

原著

## ごぼうポリフェノールの血糖上昇抑制作用

奥和之<sup>\*1</sup> 藤澤早美<sup>\*1</sup> 川崎靖子<sup>\*2</sup> 寺本房子<sup>\*1</sup>

## 要 約

ごぼうは、水溶性食物繊維やポリフェノールを多く含む食材であり、その摂取は耐糖能の維持など、抗糖尿病作用が期待される。本研究では、産地の異なるごぼうのポリフェノール量の違いを調べるとともに、ごぼうの食後血糖上昇抑制作用について、二糖類水解酵素活性阻害と培養細胞を用いた二糖類の消化吸収抑制作用について検討した。ごぼう中のポリフェノール量は、明治ごぼうが4.47mg/g（乾燥重量当たり）と最も多く、採取時期や栽培土壌の違いによると考えられた。ごぼうの二糖類水解酵素阻害活性について、ブタ小腸粘膜酵素を用いて調べたところ、明治ごぼう抽出物に強いマルターゼ活性（ $\alpha$ -グルコシダーゼ活性）阻害が認められ、マルターゼ活性に対する阻害係数  $K_i$  は3.6mM（対照として用いたクロロゲン酸では52mM）であった。またCaco-2細胞を用いた糖の消化吸収試験において、明治ごぼう抽出物は、マルトースおよびスクロースの消化吸収とグルコース吸収を強く抑制した。以上の結果より、明治ごぼうポリフェノールには、強い血糖上昇抑制作用を有することが示唆された。

## 1. 緒言

平成30年国民健康・栄養調査結果<sup>1)</sup>より、食物繊維摂取量が14.4g/日（うち、水溶性食物繊維:3.4g、不溶性食物繊維:10.4g）と日本人の食事摂取基準（2020年版）<sup>2)</sup>の目標量成人（18-29歳）男性21g/日以上、女性18g/日以上に及ばない。また、「糖尿病が強く疑われるもの」の割合は、男性18.7%、女性9.3%（平成30年国民健康・栄養調査）であり、平成20年からの10年間でみると、男女とも有意な増加はみられないが、年齢階級別でみると年齢が高い層でその割合が高くなっている<sup>3)</sup>。以上のことから、糖尿病発症予防、早期発見、合併症予防には食後血糖上昇の少ない食品を知ることが重要である。1回の使用量当たりの食物繊維を多く含む食品として野菜類ではごぼうやかぼちゃ、穀類では玄米や大麦、イモ類ではサツマイモやこんにゃくが挙げられる。ごぼう (*Arctium Lappa* L.) は、水溶性食物繊維と不溶性食物繊維をバランスよく含むされており、水溶性食物繊維イヌリンやポリフェノールのクロロゲン酸を多く含むことから、積極的に利用したい野菜の一つと考えられる。イヌリンは糖質の吸収を緩

慢にし、食後の血糖上昇を緩やかにする作用が報告されている<sup>4)</sup>。一方、植物性ポリフェノールのうち、ジフェニルプロパン構造を持つクロロゲン酸が強い消化酵素阻害を示し<sup>5)</sup>、イヌリンとクロロゲン酸を多く含むごぼうの摂取は、食後の血糖上昇抑制作用を示す食品素材として期待される。

本研究では、産地、栽培方法の異なるごぼうのポリフェノール含量、食物繊維含量の違いと血糖上昇抑制作用について検討した。

## 2. 方法

## 2.1 試料

ごぼうは市販のものを購入して用いた。ごぼうとして、十和田ごぼう（一般的に店頭に並んでいるごぼう、青森、滝野川種）、連島ごぼう（白肌ごぼう、岡山・倉敷市連島町、滝野川・魁早生種）、明治ごぼう（赤土ごぼう、岡山・井原市芳井町、滝野川種）、堀川ごぼう（京都、滝野川種）を使用した。購入したごぼうを洗浄後、皮ごとスライスし、60℃で8時間温風乾燥したものをブレンダーにて粉碎してごぼう乾燥粉末を調製した。ごぼう乾燥粉末10gを熱水

