

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 1 日現在

機関番号：33902

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010 ～ 2012

課題番号：22500778

研究課題名（和文）大豆製品・乳製品の食後高血糖抑制効果

研究課題名（英文）Effect of soybean and milk products on postprandial changes in blood glucose

研究代表者

末田 香里（SUEDA KAORI）

愛知学院大学・心身科学部・教授

研究者番号：60068278

研究成果の概要（和文）：大豆製品・乳製品を取り上げ、食後高血糖を抑制する食べ方および血糖上昇抑制の作用機序について検討した。①牛乳は米飯摂取 15 分前に摂取すると食後高血糖を抑制したが、15 分後では抑制効果がなかった。納豆は米飯摂取 15 分前・15 分後に摂取すると、共に米飯摂取後の食後血糖上昇抑制効果があった。②牛乳の血糖上昇抑制には、インスリン分泌が関与し、一方大豆製品に関しては大豆製品中の不溶性食物繊維ではないか、と推察した。

研究成果の概要（英文）：We examined how much the postprandial glucose level of white rice were decreased, with milk and soybean products in healthy students. T Milk consumption before a rice only, not after a rice, reduced post-meal blood glucose, and insulin. Fermented soybean before/after a rice reduces post-meal blood glucose, but had no effects on insulin secretion.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	700,000	210,000	910,000
2011年度	600,000	180,000	780,000
2012年度	1,300,000	390,000	1,690,000
年度			
年度			
総計	2,600,000	780,000	3,380,000

研究分野：複合領域

科研費の分科・細目：生活科学

キーワード：食後高血糖、グリセミック・インデックス（GI）、インスリン、乳製品、大豆製品

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 我が国の糖尿病の患者数は増加傾向にあり、平成 19 年の厚生労働省の国民健康・栄養調査結果によると推定患者数（糖尿病が強く疑われる人）は約 890 万人であり、その予備群（糖尿病の可能性が否定できない人は約 1320 万人存在する。60 歳以上で糖尿病推定患者数は 67%に達する。食後高血糖は 2 型糖

尿病に先んじて生じ、糖尿病では食後高血糖がごく一般的にみられる。また、食後高血糖は、空腹時血糖よりも、心臓血管病と高い相関があると報告されている。

(2) 食後高血糖を抑制することが糖尿病、心臓血管病の予防に重要である。食品の糖質の質による血糖上昇曲線の違いを数値で示し

たものがグリセミック・インデックス (GI) である。欧米では主食を変えることにより GI を低下させる方法がとられてきたが、米飯と日本人との特殊性を考慮して、Sugiyama 等は米飯と日常の食事とを組み合わせる食品における GI を算出し、32 の食事の GI 一覧表を作成した。

(3) 予備実験として「日常の食事におけるグリセミック・インデックスの検討」をおこなった。その結果、大豆製品および乳製品を米飯と同時に摂取した場合、米飯の血糖上昇曲線に抑制効果を認めた。さらに乳製品と大豆製品の血糖上昇抑制効果のメカニズムが異なると推論した。大豆製品の食後血糖値を下げる理由として、難消化性、高アミロースであること、食物繊維が多く含まれることが考えられ、一方ミルクがインスリンの分泌を促進すること、ミルク中のアミノ酸がインスリン分泌に関与するであろうと推論した。

## 2. 研究の目的

(1) 米飯と一緒に摂取することにより血糖上昇抑制効果が認められる大豆製品・乳製品を取り上げ、食後高血糖を抑制する食事内容を検討する。

(2) 米飯とともに摂取する大豆製品・乳製品の①食品形態、量的な検討、②食品の組み合わせ効果 ③食品の摂取時刻(朝・昼・夕方)を検討する。

さらに血糖上昇抑制効果が顕著な大豆食品、乳製品については、食後血糖とともにインスリン濃度も測定し、④血糖上昇抑制の作用機序について検討する。

## 3. 研究の方法

(1) 被検者：耐糖能異常がない健常な大学生とした。

(2) 基準食ならびに検査食：

①基準食(サトウのごはん、サトウ食品、147g 炭水化物 50g)を用いた。

②検査食は基準食+検査食品で、炭水化物 50g になるようにサトウのご飯量を調整した。

③検査食品：検査食品は日常的に摂取する量とした。大豆製品検査食は調整豆乳、大豆水煮、木綿豆腐、納豆を用いた。乳・乳製品は低脂肪乳、無糖ヨーグルト、普通牛乳、高脂肪乳、バター、スライスチーズを用いた。

