

# 難消化性デキストリンを摂取するタイミングの違いによる 食後血糖値の変動について

西村柚<sup>1)</sup>・前田恵子<sup>2)</sup>・植村和正<sup>2)</sup>

## An effect of the timing of intaking indigestible dextrin on the postmeal blood glucose level

Yu NISHIMURA, Keiko MAEDA and Kazumasa UEMURA

難消化性デキストリン (Indigestible Dextrin、以下 ID) を食事前摂取した場合と食事と同時に摂取した場合の食後血糖値への影響を、愛知淑徳大学に所属する耐糖能に異常が指摘されていない健常若年女性 9 名を対象に評価した。

ID を食事 30 分前に摂取した場合を非摂取の場合と比較したところ、 $\Delta$  (食前値との差異) 30 分値の血糖値は  $57 \pm 5$  mg/dl から  $47 \pm 4$  mg/dl ( $p=0.013$ )、 $\Delta$ 60 分値は  $63 \pm 5$  mg/dl から  $47 \pm 9$  mg/dl と有意に低値を示した ( $p=0.025$ )。また、 $\Delta$  (0~90 分間の血糖曲線下面積、以下  $\Delta$ AUC) においても  $4.240 \pm 304$  mg/dl  $\cdot$  min から  $3.332 \pm 462$  mg/dl  $\cdot$  min と有意に低下した ( $p=0.001$ )。

しかし、ID を食事同時に摂取した場合は ID 非摂取の場合と比較して、食後 30 分及び 60 分の血糖値、 $\Delta$  30 分値及び 60 分値の血糖値、 $\Delta$ AUC すべてにおいて有意差は見られなかった。

**Key words:** 難消化性デキストリン, 摂取タイミング, 血糖曲線下面積, 食後血糖値, 糖尿病予防

Indigestible dextrin, Timing of intaking, Area under the curve,  
Postmeal blood glucose level, Diabetes prevention

### 1. 緒言

我が国の医療費は 43.6 兆円にも上り、その高額さが問題となっている (厚生労働省, 2020)。そのうち 75 歳以上の医療費が 17.6 兆円と全体の 39.1 % を占めている。日本の平均寿命は世界最長であるが、この背景には最新の医薬品を含む医療の高度化がある。内閣府の『平成 30 年版高齢社会白書 第 1 章 高齢化の状況』によると、医療サービスの利用頻度は 55 歳以上 70 歳未満では、「利用していない」が 26.9~36.5 %、「月 1 回くらい」が 27.2~33.1 % であった (内閣府, 2018)。これと比較して 70 歳を超えると、「利用していない」が 20 % を下回り、「月に 1 回くらい」が 40 % を超え大半を占め、「月に 2、3 回」と回答した者は 10 % を超えており、医療サービスの利用頻度は高齢者ほど多い。高齢者は複数の

<sup>1)</sup> 愛知淑徳大学 健康医療科学部 健康栄養学科 学部生

<sup>2)</sup> 愛知淑徳大学 健康医療科学部 健康栄養学科

疾患を抱えていることから、医療サービスの利用頻度が高くなるだけでなく処方薬剤数も増大する。厚生労働省が発表している『国民医療費の概況』によると、診療種類別国民医療費のうち令和2年度における薬局調剤医療費は7兆6480億円であり、世界の薬剤消費量の約40%を占めている（厚生労働省, 2022）。

このように、超高齢社会では様々な疾患を抱える高齢者の医療機関への受診回数が増加し、高額な薬剤の処方量増大が医療費を押し上げていると言える。

以上の社会的背景の下、従来二次予防や三次予防が中心であった日本の医療行政は、高額な医療費を低減するために、近年、一次予防に注目し疾病の発症を予防することで、国民の日常生活動作（Activities of Daily Living : ADL）や生活の質（Quality of Life : QOL）を向上させ健康寿命を延ばすことを目標としている。その対策の1つとして、平成20年4月より開始された特定健康診査・特定保健指導がある。特定健康診査は、日本の死亡原因の約6割を占める生活習慣病の予防のために、40歳から74歳までの国民を対象とするメタボリックシンドロームに着目した健診である。令和2年度の特定健康診査・特定保健指導の実施状況に関する調査結果によると、全国で特定健診受診率は53.1%、特定保健指導実施率は23.1%で、メタボリックシンドローム該当者は全体の16.8%、その予備軍は12.7%であった（厚生労働省, 2022）。メタボリックシンドローム該当者は糖尿病に罹患しやすく、糖尿病が重症化すると糖尿病神経障害や糖尿病性腎症といった合併症や脳卒中、虚血性心疾患などの血管障害を引き起こす。

