

【報文】

勤 呈
高山

二酸化塩素の殺菌性

高山 正彦^a, 杉本 浩子^a,
水谷 祐子^a, 丹野 憲二^b

Bactericidal Activities of Chlorine Dioxide

Masahiko TAKAYAMA^a, Hiroko SUGIMOTO^a,
Sachiko MIZUTANI^a, Kenji TANNO^b

^a*Japan Food Research Laboratory Nagoya-Branch
4-5-13, Oosu, Naka-ku, Nagoya, 460, Japan*

^b*Japan Food Research Laboratory Head Office and Laboratory
52-1, Motoyoyogi-cho, Shibuya-ku, Tokyo, 151, Japan*

I S S N 0385-5201

防 菌 防 黴 誌

J. Antibact.

Antifung. Agents

防菌防黴誌 Vol.23 No.7 (1995) 別刷

**THE SOCIETY FOR ANTIBACTERIAL AND ANTIFUNGAL
AGENTS, JAPAN.**

Shinkousan Bldg., 13-38, Nishi-Hon-machi 1-chome, Nishi-ku, Osaka, 550, JAPAN.

1994.8.5000

【報文】

二酸化塩素の殺菌性

高山 正彦^a, 杉本 浩子^a,
水谷 祐子^a, 丹野 憲二^b

Bactericidal Activities of Chlorine Dioxide

Masahiko TAKAYAMA^a, Hiroko SUGIMOTO^a,
Sachiko MIZUTANI^a, Kenji TANNO^b

^aJapan Food Research Laboratory Nagoya-Branch
4-5-13, Oosu, Naka-ku, Nagoya, 460, Japan

^bJapan Food Research Laboratory Head Office and Laboratory
52-1, Motoyoyogi-cho, Shibuya-ku, Tokyo, 151, Japan

Bactericidal activities of Chlorine dioxide, Glutaraldehyde, Phenol, Absolute ethyl alcohol, Chlorhexidine digluconate, Benzalkonium chloride, Povidone iodine and Sodium hypochlorite were examined against bacterial bodies, bacterial spores and molds. Minimum bactericidal concentration (MBC) values of glutaraldehyde, Phenol and Absolute ethyl alcohol were high (10,000ppm or higher) against bacterial bodies bacterial spores and molds. MBC values of Chlorhexidine digluconate and Benzalkonium chloride were comparatively low (10~100ppm) against bacterial bodies, but high (1,000~10,000ppm) against bacterial spores and molds. MBC values of Povidone iodine and Sodium hypochlorite were low (1~10ppm) against bacterial bodies, and comparatively high (100 ppm) against molds, and high (>1,000ppm) against bacterial spores. MBC values of Chlorine dioxide were considerably low (1 ppm) against bacterial bodies, low (10ppm) against molds, and comparatively low (100ppm) against bacterial spores. The bactericidal activity of chlorine dioxide was the strongest of the tested disinfectants. Against various molds and bacterial spores which are difficult to kill, the MBC values of Chlorine dioxide were lower than other disinfectants Chlorine dioxide showed strong bactericidal effects against a wide spectrum of various microorganisms.

(Accepted 2 March 1995)

Key words : Chlorine dioxide (二酸化塩素)/Minimum bactericidal concentration (最小殺菌濃度 ; MBC)/Chlorhexidine digluconate (グルコン酸クロルヘキシジン)/Benzalkonium chloride (塩化ベンザルコニウム)/Sodium hypochlorite (次亜塩素酸ナトリウム)

緒 論

近年、上水源としての河川の汚れの進行に伴い、塩素殺菌によるトリハロメタンの生成が問題となっている^{1)・2)}。

これに対応するため、塩素代替殺菌剤として、モノクロラミン、オゾン、二酸化塩素などが研究されている。

これらのうち二酸化塩素は、分子式 ClO₂ で表わされ

る化合物で、分子量は67.46、水には比較的溶け易く25℃で3.01g/lの溶解性を示し、常温では刺激臭のある気体である。熱や光により分解され易く、熱による分解では塩素と酸素に、光による分解では塩素、酸素及び三酸化塩素になる。また、水には溶け易いが、水溶液中では熱により分解されると塩素と酸素に、光により分解されると塩酸、塩素酸になる。しかし、暗所においては安定

