

《原著》

## 調理献立下処理における強酸性電解水の殺菌効果

岸本 満<sup>1)</sup> 今井愛理<sup>1)</sup> 佐藤里江<sup>1)</sup> 山田杏奈<sup>1)</sup> 吉田恭一郎<sup>2)</sup>

### 要旨

【目的】 pHが6.5以下の電解水を酸性電解水といい、電解によってできる次亜塩素酸(HClO)が各種病原菌、食中毒菌、ウイルスに殺菌効果を示す。電解水は強酸性(pH:2.2~2.7)、弱酸性(pH:2.7~5.0)、微酸性(pH:5.0~6.5)に分類され、手洗いなど直接皮膚に触れても刺激がなく、その安全性より食品添加物にも指定されている。酸性電解水の殺菌効果に関する研究は個々の食材を対象にしたものや表面殺菌効果を調べる単一事象研究がほとんどであり、複数の献立を同時並行して調理する過程で総合的に殺菌効果を評価した研究はない。本研究は、厨房における調理工程のうち下処理工程における洗浄および切さい時の汚染指標菌を計測し、強酸性電解水が微生物学的リスク低減に及ぼす効果を評価、検証することを目的とした。

【方法】 原材料の細菌学的特性を考慮し、大量調理施設等で提供機会が多い食材、献立を選び、衛生管理は大量調理施設衛生管理マニュアルに準じて行った。原材料及び器具等を洗浄する際、《Ⅰ》全て強酸性電解水使用、《Ⅱ》原材料洗浄のみ強酸性電解水使用、《Ⅲ》手・器具洗浄のみ強酸性電解水使用、《Ⅳ》全て水道水使用する方法で下処理を行い、材料(ほうれん草)、洗浄後及び切断後の試料を採取し常法に従い一般生菌と大腸菌群数を計測した。

【結果】 ほうれん草洗浄時に強酸性電解水を使用した《Ⅰ》及び《Ⅱ》のとき、一般生菌数は1.64log、大腸菌群数は1.84log減少した。これに対し、水道水を使用した《Ⅲ》及び《Ⅳ》のとき、一般生菌数は0.99log、大腸菌群数は0.83log減少した。洗浄時の強酸性電解水の使用は有意( $p < 0.05$ )に菌数を減少させた。切断後の一般生菌数及び大腸菌群数は《Ⅰ》、《Ⅱ》、《Ⅲ》、《Ⅳ》の順で菌数減少値が大きかったことから、強酸性電解水の殺菌(菌数減少)の有効性が確認された。なかでも原材料洗浄時の殺菌効果が菌数減少に大きく貢献した。また、洗浄後に用いる器具等の洗浄に強酸性電解水を使用した《Ⅰ》及び《Ⅲ》のときも菌数が減少する傾向がみられた。さらに、強酸性電解水を器具等の洗浄に用いなかった《Ⅱ》及び《Ⅳ》のとき、切断時に器具等からほうれん草に二次汚染があったことを示唆するデータ(菌数増加)も得られた。

キーワード：強酸性電解水、洗浄殺菌、二次汚染、献立調理

### 諸言

原材料を由来として、また環境や人を介して伝播する食中毒菌は二次汚染し、生残または増殖して事故を引き起こす。食品チェーンの最終段階すなわち調理段階は、人の口に入る直前で

ありこの最終防衛ラインで的確にコントロールできなければ食中毒事件となる。したがって、的確に衛生管理を行うには調理段階で食中毒菌がどのように伝播、生残、増殖するのかその実態を明らかにすることが食中毒予防対策には重要である。しかし、調理過程で微生物がどのよ

1) 名古屋学芸大学管理栄養学部

2) ホシザキ電機(株)中央研究所

うに伝播するかを明らかにした研究、報告は少ない。

我が国における食中毒事故の多くは調理過程で起きる二次汚染が原因である。食中毒事故を予防するために、調理段階で食品がどれくらい汚染されるか、汚染菌数や汚染頻度のデータがリスク評価に必要である。調理過程で起きる二次汚染に関する研究において手指や器具、容器への細菌の伝播動態、細菌伝播量、伝播率、移行の変動要素にかかわる情報が不足している。

調理中に起こりうる二次汚染は手指が介する経路と器具表面が介する経路がある。したがって二次汚染リスクを低下させるためには手洗いと器具等の洗浄殺菌、加えて有害一次汚染微生物をゼロないしは減少させる原材料の洗浄、殺菌が有効となる<sup>1)</sup>。その有効な殺菌方法の一つとして、近年酸性電解水を用いる方法が注目されてきた。酸性電解水 (pH が6.5以下の電解水の総称) は、電解によって生じる次亜塩素酸 (HClO) の効果で<sup>2,3)</sup>、各種の病原細菌 (MRSA などの薬剤耐久性を含む)、食中毒菌、ウイルス (インフルエンザやノロウイルスなど) に幅広く強い殺菌活性を示し<sup>4)</sup>、手洗い<sup>5,6,7)</sup>、食品<sup>8,9,10,11,12)</sup>、環境清掃<sup>13,14)</sup> など多様な分野でその殺菌効果が検討、評価されてきている。酸性電解水は、酸性のため皮膚粘膜に対するダメージがほとんどないことから、手洗いなど直接肌に使用でき、その安全性より食品添加物にも指定されている<sup>15)</sup>。

酸性電解水の安全性・殺菌効果に関する報告・研究はこれまで多数あるが、原材料から盛り付けまでの連続した調理工程の中で殺菌効果と菌数変化を測定した研究はない。

本研究は、厨房における調理工程のうち、洗浄、調理、盛り付け時の汚染指標菌を計測し、一連の調理工程の中で、「強酸性電解水」が微生物学的リスク低減に及ぼす効果を評価することを目的とした。

## 方法

調理献立を設定し計画された調理作業工程に従い調理を行い、原材料及び調理工程中の食品

を細菌検査用の検体として採取し菌数測定することによって調理工程中の微生物的品質評価を行い強酸性電解水の殺菌効果を評価した。

### 1. 強酸性電解水の pH 及び塩素濃度の測定

使用した強酸性電解水はホシザキ電機株式会社製電解水生成装置<sup>16)</sup> (ROX-20TB2) で生成されたものを使用した。電解水生成装置設置場所 (2F) と調理室 (1F) が離れていたため、強酸性電解水をポリタンク (10L) に採水し、調理室に運搬して使用した。強酸性電解水は温度や光など環境からの影響を受け、pH 及び全塩素濃度が変化する。そこで、調理工程 (約120分) 中の変化をみるため、採水時とタンク採水後30、60、90、120分経過時の pH 及び全塩素濃度を測定した。pH は pH メーター (Seven Multi / メトラー・トレド株式会社) で測定した。全塩素濃度は強酸性電解水0.2ml を MilliQ 水9.8ml と混合希釈し、ポケット残留塩素計 (CHLORINE MODEL 58700-00 / 東亜ディーケーケー株式会社) で測定した。

### 2. 調理献立

調理献立は肉類、魚介類を使用し二次汚染リスクが高く提供される機会が多いこと、また生野菜が添えられ一次汚染微生物が調理工程中に手指や器具類を介して生野菜に伝播する可能性があることを条件要素に掲げ、主菜に「豚の生姜焼き (千切りキャベツ、ミニトマト添え)」を選択した。また、二次汚染現象を把握しやすいように、一次汚染微生物が比較的多いもやしを食材に加えた。なお、非加熱で提供される食材にキャベツ、ミニトマト、バナナを選択し、加熱後に和えるなどの調理工程があるほうれん草のお浸しを副菜に選んだ。お浸しは過去に食中毒の原因献立にもなっている<sup>1)</sup>。

なお、食材は全て日進市内、長久手市内のスーパーマーケットで購入し、本学調理実習室にて調理を行った。また実習室の機器、設備に制約があることから一般家庭で家族に食事を提供することを想定して4人分とした。調理献立に用いた材料とその分量を表1及び図1に、調理献立を図2に示す。

