

保存条件が抹茶の起泡性に及ぼす影響

Effects of Storage Conditions on the Foaming Characteristics of *Matcha*

池田 博子* 園田 純子**§ 沢村 信一***

Hiroko Ikeda

Junko Sonoda

Shin-ichi Sawamura

The effects of storage temperature and time on the foaming characteristics of *matcha* were investigated. *Matcha* stored for a certain period of time resulted in producing a large amount of foam, and the preservation temperature influenced the amount of foam produced at an early stage of storage. The influence of storage time on its foaming characteristics was small when *matcha* was kept at 5°C. When stored at 30°C, however, the foaming characteristics were reduced after six months of storage, and after only two months when preserved at 45°C. The influence of temperature on the foaming characteristics was less in high-quality *matcha* than in medium-grade *matcha*.

キーワード：抹茶 *Matcha*；起泡性 Foaming Characteristics；保存温度 Storage Temperature；保存期間 Storage Period

緒 言

茶は、乾燥品であるため他の食品に比べて保存性は比較的に優れているが、保存方法によっては色・味・香りなど品質の低下がみられる。茶の変質に影響する貯蔵環境の因子として、水分、温度、酸素、光などがあげられており、貯蔵条件が煎茶の品質に及ぼす影響については、古谷¹⁾、深津²⁾、川道³⁾、辻⁴⁾らの報告がある。

抹茶は碾茶を粉砕しているため煎茶に比べて重量あたりの表面積が大きく、保存による変化も煎茶とは異なるものと考えられる。原口⁵⁾らは、原料抹茶の貯蔵温度と期間を変えたときの品質への影響について報告しているが、起泡性については行っていない。

保存による抹茶の起泡性の変化に関しては島田⁶⁾の報告があるが、抹茶の保存ではなく保存した碾茶を石臼で碾いた抹茶を用いたものであり、抹茶の状態での保存した場合の起泡性の変化についての報告は見られない。

抹茶が消費者に届くまでは十分な保存管理がなされているであろうが、消費者の手に渡ってからは保存管理の方法はかなり異なるものと考えられる。茶の保存に関して、消費者が購入後特に留意しなければならないのは温度管理である。

そこで、今回は保存条件として温度と期間を変えた場合の抹茶の起泡性の変化を測定した。

また、急激な温度変化の影響をみるために高温で短時間

加熱した抹茶の起泡性についても併せて検討した。

実験方法

1. 試料

1) 保存抹茶

i) 12ヶ月保存

北九州市内の茶舗で購入した中級抹茶（400円/20 g）を小型のブリキ缶に入れて5°C（冷蔵庫）および30°C（三洋電気製インキュベーター SHR-100 型を使用）で12ヶ月間保存し、3ヶ月経過ごとに取り出して実験に供した。保存開始時期は6月である。

ii) 5ヶ月保存

（株）葵製茶製（愛知県西尾市）の上級抹茶（1,000円/20 g）、中級抹茶（500円/20 g）を蒸着アルミ小袋に密閉して保存した。保存開始時期は10月で、保存条件は、次の通りである。

① 温度：5, 25, 45°C

各温度は、三洋電気製インキュベーター MIR-553 型を使用した。なお、温度精度は±0.2°Cである。

② 保存期間：1, 2, 3, 5ヶ月

室温等の条件の影響を排除するため、各温度で1, 2, 3ヶ月保存した抹茶を-40°C（サンヨーメディカルフリーザー MDF-U441 型を使用、温度精度は±3°C）で保管し、5ヶ月保存終了時一斉に同一条件で試験を実施した。なお、-40°Cで5ヶ月保管した抹茶を対照とした。

2) 高温加熱抹茶

12ヶ月保存抹茶と同じ抹茶を定温乾燥器（科学共栄社製 MA-2 使用）に入れ、100°Cで3時間加熱した。

2. 起泡方法

茶筌が一定の往復運動を行う起泡装置を用いて、抹茶1 gと80°Cの温湯50 mlを抹茶茶わんに入れて400回/分の速度で60秒間起泡を行った⁷⁾。

* 元西南女学院大学短期大学部
(Seinan Jo Gakuin University Junior College)

