

平成 22 年度豆類振興事業調査研究(雑豆需要促進研究)成果概要

1. 調査研究テーマ：「雑豆の食後血糖値に及ぼす影響」

2. 調査研究組織名および研究者名

(1) 研究組織名

福山大学 生命工学部 生命栄養科学科

(2) 研究者名

代表者 准教授 石井香代子

3. 研究目的

現在、日本人の食生活、生活習慣の変化によって、糖尿病の有病率および糖尿病を疑われる人（糖尿病予備軍）の割合が上昇し続けている。また、正常者と糖尿病患者との間に位置し、空腹時血糖値は正常でも食後血糖値が糖尿病域のものが存在する（境界型糖尿病）。

一方、日本人の体質として、欧米人に比べ血糖値を下げる唯一のホルモンであるインスリンの分泌量がもともと少なく、食前から比較的低値であり、食後の追加分泌量が少ないため、長時間にわたり高血糖状態が起こっていることが推察される。このことは、心疾患の危険因子であることが調査によって分かってきた。食事内容の変化、特に食物繊維の摂取不足が国民栄養調査からも報告がなされ、今回食物繊維の優良な供給源として、雑豆を取り上げ、ヒトにおける血糖上昇効果を検証するため、グライセミックインデックス（GI）の方法を用いて検討を行った。なお、食後血糖値の影響のほかには雑豆の短期的連続摂取（1週間）による血中脂質の動向についても検討行うこととした。

4. 研究方法

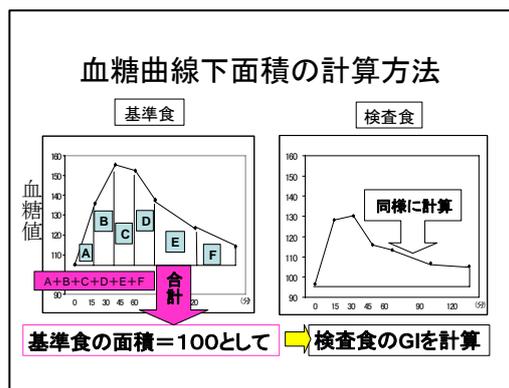
グライセミックインデックス（GI）による方法は、Jenkins と Wolver らによって提唱されたものを日本 GI 研究会が日本人の食事傾向に合わせて改変した方法を用いた。この方法は、検査前日は午後 8 時以降絶食し、朝 8～9 時の間に基準食および検査食（豆および豆を含む食事）を摂取して、摂取前（0 分）、摂取後 15 分、30 分、45 分、60 分、90 分、120 分と血糖値を測定する。実験に際しては、耐糖能異常のないこと、降圧剤などの服用がないことを確認し、事前にヘルシンキ宣言に則ったインフォームドコンセントを行ない、了承を得て実施した。血糖測定は、血糖自己測定器グルテスト neo スーパー（三和化学社製）と専用センサー（血糖測定チップ）（三和化学社製）を使用した。

実験対象者は、男性 9 名（ 26.9 ± 12.1 歳）、女性 11 名（ 35.0 ± 18.2 歳）の合計 20 名で、年齢は 19 歳から 67 歳まで、全体の平均年齢は、 31.4 ± 15.9 歳である。年齢の内訳は、18～29 歳 12 名、30～49 歳 4 名、50～69 歳 4 名である。被験者には、実験中に身体計測（身長、体重、体脂肪率、腹囲（へそ周囲））も同時に行い、検査項目とした。また、1 週間連続して市販の煮豆（マルヤナギのとら豆、135 g）を食事とともに 1 日 1 回摂取し、血中脂質の変動を観察した。日本 GI 研究会による方法から、基準食として米飯（さとうのご飯・147 g、糖質 50 g、エネルギー 216 kcal）を 2 回摂取した。その後、検査食として摂取する糖質量を 50 g、および 1 食 400 kcal として、基準食と比較した。検査食の内容は、検査食①／ぜんざい（乾燥小豆 55 g、上白糖 12 g、餅 13 g、糖質合計 50 g、エネルギー 263 kcal）、検査食②／金時煮豆（乾燥金時豆 80 g、上白糖 4 g、パルスート 2.5 g、塩 1.5 g、糖質合計 50 g、エネルギー 287 kcal）、検査食③／小豆入りご飯と味噌汁（ゆで小豆 80 g、ご飯 150 g、味噌汁（永谷園ゆうげ 1 食分）、糖質合計 78 g、エネルギー 397 kcal、PFC 比 = 13.5%・5%・79%）である。検査食の写真を下に示す。



