

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 24 日現在

機関番号：32663

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2015

課題番号：25750049

研究課題名(和文) 苦味感受性を応用した野菜摂取向上のためのオーダーメイド栄養教育への展開

研究課題名(英文) Tailoring nutrition education for increased vegetable intake based on bitter taste sensitivity

研究代表者

井上 広子 (Inoue, Hiroko)

東洋大学・食環境科学部・准教授

研究者番号：60438190

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：研究成果の概要(和文)：本研究は、青年期に対する効果的な野菜摂取量増加を目的に、苦味感受性や苦味感受性遺伝子が野菜摂取量の評価の基準となるか検討した。また果物の甘味をマスク剤とした生のコマツナ・果物ジュースの介入試験を実施し、効果の検証を行った。その結果、食嗜好や食行動は、苦味感受性や苦味感受性遺伝子よりも食環境や生活習慣からの環境因子に起因していることが示唆された。さらに介入試験の結果、便の正常化や食物摂取状況、尿中イソチオシアネート排泄量が増加した。生のコマツナ・果物ジュースの摂取は、青年期に対する栄養教育プログラムとして有効な手法であることが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：To determine how to effectively increase adolescents' vegetable intake, we studied bitter taste sensitivity and the bitter taste sensitivity gene as evaluation criteria. We also used a masking reagent for fruit sweetness in an intervention trial study of fresh fruit and komatsuna (*Brassica rapa* L. var. *perviridis*) juice, and verified that this had an effect. The food preference and eating behavior results indicated that the environmental factors of food environment and lifestyle had a greater influence on vegetable intake than bitter taste sensitivity and the bitter taste sensitivity gene did. Furthermore, results of the intervention trial study showed normalization of bowels and food intake, and increased isothiocyanate excretion in the urine. Using fresh fruit and komatsuna juice was found to be effective for nutrition education programs for adolescents.

研究分野：栄養教育学

キーワード：苦味感受性 野菜摂取量 食嗜好 食行動 栄養教育

1. 研究開始当初の背景

(1) 青年期の食生活・健康状態と栄養教育の重要性

厚生労働省による「健康日本 21 の最終評価」では、男女ともに 20 歳代では他の年代に比べ、“野菜摂取量が最も少ない”、“朝食欠食率が最も高い”、“体重コントロールを実践する人の割合が最も低い”という結果であった。このような現状を受け、青年期のうちから生活習慣病に対する危機感を持たせ、食習慣の改善、適正な体格の維持を心がけさせることは、将来のわが国の健康寿命の延伸につながる重要な社会的課題である。

研究代表者の井上は、青年期におかれた食生活状況の背景を鑑み、これまでの科学研究費補助金の研究において青年期に対し、継続的な栄養教育を実施し、その評価を詳細に行った。その結果、青年期女性の栄養教育には適切な食事摂取の知識の習得と正しい体型認識の意識付けが必要である。青年期女性の栄養教育には、BMI が低く体脂肪率が高い者が多いため、体脂肪率に着眼した栄養教育が求められる。青年期の食生活改善には、食に対する自己管理能力の育成と野菜摂取量の増加に重点を置いた栄養教育が最重要であることの 3 つの新規的所見を見出した (井上広子, 桑野稔子 教育医学 56, 153-159, 2010) (Inoue H and Kuwano T. *J Home Econ J*, 63, 421-430, 2012)。

(2) 青年期の食行動要因の探索と苦味感受性と食物摂取との関連

井上は、これまでの青年期における栄養教育の実施・評価の結果に基づき、青年期の食物摂取・食行動には、根底として味覚感受性が因子として深く関与しているのではないかと考え、特に摂取不足が著しい野菜においては「苦味感受性が嗜好・食行動へと繋がる鍵になっているのでは」との着想をした。すでに欧米人では、苦味感受性物質である PROP (6-n-propylthiouracil) 感受性の高い人は、アブラナ科の野菜を嫌う報告やキニーネや塩化カリウムの苦味も強く感じるなど、苦味感受性が食品の嗜好に関係しているとの報告がある。Fig.1 で示した Yackinous らの研究では、本研究と同様の大学生を対象とした研究であるが、食物摂取頻度調査 (FFQ) の結果、女子学生においては、Supertasters と呼ばれる苦味感受性の強いグループは、苦味感受性の弱い Non-tasters, Tasters グループに比較し、グリーンサラダ (生野菜) の摂取が少ない結果を報告している。

