

氏名	九澤 香織
学位の種類	修士(生活科学)
学位記番号	生修第221号
学位授与年月日	平成29年3月15日
学位授与の要件	学位規準第15条第1項
学位論文題目	論文題目 食後糖・脂質代謝に対する希少糖 D-アルロースの効果に関する研究
審査委員	主査 内藤 通孝 教授 副査 間瀬 民生 教授 副査 本山 昇 教授

### 【背景・目的】

脂肪とフルクトースの同時摂取は食後脂質異常症などの生活習慣病のリスクを高め、動脈硬化性疾患のリスク・ファクターとなることが示唆されている。また、近年フルクトースに替わるエネルギーがゼロの甘味料として、希少糖アルロース (D-allulose) が注目されている。本研究では、脂肪と希少糖 D-アルロースの同時摂取が食後糖・脂質代謝に及ぼす影響を検討した。

### 【実験 1. 脂肪と希少糖 D-アルロースを摂取した場合】

#### <対象>

性周期が規則的な apoE3/3 型の健常若年女性 11 名を対象として選び、インフォームド・コンセントを得た。

#### <方法>

試験は、①脂肪 (Fat)、②脂肪+アルロース (Fat+Allu)、③脂肪+フルクトース (Fat+Fru)、④脂肪+スクロース (Fat+Suc) の 4 回とした。前日から 12 時間以上の絶食の後、試験食摂取前 (0)、摂取後 0.5、1、2、4、6 時間の計 6 回、肘静脈より採血を行った。脂肪食は OFTT クリームを用い、摂取量は 1 g/kg BW (脂肪として 0.35 g/kg BW) とした。各糖質は 0.5 g/kg BW を水に溶解して 10% 水溶液とした。一人につき 4 回の試験を無作為交叉法で行い、各試験は性周期を考慮して 4 週間空けた。

### 【測定項目】

血液生化学項目として Allu、Glu、Fru、Ins、Lac、TG、RLP-TG、RemL-C、apoB、apoB48、FFA を測定した。経時変化は、各時点の値から負荷前値を引いた値 ( $\Delta$ ) で比較した。

### 【統計解析】

統計解析は、SPSS ver.23 を用い、結試験食摂取前および摂取後の経時変化の比較では、one way repeated measures ANOVA の後、Dunnett's test を行い、 $p < 0.05$  を有意とした。各試験間の比較では、one way repeated measures ANOVA の後、Bonferroni test を行い、 $p < 0.05$  を有意とした。

#### <結果・考察>

Fat+Allu 試験以外の試験では、血中に Allu は検出されなかった。Fat+Allu 試験では、 $\Delta$ Allu は摂取後 2 時間でピークに達し、4、6 時間では低下したが、摂取前の値には戻らなかった。 $\Delta$ Glu は、Fat+Fru 試験と Fat+Suc 試験において、摂取後 0.5 時間でピークに達したが、Fat+Allu 試験および Fat 試験では有意な上昇は確認されなかった。これらの結果より、通常アルロースは血中に存在せず、体内でグルコースやフルクトースに変換されず、逆にグルコースやフルクトースも体内でアルロースに変換されないと考えられる。

$\Delta$ TG および  $\Delta$ RLP-TG は、Fat 試験では摂取後 2 時間でピークに達したのに対し、Fat 試験以外では 4 時間でピークに達した。 $\Delta$ apoB48 は、いずれの試験食においても摂取後 4 時間でピークを示した。 $\Delta$ apoB48 は、摂取後 1 時間では Fat+Allu 試験は Fat+Suc 試験および Fat 試験より有意に低値を示し、Fat+Fru 試験は Fat+Suc 試験より有意に低値を示した。また、摂取後 2 時間においても、Fat+Allu 試験は Fat+Suc 試験より有意に低値を示した。摂取後 4 時間のピーク値には試験食間の有意差はなかったが、対照としての Fat 試験では 2 時間で上昇

したのに対し、Fat+Allu 試験では 4 時間で有意に上昇した。これらの結果より、アルロースと脂肪の同時摂取は、食後外因性リポタンパクの吸収・代謝遅延を引き起こす可能性が示唆された。