^a (財)日本食品分析センター名古屋支所 〒460 名古屋市中区大須4-5-13 ☎052-261-8651

^b (財)日本食品分析センター東京本部 〒151 東京都渋谷区元代々木町52-1 ☎03-3469-7131

で分解しにくい。酸化力は塩素よりも弱く、紙、パルプ、デンプン等の漂白剤としても広く使用されている^{3) 4)}。

我々は欧米の多くの浄水場で約50年にわたり飲料用殺菌剤として使用され、塩素や次亜塩素酸に比べてトリハロメタンの生成が少ないとされる^{5) 6) 7)}この二酸化塩素の殺菌性について他の殺菌剤との比較試験を行い、その結果について報告する。

実験方法

1. 試験菌株

すべての試験試薬の試験に使用した菌株は以下に示した様に、グラム陰性細菌は大腸菌、グラム陽性細菌は黄色ブドウ球菌、有芽胞細菌は枯草菌、カビは黒麹カビ、そして近年院内感染菌として問題となっているメチシリン耐性黄色ブドウ球菌（以下「MRSA」という。）の5株であった。

＜すべての試験に使用した菌株＞

Escherichia coli IFO 3301 (大腸菌)

Staphylococcus aureus ATCC 6538P (黄色ブドウ球菌)

Bacillus subtilis ATCC 6633 (枯草菌)

Aspergillus niger IFO 6341 (黒麹カビ)

Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA)
(勸京都微生物研究所分離株)

また、二酸化塩素については、上記5株の他に、以下の11株についても試験を行った。

＜二酸化塩素の試験にだけ使用した菌株＞

Pseudomonas aeruginosa IID P-1 (緑膿菌)

Salmonella gallinarum IFO 3163 (サルモネラ)

Vibrio parahaemolyticus IFO 12711 (腸炎ビブリオ)

Streptococcus faecalis R ATCC 8043 (乳酸球菌)

Lactobacillus plantarum IFO 3070 (乳酸桿菌)

Bacillus cereus var. *mycoides* ATCC 19637 (セレウス)

Clostridium sporogenes IFO 13950 (クロストリジウム)

Penicillium citrinum IFO 7784 (青カビ)

Cladosporium Cladosporioides IFO 6348

(クラドスポリウム)

Fusarium solani NHL F 514 (フザリウム)

Rhizopus oryzae IFO 31005 (くものすカビ)

2. 菌液

1) 大腸菌・黄色ブドウ球菌・MRSA・緑膿菌・サルモネラ

継代培養後の試験菌株を普通寒天培地〔栄研化学(株)〕に接種して35℃、18～20時間培養後、菌体を滅菌精製水

に浮遊させ1 ml当たりの菌数が約 10^8 CFUとなるように調製した。

2) 枯草菌・セレウス菌

普通寒天培地〔栄研化学(株)〕で35℃培養後、光学顕微鏡下で十分な形成を確認した試験菌株の芽胞を滅菌精製水に浮遊後加熱処理(60℃、20分間)を行い、1 ml当たりの芽胞数が約 10^8 CFUとなるように調製した。

3) 腸炎ビブリオ

継代培養後の試験菌株を3%NaCl添加普通寒天培地〔栄研化学(株)〕に接種して35℃、一夜(18～20時間)培養後、菌体を滅菌3%NaCl溶液に浮遊させ1 ml当たりの菌数が約 10^8 CFUとなるように調製した。

4) 黒麹カビ・青カビ・クラドスポリウム・フザリウム・くものすカビ

試験菌株をポテトデキストロース寒天培地〔栄研化学(株)〕で25℃、7～10日間培養後、分生子あるいは胞子を滅菌0.005%ジオクチルスルホホはく酸ナトリウム溶液に浮遊させ1 ml当たりの分生子数あるいは胞子数が約 10^6 CFUとなるように調製した。

5) 乳酸球菌・乳酸桿菌

継代培養後の試験菌株をBL寒天培地〔日水製薬(株)〕に接種して35℃、18～20時間培養後、菌体を滅菌精製水に浮遊させ1 ml当たりの菌数が約 10^8 CFUとなるように調製した。

