

食肉製品の製造工程における HACCP システムによる微生物検査

李 在哲^{a)}・泉本 勝利・宮本 拓

(応用動物機能学講座)

An inspection of Microorganism under HACCP System in Manufacturing Process of Meat Production

Jaechul Lee^{a)}, Masatoshi Izumimoto and Taku Miyamoto

(Department of Animal Science)

Meat product industries have been introduced to HACCP, Hazard Analysis and Critical Control Point, which is internationally recognized as the best method for assuring product safety by controlling potential food safety hazards. The present research was carried out to evaluate the safety of meat production after applying the HACCP system to the manufacturing line of meat products. Factors such as raw meat, the middle product, the final product, the stored product, the equipment and factory workers' conditions were investigated to confirm whether safe meat production is achieved and if an enterprise can maintain such production and marketing. As a result, on one hand, in the case of meat processing, the bacteria count of meat before cooking was indicated to be 10^{3-5} cfu/g. However, no bacteria in products after cooking were found. Also, no secondary bacteria contamination could be found under good sanitary management of the packaging process. Detection of bacteria in products during storage for 25 days at 4 °C was negligible or even negative. The bacteria in the equipment and working environment and in the bacteria in the packaging process were at lower levels than in the manufacturing process. The levels of bacteria and mold from the air in the factory suggested to have no influence on products. The HACCP system effectively managed the sanitation of the manufacturing process in this factory. Furthermore, education of the workforce, and the sanitary management of tools and materials are constantly necessary in order to maintain product safety.

Key words : HACCP, meat product, manufacturing process, bacteria

緒 言

食中毒が起きる原因は、細菌・化学物質・自然毒があるが、90%以上は細菌性食中毒が占めている^{7,15,16)}。最近、腸管出血性大腸菌O-157、サルモネラ等による集団食中毒の発生したことで、微生物による食中毒に関心が強くなっている^{8,14)}。このような状況の中で、消費者は食肉加工品や食肉製品の価格・

量・味などよりも、特に衛生面の重要性が認識されるようになってきた。食肉製品を供給するメーカーは数年前から安全性確保のために衛生管理の強化、HACCP (Hazard Analysis and Critical Control

Received October 1, 2000

a) 大学院自然科学研究科

(Graduate School of Natural Science and Technology)

Point) システムの導入による安全性の高い生産管理に積極的に取り組んでいる。食品衛生管理の先進国以外の食肉業界でも HACCP システムにより、衛生的で安全な食肉製品を消費者に供給するとともに食肉製品の国際化と規格化に対応にきている^{2,5,11,18}。米国や欧州では“From farm to table”をスローガンに、農場から生産・流通を経て食卓まで、一貫した衛生管理の基で製品が生産されている。このような食肉製品は消費者の要求に適合し拡大する可能性がある。HACCP は NASA (米国航空宇宙局) を中心に開発して、世界的基準となっているシステムで、原料・製造工程の危害要因を分析し、これらの危害の発生防止あるいは危害要因を最小限度にするために重要管理点を設定し、安全確認を図るシステムである。

日本の食肉製品業界でも、21世紀の食肉製品の世界市場化と消費者の動向を考え、安全性確保のために HACCP システムの導入を進めている^{12,13}。食肉製品の原料である食肉は、屠殺作業の始まりとともに微生物汚染が始まっている^{6,9,17}。また、食肉製品の製造に使用される副原料・香辛料・添加物等にも微生物が存在する。食中毒菌や腐敗性微生物は加熱処理した製品に残存することもあり、包装方法・包装形態の工夫や温度管理等の技術の発展で安全性を確保している。しかしながら、販売者の不注意や消費者の不適切な管理により食中毒が発生することもあり、農場から食卓まで一貫した衛生管理が21世紀の課題になっている。

