

17 市販の紫外線殺菌灯及びマツダ流水殺菌器 G.W.O.-1522 の殺菌効力について

17 On the bacteriocidal effect of commercial ultra-violet light and Matsuda G.W.O.-1522 type ultra-violet light

北海道衛生研究所 (所長 中村 豊)
 技 師 齋 藤 富 保
 技 師 小 笠 原 和 夫
 北海道衛生部
 技 師 古 賀 有 道

緒 言

殺菌消毒の方法には一般的に物理的方法、化学的方法、及びX線、放射線による方法と時代の移り変りと共に新しい殺菌方法の登場がみられて来た。紫外線による方法もその一つで、日光光線のスペクトルの内 2000~3000Å° の間の比較的短い紫外線部分を殺菌線とも称され、特に 2600Å° 附近の紫外線の殺菌作用が強いと称されている。

紫外線殺菌はこの殺菌線を人工的に作り、この放射により細菌の細胞の核酸に作用してこれを不活化し殺菌しようとするもので、殺菌灯と呼ばれ、広い範囲に利用されるに至つたことは周知の事実である。

私達は殺菌灯の殺菌力試験をたまたま依頼され行つて居たが、この度、流水殺菌器の効率について試験する機会を得たので、ここにまとめて報告する。

1 紫外線殺菌灯の殺菌力

紫外線殺菌灯は一般的にガラス部分と電気部分とにわけられ、ガラス部分はオゾンレスガラス(普通ガラスより極度に鉄分を除いたもの)使用のもの、石英ガラス使用のもの2種類ある。初期は石英管が使われ、これは殺菌線より更に短い 1800Å° 附近のオゾンオゾン発生効果を有する紫外線まで通過するのでオゾン臭があつたが、近年オゾンレスガラスの使用によりオゾン臭が少なくなつて来た。電気部分は低圧水銀蒸気中で放電を行わせ、水銀の共鳴スペクトルとして 2537Å° の紫外線を多量に放射するように設計され、その電氣的機構と外形は蛍光灯と全く同じである。

私達は市販の4製作所の吊下式殺菌灯5種類について、その表面殺菌の効果及び水中における殺菌効果試験を行つた。

1 試験方法

供試菌に大腸菌、赤痢菌、チフス菌、ブドウ球菌を選び、ブイヨン培地で 37°C、24 時間培養した菌液を生理的食塩水で 10⁵ 倍に稀釈し、この 0.5cc を平板に塗抹し、平板面上 50cm 乃至 1 m の距離より照射を行つた後 24 時間 37°C

培養し、対照との菌数の比較を行つた。

水中の細菌に対する効果試験では上述の培養菌種を用い、脱塩素水道水に加え菌浄游液を作り、高さ 30cm、直径 25cm のガラス製容器に入れ、水面より 50cm の距離より照射し、水面及び水深 10cm の位置より時間ごとに採水して対照との菌数の比較を行つた。

各条件の平板は総て3枚一組となし菌数はその平均値を取り、殺菌効果は次式により算出した。

無処置平板菌数………m 照射平板菌数………n

$$\frac{m-n}{n} \times 100 \dots \dots \text{殺菌率}$$

2 試験成績

1) 平面上における殺菌効果

第1表 A社製(射程距離 50cm)

オゾンレス管 大きさ 1×14cm

菌種 作用時間	大腸菌	チフス菌	ブドウ球菌	赤痢菌
1 分	99.89 [%]	99.66 [%]	98.93 [%]	99.79
2 分	99.96	99.89	99.00	99.89
3 分	100	100	99.97	100
5 分	-	-	100	-
10 分	-	-	-	-

第2表 B社製(射程距離 50cm)

石英管 大きさ 1×20cm

菌種 作用時間	大腸菌	チフス菌	ブドウ球菌	赤痢菌
1 分	73.0 [%]	71.97 [%]	66.75 [%]	93.17
2 分	98.9	98.3	98.6	96.92
3 分	99.4	99.8	99.8	99.3
5 分	100	100	100	100

第3表 C社製(射程距離 1m)

オゾンレス管 15w 大きさ 2.5×45cm

菌種 作用時間	大腸菌	チフス菌	ブドウ球菌	赤痢菌
10 分	93 [%]	91 [%]	85 [%]	92
15 分	98	97	92	94
20 分	100	100	96	100
30 分	-	-	100	-

