

【原著論文(一般論文)】

Wooden breast 胸肉のコラーゲン特性が食味に与える影響

長谷川 靖洋¹, 佐々木 健太¹, 渡邊 敬文², 川崎 武志³, 山田 未知⁴, 矢嶋 絢介⁵,
垣内 ちひろ¹, 高橋 直紀², 前田 尚之¹, 岩崎 智仁^{1*}

¹ 酪農学園大学食と健康学類, 北海道江別市, 069-8501

² 酪農学園大学獣医学類, 北海道江別市, 069-8501

³ 人と鳥の健康研究所, 北海道網走市, 099-3119

⁴ 酪農学園大学循環農学類, 北海道江別市, 069-8501

⁵ 大山春雪さぶーる株式会社 早来工場, 北海道勇払郡安平町, 059-1433

(2025.2.28 受付 2025.3.12 受理)

要 約

本研究では、ブロイラーの異常に硬化した胸肉、いわゆる wooden breast (WB) 胸肉と正常胸肉を比較し、組織構造、コラーゲン組成および食味特性を評価した。組織構造観察の結果、WB 胸肉では筋線維間に膠原線維の増生と線維化が顕著であり、筋線維の横断面は円形化を認めた。加熱前の総コラーゲン量は WB 胸肉において正常胸肉の約 1.8 倍であったが、可溶性および不溶性コラーゲンの割合に大きな差はなかった。透過型電子顕微鏡による観察では、両群とも加熱後にコラーゲン細線維特有の D-band 構造が消失していた。食味試験では、官能評価において有意差は認められなかったものの、WB 胸肉は塩味と旨味が強い印象をもたれる傾向があった。さらに、パネリストの回答における自由記述には、WB 胸肉は「繊維感が強い」「やや硬い」といった特徴が指摘されたが、「味付けすれば差が分からない」との意見もあった。これらの結果から、WB 胸肉は調理や加工により官能的観点からは食用に利用可能であることが示唆された。

食肉の科学 66 (1), 27-34, 2025

キーワード：異常硬化胸肉, ブロイラー, 鶏肉

1. 緒 言

鶏肉は世界中で広く消費される動物性タンパク質源であり、その生産量および消費量は年々増加傾向にある。特に、ブロイラーは短期間での高い成長率と良好な飼料効率から、食肉産業において重要な役割を果たしている。飼育技術の向上や品種改良によってブロイラーの成長速度は向上し続け、現代の育種系統は孵化後 45 日で 3kg を超える水準に達している。しかし、この急速な成長に伴い、個体レベルでの筋肉異常の発生が増加しており、特に wooden breast (以下、WB) などと呼ばれる異常に硬化した胸肉の多発が世界的な問題となっている¹⁾。WB はゴムのように弾力のある異常な硬さになったブロイラーの胸肉を食鳥処理場での解体時に感覚的に捉え比喩表現したものである。このような状態の胸肉では、組織学的に筋線維の変性や壊死、膠原線維の増生、線維化の進行が観察される^{2, 3)}。また、

超微細構造レベルではコラーゲン細線維の増加とその構造変化が確認されており、これは肉質の硬化と関係している可能性が示唆されている⁴⁾。WB 胸肉は、こうした物理的特性の変化により、食肉としての品質にも影響を及ぼす可能性がある。

食肉の硬さは Actomyosin toughness とよばれる筋原線維由来と Background toughness とよばれる筋肉内結合組織に由来する硬さが起因している^{5, 6)}。Actomyosin toughness は死後からの時間経過に伴いミオシンフィラメントとアクチンフィラメントは、強固な硬直結合を呈することで肉はかたくなる。一方、Background toughness は筋組織を構成している筋周膜や筋内膜などの結合組織の量と形態に依存する硬さである。前者は死後からの時間経過に伴い太いフィラメントと細いフィラメント間の相互作用の低下およびカルシウムイオンが関わっている。後者

は骨格筋を構成している筋周膜および筋内膜が死後からの時間経過に伴い糸状に変化し、結合組織構造が乱れて脆弱化することで食肉の軟化に寄与している。先行研究においては、WBを発現した胸肉の内在性プロテアーゼ活性は有意に高く、筋原線維のZ線を構成する α -アクチニンや、中間径フィラメントを形成しているデスミン、細いフィラメントに存在し、熟成の指標にもなるトロポニンTの断片化が生じているにもかかわらず、硬さへの影響の寄与は低いことが報告されている^{7,8)}。WBの特徴である胸肉のかたさは生の状態で評価されることが多いが、我が国の食習慣においては、一般的に家禽肉は加熱して食することから、加熱した際のWB筋肉内結合組織の構造変化や食味の検討を行うことは重要である。