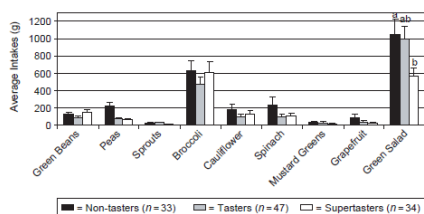


Fig.1) Average intakes (g) of bitter fruit and

vegetables for women non-tasters, tasters and supertasters. Yackinous CA, Guinard JX. *Appetite*, 38, 201-209, 2002.

2. 研究の目的

上記の背景をもとに井上は、これまでの研究プログラムをさらに発展させるために、青年期に対する効果的な野菜摂取量増加を目的とした栄養教育プログラムとしての基礎の確立と、苦味感受性を考慮したオーダーメイド栄養教育への礎をゴールとして、以下の研究を遂行した。

(1) 研究 1: 野菜の苦味感受性が野菜摂取量の評価の基準となるか検討

苦味感受性 (PROP 感受性) の評価と食物摂取状況調査との関連、血液生化学検査値、ビタミン類の定量を行い、苦味感受性と各種パラメーターとの関連を詳細に検討した。

(2) 研究 2: 野菜ジュースの介入試験を実施し、効果を検証

果物の甘味をマスキング剤とする官能的手法を用いた野菜ジュースを開発し、継続的に飲用することで野菜・果物摂取向上につなげる。また、野菜摂取に伴う血液中の抗酸化成分の定量解析、酸化ストレスバイオマーカー分析等を行い、青年期に対する栄養教育プログラムとして有効な手法であったか苦味感受性を応用した野菜の介入試験を総合的に評価した。

3. 研究の方法

(1) 研究 1: 静岡県立大学研究倫理委員会の承認後、研究に際し、詳細な説明を行い、同意が得られた青年期男女のうち、同意が得られた 69 名 (年齢 20.9±1.1 歳) を調査対象者とした。対象者の身体計測、自記式食事歴法質問票による食物摂取状況調査、対象者の食習慣・食嗜好が詳細に把握できる質問紙アンケート、24 時間尿中 Na 排泄量の算出、さらに PROP, NaCl に対する官能評価試験を実施した。その後、TAS2R38 遺伝子多型 (PP, PA, AA) 別に各調査項目との関連について解析を行った。さらに小松菜ジュース (小松菜+水) の苦味感受性に対する官能評価試験を行い、その後、評価値を 50%ile 未満と 50%ile 以上の 2 群に分類し、調査項目との関連について解析を行った。

(2) 研究 2: 静岡県立大学研究倫理委員会の承認後、研究に際し、詳細な説明を行い、同意が得られた青年期女性 12 人 (年齢 21.8±0.7 歳) を研究対象者とした。研究はシングルブラインドにて実施し、介入は平日 5 日間の計 20 日間とした。対象者については、事前にペアマッチを行った。両群ともに、介入前後に身体計測、血圧測定、便 pH 測定、血液生化学検査、食物摂取状況調査 (秤量法、自記式食事歴法質問票: BDHQ)、生活習慣・食習慣に関する質問紙調査を実施した。介入群には、生野菜果物ジュースを 1 日 2 回、10 時と 14

時に分けて摂取してもらった。対照群については、市販の野菜ジュース(株式会社 伊藤園 充実野菜完熟バナナミックス)を摂取エネルギーが同様になるように摂取してもらった。ジュースの材料は、コマツナ 120 g、バナナ 100 g、市販のリンゴジュース 200 g とした。コマツナは、流水で3回洗い、200 ppmの次亜塩素酸ナトリウムによる10分間の消毒を実施した後、再び流水で3回洗った。コマツナ、バナナ、市販のリンゴジュースをミキサー(Vitamix Pro 500)に入れ、1分間、高速で混合し、対象者が摂取するまで、冷蔵庫で保管した。対照群には、同程度のエネルギーの入った市販の野菜ジュース 400 g を摂取してもらった。本介入効果を総合的に評価するために、対象者の尿中イソチオシアネート排泄量、血液中の抗酸化能試験、酸化ストレスバイオマーカー分析も行った。

