干しえびのだし汁調製法における超音波照射の効果

加賀谷みえ子*・佐々木弘子**・藤原しのぶ**・菅原龍幸**

(* 相山女学園大学, ** 聖徳大学)

Effects of ultrasonication on the preparation method for the soup stock of the dried shrimps

Mieko Kagaya*, Hiroko Sasaki**, Sinobu Fujiwara**, Tatsuyuki Sugahara**

* *Sugiyama Jogakuen University,*

17-3, Hoshigaokamotomachi, Chikusa-ku, Nagoya-shi, Aichi, 464-8662

** *Seitoku University,* 550, Iwase, Matsudo-shi, Chiba, 271-8555

* 〒464-8662 愛知県名古屋市千種区星が丘元町17-3

** 〒271-8555 千葉県松戸市岩瀬550

In order to find a quick and rational analysis method for the soup stock of Japanese dried shrimp, the effect of the irradiation time and frequency difference extraction by ultrasonic irradiation combined with immersion method conventional 1-hour was examined. The resulting color L* was slightly low in the sample which underwent ultrasonic-treatment than without ultrasonic-treatment, and the b volume was high. The multi-frequency ultrasonication (a , b , ΔE) showed a high value from 200kHz. For all the extracts, the amino nitrogen, IMP, AMP, and lactic acid compare the multi-frequency ultrasonication with 200kHz for the temperature rise ($p < 0.01$). For the IMP, it showed a high value for the extraction temperature 50°C and the multi-frequency ultrasonication for 10 minutes, and the free amino acids were high at 50°C and for the multi-frequency ultrasonication at 30 minutes.

In the ranking of the sensory evaluation, 25°C and the multi-frequency ultrasonication for 15 minutes, and 50 °C and the multi-frequency ultrasonication for 10 minutes was the best ($p < 0.01$). As for comparing these two samples, 50°C and the multi-frequency ultrasonication for 10 minutes obtained a significantly higher preference rating of color, full of bodies, umami, and overall likeability ($p < 0.001$). The desirable preparation conditions of the shrimp broth extraction was 50 °C and the multi-frequency ultrasonication for 10 minutes.

1. 緒 言

干しえびは保存が利き、中国料理の素材として利用されることが多い貴重な食材で、水戻しして利用されることが多く¹⁾、スープストックとしての利用価値が高い。

一般に中国料理に用いられる干しえびは、中国産のものが多い。えびの呈味成分はグリシン、アラニンおよびグルタミン酸を主体とするアミノ酸類であること²⁻³⁾、また旨味成分として AMP, IMP および CMP が関与している⁴⁻⁹⁾ ことが報告されている。しかし、干しえびのだし汁の合理的な抽出法に関する研究は未だ見当たらない。

すでに著者らは、だし汁の調製において抽出過程に超音波照射を併用することで、食品の旨味溶出成分が増加することを干ししいたけ、昆布、鶏骨などの食材で報告している¹⁰⁻¹³⁾。超音波洗浄では、液体中に超音波を照射すると、物理的作用によって減圧と加圧が交互に発生し、キャビテーションが起こる。そのため液体は超音波によって振動し、その加速度による力や直進流が発生して、表面の汚れなどを剥ぎ取る作用により洗浄効果が認められている。

本研究では、干しえびのだし汁の抽出においても超音波照射の効果が期待できると考え、日本産干しえびのだ

し汁の簡便・迅速かつ合理的で、嗜好性の優れた条件を見出すことを目的に、従来型と新開発型の2種類の超音波装置を用い、超音波照射併用の有無や超音波照射時間の相違と抽出効果などのモデル実験を試み、超音波照射条件の検討とだし汁中の呈味成分、色調および嗜好との関係を明らかにするとともに干しえびのだし汁の好適な調製条件について検討した。

2. 実験方法

(1) 試料

試料は、日本産(2009年徳島・瀬戸内近海産)の干しえびを使用した。干しえびの形状を表1に示した。試料はモリタケ八百秀で購入し、 -30°C で冷凍保存し、実験に使用する際は室温に戻して用いた。