食肉製品の安全確保を目的に HACCP システムを導入した実際の製造過程の総合的な検査の報告例は見当たらない。そこで、食肉製品の原材料・中間製品・最終製品等の製造工程および保存製品について検査した。また、施設や機械器具類、使用水および従業員の衛生状態を実際の製造ラインにおいて検査し、HACCP システムが正常に運営され機能しているか検討した。

材料と方法

1. 材 料

食肉製品 (豚ロースハム) の試料は解凍前、解凍後、整形後、インジェクション後、塩漬後、充填前、加熱前、シャワー後、冷却後、包装前、包装後の各工程から採取した。また、製造工程の施設設備・機

械器具、使用水、作業員等についての試料は解凍水、ナイフ、ヤスリ、前掛け、布手袋、コンベア、作業台、床、壁、ピクル液、作業員の手、シャワー水、ポリ手袋、スライサー、フィルムから採取した¹⁰。また、空中落下菌とカビも採取した。包装後の最終製品をランダムに抜き取り、一般流通の温度条件に近い4℃にて保存し、0, 5, 10, 15, 20, 25日間に細菌および理化学的検査を実施した。

2. 方 法

(1) 細菌検査

細菌検査は FDA 法⁴)に従って実施した。

一般細菌

試料25 g をストマッカーの袋に入れ、滅菌生理食塩水を225ml 加え、ストマッカー (Bag Mixer, France) にて90秒間ストマッキングとした。希釈液を1 ml 入れたシャーレに標準寒天培地 (Standard Method Agar, 日水製薬株式会社製) と混釈し、35℃・48時間培養後、30-300個の集落を形成したシャーレを選択し、集落数を一般細菌数とした。

大腸菌群

大腸菌群用培地 (Desoxycholate Agar, 日水製薬株式会社製) を用い、一般細菌数と同様に35℃・24時間培養し、集落数を大腸菌群数とした。

大腸菌 (*E. coli*)

大腸菌用 EC 培地 (EC Broth, 日水製薬株式会社製) 9 ml とグラーム管を入れた EC 発酵管に試料液を1 ml 入れ、44.5℃の恒温水槽 (Yamato Constant Temperature Water Bath BK 33, ヤマト科学株式会社) にて24時間培養し、ガス発生の見られたものを陽性とした。

乳酸菌

乳酸菌数測定用 BCP 加プレートカウント培地 (Plate Count Agar with BCP, 日水製薬株式会社製) を用い、35℃にて72時間培養後、特定集落を乳酸菌数とした。

黄色ブドウ球菌

卵黄添加マンニット食塩プレート培地 (Mannitol Salt Agar with BCP and Yolk, 日水製薬株式会社製) を用い、滅菌コンラージ棒にて均等に塗まつた後、35℃・48時間培養して、特定集落を黄色ブドウ球菌数とした。

サルモネラ属菌

試料25 g をストマッカー袋に取り、EEM ブイヨン

(EEM Broth, 日水製薬株式会社製) を225ml加え、ストマッキングした後、35°C・18時間選択(Selective)培養した。培養液を1mlセレナイト試験管(腸内細菌増菌用 SBG Broth Base + Sodium Selective, 日水製薬株式会社製)に分注し、43°C・20時間恒温水槽にて培養し、増菌の認められたものをディスポールにて DHL 寒天培地(腸内細菌分離用 DHL Agar, 日水製薬株式会社製)に塗まつし、35°C・24時間培養する。培養後、中心部が黒色の定型的集落をディスポールにて TSI 寒天培地(腸内細菌分離確認用 TSI Agar, 日水製薬株式会社製)および LIM 培地(腸内細菌分離確認用 LIM Agar, 日水製薬株式会社製)に接種し、35°C・24時間培養した後、特性確認によりサルモネラ属菌の判定を行った。

