

品種、収穫時期の違いがキクイモの成分 および抗酸化活性に及ぼす影響

安田みどり、齋木まど香、児島百合子

西九州大学健康栄養学部健康栄養学科

(平成29年1月6日受理)

和文要旨

キクイモの成分や機能性に及ぼす品種、収穫時期の影響を調べるため、多糖類のイヌリン、総ポリフェノールの分析および抗酸化活性の測定を行った。その結果、白色種と紫色種では、紫色種の方がイヌリンや総ポリフェノール含量が多く、抗酸化活性が高いことが明らかになった。また、白色種キクイモ中のイヌリン含量は、10月、12月、翌年2月と収穫時期が遅くなるとともに減少した。また、収穫時期が遅いほど遊離糖が増え、イヌリンの重合度が減少したことから、低温下での長期保蔵中にイヌリンが分解していることが明らかとなった。一方、総ポリフェノール含量と抗酸化活性については、10月よりも12月や2月に収穫した白色種キクイモの方が高い値を示した。低温ストレスに対する防御機構によるものと考えられる。

キーワード：キクイモ、イヌリン、ポリフェノール、抗酸化活性

1 緒 言

キクイモ（学名：*Helianthus tuberosus* L.）は、キク科ヒマワリ属の多年草で、秋に菊のような花を咲かせ、地中に塊茎をつくる。キクイモは、北アメリカ原産で、日本へは江戸時代末期に家畜の飼料として導入された。第二次世界大戦中は燃料用原料として、戦後は主食代わりの食糧として重宝された¹⁾。しかし、その後はジャガイモやサツマイモのように普及しなかった。一方、欧米では、バイオエタノールの原料として注目され、多くの研究が行われている²⁾。キクイモの栽培は比較的簡単で、他の作物の成長を邪魔するかのよう繁殖する。そのため、高齢者による栽培や耕作放棄地対策に適した作物であると言える。

ジャガイモやサツマイモなどのイモ類にはデンプンが豊富に含まれるが、キクイモにはデンプンがほとんど含まれず、水溶性の多糖類であるイヌリンが含まれるのが特徴である³⁾。イヌリンは、キクイモのほかに、ゴボウ⁴⁾、チコリ⁵⁾、ダリア⁶⁾の根にも含まれている。イヌリンとは、複数のフルクトースが β -2,1グルコシド結合によって直鎖状に繋がったフルクタン的一种であり、その末端にグルコースが結合している（図1）。イヌリンは、ヒトの消化管で消化されにくいいため、低カロリーの食品素材である。また、血糖値上昇抑制作用⁷⁾、整腸作用⁸⁻⁹⁾、炎症性大腸疾患の改善作用¹⁰⁾、脂質代謝の改善作用¹¹⁾、ミネラル吸収促進作用¹²⁾など多くの生理機能性を有している。特に、血糖値上昇抑制作用については、キクイモを天然のインスリン¹³⁾と呼ぶほど注目を浴びている。

佐賀県には、キクイモが自生しており、昔から食用として用いられてきた地区もある¹⁴⁾。佐賀市三瀬村や富士町では、まちおこしや六次産業化の一環として、キクイモの栽培や加工食品の開発が活発に行われている。また、健康志向の高まりにより、多くの生理機能性を有するキクイモに人々の関心が集まっている。現在、本学では、佐賀市三瀬村や富士町と共同でキクイモを用いた機

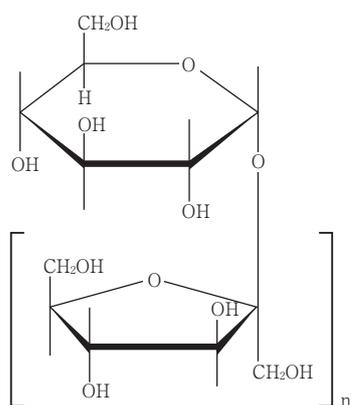


図1 イヌリンの構造

能性食品の開発を行っている。本研究では、食品開発に用いるキクイモの成分や機能性の特徴を調べることを目的として、品種や収穫時期の異なるキクイモについて、イヌリンやポリフェノールの分析、抗酸化活性の評価を行った。