WB胸肉の組織構造の特徴に、筋細胞の変性に伴う線維化による基質成分のコラーゲン組織の増加がある。コラーゲンは多細胞動物の細胞外基質の主成分で、体組織において真皮、靭帯、腱、骨、軟骨などを構成するタンパク質の一種である⁹⁾。コラーゲンを構成する主要なアミノ酸のひとつにヒドロキシプロリンがあり、コラーゲンの構造安定性を担っている¹⁰⁾。さらに、このコラーゲン線維には、加熱により可溶化する可溶性コラーゲン成分と、全く不溶性コラーゲン成分が存在する。その違いは架橋形成の有無と言われており、線維内での架橋が進むと不溶化することが報告されている¹¹⁾。

WB胸肉を食用として利用すると、いくつか懸念される。まず、正常な胸肉と比較して加熱後の歯ごたえに違いがある可能性である。これは、筋線維間のコラーゲン沈着や線維化の進行により、加熱後のゼラチン化が不十分になりえる。次に、味の違和感が生じる可能性である。WB胸肉では、筋細胞の壊死や炎症が進行しているため、通常の胸肉とは異なる味成分が含まれている可能性がある。最後に、組織構造の変化により、調味液や水分の保持性が異なり、食味に影響を及ぼす可能性がある。したがって、WB発現肉は、消費者が一般的に期待するような鶏肉の食感や味とは異なる特性を持つ可能性がある。もし、これらの特性の違いが消費者の期待を損ねるようなものであった場合、消費者の鶏肉に対する評価を下げてしまうことも考えられる。

本研究では、食鳥処理場から入手した鶏胸肉を対象に、正常肉とWBを発現している胸肉におけるコラーゲン組成の違いを明らかにし、それが加熱による形態変化や食味特性に与える影響を解明することとした。特に、WBの加熱後の食感やうま味の変

化を味覚センサー、総アミノ酸量および食味試験の結果から評価し、WB胸肉の品質特性に関する知見を新たに提供することを目的とした。

2. 材料と方法

試 料

本研究に供した胸肉は食鳥処理場でと殺・解体処理された45日齢のブロイラー(ROSS308系)から採取した。WB胸肉の識別指標は、sihvoらが報告したWBの所見である剥皮した胸肉表面の外観において、ゴムのように著しく弾力を帯びていること、退色し淡い黄色みを帯びていること、黄色味を帯びた浸出液で覆われていることとした¹²⁾。WB胸肉と正常胸肉はそれぞれ10枚を以下の実験に供した。本研究では、WB胸肉、正常胸肉それぞれからWB胸肉で硬化が顕著に表れやすい腹側頭頭部(図1a)