第4表 C社製 (射程距離 1m)

オゾンレス管 15w 大きさ 2.5×45cm

作用時間	菌種			
	大腸菌	チフス菌	ブドウ球菌	赤痢菌
10分	92%	90%	84%	91%
15分	97%	94%	91%	93%
20分	100%	100%	96%	100%
30分	-	-	100%	-

第5表 D社製 (射程距離 1m)

石英管 大きさ 1.5×10cm

作用時間	菌種			
	大腸菌	チフス菌	ブドウ球菌	赤痢菌
10分	96%	98%	94%	97%
20分	100%	100%	100%	100%

2) 水中細菌の殺菌効果

第6表 C社製 (水面上50cmの距離より照射)

オゾンレス管 15w 大きさ 2.5×45cm

作用時間	菌種	大腸菌		チフス菌		ブドウ球菌		赤痢菌	
		水深		水深		水深		水深	
		水面	10cm	水面	10cm	水面	10cm	水面	10cm
1分		50.9%	9.09%	96.0%	2.8%	63.6%	9.0%	83.1%	3.6%
2分		81.8%	18.2%	97.6%	11.0%	88.2%	18.2%	...	13.3%
3分		93.7%	27.3%	99.9%	37.1%	94.6%	27.3%	100.0%	30.1%
5分		99.9%	45.5%	100.0%	57.1%	99.5%	36.4%	-	51.8%
10分		100.0%	50.0%	-	71.4%	100.0%	45.5%	-	61.5%
15分		-	63.6%	-	95.2%	-	63.6%	-	83.1%
20分		-	84.5%	-	98.7%	-	89.1%	-	98.9%
30分		-	97.5%	-	99.9%	-	95.7%	-	99.9%
40分		-	100%	-	100%	-	100%	-	100%

3 試験結果

1) 照射時間と生存率との関係は第1～6表に示す如くであるが、Gram 陰性無芽胞桿菌は Gram 陽性球菌より抵抗力がやや弱い。

2) 石英管使用とオゾンレス管使用での殺菌効果についての差は、50cm よりの照射距離では明らかでなかつたが、1m の距離よりの照射による成績では、石英管使用のものが4～10%程度に、やや効率のよい事が測定される。

3) 平板面上の表面殺菌効果は、50cm の距離よりの照射で何れも2分で99%の殺菌効果が得られ、5分以上生存するものはない。1m よりの照射では10～15分で90%以上の殺菌力が認められた。

Gram 陰性桿菌類は20分以上生存するものはなく、Gram 陽性球菌においても30分以上生存することは出来なかつた。

4) 水面上50cmより照射されたときの、水中における菌の消長は、水面では3～5分で99%以上殺滅されるが、水深10cmになると5分で50%、30分でGram 陰性無芽胞桿菌は97～99%、球菌は95%殺滅され、40分以上生存することは出来なかつた。

即ち水深10cmでは、水面における殺菌効力の40%程度に低減される。

II マツダ流水殺菌器 (G.W.O.-1522型) の殺菌効力率

流水殺菌器には照射型、二重管型などの型式があり、照射型は水槽の上部に殺菌灯を取付けた蓋を載せる型式で、二重管型は殺菌灯に紫外線を通さない外管をかぶせ、殺菌灯の管壁に直接水を流して殺菌するよう設計されている。主な用途としては、飲料用井戸水の滅菌、製氷用水、清涼飲料水の殺菌など広範囲に利用される。

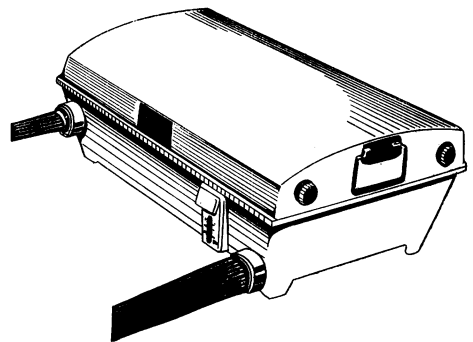
本マツダ流水殺菌器は、所謂照射型の型式で、流水通過部分は蛇行型水槽である。大きさは約40×60cm程度の比較的手頃な大きさである。蓋の部分にマツダ殺菌灯15wを2灯取付けられ、毎時1000ℓまでの水を流し乍ら簡単に殺菌浄化することが出来る様に設計されている。使用法は流水殺菌器を水平な台の上に置いて手近な蛇口をゴム管で流水殺菌器の流入口に接ぎ紫外線殺菌灯を点灯し、水を通ず簡単なものである。