6) クロストリジウム

GAM寒天培地〔日水製薬(株)〕で35℃、嫌気培養後、光学顕微鏡下で十分な形成を確認した試験菌株の芽胞を滅菌精製水に浮遊後加熱処理(60℃、20分間)を行い、1 ml当たりの芽胞数が約 10^8 CFUとなるように調製した。

3. 試験試薬

2,032ppm二酸化塩素液〔CD, パスタライズ(株)〕

25%グルタルアルデヒド液〔GA, 和光純薬工業(株)〕

20%フェノール溶液〔PN, 試薬特級; 和光純薬工業(株)〕

無水エタノール〔EtOH, 試薬特級; 和光純薬工業(株)〕

20%グルコン酸クロルヘキシジン液〔CHG, 健栄製薬(株)〕

10%塩化ベンザルコニウム液〔BAC, 日本製薬(株)〕

10%ポビドンヨード液〔PVP-I, 明治製菓(株)〕

6%次亜塩素酸ナトリウム液〔SH, (株)オーヤラックス〕

4. 試験液

滅菌精製水を使用して、各試験試薬より以下の濃度の試験液を調製した。

また、濃度は有効成分濃度(ppm)を示す。

CD : 0.1, 1, 10, 100, 1,000, 10,000
 GA : 10, 100, 1,000, 10,000, 100,000
 PN : 100, 1,000, 10,000
 EtOH : 100, 1,000, 10,000, 100,000, 500,000
 CHG : 1, 10, 100, 1,000, 10,000
 BAC : 1, 10, 100, 1,000, 10,000
 PVP-I : 0.1, 1, 10, 100, 1,000
 SH : 0.1, 1, 10, 100, 1,000

なお、上記試験試薬の CD, SH について日本水道協会水試験方法 (1993) 年版の“よう素滴定法”により有効塩素濃度を測定したところ、CD は二酸化塩素濃度としては 1,800ppm, SH は有効塩素濃度としては 53,000ppm であったが、上記の試験液有効成分濃度は、試験試薬の表示の有効成分濃度から換算したものとした。

5. 最小殺菌濃度 (MBC)

石炭酸係数 (フェノール係数) 測定法⁸⁾ に従い、次のような試験を行った。

試験液 10ml に菌液 1 ml を加え十分に攪拌後、室温 (約 20°C) で 2.5, 5, 10, 15 分間作用させた。各作用時間経過後にその一白金耳量を採り、滅菌後室温まで冷却した 0.2% 肉エキス添加普通ブイヨン [栄研化学(株)] に接種し、これを 35°C, 2 日間培養して菌の増殖の有無を肉眼で確認した。次に、各試験液の結果より、各作用時間における試験試薬の MBC を求めた。

なお、二酸化塩素の試験だけに使用した 11 株の試験菌株の MBC 測定についても上記同様の操作で試験を行い、試験の作用時間は 2.5, 15 分だけとした。

実験結果および考察

1. グルタルアルデヒド (GA)・フェノール (PN)・無水エタノール (EtOH) の MBC

各作用時間における試験菌株 5 株に対する MBC を表 1 に示した。

GA の MBC は、2.5 分間作用では大腸菌、黄色ブドウ球菌、MRSA、黒麹カビは 100,000ppm であったが、枯草菌 (芽胞) は 100,000ppm 以上と殺菌性は認められなかった。この試験の最長作用時間の 15 分間では大腸菌、黄色ブドウ球菌、MRSA、黒麹カビは 10,000ppm と MBC の低下が認められたが、枯草菌 (芽胞) では 2.5 分間作用と同様に殺菌性は認められなかった。

PN については、2.5 分間作用では大腸菌は 10,000

Table 1. Bactericidal activities of Glutaraldehyde, Phenol and Absolute alcohol

Agents	Microorganisms	Minimum bactericidal concentration : ppm			
		2.5min	5min	10min	15min
Glutaraldehyde	<i>E. coli</i>	100,000	100,000	10,000	10,000
	<i>S. aureus</i>	100,000	10,000	10,000	10,000
	MRSA	100,000	10,000	10,000	10,000
	<i>B. subtilis</i> (spore)	>100,000	>100,000	>100,000	>100,000
	<i>A. niger</i>	>100,000	100,000	100,000	10,000
Phenol	<i>E. coli</i>	10,000	10,000	10,000	10,000
	<i>S. aureus</i>	>10,000	10,000	10,000	10,000
	MRSA	>10,000	>10,000	10,000	10,000
	<i>B. subtilis</i> (spore)	>10,000	>10,000	>10,000	>10,000
	<i>A. niger</i>	>10,000	>10,000	>10,000	>10,000
Absolute alcohol	<i>E. coli</i>	500,000	500,000	500,000	500,000
	<i>S. aureus</i>	500,000	500,000	500,000	500,000
	MRSA	500,000	500,000	500,000	500,000
	<i>B. subtilis</i> (spore)	>500,000	>500,000	>500,000	>500,000
	<i>A. niger</i>	>500,000	>500,000	>500,000	>500,000