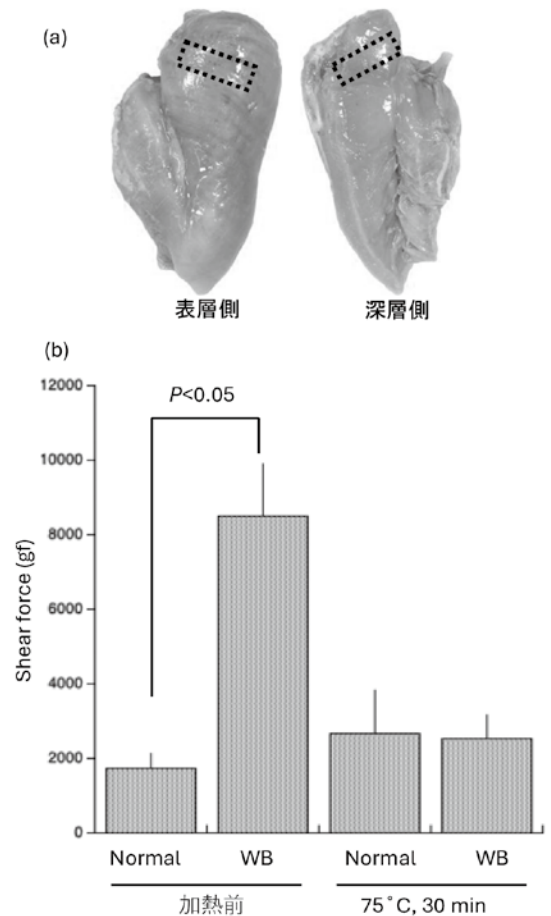


図1 胸肉試料の採材部位と加熱処理による剪断力の変化 (a): 採材部位, (b) 加熱前後の剪断力値を示す。点線部は採材部位を示す。

の表層側を対象に、胸肉表面から5mmの深さで組織を切り出し、剪断力価の測定、組織標本作製、コラーゲン組成分析のための試料を採取した。コラーゲン組成分析のための試料は、表層側の反担側である深層側（図1a）からも5mmの深さで組織を切り出して採取した。剪断力価測定と組織標本作製のための試料は、線維走行に沿って10×10×40mmに切り出した。切り出した肉片は剪断力価を測定した後、一部をコラーゲン分析用として約2mm角に細断分取して液体窒素で急速凍結、-80℃で保存した。剪断力価測定とコラーゲン組成分析の試料を採取した残りの組織片は、10%ホルマリンに浸漬固定し、定法にてパラフィン切片を作成した。加熱用試料は75℃で30分間加熱したのちに、同じ位置から同様の形状で切り出し、剪断力価を測定した。剪断力価の測定後の肉片は、組織標本観察のためにパラフィン切片を作製した。なお、食味試験用試料は胸肉全体とし、使用するまで未加熱の状態での-30℃にて保存した。

剪断力価の測定

剪断力は、レオメーター（RE-33055、山電）を用い、切り出した肉小片（10×10×40mm）の筋線維走行に対して垂直方向になるよう直刃ブレード（厚さ0.35mm）をあてて測定した。測定条件は格納ピッチが0.05 sec、測定速度が1mm/sec、測定歪率が150%、アンプル倍率は1倍とし、ロードセルは20gfを用いた。剪断力価は、荷重/歪み曲線の最大荷重値とした。

組織化学染色

10%ホルマリンで固定した試料は、5-7mm厚に切り出し、脱ホルマリン後、エタノール系列で脱水した。100%キシレンで3回、各々1時間、試料が透明になるまで透徹し、パラフィン包埋した。マイクロームを約4μm厚にセットしてパラフィン包埋組織から作製した薄切切片標本は、定法にて脱パラフィン後、HE染色およびアザン染色を施した。これらの染色組織標本は光学顕微鏡（ECLIPSE-Ci、ニコン）を用いて観察した。

コラーゲン細線維の微細構造観察

光学顕微鏡下で組織の状態を観察したHE染色標本は、電子顕微鏡観察に供するために樹脂包埋に供した。100%キシレン溶液に浸漬してカバーガラスを剥離し、続けて100%エタノールに浸漬後、QY-1に10分間浸漬した。包埋樹脂は、EMBed-81210mL、DDSA8mL、NNA4mL、DMP-300.4mL加えて完全に混合させたものを使用した。

60℃で2日間かけて硬化させ、約100nm厚の超薄切片を作製し、200メッシュのグリッドにすくい取り、透過型電子顕微鏡（HT-7700、HITACHI）にて、加速電圧80kVで観察した。

コラーゲン組成の分析¹³⁾

コラーゲン組成の分析は以下の手順で行った。胸肉約1gをリングル液とともに加熱処理し、ホモジナイズ後に遠心分離を行い、上澄みを回収して可溶性コラーゲン測定用試料とした。総コラーゲン量の測定には、別途胸肉約1gを濃塩酸とともに加水分解し、ろ過・希釈後に試験溶液を調製した。次に、試料にフェノールフタレインを加え、KOHで中和し、ホウ酸ナトリウム、クロラミンT、チオ硫酸ナトリウム、KCl、トルエンを順次添加。振盪・遠心分離後、有機溶媒層を取り出し、Ehrlich's試薬と反応させ、560nmで吸光度を測定してヒドロキシプロリン量を算出した。可溶性コラーゲンおよび総コラーゲンは「ヒドロキシプロリン量×7.52」で求め、不溶性コラーゲン量は両者の差として算出した。

食味アンケートと味覚センサーによる評価

-30℃で保存した正常胸肉およびWB胸肉は4℃で解凍したのち、75℃で60分間加熱した。冷却後、約5mm角のサイコロ状にカットし、任意の20-22歳の男女18名のパネリストに対して、無作為にテイasting試験を行い、食味アンケートを実施した。評価項目は香り、歯ごたえ、味および総合評価を1-5点で採点し、各項目の合計点数を算出した。また、正常胸肉およびWB胸肉のどちらが好みであるかが選択させ、自由記述項目も設けた。

味覚センサーによる評価は、正常胸肉4枚、WB胸肉6枚を用いた。加熱後の試料肉は、重量の40倍の蒸留水でホモジナイズした。遠心分離（5000rpm、10min）後にアスピレーターで脂肪を除去し、ろ紙（1、アドバンテック社）でろ過し、ろ液を30mM KClおよび0.3mM酒石酸からなる基準液で10倍希釈したのち、味認識システム（TS-5000Z、Insent社製）で評価した。

