

PETボトル詰緑茶飲料における加温保存中の変色に対する可視光照射試験

田辺 利裕, 樋口 香織, 沖浦 文

Visible Light Irradiation Test for Green Tea Beverage in PET Bottle under Hot Storage

Toshihiro Tanabe, Kaori Higuchi and Aya Okiura

It is well known that a light deteriorates the quality of food and beverages through the generation of unpleasant odors as a result of the production of sulfur-containing compounds and the oxidation of oils. In this study, the effect of irradiation by visible light for green tea in PET bottle was investigated under hot storage.

A light emitting diode lamp (LED) and a fluorescent lamp were used as light sources. The preservation condition for LED was 60°C, while another was 55°C.

The results showed that irradiation by light having a wavelength shorter than 440 nm or longer than 540 nm had changed the color of green tea. However, light having a wavelength of approximately 500 nm had kept the color of green tea; and was not changed the flavor of the tea.

Key words : Light Irradiation, Green Tea, Color, Visible Light, Wavelength, Light Emitting Diode, Fluorescent Lamp, Flaver, Storage Test, PET Bottle, Hot Storage

1. 緒言

光が食品や飲料に対し、品質的な影響を与えることは古くから研究されており、油脂の酸化による異臭の発生や日本酒におけるイオウ系化合物の異臭発生などがよく知られている事例である¹⁾。

この光の影響に関する研究は、太陽光を対象としたためか、紫外線に着目した研究が多い。容器詰め食品・飲料に対して考えた場合、太陽光の影響を受けうる輸送段階では、箱詰めにより遮光されている場合がほとんどで、光が影響する状況というのは、店頭での蛍光灯の光を考慮すべきであるが、蛍光灯光にはほとんど紫外線は含まれていない(図1)。そこで、本研究では可視光の影響に着目することとした。

本報では、近年になって流通量が大幅に伸びているPETボトル詰緑茶飲料を研究対象として、その加温保存条件における光照射の影響を調査し、その結果、500nm前後の光照射により色調維持効果があり、かつ風味には影響を与えないという結果が得られたため、その内容を報告する。

2. 実験材料と方法

1) 缶ウォーマを使用したLEDランプ照射試験

(1) 材料

PETボトル詰緑茶飲料試料として、市販品の緑茶飲料350mL丸形単層PETボトル詰(コールド専用品)を使用した。

缶ウォーマは、(株)ヨシキン製CANウォーマGW-108を使用した。

LEDランプは、シップス(有)製の61φ45AシリーズLED(5φ超高輝度LED 45個搭載丸形タイプ)中心波長530nm(緑), 590nm(黄)および波長選択型LED(超高輝度LED 31個搭載丸形タイプ)490nm(青緑)の3種を使用した(図2)。

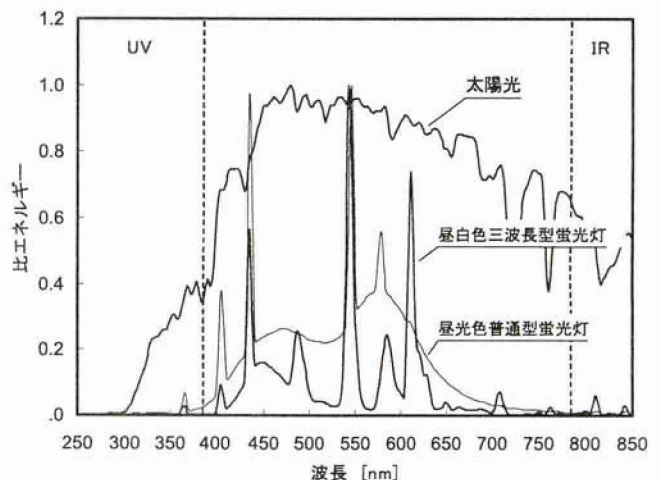


図1 太陽光および蛍光灯(三波長型、普通型)の分光分布

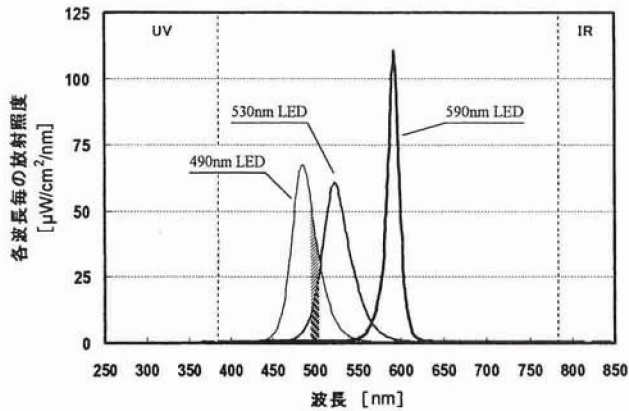


図2 照射試験に使用したLEDランプの分光分布

(2) 実験方法

試料のラベルを剥がし、缶ウォーマ内の温度が同一（液温60℃）となる場所に寝かせて配置した。

暗所（照射なし）試料には、光を遮るための箱をかぶせた。光照射試料の照射量は、(株)マキ製作所製分光放射計SS-01型にて測定し、各ランプとも放射照度2.6mW/cm²となるように調整した。

