食鳥肉のサルモネラ汚染調査とその防止対策について

II. 処理場における冷却水中のサルモネラに対する Chlorination の検討

渡辺昭宣* 栗栖 誠* 雨宮一彦*

(昭和 47 年 2 月 4 日受付)

Salmonella Contamination of Chicken Meat and Its Control

II. Effect of Chlorination against Salmonella in Cooling Water at the Dressing Plant

A. WATANABE, M. KURISU and K. AMEMIYA

(Department of Epidemiology, Hygienic Laboratory, Prefecture of Saitama)

SUMMARY

Salmonella organisms contained in cooling water used at the chicken-dressing plant were destroyed by exposure to 50 to 100 ppm of effective chlorine for 5 to 10 minutes when the amount of organic matter dis-

solved in the water was less than 20 mg per 100ml. This procedure was also effective against the secondary contamination of water at large, fingers, and utensils with these organisms.

緒 言

われわれは、食鳥肉のサルモネラ汚染（以下 S 菌）について、市販肉¹⁾ およびブロイラー処理場内²⁾ の分布を調査し、その汚染源および汚染経路を次のごとく考察した。

すなわち、汚染源としては、飼料、飲水、およびサルモネラ保菌生物などから経口的に摂取され、鶏の腸内で一時的に増殖したものが排菌されるものと考えられるが、その後の汚染経路は糞便とともに排菌された S 菌が、水または土砂、あるいは敷糞、ケージを汚染し、これらが自然環境に耐えて生存し、飼育中に鶏の羽毛または皮膚に付着して処理場に搬入される。

また、処理場内における汚染経路は、

(1) 鶏の羽毛および皮膚に付着した S 菌が、脱毛前の湯漬工程で高温水に抵抗し、これらが脱毛機を汚染し、ここを通過する他の非汚染鶏の皮膚に S 菌を塗抹するようなかっこうで汚染を拡大しながら処理場内に運搬される。

(2) 内臓摘出時に腸内容の一部が漏出し、その際、S 菌が作業員の手指や器具を汚染し、これらを介して汚染が拡大される。

(3) 内臓除去後は洗條槽および冷却槽中で、皮膚または腹腔内を汚染した S 菌が水中に遊離し、これら使用水を介して他のと体を汚染する。さらに、それまでの工程で累積された S 菌が最終工程でのカット作業時に手指、器具を介して汚染を拡大し、最終製品での S 菌検出率が 50~60% に達するものと考えられる。

そこで S 菌汚染に対する防止対策を考えると、生鶏時の体表汚染 S 菌を殺滅する前段と処理工程中での食鳥肉への二次汚染を防止する後段の対策とに分けられる。そこでこれまでの調査から鶏肉を汚染する S 菌の主汚染源は鶏体に付着した S 菌によるものと考えられるが、いったん、処理場内の工程に入ってからでは S 菌の防除は比較的困難であると考ええる。従って、処理場に入る前の段階で完全な防止対策をたてなければ、いくら処理場内を清潔にしても解決されないため、まず生産時の養鶏場からの予防対策が必要である。続いて食品衛生の分野に入ってから、処理場内に S 菌の侵入を防ぐ目的で処理工程の前段における予防対策として熱処理法を報告³⁾ した。

今回は、処理場内における後段の S 菌汚染を防止する対策としての、冷却水および使用水汚染の S 菌に対しての chlorination について検討を加えたので報告する。

実験材料および実験方法

1. 供試菌株

当実験室で食鳥肉および処理工程から分離した下記の S 菌 25 株を用いた。

B 群 : *S. heidelberg* (1) *S. azteca* (1) *S. bredeny* (1)
[6 株] *S. typhimurium* (2) *S. derby* (1)

C₁ 群 : *S. infantis* (1) *S. thompson* (2) *S. oranienburg* (1)
[7 株] *S. livingstone* (1) *S. potsdam* (1) *S. tennessee* (1)

C₂ 群 : *S. newport* (1) *S. blockley* (2) *S. muenchen* (1)
[4 株]

D 群 : *S. enteritidis* (1)

E 群 : *S. anatum* (1) *S. binza* (1) *S. senftenberg* (1)

* 埼玉県衛生研究所疫学部(埼玉県大宮市吉敷町1-124)

