

過酢酸製剤を用いた食鳥処理の可能性

小津産業株式会社 大越 俊行

はじめに

2013年4月から認可検討が進められていた過酢酸製剤が、2016年10月に食品添加物として認可された。使用対象とされている食肉、食鳥肉、野菜、果物の表面除菌において、今後日本国内での使用事例が増える事が予測されるが、運用方法は使用する対象、タイミングによって異なる。今回は過酢酸製剤を用いて食鳥処理を行った際に、どのようなメリットがあるかを考える。

1. 過酢酸製剤のまとめ

●過酢酸製剤を構成する物質

過酢酸製剤は、過酢酸、過酸化水素、酢酸、オクタン酸、1-ヒドロキシエチリデン-1,1ジホスホン酸(以下、HEDPと省略)を含有する混合物である。場合により、反応物である過オクタン酸を含む。

*オクタン酸、過オクタン酸は任意

過酢酸は、次式の平衡反応により生成される。



●過酢酸製剤の特徴

- イ：残留性がない > リンス工程不要、高濃度使用可能
- ロ：有機物による失活が少ない > 使用薬剤、使用水減少
- ハ：除菌効果が早い、強い > 品質改善、賞味期限延長
- ニ：副生成物がない > 労働環境改善、有害物質発生リスク無し

●過酢酸製剤の運用ガイドライン(過酢酸濃度)

食肉(内臓含む)：1,800ppm以下
食鳥肉(内臓含む)：2,000ppm以下

野菜、果物：80ppm以下

2. 米国の食鳥処理現状

過酢酸製剤は30年以上前に米国内で食品添加物として認可され現在に至るが、過酢酸製剤が塩素系除菌剤に代わって使用されている理由は大きく2つある。

●食鳥表面に残存する食中毒菌の制御

食鳥における食中毒菌で代表的な物がカンピロバクターである。微好気性の菌であるため、大気中では増殖しないが、ブロイラー処理場に入ってくる段階では鳥表面に付着している事がある。米国ではブロイラー処理場で処理された鶏肉はカンピロバクターフリーである事が求められることが多く、鳥表面の除菌が非常に重要となる。図1にアメリカにおける食鳥処理工程を示す。過酢酸製剤の特徴を生かしたラインが組まれており、希釈液の使い回し、高濃度処理を用いて菌数制御を行っている。特徴としては仕上げチラーと呼ばれる除菌目的のチラーがあり、ここでの高濃度×短時間の除菌処理が菌数制御の決め手となっている。

●賞味期限の延長

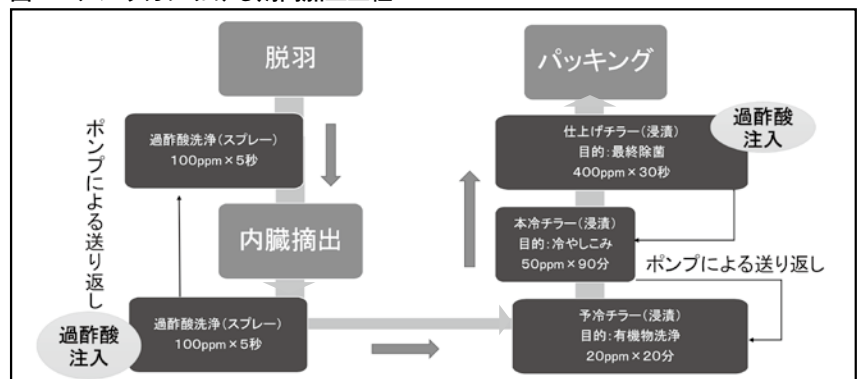
過酢酸製剤を用いた菌制御と並ん

で期待されているのが、賞味期限の延長である。食鳥肉の変敗は初期菌数に大きく影響を受け、冷蔵保存する際にはできる限り菌数を減らしておく必要がある。化学臭が無い過酢酸製剤は高濃度処理する事が可能であり、その結果鶏肉表面の菌数を下げる事ができる。同一条件で保存された場合、菌数が少ない鳥肉は保存性が高まり、結果的に賞味期限の延長ができていと考えられる。

