

【報文】

塩酸を原料にして製造した微酸性電解水による ネギ類などの野菜の洗浄殺菌効果について

鈴木 潔^{1*}, 中村 悌一¹, 土井 豊彦²,
小久保貞之¹, 富田 守¹

The Disinfectant Effect of Slightly Acidic Electrolyzed Water Prepared with Hydrochloric Acid to Wash Vegetables

Kiyoshi SUZUKI^{1*}, Teiichi NAKAMURA¹, Toyohiko DOI²,
Sadayuki KOKUBO¹, and Mamoru TOMITA¹

¹Kinousui Project, Food Research & Development Laboratory, 1-83, 5-Chome,
Higashihara, Zama-city, Kanagawa 228-8583, Japan

²Engineering research center, 4-515 Tatuno, Higashiyamato-city, Tokyo 207-0021, Japan.

The disinfectant effect of washing vegetables with slightly acidic electrolyzed water (SIAEW) was lower on alliums than that on lettuce, but the bacterial counts inside the onions were low. Bacterial counts inside carrots, Japanese radish, tuber crops, and fruity vegetables were also low. Therefore vegetables with low bacterial counts can be obtained by thoroughly washing the surfaces with SIAEW, then peeling the vegetable. The disinfectant effect of rubbing cucumbers in the SIAEW was large. This was due to the fact that many kinds of biofilm and stoma exist on the surface of the cucumber. Analysis on all vegetables revealed that bacterial counts were low when a washing method was chosen that took into account the distribution on the bacteria on that vegetable. (Accepted 9 May 2005)

Key words : Slightly acidic electrolyzed water (微酸性電解水)/Disinfection (殺菌)/Onion (タマネギ)/Carrot (ニンジン)/Cucumber (キュウリ).

緒 言

先の投稿¹⁾において筆者らはレタスの洗浄除菌効果について報告した。この報告ではレタス以外の野菜についての効果を報告する。

実 験 方 法

1. 装置と試薬及び実験材料

微酸性電解水製造装置：ピュアスターMp-240,
およびMp-1200, トーアテクノ社, (広島市)。
使用にあたり, Mp-240は時間当たりの電解水の
製造能力と塩酸供給量を可変できるように,
装置を一部改造した。
スタンプ培地：ぺたんチェック25, PCA, 栄研
器材製, (東京)
野菜類は近くの量販店(複数)及び小売店(複数)
から購入した。
長ネギ, サツマイモ, サトイモ：千葉県産。

¹森永乳業㈱食品総合研究所, 機能水プロジェクト 〒228-8583 神奈川県座間市東原5-1-83 ☎046-252-3022

²森永乳業㈱装置開発研究所 〒207-0021 東京都立野4-515 ☎042-565-1232

タマネギ、ニンジン、ジャガイモ：北海道産。

ニラ：栃木県産。

ゴボウ、長イモ：青森県産。

大根、ナス：産地不明。

キュウリ：千葉県、埼玉県産。

トマト：千葉県、茨城県、熊本県産。

イチゴ：栃木県産。

前報¹⁾(レタスについての報告)と同一のものは省略した。

2. 実験方法

2.1. 装置、試験液

微酸性電解水：水道水を原料水にし、3%塩酸をピュアスターMp-240により電気分解し、微酸性電解水(ピュアスター水)を製造した。Mp-1200は21%塩酸を使用した。Mp-1200は野菜洗浄機を用いた試験にのみ使用し、他の試験は全てMp-240を使用した。

前報¹⁾(レタスについての報告)と同一のものは省略した。

2.2. 野菜の処理

2.2.1. ネギ類

2.2.1.1. 長ネギ *Allium fistulosum* L.

菌の分布の調査：10本の長ネギを用い、長ねぎの緑部の下3cmと根部から2cm上がったところを切除し、2等分した。上下各5本(計10本)を1組とした。1組の長ネギを用い、縦にナイフを入れ、1枚ずつはがして、各試料から1枚ずつ計5枚を微酸性電解水による流水中で清浄なスポンジにより裏表を擦り、浸漬している時間が10分間になるように調整した。内2枚について、スタンプ培地を用い表面の菌を測定した。処理した5枚を1つのフィルターバッグに入れた。残りの1組も同様にし、洗浄処理せずにサンプリングして無処理試料とした。滅菌生理食塩水によりデルター1000希釈装置で10倍希釈し、1分間高速ストマッキング後常法により滅菌生理食塩水で段階希釈し菌数を測定した。上下で菌数の差がなかったのをまとめて作図した。

洗浄・除菌処理：根の部分を下から約1.5~2cmおよび緑の部分切除した。残った白い部分を

角度約45度、厚さ約7mmの斜め切りにし、よく混合して洗濯ネットに入れ試験に供した。除菌処理は微酸性電解水をオーバーフローさせた10L容ポリバケツ、または所定濃度の次亜塩素酸ナトリウム溶液(以下、次亜水)の中で、10秒間水中、10秒間空中の操作を繰り返し(以下、上下洗浄)所定時間洗浄除菌した。次亜水処理した試料は、さらに流水道水中で5分間すすいで、細菌試験に供した。この報告で次亜水処理したものは、特に記載したものを除きすべて処理後流水道水で5分間すすいだ。

洗浄時間と洗浄回数の検討：洗浄除菌処理と同様に斜め切りした長ネギを微酸性電解水による流水中で上下洗浄法により1~5分間、及び1分間処理で1~3回処理し、試料とした。

試料採取方法：処理した試料を水切り後、約20gフィルターバッグにとり、チオ硫酸ナトリウム(40mM) 1mlおよび滅菌生理食塩水により、デルター1000希釈装置を用いて10倍希釈した。1分間高速ストマッキング後常法により滅菌生理食塩水で段階希釈し、標準寒天培地(栄研、東京)を用い、35℃で48時間培養し、各試料1g当たりの生菌数を計測した。コロニーが小さく異物と判別が難しい場合は、仮計測後さらに25℃、24時間培養し、最終コロニー数を計測した。

結果の検定：10個測定した試料は、細菌数の最大値及び最小値を除いた8個の幾何平均値を平均値とした。また、同じく対数変換した8個の細菌数を、F検定、t検定(Microsoft Excel, マイクロソフト)により、処理方法による差の有意差検定を危険率5%でおこなった。測定値が8個以下の場合は測定値全てを用いて、平均値の計算と差の検定をした。log(<10(0))は便宜的に0と記載した。(特に記載したものを除き、細菌培養法及び検定法はここで報告した全ての試料に適用する。)

2.2.1.2. タマネギ *Allium cepa* L.

菌の分布調査：タマネギの茶色の薄皮を取り除き、上下を約1cm切除後、ナイフで縦に2分割し、滅菌したピンセットで鱗片をはずしてフィルターバッグに入れ細菌試験試料とした。

洗浄・除菌処理：タマネギを1辺が約1cmの色紙切りにし、鱗片をほぐして混合し、約200gを洗濯ネットに入れ長ネギと同様に処理した。
試料採取方法：処理した試料は水切り後、約10gずつフィルターバッグに秤取し、長ネギと同様に処理した。

2.2.1.3. ニラ *Allium tuberosum* Rottl

洗浄・除菌処理：刻む前のニラ、または長さ約3cmに刻んだニラを洗濯ネットに入れ、長ネギと同様に処理した。刻んだニラについては処理後、餃子の具にし、焼き餃子にして風味試験を行った。

試料採取方法：処理した試料は水切り後、約10gずつフィルターバッグに秤取し、長ネギと同様に処理した。

2.2.2. 根菜類

2.2.2.1. ニンジン *Daucus carota* L. var. *sativa* DC.

