

千切大根の乾燥条件とその品質

小玉 誠*

Research on the Relation between Dryness Conditions and Quality of Sengiri-Radish

Makoto KODAMA

千切大根はその色から品質が判断される。乾燥品の色は乾燥時の気候、つまり乾燥条件により変化することが経験的に知られているが、科学的根拠に乏しく、色や味に由来する成分を分析することで、本県の千切大根製造の特徴である天日乾燥の優位性を示した。

天日乾燥のような低温乾燥においては、乾燥経時中に遊離アミノ酸や糖の呈味成分が増加することが確認された。また、通常機械乾燥で用いられる70℃程度の高温乾燥よりも、10℃程度の乾燥の方が、千切大根特有の黄変が確認され、その原因物質はメイラード反応によるものではなく、大根由来の成分である4-メチルチオ-3-ブテニルグルコシノレート（以下MTB-GLS）から生成されるものと推測された。

キーワード：天日乾燥、イソチオシアネート、褐変

1 はじめに

本県の特産品である千切大根は、大根を千切りにし、すのこやネット上に均一に広げ、一昼夜、寒風で自然乾燥させることにより製造されている。千切大根製造のシーズンは、晴天の日が多く、寒冷な季節風を生かして自然乾燥による製造を行っている。千切大根は宮崎産のものがほとんどであったが、近年、中国産や機械乾燥品が流通されるようになってきた。そこで、本県産千切大根の優位性を明確にする必要が出てきた。

千切大根の品質は主に色から評価される。乾燥品の色は乾燥時の気候、つまり乾燥条件により変化することが経験的に知られているが、科学的根拠に乏しいのが現状である。

本研究では、特に乾燥温度に対する色や味に由来する成分の分析を行うことで、天日乾燥品の優位性の明確化を目指した。

2 実験方法

2-1 原料及び乾燥法

原料は宮崎県産青首大根を用いた。大根は、4.0mm×3.5mmの太さで千切りし、15cm×11cmステンレス製網に大根130gを均一に広げた。乾燥は、恒温恒湿乾燥機を用い、10、30、50、70度で70度以外は湿度40%一定とし、通風乾燥を行った。経時的に乾燥機から取り出し、即座に-20℃冷凍したものを、フリーズドライ（以下FD）後、超遠心粉碎機により0.50mm以下に粉碎し、分析用試料とした。

2-2 成分分析

① 遊離アミノ酸・遊離糖

試料に適量の水を加え、氷令しながらホモジナイズすることにより抽出した。抽出液は0.45μmフィルターでろ過し、試験用サンプルとした。遊離アミノ酸は、自動アミノ酸分析装置（L-8800形日立計測器サービス製）で、遊離糖は、イオンクロマトグラフ（DX-500 日本ダイオネクス製）で測定した。

② 3-デオキシグルコソソ

メイラード反応による褐変反応の可能性を検討

* 現 宮崎県産業支援財団 結集型研究推進室

するために、メイラード反応中間段階生成物である3-デオキシグルコソン（以下、3-DG）を分析した。試料をヘキサンで抽出し、抽出液に2,3-diaminonaphthaleneを添加することにより、quinoxaline誘導体を形成し、それをHPLCにより測定した。

③ MTB-GLS

大根の辛味成分であるイソチオシアネートは、酸化反応により黄味成分になることが知られている。イソチオシアネートの前駆体であるMTB-GLSを分析することにより、黄変の原因物質の可能性を検討した。70%エタノールを加え、氷冷しながらホモジナイズすることにより抽出した。0.45 μ mフィルターでろ過したものをHPLCにより分析した。標準物質は当センターで精製したものをを用いた。

④ 色

色彩色差計（CM-508d MINOLTA製）を用いて測定し、 $L^*a^*b^*$ 表示法により色の数値化を行った。また、波長100nm当たりの反射率の対数の変化（ ΔA ）を求めた。これは、色調の変化、すなわち褐色物質の赤味、黒味の度合いを表すパラメーターとなりえる。さらに450nmにおける反射率（ E_{450nm} ）を測定することにより特に黄味の着色度、について検討した。

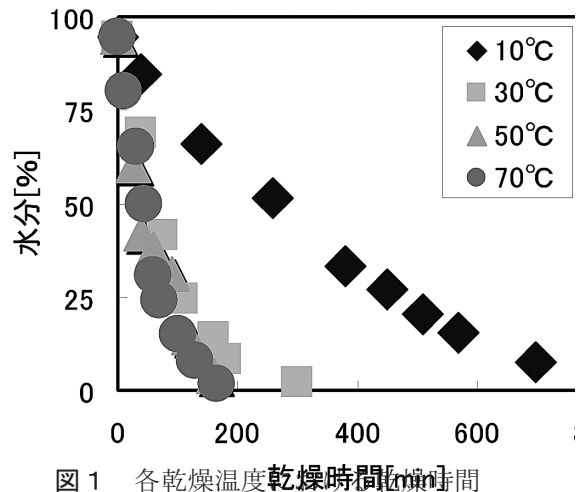
3 結果及び考察

3-1 乾燥時間

各乾燥温度における千切大根の水分含量の変化を図1に示した。県内で生産される千切大根の水分は、15%前後であることから、それぞれの乾燥温度で水分が15%になる時間は、10℃では600分、30℃では160分、50℃では120分、70℃では100分であった。