糖尿病の増悪を防ぐのみならず、耐糖能の改善により糖尿病への進展を予防する観点から、特定保健用食品に指定されている難消化性デキストリン（Indigestible Dextrin、以下ID）は、いくつかの先行研究により食事とともに摂取することで食後血糖値を抑制することが示されている。若林らは、健常成人を対象に、デキストリンの摂取がショ糖100g負荷のみならず、うどん定食や菓子パン摂取後の血糖値上昇を抑制することを報告している（若林茂・岸本由香・南部柁喜・松岡瑛, 1999）。徳永らも、難消化性デキストリンを含む茶飲料が健常人においてうどん定食摂取後の血糖上昇を抑制することを報告している（徳永勝人・松岡瑛, 1998）。

一方で、食事の摂取順序による血糖値への影響として、食物繊維（野菜サラダ）を先に摂取した方が食後血糖値の上昇が緩やかであるとの研究結果が報告されている（金本郁男・井上裕・守内匡・山田佳枝・居村久子・佐藤眞治, 2020）。しかし、食事のどのタイミングでIDや食物繊維を摂取すれば最も抑制効果が得られるのかはこれまで報告されていない。そこで、本研究では、通常の食事を摂取した際のIDの食後血糖値抑制効果を確認した上で、IDの摂取タイミングの違いによる食後血糖値変動の変化について明らかにする。

## 2. 目的

本研究の目的は、耐糖能に異常が指摘されていない健常若年女性において、第1に、IDには白飯・主菜・副菜といった通常の食形態で食後血糖値の上昇抑制効果があることを確認する。第2に、食後血糖値はIDを食事中よりも食事前に摂取した方が抑制効果が高いという仮説を検証する。その臨床的意義は、IDの食後血糖値抑制効果が高い摂取のタイミングを明らかにし、耐糖能異常者および糖尿病患者への食事指導に応用することである。

## 3. 試験方法

対象者は、愛知淑徳大学健康医療科学部健康栄養学科女子学生で耐糖能に異常が指摘されていない健常若年女性9名である。選定基準として、健康診断で異常なしと判定され、食物アレルギーのない者を条件とした。

研究期間は、研究倫理審査の承認後から 2022 年 12 月までである。

### 3.1. 倫理的配慮

被験者には試験計画書面を用いて口頭で十分に説明し、賛同が得られた者の参加同意書と保護者の同意書を取得したのち試験を行った。個人情報の取り扱い方法として、本試験を通して耐糖能異常などが発見される場合を想定して、3 回目の試験データを取得した時点で連結可能匿名化を行った。

### 3.2. 試験手順

9 名を対象として食事負荷試験を行った。本研究は、3 回の試験を実施したが、1 日 1 試験として、採血による被験者の負担を考慮するとともに前試験の影響を避けるため、1 週間空けて次の試験に移行した。表 1 に 9 名の被験者の背景を示す。

**表 1 被験者の背景 (平均±標準誤差)**

性別	年齢	身長 (cm)	体重 (kg)	BMI
女性	21.1 ± 0.0	159.0 ± 0.0	51.9 ± 2.6	20.5 ± 0.8

BMI : Body Mass Index

試験食は、弁当 (炭火焼き牛カルビ弁当®, セブンイレブン) でエネルギー量 720 kcal、タンパク質 17.8 g、脂質 19.4 g、炭水化物 122.1 g (糖質 115.0 g, 食物繊維 7.1 g)、食塩相当量 2.8 g である。ID (賢者の食卓ダブルサポート®, 大塚製薬) は、重量 12 g、エネルギー量 14 kcal、タンパク質 0 g、脂質 0 g、炭水化物 10.2~11.6 g (糖質 0.2~1.6 g, 食物繊維 10 g) 食塩相当量 0 g、及び水 (いろはす®, コカ・コーラ) 150 ml である。

試験前日は激しい運動や 17 時以降のアルバイトを控えること、22 時まで夕食を済ませ、試験開始まで絶食を指示した (水分摂取の制限は行わないが、糖質、脂質を含まない水とお茶のみ摂取可能、特定保健用食品に登録されている飲料水は禁止)。

試験当日 9 時 10 分から試験食を 15 分以内に摂取するように指示し、食事開始後 30、60、90 分後 (9 時 40 分、10 時 10 分、10 時 40 分) に血糖値を測定した。測定は自己血糖測定器 (メディセーフフィット®, テルモ) を用いて各自で行った。血糖値測定器の使用法および針等の廃棄物の扱い方については、資料をもとに医師である研究指導者が指導及び練習を事前に行った。試験食を摂取する際、アクリル板を被験者の前に設置し、被験者は互いに間隔を空けて黙食することで新型コロナウイルス感染対策とした。以上の内容は 3 回全ての試験に共通するプロトコールである。

