

10. 冷凍食材使用／不使用、クックチル／クックサーブシステムでの 提供料理の栄養成分の比較

研究分担者 神田 知子 同志社女子大学

研究協力者 前野 雅美 介護老人保健施設ぬくもりの里

研究要旨

現在、給食現場において調理従事者の労働力不足により労務費を削減する代わりに冷凍や加工された食材料を用いる場合が多い。調理システムについては、クックサーブの他、クックチルが効率化を図る目的で活用されている。そこで、冷凍食材使用／不使用別（生、冷凍）、及び給食の調理システム別（クックサーブ、クックチル）に調理した2種類の魚料理（さわらの塩焼き、ぶりの照り焼き）の栄養成分値を比較した。

冷凍食材使用／不使用別では、「冷凍さわら」の脂質は「生さわら」の84%であったが、エネルギー、たんぱく質において、大きな差が認められないことから、冷凍の切り身を提供しても、生と同程度の栄養量が提供できるのではないかと考えられる。一方、ぶりでは生と冷凍でエネルギー、脂質に大きな差がみられたことから、全量摂取されたとしても、提供する栄養量に差が生じると考えられた。

調理システム別では、「生さわら」「冷凍さわら」「生ぶり」を用いた場合に、クックサーブとクックチルで、栄養成分値に大きな差が見られなかった。このことから、魚料理の場合は調理システムが異なっても栄養成分値は変わりなく提供できる可能性が高いと考えられた。

以上より、栄養成分値は、冷凍食材使用／不使用の違いに依存するが、調理システムの影響を受けにくいと考えられた。

A. 研究目的

2020年現在、就業者数は6689万人¹⁾、生産年齢人口は1997年以降減少中である²⁾ことから、労働力の減少が問題となっている。給食施設では労働力不足に対応するため、加工品や冷凍食品の使用頻度が上昇している。給食施設で主菜として提供される料理のたんぱく源として魚料理があり、魚料理においても冷凍食材が用いられることが多い。

しかし、冷凍水産食品は脂質酸化しやす

いことで知られる³⁾。また、冷凍融解によるたんぱく質の不溶化や酵素の失活、氷晶の成長で食品組織が物理的につぶされることによって解凍後のスポンジ化が起こることがある⁴⁾。その他、貯蔵中に昇華による乾燥、体表面や肉質の変色、たんぱく質の冷凍変性による肉質の変化が起こることで、商品価値の低下⁵⁾の原因となる。品質に関与する魚肉の各成分は、冷凍速度や温度変動、乾燥、解凍条件のほかに、魚肉自身の鮮度によっても影響を受ける⁶⁾。冷凍食材

を用いても生と同等の栄養素量が提供できるのか不明である。

また調理作業の効率化や人材不足を補う目的でクックチルシステムが導入されている⁷⁻⁹⁾。クックチルシステムは、調理後に冷却、保存、再加熱の工程があることで、クックサーブシステムと同等の栄養素量が提供できるのかを検討する必要がある。

そこで本研究では、冷凍食材使用／不使用別（生、冷凍）にクックサーブとクックチルで調理した2種類の魚料理（さわらの塩焼き、ぶりの照り焼き）の栄養成分値を分析し検討することを目的とした。

さらに、給食の生産・調理システム（クックサーブシステム、クックチルシステム）の違いが栄養成分値に影響するかどうかを検討した。

B. 研究方法

1. 対象料理と使用した食材料

対象料理は、実際に高齢者施設で提供されている2種類の魚料理（さわらの塩焼き、ぶりの照り焼き）とした。表1にはさわらの塩焼きの、表2にはぶりの照り焼きの作業指示書を冷凍食材使用／不使用別（生、冷凍）に示す。備考欄には用いた食材料の仕入れ先や商品名・価格を記した。生魚は京都中央卸売市場の京都魚類特別消費株式会社、冷凍魚は高齢者施設で提供されている食品メーカーより仕入れたものとした。

2. 成分分析用の試料の調製方法

成分分析用の試料の調製と成分分析を2020年9月に実施した。調理前、クックサーブ、クックチルの試料ごとに60g/切×6切を用いた（これを1検体とする）。各試料

は、2検体ずつ調製した。魚の切り身は使用する数の倍量を購入し、なるべく検体間で用いる部位が同じになるようにした。サンプリングしたさわらとぶりの写真を図1および図2に示した。

3. さわらの塩焼きの調製方法

1) 生の食材を用いたさわらの塩焼きの試料の調製方法

生の食材を用いたさわらの塩焼きの試料（調理前、クックサーブ、クックチル）の調製方法を図3に示す。

①「生さわら・調理前」の調製方法

生のさわら（約60g/切×6切）に対して1%の食塩を真上から均等になるように振りかけた。これを1検体とし、2検体をそれぞれジッパー付きビニール袋に入れた。調味あり（下味付き）の状態を「生さわら・調理前」とした。

②「生さわら・クックサーブ」の調製方法

生のさわら（約60g/切×6切）に対して1%の食塩を真上から均等になるように振りかけた。スチームコンベクションオーブンで中心温度75℃、1分以上加熱後、ブラストチラーで中心温度35℃になるまで冷却した。これを1検体とし、2検体をそれぞれジッパー付きビニール袋に入れた。これを「生さわら・クックサーブ」とした。

③「生さわら・クックチル」の調製方法

生のさわら（約60g/切×6切）に対して1%の食塩を真上から均等になるように振りかけた。スチームコンベクションオーブンで中心温度75℃、1分以上加熱後、ブラストチラーで中心温度3℃になるまで急速冷却し、チルド庫で5日間保管した。5日後に中心温度75℃になるまで再加熱を行

い、ブラストチラーで中心温度 35℃になるまで冷却した。これを 1 検体とし、2 検体をそれぞれジッパー付きビニール袋に入れた。これを「生さわら・クックチル」とした。

2) 冷凍食材を用いたさわらの塩焼きの試料の調製方法

冷凍食材を用いたさわらの塩焼きの試料（調理前、クックサーブ、クックチル）の調製方法を図 4 に示す。

①「冷凍さわら・調理前」の調製方法

冷凍さわら（約 60 g /切×6 切）を袋に入れて、冷蔵庫で 8 時間解凍した。解凍後にドリップを拭き、ドリップを取り除いた後の重量に対して 1%の食塩を真上から均等になるように振りかけた。これを 1 検体とし、2 検体をそれぞれジッパー付きビニール袋に入れた。調味あり（下味付き）の状態を「冷凍さわら・調理前」とした。

②「冷凍さわら・クックサーブ」の調製方法

冷凍さわら（約 60 g /切×6 切）を袋に入れて、冷蔵庫で 8 時間解凍した。解凍後にドリップを拭き、ドリップを取り除いた後の重量に対して 1%の食塩を真上から均等になるように振りかけた。スチームコンベクションオーブンで中心温度 75℃、1 分以上加熱後、ブラストチラーで中心温度 35℃になるまで冷却した。これを 1 検体とし、2 検体をそれぞれジッパー付きビニール袋に入れた。これを「冷凍さわら・クックサーブ」とした。

