

## 調圧加工技術を用いた親鶏加工品の開発

## Development of Processed Fowl Chicken using Pressure Control Technique

市川 亮一\*  
Ryoichi Ichikawa

## 抄 録

採卵後の親鶏胸肉の原料特性を解明し、調圧加工技術である真空調理および加圧加熱成形を適用することで、食感に付加価値のある商品提案を目指した。親鶏胸肉は若鶏と比較すると、肉色として明るさ・赤色度・黄色度が高く、うま味成分であるグルタミン酸が多く、肉の硬さの指標となる剪断力価が4倍以上高いことを確認した。真空調理において、食塩および乳酸濃度の増加に伴い、剪断力価および加熱損失が減少することを確認した。加圧加熱成形において、歯切れが良く水分活性0.86以下となる処理条件を確認した。これらの加工技術を利用して、親鶏のタンドリーチキンとジャーキーを試作し、県内企業に提案した。

## 1 はじめに

採卵後の親鶏（以下、親鶏とする）は、一般的な肉用若鶏（以下、若鶏とする）と比較して肉質が硬いため利用加工の報告が少ない<sup>1)</sup>。しかし、親鶏はうま味が特徴的とも言われている。そこで親鶏の原料特性を解明し、調圧加工技術である真空調理および加圧加熱成形を用いて食感に付加価値のある商品提案を報告する。

## 2 実験方法

## 2・1 原料特性の評価

## (1) 試料

親鶏は飼養日令 650 日の純国産鶏種「もみじ」の胸肉を使用した（表 1）。屠鳥解体後に冷凍したものを入手し、これを試験毎に流水解凍し、皮および脂肪を除去して使用した。比較対照として、飼養日令 55 日の一般的な肉用若鶏（以下、若鶏とする）の胸肉を親鶏と同様に入手して使用した。後述の加圧加熱成形加工の場合のみ、皮および脂肪の除去が必要のない親鶏ささみ肉を使用した。

表 1 供試鶏の飼育状況等

種類	雌雄	飼育日令	飼育状況	平均胸肉重量(g)
親鶏	雌	650 日	ケージ	90
若鶏	雌	55 日	ケージ	280

## (2) 肉色

試料をプラスチック製シャーレ内に設置し、分光測色計 CM-5（コニカミノルタ製）を用いて SCE（正反射光除去）方式で測定した。明度・赤色度・黄色度を  $L^* a^* b^*$  として求めた。

## (3) 栄養成分

定法<sup>2)</sup>に従い、水分は 135℃、2 時間の常圧加熱乾燥法、たんぱく質はマクロ改良ケルダール法、脂質はソックスレー抽出法、灰分は直接灰化法、炭水化物は全糖測定法によりそれぞれ測定した。

## (4) 遊離アミノ酸

試料に 2%スルホサリチル酸を加え、ホモジナイザーで磨砕した。遠心分離で上澄を回収し、メンブランフィルターでろ過したものを全自動アミノ酸分析計 JLC-500/V2（日本電子(株)）で分析した。

## (5) 核酸

試料に 10%過塩素酸を加え、ホモジナイザーで磨砕した。遠心分離して得られた上澄に KOH を加え、pH を 6.4 に調整した。遠心分離で上澄を回収し、メンブランフィルターでろ過したものを順相/親水性相互作用クロマトカラムを使用して高速液体クロマトグラフィー LC-10AVP（(株)島津製作所）で分析した。

## (6) 加熱損失

加熱前後の肉重量を測定し、加熱による肉汁の排出量から加熱損失を求めた。加熱損失が低下すると、肉の保水性が高くジューシーになったと判断した。

\* 食品・応用生物担当

### (7) 剪断力価

テクスチャーアナライザーTA-XT2i (英弘精機(株))にHDP/BSW Blade Set with Warner Bratzlerを装着して測定した。5mm×5mm×40mmに成形した肉を圧縮し、肉が破断した際の荷重値を測定し、剪断力価(kgf/cm<sup>2</sup>)として求めた(なお、1kgf/cm<sup>2</sup>は9.8×10<sup>4</sup>Paと換算できる)。剪断力価が低下すると、肉が軟化したと判断した。

