

ISSN 1344-8935  
CODEN:NSSKFM

NIPPON SHOKUHIN SHINSOZAI KENKYUKAISHI

# 日本 食品新素材 研究会誌

## 2010 NO.2

平成22年12月発行  
第13巻 第2号

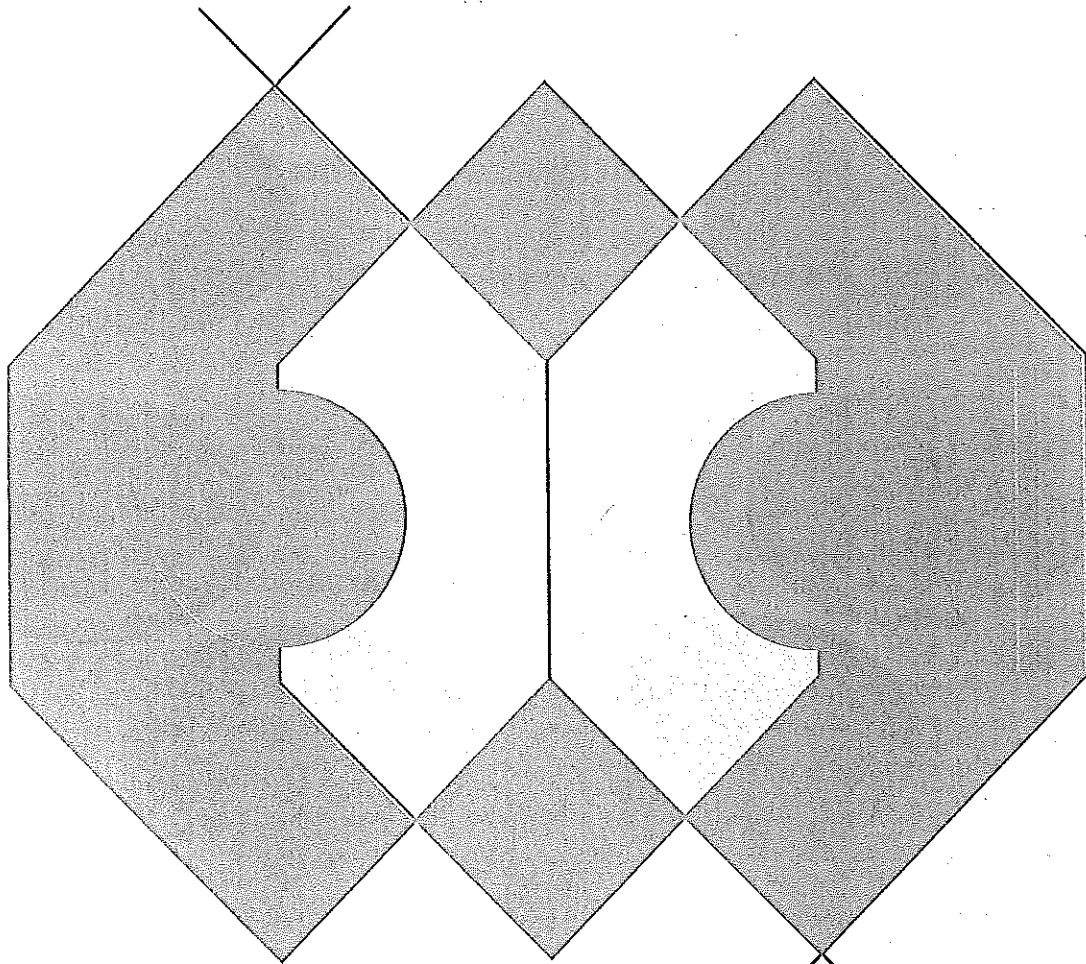
Z74-B546  
13(2)  
2010



\*1201001485497\*



JOURNAL OF JAPANESE COUNCIL FOR ADVANCED FOOD INGREDIENTS RESEARCH



社団法人 菓子・食品新素材技術センター

JAPAN CONFECTIONERY AND INNOVATIVE FOOD INGREDIENTS RESEARCH CENTER

食品新素材誌  
J. Advd. Food Ingrid.

# 難消化性デキストリン配合混合茶飲料の 食後中性脂肪上昇抑制効果

—二重盲検ランダム化クロスオーバー試験—

浅倉 里枝<sup>\*1</sup>、亀谷 典弘<sup>\*1</sup>、光田 博充<sup>\*1</sup>、塩谷 順彦<sup>\*2</sup>、小森 美加<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> アサヒ飲料株式会社

<sup>\*2</sup> 株式会社ケイ・エス・オー

(平成 22 年 5 月 14 日受理)

## Effect of Mixed Tea Beverage Containing Resistant Maltodextrin on Postprandial Serum Triglyceride

— A Randomized Double-blind Crossover Study —

Rie ASAKURA<sup>\*1†</sup>, Norihiro KAMETANI<sup>\*1</sup>, Hiromichi MITSUDA<sup>\*1</sup>,  
Nobuhiko SHIOYA<sup>\*2</sup>, Yoshika KOMORI<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> Asahi Soft Drinks Co., LTD.

<sup>\*2</sup> KSO Corporation

We investigated the effects of intake of mixed tea beverage containing resistant maltodextrin (RMD) on postprandial serum triglyceride (TG) level, remnant like particles (RLP)-cholesterol level and chylomicron (CM)-TG level by a randomized double-blind, cross-over study. A food loading study was performed on healthy adult subjects (serum triglyceride : 100 - 220 mg/dL, n= 76). The subjects took meal (Hamburger steak, roll and french fries, lipid : 41.2 g) with mixed tea beverage containing 5 g RMD (test beverage) or mixed tea beverage without RMD (placebo beverage). Blood samples were collected before and 2, 3, 4 and 6 hours after ingestion of meal and serum lipid levels were measured. Compared to placebo beverage, test beverage significantly lowered the level of serum TG at 2, 3, 4, 6 hours after ingestion (2 h, 3 h :  $p < 0.01$ , 4 h, 6 h :  $p < 0.05$ ). Postprandial serum RLP-cholesterol level was significantly lowered at 2 h, 3 h, 4 h and 6 h after ingestion of test beverage as compared with that of placebo beverage (4 h, 6 h :  $p < 0.01$ , 2 h, 3 h :  $p < 0.05$ ). Furthermore, postprandial serum CM-TG level was significantly lowered at 2 h, 3 h after ingestion of test beverage as compared with that of placebo beverage ( $p < 0.05$ ). No adverse reactions were observed throughout the experiment. These results suggested that postprandial serum TG level elevation was suppressed by this mixed tea beverage supplemented RMD.