2 実 験

2.1 試料

実験に用いたキクイモは、白色種および紫色種の2種類で、佐賀県佐賀市三瀬村の圃場にて平成27年6月中旬に苗を植え、10月に収穫したものをを用いた。白色種については、10月に加え、12月、翌年2月に収穫したのもを用いた。しかし、紫色種については、入手した苗が少なかったため、10月に収穫したキクイモのみを試料として用いた。キクイモは収穫後、皮と実とに分け、フードプロセッサーにてホモジナイズを行い、凍結乾燥（DRC-1000、東京理器機）を行った。その後、凍結乾燥物を乳鉢にて粉碎し、ふるい（500 μ m）でふるったものを測定に用いた。

2.2 イヌリンの分析

イヌリンは、フルクタン測定キット（日本バイオコン株式会社）を用いて測定した。この測定方法の原理は、試料中のスクロース、デンプン、還元糖を還元して測定に影響しないようにし、残ったフルクタンをフラクタナーゼによりフルクトースまで分解し、発色剤を加えて複合体を形成させ、吸光度を測定してフルクタン（イヌリン）含量として求めるものである。実験操作は、次のように行った。

ビーカーに試料約100 mgを精秤し、80 mlの熱水を加え、80℃で15分間、試料が完全に分散するまで加熱した。室温まで冷やし、100 mlのメスフラスコに移し、水にて定容し、ろ紙にてろ過を行った。スクロース、デンプン、還元糖を除去するために、0.2 mlの試料溶液、0.2 mlのスクラーゼ/アミラーゼ溶液を加え、40℃で30分間インキュベートした。アルカリ性ホウ素化水素溶液（10 mg/ml）0.2 mlを加え、40℃で30分間インキュベートし、還元糖を糖アルコールに還元した。さらに、200 mM酢酸0.5 mlを加え、よく混ぜた。フルクトース標準溶液は、フルクトース溶液（1.5 mg/ml）に0.1 Mマレイン酸ナトリウム緩衝溶液（pH 6.5）0.9 mlを加え、作製した。

調製した各試料溶液0.2 mlをテストチューブに入れ、フラクタナーゼ溶液0.1 mlを加えた。フラクタンが完全に加水分解するよう、40℃で30分間インキュベートした。同様に、サンプルブランクとして試料溶液0.2 mlおよび0.1 mlの緩衝溶液（0.1 M酢酸-0.1 M水酸化ナ

トリウム、pH 4.5) を加えた。一方、別のテストチューブに0.2 ml のフルクトース標準溶液と0.1 ml の緩衝溶液を加えた。

すべてのテストチューブに0.5%の p-ヒドロキシ安息香酸ヒドラジドクエン酸緩衝溶液 (PAHBAH 還元糖分析試薬) 5 ml を加え、沸騰水中で6分間加熱した。室温まで冷やし、410 nm における吸光度をマイクロプレートリーダー (Synergy HT、BioTec) にて測定した。

試料中のフラクタン (イヌリン) 含量は、以下の計算式 (1) により算出した。

$$\text{フラクタン (イヌリン) 含量 (\% w/w)} = \Delta a \times F \times V/W \times 2.48 \quad (1)$$

なお、 Δa はサンプルの吸光度とサンプルブランクの吸光度の差、F はフルクトース標準溶液のファクター、V は抽出液の容量 (ml)、W は採取したサンプルの量 (mg) である。

2.3 総ポリフェノール含量の測定

キクイモ (乾燥物) 中の総ポリフェノール含量は、フォーリン・チオカルト法¹⁵⁾にて測定した。すなわち、マイクロチューブに試料溶液100 μ l および市販のフェノール試薬 (和光純薬) 100 μ l を入れ、3分間放置した。さらに、10%炭酸ナトリウムを100 μ l 添加し、室温にて60分間放置後、遠心分離 (3000 rpm、15分) を行った。その上清をマイクロプレートにとり、750 nm における吸光度をマイクロプレートリーダー (Synergy HT、バイオテック) にて測定した。没食子酸を用いて検量線を作成し、キクイモ (乾燥物) 100 g 当たりの没食子酸含量として算出した。

2.4 抗酸化活性の評価

抗酸化活性の評価は、2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) を用いた DPPH ラジカル捕捉活性法¹⁵⁾で行った。DPPH ラジカル捕捉活性は、1 g のキクイモ (乾燥物) 当たりの Trolox 当量 (μ mol TE/g) として算出した。

