

生鮮昆布から調製したエキスの品質特性に関する研究

木下康宣、納谷太郎*

Study on the Quality Characteristics of Extracts Prepared from Fresh Kelp Kombu

Yasunori Kinoshita, Taro Naya*

要 旨

乾燥処理を施していない生鮮昆布からエキスを得ることができないか、検討を行った。初めに、収穫直後の生の原藻を実験材料として、これを素干しした昆布および凍結した昆布をそれぞれ水に浸漬して得られるエキス試料中の固形分割合の変化から溶出特性を評価した。次に、得られたエキス試料の遊離アミノ酸およびミネラル組成の分析から呈味特性を評価した。その結果、①凍結品からでも十分量の固形分が溶出されること、②凍結品から調製したエキスでも十分な嗜好性が期待できることが明らかとなった。

1. はじめに

我が国の食文化を形成する素材の一つに昆布が挙げられる。昆布は古くより、乾燥品が流通に供され、芳醇な旨味を活かした「だし素材」の一つとして利用されてきた。しかしながら、その生産量¹⁾および消費量²⁾は1990年代以降、減少が続いており、和食を支えるだし文化の薄れが懸念されている。

昆布の乾燥は通常、天日を活用した「素干し」か、化石燃料を用いた「機械干し」により行われる。「素干し」では、石を敷き詰めて整地した専用の干場(かんば)に昆布を並べ、時間をかけて穏やかに水分を蒸発させていく作業が求められる。

「機械干し」では、昆布を一本一本手で吊るし、お互いが絡まったまま乾燥しないよう目を配りながら乾燥を進めることが必要となる。

利用面では、だし用昆布等の葉売り品や佃煮等の加工品の他、エキス製造の原材料としても取り扱われている³⁾。国内における天然調味料の市場規模は、鰹エキス等の他の素材を含むエキス全体としておよそ11万トン、950億円と推定され、こ

の内、昆布エキスは年間2,500トンが製造されている⁴⁾。昆布エキスの製造では、乾燥流通された昆布に熱水やアルコール等の溶液を加える操作を行って利用されることになるが、こうして作られる「だしの素やだしつゆ類」は近年、利用機会が増していると報告されている⁵⁾。

こうした状況は、昆布を素材そのものに止めるのではなく、産地や産業という大局的な視点で眺めることによって、一層有益な素材へと進展が図れることを示唆している。そこで本研究では、長時間の労働が必要となっている乾燥作業の負担軽減策、および、より付加価値の高い産地出荷品への転換可能性を探ることを目的として、生鮮昆布からエキス成分を得ることができないか、検討を行った。

なお、本稿では水揚げ直後の状態を保持しているものを生昆布、生昆布を凍結したものを凍結昆布、生昆布や凍結昆布のように乾燥を施していないものを総じて生鮮昆布、生昆布が持つ水分を蒸発させたものを乾燥昆布と表現する。

*株式会社丸善納谷商店

責任著者連絡先 (Yasunori Kinoshita) : kinoshita@techakodate.or.jp

2. 実験方法

2.1 抽出特性の評価

函館市内で収穫された促成真昆布を実験材料として、室温で3日間素干し処理したものおよび-20°Cで凍結処理したものを調製し、5mm幅に裁断した後、これらの処理前の重量の3倍量にあたる水道水を加え、室温で0~120分間浸漬抽出を行うことによりエキス試料を得た。

エキス試料の固形分割合(%)は、だしこしパック(江部松商事(株))でろ過した試料を凍結真空乾燥装置(SF-02, (株)大川原製作所)で乾燥した際の乾燥前後の重量比を算出することにより求めた。

2.2 呈味特性の評価

エキス試料の遊離アミノ酸は、凍結真空乾燥後の固形分を0.02Nの塩酸に溶解して試料とし、アミノ酸分析計(LA8080, (株)日立ハイテクサイエンス)を用いて分析した。