洗浄・除菌処理：レタスと同様野菜洗浄機を用いて効果を測定した。野菜洗浄機にニンジン10本を入れ、各処理液で、10分間処理した。また10L容バケツを用い、微酸性電解水による流水中で清潔な食器洗い用スポンジを用いて縦方向および横方向各2回ずつ強く擦り、擦りの効果を検討した。

試料採取方法：予備試験において健全なニンジンの内部には菌がほとんどいないことを確認したので、太さによるバラツキを避けるために、皮部を採取し、除菌効果を測定した。同時に皮を除いた可食部も測定した。処理後または未処理のニンジンの皮部をピラーで採取し、フィルターバッグに1本分を1バッグにサンプリングした。可食部は皮を採取後残った皮を丁寧に取り除き、微酸性電解水による流水中で清浄な不織布で擦り、表面の菌を出来るだけ除去した後、輪切りにして約10gをサンプリングした。

菌数の測定：皮部、可食部ともサンプリングした袋を、木製の台の上に置き、袋の上から、軽くたたいてつぶしてから、チオ硫酸ナトリウム(40mM) 1ml および滅菌生理食塩水により、デルター1000希釈装置を用いて10倍希釈した。1分間高速でストマッキング後、常法により生

理食塩水で段階希釈し、標準寒天培地を用いて長ネギと同様に菌数を測定した。

2.2.2.2. 大根 *Raphanus sativus* L. var. *acanthiformis* M.

洗浄・除菌処理：微酸性電解水をオーバーフローさせた10L容ポリバケツの中で、食器洗い用スポンジを用いて縦方向および横方向に各2回強く擦り、擦り時間と浸漬時間の合計が10分間になるようにした。

試料採取方法：ニンジンと同様ピラーで皮部を約10g サンプリングした。皮を除去した可食部の葉の付け根から約5cm下部、および根端から5~7cm上部を厚さ約1cmの輪切りとして採取した。輪切りの試料は微酸性電解水中でナイフにより外側をさらに取り除いて、直径約3cmの大きさにし、試験試料とした。ニンジンと同様あらかじめ砕いてから細菌試験に供した。

2.2.2.3. ゴボウ *Arctium lappa* L.

洗浄・除菌処理：購入したゴボウの頭部を約2cm、下部を約20cm除去して試験に供した。処理方法は水洗後皮を除いてササガキにし処理した試料と、微酸性電解水で洗浄後皮部を採取し、残りの可食部はササガキにして測定した二方法でおこなった。

試料採取方法：ササガキは処理後約10gをサンプリングした。一本のまま処理した試料は皮部をピラーにより採取した。皮を除いた可食部は微酸性電解水中で2回不織布により強く擦り水切り後、ササガキにしてよく混合し、約10gずつフィルターバッグにサンプリングした。

2.2.3. イモ類

2.2.3.1. ジャガイモ *Solanum tuberosum* L.

洗浄・除菌処理：10L容ポリバケツに微酸性電解水をオーバーフローさせ、清潔な家庭用ブラシで大部分の泥を除き、さらに水替えをして、食器洗い用スポンジを用いて縦方向および横方向各2回強く擦り洗い処理した。

汚染試料の測定：購入した泥つきのジャガイモを、そのまま皮をむき、ザルに入れて転がし、出来るだけ均一に汚染させた。汚染した試料を剣山

の上において固定し、微酸性電解水を園芸用噴霧器で30秒間噴霧した（皮むきジャガイモの工業的な洗浄除菌を想定した）。水道水でも同様に洗浄除菌した。

試料採取方法：皮部はピラーにより試料を採取した。皮を除いた可食部は中央部を厚さ約1cmの輪切りに採取し、微酸性電解水中でナイフによりさらに外側を取り除いて、直径約3cmの大きさにし、試験試料とした。汚染ジャガイモは処理後2等分して片方を試験に供した。

菌数の測定：ニンジンと同様にして測定及び検定をした。

2. 2. 3. 2. サツマイモ *Ipomoea Batatas* Lam. var. *edulis* M.

洗浄・除菌処理：10L 容ポリバケツに微酸性電解水をオーバーフローさせ、清潔な家庭用ブラシで大部分の泥を除き、さらに水替えをして、不織布を用いて縦方向および横方向各2回強く擦り処理した。

試料採取方法：皮部はピラーにより試料を採取した。皮を除いた可食部はツルに近い上部、中央部、ツルと反対側の下部から厚さ約1cmの輪切りに採取し、微酸性電解水中でナイフによりさらに外側を取り除いて、直径約3cmの大きさにし、試験試料とした。両先端部は洗浄処理後厚さ約2～2.5cm 切り取り、その1個を1フィルターバッグに入れた。

菌数の測定：ニンジンと同様にして測定及び検定をした。

2. 2. 3. 3. 長いも *Dioscorea batatas* Decne. サツマイモと同様に処理した。

2. 2. 3. 4. サトイモ *Colocasia antiquorum* Schott var. *esculenta* Engl.

洗浄・除菌処理：10L 容ポリバケツに微酸性電解水をオーバーフローさせ、清潔な家庭用ブラシで大部分の毛を除き、さらに水替えをして、食器洗い用スポンジを用いて縦方向および横方向各2回強く擦り洗った。

試料採取方法：皮部はピラーにより試料を採取した。皮を除いた可食部は中央部から厚さ約1.5cmの輪切りに採取し、微酸性電解水中でナイフによりさらに外側を取り除いて、直径約2.5

cmの大きさにし、試験試料とした。

菌数の測定：ニンジンと同様にして測定及び検定をした。

2. 2. 4. 果菜類

2. 2. 4. 1. キュウリ *Cucumis sativus* L.

擦りと攪拌効果の比較：擦り効果の測定は、直径30cm 深さ25cm のステンレス製容器に微酸性電解水をオーバーフローさせ、キュウリ10本を入れ、手袋をした手で不織布を用い縦横各2回ずつ強くこすった。浸漬時間は全体で10分間になるように調整した。攪拌効果の測定は、直径20cm 深さ20cm のステンレス製容器に微酸性電解水をオーバーフローさせ、キュウリ10本を入れ、手袋をした手でキュウリと処理水を連続して10分間攪拌した。

洗剤と超音波の効果の測定：洗剤（ファミリーコンパクト、花王、東京）を温水（30℃）で溶解し（0.75ml/L）、2L 容のガラスのビーカーに満たした。このビーカーを30℃の超音波洗浄機の水槽に入れた。キュウリ10本を入れ5分間超音波処理した。さらに流水道水中で5分間すすぎ、試料（ブランク C）とした。ブランク C を各処理液で10分間処理した。

試料採取方法：健全なキュウリの内部には菌がほとんどいないので、太さによるバラツキを避けるために、ピラーで皮部を採取し、除菌効果を測定した。皮を除いた可食部も同時に測定した。処理後または未処理のキュウリの皮部をピラーで、1本分を1バッグにサンプリングした。可食部は皮を採取後残った皮を丁寧に取り除いて、微酸性電解水による流水中で軽く洗浄した。次いで中央部を輪切りにして約20g をサンプリングした。以下ニンジンと同様に処理した。

