

研究論文

過熱水蒸気で乾燥したニンジンによるパウンドケーキの試作

市毛将司*¹、幅靖志*²、船越吾郎*²、安田庄子*³、間瀬雅子*²Experimental Production of the Pound Cake Containing the Carrots
Dried by Super-Heated SteamMasashi ICHIGE*¹, Yasushi HABA*², Goro FUNAKOSHI*², Shoko YASUDA*³ and
Masako MASE*²Food Research Center, AITEC *^{1*2*3}

過熱水蒸気によって乾燥したニンジン保存（50℃、30℃、5℃、1500lux20℃）し、経時的に α 、 β カロテン含有量及び色調を測定した。いずれの保存条件においても、カロテン含有量の変化はほとんど無かった。また、50℃で保存した試料の色調は、時間とともに大きく変化した。それ以外の保存条件では変化が少なかった。乾燥ニンジンを配合したパウンドケーキと生ニンジンを配合したパウンドケーキを製作し比較したところ、乾燥ニンジンを配合したものは切断面の気泡数及び気泡が占める面積が多いことから、焼成後の組織の浮きがよく、この乾燥ニンジンは製菓に適した原料であることが示された。

1. はじめに

近年、健康志向の高まりから、栄養や機能性に富んだ野菜、果物を菓子類の原材料として使用する機運が高まっている。しかし、これらの材料は水分含有量が多く、そのまま磨砕して混合すると生地のもどまりが悪化したり、焼成過程での膨化を妨げるなど、菓子の加工特性や物性に悪影響を及ぼす。また、野菜や果物に付着する微生物¹⁾は菓子の保存性を低下させる。これまで、通風乾燥、減圧乾燥、凍結乾燥などにより野菜の乾燥品が作られているが、加工特性、風味、ビタミン類の減少、コスト、微生物の残存²⁾など改善の余地がある。

我々は過熱水蒸気の利用について検討を行ってきた^{3~5)}。過熱水蒸気を利用することにより、保存性に優れ、製菓材料に適した野菜乾燥品を開発することを最終的に目指して、本研究では過熱水蒸気でニンジンの乾燥品を作成し、保存中のカロテン含有量及び色調の変化について検討した。さらに、乾燥品の製菓適性について、膨化を中心に検討することとし、菓子原料として基本的な小麦粉、卵、バター、砂糖を同量ずつ使用するパウンドケーキにニンジンを加えて試作し検討した。

2. 実験方法

2.1 実験材料

ニンジンは市販の向陽2号を使用した。ニンジンは使用するまで5℃で密閉して保存した。購入直後のニンジン水分量は減圧乾燥法（棚温度50℃、真空度6mmHg、

24時間）で測定したところ89%であった。

2.2 過熱水蒸気による乾燥及び保存試験

ニンジン皮を剥き、厚さ7.5mmの輪切りとしたものをブランチングし、乾燥時の収縮防止と乾燥時間の短縮のため、20%シヨ糖溶液に24時間浸漬後、さらに40%シヨ糖溶液に24時間浸漬し、乾燥用試料とした。過熱水蒸気乾燥は過熱水蒸気発生装置（DHF Super-hi-5、第一高周波工業（株）製）で発生させた過熱水蒸気（5kg/h）を、容量24Lの乾燥室に導き、吹出温度を200℃として庫内温度が定常状態（約170℃）に達した後、試料約100gを乾燥室内に入れて行った。乾燥直後のニンジン水分量は27%、シヨ糖含量（Brixによるシヨ糖溶液の収支により算出）は46%であった。乾燥させた試料は、ナイロン・ポリエチレン2層フィルム袋に脱酸素剤と共に密封し、暗所（50℃、30℃、5℃）及び明所（1500lux、20℃）で保存を行った。

2.3 カロテン含有量の測定

ニンジン中の α 、 β カロテンの測定は文献⁶⁾⁷⁾に従って行った。即ち、乾燥試料約1gを精秤し、3%ピロガロール含有エタノールによってカロテノイド系色素を抽出した後、60%水酸化カリウム水溶液を加えて鹸化した。これに20%塩化ナトリウム水溶液を添加した後、石油エーテルに転溶させた。石油エーテル層を減圧留去して得たカロテノイド系色素画分をエタノールに溶解し、高速液体クロマトグラフィー（HPLC）用試料とした。移動相をメタノール/ジクロロメタン（95/5）として、ODSカ