#### 【実験 2. 脂肪と希少糖含有シロップを摂取した場合】

##### <対象>

対象者は実験 1 と同様とした。

##### <方法>

試験は、①脂肪 (Fat)、②脂肪+希少糖含有シロップ (Fat+RSS)、③脂肪+果糖ブドウ糖液糖 (Fat+HFS)、④脂肪+スクロース (Fat+Suc) の 4 回とした。採血については実験 1 と同様とした。②および③では液糖であるため水分量を考慮して摂取量を決定した。

##### <測定項目・統計解析>

血液生化学項目ならびに統計解析は実験 1 と同様とした。

##### <結果・考察>

Allu の上昇が確認されたのは被験者 11 名中 3 名であった。なお、Fat+RSS 試験以外の試験では、 $\Delta$ Allu は検出されなかった。また、実験 2 では Fat+RSS 試験においても  $\Delta$ Fru・ $\Delta$ Glu・ $\Delta$ Ins の上昇が確認されたが、これは希少糖含有シロップ中に含まれるグルコースやフルクトースによるものであり、これらの上昇の程度は Fat+HFS 試験・Fat+Suc 試験における結果と比較して、試験食中に含まれるグルコースやフルクトースの量の差と一致する。 $\Delta$ Ins の結果において、Fat+RSS 試験・Fat+HFS 試験・Fat+Suc 試験の間に有意差が見られなかったことから、血糖上昇抑制やインスリン感受性の上昇などの効果は期待できないものと考えられる。これらの結果から、RSS に含まれる程度の希少糖 D-アルロース量では血糖上昇抑制効果などの効果は期待できず、HFS やスクロースと比較して、糖代謝において有意な差はないものと考えられる。 $\Delta$ ITG は、いずれの試験においても摂取後 4 時間でピークに達し、6 時間で摂取前の値に戻った。 $\Delta$ RemL-C は、Fat+Allu 試験・Fat+Fru 試験・Fat+Suc 試験において摂取後 4 時間でピークに達し、6 時間でも摂取前値には戻らず、Fat 試験においては摂取後 2

時間で有意に高値を示し、4 時間でピークに達したが、6 時間で摂取前の値に戻った。また、摂取後 2 時間では、Fat+RSS 試験において Fat 試験より有意に低値を示した。 $\Delta$ ApoB48 の結果では、Fat+RSS 試験・Fat+HFS 試験・Fat+Suc 試験において摂取後 2 時間で有意に高値を示し、4 時間でピークに達し、6 時間でも摂取前の値には戻らなかった。これに対し、Fat 試験では摂取後 2 時間で有意に高値を示し、4 時間でピークに達したが、6 時間で摂取前の値に戻った。

$\Delta$ ITG・ $\Delta$ RemL-C・ $\Delta$ ApoB48 の結果から、実験 1 と同様にピーク時間の遅れが確認されたため、脂肪と RSS を同時摂取した場合においても脂質代謝遅延を引き起こす可能性が示唆された。ただし、RSS には過去の研究で脂肪と同時摂取した場合に脂質代謝遅延を引き起こすことが確認されているフルクトースのような、希少糖 D-アルロース以外の糖質も含まれているため、この代謝遅延が希少糖 D-アルロースのみの影響であるとは考えにくい。

以上の結果より、RSS に含まれる程度の希少糖 D-アルロース量では、同量の純品を摂取した際に期待されるような、血中グルコース濃度の上昇抑制作用等の効果は望めないことが示唆された。また、実験 1 において食後脂質代謝遅延の可能性を示唆する結果が確認された  $\Delta$ ITG などの脂質代謝関連項目においても、再び代謝遅延の可能性を示唆する結果が得られたことから、脂肪と共に RSS を繰り返し摂取することは望ましくないと考えられる。

##### <結語>

脂肪と希少糖 D-アルロースを同時摂取した場合においても、脂肪とフルクトースを同時摂取した場合と同様に食後脂質代謝遅延を引き起こす可能性が示唆されたが、希少糖 D-アルロースについては吸収・代謝機構など未だ不明な点も多いため、さらなる研究が必要であると考えられる。また、今回のように摂取する食品やその量による検討のほか、運動を組み合わせるなどして、食後脂質代謝を改善する方法を解明することが望まれる。