

# 広島菜漬の乾燥によるフレーバ成分の変化

太田 義雄\*・塩見 朱加\*

## Changes in Flavor Components of “Hiroshimanazuke” (Salted *Brassica pekinensis* var. *Hiroshimana*) during Drying Process

Yoshio OHTA and Ayaka SHIOMI

**Key words** : 広島菜漬 Hiroshimanazuke, 乾燥 drying, フレーバ成分 flavor component, 真空凍結乾燥 freeze-dry, グルコシノレート glucosinolate

### 緒 言

アブラナ科の野菜である広島菜は特有の香味を有しているが、この香味成分（フレーバ成分）は広島菜が傷付くことで酵素的に形成される<sup>1)</sup>。前報<sup>2)</sup>において広島菜の塩漬中でのフレーバ成分の生成と分解に及ぼす要因について明らかにしたが、今回は広島菜漬の乾燥工程におけるフレーバ成分の変化について調べた。広島菜のフレーバ成分はイソチオシアネート（ITC）であり、3-butenyl ITC と 4-pentenyl ITC が主体であることは既にわかっている<sup>3,4)</sup>。また、そのフレーバ成分は酵素（ミロシナーゼ）により生成されるが、ITCは化学的に不安定で<sup>5-8)</sup>、生成と同時に分解されて徐々に消失していく<sup>1)</sup>。広島菜漬特有のフレーバ成分である ITC の保持は、その加工品の品質として重要な因子である。広島菜漬は乾燥してフリカケとしても商品化されており、乾燥広島菜漬のフレーバ保持も大切である。しかし、乾燥中の広島菜漬のフレーバ成分の変化についてはほとんど明らかにされていない。そこで、本研究では乾燥方法（冷風乾燥、真空乾燥、真空凍結乾燥）を変えた広島菜漬のフレーバ成分の変化とその保持要因について検討した。

### 方 法

#### (1) 広島菜漬の調製

原料の広島菜は最盛期（12月）に主産地（広島市安佐南区川内）の同一圃場で採取した直後のものを供試した。原菜を軽く水洗後、塩漬工程は前報<sup>2)</sup>の結果に基づいて、塩漬中のフレーバ生成を極力抑制するため、広島菜を高塩分（8%）、低温（10℃）の液漬法で3日間処理し、広島菜漬の試料（最終塩分4.17%）を調製した。

#### (2) 乾燥方法と乾燥試料の調製

広島菜漬の乾燥方法としては40℃での冷風乾燥（yamato DN600）、棚温度40℃での真空乾燥（TABAI ES PEC CORP LHV-112）、真空凍結乾燥（共和式 RLE-103型；以後凍結乾燥と略記）の三つを用いた。

乾燥試料の調製は、広島菜漬の2～3枚の葉から葉柄部と葉脈部とを除くように切り取り、試料を混合して四等分し、別々の乾燥器で乾燥した。残り一つは生鮮広島菜漬のフレーバ分析に供試した。各乾燥広島菜漬を粉碎器で粉碎し、48メッシュ以下の乾燥広島菜漬粉末を各試料としてフレーバ分析に供試した。なお、水分量は常法に従い、105℃で恒量になるまで乾燥させ求めた。

#### (3) 乾燥広島菜漬のフレーバ成分測定法

乾燥広島菜漬のフレーバ成分の測定は、前報<sup>2)</sup>に従った。すなわち、乾燥広島菜漬粉末0.2gを共栓付き試験管（10ml容）にとり、所定温度の蒸留水を2ml加えた後、振とう恒温槽（37℃）で反応させ、フレーバ成分量を測定した。溶液のpH調節は特に行っていない。測定は3回行い、その平均値で示した。また数値は水分補正し、生鮮広島菜漬での含量の値で示した。

#### (4) 生鮮広島菜漬のフレーバ成分測定法

生の広島菜漬のフレーバ成分の測定は、前報<sup>2)</sup>に従って行った。すなわち、広島菜漬の葉の表面水分を濾紙で軽く除去し、葉柄部と葉脈を除いた葉を切り取り、その2gを細刻し、10mlの水を入れて粉碎した。その粉碎物からフレーバ成分をヘキサン抽出し、(5)の分析法によりフレーバ成分を分析した。

\* 広島文化学園短期大学食物栄養学科

### (5) 広島菜漬フレーバ成分の分析法

広島菜のフレーバ成分の分析法は、前報<sup>2)</sup>に従って行った。その概要は以下のとおりである。反応液からITCを木島ら<sup>9)</sup>の方法に準じて、ヘキサン抽出後、ガスクロマトグラフィを用いて定量した。ガスクロマトは島津GC-7AG型(FPD検出器付)を用いた。内部標準物質としては1-benzo thiophenを用いた。また、解析は前報<sup>2)</sup>と同様にピーク面積で割った平方根の値を相対濃度とし、その総和をtotalフレーバ相対濃度(以下、フレーバ相対濃度と略記)とした。

