

令和3年11月26日

報道機関 各位

東北大学大学院生命科学研究科

222 nm 紫外線ランプの植物への悪影響に懸念 —254 nm 紫外線（殺菌灯）とは植物への障害の作用が異なる—

【発表のポイント】

- ・紫外線を利用したウイルス不活化技術に注目が集まっており、DNA 損傷を誘発し、生物に重篤な障害を引き起こす 254 nm の殺菌灯に比べて人体に影響が低い 222 nm 紫外線の利用が期待されている。
- ・222 nm 紫外線の生物影響に関する研究は、細菌、ウイルス、そしてヒト培養細胞、マウスで行われており、植物への影響に関する知見はほとんどなかった。
- ・222 nm の紫外線が植物（シロイヌナズナ）の植物の表皮細胞、孔辺細胞（気孔を構成する細胞）を破壊し、重篤な障害を引き起こすことを明らかにした。

【概要】

新型コロナウイルス感染症の拡大に伴い、紫外線を利用したウイルス不活化技術に注目が集まっています。222 nm の低波長紫外線は、これまで汎用的に利用されてきた 254 nm の紫外線（殺菌灯）と比較して、人体への影響（目や皮膚への影響）が低いことから、今日、222 nm 紫外線を用いた新型コロナウイルス感染症に対する感染対策への応用が期待されています。しかし同紫外線の植物に対する影響については知見がありませんでした。

東北大学大学院生命科学研究科の日出間純准教授の研究グループは、東北大学ナレッジキャスト、(株)コシダカ、オーク製作所との共同研究により、これまで調べられていなかった植物を対象に、222 nm 紫外線が生物に与える影響を 254 nm の紫外線（通称、殺菌灯）と比較しました。その結果 222 nm 紫外線は植物に対し、葉の表面の細胞、特に植物が二酸化炭素を取り込む気孔に直接障害を与え、破壊することで生育に重篤な障害を与えることを明らかにしました。本研究は、今後ウイルス不活化等のために広く利用されると期待される 222 nm 紫外線の植物への影響を初めて明らかにした注目すべき報告です。本研究結果は、2021 年 11 月 3 日に Photochemical & Photobiological Sciences 誌に掲載されました。

【研究の背景】

生物が有する核酸 (DNA や RNA) は 260 nm 付近の紫外線を良く吸収します。紫外線はエネルギーが大きく、そのエネルギーの大きな紫外線を吸収した核酸は、破壊されたり傷つけられるため、その結果として細菌などは死滅します。254 nm の紫外線ランプが“殺菌灯”と呼ばれ、細菌やウイルスを不活化する効果があるという理由は、その紫外線の効果に起因します。紫外線は、細菌やウイルスだけでなく、核酸を有する全ての生物に悪影響を引き起こします。ヒトも例外ではなく、254 nm 紫外線は白内障や皮膚ガンを引き起こす、有害な光として認識されています。したがって、これまで殺菌灯は、ヒトには曝露されない場所で、細菌やウイルスの不活化を目的に利用されてきました。しかし今日、新型コロナウイルス感染症の拡大に伴い、非接触型の紫外線を利用したウイルス不活化技術に注目が集まっています。しかし、殺菌灯は人体に有害な影響を与えるため、ヒトの居ない環境でしか使用できません。そこで、近年殺菌灯 (254 nm) の光の波長よりも短い、222 nm の紫外線ランプが注目されています。222 nm 紫外線は、光の特性により、254 nm と比較して、皮膚や目などの細胞内への透過性が低く、細胞中に存在する核酸まで到達できません。したがって、低波長な 222 nm 紫外線は、核酸を傷つけないため、皮膚ガン等を引き起こさず、人体への影響は低く、安全であると報告されています。しかしながら、222nm 紫外線の生物影響に関する研究は、細菌、ウイルス、そしてヒト培養細胞、マウスが主であり、それ以外の生物種への影響に関する知見はほとんど無いのが現状でした。

【研究の内容】

植物に対する 222nm 紫外線の影響を調べるために、モデル植物であるシロイヌナズナを材料に、222 nm と 254 nm の紫外線ランプを用いて、各々の紫外線がシロイヌナズナの生育に及ぼす影響を比較解析しました。その結果、222 nm と 254 nm の両者とも、紫外線の照射線量^{*1}の増加に伴ってシロイヌナズナの生育障害 (地上部の新鮮重) は大きくなり、222 nm と 254 nm で違いはありませんでした。しかし、シロイヌナズナの葉の細胞内の様子を共焦点顕微鏡で観察すると、1 kJ/m² の 254 nm の紫外線を照射した場合は (マウス等の実験で DNA 損傷が誘発され、皮膚ガンが誘発される強度の紫外線)、表皮より奥深いところに位置する葉肉細胞、および細胞内の葉緑体、ミトコンドリアは障害を受けていましたが、表皮の細胞へのダメージはほとんど検出できませんでした。一方、同じ線量の 1 kJ/m² の 222 nm 紫外線を照射した場合は、表皮の孔辺細胞が顕微鏡では確認できないほどに重篤な障害を受けており、線量が増加すると、表皮細胞が障害を受けて破壊した後、さらに葉肉細胞まで紫外線が透過し、さらなる障害が引き起こされていることを発見しました。気孔は、光合成を行うために必要な二酸化炭素を体内に取り込む重要な器官であり、気孔の障害は光合成を阻害するため、植物の生育に重篤な障害を引き起こします。