4. 研究成果

(1) 研究 : TAS2R38 遺伝子型は先行研究同様、PROP に対する感受性に強く影響することが確認された。しかし、食物摂取状況調査結果では、PP, PA 群に比較し、AA 群において、肉類と果実類の摂取量が有意に多かったものの ($p<0.05$)、アブラナ科野菜や緑黄色野菜摂取量には、遺伝子型間に有意差は認められなかった。また、小松菜ジュースの苦味を強く感じやすい群(50%ile 以上群)は、「菓子類をあまり摂取しない」「牛乳・乳製品を意欲的に摂取する」と回答した者が有意に多かった ($p<0.05$)。また、「普段の食事の味付けが薄味である」「調理済み食品の利用頻度が少ない」と回答した者も多い傾向にあった ($p<0.1$)。

本研究対象者においては、TAS2R38 遺伝子多型よりも嗜好や食行動は、食環境や生活習慣からの環境因子が起因していることが示唆された。しかし、アブラナ科野菜に対する苦味感受性が高い者は、「薄い味付けを好む」「菓子類の摂取量が少ない」等の結果より、苦味感受性は、将来の生活習慣病への予測因子につながる可能性も示唆された。

(2) 研究 : 介入群では、介入前に比較し介入後で、血清アルブミン、ヘマトクリット値、平均赤血球容積、平均赤血球色素量が有意に増加した ($p<0.01$)。また対照群では、便量点数平均、便性状スケール点数平均が介入群と比較して有意に改善した ($p<0.05$)。介入期間中に両群が飲用したジュース摂取量に有意差は認められなかった。BDHQ による食物摂取状況調査結果においては、介入群で、マグネシウム、鉄、 β -カロテン、VB₁、VB₂、VB₆、葉酸、パントテン酸摂取量が介入前に比較し、介入後で有意に増加し ($p<0.05$)、K、VC 摂取量においても介入前に比較し、介入後で有意に増加した ($p<0.01$)。対照群では、VC 摂取量が介入前に比較して、介入後で有意に増加した ($p<0.05$)。食品群別摂取量では、

両群ともに緑黄色野菜摂取量が介入前に比較し、介入後で有意に増加し ($p<0.05$)、果実類摂取量においても介入前と比較し、介入後で有意に増加した ($p<0.01$)。

さらに尿中のイソチオシアネート排泄量においては、対照群においては介入後に有意差は認められなかったものの、介入群においては介入後に有意に増加した。しかし、抗酸化能試験においては、両群ともに介入後に有意な差は認められなかった。また 8-OHdG、IsoprostaneF_{2a} 濃度においても両群ともに介入後に有意な低下は認められなかった。

本研究において、嗜好や食行動は、苦味感受性遺伝子よりも食環境や生活習慣からの環境因子が起因していることが示唆された。また野菜・果物ジュース介入により、便の正常化や食物摂取状況が改善することが確認された。酸化ストレスマーカー値が野菜・果物ジュース介入により変動は認められなかったが、本研究対象者は肥満の者や血液中の脂質代謝関連マーカーが高値の者はいなかったことから、大きな変動を示さなかったことが推察された。しかし、尿中イソチオシアネートが有意に上昇したことから、積層的・継続的な野菜・果物ジュースの摂取は、食物繊維だけでなく、抗酸化物質を効率的に摂取できる手段として有効的な栄養教育アプローチであることが明らかとなった。

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5件)

Aiso I, Inoue H*, Seiyama Y, Kuwano T. *Contributed equally.

Compared with the intake of commercial vegetable juice, the intake of fresh fruit and komatsuna (*Brassica rapa* L. var. *perviridis*) juice mixture reduces serum cholesterol in middle-aged men: a randomized controlled pilot study. *Lipids Health Dis.* **13**, 102, (2014).

Doi: 10.1186/1476-511X-13-102. 査読有

Inoue H, Sasaki R, Aiso I, Kuwano T.

Short-term intake of a Japanese-style healthy lunch menu contributes to prevention and/or improvement in metabolic syndrome among middle-aged men: a non-randomized controlled trial. *Lipids Health Dis.* **13**, 57, (2014).