**Keywords :** 難消化性デキストリン Resistant maltodextrin, 食後血清中性脂肪 Postprandial serum triglyceride, 混合茶飲料 Mixed tea beverage

近年、日本人のライフスタイルの変化により摂取エネルギーが増加し、消費エネルギーが減少するという傾向にある。食生活も従来の穀物中心の食事から脂肪の多い食事へと変化してきており、肥満やメタボリックシンドロームの増加との関連が問題とされている。脂肪摂取量の増加は、肥満のみならず肥満に関連した高脂血症、動脈硬化、糖尿病などの発症リスクを高めることが知られており、肥満やメタボリックシンドロームの撲滅は日本においても健康上重要な施策の一つとなっている。

高脂血症はメタボリックシンドロームの要因の一つであり、動脈硬化の大きな要因とも考えられているが、特に食事による脂肪摂取後の血中中性脂肪濃度の上昇、およびカイロミクロン (CM) やレムナント様リポ蛋白といった代謝中間産物が血中で高濃度存在する状態が、動脈硬化や冠動脈疾患の発症や進行に大きく関連するとされている<sup>1-3)</sup>。

食事により摂取された脂肪の大部分は中性脂肪 (TG) であり、TG は主に胆汁に含まれる膵リパーゼにより 2-モノアシルグリセロールと脂肪酸に分解され、胆汁酸とともに混合ミセルを形成し、小腸上皮細胞から吸収される。その後、小腸上皮細胞で TG に再合成され、カイロミクロンと呼ばれるリポタンパク質と会合体を形成し、リンパ管を経て血中へ、そして全身へと運ばれる。そのため、リパーゼの活性を阻害することで TG の吸収を抑制し、肥満の予防、改善につながると考えられることから、海外ではリパーゼ阻害剤であるオルリスタットが抗肥満薬として使用されている<sup>4)</sup>。しかしながら、脂肪便、排便回数の増加、軟便、下痢、腹痛等の副作用が指摘されており使用に関しては注意を要する<sup>5)</sup>。

このような背景のもと、安全性に問題なく食後の血中 TG の上昇を抑制する食品の開発が注目されている。現在までに、食後の血中 TG の上昇を抑制する食品素材としては、グロビン蛋白分解物<sup>6-8)</sup>、茶カテキン<sup>9,10)</sup>、烏龍茶ポリフェノール<sup>11)</sup>、リンゴポリフェノール<sup>12)</sup>、マンノオリゴ糖<sup>13)</sup>などが知られている。最近では、水溶性食物繊維である難消化性デキストリンの脂肪吸収抑制作用についても検討され、食事由来の TG の吸収を抑制することにより、食後の血中 TG の上昇を抑制することが報告されている<sup>14-18)</sup>。そこで、今回我々は難消化性デキストリンによる食後の血中 TG 上昇抑制作用に着目し、難消化性デキストリンを日常の食生活において手軽に摂取できるようにした混合茶飲料を開発した。この難消化性

表 1. 試験飲料の栄養成分

項目	被験飲料	対照飲料
エネルギー (kcal)	8.0	0.0
タンパク質 (g)	0.0	0.0
脂質 (g)	0.0	0.0
糖質 (g)	0.5	0.0
食物繊維 (g)	5.0	0.0
ナトリウム (mg)	20.0	20.0

(250 mL 中)

デキストリン配合混合茶飲料について、ヒトにおける食後の血中 TG に及ぼす影響を検討した。

## 1. 試験方法

### 1) 試験飲料

試験飲料は、ハトムギ、緑茶、大麦、玄米等を混合して熱水抽出し、ビタミン C と難消化性デキストリン (ファイバーソル 2: 松谷化学株式会社) を 6 g (食物繊維として 5 g) 配合した混合茶飲料 250 mL を被験飲料とした。対照飲料は、被験飲料から難消化性デキストリンのみを除いたもの 250 mL とした。被験飲料における難消化性デキストリンの配合量については、食後 TG の上昇抑制効果が確認されている有効量 (食物繊維として 5 g)<sup>14)</sup> とした。被験飲料と対照飲料で外観および風味に区別が付かないことを確認した。試験飲料の栄養成分を表 1 に示した。

### 2) 被験者

本試験は、医療法人社団 友好会 秋葉原メディカルクリニック試験審査委員会に関係資料 (試験計画書、試験飲料概要書および同意文書等) を提出し同委員会の承認を得た上で実施した。

被験者は、(株) ケイ・エス・オーが公募した有償ボランティアで、ヘルシンキ宣言 (2000 年改訂) の趣旨に沿って、試験の目的、内容、方法、予想される副作用などに関して十分な説明を行い、試験参加の同意を文書で得た成人男女で、事前検査において空腹時 TG 値が正常高値および軽症高値 (100 mg/dL ~ 220 mg/dL) を示した者を採用した。採用者 83 名のうち 2 名が被験者の自己都合により試験の継続を辞退したため、試験を完了した者は 81 名であった。試験完了者 81 名のうち 5 名が解析対象から除外され、解析対象者は 76 名となった。解析対象からの除外理由は、遵守事項の逸脱者が 2 名、負荷

