

|           |                                                                                |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 氏 名       | たき い ひろし<br>滝 井 寛                                                              |
| 学位(専攻分野)  | 博 士 (農 学)                                                                      |
| 学 位 記 番 号 | 論 農 博 第 2552 号                                                                 |
| 学位授与の日付   | 平 成 17 年 3 月 23 日                                                              |
| 学位授与の要件   | 学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当                                                        |
| 学位論文題目    | Studies on the Foods Regulating Carbohydrate Absorption<br>(糖の吸収を調節する食品に関する研究) |

論文調査委員 (主 査) 教 授 伏 木 亨 教 授 大 東 肇 教 授 井 上 國 世

### 論 文 内 容 の 要 旨

腸管からの糖質の吸収を遅延させることはインスリンの過度な放出を抑制するため糖尿病の予防・治療に有効である。一方、スポーツの世界においては糖質の吸収・代謝は競技成績を左右するほど重要であり、特に持久系の運動では脂肪の分解を妨げずに速やかにエネルギー源となる糖質の摂取が求められる。本論文は、消化管からの糖質の吸収を正と負の両面から調節することにより、現代人の生活に貢献する食品を製造するための基礎となる知見を得ることを目的としている。その内容は次のように要約できる。

#### 1. 糖吸収阻害物質のスクリーニング系の確立と探索

ラットを用いて腸管からの糖吸収を抑制・阻害する物質のスクリーニング系を構築した。本系を用いて食品関連成分を中心に糖吸収阻害効果をスクリーニングした結果、グリチルリチンに顕著な糖吸収阻害効果を見出した。

#### 2. グリチルリチンによるⅡ型糖尿病モデルマウスの症状改善

Ⅱ型糖尿病自然発症モデルマウス (KK-A<sup>y</sup> マウス) にグリチルリチン (Grz) を長期間投与したところ、試験食投与 8 週間後から実験終了時 (9 週間後) まで Grz 添加食群の空腹時血糖値は対照群に比べ有意に低値を示した。また、15 週齢時にグルコース負荷 (4 g/kg 体重) テストを行ったところ、投与 60 分後の血糖値は Grz 添加食群において対照群より有意に低値であった。これらの結果は、長期間の Grz 投与が KK-A<sup>y</sup> マウスの空腹時血糖値上昇を抑制し、耐糖能を向上させ、糖尿病症状の進行を遅延または改善する効果があることを示している。

#### 3. 高度分岐環状デキストリンの持久力増強効果

運動中の糖質の補給は消費されたグリコーゲンを補うために重要である。しかし、糖の大量摂取はインスリンの放出を招き脂質代謝を阻害する。高度分岐環状デキストリン (Highly branched cyclic dextrin; HBCD) は還元末端側に環状構造を持つグルコースポリマーであり、水溶性が高く老化しにくい特長を持ち、水溶液の粘度も低い。消化性は高く単糖や二糖類よりも穏やかに吸収されると予想され、持久運動時の糖質補給を目的としたスポーツドリンク用素材として有望である。そこで、マウスを 35℃ の流水プールで疲労困憊に至るまで遊泳運動させ、限界までの時間を測定した。運動開始 10 分後に 5% HBCD 溶液を投与すると、水またはグルコース溶液を投与したときに比べて、マウスの遊泳時間が有意に延長した。運動中の血糖値およびインスリン値の動態から、HBCD は適度な速度で消化・吸収されるため、グルコースの投与とは異なりインスリン放出の引き金とならず、マウスの脂質代謝を妨げないことが明らかになった。

#### 4. 各種糖質溶液およびプロトタイプスポーツ飲料の胃通過時間の測定

糖質補給を目的としたスポーツ飲料は速やかに胃を通過することが重要である。体外式超音波エコー装置を用いて胃内容物量と相関する胃幽門前庭部横断面積を経時的に測定し、糖質の種類や濃度ならびに溶液の浸透圧の違いによる胃内滞留時間の違いを詳細に検討した。その結果、HBCD は他の糖質に比べ高濃度でも胃内滞留時間を遅延させる作用が顕著に弱いことが明らかになった。スポーツ飲料に不可欠なミネラル、クエン酸等を配合した糖質濃度 10% のプロトタイプスポーツ飲料の形で調合した場合でも HBCD を糖質源としたものが最も胃内滞留時間が短いことが確認された。

## 5. HBCD 配合飲料摂取がヒト消化管に与える効果

健康な男性 8 名に 30 分間の自転車運動をさせ、各種糖質を使用した飲料の主観的胃部膨満感およびあい気回数を測定した。HBCD を糖質源とした飲料は胃の膨満感が穏やかであり、あい気回数が最も少なかった。運動中の被験者に与える消化管の違和感の発生が少なく、スポーツ飲料として適した性質を有することが明らかになった。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、消化管からの糖質の吸収を調節することにより生活習慣病予防ならびにスポーツ飲料として貢献できる食品を製造するための基礎となる知見を得ることを目的としている。評価できる主な成果は以下の通りである。

### 1. 糖吸収阻害物質スクリーニング系の確立

ラットを用いて腸管からの糖吸収を抑制・阻害する物質のスクリーニング系を確立した。この動物実験系を用いて食品関連成分をスクリーニングした結果、グリチルリチンに顕著な糖吸収阻害効果を見出した。

### 2. グリチルリチンによるⅡ型糖尿病モデルマウスの症状改善

長期間のグリチルリチン投与がⅡ型糖尿病モデルマウスである KK-A<sup>y</sup> マウスの空腹時血糖値上昇を抑制し、耐糖能の向上ならびに糖尿病症状の進行の遅延または改善効果を示すことを明らかにした。

### 3. 高度分岐環状デキストリンの持久力増強効果

持久運動時の積極的な糖質補給を目的としたスポーツドリンク用素材として高度分岐環状デキストリンが有望であると考えた。このデキストリンはグルコースに比べて吸収速度が緩やかであり、脂肪代謝を妨げるインスリンの放出を刺激しない。35°C の流水プールでマウスの限界までの遊泳時間を測定することによって、高度分岐環状デキストリンにはマウスの脂質代謝を妨げず持久力を増強する効果があることを明らかにした。

### 4. 各種糖質溶液およびプロトタイプスポーツ飲料の胃通過時間の評価

糖質補給を目的としたスポーツ飲料にとって溶液の胃通過に要する時間は重要な因子である。体外式超音波エコー装置を用いて健康な被験者の胃幽門前庭部横断面積を経時的に測定し、糖質の種類・濃度と胃通過時間の関係を検討した。スポーツ飲料に不可欠なミネラル、クエン酸等を配合した高度分岐環状デキストリン配合スポーツ飲料は試験した各種糖質溶液の中で著しく胃通過時間が短いことを明らかにした。高度分岐環状デキストリン飲料は胃通過時間や主観的胃部膨満感、ならびにあい気回数が有意に低値を示し、スポーツ飲料として適した性質を有することを明らかにした。

以上のように、本論文は消化管からの糖質の吸収を調節する食品素材を探索し、生活習慣病予防ならびにスポーツ飲料への応用の観点から検討を加えたものであり、栄養科学、食品科学、動物行動学、食品健康科学の発展に寄与するところが大い。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成17年1月11日、論文ならびにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。