

# 亜塩素酸ナトリウムの殺菌効力に関する検討

(平成2年4月25日受理)

小林正枝\* 秋山 茂\* 岩下正人\*  
鈴木 昭\* 中島英夫\*

## A Study on the Bactericidal Effect of Sodium Chlorite

Masae KOBAYASHI, Shigeru AKIYAMA, Masato IWASHITA, Akira SUZUKI and Hideo NAKAJIMA

(Kitasato University, School of Hygienic Sciences: 1-15-1,  
Kitasato, Sagamihara, Kanagawa, Japan)

The bactericidal effects of solutions of sodium chlorite ( $\text{NaClO}_2$ ) at various pH values was studied by several methods (the phenol coefficient method, available chlorine germicidal equivalent concentration method and phenol coefficient method under dirty conditions).

A 2.73%  $\text{NaClO}_2$  solution at pH 8.8-9.1 showed no bactericidal effect against *E. coli* and *S. aureus* within 15 min, but it destroyed them within 2.5 min when the pH value was adjusted to 4.0. The bactericidal effect of the solution was increased by elevating the acidity of the solution, and the  $\text{NaClO}_2$  solution at the lowest concentration adjusted to pH 2.0, had a bactericidal effect. Even at pH 4.0, the effect of the high-concentration solution was sufficient.

The bactericidal effect of  $\text{NaClO}_2$  at pH 4.0 was independent of the use of lactic acid, acetic acid or hydrochloric acid for pH adjustment. However at pH 2.0, the organic acids were superior to the inorganic acid as the pH regulator.

(Received April 25, 1990)

**Key words:** 亜塩素酸ナトリウム sodium chlorite; 次亜塩素酸ナトリウム sodium hypochlorite; 殺菌効力 bactericidal effect; 水素イオン濃度 pH; 大腸菌 *Escherichia coli*; 黄色ブドウ球菌 *Staphylococcus aureus*

### 緒 言

食品取扱施設で容器、器具などの殺菌・消毒のために利用する消毒薬は、無臭で、低毒性であり、かつ、経済性に富むものでなければならない。その代表的な消毒薬として次亜塩素酸ナトリウム (以下  $\text{NaClO}$ ) があるが、この  $\text{NaClO}$  には、強い酸化力によって容器、器具を腐食させる上、希釈した使用液はもとより、消毒薬の原液であっても保存中に有効塩素量が徐々に減少するといった塩素剤特有の性質がある。これらの欠点を補うような消毒薬として、ここ数年の間に亜塩素酸ナトリウム (以下  $\text{NaClO}_2$ ) が注目されるようになり、その抗菌性について検討した報告が幾つか<sup>1)~4)</sup>なされている。また、米国では  $\text{NaClO}_2$  を消毒薬製剤として開発した製品もあり、著者らは前報<sup>5)</sup>においてこの製剤の殺菌効力を系統的に検討し、殺菌消毒剤としての有用性について報告し

た。しかし、本製剤の使用液は pH 2.2 を示す強酸性液であることから、食品工業では利用範囲が限定され、実用性に欠けると考えられる。そこで、 $\text{NaClO}_2$  を消毒薬として利用範囲を広げ得るかどうか検討するために、 $\text{NaClO}_2$  粉末の水溶液についてより中性に近い条件で前報と同様、数種類の試験法<sup>5)</sup>でその殺菌効力を試験し、併せて pH 調整剤として用いる酸の検討も行い、若干の知見を得たので報告する。

### 実験材料

#### 1. 供試菌株並びに菌液

*Escherichia coli* NIHJ JC-2 (*E. coli*) と *Staphylococcus aureus* 209P FDA JC-1 (*S. aureus*) を使用した。実験に際し、各供試菌は連続3代継代培養したものを供試菌液とした<sup>5)</sup>。供試菌液の菌数は *E. coli* が  $5.8 \times 10^8$ /ml, *S. aureus* が  $2.0 \times 10^8$ /ml であった。