\*1 川崎医療福祉大学 医療技術学部 臨床栄養学科

\*2 川崎医療福祉大学 医療技術学部 臨床栄養学科（令和2年3月退職）

（連絡先）奥和之 〒701-0193 倉敷市松島288 川崎医療福祉大学

E-mail: okukaz1803@mw.kawasaki-m.ac.jp

抽出 (100mL, 80°C, 2時間) 後, ろ過したものを真空凍結乾燥してごぼう抽出物を調製した. クロロゲン酸は東京化成(株)の試薬レベルのものを, イヌリンはイヌリン (水溶性食物繊維) 日本ガーリック(株)製のものを使用した.

## 2.2 ごぼう乾燥粉末のポリフェノール含量および食物繊維含量の測定

ごぼう乾燥粉末およびごぼう抽出物のポリフェノール含量の測定は, 鈴木らの手法<sup>6)</sup>を参照し, フォーリンデニス法を用いて, 総ポリフェノール量として測定した. すなわち, 各試料1g に80%メタノールを10mL 加えホモジネート後, 4°C, 8,000×gにて15分間遠心分離し, その上澄みを回収する操作を2回繰り返し, 上澄みを50mL に定容した. この80%メタノール抽出液を150 $\mu$ L採取し, 純水600 $\mu$ Lと1Nフェノール溶液を50 $\mu$ L加え混和した. 遮光条件下で3分間放置後, 飽和炭酸水溶液を100 $\mu$ L加え混和した. さらに, 純水を150 $\mu$ L加えた後, 遮光条件下で1時間放置後, 725nmの吸光度を測定した. 総ポリフェノール量は, クロロゲン酸当量として算出した. ごぼう乾燥粉末の食物繊維含量 (水溶性食物繊維, 不溶性食物繊維) は, Proskay-AOAC法<sup>7)</sup>にて行った.

## 2.3 ごぼう抽出物のブタ小腸粘膜二糖類水解酵素活性に及ぼす影響

小腸粘膜のマルターゼおよびスクラーゼ活性は, ブタ小腸粘膜凍結乾燥物20mgに生理食塩水3mLを加え, テフロンホモジナイザーで摩砕して得られたホモジネートを粗酵素液として使用した. 小腸粘膜二糖類水解酵素に対するごぼう抽出物の阻害活性測定は以下のようにして行った<sup>8)</sup>. 0.1Mマレイン酸緩衝液 (pH6.0) に溶解した1%マルトースまたはスクロース1mLにごぼう抽出液またはクロロゲン酸・20%エタノール溶液0.1mL (ポリフェノールとして10mg), ブタ小腸粘膜粗酵素液0.1mLを加え, 37°Cで15分間反応した. 沸騰水浴中で10分間加熱して反応を停止した. 反応溶液の遠心分離後, 上清中のグルコース量をグルコースオキシダーゼ法にて測定した. また, マルトース濃度0.278mMから27.8mM, ごぼう抽出物またはクロロゲン酸・20%エタノール溶液濃度0mMから20mM (ポリフェノール換算) に変化させた場合でのマルターゼ ( $\alpha$ -グルコシダーゼ) 活性の反応速度を調べ, Linweaver-Burkプロットによる阻害様式の決定とDixonプロットによる阻害係数  $K_i$  値の算出を行った.

