

近赤外線 (NIR) および紫外線 (UV) の皮脂腺に対する作用

研究者の所属・氏名等

フリガナ 氏名	アキモト ノリコ 秋元 賀子
所属等	東京薬科大学 薬学部 助教
プロフィール	皮膚構成細胞である表皮細胞および線維芽細胞の単層および共存培養法を樹立しているだけでなく、皮膚の付属器官の一つである皮脂腺細胞の培養技術を有しています。これらの細胞を用いて、皮膚に対する薬剤や太陽光（紫外線 (UV) および近赤外線 (NIR)）の作用だけでなく、新規化粧品素材の探索等、皮膚構成細胞に対する作用を多角的に研究してきました。

1. 研究の概要

地上に届く太陽光には、紫外線 (UV)、可視光線、近赤外線 (NIR) がある。UVと同様に NIRは皮膚に対して功罪をもたらすと考えられているが、NIRの研究はUVほど進んでおらず、生体や皮膚に及ぼす影響は十分に理解されていない。また、皮膚に対する功罪とその波長・照射量との関連性についても十分に理解されていないのが現状である。最近になり、実験のための照射機器が開発され、研究が進み始めている。申請者も任意に波長と照射量を変更できる NIR照射装置を開発した。この装置を用い、皮膚組織および培養細胞に対するNIRの生物活性を検討した。

2. 研究の動機、目的

地上で暮らす人々にとって太陽光はかけがえのない自然の恵みであるが、地球環境の悪化に伴いUVの地表到達率が高進し、角質水分量の低下、真皮細胞外マトリックス (ECM) の粗造化、皮脂分泌高進などの皮膚老化 (光老化) が問題となっている。また、UVよりも波長が長く生体透過性が高いNIRも発赤、水疱やしわ・たるみ (光老化) など皮膚への悪影響を及ぼすことが知られており、近年、NIRの皮膚に対する作用に関心が非常に高まっており、UVと同様にNIRによる光老化防止を指向したスキンケアが提唱されつつあるが、NIRの皮膚機能に対する作用は十分に理解されていないのが現状である。

また、皮膚バリア機能は、表皮および真皮におけるECMおよび防御因子の発現調節に加え、皮膚の付属器官の一つである皮脂腺より分泌される皮脂による皮表脂質膜形成により構造的・機能的に制御されている。皮脂は“肌のでかり”や“尋常性ざ瘡 (にきび)”を連想し、「悪者」と捉えられているが、皮脂の欠乏は、皮膚のバリア機能を損ない、皮膚の乾燥 (乾皮症) を引き起こす。皮脂腺の正常な機能を保つことが皮膚バリア機能の維持に繋がる。

本申請研究では、皮脂腺組織に着目し、UVまたはNIR照射が、皮膚バリア機能および皮脂腺の過形成においてどのように作用するのかを、申請者らが開発したNIR照射装置を用いて皮膚組織および培養皮脂腺細胞において検討した。

3. 研究の結果

(1) ハムスター耳介部における皮脂産生に対するUVBおよびNIRの作用

これまでに、ハムスター耳介部の皮脂腺組織において、UVおよびNIR照射は皮脂腺の過形成を引き起こすこと、UV照射が皮脂の分泌を高進する (Fig. 1AおよびB) ことを報告している。今回、NIR照射の皮脂の産生に対する作用をoil red O染色により検討したところ、NIR照射は皮脂腺の過形成を引き起こし、皮脂の産生を促進した (Fig. 1CおよびD)。

