

# 調理操作によるポリフェノール量の変化

## 食品からのポリフェノール抽出

矢 島 エイ子・三 枝 由香莉

Influence of Cookery on the Amount of Polyphenols extracted from Foods

Extraction of Polyphenols from Foods

Eiko YAJIMA ・ Yukari MIEDA

キーワード：ポリフェノール、没食子酸、タンニン

### 1. はじめに

食品として用いられる農産物中には、種々のポリフェノールが含まれている。これらは、野菜の色素として存在し、また食品の渋みや苦みの原因や褐変の原因物質となるため、以前は不要物視されていた。しかし最近ポリフェノールが持つ機能性の研究がすすみ、抗酸化性、抗変異原性、血漿コレステロール低下作用など多くの生理機能のあることがわかり、保健成分として評価されている。今回は数種類の野菜や飲み物中のポリフェノールが、水浸漬や加熱などの簡単な調理操作により抽出され、条件によりその量が変化することがわかったので報告する。

### 2. 実験方法<sup>1)</sup>

#### 2.1 実験材料

没食子酸溶液 (10mg / 100ml)

フォーリン - チオカルト試薬

10% 炭酸ナトリウム水溶液

ごぼう 40g、なす 10g、あずき 5g、赤ワイン 1ml、緑茶(玉露、煎茶)各2g

#### 2.2 実験器具

200ml ビーカー 3個、100ml ビーカー 1個、マイクロピペット、分光光度計、10ml 試験管 30本、パスツールピペット、ストップウォッチ、100ml メスシリンダー、秤、包丁、試験管立て、ガスバーナー、金網、三脚、茶パック

### 2.3 実験操作方法

#### 2.3.1 標準曲線の作成

10ml 試験管に没食子酸溶液 (10ml / 100ml) と水 (以下すべて脱イオン水) を下の表に従って入れて 1ml とし、フォーリン - チオカルト試薬 1ml を加えて混合後、3分間放置する。これに10%炭酸ナトリウム水溶液 1ml を加えて混合し、15分間 (正式には60分間) 放置した後、700nmにおける吸光度を測定する。

没食子酸液	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
水	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2	0

#### 2.3.2 ごぼうのポリフェノール (3mlの輪切りと薄切りの2種類) 抽出

ごぼう20gを3mmの輪切りに、別の20gを斜め薄切りにする。それぞれのごぼうを100mlの水の入った200mlビーカー中に入れ、この時を0分としてストップウォッチで計測する。0、5、10、15分ごとに、ビーカーを軽くゆすってから、マイクロピペットで浸出液 1ml ずつ取り出して10ml試験管に入れる。ただし、0分の試料はごぼうを入れる前に取り出しておく (これをこの実験のコントロールとする)。

#### 2.3.3 なすのポリフェノール抽出

なす10gを4つに切る。200mlビーカー中の水100mlを沸騰させてから、中になすを入れてゆでる。この時を0分としてストップウォッチで計測

する。5、10分ごとに、マイクロピペットでゆで水を1 mlずつ取り出して10mlの試験管に入れる。加熱中はアルミホイルでビーカーにふたをする。

**2 3 4 あずきのポリフェノール抽出**

あずき 5 g を100mlの水の入った200mlビーカーに入れ、加熱する。沸騰後1、5、10分ごとにマイクロピペットでゆで水を1 mlずつ取り出す。それぞれのゆで水を1倍、10倍、10倍に希釈する。希釈後1 mlを10ml試験管に入れる。加熱中アルミホイルでビーカーにふたをする。

**2 3 5 緑茶のポリフェノール(玉露と煎茶の2種類)抽出**

85mlの水の入った100mlビーカーを2つ加熱して80℃にして火から下ろす。そこに1つには玉露茶2 gを、もう1つには煎茶2 gを入れて、30秒、1分、2分間おきに、液を軽く攪拌して、メスピペットで1 mlずつ取り出す。それぞれの溶液を水で10倍、10倍、50倍に希釈する。3本の10ml試験管に、希釈した茶を1 mlずつ入れる。