③「冷凍さわら・クックチル」の調製方法

冷凍さわら（約 60 g /切×6 切）を袋に入れて、冷蔵庫で 8 時間解凍した。解凍後に

ドリップを拭き、ドリップを取り除いた後の重量に対して 1%の食塩を真上から均等になるように振りかけた。スチームコンベクションオーブンで中心温度 75℃、1 分以上加熱後、ブラストチラーで中心温度 3℃になるまで急速冷却し、チルド庫で 5 日間保管した。5 日後に中心温度 75℃になるまで再加熱を行い、ブラストチラーで中心温度 35℃になるまで冷却した。これを 1 検体とし、2 検体をそれぞれジッパー付きビニール袋に入れた。これを「冷凍さわら・クックチル」とした。

4. ぶりの照り焼きの調製方法

1) 生の食材を用いたぶりの照り焼きの試料の調製方法

生の食材を用いたぶりの照り焼きの試料（調理前、クックサーブ、クックチル）の調製方法を図 5 に示す。1 切 60 g 当たり濃口醤油（5 g）、砂糖（2 g）、みりん（3 g）、酒（2 g）を混合した調味液を用いた。

①「生ぶり・調理前」の調製方法

生のぶり（約 60 g /切×6 切）を調味液に 1 時間漬けて、調味した。これを 1 検体とし、2 検体をそれぞれジッパー付きビニール袋に入れた。調味あり（下味付き）の状態を「生ぶり・調理前」とした。

②「生ぶり・クックサーブ」の調製方法

生のぶり（約 60 g /切×6 切）を調味液に 1 時間漬けて、調味した。スチームコンベクションオーブンで中心温度 75℃、1 分以上加熱後、ブラストチラーで中心温度 35℃になるまで冷却した。これを 1 検体とし、2 検体をそれぞれジッパー付きビニール袋に入れた。これを「生ぶり・クックサーブ」とした。

③「生ぶり・クックチル」の調製方法

生のぶり（約 60 g /切×6 切）を調味液に 1 時間漬けて、調味した。スチームコンベクションオーブンで中心温度 75℃、1 分以上加熱後、ブラストチラーで中心温度 3℃になるまで急速冷却し、チルド庫で 5 日間保管した。5 日後に中心温度 75℃になるまで再加熱を行い、ブラストチラーで中心温度 35℃になるまで冷却した。これを 1 検体とし、2 検体をそれぞれジッパー付きビニール袋に入れた。これを「生ぶり・クックチル」とした。

2) 冷凍食材を用いたぶりの照り焼きの試料の調製方法

冷凍食材を用いたぶりの照り焼きの試料（調理前、クックサーブ、クックチル）の調製方法を図 6 に示す。

①「冷凍ぶり・調理前」の調製方法

冷凍ぶり（約 60 g /切×6 切）を袋に入れて、冷蔵庫で 8 時間解凍した。解凍後にドリップを拭き、調味液に 1 時間漬けて、調味した。これを 1 検体とし、2 検体をそれぞれジッパー付きビニール袋に入れた。調味あり（下味付き）の状態を「冷凍ぶり・調理前」とした。

②「冷凍ぶり・クックサーブ」の調製方法

冷凍ぶり（約 60 g /切×6 切）を袋に入れて、冷蔵庫で 8 時間解凍した。解凍後にドリップを拭き、調味液に 1 時間漬けて、調味した。スチームコンベクションオーブンで中心温度 75℃、1 分以上加熱後、ブラストチラーで中心温度 35℃になるまで冷却した。これを 1 検体とし、2 検体をそれぞれジッパー付きビニール袋に入れた。これを「冷凍ぶり・クックサーブ」とした。

③「冷凍ぶり・クックチル」の調製方法

冷凍ぶり（約 60 g /切×6 切）を袋に入れて、冷蔵庫で 8 時間解凍した。解凍後にドリップを拭き、調味液に 1 時間漬けて、調味した。スチームコンベクションオーブンで中心温度 75℃、1 分以上加熱後、ブラストチラーで中心温度 3℃になるまで急速冷却し、チルド庫で 5 日間保管した。5 日後に中心温度 75℃になるまで再加熱を行い、ブラストチラーで中心温度 35℃になるまで冷却した。これを 1 検体とし、2 検体をそれぞれジッパー付きビニール袋に入れた。これを「冷凍ぶり・クックチル」とした。

3) 加熱後の重量変化率の算出方法

さわらとぶりのクックサーブあるいはクックチルで調理した際の調理前からの重量変化率を次式で算出した。

$$\text{式：重量変化率 (\%)} = (\text{クックサーブ またはクックチルの調理後の検体重量 (g)} / \text{調理前の検体重量 (g)}) \times 100$$

5. 成分分析の委託業者と測定項目

成分分析は、一般財団法人日本食品分析センターに依頼した。成分分析の項目と測定方法を表 3 に示した。いずれの検体も調製から 1 日経過した状態で分析センターに届けた。

6. 分析値のエネルギーおよび栄養素量の算出方法

①分析値（調理前）のエネルギーおよび栄養素量

分析値（調理前）のエネルギーおよび栄養素量は、2 検体の成分分析値の平均値（100 g 当たり、食品成分表の桁数に合わ

せて表示)に、予定盛り付け量 (g) /100 を乗じて算出した。一人当たりの予定盛り付け量を 60 g/切とした。計算式を次に示す。

式:分析値(調理前) =成分分析値(100 g 当たり) ×予定盛り付け量 (g) /100

②分析値(クックサーブおよびクックチルの調理後)のエネルギーおよび栄養素量

分析値(クックサーブおよびクックチルの調理後)のエネルギーおよび栄養素量は、2 検体の成分分析値の平均値(100 g 当たり、食品成分表の桁数に合わせて表示)に、予定盛り付け量 (g) /100 と重量変化率 (%) /100 を乗じて算出した。一人当たりの予定盛り付け量を 60 g/切とした。計算式を次に示す。

式:分析値(調理後) =成分分析値(100 g 当たり) ×予定盛り付け量 (g) /100 ×重量変化率 (%) /100

C. 研究結果

1. 冷凍食材使用/不使用別(生・冷凍)の栄養成分の比較

1) 調理前のさわら(生と冷凍)の栄養成分の比較

調理前のさわら(生、冷凍)のエネルギーおよび栄養素量を表 4 に示した。

「生さわら」を 100%として比較すると、「冷凍さわら」はエネルギー92%、たんぱく質 97%、脂質 84%であり、生と冷凍で大きな差は見られなかった。ビタミン B₂ は「生さわら」を 100%として比較すると、「冷凍さわら」は 45%であり、「生さわら」に比べて「冷凍さわら」の方が低値であった。

参考として示した日本食品標準成分表(七訂)(以下食品成分表とする)の「さわら・生」と比較すると、「生さわら・調理前」

を 100%とした場合、食品成分表の「さわら・生」では、エネルギー:138%、脂質:187%、鉄:250%、ビタミン B₁:83%、ビタミン B₂:191%であり、本研究で用いた生さわらの方がエネルギー、脂質が低値であった。

2) 調理前のぶり(生と冷凍)の栄養成分の比較

調理前のぶり(生、冷凍)のエネルギーおよび栄養素量を表 5 に示した。

「生ぶり」を 100%として比較すると、「冷凍ぶり」はエネルギー50%、脂質 21%、レチノール活性当量 5%であり、「冷凍ぶり」の方がエネルギー、脂質、レチノール活性当量が低値であった。「冷凍ぶり」はたんぱく質:115%、ビタミン B₂:200%、鉄:120%、亜鉛:125%であり、「冷凍ぶり」の方がたんぱく質、ビタミン B₂、鉄、亜鉛が高値であった。

