

令和6年度食品衛生基準科学研究費補助金（食品安全科学研究事業）
「我が国における生物的ハザードとそのリスク要因に応じた規格基準策定のための研究」
分担研究報告書

食品における微生物汚染実態等に関する研究

研究分担者	山崎栄樹	国立医薬品食品衛生研究所 食品衛生管理部
研究協力者	金子真奈	鎌倉女子大学 家政学部
	齋藤里歩	鎌倉女子大学 家政学部
	長谷川あや	鎌倉女子大学 家政学部
	矢崎伶奈	鎌倉女子大学 家政学部
	山本詩織	鎌倉女子大学 家政学部
	上間匡	国立医薬品食品衛生研究所 食品衛生管理部

研究要旨：加熱による殺菌が難しい果物等については、次亜塩素酸ナトリウムを用いた殺菌方法が広く利用されているところである。本研究では、アイスクリームの副原料として利用される果物に対する次亜塩素酸ナトリウムを用いた適切な殺菌方法および殺菌効果の評価方法について検討する目的で、次亜塩素酸ナトリウムを用いた殺菌過程における有効塩素濃度変化と生菌数変化について検証を行った。連続式遊離塩素濃度モニターを用いたリアルタイムモニタリングの結果、次亜塩素酸ナトリウム処理過程における有効塩素濃度の減少度は対象となる果物種によって大きく異なることが明らかとなった。加えて、生菌数を指標とした殺菌効果の検証においても、果物種によって殺菌効果が大きく異なる事が明らかとなった。また、処理工程を通した有効塩素濃度の減少度と生菌数の減少度を比較した結果、両者に相関は確認されなかった。以上の結果は次亜塩素酸ナトリウムによる殺菌においては、原材料等の特性を勘案しつつ、製造基準と成分規格を組み合わせた慎重な管理が必要であることを示すものである。

A. 研究目的

「乳及び乳製品の成分規格等に関する命令（乳等命令）」ではアイスクリームの製造方法の基準として「アイスクリームの原料は、68℃で30分間加熱するか、又はこれと同等以上の殺菌効果を有する方法で殺菌すること」されている。アイスクリーム製造においては、そのフレーバーを決定づける副原料として様々なものが利用されて

いるが、果物の様に加熱によってその風味特性が失われてしまうものも多い。そのため加熱以外での殺菌について様々な方法が検討されているものの、現状では多くの事業者において「大量調理施設衛生管理マニュアル」¹⁾を参照した次亜塩素酸ナトリウム（200 mg/Lで5分間又は100 mg/Lで10分間）を用いた殺菌方法が利用されているところである。

次亜塩素酸ナトリウム溶液中の有効残留塩素濃度は溶液中の有機物やpHの影響を受け変化することが知られている。宮村ら²⁾はキャベツ、ニンジン、白ネギ、ゴボウ、白菜、タマネギ等の野菜を次亜塩素酸ナトリウム溶液を用いて殺菌した場合、殺菌液へ野菜を投入後に直ちに有効塩素濃度が低下する事を報告している。加えて、野菜投入後の有効塩素濃度の低下度合いが野菜の種類によって異なることも確認しており、これらの結果から野菜に対する次亜塩素酸ナトリウム等を用いた殺菌工程における塩素濃度モニタリングの重要性を指摘している。

本研究では、アイスクリームの副原料として利用される果物に対する次亜塩素酸ナトリウムを用いた適切な殺菌方法および殺菌効果の評価方法について検討する目的で、複数の果物に対して次亜塩素酸ナトリウム溶液を用いた際の有効塩素濃度変化と生菌数変化について検証を行った。有効残留塩素濃度については詳細な解析を行うために連続式遊離塩素濃度モニター²⁾を用いたリアルタイムモニタリングを行った。

B. 研究方法

有効塩素濃度 100 ppm に調整した次亜塩素酸ナトリウム溶液に果物を皮付きのまま投入し、ゆっくりと攪拌しながら 2.5、5、7.5、10 分間の処理を行った。処理中の次亜塩素酸ナトリウム溶液の有効塩素濃度は残留塩素濃度モニターUP-400CL (HORIBA Advanced Techno) を用いてリアルタイムモニタリングした。処理後の果物は水道水にて流水洗浄したのちに、アルコール消毒したナイフを用いて外皮と果肉を