凍結真空乾燥品の灰分は、550°Cの直接灰化法により求めた。ミネラル成分は、エネルギー分散型X線分析装置(JSM-IT200, (株)JEOL)を用いて元素分析を行い、検出された炭素に対する各成分の比を算出することで表した。

官能評価は実験担当者2名により行った。

2.3 色調特性の評価

色調特性の評価は、凍結品を3倍量の水道水に浸漬した後、室温で30分間静置して得られた浸出液をだしこしパックでろ過して樹脂製容器に入れ、フタを開けた状態または閉めた状態で80°Cの湯浴中で加熱したものを試料とし、褐変の程度を評価することにより行った。

褐変の程度は、昆布エキスを試料とした際の定まった方法がないため、グリシンとグルコース⁶⁾およびL-アスコルビン酸とアミン⁷⁾の反応により起こる褐変モデルや、落花生油⁸⁾等の多くの食品素材で起こる褐変の評価で利用されている430nmにおける吸光度測定法を採用し、分光光度計(U-2001, (株)日立製作所)を使用して測定した結果を褐変度として表した。可溶性固形分(Bx)の測定はBx計(N-10E, (株)ATAGO)を用いて行った。

3. 実験結果

3.1 抽出特性について

初めに、生鮮昆布からでもエキス成分が得られるのかを確認するため、素干し品と凍結品を試料として、室温で水に浸漬した時の固形分の溶出性を比較評価した。結果を図1に示す。

エキス試料の固形分割合は、素干し品と凍結品の何れにおいても、浸漬わずか1分で0.5%が溶出した後、30分にかけて1.6~1.7%へと増加し、それ以降は変化がみられなかった。なお、ここでは図示しないが、こうした固形分の溶出は5°Cのような低温でも起こることや、凍結していない生昆布でも、浸漬時間に伴って経時的に増加することを確認している。

昆布だしには、水分の他、遊離アミノ酸等の含窒素成分、ミネラル等の無機イオン、甘味を呈することが知られているマンニット等の糖分が含まれることが広く知られている。畑江らは、浸漬処理で得られたエキス試料の蒸発乾固物を全エキス分と定義して、抽出時間が及ぼす影響を詳細に検討し、全エキス分の抽出は35°Cの室温程度の場合、30分程度で一定値に達することを報告している⁹⁾。今回の実験では、エキス試料を凍結真空乾燥して得られたものを抽出固形分と定義したが、これは水分の蒸発方法が異なるものの畑江らが報告している全エキス分と同等の指標と捉えることができること、また得られた結