#### 2. 消毒薬

1)  $\text{NaClO}_2$  粉末 (和光純薬工業(株)製、亜塩素酸と

\* 北里大学衛生学部: 神奈川県相模原市北里 1-15-1

Table 1. Preparation of NaClO<sub>2</sub> Solution<sup>a)</sup>

pH before adjusted after adjusted	8.8~9.1						
	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
1) Lactic acid (LA) <sup>b)</sup>							
LA solution	×1	×100	×100	×100	×1,000	×1,000	×1,000
Added amount (ml)	6	0.1~0.2	0.7~1.0	0.21	0.84	0.16	0.01
NaClO <sub>2</sub> concentration (%)	2.28	2.73	2.73	2.73	2.73	2.73	2.73
Available chlorine (ppm)	27,000	36,000	35,000	36,000	35,000	36,000	36,000
2) Acetic acid (AA) <sup>c)</sup>							
AA solution	×1	×1	×1	×100	×1,000	1,000	×1,000
Added amount (ml)	27	0.68	0.01	0.13	0.38	0.23	0.15
NaClO <sub>2</sub> concentration (%)	1.45	2.73	2.73	2.73	2.73	2.73	2.73
Available chlorine (ppm)	16,000	35,000	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000
3) Hydrochloric acid (HA) <sup>d)</sup>							
HA solution	×10	×10	×100	×100	×1,000	×1,000	×1,000
Added amount (ml)	2	0.31	0.47	0.15	0.58	0.25	0.21
NaClO <sub>2</sub> concentration (%)	2.57	2.73	2.73	2.73	2.73	2.73	2.73
Available chlorine (ppm)	33,000	36,000	35,000	36,000	36,000	36,000	36,000

<sup>a)</sup> Added amount of several acids required to adjust the pH value of 2.73% NaClO<sub>2</sub> solution (30 ml) to 2.0~8.0

<sup>b)</sup> LA concentration 85.0~92.0%

<sup>c)</sup> AA concentration 99.7%

<sup>d)</sup> HA concentration 35.0~37.0%

して80%以上)

[NaClO<sub>2</sub>水溶液の調製法]

使用濃度は前報で用いたNaClO<sub>2</sub>製剤(Alcide Co.製)にならい2.73%とし、NaClO<sub>2</sub>粉末を滅菌蒸留水に溶解し、NaClO<sub>2</sub>水溶液を調製した。この溶液のpHは8.8~9.1を示し、ヨウ素滴定法<sup>9)</sup>による有効塩素量は36,000 ppmであり、試験に際しては滅菌蒸留水を用いて所要濃度に希釈した。

2) NaClO 溶液 (食品添加物用, 和光純業工業(株)製)

NaClO 溶液の有効塩素量をヨウ素滴定法で測定したところ90,000 ppmであった。試験に際してはこの溶液を滅菌したPaltzchの緩衝液(pH 8.5)を用いて所要濃度に希釈した。

### 3. 培地及び試薬

1) 前培養並びに後培養培地

乾燥ブイヨン(日水製薬(株)製)を添付説明書の処方どおり加温溶解後、pH 7.0±0.2に調整し、ろ過してから10 mlずつ試験管に分注し高圧蒸気滅菌した。なお、前培養培地には常に同一 Lot (Lot No. 067309) のものを使用した。

2) 乳酸(和光純業工業(株)製, 特級, 85.0~92.0%)

3) 酢酸(和光純業工業(株)製, 特級, 99.7%)

4) 塩酸(和光純業工業(株)製, 特級, 35.0~37.0%)

### 実験方法

#### 1. 消毒薬のpH調整

pH未調整の2.73% NaClO<sub>2</sub>水溶液(pH 8.8~9.1) 30 mlに各種倍率に希釈した乳酸, 酢酸, 塩酸を可級的に少量添加してpHを2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 7.0, 8.0にそれぞれ調整した。(Table 1)

#### 2. 殺菌効力試験

1) 石炭酸係数測定法<sup>7,8)</sup> (Phenol Coefficient

**Table 2.** Bactericidal Effect of 2.73% NaClO<sub>2</sub> Solution<sup>a)</sup>

Strain		<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>
Time (min)	2.5	+	+
	5	+	+
	10	+	+
	15	+	+
	30	+	+
	60	+/-	+
	120	-	+
	180	-	+/-

<sup>a)</sup> Available chlorine concentration 36,000 ppm: pH 8.8~9.1

+: Growth was observed.

