

報 告

大腸菌と医療用6%液次亜塩素酸ナトリウムを用いた
3種類の紫外線の効果と容器の遮蔽性に関する研究

青木 武生, 大野由美子

群馬県立県民健康科学大学

UVCの殺菌灯としての効果は良く知られているが、UVB、UVAの細菌やウイルス、真菌等の増殖に対する抑制効果はあまり確認されていない。我々は、大腸菌と黄色ブドウ球菌を用いてUVC、UVB、UVAの効果と比較した。大腸菌の結果からは、UVBでもUVCの70%程度の効果があること、黄色ブドウ球菌の結果からは、UVBはUVCと遜色ない効果があること、菌のコロニー数減少率と距離²の間に直線的負の相関があることが分かった。また、希釈した次亜塩素酸ナトリウムの一時的保存容器にも注目し、塩素濃度で示される次亜塩素酸ナトリウムの劣化を指標にして、紫外線カットフィルム、飲料水用PETボトル、ポリスチレン素材の遮蔽性と、3種類の紫外線の関係性について調べた。結果からは、紫外線カットフィルムが非常に効果的であり、次亜塩素酸ナトリウムの劣化にはUVCとUVBは関係が無いが、UVAが非常に関与していることが分かった。

キーワード：紫外線、大腸菌、殺菌効果、UVAの影響、次亜塩素酸ナトリウムの劣化

緒 言

紫外線 (Ultraviolet: UV) は太陽光や蛍光灯の光などと同じように電磁波の一種で、粒子と波の性質を持ち、じゃがいもの発芽抑制、食品分野や医療分野の殺菌、半導体製造分野の表面処理など他分野に使用され、特にUVC殺菌灯の微生物やウイルスに対する殺菌効果については研究も多く、特に新型コロナウイルスのパンデミックによって関心が高まった¹⁻³⁾。太陽光に含まれる紫外線には3種類、UVA (波長315~400nm)は、UVB (波長280~315nm)、UVC (波長200~280nm) が分類されており、これらの波長帯に吸収帯を持つ分子が紫外線を吸収すると活性酸素種などが発生し、これによって他の分子も攻撃される。DNAに含まれる塩基はいずれも260nmに吸収を持つので、

UVCと一部のUVBはDNAに吸収され、塩基の構造的変化をもたらす^{4,5)}。幸いなことに、地球のオゾン層は紫外線を吸収するために、地上にはUVCは到達しないが、UVAは到達することが分かっている^{4,5)}。UVAは他のUVとは異なり直接的にはDNA損傷には関与しないが、感受性のある酵素が存在する。UVBとUVAでは、皮膚炎や日焼けなどの皮膚への影響があり、そのことによる細胞死や皮膚がんへの影響が懸念されている⁵⁾。UVBに関しては植物のバラうどん粉病 (ウイルス) や、キク白さび病やバラ灰色カビ病などの糸状菌にも効果があるとされるが⁶⁻⁹⁾。しかしこれらの論文数は少なく、効果がどの程度なのかは不明である。また3種類の紫外線が、家庭用 (5%程度と推察される) 次亜塩素酸ナトリウムあるいは、病院で利用されているピューラックス

(PUREROX, 医療用6%次亜塩素酸ナトリウム)の劣化にどの程度関わっているのかの研究は、ほとんどなされていない。

我々は、以前から市販の殺菌剤の効果や次亜塩素酸ナトリウム、次亜塩素水の効果と劣化について研究してきた^{10,11)}。我々の研究では、次亜塩素酸ナトリウムや次亜塩素水は太陽光によって著しい劣化を生じるが、ある程度遮光した室内であれば、その劣化は顕著では無いし、冷所保存ではその効力が10日程度は継続していた(青木, 未発表)。今回我々は、市販のUVC, UVB, UVAの蛍光灯型の紫外線灯を用いて太陽光と比較した形で、大腸菌と黄色ブドウのコロニー数の変化として測定した。また、それぞれの紫外線が2種類の次亜塩素酸ナトリウムおよび、次亜塩素水にどのような効果があるのか、それらを保存する容器の材質における効果も材質の透過率を参考にしながら、それらの劣化を次亜塩素酸ナトリウムの塩素濃度として測定し、考察してみた。なお用いた素材は飲料水用ボトルのPET素材、ポリスチレン素材、ガラス製ボトル、培養液や血清用の強化PET素材、それを遮蔽するものとして車用の紫外線カットフィルムを用いた。(なお、各素材の透過率は、群馬大学工学部・研究・産学連携推進機構 機器分析センター准教授 林 史夫氏に依頼し測定していただいた。)