## 2.4 培養細胞を用いたごぼう抽出物の糖の消化吸収抑制作用の評価

ヒト腸管上皮様細胞 (Caco-2) を用いて, ごぼう

抽出物の糖の消化・吸収抑制作用を検討した<sup>9)</sup>. 刷子縁膜側にごぼう抽出物とともにマルトース, スクロース添加で糖の消化・吸収に対する影響を, グルコース添加で糖の吸収 (グルコース輸送単体SGLT) に対する影響を評価した. Caco-2は12well-transwellに培養されたPOCA®小腸吸収(CACO-2) ケーエーシー(株)製を使用し, 実験開始まで, 10%牛胎児血清, 2mM L-グルタミン, ペニシリン (100U/mL) およびストレプトマイシン (100 $\mu$ g/mL), 非必須アミノ酸溶液を含むダルベッコ変法イーグル培地 (DMEM) で培養した. 実験開始前に刷子縁膜側および基底膜側の培地をPBS(-)に交換しCO<sub>2</sub>インキュベーターで37°C, 30分間予備培養した. その後, 刷子縁膜側のtrance well内に試料を1mL添加した. 試料の添加は糖質 (マルトース, スクロース, グルコース) 100mM, クロロゲン酸50mMまたはごぼう抽出物50mM (ポリフェノール換算) になるようPBS(-)に溶解したものを1mLをtrancewellの内側 (刷子縁膜側) に添加後, CO<sub>2</sub>インキュベーターで37°C, 30分間培養した. グルコース添加系では, 水溶性食物繊維イヌリン5%濃度になるよう刷子縁膜側のtrance well内に添加したものを調製した. 培養後, 基底膜側に移行したグルコースの濃度をグルコースオキシダーゼ法にて定量した.

## 2.5 統計処理

本研究では, 各実験群をn=5で行った. 結果は平均値 $\pm$ SD (標準偏差) で示した. 各データは, 統計処理ソフトSPSS (Ver. 22) を用いて, 一元配置分散分析 (ANOVA) 後, Tukey-Kramer法を用いて平均値を比較した. いずれの統計結果も危険率が5%未満 (p<0.05) を有意とみなした.

## 3. 結果

### 3.1 ごぼう乾燥粉末のポリフェノールおよび食物繊維含量

各種ごぼう乾燥粉末のポリフェノール含量および食物繊維含量を表1に示した. 赤土ごぼうである明治ごぼうでポリフェノール4.47mg/g乾燥粉末, 水溶性食物繊維18.4%と最も高値であった. 不溶性食物繊維含量についてはごぼう間で差がなかった.

### 3.2 ごぼう抽出物のブタ小腸粘膜二糖類水解酵素活性に及ぼす影響

ブタ小腸粘膜のマルターゼおよびスクラーゼ活性に及ぼすごぼう抽出物の影響を表2に示した. マルターゼ活性は, コントロール (クロロゲン酸, ごぼう抽出物無添加) に対してごぼう抽出物10mg (ポリフェノール換算) 添加で低値を示し, コントロールの3.32u/mLに対し, クロロゲン酸10mg添加で

表1 各種ごぼう粉末の食物繊維，ポリフェノール含量

	食物繊維 (%)		ポリフェノール (mg/g)
	不溶性	水溶性	
十和田ごぼう	15.2±0.9	7.2±1.3	2.34±0.55
連島ごぼう	14.3±0.6	10.1±1.2 <sup>a</sup>	2.14±0.31
明治ごぼう	16.4±0.8	18.4±1.6 <sup>b</sup>	4.47±0.66 <sup>b</sup>
堀川ごぼう	16.0±1.3	12.3±1.8 <sup>a</sup>	2.51±0.74

a : 十和田ごぼうに対して p<0.05で有意差あり  
 b : 十和田ごぼうに対して p<0.01で有意差あり

表2 各種ごぼう抽出物の二糖類水解酵素阻害活性

	マルターゼ		スクラーゼ	
	u/mL	(%)	u/mL	(%)
コントロール	3.32±0.34	(100)	0.73±0.04	(100)
クロロゲン酸	2.31±0.19	(69) <sup>b</sup>	0.47±0.03	(65) <sup>b</sup>
十和田ごぼう	2.98±0.24	(89)	0.68±0.02	(93)
連島ごぼう	3.01±0.22	(91)	0.66±0.02	(90) <sup>a</sup>
明治ごぼう	0.41±0.02	(12) <sup>b</sup>	0.35±0.02	(48) <sup>b</sup>
堀川ごぼう	2.24±0.14	(67) <sup>b</sup>	0.50±0.04	(68) <sup>b</sup>