### 3. 調理作業工程

調理工程を図3に示す。実際に厨房で行われ

表1 献立名及び材料とその分量

献立名/材料	分量(g/1人)
<b>ごはん</b>	
精白米	75
水	110
<b>豚の生姜焼き</b>	
豚肩ロース薄切り	120
食塩	少々
こしょう	少々
<b>漬け汁</b>	
生姜汁	1
酒	1
濃口醤油	1
<b>たれ</b>	
おろし生姜	1
酒	7
濃口醤油	4
みりん	4
砂糖	4
調合油	2
<b>付け合せ</b>	
キャベツ	40
ミニトマト	30(2個)
<b>ほうれん草のお浸し</b>	
ほうれん草	40
人参	20
醤油	5
みりん	5
顆粒風味調味料	0.5
かつおぶし	0.1
<b>もやしと油揚げの味噌汁</b>	
もやし	20
油揚げ	5
だし汁	150
味噌	10
あさつき	1
<b>バナナ</b>	
バナナ	50(1/2本)

る調理手順を想定し、汚染区域での皮むき・洗浄、非汚染区域の切断・加熱・味付けから清潔区域の盛り付けまでの一連の調理作業工程を想定し計画した。

調理工程で使用した器具類は、包丁(野菜用・肉用)、まな板(野菜用・肉用)、ボウル、バット(洗浄前食材用・洗浄後用食材用)、菜箸、ピーラー、おろし金、鍋、フライパン、ラップ、手洗



図1 材料



図2 実施した調理献立

い洗剤(薬用石鹼ミューズ/株式会社アース製薬)、ゴム手袋(LAVENDER NITRILE Poder-Free Exam / GlovesKimberly-Clark社)、ペーパータオル、アルコール(キッチン用アルコールスプレー/フマキラー株式会社)、その他使用する全ての器具類は、熱湯消毒を行いペーパータオルで拭き取った後使用した。作業台は清掃、洗浄後ペーパータオルで水分を拭き取りアルコールを噴霧した。

#### 4. 調理作業の標準化

調理作業を11回繰り返し実施し、そのうち①原材料の洗浄、②手洗い、③作業中の器具等の洗浄、④作業時のゴム手袋の着用(第5回以降の調理作業に限る)の作業を標準化した。

##### ① 材料の洗浄

洗浄の処理時間、処理方法は日本電解水協会資料<sup>2)</sup>を参考にした。材料の洗浄処理時間を表2に示す。なお、洗浄水には水道水または強酸

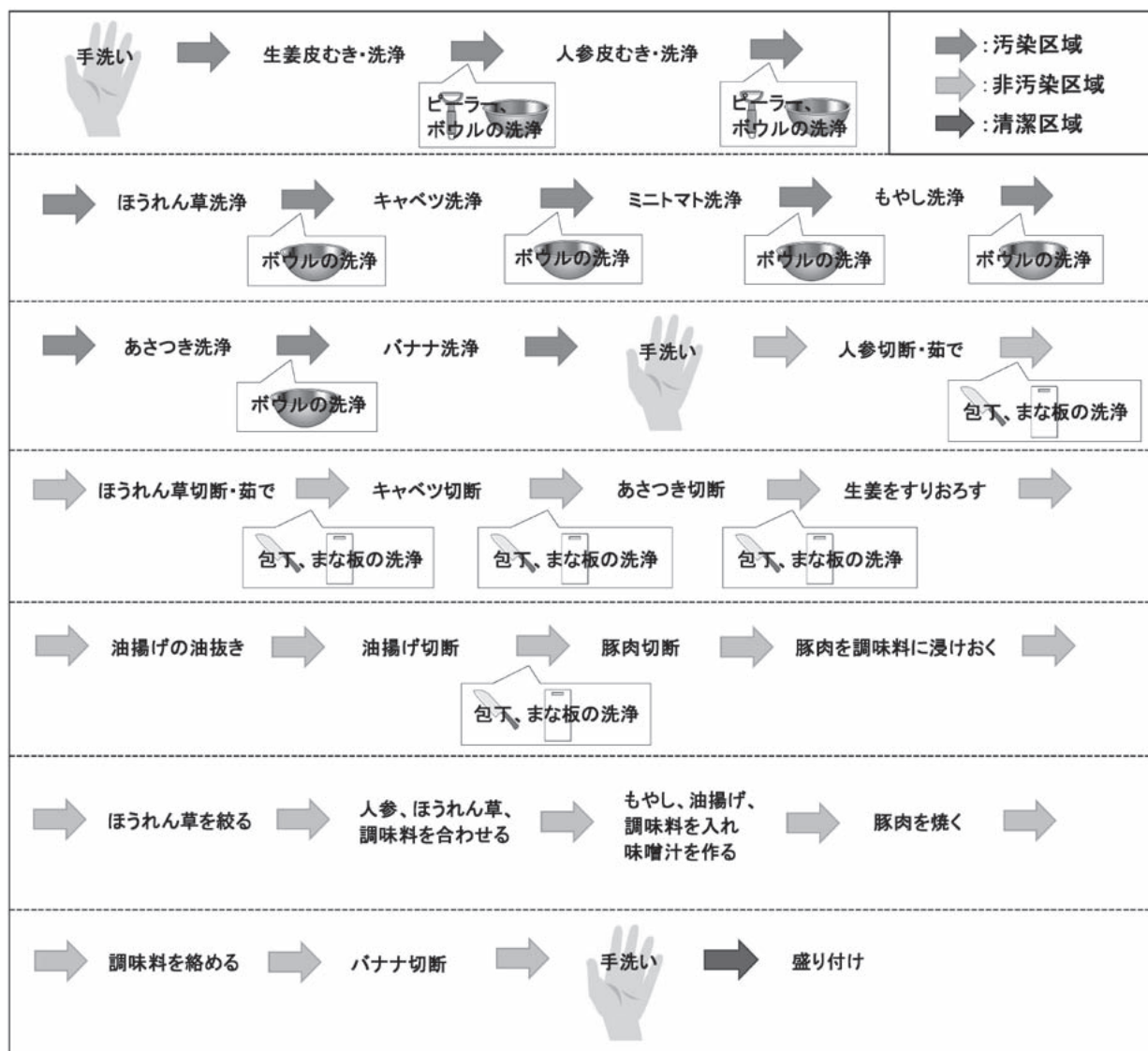


図3 調理作業工程

表2 材料の洗浄処理時間

品目	処理時間（秒）
生姜	10
人参	30
ほうれん草	30
キャベツ	30
ミニトマト	10
もやし	10
あさつき	5
バナナ	10

性電解水を用いた。ボウル上端まで洗浄水を入れ、ゴム手袋を着用し、両手で浸漬、攪拌して洗浄した。なお、第1～7回の調理作業では小サイズ(直径18cm)、第8～11回は大サイズ(直径30cm)のボウルを使用した。

② 手洗い

手洗いは作業を始めるとき、及び作業区域が変わる(汚染区域→非汚染区域)ときに行うこととし、手洗いマニュアル<sup>3)</sup>に従い、手洗い洗剤(薬用石鹼ミューズ/株式会社アース製薬)で30秒間洗ったあと水道水で20秒間すすぎ、これを2回繰り返したのち、ペーパータオル2枚で拭き、アルコール(キッチン用アルコールスプレー/フマキラー株式会社)で消毒した。なお、作業途中で手洗いが必要なときは、5秒間

表3 器具の洗浄時間と方法

器具	洗浄時間	洗い方・条件
まな板	10秒	両面を流水ですすぐ。肉用、野菜用のものを使用。
包丁	5秒	両面を流水ですすぐ。肉用、野菜用のものを使用。
ピーラー	5秒	両面を流水ですすぐ。
ボウル	10秒	両面を流水ですすぐ。

