

# 殺菌水の煙霧散布を利用した 畜産環境コントロールシステムによる豚生産向上

## (1) 煙霧システムの開発

稲嶺修 島袋宏俊 知念司 渡部翔之  
宮城正男 平安山英登\* 仲村敏\*\*

### I 要 約

本研究では、公団などの暑熱対策として利用されている煙霧散布と、食品添加物としても安全性に懸念のない微酸性次亜塩素酸系殺菌水を組み合わせた煙霧システム（以下煙霧システム）を開発し、豚舎内における利用について検討した。

1. システム利用により豚房内で直接煙霧と送風があたる場所では 3.2℃冷却された。換気などの改善により、効率の良い冷却効果の可能性が示唆された。

2. 簡易殺菌水製造器を作成した結果、性状検査および殺菌効果から、低価格で有効な殺菌水の製造が可能である。

以上のことから煙霧システムの豚舎への応用は可能性である。

### II 緒 言

県内の養豚は、暑熱による畜舎環境の悪化、疾病の浸潤などにより豚の生産性が低下しており、また近年の飼料価格高騰が養豚経営を厳しい状況に追い込んでいる。豚の生産効率を高め、所得向上による養豚経営の安定化を図ることが課題となっているが、従来の消毒や洗浄などでは効率的かつ効果的な損耗防止対策がなく、本県の豚舎構造に適した新たな舎内環境コントロールシステムの構築による豚生産性の向上が望まれている。

そこで当研究センターでは熱中症対策として水が蒸発する際に周囲の熱を奪う、気化冷却現象を利用した「野外煙霧冷却システム」と、従来の消毒薬と遜色のない殺菌力を有し、生体への影響がないことから食品工場・病院などの殺菌・消毒に利用されている次亜塩素酸系殺菌水の2つの技術を併用し、豚舎内での応用について検討した。

### III 材料および方法

#### 1. 煙霧システム

気化冷却作用のある煙霧散布と安全性と殺菌力の高い微酸性次亜塩素酸水（以下、殺菌水）を組み合わせたシステムを煙霧システムと称し、以下の材料で作成した。

##### 1) 煙霧散布資材

煙霧には、ノズル（スプレーイングシステムジャパン社製、YBI/8IJ-SS10-CV）（図1）、高圧噴霧器（3.7kw シバタ社製）、高圧ホース（13mm, 65Mpb 耐圧, クラレ社製）、防藻タンク（角型 500ℓ）、制御板（日時間管理, 作動時間間隔の可能なもの）を使用した。



図1 煙霧ノズル

## 2) 殺菌水

殺菌水は 12%次亜塩素酸ナトリウム（食品添加物）と 8.5%希塩酸（食品添加物）を水道水で混和・希釈して、微酸性（pH5.5～6.5）の範囲で、次亜塩素酸（HClO）水溶液を生成し、使用した。

## 3) 簡易殺菌水製造器

殺菌水の1週間の使用量から400ℓを作成するための簡易作成機を検討した（図2）。使用機材は防藻タンク（角型500ℓ）、攪拌機（PM101 リョウビ社製）、攪拌固定器（自作）、薬品添加ドロッパー（2.0ℓペットボトルと10cc用チップ）を利用した。



図2 殺菌水簡易製造機イメージ図（左）と使用器具（中：薬品添加ドロッパー，右：攪拌機）

## 3. 分析調査

### 1) 暑熱低減効果調査

豚舎内の温湿度を測定するため温湿度測定器（TR-72ui ティアンドデイ社製）を使用し、豚への煙霧の直接的な影響を確認するため、豚房内で床高30cmの場所で短時間の温湿度測定を実施した。