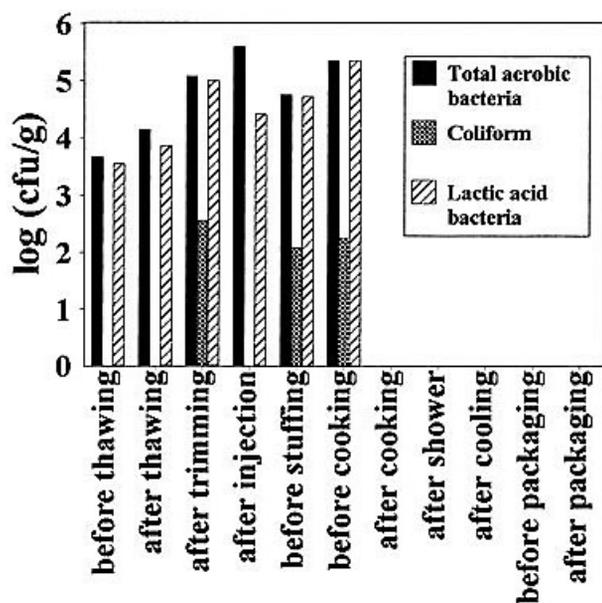


Fig. 1 Changes of bacteria in manufacturing process of pork loin ham. *Staphylococcus aureus* were not detected. None of the bacteria in the figure were detected after cooking.

クロストリジウム属菌

クロストリジウム用培地 (SPS Agar, MERCK) を使用し、シャーレを嫌気性パウチに入れ、35°C・24時間嫌気培養を行った後、定型的集落の確認によりクロストリジウム属菌の判定を行った。

落下細菌

落下菌数は SPC シャーレを5分間開放により、カビ数はサブローデキストロースクロマイ添加シャーレを20分間開放によって、作業前、作業中、作業後に採取して測定した。

(2) 理化学測定

水分は水分計 (HG 53 Halogen Moisture Analyzer, Japan) を用いて測定した。pH は pH メーター (HORIBA pH METER M-B, Japan) を用いて測定した。塩分は塩分計 (EEKEN SALT METER, Japan) を用いて測定した。水分活性は水分活性測定システム (GUNZE BTRSI, Switzerland) を用いて測定した。亜硝酸根は試料を前処理後、比色法¹⁾により分光光度計 (HITACHI U-1100 Spectrophotometer, Japan) を用いて測定した。

結果および考察

1. 製造工程における細菌

(1) 原料肉

一般細菌は冷凍原料肉 4.7×10^3 cfu/g、解凍後、整形後では 1.4×10^4 cfu/g、 1.2×10^5 cfu/gであった。また、大腸菌群は 10^{1-2} cfu/g、乳酸菌は 10^{3-5} cfu/gであり、黄色ブドウ球菌は陰性だった (Fig. 1)。*E. coli*、クロストリジウム属菌は陰性で、サルモネラ属菌は解凍後と整形後で陽性だった (Table 1)。原料肉の処理過程で微生物汚染は避けられないが、解凍機械や整形ラインの設備・機械・器具の洗浄・殺菌と作業員の更なる衛生的な取扱いが必要であると考えられる。また、原料肉の微生物の増殖を御制するために温度管理が重要である。

Table 1 The detection of bacteria in manufacturing process of pork loin ham

Bacteria	Process										
	before thawing	after thawing	after trimming	after injection	before stuffing	before cooking	after cooking	after shower	after cooling	before packaging	after packaging
<i>E. coli</i>	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-
<i>salmonella</i>	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-
<i>clostridium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

+ : positive, - : negative

(2) 塩漬肉

塩漬工程において、ピクル液をインジェクションした原料肉の細菌は 5.6×10^5 cfu/gであった (Fig. 1)。インジェクション後に、細菌が増殖するのは、インジェクター、副原料、香辛料、添加物、水等で調製するピクル液によると考えられるため、機械の洗浄・殺菌と調製したピクル液の温度管理が重要である。塩漬工程ではとくに香辛料で細菌が抑制されたと考えられるが、低温菌や乳酸菌が選択的に増殖³⁾する可能性があるのでタンク内の洗浄・塩漬時の温度管理が適切であることを確認することが必要である。