Doi: 10.1186/1476-511X-13-57. 査読有

Inoue H, Yamakawa-Kobayashi K, Suzuki Y, Nakano T, Hayashi H, Kuwano T.

A case study on the association of variation of bitter-taste receptor gene TAS2R38 with the height, weight and energy intake in Japanese female college students. *J Nutr Sci Vitaminol.* **59**, 16-21, (2013).

Doi: <http://doi.org/10.3177/jnsv.59.16> 査読有

井上広子, 桑野稔子 幼児とその保護者のスポット尿中コルチゾール濃度とストレス

評価との関連 教育医学, **58**, 264-273, (2013).
査読有

Inoue H and Kuwano T. Effects of blood parameters and dietary intake on Japanese female college students showing normal BMI with high body fat. *J. Home Econ. J.*, **63**, 421-430, (2012).
査読有

〔学会発表〕(計 10 件)

井上広子, 築城百香, 桑野稔子: 青年期女性の自律神経活動と心身の健康状態についての検討 第 62 回日本栄養改善学会学術総会 福岡国際会議場(福岡県福岡市)2015 年 9 月 24 日~26 日

濱本菜穂, **井上広子**, 桑野稔子: 継続的な咀嚼およびヒスチジンの経口摂取が食生活・生活習慣に与える影響 第 62 回日本栄養改善学会学術総会 福岡国際会議場(福岡県福岡市)2015 年 9 月 24 日~26 日

森元雪菜, **井上広子**, 中村こず枝, 長屋郁子, 桑野稔子: 幼児における精神的健康状態と食生活との関連 第 62 回日本栄養改善学会学術総会 福岡国際会議場(福岡県福岡市)2015 年 9 月 24 日~26 日

Hiroko Inoue, Ryosuke Sasaki and Toshiko Kuwano. Intake of a Japanese-style healthy lunch contributes to normalization of serum adipocytokine. 12th Asian Congress of Nutrition, 14-18 May, 2015 (PACIFICO Yokohama) (神奈川県横浜市)

中村こず枝, 桑野稔子, **井上広子**: 岐阜県一地域における小児での受動喫煙実態調査 第 5 回日本小児禁煙研究会学術集会 沖縄小児保健センターホール(沖縄県南風原町)2015 年 2 月 21~22 日

鈴木裕一, **井上広子**, 桑野稔子, 小林公子, 中野輝世, 和栗智治: Propylthiouracil の苦味を強く感じる人は食塩摂取量が多い: 日本女子大学生を対象とした検討 日本味と匂学会第 48 回大会 静岡市清水文化会館(静岡県静岡市)2014 年 10 月 2 日~4 日

渡邊未来, 市川実久, **井上広子**, 桑野稔子: 咀嚼介入後における身体状況と生活習慣の変化 -実年齢男性の体格別比較- 第 25 回日本咀嚼学会学術大会 静岡県立大学(静岡県静岡市)2014 年 9 月 20 日~21 日

井上広子, 渡邊未来, 桑野稔子: 高校生の食生活の実態と食環境整備による食生活への影響 第 61 回日本栄養改善学会学術総会 パシフィコ横浜(神奈川県横浜市)2014 年 8 月 20 日~22 日

井上広子, 桑野稔子: エラスチンカプセル摂取による抗動脈硬化作用の検討 第 60 回日本栄養改善学会学術総会 神戸国際会議場(兵庫県神戸市)2013 年 9 月 12 日~14 日

相曾いずみ, **井上広子**, 桑野稔子: 実年齢男性の野菜ジュース摂取による血液性状への影響 第 60 回日本栄養改善学会学術総会 神戸国際会議場(兵庫県神戸市)2013 年 9 月 12 日~14 日

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕
出願状況(計 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

井上 広子 (INOUE, Hiroko)
東洋大学・食環境科学部・准教授
研究者番号:60438190

(2) 研究協力者

桑野 稔子 (KUWANO, Toshiko)
静岡県立大学・食品栄養科学部・教授
研究者番号:20213647

鈴木 裕一 (SUZUKI, Yuichi)
仙台白百合女子大学・人間学部・教授
静岡県立大学・名誉教授
研究者番号:50091707

小林 公子 (KOBAYASHI, Kimiko)
静岡県立大学・食品栄養科学部・教授
研究者番号:90215319