動物行動試験で調べた結果、Cu および Mn は長期記憶能に、Zn は視覚的認知記憶に影響を与える可能性があることが示された。以上の結果を踏まえ、加齢により起こる記憶・学習障害に微量元素の過剰摂取が与える影響及びこの障害が飽和脂肪酸やコレステロールを多く摂取する欧米型食生活により加速されるかを明らかにしていくことは極めて重要である。

微量元素の腸管からの吸収には同時に摂取される食事成分が大きく影響を与えることが知られているが、これを科学的に証明した研究はほとんどない。微量元素の腸管からの吸収率を踏まえた過剰摂取量を把握するモニタリング手法の開発は極めて重要である。

2. 研究の目的

これまでの研究で、Mn100ppm 及び Zn100ppm を長期間投与した加齢マウスに、Y 字型迷路試験、新奇物質探索試験及びステップ・スルー型受動的回避試験を行うと、Mn100ppm 投与はステップ・スルー型受動的回避試験において記憶能を低下させる傾向が、Zn100ppm 投与は新奇物質探索試験において記憶能を有意に低下させることが明らかになった。本研究では、記憶能の有意な低下が認められた Zn について、加齢マウスに種々の濃度で長期間投与を行ったのち、Y 字型迷路試験、新奇物質探索試験及びステップ・スルー型受動的回避試験を行い、Zn が学習・記憶障害に与える影響に用量依存性があるかを調べる。さらに、Zn により起こる学習・記憶障害に高脂肪食が及ぼす影響を調べる。また、学習・記憶障害が起こったマウスについて、脳の免疫組織化学的検査により神経変性部位及び酸化ストレス部位を観察し、脳のどの部位に神経変性や酸化ストレスが起こっているかを明らかにする。

動物実験と並行して、ヒトが摂取する微量元素量の把握のためのモニタリング指標として 1 日尿中微量元素排泄量が腸管からの吸収率を加味した有効な指標であるかを検証する。

3. 研究の方法

(1) Zn の長期間過剰投与が加齢雌マウスの学習・記憶能に与える影響

26 週令加齢雌マウスに 0、200ppm、500ppm Zn 水溶液を飲料水として自由摂取させたのち、ビデオトラッキングシステムを用いて、投与 30 週間後に Y 字型迷路試験を、投与 31 週間後に新奇物質探索試験とステップスルー型受動回避試験を行った。Y 字型迷路試験は、マウスが Y 迷路内探索において、直前に進入したアームとは異なったアームに入ろうとする習性を利用したもので、空間作業記憶 (短期記憶) の指標となる。連続して異なるアームに侵入した組み合わせの数より交替行動率 (%) を求め、記憶能を比較した。新奇物質探索試験は、マウスが新奇性を好むという習性を利用したもので、視覚認知記憶の指標となる。まず、同じ物体 A を 2 つ置いた装置内にマウスを自由に探索させ (訓練試行)、物体に近づく時間を測定し、総探索時間に対するそれぞれの物体への探索時間割合 (%) を求めた。訓練試行の 3 時間後、片方を新奇物体 B に変え、装置内を再度自由に探索させ (テスト試行)、元の物体 A と新奇物体 B に近づく時間をそれぞれ測定し、探索時間割合 (%) を求めた。受動回避試験は、マウスが暗い場所を好むことを利用したもので、明室に入れたマウスが暗室に移動した時間を測定し、長期記憶の指標としている。獲得試行では、暗室にマウスが移動すると扉を閉め、電気刺激を与える。獲得試行後、1 日後、再び

明室に入れ、経験した電気刺激に対して回避行動とるかを記憶の指標とし、暗室への移動時間(反応潜時)を最大 300 秒まで測定した。

投与 33 週間後、血清を採取し、総タンパク(TP)、アルブミン(Alb)、アルブミングロブリン比(A/G)、アスパルテートアミノトランスフェラーゼ (AST)、アラニンアミノトランスフェラーゼ(ALT)、アルカリホスファターゼ(ALP)、アミラーゼ(Amy)、クレアチニン(Cre)及び尿素窒素(BUN)の測定を行い、肝臓、腎臓、膵臓に毒性が現れていないかを調べた。さらに、脳を摘出し、脳組織の HE 染色及び免疫組織化学染色(-アミロイド抗体, 抗ミクログリア抗体)により脳神経変性の有無を、DHE 染色により酸化ストレスを調べた。

