

## 食品中の健康機能性成分の分析法マニュアル

平成23年3月18日受理

産技連/食品健康産業分科会  
食品機能成分分析研究会 編

### オカラ加工食品のβ-カロテン

作成者：(独)産業技術総合研究所 北海道センター  
生物プロセス研究部門 主任研究員 仲山賢一  
e-mail: [k-nakayama@aist.go.jp](mailto:k-nakayama@aist.go.jp)

#### 1. オカラについて

##### 1. 1 概要

オカラ（おから、卵の花）は、豆腐を製造する過程で大豆から豆乳を絞った後に残った食物繊維を多く含む食品である。オカラの語源は絞り滓の意味の「から」から来ており、廃棄されることもあるが、古くから食用として食べられている成分である。絞り滓ではあるものの、栄養価は高いことが知られている。

北海道は国産大豆の最大の生産量を誇り、全国生産の約2割を占めている。オカラは大豆の豆腐加工過程で出てくることから、北海道ではオカラも多く副産する。しかしながら現在では、オカラは食品としての需要が供給を大きく下回っており、また品質の劣化が早く日持ちがしないため、ほとんどが廃棄されているのが実情である。

この様な現状を受けて、オカラを加工して機能性食品として利用する研究が進められている。オカラはそれ自身でも、タンパク質やレシチンなどの含有量が高いなど優れた食品特性を持ち、機能性食品としても期待されている。そのため、北海道では、オカラに有用微生物や野菜などを混在させた機能性食品開発が進められており、これらのオカラ加工食品中には様々な機能性成分が強化されている。



## 1. 2 食品あるいは含有成分の機能性

オカラには乾物中に、たんぱく質は約 26%、脂質は約 13%、食物繊維が約 15%含まれると言われている。中でも脂質の半分はリノール酸といわれ、さらにホスファチジルコリンも多く含まれていることが分かっている。これまで、 $\beta$ -カロテンの含有については調べられていないが、オカラを加工した機能性食品の中には野菜などを加えたものもあることから、このようなバリエーションの食品の中には $\beta$ -カロテンが含まれる可能性が高い。しかしながら加熱乾燥の工程を含むオカラ加工食品では、酸素や温度などに弱い $\beta$ -カロテンのほとんどが失われている可能性もある。

### 1. 2. 1 $\beta$ -カロテンを含む食品

カロテノイドは多くの植物に含まれており、特に $\beta$ -カロテンはニンジン、ブロッコリー、ピーマン、カボチャなどに多く含まれていることが知られている。オカラの原材料となる大豆での含有量はそれほど多くはないが、オカラにカボチャやニンジンなど $\beta$ -カロテン豊富な食品を混合したオカラ加工食品については、当然のことながらカロテノイドは多く含まれているはずである。

## 2. カロテノイドについての説明

カロテノイドについては、既に多くの項目で述べられているように長鎖ポリエン構造を有する疎水的な化合物である。テルペン類の一つであり 8 個のイソプレン単位から生合成されている。このうち $\beta$ -カロテンは、最も一般的なカロテノイドであり、ビタミン A の前駆体として知られている。

## 3. 定量分析の方法について

オカラおよびオカラ加工食品からの $\beta$ -カロテンの抽出方法と、HPLC による定性、定量方法を述べる。

### 3. 1 準備する器具など

1. ファルコンチューブ (15ml 容)
2. 遠心分離器
3. 試料濾過用フィルター(親水性 PTFE メンブラン、ポアサイズ 0.45  $\mu$ m、13mm 径)
4. 高速液体クロマトグラフシステム (HPLC) 紫外検出器
5. C18 逆相カラム (4.6 $\times$ 250mm、ODS-80Ts)

[試薬]

1. アセトン (特級)
2. 炭酸ナトリウム (特級)
3. アセトニトリル (HPLC 用)
4. 酢酸エチル (HPLC 用)
5.  $\beta$ -カロテン標品

### 3. 2 分析用試料の前処理・調製方法

1. オカラもしくはオカラ加工品 0.5 g を精秤し、炭酸ナトリウム 10mg を加えよく混ぜ合わせた後、ファルコンチューブに移し、冷アセトン 2ml を加え、2 分間攪拌する。
2. 3,000 回転で 5 分間遠心した後、アセトン抽出液を回収し、残渣にさらに新しい冷アセトン 2ml を入れ 2 分間攪拌し抽出する。その後同様に遠心操作をし、アセトン抽出液を回収し、最初の抽出液と合わせる。
3. 合わせたアセトン抽出液にさらにアセトンを加え、5ml にメスアップし、総抽出液とする。密栓して-30℃以下の冷凍庫で保管する。

### 3. 3 HPLC による分析方法

#### 3. 3. 1 「HPLC-UV 検出器システムの場合」

##### (1) 移動相の調製

A 液：アセトニトリル：水=90：10

B 液：酢酸エチル

##### (2) 分析条件

- ① 検出器、カラム恒温槽、溶媒の流量等の条件は以下の通りとする。  
検出波長：450nm  
恒温槽：40℃  
流量：毎分 1.5ml
- ② 移動相の混合比は以下のように調整する。  
初期条件：A 液 100%  
0 分から 20 分：B 液 0%から 50%まで直線的に割合を変化させる。  
20 分から 30 分：B 液 50%を維持

##### (3) 定性及び定量

- ① 抽出あるいは精製された分析試料は、試料濾過用フィルターを通し、分析に供する。
- ② 分離された物質の定性は保持時間により行う。
- ③ 定量は標準試料を用いた絶対検量線法により、クロマトグラムの面積から計算する。