すすぎ洗いし、ペーパータオルで拭き取った。

### ③ 作業中の器具等の洗浄

調理作業中繰り返し使用したまな板、包丁、ピーラー、ボウルの洗浄方法を表3に示す。なお、いずれの器具もスポンジなどで擦らずかつ洗剤等を使用しなかった。洗浄後は、ふきんなどで水分を拭かず、そのまま次の作業に使用した。

### ④ 作業時のゴム手袋の着用

手指由来の細菌が食材等に伝播することを考慮しゴム手袋を着用した。なお、ゴム手袋は、作業が変わるごとに交換した。

## 5. 細菌検査

検体試料の採取にあたり、野菜の個体差、部位による細菌数の差を最小限にするため、キャベツは、1玉を楕形に切り取りキャベツの内側と外側を混合、ほうれん草は、購入した時のままの束を5cm幅で切断した後混合したものを検体試料とした(図4)。

調理工程各所で採取した食品検体10gに9倍量のPBS(リン酸緩衝生理食塩水)を加え、マステイケーター(Pro media SH II M/株式会社エルメックス)で60秒攪拌し、10倍希釈菌液を調製し、これを段階希釈後ペトリフィルムAC(一般生菌用:3M)及び、CC(大腸菌群用:3M)に1ml接種し37℃、48時間培養後菌数測定した。なお、実験に使用した器具はすべて滅菌されたものを使用した。

## 6. 強酸性電解水及び水道水使用時の菌数減少の比較

調理工程で材料と器具を洗浄する際、使用する水に強酸性電解水を用いた場合と水道水を用いた場合で菌数減少の比較をした。材料(洗浄

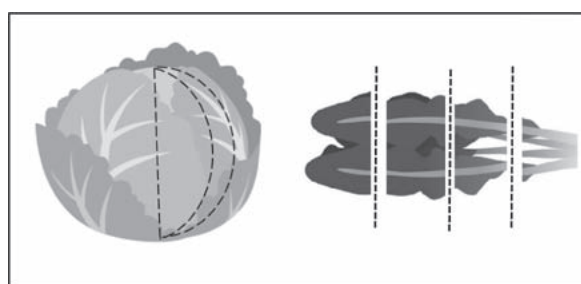


図4 キャベツとほうれん草の検体試料採取時の切断方法

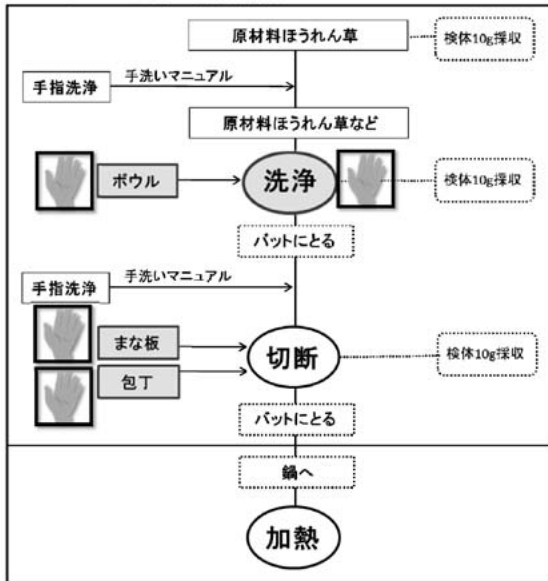
前)のキャベツ及びほうれん草と盛り付け時のキャベツ(付け合せ)及びほうれん草(お浸し)の一般生菌数と大腸菌群数を計測した。

## 7. ほうれん草下処理時の菌数減少の比較

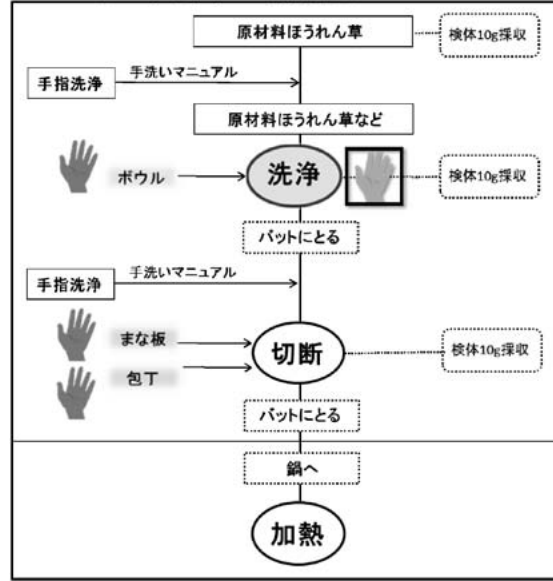
ほうれん草の下処理時における強酸性電解水の殺菌効果を評価するため、洗浄水に強酸性電解水を使用した場合、水道水を使用した場合に加え、強酸性電解水を材料洗浄時のみに使用した場合、器具類洗浄時のみに使用した場合の計4条件で強酸性電解水の殺菌効果を比較した。すなわち、《I》全ての洗浄に電解水使用、《II》ほうれん草洗浄時のみ電解水使用、《III》器具洗浄時のみ電解水使用、《IV》全ての洗浄に水道水使用の4条件で下処理したほうれん草の菌数測定を行った。

図5に《I》～《IV》の条件で行う下処理工程の操作手順を示す。図中四角太枠で囲った箇所は、洗浄操作に強酸性電解水を使用したことを示し、それ以外の箇所は、洗浄操作に水道水を使用したことを示す。また、手形マークは洗浄に使用した電解水または水道水が、手に触れたことを示す。全ての条件においてゴム手袋を装着し、作業が変わるごとにゴム手袋を交換することで手指からの二次汚染が起こらないよう

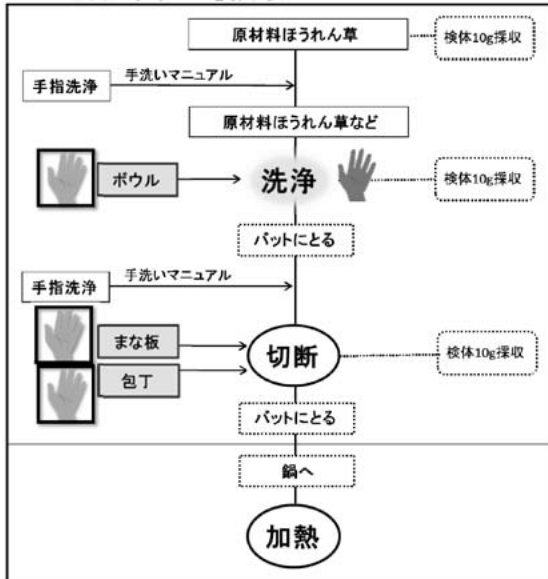
《Ⅰ》すべての洗浄に電解水使用



《Ⅱ》ほうれん草洗浄時のみ電解水使用



《Ⅲ》器具洗浄時のみ電解水使用



《Ⅳ》すべての洗浄に水道水使用

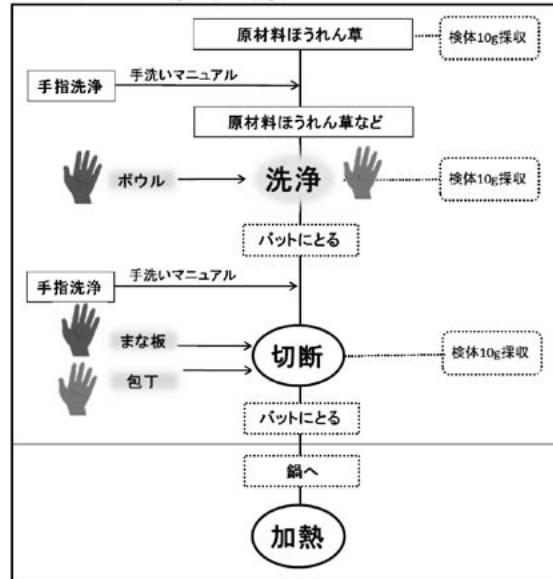


図5 ほうれん草下処理時の洗浄水使用の4条件

考慮した。

## 結果

### 1. 強酸性電解水の pH 及び塩素濃度

pH の変化を表4に示す。時間が経過するほど pH は上昇し、120分後に0.12上昇したが、強酸性電解水の pH 域 (pH2.7以下) を維持した。

全塩素濃度の変化を表5に示す。時間経過に伴い低下する傾向で、90分後に採水直後の73%の36.0mg/Lまで減少したが、強酸性電解水の有効塩素濃度20~60ppmの範囲内だった。

