

バイオハザード対策用クラスⅡキャビネット&クリーンベンチにおける UV 照射の考え方

2019 年 12 月 19 日

1. ESCO 社 UV ライトの波長

UV は、波長によって UVA、UVB、UVC に分けられており、このうち UVB と UVC は微生物の DNA や RNA に変性(チミンダイマー形成、切断)などを引き起こし、除染効果を示します。

ESCO 社の安全キャビネットに装着されている UV ライトは 253.7nm の波長を発し、この波長は UVC の波長範囲に含まれています。(図 1 参照)

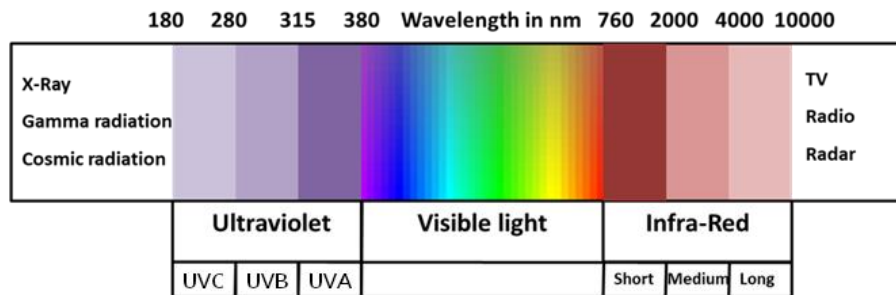


図 1.光のスペクトル

UV の有効性は、照射量(時間×強度)と直接的な相関性があり、その単位は一般的に $\mu\text{W}\cdot\text{s}/\text{cm}^2$ または J/m^2 の単位として与えられます。

照射量の考え方からお分かりになる通り、強い強度で短時間照射することと、弱い強度で長時間照射することは、ほぼ同じ有効性があると考えられています。

化学薬品などの化学的除染は、キャビネット内部の素材を傷める可能性があるため、ESCO 社は UV ライトによる除染を推奨しています。

2. ESCO 社 UV ライト照射量

ESCO 社では、ESCO 社の安全キャビネットに通常使用される UV ライトの UV 照射量測定を行っています。

図 2 は装置作業台を上から見た状態です。図に示すそれぞれの位置(Location)に UV センサーを配置し、各位置における 1 分間当たりの UV 照射量を測定しました。

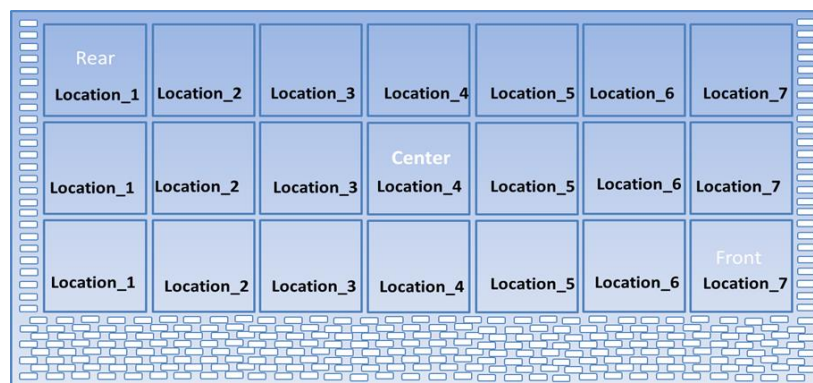


図 2.UV センサー設置位置 (使用機種 : Labculture Plus)

