

ISSN 2185-2367

富山県農林水産総合技術センター
食品研究所研究報告

第5号

Bulletin of the Food Research Institute,
Toyama Prefectural Agricultural, Forestry and Fisheries Research Center

富山県農林水産総合技術センター
食品研究所

Food Research Institute,
Toyama Prefectural Agricultural, Forestry and Fisheries Research Center

富山食研研報
Bull.TOYAMA
Food Res.Inst.
No.5 2025

目次

報 文

褐藻クロモの保存期間の検討

本江 薫・・・・・・・・・ 1

褐藻クロモの採取時期による成分変化

本江 薫・・・・・・・・・ 5

エダマメの茹で処理及び蒸し処理による品質等の成分の変動について

鹿島 真樹・・・・・・・・ 10

エダマメの茹で処理、乾燥方法と保存温度による品質等の成分の変動について

鹿島 真樹・・・・・・・・ 15

ミニトマトの追熟及び加熱処理による品質及び機能性成分の変動と
加工処理によるそれら成分の残存性について

鹿島 真樹・・・・・・・・ 23

富山県産ベニズワイの氷冷貯蔵中の鮮度変化

原田 恭行・・・・・・・・ 30

褐藻クロモの保存期間の検討

本江 薫

(2025年1月9日受理)

褐藻クロモは、ナガマツモ科クロモ属の海藻で、北海道東北部や沖縄を除く日本各地に生育している。クロモ藻体の特徴は、黒くてフサフサした毛のような同化糸に覆われており、他のモズク類にはない歯ごたえが特徴である。富山県内では、主に県東部の魚津市、入善町や朝日町等で春に採取され、モズク類の中では比較的高価で取引されている¹⁾。しかしながら、クロモの旬は短く、その保存条件は確立していない。そこで、今回、保存温度によるクロモの保存期間を検討したので報告する。

実験方法

1. 試料

平成26年4月24日に、新湊漁港沖で海中育成した成熟期のクロモを採取し、その後、3日間表層水をかけ流した陸上水槽で保管した藻体を、保存試験に供した。



写真1 クロモ



写真2 藻体の拡大

2. 保存方法

試料100gを滅菌済み袋に入れ、5°Cで11日間および-20°Cで9ヶ月間保存した。それぞれの保存試料について水分、一般生菌数、色、遊離アミノ酸、フコキサンチン、物性を測定し、外観や食味の確認も行った。また、試料100gに試料が浸る程度の海水を入れ、5°Cで4日間保存し、同様に測定、確認した。

3. 分析法

(1) 水分

水分は、乾燥助剤添加法²⁾により105°Cで一晩乾燥した。-20°C保存の試料は、半解凍状態で分析に供試した。

(2) 色

藻体をハサミで細切し、キムワイプで表面の水分を軽く吸水させてから粉体測定用ガラスセルに入れ、分光式色彩計SE-2000(日本電色工業株式会社)で測定し、Lab表色系を用いて表示した。測定は、ガラスセルを回転させて3回測定しその平均値を求めた。また、藻体の加熱後の色の変化を測定するため、藻体5gを100mlビーカーに入れ、熱湯を100ml加えて10秒かき混ぜ、直ちに水で3回洗浄した藻体についても同様に処理して測定した。

(3) 遊離アミノ酸

細切試料5gを75%エタノールで加熱抽出し、抽出液を脱色後、全自動アミノ酸分析機JLC-500/V2(日本電子)にて測定した³⁾。

(4) フコキサンチン

フコキサンチンは食品中の健康機能成分の分析マニュアル⁴⁾を参考に、細切試料5gをアセトンで抽出後石油エーテルに置換し、定容後の一定量を乾固してエタノールに溶解させ、HPLC(カラム: YMC-Pack Pro C18(φ4.6mm×150mm)、移動相: アセトニトリル:水(75:25)、流量:1.0ml/min、カラム温度:40°C、検出器:PDA(445nm)、注入量:10μl)で測定した³⁾。

(5) 微生物試験

一般生菌数は標準寒天培地を用いた塗抹平板培養法により測定した。保存開始時の試料については、大腸菌群定性試験および腸炎ビブリオ定性試験も実施した。

(6) 物性

約5cmの間隔でざく切りにした試料10gをステンレスシャーレ(φ4cm)に入れ、その表面にシリコン栓を3回落として平らにした後、クリープメーター(RE-33005 山電)で円柱プランジヤー(φ16mm)を用い、スピード0.5mm/秒、歪み率90%で破断強度を測定した。

(7) 外観等の観察

保存後の試料の外観、香り、歯ごたえおよび味について、2名で観察、食味を実施して結果を協議した。

実験結果および考察

1. 成分値等

保存開始時の試料の水分は90.9g/100g、遊離アミノ酸はアスパラギン酸が13.0mg/100g、グルタミン酸が10.5mg/100g、グルタミンが15.2mg/100g、アラニンが44.8mg/100g、フコキサンチンは6.9mg/100gであった。一般生菌数は 2.5×10^2 個/100g、大腸菌群および腸炎ビブリオはいずれも陰性であった。

2. 水分および一般生菌数の変化

水分は、保存期間中5°C保存では88.6~90.9g/100g、-20°C保存では90.0~91.7g/100gであった。海水入り5°C保存では90.9~92.7g/100gであった。

一般生菌数は、5°C保存、-20°C保存および海水入り5°C保存のいずれの場合も、保存期間中の増加は認められず、いずれの保存条件でも問題はなかった。

3. 色の変化

5°C保存では、4日目までは値の変動がなく、生では褐色、加熱後では鮮やかな緑色を呈した。しかし、6日目以降大きく変動して、生では緑がかった褐色に、加熱後ではくすんだ緑色に変色した。9日目では更に変色が進んだ(図1)。海水入り5°C保存の場合は、3日目から大きく値が変動して5°C6日保存と同様に変色し、4日目では更に変色が進んだ(図1)。一方、-20°C保存では、保存につれて値はやや変動したが、5°C保存ほどの大きな変動はなかった(図2)。しかし、3ヶ月以降の試料では、

解凍後しばらく時間がたつと緑がかった褐色に変色し、それを加熱した場合もくすんだ緑色となった(データ略)。

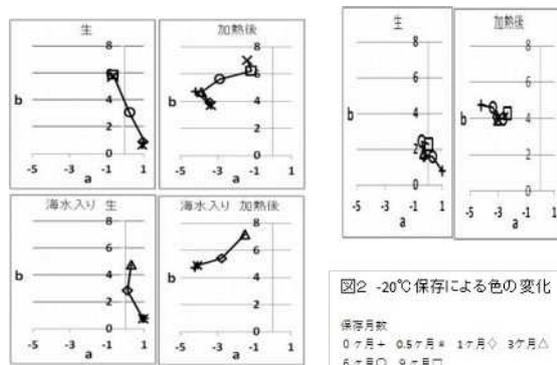


図1 5°C保存による色の変化

保存日数
0日+ 2日* 3日◇ 4日△
6日○ 9日□ 11日×

図2 -20°C保存による色の変化

保存月数
0ヶ月+ 0.5ヶ月* 1ヶ月◇ 3ヶ月△
6ヶ月○ 9ヶ月□

4. 遊離アミノ酸の残存率の変化

保存中の各遊離アミノ酸の残存率(乾物当たり)を図3に示した。5°C保存では、いずれのアミノ酸も4~6日以降に減少傾向を示し、特にアスパラギン酸(Asp)とグルタミン(Gln)の減少が顕著であり、6日目ではAspが59%、Glnが66%となった。海水入り5°C保存では、クロモのみよりもアミノ酸の減少が著しく、保存4日目ではいずれのアミノ酸も60%以下に減少し、特にAspとGlnは10%台まで減少した。アラニンおよびグルタミン酸よりもAspとGlnの減少が大きかったことは、クロモのみと同様の傾向であった。一方、-20°C保存では、保存期間中に若干の変動はあったが、9ヶ月でもほぼ保たれていた。

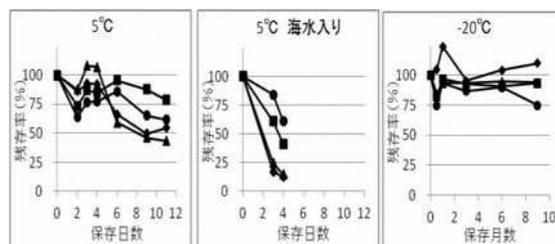


図3 保存による各遊離アミノ酸の残存率

アスパラギン酸▲ グルタミン酸●
グルタミン◆ アラニン■

5. フコキサンチンの残存率の変化

保存中のフコキサンチンの乾物当たりの残存率を図4に示した。5℃保存では、フコキサンチンは保存開始と共に徐々に減少し、6日目では68%、11日目では30%以下となった。海水入り5℃保存の場合は、クロモのみと同様に減少し、4日目まででは残存率も同程度であった。一方、-20℃保存では、保存期間中の値の変動はあったが、9ヶ月でもほぼ保たれることが分かった。

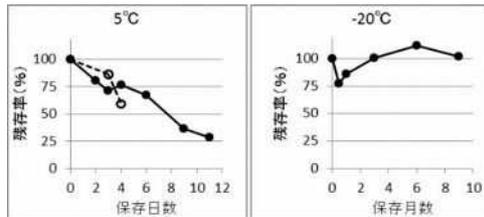


図4 保存によるフコキサンチンの残存率

クロモのみ ●●● 海水入り ○○●

6. 物性の変化

クロモは藻体の部位によって太さが大きく異なるため、1本ずつの物性の測定は難しいと考え、約5cmの間隔でざく切りにした試料10gをシャーレに入れて、円柱プランジャーの圧縮による破断強度の測定を行った



写真3 物性の測定

(写真3)が、各測定値の変動が大きく、保存条件による物性の変化は確認できなかった。しかし、保存開始時のクロモと参考としてモズク(「活もずく」、平成26年4月にイトサン株式会社(沖縄県)から購入)について測定したところ、クロモの最大破断荷重は約2kgfであったのに対し、モズクの最大破断強度は約半分であり、クロモの方がモズクよりも歯ごたえが大きく固いことが確認できた(図5)。

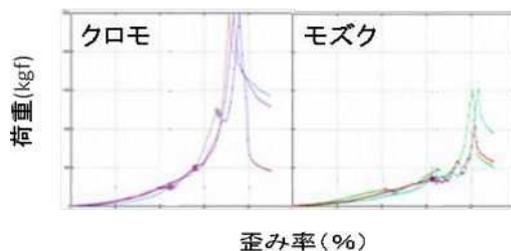


図5 クロモおよびモズクの破断曲線

7. 外観、食味等の変化

外観は、5℃保存では、2日目で表面のつぶれが見られ、3日目では表面の凸凹が見られ、6日目では表面の凸凹が更に進んで粘質物質の溶出が認められ、9日目以降は表面の同化糸がなくなっていた。香りは、3日目までは保たれたが、4日目以降に弱くなり、11日目では刺激臭が感じられた。歯ごたえは、2日目までは保たれたが、3~6日目では弱くなり、9日目以降はかなり弱くなった。味は、9日目までは保たれたが、11日目には苦みを感じられ後味が悪くなった。海水入り5℃保存の場合は、香りと歯ごたえについてはクロモのみより保たれていた。また、外観については、表面の凸凹は見られなかったが、3日目以降変色が認められた。味についてはクロモのみの保存と差がなかった。

-20℃保存では、香りおよび味については、多少変動はあったが9ヶ月間ほぼ保たれた。外観については、3ヶ月までは保たれていたが、6ヶ月では解凍後に離水が多くなり表面に粘質物質の溶出が認められ、9ヶ月では同化糸の減少が見られた。歯ごたえは9ヶ月保存でもシャキシャキした歯ごたえは感じられたが、6ヶ月以降は固くなったように感じられ、離水による影響も考えられた。

8. クロモの保存期間

5℃におけるクロモの保存期間は、菌数的には11日間は問題はなかったが、色の変化、遊離アミノ酸およびフコキサンチンの残存率からは4日と考えられた。しかし、官能的な観察では、外観は3日以降表面の凹凸が見られ、香りは4日以降に、歯ごたえは3日以降に弱くなったと感じられたため、生鮮と同様の状態を保つ保存期間は2日と考えた。海水入り5℃保存では、官能的な観察ではクロモのみの保存よりも良い項目もあったが、色の変化や遊離アミノ酸の減少は、クロモのみの保存よりも早く、またその変化が大きかったことから、海水を入れる効果は認められないと考えた。

-20℃におけるクロモの保存期間は、菌数、色の変化、遊離アミノ酸およびフコキサンチンの残存率の変化および官能的観察の香りや味、

歯ごたえの結果から9ヶ月間は可能と考えられた。しかし、6ヶ月保存で解凍後の離水が多くなり粘質物質の溶出が認められたことから、生鮮と同様の状態を保つ保存期間は3ヶ月と考えた。

要約

クロモを5°Cおよび-20°Cで保存し、藻体の色、遊離アミノ酸、フコキサンチンなどの変化を測定し、外観および食味等を確認した。5°C保存では、保存6日以降に色の変化やアミノ酸及びフコキサンチンの減少が認められたが、外観等の観察では、保存3日目には表面の凹凸や歯ごたえの減少が認められた。海水入り5°C保存では、色の変化やアミノ酸の残存率の減少がクロモのみの保存よりも早く大きく、海水を入れる効果は認められなかった。-20°C保存では、9ヶ月でも色、遊離アミノ酸、フコキサンチン、香り、味、歯ごたえは保たれていたが、6ヶ月保存で解凍後の離水が多くなり粘質物質の溶出が認められた。以上の結果から、クロモの保存期間は5°C保存では4日、-20°C保存では6ヶ月まで可能と考えられたが、生鮮と同様の状態を保つ保存期間は、5°C保存では2日、-20°C保存では3ヶ月と考えられた。

謝辞

試料の採取、成熟の判定および結果の取りまとめに当たって協力、助言下さった富山県農林水産総合技術センター水産研究所の浦邊清治副主幹研究員および松村 航副主幹研究員に深く感謝します。

文献

- 1) 藤田大介、濱田 仁、渡辺 信編：富山の藻類（富山県水産試験場）pp16(1994).
- 2) (財)日本食品分析センター編、分析実務者が書いた五訂日本食品標準成分表分析マニュアルの

解説（中央法規出版、東京）、(2001).

- 3) 本江 薫、中川秀幸：富山食研研報(3)、11-18(2017).
- 4) 吉本亮子：食品中の健康機能性成分の分析法マニュアル集(四国地域イノベーション創出協議会 地域食品・健康分科会編), pp47-54(2011).

