

# ウルトラファインバブル水を用いた緑茶の抽出に関する研究

上村 聡\*, 佐合 徹\*

## Research of Extraction Method for Green Tea Using Ultrafine Bubbles Water

Sou UEMURA and Toru SAGO

The technology of ultrafine bubble (referred to as UFB) was applied to green tea extraction in order to produce a low-cost, high quality green tea beverages. Two types of green tea were extracted with distilled water with/without UFB, and their characteristics were compared: the former was referred to as the experimental group and the latter as the control group. First, both groups were compared in the L\*a\*b\* color space coordinates. The results showed that the brightness L\* of the experimental group was equivalent to that of the control group, while the chromaticity coordinates a\* and b\* of the experimental group changed slightly toward a duller green and yellow, respectively, compared to the control group in the extraction time range of 5-60 minutes. Second, in the same 5-60 minutes extraction time range as a\* and b\*, the experimental group had 20-40 % less epigallocatechin and epigallocatechin gallate and caffeine than the control group.

Keywords: Ultrafine Bubble, Green Tea, Catechin, Caffeine, Extraction

### 1. はじめに

ウルトラファインバブル (以下, UFB) とは ISO で規格化された直径 1  $\mu\text{m}$  未満の微小な気泡であり, 目に見える気泡とは異なる物理的性質を持つ<sup>1)</sup>. 100  $\mu\text{m}$  以上のマイクロバブルはゆっくりと浮上して消失するが, 1  $\mu\text{m}$  未満の UFB はブラウン運動により浮上する事なく不規則に運動し, 数ヶ月以上にわたって準安定的に存在する. また, UFB を含む水の特徴として, 通常の水に比べて表面張力が約 30% 低く, 浸透・洗浄効果があるとされている<sup>2)</sup>. このような性質から, UFB は切削加工・洗浄等の工業的分野で利用が進んでいるが, 食品分野での利用に関する研究報告は少ない. UFB に関しては, 当所では大豆飲料やアイスクリームの品質向上に役立つものであり, それを活用する技術も有している<sup>3)4)</sup>. 筆者らは, UFB の食品分野への適用を広めるべく, 新たに緑茶抽出を課題として取り上げることとした. UFB を緑茶抽出に活用するならば, 緑茶抽出時の水温/湯温, 抽

出時間, そして攪拌の有無など, 製造条件は多様であり, これらについて包括的に調査する必要があるが, 事前調査の一環として, これらの製造条件の内, 常温, 攪拌無しの条件で UFB の有/無による抽出特性の違いを測定したので, その結果を報告する.

### 2. 実験方法

#### 2.1 UFB 水の調整

UFB 水は, UFB 発生装置 (IDEC 株式会社製, FZIN-10) を用いて調整した. 具体的には, 蒸留水 20 L を 23  $^{\circ}\text{C}$  以下に冷却しながら, 流速 16.7 L/min で 60 分間循環させた. その間, 窒素ガスポンペを UFB 発生装置に接続し, 窒素を 2.0 L/min で送気し, UFB 水を調整した. 調整した UFB 水は, ナノ粒子測定システム (日本カンタム・デザイン株式会社製, NanoSight NS300) にて個数濃度, 平均径を測定した.

#### 2.2 緑茶の抽出

三重県農業研究所茶業・花植木研究室 茶業研究課にて刈り取り・加工された茶葉を使用した.