## 2・2 親鶏の食感改良

### (1) 真空調理

真空調理は1970年代にフランスで生まれた調理法で素材をフィルムで真空包装し、低温で一定時間加熱する方法である<sup>3)</sup>。材料のロスが少なく、調味液の浸透が良い、肉を軟らかく調理できる等の利点がある<sup>4)</sup>。真空包装機は減圧中に調味液の状態を確認できるよう透明な真空チャンバーを備え、調味液の漏出が抑止できるよう減圧時間・減圧回数の設定が可能なHVP-382((株)TOSEI)を使用した。試料を真空包装後、恒温水槽中で中心温度が75℃で1分間となるまで加熱した。試料の中心温度は、包装表面に貼り付けたムース越しに針状熱電対を挿入して測定した。加熱終了後、氷水中に浸し10℃以下まで急冷した。

### (2) 加熱条件の検討

加熱方法による食感の差を確認するため、親鶏胸肉に対して調味を行わず、表2に示した加熱方法を実施し、加熱損失と剪断力価を測定した。今回の検討のみ、試料の中心温度ではなく加熱槽の温度を計測した。

表2 親鶏胸肉の加熱条件

加熱方法	温度(℃)	時間(分)
真空調理	75	30
ボイル	100	10
レトルト	120	5
ハイレトルト	140	10

### (3) 真空調理における食塩の効果

試料重量に対し20%量の調味液(食塩濃度0~10%)を添加し、真空包装後冷蔵庫で1晩浸漬し、中心温度75℃で1分間加熱した。加熱損失および剪断力価を測定し、官能評価を実施した。

### (4) SDS ポリアクリルアミドゲル電気泳動(SDS-PAGE)

真空調理前後の肉中タンパク質について、SDS-PAGEを実施した。泳動試薬は全て(株)アトー製を使用した。EzRIPA Lysis kit(WSE-7420)を使用して、試料からタンパク質を抽出し、100℃で2分間加熱後、EzApply(AE-1430)と混合して泳動用試料とした。5~20%濃度勾配ゲルを用い、EzRun C+(AE-1412)泳動用緩衝液中20mA低電流で泳動した。染色はEzStain AQua(AE-1340)を使用してクマシーブリリアントブルーにより実施し、脱色には蒸留水を使用した。次に、真空調理後に肉より流出したドリップ中タンパク質について、同様にSDS-PAGEを実施した。ただし、ドリップを直接EzApply(AE-1430)と混合して泳動用試料とした。

### (5) 真空調理における乳酸の効果

試料重量に対し20%量の調味液(乳酸濃度0~6%)を添加し、真空包装後冷蔵庫で1晩浸漬し、中心温度75℃で1分間加熱した。加熱損失および剪断力価を測定し、官能評価を実施した。

### (6) 親鶏ささみ肉の加圧加熱成形

写真1に示したホットプレス((株)安田精機製作所)を使用して、加圧加熱成形を実施した。試料の上下をクッキングシートで挟み、内蔵したヒーターで加熱した鉄板の間に設置する。下側の鉄板を油圧ジャッキで上昇させて加圧し、圧力と温度を装置の圧力計および温度計で確認した。温度75~240℃、圧力10~100kgf/cm<sup>2</sup>の範囲で処理条件を検討し、処理時間は1分間固定とした。また、処理後の試料厚さを確保するため、厚さ2mmのステンレス板を試

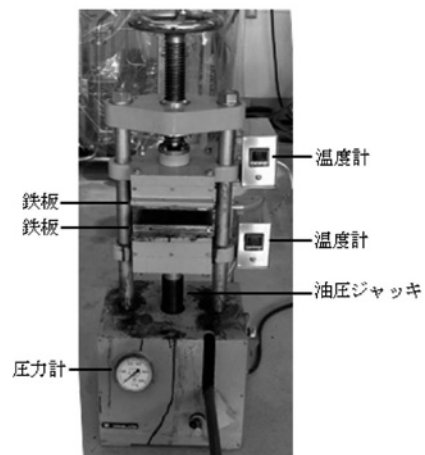


写真1 ホットプレス

料と共に加圧した。試作品の官能評価を実施して食感を確認した。

## 2・3 食感を改良した親鶏商品の提案

### (1) タンドリーチキン

真空調理における食塩と乳酸の食感改良効果を利用して、タンドリーチキンを試作した。主原料として、親鶏胸肉、ヨーグルト、ケチャップ、カレー粉を使用した。加熱損失および剪断力価を測定し、官能評価を実施した。