-: Growth was not observed.

+/-: Growth was observed mostly.

**Table 3.** Bactericidal Effect of NaClO<sub>2</sub> Solution after Adjusted to pH 2.0 by Lactic Acid

Strain		<i>E. coli</i>		
NaClO <sub>2</sub> conc.	(%)	0.025	0.021	0.017
Time (min)	2.5	-	+	+
	5	-	+	+
	10	-	+	+
	15	-	-	+

+: Growth was observed.

-: Growth was not observed.

Method) に準じた方法 (以下 PC 法)

適宜希釈した消毒薬 10 ml を作用試験管 (25×180 mm) に入れ 20±0.1° の恒温水槽中で 5 分間以上保温し、その後同様に保温した菌液 1 ml を作用試験管に注加し、直ちによく攪拌した。菌液を注加してから 2.5, 5, 10, 15 分後に作用試験管から 1 白金耳量を取り出して後培養培地に移植した。37° で 48 時間培養後、菌の発育を肉眼で観察し、発育の認められたものを (+)、認められないものを (-) とした。

2) ハロゲン系消毒剤の殺菌効力測定法<sup>8), 9)</sup> (Available Chlorine Germicidal Equivalent Concentration Method: 以下 A.C.G.E.C.法)

適宜希釈した消毒薬 10 ml を作用試験管に入れ、20±0.1° の恒温水槽中で 5 分間以上保温し、その後同様に保温した菌液 0.05 ml を作用試験管に注加し、直ちによく攪拌した。1 分後に作用試験管から 1 白金耳量を取り出して後培養培地に移植した。さらにその 30 秒後に再び菌液 0.05 ml を同じ作用試験管に注加し、その 1 分後に別の後培養培地に移植した。この「菌液注加-後培養移植」の操作を 10 回繰り返した。37° で 48 時間培養後、

**Table 4.** Bactericidal Effect of NaClO<sub>2</sub> Solution Adjusted the pH Value to 3.0~8.0 Using Lactic Acid

Strain		<i>E. coli</i>					
pH		3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
Time (min)	2.5	-	-	+	+	+	+
	5	-	-	+	+	+	+
	10	-	-	+	+	+	+
	15	-	-	+	+	+	+

+: Growth was observed.

-: Growth was not observed.

**Table 5.** The Results of Bactericidal Effect of NaClO<sub>2</sub> Solution Adjusted the pH 3.0~8.0 Using Acetic Acid (1) or Hydrochloric Acid (2)

1) Acetic acid

Strain		<i>E. coli</i>					
pH		3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
Time (min)	2.5	-	-	+	+	+	+
	5	-	-	+	+	+	+
	10	-	-	+	+	+	+
	15	-	-	+	+	+	+

2) Hydrochloric acid

Strain		<i>E. coli</i>					
pH		3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
Time (min)	2.5	-	-	+	+	+	+
	5	-	-	+	+	+	+
	10	-	-	+	+	+	+
	15	-	-	+	+	+	+

+: Growth was observed; -: Growth was not observed.