**2 3 6 赤ワインのポリフェノール**

10ml試験管に、100倍に希釈した赤ワイン1 mlを入れる。

**2 3 7**

以上の1 mlずつの試料溶液の入った10ml試験管にフォーリン・チオカルト試薬1 mlを加えて混合後、3分間放置する。これに10%炭酸ナトリウム水溶液1 mlを加えて混合し、15分間放置した後および60分後の2回、700nmにおける吸光度を分光光度計で測定する。

**2 3 8**

没食子酸の標準曲線から、それぞれの試料溶液1 ml中のポリフェノール(没食子酸相当量)を計算する(Amg)。試料100 gから溶出したポリフェノール量(Bmg)を計算する。

$$B(\text{mg} / 100 \text{g}) = A \times (\text{抽出液量ml} / 1 \text{ml}) \times (100 \text{g} / \text{試料採取量g}) \times \text{希釈率}$$

$$B(\text{mg} / \text{赤ワイン}100\text{ml}) = A \times (100\text{ml} / 1 \text{ml}) \times \text{希釈率}$$

**3 . 結 果**

各食品中のポリフェノール量は次の図の通りである。(図1、2、3、4、)

また全体のポリフェノール量は 表1)の通りである。

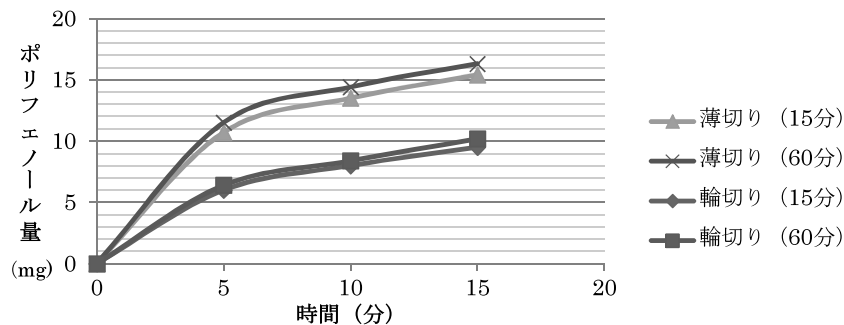


図1) ごぼう中のポリフェノール量の経時変化

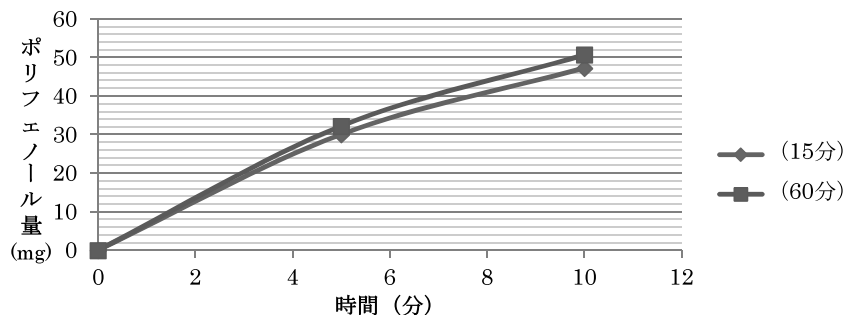


図2) なす中のポリフェノール量の経時変化

調理操作によるポリフェノール量の変化

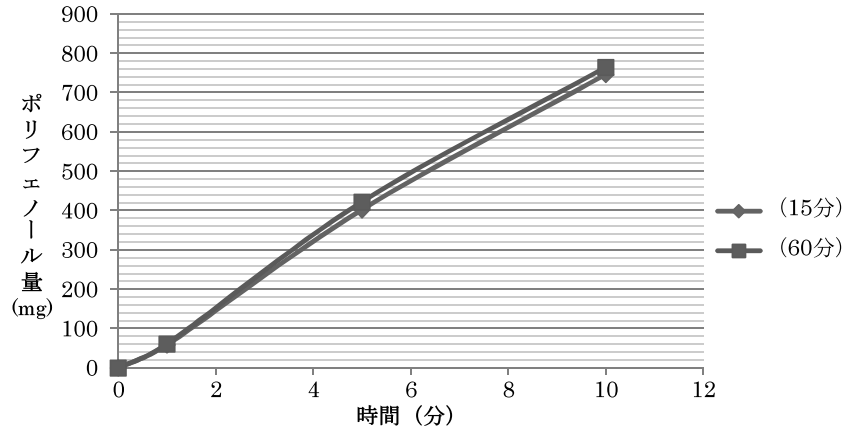


図3) あずき中のポリフェノール量の経時変化

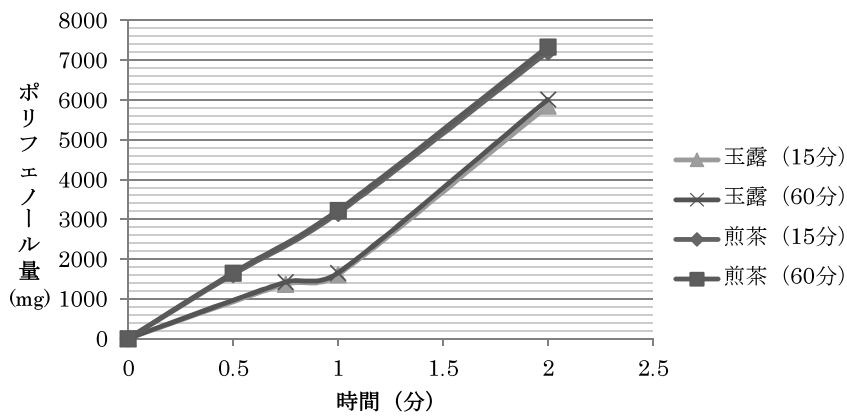


図4) 緑茶中のポリフェノール量の経時変化

表1) ポリフェノールの定量

食品(試料)	時間	希釈率	15分吸光度	60分吸光度	A <sub>mg</sub> <sup>1</sup>		B <sub>mg</sub> <sup>2</sup>	
