

# 機能水を利用した環境改善と食品衛生管理手法の開発



鹿児島大学 農学部 生物環境学科  
食料環境システム研究室

准教授 紙谷 喜則

# 講師自己紹介

## 学歴

- ・国立名古屋工業大学 工学部機械工学科
- ・国立大学法人  
鹿児島大学 連合農学研究科 博士課程 博士(農学)

## 職歴

- ・ホシザキ電機株式会社  
中央研究所 海外向け製氷機設計開発 7年  
電解水生成装置の開発と用途研究 16年
- ・鹿児島大学 農学部 生物環境学科 食料環境システム研究室 2年

## 研究テーマ

- ・食品加工場における**衛生管理**(焼酎醸造工程、魚加工)
- ・食品加工場における**鮮度保持技術とその測定方法**の開発
- ・食品付着細菌の迅速計測技術開発(近赤外線)
- ・焼酎粕など有機系廃棄物のメタン発酵技術開発

# 機能水の種類と効果

## 機能水の定義

人為的な処理によって再現性のある有用な機能を付与された水溶液の中で、処理と機能に関して科学的根拠が明らかにされたもの及び、明らかにされようとしているもの

# 機能水の種類と効能(一般的風評)

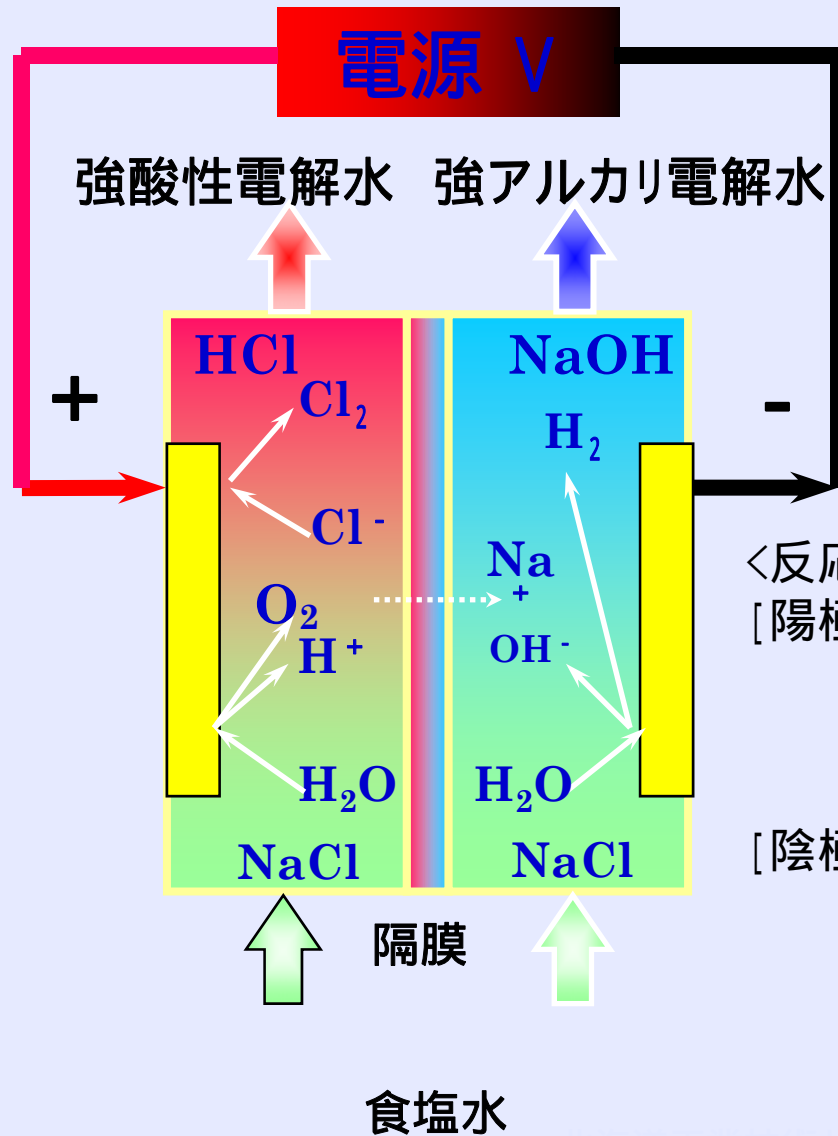
処理法	一般名称	効能・効果
磁場	磁化水、磁場水、電磁水	スケール付着防止 防錆(水道管赤水防止)
電場	電子水、電場水	スケール付着防止 防錆(水道管赤水防止) 殺菌(微生物増殖抑制)
超音波		発芽促進 植物生育促進 生鮮物鮮度保持
無機物	麦飯石	殺菌(微生物増殖抑制)
	パイセラミック	腐敗遅延
	ゼオライト	殺菌(微生物増殖抑制) 酵素作用
共鳴	共鳴磁場水	害虫駆除
遠赤外線	遠赤水	熟成促進(発酵過程)
電気分解(ミネラル添加)	アルカリイオン水 還元水	整腸作用 アストリンゼント
電気分解(ハロゲン添加)	電解酸化水・電解アルカリ水 強酸性水・強アルカリ水	乳化、剥離 殺菌(微生物増殖抑制)

# 機能水の中の電解水

## 強酸性電解水の定義

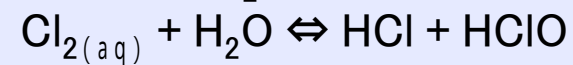
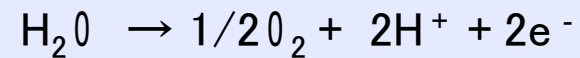
**原水**に微量の**食塩** (0.1%以下)を添加した食塩水を**有隔膜式電解槽**内で電気分解して得られる次亜塩素酸を主生成成分とする酸性の水溶液

# 強酸性電解水の生成原理

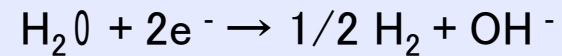


<反応式>

[陽極]



[陰極]



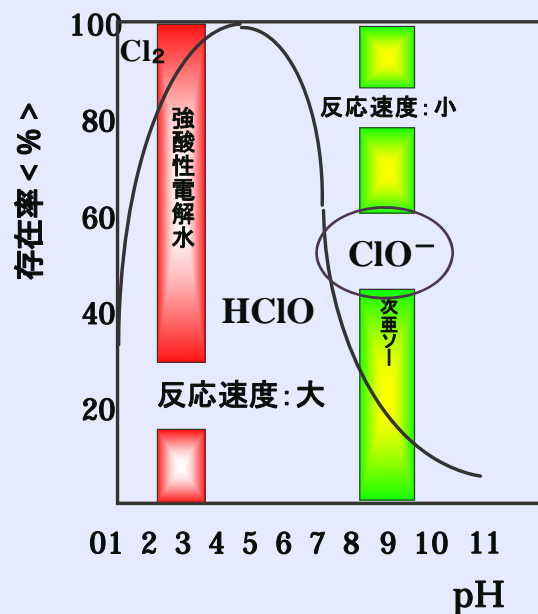
# 主要微生物に対する殺菌効果 (in vitro)

(強酸性電解水: pH3.0, 有効塩素濃度 30 mg/L)