(3) 加熱前の中間製品

加熱前の充填肉は 2.2×10^5 cfu/gであり (Fig. 1)、細菌が塩漬後よりやや増えている。その原因として、ケーシング、台車、充填時の充填機の衛生状態や作業員の取扱い、品温および充填後の空気抜き等が考えられ、より適切な管理が必要である。

(4) 加熱後の中間製品

加熱後から包装前の細菌は全工程で陰性であった (Fig. 1, Table 1)。原材料から中間製品にみられた細菌は熱処理により死滅した。このことは加熱条件が適切に設定され、実施されているものと認められ、その後の工程、シャワー、冷却、包装が適切であったことを示している。熱処理工程は HACCP における CCP (重要管理点) であり、加熱の法基準である $63^\circ\text{C} \cdot 30$ 分間と同等以上の熱処理を行っている

必要がある。この確認に使用する時計・温度計には異常がないことを常に確認しなければならない。冷却に使用する水ならびに冷却冷蔵庫の衛生状態と 10°C 以下の温度を保っているか、先入れ・先出しが徹底されているかの確認も重要である。

(5) 最終製品

最終的に包装した製品の一般細菌および有害菌は陰性であった (Fig. 1, Table 1)。しかし、滅菌されているものではなく、包装状態の不良と不適切な温度管理や取扱いは細菌が増殖する要因となるので、正常に管理されていることを確認することが必要である。また、スライサーや包装機器の洗浄・殺菌および作業員の適正作業、個人の健康・衛生状態を確認することによって二次汚染を最大限防止する必要がある。

2. ピクル液

塩漬に使用されたピクル液の一般細菌は 10^3 cfu/mlであったが使用前、使用中、1日保管、2日保管後は 10^{4-5} cfu/mlに増えた。乳酸菌と大腸菌群も増殖し、*E. coli*は陽性であったが、サルモネラ属菌は陰性であった。pHの低下は乳酸菌の増殖により、亜硝酸根は製品自体のもつ還元作用によって減少したと考えられる (Table 2)。

3. 温度

原料の冷凍肉の品温は -18°C だった。原料肉は 7.7°C であり、加熱前まではほぼ一定だった。加熱後の中間製品の中心温度は 80°C 、シャワー後は 52.3°C 、

Table 2 Comparison of bacteria and physical and chemical components of pickle

Bacteria or Component	Period				
	after making	before using	using	after holding for 1 day	after holding for 2 days
Total aerobic bacteria	4.2×10^3	8.5×10^5	7.5×10^4	7.0×10^5	2.0×10^5
<i>coliform</i>	< 300	4.8×10^4	1.3×10^4	7.0×10^4	6.0×10^4
Lactic acid bacteria	7.8×10^2	3.0×10^5	2.9×10^5	·	·
<i>E. coli</i>	—	—	+	+	+
<i>Salmonella</i>	—	—	—	·	·
Temperature ($^\circ\text{C}$)	1.4	6.3	6.7	5.4	5.5
pH	6.90	6.85	6.75	6.35	6.4
Nitrite (ppm)	154	126	129	44	35
Salt (%)	4.6	4.5	4.2	3.6	3.6

Unit for bacteria : cfu/ml

+: positive, -: negative

nd: not determined.

冷却後は0.2℃, 包装前後では約4℃であり, 加熱前後で10℃以下の温度管理が適切に行われていた (Fig. 2).

