

大型クラゲからの調味料の開発

The Development of Giant Jellyfish Sauce

小谷幸敏・永田愛・清家裕*

Yukitoshi Kodani, Ai Nagata and Yutaka Seike

鳥取県境港で大量に陸揚げされ、処分に苦慮している大型クラゲの処理ならびに有効活用技術の開発を行うため、大型クラゲの脱水（減容化）ならびに調味料（エキス）化について検討した。その結果、大型クラゲを破砕することが迅速な減容化には有効であり、加熱、ろ過等を組み合わせることにより、1/50～1/100 にまで減容化出来ることが分かった。一方、大型クラゲのエキス化に必要なタンパク質濃度は、これらの操作により約 20 倍にまで濃縮され、酸を添加して加熱分解するか、または醤油麹を添加して発酵させることにより、それぞれ特徴のある良質なエキスが得られることがわかった。

In order to utilize giant jellyfish that is unloaded in large quantity to Sakaiminato fishing port, the techniques of production of fish souse were examined. The crush of giant jellyfish was useful for reducing of volume. And when added heat and filtration, the jellyfish volume were reduced to 1/50～1/100. And the protein concentration was concentrated to 20 times. When this concentrated protein of giant jellyfish were hydrolysed or fermented, it was made to good fish sauce.

1. はじめに

大型クラゲの日本での大量出現は、20世紀は数回程度であったと言われているが、21世紀になると、2002年、2003年、2005年に引き続いて2006年も大量に来遊しており、ほぼ恒常化していると考えられる。鳥取県境港では大型旋網漁業が主体であるため、混獲された大量の大型クラゲが陸揚げされ、2005年は約2,500トン、多い時には100トン/日を超え、処分に大変苦慮した。このため、大型クラゲの処理ならびに有効活用技術の開発を行うため、大型クラゲの脱水（減容化）ならびに調味料（エキス）化について検討した。

2. 実験方法

2.1 大型クラゲ脱水（減容化）技術の検討

大型クラゲをサイレントカッターで破砕し、10～30 分間静置後に浮上した固形物をザルですくい取った。清水で3回洗浄（水晒し）して脱塩し、

鍋に入れて直火により沸騰後5分間加熱を行い、冷却後ザルで固形物（クラゲタンパク濃縮物）を回収した。工程毎の回収固形物重量を計測するとともにタンパク質濃度（ケルダール法）を測定した。

2.2 酸分解クラゲエキスの製造

脱脂大豆を原料としてアミノ酸液を製造する方法¹⁾を参考にして、前述の方法により得られたクラゲタンパク濃縮物に、塩酸（約 1.3N）を加え、110℃で10時間加水分解を行い、炭酸ナトリウムで中和後、活性炭処理してクラゲエキスを製造し、調味料としての品質を調査した。

- ・色調：日本電色製色差計 SE200 を使用して透過光の L*、a*、b*を測定した。
- ・全窒素量（T-N）：ケルダール法により測定した。
- ・ホルモール窒素（F-N）：しょうゆ試験法²⁾に準じて測定した。

*鳥取県水産振興局水産課

- ・食塩：ホルハルド法により測定した。
- ・pH：堀場製作所製 F-24 により測定した。
- ・遊離アミノ酸：島津製作所製高速液体クロマトグラフ LC-10AT、高速アミノ酸分析システム（カラム Shim-Pack Amino-Li）により測定した。

2.3 発酵タイプクラゲ醤油の製造

前述の方法により得られたクラゲタンパク濃縮物約 100 g を試験調査区、調査日ごとに耐压瓶に入れ、醤油麹を 1 割添加し、さらに食塩を全体の 12～18% となるように加えて、15℃、40℃で 1～12 週間発酵させ、90℃で 10 分間加熱、冷却後、ろ過してクラゲエキスを製造した。発酵試験調査には、各試験区 1 調査に 1 ボトルをすべて使用した。前述と同様の調査を行うとともに、下記の項目を追加した。遊離アミノ酸測定には、醤油麹 1 割、食塩 18% を加え、15℃で 2 週間放置後、40℃でさらに 2 週間発酵させたものについて測定した。

