

8. 給食業務の効率化のための冷凍食材使用による栄養的評価
：高齢者施設（介護老人保健施設）給食で利用されている冷凍野菜の栄養成分分析
－生野菜との比較－

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

近年、給食施設において調理時間の短縮、労力の削減のために冷凍野菜の使用が増加している。食品成分表には冷凍野菜の栄養成分値の掲載がほとんどないことから、現状として栄養価計算には生野菜の値を用いていると考えられる。しかし、冷凍野菜は、凍結前のブランチング処理等により、解凍時のドリップへ栄養素が溶出する可能性がある。本研究では、給食現場での使用頻度が高い野菜2種類（小松菜、青梗菜）について生及びBQF（ブロック状で凍結する方法）、IQF（バラのまま凍結する方法）についてゆで調理後の栄養成分値を比較した。その結果、小松菜生・ゆでの分析値を100%とすると、「小松菜BQF・ゆで」、「小松菜IQF・ゆで」ともに70%以下であった栄養素は、水分、カルシウム、ビタミンB₁、ビタミンB₂、ビタミンCであった。「青梗菜生・ゆで」の分析値を100%とすると、「青梗菜BQF・ゆで」、「青梗菜IQF・ゆで」ともに70%以下であった栄養素はナトリウム、カルシウム、亜鉛、ビタミンB₁、ビタミンB₂、ビタミンC、食塩相当量であった。BQF、IQFでは、主に凍結前のブランチング処理時に水溶性成分の損失が生じた可能性が考えられた。以上のことから、冷凍野菜を食材料として用いる際には、これらの栄養素量の違いを考慮して栄養・献立管理に活用する必要がある。

A. 研究目的

近年、冷凍食品の消費量は確実に増加の方向をたどっている状況である¹⁾。給食現場でも、調理工程の一部機械化などと共に、調理時間の短縮、労力の削減のために冷凍食品を使用している²⁾。野菜類においては、下処理が省ける冷凍カット野菜の需要が年々増加している³⁾。ただ、冷凍カット野菜の栄養成分については、ブランチング処理による水溶性ビタミンの溶出や凍結保存

中の酸化によるビタミンの変化が起こるという報告⁴⁾がある。また、冷凍食品の貯蔵条件によって冷凍食品中の氷結晶が成長し、大きな氷結晶が生成されることで細胞破壊が起こる。これが原因となり、解凍時にドリップ中に水溶性ビタミンが流出する可能性もある⁵⁾。

計画した献立メニューの栄養素量算出のためには、日本食品標準成分表（以下、食品成分表）を用いた栄養価計算が欠かせない

6)。しかし、食品成分表には冷凍カット野菜の栄養価についての記載がないため、生の野菜の値を用いて栄養価を算出している場合が多いと考えられる。そのため、冷凍野菜を使った場合には、生の野菜と同量使用しても計画した栄養価が満たせていない可能性がある。また、ブロック状のまま急速凍結する BQF (block quick freezing)⁸⁾ だけではなく、IQF (individual quick freezing)^{2,8)} と称したばらばらの状態で急速凍結された冷凍カット野菜がある。しかし、BQF と IQF での栄養成分に関する報告は見当たらない。

本研究では、給食現場で提供頻度の高い野菜 2 種類 (小松菜、青梗菜) について生及び BQF、IQF についてゆで調理後栄養成分値を比較し検討することを目的とした。

B. 研究方法

1. 使用した食材料

本研究では、生の野菜と冷凍カット野菜を用いた。表 1 に使用した食材料を示す。冷凍には凍結法により、IQF と BQF がある。IQF は食品材料をバラのまま凍結する方法であり、BQF は食品材料をブロックで凍結する方法である。生野菜は京都市中央卸売市場の株式会社西友より購入し、冷凍野菜 (IQF、BQF) は株式会社交洋の製品を使用した。冷凍野菜 (IQF、BQF) は 4 cm 程度にカットされたものを用いた。

2. 成分分析用のゆで試料調製方法

成分分析用のゆで試料の調製を 2021 年 7 月に実施した。ゆで調理の試料は、高齢者施設で提供する「青菜のおひたし」を想定して調製した。小松菜 IQF、小松菜 BQF、青梗菜 IQF、青梗菜 BQF のゆで試料は現場

では袋に記載の重量をそのまま計量せずに使用すると仮定し、500 g/袋を 2 袋使用し、これを 1 検体とした。小松菜生、青梗菜生のゆで試料は正確に 1 kg 計量し、これを 1 検体とした。各ゆで試料は 3 検体ずつ調製した。搾る作業は高齢者施設の管理栄養士が担当し、高齢者施設でお浸しとして提供される程度の手搾り具合に統一した。

