

高機能スプラウトの開発(第4報)

—ガーデンクレススプラウトの脂質代謝改善効果(プレ介入試験)—

小寺美有紀、平井晶子*、猪野嘉中*、横山慎一郎

Development of Functional Sprout (IV)

— Effect of Garden Cress Sprout on Lipid Metabolism Levels: a Before-after Trial—

Miyuki KODERA, Akiko HIRAI*, Yoshinaka INO* and Shinichiro YOKOYAMA

ガーデンクレススプラウトの脂質代謝改善効果について、プレ介入試験による検証を試みた。被験者33名に対して、15 gあるいは30 gのガーデンクレススプラウトを28日間摂取したときの、前後比較試験を行った。介入開始時、14日目、28日目に11時間以上の絶食を経て採血を行い、各種血液マーカーについて測定を行った。その結果、ガーデンクレススプラウト15 g摂取により、血中HDL-コレステロール値の上昇、およびLDL-コレステロール/HDL-コレステロール比の低減が、30 g摂取により、血中中性脂肪およびLDL-コレステロール値の低減、HDLコレステロール値の上昇、およびLDL-コレステロール/HDL-コレステロール比の低減が確認され、用量依存的に血中脂質マーカーの改善が観察されることが明らかとなった。

1. はじめに

野菜の新芽(スプラウト)は、露地野菜に比べ、栽培日数が短く、天候や病虫害の影響を受けにくい、調理が容易等の利点を有しており、消費量が増加している。これに伴い、バリエーションを増やすべく、スプラウト新商品の開発も盛んとなっている。近年では、健康増進への寄与を訴求した大豆もやしやブロッコリースプラウト等が開発され、機能性表示食品として上市されており、当該分野は今後の発展が見込まれる。

当研究所においても、スプラウト新商品候補として、レッドクローバーに着目した研究を行っており、レッドクローバー(*Trifolium pratense* L.)スプラウトの主要なポリフェノールであるホルモノネチンに強い食後血糖値上昇抑制作用があること、継続して摂取を続けるとヘモグロビンA1c(HbA1c)値も低減することを、マウスを用いた動物実験で明らかにした¹⁾。更に臨床試験においても同効果が実証された²⁾。

他方で、グルコシノレート類の一種で、マカ(*Lepidium meyenii*)の主成分としても知られるベンジルグルコシノレート(BG)を豊富に含む、ガーデンクレス(*Lepidium sativum*)に着目した研究も行っており、ガーデンクレススプラウト(GC)に強い血中中性脂肪(TG)低減作用があること、本作用は、BGのアグリコンであるベンジルイソチオシアネートが肝細胞に作用し、脂質の蓄積を抑制することによって起こることを、マウスやHepG2細胞を用いた実験で明らかにした³⁻⁵⁾。

本研究では、上記*in vivo*および*in vitro*実験にて明らかとなったGCの脂質代謝改善効果が、臨床においても実証されるか否かについて、介入試験を試みたので、その結

果について報告する。

2. 実験方法

2.1 介入試験食試料(GC)中のBG含量の測定

有限会社サラダ農園にて栽培した、発芽7日目のGCを介入試験食試料として使用した。BG含量の測定は、既報のとおり、凍結乾燥したGC粉末を粉碎し、80%メタノール水溶液にて抽出、ろ過した後、逆相カラムを用いた高速液体クロマトグラフィーを行い、検出波長234 nmにて定量を行った³⁻⁵⁾。標準化合物としてグルコトロペオリンカリウム(東京化成工業)を用い、算出時にBG相当量へ換算した。

2.2 臨床試験

本試験は2020年10月13日～11月12日の間に実施した。被験者は株式会社サラダコスモ社員より、有志ボランティアを募り、GC摂取による前後比較試験を行った。参加者33名のうち、GC15g摂取群を17名、GC30g摂取群を16名と割付し、4週間の食事介入を行った。なお、GC15g摂取群の場合は1日当たり1パック(15g入)を、GC30g摂取群の場合は1日当たり2パック(15g入×2)を通常の食事と合わせて摂取した。

食事内容の違いに伴うTGの誤差を抑えるため、採血前日には、摂取カロリーが男性で2,200 kcal/日、女性で1,800 kcal/日となるように計算した食事を一律に摂取してもらった。また、採血前日の21時以降は飲水のみ可とし、採血(8時)まで11時間以上の絶食を行った。被験者には、マイクロセルフキット((株)雅精工)を用いて、0日目(介入開始時)、14日目、28日目の3回自己採血をしてもらい、各種血液マーカーの測定は雅精工に委託した。

2.3 統計処理

統計処理には書籍4Stepsエクセル統計(第4版)付属のアドインソフトStatcel4(有限会社オーエムエス出版)を用

*株式会社サラダコスモ

いた。GCの摂取による経日的な影響の評価については、正規性の検定を行い、正規分布に従う場合は重複測定一元配置分散分析を、正規分布に従わない場合は、関連のある多群の差の検定(クエード検定)を行い、危険率0.05未満の場合、有意差ありと判定した。