** 山口県立大学
(Yamaguchi Prefectural University)

*** (株)伊藤園
(Ito En Co. Ltd.)

§ 連絡先 山口県立大学（看護栄養学部）
〒753-8502 山口市桜島3丁目2-1
TEL 083(928)2454 FAX 083(928)2454

3. 起泡性の測定

起泡実験終了後、ただちに泡沫容積計に移し、泡沫容積、泡膜液容積および膨張率を求めた⁷⁾。なお、起泡試験は5回繰り返し、その平均値および標準偏差を算出した。

1) 泡膜液容積

泡を構成する液体であり、供試液 50 ml から泡沫生成に関与しない液体部分を除いて算出した。

2) 膨張率

起泡直後の泡沫容積を泡膜液容積で除して求めた。

4. 保存抹茶の可溶性成分分析

1) 試料調製方法

抹茶 100 mg を 50 ml 共栓三角フラスコに秤取して、50%アセトニトリル水溶液約 40 ml を加えた。続いて超音波洗浄器中で超音波を 30 分間かけ、抽出を行った。

得られた抽出液を超純水で 10 倍に希釈し、エキクロディスク（日本ポール社製、0.45 μm ）で濾過し、濾液を分析用試料とした。

2) 装置及び分析条件

装置として日本ウォーターズ社製 AQUITY UPLC を用いた。測定条件は次の通りである。

カラム：ACQUITY UPLC T3（日本ウォーターズ社製、2.1 mm i.d. $\times$ 100 mm, 1.8 μm ）

カラム温度：40℃

移動相 A 液：0.1%ギ酸水溶液

移動相 B 液：0.1%ギ酸含有アセトニトリル

注入量：5 μL

検出波長：280 nm

MS 検出条件

装置 日本ウォーターズ社製 SynaptHDMS

極性 ESI POS ESI NEG

キャピラリー電圧 (KV) 2.5

コーン電圧 30

ソース温度 (℃) 120

脱溶媒ガス温度 (℃) 400

脱溶媒ガス流量 (L/h) 700

質量範囲 (m/z) 100~1,000

4. 色の測定

12ヶ月保存および高温加熱抹茶については測色色差計（日本電色工業株式会社製 ND-101D 型）で L,a,b を測定し、基準抹茶との色差 (ΔE) を求めた。

結果および考察

1. 12ヶ月保存抹茶の泡沫容積の変化

抹茶は保存のどの時点で起泡の変化が起こりやすいのかをみるため、抹茶を 5℃ および 30℃ で 12ヶ月間保存し、3ヶ月ごとに泡立ちを調べた（図 1）。

6ヶ月までは 5℃、30℃ いずれの温度も保存することにより泡沫容積は多くなる傾向がみられた。特に 30℃ 保存では

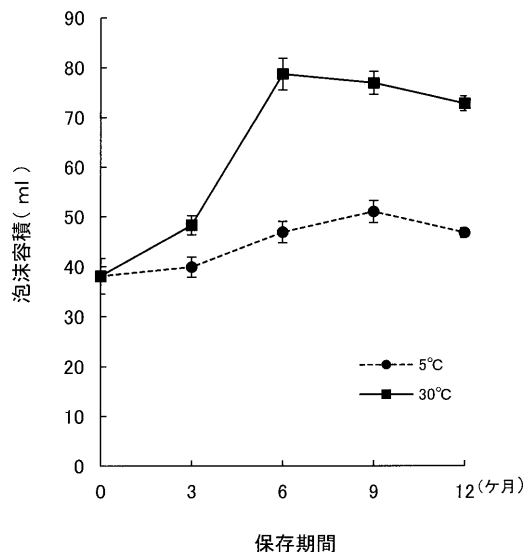


図 1. 中級抹茶の 5℃ および 30℃ 保存による泡沫容積の変化

6ヶ月で著しい起泡を示し、6ヶ月以上の保存では起泡の変化は緩慢になる傾向がみられた。5℃ 保存では、9ヶ月までは保存期間が長くなるほど起泡は大きくなった。

このように抹茶は保存により起泡しやすくなり、保存温度は高いほど泡沫容積は多く、また、保存の早い段階で起泡しやすくなることを認めた。そこで、保存期間 5ヶ月までの起泡の変化をみるため、保存温度を 5℃、25℃、45℃ と変えて、起泡試験を行なった。