総遊離アミノ酸の測定

遊離アミノ酸の測定はニンヒドリン法を使用した。味覚センサーによる評価に用いたろ液試料1mlに、等量の50%トリクロロ酢酸を加え攪拌し、15分静置した後に遠心分離（4000rpm、15min）した。遠心分離後、上清部を12.5μlとり、487.5μlの1M酢酸緩衝液（pH4.0）を加え、攪拌した。これに等量のニンヒドリン試薬を添加してよく攪拌した後、100℃で15分間加熱処理を行った。試料は室温に

戻し、50% エタノール 0.75ml を加えて攪拌した後、540nm の吸光度を測定した。遊離アミノ酸量は得られた吸光度をアラニンで作成した検量線に代入して算出した。

統計解析

統計解析は Kaleida Graph software ver. 4.5 (Synergy 社) を用いて解析した。数値データは、平均値 ± 標準偏差で示すとともに Student の t 検定で統計学的解析を行なった。有意水準は $p < 0.05$ とした。

3. 結果

剪断力価

加熱前後の剪断力価は図 1b に示した。加熱前の剪断力価は WB 胸肉で 8kgf 以上を示し、正常胸肉の約 4 倍であった。加熱後はいずれも加熱前よりも低値となり、正常胸肉および WB 胸肉で共に、約 3kgf の値を示し、両試料間に有意な差はなかった。

組織化学染色の観察

HE 染色標本とアザン染色標本を光学顕微鏡下で観察し、WB 胸肉と正常胸肉の典型的な組織像を図 2 に示した。正常胸肉では、大多数の筋線維の横断面が多角形を呈し、円形化した筋線維は散見される程度であった (図 2a)。筋線維間にほとんど膠原線維はみられず、過収縮過程にある筋線維が散見された (図 2b)。WB 胸肉では、筋線維の横断面は多角性が鈍化・消失 (円形化) していた (図 2c)。筋線維間は膠原線維が発達し、広範囲に細線維が疎密に分布していた。また、split fiber (分割筋線維) が散

見された (図 2d)。

コラーゲン含量とその組成

図 3 にコラーゲン組成を示す。表層側の不溶性コラーゲン量は正常胸肉および WB 胸肉でそれぞれ、 8.62 ± 0.56 および 15.99 ± 1.80 mg/g であった ($p < 0.05$)。深層側の不溶性コラーゲン量は正常胸肉および WB 胸肉でそれぞれ、 8.86 ± 0.66 および 13.95 ± 2.79 mg/g であり、WB 胸肉では正常胸肉より高値であったが、有意な差は認められなかった (図 3a)。表層側の可溶性コラーゲン量は正常胸肉

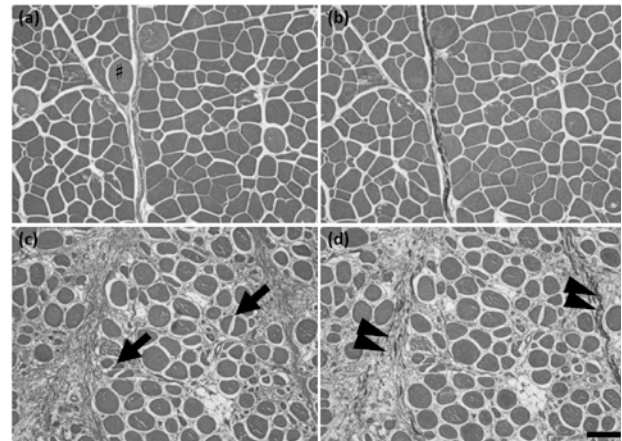


図 2 異常硬化胸肉の組織構造。

(a) : 正常胸肉の HE 染色像, (b) : 正常胸肉のアザン染色像, (c) : WB の HE 染色像, (d) : WB のアザン染色像。シャープ、矢頭および矢印はそれぞれ、過収縮筋線維、膠原線維の増生および分割筋線維を示す。スケールバーは 500μm を示す。