### (2) ジャーキー

加圧加熱成形による食感改良効果を利用して、ジャーキーを試作した。協力企業との打合せにより、親鶏ささみ肉のうま味が活きるように、シンプルな醤油味の調味とした。試作品の保存性を確認するため、AquaLab CX-2 (デカゴン社) を使用して水分活性を測定した。

## 3 結果および考察

### 3・1 原料特性の評価

若鶏と比較して、親鶏胸肉は肉色としての明度・赤色度・黄色度が高く、鶏肉として好まれる色調を有していた (表 3)。栄養成分中では脂質が多く、水分が若干少ない傾向を示した (表 4)。うま味成分として、遊離アミノ酸であるグルタミン酸は若鶏の 1.4 倍多く、アスパラギン酸は同程度であった (表 5)。核酸であるイノシン酸は、親鶏若鶏共に他のうま味成分と比較して、10 倍以上多く含まれていた。グルタミン酸とイノシン酸の組成比が一定の範囲内のとき、うま味の相乗効果がより強く発現することが報告されている<sup>5)</sup>。親鶏は特徴的なうま味を有すると言われていたが、それは若鶏の 1.4 倍多く含まれるグルタミン酸のうま味と適量含まれるイノシン酸の相乗効果によるものと推察された。また、アミノ酸関連物質であるカルノシンおよびタウリンは若鶏の約 2 倍と高値であった (表 6)。アンセリンは若鶏より低値であったが、親鶏のアミノ酸関連物質中で最も含量が高かった。これら 3 成分は牛肉豚肉と比較して鶏肉に多く含まれており<sup>6)</sup>、筋力向上および筋疲労抑制の効果が報告されている<sup>7) 8)</sup>。肉の硬さの指標である剪断力価は、非加熱の場合若鶏の 4 倍の高値を示し、ボイル 5 分後でも 3 倍の高値を示した

(表 7)。生および加熱後いずれにおいても親鶏胸肉が硬い食感を有することを確認した。

表 3 色差

	親鶏	若鶏
L*(明度)	37.6	31.9
a*(赤色度)	-1.2	-2.8
b*(黄色度)	5.5	3.8

表 4 栄養成分(g/100g)

	親鶏	若鶏
水分	74.8	75.3
たんぱく質	21.4	21.9
脂質	2.8	1.6
炭水化物	0.2	0.2
灰分	0.8	1.0

表 5 うま味成分(mg/100g)

	親鶏	若鶏
グルタミン酸	25.7	17.8
アスパラギン酸	10.6	10.4
イノシン酸	353.6	471.0

表 6 アミノ酸関連物質(mg/100g)

	親鶏	若鶏
カルノシン	467.3	242.9
アンセリン	618.9	875.9
タウリン	23.5	11.3

表 7 剪断力価(kgf/cm<sup>2</sup>)

	親鶏	若鶏
非加熱	18.3	4.5
ボイル 5 分間	23.8	7.4

### 3・2 親鶏の食感改良

#### (1) 真空調理

真空調理中の胸肉中心温度を図 1 に示した。加熱時間の経過に伴い、中心温度は上昇し、約 30 分後に 75℃まで達した。75℃で 1 分間保持後、氷水中に浸漬することで約 15 分後に 10℃以下まで冷却した。真空調理は、微生物の増殖リスクが高い温度帯 (10～55℃) を短時間で通過させることを確認した。