2. 5ヶ月保存抹茶の起泡性の変化

1) 中級抹茶

中級抹茶についての結果は図 2 のとおりである。保存前の泡沫容積平均 28.8 ml に対して 5℃ では 5ヶ月間保存しても 31.2 ml とその差はわずかであるが、25℃ では保存期間 2ヶ月で 34.4 ml、3ヶ月で 37.1 ml、5ヶ月で 42.1 ml と保存期間の延長に伴い起泡はよくなった。45℃ では 1ヶ月の保存で平均 41.0 ml と著しく起泡はよくなるが、2、3、5ヶ月ではそれぞれ 45.7 ml、46.4 ml、45.2 ml と大きな変化は見られなかった。すなわち、12ヶ月保存と同様保存により起泡しやすくなり、起泡の変化は保存温度が高いほど早い段階でみられた。しかし、変化の程度は温度により異なり、45℃ 保存では 30℃ 保存よりも早い 2ヶ月ではほぼ平衡に達し、5℃、25℃ 保存では 3ヶ月後も起泡は高くなった。

また、5℃ と 25℃ 保存の膨張率は同程度で、保存期間による違いはみられないが、45℃ 保存の抹茶は保存期間が長くなるほど大きくなる傾向がみられた。

2) 上級抹茶

上級抹茶については、保存温度が高いほど概ね起泡しやすくなった（図 3）。保存温度による起泡の変化は異なり、5℃ 保存では小さく、25℃、45℃ 保存では保存期間が長くなるにつれて大きくなるという傾向は中級抹茶と同様であるが、保存温度による起泡の変化は中級抹茶ほど大きくはな