3. 食鳥肉表面への残留と臭いの問題

上記にも記載している食鳥肉への使用上限2,000ppmというのはアメリカの使用基準と同じである。今回日本でも同様の上限が設定されたが、この数値は上限であり、適切な運用濃度かどうかは検証が必要である。ここでは、ガイドラインの上限値である過酢酸濃度2,000ppmを用いてチラー処理を行った場合、食鳥表面への過酢酸、過酸化水素の残留はどうなるかを考えてみる。鳥類は生理的代謝の機能としてペルオキシターゼ酵素、カタラーゼ酵素を生成する、過酸化水素はこれらの酵素に対して容易に反応し、

図1 アメリカにおける鶏肉加工工程



急速に破壊される。過酢酸製剤は上記に記載した平衡状態において過酢酸濃度を保っているため、過酸化水素の急激な減少は同時に過酢酸の減少にもつながる。鳥肉表面に付着した過酢酸希釈液においてはこの反応は更に早まるため、過酢酸製剤を用いて処理した食鳥表面への過酢酸、過酸化水素の残留は無いと考えられる。

チラー処理を高濃度で行った場合、処理直後の食鳥肉表面には過酢酸希釈液が付着しており僅かな酢酸臭がある。しかしながら、通常の処理工程で食鳥肉を加工していく場合、最終商品のパッケージに至るまで数分~数十分の時間を要するのが一般的であり、パック作業前にはば化学臭は無くなっていると考える。

4. 過酢酸製剤を高濃度で使用する場合の懸念点

過酢酸製剤は強力な酸化剤であるため、高濃度で長時間対象表面に接触させた場合、対象に対してタンパク変性等のダメージを生じさせ、食鳥表面の色味が変化する(脱色)可能性が高い。HACCPにおいても除菌工程はCCPに該当する可能性が高いため、濃度管理系を用いて濃度を管理する必要がある。海外の事例を見ると、濃度が高い場合の処理時間はかなり短く、1分前後の処理が行われている。仕上げチラーの導入を検討する場合はこの事例をベースとして考えられるが、既存ライン(予冷チラー+本冷チラー)での過酢酸運用を検討する場合は各処理工程の時間を把握し、適切に濃度を下げる事をお勧めする。

5. 過酢酸試験事例(日本国内)

過酢酸運用の検討を行うためには自社のラインに応じた試験を行う事が必須である。認可後すぐの導入を考えた場合、認可前からの試験が必要であるが、試験に使用した鳥肉は販売できなくなるため、認可後に試験を始めようと考えているユーザーが多い。今回日本国内の現場をお借りして実際の処理工程を前提としたフィールド試験を行う事が出来たので、その一部を下記に示す。

●第一試験 過酢酸効果検証基礎試験

検体：中抜き工程直後のと体6羽

検査方法：ふき取り検査(25cm²×3羽：合計75cm²)

検査対象：一般細菌数、嫌気性芽胞、大腸菌群、サルモネラ、カンピロバクター

希釈液容量：20L

<試験区>

A：次亜塩素酸ナトリウム(水温：0度) 40ppm×40分

B：過酢酸製剤(水温：0度) 40ppm×40分

C：過酢酸製剤(水温：0度) 1,500ppm×1分

<結果>

イ：一般生菌数(ふき取り検査)

塩素処理後、過酢酸製剤処理後の一般生菌数を図2に示す。塩素40ppm×40分処理、過酢酸40ppm×40分処理ではほぼ差はなくD2減少、過酢酸1,500ppm×1分処理では菌は検出されなかった。

ロ：大腸菌群(ふき取り検査)

塩素処理後、過酢酸製剤処理後の大腸菌群数を図3に示す。塩素40ppm×40分処理ではわずかに大腸菌群が検出されたのに対し、過酢酸40ppm×40分処理、過酢酸

1,500ppm×1分処理では大腸菌群は検出されなかった。

●ホモジナイズ処理による検証

ホモジナイズ処理を行った菌数検査の場合は毛穴内部に存在する菌の除菌も重要となる、毛穴はチラー処理時に閉じてしまう事を考えると毛穴内部の除菌は更に川上の脱羽工程時から行う必要が有る。脱羽後の工程での運用方法を考えると①チラー槽のオーバーフロー希釈液を脱羽工程後のスプレーキャビネットで再利用する②脱羽工程後に循環式のスプレーキャビネットを設置する事が適切である。スプレー使用の場合は接触時間が短いため、過酢酸濃度は浸漬に比べ濃度を高くする必要があるという点もポイントである。過酢酸濃度と同様に重要となるのがスプレー方法である。毛穴内にいる菌を除菌するためには毛穴内に希釈液が直接浸透する方法が必要であるため、スプレー数、スプレー圧力の設定も重要である。