(2) 試料溶液の調製

浸水法の過程で用いる超音波発振装置の照射条件を選定するために、従来型の本多電子(株)製 W-113型(28kHz 5秒間, 45kHz 5秒間, 100kHz 1秒間のマルチ周波併用発振, 以下マルチ周波と略す)と同製の新開発型(200kHz 一定発振, 以下200kHzと略す)の超音波発振装置を用いて分析試料の調製を行った。試料調製条件は表2に示した。

前処理として、干しえび6gを秤量し500mL容ビーカーに入れ、 50°C の蒸留水300mLで1分間浸漬後濾過

表1 干しえびの形状

産地	長さ (cm)	厚さ (cm)	重量 (g)	水分含量 (%)
日本産	1.62 ± 0.08	0.55 ± 0.02	0.83 ± 0.10	21.6

参考：日本食品標準成分表2010における干しえびの水分含量は24.2%, $n=10$

した。だし汁の作成は、既報⁹⁾の方法を参考に、以下の手順で行った。前処理後の干しえびを500mL容トールビーカーに入れ、10, 25, および 50°C の蒸留水を加え300gとし、2% (w/v)の濃度に調製した。ビーカーにアルミホイルで蓋をし、10, 25, および 50°C の条件下で30分間浸漬を行い、その後に超音波照射(以後、照射と略す)を10, 15, および30分間行った。10, 15分間照射の試料は、全浸漬時間が1時間となるよう引き続き恒温器で浸漬・抽出しだし汁を得た。対照の非照射の試料については、照射を行わず、同条件下で同時間浸漬・抽出した。だし汁は、保温による蒸発分は蒸留水を加えて2% (w/v)溶液になるように調製した後ろ過し、ろ過液を試料溶液とした。試料溶液は調製後、直ちに測定を行った。ただし、高速液体クロマトグラフィー(HPLC)装置を用いた測定項目については、測定まで調製後の試料溶液を -30°C で保存した。

(3) 測定方法

1) pH

pHは、各試料溶液100mLをビーカーに量り取り、pHメーター(ガラス電極式水素イオン温度指示 F-51: 株式会社堀場製作所)で1試料につき5回測定した。

2) 色調

色調の測定は、試料溶液を角セルに入れ、測色色差計(日本電色株式会社, NE-2000型)により、透過光を測定し L , a , b 値を得た。1試料につき5回測定し、その平均値と標準偏差を求めた。 ΔE (色差)の評価は、N.B.S. 単位(米国国立標準局が定めた単位)を使用した。

3) 全エキスの定量

各試料溶液10mLを秤量ビンに取り、 105°C ¹⁴⁾で恒量に達するまで繰り返し加熱乾燥させ、固形物を全エキス分とした。なお、1試料につき5回測定し、二元配置

表2 だし汁の浸漬時間および超音波処理調製条件

試料	抽出温度 ($^{\circ}\text{C}$)	前処理 (分)	前浸漬 時間 (分)	超音波 照射時間 (分)	照射後の 浸漬時間 (分)	全所要 時間 (分)
日本産 干しえび	10	1	30	0	30	60
				10	20	
				15	15	
				30	0	
	25	1	30	0	30	60
				10	20	
				15	15	
				30	0	
	50	1	30	0	30	60
				10	20	
				15	15	
				30	0	

浸漬方法： 10°C 設定(冷蔵庫), 25°C (室温), 50°C 設定(恒温室)

