

研究テーマ：朝食の穀類摂取が健常な若者の血糖反応に及ぼす影響	
研究代表者：地域創生学部 地域創生学科 健康科学コース 准教授 神原知佐子	連絡先：kambara@pu-hiroshima.ac.jp
共同研究者：なし	
<p><b>【研究概要】</b></p> <p>本研究では、生活習慣病予防の観点から、朝食において、健常な若者がおいしく摂取でき、かつ血糖反応に好ましい影響を及ぼす穀物は何か？量的依存性はあるか？セカンドミール効果を認めるか？を検討することを目的とした。おいしく摂取でき、かつ食後血糖のコントロールに有効なのは発芽玄米よりも押麦で、血糖反応への量的依存性が認められた。ただし、いずれの試験食においてもセカンドミール効果は認められなかったため、持続的な血糖値上昇抑制効果を得るには毎食の穀類摂取が必要であると考えられた。</p>	

**【背景・目的】**

健常者において急激な血糖値上昇は、炎症性サイトカイン濃度を上昇させ、肥満、2型糖尿病などのさまざまな代謝疾患に対する悪影響となる。そのため、空腹時血糖よりも食後高血糖をいかにコントロールするかが重要であり、食事による血糖値の変動幅を小さくする工夫が必要である。食後血糖の管理において、食後2時間の血糖上昇を指数化し、食品中の炭水化物の質を指数化した **Glycemic Index (GI)** と炭水化物の質と量を指数化した **Glycemic Load (GL)** が、食後高血糖の改善および血糖コントロールの管理に有用であるか注目されている。低GI食品の摂取は、インスリン分泌を抑制し、膵臓β細胞の機能低下やインスリン抵抗性を改善すると考えられ、高GI食品の摂取に比べて、肥満やインスリン抵抗性、2型糖尿病のリスク低減に有効とされる。また、最初に食べる食事が次に食べる食事（セカンドミール）の食後血糖にも影響を与えるという「セカンドミール効果」も注目されている。低GI食品には摂食後の血糖値の上昇を抑制するだけでなく、次の食事の血糖上昇にも影響を及ぼす効果があるとされ、これらは食後血糖の急激な上昇を抑える観点から、きわめて興味深い。

近年、穀類（穀物フスマや全粒穀物）の摂取は肥満、2型糖尿病、冠状動脈疾患のリスク低減に有効と報告された。さらに、朝食に穀物由来の食物繊維を摂取することにより、糖尿病、環状動脈疾患の相対リスクが低減するとも報告された。野菜由来の食物繊維摂取は糖尿病のリスクを低減させないとの報告もある。食物繊維においては、これまでの研究から水溶性食物繊維が食後血糖値に影響を与えられている。このような背景から、外国の食事ガイドラインでは、朝食に全粒穀物や穀物由来の食物繊維を豊富に含む食事を摂ることを推奨している。日本においては、日本人の食事摂取基準（2020年版）で、食物繊維の目標量が設定されているものの、穀物由来の食物繊維には言及されていない。日本人の1日あたりの食物繊維の平均摂取量は、1951年は22.7g（うち穀類から11.0g）、2015年は14.5g（うち穀類から3.0g）と年々減少している。これは、主食である米の摂取量の減少と、大麦、玄米、雑穀等の穀類を食べる機会の減少が影響している。よって、日本人の穀類摂取の機会を増やし、全粒穀物や穀物由来の食物繊維を十分に摂取することが望まれる。穀物には多くの種類があり、不溶性食物繊維を含む全粒小麦や玄米、水溶性食物繊維を含むオート麦やライ麦、大麦があり、その含有量や生理作用は異なる。これらの穀物の食品レベルでのGIは明らかになっているが、日本人は、さまざまな食品を多様な料理法で調理し摂取するため、食事レベルでのGIへの影響を検討する必要がある。そこで、本研究では、主食・副食が揃った朝食において、健常な若者がおいしく摂取でき、かつ血糖反応に好ましい影響を及ぼす穀物は何か？量的依存性はあるか？セカンドミール効果を認めるか？を検討することを目的とした。