(3) 血糖値の測定、血糖上昇曲線下面積 (GAUC) の算出：

①血糖値の測定は自己血糖測定器 (SMBG) グルテストエース(三和科学研究所)を用いて、被験者自身が食品を食前、摂食後 15、30、45、60、90、120 分後の計 7 回測定した。

②血糖上昇曲線下面積 (GAUC : glucose area under the curve) ならびにインスリン上昇曲線下面積 (IAUC : insulin area under the curve) を算出した。

(4) 統計処理：統計ソフト SPSS を用いた、基本食と検査食の血糖上昇曲線の比較は二元配置分散分析を行った。

## 4. 研究成果

(1) 米飯の食後血糖に及ぼす食物繊維、酢、油、大豆製品、牛乳・乳製品の影響；米飯と大豆製品および乳製品は、米飯と同時に摂取した場合、米飯の血糖上昇を抑制する効果が認められた。大豆製品の食後血糖値を下げる理由として、難消化性、高アミロースであること、食物繊維が多く含まれることが考えられる。一方ミルクがインスリンの分泌を促進すること、ミルク中のアミノ酸がインスリン分泌に関与すると報告されている。以上乳製品と大豆製品の血糖上昇抑制効果のメカニズムが異なると推論される。

(2) 米飯の食後血糖に及ぼす牛乳タンパク質・脂質の血糖上昇抑制効果；牛乳の食後血糖上昇抑制効果は①用量依存性があり、②牛乳中のタンパク質含有量のほうが、脂肪含有量より大きいと推測された。③乳製品を米飯と摂取すると食後血糖上昇ピークが前方方向に移行し、インクレチンを介したインスリン分泌が関与すると推察された。

(3) 米飯の食後血糖上昇に及ぼす大豆製品の血糖上昇抑制効果：食後の血糖上昇を抑制させるには大豆製品中に含まれる一定量の脂質・タンパク質、または不溶性食物繊維の存在が有効である、と推測された。

(4) 豆乳・納豆のセカンドミール血糖上昇抑制効果：米飯と同時に摂取すると血糖上昇を抑制する効果があった豆乳・納豆を、朝食に摂取した場合、昼食(セカンドミール)後の血糖反応に影響を及ぼすか否かを検討した。①朝食+豆乳 400ml : 朝食に豆乳 400ml の有無の昼食後の血糖反応を比較すると、昼食後 30 分の血糖値が朝食に納豆を摂取した時に低値であった ( $p < 0.05$ ) (図 1)。

②朝食+納豆 90g : 朝食に納豆 90g を摂取の有無で昼食後の血糖反応を比較すると、朝食に納豆を摂取した時の昼食後 15 分、30 分、

45 分の血糖値が低かった (図 1)。  
 ③ 昼食時の GAUC の納豆摂取の有無に差はなかった ( $P < 0.077$ ) が、納豆摂取時の GAUC の方が小さくなる傾向であった (図 2)。

結語：朝食に納豆、豆乳を摂取した時、昼食時の初期の血糖上昇を抑える効果が認められた。

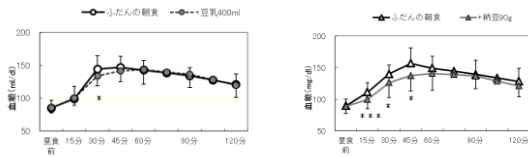


図 1. 朝食に豆乳および納豆摂取時のセカンドミールの血糖反応

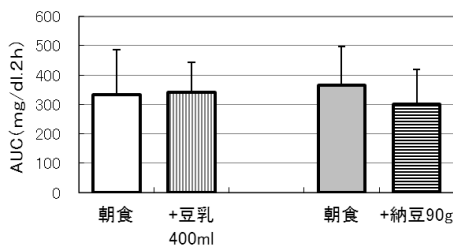


図 2 朝食に豆乳・納豆摂取時のセカンドミールの血糖上昇曲線下面積 (AUC)