法¹⁵⁾により分散分析を行った。

4) アミノ態窒素の定量

アミノ態窒素の定量には、ホルモール滴定法を用いた¹⁶⁾。1試料につき5回測定し、二元配置法¹⁵⁾により分散分析を行った。

5) 5'-ヌクレオチドの定量

5'-ヌクレオチドの定量は既報¹¹⁾に準じた。1試料につき5回測定を行い、二元配置法¹⁵⁾により分散分析を行った。

6) 有機酸の定量

有機酸(乳酸、コハク酸)の定量は既報¹⁷⁾に準じた。1試料につき5回測定を行い、二元配置法¹⁵⁾により分散分析を行った。

7) 遊離アミノ酸の定量

遊離アミノ酸の定量は、既報¹¹⁾と同様に行いアミノ酸自動分析計(日立ハイテック L-8500形)で測定した。なお、1試料につき2回測定を行った。

(4) 官能評価

試料溶液は各干しえびだし汁に食塩0.55%, ねぎ1.0%,

しょうが0.5%の香味野菜を沸騰直後に加え調味した。1分間沸騰加熱したものを70℃に保温し、これを調製だし汁とした。供する直前に50 mL ずつ白色食器に分けた。パネルは、年齢21歳または22歳の若年女性18名で行った。

1) 順位法

試料溶液は色、こく味、旨味の3項目は濃い順、におい(生臭み)は強い順、総合評価は好むと感じる順に順位をつけさせた。検定は、クレーマー検定¹⁸⁾で解析した。

2) 2点嗜好試験法変法

2種類の試料溶液間の嗜好差の有意性だけでなく、その差の程度を推定するため、2点嗜好試験法¹⁹⁾の変法を用い、5項目(色、こく味、旨味、香り、好ましさの項目における好ましい順位)について7段階尺度で評価し、*t*-検定で解析した。

3. 結果および考察

(1) 超音波照射条件の検討

本実験は、干しえびのだし汁の簡便・迅速で嗜好性の優れた条件を見出す目的で行った。超音波発振装置の比較実験を行い、その結果を表3～6に示した。

表3 干しえびのだし汁の超音波照射時間と抽出温度の相違による pH 比較

超音波装置	抽出温度 (℃)	超音波照射時間 (分)			
		0	10	15	30
マルチ周波	10	7.80 ± 0.13	7.92 ± 0.04	8.01 ± 0.14	8.06 ± 0.06
	25	7.80 ± 0.04	8.05 ± 0.07	7.84 ± 0.07	7.95 ± 0.09
	50	7.79 ± 0.06	7.94 ± 0.02	7.77 ± 0.05	7.90 ± 0.08
200kHz	10	7.80 ± 0.13	7.87 ± 0.07	7.96 ± 0.09	7.90 ± 0.10
	25	7.80 ± 0.04	7.93 ± 0.06	7.76 ± 0.06	7.81 ± 0.07
	50	7.79 ± 0.06	7.90 ± 0.05	7.77 ± 0.07	7.74 ± 0.07

平均値 ± (SD) であることを記す

表4 干しえびだし汁の超音波照射時間と抽出温度の相違による色調比較

抽出温度 (℃)	照射時間 (分)	マルチ周波				200kHz			
		<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	ΔE (N.B.S.)	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	ΔE (N.B.S.)
10	0	98.78	-0.13	0.68	基準	98.78	-0.13	0.68	基準
	10	94.61	0.34	3.11	4.84	97.89	-0.17	0.80	0.96
	15	95.76	0.27	2.79	3.70	98.52	-0.07	0.83	0.31
	30	93.45	0.60	4.35	6.51	98.40	-0.06	0.92	0.45
25	0	99.35	0.07	0.83	基準	99.35	0.07	0.83	基準
	10	96.79	0.38	2.43	3.03	99.41	0.08	0.88	0.08
	15	96.98	0.36	2.47	2.89	99.51	0.06	0.80	0.16
	30	95.96	0.53	3.14	4.12	99.46	0.08	0.78	0.12
50	0	99.43	0.09	0.88	基準	99.07	0.09	0.88	基準
	10	96.54	0.40	2.75	3.46	99.07	0.14	0.90	0.25
	15	97.18	0.39	2.49	2.78	99.60	0.08	0.79	0.54
	30	94.78	0.69	4.12	5.70	99.53	0.11	1.13	0.52

ΔE : 各抽出温度の非照射を基準とした各照射時間との色差

1) pH

pH の変化の結果を表 3 に示した。試料溶液の pH は超音波照射の周波数および温度の相違による大差は認められなかった。照射時間の経過とともに若干 pH は高くなる傾向がみられた。ほとんどの試料溶液が中性または