表2. 被験者背景

Parameter	1群 (n=40)	2群 (n=36)	全体 (n=76)
男性	28	25	53
女性	12	11	23
全体	40	36	76
年齢 (歳)	44.2 ± 7.8	44.7 ± 7.3	44.4 ± 7.5
身長 (cm)	168.7 ± 8.5	165.6 ± 7.4	167.2 ± 8.1
体重 (kg)	72.6 ± 11.0	69.7 ± 11.7	71.2 ± 11.4
BMI	25.5 ± 3.1	25.3 ± 3.8	25.4 ± 3.4
収縮期血圧 (mmHg)	128.3 ± 14.5	128.2 ± 15.3	128.3 ± 14.8
拡張期血圧 (mmHg)	79.7 ± 10.2	77.7 ± 10.2	78.8 ± 10.2
脈拍数 (/min)	71.4 ± 9.0	74.2 ± 10.2	72.7 ± 9.6
T-Cho (mg/dL)	213.6 ± 28.2	211.5 ± 26.4	212.6 ± 27.2
LDL-C (mg/dL)	131.8 ± 22.7	124.4 ± 25.0	128.3 ± 23.9
HDL-C (mg/dL)	51.4 ± 10.6	55.9 ± 12.0	53.5 ± 11.4
TG (mg/dL)	157.3 ± 32.6	153.9 ± 8.2	155.7 ± 30.4

平均値 ± 標準偏差

1群: I期 被験飲料 II期 対照飲料

2群: I期 対照飲料 II期 被験飲料

食品摂取による血中TGの反応として不適格であった被験者3名であった。

解析対象とした被験者76名(男性53名、女性23名)の背景を表2に示す。被験者の背景は平均年齢44.4 ± 7.5歳、身長167.2 ± 8.1cm、体重71.2 ± 11.4kg、BMI 25.4 ± 3.4であった。

### 3) 試験のデザインおよびスケジュール

単回摂取試験は、被験者を2つの群にランダム化し、1週間の回復期間を設け、試験飲料を替えて二重盲検ランダム化クロスオーバー法で実施した。1回目の試験では1群に被験飲料を、2群に対照飲料をそれぞれ負荷食品と一緒に摂取させた。1週間の期間を空けて実施した2回目の試験では、摂取する試験飲料を1群と2群の間で交叉させて同様に試験を行った(図1)。

負荷食品は、ハンバーグ(本デミグラスハンバーグ:

ハイツ日本株式会社)165g、フライドポテト(フレッチフライドポテト:トップバリュ、イオン株式会社)50g、パン(ネオバターロール:フジパン株式会社)2個とした。なお、負荷食品の脂肪量は41.2g(690.1kcal)とした。

被験者は、各試験前日の夕食を20時までに済ませ、その後は絶食(水のみ許可)とし、翌朝空腹状態にて肘静脈部より空腹時の採血を行った。負荷食品とともに被験飲料または対照飲料を20分以内で摂取させ、摂取開始2、3、4、6時間経過後に採血を行った。摂取6時間後の採血が終了するまで絶食(水のみ許可)とし、座位安静とした。

血液検査の測定項目は、TG、RLP-コレステロール、総コレステロール、HDL-コレステロール、LDL-コレステロール、リン脂質、遊離脂肪酸(NEFA)、β-リポ蛋白、血糖、インスリン、リポ蛋白分画とした。リポ

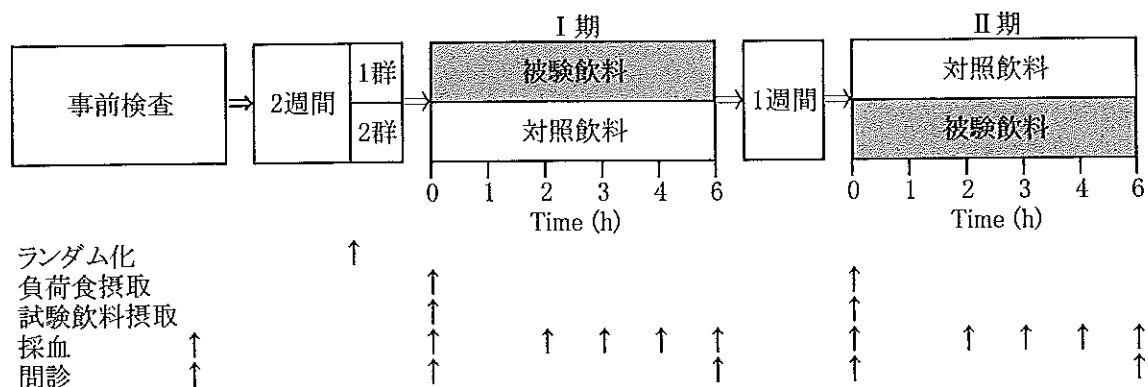


図1. 試験スケジュール

蛋白分画は(株)エスアールエルに測定を委託し、アガロース電気泳動法により測定された。他の項目は三菱化学メデイエンス(株)に測定を委託し、TG、RLP- コレステロール、総コレステロール、HDL- コレステロール、LDL- コレステロールについては酵素法、NEFA については酵素-UV 法、β-リポ蛋白については免疫比濁法により測定された。

4) 統計解析

試験結果は、平均値 ± 標準偏差で示した。血液生化学検査の結果については、負荷食摂取前の値からの変化量を算出した。さらに血中濃度曲線下面積 (Area Under the Curve: AUC) を台形法により算出した。TG の AUC および TG の AUC を自然対数に変換した TG lnAUC を用いて時期効果、順序効果の検定を行いクロスオーバーデザインの妥当性について確認した上で、被験飲料の効果を検討した。試験飲料間の比較は対応のある t 検定を用いて行った。有意水準は、両側検定で 5% とした。なお、統計解析ソフトは SPSS ver. 13.0 J を用いた。

表 3. クロスオーバー法の妥当性

Parameter	飲料	mean ± SD	period	seq
TG AUC <sub>0-6h</sub> (×10mg·h/dL)	被験飲料	142 ± 55	0.379	0.089
	対照飲料	154 ± 62		
TG lnAUC <sub>0-6h</sub>	被験飲料	7.18 ± 0.43	0.565	0.236
	対照飲料	7.25 ± 0.46		

n=76 period: 時期効果、seq (sequence): 順序効果

2. 試験結果

1) クロスオーバー法の妥当性

被験者 76 名の TG AUC、TG lnAUC を指標とした時期効果、順序効果を表 3 に示した。時期効果および順序効果はいずれも有意でなく (それぞれ TG AUC  $p=0.379$ ,  $p=0.089$ 、TG lnAUC  $p=0.565$ ,  $p=0.236$ )、クロスオーバー法は適切であると判断されたため、被験飲料の効果について解析した。