(5) 米飯の食後血糖に及ぼす牛乳・納豆の摂取時刻；

① 牛乳を米飯摂取前 15 分に摂取すると食後の血糖上昇抑制効果があった (図 1)。

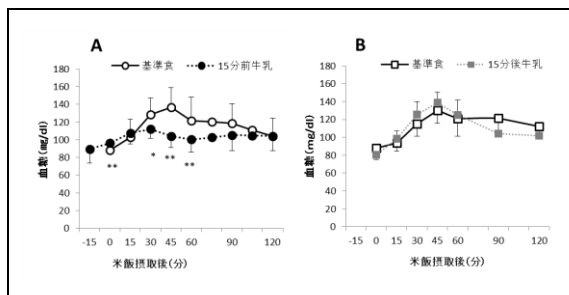


図 1 牛乳食後の血糖値の変動  
 A に米飯摂取 15 分前牛乳群、B に 15 分後牛乳群 (B 群: n=11) の結果を示す。 Mean±SD、paired t-test ; \*  $p < 0.05$ 、\*\*  $p < 0.01$ 。

② 納豆摂取は米飯摂取 15 分前でも 15 分後でも血糖上昇を抑制した (図 2)。

③ この食後血糖上昇抑制には、牛乳ではイン

スリンが関与する可能性があり、一方では、一方納豆ではインスリン分泌が関与しないことが示された (図 3, 4)。

④ 牛乳を米飯摂取前 15 分に摂取すると、インスリン上昇曲線下面積 (IAUC, 135 分間) は、基準食と比し、小さかった。一方牛乳を米飯摂取後 15 分に摂取した時は、基準食と差葉なかった。また納豆摂取は米飯摂取 15 分前・15 分後の IAUC は、基準食の IAUC と差はなかった。 (図 5)

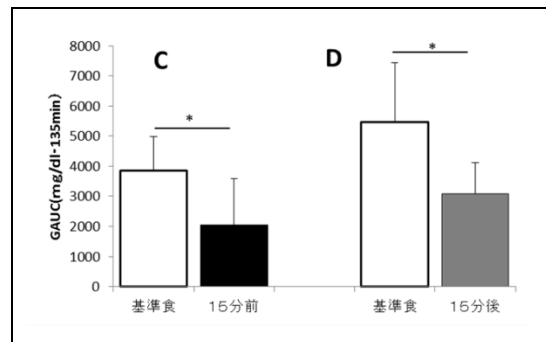


図 2 納豆食後の血糖上昇曲線下面積 (GAUC) C に米飯摂取 15 分前納豆群、D に米飯摂取 15 分後納豆群の基準食ならびに納豆食の GAUC (135 分) を示した。 Mean±SD、paired t-test ; \*  $p < 0.05$ 。

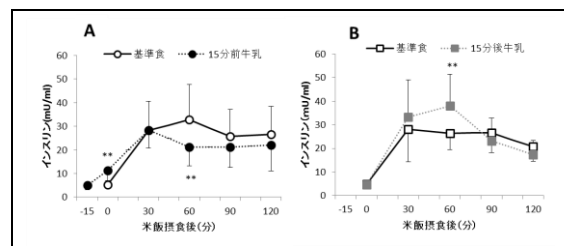


図 3 牛乳摂取後の血中インスリン値の変動  
 A に A 群、B に B 群の基準食ならびに牛乳食のインスリン値を示した、Mean±SD、paired t-test ; \*\* :  $p < 0.01$ 。

