

鶏レバーの低温調理について

神奈川県平塚保健福祉事務所	浅見 恵
神奈川県鎌倉保健福祉事務所	我妻 亮治、山川 佳洋
神奈川県小田原保健福祉事務所	白木 里歩
神奈川県厚木保健福祉事務所	花村 董
神奈川県衛生研究所	森口 真理子
神奈川県生活衛生課	小井澤 敬太、三野 和也

1 はじめに

消費者の食肉の生食のニーズにより、生食に近い食感となるいわゆる「低温調理」と呼ばれる調理法が行われている。近年、飲食店等において、レバー刺しなどと謳い低温調理品の提供が行われているが、低温調理には明確な定義がなく、飲食店等でもインターネット等に掲載されているレシピや営業者が独自に設定した加熱条件により調理され、有症苦情等で実態を調査すると、市販の低温調理器を用いて一定の温度および時間で加熱調理されているが、加熱条件の検証が不十分な事例が散見される。

そこで、鶏レバーの低温調理法として掲載されている条件を参照し、中心温度の変化および細菌検査結果からその加熱条件について検討したところ、若干の知見が得られたので報告する。

2 実験内容

(1) 目的

低温調理器を用いた加熱を想定し、恒温槽を用いて湯温を一定に保った状態で鶏レバーを一定時間浸した際の中心温度の変化、断面の外観、カンピロバクター属菌の有無、一般細菌数等を観察する。

(2) 材料

神奈川県内の精肉店で販売されている国産鶏レバー約 400 g（ハツ抜き、6～8 個程度）を 1 検体とした。一回の実験で用いる検体は、実験前日にすべて一つの合樹袋に入れられた状態で仕入れ、実験前日に 1 検体ずつチャック付きのポリ袋（以後、「ポリ袋」という。）に入れ、実験開始直前まで冷蔵室（設定温度 4℃）で保管した。

なお、それぞれの実験において、加熱用検体と同様に未加熱検体を対照として用いた。

(3) 使用機器

温度ロガー（TR-52、TR-52i、RTR-502、株式会社テイアンドデイ社製）、恒温槽（パーソナル 11. SDN セット、タイテック株式会社製）

(4) 実験方法

ア 検体の準備

冷蔵室から取り出した検体を、実験直前まで氷を詰めた発泡スチロール容器内で保管した。ポリ袋を 2 枚の板で挟み、厚さを均等にした状態で検体の厚みを測定したのち、ポリ袋内の中心部に近いレバーにアルコール綿で清拭した温度センサーを刺した。ポリ袋内への恒温槽の湯の流入を防ぐため、検体をポリ袋ごと一回り大きなポリ袋に入れた。それぞれのポリ袋内にはなるべく空気が残らないようにした。

イ 加熱実験

(ア) 実験1：経時的变化を観察する群

恒温槽（水量10L）を58℃、63℃に設定し、それぞれで検体を加熱した。58℃で加熱した検体は投入時点（0分）から30分後、45分後、60分後、90分後、120分後、150分後のタイミングで、63℃で加熱した検体は、投入時点（0分）から30分後、60分後、90分後のタイミングでそれぞれ引き上げた。引き上げた検体は、氷に当てて急冷し粗熱が取れたものから検体の最も厚い部分の厚みを測定し、再度氷に当てながら冷蔵室へ移動した。十分に冷却された検体からカンピロバクター属菌、一般細菌数の検査を行い、外観・断面の観察をした。

(イ) 実験2：設定された中心温度に達した後、一定時間経過した際の変化を観察する群

実験1と同様に準備した検体について、58℃と63℃で加熱した。各検体の中心温度が恒温槽の設定した温度に達した時点での検体と、達温してから一定時間経過した時点での検体について細菌検査および外観・断面の観察を行った。加熱時間については加熱食肉製品の製造基準²⁾である63℃、30分の加熱を指標とすると、58℃では $Z = 8$ ^{※1}で126.5分の加熱と同等であること³⁾から、58℃達温+126分、63℃達温+30分でそれぞれ設定した。

Z値について一般的にカンピロバクター属菌は易熱性で $Z = 5$ 程度であることが報告されている⁴⁾。一方、一般細菌はその特性により $Z = 5 \sim 8$ が用いられることがあることから、今回の実験では最大の $Z = 8$ を用いて、63℃、30分と同等の加熱条件となる調理方法の検討を行った。