2. 2. 4. 2. トマト（約30g/個） *Lycopersicon esculentum* Mill

洗浄・除菌処理：萼および花柄部を含む上端5～7mm を切除し花柄部とした。10L 容ポリバケツに微酸性電解水をオーバーフローさせ、花柄部を除いたトマト10個を入れ、微酸性電解水による流水中にて皮部を2回不織布で擦った。浸漬時間は全体で10分間になるように調整した。花柄部の菌数も測定した。

洗剤及び超音波の影響の測定：洗剤（ファミリーコンパクト、花王、東京）を温水（30℃）で溶解し（0.75ml/L）、2L容のガラスのビーカーに満たした。このビーカーを30℃の超音波洗浄機の水槽に入れた。萼と花柄部をはずしたトマト20個を、ビーカーに入れ5分間超音波洗浄処理した。超音波処理したトマト10個を微酸性電解水による流水中にて皮部を2回不織布で擦った。浸漬時間は全体で10分間になるように調整した。残りの10個を流水道水中で10分間浸漬洗浄して超音波洗剤処理試料とした。

試料採取方法：洗浄処理したトマトを縦に2分割した。その片方をフィルターバッグに入れ、以下ニンジンと同様に処理した。

2.2.4.3. イチゴ *Fragaria chiloensis* Duch. var. *ananassa* Bailey

洗浄・除菌処理：萼を含む花柄部の有無のイチゴについて別々に測定した。10L容ポリバケツに微酸性電解水をオーバーフローさせ、萼付き、萼なしイチゴ各10個を同時に投入し、室温、または35℃の微酸性電解水を流入させ、被試験物がたえず水中にあるように、バケツの上面に洗濯ネットで蓋をした。ネットを上から時々押して攪拌し、10分間処理した。水道水を用いて同様に処理した。次亜水はバケツにネットでふたをし時々攪拌して、10分間浸漬処理した。野菜洗浄機には各10個を入れ、微酸性電解水を流入させながら10分間処理した。

試料採取方法：処理した試料1つずつをフィルターバッグに入れ、以下ニンジンと同様に処理した。

2.2.4.4. ナス *Solanum melongena* L.

洗浄・除菌処理：萼を含む花柄部を切除し、可食部を縦に2等分した。10L容ポリバケツに微酸性電解水をオーバーフローさせ、一組を入れ、微酸性電解水による流水中にて皮部を2回不織布で縦に強く擦った。全浸漬時間は10分間になるように調整した。ニンジンと同様にピラーにて皮部を採取し、試験に供した。皮を除いた部分を可食部とし、合わせて菌数を測定した。残りの1組の皮部を採取し無処理試料とした。

試料採取方法：ニンジンと同様に処理した。

実験結果と考察

1. ネギ類の微酸性電解水による除菌効果について

1.1. 長ネギ

1.1.1. 菌の分布

長ネギの菌の分布を Fig.1 に示した。レタスと同様中心部より外側の方が多かったが、中心部にもかなりの菌が検出された。またスタンプ試験の結果は、ネギ片の外側は切断部からのみ菌が検出され、内側は切断部と切断部以外の一部から菌を検出した（写真1）。ネギ片の内側はやわらかく

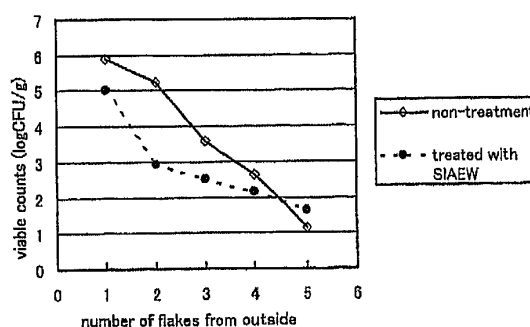


Fig.1. The bacterial numbers in White Long Root Allium.

SIAEW : slightly acidic electrolyzed water, SHCW : sodium hypochlorite solution, av.Cl : available chlorine concentration, (These abbreviations apply in all figures.) This test used 10 White Long Root Allium. The Allium was cut about 3 cm down from green part and 2 cm up from root part. The samples were about 35cm long and they were cut in half. All flakes were removed from the outside, then Allium were washed with running SIAEW for 10 minutes.

SIAEW : av.Cl 21.8ppm, pH 6.34, temp. 17.9℃.

To enumerate the microorganisms within samples, sterile 0.85% NaCl solution (9 times) was put in a sterile polyethylene bag with a filter and was pummeled with a Stomacher for 1 min. at high speed. Fluid was serially diluted, and 1 ml was mixed with approximately 15ml of Standard Plate Count Agar (Eiken, Tokyo Japan). All pour plates were duplicated and incubated at 35℃, for 48h. and, if necessary, for an additional 24h. at 25℃. Then colonies were counted. Log (<10 (0) stated 0 expediently in this report. (These microorganisms test methods apply in all figures in this report.)

The number of bacteria near the core of the allium was smaller than the number of bacteria near the surface of the allium.

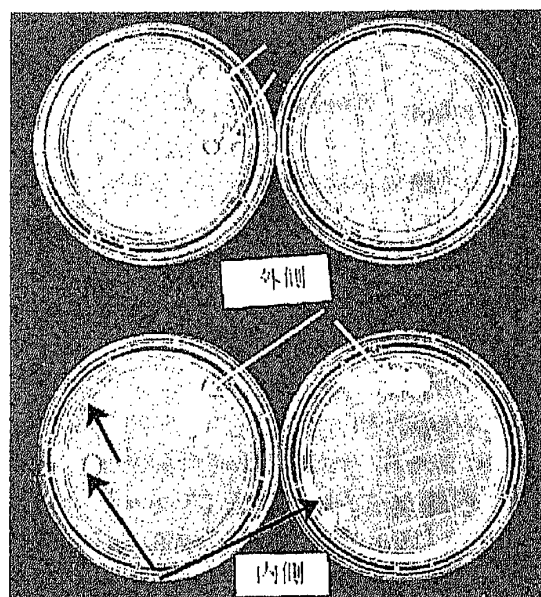


Fig.1. The stamp picture of White Long Root Allium pieces

The upper 2 stamps were from the outside portion and under 2 stamps were from the inside.

Bacteria were detected only from the cut side (white arrow) of the outside portion and were detected from the cut side and surface (black arrow) of the inner portions.

洗浄時に傷をつけたとも考えられる。よって長ネギは組織（導管を含む）内にも菌が存在すると考えられる。

1. 1. 2. 除菌効果の測定

長ネギの処理時間の影響及び重回洗浄の予備試験の結果を Fig.2 に示した。有意性は計算出来なかったが、洗浄時間は5分間処理が一番効果があった (Fig.2-A)。重回洗浄の効果は見られなかった (Fig.2-B)。前報¹⁾で報告したレタスの結果を参考に洗浄時間は10分間1回で行った。

長ネギの除菌効果について検討した結果を Fig.3 に示した。微酸性電解水と次亜水による除菌効果に差はなかったが、いずれも水道水で洗浄したよりも除菌効果が大きかった。長ネギの微酸性電解水による除菌効果はレタスなどの葉野菜に比べて劣っていた。

1. 2. タマネギ

1. 2. 1. 菌の分布

タマネギの菌の分布を調査した結果を Fig.4 に示した。健全で傷のないタマネギの内部には菌は

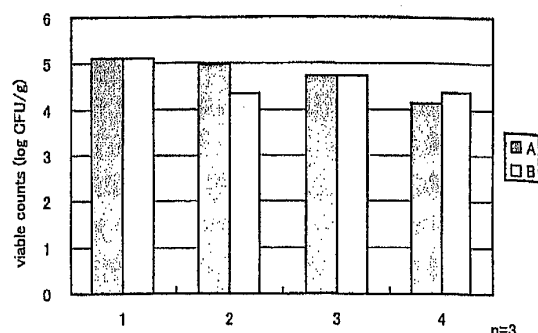


Fig.2. The effect of treatment time and repetition with SIAEW for White Long Root Allium.