弱アルカリ性であった。

2) 色 調

試料溶液の色調の結果を表 4 に示した。色調変化をみると、照射の有無に関わらず、いずれの試料溶液も抽出温度の上昇とともに *L* 値（明度）は若干低下した。色相

表 5 干しえびだし汁超音波照射時間と抽出温度別の成分比較

成 分	超音波装置	抽出温度 (℃)	照射時間 (分)				分散比 (<i>F</i>)		寄与率 (<i>P</i> : %)		
			0	10	15	30	温度	時間	温度	時間	その他
全エキス量 (mg/100mL)	マルチ周波	10	11.0	13.0	14.5	16.7	76.40**	51.39**	48.2	48.3	3.5
		25	12.5	15.6	16.3	18.2					
		50	16.1	18.3	18.6	20.1					
	200kHz	10	11.0	11.3	11.4	12.3	395.25**	4.41	97.4	1.3	1.4
		25	12.5	12.5	12.7	13.0					
		50	16.1	16.1	16.1	16.3					
アミノ態窒素量 (g/100mL)	マルチ周波	10	3.99	4.83	5.46	6.09	37.91**	33.37**	40.6	53.4	6.0
		25	4.98	5.24	6.03	6.31					
		50	5.58	6.33	6.52	7.64					
	200kHz	10	3.99	4.21	4.36	4.40	99.19**	4.97*	89.6	5.4	5.0
		25	4.98	5.00	5.05	5.20					
		50	5.58	5.62	6.18	6.37					
5'-IMP 量 (mg/100mL)	マルチ周波	10	2.17	2.93	2.90	3.67	17.41**	21.72	31.0	58.7	10.4
		25	2.27	3.46	3.49	3.94					
		50	3.00	4.45	3.86	4.22					
	200kHz	10	2.17	2.18	2.15	2.15	98.24**	1.96	93.3	1.4	5.3
		25	2.27	2.65	2.48	2.46					
		50	3.00	3.18	3.31	3.31					
5'-AMP 量 (mg/100mL)	マルチ周波	10	0.85	1.13	1.15	1.46	25.01**	21.28**	40.01	50.8	9.2
		25	0.95	1.33	1.51	1.44					
		50	1.27	1.56	1.73	1.73					
	200kHz	10	0.85	0.91	0.85	0.83	216.27**	6.88*	93.8	3.8	2.4
		25	0.95	1.13	1.00	1.02					
		50	1.27	1.39	1.37	1.33					
5'-CMP 量 (mg/100mL)	マルチ周波	10	0.26	0.35	0.32	0.32	6.06*	6.06*	27.9	41.8	30.3
		25	0.30	0.35	0.37	0.37					
		50	0.32	0.35	0.44	0.39					
	200kHz	10	0.26	0.28	0.28	0.26	46.09**	7.55*	74.6	16.3	9.1
		25	0.30	0.31	0.33	0.30					
		50	0.32	0.37	0.37	0.32					
乳酸量 (mg/100mL)	マルチ周波	10	3.60	4.71	4.78	5.20	78.66**	63.55**	43.9	53.0	3.1
		25	3.99	5.12	5.54	6.07					
		50	5.13	5.80	6.37	6.78					
	200kHz	10	3.60	3.65	3.91	3.68	60.13**	1.53	90.4	1.2	8.4
		25	3.99	4.02	4.28	4.68					
		50	5.13	5.12	5.24	5.11					
コハク酸量 (mg/100mL)	マルチ周波	10	2.23	3.53	3.79	4.24	6.53*	14.80**	17.4	65.2	17.3
		25	2.94	3.90	4.24	3.81					
		50	3.46	4.18	4.38	4.58					
	200kHz	10	2.23	2.30	2.36	2.51	223.9**	2.9	96.4	1.2	2.4
		25	2.94	2.98	3.02	3.20					
		50	3.46	3.53	3.50	3.46					

n = 5

**p* < 0.05

***p* < 0.01

では a 値（+は赤味度，-は緑味度）の変化は少ないが b 値（+は黄味度）の変化は大きくなった。マルチ周波での色の変化は200kHz よりも大きかった。マルチ周波では30分間照射で a 値の赤みが増した。双方とも b 値が最も大きく変化し、超音波照射の影響を受けていることが明らかになった。