### 2. 強酸性電解水及び水道水使用時の菌数減少

キャベツ及びほうれん草の材料時と盛り付け時の一般生菌数と大腸菌群数を表6に示す。また図6と図7に菌数分布と中央値の菌数変化を示す。

材料 (洗浄前) のキャベツ一般生菌数は中央値で5.49 (log cfu/10g)、大腸菌群数4.97 (log cfu/10g)、ほうれん草一般生菌数6.26 (log cfu/10g)、大腸菌群数5.60 (log cfu/10g) だった。

強酸性電解水を使用したとき、付け合せキャベツ (盛り付け時) は、一般生菌数4.28 (log

表4 pHの変化

状態		pH
採水時		2.58
タンク採水後	30分	2.72
	60分	2.69
	90分	2.69
	120分	2.70

表5 全塩素濃度の変化

状態		全塩素濃度 (mg/L)
採水時		49.5
タンク採水後	30分	40.0
	60分	43.5
	90分	36.0
	120分	36.0

表6 電解水及び水道水使用時の菌数変化 (キャベツ・ほうれん草)

電解水使用時				
n	キャベツ (log cfu/10g)		付け合せキャベツ (log cfu/10g)	
	一般生菌数	大腸菌群数	一般生菌数(変動値)	大腸菌群数(変動値)
③	6.59	4.08	4.98(-1.61)	2.70(-1.38)
④	6.43	5.46	5.11(-1.32)	4.97(-0.49)
⑤	4.64	3.89	3.58(-1.06)	2.36(-1.53)
⑥	5.23	5.08	4.28(-0.95)	2.76(-2.32)
⑦	5.49	5.18	3.38(-2.11)	2.30(-2.88)
平均	5.68	4.74	4.27	3.02
標準偏差	0.82	0.70	0.79	1.11
n	ほうれん草 (log cfu/10g)		ほうれん草お浸し (log cfu/10g)	
	一般生菌数	大腸菌群数	一般生菌数(変動値)	大腸菌群数(変動値)
③	6.26	5.60	3.61(-2.65)	NA
④	7.08	6.32	4.20(-2.88)	1.74(-4.58)
⑤	5.48	4.96	3.11(-2.37)	1.00(-3.96)
⑥	5.89	5.57	3.11(-2.78)	1.30(-4.27)
⑦	5.58	5.08	3.28(-2.30)	NA
平均	6.06	5.51	3.46	1.35
標準偏差	0.65	0.54	0.46	0.37
水道水使用時				
n	キャベツ (log cfu/10g)		付け合せキャベツ (log cfu/10g)	
	一般生菌数	大腸菌群数	一般生菌数(変動値)	大腸菌群数(変動値)
①	5.36	4.85	6.04(+0.68)	5.81(+0.96)
②	5.58	4.97	5.04(-0.54)	4.76(-0.21)
④	6.43	5.46	5.48(-0.95)	5.23(-0.23)
⑤	4.64	3.89	4.41(-0.23)	3.53(-0.36)
⑥	5.23	5.08	4.67(-0.56)	4.00(-1.08)
⑦	5.49	5.18	4.40(-1.09)	3.26(-1.92)
平均	5.46	4.91	5.01	4.43
標準偏差	0.58	0.54	0.65	1.00
n	ほうれん草 (log cfu/10g)		ほうれん草お浸し (log cfu/10g)	
	一般生菌数	大腸菌群数	一般生菌数(変動値)	大腸菌群数(変動値)
①	6.26	5.90	3.81(-2.45)	2.65(-3.25)
②	7.79	7.08	3.97(-3.82)	2.85(-4.23)
④	7.08	6.32	4.45(-2.63)	1.54(-4.78)
⑤	5.48	4.96	2.52(-2.96)	0.70(-4.26)
⑥	5.89	5.57	2.67(-3.22)	NA
⑦	5.58	5.08	2.57(-3.01)	1.00(-4.08)
平均	6.35	5.82	3.33	1.75
標準偏差	0.83	0.73	0.77	0.86