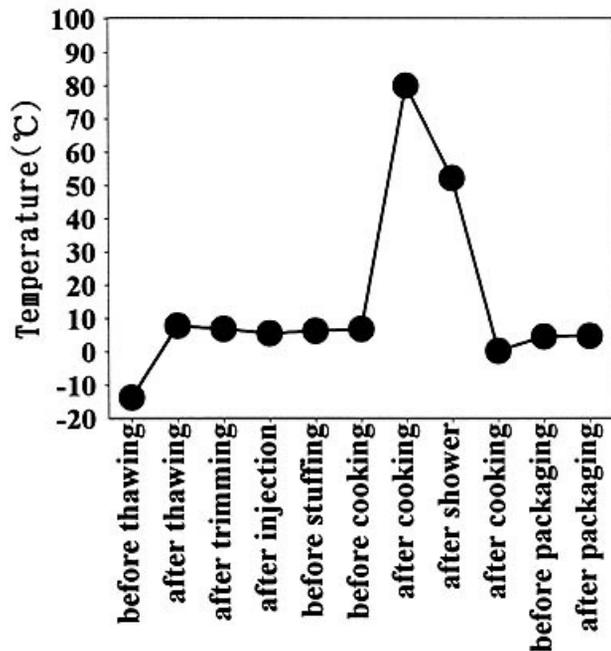


Fig. 2 Changes of temperature in manufacturing process of pork loin ham.

4. pH

原料肉の pH はインジェクション直後までは5.5付近を示した. 充填前塩漬肉から最終製品までは6.0付近を示し, 塩漬によって pH が上がった (Fig. 3).

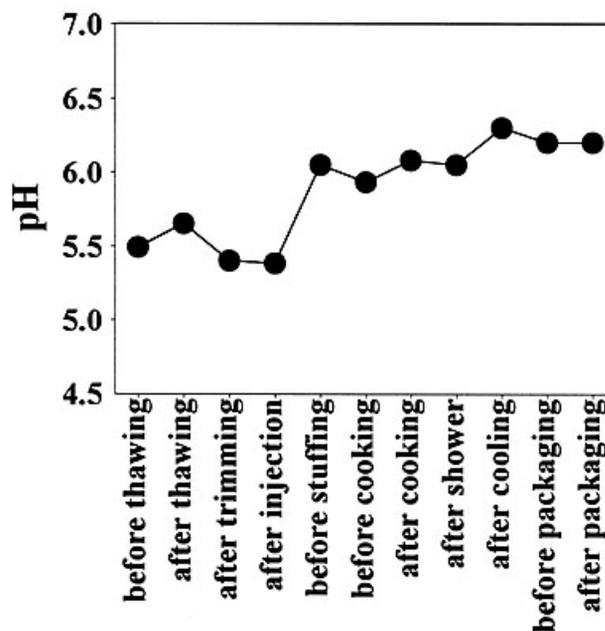


Fig. 3 Changes of pH in manufacturing process of pork loin ham.

Table 3 Bacteria's count in pork loin ham for 25 days at 4°C

Bacteria	Storage period (day)					
	0	5	10	15	20	25
Total aerobic bacteria	< 300	< 300	< 300	< 300	< 300	< 300
Coliform	< 300	< 300	< 300	< 300	< 300	< 300
Lactic acid bacteria	< 300	< 300	< 300	< 300	< 300	< 300
<i>Staphylococcus aureus</i>	< 300	< 300	< 300	< 300	< 300	< 300
<i>E. coli</i>	—	—	—	—	—	—
<i>Salmonella</i>	—	—	—	—	—	—
<i>clostridium</i>	—	—	—	—	—	—

— : negative, unit : cfu/g

Table 4 Physical and chemical components in pork loin ham for 25 days at 4°C

Component	Storage period (day)					
	0	5	10	15	20	25
Moisture (%)	72.0	71.2	73.7	71.9	71.8	68.9
Nitrite (ppm)	21.0	21.4	22.4	19.9	13.9	12.5
pH	6.19	6.05	6.00	6.02	6.07	6.25

Salt and Aw (water activity) at initial day were $1.35 \pm 0.05\%$ and 0.97 ± 0.01 , respectively.

