

機関番号：32408

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20590666

研究課題名 (和文) ヒスチジンとプロリンによる食欲調節作用に着目した肥満や拒食の防止効果に関する研究

研究課題名 (英文) Preventive effect of histidine and proline on obesity and anorexia through the control of appetite.

研究代表者

中島 滋 (NAKAJIMA SHIGERU)

文教大学・健康栄養学部・教授

研究者番号：90149782

研究成果の概要 (和文)：本研究は、ヒスチジンの抗肥満作用に対するプロリンの影響について調べることを目的とした。本研究の結果より、ヒスチジンの抗肥満作用はプロリンにより減弱されることが示唆された。したがって、肥満防止および解消にはヒスチジン/プロリン比が高い食事が有効であると考えられた。一方、拒食状態では体構成タンパク質が異常に分解され血中ヒスチジン濃度が高くなり、ヒスタミンニューロンが異常に活性化されていると考えられる。したがって、拒食状態で食欲が減退している状況では、ヒスチジン/プロリン比が低い食事が食欲回復に寄与する可能性が考えられた。

研究成果の概要 (英文)：The aim of this study is to investigate the influence of proline for the preventive effect of histidine on obesity. The preventive effect of histidine on obesity seemed to decrease by proline. Because, the meal consist of high histidine/proline ratio seemed to be useful to prevent and dissolve obesity. In the case of anorexia, body protein change to amino acids to make energy. From this result, histidine in blood seemed to increase and histamine neuron is activated extraordinary. Because, the meal consist of low histidine/protein ratio seemed to increase the appetite.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,100,000	630,000	2,730,000
2009年度	700,000	210,000	910,000
2010年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：社会医学 公衆衛生学・健康科学

キーワード：肥満、拒食、ヒスチジン、プロリン

1. 研究開始当初の背景

近年、肥満により発症する糖尿病や脂質異常症などの生活習慣病の増加が大きな問題となっている。肥満の原因としては、代謝異常や運動不足などがあるが、一番大きな原因として過食があげられる。したがって、過食を防ぎ肥満を防止することは生活習慣病の

予防に大きく寄与すると考えられる。

脳下垂体視床下部にある満腹中枢を刺激すると、満腹感を感じ摂食抑制作用が生じることが知られている。赤身魚および多獲性赤身魚の肉中にヒスチジンが多く含まれている。近年、その誘導体であるヒスタミンは脳視床下部で満腹中枢の一つであるヒスタミ

ンニューロンを刺激して、満腹感を感じさせることと、脂肪分解を促進する抗肥満作用があることで注目されている。ヒスチジンは血液脳関門を通過できる上、視床下部にはヒスチジンをヒスタミンに変換するヒスチジンジカルボキシラーゼが多く分布している。したがって、ヒスチジン含量の高い魚肉を摂取すると、脳内のヒスタミン量が増加し、ヒスタミンニューロンの活性化がおこる。その結果、摂食抑制がおこり肥満が抑えられると考えられる。これまでにヒスタミンニューロンの活性化により、摂食抑制作用と脂肪分解促進作用が生じ、肥満防止に寄与することは、脳神経科学の研究により明らかになっている。しかし、ヒスチジンの経口摂取による摂食抑制および脂肪分解促進作用に関する研究は、報告者らの研究がほとんどである。報告者らはヒトを対象とした食事調査を行い、ヒスチジン高含有タンパク質摂取により、摂食抑制作用が起こることを報告した。また、ヒスチジン摂取量と肥満の尺度である体脂肪率やBMIとの間には負の相関関係があることを報告した。一方、ラットを用いた動物実験により、摂食量と摂取タンパク質中のヒスチジン量との間に反比例関係があることを見出した。同時に、ヒスチジン摂取による脂肪分解促進作用とその機序（熱産生の促進）を報告した。また、これらのヒスチジンの作用には性差があることを報告している。この様にヒスチジンの摂取は肥満予防に大きな効果があることが明らかになった。