### 2) 殺菌水の有効性

#### (1) 殺菌水性状分析

殺菌水の性状を確認するため、製造時と1週間後にサンプルを採取し、有効塩素濃度とpH値について測定調査を実施した。

#### (2) 殺菌の効果

簡易製造器で作成した殺菌水の殺菌効果を確認するため、大腸菌・サルモネラ菌供試菌液を使用して、感作試験

を実施した。作成した殺菌水区（以下作成区）と市販殺菌水区（以下市販区）および対照区ごとに所定時間感作後（開始時、30秒、1分、5分、10分）、生菌数測定用培地に接種し、培養後、菌数（CFU/ml）を測定した。

#### 4. 煙霧システムのコスト試算

煙霧散布資材と簡易殺菌水製造器資材から、煙霧システムのコストを試算した。

### IV 結果および考察

#### 1. 煙霧散布と冷却効果

豚舎内で野外冷却システムを用い煙霧を散布した。この方法は、水を煙状に散布し、気化冷却現象を利用するもので、ヒートアイランド現象や熱中症の対策として注目を集め、ビル街の歩行者天国や野外公園で利用され効果を上げている。その水粒子の細かさから滞空時間が長く、気化しやすい、使用水量が少ない、直接モノや生体を濡らすことがない等の利点がある（図3）。



図3 野外公園での煙霧利用状況

使用したノズル（スプレーイングシステムジャパン社製、YB1/8HJ-SS10-CV）は、20 $\mu$ mの水の粒子を散布でき、有効範囲は規定の圧によって半径1m程度に噴霧でき、1ノズルから1分間に約150mlを噴出する。

煙霧ノズルを適正に噴出するためには、出力50気圧を要する噴霧器が必要である。今回は3.7kw高圧噴霧器を使用した。殺菌水を一旦タンクに溜めるため、500 $\ell$ の防藻タンクを利用した。1週間毎に殺菌水を補給することが可能で、作業省力化ができた（図4）。

ノズルへの配管には通常高圧パイプを利用するが、豚舎内構造が複雑なこと、施工期間の短縮を考え高圧ホースを利用した（図5）。煙霧を自動化するため、一回の噴霧時間、間隔、実施時間帯の指定が可能な自動制御板を活用した。



図4 動力噴霧器と殺菌水タンク



図5 高圧ホースと設置状況

当研究センター半開放豚舎（陽圧換気）内で、煙霧を豚舎内に充満させるために、ノズルの攪拌範囲から1豚房当たり4ノズルを、豚床から80cmの高に水平方向へ煙霧できるよう設置した（図6）。