(2) 高脂肪食が加齢マウスへの Zn200ppm 連続投与による学習・記憶障害に与える影響

26 週令の加齢雌マウスを通常食(日本クレア飼料株式会社 CE2: 粗脂肪 5.03%、脂肪エネルギー比率 13.2%)を与える群と高脂肪食(日本クレア飼料株式会社 Quick Fat: 粗脂肪 13.55%、脂肪エネルギー比率 30.2%)を与える群に分け、それぞれに Zn 0 および 200ppm を飲水投与する群を設け、通常食・Zn0ppm 投与群を CC 群、通常食・Zn200ppm 投与群を ZC 群、高脂肪食・Zn0ppm 投与群を CF 群、高脂肪食・Zn200ppm 投与群を ZF 群とした。投与 30 週間後に Y 字迷路試験及び新奇物質探索試験を、投与 31 週間後に受動回避試験を行った。

投与 33 週間後に血清を採取し、TP、Alb、A/G、AST、ALT、ALP、 γ -グルタミルトランスペプチダーゼ(γ -GPT)、コリンエステラーゼ(ChE)、Amy、Cre、BUN の測定を行い、肝臓、腎臓、膵臓に毒性が現れていないかを調べた。また、高脂肪食の影響を調べるため、血清中の総コレステロール(T-Cho)、LDL コレステロール(LDL-Cho)、HDL コレステロール(HDL-Cho)を調べた。

(3) 高脂肪食が加齢マウスへの Zn500ppm 連続投与による学習・記憶障害に与える影響

Zn 用量を 500ppm に増やして高脂肪食の影響を調べた。すなわち、26 週令の加齢雌マウスを通常食(CE2)を与える群と高脂肪食(Quick Fat)を与える群に分け、通常食群には Zn500ppm を飲水投与し、ZC 群とした。高脂肪食群には、Zn0 及び 500ppm を飲水投与し、それぞれ CF 群及び ZF 群とした。投与 11 週間後に新奇物体認識試験を、投与 29 週間後に新奇物体認識試験及び恐怖条件付け試験を行った。恐怖条件付け試験は、文脈記憶の指標となるものである。床に電線を敷いたチャンパーの中にマウスを入れ、軽い電流を数秒間流す電気ショックを与え、電気ショックによる恐怖文脈条件づけを行ったのち、翌日、同じチャンパーに入れ恐怖を感じている程度をビデオトラッキングシステムによりフ

リージング割合(%)として評価した。

投与 30 週間後、血清を採取し、TP、ALB、A/G 比、BUN、Cre、AST、ALT、ALP、Amy、ChE の測定を行い、肝臓、腎臓、膵臓に毒性が現れていないかを調べた。また、高脂肪食の影響を調べるため、血清中の T-Cho、トリグリセリド(TG)、LDL-Cho、HDL-Cho を調べた。

(4) ミネラル及び微量元素摂取量のモニタリング指標としての 1 日尿中排泄量の有効性

近畿地方の K 大学と M 大学の栄養系学科に在籍する女子学生 21 名を対象とし、1 日目は普通の食事をさせ、普通食群とし、2 日目はミネラル・微量元素を多く含む食材である肉類、魚介類、大豆、海藻類のいずれか 1 種類を多く含む特別食を摂取させ、それぞれ肉群、魚群、大豆群、海藻群とした。肉群には、当日の朝、昼、晩 3 食の主菜として肉料理を用意し、その他は自由摂取させた。魚群には、当日の朝、昼、晩 3 食の主菜として魚料理を用意し、その他は自由摂取させた。大豆群には、大豆類を含む市販惣菜及び大豆を原料とする菓子を渡して調査日当日なるべく多く摂取するよう依頼し、摂取量を記録させた。海藻群には、海藻類を含む市販惣菜、海藻を含む嗜好品及び菓子を渡して同様に依頼し、摂取量を記録させた。普通食群、肉群、魚群、大豆群、海藻群の被験者には、全ての食事を秤量法により記録表に記入させた。

尿は、食事調査と同日の起床後 2 回目の尿から翌朝起床時 1 回目までの 24 時間尿を毎回 4 分の 1 量ずつ採取して合わせ、分析に使用するまで -20℃ で保存した。尿の分析は、硝酸分解後、Ca、Mg、Zn、Mg は日立製作所偏光ゼーマン原子吸光度計(Z-6100 型)で、Fe、Cu、Mn は、Varian 社 ICP 発光分光分析法(Vista-MPX)で測定した。なお、1 日尿中微量元素排泄量は測定した尿中微量元素濃度に 1 日尿量(g)を乗じて求めた。