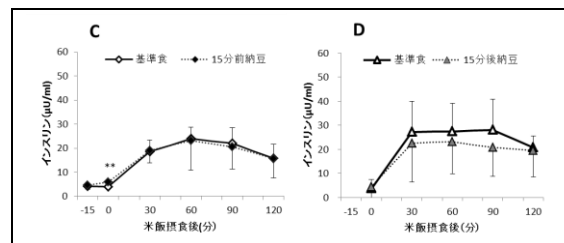


図 4 納豆食のインスリン変化 C に基準食ならびに 15 分前に牛乳摂取、D に基準食ならびに 15 分後納豆摂取のインスリンを示す。 Mean±SD、米 paired t-test ; \* :  $p < 0.05$

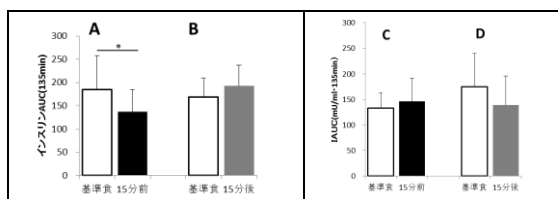


図5 牛乳食および大豆食のインスリン上昇曲線下面積 (IAUC)

ABに15分前に牛乳摂取(A)、15分後に牛乳摂取のIAUCを、CDに15分前に納豆摂取(C)15分後に納豆摂取(D)のIAUCを示す。Mean±SD, paired t-test; \*\*: p<0.01

結語：牛乳を米飯摂取前15分に摂取すると食後の血糖上昇抑制効果があった。納豆摂取は米飯摂取15分前でも15分後でも血糖上昇を抑制した。この食後血糖上昇の抑制には、牛乳ではインスリンが関与し、一方納豆ではインスリン分泌が関与しないことが示された。

#### 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 6件)

- ① 末田香里、奥田みゆき、酒井映子、佐藤祐造、米飯の食後血糖上昇に及ぼす牛乳タンパク質・脂質の影響、日本病態栄養学会誌、査読有、Vol.16、No.2、2013
- ② 末田香里、伊藤みゆき、酒井映子、宇野智子、佐藤祐造、米飯の食後血糖に及ぼす牛乳・納豆の摂食時刻、心身科学、査読無、第5巻1号、2013、63-71
- ③ 末田香里、伊藤みゆき、酒井映子、健常大学生における豆乳・納豆のセカンドミール血糖上昇抑制効果、愛知学院大学心身科学部紀要、査読無、第8号、2012、53-58
- ④ 末田香里、奥田みゆき、女子大学生における米飯の食後血糖上昇に及ぼす大豆製品の血糖上昇抑制効果、心身科学、査読無、第4巻第1号、2012、25-31
- ⑤ 末田香里、奥田みゆき、女子大学生における米飯の食後血糖に及ぼす牛乳タンパク質・脂質の血糖上昇抑制効果、愛知学院大学心身科学部紀要 査読無、第7号、2011、43-49
- ⑥ 末田香里、奥田みゆき、山田真紀子、健常女子大学生における米飯の食後血糖に及ぼす食物繊維、酢、油、大豆製品、牛乳・乳製品の影響、心身科学、査読無、第1巻第1号、2009、23-30

[学会発表] (計 4件)

- ① 末田香里、奥田みゆき、酒井映子、佐藤祐造、牛乳・納豆の米飯摂取の血糖上昇抑制効果-摂取時刻の検討-、第16回日本病態栄養学会年次学術集会 京都、2013年1月
- ② 末田香里、奥田みゆき、酒井映子、大学生における豆乳・納豆のセカンドミール血糖上昇抑制効果、第59回日本栄養改善学会学術総会 名古屋、2012年9月
- ③ 末田香里、奥田みゆき、酒井映子、佐藤祐造、米飯の食後血糖上昇に及ぼす牛乳たんぱく質・脂質の影響、第15回病態栄養学会年次学術集会 京都、2012年1月
- ④ 末田香里、奥田みゆき、女子大学生における米飯の食後血糖上昇に及ぼす牛乳・乳製品の抑制効果、第58回日本栄養改善学会学術総会 広島、2011年9月

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

末田 香里 (SUEDA KAORI)  
愛知学院大学・心身科学部・教授  
研究者番号：60068278

##### (2) 研究分担者

##### (3) 連携研究者