1 回目の試験は 8 時 50 分に登校し、試験食と水 150 ml を食事時間に摂取させた。これを、Control 群とした。2 回目の試験は 8 時 30 分に登校し、ID12 g 溶かした水 150 ml を食事の 30 分前である 8 時 40 分に摂取させた (ID + Test Diet、以下、ID + TD 群)。3 回目の試験は 8 時 50 分に登校し、ID12 g を溶かした水 150 ml を試験食と共に摂取させた (以下、TD & ID 群)。1 回目の試験に対し 1 名欠席がみられたため、後日再度試験を行った。

血糖曲線下面積 (Area Under the Curve :  $\triangle$  ACU) と食後血糖値を ID + TD 群、TD & ID 群、及び ID 非摂取 (Control) 群で比較した。 $\triangle$  ACU は試験開始前の血糖値を基準として試験開始後 90 分までの血糖値から台形法により算出した。測定結果は、平均値±標準誤差で示した。また、一元配置分散分析を行い、有意差が確認できれば対応のある *t* 検定で 3 群間の比較を行った。有意水準を危険率 5 % 以下とした。統計処理ソフトは、IBM SPSS statistics 27 を用いた。

#### 4. 結果

##### 4.1. 難消化性デキストリン摂取タイミングの違いによる食後血糖値への影響

Control 群、ID + TD 群、TD & ID 群の血糖値の経時的変化を図 1 に示した。

被験者 9 名の食後血糖値 30 分値の平均値は、Control 群では 149 mg/dl、ID + TD 群では 152 mg/dl、TD & ID 群では 163 mg/dl と有意差はみられなかった。食後血糖値 60 分値の平均値でも、Control 群では 155 mg/dl、ID + TD 群では 152 mg/dl、TD & ID 群では 163 mg/dl と有意差はみられなかった。また、食後血糖値 90 分値の平均値も、Control 群では 133 mg/dl、ID + TD 群では 139 mg/dl、TD & ID 群では 138 mg/dl と有意差はみられなかった。

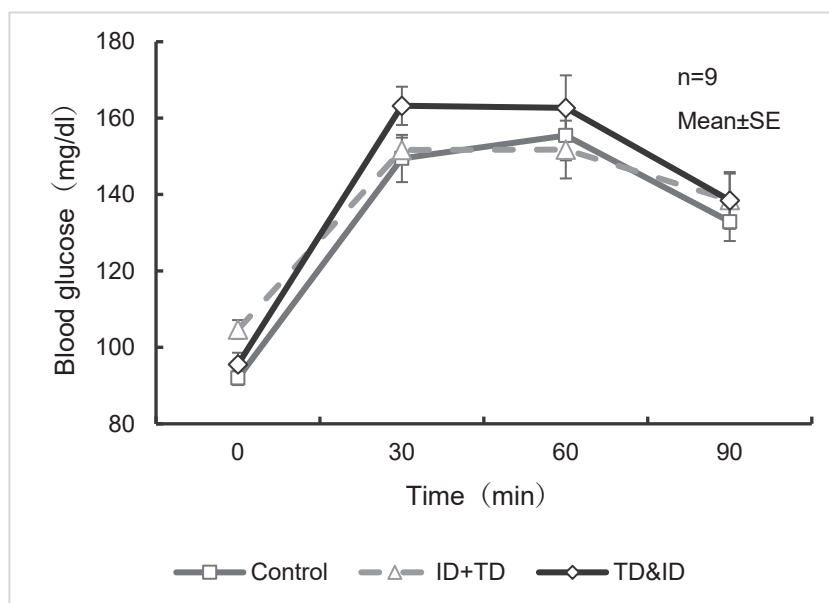


図 1 食後血糖値の経時的推移

##### 4.2. 難消化性デキストリン摂取タイミングの違いによる食後血糖変化量への影響

Control 群、ID + TD 群、TD & ID 群の食事開始時の血糖値からの食後血糖変化量の経時的変化 ( $\Delta$ ) を図 2 に示した。

被験者 9 名の食後血糖値  $\Delta$ 30 分値の平均値は、Control 群 (57 mg/dl) と比較して、ID + TD 群では 47 mg/dl ( $p=0.013$ ) と有意な上昇抑制効果がみられた。TD & ID 群では 68 mg/dl となり、Control 群との間には有意差はみられなかったが ( $p=0.147$ )、ID + TD 群と比較すると有意差がみられた ( $p=0.015$ )。食後血糖値  $\Delta$ 60 分値の平均値は、Control 群 (63 mg/dl) と比較して、ID + TD 群では 47 mg/dl ( $p=0.025$ ) と有意差がみられた。TD & ID 群 (67 mg/dl) は ( $p=0.253$ ) 有意差はみられなかった。ID + TD 群と TD & ID 群間では有意水準には至らなかったがその傾向はあった ( $p=0.054$ )。また、食後血糖値  $\Delta$ 90 分値の平均値は、Control 群では 41 mg/dl、ID + TD 群では 34 mg/dl、TD & ID 群では 43 mg/dl であり、3 群間に有意差はみられなかった。

