

海ぶどうの清浄化方法の開発*

久高潤・堀井亨・泉一郎・久保弘文**・紫波俊介** 平良勝也・
仁平稔・岡野祥・喜屋武向子・玉那覇康二

Development of Disinfection Methods for *Caulerpa lentillifera* *

Jun KUDAKA, Toru HORII, Ichiro IZUMI, Hirofumi KUBO, Toshiyuki SHIWA, Katsuya TAIRA, Minoru NIDAIRA,
Sho OKANO, Hisako KYAN and Koji TAMANAHA

要旨：食用の海藻「海ぶどう」に付着し食中毒の原因となる腸炎ビブリオの除菌方法を確立するため、各種有機酸、次亜塩素酸を用いた薬剤による除菌方法と、紫外線殺菌海水と強曝気による物理的洗浄方法の検討を行った。実験的に海ぶどうに腸炎ビブリオを付着させ、各種条件にて除菌効果と海ぶどうに与えるダメージ等を調べた結果、有機酸では、0.25% 酒石酸 1 分間処理、次亜塩素酸ナトリウムでは、濃度 1～3 ppm 処理したのちパッキングすると菌の再増殖が認められた。しかし、濃度 1 ppm で 1 分間作用させた後、チオ硫酸ナトリウムで中和し 1 日養生することを 2 回繰り返す方法（1 ppm 次亜塩素酸中和法）では、 6.4×10^3 MPN/g 付着していた腸炎ビブリオは平均 2.1 MPN/g まで除菌した。1 t 水槽と海ぶどう 25 kg 規模の現場実証試験においては、1 ppm 次亜塩素酸中和法、および殺菌海水とエアレーションによる物理的洗浄方法は良好な除菌効果が得られ、清浄化前に 26.1% 検出された腸炎ビブリオは、いずれも不検出となり、再増殖も認められなかった。

Key words: 海ぶどう, *Caulerpa lentillifera*, 腸炎ビブリオ, *Vibrio parahaemolyticus*, 除菌法, Disinfections

I はじめに

海ぶどう (*Caulerpa lentillifera*, クビレヅタ) は、ブドウの房状をした食用海藻で、沖縄独特の食材として需要も高く、2006 年の推定生産量は 214 t で、生産額 6 億 6,000 万円を超える県の重要な水産業へと急激に成長した。現在流通している海ぶどうのほとんどは陸上養殖により生産されたものである。その養殖方法は、まず、種苗となる母藻（茎）を網ではさみ池に沈め、マダイの固形飼料を肥料として与え増殖させる。約 30～40 日後に伸長したブドウ状の葉部をつみ取り、養生後、海ぶどうとして出荷している。

海ぶどうは、内部に隔壁がない非常に大きな単一細胞で構成されている。水温や浸透圧の影響を受けやすく、15℃以下の温度では房がしぼみ、真水につけると膨張し品質が劣化する。そのため室温で保存・流通し、出荷前に水道水で洗浄することも出来ない。また、生で食べる食材であるため加熱は行わない。そのために食中毒の予防対策が困難であり、腸炎ビブリオ (*Vibrio parahaemolyticus*) 食中毒のリスクが高く、沖縄県では海ぶどうに関連した食中毒が数件発生している^{1),2)}。

我々はこれまでに「海ぶどう養殖の各工程および製品の細菌学的汚染調査」を実施した。その結果、ほとんどの製品は食品衛生法で定められている生鮮魚介類の規格基準以下（製品 1 g あたりの腸炎ビブリオ菌数 100 個以下）であったが、養殖の各工程から腸ビが検出され、製品の 19% が腸炎ビブリオに汚染されていることや、水道水で洗浄を試みても除菌できないこと等が判明した³⁾。

海ぶどうによる健康被害を未然に防止し、今後も産業が持続的に発展するためには、海ぶどうの清浄化方法を確立することが不可欠である。今回は海ぶどう養殖工程において、海ぶどうに付着する腸炎ビブリオを効果的に除菌する方法について検討を行った。