*1 食品工業技術センター 加工技術室（現保蔵技術室）

*2 食品工業技術センター 加工技術室

*3 食品工業技術センター 加工技術室（現発酵技術室）

ラム (UG120 4.6mmφ×250mm、(株)資生堂製) で α, βカロテンを分離し、吸光度 (455nm) を測定した。

2.4 色調の測定

ニンジンの色調は色彩色差計 (日本電色工業 (株) 製 Σ80) を使用して L*a*b*を測定した。試料は約 2mm 角の大きさに切断し、30mmφのセルを使用し6回繰り返し測定し、平均値及び標準誤差を求めた。なお、乾燥試料は、水戻し (細断した試料を 10 分間イオン交換水に浸漬した後 10 分間ろ紙上で水を切った。)後に測定した。

2.5 試作及び断面の測定

図 1 にパウンドケーキ作製の工程を示す。パウンドケーキは 3 種類 (生ニンジン配合、乾燥ニンジン配合、対照 (ニンジンなし)) 作製した。ニンジンはミートチョッパーでペースト化して配合した。焼成後、中央部付近を切り出し菜種置換法⁸⁾で体積を求め、重量で除して比容積を求めた。また、中央部断面をフラットベッドスキャナーで読み込み、画像解析ソフト (ケニス製、フォトメジャー) で、全体の高さ、気泡 (直径 0.2mm 以上) の数及び面積を測定した。

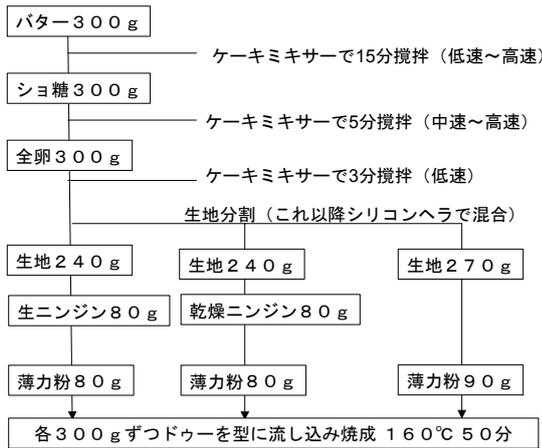


図 1 パウンドケーキの作製

3. 実験結果及び考察

3.1 乾燥ニンジンのカロテン含有量

乾燥ニンジンの α, βカロテン含有量は、50°Cで保存

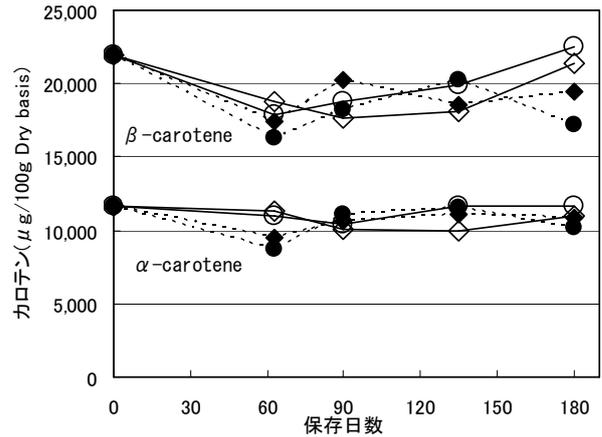


図 2 乾燥ニンジンのカロテン含有量

◇50°C、●30°C、◆5°C、○1500lux 20°C

した場合、180 日後の αカロテン、βカロテンともに、初発濃度の 1.5 倍になった。これは、乾燥直後のニンジンの水分量は 27%であったが、保存中に包材を通して水分が蒸発し、見かけのカロテン濃度が上昇したためと考えられる。このため、α, βカロテン含有量を減圧乾燥法で求めた乾燥重量あたりの濃度に換算し図 2 に示した。乾燥重量当たりでは、いずれの保存条件でも 180 日間で目立った増減は無かった。これは、保存に際し脱酸素材を使用したことにより、カロテンの酸化分解が抑制されたためと考えられる。このことから、いずれの保存条件においても、保存による乾燥ニンジン中のカロテンはほとんど減少しないことが判明した。

3.2 乾燥ニンジンの保存条件と色調変化

表 1 に保存条件及び期間と明度 (L*), 色相(h=tan⁻¹(b*/a*)), 彩度(C*=(a*²+b*²)^{1/2})及び、保存開始時を基準とした色差(ΔE=(ΔL*²+Δa*²+Δb*²)^{1/2})を示した。色相は 0° が赤色、90° が黄色である。生ニンジンと比較すると乾燥ニンジン (初発) は、明度が 10.5 下がり、色相が 2.8° 増加し、彩度が 4.6 低下した。乾燥工程で明度と彩度が低下し、やや暗く、くすんだ色となったが、色相の変化は少なく、ニンジンらしい色調を保っていた。