非照射を基準とした色差では、マルチ周波の色差は非照射と比べて大きな値となったが、200kHz では色差はわずかであった。マルチ周波はいずれの抽出温度でも30分間照射が4.12~6.51 N.B.S. 単位となり、N.B.S. の感覚的差は「目立つほどにから大いに」の範囲内に評価された。一方、200kHz では最小値0.08~最大値0.96 N.B.S. 単位で「かすかに~わずかに」の範囲内であり、感覚的な差はほとんどみられなかった。

以上をまとめると、抽出温度はいずれもマルチ周波が200kHz より色調変化が大きく、照射時間はマルチ周波で30分間の抽出条件がだし汁の着色が最も進み、非照射と比べた色差が大きくなることが示された。

3) 全エキス分

全エキス分の結果を表5に示した。旨味の指標といわれる全エキス分は、温度、照射時間を変えたいずれの条件でも、マルチ周波のほうが多く抽出された。マルチ周波ではいずれの抽出条件でも、非照射に比べて照射ありの試料で高値を示し、50℃設定の30分間照射で最大値(20.1 mg/100 mL)を示した。一方、200kHz では、抽出温度の上昇に伴いエキス分は増加したが、照射時間延長では一定の傾向は認められなかった。

全エキス分の温度による寄与率は、マルチ周波48.2%、200kHz 97.4%であり、時間による寄与率はマルチ周波48.3%、200kHz 1.3%であったことから、寄与率の要因はマルチ周波では抽出温度と時間でほぼ同じであり、200kHz では抽出温度の影響が大きいことが明らかとなった。

4) アミノ態窒素量

アミノ態窒素量の結果を表5に示した。マルチ周波では、いずれの抽出温度条件においても、非照射に比べて照射ありの試料溶液はアミノ態窒素量が有意に高値を示した。照射時間の延長、抽出温度の上昇に伴い値が増加し、50℃、30分照射条件で最大値を示した。いずれの条件でも、マルチ周波が200kHz より多く抽出されており、アミノ態窒素の抽出にはマルチ周波が有効であり抽出効果も大きいことが示された。

アミノ態窒素量の温度による寄与率はマルチ周波40.6%、200kHz 89.6%であり、時間による寄与率はマルチ周波では53.4%、200kHz では5.4%であった。寄与率のより大きな要因は、マルチ周波では時間であり、照射時間延長に伴い、アミノ態窒素は多く抽出されていた。200kHz では抽出温度が照射時間による影響より大きかった。

5) 5'-ヌクレオチド

核酸関連物質の5'-ヌクレオチド (IMP), アデニル酸 (AMP), シチジル酸 (CMP) 含量の結果を表5に示した。

測定した3成分の中で IMP 含量が高値を示し、特にマルチ周波50℃、照射10分間が最も抽出量が多かった。抽出温度の違いで比較すると、非照射と比較して、10℃設定、25℃設定に差はみられなかったが、50℃設定では顕著に有意な差がみられた。

マルチ周波では照射時間の変化に伴い、抽出量も大きく変化した。200kHz では照射時間に伴う抽出量には変化がみられなかった。分散比をみるといずれの条件も抽出温度に有意差が認められた。寄与率ではマルチ周波はいずれの成分も照射時間の影響を受けており、一方200kHz はいずれの成分も温度による影響を受けていることが示された。以上の結果から、5'-ヌクレオチドの抽出においてはマルチ周波が200kHz と比べて有効であり、IMP は50℃設定10分間照射、AMP は50℃設定15分間照射、CMP は50℃設定15分間照射の各条件で最も効率よく抽出され、干しえびのだし汁中の呈味成分の多くは IMP であることが示唆された。