### 結果および考察

#### (1) 広島菜漬の乾燥

広島菜漬の乾燥条件による乾燥物の収量および水分量を表1に示した。乾燥時間は異なるが、収量については、大きな差異は認められなかった。また、乾燥後の水分量は、冷風乾燥で13.9%と他と比べてやや高かった。しかし、残りの2つは真空乾燥8.99%、凍結乾燥8.56%と大きな違いはなかった。

#### (2) 乾燥広島菜漬粉末のフレーバ成分測定

各乾燥法による乾燥広島菜漬では、フレーバ成分を測定する際に塩分が含まれている。そのため、フレーバ測定条件は、前報<sup>2)</sup>の条件とは異なるため、その測定条件を検討した。反応液を37°Cで反応させた際の生成フレーバ相対濃度の経時変化を表2に示した。各試料とも反応時間10~15分でフレーバ相対濃度がピークになっている。塩分を含まない生鮮広島菜および広島菜乾燥粉末では反応時間2分でフレーバ相対濃度がピークに達している<sup>2)</sup>ことと比較するとピークの時間がかなり遅くなっている。これは前報<sup>2)</sup>でも報告したように塩分が存在するとフレーバ成分の生成が抑制されたためである。このことから、以後の実験においては乾燥広島菜漬粉末では反応時間を15分としてフレーバ相対濃度を測定することにした。

#### (3) 乾燥方法による乾燥広島菜漬のフレーバ成分の残存率

乾燥法の違いによる乾燥広島菜漬のフレーバ成分の残存率の比較を図1に示した。図に示した残存率は生鮮広島菜漬のフレーバ相対濃度に対して比較したものである。図から、冷風乾燥では乾燥物にはフレーバ成分はほとんど残存していない。また、真空乾燥ではわずか12%であ

表2 乾燥広島菜漬のフレーバ生成の反応時間による濃度変化

反応時間 (37°C, 分)	フレーバ相対濃度		
	冷風乾燥	真空乾燥	凍結乾燥
5	2.5	23.4	344.2
10	2.7	32.4	389.3
15	2.6	38.6	397.2
20	2.7	33.8	383.6
30	2.1	37.4	350.7

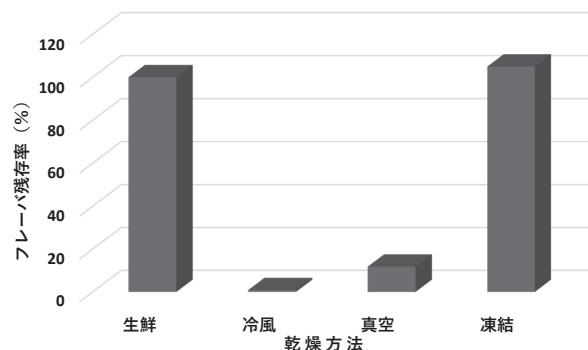


図1 乾燥広島菜漬のフレーバ残存率(%)の比較(生鮮広島菜漬のフレーバ相対濃度に対する比較)

り、凍結乾燥ではほぼ100%残存していた。広島菜漬のフレーバ成分であるITCは3-butenyl ITCと4-pentenyl ITCであり、この生成したフレーバ成分は非常に不安定で温度が高いほど分解・消失し易いことが明らかになっている<sup>6-8)</sup>。また、前報<sup>2)</sup>から、加工工程では、フレーバ成分の生成と分解が同時並行的に進行することも判明している<sup>2)</sup>。したがって、乾燥工程中も水分が少なくなるまでミロシナーゼ活性が失われず、温度が高いとITCの生成と分解が継続して行われていると考えられる。そのため、冷風乾燥および真空乾燥では、乾燥中に多くのITCが生成、分解したため、乾燥物中の残存率が低くなったと思われる。それに比べて低温で乾燥された凍結乾燥では、ITCの生成、分解とも抑制されるため、グルコシノレートでの残存が多くなったと思われる。これらの結果より、広島菜漬の乾燥においては、真空凍結乾燥法を用いないとそのフレーバ成分を保持することは難しいことがわかった。同じアブラナ科野菜の大和マナの乾燥においても凍結乾燥が望ましいとの報告<sup>10)</sup>があり、今回の結果と同じであった。また、アブラナ科野菜の加工時のITC成

表1 広島菜漬の乾燥法による乾燥収量と乾燥物水分量

乾燥法	乾燥時間(時)	乾燥前(g)	乾燥後(g)	収量(%)	乾燥物水分量(%)
冷風(40°C)	7	54.9	6.73	12.2	13.9
真空(40°C)	24	50.2	5.76	11.5	8.99
真空乾燥	6	59.1	6.96	11.8	8.56

分の保持については長田ら<sup>11)</sup>も、化学的に安定な前駆体のグルコシノレートで残存が望ましいとしている。また、フレーバ保持には乾燥物のミロシナーゼ活性が残存していることも重要であり<sup>12)</sup>、低温(40°C以下)での乾燥が望ましい。