材料と方法

UVC光源には、東芝の蛍光灯型の殺菌灯(GL15, 15W, 紫外線出力4.9W, ランプ電流0.3A, ピーク波長253.7nm, 1mにおける殺菌線照度 $51 \mu\text{W}/\text{cm}^2$)を、UVB光源には、三共のピーク波長306nmの特殊な紫外線ランプを(G15T8E 15W 紫外線出力3.0W ランプ電流0.3A, 1mにおける殺菌線照度 $21 \mu\text{W}/\text{cm}^2$)、UVAの光源には、三共のピーク波長360nmのブラックライトブルーラン

プ(FL15BLB 15W 紫外線出力2.3W ランプ電流0.3A, 1mにおける殺菌線照度 $21 \mu\text{W}/\text{cm}^2$)を用いた(ピーク波長は、それぞれのメーカーのカタログを参照した)。その他の光源としてはLED型の450~500nm光源として、アズワンハンディー青色LED光源 HL-36および、アズワンハンディーUVランプSUV-4ピーク波長254nm(UVC, 50mmでの測定値: $610 \mu\text{W}/\text{cm}^2$)、アズワンハンディーUVランプLUV-16ピーク波長365nm(UVA, 50mmでの測定値: $1820 \mu\text{W}/\text{cm}^2$)も用いた。医療用6%次亜塩素酸ナトリウムとしてはオーヤラックスのピューラックス(PUREROX-S)およびA社のハイター(次亜塩素酸ナトリウム, 約5%と思われる)を用いた。また次亜塩素水はB社の製品を用いた。塩素濃度の測定には、ハンナインスツルメンツのHI 771 ジアチェッカー(0~500ppm, ヨウ化カリウム試薬による吸光光度法:2種類の反応試薬を利用)を用いた。500ppm以上濃度が想定される場合には、原液を蒸留水で2倍希釈して測定した。

大腸菌は、タカラバイオのDH α (E. coli DH5 α Competent Cells)を、黄色ブドウ球菌には、独立行政法人製品評価技術基盤機構(NITE)傘下のバイオテクノロジーセンター(NBRC)にストックされていた株を用いた。大腸菌の培地には、日水製薬のX-GAL寒天培地を、大腸菌の培地には、日水製薬のSCD寒天培地を用いて、それぞれの粉末培地を蒸留水に溶解してオートクレーブで滅菌した後、クリーンベンチ内で、アズノールシャーレJP ϕ 90 \times 15mm ND90-15, 材質:PS(ポリスチレン)に流し込んで冷やしたあと、室温で保存した。細菌の希釈には、サンセイの0.1%ペプトン緩衝液を用いた。蛍光灯型の紫外線灯と培地との距離は、適宜調節した。

車用UVカットフィルムについては、C社のクールトライフィルム, ブラックFB11(可視光線透過率3%, 紫外線カット率98%)を用いた。

なお、ピューラックス (PUREROX-S 6%), A社の家庭用次亜塩素酸ナトリウム (約5%) については、「誤用や品質変化の原因になること」に加え、特に容器の耐圧性、遮光性、化学薬品耐性、耐熱性に対する配慮から、「原液を他の容器に入れ替えないでください」との注意書きがある。したがって、著者らは、「次亜塩素酸ナトリウム等の原液」は購入時そのままの容器に保存する必要があると考え、これに従っている。

結 果

大腸菌 DH α と黄色ブドウ球菌に対する UVC, UVB, UVA の効果

大腸菌に対する殺菌灯としての UVC の効果は UVB, UVA に比べ、非常に強く (表 1), 1 分の照射でも大腸菌は 98% 減少していた。他の紫外線と 3 分の照射におけるコロニー数で比較すると、UVA では Control を 100 とすると 94.9 (-5.15) に、

表 1 (n = 4)

参考

大腸菌	出現コロニー数	コロニー数相対値	減少率
Control	307.3 \pm 36.0 個	100.0	0.0
UVC 1min	4.3 \pm 1.7 個	1.4	98.6