試験菌株	生育の有無			
	30秒後	1分後	2分後	5分後
大腸菌 (O-157;H7)	-	-	-	-
サルモネラ	-	-	-	-
腸炎ビブリオ	-	-	-	-
緑膿菌	-	-	-	-
フラボバクテリウム	-	-	-	-
サッカロミセス	-	-	-	-
チゴサッカロミセス	-	-	-	-
青カビ	-	-	-	-
くものすカビ	+	+	+	+

# 次亜塩素酸ナトリウムの殺菌機序(メカニズム)

次亜塩素酸ナトリウムは高濃度にて大量に輸送するために、次亜塩素酸イオン状態で販売されている。



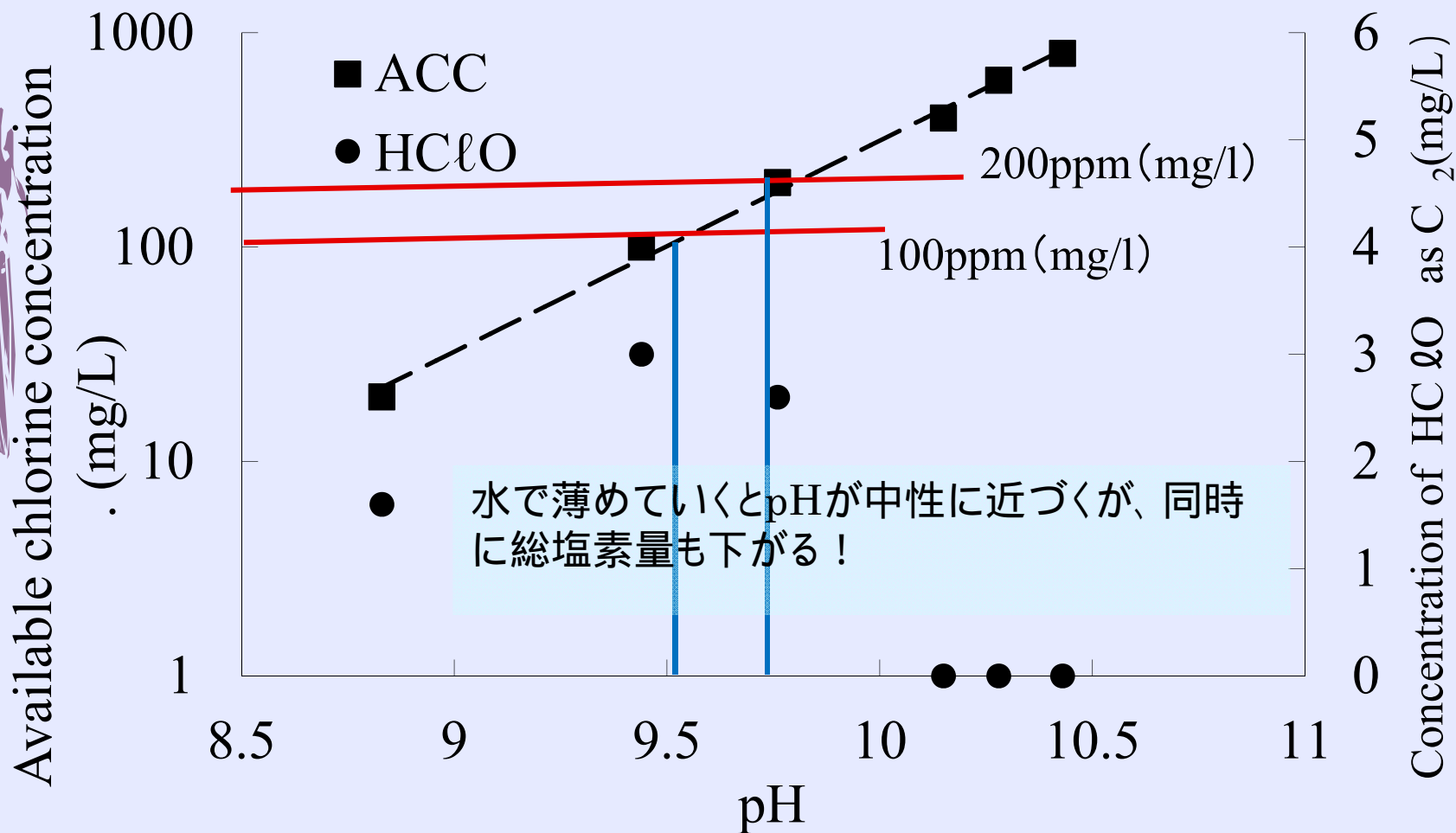
次亜塩素酸は反応が早く、高濃度にするると危険がある

市販されている次亜塩素酸ナトリウム濃度

有効塩素濃度 (CL換算) 10% (100,000ppm)  
pH 12以上



# 次亜塩素酸ナトリウムを希釈した時の次亜塩素酸濃度

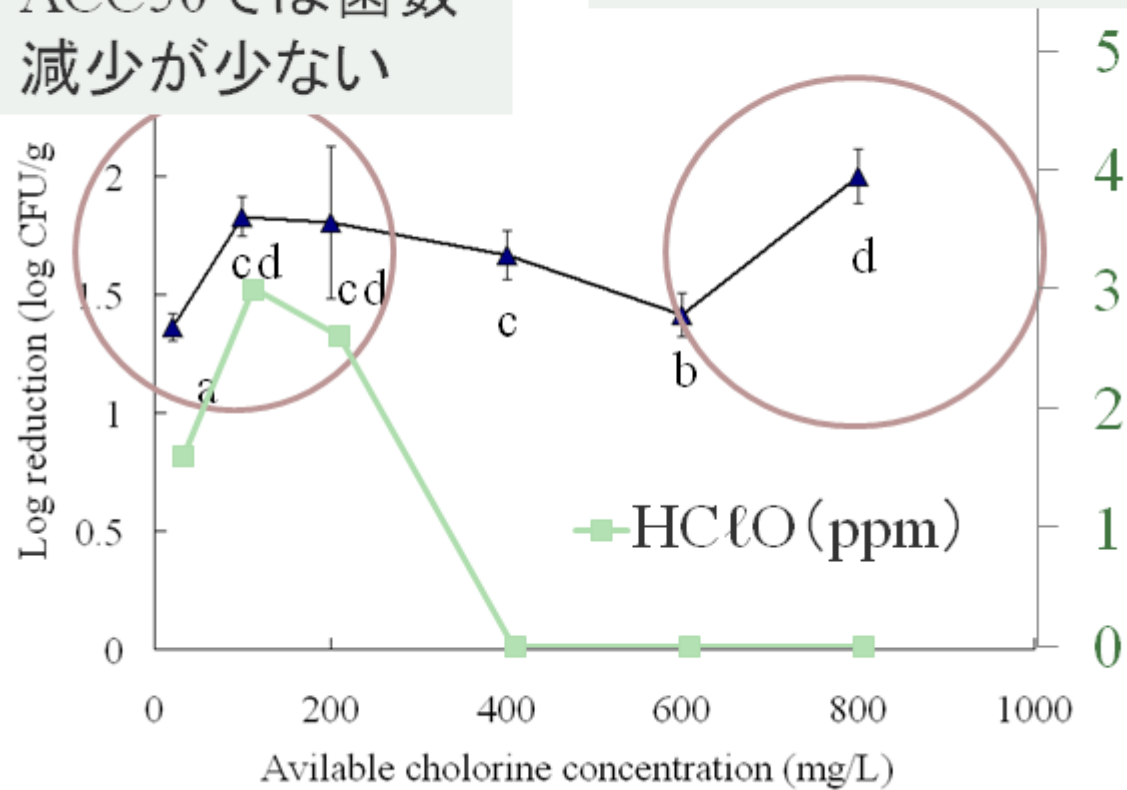


殺菌の主体である次亜塩素酸は100mg/L (ppm) の時に最大となる。

# 次亜塩素酸ナトリウム濃度による殺菌効果 — 水道水によるすすぎ工程を無くした場合 —

ACC50では菌数減少が少ない

アルカリ域では次亜塩素酸が存在しないが菌数減少