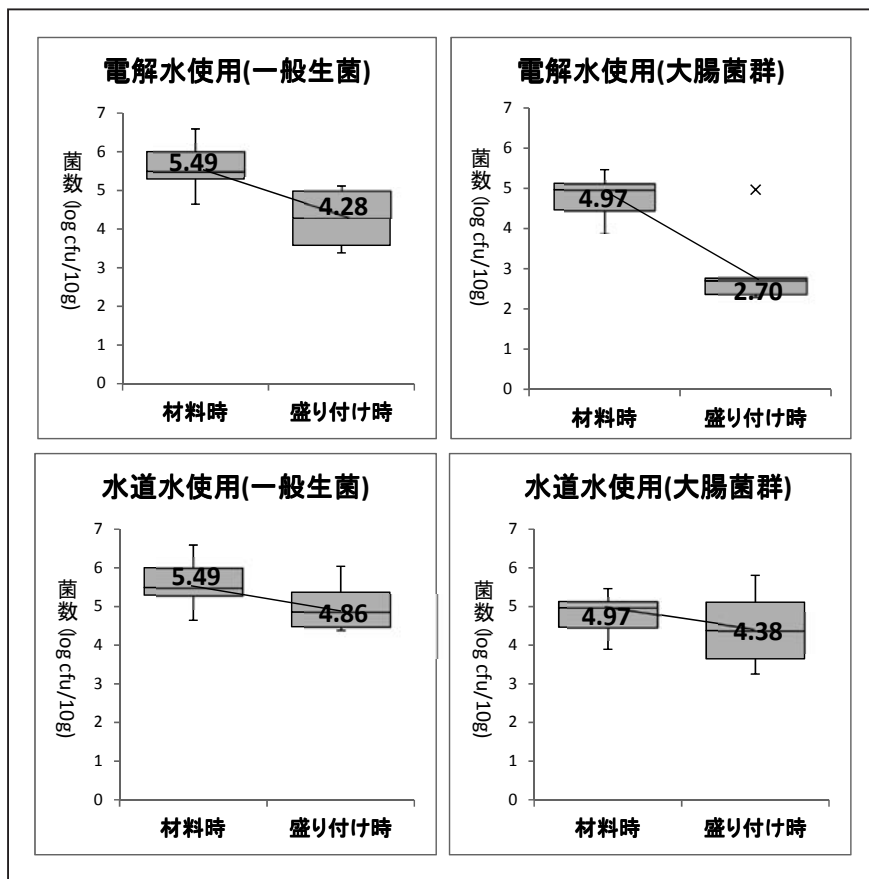


図6 キャベツの一般生菌及び大腸菌群の菌数変化

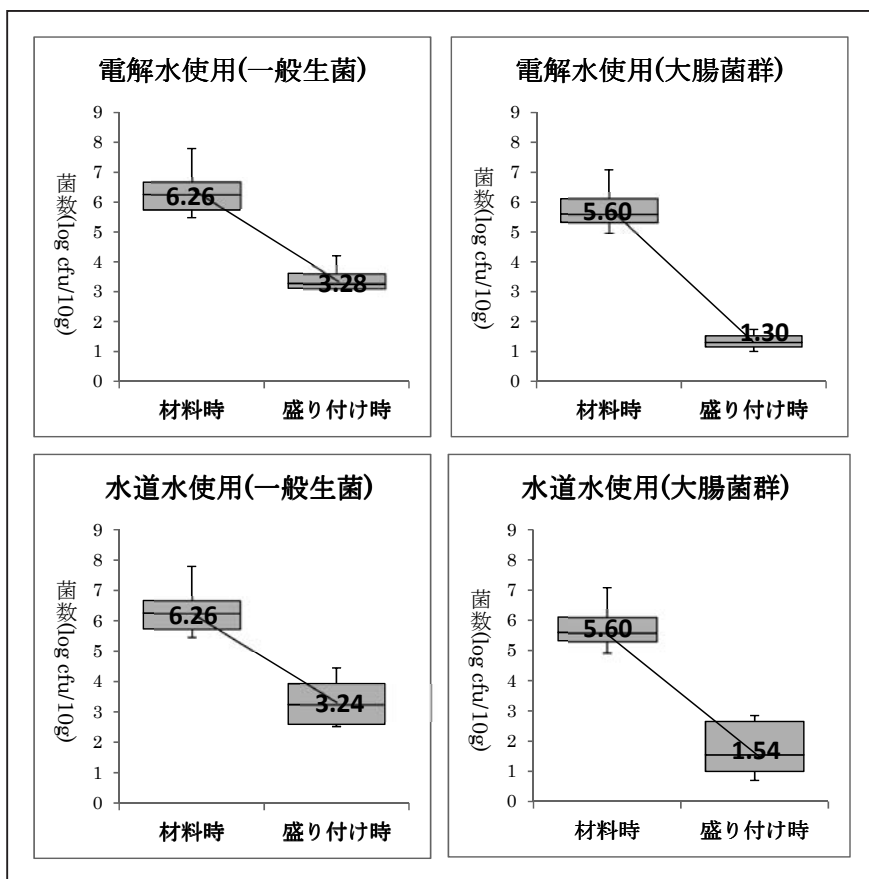


図7 ほうれん草の一般生菌及び大腸菌群の菌数変化



cfu/10g)、大腸菌群数2.70 (log cfu/10g) に減少し、変動値はそれぞれ -1.21log、-2.27log だった。ほうれん草お浸し(盛り付け時)は一般生菌数3.28 (log cfu/10g)、大腸菌群数1.30 (log cfu/10g) に減少し、変動値はそれぞれ -2.98log、-4.30log だった。

一方、水道水を使用したとき付け合せキャベツ(盛り付け時)は、一般生菌数4.86 (log cfu/10g)、大腸菌群数4.38 (log cfu/10g) で、変動値はそれぞれ -0.63log、-0.59log だった。ほうれん草お浸し(盛り付け時)では、一般生菌数3.24(log cfu/10g)、大腸菌群数1.54(log cfu/10g) で、変動値はそれぞれ -3.02log、-4.06log だった。

強酸性電解水を洗浄操作に用いたことで、水道水洗浄よりキャベツは一般生菌数で0.63log、大腸菌群数で1.68log 菌数減少したが、ほうれん草は加熱工程があるため、菌数減少値に差はなかった。

### 3. ほうれん草下処理時の菌数変化

ほうれん草下処理時の一般生菌数と大腸菌群数を表7に示す。また、図8と図9に菌数の分布と中央値の菌数変化を示す。

《I》のとき、洗浄後の一般生菌数は中央値で3.82 (log cfu/10g)、大腸菌群数3.18 (log cfu/10g) で、材料(洗浄前)からの変動値はそれぞれ -1.84log、-1.63log だった。切断操作後は一般生菌数3.76 (log cfu/10g)、大腸菌群数3.14 (log cfu/10g) に減少し、変動値はそれぞれ -0.06log、-0.04log だった。

《II》のとき、洗浄後の一般生菌数3.82 (log cfu/10g)、大腸菌群数3.08 (log cfu/10g) で、材料(洗浄前)からの変動値はそれぞれ -1.63log、-1.65log だった。切断操作後は一般生菌数4.18 (log cfu/10g)、大腸菌群数3.28 (log cfu/10g) に増加し、洗浄後からの変動値はそれぞれ +0.36log、+0.20log だった。

《III》のとき、洗浄後の一般生菌数4.57 (log cfu/10g)、大腸菌群数3.86 (log cfu/10g) で、材料(洗浄前)からの変動値はそれぞれ -0.88log、-0.87log だった。切断操作後の一般生菌数4.34 (log cfu/10g)、大腸菌群数3.71 (log cfu/10g) に減少し、洗浄後からの変動値はそれぞれ

-0.23log、-0.15log だった。

《IV》のとき、洗浄後の一般生菌数4.77 (log cfu/10g)、大腸菌群数3.96 (log cfu/10g) で、材料(洗浄前)からの変動値はそれぞれ -0.89log、-0.85log だった。切断操作後の一般生菌数4.94 (log cfu/10g)、大腸菌群数4.22 (log cfu/10g) に増加し、洗浄後からの変動値はそれぞれ +0.17log、+0.26log だった。

## 考察

### 1. 強酸性電解水の pH 及び塩素濃度

強酸性電解水に含まれる塩素(次亜塩素酸)は時間の経過や、有機物に触れることで減少し pH が上昇する。しかし、120分後でも pH は2.70、全塩素濃度は36.0mg/L でポリタンクに採水しても強酸性電解水としての要件を満たしていた。生成装置の強酸性電解水を直接使用するのが望ましいがポリタンクに採水して使用しても少なくとも120分は同等の効果が期待できることが分かった。小関ら<sup>17)</sup>も強酸性電解水は遮光密閉状態であれば安定した状態を保つことを報告している。

### 2. 強酸性電解水及び水道水使用時の菌数減少の比較

強酸性電解水を洗浄水に用いたとき、水道水を用いたときより、一般生菌数、大腸菌群数共に菌数が減少した。ほうれん草は、加熱工程があるため洗浄水により菌数減少値に差はなかった。そこで、加熱工程前の下処理過程に注目し、原材料、洗浄後、切断後のほうれん草の生菌数を測定し、強酸性電解水の殺菌効果を可視化することを試みた。

### 3. ほうれん草下処理時の菌数変化

材料の洗浄操作に強酸性電解水を用いた《I》及び《II》と、水道水を用いた《III》及び《IV》を比較すると、洗浄操作後の減少値は《I》及び《II》で一般生菌数1.64log(平均値、n=11)、大腸菌群数1.54log(平均値、n=11)、《III》及び《IV》でそれぞれ0.99log、0.83log だった。強酸性電解水は材料の洗浄殺菌に効果があった。

器具の洗浄操作に強酸性電解水を用いた《I》及び《III》と水道水を用いた《II》及び《IV》

表7 ほうれん草下処理時の菌数変化 (《I》～《IV》)