褐藻クロモの採取時期による成分変化

本江 薫

(2025年1月9日受理)

褐藻クロモはナガマツモ科クロモ属の海藻で、北海道東北部や沖縄を除く日本各地に生育している。クロモ藻体は、黒くてフサフサした毛のような同化糸に覆われており、他のモズク類にはない歯ごたえが特徴である。富山県内では、主に県東部の魚津市、入善町および朝日町等で春に採取され、モズクの中では比較的高価で取引されているが¹⁾、付加価値の目安となる栄養成分や機能性成分の含量についての報告はない。本研究では、天然クロモと養殖クロモを時期別に採取し、それらの栄養成分や機能性成分の含有量を測定した。

実験方法

1. 試料

試料は、平成25年と平成26年に、射水市海老江の海域における自生のクロモ(天然クロモ)を、また、射水市新湊漁港沖で海中育成したクロモ(養殖クロモ)を適時採取した(表1)。また、藻体の成熟度を、単子嚢の形成や同化糸の状態から判定し、未成熟期、成熟期および衰退期の3段階に分類した。なお、単子嚢がまだ形成されていない状態を未成熟期、単子嚢が形成されている状態を成熟期、単子嚢がほとんどなくなり同化糸も抜けて色が黄褐色化している状態を衰退期とした。

採取後のクロモは、異物を除去し、水道水で2回およびイオン交換水で1回洗浄し、ザルに入れて30分水切りした後細切して分析に供した。また、凍結乾燥後均一に粉碎して500 μ mの

篩を通し、-80 $^{\circ}$ Cで保管した試料を食物繊維、総ポリフェノール、フコイダン、抗酸化能の分析に供した。

表1 試料

	天然クロモ(海老江)		養殖クロモ(新湊漁港沖)		
	日付	成熟度	年	日付	成熟度
平成25年	3月6日	成熟期	平成25年	5月10日	成熟期
	5月13日	成熟期		2月17日	未成熟期
	6月12日	衰退期		3月24日	未成熟期
平成26年	4月22日	成熟期	平成26年	4月24日	成熟期
	5月8日	成熟期		5月23日	成熟期
	6月10日	成熟期		6月23日	成熟期

2. 分析法

分析値は、一般成分、遊離アミノ酸、フコキサンチン、アルギン酸、抗酸化能については3反復の平均値で、それ以外の項目は2反復の平均値で表した。

(1) 一般成分

水分は、乾燥助剤添加法²⁾により105 $^{\circ}$ Cで一晩乾燥した。灰分は、550 $^{\circ}$ C灰化法²⁾、たんぱく質は、ケルダール法による自動分析装置ケルテック2300(FOSSジャパン)を用いて測定した。脂質は酸分解法²⁾により測定した。また、炭水化物は差し引き法によった。

(2) 食物繊維

凍結乾燥粉末をプロスキー変法²⁾により測定した。

(3) 無機質成分

細切試料10gを開放系酸分解(ホットプレート加熱)により溶解し、標準添加法にてICP発光分光分析装置IRIS Advantage(日本ジャーレルアッシュ)により測定した³⁾。

(4) 遊離アミノ酸

細切試料 5g を 75%エタノールで加熱抽出し、抽出液を脱色後全自動アミノ酸分析機 JLC-500/V2 (日本電子) で分析した³⁾。

(5) フコキサンチン

フコキサンチンは食品中の健康機能成分の分析マニュアル⁴⁾を参考に、細切試料 5g をアセトンで抽出後石油エーテルに置換し、定容後の一定量を乾固しエタノールに溶解させ HPLC (カラム: YMC-Pack Pro C18 (φ4.6mm×150mm)、移動相: アセトニトリル: 水 (75: 25)、流量: 1.0ml/min、カラム温度: 40°C、検出器: PDA (445nm)、注入量: 10 μl) で測定した³⁾。

(6) アルギニン酸

細切試料 5g を 1%炭酸ナトリウム溶液で加熱抽出し、抽出液を Galambos 法で比色定量した³⁾。

(7) フコイダン

フコイダンは木村らの方法⁵⁾を参考に測定した³⁾。

(8) 総ポリフェノール

凍結乾燥粉末をフォーリン・チオカルト法⁶⁾により、没食子酸を標準として測定した³⁾。

(9) 抗酸化能 (H-ORAC)

凍結乾燥粉末 1g に海砂 5g を添加し、ジクロロメタン:ヘキササン (1: 1) 10ml を加え、超音波洗浄槽で 5分抽出し、遠心分離 (1600g×10分) 後、上清を集めた。その後、この操作を 4回繰り返し、上清を集めて定容して親油性抗酸化物質抽出液とした。その後、沈殿にメタノール: 水: 酢酸 (90: 9.5: 0.5) 10ml を加え、超音波洗浄槽で 5分抽出し、遠心分離 (1600g×10分) 後、上清を集めた。この操作を 4回繰り返し、定容して親水性抗酸化物質抽出液とした。このうち、親水性抗酸化物質抽出液をマイクロプレートリーダー (Thermo Scientific (株) 製 VarioScan) にて測定し (励起波長; 485nm、蛍光波長; 530nm、測定間隔; 120秒、測定回数; 45回、測定温度; 37°C)、2, 2'-アゾビス (2-メチルプロピオンアミジン) 2塩酸塩をペルオキシラジカル発生源、Trolox を標準物質とし、

フルオレセインによる蛍光強度の減衰から抗酸化能を H-ORAC として算出した。

実験結果および考察

採取時期による分析結果を、未成熟期、成熟期 (天然)、成熟期 (養殖) および衰退期に分類して、水分値を図 1 に、その他の項目の結果を図 2 に示した。

1. 採取時期による水分の変化

未成熟期と成熟期のクロモ水分は 90.9 ~ 94.7g/100g であり、採取時期による大きな変化は認められなかったが、衰退期のクロモは弾力性がなく固くなっており、88.8g/100g と他の試料より低い値であった。

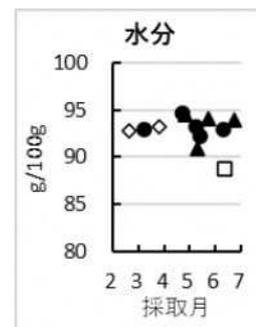


図1 採取時期による水分の変化
◇未成熟期 ●成熟期(天然) ▲成熟期(養殖) □衰退期

2. 採取時期による乾物当たりの各成分の変化

(1) 一般成分

たんぱく質は採取時期とともに減少傾向を示し、2~3月の未成熟期および成熟期では 20g/100gDW 以上であったが、6月の成熟期および衰退期では半分以下となった。脂質は、未成熟期の2月の値が高かったがその他はほぼ横ばい、炭水化物は採取時期とともに増加傾向を示した。灰分は、未成熟期と衰退期の値が低く、成熟期の値は変動が大きかった。

(2) 無機質成分

リンは採取時期とともに減少傾向を示し、カルシウムは4月以降に増加傾向を示した。マグネシウムはほぼ横ばいであった。その他の成分については一定の傾向は認められなかった。

(3) 遊離アミノ酸

甘みと弱いうま味を呈するアラニン、2~3月の未成熟期および成熟期では 0.6~0.9mg/100gDW と高い値であったが、採取時期とともに減少傾向を示し、6月の成熟期では約 1/3 以下に、衰退期では更に減少した。グルタミン酸

は、成熟期の3~4月で高い値を示したが、5月以降の成熟期および衰退期では減少した。アスパラギン酸およびグルタミンについては一定の傾向は認められなかった。

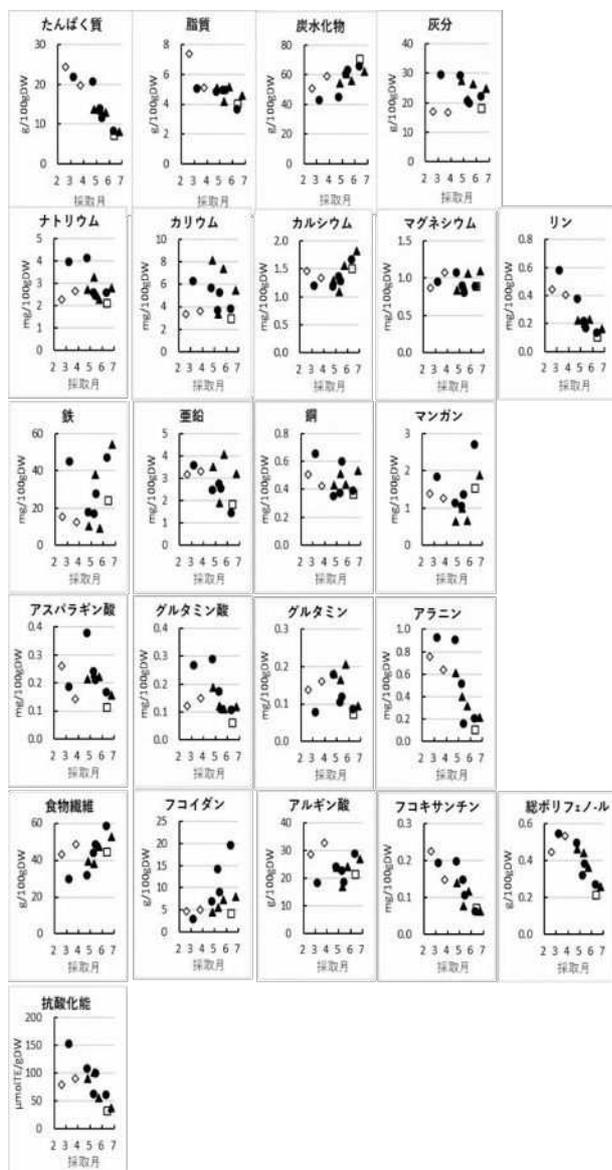


図2 採取時期による一般成分、無機成分、遊離アミノ酸および機能性成分の変化

○未成熟期 ●成熟期(天然) ▲成熟期(養種) □衰退期

(4) 機能性成分等

カロテノイドの一種で、がん予防、抗肥満、脂質代謝改善等の機能性を示す⁷⁾ フコキサンチンは、未成熟期および3~4月の成熟期で約0.2mg/100gDWと高い値を示したが、その後採取

時期とともに減少し、6月の成熟期および衰退期で最も低い値となった。総ポリフェノールもフコキサンチンと同様に、未成熟期および3~4月の成熟期で約0.5g/100gDWと高い値を示したが、その後採取時期とともに減少した。抗酸化能は総ポリフェノールと同様に減少傾向を示した。酸性多糖の一種で抗血液凝固活性や抗ウイルス活性等の機能を示す⁸⁾ フコイダンは、未成熟期および3~4月の成熟期で約5g/100gDWと低い値を示し、その後採取時期とともに増加したが、衰退期は低い値であった。成熟期のクロモのフコイダンは、採取時期が同じ場合は天然の方が養殖よりも値が高く、6月の天然では約20g/100gDWと最も高かった。食物繊維も、成熟期のクロモは採取時期により増加傾向を示したが、未成熟期は同じ採取時期の成熟期の値よりも高く、衰退期は同じ採取時期の成熟期より低かった。アルギン酸については一定の傾向は認められなかった。

(5) 成熟期のクロモの成分値

上記の分析結果から、クロモについては、採取時期により含量が大きく変化する成分があることが明らかになった。しかし、食品成分表にはクロモの表記がないことから、クロモの成分含量の目安とするため、採取時期が3月から6月の全ての成熟期のクロモについて、その成分値の平均値を求めて表2に示した。未成熟期のクロモは成熟期のクロモと同様に食用可能であるが採取量が少ないこと、また、衰退期のクロモは固く食用に適さないことから、成熟期のクロモのみの平均値を求めた。

その結果、クロモの機能性成分等の含有量は、湿重量当たりの食物繊維は2.9g/100g、フコイダンは0.59g/100g、アルギン酸は1.5g/100g、フコキサンチンは8.0mg/100g、総ポリフェノールは27mg/100g、抗酸化能は5.9 μ mol/100g、水分は93.3g/100gであった。

一方、市販の沖縄産モズク(「活もずく」、平成26年4月にイトサン株式会社(沖縄県)から購入)の機能性成分等を分析したところ、湿重量当たり食物繊維は2.5g/100g、フコイダンは

0.90g/100g、アルギン酸は1.2g/100g、フコキサンチンは4.0mg/100g、総ポリフェノールは11mg/100g、抗酸化能は0.8 μ mol/100g、水分は95.3g/100gであった。

表2 クロモ(成熟期)の成分値

項目		富山産クロモ	沖縄産モズク
水分		93.3 \pm 1.2	95.3
たんぱく質	g/100g	0.9 \pm 0.3	0.2
脂質		0.3 \pm 0.1	0.1
炭水化物		3.9 \pm 1.0	3.0
灰分		1.6 \pm 0.2	1.4
ナトリウム		200 \pm 57	
カリウム	mg/100g	355 \pm 79	
カルシウム		92 \pm 18	
マグネシウム		63 \pm 10	
リン		17 \pm 10	
鉄		2.1 \pm 1.3	
亜鉛		0.2 \pm 0.0	
銅		0.03 \pm 0.01	
マンガン		0.09 \pm 0.05	
アスパラギン酸		14.8 \pm 4.0	0.2
グルタミン酸		10.8 \pm 4.0	1.2
グルタミン	mg/100g	8.9 \pm 3.2	0.0
アラニン		30.8 \pm 18.1	1.3
食物繊維		2.9 \pm 0.8	2.5
フコイダン		0.59 \pm 0.38	0.90
アルギン酸	g/100g	1.5 \pm 0.2	1.2
フコキサンチン		8.0 \pm 3.1	4.0
総ポリフェノール		27 \pm 8	11
抗酸化能	μ molTE/g	5.9 \pm 2.9	0.76

モズクのフコイダンについては、田幸ら⁹⁾が湿潤オキナワモズクからのフコイダンの収率は1.5~1.8%と報告しており、フコキサンチンについては、嘉手苺らが¹⁰⁾オキナワモズクおよびモズクのフコキサンチン量は約30 μ g/gと報告している。また、食品成分表によるオキナワモズク(塩蔵、塩抜き)の食物繊維は2.0g/100g(水分96.7g/100g)である。以上のモズクの分析値および報告値と、食用とされる成熟期のクロモの成分含量の平均値を比較すると、クロモはフコキサンチン、総ポリフェノールおよび抗酸化能の値がモズクより高く、フコイダンの値が低かった。食物繊維およびアルギン酸は同程度であった。

要約

富山県射水産の天然クロモと養殖クロモを採取し、単子嚢の形成や同化糸の状態から判定し、藻体の成熟度を未成熟期、成熟期および衰退期の3段階に分類した。これらの試料について、一般成分、無機質成分、遊離アミノ酸および機能性成分等の含量を測定し、採取時期による変化を調べた。採取時期とともに、乾物当たりのたんぱく質、脂質、リン、アラニン、グルタミン酸、フコキサンチン、総ポリフェノールおよび抗酸化能が減少傾向を示し、炭水化物、カルシウム、食物繊維およびフコイダンは増加傾向を示した。食用とされる成熟期のクロモの機能性成分等の平均値とモズクの値を比較したところ、クロモはフコキサンチン、総ポリフェノールおよび抗酸化能の値がモズクより高く、フコイダンの値が低かった。

謝辞

試料の採取、成熟の判定および結果の取りまとめに当たって協力、助言下さった富山県農林水産総合技術センター水産研究所の浦邊清治副主幹研究員および松村 航副主幹研究員に深く感謝します。また、ポリフェノールおよび抗酸化能の分析にあたって協力下さった同センター農業研究所の鍋島裕佳子副主幹研究員に深く感謝します。

文献

- 1) 藤田大介, 濱田 仁, 渡辺 信編: 富山の藻類(富山県水産試験場) pp16(1994).
- 2) (財)日本食品分析センター編, 分析実務者が書いた五訂日本食品標準成分表分析マニュアルの解説(中央法規出版, 東京), (2001).
- 3) 本江 薫, 中川秀幸: 富山食研研報(3), 11-18(2017).
- 4) 吉本亮子: 食品中の健康機能性成分の分析法マニュアル集(四国地域イノベーション創出

- 協議会 地域食品・健康分科会編), pp47-54(2011).
- 5) 木村太郎, 上田京子, 黒田理恵子, 赤尾哲之, 篠原直哉, 後川龍男, 深川敦平, 秋本恒基: 日本水産学会誌 73(4), 739-744(2007).
 - 6) (社)日本食品科学工学会編: 新・食品分析法 (光琳, 東京), pp68-73(1996).
 - 7) 金沢和樹: 生体内で有効な機能を発揮する褐藻カロテノイドのフコキサンチン, 日本食品科学工学会誌, 59(2), 49-55 (2012).
 - 8) 青木 央: 昆布の健康機能成分-アルギン酸とフコイダン, 日本味と匂学会誌, 14(2), 145-152(2007).
 - 9) 田幸正邦, 上原めぐみ, 川島由次, 知念 功, 本郷富士弥: オキナワモズクからフコイダンの分離・同定, 応用糖質科学, 43(2), 143-148 (1996).
 - 10) 嘉手苺嵩, 諸見里聡, 直木秀夫, 安元 健: 沖縄産褐藻類における健康機能成分フコキサンチンおよびフコステロールの含量分布と利用技術開発, 南方資源利用技術研究会 研究発表会・特別講演会, 24, 2-3 (2004).