参考として示した日本食品成分表の「ぶり・成魚・生」を「生ぶり」を 100%として比較すると、日本食品成分表の「ぶり・成魚・生」では、エネルギー:90%、脂質:77%、鉄:160%、レチノール活性当量:26%、ビタミン B₁:175%、ビタミン B₂:314%であり、本研究で用いた生ぶりの方がエネルギー、脂質、レチノール活性当量が高値であった。

2. 調理システム別(クックサーブ、クックチル)に着目した栄養成分値の比較

1) さわらの塩焼き

生魚および冷凍魚を用いた「さわらの塩焼き」の調理システム別のエネルギーおよび栄養素量を表 6 に示した。

①「生さわら・クックサーブ」と「生さわら・クックチル」の比較

「生さわら・クックサーブ」を 100%として比較すると、「生さわら・クックチル」のエネルギーは 101%、たんぱく質は 100%、脂質は 100%、カルシウムは 80%、ビタミン B₂は 92%であり、エネルギーおよびほとんどの栄養素で「生さわら・クックサーブ」と「生さわら・クックチル」で差は見られなかった。

②「冷凍さわら・クックサーブ」と「冷凍さわら・クックチル」の比較

「冷凍さわら・クックサーブ」を 100%として比較すると、「冷凍さわら・クックチル」のエネルギーは 94%、たんぱく質は 103%、脂質は 78%、ビタミン B₁は 117%であった。脂質とビタミン B₁以外は「冷凍さわら・クックサーブ」と「冷凍さわら・クックチル」で大きな差は見られなかった。

2) ぶりの照り焼き

生魚および冷凍魚を用いた「ぶりの照り焼き」の調理システム別のエネルギーおよび栄養素量を表 7 に示した。

①「生ぶり・クックサーブ」と「生ぶり・クックチル」の比較

「生ぶり・クックサーブ」を 100%として比較すると、「生ぶり・クックチル」のエネルギーは 96%、たんぱく質は 100%、脂質は 94%、炭水化物は 83%、レチノールおよびレチノール活性当量は 93%であった。炭水化物以外の栄養素は「生ぶり・クックサーブ」と「生ぶり・クックチル」で大きな差は見られなかった。

②「冷凍ぶり・クックサーブ」と「冷凍ぶり・クックチル」の比較

「冷凍ぶり・クックサーブ」を 100%として比較すると、「冷凍ぶり・クックチル」のエネルギーは 114%、たんぱく質は 98%、脂質は 157%、炭水化物は 125%、カルシウムは 83%、亜鉛は 80%、レチノールおよびレチノール活性当量は 120%、ビタミン B₁は 88%、ビタミン B₂は 92%であった。

エネルギー、脂質、レチノール・レチノール活性当量は「冷凍ぶり・クックサーブ」より「冷凍ぶり・クックチル」の方が高値を示したが、カルシウム、鉄、亜鉛、ビタミン B₁、ビタミン B₂は「冷凍ぶり・クックチル」の方が低値であった。

D. 考察

本研究では、魚料理 2 種類（さわらの塩焼き、ぶりの照り焼き）を調理し、冷凍食材使用／不使用と調理システムの違いが、栄養成分値に及ぼす影響を検討した。

1. 冷凍食材使用／不使用別（生・冷凍）の栄養成分の比較

冷凍食材を用いても生の食材と同等の栄養素量が提供できるかを検討するため、生の食材料より冷凍食材の栄養素量が 90%以下である栄養成分について考察した。

1) 「生さわら」と「冷凍さわら」の比較

1%の塩で下味をつけた「調理前」の栄養成分値について比較すると、脂質は「冷凍さわら」が「生さわら」の 84%と低値であった（表 4）。脂質の違いについて、魚体の大きさから検討する。さわらは成長魚であり、関西地方では 70 cm 以上をさわら、50 cm くらいまでをサゴシ、50~70 cm くらいまでをヤナギとよび、関東地方では 50cm くらいまでをサゴチという¹⁰⁾。生さわらは

京都中央卸売市場の魚屋から仕入れており、魚体の大きさは70 cm以上あるさわらであったと推察される。しかし、冷凍さわらは図1の切り身の大きさから判断すると、さわらの基準値よりも明らかに小さいため、今回用いた冷凍さわらは若齢魚である可能性が高い。そのために、脂質の含量が冷凍魚で低値であった可能性がある。

亜鉛は「冷凍さわら」が「生さわら」と比べて、20%程度低値であった。この理由については不明である。ビタミンB₂は「生さわら・調理前」を100%として比較すると、冷凍は45%であり、「生さわら・調理前」に比べて「冷凍さわら・調理前」が約2分の1低値であったが、水溶性ビタミンであるビタミンB₁やビタミンCは、生との差が認められなかったため、ビタミンB₂が低値であった理由については不明である。

2) 「生ぶり」と「冷凍ぶり」の比較

調味料（ぶり60 g当たり濃口醤油、砂糖2 g、みりん3 g、酒2 g）で下味をつけたぶりの栄養成分値を生と冷凍で比較した（表5）。「生ぶり」を100%として、「冷凍ぶり」の栄養成分値が低値であった、エネルギー、脂質、レチノール・レチノール活性当量について考察すると、「冷凍ぶり」の脂質は「生ぶり」の約5分の1であった。食品成分表の「ぶり・成魚・生」の脂質含量（「生ぶり」の77%）と比較しても、「冷凍ぶり」の脂質含量は低値である。「冷凍ぶり」のレチノール・レチノール活性当量は5%であり、「生ぶり」の20分の1であった。これは、「冷凍ぶり」の脂質含量が少なかったために、脂溶性ビタミンであるレチノール・レチノール活性当量も少なかったと考

えられる。これらについて、魚体の大きさから検討する。ぶりは成長魚であり、地方により名前も異なるが、代表的なものとして、15 cm以下をモジャコ、ワカシ、フクラギ、40 cm前後をイナダ、メジロ、60 cm前後をワラサ、あるいは15-50 cmをハマチ、それ以上をぶりなどという¹⁰⁾。魚体の大きさについて、生のぶりは、発注通りの大きさであったが、図2から冷凍は切り身の大きさから判断すると、ぶりの基準値より小さいため、今回用いた冷凍ぶりは若齢魚である可能性が高い。そのため、脂質含量が低値であったと考えられる。さらに、用いた生ぶりは養殖であるが、養殖魚は天然魚に比べて脂質に富み、水分が少ない¹¹⁾ことも、脂質含量の違いに影響していると考えられる。

ぶりでは、生と冷凍でエネルギー、脂質に大きな差がみられたことから、全量摂取されたとしても、提供する栄養量に差が生じると考えられる。

3) 冷凍食材使用/不使用による栄養素量の比較

さわらは生と冷凍のエネルギー、たんぱく質において大きな差がなく、冷凍さわらの脂質は、生の84%程度であったことから、冷凍の切り身を提供しても、生と同程度の栄養量が提供できるのではないかと考えられる。一方、ぶりでは、生ぶりと冷凍ぶりでエネルギー、脂質に大きな差がみられたことから、全量摂取されたとしても、提供する栄養量に差が生じると考えられた。