マルターゼ活性1u : 1分間に2 μ mol のグルコースを遊離する酵素量  
 スクラーゼ活性1u : 1分間に1 μ mol のグルコースを遊離する酵素量  
 a : コントロールに対して p<0.05で有意差あり  
 b : コントロールに対して p<0.01で有意差あり

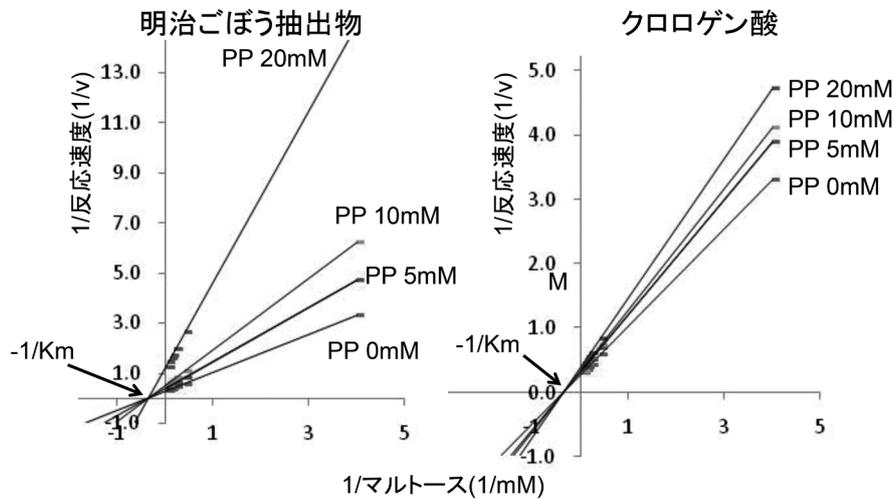


図1 ごぼう抽出物のマルターゼ (α-グルコシダーゼ) 活性抑制作用の反応速度論解析

2.31u/mL (コントロールの69%), 明治ごぼう抽出物10mg 添加 (ポリフェノール換算) で0.41u/mL とコントロールの12%に低下した。一方、スクラーゼに対する阻害作用もクロロゲン酸10mg 添加でコントロールの65%, 明治ごぼう抽出物10mg 添加でコントロールの48%に低下した。明治ごぼう抽出物で抑制効果が顕著であったマルターゼについて、反応速度論解析を行った。マルトース濃度0.278mM から27.8mM, 明治ごぼう抽出物添加量をポリフェ

ノールとして0から20mM (クロロゲン酸換算) に変化させた場合での酵素反応速度を調べ、各マルトース濃度およびマルターゼ活性の逆数をプロット (Lineweaver-Burkの逆数プロット, 図1) したところ、明治ごぼう抽出物添加により Km 値は2.77mM と変化しなかったが、Vmax は明治ごぼう抽出物添加量に応じて低下した (表3)。またその抑制作用はクロロゲン酸より強かった。さらに Dixon プロットから求めた明治ごぼう抽出物の阻害係数 Ki は明治ご

表3 ごぼう抽出物のマルターゼ活性阻害作用

	Km (mM)	Vmax (u/mL)
ポリフェノール(PP)無添加	2.71	3.58
明治ごぼう抽出物添加		
PP換算 5mM	2.77	2.58
PP換算 10mM	2.77	1.94
PP換算 20mM	2.76	0.81
クロロゲン酸添加		
PP換算 5mM	2.77	3.11
PP換算 10mM	2.77	2.94
PP換算 20mM	2.78	2.55