近年、報告者らはヒスチジン摂取による肥満防止作用に対する、プロリンの影響について検討した。プロリンはイミノ酸であり、五員環構造を有している。これはヒスチジンのイミダゾール基と形状が類似している。そのために、プロリンとヒスチジンは生体内において競争的な関係があると考えられた。例えば、ヒスチジン脱炭酸酵素がヒスチジンをヒスタミンへ変換するが、プロリンが存在するとこの酵素に対し競争阻害剤となる可能性などが考えられた。そこで、ヒトを対象とした食事調査を行い、エネルギー、タンパク質、ヒスチジン、プロリン摂取量を求め、エネルギー摂取量とタンパク質摂取量当たりのヒスチジン摂取量との相関関係に対する、タンパク質摂取量当たりのプロリン摂取量の影響を調べた。その結果、エネルギー摂取量とタンパク質摂取量当たりのヒスチジン摂取量との間に認められた負の相関関係は、タンパク質摂取量当たりのプロリン摂取量が低いほど顕著であり、その影響は濃度依存的であった。これらの結果から、プロリンはヒス

チジンの摂食抑制作用を減弱する効果があることが示唆された。拒食の状態では、体タンパク質の分解が促進され、血中ヒスチジン濃度が高くなっていると考えられる。したがって、プロリンには、拒食防止作用があることが期待される。

これまでにヒスチジン高含有タンパク質摂取による肥満防止作用を解明してきたが、本研究では新たに、プロリンによるヒスチジンの作用に対する減弱効果にも着目している。プロリンがヒスチジン摂取による摂食抑制作用を減弱させる研究は、報告者らの行ったヒトを対象とした食事調査による研究のみであるが、その確認を動物実験で行えば、その作用が拒食の防止に有効ではないかと期待されている。また、我が国の伝統的な加工品のヒスチジン供給源としての有用性にも注目しており、実践的な食生活指針が提唱されることも期待される。肥満は生活習慣病の原因となるので、その予防対策は、わが国だけでなく、世界的に重要な課題である。

2. 研究の目的

本研究は、ヒスチジンとプロリンによる食欲のコントロールに着目し、摂食抑制および促進効果が得られるタンパク質中ヒスチジンおよびプロリン量、またはヒスチジン/プロリン比を検討して、肥満および拒食の防止法を提唱することを目的としている。

本研究における実施項目は以下のとおりである。(1)「ラットを用いたヒスチジンの摂食抑制作用に対するプロリンの減弱作用検討」、(2)「ヒトを対象とした栄養調査によるヒスチジンの摂食抑制作用に対するプロリンの減弱作用の検討」、(3)「水産加工品製造工程におけるたんぱく質中ヒスチジンおよびプロリン量の消長」、(4)「ヒスチジンの摂食パターン変化に対するプロリンの影響」、(5)「血中ヒスチジン濃度比とメタボリックシンドローム診断基準との関係およびその関係に対するプロリン濃度の影響」

3. 研究の方法

3-(1)-① プロリンによるヒスチジンの抗肥満作用の減弱効果の検討

5週齢 Wistar 系雄ラット（日本クレア、東京）を用い、室温 $23 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 60-70%、12 時間の明暗周期の条件下で個別に飼育した。固形飼料で 5 日間予備飼育の後、18 匹のラットを 6 匹ずつ 3 群に分け、それぞれに飼料を与えた。飼料組成は、0.3%メチオニン添加 20%カゼイン飼料基準とし、そのコーンスターチ 50g をヒスチジンに置き換えた。(0%プロリン飼料)さらにそれらの飼料のコーン

スターチと置き換えることで、プロリンを 50g 含む飼料 (5%プロリン飼料)、プロリンを 100g 含む飼料 (10%プロリン飼料) とし、調製した。これらの飼料で 24 日間飼育した。飼育期間中は摂食量および体重を毎日測定した。飼育終了時には、非絶食下にて開腹し、肝臓、睾丸周囲脂肪ならびに腹内側壁脂肪を摘出し重量を測定した。