測定結果は以下の図の通りです。

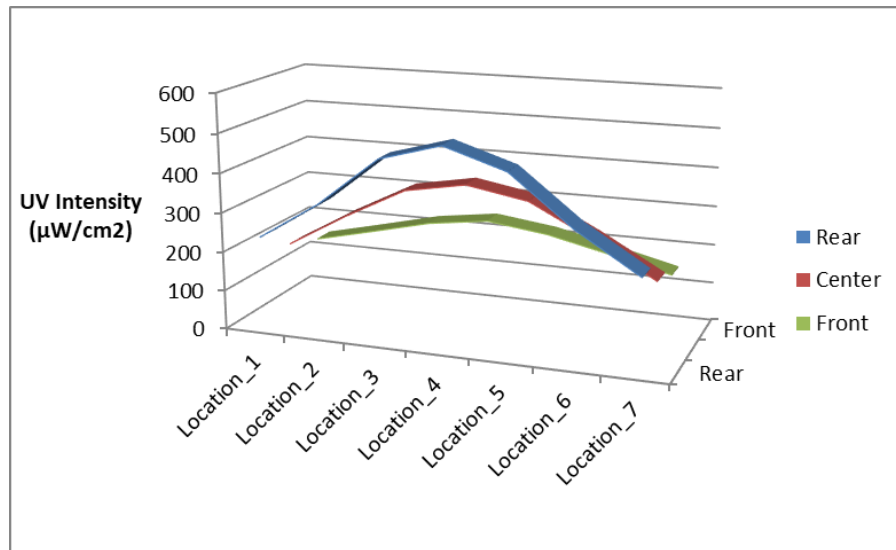


図 3.各センサー設置位置の UV 照射量

図 3 に示す通り、Rear(キャビネット奥)、Center(キャビネット中央)、Front(キャビネット手前)で、照射強度には差があり、また Location においても大きく異なっていました。

この違いは、UV 光源からの距離によるもので、以下の図 4 に示すように、Rear 側よりも Front 側の方が UV ライトからの距離が遠いためです。

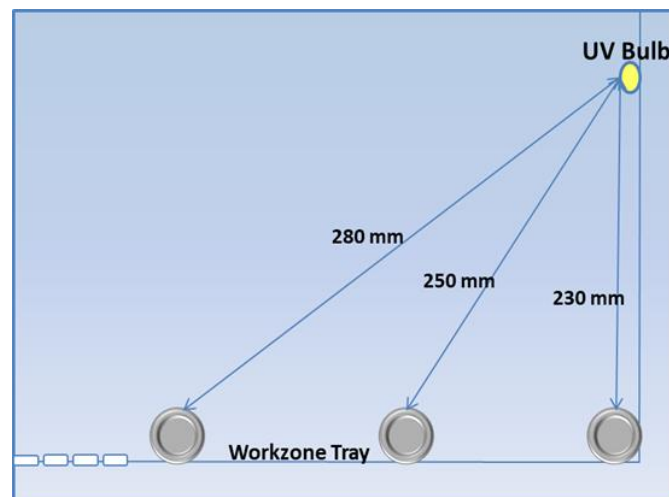


図 4.UV 光源から Front、Center、Rear までの距離

3. 菌種と UV 照射時間について

一般的な研究室や製造現場において問題となる汚染源としては、ヒト(毛髪や衣類の繊維など)、環境(ほこり、壁、床)、材料(包装、繊維)、設備(設備の錆びなど)、水などがあります。コンタミネーションを起こす菌種の一部として、以下のような微生物が挙げられます。

【真菌】

Aspergillus niger

【芽胞形成菌】

Bacillus subtilis

【バクテリア】

Escherichia coli

Staphylococcus aureus

Pseudomonas fluorescens

また、これらの他に、*Saccharomyces cerevisiae* のような、酵母によるコンタミネーションが見られることもあります。真菌や芽胞形成菌の方が UV 照射に対する抵抗性が高く、各菌種に有効とされる UV 照射量は以下の通りです。

菌種	照射量($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)	菌種	照射量($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)
<i>Aspergillus niger</i>	330,000	<i>Escherichia coli</i>	7,040
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	7,040	<i>Staphylococcus aureus</i>	6,600
<i>Bacillus subtilis spore</i>	22,000	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	13,200