表 1 保存による乾燥ニンジンの色調の変化

	L*	h	C*	ΔE	L*	h	C*	ΔE
生ニンジン	58.6±0.2	54.2°±0.1°	66.4±0.4		58.6±0.2	54.2°±0.1°	66.4±0.4	
乾燥品初発	48.1±0.1	57.0°±0.2°	61.8±0.4	0.0	48.1±0.1	57.0°±0.2°	61.8±0.4	0.0
50°C (暗所)					30°C (暗所)			
63日保存品	41.9±0.1	49.8°±0.2°	53.4±0.5	12.6±0.4	47.5±0.2	55.1°±0.5°	58.1±0.4	4.1±0.5
90日保存品	40.4±0.5	50.9°±0.5°	51.9±1.1	13.8±1.2	50.3±0.4	54.6°±1.0°	63.8±0.9	4.0±0.6
135日保存品	38.5±0.2	50.5°±0.3°	44.2±0.9	20.8±1.0	47.9±0.2	52.8°±0.2°	55.4±0.9	7.7±0.7
180日保存品	36.9±0.2	49.7°±0.5°	40.4±0.3	24.9±0.2	46.1±0.1	53.4°±0.4°	53.8±0.6	8.9±0.6
5°C (暗所)					20°C (明所1500lux)			
63日保存品	48.9±0.1	57.9°±0.1°	61.6±0.5	1.4±0.2	48.7±0.3	52.8°±0.2°	58.8±0.4	5.3±0.1
90日保存品	50.1±0.8	56.6°±0.6°	64.8±1.4	3.7±1.3	49.3±0.2	53.6°±1.0°	63.5±1.2	4.3±1.0
135日保存品	48.7±0.3	54.7°±0.5°	59.1±0.8	3.6±0.7	47.4±0.2	50.3°±0.1°	54.1±0.2	10.2±0.1
180日保存品	48.1±0.2	56.6°±0.3°	59.5±0.4	2.3±0.4	46.8±0.2	50.5°±0.2°	54.2±0.7	10.0±0.4

保存開始時と比較すると、50℃で保存した場合、色相は保存開始後、約 7° 減少し、赤みが強くなったが、保存期間が長くなって変化は少なかった。明度及び彩度は保存期間が長いほど減少し、色差が保存期間とともに増大した。50℃で保存した試料は、赤味が強くなり暗い色調で、保存開始時とはかなり異なった色調となった。これは、50℃で保存した試料は、試料の乾燥に伴う組織の収縮と硬化が起き、水に浸漬させるだけでは、組織が復元しなかったためと考えられる。

5℃で保存した場合は、180 日後の色差は 2.3 であり、色調の変化はほとんどなかった。30℃及び光照射 20℃で保存した場合は、180 日後には彩度が低下しすんだ色調となり、色差は 10 程度まで増加した。しかし、90 日までの色差は約 4 で色調の変化は少なかった。このことから、冷暗所では半年程度、常温下でも 3 ヶ月程度は色調が保持されることが示された。

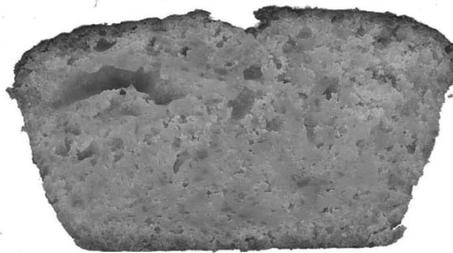
3.3 乾燥ニンジン配合したパウンドケーキの評価

パウンドケーキにニンジン配合し混合した際、乾燥ニンジンでは離水が起きなかったが、生ニンジンでは、若干の離水が観察された。焼成後のパウンドケーキの断面写真を図 3 に示す。ニンジンを配合しない基本的なレシピのパウンドケーキは、全体的によく膨らみ、内部にはきめの細かい気泡が均一に生成した。一方、生ニンジンを配合したものは、膨らみが悪く、気泡の数も少なかった。また、周辺部と中心部の高さがほとんど同じことから、生地が硬化し始めた後の膨化も少なかったと考えられた。これに対し、乾燥ニンジンを配合したものは、断面にニンジンがあることを除けば、ニンジンがないものとよく似ており、全体によく膨らみ気泡も均一に生成した。官能的には、生ニンジンを配合したものは、湿ってベタついた食感であったのに対し、乾燥ニンジンを配合したものは、軽い食感でニンジンを配合しなかったものに近かった。