ppm であったが、黄色ブドウ球菌、MRSA、黒麹カビでは 10,000ppm 以上と殺菌性は認められなかった。また、15 分間作用では大腸菌、黄色ブドウ球菌、MRSA は 10,000ppm であったが、枯草菌 (芽胞)、黒麹カビでは 10,000ppm 以上と殺菌性は認められなかった。

EtOH の場合は、2.5 分間作用では大腸菌、黄色ブドウ球菌、MRSA には MBC は 500,000ppm であったが、枯草菌 (芽胞)、黒麹カビでは 500,000ppm 以上と殺菌性は認められず、15 分間作用でも同様の結果であった。

2. グルコン酸クロロヘキシジン (CHG)・塩化ベンザルコニウム (BAC) の MBC

MBC 測定結果を表 2 に示した。

CHG の MBC は、2.5 分間作用では大腸菌は 100 ppm, 黄色ブドウ球菌は 10ppm と比較的低位だが、MRSA, 枯草菌 (芽胞) では 1,000ppm であり、黒麹カビは 1,000ppm 以上と殺菌性は認められなかった。15 分間作用では大腸菌、黄色ブドウ球菌、MRSA は 10

Table 2. Bactericidal activities of Chlorhexidine digluconate and Benzalkonium chloride

Agents	Microorganisms	Minimum bactericidal concentration : ppm			
		2.5min	5min	10min	15min
Chlorhexidine digluconate	<i>E. coli</i>	100	100	100	10
	<i>S. aureus</i>	10	10	10	10
	MRSA	1,000	1,000	100	10
	<i>B. subtilis</i> (spore)	1,000	1,000	1,000	1,000
	<i>A. niger</i>	10,000	>10,000	>10,000	10,000
Benzalkonium chloride	<i>E. coli</i>	100	100	100	100
	<i>S. aureus</i>	10	10	10	10
	MRSA	100	10	10	10
	<i>B. subtilis</i> (spore)	1,000	1,000	1,000	1,000
	<i>A. niger</i>	10,000	1,000	1,000	1,000

ppm と低いが、枯草菌（芽胞）では1,000ppm、黒麹カビには10,000ppm であった。

BAC の MBC は、2.5分間作用では大腸菌100ppm、黄色ブドウ球菌10ppm、MRSA 100ppm と比較的低濃度であるが、枯草菌（芽胞）では1,000ppm、黒麹カビには10,000ppm であった。15分間作用になる大腸菌100ppm、黄色ブドウ球菌、MRSA 10ppm、枯草菌（芽胞）及び黒麹カビでは1,000ppm とやや MBC が低下した。

3. ポビドンヨード（PVP-I）・次亜塩素酸ナトリウム（SH）の MBC

MBC 測定結果を表3に示した。

PVP-I の MBC は、2.5分間作用では大腸菌10ppm、黄色ブドウ球菌、MRSA 100ppm と比較的低いが、枯草菌（芽胞）では1,000ppm 以上と殺菌性は認められず、また、黒麹カビにも1,000ppm とやや高い値を示した。

Table 3. Bactericidal activities of Povidone iodine and Sodium hypochlorite

Agents	Microorganisms	Minimum bactericidal concentration : ppm			
		2.5min	5min	10min	15min
Povidone iodine	<i>E. coli</i>	10	10	10	10
	<i>S. aureus</i>	100	10	10	10
	MRSA	100	10	10	1
	<i>B. subtilis</i> (spore)	>1,000	>1,000	>1,000	>1,000
	<i>A. niger</i>	1,000	100	100	100
Sodium hypochlorite	<i>E. coli</i>	10	1	1	1
	<i>S. aureus</i>	10	10	10	10
	MRSA	10	10	10	1
	<i>B. subtilis</i> (spore)	>1,000	>1,000	>1,000	>1,000
	<i>A. niger</i>	1,000	1,000	100	100