Km: ミカエリス定数

Vmax: 最大反応速度

ぼう抽出物3.6mM, クロロゲン酸52mMであった。

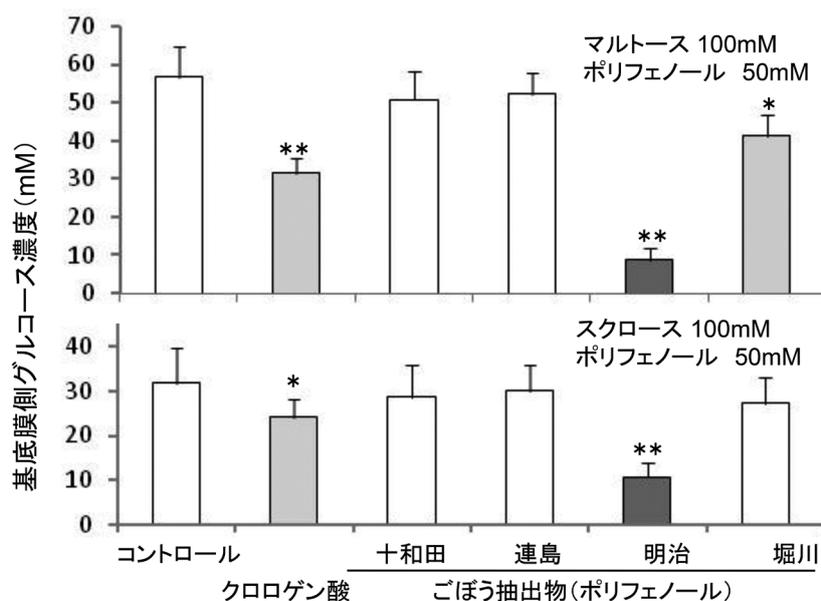
### 3.3 培養細胞を用いたごぼう抽出物の糖の消化吸収抑制作用の評価

Caco-2の刷子縁膜側に糖質としてマルトースまたはスクロース100mMを添加した場合での基底膜側に移行したグルコース濃度を図2に示した。マルトース100mM添加ではコントロールの56.7±7.81mMに対し、クロロゲン酸50mM添加で31.4±4.22mM(コントロールの55%), 明治ごぼう抽出物50mM添加で8.91±3.12mM(同16%)と有意に低下した(コントロールに対していずれも p<0.01)。刷子縁膜側にスクロース100mM添加した場合でも、マルトース添加と同様に、コントロールの31.7±4.11mMに対し、クロロゲン酸50mM添加で24.1

±2.36mM(コントロールの76%, コントロールに対して p<0.05), 明治ごぼう抽出物50mM添加で10.7±1.43mM(同34%, コントロールに対して p<0.01)と有意に低下した。刷子縁膜側にグルコース100mMを添加した場合は、基底膜側に移行したグルコースの濃度は、コントロール68.4±7.68mMに対し、明治ごぼう抽出物50mM添加で10.8±2.86mM(コントロールの16%, コントロールに対して p<0.01)と有意に低下した。クロロゲン酸, 明治ごぼう以外のごぼう抽出物およびごぼうに多く含まれる水溶性食物繊維イヌリン添加では、基底膜側のグルコース濃度は、コントロールと差がなかった(図3)。

### 4. 考察

食事の糖質は、糖質消化酵素の作用によって単糖(グルコースやフルクトース等)まで加水分解されて吸収される。吸収されたグルコースは、インスリンの働きによって筋肉や脂肪細胞に取り込まれエネルギーとして使われる。糖尿病では、インスリンの作用不足による高血糖をきたし、この高血糖は食後の急激な血糖上昇に起因する。食後血糖上昇抑制としてα-グルコシダーゼ阻害薬のアカルボースやボグリボースが臨床で使用されている<sup>10)</sup>。野菜にはポリフェノールが多く含まれている。ポリフェノールとは、同一分子内に2個以上のフェノール水酸基をもつ化合物の総称であり、フラボノイド類、アントシアニン類、フェノールカルボン酸類、フェノー