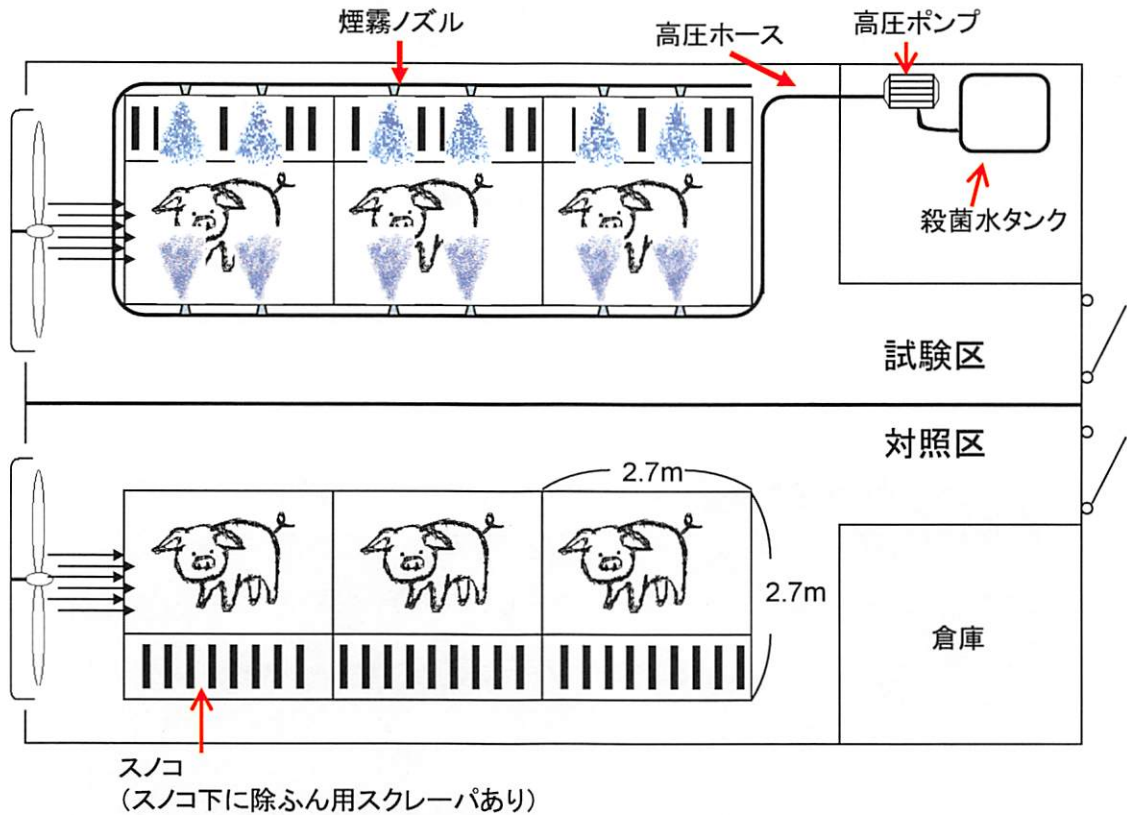


図6 豚舎設置状況

試験豚舎内での煙霧状況を図7に示す。1豚房当たり4ノズルを豚床から80cmの高さで水平方向へ煙霧できるように設置し、1分間、1ノズルあたり150mlを煙霧したところ、強制換気の豚舎内でも、豚房内全域に煙霧状態となり十分な空間滞留性が確認できた。



図7 豚舎内における煙霧散布状況(同一視点からの撮影)