食鳥肉のサルモネラ汚染調査とその防止対策について

表1 塩素剤に対するサルモネラの死滅状況

温 度	菌 量 Cl (ppm) 時間 (分)	$n \times 10^9/\text{ml}$							$n \times 10^4/\text{ml}$					
		100	50	25	10	5	2.5	1	50	10	2.5	1	0.5	0.25
$20 \pm 1^\circ\text{C}$	2.5	0	1	5	24	25	25	25	0	0	0	0	1	24
	5	0	1	4	24	25	25	25	0	0	0	0	1	24
	10	0	0	3	20	24	25	25	0	0	0	0	1	23
	15	0	0	1	15	23	25	25	0	0	0	0	1	22
	30	0	0	0	12	19	24	25	0	0	0	0	1	19
	60	0	0	0	9	15	22	25	0	0	0	0	0	14
$3 \sim 5^\circ\text{C}$	2.5	0	0	8	23	25	25	25	0	0	1	12	22	25
	5	0	0	6	23	25	25	25	0	0	0	11	22	25
	10	0	0	4	18	24	25	25	0	0	0	11	22	25
	15	0	0	4	7	24	25	25	0	0	0	11	22	25
	30	0	0	4	6	20	25	25	0	0	0	11	22	25
	60	0	0	4	3	16	23	25	0	0	0	11	20	24

〔3株〕

F群 : *S. abaeefuba* (1)

G群 : *S. vaertan*

L群 : *S. minnesota* (1) *S. good* (1)

2. 検体として用いた冷却水は食鳥処理場で作業中のものを滅菌瓶に採取して実験に供した。

3. 実験的に水中に添加した有機物は、鶏肉の10倍食塩水乳剤を各溶存量となるように一定量ずつ添加した。また使用した塩素剤は市販オーヤラックス (4~6%) で、残留塩素の測定は同社のクロルテスター (オルトリジソ比色法) を用いた。

4. 冷却水中の溶存有機物量の測定は、全蒸発残留物量から強熱残留物 (無機物) を差し引いた残りの強熱減量 (有機物) を算出し、100ml 当たりの溶存有機物量とした。

塩素水中のS菌の薬剤抵抗試験は衛生検査指針の消毒薬石炭酸係数測定法に従った。また後培養は普通ブイオンに接種し、37℃ 24時間培養後、DHL培地で分離し、S菌診断用血清でスライド凝集反応を行なって確認した。

実験成績

1) 塩素剤に対するS菌の抵抗性

食鳥処理場および市販食肉から分離したS菌の *in vitro* での塩素剤に対する抵抗性を作用温度と感作菌量をもって比較すると表1に示すごとくである。

試験菌液は供試菌の1寒天斜面培養菌を約10mlの滅菌生理食塩液に浮遊し、菌量を1ml当たり $n \times 10^9$ および 1×10^4 になるように調製した。その1mlを100ppmから0.25ppmの各濃度の塩素水10mlに接種

し、2.5分から60分の間の生存菌株数をみると、作用温度20℃において、 $n \times 10^9$ 菌量では最高50ppm5分まで抵抗を示したが、大部分は10ppm10分まで抵抗した。

また、 $n \times 10^4$ 菌量では1ppmで全菌株が殺菌され、0.5ppmでも殺菌効果を示した。作用温度3~5℃においては $n \times 10^9$ 菌量では20℃の場合と生存菌株数は大差が見られなかったが、 $n \times 10^4$ 菌量では1ppmでは約50%の菌株が存在し、全菌株が殺菌されるまでには2.5ppm5分以上を要した。従って、実際問題として冷却水などにおけるS菌の汚染菌量は $n \times 10^4$ 以下と考えられるので、使用水中に塩素消費物質が溶存しない場合には塩素を5~10ppm程度常時保持すれば効果がある。しかし、処理場の洗條水および冷却水中には溶存有機物が多量に含まれるので、この程度の塩素濃度では完全な殺菌は望めない。

図1 水中の有機物量と残留塩素量との関係

2) 溶存有機物量と塩素消費量との関係

冷却水中に必要な塩素濃度を持続させるために水中の溶存有機物と塩素消費量との関係をしらべた。すなわち図1に示すごとく、水 100 ml 中に有機物量が 4 mg 存在する場合には 30 分と 120 分でそれぞれ 10 ppm の低下がみられ、その後は 80 ppm を維持した。しかるに溶存有機物量が 40 mg 存在する場合では 60 分で塩素濃度は当初の半分に減少し、24 時間後には全く消費されてしまった。さらに 400 mg 存在の場合には 1 分後に 10 ppm まで減少し、30 分では全く消費されてしまった。このように、水中の溶存有機物量と塩素消費量とは密接な関係を示すので、処理場の冷却水に塩素を添加する場合は、換水によって有機物を排除しながら有効塩素量を添加しなければならないことがわかる。