1) 小松菜 (生、BQF、IQF) のゆで試料調製方法

小松菜 (生、BQF、IQF) のゆで試料調製時のフローチャートを図 1 に示した。また、調理工程中の重量変化については、表 2 に示した。

2) 青梗菜 (生、BQF、IQF) のゆで試料調製方法

青梗菜 (生、BQF、IQF) のゆで試料調製時のフローチャートを図 2 に示した。また、調理工程中の重量変化については、表 3 に示した。

3) 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 (以下、分析センター) に依頼した。いずれの検体も調製日の翌日の午前中に届くよう、分析センターに配送した。成分分析の項目と測定方法を表 4 に示した。分析方法は日本食品標準成分表 2015 年版 (七訂)⁸⁾ に準じた。エネルギーは、Atwater 係数によるエネルギー換算係数 (たんぱく質 : 4 kcal/g、脂質 : 9 kcal/g、炭水化物 : 4 kcal/g) を用いて算出した。たんぱく質は、窒素・たんぱく質換算係数 (6.25) を用いて算出した。炭水化物は、差し引き法による炭水化物、すなわち、水分、たんぱく質、脂質、灰

分等の合計(g)を 100 g から差し引いた値で示した。食塩相当量は、ナトリウム×2.54で算出した。レチノール活性当量の算出において、β-カロテン当量 12 μg をレチノール活性当量 1 μg とした。ビタミン B₁ はチアミン塩酸塩として、ビタミン C はヒドラジンで誘導体化した後、分析センターで測定された。

3. 分析値のエネルギーおよび栄養素量の計算方法

分析値のエネルギーおよび栄養素量は、3検体の成分分析値(100 gあたり、食品成分表の桁数に合わせて表示)にそれぞれ検体重量(g)/100 gを乗じて算出した。計算式を次に示す。

式：分析値＝成分分析値(100 gあたり)×検体重量(g)/100

上記で求めた値から平均値を算出し、解析を行った。

各試料間のエネルギーおよび栄養素量の比較は一元配置分散分析を用い、有意な差が得られた場合は、TukeyのHSD検定を行った。これらの解析には統計解析ソフトJMP ver14を用いた。統計的有意水準は0.05とした。

C. 研究結果

1. 「小松菜生・ゆで」と「小松菜 BQF・ゆで」と「小松菜 IQF・ゆで」の栄養成分の比較

小松菜ゆで(生、冷凍)のエネルギー及び栄養素量を表5に示した。生>BQF>IQFの順で有意な栄養素量の差が認められたものは、水分(p<0.01)、たんぱく質(p<0.01)であった。生>IQF>BQFの順で有意な栄養素

量の差が認められたものは、ビタミンC(p<0.01)であった。生>BQF=IQFの順で有意な栄養素量の差が認められたものは、エネルギー(p=0.011)、カルシウム(p<0.01)、ビタミンB₁(p=0.047)、ビタミンB₂(p<0.01)であった。生>IQF>BQFの順で有意な栄養素量の差が認められたものは、炭水化物(p<0.01)であった。IQF>BQF>生の順で有意な栄養素量の差が認められたものは、ナトリウム(p<0.01)、食塩相当量(p<0.01)であった。BQF>IQFの間で有意な栄養素量の差が認められたものは、鉄(p=0.031)であった。生>BQFの間で有意な栄養素量の差が認められたものは、亜鉛(p<0.01)であった。生>IQFの間で有意な栄養素量の差が認められたものは、β-カロテン(p=0.018)、β-カロテン当量(p=0.018)、レチノール活性当量(p=0.018)であった。

「小松菜生・ゆで」の値を100%として比較すると、「小松菜 BQF・ゆで」、「小松菜 IQF・ゆで」ともに70%以下の栄養素は、水分(65%、63%)、カルシウム(64%、66%)、ビタミンB₁(42%、42%)、ビタミンB₂(42%、49%)、ビタミンC(13%、23%)であった。

「小松菜 BQF・ゆで」、「小松菜 IQF・ゆで」ともに130%以上の栄養素は、ナトリウム、食塩相当量であった。

参考として示した食品成分表⁹⁾の「こまつな・葉・ゆで」と比較すると、「小松菜生・ゆで」を100%とした場合、食品成分表の「こまつな・葉・ゆで」は、エネルギー(56%)、たんぱく質(62%)、脂質(21%)では本研究で用いた小松菜の方が高値であった。また、ナトリウム(309%)、鉄(375%)、β-クリプトキサンチン(280%)、ビタミンB₁