# 大量調理マニュアルなどによる 次亜塩素酸ナトリウムの使用方法

100mg/L(ppm)に10分浸漬  
200mg/L(ppm)に5分浸漬



飲用に適する水で、匂いが無くなるまで  
すすぐ

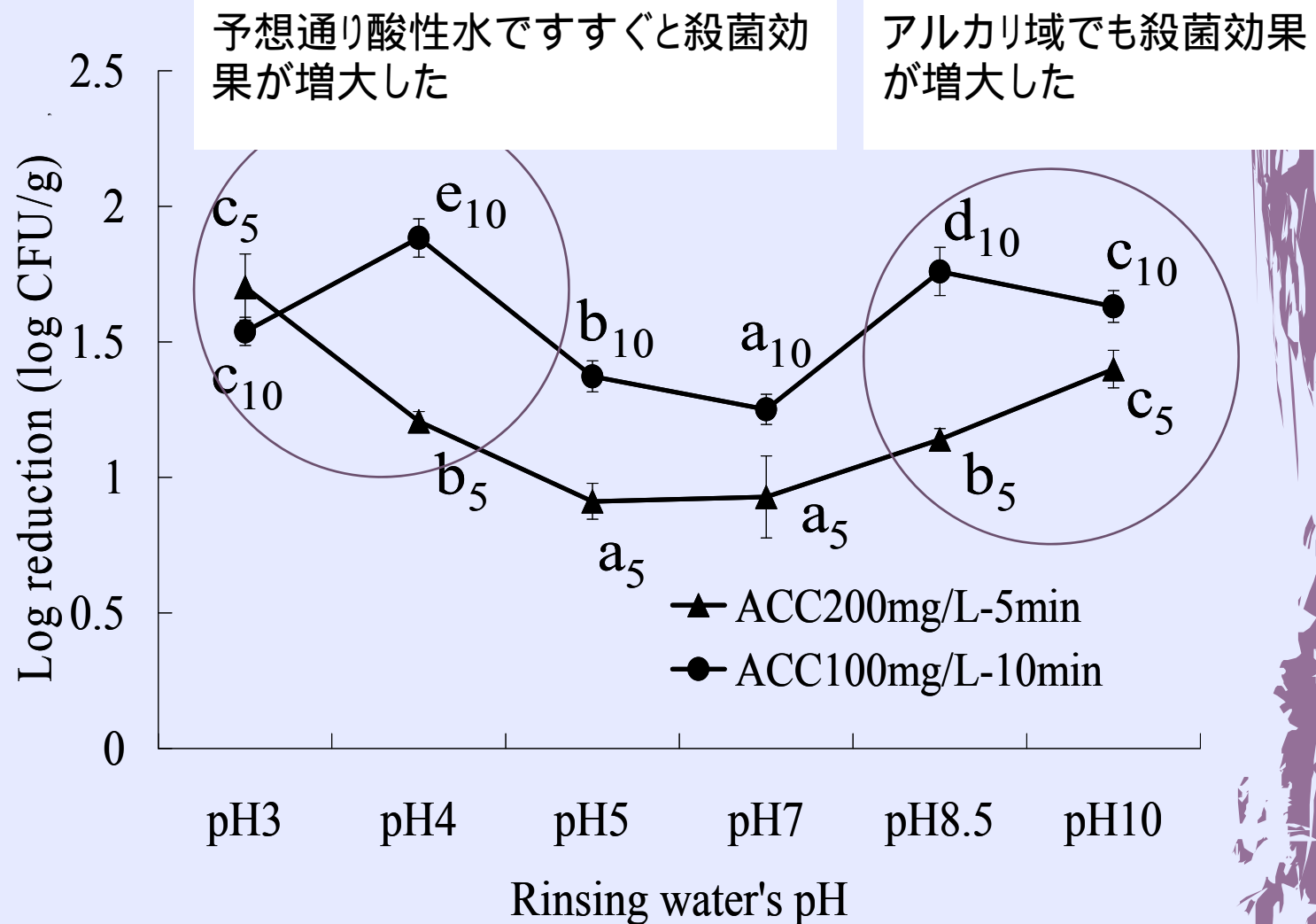


低温保存または速やかに喫食する

水道水:水道法によりpH5-8に調整されている。

次亜塩素酸ナトリウムの殺菌は次亜塩素酸イオンが生体内部に浸潤しすぎ時に中性な水と反応して次亜塩素酸を生成することに依存している??

# 次亜塩素酸ナトリウム浸漬後のすすぎ水pHによる殺菌効果の違い



ジアソーはアルカリ性でレタスに浸潤し、水で洗浄する時にpHが中性に触れ殺菌効果のある次亜塩素酸を発生し殺菌効果を得ている

# 安全性

強酸性電解水は以下の安全性試験において良好な成績を得ており、安全性が高いと判断される。

## 医療機器の承認申請：安全性試験

1. 急性経口毒性
2. 皮膚一次刺激性および皮膚累積刺激性
3. 急性眼刺激性
4. 皮膚感作性
5. 口腔粘膜刺激性
6. 細胞毒性
7. 復帰突然変異原性
8. 染色体異常誘起性
9. 亜急性毒性
10. ボランティア対象皮膚試験
11. 1年間反復投与毒性/発ガン性試験
12. トリハロメタン生成試験