2. 調理システム別（クックサーブ、クックチル）に着目した栄養成分値の比較

クックチルシステムを用いてもクックサーブと同等の栄養素量が提供できるかを検討するため、クックサーブよりクックチルが90%以下である栄養成分について考察した。

1) さわらの塩焼き

生魚と冷凍魚のそれぞれにおいて、クックサーブとクックチルの栄養成分値を比較した。

「生さわら・クックサーブ」を100%として、「生さわら・クックチル」の栄養成分値を比較すると、90%以下であったのは、「生さわら・クックチル」のカルシウム(80%)であった。「冷凍さわら・クックサーブ」を100%として、「冷凍さわら・クックチル」の栄養成分値を比較すると、脂質は78%と「冷凍さわら」で低値であった。

これらのカルシウムと脂質の違いが生じた理由については、不明である。

2) ぶりの照り焼き

生魚と冷凍魚をそれぞれにおいて、クックサーブとクックチルの栄養成分値を比較した。

「生ぶり・クックサーブ」を100%として、「生ぶり・クックチル」の栄養成分値を比較すると、90%以下であったのは、「生ぶり・クックチル」の炭水化物(83%)だけであった。

「冷凍ぶり・クックサーブ」を100%として、「冷凍ぶり・クックチル」の栄養成分値を比較すると、「冷凍ぶり・クックチル」では、カルシウム(83%)、鉄(83%)、亜鉛(80%)、ビタミンB₁(88%)がクックサーブより低値であった。

これらの炭水化物、カルシウム、鉄、亜

鉛、ビタミンB₁の違いについては十分な考察ができなかった。

3) 調理システム別(クックサーブ、クックチル)の栄養素量の比較

「生さわら」、「冷凍さわら」「生ぶり」では、ほとんどの栄養素量について、クックサーブとクックチルの成分値の差が認められなかったため、クックチルシステムを用いても、クックサーブシステムと同等の栄養素量が提供できると考えられた。特に、エネルギー、たんぱく質については、ほぼ影響なく提供できると考えられた。

しかし「冷凍ぶり」では、4種類のミネラル・ビタミンが90%以下となり、逆にエネルギー(114%)、脂質(157%)、炭水化物(125%)、レチノール・レチノール活性当量(120%)は、クックサーブシステムを100%とすると10%以上高値を示した。食品成分表には、魚介類の多くは、天然に生息するものを漁獲するため、同一魚種であっても、漁場、漁期、魚体の大きさ、成熟度等により成分値が変動し、また個体差も大きく、これらの変動要因を考慮する必要がある¹²⁾、との記載があるため、「冷凍ぶり」で用いた個体差の影響もあると考えられる。

3. 本研究の限界

検体を調製する際、2倍量の切り身を発注して、できるだけ同じ部位になるように分類したが、2検体(1検体6切)の部位が全く同じにはならなかった可能性がある。また、魚の成分は時期によって異なるため、実験を行う時期に左右される可能性がある。

また、生ぶりに比べて冷凍ぶりは硬く、またクックチルではクックサーブよりも若

干硬かった。脂質含量の違いが硬さに影響した可能性がある。また、水分量はクックサーブよりクックチルで低値であったため、栄養素量としての影響は認められないものの、喫食率に影響する可能性が考えられた。給食現場で提供される際は、喫食率について検討する必要がある。

E. 結論

本研究では、冷凍食材使用／不使用別（生、冷凍）と調理システム別（クックサーブ、クックチル）の栄養成分値への影響を検討した。

冷凍食材使用／不使用別では、「冷凍さわら」の脂質は「生さわら」の84%であったが、生と冷凍のエネルギー、たんぱく質において、大きな差が認められないことから、冷凍の切り身を提供しても、生と同程度の栄養量が提供できるのではないかと考えられる。一方、ぶりでは、生と冷凍でエネルギー、脂質に大きな差がみられたことから、全量摂取されたとしても、提供する栄養量に差が生じると考えられた。

調理システム別では、「生さわら」「冷凍さわら」「生ぶり」を用いた場合に、クックサーブとクックチルでは栄養成分値に大きな差が見られなかったため、魚料理の場合は調理システムが異なっても栄養成分値は変わりなく提供できる可能性が高いと考えられた。

以上より、栄養成分値は、冷凍食材使用／不使用の違いに依存するが、調理システムの影響を受けにくいと考えられた。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

G. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

H. 引用文献

- 1) 統計省：労働力調査、
https://www.stat.go.jp/data/roudou/so_kuhou/tsuki/pdf/gaiyou.pdf、
(2020-11-4)
- 2) 国立社会保障・人口問題研究所：日本の将来推計人口、
<https://www.ipss.go.jp/syoushika/tohkei/newest04/con2.html>、(2021-1-22)
- 3) 田中隆介：アルデヒド類・ビタミン類による脂質劣化の評価法、*Nippon Suisan Gakkaishi* 82、962、2016
- 4) 森田潤司、成田宏史：食品学総論、化学同人、京都、p.166、2017
- 5) 西村公雄、松井徳光：食品加工学、化学同人、京都、p.45、2018
- 6) 岡崎恵美子：水産物の冷凍保管条件と品質、*Nippon Suisan Gakkaishi* 82、953、2016
- 7) 出村富美恵、窪田孝治、根岸繭：特集 食事サービスシステムはどこに向かうの

- か！？ーいま、転換期に考えるべきこと、*臨床栄養* 131 (2)、148-151、157-159、160-165、2017
- 8) 西耕平、山崎千香子：これからの人手不足に対応する給食運営の効率化と省人化対策、*日本給食経営管理学会* 13、3-20、2019
- 9) 長谷川順子、高橋令子、西堀すき江：給食施設における新調理システム導入状況と利用状況に関する調査、*東海学園大学研究紀要* 17、97-110、2012
- 10) 黒川雄一：食材図典、小学館、東京、pp.52-56、1995
- 11) 楠見五郎：フードサービスの課題とクックチルの活用法、幸書房、東京、p.43、2012
- 12) 文部科学省科学技術・学術審議会資源調査分科会：日本食品標準成分表 2015年版（七訂）、全国官報販売協会組合、東京、pp.326-348、2015

表1 さわらの塩焼きの作業指示書

生					冷凍				
材料	1人分	商品名	備考	食材料費 (円/食)	材料	1人分	商品名	備考	食材料費 (円/食)
さわら	60g/切	さわら	京都中央卸売市場 京都魚類特別消費 株式会社	260	さわら	60g/切	骨なし切り身 さわら	ショクリュー (中国産)	125
塩	0.6g	精製塩	公益財団法人 塩専業センター	0.081	塩	0.6g	精製塩	公益財団法人 塩専業センター	0.081
調理工程					調理工程				
1.さわらに1%の食塩を均等になるように振る。 2.ステコンを予熱する。(モード:コンビ 300℃) 3.下処理済のさわらを予熱したステコンに入れ、中心温度75℃になるように加熱する。 (モード:コンビ 250℃)					1.冷蔵庫で8時間解凍する。 2.解凍されていることを確認し、ドリップを拭く。 3.さわらに1%の食塩を均等になるように振る。 4.ステコンを予熱する。(モード:コンビ 300℃) 5.下処理済のさわらを予熱したステコンに入れ、中心温度75℃になるように加熱する。 (モード:コンビ 250℃)				