2.5 遊離糖の分析

キクイモに含まれる遊離糖の分析は、以下のように行った。キクイモ (乾燥物) を熱水 (80°C) 中で15分間抽出し、その抽出液をメンブランフィルター (0.45 μ m) にてろ過を行い、高速液体クロマトグラフィー (HPLC) 分析に供した。HPLC 条件は、カラム; Asahipak NH2P-50 4D (150 mm \times 4.6 mm ϕ , Shodex)、溶離液; アセトニトリル: 水 = 75: 25 (% v/v)、カラム温度; 30°C、流速; 1.0 ml/min、注入量; 10 μ l、検出器; 示差屈折率 (RI) 検出器であった。

2.6 イヌリンの重合度の分析

キクイモに含まれるイヌリンの重合度は、以下のようにして調べた。試料の調製方法は、先述した遊離糖の分析と同様に行った。HPLC 条件は、カラム; COSMO-SIL Sugar-D (150 mm \times 4.6 mm ϕ , ナカライテスク)、溶離液; アセトニトリル: 水 = 65: 35 (% v/v)、カラム温度; 40°C、流速; 1.0 ml/min、注入量; 10 μ l、検出器; RI 検出器であった。

2.7 統計処理

成分分析及び抗酸化活性については、エクセル統計 2016 (株式会社 社会情報サービス) を用いて、t 検定または Tukey-Kramer 検定により有意差を調べた。

表 1 異なる品種のキクイモ中の成分含量および抗酸化活性

成分含量・ DPPH 捕捉活性	部位	品 種		有意差
		白色種	紫色種	
イヌリン含量 (g/dry 100g)	実	50.1 \pm 1.8	56.0 \pm 2.4	p < 0.01
	皮	51.4 \pm 1.4	54.8 \pm 2.2	p < 0.05
総ポリフェノール 含量 (mg/dry 100g)	実	64 \pm 3	127 \pm 2	p < 0.01
	皮	371 \pm 42	549 \pm 6	p < 0.01
DPPH ラジカル 捕捉活性 (μ mol TE/dry g)	実	1.8 \pm 0.2	2.6 \pm 0.2	p < 0.01
	皮	15.0 \pm 1.5	37.5 \pm 0.3	p < 0.01

キクイモは、10月に採取した白色種、紫色種を用いた。イヌリンは、フラクタン測定キット (日本バイオコン株式会社) を用いて分析した。総ポリフェノール含量は、フォーリン・チオカルト法を用いて分析し、キクイモ (乾燥物) 100 g 当たりの没食子酸含量 (mg) として算出した。抗酸化活性は、DPPH ラジカル捕捉活性法にて評価し、1 g のキクイモ (乾燥物) 当たりの Trolox 当量 (μ mol TE/g) として表した。

3 結果および考察

3.1 品種の違いが成分含量および抗酸化活性に及ぼす影響

キクイモの白色種と紫色種について、イヌリン、総ポリフェノールの含量および抗酸化活性を調べた。その結果を表1に示す。キクイモの実に含まれるイヌリン含量は、白色種および紫色種でそれぞれ 50.1 ± 1.8 、 56.0 ± 2.4 g/dry100g となり、キクイモ乾燥物の半分以上がイヌリンであることがわかった。また、品種間で比較すると、実および皮ともに紫色種の方が白色種に比べて有意に高いことが明らかになった。実と皮については、それぞれの品種で有意差はなく、皮にも多くのイヌリンが含まれていることがわかった。

総ポリフェノールの含量は、実と皮では、皮に有意 ($p < 0.01$) に多く含まれていた。品種間では、実、皮ともに有意に紫色種に多く含まれていることがわかった。紫色種に含まれているポリフェノールの種類についてはこれまで明らかにされていないが、紫イモにはペラルゴニンなどのアントシアニンが含まれていることが報告¹⁶⁾されていることから、キクイモの紫色種にもアントシアニンが含まれていることが推察される。また、白色種についてもポリフェノールが含まれているが、これは、例えばジャガイモの皮に含まれているクロロゲン酸¹⁷⁾のようなポリフェノールと考えられるが、これについても今後検討する必要がある。

抗酸化活性については、DPPH ラジカル捕捉活性として算出したが、総ポリフェノール含量と同様に実より皮の方が有意 ($p < 0.01$) に高い値を示した。また、品種間でも、実および皮ともに白色種よりも紫色種の方が有意に高い抗酸化活性を示すことがわかった。これについては、猪谷ら¹⁸⁾や Fukushima ら¹⁹⁾の報告のように総ポリフェノール含量と抗酸化活性が相関することがわかっており、今回の結果においてもデータ数は少ないが、相関 ($R^2 = 0.931$) していることがわかった。