ハ：嫌気性芽胞、サルモネラ、カンピロバクターへの効果

今回の検体では試験前の段階で全て陰性であったため、前後の比較はできなかった。

ニ：処理後の次亜塩素酸ナトリウム濃度、過酢酸濃度

試験区A、B、Cで使用した後の各除菌剤濃度を再測定した結果、表1のようになった。処理後の次亜塩素酸ナトリウムの濃度は水道水と同等レベルの濃度に低下していた事を考えるとチラー内の塩素濃度はと体が入ってきた後に速やかに下がっていく事が想像できる。そのため、現在のチラー工程では常に次亜塩素酸ナトリウムを追加し濃度を保つような対応がなされている。

図2 次亜塩素酸ナトリウムと過酢酸製剤を用いた食鳥肉表面の除菌結果(一般生菌)

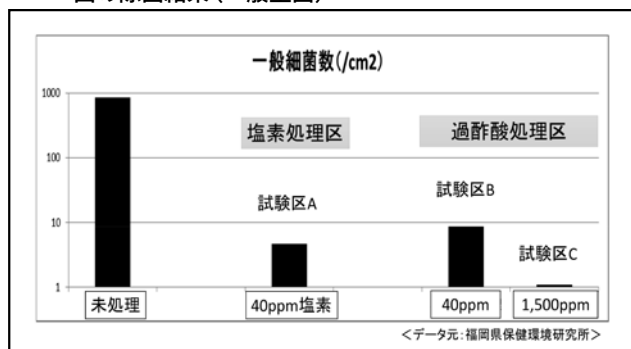
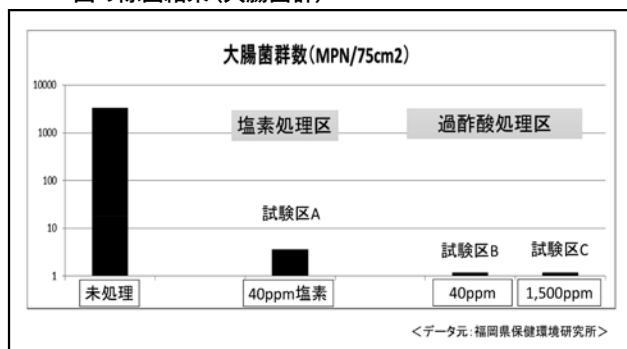


図3 次亜塩素酸ナトリウムと過酢酸製剤を用いた食鳥肉表面の除菌結果(大腸菌群)



る。過酢酸は同一工程後においても過酢酸濃度がまばろ下がないため、過酢酸原液の追加は必要ない事が分かる。今回の試験では40分後のみの濃度確認しか行わなかったため、実際にいつ塩素濃度がなくなったか、過酢酸においては何分間接触で濃度が落ちるかが確認できなかった。これに関しては、測定頻度を上げ、更に継続確認を行うことでより具体的な差が見えてくると思われる。

ホ：処理後の希釈液内の菌数

各処理工程後の希釈液内の菌数を測定したものを図4に示す。

塩素濃度が低下した次亜塩素酸ナトリウム希釈液内には一般生菌が確認できたのに対し、過酢酸希釈液からは菌が検出されなかった。過酢酸製剤使用時は希釈液内に菌が残存する可能性が少なく、対象への二次汚染リスク軽減につながる事が今回の試験から示唆された。

●第二試験 過酢酸効果検証基礎試験

試験内容一覧を表2に示す。

朝一のチラー水は有機物負荷が無い状態で除菌が行われるため、次亜塩素酸ナトリウム、過酢酸共に一定の効果は期待できる。一日中稼働させるチラーは徐々に有機物が蓄積されていくがこのような状態でも除菌効果が確実に発揮されなければ菌数は制御できない。本試験では腐敗してネトが発生している検体を用いて有機物存在下