保存期間は、加温販売の期限である2週間とした。

保存前および保存後の試料につき、590nm照射試料はBioTek INSTRUMENTS INC. 製μQuant MQX200マイクロプレートリーダーにて、ナルジェ・ヌンク・インターナショナル(株)製96穴丸底プレート163320（ポリスチレン製）を使用し、光路長1cmにて350nm～850nmの1nmごとの吸光スペクトルを測定し、その他は(株)島津製作所製分光光度計UV-2200にて、光路長1cmの石英セルを使用し250nm～850nmの5nmごとの透過スペクトルを測定した。

2) 55℃恒温条件における色つき蛍光灯による照射試験

(1) 材料

PETボトル詰緑茶飲料試料として、市販品の緑茶飲料350mL丸形単層PETボトル詰（コールド専用品）を使用した。

照明は、三菱電機オスラム(株)製色蛍光ランプFL20SP(赤)、FL20SG(緑)、FL20SB(青)の3種を使用した(図3)。

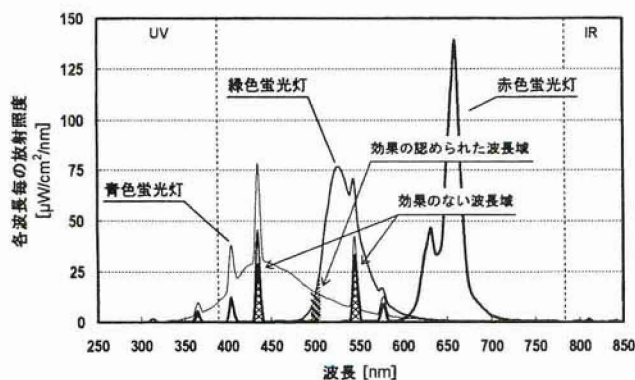


図3 照射試験に使用した色つき蛍光灯の分光分布

(2) 実験方法

試料のラベルを剥がし、恒温庫内（55℃-10%RH）に寝かせて配置した。

暗所（照射なし）試料は、光を遮るために箱詰めした。光照射試料の照射量は、(株)マキ製作所製分光放射計SS-01型にて測定し、各ランプとも放射照度4.3mW/cm²となるように調整した。

保存期間は、暗所、青色光照射、緑色光照射は2週間とし、赤色光照射は3週間とした。

保存前および保存後の試料につき、(株)島津製作所製分光光度計UV-2200にて、光路長1cmの石英セルを使用し、変色の指標として495nmの吸光度を測定した。

風味の評価につき、(株)インテリジェントセンサーテクノロジー製の味覚認識装置SA402Bを使用して、冷蔵試料を標準試料として、暗所保存試料と緑色蛍光灯照射試料の比較を行った。

3. 結果

1) 缶ウォーマを使用したLEDランプ照射試験

各波長における透過度の測定結果を図4に、変色の指標となる495nmの吸光度の測定結果を表1に示した。保存前の初期値と比較して、暗所保存品は500nm周辺の透過度のシールドが大きく低下しており、590nmランプ（黄）照射試料は暗所品と同様の結果を示し、光照射の影響は認められなかった。これに対し、490nmランプ（青緑）照射試料は、保存前とほぼ同様の結果を示し、色調変化が明瞭に抑えられていた。530nmランプ（緑）照射試料は、590nmランプと490nmランプの間の結果を示した。

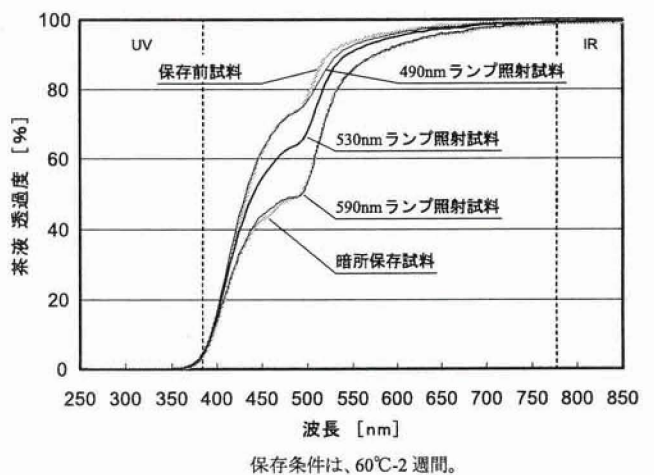


図4 LED照射試験における緑茶液の透過スペクトル

影響の見られなかった590nmランプには含まれておらず、かつ影響の見られた490nmと530nmのランプに含まれており、かつΔOD495nmの大きさにほぼ見合った波長領域は495～505nmであり(図2斜線部)、この範囲の放射照度の積算値は、530nmランプが約190μW/cm²、490nmランプが約480μW/cm²であった。

