

## 桑葉及びフキの調理加熱による機能性の変動と今後の活用

茨城キリスト教大学 生活科学部食物健康科学科 目黒周作 桑原隆明

### I. はじめに

近年、肥満などのいわゆる生活習慣病が増加し続け、社会的な問題となっている。食後血糖値の急激な上昇の抑制は、糖尿病の予防に重要であるとされており、糖質消化酵素阻害作用を有する食品などに注目が集まっている。

桑には古来より高い $\alpha$ -グルコシダーゼ阻害活性があることが知られ、只見町産の桑においてもその作用が確認されている。また、これまでの調査により、フキにおいて比較的高い $\alpha$ -グルコシダーゼ阻害活性を有することが確認されており、それらの活用に期待がされる。一方、実際の食事として機能性を保持したままどのように取り入れることができるのかについては詳細な報告はなく、その活用方法については知見が不足している。そこで本調査では、特に只見町産の桑及びフキについて、加熱調理加工により機能性がどのように変動するのか検討することを目的とした。

### II. 調査方法

#### 1-a 供試材料

フキは、2020年6月に布沢地区及び坂田地区で葉身と葉柄に分けて採取を行い、採取後は速やかに4°C付近で冷蔵保存を行った。翌日各加熱調理に供し、-80°Cで予備凍結後、凍結乾燥を行った。その後粉末化し各試験に供した。桑はフキ同様、2020年6月に布沢地区で葉身のみ採取を行い、凍結乾燥した後、粉末化し各試験に供した。

#### 1-b 試料溶液の加熱

桑葉抽出液及びフキ抽出液について、試験管内に2mlずつ各試料溶液を入れ、酸素バーナーを用いて完全に封入した。その後、ブロックヒーターにおいて各温度(110~190°C)で加熱し、各試験に供した。

#### 1-c LC/MSによる分析

ヤマグワにおける1-DNJ含量についてはAgilent 1100シリーズLC/MSを用いて質量分析を行った。カラムはTSKgel-ODS-120T(4.6×150mm)を使用した。移動相には、アセトニトリル:H<sub>2</sub>O:ギ酸=65:35:0.1(V:V:V)を使用し、流速は0.6ml/minとした。質量分析機は、イオン化モードAPI-ES、SIMモード、m/z=163.2において検出した。

#### 1-d 消化酵素阻害活性

消化酵素はラット小腸由来 $\alpha$ -グルコシダーゼを用いて阻害活性試験を行った。消化酵素液、各試料抽出液を基質と混合し、反応後はそれぞれ比色法等を用いてグルコースの測定をした。

#### 1-e 加熱調理加工

フキ葉身は、そのまま各調理(蒸す、煮る、茹でる、炒める)に供した。フキ葉柄については、約10cmの長さに切り揃え、各調理(蒸す、煮る、茹でる、炒める、ゆでこぼす、茹でる【0.2%重曹添加】)に供した。その後、凍結乾燥させ、ミルサーにて粉末化し各試験に供した。