菌の発育を肉眼で観察し、発育の認められたものを (+)、認められないものを (-) とした。

3) 有機物等影響試験<sup>7)</sup>

有機物液 (5% 酵母懸濁液) 5 ml に菌液 1 ml を加えた液を作用試験管に入れ 20±0.1° に 5 分間以上保温し、また、適宜希釈した消毒薬 5 ml を試験管に入れ同様に保温した。その希釈消毒薬液 5 ml を作用試験管に加え、直ちによく攪拌した。消毒薬を注加してから 2.5, 5, 10, 15, 30 分後に作用試験管から 1 白金耳量を取り出して後培養培地に移植した。37° で 48 時間培養後、菌の発育を肉眼で観察し、発育の認められたものを (+)、認められないものを (-) とした。

Table 6. The Comparison of Bactericidal Effect of NaClO<sub>2</sub> Solution and NaClO Solution by Phenol Coefficient Method

1) <i>E. coli</i>		NaClO <sub>2</sub>										NaClO						
Disinfectant		pH 2.0					pH 3.0					pH 4.0			pH 8.5			
NaClO <sub>2</sub> or NaClO concentration (%)	Time (min)	0.025	0.021	0.017	0.013	0.010	0.030	0.027	0.023	0.019	0.015	1.56	1.20	0.95	0.025	0.020	0.015	0.010
2.5	2.5	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+
5	5	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+
10	10	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+
15	15	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+
2) <i>S. aureus</i>		NaClO <sub>2</sub>										NaClO						
Disinfectant		pH 2.0					pH 3.0					pH 4.0			pH 8.5			
NaClO <sub>2</sub> or NaClO concentration (%)	Time (min)	0.025	0.021	0.017	0.013	0.010	0.030	0.027	0.023	0.019	0.015	1.56	1.20	0.95	0.025	0.020	0.015	0.010
2.5	2.5	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+
5	5	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+
10	10	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+
15	15	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+

+: Growth was observed; -: Growth was not observed.

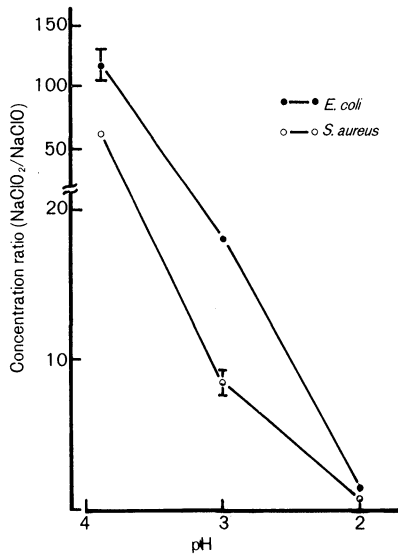


Fig. 1. The concentration ratio of  $\text{NaClO}_2$  (%) to  $\text{NaClO}$  (%) allowing growth in 5 min but not 10 min

## 結果及び考察

### 1. $\text{NaClO}_2$ 水溶液の殺菌力

pH 未調整の  $\text{NaClO}_2$  水溶液に殺菌力がみられるか否かを PC 法で、作用時間を 2.5, 5, 10, 15 分間にとどまらず、30, 60, 120, 180 分間まで延長して試験した。その成績を Table 2 に示した。 *E. coli* は多くの場合 60 分間作用させても殺菌されないが、時として殺菌されることがあり、120 分間の作用では確実に殺菌された。 *S. aureus* の殺菌には 180 分間あるいはそれ以上の作用が必要であった。

$\text{NaClO}_2$  に短時間で消毒薬としての効力をもたせるために、 $\text{NaClO}_2$  水溶液に乳酸を加えて pH 2.0 に調整した溶液が、既製の  $\text{NaClO}_2$  製剤と同様に殺菌効力を発揮し得るか検討した。

$\text{NaClO}_2$  水溶液に乳酸を加え pH を 2.0 に調整した  $\text{NaClO}_2$  水溶液（有効塩素量は 27,000 ppm,  $\text{NaClO}_2$  の終濃度は 2.28%）を滅菌蒸留水で 90 倍に希釈して 0.025% にした液の殺菌効力は Table 3 に示すように 2.5 分の作用で既に後培養成績は (-) を示し、108 倍に希釈した 0.021% の液でも 15 分の作用で *E. coli* を殺菌した。

