

1. ウガノモクの簡単な脱ヒ素加工の技術開発

食産業技術支援グループ
企画事業部
北海道大学大学院水産科学研究院

○青木 央
宮崎俊一
安井 肇

1.はじめに

ウガノモクはヒバマタ目ホンダワラ科の海藻で、*Cystoseira Hakodatensis* といい、高さ1-2mになる褐藻である。円柱状の気泡をもち、じゅず玉のように2~5個連結している特長がある¹⁾。このウガノモクは、長い間、食習慣の定着があるわけでもなく、いわゆる未利用海藻²⁾であるが、フコキサンチンなどの高機能性物質を含有していることや生息海域が主に北海道、東北北部などに限られていることから、地域資源としての活用が研究されてきている。本件では、このウガノモクの食品加工素材としての活用を地域振興の一環として考察するに、そのヒ素含有量が極めて高いことを認知した。ヒジキ(木古内、H20年産)の乾燥物は、有機態ヒ素26mg/kg、無機態ヒ素48mg/kgであったのに対し、ウガノモク22-37mg/kg、140-180mg/kgであった。海藻のヒ素の化学形態は、有機態ヒ素としてジメチルヒ素やリボースの5位の炭素にジメチルヒ素が結合した糖化合物³⁾がある、この点はウガノモクにも共通と思われる。無機態ヒ素のうち、多くは五価化のヒ素であり、毒性の強い三価のヒ素は1/15以下と報告がある。⁴⁾ヒ素レベルが高いという認識は資源活用という意味で、現在の食の安全、安心と相容れない内容であるので、このヒ素含有量の低減という課題について、一定の解決法となる加工方法を提案するに至ったので報告する。



2. 方法

2.1 ウガノモクの加工一般とイオン強度、pHの変更による単位操作

ウガノモクは冷凍したブロック10kgを自然解凍して試験に供した。ウガノモクは函館市沿岸部で採取され、10kgもしくは15kg詰で凍結保管した。加工処理では、基本的にはウガノモクの処理量に対しておおむね10倍量のスケールで真水を用いた。乾燥後サンプルは「溶媒抽出-原子吸光法を用いるヒ素の化学形態による分別定量法」⁵⁾によって分析された。また、第三者証明として財団法人日本食品分析センターに分析依頼した。最初は、通常の加熱、水洗いの効果を比較した。その後、食塩(イオン強度)と有機酸(pH)の効果を比べてみた。有機酸は、キレート効果を期待して食品添加物であるクエン酸を選定した。これら単独での操作(単位操作)による効果を分析したのち、いくつかの工程を複合した工程を考案し、試行した結果を再度、分析した。

2.2 食品工場での加工および手順

2.1の結果をうけて、作業手順を考案した。この手順の実施にあたり、市内の食品加工会社に協力をお願いした。クエン酸、クエン酸Naは食品添加物の規格品を使用した。加工ラインの組み込みでは、30kgの処理を2回実施した。このときの乾燥機は、台車搬入式熱風循環乾燥器(O-150F型、14kW、200V、須中理化工業製)を使用した。

具体的な手順を以下に示した。

手順1.解凍:広めタップを用意し、食塩を振りかけ、水道水でブロックを解凍した。手順2.水洗:一度水切りを行い、再度水洗し、ザルにあげた。手順3.カット:芯を除きながら、切り分け、さらしの容器に投入した。このとき約2kgを1バッチとして作業した。手順4.さらし:1バッチあたり、水20リットルに対して、クエン酸600gを用いて40~60分間さらした。手順5.加熱:お湯20リットルに対してクエン酸Na500gを溶解した。さらしたウガノモク2kgをザルに入れて加熱。再沸騰させ、10分間加熱した。手順6.水洗:水を張った鍋(30L相当)に、ザルごと投入し、荒熱をとった。手順7.水切り:ザルを引き上げ、水切りをしてクエン酸Naを除去した。必要バッチ回数、手順2-7を繰り返した。手順8.乾燥:パレットに均一に盛り付けて、熱風乾燥器80℃で16時間乾燥させた。適宜、粉碎した。

3. 試験結果と考察

3.1 通常加工操作での脱ヒ素

いわゆる解凍後、単に水洗いや湯がく(ブランチ)といった、一般家庭でも通常に調理加工する手順の範疇であるが、これによると、十分な脱ヒ素の効果がないことがわかった。以下に加工手順を含めて分析結果を一覧にした。

加工手順		無機態ヒ素(mg/kg)	有機態ヒ素(mg/kg)
乾燥	----	160(100)	37(100)
真水洗い	乾燥	140(87)	12(32)
真水洗い	ブランチ 10秒(60-70℃)	100(62)	26(70)
真水洗い	ブランチ 30秒(60-70℃)	94(58)	15(40)
真水洗い	ブランチ 10秒(60-70℃)	49(30)	13(35)

()内は最上段を100としたときの換算値

3.2 食塩(イオン強度変更)やクエン酸(pH変更)を用いた単位操作での脱ヒ素

3.1と同様に凍結ブロックから、解凍しての加工において、4%食塩や3%有機酸(クエン酸)の使用が、大きな効果を発揮することがわかった。以下に加工手順を含めて分析結果を一覧にした。