**【方法】**

[研究対象者] これまでに開腹手術の既往がある者、糖尿病の既往がある者は除外し、健常

## 【研究区分：若手奨励研究】

な 20 歳代の女性 10 名とした。県立広島大学研究倫理委員会の承認を得て、研究対象者には十分な説明と同意を得たうえで実施した。[プロトコール] 穀物は、スーパーマーケット等で購入可能であり、普段の生活に取り入れやすい白米、全粒穀物として玄米を発芽させた発芽玄米と、穀物由来の食物繊維を豊富に含む精白した大麦に水と熱を加えて 2 つのローラーで押した押麦を用いた。第 1 食（試験食）は、主食・副食が揃ったバランスのいい朝食を調製した（コントロールの栄養価：エネルギー 542kcal，たんぱく質 24g，脂質 21g，炭水化物 69g）。試験食は、予備研究の結果を基に、白米 100 %（コントロール）、発芽玄米 100 %，発芽玄米 75 %（白米 25 %），押麦 100 %，押麦 75 %（白米 25 %）の 5 種類とし、いずれかを 9 時に摂取させ、120 分の安静を保った。その後、第 2 食（共通食）として市販のパックご飯、レトルトカレー、野菜サラダ（栄養価：エネルギー 417kcal，たんぱく質 9g，脂質 7g，炭水化物 79g）を 13 時に摂取させ、120 分の安静を保った。これを 1 回の試験とし、5 日の試験日に分けてクロスオーバーで実施し、5 種類の試験食の摂取順序はランダムに割り付けた。第 1 食および第 2 食は 20 分かけて主食・副食・水 150ml を交互に摂取させ、咀嚼回数は 1 口 20 回とした。[測定項目] ①身長，体重，体組成（生体インピーダンス法）および血圧の測定を行った。自記式の食物摂取頻度調査法（FFQg）を用いた食事調査を行った。②血糖値を食事前，食事後 15 分，30 分，45 分，60 分，90 分，120 分に，血漿インスリン値を食事前，食事後 30 分，60 分，90 分，120 分に指先からの採血により測定した。③視覚評価法（VAS）を用いて主食のおいしさ・嗜好性の評価を第 1 食および第 2 食摂取後に行った。同様に満腹度の評価を血糖値の測定時刻に行った。[統計処理] 測定した血糖値，インスリン値から算出される上昇曲線下面積（GAUC，IAUC）および各測定値の経時変化を対応のある二元配置分散分析を用いて有意差を検定し，有意差が認められたものについて多重比較を行った。統計解析には SPSS を用い，有意水準は  $p < 0.05$ （両側検定）とした。

### 【結果・考察】

研究対象者は，年齢  $21.7 \pm 0.5$  歳，BMI  $19.0 \pm 1.5 \text{kg/m}^2$ ，体脂肪率は  $22.2 \pm 5.0\%$ （いずれも Mean  $\pm$  SD）であった。また，研究対象者の普段の食事摂取量（FFQg の結果）と令和元年度国民健康栄養調査の 20 代女性の摂取量に，有意な差は認められなかった。

血糖値では第 1 食摂取後の  $\Delta$ 血糖値において，食事後 15 分で押麦 100 %群がコントロール群，発芽玄米 100 %群，発芽玄米 75 %群と比較し有意に低値を示した。45 分では押麦 100 %群がコントロール群と，押麦 75 %群がコントロール群と比較し有意に低値を示した。60 分では押麦 75 %群がコントロール群，発芽玄米 100 %群，発芽玄米 75 %群と比較し有意に低値を示した。第 1 食摂取後の GAUC においては，押麦 100 %群がコントロール群，発芽玄米 100 %群，発芽玄米 75 %群と比較し有意に低値を示した。以上より，発芽玄米よりも押麦で，押麦 75 %よりも押麦 100 %で食後血糖値を抑制する傾向がみられ，さらに GAUC は水溶性食物繊維の配合割合が高いほど値が減少する傾向がみられた。これらの結果から，血糖上昇抑制に水溶性食物繊維の量的な依存性があると考えられた。しかし，第 2 食摂取後の GAUC においては，5 群間に有意差が見られず，セカンドミール効果については認められなかった。

次に，インスリン値において検討を行った結果，第 2 食摂取後の  $\Delta$ インスリン値において 90 分で発芽玄米 100 %群が押麦 100 %群および押麦 75 %群と比較し有意に低値を示した。IAUC では，第 1 食，第 2 食摂取後とも 5 群間に有意差は見られなかった。これらのことより，インスリン分泌抑制効果は期待できないことが示された。

VAS による飯のおいしさ・嗜好性の評価では，押麦 100 %群がその他の群と比較し有意に低値を示した。これは押麦 100 %が嗜好性の点から日常的に取り入れるのは困難であることを示している。

以上の結果より，主食・副食が揃った朝食において，健常な若者（女性）がおいしく摂取でき，かつ血糖反応に好ましい影響を及ぼすのは押麦 75 %であると考えられた。ただし，いずれの試験食においてもセカンドミール効果は認められなかったため，持続的な血糖値上昇抑制効果を得るには毎食の摂取が必要であると考えられた。