

# ウニから(殻)作る新素材!

秋野 雅樹

キーワード：ウニ殻、水産廃棄物、有効利用、多孔質、ろ材、生物ろ過

## はじめに

ウニの名産地である北海道では、主にキタムラサキウニとエゾバフンウニが漁獲されています。ウニの食用となる部分は生殖巣（精巣と卵巣）であり、刺身や寿司ネタとして利用されています。北海道におけるウニむき身の生産量は平成25年度には約700トンありました<sup>1)</sup>。

一方で、ウニから生殖巣を取り除いた後の加工残渣（以下、ウニ殻という）の処理が問題となっています。前述したウニむき身700トンを生体重量に換算（むき身の歩留まりを15%として）すると約4,700トンになり、ウニ殻としては道内の産出だけで年間約4,000トンにもものぼると推定されます。また国内で流通しているウニの大部分が輸入物である<sup>2)</sup>ことを考えると、ウニ殻の排出量は、これよりもはるかに多いと推測されます。

現状のウニ殻処理は、わずかに肥料等へ利用されるものの大部分は廃棄処理されています。その処理にかかる費用が漁業者や加工業者の負担となること、また産地によっては処分場の問題などから、対策が求められています。今日、循環型社会の形成が求められていく中で、水産廃棄物の発生抑制、ならびに有効利用は重要な課題となっています。

このような背景から、水産試験場ではウニ殻の有効利用に関する研究課題に取り組んでまいりました。ここでは、ウニ殻の特徴を活かした素材開発とその活用策について、ご紹介いたします。

## ウニ殻の成分

表1にウニ殻の一般成分を示しました。キタムラサキウニとエゾバフンウニの両方とも、水分と灰分で90%以上の割合を占めていました。灰分は、有機物を燃焼させた後に残る不燃性の鉱物質であり、この高い値はウニ殻に含まれるミネラル成分の多さを表しています。ウニ殻は炭酸カルシウムを主体とするカルサイト（方解石）と呼ばれる結晶構造であることが知られています。そこでこうした特徴を踏まえ、ウニ殻から有機物を取り除いた骨片（骨片素材）を製造することを試みました。

表1 ウニ殻の一般成分

(%)

種 類	水 分	灰 分	粗脂肪	粗タンパク質
キタムラサキウニ	50.5	41.4	0.5	4.2
エゾバフンウニ	45.4	45.3	0.4	4.9

出典：平成16年度網走水産試験場事業報告書

## ウニ殻からの素材開発

道内の加工場から排出されたキタムラサキウニのウニ殻を使用しました（図1）。ウニ殻は室温で1日放置し、脱水により減容させてから使用時まで凍結保管しました。はじめに、ウニ殻を解凍し、残存する内臓等の付着物を取り除くため、水で数回洗浄しました。次に、このウニ殻を2% (w/w) の水酸化ナトリウム溶液に浸漬し、室温で24時間放置しました（図2）。このアルカリ浸漬はウニ殻にある有機物（結合組織、筋肉等）を溶かして

除去するための処理です。アルカリ処理によりウニ殻は完全に殻と棘が分離した状態になりました。これらのウニ殻を流水できれいになるまで洗浄し、タンパクの分解物や溶出する色素などを取り除きました(図3)。その後、これらを乾燥させ、ウニ殻の骨片素材としました(図4)。

原料のウニ殻から製造された骨片素材の歩留まりは、おおよそ50%でした。製造した3種類の骨片素材の部位別の歩留まりを表2に示しました。骨片素材の90%以上は殻および棘由来であり、両者の割合は、ほぼ同程度でした。残りは咀嚼器(歯)由来でした。



図4 キタムラサキウニの骨片素材 (左) 殻、(中) 棘、(右) 歯

表2 キタムラサキウニ骨片素材の部位別の歩留まり

部 位	殻	棘	歯
歩留まり (%)	46.1	46.6	7.3



図1 ウニ殻 (キタムラサキウニ)



図2 アルカリ処理



図3 水洗 (アルカリ処理後)