加工手順			無機態ヒ素(mg/kg)	有機態ヒ素(mg/kg)
乾燥	----	----	140(100)	31(100)
真水	ブランチ10秒	真水洗い、乾燥	41(29)	13(41)
真水	さらし 60分	真水洗い、乾燥	100(71)	10(32)
4%食塩	ブランチ 10 秒	真水洗い、乾燥	33(23)	12(38)
3%クエン酸	さらし 60分	真水洗い、乾燥	40(28)	8(25)

()内は最上段を100としたときの換算値

3.3 加工ラインへの組み込みと効果

3.1と3.2の分析結果から、食塩の使用、有機酸の使用、またブランチの効果を発揮するため、以下の基礎となる手順を考案した。

手順: 食塩水での洗い→クエン酸(酸性)での脱塩→クエン酸Na塩(中性)での加熱→水洗いによるヒ素除去。

この方法で試験を実施し、7kgのウガノモクを処理したところ、乾燥品の無機ヒ素量:6mg/kg(3/100)、有機態ヒ素量:6mg/kg(27/100)という脱ヒ素加工の効果を得た。この結果(図1)より、食品加工現場での実証試験として、方法2.2に示した手順による30kg処理を決めた。

3.4 生産時の歩留まりとドリップ

方法2.2の手順に従いウガノモクを加工した結果、歩留まりは4.7~5.5%となった。すなわち冷凍ウガノモク30kgの処理で、1.4~1.6kgのウガノモク乾燥物ができた。このとき無機態ヒ素の分析値は12mg/kg、有機態ヒ素は8~9mg/kgであった。大変良好な結果であり、実用的と判断された。

この手順を踏むと、最後の乾燥時には海藻体が溶けて、いわゆるドリップが出るが、この褐色液状の主成分はアルギン酸であることが赤外分光分析で知れた。(左下図)

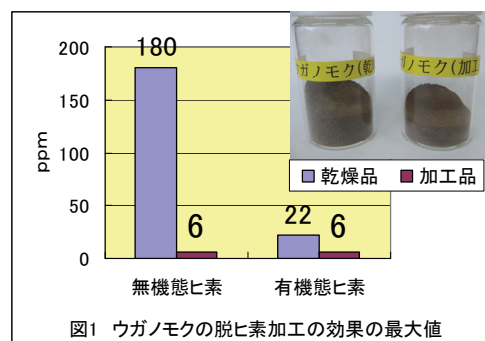
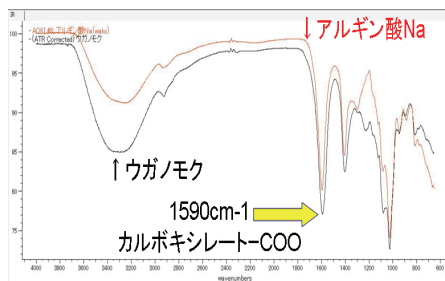


図1 ウガノモクの脱ヒ素加工の効果の最大値

3.5 加工食品への応用と摂取基準について

WHOが示す一生涯にわたり摂取し続けても健康影響が現れない1週間あたりの摂取量であるPTWIは、無機ヒ素15 μ g/kg体重/週であるから、50kgのヒトで750 μ g/週となる。ウガノモク脱ヒ素粉末は、分析値12mg/kgより62.5gとなる。これは水戻し重量で約600gを超える量となるから、本研究で示した脱ヒ素加工は、かなりのリスク低減になる。

本件の脱ヒ素処理されたウガノモクは、細粉末化されて、ノド飴などの食品開発に応用され試作品ができています。

4. まとめ

ウガノモクは、脱ヒ素加工が可能であり、クエン酸やクエン酸 Na の使用が効果を発揮する。この方法は、海藻の中に含まれるヒ素の存在形態が共通していて、種の特異性に大きな差がなければ、基本的には他の海藻類にも適用が可能で、同様の効果が期待できる。脱ヒ素加工技術が普及し、例えばヒジキのように消費に関する社会的コンセンサスが形成されるようになることで、「ウガノモク」は地域資源としての地位を獲得できるだろう。

【参考文献】

- 1)千原光雄:日本の海藻、学習研究社、p69(2002)
- 2)宮崎亜希子、辻浩司、大堀忠志、西紘平:未利用褐藻類の原料性状について、北海道立水産試験場研究報告、57,p15-22(2000)
- 3)小川寛男、能登谷正裕:海藻食品の品質保持と加工・流通、恒星社厚生閣、p80-87(2002)
- 4)国立医薬品食品衛生研究所安全情報部:海藻中のヒ素濃度
http://www.nihs.go.jp/hse/food-info/chemical/hiso_level/index.html(2007)(accessed 2012-4)
- 5)日本食品科学工学会:新・食品分析法(光琳)p250-251(1996)

* 本件の研究開発は、文部科学省都市エリア産学官連携促進事業の資金を受けています。

* 食品加工での実証試験には、有限会社タカハシ食品(函館市)の協力を得ています。

以上、関係者の皆様にはご支援感謝申し上げます。