《I》全ての洗浄操作に電解水使用						
n	材料 (log cfu/10g)		洗浄後 (log cfu/10g)		切断後 (log cfu/10g)	
	一般生菌数	大腸菌群数	一般生菌数(変動値)	大腸菌群数(変動値)	一般生菌数(変動値)	大腸菌群数(変動値)
②	6.11	5.28	4.20(-1.91)	3.18(-2.10)	4.43(+0.23)	3.81(+0.63)
③	5.97	5.41	5.70(-0.27)	5.51(+0.10)	3.08(-1.62)	2.18(-3.33)
④	5.86	4.88	3.62(-2.26)	NA	3.43(-0.19)	2.00( NA )
⑤	5.45	4.73	3.97(-1.48)	3.28(-1.45)	4.49(+0.52)	3.08(-0.20)
⑥	5.08	4.34	3.63(-1.45)	2.57(-1.77)	3.84(+0.21)	3.51(+0.97)
⑦	5.32	4.15	3.66(-1.66)	2.53(-1.62)	3.68(+0.02)	3.20(+0.67)
平均	5.63	4.80	3.82(-1.81)	2.89(-1.91)	3.83(+0.01)	2.96(+0.07)
標準偏差	0.41	0.50	0.26(-0.15)	0.39(-0.11)	0.56(+0.30)	0.73(+0.34)
《II》ほうれん草洗浄時のみ電解水使用						
n	材料 (log cfu/10g)		洗浄後 (log cfu/10g)		切断後 (log cfu/10g)	
	一般生菌数	大腸菌群数	一般生菌数(変動値)	大腸菌群数(変動値)	一般生菌数(変動値)	大腸菌群数(変動値)
①	6.11	5.67	4.94(-1.17)	4.64(-1.03)	4.18(-0.76)	NA
③	5.97	5.41	3.82(-2.15)	3.08(-2.33)	4.38(+0.56)	3.94(+0.86)
⑤	5.45	4.73	3.88(-1.57)	3.76(-0.97)	4.61(+0.73)	4.36(+0.60)
⑥	5.08	4.34	3.04(-2.04)	2.49(-1.85)	3.49(+0.45)	2.62(+0.13)
⑦	5.32	4.15	3.23(-2.09)	1.90(-2.25)	3.67(+0.44)	2.54(+0.64)
平均	5.59	4.86	3.49(-2.10)	3.17(-1.69)	4.07(+0.58)	3.37(+0.20)
標準偏差	0.44	0.66	0.42(-0.02)	1.07(+0.41)	0.47(+0.05)	0.92(-0.15)
《III》器具洗浄時のみ電解水使用						
n	材料 (log cfu/10g)		洗浄後 (log cfu/10g)		切断後 (log cfu/10g)	
	一般生菌数	大腸菌群数	一般生菌数(変動値)	大腸菌群数(変動値)	一般生菌数(変動値)	大腸菌群数(変動値)
①	6.11	5.67	4.70(-1.41)	4.30(-1.37)	4.78(+0.08)	4.48(+0.18)
③	5.97	5.41	4.99(-0.98)	3.86(-1.55)	4.92(-0.07)	4.41(+0.55)
⑤	5.45	4.73	4.18(-6.27)	3.78(-0.95)	3.86(-0.32)	3.38(-0.40)
⑥	5.08	4.34	4.57(-0.51)	4.46(+0.12)	4.34(-0.23)	3.11(-1.35)
⑦	5.32	4.15	4.15(-1.17)	3.72(-0.43)	4.18(+0.03)	3.71(-0.01)
平均	5.59	4.86	4.52(-1.07)	4.02(-0.84)	4.48(-0.04)	3.82(-0.20)
標準偏差	0.44	0.66	0.36(-0.08)	0.34(-0.32)	0.48(+0.12)	0.61(+0.27)
《IV》全ての洗浄時に水道水使用						
n	材料 (log cfu/10g)		洗浄後 (log cfu/10g)		切断後 (log cfu/10g)	
	一般生菌数	大腸菌群数	一般生菌数(変動値)	大腸菌群数(変動値)	一般生菌数(変動値)	大腸菌群数(変動値)
②	6.11	5.28	4.80(-1.31)	4.41(-0.87)	4.32(-0.48)	3.48(-0.93)
③	5.97	5.41	4.74(-1.23)	3.86(-1.55)	5.18(+0.44)	4.51(+0.65)
④	5.86	4.88	4.92(-0.96)	3.26(-1.62)	5.00(+0.08)	3.79(+0.53)
⑤	5.45	4.73	4.80(-0.65)	4.45(-0.28)	4.88(+0.08)	4.23(-0.22)
⑥	5.08	4.34	4.45(-0.63)	3.99(-0.35)	5.26(+0.81)	4.48(+0.49)
⑦	5.32	4.15	4.56(-0.76)	3.92(-0.23)	4.36(-0.20)	4.20(+0.28)
平均	5.63	4.80	4.71(-0.92)	3.98(-0.82)	4.83(+0.12)	4.11(+0.13)
標準偏差	0.41	0.50	0.18(-0.23)	0.44(-0.06)	0.40(+0.22)	0.40(-0.04)
《I+II》n=11平均値						
n	材料 (log cfu/10g)		洗浄後 (log cfu/10g)		切断後 (log cfu/10g)	
	一般生菌数	大腸菌群数	一般生菌数(変動値)	大腸菌群数(変動値)	一般生菌数(変動値)	大腸菌群数(変動値)
I + II n=11平均値	5.61	4.83	3.97(-1.64)	3.29(-1.54)	3.93(-0.04)	3.12(-0.17)
《III+IV》n=11平均値						
n	材料 (log cfu/10g)		洗浄後 (log cfu/10g)		切断後 (log cfu/10g)	
	一般生菌数	大腸菌群数	一般生菌数(変動値)	大腸菌群数(変動値)	一般生菌数(変動値)	大腸菌群数(変動値)
III+IV n=11平均値	5.61	4.83	4.62(-0.99)	4.00(-0.83)	4.64(+0.02)	3.98(-0.02)

を比較すると、切断後は《I》及び《III》で一般生菌数 $-0.04\log$  (平均値、 $n=11$ )、大腸菌群数 $-0.17\log$  (平均値、 $n=11$ )、《II》及び《IV》で一般生菌数 $+0.02\log$  (平均値、 $n=11$ )、大腸菌群数 $-0.02\log$  (平均値、 $n=11$ ) だった。強酸性電解水で器具等を洗浄した《I》及び《III》は菌数が減少する傾向が見られたのに対し、水

道水で洗浄した《II》及び《IV》は菌数が増加する傾向が見られた。この結果は器具等からの二次汚染があった可能性を示唆する。器具等の洗浄過程に強酸性電解水を使用することは二次汚染の防止に貢献する。