での除菌試験を行った。

※ 評価基準：菌数を1000個 ($\log_{10}\text{cfu/g}$) 以下に抑える事で“除菌効果アリ”と評価する

※ ブランク検体：菌数= 10^8 個、有機物量=6,358mg/L

イ：本冷チラー検証

図5はネトが発生している検体の10倍希釈検体を用いて長時間接触除菌試験を行った結果である。除菌効果を得るには次亜塩素酸ナトリウムでは200ppm以上、過酢酸製剤では50ppm以上の濃度が必要であった。図6は希釈なしの検体を用いて除菌試験を行った結果である。次亜塩素酸ナトリウムでは800ppm以上、過酢酸製剤は400ppmで除菌効果を得る事が出来た。

実際、本冷チラーに入る前のと体表面の菌数が 10^7 個以下である事を考えると、本冷チラーで過酢酸運用を行う際には、50ppmを中心値として検証を進める事で効率よく最適な運用濃度を確認できると考える。

ロ：仕上げチラー検証

図7は10倍希釈検体を用いて短時間接触除菌試験を行った結果である。除菌効果を得るには次亜塩素酸ナトリウム、過酢酸製剤共に100ppm以上の濃度が必要であった。図8は希釈なしの検体を用いて除菌試験を行った結果である。次亜塩素酸ナトリウムでは濃度を800ppmまで上げて除菌効果は認められなかったのに対し、過酢酸製剤は400ppmで除菌効果を得る事が出来た。ここで補足しておきたいのが化学臭の問題である。現在国内で行われている食鳥処理工程の塩素運用濃度が100ppm前後であるのは化学臭残りが理由である。そのように

図4 40分浸漬処理後の次亜塩素酸ナトリウムと過酢酸製剤希釈液内の一般細菌数

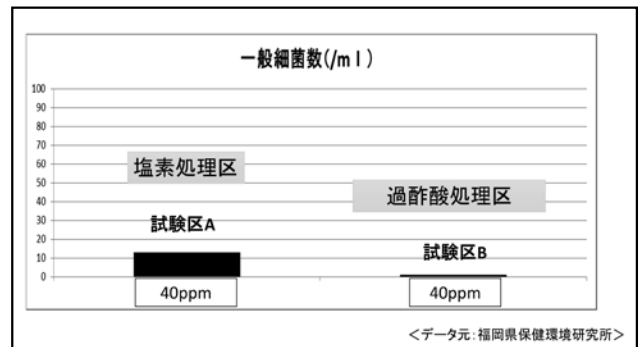


図5 次亜塩素酸ナトリウムと過酢酸製剤による除菌効果本冷チラー検証(45分間振盪、有機物635mg/L、菌数 10^7cfu/g)

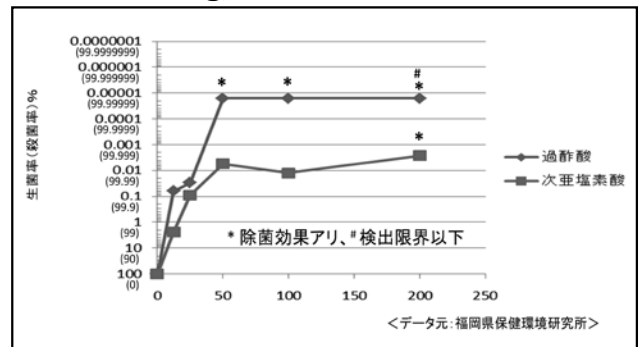


図6 次亜塩素酸ナトリウムと過酢酸製剤による除菌効果本冷チラー検証(45分間振盪、有機物6,358mg/L、菌数 10^8cfu/g)