(133%)、ビタミン B₂ (200%) では本研究で用いた小松菜の方が低値であった。

2. 「青梗菜生・ゆで」と「青梗菜 BQF・ゆで」と「青梗菜 IQF・ゆで」の栄養成分の比較

青梗菜ゆで(生・冷凍)のエネルギー及び栄養素量を表6に示した。生>BQF>IQFの順で有意な栄養素量の差が認められたものは、水分(p<0.01)、ナトリウム(p<0.01)、カルシウム(p<0.01)、亜鉛(p<0.01)、ビタミン B₂(p=0.0469)、ビタミン C(p<0.01)、食塩相当量(p<0.01)であった。生>IQF>BQFの順で有意な栄養素量の差が認められたものは、ビタミン B₁(p<0.01)であった。BQF>生=IQFの順で有意な栄養素量の差が認められたものは、炭水化物(p<0.01)、鉄(p<0.01)、β-カロテン(p<0.01)、β-カロテン当量(p<0.01)、レチノール活性当量(p<0.01)であった。BQF>IQF>生の順で有意な栄養素量の差が認められたものは、たんぱく質(p<0.01)であった。BQF>IQFの間で有意な栄養素量の差が認められたものは、脂質(p=0.028)であった。BQF=IQF>生の順で有意な栄養素量の差が認められたものは、β-クリプトキサンチン(p<0.01)であった。

「青梗菜生・ゆで」を100%として比較すると、「青梗菜 BQF・ゆで」、「青梗菜 IQF・ゆで」ともに70%以下の栄養素は、ナトリウム、カルシウム、亜鉛、ビタミン B₁、ビタミン B₂、ビタミン C、食塩相当量であった。「青梗菜 BQF・ゆで」、「青梗菜 IQF・ゆで」ともに130%以上の栄養素は、β-クリプトキサンチンであった。

参考として示した食品成分表⁹⁾の「チンゲンサイ・葉・ゆで」と比較すると、「青梗

菜生・ゆで」を100%とした場合、食品成分表の「チンゲンサイ・葉・ゆで」は、脂質(43%)では、本研究で用いた青梗菜の方が高値であった。また、ナトリウム(139%)、鉄(168%)、β-カロテン(144%)、β-カロテン当量(144%)、ビタミン B₂(250%)、食塩相当量(177%)では、本研究で用いた青梗菜の方が低値であった。

D. 考察

大量調理として生野菜をゆで調理する際は、「洗浄→切裁→ゆで→冷却→搾り」の工程で実施する。冷凍野菜の場合は「洗浄→切裁→ブランチング→凍結」された冷凍野菜を購入し、そのままあるいは解凍後に「ゆで→冷却→搾り」の工程で調製する。

本研究では、野菜2種類(小松菜、青梗菜)において、冷凍野菜(BQF、IQF)と生野菜のゆで調理後の栄養素分析値を比較し、栄養成分の違いについて検討した。

1. 冷凍野菜(BQF、IQF)の方が生野菜よりもゆで調理後の残存率が低い栄養素について

小松菜と青梗菜に共通して冷凍野菜のゆで調理後の成分が生野菜のゆで調理後に比べて70%以下であったのはカルシウム、ビタミン B₁、ビタミン B₂、ビタミン Cであった。青菜に含まれるカルシウムは水溶性および不溶性の状態で存在し、水溶性のカルシウムや、ビタミン B₁、ビタミン B₂、ビタミン Cはゆで調理工程において、生でも冷凍でも共通して損失が生じる。しかし、冷凍の方が生よりも損失率が高かった理由として、冷凍野菜の製造工程の影響が考えられる。

多くの野菜では冷凍前にブランチング処理が行われる。ブランチングとは酵素的品質変化を防止する目的で行われる加熱処理のことである⁷⁾。ブランチングは過度になると熱による品質劣化が大きくなるので、ほうれん草では90℃で0.5～1分の短時間の加熱が行われる⁸⁾。阿部らはブランチングの熱処理によって、ほうれん草ではクロロフィル含量に変化はないものの、切裁した野菜の切断面からのビタミンC含量の減少が起こることを報告している⁴⁾。このようなブランチングの工程が水溶性成分の損失の程度に影響した可能性が考えられた。さらに本研究では、ブロック状のBQFは流水解凍した後にゆで調理を行った。解凍中の成分の変化については十分な考察ができなかったが、ドリップの中にも水溶性成分が流出する可能性が考えられた。

2. 冷凍野菜 (BQF、IQF) の方が生野菜よりもゆで調理後の残存率が高い栄養素について

「小松菜生・ゆで」を100%として各栄養素を比較すると、BQF、IQFともに130%以上のものはナトリウム、食塩相当量であった。また「青梗菜生・ゆで」を100%として各栄養素を比較すると、BQF、IQFともに130%以上のものはβ-クリプトキサンチンであった。冷凍BQF・IQFは中国産であり、土壌の違いの他、産地や収穫時期、製造工程が不明であり、十分な考察はできなかった。

E. 結論

本研究では、給食施設で利用されている冷凍野菜のゆで調理後の栄養成分値を比較

した。冷凍野菜の「ゆで」では生野菜の「ゆで」に比べてカルシウム、ビタミンB₁、ビタミンB₂、ビタミンC量が低値であった。これらの栄養素は熱処理による変化を受けやすく、生よりも冷凍野菜で低値であった理由は、主にブランチング処理における損失によるものと考えられた。冷凍野菜を用いる際には栄養素量の違いを考慮して栄養・献立管理に活用する必要がある。