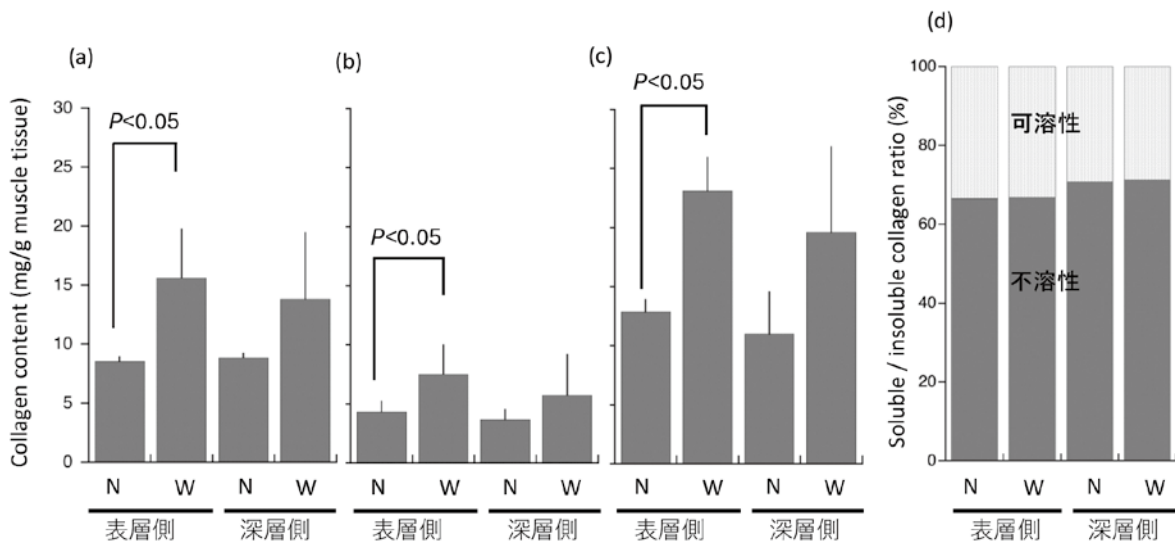


図 3 正常胸肉 (N) と異常硬化胸肉 (W) のコラーゲン組成。

(a) : 不溶性コラーゲン, (b) : 可溶性コラーゲン, (c) : 総コラーゲン, (d) : 可溶性ならびに不溶性コラーゲンの割合 (%)。

および WB 胸肉でそれぞれ、 4.29 ± 0.62 および $7.00 \pm 2.27 \text{mg/g}$ であった ($p < 0.05$)、深層側では正常胸肉および WB 胸肉でそれぞれ、 3.82 ± 0.34 および $6.33 \pm 3.46 \text{mg/g}$ であり、WB 胸肉で正常胸肉より高値であったが、有意な差は認められなかった (図 3b)。表層側の総コラーゲン量は正常胸肉および WB 胸肉でそれぞれ、 12.91 ± 1.40 および $22.99 \pm 3.03 \text{mg/g}$ であった ($p < 0.05$)。深層側の総コラーゲン量は正常胸肉および WB 胸肉でそれぞれ、 10.14 ± 4.41 および $20.27 \pm 7.87 \text{mg/g}$ であり、WB 胸肉で正常胸肉より高値であったが、有意な差は認められなかった (図 3c)。いずれの部位においても可溶性コラーゲンおよび不溶性コラーゲンの割合には大きな差がなかった (図 3d)。

加熱前後の組織構造観察

加熱前後の HE 染色像を図 4 示した。HE 染色標本では、正常胸肉および WB 胸肉間にて加熱により構造的な違いを確認することができなかった。同一試料の結合組織構造を電子顕微鏡で観察し、図 5 に結果を示した。正常胸肉ならびに WB 胸肉のいずれにおいても、加熱前では、コラーゲン細線維特有の 67nm 周期の D-band 構造 (図 5 矢印部) が確認されたが、加熱後では、いずれの胸肉でも D-band の消失が確認された。

食味試験および総アミノ酸量

食味アンケートの結果を表 1 に示す。香り、歯応え、味、総合評価および好みのいずれの項目においても有意な差はなく、パネリストの回答では全体的に B のほうが高い評価であった。個別の記述としては、「味つけすればどっちがどっちか分からない気がする」、「B のほうがやわらかく感じた。しかし、両者に大きな差は感じませんでした」「B のほうが繊維の感じがハッキリしていたと思う」「じっくりと味わると違いがわかるが、普通に食べる分には変わらない」「B は噛みきることができないほど硬い部分があった」「A はやわらかく普通の鶏肉だった」

表 1 食味アンケートの結果

	A (非発現)	B (WB)	p 値 (t 検定)
香り	66	68	0.6993
歯応え	68	64	0.5689
味	65	69	0.1936
総合評価	66	66	1
好み	8名	10名	—