コントロールに対して \* p<0.05, \*\* p<0.01で有意差あり

図2 ごぼう抽出物の二糖類消化吸収抑制作用

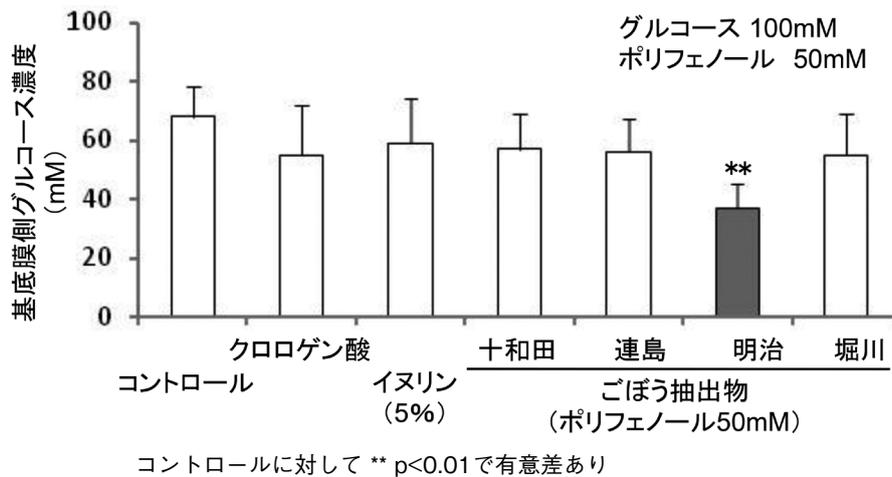


図3 ごぼう抽出物のグルコース吸収抑制作用

ルアミン類、タンニン類に分類される。そのうちジフェニルプロパン構造を持つクロロゲン酸が強い消化酵素阻害を示すことが報告されている<sup>5)</sup>。水溶性食物繊維イヌリンは、チコリ、きくいも、ごぼうなどの球根にも多く含まれている分子量5000~6300の多糖類であり、フルクトースのβ(1→2)結合が20~40個直鎖状に重合したものの還元末端にグルコースがα(1→2)結合した構造を有している。グルコースのみから成るデンプンとは異なり、イヌリンは人間の体内では消化・吸収されない水溶性食物繊維であり、腸内ではプレバイオティクスとして作用するほか、食後血糖値上昇抑制作用、腸内細菌活性化作用、免疫活性増強作用、抗がん作用など多くの報告がされている<sup>4)</sup>。

ごぼうは青森県、茨城県、北海道で多く収穫され、日本では日常の食事に多く利用されており<sup>11)</sup>、年間を通じて摂取され、特に12月の摂取量が多い。さらに、日本人が日常的に摂取する生鮮野菜の中で、最もポリフェノールを多く含み、抗酸化能も高いことが報告されている<sup>6)</sup>。本研究に用いた4種類のごぼうはいずれも滝野川ごぼう種であるが、栽培方法や期間が異なることから、形状、味や風味、食感が大きく異なる。市販のごぼうは、水はけのよい土壌に5月下旬ごろ播種して11月ごろ採取するが、明治ごぼうは赤土で2年以上栽培されるため、市販のごぼうに比べ根が太く繊維がきめ細かい特徴がある<sup>12)</sup>。今回の測定において、明治ごぼうは他のごぼうに比べポリフェノール含量および水溶性食物繊維含量が多いことがわかった。王らは、ごぼうに含まれる機能性成分クロロゲン酸関連化合物の含量と組成に関わる品種・品目間変動を調査した結果、クロロゲン酸および1,5-ジカフェオイルキナ酸、1,5-ジカフェ

オイル-3-サクシニルキナ酸の含量および合計含量が大きく変動し、利用する品目によって摂取できる機能性成分の量が異なることを示唆している<sup>13)</sup>。今後は、明治ごぼう中のポリフェノール類の組成と栽培形態における変動について検討したい。