6) 有機酸

干しえびのだし汁中の有機酸（乳酸およびコハク酸）含有量の結果を表5に示した。

マルチ周波では、どちらの成分も照射の有無、また抽出温度の上昇と共に抽出量が漸増した。また、いずれの抽出温度でも照射時間が長くなるとともに抽出量が漸増した。一方200kHz では、照射時間が長くなっても平衡状態または減少した。

マルチ周波では、乳酸とコハク酸は照射時間の寄与率が高く、有意に照射時間の影響を受けていた。200kHz では、照射時間の影響はみられなかった。以上の結果より、乳酸・コハク酸の抽出にはマルチ周波が200kHz と比較して有効であり、50℃設定30分間照射が最も抽出されることが明示された。マルチ周波使用のだし汁の呈味成分は、抽出成分の時間依存性が大きく、非照射の試料に比べて分量も増加した。200kHz で抽出しただし汁は温度依存性が大きく、超音波照射時間の影響は認められなかった。

7) 遊離アミノ酸

干しえびのだし汁中の遊離アミノ酸組成を表6に示した。干しえびだし汁中には旨味・甘味成分のグリシンが最も多く、次いで、タウリン、アルギニンが多く含有されていた。これまでに述べた測定結果から、マルチ周波で50℃設定、15分間または30分照射が良い条件であることが示唆された。そこで条件を絞り、非照射・非加熱を含む6条件で抽出した。試料の溶液中の遊離アミノ酸組成を比較した。

苦味成分であるバリン、イソロイシン、チロシン、フェニルアラニン含量は、非照射では25℃設定より50℃設定

表6 干しえびだし汁の超音波照射の有無と抽出条件の相違による遊離アミノ酸組成

遊離アミノ酸 (mg/100mL)	25℃	50℃				
	非照射	非照射	マルチ周波		200kHz	
	非加熱	非加熱	15分	30分	15分	30分
ホスホセリン	0.31	0.32	0.32	0.31	0.35	0.30
タウリン	4.00	5.64	6.67	6.56	6.48	5.79
ホスホエタノールアミン	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
トレオニン	0.47	0.85	0.89	0.90	0.60	0.65
セリン	0.66	1.12	1.27	1.08	0.77	0.82
アスパラギン	0.44	0.73	0.78	0.84	0.59	0.63
グルタミン酸	0.66	1.00	0.99	1.23	0.88	0.93
グルタミン	0.53	0.85	0.98	1.22	0.61	0.79
α -アミノアジピン酸	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
グリシン	10.59	15.34	16.40	18.80	13.41	14.34
アラニン	1.63	2.61	2.79	3.08	2.20	2.60
バリン	1.36	1.82	1.70	1.83	1.63	1.59
メチオニン	0.95	1.06	1.14	1.23	1.12	1.03
シスタチオン	0.72	0.83	0.82	0.67	0.76	0.73
イソロイシン	0.81	1.01	1.07	1.12	0.97	0.89
ロイシン	1.13	1.58	1.54	1.82	1.33	1.26
チロシン	1.32	1.58	1.71	1.65	1.64	1.31
フェニルアラニン	1.04	1.17	1.16	1.10	1.08	0.92
β -アラニン	0.00	0.00	0.89	0.00	0.00	0.00
アンモニア	0.78	0.68	0.59	0.74	0.74	0.64
オルニチン	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
リジン	0.89	1.05	1.28	1.32	0.92	0.95
ヒスチジン	0.19	0.36	0.51	0.54	0.00	0.00
カルシノン	3.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
アルギニン	7.27	11.11	12.93	15.51	9.59	12.28
プロリン	2.01	2.93	3.20	3.41	2.81	2.93
総量	41.60	53.63	59.66	64.93	47.95	49.79

のほうが多く抽出されていた。さらに50℃設定で比較すると200kHzでは非照射より、大部分のアミノ酸が減少した。遊離アミノ酸総量をみるとマルチ周波で50℃設定、30分照射が最も多く抽出した。