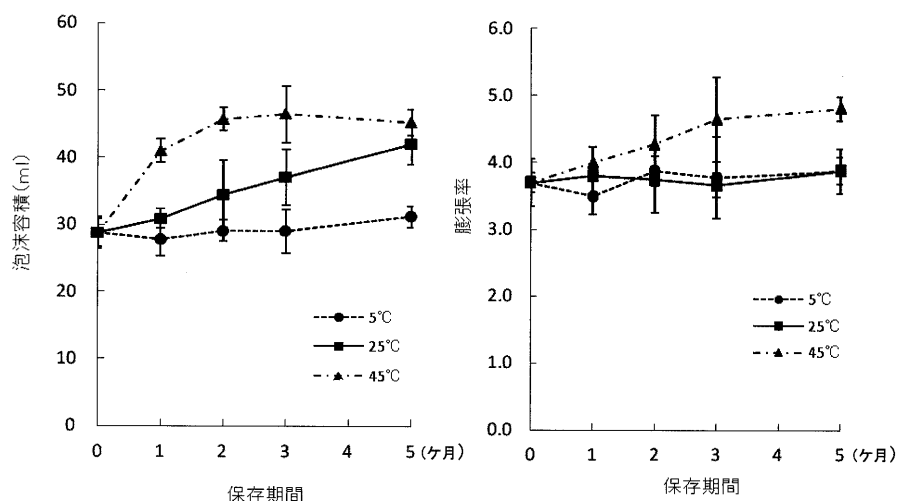


図2. 中級抹茶の5℃, 25℃および45℃保存による泡沫容積および膨張率の変化

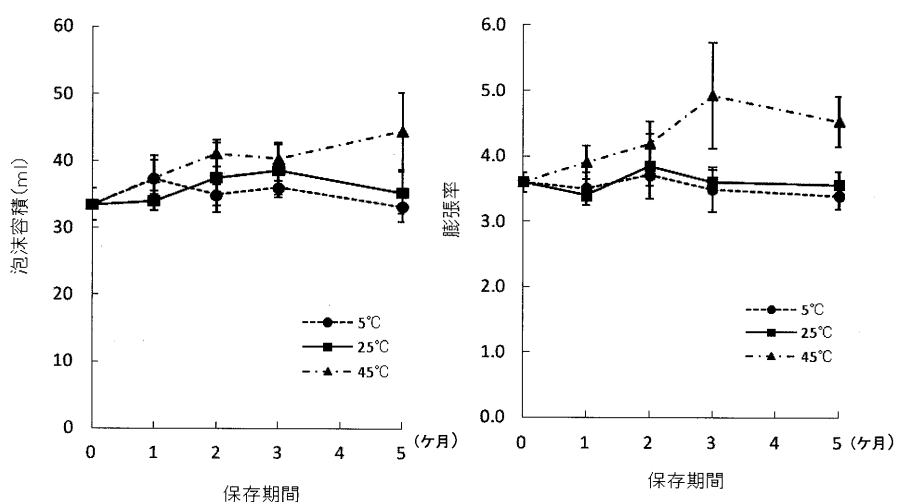


図3. 上級抹茶の5℃, 25℃および45℃保存による泡沫容積および膨張率の変化

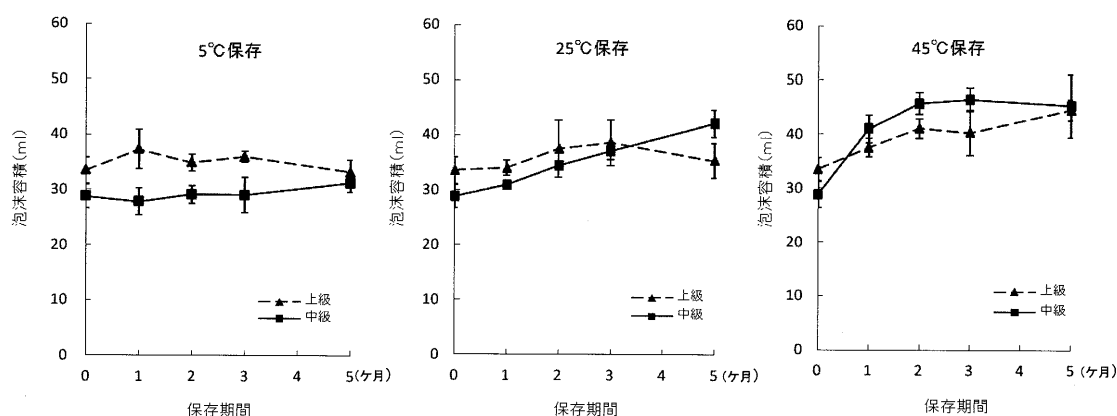


図4. 上級抹茶と中級抹茶の泡沫容積の比較

い。例えば、中級抹茶との違いを3ヶ月保存でみると、中級抹茶の場合は5℃, 25℃, 45℃保存の泡沫容積はそれぞれ平均29.0 ml, 37.1 ml, 46.4 mlで、5℃と25℃保存の泡沫容積の差は8.1 ml, 5℃と45℃の差は17.4 mlである

が、上級抹茶の場合は5℃, 25℃, 45℃保存の泡沫容積はそれぞれ平均36.0 ml, 38.6 ml, 40.3 mlで5℃と25℃保存の差は2.6 ml, 45℃との差は4.3 mlである。また、膨張率についても、5℃, 25℃保存は同程度で保存期間による

保存条件が抹茶の起泡性に及ぼす影響

違いはみられないが、45℃保存の抹茶は保存期間が長くなるほど大きく、その傾向は中級抹茶と同様であった。

3) 抹茶の種類による違い

各保存温度について抹茶の種類による泡沫容積を比較した(図4)。5℃保存では上級抹茶の方がいずれの保存期間においても泡立ちはよく25℃保存でもその傾向は同じであるが、5℃保存に比べるとその差は小さくなり、45℃保存では逆に中級抹茶の方が泡立ちはよくなった。

3. 保存抹茶の可溶性成分の変化

5℃と45℃保存では5ヶ月後の抹茶の起泡性に差がみられたので、上級および中級の5ヶ月保存抹茶について、個々の成分は同定していないが、検出された可溶性成分のすべて(133成分)について5回の測定を実施し付属している装置で差分解析を行ったところ、上級・中級抹茶ともに5℃と45℃の5ヶ月保存抹茶では可溶性成分にほとんど差はみられなかった。なお、50%アセトニトリルで溶出されない成分は、脂質、クロロフィル、固形分等である。