3-(1)-② カフェテリア方式を用いたヒスチジンの摂食抑制作用に対するプロリンの影響の検討

6 週齢 Wistar 系雄ラット (日本クレア、東京) 16 匹を室温 $23 \pm 1^\circ\text{C}$ 、相対湿度 60~70%、12 時間の明暗周期 (点灯; 21:00~9:00) の条件下で個別に飼育した。固形飼料 (CE-2、日本クレア、東京) で 3 日間予備飼育した後、0.3%メチオニン添加 20%カゼイン飼料 (対照飼料) に 1%ヒスチジンを添加した 1%ヒスチジン飼料 (H 飼料) と H 飼料に 2%プロリンを添加した 1%ヒスチジン+2%プロリン飼料 (HP) 飼料の 2 種類を用意し、いずれの飼料もラットが自由に選択できるカフェテリア方式にて飼育した。飼育期間中の摂食量を測定した。

3-(2) ヒトを対象とした栄養調査によるヒスチジンの摂食抑制作用に対するプロリンの減弱作用の検討

対象者は日本および韓国に在住している 660 名の女子学生とした。対象者の身体的特徴は日本および韓国の同年代の女性の値に近似していた。アンケート方式による食事調査を 3 日間実施した。調査結果より 1 日当たりの食品摂取量を算出した。その後、日本食品成分表およびアミノ酸組成表を用いて、1 日当たりのエネルギー、タンパク質、アミノ酸摂取量を算出した。エネルギー摂取量とタンパク質摂取量当たりのヒスチジン摂取量との相関関係を求めた。

3-(3) 水産加工品製造工程におけるたんぱく質中ヒスチジン量の消長

市販「黒はんぺん」の原料と製品を購入し、魚肉、ミンチ、製品のタンパク質およびアミノ酸量を測定し、製造工程におけるタンパク質中アミノ酸量の消長を調べた。また、じゃこ天を製造し、その工程におけるタンパク質中アミノ酸量の消長を調べた。材料魚はじゃこ天の材料として一般的に使用されているホタルジャコ *Acropoma japonicum* を用いて市販じゃこ天の製法に準じてじゃこ天を製造した。すなわち、ミンチ状にした魚肉を 3 分間食塩無添加でらい潰した後、1.8%相当の食塩、5%のデンプン、10%の水、調味料を加え 15 分間らい潰してすり身とした。これを平板上 (縦横 10 cm×10 cm、厚さ 5 mm) に形成し、 180°C の植物油で 2 分間加熱して

じゃこ天を製造した。アミノ酸は HPLC 法で測定した。

3-(4) ヒスチジンの摂食パターン変化に対するプロリンの影響

8 週齢 Wistar 系雄ラット 2 匹を 0.3%メチオニン添加 20%カゼイン飼料で予備飼育の後 1 日絶食させ、5%ヒスチジン飼料 (ヒスチジン飼料) および 5%ヒスチジン+10%プロリン飼料 (プロリン飼料) を用いて、室温 $23 \pm 1^\circ\text{C}$ 、相対湿度 60~70%、12 時間の明暗周期 (点灯; 2:00~14:00) の条件下で個別に飼育し、暗期 (12 時間) および明期 (11 時間: 飼料交換等に 1 時間使用するため) の摂食量を測定した。飼料摂取量は自動摂餌量測定装置 (FDM700A) を用いて測定した。また、摂食活動は行動量に反映されると考えられるので、ヒスチジン食で飼育したラットとプロリン食で飼育したラットの行動量を比較した。行動量は自動摂餌量測定装置拡張モジュール (活動度センサー AS-10) を用いて測定した。

3-(5) 血中ヒスチジン濃度比とメタボリックシンドローム診断基準との関係およびその関係に対するプロリン濃度の影響

職域健診を主とする総合健診 (日帰り人間ドック) 受診者のうち、内科診察において高度の肥満または低栄養状態を認めず、かつ高血圧症、高脂血症、糖尿病、肝機能障害、消化器疾患の服薬治療中の者を除外した 29~74 歳の健常者 129 人 (男性 96、女性 33) の検査データを対象とした。

採血は早朝空腹時に行い、速やかに遠心分離した。空腹時血糖 (FPG)、血清中性脂肪、血清 HDL-コレステロール濃度測定はそれぞれ酵素法、グリセロール除去酵素比色法、直接法を用い、JCCLS (Japanese Committee for Clinical Laboratory Standards) に準拠した検査方法に従い良好な精度管理のもとに自動化学分析装置 (オリンパス AU2700) を使用して測定した。また血中ヒスチジンおよび必須アミノ酸の定量は、検体血清を迅速に -80°C に凍結保存した後、全自動アミノ酸分析機 (日本電子 JLC-500/V) にて一括測定した。

