

管理基準 (CL) の設定 —冷却曲線と多変量解析—

- 葛岡功弥子 渡邊菜美 森本賢治 木谷良平 松本圭 松田克也
合川敏彦 小野剛 河合浩二 山内俊平 (豊橋市食肉衛生検査所)
鈴木正昭 河辺純平 (東三河食肉流通センター)

<はじめに>

厚労省の食品製造におけるHACCP入門のための手引書(と畜・食肉処理編)では、冷却工程の管理基準(CL)を作業終了後24時間以内に枝肉表面温度10℃以下としている。一方、欧州規則853/2004では深部温度7℃未満とされており、また、7℃未満では中温性微生物の増殖が抑制されるとの報告もある。

そこで当所では深部温度7℃未満を考慮に入れた豚枝肉冷却室(以下、冷却室)のCLを作成するため、冷却室内温度(以下、庫内温度)並びに冷却室内の豚枝肉の表面及び深部温度(以下、表面及び深部温度)の関連性について検討した。

<材料及び方法>

平成28年9月23日午前にと畜し、正午までに肥育豚(枝肉重量71.5Kg±5.4Kg)226頭を在庫し終えた冷却室における庫内温度、表面及び深部温度を各々経時測定した。

1 冷却室におけるモデル冷却曲線(庫内、表面及び深部温度)の作成

(1) 庫内温度の測定

庫内温度設定を-3.5℃とし、実際の庫内温度の冷却推移を自動記録計(コマンド監視・制御装置:三菱電機)で、226頭を格納し終えた直後の12:00から枝肉出庫の翌朝8:00まで、20時間連続計測した。

(2) 表面及び深部温度の測定

枝肉が最も冷えにくいと考えられる冷却室入口扉側、出口扉側及び中央の各1頭計3頭の表面(右側大腿部外側)及び深部(右側大腿部尾側面の深さ4cm)にそれぞれ自動記録計(表面温度:サーモクロンGタイプ:KNラボラトリー社、深部温度:記憶計SK-L200TⅡ:佐藤計量器製作所)を設置し、庫内温度測定と同様に20時間連続計測した。

(3) モデル冷却曲線の作成

Microsoft社のOffice Excel 2007のソルバー機能を用い、観測値との誤差が最小となるあてはめ式を検討し、基準となる冷却曲線(以下、モデル曲線)を作成した。

2 枝肉の配置場所による深部温度の差の検討

出口扉側(A群)、入口扉側(B群)、中央(C群)、出口奥側(D群)及び入口奥側(E群)から各3頭計15頭を選定し、枝肉の表面及び深部温度を計測した。

表面温度は右側大腿部外側表面に対し高さ5cmの位置を熱波長計測位置とし(ハンディ放射温度計IT-540:堀場製作所)、深部温度は右側大腿部尾側面の深さ4cmに肉用温

度計（サーモミート:佐藤計量器製作所）を設置し、各々12:00~20:00時まで1時間毎に温度計測した。

SAS社の統計解析ソフトJMP5.1（以下、JMP）を用い、A~Eの各群について、初めにLeveneの検定（ $P < 0.05$ ）で等分散性を確認し、等分散ならF検定（ $P < 0.05$ ）を行い、有意の場合はTukey-Kramerの検定（ $P < 0.05$ ）を、等分散でない場合はKruskal-Wallisの検定（ $P < 0.05$ ）を行った。

3 管理基準の検討

JMPを用い、1で得られたモデル曲線を基準に、2で最も冷却条件の悪かった群について、その観測値のばらつき等を考慮し補正した冷却曲線を作成し、かつ庫内温度についての信頼限界の上限曲線を作成した。

<成績>

1 豚枝肉冷却室におけるモデル冷却曲線（庫内、表面及び深部温度）の作成

1、2及び3次式並びに対数変換はいずれも不適であった。指数及びS字曲線は共によくあてはまったが、指数の方がより誤差が小さかった。得られた式は以下のとおり。

$$Y = Y_{inf} - (Y_{inf} - Y_0) e^{-bx}$$

			庫内	表面	深部
極限值	（冷却室設定温度）	Y_{inf}	-3.5	-3.5	-3.5
開始値	（冷却開始時の平均温度）	Y_0	11.0	20.5	34.5
収束速度	（極限值へ近づく速さ）	b	0.475	0.095	0.118

2 枝肉の配置場所による深部温度の差の検討

深部温度の群間比較は、7時間、8時間でB群及びD群が他群に比べ有意に高値であり、20時間経過時にはB群がD群より高値であった。これらのことからB群を最も冷却条件の悪い群と判断した。なお、図1に8時間での群間比較を示した。