本研究成果は、今日、ウイルス不活化装置として注目される 222 nm 紫外線は、人体への影響は低いものの、動物とは生物体としての構造が異なり、また表皮に重要な器官を有する植物へは、重篤な障害を引き起こすことを示した世界初の研究です。今後は、様々な生物への影響をさらに詳細に確認し、ウイルス不活化技術をより向上させる必要があると考えています。

本研究は、東北大学大学院生命科学研究科、東北大学ナレッジキャスト、(株)コシダカ、オーク製作所との共同研究、および文部科学省科学研究費補助金の支援を受けて行われました。

【用語説明】

*1 紫外線の照射線量：紫外線の強さ、あるいは紫外線を照射された物体が受ける作用の大きさを示す量。

【図】

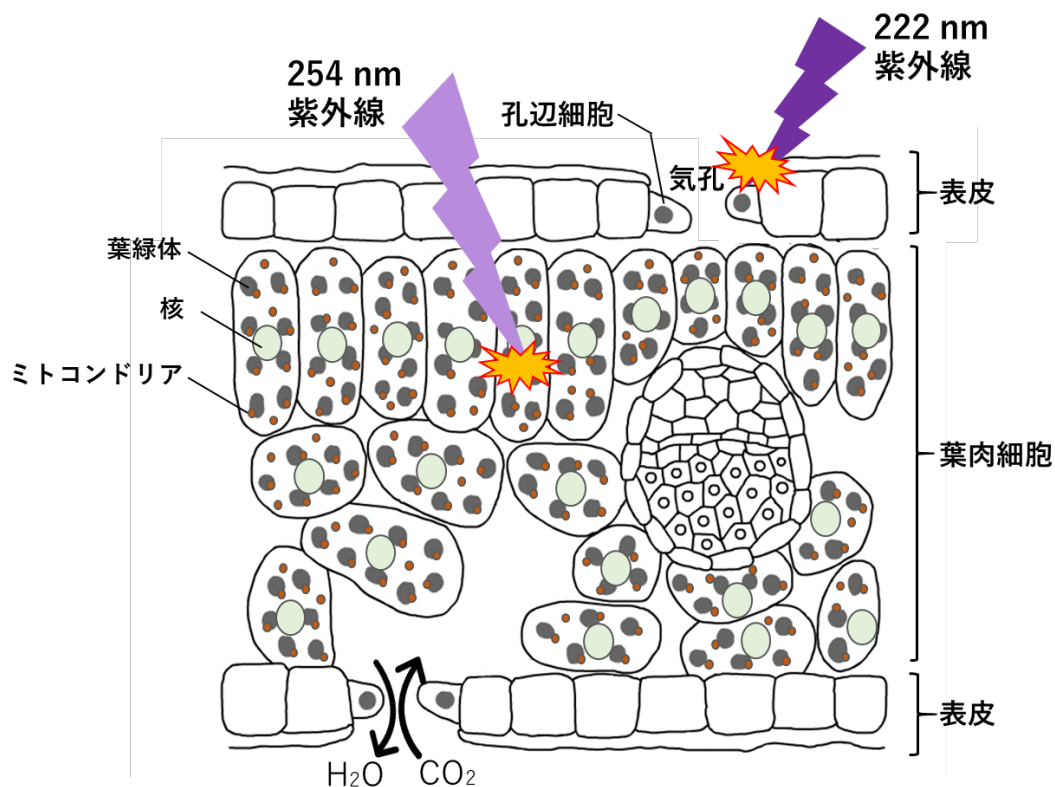


図 254 nm 紫外線と 222 nm 紫外線が植物の葉に与える影響の違い

254 nm 紫外線は葉の内部の葉肉細胞まで到達するため、葉肉細胞内の葉緑体とミトコンドリアに障害を与える。一方 222 nm 紫外線は透過性が低いため、葉の表面だけに影響し、表皮に存在する孔辺細胞に障害を与え、これにより気孔の働きが損なわれてしまう。

【論文題目】

題目: 222 nm ultraviolet radiation C causes more severe damage to guard cells and epidermal cells of *Arabidopsis* plants than does 254 nm ultraviolet radiation

著者: Momo Otake[§], Kaoru Okamoto Yoshiyama[§], Hiroko Yamaguchi and Jun Hidema
([§]Equally contributing first author)

筆頭著者情報: 大竹桃(東北大・院・生命科学)、愿山(岡本)郁(東北大・院・生命科学):

雑誌: Photochemical & Photobiological Sciences

Volume Page

DOI: <https://doi.org/10.1007/s43630-021-00123-w>

【問い合わせ先】

(研究に関すること)

東北大学大学院生命科学研究科

担当 准教授 日出間純 (ひでま じゅん)

電話番号: 022-217-5690

Eメール: jun.hidema.e8@tohoku.ac.jp

(報道に関すること)

東北大学大学院生命科学研究科広報室

担当 高橋 さやか (たかはし さやか)

電話番号: 022-217-6193

Eメール: lifsci-pr@grp.tohoku.ac.jp