15分間作用では大腸菌、黄色ブドウ球菌で10ppm、MRSA 1ppm と MBC の低下が認められ、低濃度で殺菌性を示すことがわかった。しかし、枯草菌（芽胞）には1,000ppm 以上と殺菌性はなく、黒麹カビにも1,000ppm であった。SH の MBC は、2.5分間作用では大腸菌、黄色ブドウ球菌、MRSA のいずれにも10ppm という低濃度で殺菌性を示したが、枯草菌（芽胞）では1,000ppm 以上と殺菌性はなく、黒麹カビにも1,000ppm であった。

15分間作用では大腸菌 1ppm、黄色ブドウ球菌10ppm、MRSA は1ppm とかなり低い値を示すようになったが、枯草菌（芽胞）では1,000ppm 以上と殺菌性はなかった。

黒麹カビには100ppm とやや低い値を示すようになった。

4. 二酸化塩素（CD）の殺菌性

試験菌株 5 株に対する MBC 測定結果を表4に示した。

CD の MBC は、2.5分間作用では大腸菌、黄色ブドウ球菌、MRSA には1ppm とかなり低く、枯草菌（芽胞）では100ppm、黒麹カビにも10ppm と比較的低い値であった。

また、15分間作用でも同様の結果であった。

Table 4. Bactericidal activities of Chlorite dioxide

Agents	Microorganisms	Minimum bactericidal concentration : ppm			
		2.5min	5min	10min	15min
Chlorite dioxide	<i>E. coli</i>	1	1	1	1
	<i>S. aureus</i>	1	1	1	1
	MRSA	1	1	1	1
	<i>B. subtilis</i> (spore)	100	100	100	100
	<i>A. niger</i>	10	10	10	10

5. 試験試薬の殺菌性のまとめ

以上8種類の試験試薬の殺菌性試験結果をまとめたものを表5、6に示した。

これらは、各々2.5分間、15分間作用時の5株の試験菌株に対する各試験試薬の MBC を表わしたものである。この表からわかるように、各試験試薬は殺菌力の強さから、以下の4つのグループに分類された。

A グループ：グルタルアルデヒド（GA）・フェノール（PN）・無水エタノール（EtOH）

B グループ：グルコン酸クロルヘキシジン（CHG）・塩化ベンザルコニウム（BAC）

C グループ：ポビドンヨード（PVP-I）・次亜塩素酸ナトリウム（SH）

D グループ：二酸化塩素（CD）

各グループの特徴をまとめると以下のようである。

<A グループ>

大腸菌、黄色ブドウ球菌、MRSA といった栄養細胞型の細菌には%オーダーでないと殺菌性を示さず、また細菌芽胞、カビの殺菌にはさらに高濃度でないと無効なものである。

<B グループ>

栄養細胞型の細菌には10~100ppm という低濃度で殺菌性を示すが、細菌芽胞やカビには1,000ppm 以上の濃度を必要とするものである。

Table 5. Comparison of minimum bactericidal concentrations (action for 2.5min : ppm)

Reagents	Microorganisms				
	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	MRSA	<i>B. subtilis</i> (spore)	<i>A. niger</i>
GA	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
PX	10,000	>10,000	>10,000	>10,000	>10,000
EtOH	500,000	500,000	500,000	>500,000	>500,000
CHG	100	10	1,000	1,000	>10,000
BAC	100	10	100	1,000	10,000
PVP-I	10	100	100	>1,000	1,000
SH	10	10	10	>1,000	1,000
CD	1	1	1	100	10

Table 6. Comparison of minimum bactericidal concentrations (action for 15min : ppm)

Reagents	Microorganisms				
	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	MRSA	<i>B. subtilis</i> (spore)	<i>A. niger</i>
GA	10,000	10,000	10,000	>100,000	10,000
PX	10,000	10,000	10,000	>10,000	>10,000
EtOH	500,000	500,000	500,000	>500,000	>500,000
CHG	10	10	10	1,000	10,000
BAC	100	10	10	1,000	1,000
PVP-I	10	10	1	>1,000	100
SH	1	10	1	>1,000	100
CD	1	1	1	100	10