以上の結果から、白色種に比べて紫色種のキクイモの方がイヌリンおよび総ポリフェノールが多く含まれ、抗酸化活性が高いことがわかった。また、部位については、皮には実と同等のイヌリンが含まれ、総ポリフェノール含量が多く、抗酸化活性も高いことから、皮ごと食すことが望ましいと考えられる。

3.2 収穫時期の違いが成分含量および抗酸化活性に及ぼす影響

10月、12月、翌年2月に収穫した白色種キクイモ中のイヌリンの含量を調べた結果を図2に示す。実については、収穫時期が遅くなるとともにイヌリン含量が減少することがわかった。皮についても、10月が最も多く、そ

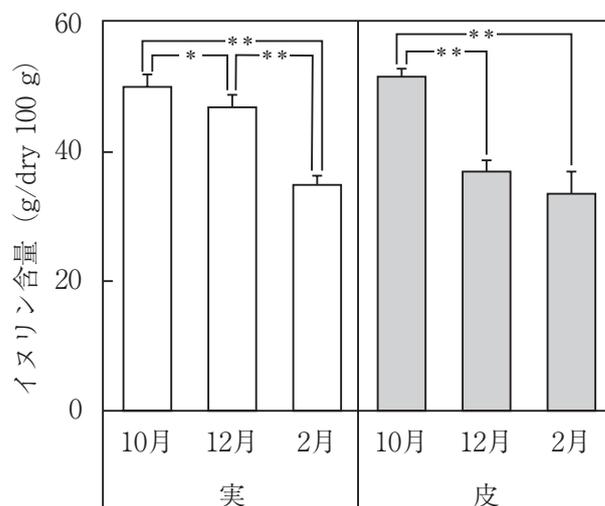


図2 白色種キクイモ中のイヌリン含量に及ぼす収穫時期の影響

イヌリンはフルクタン測定キット (日本バイオコン株式会社) を用いて分析し、キクイモ (乾燥物) 100 g 当たりの含量 (g) にて示した。*, **は、有意な差があることを示している (* : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$)。

の後減少した。これまでに、越冬によりキクイモ中のイヌリンが減少したという報告²⁰⁾や、ゴボウを3か月間冷蔵することによりイヌリン含量が減少したとの報告²¹⁾があり、その要因としてイヌリンが低分子化されたためだと考えられている²⁰⁻²¹⁾。今回の結果からも、収穫時期が遅くなるとともにイヌリンが減少したことから、低温での土中でイヌリンが徐々に低分子化されたのではないかと推察される。

そこで、白色種のキクイモに含まれる遊離糖の含量を調べた。その結果、グルコースは実と皮ともに10月や12月に比べ、2月が有意に多くなることがわかった (表2)。フルクトース含量は、皮では12月が多くなったものの、実では収穫時期が遅れるほど減少した。一方、スクロースは、グルコースやフルクトースの含量より多く、実では収穫時期が遅くなるほど増大したが、皮では有意差はみられなかった。このように、収穫時期が遅くなるほどイヌリン含量が減少したのに対し、グルコースやスクロースは増大したことから、土の中で越冬する間に、イヌリンが少しずつ分解されて遊離糖に分解していることがわかった。これは、キクイモに含まれるイヌリナーゼなどの酵素²²⁾によるものだと考えられる。

イヌリンは、1つのグルコースにフルクトースが多数重合したもので、キクイモの重合度は10~60と広範囲にわたっているとの報告²³⁾があるが、正確に重合度を決定することは難しい。我々は、10月および2月に収穫した白色種キクイモ中のイヌリンの重合度を HPLC により調べた。それらのクロマトグラムを図3に示す。フル

表2 異なる収穫時期の白色種キクイモに含まれる遊離糖の含量

遊離糖含量 (mg/dry 100g)	部位	収穫時期					
		10月		12月		2月	
グルコース	実	0.1±0.1	a	0.2±0.3	a	42.6±22.5	b
	皮	8.2±2.5	A	9.1±1.7	A	38.5±8.6	B
フルクトース	実	11.3±2.9	a	4.7±1.6	bA	0.8±0.4	B
	皮	7.1±3.1	A	22.4±0.4	B	5.2±0.6	A
スクロース	実	49.7±5.2	A	119.1±24.4	B	134.1±16.2	B
	皮	50.8±5.4		69.7±9.5		55.7±20.1	