3-2 乾燥中の遊離アミノ酸・遊離糖量の変化

70℃乾燥時では減少もしくは僅かに増加していたが、50℃以下の乾燥ではいずれも増加する傾向がみられた。特に10℃乾燥物において大きな増加が見られた。これらの変化は大根中に含まれる、アミラーゼ、プロテアーゼ等の酵素の働きによるものと推測された。高温乾燥時においては千切処理後から乾燥するまでの時間が短く、酵素が作用

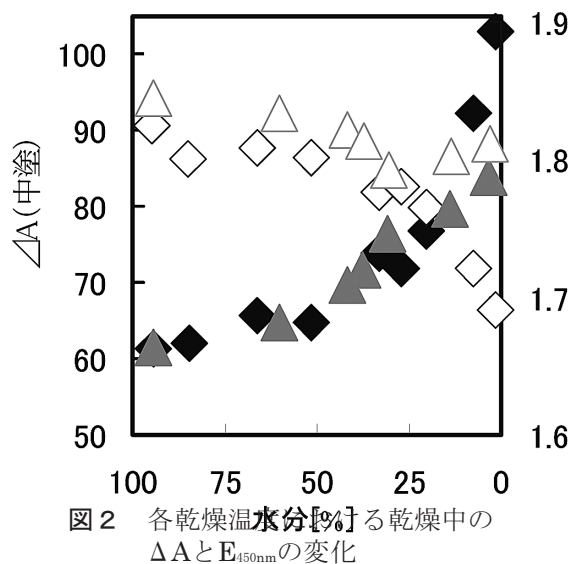


する時間が短時間となるため、遊離糖やアミノ酸量が増加せず、低温乾燥時においては酵素の活性は高くないものの他の乾燥温度に対して比較的乾燥するまでの時間が長く、酵素の作用する時間が長時間となったためと考えられる。

3-3 変色原因の検討

ΔA と E_{450nm} を測定したところ、10℃乾燥では ΔA 増加と共に E_{450nm} 減少した（図2）。 ΔA の増加は、黒味を帯びた暗い色への変化を示し、 E_{450nm} の減少は、黄味の強まりを示す。このような変化は酸化褐変時に起こることが知られている。

他温度帯の乾燥においては E_{450nm} はほとんど変化しないものの ΔA に若干の増加が確認された。このことは、褐変時に起こる黄味の強まりよりも



黒変の具合が強いということを示している。

メイラード反応による変色では、 E_{450nm} の減少に伴い、 ΔA が変化しないか減少するという結果を示すということが知られており、今回の千切大根乾燥条件においては、高温、低温いずれの乾燥温度においても、メイラード反応ではなく、酸化反応的な変色の変色の要因であると推測された。

3-4 メイラード反応の検討

乾燥物の褐変原因の1つとして、メイラード反応が挙げられる。乾燥経時中におけるメイラード反応中間段階生成物である3-DG量と黄味を示す b^* 値の関係を図3に示した。10℃乾燥時には b^* の増加（黄味の強まり）は確認されたが、3-DGの生成はみられなかった。30℃乾燥時には b^* 、3-DGともに変化は見られなかった。70℃乾燥時には、水分が20%以下になると3-DGの生成が確認されたが、それに伴う色の变化はなかった。

3-DG生成量と変色具合との相関がないことから、千切大根乾燥中の変色は、メイラード反応に由来しないことが確認された。

3-5 乾燥中のMTB-GLS量の変化

各乾燥温度における乾燥中のMTB-GLS量の変化を図4に示した。いずれの乾燥温度においても減少したが、高温ほどその傾向は大きかった。MTB-GLSの水存在下での分解反応経路は図5のように示される。MTB-GLSは不安定な化合物であり、加熱により分解されるため、高温時には著

しい減少が生じると考えられる。このときに產生されるジメチルジスルフィド等の化合物は香気成分となるが、生成量が多いと異臭となる可能性がある。また、本試験では検討しなかったが、高温乾燥においては大根中に含まれるクロロゲン酸等のポリフェノールが酸化反応を起こしやすく、黒変の原因になると考えられる。

低温帯においては、熱分解はほとんど起こらないと考えられるが、MTB-GLSはミロシナーゼという酵素により大根の辛味成分である4-メチルチオ-3-ブテニルイソチオシアネート (MTBI) に変換される。ミロシナーゼは比較的低温帯でも活性が高いため、千切処理のように組織が物理的に破壊されるとこの反応は進む。MTBI生成後も大根中に水分が存在するとさらにトリプトファン等の酵素と作用することにより黄色色素前駆体であるTPCCを生成し、酸化反応により黄色色素