II 方法

除菌剤の候補を選定するため、海ぶどうに付着している海洋細菌数の除菌率を指標に、様々な薬剤（植物系、ヨード系、アルコール系、界面活性剤等）と各種条件（濃度、時間等）による除菌方法を試みた。海ぶどうに与えるダメージが少なく、安価・短時間処理で海洋細菌に対する除菌効果があった「0.25% 酒石酸 1 分間処理」および

* 本研究は地域イノベーションクラスタープログラム都市エリア型（一般）沖縄湾岸エリア マリンバイオ産業創出事業費によって実施した。

** 沖縄県水産業改良普及センター

「低濃度次亜塩素酸ナトリウム（以下、次亜塩素酸）1分間処理」を中心に、腸炎ビブリオを付着させた海ぶどうを用いた室内実験により除菌方法を検討した。また、実際の養殖場において現場実証試験を実施した。

1. 有機酸および次亜塩素酸の腸炎ビブリオに対する最小殺菌濃度

食品に添加可能な12種類の有機酸について、腸炎ビブリオに対する最小殺菌濃度（ $2.0\sim 4.0\times 10^6$ /ml濃度の腸炎ビブリオを50/ml以下に殺菌するための薬剤の濃度）を調べた。実験操作は、抗菌製品技術協議会の「最小殺菌濃度測定法Ⅰ：MBC（2003年度版）測定法」に従い実施した。使用した菌株は *V. parahaemolyticus* NBRC 12711株で、実験に使用した培地および希釈液には腸炎ビブリオの発育を促すため3% NaClを加えた。

2. 有機酸による清浄化

有機酸の最小殺菌濃度の結果、海水への溶けやすさ及び海ぶどうに与えるダメージを考慮し、有機酸による除菌剤の候補として酒石酸を選定し、実験的に腸炎ビブリオ付着させた海ぶどうを用いて除菌効果を確認した。

（1）腸炎ビブリオ付着海ぶどうの作成

海ぶどうは実験に用いる前に炭酸ガス飽和海水に1分間漬し、甲殻類を除去したものをを用いた。10Lの海水に海ぶどう300gと腸炎ビブリオ (*V. parahaemolyticus* O3:K6, thd+の新鮮培養菌を濃度 MacFarland 5.0) を100 μ l加え、室温（28℃）にて4時間エアレーションをしながら海ぶどうに腸炎ビブリオを付着させた。余分な菌を除くため、海ぶどうを水槽から取り出し、別容器に移し、10Lの殺菌海水で2回リンスし水切りしたものを腸炎ビブリオ添加海ぶどうとして実験に用いた。

（2）海ぶどうに付着させた腸炎ビブリオに対する酒石酸の殺菌効果

腸炎ビブリオを付着させた海ぶどう100gを0.25%酒石酸海水溶液に1分間漬し、その後2Lの滅菌海水で2回リンスした。水切り後パックに入れ、殺菌直後と1日後に腸炎ビブリオの検出を行った。腸炎ビブリオの検出は、TCBS寒天培地を用いた寒天混釈法にて実施した。実験に用いた海ぶどうは、品質の悪い海ぶどうであっても清浄化できることを考慮し、比較的粒付きが悪く細い海ぶどうを用いて行い、収穫時期を換えて5回試験した。

3. 海ぶどうに付着させた腸炎ビブリオに対する次亜塩素酸の殺菌効果

予備試験で次亜塩素酸ナトリウムは、5 ppm以上の濃度で瞬時に海ぶどうにダメージを与え、1 ppmの海水溶液に一晩漬けても除菌効果が低いことが確認された

そこで本報では、1～3 ppm濃度の次亜塩素酸海水溶液に1分間、1～2回処理する条件で実験区を設定し腸炎ビブリオ付着海ぶどうを用いて除菌効果を試した。腸炎ビブリオの検出方法は、食品添加物の規格基準「生鮮魚介類の腸炎ビブリオ検査法」（以下、MPN法）に従い実施した。