私達はこの効率を調べるために、3段階に分けて効果試験を試みた。

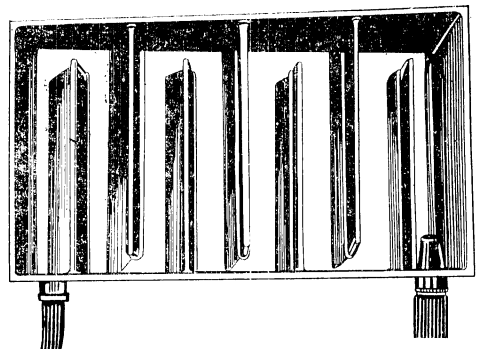
本器の構造は第1～3図の如くである。

試験は予備試験として先に殺菌器水槽部の各位置における殺菌効果の分布図を作り、次に殺菌器中央部における最も殺菌効果の高い位置で、静止水中の各種菌種別の殺菌効果を調べた。更に実際に流水殺菌器を動作させ、流量及び気温の変化による効率への影響について調べた。

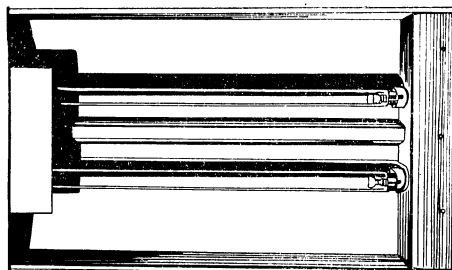
第1図



第2図



第3図



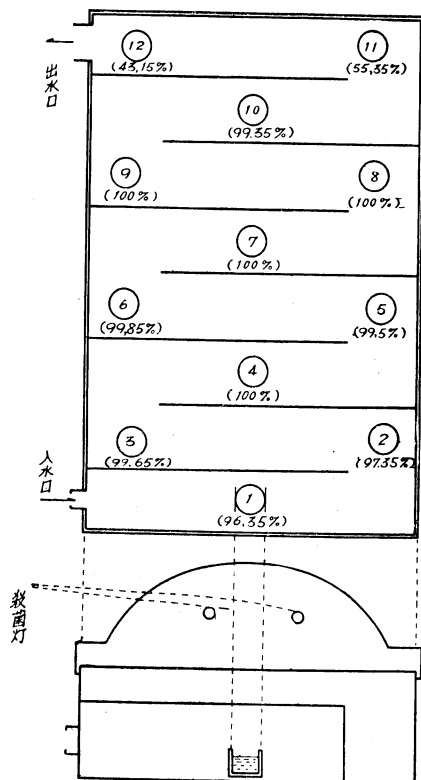
1 静止水の殺菌器内における位置別殺菌効果試験

1) 試験方法

供試菌に大腸菌 (*E. coli* I型) を選び、ブイオン培地で 37°C, 24 時間培養した菌液を滅菌生理的食塩水に加えて、1 c.c 中 200 個の菌数に供試菌液を調製した。これを直径 45mm, 高さ 23mm の硝子容器内に 15mm の深さに入れて、流水殺菌内の第 4 図に示す位置, 12 箇所に置き, 10 秒間殺菌器を作動させてその殺菌効果を調べた。殺菌灯の殺菌効果は点灯直後では充分にその機能を出しきらないので、あらかじめ殺菌器の蓋部に着いている殺菌灯を水槽よりとりはずし, 約 5 分前より点灯させ, 必要時間のみ直ちに水槽に蓋をして作用させた。

2) 試験成績

第4図 静止水の殺菌器内における位置別殺菌効果試験



第7表 静止水の殺菌器内における位置別殺菌効果

位置番号	生存率	殺菌率	位置番号	生存率	殺菌率
1	3.65%	96.35%	7	0%	100%
2	2.65%	97.35%	8	0%	100%
3	0.35%	99.65%	9	0%	100%
4	0%	100%	10	0.65%	99.35%
5	0.5%	99.50%	11	44.65%	55.35%
6	0.15%	99.85%	12	56.85%	43.85%