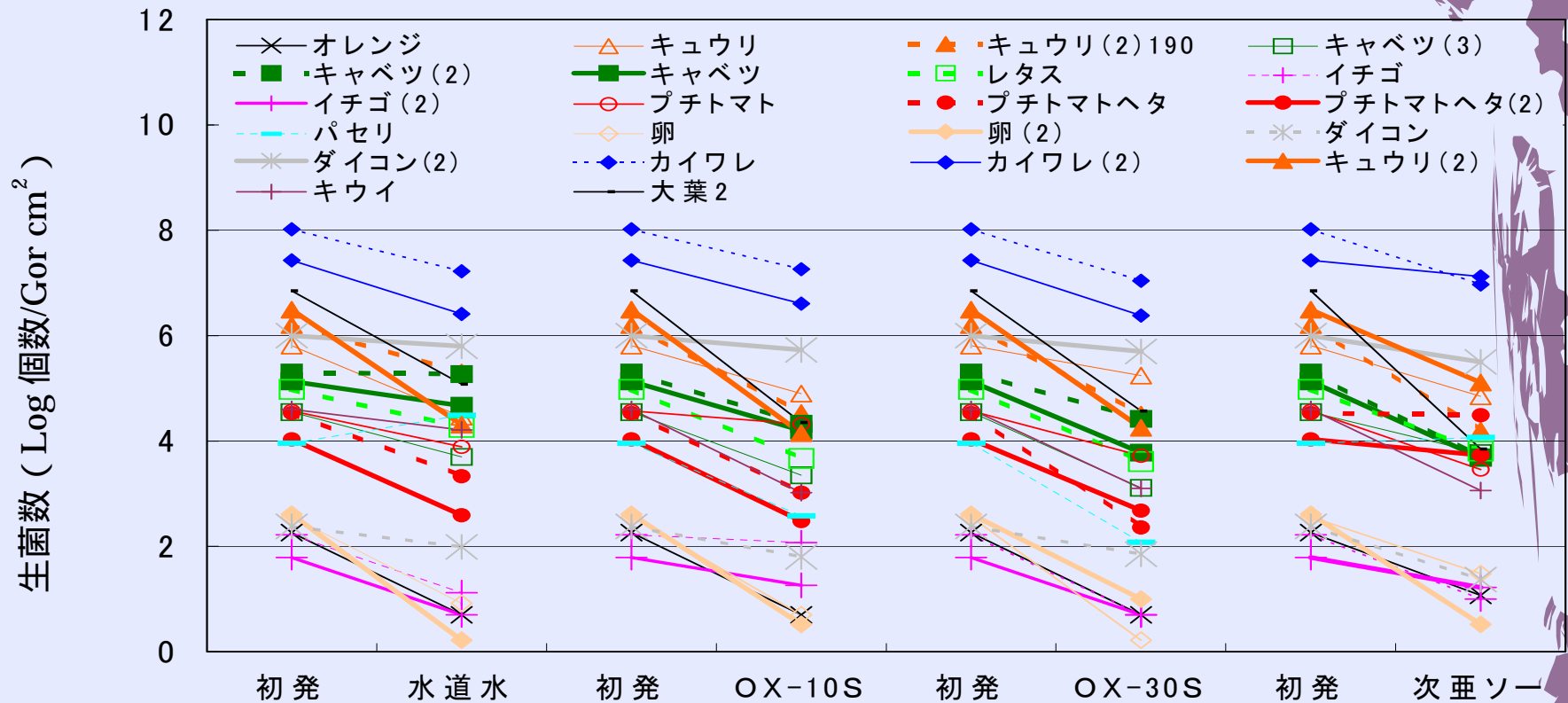
### <トリハロメタン生成確認試験>

総トリハロメタンの代表であるクロロホルムの生成量を確認  
(試験方法)

食品を約2cmに切り、それぞれ50gを各検体500ml中に浸漬させ、20分間攪拌。ヘッドスペース**ガスクロマトグラフィー質量分析法**により資料2g中のクロロホルムを測定。

	強酸性電解水 pH 2.7、ACC 31mg / kg	次亜塩素酸ナトリウム水 pH9.1、ACC 200mg / kg
キャベツ	検出せず	10 ppb
鶏肉	検出せず	検出せず
		検出限界; 5 ppb

# 次亜塩素酸ナトリウム200mg/kg-5分と強酸性電解水10,30秒処理

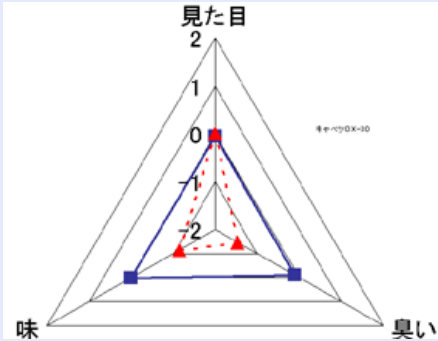


OX-10S : 強酸性電解水 10 秒処理

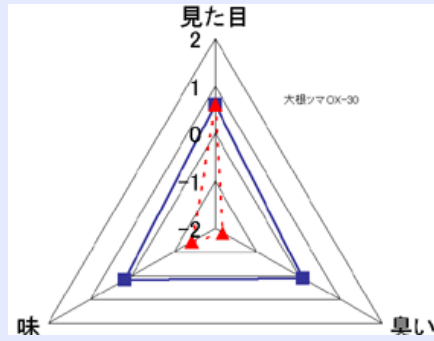
OX-30S : 強酸性電解水 30 秒処理

浸漬	初発	水道水	OX-10S	OX-30S	次亜ソー200-5分
平均(生菌数)	4.196	3.320	3.087	2.777	3.256
指数減少値	—	0.876	1.109	1.419	0.940
減菌率	—	87.3%	92.4%	96.2%	88.5%

