

# 地域農産素材等の機能性解明と高付加価値製品の開発 (第3報)

恩田 匠・小嶋 匡人・長沼 孝多・斎藤 美貴・橋本 卓也

## Elucidation of Functionality of Local Agricultural Products and Its Application to Functional Food (3rd Report)

Takumi ONDA, Masato KOJIMA, Kota NAGANUMA, Miki SAITO and Takuya HASHIMOTO

### 要 約

クレソン凍結乾燥粉末について、そのポリフェノール含量および抗酸化活性に及ぼす加熱処理の影響を調査した。その結果、120℃、及び150℃の加熱では、両者とも変化がなかったが、180℃及び200℃では徐々に低下した。次に、クレソンの凍結乾燥粉末を使用してサブレを試作し、160日間の保存試験を行った。その結果、脂質の酸価と過酸化物価にクレソンの添加による影響は認められなかった。

### Abstract

The effect of the heat treatment on the content of the polyphenols and the antioxidative activity of the cress. The antioxidative activity of the cress remained unchanged during heat treatment at 120 or 150℃ but gradually declined during heating at 180℃ or 200℃. Shelf life test lasted for 160 days has shown that supplement of the cress to "sable" did not affect either acid value or peroxide value of "sable".

### 1. 緒 言

近年、食品に求められる役割の中で、特に生体調整機能（健康の維持等に寄与する機能）を持つことが重要になってきている。これに伴い、全国的に野菜、果実及び水産物などの地域産物を用いて、抗酸化、高血圧予防、抗ガンおよび抗アレルギーなどの機能性の探索が活発に行われており、その成果は地域資源の高度利用や高付加価値化に生かされている。例えば、石川県では地域特産の「加賀野菜」について機能性評価を行い、伝統野菜の中島菜に血圧上昇抑制効果があることを見出し、これを用いた加工食品の開発<sup>1)</sup>に取り組んでいる。

山梨県内においても在来野菜であるおちあいいも（丹波山村）、鳴沢菜（鳴沢村）、長禪寺菜（甲府市）および大野菜（身延町）などが見られるほか、在来品種ではないが各地域の特産として認知されている大塚にんじん（市川三郷町）、やはたいも（甲斐市）、クレソン（道志村）、長かぶ（上野原市）などの野菜も存在する。

前年度までに、31種類の地域農産素材の機能性を調査した結果、クレソンが高いポリフェノール含量および抗酸化活性を示すことが明らかになった。そこで、本年度はクレソンを原材料とした加工食品を試作開発した。まず、加工に利用しやすいようクレソンから粉末品を調製した。次に、菓子などの加熱を伴う加工品へのクレソ

ンの利用を考え、この粉末品の加熱による抗酸化性の変化を検討した。さらにこのクレソン粉末を用いて様々な配合のサブレを試作するとともに、保存中における品質変化を検討した。

また、山梨県総合農業技術センター（甲斐市）で栽培したキノアについても抗酸化活性を調査し、併せてサブレも試作したので報告する。

### 2. 実験方法

#### 2-1 供試試料および粉末品の調製

クレソンは、山梨県道志村内のクレソン生産出荷組合で平成19年に収穫されたものを使用した。クレソンは収穫後冷蔵し、翌日に液体窒素で凍結し、真空凍結乾燥機（FDU-2200:東京理化学工業株式会社製）で凍結乾燥後、ミル（Labo Milser:岩谷産業株式会社製）で2分間破砕してクレソン粉末品とした。なおクレソン100gから11.9gのクレソン粉末が得られた。

またキノアは山梨県総合農業技術センター（甲斐市）のほ場で平成16年7月に収穫され、雨よけ施設の中で自然乾燥して、脱穀、選別、精米機による脱皮をしたものを使用した。これをクレソンと同様にミルで2分間破砕してキノア粉末品とした。

## 2-2 クレソン粉末品の加熱処理

粉末品を300ml用の三角フラスコに2g取り取り、熱風乾燥器 (PHH-101:エスベック株式会社製) で、120、150、180および200℃で、それぞれ15、30および60分間加熱した。

## 2-3 分析試料の調整

粉末品のポリフェノール含量およびDPPHラジカル消去活性を測定するための試料調整を以下のように行った。すなわち粉末品2gを採取し、80%エタノールを90ml加え、15分間加熱還流を行った。冷却後、ろ紙 (No.2:東洋ろ紙会社製) でろ過した。残さは回収し、再び80%エタノールを90ml加えて5分間加熱還流を行い、ろ紙 (No.2:東洋ろ紙会社製) でろ過した。ろ液はすべて合わせて45℃下で減圧濃縮を行い、蒸留水で50mlに定容した。この液をろ紙 (No.5C:東洋ろ紙会社製) でさらにろ過したものを分析試料とした。