#### (2) 加熱条件の検討

親鳥胸肉の食感に対する加熱条件の影響を図 2 に示した。剪断力価は加熱温度の増加に伴って増加し、ハイレトルト処理 (140℃) で急激に減少した。加熱

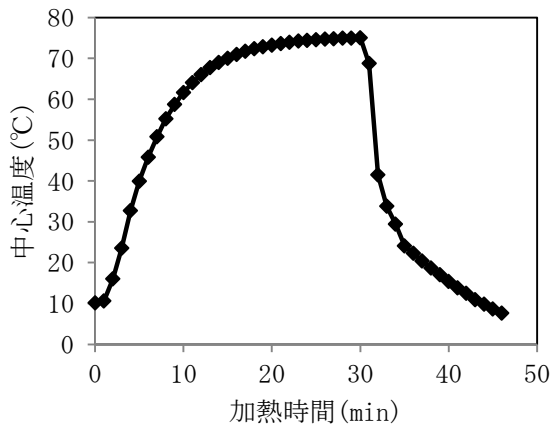


図1 真空調理中の親鶏胸肉の中心温度

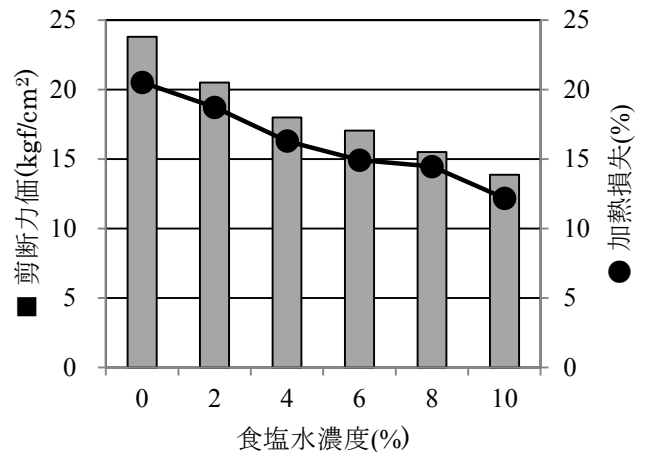


図3 真空調理における食塩の影響

損失は加熱温度の上昇に伴って増加した。官能評価において、真空調理 (75°C) およびボイル処理 (100°C) では肉のジューシーさは保持されていたが、肉の硬さを感じた。レトルト処理 (120°C) では肉のジューシーさが失われ、肉の硬さを感じた。ハイレトルト処理では肉の軟化は確認されたが、肉のジューシーさが失われてボソボソの状態となり、低い評価となった。加熱条件の変更だけでは、食感の改良が困難であることを確認した。

を感じたが、10%では塩辛さを感じた。

#### (4) SDS ポリアクリルアミドゲル電気泳動 (SDS-PAGE)

生肉および真空調理後の肉中タンパク質を電気泳動した結果を図4に示した。Aレーンの生肉において42kDaの位置にアクチンのバンドを確認した。真空調理後の0%レーンにおいて、アクチンのバンドは消失し、真空調理時の加熱の影響と推察された。調味液中の食塩濃度が6%の場合でも泳動パターンは変化しなかった。また0%6%レーンにおいて、ミオシン軽鎖 (MLC) のバンドが確認され、真空調理により肉中のタンパク質が低分子に分解されていることが推察された。全てのレーンで、アクチン結合タンパク質であるトロポミオシン (TM) のバンドを確認した。

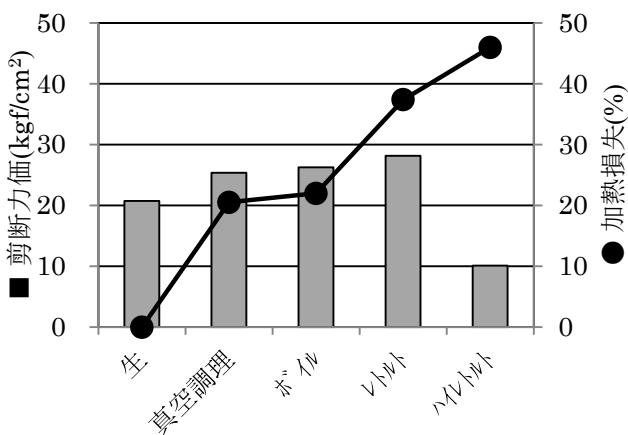


図2 親鶏胸肉に対する加熱方法の影響

#### (3) 真空調理における食塩の影響

食塩水濃度の増加に伴い胸肉の剪断力価が減少し (図3)、肉の軟化が確認された。同時に加熱損失が減少し、肉の保水性向上が確認された。官能評価においても、肉の軟化と保水性向上が確認できた。また、塩味が肉中心部まで均一に浸透していることを確認した。食塩水濃度8%までは肉のうま味の上昇

次に、真空調理時の加熱により溶出したドリップ中のタンパク質を電気泳動した結果を図5に示した。調味液中の食塩濃度の増加に伴い、ミオシン軽鎖 (MLC) およびトロポミオシン (TM) のバンドが濃くなることを確認した。真空調理時の加熱と食塩の影響により、筋肉構成タンパク質であるミオシン軽鎖 (MLC) およびトロポミオシン (TM) がドリップ中へ溶出し、筋肉組織が脆弱化することが肉軟化の一因と推測された。

