

1. 委託事業名 : マイクロバブルとオゾンを利用した新しい野菜洗浄・殺菌装置の開発

2. 委託事業者名

委託先団体 : 株式会社 ケーイーコーポレーション

連携大学 : 静岡県立大学環境科学研究所坂口教授

3. 研究成果概要

弊社は、食品や食材等の鮮度維持を目的とした冷熱技術を得意とする企業であり、野菜洗浄・異物除去機を開発している。低濃度オゾンで殺菌効果を生み出す為にマイクロバブルと組合わせた新しい洗浄方法として今回の研究を行った。

洗浄殺菌効果と洗浄後の野菜活性（鮮度保持）の効果が従来の洗浄機と比べて非常に良いものであれば、今後の食品業界でも画期的な洗浄方法であり、より一層食の安全・安心という事で貢献できると考えている。

従来の洗浄方法の課題とは、以下の通りである。

- ・ マイクロバブルを利用した新しい洗浄方法として、皮膚病を患っているペットのお風呂、温泉設備、下水道処理等で既に商品化されているが、食品業界での導入は未だない。  
例えばブロッコリーやレタス、キュウリのデコボコ部等、従来の洗浄機では、洗浄水等が入り込まずにうまく洗浄が出来ない。
- ・ 通常殺菌洗浄はオゾンか次亜塩素酸ナトリウムを使用する事が多い。  
次亜塩素酸ナトリウムの場合その濃度は高濃度（200ppm～300ppm）であり、1次洗浄の後にリンスの為に2次洗浄が必要となる。また、次亜塩素酸ナトリウムの場合低温だと効果が悪い為、一般的には15℃～20℃の水温で洗浄する。
- ・ オゾン殺菌の場合その濃度も高濃度（20ppm～30ppm）であり、オゾンは揮発性の為1度の洗浄で十分殺菌効果が得られる。しかし、前述の通りブロッコリーやレタスなどは洗浄水が届かず期待する効果が見られない。

これらの課題を解消する為、マイクロバブルを使った洗浄、オゾンを組合わせた新しい洗浄装置を開発した。実際に洗浄した野菜の菌数を調べ、また洗浄して数時間経過後の鮮度について調査し、マイクロバブル・オゾン洗浄の効果を検証した。

また、静岡県立大学・坂口教授の協力で、装置としての完成度を高めマイクロバブル発生の方について開発した。

マイクロバブルの発生は、外部からの空気をポンプで水と混ぜ合わせて水槽へ送る水の中に数十ミクロン以下の小さな気泡が含まれる事で成立されるが、水と混ぜ合わせる空気の量や配管の形状などにより気泡の大きさが安定しなく大変苦労した。また、気泡中にオゾンを含ませることで配管の材質やポンプの仕様等を耐オゾン仕様としなくてはならない為、材料選定にも考慮することが必要であった。実際に本研究では、マイクロバブルが発生できるように何度も実験を重ねて独自のシステムにより2つの組み合わせが可能となった。

静岡県立大学の坂口教授からは、マイクロバブルを発生させるために、様々なアドバイスを頂き例えば界面活性剤についての仕組みを教えてください、マイクロバブルを効率よく発生させる為に例えば超音波を利用したらどうかなどの検討をして頂いた。



写真 1：装置

(左 マイクロバブル発生装置 / 右 オゾン発生装置 / 奥 洗浄用水槽)



写真 2：発生しているマイクロバブルオゾン

#### 【細菌検査】

実施日：H23年2月16日（水）

場 所：株式会社テクノスルガ・ラボ

菌の種類：大腸菌、黄色ブドウ球菌、セリウス菌

検査野菜：ブロッコリー各 300g、レタス各 30g

検査方法：3種類の菌液をつくり、野菜を1時間漬けて菌を付着させる。

以下の方法で洗浄をし、洗浄した野菜のなるべく中心部を摘出しその部分に残っている菌を調べる。

目 的：菌の除去に一番有効的な洗浄方法を見出す。

洗浄方法：① 水道水での洗浄（1分間）

② 特別水での洗浄（1分間）

③ マイクロバブル洗浄（1分間）

④ マイクロバブルオゾン洗浄（1分間）オゾン濃度 0.8ppm

⑤ マイクロバブルオゾン洗浄（2分間）オゾン濃度 3.2ppm



写真3：野菜を菌液に漬けて菌を付着させている様子



写真4：付着させて菌の原液



写真5：オゾン濃度を測定している様子



写真6：マイクロバブルオゾンが発生している様子



写真7：野菜（ブロッコリー）をマイクロバブルオゾンで洗浄している様子



写真8：野菜の中心部を摘出している様子  
左 ブロッコリー / 右 レタス



写真11：野菜（レタス）を生理食塩水に浸し残菌を抽出している様子



写真12：野菜に残った菌を寒天培養をしている様子

## 結果

SIID	検体名	菌数 (cfu /g)
9863-01	未洗浄 ブロッコリー	$6.0 \times 10^4$
9863-02	未洗浄 レタス	$6.6 \times 10^4$
9863-03	流水洗浄 ブロッコリー	$6.7 \times 10^2$
9863-04	流水洗浄 レタス	$4.7 \times 10^3$
9863-05	特別水 ブロッコリー	$1.0 \times 10^4$
9863-06	特別水 レタス	$4.4 \times 10^3$
9863-07	マイクロバブル ブロッコリー	$4.0 \times 10^3$
9863-08	マイクロバブル レタス	$6.7 \times 10^3$
9863-09	マイクロバブルオゾン (3ppm) 1分ブロッコリー	$7.1 \times 10^3$
9863-10	マイクロバブルオゾン (3ppm) 1分レタス	$3.8 \times 10^3$
9863-11	マイクロバブルオゾン (3ppm) 2分ブロッコリー	$5.0 \times 10^3$
9863-12	マイクロバブルオゾン (3ppm) 2分レタス	$8.3 \times 10^3$

マイクロバブルオゾンで2分洗浄した野菜が一番殺菌能力があり、流水洗浄では菌は除去しきれないと想像していたが、上記結果によると流水洗浄が菌の除去には一番効果があった。

考えられる理由としては、流水洗浄に用いた水道水にはカルキが含まれている為カルキによる殺菌効果が発揮されたのではないかと考えられる。



今回の実験で出た内容は結果として受け止め、実際にカット野菜工場で洗浄されるのと同じ条件で検査を再度する必要があると思う。今回の補助金での試験はここまでとなるが、改めて再実験の日程を調整し試験を試みたい。

最後に、本研究では今まで例のなかった食材（主に野菜や果物）の殺菌洗浄で活用できないかと考えた。実験や研究をした結果、更なる向上の為にはまだ知識や時間・費用を要することになると思うが安心して安全な食材を提供するという事から考えると、得られた知識や技術も多く薬品を使わずにより効果的に殺菌洗浄をする必要性も感じられた。

今後は、本研究で得られたデータなどを食品加工会社やそれに携わる業界において開示していき新しい殺菌洗浄方法を習得していきたい。