## 2-4 DPPHラジカル消去活性評価試験

DPPHラジカル消去活性評価試験は須田らの方法<sup>2)</sup>に従いTrolox当量として算出した。

## 2-5 ポリフェノール含量の測定

ポリフェノール含量は、既報<sup>3)</sup>に準拠してフォーリン・チオカルト試薬を用いて定量し、没食子酸当量として算出した。

## 2-6 クレソン粉末を添加したサブレの試作

サブレの配合は、薄力粉を100%としたとき、無塩バター60%、グラニュー糖30%、全卵20%の割合で行った。なおクレソン粉末品は0.5、1、3、5および10%添加した。

サブレの製造は無塩バターをミキサー (ケンミックスアイコー:愛工舎製作所製) のステンレス容器に入れ、湯煎でなめらかになるまで溶かし、ミキサーのメモリ3 (以下、メモリはミキサーのメモリ値を表す) で1分間攪拌した。その後グラニュー糖を加え、メモリ3で1.5分間攪拌した。これにあらかじめ篩を通した薄力粉を加え、メモリ1でゆっくりと攪拌した。なおクレソン粉末を添加する場合はあらかじめ薄力粉に混合して使用した。作製した生地はビニール袋に入れ、厚さ5mmの板の間に置き、のし棒を使用して生地の厚さが板の厚さと同じになるまで伸ばした後、冷蔵庫で2時間以上冷蔵した。その後、直径30mmの円形抜き型で型抜きし、180℃のオーブンで18分間焼成した。

## 2-7 サブレの官能評価

クレソン無添加のサブレとクレソンを1、3、5および10%添加したサブレについて食品酒類バイオ科5名による官能評価を行った。評価は味及び色について1:好ましい、2:やや好ましい、3:ふつう、4:やや好ましくない、5:好ましくないとして5点法で行い、5人の点数を平均した。

## 2-8 サブレの保存試験

サブレはポリエチレン製の袋に入れて25℃ (暗所) で160日間保存した。

### 2-8-1 サブレ中の油脂の抽出

サブレ10枚を、すり鉢とすりこぎで均質化した後三角フラスコに移し、ジエチルエーテル約100mlを加え、30分間スターラーで攪拌し、ろ紙 (No.2:東洋ろ紙会社製) で分液ロートにろ過した。さらに不純物を除くため、ろ液に50mlの蒸留水を加えた後、5分間激しく振り混ぜ、水層を除去する操作を2回繰り返した。

上層に硫酸ナトリウムを加えて20分間脱水した後脱脂綿でろ過し、エバポレーターでジエチルエーテルを除去して油脂試料とした。

### 2-8-2 サブレ中の油脂の酸価及び過酸化値の測定

油脂の酸価及び過酸化値の測定は常法<sup>4)</sup>によった。

## 2-9 キノア粉末を使用したサブレの作製

キノア粉末を小麦粉の重量の10%及び20%を代替して2-6と同様の手順でサブレを作製した。

## 3. 結果および考察

### 3-1 クレソン粉末のポリフェノール含量およびDPPHラジカル消去活性に及ぼす加熱処理の影響

クレソン粉末のポリフェノール含量およびDPPHラジカル消去活性に及ぼす加熱温度の影響を図1及び図2に示した。

その結果、クレソンのポリフェノール含量は当初1381mg/100gであったが、120~150℃では60分間の加熱でもほぼ100%を維持した。しかし180℃では30分で84%、60分間の加熱では78%まで低下した。さらに200℃では15~60分間の加熱で64%~50%に低下した。

またDPPHラジカル消去活性はポリフェノール含量の低下に比例して低下した。すなわち120~150℃では60分間の加熱でもほぼ100%を維持したが、180℃では15分で90%、30~60分間の加熱では75%まで低下した。さらに200℃では15分の加熱で63%、30~60分間の加熱では54%に低下した。