2) 血液生化学項目の経時的推移

負荷食摂取後の血清脂質の経時的推移および AUC を表 4 に示した。また TG、RLP-C の変化量での結果を図 2、3 に示した。

表 4. 血清脂質の経時的推移および AUC

Parameter	飲料	0 h	2 h	3 h	4 h	6 h	AUC <sub>0-6h</sub> (mg·h/dL)
TG (mg/dL)	被験飲料	147.4 ± 58.8	224.4 ± 78.0 **	270.0 ± 101.2 **	280.4 ± 118.2 *	245.4 ± 125.2 *	1420 ± 546 **
	対照飲料	156.2 ± 66.4	242.1 ± 91.3	293.1 ± 119.1	304.4 ± 134.6	270.1 ± 128.0	1540 ± 620
RLP-C (mg/dL)	被験飲料	9.0 ± 4.2	11.8 ± 4.9 *	13.7 ± 5.7 *	15.0 ± 6.4 **	14.6 ± 7.4 **	78.2 ± 32.9 *
	対照飲料	9.7 ± 4.8	12.8 ± 5.6	14.8 ± 6.6	16.4 ± 7.5	16.4 ± 8.4	84.7 ± 38.7
T-Cho (mg/dL)	被験飲料	201.7 ± 28.8	206.1 ± 29.0	207.0 ± 28.5	210.0 ± 28.8	214.6 ± 28.8	1250 ± 171
	対照飲料	207.0 ± 30.0	208.6 ± 31.2	210.1 ± 30.7	212.0 ± 30.6	216.8 ± 31.0	1270 ± 183
Δ T-Cho (mg/dL)	被験飲料		1.4 ± 5.4	2.3 ± 6.4	5.3 ± 6.4	9.9 ± 6.9	22.0 ± 26.6
	対照飲料		1.6 ± 6.3	3.1 ± 6.0	5.0 ± 6.2	9.9 ± 7.4	22.9 ± 25.6
HDL-C (mg/dL)	被験飲料	52.1 ± 11.0	50.6 ± 11.5	49.5 ± 11.5 *	49.7 ± 11.7 *	50.7 ± 11.9	302.9 ± 68.8 *
	対照飲料	51.2 ± 11.5	49.7 ± 12.4	48.6 ± 11.8	48.7 ± 12.1	49.7 ± 12.5	297.2 ± 72.0
Δ HDL-C (mg/dL)	被験飲料		-1.5 ± 1.9	-2.6 ± 2.2	-2.4 ± 2.2	-1.4 ± 2.9	-9.9 ± 10.0
	対照飲料		-1.5 ± 2.2	-2.6 ± 2.1	-2.5 ± 2.2	-1.5 ± 2.6	-10.2 ± 9.5
LDL-C (mg/dL)	被験飲料	125.1 ± 25.0	124.0 ± 24.9	122.6 ± 24.5	123.7 ± 24.8	127.0 ± 25.4	746.3 ± 148.7
	対照飲料	126.9 ± 26.2	125.7 ± 26.2	124.4 ± 25.7	125.3 ± 25.9	127.9 ± 26.3	755.7 ± 155.6
Δ LDL-C (mg/dL)	被験飲料		-1.1 ± 4.0	-2.5 ± 4.9	-1.4 ± 4.6	1.8 ± 5.4	-4.5 ± 20.2
	対照飲料		-1.2 ± 4.1	-2.5 ± 4.3	-1.6 ± 4.1	1.0 ± 4.5	-5.8 ± 17.3
Phospholipid (mg/dL)	被験飲料	212.8 ± 25.9	221.5 ± 27.1	228.2 ± 27.3	234.7 ± 28.6	241.2 ± 27.8	1370 ± 161
	対照飲料	215.0 ± 26.0	224.3 ± 28.8	231.0 ± 29.4	237.8 ± 29.7	244.6 ± 29.4	1380 ± 169
Δ Phospholipid (mg/dL)	被験飲料		8.7 ± 7.7	15.4 ± 9.1	21.9 ± 11.1	28.4 ± 10.5	89.6 ± 41.5
	対照飲料		9.3 ± 8.4	16.0 ± 10.2	22.8 ± 11.6	29.6 ± 10.9	93.9 ± 44.0
NEFA (mEq/L)	被験飲料	0.57 ± 0.14	0.40 ± 0.12	0.48 ± 0.14	0.66 ± 0.20	0.97 ± 0.22	3.6 ± 0.8
	対照飲料	0.56 ± 0.13	0.40 ± 0.12	0.49 ± 0.16	0.65 ± 0.19	0.98 ± 0.24	3.6 ± 0.8
Δ NEFA (mEq/L)	被験飲料		-0.18 ± 0.14	-0.09 ± 0.15	0.08 ± 0.19	0.39 ± 0.21	0.2 ± 0.7
	対照飲料		-0.16 ± 0.14	-0.07 ± 0.18	0.09 ± 0.19	0.42 ± 0.23	0.2 ± 0.7
β-lipoprotein (mg/dL)	被験飲料	468.0 ± 96.2 *	520.2 ± 109.1 **	552.8 ± 121.5 **	565.5 ± 130.0 **	549.1 ± 131.0 **	3200 ± 691 **
	対照飲料	480.4 ± 101.2	541.0 ± 112.9	575.7 ± 130.5	588.1 ± 140.9	575.8 ± 140.2	3330 ± 736
Δ β-lipoprotein (mg/dL)	被験飲料		52.2 ± 27.4 *	84.8 ± 41.0 *	97.5 ± 56.1 *	81.1 ± 61.1 **	390 ± 195 **
	対照飲料		60.6 ± 30.6	95.2 ± 50.1	107.7 ± 59.0	95.3 ± 63.0	443 ± 212

n=76 (平均値 ± 標準偏差)