5. 製品の貯蔵性

包装製品を一般流通条件の4℃で保存し定期的に検査を行った (Table 3). 保存中, 細菌の大きな増殖は認められず, 300 (cfu/g) 以下あるいは陰性であった. 亜硝酸根は食品衛生法の成分規格基準である70ppm と比べて低く, 約20ppm 以下で低かった (Table 4). しかし, 製品の不適切な取扱いで腐敗や危害のある微生物の増殖を起こすおそれがある. したがって, メーカーは消費者に対し, 食肉や食肉製品についての変質の微生物的, 物理的, 化学的な要因の知識や保存方法について積極的に広報をする必要があると思う.

6. 施設設備・機械器具・使用水・作業員

解凍に使用された水は解凍前で 2.0×10^3 cfu/ml, 解凍後で 2.1×10^4 cfu/mlで増殖がみられた. 原料肉の整形に使用されたナイフは 7.4×10^6 cfu/cm², ヤスリは 2.0×10^7 cfu/cm², 前掛けは 1.3×10^7 cfu/cm², 作業台は 1.1×10^7 cfu/cm², コンベアは 2.7×10^7 cfu/cm², 布手袋は 3.7×10^6 cfu/cm², 手は 1.2×10^6 cfu/cm², 床は $2.6 \times$

10^7 cfu/cm², 壁は 2.0×10^7 cfu/cm²だった. これらは作業後の洗浄・殺菌を充分に行うために作業管理を徹底する必要がある. ピックル液は 5.2×10^5 cfu/mlであり, 添加される香辛料と添加物, 水等の衛生的な保管管理と温度管理が必要である. 作業中, 原料肉以外の他のものに触れた時には必ず手洗いをすることが必要で, 水, 薬用石鹼, 逆性石鹼の順番で洗うと最も効果的とされている. 加熱工程と包装工程のコンベアは 10^2 cfu/cm²以下, シャワー水, ポリ手袋, スライサー, フィルム等は300/mlおよび300/cm²以下であり衛生的であった (Fig. 4).

7. 空中落下菌

工場の落下菌数は10 cfu/シャーレ以下, カビは6 cfu/シャーレ以下であり, 作業前と作業後より作業中の落下菌とカビ数が多かった (Table 5). この結果は, 原料肉や中間製品に大きな影響を与えるレベルではないが, 原料肉と中間製品を長時間作業場に放置することは避けなければならない. この工場では空調設備を衛生的に点検管理し, 直接外気の流入を