エダマメの茹で処理及び蒸し処理による品質等の成分の変動について

鹿島真樹

(2025年1月9日受理)

富山県では地場産農産物の生産拡大の中で、大規模園芸産地の育成のため平成22年度より「1億円産地づくり支援事業」に取り組み、更に令和4年度からは1億円産地づくりの成果を加速化するため「稼げる園芸産地づくり」に取り組んでいる。この中でエダマメは射水市で積極的に栽培されており、主力品種としては「たんくろう」が用いられている。このエダマメは「富山ブラック」のブランド名として注目されており、更なる生産拡大を目指している。今後生産量を増加させるにはブランド力の向上や高付加価値化が必要と考えられるが、中でもエダマメの美味しい食べ方や加工品等を提案することは必要であると考えられる。エダマメは通常加熱処理して食べることがほとんどであり、エダマメの品種によって適切な加熱条件と加熱処理に伴う呈味成分や栄養成分等の残存性はその品質をPRするうえで重要なポイントとなる。エダマメには呈味成分には糖や遊離アミノ酸が含まれており、甘みや旨味等の品質の重要な成分となっている。更に栄養成分では、ビタミンCも含まれており注目される場所である。

このためエダマメ（「富山ブラック」）について、茹で処理と蒸し処理における表面色、糖類、遊離アミノ酸、ビタミンCにおいて加熱時間による変動が確認されたので以下に報告する。

実験方法

1. 試料

市販の射水市産「富山ブラック」を用いた。

2. 茹で処理

30cm(8.8L)の鍋に水2Lを加え加熱し沸騰後、莢付きエダマメ300gを入れ、再沸騰してから3

分後、5分後、7分後、10分後にザルにあげ、氷上で冷却し、その後5℃の冷蔵庫で保存した。

3. 蒸し処理

24cm3段の蒸し器に水を加え沸騰後に2段目の蒸し器に莢付きエダマメ300gを入れ、3分後、5分後、7分後にザルにあげ、氷上で冷却し、その後5℃の冷蔵庫で保存した。

4. 測定項目

1) 表面色

分光式色彩計SE-2000(日本電色工業(株))で莢付きエダマメをガラスセルに入れ、表面色を測定した。

2) 水分

五訂食品成分表分析マニュアル¹⁾に従い減圧70℃乾燥法で分析した。

3) 糖組成

75%エタノールで加熱還流抽出を行い、HPLC法²⁾により測定した。

4) 甘味度³⁾

甘味度は、各遊離糖含量に甘味の程度を表す甘味比を乗じた和を甘味度として次式で表した。
甘味度 = ショ糖含量 × 1.0 + ブドウ糖含量 × 0.65 + 果糖含量 × 1.25 + 麦芽糖含量 × 0.35 (糖含量:g/100FW)

5) アミノ酸

75%エタノールで加熱還流抽出した後、減圧乾固し0.02N-塩酸溶液に溶解し、日本電子全自動アミノ酸分析機JLC-500で測定した。

6) ビタミンC

五訂食品成分表分析マニュアル¹⁾に従いHPLCにより分析した。

実験結果および考察

1. エダマメの色・硬さ

エダマメの茹で処理と蒸し処理の加熱時間ごとの外観による色と官能による硬さを、表1に示した。茹で処理においては、3分間から7分間まで外観の色は良好だったが、10分間では薄く茶色に変色していた。硬さについて官能評価したところ、茹で処理3分間から10分間までいずれも良好な硬さを維持した。蒸し処理では3分間から7分間まで外観の色は良好だったが、硬さについては3分間ではかなり生っぽさが残り、5分間では一部だが生っぽいところがあり、7分間では適度な硬さとなっていた。

このため外観の色と官能の硬さから、茹で処理では3分間から7分間が良好で、蒸し処理では7分間が良好であることが分かった。

表1 エダマメの色と硬さ

加熱条件	茹で 3分間	茹で 5分間	茹で 7分間	茹で 10分間	蒸し 3分間	蒸し 5分間	蒸し 7分間
色	○	○	○	△	○	○	○
硬さ	○	○	○	○	×	△	○

○:やや良好、△:やや不良、×:不良

2. エダマメの表面色

図1に生のエダマメ、茹で処理及び蒸し処理をした加熱時間ごとの莢付きエダマメの表面色L*値、図2にはa*値、図3にはb*値を示した。L*値は茹で処理と蒸し処理したものでは加熱時間が長くなるにつれて、値が低くなる傾向にあった。南出らの報告⁴⁾によるとエダマメの加熱によりL*値は変化しないが、今回の結果はL*値がやや変動しており品種等の違いが原因と考えられた。a*値では、茹で処理において加熱時間が長くなるとマイナスが小さくなる傾向があり、蒸し処理では加熱時間による傾向はみられなかった。b*値においてはL*値と同様の傾向があり、茹で処理及び蒸し処理いずれにおいても加熱時間の経過とともに値が低くなった。また南出らの報告では、莢のa*値のマイナスは緑色を示して加熱により緑色が薄くなり、b*値は加熱10分間以降では急減し淡黄褐色に

なった。今回の結果では、茹で処理の時間が長くなるとマイナスの値が小さくなり、特に茹で処理10分間ではa*値のマイナスが最も小さくなることから南出の結果とほぼ一致するものと思われた。このことから、表面色のa*値とb*値は茹で時間が最も長い10分間では、a*値は最も高くb*値では最も低いため、外観の色の薄く茶色に変色していた評価と一致していた。

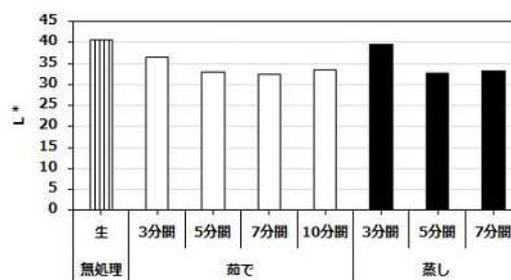


図1 加熱時間によるエダマメのL*の推移

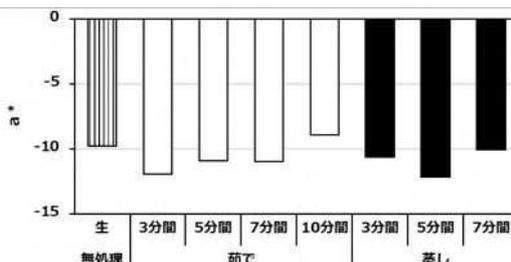


図2 加熱時間によるエダマメのa*の推移

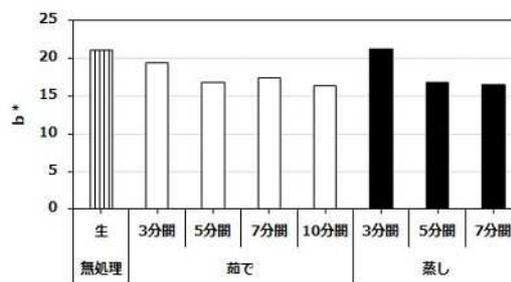


図3 加熱時間によるエダマメのb*の推移

3. エダマメの水分

図4にはエダマメの生、茹で処理及び蒸し処理をした加熱時間ごとの水分含量を示したが、茹で処理に関しては加熱時間が長くなるに従っ

てやや水分含量が増加する傾向にあった。一方蒸し処理では加熱時間が長くなるとやや低下する傾向にあった。

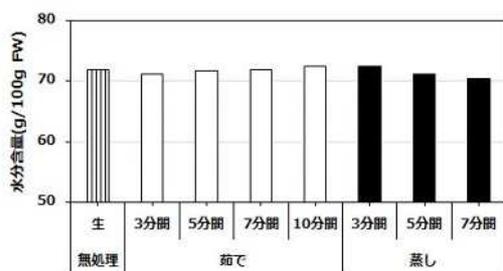


図4 加熱時間によるエダマメの水分含量の推移

4. エダマメの糖組成及び甘味度

図5には、糖含量の推移を示した。生ではグルコースとシュクロースしか検出されないが、茹で処理及び蒸し処理では加熱によりマルトースが生成した。茹で処理では3分間から5分間までは糖含量の総計が最大値を示していたが、7分間から10分間ではやや糖含量が減少しており、茹で処理によるエダマメから煮汁への糖の損失が生じたため糖含量が低下したと考えられた。蒸し処理では、加熱時間が3分間ではマルトースの生成が十分にできておらず糖含量が低かった。一方蒸し処理5分間と7分間ではマルトースが十分に生成されており、糖含量が最大値を示した。蒸し処理は煮汁への損失がないため茹で処理に比べ糖含量が高めに推移するものと考えられた。三宅らの報告⁵⁾によると茹で10分間の加熱時間では糖類の含量には影響しなかったとなっているが、今回の結果では加熱時間が長くなるにつれて減少する傾向があった。この原因としては、取り扱ったエダマメの糖含量の違いが考えられた。

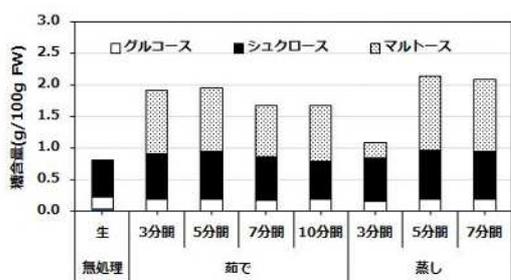


図5 加熱時間によるエダマメの糖含量の推移

図6には糖含量から算出した甘味度を示した。糖含量と同じ傾向があり茹で処理では3分間から5分間までは甘味度がピークを示していたが、7分間から10分間では少し甘味度が減少していた。蒸し処理では、加熱時間が3分間では甘味度が低く、5分間と7分間ではマルトースが十分にできており甘味度がピークを迎えた。また茹で処理と蒸し処理を比べたところ、甘味度は糖含量が高いこともあり蒸し処理の方が高めであった。安藤らの報告⁶⁾では官能の甘味と甘味度は有意な相関があり、今回の結果はかなり甘味度の値が低いので一概に比較できないものの、甘味度の値が甘味を示しているものと推定された。

糖含量および甘味度の結果から、茹で処理では加熱時間が3分間と5分間、蒸し処理では加熱時間が5分間と7分間が良好な加熱条件であることが分かった。

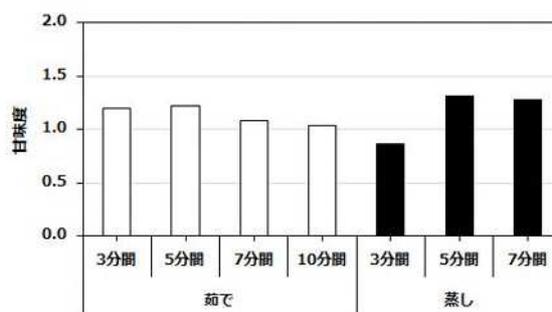


図6 加熱時間によるエダマメの甘味度の推移

5. エダマメのアミノ酸

図7に、生、茹で処理及び蒸し処理をした加熱時間ごとの総遊離アミノ酸とγ-アミノ酪酸(GABA)の各含量の推移を示した。総遊離アミノ酸含量については、茹で処理で加熱時間が3分間と5分間では生に比べて少し含量が高かったが、7分間、10分間と加熱時間が長くなるにつれ含量は低下した。また蒸し処理については、加熱時間が3分間に比べ5分間と7分間では含量が低下した。三宅らの報告によると総遊離アミノ酸含量は加熱時間が長くなるほど低下する傾向がみられ10分間加熱では有意な減少も認

められたとあり、今回の結果も茹で処理については同様と思われた。一方、蒸し処理については茹で処理ほど総アミノ酸含量が低下しないことが分かった。機能性成分として注目されているGABA含量について、茹で処理ではいずれも生の46mg/100gに比べて含量がかなり低下しており、加熱時間が3分間、5分間、7分間はいずれも10mg/100g程度を維持していたが、10分間ではこれらに比べ6mg/100gと更に低下した。また蒸し処理については、加熱時間が3分間では生と同程度の含量であったが、5分間と7分間と時間が経過するに従い22mg/100g、15mg/100gと含量が低下していた。総遊離アミノ酸含量と同様にGABAにおいても、茹で処理に比べ蒸し処理の方がGABA含量を高め維持していることが分かった。阿部らの報告⁷⁾からエダマメ用ダイズのGABA含量には顕著な品種間差異が認められたとあり、今回試料として用いた「富山ブラック」は主力品種が「たんくろう」であるが、生のGABA含量が46mg/100g含まれていたことから、GABAを多く含む品種であると思われた。またGABAは茹で処理ではかなり損失し、蒸し処理の方が損失割合が低いことが分かった。

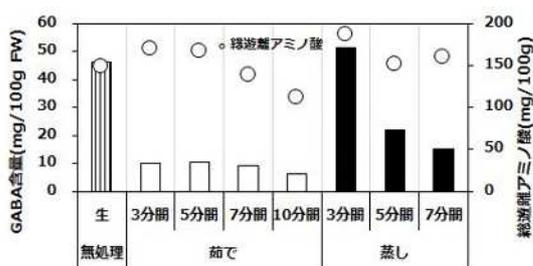


図7 加熱時間によるエダマメの総遊離アミノ酸とGABA含量の推移

図8にはうま味成分のグルタミン酸含量を示した。生に比べて茹で処理では加熱時間に関わらず含量が増加しており、3分間と5分間では同程度の含量を保持していたが、7分間、10分間と加熱時間が長くなるにつれ含量が低下した。また茹で処理10分間では、3分間と5分間では同程度の含量を保持していたが、7分間、10分間と加熱時間が長くなるにつれ含量が低下した。