44cm 距離² = 0.1936

A 紫外線の種類と 3 分照射後の大腸菌コロニー数との関係

大腸菌	出現コロニー数	コロニー数相対値	減少率
Control	90.7 \pm 12.7 個	100.0	0.00
UVA 3 min	86.0 \pm 5.7 個	94.9	5.15
UVB 3 min	24.0 \pm 5.9 個	24.9	75.10
UVC 3 min	0.3 \pm 0.5 個	0.4	99.63
450-500 nm 3 min	79.3 \pm 0.9 個	87.5	12.50

37cm 距離² = 0.1369

B 紫外線の種類と 3 分照射後の黄色ブドウ球菌コロニー数との関係

黄色ブドウ球菌	出現コロニー数	コロニー数相対値	減少率
Control	140.7 \pm 37.2 個	100.0	0.0
UVA 3 min	93.3 \pm 15.6 個	66.4	53.1
UVB 3 min	0.0 \pm 0.0 個	0.0	100.0
UVC 3 min	0.0 \pm 0.0 個	0.0	100.0

44cm 距離² = 0.1936

C 紫外線の種類と 4 分照射後の大腸菌コロニー数との関係

大腸菌	出現コロニー数	コロニー数相対値	減少率
対照	307.3 \pm 36.0 個	100.0	0.0
UVA 4 min	274.7 \pm 32.1 個	89.4	10.6
UVB 4 min	85.7 \pm 9.0 個	27.9	72.1
UVC 4 min	0.3 \pm 0.5 個	0.01	99.9
450-500 nm 4 min	98.8 \pm 14.5 個	98.8	1.2

44cm 距離² = 0.1936

UVBでは24.9 (-75.1), UVCでは0.4 (-99.63)となった。この結果は大腸菌に対してUVAは3分では、ほとんど効果が無い事、UVBはUVC(99.63%減少)に比較して殺菌力は弱い、コロニー数は75%減少していることから、比較的殺菌力はあると思われる。因みに、450~500nmに紫外線を当てたものでは、-12.5で、UVA同様にほとんど効果が無いことが確認された。ただこのコロニー数の変化は菌の種類によっても差があり、黄色ブドウ球菌(表1-B)においては、Controlを100とするとUVAでは66.4 (-53.1), UVBでは0.0 (-100), UVCでは0.0 (-100)となった。この結果からは、UVA,UVBは黄色ブドウ球菌に対しては想定以上に効果があることが判明した。特にUVBはコロニー数をほぼゼロにすることができた。大腸菌の4分における紫外線の効果が、3分の結果より増強されているかどうかを確認した(表1-C)。結果からはUVAは、Controlを100とすると94.9から89.4へ(-5.15から-10.6), UVBは24.9から27.9(-75.1から-72.1)となり、3分と4分でほとんど変化が無かった。この結果は、高塚、宇田川による308nm, 320nmの紫外線の研究と同様の傾向が見られた⁹⁾。

なお、我々は、紫外線光源からサンプルまでの距離に関して、今回の結果に直接は関係ないが、UVC, UVB, UVAについて、データから換算した指数である減少率と距離の関係について図を作成したところ(図1-A, 図1-B, 図1-C),「大腸菌コロニー数減少率と距離²」の間に直線的な負の相関があることが判明した。

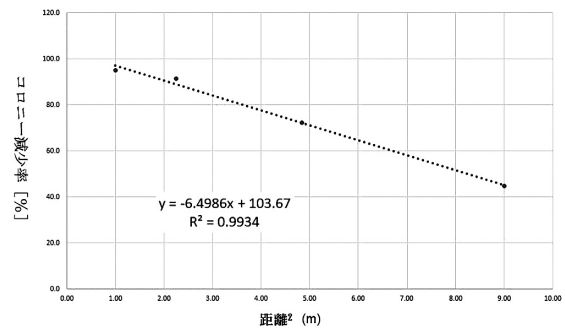


図1-A UVC 2 minによる大腸菌コロニー数減少率と距離²との関係
大腸菌コロニー数減少率と距離²の間には、傾き-6.4986, エクセルの相関係数(correlation coefficient) R=0.9967の直線的負の相関が示された。