##### 4.3. 難消化性デキストリン摂取タイミングの違いによる $\Delta$ AUC への影響

Control 群、ID + TD 群、TD & ID 群の  $\Delta$ AUC を図 3 に示した。

被験者 9 名の  $\Delta$  AUC は、Control 群 (4,240 mg/dl  $\cdot$  min) と比較して、ID + TD 群では 3,332 mg/dl  $\cdot$  min ( $p=0.001$ ) と有意な上昇抑制効果がみられた。TD & ID 群は 4,687 mg/dl  $\cdot$  min となり、Control 群との間には有意差はみられなかったが ( $p=0.16$ )、ID + TD 群と比較すると有意差がみられた ( $p=0.02$ )。

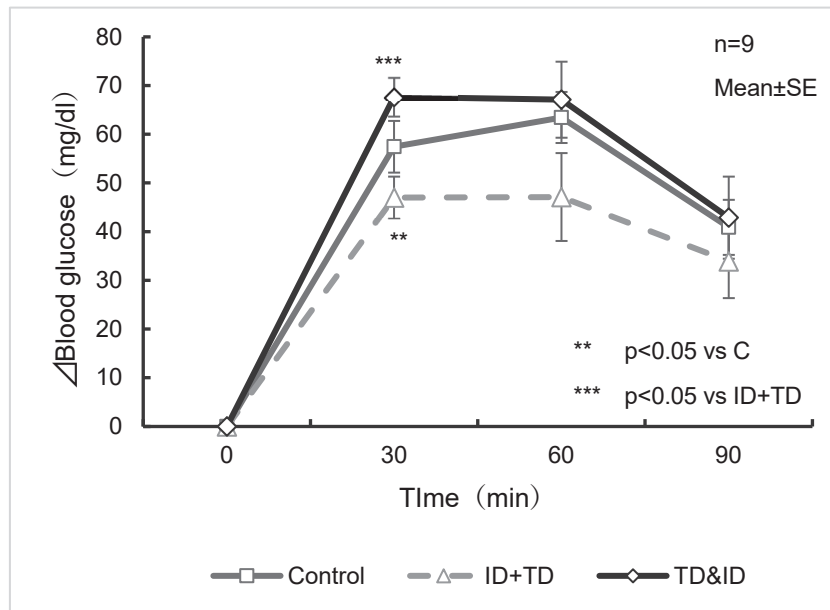


図2 食後血糖値変化量の経時的推移

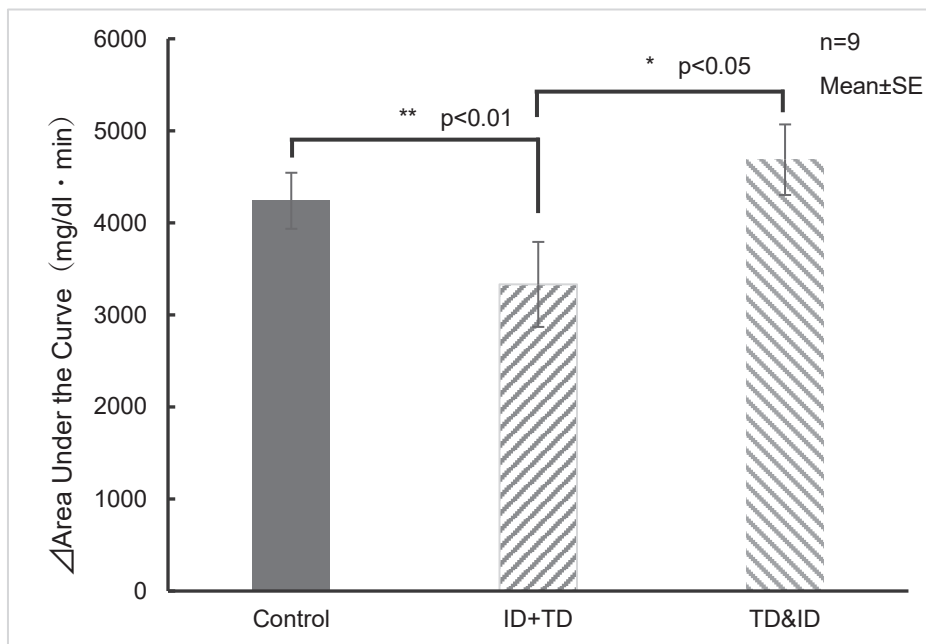


図3 デキストリン摂取タイミングによるΔAUCの比較

## 5. 考察

本研究では、IDの食後血糖値上昇抑制効果の高い摂取タイミングを解明することを目的に、健常若年女性を対象とした食事負荷試験を実施した。水150 mlのみを食事同時摂取、ID12 gを溶かした水150 ml 食事30分前に摂取、ID12 gを溶かした水150 ml 食事同時摂取と3回に分けて試験を行った。

### 5.1. 難消化性デキストリン非摂取群と摂取群の比較

食後血糖値変化量の推移では、ID非摂取群と比較してID+TD群では、食後血糖値Δ30分値とΔ

60分値で有意な上昇抑制効果がみられた ( $p<0.013$ )。また、 $\Delta$  AUC を比較した場合でもこの2群間に有意差がみられた ( $p<0.01$ )。このことから、本研究においても、ID を食事前に摂取した場合は食後血糖抑制作用が得られ、若林ら (若林茂・岸本由香・南部証喜・松岡瑛,1999) や徳永・松岡 (徳永勝人・松岡瑛,1998) が報告したように食後血糖値上昇抑制効果が得られた。