表2 ぶりの照り焼きの作業指示書

生					冷凍				
材料	1人分	商品名	備考	食材料費 (円/食)	材料	1人分	商品名	備考	食材料費 (円/食)
ぶり	60g/切	ぶり	京都中央卸売市場 京都魚類特別消費 株式会社	260	ぶり	60g/切	茶あらい骨なし切り身 ぶり	マルハニチロ (日本海西部原産)	97
濃口醤油	5g	濃い口しょうゆ 1L	キッコーマン 食品株式会社	1.4	濃口醤油	5g	濃い口しょうゆ 1L	キッコーマン 食品株式会社	1.4
砂糖	2g	上白糖 1kg	三井製糖株式会社	0.5	砂糖	2g	上白糖 1kg	三井製糖株式会社	0.5
みりん	3g	贅たくさん本みりん 1.8Lペットボトル	ユーシーシーフーズ 株式会社	0.83	みりん	3g	贅たくさん本みりん 1.8Lペットボトル	ユーシーシーフーズ 株式会社	0.83
酒	2g	高翁 清酒 ファミリーパック	株式会社北川本家	1.2	酒	2g	高翁 清酒 ファミリーパック	株式会社北川本家	1.2
調理工程					調理工程				
1.ぶりを調味液(濃口醤油、砂糖、みりん、酒)に漬ける。(30分で上下を返す。) 2.ステコンを予熱する。(モード:コンビ 230℃) 3.下処理済のぶりを予熱したステコンに入れ、中心温度75℃になるように加熱する。 (モード:コンビ 200℃)					1.冷蔵庫で8時間解凍する。 2.解凍されていることを確認し、ドリップを拭く。 3.ぶりを調味液(濃口醤油、砂糖、みりん、酒)に漬ける。(30分で上下を返す。) 4.ステコンを予熱する。(モード:コンビ 230℃) 5.下処理済のぶりを予熱したステコンに入れ、中心温度75℃になるように加熱する。 (モード:コンビ 200℃)				