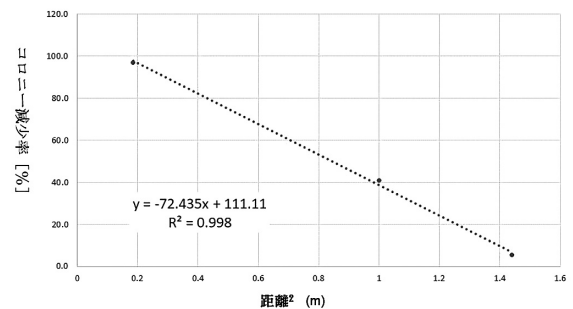


図1-B UVB 5 minによる大腸菌コロニー数減少率と距離²との関係
大腸菌コロニー数減少率と距離²の間には、傾き-72.435, エクセルの相関係数(correlation coefficient) R=0.9990の直線的負の相関が示された。

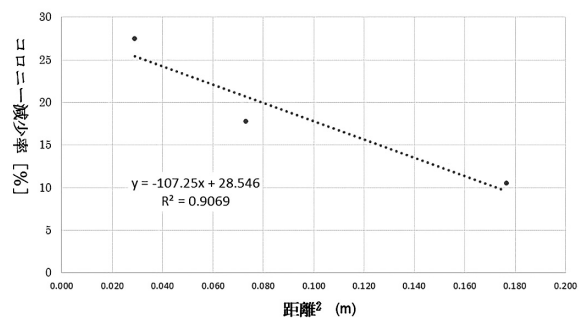


図1-C UVA 6 minによる大腸菌コロニー数減少率と距離²との関係
大腸菌コロニー数減少率と距離²の間には、傾き-107.25, エクセルの相関係数(correlation coefficient) R=0.9522の直線的負の相関が示された。

紫外線カットフィルム，ガラス瓶を含む希釈した次亜塩素酸ナトリウムの一時的保存容器の透過性が，塩素濃度で示される次亜塩素酸水および次亜塩素酸ナトリウムの太陽光で起こる劣化，あるいはUVA，UVB，UVCで起こる劣化に与える影響

1) 希釈した次亜塩素酸ナトリウムの一時的保存容器の紫外線領域の透過性の比較

図2のプラスチック素材紫外線領域における透過率で示すように，最も透過性が低いものから透過性の高いものまで列強すると，最も低いのは，①紫外線カットフィルムを二重にしたもの，②同フィルムを一重にしたもの，③培地用強化PETボトル素材，④飲料水用PETボトル素材，⑤ポリスチレン素材（細胞培養プレート二重）であった。意外にも紫外線カットフィルム一重のままでも，この素材は350nmあたりまで，まったく紫外光を透過せず，二重にした場合には，380nmまで完全に遮蔽していた。このことはこのフィルムは紫外線領域を遮断する素材として十分な機能を果たしていると感じられる。次に透過性の低いものは，培養液用強化PETボトルであり，通常の飲料水用PETボトルよりも厚さが厚くそのため，遮蔽性が高くなっているように思われた。

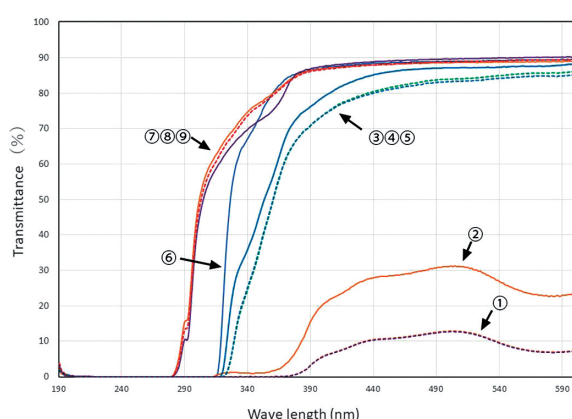


図2 プラスチック素材紫外線領域における透過率
① UV カットフィルム車用二重，② UV カットフィルム車用一重，③～⑤培地用強化PETボトル素材，⑥飲料水用PETボトル素材，⑦～⑨PS素材二重（BM機器TPP社細胞培養プレート6well平底）

最も透過性が高いのはポリスチレン素材であり，容器の遮蔽には培養プレートで立体的に配置して，蓋を付け二重にしておいたが，その遮蔽性は非常に低いことが分かった。

2) 紫外線カットフィルムの効果

紫外線カットフィルム車用の効果を家庭用次亜塩素酸ナトリウムの劣化を指標として，図3に示した。結果は容器に紫外線カットフィルム車用を一重に施した場合よりも，二重に施した方が，遮蔽性が高くなった。この結果は図2に示した紫外線領域における透過性における結果と一致した。