従って、 $\text{NaClO}_2$  水溶液も pH を強酸性にすることによって、*E. coli* に対して既製の製剤と同等以上の殺菌効力を発揮した。

### 2. $\text{NaClO}_2$ 水溶液の殺菌効力に及ぼす pH の影響

食品工業での実用性から考えると消毒薬の液性が pH 2.0 では利用範囲が限定されてしまう。そこで、より中性に近い条件での利用を検討するために、乳酸の添加量

を前述の Table 1 のように変えて  $\text{NaClO}_2$  水溶液の pH を 3.0~8.0 に調整し、*E. coli* に対する殺菌効力を試験した。その成績を Table 4 に示した。

pH 5.0 以上に調整した溶液では 15 分間作用させても供試菌は殺菌されなかったが、pH 3.0 及び pH 4.0 に調整した溶液では 2.5 分以内に供試菌は殺菌された。このことから、 $\text{NaClO}_2$  に殺菌力を発揮させるために pH を 2.0 まで低下させずとも、終濃度は 2.73% と高いが、pH 4.0 で十分にその目的は果たし得るものと考えられる。

pH 調整剤として用いられる酸類として、 $\text{NaClO}_2$  製剤は乳酸を用いている。そこで、この乳酸をはじめとして酸の種類による  $\text{NaClO}_2$  の殺菌効力への影響を検討した。

pH 4.0 に調整するためには、いずれの酸類も少量の添加で pH を下げ、pH 調整前の  $\text{NaClO}_2$  濃度及び有効塩素量ともほとんど変化しなかった。しかも、その殺菌効力は Table 5 に示したように、乳酸を使用した場合と同様に 2.5 分の作用で後培養成績は (-) を示した。また、pH 5.0 以上に調整した液では、乳酸を使用した場合と同様に  $\text{NaClO}_2$  濃度と有効塩素量が pH 調整前の液と同じであったにもかかわらず殺菌力を示さなかった。

このように、pH 4.0 では pH 調整剤として添加した酸の種類による  $\text{NaClO}_2$  の殺菌効力に差がみられなかった。

### 3. $\text{NaClO}_2$ 水溶液の殺菌効力の総合的評価

$\text{NaClO}_2$  の殺菌効力を総合的に評価するために PC 法、A.C.G.E.C.法、有機物等影響試験の 3 種類の試験法を用いて、 $\text{NaClO}$  の殺菌効力と比較した。 $\text{NaClO}_2$  溶液は、既製の  $\text{NaClO}_2$  製剤と同様の pH 調整剤である乳酸で pH を 2.0, 3.0, 4.0 に調整した。

#### (1) PC 法による比較

PC 法を用いた成績を Table 6 に示し、さらに、この成績から各溶液の 5 分間の作用で (+), 10 分間の作用で (-) を示す  $\text{NaClO}_2$  濃度 (%) を基準とし、 $\text{NaClO}$  に対する  $\text{NaClO}_2$  の濃度比を求め Fig. 1 に示した。

*E. coli* に対して  $\text{NaClO}$  溶液 (pH 8.5) では、0.015% に希釈した液で 5 分間の作用で (+), 10 分間の作用で (-) を示し、pH 4.0 に調整した  $\text{NaClO}_2$  水溶液では、1.56% と 1.95% の間に希釈した液で同様の成績を示すものと考えられる。このことから *E. coli* に対して  $\text{NaClO}$  と同等の効力を期待するためには、pH 4.0 に調整した溶液では  $\text{NaClO}$  の 104~130 倍の濃度を必要とした。pH 3.0 に調整した溶液では 0.27% に希釈した液で、また、pH 2.0 に調整した溶液では 0.021% と 0.025% の間に希釈した液で 5 分間の作用で (+), 10 分間の作用で (-) を示すものと考えられる。pH 3.0 に調整した溶液では 18 倍、pH 2.0 に調整した溶液では 1.4~1.7 倍の濃度で  $\text{NaClO}$  と等しい効力を認めた。