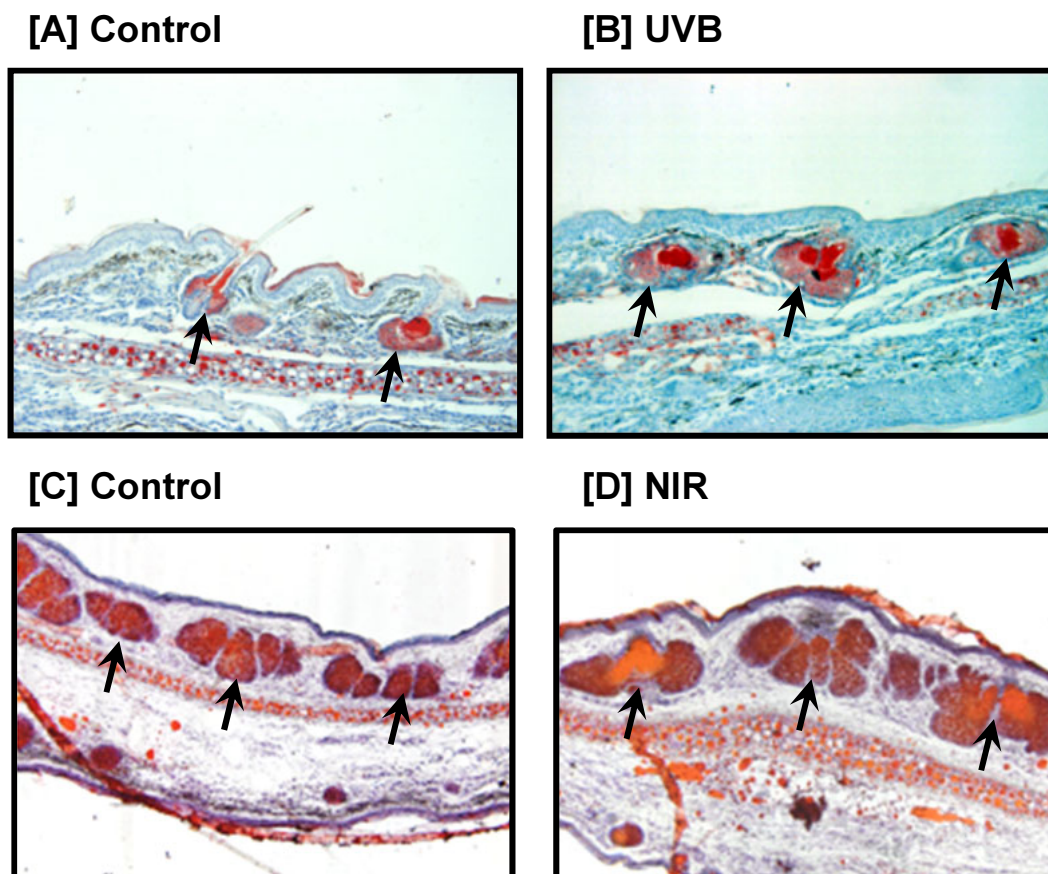


Fig. 1 ハムスター耳介部における皮脂産生に対する UVB および NIR の作用

(2) 分化ハムスター脂腺細胞における細胞内脂肪滴形成と皮脂分泌に対する UVB および NIR の作用

ハムスター耳介部の皮脂腺組織において UVB および NIR が皮脂の産生を促進することから、ハムスター脂腺細胞における細胞内脂肪滴形成に対する UVB および NIR の作用を検討した。その結果、UVB 照射により細胞内脂肪滴の微細化が確認された (Fig. 2A および B)。一方、NIR 照射は UVB 照射で見られたような脂肪滴の微細化は確認されなかった (Fig. 2D および E)。

次に、産生される皮脂の主成分であるトリアシルグリセロール (TG) を指標として、培養液中に分泌された皮脂量を測定した結果、UVB 照射により照射量依存的に TG 量の増加が確認された (Fig. 2C)。一方、NIR 照射による TG 量の変化は見られず、皮脂分泌に影響を及ぼさなかった (Fig. 2F)。