4. 研究の成果

(1) Zn の長期間過剰投与が加齢雌マウスの学習・記憶能に与える影響

Y 字型迷路試験で交替行動率(%)を求めて比較した結果、いずれの群においても交替行動率(%)は低く、用量による差はなかった。この結果はすべての群で一様に加齢による記憶能の低下が起こったため、差が認められなかったと考えられる。新奇物質探索試験で、同じ物体 A を 2 つ置いた装置内にマウスを自由に探索させ(訓練試行)、物体近づく時間を測定し、総探索時間に対するそれぞれの物体への探索時間の割合(%)を求め、Fig. 1(a)に示した。訓練試行の 3 時間後、片方を新奇物体 B に変え、装置内を再度自由に探索させ(テスト試行)、元の物体 A と新奇物体 B に近づく探索時間割合(%)を求め、Fig. 1(b)に示した。訓練試行時、2 つの物体 A に均等にマウスが近づいた場合、テスト試行時の新奇物体

B への探索時間割合(%)で学習・記憶能を評価できるが、今回、動物により移動する方向の嗜好性が異なり、訓練試行時に 2 つの物体 A に均等に近づかなかった(Fig.1(a))。このため、新奇物体を置く側の位置に焦点を当て、訓練試行時の物体 A とテスト試行時の物体 B への探索時間割合(%)を比較した(Fig.2(a))。さらに、この差を明らかにするため、DI 値を{(テスト試行時の新奇物体 B への探索時間/総探索時間)-(新奇物体を置く位置への訓練試行時の物体 A への探索時間/総探索時間)} × 100 より求めて比較すると、200ppm、500ppm Zn 投与群で用量依存的に減少していた(Fig.2(b))。以上の結果より Zn は用量依存的に視覚的認知記憶を低下させることが示された。投与 31 週間後に行った受動回避試験の結果、0ppm 投与群に比べ 200 ppm、500ppm 投与群で1日後の反応潜時が短くなっていた(Fig.3(a))。また、暗室に入らなかった割合も 200ppm、500ppm 投与で低くなっていた(Fig.3(b))。以上の結果より、Zn は用量依存的に長期記憶能の低下も起こすことが示された。

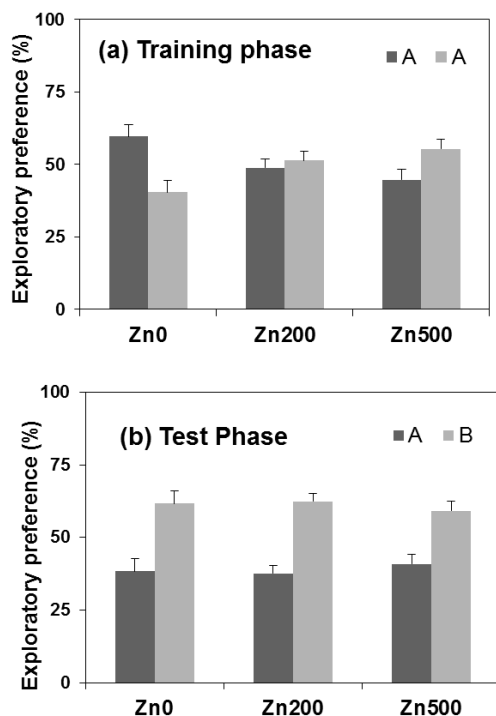


Fig.1 Effects of 31 week-administration of 0, 200 and 500 ppm Zn to aged female mice on exploratory preference during training phase (a) and during test phase (b) in a novel recognition test.

脳組織の HE 染色及び免疫組織化学染色(-アミロイド抗体、抗ミクログリア抗体)により脳神経変性を調べた結果、0ppm 投与群においても加齢による変化が認められ、200 ppm、500ppm 投与群との間に差は認められなかった。また、DHE 染色により脳の酸化ストレスを調べた結果、0ppm 投与群に比べて Zn 投与群で若干の酸化ストレスの上昇が認められた。なお、血清の生化学検査の結果、肝臓、腎臓、膵臓の毒性は認められなかった。