（1）低濃度次亜塩素酸による殺菌

実験区1～5を下記の様に設定した。各実験区において1回目の除菌後、包装直後および7日間保存後にMPN法にて腸炎ビブリオの定量試験を実施した。各実験区には次亜塩素酸を添加していないコントロールを置き同様に試験した。試験の再現性をみるため、各実験区ともに5回くり返し測定した。

1) 実験区1：滅菌海水2Lに濃度が1 ppmになる様に次亜塩素酸を加え、腸炎ビブリオ付着海ぶどう100gを加え1分間漬した後、滅菌海水で1回リンスし再び2Lの海水で1日養生した後、容器包装した。

2) 実験区2～4：滅菌海水2Lに濃度がそれぞれ1 ppm, 2 ppm及び3 ppmになる様に次亜塩素酸ナトリウムを加え、腸炎ビブリオ付着海ぶどう100gを加え1分間漬した後、滅菌海水で1回リンスし再び2Lの海水で1日養生した（除菌1回目）。翌日再度1 ppm, 2 ppmおよび3 ppmの次亜塩素酸海水溶液に1分間漬し同様の操作で除菌した後、容器包装した。

3) 実験区5：滅菌海水2Lに濃度が1 ppmになる様に次亜塩素酸を加え、腸炎ビブリオ付着海ぶどう100gを加え1分間漬した後、滅菌海水で1回リンスし再び2Lの海水で1日養生した（除菌1回目）。翌日再度1 ppmの次亜塩素酸海水溶液に1分間漬し同様の操作で除菌した後、さらに1日追加養生した。その後容器に包装した。

（2）1 ppm次亜塩素酸中和法

1 ppmの次亜塩素酸を含む海水10Lに腸炎ビブリオ付着させた海ぶどう500gを入れ1分後に1.5 ppmのチオ硫酸ナトリウム（以下、チオ硫酸）で中和した（除菌1回目）。その後エアレーションしながら海ぶどうを回転させ途中海水を1回換水した。1日養生した後、翌日、同様な操作にて2回目の除菌を行いさらに1日追加養生した。その後容器に包装した。コントロールとして①1 ppmの次亜塩素酸を添加後、チオ硫酸で中和せずにエアレーションと換水のみで洗浄した場合と、②次亜塩素酸を添加せず、殺菌海水にてエアレーションと換水のみによる洗浄を行った。試験に用いた海ぶどうは粒付きの良く品質の良い海ぶどうを用いた。また、試験の再現性を確認するため10回繰り返して行った。

4. 現場実証試験

室内実験での結果を受け、現場で適応可能と判断された次亜塩素酸中和法および物理的洗浄方法による除菌効果を確認するため、2010年8月～10月に恩納村および読谷村漁業組合海ぶどう養殖施設において現場実証試験を実施した。実験に用いた海ぶどうは、摘み取り後数日養生したもので、脱水後に海ぶどうから滲出する液が重量の2%以下の良品を選別し試験に用いた。試験は1t水槽1ロット25kgを使用した。海水は紫外線殺菌され海洋細菌数が100 cfu/ml以下のものを使用した。試験に供したロット数は合計23ロットで、すべての海ぶどうは試験前に炭酸ガスを飽和させた海水に1分間漬し、付着している甲殻類を除去した。その後、炭酸ガスによるダメージを回復させるため1tの海水でエアレーションを行いながら1日養生させた。洗浄は、下記に示す次亜塩素酸中和法と物理的洗浄法の2つの清浄化法を行い、清浄化前後の菌数と1週間保存後の菌数とを比較した。試験の対象群として同時期に県内で販売されている海ぶどう36検体を購入し、同様に腸炎ビブリオの定量試験を行った。