一方、*S. aureus* に対しても同様の傾向が認められ、pH 4.0 に調整した溶液では  $\text{NaClO}$  の 62 倍の濃度、pH

**Table 7.** The Comparison of Bactericidal Effect of NaClO<sub>2</sub> Solution and NaClO Solution by A.O.A.C. Method<sup>a)</sup>1) *E. coli*

Disinfectant	Conc. (%)	Subculture series										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
NaClO <sub>2</sub>	pH 2.0	0.017	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
		0.0085	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
		0.0043	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	pH 3.0	0.076	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
		0.045	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
		0.015	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	pH 4.0	0.50	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
		0.25	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		0.13	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
NaClO	pH 8.5	0.02	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
		0.01	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
		0.005	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+

2) *S. aureus*

Disinfectant	Conc. (%)	Subculture series										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
NaClO <sub>2</sub>	pH 2.0	0.017	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
		0.0085	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
		0.0043	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	pH 3.0	0.091	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
		0.061	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
		0.031	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	pH 4.0	0.76	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
		0.25	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		0.13	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
NaClO	pH 8.5	0.02	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
		0.01	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
		0.005	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+

<sup>a)</sup> : Available chlorine germicidal equivalent concentration method

+: Growth was observed.

-: Growth was not observed.

3.0 に調整した溶液では 7.6~9.2 倍の濃度で、また、pH 2.0 に調整した溶液ではほぼ同濃度で NaClO と同等の効力を認めた。従って、pH を 2.0, 3.0, 4.0 に調整した NaClO<sub>2</sub> 水溶液は、*E. coli*, *S. aureus* に対して殺菌効力を示すが、pH 3.0, 4.0 に調整した溶液は、NaClO 溶液の濃度と比較するとはるかに高濃度にしなければ同等の殺菌効力は期待できなかった。しかし、pH 2.0 に調整した溶液は NaClO 溶液とほぼ同等の効力を期待できることから、NaClO<sub>2</sub> 溶液は pH が酸性に傾くほど殺菌効力は増強し、低濃度の NaClO<sub>2</sub> で殺菌できた。

## (2) A.C.G.E.C法による比較

A.C.G.E.C法を用いた成績は Table 7 に示し、さらに NaClO 溶液の成績と同様の成績を示す NaClO<sub>2</sub> 濃度 (%) と NaClO 濃度 (%) との比を求め、Fig. 2 に示した。NaClO<sub>2</sub> 水溶液の中で 2 つ以上の濃度に同じ成績が認められた場合には低濃度溶液で比較した。*E. coli* に対しては pH 4.0 に調整した NaClO<sub>2</sub> 水溶液では 0.25% に希釈した液と、0.005% に希釈した NaClO 溶液とが菌液 2 回目の注加ではじめて (+) を示した。このことから NaClO<sub>2</sub> で NaClO と同等の効力を期待するためには、

pH 4.0 に調整した NaClO<sub>2</sub> 水溶液では NaClO の 50 倍の濃度を必要とした。pH 3.0 に調整した溶液では 0.045% に希釈した液と 0.01% に希釈した NaClO 溶液とが菌液 3 回目の注加ではじめて (+) を示した。また、pH 2.0 に調整した溶液では 0.0043% に希釈した液と 0.005% に希釈した NaClO 溶液とが菌液 2 回目の注加ではじめて (+) を示した。このことから、NaClO<sub>2</sub> 水溶液は、pH 3.0 に調整した溶液では NaClO と同等の殺菌効力を得るには 4.5 倍の濃度が必要であった。しかし、pH 2.0 に調整した溶液では逆に NaClO の 0.86 倍の濃度でその効力を認めた。

*S. aureus* に対しても同様の傾向を認めることができ、pH 4.0 に調整した NaClO<sub>2</sub> 水溶液では NaClO の 50 倍、