The green part of the allium was cut off and 1.5-2.0cm up from root part was cut. Samples were sliced at 45 degrees along the long side to a thickness about 7 mm. Both SIAEW of group A and B were av.Cl 20.9, pH 6.15. A sample 1 : non-treatment, 2 : treated 1 minute, 3 : treated 3 minutes, 4 : treated 5 minutes. B sample 1 : non-treatment, 2 : treated 1 time for 1 minute, 3 : treated 2 times for 1 minute each, 4 : treated 3 times for 1 minute each.

The effect of disinfection on the allium was not so good even if it had been treated from 1 to 5 minutes, or from 1 time to 3 times for 1 minute each.

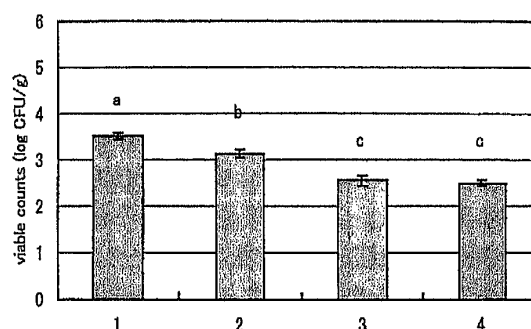


Fig.3. The effect of treatment with SIAEW on White Long Root Allium

The sample preparation was the same as in figure 2. Sample 1 : non-treatment, 2 : treated with running tap water for 10 minutes, 3 : treated with running SIAEW for 10 minutes, 4 : soaked in SHCW for 10 minutes. The samples treated with SHCW were rinsed with running tap water for 5 minutes. (This treatment applies to all figures and tables.)

Results are means \pm SD, n= 8 without the maximum and minimum data. Values with different letters in the figure differ significantly at $P < 0.05$. (These expressions of results and statistics apply in all figures in this report without being especially stated.)

The number of bacteria on White Long Root Allium decreased only by one log CFU/g.

ほとんど存在しなかった。Fig.4 に示したロットは別の地方のロットで、処理した月日も異なるが

同様の結果であった。

1.2.2. 除菌効果の測定

水道水、微酸性電解水及び次亜水で洗浄した結果を Fig.5 に示した。次亜水と微酸性電解水の除菌効果の差はばらついた。Fig.4 と Fig.5 の結果から、サラダなど生野菜としてタマネギを使用する場合は、外皮を1枚余分にはずし、上下を1cm 程度切除して、出来る限り衛生的にスライスすれば、菌数の少ない製品が得られることがわかった。しかし一度汚染したタマネギの除菌効果は悪

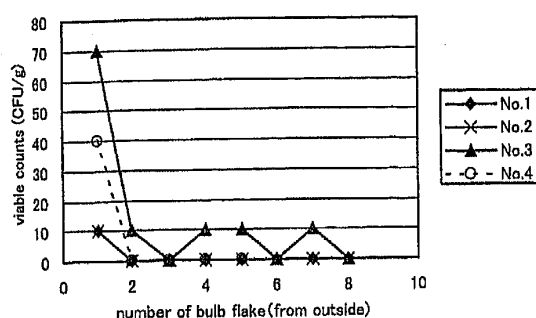


Fig.4. The distribution of bacteria in onions. The brown skin was peeled off, then about 1cm was cut off each end of the onions. The sample numbers from 1 to 4 were from different lots.

Nearly no bacteria were detected inside the onions.

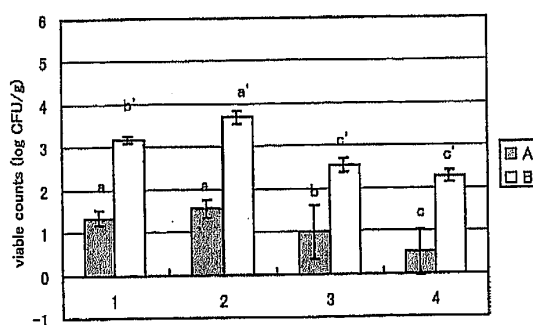


Fig.5. The effect of treatment with SIAEW on cut onions.

The brown skin was peeled off, then onions were cut into about 1 cm squares. Then 200g of cut onions were put into a washing net. The samples were treated with the tested solution for 10 minutes.

Both samples 1 : non-treatment, 2 : treated with running tap water, 3 : treated with running SIAEW, 4 : soaked in SHCW.

The disinfectant effects were small.

かったことから、二次汚染の防止も重要である。

1.3. ニラ

1.3.1. 除菌効果の測定

束になったニラと約 3 cm に切断されニラについて検討し、結果を Fig.6 に示した。ニラは切断することにより切断面から汚染する可能性もある。切断前の試料 (Fig.6-B) は切断後の試料より除菌効果が高かったのも、ニラは洗浄後切断するのが望ましい。また処理済のニラで餃子を試作し、風味試験を行ったところ、微酸性電解水及び水道水処理したニラを用いた製品には異常がなかったが、次亜水処理したニラを用いた餃子は異臭 (ネギ様臭) がした。山中²⁾も強酸性電解水を用いた実験で、ネギでは風味を損なうことなく殺菌することは難しいと報告している。

1.4. ネギ類の結論

ネギ類は一度汚染させると、除菌することが難しい傾向があり、目的に応じた前処理の方法を選ぶ必要があった。また二次汚染防止にも努めなく

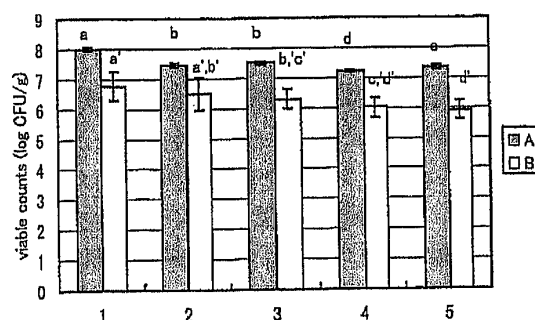


Fig.6. The effect of disinfection with the tested solution on leeks.

A: cut leek, B: whole leek. A sample number 1 : non-treatment, 2 : treated with tap water for 10 minutes, 3 : treated with SIAEW at 16°C for 10 minutes, 4 : treated with SIAEW at 38°C for 10 minutes, 5 : treated with SHCW at 16°C for 10 minutes. B sample number 1 : non-treatment, 2 : treated with tap water for 10 minutes, 3 : treated with SIAEW at 17°C for 10 minutes, 4 : treated with SIAEW at 36°C for 10 minutes, 5 : treated with SHCW at 17°C for 10 minutes.