豚房内の煙霧の気化冷却を検証するため、5分おきに10秒間煙霧を反復し、風速最大箇所の温湿度の推移調査結果を図8に示す。

煙霧噴霧後から湿度の上昇と、温度の低下が伺える。煙霧噴霧1分後には最大3.2℃の冷却効果が確認できた。

以上のことから煙霧冷却システムはと豚舎内での応用ができる。

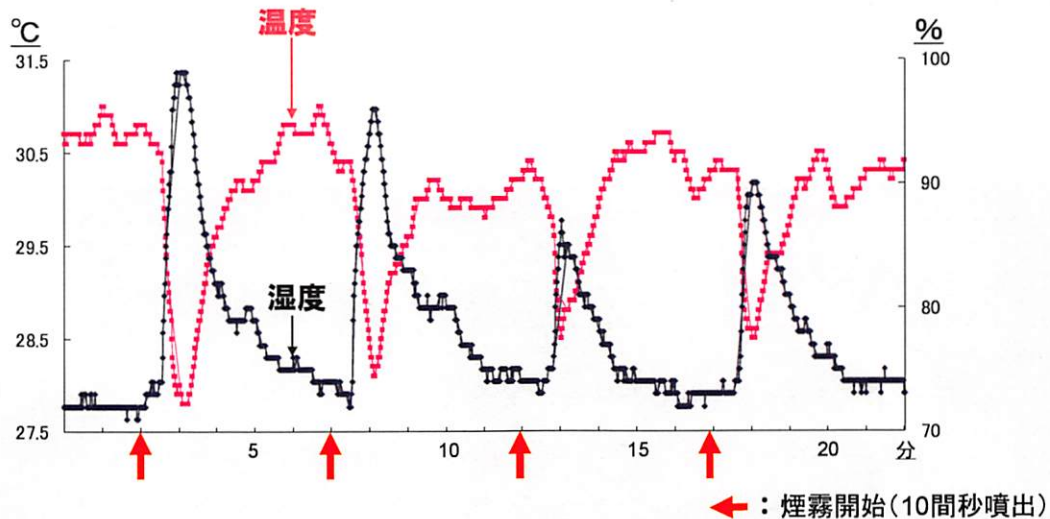


図8 豚舎内短時間反復煙霧散布の温湿度変化グラフ

## 2. 殺菌水の有効性

今回供試した殺菌水は、塩酸または食塩水を電解し生成する手法もしくは、次亜塩素酸ナトリウム溶液と塩酸またはクエン酸などの酸と混和して生成する手法のものが、民間企業での開発が進んでいる。これらは次亜塩素酸（遊離塩素イオン）を利用して、従来の次亜塩素酸系消毒剤に遜色のない殺菌作用と消毒効果が安定的であるため長時間の保管が可能である<sup>2)</sup>。また人体に対して安全で、食品添加物として条件付きで使用も認められており<sup>3)</sup>、食品工場、飲食店厨房、介護施設等で殺菌や細霧装置をつかった手指、空間消毒での利用が進んでいる<sup>4)</sup>。

市販されている殺菌水製造器は、12%次亜塩素酸ナトリウム（食品添加物）と8.5%希塩酸（食品添加物）を水道水で混和・希釈して、pHは5.5～6.5と微酸性の範囲で、次亜塩素酸（HClO）水溶液を生成する。

次亜塩素酸系殺菌水製造器は、医療関連や食品分野での利用が多く、高額であることから、今回、畜産現場への普及を図るため、簡易製造器を試作した。殺菌水を作成する際、食品添加用の次亜塩素酸ナトリウム溶液と塩酸を混合する。その際、有毒な塩素ガスが発生するため、あらかじめ使用する量と濃度を設定し、使用水量、次亜塩素酸ナトリウム液および塩酸の必要量を積算した。

製造する殺菌水の性状目標は有効塩素濃度50～100ppm、pH5.5～6.5とした。薬品の混和時にガスの発生状況を確認しながら1ℓから生成し、複数回試験的に作成し、性状を確認した。その結果、1ℓあたりの次亜塩素酸ナトリウムは0.85ml、塩酸は1.125mlであった（図9）。

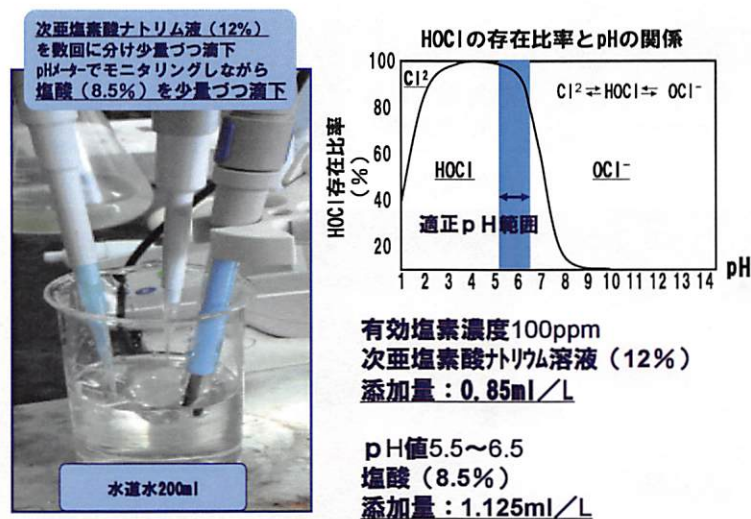


図9 殺菌水の性状と1ℓ作成時の結果



殺菌水の生成方法は防藻タンクにあらかじめ 400ℓの水道水を満たしておき、添加ボトルを対角に設置し、滴下する。薬品の添加時に高濃度の薬品が大量に混ざると塩素ガスを発生するため、キャップに使い捨てのチップ（10cc 用）を使用し、薬品の流量を 50ml/分となるよう調節した。その際、薬液滴下が終了するまでタンク内を撹拌した（図 10）。