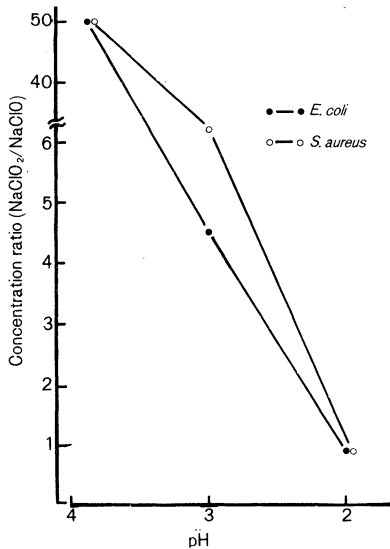


Fig. 2. The concentration ratio of NaClO<sub>2</sub> (%) to NaClO (%) allowing equal germicidal efficacy

pH 3.0 に調整した溶液では 6.2 倍、pH 2.0 に調整した溶液では 0.86 倍の濃度で NaClO と同等の効力を認めた。

従って、pH を 2.0, 3.0, 4.0 に調整した NaClO<sub>2</sub> 水溶液は *E. coli*, *S. aureus* に対して殺菌効力を示し、A.C.G.E.C. 法によっても PC 法と同様、NaClO<sub>2</sub> 水溶液の pH が酸性に傾くほど殺菌効力は増強し、pH 2.0 に調整した溶液は NaClO 溶液とほぼ同等の効力を期待できた。

(3) 有機物等影響試験による比較

有機物等影響試験の成績を Table 8 に示した。

*E. coli* に対しては pH 4.0 に調整した NaClO<sub>2</sub> 溶液では、有機物を共存させない場合、すなわち PC 法による成績では 1.56% と 1.95% の間に希釈した液で 5 分間の作用で (+), 10 分間の作用で (-) を示したのに対し (Table 6), 有機物の共存下では 2.73% の NaClO<sub>2</sub> 水溶液 (有機物混和後の NaClO<sub>2</sub> 濃度 1.37%) そのものを用いて 30 分間作用させても (+) を示し、殺菌力を認めるとはできなかった。pH 3.0 に調整した溶液では PC 法による成績では 0.27% で 5 分間の作用で (+), 10 分間の作用で (-) を示し、有機物の共存下では混和後 0.38% ~ 0.76% の濃度で同等の効果が認められ、有機物を共存しない場合の 1.4~2.8 倍の NaClO<sub>2</sub> 濃度が必要であった。また、pH 2.0 に調整した溶液では PC 法による成績では 0.021% と 0.025% の間に希釈した液で 5 分間の作用で (+), 10 分間の作用で (-) を示し、有機物が共存する場合には 1.7~4 倍の濃度である混和後 0.043% ~ 0.085% の濃度で同等の効果を認めた。

一方、NaClO では有機物の存在によって *E. coli* に対しては 3~5 倍の濃度を必要とした。

以上の結果から、NaClO<sub>2</sub> 粉末の水溶液の殺菌効力は溶液の pH によって大きく影響され、pH 4.0 に調整した溶液ではじめて効力を発揮し、その効力は液性が酸性に

Table 8. Bactericidal Effect of NaClO<sub>2</sub> Solution and NaClO Solution by the Phenol Coefficient Method Under Dirty Condition

Disinfectant	Strain	<i>E. coli</i>										
		NaClO <sub>2</sub>									NaClO	
		pH 2.0			pH 3.0			pH 4.0			pH 8.5	
Conc. before mixed (%)		0.17	0.085	0.043	1.52	0.76	0.38	2.73	2.28	0.15	0.1	0.05
	after mixed (%)	0.085	0.043	0.022	0.76	0.38	0.19	1.37	1.14	0.075	0.05	0.025
Time (min)	2.5	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
	5	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
	10	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
	15	-	+	+	-	-	+	+	+	-	-	+
	30	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-	+

+: Growth was observed.

-: Growth was not observed.