- ・窒素可溶化率：ろ過残滓全窒素量とろ過液全窒素量合計に対するろ過液全窒素割合を計算し、窒素可溶化率とした。
- ・揮発性塩基窒素（VBN）：コンウェイの微量拡散法により測定した。

3. 結果と考察

3.1 大型クラゲ脱水（減容化）技術の検討

清家ら³⁾が大型クラゲの一般成分を調査したところによると、傘部と口腕部では若干数値が異なるものの、いずれの部位も全重量の約 99% が水分と灰分（水分は約 97%）であり、タンパク質とその他成分を合わせても 1% 以下であったことを報

告している。そして、大型クラゲを迅速に脱水するには、クラゲを粉砕することが重要であるとしている。

今回は、清家らが用いた家庭用フードプロセッサに比べて処理能力の大きい、サイレントカッターにより微破砕したところ、破砕中に気泡を抱き込み、クラゲの固形物が表面に浮上するという現象が起こった（写真 1）。そこで、10～30 分間静置後、表面の固形物をザルですくい取ったところ、清家らが行ったろ過に比べて容易に固液が分離できることが分かった。

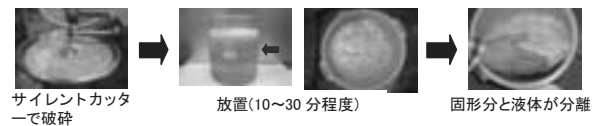


写真 1 破砕された大型クラゲの表層への浮上

大型クラゲの破砕、加熱、ろ過等による回収固形物量ならびにタンパク質濃度の変化を表 1 に示した。これによると、破砕、加熱、ろ過、脱塩を組み合わせることで固形物は重量で原料クラゲの約 1/50～1/100 にまで減容化でき、タンパク質濃度は約 10～20 倍にまで濃縮できることが分かった。脱塩工程は、減容化のためにはあまり必要とされる工程ではないが、タンパク質の濃縮においては必要である。処理が煩雑であること、費用や時間がかかることなどから、目的に応じて省略できると思われる。

図 1 に効率的と思われる大型クラゲの脱水（減容化）・タンパク質濃縮法を示した。

表 1 大型クラゲの破砕処理等による回収固形物量ならびに蛋白質濃度の変化 (%)

試験区ならびに測定項目	原料	破砕・ろ過1	凍結・解凍・ろ過2	水洗浄	加熱
試験1(水洗浄なし)	回収固形物量	100.0	21.1	4.8	—
	蛋白質濃度	0.5	5.2	—	—
試験2(水洗浄あり)	回収固形物量	100.0	21.1	—	5.1
	蛋白質濃度	0.5	10.9	—	—