#### 1-e 試作調理

桑葉凍結乾燥粉末を使用して、6つの調理メニューを試作した。

### III. 結果

桑葉抽出液の加熱(110~190°C)を行い、 $\alpha$ -グルコシダーゼ阻害活性及び1-DNJに及ぼす影響を検討した結果、加熱前の抽出液(コントロール)と比較して、阻害活性に大きな変化は見られなかった。次いで、LC/MSを用いて1-DNJの含有量の測定を行った結果、加熱温度が上がるにつれ、1-DNJの減少傾向は見られたが、大きな変動は見られなかった(図1)。また、桑葉入りクッキーから抽出した試料液を阻害活性試験に供した結果、高い阻害活性が認められた(図2)。フキ葉身及び葉柄加熱調理抽出物を、 $\alpha$ -グルコシダーゼ阻害活性試験に供した結果、フキ葉身部においては、コントロールとして用いた凍結乾燥物抽出液と比較すると、約2~3倍の阻害活性上昇が見られた。フキ葉柄部においては6~8倍の阻害活性上昇が見られた(図3)。また、総ポリフェノール量を測定したところ、各加熱調理によって総ポリフェノール量の大きな変動は見られなかった(図4)。加熱調理によって機能性の上昇が見られたことから、凍結乾燥物抽出液をブロックヒーター(110~190°C)によって加熱し、 $\alpha$ -グルコシダーゼ阻害活性試験に供した結果、加熱温度が上がるにつれ、阻害活性の上昇が確認された。更に還元糖量を測定し、間接的にメラノイジン量を測定したところ、加熱温度の上昇により、還元糖量の減少が確認されたが、阻害活性との明確な関連性は見られなかった。桑葉凍結乾燥物を用いて調理メニューの試作をしたところ、桑葉特有の香気成分を抑えたメニューがいくつか立案された。

### IV. 考察

桑葉抽出液における高温加熱の結果、 $\alpha$ -グルコシダーゼ阻害活性にはほとんど影響がないことが示された。また、1-DNJについても加熱により含量の減少傾向が見られたが、著しい減少は見られなかった。久米ら(2019)によると桑葉の直接的な高温加熱(短時間)において1-DNJの含量は1/3程度に減少することが報告されているが、本研究では、顕著な変動は見られなかったため、水溶液中

における 1-DNJ は高温加熱に安定であることが考えられた。また、加熱による 1-DNJ の減少が見られたにも関わらず、阻害活性に影響が見られなかったことから、加熱により 1-DNJ の構造などに影響を及ぼしたが、その構造が変化した類縁体についても高い  $\alpha$ -グルコシダーゼ阻害活性を有している可能性がある。更に、桑葉入りクッキーを製作し阻害活性試験に供した結果、高い阻害活性を有していた。1-DNJ は熱に強く、食品に含まれる様々な成分や加熱調理における変化の影響を受けにくいことが示された。桑葉凍結乾燥物を使用したレシピを作成したところ、桑特有の青臭さについては、粉チーズやおおさなどと組み合わせることによりマスキング効果が得られ、桑葉特有の香気はほぼ感じることなく食すことができた。今後、官能検査などの詳細な調査が必要である。

フキについては、既に食品として認知され、煮つけなどの加熱調理をして食されていることから、今回、フキの葉身及び葉柄を各加熱調理工程に供した。その結果、興味深いことに、フキ葉身及びフキ葉柄どちらについても加熱調理をした方が、 $\alpha$ -グルコシダーゼ阻害活性が高くなる結果が得られた。特に一般的に茹でるなどの調理工程は水溶性の栄養素の流失が起こるとされているにもかかわらず、阻害活性の上昇が見られた。そこで、フキ抽出液を加熱（110～190℃）し、 $\alpha$ -グルコシダーゼ阻害活性の変動と還元糖量を測定した結果、加熱により阻害活性には上昇傾向が見られたが、還元糖の減少とは量的に相関性が見られず、還元糖とアミノ酸などによるアミノカルボニル反応で生じた生成物による影響ではないことが示された。これらの結果から、フキに含有するその他の成分が加熱による影響を受け、 $\alpha$ -グルコシダーゼ阻害活性を高めたと考えられる。今後、関与成分や作用機序について詳細な検討が必要である。フキは煮るや炒めるなど加熱調理の工程の違いに関わらず、加熱することで、 $\alpha$ -グルコシダーゼ阻害活性の保持・上昇がみられるため、今後様々な調理への応用が期待される。特に、只見町で郷土料理とされているフキの煮つけは重曹を添加して茹でる操作やゆで汁を捨てる操作があり、ポリフェノールなどの機能性成分の流失が考えられたが、今回の調査から  $\alpha$ -グルコシダーゼ阻害活性については調理加熱後でも機能性を有していることから、郷土料理の更なる発展に寄与できるものと考えられる。

