

生活習慣病に配慮した低 GI ビスケットの検討 —中鎖脂肪 (MCT) と機能性糖質甘味料を用いて—

Low-GI Biscuits Prepared from MCT, Fructooligosaccharides and Maltitol to Avoid Lifestyle-related Illness

大喜多祥子*[§] 花崎 憲子** 倉賀野妙子*** 和田 淑子****
Sachiko Ohkita Noriko Hanasaki Taeko Kuragano Yoshiko Wada

A study was made to find tasty biscuits suited for a healthy lifestyle. The content ratio of MCT (medium-chain triacylglycerol) resulting in biscuits with the most preferred taste and its effect on the blood glucose level were investigated. The ingredients were flour (100 g), baking powder (2 g), egg yolk (3 g), functional saccharides (1 : 2 fructooligosaccharides : maltitol, 50 g) MCT and water (48 g).

The results suggested that biscuits with a 1 : 1 mixing ratio of MCT and water gave the preferred overall evaluation, sweetness, texture, and flavor, and 1 : 1 was therefore selected as the best mixing ratio. The area under the glucose-response curve of the biscuits with the best mixing ratio was 20% lower than for the long-chain triacylglycerol (LCT)-sugar biscuits. The apparent GI value for the biscuits with the best mixing ratio was 66, considering rice as 100. These biscuits with the best mixing ratio were therefore of low GI.

キーワード : GI glycemic index ; ビスケット biscuits ; 血糖値 blood glucose level ; 中鎖脂肪 medium-chain triacylglycerol ; フラクトオリゴ糖 fructooligosaccharides ; マルチトール maltitol

緒 言

近年、食後高血糖の抑制が糖尿病の予防と治療、ならびに合併症の予防に重要であることがわかり、食事療法に GI の概念を導入することの必要性が明らかにされている¹⁻³⁾。また、空腹時の血糖値が問題なくても食後血糖が高いと心筋梗塞のリスクになることも提示されている⁴⁾。GI (Glycemic Index) は一定量の糖質を摂った後の血糖値の上昇の程度を相対的に表しており、血糖値上昇能の指標として用いられているが、糖質の量のほか、糖の種類、他の食品成分、調理・加工などの影響を受けており³⁾、GI を低くできる食べ物や食べ方を把握しておくことは大切だと考える。

筆者らは、生活習慣病に配慮した食生活の中に、菓子を嗜好品として取り込むことができないか、焼き菓子を主体に検討を重ねている。菓子は安らぎや満足感を与え、ストレスを緩和するなど嗜好品としての重要な意義を持つが、ビスケットなどの焼き菓子は糖質を主材料とし砂糖の使用量も多いので、摂取後に血糖値の上昇を招きやすい。

そこで、摂取後の血糖値を上昇させにくいビスケットを提案することを目的として、油脂として中鎖脂肪、甘味料としてフラクトオリゴ糖とマルチトールを併用したビスケットを取り上げた。

フラクトオリゴ糖とマルチトールについては、両者の混合により砂糖使用ビスケットに比べて急激な血糖値上昇を招かず、かつ、性状、嗜好性にも優れた製品が調製できることを既報⁵⁾で明らかにしている。一方、焼き菓子には食感形成のために油脂が配合されるため高エネルギーとなり、油脂の種類によっては血液性状への悪影響も懸念されることから、中鎖脂肪 (MCT) に注目した。MCT は通常の固型脂に多い長鎖脂肪 (LCT) と異なり、体脂肪蓄積にほとんど組み込まれないなどの生理機能が知られる⁶⁾。さらに、長期間摂取後の体脂肪蓄積を抑制⁷⁾、食後の血中脂質の上昇抑制⁸⁻¹⁰⁾などの効果が報告されており、その機能性が生活習慣病対策の面で期待されている。著者らも既報¹¹⁾で、MCT を多く配合したビスケットを単回摂取し、摂取後の高脂血症のリスク低下の可能性とともに、血糖値上昇の抑制が認められることを報告した。その時点では、摂取後の血糖値や血中脂質の動向を明らかにすることを目的としたため、ビスケットへの MCT の配合量はかなり多く、ビスケットの品質、嗜好面へは配慮はせず、形状が保持できる上限近辺の量とした。MCT は液状油であるため、通常用いられる固型脂とは異なり、ビスケットを品質、嗜好性に優れた製品に仕上げるには様々な問題を考慮する必要があった。液状油はビスケットの内部組織を多孔質にするため、多く添加すると脆化しやすくなるもののガリガリ

* 大阪大谷大学短期大学部

(Osaka Ohtani College)

** 武庫川女子大学短期大学部

(Mukogawa Women's University)

*** 甲南女子大学人間科学部

(Konan Women's University)

**** 関東学院大学名誉教授

(Kanto Gakuin University)

