

皮膚への光照射による遅延発光とバイオフィトン発光の分光分析と比較 — 酸化ストレス評価法の検討 —

Spectral Analysis of Delayed Luminescence and Biophoton Emission of Human Skin - Application for Evaluation of Oxidative Stress -

東北工業大学大学院¹, 東北工業大学² ○(M2)岩佐 琥偉¹, (B)永山 裕一², 小林 正樹

Tohoku Inst. Tech., ¹Torai Iwasa¹, Yuichi Nagayama², Masaki Kobayashi^{1,2}

E-mail: m171802@st.tohtech.ac.jp

1. Introduction

すべての生物は、バイオフィトンと呼ばれる可視波長域の極微弱光を放射している。これは、エネルギー代謝過程など、様々な生命活動の過程で産生される活性酸素種 (ROS) が関与した生体物質の化学的励起を主な起源とする。従ってバイオフィトン発光は、ROS の過剰産生により生体のレドックスバランスが酸化側に傾いた状態である、酸化ストレス状態に対する指標となる。一方、生体組織に光を照射すると、遅延発光と呼ばれる極微弱発光が誘起され、照射後数十分間にわたり持続する。遅延発光には生体色素の光増感反応が関与しているものと想定される。

われわれは、バイオフィトン発光や遅延発光の高感度画像計測と、同時多波長分光分析により、生体皮膚の酸化ストレス状態を計測・評価する技術について検討を行っている¹⁻³⁾。近年青色 LED 光の生体への影響が議論されるようになってきたが、本研究では青色やその他の各種波長の LED 光照射によって誘導される遅延発光を画像計測および分光計測し、バイオフィトン発光との比較により、その発光メカニズムおよび皮膚の酸化ストレス評価法について検討したので報告する。

2. Materials and method

画像計測システムは、バイオフィトン計測用高感度レンズ系および冷却 CCD で構成した。分光分析システムは、バイオフィトン計測用レンズ系に透過型回折格子を組み合わせ、ポリクロメータとして構成した^{1,2)}。

実験は、環境光や太陽光の影響を除くためその影響が十分減衰した後に行なった。画像計測は、人差し指から小指までの手のひら側 (55×55mm) を撮影領域とし、CCD 蓄積時間 5 分にて行った。分光計測は、バイオフィトンにおいては蓄積時間を 20 分とし、遅延発光では 5 分とした。

遅延発光計測実験の照射用光源としては、青(467nm)、緑(550nm)、赤(650nm)の各波長の LED を用いた。照射部位は、被験者の右手人差し指第一関節から指先までの 1cm² の領域であり、照射パワー 13mW/cm² で 3 分間照射した (2.3J/cm²)。被験者は喫煙歴のない健康な 20 代男性 2 名とした。

3. Result and discussion

Fig.1 に、各波長の LED 光照射後の遅延発光とバイオフィトン発光スペクトルの比較を示す。遅延発光は青色 LED 光照射時が最も高く、ピーク波長での発光強度はバイオフィトンの約 6 倍となった。発光スペクトル分布はいずれも可視波長全域にわたるが、遅延発光スペクトル分布は、どの照射波長においても 600~650nm 付近を主要域とするスペクトルパターンを示した。一方バイオフィトンでは、550~600nm が主要波長域となり、両者のスペクトル分布は異なるパターンとなった。

遅延発光では、光増感反応により産生される一重項酸素や皮膚表面のポルフィリンが発光分子種として示唆され、またバイオフィトン発光では、ROS ラジカル反応に由来する励起種やそのエネルギー移行による皮膚メラニン色素が発光種として推定される。今後は各種波長での光照射と酸化ストレスの関係を、抗酸化剤による消光効果の計測などを通じて明らかにし、バイオフィトン発光との分光的な比較を行うことで、光照射によるヒト皮膚の酸化ストレス評価への応用を図りたい。

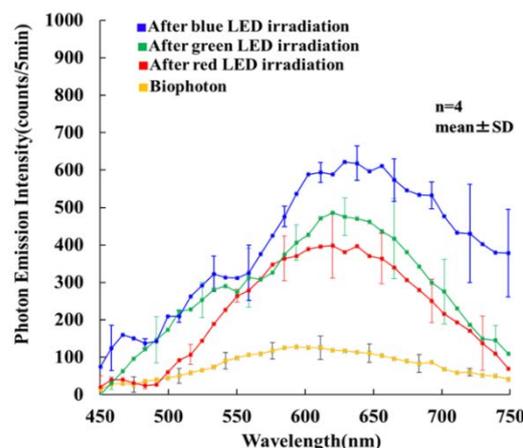


Fig1. Comparison of spectral pattern between biophoton and delayed luminescence after LED light irradiation.

Reference

- 1) M. Kobayashi, T. Iwasa, M. Tada, *J. Photochem. Photobiol. B*:159, 186-190 (2016)
- 2) 岩佐, 佐藤, 及川, 小林, 第 63 回応物春季学術講演会予稿集, 03-529 (2016)
- 3) 岩佐, 小林, 第 51 回日本生体医工学学会東北支部大会講演論文集, p.22 (2017)