(1) 次亜塩素酸中和法

海ぶどうが25kg入った1t水槽に、濃度1ppmになる様に次亜塩素酸を添加し、1分後、濃度1.5ppmのチオ硫酸で中和した。その後、エアレーションを行いながら海水をオーバーフローさせ1日養生した。翌日、同様な操作にて殺菌を行いさらに1日追加養生した。その後、脱水し容器に包装した後、室温27℃にて7日間保存した。除菌前、包装直後および7日間保存後に、MPN法にて腸炎ビブリオの定量試験を実施した。

(2) 物理的洗浄方法

炭酸ガスにて甲殻類を除去し1日養生した海ぶどうを、継続してエアレーションで曝気しながら紫外線殺菌海水を流量約100L/h(1日に水槽2.4回転)にてオーバーフローさせながらさらに2日間洗浄・養生した。洗浄中に壁面に付着する汚れを1日1回拭き取った。

Ⅲ 結果

1. 有機酸および次亜塩素酸の腸炎ビブリオに対する最小殺菌濃度

表1に腸炎ビブリオに対する次亜塩素酸および7種類の有機酸の最小殺菌濃度(MBC)を示す。比較対象として銀標準液のMBCを測定したが、反応時間60分のMBCが0.37 μg/mlで試験成立の条件0.025~0.2 μg/mlを超えていた。これは、希釈液の塩化ナトリウムと反応し塩化銀が析出したため抗菌力が低下したためと考えられ、試験

条件は成立したと見なした。試験の結果から、1分間で10⁶/mlの腸炎ビブリオを死滅させる濃度は、次亜塩素酸6 μg/ml, フマル酸800 μg/ml, 酒石酸, リンゴ酸およびクエン酸6400 μg/ml, コハク酸, 酢酸およびアスコルビ

表1. 有機酸および次亜塩素酸の腸炎ビブリオに対する最小殺菌濃度(MBC).

Table. 1. The Minimum bactericidal concentration (MBC) of amino acids and sodium hypochlorite for *Vibrio parahaemolyticus*.

Solutions	MBC μg/ml (ppm)		
	Reaction time 60 min	5 min	1 min
次亜塩素酸ナトリウム Sodium hypochlorite solution	0.37	3	6
フマル酸 Fumaric acid	12.5	400	800
酒石酸 L-Tartaric acid	25	800	6400
リンゴ酸 DL-Malic acid	25	800	6400
クエン酸 Citric acid	25	800	6400
コハク酸 Succinic acid	25	1600	>6400
酢酸 Acetic acid	50	3200	>6400
アスコルビン酸 Ascorbic acid	50	6400	>6400
銀標準液 Silver standard solution	0.4	6.4	51.2

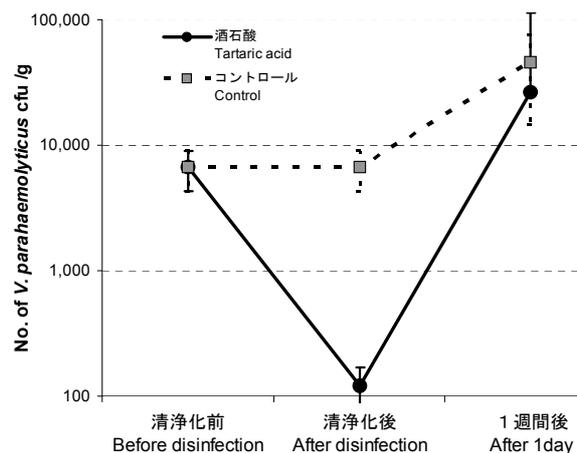


図1. 0.25%酒石酸海水溶液にて1分浸漬した時の海ぶどうに付着した腸炎ビブリオの殺菌効果.

Fig. 1. Disinfection effect of 0.25% tartaric acid against *V. parahaemolyticus* experimentally attached on *C. lentillifera*.