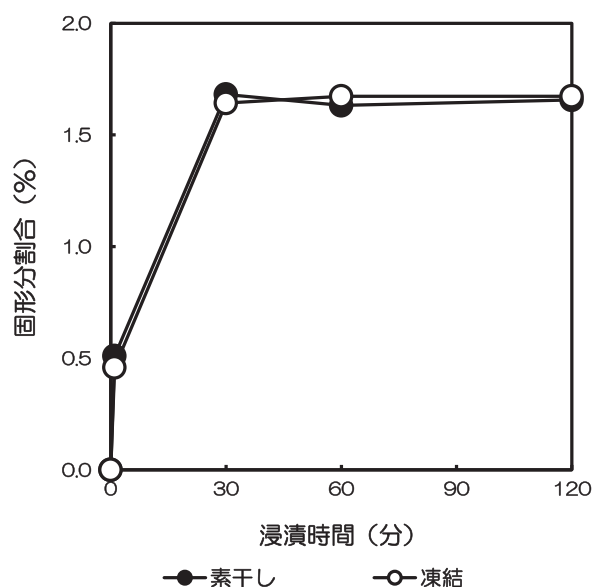


図1 エキス試料中の固形分割合の変化

果が先の報告と一致した傾向を示していることから、本試験では一般的のだしの抽出が再現できていると判断された。

3.2 呈味特性について

次に、得られたエキス試料の呈味性に関する知見を得るために、遊離アミノ酸およびミネラル組成を評価した。

3.2.1 遊離アミノ酸含量と組成

呈味性に大きな影響を及ぼすことが知られている遊離アミノ酸について分析を行った。その結果、原藻生重量当たりの総遊離アミノ酸含量は、素干し品で 0.05 mg/g、凍結品で 0.07 mg/g となり、凍結品からでも十分量の遊離アミノ酸が得られることがわかった。ここで検出されたアミノ酸は、何れの試料も甘味を呈することが知られているアラニン (Ala)・プロリン (Pro) および旨味を呈することが知られているグルタミン酸 (Glu)・アスパラギン酸 (Asp) の 4 種で、素干し品と凍結品の何れにおいても Glu が全アミノ酸の 75% を占めていた。この結果は、畑江ら⁹⁾、松本ら¹⁰⁾、佐藤ら¹¹⁾ の報告と良く一致していた。

次に、遊離アミノ酸組成からみた呈味特性を評価するため、総遊離アミノ酸に占める甘味系アミノ酸 (Ala+Pro) および旨味系アミノ酸 (Glu+Asp)

+ Asp) の割合を求めた。結果を図 2 に示す。素干し品では、検出された遊離アミノ酸の 86% が旨味系アミノ酸で 14% が甘味系アミノ酸だったのに対し、凍結品では旨味系アミノ酸が 96% と高く、甘味系アミノ酸は 4% と低いことが示された。これらの結果から、凍結品から得たエキス試料は、遊離アミノ酸から眺めた場合、素干し品から得られたものに比べて甘味が少ない一方で、旨味が強い特徴を有している可能性があるかと推察された。

3.2.2 灰分含量とミネラル組成

料理人がだしを評価する際、旨味と雑味のバランスを重視するとされている¹²⁾。このことから、昆布エキスにあっては雑味も重要な品質要素の一つとすることができる。しかしながら、雑味については明確な定義がなされていない。このため、ここでは国語辞書¹³⁾に習い、「昆布の中に入りまじって本来の味を損なう味」を雑味と定義し、昆布エキスの雑味に影響することが知られている灰分含量とミネラル組成¹²⁾の評価を行った。

初めに、灰分含量を評価した結果、素干し品が 39.5%、凍結品が 41.3% となり、両者の間に顕著な相違がないことが確認された。次に、ミネラル組成の評価を実施した。結果を図 3 に示す。塩味を呈することが知られているナトリウム (Na) と