表1 缶ウオーマを使用したLEDランプ照射試験における495nmの吸光度の測定結果

	OD495nm	ΔOD495nm
保存前	0.122	0
暗所	0.292	0.170
590nmランプ照射	0.298	0.176
530nmランプ照射	0.182	0.060
490nmランプ照射	0.124	0.002

2) 55°C恒温条件における色つき蛍光灯による照射試験

495nmの吸光度の経時変化を図5に示した。赤色蛍光灯照射試料は、暗所保存試料と同等の増大を示した。緑色蛍光灯照射試料はほとんど変化がなく、青色蛍光灯照射試料は若干減少した。

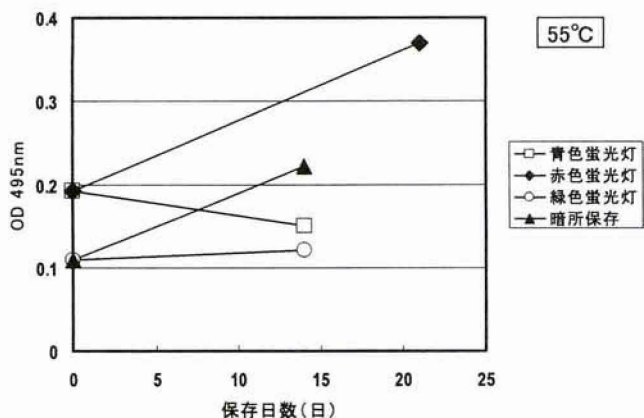
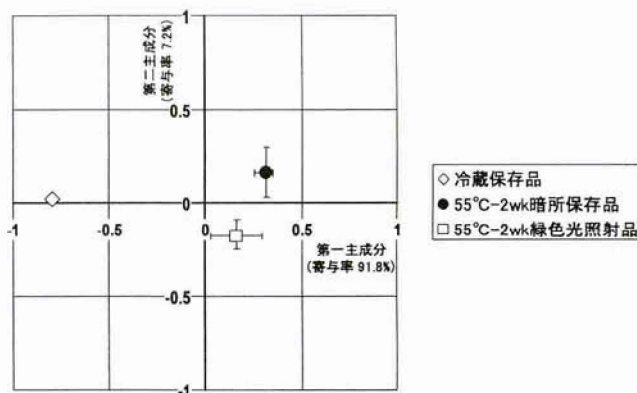


図5 色つき蛍光灯による照射試験における茶液の495nm吸光度の経時変化

LEDランプの試験で影響が大きかった490nm周辺で青、緑色蛍光灯の放射照度積算値が、茶液の495nmの変化に見合った範囲は495~505nmであり、それぞれの値は、青で約163 μW/cm²、緑で159 μW/cm²であった。一方で、影響が見られなかった赤色蛍光灯であっても、430~440nmで約166 μW/cm²、540~550nmで約198 μW/cm²という、青や緑色光の495~505nmに匹敵する放射照度を含んでおり、これらの領域の光は影響していなかった (図3斜線部)。

味認識装置による、風味の評価結果を解析 (主成分分析) したものを図6に示した。冷蔵試料に対して、暗所保存試料、緑色蛍光灯照射試料とも同様の結果で、およそ1ポイント (濃度差20%相当) x軸 (第一主成分軸) の正の方向に位置していた (この試料の場合、先味の苦味が強いというのが最も寄与していた)。



第一主成分: サンプル間の差の情報を最大にとらえたデータ
 (=サンプル同士の識別が一番できるデータ)
 第二主成分: 第一主成分に次いでサンプル間の差の情報をとらえたデータ

図6 緑色蛍光灯照射試験における味覚認識装置による風味の評価結果

4. まとめ

LEDランプ照射試験 (図2) および色つき蛍光灯による照射試験 (図3) の結果から、黄~赤色光照射では茶液の色調変化挙動に影響を与えなかった (茶液は暗所品同様に変色した) が、可視光である青~緑色光照射が影響を与え、結果的に外観上の変色を抑制した。このため、茶液の色調変化に影響を与える光の波長域は青~緑の範囲にあることが明らかとなった。加えて、色つき蛍光灯による試験結果 (図3) により、影響を与える波長領域が440~540nmの間にあることが確認された。この領域は、茶液の透過スペクトルにおける特徴的なショルダー部 (図4) の位置に一致する。このことから、茶液の変色を示すもの (何らかの色素成分) は、この領域の可視光を吸収する性質があり、その吸収されたエネルギーが、吸収した色素自身を変化 (無色化ないしは淡色化) することに使われるというメカニズムが考えられる。この領域で、特に影響を与えている波長領域は、放射照度と影響の大きさがほぼ一致する領域ということで、495~505nmであることが予想された。

可視光の一部に、緑茶液の色調に影響を与える、すなわち茶液の外観上の変色抑制に効果を示す波長域があることが本報の実験により明らかとなった。また、色調には影響を与えるものの、風味にはほとんど影響を与えないことも確認された。

5. 参考文献

1) 津志田藤二郎, 寺尾純二, 平田孝編: “食品の光劣化防止技術” (2001), サイエンスフォーラム