5. 研究結果

(1) 血糖曲線下面積の計算方法



【血糖曲線下面積の計算】

$$A = 15 \text{ 分値} - \text{空腹時血糖値} \times 15 \div 2$$

$$B = (30 \text{ 分値差} + 15 \text{ 分値差}) \times 15 \div 2$$

$$C = (45 \text{ 分値差} + 30 \text{ 分値差}) \times 15 \div 2$$

$$D = (60 \text{ 分値差} + 45 \text{ 分値差}) \times 15 \div 2$$

$$E = (90 \text{ 分値差} + 60 \text{ 分値差}) \times 30 \div 2$$

$$F = (120 \text{ 分値差} + 90 \text{ 分値差}) \times 30 \div 2$$

【GI の計算手順】

① $A+B+C+D+E+F = \text{グラフ下面積} \cdots \text{基準食を}$

100として検査食の面積を計算する。

② 検査食のグラフ下面積 \div 基準食のグラフ下面積 $\times 100$ として計算し、食品の血糖変化能（グリセミックインデックス）とする。

食品摂食後の経時的血糖値の変化から、食品の血糖上昇曲線下面積を算出し評価する。

(2) 基準食の血糖曲線下面積の計算（基準値）

GI（GI 指数）の方法を用いて、食品を評価した。まず、基準となる数値を得るため米飯（糖質 50 g、エネルギー 216kcal）の血糖上昇曲線下面積（IAUC）を求め、 3902 ± 1110 となった。これを基準値の 100 とする。

(3) 検査食の GI 値算出

各検査食の血糖曲線下面積は、① 2516 ± 913 、② 2329 ± 1744 、③ 4577 ± 1869 となり、基準値より以下検査食のGI値は、検査食①/ぜんざい 68 ± 25.1 、検査食②/金時煮豆 38 ± 13.9 、検査食③/小豆ご飯と味噌汁 116 ± 44.5 となった。雑豆の摂取は、血糖値の上昇に対して、低下効果・抑制効果が強いことが示唆された。なお、GI値 100 に近いまたは 100 を超えると血糖値を上げやすい食品と評価する。検査食③については食事として検討し、糖質量が異なり単純な比較はできないが、豆の存在は消化にも関係し、米飯のみよりは低値になると推察される。他の調査との比較も必要である。

(4) 市販煮豆の 7 日間連続摂取による血中脂質等の動向とその結果

上記被験者のうちから、女性 4 名、平均年齢 35.6 ± 14.5 歳（21～63 歳）について、豆摂取の血中脂質への効果を検討した。方法は、7 日間連続で 1 日 1 袋の煮豆（マルヤナギ社製、低糖とら豆 135 g、160kcal）を摂取する前後で、血液中の総コレステロール、中性脂肪、HDL コレステロール、LDL コレステロール、遊離脂肪酸、インスリン、血糖値について調査した。結果は、総コレステロール・LDL コレステロールは低値傾向、HDL コレステロールは変化なし、中性脂肪は低下傾向と上昇傾向が半々であった。インスリン分泌は、増加が 3 名、低下が 1 名となった。このときの食事内容・量は、1 週間ずつ同様になるよう摂取量や内容を調整して、豆の摂取効果を検討している。おおむね 1500～2000kcal、たんぱく質 60～80 g で各となった。食物繊維の摂取量は、1.3～2.1 倍で全員増加しており、平均して豆摂取前の 1.6 倍量（1 人当たり 13.9 g から 22.2 g に増加）となった。これは 2010 年版食事摂取基準（摂取目標の 1000kcal 当り 10 g）にも適合していた。例数が少なく、十分な検討にはならなかったが、豆の食物繊維等の効果が期待できる結果となった。なお、豆類摂取前後で体重の変化は認められなかった。