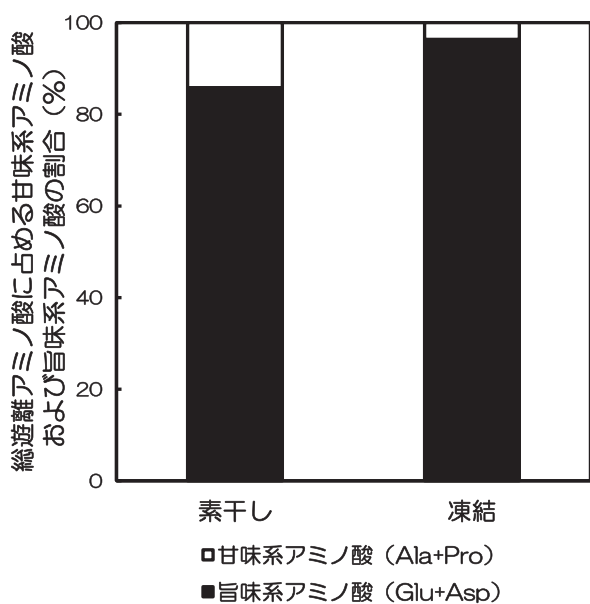


図 2 遊離アミノ酸組成からみた旨味の特徴

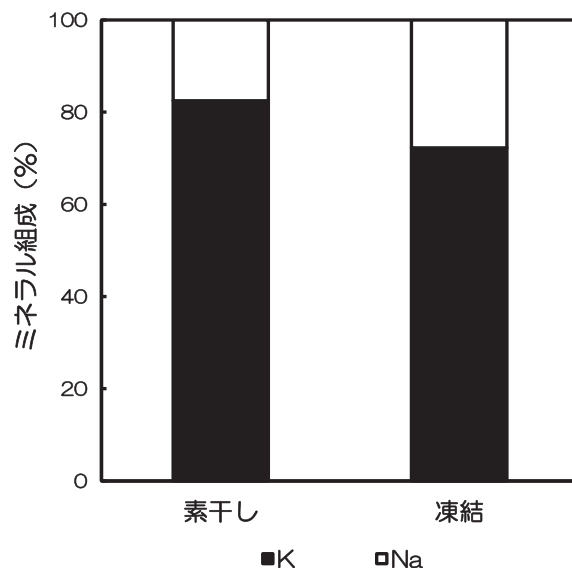


図 3 ミネラル組成からみた雑味の特徴

雑味を与える主成分と考えられているカリウム (K) の組成比を比較したところ、素干し品では 82%が K で 18%が Na だったのに対し、凍結品では K が 72%と素干し品に比べて低く、Na が 28%と高い傾向にあることが示された。

木村らは、20°Cで抽出した昆布だしに含まれるミネラル成分を評価し、検出されたミネラルの 66%を K が、次いで 28%を Na が占めていると報告している¹⁴⁾。また、亀岡らは、雑味を感じるだしにはミネラルが多く含まれており、この内、K は昆布だしらしい味に必要な要素ではあるものの、多量の含有により雑味が生じる傾向が認められることを報告している¹²⁾。これらのことから、凍結品から得られたエキス試料は、素干し品から得られたものと比較して K の割合が低いことから、雑味が弱い特徴を有していると推察された。

3.2.3 官能評価

ここで得られた結果が実際の呈味特性を反映したものであるかを確認するため、素干し品と凍結品から調製したエキス試料を用いて官能評価を行った。その結果、素干し品から得られたものはコクのある旨味と共に比較的パンチのある雑味を有しているのに対して、凍結品から得られたものは爽快感のある旨味ですっきりとした雑味を有していることが確認された。このことから、先の推察は官能的な品質特性を良く表し

ていると判断された。

3.3 色調特性について

食品の見た目は、購買意欲に関与する重要な品質要素の一つであるが、その色調は多くの食品で加熱処理等により変化することがわかっている。このことは昆布エキスにあっても同様で、製品化に際して一定の保存性を担保するために行う加熱殺菌等により色調変化が起こることが知られている¹⁵⁾。そこで、産業上の利用可能性検討の一環として、エキス試料の加熱に伴う色調変化を評価した。

フタをせずに、水分の蒸発が起こる状態でエキス試料を加熱した時の褐変度の変化を図 4 に示す。この時の褐変度は、水分損失に起因する Bx の上昇に伴い、直線的に増加することが示された。次に、このメカニズムを知るために、フタを閉めたまま加熱することで蒸発に伴う水分損失が起こらないようにしたものと、フタを空けて加熱した後に元の量まで加水することで蒸発水分を補ったものを調製し、褐変度を比較した。結果を図 5 に示す。この時の褐変度は、何れの場合も加熱 4 時間まで緩やかに増加する傾向にあったものの、図 4 でみられたような顕著な増加は認められず、加熱 6 時間後でも 0.2 と低い値を保持し、かつ両方で差がないことがわかった。これらの結果から、図 4 で認められた褐変度の増加は、アミノ酸と糖から生じることが知られてい