## 4. 分析例

### 4. 1 HPLC システムを用いた分析例

分離された物質は保持時間から(標準物質と比べ)特定する。定量には標準試料を用い、クロマトグラムのピーク面積から濃度を算出する。図 4. 1 に UV 検出器を使った標準品のクロマトグラムを示す。

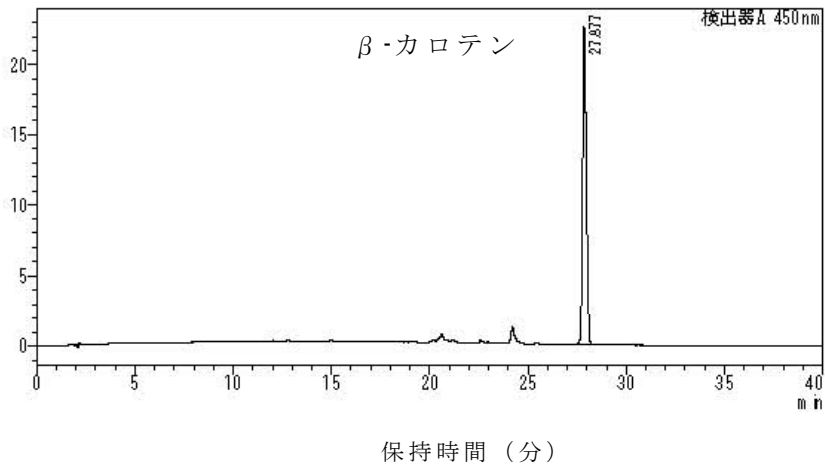


図 4.1-1 標準品の HPLC システムによる分析例

### 5. 食品の分析結果例

上記手法により、オカラおよびオカラの加工食品のβ-カロテンの定量分析を行った。分析を行ったのは素材であるオカラ、オカラに *Bacillus coagulans* を生育させたもの、オカラに *Bacillus coagulans* を生育させてカボチャ混合したもの、オカラにニンジン混合したものの4種類の加工食品である。図5-1に、それぞれのカラムクロマトグラフィーの結果を示す。

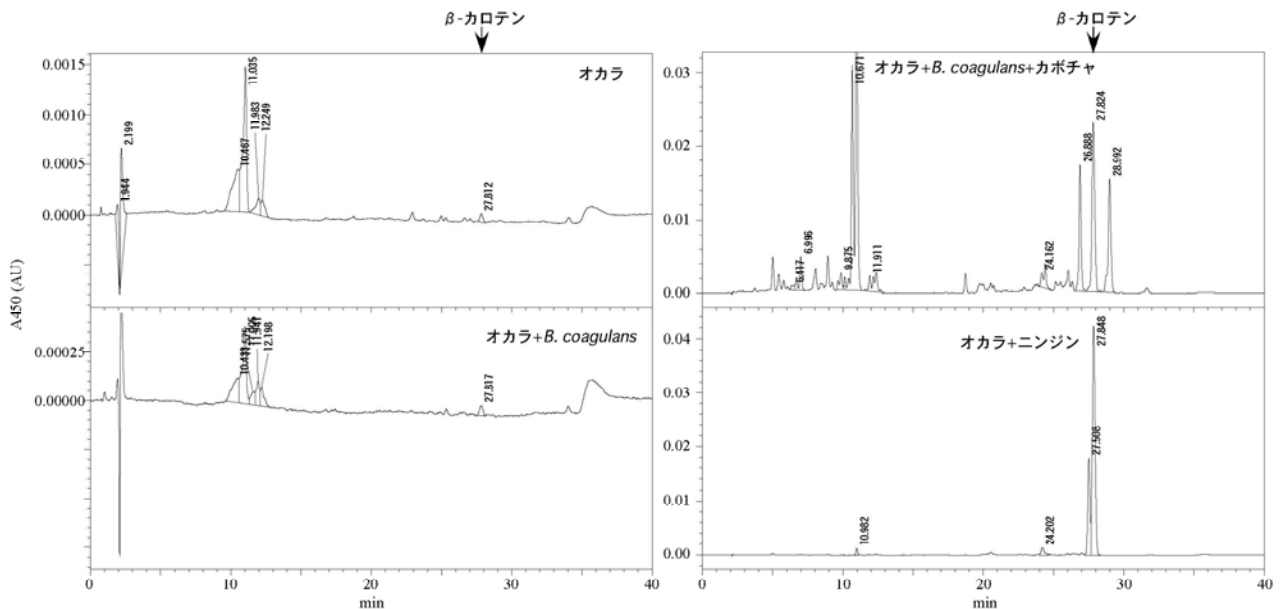


図 5-1 オカラ加工食品のカラムクロマトグラフィー分画

それぞれのサンプルの注入量は、オカラとオカラ + *B. coagulans* が 100  $\mu$  L、その他が 10  $\mu$  L である。その結果、オカラそのものにも微量ながらβ-カロテンが存在

していることが分かった。

それぞれの標準品を元にした定量値は以下の表に示す。オカラにカボチャやニンジンを追加した加工食品では、加熱等を行ったにもかかわらず多量のβ-カロテンが含まれた加工食品となっていることが分かった。

表5-1 オカラ加工食品中のβ-カロテンの量

食品名	β-カロテン量(mg/100g)
オカラ	0.005
オカラ+B. <i>coagulans</i>	0.004
オカラ+B. <i>coagulans</i> +カボチャ	8.4
オカラ+ニンジン	23.2

#### 6. 分析上の留意、注意点

特になし。

#### 7. その他

特になし。

#### 8. 定量法に関する引用・参考文献

1. 西山一朗，下橋淳子，松森慎悟，大田忠親：家政誌，59，193-197(2008)
2. 満田幸恵，新本洋士，小堀真珠子，津志田藤二郎：食科工，49，500-506(2002)

-以上-