破砕：サイレントカッターによる破砕、ろ過1：1mmメッシュのザルによる脱水、ろ過2：No.2濾紙による脱水、水洗浄：水で3回洗浄、加熱：煮沸5分間

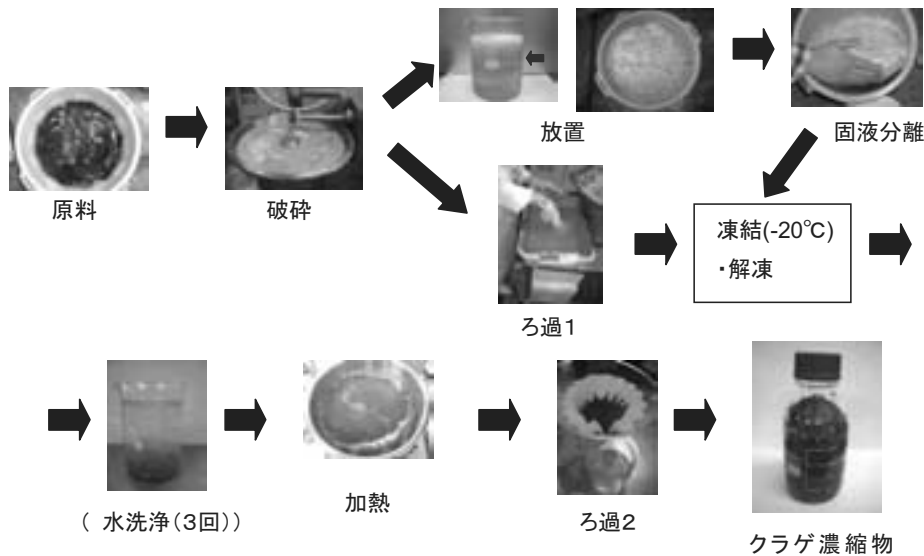


図1 大型クラゲの効率的な脱水及びタンパク質濃縮工程例

3.2 酸分解クラゲエキスの製造

脱脂大豆からアミノ酸液を製造する方法を参考にして作成した酸分解クラゲエキス（以下クラゲアミノ酸液と呼ぶ）（写真2）の品質調査結果を表2、図2に示した。

今回作成したクラゲアミノ酸液の品質は、大豆濃口醤油に比べてL*値（明るさ）、b*値（黄み）が高く、a*値（赤み）が低い傾向が見られ、全般的に色調が薄く、大豆薄口醤油に近い色調であると思われた。

味に関与する全窒素量、ホルモール窒素量は濃口醤油に比べてほとんど遜色なく、良好な数値であった。製造工程中、長時間加熱することで焦げ



写真2 試作した大型クラゲアミノ酸液

臭が若干発生するが、活性炭処理することにより低減された。

個別の遊離アミノ酸については、一般に市販されている魚醤に特徴的に多く含まれているタウリンはほとんど含まれていなかったが、強いうまみを有するグルタミン酸や甘みを有するグリシンが比較的多く含まれているという特徴を有していた。

このクラゲアミノ酸液を用いて煮物を試作してみたところ、大豆醤油を全く使用しないでも比較的良好な食味が得られたことから、大型クラゲの酸加水分解アミノ酸液は調味料として十分に使用可能であると判断された。

クラゲアミノ酸液の収量について正式には測定していないが、原料のほぼ全量がエキス化することから、塩酸、炭酸ナトリウム添加量等を考慮に入れると、クラゲタンパク濃縮物の約120%、水揚げ直後の大型クラゲに対しては約1.5~2.2%であると試算された。

表2 大型クラゲアミノ酸液の品質

試料	色調			T-N (%)	F-N (%)	F-N/T-N	食塩 (%)	pH
	L*	a*	b*					
大型クラゲアミノ酸液	56.43	19.02	44.93	1.42	0.97	0.69	3.6	5.1
大豆濃口醤油※	13.20	29.21	17.15	1.57	0.96	0.61	17.5	4.7

T-N:全窒素, F-N:ホルモール窒素, F-N/T-N:タンパク分解率

大豆濃口醤油※の色調は実測値、その他は文献値(日本醤油研究所雑誌, No.4(1977))