血中遊離ヒスチジン/総遊離必須アミノ酸比と血糖値、血中中性脂肪量、血中 HDL-コレステロール量、血圧値との相関を求めた。相関関係の有無は Pearson の積率相関係数 (r) を求め、t-検定を用いて $p < 0.05$ を統計学的有意とした。

4. 研究成果

4-(1)-① プロリンによるヒスチジンの抗肥満作用の減弱効果の検討

0%プロリン飼料を摂取したラットでは、

体重は他の群と差はなかったものの体脂肪は低下していることが認められた。また、5%プロリン飼料および10%プロリン飼料群の肝臓重量は、0%プロリン飼料群のそれより軽い傾向が認められた。この結果は、5%プロリン食群および10%プロリン飼料群の肝臓脂肪量が、0%プロリン飼料群のそれよりも少ないためと考えられた。

以上の結果より、ヒスチジンの摂食抑制作用および脂肪分解促進作用は、プロリンにより減弱する可能性が示された。

4-(1)-② カフェテリア方式を用いたヒスチジンの摂食抑制作用に対するプロリンの影響の検討

1%ヒスチジン (H 飼料) と1%ヒスチジン+2%プロリン飼料 (HP 飼料) を選択できる実験を行ったところ、HP 飼料の摂取量がH 飼料よりも有意に多かった。(図1) これら飼料摂取の結果から、プロリンがヒスチジンの摂食抑制効果を阻害し、ヒスチジンの作用を減弱させている可能性が示唆された。この原因として、プロリンがHDCの活性阻害あるいはヒスタミンニューロン経路を阻害することによって、ヒスタミンニューロンの活性化を抑制し、ヒスチジンの摂食抑制作用を減弱させていることが考えられた。

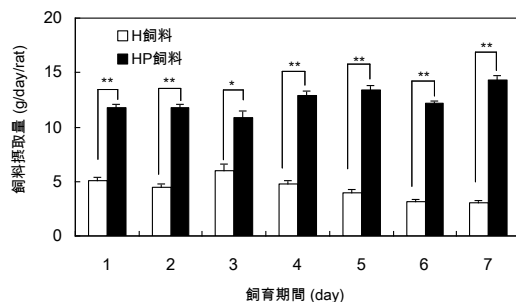


図1 1%ヒスチジン (H) 飼料と1%ヒスチジン+2%プロリン (HP) 飼料の摂取量比較

図中のカラムは8匹のラットが摂取したH 飼料とHP 飼料平均値、バーは標準誤差を示している。有意検定はt検定を用いた。* $p < 0.05$ 、** $p < 0.01$ 。

4-(2) ヒトを対象とした栄養調査によるヒスチジンの摂食抑制作用に対するプロリンの減弱作用の検討

プロリンはヒスチジンが血液脳関門を通過する過程やヒスチジンジカルボキシレースによるヒスチジンからヒスタミンへの変換反応等を妨害する可能性が考えられた。そこで、エネルギー摂取量とタンパク質摂取量当たりのヒスチジン摂取量との相関関係に対するプロリン摂取量の影響を検討した。対象者を、タンパク質摂取量当たりのプロリン摂取量が20 mg/g/day 以下 (低い)、20 mg/g/day ~ 40 mg/g/day (中等度)、40 mg/g/day 以上 (高い) の3つのグループに分

けて、エネルギー摂取量とタンパク質摂取量当たりのヒスチジン摂取量との相関関係を調べた。(表1) に示した様に、これらの負の相関係数はタンパク質摂取量当たりのプロリン摂取量が低い場合に高く、タンパク質摂取量当たりのプロリン摂取量が高くなるほど低くなった。これらの結果から、プロリンはヒスチジンの摂食抑制作用を減弱させることが示唆された。