※1 Z値：加熱時間D値^{※2}を1/10にするために必要な温度

※2 D値：菌数を1/10に減少させるのに要する加熱時間

(5) 細菌検査方法

ア 一般細菌数

検体の中心部を主とした25gを細切し、0.1%ペプトン加生理食塩水225mLを加えて、ストマッカー処理を行ったものを試料原液とし、試料原液を0.1%ペプトン加生理食塩水で10倍段階希釈した。各希釈段階について、標準寒天培地で混釈し、36℃で24±2時間培養後の菌数を算定した。

イ カンピロバクター属菌の有無

検体の中心部を主とした25gを細切し、プレストン培地100mLを加えてストマッカー処理を行ったものを42℃で24時間微好気培養した。その培養液をCCDA培地3枚に塗抹し、42℃で24～48時間微好気培養し、各平板に発育したカンピロバクター属菌が疑われるコロニーについて釣菌した。純培養後、MALDI-TOF MSを用いて同定した。

3 実験結果

(1) 実験1

実験1の結果を表1に示した。

一般細菌数について、58℃で加熱した検体は経時的な減少が確認された。63℃で加熱した検体については、30分加熱した2検

水温	加熱条件	達温までの時間(分)	総加熱時間(分)	検体厚さ(cm)		一般細菌数(CFU/g)	C.jejuni /coli
				(加熱前)	(加熱後)		
58℃	未加熱検体					2.7×10^6	(+)
						1.2×10^5	(+)
	30分	未達	30	2.3	4.6	3.2×10^5	(+)
		未達	30	1.9	5.3	3.0×10^4	(-)
	45分	未達	45	2.1	4.8	1.2×10^4	(-)
		未達	45	1.9	5.2	1.4×10^4	(-)
	60分	40	60	1.6	5.8	6.1×10^3	(-)
		未達	60	2.2	5	2.6×10^3	(-)
	90分	89	90	1.7	5.8	3.1×10^2	(-)
		80	90	2	5.2	300未満	(-)
	120分	94	120	1.7	5.7		
		69	120	2.1	4.3	300未満	(-)
63℃	30分	61	120	2	5.6	300未満	(-)
		76	150	1.7	5.7		
	60分	未達	30	1.5	3.4	300未満	(-)
		未達	30	2	5.1	2.2×10^4	(+)
	90分	40	60	1.7	2.3	300未満	(-)
		45	90	1.7	2.2		

体のうち、1 検体は定量下限値(300cfu/g)未満、もう一方は定量下限値(300cfu/g)以上の一般細菌が認められた。カンピロバクター属菌については、58℃、63℃ともに、30 分加熱した 2 検体のうち 1 検体のみ陽性であった。

達温までの時間について、58℃で加熱した検体では 40～94 分と幅のある結果となった。

外観について、加熱時間の延長に伴い厚みが増し、流動性、弾力が失われていく傾向がみられた。また、触れると崩れるようにもろさが増した。生の鶏レバーは水分を多く含みしっとりとした質感であったが、加熱に伴いその特徴も失われていった。色調については、加熱前は暗赤色、赤褐色であったのに対し、120 分後の検体では黒味が薄れ、淡赤色を呈した。また、58℃で加熱した検体よりも、63℃で加熱した検体のほうが、表面が茶色くなる傾向がみられた。

(2) 実験 2

実験 2 の結果を表 2 に示した。

58℃で加熱した 2 検体は、達温までの時間が 40 分、87 分と約 2 倍の差となっており、達温した時点での一般細菌数も大きく差が開いた。

また、達温から 126 分間加熱した検体については 2 検体とも一般細菌数は 300 (CFU/g) 未満であった。カンピロバクター属菌は達温時にはすでに陰性であった。

63℃で加熱した検体は達温時にはすでに一般細菌数は 300 (CFU/g) 未満、カンピロバクター属菌も陰性であった。

水温	加熱条件	達温までの時間(分)	総加熱時間(分)	検体厚さ(cm)		一般細菌数 (CFU/g)	C.jejuni /coli
				(加熱前)	(加熱後)		
58℃	— 未加熱検体※3					2.7×10 ⁶	(+)
						1.2×10 ⁵	(+)
	達温+0分		40	1.6	2.9	3.7×10 ⁴	(-)
			87	2.1	3.9	3.3×10 ²	(-)
	達温+126分	40	166	2		300未満	(-)
		87	215	2	5.4	300未満	(-)
63℃	達温+0分		85	1.7	3.2	300未満	(-)
	達温+30分	85	114	1.5	2.4	300未満	(-)

※3 表1の再掲

4 考察およびまとめ

実験 1 および実験 2 における 58℃での加熱条件では、加熱時間と一般細菌数との間に負の相関が認められた。(r=-0.938) (図 1)