引用文献

- 1) 田村咲江, 山本奈美: 3種類の冷凍野菜の破断特性と組織構造の特徴, *日本食生活学会誌* 18, 56-63, 2007
- 2) 斎藤貴美子: 集団給食における冷凍食品, *コールドチェーン研究*, 5(1), 2-13, 1979
- 3) 大羽和子, 山本淳子, 河合あずさ, 他: ヒドラジン比色法およびHPLC法で測定した市販の新鮮野菜および加工調理済野菜のビタミンC量, *ビタミン*74(8), 435-440, 2000
- 4) 阿部一博, 嘉悦佳子, 阿知波信夫: 数種野菜のクロロフィルとアスコルビン酸含量に及ぼす異なるブランチングと処理前における切断の有無の影響, *日本食品保蔵科学会誌* 39, 207-212, 2013
- 5) (社)日本冷凍食品協会監修: 冷凍食品の事典, 朝倉書店, 東京, pp.27-52, 2000
- 6) 神田聖子: 日本食品成分表2015年版(七訂)における食品選択と栄養価, *日本家政学会誌* 71(10), 680-685, 2020
- 7) 一般社団法人日本冷凍食品協会: 冷凍食品Q&A, 東京, p.28, 2020
- 8) 鈴木徹, 内野敏剛, 片山博視, 他: 新版食品冷凍技術 6, 公益社団法人日本冷凍空調学会, 東京, pp.134-136, 2013

- 9) 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），東京, p.6, p.14, 2017

F. 健康危険情報

（総括研究報告書にまとめて記入）

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

H. 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

表1 使用した食材料

品名	輸入者	購入先	原産地	使用量 (kg)	単価 (1kg当たり)	金額 (税込)	備考
小松菜	—	西友 (株) 京都市中央卸売市場	京都	3	1092	3276*1	購入日：2021/7/26
青梗菜	—	西友 (株) 京都市中央卸売市場	静岡	3	538	1614	
小松菜カット・BQF*2	交洋 (株)	京・出町のむら瀬 島田畜産工業 (株)	中国	3	300	900	
青梗菜カット・BQF	交洋 (株)	京・出町のむら瀬 島田畜産工業 (株)	中国	3	300	900	1袋500g
小松菜カット・IQF*3	交洋 (株)	京・出町のむら瀬 島田畜産工業 (株)	中国	3	300	900	購入日：2021/7/1
青梗菜カット・IQF	交洋 (株)	京・出町のむら瀬 島田畜産工業 (株)	中国	3	300	900	

*1 小松菜の価格が上がっているときに購入

*2 BQF：食材料をブロックで凍結する方法

*3 IQF：食材料をバラのまま凍結する方法

表2 小松菜のゆで試料調製中の重量変化

	ゆで加熱前重量 (g)	葉重量 (g)	軸重量 (g)	解凍後のドリップ (g)	ゆで調理後の 手搾り前重量 (g)	搾り汁 (g)	手搾り後重量 (分析用試料) (g)	手搾り作業の 重量変化率 (%) *2	ゆで加熱前重量に対する 重量変化率 (%) *3
生	検体1 999.0	424.0	575.0	-	996.0	204.0	792.0		79.3
	検体2 999.0	424.0	575.0	-	996.0	205.0	791.0		79.2
	検体3 999.0	424.0	575.0	-	996.0	204.0	792.0		79.3
	平均 999.0	424.0	575.0	-	996.0	204.3	791.7	79.5	79.2
小松菜*1	検体1 1178.0	-	-	240.0	729.0	209.0	520.0		44.1
	検体2 1203.0	-	-	281.0	726.0	210.0	516.0		42.9
	検体3 1170.0	-	-	245.0	728.0	211.0	517.0		44.2
	平均 1183.7	-	-	255.3	727.7	210.0	517.7	71.1	43.7
IQF	検体1 1026.0	-	-	-	863.0	358.0	505.0		49.2
	検体2 1029.0	-	-	-	816.0	309.0	507.0		49.3
	検体3 1023.0	-	-	-	796.0	290.0	506.0		49.5
	平均 1026.0	-	-	-	825.0	319.0	506.0	61.3	49.3