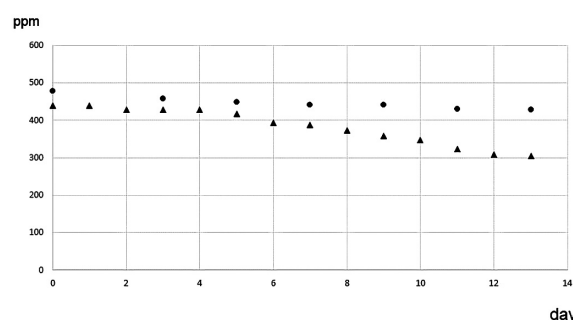


図3 家庭用次亜塩素酸ナトリウムの劣化に対する紫外線カットフィルム車用の効果
●紫外線カットフィルム車用二重，▲紫外線カットフィルム車用一重

3) 希釈した次亜塩素酸ナトリウムの一時的保存容器の透過性が次亜塩素酸ナトリウムの劣化に与える影響

図4-Aは塩素濃度変化で示された容器素材の差による1% PURELOXの劣化であり，この図は各素材の遮蔽性を示すと考えられる。結果は飲料水用PETボトル素材の表面にUVカットフィルム車を施したものが，もっとも遮光性が高く，次にPETボトル素材のみの場合であった。ガラス瓶では急激に劣化が起きていることが分かる。

図4-Bは塩素濃度変化で示された容器素材の差による家庭用1%次亜塩素酸ナトリウムの劣化を示している。この図からは，1%次亜塩素酸ナ

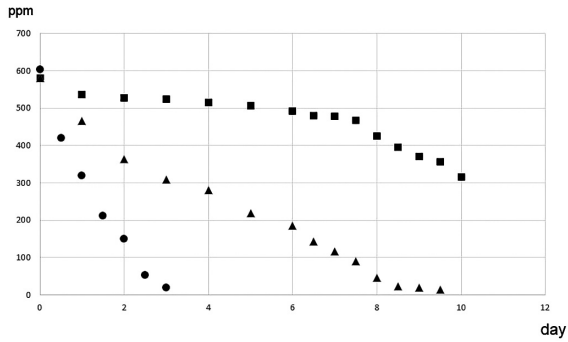


図4-A 塩素濃度変化で示された容器素材の差による1% PURELOXの劣化
 ■PETボトル+UVカットフィルム車用,
 ▲飲料水用PETボトル素材,
 ●ガラス瓶

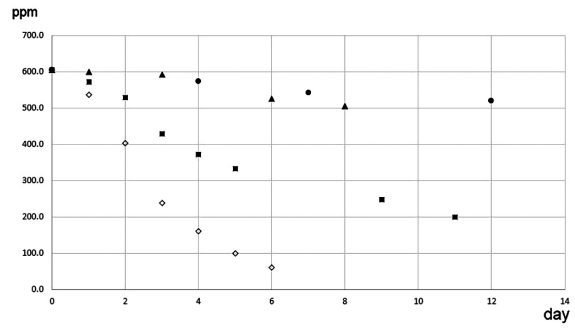


図5-A 1% PURELOXに対する4種類の紫外線の効果
 飲料水用PET素材に対して, ●UVB,
 ▲UVC, ■450-500nm,
 ◇UVAを照射した。

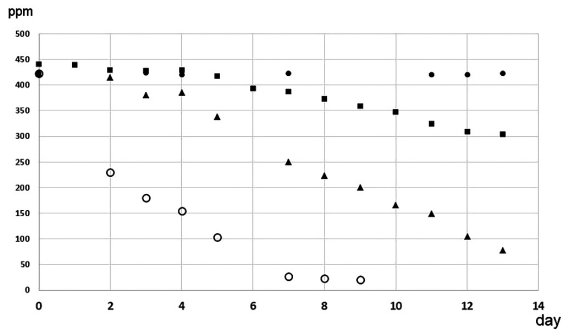


図4-B 塩素濃度変化で示された容器素材の差による家庭用1%次亜塩素酸ナトリウムの劣化
 ●室温暗所, ■UVカットフィルム車用,
 ▲飲料水用PETボトル素材,
 ○ポリスチレン素材