また茹で処理10分間では、3分間と5分間の加熱に比べ65%程度にまでグルタミン酸が損失することが分かった。蒸し処理については、加熱時間が3分間と5分間の場合生と同程度の含量であったが、7分間ではグルタミン酸含量が増加し、茹で処理の3分間と5分間の含量と同程度にまでなっていた。

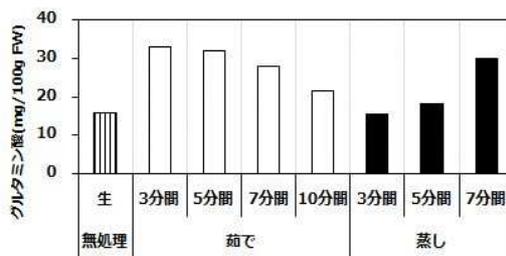


図8 加熱時間によるエダマメのグルタミン酸含量の推移

図9に甘味成分のアラニン含量を示した。グルタミン酸と同様に茹で処理では加熱時間に関わらず生に比べて含量が増加しており、3分間と5分間では同程度の含量であったが、7分間、10分間と加熱時間が長くなるにつれ含量も低下した。また茹で処理10分間では、茹で処理の3分間と5分間の含量に比べ50%程度までアラニンが損失することが分かった。蒸し処理については、加熱時間に関わらず生に比べてアラニン含量が増加しており、いずれも茹で処理7分間と同程度の含量を維持していた。

アミノ酸含量の結果から加熱時間は、茹で処理では3分間と5分間、蒸し処理では7分間が良好な条件であることが分かった。

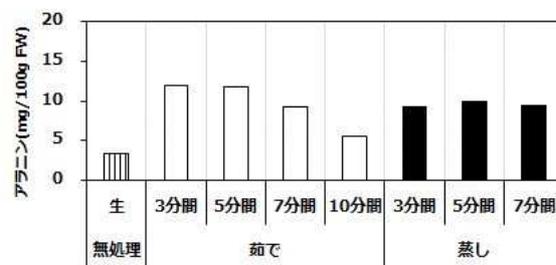


図9 加熱時間によるエダマメのアラニン含量の推移

6. エダマメのビタミンC

図10には、茹で処理及び蒸し処理によるビタミンC含量を示した。生に比べ茹で処理では3分間では生と同等の含量であったが、5分間では約90%程度に減少し、7分間と10分間では78%程度までの減少が認められた。蒸し処理については、3分間では生と同等の含量であったが、5分間と7分間では95%、93%とわずかにビタミンC含量が低下したが、いずれも90%以上保持していた。三宅らの報告によると茹で7分間までは90%以上の高い残存率で10分加熱では85%の残存率に低下したとあり、今回の結果では三宅らの報告よりやや残存率が悪いことが分かった。この残存率の違いは、品種等による差異と考えられた。

ビタミンC含量から、加熱時間は茹で処理では3分間と5分間、蒸し処理では3、5、7分のいずれの時間でも良好な条件であることが分かった。

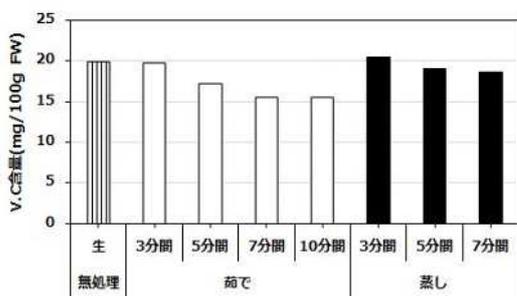


図10 加熱時間によるエダマメのV.C含量の推移

要約

エダマメ（「富山ブラック」）について、茹で処理（3分間～10分間）と蒸し処理（3分間～7分間）において以下の結果が得られた。

1. 外観の色と官能の硬さから、茹で処理では3分間から7分間が良好で、蒸し処理では7分間が良好であることが分かった。
2. 糖の含量から、加熱時間は茹で処理では3分間と5分間、蒸し処理では5分間と7分間が良好な加熱条件であり、茹で処理に比べ蒸

し処理の方が糖含量が高いことが分かった。

3. アミノ酸の含量から、加熱時間は茹で処理では3分間と5分間、蒸し処理では7分間が良好な加熱条件であり、茹で処理に比べ蒸し処理の方が総遊離アミノ酸とGABA含量が高いことが分かった。
4. ビタミンC含量から、加熱時間は茹で処理では3分間と5分間、蒸し処理では3分、5分、7分いずれも良好な加熱条件であることが分かった。

このためエダマメの加熱処理として、茹で処理では3分間と5分間、蒸し処理では7分間がエダマメの呈味成分やビタミンCが多い加熱方法であり、糖、遊離アミノ酸、GABA含量は茹で処理に比べ蒸し処理の方が多いことが分かった。

文献

- 1) (財)日本食品分析センター編, 「分析実務者が書いた五訂日本食品標準成分表分析マニュアルの解説」, (中央法規出版)(2001).
- 2) 日本食品工業学会食品分析法編集委員会編, 「食品分析法」, (光琳)(1982).
- 3) 精糖工業会, 甘味料の総覧, (製糖工業会)(1990).
- 4) 南出隆久ら, エダマメのテクスチャーと色調に及ぼす加熱処理の影響, 京都府立大学学術報告(理学・生活科学), 43 B 系列, 21-27(1992).
- 5) 三宅紀子ら, ゆで加熱条件下におけるエダマメ中の呈味成分及びビタミンC含量の変動, 日本調理科学会誌, 40, 189-192(2007).
- 6) 安藤利夫ら, 極晩生エダマメ「安房在来 15A2」における莢色と食味関連要素及び食味官能評価との関係, 千葉県農林総研県報, 5, 1-9(2013).
- 7) 阿部利徳ら, エダマメ中の γ -アミノ酪酸(GABA)含量の差異, 日本食品科学工学会誌, 52, 545-549(2005).

エダマメの茹で処理、乾燥方法と保存温度による品質等の成分の変動について

鹿島真樹

(2025年1月9日受理)

富山県ではエダマメが射水市内で積極的に栽培され「富山ブラック」のブランド名で注目されており、今後更なる生産拡大を目指している。今後エダマメの生産量を増加させるには、ブランド力の向上や高付加価値化が必要と考えられるが、通常の生鮮流通だけでなくエダマメを用いた加工品やその保存方法を提案することは必要不可欠である。エダマメの加工品は全国でも色々開発されているが、年間を通じて家庭でよく利用されて購入量が多いのは冷凍エダマメと想定される。エダマメの利用を拡大するためには、冷凍エダマメだけでなく他の利用方法も必要である。その中で乾燥品に加工すると、年間を通じて利用が可能となり新たな需要を開拓できると考えられる。また乾燥品はそのまま食することも可能であり、味付けや処理方法によっては各種加工品への利用も可能である。一方エダマメには呈味成分として糖や遊離アミノ酸が含まれており、甘みや旨味等の品質の重要な成分となっている。更に栄養成分ではビタミンC、機能性成分としてはγ-アミノ酪酸(GABA)も含まれており成分的にも注目される場所である。

このためエダマメ(「富山ブラック」)について、食塩を用いた茹で試験、茹でたエダマメの乾燥試験、得られた乾燥品の保存試験において、表面色、糖類、γ-アミノ酪酸(GABA)、グルタミン酸、ビタミンC等において加熱時間による変動が確認されたので以下に報告する。

実験方法

1. 試料

市販の射水市産「富山ブラック」を試料とし

て用いた。

2. 食塩を用いた茹で試験

流水でエダマメをよく洗い、水切り後、食塩80gを用いエダマメ1000gをよく揉んだ。直径30cm(8.8L)の鍋に水4Lと食塩80gを加えて沸騰させ、食塩をもみ込んだエダマメを加えて煮熟した。3分、5分、7分煮熟した豆をザルにあげ、氷上で冷却し、その後5°Cの冷蔵庫で保存した。

3. 茹でたエダマメの乾燥試験

茹でたエダマメは剥皮し、熱風乾燥機(設定温度60°C)(松井製作所製PH-80-0M)、真空乾燥機(設定温度60°C)(ヤマト科学製DP33)、真空凍結乾燥機(日本真空技術製DF-05)を用い乾燥し、各乾燥品を得た。

4. 得られた乾燥品の保存試験

各エダマメの乾燥品は、遠心粉碎機(日本精機製)で粉碎して0.5mmのスクリーンを通し乾燥粉末とした。乾燥粉末は、(株)生産日本社製ユニパックF-4 PE(ポリエチレン)袋に入れヒートシールをして、25°C(ヤマト科学製IN802型)、10°C(サンヨー製)、-30°C(サンヨー製MDF-U339)で3ヶ月間、5ヶ月間保存した。

5. 測定項目

1) 水分

五訂食品成分表分析マニュアル¹⁾に従い減圧70°C乾燥法で分析した。

2) 糖組成

75%エタノールで加熱還流抽出を行い、HPLC法²⁾により測定した。

3) 甘味度

甘味度は、各遊離糖含量に甘味の程度を表す甘味比を乗じた和を甘味度³⁾として次式で表した。

甘味度 = ショ糖含量 × 1.0 + ブドウ糖含量 × 0.65 + 果糖含量 × 1.25 + 麦芽糖含量 × 0.35 (糖含量: g/100FW)

4) アミノ酸

75%エタノールで加熱還流抽出した後、減圧乾固し0.02N-塩酸溶液に溶解し、日本電子全自動アミノ酸分析機 JLC-500 で測定した。

5) ビタミンC

五訂食品成分表分析マニュアル¹⁾に従いHPLCにより分析した。

6) 塩分

モール法²⁾で測定した。

7) 表面色

分光式色彩計 SE-2000 (日本電色工業(株))で莢付きエダマメをガラスセルに入れ、表面色を測定した。

実験結果および考察

1. 食塩を用いたエダマメの茹で試験

食塩を用いて茹で処理したエダマメの加熱時間ごとの水分含量の推移を、図1に示した。結果は、茹で時間に関係なくいずれも69%程度の水分含量を維持していた。

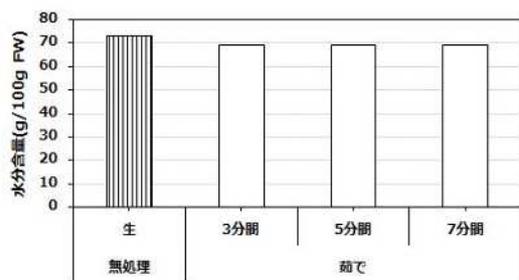


図1 加熱時間による水分含量の推移

図2には、生のエダマメと茹で処理したエダマメの糖含量の推移を示した。生の枝豆ではフルクトース、グルコースとシュクロースしか検出されないが、茹で処理の加熱によりマルトースが生成された。加熱時間が3分間から5分間までは糖含量の総計が2.8g/100g程度の値を示

していたが、7分間では2.7g/100gとわずかながら糖含量が減少しており、茹で処理によるエダマメから煮汁への糖の損失が生じたため糖含量がわずかに低下したものと考えられた。

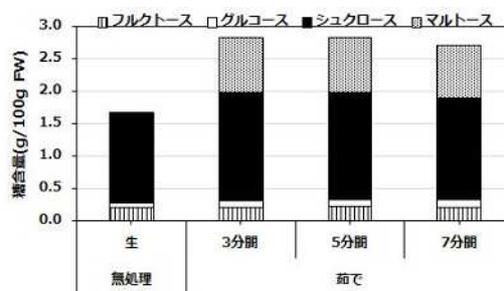


図2 加熱時間による糖含量の推移

図3には糖含量から算出した甘味度を示した。糖含量と同じ傾向があり茹で処理では3分間から5分間までは甘味度が2.3前後の値を示したが、7分間では甘味度が2.2とわずかに減少した。安藤らの報告⁴⁾では官能の甘味と甘味度は有意な相関があり、今回の結果はかなり甘味度の値が低いので一概に比較はできないが、甘味度の値から甘味を示しているものと推定された。

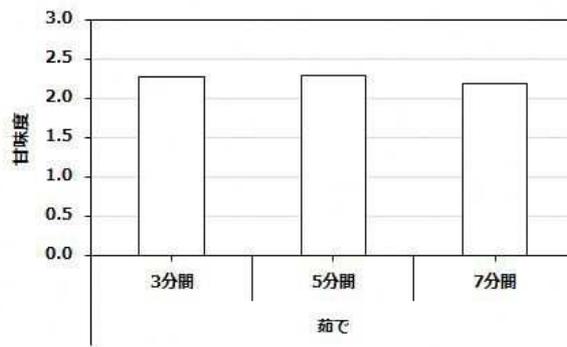


図3 加熱時間による甘味度の推移

図4には、生及び茹で処理をしたエダマメの加熱時間ごとのγ-アミノ酪酸(GABA)含量の推移を示した。機能性成分として注目されるGABA含量については、茹で処理によりいずれも生の含有量79mg/100gに比べて低下しており、加熱時間が3分間、5分間、7分間はいずれも

40mg/100g 前後を維持しており、生を 100%とすると茹でたものの残存量は 50%程度であった。三宅らの報告⁵⁾から茹で処理により低下するのは GABA だけとあり、これと同じ結果であった。阿部らの報告⁶⁾からエダマメ用ダイズの GABA 含量には顕著な品種間差異が認められたとあり、今回試料として用いた「富山ブラック」は主力品種が「たんくろう」で生の GABA 含量が 79mg/100g 含まれていたことから、GABA を多く含む品種であることが考えられた。また今回の結果からは、GABA は食塩を用いた茹で処理ではそれほど損失が大きいと見えないため、食塩添加による効果が原因として考えられた。

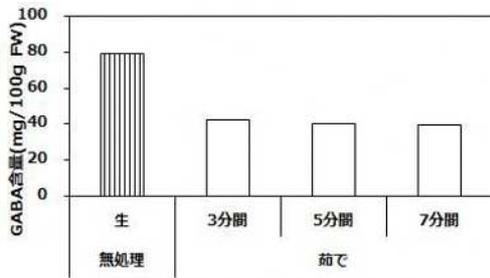


図4 エダマメの加熱によるGABA含量

図5にはうま味成分のグルタミン酸含量を示したが、生に比べて茹で処理では加熱時間に関わらず含量が増加していた。加熱時間が3分間、5分間、7分間では、いずれも 80mg/100g 程度の含量を保持しており大きな差はなかった。増田らの報告⁷⁾では官能評価よりエダマメの呈味性とグルタミン酸含量には高い相関が認められることから、加熱時間による呈味性には差がないものと考えられた。

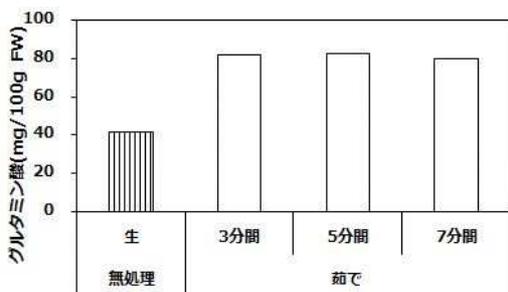


図5 エダマメの加熱によるグルタミン酸含量

図6には、茹で処理によるビタミンC含量を示した。生では 29mg/100g 含まれていたが、茹で処理ではいずれもわずかに含量が低下しており、加熱時間が3分間では 24mg/100g、5分間では 23mg/100g、7分間では 22mg/100g と加熱時間が長くなるにつれて含量が低下していた。三宅らの報告⁵⁾によると茹で7分間までは 90%以上の高い残存率で10分加熱では 85%の残存率に低下するとなっていたが、今回の結果では茹で時間が3分間と5分間ではビタミンCが 80%以上残存していたが、7分間の加熱では 77%の残存率と三宅らの報告よりやや残存率が悪いことが分かった。この残存率の違いは、品種等による差異とも考えられた。