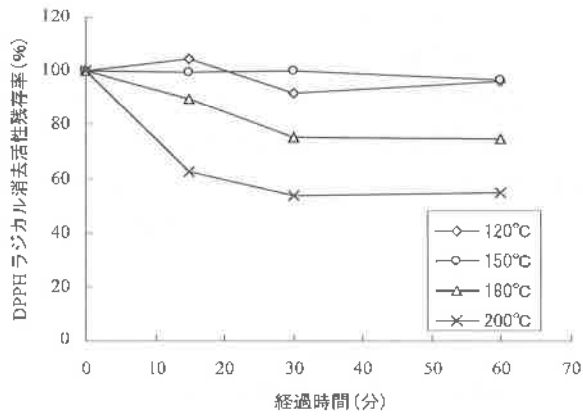


図1 クレソン粉末のポリフェノール含量に及ぼす加熱処理の影響

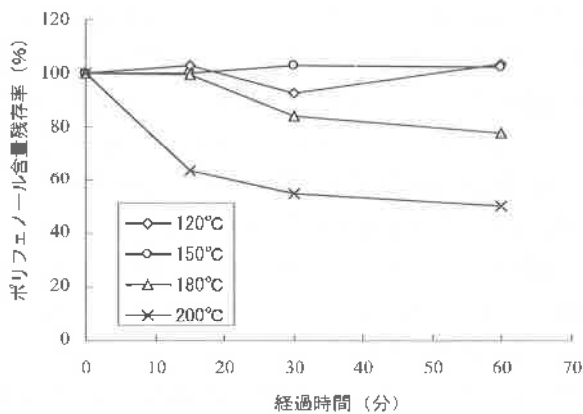


図2 クレソン粉末のDPPHラジカル消去活性に及ぼす加熱処理の影響

以上の結果から、加熱温度が高くなるにつれポリフェノール含量およびDPPHラジカル消去活性が低減することが明らかになった。加熱処理による抗酸化性の消長については柿葉茶や有色米などについて検討<sup>5)~7)</sup>が行われており、寺澤ら<sup>6)</sup>は有色米は180℃、15分間の加熱でDPPHラジカル消去活性は8~20%減少し、抗酸化性を持つ色素の減少と加熱分解生成物の影響を指摘している。今回、我々もクレソン粉末を180℃、15分間加熱したところ、DPPHラジカル消去活性が10%減少しており、寺澤らとほぼ同様の結果であった。

2-6に示したサブレの試作では180℃、18分の加熱を行ったが、この条件ではDPPHラジカル消去活性およびポリフェノール含量は80%以上保持できると推察された。

### 3-2 クレソンを添加したサブレについて

クレソン粉末を添加したサブレを写真1に示した。サブレはクレソンに由来する濃緑色と苦味が焼成後も保持された。このサブレを食品酒類バイオ科5名により官能評価を行った結果を表1に示した。

その結果、クレソン粉末を1、3及び5%添加したサブレは味の調和がとれ、明緑色で味、色ともにクレソン無添加と比較して同等あるいはそれ以上の評価を得た。

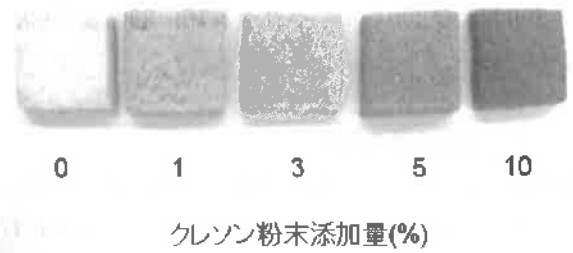


写真1 クレソン粉末を添加したサブレ

表1 クレソンを添加したサブレの官能評価

| クレソン添加量 (%) | 0   | 1   | 3   | 5   | 10  |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 味           | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 2.3 | 3.8 |
| 色           | 1.8 | 1.2 | 2.2 | 1.8 | 3   |

しかしクレソン粉末を10%添加したサブレは苦みが強く、また暗緑色となり味、色ともに低評価であった。

### 3-3 クレソン粉末を添加したサブレの品質変化

クレソン粉末の持つ抗酸化性によるサブレ中に含まれる油脂の酸化防止効果を調べるため、油脂酸化の指標として酸価および過酸化物質価を経時的に測定し、その結果を図3及び図4に示した。

酸価は160日間の保存中0~1.6mg/gを示し、クレソンの添加量による差異は見られなかった。過酸化物質価は、0日目では全試験区で0 meq/kgを示し、時間の経過とともに徐々に上昇し、最大で0.5%添加区で9.9 meq/kgを示したが、クレソンの添加量による差異は見られなかった。

菓子の製造・取扱いに関する衛生上の指導についての厚生省通達(環食第248号)では、油脂で処理した菓子の管理について「その製品中に含まれる油脂の酸価が3を超え、かつ、過酸化物質価が30を超えるものであってはならない。」及び「その製品中に含まれる油脂の酸価