A:【生さわら・調理前】用



D:【冷凍さわら・調理前】用



B:【生さわら・クックサーブ】用



E:【冷凍さわら・クックサーブ】用



C:【生さわら・クックチル】用



F:【冷凍さわら・クックチル】用

図1: 生さわらと冷凍さわらのサンプリング写真



A:【生ぶり・調理前】用



D:【冷凍ぶり・調理前】用



B:【生ぶり・クックサーブ】用



E:【冷凍ぶり・クックサーブ】用



C:【生ぶり・クックチル】用



F:【冷凍ぶり・クックチル】用

図2: 生ぶりと冷凍ぶりのサンプリング写真

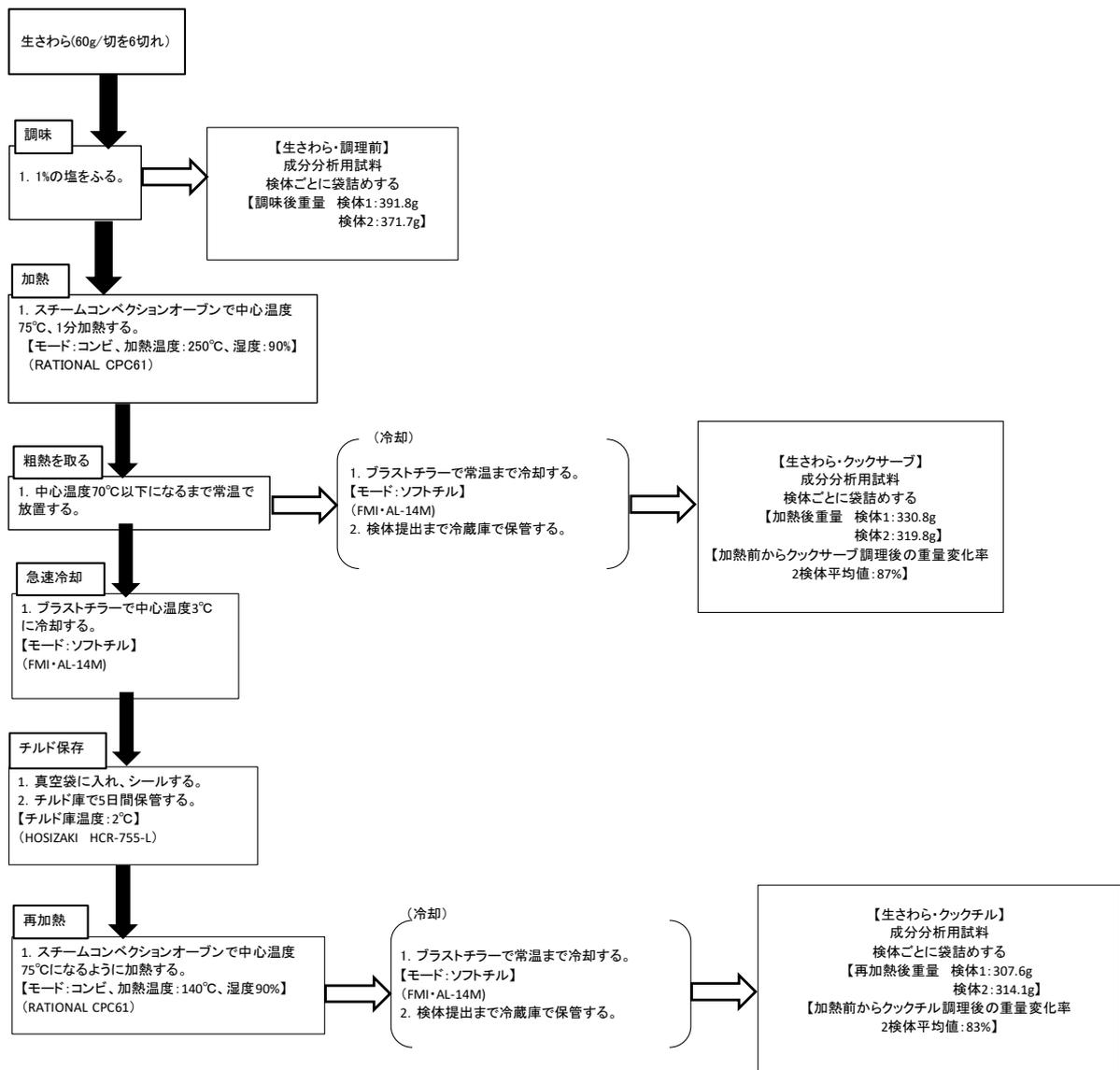


図3 生の食材を用いたさわらの塩焼きの試料(調理前、クックサーブ、クックチル)の調製方法

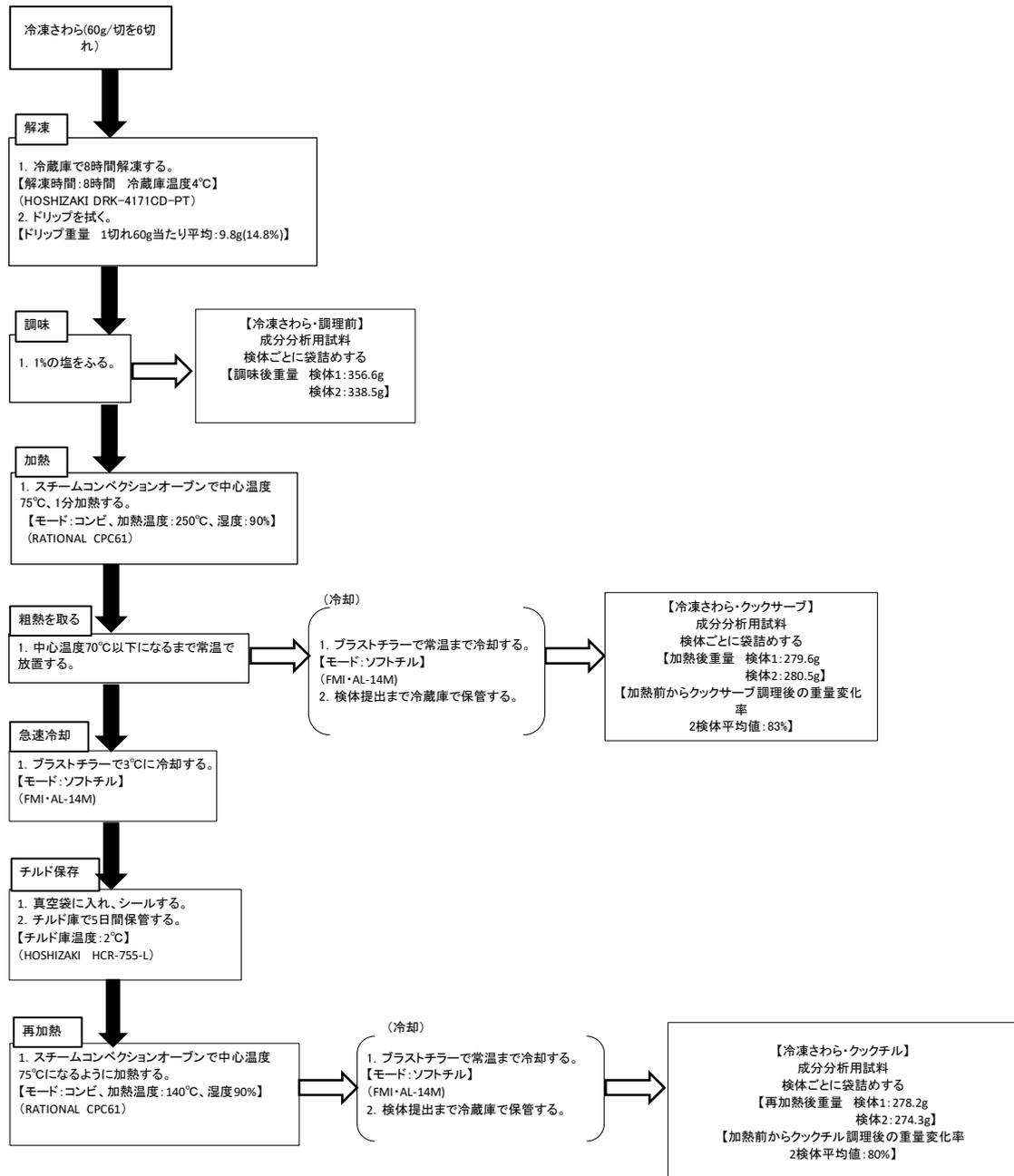


図4 冷凍の食材を用いたさわらの塩焼きの試料(調理前、クックチル、クックサーブ)の調製方法

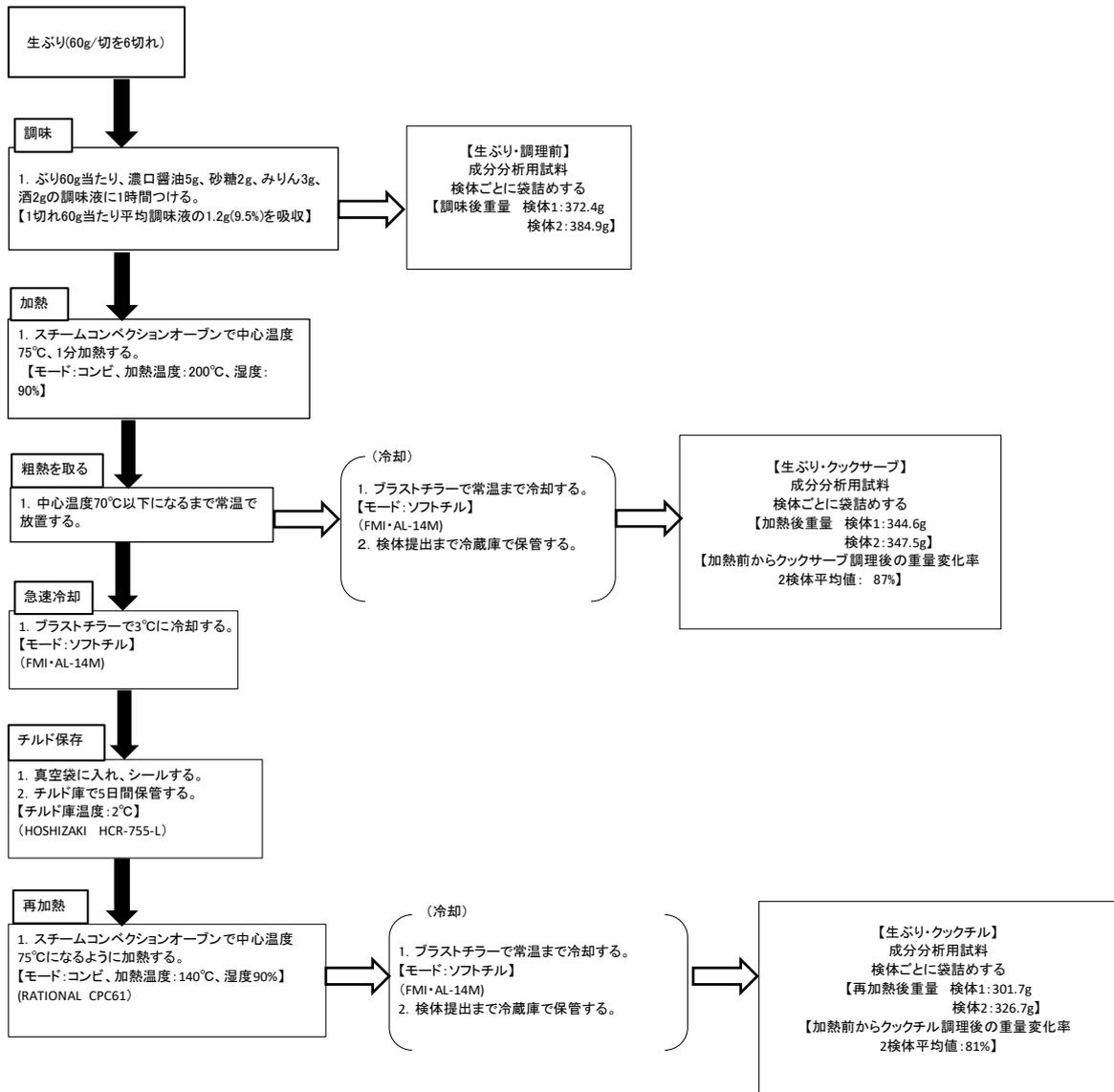


図5 生の食材を用いたぶりの照り焼きの試料(調理前、クックサーブ、クックチル)の調製方法

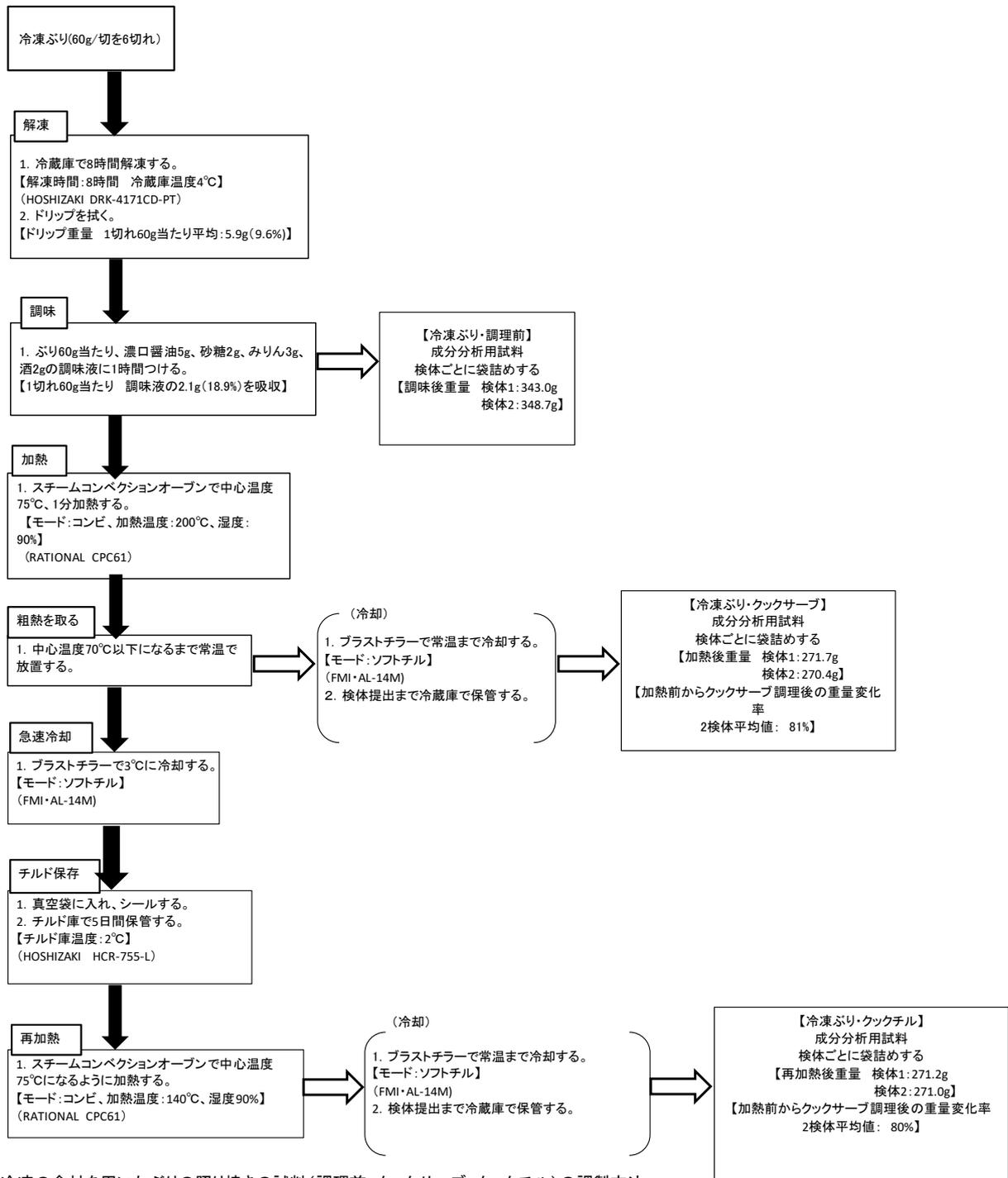


図6 冷凍の食材を用いたぶりの照り焼きの試料(調理前、クックサーブ、クックチル)の調製方法

表3 成分分析項目と測定方法

成分分析項目	測定方法
エネルギー(kcal)	アトウォーター係数より算出
水分(g)	常圧加熱乾燥法
たんぱく質(g)	燃焼法 (注1)
脂質(g)	ソックスレー抽出法
炭水化物(g)	(注2)
ナトリウム(mg)	原子吸光光度法
カルシウム(mg)	ICP発光分析法
鉄(mg)	ICP発光分析法
亜鉛(mg)	ICP発光分析法
レチノール(μ g)	高速液体クロマトグラフィー
α -カロテン(μ g)	高速液体クロマトグラフィー
β -カロテン(μ g)	高速液体クロマトグラフィー
β -クリプトキサンチン(μ g)	高速液体クロマトグラフィー
β -カロテン当量(μ g)	(注3)
レチノール活性当量(μ gRAE)	(注4)
ビタミンB ₁ (チアミン) (mg)	高速液体クロマトグラフィー (注5)
ビタミンB ₂ (リボフラビン) (mg)	高速液体クロマトグラフィー
ビタミンC (総アスコルビン酸)(mg)	高速液体クロマトグラフィー (注6)
食塩相当量(g)	(注7)

注1 窒素・たんぱく質換算係数:6.25

注2 計算式：100-(水分+たんぱく質+脂質+灰分)

注3 -:定量下限未満のため換算せず

注4 β -カロテン当量12 μ gをレチノール活性当量1 μ gとした。