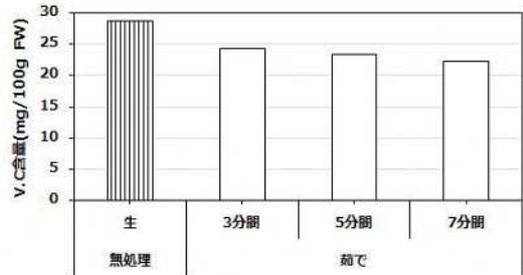


図6 加熱時間によるV.C含量の推移

図7には、茹で処理による塩分含量の推移を示した。加熱時間が3分間では塩分含量が 0.7g/100g 程度、5分間では 0.8mg/100g 程度、7分間では 1.0g/100g 程度であった。市販の冷凍エダマメ品 5社の食塩相当量は 0.6～0.8g/100g 程度の範囲であり、今回の食塩を用いた茹で試験でこの食塩濃度に合致したのは、加熱時間が3分間と5分間であった。

以上エダマメの食塩を用いた茹で試験の結果から、適切な加熱時間は食塩濃度より3分間と5分間であるとわかった。

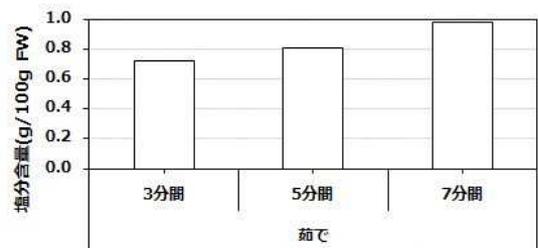


図7 加熱時間による塩分含量の推移

2. エダマメの乾燥試験

エダマメの食塩を用いた茹で試験の結果から、エダマメの茹で加熱時間は5分間として、莢から外して剥きエダマメの状態で行った各乾燥試験を実施した。60℃熱風乾燥では、乾燥時間は約20時間、歩留が26%程度であった。60℃真空乾燥では、乾燥時間は約31時間、歩留が26%程度であった。真空凍結乾燥では、乾燥時間は約32時間、歩留が25%程度であった。得られた各乾燥品を写真1に、各乾燥品の外観の色・硬さ・味の評価を、表1に示した。1粒の大きさは真空凍結乾燥品(FD)、真空乾燥品(VD)、熱風乾燥品(HD)の順に小さく、外観の色についてはFD、VD、HDの順に濃くなった。1粒の大きさについては、真空度が高い順に大きくなり、乾燥方法に伴う外観的特徴を示していた。色については、HDとVDにおいてはFDに比べ色が濃くなったが、60℃で加熱する乾燥方法の特徴を示したものであり、外観は悪くなかった。硬さは乾燥方法で異なり、HDとVDにおいては噛みしめる硬さ、FDは崩壊性のある硬さであり、いずれも各乾燥品の特徴を示していると考えられた。味については、茹での際に食塩を用いていることもあり適度な塩味で、いずれの乾燥方法でもうま味の濃いエダマメ乾燥品であった。



写真1 各乾燥品

表1 エダマメ乾燥品(粒)の色・硬さ・味

乾燥方法	熱風乾燥品	真空乾燥品	真空凍結乾燥品
色	○	○	○
硬さ	○	○	○
味	○	○	○

○: やや良好、△: やや不良、×: 不良

図8には剥きエダマメの各乾燥品の表面色L*値を、図9にはa*値、図10にはb*値を示した。明るさを示すL*値はFD、VD、HDの順に小さくなった。a*値では、FD、VD、HDの順にマイナスが小さくなり、a*値のマイナスは緑色を示していることからFDが最も緑色を保持していることが分かった。b*値においてはL*値と同様の傾向があり、FD、VD、HDの順に小さくなった。この表面色の結果は写真1の外観を反映しており、L*値の結果からHDが最も色が濃く、FDが最も色が薄い特徴を示していた。山口らの報告⁸⁾ではFDはHDと比較して色調の変化が少ないとされており、エダマメでも同様の結果が得られたものと考えられた。

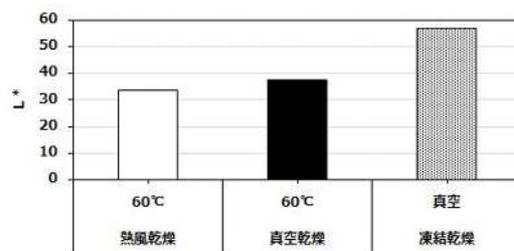


図8 乾燥方法によるエダマメ粒状のL*



図9 乾燥方法によるエダマメ粒状のa*

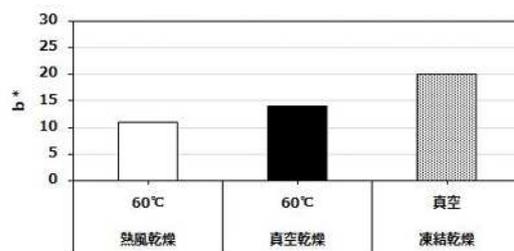


図10 乾燥方法によるエダマメ粒状のb*

図 11 には各乾燥品の水分含量を示した。HD では約 8g/100g、VD では約 6g/100g、FD では約 2g/100g と乾燥方法により水分含量にわずかな差がみられた。

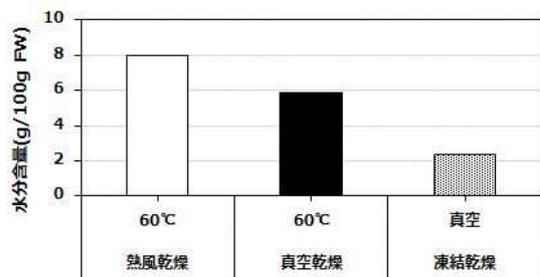


図11 乾燥方法による水分含量 (粒)

図 12 には各乾燥品の糖含量を示した。各糖の合計がHD では約 9g/100g、VD では約 10g/100g、FD では約 11g/100g と乾燥方法により糖含量にわずかに差がみられた。この傾向はマルトース含量において顕著であり、HD では約 1.0g/100g、VD では約 1.7g/100g、FD では約 2.0g/100g であった。このため糖の含量は、60°Cという加熱温度の影響をわずかながら受ける可能性が考えられた。

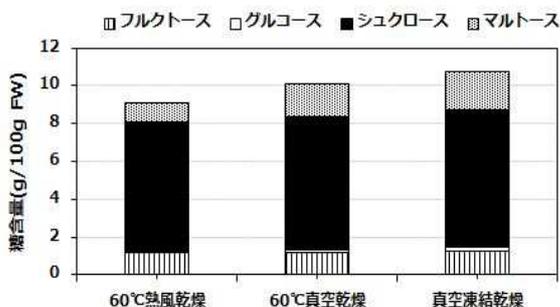


図12 乾燥方法による糖含量

図 13 には、GABA の各乾燥品の含量の推移を示した。HD では 108mg/100g、VD では 116mg/100g、FD では 125mg/100g であり少し違いはあったが、水分含量を考慮するとそれほど差はないものと考えられた。このため各種乾燥方法により、GABA 含量は低下しないことが確認された。

図 14 にはうま味成分のグルタミン酸含量を

示した。HD では約 350mg/100g、VD では 360mg/100g、FD では 420mg/100g であり少し違いがあった。このことは、HD と VD が 60°C 加熱による損失がやや生じている可能性が示唆された。

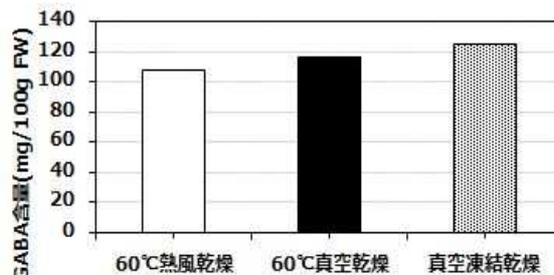


図13 乾燥方法によるGABA含量

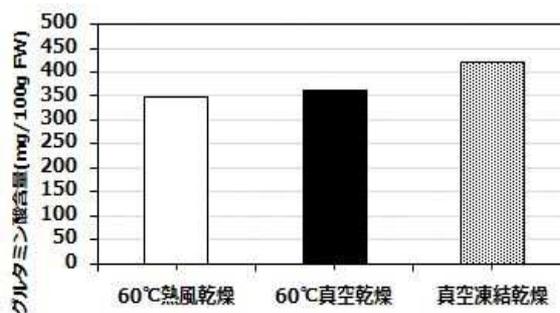


図14 乾燥方法によるグルタミン酸含量の推移

図 15 には各乾燥品のビタミンC含量を示した。HD では約 58mg/100g であったが、VD と FD は 80mg/100g 前後と HD に比べ含量が多かった。茹でたエダマメのビタミンC含量を 100 とすると、HD では 72%の残存率であり、VD では 100%、FD は 94%と VD と FD では真空状態で乾燥するためビタミンCの損失が少ないことが確認された。山口らの報告⁸⁾では FD が HD よりもビタミンC残存率が高い傾向を示すとあるが、エダマメでも同様の結果が得られたものと考えられた。

図 16 には各乾燥品の塩分含量を示した。HD、VD、FD いずれも 2.4g/100g~2.6mg/100g の間にあり、乾燥方法による差はなかった。

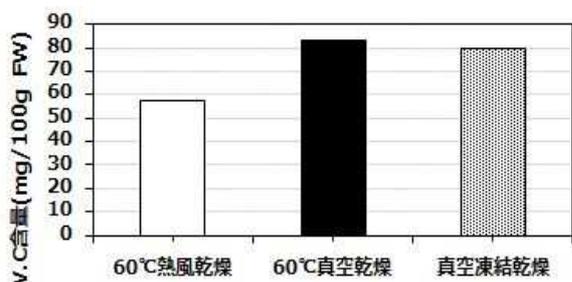


図15 乾燥方法によるV.C含量

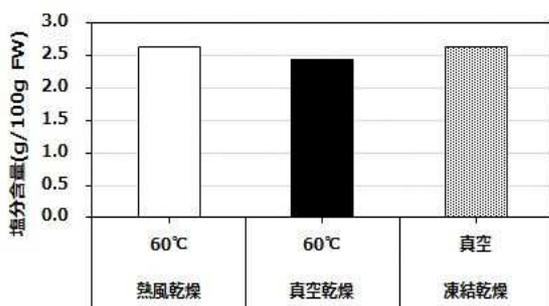


図16 乾燥方法による塩分含量の推移

以上エダマメの乾燥試験の結果から、各乾燥法の特徴を示した乾燥品が得られ、いずれの乾燥品も食味は良好であった。またいずれの乾燥法でも、機能性成分であるGABA含量は保持され、ビタミンCの残存率も70%以上の乾燥品が得られることがわかった。

3. エダマメ乾燥品の保存試験

エダマメの乾燥試験で得られた各乾燥品を粉末に調製して包装し、各温度(25℃、10℃、-30℃)で保存試験を行った。

各乾燥粉末の初発、25℃、10℃、-30℃の3ヶ月保存後及び5ヶ月保存後の水分含量の変化を図17に示した。25℃保存では水分含量は5g/100g~7g/100gの間で推移し、10℃保存では6g/100g~9g/100gの間、-30℃保存では3g/100g~8g/100gの間で推移した。このため保存温度によりやや変動があるものの、概ね水分含量は保存中一定であると考えられた。

各乾燥品の各保存温度における糖の残存率を図18に示したが、糖の残存率は概ね70%~85%のものが多かった。なお、保存温度や保存期間

による糖含量の違いは明確ではなかった。

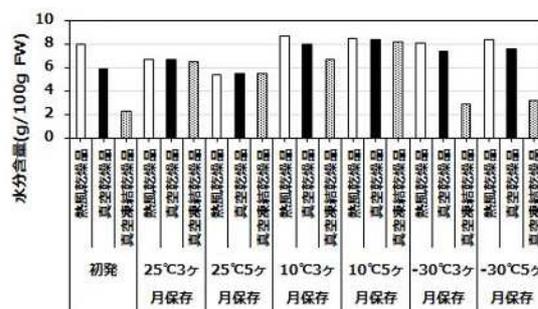


図17 エダマメ乾燥品の保存中の水分含量

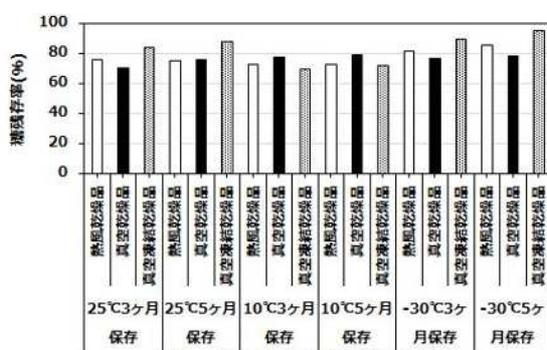


図18 エダマメ乾燥品の保存中の糖残存率 (初発を100%とする)

各乾燥品の保存温度におけるGABAの残存率を図19に、うま味成分であるグルタミン酸の残存率を図20に示した。GABAの残存率は、乾燥方法及び保存温度に関係なく90%以上を維持しており保存中に変化がないことが分かった。またグルタミン酸の残存率はGABAの残存率と同様に乾燥方法及び保存温度に関係なく85%以上を維持しており、保存中に変化がないことが分かった。

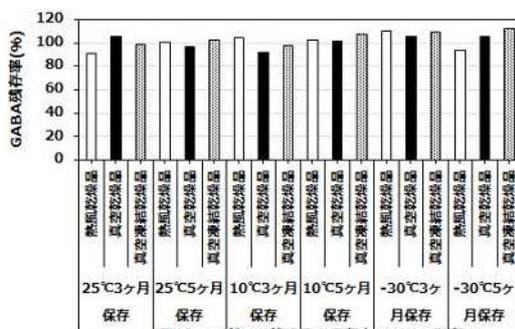
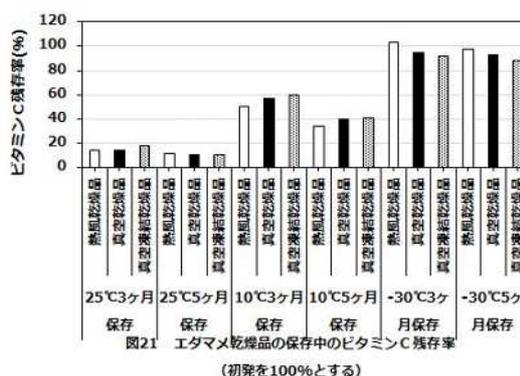
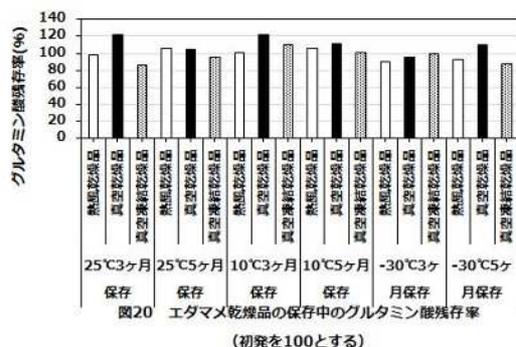