材料と切断後のほうれん草の菌数変化を比較すると、一般生菌数、大腸菌群とも《I》、《II》、

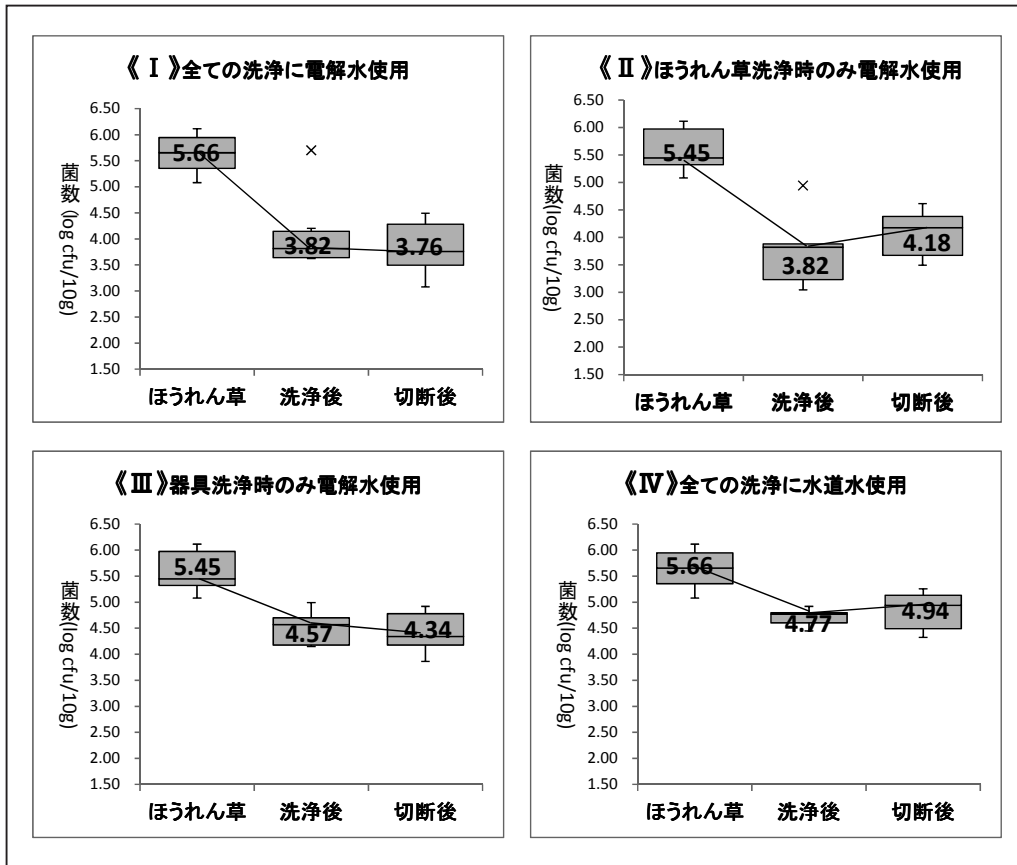


図8 ほうれん草下処理時の菌数変化（一般生菌）

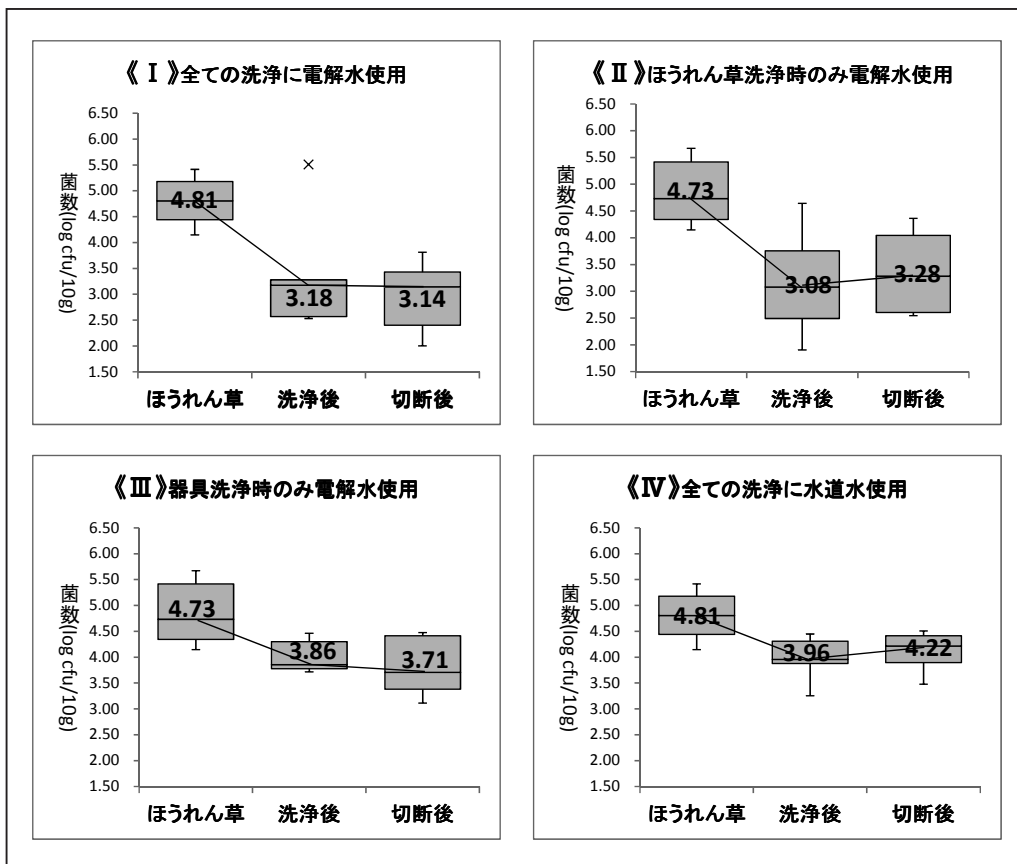


図9 ほうれん草下処理時の菌数変化（大腸菌群）

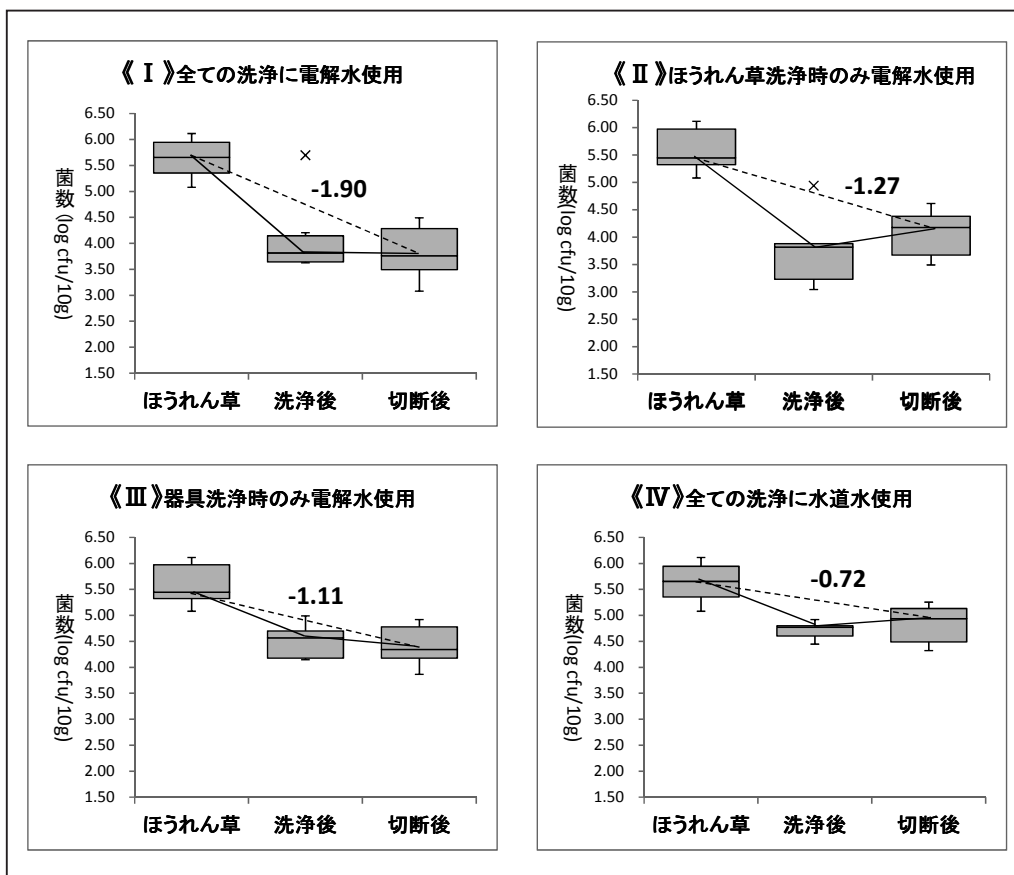


図10 材料から切断後の菌数変化（一般生菌）

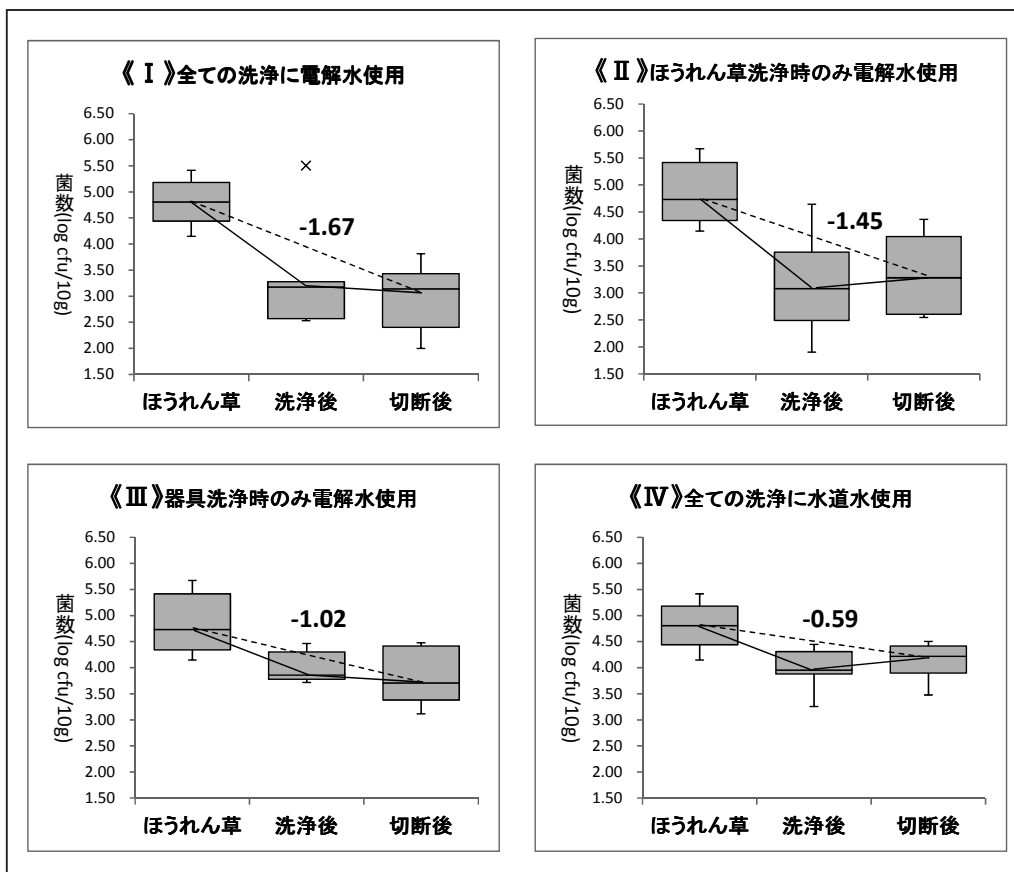


図11 材料から切断後の菌数変化（大腸菌群）

《Ⅲ》、《Ⅳ》の順で減少値が大きかった（図10、11）ことから、強酸性電解水は一次汚染菌の殺菌に効果的であること、そして電解水を材料の洗浄と器具類の洗浄、いずれにも使用することで洗浄殺菌効果をより発揮し、二次汚染の予防に役立つことが示唆された。

## まとめ

調理工程で強酸性電解水を用いることが原材料の洗浄、殺菌や二次汚染の防止に有効であることを示すデータを得た。調理工程の洗浄操作全てに強酸性電解水を用いることは設備やコストの面でなかなか難しいが、原材料の一次汚染菌を除去、殺菌し、下処理用の調理器具の洗浄にも使用することで、器具からの二次汚染を減らすことができるため、これだけでも微生物学的リスク低減に相当な効果が得られるだろう。

本研究は酸性電解水の殺菌及び二次汚染防止効果について明らかにしたが、さらに条件を変えて多様なデータを積み重ねる必要がある。献立の種類を広げるなど実践的な研究デザインから現場の衛生管理のエビデンスとなる研究データを提供できると考えられる。

## 謝辞

本研究はホシザキ電機株式会社中央研究所の受託共同研究として実施された。ホシザキ電機株式会社中央研究所の古川義朗所長、佐々木誠課長はじめ関係者の方々に深謝申し上げます。

## 参考文献

- 1) 文部科学省、第6章食中毒病因物質の解説、1 ノロウイルス (2) 食品の汚染実態と食中毒発生状況、調理上における衛生管理&調理技術マニュアル、2011
- 2) 絵で見る衛生自主管理マニュアル、(社)日本給食サービス協会出版、p6、1998
- 3) 酸性電解水の効果：ホシザキ電機株式会社 HP 製品情報 電解水生成装置はじめに知りたい電解水のこと：<http://www.hoshizaki.co.jp/p/e-water/about/about03.html>

- 4) 大量調理施設衛生管理マニュアルに則った次亜塩素酸水による具体的な殺菌方法 日本電解水協会 HP 酸性電解水：<http://jewa.org/saew/up-to-date/>
- 5) 乙黒一彦、鈴木英世、秋丸洋子、鮫島肇、矢島洋一、上馬場和夫、丁宗鉄、小林英郎、小宮山寛機. グローブジュース法による2種の酸性電解生成水溶液の手指消毒効果について. 日環感1996；11：p117-122
- 6) 粕田晴之、福田博一、池野重雄、清水禮壽、林和. 衛生的手洗いにおける擦式アルコール消毒剤と電解酸性水の比較検討. 日環感1997；12：p103-108
- 7) 竹下朱美. 酸性電解水の手洗いへの適用. 日本食品微生物学会誌2007；24：p115-121
- 8) 土佐典照、山崎幸一. 強酸性電解水中の残留塩素に対する有機物の影響. 日本食品科学工学会誌2000；47：p287-295
- 9) 小関成樹、伊藤和彦. 強酸性電解水を用いたカット野菜の殺菌(第1報). 日本食品科学工学会誌2000；47：p722-726
- 10) 小関成樹、伊藤和彦. カット野菜の電解水殺菌における強アルカリ性電解水の前処理効果. 日本食品科学工学会誌2000；47：p907-913
- 11) 小関成樹、伊藤和彦. 強酸性電解水の有効塩素濃度がカット野菜の殺菌効果に及ぼす影響. 日本食品科学工学会誌2000；47：p888-898
- 12) 小関成樹、伊藤和彦. 電解水によるカット野菜の洗浄・殺菌における物理的補助手段の併用効果. 日本食品科学工学会誌2000；47：p914-918
- 13) 岩沢篤朗、中村良子. 酸性電解水と疑似的酸性水との殺菌効果の検討. 感染症学雑誌1996；70：p915-922
- 14) 岩沢篤朗、中村良子. 酸性電解水の殺菌効果と使用方法の検討. 日環感1996；11：p193-202
- 15) 酸性電解水（次亜塩素酸水）の食品添加物指定までの経緯 日本電解水協会 HP 酸性電解水：<http://jewa.org/saew/>
- 16) 電解水の作り方：ホシザキ電機株式会社 HP 製品情報 電解水生成装置はじめに知りたい電解水のこと：<http://www.hoshizaki.co.jp/p/e-water/about/about02.html>