注5 チアミン塩酸塩として。

注6 ヒドラジンで誘導体化した後測定した。

注7 計算式：ナトリウム \times 2.54

表4 調理前のさわら(生・冷凍)のエネルギーおよび栄養素量(60gあたり)

エネルギーおよび栄養素	調理前* ¹		食品成分表(参考値)* ³			
	生さわら	冷凍さわら* ²	さわら	生* ²	さわら	焼き* ²
エネルギー(kcal)	77 (100%)	71 (92%)	106 (138%)	96 (125%)		
水分(g)	43.4 (100%)	44.6 (103%)	41.2 (95%)	30.2 (70%)		
たんぱく質(g)	12.3 (100%)	11.9 (97%)	12.1 (98%)	11.2 (91%)		
脂質(g)	3.1 (100%)	2.6 (84%)	5.8 (187%)	5.1 (165%)		
炭水化物(g)	0.1 (100%)	検出せず	0.1 (100%)	0 (0%)		
ナトリウム(mg)	233 (100%)	236 (101%)	39 (17%)	43 (18%)		
カルシウム(mg)	5 (100%)	5 (100%)	8 (160%)	10 (200%)		
鉄(mg)	0.2 (100%)	0.2 (100%)	0.5 (250%)	0.4 (200%)		
亜鉛(mg)	0.5 (100%)	0.4 (80%)	0.6 (120%)	0.5 (100%)		
レチノール(μ g)	6 (100%)	6 (100%)	7 (117%)	8 (133%)		
α -カロテン(μ g)	検出せず	検出せず	(0)	(0)		
β -カロテン(μ g)	検出せず	検出せず	(0)	(0)		
β -クリプトキサンチン(μ g)	検出せず	検出せず	(0)	(0)		
β -カロテン当量(μ g)	-	-	-	-		
レチノール活性当量(μ gRAE)	6 (100%)	6 (100%)	7 (117%)	8 (133%)		
ビタミンB ₁ (mg)	0.06 (100%)	0.06 (100%)	0.05 (83%)	0.04 (67%)		
ビタミンB ₂ (mg)	0.11 (100%)	0.05 (45%)	0.21 (191%)	0.16 (145%)		
ビタミンC(mg)	1 (100%)	検出せず	Tr	Tr		
食塩相当量(g)	0.6 (100%)	0.6 (100%)	0.1 (17%)	0.1 (17%)		

6切(60g/切)を1つの検体とし、2検体の平均値を示す。

*¹下味(1%の塩)をした状態

*²生さわら・調理前を100%として算出

*³日本食品標準成分表2015年版(七訂)の成分値を参照

表5 調理前のぶり(生・冷凍)のエネルギーおよび栄養素量(60gあたり)