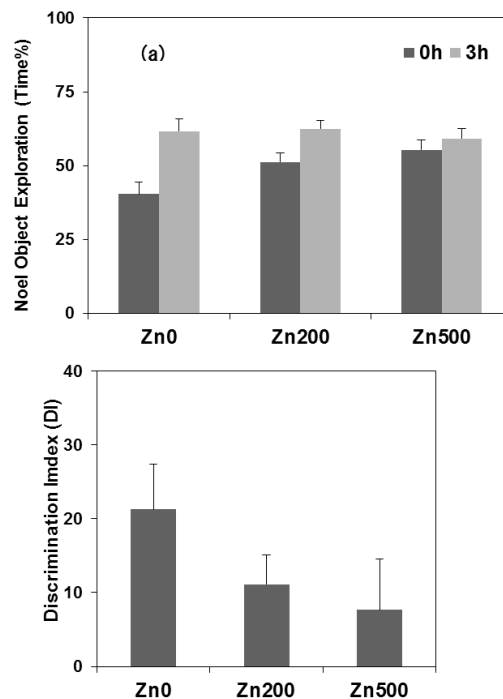


Fig.2 Effects of 31 week-administration of 0, 200 and 500ppm Zn to aged female mice on exploration time (%) to novel object position (a) and on DI (b) in an object recognition test
 Discrimination index (DI) = (novel object position exploration time after 3h/total exploration time)-(novel object position exploration time after 0h/total exploration time) × 100

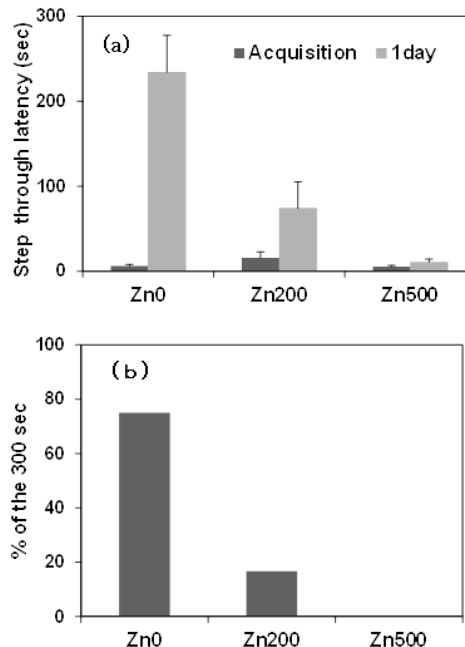


Fig.3 Effects of 31week-administration of 0, 200 and 500ppm Zn to aged female mice on step through latency (a) and on the impaired acquisition response (% of the over 300 sec) (b) 1 day later in a passive avoidance test.

(2) 高脂肪食が加齢マウスへの Zn200ppm 連続投与による学習・記憶障害に与える影響
 Y 字型迷路試験で交替行動率(%)を求めて比較した結果、いずれの群においても加齢により交替行動率(%)は低くなっており、群間

で差は認められなかった。一方、受動回避試験では、CC群、CF群、ZC群に比べて、ZF群で記憶能の低下が認められた。しかし、新奇物質探索試験では、ZC群はCC群に比べて記憶能の低下が認められたが、ZF群ではCF群、ZC群に比べて記憶能の上昇が認められた (Fig.4)。以上の結果より高脂食下では、Zn投与により受動回避試験で記憶能の低下が認められるが、新奇物質探索試験では記憶能の上昇が観察されるという逆の結果が得られることがわかった。

血清の生化学検査の結果、いずれに群においても肝臓、腎臓、膵臓の毒性は認められなかったが、高脂肪食により、血清中のT-Cho、LDL-Cho、HDL-Choは通常食群に比べ約2倍上昇していた。

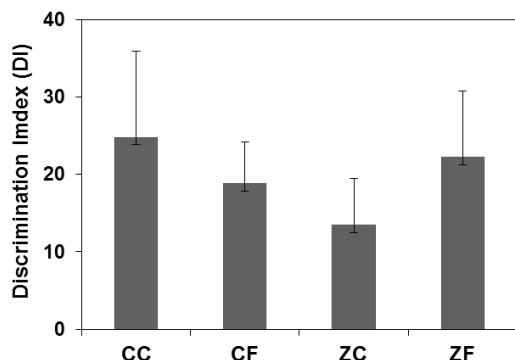


Fig.4 Effect of a high-fat diet on DI of an object recognition test in aged female mice after 30 week-administration of 200ppm Zn