§ 連絡先 大阪大谷大学短期大学部

〒584-8540 富田林市錦織北 3-11-1

TEL 0721 (24) 0381 FAX 0721 (24) 5741

生活習慣病に配慮した低 GI ビスケットの検討

感のある製品になる傾向があり¹²⁾、また、製品保存時の油じみも多く、品質低下を招くなど問題点もある。これは液状油が生地中で大きな油滴として凝集すること起因するもので、その解決策として乳化剤と水の使用が考えられる¹³⁾。そのためには、液状油と水との配合比の検討が必要であり、品質、嗜好性を考慮した両者の適切な配合比を見いだすことが重要である。

そこで、本報では、まず MCT と水の適切な配合比を検討した。次いで、配合比の検討結果をもとに、嗜好性に優れた配合比の「MCT・機能性糖質甘味料ビスケット」について摂取後の血糖値を測定し、米飯を基準に GI 値を算出して¹⁴⁾、低 GI ビスケットとしての可能性を検証したので報告する。

実験方法

1. ビスケットの調製

(1) 材料および材料配合

生地材料は、小麦粉（日清製粉製バイオレット）、ベーキングパウダー（明治屋製）、卵黄（市販新鮮鶏卵）、機能性糖質甘味料としてフラクトオリゴ糖（メイオリゴ P、明治フードマテリア製）とマルチトール（マービー粉末、エイチプラスビー・ライフサイエンス C 製、厚生労働省許可特別用途食品）、砂糖（三井製糖製上白糖）、油脂として MCT（日本油脂製マクトンオイル）、MCT の原料油脂であるパーム油（日本油脂製）を用いた。MCT は構成する脂肪酸のうち 84.5% が中鎖脂肪酸からなり、パーム油は長鎖脂肪酸がほとんどを占める固型脂である。

MCT と水の最適配合比を検討するためのビスケットの材料配合は、表 1 の通りとした。予備実験の結果、MCT のみでは焼成中に油が染み出てオープン皿中に生地が広がり、水のみでは生地が軟らかく粘性が増し成型が困難であった。MCT と水の配合比を 7:1 から 1:7 の範囲で検討したところ、3:1 から 1:3 の範囲がビスケットとしての形を成す限界の配合であった。以上の結果から、MCT:水の配合比を 2:1、1:1、1:2 の 3 水準とした。また、

卵黄は乳化剤として液状油の生地中への均一な分散と焼き菓子の碎けやすい食感形成に寄与する¹⁵⁾ ので添加した。

甘味料のフラクトオリゴ糖とマルチトールは 1:2 に配合して用いた。この配合比は、ビスケットに碎けやすい食感と焼き色を発現させるフラクトオリゴ糖の作用、甘味の充足感を付与するマルチトールの作用がそれぞれに最も生かされて、嗜好性に優れた製品になることを明らかにしている⁵⁾。

GI 測定用ビスケットの材料配合は、表 2 に示した。この配合は性状、嗜好性の点から良好なビスケットと評価された油脂:水=1:1 である。なお、対照ビスケットには、油脂としてパーム油、甘味料として砂糖を用いた。MCT・機能性糖質甘味料ビスケット（以後、「機能性ビスケット」と略す）に用いた油脂および甘味料は前述の通りいずれも血糖値上昇の抑制効果を有するが、本実験では両者を適正配合したビスケットが従来の油脂と甘味料を用いたビスケットに比べ低 GI になるか否かを確認することを目的とした。したがって、対照ビスケットにはパーム油と砂糖を用いた。

(2) 調製方法

ビスケットの生地調製は既報⁵⁾ に準じた。室温（25℃）において小麦粉、ベーキングパウダーをふるい合わせ、甘味料、次に MCT、次に卵黄と水の混合液を順次加えてその都度ホイッパーで均一に分散させ、指先でまとめ、手のひらで 60 回こねて均質な生地とした。ただし、MCT:水が 2:1 の生地はこねるほど硬くなるので 20 回とした。生地は厚さ 5 mm、直径 3.24 cm の円形に型抜きした。MCT:水が 1:2 の生地は軟らかいため、冷凍庫にて 40 分ねかせた後型抜きした。焼成はガスオーブンにて 170℃ 5 分、その後 150℃ での焼成時間は生地中心部まで焼き上がるまでとし、2:1 は 8 分、1:1 は 9 分、1:2 は 10 分とした。

GI 測定用の対照ビスケットも上記の方法で調製した。

表 2. GI 測定の試料ビスケットの材料配合

	MCT・機能性糖質甘味料 ビスケット	対照ビスケット
小麦粉	100.0	100.0
ベーキングパウダー	2.0	2.0
甘味料		
フラクトオリゴ糖	16.7	—
マルチトール	33.3	—
砂糖	—	50.0
油脂		
MCT	24.0	—
パーム油*	—	24.0
水	24.0	24.0
卵黄	3.0	3.0

*: MCT 製造原料

表 1. ビスケットの材料配合
MCT と水の配合比が異なるビスケットの場合

	MCT:水		
	2:1	1:1	1:2
小麦粉	100.0	100.0	100.0
ベーキングパウダー	2.0	2.0	2.0
機能性糖質甘味料			
フラクトオリゴ糖	16.7	16.7	16.7
マルチトール	33.3	33.3	33.3
MCT	32.0	24.0	16.0
水	16.0	24.0	32.0
卵黄	3.0	3.0	3.0