A group SIAEW: av.Cl 7.5ppm, pH 5.94, SHCW: av.Cl 200ppm, pH8.8

B group SIAEW: av.Cl 7.0ppm, pH 6.03, SHCW: 202ppm, pH8.83

The disinfectant efficiency of SIAEW and SHCW was not so good for leeks.

The flavor of the leeks treated with SHCW changed to like that of White Long Root Allium.

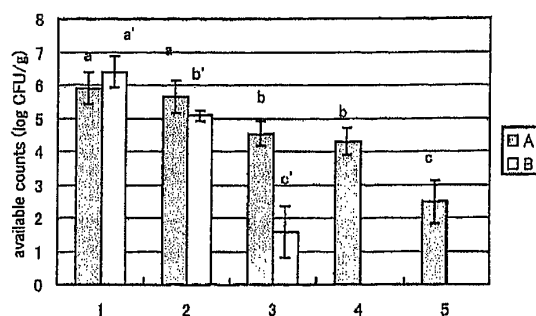


Fig.7. The effect of disinfection treatment with the tested solution on carrots.

A sample number 1 : non-treatment of the skin part, 2 : skin part treated with tap water using a vegetable washer, 3 : skin part treated with SIAEW using a vegetable washer, 4 : skin part treated with SHCW using a vegetable washer, 5 : part used for food without the skin treated with SIAEW using vegetable washer. B sample number 1 : non-treatment of the skin part, 2 : skin part rubbed with nonwoven fabric in running SIAEW, 3 : part used for food without the skin, rubbed with nonwoven fabric in running SIAEW.

The bacteria in the inside of carrots were very few in comparison with the number found on the skin.

てはならない。

2. 根菜類の微酸性電解水による除菌効果について

2.1. ニンジン

2.1.1. 除菌効果の測定

測定結果を Fig.7 に示した。皮部の除菌効果は微酸性電解水と次亜水の間に差はなく、水道水処理より除菌効果は大きかった。皮を除いた可食部の菌数は非常に少なかった (Fig.7-A5)。ロットを換えて再検したが結果は変わらなかった (Fig.7-B3)。よってニンジンは十分洗ってから皮をむくことにより、菌数の少ない良質のニンジンが得られた。

2.2. 大根

2.2.1. 除菌効果の測定

ニンジンと同じ理由で皮部を採取して除菌効果を測定し結果を Fig.8 に示した。皮部は微酸性電解水中で擦り洗いすることにより初発菌数の3.5%まで減少した。微酸性電解水処理後、皮を除いた可食部は葉に近い部分及び先端部分とも0.005%で、皮部に比べ非常に少なかった。大根おろし

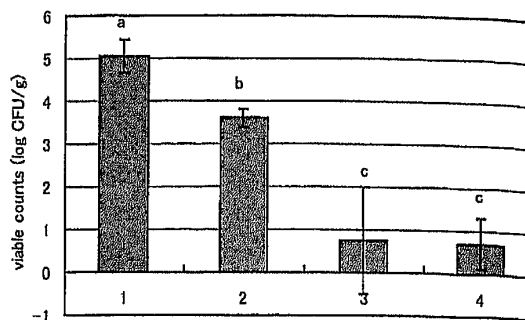


Fig.8. The effect of disinfection treatment with SIAEW on Japanese Radish.

SIAEW: av.Cl 21.4ppm, pH6.34, at 16.7°C. Sample 1 : non-treatment of the skin part, 2 : skin part rubbed with nonwoven fabric in running SIAEW, 3 : top portion of the part used for food without the skin in sample number 2, 4 : bottom portion of the part used for food without the skin in sample number 2.

The bacteria in the inside of the Japanese Radish were very few in comparison with the number found on the skin.

の菌数を少なくしたいという要望があるが、微酸性電解水でよく外側を洗い、次いで出来るだけ衛生的に皮をむき、おろし作業に入れば目的がかなえられる。皮を除いた可食部の菌数は、Fig.8では上部下部の差が見られなかったが、予備試験では下部の方が上部より菌数の多い傾向があった。

2.3. ゴボウ

2.3.1. 除菌効果の測定

ゴボウについての実験結果を Fig.9 に示した。ササガキにしたゴボウを微酸性電解水で処理した結果は良くなかった (Fig.9-A)。ゴボウの皮には多数の菌が存在し、微酸性電解水水中で擦り洗った程度では菌は1桁程度しか減少しなかった (Fig.9-B2)。微酸性電解水で洗浄後、皮を除いた部分の菌数は5桁程度少なくなった (Fig.9-B)。しかしゴボウのうまみは皮部にあるとされており、いたずらに菌数削減を求めるのではなく、加熱の有無や、その後の保存予定を考慮して皮部を残すか、削除するか決めることが望ましい。

2.4. 根菜類のまとめ

根菜類は先ず外部を微酸性電解水で充分洗い、除菌後皮を除去し、それから目的に合った処理をすれば菌数の少ない製品が得られることがわかった。二次汚染防止も重要である。

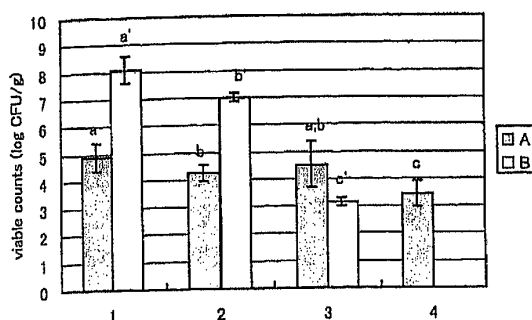


Fig.9. The effect of disinfection treatment with the tested solution on burdock.

A sample was sliced burdock which had been washed with tap water and its skin removed.

B sample was the whole burdock.

A sample 1 : non-treatment, 2 : treated with running tap water for 10 minutes, 3 : treated with running SIAEW for 10 minutes, 4 : treated with SHCW for 10 minutes. B sample 1 : non-treatment of skin parts, 2 : skin parts treated with running SIAEW for 10 minutes, 3 : part used for food without the skin treated with running SIAEW for 10 minutes.

A group SIAEW : av.Cl 26.8ppm, pH 6.09, at 21.5°C. SHCW : av.Cl 199ppm, pH 8.79, at 24.1°C. B group SIAEW : av.Cl 20.8ppm, pH 6.49, at 17.8°C.

The disinfectant efficiency of SIAEW and SHCW was not so good for sliced burdock. When burdock was sliced after being washed with SIAEW and its skin peeled, a good result was obtained.

3. イモ類の微酸性電解水による除菌効果に及ぼす因子について

予備試験により、イモ類も根菜類と同様、菌は皮部に大部分存在し、皮を除いた可食部には菌は少ないことが判明した。よってイモの太さの影響を避けるために皮部と皮を除いた可食部に分け、除菌効果を測定した。

3.1. ジャガイモ

3.1.1. 除菌効果の測定

洗浄後皮をむいたジャガイモ、および始めに皮をむき、表面を土などで汚したジャガイモの試験結果を Fig.10 に示した。泥付のジャガイモを洗浄した場合、水道水だけで約 2 桁菌数が減少した。微酸性電解水で洗うことによりさらに 1 桁減少した。洗浄後皮を除いた可食部には菌はほとんど検出されなかった (Fig.10-A)。皮を除いて可食部を一度汚した場合は 1 桁程度しか菌は減少しなかった。また、この場合は水道水による洗浄と微酸性電解水による洗浄で有意な差はなかった (Fig.10-

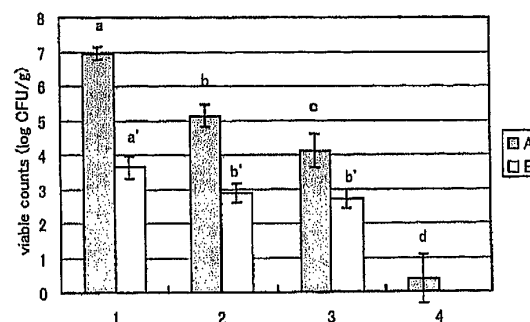


Fig.10. The effect of disinfection treatment with the tested solution on potato.