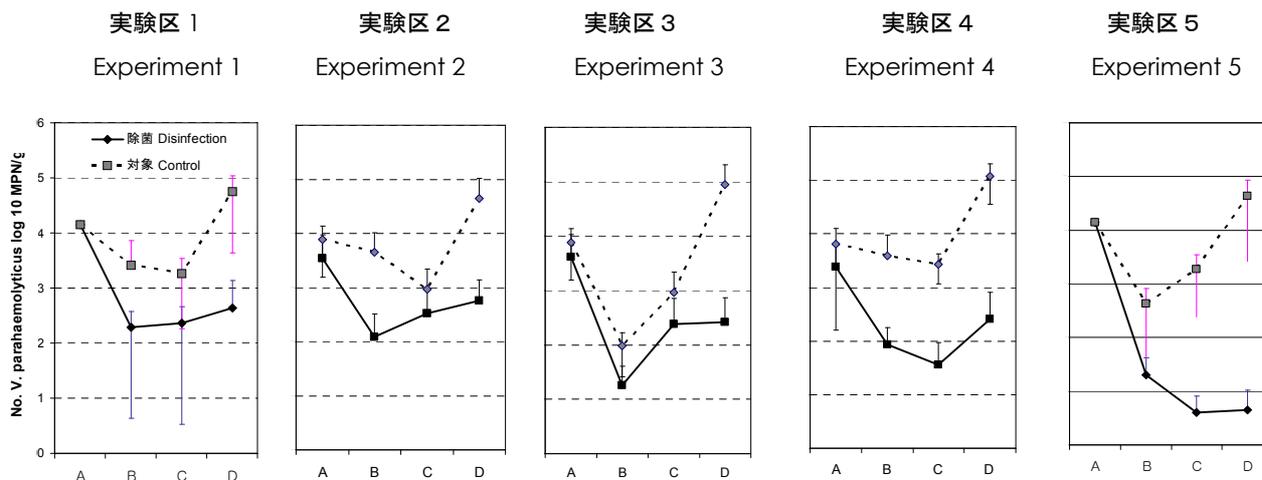


図2. 低濃度次亜塩素酸による海ぶどうに付着させた腸炎ビブリオの除菌. 1 ppm で1分間除菌した後1日養生することを2回くり返すことにより除菌効果が高く再増殖もみられない. (実験区1): 1 ppm 次亜塩素酸で除菌し1日養生した後包装した. (実験区2): 3 ppm 次亜塩素酸ナトリウムで除菌し1日養生し翌日さらに3 ppm で除菌し包装した. (実験区3): 2 ppm 次亜塩素酸ナトリウムで除菌した後1日養生し翌日さらに2 ppm で除菌し包装した. (実験区4): 実験区2と同様に1 ppm 次亜塩素酸をにて除菌した. (実験区5) 1 ppm 次亜塩素酸で除菌後1日養生し, 翌日再度1 ppm で除菌し1日追加養生した後, 容器に包装した. A: 除菌前, B: 除菌1回目, C: 容器包装後, D: 7日間保存後.

ン酸は 6400 µg/ml 以上であり, 次亜塩素酸の殺菌力が最も高かった. 有機酸ではフマル酸の殺菌力が高かったが, 海水に溶けにくい性質があった. その他, 酒石酸, リンゴ酸およびクエン酸は比較的腸炎ビブリオの対する殺菌力が高く水にも溶け

やすいため, 除菌剤の候補として有用だと考えられた.

2. 酒石酸による除菌効果

0.25%酒石酸海水溶液にて1分浸漬した場合, 海ぶどうに付着させた腸炎ビブリオ (平均 6.7×10^3 cfu /g) は, 殺菌後は検出限界である 100 cfu/g まで低下させた. しかし, 除菌1日後には, 元の菌数よりも多い 2.7×10^4 cfu/g まで再増殖していた.