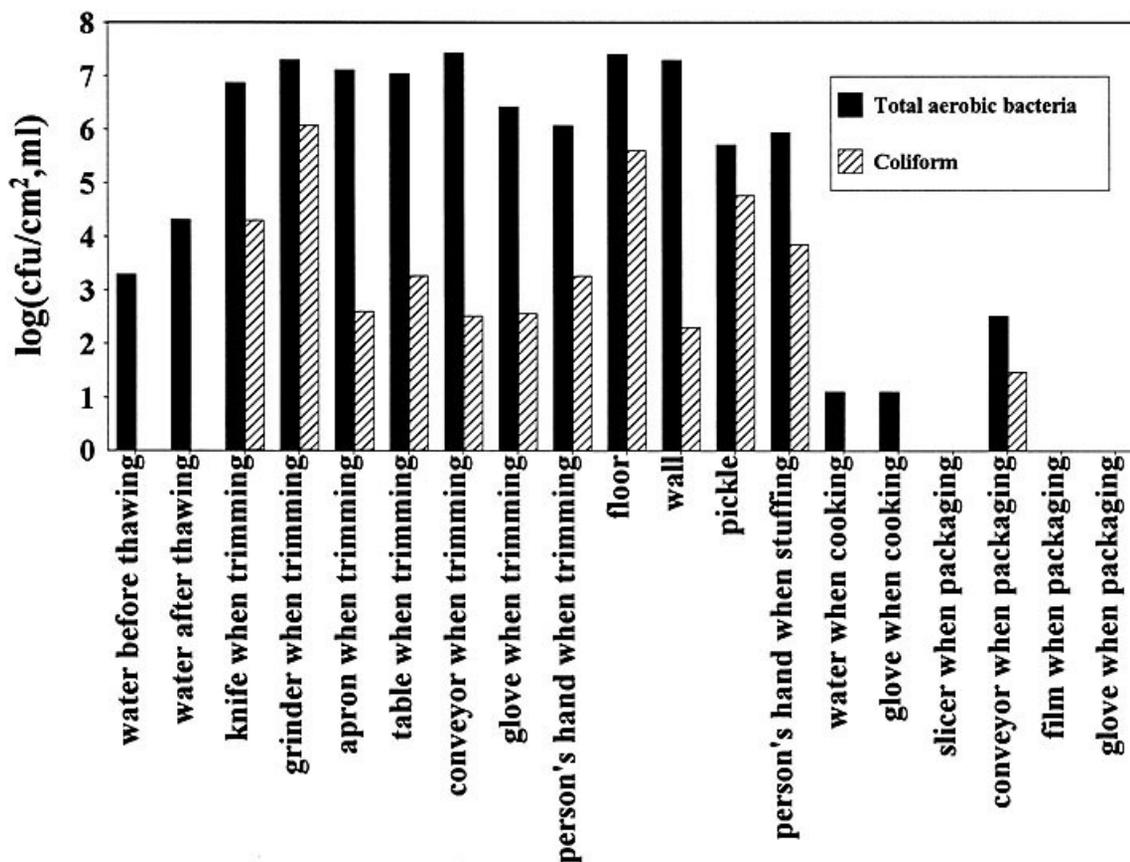


Fig. 4 Observation of bacteria concerning with equipments, personnel workers and materials.

Table 5 Bacteria's count and mold from air in the working area of factory

Place	before working		working		after working			
	bacteria	mold	bacteria	mold	bacteria	mold		
Make	1 sector	Receiving room	4	3	6	1	2	1
		Thawing room	4	1	1	1	1	0
		Trimming room	2	3	10	1	1	1
	2 sector	Injection room	1	1	10	0	6	2
		Refrigerator	1	0	3	0	0	0
		Stuffing room	1	2	3	2	5	0
	3 sector	Refrigerator	1	0	2	0	2	0
		Cutting room	2	1	6	0	1	1
		Chopping room	4	0	6	1	1	1
		Spice room	2	1	4	1	0	0
		Stuffing room	1	1	3	0	2	0
		Refrigerator	3	0	1	0	0	1
Cook	Smoke house	Smoke house 1	2	0	3	2	2	0
		Smoke house 2	2	2	4	0	1	0
		Smoke house 3	3	2	9	6	4	0
	Shower room	1	4	6	2	2	1	
	Refrigerator	1	0	0	0	0	0	
	1 sector	Packaging room	2	1	1	0	1	0
Refrigerator		1	0	2	0	1	1	
2 sector		Packaging room	2	1	1	0	1	0
	Clean room	0	0	0	1	1	0	
	Refrigerator	0	0	0	0	0	0	
3 sector	Packaging room	1	1	0	0	1	1	
	Clean room	1	0	0	0	0	0	
	Refrigerator	2	0	1	0	0	0	

unit : cfu/plate

防ぎ落下菌とカビを最小限にしていることが認められた。

要 約

- (1) HACCP システムを導入したロースハムの製造工程および保存中の細菌および理化学的項目を検査した。
- (2) 原料肉は 10^{3-4} cfu/g、製造工程では 10^{5-6} cfu/g だった。加熱処理で微生物は死滅し、以後はほとんど無菌状態で非常に衛生的であった。解凍水は 10^3 cfu/ml だった。
- (3) 原料肉の整形、充填のため使用した設備・機器・ピクル液には相当数の菌が存在したので、これらの衛生管理が重要である。また、作業場内で存在する落下菌とカビは製品等に影響のない状態であった。
- (4) 保存中の製品の細菌数は300/g 以下または陰性