傾くほど増強し、pH 2.0 に調整した溶液で最強になった。この結果は米国で開発された  $\text{NaClO}_2$  製剤と同様で、 $\text{NaClO}_2$  溶液を酸性にすることで二酸化塩素、塩素酸、及び塩酸が溶液中に生成され、殺菌の本態として考えられている二酸化塩素<sup>10)</sup>の生成量が pH 2.0 の溶液で最も多くなるためと考えられる。また、この pH 2.0 の  $\text{NaClO}_2$  水溶液は  $\text{NaClO}$  とほぼ等しい濃度で同等の効力を期待できるが、pH 3.0 あるいは 4.0 の溶液では  $\text{NaClO}$  より高濃度を必要とした。しかし、食品工業などで取り扱う容器・器具の殺菌剤としては、溶液が酸性に傾くほど消毒物に対して悪影響を与えることも十分考えられることから、主剤濃度が必ずしも低濃度であることが優れているとは言い難く、多少高濃度であってもより中性に近い条件が望ましい。このことから  $\text{NaClO}_2$  溶液の pH を 4.0 に調整した溶液でも殺菌剤として十分にその目的は果たすことができるものと考えられる。さらに、他の殺菌剤と同様に有機物の共存により殺菌効力は低下するものの、有機物の混入による影響は  $\text{NaClO}$  に比べ  $\text{NaClO}_2$  の方が若干少なく、実用面での利用範囲は広げ得る殺菌・消毒剤と考えられる。

#### 要 約

$\text{NaClO}_2$  粉末を水溶液にしたものについて、乳酸などで種々の pH に調整し、より中性に近い液性で殺菌剤としての有効性、pH 調整に用いる酸の種類を検討し、以下の結果を得た。

1. 2.73%  $\text{NaClO}_2$  水溶液の pH は 8.8~9.1 で、その液は 15 分の作用でも供試菌とした *E. coli* 及び *S. aureus* を殺菌し得なかった。しかし、pH を 4.0 以下に調整することで 2.5 分でこれらを殺菌した。

2.  $\text{NaClO}_2$  水溶液は pH 4.0 以下で殺菌力を示し、そ

の殺菌効力は液性が酸性に傾くほど増強し、低濃度の  $\text{NaClO}_2$  で効果を期待できた。

3. pH 調整剤として乳酸、酢酸、塩酸を用いてそれぞれ pH 4.0 に調整した溶液は供試菌を 2.5 分で殺菌することができ、pH 調整剤の相異による  $\text{NaClO}_2$  の殺菌力に差はみられなかった。

4. 有機物が共存することにより  $\text{NaClO}_2$  の殺菌効力は低下したものの、 $\text{NaClO}$  よりその影響は少なく、 $\text{NaClO}_2$  濃度を高濃度にするだけで効果は十分期待できるものであった。

#### 文 献

- 1) Lillard, H. S.: J. Food Sci. **44**, 1,594~1,597 (1979).
- 2) Lillard, H. S.: Poultry Sci. **59**, 1,761~1,766 (1980).
- 3) Thiessen, G. P., Osborne, W. R., Orr, H. L.: *ibid.* **63**, 647~653 (1984).
- 4) 長谷川ゆかり, 中村優美子, 外海泰秀, 小島満子, 伊藤晋志男: 食衛誌. **30**, 240~249 (1989).
- 5) 小林正枝, 秋山 茂, 岩下正人, 鈴木 昭: 同上 **30**, 367~374 (1989).
- 6) 高木誠司: “定量分析の実験と計算 2 容量分析法” p. 446~447 (1984) 共立出版.
- 7) 厚生省編纂: “衛生検査指針 I” p. 38~50 (1954) 協同医書出版.
- 8) 中野愛子: 防菌防黴. **11**, 685~692 (1983).
- 9) Association of Official Analytical Chemists: “Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists” p. 61~63 (1975).
- 10) Robert, D. K.: An Innovative Demand-Release Microbiocide. Basis for Action and Effects Dilution (April 13, 1984).