表1 エネルギー摂取量とタンパク質摂取量当たりのヒスチジン摂取量との相関係数

対象者	人数 (n)	相関係数 (r)
全員	660	-0.0283
タンパク質摂取量当たりのプロリン摂取量が低い対象者	43	-0.4475
タンパク質摂取量当たりのプロリン摂取量が中等度の対象者	381	-0.1975
タンパク質摂取量当たりのプロリン摂取量が高い対象者	236	0.0283

4-(3) 水産加工品製造工程におけるたんぱく質中ヒスチジン量の消長

全般的に、黒はんぺん製造工程におけるタンパク質中アミノ酸量の減少は認められなかったが、ヒスチジンにおいては、魚肉からミンチ、およびミンチから製品に至る製造工程で減少する傾向が認められた。この原因としては、原料である多獲性赤身魚には遊離のヒスチジンが多く含まれており、これらが水洗い等で損失したことが考えられた。グルタミン酸がやや増加した以外は、ヒスチジンを含むすべてのアミノ酸において、顕著な増減は認められなかった。グルタミン酸の増加は調味料の影響であると考察された。黒はんぺんのタンパク質中ヒスチジンおよびプロリン濃度は、それぞれ4.3%および3.9%であった。また、じゃこ天製造工程におけるアミノ酸の増減は認められなかった。この理由として、原料魚であるホタルジャコには遊離のアミノ酸が少ないためと考察された。じゃこ天のタンパク質中ヒスチジンおよびプロリン濃度は、それぞれ2.5%および3.6%であった。

4-(4) ヒスチジンの摂食パターン変化に対するプロリンの影響

ヒスチジン飼料およびプロリン飼料のいずれの飼料で飼育した場合でも、暗期摂食量は明期摂食量よりも多かった。飼料間の比較を行ったところ、暗期摂食量は、ヒスチジン飼料で飼育したラットの方がプロリン飼料で飼育したラットよりも1日目(絶食後)を

除き少ない傾向が認められた。しかし、飼育期間が長くなると、その傾向が減弱した。明期摂食量は、飼育4日目まではヒスチジン飼料で飼育したラットの方がプロリン飼料で飼育したラットよりも多かったが、飼育5日目はほぼ同じとなり、その後はプロリン飼料で飼育したラットの方がヒスチジン飼料で飼育したラットよりも多い傾向が観察された。全期(1日当たり)の飼料摂取量は、暗期の飼料摂取量を反映して、ヒスチジン飼料で飼育したラットの方がプロリン飼料で飼育したラットよりも1日目(絶食後)を除き少ない傾向が認められた。これらの結果より、暗期の摂食量が減少し明期にもある程度の摂食行動が観察されるヒスチジン添加時の摂食パターンに対し、プロリンがその作用を減弱させる可能性が示唆された。今後、ラット数を増やして、ヒスチジンの摂食パターン変化に対するプロリンの影響を観察する予定である。

摂食活動は行動量に反映されると考えられるので、ヒスチジン食で飼育したラットとプロリン食で飼育したラットの行動量を比較した。ヒスチジン飼料およびプロリン飼料のいずれの飼料で飼育した場合でも、暗期行動量は明期行動量よりも多かった。飼料間の比較を行ったところ、暗期行動量は全飼育期間を通じて飼料間の顕著な差は認められなかったが、明期行動量はヒスチジン食を摂取したラットの方がプロリン食を摂取したラットよりも多い傾向が観察された。したがって、全期(1日当たり)の行動量は、ヒスチジン飼料で飼育したラットの方がプロリン飼料で飼育したラットよりも多い傾向が認められた。通常、摂食量が少なく行動量が少なくなると考えられるが、本研究においては、摂食量の少ないヒスチジン食で飼育したラットの方がプロリン食で飼育したラットよりも行動量が多い傾向が認められた。この原因として、ヒスチジンには行動量を増加させる抗疲労または疲労回復作用があることが示唆された。今後、ラット数を増やして、ヒスチジンの行動量変化に対するプロリンの影響を観察する予定である。

4-(5) 血中ヒスチジン濃度比とメタボリックシンドローム診断基準との関係およびその関係に対するプロリン濃度の影響

血中遊離ヒスチジン/総遊離必須アミノ酸比とBMI、血糖値、血中中性脂肪量、血圧値との間には、それぞれ負の相関関係が観察された。また、血中遊離ヒスチジン/総遊離必須アミノ酸比と血中HDL-コレステロール量との間には正の相関関係が観察された。また、これらの相関関係は、血中プロリン濃度が低い場合に顕著に観察された。(表2) 本研究の結果より、血中ヒスチジン濃度比が肥満および