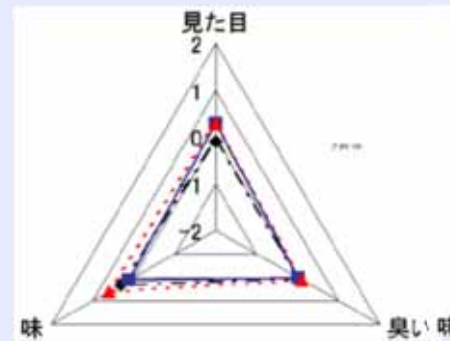
# 処理直後の食味比較—官能試験結果—



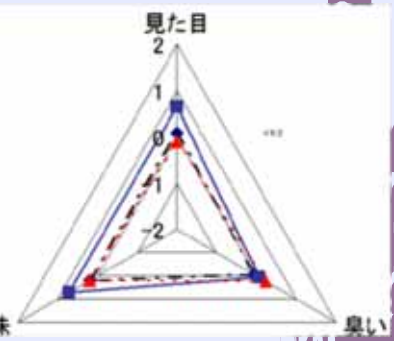
キャベツ千切り



大根のツマ

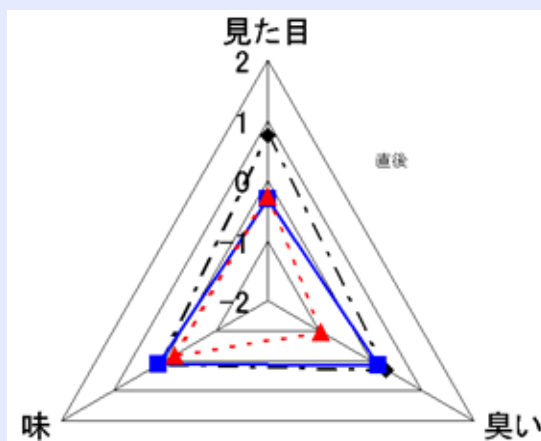


プチトマト

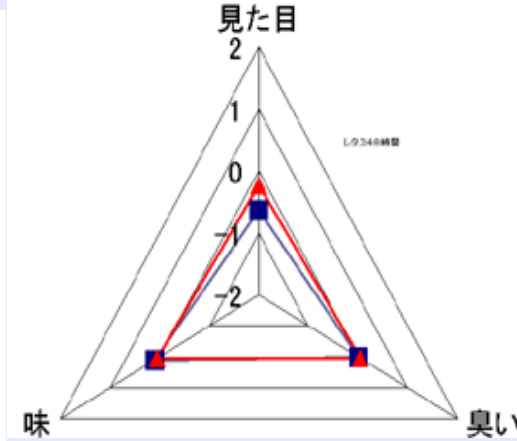


イチゴ

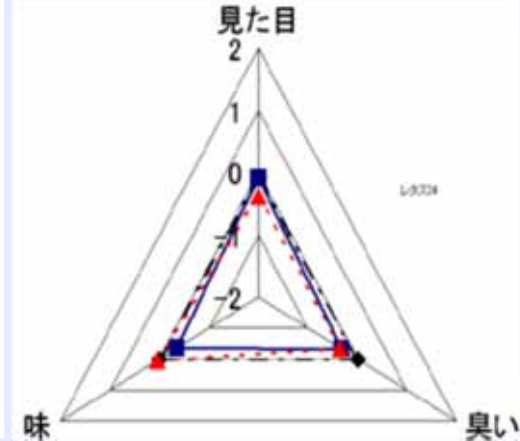
# 処理後の食味比較—官能試験結果—



レタス



レタス24時間後

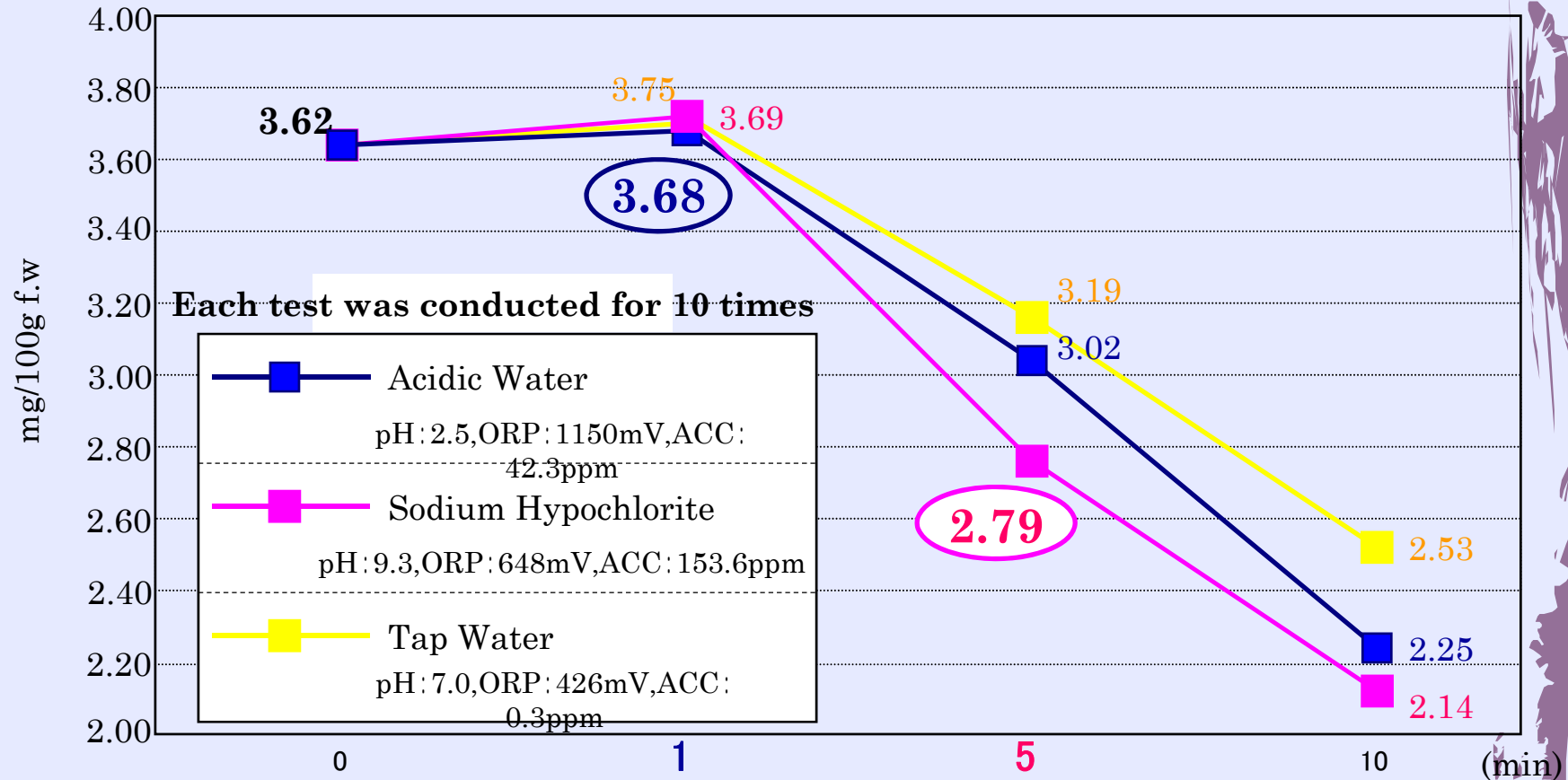


レタス48時間後

# 人参の殺菌洗浄後におけるβカロチン含有量の変化

Effects on quality of Carrot (Appearance & Nutritive Value: βcarotin)

carrot was cut into 2 to 3 mm. Data show βcarotin (mg) / 100 g

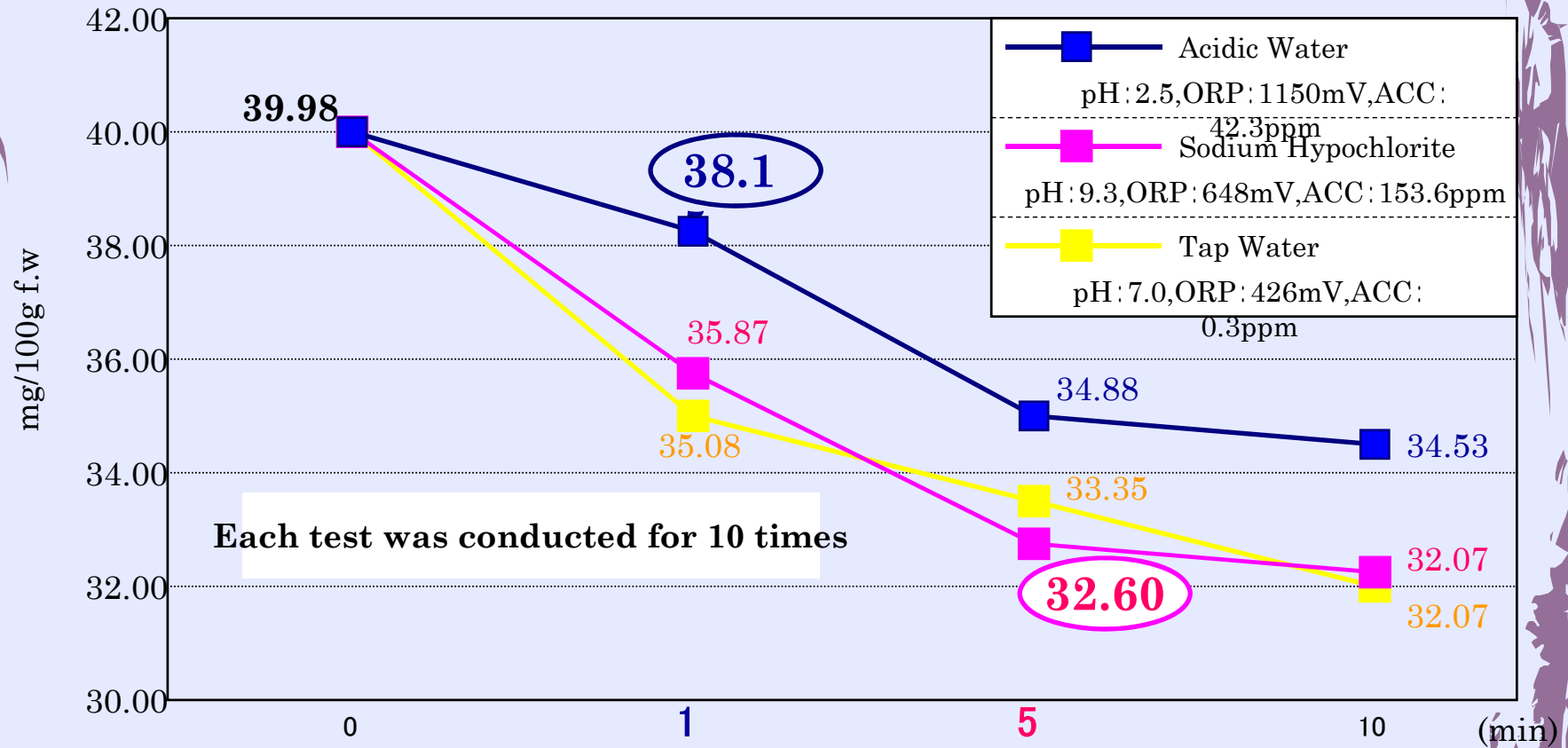


No visual difference was confirmed right after the treatments.