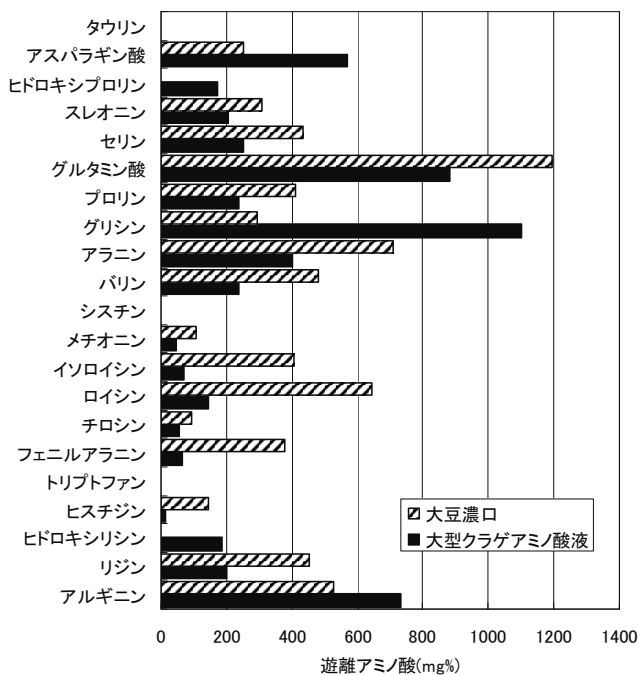


図2 大型クラゲアミノ酸液の遊離アミノ酸

3.3 発酵タイプクラゲ醤油の製造

クラゲタンパク濃縮物に醤油麹を添加して発酵させ、各種項目について経時的に調査した結果を図3～6、写真3、4、表3、4に示した。

発酵中の窒素可溶化率は、40℃では、1週間ですでに約85%にまで達し、その後、12週間ほとんど変化しなかったのに対し、15℃では4週間目までは徐々に増加するが、その後の上昇は緩やかであり、12週間後でも40℃1週間目より少ない70%程度に留まった(図3)。

味への関与が大きいエキスのホルモール窒素量は、一部に減少する試験区も見られたが、一般的に発酵期間中上昇するものが多く、15℃では、発酵初期は40℃に比べて顕著に低かったが、12週間になると、ほぼ40℃に近い数値となった(図4)。

品質劣化の指標の一つとなる揮発性塩基窒素(VBN)は、発酵期間中徐々に増加する傾向が見られ、15℃での上昇は比較的緩やかであったが、40℃では食塩を18%添加したもの以外は顕著に増加した(図5)。

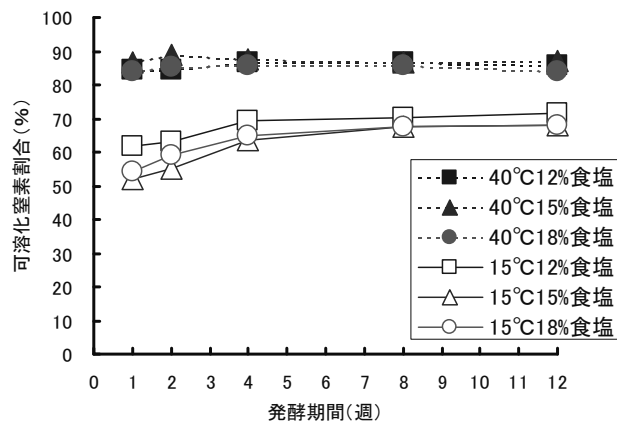


図3 大型クラゲ発酵中の窒素可溶化率の変化 (醤油麹を1割添加)

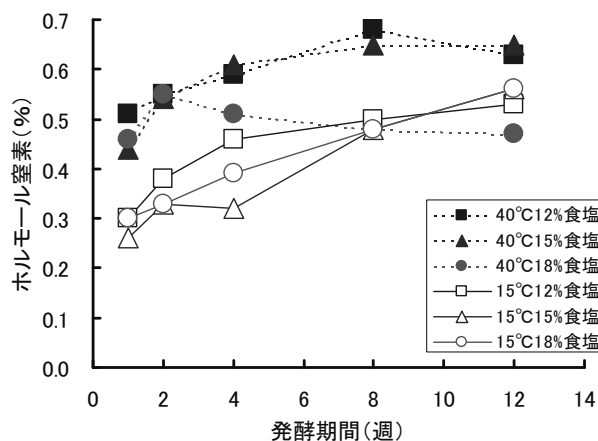


図4 大型クラゲ発酵中のアミノ態窒素の変化 (醤油麹を1割添加)