ただし、パーム油は60℃の湯煎で透明にしたものを、室温に戻して用いた。

2. MCTと水の配合比が異なるビスケットの性状・嗜好性の比較

(1) ビスケットの性状測定

ビスケットは焼き上がり後30分間放冷し、重量測定後にノギスにより直径・厚さを測定した。「ビスケットの体積/焼成前の生地 of 体積」を算出して膨化率(%)とした。ビスケットを濾紙にはさんで100gの重しを乗せ25℃で1日放置し、「濾紙の重量増加量/焼成後のビスケット重量」を算出して油じみ量(%)とした。色は、色差計(日本電色製ZE-2000)により上面の色を測定した。

焼成後のビスケットをデシケータに1日保存後、レオナーRE-3305(山電製)にて定速圧縮破断試験を行った。プランジャーは接触面積30mm²のくさび型、最大荷重200N、プランジャー速度1mm/sec、歪率90%で破断し、定速圧縮破断時の応力-歪曲線から、破断応力、破断エネルギーおよび破断歪率を求めた。

(2) 官能評価分析

MCTと水の配合比の異なる3試料のビスケットについて、シェッフェの対比較法により官能評価を行った。パネルは女子学生42名、評価尺度は7段階(-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3)とした。評価項目は「外観が好ましい・好ましくない」「噛んだ時に軟らかい・硬い」「噛んだ時に碎けやすい・碎けにくい」「口当たりが好ましい・好ましくない」「甘味が強い・弱い」「風味が好ましい・好ましくない」および「総合的に焼き菓子として好ましい・好ましくない」とした。

3. ビスケットのGI値の測定

(1) 被験者

血糖上昇についての反応性は、健常者9名(男性3名、女性6名、平均年齢58.1±9.4歳、BMI22.1±2.9、へそ周り82.7±6.2cm)を被験者として行った。実施に際しては、ヘルシンキ宣言に従って被験者に目的および方法を説明し、自由意志による同意を得るとともに、関東学院大学人間環境学部倫理委員会の承認を得た。

(2) 試験方法

ビスケット2試料(機能性ビスケットと対照ビスケット)と米飯(基準食)の計3試料について、摂取後の血糖値を測定した。試料の摂取間隔は1週間とし、被験者ごとの摂取順はラテン方格にて指定した。いずれも摂取直前(午前8時)と摂取開始から15, 30, 45, 60, 90分および120分後に、自己血糖測定器(KISSEI社製)を用いて血糖値を測定した。測定当日は朝食を摂らず、前日は夜8時までに夕食を済ませた。摂取時には水150mlを飲用し、一口30回程度噛み、摂取所要時間は5~10分間とした。摂取後から最終血糖値測定までは絶飲食、安静を保持した。

糖質の摂取後は、時間の経過とともに血糖値が上昇しそ

の後下降する。摂取後一定時間経過ごとに血糖値を測定し、摂取前の血糖値からの変動量の経時変化をグラフ化すると、山型の血糖変動曲線が得られる。血糖変動曲線から血糖曲線下面積(AUC: area under the glucose response curve)を算出し、以下の式により求めた値が検査試料のGI値である。

$$GI = (\text{検査試料を糖質50g分摂取した時のAUC} / \text{基準食を糖質50g分摂取したときのAUC}) \times 100$$

基準食としては、欧米ではブドウ糖や白パンが用いられるが、本報では日本における食形態に対応した方法として採用されている杉山らの方法¹⁴⁾に準じ、米飯を基準食とした。米飯は佐藤食品工業製(サトウのごはん、新潟産コシヒカリ100%)とし、糖質として50g相当量である147gを摂取した。米飯については2回検査を行い、それぞれのAUCを算出し、平均値を基準値として確定した。AUCの変動係数が25%を超えた被験者については3回目の試験を行い、変動係数が25%を超えない2回を採用した。

(3) 試料および摂取量

① 機能性ビスケットと対照ビスケットの比較

GI測定用の試料とした機能性ビスケット(表2)については、摂取量を糖質として50g相当量とした場合、機能性糖質甘味料の最大無作用量の超過をきたす。フラクトオリゴ糖は女性0.4g/kg、男性0.3g/kg¹⁶⁾、マルチトールは0.3g/kg¹⁷⁾が一過性下痢を起こさない量とされている。そこで、機能性ビスケットの上限摂取量は機能性糖質甘味料を15g含む量と設定した。この摂取量はビスケット生地としては60.9g(糖質37.1g含む)で、成型後のビスケットとして約11枚である。なお、MCTの摂取量は安全性に問題のない量¹⁸⁾である。対照ビスケットの摂取量は、機能性ビスケットと同値の糖質37.1g含む量とした。