# キャベツの殺菌洗浄後におけるビタミンC含有量の変化

Effects on quality of Cabbage (Appearance & Nutritive Value: Vitamin C)  
 cabbage was cut into 2 to 3 mm. Data show Vitamin C (mg) / 100 g



No visual difference was confirmed right after the treatments.

# 食品加工の現場で使用されている強酸性電解水



# お持ち帰り寿司における衛生試験結果

測定ポイント (n=3)	導入前		導入後		
	一般細菌	大腸菌群	一般細菌	大腸菌群	
盛付け場	まな板	$3.9 \times 10^4$	なし	$1.3 \times 10^1$	なし
	布巾	$4.6 \times 10^4$	検出	$1.3 \times 10^1$	なし
	ネタケース	$2.5 \times 10^4$	検出	$4.0 \times 10^2$	なし
	寿司桶	$4.6 \times 10^4$	検出	0	なし
	作業台	$4.5 \times 10^3$	なし	$4.0 \times 10$	なし
	床	$3.4 \times 10^5$	なし	$4.0 \times 10$	なし
	手指(作業者)	$2.6 \times 10^4$	なし	$2.0 \times 10$	なし
調理場	まな板	$3.4 \times 10^3$	検出	0	なし
	床	$6.0 \times 10^5$	なし	$6.0 \times 10^2$	なし
	手指(作業者)	$3.0 \times 10^4$	検出	$4.0 \times 10^2$	なし
	冷蔵庫取っ手	$10^5 <$	なし	$8.0 \times 10$	なし
	シンク	$4.8 \times 10^3$	検出	0	なし
	トレイ	$5.3 \times 10^4$	なし	0	なし
冷蔵庫	床	$10^5 <$	検出	$1.9 \times 10^3$	なし
	ラック	$3.0 \times 10^4$	検出	$2.1 \times 10^3$	なし