### ウニ殻骨片素材の構造的特徴

ウニ殻骨片素材 (以下、素材) の特徴はその特異的構造にあります。走査型電子顕微鏡 (SEM) で観察した素材の表面構造を図5に示しました。いずれの素材もスポンジ状の多孔質構造を有していました。孔の大きさは、箇所によって異なりますが約10~40 $\mu$ mの範囲でした。特に10~20 $\mu$ mサイズの細孔が多く観察されました。この骨格構造は、ウニ、ヒトデ、ナマコなどの棘皮動物に特有のものであり、同じカルサイトの結晶構造を持つ貝殻にはみられません。

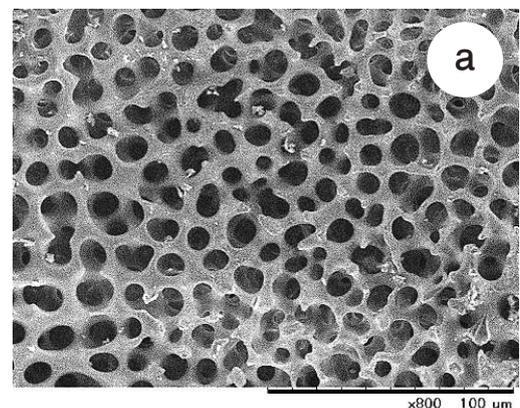


図5 キタムラサキウニ骨片素材の構造 (SEM写真)

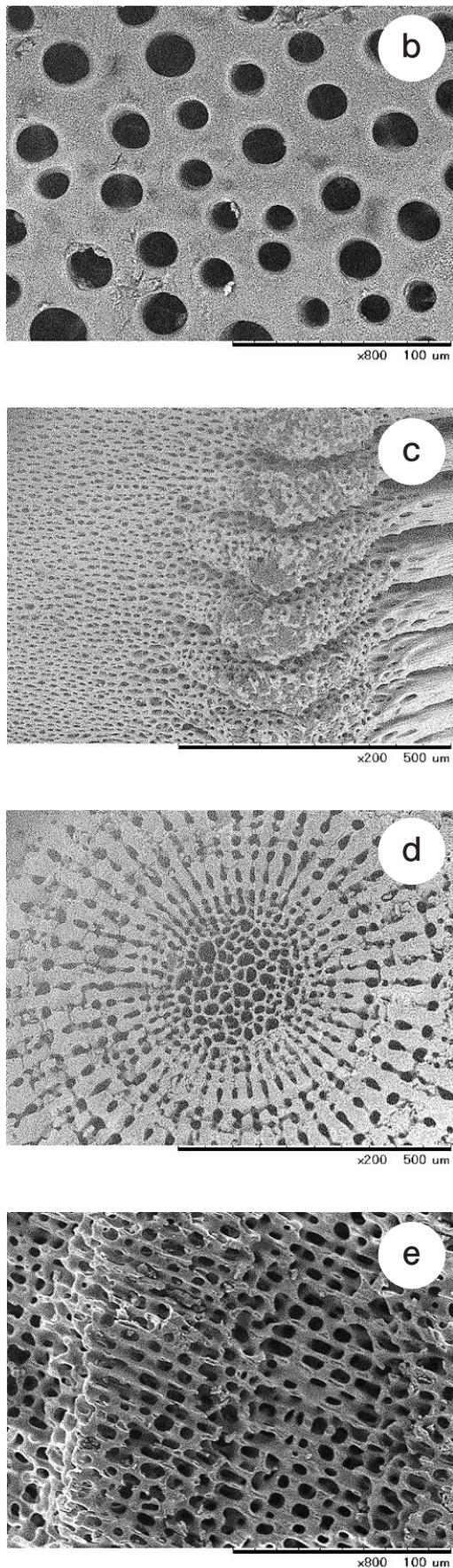


図5 キタムラサキウニ骨片素材の構造 (SEM写真)  
 a 殻 (外側)、b 殻 (内側)、c 棘 (基部)、  
 d 棘 (断面)、e 歯

### ウニ殻骨片素材の用途

ウニ殻骨片素材の多孔質構造を活かした使用方法を提案するため、水槽用のろ材としての適性を検討しました。ここでのろ材とは生物ろ過を行うために使用されるものです。

生物ろ過とは、水生生物の飼育設備における水質浄化過程のうち、生体に悪影響を与える有害物質を生物学的原理に基づき除去することをいいます。生物ろ過が機能している水槽では、硝化細菌と呼ばれる微生物が、魚類等の排泄物や残餌から生じる非常に毒性の強いアンモニアを毒性の弱い亜硝酸に変換（酸化）し、さらに別の硝化細菌がこの亜硝酸をより毒性の低い硝酸に変換（酸化）します（硝化作用）。