② 対照ビスケットと米飯の比較

対照ビスケットについては摂取量に制約がないので、糖質50g相当量(生地82.1g、約16枚)摂取した場合も測定し、米飯を糖質50g相当量(147g)摂取した場合と比較してGI値を算出した。得られた対照ビスケットのGI値をもとに、機能性ビスケットの見かけのGI値を推定した。

4. 統計解析方法

ビスケットの形状、物性および血糖値の測定値は、平均値±標準偏差であらわした。ビスケットの形状および物性に関してはクラスカル・ウォリスの検定により評価し、有意確率が0.05未満の場合に、多重比較をウィルコクソンの順位と検定によって行い、ボンフェローニの不等式による修正により判定した。血糖値に関しては、同一時間帯の2条件間について対応のあるt検定を行い、有意確率が0.05未満の場合に有意差があると判定した。以上の統計処理にはSPSS Ver. 16.0を用いた。

結果および考察

1. MCT と水の配合比が異なるビスケットの性状・嗜好性の評価

(1) 形状および膨化

ビスケットの外観を図1, 形状を表3に示した。図1の通り MCT:水の配合比はビスケットの垂直方向への膨張に影響を及ぼし, 表3の通り MCT の配合が多いほど厚さおよび膨化率が有意に小さかった (いずれも $p<0.01$)。焼成時の垂直方向への膨張は, 生地調製時に吸水した小麦粉たんぱく質に主に負うと考えられる。ビスケットのような低水分系生地では, 少ない水を小麦粉たんぱく質が糖と競り合って, 先ず糖の溶解に水が使用され, 小麦粉たんぱく質の吸水が抑えられるが, 水の比率を増すほどたんぱく質の吸水が増し, その結果, 垂直方向への膨張が起きやすくなったものと考えられる。

(2) 色

ビスケットの測色値を表4に示した。1:1と1:2の値は近似したが, 2:1は明度が有意に小さい ($p<0.01$) ことから, MCTが多いと焦げやすいと考えられた。

(3) 油じみ

ビスケットの油じみ量を表5に示した。一般に液状油は



図1. ビスケットの外観

左から MCT:水 2:1 1:1 1:2

固型脂に比べて生地中で薄膜状に伸展しにくく, 大きな油滴として分散する傾向があるため油じみが多く, 油じみを少なくするには液状油量を適切にする必要がある。MCTでは水の配合比が多いほど油じみが少なくなり, 固型脂を用いた際の油じみ量¹⁹⁾に近似したのは1:2の場合であった。油じみは, 保存することが多いビスケットの風味などの品質低下の原因となるため, 少ない方が好ましい。2:1に比べて1:1では油じみ量はほぼ1/3程度に大幅に減少した。

(4) 定速圧縮時の破断特性値

ビスケットを圧縮破断した時の破断特性値を表6に示した。MCTが多いほど破断応力が有意に大きく, 破断エネルギーが大きい傾向が認められた。破断応力は硬さの指標, 破断エネルギーは脆さの指標となる²⁰⁾ ことから, MCTが多いほどビスケットは硬く, 砕けにくいと考えられた。低水分系ベーカリー食品においては, 一般に生地の水分含量が多くなるに伴い, 小麦粉たんぱく質の吸水が増してグルテン形成を促し, 製品の破断抵抗が増す傾向にあるが, 本結果では, 逆に, 水の配合比が多いと破断抵抗力は小さくなった。MCTが多いほど破断抵抗が大となるのは, MCTの吸水たんぱく質への影響が, 加水量が多いことで起きるグルテン形成を上回るのではないかと推察される。なお, 高水分系生地であるパン生地について MCT が小麦粉グルテンに影響することを示唆した報告²¹⁾もあることから, 低水分系生地のビスケットについても MCT が吸水したたんぱく質の性状に何らかの影響を及ぼすと推察され, この点については現在検討している。

(5) 官能評価分析による嗜好性の評価

官能評価の分析結果は図2に示した。外観は, MCT:水の比率が2:1の場合, 1:1および1:2に比べて有意に好まれなかった。これは, 膨化率が小さいことと焦げ色が濃いためと考えられる。硬さおよび砕けやすさの評価は圧縮破断の測定値と関係が認められ, 破断応力, 破断エネ

表3. ビスケットの重量・直径・厚さ・膨化率

MCT:水	重量 (g)	直径 (cm)	厚さ (cm)	膨化率 (%)
2:1	4.59±0.19	3.74±0.07	0.74±0.05	168.9±8.78
1:1	4.98±0.22	3.74±0.11	0.95±0.05	217.6±17.2
1:2	4.79±0.20	3.80±0.11	1.09±0.06	257.2±17.0

n=20, 平均値±標準偏差, *: $p<0.05$ **: $p<0.01$

表4. ビスケット表面の測色値

MCT:水	明度	色相	彩度
2:1	62.02±1.48	2.74±0.30	25.02±0.31
1:1	69.51±2.09	3.91±0.67	25.99±0.41
1:2	68.06±2.03	3.67±0.82	26.65±0.55