白色種キクイモ（乾燥物）中の遊離糖は、熱水（80℃）にて15分間抽出し、HPLC-RIにて分析を行った。表中のa, b, A, Bは、それぞれの収穫時期の有意差を調べた結果で、異符号間に有意差があることを示している（小文字：p < 0.05、大文字：p < 0.01）。

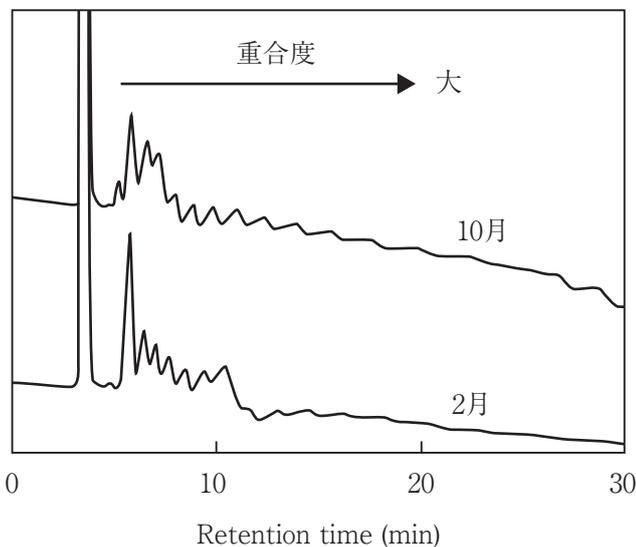


図3 異なる収穫時期によるイヌリンの重合度の違い
白色種キクイモに含まれるイヌリンの重合度は、HPLC-RIにて調べた。溶離時間が長いほど重合度が大きいことを示している。図中の10月、2月は収穫した時期を表している。

クトースの重合度が大きいイヌリンほど遅く溶離するが、10月に収穫した白色種キクイモのクロマトグラムは、溶離時間20分まで多くのピークが存在し、約27、29分にもピークが検出された。一方、2月に収穫した白色種キクイモのクロマトグラムは、約6分に大きなピークがみられ、10分までに複数のピークが検出されたが、それ以降はほとんどピークがみられなかった。このことから、10月よりも2月のキクイモの方が重合度の低いイヌリンが多く含まれているのではないかと考えられる。しかしながら、それらの正確な重合度については、今回は明らかにできなかったため、今後さらに検討する予定である。イヌリンの重合度が生理機能性にどのように影響するかについては、重合度が低いイヌリンの方が高い重合度のものよりも整腸作用が高かったという報告²⁴⁻²⁵⁾

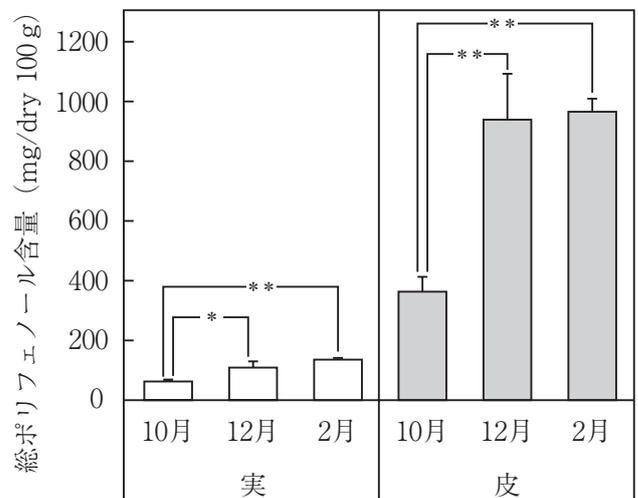


図4 白色種キクイモの総ポリフェノール含量に及ぼす収穫時期の影響

総ポリフェノール含量は、フォーリン・チオカルト法を用いて分析し、キクイモ（乾燥物）100g当たりの没食子酸含量（mg）として算出した。*, **は、有意な差があることを示している（* : p < 0.05、** : p < 0.01）。