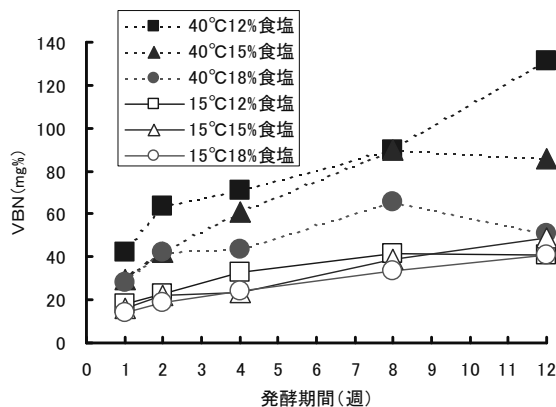


図5 大型クラゲ発酵中の揮発性塩基窒素の変化 (醤油麹を1割添加)

官能検査の結果、40℃発酵では2週間程度では大豆醤油の風味を有するクラゲエキス（以下クラゲ醤油と呼ぶ）ができ、4～8週間になると一部のボトルで劣化臭（腐敗臭）が発生した。15℃発酵では、12%食塩添加では4週間以降、15%食塩添加では8週間以降に酢酸エチル臭が生じたボトルが発生した。18%食塩添加では酢酸エチル臭が発生したボトルは見られなかったが、発酵の進行が緩やかで、12週目でようやく多少味がまろやかになる程度であった。この酢酸エチル臭は、同じ試験区でもボトルによって発生状況が異なっていたことから、必ずしも食塩量、発酵温度だけに依存して発生した訳でなく、発酵に関わる菌叢によって異なっていたことが推察された（表3）。

以上、発酵に関わる菌叢等不確定な要素はあるものの、12%の食塩添加で40℃2～8週間、15℃8週間で大豆醤油に類似したクラゲ醤油が比較的安定して得られることが推察された。

週間、その後40℃で2週間発酵させて製造したクラゲ醤油の遊離アミノ酸含有量は、大豆醤油や前述のクラゲアミノ酸液に比べて、全体的に量は少なめであったが、強い旨味を有するグルタミン酸や甘みを有するグリシン、アラニンなどが多い傾向が見られ、アミノ酸パターンから見ても調味料として十分活用できるものと思われた（図6）。



写真3 試作したクラゲ醤油

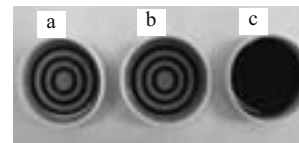


写真4 大型クラゲエキス

表3 大型クラゲ醤油麹添加発酵中の官能の変化

発酵温度	食塩濃度	官能項目	発酵期間				
			1週間	2週間	4週間	8週間	12週間
15℃	12%	香り	±	±	±~×	±~×	××
		味	—	—	±	+	+
	15%	香り	±	±	±	±~×	+
		味	—	—	—	±	+
	18%	香り	±	±	±	±	±~+
		味	—	—	—	±	±
40℃	12%	香り	+	+	+	+or×	××
		味	±	+	+	+	×
	15%	香り	±	+	±~×	××	×
		味	±	+	+	±	+
	18%	香り	±	+	+	±~×	±~×
		味	±	±	±	±	±

—:あまり良くない ±:少し良い +:良い ×:悪い ××:非常に悪い

a : クラゲ発酵醤油 b : クラゲアミノ酸液
c : 大豆濃口醤油 (参考)