3. 結果と考察

試験食に供するGCに含まれるBG含量は、13.7±1.99 mg/10gRW(平均±SD, n=3)であった。

臨床試験の流れを図1に示す。被験者33名に対して試験を開始したが、介入開始時(0日目)において、表1の日本人間ドック学会(2020年度版)が定義する健常者の各種血液マーカーの基準値を超えた者が、GC15g摂取群で4名、GC30g摂取群で9名となった。また、15g摂取群において途中1名が棄権したため、これらの被験者を除外し、最終的にGC15g摂取群12名、30g摂取群7名の計19名について統計解析を行った。

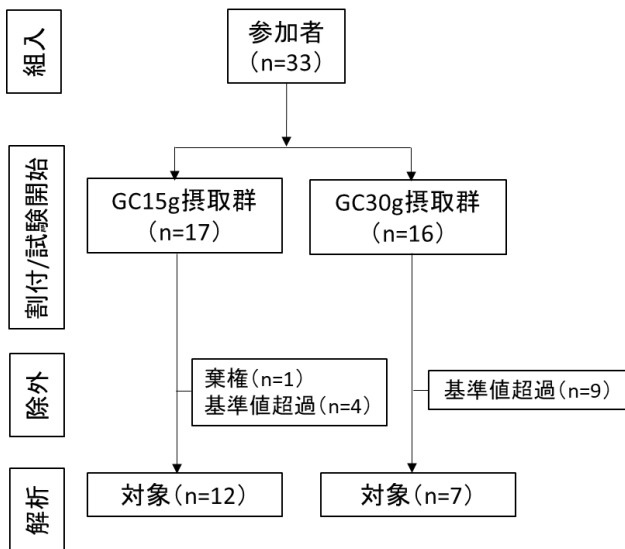


図1 臨床試験の流れ

表1 健常者における各種血液マーカーの基準値

血液マーカー	AST	ALT	γ-GTP	TG	LDL-C	HDL-C	FPG	HbA1c
単位	U/L	U/L	U/L	mg/dL	mg/dL	mg/dL	mg/dL	%
解析対象	≤38	≤40	≤80	≤299	≤139	39<	≤109	≤5.9

AST: アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ、ALT: アラニンアミノトランスフェラーゼ、γ-GTP: ガンマグタルアミノトランスフェラーゼ、TG: 中性脂肪、LDL-C: LDLコレステロール、HDL-C: HDLコレステロール、FPG: 血糖、HbA1c: ヘモグロビンA1c

TGの経日変化について表2および図2に示す。GC15g摂取群およびGC30g摂取群に対して行った検定におけるp値は0.332および0.00391であり、GC30g摂取群において、経日的に血中TGが有意に減少することが示された。このことより、GCを30g摂取することでTGの低減効果があることが明らかとなった。

血中LDL-C値(LDL-C)の経日変化を表3および図3に、HDL-C値(HDL-C)の経日変化を表4および図4に、血中LDL-C値/HDL-C値(L/H比)の経日変化を表5および図5に示す。LDL-Cに関して、GC15g摂取群では変化が見られなかったが、GC30g摂取群ではp値が0.00274と、経日的に減少していることが確認された。

表2 各GC摂取群におけるTG値(mg/dL)

GC摂取量 (g)	0日目	14日目	28日目	p値 (クエード検定)
15	95.3±11.1	83.8±7.60	78.9±5.68	0.332
30	88.4±18.8	71.6±3.27	57.7±3.45	0.00391**

平均値±SE、*: P<0.05、**: P<0.01

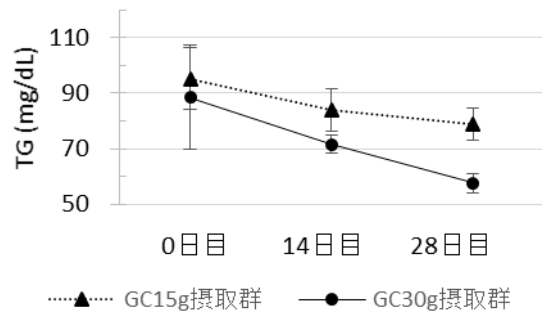


図2 各GC摂取群のTGの経日変化

表3 各GC摂取群におけるLDL-C値(mg/dL)

GC摂取量 (g)	0日目	14日目	28日目	p値 (クエード検定)
15	114±6.26	115±6.92	112±9.53	0.807
30	121±6.63	111±6.83	101±7.80	0.00274**