#### (5) 真空調理における乳酸の影響

食塩水添加の場合と同様に、乳酸濃度の増加に伴い剪断力価が減少し、肉の軟化が確認された (図6)。同時に加熱損失も減少し、肉の保水性向上が確認された。しかし、官能評価において肉表面の溶解およ

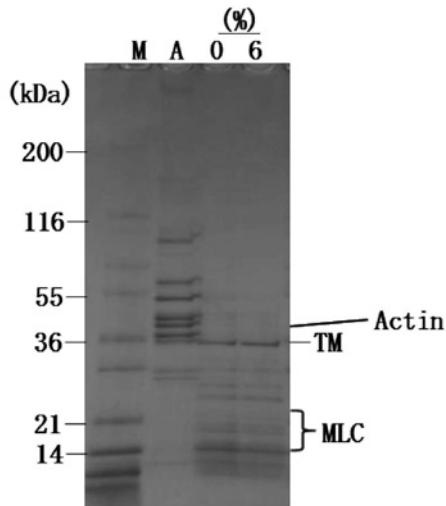


図4 肉中タンパク質の SDS-PAGE

M: 分子量マーカー, A: 生肉, 0% 6%: 添加した調味液中の食塩濃度

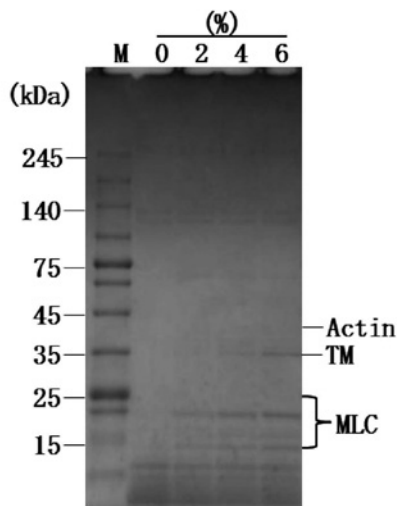


図5 ドリップ中タンパク質の SDS-PAGE

M: 分子量マーカー, 0% 2% 4% 6%: 添加した調味液中の食塩濃度

び酸味の局在化が確認され、乳酸の効果が肉表面で局所的に起こったことが推察された。

#### (6) 親鶏ささみ肉の加圧加熱成形

処理圧力 10~100kgf/cm<sup>2</sup> の範囲で試作品に大きな差が見られなかったため、加圧後の圧力が安定する 50 kgf/cm<sup>2</sup> を選定した。処理温度 75℃において、試料は硬いままで食感改良は確認されず、100~220℃ではサクサクとした食感の薄い削り節状となり、240℃では焦げが発生した。そこで協力企業との相談の結果、厚さ 2mm のステンレス板を試料と共に加

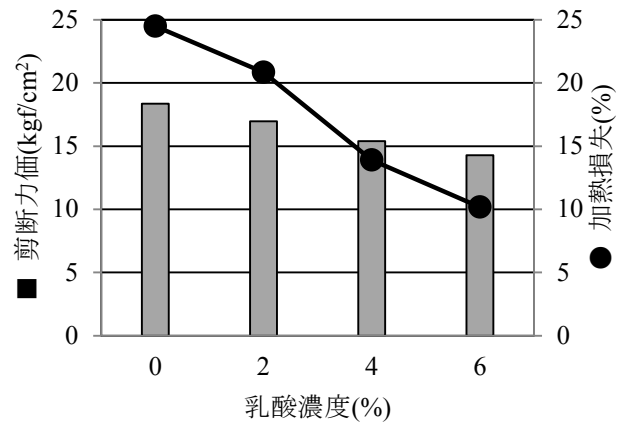


図6 真空調理における乳酸添加の影響

圧して、処理後の試料厚さを確保した。その結果、処理温度 150℃以上でジャーキー状の試作が可能となり、200~220℃でジャーキーの歯切れが良くなった。今回、処理圧力はステンレス板に規制されており正確に計測できないが、ホットプレスによる急激な加圧と加熱により、試料中の水分が蒸気となって気化する際に筋肉組織を破壊し食感改良を引き起こしたと推察された。