そこで、5 プロイラー処理場における作業中の冷却水をしらべると表2に示すごとくで、溶存有機物量は最低が 4 mg/100 ml、最高が 43.7 mg/100 ml であった。これらの冷却水に、100ppm になるように塩素剤を添加したところ、4 mg 有機物含有冷却水では 10 分後に塩素量が 30 ppm に、60 分後に 20 ppm 低下し、24 時間まで 20 ppm を持続した。また、43.7 mg 有機物含有冷却水では 10 分後に塩素量が 12 ppm に低下し 60 分後に 6 ppm、24 時間後に 0 ppm となった。

このように作業中の冷却水における塩素消費量は、実験室内のデータより減少率ははるかに高いことが示され、さらに実際には次々に鶏と体が搬入され、攪拌されるので、塩素剤の効果面には多くの悪条件が加わるこ

表2 食鳥処理場の冷却水中溶存有機物量と塩素消費率の関係

処理場名	冷却水温度 ℃	冷却水塩素 ppm	冷却水 100 ml 中の溶存有機物量 mg	冷却水 1,000 ml に次亜塩素酸ソーダ100ppm 添加				
				10分	20分	30分	60分	24時
D-1	17	0.2	27.5	30	30	12	10	4
D-2	0.5	0.7	43.7	12	12	8	6	4
D-3	0	0.1	41.7	14	14	14	8	6
N-1	16	0	16.7	16	16	16	14	6
N-2	14	0	4.0	30	30	30	20	20

は明らかである。

3. 冷却水中の溶存有機物量・残留塩素量とS菌の殺菌能との関係

食鳥処理場から作業中の冷却水を採取して、それにS菌の一定菌量を汚染させてから、各濃度の塩素剤を添加し、S菌の殺菌と残留塩素量との関係をしらべた。

すなわち表3に示すごとく、低有機物含有冷却水の場合は菌量に関係なく、50 ppm 塩素濃度でも1分後には残留塩素が 10~12 ppm と消費されたにもかかわらずS菌が殺菌されたが、高有機物含有冷却水の場合は、菌量によって、殺菌時間に差異がみられた。すなわち $n \times 10^8$ /ml 菌量の場合は 200 ppm 塩素濃度では1分で殺菌効果が現われたが 100 ppm 塩素濃度では5分の感作をかけないと殺菌されず、さらに 50 ppm 塩素濃度では10分経過でなければ殺菌効果は現われなかった。また、

表3 冷却水中の有機物量とサルモネラに対する塩素殺菌作用

冷却水中の有機物量		12.3 mg/100 ml						38.3 mg/100 ml					
サルモネラ接種菌量 1 ml 中		$n \times 10^8$ /ml			$n \times 10^4$ /ml			$n \times 10^8$ /ml			$n \times 10^4$ /ml		
添加 Cl 量 (ppm)		200	100	50	200	100	50	200	100	50	200	100	50
経 過	1 (分)	—	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—	+
		120	50	10	120	40	12	90	14	<2	90	14	<2
3		—	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—	+
		120	40	8	110	40	8	80	8	<2	84	6	<2
5		—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
		120	30	2	104	30	5	70	4	<2	70	4	<2
10		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		104	30	<2	104	30	3	70	<2	<2	60	2	<2
15		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		104	24	—	104	24	<2	60	—	—	44	<2	—
20		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		104	24	—	104	24	—	20	—	—	40	<2	—
30		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		100	20	—	100	20	—	30	—	—	24	<2	—
40		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		100	18	—	100	18	—	18	—	—	18	—	—
50		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		96	16	—	96	16	—	14	—	—	12	—	—
60		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		90	12	—	90	14	—	10	—	—	6	—	—