のみで、その他の機能については明らかになっていない。今後、重合度の異なるイヌリンの機能性を調べることが必要である。

白色種キクイモ中の総ポリフェノールの分析を行った結果を図4に示す。キクイモは、収穫時期が10月に比べ、12月、2月の方がポリフェノールを多く含むことがわかった。同じイモ類のサツマイモについて、収穫時期が遅くなるほどポリフェノールが増大したという報告がある²⁶⁾。これは、低温によるストレスによるものと考えられる。このストレスを妨ぐため、ポリフェノールの生合成が促されるのではないかと推察される。部位については、やはり、実よりも皮に有意 (p < 0.01) に多く含まれ、外側にポリフェノールを多く含むこと

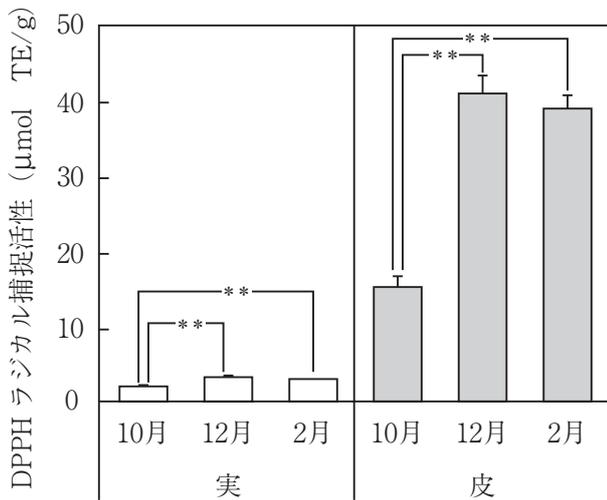


図5 白色種キクイモの抗酸化活性に及ぼす収穫時期の影響

抗酸化活性は、DPPH ラジカル捕捉活性法にて評価し、1 g のキクイモ (乾燥物) あたりの Trolox 当量 ($\mu\text{mol TE/g}$) として算出した。**は、有意な差があることを示している (** : $p < 0.01$)。

で、自分自身を低温ストレスから守る働きがあると思われる。

DPPH ラジカル捕捉活性法にて白色種キクイモの抗酸化活性を調べた結果、先述した総ポリフェノールと同様の結果を得た (図5)。つまり、キクイモの実および皮ともに10月よりも12月や2月に収穫したキクイモの方が高い抗酸化活性を示すことがわかった。これは、キクイモの品種間の違いでも述べたとおり、総ポリフェノール含量と抗酸化活性が相関することが報告されている¹⁴⁻¹⁵⁾。今回の結果について相関係数を求めたところ、総ポリフェノールと抗酸化活性に高い相関が認められた ($R^2 = 0.995$)。キクイモは、低温ストレスから生じる活性酸素をポリフェノールによって除去し、低温での長期保蔵中、自分自身を守っていると考えられる。

このように、白色種のキクイモは収穫時期が遅くなるほどイヌリン含量が減少することがわかった。また、イヌリンの重合度が小さくなり、低分子化することも明らかとなった。しかし、重合度の違いが機能性にどのような影響を与えるかは今後の課題である。また、総ポリフェノール含量や抗酸化活性は、土の中に長く貯蔵している方が高くなったが、これは低温ストレスに対する防御機構であると考えられる。今後、キクイモの機能性成分を活かした食品開発を行う際には、本研究の結果を踏まえて加工や貯蔵を行う必要がある。