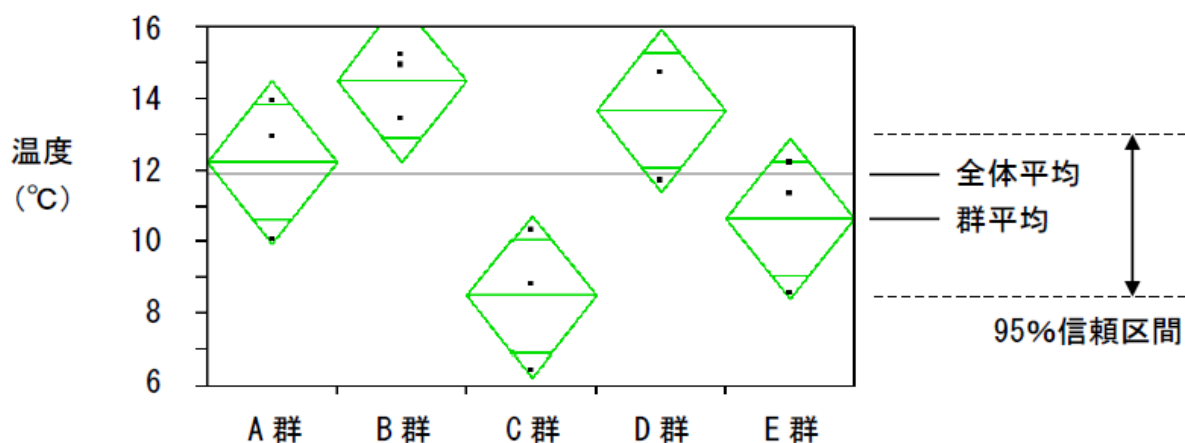


図1 8時間経過時の深部温度の比較

3 管理基準の検討

最も冷却条件が悪かったB群について補正した冷却曲線（標準冷却曲線；図2実線）、及び庫内温度について信頼限界の上限曲線（信頼限界曲線；図2破線）を図2に示した。

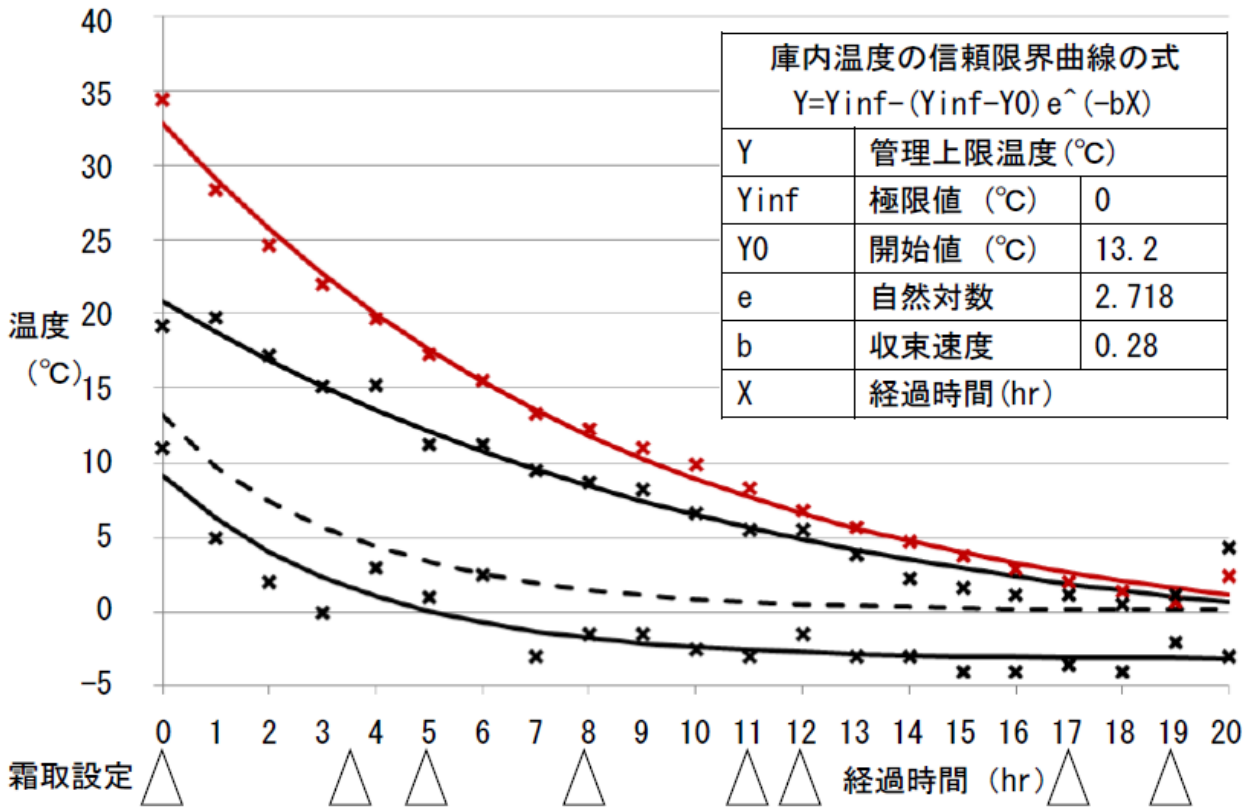


図2 冷却曲線

<考察>

得られた標準冷却曲線では、冷却開始後7時間で表面温度10°Cに到達し、11時間45分後には深部温度7°Cに到達していた。なお観測値では、霜取による庫内温度の一時的上昇がみられたが、表面及び深部温度への影響はわずかではあり、標準冷却曲線の作成に影響はなかった。

従来から経験的に扉付近は反対側の奥に比べて枝肉の冷え方が良くないと言われてきたが、群間比較からこれが統計的に示された。

施設管理者は24時間通して庫内温度の自動記録をとっているが、その確認を勤務時間終了前の16:30および出庫時の翌朝8:00に実施している。よって、この2点をモニタリングの定点観測時刻とし、庫内温度の信頼限界曲線の式にこの定点時刻における冷却経過時間をあてはめて得られた温度を、管理上限温度（管理基準；CL）とした。

本調査は、東三河食肉市場及び付属ミートセンターの協力を得て実施することができた。今後も関係機関と協働し、PH変動等ムレ肉対策面も含んだ枝肉の品質管理向上に努めたい。