平均値±SE、*: P<0.05、**: P<0.01

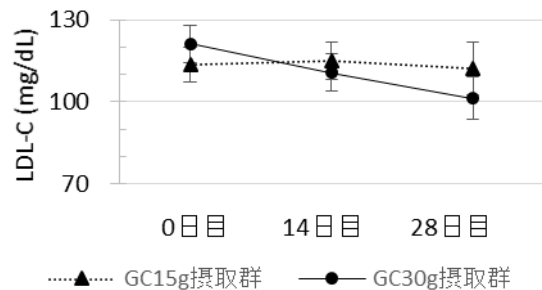


図3 各GC摂取群のLDL-Cの経日変化

HDL-Cに関しては、GC15g摂取群およびGC30g摂取群に共に有意な増加 ($p = 0.0174$ および 0.00326)が見られた。L/H比に関して、GC15g摂取群およびGC30g摂取群における検定の p 値は 0.0242 および 0.00110 であり、両GC摂取群共に、経日的なL/H比の低下が見られた。特にGC30g摂取群では、LDL-Cの減少とHDL-Cの上昇の両作用により、GC15gに比して強いL/H比低減作用が確認された。L/H比は1.5未満が健康な状態とされる⁶⁾。介入初日に1.75~1.77であったものが、28日目には、GC15g摂取群では1.57に、GC30g摂取群では1.30にまで低下したことから、GCの長期摂取によりL/H比の改善が期待でき、その効果はGC用量依存的に高まることが示された。

表4 各GC摂取群におけるHDL-C値(mg/dL)

GC摂取量 (g)	0日目	14日目	28日目	p 値 (クエード検定)
15	69±5.48	67±4.26	77±6.19	0.0174*
30	71±5.07	68±6.19	81±5.26	0.00326**

平均値±SE、*: $P < 0.05$ 、**: $P < 0.01$

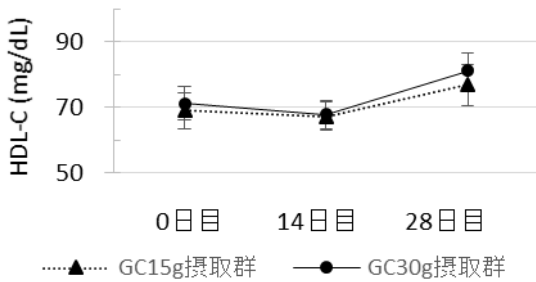


図4 各GC摂取群のHDL-Cの経日変化

表5 各GC摂取群におけるL/H比

GC摂取量 (g)	0日目	14日目	28日目	p 値 (クエード検定)
15	1.75±0.180	1.79±0.178	1.57±0.201	0.0242*
30	1.77±0.184	1.67±0.149	1.30±0.163	0.00110**

平均値±SE、*: $P < 0.05$ 、**: $P < 0.01$

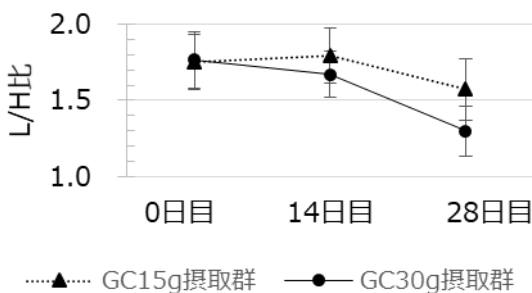


図5 各GC摂取群のL/H比の経日変化

今回はプレ介入試験ということで、プラセボ群の設定が出来ておらず、前後比較試験のみの評価となったが、概ね *in vivo* および *in vitro* 実験にて得られた脂質代謝改善効果が、臨床においても確認されたと考えられる。本成果をもとに、プラセボ群も加えたより精度の高い二重盲検試験による実証が行われることが期待される。

4. まとめ

GC介入前後比較試験を行った。GC30g摂取により、血中TG、LDL-CおよびL/H比において、経日的な低減効果が認められた。これより、GC摂取による脂質代謝改善効果が、ヒトにおいても同様に観察されることが明らかとなった。

【謝 辞】

本研究の実施にあたり、ボランティア被験者としてご協力いただきました株式会社サラダコスモ社員有志の皆様、および臨床試験のデザインおよび解析にご助言頂きました野菜で健康研究所株式会社代表取締役の中田光彦氏に深謝いたします。

【参考文献】

- 1) S. Yokoyama *et al.*, *J Nutr Sci Vitaminol*, 66, pp. 48-53, 2020
- 2) T. Masuda *et al.*, *J Food Sci*, in press
- 3) 横山慎一郎ら, 岐阜県食品科学研究所研究報告, No.1, pp. 7-10, 2020
- 4) S. Yokoyama *et al.*, *J Nutr Sci Vitaminol*, 66, pp. 481-487, 2020
- 5) 中田光彦ら, 特願2019-222487
- 6) 医療法人澄心会ぎふハートセンター HP : <https://gifu-heart-center.jp/>