表中：＋，－はサルモネラの生死を示す。数字は残留塩素量を表す。

食鳥肉のサルモネラ汚染調査とその防止対策について

表4 各有機物含量下でのサルモネラ連続汚染と塩素殺菌作用との関係

塩素水		100 PPM 100 ml							
有機物量		200 mg (20×肉乳剤 4ml)	100 mg (40×肉乳剤 4ml)	50 mg (80×肉乳剤 4ml)	40 mg (100×肉乳剤 4ml)	20 mg (20×肉乳剤 0.4ml)	10 mg (40×肉乳剤 0.4ml)	5 mg (80×肉乳剤 0.4ml)	
接種菌量		10 ⁸ 10 ⁴	10 ⁸ 10 ⁴	10 ⁸ 10 ⁴	10 ⁸ 10 ⁴	10 ⁸ 10 ⁴	10 ⁸ 10 ⁴	10 ⁸ 10 ⁴	
1分		+ 32 +	+ 60 +	+ 70 +	+ 80 +	+ 90 +	+ 92 -	+ 92 -	
3		+ 20 +	+ 45 +	+ 65 +	+ 75 -	+ 88 -	- 90 -	- 82 -	
5		+ 14 +	+ 32 -	+ 55 -	+ 70 -	- 85 -	- 82 -	- 72 -	
10	0.4ml ↘	+ 4 +	+ 20 -	+ 45 -	+ 65 -	- 80 -	- 80 -	- 70 -	
15		+ 0 +	+ 11 +	+ 37 -	+ 55 -	+ 58 +	+ 72 -	- 70 -	
20	0.4ml ↘		+ 5 +	+ 25 -	+ 45 -	+ 45 -	+ 70 -	- 70 -	
25			+ 2 +	+ 15 +	+ 35 -	+ 30 -	+ 60 -	+ 62 -	
30	0.4ml ↘		+ 0 +	+ 10 -	+ 25 -	+ 25 -	- 50 -	- 60 -	
35				+ 4 +	+ 20 +	+ 13 +	+ 42 -	+ 50 -	
40	0.4ml ↘			+ 2 +	+ 14 +	+ 7 +	+ 35 -	- 45 -	
45				+ 0 +	+ 8 +	+ 1 +	+ 26 -	+ 40 -	
50	0.4ml ↘				+ 4 +	+ 0.5 +	+ 20 -	- 35 -	
55					+ 2 +	+ 0 +	+ 16 -	+ 30 -	
60	0.4ml ↘				+ 0 +	+ 0 +	+ 10 -	- 25 -	
70							+ 5 +	- 15 -	
80	0.4ml ↘						+ 0 +	+ 10 -	
90	0.4ml ↘							+ 5 -	
100	0.4ml ↘							+ 2 +	
110	0.4ml ↘							+ 0 +	
120	0.4ml ↘							+ 0 +	
130	0.4ml ↘								
140	0.4ml ↘								
150	0.4ml ↘								
160									

$n \times 10^4$ /ml の場合は塩素濃度 50 ppm で3分感作することによって殺菌効果をあげることができた。しかし、処理場における冷却水のS菌汚染は1日1回ということはありえないので次に表4にかかげるごとく連続汚染を想定した実験を行なった。まず100 ppmの塩素水にS菌接種鶏肉乳剤を 200 mg/100 ml から 5 mg/100 ml になるように添加してから 10 分まで経時的にS菌の生死と残留塩素量を測定した。その後は、10分経過毎に各S菌汚染乳剤を当初の 1/10 量ずつ添加して、S菌検出と塩素

量測定を行ない、残留塩素が0になるまでくり返した。結果は表4に示すとおりで、200 mg 肉乳剤添加の塩素水では、15分後に残留塩素が0となり、汚染菌量の多少にかかわらずS菌は殺菌されなかった。しかるに、100, 50, および 40 mg 肉乳剤を含む塩素水では、菌量が $n \times 10^8$ の時は残留塩素0となるまでS菌は生存したが、 $n \times 10^4$ 菌量の場合は、残留塩素が 15~20 ppm 以上あったとき、5分感作で殺菌効果が認められ残留塩素が10ppm前後になったときに接種したS菌は殺菌されなかった。

また、20 mg 以下の肉乳剤を添加した塩素水の場合は菌量が多くとも 50 ppm 以上の残留塩素がある場合には 5 分の感作で殺菌効果をあげ、さらに菌量が少ない場合には、残留塩素が 20 ppm 以上あれば有効であった。すなわち処理場における使用水の塩素殺菌は、溶存有機物などの条件を考慮して、常時残留塩素は 50~100 ppm 以上を保持し、感作時間は少なくとも 5 分以上でないと殺菌効果は認められない。

また、貯留水では溶存有機物が増加し、塩素消費量が高くなるので換水は必要かつべからざるものである。

考 察

食肉および食鳥肉の S 菌汚染は年々増大し、他の食品や環境汚染へと波及するようになってきた。食肉についてはと畜場法の改正により S 菌防止対策が起案されつつあるようだが食鳥肉については関係法がないため、処理場での製造、取り扱い、および保存などを規制することはできない。そのため S 菌の汚染防止対策をたてても、処理場の協力をまつしかなく、S 菌汚染防止問題はなかなか解決されないと考えられる。