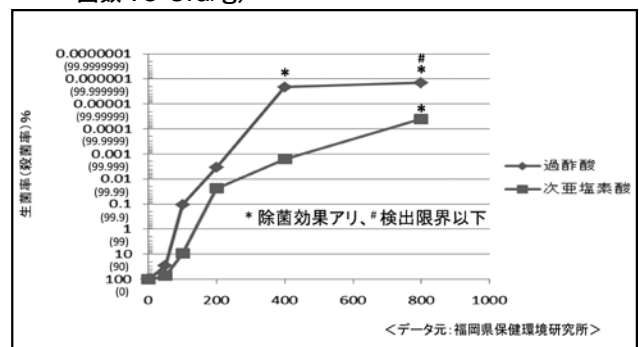


表1 浸漬処理後の次亜塩素酸ナトリウムと過酢酸製剤の有効濃度(接触時間：45分)

	塩素濃度(ppm)	過酢酸濃度(ppm)
40ppm 処理前	43	45-60
40ppm 処理後	0.12(試験区A)	45(試験区B)
1,500ppm 処理前		1,500
1,500ppm 処理後		1,500(試験区C)

<データ元：福岡県保健環境研究所>

表2 有機物存在下における過酢酸除菌効果検証一覧

試験区	接触方法	接触時間	有機物濃度	菌数
※ブランク検体：菌数= 10^8 個、有機物量=6,358mg/L				
D(図-5)	振盪	45分	635mg/L	10^7cfu/g
E(図-6)	振盪	45分	6,358mg/L	10^8cfu/g
F(図-7)	ポルテックス	1分	635mg/L	10^7cfu/g
G(図-8)	ポルテックス	1分	6,358mg/L	10^8cfu/g
H(図-9)	ポルテックス	1分	635mg/L	10^4cfu/g
I(図-10)	振盪	45分	635mg/L	10^4cfu/g

<データ元：福岡県保健環境研究所>

図7 次亜塩素酸ナトリウムと過酢酸製剤による除菌効果 仕上げチラー検証(1分間ホルテックス、有機物635 mg/L、菌数 10^7 cfu/g)

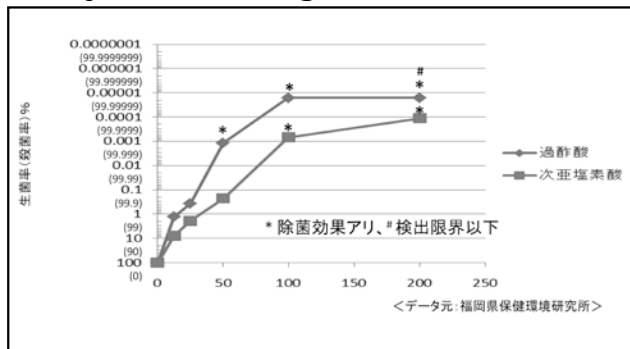


図8 次亜塩素酸ナトリウムと過酢酸製剤による除菌効果 仕上げチラー検証(1分間:ホルテックス)(有機物: 6,358mg/L)(菌数: 10^8 cfu/g)

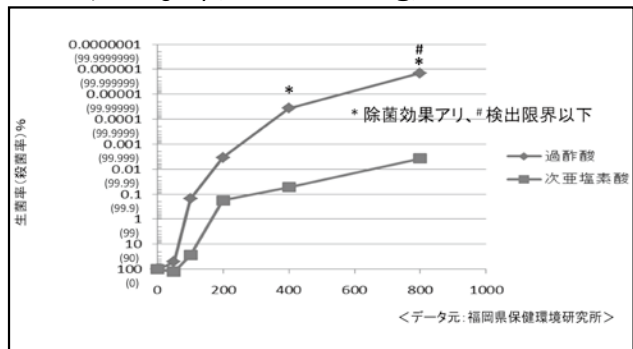


図9 次亜塩素酸ナトリウムと過酢酸製剤による除菌効果 仕上げチラー検証(1分間ホルテックス、有機物635 mg/L、菌数 10^4 cfu/g)