エネルギーおよび栄養素	調理前 ^{*1}		食品成分表(参考値) ^{*3}					
	生ぶり	冷凍ぶり ^{*2}	ぶり	成魚	生 ^{*2}	ぶり	成魚	焼き ^{*2}
エネルギー(kcal)	171 (100%)	86 (50%)	154 (90%)	150 (88%)				
水分(g)	33.5 (100%)	41.1 (123%)	35.8 (107%)	25.5 (76%)				
たんぱく質(g)	11.5 (100%)	13.2 (115%)	12.8 (111%)	12.9 (112%)				
脂質(g)	13.7 (100%)	2.9 (21%)	10.6 (77%)	10 (73%)				
炭水化物(g)	0.5 (100%)	1.7 (340%)	0.2 (40%)	0.1 (20%)				
ナトリウム(mg)	122 (100%)	216 (177%)	19 (16%)	20 (16%)				
カルシウム(mg)	6 (100%)	6 (100%)	3 (50%)	3 (50%)				
鉄(mg)	0.5 (100%)	0.6 (120%)	0.8 (160%)	1.1 (220%)				
亜鉛(mg)	0.4 (100%)	0.5 (125%)	0.4 (100%)	0.4 (100%)				
レチノール(μg)	116 (100%)	6 (5%)	30 (26%)	21 (18%)				
α-カロテン(μg)	検出せず	検出せず	-	-				
β-カロテン(μg)	検出せず	検出せず	-	-				
β-クリプトキサンチン(μg)	検出せず	検出せず	-	-				
β-カロテン当量(μg)	-	-	-	-				
レチノール活性当量(μgRAE)	116 (100%)	6 (5%)	30 (26%)	21 (18%)				
ビタミンB ₁ (mg)	0.08 (100%)	0.11 (138%)	0.14 (175%)	0.12 (150%)				
ビタミンB ₂ (mg)	0.07 (100%)	0.14 (200%)	0.22 (314%)	0.19 (271%)				
ビタミンC(mg)	1 (100%)	検出せず	1 (100%)	1 (100%)				
食塩相当量(g)	0.3 (100%)	0.5 (167%)	0.1 (33%)	0 (0%)				

6切(60g/切)を1つの検体とし、2検体の平均値を示す。

^{*1}下味(濃口醤油・砂糖・みりん・酒の混合液)に1時間漬けた状態

^{*2}生ぶり・調理前を100%として算出

^{*3}日本食品標準成分表2015年版(七訂)の成分値を参照

表6 生魚および冷凍魚を用いた「さわらの塩焼き」の調理システム別のエネルギーおよび栄養素量の比較(60gあたり)

エネルギーおよび栄養素	調理後 ^{*1}							
	生さわらクックサーブ		生さわらクックチル ^{*2}					
			調理後 ^{*1}					
			冷凍さわらクックチル ^{*2}					
エネルギー (kcal)	77	(100%)	78	(101%)	72	(100%)	68	(94%)
水分(g)	35.7	(100%)	33.1	(93%)	34.7	(100%)	33.0	(95%)
たんぱく質(g)	12.6	(100%)	12.6	(100%)	11.9	(100%)	12.2	(103%)
脂質(g)	3.0	(100%)	3.0	(100%)	2.7	(100%)	2.1	(78%)
炭水化物(g)	検出せず		検出せず		検出せず		検出せず	
ナトリウム(mg)	229	(100%)	231	(101%)	237	(100%)	245	(103%)
カルシウム(mg)	5	(100%)	4	(80%)	5	(100%)	5	(100%)
鉄(mg)	0.2	(100%)	0.2	(100%)	0.2	(100%)	0.2	(100%)
亜鉛(mg)	0.5	(100%)	0.5	(100%)	0.4	(100%)	0.4	(100%)
レチノール(μg)	5	(100%)	5	(100%)	6	(100%)	6	(100%)
α-カロテン(μg)	検出せず		検出せず		検出せず		検出せず	
β-カロテン(μg)	検出せず		検出せず		検出せず		検出せず	
β-クリプトキサンチン(μg)	検出せず		検出せず		検出せず		検出せず	
β-カロテン当量(μg)	-		-		-		-	
レチノール活性当量(μgRAE)	5	(100%)	5	(100%)	6	(100%)	6	(100%)
ビタミンB ₁ (mg)	0.06	(100%)	0.06	(100%)	0.06	(100%)	0.07	(117%)
ビタミンB ₂ (mg)	0.12	(100%)	0.11	(92%)	0.06	(100%)	0.06	(100%)
ビタミンC(mg)	1	(100%)	検出せず		検出せず		検出せず	
食塩相当量(g)	0.6	(100%)	0.6	(100%)	0.6	(100%)	0.6	(100%)

6切 (60 g/切) を1つの検体とし、2検体の平均値を示す。

*¹下味 (1%の塩) をして調理した。

*²クックサーブを100%とする。

表7 生魚および冷凍魚を用いた「ぶりの照り焼き」の調理システム別のエネルギーおよび栄養素量の比較(60gあたり)

エネルギーおよび栄養素	調理後 ^{*1}							
	生ぶりクックサーブ		生ぶりクックチル ^{*2}					
			調理後 ^{*1}					
			冷凍ぶりクックチル ^{*2}					
エネルギー (kcal)	161	(100%)	154	(96%)	74	(100%)	84	(114%)
水分(g)	27.1	(100%)	24.4	(90%)	31.6	(100%)	30.2	(96%)
たんぱく質(g)	11.4	(100%)	11.4	(100%)	13.0	(100%)	12.7	(98%)
脂質(g)	12.6	(100%)	11.8	(94%)	2.1	(100%)	3.3	(157%)
炭水化物 (g)	0.6	(100%)	0.5	(83%)	0.8	(100%)	1.0	(125%)
ナトリウム(mg)	108	(100%)	109	(101%)	160	(100%)	160	(100%)
カルシウム(mg)	6	(100%)	6	(100%)	6	(100%)	5	(83%)
鉄(mg)	0.4	(100%)	0.4	(100%)	0.6	(100%)	0.5	(83%)
亜鉛(mg)	0.4	(100%)	0.4	(100%)	0.5	(100%)	0.4	(80%)
レチノール(μg)	91	(100%)	85	(93%)	5	(100%)	6	(120%)
β-カロテン当量(μg)	-		-		-		-	
α-カロテン(μg)	検出せず		検出せず		検出せず		検出せず	
β-カロテン(μg)	検出せず		検出せず		検出せず		検出せず	
β-クリプトキサンチン(μg)	検出せず		検出せず		検出せず		検出せず	
レチノール活性当量(μgRAE)	91	(100%)	85	(93%)	5	(100%)	6	(120%)
ビタミンB ₁ (mg)	0.08	(100%)	0.08	(100%)	0.08	(100%)	0.07	(88%)
ビタミンB ₂ (mg)	0.10	(100%)	0.10	(100%)	0.13	(100%)	0.12	(92%)
ビタミンC(mg)	検出せず		検出せず		検出せず		検出せず	
食塩相当量(g)	0.3	(100%)	0.3	(100%)	0.4	(100%)	0.4	(100%)

6切 (60 g/切) を1つの検体とし、2検体の平均値を示す。

*¹下味 (濃口醤油・砂糖・みりん・酒の混合液) に1時間漬けて調理した。

*²クックサーブを100%とする。