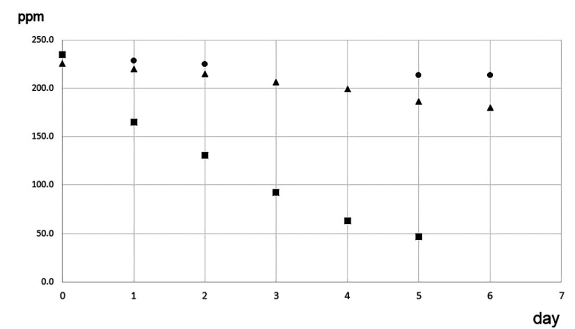


図5-B 次亜塩素水に対する3種類の紫外線の効果
 ●UVB, ▲UVC, ■UVA

トリウムでも、材質の差による遮蔽性は同様（飲料水用PET素材が比較的遮蔽性が高く、ポリスチレン素材は遮蔽性が低く、塩素濃度が示す劣化が急速に起こっていた。この傾向は紫外線領域における素材の透過性を反映しているように見えた。ただし、この劣化はガラス瓶より緩慢であった。

4) 3種類の紫外線による次亜塩素酸ナトリウム、次亜塩素水の劣化の違い

1% PURELOXに対する3種類の紫外線照射による劣化の違いについて、飲料水用PET素材に対して行った結果を図5-Aに示した。最も劣化の少なかったのはUVBで、次にUVC、その次

に450-500nm、最も劣化が激しかったのは、UVAであった。この結果は450-500nmのブラックライトやUVAの紫外線が非常に可視光に近いことから劣化が激しいと考えられた。この傾向は他の薬品でも同様であるかを確認するために、次亜塩素水で同様の実験を行った。その結果を図5-Bに示した。3種類の紫外線の効果は、次亜塩素水においても、UVBが最も弱く、その次にUVC、最も劣化を誘導するのは、UVAであった。

考 察

我々は紫外線の直接的、間接的殺菌効果について興味を持って研究している。直接的とは各種紫外線が細菌類の生存に及ぼす影響であり、間接的

とは殺菌効果のある薬物の劣化に関するものである。今回我々は、紫外線が大腸菌及び黄色ブドウ球菌に及ぼす直接的な影響、及び医療施設や、介護施設内で汎用される殺菌剤次亜塩素酸ナトリウムの劣化という間接的な影響について調べたので、今回これを報告することとした。

実験の結果からは、三種類の紫外線の大腸菌に対する殺菌力が最も強力なものはUVCであることが改めて確認された。UVCは1分においても非常に強力で、対照群(Control)を100とするとそれに対し1.4であり、減少率が98.1であった。他の紫外線との比較では、3分ではUVA、UVB、UVC、450-500(ブラックライト)のそれぞれのコロニーの減少率は、5.15、75.10、99.63、12.50であった。

さらに、UVCは、4分ではほぼコロニー数の減少率が99.9であるのに対して、UVBは70.1であり、UVAの10.6に対してはるかに効力があつた。現場にヒトがいる場合にはUVCは目の角膜炎や皮膚がんの発症など、強いダメージを引き起こす可能性が大きい。UVBに関しては、その効力はUVCよりも弱いことから、ベッドやシーツなどを保存する場所には、こちらの方が適している可能性がある。UVB自体はビタミンDの活性化に役立つことが分かっているが、若干色素沈着、皮膚の老化も起こすことが知られており、その点は注意を要する¹²⁾。

UVBの効果に関してはその研究は、緒言で述べたように、ウイルスや細菌への直接的効果というよりは、UVB照射がイチゴやバラのうどん粉病ウイルスの駆除に効果があることが確認されているが、その効果は内在する抗菌性物質の誘導にシフトし、植物防疫の観点で最も重視された研究がすすんでいる^{6,8)}。

しかし近年資源バンクの数種の植物病原糸状菌を利用した、佐藤のUVBの直接的な効果についての研究が行われ、UVBの顕著な増殖抑制効果

とUVAの弱い効果が明瞭に示された⁷⁾。しかし、同様の大腸菌や黄色ブドウ球菌への効果は、高橋、宇田川の研究のみで、ありその後発展的研究は行われていなかった⁹⁾。今回我々は、大腸菌と黄色ブドウ球菌を利用して、その効果を確認したところ、UVCのみならず、UVBにおいても、両方の菌に対して増殖抑制効果があることが判明した。またその効果は、黄色ブドウ球菌においてより顕著であることが判明した。