註 供試菌に大腸菌を使用す

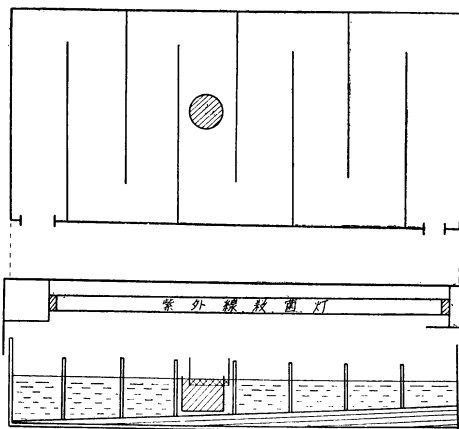
2 殺菌器内中央部における菌種別の殺菌効果試験

1) 試験方法

供試菌に大腸菌 (*E. coli* I型), ブドウ球菌 (*Sta.-209p*), 赤痢菌 (*Shig. flex. 1a*), チフス菌 (*S-57*) の 4 菌種を選び, それぞれブイオン培地で 24 時間培養した菌液を脱塩素水道水に加えて供試菌液を調製した。次にあらかじめ流水殺菌器内の中央部で水深 40mm となるように水道水を満しておき, 容量 60c.c の石英製容器に供試菌液を 5mm 及び 40mm の深さに入れたものを第 5 図の位置において水面を合わせ, 殺菌器を作動させ, 両容器より時間ごとに試料を取り, 水面及び水面下約 40mm の位置における殺菌効果をみた。

2) 試験成績

第5図 殺菌器内中央部における菌種別の殺菌効果



第8表 殺菌器内中央部における菌種別の殺菌効果

作用時間	5 秒	10 秒	15 秒	20 秒	30 秒
水深	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
大腸菌 供試菌液 1 c.c 中の菌数 260,000					
0 ~ 5 mm	99.9996	100	-	-	-
35 ~ 40mm	99.9970	99.9930	99.9995	100	-
ブドウ球菌 供試菌液 1 c.c 中の菌数 130,000					
0 ~ 5 mm	99.998	100	-	-	-
35 ~ 40mm	99.994	99.9995	99.9990	99.9995	100

水深	作用時間				
	5 秒 (%)	10 秒 (%)	15 秒 (%)	20 秒 (%)	30 秒 (%)
チフス菌 供試菌液 1 c.c 中の菌数 240,000					
0 ~ 5 mm	99.998	99.9998	100	-	-
35 ~ 40 mm	99.8	99.98	99.9998	100	-
赤痢菌 供試菌液 1 c.c 中の菌数 32,000					
0 ~ 5 mm	100	-	-	-	-
35 ~ 40 mm	100	-	-	-	-

3 流水の流量及び気満の変化による殺菌効果試験

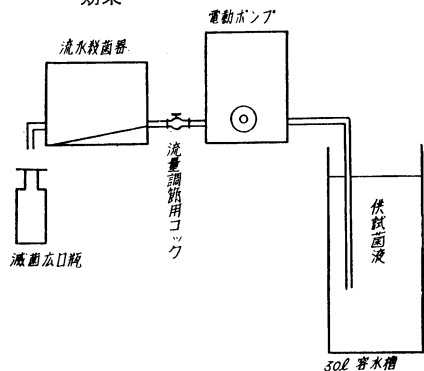
1) 試験方法

供試菌としては大腸菌 (*E. coli* I) 型を選び、プイオン培地で 37°C, 24 時間培養し、これを脱塩素水道水に加えて供試菌を調製した。

これを第 6 図に示す如き装置により、流量が一定となる如く調節し、気温 20°C で水温 15°C のとき、気温 5°C で水温 7°C、及び気温零下 6°C で水温 4°C において作動中の流水殺菌器を通過させ、殺菌作用を受けて流出する供試菌液の約 500c.c を滅菌広口瓶にとり、100c.c 中の大腸菌群最確数を求めた。