図19 エダマメ乾燥品の保存中のGABA残存率 (初発を100とする)



保存中のビタミンCの残存率を図 21 に示した。25°C保存では3ヶ月保存後で14%~17%の残存率であり、5ヶ月保存後では11%前後の残存率という結果から25°C保存ではビタミンCが最初の3ヶ月でほとんど損失することが分かった。10°C保存では3ヶ月保存後で残存率が50%~60%、5ヶ月保存後では34%~40%前後と25°C保存に比べビタミンCの残存率は高くなったが、5ヶ月の保存により半分以上のビタミンCが損失することがわかった。一方-30°C保存では3ヶ月保存後で残存率は91%以上、5ヶ月保存後でも88%~97%であり、5ヶ月の保存まではビタミンCの損失はないものと考えられた。このため、ビタミンCを保存中も完全に残存させるためには-30°C保存が有効であり、40%程度の残存率なら10°C保存でも可能であることがわかった。辻村らの報告⁹⁾では各種野菜のFD品を7°Cで保存したところ12ヶ月保存でもビタミンCの減少があった野菜は少なかったとあり、今回の結果とはあまり一致しなかった。

ここではデータを示さないが、各乾燥粉末の各保存温度における表面色L*値、a*値、b*値の変動については、3ヶ月保存後、5ヶ月保存後いずれにおいてもほとんど変化がなかった。このため、各温度における乾燥粉末の表面色の変化は起こっていないものと考えられた。

以上の結果より、糖、GABAやグルタミン酸については保存温度に関係なく残存していたが、ビタミンCについては-30°C保存のみ残存率が高いことがわかった。

要約

エダマメ(「富山ブラック」)について、食塩を用いた茹で試験(3分間、5分間、7分間)、茹でたエダマメの乾燥試験(60°C熱風乾燥、60°C真空乾燥、真空凍結乾燥)、乾燥粉末の保存試験(保存温度25°C、10°C、-30°C)において以下の結果が得られた。

1. エダマメの茹で試験の結果から、食塩を用いた茹で処理では適切な加熱時間は食塩濃度より3分間と5分間であるとわかった。
2. エダマメの乾燥試験の結果から、各乾燥法の特徴を示した乾燥品が得られ、いずれも食味は良好であった。またいずれの乾燥品でも、機能性成分であるGABA含量は保持され、ビタミンCの残存率も70%以上であることがわかった。
3. 糖、GABAやグルタミン酸については保存温度に関係なく残存していたが、ビタミンCについては-30°C保存のみ残存率が高いことがわかった。

文献

- 1) (財)日本食品分析センター編, 「分析実務者が書いた五訂日本食品標準成分表分析マニュアルの解説」, (中央法規出版)(2001).
- 2) 日本食品工業学会食品分析法編集委員会編, 「食品分析法」, (光琳)(1982).
- 3) 精糖工業会, 甘味料の総覧, (製糖工業

- 会)(1990).
- 4)安藤利夫ら,極晩生エダマメ「安房在来 15A2」における莢色と食味関連要素及び食味官能評価との関係,千葉県農林総研県報,5,1-9(2013).
 - 5)三宅紀子ら,ゆで加熱条件下におけるエダマメ中の呈味成分及びビタミンC含量の変動,日本調理科学会誌,40,189-192(2007).
 - 6)阿部利徳ら,エダマメ中の γ -アミノ酪酸(GABA)含量の差異,日本食品科学工学会誌,52,545-549(2005).
 - 7)増田亮一ら,冷凍枝豆の食味に及ぼす収穫後の貯蔵期間の影響,日本食品工業学会誌,35,763-770(1998).
 - 8)山口明子ら,乾燥技術の違いによる食品中の有用成分の変化,日本食品保蔵科学会誌,38,169-176(2012).
 - 9)辻村卓ら,冷凍あるいは凍結乾燥処理した野菜・果実中のビタミン含有量に及ぼす通年貯蔵の影響,日本食品保蔵科学会誌,23,35-40(1997).

ミニトマトの追熟及び加熱処理による品質及び機能性成分の変動と加工処理によるそれら成分の残存性について

鹿島真樹

(2025年1月9日受理)

富山県では地場産農産物の生産拡大の中で、大規模園芸産地の育成のため平成22年度より「1億円産地づくり支援事業」に取り組み、更に令和4年度からは1億円産地づくりの成果を加速化するため「稼げる園芸産地づくり」に取り組んでいる。この中ではタマネギ、ネギ、エダマメ、ニンジン等が順調に販売額を伸ばしており、その他の園芸作物についてもこれらの品目と同様に生産拡大が望まれている。県内でもトマトやミニトマトが各地域で積極的に栽培されており、更なる生産拡大を目指している。今後生産量を増加させるにはブランド力の向上や高付加価値化が必要で、その高い品質をPRできる付加価値の高い加工品の開発が重要と考えられる。また、近年消費者は食品に対して嗜好性に加え、健康志向、特に生活習慣病に対する効果への関心を高めており、機能性成分は食品の重要な要素の一つとなっている。トマトやミニトマトについても、含まれる機能性成分であるリコピンやγ-アミノ酪酸(GABA)を活用した機能性表示食品が生鮮から加工品に至るまで多数開発されている。そこで県内で生産されるトマトやミニトマトについても、その機能性成分等を活かした加工品を開発することは今後非常に重要となる。

このためミニトマトについて、追熟及び加熱処理により品質や機能性成分の変化とジュース試作時の変化が確認されたので以下に報告する。

実験方法

1. 試料

市販のミニトマトを試料として用いた。

2. 追熟処理及び加熱処理

1) 恒温機(ヤマト科学製 IN802 型)による追熟処理

ミニトマト約500gを各区分に用いて、以下の条件で追熟処理を行った。

①25°Cで、3日間、6日間、10日間追熟した。

②35°Cで、1日間、3日間、6日間追熟した。

2) エアバス(ヤマト科学製 DKN-602 型)による加熱処理

ミニトマト約500gを各区分に用いて、以下の条件で加熱処理を行った。

①50°Cで、2時間、4時間、6時間加熱した。

②60°Cで、2時間、4時間、6時間加熱した。

3. ジュースの試作方法

ミニトマトを用いたジュースの試作は、図1のとおり行った。なおミニトマトは、未処理のものと追熟処理と加熱処理で得られたものを約400g用いてジュースにした。

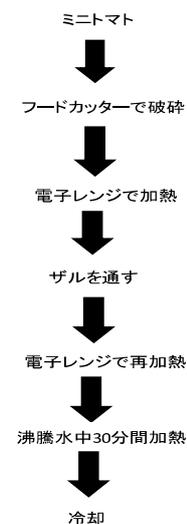


図1 ジュースの試作方法

4. 測定項目

1) 重量減少率

処理前後の重量から減少率を求めた。

2) 水分

五訂食品成分表分析マニュアル¹⁾に従い減圧70℃乾燥法で分析した。

3) 糖組成

75%エタノールで加熱還流抽出を行い、HPLC法²⁾により測定した。

4) 有機酸

0.2N-塩酸溶液で抽出した後、島津製作所製有機酸分析システムで測定した。

5) グルタミン酸、 γ -アミノ酪酸(GABA)

75%エタノールで加熱還流抽出した後、減圧乾燥し0.02N-塩酸溶液に溶解し、日本電子全自動アミノ酸分析機 JLC-500 で測定した。

6) グアニル酸

堀江らの方法³⁾に準じて測定した。

7) リコピン及び β -カロテン

永田らの方法⁴⁾に準じて測定した。

8) 搾汁率

ミニトマトの生鮮時の重量と裏ごし後の重量の割合を搾汁率とした。

9) 表面色

分光式色彩計 SE-2000 (日本電色工業(株))でジュースをガラスセルに入れ、測定した。

実験結果および考察

1. ミニトマトの追熟及び加熱試験

ミニトマトの追熟処理の経時的な外観の変化を表1に、加熱処理の経時的な外観の変化を表2に示した。表1より追熟処理において25℃では6日間、35℃では1日間で追熟期間の限界であり、これ以降は外観にシワ等が発生して不良であった。表2より加熱処理では50℃加熱では6時間加熱しても良好で、60℃では2時間加熱が限界であり、これ以降の時間では裂皮が生じており不良であった。

表1 ミニトマトの外観(追熟試験)

追熟条件	1日後	3日後	6日後	10日後
25℃保存	—	◎	○	×
35℃保存	◎	△	×	—

◎:良好、○:やや良好、△:やや不良、×:不良

表2 ミニトマトの外観(加熱試験)

加熱条件	2時間後	4時間後	6時間後
50℃加熱	◎	◎	○
60℃加熱	○	×	×

◎:良好、○:やや良好、△:やや不良、×:不良

図2に追熟処理及び加熱処理の重量減少率を示した。追熟処理の外観から限界と思われた条件での重量減少率は25℃6日間で10.9%、35℃1日間で6.0%、50℃6時間で5.9%、60℃2時間で2.0%であり、特に25℃6日間では他の3区より減少率が高かった。

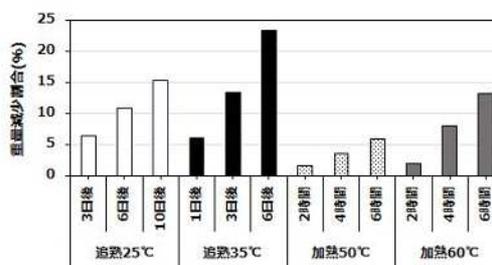


図2 ミニトマトの重量減少割合の推移

図3には各処理における水分含量の変化を示したが、重量減少率ほど顕著ではなく加熱処理に比べ追熟処理の方が水分含量が低めで、更に追熟処理の期間が長くなると低下する傾向にあった。

図4には糖含量の推移を示した。追熟処理及び加熱処理いずれの温度や時間においても、糖含量は変動していたが明確な傾向は見られなかった。データでは示さないが乾物換算で糖含量を比較したところ、追熟処理では生のミニトマ

トと糖含量は変わらないが、加熱処理ではやや高い傾向にあった。

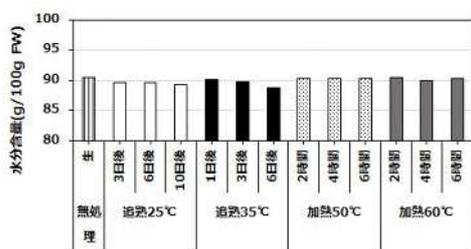


図3 ミニトマトの水分含量の推移

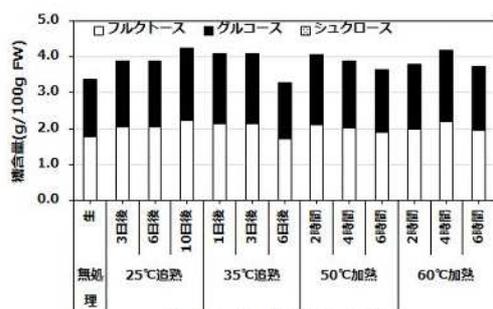


図4 ミニトマトの糖含量の推移

図5には有機酸含量を示した。処理温度や経過時間に関係なく一定の含量を保っており大きな変動はなかった。永井らの報告⁵⁾によれば室温5日間の保存でミニトマトの糖度及び滴定酸度は低下するとなっていたが、今回の追熟条件の25℃と35℃ではそのような現象は確認されず、温度による違いが原因ではないかと考えられた。また山口らの報告⁶⁾では50℃と70℃の温水処理では糖組成及び有機酸に有意な変化がみられなかったことから、今回の試験結果と同様の結果となったことが推定された。

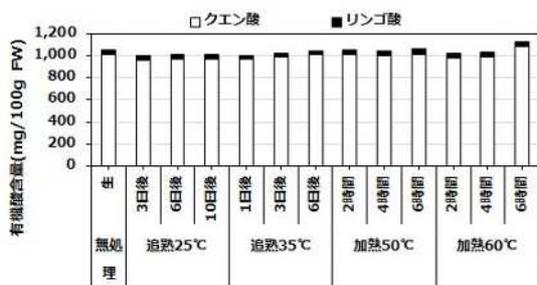


図5 ミニトマトの有機酸含量の推移

図6にはうま味成分のグルタミン酸含量を示した。加熱処理では温度と時間に関わらずグルタミン酸の含量は生からあまり変動しなかった。しかし、25℃と35℃の追熟処理では処理期間が長くなるに従いグルタミン酸含量は増加していた。図7には機能性成分のGABA含量を示したが、GABA含量は追熟処理及び加熱処理いずれの温度においても時間の経過とともに増加する傾向にあった。永田らの報告⁷⁾によるとトマトは成熟に伴ってグルタミン酸含量が増加しGABA含量は低下するとされており、今回の25℃と35℃の追熟処理によるグルタミン酸含量の増加は成熟に伴うものが原因と考えられた。追熟処理によるGABA含量の増加については永田らの報告とは一致しなかったが、高田による報告⁸⁾でグルタミン酸脱炭酸酵素がグルタミン酸に作用しGABAを生成する反応と α -ケトグルタル酸依存性 γ -アミノ酪酸アミノ酸転移酵素による代謝のバランスによりGABAの蓄積度合いが変化するとあり、本試験ではGABA含量が増加する方向に進んだものと思われた。加熱処理については、八木らの報告⁹⁾からトマトは60℃で加熱するとグルタミン酸が減少しGABAが増加するとあり、同様のことが50℃と60℃の加熱処理で起こったと考えられた。

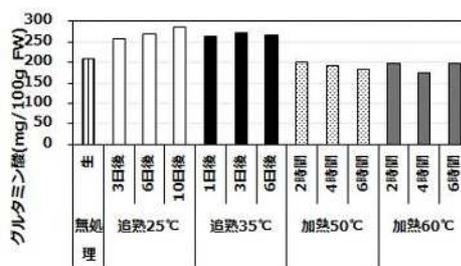


図6 ミニトマトのグルタミン酸含量

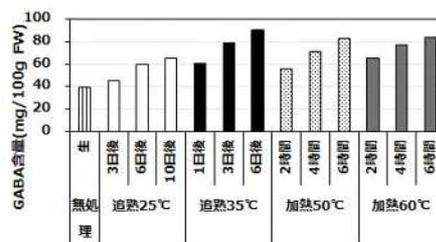


図7 ミニトマトのGABA含量

図8には呈味性のあるグアニル酸含量を示した。追熟処理及び加熱処理のいずれの温度においても時間の経過とともにグアニル酸含量の増加傾向がみられたが、その増加率は加熱処理の方が大きかった。図9にはグアニル酸の脱リン酸化分解物であるグアノシン含量を示した。追熟処理及び加熱処理いずれの温度においても時間の経過とともにグアノシン含量の増加傾向がみられ、増加量は加熱処理に比べ追熟処理の方が多かった。安藤らの報告¹⁰⁾によるとトマトの果実破碎液では50~60℃においてグアニル酸の生成と分解の差が最大となった結果、最大のグアニル酸蓄積が起こったとされており、今回の結果についてはミニトマトの処理方法や処理時間等異なるが同様の結果が起こったと考えられた。