マルトースやスクロースは小腸上皮細胞に存在する消化酵素 (スクラーゼやマルターゼ) によって単糖類にまで分解される。分解されたグルコースやフルクトースは、小腸に存在するナトリウム非依存性グルコース輸送担体 (glucose transporter : GLUT) である GLUT5 と共役し小腸上皮細胞に取り込まれた後、GLUT2 によりグルコースが血液中へと放出され血糖値が上昇する。

ID はこれらの糖吸収の流れに対して、グルコース輸送担体と結合し、単糖類が血中へ放出されるのを防ぐ作用がある。つまり、スクラーゼやマルターゼといった二糖類分解酵素を阻害するのではなく、小腸に存在するグルコース輸送担体である GLUT2 と共役し、加水分解により生じたグルコースを血中へ輸送されることを防ぎ、食後血糖値の上昇を抑制する。このように、ID の食後血糖値上昇抑制作用は物理的作用である。ID は摂取する糖質を二糖類から多糖類へと分子量を大きくした場合にも、食後血糖値上昇抑制効果を発揮することが確認できた。

## 5.2. 難消化性デキストリン食事 30 分前摂取群と食事同時摂取群の比較

ID を食事摂取前に摂取すると食後血糖値上昇抑制効果が得られることが解明されたが、ID 非摂取群と比較して ID 食事同時摂取群は、食後血糖値の推移、食後血糖値変化量の推移、 $\Delta$  AUC のすべてで有意差がみられなかった。このことから、ID がグルコース輸送担体を覆い共役を阻害するには、食事の 30 分前に摂取することが有効であることが本研究にて明らかとなった。

でんぷんが完全に消化され吸収されるには約 3 時間かかるが、唾液アミラーゼにより二糖類に分解されるものもある。二糖類が吸収されるまでの時間は 10 分~1 時間ほどである。そのため、ID の食事同時摂取は、水に溶けている ID が小腸に移送され、GLUT2 をコーティングするよりも速く一部のでんぷんが分解・吸収されたことで ID の作用が十分に得られなかったと考えられる。つまり、ID の血糖値上昇抑制効果を発揮するには、摂取するタイミングが重要であり、食事同時摂取よりも食事前摂取の方が食後血糖値上昇抑制効果が得られることが分かった。

しかし、若林ら (若林茂・岸本由香・南部証喜・松岡瑛,1999) や徳永・松岡の報告 (徳永勝人・松岡瑛,1998)、及び林らの研究 (林範子・賀浩史・岸本由香・田上廣幸,2006) では、ID を食事同時摂取した試験にも関わらず食後血糖値上昇抑制効果が表れており、本研究と異なる結果であった。これらの研究と本研究との相違点は主に 2 点挙げられる。