n=20, 平均値±標準偏差, **: $p<0.01$

表5. ビスケットの油じみ量

MCT:水	油じみ量 (%)
2:1	6.72±0.42
1:1	2.34±0.36
1:2	0.80±0.89

n=20, 平均値±標準偏差

**: p<0.01

表6. ビスケットの破断特性値

MCT:水	破断応力 ($\times 10^6$ N/m ²)	破断エネルギー ($\times 10^5$ J/m ³)	破断歪率 (%)
2:1	2.97±0.75	2.54±1.67	17.03±7.12
1:1	2.41±0.75	2.08±1.57	17.07±6.33
1:2	1.45±0.22	1.46±0.58	15.23±3.92

n=20, 平均値±標準偏差

**: p<0.01

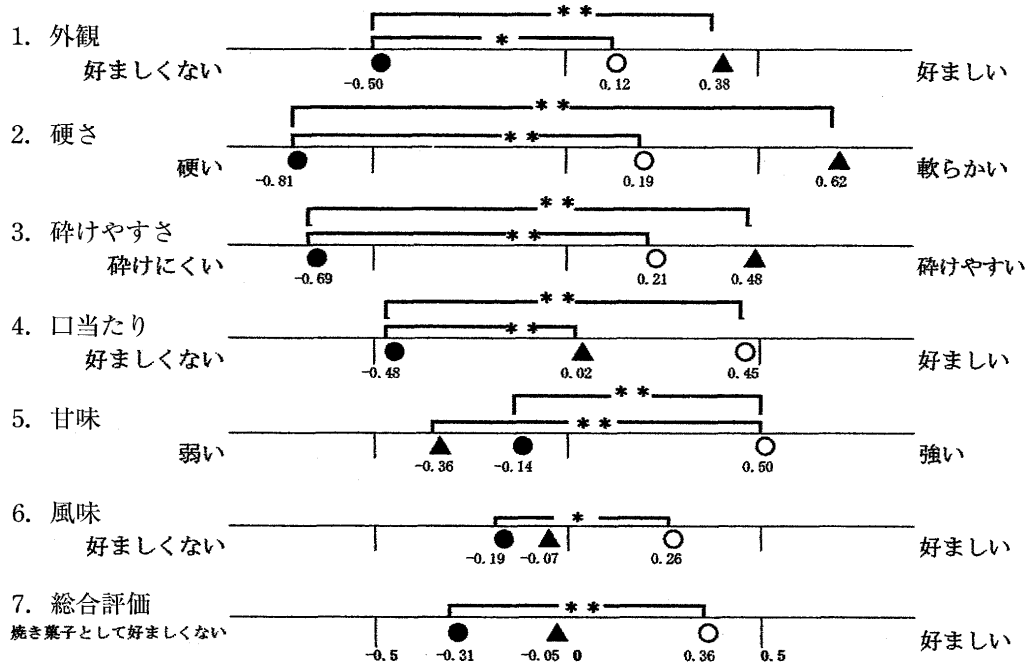


図2. ビスケットの官能評価分析結果

MCT:水 ● 2:1 ○ 1:1 ▲ 1:2

*: p<0.05 **: p<0.01 図中の数値は平均評価度

ルギーが大きい2:1は1:1, 1:2に比べて有意に硬く砕けにくいとされた。また, 2:1は口当たりが有意に好まれなかった。1:1と1:2の間には, 外観, 硬さ, 砕けやすさ, 口当たりの好ましさに有意差がなかった。しかし, 1:1は甘味が2:1, 1:2よりも有意に強いとされ, 風味および総合評価が2:1より有意に好ましいとされた。

以上のことから, 2:1はビスケットとしては外観が劣り, 口当たりが硬すぎる配合比であり, 嗜好性が劣ると判定した。また, 1:1と1:2は甘味の強さ以外の質問項目では有意差がないことから, 嗜好性の点では大差はないが, 口当たりの好ましさ, 風味の好ましさおよび総合評価において1:1の評価度が最も高いことから, 1:1配合を嗜好面から見た最適配合と判定した。

ビスケットの甘味は硬さと関係があり, 糖含量が同じであっても硬いほど甘味は弱く評価されており²²⁾, 硬さの違いが甘味の評価に影響したと考えられる。すなわち, 1:1が2:1より有意に軟らかく砕けやすいと評価されているので, 1:1の方が2:1より甘味が強いと評価されたと推

察される。一方, 破断抵抗力の面では1:1より1:2の方が小さいのに, 1:1よりも1:2の方が甘味が弱いと評価されている点については, 後者は加熱時の膨化が大であったことから空隙による内部組織が粗いことや, 油脂が少ないことによる口溶けへの影響が一因と考えられる。