なお、各菌種の不活化に必要なとされる照射量は文献によって様々ですが、これはそれぞれの試験環境の違いによるものと考えられています。例えば、培地やその成分によって UV の吸収性が異なることや、UV は水への透過性が低いことから、高温環境ではより高い強度が必要になるといったように、実際に試験を行った環境によって違いが生じるとされています。

ESCO 社の行った試験を元に考えてみると、上記表の中で最も高い照射量を必要とする *Aspergillus niger* の場合、照射実験で照射量が一番低かった Location1 や 7 の照射量(およそ $100\mu\text{W}/\text{cm}^2$)では、55 分間の照射が必要だということが分かります。

また、NIH(アメリカ国立衛生研究所)/CDC(アメリカ疾病予防管理センター)の最小許容照射量の基準である $40\mu\text{W}/\text{cm}^2$ で考えた場合、芽胞形成菌を不活化する $30,000\mu\text{W}/\text{cm}^2$ には 12.5 分の照射で到達する計算になります。ただし、NIH/CDC は、UV への曝露に角膜障害や皮膚がんのリスクがあるという理由で、安全キャビネットにおける UV 照射を推奨していません。

ESCO 社のキャビネットは、ガラスウィンドウが完全に閉まった状態でのみ UV ランプが点灯し、またガラスウィンドウには 99%以上の UV カット性能があり、作業員への UV の曝露を防いでいます。

このように、UV の長時間照射やオーバーナイトの照射は過剰な照射であることや、人体への影響を考慮し、ESCO 社は UV 照射時間を 60 分に設定し、最低限の照射時間を確保しつつ、過剰照射を避けられるようにしています。

参考文献

- Kowalski. Wladyslaw. 2009. *Ultraviolet Germicidal Irradiation Handbook; UVGI for Air and Surface Disinfection*. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg.
- Halfmann.H., Denis.B., Bibinov. N., Wunderlich. J. Awakowicz.P. 2007. *Identification of the most efficient VUV/UV radiation for plasma based inactivation of Bacillus atrophaeus spores*. Journal of Physics D: Applied Physics.
- Reynolds. A. Kelly. 2002. *Ultraviolet Light; An Alternative Disinfectant*. Water conditioning and purification magazine international Volume 44, No: 6.
- Ozcelik. Berrin. 2007. *Fungi Bactericidal and Static Effect of Ultraviolet Light in 254 and 354 nm wavelengths*. Research Journal of Microbiology, Volume 2, No 1, Page 42-49. A primer UV-C light.
- Moat. G. Albert, Foster. W. John. 1995. *Microbial Physiology; Third Edition*. Wiley-Liss Publication. New York.
- Molero. Gloria et. al. 1998. *Candida albicans: genetics, dimorphism and pathogenicity*. International Microbiology volume 1, page 95-106
- Qualls. R.G and Johnson. J.D. 1983. *Bioassay and Dose Measurement in UV Disinfection*. Applied Environmental Microbiology, p 872-877.
- Riesenman. P.J and Nicholson. W.L. 2000. Role of the Spore Coat Layers in *Bacillus subtilis* Spore Resistance to hydrogen Peroxide, Artificial UV-C, UV-B, and Solar UV Radiation. Applied Environmental Microbiology p 620- 626.

文責：ワケンビーテック株式会社 企画推進部

 **ワケンビーテック株式会社**
WAKEN B TECH CO., LTD.

西日本営業部 〒525-0029 滋賀県草津市下笠町945番地1
TEL(077)568-2911/FAX(077)568-2944
東日本営業部 〒132-0025 東京都江戸川区松江2丁目10番22号
TEL(03)5661-3220/FAX(03)5661-3230

サポート
デスク

使用法や修理などに関するご相談・お問い合わせ

0120-749-810

携帯電話・PHSからご利用いただけます

営業時間 月曜～金曜 9:00～17:00(祝祭日・弊社休日を除く)



<https://www.wakenbtech.co.jp>