であった。危害微生物に対する加熱処理は適切に実施されていることが認められた。また、水分、亜硝酸塩、食塩、pH、水分活性の理化学的項目は正常だった。

- (5) HACCP システムは機能し、加熱食肉製品の微生物規格基準を満足する製品が製造され、保存性も良好であった。また、加熱後の衛生管理ならびに施設・設備・水・作業者の管理は適切であった。

文 献

- 1) AOAC. Official method of analysis of AOAC. **39**, 8-9. 16 ed. (1995)
- 2) Barnes, J. and R. T. Mitchell : HACCP in the United Kingdom. Food Control, **11**, 383-386 (2000)
- 3) Darmadji, P., M. Izumimoto and K. Kataoka : Antibacterial effect of spices on fermented meat. The scientific reports of the faculty of agriculture

- okayama university, **83**, 9-15 (1994)
- 4) FDA (Food and Drug Administration). "Bacteriological Analytical Manual" 7th. (1992)
 - 5) Gagnon, B., V. McEachern and S. Bray : The role of the Canadian government agency in assessing HACCP. *Food Control*, **11**, 359-364 (2000)
 - 6) Gill, C. O., F. Dussault, R. A. Holley, A. Houde, T. Johns, N. Rheault, A. Rosales and S. Quessy : Evaluation of the hygienic performances of the processes for cleaning, dressing and cooling pig carcasses at eight packing plants. *Int. J. Food Microbiology*, **58**, 65-72 (2000)
 - 7) 本田武司・竹田美文：食中毒の正しい知識。菜根出版，東京 pp. 8-19 (1993)
 - 8) 藤原邦達：食中毒対策への提案。食べもの通信社，東京 pp. 64-90 (1997)
 - 9) Jay, J. M. : Microorganisms in Fresh Ground Meats ; The Relative Safety of products with Low Versus High Numbers. *Meat Science*, **43**, S59-66 (1996)
 - 10) 小久保彌太郎：食肉および食肉製品の微生物管理。ミートジャーナル，88-94 (1997)
 - 11) Kvenberg, J., P. Stolfa, D. Stringfellow and E. S. Garrett : HACCP development and regulatory assessment in the United States of America. *Food Control*, **11**, 387-401 (2000)
 - 12) Mortimore, S. : An example of procedures used to assess HACCP systems within the food manufacturing industry. *Food Control*, **11**, 403-413 (2000)
 - 13) Orriss, G. D. and A. J. Whitehead : Hazard analysis and critical control point (HACCP) as a part of an overall quality assurance system in international food trade. *Food control*, **11**, 345-351 (2000)
 - 14) Panisello, P. J., R. Rooney, P. C. Quantick and R. Stanwell-Smith : Application of foodborne disease outbreak data in the development and maintenance of HACCP systems. *Int. J. Food Microbiology*, **59**, 221-234 (2000)
 - 15) 坂崎利一：食中毒。中央法規出版，東京 pp. 3-11 (1985)
 - 16) 澤村良二・濱田 昭・早津彦哉：食品衛生学。南江堂，東京 pp. 51-69 (1999)
 - 17) Schlosser, W., A. Hogue, E. Ebel, B. Rose, R. Umholtz, K. Ferris and W. James : Analysis of *Salmonella serotypes* from selected carcasses and raw ground products sampled prior to implementation of Pathogen Reduction; Hazard Analysis and Critical Control Point Final Rule in the US. *Int. J. Food Microbiology*, **58**, 107-111 (2000)
 - 18) Souness, R. : HACCP in Australian food control. *Food Control*, **11**, 353-357 (2000)