2. 機能性ビスケットのGI値

(1) 摂取後の血糖値の推移

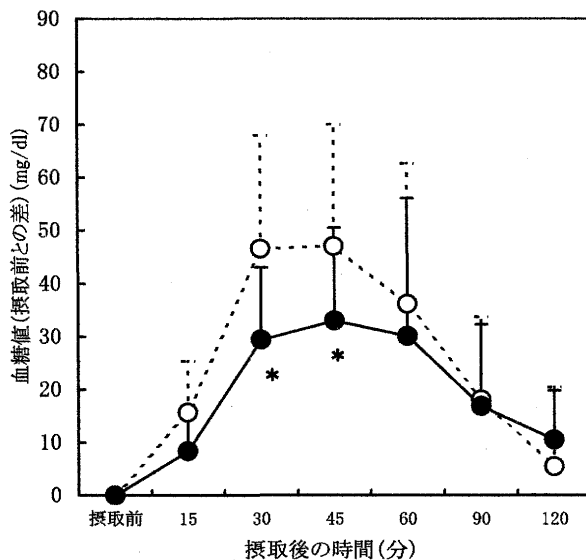
ビスケットおよび米飯摂取後の血糖値の値は表7に示した通りであった。さらに, 摂取後の血糖値の動向について, 摂取前の初期値との差で示したものが図3および図4である。図3から, 機能性ビスケットは対照ビスケットに比べ摂取30分後, 45分後の血糖値が低値であることから (いずれも p<0.05), 摂取後の血糖上昇が緩慢であることが確認できた。また, 図4から, 対照ビスケットは米飯に比べ摂取90分後の血糖値が低値であり (p<0.01), 120分後においても低値を示した (p<0.05) ことから, 60分以降の血糖値低下が速やかであるといえる。

生活習慣病に配慮した低 GI ビスケットの検討

表 7. ビスケットと米飯摂取後の血糖値

	摂取量		血糖値 (mg/dl)							
	試料重量	(糖質含量)	摂取前	15 分後	30 分後	45 分後	60 分後	90 分後	120 分後	
機能性ビスケット	生地 60.9 g	(37.1 g)	92±8	101±12	121±16	124±24	121±32	109±20	102±12	
対照ビスケット	生地 60.9 g	(37.1 g)	100±9	116±13	144±23	144±26	135±34	116±20	102±12	
米飯	147.0 g	(50 g)	94±9	110±12	144±16	154±21	147±23	147±27	127±18	
対照ビスケット	生地 82.1 g	(50 g)	98±9	108±11	140±21	158±29	147±29	130±21	116±22	

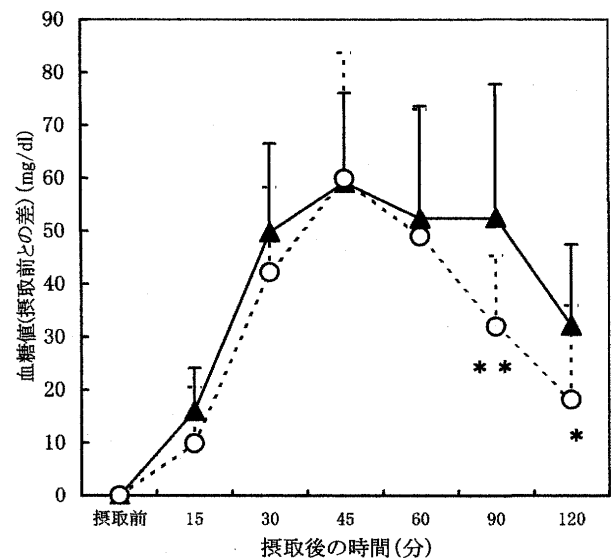
n=9, 平均値±標準偏差

図 3. 機能性ビスケットと対照ビスケット摂取後の血糖値の動向
糖質 37.1 g 摂取

n=9 ●: 機能性ビスケット ○: 対照ビスケット

同一時間において血糖値 (摂取前との差) の平均値を比較し, $p < 0.05$ の場合に*を記した。

(機能性ビスケット vs 対照ビスケット, t検定)

図 4. 米飯と対照ビスケット摂取後の血糖値の動向
糖質 50 g 摂取

n=9 ○: 対照ビスケット ▲: 米飯

同一時間において血糖値 (摂取前との差) の平均値を比較し, $p < 0.05$ の場合に*, $p < 0.01$ の場合に**を記した。

(対照ビスケット vs 米飯, t検定)

(2) 機能性ビスケットの見かけの GI 値

以上 4 条件の血糖上昇曲線から得られた AUC の値を表 8 に示した。米飯を 100 とした場合の対照ビスケットの AUC の比率は約 81% であったことから, 対照ビスケットの GI 値は約 81 であると考えられた。機能性ビスケットの AUC は対照ビスケットの約 81% であったので, 米飯を 100 とした場合, 機能性ビスケットの見かけの GI 値は, 対照ビスケットの GI 値の 81% とみなし, したがって, 機能性ビスケットの GI 値は約 66 と推定した。