\*\*  $p < 0.01$ , \*  $p < 0.05$  対照飲料に対して有意差あり

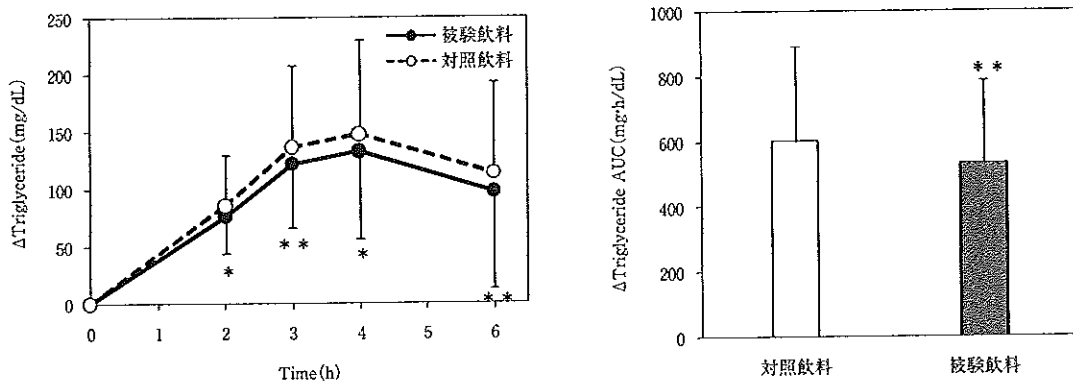


図2. Δ中性脂肪の経時的推移およびAUC

平均値 ± 標準偏差

\*\* $p < 0.01$ , \* $p < 0.05$  対照飲料に対して有意差あり

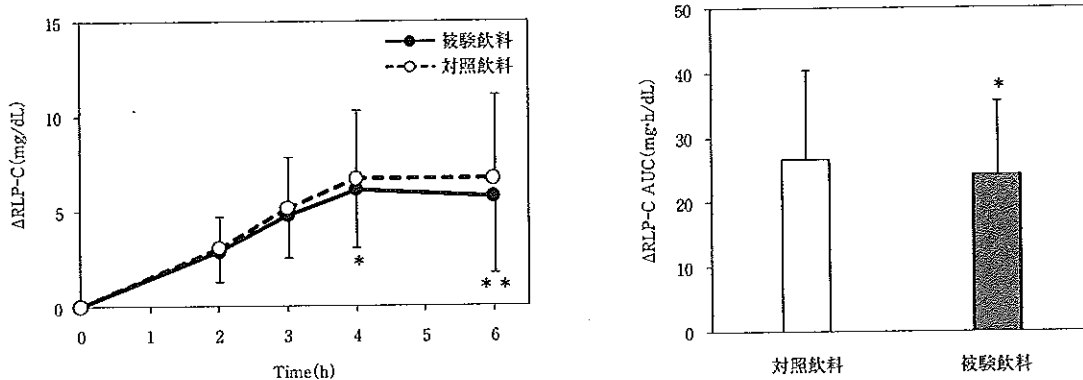


図3. ΔRLP-Cの経時的推移およびAUC

平均値 ± 標準偏差

\*\* $p < 0.01$ , \* $p < 0.05$  対照飲料に対して有意差あり

TGは負荷食摂取後、急激に上昇し、被験飲料および対照飲料摂取時ともに摂取後4時間でピークが認められた。被験飲料群のTGは、摂取後2、3、4、6時間で対照飲料群とくらべて有意に低い値を示した(2、3時間： $p < 0.01$ 、4、6時間： $p < 0.05$ )。また被験飲料群のTG AUCは、対照飲料群にくらべて有意に低い値を示した( $p < 0.01$ )。被験飲料群のΔTGは、摂取後2、3、4、6時間で対照飲料群とくらべて有意に低い値を示した(3、6時間： $p < 0.01$ 、2、4時間： $p < 0.05$ 、図2)。また被験飲料群のΔTG AUCは、対照飲料群とくらべて有意に低い値を示した( $p < 0.01$ )。被験飲料群のRLP-コレステロールは、摂取後2、3、4、6時間で対照飲料群とくらべて有意に低い値を示した(4、6時間： $p < 0.01$ 、2、3時間： $p < 0.05$ )。

被験飲料群のRLP-コレステロール AUCは、対照飲料群にくらべて有意に低い値を示した( $p < 0.05$ )。被験飲料群のΔRLP-コレステロールは、摂取後4、6時間

で対照飲料群とくらべて有意に低い値を示した(6時間： $p < 0.01$ 、4時間： $p < 0.05$ 、図3)。また被験飲料群のΔRLP-C AUCは、対照飲料群とくらべて有意に低い値を示した( $p < 0.05$ )。被験飲料群のHDL-コレステロールは、摂取後3、4時間で対照飲料群とくらべて有意に高い値を示した( $p < 0.05$ )。また被験飲料群のHDL-コレステロール AUCは、対照飲料群にくらべて有意に高い値を示した( $p < 0.05$ )。ΔHDL-コレステロールは、被験飲料群と対照飲料群の間に有意な差は認められなかった。

被験飲料群のβ-リポ蛋白は、摂取前、摂取後2、3、4、6時間で対照飲料群とくらべて有意に低い値を示した(2、3、4、6時間： $p < 0.01$ 、摂取前： $p < 0.05$ )。また被験飲料群のβ-リポ蛋白 AUCは、対照飲料群にくらべて有意に低い値を示した( $p < 0.01$ )。被験飲料群のΔβ-リポ蛋白は、摂取後2、3、4、6時間で対照飲料群とくらべて有意に低い値を示した(6時間：