4 謝 辞

試料として用いたキクイモを提供していただいた佐賀市三瀬村の田中欽二氏に深く感謝いたします。本研究の

一部は、平成28年度文部科学省「地 (知) の拠点整備事業」の助成を受けて実施されたものである。

5 引用文献

- 1) 浅野賢治、黒田洋輔、鈴木達郎、森下敏和、石黒浩二：特産種苗、**14**、19 (2012)
- 2) J. Matias, J. Gonzalez, L. Royano, R. A. Barrena : *Biomass Bioenergy*, **35**, 2006 (2011)
- 3) J. Barta, G. Patkai : *Acta Aliment.*, **36**, 257 (2007)
- 4) M. Abe., K. Ueno., Y. Ishiguro., T. Omori., S. Onodera., N. Shiomi : *J. Appl. Glycosci.*, **56**, 239 (2009)
- 5) M. B. Roberfroid : *Nutrition*, **16**, 677 (2000)
- 6) 野口聡裕、山本愛二郎：日本食品科学工学会誌、**53**、308 (2006)
- 7) T. Wada, E. Terada, M. Ohguchi, J. Sugatani, M. Miwa : *J. Agric. Food Chem.*, **53**, 1246 (2005)
- 8) B. Kleessen, B. Sykura, H. J. Zunft, M. Blaut : *Am. J. Clin. Nutr.*, **65**, 1397 (1997)
- 9) E. D. Hond, B. Geypens, Y. Ghooos : *Nutr. Res.*, **20**, 731 (2000)
- 10) H. Ito, K. Sugiyama, T. Morita, T. Wada, M. Ohguchi, S. Kiriya : *J. Food Sci.*, **73**, H36 (2008)
- 11) E. A. Trautwein, D. Rieckhoff, H. F. Erbersdobler : *J. Nutr.*, **128**, 1937 (1998)
- 12) S. A. Abrams, I. J. Griffin, K. M. Hawthorne, L. Liang, S. K. Gunn, G. Darlington, K. J. Ellis : *Am. J. Clin. Nu, tr.*, **82**, 471 (2005)
- 13) 日本糖尿食研：フードリサーチ、**169**、24 (2001)
- 14) 坂元明子：日本調理科学会誌、**36**、292 (2003)
- 15) T. Sun, J. Tang, J. R. Powers : *J. Agric. Food Chem.*, **53**, 42 (2005)
- 16) 安田伸、多賀直彦、本田憲昭、村田達郎、松田靖、芝田猛、荒木朋洋、椛田聖孝：日本醸造協会誌、**109**、557 (2014)
- 17) E. Weidel, M. Schantz, E. Richling : *J. AOAC Int.*, **97**, 902 (2014)
- 18) 猪谷富雄、建本秀樹、岡本実剛、藤井一範、武藤徳男：日本食品科学工学会誌、**49**、540 (2002)
- 19) Y. Fukushima, T. Ohie, Y. Yonekawa, K. Yonemoto, H. Aizawa, Y. Mori, M. Watanabe, M. Takeuchi, M. Hasegawa, C. Taguchi, K. Kondo : *J. Agric. Food Chem.*, **57**, 1253 (2009)
- 20) M. R. Clausen, V. Bach, M. Edelenbos, H. C. Bertram : *J. Agric. Food Chem.*, **60**, 9495 (2012)
- 21) 加藤陽治、藤田美香、浅利宇多子：弘前大学教育学部紀要、**69**、131 (1993)
- 22) H. Klaushofer, B. Abraham, G. Leichtfried : *Zuckerin-*

- dustrie*, **113**, 209 (1988)
- 23) 和田正、田中彰裕：化学と生物、**51**、376 (2013)
- 24) W. Li, Q. Li, F. Dong, G. Wang, Z. Guo, W. Li, J. Zhang, C. Yu, G. Gu : *Carbohydrate Polymers*, **121**, 315 (2015)
- 25) 寺部茜、三嶋智之、柘植治人、和田正、早川享志：日本食物繊維学会誌、**9**、93 (2005)
- 26) 時村金愛、下園英俊、久米隆志、西原悟、小山田耕作、福元伸一、藤田清貴、北原兼文：応用糖質科学、**4**、234 (2014)

Effects of Cultivar and Harvest Time on Chemical Components and Antioxidant Activity of Jerusalem Artichoke

Midori Yasuda, Madoka Saiki, Yuriko Kojima

Department of Health and Nutrition Sciences, Faculty of Health and Nutrition Sciences, Nishikyushu University

(Accepted : January 6, 2017)

Abstract

Analyses of the polysaccharide inulin and total polyphenol, and measurement of antioxidant activity were carried out in order to investigate the influence of the cultivar and harvest time on the chemical components and functional properties of Jerusalem artichoke. The inulin and total polyphenol content, and the antioxidant activity were higher in the purple cultivar than in the white cultivar. With respect to the harvest time of the white cultivar Jerusalem artichoke, inulin content decreased with the delay in harvest time, from October to December and February. In addition, inulin was found to be decomposed during long-term storage, as the free sugar and the degree of polymerization of inulin decreased with the delay in harvest time. In contrast, the total polyphenol content and antioxidant activity of Jerusalem artichoke harvested in December and February were higher than those of Jerusalem artichoke harvested in October. This might be due to the defense mechanism in Jerusalem artichoke that protects that plant from low-temperature stress.

Key words : Jerusalem artichoke, inulin, polyphenol, antioxidative activity