可溶性成分に差がみられないにもかかわらず泡立ちに差がみられることについては、下記の理由から脂質含量の変化が影響しているのではないかと考えられる。

阿南ら⁸⁾は、25℃で3、6、9、18ヶ月貯蔵した緑茶(荒茶)の脂質含量の変化を調べている。それによると全脂質含量は25℃で3ヶ月貯蔵したものは約10%、6ヶ月では約20%減少し、各脂質画別にみた場合、25℃では貯蔵期間の増加につれて減少傾向が比較的是っきりしているのは糖脂質であり、中性脂質とリン脂質は減少傾向が小さいという。今回のように45℃で貯蔵した場合、脂質含量はさらに減少するものと考えられる。

また、前田ら⁹⁾は、脱脂した抹茶は起泡性を著しく上昇させることを報告している。著者等が行ったブクブク茶の起泡試験でも、サラダ油をごく少量添加した場合、起泡性は著しく小さくなり¹⁰⁾、ブクブク茶の起泡性は米の焙煎による脂質含量の減少もその要因の一つではないかと示唆した¹¹⁾。このような点から考えると、貯蔵温度が高く貯蔵期間が長いほど泡立ちがよくなるのは、貯蔵中における脂質含量の減少によるものではないか考えられる。また、抹茶の種類により泡立ちの変化に違いがみられるのは、阿南ら⁸⁾による報告から推察すると、構成脂肪酸の中でリノール酸やリノレン酸等比較的不安定な不飽和脂肪酸の占める割合の違いによる可能性も考えられる。

4. 高温加熱抹茶の起泡性

長期間貯蔵した抹茶の起泡性の変化はすでにみたとおり、保存温度が高いほど起泡性は高くなることがわかった。そこで、急激な温度変化の影響をみるために、100℃で3時間加熱した抹茶の起泡試験を行った。その結果、加熱しない抹茶の泡沫容積39.7 mlに対して高温加熱抹茶は54 mlの1.36倍であった。これを、12ヶ月および5ヶ月保存抹茶の変化と比較するため、保存0ヶ月を1.00とした場合

表 1-1. 12ヶ月保存中級抹茶の保存期間と保存温度の違いによる泡沫の割合

期 間 ヶ月	温 度	
	5℃	30℃
0	1.00	1.00
3	0.98	1.21
6	1.17	1.98
9	1.30	1.93
12	1.15	1.85

表 1-2. 5ヶ月保存中級抹茶の保存期間と保存温度の違いによる泡沫の割合

期間 ヶ月	上 級 抹 茶			中 級 抹 茶		
	温 度			温 度		
	5℃	25℃	45℃	5℃	25℃	45℃
0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1	1.11	1.01	1.12	0.96	1.07	1.42
2	1.04	1.12	1.23	1.01	1.19	1.59
3	1.07	1.14	1.20	1.01	1.29	1.61
5	0.99	1.04	1.33	1.08	1.46	1.57

の泡沫割合を表1-1、表1-2に示した。高温加熱茶と同じ1.36倍に達したものは、12ヶ月保存抹茶の場合、30℃で6ヶ月以上、5ヶ月保存抹茶では、中級抹茶の25℃で5ヶ月、45℃で1ヶ月以上保存したものであり、短時間に高温加熱したものより長期に保存した方が抹茶の変化は大きいことがわかった。

5. 12ヶ月保存抹茶の色の变化

抹茶は色や香りで変質の程度を判断することが多い。12ヶ月保存抹茶と高温加熱抹茶について測色値および基準の抹茶との色差を表2に示した。L値(明度)は5℃保存ではほとんど変化は見られないが、30℃保存では保存期間が長くなるにつれわずかに高くなる傾向が見られた。a値は赤と緑の度合いを示し、マイナスの数値が大きいほど緑の度合いは強くなるが、5℃保存では大きな変化はみられず、30℃保存では6ヶ月以上の保存により緑の度合いが弱くなった。また、b値は黄と青の度合いを示し、この数値が大きいほど黄の度合いは強いが、30℃保存では保存期間の延長に伴い黄の度合いは低下する傾向が見られた。保存

表 2. 保存期間および保存温度の違いによる測色値

期間 (月)	温 度 (℃)	L	a	b	ΔE
0		54.5	-13.7	23.5	—
3	5	54.0	-13.9	23.9	0.67
	30	53.9	-11.6	23.4	2.19
6	5	54.6	-11.6	23.1	2.14
	30	54.9	-7.3	21.7	6.66
9	5	54.3	-13.4	22.8	0.79
	30	55.0	-9.0	22.0	4.96
12	5	54.3	-14.1	23.9	0.60
	30	55.2	-8.5	21.5	5.62