表5. リポ蛋白分画の経時的推移およびAUC

Parameter	飲料	0h	2h	3h	4h	6h	AUC <sub>0-6h</sub> (mg·h/dL)
HDL-Cho (mg/dL)	被験飲料	51.7 ± 13.1 *	49.6 ± 13.5	48.6 ± 13.7 *	48.0 ± 13.5 *	50.0 ± 14.3 *	296.7 ± 80.8 *
	対照飲料	50.5 ± 13.4	48.7 ± 14.0	47.2 ± 13.9	46.8 ± 14.3	48.7 ± 14.9	289.7 ± 83.9
Δ HDL-Cho (mg/dL)	被験飲料		-2.1 ± 2.7	-3.1 ± 3.1	-3.7 ± 3.6	-1.7 ± 3.5	-13.4 ± 13.0
	対照飲料		-1.8 ± 2.8	-3.3 ± 3.2	-3.7 ± 3.3	-1.8 ± 4.1	-13.3 ± 14.0
VLDL-Cho (mg/dL)	被験飲料	22.9 ± 8.7 **	27.0 ± 8.8 *	29.5 ± 9.9 *	30.4 ± 10.3 *	27.9 ± 11.2 *	166.3 ± 56.4 **
	対照飲料	25.0 ± 10.2	28.8 ± 10.2	31.1 ± 10.9	32.1 ± 11.4	30.3 ± 12.1	177.9 ± 63.6
Δ VLDL-Cho (mg/dL)	被験飲料		4.1 ± 3.2	6.6 ± 4.3	7.5 ± 5.2	5.1 ± 6.0	29.1 ± 19.5
	対照飲料		3.8 ± 3.7	6.1 ± 4.7	7.1 ± 5.3	5.3 ± 5.7	27.8 ± 20.5
LDL-Cho (mg/dL)	被験飲料	124.8 ± 26.4	124.0 ± 26.5	123.4 ± 25.1	125.6 ± 25.2	130.6 ± 26.0	753.2 ± 154.0
	対照飲料	126.1 ± 27.1	125.5 ± 26.5	125.5 ± 26.3	126.9 ± 25.7	132.0 ± 25.9	762.3 ± 156.4
Δ LDL-Cho (mg/dL)	被験飲料		-0.9 ± 4.7	-1.5 ± 4.8	0.8 ± 4.9	5.8 ± 6.0	4.2 ± 20.6
	対照飲料		-0.5 ± 5.6	-0.5 ± 5.2	0.8 ± 6.1	5.9 ± 6.8	5.8 ± 24.8
CM-Cho (mg/dL)	被験飲料	0.5 ± 0.2	0.8 ± 0.4	1.1 ± 0.6 **	1.1 ± 0.6	0.9 ± 0.8	5.3 ± 2.0 **
	対照飲料	0.5 ± 0.2	0.9 ± 0.6	1.4 ± 1.0	1.2 ± 0.8	0.9 ± 0.8	5.9 ± 2.7
Δ CM-Cho (mg/dL)	被験飲料		0.4 ± 0.4	0.6 ± 0.6 *	0.6 ± 0.7	0.4 ± 0.8	2.5 ± 2.2
	対照飲料		0.4 ± 0.7	0.9 ± 1.0	0.7 ± 0.8	0.4 ± 0.8	2.9 ± 2.8
HDL-TG (mg/dL)	被験飲料	15.6 ± 5.1	20.8 ± 6.2	23.8 ± 7.0	24.8 ± 7.5	25.8 ± 9.1	133.6 ± 35.5
	対照飲料	15.6 ± 4.8	21.2 ± 7.4	24.9 ± 9.0	25.4 ± 8.3	26.6 ± 8.5	136.9 ± 40.5
Δ HDL-TG (mg/dL)	被験飲料		5.2 ± 4.3	8.2 ± 4.3	9.2 ± 5.3	10.2 ± 7.5	40.1 ± 18.4
	対照飲料		5.6 ± 5.2	9.3 ± 6.7	9.8 ± 5.9	11.0 ± 6.8	43.4 ± 24.0
VLDL-TG (mg/dL)	被験飲料	84.9 ± 48.4 *	121.6 ± 57.7 *	137.0 ± 65.1 *	142.8 ± 69.6 *	122.6 ± 73.1 **	741.1 ± 365.3 **
	対照飲料	92.7 ± 51.6	132.3 ± 64.3	147.4 ± 71.3	153.8 ± 74.5	138.2 ± 76.8	807.4 ± 395.2
Δ VLDL-TG (mg/dL)	被験飲料		36.7 ± 18.5	52.1 ± 23.8	57.9 ± 32.4	37.7 ± 35.9 *	231.7 ± 109.6 *
	対照飲料		39.6 ± 22.9	54.7 ± 30.7	61.0 ± 32.3	45.5 ± 37.0	251.1 ± 123.2
LDL-TG (mg/dL)	被験飲料	41.9 ± 14.1	61.6 ± 20.6 **	81.2 ± 33.2 **	86.5 ± 37.7 *	76.1 ± 39.9 *	421.3 ± 160.1 **
	対照飲料	43.3 ± 17.2	66.7 ± 24.6	89.8 ± 41.6	96.4 ± 47.3	83.1 ± 41.1	460.9 ± 191.7
Δ LDL-TG (mg/dL)	被験飲料		19.6 ± 12.8 *	39.3 ± 25.9 *	44.5 ± 31.0 *	34.2 ± 33.9	169.8 ± 112.6 **
	対照飲料		23.4 ± 15.7	46.5 ± 31.8	53.0 ± 37.0	39.7 ± 30.4	200.8 ± 122.7
CM-TG (mg/dL)	被験飲料	1.0 ± 0.8	14.8 ± 9.1 *	22.5 ± 16.1 *	20.6 ± 17.5	13.5 ± 19.6	90.0 ± 58.8 *
	対照飲料	0.9 ± 0.6	16.8 ± 12.3	26.6 ± 21.3	23.2 ± 19.9	15.1 ± 15.7	102.6 ± 65.6

n=76 (平均値 ± 標準偏差)

\*\*p<0.01, \*p<0.05 対照飲料に対して有意差あり

p<0.01、2、3、4時間：p<0.05)。また被験飲料群のΔβ-リポ蛋白AUCは、対照飲料群とくらべて有意に低い値を示した(p<0.01)。

総コレステロール、LDL-コレステロール、リン脂質、NEFAでは、いずれの測定ポイントでも被験飲料群と対照飲料群の間で有意な差は認められなかった。またAUCでも有意な差は認められなかった。さらに変化量での解析においても被験飲料群と対照飲料群の間で有意な差は認められなかった。また血糖値、インスリンにおいても、測定値のいずれの測定ポイントおよびAUCで被験飲料群と対照飲料群の間の有意な差は認められなかった。