本研究では、ごぼうポリフェノールとイヌリンの血糖上昇抑制作用に注目し、ごぼう抽出物のブタ小腸粘膜二糖類水解酵素阻害活性と培養細胞を用いた糖の消化・吸収に及ぼす影響を検討した。ブタ小腸粘膜二糖類水解酵素ではマルターゼについて阻害活性が認められたが、イヌリンの構成最小単位であるスクロースを加水分解する酵素、スクラーゼに対する作用は弱かった。一方、コーンスターチを原料に酸・湿熱処理して調製した難消化性デキストリンではマルターゼおよびスクラーゼに対して阻害活性が認められており、スクラーゼに対する作用は拮抗阻害であることが報告されている<sup>14)</sup>。ごぼう抽出物の二糖類水解酵素阻害活性を調べたところ、明治ごぼう抽出物で強いマルターゼ活性阻害作用が確認された。阻害様式は非拮抗阻害であり、阻害係数Ki(酵素活性を50%低下させる阻害剤濃度)は3.6mMであった。ごぼうポリフェノールの主要成分であるクロロゲン酸のマルターゼ活性に対する阻害係数Kiが52mMであること、アカルボースやボグリボースのKiが1.7mMであることから、明治ごぼうポリフェノールのα-グルコシダーゼ活性阻害作用が強いことがわかった。明治ごぼうポリフェノール中の関与成分の解析が必要である。次にCaco-2細胞を用いた物質透過モデルを用いたごぼうポリフェノールの糖の消化・吸収抑制作用を調べた。ヒト結腸癌由来Caco-2細胞は単層培養すると小腸上皮様形態に分化する。分化後のCaco-2細胞にはα-グルコ

シダーゼやグルコース輸送単体 SGLT が発現することから、糖の消化・吸収に対する作用を評価できる。刷子縁膜側（小腸管腔側）の *trance well* にマルトースやスクロースを添加することで糖の消化・吸収への作用が、グルコースを添加することで糖（グルコース）の吸収に及ぼす影響を検討できる。ごぼう抽出物では、明治ごぼう抽出物添加で糖の消化・

吸収に対して抑制効果を示し、その作用はクロロゲン酸添加に比べ顕著であった。糖の吸収抑制作用を示す水溶性食物繊維イヌリンの効果は弱かった。以上の結果から、明治ごぼう抽出物の血糖上昇抑制効果は、イヌリンによる消化・吸収の遅延作用とともに、本物質が有する  $\alpha$ -グルコシダーゼ阻害活性によるものと考えられた。