<Cグループ>

栄養細胞型の細菌にはBグループより強い殺菌力を示し1~10ppmというMBCであり、また、カビにも比較的低い100ppmというMBCを示すが、細菌芽胞には1,000ppmとあまり効果がないものである。

<Dグループ>

栄養細胞型の細菌にはCグループよりもさらに強い殺菌力を示し、カビにも低濃度の10ppm、細菌芽胞には100ppmという比較的低いMBCを示すものである。

次に、CDの他の11株の試験菌株に対するMBC測定結果を表7に示した。

Table 7. Bactericidal activities of Chlorine dioxide (minimum bactericidal concentration : ppm)

Microorganisms	Time (min)	
	2.5	15
<i>P. aeruginosa</i>	10	1
<i>S. gallinarum</i>	1	0.1
<i>V. parahaemolyticus</i>	1	0.1
<i>S. faecalis</i>	10	1
<i>L. plantarum</i>	1	1
<i>B. cereus</i> var. <i>mycoides</i>	1,000	100
<i>C. sporogenes</i>	100	100
<i>P. citrinum</i>	10	10
<i>C. cladosporioides</i>	10	10
<i>F. solani</i>	10	1
<i>R. oryzae</i>	10	10

CDのMBCは、緑膿菌、サルモネラ、腸炎ビブリオ、乳酸球菌、乳酸桿菌に対しては、前述の大腸菌、黄色ブドウ球菌、MRSAといった同じ栄養細胞型の細菌の場合と同様に、1ppmあるいはそれ以下であった。セレウス、クロストリジウムといった細菌の芽胞に対しては、前述の枯草菌芽胞同様に、100ppmであった。青カビ、クラドスポリウム、フザリウム、くものすかびといったカビにも、前述の黒麹カビの場合と同様に、10ppmあるいはそれ以下であった。

以上のように、CDは、今回使用した栄養細胞型の細菌、細菌芽胞及びカビの計16株に対して、いずれも強い殺菌性を示すことがわかった。

このようなCDの強い殺菌力はどこに起因しているのだろうか。特に塩素との比較から考えてみたい。

CDは塩素と異なり酸化剤であり、その酸化力は重量基準で塩素の約2.5倍といわれるが、この酸化力の強さが優れた殺菌力の一因になったものと思われる。

またもう一つの要因としては、作用機作があげられる。

塩素の殺菌における一次作用点が原形質タンパクであるのに対してCDは主に細胞膜といわれており、薬剤が微生物の各部位に接触していく順を素直に考えると、当然細胞膜のほうが原形質よりも早く薬剤にさらされる訳であるからスピード的にはCDの方が早く一次作用点に到達することができる筈である。この点が2番目の要因と考えられる。

3番目の要因としては、pH依存性があげられる。

つまり、塩素とりわけSHはpHにより大きくその殺菌力が変わることである。例えばSHの殺菌力の本体である非解離のHOClはpH5.0では99.6%、pH7.0では70%、pH10.0では0.2%といわれ、従って殺菌力はpHにより大きく異なるわけである。市販のSHはその安定性を考慮して通常pHは10以上となっているようである。今回の試験ではこれを希釈して試験液としたが、そのpHは濃度によっては中性付近になっていたかもしれないが、殺菌力の強いpH7.0以下になっていたとは考えられない。

一方、CDはpH6.0~10.0の範囲では殺菌力が変わらずpH依存性が少ないといわれており、従って同じClを持つ同様な薬剤でありながら今回の殺菌力に大きな違いが出た一因となったものと思われる。

結 論

(1) 5 菌株に対する MBC 測定結果から、今回使用した薬剤は殺菌性の強さにより、A・B・C・D の 4 つのグループに分類された。

(2) A グループはグルタルアルデヒド (GA)・フェノール (PN)・無水エタノール (EtOH), B グループはグルコン酸クロルヘキシジン (CHG)・塩化ベンザルコニウム (BAC), C グループはポビドンヨード (PVP-I)・次亜塩素酸ナトリウム (SH), D グループは二酸化塩素 (CD) であった。