### 3) リポ蛋白分画の経時的推移

負荷食摂取後のリポ蛋白分画の経時的推移およびAUCを表5に示した。またCM-TGの変化量での結果を図4に示した。被験飲料群のHDL-Choは、摂取前、摂取後3、4、6時間で対照飲料群とくらべて有意に高い値を示した(p<0.05)。また被験飲料群のHDL-Cho

AUCは、対照飲料群にくらべて有意に高い値を示した(p<0.05)。ΔHDL-Choは、被験飲料群と対照飲料群の間に有意な差は認められなかった。被験飲料群のVLDL-Choは、摂取前、摂取後2、3、4、6時間で対照飲料群とくらべて有意に低い値を示した(摂取前：p<0.01、2、3、4、6時間：p<0.05)。また被験飲料群のVLDL-Cho AUCは、対照飲料群にくらべて有意に低い値を示した(p<0.01)。ΔVLDL-Choは、被験飲料群と対照飲料群の間に有意な差は認められなかった。被験飲料群のCM-Choは、摂取後3時間で対照飲料群とくらべて有意に低い値を示した(p<0.01)。また被験飲料群のCM-Cho AUCは、対照飲料群にくらべて有意に低い値を示した(p<0.01)。被験飲料群のΔCM-Choは、摂取後3時間で対照飲料群とくらべて有意に低い値を示した(p<0.05)。被験飲料群のVLDL-TGは、摂取前、摂取後2、3、4、6時間で対照飲料群とくらべて有意に低い値を示した(6時間：p<0.01、摂取前、2、3、4時間：p<0.05)。また被験飲料群のVLDL-TG AUCは、対照飲料群にくらべて有意に低い値を示した

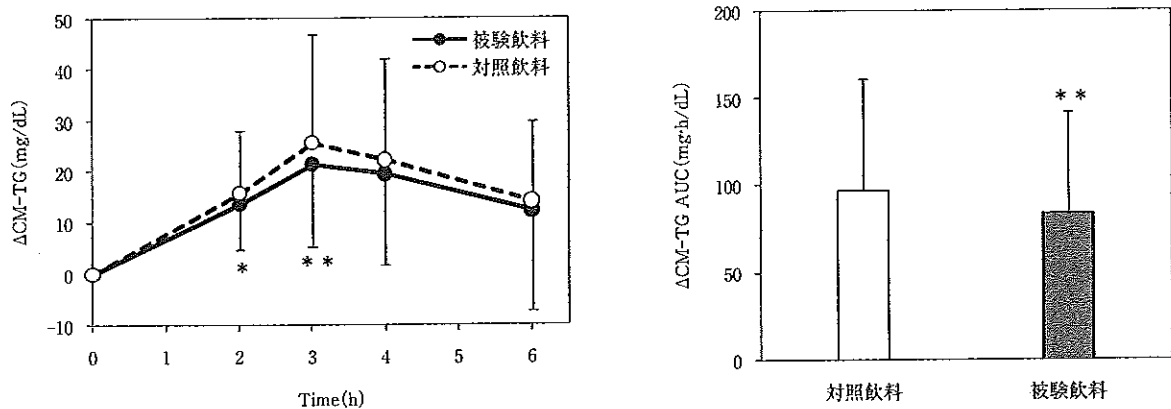


図4.  $\Delta$ CM-TGの経時的推移およびAUC

平均値  $\pm$  標準偏差

\*\* $p < 0.01$ , \* $p < 0.05$  対照飲料に対して有意差あり

( $p < 0.01$ )。被験飲料群の  $\Delta$ VLDL-TG は、摂取後6時間で対照飲料群とくらべて有意に低い値を示した ( $p < 0.05$ )。また被験飲料群の  $\Delta$ VLDL-TG AUC は、対照飲料群とくらべて有意に低い値を示した ( $p < 0.05$ )。被験飲料群の LDL-TG は、摂取後2、3、4、6時間で対照飲料群とくらべて有意に低い値を示した (2、3時間： $p < 0.01$ 、4、6時間： $p < 0.05$ )。また被験飲料群の LDL-TG AUC は、対照飲料群にくらべて有意に低い値を示した ( $p < 0.01$ )。被験飲料群の  $\Delta$ LDL-TG は、摂取後2、3、4時間で対照飲料群とくらべて有意に低い値を示した ( $p < 0.05$ )。また被験飲料群の  $\Delta$ LDL-TG AUC は、対照飲料群とくらべて有意に低い値を示した ( $p < 0.01$ )。被験飲料群の CM-TG は、摂取後2、3時間で対照飲料群とくらべて有意に低い値を示した ( $p < 0.05$ )。また被験飲料群の CM-TG AUC は、対照飲料群にくらべて有意に低い値を示した ( $p < 0.05$ )。被験飲料群の  $\Delta$ CM-TG は、摂取後2、3時間で対照飲料群とくらべて有意に低い値を示した (3時間： $p < 0.01$ 、2時間： $p < 0.05$ 、図4)。また被験飲料群の  $\Delta$ CM-TG AUC は、対照飲料群とくらべて有意に低い値を示した ( $p < 0.01$ )。LDL-Cho、HDL-TG では、いずれの測定ポイントでも被験飲料群と対照飲料群の間で有意な差は認められなかった。また AUC でも有意な差は認められなかった。さらに変化量での解析においても被験飲料群と対照飲料群の間で有意な差は認められなかった。

#### 4) 有害事象

本試験中において、被験飲料および対照飲料を摂取したことによる有害事象は認められなかった。

#### 3. 考察

食事性の脂肪は、腸管から吸収された後、小腸上皮細胞で TG が豊富な CM に再合成され血中に現れるため、食後の血中 TG は上昇する。CM はリポ蛋白リパーゼにより CM レムナントへと異化されてから肝臓に取り込まれるが、この際に生じる中間代謝物であるレムナント様リポ蛋白が食後に上昇することが、動脈硬化の危険因子となるとの報告がなされている<sup>1,2)</sup>。そこで本試験ではレムナント様リポ蛋白を反映する値として RLP- コレステロールを用い<sup>2)</sup>、食後のレムナント様リポ蛋白上昇抑制についても検討した。