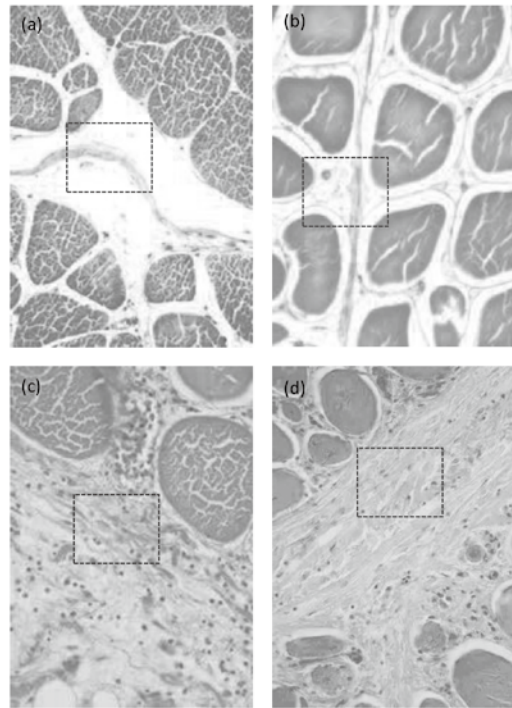


図 4 正常胸肉と異常硬化胸肉の加熱前後での HE 染色像 (a) : 加熱前の正常胸肉, (b) : 加熱後の正常胸肉, (c) : 加熱前の WB, (d) : 加熱後の WB。図中の点線で囲った領域を電子顕微鏡で観察した (図 5)。

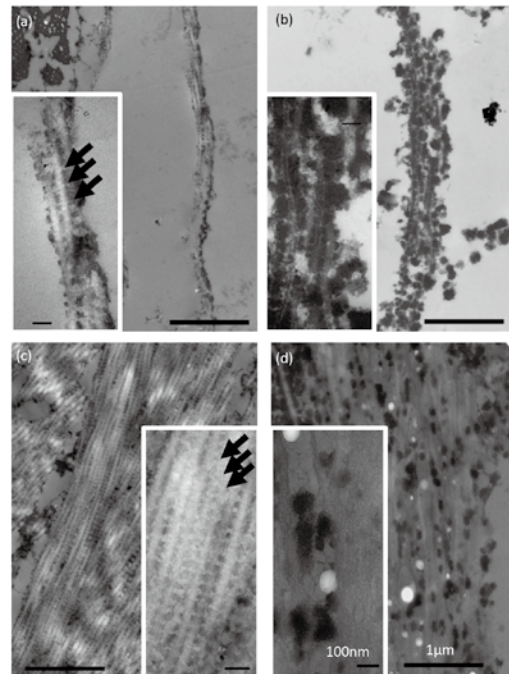


図 5 正常胸肉と異常硬化胸肉の加熱前後のコラーゲン線維の超微細構造。(a) : 加熱前の正常胸肉, (b) : 加熱後の正常胸肉, (c) : 加熱前の WB, (d) : 加熱後の WB。図中の挿入図および矢印はそれぞれ、強拡大図および D-band を示す。

という記述があった。味覚センサーの結果は図6に示した。WB 胸肉は塩味と旨味評価では1検体を除いてより塩味を感じ、旨味も高い傾向であった。一方、旨味コクと旨味評価では旨味は高いが旨味コクは低い傾向であった。総アミノ酸量は図7に示した。WB の総遊離アミノ酸量は正常胸肉に比べて有意に高値を示した ($p < 0.05$)。

4. 考 察

本研究では、WB 胸肉の食感に影響する要因として、可溶性/不溶性コラーゲンの割合、加熱前後の筋組織構造の違いおよび食味特性について検討した。

WB 胸肉の剪断力価は、加熱前では正常胸肉と比較して有意に高値であったが、加熱することで正常胸肉と差がない程度に低値になった(図1)。WB 胸肉は正常胸肉と比較して総コラーゲン量は約1.8倍であったが、そのコラーゲン構成割合には差がなかった(図3d)。コラーゲン線維は約70°Cの加熱によりゼラチン化して、その構造を維持できなくなることから¹⁴⁾、戻し電子顕微鏡技法を用いて、組織観察試料から結合組織構造領域にあるコラーゲン細線維の微細構造を観察した結果、加熱によってD-bandが消失することをWB 胸肉と正常胸肉の両

方で確認した(図5)。以上ことから、WB 胸肉と正常胸肉中のコラーゲンの量は異なるものの、その組成に差がないことが明らかとなった。食肉の硬さは筋線維と結合組織の硬さの和であるとされており¹⁵⁾、鶏肉においてもそれは同様であると考えられる。しかし、本研究では、加熱していない状態での評価では、WB 胸肉は正常肉よりも硬く、加熱すると正常肉と差がなくなる結果が得られていることから、結合組織の量的な違いは大きく影響しない可能性が考えられた。