ろ材は、硝化細菌に生育環境を提供する役割を果たします。ろ材としては、セラミックス、ガラスウール、サンゴ砂、砂利など様々な素材が利用されています。一般的に、ろ材に求められる性能とは、硝化細菌の付着可能な比表面積が大きいこと、通水を妨げないこと、軽量で取り扱いやすいこと、入手しやすく安価であることなどです。

### 水槽試験によるろ材としての有効性の実証

ろ材としての適性を評価するための水槽試験を実施しました（図6）。小型水槽用（45cm）上部式フィルターにろ材としてキタムラサキウニから製造した3種の骨片素材（殻、棘、歯）を使用しました（図7）。各水槽に濃縮硝化細菌と塩化アンモニウムを添加し、ろ材を3週間熟成させました。その後、水槽水の全量を新たに一定濃度の塩化アンモニウムを含む海水に換水し、アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素の動態を調べました。その結果、ウニ殻素材は、市販のろ材やカキ殻と比較して、遜色のない効果が得られました（図8）。特に、殻あるいは棘をろ材として利

用した水槽は、アンモニア除去に優れ、これらが、ろ材として有効であることが示唆されました。また、ウニ殻素材はカキ殻と同様に水槽水のpH低下を抑制する働きを有していました。以上のことから、ウニ殻素材はろ材としての活用が有望であることが明らかとなりました。



図6 水槽試験



図7 上部式フィルター部分

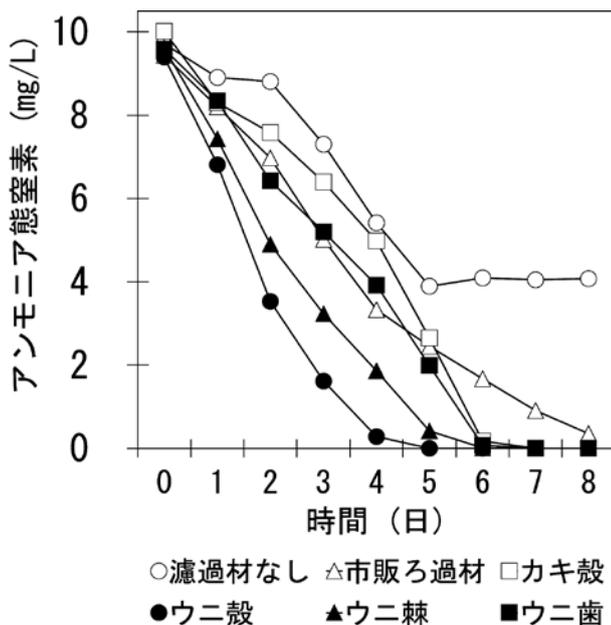


図8 各水槽におけるアンモニア態窒素の変化  
参考文献3より図を改変

### 今後の課題

製品化に向けた今後の課題として、ウニ殻は殻と棘が混在し、形状が不均一であることや、粉碎度合いなどで大きさが異なることから、成形技術の開発が望まれます。また、高品質な製品開発のためには、より高度な精製法や耐久性の検証が必要と考えられます。

現在、ウニ殻を利用したろ材製品の実用化を目指して、道内民間企業と連携し、共同研究を検討しています。

### おわりに

今はまだ、ウニ殻をろ材とした製品等はありません。しかしながら、ウニ殻のろ材としての適性は高く、優れた素材であることが明らかになりつつあります。水産廃棄物を有効資源として再循環させることは非常に重要な課題です。海のものを利用し、海のもを育てることは理想とする形ではないでしょうか。

### 参考文献

- 1) 北海道水産林務部 (2015) 平成25年度北海道水産現勢, 北海道庁, 札幌
- 2) 酒井勇一 (2003) エゾバフンウニ漁業をとりまく現状と人工種苗放流について. 北水試だより, 59: 1-8
- 3) Akino M, Aso S, Kimura M (2015) Effectiveness of biological filter media derived from sea urchin skeletons. Fish Sci. doi: 10.1007/s12562-015-0900-9

(あきのまさき 釧路水試加工利用部)

報文番号B2388)