特にUVA、UVBについて、データから換算した指数である減少率と距離²の関係についてグラフにプロットしたところ(図1-A、図1-B、図1-C)、「大腸菌コロニー数減少率と距離²」の間に直線的な負の相関があるという、新たなことが判明した。例えば図1-AのUVC 2分では、サンプルまでの距離²(1m², 1.5m², 2.2m², 3m²=1.00, 2.25, 4.84, 9.0)の時、エクセルの散布図の近似線から求めた式は $y = -6.4986x + 103.67$ であった。この式のxに距離²を代入して得られたyはそれぞれ97.2, 89.0, 72.2, 45.2となり、実際の減少率95.1, 91.5, 72.2, 44.8に近い値が得られた。図1-Bに示すUVB 5 minの場合も、サンプルまでの距離²(0.43m², 1.0m², 1.2m²=0.185, 1.00, 1.44)の時、エクセルの散布図の近似線から求めた式は $y = -72.435x + 111.11$ であった。この式のxに距離²を代入して得られたyはそれぞれ97.7, 38.7, 6.8となり、実際の減少率96.9, 41.0, 5.3に近い値が得られた。また図1-Cに示すUVA 6 minに関しても、エクセルの散布図の近似線から求めた式は $y = -107.25x + 28.546$ であり、そのxにサンプルまでの距離²(0.17m², 0.27m², 0.41m²=0.029, 0.073, 0.173)を代入して得られた数字は25.436, 20.717, 9.670であり、実際に減少率とは若干のずれがあつたが、その差は3以内であった。

次亜塩素酸ナトリウムの容器はホワイトLDPE(低密度ポリエチレン製)とHDPE(高密度ポリエチ

レン)製のものが多く280~450nmの光から保護するためと、酸性領域で発生する塩素ガスの発生した場合に、漏れないような耐圧性と溶液にさらされた場合に変性しない素材が選ばれている¹³⁾。280~450nmの光は、今回検討した紫外線領域でありUVBとUVAの領域および可視化の一部が含まれる。我々の結果からは、次亜塩素酸ナトリウムは、紫外線のうちでも特にUVAに対して劣化が激しかった。次に劣化が強かったのは、450~500nmの領域のブラックライトであった。このことから次亜塩素酸ナトリウムは太陽光の中でも、オゾン層を通過してくるUVAが特に劣化を誘導していると考えられた。また意外にことに、殺菌に関して最も効果のあるUVCでは劣化が緩やかであることが判明した。また希釈した次亜塩素酸ナトリウムについては、今回はデータを示していないが、蛍光灯では、ほとんど劣化しないこと、家庭用次亜塩素酸ナトリウムであれば、室温暗所であれば40日で24%程度劣化し、大腸菌コロニーの増殖を抑制する270ppmを上回る370ppm程度でとどまっておき、思ったほど劣化していないことが分かった。また図4-Bに示すように室温暗所に保存密封しておけば、塩素濃度は10日以上安定していたが、UVカットフィルムでも28%程度劣化が進んでいた(図3)。ただし、UVカットフィルムを二重に施せば、劣化は10日間で5~6%程度であることも分かった(図3)。この結果から、次亜塩素酸ナトリウムは医療用の高濃度のもとはいえ、希釈したら、室温で良いので、遮光した暗所であれば、一定程度保存することができることが分かった。また容器の特性は、遮光性はもちろんであるが、むしろ紫外線による劣化(特に可視光に近いUVA)の遮光を目的としていることが改めて確認できた。

なお本研究の内容に関して、原液を地の容器に入れ替えることを推奨するものではないことを書き添えておく。

結 論

UVCの殺菌灯としての効果は良く知られているが、UVB、UVAの細菌やウイルス、真菌等の増殖に対する抑制効果はあまり確認されていない。我々は大腸菌と黄色ブドウ球菌を用いてUVC、UVB、UVAの効果と比較した。大腸菌の結果からは、UVBでもUVCの70%程度の効果があること、黄色ブドウ球菌の結果からは、UVBはUVCと遜色ない効果があることが分かった。また、大腸菌コロニー数減少率と距離²をグラフにプロットしたところ、一定の直線的負の相関があることが判明した。

次に我々は、希釈した次亜塩素酸ナトリウムの一時的保存容器の素材にも注目し、塩素濃度で示される次亜塩素酸ナトリウムの劣化を指標にして、紫外線カットフィルム、飲料水用PETボトル、ポリスチレン素材の紫外線領域での遮蔽性、および三種類の紫外線との関係性について調べた。