#### 謝 辞

本研究は平成28年度川崎医療福祉研究費の助成により行われたものである。

#### 利益相反 (COI)

なお、本研究は開示すべき利益相反 (COI) 関係にある企業等はない。

#### 文 献

- 1) 厚生労働省：平成30年国民健康・栄養調査，第1部 栄養素等摂取状況調査の結果（食物繊維摂取量）。  
<https://www.mhlw.go.jp/content/000615343.pdf><http://www.go.jp>, 2020. (2020.3.31確認)
- 2) 厚生労働省：「日本人の食事摂取基準（2020年版）」策定検討会報告書，II 各論 1 エネルギー・栄養素，炭水化物。  
<https://www.mhlw.go.jp/content/10904750/000586559.pdf>, 2019. (2020.3.31確認)
- 3) 厚生労働省：平成30年国民健康・栄養調査，結果の概要，第2部，第1章 身体状況及び糖尿病に関する状況。  
<https://www.mhlw.go.jp/content/000615342.pdf>, 2020. (2020.3.31確認)
- 4) 名嶋真智，白川太郎，植木音羽：菊芋による食後血糖値上昇抑制効果：健常者に限定した再統計解析—無作為化プラセボ対照二重盲検並行群間比較試験—。診療と新薬，55(8)，605-612，2018.
- 5) 立石絵美，韓立坤，奥田拓道：ラットにおける食後の血糖値に及ぼすコーヒー豆の熱水抽出物の影響。栄養学雑誌，62(6)，323-327，2004.
- 6) 鈴木敦士，山本幸弘，原節子：植物性ポリフェノールの消化酵素に対する阻害作用。成蹊大学理工学研究報告，48(2)，1-8，2011.
- 7) Prosky L：Definition, method, and caloric value assigned to dietary fiber: A global perspective. 日本食物繊維研究会誌，6(1)，1-8，2002.
- 8) 奥和之，田中彩乃，小山かおる，川西美穂，坂江理香，藤原政嘉：ダリア球根抽出物の食後血糖上昇抑制作用。大阪青山大学紀要，4，71-75，2011.
- 9) 清水誠：消化管由来培養細胞を用いた食品成分の腸管吸収性評価。日本栄養・食糧学会誌，56(4)，251-255，2003.
- 10) Hillebrand I, Boechme K, Frank G, Fink H and Berchtold P：The effects of the alpha-glucosidase inhibitor BAY g 5421 (Acarbose) on meal-stimulated elevations of circulating glucose, insulin, and triglyceride levels in man. *Research in Experimental Medicine (Bert)*, 175, 81-86, 1979.
- 11) 富岡典子：日本におけるごぼうを食材とした料理の地域的分布と食文化。日本家政学会誌，52(6)，511-521，2001.
- 12) JA 晴れの国岡山：明治ごんぼう。  
<http://gonbou.ja-hareoka.or.jp/>, 2018. (2020.3.31確認)
- 13) 王蓉，綾野秀志，古本敏夫，近藤昭，福井宏至：ごぼう中のクロロゲン酸関連成分含量の品種間差異。日本食品科学工学会誌，48(11)，857-862，2001.
- 14) 田代操，加藤みずほ：コーンスターチより調製された難消化性デキストリン投与がストレプトゾチン糖尿病ラットの耐糖能に及ぼす影響。日本栄養・食糧学会誌，52(1)，21-29，1999.

(令和2年7月27日受理)

## Study on the Antidiabetic Influence of Polyphenols Derived from Edible Burdock (*Arctium Lappa* L.)

Kazuyuki OKU, Hayami FUJISAWA, Yasuko KAWASAKI and Fusako TERAMOTO

(Accepted Jul. 27, 2020)

**Key words** : edible burdock, polyphenol, antidiabetic influence,  $\alpha$ -glucosidase inhibitor, disaccharides digestion and absorption

### Abstract

Edible burdock extract is a good source of polyphenols, comparable to other polyphenol-rich foods. In the present study, the antidiabetic effect of edible burdock extract was examined. The meiji burdock extract showed weak inhibition against maltase ( $\alpha$ -glucosidase) activity, inhibiting the activity of maltase in hog intestinal mucosa. Kinetic analysis revealed that the meiji burdock extract behaved like a mixed non-competitive type inhibitor with a  $K_i$  value of 3.6mM vs 52mM for chlorogenic acid. The disaccharides digestion and absorption activity using transepithelial transport of polyphenol across human intestinal Caco-2 cell monolayers, the meiji burdock extract was inhibitory action of disaccharide, maltose and sucrose, digestion and absorption. The ameliorating effect of the meiji burdock extract on antidiabetic influence was considered to be mainly due to its  $\alpha$ -glucosidase inhibitory activity.

Correspondence to : Kazuyuki OKU

Department of Clinical Nutrition

Faculty of Health Science and Technology

Kawasaki University of Medical Welfare

Kurashiki, 701-0193, Japan

E-mail : [okukaz1803@mw.kawasaki-m.ac.jp](mailto:okukaz1803@mw.kawasaki-m.ac.jp)

(Kawasaki Medical Welfare Journal Vol.30, No.1, 2020 173–179)