A sample : unwashed whole potato. B : skin of samples was peeled off before being washed then rolled in the plastic basket in order to equalize (n=5). A sample 1 : non-treatment of skin parts, 2 : skin parts washed with a clean brush in running tap water for 10 minutes, 3 : skin parts washed with a clean brush in running SIAEW for 10 minutes, 4 : part used for food without the skin from the A sample 3. B sample 1 : non-treatment, 2 : showered with tap water for 30 seconds on the metal spines, 3 : showered with SIAEW for 30 seconds on the metal spines.

A group SIAEW : av.Cl 20.0ppm, pH 6.30, at 18.0°C. B group SIAEW : av.Cl 30.0ppm, pH 6.0 at 18.0°C. Results of B are means \pm SD, n = 5. Sample B mimicked industrial washing.

When potatoes were peeled after being washed with SIAEW, good results were obtained.

B)。このことからジャガイモは、先ず微酸性電解水中で充分洗浄後皮をむくことにより菌数の少ない製品が得られることがわかった。

3.2. サツマイモ

サツマイモについて測定した結果を Fig.11 に示した。微酸性電解水で洗浄後、皮を除去したサツマイモの可食部の菌数は非常に少なかった。部分的には菌を検出しないところも多数あった。菌数の少ない試料は、よく洗浄後皮部を取り除くことにより得られた。また、市販時に既に切断されている面は多数の菌とカビが存在していることがある (Fig.11-B2) ので両端は 2 cm 程度除去することが望ましい。

3.3. 長いも

長いもは微生物数の測定結果はサツマイモと同様であった (Fig.12-yam)。

3.4. サトイモ

サトイモの微生物数の測定結果はサツマイモと同様であった (Fig.12-taro)。

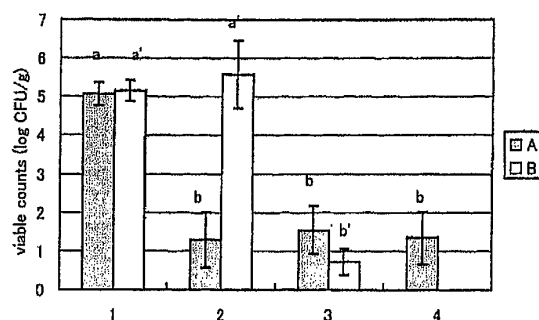


Fig.11. The effect of disinfection treatment with SIAEW on sweet potato.

Both A and B were washed with a clean brush in running SIAEW.

A sample 1 : skin part, 2 : upper portion of the part used for food without the skin, 3 : middle of the edible portion without the skin, 4 bottom portion of the part used for food without the skin. B sample 1 : skin part, 2 : both ends, thickness about 2 cm. 3 : center of the edible part without the skin.

When sweet potato was peeled and both sides cut off after washing with SIAEW, good results were obtained.

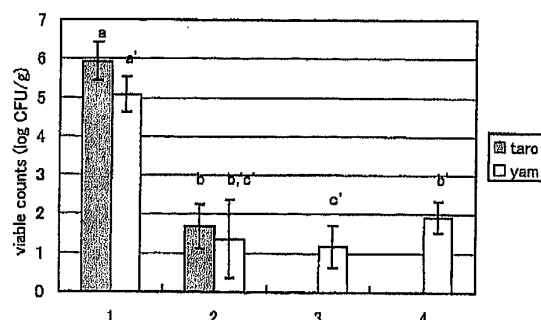


Fig.12. The effect of disinfection treatment with SIAEW for taro and yam.

Taro and yam were washed with a clean brush in running SIAEW.

Taro sample 1 : skin part, 2 : part used for food without the skin. Yam sample 1 : skin part, 2 : top part of the part used for food without the skin, 3 : middle of the edible part without skin, 4 bottom part of the part used for food without the skin.

When taro and yam were peeled after being washed with SIAEW, good results were obtained.

3.5. イモ類のまとめ

イモ類も根菜類と同様、外部をよく洗浄除菌後皮をむき、目的に応じた処理をすれば細菌数の少ない製品が得られる。市販品の切断面は汚染している場合があるのでサツマイモや長いものは、2

cm 程度端を除去するのが望ましい。イモ類は、傷や痛みのあるところは少し大きく除去する必要がある。

4. 果菜類の微酸性電解水による除菌効果に及ぼす因子について

4.1. キュウリ

4.1.1. 菌の分布

キュウリを微酸性電解水で洗浄し、表皮と果肉部について菌数を測定した結果を Fig.13に示した。微酸性電解水による流水中でキュウリを擦り洗いすることにより表皮部の菌数を無処理に比較して約2桁低くすることが出来た (Fig.13-A,B)。皮を除いた可食部は菌をほとんど検出しなかった (Fig.13-B)。

4.1.2. 洗剤と超音波の効果

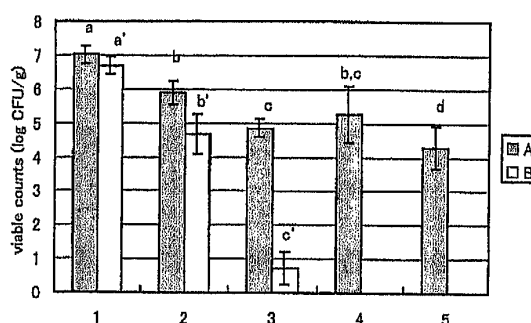


Fig.13. The effect of disinfection treatment with SIAEW on cucumbers.

For a total of 10 minutes, sample A was strongly rubbed on the outside one time with nonwoven fabric and soaked in the tested solution.

For a total of 10 minutes, sample B was rubbed in both vertical and horizontal directions two times with nonwoven fabric and soaked in the running SIAEW.

A sample 1 : non-treatment of skin parts, 2 : the skin parts treated with running tap water, 3 : the skin parts treated with running SIAEW (av.Cl 10ppm), 4 : the skin parts treated with running SIAEW (av.Cl 30ppm), 5 : the skin parts treated with SHCW (av.Cl 200ppm). B sample 1 : non-treatment of skin parts, 2 : the skin parts treated with SIAEW, 3 : the part used for food without the skin of sample number 2.

A group SIAEW : av.Cl 10.6ppm, pH 6.07, at 20.8°C, and av.Cl 30.2ppm, pH 5.95, at 20.2°C, SHCW : av.Cl 201ppm, pH 8.85, at 21.7°C. B group SIAEW : av.Cl 24.8ppm, pH 6.48, at 19.0°C.

The bacteria of the cucumber skin remained at about 1 % of non-treatment counts. But bacteria counts in the inner portions were small.