< 従来法 >



水道水中でもみ洗い後、  
次亜ソー中に漬け置き。



この方法で処理した布巾で寿司  
桶、ネタケースを拭いていたため、  
**大腸菌群**の検出があった。

～ 作業終了後の洗浄 ～

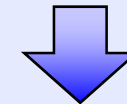


布巾

< 電解水利用 >



電解水(強アルカリ性  
電解水→強酸性電解水)  
シャワー中でもみ洗い



以後、浸漬処理を中止し電解水  
中での流水洗浄を推奨。



### < 従来法 >



水道水中でもみ洗い後、  
次亜ソー中に漬け置き。

### ～ 作業終了後の洗浄 ～



布巾

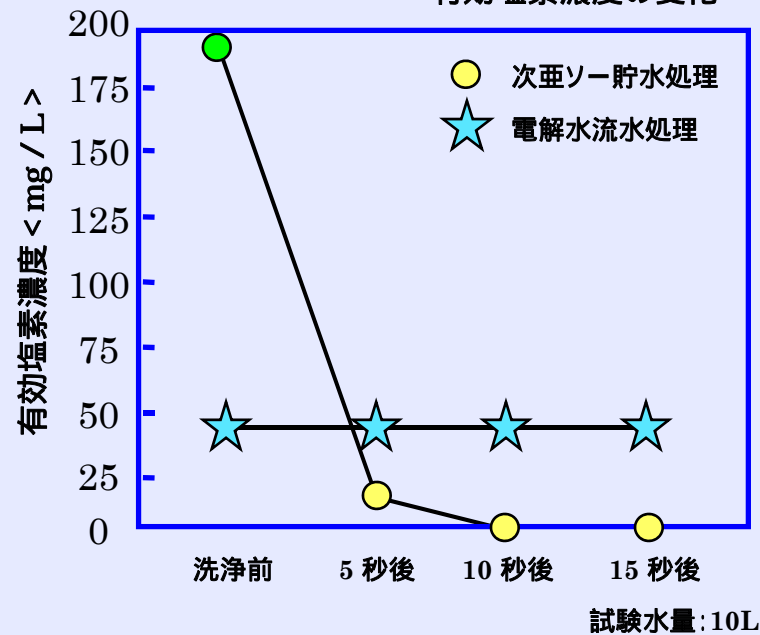
### < 電解水利用 >



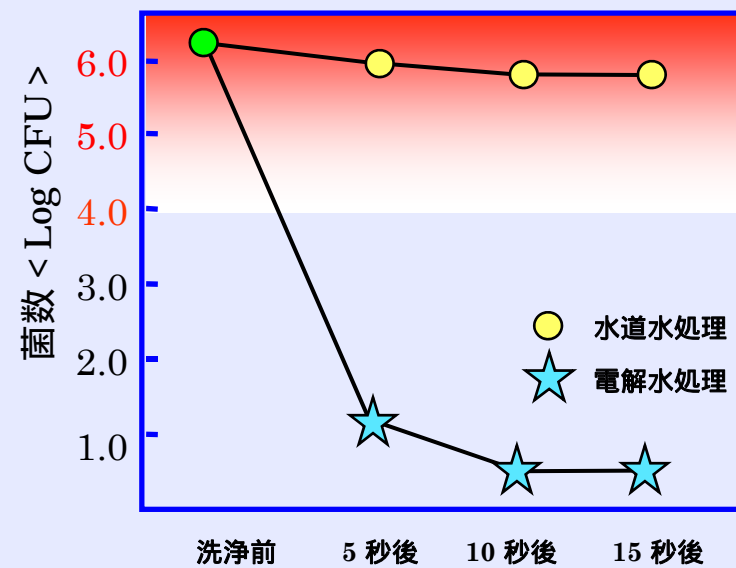
電解水(強アルカリ性  
電解水→強酸性電解水)  
シャワー中でもみ洗い

～ 布巾(3枚)揉み洗いによる

有効塩素濃度の変化 ～



～ 布巾揉み洗いによる殺菌効果 ～



< 従来法 >



作業中、水道水によるシャワーすすぎ

～ 魚処理作業中～



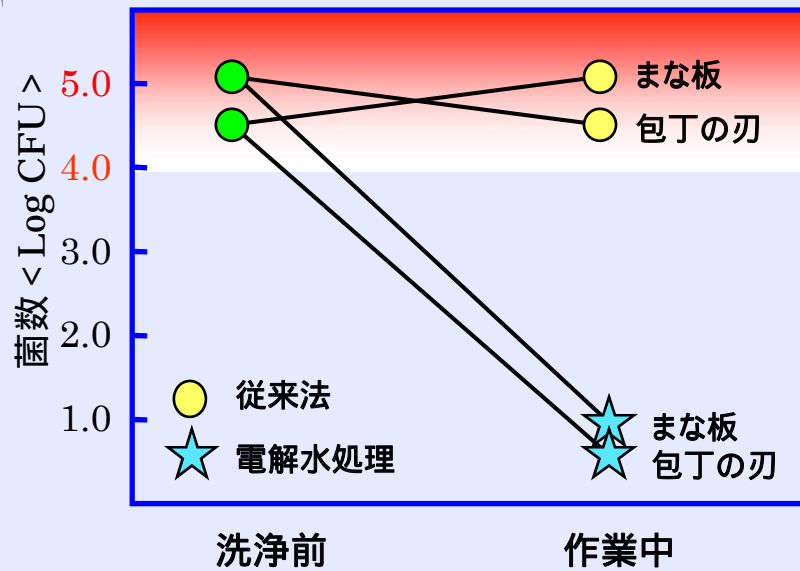
まな板でアジをおろす

< 電解水利用 >

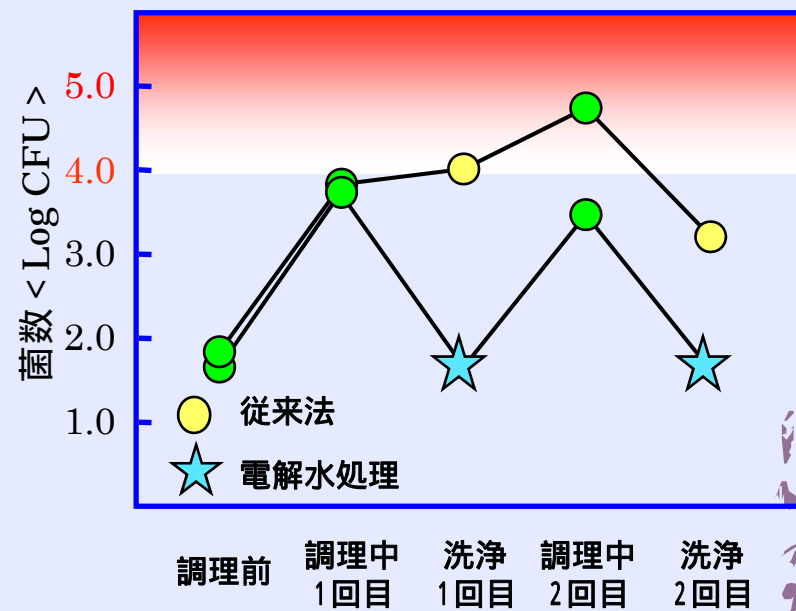


作業中、強酸性電解水によるシャワーすすぎ

～ 解体作業中の菌数～

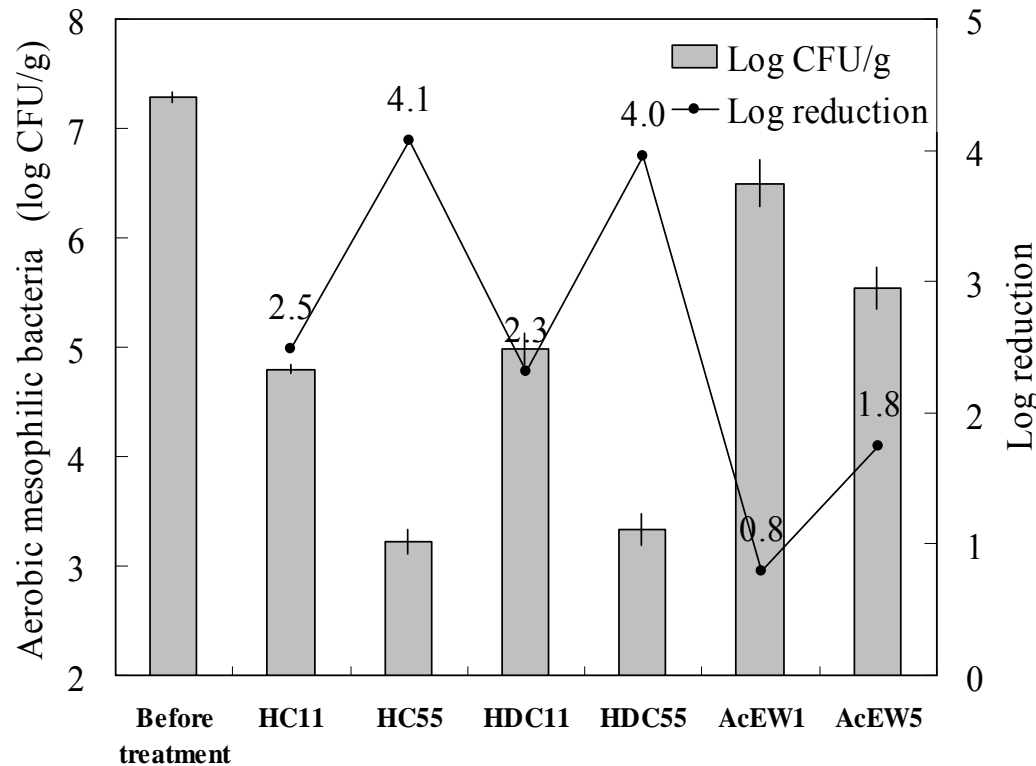


～ 鯆3枚おろし時のまな板の菌数変化～



# 殺菌効果の向上の検討

Effect of heat pre-treatment with alkaline electrolyzed water on the efficacy of acidic electrolyzed water against *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* on Lettuce



加温処理の併用による強酸性電解水のレタスの殺菌効果

**Results are mesn ± sem, n=9.**

HC11 : Hot (50 °C) AIEW 1 min + Cold (4 °C) AcEW 1 min

HC55 : Hot (50 °C) AIEW 5 min + Cold (4 °C) AcEW 5 min

HDC11 : Hot (50 °C) Distilled Water 1 min + Cold (4 °C) AcEW 1 min

HDC55 : Hot (50 °C) Distilled Water 5 min + Cold (4 °C) AcEW 5 min

AcEW 1: AcEW 1min, AcEW 5: AcEW 5 min

目的:野菜殺菌における効率的な前洗浄の効果検証

方法:前処理に50 °Cの温水浸漬工程を追加

葉の表裏に気孔数の違いが減菌率を制限していると想定し、気孔部に強電解水が接触する機会を増やす = 減菌率上昇

結論:50 °C前処理工程を加えることで、1.5-2桁の減少が見られた

考察:気孔の開閉によるものか? 何故、気孔が開閉するかを追求する必要がある

## 食品洗浄に電解水を用いるメリット

- ・次亜塩素酸ナトリウムと比較した場合、同等の洗浄時間では強酸性電解水のほうが、殺菌効果が期待できる。
- ・強酸性電解水-20～30mg/Lは次亜塩素酸ナトリウム100mg/L-10分浸漬に比べて殺菌力が強い。
- ・直後に食する場合は強酸性電解水処理は次亜塩素酸ナトリウムと比べて、食味的に優れている。水道水洗浄と同等である。
- ・短時間、且つ、低濃度で次亜塩素酸ナトリウムと同等の殺菌効果が得られるため、生食用野菜のビタミン・βカロチンが流出しない。
- ・栄養素が無洗浄に近い状態で体内に取り入れられる。