1 つ目は、本研究で使用した試験食の糖質量が 115 g、総エネルギー量 720 kcal であるのに対し、若林らの研究では、糖質量が 105 g、総エネルギー量 565 kcal、徳永・松岡の研究では、糖質量 105 g、総エネルギー量 580 kcal であった。つまり、先行研究との相違点として、糖質量 10 g、総エネルギー量約 100~200 kcal ほど先行研究と比較して高いことが分かる。前述のとおり、ID は物理的にグルコースの血中放出を阻害することで食後血糖値上昇を抑制するため、糖質量が多い場合は小腸に移送される糖質も多くなり、ID によって覆い阻害できる量を超えて一部の糖質が血管へと移行され、有意な抑制効果がみられなかった可能性がある。つまり、食事と共に摂取する場合、ID が血糖コントロールへの十分な効果を発揮するには、糖質量が関係している可能性があるが、約 10 %程度のわずかな糖質量の相違がこのような結果を説明可能かどうかは不明である。特に、林らの研究で使用した親子井としば漬の栄養内訳は、タンパク質 20.9 g、脂質 6.7 g、炭水化物 115.8 g、総エネルギー量 607 kcal と本研究との糖質量の差はほとんどないからである。

2つ目は、若林らの研究（若林茂・岸本由香・南部柁喜・松岡瑛,1999）ではでんぷん食負荷試験において、朝食を7時までに摂取した後絶食し正午に試験（昼食）を開始しているのに対し、本研究では前日から絶食し、9時10分に試験（朝食）を開始している。本来なら、絶食時間が長いほど摂食を再開した際にインスリン反応性が低下し血糖値が高値を示す。ところが、本研究では若林らの研究と比較して、コントロール群の空腹時血糖値が高い一方でピーク値が低いため、△30分値の値が小さい。若林らの研究では、コントロール群において空腹時血糖値 89.7±2.1 mg/dl、食後30分値 183.9±9.2 mg/dl、徳永・松岡の研究（徳永勝人・松岡瑛,1998）では、デキストリン非負荷群において空腹時血糖値 88.5 mg/dl、食後30分値 171.5±4.7 mg/dl となり、食事を摂取することで約 90 mg/dl ほど血糖値が上昇している。対して本研究では、空腹時血糖値 92±2 mg/dl、食後30分値 149±6 mg/dl と約 60 mg/dl ほどしか血糖値が上昇していなかった。つまり本研究は、先行研究と比較して長時間絶食を行ったにもかかわらず食後血糖値が低値であった。その結果、IDの効果が現れにくかったのではないかと推察する。本研究で食後血糖値の上昇が先行研究より小さかった要因としては、被験者の性差および年齢差があると考えた。

被験者の構成は、若林らの研究では、5例（男性5例：30.2±1.6歳）、徳永・松岡の研究では、40例（男性32例：25～29歳、40.3±2.0歳、女性8例：25～28歳、24.9±0.7歳）、林らの研究では、9例（男性7例：33.7±2.6歳、女性3例：32.3±1.5歳）であった。しかし、本研究の被験者の構成は、9例（女性9例：21-22歳）であり、ここに挙げた3つの先行研究と比較して若年であり、全員が女性である点が相違点として挙げられる（表2）。

表2 被験者の背景（平均±標準誤差）

研究者	性別	年齢	身長 (cm)	体重 (kg)	BMI
若林ら	男性	30.2 ± 1.6	173.4 ± 2.4	61.6 ± 1.8	
徳永・松岡ら	男性	40.3 ± 2.0	169.6 ± 1.1	68.6 ± 2.1	23.8 ± 0.6
	女性	24.9 ± 0.7	158.5 ± 1.6	50.5 ± 1.5	20.1 ± 0.7
林ら	男性	35.0 ± 2.7	176.3 ± 2.0	69.7 ± 1.9	22.5 ± 1.0
	女性	32.3 ± 2.3	158.3 ± 2.3	46.0 ± 1.2	18.4 ± 0.7

アンドロゲンはインスリン感受性を弱める作用がある男性ホルモンであるため男性の方が女性よりもインスリン感受性が低いといわれている。男性の方が内臓脂肪型肥満になりやすく、メタボリックシンドロームを発症した後糖尿病等にかかりやすい。また、加齢に伴い筋肉量が低下することより細胞内に上手く単糖を取り込むことが出来ずインスリン抵抗性が高くなってしまふ。先行研究の対象者は筋肉量が低下するほどの高齢者ではなかったが、本研究の若年女性に比べるとインスリン感受性が低かった可能性がある。

なお、インスリン感受性に大きな影響を与える体格（肥満の程度）に関しては、表2に示すようにどの先行研究も本研究と比べても有意な相違はないと思われる（若林らの研究では、平均値から算出するBMIは20.5である）。

以上のことから、本研究においては、ここに挙げた3つの先行研究と比較して被験者の性および年齢の相違により、被験者のインスリン感受性が高かったことが影響して食後30分値が低く、IDを食事と同時に摂取した際に血糖値上昇抑制効果が出なかったのではないかと考えられる。