鶏肉においては、熱溶解率の低い架橋形成したコラーゲン成分の増加が硬さの一因となることが示唆されており、このような性質のコラーゲン成分は加齢とともに増加することが明らかにされている^{16,17)}。WB 胸肉は、食鳥処理場での解体時における生の状態での硬さに由来する表現であるが、加熱調理後の硬さにもこれまで多くの研究者が注目してきた。Brambilaらは官能検査において、WB 胸肉は正常胸肉と比較して弾力性などのテクスチャーに関係する官能項目のスコアが高かったが¹⁸⁾、本研究で示した加熱後の剪断力価では差は明白ではなかった。

これらのことから、WB 胸肉で増えているコラーゲン成分は、架橋形成に伴う熱溶解性の低下に至っていない可能性が示唆された。加えて、WB 胸肉に極端な変性病変を併発していなければ、加熱後の食事摂取時に大きな違和感を覚えるほどに至っていない

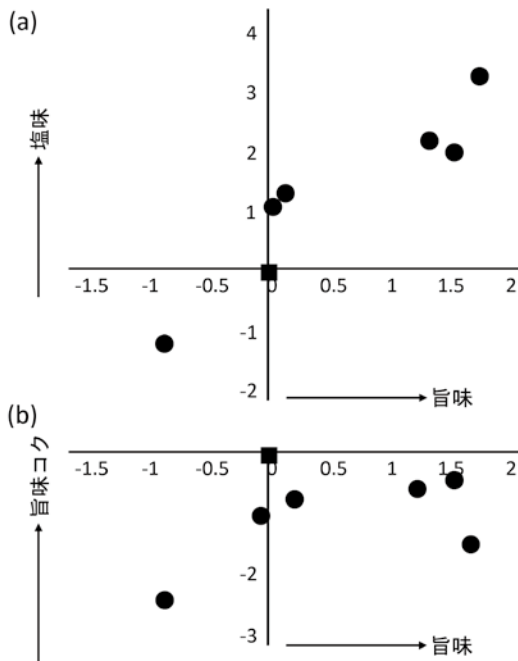


図6 味覚センサーによる評価
(a)：塩味と旨味の評価，(b)：旨味コクと旨味の評価，■：Normal，●：WB

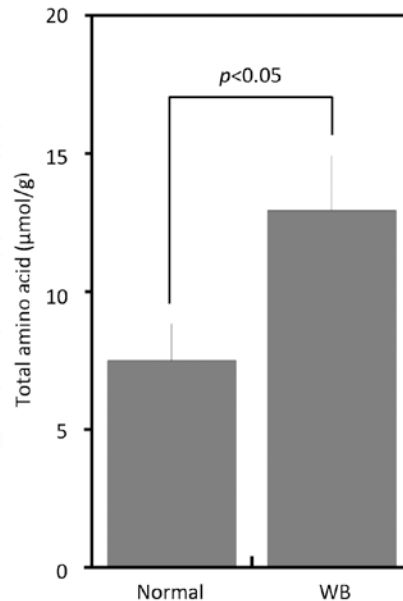


図7 正常胸肉と異常硬化胸肉の総遊離アミノ酸量

いと推察された。

味覚センサーによる分析では、WB 胸肉の塩味および旨味の評価値において正常胸肉より高い傾向が認められた。一方で、旨味コクは正常胸肉に比べて低い傾向を示した。WB 胸肉は筋線維の壊死や炎症により浸出液が多く排出され¹⁹⁾、この中には遊離アミノ酸も多く含まれている (図7)²⁰⁾。つまり、胸肉を構成しているタンパク質の断片化が生じることで胸肉中のアミノ酸濃度が高いために味覚センサーでの分析にて、旨味が上昇した可能性が考えられ、塩味を強く評価された要因は相対的な塩濃度の高まりによると考えられる。味試験においては、パネリストの一部からの回答者の記述に「B(WB 胸肉)の方がやわらかく感じた」、「全体的にBのほうが高い評価でした」とあった。また、食味試験の各項目の統計解析の結果においても有意な差はなく、「味つけすればどっちがどっちか分からない気がする」との記述があったことから、WB 胸肉の食感や味については、調理や味付けによって正常胸肉とほとんど差がなくなることが示唆された。

これらの結果から、WB 胸肉は調理法や加工によって可食に耐える可能性が示唆されたものの、その利用には味成分や加熱条件などの詳細な検討が必要である。

5. 謝 辞

本研究は酪農学園大学の共同研究補助金助成 (2022-03) および JSPS 科研費 JP21K05907, JP21K05908, JP21K05942, JP24K01912, JP24K09214 の助成を受けて実施されました。ここに謝意を表します。