2) 試験成績

第 6 図 流水の流量及び気温の変化による殺菌効果



第 9 表 流水の流量及び気温の変化による殺菌効果

流量 (毎時)	供試菌液 1 c.c 中の 菌数	通過液中の大 腸菌群最確数 (100c.c 中)	生残率 (%)	殺菌率 (%)
気温 20°C		水温 15°C		
1000 l	78,000	33	0.0004	99.9996
750 l	66,000	79	0.001	99.999
500 l	46,000	33	0.0007	99.9993
気温 5°C		水温 7°C		
1000 l	74,000	350	0.005	99.995
750 l	88,000	170	0.002	99.998
500 l	67,000	97	0.001	99.999
気温 -6°C		水温 4°C		
1000 l	60,000	3500	0.06	99.94
750 l	140,000	16000	0.1	99.9
500 l	100,000	1700	0.02	99.98

4 試験結果

1) 静止水の流水殺菌器における位置別の殺菌効果試験では、供試菌に大腸菌 I 型を用いて殺菌器内の個所の位置におき、10 秒間作動させその殺菌効果を調べたところ、中央部において最も強く、100% に殺滅される。又その周辺部においては 99%、入水口部で 96%、出水口部で 40% の効果が認められた。

2) 殺菌器内中央部における菌種別の殺菌効果試験では、供試菌に大腸菌、ブドウ球菌、チフス菌、赤痢菌を用い、水深 0 ~ 5 mm、及び 35 ~ 40 mm における菌種別殺菌効果を調べたところ、赤痢菌が最も早く殺滅され、大腸菌チフス菌においては大差はみられない。ブドウ球菌は前述の Gram 陰性桿菌群よりやや低抗力が強い傾向がみられた。

0 ~ 5 mm の水深では上述の菌種では 5 秒の作動で既にその 99.99% 以上殺滅され、15 秒以上生存するものはなかった。

水深 35 ~ 40 mm における効果は 5 秒の作動で 99% 以上殺滅され、30 秒以上生存するものはなかった。

3) 流水の流量及び気温の変化による殺菌効果試験では供試菌として大腸菌を選び、装置により流量が一定となる如く調節し、気温 20°C で水温 15°C、気温 5°C で水温 7°C 及び気温零下 6°C で水温 4°C において作動中の流水殺菌器を通過せしめ、殺菌作用を受けて流出する供試菌液の大腸菌最確数を求めた結果、流量の変化による差は認められないが、気温及び水温の低下と共に効力の低減がみられた。即ち気温 20°C、水温 15°C で 99.999% の殺菌率が、気温 5°C、水温 7°C で 99.99% に又気温零下 6°C、水温 4°C では 99.9% に低減された。即ち低温においては 80% 及び 60% に効率は低減される。

むすび

1) 市販の紫外線殺菌灯の殺菌効力についての表面殺菌力及び水中細菌に対する効果試験を行つたところ、強力な殺菌効果が認められた。

2) マツダ流水殺菌器 G.W.O-1523 の殺菌効率を三段階に分けて試験を行つた。即ち流水殺菌器内の位置別の殺菌効果試験、器内中央部における菌種別の殺菌効果及び気温の殺菌効率に対する影響について試験を行つたところ、よい結果が得られたが、気温及び水温にかなり影響されることが明らかになった。

掲筆するに当り、御指導御校閲をいただいた中村所長 中根食品化学科長に深く謝意を表する。

文 献

- 白石啓文：殺菌灯による空気殺菌、食品衛生研究, 8, 1958, p.92~95
- 山口三郎, 山内繁造：紫外線殺菌灯の豆腐及び豆腐漬

- 水に対する殺菌効果,食品衛生研究,8,1958,p37~48
- 3) 小山茂雄,大橋徹:水の殺菌器について,食品衛生研究,8,1958,p49~54
 - 4) 今井丈夫,白石景秀,青木大輔:マツダ直接式流水殺菌器を利用した「カキ」の浄化,東芝パンフレット,昭和34年
 - 5) 河端俊治,原田常雄:殺菌灯による水の消毒,照明学会雑誌,第36巻第3号
 - 6) 田中正七,鶴尾勉:紫外線による殺菌について,食品工業,1959,Vol 2, No. 6, p13~17
 - 7) 三橋安:連続殺菌器について,食品工業,1959,Vol 2, No. 6, p26~30