以上の結果から, 甘味料としてフラクトオリゴ糖とマルチトール, 油脂として MCT を用い, 嗜好性に優れた低 GI のビスケットを調製できることが明らかになった。また, エネルギーの面では, フラクトオリゴ糖とマルチトールはいずれも $2 \text{ kcal/g}^{17)}$, MCT は $8 \text{ kcal/g}^{6)}$ であり, 今回のビスケットの生地重量 100 g 当たりのエネルギーは, 機能性ビスケット 332 kcal, 対照ビスケット 393 kcal である。機能性ビスケットは対照ビスケットに対し, 約 16% の低エネルギー化を図ることができる。

表 8. ビスケットと米飯の摂取量と AUC

	摂取量		AUC	
	試料重量	(糖質含量)	(min·mg/dl)	比率(%)
機能性ビスケット	生地 60.9 g	(37.1 g)	2,402±1,583	81.4±22.8
対照ビスケット	生地 60.9 g	(37.1 g)	2,924±1,361	100
米飯	147.0 g	(50 g)	5,116±1,448	100
対照ビスケット	生地 82.1 g	(50 g)	4,020±1,456	80.7±24.1

n=9, 平均値±標準偏差

糖尿病患者にとって菓子制限はQOLを阻害する因子であり²³⁾、健常者にとっても嗜好品としての菓子の役割は見逃せない。本報において検証した機能性ビスケットは、生活習慣病に配慮した食事計画に安心して取り込める菓子として提案したい。また、さまざまな機能性を持つ他の甘味料・油脂を焼き菓子に用いる際の物性、嗜好性、人体の生理面におよぼす影響について、今後さらに検討を加えていきたい。

要 約

本報は、生活習慣病に配慮した焼き菓子として、砂糖の代わりにフラクトオリゴ糖とマルチトール、油脂としてMCTを用い、嗜好性にも優れたビスケットを提案することを目的とした。MCTと水の配合比がビスケットの性状、嗜好性に及ぼす影響を比較し、最適配合で調製したビスケット摂取後の血糖上昇経過を捉え、GI値の推定を試みた。結果は以下の通りである。

- 1) 小麦粉 100 g, ベーキングパウダー 2 g, 卵黄 3 g, 機能性糖質甘味料 50 g (フラクトオリゴ糖: マルチトールを 1:2) に対し, MCT と水の合計量を 48 g とし, その配合比率を 2:1, 1:1, 1:2 の 3 水準として比較した結果, MCT が多いほどビスケットの厚さが小さく, 焼き色が濃く, 油じみが多く, 破断物性値が大きかった。
- 2) 官能評価の結果, MCT: 水を 1:1 に配合したビスケットが適度な口当たりであり, 甘味が強く, 風味も好まれ, 総合評価において最も好まれたことから, 最適配合と考えられた。
- 3) 「MCT とフラクトオリゴ糖・マルチトールを用いた最適配合ビスケット」の摂取後の血糖値は, 「長鎖脂肪・砂糖ビスケット」に比べ, 30 分後, 45 分後に有意に低く, 血糖上昇曲線下面積は約 20% 小さかった。
- 4) 米飯 100 に対し, 「長鎖脂肪・砂糖ビスケット」の GI 値は約 81 であったことから, 「MCT とフラクトオリゴ糖・マルチトールを用いた最適配合ビスケット」の見かけの GI 値は約 66 と推定され, 低 GI ビスケットとしての可能性が認められた。

本研究の一部は第 55 回日本栄養改善学会学術総会(2008 年 9 月 7 日)において発表した。MCT をご提供くださいました日本油脂(株)大阪支社食品事業部西沢様, ならびにマルチトール(マービー粉末)をご提供くださいましたエイチプラスビィ・ライフサイエンス大阪支店秋吉様に厚くお礼申し上げます。