最近、難消化性デキストリンが食後の血中 TG および RLP- コレステロールの上昇を抑制することが報告されている<sup>14-18)</sup>。難消化性デキストリンは整腸作用、食後の血糖値上昇抑制効果などの作用を有し、安全性の高い食品素材として知られている<sup>19)</sup>。本研究では、難消化性デキストリンを配合した混合茶飲料がヒトにおいて脂肪負荷食品摂取後の血中 TG 上昇抑制に及ぼす影響について検討した。

現在までにコーンスープ<sup>6,8,11)</sup>、ファーストフードのハンバーガー、フライドポテト<sup>10)</sup>等の負荷食品を用いた脂肪負荷試験についての報告があるが、本試験では負荷食品として、一般的な食事を想定したハンバーグ、フライドポテト、パンを用いて調製し、通常の食事でも摂取し得る範囲の脂肪を負荷した際における効果を検証した。

その結果、難消化性デキストリン配合混合茶飲料を摂取した際の血中  $\Delta$ TG は、摂取後2、3、4、6時間で対照飲料群とくらべて有意に低い値を示した。また、TG AUC は、対照飲料群にくらべて有意に低い値を示した。



加えて、難消化性デキストリン配合混合茶飲料を摂取した際の  $\Delta$ RLP- コレステロールは、摂取後4、6時間で対照飲料群とくらべて有意に低い値を示した。RLP- コレステロール AUC は、対照飲料群にくらべて有意に低い値を示した。なお、難消化性デキストリン配合混合茶飲料を摂取した際の  $\Delta$ CM-TG は、摂取後2、3時間で対照飲料群とくらべて有意に低い値を示した。また CM-TG AUC は、対照飲料群にくらべて有意に低い値を示した。

TG、RLP- コレステロール、CM-TG においていずれも有意な低下が見られたが、これは食事由来の脂質の腸管からの吸収が難消化性デキストリンにより遅延あるいは阻害されたことにより、再合成され血中へ移行した TG 量が減少し、それに伴いレムナントの上昇が抑制されたものと推察された。

以上の結果から、難消化性デキストリン含有混合茶飲料は、食事由来の脂肪による血中 TG、および RLP- コレステロール、CM-TG の上昇を抑制することが示された。

現在までに知られている食後の TG 上昇抑制作用を有するグロビン蛋白分解物<sup>20)</sup>、ポリフェノール類<sup>21)</sup>などの素材および抗肥満薬<sup>1)</sup>は、膵リパーゼを阻害することにより脂肪吸収を抑制する。一方で、難消化性デキストリンの食後 TG 上昇抑制の作用機序については、脂肪吸収過程においてミセルからの脂肪酸の放出を遅延させることにより脂質の吸収を抑制し、糞中への脂質排泄を促進するという報告がある<sup>22)</sup>。難消化性デキストリンは膵リパーゼ等の消化酵素を阻害しないことから、食後の血中 TG 上昇抑制作用を有する素材の中でも作用機序の面で安全性が高く、普段の食生活における継続摂取に適していると考えられた。

以上の結果から、難消化性デキストリン配合混合茶飲料は、TG が正常高値および軽症高値の人に対して食後の TG、RLP- コレステロールおよび CM-TG の上昇を抑制することにより、動脈硬化や冠状動脈疾患のリスクを低減し得る可能性があり、生活習慣病の予防を目的とした食生活の改善に有用な飲料であることが示唆された。

## 要 約

難消化性デキストリン配合混合茶飲料の摂取が、食後の血中中性脂肪 (TG) 濃度、レムナントリポ蛋白 (RLP) コレステロール濃度およびカイロミクロン (CM)-TG 濃度に及ぼす影響について検討するため、二重盲検ラン

ダム化クロスオーバー試験を実施した。単回摂取試験は、健康成人 (血清 TG: 100 - 220 mg/dL, n=76) で実施した。被験者に負荷食品 (ハンバーグ、パン、フライドポテト: 脂肪量 41.2 g) とともに、難消化性デキストリンを 250 ml 当たり 5 g (食物繊維として) 配合した混合茶飲料 (被験飲料)、あるいは難消化性デキストリンを配合していない混合茶飲料 (対照飲料) を摂取させた。負荷前、負荷後 2、3、4、6 時間後に採血し血清脂質レベルを測定した。被験飲料の摂取により血清 TG は負荷後 2、3、4、6 時間で対照飲料にくらべて有意に低値となった (2h, 3h:  $p < 0.01$ , 4h, 6h:  $p < 0.05$ )。食後の RLP- コレステロール上昇はまた負荷後 2、3、4、6 時間で対照飲料にくらべて有意に低値となった (4h, 6h:  $p < 0.01$ , 2h, 3h:  $p < 0.05$ )。さらに食後の CM-TG は、負荷後 2、3 時間で対照飲料にくらべて有意に低値となった ( $p < 0.05$ )。なお、本試験中において試験飲料に起因する有害事象は認められなかった。これらの結果より、TG が正常高値および軽症高値の人に対して、難消化性デキストリン配合混合茶飲料が食後の血中 TG 値の上昇抑制効果を有することが示唆された。

## 文 献

- 1) Karpe, F., et al.: "Quantification of postprandial triglyceride-rich lipoproteins in healthy men by retinyl ester labeling and simultaneous measurement of apolipoproteins B-48 and B-100." *Arterioscler, Thromb, Vasc Biol*, 15, 199 ~ 207 (1995).
- 2) 多田紀夫: 「食後高脂血症と高レムナント血症 - 脂肪負荷試験の意義 -」 *動脈硬化*, 27, 319 ~ 325 (2000).
- 3) Tomono, S., et al.: "Uptake of remnant like particles (RLP) in diabetic patients from mouse peritoneal macrophage." *J Atheroscler Thromb*, 1, 98 ~ 102 (1994).
- 4) Hill, J.O., et al.: "Orlistat, a lipase inhibitor, for weight maintenance after conventional dieting: a 1 -y study." *Am J Clin Nutr*, 69, 1108 ~ 1116 (1999).
- 5) Sjöström, L., et al.: "Randomized placebo-controlled trial of orlistat for weight loss and prevention of weight regain in obese patients." *Lancet*, 352, 167 ~ 172 (1998).
- 6) 稲垣宏之ほか: 「グロビン蛋白分解物含有の茶飲料