本調査により、機能性を有する植物資源が示され、更に加熱調理加工に適していることが明らかにされた。今後、郷土料理や日常の食事への取り入れにより、健康の維持・増進のみならず、只見町の食文化の更なる発展に寄与できると考えられる。

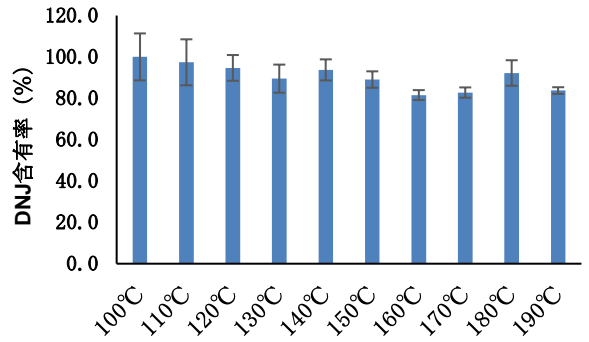


図 1. 加熱が 1-DNJ に及ぼす影響

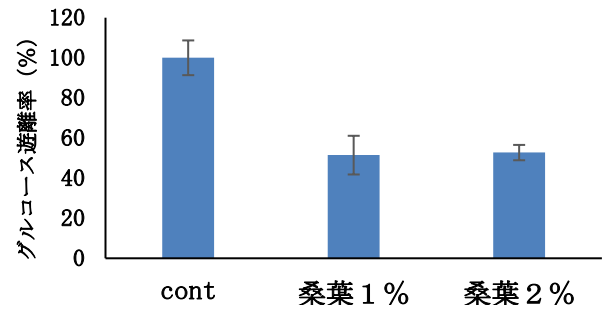


図 2. 桑葉クッキーにおける  $\alpha$ -グルコシダーゼ阻害活性

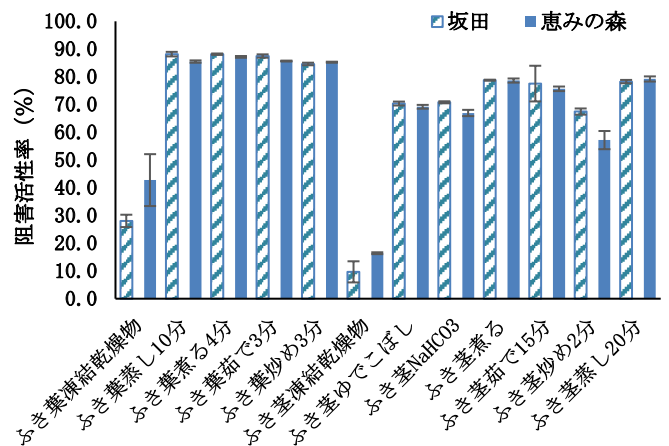


図 3. 加熱調理済みのフキにおける  $\alpha$ -グルコシダーゼ阻害活性の変動

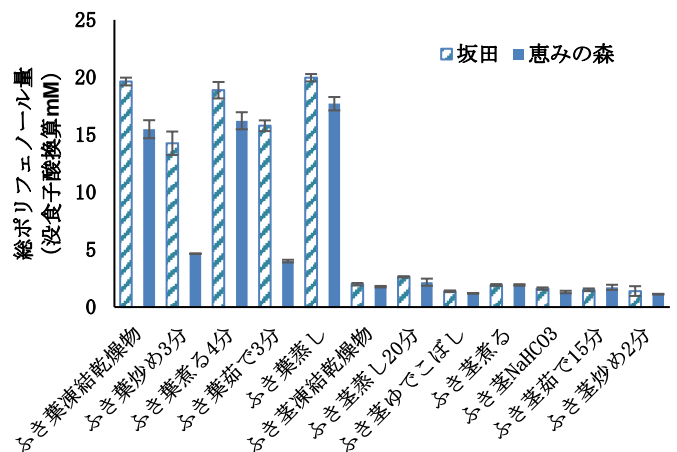


図 4. 加熱調理済みのフキにおける総ポリフェノール量の変動