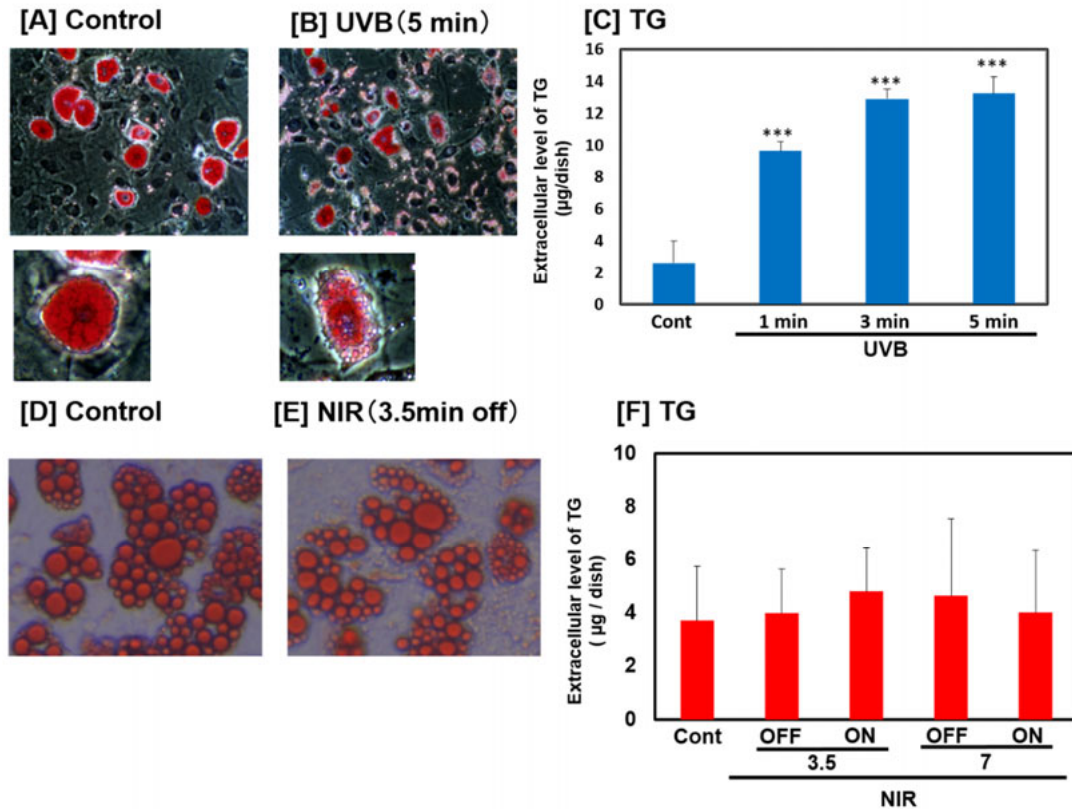


Fig. 2 ハムスター脂腺細胞における細胞内脂肪滴形成と皮脂分泌に対する UVB および NIR の作用

(3) 未分化ハムスター脂腺細胞における細胞増殖活性に対する UVB および NIR の作用

シリアンハムスターの耳介部における NIR 照射が表皮を肥厚させ、皮脂腺の過形成を誘導することから、ハムスター脂腺細胞における細胞増殖活性に対する UVB および NIR の作用を検討した。その結果、UVB 照射により細胞増殖活性が有意に抑制された (Fig. 3A)。一方、NIR 照射は細胞増殖活性に影響を与えなかった (Fig. 3B)。

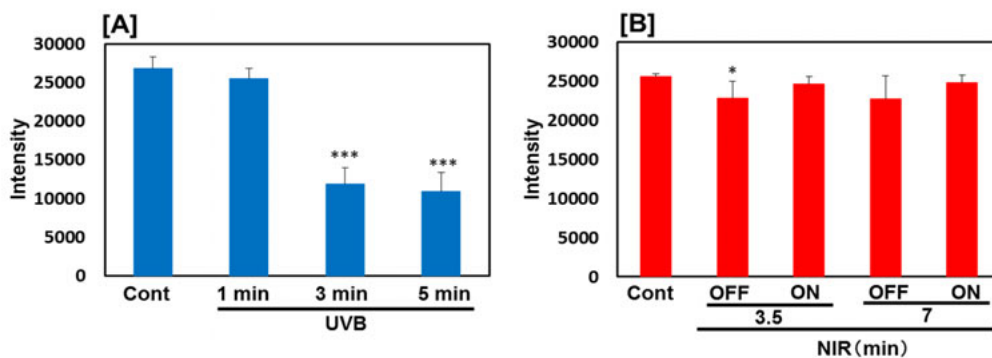


Fig. 3 ハムスター脂腺細胞における細胞増殖活性に対する UVB および NIR の作用

(4) ハムスター耳介部における NIR 照射による lamin B1 発現調節

NIR 照射により表皮および皮脂腺の過形成が観察されたことから、細胞増殖に関与する lamin B1 の発現を検討した。その結果、control においては表皮および皮脂腺において、lamin B1 は主に基底細胞層に発現していることが判明した (Fig. 4A)。一方、NIR 照射においては、表皮の基底細胞層および過形成した皮脂腺の基底細胞層から内腔にかけて lamin B1 陽性細胞が検出された (Fig. 4B)。