(5) 年齢区分別にみた血糖値（血糖曲線下面積）の傾向

基準食（米飯）を摂取した際の年齢区分（20 歳ごと）について、血糖上昇に違いがみられ、18～29 歳を 1 とすると 30～49 歳 1.05 倍、50～69 歳 1.45 倍となり、米飯のみ糖質 50 g では、年齢が上昇するにつれて血糖値も上昇する傾向がみられた。豆摂取において、ぜんざいでは 18～29 歳を 1 とすると、30～49 歳 0.82 倍、50～69 歳 0.9 倍、金時煮

豆では、同様に 30～49 歳 1.19 倍、50～69 歳 2.92 倍、ご飯と汁では、18～29 歳を 1 とすると 30～49 歳 1.04 倍、50～69 歳 0.89 倍となり、年齢によって豆類摂取が血糖上昇に影響がみられた。若年者と比較し、豆単品摂取よりも、豆とでん粉類（餅、ご飯）を一緒に摂取したもので、年齢が高いほど血糖値を低下させる傾向がみられた。表 1 に数値をまとめた。

表 1 年齢区分別の血糖曲線下面積

平均±SD

	米飯	ぜんざい	金時煮豆	小豆飯と味噌汁
18～29 歳(n=12)	3389±1247	2445±665	1491±628	4636±2289
30～49 歳(n=4)	3542±1377	2008±1328	1778±594	4838±1542
50～69 歳(n=4)	3924±1040	2211±1616	4361±2807	4140±406

(6) 身体計測値

表 2 に男女別の身体計測値をまとめた。

表 2 男女別の身体計測値

	身長 (cm)	体重(kg)	BMI(kg/m ²)	体脂肪率(%)	腹囲(cm)
男性(n=7)	172.5±5.4	64.0±9.9	21.4±2.6	16.2±3.7	76.6±8.7
女性(n=11)	158.3±4.8	56.1±11.8	22.3±4.1	28.9±7.6	77.8±9.6

平均±SD

6. まとめ、今後の課題

今回、対象人数が少なく明確な比較とは言い難いが、年齢によって血糖上昇に違いがみられ、年齢を重ねるごとにインスリン分泌量の低下が推測された。このことは、現在の日本における糖尿病の増加の理由とも考えられ、若年では正常な血糖値が保たれていても、加齢での食事内容への配慮がいと考えられる。

雑豆摂取は、主食類に混ぜて摂取したり、副菜として 1 日 1 回は摂取することにより、食後血糖値や血中脂質の低減に寄与することが示唆された。今後は、例数の増加と長期摂取（1 ヶ月から半年）などで豆類の健康効果、糖尿病予防効果を検証し、食習慣の変化によって摂取量の減った雑豆の摂取増加を勧めたい。

[参考文献]

- David. A. Jenkins, Mette Axelsen, et al : Dietary fibre, lente carbohydrates and the insulin-resistant diseases, British Journal of Nutrition, 83 Suppl.1 pp. S157-S163 (2000)
- 杉山みち子、若木陽子他: ごはん食と Glycemic Index に関する研究、日本健康・栄養システム学会誌 Vol.3 No.1, pp.1-15 (2003)
- 佐藤眞治: 機能的食品と Glycemic Index=Glycemic Index と糖質吸収率との関係、第 5 回日本 Glycemic Index 研究会抄録集、pp.2-4 (2006)