*1 サンプルとして、生は1kg、BQFとIQFは500g/袋×2袋分を使用した

*2 手搾り後重量の平均値÷重量調整後の手搾り前重量の平均値×100

*3 手搾り後重量の平均値÷ゆで加熱前重量の平均値×100。生の試料は洗浄前の重量とした。

表3 青梗菜のゆで試料調製中の重量変化

	ゆで加熱前重量 (g)	葉重量 (g)	軸重量 (g)	解凍後のドリップ (g)	ゆで調理後の 手搾り前重量 (g)	搾り汁 (g)	手搾り後重量 (分析用試料) (g)	手搾り作業の 重量変化率 (%) *2	ゆで加熱前重量に対する 重量変化率 (%) *3
生	検体1	998.0	262.0	736.0	-	964.0	235.0	729.0	73.0
	検体2	999.0	263.0	736.0	-	965.0	236.0	729.0	73.0
	検体3	999.0	263.0	736.0	-	966.0	237.0	729.0	73.0
	平均	998.7	262.7	736.0	-	965.0	236.0	729.0	75.5
青梗菜*1	検体1	1092.0	-	-	216.0	763.0	234.0	529.0	48.4
	検体2	1104.0	-	-	174.0	760.0	235.0	525.0	47.6
	検体3	1131.0	-	-	193.0	762.0	235.0	527.0	46.6
	平均	1109.0	-	-	194.3	761.7	234.7	527.0	69.2
IQF	検体1	1004.0	-	-	-	649.0	218.0	431.0	42.9
	検体2	1006.0	-	-	-	645.0	217.0	428.0	42.5
	検体3	1007.0	-	-	-	644.0	217.0	427.0	42.4
	平均	1005.7	-	-	-	646.0	217.3	428.7	66.4

*1 サンプルとして、生は1kg、BQFとIQFは500g/袋×2袋分を使用した。

*2 手搾り後重量の平均値÷ゆで調理後の手搾り前重量の平均値×100

*3 手搾り後重量の平均値÷ゆで加熱前重量の平均値×100。生の試料は洗浄前の重量とした。

表 4. 成分分析の項目と検査法

分析項目	検査法	単位
エネルギー* ¹	—	kcal/100g
水分	減圧加熱乾燥法	g/100g
たんぱく質* ²	燃焼法	g/100g
脂質	酸分解法	g/100g
炭水化物* ³	—	g/100g
灰分	直接灰化法	g/100g
ナトリウム	原子吸光光度法	mg/100g
カルシウム	ICP発光分析法	mg/100g
鉄	ICP発光分析法	mg/100g
亜鉛	ICP発光分析法	mg/100g
ビタミンA	—	—
レチノール	高速液体クロマトグラフィー	μg/100g
α-カロテン	高速液体クロマトグラフィー	μg/100g
β-カロテン	高速液体クロマトグラフィー	μg/100g
β-クリプトキサンチン	高速液体クロマトグラフィー	μg/100g
β-カロテン当量	—	μg/100g
レチノール活性当量* ⁴	—	μgRAE/100g
チアミン（ビタミンB ₁ ）* ⁵	高速液体クロマトグラフィー	mg/100g
リボフラビン（ビタミンB ₂ ）	高速液体クロマトグラフィー	mg/100g
総アスコルビン（総ビタミンC）* ⁶	高速液体クロマトグラフィー	mg/100g
食塩相当量* ⁷	—	g/100g