3. 海ぶどうに付着させた腸炎ビブリオに対する次亜塩素酸ナトリウムの殺菌効果

低濃度次亜塩素酸による海ぶどうに付着させた腸炎ビブリオの除菌効果を図2に示した. 1 ppm 1回の処理では平均 1.4×10^4 MPN/g の腸炎ビブリオが 10^2 MPN/g まで低下したが, 菌数の低下にばらつきが見られた (実験区1). 実験区2, 3および4に示した3 ppm, 2 ppm および1 ppm で2回除菌した後に容器包装する方法は, 除菌後一端菌数の低下が認められたものの, 包装後, 7日間保存後徐々に菌の増加がみられた. 実験区5に示した1 ppm で除菌した後1日養生することを2回くり返した後に包装する方法では, 除菌効果が

最も高く包装後の再増殖も認められなかった.

4. 1 ppm 次亜塩素酸中和法

1 ppm 次亜塩素酸中和法による腸炎ビブリオ菌数の推移を図3に示す. 6.4×10^3 MPN/g 付着していた腸炎ビブリオは, 除菌1回目から菌数の低下し, 2回目の除菌と養生を終え容器包装した時点では平均菌数が 2.1 MPN/g まで減少し7日保管後も再増殖はみられなかった. また, これまで実験後菌数が増加する傾向にあったコントロールも今回の実験では減少傾向が見られた. 1 ppm の次亜塩素酸に浸漬し中和しなかった実験区ではコントロールより若干菌数が高い傾向であった.

5. 現場実証試験

1 ppm 次亜塩素酸中和法および物理的洗浄方法による現場実証試験の結果を表2に示す. 海ぶどうに付着していた清浄化前の腸炎ビブリオ陽性率は, 次亜塩素酸中和法および物理的洗浄法ともに 26.1%で, 陽性検体の平均菌数はそれぞれ 261.2 MPN /g および 13.7 MPN /g であった. 清浄化後の製品は次亜塩素酸中和法および物理的洗浄方法ともに不検出となった. 室温 27 °Cにて1週間保管した後も物理的洗浄法からは検出されず, また, 次亜塩素酸中和法による清浄化群からは1検体 (4.3%) から 6.2 MPN /g の陽性が確認されたものの, 2つの清浄化群ともに十分な除菌効果が確認できた. 一方, 対照群として検査した市販の海ぶどう製品からは腸炎ビブリオ

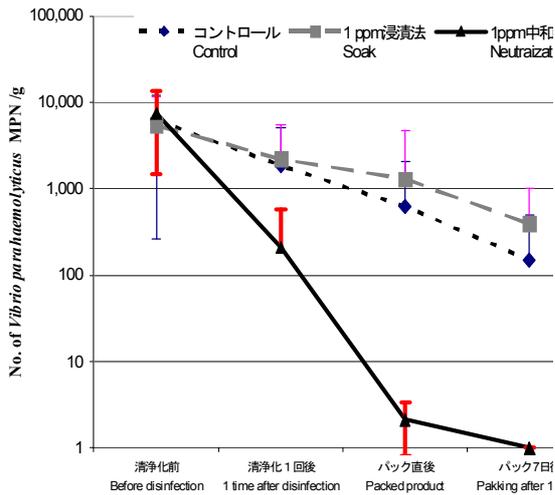


図3. 1 ppm 次亜塩素酸中和法による除菌効果試験。
Fig. 3 Disinfection effects by 1 ppm hypochlorite neutralization method.