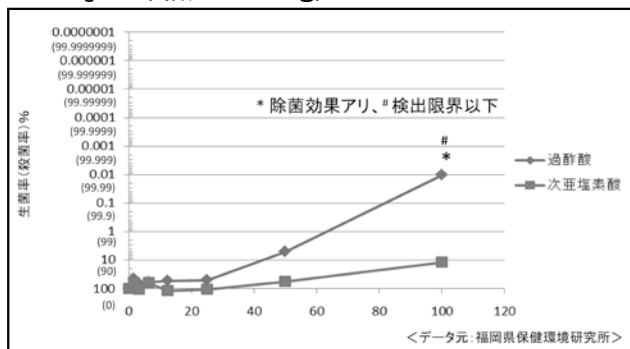
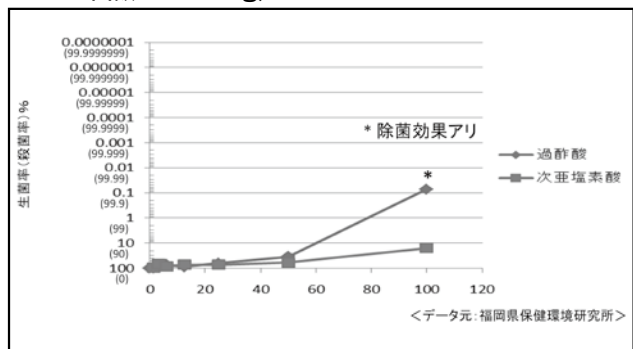


図10 次亜塩素酸ナトリウムと過酢酸製剤による除菌効果 本冷チラー検証(45分間振盪、有機物635 mg/L、菌数 10^4 cfu/g)



考えると、塩素系除菌剤は試験の効果にかかわらず、高濃度では運用が難しい除菌剤であるといえる。過酢酸が高濃度で運用できる(残留性、残臭性なし)という利点は、化学臭残りに関係なく除菌に必要な濃度を設定できる。つまり、より効果的な除菌を行える可能性を示している。

八：仕上げチラー検証

前述の検証では汚れが激しいと体を有機物が多い状態の希釈液で処理した場合の結果であるが、実際のチラー直前のと体表面の菌数はここまで多くない事が予想される。検証②では一般的にチラーに入る前のと体表面菌数を有機物の多いチラーで処理した場合

の試験である。菌数 10^4 個の検体を高有機物接触状況下×短時間接触で除菌した試験を図9に示す。有機物存在下では塩素は除菌効果を示していないのに対して、過酢酸製剤は100ppmで菌数が検出されなくなった。これにより過酢酸濃度100ppm除菌液の有機物存在下における短時間除菌効果が確認できた。次に菌数 10^4 個の検体を高有機物接触状況下×長時間接触で除菌した結果を図10に示す。短時間接触試験に続き長時間接触試験でも同様の結果となった。この事より、高有機物接触条件下でも過酢酸製剤は効果を示すことが確認された。

※短時間接触試験ではホルテックス

を使用して接触機会を大幅に増やしているため、実際の仕上げチラー(短時間処理)ではもう少し濃度を上げての運用が適切であると考えられる。

●第三試験 過酢酸運用フィールド試験

本試験における試験系を表3に示す。日本のプロイラー処理は予冷チラー+本冷チラーの形で運用されているケースが多い事を踏まえ、本試験では予冷チラー+本冷チラーでの運用試験と予冷チラー+本冷チラー+仕上げチラーでの運用試験を行った。

試験には写真1の様な容器を用いた。水200Lを入れ、氷袋を投入し処理液を5℃以下まで冷やしこんだ。更にスコルダールから汚れた水を取り、

表3 過酢酸製剤による除菌処理条件(フィールドテスト)

試験区	予冷チラー 濃度・時間	本冷チラー 濃度・時間	仕上げチラー 濃度・時間
A	100ppm、 浸漬10分、①	20ppm、 浸漬45分、②	-
B	200ppm、 浸漬1.5分、③	20ppm、 浸漬45分、④	-
C	100ppm、 浸漬10分	20ppm、 浸漬45分	800ppm、 浸漬1分、⑤

表4 過酢酸製剤による除菌効果・各試験区の一般生菌数

試験区	予冷チラー処理後	本冷チラー処理後	仕上げチラー処理後
A	①:252個	②:53個	-
B	③:334個	④:52個	-
C			⑤:9個

写真1 過酢酸運用フィールド試験の様子



<データ元:トリゼン食鳥協同組合>

各容器に約1.5Lずつ注入し希釈液の有機物濃度を上げた物を除菌液として使用した。各工程における菌数測定は表3のタイミング(①~⑤)で行った。その結果を表4に示す。