*1 エネルギー換算係数：たんぱく質4, 脂質9, 炭水化物4

*2 窒素・たんぱく質換算係数：6.25

*3 計算式：100-（水分+たんぱく質+脂質+灰分）

*4 β-カロテン当量12μgをレチノール活性当量1μgとした

*5 チアミン塩酸塩として

*6 ヒドラジンで誘導体化した後測定した

*7 計算式：ナトリウム×2.54

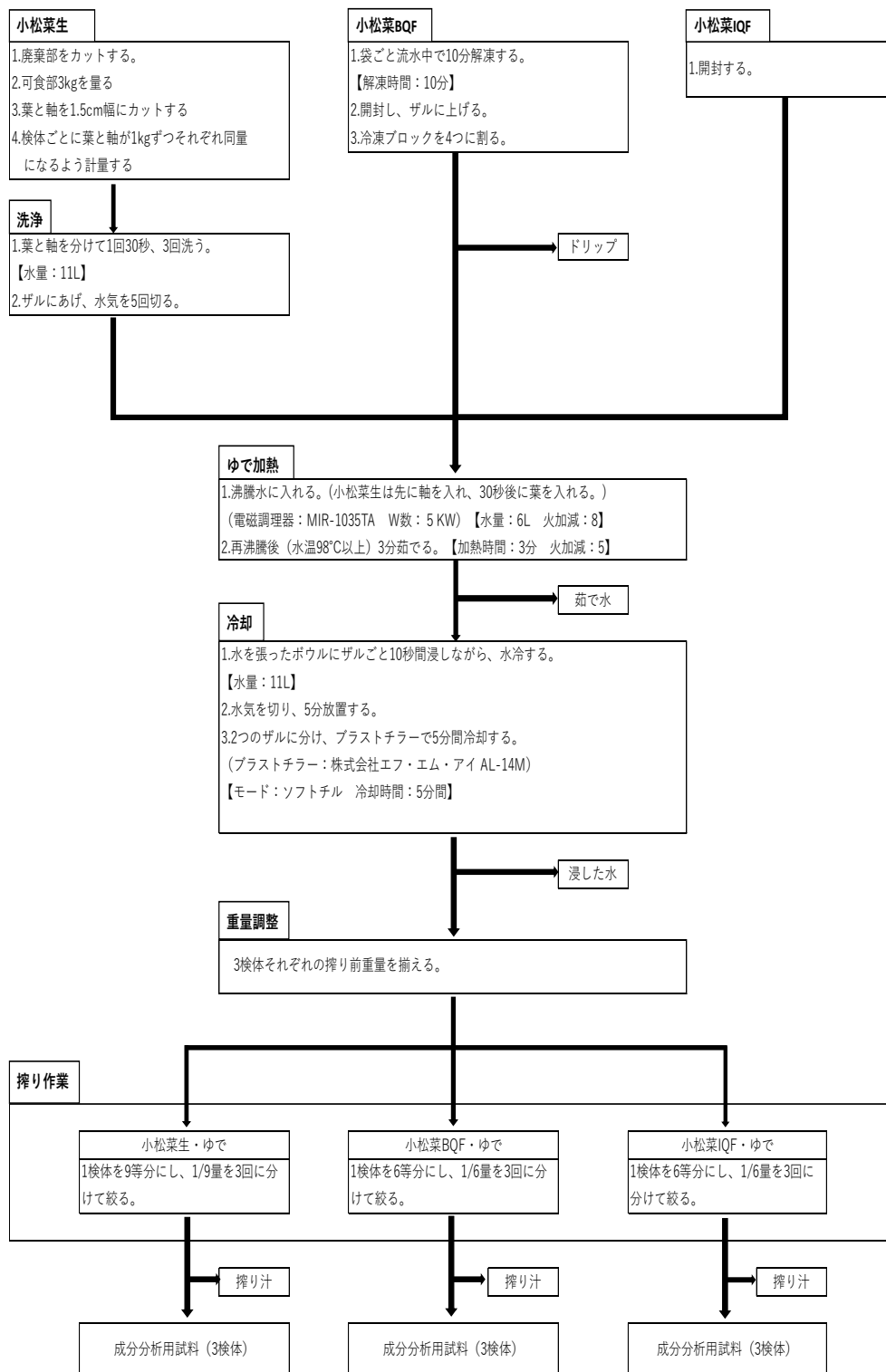


図 1. 小松菜(生, BQF, IQF)のゆで試料調製時のフローチャート

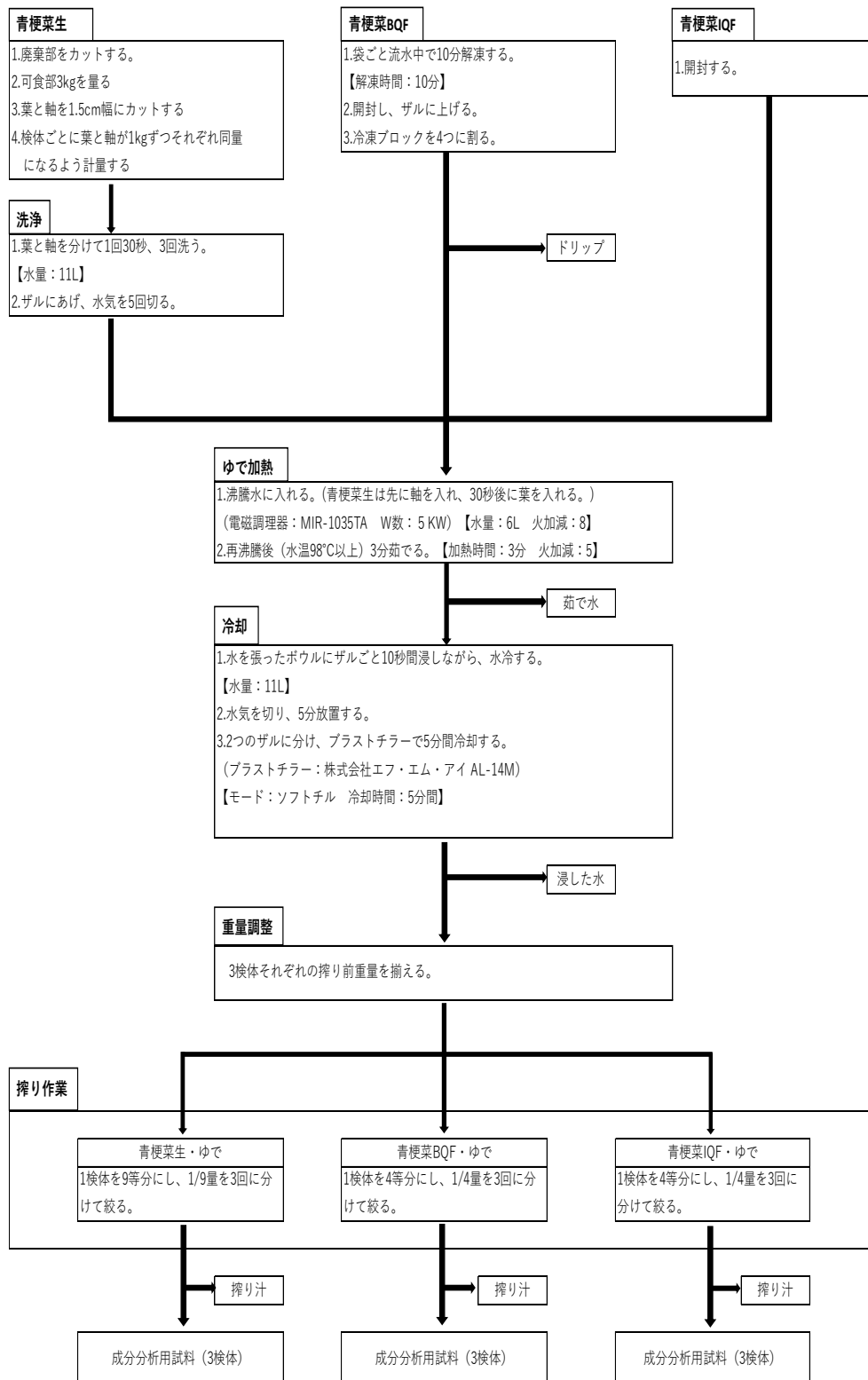


図 2. 青梗菜(生, BQF, IQF)のゆで試料調製時のフローチ

表5 小松菜(生・ゆで、BQF・ゆで、IQF・ゆで)のエネルギーおよび栄養素量の比較

小松菜	生・ゆで			BQF・ゆで			IQF・ゆで			p値 (分散分析)	成分表 (こまつな葉ゆで)	
	平均 ± 標準偏差	%		平均 ± 標準偏差	%		平均 ± 標準偏差	%			平均	%
エネルギー (kcal)	211 ± 12 ^a	100		169 ± 16 ^b	80		180 ± 3 ^b	85		0.0106	119	56
水分 (g)	737.3 ± 1.5 ^a	100		477.6 ± 1.2 ^b	65	▼	463.2 ± 1.5 ^c	63	▼	<0.01	744.2	101
たんぱく質 (g)	20.2 ± 0.5 ^a	100		14.8 ± 1.1 ^b	73		12.2 ± 0.5 ^c	60	▼	<0.01	12.7	62
脂質 (g)	3.7 ± 0.5	100		3.3 ± 0.3	88		3.3 ± 0.3	90		0.3485	0.8	21
炭水化物 (g)	24.0 ± 1.2 ^a	100		19.8 ± 1.7 ^b	83		24.9 ± 0.8 ^a	104		<0.01	23.8	99
ナトリウム (mg)	36 ± 2 ^b	100		66 ± 9 ^b	185	△	121 ± 19 ^a	338	△	<0.01	111	309
カルシウム (mg)	921 ± 19 ^a	100		585 ± 79 ^b	64	▼	604 ± 25 ^b	66	▼	<0.01	1187.5	129