58℃と 63℃の両条件下において、鶏レバーの中心温度が恒温槽の設定温度に達温するまでの時間にばらつきが認められた。さらに、実験 1 における 63℃で 30 分加熱した検体の細菌検査では、2 検体中 1 検体でカンピロバクター属菌陽性、定量下限値以上の一般細菌の検出が認められ、同じ加熱条件の検体間で異なる結果となった。

このことから、温度や重量について同じ条件下で加熱しても、鶏レバーの中心温度が恒温槽の設定温度に到達するまでの時間や、加熱後の鶏レバーの細菌検査の結果に大きな差が出ており、検体の個体差（脂肪量、タンパク量、水分量、密度など）、開始時の検体温度、検体の厚み、温度計の測定精度など複数の要素により、結果に影響する可能性が考えられた。

また、加熱前後の厚さの推移では、加熱後の厚さに幅があるが加熱前より加熱後に検体の厚さが増す結果と

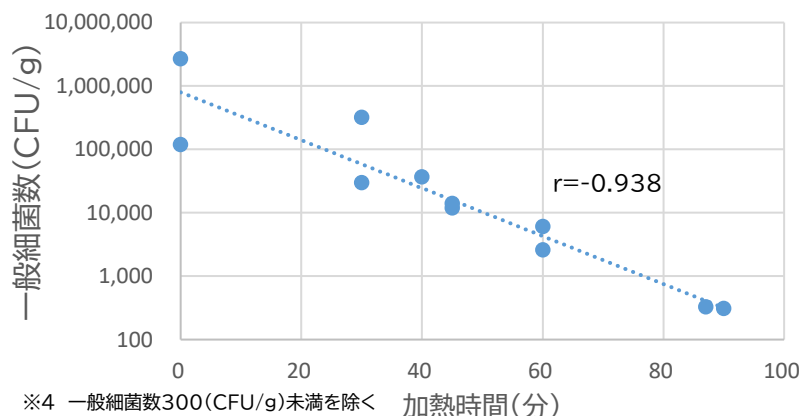


図1 一般細菌数と加熱時間

なった。鶏レバーの特性上、かたまり肉と異なり、一定量のポリ袋に入れられた鶏レバーが、自重と一緒に投入した他の検体との位置関係などにより、加熱前の形状（厚さ）を保ったまま加熱を続けることが難しく、調理の方法等により、その形状を一定に保持することが難しい。

一般的な低温調理器のメーカーの取扱説明書などにおいて、食材の厚さに応じた加熱の温度と時間を示されているが、一定の温度・時間により加熱調理を行っていたとしても、変動要因を認識していなければ、意図せず加熱が不十分な調理となってしまう可能性があると考えられた。

鶏レバーの外観、色調および硬度は加熱時間に伴い変化が認められたが、これらの変化を客観的に評価することは困難であった。見た目や触感のみを指標として十分な加熱および安全性が確保されていると判断することは適切ではないと考えられた。

今回の実験の課題として、①レバーの個体や加熱環境によっても細菌検査の結果が異なることから、恒温槽に入れる際のポリ袋の位置の違いによる加熱環境の違いなど事前に加熱条件を十分に検証して実験を行う、②検体の厚さが均一でなかったため、均一にすることでその厚さに即した加熱時間を検証する、③実際の調理条件を再現して同様の検証を行う。④検体数を増やすことなどにより、今後より信頼性の高い結果に繋げられるよう取り組んでいきたい。

以上により、営業施設や一般家庭で低温調理およびその検証を行う際にはレバーの個体差や加熱環境、調理中に鶏レバーの厚み変動することなどの複数の要因により設定温度に到達するまでの時間に大きなばらつきが生じることを考慮したうえで、食材ごとの特性を踏まえた加熱調理の重要性について、十分な安全性を確保できる加熱時間を設定する必要があると考えられた。

参考文献

- 1) 食品安全委員会：食品健康影響評価のためのリスクプロファイル～鶏肉等における *Campylobacter jejuni/coli*～(改訂版), 2021 年 6 月
- 2) 厚生省：告示第 370 号, 食品, 添加物等の規格基準 (告示), 1959.
- 3) 小暮 実, 2019. HACCP 制度化と食品衛生法の課題, 月刊 HACCP, 5, pp. 40-45.
- 4) Zui Qu. 2024. Thermal inactivation kinetics of Salmonella and Campylobacter in chicken livers. Poult Sci, 103(8).