また、食肉類の S 菌汚染についての関心は高くなり、各方面での分布調査を行なっているようであるが、これまでの報告の多くは市販肉、と畜場およびブローラー処理場などにおける S 菌の分布を調査したもので、根本的な対策調査に関する報告はあまり数を見ない。

われわれは、先の報告³⁾で処理場へ入る前の生鶏汚染 S 菌を殺滅すべく、脱毛前の湯漬温度を統一して体表汚染 S 菌を加熱殺菌することを提起し、少なくとも 62℃~65℃で 2 分以上の殺菌を必要条件としたが、これは、あくまでも実験値から想定した殺菌温度で、さらに商品価値としての要素も加味して検討しなければならないと考えている。次に処理場内で二次汚染をうけた屠体の S 菌を薬液消毒することは DIXSON⁴⁾や鈴木ら⁵⁾によって報告されているが、DIXSON は汚染菌量が 1,000 以下ならば 200 ppm の塩素水で 10 分間処理すれば殺菌可能であると、また、鈴木ら⁵⁾は塩素水中に肉片などの有機物が混入すると 1,000~5,000 ppm でないと効果がないとしている。われわれは洗條水および冷却水中の S 菌を殺菌し、これらに由来する S 菌の汚染拡大を防止することを目的に塩素剤の応用を試みたが、この殺菌効果は水中溶存有機物量と汚染 S 菌量に関係をもつことが実験の要点となっているため、これらの因子が変わることによって結果にバラツキが生ずるものである。われわれの実験結果では冷却水の場合、溶存有機物量を 20 mg/100 ml 以下におさえるよう換水し、残留塩素量を 50~100 ppm に保持できれば水中の S 菌の殺菌と二次汚染防止に有効と考え、冷却水、または手指、器具などによる処理場内での二次汚染を防ぐには塩素消毒を採用した方が効果的

であると考えている。

結 論

食鳥処理場におけるサルモネラ菌の二次汚染を防止する対策として、処理場の冷却水中にあるサルモネラ菌を塩素剤で殺菌する基礎的実験を行ない、次のとき結論を得た。

(1) サルモネラ菌の塩素剤に対する抵抗性は菌量と感作温度に影響され、菌量が $n \times 10^9$ /ml のときは、多くの菌株は 10 ppm 10 分までは抵抗し、中には 50 ppm 5 分まで抵抗するものもみられたが、菌量が $n \times 10^4$ /ml 以下の場合は温度との関係が強く 20℃ では 1 ppm で全株殺菌されたが 5℃ 以下では 2.5 ppm でなければ殺菌されなかった。

(2) 水中での有機物溶存量とサルモネラ菌殺菌作用との関係は、有機物溶存量が 40~50 mg/100 ml 以上では 100 ppm 塩素水でも殺菌は困難であるので使用水中の有機物溶存量を 20 mg/100 ml 以下とし、さらに残留塩素を 50 ppm~100 ppm 以上として、感作時間を 5 分以上かけるようにしなければならない。

(3) 処理場内における、多くの冷却槽は貯水式であるが、これを換水式とし、溶存有機物を排除しなければ、塩素剤の殺菌効果をあげることはできない。

(4) 食鳥処理場内での塩素剤の応用は使用水または冷却水中におけるサルモネラ菌の殺菌と同時に手指、器具および施設などからの汚染を防止することにも効果がある。

本研究の要旨は第 22 回日本食品衛生学会において発表した。

文 献

- 1) 渡辺昭宣、ほか：日獣会誌, 23, 275~282 (1970)。
- 2) 渡辺昭宣、ほか：日獣会誌, 24, 186~191 (1971)。
- 3) 渡辺昭宣、ほか：日獣会誌, 25, 175~180 (1972)。
- 4) DIXSON & POOLEY: J. of Hygiene, 59, 343 (1961)。
- 5) 鈴木 昭：第22回日本食品衛生学会講演要旨, (1971)。

日 獣 の 図 書

技術の手引き 11

農林省畜産局 衛生課 共同監修
農林省家畜衛生試験場

家畜衛生に必要な——

免 疫 の 概 念 と 術 式

執筆：農林省家畜衛生試験場 大木与志雄、
ほか 7 氏の研究者共同執筆

A 5 版上製 180 頁 図版多数

定 価 1,100 円 (送料含)

日本獣医師会