分離し、生菌数測定用試料とした。生菌数測定においては、試料を 9 倍容 (w/v) のリン酸緩衝生理食塩水に懸濁して試料原液とした後に、10 倍段階希釈系列を作成後、各段階希釈液の 1.0 mL をペトリフィルムTM生菌数測定用プレート: AC プレート (NEOGEN) に接種し、35 °C で 48 ± 2 時間の培養後に形成された定形集落を計測することで生菌数を算出した。

C. 結果

アイスクリームの副原料として使用される果物はピューレ状にした後に主原料と混和して使用される他、果物の形状を残したまま使用されるなど処理方法も様々であり、また、使用される果物種についても多種多様である。本研究では、アイスクリームの副原料として使用される果物の中から代表的なものであると考えられるいちご、グレープフルーツ、りんご、キウイ、みかんおよびメロンを選択し、一般家庭用として販売されているものを購入して使用した。入手した果物について本研究で評価指標とする生菌数測定方法への適用性の検証を目的として、洗浄消毒前の果物の外皮および果肉 (いちごの場合は全果実) を検体として検査を行ったところ、いちご、グレープフルーツおよびりんごにおいては本研究で用いた測定系にて外皮および果肉のいずれにおいても生菌数が検出されなかった。そこで以降の検討においては、キウイ、みかんおよびメロンを検体として利用した。

キウイ、みかん、メロン等の皮付きの果物についてはアイスクリームの副原料として利用される場合には果肉のみを利用する

ことが一般的であるが、これらの果物に対しても殺菌工程については皮付きのまま実施する事が一般的であるため、本研究においても皮付きのまま殺菌処理を行った。また、殺菌処理工程では果物量に対して過剰量の次亜塩素酸ナトリウム溶液を用いるというよりも果物に対してかぶる程度の溶液量を用いる事が一般的であると考えられたため、各果物種について表1に示す個数と溶液量の割合で処理を行った。100 ppmに調整した次亜塩素酸ナトリウム溶液に果物を投入後、遊離塩素濃度をリアルタイム測定するとともに、2.5、5、7.5、10分後に果物を取り出した。取り出した果物は「大量調理施設衛生管理マニュアル」に従って流水（水道水）を用いて十分にすすぎ洗いをを行ったのちに、アルコール消毒したナイフを用いて外皮と果肉を分離し、生菌数測定を行った。その結果、外皮については高濃度の生菌が検出された一方で、果肉については一部の検体で非常に低濃度の生菌が検出されたのみであり、ほとんどの検体で検出限界以下の結果となった。各果物の遊離塩素濃度の変化と各処理時間における外皮の生菌数を図1に示す。遊離塩素濃度については、果物投入後にキウイにおける急激な減少と、みかんにおける緩やかな減少が観察された一方で、メロンについては処理時間内に大きな変化は観察されなかった。この結果は、果物種によって遊離塩素消費の度合いが大きく異なることを示唆しているものと考えられた。一方で、生菌数については、みかん、キウイに比較してメロンで処理時間に応じた有意な減少が観察された。メロンで観察された有意な生菌数減少が処理時間を通じた遊離塩素濃度の維持に

よるものかを検討する目的で、処理開始後に急激な遊離塩素濃度減少が観察されたキウイに対する更なる検討を行った。すなわち、キウイにおいて処理量を次亜塩素酸ナトリウム溶液1.5 Lあたり2個に減少させ、同様の処理を行った（図2）。その結果、次亜塩素酸ナトリウム溶液に対して少ない処理個数での消毒においては、処理時間を通じて遊離残留塩素は高濃度で維持されていたが、生菌数については処理量が多い場合（図1, A）に比べて有意な低下は観察されなかった。以上の結果は、次亜塩素酸ナトリウムによる殺菌効果は果物種ごとに大きく異なることを示唆するものであると考察された。