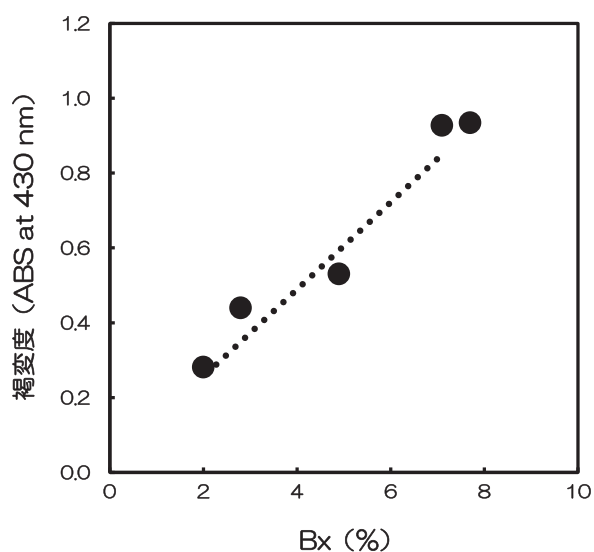


図 4 フタなしで加熱した時の褐変度の変化

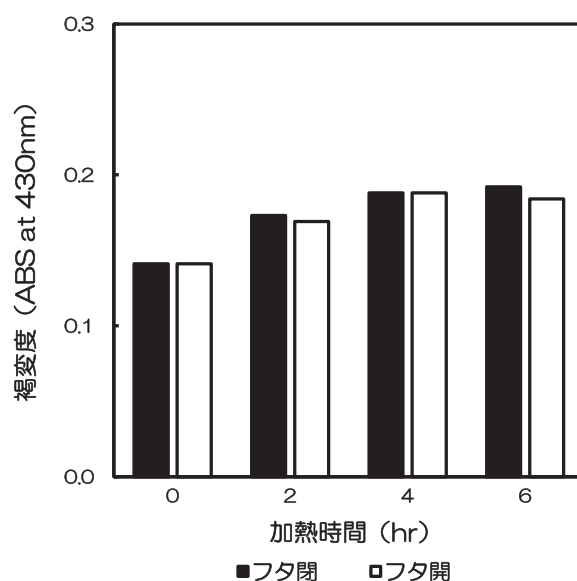


図 5 褐変度を与える水分蒸発の影響

る褐変反応物の生成によるものとは異なり、元々ある着色物が濃縮されたことが主要因であることが明らかとなった。

4. 考察

今回の結果より、凍結した昆布からでも十分量の固形分を溶出することができ、かつ得られるエキスは十分な嗜好性が期待できることが確認された。この時、素干し品から得られたエキス試料と凍結品から得られたエキス試料では、総遊離アミノ酸含量と灰分含量に顕著な相違が認められなかったものの、それぞれの組成は異なっていることが示された。

昆布の利用に関しては、これまで昆布を水戻しした際の復水特性¹⁶⁾や調味成分が昆布の軟化に及ぼす影響¹⁷⁾等、主に乾燥昆布を対象試料とした幅広い研究が進められてきた。佐藤らは、乾燥昆布に含まれるカルシウム (Ca) は表層部に多く、ミネラルの分布が均一ではないことを報告している¹⁸⁾。また、表層部に多いCaは、髓層に豊富に存在するアルギン酸ナトリウムと反応して粘性が低下しがちなゲルをつくる性質を有していることが広く知られている。更に、60℃で18時間乾燥したものでは表層部にシワが生じ、水戻り性を低下させるような多糖類の変性あるいは髓層細胞間の癒着を誘起している可能性があることが指摘されている¹⁹⁾。また、長田は収穫後の生ワカメを乾燥させた時の有機酸の変動を検討し、乾燥処理によって α -ケトグルタル酸やピログルタミン酸が消滅してクエン酸が顕著に増加することを報告している²⁰⁾。こうした先行研究は、乾燥処理が生鮮昆布に様々な性状変化を与え、各種含有成分の溶出性に影響を及ぼす可能性があることを示唆している。このことから、素干し品と凍結品から得られたエキス試料で遊離アミノ酸やミネラルの組成が異なっていたのは、素干し品を乾燥した際に表皮組織や髓層部の多糖類に何らかの性状変化が起こったためと推察された。

また、色調特性の検討結果からは、素干し品から得られたエキス試料と凍結品から得られたエキス試料の何れも加熱に伴う褐変反応物の生成が少ないことが示された (図3)。

多くの食品では、パンやステーキを焼いた時のように、加工や貯蔵の過程で含有する糖とアミノ酸の成分間反応によって褐変反応物が生成されることが知られている。これらは食品の風味に好ましい影響を与える場合もあるが、好ましくない影響を与える場合もあることがわかっている²¹⁾。今回得られた結果は、凍結品から得られたエキス試料も素干し品から得られたエキス試料と同様に、加熱殺菌等を行っても安定した呈味特性が期待できることを示唆していると思われた。