					15分	60分	15分	60分
コントロール	0分	×1	0.000	0.000	15分	60分	15分	60分
ごぼう <sup>①</sup> <sup>3</sup>	5分	×1	0.335	0.400	0.012	0.013	6.0	6.4
	10分	×1	0.454	0.545	0.016	0.017	8.0	8.6
	15分	×1	0.539	0.648	0.019	0.020	9.5	10.2
ごぼう <sup>②</sup> <sup>4</sup>	5分	×1	0.601	0.736	0.021	0.023	10.7	11.5
	10分	×1	0.759	0.935	0.027	0.029	13.5	14.4
	15分	×1	0.867	1.055	0.031	0.033	15.4	16.3
なす <sup>5</sup>	5分	×1	0.858	1.038	0.030	0.032	30.0	32.2
	10分	×1	1.355	1.642	0.047	0.051	47.2	50.7
あずき <sup>6</sup>	1分	×1	0.834	0.977	0.029	0.030	58.4	60.6
	5分	×10	0.577	0.676	0.020	0.021	402.0	422.0
	10分	×10	1.067	1.239	0.037	0.038	746.0	764.0
緑茶葉 <sup>7</sup>	30秒	×10	0.916	1.077	0.032	0.033	1364.3	1419.5
	1分	×10	1.075	1.261	0.038	0.039	1606.5	1653.3
	2分	×50	0.777	0.907	0.028	0.028	5843.8	6013.8
緑茶葉 <sup>8</sup>	30秒	×10	1.073	1.252	0.038	0.039	1610.7	1653.3
	1分	×10	2.116	2.476	0.074	0.076	3153.5	3221.5
	2分	×50	0.961	1.114	0.034	0.035	7203.8	7331.3
赤ワイン		×100	0.550	0.647	0.020	0.020	195.0	202.0