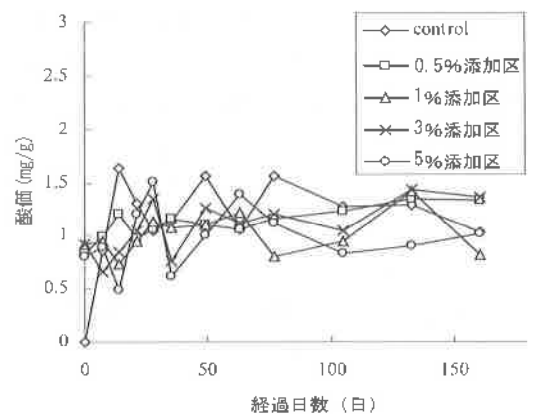


図3 クレソン粉末を添加したサブレの保存中における酸価の変化

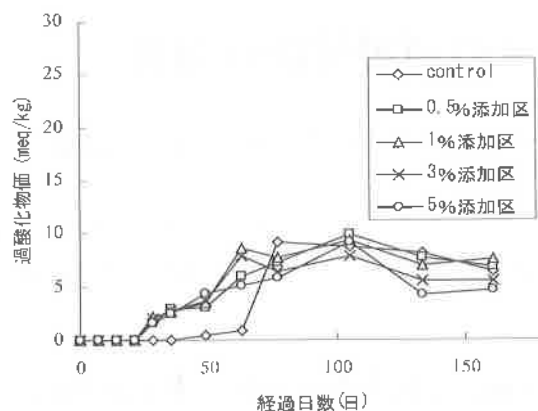


図4 クレソン粉末を添加したサブレの保存中における過酸化物価の変化

が5を超え、又は過酸化物価が50を超えるものであってはならない。」と定められているが、160日間の保存では試作したサブレは、全試験区において酸価が1.6以下、過酸化物価が9.9以下であり、基準内であった。

### 3-4 キノアの抗酸化性およびキノアを使用したサブレについて

キノア粉末品のDPPHラジカル消去活性およびポリフェノール含量を表2に示した。雑穀のポリフェノール含量については、ヒエ、アワ及びキビのポリフェノール含量は40~120mg/100gであると報告<sup>8)</sup>されており、キノアは雑穀の中でも比較的高いポリフェノール含量を示すことがわかった。なお、キノアのポリフェノールの同定は山梨県総合農業技術センターにおいて、栽培特性及び機能性に関する研究の中で行われている。

一方、工業技術センターではキノアを利用した食品としてサブレを試作した。その結果、サブレの食味はキノアを小麦粉に対し10%代替した物では苦味もなく良好であったが、20%代替した物では弱い苦味が感じられた。

表2 キノア粉末品の抗酸化性

| DPPHラジカル消去活性         | ポリフェノール含量    |
|----------------------|--------------|
| 713.9 $\mu$ mol/100g | 198.6mg/100g |

## 4. 結 言

クレソンが高い抗酸化性を持つことから、クレソンを原料とした加工品の開発を試みた。

はじめにクレソンから凍結乾燥粉末を作製し、この粉末の焼き菓子への利用を考え、はじめにこの粉末のポリフェノール含量およびDPPHラジカル消去活性に及ぼす加熱処理の影響を調べた。その結果、120℃及び150℃の加熱処理では両者とも変化がなかったが、180℃及び200℃の加熱処理では時間の経過とともに徐々に低下した。

今回クレソン粉末を使用したサブレを試作したが、このときの焼成条件は180℃、18分間であり、この条件ではクレソン粉末のポリフェノール含量およびDPPHラジカル消去活性は80%以上保持可能であることがわかった。

次に試作したサブレについて25℃(暗所)で160日間保存したところ、酸価及び過酸化物価の変化はクレソン無添加区との差異は見られず、いずれも良好な保存性を示した。

さらに、キノアの抗酸化性について調査し、キノアを使用したサブレを試作したところ、小麦粉に対し10%代替したものは苦味もなく良好だった。

## 参考文献

- 1) 榎本俊樹, 三輪章志, 古村香奈子, 北村利夫: New Food Industry, 44, 31 (2002)
- 2) 篠原和毅, 鈴木建夫, 上野川修 編著: 食品機能研究法, 光琳, p.218 (2000)
- 3) 辻政雄, 木村英生: 山梨県工業技術センター研究報告, 15, 34 (2000)
- 4) 長谷川喜代三 著: 食品分析, 培風館, 102-104 (1993)
- 5) 鶴永陽子, 松崎一, 持田圭介, 松本敏一, 板村裕之: 日本食品科学工学会誌, 52, 391-397 (2005)
- 6) 寺澤なお子, 谷晴美: 日本家政学会誌, 56, 653-659 (2005)
- 7) 福田靖子, 中田徳美: 日本食品科学工学会誌, 46, 786-791 (1999)
- 8) 菊池淑子: 東北農業研究, 56, 261-262 (2003)