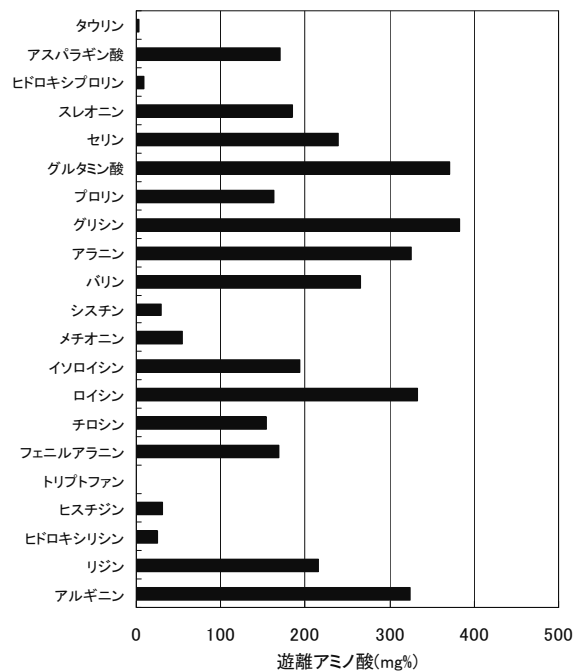


図6 大型クラゲ醤油の遊離アミノ酸

クラゲ醤油の各種測定結果を見ると、色調については大豆濃口醤油より色調の薄かったクラゲアミノ酸液よりもさらに薄く、明るい傾向が見られた（写真4）。窒素含有量はクラゲアミノ酸液、大豆濃口醤油に比べると低いものの、大豆濃口醤油に比べて低食塩濃度であることから、窒素成分とのバランスが良く、比較的風味は良好であった（表4）。

18%の食塩と醤油麹1割を添加して15℃で2

表4 大型クラゲ醤油の品質

試料	色調			T-N (%)	F-N (%)	F-N/ T-N	食塩 (%)	pH
	L*	a*	b*					
大型クラゲ醤油(※1)	68.45	10.38	31.60	1.22	0.68	0.56	9.0	4.5
大豆濃口醤油(※2)	13.20	29.21	17.15	1.57	0.96	0.61	17.5	4.7

T-N:全窒素 F-N:ホルモール窒素 T-N/T-N:タンパク分解率

・大型クラゲ醤油(※1)は醤油麹を1割、食塩12%添加し、40℃2ヶ月発酵

・大豆濃口醤油(※2)の色調は実測値その他は文献値(日本醤油研究所雑誌, No.4(1977))

クラゲ醤油の収量については、正式には測定していないが、クラゲタンパク濃縮物は発酵初期にほぼ全量がエキス化することから、食塩、醤油麹の添加量を考慮に入れると、クラゲタンパク濃縮物に対して約120%、漁獲直後の大型クラゲに対しては約1.5~2.2%であると試算された。

4. おわりに

大量に陸揚げされて処分に苦慮している大型クラゲの脱水(減容化)ならびに調味料(エキス)化について検討した。

- (1) サイレントカッター等により大型クラゲを微破砕すると、クラゲの固形物が気泡を抱き込んで表面に浮上するという性質を利用することにより、比較的容易に固液が分離でき、減容化できることが分かった。
- (2) 破砕、加熱、ろ過、脱塩等を組み合わせることによって大型クラゲは1/50~1/100にまで減容化ができ、タンパク質濃度は約10~20倍にまで濃縮できることが分かった。
- (3) 濃縮されたクラゲタンパク質に塩酸を加えて加熱(加水分解)してアミノ酸液を調製したところ、大豆醤油に比べても遜色ない窒素成分を示したことから、十分に調味料として使用できると思われた。
- (4) 濃縮されたクラゲタンパク質に12%の食塩と醤油麹1割を添加して40℃2~8週間、15℃8週間発酵させることによって大豆醤油に類似したクラゲ醤油が得られることが分かった。

文 献

- 1) 桜井芳人ら編；三訂総合食料工業，厚生社厚生閣，p547~549 (1978)。
- 2) しょうゆ試験法，財団法人日本醤油研究所，p19~20 (1985)。
- 3) 清家裕・永田愛・秋田幸一；エチゼンクラゲ脱水処理について，水産物の利用に関する共同研究，第45集，p43~46(2005)。