メタボリックシンドロームの診断指標として適用できる可能性が示唆された。

表2 血中ヒスチジン濃度比とBMI、血圧、血液成分との相関関係に及ぼす血中プロリン濃度の影響

		血中遊離ヒスチジン/総遊離必須アミノ酸比(%)			
		全群 (n=129)	低血中プロリン/総遊離アミノ酸比グループ (n=53)	中血中プロリン/総遊離アミノ酸比グループ (n=33)	高血中プロリン/総遊離アミノ酸比グループ (n=43)
BMI (kg/m ²)	相関係数	-0.208(*)	-0.366(*)	-0.1098	0.0831
	Significant probabilities	0.0180	0.0157	0.4832	0.5964
	N	129	43	43	43
血糖値 (mg/dl)	相関係数	-0.251(**)	-0.356(*)	-0.0481	-0.1765
	Significant probabilities	0.0041	0.0190	0.7594	0.2576
	N	129	43	43	43
血中HbA1c量 (mg/dl)	相関係数	-0.188(*)	-0.2894	-0.2410	0.1707
	Significant probabilities	0.0332	0.0511	0.1195	0.2736
	N	129	43	43	43
血中中性脂肪量 (mg/dl)	相関係数	-0.1638	-0.2019	-0.1263	-0.0416
	Significant probabilities	0.0636	0.1942	0.4198	0.7909
	N	129	43	43	43
血中HDL-cholesterol コレステロール量 (mg/dl)	相関係数	.226(**)	.466(**)	0.1535	-0.0938
	Significant probabilities	0.0099	0.0016	0.3256	0.5498
	N	129	43	43	43
血中LDL-コレステロール量 (mg/dl)	相関係数	-0.0790	-0.306(*)	-0.0331	0.1517
	Significant probabilities	0.3736	0.0459	0.8332	0.3315
	N	129	43	43	43
収縮期血圧 (mmHg)	相関係数	-.392(**)	-.347(*)	-.381(*)	-.391(**)
	Significant probabilities	0.0000	0.0226	0.0118	0.0095
	N	129	43	43	43
拡張期血圧 (mmHg)	相関係数	-.267(**)	-.1575	-.2052	-.338(*)
	Significant probabilities	0.0022	0.3132	0.1867	0.0268
	N	129	43	43	43

** : p<0.01
* : p<0.05

本研究の結果より、ヒスチジンの抗肥満作用はプロリンにより減弱されることが示唆された。したがって、肥満防止および解消にはヒスチジン/プロリン比が高い食事が有効であると考えられた。一方、拒食状態では体構成タンパク質が異常に分解され血中ヒスチジン濃度が高くなり、ヒスタミンニューロンが異常に活性化されていると考察される。したがって、拒食状態で食欲が減退している状況では、ヒスチジン/プロリン比が低い食事が食欲回復に寄与する可能性が考えられた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計10件)

- ① 中島滋、田中香、後藤浄子、浅見悦子、保莉義則、松本透、土屋隆英: カツオ節製造工程で得られたヒスチジン高含有熱水抽出物経口摂取による血圧降下の可能性, 日本未病システム学会誌, 査読有, (印刷中) .
- ② Kyoung Ae Lee, Bo-Young Jeong, Soo-Kyung Moon, In-Soo Kim, Shigeru Nakajima, Soichiro Nakamura: Comparisons of Korean and Japanese College Students' Eating Habits and Food Preferences, 査読有, Journal of Korean Society of Food Science and Nutrition, **39**, 1619-1626 (2010).
- ③ 雨宮有子、中島滋、加部勇、池田啓一、信太直己、山倉文幸、河合祥雄、形本静夫、岩井秀明: 血中ヒスチジン量と動脈