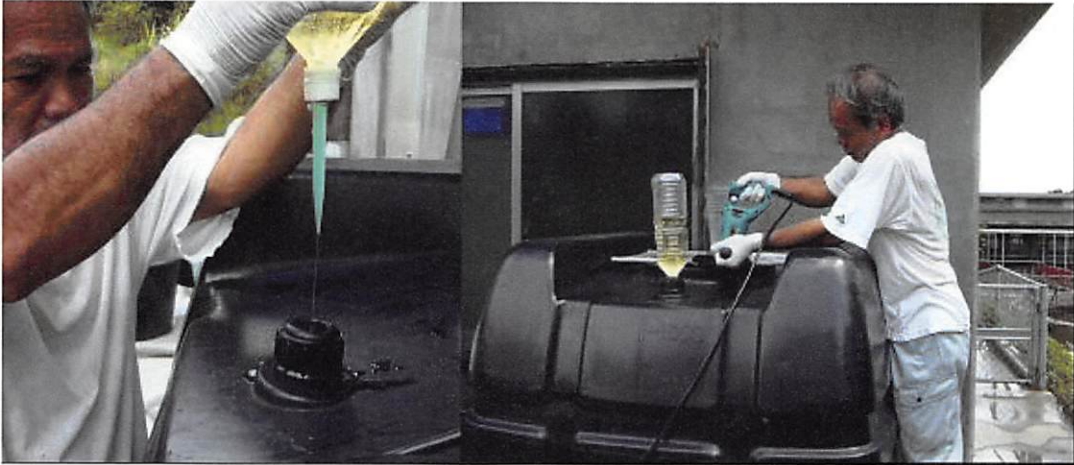


図 10 殺菌水作成状況

しかし上記の方法では殺菌水製造には、30 分程度の撹拌作業の時間を要するため、作業効率が悪いことから、撹拌器を固定させるオリジナルの固定器を試作した。これにより撹拌時の肉体への負荷を軽減し、作業効率を向上させた（図 11, 12）。



図 11 攪拌固定器（攪拌機側）

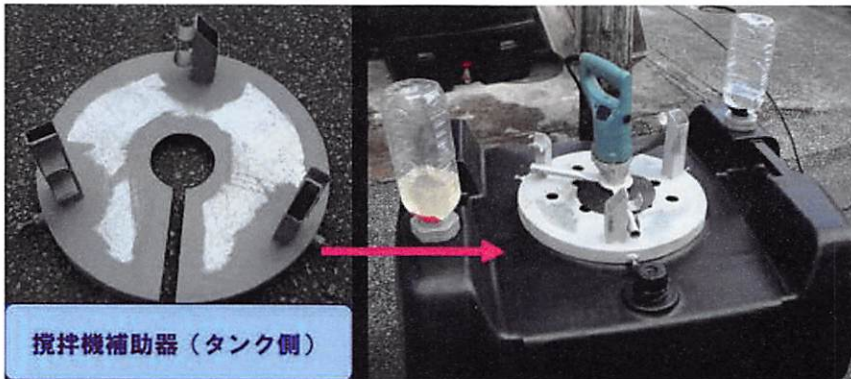


図 12 攪拌固定器（タンク側）

簡易製造器により製造した殺菌水の性状を分析し、その結果を表 1 に示した。有効塩素平均濃度 75.54ppm, pH 平均値 5.61 と目標とした性状の殺菌水が製造された。生成された性状にややばらつきがあり、有効塩素濃度については防藻タンクへの希釈水量の正確な投入が困難なことや、タンク内への粉塵などの有機物が混入したためと思われる。また pH のばらつきは角形のタンクを利用したため、攪拌時に四隅で水流の滞留が起こるため、混和不全が原因と考えられ、今後の改善が必要と思われた。