文 献

- 1) 中村丁次 (2002), 糖尿病の栄養・食事療法における Nutritional Care and Management, 「新しい糖尿病の食事・栄養療法」, 細谷憲政, 馬場茂明監修, チーム医療, 東京, pp. 26-33
- 2) 田中照二 (2003), グライセミック・インデックス (Glycemic Index: GI) —その概念と臨床応用への期待—, 日本食生活学会誌, **14**, 156-163
- 3) 杉山みち子, 若木陽子, 小山和作 (2002), グリセミック・インデックス, 「新しい糖尿病の食事・栄養療法」, 細谷憲政, 馬場茂明監修, チーム医療, 東京, pp. 101-109
- 4) 原 陽子 (2004), 糖尿病治療の考え方, 臨床栄養, **104**, 140-146
- 5) 大喜多祥子, 花崎憲子, 倉賀野妙子, 和田淑子 (2008), フラクトオリゴ糖とマルチトールを配合した焼き菓子の性状・嗜好性と血糖値への影響, 日調科誌, **41**, 93-102
- 6) 日比野英彦 (2003), 機能性食品原料としての MCT とその生理機能, 食品と開発, **38**, 53-58
- 7) Tsuji, H. Kasai, M. Takeuchi, H. Nakamura, M. Okazaki, M. and Kondo, K. (2001), Dietary medium-chain triacylglycerols suppress accumulation of body fat in a double-blind, controlled trial in healthy men and women, *J. Nutr.*, **131**, 2853-2859
- 8) Seaton, T. B. Welle, S. L. Warenko, M. K. and Campbell, R. G. (1986), Thermic effect of medium-chain and long-chain triglycerides in man, *Am. J. Clin. Nutr.*, **44**, 630-634
- 9) Kasai, M. Maki, H. Nosaka, N. Aoyama, T. Ooyama, K. Uto, H. Okazaki, M. Igarashi, O. and Kondo, K. (2003), Effect of medium-chain triglycerides on the postprandial triglyceride concentration in healthy men, *Biotechnol. Biochem.*, **67**, 46-53
- 10) Kasai, M. Maki, H. Suzuki, Y. Nosaka, N. Aoyama, T. Inuzuka, H. Okazaki, M. Igarashi, O. and Kondo, K. (2003), Effect of medium-chain triglycerides on postprandial concentrations of remnant-like particles in healthy men, *J. Oleo Sci.*, **52**, 197-204
- 11) 倉賀野妙子, 和田淑子, 花崎憲子, 大喜多祥子, 田中明 (2008), 中鎖脂肪を用いたビスケットの単回摂取による血中脂質・血糖値の動向, 栄養学雑誌, **66**, 287-294
- 12) 倉賀野妙子, 和田淑子, 木原 浩 (1991), 固体脂指数, 脂肪酸組成の異なる油脂を用いたクッキーの物性 (第 2 報), 家政誌, **42**, 611-620
- 13) 倉賀野妙子, 和田淑子, 秋山 真 (1998), 液状油および固型脂の O/W エマルジョン化によるクッキー物性の改良について, 家政誌, **49**, 15-22
- 14) 杉山みち子, 安部眞佐子, 若木陽子, 中本典子, 小山和作, 細谷憲政 (2000), 米飯ならびに米加工品のグリセミック・インデックスに関する研究, *Health Sciences*, **16**, 175-186
- 15) Kuragano, T. Ikeda, Y. and Wada, Y. (2005), The effect of egg yolk on the distension and microscopic structure of biscuits, *J. Cookery Sci Jpn*, **38**, 21-29
- 16) 秦 葭哉, 中島久実子 (1985), *Geriatr. Med.* (老年医学), **23**, 817-828
- 17) 奥 恒行 (2005), 難消化吸収性糖質の消化・発酵・吸収ならびに許容量に関する研究, 日本栄養・食糧学会誌, **58**, 337-342
- 18) 青山敏明 (2007), 中鎖脂肪酸, 「機能性食品の安全性ガイドブック」, 津志田藤二郎, 梅垣敬三, 井上浩一, 村上明編, サイエンスフォーラム, 東京, pp. 143-145
- 19) 和田淑子, 倉賀野妙子 (2002), ダイエットビスケットの開発, すかいらくフードサイエンス研究所食に関する助成研究調査報告書, **15**, 1-6
- 20) 倉賀野妙子, 長谷川美幸, 和田淑子 (1984), クッキーの

生活習慣病に配慮した低 GI ビスケットの検討

- 定速圧縮破断特性, 家政誌, **35**, 307-314
- 21) 豊崎俊幸, 坂根康秀, 江崎 修, 笠井通雄 (2006), 中鎖脂肪酸含有油脂を添加した生地から抽出したグルテンの物理化学的性質について, 第 60 回日本栄養・食糧学会大会講演要旨集, p.220
- 22) 倉賀野妙子, 北尾敦子, 和田淑子, 山田光江 (1988), クッキーの甘味と材料配合比の関係, 家政誌, **39**, 889-893
- 23) 綿田裕孝, 山崎祥史, 福田真一, 白石浩荘, 米谷 俊, 高橋徳江, 弘世貴久, 河盛隆造 (2007), 糖尿病患者における菓子の摂取実態と意識について, プラクティス, **24**, 73-78
- (平成 21 年 5 月 25 日受付, 平成 21 年 9 月 2 日受理)

和文抄録

本研究では, 生活習慣病に配慮しつつ, 嗜好性にも優れたビスケットを提案するために, MCT (中鎖脂肪) のビスケットへの配合量と血糖値への影響を検討した。

材料は, 小麦粉 100 g, ベーキングパウダー 2 g, 卵黄 3 g, 機能性糖質甘味料 (フラクトオリゴ糖: マルチトールを 1:2) 50 g, MCT と水 48 g とした。

MCT: 水を 1:1 に配合したビスケットは, 甘味が強く, 口当たりと風味が好まれ, 総合評価において最も好まれたことから, 最適配合であると考えられた。最適配合ビスケット摂取後の血糖上昇曲線下面積は, 「長鎖脂肪・砂糖ビスケット」に比べ約 20% 小さかった。最適配合ビスケットの見かけの GI 値は, 白米飯を 100 とした場合約 66 と推定され, 最適配合ビスケットは低 GI ビスケットであるといえた。