(3) 高脂肪食が加齢マウスへのZn500ppm連続投与による学習・記憶障害に与える影響

先の実験で、高脂食下でのZn200ppm投与により受動回避試験での記憶能の低下が認められたが、新奇物質探索試験では記憶能の上昇が観察されるという逆の結果が得られた。このことを確認するため、さらにZn用量を500ppmに増やし、高脂肪食がマウスの学習・記憶能に与える影響を新奇物体認識試験及び恐怖条件付け試験により調べた。新奇物体認識試験は視覚的認知記憶の指標となる試験であり、嗅周皮質が重要な役割を示すことが知られている。恐怖条件付け試験は文脈記憶の指標となる試験であり、海馬及び扁桃体が重要な役割を果たすことが知られている。投与11週間後に行った新奇物体認識試験では、いずれの群においても記憶能の低下は認められなかったが、29週間後に行った新奇物体認識試験では、ZC群で記憶能の低下が認められた (Fig.5)。以上の結果より、Znによる視覚的認知機能の低下は、10週間程度の中期間投与では起こらず、29週間に渡る長期間投与により起こることが示された。一方、高脂肪食下では、500ppmZn投与したZF群は29週間投与後も記憶能の低下が認められず、逆にCF群に比べて記憶能が上昇していた。しかし、投与29週間後に行った恐怖条件付け試験では、ZF群での記憶能の低下が著しかった (Fig.6)。以上の結果より、高脂肪食下

では、Zn投与により恐怖条件付け試験では記憶能の低下が認められるが、新奇物体認識試験では記憶能の上昇が認められることが示された。この結果は、Znによる神経毒性が現れる脳の部位や機構が異なるためかもしれない。今後、詳細に調べていく必要がある。

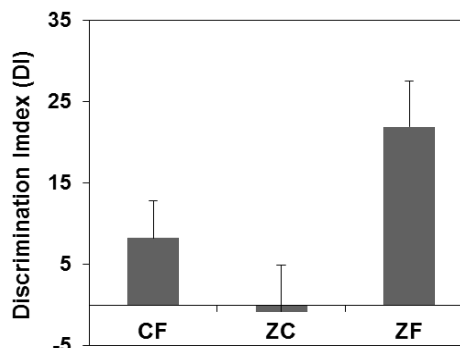


Fig.5 Effect of a high-fat diet on DI of an object recognition test in aged female mice after 29 week-administration of 500ppm Zn

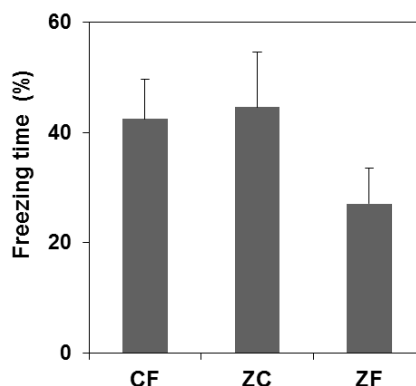


Fig.6 Effect of a high-fat diet on a freezing time of a fear conditioning test in aged female mice after 29 week-administration of 500ppm Zn

血清の生化学検査の結果、いずれの群においても肝臓、腎臓、膵臓の毒性は認められなかったが、高脂肪食では、血清中のT-Cho、TG、LDL-Cho、HDL-Choは通常食群に比べ約2倍上昇していた。

(4) ミネラル及び微量元素摂取量のモニタリング指標としての1日尿中排泄量の有効性

普通食群において、摂取したCa、Mg、Fe、Zn、Cu、Mn量と尿中排泄量の間に関連関係があるかを調べた。関連関係が認められたのは、MgとZnであった。摂取量に対する尿中排泄量の割合(尿中排泄率)を求めると、Caでは $16.1 \pm 10.0\%$ 、Mgでは $27.8 \pm 11.3\%$ 、Feでは $0.077 \pm 0.062\%$ 、Znでは $3.97 \pm 1.26\%$ 、Cuでは 0.72 ± 0.58 、Mnでは 0.005 ± 0.004 であった。尿中排泄率が低かったFe、Cu、Mnは、糞便への排泄が多いとされている微量元素である。以上の結果より、尿中Mg量とZn量は、摂取量の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された。