D. 考察

アイスクリーム類製造事業者向けの「HACCPの考え方を取り入れた衛生管理のための手引書」³⁾においては副原料について、主原料の加熱殺菌後に添加する場合は殺菌済みのものを使用することとされている。アイスクリームの副原料については、ナッツ類の様に加熱殺菌が可能なものも存在するが、果物の様に加熱殺菌が難しいものも多く存在する。このため、事業者においては、その殺菌方法について苦慮し様々な取り組みが実施されているところである。現在、最も一般的に利用されている殺菌方法は「大量調理施設衛生管理マニュアル」を参照した次亜塩素酸ナトリウムを用いた方法であるが、アイスクリームの副原料の様に多種多様な品目が対象である場合には、その効果について慎重な検討が必要であると考えられる。本研究では、アイスクリームの副原料として利用される果物に

ついて次亜塩素酸ナトリウム処理中の有効塩素濃度変化と生菌数減少度の解析を行った。その結果、次亜塩素酸ナトリウム溶液中の有効塩素濃度の減少度は果物種によって大きく異なる事が明らかとなった。有効塩素濃度と生菌数減少度の間に相関は確認されなかったが、次亜塩素酸ナトリウム溶液による殺菌効果は果物種によって大きく異なる事が明らかとなった。この結果は、次亜塩素酸ナトリウムを用いた殺菌工程の効果を適切に評価するためには有効塩素濃度の監視のみならず、処理後の検体の細菌検査も重要である事を示すとともに、検体の種類ごとに慎重な検証が必要である事を示すものである。このことから、加熱殺菌が難しい果物類を原料として利用する場合には、製造基準の遵守状況のモニタリングに加えて、成分規格（乳等命令においてはアイスクリーム類の微生物学的成分規格は細菌数 10^5 cuf/g以下、大腸菌群陰性と規定）のモニタリングについても重要であると考えられた。

本研究では、外皮で高濃度の生菌数が検出された一方で、果肉では一部の検体を除き、検出限界以下の結果となった。果肉にて生菌が検出された検体においては、微生物による内部汚染というよりも外皮除去の際にナイフや手指を介した外皮からの果肉汚染によるものであると考えられた。すなわち上記の結果は、果物加工工程の不備により可食部の汚染が生じる可能性が十分に考えられることを示す結果であった。果物をアイスクリームの副原料として利用する場合には、皮付きのまま殺菌したのちに外皮を除去しての利用となり、通常は外皮除去後の果肉に対する殺菌処理は行われな

い、最終製品の汚染防止のためには慎重な製造工程管理も重要となる事が示唆された。

E. 結論

本研究では、アイスクリームの副原料として利用される果物について、次亜塩素酸ナトリウムを用いた適切な殺菌方法および殺菌効果の評価方法について検討する目的で殺菌過程における有効塩素濃度と生菌数の変化について評価を行った。その結果、1) 次亜塩素酸ナトリウム溶液中の有効塩素濃度の減少度が果物種によって大きく異なること、2) 殺菌効果は有効塩素濃度の減少度とは必ずしも相関しないこと、および、3) 殺菌効果が果物種によって大きく異なることが示された。本結果は次亜塩素酸ナトリウムを用いた殺菌方法を利用する際に、原材料等の製品特性を勘案しつつ、製造基準と成分規格を組み合わせた管理が必要であることを示唆するものであると考える。

F. 研究発表

該当なし

G. 知的財産権の出願・登録状況

該当なし

H. 引用文献

1. 大量調理施設衛生管理マニュアル（平成9年3月24付け衛食第85号別添、最終改正：平成28年10月6付け生食発1006第1号）
2. 宮村和宏，三宅司郎：CCPにおける工程管理に適した遊離塩素濃度モニター

の開発, 月刊 HACCP 2024 年 8 月号
p16-20

3. 日本アイスクリーム協会- HACCP の考え方を取り入れた衛生管理のための手引書 (アイスクリーム類製造事業者向け)
<https://www.icecream.or.jp/about/haccp.html> (Accessed on March 30th, 2025)

表 1. 果物ごとの処理個数と次亜塩素酸ナトリウム溶液量

果物種	数量 (個)	果物総重量 (kg)	次亜塩素酸ナトリウム溶液量 (L)
キウイ	14	約 1.5	1.5
みかん	14	約 1.0	1.5
メロン	4	約 5.0	6.0