\* 食と医薬品研究課



図1 Netcup for green tea tasting

品種は“やぶきた”を使用し、2022年5月に生産された1番茶の煎茶を供試した。茶葉は目開き4mmの篩にて粗いものを除去し、また目開き1.4mmの篩にて微塵を除去した。抽出は宮下らおよび澤井の方法<sup>5),6)</sup>を参考に、全国茶品評会をはじめ、様々な品評会で使われている茶審査用ネットカップに茶葉5gを入れ、図1のように10℃のUFB水200mlを注いで静置した。なお、実験区としては、UFB発生装置を通した10℃のUFB水200mlを注いで静置した（以下ではUFB水処理区とよぶ）。また、対照区として、UFB発生装置を通していない10℃の蒸留水200mlを用いて茶を抽出した。抽出は10℃の恒温室内で行い、それぞれ5, 10, 20, 30, 60および120分経過後にネットカップを引き上げ、茶抽出液を調製した。実験区と対象区いずれも5反復で行った。

## 2.3 測色

調製した茶抽出液を、遠心分離機（ベックマン・コールター株式会社製、Avanti HP-25）を用い、4℃

に冷却しながら5000rpmで20分間遠心した。上清を回収し、分光測色計（コニカミノルタジャパン株式会社製、CM-5）を使用し、厚さ20mmのガラスセルを用いて透過で測色を行い、 $L^*a^*b^*$ にて評価した。

## 2.4 カテキン類、カフェインの分析

茶抽出液中のカテキン類、カフェインはHPLC（株式会社島津製作所製、LC-20A）にて定量した。分析条件は国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構と株式会社島津製作所の共同研究レポート<sup>7)</sup>に準じて表1の条件とし、カテキン類は(-)-エピガロカテキン(EGC)、(-)-エピガロカテキンガレート(EGCG)の2種を定量した。

## 3. 結果と考察

### 3.1 UFB水の物性

本研究で用いたUFB水のUFB濃度は $7.2 \times 10^8 \pm 3.4 \times 10^6$  cells / mL ( $\pm$  Standard Error)であった。また、平均径は $121 \pm 1.2$  nm ( $\pm$  SE)であった。

### 3.2 茶抽出液の色彩に対するUFBの影響

茶抽出液の測色の結果を、図2に示す。明度を表す $L^*$ 値は対象区とUFB水処理区で大きな差はなかった。一方、赤方向の彩度を表す $a^*$ 値はUFB水処理区では抽出時間が5～60分の範囲で対象区と比較して有意に小さくなり、緑色が薄くなった( $a^*$ は+で赤を、-で緑色を表す)。黄色方向の彩度を表す $b^*$ 値についても抽出時間が5分～60分の範囲でUFB水処理区では対象区と比較して有意に小さくなり、黄色が薄くなった( $b^*$ は+で黄色を、-で青色を表す)。その抽出液の様子を図3に示す。また、120分の抽出では、処理区間で有意な差がなかった。一般的に茶の水色は黄色であり、その主成分はフラボノール配糖体とされてい

表1 Analysis conditions for catechins and caffeine using HPLC

system	:	LC-20A(SHIMADZU CORPORATION)
column	:	Shim-pack GISS C18(150 mm ×4.6 mmI.D., 3 μm) A) 0.2 %Phosphoric acid in H <sub>2</sub> O
mobile phase	:	B) Methanol / Acetonitrile=15:5 (v/v) A : B=85 : 15 (v/v)
flow rate	:	0.6 mL/min
column temperature	:	40 °C
injection volume	:	10 μL
detection	:	PDA242 nm(EGC), 272 nm(EGCG, Caffeine)

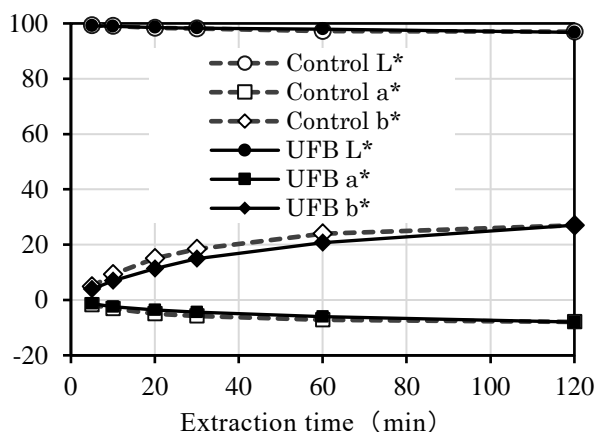


図2 Color measurement results (n=5, The standard error was omitted because it was too small.)