<sup>1</sup> A<sub>mg</sub> 没食子酸の標準曲線から、それぞれの試料溶液 1 ml 中のポリフェノール量(没食子酸相当量)を計算する。

<sup>2</sup> B<sub>mg</sub> 試料100 g から溶出したポリフェノール量を計算する。

<sup>3</sup> 3 mm の輪切り(水浸)

<sup>4</sup> 3 mm の薄切り(水浸)

<sup>5</sup> ゆでる

<sup>6</sup> 沸騰後の煮熟

<sup>7</sup> 入れる

4 . 考 察

4.1 各食品中のポリフェノール量の調理操作による経時的变化について

赤ワイン（希釈のみ）を除く試料は、すべて抽出開始後10分以内にポリフェノール量は増加している。特に、緑茶は30秒から2分という短時間に急激に抽出量が増加している。

野菜のうち、ごぼうは切り方により抽出量に変化が見られた。なす、あずきはほぼ時間に比例して抽出量が増加している。試料中のポリフェノール量を比較すると、緑茶が一番多く、中でも煎茶の方が玉露茶よりも多かった。次いであずき、赤ワイン、なす、ごぼうの順に抽出量が多かった。

反応時間が15分と60分で、その抽出量にどの位の差があるか比較すると、吸光度ではかなりの差がみられるが、標準曲線によりポリフェノール量に換算するとそれ程大きい差ではなくなる。つまり60分間反応させなくても、15分間で結果は十分出ることが分かった。

4.2 最適な調理時間を考える

単に、ポリフェノール量を多く抽出したいのであれば、大体10分以内でかなりの量が抽出されることになる。しかし調理をするということはその物をより美味しく、また体にとって栄養になる状

態にするなどを目的としている。したがってポリフェノールを抽出することだけが調理の目的ではないので、調理時間、及びその方法はその材料別に検討する必要がある。また、ポリフェノールが食物の味や体の生理機能にとってどのような働きをするのが問題である。

4.3 ポリフェノールの起源及び生理作用について

ポリフェノールは、元来、「植物性タンニン類：Vegetable Tannins」と呼ばれ、皮革工業に必須の素材であった。現在では、高級皮革品を除いて、大量生産される皮革製品の製造は、ほとんどの場合、合成薬品による皮なめしが一般的である。このように皮革産業として広まった「ポリフェノール＝タンニン」の概念は、食品機能の研究の発展とともに大きな飛躍を遂げることとなった。<sup>2)</sup>植物性の化学物質には野菜や穀物、果物などの色素や渋み、香り、辛み、灰汁（あく）などの成分があり、多くは高い抗酸化力を持っている。<sup>2)</sup>この中の1成分がポリフェノール類であり、アントシアニンやカテキン、リグナンなど多くの成分を含んでいる。ポリフェノールの分類と食品中の主な成分は表2)のようになる。<sup>3)</sup>

表2)からわかるように、植物性食品中には様々なポリフェノールが存在しており、その生理作用

表2) ポリフェノールの分類と食品中の主な成分<sup>3)</sup>

名 称			代表的色素と主な食品	
ポリフェノール	モノマーポリフェノール	フラボノイド (狭義)	ケルセチン (玉ねぎ外皮) アピイン (セロリ、パセリ) ダイゼイン、ゲニスチン (大豆) トリシン (小麦) カテキン (茶)	
			フラボノイド (広義)	ナスニン (なす) シソニン (しそ) シアニン (赤かぶ、いちじく) クリサンテミン (黒豆、あずき) テルフィニン、デルフィン (ぶどう)
		フェノールカルボン酸		クロロゲン酸 (ごぼう、りんご、コーヒー豆)
		フェノールアミン		セロトニン (とまと、アボガド、バナナ)
	オリゴマー、ポリマーポリフェノール	タンニン		プロアントシアニジン (赤ワイン) テアフラビン、テアルビジン (紅茶)
その他		アントシアニンポリマー (赤ワイン)		

健康を考えた調理科学実験 編著 今井悦子、安原安代 他 アイケイコーポレーション P91 (2006)