以上のことから、乾燥におけるフレーバ成分の保持要因としては、①加工中のITCの生成を極力抑え、前駆体であるグルコシノレートでの残存量を多く保つこと、②乾燥中の温度を低くしてミロシナーゼ活性を残存させること、この二点が重要と考えられる。また、前報<sup>2)</sup>の結果より、広島菜漬の乾燥前の塩漬処理においても、野菜組織を極力傷つけない液漬で、しかも低温(10°C以下)でフレーバ成分の生成を抑制し、グルコシノレートでの残存を多くしておくことが大切である。

以上の結果より、乾燥工程では低温でミロシナーゼは失活しないよう留意し、グルコシノレートでの残存を多く保つ乾燥法を選択することがフレーバ保持には重要であることがわかった。

今回の結果は同じITCを風味成分とする高菜漬、野沢菜漬、ワサビおよび黒からしの乾燥品の風味保持においても有益な知見と思われる。

## 要 約

広島菜漬の乾燥工程によるフレーバ成分の消長と乾燥物への風味保持とについて検討した。

- (1) 乾燥広島菜漬の風味保持には前処理の塩漬工程でのフレーバ成分の生成を極力抑えるため、高塩分、低温(10°C前後)での液漬法で行うことが大切である。
- (2) 乾燥工程は温度の高い冷風乾燥、真空乾燥では、工程中にフレーバ成分が生成・分解するため、乾燥物でのフレーバ保持は難しかった。
- (3) 広島菜漬の風味を保持するためには真空凍結乾燥法が最も適しており、乾燥前の生鮮物フレーバ量とほぼ

同じ100%の保持が可能であった。

## 文 献

- 1) 川岸舜朗：グルコシノレート—その酵素分解および分解物の反応性と毒性，日本食品工業学会誌，**32**，836-846 (1985)。
- 2) 太田義雄，塩見朱加：広島菜漬のフレーバ成分の生成・分解に及ぼす温度と塩分の影響，広島文化学園短期大学紀要，**53**，11-15 (2020)。
- 3) 前田安彦，小沢好夫，宇田 靖：アブラナ科植物の生鮮物および塩漬の揮発性イソチオシアネートについて，日本農芸化学会誌，**53**，261-268 (1979)。
- 4) 高谷健市，太田義雄：広島菜漬の塩漬工程および冷凍貯蔵中における揮発性からし油の変化，広島県食品工業試験場研究報告，**16**，31-34 (1982)。
- 5) 伊奈和夫，新國美香子，佐野昭仁，木島 勲：アリル辛子油の安定性，日本食品工業学会誌，**28**，627-631 (1981)。
- 6) Yoshio OHTA, Kenichi TAKATANI and Shunro KAWAKISHI: Decomposition of Allyl Isothiocyanate in Aqueous Solution, *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, **59**, 102-103 (1995)。
- 7) 太田義雄：カラシ油の特性と食品への利用，食品と技術，No. 348，13-15 (2000)。
- 8) 太田義雄：アブラナ科野菜の漬物の特性とその機能性，食品と科学，**45**，78-82 (2003)。
- 9) 木島 勲，福沢佳子，今井慎一，伊奈和夫：“粉わさび”中の西洋わさび粉と黒からし粉の配合比の測定法について，日本食品工業学会誌，**27**，591-596 (1980)。
- 10) 西本登志，浅尾浩史，清水浩美，高村仁知：大和マナのグルコシノレートを残存させるドラムドライ法，奈良県農業総合センター研究報告，**44**，33-36 (2013)。
- 11) 長田早苗，青柳康夫：アブラナ科野菜の大量調理施設衛生管理マニュアルに沿った温度・湿度管理下の切裁および保管時のグルコシノレート量の経時変化，日本調理学会誌，**48**，265-276 (2015)。
- 12) 橋本顕彦，青山康司：酵素量のコントロールによるおろしワサビ中のアリルイソチオシアネート，広島県立総合研究所食品工業技術センター研究報告，**27**，35-37 (2013)。

## Summary

The leafy vegetable Hiroshima (*Brassica pekinensis* var. *Hiroshimana*) of Brassicaceae is salted and consumed in pickled form. The main flavor components of Hiroshimanazuke (salted Hiroshima) are isothiocyanates (ITCs), the products of enzymatic conversion by myrosinase. ITCs are highly reactive and unstable compounds, and their formation and decomposition rate are greatly affected by temperature. The decomposition of flavor components in Hiroshimanazuke was investigated during the drying process. The results indicated that temperature was an important factor for the decomposition of flavor in Hiroshimanazuke during the drying process. Low temperatures were necessary to suppress the formation and decomposition of ITCs in Hiroshimanazuke. Thus, it would be quite difficult to preserve the flavor of Hiroshimanazuke without freeze-drying.