6. 利益相反自己申告

申告すべきものなし

7. 参考文献

- 1) Sihvo, H. K., Immonen, K. and Puolanne, E., *Vet. Pathol*, **51**, 619-23 (2014)
- 2) Clark, D. L. and Velleman, S. G., *Poult Sci*, **95**, 2930-2945 (2016)
- 3) De Almeida Mallmann, B., Martin, E. M., Soo Kim, K., Calderon-Apodaca, N. L., Baxter, M. F. A., Latorre, J. D., Hernandez-Velasco, X., Paasch-Martinez, L., Owens, C. M., Dridi, S., Bottje, W. G., Greene, E. S. and Tellez-Isaias, G., *Front. Physiol.*, **10**, 674 (2019)
- 4) Zhang, Y., Huang, M., Shao, X., Zhang, F., Li, Z., Bai, Y., Xu, X., Wang, P. and Zhao, T., *Foods*, **12**, 2375 (2023)
- 5) Huxley, H. and Hanson, J., *Nature*, **173**, 973-976 (1954)
- 6) Nishimura, T., *Anim Sci J*, **81**, 21-7 (2010)
- 7) Soglia, F., Zeng, Z., Gao, J., Puolanne, E., Cavani, C., Petracci, M. and Ertbjerg, P., *Poult Sci*, **97**, 1448-1455 (2018)
- 8) Hasegawa, Y., Hara T., Kawasaki T., Yamada M., Watanabe T. and Iwasaki T., *Food chem*, **315**:126285-126285 (2020)
- 9) 奥山健二, コラーゲンの構造, 日本結晶学会誌, **54**, 2263-269 (2012)
- 10) Gordon, M.K. and Hahn, R., *Cell Tissue Res.*, **1**, 247-257 (2010)
- 11) Avery, N.C. and Bailey, A.J., *J. Med. Sci. Sports*, **15**, 231-240 (2005)
- 12) Sihvo, H. K., Immonen, K. and Puolanne, E., *Vet. Pathol.*, **51**, 619-23 (2014)
- 13) Cross, H. R., Carpenter, Z.L. and Smith, G. C., *J. Food Sci.*, **38**(6), 998-1003 (1973)
- 14) Bozec, L. and Odlyha, M., *Biophys. J*, **101**, 228-236 (2011)
- 15) Purslow, P. P., *Ann. Rev. Food Sci. Technol.*, **5**, 133-153 (2014)
- 16) 阿部申, 平田昭弘, 木村貞司, 山内邦男, 廃鶏肉の硬さに及ぼすコラーゲンの影響, 日本食品科学工学会誌, **43**(7), 831-834 (1996)
- 17) Nakamura, R., Sekoguchi, S. and Sato, Y., *Poult. Sci.*, **54**(5), 1604-1612 (1975)
- 18) Brambila G. S., Bowker B., Chatterjee D. and Zhuang H., *Poult. Sci.*, **97**, 1762-1767 (2018)
- 19) Tasoniero, G., Bowker, B., Stelzleni, A., Zhuang, H., Rigdon, M. and Thippareddi, H., *Poult. Sci.*, **98**, 4204-4211 (2019)
- 20) Xing, T., Zhao, X., Xu, X., Li, J., Zhang, L. and Gao, F., *Food Chem.*, **316**, 126271 (2020)

Effect of collagen properties of wooden breast in taste

Yasuhiro HASEGAWA¹, Kenta SASAKI¹, Takafumi WATANABE², Takeshi KAWASAKI³,
Michi YAMDA⁴, Kensuke YAJIMA⁵, Chihiro KAKIUCHI¹, Noki TAKAHASHI², Noyuki MAEDA¹,
Tomohito Iwasaki¹

¹Department of Food Science and Human Wellness, Rakuno Gakuen University

²School of Veterinary Medicine, Rakuno Gakuen University

³Research Office Concerning the Health of Humans and Birds

⁴Department of Sustainable Agriculture, Rakuno Gakuen University

⁵Hayakita Factory, DAISEN SAVEUR SS INC

Abstract

This study compared the histological structure, collagen composition, and taste characteristics of wooden breast (WB)-affected and normal broiler breast muscles. WB muscles exhibited extensive collagen fiber proliferation, fibrosis, and fragmented muscle fibers. Collagen analysis showed that WB muscles contained 1.8 times more total collagen than normal muscles, though the soluble-to-insoluble collagen ratio remained unchanged. Transmission electron microscopy revealed the loss of the characteristic D-band structure in collagen fibers upon heating in both groups. Sensory evaluations showed no significant differences in overall taste perception, but WB muscles exhibited stronger salty and umami flavors. Panelists commented a firmer texture and more pronounced fiber but noted that seasoning could mask these differences. Despite structural abnormalities, WB-affected meat maintains acceptable sensory quality with proper cooking or processing.

Japanese Journal of Meat Science and Technology **66**(1), 27-34, 2025

Key words: wooden breast, broiler, chicken