る<sup>8)</sup>。測色の結果から、UFB水の使用により色が薄くなったのは抽出されるフラボノール配糖体の濃度が低下したためと思われる。なお、検定はT-testを用い、 $p < 0.05$ を有意水準とした。

緑茶の抽出において、水の硬度が上昇すると抽出液の黄色味は強くなり、明度が低くなる事が報告されている<sup>9),10)</sup>。このように、茶抽出液の色の調整は既存の技術では抽出に用いる水の産地を変える、添加物を加える等、化学的性質を変える必要があるが、本研究では水を変える事なく、元の水にUFB処理をするだけで緑色、黄色の色彩を変える可能性を確認できた。今後は様々な抽出温度におけるUFBの効果や、色のバランスに及ぼす影響を検討する必要がある。



図3 Change in color of tea extract.  
(left : control, right: UFB water)  
(光を上から当てて撮影。画像はトリミングのみ行い、明度や彩度は調整していません。)

### 3.3 カテキン類、カフェインの定量結果

茶抽出液中のカテキン類、カフェインの分析結果を図4 a)-c)に示す。実験区は、抽出時間5分を対象区と比較してEGC濃度が57.5%，EGCG濃度が61.5%，カフェイン濃度が61.5%であった。抽出時間60分の処理区でもEGC濃度が80.8%，EGCG濃度が78.9%，カフェインが75.6%となり、抽出時間5～60分の範囲で、対照区と比較して有意に低くなった。この原因として、本研究では攪拌することなく静置して抽出したためと考えられる。秦ら<sup>11)</sup>によると、攪拌をせずにUFB水でフィルムに塗布したオレイン酸の洗浄を行った場合、対象区より効果は著しく低いとあり、同様のメカニズムが働いている可能性がある。

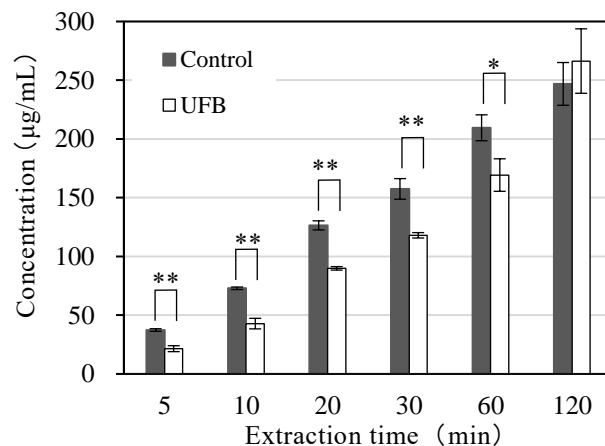


図4a) Change in extraction of EGC over time  
(Error bars indicate standard error, n=5, \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.001$ )

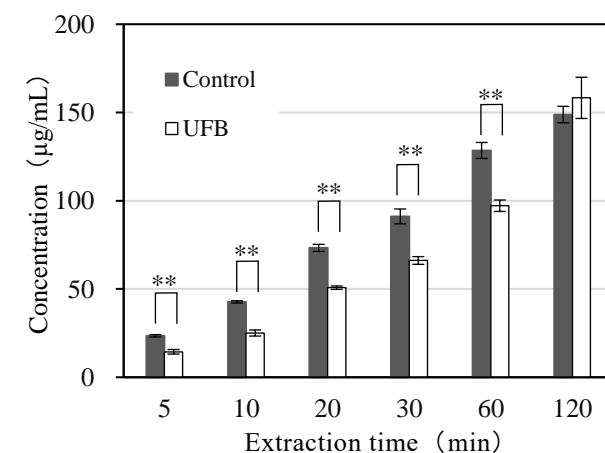


図4b) Change in extraction of EGCG over time  
(Error bars indicate standard error, n=5, \*\* $p < 0.001$ )