- 17) 小関成樹、伊藤和彦. 短期間及び長期間の保存における電解水の特性値変化. 日本食品科学工学会誌2001；48：p390-393

---

## Abstract

# Bactericidal Effects of Electrolyzed Acidic Water on Preparatory Stage of Menu Cooking

Michiru Kishimoto<sup>1)</sup>, Eri Imai<sup>1)</sup>, Rie Sato<sup>1)</sup>,  
Anna Yamada<sup>1)</sup> and Kyoichiro Yoshida<sup>2)</sup>

This study investigated the effect of electrolyzed acidic water (EAW) for reduction of bacterial number on preparatory stage of cooking. A vegetable, cooking utensils and hands were washed using effect of EAW, we measured aerobic plate count (APC), coliform count in vegetables, evaluated the bactericidal effect of EAW. Many researches have investigated each food or each utensil, there is no research which evaluated the bactericidal effect by the process serving cooking menu.

We designed 4 experiment model of washing foods, cooking utensils and hands. « I » using EAW for all, « II » using EAW for food, « III » using EAW for cooking utensils and hands and « IV » using tap water for all. After washing, APC and coliform count were measured in foods (spinach) after washing and after cutting.

After EAW washing (« I » / « II »), APC decreased 1.64 log and coliform bacteria count decreased 1.84 log. On the other hand, after tap water washing (« III » / « IV »), decreased 0.83 log and 0.99 log respectively. EAW decreased the number of bacteria intentionally ( $p < 0.05$ ). When a spinach was cut, APC and a coliform bacteria count decreased in order of « I », « II », « III », and « IV ». This also showed clearly that EAW is effective in the number reduction of bacteria, especially food (spinach) washing was greatly in it. Moreover, when cooking utensils were washed with EAW after spinach washing (« I » and « III »), the number of bacteria of the spinach decreased. When not washing cooking utensils with EAW (« II » and « IV »), the date which spinach was contaminated at the time of cutting was obtained.

---

1) School of Nutritional Sciences, Nagoya University of Arts and Sciences

2) XXXXXX