5. おわりに

昆布は伝統的に乾燥品の流通が主体であることから、現状では生昆布や凍結昆布のような乾燥を施していない昆布の出荷供給体制が整っていない。このため、得られた知見を今すぐ活用することは難しく、産業利用へと展開を図るには、洗浄・保存に係る幅広い技術の開発や利用基盤の整備等、解決しなければならない多くの課題が存在している。しかしながら、地域の基幹産業の一つである昆布関連産業が今後もより豊かに発展していくためには、従来の利用文化の陰に隠れていた潜在能力を新たな視点で掘り起こし、利用加工の選択肢を広げていくことが重要と考える。今後も、将来に向けた新たな昆布の利用価値を創造できるよう、関連機関と意見交換を行いながら有用知見の集積を進めたいと考えている。

参考文献

- 1) 昆布減産打開へ。水産新聞、4月8日 (2019)
- 2) 1世帯当たりの年間のこんぶ (昆布) の消費支出額の推移。家計調査、総務省
- 3) 江単、李博、婁小波：国際漁業研究、Vol. 9 (2011)、pp. 37~55
- 4) 夜久俊治：Jpn. J. Phycol.、Vol. 52、No. 10 (2004)、pp. 93-96
- 5) だしの素・だしつゆアンケート結果 (第2回)。マイボイスコム (株)、<https://www.myvoice.co.jp/biz/surveys/20902/index.html> (2015)
- 6) 西郷英昭、久延義弘、門田和子：東洋食品工業短大・東洋食品研究所 研究報告書、No. 15

- (1983)、pp.13-17
- 7) 守康則、阪本ひろみ：家政学雑誌、Vol. 26、No. 7 (1975)、pp. 11-15
- 8) 植松恒美、石井謙二：日本食品工業学会誌、Vol. 36、No. 5 (1989)、pp. 395-399
- 9) 畑江敬、脇田美、宮後恵、佐藤由、島田淳子：日本食品工業学会誌、Vol. 41、No. 11 (1994)、pp.755-762
- 10) 松本仲子、加藤尚己、甲田道子、菅原龍幸：家政誌、Vol. 40 (1989)、pp.883-889
- 11) 佐藤久美、牧田寛、村上和雄、海老塚広子、有田政信、花岡研一、長尾慶子：日本調理科学会誌、Vol. 41、No. 4 (2008)、pp. 234-240
- 12) 亀岡孝治、田口拓実、西川恵梨子、伊藤良栄、橋本篤、湯川徳之、大引伸昭：第33回人工知能学会全国大会講演要旨集、1F4-OS-17b-03 (2019)、pp.1-3
- 13) 松村明：デジタル大辞泉（小学館）(2022)
- 14) 木村友子、菅原龍幸、福谷洋子、佐々木弘子：日本家政学会誌、Vol. 47、No. 5 (1996)、pp.453-460
- 15) 木村友子、菅原龍幸、福谷洋子、佐々木弘子：日本調理科学会誌、Vol. 29、No. 3 (1996)、pp. 178-185
- 16) 奥田弘枝：広島女学院大学論集、No. 34 (1984)、pp. 215-236
- 17) 中川禎人、奥田弘枝：調理科学、Vol. 24、No. 2 (1991)、pp. 108-112
- 18) 佐藤孜郎、丹原敬子：日水誌、Vol. 46 (1980)、pp. 749-756
- 19) 木下康宣、大橋聡、戸田登志也：日本食品科学工学会第57回大会講演要旨集(2010)、p. 114
- 20) 長田博光：東洋食品工業短大・東洋食品研究所 研究報告書、No.8 (1967)、pp. 297-301
- 21) 片山脩、田島眞：食品と色（光琳）(2003)、pp. 109-142