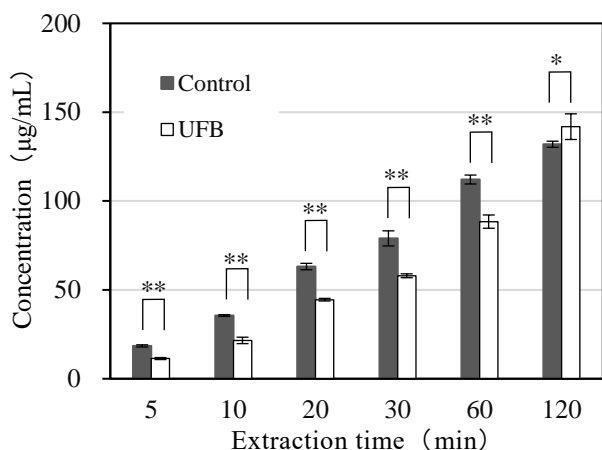


図 4c) Change in extraction of caffeine over time  
(Error bars indicate standard error, n=5, \* $p<0.05$ , \*\* $p<0.001$ )

成分分析の結果、UFB がカテキン類、カフェインの濃度を低下させる傾向を確認し、これらの成分は苦味を呈するため、風味への影響が強い事が考えられる。今後、風味の評価を行い、その結果との相関性を考察する必要がある。

#### 4. 結論

窒素ガス UFB 水を用いて茶を 10 °C の静置状態で抽出すると、抽出時間が 5～60 分の範囲では蒸留水を用いて抽出した場合と比較して黄色方向と緑色方向の彩度は小さくなったが、明度は変わらなかった。カテキン類、カフェインの濃度は抽出時間が 5～60 分の範囲において蒸留水を使用した場合に比べ、約 40-20 % 減少した。しかし、これらの結果は温度、茶葉の種類、抽出容器や攪拌の有無によって異なると思われ、今後も研究を継続する。

#### 謝辞

本研究にご協力いただいた、三重県農業研究所茶業研究課一同ならびに中央普及センター茶普及課の皆様にはご助言いただき、この場を借りてお礼申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 牛田照臣ほか：“管内流れにおけるマイクロバブル水および複雑流体の摩擦損失低減効果”. 日本レオロジー学会誌. Vol.40, No.4, p179-184 (2007)
- 2) 寺坂宏一ほか：“ファインバブル入門”. 日刊工業新聞社. p139-144 (2016)
- 3) 佐合 徹ほか：“アイスクリーム製造におけるウルトラファインバブル水の利用”. 三重県工業研究所研究報告 (2017) No.42 p72-75
- 4) 松岡敏生ほか：“ファインバブル処理が大豆飲料の特性に及ぼす影響”. 日本感性学会論文誌. (2020) Vol. 19, No.4. 375-380
- 5) 宮下知也ほか：“亜臨界水抽出による緑茶の高品質化”. 科学・技術研究, Vol.4 No.1, p96-100 (2015)
- 6) 澤井裕典ほか：“茶審査用ネットカップの使用法”. 茶業研究報告, 80 号 p.29-35 (1994)
- 7) Application New “[L583 茶葉に含まれるカテキン類の定量分析 \(naro.go.jp\)](https://www.naro.go.jp/laboratory/nfri/introduction/1583.pdf)”. <https://www.naro.go.jp/laboratory/nfri/introduction/1583.pdf>
- 8) 坂本 裕：“茶のフラボン・フラボノール色素”. 茶業研究報告, Appendix2 号 p.62-68 (1970)
- 9) 三橋富子ほか：“水の硬度が緑茶浸出液に及ぼす影響”. 日本調理科学会誌, Vol. 49 No. 3, p216-222 (2016)
- 10) 岡野節子ほか：“緑茶の浸出法に関する研究”. 鈴鹿短期大学紀要, 13, p251-260
- 11) 秦 隆志ほか：“ファインバブルを用いた洗浄技術”. 洗浄技術, Vol.69 No.10, p.8-12 (2018)