が 27.5% 検出され、陽性検体の平均菌数は 952.5 MPN/g であった。

IV 考察

海ぶどうが関連した食中毒あるいは有症苦情はこれまでに 4 件発生しているが、フィリピンから輸入した海ぶどうが原因であったり、原因菌がアジアを中心に世界的に流行した腸炎ビブリオの血清型 O3 : K6 が検出されている。今後も海ぶどうの種苗は東南アジア地域から輸入される可能性は高く、また同時に病原性の高い腸炎ビブリオが付着し県内の養殖場を汚染する可能性も考えられるため、製品化する前に海ぶどうを清浄化することのみならず、植え付け前の母藻を清浄化することも、危害を未然に防止する対策の一つとして取り組む必要がある。

今回の研究結果より、海ぶどうの清浄化で最も重要なことは、殺菌剤等を用いて過度な刺激を海ぶどうに与えないことが重要であることが示された。つまり、次亜塩素酸を用いる場合、1 ppm の濃度で数回に分けて徐々に殺菌し、殺菌後は海ぶどうを殺菌海水で養生しながらわずかに受けたダメージを回復させることが重要である。

さらに、簡便で大量の海ぶどうを安全に清浄化する場合は、紫外線殺菌された海水を用い、強曝気でも海ぶどうを回転させ物理的洗浄し、海ぶどうから汚れを浮かせ洗い流す方法（物理的洗浄法）が最も有用であると考えられた。一方、紫外線殺菌装置がない施設においては、1 ppm の次亜塩素酸で 1 分間除菌し、その後すぐにチオ硫酸ナトリウムで中和した後、1 晩エアレーションを行いながら養生する。これを 2 回繰り返す方法（1 ppm 次亜

塩素酸中和法）が有効であると考えられる。

海ぶどうは、清浄化する前に必ず炭酸ガスを飽和させた海水に 1 分程度漬し、付着している小エビ等を除去する必要がある。小エビ等が海ぶどうに付着したままパックされると、苦情の原因になるばかりでなく、腐敗し腸炎ビブリオなどの菌を繁殖させる可能性があり、品質の劣化にもつながる。炭酸ガスによる処理でも海ぶどうはダメージを受けるため、紫外線殺菌海水で養生する事は重要である。

腸炎ビブリオ自体は、熱に弱く、また、0.65% の酒石酸で 1 分あるいは 6 ppm の次亜塩素酸ナトリウムで 1 分接触させることで 10^6 cfu/ml の菌を死滅させることができた。しかしながら海ぶどうに腸炎ビブリオを実験的に付着させて除菌を試みた場合、酒石酸 0.25%、あるいは 2 ~ 3 ppm 次亜塩素酸は、海ぶどうにわずかなダメージを与え、逆に菌を増殖させることが確認された。これは、微量の内部液が海ぶどうから滲みだし、菌が再増殖を促したと考えられる。品質の悪い海ぶどうを用いた実験ではコントロールの菌数は増加したが品質の良い海ぶどうを用いた場合は、菌数の減少が認められたことから、品質の良い海ぶどうのみを選別すれば、除菌剤を用いることなくエアレーションと換水のみで物理的に菌は落ちていくことが示唆された。

物理的洗浄法を行う場合、使用する海水は清浄で殺菌されたものでなければならない。我々は、この清浄化法の開発と平行して、清浄化に使用する海水の細菌学的管理基準値を定めるための調査を行っている。この調査では、煩雑な腸炎ビブリオの検査を行うことなく、海洋細菌数の検査を行うことで腸炎ビブリオが陰性であることを示すことを目指している。海洋細菌数の試験は乾式のフィルム培地を用いることで簡便に検査が可能である⁶⁾。この方法を用いることにより、現場で簡便に紫外線海水殺菌装置の性能評価や海水の細菌学的清浄度が判定できる。

平成 23 年 4 月に沖縄県農林水産部から「海ぶどうのブランド化指針」が示された。この指針は海ぶどうに関する「生産、衛生、流通」に関するものである。衛生に関する内容は、施設の管理に関するものの他、摘み取り養生後の選別法と具体的基準、科学的根拠に基づいた清浄化方法や清浄化に使用する海水の基準値と細菌検査法を示すとともに、海ぶどうの成分規格を生鮮魚介類の規格基準値と同じ「腸炎ビブリオ数が 100 MPN/g 以下」を目標値として定めている。冷蔵や真水洗浄が出来ない海ぶ

表2. 良品選別後に清浄化した海ぶどうの腸炎ビブリオ除菌効果現場実証試験.