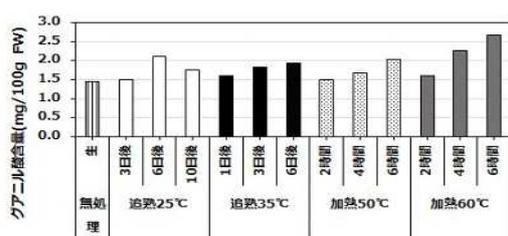


図8 ミニトマトのグアニル酸含量の推移

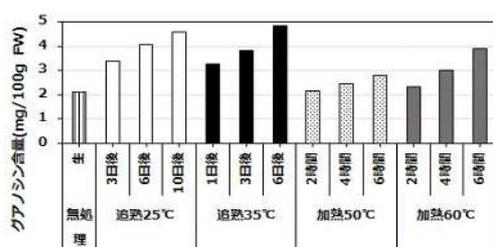


図9 ミニトマトのグアノシン含量の推移

図10にはリコピン含量を、図11にはβ-カロテン含量を示した。追熟処理ではリコピン及びβ-カロテン含量は時間の経過とともに増加する傾向にあった。特にリコピン含量は追熟処理の35℃に比べ25℃の方が時間の経過による増加割合が高く、β-カロテンは温度による違いはなく時間の経過とともに増加していた。また加熱処理の方は、リコピン及びβ-カロテン含量は、温度や時間の経過に関係なく一律にやや増加し

ていた。リコピンについては収穫されたトマトを15~25℃で保存すると果実中のリコピン含量は保存温度に依存して増加すると報告^{11) 12)}されており、今回用いた試料はミニトマトであるが同様の現象が生じたものと考えられた。また、野村らの報告¹³⁾ではトマトの25℃保存では効率的にリコピンの蓄積量が増加したが40℃保存では熱ストレスの影響からリコピンの増加は見られなかったとなっていたが、本試験のミニトマトでは50℃と60℃の加熱処理でもやや増加していたのでトマトとミニトマトによる違いもあり、ややリコピン含量が増加したのではないかと考えられた。β-カロテン含量については浜渦らの報告¹⁴⁾では30℃でβ-カロテン含量が高くなったとあり、今回の処理温度でも同様に増加の傾向がみられた。

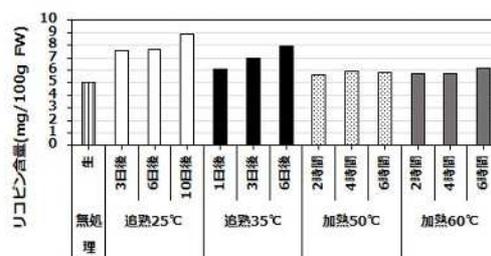


図10 ミニトマトのリコピン含量

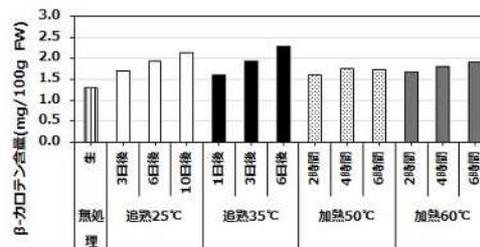


図11 ミニトマトのβ-カロテン含量

これらの結果より、糖や有機酸については追熟処理及び加熱処理による影響は受けないものの、25℃と35℃の追熟処理ではグルタミン酸、GABA、リコピン及びβ-カロテン含量が無処理比で増加することがわかった。また、50℃と60℃の加熱処理ではGABA、グアニル酸含量が無処理より増加することが分かった。

このことから、次のジュースを試作する際の

ミニトマトを処理する条件として、追熟処理は25°C6日間と35°C1日間、加熱処理は50°C6時間と60°C2時間で行いこの後ジュースを試作することとした。

2. ミニトマトを用いたジュースの試作

ジュースを試作する前に、ミニトマトの処理条件として無処理、25°C6日間、35°C1日間、50°C6時間、60°C2時間で行い、これらを用いて図1のとおりジュースの試作をして成分等を比較した。図12には未処理及び処理したミニトマトのジュース試作時の搾汁率を示した。35°C1日間の処理以外は大体75%から79%の搾汁率であったが、35°C1日間の処理だけは71%程度と低めに推移していた。稲荷らの報告¹⁵⁾によるとミニトマトに含まれるペクチン加水分解酵素であるポリガラクトナーゼ(PG)の至適温度は48°C、耐熱温度は50°Cであり、35°C1日間の追熟処理ではPGによるペクチンの加水分解が進み搾汁率が低くなったと推定された。

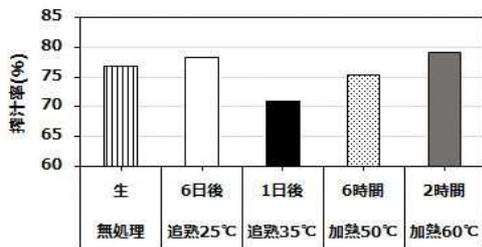


図12 ミニトマトのジュースの搾汁率

図13には無処理及び処理したミニトマトの生と試作したミニトマトのジュースの水分含量を示した。ミニトマトの生と試作したジュースの水分含量は追熟処理及び加熱処理の有無にかかわらずほぼ変動がなかった。また、追熟処理及び加熱処理の有無にかかわらず生よりジュースの方が1%~2%程度いずれも高くなった。

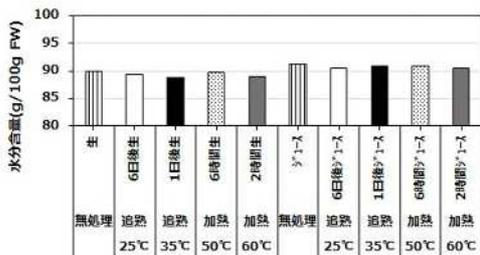


図13 ミニトマトとジュースの水分含量

図14には糖含量の推移を示した。追熟及び加熱処理の有無に関わらず、また生とジュースにおいても区間に違いは見られなかった。データでは示さないが乾物換算で糖含量を比較したところ、生のミニトマトとジュースでは糖含量に関わらず大きな変動はなく、生の糖はジュースにおいてもほぼ保持されていた。図15には有機酸含量を示したが、処理に関係なくミニトマトでもジュースでもその含量に大きな変動はなかった。図16にはグルタミン酸含量を示したが、生のミニトマトでは無処理や加熱処理に比べ追熟処理がより高く、同様にジュースにおいてこれらの含量が保持されていた。図17にはGABA含量を示したが、いずれの処理においても無処理に比べGABA含量は増加しており、これはジュースにした場合でも同程度の含量を保持していた。図18にはグアニル酸含量を示したが、処理したものは無処理より含量が高くなり、ジュースにおいてもその含量は維持されていた。図19にはリコピン含量を、図20にはβ-カロテン含量を示した。追熟及び加熱処理を行うことにより無処理に比べ生でもジュースでもリコピン及びβ-カロテン含量はいずれも増加しており、ジュースにおいてもその含量は維持されていた。図21に試作したジュースの表面色L*値、図22にはa*値、図23にはb*値を示した。L*値は無処理と処理したものではほとんど差がなかったが、a*値とb*値は無処理のものに比べ処理したものはいずれも高めに推移しておりリコピンとβ-カロテン含量も影響しているものと考えられた。

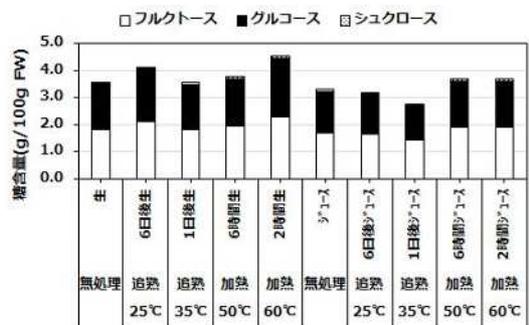


図14 ミニトマトとジュースの糖含量

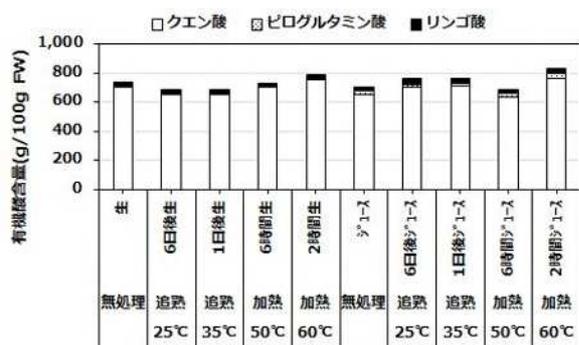


図15 ミノトマトとジュースの有機酸含量

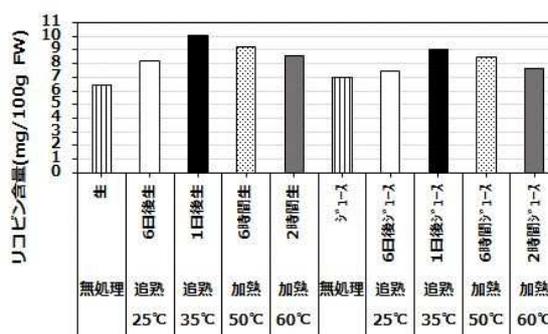


図19 ミノトマトとジュースのリコピン含量

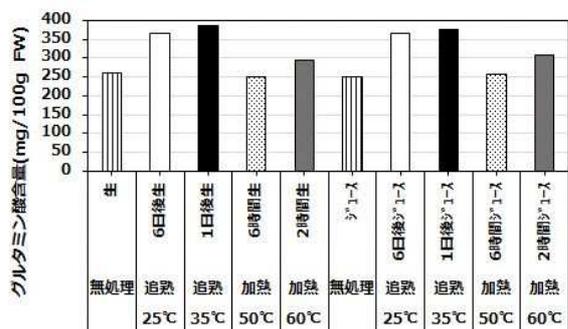


図16 ミノトマトとジュースのグルタミン酸含量

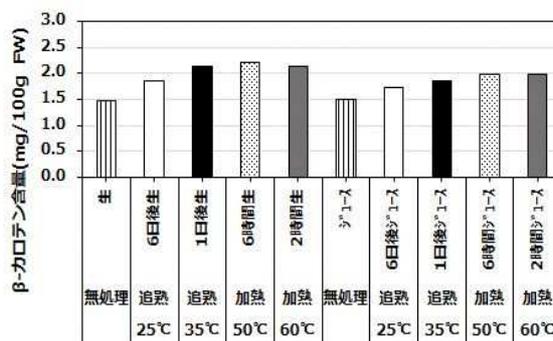


図20 ミノトマトとジュースのβ-カロテン含量

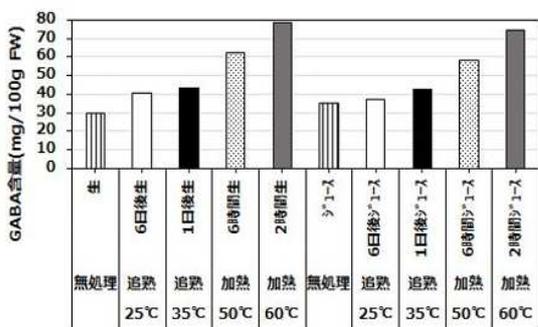


図17 ミノトマトとジュースのGABA含量

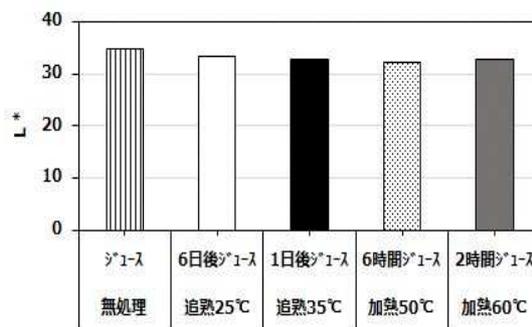


図21 ミノトマトのジュースのL*値

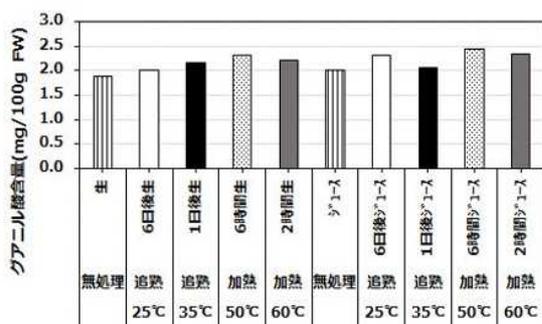


図18 ミノトマトとジュースのグアニル酸含量

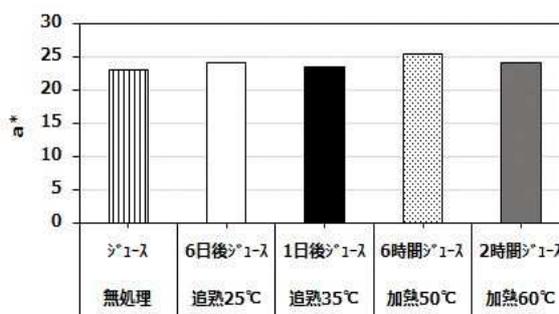


図22 ミノトマトのジュースのa*値

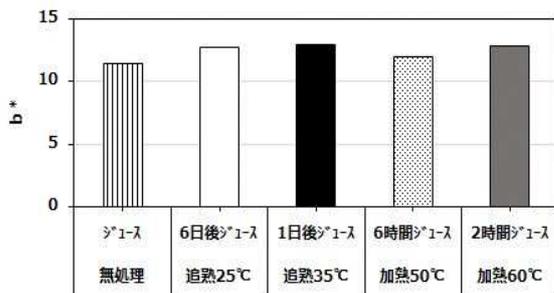


図23 ミニトマトのジュースのb*値

要約

ミニトマトの追熟処理として 25℃6 日間と 35℃1 日間、加熱処理として 50℃6 時間と 60℃ 2 時間で行い、このミニトマトを用いてジュースを試作したところ以下のことが分かった。

糖及び有機酸含量には各処理及びジュース試作による顕著な影響はなかった。グルタミン酸、リコピン及びβ-カロテン含量は無処理に比べ追熟処理で増加率が高く、GABA 及びグアニル酸含量は加熱処理の方が増加率は高かった。

またいずれの成分含量も試作したジュースでは、生のミニトマトの含有量に比べ大きな減少もなくその含量は維持することがわかった。

文献

- 1) (財)日本食品分析センター編, 「分析実務者が書いた五訂日本食品標準成分表分析マニュアルの解説」, (中央法規出版)(2001).
- 2) 日本食品工業学会食品分析法編集委員会編, 「食品分析法」, (光琳)(1982).
- 3) 堀江秀樹ら, 野菜の加熱にともなうグアニル酸の生成, 日本調理科学会誌, 45, 5, 346-351(2012).
- 4) 永田雅靖ら, トマト果実に含まれるクロロフィルおよびカロテノイドの同時簡便定量法, 日本食品工業学会誌, 39, 925-928(1992).
- 5) 永井耕介ら, ミニトマトの品質と栽培に関する研究 第3報 夏季ミニトマトの品質と日持ち性, 兵庫中農技研報 (農業), 38, 33-

- 38(1990).
- 6) 山口心美ら, トマトの糖、有機酸、アミノ酸に与える加熱温度の影響, 美味技術学会誌, 15, 21-28(2017).
- 7) 永田雅靖ら, トマト果実の成熟に伴う遊離アミノ酸含有量の変化、とくにグルタミン含有量の変動について, 日本食品工業学会誌, 64-67(1992).
- 8) 高田式久, トマトのアミノ酸について, 日本家政学会誌, 63, 745-749(2012).
- 9) 八木昌平ら, 低温蒸気での加熱処理による野菜類の遊離アミノ酸の変化, 日本調理科学会誌, 41, 42-48(2008).
- 10) 安藤聡ら, トマトの加熱調理によるグアニル酸生成およびその品種間差, 日本食品科学工学会誌, 62, 417-421(2015).
- 11) 續順子ら, ファーストフード向け野菜の品質について I トマトの保存期間, 椋山女学園大学研究論集, 35, 143-150(2004).
- 12) Toor RK, Savage GP, Change in major antioxidant components of tomatoes during post-harvest storage, Food Chem., 99, 724-727(2006).
- 13) 野村裕也ら, 収穫後のトマト果実におけるフィトエンシンターゼ遺伝子の働き, 名古屋経済大学自然科学研究会会誌, 50, 15-19(2019).
- 14) 浜渦康範ら, 収穫後のトマト果実におけるカロチン類およびα-トコフェロールの生合成に及ぼす高温の影響, 園芸学雑誌, 63, 879-886(1995).
- 15) 稲荷妙子ら, ミニトマト果実のポリガラクトジュロナーゼ活性, 岐阜女子大学紀要, 33, 83-91(2004).