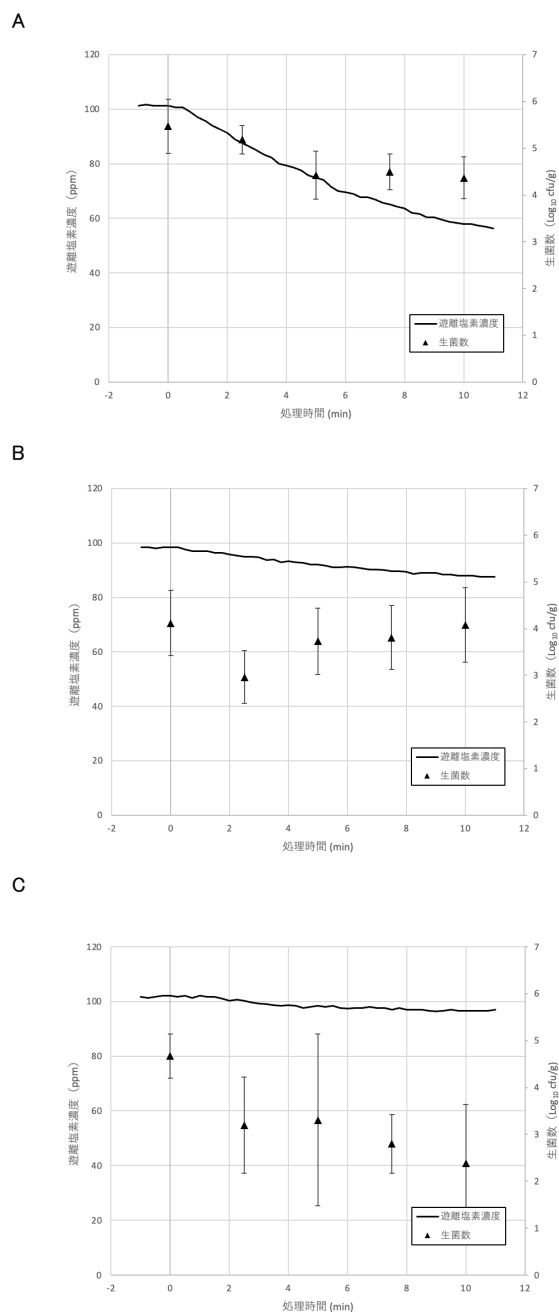


図 1 次亜塩素酸ナトリウムを用いた果物の殺菌における遊離塩素濃度と生菌数の変化

遊離塩素濃度 100 ppm に調整した次亜塩素酸ナトリウム溶液に対して、キウイ (A)、みかん (B)、メロン (C) を表 1 に示す通りの割合で投入したのちの各処理時間における遊離塩素濃度と生菌数の変化を示す。遊離塩素濃度については 3 回の独立した測定の実験結果の平均値を示し、生菌数については 3 回もしくは 4 回の独立した試行の実験結果の平均値 ± 標準偏差を示した。

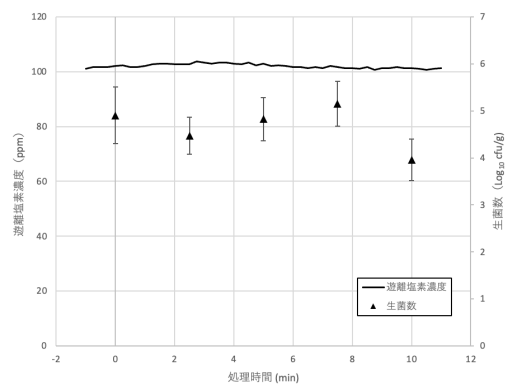


図2 次亜塩素酸ナトリウムを用いたキウイの殺菌における遊離塩素濃度と生菌数の変化

遊離塩素濃度 100 ppmに調整した次亜塩素酸ナトリウム溶液 1.5 Lに対して、キウイ 2 個を投入したのちの各処理時間における遊離塩素濃度と生菌数の変化を示す。遊離塩素濃度については 3 回の独立した測定の平均値を示し、生菌数については 3 回の独立した試行の平均値±標準偏差を示した。