### 5.3. 食事摂取順序による食後血糖値への効果

食後血糖値が高値であると糖を筋肉などに取り込もうとインスリンの過剰な分泌が起こることで、膵

臓β細胞が疲弊していき高血糖が悪化するといった具合に、糖尿病患者における食後高血糖は深刻な問題である。本研究では、糖尿病の重症化を防ぐための血糖コントロールの手段として、難消化性デキストリンに着眼したが、特定保健用食品を使用せずとも食後血糖値を良好にする食事手段はいくつか発表されており、ここでは2つほど紹介する。

1つ目は食事の摂取順序である。わが国では、主食・主菜・汁物等の食品を少量ずつ順番に食し、1つの食品を食べ終わって次の食品を食するということがないように（いわゆる3点食べ）幼少のころから教わっているため、従来からの食習慣に馴染みにくいかもしれないが、古賀らによると、サラダ→白飯の順に食事を摂ったほうが食物繊維により胃内滞留時間を延期することで、食後の血糖値変動が緩やかであることが報告されている（古賀克彦,2016）。また、この方法は食物繊維の粘調性を生かした血糖コントロール手段であるため、米飯1食分（茶碗1杯150g）を食べる場合にはサラダは50g（小鉢1杯約50g）ではあまり効果が出ず、150gと米飯と同量摂取すると十分な効果が得られていた。また、古賀らは、食事の摂取順序を入れ替えた場合の食後血糖値に及ぼす影響も調べたところ、①白飯→サラダ→主菜よりも、②サラダ→主菜→白飯、③主菜→白飯→サラダ、④サラダ→白飯→主菜といった②～④の摂取順序のほうが食後血糖値の安定性が高かった。このことは、炭水化物、野菜、果物等の62種類の食品や糖を摂取すると、どのくらい血糖値が上昇したかをグルコース50gを経口摂取した際の血糖値の推移を100として、グルコースの応答曲線下面積の百分率で各食品を求めた研究をしたJenkinsらの研究でも報告されている（Jenkins, Wolever, Taylor, Barker, Fielden, Baldwin, Bowling, Newman, Jenkins, and Goff, 1981）。これをJenkinsはグリセミック指数（Glycemic Index 以下、GI）と呼び、ある食品を摂取した時の血糖値の上昇率を示し、グルコースを100とした際の相対値で表す。つまり、GI値が高いほど食後血糖値が上昇するということである。脂質やタンパク質は負の関係を示しており定かではないが、脂質による胃での吸収遅延やタンパク質によるインスリン分泌刺激が関わっているのではないかと述べている。以上のことから、食後血糖値を抑制するには米飯からの摂取を控え、他の食品から摂取することが日常生活では適当であると考えられる。しかし、Jenkinsらによると、野菜には食物繊維が含まれているが人参やソラマメはGI値が高く、主食であるパスタはGI値が低いいため注意が必要であり、食事順序に加えてGI値を意識した食事が食後血糖値の上昇を抑制することが出来る。

2つ目は、食事時間帯である。Kajiyamaらによると、食事を18時にした時よりも21時に摂取したほうがグルコースの曲線下面積が高値であったと報告している（Kajiyama, Imai, Hashimoto, Yamane, Miyawaki, Matsumoto, Ozasa, Tanaka, Kajiyama, and Fukui, 2018）。これは、夜になると、食事性熱産生が低下することやインスリン分泌能が低下することが関与している。つまり、夜中の食事摂取は、食後血糖値が上昇しやすいため、早い時間に夕食を済ませることも糖尿病予防として有効である。

上述した先行研究のように、食品に含まれる食物繊維量と食後血糖値との間には必ずしも明確な因果関係があるとは言えず、食品の粘調性や消化速度によっても食後血糖値を抑えることができる。さらに、生活習慣病予防という観点からは、IDには含まれていない、ミネラルであるカリウムはナトリウムを尿と共に排出し高血圧を予防し、マグネシウムはエネルギー代謝や血圧の調整を行い、糖尿病予防に深く関与している。本研究では、糖尿病予防として食後血糖値の上昇抑制を図るために、特定保健用食品であるIDの効果的な使用方法について注目してきた。食事時間を十分に確保できないほどの多忙者や夜勤勤務者など、実行することが困難な者に対しても、IDを使用すれば糖尿病予防やその増悪を防ぐことが可能かもしれない。

#### 5.4. 研究の限界と課題

本研究は、新型コロナウイルス感染症の影響により、本学科の先行研究である鈴木らの試験のように、



前日から被験者を招集し健康状態を管理することが不可能だったため、睡眠時間や午前中の運動量といった生活リズムによる影響を除外できない点が限界のひとつである。しかし、前日の行動から介入することで普段の生活と異なることによるストレスへの影響も考えられる。そのため、被験者の負担を考慮した上で、被験者間の生活の違いによる影響を避けるためには、どのように被験者の行動を統一すると有効か検討する必要がある。