鉄 (mg)	4.4 ± 0.1 ^{ab}	100		5.1 ± 0.6 ^a	114		4.0 ± 0.1 ^b	91		0.0309	16.6	375
亜鉛 (mg)	2.1 ± 0.3 ^a	100		1.4 ± 0.1 ^b	66	▼	1.6 ± 0.1 ^{ab}	78		<0.01	2.4	115
α-カロテン (μg)	79 ± 0	100		-			-				0	-
β-カロテン (μg)	34332 ± 1958 ^a	100		31120 ± 3926 ^{ab}	91		25907 ± 331 ^b	75		0.0182	24542	71
β-クリプトキサンチン (μg)	79 ± 0	100		-			-				222	280
β-カロテン当量 (μg)	34412 ± 1958 ^a	100		31120 ± 3926 ^{ab}	90		25907 ± 331 ^b	75		0.0175	24542	71
レチノール活性当量 (μg)	2869 ± 164 ^a	100		2594 ± 328 ^{ab}	90		2159 ± 27 ^b	75		0.0177	2058	72
ビタミンB ₁ (mg)	0.24 ± 0.00 ^a	100		0.10 ± 0.00 ^b	42	▼	0.10 ± 0.00 ^b	42	▼	0.0469 ^{a1}	0.32	133
ビタミンB ₂ (mg)	0.24 ± 0.00 ^a	100		0.10 ± 0.00 ^b	42	▼	0.12 ± 0.03 ^b	49	▼	<0.01	0.48	200
ビタミンC (mg)	150 ± 0 ^a	100		19 ± 3 ^c	13	▼	35 ± 9 ^b	23	▼	<0.01	166	111
食塩当量 (g)	0.1 ± 0.0 ^b	100		0.2 ± 0.1 ^b	180	△	0.3 ± 0.1 ^a	361	△	<0.01	0.0	-

分析値 (100gあたり) に分析用の換体重量 (生・ゆで:792g,792g, BQF・ゆで:520g,516g,517g, IQF・ゆで:505g,507g,506g) を乗じ100で除して、3換体の平均値を比較した。