前の抹茶を基準とした色差 (ΔE) をみると, 5℃では12ヶ月保存しても色はずかには変わる程度であるが, 30℃では3ヶ月でも感知できるほどに, 6ヶ月以上保存したものは目立つほどに変色した。なお, 高温加熱抹茶の色差は3.83で, 30℃で6ヶ月保存した抹茶より小さかった。

要 約

温度と期間を変えて保存した抹茶について起泡性の変化を測定し, 次のような知見を得た。

1. 抹茶は保存により起泡しやすくなり, 保存温度は高いほど泡沫容積は多くなった。
2. 5℃保存では保存による起泡の変化は小さいが, 30℃保存では6ヶ月, 45℃保存では2ヶ月までに大きく変化し, それ以降の変化は緩慢であった。
3. 上級抹茶は中級抹茶に比べて保存による起泡の変化は小さかった。
4. 膨張率は, 45℃保存では5℃, 25℃保存に比べて大きく, 5℃と25℃保存はほとんど差がなかった。また, 45℃保存抹茶は保存に伴い膨張率は大きくなるが, 5℃, 25℃保存では変化がみられなかった。
5. 短時間の高温加熱より長期保存した方が変質は大きいことが示唆された。
6. 保存により, 抹茶が泡立ちやすくなるのは, 保存期間中に脂質が減少する可能性が考えられる。

文 献

- 1) 古谷弘三, 原 利夫, 久保田悦郎 (1961), 煎茶の貯蔵条件が品質に及ぼす影響について, 茶技研, **25**, 42-46
- 2) 深津修一, 原 利夫 (1969), 貯蔵条件が茶の品質に及ぼす影響, 日食工誌, **16**, 247-251
- 3) 川道直子, 志垣 瞳, 梶田武俊 (1977), 貯蔵条件が茶の品質に及ぼす影響, 家政学研究, **23**, 115-118
- 4) 辻 顕光 (2005), 茶の品質変化が少ない透明茶袋, 茶研報, **100** (別), 154-155
- 5) 原口康弘, 佐野 仁, 中里賢一, 外丸和男, 寄下雅子, 荒川正人, 沢村信一 (2002), 原料抹茶の保存条件が品質に与える影響, 茶研報, **93**, 1-8
- 6) 島田和子 (1998), 抹茶特有の風味が生じるためには, なぜ碾茶を熟成保存する必要があるのか, 「食に関する助成研究調査報告書」, 第11号, すかいらくフードサイエンス研究所, 東京, pp. 43-50
- 7) 池田博子 (1999), 抹茶の起泡性に及ぼす起泡速度と起泡時間の影響, 日調科誌, **32**, 234-239
- 8) 阿南豊正, 高柳博次, 池ヶ谷賢次郎, 中川致之 (1982), 緑茶貯蔵中の脂質含量の変化, 茶研報, **56**, 65-68
- 9) 前田昭子, 日比喜子, 早川史子 (1998), 抹茶の起泡性に及ぼす NaCl, CaCl₂, MgCl₂, 脂質の影響, 家政誌, **49**, 633-636
- 10) 池田博子, 園田純子, 沢村信一 (2007), ブクブク茶の起泡性に及ぼす諸条件の影響, 日調科誌, **40**, 435-439
- 11) 池田博子, 園田純子, 沢村信一 (2011), 米の焙煎時間がブクブク茶の起泡性に及ぼす影響—デンプン, タンパク, 脂質を使ったモデル実験からの解析—, 日調科誌, **44**, 331-336

(平成23年8月10日受付, 平成24年5月28日受理)

和文抄録

温度と期間を変えて保存した抹茶について起泡性の変化を測定し, 次のような知見を得た。抹茶は, 保存により起泡しやすくなり, 保存温度は高いほど泡沫容積は多く, また, 保存の早い段階で起泡が起こりやすい。5℃保存による起泡の変化は小さいが, 30℃保存では6ヶ月, 45℃では2ヶ月までに大きく変化し, それ以降の変化は緩慢であった。上級抹茶は中級抹茶に比べて保存温度による起泡の変化は小さかった。