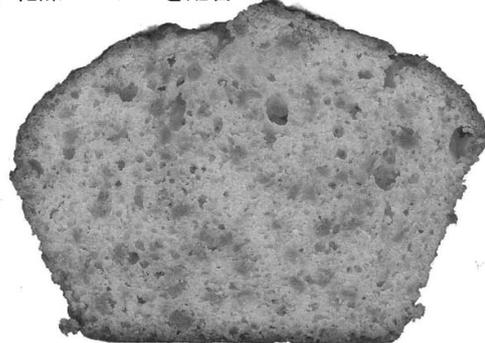
表 2 に焼成後のパウンドケーキの諸性質を示す。乾燥ニンジンを配合したものは、生ニンジンを配合したものと比較し、比容積は 1.2 倍、中心部高さは 1.4 倍と大きくなった。また、気泡の数及び断面で気泡の面積が占める率も、乾燥ニジンを使用したものの方が 1.5 倍、1.1 倍と大きくなった。一方、ニンジンを配合しなかったものと比較すると、乾燥ニンジンでの値は 10~20%低くなった。しかし、原料の 20%が膨化しないニンジンが占めることを考慮すると、乾燥ニンジンを配合したパウンドケーキの出来はニンジンを配合しなかったものと比較し遜色が無いと考えられる。

以上及び過熱水蒸気による乾燥ニンジンでは微生物菌数が少ない⁵⁾ことから、今回作製した乾燥ニンジンは、

a) 生ニンジンを配合



b) 乾燥ニンジンを配合



c) 対照

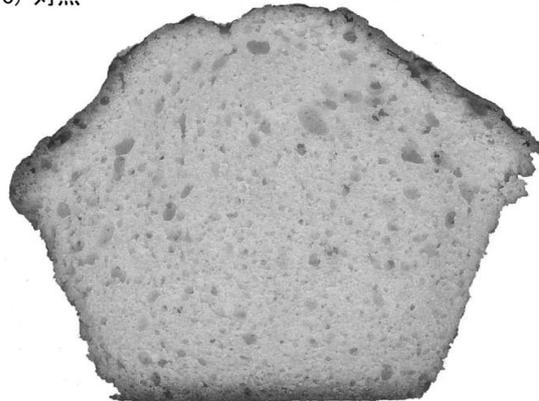


図 3 パウンドケーキの断面

表 2 パウンドケーキの諸性質

	生ニンジン	乾燥ニンジン	対照
比容積 ml/g	1.35	1.60	2.00
中心部高さ mm	44	62	72
気泡の数 個/cm ²	30	45	55
気泡の占める率	8.6%	9.6%	10.8%

製菓原料として適していることが示された。

4. 結び

過熱水蒸気で乾燥したニンジンの保存性と製菓適性について検討を行い、以下の結果を得た。

- (1) 乾燥ニンジン中のカロテン含有量は、50℃、30℃、5℃、1500lux20℃、いずれの保存条件でも変化はほとんど無かった。
- (2) 乾燥ニンジンの保存中の色調の変化は、50℃では赤暗くくすんだ色調となったが、常温以下の温度条件では品質変化が少なく、5℃暗所であれば6ヶ月、30℃暗所及び20℃明所であれば3ヶ月程度は色調が保持されることが明らかになった。
- (3) 乾燥ニンジンの製菓適性を評価するため乾燥ニンジンと配合したパウンドケーキを作製し、生ニンジンと配合したパウンドケーキと比較した。乾燥ニンジンと配合した場合、生ニンジンと比較し、焼成後の組織の浮きがよく、切断面の気泡数及び気泡が占める面積が多く、製菓原料として良好であった。また、生ニンジン配合パウンドケーキで生じた製造過程での離水もなく官能的にも良好であった。

文献

- 1) 泉秀実：日本食品微生物学会雑誌，**26**，60 (2009)
- 2) 並木秀男，新沼和彦，竹村万里子，藤礼子，柳沢マサル，平林達生，清川晋：食品衛生学雑誌，**37**，395 (1996)
- 3) 丹羽昭夫，本山愛，中莖秀夫：愛知県産業技術研究所研究報告，**6**，124 (2007)
- 4) 市毛将司，幅靖志，木村與司雄：愛知県産業技術研究所研究報告，**7**，100 (2008)
- 5) 市毛将司，安田庄子，幅靖志，加納廣和，木村與司雄：愛知県産業技術研究所研究報告，**8**，98 (2009)
- 6) 日本食品科学工学会・食品分析研究会編：新・食品分析法Ⅱ，P123-145 (2006)，光琳
- 7) 日本薬学会編：衛生試験法・注解，P213-215 (2005)，金原出版
- 8) 種谷真一：食品の物理，P185-186(1989)，槇書店