結果からは、紫外線カットフィルムが非常に効果的であること、ポリスチレン容器では非常に劣化が激しいことが分かった。また三種類の紫外線に関しては、次亜塩素酸ナトリウムの劣化にはUVCとUVBはほとんど関係が無いが、意外にもUVAが非常に関与していること、450~500nmのブラックライトでも影響があることが分かった。次亜塩素酸ナトリウムの容器は、このエリアの紫外線を防ぐことを想定して材質を選んでいると思われる。

参考文献

URL 確認 2024年2月

- 1) 東芝殺菌灯 解説書 <https://www2.panasonic.biz/jp/lighting/plam/knowledge/pdf/0320.pdf>
- 2) 神子直之 (2021): 空気及び表面の殺菌・消毒に対する紫外線の利用, 日本紫外線水処理技

- 術協会 ニュースレター, 13 : 6-12, 東京
- 3) 小熊久美子 (2021): ウィズ・コロナ時代の紫外線技術, 日本紫外線水処理技術協会 ニュースレター, 13 : 3-5, 東京
- 4) 井出 博 (2001): UVA による酸化的遺伝子損傷の細胞内修復機構, コスメトロジー研究報告, 9 : 121-126
- 5) 小林静子 (2006): 紫外線 B 波照射による皮膚損傷とその予防・治療 — γ -Tocopherol 誘導体塗布の効果 —, 薬学雑誌, 126 : 677-693
- 6) 光で花の病虫害を抑制する紫外線 (UV-B) 抗原の利用の可能性 (2014) 「国産農産物の革新的低コスト実現プロジェクト」報告書 農業・食品産業技術総合研究機構 花き研究所, 茨城.
- 7) 佐藤 衛 (2016): 花き病害病原糸状菌類の光質に関する応答反応, 微生物遺伝資源探索収集調査報告書, 25, : 31-37
- 8) 神頭武嗣, 松浦克成, 小河拓也 他 (2011): 紫外光 (UV-B) 照射によるイチゴうどんこ病の防除, 植物防疫, 65 : 31-37
- 9) 高塚 威, 宇田川洋一 (2021): 紫外線ランプの波長が殺菌に与える影響, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, 7 : 61-64
- 10) 青木武生 (2021): 皮膚, 鼻粘膜に常在する細菌を利用した市販除菌商品の効果に関連する基礎研究—市販されている商品が表記どおり除菌, 殺菌効果があるのかの確認実験—, 群馬県立県民健康科学大学紀要 16 : 109-122
- 11) 青木武生, 金谷悦子 (2022): 次亜塩素酸ナトリウムおよび殺菌灯の殺菌効果に関する研究—一次亜塩素酸ナトリウムの濃度および殺菌灯の最適条件を探る—, 群馬県立県民健康科学大学紀要 17 : 61-71
- 12) 第3部 紫外線による人の健康への影響, 太陽紫外線の状況, 令和3年度オゾン層等の監視結果に関する年次報告書 (2022) 環境省 <https://www.env.go.jp/content/000100099.pdf>
- 13) 次亜塩素酸ナトリウム 容器のおすすめ <https://www.monotaro.com/g/00092806/>

Research on the Effects of Three Kinds of Ultraviolet Rays on the Shielding Properties of Containers Using *E. Coli* and Medical 6% Liquid Sodium Hypochlorite

Takeo Aoki and Yumiko Ohno

Department of Radiological Technology, Gunma Prefectural College of Health Sciences

The effect of Ultraviolet C (UVC) as a germicidal lamp is well known, but the inhibitory effects of UVB and UVA on the growth of bacteria, viruses, fungi, etc., have not been confirmed. We compared the effects of UVC, UVB, and UVA on *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. From the results of *E. coli*, UVB was about 70% as effective as UVC, and from the results of *S. aureus*, UVB was as effective as UVC. A certain linear negative relationship was also found between the rate of decrease in the number of bacterial colonies and the square of the distance. Furthermore, we investigated the shielding properties of the storage containers and the effects of three types of UV rays using the degradation of sodium hypochlorite as indicated by chlorine concentration. The results showed that the UV-cut film was very effective, and that UVC and UVB were weakly related to the deterioration of sodium hypochlorite. UVA had the greatest effect, followed by light sources of 450–500 nm.

Keywords: UV rays, *Escherichia coli*, sterilization effect, storage container material, degradation of sodium hypochlorite