成分表 (100gあたり) に換体重量 (生) の平均値を乗じ100で除して成分値を比較した。

%は「小松菜生・ゆで」の値を分母として算出した。

「-」は検出せず。

Tukeyの多重比較により同一栄養素の異なる文字間で有意差あり (p<0.05)

*1 Kruskal-Wallisの多重比較により同一栄養素の異なる文字間で有意差あり (p<0.05)

△は「小松菜生・ゆで」に対して+30%以上、▼は「小松菜生・ゆで」に対して-30%以上を意味している。

表8 青梗菜(生・ゆで、BQF・ゆで、IQF・ゆで)のエネルギーおよび栄養量の比較

青梗菜	生・ゆで			BQF・ゆで			IQF・ゆで			p値 (分散分析)	成分表(チンゲンサイ 葉 ゆで)	
	平均 ± 標準偏差	%	%	平均 ± 標準偏差	%	%	平均 ± 標準偏差	%	%		平均	%
エネルギー (kcal)	119 ± 4 ^b	100	122	146 ± 4 ^a	122	122	109 ± 2 ^c	91	91	<0.01	87	72
水分 (g)	697.2 ± 0.8 ^a	100	71	492.0 ± 1.4 ^b	71	71	402.4 ± 1.7 ^c	58	58	<0.01	694.7	100
たんぱく質 (g)	7.3 ± 0.0 ^c	100	152	11.1 ± 0. ^a	152	152	8.9 ± 0.3 ^b	122	122	<0.01	6.6	75
脂質 (g)	1.9 ± 0.4 ^{ab}	100	136	2.6 ± 0.0 ^a	136	136	1.9 ± 0.2 ^b	96	96	0.0279	0.7	43
炭水化物 (g)	13.9 ± 1.3 ^b	100	142	19.7 ± 0.7 ^a	142	142	14.0 ± 0.3 ^b	101	101	<0.01	5.8	118
ナトリウム (mg)	160 ± 1 ^a	100	67	106 ± 9 ^b	67	67	86 ± 5 ^c	54	54	<0.01	226	139
カルシウム (mg)	721 ± 3 ^a	100	61	440 ± 5 ^b	61	61	336 ± 7 ^c	47	47	<0.01	671	92
鉄 (mg)	3.0 ± 0.0 ^b	100	162	4.9 ± 0.1 ^a	162	162	3.1 ± 0.1 ^b	104	104	<0.01	5.1	168
亜鉛 (mg)	1.5 ± 0.0 ^a	100	69	1.0 ± 0.0 ^b	69	69	0.7 ± 0.1 ^c	49	49	<0.01	1.5	95
α-カロテン (μg)	-	-	-	70 ± 31	-	-	-	-	-	-	0	-
β-カロテン (μg)	12369 ± 968 ^b	100	171	21153 ± 1448 ^a	171	171	13702 ± 189 ^b	111	111	<0.01	18954	144
β-クリプトキサンチン (μg)	73 ± 0 ^b	100	241	176 ± 31 ^a	241	241	143 ± 24 ^a	196	196	<0.01	-*2	-
β-カロテン当量 (μg)	12442 ± 968 ^b	100	171	21276 ± 1479 ^a	171	171	13788 ± 189 ^b	111	111	<0.01	18954	144
レチノール活性当量 (μg)	1038 ± 80 ^b	100	171	1773 ± 125 ^a	171	171	1149 ± 15 ^b	111	111	<0.01	1239	113
ビタミンB ₁ (mg)	0.15 ± 0.00 ^a	100	36	0.05 ± 0.00 ^c	36	36	0.09 ± 0.00 ^b	59	59	<0.01	0.22	129
ビタミンB ₂ (mg)	0.15 ± 0.00 ^a	100	34	0.05 ± 0.00 ^b	34	34	0.04 ± 0.00 ^c	27	27	0.0469*1	0.36	250
ビタミンC (mg)	109 ± 0 ^a	100	18	19 ± 3 ^b	18	18	11 ± 2 ^c	10	10	<0.01	109	100
食塩当量 (g)	0.4 ± 0.0 ^a	100	67	0.3 ± 0.0 ^b	67	67	0.2 ± 0.0 ^c	54	54	<0.01	0.7	177

分析値 (100gあたり) に分析用の検体重量 (生・ゆで:729g,729g, BQF・ゆで:529g,525g,527g, IQF・ゆで:431g,428g,427g) を乗じ100で除して、3検体の平均値を比較した。

成分表 (100gあたり) に検体重量 (生) の平均値を乗じ100で除して成分値を比較した。

%は「青梗菜生・ゆで」の値を分母として算出した。

「-」は検出せず。

Tukeyの多重比較により同一栄養素の異なる文字間で有意差あり (p<0.05)

*1 Kruskal-Wallisの多重比較により同一栄養素の異なる文字間で有意差あり (p<0.05)

*2 未測定

△は「青梗菜生・ゆで」に対して+30%以上、▼は「青梗菜生・ゆで」に対して-30%以上を意味している。