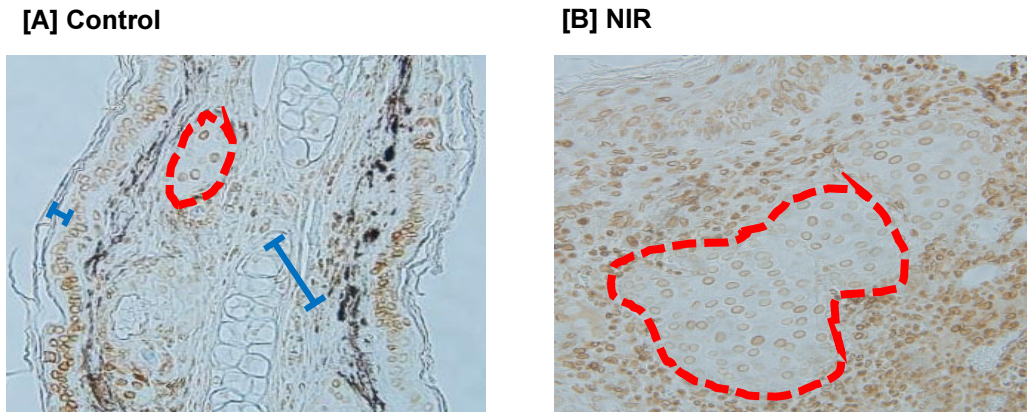


Fig. 4 ハムスター耳介部における隔日 NIR 照射による lamin B1 発現増強作用

エ : 表皮、○ : 皮脂腺組織

4. これからの展望

皮膚組織において UVB および NIR 照射により皮脂腺の過形成を引き起こすことが明らかとなりました。しかし、予想に反し培養皮脂腺細胞においては、UVB および NIR 照射による細胞増殖活性は確認されませんでした。生体において皮脂腺は真皮層内に存在しており、表皮または毛包に開口しています。そして、真皮層は表皮に覆われているため、照射による影響を真っ先に受けるのは表皮角化細胞です。これを考慮すると、表皮角化細胞や線維芽細胞との細胞間コミュニケーションにより皮脂腺の過形成が起きたことが示唆されます。今回の実験はハムスター皮脂腺細胞の単層培養モデルを用いて実施したため、皮膚組織とは条件が異なり他の皮膚構成細胞との細胞間コミュニケーションについては検討していません。皮膚組織での結果より、UVB および NIR 照射が皮脂腺に影響を及ぼすことは明らかです。今後、表皮角化細胞や線維芽細胞と皮脂腺細胞の共培養モデルを用いてさらに詳細に検討することにより、UV および NIR による皮脂腺をはじめ皮膚構成細胞に対する作用が明らかとなり、光老化の分子機構の解明が進展するものと期待されます。

5. 社会に対するメッセージ

近年、UV だけでなく NIR の皮膚に対する作用に関心が高まりつつありますが、その作用については十分に理解されていないのが現状です。今回の結果から、UV および NIR の皮膚機能、特に皮膚バリア調節における生物活性が明らかになりつつあります。今後のさらなる研究の発展により、皮膚における NIR の功罪の同異性を提唱できると考えています。また、その分子機構に立脚した NIR の光老化防止を指向した新規化粧品の開発に繋がることを期待しています。

今回の結果から、過度の NIR 照射は皮膚への悪影響を及ぼすことが予想され、美容皮膚の観点からすると UVB と同様に NIR から皮膚を防御することが重要であると考えられます。太陽光は、かけがえのない自然の恵みですが、上手に UVB や NIR から自分の肌を守りましょう！