以上の結果より、遊離アミノ酸抽出にはマルチ周波の有効活用が期待できることが示唆された。

(2) 官能評価

1) 順位法

干しえびのだし汁の好適調製条件を検討するため順位法による官能評価を行った。これまでの測定結果から良いとされたマルチ周波で抽出温度25℃設定と50℃設定の条件で抽出した干しえびだし汁を用いて、一定条件で調

味した調製だし汁について、クレーマーの順位法による官能評価を行い、総合的評価(色・こく味・旨味・香り・総合評価)を行った。その結果を表7に示す。

抽出温度25℃では、照射時間15分間が色と香りの2項目において有意に評価が高く、総合的評価でも好ましいと評価された。抽出温度50℃では、照射時間10分間が総合的に好まれた。一方、非照射の試料ではすべての項目で有意に好まれず、超音波照射の有効性が確認できた。

2) 2点嗜好試験法の変法

順位法で好ましいと評価された2試料を2点嗜好試験法の変法で比較した結果を図1に示した。マルチ周波の場合、抽出温度50℃設定で照射10分間は、基本の抽出温度25℃設定で照射15分間と比べて、色、こく味、旨味の

表7 干しえびだし汁の官能評価

超音波装置	照射時間 (分)	抽出温度 (℃)									
		25					50				
		色	こく味	旨味	におい	総合評価	色	こく味	旨味	におい	総合評価
マルチ周波	0	72**	63**	61**	61**	65**	71**	66**	65**	59**	63**
	10	53	43	40	44	36	48	36	34	46	29**
	15	28**	36	36	32*	33*	32*	46	45	42	41
	30	27**	38	43	43	46	29**	32*	36	33*	47

順位法 $n=18$

* $p < 0.05$

** $p < 0.01$

A : 抽出温度50℃, マルチ周波10分間
基本: 抽出温度25℃, マルチ周波15分間

A

B : 抽出温度50℃, マルチ周波10分間
基本: 抽出温度50℃, 非照射

B

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ $n=18$

図1 二点嗜好試験法変法での官能評価

3項目と総合評価で有意に好ましいと評価された。この官能評価の結果とこれまでの分析結果において、マルチ周波では、抽出温度は50℃設定が25℃設定より高値が得られたことと一致した。さらに、抽出温度50℃設定で、照射10分間の有無を比較したところ、基本の照射なしと比べて照射したほうがすべての項目において、評価が高く、有意に好ましいと評価された。

以上の結果から、干しえびのだし汁の最適抽出条件はマルチ周波で抽出温度50℃設定、照射時間10分間であることが客観的評価として確認できた。

4. まとめ

日本産干しえびのだし汁の迅速かつ合理的な抽出法により嗜好性に優れた条件を見出す目的で、従来の一時間浸水法の過程に超音波照射を併用し、周波数と照射時間の相違による抽出効果のモデル実験を試みた。だし汁中の呈味成分、色調と嗜好の関係を明らかにするとともに

干しえびのだし汁の好適な調製条件について検討した。

- 1) 超音波照射した試料は非照射に比べ、 L^* はやや低く、 b 値は大きくなった。マルチ周波は200kHzより、 a 値、 b 値、 ΔE が高値を示した。
- 2) 全エキス、アミノ態窒素量、IMP、AMP、乳酸は、マルチ周波、200kHzともに、温度上昇に伴い増加した ($p < 0.01$)。IMPはマルチ周波10分間照射の50℃設定、遊離アミノ酸はマルチ周波30分間照射の50℃設定が最高値を示した。
- 3) 順位法による官能評価では、抽出温度25℃設定はマルチ周波15分間照射、50℃設定ではマルチ周波10分間照射が有意に好まれた ($p < 0.01$)。さらに2点嗜好試験法変法でこれらの2試料を比較すると、抽出温度50℃のマルチ周波10分間照射が色、こく味、旨味、総合的好ましさで有意に高い評価が得られた ($p < 0.001$)。