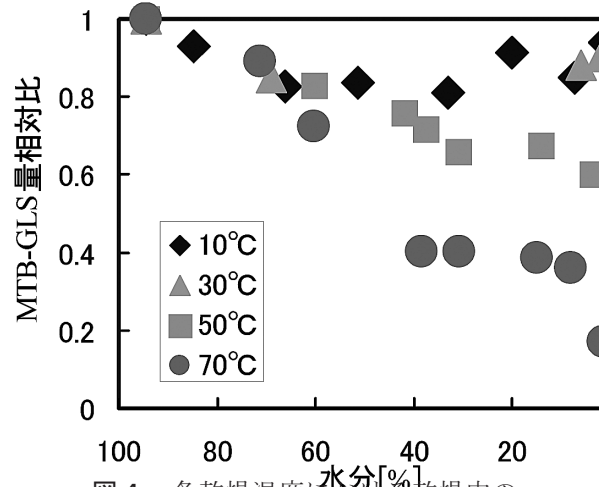


図4 各乾燥温度における乾燥中のMTB-GLS量の変化

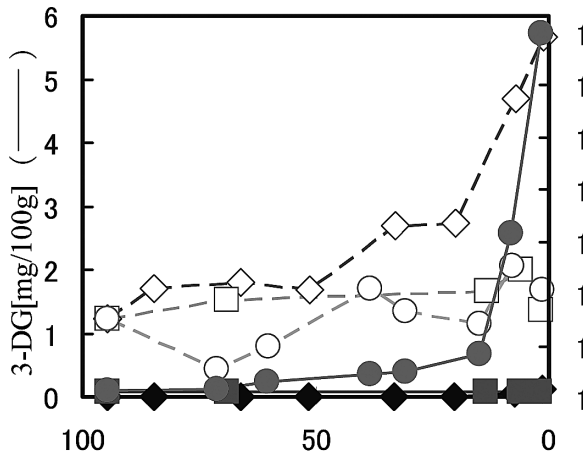


図3 各乾燥温度における乾燥中の3-DGおよび b^* の変化

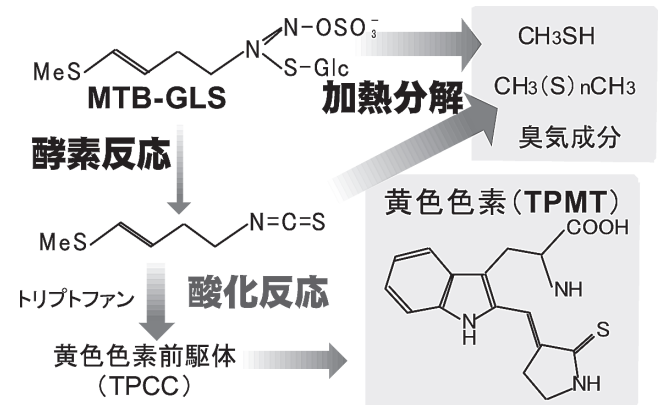


図5 MTB-GLSの水存在下での反応経路

であるTPMTを産生する。つまり、低温度帯の乾燥においては、MTBI生成後も、乾燥が遅く大根中に水分が残存しているため、その後の酵素反応も起こり、最終的に黄色色素を産生すると考えられた。

4 まとめ

本試験では宮崎産天日乾燥千切大根の優位性を確立するために、乾燥温度に対する色や味に由来する成分の分析を行った。その結果以下のことが明らかとなった。

- 1) 10℃から70℃の乾燥温度においては、10℃乾燥時において最も遊離アミノ酸・遊離糖含量が高まった。
- 2) 千切大根乾燥時における変色は、メイラード反応に由来せず、酸化反応によるものであると推測された。
- 3) 低温乾燥時においてはMTB-GLSが酵素反応、酸化反応を受けることにより千切大根特有の黄変が生じ、高温乾燥時ではこのような黄変は起こらないものの悪臭成分の生成が促進される。

以上のように、天日乾燥のような低温乾燥時においては、味、色、香りの面で高温乾燥時と比較して、良好な結果が得られた。

5 参考文献

- 1) 茂田井宏. 醤油の褐変. 日本食品化学工学会誌, p.372-383 (1976)
- 2) 受田浩之, 石井利直. 食品のメイラード反応生成物の分析法, 食品と食品, p84-91 (1997)
- 3) Manuela Visentinら. Isolation and Identification of trans-4-(Methylthio)-3-butenyl Glucosinolate from Radish Roots. J. Agric. Food, 1687-1691 (1992)
- 4) 望月一男, 鈴木敏博. ワサビ粉末素材の辛味測定方法, 静岡県工業技術センター研究報告, p81-83 (2001)
- 5) 松岡寛樹. タクアン漬けの黄色色素発現の科学, Food Research, p16-19 (2003)
- 6) 金和子. 切り干し大根の香気形成について. 日本家政学会誌, p413-421 (1995)