(3) 殺菌性は、D グループ>C グループ>B グループ>A グループの順に強かった。

(4) CD の殺菌性は、今回対照として使用した他の 7 薬剤の中で最も強く、殺菌スペクトルも広いことが認められた。

(5) CD の MBC (15分間作用) は、栄養細胞型の細菌には 1 ppm 以下、細菌芽胞には 100ppm, カビには 10ppm 以下であった。

(6) CD の消毒剤としての可能性

①食品用殺菌料としての可能性

現在、日本の食品衛生法においては、次亜塩素酸ナトリウム、高度サラン粉及び過酸化水素が殺菌料として許可されている。言い換えると、これ以外の殺菌作用のある化学品は食品用殺菌という目的では食品添加物という範疇では使用できないことになっている。したがって CD の場合も法律上食品用の殺菌料としては使用できないわけではあるが、欧米においてはすでに CD の安全性・殺菌性を考慮しても、上水の殺菌剤として認められ 50 年以上にわたって利用されている。また、最近では野菜などの殺菌にも有効との報告も米国においてなされている。このような現状を見たとき、安全性、有効性についての再チェックを行うことは言うまでもないことだが、日本において CD は食品用殺菌料として将来可能性のあるものではないかと考える。

②環境殺菌剤としての可能性

食品、化粧品、飼料製造工場等の製造ライン、床、壁等や調理場の場内環境用殺菌剤として有効なものではないかと考える。CD の殺菌力は pH 依存性が少ないと言われ、それ自身の溶液の pH や対象物の pH により殺菌力が大きく異なる次亜塩素酸ナトリウム (SH) や塩化ベンザルコニウム (BAC) 等に比べ、使用現場で安心して使うことの出来るものではないだろうか。ただし、その保管に関しては、冷暗所あるいは暗所密封状態ということは厳守しなければいけない。また、現実にはプールの

用の殺菌剤として使用が許可されている。

③消毒剤としての可能性

伝染病予防法施行規則第 24 条「薬物消毒」記載消毒薬及び伝染病予防法施行令第 3 条第 2 項代用指定消毒薬として使用されているものには次亜塩素酸系、クレゾール系、ヨウ素系、逆性石鹼系等の消毒薬があるが、今回行った各種薬剤の殺菌力の試験結果を比較すると、CD は最も殺菌力が強く、伝染病予防法関連消毒薬と同等以上に有用なものではないかと思われる。特に、ここ数年世間を騒がせ医療現場に従事する人々に多大な対応策等の難題を与え、患者にも不安感などを抱かせている MRSA や緑膿菌をはじめとする院内感染菌に対する殺菌剤としても有用ではないかと思われる。

④脱色・消臭剤としての可能性

今回の報告とは関係の無い範疇ではあるが、CD の脱色・消臭力をチェックした上で、各種繊維用の脱色剤あるいは消臭剤として、また廃水処理剤としても有用なのではなかろうか。

⑤今後の課題

今回報告した試験結果及び上記の可能性を考えた時、今後 CD を日本において各方面で使用していく場合、以下の様なデータを取る必要があると思われる。

- ・ pH 依存性
- ・有機物存在下での殺菌力 (他の薬剤とりわけ次亜塩素酸ナトリウム等塩素系薬剤との比較)
- ・ CD の安全性
- ・トリハロメタン生成の比較 (次亜塩素酸ナトリウム等塩素系薬剤との比較)
- ・脱色・消臭力

なお、二酸化塩素液を分与していただいたパスタライズ(株)に深謝いたします。

文 献

- 1) 青木豊明, 大久保順太: 第 39 回全国水道研究発表会要旨集, 499~501 (1988).
- 2) 曾根田研一, 三宅伸治, 富田雅典, 梅谷友康: 水道事業研究 第 133 号 (1993).
- 3) 化学大辞典 6: 695~696 共立出版株式会社 (1984).
- 4) The Merck Index Tenth Edition: p 2061, Merck Co. Inc (1983).
- 5) 神部政郎: 化学装置 7, 123~129 (1990).
- 6) 第 41 回全国水道研究発表会要旨集, 578~580 (1990).
- 7) 多久和夫, 赤沢 寛: 日本機械学会 No.910~941 環境工学総会シンポジウム講演論文集, 252~259 (1991).
- 8) 防菌防微学会編集委員会: 防菌防微ハンドブック, 679~682, 技報堂出版 (1986).