古賀らの試験で使用したサラダ 150 g の食物繊維量は 1.9 g で本研究で使用した難消化性デキストリンの食物繊維量の約 1/5 であった。このことから、食品から食物繊維を摂取した方が少ない食物繊維量で食後血糖値の上昇を抑制できるのではないかと考えられるため、今後は食物繊維の摂取形態や種類の相違による食後血糖値抑制効果を検討していく必要がある。

## 6. 結論

本研究では、ID には白飯・主菜・副菜といった通常の食形態でもショ糖（二糖類）負荷の場合と同様に食後血糖値の上昇抑制効果があることを確認し、ID の食後血糖値抑制効果の高い摂取タイミングを解明することを目的に、健常若年女性を対象とした食事負荷試験を実施した。水 150 ml のみを食事同時摂取、ID12 g を溶かした水 150 ml 食事 30 分前に摂取、ID12g を溶かした水 150 ml 食事同時摂取と 3 回に分けて試験を行った。

ID 非摂取群と食事 30 分前 ID 摂取群の比較において、食後血糖値  $\Delta$  30 分値と  $\Delta$  60 分値で有意な上昇抑制効果がみられた ( $p < 0.013$ )。また、 $\Delta$  AUC を比較した場合でも、この 2 群間に有意差はみられた ( $p < 0.01$ )。このことから、食事負荷試験においても ID による食後血糖抑制作用が得られ、先行研究と同様の効果が確認できた。

一方、ID を食事と同時に摂取した群は、食後血糖値の推移、食後血糖値変化量の推移、 $\Delta$  AUC のすべてで有意差がみられなかった。以上より、ID がグルコース輸送担体を覆い共役を阻害するには、食事の 30 分前に摂取することが有効であることが本研究にて明らかとなった。

## 引用文献

- David J. A Jenkins, Thomas M. S. Wolever, Rodney H. Taylor, Helen Barker, Hashmein Fielden, Janet M. Baldwin, Allen C. Bowling, Hillary C. Newman, Alexandra L. Jenkins, and David V. Goff. (1981) . Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 362-366.
- Shizuo Kajiyama, Saeko Imai, Yoshitaka Hashimoto, Chikako Yamane, Takeshi Miyawaki, Shinya Matsumoto, Neiko Ozasa, Muhei Tanaka, Shintaro Kajiyama, and Michiaki Fukui. (2018) . Divided consumption of late-night dinner improves glucose excursions in young healthy women: A randomized cross-over clinical trial. *Diabetes Research and Clinical Practice*. 136, 78-84.
- 金本郁男・井上裕・守内匡・山田佳枝・居村久子・佐藤眞治 (2020) 低 Glycemic Index 食の摂取順序の違いが食後血糖プロフィールに及ぼす影響, 糖尿病 50 (2) ,98-99.
- 古賀克彦 (2016) 食事の摂取順序による血糖値への影響, 平成 27 年度長崎女子短期大学紀要 40,70-74
- 厚生労働省 (2020) 令和元年度 医療費の動向, 令和 2 年 8 月 28 日公表, [mhlw.go.jp](http://mhlw.go.jp)
- 厚生労働省 (2022) 令和 2 年度 国民医療費の概況, 令和 4 年 11 月 30 日公表, [mhlw.go.jp](http://mhlw.go.jp)
- 厚生労働省 (2022) 特定健診・特定保健指導について, 特定健康診査・特定保健指導の実施状況に関するデータ, [mhlw.go.jp](http://mhlw.go.jp)

徳永勝人・松岡瑛（1998）難消化性デキストリンを有効成分とする特定保健用食品の糖質・脂質に及ぼす影響,糖尿病 42（1）,61-65.

内閣府（2018）平成30年版高齢社会白書（全体版）第1章 高齢化の状況（第3節2-2）2 医療サービスの利用と移動手段.

林範子・賀浩史・岸本由香・田上廣幸（2006）還元難消化性デキストリンの食後血糖値に及ぼす影響,日本栄養・食糧学会誌 59（5）,247-253

若林茂・岸本由香・南部柁喜・松岡瑛（1999）健常人の食後血糖値に及ぼす難消化性デキストリンの影響,難消化性デキストリンの耐糖能に及ぼす影響(第V報),日本食物繊維研究会誌 3（1）,13-18.

（2023年 1月 17日 受付）  
（2023年 2月 28日 受理）