また 1 週間程度の保存による、性状の変化を確認するため製造後 1 週間の殺菌水の有効塩素濃度と pH 値を測定した結果、有効塩素濃度の日減少濃度量は 2.73ppm, pH 日変動値は+0.035 で、現場での安定的な保管が確認できた。これにより殺菌水生成の作業性の効率が確認できた。

表 1 簡易製造機の殺菌水の性状

	平均値	日減少値
有効塩素濃度 (ppm)	75.54±21.4	-2.73
pH 値	5.61±0.71	+0.035

注) 有効塩素濃度は DPD 法 (ジエチル-p-フェレンジアミンアンモニウム比色法) により測定した

殺菌効果を表 2 に示した。その結果、作成区、市販区ともに 30 秒感作後、生残菌数は検出されなかった。以上のことから簡易生成機で生成した殺菌水は市販剤にかわる次亜塩素酸系殺菌水として十分な効果があると考えられた。

表 2 殺菌水の効果比較

供試菌	区	生残菌数 (CFU/ml)				
		開始時	30 秒後	1 分後	5 分後	10 分後
大腸菌	市販区	-	<10	<10	<10	<10
	作成区	-	<10	<10	<10	<10
	対照区	1.8×10 <sup>4</sup>	-	-	-	1.6×10 <sup>4</sup>
サルモネラ菌	市販区	-	<10	<10	<10	<10
	作成区	-	<10	<10	<10	<10
	対照区	1.9×10 <sup>4</sup>	-	-	-	1.6×10 <sup>4</sup>

注) <10: 検出せず, -: 未測定

### 3. 煙霧システムのコストの試算

煙霧システムの図 6 で示した資材コストを表 3, 4 に示した。煙霧散布にはノズル 12 個, 高圧ホース 30m, 防藻タンク (5000), 動力噴霧器, 制御盤があり 591,800 円となった。簡易殺菌水製造器には防藻タンク, 攪拌機, 攪拌機固定器, 薬品添加ドロップパーがあり 68,350 円となった。煙霧冷却には特殊なノズルを使用するため高額であるが, 他の機材については汎用性が高い資材を使用していることから, 資材調達の上やすさや, コストを抑えることが出来た。また簡易殺菌水製造器では防藻タンクを兼用することも可能で, 大きくコストを低減出来た。

表3 煙霧散布装置価格(試験3豚房あたり)

品名	規格	価格	備考
防藻タンク	500ℓ	30,450	
動力噴霧機	3.7kw	300,000	NK45
高圧ホース	30m	75,000	
煙霧ノズル		106,800	ヒットジェットノズル
制御盤		110,000	散布時間制御
合計		591,800	

注) 設置工事は除く

表4 簡易殺菌水製造機

品名	規格	価格	備考
攪拌機		19,000	
攪拌機固定器		18,900	自作(鉄製)
防藻タンク	500ℓ	30,450	煙霧装置と兼用可
薬品添加ドロッパー		0	2ℓペットボトルと10ccチップ
合計		68,350	

## 謝 辞

本研究を行うにあたり、煙霧システムの製作にご協力いただいた、合資会社 沖動薬商事、簡易殺菌水製造器の製作にご協力いただいた誠鉄工に深く感謝いたします。

## V 引 用 文 献

- 1) 強電解水企業協議会編「微酸性電解水使用マニュアル(食品添加物 微酸性次亜塩素酸水用)」
- 2) 厚生労働省 食品安全委員会(2007)「添加物評価書 次亜塩素酸水 2007年1月」
- 3) 厚生労働省 医薬食品局(2004)通達 平成16年8月25日「次亜塩素酸ナトリウムに酸を混和して使用することについて」
- 4) 土井豊彦(2001)「解説 弱酸性電解水の特性と食品産業での利用」, 防塵防微, 26(6)(通号327), 379-388

---

研究補助: 棚原憲正, 小波津明彦