もさまざまである。全体に共通して挙げられる一般的な生理作用は抗酸化作用、抗炎症作用などである。この他にも各種疾病（心疾患、がん、糖尿病、アレルギー等）に対する抑制や予防作用などの有効性も期待されているが確定ではないようである。<sup>4</sup>問題は、食品中のポリフェノールには多くの種類のものが混在していることのほかに、それらが体内に取り入れられるときの吸収率や代謝変換による修飾などについても、個々のものについて調べる必要があるということである。そこで今回は、ポリフェノール全般についての生体利用率（bioavailability）と生体内代謝物の生理活性に関して、既に研究されていることについてまとめてみた。

#### 4.3.1 ポリフェノールの吸収率について<sup>5)</sup>

- (1) 生体への吸収率は、分子量の大きいもの（例えば、プロアントシアニジンなど）は小さいものに比べて低い。
- (2) 脂溶性の色素カロチノイドなどは、摂取時に脂質やアルコールと共に食すれば吸収率が良くなる。
- (3) 疎水性のポリフェノールは、小腸吸収上皮細胞に達すると単純拡散で容易に細胞内に取り込まれる。
- (4) 水溶性配糖体（例えば、フラボノイドなど）は腸内細菌によって糖部分が加水分解され、疎水性の高いアグリコンへと変換した後、大腸で細胞膜を通過して吸収される。
- (5) 腸内細菌による代謝が吸収率に重要な役割を果たしている。

#### 4.3.2 ポリフェノールの生理活性について<sup>5)</sup>

- (1) 抗酸化力については、最近では生体内代謝ラジカル補足能や遷移金属キレート能などによって失われることが多いことが分かってきたのであまり期待されていない。
- (2) 解毒酵素誘導等の生理活性に関する研究は盛んになりつつある。
- (3) 抗ガン作用については、クルクミンではその代謝物であるテトラヒドロクルクミンの方が強い活性を持つこと。
- (4) 動脈硬化予防に関する研究は多い。

- (5) その他ポリフェノール関係について多くの研究対象とされている体の組織としては肝臓（酸化ストレス傷害、肝がん）、骨組織（骨粗鬆症）、生殖器（ホルモン依存性がん）、脳（アルツハイマー）などがあげられている。

#### 4.3.3 消化器官における生理作用について<sup>5)</sup>

- (1) 消化管はポリフェノールが生理作用を示す主要な標的臓器である。
- (2) 動物モデルでは、ポリフェノールが大腸がんや炎症性腸疾患などに効能がある報告が数多くある。
- (3) 一方で、ヒトにおけるポリフェノール（茶や野菜など）の摂取には胃がんなどの発症を抑える効果はみられないとの報告がある。
- (4) ポリフェノールにはコレステロールやグルコースの吸収抑制のような小腸における栄養素の消化吸收調節機能への関心が高まっている。

## 5.まとめ

- (1) ポリフェノールの生理活性を得るためにはある程度の量（濃度）が必要であること。
- (2) 一方、ポリフェノールはあまり高濃度で存在すると、変異原性や発がん性を示すこともあること。<sup>5)</sup>
- (3) 必要な摂取量と解毒される量及び害を引き起こす可能性のある量などの関係はこれから更に検討が進められなければならない点であること。
- (4) 以上問題点はいくつか挙げられたが、これらの研究には生物を使用するなど経済的にも問題が出てくるので簡単ではないこと。

## 参考文献

- 1) 今井 悦子、安原 安代 編：健康を考えた調理科学実験、アイ・ケイコーポレーション、2006、p54～55
- 2) 食品機能性の科学、(株)産業技術サービスセンター、2008、p299
- 3) 今井 悦子、安原 安代 編：健康を考えた調理科学実験、アイ・ケイコーポレーション、2006、p91
- 4) 食品機能性の科学、(株)産業技術サービスセンター、2008、p302
- 5) 食品機能性の科学、(株)産業技術サービスセンター、2008、p304