富山県産ベニズワイの氷冷貯蔵中の鮮度変化

原田 恭行

(2025年1月9日受理)

ベニズワイ *Chionoecetes japonicas* は、クモガニ科ズワイガニ属のカニで、日本海、北海道沿岸、銚子沖までの東北太平洋岸に広く分布し、各地の沿岸で重要な漁業対象種となっている¹⁾。とくに近年、日本海沖合の大和堆北東部海域において漁獲努力が急激に増大している²⁾。その生息水深は、ズワイガニと比べて深く、日本海では水深約400~2700mの海底に広く生息する^{1,3)}。富山県におけるベニズワイ漁業は、大陸棚の幅が狭く急深な富山湾⁴⁾及びその周辺海域において操業されており、漁場まで数十キロ(数時間)と極めて近いため、水揚げされたベニズワイは鮮度が高いと考えられている。一方、カニ類は自己消化が速いことから、ズワイガニやケガニについては、鮮度や貯蔵中の生化学的変化に関する研究が比較的多くある⁵⁻⁷⁾。ベニズワイは、ズワイガニと比べて鮮度低下が速いことが漁業者や仲買業者の間で経験的に知られているが、その取引価格がズワイガニと比べて極めて安価なこともあり⁸⁾、鮮度や貯蔵中の生化学的変化に関するデータは極めて少ない。そこで、ベニズワイとズワイガニの貯蔵中の核酸関連物質と遊離アミノ酸の経時変化を比較し、ベニズワイの鮮度低下の速さを検証した。

実験方法

1. 試料

ベニズワイは、2018年1月に富山湾で漁獲され、富山県新湊漁港に水揚げされた活きた個体(平均甲幅116mm)を用いた。ズワイガニは、2018年1月に福井県越前町沖で漁獲され、福井県越前漁港

に水揚げされた活きた個体(平均甲幅137mm)を用いた。

2. 実験方法

水揚げ直後のベニズワイとズワイガニをそれぞれ活きたまま氷冷して実験室に搬入し、生きてること(呼吸と、手足に動きがあることを判断基準とした。)を確認後、水氷に浸漬して即殺した後、室温5℃で氷冷(下氷)して5日間貯蔵した。その間、0、3、5日目に可食部筋肉のサンプリングを行った。

供試筋肉は主要な可食部である脚部長節の筋肉とした。所定期間貯蔵後の試料は、直ちに核酸関連物質および遊離アミノ酸の抽出処理を行った(n=3)。すなわち、供試筋肉2~3gを採取して精秤し、10%トリクロロ酢酸を加えホモジナイズし、3000rpm10分間の遠心分離後、上清をろ別(ADVANTEC 5A)回収した。その後、KOHで中和処理し、フィルター(0.45μm)を通したものをトリクロロ酢酸抽出液とし、核酸関連物質および遊離アミノ酸の抽出試料とした。なお、これら一連の操作は氷冷下で行った。

3. 分析項目及び方法

水分は乾燥助剤添加法⁹⁾により測定した。核酸関連物質はODSカラム(STR ODS-II, 信和化工製)を装着したHPLC(IC10A, 島津製作所製)を用いて行った。遊離アミノ酸はアミノ酸自動分析計(日本電子 JLC-500)を用いて行った。

実験結果および考察

1. 核酸関連物質の消長

ベニズワイとズワイガニ氷冷貯蔵中の核酸関連物質含量の変化を表1に示した。即殺直後の核酸関連物質は、ズワイガニ (7.2±0.6 μmol/g) がベニズワイ (5.5±0.5 μmol/g) に比べて高かった。ATP含量も、ズワイガニ (6.6±0.7 μmol/g) がベニズワイ (5.1±0.5 μmol/g) に比べて高かった。核酸関連物質中のATP組成比(%)は、両者を0日目で比較すると、ベニズワイが93%、ズワイガニが92%と両者ともにATPが大部分を占めていた。両者を氷冷貯蔵3日目で比較すると、ベニズワイ、ズワイガニともにIMPを多く蓄積し、その組成比(%)はベニズワイが33%、ズワイガニが38%を占め、ズワイガニの方がIMPを多く蓄積していた。また、ズワイガニはAMPを23%残存していたが、ベニズワイのAMPは6%と少なかった。この結果は、ズワイガニは貯蔵中にIMPを蓄積していることから^{5,6)}、ベニズワイはズワイガニと比べてAMPデアミナーゼおよびIMPホスファターゼの活性がともに強く働いたと考えられた。さらに5日目では、ベニズワイはイノシンの蓄積量が増加しIMP、イノシンを多く占めたが、ズワイガニはIMPがさらに多く蓄積し、大部分を占め、イノシンの蓄積は少なかったことから、ベニズワイではIMPホスファターゼの活性がAMPデアミナーゼの活性と比べ強く働いたと考えられた。一方、鮮度の指標となるK値については、即殺直後のズワイガニが0.4%、ベニズワイが0.8%と両者

とも極めて新鮮であると考えられた。その後、ズワイガニは3日目に12.2%、5日目には10.2%と推移したが、ベニズワイは3日目に23.5%、5日目には33.4%と高値で推移したことから、ベニズワイはズワイガニと比べて鮮度低下が速いことが示唆された。

富山県におけるベニズワイ漁は、夏季(6~8月)を除く9月から翌年5月まで操業が行われている。ベニズワイは、ズワイガニと比べ、水温の低い深海に生息するため³⁾、その鮮度は環境温度に影響されやすいと考えられ、外気温が高い春季~秋季の気温や海水温(特に水深300m以浅の海水温)が鮮度に影響する可能性がある。このため、今後は、季節別に鮮度を調べる必要がある。一方、本研究結果からベニズワイは、ズワイガニと比べて鮮度低下が速いことが確認できた。従って、富山県産ベニズワイは、漁場が極めて近い(数時間程度)ため、船上や流通段階での適切な低温管理を徹底すれば、高鮮度が保たれると考えられた。

2. 遊離アミノ酸の消長

ベニズワイとズワイガニ氷冷中の遊離アミノ酸含量の変化を表2に示した。両者を0日目の遊離アミノ酸含量で比較すると、総量では、ベニズワイ(2698mg/100g)は、ズワイガニ(3160 mg/100g)と比べ約15%少なかった。また、甘味(ベニズワイ1630mg/100g;ズワイガニ1827mg/100g)、うま味(ベニズワイ169mg/100g;ズワイガニ175mg/100g)、苦味(ベニズワイ516mg/100g;ズワ

表1 ベニズワイとズワイガニの氷冷貯蔵中の核酸関連物質含量の変化 (μmol/g)

	ベニズワイの貯蔵日数(日)			ズワイガニの貯蔵日数(日)		
	0	3	5	0	3	5
ATP	5.1 ± 0.5	1.4 ± 0.7	1.0 ± 0.2	6.6 ± 0.7	0.7 ± 1.0	0.0 ± 0.0
ADP	0.3 ± 0.0	0.7 ± 0.2	0.3 ± 0.1	0.5 ± 0.0	0.8 ± 0.7	0.5 ± 0.1
AMP	0.0 ± 0.0	0.3 ± 0.4	0.0 ± 0.0	0.1 ± 0.1	1.3 ± 0.8	0.5 ± 0.1
IMP	0.0 ± 0.0	1.8 ± 1.2	1.8 ± 0.4	0.0 ± 0.0	2.1 ± 1.4	4.1 ± 0.4
アデノシン	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
イノシン	0.0 ± 0.0	1.2 ± 0.8	1.4 ± 0.4	0.0 ± 0.0	0.7 ± 0.3	0.5 ± 0.5
ヒポキサンチン	0.0 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.1	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.1 ± 0.0
合計	5.5 ± 0.5	5.5 ± 1.0	4.7 ± 0.8	7.2 ± 0.6	5.6 ± 0.5	5.6 ± 0.3
K値	0.8	23.5	33.4	0.4	12.2	10.2

(N=3)

イガニ 742mg/100g) に関する遊離アミノ酸含量についても同様にベニズワイが少なかった。

一方、遊離アミノ酸含量の消長については、氷冷 5 日目までに、総量は両者ともに減少し、減少率はベニズワイが大きい傾向にあった (ベニズワイ; 18%減、ズワイガニ; 11%減)。甘味に関する遊離アミノ酸は両者とも約 30%減少し、うま味に関する遊離アミノ酸は両者とも著しく減少し、20%以下となった。また、苦味に関する遊離アミノ酸 (特にアルギニン) は両者とも氷冷 3 日目までに増加した。このような遊離アミノ酸の増減

ベニズワイの安定供給についてさらに検討を重ねる必要がある。

要約

ベニズワイとズワイガニの貯蔵中の核酸関連物質含量と遊離アミノ酸含量の経時変化を比較し、ベニズワイの鮮度低下の速さと呈味成分への影響を検証した。その結果、ベニズワイはズワイガニと比べて鮮度低下が速いことが示唆された。また、鮮度の低下した個体は、呈味に関する遊離アミノ酸の含量に悪影響を及ぼす可能性があると考えられた。本研究により、富山県産ベニズワイは、船上や流通過程での適切な低温管理を徹底すれば高鮮度が保たれると考えられた。

文献

- 1) 養松郁子, 白井 滋(2007). 日本海大和堆北東部におけるベニズワイの深度分布と移動. 日本水産学会誌, **73**, 674-683.
- 2) 養松郁子(2005). 平成 17 年度ベニズワイガニ日本海系群の資源評価. 水産庁 水産総合研究センター, 1459-1477.
- 3) 辻本(1998). 紅ズワイガニ. 「富山湾の魚たちは今」, 富山県水産試験場編, 桂書房, pp. 68-69
- 4) 内山. (2001) 富山湾の海底地形と海洋構造. 「21 世紀の資源富山湾深層水」, 富山湾深層水研究会編, 桂書房, pp. 12-13
- 5) 松本美鈴, 山中英明(1992). ズワイガニ筋肉貯蔵中における生化学的死後変化. 日本水産学会誌, **58**, 915-920.
- 6) 篠野雄一, 平田史生(1973). ズワイガニの冷凍, 日本水産学会誌, **39**, 951-954.
- 7) 徳永俊夫, 飯田遥, 中村弘二, 佐藤耕一, 井部幸子, 藤島篤(1983). ケガニ氷蔵中の鮮度と呈味性の変化, 東海区水産研究所研究報告, **110**, 49-58
- 8) 小谷幸敏, 清家 裕, 松本通夫, 秋田幸一(2004). ベニズワイ加工品の品質管理技術の向上 (第 1 報) 加工原料特性, 鳥取県産業技術センター研究報告,

表2 ベニズワイとズワイガニの氷冷貯蔵中の遊離アミノ酸含量の変化 (mg/100g)

	ベニズワイ貯蔵日数			ズワイガニ貯蔵日数			
	0	3	5	0	3	5	
甘味	グリシン (○*)	895	686	515	1002	832	713
	アラニン (○*)	394	352	294	232	219	235
	スレオニン	17	13	6	13	13	14
	プロリン (○*)	268	205	178	551	411	419
	セリン	7	7	7	8	8	9
	リジン (○*)	49	44	54	21	21	15
小 計	1630	1307	1054	1827	1504	1405	
うま味	グルタミン酸 (○*)	159	27	31	172	25	22
	アスパラギン酸 (○*)	10	3	3	3	2	1
	小 計	169	30	34	175	27	23
苦味	アルギニン (○*)	346	766	610	646	952	900
	イソロイシン	33	38	36	24	26	22
	バリン (○*)	40	33	32	20	19	16
	ロイシン	33	31	34	22	19	17
	メチオニン	21	21	22	12	11	10
	ヒスチジン (○*)	20	17	17	9	7	7
	フェニルアラニン	22	21	25	9	8	7
	オルニチン	1	2	11	0	3	11
小 計	516	929	787	742	1045	990	
その他	タウリン	297	259	254	365	317	344
	サルコシン	71	55	76	40	49	52
	チロシン (○*)	15	13	16	11	9	9
小 計	383	327	346	416	375	405	
合 計	2698	2593	2221	3160	2951	2823	
平均重量(g)	689	-	-	1070	-	-	
水分 (%)	82	82	82	79	80	80	

表の数値は平均値 (n = 3)

* ○印はズワイガニの呈味有効成分

は、氷冷貯蔵中の融解水中等への拡散と自己消化酵素による筋肉組織から生成する遊離アミノ酸の増加との相殺結果が要因の一つと考えられている。

7) これらの結果から鮮度の低下した個体は、呈味に悪影響を及ぼす可能性があると考えられた。今後は、外気温、海水温と遊離アミノ酸含量 (呈味成分) の消長との関係を詳細に調べる必要がある。また、流通、貯蔵方法などを工夫して、高品質な

7, 57-62.

9) 堤忠一, 安井明美, 平田芳明, 一般成分および
関連成分,
「新・食品分析法」, 新・食品分析法編集委員会編,
(光琳, 東京), pp. 5-30 (1996).

富山県農林水産総合技術センター
食品研究所研究報告
第5号

令和7年3月31日 発行

発行所

〒939-8153 富山市吉岡 1124-1
富山県農林水産総合技術センター
Tel: (076) 429-2111
Fax: (076) 429-2701

発行者

串田 泰彦

編集所

〒939-8153 富山市吉岡 360
富山県農林水産総合技術センター
食品研究所
Tel: (076) 429-5400
Fax: (076) 429-4908

編集責任者

鹿島 真樹