過去の実績より試験に用いたと体の平均菌数(ふき取り検査)を 10^4 個と考え、各処理工程による除菌効果の評価を行った。予冷チラー処理後の菌数は表4試験区A①、試験区B③共に 10^2 に抑えられており、予冷チラーに過酢酸を添加する事で本冷チラー前に効果的な除菌を行えることが分かった。予冷チラーにて過酢酸処理されたと体を本冷チラー処理した菌数が表4試験区A②、試験区B④である。本冷チラー処理後の菌数はさらに減少し、100個以下となった。これらの事より、過酢酸を用いた予冷チラー+本冷チラーは効果的な除菌工程であると考えられる。また、本処理工程後の予冷チラー、本冷チラーの濃度は変化がない事から継続使用が可能であることも示唆された。

次に、仕上げチラーを用いた除菌工程の結果を表4試験区C⑤に示す。予冷、本冷チラーで過酢酸処理されたと体を仕上げチラーにかけると菌数は10個以下になる可能性が示唆された。仕上げチラーの効果的な運用方法が確立できた場合には、冷やしこみ目的での本冷チラー+除菌目的での仕上げチラーという運用方法も効果的であると考えられる。

*実際のチラー運用の際はチラー内温度管理のために、常に冷水が供給され続けている。つまり、物理的に希釈されるような状況になる。それを考えると予冷チラー、仕上げチラー、本冷チラーの運用を組み合わせると検証を進める必要が有る。

<保存試験>

上記の試験区で処理されたと体を 2°C の製品保管庫(商品搬出入あり)を利用して保存試験を行った結果を表5に示す。評価は臭気試験、外観試験による評価を行ったが、試験区Aと試験区Bを比較すると試験区Aの方が保存に優位性がでる可能性があり、全体では試験区Cの仕上げチラーを入れた工程が一番保存期間延長の可能性を秘めていると考えられる。細菌は至適条件下で速やかに増殖する事を考えると初発菌数の管理は賞味期限に大きな影響を与える。本試験開始前には表面の菌制御がどこまで賞味期限に影響するかが不確定な状況であったが、試験結果から推測すると鶏肉表面の菌数制御は鶏肉の賞味期限に影響する可能性が高いと考えられる。

*除菌工程で菌数を落としても加工工程が汚れてはこのような結果は得られない。全ての生産ラインを通じて、二次汚染をさせないような工夫をする事で除菌工程がいくてくる。

おわりに

本試験は認可前の状況の中、できる限りの試験を行ったひとつの事例である。過酢酸製剤の様々な可能性が示唆されたが、全てのユーザーに同様のメリットが与えられるとは限らない。この資料をきっかけとして各ユーザーが試験を行い、自社の付加価値向上のために検証を行う事が最も重要である。過酢酸製剤の試験事例がまだ少ない状況の中、本試験を行えたことは大変有意義な事であり、国産鶏肉の品質向上、鮮度保持延長に向けた大きな一歩となると確信している。関係者と打ち合わせを行う際に必ず出る課

表5 過酢酸製剤による除菌効果・保存テスト

保存検査結果			
〈臭気〉			
試験区	13日後	15日後	17日後
A	○	○	×
B	○	×	×
C	○	○	○~△
〈外観〉			
試験区	13日後	16日後	17日後
A	○	○	△~×
B	○	△~×	×
C	○	○	△~×

<データ元:トリゼン食鳥協同組合>

題が商品の安全性の向上、賞味期限の延長である。賞味期限延長が実現できれば、日本中どこにいても全国のブランド鳥が店頭で買えるようになるかもしれない。その中から自分が一番おいしいと思う鶏肉を探る楽しみができる事で、我々の食生活がより豊かになる事を期待している。

謝辞

今回の試験はトリゼン食鳥協同組合、福岡県保健環境研究所、古賀氏の協力なくしては行えませんでした。忙しい時間を割き、終始適切な助言、ご指示を頂いた事にここに感謝いたします。本当にありがとうございます。