以上の結果から、干しえびのだし汁の好適調製条件は

旨味成分であるアミノ態窒素, IMP の含有量や官能評価から判断すると, 周波数の小さいマルチ周波の超音波照射の併用は非照射よりも, 呈味成分の抽出も多く, 特に抽出温度50℃設定のマルチ周波10分間照射は有効であった。また成分抽出値は, 低周波の方が中周波より, キャビテーション, 振動加速度, 直進流の物理的作用の影響が大きいことが明らかとなった。

謝 辞

最後に, 本研究中に急逝された元椋山女学園大学教授木村友子博士のご冥福をお祈り申し上げます。また, 長年にわたり, 優しさと情熱にあふれたご指導を賜りましたことに, 深謝の意を表します。

文 献

- 1) 菅原龍幸, 井上四郎編集: 新版原色食品図鑑, 建帛社, 東京, p.94-96 (1991)
- 2) 武恒子, 本田良二, 大塚一止: 各種食品中の呈味成分に関する研究(第2報)えびの呈味成分について, 栄養と食糧, 17, 268-274 (1964)
- 3) M. Matsumoto, and H. Yamanaka: Post-mortem Biochemical Changes in the Muscle of Kuruma Prawn during Storage and Evaluation of the Freshness, Nippon Suisan Gakkaishi, 56 (7), 1145-1149 (1990)
- 4) 松本美鈴, 山中英明: クルマエビの死後硬直に関する研究, 日本水産学会誌, 57 (1), 2121-2126 (1991)
- 5) 松本美鈴, 山中英明, 畑江敬子: クルマエビ筋肉の生化学的变化に及ぼすあらい処理の影響, 日本水産学会誌, 57 (7), 1383-1387 (1991)
- 6) 鴻巣章二: エビ類の呈味成分, 海洋科学, 12, 839-849 (1980)
- 7) 藤田真夫, 遠藤金次, 清水亘: 水産動物肉に関する研究 46, えび類の筋肉エキス中の遊離アミノ酸, トリメチルアミン・オキサイドおよびペタインについて, 近畿大農学部紀要, 5, 61-65 (1972)
- 8) 藤田真夫, 遠藤金次, 清水亘: 水産動物肉に関する研究 47, クルマエビの筋肉中のエキス窒素成分の季節的变化, 近畿大農学部紀要, 5, 66-73 (1972)
- 9) 安部テル子, 佐藤美由, 工藤香織, 山内愛津子, 水江智子: えびスープの成分および味に及ぼす頭胸部と殻の影響, 日本家政学会誌, 52 (6), 491-497 (2001)
- 10) 木村友子, 菅原龍幸, 福谷洋子, 加賀谷みえ子: 超音波照射が干し椎茸の水戻しに及ぼす影響, 日本家政学会誌, 45 (7), 585-593 (1994)
- 11) 木村友子, 菅原龍幸, 福谷洋子, 佐々木弘子: 昆布だし汁の浸水法に及ぼす超音波照射の影響, 日本家政学雑誌, 47 (5), 453-460 (1995)
- 12) 木村友子, 菅原龍幸, 福谷洋子, 佐々木弘子: 昆布だしの加熱抽出法における超音波照射の効果, 日本調理科学会誌, 29 (3), 178-185 (1996)
- 13) 木村友子, 菅原龍幸, 福谷洋子, 佐々木弘子: 鶏骨スープストック調整法における超音波照射の効果, 日本家政学会誌, 48 (2), 153-160 (1997)
- 14) 飯盛和代: 改訂食品学実験ノート, 建帛社, 東京, p.52-53 (1998)
- 15) 田口玄一: 第3実験計画法(上), 丸善, 東京, p.1-18 (1983)
- 16) 菅原龍幸: 食品学実験書, 建帛社, 東京, p.100-101 (1995)
- 17) 佐々木弘子, 武田慎子, 藤原しのぶ, 伊藤輝子: 市販食酢の成分, 聖徳大学研究紀要, 人文学部, 17, 87-92 (2006)
- 18) 大越ひろ, 神宮英夫編著: 食の官能評価入門, 光生館, 東京, p.43-67 (2009)
- 19) 佐藤信: 統計的官能調査法, 日科技連出版社, 東京, p.37-56 (1985)