## 食品洗浄に電解水を用いるデメリット

- ・殺菌効力が持続しないため、24時間、48時間保存した場合には次亜塩素酸ナトリウムより腐敗臭が発生する。
- ・狭雑物(たんぱく・油脂)により次亜塩素酸が容易に失活する。<sup>24</sup>



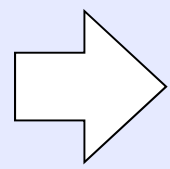
# 使用例 :まな板



青パイプ:強アルカリ性電解水注出口  
黄パイプ:強酸性電解水注出口



強アルカリ性電解水にてブラッシング



強酸性電解水にてブラッシング

# 使用例 : 包丁、フキン(鮮魚処理)



汚れた都度



処理中



作業終了後

# 使用例：無煙ロースターテーブル、シンクのダスト



# 《 殺菌を効果的に行うために》

## ～ 強アルカリ性電解水の前洗浄への利用 ～

< 試験 : 油脂の乳化 >

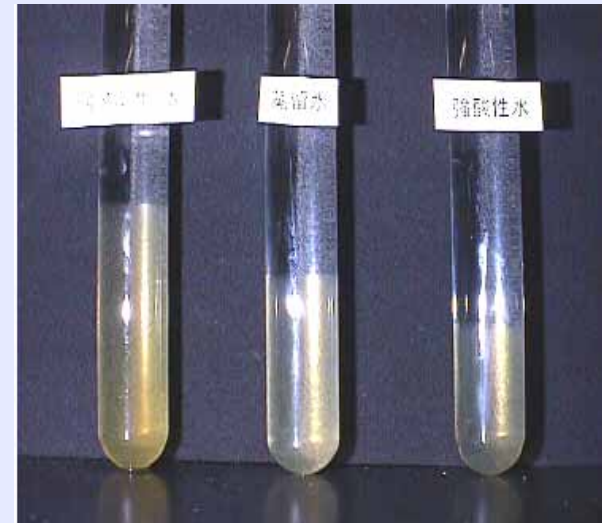
ラー油 1 ml を水と強アルカリ性電解水 10 ml へ滴下した。



< 水 >      < 強アルカリ性電解水 >  
完全に分離      エマルジョンを形成

< 試験 : タンパク質の膨潤 >

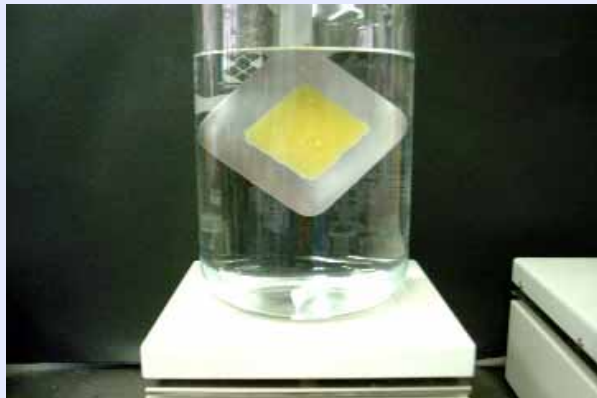
カザミノ酸 5g を強アルカリ性電解水、水、強酸性電解水、各 10 mL で溶解させた。



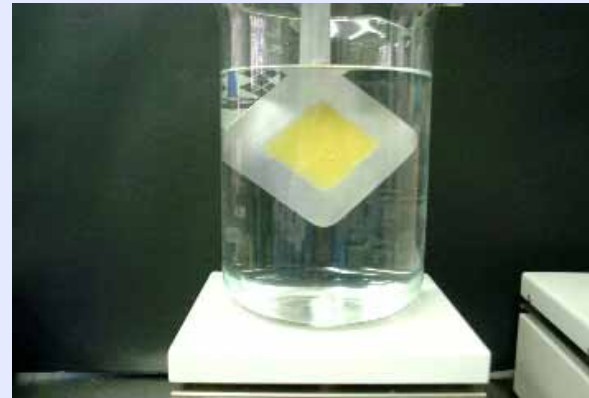
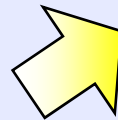
強アルカリ性電解水      水      強酸性電解水  
< 膨潤効果が高い >

< 試験 : タンパク質の溶解 >

ステンレス上に卵黄を塗布乾燥させ、各供試水中で攪拌した。



< 試験前 >



< 50 お湯、60分攪拌後 >



< 50 強アルカリ性電解水、12分攪拌後 >

# 実用洗浄効果確認試験(臨床)

スーパーマーケットの床洗浄に使用されている中性洗剤と、その使用方法にて、洗剤を強アルカリ性電解水に代替した場合効果を求める



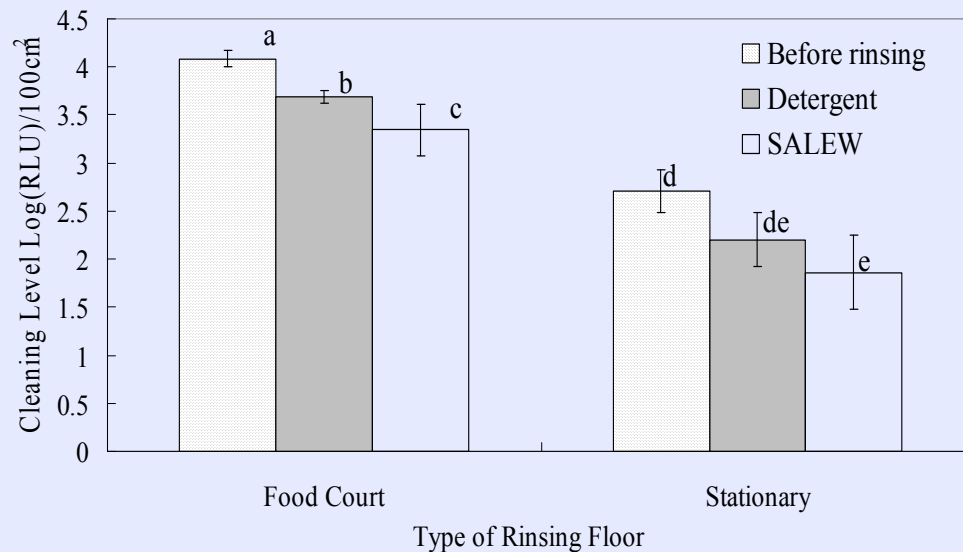
自動床洗浄装置  
Floor washer in supermarket



食品売り場床  
Store's food floor supermarket



Store's stationary floor supermarket



## 除去率

	Food court	stationary
中性洗剤	61%	66%
強アルカリ性電解水	79%	83%

実使用では洗剤より有意な差を持って  
洗浄効果が高かった

## 洗剤による排水汚染

	BOD	COD	T-N	T-P
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Standard value	120	120	60	8
SACEW	2.5	ND	0.4	ND
SALEW	2.7	ND	0.4	ND
Neutral detergent	160	78	33	0.02
Strong Alkaline detergent	19000	2400	1700	2
Palm based detergent	310	110	6.9	0.02

BOD: Biochemical oxygen demand COD: Chemical oxygen demand T-N: Total nitrogen contents T-P: Total phosphorus contents ND: Under the detection value for the test equipment

排水汚染の指標である生物化学的酸素要求量、化学的酸素要求量からみても、洗淨効果が同等であれば電解アルカリ性水を使用することが望ましい。

ご清聴ありがとうございました