### 3・3 食感を改良した親鶏商品の提案

#### (1) タンドリーチキン

調味液と共に真空調理して試作したタンドリーチキンに対する浸漬日数の影響を図7に示した。浸漬日数1日では剪断力値と加熱損失の減少が確認できなかったため、7日まで浸漬日数を延長した。その結果、浸漬日数7日で剪断力値と加熱損失の減少が確認できた。官能評価においても、胸肉の軟化と保水性の向上を確認し、食味について高い評価を

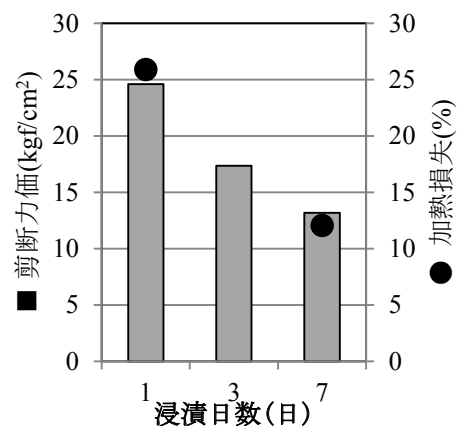


図7 試作品に対する調味液浸漬日数の影響

#### 4 まとめ

(1) 親鶏胸肉は鶏肉として好ましい肉色を有し、うま味成分であるグルタミン酸およびイノシン酸を多く含有した。肉の硬さは生肉で若鶏の4倍、加熱後で3倍となった。

(2) 真空調理において、食塩および乳酸を添加することで親鶏胸肉の軟化と保水性の向上を確認した。

(3) 加圧加熱成形において、親鳥ささみ肉の歯切れが良くなり食感改良を確認した。

(4) 親鶏肉の食感を改良した試作品2品（タンドリーチキン、ジャーキー）を試作し、県内企業に提案した。

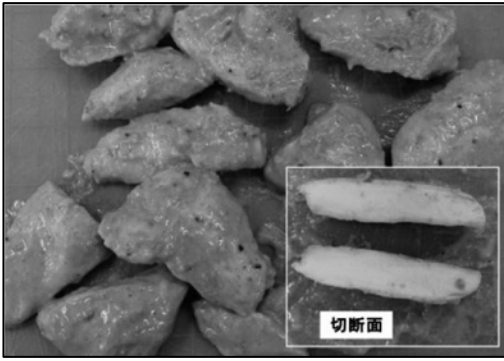


写真2 親鶏タンドリーチキン

得た。適度な硬さとジューシーな食感を有する親鶏タンドリーチキンを県内企業に商品提案することができた（写真2）。

#### (2) ジャーキー

ホットプレスを使用して、醤油味の親鶏ジャーキーを試作し、処理条件（温度 200℃、圧力 50 kgf/cm<sup>2</sup>、時間 1分）を決定した。官能評価において、歯切れが良く、味の評価も高かった。試作品の水分活性は0.86であり、包材中に脱酸素剤を同梱することで常温流通が可能であった。醤油味の親鳥ジャーキーを県内企業に商品提案することができた（写真3）。



写真3 親鶏ジャーキー

#### 参考文献

- 1) 平川良子ら. 地鶏を利用した加工品の開発に関する研究. 宮崎県食品開発センター研究報告. 2000, 45, p. 123-126.
- 2) 日本食品標準成分表 2015(七訂). 文部科学省.
- 3) 窪田清. 真空調理法のすべて. 食品工業. 1992, 35(5), p. 46-51.
- 4) Nishimura, K., et al. Tender Chicken Breasts Vacuum-Cooked at 75°C. J. Home Econ. Jpn. 2004, 55(8), p. 605-615.
- 5) 渡辺誠. 調味料〔1〕うま味調味料(2). 食品と容器. 2004, 45(8), p. 424-429.
- 6) 近藤君夫. 長野県産の食肉の遊離アミノ酸. 長野県立工業技術総合センター研究報告. 2005, p. 48-60.
- 7) 佐藤三佳子ら. 鶏肉抽出物の摂取が中高齢者の筋力に及ぼす影響. 日本食品科学工学会誌. 2012, 59(4), p. 182-185.
- 8) 松井康ら. 運動前のタウリン摂取が筋疲労に及ぼす影響. 理学療法科学. 2016, 31(3), p. 389-393.