尿中に排泄されるミネラル・微量元素量は食事成分の影響を受けることが知られてお

り、特に Ca は動物性たんぱく質により排泄量が増加し、植物性たんぱく質により減少するとの報告がある。相関が認められた Mg と Zn においても相関係数はそれぞれ 0.517、0.455 と高い値ではなかった。その理由として、尿中排泄量は同時に食べる食物の影響を受けることが考えられる。そこで、通常の食事をした場合と肉類、魚介類、大豆類、海藻類を多く含む食事した場合で、摂取量と尿中排泄量の相関関係が変化するかを調べた。特別食を摂取することを了承した被験者を対象とし、ミネラル・微量元素摂取量と尿中排泄量の関係について、1 日目の普通食群と 2 日目の肉群、魚群、大豆群、海藻群の比較を行った。その結果、肉群で摂取量に対する尿中排泄量が多くなる元素が多く、大豆群、海藻群摂取で、摂取量に対する尿中排泄量が少な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、食物繊維やフィチン酸は微量元素の吸収を阻害することが報告されている。本研究においても、尿中排泄量は、普通食群に比べ動物性タンパク質を多く含む肉群で高く、食物繊維やフィチン酸を多く含む大豆群や海草群で低くなっており、これと一致していた。以上の結果より、1 日尿中 Mg、Zn 排泄量はミネラル・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示唆された。今後、さらに摂取量のモニタリング指標として、尿中排泄量の有効性を検証していく必要がある。

<引用文献>

- Lovell MA, Robertson JD *et al.* (1998) Copper, iron and zinc in Alzheimer's disease senile plaques. *J Neurol Sci* 158: 47-52.
- Dong J, Atwood CS *et al.* (2003) Metal binding and oxidation of amyloid-beta within isolated senile plaque cores: Raman microscopic evidence. *Biochemistry* 42: 2768-2773.
- Morris MC, Evans DA, Bienias JL *et al.* (2003) Dietary fats and the risk of incident Alzheimer disease. *Arch Neurol.* 60: 194-200.
- Morris MC, Evans DA, Tangney CC *et al.* (2006), Dietary copper and high saturated and trans fat intakes associated with cognitive decline. *Arch Neurol.* 63: 1085-1088.
- 吉田 香、桐木 麻紀、久保田 祐子、上甲 有利、北村 真理 (2013) サプリメントによる微量元素過剰摂取の可能性について サプリメントの使用実態・意識調査、*Trace Nutrients Research*, 30、 74-78

5 . 主な発表論文等

[雑誌論文](計 3 件)

吉田 香、魏 民、山野 莊太郎、木俣 勲 (2016) 亜鉛の長期間投与が加齢マウスの学習・記憶能に及ぼす影響について、*Biomed. Res. Trace Elements*、査読無、27、 104

吉田 香、伊藤 志保里、清水 陽子、中村 友佳里、西野 寿美怜、北村 真理 (2015) ミネラル及び微量元素摂取量のモニタリング指標としての 1 日尿中排泄量の有効性、*Trace Nutrients Research*、査読有、32、 44-48

吉田 香、魏 民、山野 莊太郎、木俣 勲 (2014) マンガン、亜鉛および銅の長期間投与が加齢マウスの学習・記憶能に与える影響について、*Trace Nutrients Research*、査読有、31、 32-36

[学会発表](計 3 件)

吉田 香、魏 民、山野 莊太郎、木俣 勲、亜鉛の長期間投与が加齢マウスの学習・記憶能に及ぼす影響について、第 27 回 日本微量元素学会 (2016 年 7 月 31 日、京都市)

吉田 香、伊藤 志保里、清水 陽子、中村 友佳里、西野 寿美怜、北村 真理、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、第 32 回 日本微量栄養学会学術集会 (2015 年 5 月 30 日、京都市)

吉田 香、魏 民、木俣 勲、寺本 敬子、亜鉛およびマンガンの長期間投与が高齢マウスの学習・記憶能に与える影響について、第 31 回 日本微量栄養学会学術集会 (2014 年 6 月 7 日、大阪府吹田市)

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

吉田 香 (YOSHIDA KAORU)
同志社女子大学・生活科学部・教授
研究者番号：1 0 3 3 6 7 8 7

(2) 研究分担者

魏 民 (GI MIN)
大阪市立大学・大学院医学研究科・准教授
研究者番号：7 0 3 3 6 7 8 3

北村 真理 (KITAMURA MARI)
武庫川女子大学・生活環境学部・准教授
研究者番号：4 0 3 6 9 6 6 6

寺本(木俣) 勲 (TERAMOTO (KIMATA) ISAO)
大阪市立大学・大学院医学研究科・講師
研究者番号：2 0 1 5 3 1 7 4