Table 2. *Vibrio parahaemolyticus* disinfection tests of *Caulerpa lentillifera* in the farm.

清浄化法 Disinfection methods	検体数 Samples	清浄化前 Before Disinfection				製 品 Products				1週間後 1 week after			
		陽性数 ¹⁾	陽性率 ²⁾	陽性検体の 平均菌数 ³⁾	菌数100 MPN/g以上 ⁴⁾	陽性数 ¹⁾	陽性率 ²⁾	陽性検体の 平均菌数 ³⁾	菌数100 MPN/g以上 ⁴⁾	陽性数 ¹⁾	陽性率 ²⁾	陽性検体の 平均菌数 ³⁾	菌数100 MPN/g以上 ⁴⁾
次亜塩素酸中和法 Hypochlorite neutralization	23	6	26.1%	13.7	0	0	0.0%	<3.0	0	1	4.3%	6.2	0
物理的洗浄 Physical washing	23	6	26.1%	261.2	1 (4.3%)	0	0.0%	<3.0	0	0	0.0%	<3.0	0
対照 Control	36	—	—	—	—	10	27.8%	952.6	2 (5.6%)	—	—	—	—

1) No. of samples, 2) Positive ratio, 3) Mean No. of *V. parahaemolyticus*, 4) No. of > 100 MPN /g in positive samples.

どは、菌の制御が難しいといえるが、この衛生管理指針を遵守することで目標達成できると考えている。2010年には、これまで個々に活動してきた生産者が一つにまとまり「沖縄県海ぶどう生産者協議会」が設立された。今後はこの協議会を中心に、安心・安全で高品質な海ぶどうが生産されることが期待される。

<謝辞>

海ぶどうの現場実証試験において施設を提供して頂いた恩納村漁業協同組合、および読谷村漁業協同組合海ぶどう養殖施設の當眞亮氏、山内卓氏および、海ぶどうブランド化事業衛生ワーキングチームの沖縄県水産課の小澤明子氏、沖縄県海ぶどう生産者協議会の矢野美沙氏、沖縄県水産海洋研究センターの玉城栄信氏に、深謝いたします。

V 参考文献

1) 幸喜得真・宮平誠人・大野明美・小渡静男(2004) 海ぶどうが原因と推定される有症苦情事例. 第35回沖縄県衛生監視員研究発表会抄録, pp.3-4.
 2) 笠原文子・伊元信治・櫻井秀樹・吉田崇・盛島明隆・

金城康政 (2006). 腸炎ビブリオ菌を原因とした食中毒事例について. 第37回沖縄県衛生監視員研究発表会抄録, pp.3-4.
 3) 久高潤・糸数清正・平良勝也・仁平稔・岡野祥・中村正治・岩永節子・富永正哉・大野惇 (2008) 海ぶどう(クブレヅタ)の養殖工程および製品の細菌学的汚染調査. 食品衛生学雑誌, 49: 11-15.
 4) 久高潤・玉那覇康二・糸数清正・平良勝也・仁平稔・岡野祥・北原章生 (2010) 海ぶどう生産の衛生管理技術開発—ペトリフィルム ACP を用いた海洋細菌の定量法—. 第42回沖縄県公衆衛生学会・大会抄録集, pp.11-12.
 5) Buck, J. D. and Cleverdon, R. C. (1960) The spread plate as a method for the enumeration of marine bacteria. *Limnol. Oceanogr.*, 5:78-80.
 6) Kudaka, J., Horii, T., Tamanaha, K., Itokazu, K., Nakamura, M., Taira, K., Nidaira, M., Okano, S., and Kitahara, A. (2010) Evaluation of the petrifilm aerobic count plate for enumeration of aerobic marine bacteria from seawater and *Caulerpa lentillifera*. *J. Food Prot.*, 73: 1529-1532.