洗剤及び超音波処理の効果について検討した結果を Fig.14 に示した。洗剤中で超音波処理後、微酸性電解水に浸漬だけでは約 1 桁落ちただけであったが、擦り洗い操作を加えれば更に 1 桁除菌できることがわかった。皮を除いた可食部の菌数はさらに大幅に少なかった。処理方法は超音波処理より擦り洗いの方が有効であった (Fig.14-A)。

4.1.3. 除菌効果の測定

攪拌処理と、擦り洗いの比較したデータを Fig.14 に示した。小関ら³⁾ はアルカリ電解水や苛性ソーダ水で前処理後、強酸性電解水に浸漬処理し

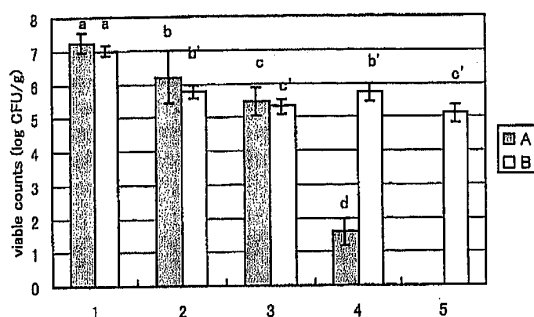


Fig.14. The effect of detergent, ultrasonic, and rubbing treatments for cucumbers.

Sample A group was treated with ultrasonic treatment for 5 minutes in detergent solution (0.75ml/L, Family Compact, Kao, Tokyo) at 30°C and after that they were treated with SIAEW. The skin was subjected to microorganisms tests.

Sample B group were used skin parts for microorganisms tests.

A sample 1 : received ultrasonic treatment in detergent solution, and after that treated with running tap water for 5 minutes (blank C), 2 : blank C was soaked in the running SIAEW for 10 minutes, 3 : for a total of 10 minutes, blank C was rubbed strongly in both vertical and horizontal directions two times with nonwoven fabric and soaked in the running SIAEW, 4 : part used for food without the skin of number 3.

B sample 1 : non-treatment, 2 : stirred for 10 minutes strongly with a hand set globe in running SIAEW (7ppm), 3 : rubbed for 10 minute with nonwoven fabric in running SIAEW (7ppm), 4 : stirred for 10 minutes strongly with a hand set globe in running SIAEW (av.Cl 30ppm), 5 : rubbed for 10 minutes with nonwoven fabric in running SIAEW (30ppm). A group SIAEW : av.Cl 21.0ppm, pH6.35, at 17.8°C. B group SIAEW : av.Cl 7.0ppm, pH 6.48, at 18°C and av.Cl 29.5ppm, pH6.22, at 18°C.

The detergent did not have the effect of disinfecting the cucumbers. The disinfection effect of rubbing was large and the available chlorine concentration had almost no effect.

た結果、前処理の有無にかかわらず 1 オーダーしか菌数は減少しなかったと報告した。Fig.14-B の実験では攪拌処理の場合、有効塩素濃度が 7 ppm でも 30ppm でも 1 桁しか菌数は減少しなかった。しかし擦り洗いを行えば有効塩素濃度にかかわらず約 2 桁の菌数を減少できた。同じ有効塩素濃度であっても、擦り洗いは攪拌洗いより有意に菌数が減少した ($p < 0.05$) ことから、キュウリの洗浄は微酸性電解水による流水中で擦り洗いする洗浄方法が有効であった。

4.1.4. キュウリの考察

キュウリの表皮を顕微鏡で見ると多数の気孔が観察された (写真 2)。また綿棒で無処理のキュウリの表面を擦り、滅菌生理食塩水中に洗い出して、この溶液を 3000rpm 5 分間遠心分離し、沈殿部分を顕微鏡で観察した結果、多数のバイオフィーム様物質が観察された (写真 3)。このことからレタスと同様、気孔、バイオフィームや表皮のクラックに菌は住み着いており、このような菌は微酸性電解水や次亜水では殺菌できないと考えられ、このことがキュウリの殺菌の難しさの原因と考えられる。菌の除去率もほとんどレタスの結果と同じであったことが、この推論を支持している。表皮の下の方の可食部は菌をほとんど検出しなかったため、場合によっては皮を除去して利用することも有効である。

4.2. トマト

4.2.1. 菌の分布

トマトの部位による菌数の違いを測定した結果

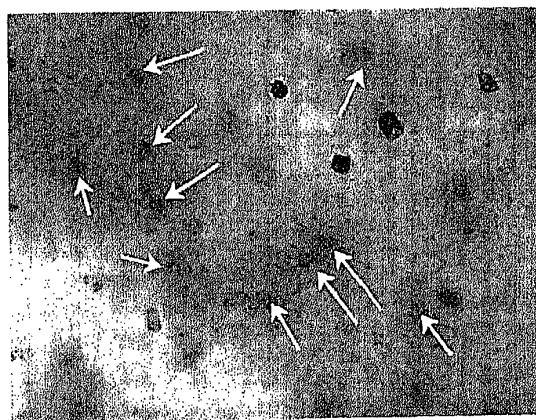
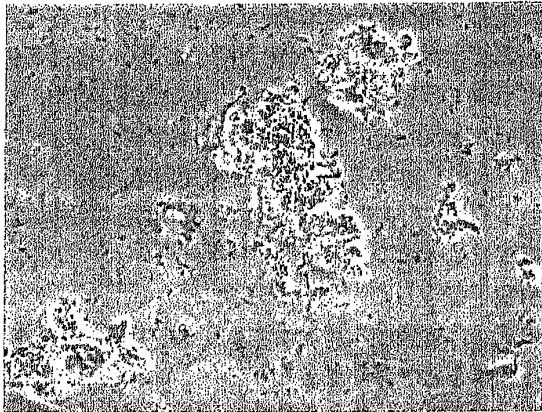


Fig.2. The stomas on cucumber surface. (arrow)



Pic.3. Biofilm on the cucumber surface

を Fig.15 に示した。トマトでは花柄部（花柄、萼、果実の花柄接続部）に大部分の菌が存在した。

4. 2. 2. 洗剤および超音波処理の効果の測定

洗剤および超音波処理の効果調べた結果を Fig.16 に示した。花柄と萼をとり洗剤中で超音波処理すると、約 2 桁菌数が減少した。さらに微酸性電解水中で擦り洗いすれば、さらに 1.5 桁削減できた。ロットを変えて、調査したが同様の結果であった。

十分熟したトマトの場合、一部のトマトは果肉

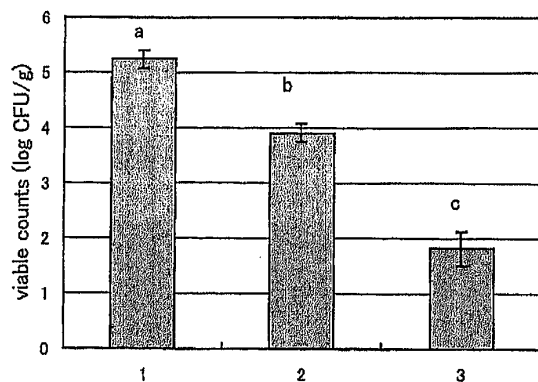


Fig.15. The distribution of bacteria in tomatoes.

1 : non-treatment of the top part with the stem of the tomato, thickness was about 5 - 7 mm, 2 : non-treatment of the part used for food without the top part (sample number 1), 3 : rubbed twice on the surface with nonwoven fabric and soaked in running SIAEW for a total 10 of minutes.