- 硬化危険因子との相関関係, 日本未病システム学会誌, 査読有, **16**, 17-27 (2010).
- ④ Michiko Endo, Seiichi Kasaoka, Miki Takizawa, Kiyoko Goto, Shigeru Nakajima, S-K Moon, I-S Kim, B-Y Jeong, Soichiro Nakamura: Suppressed fat accumulation in rats fed a histidine-enriched diet, *Journal of Food Science and Nutrition*, 査読有, **15**, 1-6 (2010).
- ⑤ 中島滋, 加瀬澤信彦: 血中ヒスチジン濃度比とメタボリックシンドローム診断基準との関係, 日本未病システム学会誌, 査読有, **15**, 253-241 (2009).
- ⑥ 遠藤美智子, 滝沢未来, 田中香, 時高正明, 笠岡誠一, 中村宗一郎, 中島滋: 鰹節抽出物摂取がラット体脂肪および筋肉量に及ぼす影響, *肥満研究*, 査読有, **15**, 202-207 (2009).
- ⑦ Yuko Amamiya, Shigeru Nakajima, Keiichi Ikeda, Naoki Shida, Fumiyuki Yamakura, Sachio Kawai, Yuji Nakazato, Shizuo Katamoto, Isamu Kabe, Takahide Tsuchiya, Hideaki Iwai: Negative correlations between free histidine content in plasma and BMI or area of visceral fat, *Journal of Physical Fitness, Nutrition and Immunology*, 査読有, **18**, 87-91 (2009).
- ⑧ Shigeru Nakajima, Kaoru Tanaka, Setsuko Inoue, Takahide Tsuchiya, Hideaki Iwai, Yuko Amamiya and Yutaka Inaba: Suppressive effect of dietary histidine-rich protein on food intake under protein-rich condition especially in female, *Journal of Physical Fitness, Nutrition and Immunology*, 査読有, **17**, 214-223 (2008).
- ⑨ 笠岡誠一, 後藤浄子, 時高正明, 滝沢未来, 田中香, 小川真紀子, 中島滋: 鰹節抽出物の短期投与によるラットの摂食量および脂肪蓄積量の検討, *栄養学雑誌*, 査読有, **66**, 127-132 (2008).
- [学会発表] (計 12 件)
- ① 中島滋, 浅見悦子, 土屋隆英, 福生吉裕: ヒスチジンの抗肥満作用に対する大豆食品摂取の影響, 第 16 回日本未病システム学会学術総会 (ワークショップ), 2010 年 11 月 14 日, 那覇市、沖縄県
- ② Seiichi Kasaoka, Kiyoko Goto, Miki Takizawa, Kaoru Tanaka, Shigeru Nakajima: Dietary Histidine Prevent Obesity Due to Preventing Overeating, 6th International Congress of Pathophysiology & 14th International SHR Symposium (Montreal CANADA), 2010 年 9 月 23 日, モントリオール, カナダ.
- ③ 後藤浄子, 笠岡誠一, 遠藤美智子, 田中香, 中島滋: ヒスチジン摂取による食行動には性差が認められる, 第 63 回日本栄養・食糧学会総会, 2009 年 5 月 22 日, 長崎市、長崎県.
- ④ Shigeru Nakajima, Hideaki Iwai, Soichiro Nakamura, Seiichi Kasaoka, Keiichi Ikeda, Yuko Amamiya, Fumiyuki Yamakura, Sachio Kawai, Shizuo Katamoto: 237th American Chemical Society National Meeting & Exposition, 2009 年 3 月 22 日, Salt Lake City, UT, USA.
- [図書] (計 1 件)
- ① Shigeru Nakajima: 「Suppressive effects of marine foods intake on obesity and life style related diseases」 in 「Seafood Quality, Safety, and Health」, The blackwell Publisher (United Kingdom), pp. 402-413 (2010).

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中島 滋 (NAKAJIMA SHIGERU)
文教大学・健康栄養学部・教授
研究者番号: 90149782

(2) 研究分担者

井上 節子 (INOUE SETUKO)
文教大学・健康栄養学部・教授
研究者番号: 60095362
笠岡 誠一 (KASAOKA SEIICHI)
文教大学・健康栄養学部・准教授
研究者番号: 00331455
渡邊 美樹 (WATANABE MIKI)
文教大学・健康栄養学部・助教
研究者番号: 20331457