There was very large number of bacteria on the top part with stem, but small number on the washed part used for food.

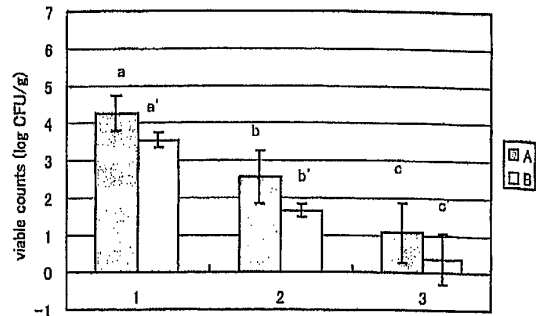


Fig.16. The effect of detergent, ultrasonic, and rubbing treatments on tomatoes.

Sample A was a sufficiently ripened tomato. Sample B was slightly unripened tomato. Both samples A and B were whole tomatoes without stems and they received ultrasonic treatment for 10 minutes in detergent solution (0.75ml/L, Family Compact, Kao, Tokyo) at 30°C.

There was a very small count of bacteria in the inside of tomato which had not been damaged. But there was a count over 1million CFU/g in sample A number 3, and its microorganisms were similar to those of sample A number 1.

部の菌数が100万CFU/gを超えるものがあった。この菌叢は未処理の菌叢と似ていた。この結果は内藤¹⁾の報告と一致し、外部についていた菌が、表皮の傷から内部に侵入し増殖したと考えられる。

4. 3. イチゴ

4. 3. 1. 萼つきイチゴ

イチゴの除菌効果の測定結果を Fig.17 に示した。萼つきイチゴでは、水道水処理により菌数が減少しなかった。微酸性電解水処理と次亜水処理はほとんど同じ効果であった。35°Cの微酸性電解水による流水処理は室温の微酸性電解水より除菌効果が高かったが、野菜洗浄機を用いるとさらに効果が高くなった (Fig.17-A)。

4. 3. 2. 萼なしイチゴ

萼の部分除去すると、無処理においても、萼つきに比べ、菌数が約 1/3 に減少した。水道水処理でも除菌効果が現れた。また微酸性電解水と次亜水による除菌効果も萼つきに比較して高かった (Fig.17-B)。

除菌を目的にするのであれば、イチゴは花柄と萼をはずして洗浄の方が効果的であった。萼をつけて洗浄したい場合は空気攪拌など強い攪拌作用と併用するとよい結果が得られた。

4. 4. ナス

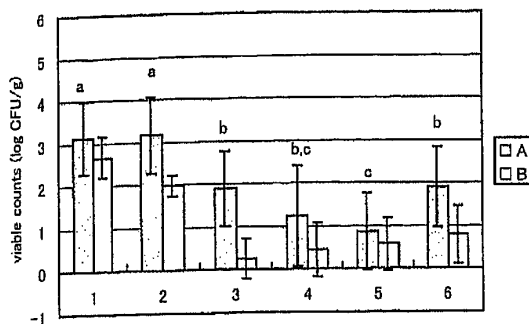


Fig.17. The effect of disinfection treatment with SIAEW on strawberries.

Sample A consisted of strawberries with stems, and sample B consisted of strawberries with their stems removed. Both samples 1 : non-treatment, 2 : treated with running tap water for 10 minutes, 3 : treated with running SIAEW (15°C) for 10 minutes, 4 : treated with running SIAEW (35°C) for 10 minutes, 5 : treated with running SIAEW (17°C) for 10 minutes using a vegetable washer, 6 : treated with SHCW (22.4°C) for 10 minutes. Both samples of SIAEW : av.Cl 7.0ppm, pH 5.13, at 17°C and av.Cl 7.0ppm, pH4.93, at 35.3°C, SHCW : 220ppm, pH8.82, at 22.4°C.

The effect of disinfection was very high on strawberries with stems removed.

4.4.1. 菌の分布

ナスの菌の分布を調べた結果を Fig.18 に示した。花柄部は通常食用に供されないので測定しなかった。微酸性電解水中で擦り洗いすることにより約2桁削減できた。さらに皮をむくことにより、さらに2桁落とすことが出来た。

4.5. 果菜類の考察

微酸性電解水による流水中でエアレーションや攪拌するだけでなく、擦り洗いを取り入れることにより、さらに約1桁菌数が削減され、擦り操作は菌を除去するのに有効な方法であった。また、果菜類の皮を除いた可食部の菌数は少なく、微酸性電解水中で不織布により、擦り洗い後、皮を除去することにより非常に菌数の少ない製品が得られることがわかった。

結 論

菌の分布の調査から、この報告で検討した野菜類は傷や病気のあるものとゴボウを除き、皮を除去した可食部にはほとんど菌が存在しなかったことから、これらの野菜は微酸性電解水でよく洗浄

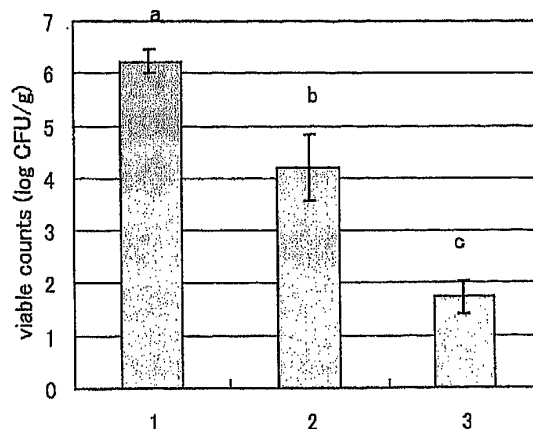


Fig.18. The effect of disinfection treatment with SIAEW on eggplants.

Stems were removed from samples.

Sample number 1 : non-treatment, 2 : skin part washed with running SIAEW, 3 : part used for food without the skin of sample number 2.

The bacteria decreased 2 logs CFU/g by washing the eggplant, but if the skin is removed after washing, the bacteria decreased 4.5 logs CFU/g.

後、皮を取り除くことにより非常に菌数を低く出来ることがわかった。タマネギでは1枚余分に鱗片をはずし、上下を1cm程度取り除くことによりほとんど菌のいないスライスが出来ることもわかった。キュウリでは表面に多数のバイオフィルムが形成されており、また気孔も存在することから、こすり洗いが有効であった。処理後の菌数はレタスと同様無処理のものに対して約1%の菌が残ったが、内部にはほとんど菌が存在しなかった。このことから、初発菌数の少ない材料を入手することも大切なことである事がわかった。

このように対象物の一般的な菌の分布をあらかじめ調査し、その対象物の特性を把握して、洗浄除菌処理をすることにより、目的に合った製品が得られることがわかった。その上で、商品としては二次汚染の防止にも努めなければならないことは当然である。

文 献

- 1) 鈴木 潔, 中村 梯一, 土井 豊彦, 小久 保貞之, 富田 守, 塩酸を原料にした微酸性電解水によるレタスの洗浄殺菌効果について, (防菌防微投稿中).

- 2) 山中信介, (1995), 電解酸化水を利用した衛生管理技術, 食品加工技術, 15 (2), 103-112.
- 3) 小関成樹, 伊藤和彦, (2000), 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, 47 (12), 907-913.
- 4) 内藤茂三, (1999), 食品及び環境のオゾン水殺菌効果とその評価, 防菌防黴, 27 (1), 51-61.